Sezonowe zmiany planktonu roślinnego pięciu jezior okolic Węgorzewa

Seasonal changes in phytoplankton of five lakes in Węgorzewo district

J. PÓLTORACKA

WSTĘP

Opracowanie planktonu roślinnego zbiorników węgorzewskich, stanowiące część zespołowych badań nad rybackim urządzeniem jezior, potraktowano jako jeden z elementów ich limnologicznej charakterystyki. Ponieważ szczegółowa analiza planktonu czterdziestu siedmiu opracowanych jezior przekraczała nasze możliwości, wytypowano pięć z nich (Gołdopiwo, Święcajty, Żabinki, Krzywa Kuta, Bimbinek) o różnej powierzchni, głębokości, intensywności mieszania i chemizmie (P a t a l a s 1960a, K o n d r a c k i 1960). W nich prześledzono jakościowe i ilościowe zmiany fitoplanktonu w cyklu rocznym.

Zasadniczą charakterystykę jezior oparto o gatunki dominujące. Przyjęto, że liczebność danego gatunku jest tym większa, im znajduje dla siebie (ściśle określone) korzystniejsze warunki rozwoju. Dlatego porównanie form dominujących (licznych) pozwala najlepiej wnioskować o podobieństwie, względnie zróżnicowaniu jezior.

Bardziej szczegółowe badania fitoplanktonu w wytypowanych zbiornikach stanowiły w pewnym zakresie podstawę do interpretacji jednoznacznie zebranych materiałów z pozostałych jezior.

METODA POBIERANIA I OPRACOWYWANIA MATERIAŁU

Próby planktonowe pobierano w każdym jeziorze z jednego stanowiska, stanowiącego najgłębsze jego miejsce. Materiał zbierano w miesięcznych odstępach, w okresie od marca do grudnia 1953 r.; uzupełniano go sporadycznymi połowami z różnych miesięcy 1954 i 1955 r.

Próby dwudziestolitrowe pobierano najczęściej co pięć metrów pięciolitrowym czerpaczem typu Bernatowicza; zagęszczano je używając

siatki planktonowej nr 17 i utrwalano formaliną. Wprawdzie materiał zebrany taką siatką obejmuje tylko pewną część organizmów planktonu roślinnego, to jednak wydaje się, że w przypadkach skrajnych danych można wnioskować o pewnych jego tendencjach. Ogółem zebrano z różnych poziomów 301 prób.

Materiał, zagęszczany w pracowni do odpowiedniej objętości, umieszczano za pomocą pipetki w małych komorach, zawierających po trzy krople zawiesiny, odpowiadające $0,15 \text{ cm}^3$. Liczono pod mikroskopem wszystkie organizmy fitoplanktonu zachowane w materiale konserwowanym, traktując je niezależnie od formy występowania (kolonie, nitki, pojedyncze komórki) jako pojedyncze osobniki. Z każdej próby poddano analizie $0,5\text{--}0,75 \text{ cm}^3$ zagęszczonej zawiesiny, co stanowiło w zależności od ilości osadu $0,6\text{--}7,5\%$ całej próby.

W celu określenia łącznej objętości planktonu roślinnego w danym czasie obliczano objętości poszczególnych jego komponentów, sprowadzając je do różnych brył geometrycznych, np. *Volvox* sp. traktowano jako kulę, *Melosira* sp. jako walec, *Ceratium hirundinella* jako dwa stożki. Przy obliczeniach oparto się na średnich (z dziesięciu osobników) pomiarach podstawowych, charakterystycznych dla różnych organizmów planktonowych badanych zbiorników.

Charakterystykę siatkowego planktonu roślinnego badanych jezior przeprowadzono w oparciu o gatunki dominujące. Uznano za nie te, których maksymalne liczebności przekroczyły przynajmniej jeden raz w ciągu całego okresu badań 100 000 osobników w słupie wody pod powierzchnią 1 dm^2 . Rysunki od 1 do 3 zostały wykreślone na podstawie danych, stanowiących średnie ilości osobników/1 w całym słupie wody.

ILÓŚCIOWE ZMIANY FITOPLANKTONU

Całoroczne badania, przeprowadzone w pięciu poprzednio wymienionych jeziorach, pozwalają prześledzić w nich zmiany ilości i objętości siatkowego planktonu roślinnego.

Porównanie krzywych (rys. 1) obrazujących zmiany ilościowe i objętościowe fitoplanktonu wskazują, że nie zawsze występuje między nimi zgodność. Jednakże najczęściej w różnych okresach wzrost ilości planktonu odpowiadał również wzrostowi jego objętości. Krzywe obrazujące zmiany ilościowe wskazują na pewne podobne tendencje przebiegu procesów rozwojowych we wszystkich badanych jeziorach.

W rocznym rozwoju siatkowego planktonu roślinnego możemy wyróżnić trzy maksima: wiosenne w kwietniu, letnie w lipcu lub sierpniu i jesienne w listopadzie, względnie w drugiej połowie października.

Rys. 1. Zmiany ilościowe planktonu roślinnego w pięciu jeziorach z okolic Węgorzewa

Quantitative changes in phytoplankton of five lakes in Węgorzewo district

Istnienia maksimum wiosennego nie można stwierdzić w jeziorze Bimbinek ze względu na brak materiałów. W jeziorze Żabinki maksimum wiosenne przesunęło się na czerwiec, sądząc po składzie gatunkowym. Letnie maksimum obserwowano tylko w jeziorach Święcajtę i Gołdopiwo w okresie lipiec—sierpień. Natomiast jesienny wzrost liczebności fitoplanktonu nastąpił zgodnie we wszystkich zbiornikach. Ogólnie można stwierdzić, że maksima letnie były ilościowo uboższe niż wiosenne i jesienne.

Przy porównywaniu zmian ilościowych siatkowego planktonu roślinnego w ciągu roku zwraca uwagę odmienny przebieg jego procesów rozwojowych w poszczególnych jeziorach. Różnorodność ta wyraża się: 1. w ilości maksimów rozwojowych, 2. w okresach najsilniejszego rozwoju, 3. w częstości wahań ilościowych, 4. w tempie zmian ilościowych.

1. Krzywe rozwoju fitoplanktonu jezior Gołdopiwo i Święcajtę charakteryzują się trzema maksimami ilościowymi, Żabinki dwoma, a Krzywej Kuty i Bimbinka jednym szczytem.

2. Najsilniejszy rozwój planktonu roślinnego w różnych jeziorach nastąpił w innym czasie. W Gołdopiwie obserwowano go wiosną, w Krzywej Kucie i Bimbinku jesienią. W Święcajtach i Żabince zwracał uwagę zbliżony poziom ilościowy fitoplanktonu w obu tych okresach.

3. Pod względem częstości zmian ilościowych planktonu roślinnego można wyróżnić:

a) jeziora, w których plankton ulegał częstym wahaniom ilościowym w ciągu roku — Gołdopiwo, Święcajtę, Żabinki;

b) jeziora, w których plankton utrzymywał się na zbliżonym poziomie ilościowym przez znaczną część roku, a tendencje rozwojowe wykazywał tylko na jesieni — Krzywa Kuta, Bimbinek.

4. Przy rozpatrywaniu zmian ilościowych planktonu, z punktu widzenia tempa procesów rozwojowych, nasuwają się dwa spostrzeżenia.

a. Zgodność pojawów maksimów ilościowych wiosną i jesienią w jeziorach Gołdopiwo, Święcajtę, Krzywa Kuta i Bimbinek, w przeciwieństwie do jeziora Żabinki, w którym maksimum wiosenne nastąpiło o dwa miesiące później, a jesienne o miesiąc wcześniej. Jest to prawdopodobnie związane z odmiennym tempem i intensywnością przemian warunkujących powstanie maksimów.

b. Odmienne tempo rozwoju planktonu roślinnego wiosną i jesienią: wzrost ilościowy wiosną nastąpił gwałtownie, skokowo; natomiast w jesieni obserwowano powolny, stopniowy wzrost liczebności, aż do osiągnięcia maksimum. Odmienny przebieg procesu rozwojowego w tych dwóch okresach wiąże się prawdopodobnie z różnym mechanizmem jego powstawania. Wiosenne maksima fitoplanktonu, występujące w okresie cyrkulacji, spowodowane są rozwojem form podniesionych

z mułu dna. Ponieważ główne komponenty wiosennych maksimów rozwijają się w znacznych ilościach również na jesieni, a w okresie stagnacji zimowej opadają na dno, wiosenne mieszanie podnosi znaczne ilości organizmów planktonowych, w większości okrzemek, które w krótkim czasie mogą się dzielić. Okrzemki bowiem przetrzymują zimę w postaci wegetatywnych komórek, leżących na dnie zbiorników. Przede wszystkim gwałtownie rozwijają się liczne nitki *Melosira*, szczególnie *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, których komórki przetrwalnikowe, leżące w mule dna w postaci żywych komórek wegetatywnych, nieznacznie tylko różniących się strukturą wewnętrzną od normalnych, podniesione do toni wodnej natychmiast gotowe są do podziału (N i p k o w 1950).

Porównując średnie ilości siatkowego planktonu roślinnego w okresie kwiecień—listopad można zauważyć zróżnicowanie między zbiornikami: w jez. Gołdopiwo i Święcajty stwierdzono przeciętnie większe ilości planktonu siatkowego (10 877; 7985 osobników/l), niż w jez. Żabinki i Krzywa Kuta (3919; 4245 osobników/l). Z rozważań tych wyłączono jezioro Bimbiniek ze względu na niecałkowite materiały.

Takie zróżnicowanie jezior pod względem ilości planktonu siatkowego jest zgodne z oceną ich produktywności pierwotnej (P a t a l a s 1960b), mierzonej zasobnością zbiornika w sole mineralne i intensywnością procesów krążenia materii. Wskazuje ona, że w jez. Żabinki i Krzywa Kuta możliwości rozwoju fitoplanktonu są teoretycznie mniejsze, niż w pozostałych. W jeziorach Gołdopiwo i Święcajty, ocenianych pod względem produktywności pierwotnej najwyżej, stwierdzono również najwyższe średnie ilości planktonu, a jednocześnie w jeziorach Żabinki i Krzywa Kuta, o niższej (średniej) ocenie produktywności, ilości planktonu były niższe.

JAKOŚCIOWE ZMIANY FITOPLANKTONU W CYKLU ROCZNYM

W okresie stagnacji zimowej ubogi fitoplankton siatkowy reprezentowały głównie okrzemki. W kwietniu (w Żabince w czerwcu), w wyniku wiosennej cyrkulacji, nastąpiło maksimum wiosenne, wywołane intensywnym rozwojem okrzemek, które stanowiły 92—99% całego planktonu roślinnego (Święcajty 92%, Żabinki 98%, Gołdopiwo 99%). Znaczny wzrost ilościowy osiągnęły wówczas gatunki z rodzaju *Melosira* — *M. ambigua*, *M. granulata*, *M. islandica* ssp. *helvetica*, a także *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus astraea* i *Diatoma elongatum*. W poszczególnych jeziorach dominowały w tym czasie podobne gatunki (tab. 1). Inne natomiast grupy planktonu — sinice i zielenice stanowiły nieliczny składnik.

Rys. 2.

Tabela 1 — Table 1

Dominujące gatunki siatkowego planktonu roślinnego w okresach maksimum wiosennego, letniego i jesiennego

Dominant species of the net plankton in the periods of spring, summer and autumn maximum

Nazwa jeziora	Maksimum wiosenne Spring maximum	Maksimum letnie Summer maximum	Maksimum jesienne Autumn maximum
Gołdopiwo	<i>Cyclotella comta</i> <i>Melosira ambigua</i> <i>Melosira granulata</i> <i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	<i>Asterionella formosa</i> <i>Melosira ambigua</i> <i>Melosira granulata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Stephanodiscus astraea</i>
Święcajt	<i>Asterionella formosa</i> <i>Cyclotella comta</i> <i>Diatoma elongatum</i> <i>Melosira ambigua</i> <i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> <i>Stephanodiscus astraea</i>	<i>Lyngbya limnetica</i>	<i>Melosira ambigua</i> <i>Stephanodiscus astraea</i> <i>Melosira granulata</i>
Żabinki	<i>Asterionella formosa</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Melosira ambigua</i>		<i>Asterionella formosa</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Melosira granulata</i>
Krzywa Kuta			<i>Asterionella formosa</i> <i>Melosira ambigua</i> <i>Stephanodiscus astraea</i> <i>Tabellaria fenestrata</i>
Bimbinek			<i>Asterionella formosa</i> <i>Cyclotella comta</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Synedra acus</i> <i>Synedra ulna</i>

W maju i czerwcu (w Żabince w lipcu) obserwowano znaczny spadek fitoplanktonu.

Następujące po tym okresie maksima letnie w jeziorach Gołdopiwo i Święcajt miały odmienny charakter jakościowy: w pierwszym z nich dominowały okrzemki — *Melosira granulata*, *M. ambigua*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*. Również bruzdnice (*Ceratium hirun-*

Rys. 2. Zmiany ilościowe ważniejszych grup planktonu roślinnego w pięciu jeziorach z okolic Węgorzewa

Quantitative changes in the major phytoplankton groups of five lakes in Węgorzewo district

dinella) zwiększyły się w tym czasie znacznie pod względem liczebności, osiągając szczyt rozwoju w sierpniu, w okresie załamania letniego szczytu. W Święcajtach, po nieznacznym wzroście *Melosira ambigua*, dominowały sinice, głównie *Lyngbya limnetica*, w mniejszym stopniu *Aphanizomenon flos aquae*. Pewien udział miały tu także bruzdnice, głównie *Ceratium hirundinella*.

W jeziorach, w których fitoplankton nie osiągnął większych liczebności w okresie letnim, bruzdnice (*Ceratium hirundinella*) względnie okrzemki (*Asterionella formosa*) były głównymi komponentami planktonu siatkowego.

Okres jesiennej cyrkulacji spowodował drugi intensywny rozwój okrzemek, które w czasie maksimum stanowiły 90—99% fitoplanktonu (Krzywa Kuta 90%, Żabinki 95%, Święcajt 96%, Gołdopiwo 99%). Zarówno w okresie wiosennego, jak i jesienno maksimum największą liczebność osiągały: *Asterionella formosa*, gatunki rodzaju *Melosira*, *Fragilaria crotonensis*, *Cyclotella comta* i *Stephanodiscus astraea*.

W czasie jesienno szczytu wystąpiły w znacznych ilościach również *Tabellaria fenestrata*, *Synedra acus* i *S. ulna*, których intensywny rozwój był charakterystyczny wyłącznie dla tego okresu.

Zmiany ilościowe ważniejszych grup planktonu roślinnego widoczne są na rysunku 2. Skład komponentów dominujących w okresach maksimum w poszczególnych jeziorach ilustruje tabela 1.

Zbliżony obraz rozwoju fitoplanktonu uzyskała w Polsce Spodniewska (1955) badając jezioro Tajty. Jednak charakter maksimum jesienno był tam nieco odmienny. W badanych jeziorach okolic Węgorzewa jesienno wzrost liczebności spowodowany był głównie rozwojem okrzemek, przy nieznacznym udziale sinic; w jeziorze Tajty natomiast jesienią nastąpił rozwój sinic, głównie *Lyngbya limnetica*, a w mniejszym stopniu okrzemek. Również inni autorzy stwierdzają dominację okrzemek podczas maksimum wiosennego i jesienno (Chandler i Weeks 1945; Ricker 1937, Spences 1950, Dammann 1943 — cyt. za McCombie 1952).

Przy rozpatrywaniu maksimum ilościowych fitoplanktonu pod względem liczby dominujących gatunków zwraca uwagę fakt, że w różnych okresach i w różnych zbiornikach są one bardzo zbliżone. W większości jezior (z wyjątkiem Święcajt) maksima ilościowe planktonu wywołane były intensywnym rozwojem kilku form; taką charakterystyczną strukturę wykazywały zarówno maksima letnie, jak wiosenne i jesienne; w okresach tych równocześnie kilka (3—6) gatunków osiągało poziom dominacji. Taki układ stosunków obserwowany we wszystkich jeziorach staje się zrozumiały, jeśli się weźmie pod uwagę, że formami dominującymi w obu okresach były wyłącznie okrzemki, leżące w okre-

sach niekorzystnych warunków w mule dna, w stanie niemal zawsze gotowym do podziału i podnoszone do toni wodnej, w wyniku wiosennej i jesiennej cyrkulacji. W konsekwencji gatunki okrzemek, o najbardziej zbliżonym sposobie zimowania, mają w pierwszym okresie pojawu podobne możliwości rozwoju. Tym, między innymi, można tłumaczyć obserwowany nieraz jednoczesny rozwój kilku gatunków rodzaju *Melosira*.

DYNAMIKA ROZWOJU DOMINANTÓW W ROŚLINNYM PLANKTONIE SIATKOWYM

Charakterystykę rozwoju planktonu roślinnego badanych jezior oparto na gatunkach dominujących. One bowiem stanowią najlepszy wskaźnik warunków rozwoju danego gatunku: im jest on liczniejszy, tym musiały zaistnieć bardziej korzystne dla niego możliwości rozwoju. Wyróżnione na podstawie liczebności dominanty pozwalają na porównanie jezior pod względem podobieństwa warunków, decydujących o ich ilości i składzie gatunkowym. Zestawione w tabeli 2 gatunki pełniły w badanych jeziorach przynajmniej w jednym miesiącu rolę dominanta.

Tabela 2 — Table 2

Występowanie ważniejszych komponentów planktonu roślinnego
w poszczególnych jeziorach

The occurrence of major phytoplankton components in the respective lakes

Dominanty Dominant species	Jeziora — Lakes				
	Gołdo- piwo	Święcayty	Żabinki	Krzywa Kuta	Bimbinek
<i>Asterionella formosa</i>	+	+	+	+	+
<i>Ceratium hirundinella</i>	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria crotonensis</i>	+	+	+	+	+
<i>Melosira ambigua</i>	+	+	+	+	
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>	+		+		+
<i>Lyngbya limnetica</i>		+		+	
<i>Melosira granulata</i>	+	+	+		
<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	+	+	+		
<i>Stephanodiscus astraea</i>	+	+		+	
<i>Synedra acus</i>		+	+	+	
<i>Cyclotella comta</i>	+				+
<i>Dinobryon sociale</i>	+			+	
<i>Synedra ulna</i>			+		+
<i>Diatoma elongatum</i>		+			
<i>Dinobryon divergens</i>				+	
<i>Tabellaria fenestrata</i>				+	
<i>Tribonema subtilissimum</i> (?)		+			

Wspólnymi dominantami dla wszystkich jezior były: *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*, *Fragilaria crotonensis*. Charakterystycznymi formami dominującymi wyłącznie w jednym z jezior były: *Dinobryon divergens* i *Tabellaria fenestrata* w Krzywej Kucie, *Diatoma elongatum* i *Tribonema subtilissimum* (?) w Święcajtach. Pozostałe dominanty: *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, *M. ambigua*, *M. granulata*, *Synedra acus*, *S. ulna*, *Stephanodiscus astraea*, *Cyclotella comta*, *Lyngbya limnetica*, *Aphanizomenon flos aquae*, *Dinobryon sociale* stanowiły gatunki dominujące w planktonie jezior w różnych okresach rozwoju. Większość wymienionych gatunków notowana jest również w literaturze jako elementy dominujące w planktonie roślinnym jezior (C a b e j s z e k 1950, S p o d n i e w s k a 1955, P e a r s a l l 1932, C h a n d l e r 1942, H u t c h i n s o n 1944, L u n d 1950, 1954, 1955).

Rozpatrując frekwencję, długość okresu występowania gatunków dominujących (rys. 3) w siatkowym planktonie badanych jezior w cyklu rocznym można wyróżnić następujące grupy gatunków:

1) wykazujące tendencje utrzymywania się w ciągu całego roku — *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira ambigua*, *M. granulata*, *Stephanodiscus astraea*, *Synedra acus*, *Tabellaria fenestrata*, *Aphanizomenon flos aquae*;

2) występujące przez dłuższy okres czasu — *Cyclotella comta*, *Dinobryon divergens*, *D. sociale*, *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, *Synedra ulna*;

3) krótkotrwałe, pojawiające się sporadycznie — *Diatoma elongatum*, *Tribonema subtilissimum* (?);

4) nie wykazujące określonej tendencji, zachowujące się w różnych zbiornikach odmiennie.

Z przytoczonych wyżej danych wynika, że około 50% dominantów stanowiły stałe komponenty planktonu, a więc różnorodne przemiany, jakim podlegały jeziora w cyklu rocznym, nie powodowały ich całkowitego zniknięcia, a tylko ograniczały, względnie wzmacniały rozwój. Grupa ta obejmuje więc elementy o szerokim zakresie możliwości życiowych, elementy o charakterze eurybiontów. Natomiast charakter stenobiontów reprezentują tylko nieliczne formy — grupa trzecia.

Porównując procesy rozwojowe (przebieg rozwoju) poszczególnych dominantów w badanych jeziorach można wyróżnić następujące grupy gatunków:

1) o podobnym przebiegu rozwoju, występujące we wszystkich jeziorach, lub tylko w niektórych;

2) o różnym przebiegu rozwoju, występujące we wszystkich lub większości badanych jezior;

3) sporadyczne.

Rys. 3. Zmiany ilościowe ważniejszych składników planktonu roślinnego pięciu jezior z okolic Węgorzewa

Quantitative changes in the major phytoplankton components of five lakes in Węgorzewo district

Grupa pierwsza obejmuje gatunki, z których część wykazywała tendencje rozwoju w okresach obniżonej temperatury — jesiennym, zimowym i wiosennym, inne natomiast wykazywały tendencje rozwoju w okresie ciepłym, letnim.

Do grupy form osiągających szczytowy rozwój w okresach obniżonych temperatur należy *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, która do intensywnego rozwoju dochodziła albo dwukrotnie wiosną i jesienią, albo tylko jeden raz wiosną lub jesienią. Nigdy natomiast nie występowała w dużych ilościach latem. Wiosną tworzyła ona najwcześniejsze i zarazem największe maksima ilościowe, co niewątpliwie wiąże się z przetrzymywaniem niekorzystnych warunków w postaci żywych komórek wegetatywnych, nieznacznie różniących się od normalnych. Tylko w jeziorze Bimbinek wzrost jej ilości, nie osiągający poziomu dominacji, obserwowano w lipcu; letni pojaw tego gatunku jest zjawiskiem bardzo rzadko notowanym (Betghe 1925, Nipkow 1950, Lund-Almestrand 1954); wydaje się, że w jeziorze Bimbinek *Melosira islandica* ssp. *helvetica* była w okresie letnim raczej przypadkowym komponentem planktonu (Półtoracka 1960). Podobny przebieg rozwoju obserwowano u *Stephanodiscus astraes*. Posiadał on albo dwa maksima: wiosenne i jesienne, albo tylko jesienne. W przypadku jednak dwukrotnego szczytu ilościowego zawsze jesienny rozwój był znacznie większy. Do grupy tej zaliczono również *Cyclotella comta*, *Synedra acus*, które do maksymalnego rozwoju dochodziły tylko raz w roku, podczas wiosennej lub jesiennej cyrkulacji. Ponadto należą tu *Tribonema subtilissimum* (?) i *Synedra ulna*, z których pierwszy gatunek wzrastał ilościowo wiosną, drugi — jesienią. Wszystkie omawiane gatunki należą do form zimnolubnych, często spotykanych w planktonie jezior strefy niższych temperatur, szczególnie zaś w planktonie jezior skandynawskich. Jakkolwiek ocieplenie wody nie zawsze powoduje ich zanikanie, to jednak zawsze ogranicza rozwój.

W przeciwieństwie do nich bruzdnica *Ceratium hirundinella* rozwijała się najliczniej w okresie letnim. Gatunek ten, mający znaczenie dominanta, w planktonie siatkowym wszystkich badanych jezior występował w ciągu całego roku, dochodząc do maksymalnego rozwoju w lecie, od czerwca do sierpnia. Największy poziom liczebności (2600 osobników/l) osiągnął on w sierpniu w jeziorze Gołdopiwo. Podobny przebieg rozwoju tego gatunku notują również inni autorzy, zarówno na terenie Polski, jak i poza jej granicami (Wawrzyniak 1923, 1931, Cabejszek 1950, Spodniewska 1955, Seligo 1900, Gusiewa 1952, Stroinkina 1953).

Druga grupa obejmuje gatunki, których maksima ilościowe następowały nieregularnie w różnych okresach roku. Są to: *Asterionella for-*

mosa, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira ambigua*, *Melosira granulata* i *Dinobryon sociale* v. *stipitatum*, o kilkakrotnym w ciągu roku wzroście ilościowym oraz *Dinobryon divergens* i *Lyngbya limnetica*, które w okresie wegetacyjnym tylko jeden raz doszły do rozwoju. Należy tu również *Aphanizomenon flos aquae* stanowiący ważny składnik planktonu przez znaczną część roku; nie stwierdzono jednak zasadniczych wahań jego liczebności w tym czasie.

Do grupy trzeciej zaliczono gatunki, mające znaczenie dominantów tylko w jednym z badanych jezior, a więc elementy rzadko rozwijające się w większych ilościach. Należą tu *Diatoma elongatum* i *Tabellaria fenestrata*. Stwierdzono jeden wzrost ich liczebności, następujący bądź skokowo, gwałtownie (*Diatoma elongatum*) i krótkotrwały, bądź stopniowo narastający (*Tabellaria fenestrata*) i wówczas okres jego trwania był znacznie dłuższy.

Analiza zmian ilościowych poszczególnych dominantów pozwoliła zauważyć pewne prawidłowości w stosunku do niektórych gatunków. I tak *Ceratium hirundinella* osiągało zawsze maksimum rozwoju latem, w okresie, w którym najczęściej *Lyngbya limnetica* nie występowała wcale, względnie w nieznacznych ilościach, podobnie jak i inne sinice. Natomiast wzrost liczebności tego gatunku następował zwykle w czasie spadku, względnie niskiego poziomu ilościowego *Ceratium hirundinella* (rys. 3), najczęściej z początkiem jesieni. Taki układ stosunków między tymi gatunkami może wskazywać na istnienie między nimi zależności, wpływającej z podobieństwa wymagań w pewnym zakresie, jakkolwiek wymagania te nie muszą być identyczne. Obserwacje te potwierdzają analogiczne zależności między tymi formami, stwierdzone przez Kisielewa (1950) i Spodniewską (1955).

Prześledzenie rozwoju gatunków licznych, pozwala sądzić, że *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa* i *Melosira granulata* mają zbliżone wymagania; często rozwój ich obserwowano równocześnie. Jednakże stosunki ilościowe między nimi w różnych jeziorach układały się odmiennie. W jeziorach, w których jednocześnie nastąpiło ich maksimum, nie osiągały wysokich liczebności, przy czym różnice ilościowe między nimi były nieduże. W innych natomiast jeziorach, gdy jeden z gatunków szczególnie intensywnie rozwinął się, pozostałe ulegały redukcji.

Zebrane materiały (tab. 3) nie potwierdzają obserwacji Spodniewskiej (1955) co do wzrostu liczebności *Fragilaria crotonensis* w okresie redukcji *Asterionella formosa* i *Melosira granulata*. W niektórych z badanych jezior wszystkie wspomniane gatunki osiągały ma-

Net plankton composition in five lakes of Węgorzewo district (March 1953 — April 1954)

[illegible]

ksymalne liczebności równocześnie, w innych wzrost *Fragilaria crotonensis* następował w okresie wzrostu *Asterionella formosa*, która do maksymalnego rozwoju dochodziła w okresie redukcji *Fragilaria crotonensis* (Krzywa Kuta, Bimbinek).

(Wpłynęło: dn. 8.7.1962 r.)

Zakład Ichtiologii
Instytutu Rybactwa Śródlądowego
w Olsztynie

SUMMARY

The study of seasonal changes in the phytoplankton of five lakes in Węgorzewo district constitutes a part of broader study of phytoplankton in Węgorzewo lakes within the framework of team research work on lake fishery management.

The material derived from catches by plankton net (bolting cloth No. 17) and collected in 1953 at monthly intervals, was studied in a course of a year for qualitative and quantitative changes in the phytoplankton of the following lakes: Gołdopiwo, Krzywa Kuta, Święcajty, Żabinki and Bimbinek.

When comparing the quantitative changes in phytoplankton, the attention is called to the diversified course of developmental processes in the respective lakes. This diversity is manifested in the following features: 1. The number of developmental maxima; 2. The periods of most intensive development; 3. The rate of quantitative changes.

1. In the annual development of phytoplankton in the lakes under investigation, the following three maxima were established: The spring maximum, in April; the summer, in July or August; the autumn, in November or the second half of October (Fig. 1). The curves of phytoplankton development in Gołdopiwo and Święcajty lakes are characterised by three maxima, Żabinki, by two (delayed spring and autumn, and Krzywa Kuta and Bimbinek, by one (autumn).

2. The most intensive development of phytoplankton in the respective lakes occurred at different times (Fig. 2).

3. In considering the quantitative changes in plankton from the point of view of the rate of developmental processes two facts stand out:

a. The concurrence of quantitative maxima in spring and autumn, excepting Żabinki lake where the spring maximum took place two months later the autumnal maximum, a month earlier.

b. A different rate of phytoplankton development in spring and in autumn. While in spring, the increase in number took place suddenly, in autumn, the process was rather slow. Probably this is connected with the various mechanism of the maxima coming into being in these two seasons.

Qualitatively too, the phytoplankton in the investigated lakes exhibited variation in the course of the year: the spring and autumn maxima were mainly due to the intensive development of Bacillariophyta. In spring, they accounted for 92—99 percent of total phytoplankton, and in autumn, for 90—99 percent on the other hand, summer maxima were chiefly connected with the development of Bacillariophyta, Cyanophyta and Pyrrophyta.

The essential characteristics of the lakes was based on the dominant forms (Fig. 3).

The following groups of dominant species with regard to time of occurrence were distinguished:

a) dominant forms at periods of reduced temperature (autumn, winter, and spring): *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, *Stephanodiscus astraea*, *Synedra acus*, *Cyclotella comta*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *Diatoma elongatum*, *Dinobryon divergens*, *Tribonema subtilissimum* (?);

b) forms displaying a tendency to dominate in summer: *Ceratium hirundinella*;

c) forms with no tendency to dominate at a specific period: *Asterionella formosa*, *Melosira ambigua*, *M. granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Aphanizomenon flos aquae*, *Lyngbya limnetica*, *Dinobryon sociale* v. *stipitatum* (within each group the species were arranged in the order of decreasing dominance).

An analysis of the qualitative changes in the different species revealed certain regularities *Ceratium hirundinella* would reach the maximum development in summer while *Lyngbya limnetica* did not appear at all or appeared in insignificant numbers at that time, like other *Cyanophyta*. On the other hand, increase of *Lyngbya limnetica* abundance occurred during the decline of *Ceratium hirundinella*.

LITERATURA

- Betghe H., 1925, *Melosira* und ihre Planktonbegleiter. Pflanzenforschung G. 3.
- Cabejszek I., 1950, Plankton roślinny jeziora Charzykowo. Jezioro Charzykowo cz. I, opracowanie zbiorowe.
- Chandler D. C., 1942, Limnological studies of Western Lake, Erie. III. Phytoplankton and physical chemical data from November. 1939, to November 1940. The Ohio Journal of Science.
- Chandler D. C. and Weeks O. B., 1945, Limnological studies of Western Lake Erie. V, Ecological Monographs 15.
- Gusiewa K. A., 1952, Cwietienie wody, jego przyczyny, prognoz i metody borby z nim. Tr. Wsjesojuzn. Gidr. Obszcz. 4.
- Huber-Pestalozzi G., 1938, Das Phytoplankton des Süßwassers 1, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi G., 1941, Das Phytoplankton des Süßwassers 2, H. 1, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi G., 1942, Das Phytoplankton des Süßwassers 2, H. 2, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi G., 1950, Das Phytoplankton des Süßwassers 3, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi G., 1955, Das Phytoplankton des Süßwassers 4, Stuttgart.
- Hutchinson E., 1944, Limnological studies in Connecticut VII. A critical examination on the supposed relationship between phytoplankton periodicity and chemical changes in lake waters, Ecology 25, nr 1.
- Kisjelow I. A., 1950, Pancernyje żgutikonoscy, Izd. Ak. N. SSSR, Moskwa.
- Kisjelow I. A., 1954, Opredelitel presnovodnych wodoroslej SSSR. 6, Pirofitowyje wodorosli, Moskwa.
- Kondracki J., Szostak T., 1960, Zarys geomorfologiczny i hydrograficzny jezior okolic Węgorzewa, Roczn. Nauk Roln. t. 77 ser. B. nr 1.
- Korszikow O. A., 1953, Wyznacznik prysnowodnich wodorostej ukrajskoj RSR. V. Kiiw.
- Lund J. W. G., 1950, Studies on *Asterionella formosa* Hass. Part II. Nutrient depletion and the spring maximum, Journ. of Ecology, 38 nr 1.
- Lund J. W. G., 1954, The seasonal cycle of the plankton diatom *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. ssp. *subarctica* O. Müll, The Journal of Ecology 42 nr 1.

- Lund J. W. G., 1955, Further observation of the seasonal cycle of *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. ssp. *subarctica* O. Müll., The Journal of Ecology 43 nr 1.
- Lundh-Almestrand A., 1954, *Melosira islandica* and *M. granulata* in the Scanian Lake Ringsjön, Svensk Bot. Tidskr. 48(2).
- Matwienko A. M., 1954, Opredelitel presnowodnykh wodoroslej SSSR. 3. Zołotystyje wodorosli, Moskwa.
- McCombie A. M., 1952, Factors influencing the growth of phytoplankton, Journal of the fisheries research board of Canada 10 nr 5.
- Nipkow F., 1950, Ruheformen planktonischer Kiesalgen im geschichteten Schlamm des Zurichsees Schweiz. Zeitsch. fur Hydr. 12.
- Pascher A., 1915, Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, 5, Jena.
- Patalas K., 1960a, Mieszanie wody jako czynnik określający intensywność krążenia materii w różnych morfologicznie jeziorach okolic Węgorzewa, Roczn. Nauk Roln. t. 77 ser. B nr 1.
- Patalas K., 1960b, Punktowa ocena pierwotnej produktywności jezior okolic Węgorzewa, Roczn. Nauk Roln. t. 77 ser. B nr 1.
- Pearsall W. H., 1932, Phytoplankton in the English Lakes II. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances, Journal of Ecology 20.
- Póitoracka J., 1960, *Melosira islandica* ssp. *helvetica* O. Müll. w kilku jeziorach z okolic Węgorzewa, Acta Soc. Bot. Pol. 29, nr 4.
- Skuja H., 1948, Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Symbolae Botanicae Upsaliensis 9(3).
- Smith G. M., 1920, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, Part I i II, Madison.
- Spodniewska I., 1955, Plankton jeziora Tajty, Ekologia Polska. Ser. A. T. III. nr 7.
- Stroinkina W. G., 1952, Fitoplankton pelagiali ozjera Sewan, Tr. Sewan. Gidr. Stan. T. 13.
- Wawrzyniak F., 1923, Flora jezior Wielkopolskich, Prace Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu T. II. Ser. B.
- Wawrzyniak F., 1931, Flora jezior Wielkopolskich. Prace Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu T. V. Ser. B.
- Zabelina M. M., 1951, Opredelitel presnowodnykh wodoroslej SSSR. 4, Diatomowe wodorosli, Moskwa.