

ZOOPLANKTON JEZIORA SZYDŁOWSKIEGO

Przeanalizowano sezonowe zmiany składu jakościowego i rozwoju ilościowego zooplanktonu jeziora Szydłowskiego na tle dostępnej bazy pokarmowej. Ustalono, że organizmy roślinne bezpośrednio nie stanowią podstawowego składnika pożywienia zooplanktonu natomiast po obumarciu i utworzeniu kompleksu bakteryjno-detrytusowego stają się jego istotnym komponentem wobec czego celowe wydaje się przy prognozowaniu wielkości produkcji wtórnej uwzględnienie rozkładalnej materii organicznej, której miarą może być BZT₅.

Rozwój ilościowy zooplanktonu w zbiornikach wodnych uzależniony jest od bazy pokarmowej którą stanowią organizmy roślinne, wytworzona przez nie materia organiczna i rozwijająca się na niej flora bakteryjna. Ilość i rodzaj dostępnego pokarmu zmienia się w zależności od trofii zbiornika, co wpływa na zmiany struktury gatunkowej, rozwijającej się populacji zooplanktonu.

W jeziorach ubogich w substancje odżywcze, gdzie ilość wytworzonej materii organicznej jest niewielka, rozwijają się głównie makrofiltratory, wyjadające przede wszystkim nanoplankton, a tym samym odżywiające się bezpośrednio pokarmem roślinnym. W zbiornikach eutroficznych obserwuje się dominację sedymentatorów i mikrofiltratorów żerujących na wytworzonym kompleksie bakteryjno-detrytusowym i w mniejszym stopniu wyjadających drobne komórki fitoplanktonu, tak że organizmy roślinne wykorzystywane są jako pokarm dopiero po obumarciu komórek i częściowym ich rozłożeniu przez bakterie [2].

Takie zróżnicowanie wymagań pokarmowych organizmów zwierzęcych umożliwia, na podstawie analizy składu jakościowego występujących taksonów, klasyfikację troficzną jeziora. W znacznym stopniu utrudnia to jednak ustalenie prostej zależności pomiędzy wielkością produkcji pierwotnej i zasobnością zbiornika w substancje odżywcze a ilościowym rozwojem organizmów.

W przedstawionej pracy dokonano analizy sezonowych zmian rozwoju zooplanktonu w porównaniu z rozwojem ilościowym fitoplanktonu i zasobnością zbiornika w biochemicznie rozkładalne substancje organiczne, w celu ustalenia, który z tych elementów bazy pokarmowej w większym stopniu wiąże się ze zmianami rozwoju ilościowego zooplanktonu i decyduje o jego wielkości.

Teren badań i metoda

Jezioro Szydłowskie położone jest na terenie niziny wielkopolsko-kujawskiej w dorzeczu rzeki Panny. Misa jeziora posiada kształt wydłużonej rynny o powierzchni 140,2 ha, pojemności 15,9 mln m³, głębokości średniej 11,3 m i maksymalnej 24,5 m. Bezpośrednią zlewnię w 80% stanowią pola uprawne a 20% linii brzegowej zajmują osiedla i nieużytki rolne. Badania zbiornika przeprowadzono w cyklu dwuletnim od czerwca 1978 roku do maja 1980 roku, w ramach prac związanych z badaniem przemian jakości wody, zachodzących w zbiornikach wodnych [4].

Próbki do badań pobierano w odstępach miesięcznych, w najgłębszym pionie badanego jeziora. Z powierzchni pobierano 5 dm³, wycechowanym wiadrem a z głębokości 1,0 m, 3,0 m, 5,0 m, 7,0 m, 10,0 m, 12,0 m, 15,0 m, 20,0 m i metr nad dnem, aparatem Bernatowicza o objętości 5 dm³. W terenie próbki zagęszczano, przelewając przez siatkę z gazy młynarskiej nr 25 i po przewiezieniu do laboratorium dokonywano oznaczeń jakościowych i ilościowych. Protozoa i Rotatoria analizowano przeglądając 0,1 ml próby pod mikroskopem, oznaczając i licząc napotkane organizmy a uzyskane wyniki przeliczano na objętość 1 dm³. W celu oznaczenia Crustacea próbki utrwalano etafornem i po zagęszczeniu w komorze przeglądano pod mikroskopem stereoskopowym, oznaczając i licząc napotkane organizmy. Uzyskane wyniki przeliczano również na objętość 1 dm³ wody. W czasie oznaczeń jakościowych zooplanktonu dokonywano pomiarów napotkanych organizmów a następnie na podstawie danych literaturowych wyznaczono ich biomasę.

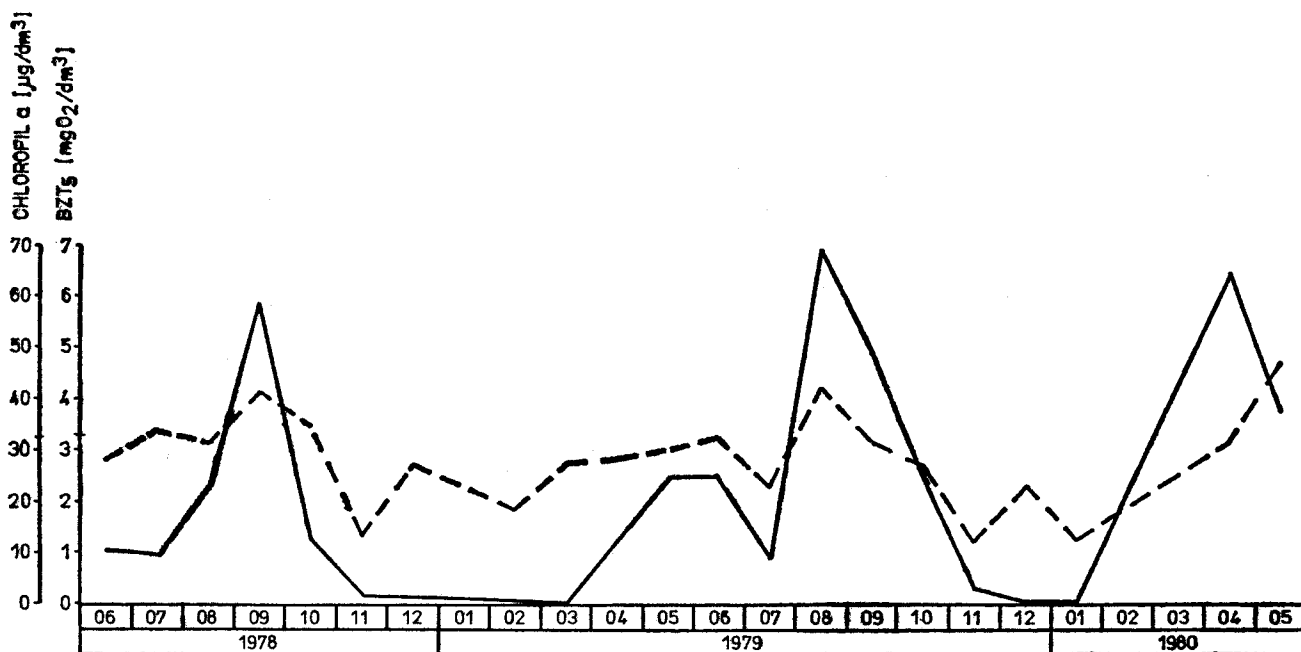
Równocześnie z poborem próbek biologicznych pobierano próbki wody do analiz fizyczno-chemicznych i koncentracji chlorofilu a które to

oznaczenia wykonywano w wyspecjalizowanych pracowniach — Zakładu Badań Jakości Zasobów Wodnych. Wyniki zestawiono w sprawozdaniach z realizacji tematu [4, 5]. Na ich podstawie obliczono przeciętne koncentracje chlorofilu a, BZT₅ i biomasy zooplanktonu w 1 dm³ wody oraz pod jednostką powierzchni wody, w najgłębszym pionie jeziora, w kolejnych miesiącach prowadzonych badań. Uzyskane w ten sposób wyniki nie są charakterystyczne dla całego jeziora i mogą odbiegać od przeciętnych stężeń a zwłaszcza wartości obciążenia powierzchniowego zbiornika, obliczonych z ładunku substancji w jeziorze. Dobrze natomiast charakteryzują najgłębszą część zbiornika i ponieważ praca dotyczy głównie dynamiki rozwoju zooplanktonu w tej części jeziora zdecydowano przyjąć taki sposób obliczeń, zdając sobie jednocześnie sprawę z faktu niedostatecznej charakterystyki całego zbiornika, przy tym sposobie postępowania.

Charakterystyka bazy pokarmowej zooplanktonu

Jezioro Szydlowskie znajduje się w rejonie intensywnych upraw rolnych a tym samym narażone jest na zwiększony dopływ substancji odżywczych. Stwierdzono wysokie stężenia podstawowych substancji biogennych — związków azotu i fosforu oraz głównych makroelementów, które występowały w stężeniach sprzyjających rozwojowi glonów [9].

Zmiany rozwoju ilościowego fitoplanktonu, wyrażone koncentracją chlorofilu a, zawierały się w zakresie 0,5—70,0 µg/dm³ (rys. 1). Największe wartości rzędu 60,0—70,0 µg/dm³ obserwowano w okresach letnich w czasie nasilenia rozwoju organizmów roślinnych. Wiosną i jesienią koncentracje chlorofilu a zawierały się w zakresie 1,0—10,0 µg/dm³, a zimą oscylowały w granicach 0,5—0,8 µg/dm³.



Rys. 1 Sezonowe zmiany przeciętnych koncentracji BZT₅ (— — —) i chlorofilu a (— — —) w jeziorze Szydlowskim

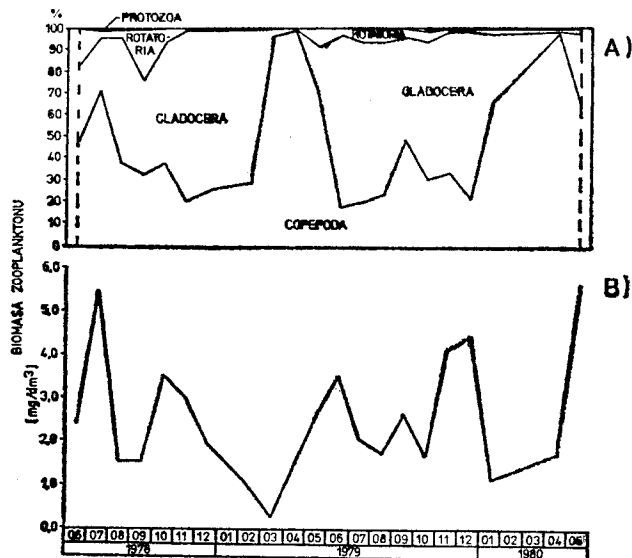
Sezonowe zmiany zawartości rozkładalnej materii organicznej oszacowanej przy użyciu BZT₅ wykazywały podobną dynamikę przemian jak chlorofil a (rys. 1). Największe wartości rzędu 4,0—5,0 mg O₂/dm³ obserwowano na przełomie lata i jesieni 1978 roku, pod koniec lata 1979 roku i wiosną 1980 roku. Jesienią wartości BZT₅ wynosiły 2,0—3,0 mg O₂/dm³, a zimą zawierały się w zakresie 1,0—2,0 mg O₂/dm³.

CHARAKTERYSTYKA ZOOPLANKTONU

Protozoa

Typ Protozoa reprezentowany był przez 5 taksonów i bezbarwne wiciowce, występujące w niewielkich liczebnościach w okresach wiosennych. Nasilenie rozwoju liczebnościowego

przedstawicieli tej grupy i największy procentowy udział w całkowitej biomasy zooplanktonu, dochodzący do 20% obserwowano w okresach letnich i jesiennych (rys. 2). Latem 1978 roku biomasa tej grupy osiągała największą wartość, dochodzącą do 0,1 mg/dm³ i wiążącą się z nasileniem rozwoju Coleps hirtus i Vorticella microstoma, który to gatunek tylko w tym okresie występował w większych liczebnościach. Wzrost biomasy w kolejnych okresach nasilenia rozwoju tej grupy wiązał się z rozwojem Coleps hirtus. Jesienią 1978 roku biomasa Protozoa dochodziła do 0,007 mg/dm³, w następnym roku badań latem osiągała 0,026 mg/dm³, a jesienią dochodziła do 0,022 mg/dm³. Obok wymienionych taksonów, w okresach letnich, obserwowano występowanie z niewielką częstotliwością i w znikomych liczebnościach Codonella cratera, Amoeba limax i Coleps hirtus v. lacustris.



Rys. 2 Sezonowe zmiany rozwoju ilościowego zooplanktonu wyrażonego przeciętną biomasą w kolejnych miesiącach prowadzonych badań (B) oraz procentowego udziału biomasy głównych grup systematycznych w całkowitej biomasy zooplanktonu (A)

Rotatoria

Przedstawiciele tej grupy, z wyłączeniem okresu zimowego, obserwowano przez cały okres prowadzonych badań. Ogółem występowało 17 taksonów, z których reprezentanci rodzaju *Keratella* — *K. kochlearis*, *K. kochlearis f. tecta*, *K. quadrata* oraz *Pompholyx sulcata* cechowali się największą stałością występowania jak i największym rozwojem liczebnościowym, tak że w zasadzie zmiany wielkości ich rozwoju liczebnościowego decydowały o sezonowej zmienności procentowego udziału tej grupy w biomasy zooplanktonu jeziora (rys. 2).

Największy procentowy udział, w granicach 20%, stwierdzono w okresie letnim i jesiennym 1978 roku. Wiosną, latem i jesienią 1979 roku procentowy udział tej grupy, w całkowitej biomasy zooplanktonu, zawierał się w granicach 5—7%.

Największą biomasę Rotatoria rzędu 0,37 mg/dm³ obserwowano na przełomie lata i jesieni 1978 roku i była ona związana z nasileniem rozwoju *K. kochlearis* i *P. sulcata* przy współudziale *K. kochlearis f. tecta*, *K. quadrata* i częściowo *Synchaeta tremula*. Wiosną 1979 roku biomasa Rotatoria dochodziła do 0,2 mg/dm³ i była związana z nasileniem rozwoju *K. kochlearis* i *K. quadrata* a latem i jesienią tego roku oscylowała wokół 0,1 mg/dm³ i obok wymienionych wiosennych gatunków, w większych liczebnościach obserwowano występowanie *Trichocerca roussellei* i *K. kochlearis f. tecta*. Pozostałe taksony Rotatoria obserwowano jednorazowo i w znikomych liczebnościach tak że stanowiły one mało istotny składnik wrotków badanego jeziora.

Cladocera

Grupa ta reprezentowana była przez 8 taksonów, z których jedynie *Bosmina longispina* i *Ceriodaphnia quadrangula* występowały z ma-

łą częstotliwością i w niewielkich liczebnościach. Nasilenie rozwoju liczebnościowego pozostałych taksonów przypadało na okresy wiosny, lata i jesieni. Biomasa grupy w tym czasie zawierała się w granicach 2,4—3,5 mg/dm³, a procentowy udział w całkowitej biomasy zooplanktonu dochodził do 80% (rys. 2).

Latem 1978 roku obserwowano nasilenie rozwoju *Diaphanosoma brachyurum* i *Chydorus sphaericus*, a w okresie jesieni, po ustąpieniu *D. brachyurum* obok *Ch. sphaericus* rozwijały się *Bosmina coregoni*, *Daphnia cucullata* i *D. hyalina*. Na przełomie wiosny i lata 1979 roku również obserwowano rozwój przedstawicieli rodzaju *Daphnia*, a latem zwiększył się udział *D. brachyurum* i *Ch. sphaericus*, który to gatunek występował również jesienią obok *D. hyalina* i jej form młodocianych.

Wiosną 1980 roku wzrost biomasy do około 1 mg/dm³ związany był z rozwojem *D. hyalina* i *Ch. sphaericus*. W okresach zimowych obserwowano, w niewielkich liczebnościach, występowanie *D. hyalina* wraz z formami młodocianymi oraz *Ch. sphaericus* a oscylowała wokół 0,35 mg/dm³.

Copepoda

W grupie tej obserwowano występowanie 14 taksonów oraz młodociane formy rozwojowe — nauplius i juvenis, których występowanie stwierdzono przez cały okres prowadzenia badań. Największy procentowy udział, w całkowitej biomasy zooplanktonu rzędu 95—99%, przedstawiciele tej grupy osiągnęli na przełomie okresu zimowo-wiosennego (rys. 2), kiedy obserwowano występowanie w niewielkich liczebnościach *Cyclops strenuus*, *Eudiaptomus gracilis* i *C. vicinus*, a biomasa grupy nie przekraczała 1 mg/dm³. W czasie wiosenno-letniego nasilenia rozwoju procentowy udział biomasy Copepoda, w całkowitej biomasy zooplanktonu zawierał się w zakresie 50—70%. Najwyższą biomasę rzędu 3,87 mg/dm³ stwierdzono latem 1978 roku oraz w kolejnych okresach wiosennych, kiedy wynosiła 1,92 mg/dm³ i 3,71 mg/dm³.

Letni wzrost biomasy związany był głównie z nasileniem rozwoju *E. gracilis* a w okresie wiosny, obok tego taksonu, licznie występował *Mesocyclops leuckarti* wraz z młodocianymi formami rozwojowymi. W okresach jesiennych biomasa zawierała się w zakresie 0,8—1,0 mg/dm³ i obserwowano rozwój przedstawicieli rodzaju *Acanthocyclops* — *A. bicuspidatus*, *A. bisetosus*, *A. vernalis*.

Dyskusja

Przeprowadzona uprzednio ocena stanu troficznego jeziora Szydłowskiego wykazała, że zarówno koncentracje pierwiastków biogenych [4, 5], jak i rodzaj i wielkość rozwijającej się populacji fitoplanktonu [9] kwalifikują badany zbiornik do jezior w wysokim stopniu zeutrofizowanych. Ponieważ zasobność zbiornika w substancje odżywcze decyduje nie tylko o wielkości rozwoju zasiedlającej go biocenozy, lecz

również o jej rodzaju obserwowano występowanie typowych dla żyznych wód filtratorów z rodzaju *Bosmina*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* i *Eudiaptomus* oraz sedymetatorów z rodzaju *Keratella* i *Pompholyx*, które zdecydowanie dominowały w zooplanktonie jeziora (tabl. 1).

Tabela 1

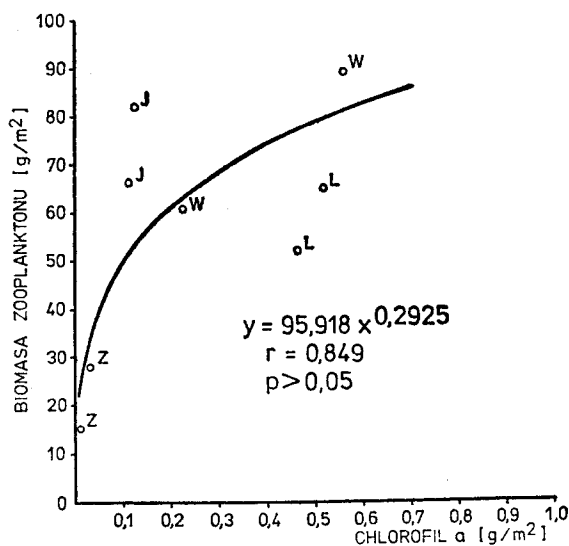
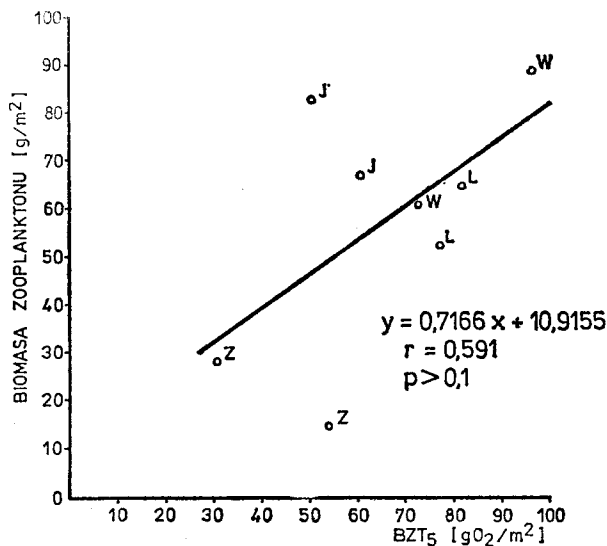
ZESTAWIENIE SEZONOWEJ ZMIENNOŚCI ROZWOJU GATUNKÓW PRZEWODNICH ZOOPLANKTONU JEZIORA SZYDŁOWSKIEGO

GATUNEK	Lato		Jesień		Zima		Wiosna	
	1978	1979	1978	1979	1979	1980	1979	1980
<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch.	+	+	+	+				
<i>Vorticella microstoma</i> Ehr.	+							
<i>Keratella kochlearis</i> (Gosse)	+	+	+	+			+	+
<i>K. kochlearis</i> f. <i>tecta</i> (Gosse)	+		+	+				
<i>K. quadra</i> Edm. et Hutch.	+	+	+	+			+	+
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson	+		+					
<i>Synchaeta tremula</i> (Müller)			+					
<i>Trichocerca rousseleti</i> (Voigt)		+						
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müll.)	+	+	+	+				+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	+	+						
<i>Bosmina coregoni</i> Baird			+					
<i>Daphnia cucullata</i> Sars		+	+				+	
<i>D. hyalina</i> Leydig		+	+	+	+		+	+
<i>Eudiaptomus gracilis</i> G.O. Sars	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		+	+	+			+	+

Wielkość rozwoju ilościowego wyrażona biomasa zawierała się w granicach 0,31–5,69 mg/dm³, które to wartości są charakterystyczne dla żyznych zbiorników typu stawowego [1, 6, 7],

co potwierdza eutroficzny charakter badanego jeziora.

Wysoką biomasa (1,5–5,5 mg/dm³) i największe zróżnicowanie gatunkowe (tab. 1) obserwowano w okresach letnich. W okresach jesiennych stwierdzono niewielkie obniżenie biomasy (1,5–4,5 mg/dm³) i zdecydowaną dominację przedstawicieli Cladocera i Copepoda. Zimą biomasa osiągała najniższe wartości (0,3–1,2 mg/dm³) a w zooplanktonie jeziora występowali głównie przedstawiciele Copepoda. Wiosną obserwowano ponowny wzrost biomasy (1,5–5,69 mg/dm³), wiążący się z nasileniem rozwoju Cladocera i Copepoda. Wobec tego sezonowe zmiany wielkości biomasy w istotny sposób wiązały się ze zmianami rozwijającej się struktury gatunkowej zooplanktonu a dominujące taksony, decydujące o wielkości biomasy, należały do organizmów, których pobieranie pokarmu ma pasywny mechaniczny charakter, a wybiórczość pokarmowa wiąże się jedynie z wielkością dostępnych cząstek pożywienia [3]. W celu ustalenia stopnia wykorzystania dostępnej bazy pokarmowej porównano średnią biomasa zooplanktonu pod 1 m², w okresach charakterystycznych (wiosna, lato, jesień, zima), obliczoną jako wartość średnia z kolejnych miesięcy prowadzonych badań, z odpowiadającą im średnią koncentracją chlorofilu a pod 1 m² i ilością rozkładalnej materii organicznej, mierzonej BZT₅ pod 1 m² (rys. 3) obliczonymi w ten sam sposób.



Rys. 3 Zależności pomiędzy przeciętną biomasa zooplanktonu a BZT₅ (1) i chlorofilem a (2)
W — wiosna; L — lato; J — jesień; Z — zima

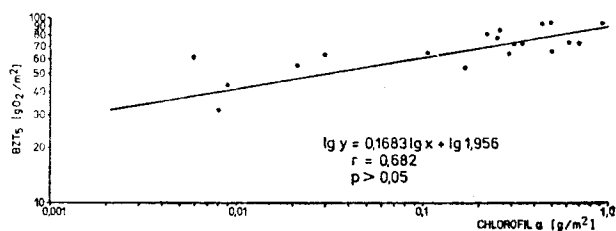
Stwierdzono wyraźną korelację pomiędzy chlorofilem a biomasa zooplanktonu, przy czym zależność ta ma charakter potęgowej i większym przyrostom chlorofilu a odpowiadają mniejsze przyrosty biomasy, co szczególnie wyraźnie można zaobserwować w okresach letnich, kiedy stwierdzono największe zróżnicowanie gatunkowe zooplanktonu. Taki rodzaj zależności może wynikać z występowania w fitoplanktonie jeziora głównie form sieciowych [9], niedostępnych bezpośrednio, jako pokarm i stanowiących pożywienie zooplanktonu dopie-

ro po obumarciu komórek i utworzeniu kompleksu bakteryjno-detrytusowego [3]. Zawartość rozkładalnej materii organicznej oceniono przy użyciu BZT₅, który to wskaźnik określa ilość tlenu potrzebną do utlenienia związków organicznych, rozkładających się za pośrednictwem bakterii i jest tym samym w pewnym stopniu miernikiem jej zawartości w wodzie. Ponieważ ze zmianami koncentracji materii organicznej ściśle wiążą się zmiany liczebności bakterii [8], BZT₅ powinno dość dobrze charakteryzować zmiany wielkości kompleksu bakte-

ryjno-detrytusowego, stanowiącego podstawowe pożywienie zooplanktonu w jeziorach eutroficznych [2].

Porównanie tego wskaźnika z biomasą zooplanktonu (rys. 3), jakkolwiek wykazuje mniejszy stopień korelacji niż w przypadku chlorofilu a, to obserwowana zależność cechuje się wyraźną proporcjonalnością i ze wzrostem ilości materii organicznej w jeziorze obserwuje się wzrost biomasy zooplanktonu. Jedyne w okresach jesiennych stosunkowo wysoka biomasa zooplanktonu odpowiadała małym wartościom BZT₅, co może wynikać z dominacji w tym czasie dużych organizmów z gromady Cladocera.

Ten odmienny rodzaj zależności pomiędzy elementami bazy pokarmowej a biomasą zooplanktonu wskazuje na niejednakowe ich wykorzystanie przez rozwijające się organizmy i wiąże się z przesunięciem w czasie sezonowych zmian koncentracji chlorofilu a i BZT₅. Jakkolwiek generalnie obserwuje się zbliżoną dynamikę zmian sezonowych stężeń tych parametrów, to ich wzajemny stosunek ma charak-



Rys. 4 Zależność pomiędzy BZT₅/m², a chlorofilem a/m² w kolejnych miesiącach prowadzonych badań

ter potęgowy (rys. 4), wynikający ze wzrostu biochemicznie rozkładalnej materii organicznej w jeziorze, po nasileniu rozwoju fitoplanktonu. Ponieważ niejednokrotnie stwierdzono, że intensywny rozwój fitoplanktonu poprzedza nasilenie rozwoju zooplanktonu, wykorzystującego materię organiczną, powstałą po obumarciu komórek roślinnych [3], potęgowy charakter zależności pomiędzy koncentracją chlorofilu a i biomasą zooplanktonu oraz proporcjonalny pomiędzy biomasą a BZT₅ może wykazywać, że kompleks bakteryjno-detrytusowy stanowi podstawowy pokarm organizmów zwierzęcych badanego jeziora i jego ilość wiąże się z wielkością ich biomasy.

Podsumowanie

Analiza składu jakościowego i rozwoju ilościowego zooplanktonu jeziora Szydłowskiego wykazała występowanie zespołu organizmów charakterystycznych dla zbiorników zasobnych

w substancje odżywcze. Obserwowane taksony, to głównie filtratory i sedymentatory, których wybiórczość pokarmowa ma pasywny, mechaniczny charakter, a główny składnik pożywienia stanowi kompleks bakteryjno-detrytusowy. Porównanie rozwoju ilościowego zooplanktonu z takimi wskaźnikami bazy pokarmowej jak chlorofil a i BZT₅ sugeruje, że organizmy roślinne nie stanowią bezpośrednio podstawowego składnika pożywienia zooplanktonu, natomiast po obumarciu i utworzeniu kompleksu bakteryjno-detrytusowego stają się jego istotnym komponentem.

Wobec tego ocena i prognozowanie zmian produkcji wtórnej, przy użyciu chlorofilu a, jako wskaźnika wielkości produkcji pierwotnej nie odzwierciedla w pełni realnie istniejących zależności pokarmowych. Dla ich ustalenia wydaje się celowe uwzględnienie, w żyznych zbiornikach, również BZT₅, jako miernika ujmującego związek pomiędzy rozkładalną materią organiczną a wielkością biomasy zooplanktonu.

LITERATURA

1. M. A. ESIPOVA: Ob optimalnoj biomasse zooplanktona vryborodnych prudach. Gidrob. Z. 12, 2, 66—68, 1976.
2. Z. M. GLIWICZ: Studies on the feeding of Pelagic Zooplankton in lakes with Varying Trophy. Ekol. Pol. XVII, 36, 664—708, 1969.
3. Z. M. GLIWICZ: Baza pokarmowa zooplanktonu jeziornego. Ekol. Pol. s. B XV, 3, 205—223, 1969.
4. S. GOŁOWIN: Badanie przemian jakości wody zachodzących w zbiornikach wodnych. Wrocław IMGW 1978, maszynopis.
5. S. GOŁOWIN: Doskonalenie i weryfikacja modeli rozprzestrzeniania zanieczyszczeń oraz doskonalenia zmian jakości wody dla wybranych rzek i zbiorników w systemach pilotowych. Wrocław IMGW 1979, maszynopis.
6. A. HILLBRICHT-ILKOWSKA, T. WĘGLIŃSKA: Experimentally increased fish stock in the pond lake Warniak. VII Numbers, Biomass and production of zooplankton. Ekol. Pol. XXI, 33, 534—552, 1973.
7. M. L. PIDGAJKO: Razvitie zooplanktona v zaca-stajusćem ozere Edrovo Novogorodshoj oblasti. Jzv. GosNIRCH., 84, 108—118, 1973.
8. M. STRĄSKRABA, V. STRĄSKRABOVA: Eastern European Lakes. in Eutrophication: Causes, Consequences, Correctives. Nat. Academy of Sciences. Washington, D.C. 1969.
9. A. SZYJKOWSKI: Rozwój fitoplanktonu jeziora Szydłowskiego na tle zasobności wód w substancje biofilne. Ochrona Środowiska. Wyd. PZITS nr 380 I(XI), 1982.