

Jadwiga FURCZAK

**Tlenowe bakterie heterotroficzne litoralu dwu różniących się troficznością jezior
Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Cz. II. Bentosowe bakterie heterotroficzne**

Кислородные гетеротрофические бактерии литорала двух отличающихся трофичностью озер Ленчинско-Влодавского озерного края. Ч. II. Бентосные гетеротрофические бактерии

Heterotrophic Aerobic Bacteria of the Littoral of Two Trophically Different Lakes of the
Łęczyńsko-Włodawskie Lake District. Part II. Benthonic Heterotrophic Bacteria

Bakterie heterotroficzne rozkładają i mineralizują materię organiczną nie tylko w toni wodnej, ale również w osadach dennych zbiorników wodnych. Środowiska te, jak podaje Donderski (3), są miejscem najliczniejszego występowania bakterii heterotroficznych w jeziorach. Jak wynika między innymi z pracy Tarwida (14) związane jest to z odmiennymi niż w wodzie warunkami fizycznymi i chemicznymi dla rozwoju mikroorganizmów. Zdaniem Niewolaka (11, 12) poziome rozmieszczenie bakterii w osadach dennych uzależnione jest od rodzaju osadu, a przede wszystkim od zawartości w nim materii organicznej. Siedliska te zawierają mniej łatwo przyswajalnych związków niż ton wodna. Do osadów dennych docierają połączenia, których bakterie nie zdążyły wykorzystać w wodzie (3). Dominują więc tutaj związki wielkocząsteczkowe, wśród których znaczną część stanowią substancje trudno metabolizowane przez bakterie (cyt. za 3).

Bentosowym bakteriom heterotroficznym poświęcono znacznie mniej uwagi niż bakteriom planktonowym. W Polsce badania z tego zakresu koncentrowały się głównie na jeziorach Pojezierza Mazurskiego oraz Pomorza Zachodniego (2–4, 8, 11–13). Stąd też celem niniejszej pracy było określenie ogólnej liczby bakterii heterotroficznych oraz ich grup fizjologicznych uczestniczących w rozkładzie skrobi i celulozy w osadach dennych litoralu jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. W badaniach uwzględniono również wpływ sposobu użytkowania zlewni cząstkowych zbiorników na powyższe wskaźniki mikrobiologiczne.

TEREN I METODY

Obiektem badań były dwa jeziora — mezotroficzne jezioro Piaseczno (1) oraz eutroficzne jezioro Głębokie (5) należące do Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Szczegółową charakterystykę jezior i ich zlewni podano w poprzedniej pracy (6). W zlewniach obu jezior wydzielono zlewnie cząstkowe (sektory), co pozwoliło obserwować oddziaływanie sposobu ich użytkowania na procesy zachodzące w litoralu badanych zbiorników. W zlewni jeziora Piaseczno wydzielono trzy sektory: rolniczy, leśno-rekreacyjny i torfowy, a w zlewni jeziora Głębokie — sektor rolniczy. Charakterystykę sektorów zlewni obu jezior podaje Miształ i in. (10). Poszczególnym sektorom zlewni podporządkowano określone odcinki litoralu jezior, w których zlokalizowano stanowiska badawcze. W latach 1984–1985 (od kwietnia do października) pobierano sondą gruntową górną warstwę osadów (0–5 cm) litoralu w/w sektorów obu zbiorników. W pobranym materiale określano ogólną liczbę tlenowych bakterii heterotroficznych, amyloリティcznych i celuloリティcznych wg metod podanych w poprzedniej pracy (6). Powyższe analizy przeprowadzano każdorazowo w 3–5 powtórzeniach. Wyniki przedstawiono w postaci średniej z tych powtórzeń.

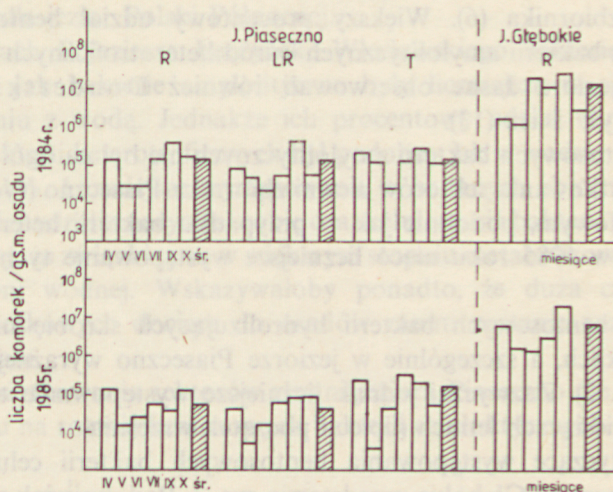
WYNIKI I DYSKUSJA

Na ryc. 1 przedstawiono wyniki dotyczące ogólnej liczebności bakterii heterotroficznych w osadach dennych litoralu mezotroficznego jeziora Piaseczno oraz eutroficznego jeziora Głębokie. Zamieszczone dane wskazują, że jezioro Piaseczno zawierało wielokrotnie mniej tych mikroorganizmów (6×10^3 – $6,5 \times 10^5$ komórek/g s.m. osadu) w porównaniu z jeziorem Głębokie ($9,7 \times 10^4$ – $4,6 \times 10^7$ komórek/g s.m. osadu). Mniejszą liczebność bentosowych bakterii heterotroficznych w mezotroficznych niż eutroficznych zbiornikach Polski Północnej wykazał również Donderski (3). Autor ten podaje, że osady denne są miejscem najliczniejszego występowania bakterii heterotroficznych w zbiornikach wodnych. Obserwacja ta znajduje wyraźne potwierdzenie w przypadku eutroficznego jeziora Głębokie. Natomiast w mezotroficznym jeziorze Piaseczno liczebność tej grupy bakterii w osadzie dennym kształtowała się tylko na nieco wyższym poziomie w porównaniu z wodą (6). Mniejsza liczebność bentosowych bakterii heterotroficznych w zbiorniku Piaseczno spowodowana była prawdopodobnie piaszczystym charakterem osadów litoralu tego jeziora i małą zawartością w nich materii organicznej (9). W przeciwieństwie do jeziora Piaseczno osad denny litoralu jeziora Głębokie cechował się wysokim poziomem materii organicznej oraz składników mineralnych (Miszał, dane niepublik.), co tłumaczyłoby liczniejsze występowanie w nim omawianej grupy bakterii. Powyższe obserwacje są zgodne z wynikami innych autorów, wskazującymi na istotne znaczenie rodzaju osadu w poziomym rozmieszczeniu bakterii, przy czym osady piaszczyste zawierały zwykle mniej tych mikroorganizmów niż muliste (11, 12) czy ilaste, a szczególnie czarne ility (7).

W badanym, dwuletnim okresie rozwój bentosowych bakterii heterotroficznych przebiegał na ogół niezależnie od sposobu użytkowania sektorów zlewni

jeziora Piaseczno (ryc. 1). Nieco wyższą liczebność tych mikroorganizmów zanotowano jedynie w sektorze torfowym, w drugim roku badań.

Dynamika sezonowych zmian liczebności bakterii heterotroficznych kształtowała się na ogół podobnie we wszystkich sektorach tego zbiornika (ryc. 1). Zwykle liczniej bakterie te występowały wczesną wiosną (kwiecień) i późnym latem (początek września), a mniej liczne były na przełomie wiosny i lata.



Ryc. 1. Liczebność bakterii heterotroficznych w osadzie dennym jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego; R — sektor rolniczy, LR — sektor leśno-rekreacyjny, T — sektor torfowy, śr. — średnio w sektorze

The number of heterotrophic bacteria in the bottom sediment of the lakes belonging to the Łęczyńsko-Włodawskie Lake District; R — agricultural sector, LR — forest-recreational sector, T — peaty sector, śr. — medium in sector

W jeziorze Głębokie najwyższą liczebność bakterii heterotroficznych stwierdzono również późnym latem, natomiast niższą — wiosną i jesienią. Maksyma występowania tych mikroorganizmów pod koniec lata (sierpień) w eutroficznym jeziorze Jeziorak odnotowali także inni autorzy (2, 3, 11).

Obserwowany późnym latem intensywniejszy rozwój bentosowych bakterii heterotroficznych w obu zbiornikach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego związany był zapewne z większą ilością materii organicznej dostającej się do osadów w wyniku obumierania fitoplanktonu po zakwitach wiosennych.

Liczebność bentosowych bakterii amylolytycznych w badanych jeziorach ilustruje ryc. 2. Z przedstawionych danych wynika, że mezotroficzne jezioro Piaseczno zawierało mniejszą liczbę tych bakterii (1×10^3 – $2,5 \times 10^5$ komórek/g s.m. osadu) w porównaniu z eutroficznym jeziorem Głębokie ($1,5 \times 10^5$ – 5×10^6 komórek/g s.m. osadu). Jedną z głównych przyczyn liczniejszego występowania bakterii hydrolizujących skrobię w jeziorze Głębokie była prawdopodobnie

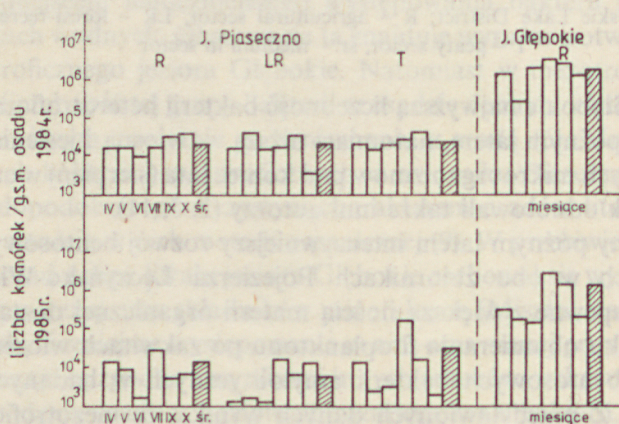
większa niż w jeziorze Piaseczno zawartość materii organicznej w osadzie dennym litoralu tego zbiornika (Misztal, dane niepublik.).

W jeziorze Piaseczno średni procentowy udział bentosowych bakterii amylolitycznych wśród ogółu bentosowych bakterii heterotroficznych był wyższy w porównaniu z wodą (6) i wynosił dla sektora rolniczego — 22%, leśno-rekreacyjnego — 21%, a torfowego — 20%. Natomiast w jeziorze Głębokie kształtował się na nieco niższym poziomie (14%) od stwierdzonego w wodzie litoralu tego zbiornika (6). Większy procentowy udział bentosowych niż planktonowych bakterii amylolitycznych wśród heterotroficznych bakterii mezotroficznego jeziora Jasne obserwowali również Donderski i in. (4) oraz Strzelczyk i in. (13).

Rozwój bentosowych bakterii amylolitycznych nie był na ogół uzależniony od sposobu użytkowania sektorów zlewni zbiornika Piaseczno (ryc. 2). Jedynie w sektorze torfowym, podobnie jak w przypadku bakterii heterotroficznych zaznaczyło się w 1985 roku nieco liczniejsze występowanie tych mikroorganizmów.

Liczebność bentosowych bakterii hydrolizujących skrobię nie podlegała w obu zbiornikach, a szczególnie w jeziorze Piaseczno wyraźnej zmienności sezonowej (ryc. 2). Zazwyczaj jednak liczniejsze występowanie tych bakterii notowano w miesiącach letnich (lipiec i początek września).

Wyniki dotyczące występowania bentosowych bakterii celulolitycznych w jeziorze Piaseczno i Głębokie przedstawia ryc. 3. Podobnie jak w przypadku ogólnej liczby bentosowych bakterii heterotroficznych oraz amylolitycznych liczebność tych mikroorganizmów była wielokrotnie niższa w mezotroficznym



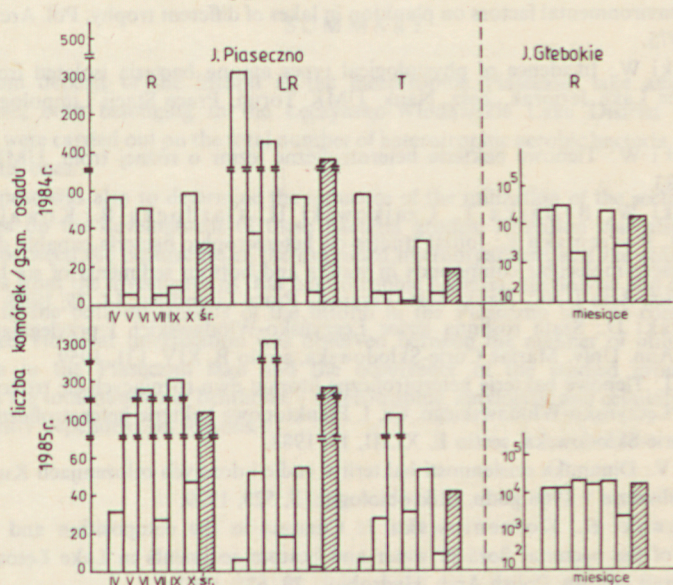
Ryc. 2. Liczebność bakterii amylolitycznych w osadzie dennym jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Objaśnienia jak na ryc. 1

The number of amylolytic bacteria in the bottom sediment of the lakes belonging to the Łęczyńsko-Włodawskie Lake District. Explanations — see fig. 1

jeziorze Piaseczno ($1-1,3 \times 10^3$ komórek/g s.m. osadu) niż w eutroficznym jeziorze Głębokie ($550-5 \times 10^4$ komórek/g s.m. osadu). Fakt ten spowodowany był zapewne większą zawartością materii organicznej w osadzie dennym litoralu jeziora Głębokie, o czym wspomniano uprzednio. W osadach dennych obu jezior bakterie hydrolizujące celulozę były wyraźnie mniej liczne niż bakterie amylo-lityczne. Obserwacja ta stanowi potwierdzenie wyników Donderskiego (3) uzyskanych dla jezior Polski Północnej.

W jeziorach Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego bakterie celulolityczne analogicznie jak bakterie amylo-lityczne były liczniejsze w osadzie dennym w porównaniu z wodą. Jednakże ich procentowy udział wśród ogółu bentosowych bakterii heterotroficznych był podobny jak w wodzie litoralu (6) i nie przekraczał 1%. Liczniejsze występowanie w badanych zbiornikach bentosowych bakterii hydrolizujących skrobię oraz celulozę niż bakterii planktonowych sugerowałoby, że związki te są w większym stopniu metabolizowane w osadach, a nie w toni wodnej. Wskazywałoby ponadto, że duża część związków wielkocząsteczkowych dociera do osadów zanim zostanie rozłożona w toni wodnej litoralu.

Sposób użytkowania sektorów zlewni jeziora Piaseczno nie wywarł wyraźnego wpływu na rozwój bentosowych bakterii celulolitycznych (ryc. 3). Mikro-



Ryc. 3. Liczebność bakterii celulolitycznych w osadzie dennym jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Objaśnienia jak na ryc. 1

The number of cellulolytic bacteria in the bottom sediment of the lakes belonging to the Łęczyńsko-Włodawskie Lake District. Explanations – see fig. 1

organizmy te występowały tylko nieco liczniej w sektorze rolniczym i leśno-rekreacyjnym, niż w sektorze torfowym.

Podobnie jak w przypadku bakterii amylopolitycznych nie zaobserwowano w badanych zbiornikach wyraźnej regularności występowania bentosowych bakterii celulozopolitycznych w zależności od pory roku (ryc. 3).

Podsumowując uzyskane w latach 1984–1985 wyniki należy stwierdzić, że litoral mezotroficznego jeziora Piaseczno charakteryzował się mniejszą ogólną liczebnością bentosowych bakterii heterotroficznych, amylopolitycznych i celulozopolitycznych niż litoral eutroficznego jeziora Głębokie. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu sposobu użytkowania sektorów zlewni jeziora Piaseczno na rozwój badanych mikroorganizmów. Nie zaobserwowano również istotnych różnic w występowaniu tych grup bakterii w zależności od pory roku. Jednakże ogólna liczba bakterii heterotroficznych oraz amylopolitycznych była w obu jeziorach najczęściej nieco wyższa w okresie lata (lipiec, początek września).

PIŚMIENNICTWO

1. Brzęk G., Kowalczyk C., Lecewicz W., Radwan S., Wojciechowski I.: Influence of abiotic environmental factors on plankton in lakes of different trophy, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **22**, 123, 1975.
2. Donderski W.: Incidence of physiological types among bacteria isolated from water and mud on the Lake Jeziorak, *Zesz. Nauk. UMK Toruń, Prace Stacji Limnolog. w Hawie*, **6**, 15, 1971.
3. Donderski W.: Tlenowe bakterie heterotroficzne jezior o różnej trofii, *UMK, Rozprawy, Toruń*, 1983.
4. Donderski W., Bylińska T., Czajkowski H., Gardocka B., Kowalkowska D., Myzyk G., Poziemska E.: Initial studies on heterotrophic bacteria capable decomposition of some macro-molecular compounds in waters and bottom sediments of six lakes in Iława Lake District, *Acta UNC, Nauki Mat.-Przyrod., Prace Limnolog.*, **14**, 75, 1984.
5. Fijałkowski D.: Szata roślinna jezior Łęczyńsko-Włodawskich i przylegających do nich torfowisk, *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, **XIV**, 131, 1959.
6. Furczak J.: Tlenowe bakterie heterotroficzne litoralu dwu różniących się troficznością jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Cz. I. Planktonowe bakterie heterotroficzne. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E*, **XLIII**, 17, 1988.
7. Ivatin A. V.: Dinamika czislennosti bakterii v vode i donnyh otloženijach Kujbyszovskovo vodochraniliszcza v 1966 godu, *Mikrobiologija*, **3**, 525, 1969.
8. Korzeniowski K., Korzeniowska J.: Changes in the composition and physiological properties of the bacterial flora of water and bottom sediments in Lake Łętowo caused by intensive trout culture, *Polish Arch. Hydrobiol.*, **29**, 671, 1982.
9. Misztal M., Smal H.: Skład chemiczny wód gruntowych i wyciągów glebowych w terenach różnie użytkowanych, *Rocz. Glebozn.*, **31**, 271, 1980.
10. Misztal M., Smal H.: Ocena wielkości dopływu wybranych pierwiastków do jezior z różnie zagospodarowanych części zlewni, *Studia Ośrodka Dok. Fizjograf. PAN*, 1990 (w druku).
11. Niewolak S.: Seasonal changes of the heterotrophic microflora of the Iława lakes bottom deposits, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **3**, 211, 1968.

12. Niewolak S.: Seasonal changes in numbers of some physiological groups of microorganisms in Iława lakes, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **20**, 349, 1973.
13. Strzelczyk E., Donderski W., Stopiński M.: Studies on physiological properties of heterotrophic bacteria isolated from water and mud of three lakes, *Acta UNC, Prace Limnolog.*, **9**, 27, 1976.
14. Tarwid K.: *Ekologia wód śródlądowych*, PWN, Warszawa 1988.

РЕЗЮМЕ

В данных отложениях литорала мезотрофического озера Пясечно и эвтрофного озера Глембоке, входящих в состав Ленчинско-Влодавского озерного края, проведено двухлетние исследования (1984–1985) общей численности кислородных гетеротрофических, амилотических и целлюлитических бактерий.

Определено также влияние способа эксплуатации секторов водосборных площадей обоих озер на развитие этих групп бактерий. Обращено кроме того внимание на зависимость присутствия исследуемых микроорганизмов от времени года.

Проведенные исследования показали, что гетеротрофические, амилотические и целлюлитические бактерии развивались слабее в донных отложениях литорала озера Пясечно по сравнению с озером Глембоке. Не обнаружено явного влияния способа эксплуатации секторов водосборных площадей озера Пясечно на присутствие этих групп бактерий. Общая численность бентосных гетеротрофических а также амилотических и целлюлитических бактерий в обоих озерах не подвергалась значительным, сезонным колебаниям.

SUMMARY

In bottom deposit of the littoral in the mezotrophic Piaseczno lake and the eutrophic Głębokie lake, both belonging to the Łęczyńsko-Włodawskie Lake District 2-years' studies (1984–1985) were carried out on the total number of heterotrophic aerobic bacteria, both amylolytic and cellulolytic ones.

The purpose was also to determine the influence of the utilization of the sectors of the basins in both lakes on the development of these bacteria groups. Attention was also drawn to the dependence between the occurrence of the examined microorganisms and the season.

It follows from the investigations that heterotrophic bacteria, amylolytic and cellulolytic ones, grew worse in the bottom deposits of the littoral in the Piaseczno lake as compared with the Głębokie lake. No clear interrelation was observed between the manner of utilizing the sectors of the basin in the Piaseczno lake and the occurrence of the studied groups of bacteria. In both lakes the total number of benthonic – heterotrophic, amylolytic and cellulolytic bacteria was not significantly dependent on seasons.