

BAKTERIE WSKAŹNIKOWE STANU SANITARNEGO I POTENCJALNIE CHOROBTWÓRCZE W WODZIE ZBIORNIKA ZAPOROWEGO DZIERŻNO DUŻE (WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE)

Aleksandra Smyła¹, Katarzyna Głowacka², Maciej Kostecki³

¹Zakład Ochrony Środowiska – Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. Armii Krajowej 13/15, 21-200 Częstochowa

²Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. Jagiellońska 28,

³Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze

Keywords: microbiology, pathogenous, antropopresion, dam-reservoirs.

THE PATHOGENETIC BACTERIA IN DAM-RESERVOIR DZIERŻNO DUŻE

The pathogenetic bacteria are in flowed to the Dzierżno Duże dam-reservoir by highly polluted Kłodnica River. Their considerable number decreases along with distance within the reservoir. From the Kłodnica River estuary and in the distance 700 m, the water quality is classless (coefficient of *Coli* – fecal type was 0.002 – 0.008). In the 1500 m distance water quality was III and II class purification.

Near the Kłodnica River estuary the number of streptococci fecal-type, rod-shaped bacteria (*Clostridium*) and *Pseudomonas aeruginosa* was big (MPN 2400). The FC/FS index (fecal coliform/fecal enterococci) was 4. It is indicative of human-fecal pollution.

No diversification in the number of *staphylococci* depending on sample point localization was recorded. The research by traditional and the latest methods did not confirm the presence of *Salmonella* in the water of reservoir.

The investigations of *staphylococci* and *Pseudomonas aeruginosa* seem to confirm the role of zooplankton as an important element (consumption of biocenosis feeding on bacteria pressure) in the self-purification processes. The patho-microbiological pollution of the reservoir is a factor, due to recreational function of its east part of.

Streszczenie

W wodzie zbiornika Dzierżno Duże występują znaczne ilości bakterii potencjalnie chorobotwórczych, wnoszonych z wodą rzeki Kłodnicy, pochodzące z nie oczyszczonych ścieków sanitarnych. Ich liczebność zmniejsza się wraz z odległością od ujścia rzeki Kłodnicy do zbiornika. Pozaklasowa jakość wody (miano coli typu kałowego rzędu 0,002–0,008) przy ujściu Kłodnicy i w odległości 700 m od ujścia zarówno na powierzchni jak i przy dnie. W odległości około 1500 m woda osiągała III i II klasę czystości.

Przy ujściu Kłodnicy do zbiornika obserwowano dużą liczebność paciorkowców kałowych, laseczek przetrwalnikowych z rodzaju *Clostridium* oraz pałeczek gram-ujemnych *Pseudomonas aeruginosa* (NPL 2400). Wskaźnik FC/FS wynosił ok. 4, co wskazuje na zanieczyszczenie wody odchodami ludzkimi.

Nie stwierdzono zróżnicowania liczebności gronkowców chorobotwórczych w zależności od miejsca poboru prób. W badaniach przeprowadzonych metodami tradycyjnymi i najnowszymi, z użyciem przeciwciał [TECRA], nie stwierdzono w wodzie zbiornika występowania pałeczek z rodzaju *Salmonella*. Przeprowadzone badania, w zakresie gronkowców oraz *Pseudomonas aeruginosa* – wydają się potwierdzać znaczącą rolę zooplanktonu, jako elementu biocenozy odżywiającego się bakteriami, w procesach samooczyszczania.

Wyniki badań potwierdzają znaczenie zanieczyszczenia mikrobiologicznego jako elementu antropopresji wykluczającego rekreacyjne wykorzystywanie wschodniej części zbiornika.

WSTĘP

Zanieczyszczenie mikrobiologiczne utrudnia, a może i całkowicie wykluczyć wykorzystywanie zasobów wodnych do celów komunalnych oraz rekreacyjnych. Bez względu na drogę kontaktu przez powierzchnię ciała, czy podanie doustne, bezpieczeństwo używanej wody zależy w dużej mierze od jej skażenia mikrobiologicznego [11]. Obecność w badanej próbce wody bakterii coli typu kałowego, świadczy o stosunkowo świeżym zanieczyszczeniu wody kałem czy ściekami sanitarnymi [2, 8]. Dlatego też, w większości krajów wskaźnikiem sanitarnym decydującym o klasyfikacji wody jest miano, index lub NPL bakterii grupy coli i bakterii termo-tolerancyjnych *Escherichia coli*.

W badaniach stanu jakości wody oznaczanie bakterii z rodzaju *Enterococcus*, w większości krajów m.in. i w Polsce nie jest obligatoryjne. Opracowano jedynie zalecenia metodyczne. Termin enterokoki obejmuje drobnoustroje z rodzajów *Enterococcus* i *Streptococcus* należące do grupy serologicznej *Lancefielda* [12]. Paciorkowce kałowe charakteryzują się dłuższym okresem przeżywalności w środowisku wodnym niż bakterie grupy coli i większą opornością na środki dezynfekcyjne oraz zasolenie wód. Wskaźnik ten może być pomocny w interpretowaniu wyników badań sanitarnych uzyskanych w wodach zasolonych i chlorowanych [8]. Do takich wód należy badany zbiornik [7].

Stosunek liczbowy bakterii kałowych z grupy „pałeczki okrężnicy” do paciorkowców kałowych (FC/FS – *fecal coliform / fecal enterococci*) jest pomocny w wyodrębnianiu zanieczyszczeń kałowych, pochodzących od zwierząt. Stosunek ten równy 4 lub powyżej wskazuje na zanieczyszczenia kałowe ludzkie, wynik poniżej 0,7 wskazuje na zanieczyszczenia odzwierzęce [2]. Warunkiem poprawności tego wyniku jest występowanie bakterii z grupy pałeczki okrężnicy oraz paciorkowców kałowych w ilości większej niż 100/100 cm³. Jednocześnie, z uwagi na różną szybkość wymierania obu tych grup bakterii, wynik ten może być brany pod uwagę tylko w przypadku stałego dopływu świeżych zanieczyszczeń. Ma to miejsce w badanym zbiorniku.

O starym, odległym w czasie zanieczyszczeniu kałowym może świadczyć wykrycie w badanej próbce wody bakterii redukujących siarczynę (*Clostridium*), których przetrwalniki mogą zachować w niesprzyjających warunkach żywotność przez wiele lat [2, 11].

Poza bakteriami wskazującymi na kałowe zanieczyszczenie wody, w przypadku wód basenów kąpielowych oraz wód wykorzystywanych do celów rekreacyjnych, określa się obecność drobnoustrojów potencjalnie chorobotwórczych takich jak *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* i pałeczki *Salmonella* [11].

Bakterie *Pseudomonas aeruginosa* są ruchliwymi pałeczkami gram-ujemnymi, ściśle tlenowymi. Występują w środowisku wodnym i w glebie, są chorobotwórcze dla ludzi. Wyizolowane zostały z kału ludzkiego, ale ich występowanie w materiale kałowym nie ma stałego charakteru, dlatego nie mogą być wskaźnikiem kałowego skażenia wody. Izolowane są w przypadku zakażeń: z dróg moczowych, ucha środkowego, ropiejących ran itp. Czas ich przeżywania w wodzie jest dłuższy niż wielu patogenów.

Cechuje je oporność na wiele antybiotyków, stąd są częstą przyczyną zakażeń szpitalnych [12].

Gronkowce, gram-dodatnie bakterie, wchodzą w skład naturalnej mikroflory bakteryjnej skóry, błon śluzowych jamy ustnej, nosa i górnych dróg oddechowych. Są one obok bakterii coli typu kałowego ważnymi wskaźnikami czystości wody w basenach kąpielowych.

W Polsce obowiązek wykonywania badań w kierunku gronkowców w wodach basenów wprowadzono w 1990 r. [10]. Mogą być one przyczyną gronkowcowych zakażeń skóry, chorób układu oddechowego, moczowego i pokarmowego oraz zakażeń szpitalnych [12]. Z kolei *Salmonella*, gram-ujemne pałeczki wydalane z kałem chorych i ozdrowieńców są przyczyną zakażeń i zatruc pokarmowych u ludzi. Zatrucia te wywoływane są głównie przez produkty żywnościowe i wodę, zanieczyszczone ludzkimi lub zwierzęcymi wydalaminami [12].

CEL BADAŃ

Zbiornik Dzierżno Duże charakteryzuje się bardzo dużym obciążeniem ładunkami zanieczyszczeń. Woda zbiornika wykazuje wyraźnie podwyższony stopień zasolenia. Rzeka Kłodnica zasilająca zbiornik, jest odbiornikiem ścieków komunalnych i przemysłowych (zasolone, dołowe wody kopalniane). Stwierdzono [7], że zanieczyszczenie ściekami komunalnymi zasilającej zbiornik rzeki Kłodnicy powoduje skażenie sanitarne wody zbiornika, wielokrotnie przekraczające dopuszczalne normy. Jednocześnie te same badania wykazały [7], że w zbiorniku przebiegają intensywne procesy samoczyszczenia powodując m.in. poprawę stanu sanitarnego wody badanego zbiornika.

Postanowiono kontynuować badania w celu stwierdzenia czy, i w jakim stopniu, w środowisku wodnym zbiornika Dzierżno Duże, o specyficznych właściwościach hydrochemicznych, występują bakterie potencjalnie chorobotwórcze oraz jak ich liczebność kształtuje się w warunkach hydrochemicznych panujących w badanym zbiorniku.

METODYKA BADAŃ

Korzystając z wcześniejszych doświadczeń [7], 3 stanowiska pomiarowe usytuowano we wschodniej części zbiornika, w strefie oddziaływania wód rzeki Kłodnicy.

Pobory prób wykonano trzykrotnie, w dniach 9 i 24 maja 2000, oraz 1 sierpnia 2000 r. Próby wody pobierano czerpaczem Ruttnera (1,0 dcm³ pojemności). Wodę z warstwy powierzchniowej pobierano z głębokości 0,3 m, z warstwy przydennej, 0,5 m nad dnem. Zastosowanie czerpacza Ruttnera pozwoliło uniknąć naruszenia osadów dennych i zmącenia wody.

Lokalizacja stanowisk była następująca:

Stanowisko 1 – przy ujściu rzeki Kłodnicy, głębokość wody – 1m,

Stanowisko 2a – 700 m od ujścia, warstwa powierzchniowa, głębokość 0,3 m,

Stanowisko 2b – 700 m od ujścia, warstwa przydennej, głębokość około 10 m,

Stanowisko 3a – 1500 m od ujścia, warstwa powierzchniowa, głębokość 0,3 m,

Stanowisko 3b – 1500 m od ujścia, warstwa przydennej, głębokość około 16 m.

W próbkach pobieranej wody określano liczbę następujących bakterii:

1. Termo-tolerancyjne bakterie z grupy coli – zdolne do fermentacji laktozy w temp. 44,5°C: podłoże z laktozą i purpurą bromokrezolową, przesiew na podłoże z laktozą i zielenią brylantową oraz Endo – PNPr-ISO9308 [5];
2. Paciorkowce kałowe na podłożu z azydkiem sodowym i fioletem – PN-82/C-04615.25 [8];
3. Beztlenowce redukujące siarczyny (*Clostridium*) na podłożu z cystyną pod parafiną – PN-79/C-04615.12 [9];
4. *Pseudomonas aeruginosa* na podłożu z asparaginą i przesiewie na podłoże z acetamidem – PN-81/C-04615.26. [4];
5. Gronkowce na podłożu Giolitti-Cantoni i przesiewie na podłoże Baird-Parkera [3];
6. Pałeczki *Salmonella* – buforowana woda peptonowa, SF, podłoże SS [3], oraz test do izolacji z żywności, wody oraz diagnostyki pałeczek *Salmonella* firmy TECRA International Pty Ltd.

Liczbę oznaczanych drobnoustrojów potencjalnie chorobotwórczych w wodzie zbiornika na poszczególnych stanowiskach przedstawiono na rysunkach 1–5.

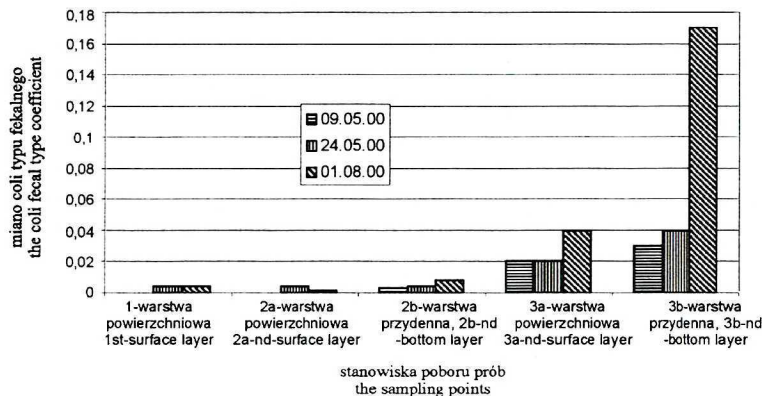
OMÓWIENIE WYNIKÓW

Pod względem ilości bakterii kałowych z grupy Coli, woda zbiornika Dzierżno Duże była pozaklasowa (miano coli typu kałowego rzędu 0,002–0,008) przy ujściu Kłodnicy i w odległości 700 m od ujścia zarówno na powierzchni jak i przy dnie (Rys. 1); na odcinku około 1500 m od ujścia rzeki do zbiornika woda osiągała III i II klasę czystości. Wieloletnie obserwacje zbiornika pozwalają sądzić, że jest to prawdopodobnie wynikiem presji pokarmowej obficie pojawiającego się zooplanktonu (szczególnie *Cladophora*) występującego w tym zbiorniku oraz pierwotniaków. Organizmy odżywiające się bakteriami mają znaczny wpływ na zmniejszanie się liczebności bakterii w wodzie, przy czym szybkość eliminacji przez pierwotniaki zależy od typu pierwotniaków, wielkości populacji bakterii oraz wielkości i rodzaju bakterii [6].

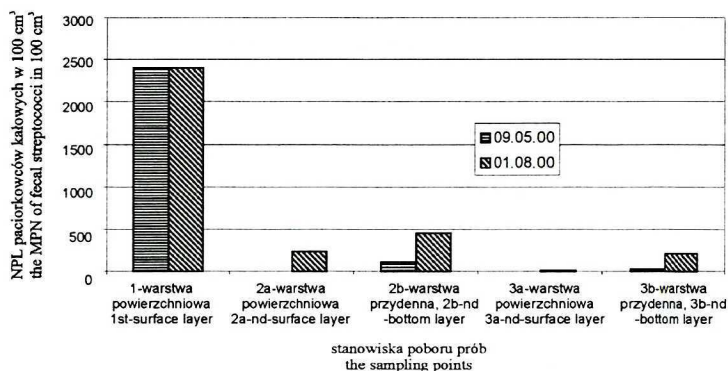
Największą liczebność enterokoków fekalnych stwierdzono w wodzie na stanowisku 1. Zmniejszanie się liczebności tej grupy bakterii następowało wzdłuż linii nurtu (Rys. 2), przy czym w próbkach pobranych na stanowisku 2 przy dnie było ich więcej niż w wodzie pobranej na powierzchni. Związane to jest z wymaganiami tlenowymi enterokoków. Podobne wyniki uzyskano wcześniej [7]. Stosunek liczbowy kałowych bakterii z grupy okrężnicy do paciorkowców kałowych (FC/FS) wynosił ok. 4, co wskazuje na zanieczyszczenie wody odchodami ludzkimi [2, 5].

Przy ujściu Kłodnicy do zbiornika obserwowano też dużą liczebność laseczek przetrwalnikujących (Rys. 3) redukujących siarczyny z rodzaju *Clostridium*. W porównaniu z innymi wskaźnikami, laseczki *Clostridium* wykazują znacznie wyższą przeżywalność w środowisku wodnym [9]. Przetrwalniki umożliwiają bardzo długie przeżycie w ekstremalnie niekorzystnych warunkach, dlatego też nie obserwowano znacznego zmniejszania się ich liczebności wraz z odległością od źródła zanieczyszczenia. Laseczki *Clostridium* należą do organizmów beztlenowych, co tłumaczy, dlaczego w wodzie

przydennej liczebność laseczek była kilkakrotnie wyższa niż w analogicznych próbach powierzchniowych.



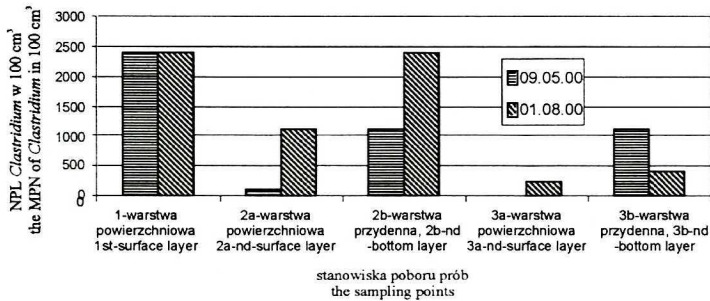
Rys. 1. Miano bakterii coli typu fekalnego w wodzie zbiornika Dzierżno Duże
The *Coli*-coefficient of water on Dzierżno Duże dam-reservoir



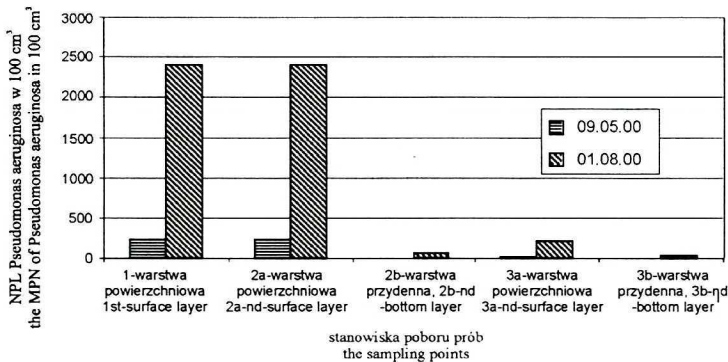
Rys. 2. NPL paciorkowców kałowych w wodzie zbiornika Dzierżno Duże
The MPN of fecal streptococci, of water on Dzierżno Duże dam-reservoir

W wodzie zbiornika Dzierżno Duże stwierdzono występowanie znacznych ilości pałeczek gram-ujemnych, *Pseudomonas aeruginosa* (Rys. 4). Są one mniej wrażliwe na zanieczyszczenia występujące w wodzie i ich czas przeżywania w środowisku wodnym jest dłuższy niż większości bakterii patogennych. Znaczna ich liczba w skażeniach ściekowych wiąże się z ich zdolnością namnażania w środowisku wodnym o wysokiej wartości troficznej [4, 10].

Liczebność pałeczek gram-ujemnych ulegała znacznemu zmniejszeniu wzdłuż linii nurtu, przy czym w próbach powierzchniowych było ich więcej niż w wodzie przydennej. Tak szybkie ubywanie pałeczek *Pseudomonas aeruginosa* można wytłumaczyć preferencjami pokarmowymi drapieżców wodnych, co do wielkości komórek bakterii. Odżywiający się bakteriami wiciowce i orzęski trzykrotnie szybciej wybierają większe komórki bakteryjne niż tego samego gatunku komórki o mniejszych rozmiarach [6].



Rys. 3. NPL bakterii z rodzaju Clostridium w wodzie zbiornika Dzierżno Duże
The MPN of Clostridium bacteria of water on Dzierżno Duże dam-reservoir.

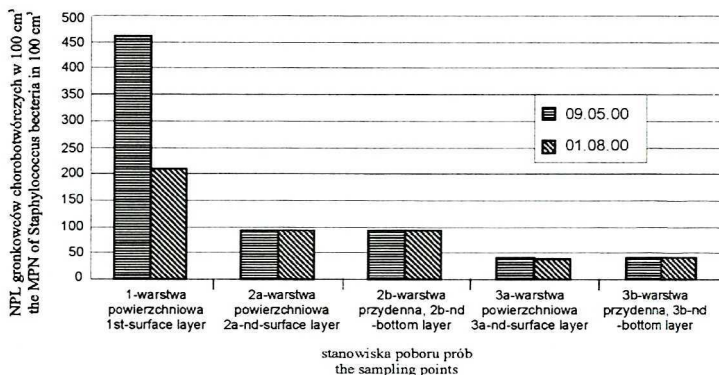


Rys. 4. NPL Pseudomonas aeruginosa w wodzie zbiornika Dzierżno Duże
The MPN of Pseudomonas aeruginosa of water on Dzierżno Duże dam-reservoir

Nieco inne wyniki uzyskano w określaniu liczebności gronkowców chorobotwórczych (Rys. 5). Nie stwierdzono zróżnicowania liczebności tych mikroorganizmów w zależności od miejsca poboru prób. W powierzchniowej warstwie wody liczebność gronkowców była zbliżona do wartości stwierdzonych w warstwie wody przydennej, i zmniejszała się wzdłuż linii nurtu. Gronkowce są ziarniakami gram-dodatnimi, które ze względu na specyficzną budowę ściany komórkowej i związanymi z tym trudnościami w trawieniu przez pierwotniaki są gorszą zdobyczą niż bakterie gram-ujemne [6]. Może to wynikać z braku w organizmach pierwotniaków, enzymów do trawienia ściany komórkowej bakterii gram-dodatnich spowodowany niską liczebnością tej grupy w mikroflorze autochtonicznej wody [1]. Fakt, że są one mniej atrakcyjnym pokarmem powoduje, że ich liczebność w wodzie badanego zbiornika jest bardziej wyrównana. Ponadto gronkowce wykazują dość dużą oporność na środki dezynfekcyjne [11].

PODSUMOWANIE

W wodzie badanego zbiornika, występują znaczne ilości bakterii potencjalnie chorobotwórczych wnoszonych z wodą rzeki Kłodnicy, pochodzących z nie oczyszczonych ścieków sanitarnych. Obserwacje te, potwierdzają wyniki wcześniejszych badań o zanieczyszczeniu mikrobiologicznym jako elemencie antropopresji wykluczającym rekreacyjne wykorzystywanie zachodniego plosa zbiornika [7].



Rys. 5. NPL gronkowców chorobotwórczych w wodzie zbiornika Dzierżno Duże.
The MPN of Staphylococcus bacteria of water on Dzierżno Duże dam-reservoir

Jednocześnie stwierdzono, że liczebność bakterii chorobotwórczych obniża się w miarę oddalania się od ujścia rzeki Kłodnicy do zbiornika. Przeprowadzone badania – w szczególności w zakresie gronkowców oraz *Pseudomonas aeruginosa* – wydają się potwierdzać znaczącą rolę pierwotniaków nanoplanktonowych oraz zooplanktonu, jako elementów biocenozy odżywiających się m.in. bakteriami, w procesach samooczyszczania.

W badaniach przeprowadzonych zarówno metodami tradycyjnymi [3] jak i z użyciem przeciwić [TECRA], nie stwierdzono w wodzie zbiornika Dzierżno Duże obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella*. Pałeczki z rodzaju *Salmonella* dostają się do środowiska wydalane przez ludzi chorych i nosicieli (osobnicy, którzy po przebyciu choroby wydalają zarazki jeszcze przez długi czas z kałem lub moczem), a więc tylko przez część ludności zamieszkującej na terenie miasta lub osiedla. Bakterie te występują w ściekach i wodach powierzchniowych w znacznie mniejszych ilościach niż pozostałe drobnoustroje. Z tego też względu znacznie trudniej jest je wykryć niż występujące masowo bakterie saprofityczne, czy wskaźnikowe.

Warunkiem poprawy stanu mikrobiologicznego wody zbiornika jest dalsze porządkowanie gospodarki wodno-ściekowej w zlewni rzeki Kłodnicy.

Badania, na podstawie których została wykonana niniejsza praca zostały sfinansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.

Współautorzy we wdzięcznej pamięci zachowają przedwczesnie zmarłą Koleżankę, Kasię Głowacką.

LITERATURA

1. Barcina L., P. Lebaron, J. Vives-Rego: *Survival of allochthonous bacteria in aquatic systems: a biological approach*, FEMS Microbiology Ecology, 23, 1–9 (1997).
2. Bitton G.: *Wastewater Microbiology*, Wiley-Liss. Inc. New York 1994.
3. Burbianka M., A. Plińska: *Mikrobiologia żywności*, PWN, Warszawa 1996.
4. Dynier E.: *Wykrywanie pałeczek Pseudomonas aeruginosa w wodzie*, [w:] *Analizy Środowiskowe. Mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód*, red, E. Dynier, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1993.

5. Dwyner E., A. Świątecki: *Wykorzystanie paciorkowców kałowych w badaniach sanitarnych wody*, [w:] Analizy Środowiskowe, Mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód, red. E. Dwyner, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1993.
6. Gonzales J.M., J. Irberri, L. Egea, J. Barcina: *Differential rates of digestion of bacteria by freshwater and marine phagotrophic protozoa*, Appl. Environ. Microbiol., 56, 1851–1857 (1990).
7. Kosteci M., A. Smyłła, A. Starczyńska: *Ocena stanu sanitarnego zbiornika zaporowego Dzierżno Duże*, Archiwum Ochrony Środowiska, 4, 26, 57–73 (2000).
8. Świątecki A., E. Dwyner: *Wykorzystanie bakterii z grupy coli w badaniach sanitarnych*, [w:] Analizy Środowiskowe, Mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód, red. E. Dwyner, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1993.
9. Świątecki A., D. Górniak: *Bakterie z rodzaju Clostridium*, [w:] Analizy Środowiskowe, Mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód, red. E. Dwyner, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1993.
10. Szlachta R., M. Wasilewska, B. Krogulska: *Zastosowanie podłoża Chapmana i Baird-Parkera do izolacji gronkowców z wody basenów kąpielowych*, Roczn. PZH, 49, 87–91 (1998).
11. Tyski S., B. Krogulska: *Mikrobiologiczne kryteria jakości wody przeznaczonej do różnych celów – obowiązujące zalecenia i przepisy oraz projekty nowelizacji*, Mikrobiologia i Medycyna, 4(21): 9–17 (1999).
12. Zaremba M.L., J. Borowski: *Postawy Mikrobiologii Lekarskiej*, PZWL, Warszawa 1994.

Wpłynęło: 25 maja 2001, zaakceptowano do druku: 3 października 2001.