



Przeżywalność bakterii *Salmonella* Enteritidis w wodach powierzchniowych

*Bożena Szejniuk, Katarzyna Budzińska,
Anita Jurek, Adam Traczykowski, Krzysztof Berleć,
Magdalena Michalska, Jan Krystian Piątkowski
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

1. Wstęp

Mikroorganizmy występujące w wodach powierzchniowych można podzielić ze względu na ich pochodzenie i możliwość rozwoju w środowisku wodnym na organizmy autochtoniczne, dla których woda jest naturalnym miejscem bytowania oraz allochtoniczne, czyli naniesione, dostające się do wody z innych środowisk. Wody źródłane zawierają najmniej drobnoustrojów, znaczny rozwój mikroflory występuje w wodach bogatych w substancje organiczne, a najliczniej drobnoustroje rozwijają się w wodach powierzchniowych [12]. Wody powierzchniowe nie są naturalnym środowiskiem dla organizmów patogennych, przedostają się one do wód wraz z fekaliami ludzi i zwierząt [11]. Inną przyczyną zanieczyszczenia wody mikroorganizmami patogennymi jest wprowadzanie do odbiorników wodnych niedostatecznie oczyszczonych ścieków [6, 16]. W wodach powierzchniowych najczęściej spotyka się następujące mikroorganizmy: *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Mycobacterium tuberculosis*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium perfringens*. Organizmy patogene często są wykorzystywane jako wskaźniki jakości wody [17, 22].

Ograniczenie zanieczyszczenia wód powierzchniowych przez mikroorganizmy chorobotwórcze jest ważne z punktu widzenia ochrony zdrowia ludzi i zwierząt. Organizmy patogene dla człowieka i zwierząt mogą pochodzić w wodach jeziornych ze splywu powierzchniowego

deszczu i topniejącego śniegu lub niekontrolowanego odprowadzania ścieków [7]. W Polsce wodę przeznaczoną na użytek ludzi poddaje się szeregowi badań fizykochemicznych i bakteriologicznych. Biorąc pod uwagę jakość wody używanej rekreacyjnie należy stwierdzić, że powinna ona być poddawana systematycznym badaniom na obecność niektórych grup mikroorganizmów, gdyż mogą one stać się przyczyną chorób ludzi oraz zwierząt [17].

W Polsce od 2011 roku do oceny kontroli jakości wód powierzchniowych wykorzystywanych do celów rekreacyjnych jako wskaźniki mikrobiologiczne przyjmuje się enterokoki i pałeczki *Escherichia coli* oznaczane w 100 ml [20]. Prowadząc monitoring jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych [21] oznacza się liczbę bakterii grupy coli, bakterii grupy coli typu kałowego oraz enterokoki. W klasyfikacji stanu wód powierzchniowych wykorzystywanych jako wody do spożycia indykatorami mikrobiologicznymi są bakterie grupy coli, bakterie termotolerancyjne typu coli, enterokoki oraz bakterie z rodzaju *Salmonella* [19].

W środowisku naturalnym występuje bardzo szeroki rezerwuar pałeczek z rodzaju *Salmonella*, szczególnie niebezpieczny jest fakt odnotowywania nosicielstwa tych drobnoustrojów u ludzi i zwierząt. Do zakażenia dochodzi w wyniku kontaktu z osobnikami chorymi lub będącymi nosicielami oraz poprzez zanieczyszczoną wodę i pokarm [25]. Kliniczne objawy zakażenia ludzi pałeczkami *Salmonella* określa się jako dur brzuszny, dury rzekome, toksykoinfekcje pokarmowe oraz posocznice [13]. Bakterie *Salmonella Enteritidis* cechują się wysoką odpornością na temperaturę i czynniki fizykochemiczne oraz wykazują stosunkowo dużą tolerancją na mikroorganizmy antagonistyczne [10].

Obecność bakterii chorobotwórczych w wodach powierzchniowych użytkowanych rekreacyjnie jest szczególnie niebezpieczna ze względów epidemiologicznych. Dostęp do zainfekowanej wody podczas sezonu wypoczynkowego ma wiele osób, co stwarza dla nich bardzo duże zagrożenie z uwagi na szybkie rozprzestrzenienie się mikroorganizmów patogennych [2].

W wodach powierzchniowych konieczne jest prowadzenie kontroli mikrobiologicznej pod względem występowania w nich bakterii z rodzaju *Salmonella* [15]. Pomimo, że zbiorniki wód powierzchniowych odznaczają się niską zawartością tych bakterii, jednak gdy wraz z zanieczyszczoną wodą pałeczki dostaną się do przewodu pokarmowego, stają

się groźne dla organizmu. Dodatkowo bakterie te charakteryzują się wysokim współczynnikiem przeżywalności w środowisku wodnym. Ponadto są odporne na stresory środowiskowe oraz wahania warunków abiotycznych, co czyni je wysoce niebezpiecznymi dla ludzi [9, 14].

Przeżywalność bakterii *Salmonella* Enteritidis zależy przede wszystkim od temperatury, pH oraz aktywności mikroflory antagonisticznej środowiska wodnego. Silne działanie hamujące na ich rozwój wywiera środowisko kwaśne, temperatura poniżej 25°C, duża ilość tlenu oraz ogrzewanie w temperaturze 72°C przez 15 sekund [8]. Na przeżywalność pałeczek *Salmonella* Enteritidis w wodach powierzchniowych mogą jeszcze mieć wpływ różne procesy oraz czynniki fizykochemiczne. Bakterie te są wrażliwe na działanie promieniowania gamma i beta oraz na działanie chloru, kwasu mlekowego oraz innych środków dezynfekcyjnych [23].

Celem pracy była ocena przeżywalności bakterii *Salmonella* Enteritidis w jeziornych wodach powierzchniowych oraz określenie wpływu zróżnicowanych temperatur na zachowanie się testowanych bakterii.

2. Materiał i metody

Próbki wody powierzchniowej do badań laboratoryjnych przeznaczone do oceny przeżywalności pałeczek *Salmonella* Enteritidis pobierano z jeziora położonego w województwie kujawsko-pomorskim w powiecie bydgoskim. Powierzchnia zlewni całkowitej, pokrywającej się ze zlewnią bezpośrednią jeziora wynosi 3,5 km². Do najważniejszych czynników wpływających negatywnie na wody jeziora należy wymienić strukturę użytkowania zlewni, w której dominują użytki rolne [26]. Materiał do przeprowadzenia badań mikrobiologicznych pobierano wiosną 2011 roku z powierzchniowej warstwy wody na głębokości 30 cm bezpośrednio do sterylnych butelek o pojemności 5000 ml. Wodę wlewano do 2 oddzielnych butelek przeznaczonych do badań mikrobiologicznych. Probki wody pobierano i transportowano zgodnie z normą PN-EN ISO 5667 [18].

Do badań wykorzystano szczep wzorcowy *Salmonella* Enteritidis ATCC 13076. Pobrane z criobanku bakterie pasażowano dwukrotnie na agarze tryptonowo-sojowym w temperaturze 37°C przez 24 godziny. Z wyrosłych kolonii przygotowano zawiesinę wprowadzając do ampułki

12 ml sterylnej wody demineralizowanej. Za pomocą densytometru optycznego określono liczbę komórek bakteryjnych *Salmonella Enteritidis* w szczepionce w postaci zawiesiny na poziomie 10^{10} komórek w 1 ml. W następnym etapie badań do pojemnika z wodą o pojemności 5000 ml inokulowano po 5 ml zawiesiny testowanych bakterii. Następnie próby pozostawiono w temperaturze pokojowej na 1 godzinę. Po upływie tego czasu określono liczbę bakterii *Salmonella Enteritidis* w 1 ml zaszczepionej próbki wody metodą Najbardziej Prawdopodobnej Liczby (NPL). Pojemniki umieszczono w temperaturze 4 i 20°C. Woda pobrana z jeziora z zaszczepionymi bakteriami *Salmonella Enteritidis* systematycznie poddawana była analizie mikrobiologicznej w celu określenia przeżywalności testowanych bakterii w jednostce czasu. W tym celu zastosowano metodę rozcieńczeń dziesiętnych na 1% zbuforowanej wodzie peptonowej (inkubacja 24 godziny, temperatura 37°C). W kolejnym etapie przesiewano bakterie w środowisko płynnej pożywki namnażająco-wybiórczej według Rappaporta i Vassiliadis (RVS broth) z dodatkiem zieleni malachitowej i chlorku magnezu (inkubacja 24–48 godzin, temperatura 41°C). Po inkubacji dokonano izolacji bakterii na stałych pożywkach BGA (z czerwieni fenolową, laktozą i zielenią brylantową) i XLD (z ksylozą, lizyną i dezoksycholanem sodowym). Końcowa identyfikacja polegała na wykonaniu badań biochemicznych (API 20E) oraz serologicznych (surowica poliwalentna HM). Liczbę bakterii określono na podstawie NPL. Obliczenia statystyczne otrzymanych wyników przeprowadzono za pomocą pakietu OpenOffice.org Calc. wersja 3.3.

3. Wyniki badań i dyskusja

Wyniki badań mikrobiologicznych dotyczące przeżywalności pałeczek *Salmonella Enteritidis* w wodzie powierzchniowej przedstawiono w tabelach 1–3 i na wykresach 1–2.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że pałeczki *Salmonella Enteritidis* wykazywały podobne i równomierne tempo eliminacji w próbkach wody przechowywanej w temperaturze 4 i 20°C. Pierwszego dnia badań po zaszczepieniu wody bakteriami testowymi ich liczba wynosiła $9,5 \cdot 10^6$ NPL·ml⁻¹ w obu przypadkach (tab. 1 i 2). Po upływie dziewięciu dni ilość bakterii w wodzie przechowywanej w temperaturze 20°C gwałtownie obniżyła się do poziomu $2,0 \cdot 10^3$ NPL·ml⁻¹ (tab. 1). W przypadku próbek

wody przechowywanej w temperaturze 4°C (tab. 2), pierwsze znaczne zmniejszenie liczby pałeczek z rodzaju *Salmonella* zanotowano w 25 dniu badań i wynosiła ona $9,5 \cdot 10^4$ NPL·ml⁻¹, po czym systematycznie się obniżała o wartość jednej potęgi do całkowitej ich eliminacji. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia zostały poddane transformacji i analizie statystycznej (tab. 3). Zakres w obydwu przypadkach wynosił od 0 do 6,98 log NPL·ml⁻¹, gdyż po zaszczepieniu w pojemnikach była taka sama liczba komórek testowanych bakterii. Średnia liczba komórek bakteryjnych w całym okresie prowadzonego doświadczenia w próbkach wody przechowywanej w temperaturze 20°C wynosiła 2,91 log NPL·ml⁻¹ i była prawie dwukrotnie mniejsza niż w przypadku próbek wody przechowywanych w temperaturze 4°C, która przyjęła wartość 4,70 log NPL·ml⁻¹. Wartość średnia liczby pałeczek *Salmonella* Enteritidis uzależniona była od tempa ich eliminacji oraz częstotliwości prowadzonych badań. Odchylenie standardowe opisujące rozrzut badanej cechy wokół jej średniej było zbliżone w obydwu próbkach, w przypadku wody przechowywanej w temperaturze 20°C wynosiło 2,32 log NPL·ml⁻¹, natomiast dla próbek wody umieszczonych w temperaturze 4°C przyjęło wartość 2,62 log NPL·ml⁻¹. Według Dragera [4] pałeczki z rodzaju *Salmonella* przeżywają w środowisku wodnym od 3 do około 7 miesięcy. Z kolei Gibson [5] wskazuje, że bakterie te izolowano z zanieczyszczonej wody po 4 miesiącach doświadczenia. Ryzyko sanitarne związane z obecnością w wodach powierzchniowych pałeczek z rodzaju *Salmonella* jest znaczne i dyskwalifikuje przydatność takich akwenów wodnych do celów rekreacyjnych i kąpieliskowych [7]. W badaniach własnych rzeczywisty czas przeżycia bakterii *Salmonella* Enteritidis wynosił odpowiednio 39 dni w temperaturze 4°C, natomiast w wyższej temperaturze bakterie te identyfikowano przez 35 dni (tab.1 i 2). Podobną zależność odnotowali w swoich badaniach Budzińska i wsp. [1] wskazując, iż pałeczki *Salmonella* sp. wykazują dłuższą przeżywalność w niskich temperaturach. W związku z tym badania własne potwierdzają fakt, że w temperaturze 4°C następuje obniżenie metabolizmu testowanych bakterii, co wpływało bardziej stabilizująco na bakterie *Salmonella* Enteritidis. Pałeczki *Salmonella* Senftenberg W₇₇₅ w płynnych odchodach zwierzęcych również wykazują się dużą opornością na czynniki temperaturowe [24]. Z kolei Wcisło i Chróst [27] w badaniach nad przeżywalnością pałeczek *Escherichia coli* w świeżej wodzie dowiedli, że liczba tych bakterii uzależnio-

na była od sposobu przeniesienia ich z warunków optymalnych do świeżej wody, po czym część bakterii zdolna była do dalszej hodowli, część przejawiała prawidłowe procesy metaboliczne, ale przyjęła formy nie hodowlane. Pozostałe drobnoustroje nie przeżywały w takich warunkach, natomiast przyczyną ich śmierci mógł być stres osmotyczny lub temperaturowy.

Tabela 1. Liczba bakterii *Salmonella Enteritidis* w wodzie w temperaturze 20°C
Table 1. The number of *Salmonella Enteritidis* in water at 20°C

Dzień badań	Liczba bakterii	
	[NPL·ml ⁻¹]	[log NPL·ml ⁻¹]
1	9,5·10 ⁶	6,98
9	2,0·10 ³	3,30
13	4,5·10 ³	3,65
15	4,5·10 ³	3,65
16	4,5·10 ³	3,65
17	2,5·10 ³	3,39
18	4,5·10 ³	3,65
20	2,5·10 ³	3,39
21	4,5·10 ²	2,65
25	9,5·10 ²	2,97
26	2,5·10 ²	2,39
27	20·10 ¹	2,30
33	4,5·10 ¹	1,65
34	9,5·10 ¹	1,97
35	0,9·10 ¹	0,95
36	n.s	0

Wykorzystując uzyskane wyniki badań ustalono przebieg prostych regresji i oszacowano maksymalny czas przeżycia bakterii *Salmonella Enteritidis* (rys. 1 i 2). W przeprowadzonym doświadczeniu dla bakterii bytujących w wodzie w temperaturze 4°C czas ten wynosił 51 dni, natomiast w próbkach wody utrzymywanej w 20°C był krótszy i przyjął wartość 39 dni (tab. 3). Teoretyczny maksymalny czas ich przeżycia w obu temperaturach różnił się o 12 dni.

Tabela 2. Liczba bakterii *Salmonella* Enteritidis w wodzie w temperaturze 4°C
Table 2. The number of *Salmonella* Enteritidis in water at 4°C

Dzień badań	Liczba bakterii	
	[NPL·ml ⁻¹]	[log NPL·ml ⁻¹]
1	9,5·10 ⁶	6,98
11	9,5·10 ⁶	6,98
18	9,5·10 ⁶	6,98
25	9,5·10 ⁴	4,98
33	9,5·10 ³	3,98
39	9,5·10 ²	2,98
46	n.s	0

Tabela 3. Współczynniki charakteryzujące dynamikę inaktywacji pałeczek *Salmonella* Enteritidis w wodzie w temperaturze 4 i 20°C

Table 3. Indexes characterizing *Salmonella* Enteritidis inactivation dynamics in water at 4 and 20°C

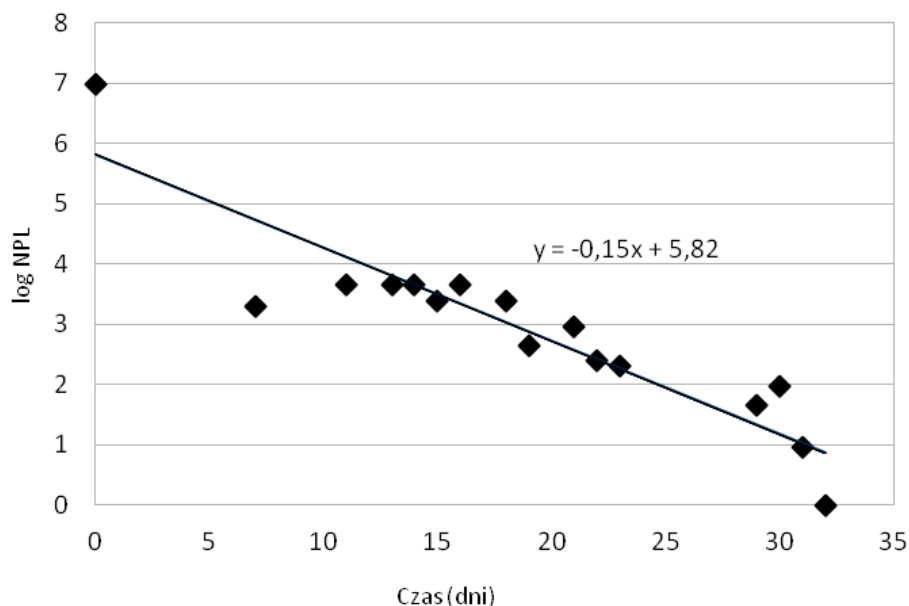
Tempera- tura	Zakres	Śred- nia	Sx	R ²	Współczynnik		Tygodnio- we tempo eliminacji bakterii	Czas przeżycia bakterii
					a	b		
20°C	0–6,98	2,91	2,32	0,84	-0,15	5,82	log	dni
4°C	0–6,98	4,70	2,62	0,87	-0,16	8,13	1,15	39

W przypadku próbek wody przechowywanych w temperaturze 4°C rzeczywisty czas izolowania pałeczek *Salmonella* Enteritidis był dłuższy niż w przypadku analogicznych badań dotyczących próbek wody z temperatury 20°C (tab. 1 i 2).

Jak wskazują dane przedstawione na wykresach 1 i 2, odnotowa-
no dla obu próbek badawczych różnice związane z tempem obniżania się
liczby testowanych bakterii. Drobnoustroje allochtoniczne przechodząc
stres głodowy na skutek zmniejszenia swojej wielkości mogą być niewy-
krywalne za pomocą standardowych metod hodowlanych, jedynie można
prowadzić ich obserwację w preparatach bezpośrednich. Zjawisko
VBNC (viable but nonculturable) jest charakterystyczne dla żywych nie
hodowlanych komórek bakteryjnych. Drobnoustroje, które osiągają sta-
dium VBNC posiadają większą możliwość przeżycia w niekorzystnych

warunkach środowiskowych. Nie zmienia to faktu, że bakterie w środowisku wodnym, znajdujące się w stanie uśpienia, stanowią niewątpliwe zagrożenie dla zdrowia publicznego, gdyż wykazując obniżoną aktywność metaboliczną, zachowują również wirulencję, a nie są wykrywane w rutynowych badaniach mikrobiologicznych wód opartych na metodzie hodowlanej [23].

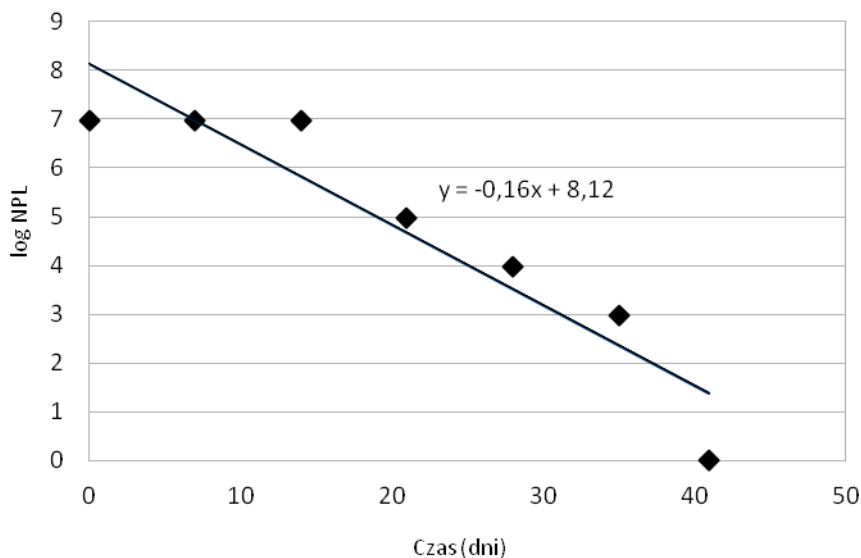
W badaniach własnych stwierdzono, iż głównym czynnikiem warunkującym przeżywalność bakterii *Salmonella Enteritidis* w badanej wodzie powierzchniowej jest temperatura, co wyraźnie pokazują wyniki doświadczenia. Wartości temperatury wskazują na zależność między tempem zmniejszania się liczby bakterii a ich przeżywalnością. Po pierwszym tygodniu badań liczba bakterii umieszczonych w wodzie o temperaturze 20°C obniżyła się znacznie, co wskazuje na mniejszą tolerancję przez badane bakterie takich temperatur. W wodzie przechowywanej w temperaturze 4°C nie zanotowano gwałtownego obniżenia liczby testowanych bakterii, lecz następowało systematyczne jej zmniejszenie, co wydłużyło ich czas przetrwania w próbkach wody.



Rys. 1. Prosta regresji przeżywalności *Salmonella Enteritidis* w wodzie w temperaturze 20°C

Fig. 1. Regression line of *Salmonella Enteritidis* survival in water at 20°C

Według badań przeprowadzonych przez Chandrana i Hatha [3] pałeczki *Salmonella typhimurium* przeżywają dłużej w niższej temperaturze, co może mieć związek ze spadkiem tempa ich metabolizmu. W badaniach własnych zanotowano tygodniowe tempo inaktywacji bakterii *Salmonella* Enteritidis w badanych próbkach wody wynoszące 1,15 log w temperaturze 20°C oraz 1,16 log w wodzie o niższej temperaturze 4°C (tab. 3). Fakt ten związany jest ze zjawiskiem hibernacji komórek bakteryjnych w niższej temperaturze, wynikającym z ograniczenia ich funkcji życiowych w niekorzystnych warunkach, co znacznie wydłuża ich przeżywalność.



Rys. 2. Prosta regresji przeżywalności *Salmonella* Enteritidis w wodzie w temperaturze 4°C

Fig. 2. Regression line of *Salmonella* Enteritidis survival in water at 4°C

Podsumowując wyniki przeprowadzonych analiz należy stwierdzić, że bakterie *Salmonella* Enteritidis wykazują długi rzeczywisty czas przeżycia w środowisku wodnym (35 i 39 dni). Istotny wpływ na stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego wód powierzchniowych wywierać może również zawartość substancji humusowych. Jak podają Vrede i wsp. [28], wyższą liczbę bakterii izolowano w próbkach wody pocho-

dzącej z jeziora humusowego, natomiast częstotliwość ich występowania wahała się w granicach między 9 a 43% i posiadała charakter sezonowy. W związku z tym, co wynika również z badań własnych, w okresie letnim przy wyższych temperaturach powietrza atmosferycznego oraz wód powierzchniowych, istnieje większe prawdopodobieństwo przeżycia w nich bakterii chorobotwórczych z rodzaju *Salmonella*. Wydaje się zatem konieczne prowadzenie monitoringu zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody w kąpieliskach zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia [20] nie tylko w kierunku liczby pałeczek *Escherichia coli* i enterokoków, ale również bakterii z rodzaju *Salmonella*.

4. Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały, że temperatura wody powierzchniowej jest jednym z czynników, które wpływają na tempo obumierania bakterii *Salmonella Enteritidis* w tym środowisku.
2. Teoretyczny czas przeżycia bakterii *Salmonella Enteritidis* w wodzie o temperaturze 20°C wynosił 39 dni, natomiast w przypadku wody o temperaturze 4°C był dłuższy i przyjął wartość 51 dni.

Literatura

1. **Budzińska K., Brudnicki A., Traczykowski A.:** *Przeżywalność Salmonella sp. w wodach powierzchniowych w zmiennych warunkach termicznych*. Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set the Environment Protection), 11, 67, 935–943 (2009).
2. **Brookes J.D., Antenucci J., Hipsey M., Burch M.D., Ashbolt N.J., Ferguson C.:** *Fate and transport of pathogens in lakes and reservoirs*. Environmental International, 30, 5, 741–759 (2004).
3. **Chandran A., Hatha A.A.M.:** *Relative survival of Escherichia coli and Salmonella typhimurium in a tropical estuary*. Water Research, 39, 1397–1403 (2005).
4. **Drager H.:** *Salmonellose*. Akademie-Verlag, Berlin, 1971.
5. **Gibson E.A.:** *Reviews of the progress of the dairy science: Salmonella infection in cattle*. Journal of Dairy Research, 32, 97–134 (1965).
6. **Jabłoński L.:** *Podstawy mikrobiologii lekarskiej*. PZWL, Warszawa, 1986.
7. **Kalwasińska A., Wilk I., Donderski W.:** *The sanitary state of swimming sites in Chełmżyńskie Lake*. Polish Journal of Natural Science, 22, 2, 271–283 (2007).

8. **Kołozen-Krajewska D.:** *Wirusy mutanty atakują*. Część II. Bezpieczeństwo i higiena żywności, 2, 19 (2005).
9. **Kowal A., Świdorska-Bróż M.:** *Oczyszczanie wody*. PWN, Warszawa-Wrocław, 1996.
10. **Kunicki-Goldfinger W.:** *Życie bakterii*. PWN Warszawa, 2005.
11. **Libudysz Z., Kowal K.:** *Mikrobiologia techniczna*. Wyd. Politechnika Łódzka, 2000.
12. **Lubidysz Z., Kowal K.:** *Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy i środowiska ich występowania*. PWN, Warszawa, 2007.
13. **Magdzik W., Zieliński A.:** *Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka*. Wyd. Alfa-Medica Press, Bielsko Biała, 2004.
14. **Mollie D., Groisman W., Groisman E.A.:** *Role of nonhost environments in the lifestyles of Salmonella and Escherichia coli*. Appl. Environ. Microbiol., 69, 7, 3687–3694 (2003).
15. **Niewolak S., Mindrow M.:** *Season changes of survival of Escherichia coli, Streptococcus faecalis, Salmonella typhimurium and Salmonella typhi dublin in lake water*. Polish Journal of Environmental Studies, 7, 1, 27–34 (1998).
16. **Ołańczuk-Neyman K.:** *Mikrobiologiczne aspekty odprowadzania ścieków do przybrzeżnych wód morskich*. Inżynieria Morska i Geotechnika, 2, 55–62 (2003).
17. **Pawlaczyk-Szpilowa M.:** *Mikrobiologia wody i ścieków*. PWN, Warszawa, 1980.
18. PN-EN ISO 5667: Jakość wody – Pobieranie próbek.
19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27.11.2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Dz.U. Nr 204, poz. 1728.
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8.04.2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpieli. Dz.U. Nr 86, poz. 478.
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15.11.2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych. Dz.U. Nr 258, poz. 1550.
22. **Smyła A., Piotrowska-Seget Z., Tyflewski A.:** *Pathogenic bacteria hazard in surface waters*. AUMC Limnological Papers, 13, 110, 159–169 (2003).
23. **Smyła A.:** *Zagrożenia bakteryjne wód powierzchniowych*. Wyd. WSP Częstochowa, 2005.
24. **Szejniuk B., Korytkowski B., Traczykowski A.:** *Przeżywalność pałeczek Salmonella Senftenberg W₇₇₅ w płynnych odchodach zwierzęcych*. Ekologia i Technika, 19, 1, 39–42 (2011).

25. **Tuszko A.:** *Gospodarka wodna a środowisko*. Wyd. Spółdzielnia Ludowa, Akademia Rolnicza Kraków, 393, 22 (1984).
26. **WIOŚ:** *Stan czystości jeziora Borówno na podstawie badań w 2002 roku*. Wyd. WIOŚ Bydgoszcz, 2008.
27. **Wcisło R., Chróst R.:** *Survival of Escherichia coli in freshwater*. Polish Journal of Environmental Studies, 9, 3, 215–222 (2000).
28. **Vrede K., Stensdotter U., Lindström W.S.:** *Viral and bacterioplankton dynamics in two lakes with different humic contents*. Microbial Ecology, 46, 406–415 (2003).

Survivability of Bacteria *Salmonella Enteritidis* in Surface Water

Abstract

The most frequent cause of salmonellosis are food poisonings. However, many studies prove the occurrence and possibility of survival of rods of the genus *Salmonella* in lakes. The bacteria are often isolated from water sources, which act as a bacterial reservoir. Rods of *Salmonella* are constantly released to the environment, which results in infections of people and animals. In comparison with other microorganisms, bacteria of the genus *Salmonella* are characterized by a high survival rate in water environments, particularly in waters of highly eutrophicated lakes. Temperature, the shortage of nutrients, osmotic stress and light has the most negative effect on their survival. Due to its common accessibility, water is an environment which plays an essential role in spread of diseases. The aim of this study was to estimate the effect of selected temperatures on the survival rate of bacilli *Salmonella Enteritidis*, and the dynamics of quantitative changes of the bacteria in time in bathing waters used for recreation, tested under laboratory conditions. As well as to determine the dynamic of quantitative changes of the bacteria in time under laboratory conditions. The samples for the study were collected from a lake in the Bydgoszcz district. In the conducted experiment it was indicated that *Salmonella Enteritidis* survived longer in water at 4°C (51 days), as compared with 20°C (39 days). In the present study the elimination rate of bacteria population, according to the analysis of regression, amounted to 0.16 log daily at 4°C, whereas at 20°C it assumed a value of 0.15 log daily. Consequently, it may be concluded that a lower temperature has a more stabilizing effect on rods of the genus *Salmonella*.