

F-SPECYFICZNE BAKTERIOFAGI RNA ORAZ BAKTERIE Z GRUPY *coli* W PRÓBKACH WODY POCHODZĄCYCH ZE ŚRÓDMIEJSKIEGO JEZIORA W SZCZECINIE

**Joanna ŚLIWA-DOMINIAK, Beata TOKARZ-DEPTUŁA,
Wiesław DEPTUŁA**

Uniwersytet Szczeciński, Katedra Mikrobiologii i Immunologii

Słowa kluczowe: bakterie z grupy coli, bakteriofagi F-specyficzne RNA, środowisko wodne, wskaźniki zanieczyszczenia

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wody pochodzącej ze śródmiejskiego jeziora Rusalki, zlokalizowanego na terenie Szczecina. Próbkę wody badano przez pięć miesięcy, określając w nich obecność F-specyficznych bakteriofagów RNA oraz bakterii z grupy *coli*. Na podstawie tych badań wykazano duże zanieczyszczenie badanej wody pod względem sanitarnym.

WSTĘP

Zanieczyszczenie mikrobiologiczne wód jezior, rzek, estuariów i wód przybrzeżnych nie tylko stanowi zagrożenie dla ludzkiego zdrowia, ale także dyskwalifikuje środowisko wodne w znaczeniu ekologicznym. Ocena środowiska wodnego, w tym określanie klasowości wody, na podstawie wskaźników mikrobiologicznych nie obejmuje oznaczania w wodzie wirusów. Oznaczenia takie dostarczają dodatkowych informacji, m.in. o pochodzeniu zanieczyszczenia [KIRS, SMITH, 2007].

W ostatnich latach w Europie proponowano wiele metod, które przez wykorzystanie różnych bakterii (*Escherichia coli*, *Bifidobacterium sp.*, *Clostridium perfringens*, paciorkowce kałowe, *Rhodococcus coprophilus*) oraz wirusów (bydłęce enterowirusy), umożliwiłyby identyfikowanie i rozróżnianie źródeł mikrobiologicznego zanieczyszczenia wód powierzchniowych [KIRS, SMITH, 2007]. Stwierdzono, że do takich celów mogą posłużyć wirusy bakteryjne (bakteriofagi), które już wcześniej były brane pod uwagę jako dobry wskaźnik obecności i zachowania się enterowirusów w środowisku wodnym oraz jako doskonały wskaźnik zanieczyszczenia fekalnego tego środowiska i jego źródła.

Opisano trzy podstawowe grupy bakteriofagów, które mogą odgrywać taką rolę – są to colifagi somatyczne, F-specyficzne bakteriofagi RNA (F-RNA), a także bakteriofagi infekujące *Bacteroides fragilis*. Z tej grupy jako najlepsze do identyfikowania fekalnego zanieczyszczenia środowiska wodnego oraz jego pochodzenia wskazywane są bakteriofagi F-RNA, przede wszystkim ze względu na występujące wśród nich genogrupy [OGORZALY, GANZER; 2006]. Charakteryzując F-specyficzne bakteriofagi RNA, opisano również wiele metod ich wykrywania, z których do najpowszechniejszych należy metoda, polegająca na izolowaniu ich w postaci łąsinek na specyficznym podłożu (Single Agar Layer, Double Agar Layer, Two-Step Enrichment, PN-ISO 10705-1) [Method..., 2001] oraz wykazywaniu ich obecności metodami biologii molekularnej, takimi jak Real-Time PCR [KIRS, SMITH, 2007; OGORZALY, GANZER, 2006; STEWART-PULLARO i in., 2006; SUNDRAM, JUMANLAL, EHLERS, 2006]. LOVE i SOBSEY [2007] uważają bakteriofagi są lepszy wskaźnik jakości wody niż powszechnie określane miano czy NPL bakterii z grupy *coli*.

W Szczecinie znajduje się wiele bardzo małych zbiorników wodnych, chętnie odwiedzanych przez mieszkańców, które nie są objęte „Programem państwowego monitoringu środowiska” [2006]. Monitoring ten obejmuje jeziora duże, o powierzchni większej niż 100 ha. Małe jeziora, w tym śródmiejskie, w wielu miastach Polski (w tym w Szczecinie) były badane jedynie przez zespoły naukowe [DĄMBSKA i in., 1981; DĄMBSKA i in., 1978; DONDESKI i in., 1998; DONDESKI i in., 1999; DONDESKI, NOWACKA, 1992; DONDESKI, STRZELCZYK 1977; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, 1996; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, BĄCZKOWSKI, 1996; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, STOSIK, 1997; MATUSIAK i in., 1997; NAHURSKA, DEPTUŁA, 2003a, b, c; 2004; 2006; NAHURSKA, DEPTUŁA, STOSIK, 2003; 2007; NAHURSKA, SAWICKA, DEPTUŁA, 2004b, d; SAWICKA, NAHURSKA, DEPTUŁA, 2006; STAPF, DEPTUŁA, 1994; NIEWOLAK, 1966; 1971; 1972; 1997; NIEWOLAK i in., 1989; STRZELCZYK, DONDESKI, STOPIŃSKI, 1976; ZMYSŁOWSKA, SOBIERAJSKA, 1980]. Badania te dotyczyły takich wskaźników jak: bakterie wskaźnikowe stopnia zanieczyszczenia TVC 20°C i TVC 37°C, bakterie z grupy *coli*, bakterie z grupy *coli* typu fekalnego oraz paciorkowce kałowe, a także bakterie „grup fizjologicznych” (bakterie denitryfikacyjne, amonifikacyjne, redukujące siarczany i siarczyny). W ramach tych badań określano ogólną liczbę bakterii, ich typy morfologiczne oraz prowadzono analizę ilościową i jakościową bakterii zdolnych do przeprowa-

dzania określonych procesów biochemicznych. Oceniano także występowanie w tych wodach swoistych mikroorganizmów chorobotwórczych dla ludzi i zwierząt [NAHURSKA, 2006]. Dodatkowo prowadzono analizy liczebności bakterii w różnych porach roku, a także rejestrowano dobowe zmiany ich ilości w warstwie powierzchniowej i podpowierzchniowej oraz pionowy rozkład ich liczebności w zbiornikach wodnych. Na podstawie tych obserwacji można stwierdzić, że wody tych zbiorników są istotnie zanieczyszczone, co stanowi zagrożenie ekologiczno-epidemiologiczne [NAHURSKA, 2006]. Dowodzi to celowości dalszych systematycznych badań wód małych jezior w zakresie tych oraz innych parametrów mikrobiologicznych, np.: obecności wirusów, które w sposób bardziej specyficzny określałyby ich stan sanitarny.

Celem niniejszej pracy była analiza mikrobiologiczna wody z małego śródmiejskiego jeziora Rusalka w Szczecinie, na podstawie obecności F-specyficznych bakteriofagów RNA i bakterii z grupy *coli*.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Jezioro Rusalka (rys. 1) jest zbiornikiem w centrum miasta, wąskim (szerokość maksymalna 40 m) i dość płytkim (2 m głębokości), o całkowitej powierzchni 3,7 ha [NAHURSKA, DEPTUŁA, STOSIK, 2007; STAFF, DEPTUŁA, 1994]. Zlewnia Rusalki jest zasilana przez wody ciekłu Osówka. Nadmiar wody jest odprowadzany podziemnym rurociągiem biegnącym do Odry przez Nieckę Niebuszewską i teren Stoczni Szczecińskiej [NAHURSKA, DEPTUŁA, STOSIK, 2007; STAFF, DEPTUŁA, 1994]. Próby wody do badań pobierano z dwóch różnych stanowisk – A i B (rys. 1) przez pięć miesięcy (listopad 2008 – marzec 2009). Punkty pobierania próbek wyznaczono na podstawie wywiadu środowiskowego i analizy rzeźby terenu. Punkt A jest położony przy dopływie do Rusalki ciekłu, zaś punkt B – po przeciwnej stronie jeziora, przy jego odpływie.

Liczbę F-specyficznych bakteriofagów RNA oznaczano metodą Single Agar Layer (SAL) [Method..., 2001], przedstawiając ją w postaci liczby jednostek tworzących łysinki (pfu) w 100 cm³ badanej próby, zaś bakterie z grupy *coli* – jako najbardziej prawdopodobną liczbę (NPL) bakterii w 100 cm³ badanej wody – metodą fermentacyjną probówkową [PN-77/C-04615/07].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Liczba F-specyficznych bakteriofagów RNA w punkcie A wynosiła od 1337 (listopad 2008) do 3 950 pfu na 100 cm³ (marzec 2009), natomiast w punkcie B – od 170 (styczeń 2009) do 4 687 pfu na 100 cm³ (marzec 2009) (tab. 1). Wartość



Rys. 1. Usytuowanie punktów poboru prób wody (A i B) w jeziorze Rusalka

Fig. 1. Location of sampling sites (A and B) in Lake Rusalka

średnia tego parametru w punkcie A wynosiła 2 418,4 pfu na 100 cm³, a w punkcie B – 2 137 pfu na 100 cm³. NPL bakterii z grupy *coli* na stanowisku A wynosiła od 24 000 (grudzień 2008) do 2 400 000 (styczeń 2009) w 100 cm³ wody, natomiast na stanowisku B – od 240 (grudzień 2008) do 7 000 (marzec 2009) w 100 cm³ wody. Wartości średnie tego parametru wynosiły: w punkcie A – 635 200, zaś w punkcie B – 40 525 w 100 cm³ badanej wody.

Tabela 1. Liczba F-specyficznych bakteriofagów RNA i NPL bakterii z grupy *coli* typu fekalnego w próbach wody pochodzących z jeziora Rusalka

Table 1. The number of F-specific RNA bacteriophages and MPN of fecal coliform bacteria in water samples from Lake Rusalka

Czas poboru prób Sampling data	Liczba F-specyficznych bakteriofagów RNA The number of F-specific RNA bacteriophages pfu·(100 cm ³) ⁻¹		NPL bakterii z grupy <i>coli</i> w 100 cm ³ próby MPN of coliform bacteria in 100 cm ³ of sample	
	A	B	A	B
XI 2008	1 337	nb	62 000	620
XII 2008	1 982	nb	24 000	240
I 2009	1 610	170	2 400 000	6 200
II 2009	3 213	1 554	620 000	6 200
III 2009	3 950	4 687	70 000	7 000
<i>x</i>	2 418,4	2 137	635 200	40 525

Objaśnienia: NPL – najbardziej prawdopodobna liczba, pfu – jednostki tworzące lysinki, A, B – punkty poboru prób, nb – nie badano, *x* – średnio z 5 pobrań.

Explanations: MPN – most probable number, pfu – plaque forming units, A, B – sampling sites, nb – not studied, *x* – mean from 5 samples.

Interpretacja tych wyników jest trudna, ze względu na brak badań w zakresie F-specyficznych bakteriofagów RNA i niewielką liczbę badań w zakresie bakterii z grupy *coli* w wodach małych jezior (tab. 2). Dotychczas badania dotyczące występowania F-specyficznych bakteriofagów RNA były prowadzone tylko w dużych zbiornikach wodnych, w wodach słodkich i morskich, w kąpieliskach oraz rzekach [DRYDEN, i in., 2006; FRANKE i in., 2008; LOVE, SOBSEY, 2007; LUCENA i in., 2006; STEWART i in., 2006; STEWART-PULLARO i in., 2006; SUNDRAM, JUMANLAL, EHLERS, 2006; YONG FOONG YEE i in., 2006]. Były one ponadto badane w próbach ścieków, pochodzących ze śródmiejskich oczyszczalni, a także z ferm zwierzęcych czy plantacji roślin [COSTAN-LONGARES i in., 2008; GENTILOMI i in., 2008; GINO, STAROSVETSKY, ARON, 2007; KIRS, SMITH, 2008; MANDILARA, MAVRIDOU, 2006; MANDILARA, SMETI, 2006; MUNIESA i in., 2009; OGORZALY, GANZER, 2006; STEWART i in., 2006; SUNDRAM, JUMANLAL, EHLERS, 2006; YONG FOONG YEE i in., 2006].

Tabela 2. Badania stanu sanitarnego prób wody w małych jeziorach na terenie Polski¹⁾

Jezioro Lake	Powierzchnia Area ha	Rok badań Year of analysis	TVC 20°C	TVC 37°C
Słoneczne	2,00	1993–2006	123–1210	40–680 000
Skrzynka	2,24	1974	60–100	3–19
Rusałka	3,70	1993–2006	26–4 200 000	0–300 000
Kociołek	4,32	1974	63–660	8–240
Syrenie Stawy	4,92	1993–2006	0–3 600 000	6–1 486 000
Starodworskie	6,70	1986–1988	0–3 100	2–3 050
Mutek	7,00	1993	75–24 500	15–2 000
		1994	80–2 440	13–230
Lipno	9,00	1974	100–6 400	45–360
Rosnowskie-Małe	9,84	1974	55–1 860	12–1 030
Jasne	10,70	1971–1972	58–994	–
			450–30 700	
			37–2 380	
Budzyńskie	17,40	1974	46–920	6–360
Jeziorak Mały	26,00	1960–1963	–	>10 000
		1967–1972	160–20 500	10–2 670
		1968	500–5 000	–
		1996	14 300–30 000	–
Długie k. Olsztyna	26,80	1972–1973	780–90 000	500–45 000
Głębokie	31,10	1996	36–300 000	0–13 700

Objaśnienia: TVC – bakterie wskaźnikowe stopnia zanieczyszczenia, NPL – najbardziej prawdopodobna liczba.

¹⁾ Według: DAMBSKA, BURCHARDT, 1981; DAMBSKA, HŁADKA, 1981; DONDESKI i in., 1999; DONDESKI i in., 1998; DONDESKI, NOWACKA, 1992; DONDESKI, STRZELCZYK, 1977; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, BĄCZKOWSKI, 1996; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, STOSIK, 1997; MARKIEWICZ i in., 1996; MATUSIAK in., 1997; NAHURSKA, DEPTUŁA, 2003a, b, c; 2004; 2006; NAHURSKA, DEPTUŁA, STOSIK, 2003; 2007; NAHURSKA, SAWICKA, DEPTUŁA, 2004a; b; NIEWOLAK, 1966; 1971; 1972; 1997; NIEWOLAK i in., 2003; SAWICKA, NAHURSKA, DEPTUŁA, 2006; STAFF, DEPTUŁA, 1994; STRZELCZYK, DONDESKI, STOPIŃSKI, 1976; ZMYŚŁOWSKA, SOBIERAJSKA, 1980.

Celem tych prac było wykazanie wpływu procesu oczyszczania ścieków na przeżycie bakteriofagów F-RNA, choć wykazały one również potrzebę poszukiwania alternatywnych wskaźników zanieczyszczenia wody, ponieważ na ich podstawie stwierdzono, że proces oczyszczania niszczy bakterie, ale nie zawsze wirusy.

Wartości NPL bakterii z grupy *coli* w jeziorze Rusałka były zbliżone do odnotowanych w innych śródmiejskich jeziorach, zlokalizowanych na terenie Szczecina (Słoneczne, Syrenie Stawy, Głębokie), a także do uzyskanych w wyniku innych badań w wodach jeziora Rusałka (tab. 2). Zakres tych wartości w badanych zbiornikach był szeroki – >5–24 000 000 w przypadku jeziora Słoneczne,

Table 2. The sanitary state of water from small lakes of Poland¹⁾

NPL bakterii z grupy <i>coli</i> MPN·(100 cm ³) ⁻¹ Total coliforms	Mino bakterii z grupy <i>coli</i> <i>Coli</i> titre	NPL bakterii z grupy <i>coli</i> typu fekalnego MPN·(100 cm ³) ⁻¹ fecal coliforms	Miano bakterii z grupy <i>coli</i> typu fekalnego Fecal coliforms titre	NPL paciorkowców kałowych MPN·(100 cm ³) ⁻¹ Fecal streptococci
>5–24 000 000	0,000004–>20	>5–2400000	0,00004–>20	0–476 500
–	1–10	–	–	–
6–240 000 000	0,0000004–17	0–240 000000	0,0000004–>20	0–520 000
–	10	–	–	–
<5–240 000 000	0,000004–>20	0–50 000 000	0,00002–>20	0–750 000
0–1 400	–	–	–	–
4–11 000	–	<3–1 100	–	3–4 500
4–460	–	<3–23	–	21–11 000
–	0,1–10	–	–	–
–	0,1–10	–	–	–
–	–	–	–	–
–	10	–	–	–
–	0,01–1	–	–	–
–	0,01–1	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	0,0001–0,1	–	–	–
<5–62 000	0,002–>20	<5–62 000	0,002–>20	0–15 300

Explanations: TVC – the number of indicator bacteria, MPN – the most probable number.

¹⁾ According to: DĄBBSKA, BURCHARDT, 1981; DĄBBSKA, HŁADKA, 1981; DONDESKI i in., 1999; DONDESKI i in., 1998; DONDESKI, NOWACKA, 1992; DONDESKI, STRZELCZYK, 1977; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, BĄCZKOWSKI, 1996; MARKIEWICZ, DEPTUŁA, STOSIK, 1997; MARKIEWICZ i in., 1996; MATUSIAK in., 1997; NAHURSKA, DEPTUŁA, 2003a, b, c; 2004; 2006; NAHURSKA, DEPTUŁA, STOSIK, 2003; 2007; NAHURSKA, SAWICKA, DEPTUŁA, 2004a; b; NIEWOLAK, 1966; 1971; 1972; 1997; NIEWOLAK i in., 2003; SAWICKA, NAHURSKA, DEPTUŁA, 2006; STAFF, DEPTUŁA, 1994; STRZELCZYK, DONDESKI, STOPIŃSKI, 1976; ZMYŚŁOWSKA, SOBIERAJSKA, 1980.

6–240 000 000 w przypadku jeziora Rusalka (badania z lat wcześniejszych), <5–240 000 000 w przypadku jeziora Syrenie Stawy oraz <5–62 0000 w przypadku jeziora Głębokie. Wyniki otrzymane w niniejszych badaniach mieściły się w tym zakresie, były jednak znacznie wyższe od zarejestrowanych w jeziorze Starodworskim (od 0 do 1 400) [NIEWOLAK, 1997] oraz w jeziorze Mutek (od 4 do 11 000) [NIEWOLAK, 1972; NIEWOLAK i in., 2003]. W żadnym innym małym zbiorniku wodnym (tab. 2) nie odnotowano wartości NPL bakterii z grupy *coli*, które by przewyższyły wyniki uzyskane w jeziorze Rusalka obecnie.

WNIOSKI

Stwierdzona duża liczba F-specyficznych bakteriofagów RNA oraz NPL bakterii z grupy *coli*, choć różna w okresie badawczym, świadczy o zanieczyszczeniu wód badanego zbiornika.

Odwrotnie proporcjonalna zależność między liczbą badanych bakteriofagów FRNA a liczbą badanych bakterii z grupy *coli* świadczy o tym, że ocena środowiska wodnego na podstawie obecności bakterii jest niedostateczna.

LITERATURA

- COSTAN-LONGARES A., MONTEMAYOR M., PAYAN A., MENDEZ J., JOFRE J., MUJERIEGO R., LUCENA F., 2008. Microbial indicators and pathogens: removal, relationships and predictive capabilities in water reclamation facilities. *Water Res.* 42 s. 4439–4448.
- DĄBSKA I., BURCHARDT L., HŁADKA M., NIEDZIELSKA E., PAŃCZAKOWA J., 1981. Hydrobiologiczne badania jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego. Cz. 2. Jeziora rynny witobelsko-dymacze-wskiej oraz jezioro Lipno. Cz. 3. Jeziora rynny rosnowsko-jarosławieckiej. Pr. Kom. Biol. 60 Warszawa–Poznań: PWN s. 4–75.
- DĄBSKA I., HŁADKA M., NIEDZIELSKA E., PAŃCZAKOWA J., SZYSZKA T., 1978. Hydrobiologiczne badania jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego. Cz. 1. Jeziora rynny górecko-budżyńskiej. Pr. Kom. Biol. 47. Warszawa–Poznań: PWN s. 5–46.
- DONDERSKI W., NOWACKA B., 1992. Production of B-vitamins by planctonic bacteria isolated from the mesotrophic lake Jasne. *J. Islamic Acad. Sci.* 5 s. 32–38.
- DONDERSKI W., STRZELCZYK E., 1977. Bacteriological studies of the mesotrophic lake Jasne. *Acta UNC, Nauki Matem. Przyr. z. 40 Pr. Limnol.* 10 s. 15–27.
- DONDERSKI W., WALCZAK M., MUDRYK Z., KOBYLIŃSKI M., 1998. Neustonic bacteria of lake Jeziorak Mały. *Pol. J. Env. St.* 7 s. 125–129.
- DONDERSKI W., WALCZAK M., MUDRYK Z., KOBYLIŃSKI M., 1999. Neustonic bacteria number, biomass and taxonomy. *Pol. J. Env. St.* 8 s. 137–141.
- DRYDEN S.K., RAMASWAMI B., YUAN Z., GIAMMAR D.E., ANGENENT L.T., 2006. A rapid reverse transcription-PCR assay for F+RNA coliphages to trace fecal pollution in Table Rock Lake on the Arkansas-Missouri border. *Water Res.* 40 s. 3719–3724.
- FRANKE C., RECHENBURG A., BAUMANN S., WILLKOMM M., CHRISTOFFELS E., EXNER M., KISTENMANN T., 2008. The emission potential of different land use patterns for the occurrence of coliphages in surface water. *Int. J. Hyg. Env. Health* 212 s. 338–345.
- GENTILOMI G.A., CRICCA M., DE LUCA G., SACCHETTI R., ZANETTI F., 2008. Rapid and sensitive detection of MS2 coliphages in wastewater samples by quantitative reverse transcriptase PCR. *New Microbiol.* 31 s. 273–280.
- GINO E., STAROSVETSKY J., ARON R., 2007. Bacteriophage ecology in a small community sewer system related to their indicative role in sewage pollution of drinking water. *Env. Microbiol.* 9 s. 2407–2416.
- KIRS M., SMITH D.C., 2007. Multiplex quantitative real-time reverse-transcriptase PCR for F+ – specific RNA coliphages: a method for use in microbial source tracking. *Appl. Env. Microbiol.* 73 s. 808–814.
- LOVE D.C., SOBSEY D.C., 2007. Simple and rapid F+ coliphage culture, latex agglutination and typing assay to detect and source track fecal contamination. *Appl. Env. Microbiol.* 73 s. 4110–4118.

- LUCENA F., RIBAS F., DURAN A.E., SKRABER S., GANZER C., CAMPOS C., MORON A., CALDERON E., JOFRE J., 2006. Occurrence of bacterial indicators and bacteriophages infecting enteric bacteria in groundwater in different geographical areas. *J. Appl. Microbiol.* 101 s. 96–102.
- MANDILARA G.D., MAVRIDOU A., LAMBIRI M., VATAPOULOS A., RIGAS F., 2006. The use of bacteriophages for monitoring the microbiological quality of sewage sludge. *Env. Technol.* 27 s. 367–375.
- MANDILARA G.D., SMETI E.M., MAVRIDOU A.TH., LAMBIRI M.P., 2006. Correlation between bacterial indicators and bacteriophages in sewage and sludge. *FEMS Microbiol. Lett.* 263 s. 119–126.
- MARKIEWICZ D., DEPTUŁA W., 1996. Badania mikrobiologiczne prób wody pochodzących z wybranych jezior miasta Szczecin. *Mater. Nauk. 23 Zjazdu Pol. Tow. Mikrobiol. Łódź: Oddział Łódzki PTM* s. 119.
- MARKIEWICZ D., DEPTUŁA W., BĄCZKOWSKI M., 1996. Wyniki badań mikrobiologicznych prób wody z wybranych jezior na terenie miasta Szczecina. W: *Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych. Mater. 2 Konf. Nauk.-Techn. Międzyzdroje. Szczecin: Biuro Inf. Gosp.* s. 87–98.
- MARKIEWICZ D., DEPTUŁA W., STOSIK M., 1997. Wybrane parametry mikrobiologiczne w próbach wody pochodzących z jezior miasta Szczecina. *Mater. Nauk. 17 Zjazdu Hydrobiol. Pol. Poznań: Oddział Poznański PTH* s. 75.
- MATUSIAK M., DEPTUŁA W., STOSIK M., MARKIEWICZ D., 1997. Ocena mikrobiologiczna prób wody pochodzących z Jeziora Słonecznego. *Mater. Nauk. 17 Zjazdu Hydrobiol. Pol. Poznań: Oddział Poznański PTH* s. 76.
- Method 1602: Male specific (F+) and somatic coliphage in water by single agar layer procedure, 2001. Washington, DC: EPA ss. 30.
- MUNIESA M., PAYAN A., MOCE-LIVINIA L., BLANCH A.R., JOFRE J., 2009. Differential persistence of F-specific phage subgroups hinders their use as single tracers for faecal source tracking in surface water. *Water Res.* 43 s. 1559–1564.
- NAHURSKA A., 2006. Analiza mikrobiologiczna wód wybranych jezior śródmiejskich miasta Szczecina. Szczecin: Wydaw. US ss. 80.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2003a. Analiza mikrobiologiczna prób wody jeziora Syrenie Stawy. W: *Człowiek i środowisko przyrodnicze Pomorza Zachodniego. Cz. 1 – Środowisko abiotyczne Pr. zbior. Red. S. Rogalska, J. Domagała. Szczecin: Wydaw. In Plus Ofic.* s.193–198.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2003b. Badania mikrobiologiczne zgodnie z modelem własnym wód małego jeziora śródmiejskiego. *Księga konferencyjna Proc. EC Opole. Pr. zbior. M. Waclawek, W. Waclawek. Opole: Wydaw. TChICh* s. 251–255.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2003c. Microbiological tests of water samples from Rusalka Lake. *Acta UNC. Pr. Limnol.* 13 z.110 s. 257–265.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2004. Sanitary studies on water of selected lakes in Szczecin. *Pol. J. Env. St.* 13 s. 693–702.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2006. Microbiological evaluation of water samples from municipal lake of Rusalka in Szczecin town. *Trudy 7 Mieźdunar. Naučnoj-praktičeskoj konf. molodych učenych studentov i aspirantov. Sanct-Petersburg: Izdatielstwo SETU* s. 117–125.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., STOSIK M., 2003. Bakterie „sanitarne” w próbach wody pochodzącej z jeziora Syrenie Stawy. *Chem. Inż. Ekol.* 10 s.110–114.
- NAHURSKA A., DEPTUŁA W., STOSIK M., 2007. Sanitary and ecological characteristics of water in the municipal lake of Rusalka in Szczecin. *Pol. J. Stud. Env.* 16 s. 853–859.
- NAHURSKA A., SAWICKA J., DEPTUŁA W., 2004a. Ocena sanitarna wód dwóch małych jezior śródmiejskich. W: *Metody biologii molekularnej w badaniach hydromikrobiologicznych. Mater. Konf. 3 Ogólnopolskiej Konferencji Hydromikrobiologicznej. Zielona Góra–Łagów: Wydaw. UZ* s. 47.
- NAHURSKA A., SAWICKA J., DEPTUŁA W., 2004b. Our own model for microbiological evaluation of water in small municipal lakes exemplified by Rusalka Lake. *UFZ-Bericht.* 18 s. 267–268.

- NIEWOLAK S., 1966. Ocena sanitarna wód powierzchniowych jezior łańskich w latach 1960–1963. Olsztyn: Z.N. WSR. 21 s. 91–110.
- NIEWOLAK S., 1971. Studium mikrobiologiczne hyponeuston jezior łańskich w okresie letnim. Acta Hydrobiol. 13 s. 295–311.
- NIEWOLAK S., 1972. Ocena sanitarna niektórych jezior śródmiejskich na Pojezierzu Mazurskim w latach 1967–1971. Gaz Woda Tech. Sanit. 46 s. 10–15.
- NIEWOLAK S., 1997. Sanitary and bacteriological survey of an artificially aerated eutrophic lake Starodworskie. Poland. Pol. J. Env. St. 6 s. 33–45.
- NIEWOLAK S., FILIPKOWSKA Z., NOWAK A., POWAŻKA E., 2003. Evaluation of the sanitary and bacteriological state of a polytrophic lake ten years after discounting its recultivation by the aeration method. Acta UNC 110 s. 207–221.
- NIEWOLAK W., 1989. Sanitary and bacterial analysis of water and bottom sediments of a heavily polluted, hypertrophic lake. Ekol. Pol. 37 s. 3–30.
- OGORZALY L., GANZER C., 2006. Development of real-time RT-PCR methods for specific detection of F- specific RNA bacteriophages genogroups: application to urban raw wastewater. J. Virol. 138 s. 131–139.
- PN-EN ISO 9308-1, 2004. Wykrywanie i oznaczanie ilościowe *Escherichia coli* i bakterii z grupy *coli*. Część 1: Metoda filtracji membranowej.
- PN-77/C-04615/07, 1976. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie bakterii z grupy coli metodą fermentacyjną próbkową.
- PN 75/C-04615/05, 1976. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne Oznaczanie bakterii z grupy coli metodą fermentacyjną próbkową.
- Program państwowego monitoringu środowiska na lata 2007–2009, 2006. Warszawa: GIOŚ.
- SAWICKA J., NAHURSKA A., DEPTUŁA W., 2006. Bacteriological analysis of the waters of small municipal lake. Pol. J. Nat. Sci. 21 s. 917–935.
- STAPF D., DEPTUŁA W., 1994. Dynamika zmian ilości bakterii w wodach Jeziora Rusalka i Syrenich Stawów. Cz. 1. W: Dziedzictwo miejskich ogrodów i krajobrazu historycznego. Mater. Symp. Warszawa: Wydaw. SGGW s. 76–82.
- STEWART J.S., VINJE J., OUDEJANS S.J.G., SCOTT G.I., SOBSEY M.D., 2006. Sequence variation among group III F-specific RNA coliphages from water samples and swine lagoons. Appl. Env. Microbiol. 72 s. 1226–1230.
- STEWART-PULLARO J., DAUGOMAH J.W., CHESTNUT D.E., GRAVE D.A., SOBSEY M.D., SCOTT G.I., 2006. F+RNA coliphage Typing for microbial source tracking in surface waters. J. Appl. Microbiol. 101 s. 1015–1026.
- STRZELCZYK E., DONDESKI W., STOPIŃSKI M., 1976. Studies of physiological properties of heterotrophic bacteria isolated from water and mud of three lakes. Acta UNC z. 38 Pr. Limnol. 9 s. 27–38.
- SUNDRAM A., JUMANLAL N., EHLERS M.M., 2006. Genotyping of F-RNA coliphages isolated from wastewater and river water samples. Water SA 32 s. 65–70.
- YONG FOONG YEE S., YUN FONG N., TECK FONG G., JEN TAK O., TECK HUI G., SU MING Y., 2006. Male-specific RNA coliphages detected by plaque assay and RT-PCR in tropical river waters and animal fecal matter. Int. J. Env. Health Res. 16 s. 59–68.
- ZMYSŁOWSKA I., SOBIERAJSKA M., 1980. Mikrobiologiczna charakterystyka zanieczyszczonego ściekami bytowo-gospodarczymi Jeziora Długiego w Olsztynie. Ochr. Wód Rybactwo Śródląd. 10 s. 39–58.

Joanna ŚLIWA-DOMINIAK, Beata TOKARZ-DEPTUŁA, Wiesław DEPTUŁA

**F-SPECIFIC RNA BACTERIOPHAGES AND BACTERIA OF THE COLI GROUP
IN WATER SAMPLES FROM A SMALL URBAN LAKE IN SZCZECIN**

Key words: aquatic environment, coli group bacteria, F-specific RNA bacteriophages, pollution indicators

S u m m a r y

The paper presents results of preliminary studies of water samples originating from the urban lake called Rusałka situated in Szczecin. Water samples were analysed over five months (November 2008–March 2009) and the presence of F-specific RNA bacteriophages and coliform bacteria were investigated. Results obtained in our study show a high pollution of analysed lake. This was confirmed by the presence and a high number of F-specific RNA bacteriophages that are proposed as an alternative pollution indicator in studies of the sanitary state of water basins.

Recenzenci:

dr inż. Krzysztof Frączek

prof. dr hab. Stefan Russel

Praca wpłynęła do Redakcji 16.09.2009 r.