

Wpłynęło 19.01.2017 r.
Zrecenzowano 01.03.2017 r.
Zaakceptowano 10.04.2017 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA WÓD FONTANN MIEJSKICH ZLOKALIZOWANYCH NA TERENIE BYDGOSZCZY

Marta MAŁECKA-ADAMOWICZ^{ABDEF}, Łukasz KUBERA^C

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Mikrobiologii

Streszczenie

Fontanny miejskie, będące elementem poprawiającym wizualne walory parków, czy skwerków w miastach często wykorzystywane są jako poidła przez zwierzęta lub kąpieliska przez dzieci i dorosłych. Jednoczesne korzystanie z fontann przez ludzi i zwierzęta może przyczynić się do transmisji chorobotwórczych mikroorganizmów i stanowić zagrożenie epidemiologiczne. Celem pracy było określenie stopnia zanieczyszczenia bakteriologicznego wody w czterech fontannach usytuowanych w śródmieściu Bydgoszczy. Analizę mikrobiologiczną, obejmującą oznaczenie liczebności bakterii psychrofilnych i mezofilnych oraz bakterii wskaźnikowych stanu sanitarnego, wykonano według Polskich Norm. W badanych wodach stwierdzono obecność wszystkich omawianych grup bakterii. Największą ich liczebność notowano w fontannie zlokalizowanej na Starym Rynku „Dzieci bawiące się z gęsią”. Biorąc pod uwagę liczebność bakterii psychro- i mezofilnych oraz bakterii grupy coli, najczystsza była woda z fontanny przy Filharmonii Pomorskiej. Najmniejszą liczbę bakterii *Escherichia coli* i enterokoków kałowych odnotowano w wodzie z fontanny „Potop”, znajdującej się w Parku Kazimierza Wielkiego. Przeprowadzone analizy wykazały, że największy wpływ na liczebność bakterii miała pora roku, a największe skażenie bakteriologiczne odnotowano w sezonie letnim.

Słowa kluczowe: bakterie wskaźnikowe, fontanny miejskie, zagrożenie epidemiologiczne

WSTĘP

Fontanny uznawane są za element architektury, które służą wyłącznie ozdobie jako obiekt urozmaicający oraz wzbogacający krajobraz parków miejskich, starówek miast, a także przyjemniający wypoczynek ludziom odwiedzającym i spędza-

Do cytowania For citation: Małeczka-Adamowicz M., Kubera Ł. 2017. Jakość mikrobiologiczna wód fontann miejskich zlokalizowanych na terenie Bydgoszczy. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 2 (58) s. 139–147.

jącym wolny czas na powietrzu. W upalne, słoneczne dni fontanny stanowią również miejsce przebywania i wodopoju dla zwierząt, głównie ptaków i psów, oraz są wykorzystywane przez ludzi do ochłodzenia się jako kąpieliska [BURKOWSKA-BUT i in. 2013]. Podstawową jednak funkcją współczesnych fontann jest stworzenie korzystnych efektów wizualnych, architektonicznych i krajobrazowych środowiska miejskiego [MICHĄLKIEWICZ, SZUMIGAŁA 2014]. Niestety, często można spotkać fontanny z mętną, brudną lub zielonkawą wodą, a także o brudnych i skorodowanych okładzinach. Zamknięty obieg wody w fontannach sprzyja namnażaniu się drobnoustrojów. Zanieczyszczenie wody może nastąpić również na skutek zaśmiecania zbiorników, np. resztkami jedzenia. Do pogorszenia stanu sanitarnego wody przyczyniają się także spływy wody deszczowej, które niosą ze sobą bakterie wymywane z atmosfery lub z tras komunikacyjnych. Za typowe mikroorganizmy wskaźnikowe stanu sanitarnego wód uważa się: bakterie grupy coli, bakterie grupy coli typu kałowego i enterokoki kałowe [LÓPEZ-PILA, SZEZYK 2000; NOBLE i in. 2003], które w wodach fontann są często wykrywane. Od lat wskaźniki sanitarne spełniają swoją rolę ostrzegawczą przed zakażeniami, ponieważ istnieje istotna zależność między liczebnością bakterii wskaźnikowych w wodzie a ilością mikroorganizmów chorobotwórczych [SMYŁA i in. 2003].

Bakterie chorobotwórcze, takie jak bakterie z grupy coli, *Escherichia coli*, paciorkowce kałowe (w tym *Enterococcus faecalis*), *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella* spp. oraz *Shigella* spp. mogą być obecne w wodzie fontann, które pozbawione są systemu odkażania wody [GRZYB i in. 2014]. Ponadto fontanny mogą być potencjalnym źródłem mykoinfekcji, ponieważ stanowią rezerwuuar grzybów drożdżoidalnych, spośród których ponad 44% to gatunki potencjalnie chorobotwórcze [BIEDUNKIEWICZ 2009]. Brak regulacji prawnych sprawia, że nie istnieją normalizujące kryteria mikrobiologiczne, jakie musi spełniać woda w fontannach [BURKOWSKA-BUT i in. 2013].

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

OBIEKT BADAŃ

Badania przeprowadzono na terenie Bydgoszczy, a obiektami badawczymi były 4 fontanny stacjonarne, których wspólnymi cechami było posiadanie wodotrysku i zamkniętego obiegu wody (tab. 1) oraz usytuowanie w Śródmieściu w okolicy Starego Rynku.

Utworzono następujące stanowiska badawcze:

- stanowisko I – fontanna „Potop” w Parku Kazimierza Wielkiego,
- stanowisko II – fontanna przy Filharmonii Pomorskiej w Parku Jana Kochanowskiego,
- stanowisko III – fontanna w Parku Wincentego Witosa,
- stanowisko IV – fontanna „Dzieci bawiące się z gęsią” na Starym Rynku.

Poboru prób wody do analiz mikrobiologicznych dokonywano w trzech terminach: wiosną (18.05.2015 r.), latem (01.07.2015 r.) i jesienią (5.10.2015 r.). Każdorazowo wodę do analiz pobierano w godzinach wczesnoporannych na ok. 2–3 godziny przed wykonaniem analiz w laboratorium. Pobór próbek wody odbywał się za pomocą pobieraka ze strumienia wodotrysku każdej z fontann do jałowych pojemników o pojemności 1000 cm³. Pobraną wodę przechowywano w lodówce w temperaturze ok. 4°C, aż do rozpoczęcia analizy mikrobiologicznej.

Tabela 1. Charakterystyka badanych fontann

Table 1. Characteristic of studied fountains

Stanowisko badawcze i położenie Site and location	Powierzchnia tafli wody The water surface area m ²	Uwagi dodatkowe Remarks
I – fontanna „Potop” w Parku Kazimierza Wielkiego I – “Potop” fountain in Kazimierz Wielki Park	109	dno z piaskowca, głębokość 0,2 m, wodopój gołębi sandstone bottom, depth of 0.2 m, watering place for pigeons
II – fontanna przy Filharmonii Pomorskiej w Parku Jana Kochanowskiego II – fountain near the Pomeranian Philharmonic in Jan Kochanowski Park	272	dno wyłożone płytkami ceramicznymi, głębokość 0,4 m, wodopój gołębi i psów tiled bottom, depth of 0.4 m, watering place for dogs and pigeons
III – fontanna w Parku Wincentego Witosa III – fountain in Wincenty Witos Park	255	betonowe dno, głębokość do 0,5 m, wodopój gołębi i psów concrete bottom, depth up to 0.5 m, watering place for dogs and pigeons
IV – fontanna „Dzieci bawiące się z gęsią” na Starym Rynku IV – “Dzieci bawiące się z gęsią” fountain in the Old Market Square	górną misa – 2,1 upper bowl – 2.1 dolną misa – 9,0 lower bowl – 9.0	wapienne dno, głębokość 0,2 m limestone bottom, depth of 0.2 m

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE

Analiza sanitarna wód z fontann obejmowała:

- oznaczenie ogólnej liczby bakterii heterotroficznych zdolnych do wzrostu w temperaturze 22°C i 37°C na agarze odżywczym, według Polskiej Normy PN-EN ISO 8199:2010;
- oznaczenie liczebności bakterii z grupy coli i *Escherichia coli* metodą filtrów membranowych na podłożu agarowym chromogennym (CCA), według standardów ISO 9308-1 : 2014 -12;
- oznaczenie liczebności enterokoków kałowych metodą filtrów membranowych, według Polskiej Normy PN-en ISO 7899-2: 2004 na podłożu Slanetza i Bartley.

ANALIZY STATYSTYCZNE

W celu statystycznego opracowania otrzymanych wyników wykorzystano program Statistica wersja 12. Analizę różnic między grupami danych przeprowadzono na podstawie nieparametrycznego testu ANOVA rang Kruskala–Wallisa. Przeprowadzony test Tukeya z grupy testów post-hoc, pozwolił również na określenie różnic wewnątrzgrupowych. Testy statystyczne prowadzono na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że najmniejszą średnią liczbę bakterii psychrofilnych odnotowano w wodzie z fontann zlokalizowanych w Parku Wincentego Witosa (stanowisko III) oraz w Parku Jana Kochanowskiego przy Filharmonii Pomorskiej (stanowisko II), liczebność bakterii zdolnych do wzrostu w 22°C była bowiem bardzo zbliżona i wynosiła odpowiednio $5,8 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³ i $6,0 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³. W wodzie ze stanowiska II (fontanna przy Filharmonii Pomorskiej) odnotowano dodatkowo najmniejszą średnią liczebność bakterii mezofilnych – $2,4 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³. Maksymalne wartości dla obu grup bakterii heterotroficznych zostały stwierdzone w wodzie ze stanowiska IV (fontanna na Starym Rynku), gdzie średnia liczebność dla bakterii psychrofilnych wynosiła $30,1 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³, a dla bakterii mezofilnych – $20,6 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³ (tab. 2).

Tabela 2. Liczebność bakterii psychro- i mezofilnych oraz bakterii wskaźnikowych stanu sanitarnego w wodzie fontann na poszczególnych stanowiskach badawczych

Table 2. The number of psychrophilic, mesophilic, and indicator bacteria at all sampling sites

Stanowiska badawcze Site	Bakterie psychrofilne Psychrophilic bacteria	Bakterie mezofilne Mesophilic bacteria	Bakterie grupy coli Coliform bacteria	<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki kałowe Faecal enterococci
	jtk $10^2 \cdot \text{cm}^{-3}$	cfu $\cdot 10^2 \cdot \text{cm}^{-3}$	jtk $\cdot 100 \text{ cm}^{-3}$ cfu $\cdot 100 \text{ cm}^{-3}$		
<i>M</i> ± <i>SD</i> (przedział range)					
I	9,9±16,5 (0,1–29)	12,1±19,8 (0,5–35,0)	127±212 (0–372)	7±8 (0–16)	0±1 (0–1)
II	6,0±7,7 (0,8–14,9)	2,4±1,6 (0,5–3,2)	40±36 (4–76)	25±26 (3–54)	0±1 (0–1)
III	5,8±2,9 (2,5–7,6)	13,6±14,5 (4,4–30,3)	266±118 (130–336)	67±14 (52–80)	27±16 (11–43)
IV	30,1±38,8 (0,1–73,9)	20,6±18,7 (2,4–39,7)	874±1197 (8–2240)	210±233 (0–460)	500±736 (0–1345)

Objaśnienia: *M* = średnia, *SD* = odchylenie standardowe. Explanations: *M* = mean, *SD* = standard deviation.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Na wielkość populacji bakterii w środowiskach naturalnych znaczący wpływ mają czynniki panujące w poszczególnych porach roku [FRĄCZEK i in. 2015].

W badaniu zależności występowania bakterii heterotroficznych od sezonu badawczego najmniejsze średnie liczebności dla bakterii psychrofilnych i mezofilnych odnotowano jesienią, odpowiednio $1,4 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³ i $2,0 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³. Małe liczebności bakterii heterotroficznych w tym okresie badawczym można tłumaczyć zakończeniem sezonu funkcjonowania fontann, podczas którego dokonuje się konserwacji i czyszczenia tych obiektów. Największe wartości dla obu grup bakterii stwierdzono w sezonie letnim, tj. bakterie psychrofilne – $31,3 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³, bakterie mezofilne – $27,1 \cdot 10^2$ jtk·cm⁻³ (tab. 3).

Tabela 3. Liczebność bakterii psychro- i mezofilnych oraz bakterii wskaźnikowych stanu sanitarnego w wodzie bydgoskich fontann w zależności od sezonu badawczego

Table 3. The number of psychrophilic, mesophilic, and indicator bacteria in different seasons

Data poboru prób Date of sampling	Bakterie psychrofilne Psychrophilic bacteria	Bakterie mezofilne Mesophilic bacteria	Bakterie grupy coli Coliform bacteria	<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki kałowe Faecal enterococci
	jtk 10 ² ·cm ⁻³	cfu·10 ² ·cm ⁻³	jtk·100 cm ⁻³ cfu·100 cm ⁻³		
	<i>M</i> ± <i>SD</i> (przedział range)				
18.05.2015	6,1±7,5 (0,1–16,3)	7,5±8,6 (0,5–35,0)	136±168 (0–374)	60±76 (0–170)	42±76 (0–156)
01.07.2015	31,3±29,7 (7,6–73,9)	27,1±16,3 (3,2–39,7)	756±998 (76–2240)	150±208 (16–460)	348±665 (1–1345)
05.10.2015	1,4±1,2 (0,1–2,5)	2,0±1,8 (0,5–4,3)	88±163 (4–332)	22±39 (0–80)	7±14 (0–28)

Objaśnienia: *M* – średnia, *SD* – odchylenie standardowe. Explanations: *M* – mean, *SD* – standard deviation.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Podobne wartości liczby bakterii heterotroficznych odnotowała BURKOWSKA-BUT i in. [2013] w wodzie z fontann znajdujących się na terenie Torunia, gdzie liczba bakterii zdolnych do wzrostu w 22°C mieściła się w przedziale 10–4900 jtk·cm⁻³, zaś bakterii zdolnych do wzrostu w temperaturze 37°C – 5–1520 jtk·cm⁻³. Zdecydowanie bardziej zanieczyszczoną wodę notował GRZYB i in. [2014] w fontannach miejskich Krakowa, gdzie maksymalna liczebność bakterii psychrofilnych wynosiła $8,8 \cdot 10^4$ jtk·cm⁻³, a mezofilnych $5,0 \cdot 10^4$ jtk·cm⁻³.

W przypadku bakterii wskaźnikowych największe ich średnie liczebności notowano na stanowisku IV (fontanna na Starym Rynku), tj. bakterie z grupy coli – 874 jtk·100 cm⁻³, *E. coli* – 210 jtk·100 cm⁻³ i enterokoki kałowe – 500 jtk·100 cm⁻³ (tab. 2). Znaczący wpływ na wyniki analiz wody z niniejszej fontanny miał pobór letni, notowano wówczas maksimum liczebności wszystkich omawianych grup mikroorganizmów (tab. 3). Mogło być to spowodowane bardzo złym stanem prób-

ki wody, która charakteryzowała się dużym zmętnieniem, obecnością zanieczyszczeń (w postaci m.in. liści, resztek jedzenia), a także zapachem zgnilizny. Najmniejszą średnią liczbę bakterii grupy coli i *E. coli* stwierdzono na stanowisku II (fontanna przy Filharmonii Pomorskiej) i wynosiła ona odpowiednio $40 \text{ jtk} \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$ i $25 \text{ jtk} \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$. Enterokoki kałowe najmniej liczne były w wodzie na stanowisku I (fontanna „Potop” w Parku Kazimierza Wielkiego) i II (fontanna przy Filharmonii Pomorskiej), gdzie odnotowano najmniejszą średnią ich liczbę, tj. $0,34 \text{ jtk} \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$. Na podstawie obecności bakterii grupy coli i *E. coli* w badanej wodzie można stwierdzić nie tylko obecność zanieczyszczeń pochodzenia fekalnego, ale również możliwość potencjalnego występowania bakterii chorobotwórczych [BURKOWSKA-BUT i in. 2013]. Z danych literaturowych wynika, że liczebność bakterii wskaźnikowych stanu sanitarnego wód w fontannach zlokalizowanych na terenie różnych miast, tj. Krakowa [GRZYB i in. 2014], Torunia [BURKOWSKA-BUT i in. 2013] i Porto [FLORES i in. 2013] znacznie przewyższała wartości uzyskane na terenie Bydgoszczy. Odmiennie wyniki odnotowali HEERAH i NEETOO [2016], badając dekoracyjne fontanny na Mauritius, w których nie stwierdzili obecności wskaźników fekalnych *E. coli* i *Enterococcus faecalis*.

Wykonane analizy statystyczne wykazały, że na uzyskany wynik ogólnej liczby bakterii heterotroficznych istotny wpływ miała pora roku. Różnicę wewnątrzgrupową z użyciem testów post-hoc wykazano między letnim a jesiennym sezonem badawczym ($p < 0,01$). Taki sam efekt uzyskano w przypadku statystycznej analizy liczebności bakterii wskaźnikowych, która wykazała jedynie nieco niższy poziom istotności, gdzie $p < 0,05$. Nie wykazano natomiast istotnych różnic w liczebności między analizowanymi grupami bakterii heterotroficznych i wskaźnikowych.

W Polsce obecnie nie istnieją regulacje prawne, które normalizowałyby kryteria mikrobiologiczne, jakie musi spełniać woda w fontannach.

W przypadku traktowania wód badanych fontann jako wody w kąpieliskach, woda znajdująca się w nich musiałaby spełniać wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpieli [Rozporządzenie MZ 2011]. W odniesieniu do wartości dopuszczalnych stwierdzono, że wody w bydgoskich fontannach zanieczyszczone były bakteriami z grupy coli oraz enterokokami kałowymi i w obu przypadkach woda przekraczała stosowne wymagania dla 8% wyników. W przypadku liczebności *E. coli* nie odnotowano przekroczenia wskazanych norm (tab. 4). W badaniach prowadzonych przez GRZYBA i in. [2014] również nie wykryto bakterii *E. coli*, a liczebność pozostałych bakterii wskaźnikowych kształtowała się na zbliżonym poziomie. W fontannach toruńskich, według badań BUT-BURKOWSKIEJ i in. [2013], liczba bakterii wskaźnikowych również tylko w nieznacznym stopniu przekraczała kryteria dla wody wykorzystywanej jako kąpielisko.

Tabela 4. Udział procentowy wyników z fontann miejskich wskazujących przekroczenie dopuszczalnych wartości poszczególnych grup drobnoustrojów na podstawie kryteriów charakterystycznych dla kąpielisk

Table 4. Percentage of measurements from urban fountains that results exceeded limit values for examined groups of microorganisms based on bathing water quality standards

Grupa bakterii	Bacteria's group	Wyniki przekraczające wartości dopuszczalne, % Results exceeded limit, %
Bakterie grupy coli	Coliform bacteria	8
<i>Escherichia coli</i>		0
Enterokoki kałowe	Faecal enterococci	8

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że najbardziej zanieczyszczona była woda z fontanny zlokalizowanej na Starym Rynku (stanowisko IV), gdzie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych wartości poszczególnych grup drobnoustrojów dla 22% wyników. Na pozostałych stanowiskach woda traktowana jako woda w kąpielisku spełniała wszystkie stosowne kryteria mikrobiologiczne (tab. 5).

Tabela 5. Udział procentowy wyników na poszczególnych stanowiskach badawczych z fontann miejskich wskazujących przekroczenie dopuszczalnych wartości drobnoustrojów dla wód z kąpielisk zgodnie z Rozporządzeniem MZ... [2011]

Table 5. Percentage of results at all sampling sites from urban fountains that exceeded limit values of microorganisms for bathing water in accordance with regulation [Rozporządzenie MZ... 2011]

Stanowisko badawcze	Site	Wyniki przekraczające wartości dopuszczalne, % Results exceeded limit, %
	I	0
	II	0
	III	0
	IV	22

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Woda w fontannach nie jest regularnie badana pod względem mikrobiologicznym przez żadne służby i organy państwowe, a zły stan wody z fontann może stanowić potencjalne źródło występowania licznych infekcji u ludzi [MICHAŁKIEWICZ, SZUMIGAŁA 2014], dlatego też nie powinna być ona wykorzystywana do kąpieli, ani tym bardziej jako woda do picia [GRZYB i in. 2014]. W Polsce istnieje zakaz kąpieli w fontannach miejskich, jednak przy żadnej z badanych fontann nie było informacji na ten temat. Brak wyraźnego oznakowania powoduje, że ludzie pozbawieni świadomości zagrożenia, jakie wiąże się z kąpielą w fontannie, w upalne dni nie szcędzą sobie takiego rodzaju ochłodzenia organizmu. Fontanny powinny być zatem uważnie monitorowane pod kątem obecności mikroorgani-

zmów chorobotwórczych, a zakaz kąpieli w fontannach powinien być bardziej rygorystycznie egzekwowany w celu zapobiegania możliwości rozwoju infekcji [FRAK, NESTOROWICZ 2009].

PODSUMOWANIE

Wyniki badań mikrobiologicznych wód bydgoskich fontann wskazują na zróżnicowany stopień ich zanieczyszczenia w zależności od stanowiska oraz pory roku.

Uzyskane wyniki sugerują zasadność wykorzystywania bakterii jako biologicznych wskaźników czystości wód. Istnieje konieczność wprowadzenia okresowego monitoringu w badaniach dopuszczających wody do użytku publicznego, np. w celach rekreacyjnych, aby uniknąć potencjalnego zagrożenia epidemiologicznego.

Podziękowanie

Pragnę podziękować Pani mgr Judycie Ostrowskiej za pomoc w przeprowadzeniu analiz laboratoryjnych.

Praca została sfinansowana ze środków budżetowych na naukę.

BIBLIOGRAFIA

- BIEDUNKIEWICZ A. 2009. Mikrogrzyby fontann miejskich w monitoringu środowiskowym – zagrożenie epidemiologiczne [Microfungi of municipal fountains in environment al monitoring – an epidemiological threat]. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. Nr 41 s.163–171.
- BURKOWSKA-BUT A., SWIONTEK BRZEZINSKA M., WALCZAK M. 2013. Microbiological contamination of water in fountains located in the city of Toruń, Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. No 4 s. 645–648.
- FLORES C.E., LOUREIRO L., BESSA L.J., MARTINS DA COSTA P. 2013. Presence of multidrug-resistant *E. coli*, *Enterococcus* spp. and *Salmonella* spp. in lakes and fountains of Porto, Portugal. *Journal of Water Resource and Protection*. No 5 s. 1117–1126.
- FRAŃCZEK K., GRZYB J., CHMIEL M.J. 2015. Ocena zagrożenia bakteriologicznego w wodach powierzchniowych w rejonie eksploatowanego składowiska odpadów komunalnych [The evaluation of bacteriological hazard in surface waters near the operating municipal landfill site]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 15. Z. 1. (49) s. 37–45.
- FRAK M., NESTOROWICZ A. 2009. Ocena stanu sanitarnego wybranych zbiorników wodnych parków miejskich Warszawy [Sanitary assesment of selected water reservoir's in Warsaw parks]. *Przeгляд Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. Nr 44 s. 3–10.
- GRZYB J., FRAŚ R., FRAŃCZEK K. 2014. Stan mikrobiologiczny wód z krakowskich fontann [Microbiological quality of water from mountains of Krakow]. *Proceedings of ECOpole*. Vol. 8(2) s. 505–511.
- HEERAH S., NEETOO H. 2016. Microbiological safety and physic-chemical quality of fountain and public shower water of Mauritius. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. No 2 s. 161–172

- LÓPEZ-PILA J.M., SZEWZYK R. 2000. Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. *Water Research*. No 17 s. 4195–4200.
- MICHAŁKIEWICZ M., SZUMIGAŁA A. 2014. Fontanny – potencjalnie niebezpieczny element architektury miejskiej [Fountains, a potentially dangerous element of urban architecture]. *Technologia Wody*. Nr 6 (38) s. 83–91.
- NOBLE R.T., MOORE D.F., LEECASTER M.K., MCGEE C.D., WEISBERG S.B. 2003. Comparison of total coliform, fecal coliform and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Research*. No 37 s. 1637–1643.
- PN-EN ISO 7899-2:2004. Jakość wody – Wykrywanie i oznaczanie ilościowe enterokoków kałowych. Cz. 2. Metoda filtracji membranowej [Water quality – Detection and enumeration of intestinal enterococci. P. 2. Membrane filtration method].
- PN-EN ISO 8199:2010. Jakość wody – Ogólne wytyczne oznaczania liczby bakterii metodą hodowli [Water quality – General guidance on the enumeration of micro-organisms by culture].
- PN-EN ISO 9308-1:2014-12. Jakość wody – Oznaczanie ilościowe *Escherichia coli* i bakterii grupy coli. Cz. 1. Metoda filtracji membranowej do badania wód o małej ilości mikroflory towarzyszącej [Water quality – Enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria. P. 1. Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora].
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpiel. [Regulation of the Minister of Health of 8 April 2011 on the monitoring of the quality of bathing water]. *DZ.U.* 2011. Nr 86 poz. 478.
- SMYŁŁA A., PIOTRKOWSKA-SEGET Z., TYFLEWSKA A. 2003. Pathogenic bacteria hazard in surface water. *AUNC. Limnological Papers*. No 23 s. 159–169.

Marta MAŁECKA-ADAMOWICZ, Łukasz KUBERA

MICROBIAL QUALITY OF WATER IN THE FOUNTAINS IN BYDGOSZCZ, POLAND

Key words: city fountains, epidemiologic risk, indicator bacteria

S u m m a r y

Fountains, whose primary function is to decorate parks, squares and gardens, are frequently used by animals as a source of drinking water and by people as bathing facilities. Sharing water with animals promotes transmission of microbial pathogens and leads to an increase in water-related diseases. This study was aimed at evaluating microbial contamination of water in Bydgoszcz fountains. Microbiological analysis (based on Polish standards) were conducted to determine the number of psychrophilic and mesophilic bacteria as well as the number of bacteria used as indicators of sanitary conditions. Water samples contained bacteria from all tested groups. The highest numbers were recorded in the fountain in the Old Market Square (“Dzieci bawiące się z gęsią” fountain). The lowest numbers of psychrophilic, mesophilic, and coliform bacteria were found in the fountain near the Pomeranian Philharmonic. The lowest numbers of *Escherichia coli* and faecal enterococci were recorded in the “Potop” fountain in Kazimierz Wielki Park. The results indicate that the number of bacteria depended mainly on the sampling date; the highest bacterial contamination was noted in summer.

Adres do korespondencji: dr Marta Małecka-Adamowicz, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Mikrobiologii, al. Powstańców Wielkopolskich 10, 85-090 Bydgoszcz; tel. 52 37-67-925, e-mail: marmal@ukw.edu.pl