

RENATA MATUSZEWSKA

PIERWOTNIAKI PASOŻYTNICZE Z RODZAJU *CRYPTOSPORIDIUM*  
I *GIARDIA*. CZĘŚĆ I. WYSTĘPOWANIE W ŚRODOWISKU WODNYM  
I ZAGROŻENIA ZDROWOTNE.

PROTOZOAN PATHOGENS OF GENUS *CRYPTOSPORIDIUM* AND *GIARDIA* PART  
I.: OCCURRENCE IN WATER ENVIRONMENT AND HEALTH RISK

Zakład Higieny Komunalnej  
Państwowy Zakład Higieny  
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24  
Kierownik: dr J. Świątczak

*W pracy przedstawiono problematykę zagrożenia zdrowotnego związanego z występowaniem pierwotniaków pasożytniczych z rodzaju *Cryptosporidium* i *Giardia* w środowisku wodnym.*

**Słowa kluczowe:** pierwotniaki pasożytnicze, *Cryptosporidium*, *Giardia*, woda, ryzyko zdrowotne

**Keywords:** protozoan pathogens, *Cryptosporidium*, *Giardia*, water, health risk

Pierwotniaki pasożytnicze to jednokomórkowe organizmy zwierzęce, których liczne gatunki są izolowane z wód naturalnych, gleby oraz żywności i powierzchni zanieczyszczonych odchodami zwierząt i ludzi zarażonych tymi pierwotniakami [30]. W obrębie pierwotniaków pasożytniczych jednym z poważniejszych zagrożeń zdrowotnych dla człowieka są pierwotniaki jelitowe z rodzaju *Cryptosporidium* i *Giardia*. *Cryptosporidium* po raz pierwszy zostało opisane w 1907 roku, a zidentyfikowane jako czynnik etiologiczny zachorowań u ludzi w 1976 roku [18, 21, 27, 32]. *Giardia intestinalis* początkowo była nazwana przez Lambl'a w 1859 jako *Cercomonas intestinalis*, dopiero w 1915 Stiles zmienił nazwę na *Giardia lamblia*, jakkolwiek niektórzy badacze uważają, że nazwa *Giardia intestinalis* jest bardziej poprawna [15, 31]. W latach 90-tych XX wieku w krajach Europy Zachodniej zaczęto wskazywać na potrzebę oznaczania obecności pierwotniaków pasożytniczych w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi ze względu na ich znaczenie epidemiologiczne oraz możliwość zastosowania w kontroli jakości wody obok mikroorganizmów wskaźnikowych.

Występowanie *Cryptosporidium* i *Giardia* w środowisku wodnym

Pierwotniaki z rodzaju *Cryptosporidium* należą do kokcydiów i są organizmami powszechnie występującymi w środowisku naturalnym, w glebie oraz wodach powierzchniowych (jeziora, rzeki), zanieczyszczonych odchodami pochodzenia zwierzęcego i ludzkiego [2].

W ściekach wykrywano oocysty *Cryptosporidium* w zakresie od 3,3 do 20000 oocyst/ litr, w wodach powierzchniowych zanieczyszczonych ściekami pochodzenia rolniczego 0,006-2,5/litr, a w wodach rekreacyjnych 0,66-500/litr, w wodzie przeznaczonej do spożycia 0,006-4,8 /litr [24, 27].

U ludzi *Cryptosporidium* występuje najczęściej w jelicie cienkim. Kryptosporidia są obligatoryjnymi pasożytami atakującymi układ pokarmowy i oddechowy ludzi oraz zwierząt. Nosicielami tego pierwotniaka są m. innymi koty, psy, ptaki, gady i ryby [20].

Oocysty *Cryptosporidium* są bardzo odporne na niekorzystne warunki zewnętrzne i długo zachowują zdolność do życia np. w roztworze izotonicznym w temperaturze 4°C przeżywiają do 18 miesięcy [24, 27]. Badania nad wrażliwością oocyst *Cryptosporidium* na czynniki zewnętrzne wskazują, że mogą one przeżywać zamrażanie w temperaturze od -15 do -20°C [2].

*Giardia lamblia* jest wiciowcem występującym przede wszystkim w jelicie cienkim człowieka [20]. Postacie wegetatywne – trofozoity występują tylko w organizmie nosiciela. W niekorzystnych warunkach *G. lamblia* wykształca cysty, które wraz z odchodami wydalane są do środowiska. Cysty są bardzo odporne na czynniki środowiska, np. w wodzie w temperaturze 18°C mogą przeżywać do 3 miesięcy [14, 15].

### Źródła zarażenia

Odnotowywane epidemie wskazują, że źródłem zarażenia ludzi pierwotniakami pasożytniczymi z rodzaju *Cryptosporidium* i *Giardia* mogą być zwierzęta lub człowiek. Zarażenie może nastąpić w kontakcie bezpośrednim lub pośrednim poprzez:

- połknięcie/spożycie wody zanieczyszczonej pierwotniakami (m. innymi: wody do picia, wody w basenach rekreacyjnych, jacuzzi, fontanny, wody powierzchniowej)
- spożycie niedogotowanej skażonej żywności
- kontakt z przedmiotami, powierzchniami zanieczyszczonymi odchodami ludzi lub zwierząt zarażonych pierwotniakami pasożytniczymi
- kontakt z osobami zarażonymi.

Nie stwierdzono przypadków zarażenia poprzez krew [9, 27, 30, 31, 32]

### Cykl życiowy

Zarażony organizm wydala oocyty *Cryptosporidium*, które bezpośrednio mogą być przyczyną inwazji lub mogą pozostawać w środowisku przez bardzo długi czas nie tracąc zdolności do wywołania zachorowania [2, 5, 27]. Oocysty mają ściany odporne na niekorzystne czynniki chemiczne i fizyczne, które chronią w swym wnętrzu 4 sporozoity. Ściana oocyty ulega otwarciu pod wpływem temperatury organizmu infekowanego oraz działania kwasów żołądkowych i soli żółciowych. Cztery ruchliwe sporozoity są uwalniane bezpośrednio w układzie pokarmowym. Początkowo namnażają się wewnątrz komórek nabłonkowych na drodze podziałów schizogonicznych, a następnie wykształcają formy płciowe. W wyniku procesu płciowego powstaje zygota dojrzewająca w oocystę [2, 14, 15, 27]. Oocysty tych pierwotniaków są małe, wielkości od 4-6 µm. *Cryptosporidium* wytwarza dwa rodzaje oocyst cienkościenne, które mogą stanowić początek kolejnego cyklu namnażania w organizmie tego samego gospodarza oraz grubościenne, które z odchodami wydalane są do środowiska [2, 7, 27].

Trzy właściwości cyklu życiowego wpływają na wzmocnienie transmisji, zarażenia ludzi tymi pierwotniakami. Niektóre gatunki *Cryptosporidium* mogą być pasożytem zarówno zwierząt jak i ludzi, co ułatwia przenoszenie oocyst. Cykl życiowy tego pierwotniaka przebiega w całości u jednego nosiciela, a w trakcie tego cyklu wytwarzana jest ogromna ilość oocyst, które wydalane są z odchodami. Ponadto oocysty łatwo przeżywiają w trudnych warunkach środowiskowych [15, 24, 27, 32].

W cyklu życiowym *G. lamblia* występują dwie formy: wegetatywna oraz przetrwalnikowa. Postacie wegetatywne to dwujądrowe ruchliwe trofozoity, wielkość od 10 do 20  $\mu\text{m}$ , o kształcie przeciętej gruszki z tarczka przyssawkowa w części przedniej i 4 parami wici ułożonymi bocznie [7, 20, 27]. W niesprzyjających warunkach *G. lamblia* wykształca formę przetrwalnikową - eliptyczne cysty wielkości od 8 do 14  $\mu\text{m}$ , posiadające 2-4 jąder, otoczone grubą ścianką. Po ich spożyciu, pod wpływem kwasów żołądkowych, zostają uwolnione do dwunastnicy trofozoity. *Giardia* występują w początkowym odcinku jelita cienkiego człowieka (dwunastnica), a postacie przetrwalnikowe w dalszej części jelita cienkiego i w jelicie grubym. Niekiedy formy wegetatywne pasożytują na całej długości przewodu pokarmowego [14, 15].

**Patogeneza. Kliniczne objawy chorób wywoływanych przez *Cryptosporidium* i *Giardia***

Do połowy lat 90-tych XX wieku opisano kilka gatunków *Cryptosporidium* m.innymi *C. parvum*, *C. muris*, *C. felis*, *C. wrairi* – infekujące ssaki, *C. baileyi* i *C. meleagridis* wywołujące infekcje u ptaków, *C. serpentis* i *C. saurophilum* wywołujące infekcje u gadów i *C. natorum* u tropikalnych ryb. *C. parvum* i *C. hominis* są najważniejszymi gatunkami izolowanymi od chorych ludzi i związanymi z epidemiami wodozależnymi [17, 27].

Zachorowania wywołane przez pierwotniaki z rodzaju *Cryptosporidium* określane jest jako kryptosporydiozy. Zachorowania występują zarówno sporadycznie jak i epidemicznie. Pierwsze objawy choroby są widoczne w przeciągu 2 do 10 dni (średnio 7 dni od zarażenia) i mogą utrzymywać się do 2 tygodni [9, 27, 30]. Najczęściej obserwowane objawy kryptosporydiozy to: biegunka z obecnością śluzu w wodnistym kale, silne odwodnienie organizmu, upośledzenie wchłaniania substancji pokarmów i spadek masy ciała, kurczowe bóle brzucha, gorączka, nudności i wymioty.

U osób zarażonych nie zawsze występują wszystkie wymienione symptomy, co jest związane z intensywnością inwazji i wrażliwością ustroju osoby zarażonej. Pierwotniaki pasożytują najczęściej w układzie pokarmowym (jelita) i są wydalane poza organizm wraz z odchodami. Czasami atakują pozajelitowe rejony organizmu między innymi układ oddechowy. Odnotowane przypadki przenoszenia się zarażenia od osób chorych na zdrowe, wskazują na fakt, że ta kokcydioza jest chorobą zaraźliwą [9, 30]. Spośród rejestrowanych zachorowań większość wywołanych jest przez gatunek *C. parvum* i *C. hominis* (dawniej określane jako *C. parvum* anthroponotic genotyp lub genotyp 1), część zachorowań może być spowodowanych przez *C. felis*, *C. meleagridis*, *C. canis*, oraz sporadycznie *C. andersoni*. *C. muris* [27, 30]. Wyniki badań w Australii i Północnej Ameryce wskazują, że *C. hominis* jest najczęściej występującym czynnikiem etiologicznym zachorowań u ludzi, podczas gdy badania w Europie wskazują na gatunek *C. parvum*. Przyczyna tych rozbieżności nie jest jasna. Ostatnie badania w Wielkiej Brytanii wykazały, że w 50% badanych próbek odchodów osób zakażonych *Cryptosporidium* wykrywane były te pierwotniaki, w 45% zidentyfikowano gatunek

*C. parvum*, 4% niezidentyfikowano, 0,6% oznaczono jako *C. meleagridis* [27]. Taksonomia *Cryptosporidium* oparta jest głównie o badania molekularne, które wciąż dostarczają nowych informacji o tych organizmach.

*G. lamblia* jest przyczyną ostrych biegunek, bóli brzucha, a także wywołuje utratę masy ciała oraz poczucie zmęczenia [27, 31]. Podobnie jak w przypadku zarażeń *Cryptosporidium* nie zawsze odnotowywane są wszystkie charakterystyczne objawy. Objawy choroby obserwowane są od 1 do 2 tygodni od chwili zarażenia i widoczne są nawet do 6 tygodni [31]. Najważniejszym gatunkiem chorobotwórczym jest to *G. lamblia* (synonimy tej nazwy to: *G. intestinalis*, *G. duodenalis*) - izolowana od ludzi, psów, kotów, zajęcy. Inne gatunki takie jak *G. muris*, *G. bowis* – bydło, *G. caprae* – owce, *G. canis* – psy, mają mniejsze znaczenie w przypadku zarażeń ludzi.

Najbardziej narażoną grupą na zakażenia pierwotniakami z rodzaju *Giardia* i *Cryptosporidium* są:

- dzieci w wieku od 1-5 lat
- osoby zajmujące się opieką nad dziećmi (rodzice mający kontakt z chorymi dziećmi, osoby zatrudnione w żłobkach, przedszkolach, opiekunki)
- osoby często podróżujące zagranicę
- osoby czynnie uprawiające sporty wodne oraz turystykę
- osoby z obniżoną odpornością, chore na AIDS, nowotwory, po chemioterapii [9, 30, 32]

*Cryptosporidium* jest głównym czynnikiem wywołującym biegunki u pacjentów o obniżonej odporności, między innymi chorujących na AIDS [9, 30].

Dawka inwazyjna w przypadku *Cryptosporidium* może być nieduża i dla zdrowych osób wynosi 10-30 oocyst, przy czym prawdopodobieństwo inwazji szacowane jest na ok.20% [7, 9, 24, 27]. Niektórzy badacze, w oparciu o modele matematyczne sugerują, że w szczególnych przypadkach zachorowanie może wywołać nawet spożycie tylko 1 oocysty. Średnia dawka infekcyjna  $ID_{50}$  oznaczona dla *C. parvum* wynosi 132 oocysty [2, 32]. Według danych WHO, dla dawki wynoszącej 1000 oocyst *Cryptosporidium* lub 10 cyst *Giardia*, prawdopodobieństwo inwazji wynosi 100% [7, 27].

U osób chorych na kryptosporydiozę wykrywana liczba oocyst w wydalonym kale w ciągu dnia wynosiła nawet  $10^9$ , u osób, u których nie widoczne były już objawy infekcji  $<15$ , podobne ilości cyst uzyskiwano w badaniach osób chorych na giardiozę [9].

Kryptosporydiozę i giardiozę diagnozuje się w oparciu o badania próbek kału. Lekiem stosowanym, w przypadku zarażeń *Cryptosporidium*, u osób z prawidłowo funkcjonującym systemem immunologicznym jest nitazoxanid, który zalecany jest również dla dzieci zarażonych pierwotniakami z rodzaju *Giardia* [9, 30, 31]. W przypadku zakażeń *Cryptosporidium* w większości przypadków odnotowywano samowyleczenie. U osób z obniżoną odpornością stosowanie nitazoxaniidu nie daje tak szybkich efektów, a współdziałanie z lekami immunosupresyjnymi jest nie do końca poznane [30]. W przypadku giardiozy u osób dorosłych stosuje się metronidazol i tinidazol [31].

## Epidemie kryptosporydiozy i giardiozy

Pierwsze przypadki kryptosporydiozy zarejestrowano w 1976 roku [7, 27, 28]. W kale osób z objawami niemytu żołądkowo - jelitowego, pierwotniaki z rodzaju *Cryptosporidium* stanowiły większość izolowanych mikroorganizmów i były obecne w 1-4 % przypadków w Europie i Ameryce Północnej. Na pozostałych kontynentach były obecne w kale osób cho-

rych w 3-20% [14, 27]. W Stanach Zjednoczonych w 1993 roku (Milwaukee) odnotowano dużą epidemię kokcydiozy, w tym czasie odnotowano od 15 tys. do 400 tys. zachorowań, w tym 100 przypadków śmiertelnych – przede wszystkim były to osoby z niedoborami immunologicznymi [2, 13, 16, 32]. Przyczyną epidemii było zanieczyszczenie ujęcia wodnego na jeziorze Michigan ściekami komunalnymi. W USA w latach 1999-2001 odnotowano wzrost zachorowań od 2769 do 3787 w 2001 roku. W kolejnym roku zaobserwowano spadek liczby zachorowań do 3016 [9]. Największa liczba zarejestrowanych przypadków dotyczyła dzieci w wieku 1-9 lat oraz dorosłych w wieku 30-39 lat [9]. Częściej odnotowywano zachorowania u mężczyzn niż u kobiet, znaczna większość była rasy białej. W krajach rozwiniętych szczyt występowania zachorowań wywoływanych przez te pierwotniaki jest zazwyczaj odnotowywany w okresie późnego lata i wiosną [1, 14]. Wzrost zachorowań w tym okresie jest związany ze wzrostem aktywności, głównie w sportach wodnych [1].

Pierwsze doniesienia o epidemiach giardiozy miały miejsce w latach czterdziestych XX wieku. Do chwili obecnej opisano ponad 150 epidemii, głównie w USA, wśród małych społeczności i w regionach rekreacyjnych (Tabela I)

Tabela I. Epidemie wodne kryptosporydiozy i giardiozy w USA w latach 1993 – 2004

Table I. Cryptosporidiosis and giardiasis waterborne outbreaks in USA, 1993-2004

Rok	Źródło zakażenia	Liczba epidemii/liczba przypadków zachorowań	
		<i>C. parvum</i>	<i>G. intestinalis</i>
1993-1994	Woda przeznaczona do spożycia	5/ 403 246	5/ 385
	Woda rekreacyjna	6/ 663	4/ 141
1997-1998	Woda przeznaczona do spożycia	2/1432	4/159
	Woda rekreacyjna	9/ 538	-----
1999-2000	Woda przeznaczona do spożycia	1/5	6/5
	Woda rekreacyjna	14/ 1404	1/28
2001-2002	Woda przeznaczona do spożycia	1/10	3/18
	Woda rekreacyjna	11/1474	1/2
2003-2004	Woda przeznaczona do spożycia	2/ 1532 (populacja mieszana z innymi mikroorganizmami)	1/ 11 1/1450 (populacja mieszana z innymi mikroorganizmami)
	Woda rekreacyjna	11/ 1206	2/ 158

Pierwotniaki pasożytnicze z rodzaju *Cryptosporidium* i *Giardia* jako organizmy wskaźnikowe

Znaczenie wody przeznaczonej do spożycia jako źródła przenoszenia pierwotniaków pasożytniczych, jest dobrze udokumentowane i jak podają liczni autorzy, jest dość powszechne [1, 7, 11, 15, 27]. Według danych WHO, w wodzie przeznaczonej do spożycia, odsetek próbek gdzie wykrywano *Cryptosporidium* wahał się od 13,4% do 33,3% w USA, od 3,5% do 5% w Kanadzie, od 34% do 36,4% w Niemczech, od 3% do 37% w Wielkiej Brytanii [27]. Wytyczne WHO z 2006 roku wskazują na istotne znaczenie pierwotniaków pasożytniczych, jako organizmów, które mogą mieć zastosowanie w ocenie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, podobnie jak bakterie wskaźnikowe [15, 27, 28]. W niektórych krajach

podjęto badania mające na celu sprawdzenie czy istnieje korelacja między występowaniem bakterii wskaźnikowych (*Escherichia coli*, paciorkowce kałowe, *Clostridium perfringens*), a obecnością pierwotniaków pasożytniczych. Jednak uzyskane wyniki nie potwierdziły jednoznacznie, aby występowała korelacja między tymi organizmami [6, 8, 10].

Ze względu na fakt, że istnieje ścisła zależność pomiędzy zarażeniem a niedoskonałościami w zakresie procesów uzdatniania wody, organizmy te mogą służyć do oceny skuteczności tych procesów [2, 27]. Dezynfekcja chlorem zazwyczaj jest wystarczającą barierą chroniącą wodę przed mikroorganizmami patogennymi. W przypadku pierwotniaków pasożytniczych konieczne jest zastosowanie znacznie większych dawek środków dezynfekcyjnych niż w przypadku bakterii [10, 19, 22, 27]. Już przy zastosowanej dawce chloru 0,08 mg min/l w temp 1-2°C, pH 7, można uzyskać 99% redukcji ( $Ct_{99}$ ) większości form wegetatywnych bakterii, natomiast w przypadku pierwotniaków podobny efekt można osiągnąć dopiero, gdy dawka chloru zostanie zwiększona do 3,3 mg min/l. Przy czym jest ona tylko skuteczna w stosunku do *Giardia*, natomiast nie zabija *Cryptosporidium*. Również w przypadku zastosowania monochloraminy odnotowuje się podobną zależność. Zastosowanie tego środka dezynfekcyjnego w dawce 94 mg min/l w temp. 1-2°C, pH 7 powoduje redukcję 99% populacji form wegetatywnych bakterii, ale dopiero zwiększenie dawki do wartości 2550 mg min/l pozwala osiągnąć ten efekt w stosunku do pierwotniaków z rodzaju *Giardia*, przy czym monochloramina nie oddziałuje w tym stężeniu na *Cryptosporidium* [28]. Spośród stosowanych metod dezynfekcji, UV i ozonowanie wydaje się być bardziej skuteczne od związków chloru w stosunku do pierwotniaków pasożytniczych [27]. Dla inaktywacji 99% *Giardia* skuteczna dawka wynosi 59 mJ/cm<sup>2</sup>, a dla *Cryptosporidium* 10 mJ/cm<sup>2</sup>. Z kolei skuteczne dawki ozonu wynoszą odpowiednio 1,9 mg min/l i 40 mg min/l w temp. 1°C, przy pH 6-9. Dla porównania dawka  $Ct_{99}$  ozonu dla bakterii wynosi 0,02 mg min/l w temperaturze 5°C, pH 6-7 [19, 28]. Przy czym należy podkreślić, że nie tylko zastosowanie środków chemicznych, ale również konwencjonalne metody uzdatniania wody takie jak koagulacja, flokulacja, sedymentacja, filtracja nie zawsze mogą zapewnić, że woda przeznaczona do spożycia będzie wolna od pierwotniaków pasożytniczych z rodzaju *Cryptosporidium* i *Giardia*.

Na potrzebę wykonywania takich badań wskazuje również Dyrektywa UE 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [4]. Monitoring surowej i uzdatnionej wody przeznaczonej do spożycia w kierunku wykrywania obecności pierwotniaków pasożytniczych jest stosowany w niektórych krajach europejskich, między innymi w Wielkiej Brytanii, Włoszech, Niemczech, Hiszpanii [3, 16, 27]. Również w Polsce, Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi określają, że w przypadku wykrycia *Clostridium perfringens* (łącznie ze sporam) w badanych próbkach wody, wskazane jest wykonanie badań na oznaczenie obecności innych mikroorganizmów chorobotwórczych, w tym np. *Cryptosporidium* [23].

R. Matuszewska

PIERWOTNIAKI PASOŻYTNICZE Z RODZAJU *CRYPTOSPORIDIUM* I *GIARDIA*.  
CZEŚĆ I: WYSTĘPOWANIE W ŚRODOWISKU WODNYM I ZAGROŻENIA ZDROWOTNE.

Streszczenie

Zanieczyszczenie wody, a przede wszystkim wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, pierwotnikami pasożytniczymi z rodzaju *Cryptosporidium* i/lub *Giardia* może mieć poważne znaczenie zdrowotne. Pierwotniki te występują w jelitach ludzi lub zwierząt (chorych lub nosicieli). Wykrywane były zarówno w glebie, żywności, wodzie jak i na powierzchniach zanieczyszczonych odchodami zarażonych ludzi i zwierząt. W ostatnich latach zostały opisane liczne epidemie wywołane spożyciem wody zanieczyszczonej tymi pierwotnikami. Powszechność występowania tych organizmów w wodzie zanieczyszczonej kałem, niska skuteczność i oporność na konwencjonalne procesy uzdatniania i dezynfekcji, oraz niedoskonałość technik stosowanych do wykrywania i oznaczania oocyst i cyst pierwotników sprawia, że są one trudne do kontrolowania i skutecznego usuwania z wody przeznaczonej do spożycia.

R. Matuszewska

PROTOZOAN PATHOGENS OF GENUS *CRYPTOSPORIDIUM* AND *GIARDIA*.  
PART I. OCCURRENCE IN WATER ENVIRONMENT AND HEALTH RISK

Summary

Contamination of water, first of all drinking water, by protozoan pathogens from genus *Cryptosporidium* and/or *Giardia* can pose significant threat for public health. These pathogens live in the intestine of humans or animals (infected or carriers). There are found in soil, food, water or on surfaces that have been contaminated with infected human or animal feces. Numerous waterborne *Cryptosporidium* and *Giardia* outbreaks have been reported worldwide in the last few years. These outbreaks resulted from consumption of water contaminated by protozoan pathogens. Their potential prevalence in faecal polluted water supplies, resistance to conventional water treatment and low effective disinfection, as well as imperfection techniques of detection of oocysts and cysts presence necessitates the need for consistent and effective removal of these parasites from drinking water supply.

PIŚMIENNICTWO

1. Barwick R.S., Levy D.A., Craun G.F., Beach M.J., Calderon R.L.: Surveillance of waterborne disease outbreaks – United States 1997-1998. MMWR, 2000,49:1-35.
2. Carey C. M., Lee H., Trevors J.T: Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. Wat. Res. 2004, 38, p.818-862
3. Drury D.: Data analysis of the UK CryptoReg data. Presented at the Intern. *Cryptosporidium* and *Giardia*. Conf. Amsterdam, The Netherlands 2004.
4. Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3.11.1998 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. UE 15/t 4, 90-112
5. Fayer R., Speer C.A., Dubey J.P.: The general biology of *Cryptosporidium*. In: Fayer R.(ed). *Cryptosporidium* and cryptosporidiosis. CRC Press Boca Raton, Florida USA, 1997, p.1-42.
6. Francy D.S., Simmons O.D., Ware M.W., Granger E.J., Sobsey M.D., Schaefer F.W.: Effects of Seeding Procedures and Water Quality on Recovery of *Cryptosporidium* Oocysts from Stream Wa-

- ter by Using U.S. Environmental Protection Agency Method 1623. Appl. Environ. Microbiol. ,2004, Vol. 70, No. 7, 4118-4128,
7. Guidelines for drinking water quality. Addendum: Microbiological agents in drinking water. WHO ed. 2, 2002.
  8. Harwood V.J., Levine A.D., Scott T.M., Chivukula V., Lukasik J., Farrah S.R., Rose J.B.: Validity of the indicator organism paradigm for pathogen reduction in reclaimed water and public health protection. Appl. Environ. Microbiol. 2005, 71, 6, 3163 – 3170
  9. Hlavsa M.C., Watson J.C., Beach M.J.: Cryptosporidiosis surveillance –United States 1999-2002 and Giardiasis surveillance – United States 1998-2002, MMWR 2005, 54, No SS-1, p. 1-8.
  10. Horman A., Rimhanen-Finne R., Maunula L., Bonsdorff C.H., Torvela N., Heikinheimo A., Han-ninen M.L.: *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., Noroviruses and indicators organisms in surface water in Southwestern Finland 2000-2001 Appl. Environ. Microb. 2004, 70, 1, 87-95
  11. Hunter P.R. .Waterborne disease. Epidemiology and ecology. John Wiley & Sons, 1997, Chichester, UK.
  12. ISO 15553:2006. Water quality – Isolation and identification of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts from water
  13. Johnson A.M., Linden K., Ciociola K.M., De Leon R., Widmer D, Rochelle P.A.: UV Inactivation of *Cryptosporidium hominis* as Measured in Cell Culture. Appl. Environ. Microbiol., 2005, 71, 5, 2800-2802,
  14. Magdżik W., Naruszewicz-Lesiuk D., Zieliński A.: Choroby Zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka. α- medica press 2004.
  15. Marshall M.M., Naumovitz D., Ortega Y, Sterling Ch.R.: Waterborne Protozoan Pathogens. Clin. Microbiol.Rev.1997, 10, 1, 67-85.
  16. McCuin R.M., Clancy J.L.: Methods the recovery, isolation and detection of *Cryptosporidium* oocyst in wastewaters. J. Microb. Meth. 2005, 63, 73-88.
  17. McLaughlin J., Amar C., Pedrazza-Diaz S, Nichols G.L.: Molecular epidemiological analysis of *Cryptosporidium* spp. in the United Kingdom: results of genotyping *Cryptosporidium* spp. in 1705 faecal samples from humans and 105 faecal samples from livestock animals. J. Clin. Microbiol., 2000, 38, 3984-3990.
  18. Meisel J.L., Perera D.R., Meligro C., Rubin C.E.: Overwhelming watery diarrhea associated with a *Cryptosporidium* in an immunosuppressed patient. Gastroenterology, 1976, 70, 1156.
  19. Morita Sh., Namikoshi A., Hirata T, Ogum K., Katayama H., Ohgaki S., Motoyama N., Fujiwara M.: Efficacy of UV Irradiation in Inactivating *Cryptosporidium parvum* Oocysts. Appl. Environ. Microbiol., 2002, 68, 11, 5387-5393,.
  20. Niewiadomska K., Pojmanska T, Machnicka B., Czubaj A.: Zarys parazytologii ogólnej, PWN 2001.
  21. Nime F.A., Burck J.D., Page D.L., Holscher M.A., Yardley J.H.: Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium*. Gastroenterology, 1976, 70, 526.
  22. Quintero-Betancourt W, Gennaccaro A.L., Scott T.M., Rose J.B.: Assesment of methods for detection of infectious *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in reclaimed effluents. Appl. Environ. Microbiol. 2003, 69, 9, 5380-5388.
  23. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. Nr 61, poz. 417
  24. Smith H.V.: Environmental aspects of *Cryptosporidium* species: a review. J. Roy. Soc. Med.1990, 83 (10), 629-631.
  25. U.S. Environmental Protection Agency. 2001 Methods 1622: *Cryptosporidium* in water by filtration/IMS/FA
  26. U.S. Environmental Protection Agency. 2001 Methods 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in water by filtration/IMS/FA



27. WHO Guidelines for drinking water quality - *Cryptosporidium*, EHC *Cryptosporidium* Draft 2, 02 January 2006
28. WHO Guidelines for drinking water Quality. 1<sup>st</sup> addendum to 3<sup>rd</sup> ed. 2004, Vol.1
29. *Wohlsen T., Bates J., Gray B., Katouli M.*: evaluation of five membrane filtration methods for recovery of *Cryptosporidium* and *Giardia* isolates from water samples. *Appl. Environ. Microb.* 2004, 70, 4, 2318-2322
30. [www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/cryptosporidiosis/2004\\_PDF\\_cryptosporidiosis.pdf](http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/cryptosporidiosis/2004_PDF_cryptosporidiosis.pdf) Division of Parasitic Disease. *Cryptosporidium* infection. Cryptosporidiosis. Fact sheet for the general public CDC
31. [www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/giardiasis/2004\\_PDF\\_giardiasis.pdf](http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/giardiasis/2004_PDF_giardiasis.pdf) Division of Parasitic Disease. *Giardia* infection. Giardiasis. Fact sheet for the general public CDC
32. [www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/cryptosporidiosis/crypto\\_sources\\_of\\_infect.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/cryptosporidiosis/crypto_sources_of_infect.htm) *Juranek D.D.* Cryptosporidiosis: Sources of Infection and Guidelines for Prevention

Otrzymano: 12.02.2007 r.

