

JUSTYNA ZAMORSKA

Zakład Oczyszczania i Ochrony Wód
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
35-959 Rzeszów, ul. Powstańców W-wy 6
e-mail : jzamor@prz.edu. rzeszow.pl

ORGANIZMY PATOGENNE W OSADACH ŚCIEKOWYCH

Osady ściekowe są powszechnie stosowane jako nawóz. Takie stosowanie osadów stwarza potencjalną możliwość wprowadzenia mikroorganizmów patogennych do środowiska i stanowi potencjalne ryzyko dla ludzi i zwierząt. W artykule przedstawiono przegląd patogennych mikroorganizmów – wirusów, bakterii, grzybów i pasożytów (pierwotniaków i helmintów) w osadach ściekowych.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, organizmy patogene

I. WSTĘP

Obecność organizmów patogennych w osadach ściekowych jest jednym z istotnych elementów stwarzających zagrożenie sanitarne, który musi być brany pod uwagę przy rozważaniu dalszego sposobu postępowania z tym rodzajem odpadów.

Osady ściekowe poddane procesom przeróbki charakteryzują się dobrym składem chemicznym, korzystnymi własnościami glebotwórczymi i dobrym odwodnieniem. Jednakże obok tych pożądaných właściwości, osady ściekowe są zwykle zasiedlone przez liczne mikroorganizmy (wirusy, bakterie, grzyby, pierwotniaki, robaki pasożytnicze), niekiedy o charakterze chorobotwórczym. Największą liczbę mikroorganizmów spotyka się w ściekach bytowo-gospodarczych, gdzie dostają się wraz z wydalaminami i odchodami ludzi i zwierząt. To właśnie w tych ściekach znaczną część stanowią mikroorganizmy chorobotwórcze. Inną grupą ścieków, w których mogą występować liczne formy organizmów patogennych, są ścieki z przemysłu spożywczego oraz ścieki z rzeźni i garbarni (mikroorganizmy związane ze zwierzętami). Zaś szczególnie niebezpieczne pod względem mikrobiologicznym są ścieki pochodzące z oddziałów leczenia zamkniętego, szpitali i sanatoriów [11,13]. W procesach biologicznego oczyszczania ścieków następuje redukcja ilości patogenów, jednak dalsza ich przeróbka (odwodnianie) prowadzi do zwiększenia koncentracji. Celem pracy było zestawienie organizmów patogennych występujących w osadach ściekowych i przedstawienie zagrożenia wynikającego z ich obecności.

*Pracę recenzował: prof. nadzw. dr inż. Jan Krupa, WSIiZ w Rzeszowie

II. ORGANIZMY PATOGENNE W OSADACH ŚCIEKOWYCH

Wirusy

Dużą grupą mikroorganizmów występujących w osadach ściekowych są wirusy. Patogeny te mogą powodować infekcje przewodu pokarmowego, skóry, oczu, a także mogą być przyczyną zapalenia opon mózgowych oraz zapalenia mięśnia sercowego [9]. W okresie choroby są mieszkańcami przewodu pokarmowego i są wraz z kałem wydalane na zewnątrz. W ten sposób wirus wydany z kałem zakaża ścieki i wodę oraz zostaje przeniesiony na glebę, jarzyny, mleko, itp..

W środowisku wodnym największe znaczenie mają wirusy, które należą do grupy Enterowirusów. Do grupy tej zalicza się wirusy *Polio*, *Coxsackie* oraz wirusy *ECHO*. Najgroźniejsze z nich to wirusy *Polio*, wywołujące chorobę Heinego-Medina. W wyniku zakażenia wirusem *Polio* około 60 – 75% wszystkich przypadków kończy się trwałym kalectwem. Przeciwdziałanie szerzeniu się tej groźnej choroby polega na przestrzeganiu przepisów higieniczno – sanitarnych oraz szczepieniach ochronnych.

Wirusy *Coxsackie* zostały wykryte niedawno. Stanowią one dużą grupę wśród enterowirusów i wywołują różnego typu choroby zakaźne takie jak: wirusowe zapalenia gardła, aseptyczne zapalenie opon mózgowych, zapalenie mięśnia sercowego i różnego typu przeziębienia. Człowiek chory wydala te wirusy głównie z kałem. Poza ściekami wyizolowano je z organizmów much, a nawet komarów.

Wirusy *ECHO* (*enteric cytopathogenic human orphan*) wywołują zakażenia przewodu pokarmowego człowieka, aseptyczne zapalenia opon mózgowych, przeziębienia i letnie biegunki u dzieci. Patogeneza schorzeń jest więc podobna do innych wirusów. Wirusy *ECHO* można izolować z przewodu pokarmowego i kału, z gardła i ośrodkowego układu nerwowego.

Do najważniejszych cech Enterowirusów należą między innymi: duża odporność na działanie środków dezynfekcyjnych oraz długa zdolność infekcyjna w środowisku. Rozpoznanie i określanie ilościowe wirusów w osadach ściekowych jest dość trudne, gdyż rozmnażają się one wyłącznie w żywych i wrażliwych komórkach, co w warunkach laboratoryjnych wymaga zastosowania żywych hodowli tkankowych [4,9]. Wybrane wirusy, najczęściej występujące w osadach ściekowych zestawiono poniżej:

Grupa wirusów	Nazwa jednostki chorobowej
Poliovirus	Paraliż dziecięcy, zapalenie opon mózgowych
Coxsackie wirus A	Wady serca, choroby dróg oddechowych
Coxsackie wirus B	Zapalenie opon mózgowych, wrodzone wady serca
Echovirus	Wysypka, biegunka
Adenowirus	Infekcje oczu, choroby dróg oddechowych
Hepatitis typA	Zapalenie wątroby
Rotawirus	Wymioty, biegunka

Bakterie

Pokażną część mikroorganizmów zasiedlających osady ściekowe stanowią bakterie. Większość z nich to typowe bakterie przewodu pokarmowego, wśród których mogą znaleźć się formy chorobotwórcze. Liczebność bakterii w osadach jest dość zróżnicowana i zależy od takich czynników jak: klimat, poziom życia mieszkańców, jak również od sposobu oczyszczania ścieków. Do najczęściej oznaczanych rodzajów i gatunków bakterii należą: *Escherichia sp.*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium*

perfringens, *Bacillus anthracis*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus faecalis*, *Proteus vulgaris* [4,7,18,22].

Wybrane bakterie patogenne występujące w osadach ściekowych i wywoływane przez nie choroby prezentowane są poniżej:

Bakterie chorobotwórcze	Choroby	Okres rozwoju choroby
<i>Salmonella typhi</i>	Dur brzuszny	12 godzin – 28 dób
<i>Salmonella paratyphi</i> A, B, C	Dur rzekomy, salmonelloza	6 – 8 godzin
<i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i>	Czerwonka, ostre zapalenie żołądka, biegunki	12 – 48 godzin
<i>Escherichia coli</i> szczep <i>E. coli</i> O157:H7	Zakażenie pałeczkami okrężnicy, ostre biegunki	6 godzin – 7 dób
<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera	1 – 5 dób
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Gruźlica płuc	Brak danych
<i>Leptospira</i> sp.	Żółtaczką krętkowa, leptospiroza	Kilka do kilkunastu dób (zakażenie przez wodę nawet ponad 20 dób)
<i>Clostridium perfringens</i>	Zatrucia pokarmowe, zgorzel gazowa	8 – 24 godzin
<i>Clostridium botulinum</i>	Botulizm	18-96 godzin
<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Nieżyt żołądka i jelit, krezkowe zapalenie węzłów chłonnych	Brak danych
<i>Bacillus anthracis</i>	Wąglik	Brak danych

Charakterystyka ważniejszych bakterii chorobotwórczych występujących w osadach ściekowych [7,19,20,21]

Rodzaj *Escherichia*

Pałeczki rodzaju *Escherichia* (należą do *Enterobacteriaceae*) są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie. U człowieka i zwierząt żyją w przewodzie pokarmowym jako symbionty, ale w pewnych warunkach mogą wywołać różne schorzenia, nierzadko śmiertelne. Należy tu m.in. gatunek Pałeczka okrężnicy - *Escherichia coli*. Bakterie te nie wytwarzają przetrwalników. Spotyka się je w ziemi, w jelicie człowieka i zwierząt, a do ścieków trafiają wraz z wydzielinami i z kałem. Większość szczepów *E. coli* jest nieszkodliwych, a być może pełnią nawet funkcje ochronne, zapobiegając kolonizacji przez szczepy bardziej zjadliwe. Enterotoksyczne szczepy *E.coli* (ETEC) powodują biegunkę wydzielniczą i są zwykle przenoszone przez żywność i/lub wodę. Szczepy *E. coli* (szczep *E. coli* O157:H7) powodujące krwawą biegunkę produkują toksynę, wnikającą do krwioobiegu i uszkadzającą nerki. Zwykle przenoszona jest przez żywność, jednak pojawiły się już doniesienia o występowaniu tego szczepu w osadach ściekowych [1,15]. U człowieka pałeczka okrężnicy może wywołać stany zapalne dróg moczowych (miedniczek nerkowych i pęcherza), dróg żółciowych (woreczka żółciowego i przewodów żółciowych), posocznice, zapalenie opon mózgowo – rdzeniowych. *Escherichia coli* wytwarza toksyny działające m.in. na układ nerwowy (neurotropowy), błonę śluzową przewodu pokarmowego (enterotropowy) i hemolizynę.

Rodzaj *Salmonella*

Bakterie należące do rodzaju *Salmonella* są chorobotwórcze dla człowieka i niektórych zwierząt. U człowieka wywołują zatrucia pokarmowe, dur brzuszny oraz zapalenia żołądka i jelit. Są to gramujemne pałeczki, genetycznie i metaboliczne zbliżone do *E.coli*. *Salmonella typhimurium* jest najbardziej rozpowszechniona spośród bakterii powodujących niezbyt żołądka i jelit, czyli tzw. zatrucia pokarmowe. Głównymi ogniskami w których żyją bakterie są drogi żółciowe, woreczek żółciowy, jelito cienkie i nerki, skąd bakterie te wydalone są z kałem i moczem. Dury rzekome lub inaczej paratyfusy, wywołane są przez gatunki *Salmonella paratyphi*. Epidemiologia zakażeń rzekomo durowych nie odbiega właściwie od epidemiologii duru brzusznego, z tym jednak, że przeważająca liczba zakażeń spowodowana przez różne produkty żywnościowe. Duży udział w szerzeniu się choroby mają muchy.

Rodzaj *Shigella*

Większość gatunków należąca do rodzaju *Shigella* jest chorobotwórcza dla człowieka, wywołując czerwonkę (dysenteria) lub czasami ostre zapalenie żołądka i jelit. Bakterie, wykrywane są zwykle w przewodzie pokarmowym ludzi chorych na czerwonkę i nosicieli oraz wydalone są z kałem. Głównymi gatunkami tego rodzaju są: *Shigella shigae*, *Shigella dysenteriae* i *Shigella flexneri*. Z punktu widzenia epidemiologicznego źródłem zakażenia są zarówno chorzy na ostre postaci czerwonki, jak i osoby, które po jej przebyciu stały się przewlekłymi nosicielami. Czas nosicielstwa jest różnie długi i trwa około 3 miesięcy, lecz w pewnych przypadkach może trwać wiele lat.

Rodzaj *Clostridium*

Bakterie z tego rodzaju są typowymi beztlenowcami, żyją one w głównie w glebie przewodzie pokarmowym zwierząt. Mogą występować w konserwach, mleku, serach.

Clostridium perfringens - laseczka zgorzeli gazowej. Morfologicznie nieruchliwa beztlenowa laseczka, gramdodatnia, wytwarzająca otoczki. Bakteria *Clostridium perfringens* może wywołać zatrucia pokarmowe, jednak konieczne jest spożycie dużej liczby bakterii. Po dostaniu się do ran bakteria ta może wywołać zgorzel gazową.

Clostridium botulinum - laseczka, ścisły beztlenowiec, zarodnikująca, Gram(+), w starych hodowlach może być Gram (-). Laseczka jadu kiełbasianego występuje w glebie oraz w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt. Bakterie wytwarzają b. silną toksynę – botulotoksynę. Jest to typowa neurotoksyna, jej działanie polega na zablokowaniu funkcji nerwów motorycznych na skutek zaburzeń w syntezie lub uwalnianiu acetylocholino na zakończeniach neuronów.

Rodzaj *Vibrio*

Większość gatunków należących do tego rodzaju *Vibrio* odżywia się saproficznie, tylko nieliczne prowadzą tryb życia pasożytniczy będąc formami chorobotwórczymi dla człowieka. Wśród nich jest przecinkowiec *Vibrio cholerae* wywołujący bardzo groźną chorobę z dużym odsetkiem śmiertelności, zwaną cholerą. W patogenie cholery główną rolę odgrywa enterotoksyna, działająca na gospodarkę wodno - elektrolitową w jelicie cienkim. Cholera szerzy się drogą pokarmową, przez zanieczyszczoną odchodami chorych i nosicieli: wodę oraz żywność.

Rodzaj *Leptospira*

Najważniejszy a jednocześnie najbardziej niebezpieczny dla człowieka jest gatunek *Leptospira icterohaemorrhagiae* wywołujący żółtaczkę zakaźną (chorobę Weila). Żółtaczkę bakteryjną należy odróżnić od wirusowego zapalenia wątroby dającego również żółtaczkowe zabarwienie skóry i gałek ocznych. Głównym rezerwuarem zarazka są różne

gryzonie, zwłaszcza szczury. Epidemiologia tej choroby jest związana z zakażeniem wody lub pokarmów, a także z zakażeniem kąpielisk i gleby uprawnej.

Rodzaj *Mycobacterium*

Prątki gruźlicy (*Mycobacterium tuberculosis*) są drobnoustrojami chorobotwórczymi. Ich przeżywalność poza organizmem chorego jest długa (formy wirulentne w ściekach przeżywają 140 dni, a subwirulentne 230 [15]), co stanowi duże niebezpieczeństwo w szerzeniu się tej choroby. Spośród różnych typów prątków gruźlicy, dla człowieka mają znaczenie dwa typy: ludzki (*humanus*) i bydłowy (*bovinus*). Oba typy są dla człowieka niebezpieczne. Pierwszy wywołuje zwykle gruźlicę płuc, drugi gruźlicę innych narządów. Człowiek chory na gruźlicę (gruźlica otwarta) wydala na zewnątrz zarazki wraz z płwociną, moczem i kałem. Prątki gruźlicy są bakteriami tlenowymi i nie tworzą zarodników. Do specyficznych cech tych pałeczek należy duża odporność na wysychanie oraz na działanie różnych czynników chemicznych (uwarunkowana między innymi przez hydrofobowy charakter powierzchni komórek). W związku z tym ich wzrost nie zostaje zahamowany w wyniku działania wielu czynników, które dla innych bakterii są szkodliwe. Prątki mogą rozmnażać się i wewnątrzkomórkowo i pozakomórkowo; ich rozwojowi sprzyja odpowiednie pH (ok. 7,4) oraz wysokie stężenie tlenu.

Rodzaj *Yersinia*

Należą tutaj tlenowe pałeczki z rodziny *Enterobacteriaceae*, Gramujemne, z których dla człowieka patogennych jest kilka serotypów. Człowiek ulega zakażeniu spożywając produkty pochodzenia zwierzęcego (mięso, mleko), a także często zanieczyszczoną wodę. Wrotami zakażenia jest z reguły przewód pokarmowy. Optymalna temperatura wzrostu tych bakterii wynosi 28-29°C. *Y. enterocolitica* jest psychrotrofem i może rosnąć nawet w 4°C.

Rodzaj *Bacillus*

Drobnoustroje z rodzaju *Bacillus* należą do bakterii szeroko rozpowszechnionych w przyrodzie. Występują w powietrzu, glebie, ściekach, mleku, kurzu, kale itp. Gatunkiem chorobotwórczym jest *Bacillus anthracis* – wąglik. Bakteria ta atakuje przede wszystkim zwierzęta trawożerne. Ze zwierząt, wąglik przenosi się na ludzi. Najbardziej narażeni są ci, którzy pracują przy uboju chorych zwierząt, przeróbce skór i innych produktów zwierzęcych. Bakterie i endospory wąglika znajdują się w ściekach pochodzących z garbarni lub rzeźni. Gramododatnia laseczka wąglika (*Bacillus anthracis*) jest tlenowcem. W niesprzyjających warunkach bakteria wytwarza formy przetrwalnikowe, lokalizujące się centralnie w ciele bakterii. Zarodniki mogą przetrwać w wodzie lub glebie nawet 30-40 lat, zachowując właściwości chorobotwórcze. Są bardzo odporne na temperaturę (nawet gotowanie w 100°C) i środki dezynfekcyjne. Zdecydowana większość ludzi jest wrażliwa na zakażenie wąglikiem. Wąglik wywołuje u człowieka trzy postacie choroby: skórną, płucną i jelitową. Wąglik płucny i jelitowy doprowadza do bardzo ciężkich objawów chorobowych z dużym odsetkiem śmiertelności.

Grzyby

Obok bakterii i wirusów następny problem sanitarny stanowią grzyby, które również są obecne w osadach ściekowych. Obok bakterii i wirusów następny problem sanitarny stanowią grzyby, które również są obecne w osadach ściekowych. Do gatunków i rodzajów grzybów, których można się spodziewać w osadach ściekowych należy zaliczyć [3]:

- drożdże: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Candida guilliermondii*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichosporon* sp.,

- pleśniaki: *Aspergillus sp.*, *Aspergillus fumigatus*, *Phialophora richardsii*, *Geotrichum candidum*, *Trichophyton sp.*, *Epidermophyton sp.*

Grzyby mogą być przyczyną grzybic powierzchniowych i głębokich. Grzybice powierzchniowe są powodowane przez dermatofity zaliczane do rodzajów: *Epidermophyton* i *Trichophyton*. Grzyby, które wywołują grzybice głębokie, należą do rodzajów: *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus*, *Geotrichum*. Wiele z tych gatunków powoduje grzybice oportunistyczne, występujące w przypadku zaburzeń mechanizmów obronnych organizmu. Niektóre grzyby np. *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, posiadają właściwości toksynotwórcze, wywołując wiele efektów patologicznych w tym: cytotoksyczne, mutagenne, neurotoksyczne i rakotwórcze

Organizmy zwierzęce

Do następnej grupy organizmów patogennych zaliczyć trzeba pierwotniaki i robaki pasożytnicze. Największe znaczenie epidemiologiczne wśród pasożytów przewodu pokarmowego mają tasiemce, nicienie, przywry oraz pierwotniaki. Pasożyty te mogą występować pod postacią dojrzałych organizmów, jak również w formie cyst i jaj. Człowiek może być żywicielem około 150 gatunków robaków pasożytniczych, a najczęściej zaraża się przez zanieczyszczoną glebę lub przez spożycie zarażonych produktów pochodzenia zwierzęcego [10,12,16]. Spośród form pasożytów zasiedlających osady, cysty i jaja robaków pasożytniczych wykazują szczególną odporność i dlatego przeżywają klasyczne procesy przeróbki osadów [5]. Ich rodzaje i gatunki najczęściej występujące w osadach ściekowych oraz schorzenia przez nie wywoływane podano niżej:

Organizm	Nazwa jednostki chorobowej
Pierwotniaki:	
<i>Balantidium coli</i>	Balantidioza
<i>Entamoeba histolytica</i>	Pełzakowica jelitowa
<i>Giardia lamblia</i>	Lamblioza
Robaki pasożytnicze:	
Nicienie:	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Askarydoza ludzka
<i>Ancylostoma doudenale</i>	Ancylostomatoza
<i>Necator americanus</i>	Ancylostomatoza
<i>Entorobius americanus</i>	Owsica
<i>Strongyloidesstercoralis</i>	Węgorzycza
<i>Toxsocara</i>	Glistnica psia lub kocia
<i>Trichuris trichiura</i>	Nieżyt przewodu pokarmowego
Tasiemce:	
<i>Taenia solium</i>	Wągrzyca mięśni
<i>Taeniarhynchus saginatus</i>	Tasiemczycza
<i>Hymenolopsis nana</i>	Hymenolopidoza
<i>Echinococcus granulosus</i>	Bąblowica
<i>Diphylbobotrium latum</i>	Difilobotrioza
Przywry	
<i>Schistosoma haematobium</i>	Bilharzioza
<i>Opisthorchis</i>	Opistorchidoza
<i>Dicrocoelium</i>	Schorzenie dróg żółciowych
<i>Paragonimus westermani</i>	Paragonimoza
<i>Fasciola hepatica</i>	Motylica wątrobową
<i>Clonorchis</i>	Opistorchidoza
<i>Fasciolopsis</i>	Facjoloptidoza

III. PODSUMOWANIE

W związku z występowaniem w ściekach mikroorganizmów chorobotwórczych, pochodzących głównie od chorych osób, a także zwierząt z ferm hodowlanych oraz z zakładów takich jak rzeźnie i garbarnie, zachodzi konieczność prawidłowego pod względem sanitarno-higienicznym zagospodarowania osadów ściekowych. Przy ocenie sanitarnego stanu osadów ściekowych należy mieć na uwadze okres przeżywalności mikroorganizmów w określonych warunkach środowiskowych jak również stopień ich śmiertelności. Na przeżywalność mikroorganizmów chorobotwórczych poza ustrojem żywiciela wpływa wiele czynników m.in.: temperatura, nasłonecznienie, odczyn, wilgotność, a w środowisku wodnym dochodzi jeszcze jakość wody. Na przykład przecinkowce cholery w przefiltrowanych przez glebę ściekach mogą przeżyć do 213 dni [10]. Długa żywotność większości organizmów patogennych stanowi duży problem przy utylizacji osadów ściekowych, a w szczególności przy ich rolniczym wykorzystaniu, gdzie organizmy te są w stanie przeżyć w glebie lub na roślinach miesiące, a nawet lata [2,5,6].

Możliwość wykorzystania osadów do celów rolniczych reguluje w Polsce rozporządzenie [17], według którego przeprowadza się w osadach badania w kierunku wykrywania jedynie bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris sp.* *Trichuris trichura*, *Trichophallus sp.*. Brak jest kontroli mykologicznej oraz badań w kierunku bardzo odpornych na czynniki środowiskowe cyst pierwotników, będących w ostatnich latach przyczyną wielu wodnopochoďnych epidemii [8].

Przedstawiony przegląd organizmów patogennych obrazuje jak ogromnym zagrożeniem dla organizmów (ludzi, zwierząt i roślin) są osady ściekowe. Nieprawidłowo higienizowane osady, a wykorzystywane rolniczo mogą być przyczyną wielu chorób.

IV. LITERATURA

1. Åström J., Carlander A., Sahlén K., Stenström T.A.: Fecal indicator and pathogen reduction in vegetation microcosms. *Water, Air and Soil Pollution*. nr 176. s. 375-387. 2006.
2. Bagge E., Sahlström L., Albiñ A.: The effect of hygienic on the microbial flora of biowaste at biogas plants. *Water Research*. nr 39. s.4879-4886. 2005.
3. Bieñ J., Nowak D.: Badania nad zawartością grzybów w osadach ściekowych, *Gospodarka Wodna*. nr 9. 1995.
4. Bieñ J.B.: Osady ściekowe teoria i praktyka. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 2002.
5. Budziñska K., Jurek A.: Parazytologiczna ocena osadów surowych i odkażonych wapnem palonym z wybranych oczyszczalni ścieków. *Ekologia i Technika*. nr 2. s. 58-63. 2002.
6. Butarewicz A.: Higieniczne aspekty procesu kompostowania osadów ściekowych, II Międzynarodowa, XIII Krajowa Konferencja Naukowo – Techniczna: „Nowe spojrzenie na osady ściekowe – odnawialne źródła energii”. część 1. Politechnika Częstochowska. Częstochowa. 2003.
7. Estrada I.B., Aller A., Aller F., Gomez X., Moran. A.: The survival of *Escherichia coli* faecal coliforms and enterobacteriaceae in general in soil treated with sludge from wastewater treatment plants. *Bioresource Technology*. nr 93. 2004.
8. Graczyk T.K., Girouard A.S., Tamang L.: Detection of parasitic protozoa in water samples, XIX Krajowa Konferencja. VII Międzynarodowa Konferencja “Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”. Poznañ – Zakopane. s. 203-209. 2006.

- 9.Kocowa-Haluch R., Czachor M.: Osady ściekowe – wtórne rezerwuary enterowirusów. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. nr 1. 28-31. 2002.
- 10.Kosarewicz O., Firlus I., Uniejewska G.: Usuwanie mikroorganizmów chorobotwórczych w oczyszczalniach ścieków miejskich. Gaz, Woda i Technika Sanitarna”. nr 8. s. 292-297. 1999.
- 11.Mawdsley J.L., Bardgett R.D., Merry R.J., Pain B.F.: Theodorou M.C.: Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution. Appl.Soil. Ecol. 2. 1995.
- 12.Michalkiewicz M., Michalkiewicz A: Pasożyty człowieka w wodzie, ściekach i osadach. Gaz, woda i technika sanitarna. nr 6. 2003.
- 13.Michalkiewicz M.: Podstawowe testy biologiczne stosowane w eksploatacji oczyszczalni ścieków. Forum Eksploatatora. nr 1. 2002.
- 14.Nowak D., Wójcik-Szwedzińska M., Bień J.B.(red.): Charakterystyka osadów w aspekcie mikrobiologicznym, Osady ściekowe w praktyce, VII Konferencja Naukowo-Techniczna. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 1998.
- 15.Sahlström L., Aspan A., Bagge E., Danielsson-Tham M.L.: Albiñ A.: Bacterial pathogen incidences in sludge from Swedish sewage treatment plants. Water Research. Nr 38. s. 1989-1994. 2004.
- 16.Podgórski L.: Mikrobiologiczne metody oceny zagrożenia środowiska przez odpady. Odpady zagrożeniem dla środowiska. Pod red. Marii Suchy. PIOŚ. Rzeszów 1998.
- 17.Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. (Dz. U. Nr 134, poz. 1140).
- 18.Sahlström L.: A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants. Bioresource Technology. nr 87. s. 161-166. 2003.
- 19.Salyers A., Whitt D.: Mikrobiologia. Różnorodność, chorobotwórczość i środowisko. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2003.
- 20.Schlegel H. G.: Mikrobiologia ogólna. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001.
- 21.Singleton P.: Bakterie w biologii, biotechnologii i medycynie. PWN Warszawa 2000.
- 22.Sun Y.H., Luo Y.M., Wu L.H., Li Z.G., Song J., Christie P.: Survival of faecal coliforms and risks in soils treated with municipal sewage sludges, Environmental Geochemistry and Health. nr 28. s. 97-10. 2006.

A REVIEW OF PATHOGENIC ORGANISMS IN SEWAGE SLUDGE

Summary

Municipal sewage sludge may be applied as a fertilizer. This practice has the potential to introduce pathogenic microorganisms from the applied sludge to the environment, with the subsequent risk of transmission to humans or animals. This paper reviews the literature about pathogenic microorganisms - viruses, bacteria, fungi and parasites (protozoan and helminthes) in sewage sludge.

Key words: sewage sludge, pathogenic organisms