

## Mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego na terenie Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Chrzanowie

Iwona Paśmionka, Agnieszka Galus-Barchan, Beata Oleksiewicz

Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, Polska

**Abstrakt.** Celem przeprowadzonych badań była ocena stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza atmosferycznego na terenie Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Chrzanowie. W ramach badań wyizolowano i określono liczebność wskaźników bakteriologicznego zanieczyszczenia powietrza, takich jak: *Pseudomonas fluorescens*, gronkowce, promieniowce, grzyby mikroskopowe, oraz określono ogólną liczbę bakterii. Badania prowadzono w otoczeniu kraty, reaktorów biologicznych oraz punktu wylotu ścieków oczyszczonych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane powietrze atmosferyczne zawiera zróżnicowaną mikroflorę, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Zaobserwowano obecność mikroflory saprofitycznej. Pod względem mikologicznym powietrze zostało uznane za czyste, ponieważ nie stwierdzono ponadnormatywnych ilości grzybów mikroskopowych. Normy ilościowe najczęściej były przekraczane przez bakterie *Pseudomonas fluorescens*. Źródło emisji bioaerozolu do powietrza atmosferycznego stanowiła przede wszystkim krata.

**słowa kluczowe:** bioaerozol, oczyszczalnia ścieków, powietrze atmosferyczne, mikrobiologiczne zanieczyszczenie

### WSTĘP

Powszechnie uważa się, że obiektom gospodarki komunalnej towarzyszą uciążliwości zapachowe oraz mikrobiologiczne. Często spotykamy się z opiniami, że odory przez swoje oddziaływanie na zmysł powonienia są uciążliwym elementem zanieczyszczenia powietrza w miejscu pracy oraz zamieszkania. Określenie uciążliwości mikrobiologicznej obiektów komunalnych jest jednym z istot-

nych elementów oceny ich oddziaływania na środowisko (Kalisz i in., 1996).

W ściekach, niezależnie od ich pochodzenia, występują liczne mikroorganizmy saprofityczne oraz oportunistyczne, a niekiedy chorobotwórcze. Mikroorganizmy przedostają się do powietrza wraz z kroplami ścieków, które powstają podczas mieszania oraz napowietrzania (Gajewska, Rekosz-Burlaga, 2000; Kalisz i in., 1996; Kaźmierczuk i in., 2004).

Nie każda oczyszczalnia ścieków stwarza jednakowe zagrożenie dla otoczenia. Przede wszystkim jest to zależne od składu ścieków oraz rodzaju stosowanych urządzeń technologicznych (Filipkowska i in., 1999; Kalisz i in., 1996; Kaźmierczuk i in., 1999; Kaźmierczuk i in., 2001; PN-Z-04111/03:1989).

Na terenach oczyszczalni ścieków, składowisk odpadów komunalnych oraz kompostowni, zwłaszcza nieprawidłowo eksploatowanych, występuje skażenie bakteriologiczne i mikologiczne sięgające nawet rzędu  $10^7$  jtk/m<sup>3</sup> powietrza. Taki stan zagraża zdrowiu człowieka, a zwłaszcza ludzi na stanowiskach pracy (Libudzisz i in., 2007).

Oczyszczalnie ścieków zostały wymienione w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 24 września 2002 roku w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzania raportu o oddziaływaniu na środowisko. Jeżeli pomimo zastosowanych rozwiązań technologicznych mających na celu zapobieganie zanieczyszczeniom nie są dotrzymane standardy jakości środowiska, to zgodnie z Ustawą Prawo Ochrony Środowiska należy utworzyć wokół oczyszczalni obszar ograniczonego użytkowania.

Celem badań była ocena stopnia mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Chrzanowie. W pracy dokonano izolacji oraz określono liczebność: *Pseudomonas fluorescens*, gronkowców, promieniowców oraz grzybów pleśniowych. Ponadto określono ogólną liczbę bakterii występujących w badanym powietrzu.

Autor do kontaktu:

Iwona Paśmionka  
e-mail: i.pasmionka@ur.krakow.pl  
tel. 48 12 662 40 97

Praca wpłynęła do redakcji 17 lipca 2013 r.  
Praca została zatwierdzona do druku 12 grudnia 2014 r.

## MATERIAŁY I METODY

**Charakterystyka grupowej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie**

Grupowa Oczyszczalnia Ścieków zlokalizowana jest na peryferiach, w południowo-zachodniej części miasta Chrzanowa, nad rzeką Chechło. Przyjmuje ona ścieki przemysłowe oraz komunalno-bytowe, w ilości około 25000 m<sup>3</sup>/dobę. Ścieki, które trafiają do oczyszczalni, pochodzą z uprzednio wspomnianej części miasta Trzebini oraz Chrzanowa.

Ścieki surowe dopływają do części mechanicznej zamkniętym kolektorem, gdzie oczyszczane są z większych zanieczyszczeń na dwóch automatycznych kratkach i piaskownikach. Po opuszczeniu piaskowników dopływają do osadników wstępnych radialnych. Następnie są kierowane do układu biologicznego, który stanowią wielofunkcyjne otwarte komory z osadem czynnym, złożone ze strefy denitryfikacyjnej i nityfikacyjnej, z systemem napowietrzania drobnopęcherzykowego. Po reaktorach biologicznych ścieki trafiają do osadników wtórnych radialnych, gdzie następuje sedimentacja osadu. Oczyszczone ścieki odprowadzane są rurą o długości około 150 m do rzeki Chechło.

**Lokalizacja punktów badawczych**

W celu realizacji badań wyznaczono trzy punkty:

- kraty (ścieki surowe),
- reaktory biologiczne (ścieki w trakcie biologicznego oczyszczania),
- wylot ścieków (ścieki oczyszczone).

Częstotliwość występowania poszczególnych grup mikroorganizmów oceniono na podstawie dziesięciu serii badawczych przeprowadzonych w okresie od września 2010 roku do czerwca 2011 roku.

**Pobór próbek**

Próbki powietrza pobierano metodą uderzeniową, która polega na zassaniu strumienia powietrza na podłoże stałe przeznaczone do izolacji oznaczanych mikroorganizmów (PN-Z04008/08, 1989).

W badaniach wykorzystano aeroskop MAS – 100 firmy MERCK. Aparat samoczynnie pobierał 100 dm<sup>3</sup> powietrza w przeciągu 1 minuty. Po zassaniu powietrze kierowane było przez wąskie otworki do głowicy z płytką Petriego, zawierającą odpowiednie podłoże. Próbkę pobierano bezpośrednio przy punktach badawczych (w odległości nie większej niż 0,5 m) na wysokości 1,3 m nad powierzchnią gruntu. Otwór wylotowy aeroskopu podczas badania skierowany był prostopadle do kierunku wiejącego wiatru (po zawietrznej stronie) (Libudzisz i in., 2007; PN-Z-04008/08, 1989).

**Izolowane mikroorganizmy**

W badaniach zastosowano podłoża stałe, odpowiednie dla izolowanych grup mikroorganizmów (PN-Z-04111/02, 1989; PN-Z-04111/03, 1989).

Ogólną liczbę bakterii saprofitycznych oznaczano na MPA (mięsno-peptonowy agar), po 24-godzinnej inkubacji prowadzonej w temperaturze 37°C. Do izolacji *Pseudomonas fluorescens* użyto podłoża selektywnego Kinga B. Inkubację prowadzono w temperaturze 37°C przez 24 godziny. W celu wyizolowania z badanego powietrza gronkowców zastosowano podłoże Chapmana, które wraz z pobraną próbką powietrza inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 godziny. Na podłożu tym gronkowce mannitolododatnie rosną w postaci kolonii otoczonych żółtą strefą, co jest wynikiem rozkładu mannitolu i zakwaszenia środowiska, natomiast gronkowce mannitoloujemne rosną w postaci białych kolonii, nie powodując zmiany zabarwienia podłoża. Do izolacji promieniowców zastosowano podłoże Pochona z dodatkiem nystatyny, ograniczającej rozwój grzybów pleśniowych. Inkubację prowadzono w temperaturze 28°C przez 72 godziny. Grzyby pleśniowe izolowano na podłożu brzczkowym, a następnie inkubowano w temperaturze 28°C przez 72 godziny.

Ilość wyrosłych kolonii oznaczanych mikroorganizmów przeliczano na ogólną liczbę jednostek tworzących kolonie (jtk) w 1 m<sup>3</sup> powietrza, stosując wzór:

$$L = (Pr \cdot 1000) / V$$

w którym:

L – ogólna liczba jednostek tworzących kolonie (jtk) drobnoustrojów w 1 m<sup>3</sup> powietrza,

Pr – liczba kolonii wyrosłych na zastosowanym podłożu, z poprawką statystyczną wg tabeli producenta aeroskopu,

V – objętość pobranego powietrza (dm<sup>3</sup>),

1000 – przelicznik na 1 m<sup>3</sup> powietrza.

## WYNIKI

Interpretacji uzyskanych wyników badań oraz oceny mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, która jest zależna od liczby wyizolowanych drobnoustrojów, dokonano w oparciu o Polskie Normy (PN-Z-04111/02, 1989; PN-Z-04111/03, 1989). Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabelach 1-3.

Spośród 30 przeprowadzonych analiz największą liczbę bakterii saprofitycznych (1500 jtk/m<sup>3</sup>) odnotowano w grudniu 2010 roku, w pobliżu wylotu ścieków oczyszczonych (tab. 3). Wynik ten wskazywał na średnie zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego (PN-Z-04111/02, 1989). Miesiąc później (styczeń 2011), w tym samym punkcie wyizolowano najmniejszą liczbę bakterii (10 jtk/m<sup>3</sup>) w odniesieniu do całego cyklu badawczego (tab. 3). W pozostałych seriach badawczych ilość bakterii saprofitycznych we wszystkich punktach odpowiadała wartościom normatywnym powietrza czystego (tab. 1-3) (PN-Z-04111/02, 1989).

Liczebność *Pseudomonas fluorescens* kształtowała się na bardzo zróżnicowanym poziomie, od 0 do 1420 jtk/m<sup>3</sup> w pobliżu krat (tab. 1), 20–420 jtk/m<sup>3</sup> w pobliżu reaktorów biologicznych (tab. 2) oraz w przedziale od 10 do

Tabela 1. Średnia liczba jednostek tworzących kolonie mikroorganizmów (jtk) w 1 m<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego w pierwszym punkcie badawczym (kraty)Table 1. Average number of colony forming units of microorganisms (cfu) in 1 m<sup>3</sup> of the atmospheric air in the first research point (grating).

Izolowane mikroorganizmy Separated microorganisms	Wrzesień September 2010	Październik October 2010	Listopad November 2010	Grudzień December 2010	Styczeń January 2011	Luty February 2011	Marzec March 2011	Kwiecień April 2011	Maj May 2011	Czerwiec June 2011
Bakterie: Bacteria	60	160	40	290	540	50	100	90	110	400
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0	170	110	1420	40	370	250	130	300	1380
Gronkowce mannitolododatnie Staphylococci mannitolopositive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Gronkowce mannitoloujemne Staphylococci mannitolonegative	20	40	0	20	10	0	10	10	0	0
Promieniowce Actinomycetes	0	30	0	10	10	0	20	10	10	20
Grzyby mikroskopowe Microscopic fungi	80	500	160	90	30	60	160	1080	400	890

Tabela 2. Średnia liczba jednostek tworzących kolonie mikroorganizmów (jtk) w 1 m<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego w drugim punkcie badawczym (reaktory biologiczne)Table 2. Average number of colony forming units of microorganisms (cfu) in 1 m<sup>3</sup> of the atmospheric air in the second research point (biological reactors).

Izolowane mikroorganizmy Separated microorganisms	Wrzesień September 2010	Październik October 2010	Listopad November 2010	Grudzień December 2010	Styczeń January 2011	Luty February 2011	Marzec March 2011	Kwiecień April 2011	Maj May 2011	Czerwiec June 2011
Bakterie; Bacteria	90	100	130	540	50	60	80	30	50	40
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	90	130	40	420	20	20	150	50	30	220
Gronkowce mannitolododatnie Staphylococci mannitolopositive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Gronkowce mannitoloujemne Staphylococci mannitolonegative	0	50	10	0	0	0	0	0	0	0
Promieniowce Actinomycetes	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Grzyby mikroskopowe Microscopic fungi	220	370	130	120	10	10	350	40	200	670

130 jtk/m<sup>3</sup> przy wylocie ścieków oczyszczonych (tab. 3). W 11 analizach ilość *P. fluorescens* wskazywała na silne zanieczyszczenie powietrza (PN-Z-04111/02, 1989). Najwięcej tych bakterii obserwowano w pierwszym punkcie badawczym (tab. 1), najmniej w pobliżu wylotu ścieków oczyszczonych (tab. 3). Tylko w jednej analizie bakterie te nie zostały wyizolowane (tab. 1).

Obecność gronkowców mannitolododatnich stwierdzono w ostatniej serii badawczej, przeprowadzonej w czerwcu 2011 roku. Przy czym ich ilość przekroczyła dopuszczalne granice tylko w pobliżu krat (60 jtk/m<sup>3</sup>, tab. 1). W okolicy reaktorów biologicznych i w miejscu wylotu ścieków oczyszczonych odnotowana ilość gronkowców mannitolododatnich kształtowała się na poziomie powietrza śred-

Tabela 3. Średnia liczba jednostek tworzących kolonie mikroorganizmów (jtk) w 1 m<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego w trzecim punkcie badawczym (wylot ścieków oczyszczonych)Table 3. Average number of colony forming units of microorganisms (cfu) in 1 m<sup>3</sup> of the atmospheric air in the third research point (exit of purified sewage).

Izolowane mikroorganizmy Separated microorganisms	Wrzesień September 2010	Październik October 2010	Listopad November 2010	Grudzień December 2010	Styczeń January 2011	Luty February 2011	Marzec March 2011	Kwiecień April 2011	Maj May 2011	Czerwiec June 2011
Bakterie; Bacteria	130	100	60	1500	10	20	70	30	30	50
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	30	130	50	30	60	10	100	20	20	110
Gronkowce mannitolododatnie Staphylococci mannitolopositive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Gronkowce mannitoloujemne Staphylococci mannitolonegative	0	50	0	10	10	0	0	0	0	0
Promieniowce Actinomycetes	0	20	0	0	0	0	0	10	0	0
Grzyby mikroskopowe Microscopic fungi	160	290	150	90	50	30	100	70	180	480

nio zanieczyszczonego (PN-Z-04111/02, 1989) i wynosiła 10 jtk/m<sup>3</sup> (tab. 2 i 3).

Gronkowce mannitoloujemne najczęściej izolowano w pobliżu krat (tab. 1). Ich liczebność wahała się w przedziale od 0 do 40 jtk/m<sup>3</sup>, wskazując na średnie zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w tym punkcie badawczym. W drugiej analizie, wykonanej w październiku 2010 roku, ilość tych bakterii była najwyższa i wynosiła 50 jtk/m<sup>3</sup>, zarówno w drugim, jak i w trzecim punkcie badawczym (tab. 2 i 3).

Liczebność promieniowców w badanym powietrzu atmosferycznym kształtowała się na poziomie od 0 do maksymalnie 30 jtk/m<sup>3</sup>, nie przekraczając wartości dopuszczalnych dla powietrza średnio zanieczyszczonego (PN-Z-04111/02, 1989). Najczęściej były one izolowane w pierwszym punkcie badawczym (tab. 1). W pobliżu reaktorów biologicznych promieniowce stwierdzono tylko w jednej analizie (20 jtk), przeprowadzonej w grudniu 2010 r. (tab. 2). U wylotu ścieków oczyszczonych odnotowano je dwukrotnie, w październiku 2010 r. – 20 jtk, i w kwietniu 2011 r., w ilości 10 jtk/m<sup>3</sup> (tab. 3).

Ostatnią grupą izolowanych organizmów były grzyby pleśniowe. Obecność ich stwierdzono we wszystkich punktach, w każdej serii badawczej. Ich ilość kształtowała się na poziomie od 10 do 1080 jtk/m<sup>3</sup>, przy czym najwięcej grzybów wyizolowano w pobliżu krat (tab. 1), najmniej w trzecim punkcie, u wylotu ścieków oczyszczonych (tab. 3). W żadnej z przeprowadzonych analiz liczebność grzybów mikroskopowych nie wskazywała na zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego (PN-Z-04111/03, 1989).

## DYSKUSJA

Mikroorganizmy, które obecne są w powietrzu, mogą wywołać, zarówno u ludzi, jak i zwierząt, różnego rodzaju alergię i inne choroby. Mogą oddziaływać toksycznie i immunogennie. Należą do nich bakterie patogenne (np. *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*), promieniowce, jak również grzyby strzępkowe (np. *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*). Obecność zarodników grzybów saprofitycznych może powodować alergię, schorzenia układu oddechowego oraz mikotoksykozy. Grzyby chorobotwórcze odpowiadają za grzybice powierzchniowe i narządowe. Mechanizmy obronne człowieka bronią go przed wnikaniem bioaerozolu do płuc. Jednak przy dużych stężeniach mikroorganizmów oraz długotrwałej ekspozycji może dojść do zachorowania, które jest wynikiem osłabionej odpowiedzi immunologicznej organizmu (Kaźmierczuk i in., 2004; Libudzisz i in., 2007).

W oczyszczalni ścieków w Chrzanowie zaobserwowano występowanie zróżnicowanej pod względem ilościowym oraz jakościowym mikroflory, w zależności od miejsca, w którym dokonywano poboru próbek, terminu poboru, jak również panujących w dniu przeprowadzania analiz terenowych warunków meteorologicznych. W oczyszczalni stwierdzono obecność głównie mikroflory saprofitycznej.

Z przeprowadzonych 30 analiz tylko w grudniu 2010 roku została przekroczona norma dotycząca dopuszczalnej liczby bakterii w czystym powietrzu atmosferycznym. Nie było to znaczne przekroczenie, ponieważ maksymalna

ilość wyizolowanych bakterii wynosiła 1500 jtk/m<sup>3</sup>. Kaźmierczuk i in. (1999) podają, iż oznaczenie ogólnej liczby tych drobnoustrojów daje tylko poglądową informację na temat wszystkich bakterii znajdujących się w badanym powietrzu. W związku z powyższym ogólna liczba bakterii nie może być przyjęta jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza, ponieważ nie pozwala na stwierdzenie faktycznego zagrożenia chorobotwórczego.

W oczyszczalni ścieków w Chrzanowie normy dotyczące czystości powietrza atmosferycznego były przekraczane przede wszystkim przez *Pseudomonas fluorescens*. Dotyczyło to aż 97% przeprowadzonych analiz. Tylko we wrześniu 2010 r. w pobliżu pierwszego obiektu badawczego (kraty) nie stwierdzono obecności *Pseudomonas fluorescens*. W 17 przeprowadzonych analizach przekroczenie liczebności tych bakterii dotyczyło trzeciej granicy (powietrze silnie zanieczyszczone), co stanowiło 57% wszystkich wykonanych badań. W 12 przypadkach (tj. w 33%) ilość *Pseudomonas fluorescens* kształtowała się na poziomie średniego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Uzyskane wyniki znajdują odzwierciedlenie w literaturze. Filipowska i in. (1999) wskazują na liczne występowanie bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w powietrzu atmosferycznym oczyszczalni ścieków mleczarskich (od kilkudziesięciu do kilkuset komórek w 1 m<sup>3</sup>). Kaźmierczuk i in. (1999) stwierdzili w rejonie mechanicznej części oczyszczalni ścieków występowanie bakterii z rodziny *Pseudomonadaceae* w ilości do 1681 w 1 m<sup>3</sup>. W niniejszym opracowaniu największa ilość *Pseudomonas fluorescens* została odnotowana przy kratkach i wyniosła 1420 jtk/m<sup>3</sup> w grudniu 2010 r. oraz 1380 jtk/m<sup>3</sup> w czerwcu 2011 r.

Gronkowce mannitoloujemne w ilościach ponadnormatywnych wystąpiły 11 razy spośród 30 przeprowadzonych analiz. W większości przypadków dotyczyło to przekroczeń drugiej granicy (średnie zanieczyszczenie powietrza). Tylko w czerwcu 2011 r. stwierdzono obecność gronkowców mannitolododatnich. Przy kratkach ilość ich kształtowała się na poziomie silnego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i wyniosła 60 jtk/m<sup>3</sup>.

Autorzy w piśmiennictwie wskazują na liczne występowanie promieniowców w powietrzu w otoczeniu oczyszczalni ścieków. Filipowska i in. (1999) w swoich badaniach odnotowują nawet ilości dochodzące do 200 jtk w 1 m<sup>3</sup> powietrza. W przeprowadzonych badaniach liczebność promieniowców w powietrzu była dużo niższa i wahała się w przedziale od 0 do 30 jtk/m<sup>3</sup>. Najwięcej promieniowców odnotowano w październiku 2010 r. przy kratkach.

Z przeprowadzonych analiz wynika, iż powietrze w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Chrzanowie nie jest zanieczyszczone pod względem mikologicznym. Norma odnosząca się do dopuszczalnej liczby grzybów (do 3000 jtk) w 1 m<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego nie została przekroczona w żadnej z przeprowadzonych analiz.

Przyjmuje się, że znaczny spadek temperatury, charakterystyczny dla zimy w klimacie kontynentalnym, hamuje

aktywność wielu grzybów, powoduje obniżenie koncentracji ich zarodników. Wyniki uzyskane w badaniach własnych potwierdzają powyższe doniesienia. Najniższe ilości grzybów odnotowano w styczniu i lutym 2011 roku, bowiem ich liczebność wahała się od 10 do 60 jtk/m<sup>3</sup>. Pokrywa śnieżna zapobiega przedostawaniu się do atmosfery zarodników grzybów. W styczniu, gdy temperatura wyniosła -4°C i zalegała pokrywa śnieżna, z badanych próbek wyizolowano niewiele grzybów. Najwięcej grzybów w powietrzu odnotowano w kwietniu 2011 roku przy kratkach. Liczebność ich wyniosła 1080 jtk/m<sup>3</sup>. Kaźmierczuk i in. (1990, 2001) w badaniach przeprowadzonych w rejonie mechanicznej części oczyszczalni ścieków odnotowali ponad 5000 jednostek tworzących kolonie grzybów w 1 m<sup>3</sup> powietrza.

Dane literaturowe wskazują, iż znaczny wpływ na skażenie powietrza drobnoustrojami ma pora roku. Najwięcej drobnoustrojów stwierdza się w czerwcu i sierpniu, natomiast najmniej w grudniu i styczniu. W badaniach własnych najmniej mikroorganizmów odnotowano w styczniu i lutym 2011 r. W styczniu temperatura powietrza wyniosła ok. -4°C i odnotowano opady śniegu. Częściowo wyniki badań pokrywają się z tezami zawartymi w literaturze. Jednakże w grudniu 2010 r. w oczyszczalni ścieków w Chrzanowie stwierdzono znaczne ilości mikroorganizmów. Mogło to być spowodowane dodatnią temperaturą w dniu poboru prób.

Liczne badania przeprowadzone na terenach oczyszczalni ścieków wskazują, że poszczególne urządzenia oczyszczalni charakteryzują się zróżnicowaną uciążliwością z punktu widzenia skażeń mikrobiologicznych. Do najbardziej uciążliwych urządzeń zaliczyć należy: kraty, piaskowniki, stanowisko wirówek, poletka, składowisko osadów oraz wylewisko beczkowozów (Kalisz i in., 1994).

W oczyszczalni ścieków w Chrzanowie powietrze pobierane było przy kratkach, reaktorach biologicznych oraz u wylotu ścieków oczyszczonych, odprowadzanych do rzeki Chechło. Spośród tych urządzeń największą emisją aerozolu biologicznego do powietrza odznaczały się kraty. Szczególnie widoczne było to w odniesieniu do *Pseudomonas fluorescens* oraz promieniowców. W otoczeniu pozostałych obiektów różnice w liczebności oznaczanych grup drobnoustrojów były nieduże. Najmniej mikroorganizmów wyizolowano u wylotu ścieków oczyszczonych.

Uzyskane wyniki analiz powietrza wskazują na istnienie w obrębie oczyszczalni ścieków bioaerozolu, mogącego negatywnie wpływać na stan powietrza oraz stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi. Świadomość tych zagrożeń jest przyczyną rozwoju badań w dziedzinie aeromikrobiologii sanitarnej, tym bardziej że, jak się wydaje, nie ma bezpiecznego skażenia biologicznego powietrza. Dlatego też istnieje konieczność maksymalnej jego ochrony. W związku z powyższym badania rozpoczęte w 2010 roku w oczyszczalni w Chrzanowie są kontynuowane, a uzyskane wyniki będą prezentowane w kolejnych publikacjach.

## WNIOSKI

1. Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Chrzanowie może być przyczyną zwiększenia liczby mikroorganizmów zawartych w powietrzu i powodować lokalne pogorszenie się warunków sanitarnych w rejonie oczyszczalni.

2. Powietrze atmosferyczne na terenie ww. oczyszczalni ścieków zawiera mikroflorę zróżnicowaną pod względem ilościowym.

3. Nie zaobserwowano występowania grzybów mikroskopowych w ilościach ponadnormatywnych, dlatego uznano, że badane powietrze pod względem mikologicznym jest czyste.

4. Normy ilościowe najczęściej były przekraczane przez *Pseudomonas fluorescens* (97% wykonanych analiz).

5. Źródłem emisji bioaerozolu do powietrza atmosferycznego są przede wszystkim kraty, w nieco mniejszym stopniu reaktory biologiczne.

6. Zaobserwowano zależność liczebności mikroorganizmów od warunków meteorologicznych panujących w dniu pobierania próbek.

## PIŚMIENNICTWO

- Filipkowska Z., Janczukowicz W., Krzemieniewski M., Pešta J., 1999.** Zanieczyszczenie gazowe i mikrobiologiczne w otoczeniu oczyszczalni ścieków mleczarskich. *Przegląd Mleczarski*, 8: 248-252.
- Gajewska J., Rekosz-Burlaga H., 2000.** Ocena stanu mikrobiologiczno-sanitarnego środowiska biologicznej oczyszczalni ścieków. *Wiś Jutra*, 12: 27-28.
- Kalisz L., Kaźmierczuk M., Salbut J., 1994.** Miejska Oczyszczalnia Ścieków jako źródło mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 7: 33-53.
- Kalisz L., Kaźmierczuk M., Salbut J., 1996.** Ocena oddziaływania obiektów komunalnych na mikrobiologiczną jakość powietrza oraz rozprzestrzenianie się odorów. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 9: 125-129, 138-143.
- Kaźmierczuk M., Kalisz L., 1999.** Bioaerozole w oczyszczalniach ścieków miejskich. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 17: 121-135.
- Kaźmierczuk M., Kalisz L., 2001.** Ocena warunków aerosanitarnych na terenie wysypisk odpadów komunalnych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 21/22: 25-35.
- Kaźmierczuk M., Kalisz L., Salbut J., 2004.** Mikrobiologiczne zanieczyszczenia powietrza w otoczeniu obiektów gospodarki

komunalnej. Monografia. Instytut Ochrony Środowiska, Dział Wydawnictw IOŚ, Warszawa, ss. 5-15.

**Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., 2007.** Mikroorganizmy i środowisko ich występowania. ss. 149-151. W: *Mikrobiologia techniczna. Tom I*, Libudzisz Z., PWN, Warszawa.

**PN-Z-04111/02:1989.** Ochrona czystości powietrza. Oznaczenie liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.

**PN-Z-04111/03:1989.** Ochrona czystości powietrza. Oznaczenie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.

**PN-Z-04008/08:1989.** Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek powietrza atmosferycznego (imisja) do badań mikrobiologicznych metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.

*I. Paśmionka, A. Galus-Barchan, B. Oleksiewicz*

MICROBIOLOGICAL AIR POLLUTION IN THE AREA OF THE COLLECTIVE WASTE TREATMENT PLANT IN CHRZANÓW

Summary

The study described in this paper was aimed at assessing the extent of the microbiological atmospheric air pollution in the area of the Collective Sewage Treatment Plant in Chrzanów, Poland. Within the confines of the study an isolation process was carried out and the number of bacteriological air pollution indexes were determined, such as: *Pseudomonas fluorescens*, staphylococci, actinomycetes, microscopic fungi and also the general number of bacteria. The study was carried out in the surroundings of three structures (the grating, the biological reactors and the outlet of the treated sewage).

It was found that atmospheric air contains a diverse microflora in terms of both quality and quantity. The presence of saprophyte microflora was noted, too. In the mycological aspect, the air was regarded as clean, since an over-average quantity of microscopic fungi was not detected. Quantitative norms were exceeded most often for *Pseudomonas fluorescens* bacteria. The grating was the major source of the emission of bioaerosol to the atmosphere.

**key words:** bioaerosol, sewage treatment plant, atmospheric air, microbiological pollution