

# SKŁAD MIKROBIOCENOTYCZNY DROBNOUSTROJÓW BIORĄCYCH UDZIAŁ W PROCESACH PRZEMIAN AZOTU W GLEBIE W OTOCZENIU SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH

Krzysztof FRĄCZEK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Mikrobiologii

*Słowa kluczowe: mikroflora gleby, poletko, składowisko odpadów komunalnych*

## Streszczenie

Badania terenowe prowadzono w okresie od marca 2006 do września 2007 r. Z każdej strony składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie w dwóch strefach (50–250 i 250–500 m) od jego granic wyznaczono 8 stanowisk badawczych (poletek) do poboru próbek gleby, na których uprawiano ziemniaki odmiany Kuklik. Dodatkowe poletko doświadczalne założono w zreultywowanej części składowiska. W badanych glebach stwierdzono występowanie różnic w ilościowym składzie mikroflory, biorącej udział w metabolizmie azotowym. W analizowanej glebie liczba bakterii proteolitycznych wynosiła od  $2,4 \cdot 10^3$  do  $8,3 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup>, bakterii amonifikacyjnych od  $1,3 \cdot 10^5$  do  $8,4 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> oraz bakterii z rodzaju *Azotobacter* od 0 do  $2,1 \cdot 10^2$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. gleby. W badanym środowisku glebowym określano również w ciągu całego okresu badawczego wartości miana bakterii *Clostridium pasteurianum* od  $10^{-1}$  do  $10^{-5}$ , wartości miana bakterii nitryfikacyjnych od  $10^{-2}$  do  $10^{-6}$  oraz denitryfikacyjnych na poziomie od  $10^{-4}$  do  $10^{-5}$ .

## WSTĘP

Mikroflora gleby stanowi najszybciej rosnący i reagujący na zmiany parametrów środowiska składnik jej biocenozy. Należy pamiętać, że gleby należą do zasobów niepomnażalnych, łatwo zniszczalnych oraz trudno odtwarzalnych. Istnieje

również wyraźna współzależność między parametrami środowiska glebowego, zasiedlającymi ją drobnoustrojami i roślinami [FRĄCZEK, ZADROŻNY, ROPEK, 2006; KUCHARSKI, 1997; LIBUDZISZ, KOWAL, 2000; PAUL, CLARK, 2000]. Działalność drobnoustrojów odgrywa olbrzymią rolę w życiu roślin, te zaś w istotny sposób wpływają na rozwój drobnoustrojów glebowych. Korzenie roślin zmieniają warunki swojego siedliska, co ma ogromne znaczenie dla bytujących drobnoustrojów. Rośliny kształtują więc mikroflorę glebową i wpływają na przemiany mikrobiologiczne, nieustannie zachodzące w tym środowisku [BADURA, 1985; BALICKA, 1983; BOLTON, FREDRICKSON, ELLIOTT, 1993]. Obecność mikroorganizmów glebowych jest czynnikiem, który wraz z szatą roślinną określa zarówno kierunek i charakter procesów biochemicznych, jak i całość podstawowych biologicznych przemian związanych z aktywnością biologiczną i właściwościami fizykochemicznymi gleb uprawnych. Wynikiem działalności tych mikroorganizmów jest nie tylko mineralizacja i humifikacja różnych związków organicznych (w tym także synteza próchnicy), ale również uruchamianie wielu związków mineralnych, mających podstawowe znaczenie dla życia roślin i zwierząt glebowych [BARABASZ i in., 1998; KUCHARSKI, 1997; SMYK, 1996].

Dlatego też celem badań było określenie wpływu oddziaływania składowiska odpadów komunalnych na skład mikrobiocenotyczny drobnoustrojów glebowych, biorących udział w procesach przemian azotu pod uprawą ziemniaka odmiany Kuklik.

## METODY BADAŃ

Badania związane z tematem niniejszej pracy zostały przeprowadzone na terenie oraz w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie w okresie od marca 2006 do września 2007 r. W tym okresie pobierano próbki gleby raz w każdej kalendarzowej porze roku:

- 17 II 2006 r.,
- 26 V 2006 r.,
- 24 VII 2006 r.,
- 28 IX 2006 r.,
- 14 III 2007 r.,
- 21 V 2007 r.,
- 27 VII 2007 r.,
- 25 IX 2007 r.

Badania wykonano w doświadczeniu polowym. Z każdej strony składowiska wyznaczono dwie strefy od jego granic – I strefa od 50 do 250 m, natomiast strefa II między 250 a 500 m. W wyznaczonych strefach założono 8 poletek doświadczalnych, na których uprawiano w latach 2006 i 2007 ziemniaki odmiany Kuklik. Dodatkowo dziewiąte poletko doświadczalne zlokalizowano na terenie składowi-

ska, w już zrekultywowanym sektorze. Każde poletko podzielono na mikropoletka o powierzchni 25 m<sup>2</sup>. Oznaczenie stanowisk przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Poletka doświadczalne zlokalizowane w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie (lata 2006–2007)

**Table 1.** Plots situated in the vicinity of municipal dumping site in Tarnów in 2006–2007

Poletko Plot	Lokalizacja poletek – strefa, m Plot localization – zone, m	Gleba Soil	pH gleby Soil pH	Zakres wilgotności gleby Range of soil moisture %
W I	50–250	glina lekka light loam	5,1	6,7–19,4
W II	250–500	piasek gliniasty mocny heavy loamy sand	5,1	6,1–17,7
N I	50–250	glina lekka light loam	5,6	9,2–23,7
N II	250–500	glina lekka light loam	4,8	7,5–25,8
E I	50–250	piasek słabo gliniasty slightly loamy sand	4,8	8,9–27,4
E II	250–500	piasek gliniasty mocny heavy loamy sand	4,9	7,3–24,3
S I	50–250	piasek gliniasty lekki light loamy sand	7,5	9,8–31,3
S II	250–500	piasek słabo gliniasty slightly loamy sand	4,7	9,7–29,1
Z	sektor zrekultywowany restored sector	glina lekka light loam	4,7	12,4–39,6

Objaśnienia: litery w oznaczeniach poletek – kierunki stron świata.

Explanations: letters in plots' marking mean cardinal points.

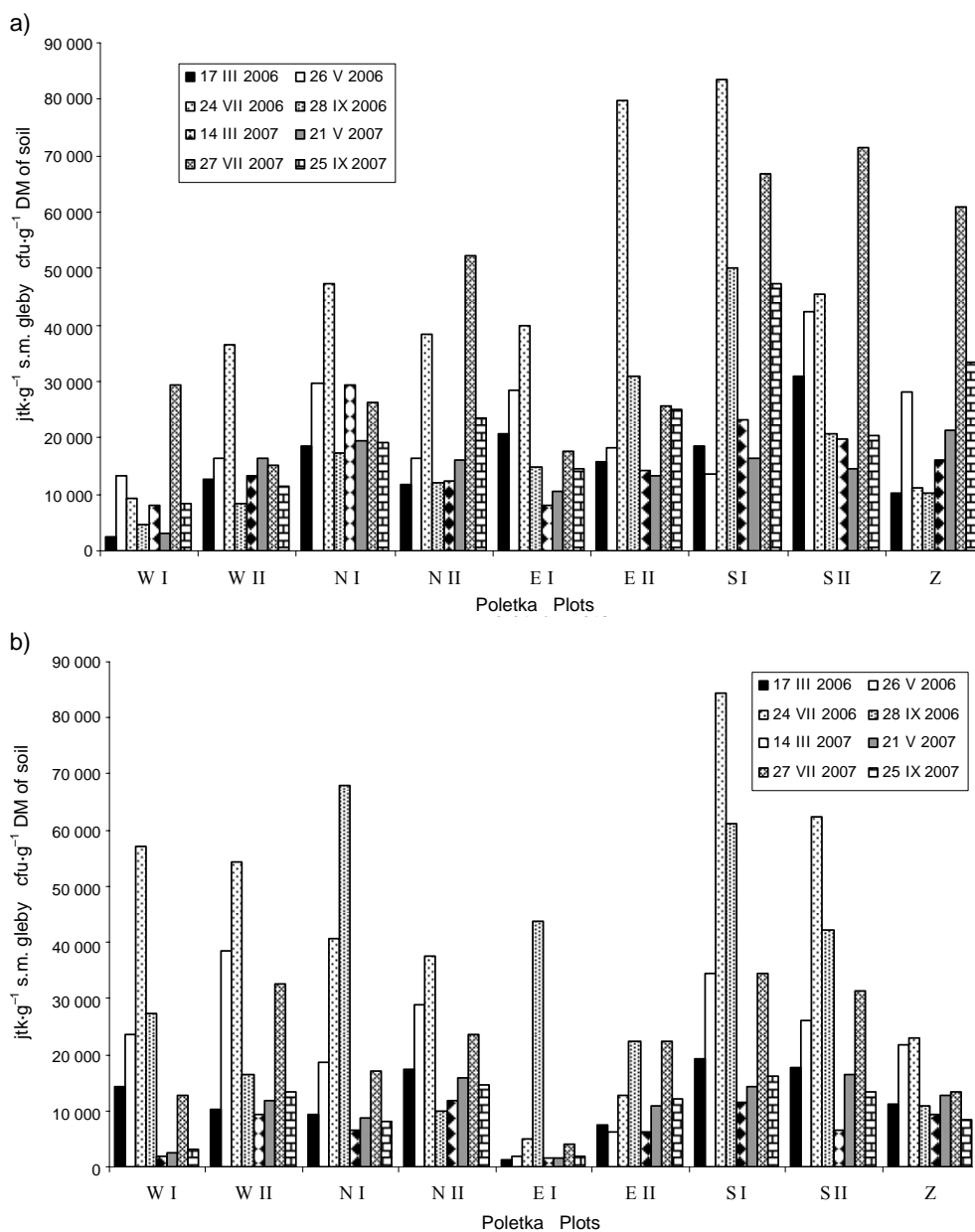
Próbki gleb do analiz pobierano z poletek doświadczalnych pod uprawą ziemniaka odmiany Kuklik z warstwy 0–20 cm (od marca 2006 do września 2007 r.). Pobrane próbki przewożono do laboratorium Katedry Mikrobiologii Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, gdzie dokonywano pomiarów wilgotności i pH oraz wykonywano analizy mikrobiologiczne. Obejmowały one oznaczenie liczebności drobnoustrojów proteolitycznych (podłoże wg Pochona) [POCHON, TARDIEUX, 1962], bakterii amonifikacyjnych (podłoże wg Rougieux) [POCHON, TARDIEUX, 1962] oraz tlenowych asymilatorów azotu atmosferycznego z rodzaju *Azotobacter* (podłoże Ashby'ego) [POCHON, TARDIEUX, 1962], a także bakterii asymilujących azot atmosferyczny w warunkach beztlenowych – *Clostridium pasteurianum* (podłoże wg Rougieux) [POCHON, TARDIEUX, 1962]. Ponadto określono wartości miana bakterii nityfikacyjnych (podłoże wg Winogradskiego) [PARKINSON, GRAY, WILLIAMS, 1971] i denityfikacyjnych (podłoże wg Giltaya) [PARKINSON, GRAY, WILLIAMS, 1971]. Liczbę jednostek tworzących kolonie (jtk) drobnoustrojów oznaczano metodą posiewu rozcieńczeń, przeliczając wynik oznaczenia na jeden gram

suchej masy gleby lub określano miano w rozcieńczonej glebie dla bakterii asymilujących azot atmosferyczny w warunkach beztlenowych (*Clostridium pasteurianum*) oraz przebiegu procesów nityfikacji i denityfikacji.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Występująca w środowisku glebowym mineralizacja związków organicznych zawierających azot, dokonywana przez bakterie, jest podstawowym procesem mikrobiologicznym, zapewniającym roślinom i drobnoustrojom azot w łatwo przyswajalnej formie mineralnej [BARABASZ, 1992; KOBUS, 1996; PIEKARSKA, KOŁWZAN, TRACZEWSKA, 2000]. W niniejszych badaniach szacowano ilościowo zależność (korelację) między danymi środowiskowymi (pH i wilgotność gleby) a liczebnością różnych grup mikroorganizmów, biorących udział w procesach przemian azotu w glebie, zakładając istnienie zależności nie tylko statystycznej, ale także przyczynowej. W większości przypadków notowano korelację dodatnią, często statystycznie istotną ( $n \leq 0,05$ ). Analiza statystyczna ujawniła ogólnie wysoce istotny wpływ stanowiska badawczego (a pośrednio – składowiska odpadów komunalnych) na liczebność badanych grup drobnoustrojów. Podobnie wynika z badań przeprowadzonych przez NOWAKA i in. [1997], w których odległość od obiektu również okazała się czynnikiem powodującym istotne statystycznie różnice składu mikroflory glebowej. Wyniki przeprowadzonych analiz mikrobiologicznych próbek gleby wskazują, że w zależności od odległości poletek doświadczalnych pod uprawą ziemniaka od czynnego składowiska i terminu wykonania analiz stwierdza się wyraźne różnice w ilościowym składzie mikroflory, biorącej udział w metabolizmie azotowym (rys. 1, tab. 2).

Porównując zmiany liczebności bakterii proteolitycznych, odnotowano, że ich liczba w glebie w zależności od stanowiska doświadczalnego wynosiła od  $2,4 \cdot 10^3$  (marzec 2006 r.) do  $8,3 \cdot 10^4$  (lipiec 2006 r.) jtk $\cdot$ g $^{-1}$  s.m. gleby (rys. 1). Porównując średnie liczebności badanych bakterii, można stwierdzić, że najwięcej ich ( $3,9 \cdot 10^4$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$ ) występowało na poletku S I, zlokalizowanym po stronie południowej składowiska, w strefie 50–250 m od jego granic, natomiast najmniej ( $9,7 \cdot 10^3$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$ ) odnotowano na obszarze położonym na zachód od składowiska również w strefie I (poletko W I), przy czym średnio najwięcej po stronie południowej składowiska (tab. 3). Amonifikatory, podobnie jak drobnoustroje proteolityczne, stanowią grupę o bardzo różnym składzie gatunkowym: tlenowce, beztlenowce, psychro-, mezo- i termofilne, przystosowane do rozwoju w środowisku kwaśnym i alkalicznym, bardziej i mniej wilgotnym [ZMYSŁOWSKA, 2002]. Z danych analitycznych dotyczących występowania bakterii amonifikacyjnych w glebie na założonych poletkach wynika, że ich liczebność wynosiła od  $1,3 \cdot 10^5$  do  $8,4 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  s.m. gleby (rys. 1). Największą ich liczbę stwierdzono w lipcu 2006 r. na poletku doświadczalnym, położonym w strefie bezpośrednio sąsiadującej ze składowiskiem po stro-



Rys. 1. Liczebność bakterii proteolitycznych (a) i bakterii amonifikacyjnych (b) w glebie pod uprawą ziemniaka odmiany Kuklik w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie; lokalizacja poletek, jak w tabeli 1.

Fig. 1. The number of proteolytic (a) and ammonifying (b) bacteria in soil under potatoes of the Kuklik variety around the municipal waste dumping site in Tarnów; plot localisation as in Table 1



		cd. tab. 2									
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	
E I	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	nitryfikacyjne nitrifying	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
	denitryfikacyjne denitrifying	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	
E II	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria	0	0	0	0	0	120	22	12	12	
	nitryfikacyjne nitrifying	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
	denitryfikacyjne denitrifying	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	
S I	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria	0	0	0	0	0	20	0	0	0	
	nitryfikacyjne nitrifying	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
	denitryfikacyjne denitrifying	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	
S II	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria	30	45	0	0	0	90	110	40	40	
	nitryfikacyjne nitrifying	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
	denitryfikacyjne denitrifying	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
Z	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	nitryfikacyjne nitrifying	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
	denitryfikacyjne denitrifying	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>	
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	

Objaśnienia: lokalizacja poletek, jak w tabeli 1. Explanations: location of plots as in Table 1.

**Tabela 3.** Średnia liczebność bakterii biorących udział w metabolizmie azotowym w glebie pod uprawą ziemniaka odmiany Kuklik w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie (lata 2006–2007)

**Table 3.** Mean number of nitrogen processing bacteria in the soil under potatoes of the Kuklik variety around the municipal waste dumping site in Tarnów (years 2006–2007)

Poletko Plot	Liczebność, jtk·g <sup>-1</sup> s.m. gleby Numbers, cfu·g <sup>-1</sup> soil DM		
	bakterie proteolityczne proteolytic bacteria	bakterie amonifikacyjne ammonification bacteria	bakterie z rodz. <i>Azotobacter</i> <i>Azotobacter</i> bacteria
W I	9 781	1 780 588	7
W II	16 270	2 331 650	25
N I	25 915	2 211 525	8
N II	22 878	1 993 738	36
E I	19 330	761 913	0
E II	27 919	1 256 870	19
S I	39 943	3 452 025	3
S II	33 142	2 698 150	39
Z	23 943	1 378 425	0

Objaśnienia: lokalizacja poletek, jak w tabeli 1.

Explanations: location of plots as in Table 1.

nie południowej (poletko S I), natomiast minimalną – w marcu 2006 r. na poletku E I, położonym po stronie wschodniej na obszarze oddalonym od 50 do 250 m od składowiska. Średnia liczebność bakterii amonifikacyjnych była największa w glebie na poletkach doświadczalnych położonych po stronie południowej składowiska, a najmniejsza – na poletkach zlokalizowanych w części wschodniej (tab. 3). Przebieg amonifikacji zależy od wielu czynników, z których najważniejszymi są: skład granulometryczny gleby, zawartość substancji organicznej, stosunek C:N, odczyn, nawożenie organiczne i mineralne, potencjał oksydo-redukcyjny oraz aktywność mikrobiologiczna i biochemiczna gleby [WYSZKOWSKA i in., 2006].

W badaniach uwzględniono także bakterie z rodzaju *Azotobacter*, biorące udział w asymilacji azotu atmosferycznego. Liczebność tych bakterii w glebie na poletkach doświadczalnych pod uprawą ziemniaka w zależności od stanowiska doświadczalnego wynosiła od 0 do  $2,1 \cdot 10^2$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. gleby (tab. 2). Najwięcej stwierdzono ich w lipcu 2006 r. w glebie na poletku doświadczalnym położonym na północ od składowiska (poletko N II). Średnio najwięcej ich ( $3,9 \cdot 10$  jtk·g<sup>-1</sup>) odnotowano w glebie na poletku zlokalizowanym za pasem zadrzewień po stronie południowej składowiska (poletko S II). W analizowanej glebie stwierdzono ich brak na poletku doświadczalnym w zreaktywowanym sektorze składowiska oraz położonym po stronie wschodniej w strefie 50–250 m od składowiska (tab. 3). Uzyskane wyniki potwierdzają fakt, że liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter* w środowisku glebowym zależy od jego zanieczyszczenia, które oddziałuje na nią



toksycznie, istotnie zmniejszając lub powodując całkowity brak tej grupy drobnoustrojów w glebie [KUCHARSKI, JASTRZĘBSKA, WYSZKOWSKA, 2004].

Oprócz mikroorganizmów tlenowych, wiążących azot atmosferyczny, w badaniach uwzględniono także asymilatory azotu atmosferycznego, żyjące w warunkach beztlenowych. Wartości miana bakterii *Clostridium pasteurianum* w ciągu całego okresu badawczego na poletkach doświadczalnych pod uprawą ziemniaków mieściły się w przedziale od  $10^{-1}$  do  $10^{-5}$  (tab. 2). Największą wartość miana badanych bakterii odnotowano we wrześniu 2006 r. na poletku doświadczalnym zlokalizowanych na obszarze sąsiadującym ze składowiskiem po stronie północnej (poletko N I), natomiast minimalną – w tym samym terminie na poletku zlokalizowanym w strefie 50–250 m od składowiska po stronie wschodniej (poletko E I). Mniejsze wartości miana *Clostridium pasteurianum* występowały w początkowym okresie badań.

Wartości miana bakterii nityfikacyjnych w analizowanej glebie mieściły się natomiast w przedziale od  $10^{-2}$  (lipiec 2006 r. – poletko N II) do  $10^{-6}$  (wszystkie poletka doświadczalne z wyjątkiem E II) (tab. 2). Ogólne zmiany sezonowe miana bakterii nityfikacyjnych wskazują na jego zmniejszenie w początkowym i końcowym etapie badań. Duży wpływ na rozwój tych mikroorganizmów mogły wywrzeć odczyn i wilgotność gleb, gdyż bakterie te są bardzo wrażliwe na przesuszenie i zakwaszenie środowiska glebowego. Proces nityfikacji jest determinowany bowiem zarówno przez pH, zawartość substancji organicznej, jak i ilość metali ciężkich w glebie. Od pH gleby zależą w dużym stopniu jej właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne, a także trwałość struktury i związane z nią stosunki powietrzno-wodne, a więc wszystkie te czynniki, które zapewniają roślinom optymalne warunki rozwoju [BARABASZ, 1992; WIELGOSZ, SZEMBER, 2006; WYSZKOWSKA, KUCHARSKI, KUCHARSKI, 2006].

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wartości miana bakterii denityfikacyjnych na poletkach doświadczalnych pod uprawą ziemniaków mieściły się w przedziale od  $10^{-4}$  do  $10^{-6}$  (tab. 2). Największe wartości ich miana stwierdzono na poletkach doświadczalnych, zlokalizowanych na północ oraz południe od składowiska (poletka N I, N II, S I, S II), a także w sektorze zreaktywowanym (poletko Z), natomiast mniejsze wartości w glebie na poletku położonym po stronie wschodniej składowiska (poletko E I), w początkowym etapie wegetacji – marzec 2006, 2007 r. W większości przypadków denityfikacja jest przeprowadzana przez bakterie heterotroficzne, co potwierdza się także w doświadczeniach polowych, przy czym mniejszy potencjał denityfikacyjny występuje w glebie pod uprawami w stosunku do gleby ugorowanej [PAUL, CLARK, 2000].

## WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania mikrobiologiczne gleby w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie na poletkach doświadczalnych pod uprawą ziemniaka odmiany Kuklik wykazały zróżnicowane występowanie drobnoustrojów, biorących udział w procesach przemian azotu.

2. Głównymi czynnikami, powodującymi zmiany w składzie mikrobiocenozy bakterii, biorących udział w metabolizmie azotowym, są odległość i kierunek położenia poletka doświadczalnego względem składowiska.

3. W ciągu całego okresu wegetacji największą liczebność bakterii, uczestniczących w metabolizmie azotowym obserwowano w okresie intensywnego wzrostu rośliny doświadczalnej (ziemniaka).

4. W bliskim otoczeniu składowisk odpadów komunalnych powinny być w dalszym ciągu prowadzone w szerokim zakresie badania w celu wytypowania roślin uprawnych, które można by wykorzystać na takich obszarach, a tym samym zagospodarować te obszary rolniczo.

Praca finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2005–2008 jako projekt badawczy 2P06R 089 29.

## LITERATURA

- BADURA L., 1985. Mikroorganizmy w ekosystemach – ich występowanie i funkcje. *Post. Microbiol.* 24 s. 153–185.
- BALICKA N., 1983. Niektóre aspekty wzajemnego oddziaływania roślin i drobnoustrojów. *Post. Microbiol.* 23 s. 87–93.
- BARABASZ W., 1992. Mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego. Cz. 2. Biotransformacja azotu glebowego. *Post. Mikrobiol.* 31 (1) s. 3–9.
- BARABASZ W., SMYK B., CHMIEL M.J., VORIŠEK K., 1998. Zmęczenie gleby a skład mikroflory glebowej. Ekologiczne aspekty mikrobiologii gleby. Poznań: Wydaw. AR s. 43–56.
- BOLTON H., FREDRICKSON J.K., ELLIOTT L.F., 1993. Microbial ecology of the rhizosphere. *Soil Microbial Ecol.* s. 27–63.
- FRĄCZEK K., ZADROŻNY P., ROPEK D., 2006. Badania właściwości chemicznych i mikrobiologicznych gleby w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Tamowie. *Acta Agraria Silv.* 42 s. 161–170.
- KOBUS J., 1996. Rola mikroorganizmów w przemianach azotu w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 440 s. 151–169.
- KUCHARSKI J., 1997. Relacje między aktywnością enzymów a żywnością gleby. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie.* Pr. zbior. Red. W. Barabasz. Kraków: Wydaw. AR s. 327–347.
- KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E., WYSZKOWSKA J., 2004. Wpływ substancji ropopochodnych na przebieg procesów amonifikacji i nityfikacji. *Acta Agraria Silv.* 42 s. 248–255.
- LIBUDZISZ Z., KOWAL K., 2000. *Mikrobiologia techniczna.* Łódź: Wydaw. PŁ ss. 354.
- NOWAK A., NIEDŹWIECKI E., FRIEDRICH S., MICHAŁEWICZ W., WRONKOWSKA H., 1997. Badania zmian zachodzących we właściwościach chemicznych i mikroflorze powierzchniowych warstw gleby pod wpływem oddziaływania wysypiska odpadów komunalnych w Sierakowie. W: *Drobnoustroje*

- je w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie. Pr. zbior. Red. W. Barabasz. Kraków: Wydaw. AR s. 505–525.
- PARKINSON D., GRAY T.R., WILLIAMS T.S., 1971. Methods for studying of soil microorganisms. IBP Handbook no 19. Oxford: Blackwel.
- PAUL E.A., CLARK F.E., 2000. Mikrobiologia i biochemia gleby. Lublin: Wydaw. UMCS ss. 400.
- PIEKARSKA K., KOŁWZAN B., TRACZEWSKA M.T., 2000. Zastosowanie metod biologicznych do prognozowania biodegradacji substancji ropopochodnych w gruntach. Zesz. Nauk. PŚ. Inż. Środ. 45 s. 89–99.
- POCHON J., TARDIEUX P., 1962. Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Paris: Coll. Tech. de base ss. 111.
- SMYK B., 1996. Grzyby toksynotwórcze a zagrożenia ekotoksykologiczne środowisk przyrodniczych Krakowa. St. Ośr. Dokument. Fizjogr. 24 s. 113–144.
- WIELGOSZ E., SZEMBER A., 2006. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Ann. UMCS Sect. E 61 s. 107–119.
- WYSZKOWSKA J., KUCHARSKI J., KUCHARSKI M., 2006. Nitryfikacja w glebie zanieczyszczonej miedzią. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 515 s. 438–445.
- WYSZKOWSKA J., KUCHARSKI M., KUCHARSKI J., BOROWIK A., 2006. Przemiany kwasu L-asparaginoowego i L-glutaminowego w obecności inhibitorów nitryfikacji. Acta Agraria Silv. 49 s. 507–515.
- ZMYSŁOWSKA I., 2002. Mikrobiologia ogólna i środowiskowa. Olsztyn: Wydaw. UWM ss. 193.

Krzysztof FRĄCZEK

## MICROBIOCOENOTIC COMPOSITION OF NITROGEN PROCESSING SOIL MICROORGANISMS AROUND THE MUNICIPAL WASTE DUMPING SITE

*Key words: municipal waste dumping site, plot, soil microflora*

### S u m m a r y

Field studies were carried out from March 2006 to September 2007. Eight plots were selected on each side of the municipal dumping site in Tarnów in two zones 50–250 and 250–500 meters apart from its borders to take soil samples. Potatoes of the Kuklik variety were cultivated on these plots. Additional test plot was located in the restored part of the municipal waste dumping site. Differences in the quantitative composition of nitrogen processing microorganisms were found among the tested soils. In plots overgrown by potatoes the number of proteolytic bacteria ranged from  $2.4 \cdot 10^3$  to  $8.3 \cdot 10^4$  cfu·g<sup>-1</sup>, that of amonifiers from  $1.3 \cdot 10^5$  to  $8.4 \cdot 10^6$  cfu·g<sup>-1</sup> and the number of *Azotobacter* bacteria from 0 to  $2.1 \cdot 10^2$  cfu·g<sup>-1</sup> of soil dry weight. Moreover, during the whole study period the counts of *Clostridium pasteurianum* bacteria were estimated at  $10^{-1}$  to  $10^{-5}$ , the counts of nitrifying bacteria – from  $10^{-2}$  to  $10^{-6}$  and the counts of denitrifying bacteria – from  $10^{-4}$  to  $10^{-5}$ .

Recenzenci:

*dr Anna Gałqzka*

*dr hab. Krystyna Przybulewska*

Praca wpłynęła do Redakcji 14.09.2009 r.