

# WPŁYW OSADU ŚCIEKOWEGO NA AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNĄ GLEB

Urszula WYDRO\*, Elżbieta WOŁEJKO, Agata JABŁOŃSKA-TRYPUĆ,  
Andrzej BUTAREWICZ, Tadeusz ŁOBODA

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** Celem pracy było określenie wpływu granulatu na bazie osadu ściekowego na aktywność biologiczną gleb miejskich. Czynnikiem eksperymentu były: dawka osadu ściekowego „Granbial” i termin poboru próbek. W próbkach gleb oznaczono takie parametry jak: ogólna liczba bakterii (bez promieniowców), promieniowców i grzybów, aktywność dehydrogenaz, zawartość substancji organicznej oraz pH gleby w 1M KCl. Aktywność mikrobiologiczną określono poprzez wyznaczenie stosunku liczby bakterii (obejmującej również promieniowce) do liczby grzybów. Oznaczenie aktywności dehydrogenaz posłużyła do oceny enzymatycznej gleb. Wyznaczony iloraz liczebności bakterii do grzybów wskazuje na mały udział grzybów w badanych glebach. Aktywność biologiczna gleb miejskich jest składową warunków meteorologicznych, glebowych oraz działalności człowieka.

*Słowa kluczowe:* osady ściekowe, aktywność biologiczna gleb.

## 1. Wprowadzenie

Gleby miejskie stanowią najmniej poznaną grupę gleb na terenach Polski (Niedbała i in., 2010). Należą do gleb zdegradowanych ze względu na niską zawartość substancji organicznej i próchnicy, niską pojemność wodną oraz niską zawartość składników pokarmowych, które są niezbędne do wzrostu roślin. Struktura tych gleb jest zróżnicowana, nie wykazują one budowy profilowej. Często budują je odpady budowlane, co powoduje, że mają zbitą strukturę, są nieprzepuszczalne dla wody oraz wykazują zasadowy odczyn (Grejert, 2000; Wołejko i in., 2015). Ponadto, grunty miejskie zlokalizowane wzdłuż ciągów komunikacyjnych narażone są na zanieczyszczenia, których głównym źródłem jest transport. Emituje on szereg groźnych związków, takich jak metale ciężkie czy substancje organiczne, będące produktami spalania ropy naftowej (Gawroński, 2009; Czaja i in., 2013). Wszystkie wymienione czynniki powodują, że gleby na terenach zurbanizowanych nie spełniają w pełni swojej funkcji ekologicznej, a także nie stwarzają sprzyjającego środowiska do życia dla mikroorganizmów czy też roślin, a w związku z tym wymagają rekultywacji (Czaja i in., 2013).

Zabieg rekultywacji gleb zdegradowanych może być prowadzony przy użyciu odpadów organicznych, do których należą także osady ściekowe. Jest to materiał organiczny wykazujący korzystne właściwości glebo- i próchnicotwórcze, jest zasobny w substancję organiczną, mikro- i makroelementy niezbędne do wzrostu roślin oraz poprawiające aktywność biologiczną gleb. Wykorzystanie

przyrodnicze osadów ściekowych jest tym bardziej uzasadnione ze względu na problem utylizacji tego bioodpadu oraz brak możliwości jego składowania (Wołejko i in., 2015; Bień i in., 2011).

Ograniczeniem stosowania osadów ściekowych są najczęściej ponadnormatywne zawartości metali ciężkich, zanieczyszczenia sanitarne oraz takie właściwości osadu jak konsystencja czy nieprzyjemny zapach. Aby wyeliminować powyższe problemy, przeprowadza się proces stabilizacji termicznej osadów ściekowych poprzez suszenie połączone z granulacją. Technologia ta pozwala na uzyskanie produktu o dobrych parametrach użytkowych, to jest: niskiej wilgotności, wysokim stopniu higienizacji, właściwym uziarnieniu ułatwiającym procesy przechowywania, załadunku, transportu i wysiewu, wysokiej wytrzymałości mechanicznej ograniczającej pylenie, a także pozbawionego charakterystycznego dla osadów ściekowego odoru (Wiater i in., 2003).

Celem pracy było określenie wpływu granulatu otrzymanego na bazie osadu ściekowego na aktywność biologiczną gleb miejskich, wyrażoną wybranymi parametrami mikrobiologicznymi, enzymatycznymi i chemicznymi.

## 2. Materiały i metody

### 2.1. Założenie eksperymentu

Badania przeprowadzono na powierzchniach doświadczalnych założonych na trawnikach miejskich, zlokalizowa-

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: u.wydro@pb.edu.pl

nych wzdłuż ciągów komunikacyjnych przy ul. Hetmańskiej i ul. ks. Jerzego Popiełuszki w Białymstoku, założonych jesienią 2014 roku. Każda z powierzchni miała 90 m<sup>2</sup> i została podzielona na 18 poletek o powierzchni 5 m<sup>2</sup>.

Czynnikami w eksperymencie były: dawka granulatu na bazie osadu ściekowego „Granbial”, pochodzącego z Miejskiej Oczyszczalni ścieków w Białymstoku (0 – kontrola, 14,5 i 29 Mg s.m./ha), nawożenie solą potasową (0 i 1 kg/100 m<sup>2</sup>) oraz termin poboru próbek (lipiec i wrzesień 2015 roku). Zastosowany granulat spełniał wymogi ujęte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. Nr 137 poz. 924) w przypadku zastosowania osadów do celów nierolniczych. Właściwości granulatu przedstawiają się następująco: pH – 8,2; azot amonowy: 0,18% s.m.; azot ogólny – 4,63% s.m.; fosfor ogólny – 3,26% s.m.; wapń – 3,79% s.m., magnez – 0,57% s.m.; ołów – 26 mg/kg s.m.; chrom – 76,6 mg/kg s.m.; cynk – 1045 mg/kg s.m.; kadm – <1,25 mg/kg s.m.; miedź - 198 mg/kg s.m.; nikiel – 30,1 mg/kg s.m.; rtęć – 0,98 mg/kg s.m., zawartość substancji organicznych – 56,9% s.m.; zawartość suchej masy – 81,7%. W osadzie nie wyizolowano żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.* i *Toxocara sp.*, ani bakterii z rodzaju *Salmonella*.

Wiosną 2015 roku na przygotowane obiekty wysiano mieszanek traw gazonowych Roadside.

## 2.2. Oznaczenie właściwości fizykochemicznych, mikrobiologicznych i enzymatycznych gleb

Analizy próbek gleby przeprowadzono w Zakładzie Biologii Sanitarnej i Biotechnologii oraz w Katedrze Kształtowania i Ochrony Środowiska Politechniki Białostockiej. W próbkach gleby pobranej w lipcu i we wrześniu 2015 roku z warstwy powierzchniowej 0-10 cm oznaczono:

- pH w 1M KCl metodą potencjometryczną na pehametrze HQ 40d Multi firmy Hach;
- straty przy prażeniu suchej masy gleby jako zawartość substancji organicznej po spaleniu próbki w piecu mufowym w temperaturze 550°C;
- aktywność dehydrogenaz metodą kolorymetryczną z wykorzystaniem TTC (2,3,5-trifenylotetrazoliowego chlorku) jako substratu po 20 h inkubacji w 37°C przy długości fali 485 nm (Casida i in., 1964) wykorzystując czytnik mikroplitek GloMax®-Multi Detection System firmy Promega;
- ogólną liczbę bakterii na podłożu z wyciągiem glebowym (Galimska-Stypa i in., 1999) po inkubacji w temperaturze 28°C przez 7 dni;
- liczbę grzybów pleśniowych na podłożu Martina z różem bengalskim (Martin, 1950) i dodatkiem streptomycyny, po inkubacji w tempurze 25°C przez 14 dni;
- liczbę promieniowców na podłożu AGS z glicerolem i arginina (El-Nakeeb i Lechevalier, 1963)

z dodatkiem nystatyny i cykloheksamidu po inkubacji w temperaturze 28°C przez 10 dni.

Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Ogólną liczbę bakterii (z wyłączeniem promieniowców), grzybów i promieniowców przeliczono na 1 g s.m. gleby i wyrażono w jednostkach tworzących kolonie (jtk).

Aktywność mikrobiologiczną określono poprzez wyznaczenie ilorazu liczby bakterii (w tym promieniowców) (B) do liczby grzybów (G), oznaczenie aktywności dehydrogenaz (DHA) wyrażonej ilością powstałego 2,3,5-trifenyloformazanu ( $\mu\text{g TPF}/20 \text{ h} \times \text{g s.m. gleby}$ ) posłużyło do oceny enzymatycznej gleb.

## 2.3. Analiza statystyczna

Uzyskane wyniki poddano podstawowej analizie statystycznej stosując pakiet STATISTICA 12. Ponadto określono wpływ dawki osadu i terminu poboru próbek na parametry aktywności biologicznej stosując analizę wariancji ANOVA, a istotne różnice oceniono testem Tukey'a przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

## 3. Analiza wyników badań

Z danych przedstawionych w tabelicy 1 wynika, że zastosowane nawożenie osadem ściekowym w różnych dawkach wpłynęło na zróżnicowanie właściwości badanych gleb. Odczyn gleb mierzony w 1 M KCl wynosił od 6,80 dla obiektów z podwójną dawką osadów ściekowych do 7,26 dla poletek kontrolnych, co oznacza że gleby posiadały odczyn od słabo do średnio alkalicznego. Cechą charakterystyczną gleb na terenach miejskich jest często zasadowy odczyn, który jest powodowany emisją zanieczyszczeń z powietrza o charakterze zasadowym oraz faktem, że gleby miejskie są najczęściej tworzone z odpadów budowlanych zawierających związki wapnia (Grejert, 2000). Ponadto, aplikowany do gleby granulat miał wartość pH wynoszącą 8,2. Wong i in. (1998), Singh i Agrawal (2008) oraz Napora i Grobelak (2014) wskazują, że aplikacja osadu ściekowego do gleby może powodować modyfikację jej odczynu poprzez jego podwyższenie lub obniżenie na skutek obecności w osadach związków wapnia czy też produkcji kwasów podczas rozkładu materii organicznej wprowadzanej wraz z osadem.

Zawartość substancji organicznej oznaczonej jako straty przy prażeniu dla obiektów kontrolnych wynosiła od 3,83 do 6,93% s.m., średnio 5,28% s.m. (tab. 1). Nawożenie granulatem spowodowało wzrost średniej zawartości substancji organicznej o 22% przy zastosowaniu dawki 14,5 Mg s.m./ha, z kolei nawożenie dawką podwójną – o 53% w stosunku do próbek kontrolnych. O pozytywnym wpływie osadu ściekowego na zawartość substancji organicznej w glebie donoszą Napora i Grobelak (2014), Singh i Agrawal (2008), Siuta (2003), Wiater i in. (2003).

Tab. 1. Odczyn gleby, zawartość substancji organicznej oraz aktywność dehydrogenaz w zależności od zastosowanej dawki osadu ściekowego w formie granulatu (źródło: opracowanie własne)

Dawka granulatu [Mg s.m./ha]	Parametr	pH	Zawartość substancji organicznej [%]	Aktywność dehydrogenaz [ $\mu\text{g TPF}/20 \text{ h x g s.m. gleby}$ ]
0	Średnia	–	5,28	0,26
	Min-max	7,05-7,26	3,83-6,93	0,10-0,37
	Odchylenie standardowe	–	1,04	0,09
14,5	Średnia	–	6,42	0,35
	Min-max	6,89-7,34	5,66-7,65	0,06-0,45
	Odchylenie standardowe	–	0,66	0,12
29	Średnia	–	8,09	0,27
	Min-max	6,80-7,12	6,16-11,26	0,06-0,44
	Odchylenie standardowe	–	1,52	0,11

Przydatnym wskaźnikiem do oceny aktywności mikrobiologicznej gleby w obecności zanieczyszczeń jest określenie aktywności dehydrogenaz, które wyrażają intensywność metabolizmu oddechowego mikroorganizmów glebowych, głównie bakterii (Rusek, 2006; Brzezińska i Włodarczyk, 2005).

Aplikacja granulatu na bazie osadu ściekowego w pierwszym roku prowadzenia badań nie wpłynęła znacząco na aktywność dehydrogenaz (tab. 1). Aktywność tych enzymów wynosiła średnio od 0,26 do 0,35  $\mu\text{g TPF}/20 \text{ h x g s.m. gleby}$ , odpowiednio dla próbek z poletek kontrolnych i próbek nawożonych dawką 14,5 Mg s.m./ha. Maksymalną aktywność uzyskano dla próbek z obiektów z pojedynczą dawką granulatu (0,45  $\mu\text{g TPF}/20 \text{ h x g s.m.}$ ). Uzyskane wyniki aktywności enzymatycznej gleb wyrażonej aktywnością dehydrogenaz w badaniach własnych nie potwierdzają wpływu osadu ściekowego na ten parametr. Aktywność enzymatyczna gleb na terenach zurbanizowanych może być dodatkowo determinowana zanieczyszczeniami trafiającymi do środowiska glebowego z powietrza oraz emitowanymi przez transport. Ponadto aplikowany osad, zwłaszcza w podwójnej dawce, mógł w początkowym okresie badań doprowadzić do zahamowania aktywności

mikrobiologicznej gleby na skutek nagłej zmiany warunków siedliskowych powodując stres.

Niezwyczajnie ważnym elementem gleby są zamieszkujące ją drobnoustroje, których funkcją jest regulacja w ekosystemie obiegu składników pokarmowych (Vieira i Pazianotto, 2016). Badania własne wykazały, że aplikacja granulatu „Granbial” różnicowała liczbę drobnoustrojów w badanym środowisku glebowym. Stwierdzono istotny wpływ dawki osadu na liczbę bakterii (w tym promieniowców). Na ich liczbę miał też wpływ termin poboru próbek (tab. 2). Najniższą liczebność omawianych mikroorganizmów odnotowano dla próbek pobranych latem (w lipcu) dla poletek kontrolnych i wynosiła ona średnio  $1,16 \times 10^6 \text{ jtk/ g s.m.}$ , natomiast najwyższą – dla próbek pobranych we wrześniu z obiektów nawożonych dawką 29 Mg s.m./ha, wynoszącą  $9,24 \times 10^6 \text{ jtk/ g s.m.}$  Liczebność grzybów pleśniowych w badanych glebach różniła się istotnie w zależności od terminu poboru próbek i wynosiła średnio od 377 jtk/ g s.m. do 1569 jtk/ g s.m., odpowiednio dla próbek pobranych z kontroli w okresie letnim i z obiektów z dawką 14,5 Mg/ha s.m. w okresie jesiennym.

Tab. 2. Ogólna liczba bakterii (wraz z promieniowcami) oraz grzybów oraz ich stosunek w zależności od dawki granulatu i terminu poboru próbek (źródło: opracowanie własne)

A - Dawka osadów ściekowych [Mg s.m./ha]	B - Termin poboru próbek	Liczba bakterii (B) [jtk x $10^6/\text{g s.m.}$ ]	Liczba grzybów (G) [jtk/g s.m.]	B+P/G
0	lato	1,16	377	3076
	jesień	3,78	1105	3420
14,5	lato	2,28	528	4320
	jesień	7,71	1569	4911
29	lato	4,72	1033	4566
	jesień	9,24	1357	6809
NIR <sub>0,05</sub>		A - 6,0; B - 3,55; AxB - n.i.*	A - n.i.; B - 892; AxB - n.i.	

\* Objaśnienia: n.i. – nieistotne statystycznie.

Napora i Grobelak (2014) zwracają uwagę na fakt, iż osady ściekowe mają pozytywny wpływ na rozwój glebowych bakterii ponieważ po aplikacji osadów bogatych w substancję organiczną i składniki pokarmowe zwiększa się ilość bakterii zwłaszcza makrotróficznych (o dużych wymaganiach pokarmowych) i oligotroficznych (o małych wymaganiach pokarmowych) w wierzchniej warstwie. Dodatkowo, mikroorganizmy glebowe przekształcając związki mineralne i organiczne, powodują wzbogacenie gleby w substancje antybiotyczne, wzrostowe i biologicznie czynne (Janvier i in., 2007). Warto dodać, że dodany do gleb osad ściekowy może modyfikować aktywność mikrobiologiczną gleb i strukturę występowania poszczególnych grup drobnoustrojów (Jorge-Mardomingo i in., 2013).

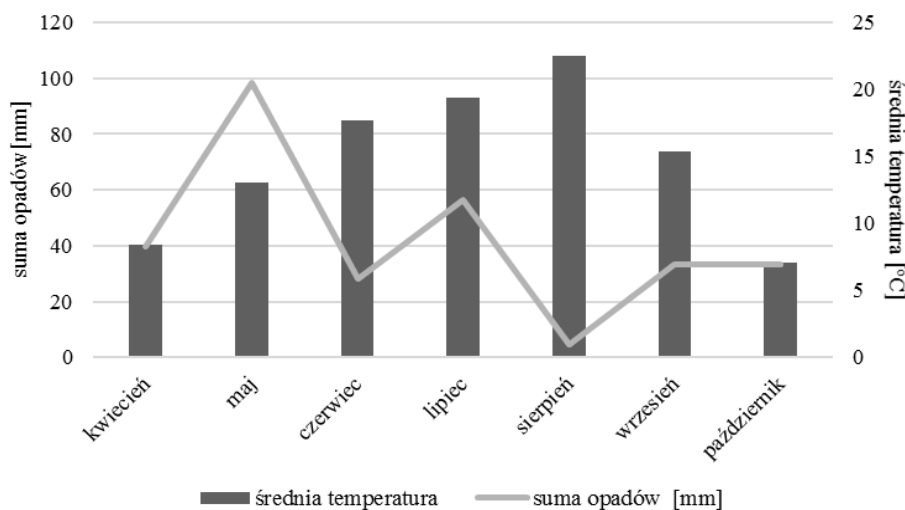
Jak wskazuje Skwaryło-Bednarska (2008) i Wyszkowska (2002), jednym ze wskaźników określających jakość, żyzność i aktywność biologiczną gleb jest iloraz liczebności bakterii (w tym promieniowców) do liczebności grzybów. W badaniach własnych uzyskany wskaźnik był różnicowany i wynosił od 3076 (dla próbek z kontroli pobranych latem) do 6809 (dla próbek z poletek z dawką podwójną osadu pobranych jesienią). Tak wysoki wskaźnik występowania badanych grup drobnoustrojów świadczy o słabym rozwoju grzybów w badanych glebach. Jak podaje Sosnowski i Jankowski (2013) duży udział grzybów nie jest zjawiskiem pożądanym z punktu widzenia jakości gleb, ponieważ grzyby mogą wykazywać toksynotwórcze i fitopatogenne działanie. Jednak jak donosi Tyszkiewicz (2014), grzyby pełnią również pozytywną rolę w glebie, a mianowicie biorą udział w przemianie związków organicznych i mineralnych, w syntezie substancji organicznej i biologicznie czynnych związków, decydując tym samym o kierunku procesów glebotwórczych.

O rozwoju mikroorganizmów w glebie decyduje wiele czynników, takich jak: warunki meteorologiczne, wilgotność gleby, obecność składników odżywczych, temperatura czy odczyn gleby (Galus-Barchan

i Paśmionka, 2014). Konsekwencją mechanicznych i chemicznych przekształceń środowiska glebowego w miastach jest zaburzenie działalności i dynamiki rozwoju drobnoustrojów obecnych w glebie i związanej z tym aktywności biologicznej (Abdu i in., 2017; Wysocki i Stawicka, 2005). Ze względu na charakter gleb miejskich, wysoki stopień ich zdegradowania oraz brak zabiegów agrotechnicznych poprawiających ich jakość, kształtowanie się struktur ilościowo-jakościowych zbiorowisk mikroflory glebowej ma zupełnie inny charakter niż na glebach użytkowanych rolniczo. Ponadto, tempo rozkładu materii organicznej w glebach miejskich, decydujące o intensywności rozwoju mikroflory, jest zależne od stopnia antropizacji i na obszarach zieleni przyulicznej proces ten jest wyraźnie wolniejszy niż w parkach (Wysocki i Stawicka, 2005).

Kolejnym z parametrów mających duży wpływ na rozwój mikroorganizmów w glebie jest jej odczyn. Bakterie najlepiej znoszą pH od 6,5 do 7,5 (Galus-Barchan i Paśmionka, 2014), z kolei grzyby pleśniowe rozwijają się w glebie o pH niższym. Badane środowisko glebowe charakteryzuje się stosunkowo wysokim odczynem gleb (tab. 1), w związku z tym rozwój grzybów może być ograniczony, co wyjaśniać może wyliczony wskaźnik B/G.

Można przypuszczać, że warunki meteorologiczne badanego obszaru, w okresie kiedy pobierane były próbki, również miały wpływ na kształtowanie się mikroflory glebowej. Od lipca do października 2015 roku na terenie Białegostoku odnotowano niskie sumy opadów deszczu (lipiec: 56 mm, sierpień: 4 mm, wrzesień: 33 mm), którym towarzyszyła wysoka średnia temperatura powietrza (lipiec: 19°C, sierpień: 22°C, wrzesień: 15°C) (rys. 1). Jurkowski i Błaszczuk (2012) podają, że poszczególne grupy mikroorganizmów wzrastają w określonej temperaturze i wilgotności, przy której następuje wydajne prowadzenie procesów metabolicznych. Ponadto parametry te wpływają na intensywność wzrostu oraz wydzielanie enzymów.



Rys. 1. Średnia miesięczna temperatura oraz suma opadów w Białymstoku w okresie wegetacyjnym 2015 roku (opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych ze stacji meteorologicznej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej)

Podsumowując, środowisko glebowe na terenach zurbanizowanych charakteryzuje się specyficznymi warunkami siedliskowymi nie tylko dla roślin, ale również mikroorganizmów bytujących w glebie. Nawożenie osadem ściekowym w formie granulatu spowodowało zmiany niektórych parametrów chemicznych i mikrobiologicznych. Jak donoszą Frączak (2010) i Tyszkiewicz (2014), każda zmiana warunków w glebie wpływa na stosunki biotyczne panujące między mikroorganizmami. W związku z tym, drobnoustroje glebowe są uważane za składnik biocenozy najbardziej podatny na zmiany parametrów środowiska.

#### 4. Wnioski

- Nawożenie granulatem na bazie osadów ściekowych „Granbial” wpłynęło pozytywnie na wzrost substancji organicznej w glebie.
- Dostarczony do gleby osad ściekowy nie wpłynął na wzrost aktywności dehydrogenaz w badanych glebach.
- Granulowany osad ściekowy wpłynął na wzrost liczebności bakterii i promieniowców. O liczebności grzybów pleśniowych decydował przede wszystkim termin poboru próbek gleby.
- Wyznaczony iloraz liczebności bakterii do grzybów wskazuje na mały udział grzybów w badanych glebach.
- Aktywność biologiczna gleb miejskich jest składową warunków meteorologicznych, glebowych oraz działalności człowieka.

#### Literatura

- Abdu N., Abdullahi A.A., Abdulkadir A. (2017). Heavy metals and soil microbes. *Environmental Chemistry Letters*, Vol. 15, 65-84.
- Bień J., Neczaj E., Worwąg M., Grosser A., Nowak D., Milczarek M., Janik M. (2011). Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, Vol. 14, No. 4, 375-384.
- Brzezińska M., Włodarczyk T. (2005). Enzymy wewnątrzkomórkowych przemian redoks (okydoreduktazy). *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie*, Vol. 3, 11-26.
- Casida L.E. Jr., Klein D.A., Santoro T. (1964). Soil dehydrogenase activity. *Soil Science*, Vol. 98, 371-376.
- Czaja M., Kołton A., Baran A. (2013). Właściwości chemiczne gleb z terenów miejskich na początku okresu wegetacyjnego. *Logistyka*, No. 4, 59-65.
- El-Nakeeb M.A., Lechevalier H.A. (1963). Selective isolation of aerobic Actinomycetes. *Applied Microbiology*, Vol. 11, No. 2, 75-77.
- Frączek K. (2010). Skład mikrobiocenotyczny drobnoustrojów biorących udział w procesach przemian azotu w glebie w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, Vol. 10, No. 2(30), 61-71.
- Galimska-Stypa R., Małachowska-Jutcz A., Mrozowska J., Zabłocka-Godlewska, E. (1999). J. Mrozowska (red.) Laboratorium z Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej. *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej*, Gliwice.
- Galus-Barchan A., Paśmionka I. (2014). Występowanie wybranych mikroorganizmów w glebie na obszarze Puszczy Niepołomickiej ze szczególnym uwzględnieniem grzybów pleśniowych. *Polish Journal of Agronomy*, Vol. 17, 11-17.
- Gawroński S.W. (2009). Fitoremediacja a tereny zieleni. *Zieleń Miejska*, 10/2009, 28-29.
- Greinert A. (2000). Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych. *Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej*, Zielona Góra.
- Janvier C., Villeneuve F., Alabouvette C., Edel-Hermann V., Mateille T., Steinberg C. (2007). Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 39, 1-23.
- Jorge-Mardomingo I., Soler-Rovira P., Casermeiro M.A., de la Cruz M.T., Polo A. (2013). Seasonal changes in microbial activity in a semiarid soil after application of a high dose of different organic amendments. *Geoderma*, Vol. 206, 40-48.
- Jurkowski M., Błaszczak M. (2012). Charakterystyka fizjologiczno-biochemiczna bakterii fermentacji mlekowej. *Kosmos. Problemy nauk biologicznych*, Vol. 61, No. 3, 493-504.
- Martin J.P. (1950). Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science*, Vol. 69, 215-232.
- Napora A., Grobelak A. (2014). Wpływ osadów ściekowych na aktywność mikrobiologiczną i biochemiczną gleby. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, Vol. 17, No. 4, 619-630.
- Niedbała M., Smolińska B., Król K. (2010). Zanieczyszczenia gleb miejskich miasta Łodzi wybranymi pierwiastkami śladowymi. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Chemia Spożywcza i Biotechnologia*, No. 74, 29-38
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. Nr 137 poz. 924).
- Rusek A. (2006). Aktywność dehydrogenaz w glebie zanieczyszczonej olejem napędowym w polowym doświadczeniu lizymetrycznym. *Roczniki gleboznawcze*, No 3/4, 106-116.
- Singh R.P., Agrawal M. (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management*, Vol. 28, 347-358.
- Siuta J. (2003). Uwarunkowania i sposoby przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych. W: *Inżynieria Ekologiczna: Rekultywacyjne i nawozowe użytkowanie odpadów organicznych*, Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Warszawa
- Skwaryło-Bednarz B. (2008). Ocena właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłat (*Amaranthus cruentus* L.). *Acta Agrophysica*, Vol. 12, No. 2, 527-534.
- Sosnowski J., Jankowski K. (2013). Ocena liczebności mikroorganizmów glebowych spod uprawy mieszanek Festulolium braunii z roślinami motylkowatymi nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu. *Fragmenta Agronomica*, Vol. 30, No. 4, 129-137.
- Tyszkiewicz Z. (2014). Zróżnicowanie zbiorowisk grzybów wybranych gleb odwodnionych siedlisk bagiennych w dolinie rzeki Biebrzy. *Inżynieria Ekologiczna*, Vol. 40, 55-64.
- Vieira R.F., Pazianotto R.A. (2016). Microbial activities in soil cultivated with corn and amended with sewage sludge. *SpringerPlus*, Vol. 5, 1844.
- Wiater J., Łukowski A., Fitko H., Stelmach S., Sobolewski A., Figa J. (2003). Wstępne badania aplikacyjne granulowanych nawozów organiczno-mineralnych na bazie osadów ściekowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Inżynieria Środowiska*, Vol. 16, No. 2, 233-237.

- Wołejko E., Wydro U., Łoboda T. (2015). Zmiany liczebności wybranych mikroorganizmów w strefie ryzosferowej traw po aplikacji osadu ściekowego. W: *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*. Wiśniewski J., Kutylowska M., Trusz-Zdybek A. (Ed.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Wong J.W.C., Lai K.M., Fang M., Ma K.K. (1998). Effect of sewage sludge amendment on soil microbial activity and nutrient mineralization. *Environment International*, Vol. 24, No. 8, 935-943.
- Wysocki C., Stawicka J. (2005). Trawy na terenach zurbanizowanych. *Łąkarstwo*, No. 8, 227-236.
- Wyszkowska J. (2002). Biologiczne właściwości gleb zanieczyszczonych chromem sześciowartościowym. *Rozprawy i monografie. Wydawnictwo UWM Olsztyn*, Olsztyn.

#### THE IMPACT OF SEWAGE SLUDGE ON A BIOLOGICAL ACTIVITY OF URBAN SOIL

**Abstract:** The aim of this study was to determine the effect of using of granular sewage sludge to fertilize lawn soil

in Białystok. The factors of the experiment were: a dose of the sewage sludge and the sampling time. In the soil samples total number of bacteria (without *Actinomycetes*), *Actinomycetes* and fungi, dehydrogenase activity, organic matter content and the soil pH in 1 M KCl were determined. The microbial activity was expressed by the ratio of the bacteria (with the *Actinomycetes*) number to the fungi. The dehydrogenase activity was used for assess of the soil enzymatic activity. The lowest ratio the number of the bacteria to fungi was from 3076 to 6809. The higher ratio of number bacteria to fungi shows smaller number of fungi, whose presence in the soil in large quantities is undesirable. The dehydrogenase activity ranged from 0.060 to 0.445  $\mu\text{mol TPF/ g d.m.} \times 20 \text{ h}$ . The organic matter content in the soil depended on the dose of sewage sludge and ranged from 3.83 to 11.26% d.m. The soil biological activity in urban soil depended on granules dose, soil pH, weather conditions, sampling time and human activity.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji pracy statutowej S/WBiIS/3/2015