

## WPLYW OSADU ŚCIEKOWEGO NA ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ I STOSUNEK C : N W REKULTYWOWANYCH UTWORACH GLEBOWYCH

*Agnieszka Bęś, Leszek Rogalski, Adam Błaszczok*

Katedra Ochrony Powietrza i Toksykologii Środowiska,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp

Składniki pokarmowe zawarte w osadach ściekowych pozwalają na wykorzystanie ich jako cennego surowca do użyźniania i rekultywacji terenów zdegradowanych. Dzięki zastosowaniu osadów ściekowych, w rekultywowanych utworach glebowych zwiększa się zawartość substancji organicznej oraz składników pokarmowych niezbędnych do wzrostu i rozwoju roślin. Stosowanie osadów ściekowych w rekultywacji przynosi podwójne korzyści, z jednej strony zagospodarowujemy osady ściekowe, z drugiej zaś przywracamy do użyteczności tereny przekształcone działalnością człowieka lub nie użytkowane [BARAN i in. 1999; CZYZ i in. 1999; ROGALSKI i in. 2001].

Zawartość węgla w związkach organicznych jest miarą ilości substancji organicznej w glebie oraz wskaźnika stopnia jej humifikacji. Zawartość węgla organicznego w glebach waha się od 0,35 do 3,5% [GÓRECKI i in. 2001]. Zawartość próchnicy w glebie związany jest z jej typem. W warstwie ornej gleb uprawnych znajduje się na ogół 1,5–2,2% próchnicy, przy czym w glebach lekkich jest jej ok. 1%. O zawartości N w glebie decyduje przede wszystkim ilość substancji organicznej. Zawartość N w glebach (w poziomach A) wynosi ok. 0,02–0,6% [BARAN i in. 1999; JANKOWIAK i in. 1999].

Stosunek C : N świadczy o intensywności procesu humifikacji [PISAREK 1999]. W osadach ustabilizowanych stosunek węgla organicznego do azotu jest podobny jak w glebach uprawnych dobrej jakości i w bardzo dojrzałym kompoście, mieści się w granicach 9,5–13 : 1 [DZIERŻAWSKI, GŁAŻEWSKI 1995; KALEMBASA i in. 1999; SIUTA 1999].

Celem badań było wykazanie zmian zachodzących w zawartości substancji organicznej i stosunku C : N w glebach lekkich rekultywowanych osadem ściekowym.

### Materiał i metody badań

W doświadczeniu wazonowym, prowadzonym przez dwa lata, użyto nadkład kopalniany z kopalni żwiru o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i nicużytek rolniczy o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego,

które użyżniano osadem ściekowym pochodzącym z komunalnej oczyszczalni ścieków. Wazony o pojemności 10 dm<sup>3</sup> wypełniono nadkładem kopalnianym lub nieużytkiem rolniczym oraz osadem ściekowym w różnych proporcjach: 1/2 + 1/2 i 1/4 + 3/4. Nadkład kopalniany pochodził z kopalni żwiru w Zabim Rogu, glebę nie użytkowaną rolniczo pobrano z Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego w Tomaszowie, a osad ściekowy z oczyszczalni ścieków komunalnych w Olsztynie. Doświadczenie obejmowało następujące kombinacje:

1. Osad ściekowy (100%);
2. Użytek rolniczy (100%);
3. Nadkład kopalniany (100%);
4. Osad ściekowy + nieużytek rolniczy (25% + 75%), (1/4 + 3/4);
5. Osad ściekowy + nadkład kopalniany (25% + 75%), (1/4 + 3/4);
6. Osad ściekowy + nieużytek rolniczy (50% + 50%), (1/2 + 1/2);
7. Osad ściekowy + nadkład kopalniany (50% + 50%), (1/1 + 1/2).

Każda kombinacja była w czterech powtórzeniach.

W wybranych obiektach zastosowano dodatkowo nawożenie NPK w ilościach: N – 1 g, P – 0,2 g, K – 1,25 g, tj. 2,2 g mocznika + 1,1 g superfosfatu potrójnego + 2,5 g soli potasowej na wazon. W wazonach z odpowiednim składem utworów glebowych, wysiano mieszanke traw w ilości 0,3 g na wazon, w składzie: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) – 40%, życica trwała (*Lolium perenne* L.) – 30% i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) – 30%. Po zakończeniu okresu wegetacyjnego w utworach glebowych oznaczono: azot ogólny metodą Kjeldahla, węgiel organiczny – metodą Tiurina, a następnie wyliczono stosunek C : N. Próby glebowe pobierano łaską glebową z pięciu losowo wytypowanych punktów, z każdego wazonu z całego profilu.

Zastosowany w doświadczeniu osad ściekowy o konsystencji ziemiasto-maziastej, pochodzący z poletek ociekowych, charakteryzował się dużą zasobnością w składniki pokarmowe: N – 5, P – 3,3, K – 2,6 g·kg<sup>-1</sup> oraz węgiel w związkach organicznych: 74,8 g·kg<sup>-1</sup> s.m., stosunek C : N wynosił 14,9 : 1. Zarówno nadkład kopalniany, jak i nieużytek rolniczy zawierały małe ilości tych składników. Nadkład kopalniany zawierał 0,39 g·kg<sup>-1</sup> N i 5,87 g·kg<sup>-1</sup> węgla organicznego, a nieużytek rolniczy: 0,28 g N i 3,88 g·kg<sup>-1</sup> węgla organicznego. Stosunek C : N w nadkładzie kopalnianym równał się 15,0 : 1, a w nieużytku rolniczym 13,8 : 1.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic statystycznych oceniono testem Duncana, przy poziomie istotności  $p = 0,01$ . Wyniki wykonanych testów post-hoc przedstawiano w formie grup jednorodnych, które oznaczono literami (a, b, ..., m) dla porównania rodzaju utworu i interakcji (współdziałania), oraz (x, y) dla porównania obiektów bez nawożenia i z nawożeniem. Zależności pomiędzy wybranymi cechami użyżnianych utworów glebowych określono za pomocą analizy korelacji liniowej Pearsona dwóch zmiennych. Istotność współczynników korelacji  $r$  oceniono przy poziomie istotności  $p < 0,01$  i  $p < 0,05$ . Ocenę siły związku pomiędzy cechami, przyjęto za STANISZEM [1998].

## Wyniki i dyskusja

Analiza wariancji uzyskanych wyników z obydwu lat doświadczenia wykazała, że na zawartość węgla organicznego (C org.) w analizowanych utworach glebowych istotnie wpływały: rok badań, rodzaj utworu glebowego oraz interakcje

między rokiem badań i rodzajem utworu, a także rodzajem utworu i nawożeniem. W przypadku azotu (N og.) na zawartość tego pierwiastka istotnie wpływał jedynie rodzaj utworu glebowego. Na stosunek węgla organicznego do azotu (C : N) istotnie wpływał rodzaj utworu glebowego oraz interakcje pomiędzy rokiem badań, a utworem glebowym (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Analiza wariancji (test F) N og., C org. i C : N  
Analysis of variance (F test) of total N, organic C and C : N ratio

Lata Years	Czynniki Factors	F empiryczne (wartość i istotność) dla cech: Empirical F (values and significance) for parameters:		
		C org.; Organic C	N og.; Total N	C : N
2001	U	223,51*	138,76*	7,75*
	N	2,77	1,39	0,00
	U x N	9,69*	1,43	0,73
2002	U	282,73*	239,42*	19,70*
	N	1,59	5,37	2,95
	U x N	1,53	1,56	2,07
Synteza 2001–2002 Synthesis 2001–2002	L	47,02*	0,25	2,50
	U	503,28*	357,84*	15,95*
	N	4,13	5,70	0,63
	L x U	14,02*	1,50	5,12*
	L x N	0,01	0,30	0,59
	U x N	6,54*	2,70*	0,92
	L x U x N	3,15	0,27	1,10

U utwór glebowy; soil materials

N nawożenie; fertilization

L lata; years

L x U, L x N, U x N, L x U x N = interakcje między czynnikami; interactions among factors

\* Femp. > F tab. – zależność istotna dla poziomu istotności  $p = 0,01$ ; significant correlation at  $p = 0,01$

Zbiorowiska badanych użytków zielonych należy uznać za cenne pod względem florystycznym. Na liście zbiorczej zanotowano 137 gatunków należących do wielu rodzin botanicznych. Bogatszy skład gatunkowy stwierdzono w zbiorowiskach zlokalizowanych na glebach lekkich i średnich, na których odnotowano najwyższą łączną liczbę gatunków a w poszczególnych zdjęciach notowano ponad 30 gatunków (tab. 3).

Z przeprowadzonych badań wynika, że zastosowany w doświadczeniu osad ściekowy dodatnio wpłynął na zawartość C org. w analizowanych utworach glebowych. Zawartość węgla wzrastała w miarę zwiększania dawki osadu. Rozpatrując nadkład kopalniany, w I roku badań, można zauważyć, że dodatek osadu w ilości  $\frac{1}{4}$  jak i  $\frac{1}{2}$ , zwiększył zawartość C org. prawie 3-krotnie (tab. 2). W II roku badań zależności te były na statystycznie zbliżonym poziomie. Nieużytek rolniczy zawierał mniej węgla niż nadkład kopalniany – 2,75 (I rok) i 3,49 g·kg<sup>-1</sup> (II rok). Jednak tak jak w przypadku nadkładu kopalnianego osad ściekowy dodany do nieużytku rolniczego spowodował zwiększenie zawartości omawianego składnika. W I roku badań wartość ta wzrosła prawie 5, a w II odpowiednio 6-krotnie (kombinacje z dodatkiem osadu ściekowego w ilości  $\frac{1}{2}$ ). Wyniki te są zgodne z wynikami uzyskanymi przez BARANA i in. [1993] oraz GRZYWNOWICZA i STRUTYŃ-

SKIEGO [1999], którzy również uzyskali zwiększenie zawartości C org. po zastosowaniu różnych dawek osadu. Utwory glebowe nawożone dodatkowo NPK zawierały większe ilości C org. niż utwory bez nawożenia mineralnego, choć statystycznie różnice te okazały się nieistotne. Średnia zawartość węgla ze wszystkich kombinacji nawożonych wynosiła 19,13 w I roku i 23,56 g·kg<sup>-1</sup> w II roku badań.

Tabela 2; Table 2

Zawartość C org. w utworach glebowych  
w kombinacjach bez nawożenia i z nawożeniem (g·kg<sup>-1</sup> s.m.)  
Content of organic carbon in the soil materials  
on objects with and without fertilization (g·kg<sup>-1</sup> DM)

Utwór glebowy Soil materials	Bez nawożenia Without fertilization		Z nawożeniem With fertilization	
	2001	2002	2001	2002
Osad ściekowy; Sewage sludge	44,32fd	65,73e	58,08g	71,87e
Niczytek rolniczy; Barren land	2,75a	3,49a	2,71a	2,99a
Nadkład kopalniany z kopalni żwiru Overlayer from gravel-pit	8,00ab	5,97ab	8,71ab	7,65ab
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy (¼ + ¾) Sewage sludge + barren land (¼ + ¾)	5,14a	9,54b	6,38a	12,22b
Osad ściekowy + nadkład kopalniany (¼ + ¾) Sewage sludge + overlayer (¼ + ¾)	23,30de	18,22c	13,42bc	19,21c
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy (½ + ½) Sewage sludge + barren land (½ + ½)	16,08b	21,90c	18,29cd	17,30c
Osad ściekowy + nadkład kopalniany (½ + ½) Sewage sludge + overlayer (½ + ½)	24,60de	31,15d	26,31e	33,65d
Średnio; Average	17,74x	22,29x	19,13x	23,56x

różnice pomiędzy wartościami oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne na poziomie  $p = 0,01$ ; the differences between values followed by different letters are statistically significant at  $p = 0,01$

wartości oznaczono literami (a, b, c, ..., m) dla porównania rodzaju utworu glebowego i interakcji, oraz (x, y) dla porównania obiektów bez nawożenia i z nawożeniem; wartości te należą do różnych grup jednorodnych (na podstawie testów post-hoc); the values followed by the letters (a, b, c, ..., m) denote different kinds of soil materials and interactions, and the values followed by (x, y) denote treatments with and without fertilization; these values belong to different homogenous groups (based on post-hoc tests).

Nadkład kopalniany i nieużytek rolniczy zawierały małe ilości N. Tak jak w przypadku C org. osad ściekowy spowodował wzrost zawartości tego pierwiastka w I i II roku doświadczenia (tab. 3). Z badań GONDKA i FILIPEK-MAZUR [2004] wynika, że wprowadzenie osadu ściekowego spowodowało istotny przyrost zawartości N w glebie. Najmniejsze zawartości N stwierdzono w nakładzie kopalnianym i w nieużytku rolniczym bez żadnych dodatków, a największe w nakładzie kopalnianym z osadem ściekowym w ilości po ½ w obu latach doświadczenia.

W badaniach wykazano, że zawartość N jak i C org. we wszystkich analizowanych obiektach była zróżnicowana, jednak różnice pomiędzy obiektami bez nawożenia NPK jak i z nawożeniem NPK okazały się statystycznie nieistotne. Istotny wpływ nawożenia na zawartość zarówno C org. jak i N uzyskali w badaniach RUNOWSKA-HRYŃCZUK i HRYŃCZUK [1998] oraz LIPAVSKÝ i in. [1999].

Tabela 3; Table 3

Zawartość N w utworach glebowych  
w kombinacjach bez nawożenia i z nawożeniem ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.)

Total content of nitrogen in soil materials  
on objects with and without fertilization ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

Utwór glebowy Soil materials	Bez nawożenia Without fertilization		Z nawożeniem With fertilization	
	2001	2002	2001	2002
Osad ściekowy; Sewage sludge	5,500d	5,950d	6,260d	6,910d
Nieużytek rolniczy; Barren land	0,140a	0,130a	0,130a	0,140a
Nadkład kopalniany z kopalni żwiru Overlayer from gravel-pit	0,350a	0,430a	0,410a	0,620a
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ ) Sewage sludge + barren land ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ )	0,840a	0,590a	0,530a	0,680a
Osad ściekowy + nadkład kopalniany ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ ) Sewage sludge + overlayer ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ )	1,660b	1,660b	1,430b	1,520b
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ) Sewage sludge + barren land ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ )	1,710b	1,260b	1,860b	1,590b
Osad ściekowy + nadkład kopalniany ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ) Sewage sludge + overlayer ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ )	2,840c	2,980c	3,490c	3,280c
Srednio; Average	1,860x	1,860x	2,000x	2,110x

Oznaczenia jak w tabeli 2; Explanations as in Table 2

Tabela 4; Table 4

Stosunek C : N w utworach glebowych w kombinacjach bez nawożenia i z nawożeniem  
C : N ratio in the soil materials on objects with and without fertilization

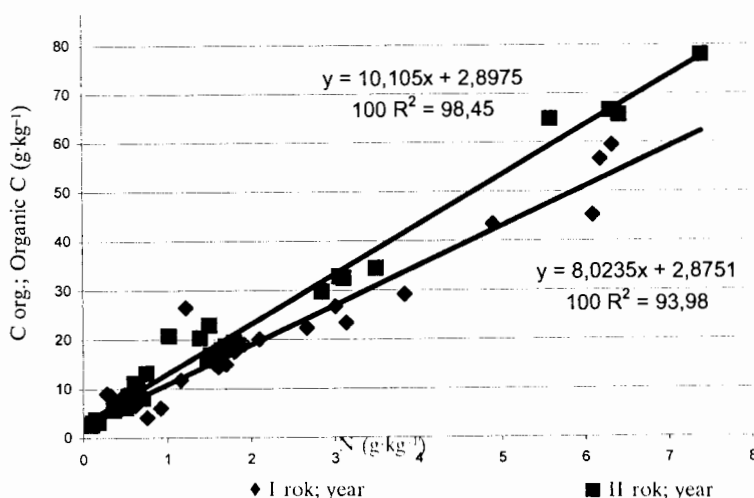
Utwór glebowy Soil materials	Bez nawożenia Without fertilization		Z nawożeniem With fertilization	
	2001	2002	2001	2002
Osad ściekowy; Sewage sludge	8,1 : 1a	11,05 : 1a	9,48 : 1a	10,39 : 1a
Nieużytek rolniczy; Barren land	20,0 : 1bc	26,9 : 1c	21,54 : 1bc	21,43 : 1c
Nadkład kopalniany z kopalni żwiru Overlayer from gravel-pit	23,14 : 1c	13,95 : 1ab	21,46 : 1c	12,42 : 1ab
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ ) Sewage sludge + barren land ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ )	6,12 : 1a	16,27 : 1b	12,1 : 1a	18,09 : 1b
Osad ściekowy + nadkład kopalniany ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ ) Sewage sludge + overlayer ( $\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ )	14,0 : 1ab	10,95 : 1a	9,38 : 1ab	12,68 : 1a
Osad ściekowy + nieużytek rolniczy ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ) Sewage sludge + barren land ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ )	9,38 : 1a	17,4 : 1ab	9,84 : 1a	10,87 : 1ab
Osad ściekowy + nadkład kopalniany ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ) Sewage sludge + overlayer ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ )	8,66 : 1a	10,46 : 1a	7,53 : 1a	10,27 : 1a
Srednio; Average	12,77 : 1x	15,28 : 1x	13,05 : 1x	13,74 : 1x

Oznaczenia jak w tabeli 2; Explanations see Table 2

Na wielkość stosunku C : N istotny wpływ miał jedynie rodzaj utworu glebowego, w tym udział osadu ściekowego. Wartość C : N wahała się w granicach od 6,12 : 1 do 26,9 : 1 (tab. 4). Zawężenie wartości stosunku C : N świadczy o zachodzącym procesie mineralizacji związków organicznych węgla, co w konse-

kwencji prowadzić może do poprawy własności utworów glebowych. W nieużytku rolniczym i nadkładzie kopalnianym z dodatkiem osadu ściekowego w ilości  $\frac{1}{2}$ , wartość C : N mieściła się w granicach podawanych jako optymalny dla gleb ornych: 8–11 : 1. W przypadku dodatku osadu w ilości  $\frac{1}{4}$  wartość C : N była szersza w poszczególnych latach. W badaniach FURCZAKA i WIELGOSZA [2001] stosunek C : N w osadzie ściekowym po dwuletnich badaniach również uległ rozszerzeniu. GONDEK i FILIPEK-MAZUR [2004] wykazali również duże zróżnicowanie wartości stosunku C : N w glebie nawożonej osadem ściekowym.

Współczynniki korelacji prostej Pearsona określono dla C org. i N (łącznie dla wszystkich kombinacji) w I i II roku badań. W obu latach doświadczenia zanotowano bardzo wysoką i dodatnią korelację pomiędzy badanymi cechami:  $r = 0,96944$  w I roku doświadczenia i  $r = 0,99221$  w II roku. Równania regresji wraz ze współczynnikami korelacji przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Zależności pomiędzy zawartością azotu a zawartością węgla organicznego w utworach glebowych (I i II rok doświadczenia)

Fig. 1. Correlation between the contents of N and organic C in soil materials (first and second years of the study)

## Wnioski

1. Zastosowany osad ściekowy spowodował istotne zwiększenie zawartości węgla organicznego oraz azotu ogólnego w analizowanych utworach glebowych.
2. Wzrost zawartości węgla organicznego średnio o 15% oraz zawężenie stosunku C : N do 13,4 : 1 dokumentują nasilenie się procesów biologicznych w utworach glebowych świadczących o postępującym procesie rekultywacyjnym.
3. Proces rozkładu substancji organicznej zachodził w największym stopniu w utworach: osad ściekowy z nadkładem kopalnianym oraz z nieużytkiem rolniczym w stosunku po  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  w porównaniu z pozostałymi obiektami.

## Literatura

- BARAN S., FLIS-BUJAK M., TURSKI R., ŻUKOWSKA G. 1993. *Przemiany substancji organicznej w glebie lekkiej użyźnianej osadem ściekowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 59–64.
- BARAN S., SZCZEPANOWSKA I., SAADI L. 1999. *Wpływ użyźniania osadami ściekowymi o różnym stopniu przetworzenia na zawartość form azotu w glebie lekkiej*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 200, Agricultura 77: 15–19.
- CZYŻ H., NIEDŹWIEDZKI E., PROTASOWICKI M., NOWAK Z., ŚLIWIŃSKI D. 1999. *Przyrodnicze wykorzystanie osadów oczyszczalni ścieków w Świnoujściu*. III Konf. Nauk.-Tech. „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych”. Świnoujście. Wyd. Eko-inżynieria: 57–62.
- DZIERŻAWSKI K., GŁAŻEWSKI M. 1995. *Leśne zagospodarowanie osadów wtórnych z oczyszczalni ścieków*. Ekoinżynieria 1(2): 16–18.
- FURCZAK J., WIELGOSZ E. 2001. *Aktywność biochemiczna i wybrane właściwości chemiczne osadu ściekowego w warunkach dwuletniej transformacji roślinnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 327–337.
- GONDEK K., FILIPEK-MAZUR B. 2004. *Oddziaływanie nawożenia obornikiem i osadami ściekowymi na niektóre właściwości chemiczne gleby*. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus 3(2): 89–99.
- GÓRECKI H., HOFFMANN K., HOFFMANN J., CHOJNACKI A. 2001. *Porównanie metod analitycznych oznaczania zawartości substancji organicznej w glebie*. Folia Univ. Agric. Stetin. 223, Agricultura 89: 51–56.
- GRZYWNOWICZ I., STRUTYŃSKI J. 1999. *Zmiany niektórych właściwości chemicznych gleby po zastosowaniu osadów ściekowych do celów nawozowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 299–306.
- JANOWIAK J., SPYCHAJ-FABISIAK E., MURAWSKA B. 1999. *Zawartość węgla i azotu ogółem oraz właściwości materii organicznej w glebach uprawnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 169–176.
- KALEMBASA S., PAKUŁA K., BECHER M. 1999. *Zawartość makro i mikropierwiastków w osadach ściekowych, produkowanych na wybranych oczyszczalniach regionu siedleckiego*. Folia Univ. Agric. Stetin. 200, Agricultura 77: 125–128.
- LIPAVSKÝ J., HANZLIKOVÁ A., KUBÁT J. 1999. *Soil organic matter content and quality in the polyfactorial long-term field experiments*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 281–287.
- PISAREK I. 1999. *Aktywność biologiczna i właściwości substancji humusowych kompostowanych osadów ściekowych*. Folia Univ. Agric. Stetin. 200, Agricultura 77: 317–322.
- ROGALSKI L., JANISZEWSKI J., KONOPKA W., BEŚ A. 2001. *Zastosowanie metody aviohydroobsiewu do wylewu biomasy w pracach rekultywacyjnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 247–254.
- RUNOWSKA-HRYŃCZUK B., HRYŃCZUK B. 1998. *Zmiany biologiczno-chemiczne gleby pod wpływem wieloletniego stosowania obornika i nawozów mineralnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 460: 191–198.
- SIUTA J. 1999. *Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych*. III Konf. Nauk.-Tech. „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych”. Świnoujście. Wyd. Eko-inżynieria: 21–35.

STANISZ A. 1998. *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISICA PL na przykładach z medycyny*, Kraków StatSoft Polska Sp. z o.o.

**Słowa kluczowe:** substancja organiczna, osad ściekowy, utwór glebowy, stosunek C : N, rekultywacja

### Streszczenie

Przeprowadzone doświadczenie wazonowe miało na celu określenie wpływu osadu ściekowego na zawartość substancji organicznej oraz wielkość stosunku C : N w utworach glebowych. W badaniach uwzględniono gleby przekształcone wydobywaniem żwiru oraz nie użytkowane rolniczo, które nawożono osadem ściekowym oraz NPK. Wykazano istotność wpływu dawki osadu ściekowego na zawartość węgla organicznego. Osad ściekowy dodany do nadkładu kopalnianego i nieużytku rolniczego spowodował również istotny przyrost zawartości azotu ogólnego w tych utworach glebowych. Analiza statystyczna wykazała wysoce istotne dodatnie korelacje pomiędzy zawartością N og. a C org. w analizowanych utworach glebowych.

### EFFECTS OF SEWAGE SLUDGE ON ORGANIC MATTER CONTENT AND C : N RATIO IN RECLAIMED SOIL MATERIALS

*Agnieszka Bęś, Leszek Rogalski, Adam Błaszczok*  
Department of Air Pollution and Environmental Toxicology,  
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

**Key words:** organic matter, sewage sludge, soil material, C : N ratio, reclamation

### Summary

A pot experiment was carried out to determine the effects of sewage sludge on the organic matter content and C : N ratio in soil materials. The study dealt with soils transformed by gravel mining and uncultivated soils, fertilized with sewage sludge and NPK. It was found that organic carbon content was significantly affected by the rates of sewage sludge. Sewage sludge added to a gravel overlayer or barren land also caused a significant increase of total nitrogen content in these soil materials. A statistical analysis indicated highly significant, positive correlations between the levels of N og. and C org. in the soil materials analyzed in the study.

Dr inż. Agnieszka Bęś  
Katedra Ochrony Powietrza i Toksykologii Środowiska  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
pl. Łódzki 2  
10-726 OLSZTYN  
e-mail: agnieszka.bes@uwm.edu.pl