

## WPLYW KOMPOSTOWANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH I ODPADÓW INTERWENCYJNYCH NA WZROST I PLONOWANIE WYBRANYCH ROŚLIN UPRAWNYCH

*Bożena Szejniuk<sup>1</sup>, Piotr Wasilewski<sup>2</sup>, Katarzyna Budzińska<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Katedra Higieny Zwierząt i Mikrobiologii Środowiska,  
Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

<sup>2</sup> Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa,  
Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

### Wstęp

Osady ściekowe pochodzenia komunalnego są bogatym źródłem materii organicznej i składników pokarmowych. Po poddaniu ich właściwemu procesowi higienizacji i uszlachetnienia mogą być wykorzystywane jako nawóz organiczny. Składniki pokarmowe zawarte w kompostach produkowanych z osadów ściekowych są dobrze wykorzystywane przez rośliny uprawne, pod warunkiem gdy zawierają jedynie dopuszczalne ilości skażeń sanitarnych i toksycznych [MAZUR 1996]. Ponadto wprowadzenie do gleby, szczególnie piaszczystej, osadu ściekowego przyczynia się do znacznej poprawy jej właściwości wodno-powietrznych, wymiany gazowej oraz retencyjności [BARAN i in. 1996]. Wielokrotnie już wykazano, iż stosowanie różnych substancji odpadowych przetworzonych do formy kompostu wywiera korzystny wpływ na plony testowanych roślin [STUCZYŃSKI 1994; EPSTEIN 1997].

W praktyce występują również gleby skażone różnymi substancjami chemicznymi lub mikroorganizmami chorobotwórczymi, które wymagają doświadczeń i wdrożeń prowadzących do określenia kierunku ich utylizacji. W związku z tym podjęto badania, których celem było sprawdzenie przydatności kompostu z komunalnych osadów ściekowych produkowanych metodą pryzmową naturalną do wzbogacenia w substancję organiczną odpadów piaszczystych powstających z interwencji wodociągowych.

### Materiał i metody badań

Użyto do badań kompost wyprodukowany w miejskiej oczyszczalni ścieków zlokalizowanej na terenie woj. kujawsko-pomorskiego. W skład kompostu wchodziły: osady ściekowe z dodatkiem słomy jęczmiennicy i żytniej, wapno palone

oraz odpady pochodzące z zakładów mięsnych [URBANIAK 1997]. Analizy chemiczne i mikrobiologiczne wyprodukowanego kompostu przeprowadzono metodami:

- odczyn pehametrem cyfrowym N-517,
- suchą masę metodą wagową w temperaturze 105°C,
- zawartość ogólnej substancji organicznej – prażenie w temperaturze 600°C,
- zawartość azotu organicznego według zmodyfikowanej metody Kjeldahla [OSTROWSKA i in. 1991],
- zawartość fosforu ( $P_2O_5$ ) – kolorymetrycznie,
- zawartość metali ciężkich (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) za pomocą atomowego spektrometru absorpcyjnego z atomizacją płomieniową (Flame Atomic Absorption Spectroscopy),
- badania mikrobiologiczne i parazytologiczne wykonano wykorzystując metody referencyjne podawane przez KALISZ i in. [2003].

Jednoczynnikowe doświadczenia wazonowe (11 dm<sup>3</sup>) przeprowadzono w okresie wegetacyjnym 2004 roku, gdzie zastosowano następujące rośliny uprawne: łubin żółty i wąskolistny, owies i żyto jare oraz zmniejszające się ilości dodatku kompostu w następujących proporcjach objętościowych:

P0 – piasek z interwencji bez dodatku kompostu,

P1 – piasek z interwencji z kompostem w proporcji objętościowej 3 : 1,

P2 – piasek z interwencji z kompostem w proporcji objętościowej 4 : 1,

P3 – piasek z interwencji z kompostem w proporcji objętościowej 1 : 1.

Do tak przygotowanych podłoży wysiano w 3 powtórzeniach następujące ilości zdolnych do kiełkowania nasion:

Łubin żółty – 140 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> na głębokość 3–4 cm,

Łubin wąskolistny – 140 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> na głębokość 3–4 cm,

Owies – 840 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> na głębokość 2–3 cm,

Żyto jare – 800 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> na głębokość 2–3 cm.

Po upływie 2–3 tygodni od siewu prowadzono ocenę wschodów roślin w każdym wazonie, natomiast co kilka dni obserwowano wygląd roślin ze zwróceniem uwagi na występujące deformacje, przebarwienia, częstotliwość występowania chorób i szkodników. W fazie początku kwitnienia określono plon zielonej masy badanych roślin. W celu oceny statystycznej otrzymanych wyników wykonano analizę wariancji według modelu właściwego dla układu całkowicie losowego (kompletna randomizacja) z testowaniem średnich testem Tukey'a.

## Wyniki i dyskusja

Kompostowanie osadów ściekowych jest racjonalnym i praktycznym sposobem rozwiązania problemu ich składowania i utylizacji [STUCZYŃSKI 1999]. Wykorzystany do badań kompost charakteryzował się barwą czarno-brązową i zapachem ziemistym bez obcych zapachów. Struktura kompostu była gruzelkowato-grudkowa, widoczne były resztki fragmentów słomy, którą dodawano jako podkład oraz warstwę wierzchnią w czasie formowania powstającej przyzmy.

Wyniki badań fizyko-chemicznych i sanitarnych wyprodukowanego kompostu zestawiono w tabeli 1. Uzyskany kompost pod względem składu chemicznego jest zbliżony do obornika [KUBICKI i in. 1995].

Tabela 1; Table 1

Wyniki analizy fizyko-chemicznej i sanitarno-higienicznej  
kompostu z osadów ściekowych

The results of physico-chemical and sanitary analyses of compost made  
from sewage sludge

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Charaktery- styka kompostu The charac- teristics of compost	Cechy według normy branżowej Features according standard of the trade		
			kompost I klasy compost I class	kompost II klasy compost II class	kompost III klasy compost III class
1	Zawartość suchej masy; DM content (%)	59,0	25-40	25-40	50
2	pH	6,56	6,5-8,0	6,5-8,0	6,0-9,0
3	Zawartość substancji organicznej (% s.m.) Organic substance content (% DM)	55,8	> 40	> 30	> 20
4	Zawartość fosforu ogólnego (g·kg <sup>-1</sup> s.m.) Total phosphorus (g·kg <sup>-1</sup> DM)	25,7	> 6	> 4	> 3
5	Zawartość azotu org. (g·kg <sup>-1</sup> s.m.) Organic nitrogen content (g·kg <sup>-1</sup> DM)	19,6	> 8	> 6	> 3
6	Zawartość potasu (g·kg <sup>-1</sup> s.m.) Total potassium content (g·kg <sup>-1</sup> DM)	2,6	> 2	> 1	> 1
7	Wapń (g·kg <sup>-1</sup> s.m.) Calcium (g·kg <sup>-1</sup> DM)	26,3	b.d.; n.d.	b.d.; n.d.	b.d.; n.d.
8	Magnez (g·kg <sup>-1</sup> s.m.) Magnesium (g·kg <sup>-1</sup> DM)	5,2	b.d.; n.d.	b.d.; n.d.	b.d.; n.d.
9	Rtęć (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Mercury (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	0,55	< 5,0	< 10	< 10
10	Miedź (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Copper (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	26,4	< 300	< 600	< 800
11	Kadm (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Cadmium (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	1,77	< 5	< 15	< 25
12	Chrom (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Chromium (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	12,4	< 300	< 500	< 800
13	Ołów (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Lead (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	27,7	< 350	< 600	< 800
14	Cynk (mg·kg <sup>-1</sup> s.m.) Zinc (mg·kg <sup>-1</sup> DM)	340	< 1500	< 2500	< 2500
15	Miano bakterii grupy coli; Coliform count	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	Nie normalizuje się Not standardized
16	Miano bakterii grupy coli typu kałowego Faecal coliform count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	
17	Miano <i>Cl. perfringens</i> ; <i>Cl. perfringens</i> count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	
18	Liczba jaj pasożytów jelitowych: Number of enteric parasites ova: <i>Ascaris sp.</i> ; <i>Trichuris sp.</i> ; <i>Toxocara sp.</i>	Nie wykryto Not detected	0	0	

b.d.; n.d. – brak danych; no data

Zawartość suchej masy kompostu wykorzystanego do doświadczeń wynosiła 59% przy odczynie 6,56. Szczególnie ważnym z punktu widzenia przyswajalności skład-

ników pokarmowych jest odczyn kompostu, gdyż decyduje on o możliwościach wzrostu roślin. Przy odczynie zbliżonym do obojętnego przyswajalność większości składników pokarmowych jest właściwa. Wartość nawozową osadów i powstających z nich kompostów determinuje ilość głównych składników pokarmowych pobieranych przez rośliny, między innymi N, P, K, Mg, Ca oraz mikroelementów [URBANIAK 1997]. Pod względem składu chemicznego i sanitarno-higienicznego wykorzystany do badań kompost odpowiadał III klasie zgodnie z Normą Branżową BN-89/9103-09.

Z literatury [LEKAN, KACPEREK 1987; LEKAN, WINIARSKA 1991] wynika, że analizowane były różne sposoby wykorzystania odpadów organicznych przetworzonych na drodze kompostowania do użyźniania gleb lekkich. W szczególnych przypadkach jest to uzasadnione, jednak biorąc pod uwagę względy ekonomiczne, wskazane jest również stosowanie ich na terenach o większej przydatności rolniczej. Przeprowadzone badania wazonowe wykazały, że łubin żółty najlepiej plonował na podłożu bez dodatku kompostu (P0). Najwyższy jego średni plon wyniósł 107,7 g zielonej masy z jednego wazonu. Stwierdzono, że istotnie najniższy plon tej rośliny wystąpił na podłożu z największym dodatkiem kompostu (P3) i wyniósł on średnio 16,8 g zielonki z wazonu. W przypadku łubinu wąskolistnego nie stwierdzono znaczącego wpływu dodatku zastosowanego kompostu na plon zielonej masy tej rośliny, jednak widoczna była tendencja do gorszego jego wzrostu i plonowania w reakcji na wzrastający udział kompostu w podłożu. Potwierdzeniem tego faktu są obliczenia statystyczne, które wykazały, że łubin wąskolistny nie reagował w istotny sposób na uprawę na badanych podłożach (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Wschody oraz wybrane elementy plonowania łubinu żółtego i wąskolistnego  
Emergence and the selected yield elements of yellow and narrow-leaved lupin

Roślina Plant	Gleba Soil	Wschody (szt./wazon) Emergence (item./pot)	Liczba roślin przed zbiorem (szt./wazon) Number of plants before harvest (item./pot)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Liczba strąków (szt./roślinę) Number of pods (item./plant)	Plon zielonki (g/wazon) Green yield (g/pot)
Łubin żółty Yellow lupin	P0	8,33	7,67	30,0	3,40	107,7
	P1	9,00	7,67	29,7	2,67	68,2
	P2	10,67	9,67	28,6	1,70	72,3
	P3	1,67	1,00	35,7	4,50	16,8
Średnia; Mean		7,42	6,50	31,0	3,07	66,2
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>		8,11	7,30	7,21	4,72	85,3
Łubin wąskolistny Narrow-leaved lupin	P0	8,33	7,33	29,5	2,00	81,5
	P1	12,00	12,01	27,1	1,67	87,4
	P2	11,00	11,00	25,4	2,00	87,3
	P3	6,67	6,67	35,6	2,97	80,7
Średnia; Mean		9,50	9,25	29,4	2,16	84,2
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.

Tabela 3; Table 3

Wschody oraz wybrane elementy plonowania owsa  
Emergence and selected yield elements of oats

Gleba Soil	Wschody (szt./wazon) Emergence (item./pot)	Liczba źdźbeł przed zbiorem (szt./wazon) Stalks number before harvest (item./pot)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Długość wiech Panicles length (cm)	Plon zielonki (g/wazon) Green yield (g/pot)
P0	45,3	43,0	46,4	6,77	112,7
P1	44,7	53,7	48,7	8,37	182,2
P2	47,3	55,7	44,6	7,30	156,8
P3	33,7	37,3	52,2	11,17	208,0
Średnia; Mean	42,7	47,4	48,0	8,40	164,9
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.; n.s.	19,2	r.n.; n.s.	3,53	84,5

Tabela 4; Table 4

Wschody oraz wybrane elementy plonowania żyta jarego  
Emergence and selected yield elements of spring rye

Gleba Soil	Wschody (szt./wazon) Emergence (item./pot)	Liczba źdźbeł przed zbiorem (szt./wazon) Stalk number before harvest (item./pot)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Długość wiech Panicle length (cm)	Plon zielonki (g/wazon) Green yield (g/pot)
P0	43,0	42,0	53,8	3,92	65,4
P1	42,0	46,7	45,2	3,93	92,6
P2	46,7	47,3	45,3	3,97	84,3
P3	36,7	40,3	59,1	6,20	135,7
Średnia; Mean	42,1	44,1	50,8	4,50	94,5
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	11,0	1,24	38,9

Zupełnie inną reakcję stwierdzono w przypadku owsa i żyta jarego, bowiem rośliny te reagowały wyraźnie pozytywnie wzrostem plonowania na wyższą dawkę kompostu wykorzystanego do sporządzenia podłoża glebowych. Obliczenia statystyczne są potwierdzeniem tego faktu, bowiem oba gatunki najlepiej plonowały na podłożu z 50% dodatkiem kompostu (tab. 3, 4).

KOCH i in. [1997] prowadzili również badania nad wpływem osadów ściekowych i uzyskanego z nich kompostu na uprawę wybranych roślin w warunkach polowych. Z uzyskanych danych wynika, iż w analizowanych doświadczeniach występowały znaczne różnice w wysokości plonów badanych roślin świadcząc na korzyść upraw pochodzących z poletek nawożonych osadami i kompostem. Podobne wyniki dotyczące stosowania osadów ściekowych w nawożeniu gleb lekkich uzyskali BARAN i in. [1993a], bowiem autorzy stwierdzili również wyższe plonowanie roślin na glebie nawożonej osadem ściekowym. Ponadto w tym przypadku rejestrowano także wzrost zawartości węgla ogólnego i frakcji humin przyczyniających się do lepszej przyswajalności dostępnych składników pokarmowych. Po-

zytywny wpływ stosowania osadów ściekowych przy nawożeniu innych roślin uprawnych notowano już przy niskim poziomie stosowania dawki osadów od 1 do 5% [BARAN i in. 1993b]. Wynika stąd, iż stosowanie osadów ściekowych do celów nawozowych jest właściwym sposobem ich przyrodniczego zagospodarowania, oczywiście przy uwzględnianiu wszelkich norm fizyko-chemicznych i sanitarno-higienicznych.

W badaniach własnych wszystkie uprawiane gatunki roślin uzyskały zbiory i wydały plon znacznie niższy od roślin rosnących w porównywalnych warunkach polowych. Zaproponowana na podstawie badań metoda przyrodniczego zagospodarowania odpadów piaszczystych powstających z interwencji wodociągowych w połączeniu z kompostem z osadów ściekowych jest uzasadniona. W praktyce można wykorzystać te odpady do rekultywacji gruntów zdegradowanych lub nieużytków. Występująca w badaniach własnych negatywna reakcja badanych roślin motylkowych, wyrażająca się brakiem wzrostu plonów na podwyższenie ilości dodatku kompostu do podłoża, mogła wynikać z zaburzeń procesów symbiozy z bakteriami *Rhizobium* [SZEMBER 2001]. W związku z tym w celu zagospodarowania badanych odpadów z interwencji wodociągowych proponuje się wykorzystanie zbóż – owsa lub żyta.

### Wnioski

1. Badany kompost z osadów ściekowych pod względem cech fizyko-chemicznych i sanitarnych nie budził zastrzeżeń.
2. Przeprowadzone badania wykazały, że kompost z osadów ściekowych można stosować przy zagospodarowaniu piasku pochodzącego z interwencji wodociągowych.
3. Doświadczenia wazonowe wykazały, iż najbardziej przydatnymi roślinami do upraw rekultywacyjnych był owies i żyto.

### Literatura

BARAN S., DOMŻAL H., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., KCIECIEN J., PRANAGAL J. 1996. *Wpływ osadu ściekowego na wodno-powietrzne właściwości gleby piaszczystej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 53–60.

BARAN S., FLIS-BUJAK M., TURSKI R., ŻUKOWSKA G. 1993a. *Przemiany substancji organicznej w glebie lekkiej użyźnianej osadem ściekowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 59–63.

BARAN S., TURSKI R., FLIS-BUJAK M., KWIECIEN J., MARTYN W. 1993b. *Wpływ uprawy roślin w zmianowaniu i monokulturze na wybrane właściwości gleby lekkiej użyźnianej osadem ściekowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 51–58.

EPSTEIN E. 1997. *The Science of Composting*. Techn. Publ. Lancaster-Basel: 343–381.

KOCH F., GERZABEK M., PEEV M. 1997. *Utylizacja osadów ściekowych w rolnictwie na przykładzie Mödling*. Międzyn. Konf. Nauk.-Techn. „Osady ściekowe odpad czy

surowiec". Częstochowa. Wyd. Polit. Częstoch. 16: 230–231.

**KALISZ L., NECHAY A., KAŻMIERCZAK M., SAŁBUT J., SZYPROWSKA E., GIERCZAK A., KOSTRZEWA-SZULC J. 2003.** *Fizyczno-chemiczne i biologiczne, referencyjne metody badań komunalnych osadów ściekowych.* Wyd. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Warszawa: 54 ss..

**KUBICKI M., ORZESZKO G., SUTARZEWICZ D., NIEWIADOMSKA U. 1995.** *Atest na technologię kompostowania odpadów organicznych w miejskiej oczyszczalni ścieków w Brodnicy.* Inst. Przem. Mięsnego i Tłuszcz. Warszawa: 11 ss.

**LEKAN SZ., KACPEREK K. 1987.** *Rolnicza przydatność osadów ściekowych w świetle doświadczeń polowych.* IUNG Puławy 58: 71–136.

**LEKAN SZ., WINIARSKA Z. 1991.** *Zależność plonowania i składu chemicznego roślin oraz właściwości gleby od składu chemicznego osadów ściekowych.* IUNG Puławy 280: 5–28.

**MAZUR T. 1996.** *Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 13–22.

**OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991.** *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin.* Wyd. Inst. Ochr. Środ. Warszawa: 333 ss.

**STUCZYŃSKI T. 1994.** *Wpływ odpadowych substancji organicznych na właściwości gleby i plonowanie roślin.* IUNG Puławy: 5–94.

**STUCZYŃSKI T. 1999.** *Kompostowanie osadów z oczyszczalni ścieków w Brzesku-Okoćimiu.* I Konf. Nauk.-Techn. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu”. Puławy-Warszawa, Wyd. Ekoinżynieria Lublin: 139–146.

**SZEMBER A. 2001.** *Zarys mikrobiologii rolniczej.* Wyd. AR Lublin: 216 ss.

**URBANIAK M. 1997.** *Przerób i wykorzystanie osadów ze ścieków komunalnych.* Wyd. Ekoinżynieria, Lublin-Łódź: 9–80.

**Słowa kluczowe:** osady ściekowe, odpady interwencyjne, rośliny uprawne

### Streszczenie

Sprawdzono przydatność kompostu z komunalnych osadów ściekowych produkowanych metodą pryzmową naturalną do wzbogacenia w substancję organiczną odpadów piaszczystych powstających z interwencji wodociągowych. W tym celu przeprowadzono badania wazonowe w doświadczeniach jednoczynnikowych, w których zastosowano następujące rośliny uprawne: łubin żółty i wąskolistny, owies i żyto jare oraz zmniejszające się ilości dodatku kompostu w różnych proporcjach objętościowych. Badania wykazały, że łubin żółty najlepiej plonował na podłożu bez dodatku kompostu, uzyskując najwyższy średni plon zielonej masy. Stwierdzono, że najniższy plon tej rośliny wystąpił na podłożu z największym dodatkiem kompostu. W przypadku łubinu wąskolistnego nie stwierdzono znaczącego wpływu dodatku zastosowanego kompostu na plon zielonej masy tej rośliny. Doświadczenie wykazało, iż owies i żyto jare reagowały wyraźnie pozytywnie wzrostem plonowania na wyższą dawkę kompostu do zastosowanych podłoży.

THE INFLUENCE OF COMPOSTED SEWAGE SLUDGE  
AND INTERVENTION WASTES ON THE GROWTH  
AND YIELD OF SELECTED CULTIVATED PLANTS

*Bożena Szejniuk*<sup>1</sup>, *Piotr Wasilewski*<sup>2</sup>, *Katarzyna Budzińska*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Hygiene and Microbiological Environment,  
Academy of Technology and Agriculture, Bydgoszcz

<sup>2</sup> Department of Plant growing Principles and Experimental Methodology,  
Academy of Technology and Agriculture, Bydgoszcz

Key words: sewage sludge, interventions waste, cultivated plants

Summary

Pot experiments were carried out in a monofactor experiment, in which the following cultivated plants were used: yellow and narrow-leaved lupin, oats and spring rye, and decreasing amounts of compost added at different volumetric proportions. The research indicated that yellow lupin yielded best on the soil without the addition of compost, getting the highest mean green mass yield. It was assumed that the lowest yield occurred on the soil with the highest addition of compost. In narrow-leaved lupin no significant effect of the addition of compost on the green mass yield was observed. The experiment showed that the higher doses of compost used to the soil for oats and spring rye resulted in remarkably higher yields.

Dr inż. **Bożena Szejniuk**

Katedra Higieny Zwierząt i Mikrobiologii Środowiska

Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich

ul. Mazowiecka 28

85-084 BYDGOSZCZ