

OCENA JAKOŚCI KOMPOSTOWANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH I ORGANICZNYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH DOPUSZCZANYCH DO OBROTU JAKO NAWOZY ORGANICZNE

Tamara Jadczyzyn, Anna Stachyra

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wstęp

Ważnym problemem społecznym jest zagospodarowanie rosnącej ilości odpadów komunalnych i osadów ściekowych. W Polsce najbardziej rozpowszechnionym sposobem ich utylizacji jest składowanie. Wysypiska stanowią uciążliwy, niechciany element krajobrazu, a koszty składowania są wysokie. Bardziej racjonalną metodą utylizacji osadów ściekowych jest ich wykorzystanie do użyźniania gleb i rekultywacji gruntów. Jednak w wielu przypadkach taki sposób zagospodarowania osadów napotyka na opór społeczny, powodowany obawami o możliwość skażenia środowiska. W tej sytuacji dobrym rozwiązaniem wydaje się kompostowanie.

Kompost jest nawozem organicznym [USTAWA 2004] i zgodnie z Ustawą o nawozach i nawożeniu [USTAWA 2000] może zostać wprowadzany do obrotu¹ wyłącznie na podstawie zezwolenia ministra właściwego do spraw rolnictwa.

Zezwolenie uzyskuje nawóz, który spełnia określone wymagania jakościowe i wykazuje dodatni wpływ na plonowanie roślin lub właściwości gleby [ROZPORZĄDZENIE 2004]. Badania jakości nawozów muszą być potwierdzone wynikami badań wykonanych przez akredytowane laboratoria. Wartość nawozową nowych produktów ocenia się na podstawie doświadczeń prowadzonych przez upoważnione jednostki badawcze: Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Instytut Warzywnictwa lub Instytut Badawczy Leśnictwa.

Materiał i metody badań

Przeprowadzono badania jakościowe oraz badania wartości nawozowej czterech kompostów, celem uzyskania zezwolenia na wprowadzenie do obrotu. Produkty oznaczone jako A, B i C powstają w procesie kompostowania komunal-

¹ Wprowadzenie do obrotu jest to oferowanie w celu zbycia, sprzedaż oraz inna odpłatna albo nieodpłatna forma zbycia nawozu.

nych osadów ściekowych (A – osad nadmierny z oczyszczalni biologicznej, B – osad ustabilizowany z oczyszczalni mechaniczno-biologicznej, C – osad ustabilizowany z oczyszczalni biologicznej) z odpadami roślinnymi (słoma, odpady drzewne, kora, odpady zielone ze skwerów, parków, ogrodów). Produkt D jest kompostem wytwarzanym ze zbieranych selektywnie organicznych odpadów komunalnych, odpadów zielonych ze skwerów, parków i obszarów leśnych oraz odpadów z hurtowni warzywniczych.

Badania właściwości fizykochemicznych obejmowały: zawartość suchej masy, zawartość substancji organicznej, odczyn $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, zawartość całkowitych form azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu oraz metali ciężkich.

Stan sanitarny kompostów oceniano na podstawie wyników badań na obecność pałeczki *Salmonella*, wykonywanych zgodnie z polską normą [PN-Z-19000-1] i badań liczebności jaj pasożytów jelitowych zgodnie z polską normą [PN-Z-19000-4].

Badania rolnicze prowadzono w doświadczeniach wazonowych z roślinami testowymi: trawą (rajgras angielski) i kukurydzą, w 4 powtórzeniach. Do doświadczeń użyto gleby lekkiej o $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,9$, o średniej zawartości przyswajalnego fosforu i niskiej zawartości przyswajalnego potasu i magnezu.

W doświadczeniach badano plonotwórcze działanie kompostów w dawkach odpowiadających 1,5 i 3,0 g N na wazon oraz porównywano z działaniem równoważnych dawek azotu lub azotu i fosforu, zastosowanych w formie nawozów mineralnych. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów plonu i pobrania składników tylko w wybranych w obiektach: kontrolnym (K0), K1 – 1,5 g N na wazon w kompoście, K2 – 3 g N na wazon w kompoście i K3 – 1,5 g N na wazon w nawozach mineralnych.

Wyniki

Zawartość substancji organicznej była stosunkowo wyrównana i wynosiła od 44 do 49% suchej masy (tab. 1). Wszystkie komposty mogły zostać zaliczone do nawozów organicznych, dla których wymagana zawartość substancji organicznej wynosi 40% s.m. [ROZPORZĄDZENIE 2004].

Zawartości makroelementów w badanych kompostach były silnie zróżnicowane, ale we wszystkich przypadkach wyższe od wymaganego minimum (0,5% N ogółem, 0,3% P_2O_5 i 0,1% K_2O w masie nawozu). W kompostach A, B i C, wytwarzanych na bazie osadów ściekowych, dominującym składnikiem był fosfor, podczas gdy zawartość azotu była znacznie niższa. Kompost D wyróżniał się największą zawartością potasu, mniejszą azotu i fosforu. Zróżnicowanie zawartości podstawowych makroelementów w kompostach wskazuje, że dawki zalecane w rolnictwie muszą być określone indywidualnie dla każdego kompostu, ze szczególnym uwzględnieniem ilości wnoszonych do gleby biogenów (azotu i fosforu).

Zawartość substancji organicznej i składników mineralnych w kompostach pozwala wnioskować o ich pozytywnym wpływie na plonowanie roślin i właściwości gleby. Niemniej jednak, zgodnie z Ustawą o nawozach i nawożeniu, efekty działania nowych produktów muszą być potwierdzone badaniami rolniczymi. W doświadczeniach wazonowych wykazano istotny wpływ wszystkich kompostów na plonowanie roślin testowych i pobieranie składników mineralnych (tabele 2, 3, 4, 5).

Tabela 1; Table 1

Właściwości fizykochemiczne kompostów
Physico-chemical properties of composts

Badana cecha; Tested feature	A	B	C	D
pH H_2O	6,5	7,4	7,8	8,7
Sucha masa; Dry matter (%)	42,3	51,4	47,3	39,3
N całkowity; Total N (%)	0,56	1,49	0,99	0,71
P_2O_5 (%)	1,45	3,25	1,27	0,33
K_2O (%)	0,24	0,69	0,69	1,29
CaO (%)	1,13	3,14	2,85	2,02
MgO (%)	0,20	0,67	0,53	0,32
Substancja org.; Organic matter (% s.m.; % DM)	44,2	48,3	49,2	46,9

- A kompost z osadu nadmiernego z oczyszczalni biologicznej; composted excessive sewage sludge from biological purification plant
 B kompost z osadu ściekowego z oczyszczalni biologiczno-mechanicznej; composted sewage sludge from mechanical-biological purification plant
 C kompost z osadu ustabilizowanego z oczyszczalni biologicznej; composted stabilized sewage sludge from biological purification plant
 D kompost z organicznych odpadów komunalnych; composted organic municipal wastes

Tabela 2; Table 2

Plony suchej masy trawy (g na wazon)
Dry matter yield of grass (g per pot)

Obiekt; Object	A	B	C
K0 – kontrola; control	11,0	12,1	40,1
K1 – kompost, 1,5 g N-wazon ⁻¹ ; compost, 1.5 g N·pot ⁻¹	27,3	34,6	50,5
K2 – kompost, 3,0 g N-wazon ⁻¹ ; compost, 3.0 g N·pot ⁻¹	41,0	43,6	58,6
K3 – nawóz mineralny, 1,5 g N-wazon ⁻¹ ; mineral fertilizations, 1.5 g N·pot ⁻¹	103,5	93,0	110,4

A, B, C objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Tab. 1

Tabela 3; Table 3

Plony suchej masy kukurydzy (g na wazon)
Dry matter yield of maize (g per pot)

Obiekt; Object	B	C	D
K0 – kontrola; control	27,2	54,5	25,1
K1 – kompost, 1,5 g N-wazon ⁻¹ ; compost, 1.5 g N·pot ⁻¹	130,8	77,8	43,8
K2 – kompost, 3,0 g N-wazon ⁻¹ ; compost, 3.0 g N·pot ⁻¹	238,2	107,3	62,3
K3 – nawóz mineralny, 1,5 g N-wazon ⁻¹ ; mineral fertilizations, 1.5 g N·pot ⁻¹	244,0	253,2	244,4

B, C, D objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Tab. 1

Plonotwórcze działanie kompostów było słabsze niż działanie równoważnych dawek azotu mineralnego. Zarówno pobranie składników, jak i plony suchej

masy roślin w obiektach z nawożeniem mineralnym były zawsze wyższe niż w obiektach nawożonych kompostami. Wykorzystanie azotu z kompostów wynosiło 10–15%, a fosforu zaledwie 5–10%. Najłatwiej przyswajalnym składnikiem jest potas. Jego wykorzystanie przez rośliny sięgało 60–80%.

Tabela 4; Table 4

Pobranie składników mineralnych przez trawę (g na wazon)
Uptake of the nutrients by grass (g per pot)

Obiekt; Object	A			B			C		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
K0	0,15	0,04	0,25	0,17	0,05	0,29	0,44	0,11	0,78
K1	0,43	0,12	0,69	0,62	0,17	0,99	0,55	0,16	1,07
K2	0,73	0,20	1,23	1,08	0,26	1,59	0,64	0,19	1,30
K3	2,45	0,35	3,63	2,54	0,33	3,89	1,77	0,26	1,21

A, B, C, K0, K1, K2, K3 – objaśnienia jak w tab. 1 i 2; explanations see Tab. 1 and 2

Tabela 5; Table 5

Pobranie składników mineralnych przez kukurydzę (g na wazon)
Uptake of the nutrients by maize (g per pot)

Obiekt; Object	B			C			D		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
K0	0,11	0,07	0,41	0,17	0,08	1,17	0,08	0,07	0,34
K1	0,47	0,26	1,31	0,26	0,11	1,62	0,15	0,14	1,18
K2	0,76	0,38	1,95	0,34	0,14	2,08	0,29	0,14	1,82
K3	1,34	0,17	2,34	1,01	0,15	1,8	1,05	0,20	2,96

A, B, C, K0, K1, K2, K3 – objaśnienia jak w tab. 1 i 2; explanations see Tab. 1 and 2

Tabela 6; Table 6

Zawartość metali ciężkich w kompostach (mg·kg⁻¹ s.m.)
Content of heavy metals in composts (mg·kg⁻¹ DM)

Pierwiastek Element	Dopuszczalna w nawozach org.* Allowable in organic fertilizers*	Stwierdzona w kompostach; Found in composts			
		A	B	C	D
Cd	3	0,94	3,22	3,6	1,36
Cr	100	94,1	41,0	74,8	54,1
Cu	400	57,1	165	102	47,7
Ni	30	30,0	29,2	39,9	23,4
Pb	100	17,7	49,8	62,7	41,4
Zn	1500	404	828	731	283
Hg	2	0,32	2,30	0,58	0,08

* [ROZPORZĄDZENIE 2004]

A, B, C, D – objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Tab. 1

Nowy produkt wprowadzany na rynek jako nawóz musi być oceniony także pod kątem oddziaływania na środowisko, zdrowie ludzi i zwierząt. Stosuje się dwa kryteria oceny, tj. zawartość metali ciężkich i stan sanitarny produktu.

W żadnym z badanych kompostów nie stwierdzono obecności pałeczki *Salmonella* ani żywych jaj pasożytów jelitowych (*Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp.). Wszystkie komposty spełniały kryteria dotyczące zawartości metali ciężkich, obowiązujące w momencie prowadzenia badań [ROZPORZĄDZENIE 2001], tab. 6. Według nowych kryteriów ustanowionych Rozporządzeniem MRiRW z dnia 19 października 2004 r. [ROZPORZĄDZENIE 2004], przekroczone są dopuszczalne zawartości: kadmu w kompostach B i C, niklu w kompoście C i rtęci w kompoście B. Zawartość zanieczyszczeń musi być obniżona. W przeciwnym razie zezwolenie na obrót tymi nawozami zostanie cofnięte.

Dyskusja

W ostatnich latach gwałtownie zwiększa się ilość gromadzonych odpadów komunalnych i wytwarzanych osadów ściekowych. Jest to efektem nie tylko rosnącej konsumpcji, ale także wprowadzania na coraz większą skalę systemów zbierania odpadów i oczyszczania ścieków komunalnych [RADZIEJOWSKI i in. 2002; MINISTERSTWO ŚRODOWISKA 2003]. Nowe przepisy dotyczące ochrony środowiska preferują różnorakie formy zagospodarowania odpadów, które pozwalają zmniejszyć masę odpadów odprowadzanych na składowiska. Jedną z takich metod utylizacji odpadów organicznych jest ich wykorzystanie do nawożenia i rekultywacji gruntów [SIUTA 2004]. Wartość nawozowa osadów ściekowych i kompostów jest dobrze rozpoznana i udokumentowana [KOŁODZIEJ i in. 1997; BARAN i in. 2004; WASIAK, MADEJ 2004]. Niezależnie od tego, każdy kompost wprowadzany do obrotu musi przejść procedurę indywidualnej oceny, zgodnie z przepisami o nawozach i nawożeniu [USTAWA 2000].

Wyniki badania 4 kompostów wykazały znaczne zróżnicowanie ich składu chemicznego. Barię w rolniczym wykorzystaniu niektórych kompostów produkowanych na bazie osadów ściekowych może być zbyt wysoka zawartość metali ciężkich: kadmu, niklu i rtęci. Stężenia pierwiastków śladowych w kompoście uzyskanym z wyselekcjonowanych komunalnych odpadów organicznych są znacznie niższe od dopuszczalnych. Podobne wyniki uzyskały WASIAK i MAMEŁKA [1999]. Ponieważ jednak komposty stosowane są w dawkach rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu ton na 1 ha, ilości wnoszonych do gleby metali mogą być znaczące [RUTKOWSKA i in. 2004]. Dopływ pierwiastków śladowych należy uwzględnić przy określaniu zalecanych dawek kompostów.

O wartości nawozowej kompostów decyduje przede wszystkim substancja organiczna, która wpływa dodatnio na zawartość i jakość próchnicy glebowej [KALEMBASA i in. 2004].

Nie należy przeceniać kompostów jako źródła składników mineralnych ze względu na małą przyswajalność azotu (nie więcej niż 17%) i fosforu (poniżej 10%). Wykorzystanie azotu w badaniach MAĆKOWIAKA i in. [1999] nie przekraczało 24%. Potas jest wprawdzie składnikiem łatwo dostępnym dla roślin, lecz jego zawartość w kompostach jest z reguły niewielka. Stosowanie kompostów wymaga zatem uzupełniającego nawożenia mineralnego.

Wnioski

1. Komposty charakteryzowały się podobną zawartością substancji organicznej i zróżnicowaną zawartością makroelementów.

2. Wszystkie komposty spełniały wymagania sanitarne. W dwu kompostach zawartości niektórych metali ciężkich są wyższe od aktualnie dopuszczalnych.
3. Dawki kompostów muszą uwzględniać ładunek metali ciężkich.
4. Komposty wpływały dodatnio na plony suchej masy testowanych roślin.
5. Rośliny wykorzystywały z kompostów do 17% N, 10% P i 60–80% K.

Literatura

- BARAN S., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., ŻUKOWSKA G., OLESZCZUK P. 2004. Wykorzystanie kompostów do odtwarzania gleb na gruntach zdewastowanych przez intensywne zakwaszenie. *Rocz. Glebozn.* 2(55): 9–15.
- KALEMBASA S., BARAN S., DROZD J. 2004. Wartość próchnicotwórcza odpadów jako czynnik wpływający na środowisko glebowe. *Rocz. Glebozn.* 1(55): 25–34.
- KOŁODZIEJ M., MAZUR S., WISZ S. 1997. Skład chemiczny osadów ściekowych – ograniczenia i możliwości przyrodniczej ich utylizacji. II Konferencja Naukowo-Techniczna „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych”. Puławy-Lublin Jeziórka, 26–28 V 1997: 177–180.
- MAĆKOWIAK CZ., ŻEBROWSKI J., GIERGIELEWICZ B. 1999. Wartość nawozowa kompostów produkowanych według technologii Spółki Wodno-Ściekowej „Gwda” Piła-Leszaków. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu” – I Konferencja Naukowo-Techniczna. Puławy-Warszawa, 16–18 VI 1999: 81–96.
- MINISTERSTWO ŚRODOWISKA 2003. Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych. <www.mos.gov.pl/1materialy_informacyjne/raporty_opracowania>.
- POLSKA NORMA PN-Z-19000-1:2001. Jakość gleby. Ocena stanu sanitarnego gleby. Wykrywanie bakterii z rodzaju *Salmonella*.
- POLSKA NORMA PN-Z-19000-4:2001. Jakość gleby. Ocena stanu sanitarnego gleby. Wykrywanie jaj pasożytów jelitowych *Ascaris lumbricoides* i *Trichuris trichiura*.
- RADZIEJOWSKI J., BURGER T., BŁASZCZYK P. 2002. Stan środowiska w Polsce. <www.mos.gov.pl/1materialy_informacyjne/raporty_opracowania>.
- ROZPORZĄDZENIE 2001. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 czerwca 2001 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2001 nr 60, poz. 615.
- ROZPORZĄDZENIE 2004. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 października 2004 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2004. nr 236, poz. 2369.
- RUTKOWSKA B., SZULC W., ŁABĘTOWICZ J. 2004. Ocena zagrożeń dla środowiska glebowego w warunkach wnoszenia metali ciężkich w komunalnych osadzie ściekowym. *Rocz. Glebozn.* 1(55): 203–208.
- SIUTA J. 2004. Uwarunkowania i sposoby przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych. *Inżynieria Ekologiczna* 9: 7–42.
- USTAWA 2000. Ustawa z dnia 26 lipca 2000 r. o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2000 nr 89, poz. 991.
- USTAWA 2004. Ustawa z dnia 2 kwietnia 2004 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 20004, nr 91, poz. 876.
- WASIAK G., MADEJ M. 2004. Jakość kompostów polskich w świetle kryteriów Unii Europejskiej oraz innych krajów. *Inżynieria Ekologiczna* 9: 122–130.

WASIAK G., MAMEŁKA D. 1999. *Kompostowanie frakcji organicznej wyselekcjonowanej z odpadów komunalnych w Warszawie*. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu” – I Konferencja Naukowo-Techniczna. Puławy-Warszawa, 16–18 VI 1999: 55–60.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, odpady komunalne, kompost, nawóz organiczny, ocena jakości nawozu, wartość nawozowa

Streszczenie

Najbardziej racjonalną metodą utylizacji osadów ściekowych i komunalnych odpadów organicznych jest kompostowanie. Uzyskane komposty można wprowadzać do obrotu na podstawie zezwolenia MRiRW, wydanego w oparciu o pozytywne wyniki badań fizykochemicznych, sanitarnych i rolniczych. Przedstawiono wyniki badań 4 kompostów dopuszczonych do obrotu w roku 2004. Charakteryzowały się one zróżnicowaną zawartością makroelementów i zbliżoną zawartością substancji organicznej. Wszystkie wpływały dodatnio na plonowanie roślin w doświadczeniach wegetacyjnych.

EVALUATING OF THE QUALITY AND SANITARY STATUS OF COMPOSTED SEWAGE SLUDGE AND ORGANIC MUNICIPAL WASTES AS ORGANIC FERTILIZERS

Tamara Jadczyzyn, Anna Stachyra

Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Puławy

Key words: sewage sludge, municipal wastes, compost, organic fertilizer, quality determination, agricultural quality

Summary

Composting is the most rational method of sewage sludge and organic municipal waste utilization. On the market on the basis of permission by the Ministry of Agriculture the composts are allowed to the marked turnover. Such a permission is obtainable for the fertilizers fulfilling physicochemical, sanitary and agricultural requirements. Tested properties of 4 composts introduced on the market in 2004 were presented. They were characterized by differentiated contents of the macronutrients and similar content of organic matter. All the composts positively influenced the dry matter yield of plants tested in pot experiments.

Dr Tamara **Jadczyzyn**

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
ul. Czartoryskich 8
24–100 PUŁAWY
e-mail: tj@iung.pulawy.pl