

OCENA SKŁADU CHEMICZNEGO I WARTOŚCI NAWOZOWEJ OSADU ŚCIEKOWEGO ORAZ KOMPOSTÓW WYPRODUKOWANYCH Z KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO

Edward Krzywy, Anna Iżewska, Czesław Wołoszyk

Katedra Chemii Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

W ciągu ostatnich 10 lat wybudowano w Polsce wiele nowych i zmodernizowano wiele już istniejących komunalnych oczyszczalni ścieków. Poprawa procesów technologicznych oczyszczania ścieków wiąże się ze wzrostem ilości osadów ściekowych, które obok wód ściekowych są nieodłącznym elementem procesu oczyszczania ścieków.

W Polsce w roku 2002 powstało ponad 435 tys. ton suchej masy osadów ściekowych. 44,2% komunalnych osadów ściekowych składowano, ponad 215 tys. ton zostało wykorzystanych, w tym na cele przemysłowe 5,95%, a w rolnictwie 15,4%, 6,1% podległo kompostowaniu, natomiast termicznie przekształcono 1,65%, a zutylizowano w inny sposób 26,8%.

Osady ściekowe są bogatym źródłem organicznych i mineralnych składników niezbędnych dla roślin. Mogą być one zagospodarowywane przyrodniczo, pod warunkiem poddania ich procesom stabilizacji, z spośród których najpopularniejszym jest kompostowanie. Dzięki kompostowaniu osady ściekowe mogą stać się wartościowym nawozem organicznym.

Znaczna część osadów ściekowych ze względu na skład chemiczny i właściwości higieniczno-sanitarne nie może być wykorzystana rolniczo. Ograniczenia te wynikają z dużej zawartości w ich składzie metali ciężkich oraz drobnoustrojów chorobotwórczych, pasożytów i ich jaj. O możliwości wykorzystania osadów ściekowych mówi USTAWA [2001] i ROZPORZĄDZENIE MŚ [2002] w sprawie komunalnych osadów ściekowych.

Celem niniejszych badań była ocena przydatności do rolniczego wykorzystania kompostów sporządzonych z osadu ściekowego z dodatkiem liści, trocin, słomy i trocin oraz kompostów o różnym czasie rozkładu 0,5 i 1,5 roku.

Materiały i metodyka

Do badań wykorzystano osad ściekowy pochodzący z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Stargardzie Szczecińskim, gdzie odwadnianie

osadu odbywa się na prasie filtracyjnej. W trakcie badań przeprowadzono szczegółową analizę chemiczną osadu ściekowego, a następnie sporządzono komposty z dodatkiem słomy żytniej, trocin sosnowych, słomy i trocin w ilości 30% w stosunku do suchej masy osadu ściekowego. Komposty sporządzone były zgodnie z technologią Spółki Wodno-Ściekowej GWDA z Piły (proces dojrzewania kompostów trwa 4 tygodnie). Skład chemiczny słomy i trocin przedstawiono w tabeli 1.

Przeanalizowano także komposty wyprodukowane metodą GWDA z 30% dodatkiem odpadów zieleni miejskiej, w stosunku do suchej masy osadu ściekowego, ale o różnym czasie rozkładu – 0,5 i 1,5 roku.

Analizy chemiczne wykonano zgodnie z Polskimi Normami obowiązującymi przy analizie osadów ściekowych i kompostów oraz z ogólnie przyjętymi metodami w chemii rolnej [KRZYWY i in. 1997].

Tabela 1; Table 1

Skład chemiczny słomy i trocin
Chemical composition of straw and sawdust

Komponenty Components	N	P	K	Mg	Ca	S	Cd	Cu	Cr	Mn	Ni	Pb	Zn
	g·kg ⁻¹ s.m.; DM						mg·kg ⁻¹ s.m.; DM						
Słoma; Straw	9,9	1,4	12,2	0,8	2,2	2,0	0,03	7,85	2,50	49,0	0,90	0,69	9,30
Trociny; Sawdust	6,2	0,4	0,3	0,7	0,8	0,1	0,26	4,32	2,69	38,9	1,15	7,53	84,3

Wyniki i dyskusja

W osadzie ściekowym pochodzącym z oczyszczalni ścieków w Stargardzie Szczecińskim przed przygotowaniem kompostów zawartość suchej masy wynosiła 129 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 2). Kompostowanie metodą GWDA z dodatkiem materiałów strukturotwórczych zwiększyło zawartość suchej masy w kompostach o 145 g w przypadku dodatku słomy, 203 g trocin i 213 g słoma + trociny (tab. 3). Dodatek poszczególnych komponentów w ilości 30% w stosunku do suchej masy osadu ściekowego był wystarczający, ponieważ powstałe komposty miały strukturę gruzkową.

Jak podaje wielu autorów już przy 20–25% dodatku materiałów strukturotwórczych można uzyskać kompost o zawartości przekraczającej 300 g s.m.·kg⁻¹ świeżej masy [MAZUR, WOJCIAS 1993; MAZUR i in. 1996; WOŁOSZYK 2003].

Wartość pH kompostów wzrosła w porównaniu z osadem ściekowym o 0,6 do 0,7 jednostki, natomiast w przypadku kompostów 0,5 i 1,5 rocznego odczyn ich wynosił 7,2 i 7,3.

Zgodnie z tabelą 3 po zakończeniu kompostowania odnotowano spadek zawartości węgla organicznego w porównaniu z osadem ściekowym (tab. 2) odpowiednio o 9,4% dla kompostu z dodatkiem słomy, 8,2% z dodatkiem trocin i 5,3% z dodatkiem słomy i trocin. We wszystkich kompostach odnotowano zmniejszenie zawartości azotu ogólnego, w porównaniu z osadem. Największe straty azotu 40,0 g·kg⁻¹ s.m. odnotowano w przypadku kompostu z dodatkiem słomy i trocin, a najmniejsze 21,5 g N·kg⁻¹ s.m. kompostu z dodatkiem słomy. Analizując komposty 0,5 i 1,5 roczny, wraz z czasem ich rozkładu następowały straty węgla organicznego i azotu ogólnego.

Tabela 2; Table 2

Niektóre właściwości fizykochemiczne osadów ściekowych
Some physico-chemical properties of sewage sludge

Materiał Material	pH _{H₂O}	Sucha masa Dry matter	N	C org. Organic C	C : N	P	K	Mg	Ca	S	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn						
		g·kg ⁻¹ s.m.; DM					mg·kg ⁻¹ s.m.; DM															
zawartość ogólna; total content																						
Osad ściekowy Sewage sludge	6,6	129	58,2	380	6,53	13,2	1,52	4,60	18,3	5,78	1,70	213	234	27,7	33,2	456						
											zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm ⁻³ the content of forms soluble in 0.5 mol HCl·dm ⁻³						0,67	12,6	85,2	16,2	19,3	154
											Udział form rozpuszczalnych w zawartości ogólnej (%) Participation of soluble forms (%) in the total content						39,4	5,9	36,4	58,5	58,1	33,8

Tabela 3; Table 3

Skład chemiczny kompostów
Chemical composition of composts

Rodzaj oznaczenia Type of indication		Rodzaj kompostów; Type of composts				
		1	2	3	4	5
Sucha masa; Dry matter (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)		274	332	342	308	294
pH		7,2	7,3	7,3	7,2	7,3
C org. Organic C	g·kg ⁻¹ s.m.; DM	326	349	360	322	221
N-NH ₄		6,17	4,65	4,53	4,5	3,0
N-NO ₃		5,24	3,87	3,92	2,0	2,1
Zawartość ogólna; Total content						
N	g·kg ⁻¹ s.m.; DM	36,7	20,2	18,2	15,9	10,1
P		16,9	9,53	9,31	6,10	7,80
K		19,6	8,69	9,27	6,70	6,00
Ca		18,3	10,0	11,8	5,60	4,40
Mg		2,54	2,52	2,50	4,15	3,98
S		4,95	5,02	5,09	3,71	4,85
C : N		8,9	17,3	19,8	20,2	21,9
N : P; N : K		0,46; 0,53	0,47; 0,43	0,51; 0,51	0,38; 0,42	0,77; 0,59
Cd	mg·kg ⁻¹ s.m.; DM	1,65	1,60	1,67	1,63	1,76
Cu		66,3	27,5	27,8	249	777
Mn		210	213	201	97,1	102
Ni		22,3	24,5	26,2	53,9	41,1
Pb		27,1	26,2	29,3	32,5	30,4
Zn		399	394	342	272	384
Zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm ⁻³ The content of forms soluble in 0.5 mol HCl·dm ⁻³						
Cd	mg·kg ⁻¹ s.m.; DM	0,85	0,72	0,75	0,70	0,72
Cu		2,54	2,05	1,87	193	435
Mn		175	169	153	47,1	62,0
Ni		13,5	12,9	11,9	21,2	18,1
Pb		16,2	16,9	15,3	18,5	24,5
Zn		185	245	145	185	245
Udział form rozpuszczalnych w zawartości ogólnej; Participation of forms of soluble elements						
Cd	%	51,5	45,0	44,9	42,9	40,9
Cu		3,8	7,4	6,7	77,5	56,0
Mn		83,3	79,3	76,1	48,5	60,8
Ni		60,5	52,6	45,4	39,3	44,0
Pb		59,8	64,5	52,2	56,9	80,6
Zn		46,4	62,2	42,4	68,0	63,8

- 1 - Kompost z komunalnego osadu ściekowego + słoma; Compost from communal sewage sludge + straw
 2 - Kompost z komunalnego osadu ściekowego + trociny; Compost from communal sewage slud-

- ge + sawdust
- 3 – Kompost z komunalnego osadu ściekowego + słoma i trociny; Compost from communal sewage sludge + straw and sawdust
 - 4 – Kompost z komunalnego osadu ściekowego po 0,5 rocznym okresie rozkładu; Compost from communal sewage sludge after 0.5 year decomposition
 - 5 – Kompost z komunalnego osadu ściekowego po 1,5 rocznym okresie rozkładu; Compost from communal sewage sludge after 1.5 year decomposition

Jak podaje SEBASTIAN i SZPADT [1996] stosunek C : N w masie kompostowej jest istotnym czynnikiem procesu kompostowania i powinien wynosić 20–30. W gotowym kompoście przewaga węgla nad azotem nie powinna być większa niż dwudziestokrotna, stosunek C : N jest wskaźnikiem dojrzałości kompostu. W badaniach własnych prawidłowy stosunek C : N uzyskano w przypadku kompostu z dodatkiem trocin oraz słomy i trocin i wynosił on 17,3 i 19,8.

W kompostach odnotowano duży udział azotu mineralnego w azocie ogólnym. Zawartość azotu amonowego kształtowała się w granicach od 3,00 do 6,17 g $\text{N-NH}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m., natomiast zawartość azotu azotanowego(V) wynosiła od 2,00 do 5,24 g $\text{N-NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. Według STUCZYŃSKIEGO [1992] pojawienie się azotu azotanowego(V) w masie kompostowej świadczy o dojrzałości kompostu.

Komposty zawierały w większości przypadków mniej makroelementów popielnych (P, Ca, Mg, S), niż osad ściekowy użyty do ich produkcji. Jedynie w kompostach zawartość potasu była większa niż w osadzie. Na uwagę zasługują komponenty, a szczególnie słoma, użyte do produkcji kompostów, które wzbogaciły osad ściekowy w potas.

Zawartość ogólna metali ciężkich w osadzie ściekowym użytym do produkcji kompostów (tab. 2) i w uzyskanych kompostach (tab. 3) była mniejsza od ilości podawanych w ROZPORZĄDZENIU MŚ [2002] w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Dodatek materiałów strukturotwórczych (30%) do osadów wpłynął na „rozcieńczenie” zawartości metali ciężkich w kompostach.

Według CZEKAŁY i in. [1999] i WOŁOSZYKA [2003] w ocenie przydatności osadów ściekowych do przyrodniczego wykorzystania miarodajne jest oznaczenie zawartości form rozpuszczalnych metali ciężkich w osadach i kompostach. Stwierdzono, że w osadzie przed kompostowaniem największy udział miał nikiel i ołów (> 58%) a najniższy miedź (< 6%), natomiast w kompostach największy miał mangan i ołów (> 50%), zaś najmniejszy miedź (< 8%). Analizując komposty 0,5 i 1,5 roczne, udział form rozpuszczalnych w zawartości ogólnej w większości przypadków wynosił ponad 40%.

Wnioski

1. Osad ściekowy użyty do produkcji kompostów charakteryzował się dużą zawartością azotu, fosforu i wapnia, a małą potasu ogólnego. Zawartość metali ciężkich była niższa od ilości podawanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 01.08.2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych.
2. W kompostach wyprodukowanych z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem słomy, trocin, słomy i trocin zwiększyła się zawartość suchej masy, a obniżyła się zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego, makroelementów popielnych i metali ciężkich.

3. Uzyskane wyniki badań wskazują, że komposty z osadów ściekowych ze względu na dużą zawartość makroskładników i niską zawartość metali ciężkich, mogą być użytkowane rolniczo.

Literatura

- CZEKAŁA J., JAKUBUS M., MOCEK A., OWCZARZAK W. 1999. *Możliwości wykorzystania osadów ściekowych i odpadu tytoniowego do produkcji kompostów*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 200, Agricultura 77: 45–50.
- KRZYWY E., NOWAK W., WOŁOSZYK Cz. 1997. *Chemia rolna. Przewodnik do ćwiczeń*. Wyd. AR Szczecin: 126 ss.
- MAZUR T., WOJTAS A. 1993. *Charakterystyka chemiczno-rolnicza osadów ściekowych miasta Olsztyna*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 9–12.
- MAZUR T., MAZUR Z., WOJTAS A. 1996. *Agrochemiczne wartości kompostów z odpadów przemysłowych i rolniczych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 277–284.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. Z dnia 01 sierpnia w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Dz. U. nr 134 poz. 1140.
- SEBASTIAN M., SZPADT R. 1996. *Ocena dojrzałości i przydatności do celów rekultywacyjnych kompostów z osadów ściekowych*. Konf. „Wykorzystanie osadów ściekowych – techniczne i prawne uwarunkowania”, 26–27 VI 1996, Częstochowa. Wydaw. Pol. Częstoch., Częstochowa: 255–268.
- STUCZYŃSKI T. 1992. *Wpływ stosowania różnego inoculum na przebieg procesu kompostowania i jakość uzyskanego produktu*. Pam. Puławski 100: 217–225.
- USTAWA 2001. *O odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku*. Dz. U. nr 62 poz. 628.
- WOŁOSZYK Cz. 2003. *Agrochemiczna ocena nawożenia kompostami z komunalnych osadów ściekowych i odpadami przemysłowymi*. Rozprawa habilit. AR Szczecin 217: 120.

Słowa kluczowe: komunalny osad ściekowy, kompost, skład chemiczny

Streszczenie

Osady ściekowe są bogatym źródłem organicznych i mineralnych składników niezbędnych dla roślin. Mogą być one zagospodarowywane przyrodniczo, pod warunkiem poddania ich procesom stabilizacji, z spośród których najpopularniejszym jest kompostowanie. Dzięki kompostowaniu osady ściekowe mogą stać się wartościowym nawozem organicznym. Dokonano oceny przydatności do rolniczego wykorzystania kompostów sporządzonych z komunalnego osadu ściekowego z 30% dodatkiem słomy, trocin, słomy i trocin w stosunku do suchej masy osadu oraz kompostów o różnym czasie rozkładu – 0,5 i 1,5 roku. Uzyskane wyniki badań wskazują, że w kompostach wyprodukowanych na bazie osadu ściekowego z dodatkiem słomy, trocin, słomy i trocin zwiększyła się zawartość suchej masy, a obniżyła się koncentracja węgla organicznego, azotu ogólnego, makroelementów popielnych i metali ciężkich.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że komposty z osadów ściekowych ze względu na dużą zawartość makroskładników i niską zawartość metali ciężkich, mogą być użytkowane rolniczo.

EVALUATION OF CHEMICAL CONTENT AND FERTILIZING VALUE OF SEWAGE SLUDGE AND COMPOSTS PRODUCED FROM MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE

Edward Krzywy, Anna Iżewska, Czesław Wołoszyk
Department of Environmental Chemistry,
Agricultural University, Szczecin

Key words: municipal sewage sludge, compost, chemical composition

Summary

Sewage sludge is a rich source of organic and mineral ingredients necessary for plants. They can be used naturalistically in cultivation provided they are subjected to stabilization processes from which the most popular is composting. Thanks to composting the sewage sludge can become a valuable organic fertilizer. The aim of the whole research was the evaluation of usefulness for agriculture of composts made of sewage sludge with 30% addition of straw, sawdust, straw and sawdust in the relation to the dry sewage mass and composts with different time of decomposition – 6-months and 18-months.

The obtained results of the research show that the content of dry mass in composts produced on the basis of sewage sludge with the addition of straw, sawdust, straw and sawdust increased but the concentration of organic carbon, total nitrogen, macroelements and heavy metals decreased.

The obtained results of the research show that composts made of sewage sludges may be used in agriculture because of high content of macroelements and low content of heavy metals.

Prof. dr hab. Edward **Krzywy**
Katedra Chemii Środowiska
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
e-mail: izewska@agro.ar.szczecin.pl