



Effect of selective collection of municipal waste on properties of composts

Wojciech OLCZYK¹

¹ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów, ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, tel.: 32-23-71-134, e-mail: wojciech.olczyk@polsl.pl

Abstract

An organized system of selective collection and processing of municipal waste is the most ecological method of rendering, because it eliminates the adverse effects that take place in the technology of waste disposal such as the emission of landfill gas and leachate formation.

Municipal wastes are characterized by a high content of biodegradable fraction known as bio-waste. Bio-waste is the waste from food and kitchen, which as a result of aerobic or anaerobic decomposition is processed in the qualities of organic matter fertilizer complying with the requirements of the Act on fertilizers and fertilization (Polish Journal of Laws 2008, No 119, item. 765).

Technology aerobic or anaerobic bio-waste management is a part of the circulation of organic matter which is the fraction of food and building materials for plants. However, the use of compost to fertilize the soil and fertilizer plants may be controversial, especially when they arise from waste substances. One of the factors limiting the use of natural materials of this type may be heavy metal content.

The organization of the system of separate collection of biodegradable fraction of the waste and the selection of appropriate technology directly affect their processing of high-quality compost obtained and the possibility of its use as fertilizer.

Keywords: municipal waste, selective collection, heavy metal

Streszczenie

Wpływ selektywnej zbiórki odpadów komunalnych na właściwości kompostów

Zorganizowany system selektywnej zbiórki oraz przetwarzania wydzielonej frakcji biodegradowalnej z odpadów komunalnych jest najbardziej ekologiczną metodą ich wykorzystania, gdyż eliminuje niekorzystne skutki emisji gazu wysypiskowego oraz odcieków powstających w technologii deponowania odpadów.

Odpady komunalne charakteryzują się dużą zawartością frakcji biodegradowalnej zwanej bioodpadem. Bioodpady to odpady spożywcze i kuchenne, które w wyniku procesu rozkładu tlenowego lub beztlenowego zostają przetworzone w substancję organiczną o walorach nawozowych przy spełnieniu wymagań ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. 2008, nr 119 poz. 765). Technologia tlenowego lub beztlenowego przetwarzania bioodpadów jest fragmentem obiegu substancji organicznej stanowiącej frakcję pokarmowa i budulcową roślin.

Właściwa organizacja systemu selektywnej zbiórki odpadów biodegradowalnych oraz dobór technologii ich kompostowania decydują bezpośrednio o wysokiej jakości uzyskiwanego kompostu i możliwości jego wykorzystania jako nawozu.

Słowa kluczowe: odpady komunalne, selektywna zbiórka, metale ciężkie.

1. Wprowadzenie

Odpady komunalne charakteryzują się dużą zawartością frakcji biodegradowalnej (35 do 45%) zawierającej składniki, które mogą być zawrócone do obiegu przyrodniczego i wykorzystane przez roślinność. Bioodpady jako frakcja odpadów komunalnych mogą być bardzo dobrym materiałem wyjściowym do procesu

kompostowania (rozkład tlenowy w obecności mikroorganizmów), będącym jednym z ważniejszych metod recyklingu organicznego [1,2,3,4].

Kompostowanie odpadów biodegradowalnych polega na tlenowym rozkładzie substancji organicznej z udziałem mikroorganizmów tlenowych. W wyniku procesu kompostowania uzyskuje się cenny nawóz organiczny. Powyższy proces przetwarzania odpadów jest najbardziej ekologiczną metodą ich utylizacji, gdyż eliminuje niekorzystne skutki jakie powstają w wyniku składowania zmieszanych odpadów komunalnych na składowiskach (odcieki zanieczyszczające wody gruntowe, gaz wysypiskowy, zwiększona objętość i powierzchnia zajmowanej przez składowisko, bezpowrotna utrata surowców wtórnych).[1]

Warunkiem prawidłowego procesu kompostowania oraz uzyskania kompostu o wysokiej jakości użytkowej (brak lub minimalna zawartość metali ciężkich, odpowiednia zawartość substancji biogennej) jest wstępna obróbka odpadów komunalnych. O jakości uzyskiwanego nawozu w procesie tlenowej obróbki odpadów biodegradowalnych decyduje nie tylko zastosowana technologia ale w głównej mierze decyduje sposób wysegregowania frakcji podlegającej kompostowaniu. Segregacja odpadów u źródła ich powstawania (w gospodarstwach domowych i innych miejscach przebywania człowieka) w decydujący sposób wpływa na ilość zanieczyszczeń wchodzących w skład produktu końcowego – nawozu [1,3]. Brak segregacji wstępnej powoduje, że produkowany kompost zawiera znaczne ilości balastu (substancji nie podlegającej biodegradacji, szkła, ceramiki, tworzyw sztucznych) oraz metali ciężkich. Udział metali ciężkich w kompoście przekraczający ilości naturalnie występujące w glebach dyskwalifikuje jego zastosowanie jako nawozu do celów ogrodniczych i rolniczych. Kompostownie pracujące według technologii przetwarzającej odpady zmieszane są w chwili obecnej rozwiązaniem nieracjonalnym, gdyż produkowany kompost może być jedynie stosowany do rekultywacji składowisk odpadów niebezpiecznych oraz składowisk innych niż niebezpieczne i obojętne. Racjonalnym rozwiązaniem gwarantującym wysoką jakość produktu w chwili obecnej jest kompostowanie odpadów pochodzących z pielęgnacji zieleni miejskiej oraz bioodpadów wysegregowanych u źródła, z masy odpadów komunalnych.

Biorąc pod uwagę różne rozwiązania procesu technologicznego przetwarzania odpadów organicznych - biodegradowalnych na uwagę zasługuje technologia MUT –DANO ze względu na ilość instalacji pracujących w Polsce. W różnych krajach pracuje obecnie około 200 instalacji tego typu [5]. System MUT-DANO zaprojektowano do unieszkodliwiania nie sortowanych odpadów komunalnych metodą kompostowania dwustopniowego. Pierwszy stopień stanowi faza wstępna gdzie proces przeprowadza się w biostabilizatorze, w drugim stopniu kompost dojrzewa w pryzmach na otwartej przestrzeni [6].

Pierwszą instalację systemu MUT-DANO uruchomiono w Polsce w 1965 w Warszawie o wydajności 580 Mg odpadów/dobę (pięć ciągów technologicznych), a następnie w roku 1989 w Katowicach o wydajności 240 Mg odpadów/dobę (dwa ciągi technologiczne). Zakłady wykorzystujące system MUT-DANO wybudowano również w Brzegu (1993 r.), Suwałkach (1995 r.) i Grodzisku Mazowieckim (1997 r.) o zdolności przerobowej 80÷120 Mg/dobę. Dwa pierwsze zakłady wybudowała austriacka firma MUT-Stockerau, natomiast pozostałe wybudowano w oparciu o urządzenia produkowane przez firmę „Makrum” w Bydgoszczy.

Ze względu na stosowanie jako surowca wejściowego w systemie MUT-DANO odpadów zmieszanych jakość produkowanego kompostu znacznie odbiega od wymagań jego zastosowania jako nawozu organicznego lub środka wspomagającego uprawę roślin. Wprowadzenie systemu przetwarzania segregowanych bioodpadów zmieszanych z odpadami z terenów zielonych pozwoliło, według technologii MUT –DANO, na wytwarzanie kompostu o wysokiej jakości. Technologie kompostowania w warunkach naturalnych tzw. pryzmowe oraz technologie dwuetapowe z zastosowaniem bioreaktorów, których przykładem mogą być np. systemy: - MUT-HERHOF, - DYNACOMP, KNEER- HORSTMANN - przystosowane do kompostowania odpadów zielonych i wysegregowanej frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych.

Technologie kompostowania są ciągle doskonalone w celu uzyskania kompostu o wysokiej jakości i o szerokim spektrum zastosowania, a także bezpiecznego dla środowiska ich wykorzystania [6]. Użyteczność kompostu zależy głównie od jakości surowca, technologii produkcji i stopnia dojrzałości produktu. Jakość kompostu ocenia się na podstawie zawartości substancji organicznej i składników pokarmowych dla roślin, przy dopuszczalnej zawartości metali ciężkich i chorobotwórczych organizmów. W celu ustalenia dojrzałości kompostu przeprowadza się badania następujących parametrów: stabilizacji temperatury, stabilizacja udziału substancji organicznej, stosunku węgla do azotu (referencyjny C/N < 20), struktury, barwy, zapachu, wskaźnika Chaetomium, Czynniki zmniejszającymi lub dyskwalifikującymi wartość użytkową kompostów są także: znaczący udział szkła, ceramiki i innych odpadów mineralnych oraz znaczna zawartość nasion roślin zachwaszczających ziemię i rośliny uprawne [7,8,9].

2. Podstawy prawne

Zgodnie z ustawą o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001 Nr. 62, poz. 628) ilość frakcji odpadów biodegradowalnych w strumieniu odpadów komunalnych kierowanych do składowania musi być stopniowo zmniejszana o 25, 50 i 65%, odpowiednio w latach 2010, 2013 i 2020, w stosunku do masy tych odpadów powstałych w roku bazowym 1995.

Zgodnie z powyższym, przewiduje się, że w Polsce będą powstawać znaczne ilości kompostu produkowanego zarówno z odpadów komunalnych zmieszanych albo ich biodegradowalnej frakcji, wysortowanej u źródła lub w instalacji segregacji odpadów.

Jakość kompostów regulowana jest przez ustawę o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. (Dz. U. nr. 147, poz. 1033), która kwalifikuje komposty jako nawozy organiczne, które muszą spełniać wymagania im stawiane. Wymagania te określone zostały w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Są one zbliżone do wymagań zawartych w obowiązującej niegdyś normie branżowej BN-89/ 9103-09. Przywołane rozporządzenie ściśle określa minimalną zawartość związków organicznych i nawozowych oraz maksymalne zawartości metali ciężkich, które w nawozach są głównym czynnikiem wykluczającym kompost z zastosowania.

3. Cel i zakres przeprowadzonych badań

Celem przeprowadzonych badań była analiza możliwości gospodarczego wykorzystania wysegregowanej frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych w procesie tlenowego rozkładu (kompostowania). Podstawowym kierunkiem wykorzystania otrzymanego kompostu jest jego zastosowanie jako nawozu w rolnictwie i ogrodnictwie. O możliwości wykorzystania kompostu do celów rolniczych decydują ustawy i rozporządzenia określające minimalną zawartość substancji nawozowych oraz maksymalny udział zanieczyszczeń w tym udział metali ciężkich. W pracy założono, że realizacja segregacji odpadów powstających w gospodarstwach domowych pozwoli na otrzymanie czystej frakcji biodegradowalnej, pozbawionej zanieczyszczeń innymi odpadami i substancjami. Tak wysegregowana frakcja, poddana procesowi tlenowego rozkładu w obecności mikroorganizmów, jest gwarantem otrzymania kompostu o znikomej ilości zanieczyszczeń.

W celu wykazania słuszności przedstawionego założenia przeprowadzono badania nad wyselekcjonowaną frakcją odpadów komunalnych powstających w dwudziestu zaprzyjaźnionych gospodarstwach domowych w gminie Głogówek (województwo opolskie) [10]. Skład odpadów komunalnych ulega okresowym zmianom w skali roku, dlatego badania przeprowadzono cyklicznie, adekwatnie do czterech pór roku. Próby do badań pobierano jednorazowo w miesiącach październiku, grudniu, marcu i czerwcu.

Próbki frakcji biodegradowalnej poddano próbie laboratoryjnego kompostowania w naczyniach Dewara, a następnie wyznaczono zawartość składników nawozowych (metodyka według Polskich Norm) oraz metali ciężkich w kompoście. Oznaczenie metali ciężkich przeprowadzono metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej, użyto spektrometru AAS – 3 firmy Carl Zeiss Jena.

4. Analiza wyników badań.

Wyniki badań fizykochemicznych właściwości kompostu uzyskanego w wyniku rozkładu tlenowego w obecności mikroorganizmów frakcji biodegradowalnej, w czterech okresach roku, przedstawiono w tabelach od Tab. 4.1 do Tab. 4.8.

Tabela 4.1. Własności kompostu, próba odpadu organicznego – sezon jesienny

Wskaźnik	Próba 1	Próba 2	Próba 3	Śr. arytm.
og. substancja organiczna, (% s.m.)	24,2	27,4	25,2	25,6
węgiel organiczny (% C s.m.)	12,4	12,8	12,8	12,7
azot ogólny (% N s.m.)	0,65	0,63	0,69	0,66
fosfor jako % P ₂ O ₅ s.m.	0,56	0,58	0,53	0,56
potas jako % K ₂ O s.m.	0,22	0,17	0,20	0,20
stosunek C/N	19,0	20,3	18,5	19,3

Tabela. 4.2. Zawartość metali ciężkich w kompoście, sezon jesienny

	Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Mn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cr, mg/kg
Próba 1	37,38	82,81	482,18	3,37	101,43	53,13	11,66
Próba 2	35,05	86,18	493,39	3,79	107,99	55,42	10,59
Próba 3	34,52	80,21	480,25	3,1	101,15	52,36	10,32
śr. arytm.	35,65	83,07	485,27	3,42	103,52	53,64	10,86

Tabela 4.3. Własności kompostu, próba odpadu organicznego – sezon zimowy.

Wskaźnik	Próba 1	Próba 2	Próba 3	Śr. arytm.
og. substancja organiczna (% s.m.)	22,4	22,9	23,6	22,97
węgiel organiczny (% C s.m.)	12,5	12,7	12,3	12,5
azot ogólny (% N s.m.)	0,68	0,62	0,76	0,69
fosfor jako % P ₂ O ₅ s.m.	0,48	0,43	0,41	0,44
potas jako % K ₂ O s.m.	0,13	0,14	0,17	0,14
stosunek C/N	18,38	20,48	16,18	18,12

Tabela. 4.4. Zawartość metali ciężkich w kompoście, sezon zimowy.

	Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Mn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cr, mg/kg
Próba 1	38,15	80,21	453,28	3,17	102,33	50,43	11,12
Próba 2	36,19	83,28	443,19	2,86	105,69	51,12	10,66
Próba 3	35,52	81,31	438,75	2,51	100,85	52,53	10,17
śr. arytm.	36,62	81,6	445,07	2,85	102,96	51,36	10,65

Tabela 4.5. Własności kompostu, próba odpadu organicznego – sezon wiosenny.

Wskaźnik	Próba 1	Próba 2	Próba 3	Śr. arytm.
og. substancja organiczna (% s.m.)	29,3	26,4	24,6	26,78
węgiel organiczny (% C s.m.)	10,8	11,9	11,34	11,35
azot ogólny (% N s.m.)	0,64	0,71	0,62	0,66
fosfor jako % P ₂ O ₅ s.m.	0,58	0,55	0,4	0,51
potas jako % K ₂ O s.m.	0,42	0,39	0,34	0,38
stosunek C/N	16,88	16,76	18,29	17,2

Tabela. 4.6. Zawartość metali ciężkich w kompoście, sezon wiosenny.

	Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Mn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cr, mg/kg
Próba 1	38,12	80,51	432,88	2,62	100,23	51,25	10,85
Próba 2	35,12	84,28	456,42	2,92	104,45	59,10	10,22
Próba 3	33,82	81,61	463,32	3,22	102,25	53,15	10,14
śr. arytm.	35,69	82,13	450,09	2,92	102,31	54,5	10,40

Tabela 4.7. Własności kompostu, próba odpadu organicznego – sezon letni.

Wskaźnik	Próba 1	Próba 2	Próba 3	Śr. arytm.
og. substancja organiczna (% s.m.)	29,6	26,8	28,4	28,27
węgiel organiczny (% C s.m.)	10,9	12,1	11,2	11,4
azot ogólny (% N s.m.)	0,69	0,68	0,60	0,66
fosfor jako % P ₂ O ₅ s.m.	0,54	0,57	0,42	0,51
potas jako % K ₂ O s.m.	0,39	0,41	0,35	0,38
stosunek C/N	15,8	17,8	18,67	17,27

Tabela. 4.8. Zawartość metali ciężkich w kompoście, sezon letni.

	Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Mn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cr, mg/kg
Próba 1	32,30	80,52	462,25	2,65	100,50	51,25	10,81
Próba 2	33,55	85,28	482,32	3,11	105,25	53,65	10,62
Próba 3	31,85	82,82	478,75	2,98	102,45	54,15	10,04
śr. arytm.	32,57	82,87	474,44	2,91	102,73	53,02	10,49

W tabeli 4.9. porównano wyniki uzyskanych badań z parametrami kompostu produkowanego w systemie MUT-DANO (Katowice) oraz z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wykonania ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U.2008, nr.119 poz.765) i nieobowiązująca już normą BN 89/9103-09.

Zawartość substancji organicznej w analizowanym w trakcie prowadzonych badań kompoście osiąga minimalną wartość 22,4% w s.m. dla próby 1 w Tabeli 4.3 i maksymalną wartość 29,6% w s.m. dla próby 1 w Tabela 4.7. Uzyskane wyniki charakteryzują się minimalnie mniejszą wartością od parametrów określonych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz. U. 2008 nr 119, poz. 765) wymagających od nawozów organicznych co najmniej 30% substancji organicznej.

Natomiast zawartość pozostałych składników nawozowych w badanym kompoście (azot całkowity, fosfor i potas) spełnia minimalne wymagania jakościowe (Tabela 4,1; 4,5; 4,7) dla nawozów organicznych stałych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa z wyjątkiem wyników badań dla próby odpadów z sezonu zimowego (Tabela 4.3), gdzie zawartość potasu ogólnego osiąga średnią wartości na poziomie 0,14%. Wartości minimalne określone w rozporządzeniu (Dz. U. 2008 nr 119, poz. 765) wynoszą: dla azotu całkowitego 0,3%, dla fosforu w przeliczeniu na pięciotlenek fosforu 0,2%, oraz dla potasu w przeliczeniu na tlenek potasu 0,2%.

Osiągnięty poziom stosunku węgla do azotu C/N (Tabela 4.1, Tabela 4.3, Tabela 4.5, Tabela 4.7) mieści się w górnych granicach parametrów świadczących o właściwym przebiegu procesu rozkładu substancji organicznej. Optymalna wartość stosunku węgla do azotu dla końca procesu rozkładu tlenowego (kompostowania) wynosi C/N<20. Niewielkie przekroczenia wartości stosunku C/N stwierdzono tylko dla próby 2 w tabeli 4.1 i tabeli 4.3. Na wartość powyższego parametru w dużej mierze ma wpływ skład substancji organicznej przed procesem kompostowania a szczególnie zbyt mała zawartość azotu w badanych próbach (charakterystyczne dla odpadów miejskich).

Tabela 4.9.. Porównanie zawartości metali ciężkich w kompoście.

Pochodzenie kompostu		Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Mn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cr, mg/kg
Badania własne		35	82	464	3,03	103	53	10,6
MUT-DANO Katowice [2,3]		31	163	1786	9,2	428	772	28,7
Rozp. MRiRW Dz.U.2008,119,765		60	400	1500	5	-	140	100
Wymagania według BN-89/9103-09	Kl.1	300	100	1500	5	-	350	300
	Kl.2	500	200	2500	15	-	500	500
	Kl.3	800	200	2500	25	-	800	800

W badanym kompoście stwierdzono stosunkowo małe zawartości metali ciężkich w odniesieniu do wartości dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa jak również w porównaniu do kompostów uzyskiwanych w technologii MUT DANO w Katowicach. Zawartość niklu (Ni) jest porównywalna w kompostach powstałych w wyniku segregacji odpadów oraz w technologii MUT DANO przetwarzającej odpady zmieszane. Stosunkowo niska zawartość metali ciężkich w analizowanym kompoście, jest potwierdzeniem faktu, że w celu ograniczenia zawartości metali ciężkich w kompoście, znacznie lepsze efekty daje proces przetwarzania segregowanych odpadów biodegradowalnych niż odpadów zmieszanych. W jednej z prób pochodzącej z sezonu jesienno (Tabela 4.2) stwierdzono dużą zawartość kadmu, co może być spowodowane zwiększoną ilością liści, skoszonej trawy lub ściętych gałęzi.

Przyswajalność metali ciężkich przez rośliny w głównej mierze zależy od odczynu gleby i form występowania metali w kompostach. Zakwaszone gleby stają się mniej produktywnie, niektóre gatunki roślin nietolerujące niższych wartości odczynu, gorzej plonują. Zwiększenie wartości pH jest ważne również w aspekcie zmniejszenia mobilności metali, które w przypadku gleb znacznie zakwaszonych uwalniają się do roztworu glebowego i mogą być pobierane przez uprawiane rośliny lub mogą być wymywane do wód podziemnych.

Ze względu na obowiązujące przepisy prawne, wymuszające stopniowe ograniczanie ilości składowanych odpadów biodegradowalnych, ilość powstającego kompostu znacznie gwałtownie rośnie. Jednym ze sposobów zagospodarowania kompostu będzie nawożenie gleb, jednak biorąc pod uwagę zawartość w kompoście metali ciężkich oraz możliwość zanieczyszczenia gleb i wód podziemnych, należy dokładnie obliczać dawki kompostu, jakie mogą być bezpieczne w stosowaniu na danym typie gleby. Dla kompostów powstających w technologii przetwarzania odpadów zmieszanych ze względu na przekroczenia zawartości metali ciężkich, sposobem zagospodarowania pozostanie wykorzystanie przy rekultywacji terenów silnie zdegradowanych lub nawożenie terenów infrastruktury drogowej lub kolejowej.

5. Posumowanie

Produkt procesu kompostowania, może (i powinien) być wykorzystany jako nawóz organiczny w agrotechnice lub przy rekultywacji i użytkowaniu terenów zdegradowanych pod warunkiem spełnienia określonych wymagań zawartości substancji organicznej i metali ciężkich.

Do podstawowych zalet metody kompostowania należy zaliczyć:

- możliwość recykulacji znaczących ilości odpadów ulegających biodegradacji,
- higienizacja odpadów pod względem sanitarno-epidemiologicznym (likwidacja jaj pasożytów, bakterii z rodzaju Salmonella) w wyniku wzrostu temperatury 45°C do 55 °C (reakcja egzotermiczna) ,
- zmniejszenie ilości odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska,
- dostępność (techniczna i ekonomiczna) oraz stosunkowo łatwa eksploatacja.

Komposty otrzymane ze zmieszanego strumienia odpadów komunalnych (mechaniczno biologiczne przetwarzanie – system MUT-DANO) są gorszej jakości (w większym stopniu zanieczyszczone są tworzywami sztucznymi, szkłem, a zwłaszcza charakteryzuje je większa zawartość metali ciężkich) od sporządzonych na bazie selektywnie gromadzonych odpadów biodegradowalnych.

Wprowadzenie obowiązku segregacji odpadów komunalnych u źródła (gospodarstwa domowe, miejsca pracy i inne) powoduje uzyskanie kompostu o znacznie mniejszym stopniu zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz szkłem, kamieniami, ceramiką i tworzywami sztucznymi. Segregacja bioodpadów pozwala na właściwą realizację ustawy ograniczającej deponowanie odpadów komunalnych poprzez składowanie.

Biorąc pod uwagę wymagania dotyczące ograniczenia składowania odpadów ulegających biodegradacji, niezbędne jest (i będzie w najbliższej przyszłości) stosowanie zarówno biologicznych jak i termicznych metod przekształcania odpadów komunalnych, w tym konieczność budowy nowych i rozbudowy istniejących linii technologicznych m. in.:

- kompostowni odpadów organicznych,
- linii mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów,
- obiektów fermentacji odpadów,
- spalarni odpadów komunalnych (zwłaszcza w dużych miastach i aglomeracjach miejskich).

6. Wnioski

Przeprowadzone badania mają istotne znaczenie z punktu widzenia wymagań prawnych (ustawa o odpadach) ograniczających możliwości składowania odpadów biodegradowalnych i wymuszających wprowadzenia technologii unieszkodliwiania powyższej frakcji odpadów komunalnych.

Analizując uzyskane wyniki badań wyselekcjonowanej frakcji biodegradowalnej z odpadów komunalnych można stwierdzić, że uzyskane komposty spełniają wymagania rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz. U. 2008 nr 119, poz. 765). Minimalnie zaniżona zawartość substancji organicznej, dotyczy wyników prezentowanych w Tabeli 4.3, nie dyskwalifikuje uzyskanego kompostu a wymaga wprowadzenia zmian w procesie przygotowania mieszaniny substancji biodegradowalnych. Istotne znaczenie dla gospodarczego wykorzystania kompostów uzyskanych w wyniku procesu segregacji bioodpadów, wynika z niskiej zawartości metali ciężkich. Z danych prezentowanych w Tabeli nr 4.9 wynika, że w przypadku pominięcia procesu segregacji u źródła powstawania odpadów, kompost produkowany na bazie odpadów zmieszanych zawiera zbyt duże ilości metali ciężkich co dyskwalifikuje jego wykorzystanie do celów rolniczych.

Literatura

1. Żygadło M. Gospodarka odpadami komunalnymi, Wyd. Pol. Świętokrzyskiej, Kielce 1998.
2. Jurasz F. Kompleksowa gospodarka odpadami w gminie. Warszawa 1998.
3. Rosik-Dulewska Cz.: Podstawy gospodarki odpadami. Wyd. PWN Warszawa 2005.
4. Rosik-Dulewska Cz.: Zawartość składników nawozowych oraz metali ciężkich i ich frakcji w kompostach z odpadów komunalnych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln. Wyd. PAN, Z 477, 2001.
5. Piotrkowska H., Wojciechowski A., Litwin B.: Gospodarka stałymi odpadami komunalnymi w miastach. Poradnik dla samorządów lokalnych, Instytut Gospodarki przestrzennej i komunalnej, Warszawa 1993.
6. Przywarska R.: Kompostowanie odpadów i perspektywy rozwoju tej metody w woj. Katowickim. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów 4/1997.
7. Rosik-Dulewska Cz., Karwaczyńska U., Mikszta M.: Ocena zagrożenia dla środowiska oraz przydatności nawozowej kompostu sezonu letniego uzyskanego wg technologii DANO w Katowicach. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów, vol.36, nr 1, 2002.
8. Jędrzak A., Haziak K.: "Techniczno-ekonomiczne warunki wyboru technologii fermentacji odpadów komunalnych", IV Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami nt. "SYSTEMY GOSPODARKI ODPADAMI", Poznań, Piła, 27-30 maj 2001 r.
9. Przywarska R.: "Kompostowanie odpadów i perspektywy rozwoju tej metody w Polsce", Instytut Inżynierii i Technologii Wody, Ścieków i Odpadów, Politechnika Śląska w Gliwicach 1996.
10. Kochmaniewicz A. Opracowanie koncepcji zagospodarowania odpadów komunalnych w gminie Głogówek. Praca magisterska. Pol. Śl. Gliwice 2000.

