

Józef Cebula

Ocena przydatności odpadów stałych i osadów ściekowych do skojarzonego kompostowania

Kompostowanie jest procesem technologicznym, w którym odpady pochodzenia organicznego lub zwierzęcego można przetworzyć w nieszkodliwą, higieniczną i estetyczną formę, wykorzystując naturalne procesy rozkładu i butwienia. Końcowym produktem tego procesu jest substancja kompostowa mająca charakter nawozu organicznego. Do zasadniczych czynników warunkujących efektywny przebieg kompostowania należy stan fizyczny i struktura materiału kompostowego oraz skład chemiczny substancji organicznych, a także czynniki wpływające na aktywność mikroorganizmów (temperatura, pH, wilgotność, stosunek C/N, zawartość substancji toksycznych itp.). Ilościowa i jakościowa analiza tych czynników pozwala na opracowanie parametrów technologicznych procesu i ocenę przydatności odpadów do kompostowania. Określenie charakterystyki morfologicznej i fizyczno-chemicznej odpadów kierowanych do skojarzonego kompostowania jest podstawową fazą projektowania rozwiązań technologicznych ich utylizacji. Metoda skojarzonego kompostowania jest proekologiczną technologią utylizacji odpadów organicznych, o cechach wzajemnie się uzupełniających.

W niniejszej pracy, na przykładzie Bochni w województwie tarnowskim, przedstawiono wyniki badań analitycznych wykonanych dla odpadów komunalnych i osadów ściekowych kierowanych do wspólnej utylizacji w kompostowni pracującej według systemu DANO [1].

Cel i zakres badań

Celem badań było przeprowadzenie cyklu prac rozpoznawczych, analitycznych i interpretacyjnych pozwalających na opracowanie:

- składu sitowego i morfologicznego odpadów komunalnych, składu fizyczno-chemicznego odpadów i osadów ściekowych, a także zawartości w nich metali ciężkich,
- przydatności technologicznej odpadów komunalnych i osadów ściekowych do skojarzonego kompostowania,
- przydatności kompostu i odpadów balastowych do dalszej utylizacji.

Badania wykonane w Stacji Doświadczalnej Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych we Wrocławiu obejmowały [2]:

- analizę sitową odpadów, pozwalającą na ustalenie tej części odpadów, która będzie tworzyć główną masę kompostu oraz na określenie zawartości składników balastowych w odpadach,
- analizę morfologiczną odpadów, która pozwala na dokładniejsze określenie przydatności odpadów do dalszej utylizacji oraz na wskazanie składników odpadów, które muszą być usunięte przed

procesem kompostowania i ewentualnie wykorzystane jako surowce wtórne,

– analizę fizyczno-chemiczną odpadów i osadów ściekowych, która pozwala na określenie przydatności odpadów i osadów do kompostowania oraz wskazuje na możliwości zagospodarowania kompostu, a także umożliwia ocenę stopnia zagrożenia środowiska glebowo-wodnego metalami ciężkimi.

Próby odpadów do badań klasyfikacyjnych i fizyczno-chemicznych pobierano bezpośrednio z wysypiska komunalnego według harmonogramu skorelowanego z systemem ich dowozu i rejonami gromadzenia. Pobrano 10 miarodajnych próbek odpadów metodą losową, opartą o pryzmę piramidalną (tzw. próba średnia zredukowana). Próby osadów ściekowych do badań fizyczno-chemicznych pobierano z poletek osadowych zgodnie z harmonogramem opróżniania komór fermentacyjnych. Według założeń koncepcji projektowej [1] osady ściekowe będą kierowane do wspólnej utylizacji z odpadami komunalnymi. Obecnie osady wstępne i wtórne kierowane są do otwartych komór fermentacyjnych, a następnie są suszone i magazynowane na poletkach.

Wyniki badań

Wyniki analizy sitowej (tab.1) wskazują na wystarczający udział frakcji średniej i grubej w odpadach (ok. 66 %), co wskazuje na potencjalnie wysokie możliwości ich kompostowania. Frakcje drobne tworzą na ogół substancje balastowe, nie dające się w całości usunąć podczas oczyszczania kompostu. Ponadto część odpadów balastowych pochodzi z frakcji grubej i odsiewu. W sumie można więc oczekiwać, że odpady balastowe (szczególnie poza sezonem grzewczym) nie powinny przekraczać 40 % całkowitej masy odpadów.

Tabela 1. Wyniki analizy sitowej odpadów (%)

Wartość	Frakcja			Odsiew >120 mm
	drobna 0÷8 mm	średnia 8÷40 mm	gruba 40÷120 mm	
Średnia	19,4	36,0	30,3	14,3
Najniższa	6	25	15	7
Najwyższa	38	46	46	26

W analizie klasyfikacyjnej, zgodnie z przyjętą metodyką badawczą [3], wyróżniono 13 grup składników odpadów komunalnych (tab.2). Stwierdzono, że największy udział w odpadach stanowią kamienie (ponad 28 %), a następnie resztki roślinne (ponad 21 %) oraz papier (ponad 21 %). Porównanie z danymi literaturowymi

Tabela 2. Charakterystyka morfologiczna odpadów (bez frakcji drobnej) (%)

Składnik	Wartość		
	średnia	najniższa	najwyższa
Metale nieżelazne	0,2	0,7	0,9
Metale żelazne	3,8	0,6	9,2
Kamienie, cegła	28,3	18,0	9,2
Szkło	7,5	1,1	18,7
Tekstyli	6,1	0,7	11,2
Drewno	1,2	0,4	4,7
Skóra	2,0	0,2	2,5
Kości	1,9	0,7	3,0
Tworzywa sztuczne	8,1	4,2	13,4
Resztki roślinne	21,6	12,4	36,7
Papier	21,2	9,6	32,7
Guma	1,1	0,1	5,3
Słoma	0,1	0,6	0,6

wskazuje, że analizowane odpady charakteryzują się składem typowym dla odpadów komunalnych z aglomeracji o średniej wielkości.

Główna grupa tzw. składników biologicznych odpadów, będąca potencjalnym budulcem masy kompostowej, stanowiła średnio około 45 % masy odpadów. Ponieważ w wyniku rozdrabniania odpadów w biostabilizatorze do tej grupy dochodzi jeszcze dodatkowo około 10 % substancji, stąd też badane odpady komunalne zawierają potencjalnie około 55 % składników przydatnych w procesie wytwarzania kompostu. Wyniki analizy morfologicznej, wykazujące obecność około 45 % składników balastowych w odpadach, były zbieżne z rezultatami analizy sitowej.

W analizie fizyczno-chemicznej wyróżniono 12 głównych składników określających przydatność odpadów do kompostowania i wskazujących na możliwości przyrodniczego zagospodarowania kompostu (tab.3).

Stwierdzono, że zawartość substancji organicznych w odpadach wynosiła około 45 % i była stosunkowo wysoka, w porównaniu np. do typowego składu obornika, przy jednocześnie niskiej zawartości substancji mineralnych (NPK). Powyższe proporcje substancji or-

Tabela 3. Charakterystyka fizyczno-chemiczna odpadów i osadów

Wskaźnik, jednostka	Odpady stałe			Osady ściekowe			Wartości porównawcze	
	Wartość						Obornik [4]	Osady ściekowe [4]
	średnia	najniższa	najwyższa	średnia	najniższa	najwyższa		
Wilgotność przemijająca, %	43,4	31,1	60,5	–	–	–	–	–
Wilgotność prób pow.-such, %	9,6	3,0	16,5	–	–	–	–	–
Uwodnienie, %	–	–	–	–	94,4	95,2	25÷75	–
Substancje organiczne, g/kgsm	434	224	718	472	298	552	170÷210	450
pH, –	7,7	6,9	8,3	6,2	5,6	6,8	–	6,6
Azot ogólny, gN/kgsm	10,8	5,6	16,1	24,8	13,2	30,3	0,4÷29,4	12,8
Fosfor ogólny, gP ₂ O ₅ /kgsm	2,4	0,8	4,0	5,1	2,8	6,4	0,3÷18,8	17,0
Potas, gK ₂ O/kgsm	10,7	4,8	29,9	5,0	4,1	6,3	0,6÷34,2	2,6
Wapń, gCa/kgsm	16,1	5,2	30,0	5,0	2,4	10,0	0,8÷27,5	33,0
Sód, gNa/kgsm	1,9	0,8	7,2	0,7	0,4	1,2	–	0,6
Żelazo, gFe/kgsm	41,0	32,0	50,0	21,0	9,0	40,0	0,4÷21,8	7,2
Magnez, gMg/kgsm	0,7	0,2	1,6	2,9	2,4	4,8	–	–
Węgiel organiczny, gC/kgsm	411	239	657	313	214	379	–	–
Stosunek C/N	39,1	25,4	51,2	13,2	20,1	20,1	–	–

Tabela 4. Zawartość metali ciężkich w odpadach i osadach (mg/kgsm)

Substancja	Odpady stałe			Osady ściekowe			Wartość dopuszczalna w osadach [4]
	Wartość						
	średnia	najniższa	najwyższa	średnia	najniższa	najwyższa	
Miedź (Cu)	48,9	23,6	155,4	139,0	117,8	169,6	370
Ołów (Pb)	58,7	20,0	119,8	182,2	157,0	239,6	370
Chrom (Cr)	17,4	6,0	63,8	166,5	75,6	265,6	730
Nikiel (Ni)	9,1	śl.	23,2	136,0	75,0	203,8	120
Kadm (Cd)	0,8	0,5	1,6	3,4	3,0	3,8	20
Cynk (Zn)	585	232	1.041	1.658	1.548	1.810	3.460

ganicznych i mineralnych ulegną jednak znacznej poprawie w kompoście wzbogaconym dodatkiem osadów ściekowych. Obojętny odczyn świeżych odpadów świadczy o niewielkim stopniu zagrożenia dla gleb i wód gruntowych, przy czym procesy fermentacji mogą podwyższyć ten stopień zagrożenia. Zawartość węgla organicznego w odpadach była wysoka (śr. ok. 40 %), natomiast zawartość metali ciężkich była kilkakrotnie niższa niż ich dopuszczalny poziom w osadach przeznaczonych do rolniczego zagospodarowania (tab.4).

Jest to wynik bardzo korzystny i można oczekiwać podobnie niskich stężeń metali ciężkich w kompoście, co ma decydujący wpływ na możliwości jego późniejszego zagospodarowania [4].

Znajomość składu fizyczno-chemicznego osadów ściekowych jest istotna zarówno w celu określenia zawartości w nich składników organicznych i nawozowych, jak i obecności składników toksycznych, decydujących o przydatności osadów do kompostowania oraz rolniczego wykorzystania.

W analizie osadów ściekowych uwzględniono 11 wskaźników charakteryzujących zawartość substancji organicznych i mineralnych (tab.3). Stwierdzono znaczną zmienność wartości poszczególnych parametrów składu osadów, która wynikała prawdopodobnie z sezonowości poboru próbek do badań oraz zmiennych parametrów pracy oczyszczalni ścieków związanych z jej rozruchem. Wartości średnie poszczególnych parametrów badanych osadów oraz korzystna wartość stosunku C/N potwierdzają ich przydatność do skojarzonego kompostowania, pomimo widocznego wpływu ścieków przemysłowych na skład osadów. Wpływ ten uwidocznił się zwłaszcza w zmienności stężeń metali ciężkich w osadach (tab.4), choć stężenia te, z wyjątkiem niklu, nie przekraczały wartości dopuszczalnych.

Jakkolwiek zawartość poszczególnych metali ciężkich w osadach była kilkakrotnie wyższa niż w odpadach, to jednak z uwagi na niewielki udział osadów w całkowitej masie odpadów (ok. 1:25) fakt ten nie będzie miał praktycznie większego wpływu na jakość kompostu oraz na środowisko glebowo-wodne.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania analityczne odpadów miejskich wykazały ich pełną przydatność do kompostowania, nawet bez udziału innych organicznych komponentów. Ocenia się, że około 60 % masy odpadów nadaje się do utylizacji i dalszego wykorzystania, przy czym w okresie zimowym wartość ta może być mniejsza. Zawartość w odpadach substancji balastowych (40÷45 %) wskazuje na celowość prowadzenia wstępnej selekcji oraz konieczność przestrzegania dyscypliny gromadzenia odpadów.

Wyniki badań składu osadów ściekowych potwierdzają celowość przyjętych wstępnie założeń ich wspólnego kompostowania z odpadami miejskimi. Jakkolwiek osady te nie nadają się do bezpośredniego rolniczego wykorzystania, to jednak jako dodatek do odpadów w procesie kompostowania wprowadzają pożądany ładunek substancji organicznych i regulują wartość stosunku C/N.

Przeprowadzone analizy i rozważania wykazały, że najbardziej racjonalną metodą utylizacji odpadów komunalnych i osadów ściekowych w Bochni jest ich wspólne kompostowanie.

LITERATURA

1. Koncepcja uporządkowania gospodarki odpadami komunalnymi i osadami ściekowymi dla m. Bochni. Przedsiębiorstwo Produkcji i Montażu Instalacji Ochrony Środowiska *StefPOL*, praca zbiorowa, Wrocław 1992 (praca nie publikowana).
2. Badania morfologicznego i fizyko-chemicznego składu stałych odpadów komunalnych i osadów ściekowych dla potrzeb projektowania zakładu utylizacji w Bochni. IMUZ, praca zbiorowa, Wrocław 1992 (praca nie publikowana).
3. J. CEBUŁA, E.S. KEMPA: Laboratoryjne badania odpadków stałych i kompostów. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1972.
4. J. CEBUŁA: Kryterium przydatności osadów ściekowych w rolniczym ich wykorzystaniu. Mat. Bad. IMGW, Wrocław 1981.

ON THE UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTES AND SEWAGE SLUDGES BY THEIR DISPOSAL IN A COMMON COMPOST

Municipal wastes and sewage sludges (produced by the city of Bochnia in the south east of Poland) were sampled and analyzed for their physicochemical and morphological composition. Both the waste materials were to be utilized by the DANO composting method. On the basis of the results obtained, the following generalizations can be made: (1) The organic fraction of the municipal wastes was suitable for immediate composting, and no addition

of organic components was needed. (2) In the solid-waste volume, ballast substances (metals, glass, debris, etc.) accounted for about 40 %, so they should be separated at the stage of selective collection. (3) Sewage sludges were not suited for direct agricultural uses, but their composting together with municipal wastes was found to be safe.