

AGROCHEMICZNA OCENA KOMPOSTÓW Z ODPADÓW ZIELENI MIEJSKIEJ WARSZAWY

Monika Madej¹, Grażyna Wasiak¹, Danuta Mamełka²

¹ Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie

² Miejskie Laboratorium Chemiczne przy Urzędzie m. st. Warszawy

Wstęp

Odpady roślinne z terenów zieleni miejskiej i przemysłowej stanowią duże, co roku odnawialne zasoby, które powinny być zagospodarowane i zużytkowane. Ekologiczne, sanitarne i gospodarcze aspekty przyrodniczej utylizacji masy roślinnej w aglomeracji są ściśle zespolone i wielowymiarowe. Nie ulega wątpliwości, że próchniczotwórcze i nawozowe zasoby masy roślinnej powinny wracać do gleby w celu zachowania jej żyzności i kondycji szaty roślinnej.

Ten kierunek wykorzystania organicznych odpadów jest dominujący w dyrektywach unijnych, a ostatnio zapis o konieczności zintensyfikowania rozwoju kompostowania odpadów w Polsce znalazł się również w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami [KPGO 2002] jako wytyczne dla lokalnych samorządów. Właśnie w tym dokumencie wskazano, że odpady z terenów zieleni miejskiej stanowią najłatwiej dostępny surowiec do produkcji kompostu o dużych walorach użytkowych.

Kompostowanie masy roślinnej na skalę przemysłową zapoczątkowano w połowie 1994 roku w dwóch kompostowniach warszawskich [WASIAK i in. 1999], z których jedną zlikwidowano w 2002 roku z uwagi na niedopełnienie warunków formalnych. Obecnie w kraju takich kompostowni przerabiających wyłącznie odpady roślinne jest kilkanaście, a największe (oprócz Warszawy) znajdują się w Łodzi, Krakowie, Radomiu i Sopocie.

Kompostownie te w przeciwieństwie do zakładów przerabiających komunalne odpady zmieszane (bez segregacji biofrakcji u źródła wytwarzania), dają wysokiej jakości kompost.

Celem pracy była ocena właściwości chemicznych kompostów produkowanych z odpadów zieleni miejskiej Warszawy, pod kątem spełniania przez te nawozy wymagań jakościowych obowiązujących w Polsce i Unii Europejskiej.

Material i metody

Ocenie agrochemicznej poddano komposty z odpadów pochodzących z terenów zieleni Warszawy produkowanych w latach 1995–2004. Na przestrzeni 10

lat eksploatacji kompostowni zebrano bardzo bogaty materiał dokumentacyjny, odnośnie agrochemicznych właściwości kompostów z odpadów zielonych (ponad 100 prób kompostu). Niedoskonałością tej dokumentacji jest tylko brak informacji z jakich rejonów Warszawy dowożono poszczególne partie biomasy i jaki był udział poszczególnych komponentów w materiale wsadowym. Kompostownie nie prowadziły takiej ewidencji, ponieważ nie była ona istotna dla procesu produkcyjnego [SIUTA, WASIAK 2000; WASIAK i in. 2003].

Jednak chcąc mieć pogląd, w jakim stopniu rejonizacja powstających odpadów ma wpływ na jakość finalnego produktu, w Wyższej Szkole Ekologii i Zarządzania w Warszawie prowadzono w 2003 i 2004 roku modelowe kompostowanie masy roślinnej z określonych rejonów stolicy o różnym stopniu zanieczyszczenia. W artykule tym prezentuje się wyniki badań pierwszej serii dwóch doświadczeń modelowych kompostowania trawy i liści zebranych wzdłuż pasa jezdni o dużym natężeniu ruchu samochodowego (I model doświadczenia) i podobnego surowca, zebranego z zieleni osiedlowej (II model doświadczenia). Z określonych powierzchni zieleni zebrano po około 4 m³ surowca (około 3 m³ świeżej trawy, którą przed kompostowaniem podsuszone do zawartości wody około 75% i około 1 m³ podeschniętych liści o zawartości wody około 55%). Surowcem w proporcji 70% trawy i 30% liści (w przeliczeniu na s.m.) napełniono 6 pojemników (kompostowników Schäfera) o pojemności 240 dm³ każdy, po 3 pojemniki w każdym modelu doświadczenia. W materiale wyjściowym oraz końcowym produkcie, oznaczono zawartość: substancji organicznej, azotu organicznego, węgla organicznego, fosforu, potasu oraz kadmu, chromu, miedzi, niklu, ołowiu, cynku i rtęci.

Zawartość metali ciężkich oznaczono metodą absorpcji atomowej aparatem Z-8200 firmy HITACHI. Rtęć oznaczono analizatorem rtęci AMA 244 firmy Altec. Zawartość metali ciężkich w kompostach z produkcji przemysłowych i z doświadczeń modelowych porównano z polską normą [ROZPORZĄDZENIE MRiRW 2001], obowiązującymi przepisami UE [HOGG i in. 2002] dla rolnictwa ekologicznego (2092/91EEC) i dla kompostów certyfikowanych Eko-znakiem (2001/668EC) oraz dyskutowanymi obecnie propozycjami Komisji Europejskiej dla dwóch klas kompostów w przyszłej dyrektywie kompostowej [EC WORKING DOCUMENT 2001].

Wyniki i dyskusja

Właściwości agrochemiczne kompostów produkowanych w kompostowniach warszawskich w latach 1995–2004 zestawiono w tabeli 1.

Wyniki wskazują, że na ogół, komposty warszawskie z terenów zieleni Warszawy mają bardzo dużą wartość użytkową, chociaż obserwuje się znaczny rozrzut w zawartości, zarówno makroskładników, jak i mikroskładników.

Wartość użytkowa kompostów zależy głównie od:

- jakości surowca użytego do produkcji kompostu,
- technologii produkcji, w tym proporcji pomiędzy poszczególnymi komponentami surowca wyjściowego (trawa, listowie, zrębki),
- stanu dojrzałości końcowego produktu.

Tabela 1; Table 1

Zawartość makro- i mikrośladników w kompostach z masy roślinnej pochodzącej z terenów zieleni Warszawy w latach 1995–2004
Macro and microelement content in composts from Warsaw urban green mass from the years 1995–2004

Rok; Year	Zawartość: Content (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)				Zawartość: Content (mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)						
	N	P	K	SO	Zn	Pb	Cu	Cd	Ni	Cr	Hg
1995	8,2–14,4	1,09–2,80	2,49–8,63	318–544	82,5–161,0	20,6–80,0	13,4–46,0	0,41–1,0	7,0–28,0	2,1–42,0	no
1996	9,6–3,5	2,01–2,97	2,49	317–527	212–280	59,0–63,0	31,0–54,0	1,0–1,2	11,0–24,0	21–33	no
1997	9,5–12,9	1,75–2,19	2,49	300–341	250–280	65,0–77,0	60,0–30,0	1,0–1,1	10,0–18,0	12,0–17,0	no
1998	9,0–14,8	1,31–3,93	0,83–7,47	310–584	149,0–390,0	47,0–99,0	33,0–64,0	0,8–1,4	10,2–26,0	10,0–20,0	no
1999	8,0–20,0	2,62–4,81	3,32–9,13	365–573	190–290	37–62	38–98	0,3–1,0	6–13	12–17	no
2000	14,0–21,0	3,50–4,37	3,32–9,96	354–435	200–290	40–53	50–57	0,4–0,8	10–12	19–21	no
2001	16,0–10,0	3,50–4,81	5,81–13,28	432–463	309–338	44–54	51–77	0,9–1,7	11–12	12–14	no
2002	14,0–22,0	2,62–4,81	2,19–12,45	438–511	293–354	38–62	27–70	0,7–1,2	10–16	13–18	0,1–0,2
2003	9,0–16,0	2,19–3,93	2,19–9,13	396–454	240–358	42–59	50–76	0,9–1,0	10–18	13–19	0,16–0,2
2004	10,0–16,0	2,62–3,50	7,47–12,45	295–437	228–487	40–107	51–83	0,35–1,6	13–23	14–24	0,09–0,2
Obowiązujące przepisy UE EU regulations in force	Klasa kompostu Compost class				Limity zawartości metali ciężkich dla kompostów Heavy metals content limits for composts						
	Rolnictwo ekologiczne(2092/91EEC) Organic farming (2092/91EEC)				200	45	70	0,7	25	70	0,4
	Eko-znak (2001/668/EC) Eco-label (2001/668/EC)				300	100	100	1,0	50	100	1,0
Propozycje Komisji Europejskiej; European Commission Proposals	Klasa I; Class I				200	100	100	0,7	50	100	0,5
	Klasa II; Class II				400	150	150	1,5	75	150	1,0
Polska norma (Rozporząd. MRiRW) 1.04.2001; Polish Standard Resolution of the Ministry of Agriculture and Rural development 1.04.2001					1500	250	400	5	50	250	3

SO– Substancja organiczna; Organic matter

no – nie oznaczano; non determined

Tabela 2; Table 2

Zawartość składników w wyjściowej masie roślinnej i kompostach z tej biomasy w doświadczeniach modelowych
Content of ingredients in the initial green mass and in composts from this biomass in model experiments

Rodzaj surowca Material type	Próba Sample	g·kg ⁻¹ s.m; DM					Wilgotność; Moisture (%)	mg·kg ⁻¹ s.m; DM						
		SO	N	C	P	K		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Zieleń przy trasie szybkiego ruchu (model I); Express roadside vegetation (model I)														
Trawa Grass	1	805	22,1	400	2,84	12,37	78,1	0,2	3,0	25,0	4,0	9,8	75,1	0,033
	2	861	19,0	422	3,54	10,96	79,1	0,2	3,3	23,0	3,7	9,6	71,5	0,039
	3	845	18,0	415	3,98	11,79	72,6	0,2	3,5	19,0	3,2	8,9	70,1	0,041
Liście Leaves	1	791	11,0	361	1,31	4,15	55,3	0,2	4,5	22,0	4,0	19,0	91,0	0,072
	2	840	9,0	412	1,31	4,15	53,1	0,2	4,2	25,0	3,6	18,1	88,8	0,081
	3	824	13,0	400	1,31	4,98	52,6	0,2	4,4	21,0	3,2	16,8	90,1	0,079
Kompost Compost	1	488	22,0	216	3,50	14,94	54,0	0,6	5,7	45,0	6,5	36,0	166,0	0,09
	2	481	21,0	212	2,62	13,28	55,0	0,6	6,8	50,0	6,0	36,0	156,0	0,06
	3	484	22,0	215	3,06	12,45	52,0	0,5	8,4	37,0	5,7	35,0	167,0	0,10
Zieleń osiedlowa (model II); Housing estate green (model II)														
Trawa Grass	1	891	16,4	431	4,85	28,22	75,3	0,16	1,9	8,4	1,3	4,5	70,0	0,024
	2	878	15,8	423	5,03	21,58	76,8	0,14	2,1	10,1	1,5	4,2	62,1	0,026
	3	856	14,2	411	4,76	15,77	77,3	0,17	1,8	9,8	1,4	4,3	63,1	0,024
Liście Leaves	1	834	16,0	382	1,31	4,98	58,0	0,3	4,6	10	2,7	9,2	86,0	0,055
	2	861	15,0	371	1,31	4,15	53,1	0,28	4,3	9,8	2,6	8,8	81,2	0,071
	3	848	15,0	370	1,31	4,98	55,6	0,23	4,1	9,1	2,4	8,1	78,6	0,008
Kompost Compost	1	483	18,0	213	2,26	12,45	48,0	0,4	3,9	18,0	4,4	13,0	108,0	0,06
	2	466	17,0	206	2,19	12,45	50,0	0,4	3,9	18,0	4,5	13,0	97,0	0,08
	3	418	17,0	199	7,43	12,45	50,0	0,4	4,8	19,0	4,2	13,0	100,0	0,05

SO – Substancja organiczna; Organic matter

Odmienność stanu mineralnego poszczególnych surowców jest wystarczającym powodem zróżnicowanego chemizmu kompostów. Podstawowym, obok traw, surowcem w kompostowniach warszawskich, były listowie i zrębki, szczególnie te dwa ostanie surowce dominowały w okresach jesiennych zakładania pryzm kompostowych. Listowie i gałęzie zazwyczaj kumulowały znacznie większe ilości metali ciężkich (głównie cynku, kadmu, ołowiu i miedzi) niż trawy.

W listowiu maksymalne ilości cynku dochodziły do $176 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., ołowiu do $50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., miedzi do $36 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., kadmu do $1,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. [WASIAK i in. 2003]. Maksymalne zawartości metali ciężkich notowano właśnie w kompostach, w których dominowało listowie.

Na ogół jednak większość wyprodukowanych warszawskich kompostów spełnia wymagania kompostu Eko-znak wg decyzji 2001/668/EC, a wszystkie partie mieszczą się pod względem zawartości cynku w drugiej klasie wg Propozycji Komisji Europejskiej [EC WORKING DOCUMENT 2001], zaś koncentracje pozostałych metali ciężkich są niekiedy dużo poniżej limitu proponowanego dla kompostu klasy I. Poza tym, komposty roślinne odznaczają się wysoką zawartością substancji organicznej, średnio około $450 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.; azotu przeważnie $13\text{--}15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.; fosforu $2,19\text{--}4,81 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. i średnio około $4,98 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. potasu.

Komposty z doświadczeń modelowych (tab. 2) odznaczały się podobną zawartością makroskładników, co komposty z produkcji przemysłowej, ale miały mniejsze stężenia metali ciężkich. Obydwa komposty zawierały bardzo małe ilości metali ciężkich, nawet poniżej restrykcyjnego limitu ich zawartości dla rolnictwa ekologicznego (2092/91EEC) z tym, że kompost z biomasy zieleńców wewnątrz-osiedlowych charakteryzował się wyraźnie mniejszą koncentracją wszystkich metali, w porównaniu do kompostu z biomasy zebranej z trawników przy jezdni o nasilonym ruchu samochodowym. W tym kompoście zawartość kadmu, chromu, niklu, cynku była blisko 50% wyższa, miedzi ponad dwukrotnie, a ołowiu blisko trzykrotnie większa niż w kompoście z zieleni osiedlowej.

Wnioski

1. Pielęgnacja, konserwacja i renowacja zieleni miejskiej wymagają usuwania traw, listowia, drzew i krzewów, gałęzi oraz całych drzew i krzewów. Wielkości usuwanych tychli mas są proporcjonalne do ekologicznej efektywności szaty roślinnej.
2. Masa roślinna z terenów zieleni miejskiej była dotąd usuwana głównie jako uciążliwy odpad w środowisku i gospodarce komunalnej. Szacuje się, że odpady usuwane z terenów zieleni miejskiej, przemysłowej, komunalnej i rekreacyjnej, stanowią ponad 18% wszystkich odpadów komunalnych.
3. Systematyczne usuwanie biomasy z terenów zielonych wyjaławia glebę z próchnicy i mineralnych składników pokarmowych, a istnieją już techniczne, ekonomiczne i prawne warunki racjonalizacji gospodarki glebotwórczą biomasa na tych terenach. Biomasa z pielęgnacji roślin o funkcjach ekologicznych nie powinna być usuwana jako odpad, lecz być wykorzystana jako surowiec do produkcji nawozu organicznego, niezbędnego do zachowania żywności gleby i dobrej kondycji ekosystemów miejskich.

4. Dziesięcioletnie wyniki badań kompostów z masy roślinnej terenów zielonych stolicy wskazują na ich dużą agrochemiczną przydatność do nawożenia. Komposty te zawierają znaczące ilości makroskładników, a koncentracja metali ciężkich jest na ogół na tyle niska, że spełnia wymogi Unii Europejskiej dla nawozów z odpadów organicznych.
5. Wstępne wyniki doświadczeń modelowych potwierdziły, że komposty z biomasy roślinnej zawierają duże ilości substancji organicznej i składników nawozowych i bardzo małe ilości metali ciężkich, aczkolwiek wyraźnie większe ich koncentracje stwierdzono w kompoście z biomasy zebranej z zieleni przyległych do trasy szybkiego ruchu.

Literatura

EC WORKING DOCUMENT 2001. 2-nd draft. *Biological treatment of biowaste Bruksela* 2001. http://www.europa.eu.int/comm/environment/waste/facts_en: 8.

HOGG D., BRATH J., FAVOINO E., CENTEMERO M., CAIMI V., AMLINGER F., DEVLIEGHER W., BRINTON W., ANTLER S. 2002. *Comparison of compost standards within the UE, North America and Australasia*. Main Report. The Waste and Resources Action Programme. URL: <http://www.wrap.org.uk>: 6–39.

KPGO 2002. *Krajowy plan gospodarki odpadami*. Ministerstwo Środowiska.

ROZPORZĄDZENIE MRiWR 2001. *Z dnia 1.06.2001 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu*. Dz. U. 2001 nr 60, poz. 615.

SIUTA J., WASIAK G. 2000. *Kompostowanie odpadów i użytkowanie kompostu*. Monografia, Wyd. IOŚ, Warszawa: 9–60.

WASIAK G., MAMEŁKA D., JAROSZYŃSKA J. 1999. *Kompostowanie odpadów roślinnych z terenów zieleni miejskiej Warszawy*. Mat. Konf. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu” Puławy – Warszawa 16–18 VI 1999, Wyd. IOŚ: 61–71.

WASIAK G., MAMEŁKA D., JAROSZYŃSKA J. 2003. *Kompostowanie odpadów roślinnych z terenów zieleni miejskiej Warszawy*. XXI Międzyn. Konf. Nauk. Zielonych i WSEiZ, III 2003, Łódź: 130–136.

Słowa kluczowe: kompost, odpady roślinne, makroskładniki, metale ciężkie

Streszczenie

Kompostowanie odpadowych mas roślinnych z terenów zieleni miejskiej jest najlepszym sposobem wykorzystania ich jako surowca do produkcji nawozu humusowego, przydatnego do poprawienia żyzności gleby. Ten kierunek wykorzystania organicznych odpadów jest dominujący w dyrektywach unijnych, a zapis o konieczności zintensyfikowania rozwoju kompostowania odpadów w Polsce, znalazł się również w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami.

Ocenie agrochemicznej poddano komposty z odpadów pochodzących z

terenów zieleni Warszawy, produkowane w latach 1995–2004 w dwóch kompostowniach oraz komposty z badań modelowych prowadzonych w 2003 i 2004 roku w Wyższej Szkole Ekologii i Zarządzania w Warszawie.

Zawartość metali ciężkich w kompostach porównano z polską normą (2001), obowiązującymi przepisami UE dla rolnictwa ekologicznego (2092/91 EEC) i dla kompostów Eko-znak (2001/668 EC) oraz diskutowanymi obecnie propozycjami Komisji Europejskiej dla dwóch klas kompostów.

Komposty z odpadów roślinnych z terenów zieleni miejskiej odznaczają się bardzo dobrymi wskaźnikami nawozowymi. Zawartość substancji organicznej na ogół wynosi średnio $450 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, $13\text{--}15 \text{ g N} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$; $2,19\text{--}4,81 \text{ g P} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ i średnio około $4,98 \text{ g K} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Zawartość metali ciężkich jest mała, dużo mniejsza, niż dopuszczalne limity koncentracji zawarte w polskich uregulowaniach.

Większość analizowanych kompostów spełnia także bardziej restrykcyjne wymagania przepisów unijnych i jedynie zawartość cynku i kadmu jest sporadycznie przekroczona.

AGROCHEMICAL EVALUATION OF COMPOST FROM WARSAW MUNICIPAL GREEN WASTE

Monika Madej¹, Grażyna Wasiak¹, Danuta Mamelka²

¹University of Ecology and Management, Warszawa

²Chemical Laboratory of Warsaw Municipal Office, Warszawa

Key words: compost, green waste, macronutrients, heavy metals

Summary

Composting plant waste masses coming from urban green areas is the best way of using it as material for the production of humus fertilizer, useful for improving soil fertility. This line of using organic waste dominates in the European Union Directives, and the entry about the necessity of intensification of composting waste in Poland can be found in the National Waste Management Plan.

The agrochemical evaluation was made for composts from Warsaw urban green waste, produced in the years 1995–2004 in two composting plants and for composts from the model studies conducted in 2003 and 2004 in Ecology and Management University in Warsaw.

Heavy metal content in composts was compared with the Polish Standard (2001) and the in force EU regulations on organic agriculture (2092/91 EEC) and Eco-sign compost (2001/668EC) and with the presently discussed European Commission proposals for two compost classes.

Composts from urban green waste are characterised by very high fertilization indices. The organic matter content usually amounts to $450 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ DM}$; $13\text{--}15 \text{ g N} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ DM}$; $2.19\text{--}4.18 \text{ g P} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ DM}$ and $4.98 \text{ g K} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ DM}$ on average. Heavy metal content is low, much lower than the acceptable concentration limits defined by Polish regulations.

The majority of the analysed composts complies more restrictive EU regulations and only zinc and cadmium contents exceed the limits sporadically.

Mgr Monika Madej
Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania
ul. Wawelska 14
02-061 WARSZAWA
e-mail: momadej@wseiz.pl
(0-22) 825-80-32, 0601-34-77-71