
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 10

ISSN 1899-3230

Rok V

Warszawa–Opole 2012

TOMASZ CIESIELCZUK*
CZESŁAWA ROSIK-DULEWSKA**

Nachteile und Vorteile der rekultivierenden Nutzung von Abfallkomposten

Schlüsselwörter: Rekultivierung, Kompost, feste Kommunalabfälle, Gefährdungen.

Gegenwärtig wird auf die Begrenzung der Lagerung von festen Kommunalabfällen (SOK), was weiter deren meist genutzte Entsorgungsweise ist, sukzessiv immer größerer Druck ausgeübt. Die biodegradierbare Fraktion, nach ihrer Ausscheidung aus dem Kommunalabfallfluss, kann eine wichtige Quelle von organischer Materie darstellen, die genutzt im organischen Recycling, könnte einen kostbaren Dünger, etwaig Mittel zur Verbesserung der Bodenbeständigkeit von degradierten Böden oder bodenlose Grunde, liefern. Damit der Kompost aus Kommunallabfällen hoher Qualität wird, muss man besonders achten bei der Zusammenstellung des Einsatzes im Entstehungsprozess, und auch bei dem Betrieb des technologischen Prozesses – da sie hier eine große Bedeutung haben. Das Finalprodukt (Kompost) muss hohen Qualitätsanforderungen entsprechen. Zu den wesentlichsten Qualitätsparametern gehört der Inhalt von Schwermetallen, genormter Inhalt an Biogenen, und sanitäre sowie parasitologische Anforderungen. Bei Komposten, die aus gemischten (nicht getrennten) Kommunalabfällen hergestellt werden, können die Inhalte von Schwermetallen (besonders Zink und Kupfer), und auch mechanische Verunreinigungen den Kompost zur Nutzung als Dünger eliminieren – aber weiter könnte man ihn nutzen als Rekultivierungsmaterial. Bei der Nutzung von Dünger mit schlechter Qualität, verursacht man Gefährdungen für Böden und Wasser, auf Grund der Migration der löslichen organischen Materie und der mobilen Fraktion der Schwermetalle, tief in das Bodenprofil.

1. Einführung

Feste Kommunalabfälle (SOK – poln. Bez.), die jeden Haushalt entstehen werden überwiegend durch Lagerung auf anderen als gefährlichen oder neut-

* Dr.-Ing., Uniwersytet Opolski.

** Prof. ord. Dr. hab.-Ing., Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk in Zabrze.

ralen Mülldeponien. Da sich die bestehenden Lagerstätten schnell voll füllen und Schwierigkeiten bei der Lokalisierung neuer Plätze verzeichnen und vor allem weil die gesetzlichen Anforderungen zur Begrenzung der Lagerung zwingen, sollte man neue Lösungen einführen, mit dem Ziel einer Minimierung der Abfallmasse, die Lagerung bestimmt sind. Die Kommunalabfälle aus Dorfgebieten sowie aus Stadtgebieten beinhalten eine biodegradierbare Fraktion, die (nach dem Kompostierprozess) einen guten Dünger oder Mittel zur Verbesserung der Bodenbeschaffenheit und für die Rekultivierung von bodenfreien Gründen, genutzt werden kann.

Aus Gründen der Anforderungen betreffend Rückgewinnung aus Abfällen, ist die Kompostierung immer mehr ein übliches Verfahren bei der Rückgewinnung und dem Recycling von Abfällen, und Programme betreffend getrennter Abfallsammlung werden immer öfter eingeführt [10, 12]. Dieser Prozess wird sogar für, mit Öl belastete Abfälle, die aus der Lebensmittelindustrie ankommen, eingesetzt [2]. Ein wärmender Kompost kann aber auch phytotoxische Eigenschaften aufweisen [3], und ein reifer Kompost der falsch eingesetzt wird kann eine Gefahr für die Grundwasserqualität darstellen. Die Qualität des Endprodukts in Form von Kompost hängt von dem korrekt geführten technologischen Kompostierprozess ab, insbesondere von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials. Gemischte Kommunallabfälle – die von der nicht getrennten Abfallsammlung stammen – beinhalten beträchtliche Verunreinigungen, mineralische (Glass, Keramik, Schutt, Metallelemente), sowie auch organische (z.B. Öle, Kunststoffelemente), die sich für eine Kompostierung nicht eignen und die nach dem Kompostierprozess die Qualität des Endprodukts mindern [9, 12]. Im Endeffekt solcher Kompost stellt eine Gefahr, wegen dem negativen Einfluss auf die Chemie von Boden und Wasser. In mehreren Fällen werden der Kompostierung auch Klärschlämme zugeführt – dieser Zusatz kann den Inhalt von Quecksilber und von Schwermetallen im Endprodukt, erhöhen [5, 10, 24]. Der Inhalt von Schwermetallen (Zink und Kupfer ausgenommen) stellen eine der Anforderungen für die Qualität der Komposte [17].

2. Rechtliche Grundlage

Die rechtliche Grundlage die, die Abfallwirtschaft in Polen reguliert ist das Gesetz über Abfälle vom 21 April 2001, mit nachträglichen Verend. (Gesetzblatt Nr. 62, Pos. 628 mit Verend.). Darüber hinaus das Gesetz über Erhaltung der Sauberkeit und Ordnung in Gemeinden vom 13 September 1996 mit nachträglichen Änderungen (Gesetzblatt von 2011 Nr. 230, Pos. 1373) bestimmt Zeiträume in den man die Masse der degradierbaren gelagerten Abfälle bis zu 75, 50, 35%, entsprechend bis Ende 2010, 2013 und 2020 begrenzen muss, im Verhältnis zum Basisjahr 1995. Wirtschaftssubjekte die sich mit der Abfallwirtschaft be-

fassen, sind daher gezwungen Lösungen zu finden um Rückgewinnungen zu erreichen oder andere Entsorgungsverfahren zu finden. Strafen für die nicht Einhaltung der genannten Termine, können für jeden laufenden Tag Verspätung berechnet werden und betragen von 4332 EUR/Tag bis 259 920 EUR/Tag. Der Europäische Gerichtshof kann auch auf die Mitgliedstaaten eine einmalige (Pauschale) Geldstrafe auferlegen [31].

Eine der Möglichkeiten ist die Nutzung der biodegradierbaren Fraktion als Substrat bei der Biogasherstellung für energetische Zwecke oder bei der Kompostherstellung, welcher wieder als kostbarer Dünger genutzt werden kann. Gegenwärtig wird die Nutzung von Komposten als Düngemittel durch das Gesetz über Dünger und Düngung vom 10 Juli 2007 (Gesetzblatt von 2007 Nr. 147, Pos. 1033) und durch die Verordnung des Minister für Landwirtschaft und Dörferentwicklung, vom 18 Juni 2008, betreffend Ausführung einiger Vorschriften des Gesetzes über Düngemittel und Düngung (Gesetzblatt vom 2008 Nr. 119, Pos. 765), geregelt. Diese Vorschriften definieren nicht nur den Kompost als organischen Dünger, aber beschreiben auch die Möglichkeiten deren Nutzung. Begrenzungen, den die organischen Abfälle, aus der Tierhaltung, unterliegen sind z.B. die Art der Tiere, von denen der Mist erlangt wird. Aktuell bestimmen die Vorschriften, aus der Verordnung vom 18 Juni 2008, betreffend Qualitätsparameter für organische Dünger, nur die wichtigsten Parameter, darin .der minimale Inhalt von organischer Substanz, Biogenen (NPK), und maximale Konzentration von Schwermetallen, außer Zink und Kupfer. Die Nutzung von Komposten schlechterer Qualität (die für die Düngung nicht geeignet sind) ermöglicht die Verordnung über den Rückgewinnungsprozess R 10 vom 22 April 2011 (Gesetzblatt von 2011 Nr. 86, Pos. 476).

Außer den geltenden Rechtsregelungen existieren auch Empfehlungssammlungen, bekannt als „Kodex der guten Landwirtschaftlichen Praxis“, publiziert vom Ministerium für Landwirtschaft und Dörferentwicklung in 2004 und „Richtlinien betreffend Anforderungen für Kompostierprozesse, Fermentationsprozesse und mechanisch-biologische Umwandlungen von Abfällen“. Der Kodex beinhaltet u.A. genaue Gebrauchsanweisungen über den Einsatz von organischen und anorganischen Düngemittel, mit Berücksichtigung der Art des Düngers, der Jahreszeit und Art der Böden an denen der Dünger eingesetzt wird.

3. Rekultivierung von Gründen

Der Sinn der Rekultivierung von Gründen ist die Wiederherstellung der Nutzeigenschaften des Bodens in degradierten oder verwüsten Gebieten. Das betrifft besonders die Begrenzung der negativen Wirkung der menschlichen Tätigkeit. Der Einsatz von Kompost aus Abfällen bringt viele Vorteile. Vor allem der große Anteil an organischer Materie (Tabelle 1) in dem Produkt erhöht

den Inhalt von organischer Materie in mineralen Böden. Das wieder bewirkt die Veränderung der hauptsächlichlichen chemo-physischen Eigenschaftender mit Kompost gedüngten Böden [14, 16]. Ein wichtiger Aspekt dieser Veränderungen ist die Erhöhung der Reaktion, demgemäß die Abnahme der Empfindlichkeit des Grundes gegen Acidifikation Die Reaktion des Komposts und der Inhalt von organischer Materie hängt von der Zusammensetzung der Abfälle vor der Kompostierung ab, d.h. von der korrekt funktionierenden getrennten Sammlung der Abfälle und deren laufender Kontrolle [8, 11, 19]. Darüber hinaus, kann man die Qualität der hergestellten Komposte modifizieren, mittels speziellen Zutaten (z.B. Holzschnitzel) im Einsatz [27, 30].

Tabelle 1

*Charakteristik der hauptsächlichlichen Parameter von erzeugten Komposten in Kompostwerken und in der Einzelwirtschaft**

Type des Komposts	TZ	Bio	K	KO
Reaktion (pH)	8,62	8,8	7,43	7,70
Elektrolytische Leitfähigkeit [mS/cm]	0,673	0,850	1,25	1,27
Organische Substanz [%]	33,10	37,60	36,90	40,90
Stickstoff nach Kiejdahl N _(Kiejd) [%]	0,85	0,92	0,97	1,33
Phosphor P ₂ O ₅ [%]	0,63	1,04	0,65	0,54
Kalium K ₂ O [%]	0,62	0,78	0,12	0,10
Natrium Na ₂ O [%]	0,10	0,09	0,11	0,10
Kalzium CaO [%]	2,84	1,95	1,09	3,17

* TZ – Kompost im Kompostwerk, aus aussondierter biodegradierbarer Fraktion, gewonnen bei Wartungsarbeiten in Grünanlagen; Bio – Kompost, hergestellt aus biodegradierbaren Abfällen bei getrennter Abfallsammlung aus dem Stadtgebiet. Die Proben K und KO wurden aus biodegradierbaren Fraktionen von Kommunallabfällen, aus einer Einzelwirtschaft (KO mit Zugabe von 1:10 v/v Klärschlamm), hergestellt.

Quelle: Eigene Bearbeitung.

Was wesentlich ist, im Fall von leichten Böden und durchlässigen Gründen, erhöht sich auch die Retention, des für die Pflanzen zugänglichen Wassers. Die Untersuchung ergab, dass nach Einsatz des Komposts, die Menge des für die Pflanzen erreichbares Wasser sich auch erhöht hat – von 0,085 m³/m³ bis auf 0,124 m³/m³. Das kann beträchtlich den Prozentsatz der Saatgutsprießen oder Annahmen der Pflanzen, die auf rekultiviertem Terrain angepflanzt wurden [32]. Darüber hinaus enthält der Kompost beträchtliche Mengen von Makroelementen, die häufig in bioerreichbarer Form auftreten. In den Untersuchungen wurden statistisch wesentliche Differenzen in Mengen von bioerreichbarer Form von Kalzium, Magnesium, Phosphor und Kalium in Böden nach der Düngung mit Kompost, in Dosen von 60 und 120 Mg/ha, im Vergleich zur mineralischen Düngung [32]. Daraus könnte man resultieren, dass die Komponenten, die bei der

mineralischen Düngung zugeführt wurde, leichter in die Tiefe des Bodenprofils ausgewaschen hat, dagegen die Nährstoffkomponenten, die mit dem Kompost eingebracht wurden, sind fester im Sorptionkomplex gebunden, und daher sind die Verluste auf dem Auswaschweg minimalisiert. Im Endeffekt des Einsatzes von Komposten senkt die negative Wechselwirkung der Landwirtschaft auf die Umwelt, und sichert dabei höhere Qualität der Erträge [20].

Der Einsatz des Komposts als Dünger fördert die biologische Aktivität der Böden, die einerseits zur beschleunigten Mineralisierung der organischen Materie, die ursprünglich im Grund und im eingeführten Düngermaterial enthalten ist, andererseits sichert er den Zerfall von Xenobiotika (z.B. Pestiziden und WWA) die im Untergrund enthalten sind, auf dem der Kompost eingesetzt wurde, und verursacht die Entstehung von Habitaten geeignet für die Entwicklung der Pflanzen. Der Kompost verursacht auch den Zerfall von Pestiziden und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen [27]. Experimente im kühlen Klima durchgeführt, bestätigten auch die Möglichkeit der Degradation von Verunreinigungen von Erdölderivaten durch Einführung des Komposts in den Boden. Man schreibt es der Adaptation der Kompostmikroflora, die die Kohlenwasserstoffe aus Verunreinigungen als Hauptquelle für Kohlenstoff nutzen. Nach Literaturdaten weisen auf einen hohen Degradierungsgrad von Kohlenwasserstoffen die im Dieselöl enthalten sind, der bis 35%, nach dem Einsatz von Kompost aus Abfällen – aber noch größere Beschleunigung des Zerfalls wurde in höheren Temperaturen beobachtet, bereits während dem Kompostierprozesses. In dem letzten Fall betrug der Zersetzungsgrad sogar 85% [15, 21]. Das oben beschriebene ist besonders wichtig in verseuchten Gebieten und verölten Gründen, – wo die Rückkehr zur Bodenkultur eine Schlüsselrolle spielt. Dennoch liefern die Literaturdaten verschiedene Meinungen betreffend Beschleunigung des Zerfalls von Xenobiotika. Die Differenzen in den Ergebnissen könnten auf Grund verschiedener Bodenverhältnissen entstehen (Zutritt von Sauerstoff und Wasser), oder von anderen Klimaverhältnissen. Die Biodegradation von Kohlenwasserstoffen verläuft besonders effektiv in leichten Böden, was man mit besserer Durchlüftung erklären könnte. Verallgemeinert heißt das, eine Zugabe von Kompost kann im wesentlichen, den Zerfall von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (WWA) wesentlich beschleunigen, und vor allem von Benzen-Derivaten und verzweigten Alkanen mit mittlerer Kettenlänge. Jedoch kann die Degradation von WWA im Boden auch kleiner sein und überschreitet nicht 10% der allgemeinen Masse von WWA. Wenn man aber zusätzlich zur Kompostdüngung den Boden mit Grassgutsaat besät, unterliegt der Zerfall, wesentlich statistisch einer Beschleunigung und erreicht fast 24% der ursprünglichen Masse des WWA [23].

4. Gefährdungen

Uneigentlicher Einsatz von Kompost kann einige nachteilhaftige Phänomene hervorrufen. Sehr gefährlich scheint der Einsatz von Kompost ohne Begrenzung um schnell die Bodenkultur erhöhen, im Fall Böden niedriger Bonität. Außer dem sollte man auf die Art des Bodens achten, auf dem der Kompost genutzt wird. Der Einsatz von Kompost in der Dosis von 65 Mg/ha zur Düngung von sandigen Böden verursachte eine Erhöhung des Niveaus von organischer Materie, der Nitraten und der Schwermetallen im Grundwasser, was eine bestimmte Gefährdung darstellen kann, falls das Wasser als Trinkwasser genutzt werden sollte [7, 12, 18]. Die Nutzung von Komposten aus Abfällen als Düngemittel kann zur intensiven Anreicherung der Böden mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen führen [28]. Außer dem können, die Schwermetalle, die im Kompost, in zugänglicher Form für die Pflanzen auftreten, in die folgenden Glieder der trophischen Kette übergehen [6, 25].

Tabelle 2

*Der Inhalt von Schwermetallen in Komposten aus Kommunallabfällen**

Komposttyppe	TZ	Bio	K	KO	Gesetzblatt von 2008, Nr. 119, Pos. 765
Zink (Zn)	330,99	1 337,30	120,61	162,55	–
Kupfer (Cu)	28,84	160,02	20,13	26,56	–
Nickel (Ni)	8,05	24,15	10,83	14,84	60
Chrom (Cr)	10,67	18,00	20,00	20,65	100
Blei (Pb)	33,24	148,10	16,93	15,25	140
Cadmium (Cd)	0,75	5,35	0,22	0,23	5
Quecksilber (Hg)	0,107	0,09	na	na	2

na – nicht analysiert.

* Die Bezeichnungen der Komposten entsprechen den Symbolen, die in Tabelle 1 genutzt worden [mg/kg s.m.].

Quelle: Eigene Bearbeitung.

Der Inhalt von Schwermetallen (Tabelle 2) kann ein wesentlicher Faktor sein, der die Nutzung, von aus Kommunallabfällen hergestellten Komposten, für Düngerzwecke und auch zur Rekultivierung, begrenzen könnte [9, 26]. Im Fall von Komposteinsätzen hoher Qualität (d.h. degradierbarer Abfallfluss ordentlich durchgeführter getrennten Sammlung) bewirkt ein Zusatz von bis zu 10% Klärschlamm (Tabelle 2, Proben KO), keine wesentliche Zunahme der Inhalte von Schwermetallen und dieser Produkt eignet sich weiter für die Nutzung in der Natur. Es ist also sehr wesentlich, auch aus dem Gesichtspunkt möglicher Erhöhung der Konzentration von Schwermetallen im Grund und im unterirdischen Wasser, dass man die genaue Kompostdosis, für die gegebene Bodentyp, berechnet [29]. Der Einsatz von Kompost auf Böden, die mit Metallen verunrei-

nigt sind, kann – obwohl deren Reaktion hoch ist – zum verstärkten Übergang der Metalle in die Bodenlösung führen, was weiter deren Migration ins Profil und die Erhöhung der Aufnahme durch die Anbaupflanzen verursacht [4, 13]. Wesentlich, aus dem Gesichtspunkt der Rekultivierung ist auch der Reifegrad des Komposts, darum ist die Entwicklung der Reifebestimmungsmethoden rasant [2]. Untersuchungen mit Kresse zeigten eine starke Phyto-Giftigkeit von unreifen (frischen) Kompost, die wiederum zur Abnahme der Anzahl der aufgegangenen Saatkörner führten [3]. Die phytotoxische Wirkung des Komposts unterstellt man hauptsächlich organischen Säuren mit kurzer Kettenlänge, der verminderten Menge von Stickstoff die für die Pflanzen zugänglich ist, verminderten Menge von Sauerstoff im Wurzelbereich. In diesem Zusammenhang sollte man eine beträchtliche Rolle dem Reifegrad des Kompost widmen, durch Kontrolle u.A. solcher Parameter wie: Farbe des Humus, Reaktion des Komposts, die Menge des freigegebenen CO₂ [1]. Jedoch könnten diese Parameter nicht ausreichen und für die terminale Bestimmung des Reifegrades sollte man Keimungsteste, auf repräsentativer Pflanzenprobe durchzuführen [22].

5. Resümee

Um die Deponierung auf Abfalllagern des hergestellten Komposts zu verhindern, sollte man für deren entsprechende Qualität sorgen, so dass man ihn in der Natur nutzen kann. Besonders sollte man auf den Inhalt von Schwermetallen achten, da dieser oft, die Ursache der Eliminierung der Nutzung des Komposts als Dünger, ist. Ein gutes, nicht verunreinigtes Ausgangsmaterial ist die Grundlage um Komposte, von hoher Qualität herzustellen. Komposte die aus getrennt gesammelten, organischen Abfällen hergestellt sind, eignen sich meistens, zur Nutzung in der Natur, überwiegend als Dünger, und auch für Rekultivierungszwecke. In Komposten die aus gemischten Kommunallabfällen produziert werden, weisen höhere Inhalte von Metallen – was wieder die häufigste Ursache deren Eliminierung für die Düngernutzung ist – nach Verordnung des Ministers für Landwirtschaft und Dörferentwicklung vom 18 Juni 2008. Darüber hinaus, Kompost der auf, mit Ölderivaten verunreinigten Böden eingesetzt wird, beschleunigt deren Zerfall und sorgt für die baldige Rückkehr zur Böden hoher Kultur, was wiederum das wichtigste Ziel der Rekultivierung ist. Der Kompost als Dünger eingesetzt, generiert auch Gefahren für das Grundwassermilieu. Bei einer Überdüngung (vor allen auf leichten Böden) wird die organische Materie ins innere des Bodenprofils ausgewaschen, der Stickstoff aus Nitraten und Metalle, die in das Grundwasser gelangen, können dazu beitragen die Grundwässer als Trinkwasser zu eliminieren.

Literatura/Literaturverzeichnis

- [1] Al - Mutairi N., *Co-composting of manure with fat, oil, and grease: Microbial fingerprinting and phytotoxicity Evaluation*, „Canadian Journal of Civil Engineering” 2009, Vol. 36, s. 209–218.
- [2] Altieri R., Esposito A., *Evaluation of the fertilizing effect of olive mill waste compost in short-term crops*, „International Biodeterioration & Biodegradation” 2010, Vol. 64, s. 124–128.
- [3] Aslam D.N., Horwath W., van der Gheynst J.S., *Comparison of several maturity indicators for estimating phytotoxicity in compost-amended soil*, „Waste Management” 2008, Vol. 28, s. 2070–2076.
- [4] Bhattacharyya P., Chakrabarti K., Chakraborty A., Tripathy S., Kim K., Powell M.A., *Cobalt and nickel uptake by rice and accumulation in soil amended with municipal solid waste compost*, „Ecotoxicology and Environmental Safety” 2008, Vol. 69, s. 506–512.
- [5] Bojarska K., Bzowski Z., Dawidowski A., *Monitoring of some municipal sludge for the agricultural utilization*, „Environmental Protection and Natural Resources” 2007, Vol. 33, s. 114–118.
- [6] Boszke L., Kowalski A., Astel A., Barański A., Gworek B., Siepak J., *Mercury mobility and bioavailability in soil from contaminated area*, „Environmental Geology” 2008, Vol. 55, s. 1075–1087.
- [7] Chen G., Zeng G., Du Ch., Huang D., Tang L., *Transfer of heavy metals from compost to red soil and groundwater under simulated rainfall conditions*, „Journal of Hazardous Materials” 2010, Vol. 181, s. 211–216.
- [8] Ciesielczuk T., Rosik-Dulewska C., Pelc W., *Kompostowanie odpadów komunalnych jako element nowoczesnego systemu gospodarki odpadami*, [w:/in:] *Problemy w ochronie środowiska w województwie opolskim w latach 2010–2020*. [Aut.]: W. Rogala i in., Atmoterm, Opole 2010, s. 43–52.
- [9] Ciesielczuk T., Kusza G., *Zawartość metali ciężkich w kompostach z odpadów jako czynnik ograniczający ich wykorzystanie do celów nawozowych*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych” 2009, nr 41, s. 347–354.
- [10] Ciesielczuk T., Kusza G., *Wpływ technologii kompostowania na zawartość rtęci w kompostach z odpadów komunalnych*, [w:/in:] *Rteć w środowisku: identyfikacja zagrożeń dla człowieka*, red. I. Falkowska, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, s. 197–201.
- [11] Cunha-Queda C., Alverenga P., Nobre A., de Varennes A., *Effect of municipal solid waste compost on mine soils as evaluated by chemical and biological and biochemical properties of soil*, „Compost Science and Utilization” 2010, Vol. 18, No. 2, s. 89–96.
- [12] Evanylo G., Sherony C., Spargo J., Starner D., Brosius M., Herring K., *Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system*, „Agriculture, Ecosystems and Environment” 2008, Vol. 127, s. 50–58.
- [13] Farrell M., Jones D.L., *Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets*, „Bioresource Technology” 2009, Vol. 100 s. 4301–4310.

- [14] Van der Gaag D.J., Van Noort F.R., Stapel-Cuijpers L.H.M., de Kreij C., Termorshuizen A.J., Van Rijn E., Zmora-Nahum S., Chen Y., *The use of green waste compost in peat-based potting mixtures: Fertilization and suppressiveness against soilborne diseases*, „Scientia Horticulturae” 2007, Vol. 114, s. 289–297.
- [15] Van Gestel K., Mergaert J., Swings J., Coosemans J., Ryckeboer J., *Bioremediation of diesel oil-contaminated soil by composting with biowaste*, „Environmental Pollution” 2003, Vol. 125, s. 361–368.
- [16] Grigatti M., Ciavatta C., Gessa C., *Evolution of organic matter from sewage sludge and garden trimming during composting*, „Bioresource Technology” 2004, Vol. 91, s. 163–169.
- [17] Hogg D., Barth J., Favoino E., Centemero M., Caimi V., Amlinger F., Devliegher W., Brinton W., Antler S., *Comparison of compost Standards Within the EU, North America and Australasia*. Published by: The waste and Resources Action Programmer (WRAP), www.wrap.org.uk (20.06.2012).
- [18] Kashi A., Romheld V., Chen Y., *The influence of soluble organic matter from municipal solid waste compost on trace metal leaching in calcareous soils*, „The Science of Total Environment” 2002, Vol. 291, s. 45–57.
- [19] Lopez M., Soliva M., Martínez-Farre F.X., Fernández M., Huerta-Pujol O., *Evaluation of MSW organic fraction for composting: Separate collection or mechanical sorting*, „Resources, Conservation and Recycling” 2010, Vol. 54, s. 222–228.
- [20] Martínez-Blanco J., Muñoz P., Antón A., Rieradevall J., *Life cycle assessment of the use of compost from municipal organic waste for fertilization of tomato crops*, „Resources, Conservation and Recycling” 2009, Vol. 53, s. 340–351.
- [21] Nowak A., Nowak J., Hawrot-Paw M., Telesiński A., Błaszczak M., Kłódka D., Przybulewska K., Smolik B., Szymczak J., *Biodegradation of diesel fuel in soils modified with compost or bentonite and optimized strains of bacteria. Part 2: Changes in microorganisms counts and activity*, „Ecological Chemistry and Engineering” A, 2008, Vol. 15, No. 2, s. 607–622.
- [22] Ofori-Budu G.K., Hogarh J.N., Fobil J.N., Quaye A., Danso S.K.A., Carbo D., *Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in two compost types in Ghana*, „Resources, Conservation and Recycling” 2010, Vol. 54, s. 205–209.
- [23] Parrish Z.D., Banks M.K., Schwab A.P., *Effectiveness of phytoremediation as a secondary treatment for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in composted soil*, „International Journal of Phytoremediation” 2004, No. 6, s. 119–137.
- [24] Rosik-Dulewska C., *Zawartość składników nawozowych oraz metali ciężkich i ich frakcji w kompostach z odpadów komunalnych*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2001, z. 477, s. 467–477.
- [25] Rosik-Dulewska C., *Zagrożenia dla środowiska wynikające z przyrodniczego wykorzystania komunalnych kompostów z odpadów komunalnych*, [w:] *Obwałowania cieków wodnych i poboczy szlaków komunikacyjnych. Problemy przyrodniczo-techniczne*, red. A. Patrzalek, M. Pozzi, PAN, Warszawa 2003, s. 62–70.
- [26] Rosik-Dulewska C., *Formy wybranych metali ciężkich w kompostach z odpadów komunalnych jako wskaźnik ich oddziaływania na środowisko*, [w:] *Komposty z odpadów komunalnych, produkcja, wykorzystanie i wpływ na środowisko*, Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych, Warszawa 2004, s. 171–185.

- [27] Rosik-Dulewska C., Ciesielczuk T., Karwaczyńska U., *Rozkład wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w procesie dojrzewania kompostu*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2009, t. 11, s. 133–142.
- [28] Rosik-Dulewska C., Ciesielczuk T., Ramus K., *Changes in the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) content in an urban waste composting process*, [w:/in:] *Management of Pollutant Emission from Landfills*, eds. Sludge-Pawłowska, Pawłowski, Taylor & Francis Group, London 2008, s. 85–89.
- [29] Seok-In Y., Hee-Myong R., *Natural 15N abundance of plant and soil inorganic-N as evidence for over-fertilization with compost*, „Soil Biology & Biochemistry” 2009, Vol. 41, s. 1541–1547.
- [30] Tognetti C., Mazzarino M.J., Laos F., *Improving the quality of municipal organic waste compost*, „Bioresource Technology” 2007, Vol. 98, s. 1067–1076.
- [31] Urban S., *Jak wysoka może być kara?*, „Przegląd Komunalny” 2006, nr 10, s. 28–29.
- [32] Weber J., Karczewska A., Drozd J., Licznar M., Licznar S., Jamroz E., Kocowicz A., *Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts*, „Soil Biology & Biochemistry” 2007, Vol. 39, s. 1294–1302.

TOMASZ CIESIELCZUK
CZESŁAWA ROSIK-DULEWSKA

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING COMPOST MADE FROM WASTE FOR RECLAMATION PURPOSES

Keywords: reclamation, fertilizer, municipal solid waste, dangers.

Nowadays, there is more and more pressure on gradual decrease of solid waste storage (SWS), which still is the most widely spread way of eliminating wastes. However, biodegradable fraction of such waste, after draining it from municipal waste, may become an important source of organic material, which, after reusing, can be a valuable organic fertilizer, or a way to improve the quality of degraded soil. In order for the organic fertilizer taken from municipal waste to be of the highest quality, it is important to employ type of charge and the proper technology. The finished product has to pass strict quality demands. One of the most important factors in assessing of the quality is content of heavy metals, biogens and also sanitary requirements. The amount of heavy metals in compost made from mixed municipal solid waste can eliminate it from use as a fertilizer, but not necessarily as a valuable material for ground reclamation. Fertilizers of bad quality may pose danger to soil and ground waters due to the migration of the metals into deeper layers of soil.