

ZMIANY ZAWARTOŚCI ROZPUSZCZALNYCH FORM ŻELAZA
I MANGANU ORAZ ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH W OSADZIE
ŚCIEKOWYM KOMPOSTOWANYM I WERMIKOMPOSTOWANYM

Krzysztof Gonddek, Barbara Filipek-Mazur

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrgonddek@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. Dodatek różnych komponentów do kompostowania spowodował rozcieńczenie zawartości żelaza i manganu. W wyniku wermikompostowania nastąpiło zwiększenie koncentracji żelaza ogólnego, udział tego pierwiastka ekstrahowanego wodą i CaCl_2 w zawartości ogólnej był niewielki, zarówno w kompostach i wermikompostach. Proces kompostowania spowodował obniżenie zawartości manganu ekstrahowanego wodą i CaCl_2 (w stosunku do osadu nieprzetworzonego), a wermikompostowanie tą zawartość zwiększyło. Analiza składu frakcyjnego związków próchnicznych badanych materiałów wykazała sukcesywne (w miarę postępującego procesu przetwarzania osadu) obniżanie się frakcji kwasów huminowych, a zwiększenie frakcji kwasów fulwowych. Udział węgla niehydrolizującego w zawartości ogólnej przekraczał 80% (w oborniku 68%).

Słowa kluczowe: osad ściekowy, kompost, wermikompost, żelazo, mangan, związki próchniczne

WSTĘP

Mimo dużej rekultywacyjnej i nawozowej wartości osadów ściekowych istnieją poważne wątpliwości, co do zasadności ich przyrodniczego użytkowania.

Rolnicze użytkowanie osadów ściekowych nieuzdatnionych napotyka na znacznie więcej ograniczeń agrotechnicznych i sanitarnych. W wyniku procesu uzdatniania osadu następuje poprawa jego właściwości fizycznych, chemicznych i sanitarnych. Najczęściej stosowanym procesem uzdatniania osadów ściekowych jest kompostowanie z udziałem komponentów strukturotwórczych, często będących również odpadami jak np.: trociny, kora, wióra, liście drzew oraz słoma [9].

W latach 90-tych w Polsce popularność zyskało kompostowanie z udziałem dżdżownicy *Eisenia fetida*. Uzyskane tą metodą wermikomposty miały lepsze właściwości fizykochemiczne w porównaniu do osadu ściekowego nie przetworzonego.

Komposty i wermikomposty są potencjalnym źródłem materii organicznej oraz pierwiastków śladowych, w tym metali ciężkich. Spośród licznie występujących pierwiastków śladowych w osadach ściekowych dużą uwagę zwraca się na te, których oddziaływanie na środowisko jest największe, a mianowicie kadm, ołów, miedź czy cynk. Nieco mniejszą siłą negatywnego oddziaływania na środowisko mają takie pierwiastki jak mangan i żelazo toteż niewiele jest prac tematycznie związanych z zawartością i biodostępnością tych pierwiastków w osadach ściekowych. Należy również pamiętać, że oba te pierwiastki mają duże znaczenie jeżeli chodzi o oddziaływanie na biodostępność innych metali śladowych.

Niezbędne, zatem jest poznanie wpływu procesu kompostowania i wermikompostowania osadu ściekowego na rozpuszczalność żelaza i manganu, która warunkuje szybkość ich przechodzenia do roztworu glebowego, a także określenie składu frakcyjnego substancji organicznej, która między innymi decyduje o rozpuszczalności pierwiastków śladowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem wyjściowym do badań były komposty sporządzone na bazie osadu ściekowego pochodzącego z oczyszczalni ścieków komunalnych w Myślenicach. Komposty sporządzono z następujących komponentów: osad ściekowy z dodatkiem słomy, osad ściekowy z dodatkiem trocin oraz osad ściekowy z dodatkiem kartonu. Dodatek wcześniej wymienionych komponentów stanowił 15% w stosunku do suchej masy osadu. Czas kompostowania wynosił 12 miesięcy. Po tym okresie pobrano średnie próbki kompostów do analiz chemicznych, a pozostałą masę kompostową zasiedlono dżdżownicami. Do każdego kompostu wpuszczono po 100 płciowo dojrzałych osobników *Eisenia fetida*. Wermikompostowanie prowadzono w naczyniach z PCV mieszczących 5 dm³ podłoża, w pomieszczeniu ogrzewanym (temperatura $22 \pm 2^\circ\text{C}$), przy wilgotności masy 75%. Po sześciu miesiącach wybrano z każdego kompostu dżdżownice, a następnie pobrano próbki średnie wermikompostów do analiz chemicznych.

W świeżych próbkach materiałów organicznych (oborniku, osadzie ściekowym, kompostach i wermikompostach) przygotowanych jako średnie ważone oznaczono suchą masę po wysuszeniu w suszarce (temp. 105°C). W wysuszonych i zmielonych próbkach materiałów organicznych oznaczono zawartość popiołu, po wyprażeniu próbki w piecu muflowym w temperaturze 500°C , zawartość azotu ogólnego, po mineralizacji próbki w stężonym kwasie siarkowym metodą Kjeldahla przy użyciu automatycznego aparatu Kjeltex II Plus oraz zawartość węgla organicznego

metodą Tiurina. Oznaczenie całkowitych zawartości żelaza i manganu wykonano po mineralizacji próbki na sucho w piecu muflowym (temperatura 450°C przez 5 godz.) i roztworzeniu pozostałości w kwasie azotowym (1:2) metodą ASA z wykorzystaniem aparatu Philips PU 9100X. Skład chemiczny badanych materiałów dokładnie omówiono w innej publikacji [4]. Formy rozpuszczalne metali ciężkich po ekstrakcji w H₂O (woda redestylowana) i roztworze CaCl₂ o stężeniu 0,05 mol·dm⁻³ oznaczono metodą McLaren i Crowforda w modyfikacji Bogacza [1]. Zawartość żelaza i manganu w uzyskanych wyciągach oznaczono metodą ICP-AES na aparacie JY 238 Ultrace.

Skład frakcyjny materii organicznej oznaczono według metody Schnitzera [5]. Kwasy huminowe i fulwowe ekstrahowano z materiałów organicznych roztworem 0,5 mol·dm⁻³ NaOH, a hemicelulozy oznaczono w roztworze 2 mol·dm⁻³ H₂SO₄. W uzyskanych ekstraktach oraz w pozostałości po ekstrakcji oznaczono węgiel organiczny metodą Tiurina.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono odchylenie standardowe (SD) oraz współczynnik zmienności (V%). Wszystkie analizy chemiczne wykonywano w dwóch równoległych powtórzeniach, a wynik analiz chemicznych przyjmowano za wiarygodny, jeżeli błąd oszacowany z dwóch powtórzeń nie przekraczał 5%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane komposty i wermikomposty zawierały więcej suchej masy w porównaniu do osadu nieprzetworzonego (tab. 1), a dodatek różnych komponentów (trociny, słomy, kartonu) nie spowodował większych zmian w zawartości tego składnika. Zwiększenie zawartości suchej masy stwierdzono w wermikompostach.

Zawartość popiołu w kompostach była większa w stosunku do zawartości tego składnika oznaczonego w osadzie nieprzetworzonym. W wyniku procesu wermikompostowania nastąpiło zwiększenie popielności zwłaszcza w wermikompostach, w których jako dodatek zastosowano trociny i słomę [2]. Wszystkie badane materiały organiczne zawierały mniej popiołu niż obornik. Największe obniżenie zawartości tego składnika stwierdzono w wermikompoście z dodatkiem ubogich w popiół trocin. Różnice w popielności kompostów i wermikompostów wynikały z różnego stopnia wykorzystania przez *Eisenia fetida* składników organicznych i mineralnych kompostów (tab. 1).

Zawartość węgla organicznego była mniejsza (w porównaniu do zawartości oznaczonej w osadzie nieprzetworzonym) zarówno w kompostach i wermikompostach (tab. 1). Proces wermikompostowania spowodował obniżenie zawartości tego składnika średnio o ponad 22% w stosunku do zawartości oznaczonej w osadzie nieprzetworzonym. Podobne zależności stwierdzono w przypadku azotu ogólnego [2].

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne badanych materiałów
Table 1. Some physical and chemical properties of the investigated materials

Materiał – Material	Sucha masa	Popiół	C organiczny	N ogólny	C:N
	Dry matter	Ash	Organic C	Total N	
	g·kg ⁻¹		g·kg ⁻¹ s.m. / d. m.		
Obornik – Farmyard manure	310	629	361	29,3	12,3
Osad ściekowy nieprzetworzony Sewage not converted	231	492	208	34,4	6,1
Kompost (osad + trociny) Compost (sewage + sawdust)	382	594	210	22,4	9,3
Kompost (osad + słoma) Compost (sewage + straw)	367	599	179	22,7	7,9
Kompost (osad + karton) Compost (sewage + cardboard)	330	544	186	20,6	9,0
Wermikompost (osad + trociny) Vermicompost (sewage + sawdust)	396	461	157	19,9	7,9
Wermikompost (osad + słoma) Vermicompost (sewage + straw)	402	463	156	21,2	7,4
Wermikompost (osad + karton) Vermicompost (sewage + cardboard)	414	501	172	20,9	8,2
Odchylenie standardowe Standard deviation (SD)	30,16	61,79	20,20	1,08	0,73
Współczynnik zmienności Variation coefficient (V%)	8	12	11	5	9

W miarę postępującego procesu kompostowania zawężał się stosunek C:N [2], ale nie obniżył się do wartości stwierdzonej w osadzie nieprzetworzonym, która wynosiła 6,1 (tab. 1). Niższa wartość stosunku C:N w wermikompostach w porównaniu do stwierdzonej w oborniku może spowodować łatwiejszą ich mineralizację.

Całkowita zawartość żelaza mieściła się w przedziale od 43109 mg do 52910 mg·kg⁻¹ suchej masy i była mniejsza od stwierdzonej w osadzie nieprzetworzonym, natomiast kilkakrotnie większa od oznaczonej w oborniku (tab. 2). Dodatek różnych komponentów do kompostowania spowodował efekt rozcieńczenia zawartości tego składnika, natomiast w wyniku wermikompostowania nastąpiło zwiększenie koncentracji żelaza ogólnego. Nie stwierdzono większego zróżnicowania pomiędzy zawartością żelaza w poszczególnych kompostach i wermikompostach. Zawartość żelaza wyekstrahowanego wodą była największa w osadzie

nieprzetworzonym (tab. 2). Proces kompostowania osadu ściekowego z różnymi dodatkami spowodował obniżenie zawartości Fe-H₂O średnio o ponad 80%.

Tabela 2. Zawartość żelaza i manganu w badanych materiałach
Table 2. Content of iron and manganese in the investigated materials

Materiał – Material	Fe			Mn		
	Fe-ogólne	Fe-	Fe-	Mn-ogólny	Mn-	Mn-
	Fe-total	H ₂ O	CaCl ₂	Mn-total	H ₂ O	CaCl ₂
mg·kg ⁻¹ s.m./d.m.						
Obornik – Farmyard manure	1945	27,16	6,41	354	4,77	14,04
Osad ściekowy nieprzetworzony Sewage not converted	53733	432,02	25,25	929	10,97	30,71
Kompost (osad + trociny) Compost (sewage + sawdust)	47153	53,76	24,43	791	3,94	22,66
Kompost (osad + słoma) Compost (sewage + straw)	46758	74,58	16,89	823	2,88	9,23
Kompost (osad + karton) Compost (sewage + cardboard)	43109	64,04	21,42	757	2,74	7,72
Wermikompost (osad + trociny) Vermicompost (sewage + sawdust)	51369	32,44	25,36	524	44,23	61,05
Wermikompost (osad + słoma) Vermicompost (sewage + straw)	51190	57,61	21,88	530	32,65	46,05
Wermikompost (osad + karton) Vermicompost (sewage + cardboard)	52910	46,97	26,55	539	56,13	65,88
Odchylenie standardowe Standard deviation (SD)	3700,21	14,47	3,49	143,65	23,73	25,74
Współczynnik zmienności Variation coefficient (V%)	8	26	15	22	100	73

Jeszcze większą redukcję ilości żelaza ekstrahowanego wodą stwierdzono w wermikompostach gdzie udział tej formy żelaza w zawartości ogólnej wynosił od 0,06% do 0,11% (tab. 3). Zawartość frakcji wymiennej żelaza ekstrahowanej CaCl₂ o stężeniu 0,05 mol·dm⁻³ wynosiła od 16,89 mg do 26,55 mg·kg⁻¹ suchej masy przy nieznacznym zróżnicowaniu pomiędzy kompostami i wermikompostami. Zastosowanie różnych dodatków nie spowodowało większych zmian w zawartości tej formy żelaza. Uzyskane zawartości Fe-CaCl₂ w kompostach i wermikompostach kształtowały się na zbliżonym poziomie do oznaczonego w osadzie nieprzetworzonym (25,25 mg·kg⁻¹ suchej masy), a mniejszym w sto-

sunku do oznaczonego w oborniku ($6,41 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy). Udział żelaza ekstrahowanego CaCl_2 w zawartości ogólnej był niewielki i nie przekraczał 0,1% (tab. 3). Rozpuszczalność związków żelaza w badanych kompostach i wermikompostach była niewielka. Sukcesywne obniżenie zawartości żelaza ekstrahowanego z materiałów organicznych wodą było następstwem zmniejszania się rozpuszczalności tego pierwiastka, co prawdopodobnie wynikało z wytrącania tego metalu w warunkach oksydacyjnych i alkalicznych. Nie bez znaczenia dla rozpuszczalności tego pierwiastka pozostają wysokocząsteczkowe związki próchniczne tworzące się w czasie procesu kompostowania. Na obniżenie się zawartości żelaza łatwo przechodzącego do roztworu glebowego podczas procesu kompostowania wskazują również Drozd i in. [3]. Według Kabaty-Pendias i Pendiasa [6] w warunkach glebowych żelazo jest najbardziej ruchliwym pierwiastkiem mającym wpływ na zachowanie się innych pierwiastków. Według Kalembasy i in. [7] główna część żelaza w glebie jest związana we frakcji pozostałości.

Tabela 3. Procentowy udział frakcji żelaza i manganu w zawartości ogólnej w badanych materiałach
Table 3. Percentage distribution of iron and manganese fractions in total content in the investigated materials

Materiał – Material	Fe		Mn	
	Fe-H ₂ O	Fe-CaCl ₂	Mn-H ₂ O	Mn-CaCl ₂
	%			
Obornik – Farmyard manure	1,40	0,33	1,35	3,97
Osad ściekowy nieprzetworzony Sewage not converted	0,81	0,05	1,18	3,31
Kompost (osad + trociny) Compost (sewage + sawdust)	0,11	0,01	0,50	2,86
Kompost (osad + słoma) Compost (sewage + straw)	0,16	0,04	0,35	1,12
Kompost (osad + karton) Compost (sewage + cardboard)	0,15	0,05	0,36	1,02
Wermikompost (osad + trociny) Vermicompost (sewage + sawdust)	0,06	0,05	8,44	11,65
Wermikompost (osad + słoma) Vermicompost (sewage + straw)	0,11	0,08	6,16	8,69
Wermikompost (osad + karton) Vermicompost (sewage + cardboard)	0,09	0,05	10,41	12,22
Odchylenie standardowe Standard deviation (SD)	0,04	0,02	4,55	5,21
Współczynnik zmienności Variation coefficient (V%)	33	48	104	83

Zawartość ogólna manganu była największa w osadzie nieprzetworzonym ($929 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy) (tab. 2). Dodatek trocin, słomy i koartonu spowodował rozcieńczenie zawartości tego pierwiastka podobnie jak w przypadku żelaza. Jeszcze większe obniżenie zawartości manganu stwierdzono w wermikompostach, co wskazywałoby na znaczne pobranie tego składnika przez *Eisenia fetida*. W wyniku procesu kompostowania stwierdzono obniżenie się (w stosunku do osadu nieprzetworzonego) zawartości manganu ekstrahowanego wodą, którego udział w ogólnej zawartości wynosił od 0,35% do 0,50% w zależności od zastosowanego komponentu (tab. 3). Proces wermikompostowania spowodował zwiększenie zawartości tej formy manganu, której ilość w stosunku do oznaczonej w kompostach zwiększyła się o 29 mg do ponad $53 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy. Udział tej formy manganu w zawartości ogólnej zawierał się w przedziale od 6,16 do 10,41% i był porównywalny z poziomem oznaczonym w osadzie ściekowym nieprzetworzonym. Dla porównania w oborniku udział manganu ekstrahowanego wodą w zawartości ogólnej nie przekraczał 1,5%. Podobne zależności (przy wyższych wartościach) stwierdzono po ekstrakcji manganu z materiałów organicznych CaCl_2 . W badaniach przeprowadzonych przez Drozda i in. [3] stwierdzono szybkie obniżenie się zawartości manganu ekstrahowanego wodą w wyniku postępującego procesu kompostowania. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki badań nie w pełni potwierdzają ten pogląd, gdyż w wyniku kompostowania stwierdzono obniżenie się zawartości form manganu ekstrahowanych wodą w stosunku do ilości tego pierwiastka oznaczonego w wyciągu wodnym z osadu nieprzetworzonego, natomiast, wermikompostowanie wyraźnie zwiększyło ilość form manganu rozpuszczalnych w wodzie.

Analiza składu frakcyjnego związków próchnicznych wykazała duże zróżnicowanie, zwłaszcza w zawartości węgla kwasów huminowych (tab. 4). Zawartość ta była większa w osadzie nieprzetworzonym, a proces kompostowania i wermikompostowania spowodował obniżenie zawartości CKh niezależnie od zastosowanego komponenta. Odwrotną zależność stwierdzono w przypadku kwasów fulwowych, których ilość zwiększała się kolejno w kompostach i wermikompostach. Odzwierciedleniem redukcji zawartości kwasów huminowych w czasie kompostowania była wartość stosunku CKh:CKf, która z wartości 0,99 stwierdzonej w osadzie nieprzetworzonym obniżyła się do wartości 0,02 stwierdzonej w wermikomposcie z dodatkiem kartonu. Dla porównania w badanym oborniku wartość tego parametru wynosiła 2,42. Kalembasa [8] w swoich badaniach stwierdziła znacznie więcej kwasów huminowych w uzyskanych wermikompostach z osadów ściekowych i odpadów przemysłu mięsnego. Rozbieżności te mogą wynikać ze specyfiki materiałów poddanych procesowi wermikompostowania. Niski udział węgla kwasów huminowych stwierdzony w analizowanych wermikompostach może wynikać również z niesprzyjających warunków do tworzenia tej frakcji próchnicy, które były spowodowane niewystarczającym napowietrzeniem kompostowanej masy, a to przecież procesy aerobowe sprzyjają powstawaniu tej frakcji związków próchnicznych.

Tabela 4. Skład frakcyjny materii organicznej w badanych materiałach
Table 4. Fractional composition of organic matter in the investigated materials

Materiał – Material	C wyekstrahowany – C extracted				C nie hydrolizujący C Non- hydrolyzing
	0,5 mol·dm ⁻³		2 mol·dm ⁻³		
	NaOH		H ₂ SO ₄		
	Kwasy huminowe Humic acids	Kwasy fulwowe Fulvic acids	Stosunek Ratio CKh:CKf	Hemi- celulozy Hemi- cellulose	
g·kg ⁻¹ s.m. / d. m.					
Obornik – Farmyard manure	61,00	25,18	2,42	2,80	248
Osad ściekowy nieprzetworzony Sewage not converted	24,25	24,57	0,99	3,05	148
Kompost (osad + trociny) Compost (sewage + sawdust)	11,76	16,04	0,73	2,46	179
Kompost (osad + słoma) Compost (sewage + straw)	18,49	15,29	1,21	1,39	143
Kompost (osad + karton) Compost (sewage + cardboard)	7,55	22,85	0,33	0,74	157
Wermikompost (osad + trociny) Vermicompost (sewage + sawdust)	2,05	19,78	0,10	0,32	135
Wermikompost (osad + słoma) Vermicompost (sewage + straw)	0,65	20,51	0,03	1,41	133
Wermikompost (osad + karton) Vermicompost sewage+cardboard)	0,43	18,32	0,02	0,76	152
Odchylenie standardowe Standard deviation (SD)	7,25	2,84	0,48	0,75	17,0
Współczynnik zmienności Variation coefficient (V%)	106	15	118	64	11

Zawartość hemiceluloz zarówno w kompostach i wermikompostach kształtował się na mniejszym poziomie od stwierdzonego w osadzie nieprzetworzonym, a także w oborniku (tab. 4). Zawartość tych związków węgla była generalnie mniejsza w wermikompostach od stwierdzonej w kompostach poza wermikompostem z dodatkiem słomy.

Zawartość węgla niehydrolizującego kształtowała się na zbliżonym poziomie zarówno w kompostach i wermikompostach. Korespondowała ona z zawartością oznaczoną w osadzie nieprzetworzonym (tab. 4). Udział węgla niehydrolizującego w zawartości ogólnej prawie w każdym przypadku przekraczał 80% (w oborniku 68%), co należy uznać za korzystne ze względu na ograniczenie tempa mineralizacji substancji organicznej tych materiałów po zastosowaniu do gleby.

WNIOSKI

1. Dodatek różnych komponentów do kompostowania spowodował efekt rozcieńczenia zawartości żelaza i manganu w kompostach.
2. Proces wermikompostowania spowodował zwiększenie koncentracji żelaza ogólnego.
3. Udział żelaza ekstrahowanego wodą i CaCl_2 w zawartości ogólnej był niewielki w kompostach i wermikompostach.
4. Proces kompostowania spowodował obniżenie się zawartości manganu ekstrahowanego wodą i CaCl_2 (w stosunku do osadu nieprzetworzonego), a wermikompostowanie tą zawartość zwiększyło.
5. Analiza składu frakcyjnego związków próchnicznych badanych materiałów wykazała obniżanie się udziału frakcji kwasów huminowych, a zwiększenie frakcji kwasów fulwowych podczas kompostowania i wermikompostowania. Udział zawartości węgla niehydrolizującego (w zawartości ogólnej) przekraczał 80% (w oborniku 68%).

PIŚMIENNICTWO

1. **Bogacz W.:** Badania nad formami mikroelementów w glebach Belgii. Cz. I i II. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 434, 1011-1023, 1996.
2. **Drozd J., Licznar M., Patorczyk-Pytlik B., Rabikowska B., Jamroz E.:** Zmiany zawartości węgla i azotu w procesie dojrzwania kompostów z odpadów miejskich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 123-130, 1996.
3. **Drozd J., Licznar M., Patorczyk-Pytlik B., Rabikowska B.:** Zmiany w składzie chemicznym kompostów z odpadków miejskich w czasie ich kompostowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 131-138, 1996.
4. **Filipek-Mazur B., Gondek K.:** Skład chemiczny kompostów i wermikompostów z osadów ściekowych komunalnych i przemysłowych. Zesz. Nauk AR Kraków 372, Sesja Nauk., 75, 173-182, 2001.
5. **Griffith S. M., Schnitzer M.:** A study in the infrared of high-molecular weight organic matter extracted by various reagents from a podzolic B horizon. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 39, 861-867, 1975.
6. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 397, 1999.
7. **Kalembasa D., Pakuła K., Becher M.:** Sekwencyjnie wydzielone frakcje żelaza i manganu z gleb wzbogaconych w żelazo. Roczn. Glebozn., LII, 183-190, 2001.
8. **Kalembasa D.:** Charakterystyka wermikompostów i ich przemian w utworach piaszczystych. Zesz. Nauk. Akad. Podlaskiej, ser. Rozprawy 59, ss. 85, 2000.
9. **Siuta J.:** Zasoby surowców do kompostowania. Mat. I Konf. Nauk. – Tech. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu”, Puławy – Warszawa, 16-18.06.1999, 21-36.

CHANGES IN THE CONTENT OF SOLUBLE FORMS OF IRON,
MANGANESE AND HUMUS COMPOUNDS IN COMPOSTED
AND VERMICOMPOSTED SEWAGE SLUDGE

Krzysztof Gondek, Barbara Filipek-Mazur

Department of Agricultural Chemistry, University of Agriculture
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrgondek@cyf-kr.edu.pl

Abstract. Addition of various components to composting caused a dilution of iron and manganese content. As a result of vermicomposting, total iron concentration increased. The proportion of this element extracted with water and CaCl_2 in total iron content was small, both in composts and vermicomposts. Composting caused a decrease in the content of manganese extracted with water and CaCl_2 (in comparison with untreated sludge), whereas vermicomposting increased this content. Analysis of fractional composition of humus compounds in the studied materials revealed successively diminishing humic acid fraction (as sludge processing proceeded) and a growth in fulvic acid fraction. Proportion of non-hydrolyzing carbon in the total carbon content did not exceed 80% (and 68% in farmyard manure).

Key words: sewage sludge, compost, vermicompost, iron, manganese, humus compounds