

BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ WYKORZYSTANIA KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO Z DODATKIEM RÓŻNYCH KOMPONENTÓW DO PRODUKCJI KOMPOSTÓW*

E. Krzywy, Cz. Wołoszyk, A. Iżewska, J. Krzywy

Katedra Chemii Rolnej, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

Streszczenie. Przeprowadzone badania miały na celu określenie przydatności nawozowej kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów. Realizując cel badań sporządzono 7 kompostów o następujących składach rzeczowych w przeliczeniu na suchą masę: kompost z osadu ściekowego (100%), kompost z osadu ściekowego (70%) i odpadów zieleni miejskiej (30%), kompost z osadu ściekowego (70%) i słomy (30%), kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (15%) i słomy (15%), kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), kompost z osadu ściekowego (70%), słomy (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (10%), słomy (10%) i popiołu z węgla kamiennego (10%).

Komposty zarówno na początku, jak i po 7 miesiącach rozkładu w stosach kompostowych nie budziły zastrzeżeń pod względem koncentracji metali ciężkich. Po 7 miesiącach rozkładu w kompostach nastąpił wzrost pH, zawartości suchej masy oraz formy amonowej i azotanowej azotu, a obniżyła się zawartość formy ogólnej azotu zwłaszcza w kompostach z 15, 20 i 30% udziałem słomy. Wszystkie komposty charakteryzowały się niską zawartością potasu w stosunku do azotu i fosforu. Przeznaczając je do nawożenia roślin należy dodatkowo do gleby wprowadzić potas w formie nawozów mineralnych.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, komposty, przydatność nawozowa.

* Praca wykonana w ramach grantu KBN 5PO6H04519

WSTĘP

Modernizacja i budowa nowych oczyszczalni ścieków w latach 1990-2000 spowodowała bardzo wyraźną poprawę procesów technologicznych oczyszczania ścieków. O ile nie ma większych problemów z wodami pościekowymi, które mogą być odprowadzane do zbiorników wodnych, rzek lub stosowane do nawadniania pól, to powstałe osady ściekowe budzą wiele kontrowersji związanych z ich utylizacją bądź zagospodarowaniem. W świetle nowych aktów prawnych [3-5] osady ściekowe mogą być zagospodarowane rolniczo. Komunalne osady ściekowe przed rolniczym zagospodarowaniem, w myśl cytowanych aktów prawnych, powinny odpowiadać normom dotyczącym zawartości metali ciężkich, ilości drobnoustrojów chorobotwórczych, pasożytów i ich jaj oraz powinny być poddane procesowi stabilizacji i higienizacji. Takie procesy zachodzą w czasie kompostowania. Osady ściekowe średnio zawierają 13-18% suchej masy, a ich konsystencja jest mazista. Zawartość głównych składników pokarmowych dla roślin w komunalnych osadach ściekowych wskazuje na dysproporcję azotu i fosforu w stosunku do potasu, gdyż koncentracja potasu jest wyraźnie niższa.

Biorąc pod uwagę te aspekty przeprowadzone badania miały na celu określenie wartości nawozowej kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów.

MATERIAŁ I METODY

Realizując cel badań sporządzono siedem kompostów z komunalnego osadu ściekowego z oczyszczalni komunalnej miasta Stargard Szczeciński. Do osadu ściekowego dodawano różne komponenty (odpady zieleni miejskiej, słoma, popiół z węgla kamiennego). Skład rzeczowy poszczególnych kompostów obliczono na podstawie zawartości w nich suchej masy (Tab. 1).

Wprowadzone do osadu ściekowego odpady zieleni miejskiej, słoma i popioły z węgla kamiennego miały głównie na celu zwiększenie przewodności masy kompostowej, ułatwienie uzyskania optymalnej wilgotności (50-60%), wzbogacenie masy kompostu w dostępne dla mikroorganizmów źródła węgla oraz składników pokarmowych dla roślin.

Rozkład masy kompostowej w stosach prowadzono w ciągu 7 miesięcy. Próby poszczególnych kompostów do badań chemicznych pobrano w momencie rozpoczęcia kompostowania oraz po 7 miesiącach rozkładu. W próbach kompostów oznaczono pH_{KCl} oraz zawartość form ogólnych głównych składników pokarmowych (N, P, K, Ca, Mg i S) oraz metali ciężkich (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb i Zn) według metod ogólnie przyjętych w chemii rolnej [2] oraz zawartych w Polskich Normach.

Tabela 1. Skład rzeczowy kompostów (procentowy udział suchej masy komponentów w kompostach)
Table 1. The composition of composts (percent participation of dry matter of the components in the composts)

| Rodzaj kompostu | Osad ściekowy | Odpady zieleni miejskiej | Słoma żytnia | Popiół z węgla kamiennego |
|-----------------|---------------|--------------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | 100% | - | - | - |
| 2 | 70% | 30% | - | - |
| 3 | 70% | - | 30% | - |
| 4 | 70% | 15% | 15% | - |
| 5 | 70% | 20% | - | 10% |
| 6 | 70% | - | 20% | 10% |
| 7 | 70% | 10% | 10% | 10% |

WYNIKI I DYSKUSJA

W Tabelach 2 i 3 zestawiono wyniki badań chemicznych prób pobranych z kompostów w momencie ich wyprodukowania oraz po 7 miesiącach rozkładu. Najmniej suchej masy, a jednocześnie najwięcej azotu, fosforu, wapnia, kadmu, miedzi, manganu i cynku zarówno na początku, jak i po 7 miesiącach rozkładu zawierał kompost z osadu ściekowego bez żadnych dodatków. Jednak jego mazista konsystencja utrudniała równomierne wprowadzenie go do gleby.

Komposty z udziałem popiołów z węgla kamiennego zawierały mniej węgla organicznego, w porównaniu z tymi, w których występowały odpady zieleni miejskiej lub słoma. Po 7 miesiącach rozkładu nastąpił w kompostach wzrost pH, zawartości suchej masy oraz formy amonowej i azotanowej azotu, a koncentracja formy ogólnej azotu obniżyła się, zwłaszcza w kompostach z 15, 20 i 30% udziałem słomy. Zawartość pozostałych pierwiastków w większości wariantów doświadczenia była zbliżona do wartości jakie występowały w momencie założenia stosów kompostowych.

Niska zawartość potasu w kompostach wskazuje na konieczność dodatkowego wprowadzenia do ich masy lub do gleby potasu w formie nawozów mineralnych. Z badań Maćkowiaka [1] wynika, że mimo iż w kompostach z osadów ściekowych jest dużo azotu, to jego wykorzystanie przez rośliny uprawne w pierwszym roku jest niższe niż z obornika. Dlatego też wskazane jest stosowanie dodatkowych ilości azotu w formie nawozów mineralnych.

Dodatkowe wprowadzenie do gleb azotu i potasu w formie nawozów mineralnych pozwoli na zachowanie optymalnego stosunku N:P:K dla uprawianych roślin.

Tabela 2. Skład chemiczny masy kompostów w momencie założenia stosów kompostowych
Table 2. The chemical composition of the composts at the time of their establishment

| Rodzaj oznaczenia | Rodzaj kompostów | | | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* |
| Sucha masa w % | 12,7 | 20,1 | 16,9 | 15,9 | 18,2 | 17,2 | 17,7 |
| Odczyn (pH) | 6,6 | 6,7 | 6,6 | 6,5 | 6,7 | 6,6 | 6,6 |
| C-org. w g·kg ⁻¹ s.m. | 21,8 | 32,2 | 36,7 | 32,2 | 22,5 | 27,7 | 28,5 |
| N-NH ₄ w g·kg ⁻¹ s.m | 1,70 | 1,00 | 1,10 | 1,30 | 1,60 | 1,00 | 1,50 |
| N-NO ₃ w g·kg ⁻¹ s.m. | 0,011 | 0,014 | 0,002 | 0,001 | 0,004 | 0,003 | 0,003 |
| Formy ogólne | | | | | | | |
| N w g·kg ⁻¹ s.m. | 42,7 | 35,6 | 31,2 | 40,2 | 31,4 | 39,1 | 33,6 |
| P w g·kg ⁻¹ s.m. | 29,1 | 24,9 | 27,1 | 26,5 | 25,3 | 27,5 | 22,5 |
| K w g·kg ⁻¹ s.m. | 7,70 | 5,20 | 7,50 | 7,10 | 5,60 | 7,10 | 6,70 |
| Ca w g·kg ⁻¹ s.m. | 29,4 | 23,8 | 23,8 | 25,8 | 25,5 | 24,5 | 26,6 |
| Mg w g·kg ⁻¹ s.m. | 4,30 | 3,60 | 3,70 | 4,30 | 4,70 | 4,80 | 4,90 |
| S w g·kg ⁻¹ s.m. | 9,00 | 4,80 | 5,40 | 6,40 | 5,60 | 5,40 | 6,70 |
| Cd w mg· kg ⁻¹ s.m. | 1,80 | 1,00 | 0,90 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,80 |
| Cu w mg·kg ⁻¹ s.m. | 173 | 116 | 127 | 137 | 123 | 122 | 131 |
| Mn w mg·kg ⁻¹ s.m. | 378 | 320 | 205 | 162 | 213 | 168 | 176 |
| Ni w mg·kg ⁻¹ s.m. | 31,4 | 56,4 | 50,2 | 52,8 | 66,2 | 48,2 | 61,9 |
| Pb w mg·kg ⁻¹ s.m. | 46,2 | 52,0 | 54,5 | 55,0 | 54,8 | 46,2 | 45,9 |
| Zn w mg·kg ⁻¹ s.m. | 843 | 506 | 624 | 672 | 569 | 598 | 624 |

Objaśnienia rodzaju kompostów: 1* Kompost z osadu ściekowego (100%), 2* Kompost z osadu ściekowego (70%) i odpadów zieleni miejskiej (30%), 3* Kompost z osadu ściekowego (70%) i słomy (30%), 4* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej(15%) i słomy (15%), 5* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), 6* Kompost z osadu ściekowego (70%), słomy (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), 7* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (10%), słomy (10%) i popiołu z węgla kamiennego (10%).

Tabela 3. Skład chemiczny kompostów po siedmiu miesiącach rozkładu**Table 3.** The chemical composition of composts after a 7-month decomposition

| Rodzaj oznaczenia | Rodzaj kompostów | | | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* |
| Sucha masa w % | 16,8 | 20,6 | 21,5 | 21,7 | 20,0 | 20,3 | 23,2 |
| Odczyn (pH) | 7,8 | 7,7 | 6,9 | 7,5 | 7,9 | 7,4 | 7,8 |
| C-organiczny w % | 28,1 | 31,0 | 38,5 | 32,5 | 25,5 | 28,8 | 30,2 |
| N-NH ₄ w g·kg ⁻¹ s.m. | 13,1 | 10,5 | 13,1 | 8,0 | 12,0 | 8,4 | 8,6 |
| N-NO ₃ w g·kg ⁻¹ s.m. | 0,040 | 0,041 | 0,038 | 0,056 | 0,042 | 0,055 | 0,045 |
| | Formy ogólne | | | | | | |
| N w g·kg ⁻¹ s.m. | 38,8 | 36,4 | 23,8 | 27,7 | 36,7 | 26,0 | 33,5 |
| P w g·kg ⁻¹ s.m. | 27,0 | 23,1 | 26,3 | 25,5 | 24,3 | 28,0 | 21,5 |
| K w g·kg ⁻¹ s.m. | 6,00 | 6,40 | 6,90 | 6,80 | 6,70 | 7,80 | 7,20 |
| Ca w g·kg ⁻¹ s.m. | 26,0 | 23,5 | 25,0 | 25,2 | 25,4 | 24,9 | 25,6 |
| Mg w g·kg ⁻¹ s.m. | 6,40 | 2,90 | 3,00 | 3,60 | 6,20 | 3,70 | 4,60 |
| S w g·kg ⁻¹ s.m. | 5,60 | 4,50 | 5,30 | 5,30 | 4,30 | 5,00 | 5,00 |
| Cd w mg·kg ⁻¹ s.m. | 2,42 | 1,55 | 1,92 | 1,82 | 1,68 | 1,68 | 1,92 |
| Cu w mg·kg ⁻¹ s.m. | 174 | 119 | 136 | 148 | 120 | 121 | 130 |
| Mn w mg·kg ⁻¹ s.m. | 366 | 349 | 234 | 240 | 269 | 241 | 251 |
| Ni w mg·kg ⁻¹ s.m. | 34,5 | 54,8 | 53,8 | 53,4 | 62,8 | 49,7 | 65,5 |
| Pb w mg·kg ⁻¹ s.m. | 47,6 | 50,9 | 52,6 | 53,3 | 52,3 | 48,4 | 47,4 |
| Zn w mg·kg ⁻¹ s.m. | 814 | 484 | 654 | 601 | 562 | 630 | 553 |

Objaśnienia rodzaju kompostów: tak jak w Tabeli 2.

Zawartość metali ciężkich (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb i Zn) mimo różnic w poszczególnych kompostach nie przekraczała norm podawanych w rozporządzeniu MOŚZNiL [3]. Wyniki te świadczą, że wyprodukowane komposty pod względem składu chemicznego można stosować do nawożenia gleb i roślin bez obawy skażenia środowiska.

WNIOSKI

1. Skład chemiczny kompostów z komunalnego osadu ściekowego, niezależnie od dodanego komponentu, nie budził zastrzeżeń pod względem przydatności do zagospodarowania przyrodniczego.
2. Po 7 miesiącach rozkładu w masie kompostów nastąpił wzrost pH, zawartości suchej masy oraz form amonowej i azotanowej azotu, a koncentracja formy ogólnej azotu zmniejszyła się, zwłaszcza w kompostach z 15, 20 i 30% udziałem słomy.
3. Komposty charakteryzowały się niską zawartością potasu w stosunku do azotu i fosforu. Przeznaczając je do nawożenia roślin należy dodatkowo do gleby wprowadzić potas w formie nawozów mineralnych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Maćkowiak Cz.:** Nawozowa użyteczność osadów ściekowych w świetle badań IUNG. Materiały Terenowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Puławy – Lublin - Jeziórko: L 34-40, 1996.
2. **Ostrowska A. Gawliński S., Szczubialka Z.:** Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska. 1991.
3. **Rozporządzenie MOŚZN i L.:** Dz.U. 99.72.813, 1999.
4. **Ustawa o odpadach:** Dz. U. 97.96.592, 1997.
5. **Ustawa o odpadach:** Dz. U. 01.62.628, 2001.

INVESTIGATIONS ON THE POSSIBILITY OF THE USE OF MUNICIPAL
SEWAGE SLUDGE WITH AN ADDITION OF DIFFERENT
COMPONENTS FOR PRODUCTION OF COMPOSTS

E. Krzywy, Cz. Wołoszyk, A. Iżewska, J. Krzywy

Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Shaping of Environment and Agriculture
Academy of Agriculture
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

Summary. The aim of the investigations conducted was to determine the usefulness of composts made from municipal sewage sludge enriched with different components. Seven composts of the following compositions expressed in dry matter were prepared: compost from sewage sludge (100%), compost from sewage sludge (70%) and municipal green wastes (30%), compost from sewage sludge (70%) and straw (30%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (15%) and straw (15%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (20%) and mineral coal ash (10%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (10%), straw (10%), and mineral coal ash (10%).

The composts were decomposed for 7 months. The concentration of heavy metals was within a norm when measured both at the beginning and the end of the decomposition of the composts. After 7-month decomposition of the composts, pH, the contents of dry matter, and the ammonium and nitrate forms of nitrogen increased, whereas the content of the total form of nitrogen decreased. All the composts had low concentrations of potassium relative to nitrogen and phosphorous. When intended for fertilization of plants, mineral fertilizers containing potassium should be supplementary incorporated into the soil.

Key words: sewage sludge, composts, fertilizing usefulness.