

ZMIANY ZAWARTOŚCI KADMU, NIKLU I OŁOWIU W CZASIE KOMPOSTOWANIA WYCIERKI ZIEMNIACZANEJ Z OSADEM ŚCIEKOWYM ¹

Edward Krzywy ¹, Czesław Wołoszyk ¹, Teofil Mazur ², Józefa Krzywy ³

¹ Katedra Chemii Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

² Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

³ Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Szczecinie

Wstęp

W ostatnich kilkunastu latach zmodernizowano i wybudowano wiele nowych komunalnych oczyszczalni ścieków. W trakcie procesu technologicznego oczyszczania ścieków komunalnych otrzymuje się wody pościekowe i osady. Z wodami pościekowymi nie ma większych problemów. Mogą one być wprowadzane do cieków wodnych lub używane do zraszania pól uprawnych. W Polsce komunalne osady ściekowe są deponowane na wysypiskach lub utylizowane w inny sposób. Jedynie 15–17% komunalnych osadów ściekowych wykorzystywana jest do zagospodarowania przyrodniczego w tym również w rolnictwie.

Rezultaty wielu badań wskazują, że komunalne osady ściekowe mogą być użyte do wzbogacenia gleb w masę organiczną oraz składniki pokarmowe dla roślin [MAZUR 1996; BARAN i in. 1993, 1999; URBANIAK 1997; OLESZKIEWICZ 1998; CZEKAŁA i in. 1999; GAMBUŚ 1999; KALEMBASA i in. 1999; KRZYWY i in. 2000, 2002; SIUTA 1999]. W komunalnych osadach ściekowych znajduje się także wiele pierwiastków śladowych, w wśród nich metale ciężkie. Nadmiar niektórych metali ciężkich może prowadzić do skażenia środowiska. Te pierwiastki mogą być także pobrane w nadmiarze przez rośliny. W celu zapobieganiu takim zjawiskom Minister Środowiska w Rozporządzeniu z dnia 27.08.2002 r. (Dz.U. 02.134.1140) określił dopuszczalne normy zawartości metali ciężkich, drobnoustrojów chorobotwórczych i jaj pasożytów w komunalnych osadach ściekowych przeznaczonych do przyrodniczego zagospodarowania. Komunalne osady ściekowe przed wprowadzeniem do gleb powinny być poddane procesom stabilizacji i higienizacji w celu obniżenia poziomu zawartości metali ciężkich oraz zmniejszenia ilości drobnoustrojów chorobotwórczych i pasożytów. Jednym ze sposobów stabilizacji i higienizacji komunalnych osadów ściekowych jest ich kompostowanie.

Do niedawna odpady przemysłu ziemniaczanego (wycierka ziemniaczana, wywar ziemniaczany) były wykorzystywane jako komponenty paszowe w żywieniu

¹ Praca wykonana w ramach grantu KBN 0807/PO6/2003/24.

zwierząt. W związku ze zmniejszeniem pogłowia zwierząt hodowlanych powstał problem ich zagospodarowania. Z dotychczasowych badań wynika, że wycierka ziemniaczana charakteryzuje się niskim pH (4,7), niewielką ilością suchej masy, oraz wyraźnie większą zawartością potasu w stosunku do azotu i fosforu [KRZYWY 2003].

Biorąc pod uwagę wysokie pH, niską zawartość potasu w stosunku do azotu i fosforu, możliwość dużej koncentracji metali ciężkich w komunalnym osadzie ściekowym oraz niskie pH dużą zawartość potasu w stosunku do azotu i fosforu, niską koncentrację metali ciężkich w wycierce ziemniaczanej postanowiono sporządzić komposty z tych odpadów. Dla porównania składu chemicznego i zachodzących przemian chemicznych sporządzono komposty z wycierki ziemniaczanej bez udziału i z udziałem komunalnego osadu ściekowego.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości i przemian w trakcie rozkładu masy kompostowej form ogólnych i rozpuszczalnych w 0,5 mol $\text{HCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ kadmu, niklu i ołowiu.

Metodyka badań

Realizując cel badań sporządzono w 2003 r. komposty o następującym składzie rzeczowym w przeliczeniu na suchą masę:

- Kompost I – wycierka ziemniaczana 30%, komunalny osad ściekowy 30%, słoma 40%;
- Kompost II – wycierka ziemniaczana 30%, komunalny osad ściekowy 30%, trociny 40%;
- Kompost III – wycierka ziemniaczana 60%, słoma 40%;
- Kompost IV – wycierka ziemniaczana 60%, trociny 40%.

Wprowadzone komposty poddano 7 miesięcznemu procesowi rozkładu w 1000 litrowych pojemnikach plastikowych w temperaturze 10–15°C. Masa kompostowa w poszczególnych pojemnikach była napowietrzana przy pomocy perforowanych rurek wdmuchujących powietrze do wewnątrz. W trakcie prowadzenia procesu rozkładu pobrano próbki kompostów w pierwszym dniu oraz po 30, 60, 90, 120, 150, 180 i 210 dniach. W pobranych próbkach kompostów oznaczono zawartość form ogólnych oraz rozpuszczalnych w 0,5 mol $\text{HCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ kadmu, niklu i ołowiu.

Badania chemiczne kompostów wykonano zgodnie z metodami podanymi przez OSTROWSKĄ i in. [1991].

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w poszczególnych komponentach z których wyprodukowano komposty.

Analizując dane zawarte w tabeli 1 można stwierdzić, że komunalny osad ściekowy zawierał wyraźnie więcej form ogólnych oznaczonych metali ciężkich w porównaniu z pozostałymi komponentami. Koncentracja form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w komunalnym osadzie ściekowym mieściła się w normach dopuszczających go do zagospodarowania rolniczego. (Rozporządzenie Ministra Środowiska Dz.U. 02.134.1140). Najmniej oznaczonych form ogólnych kadmu, niklu i

ołowiu zawierała słoma. Trociny i wycierka ziemniaczana zawierały nieco więcej tych pierwiastków.

Tabela 1; Table 1

Zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.
w komponentach z których wyprodukowano komposty

The contents of total forms of cadmium, nickel, and lead ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)
in the components from which the composts were made

| Rodzaj komponentu Type of compost | Kadm ogólny Total cadmium | Nikiel ogólny Total nickel | Ołów ogólny Total lead |
|--|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Komunalny osad ściekowy; Municipal sewage sludge | 2,78 | 39,3 | 56,4 |
| Wycierka ziemniaczana; Potato pulp | 0,10 | 1,57 | 2,07 |
| Słoma; Straw | 0,05 | 1,05 | 2,05 |
| Trociny; Suw dust | 0,17 | 1,32 | 2,35 |

Tabela 2; Table 2

Zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.
w trakcie rozkładu kompostów z udziałem komunalnego osadu ściekowego
i wycierki ziemniaczanej

The contents of total forms of cadmium, nickel, and lead ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)
during on the decomposition of composts with municipal sewage sludge and potato pulp

| Kompost Compost | Terminy oznaczeń; Dates of determinations | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Zawartość kadmu ogólnego; The content of total cadmium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.; DM) | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 1,00 | 1,15 | 1,20 | 1,28 | 1,30 | 1,35 | 1,27 | 1,30 |
| Kompost II; Compost II | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,28 | 1,35 | 1,36 | 1,34 | 1,40 |
| Kompost III; Compost III | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| Kompost IV; Compost IV | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 |
| Zawartość niklu ogólnego; The content of total nickel ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.; DM) | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 14,7 | 14,8 | 14,7 | 14,7 | 15,0 | 15,5 | 15,5 | 15,7 |
| Kompost II; Compost II | 14,8 | 14,9 | 14,9 | 15,1 | 15,2 | 15,6 | 15,8 | 15,9 |
| Kompost III; Compost III | 1,35 | 1,37 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,41 | 1,45 | 1,48 |
| Kompost IV; Compost IV | 1,42 | 1,48 | 1,51 | 1,53 | 1,58 | 1,60 | 1,60 | 1,63 |
| Zawartość ołowiu ogólnego; The content of total lead ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.; DM) | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 37,4 | 39,0 | 38,2 | 39,0 | 39,2 | 39,3 | 39,3 | 39,8 |
| Kompost II; Compost II | 43,5 | 43,9 | 44,3 | 44,4 | 44,8 | 45,0 | 46,3 | 46,9 |
| Kompost III; Compost III | 1,01 | 1,10 | 1,12 | 1,15 | 1,18 | 1,18 | 1,20 | 1,29 |
| Kompost IV; Compost IV | 1,45 | 1,45 | 1,54 | 1,62 | 1,61 | 1,62 | 1,62 | 1,64 |

Kompost I – wycierka 30%, osad ściekowy 30% i słoma 40%; Compost I – potato pulp 30%, sewage sludge 30%, straw 40%

Kompost II – wycierka 30%, osad ściekowy 30% i trociny 40%; Compost II – potato pulp 30%, sewage sludge 30%, saw dust 40%

Kompost III – wycierka 60%, słoma 40%; Compost III – potato pulp 60%, straw 40%

Kompost IV – wycierka 60%, trociny 40%; Compost IV – potato pulp 60%, saw dust 40%

Z danych zestawionych w tabeli 2 wynika, że komposty z udziałem komunalnego osadu ściekowego (30%) i wycierki ziemniaczanej (30%) zawierały wyraźnie więcej form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w porównaniu z kompostami zawierającymi tylko wycierkę ziemniaczaną (60%). Jest to uzależnione od zawartości tych pierwiastków w komunalnym osadzie ściekowym i wycierce ziemniaczanej (tab. 1).

W miarę upływu czasu rozkładu masy kompostów z niewielkim stopniem wzrastała zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu. Wzrost zawartości form ogólnych badanych pierwiastków w czasie rozkładu kompostów według CZEKAŁY i in. [1999] można tłumaczyć ubytkiem materii organicznej i wzrostem popielności w kompostach.

Komposty z udziałem komunalnego osadu ściekowego (30%) wycierki ziemniaczanej (30%) charakteryzowały się wyraźnie większą zawartością form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ kadmu, niklu i ołowiu w porównaniu z kompostami z udziałem tylko wycierki ziemniaczanej (60%), (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zawartość form rozpuszczalnych kadmu, niklu i ołowiu w mg·kg⁻¹ s.m. w trakcie rozkładu kompostów z udziałem komunalnego osadu ściekowego i wycierki ziemniaczanej
The contents of dissolvable forms of cadmium, nickel, and lead (mg·kg⁻¹ DM) during the decomposition of composts with the participation of sewage sludge and potato pulp

| Kompost; Composts | Terminy oznaczeń; Dates of determinations | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|------|------|------|-------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Kadm; Cadmium | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 0,50 | 0,51 | 0,55 | 0,56 | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,60 |
| Kompost II; Compost II | 0,52 | 0,54 | 0,58 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,60 | 0,63 |
| Kompost III; Compost III | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Kompost IV; Compost IV | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Nikel; Nickel | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 4,75 | 4,78 | 4,80 | 4,78 | 4,81 | 4,83 | 4,85 | 4,83 |
| Kompost II; Compost II | 4,60 | 4,62 | 4,65 | 4,68 | 4,66 | 0,468 | 4,70 | 4,72 |
| Kompost III; Compost III | 0,50 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,56 |
| Kompost IV; Compost IV | 0,55 | 0,58 | 0,59 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,59 | 0,62 |
| Ołów; Lead | | | | | | | | |
| Kompost I; Compost I | 13,0 | 13,1 | 13,1 | 13,1 | 13,1 | 13,2 | 13,2 | 13,1 |
| Kompost II; Compost II | 12,6 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,8 | 12,8 |
| Kompost III; Compost III | 0,65 | 0,69 | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,63 | 0,65 | 0,64 |
| Kompost IV; Compost IV | 0,44 | 0,46 | 0,50 | 0,48 | 0,51 | 0,50 | 0,46 | 0,51 |

Objaśnienia składu rzeczowego kompostów jak w tabeli 2; Explanations see Table 2

Dodatki strukturalne (słoma, trociny) do masy kompostowej wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego działały różnie. W kompostach z udziałem komunalnego osadu ściekowego (30%) i wycierki ziemniaczanej (30%) trociny spowodowały zwiększenie zawartości form rozpuszczalnych kadmu w porównaniu ze słomą. W kompostach z udziałem wycierki ziemniaczanej (60%)

niezależnie od dodawanych komponentów strukturotwórczych zawartość form rozpuszczalnych tego pierwiastka niewiele się różniła.

Zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ niklu i ołowiu w kompostach z udziałem komunalnego osadu ściekowego (30%) i wycierki ziemniaczanej (30%) z dodatkiem słomy była większa aniżeli w kompostach do których dodawano trociny.

W miarę upływu czasu rozkładu masy kompostowej zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ kadmu i niklu w niewielkim stopniu zwiększyła się. Zawartość form rozpuszczalnych ołowiu w trakcie procesu kompostowania nie uległa większym zmianom.

Wnioski

1. Komunalny osad ściekowy zawierał wyraźnie więcej form ogólnych i rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ kadmu, niklu i ołowiu w porównaniu z wycierką ziemniaczaną, słomą i trocinami.
2. Komposty z udziałem (30%) komunalnego osadu ściekowego i wycierki ziemniaczanej (30%) zawierały więcej form ogólnych i rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ kadmu, niklu i ołowiu.
3. W trakcie procesu rozkładu masy kompostowej w niewielkim stopniu wzrosła zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu oraz form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ kadmu i niklu.
4. Zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol HCl·dm⁻³ ołowiu w czasie rozkładu masy kompostowej nie uległa większym zmianom.

Literatura

BARAN S., FLIS-BUJAK M., TURSKI R., ŻUKOWSKA G. 1993. *Przemiany substancji organicznej w glebie lekkiej użyźnionej osadem ściekowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 243–250.

BARAN S., SZCZEPANOWSKA I., SAADI I. 1999. *Wpływ użyźnienia osadem ściekowym o różnym stopniu przetworzenia na zawartość form ogólnych form azotu w glebie lekkiej*. Fol. Univ. Stetnen., 200, Agricul. 77: 15–20.

CZEKAŁA J., JAKUBUS M., MOCEK A., OW CZARZAK W. 1999. *Możliwości wykorzystania osadów ściekowych i odpadu tytoniowego do produkcji kompostów*. Fol. Univ. Stetnen. 200, Agricul. 77: 45–50.

GAMBUŚ F. 1999. *Skład chemiczny i wartość nawozowa osadów ściekowych z wybranych oczyszczalni regionu krakowskiego*. III Konf. Techn. „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych” IOŚ, Świnoujście 9–11 VI, Ekoinżynieria, Lublin: 67–78.

KALEMBASA S., PAKUŁA K., BECHER M. 1999. *Zawartość makro- i mikropierwiastków w osadach ściekowych, produkowanych na wybranych oczyszczalniach regionu siedleckiego*. Fol. Univ. Stetinen. 200, Agricul. 77: 125–128.

KRZYWY E., KRZYWY J. 2003. *Skład chemiczny odpadów ziemniaczanych i osadów ściekowych w aspekcie możliwości wykorzystania ich do celów nawozowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 233–239.

KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IŻEWSKA A. 2000. *Wartość nawozowa komunalnych osadów ściekowych*. PTIE Oddział Szczeciński: 62 ss.

KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IŻEWSKA A. 2002. *Produkcja i rolnicze wykorzystanie kompostów z osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów*. PTIE Oddział Szczeciński: 39 ss.

MAZUR T. 1996. *Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 251–256.

OLESKIEWICZ J. 1998. *Gospodarka osadami ściekowymi*. Poradnik decydena. LEM s.c. Kraków: 284 ss.

OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Katalog IOŚ, Warszawa: 334 ss.

SIUTA J. 1999. *Zasoby surowców do kompostowania*. I Konf. Nauk-Tech. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu” 16–18 IV 1999 Warszawa: 21–36.

URBANIAK M. 1997. *Przeróbka i wykorzystanie osadów ze ścieków komunalnych*. PAN Oddział Łódzki: 80 ss.

Słowa kluczowe: komunalny osad ściekowy, wycierka ziemniaczana, kompost, zawartość kadmu, niklu i ołowiu

Streszczenie

Celem badań było określenie zawartości i przemian w trakcie rozkładu masy kompostowej sporządzonej z komunalnego osadu ściekowego i wycierki ziemniaczanej form ogólnych i rozpuszczalnych w $0,5 \text{ mol HCl-dm}^{-3}$ kadmu, niklu i ołowiu. Uzyskane rezultaty badań wskazują, że komposty z udziałem komunalnego osadu ściekowego (30%) i wycierki ziemniaczanej (30%) zawierały więcej form ogólnych i rozpuszczalnych w $0,5 \text{ mol HCl-dm}^{-3}$ kadmu, niklu i ołowiu w porównaniu z kompostami sporządzonymi tylko z wycierki ziemniaczanej (60%). W trakcie procesu rozkładu masy kompostowej w niewielkim stopniu wzrosła zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu oraz form rozpuszczalnych kadmu i niklu. Zawartość form ogólnych kadmu, niklu i ołowiu w kompostach mieściła się w normach dopuszczających do ich przyrodniczego zagospodarowania.

CHANGES IN THE CONTENTS OF CADMIUM, NICKEL AND LEAD DURING COMPOSTS OF POTATO PULP WITH SEWAGE SLUDGE

Edward Krzywy¹, Czesław Wołoszyk¹, Teofil Mazur², Józefa Krzywy³

¹ Department of Environmental Chemistry, Agricultural University, Szczecin

² Department of Environmental Chemistry,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

³ Agency of Restructuring and Modernization of Agriculture, Szczecin

Key words: municipal sewage sludge, potato pulp, the contents of cadmium, nickel, and lead

Summary

The aim of the presented studies was the determination the contents and transformation of total and dissolvable (in 0.5 mol HCl·dm⁻³) forms of cadmium, nickel and lead during the decomposition of composts made from municipal sewage sludge and potato pulp. The study indicated that composts with municipal sewage sludge (30%) and potato pulp (30%) contained more total and dissolvable forms of cadmium, nickel, and lead as compared with those made only from potato pulp (60%). During the decomposition of composts, the contents of total forms of cadmium, nickel, and lead and the dissolvable forms of cadmium and nickel slightly increased. The contents of total forms of cadmium, nickel, and lead in the composts were within the norms admitting them for natural utilization.

Prof. dr hab. Edward **Krzywy**
Katedra Chemii Środowiska
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
tel. 091 4250229