

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA W ROLNICTWIE OSADU ŚCIEKOWEGO Z MIEJSKIEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

W. Szulc, B. Rutkowska

Zakład Chemii Rolniczej, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, SGGW

ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa

e-mail: szulc@delta.sggw.waw.pl

Streszczenie. W trzyletnim doświadczeniu wazonowym założonym na glebie lekkiej badano wpływ wzrastających dawek osadu ściekowego na zawartość form metali ciężkich (Zn, Cu, Cd, Pb) rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ w glebie kwaśnej i wapnowanej. W doświadczeniu zastosowano osad ściekowy z warszawskiej oczyszczalni ścieków „Czajka”. Osad ściekowy wprowadzono jednorazowo w pierwszym roku badań w dawkach: 27 g, 53 g, 80 g, 106 g na wazon w warunkach bez wapnowania i z wapnowaniem.

Podczas trzyletniego okresu badań obserwowano stopniowy przyrost zawartości wszystkich badanych metali w stosunku do ich zawartości w glebie przed założeniem doświadczenia. Mniejszy przyrost zawartości metali ciężkich w glebie obserwowano w obiektach, w których zastosowano wapnowanie. Jednorazowe zastosowanie umiarkowanych dawek osadu ściekowego, w którym przekroczona została dopuszczalna zawartość kadmu, nie spowodowało, w okresie trzyletnim, przekroczenia wartości uznawanych za naturalne zawartości metali ciężkich w glebach.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, gleba, wapnowanie, metale ciężkie.

WSTĘP

Rozwój cywilizacyjny kraju, a szczególnie dużych aglomeracji miejskich, przyczynia się do produkcji coraz większych ilości ścieków oraz osadów ściekowych, których składowanie stanowi zagrożenie dla środowiska. Zachodzi więc konieczność opracowania skutecznych metod utylizacji osadów ściekowych,

które pozwalałyby na odzyskanie cennych substancji nawozowych znajdujących się w tych osadach oraz zapewniałyby bezpieczeństwo dla środowiska [9]. Spośród wielu metod utylizacji osadów ściekowych idea ich rolniczego zagospodarowania ma największe perspektywy rozwoju z uwagi na możliwość wykorzystania znacznych ilości materii organicznej oraz składników nawozowych znajdujących się w tych osadach [2]. W Polsce wykorzystuje się obecnie tylko około 8% rocznej produkcji osadów ściekowych, wobec 38% w krajach Europy Zachodniej [1]. Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych obwarowane jest pewnymi ograniczeniami z uwagi na zawartość w nich substancji toksycznych, w tym metali ciężkich [5].

Celem przedstawionych badań było określenie wpływu zastosowania osadu ściekowego z miejskiej oczyszczalni ścieków do celów nawozowych na zmiany zawartości metali ciężkich w glebie.

METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 1998–2000 w hali wegetacyjnej SGGW w Warszawie. Doświadczenie prowadzono w wazonach o pojemności 8 kg na glebie zaliczanej do gleb typu płowego o naturalnej zawartości metali ciężkich i odczynie kwaśnym (Tab.1). Osad ściekowy wprowadzono jednorazowo w pierwszym roku badań w dawkach: Os. I – 27 g, Os. II – 53 g, Os. III. 80 g, Os. IV – 106 g na wazon, co odpowiadało dawkom 10, 20, 30 i 40 t ś. m. osadu na 1 ha.

Tabela 1. Odczyn gleby oraz zawartość metali ciężkich w glebie przed założeniem doświadczenia
Table 1. Soil reaction and content of heavy metals in soil before start of experiment

pH _{KCl}	mg·kg ⁻¹ gleby			
	Zn	Cu	Cd	Pb
4,2	5,80	2,74	0,21	10,40

Doświadczenie prowadzono w czterech powtórzeniach w warunkach bez wapnowania i z wapnowaniem. Próby glebowe do analiz pobierano w każdym roku badań i oznaczano w nich zawartość Pb, Zn, Cu i Cd po ekstrakcji w HCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³ metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA).

WYNIKI I DYSKUSJA

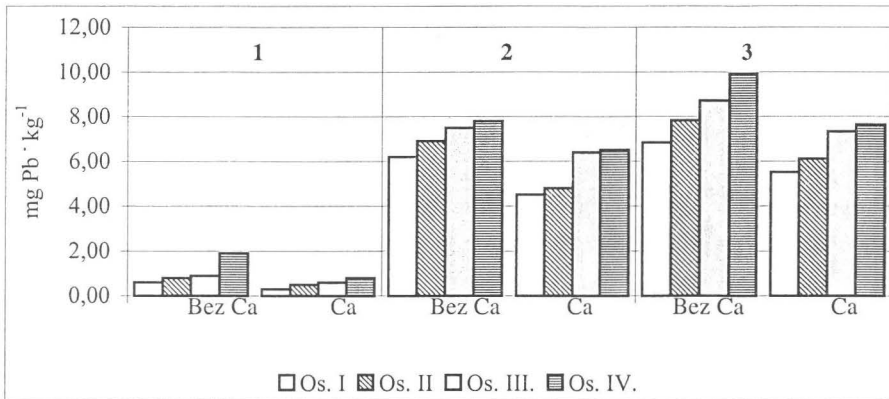
Skład chemiczny, zastosowanej w doświadczeniu partii osadu ściekowego z warszawskiej oczyszczalni ścieków wskazuje, że jest on odpadem bogatym w materię organiczną oraz składniki nawozowe polepszające żyzność gleby, tak więc mógłby stanowić cenny surowiec nawozowy. Jednak zawartość metali ciężkich w badanym osadzie zgodnie z Rozporządzeniem MOŚZN i L [12], wyklucza możliwość stosowania go w rolnictwie z uwagi na nadmierną zawartość kadmu i niklu (Tab. 2).

Tabela 2. Skład chemiczny osadu ściekowego z warszawskiej oczyszczalni ścieków "Czajka"

Table 2. Chemical composition the sewage sludge produced on purification sewage plants "Czajka" from Warsaw (municipal - industrial sewage)

pH	s. m.	Subst. org.	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr
	%		% s.m.			mg·kg ⁻¹ s.m. osadu							
7,2	27,5	54,55	2,6	2,2	0,4	0,9	0,5	1938	489	27	81	86	493

Pod wpływem jednorazowego zastosowania wzrastających dawek osadu ściekowego obserwowano, w każdym roku badań, stopniowy wzrost zawartości rozpuszczalnych w roztworze HCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³ badanych metali ciężkich (Pb, Zn, Cu i Cd) w stosunku do zawartości tych metali w glebie przed założeniem doświadczenia. Zawartość rozpuszczalnych w roztworze HCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³ form metali w glebie wzrastała wraz ze wzrostem dawki osadu ściekowego (Rys. 1 - 3). Największy przyrost zawartości wszystkich analizowanych metali ciężkich w glebie stwierdzono w trzecim roku badań (Rys. 1 - 3). Wprowadzanie do gleby osadów ściekowych, ścieków czy też innych substancji odpadowych zmienia właściwości gleb, w wyniku których zachodzić może uruchamianie bądź immobilizacja pierwiastków śladowych wprowadzanych do gleby jak i tych, które stanowią naturalne tło geochemiczne gleby. Tak więc wzrost zawartości wszystkich badanych metali ciężkich w glebach nawożonych osadem ściekowym mógł być spowodowany zarówno mobilizacją rezerw glebowych jak i wniesieniem pierwiastków śladowych wraz z osadem ściekowym [10]. Wzrost ten jednak nie spowodował przekroczenia wartości uznanych za naturalną zawartość metali ciężkich w glebie [8]. Podobne wyniki otrzymywano także w wielu innych doświadczeniach z wykorzystaniem osadów ściekowych [3,6]. Mniejsze przyrosty zawartości badanych metali ciężkich w glebie obserwowano w obiektach wapnowanych (Rys. 1 - 3).



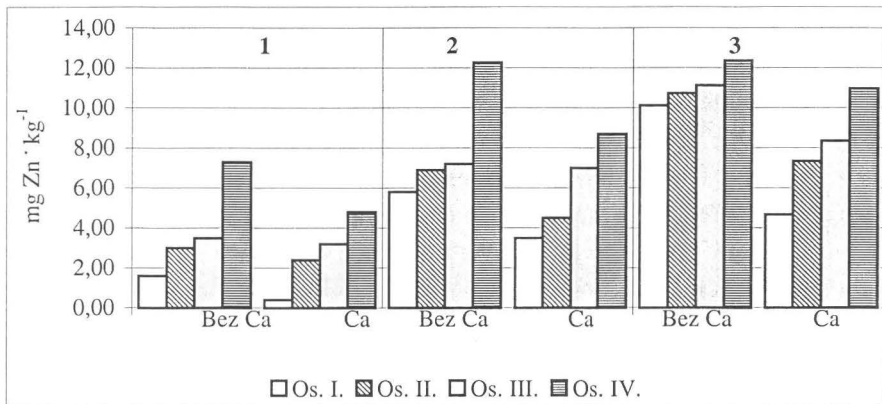
Os. I, Os. II, Os. III, Os. IV – dawki osadu ściekowego;

Ca – bez wapnowania; + Ca – wapnowanie;

1, 2, 3 – lata badań.

Rys. 1. Przyrost zawartości ołowiu w glebie po zastosowaniu osadu ściekowego (za poziom zerowy przyjęto zawartość Pb w glebie przed założeniem doświadczenia).

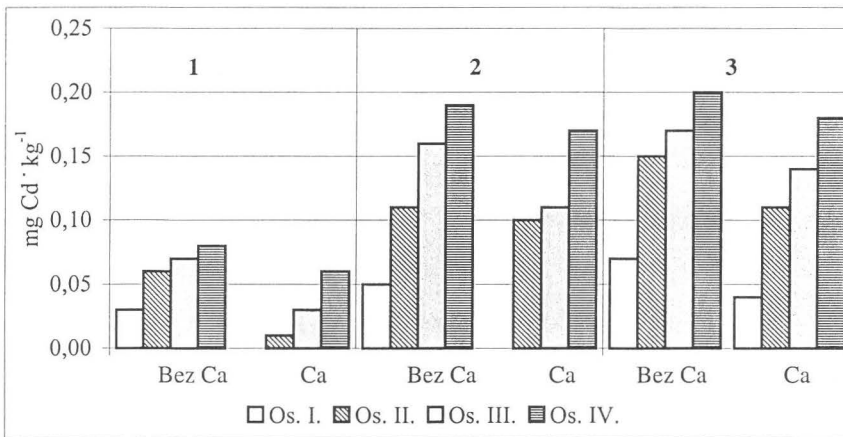
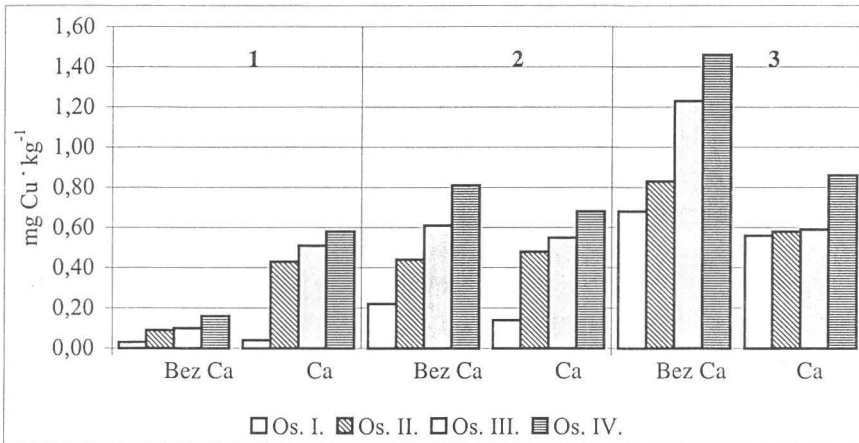
Fig. 1. Increase of lead content in soil after sewage sludge application (0,00 = content of Pb before start of experiment).



*objaśnienia jak przy Rys. 1.

Rys. 2. Przyrost zawartości cynku w glebie po zastosowaniu osadu ściekowego (za poziom zerowy przyjęto zawartość Zn w glebie przed założeniem doświadczenia).

Fig. 2. Increase of zinc content in soil after sewage sludge application (0,00 = content of Zn before start of experiment).



*objaśnienia jak przy Rys. 1.

Rys. 3. Przyrost zawartości miedzi i kadmu w glebie po zastosowaniu osadu ściekowego (za poziom zerowy przyjęto zawartość Cu i Cd w glebie przed założeniem doświadczenia).

Fig. 3. Increase of copper and cadmium content in soil after sewage sludge application (0,00 = content of Cu and Cd before start of experiment).

Wartość pH gleby jest bowiem jednym z najczęściej wymienianych czynników wpływających na zawartość ruchomych form metali ciężkich w glebie. Wraz ze zmniejszaniem się wartości pH stwierdza się wzrost aktywności w glebie cynku i kadmu, a w mniejszym stopniu ołowiu, miedzi i niklu. W warunkach wyższego pH zmniejsza się natomiast rozpuszczalność połączeń chemicznych tych metali oraz wzrasta ich adsorpcja na koloidach glebowych. Wapnowanie gleb obniża więc zawartość rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ form metali w glebie [4,7].

Po zastosowaniu do celów nawozowych osadu ściekowego z warszawskiej oczyszczalni ścieków „Czajka” największy wzrost koncentracji w glebie dotyczył cynku w drugim i trzecim roku badań na kombinacji nawożonej dawką 40 t ś.m. na 1 ha. Był to wzrost trzykrotny w stosunku do zawartości tego pierwiastka w glebie przed założeniem doświadczenia. Dużą dynamikę zmian zawartości cynku w glebie zaobserwowały w swoich badaniach Patorczyk–Pytlík i Spiak [11]. Najmniejszy wzrost zawartości w glebie stwierdzono w przypadku miedzi. Po trzech latach prowadzenia doświadczenia zawartość Cu w glebie wzrastała od 1 do 50% w porównaniu z zawartością tego pierwiastka w glebie przed założeniem doświadczenia.

WNIOSKI

1. Jednorazowe zastosowanie osadu ściekowego z warszawskiej oczyszczalni ścieków „Czajka” spowodowało systematyczny wzrost zawartości w glebie rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ form cynku, miedzi, kadmu i ołowiu.
2. Zawartość rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ form metali ciężkich w glebie wzrastała wprost proporcjonalnie do wzrostu dawki zastosowanego osadu ściekowego.
3. Po zastosowaniu osadu ściekowego do celów nawozowych obserwowano w glebie największy przyrost zawartości cynku, najmniejszy natomiast miedzi.
4. Wapnowanie ograniczało rozpuszczalność metali ciężkich (Pb, Zn, Cu, Cd) wprowadzonych do gleby z osadem ściekowym.

PIŚMIENNICTWO

1. **Baran S.:** Przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych. *Ekoprofit*, 6 (11), 13-16, 1997.
2. **Czekala J.:** Osady ściekowe źródłem materii organicznej i składników pokarmowych. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura*, 200 (77), 33-38, 1999.
3. **Filipek-Mazur B.:** Przydatność osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu do celów nawozowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 421a, 77-85, 1995.

4. **Gorlach E., Gambuś F.:** Badania nad możliwością ograniczania pobierania kadmu przez rośliny z gleb zanieczyszczonych tym metalem. *Roczn. Gleb.*, XLVII 3/4, 31-39, 1996.
5. **Gorlach E., Gambuś F.:** Evaluation of sewage sludges as fertilizer in pot experiment. *Acta Agr. et Silv.*, Ser. Agr., XXXVI, 9 – 21, 1998.
6. **Gorlach E., Gambuś F.:** Wpływ osadów ściekowych na zawartość metali ciężkich w glebie i roślinach oraz ich przemieszczanie się w profilu glebowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 467, 505-511, 1999.
7. **Jopony M., Young S.D.:** The solid – solution equilibria of lead and cadmium in polluted soils. *Environ. J. of Soil Sci.*, 45, 59-70, 1994.
8. **Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrkowska M., Witek T.:** Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. *Wyd. IUNG Puławy*, P (53), 1-20, 1993.
9. **Mazur T.:** Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 437, 13-22, 1996.
10. **Olek J., Filipek T.:** Ocena zawartości metali ciężkich w glebach organicznych nawadnianych ściekami miejskimi Lublina. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 437, 299-304, 1996.
11. **Patorczyk – Pytlík B., Spiak Z.:** Dynamika zawartości cynku w glebie i roślinach w wyniku stosowania obornika i osadu ściekowego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin* 172, *Rolnictwo* 62, 451- 460, 1996.
12. **Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa** z dnia 11 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe (*Dz. U. Nr 72 z 31. 08. 1999 r. poz. 813*), 1999.

ESTIMATION OF POSSIBLE UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE FROM MUNICIPAL SEWAGE – TREATMENT PLANT IN AGRICULTURE

W. Szulc, B. Rutkowska

Department of Agricultural Chemistry, Warsaw Agricultural University
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa
e-mail: szulc@delta.sggw.waw.pl

Summary. Influence of sewage sludge on heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) contents in soil under the conditions of liming and without liming was investigated in pot experiment carried out on sandy soil. The sewage sludge produced on purification sewage plants "Czajka" from Warsaw (municipal - industrial sewage) was applied before start of experiment in four doses: I. 27 g, II. 53 g, III. 80 g, IV. 106 g per pot. The experiment carried out in condition with liming and without liming. Under the influence of the employed sewage sludge, an increase of soluble in $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ heavy metals content in soil has been observed. The increase of soluble in $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ heavy metals content in soil was lower under influence of liming. The total cadmium content in sewage sludge exceeds admissible threshold value. However, after single application of moderate doses of sewage sludge the content of heavy metals in soil was lower than the permissible critical level.

Key words: sewage sludge, soil, liming, heavy metals.