

## WPŁYW NAWOŻENIA OSADEM ŚCIEKOWYM NA FORMY CYNKU W GLEBIE LEKKIEJ

*Anna Wójcikowska-Kapusta*<sup>1</sup>, *Stanisław Baran*<sup>1</sup>, *Bożena Niemczuk*<sup>2</sup>,  
*Laulalia Saadi*<sup>1</sup>, *Józef Kwiecień*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,  
Akademia Rolnicza w Lublinie

<sup>2</sup> Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie

### Wstęp

Zawartość cynku w osadach ściekowych waha się w szerokim przedziale – od kilkuset do kilku tysięcy mg·kg<sup>-1</sup>. Jego ilość zależy przede wszystkim od rodzaju i miejsca powstawania osadów. Osady z oczyszczalni ścieków komunalnych zawierają przeważnie mniej cynku niż z komunalno-przemysłowych [SIUTA i in. 1982].

Metale ciężkie w osadach, podobnie jak i w glebie, występują w różnych formach: w tkankach mikroorganizmów, zaadsorbowane przez substancję organiczną, w połączeniach kompleksowych ze związkami organicznymi, a także pod postacią tlenków lub siarczków [BOJAKOWSKA i in. 1982].

Celem niniejszej pracy była analiza zawartości cynku całkowitego i jego kilku form w glebie lekkiej użyźnionej osadem ściekowym.

### Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone w szóstym roku doświadczenia poletkowego założonego na glebie bielcowej właściwej, kompleksu żytniego słabego, wytworzonej z piasku słabo gliniastego. Poletka o powierzchni 15 m<sup>2</sup> były użyźniane przefermentowanymi osadami ściekowymi, pochodzącymi z dwu różnych oczyszczalni. W pierwszej serii zastosowano osad z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków komunalnych (70%) oraz ścieków przemysłowych (30%) z Końskich. W drugiej serii stosowano po 50% osadu z oczyszczalni mechaniczno-biologicznej ścieków komunalnych oraz przemysłowych ze Skarżyska-Kamiennej. Ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 1. Jako obiekt kontrolny przyjęto glebę bez nawożenia oraz glebę nawożoną 30 t obornika na ha. Natomiast osady zastosowano w ilościach: 1; 2,5; 5; 10; 20%. Wymieszano je z powierzchniową warstwą gleby do głębokości 25 cm.

Na poletkach w omawianym roku było uprawiane pszenżyto, a nawożenie mineralne zostało dostosowane do jego wymagań pokarmowych.

Próbki do analiz pobierano po zbiorze roślin z głębokości 0–20 cm. Oznaczono w nich podstawowe właściwości fizykochemiczne, a także całkowitą zawartość i różne formy cynku według BOGACZA [1992] w następujących roztworach ekstrakcyjnych: H<sub>2</sub>O redestylowana, 0,05 mol CaCl<sub>2</sub>·dm<sup>-3</sup>, 2,5% CH<sub>3</sub>COOH, 0,1 mol K<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>·dm<sup>-3</sup>. Do oznaczeń ilościowych stosowano metodę absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA).

## Wyniki i dyskusja

Zastosowane do nawożenia osady charakteryzowały się lekko kwaśnym odczynem i wysoką pojemnością sorpcyjną. Całkowita zawartość cynku w osadzie z Końskich kształtowała się na poziomie podawanym jako dopuszczalny do wykorzystania w rolnictwie, natomiast ze Skarżyska-Kamiennej znacznie go przekroczyła [SIUTA i in. 1982].

Tabela 1; Table 1

Niektóre właściwości chemiczne osadów ściekowych i gleby  
Some chemical properties of the sewage sludge and soil

Osady Sludge	pH w; pH in		T; CEC (mmol(+):kg <sup>-1</sup> )	Całkowita zawartość cynku Total Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
	H <sub>2</sub> O	1 mol KCl·dm <sup>-3</sup>		
Końskie	6,22	6,01	631,6	1072
Skarżysko-Kamienna	6,60	6,38	604,9	5000
Gleba; Soil	6,40	5,70	74,9	60

T; CEC – Pojemność sorpcyjna; Cation exchangeable capacity

Tabela 2; Table 2

Formy cynku w badanych glebach  
Forms of zinc in tested soils

Kombinacja Combinations	Zawartość cynku; Zinc content (mg·kg <sup>-1</sup> )				
	H <sub>2</sub> O	0,05 mol CaCl <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup>	2,5% CH <sub>3</sub> COOH	0,1 mol K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·dm <sup>-3</sup>	całkowita total
Gleba; Soil	2,0	9,6	7,2	32	60
Gleba + obornik Soil + farmyard manure	1,0	6,2	9,6	13	79
Gleba + osad z Końskich; Soil + sludge from Końskie (%)					
1	1,3	10,5	15,2	24	103
2,5	1,5	12,4	21,0	31	117
5	3,0	16,2	30,4	53	153
10	2,5	37,2	46,7	91	200
20	3,9	44,8	57,2	181	346
Gleba + osad ze Skarżyska-Kamiennej; Soil + sludge from Skarżysko-Kamienna (%)					
1	1,1	13,4	8,6	35	149
2,5	1,4	27,6	33,3	25	182
5	1,1	30,4	33,3	66	167
10	3,9	45,8	54,2	115	223
20	3,9	55,3	63,0	264	906

Zawartość cynku rozpuszczalnego w wodzie w badanych glebach nawożonych osadami ściekowymi mieściła się w zakresie od 1,0 do 3,9 mg·kg<sup>-1</sup>. Większe ilości tej formy oznaczono w glebach z wyższymi dawkami osadu (tab. 2). Pojemność sorpcyjna jak również wszystkie inne badane formy cynku wywarły istotny wpływ na rozpuszczalność tego pierwiastka w wodzie (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji między zawartością różnych form cynku w glebie lekkiej użyźnionej osadami ściekowymi

Correlation coefficients among different forms of zinc in light soil fertilized with sludge

Kombinacje Combinations	Zawartość cynku; Zinc content				
	H <sub>2</sub> O	0,05 mol CaCl <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup>	2,5% CH <sub>3</sub> COOH	0,1 mol K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·dm <sup>-3</sup>	całkowita total
pH w H <sub>2</sub> O	–	–	–	–	–
pH w KCl	–	–	–	–	–
T; CEC	0,6884**	0,8126**	0,8576**	0,8334**	0,6924**
Zn H <sub>2</sub> O	–	0,7798**	0,8303**	0,8228**	0,6345**
Zn CaCl <sub>2</sub>	–	–	0,9688**	0,8857**	0,7668**
Zn CH <sub>3</sub> COOH	–	–	–	0,8600**	0,7226**
Zn K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	–	–	–	–	0,9213**

T; CEC – Pojemność sorpcyjna; Cation exchangeable capacity

\*\* –  $\alpha$  0,05 = 0,5760

Gleba kontrolna zawierała cynku rozpuszczalnego w chlorku wapnia 9,6 mg·kg<sup>-1</sup>. Na nawożonych osadem poletkach ilość tej formy cynku była znacznie wyższa niż w glebie kontrolnej i nawożonej obornikiem. Wartości rosły wraz ze wzrostem dawki osadu, przy czym zawsze były wyższe w glebach nawożonych osadem ze Skarżyska-Kamiennej (tab. 2). Frakcja ta, podobnie jak wodnorozpuszczalna, dodatkowo korelowała ze wszystkimi pozostałymi frakcjami, jak również z pojemnością sorpcyjną gleby.

W glebie kontrolnej ilość cynku rozpuszczalnego w kwasie octowym wynosiła 7,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Poletka nawożone osadem, w stosunku do gleby kontrolnej, zawierały dużo większe ilości cynku rozpuszczalnego w kwasie octowym. Jego zawartość rosła wraz z ilością zastosowanego osadu. Gleba użyźniana osadem ze Skarżyska-Kamiennej charakteryzowała się większymi jego ilościami niż osadem z Końskich. Podobnie jak wcześniej omówione formy, również i ta dodatkowo korelowała z pojemnością sorpcyjną i pozostałymi formami cynku.

Zawartość cynku związanego z substancją organiczną w glebie kontrolnej wynosiła 32 mg·kg<sup>-1</sup>. Nawożenie obornikiem znacznie obniżyło zawartość tej formy w glebie. Na poletkach użyźnianych osadami zawartość cynku związanego z substancją organiczną rosła wraz z dawką wniesionego osadu. Również i ta forma cynku była wysoko dodatnio skorelowana z pojemnością sorpcyjną i pozostałymi oznaczanymi formami.

Cynk związany z substancją organiczną stanowił najwyższy procent w stosunku do jego całkowitej zawartości w porównaniu z pozostałymi formami. Jest on powoli uwalniany i mniej dostępny dla roślin. Podobne wyniki uzyskali CZE-

KAŁA i JAKUBUS [1999]. Zastosowane osady w mniejszym stopniu spowodowały wzrost zawartości form cynku rozpuszczalnych w chlorku wapnia i w kwasie octowym. Potwierdza te zależności w swoich badaniach również CHŁOPECKA [1994]. Najmniej wzrosła ilość formy wodnorozpuszczalnej, co jest zgodne z badaniami CZEKAŁY i JAKUBUS [1999]. Wzrost form rozpuszczalnych w kwasie octowym przy najwyższych dawkach osadu w swoich badaniach potwierdza również BARAN i in. [1990].

Całkowita zawartość cynku w glebie kontrolnej wynosiła  $60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Nawożenie obornikiem znacznie podwyższyło jego zawartość. Poletka użyźniane osadami przy najwyższych dawkach wykazywały ilości sześciokrotnie (gleba + osad z Końskich) i piętnastokrotnie (gleba + osad ze Skarżyska-Kamiennej) wyższe w porównaniu z glebą kontrolną. Osad ze Skarżyska-Kamiennej zwiększył zawartość cynku w badanej glebie w stopniu niepokojącym. Nie powinien on służyć do celów rolniczych z powodu nadmiernej zawartości tego pierwiastka. Główną przyczyną nadmiaru cynku mógł być większy udział osadu z oczyszczalni przemysłowych (50%) niż osadu z miejscowości Końskie.

### Wnioski

1. Na zawartość cynku w badanych glebach miał wpływ rodzaj osadu. Osad o składzie 30% z oczyszczalni przemysłowych i 70% komunalnych spowodował mniejszy wzrost cynku w badanych glebach niż osad o składzie 50% z oczyszczalni przemysłowych i tyleż samo z oczyszczalni komunalnych.
2. Nawożenie gleb lekkich osadem ściekowym spowodowało wzrost zawartości wszystkich badanych form cynku proporcjonalnie do wysokości dawki.
3. Obliczone współczynniki wykazywały wysoką dodatnią korelację wszystkich badanych form cynku pomiędzy sobą, a także korelację z pojemnością sorpcyjną gleby.

### Literatura

BARAN S., TURSKI S., KWIECIEŃ J. 1990. *Zmiany zawartości ołowiu, cynku i miedzi oraz substancji organicznej w glebach lekkich nawożonych osadami ściekowymi i ich wpływ na rośliny*. Cz. II. *Cynk*. Annales UMCS, Ser. E, XLV(15): 127–137.

BOGACZ W. 1992. *Badania nad formami cynku w glebach mineralnych*. Cz. I. *Frakcjonowanie cynku glebowego*. Materiały VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”. AR Wrocław, 16–17 IX 1992: 56–61.

BOJAKOWSKA K., KOCHANY I., OLECH Z. 1982. *Metale ciężkie a rolnicze zagospodarowanie osadów ściekowych*. Człowiek i Środowisko 6(1–2): 205–218.

CHŁOPECKA A. 1994. *Wpływ różnych związków Cd, Cu, Pb, Zn na formy tych metali w glebach oraz ich zawartość w roślinach*. IUNG Puławy, R(315): 5–63.

CZEKAŁA J., JAKUBUS M. 1999. *Metale ciężkie oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne integralnymi składnikami osadów ściekowych*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Agricultura 77: 39–44.

SIUTA J., WASIAK G., PASIŃSKA C. 1982. *Warunki i sposoby przyrodniczego zagospoda-*

rowania osadów z oczyszczalni ścieków miejskich. Człowiek i Środowisko 6(1-2): 155-183.

**Słowa kluczowe:** gleba lekka, osad ściekowy, formy cynku

### Streszczenie

W doświadczeniu poletkowym badano wpływ użyźniania gleby lekkiej dwoma rodzajami osadów, w różnych dawkach (1, 2,5, 5, 10, 20%) na zmiany zawartości różnych form cynku. Pod wpływem zastosowanych osadów ściekowych stwierdzono wzrost zawartości wszystkich badanych form cynku. Wielkość tego wzrostu zależna była od rodzaju osadu i wysokości zastosowanej dawki.

### EFFECT OF SEWAGE SLUDGE FERTILIZATION ON FORMS OF ZINC IN THE LIGHT SOIL

*Anna Wójcikowska-Kapusta<sup>1</sup>, Stanisław Baran<sup>1</sup>, Bożena Niemczuk<sup>2</sup>,  
Laulalia Saadi<sup>1</sup>, Józef Kwiecień<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Environment Management,  
Agricultural University, Lublin

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Science in Zamość, Agricultural University, Lublin

**Key words:** light soil, sewage sludges, forms of zinc

### Summary

In a field experiment on light soil, the influence of fertilization with two kinds of sewage sludge at different doses (1, 2.5, 5, 10, 20%) on changes in content of different zinc forms in the soil was examined. Under the influence of applied sludge, the content of all zinc forms in soil increased depending on sludge kind and dose.

**Dr hab. Anna Wójcikowska-Kapusta**

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego

Akademia Rolnicza

ul. Leszczyńskiego 7

20-069 LUBLIN

e-mail: akapusta@consus.ar.lublin.pl