

STANISŁAW KALEMBASA, BEATA KUZIEMSKA

## WPŁYW OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA PLON WYBRANYCH ROŚLIN ORAZ ZAWARTOŚĆ W NICH METALI CIĘŻKICH

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej  
Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej w Siedlcach

### WSTĘP

Osady ściekowe stanowią bogate źródło składników pokarmowych roślin i masy organicznej [1, 4, 5, 7, 8], dlatego też celowe staje się ich rolnicze wykorzystanie jako środka nawozowego. Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych może posiadać pewne ograniczenia ze względu na zawartość w niektórych osadach dużej ilości metali ciężkich [2, 3, 9, 10].

Szerokie wykorzystanie osadów do nawożenia limitowane jest także zasięgiem terytorialnym stosowania dużej ilości masy, często o wysokiej zawartości wody [5, 6].

Celem niniejszych badań było określenie wpływu osadów ściekowych, pochodzących z oczyszczalni ścieków w Sokołowie Podlaskim i Siedlcach oraz ich dawek na plon wybranych roślin i zawartość w nich metali ciężkich.

### METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1985-1987 na glebie brunatnej lekkiej, kwaśnej zaliczanej do kompleksu żytniego słabego. Doświadczenie przeprowadzono metodą split-plot split-block w 4 powtórzeniach, w płodozmianie ziemniaki (Janka), owies (Markus) i żyto ozime (Dańkowskie Nowe). Osady ściekowe, pochodzące z oczyszczalni ścieków w Siedlcach i Sokołowie Podlaskim, stosowano jednorazowo wiosną w 1985 roku w dawkach: 20, 40 i 60 t/ha. Jako standard dla osadów zastosowano obornik bydlęcy w dawce 25 t/ha. W doświadczeniu uwzględniono następujące czynniki: I — serię bez wapnowania i z wapnowaniem w ilości 1 Hh; II — rodzaj i dawki osadu; III — serię bez i z NPK. Wapnowanie (wapno magnezowo-węglanowe) stosowano w I dekadzie sierpnia 1984 roku.

W uprawie poszczególnych roślin stosowano powszechnie przyjęte terminy nawożenia, siewu, sadzenia oraz pielęgnacji.

Zawartość metali ciężkich w omawianych roślinach oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej.

Istotność różnic średnich plonów określono za pomocą analizy wariancji (test F Fishera-Snedecora), a wielkość NIR obliczono testem Tukey'a.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Stosowane w doświadczeniu osady ściekowe (tab. 1) różniły się zawartością niektórych makro- i mikroelementów. Osad z Siedlec zawierał mniejsze ilości azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu niż osad z Sokołowa Podlaskiego, natomiast znacznie więcej żelaza i cynku. Różnice w zawartości oznaczonych pierwiastków wynikają z charakteru ścieków z poszczególnych oczyszczalni. W ściekach pocho-

Tabela 1

Skład chemiczny osadów ściekowych  
Chemical composition of waste activated sludges

Oznaczany składnik Determined elements	Miejsce pobrania osadów — Place of sampling	
	Siedlce	Sokołów Podlaski
	w % — in %	
Sucha masa — Dry matter	49,0	33,8
Popielność — Ash	43,9	41,1
	w % suchej masy — in % of dry matter	
N	2,49	3,41
P	1,56	2,78
K	0,17	0,25
Mg	0,35	0,43
Ca	1,84	2,40
Na	0,09	0,12
	w mg/kg — in mg/kg	
Fe	21 712	14 887
Zn	30 625	724
Mn	285	631
Cu	35	59
Cr	64	640
Cd	37	10
Pb	444	279
Ni	36	41

Tabela 2

Sumaryczny plon ziemniaków, ziarna i słomy owsa oraz ziarna i słomy żyta w przeliczeniu na jednostki zbożowe za okres rotacji

Sum of yields of potatoes, grain and straw of oat and winter rye expressed as grain unit in rotation

Wapnowanie — Liming								
0					1 Hh			
nawożenie mineralne — mineral fertilization								
Nawożenie organiczne Organic fertilization	Dawka osadu Dose of sludge in t/ha	O	NPK	średnie mean	0	NPK	średnie mean	średnie mean
Bez nawożenia Without fertilization		129,22	144,86	137,04	130,05	134,23	132,14	134,59
Obornik — FYM		140,77	148,16	144,46	144,54	149,72	147,13	145,79
Osad — Sludge z (from) Siedlec	20	140,11	151,94	146,03	166,84	149,58	158,21	152,12
	40	153,46	159,66	156,39	159,32	164,28	161,80	159,09
	60	176,98	178,67	177,83	182,23	174,75	178,49	178,16
Średnie — Mean		156,85	163,42	160,14	169,46	162,87	166,16	163,15
Osad — Sludge z (from) Sokołowa Podlaskiego	20	150,98	177,23	164,11	150,30	153,38	151,84	157,97
	40	153,91	156,26	155,09	157,36	158,67	158,01	156,55
	60	145,48	179,94	162,71	184,15	162,42	173,29	168,00
Średnie — Mean		150,12	171,14	160,63	163,88	158,16	161,02	160,83
Średnie dla NPK Mean for NPK		152,31	165,12	158,71	162,85	156,63	159,74	159,22

NIR<sub>(0.05)</sub> dla; LSD<sub>(0.05)</sub> for:

— rodzaju osadów — kind of sludges

1,1

— współdziałanie rodzaju x dawka osadu — interaction of kind of sludge and its dose

1,7, 1,9

dzących z Siedlec 75% to ścieki z zakładów przemysłowych, a 25% to ścieki komunalne. W Sokołowie Podlaskim 75% ogólnej ilości ścieków to ścieki pochodzące z Zakładów Przemysłu Mięsnego, a 25% to ścieki komunalne.

Warunki atmosferyczne miały również wpływ na plonowanie uprawianych roślin. W roku 1985 opady w czerwcu były wyższe w stosunku do wielolecia, co korzystnie wpłynęło na plonowanie ziemniaków, natomiast w roku 1986, a zwłaszcza w 1987 roku, nastąpił wyraźny niedobór wody, co mogło mieć niekorzystny wpływ na plonowanie zbóż.

Sumaryczny plon wszystkich roślin uzyskany w 3-letnim cyklu doświadczenia, wyrażony w jednostkach zbożowych (tab. 2), uległ istotnemu zróżnicowaniu pod

Tabela 3

Zawartość (mg/kg) wybranych metali ciężkich w suchej masie bulw ziemniaka, ziarna owsa i żyta  
Content (mg/kg) of some heavy metals in dry matter of potatoes tubers and of oat and winter rye

Wyszczególnienie Item	Ziemniaki Potatoes tubers		Ziarno owsa Oat grain					Ziarno żyta Winter rye grain				
	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb	Zn	
Bez wapnowanie — Without liming												
Kontrola — Control	12,5	0,40	0,97	4,17	12,90	29,3	0,66	0,52	3,74	11,00	28,6	
Obornik FYM	13,0	0,69	0,89	4,58	7,20	27,2	0,56	0,65	4,11	7,11	25,7	
Osad — Sludges from:												
Siedlce	20,0	0,51	0,94	2,93	7,45	26,1	0,82	0,59	4,09	8,79	30,2	
Sokołów Podlaski	15,0	0,52	1,33	4,27	9,80	30,8	0,95	0,45	4,34	9,77	29,3	
Wapnowanie wg 1 Hh — Liming according to 1 Hh												
Kontrola — Control	12,0	0,44	0,95	4,37	10,65	25,1	0,50	0,23	4,85	9,38	26,9	
Obornik FYM	12,5	0,30	0,97	6,29	9,44	21,4	0,73	0,38	3,80	6,43	26,9	
Osad — Sludges from:												
Siedlce	15,0	0,54	0,98	3,54	7,12	22,1	0,68	0,56	4,21	8,84	26,9	
Sokołów Podlaski	14,0	0,57	0,99	5,07	9,93	19,7	0,49	0,44	4,14	8,87	24,2	

NIR<sub>(0.05)</sub>; Zawartości cynku w bulwach ziemniaka;

LSD<sub>(0.05)</sub>; content of Zn in potatoes tubers;

dlą — for; rodzaju osadów — kind of sludges — 3,7; wapnowania — liming — 1,0

wpływem stosowanych osadów oraz współdziałania osadów i ich dawek. Na osadach pochodzących z Siedlec uzyskano istotnie wyższą ilość jednostek zbożowych niż na osadach z Sokołowa Podlaskiego. Zwiększenie dawki osadu z Siedlec spowodowało istotne zróżnicowanie jednostek zbożowych w zakresie wszystkich dawek, natomiast w przypadku osadu z Sokołowa Podlaskiego istotne różnice ilości jednostek zbożowych wystąpiły jedynie pomiędzy najwyższą dawką osadu, tj. 60 t/ha a dawkami 20 i 40 t/ha. Ilości jednostek zbożowych uzyskane na najniższej dawce obydwu osadów, tj. 20 t/ha, były wyższe niż na oborniku.

Wprowadzenie do gleby dużej ilości osadu nie spowodowało istotnych zmian w zawartości metali ciężkich w bulwach ziemniaka, z wyjątkiem cynku, którego zawartość na obiektach nawożonych osadami z oczyszczalni w Siedlcach zwiększyła się istotnie w porównaniu z obiektami nawożonymi obornikiem (tab. 3). Wapnowanie spowodowało istotne obniżenie zawartości cynku w suchej masie bulw ziemniaka.

Zawartość metali ciężkich w suchej masie ziarna owsa nie ulegała istotnym zmianom pod wpływem badanych czynników i mieściła się w przedziale zawartości powszechnie występujących. Zaznacza się jednak tendencja do zmniejszania w ziarnie owsa zawartości metali ciężkich pod wpływem wapnowania.

Zawartość metali ciężkich w ziarnie żyta, podobnie jak w ziarnie owsa, nie ulegała istotnym zmianom pod wpływem badanych czynników i również zaznacza się tendencja do obniżenia zawartości tych metali pod wpływem wapnowania.

Przedstawione wyniki uzyskano przy jednorazowym stosowaniu osadów w okresie jednej rotacji. Należy jednak przypuszczać, że kilkakrotne stosowanie osadów o tak wysokiej zawartości metali ciężkich powodować może akumulację tych metali w glebie oraz w dalszej kolejności większe pobieranie przez rośliny. Z tych też względów możliwości stosowania osadów o wysokiej zawartości metali ciężkich są ograniczone, a zagadnienie to wymaga dalszych badań.

#### WNIOSKI

1. Osad ściekowy z oczyszczalni w Siedlcach zawierał mniejsze ilości azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu niż osad z Sokołowa Podlaskiego, natomiast znacznie więcej żelaza i cynku.

2. Plon roślin testowych za okres rotacji wyrażony w jednostkach zbożowych był istotnie wyższy na osadach z Siedlec niż Sokołowa Podlaskiego.

3. Zwiększenie dawki osadu z oczyszczalni w Siedlcach z 20 do 40 i dalej do 60 t/ha powodowało istotne zwiększenie plonu wyrażonego ilością jednostek zbożowych, podczas gdy na osadach z Sokołowa Podlaskiego istotne różnice wystąpiły jedynie między dawkami 20 i 40 a 60 t/ha.

4. Pod wpływem stosowanych osadów zwiększyła się istotnie zawartość cynku w bulwach ziemniaków. Zawartość ta nie przekraczała jednak wartości powszechnie spotykanych w bulwach.

5. W ziarnie zbóż (owies i żyto) nie stwierdzono istotnego zwiększenia zawartości metali ciężkich pod wpływem stosowanych osadów.

6. Możliwość systematycznego stosowania osadów o wysokiej zawartości metali ciężkich wymaga dalszych badań.

#### LITERATURA

- [1] Bojakowska K., Kochany J., Olech Z. Metale ciężkie a rolnicze zagospodarowanie osadów ściekowych. *Człowiek i Środowisko* 1982, 6: 205-219.
- [2] Diaz Th., Rosopulo A. Schwermetallgehalte in Boden und Pflanzen nach extrem hohen Klärschlammgaben. *Landw. Forsch.* 1975, 30: 125.
- [3] Furrer O. J. Einfluss höher Gaben an Klärschlamm und Schweinegülle auf Pflanzenenertrag und Bodeneigenschaften. *Land. Forsch., Sonderheft* 1977 33/1: 249.
- [4] Kalembsa S. Osady ściekowe potencjalne źródło składników pokarmowych roślin. *Zesz. Nauk. WSR-P w Siedlcach* (w druku).
- [5] Kalembsa S., Zych Z., Szymaniuk J., Zalewski W. Skład chemiczny osadów ściekowych z oczyszczalni w Sokołowie Podlaskim i w Siedlcach w aspekcie ich rolniczego wykorzystania. *Archiwum Ochrony Środowiska* 1987 1/2: 73-82.
- [6] Roszyk E., Roszyk S., Spiak Z. Wartość nawozowa osadów ściekowych z niektórych oczyszczalni południowo-zachodniej Polski. Cz. I. Skład chemiczny osadów. *Rocz. Glebozn.* 38, 1987, 3: 93-102.
- [7] Siuta J., Wasiak G. Warunki i sposoby przyrodniczego zagospodarowania osadów z oczyszczalni ścieków miejskich. *Człowiek i Środowisko* 1982, 6, 1/2: 155-185.
- [8] Sommers L. E. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizers. *J. Environ. Qual.* 1977, 6/2: 225-231.

- [9] Turski R. Możliwość przyrodniczej utylizacji osadów ściekowych w makroregionie środkowo-wschodnim na przykładzie metali ciężkich w glebach i roślinach. Roczn. Glebozn. 1980, 31, 3/4: 193-201.
- [10] Turski R., Baran St., Filipek F. Ocena możliwości wykorzystania osadów ściekowych do użyźniania gleb i rekultywacji wyrobisk popiołowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1983, 297.

С. КАЛЕМБАСА, Б. КУЗЕМСКА

## ВЛИЯНИЕ ДОЗ АКТИВНЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА УРОЖАИ ВЫБРАННЫХ КУЛЬТУР И НА СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Кафедра почвоведения и агрохимии  
Сельскохозяйственно-педагогической академии в г. Седльце

### Резюме

На почве слабого ржаного комплекса в севообороте: картофель-овес-рожь исследовали влияние доз 20, 40 и 60 т/га осадка сточных вод на гектар на урожай указанных культур и содержание в них тяжелых металлов. Осадок был взят из станции очистки сточных вод в Седльцах и Соколове Подляском и вносился вместе с минеральными удобрениями и известкованием. Удобрительное качество осадков сравнивали с действием стойливого навоза вносимого в дозе 25 т/га. Известкование применяли в соответствии с единицей гидролитической кислотности. Содержание N, P и Ca было выше в осадке из станции очистки сточных вод в Соколове Подляском, тогда как содержание Fe, Pb, Zn и Cd было выше в осадке из Седльце. Дозы NPK составляли: под картофель — 255, под овес — 190, под рожь — 208 кг/га.

Известкование значительно повышало урожай клубней картофеля и содержание в них крахмала. Осадок из Соколова Подляского отличался высшим удобрительным качеством, чем осадок из Седльце. Урожай зерна овса не показывал существенных изменений под влиянием исследуемых факторов, тогда как урожай соломы был значительно выше при внесении осадка из Седльце, чем из Соколова Подляского. Урожай зерна и соломы ржи озимой не показывали существенных различий. Содержание Zn в клубнях картофеля было значительно ниже после известкования, а выше при внесении осадка сточных вод. Содержание Cd, Ni, Cu, Pb и Zn в зерне и соломе овса и ржи не показывали существенных изменений под влиянием исследуемых факторов, тогда как наблюдалась тенденция к снижению указанных элементов под влиянием известкования.

S. KALEMBASA, K. KUZIEWSKA

## EFFECT OF SEWAGE SLUDGE RATES ON YIELDS OF SELECTED CROPS AND ON THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THEM

Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Agriculture-Pedagogic University of Siedlce

### Summary

On soil of weak ryeland complex the effect of the sewage sludge rates of 20, 40 and 60 t/ha on potatoes, oats and rye cultivated in crop rotation and on the content of heavy metals in these crops was investigated. The sewage sludge was taken from the sewage treatment plants in Siedlce and Sokółów Podlaski and was brought in with mineral fertilizers and lime. The fertilizing value of sludges was compared with the efficiency of farmyard manure applied at the rate of 25 t/ha. Liming was applied in accordance with the hydrolytic acidity unit. The N, P and Ca content was higher in the sludge from the sewage treatment plant in Siedlce than in Sokółów Podlaski, whereas the Fe, Pb, Zn and Cd content was higher in the sludge from Siedlce. The NPK rates amounted for potatoes to 255, for oats — to 190 and for rye — to 208 kg/ha.

Liming led to a considerable yield increase of potato tubers and to higher starch content in them. The sludge from Sokołów Podlaski distinguished itself with higher fertilizing value than that from Siedlce. The oat grain yield did not show any significant changes under the effect of the factors under study, whereas the oat straw yield was much higher at application of the sludge from Siedlce than from Sokołów Podlaski. The rye grain and straw yields did not show any significant differences. The Zn content in potato tubers was much lower after liming and higher after application of the sewage sludge. The Cd, Ni, Cu, Pb and Zn content in grain and straw of oats and rye did not show any significant changes under the effect of the factors under study, whereas a tendency to lowering the content of the above elements at liming was observed.

*Prof. dr S. Kalembsa*  
*Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej*  
*Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna*  
*08-110 Siedlce, 3 Maja 54*

*Praca wpłynęła do redakcji w marcu 1991 r.*

