

ELIGIUSZ ROSZYK, STEFANIA ROSZYK, ZOFIA SPIAK

WARTOŚĆ NAWOZOWA OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z NIEKTÓRYCH OCZYSZCZALNI POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSKI¹ CZĘŚĆ II. DOŚWIADCZENIA WEGETACYJNE

Katedra Chemii Rolniczej Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Zagadnienie rolniczego wykorzystania osadów ściekowych budzi w kraju wiele kontrowersyjnych poglądów, chociaż prac doświadczalnych—wegetacyjnych — na ten temat opublikowano wyjątkowo mało. Na podstawie literatury (głównie obcej) wiadomo, jakie zagrożenia wynikać mogą często z rolniczego zagospodarowania tych odpadów. Szczególną uwagę zwraca się na rolę mikroelementów, których zawartość w większości osadów jest bardzo duża, stanowiąc realne zagrożenie dla środowiska glebowego i produkcji żywności. Zwłaszcza w ostatnich 15 latach ukazało się wiele publikacji na temat kumulacji mikroelementów w glebach i roślinach nawożonych osadami [1, 2, 3, 4, 5]. Duża zmienność składu chemicznego osadów, wynikająca z różnorodności oczyszczanych ścieków oraz ich udziału, jak również sposobów oczyszczania sugerują potrzebę dalszych badań, szczególnie w kraju, nad tym zagadnieniem.

BADANIA WŁASNE

Przeprowadzono badania wegetacyjne z osadami, których charakterystykę podano w poprzedniej pracy [4]. Niektóre spośród osadów użytych do doświadczeń należało z uwagi na ich skład chemiczny zdyskwalifikować jako materiał nawozowy. Ponieważ jednak niezależnie od występowania w nich substancji obcych dla środowiska glebowego były one lub są niekiedy wywożone na pola, postanowiono dla celów porównawczych zbadać ich wpływ na plonowanie i skład chemiczny roślin w doświadczeniach wazonowych.

¹ Badania były finansowane w ramach problemu 09.4 przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

Doświadczenie przeprowadzono w dwu okresach wegetacyjnych, badając w każdym z nich po 5 osadów, używając jako podłoża piasku słabo gliniastego o odczynie bardzo kwaśnym oraz małej zawartości form rozpuszczalnych (oznaczonych według ogólnie przyjętych norm) azotu, fosforu, potasu i wapnia, jak również węgla organicznego. Całkowite zawartości mikroelementów w tej glebie były niewielkie i wynosiły w suchej masie (ppm):

miedzi — 10	niklu — 2,8
cynku — 90	ołowiu — 2,8
manganu — 6,2	chromu — 1,0

W pierwszym roku do badań użyto 5 osadów z oczyszczalni w Świebodzicach, Łądku-Zdroju, Rokitkach, Wrocławiu-Leśnicy i Świdnicy. Doświadczenia założono w wazonach typu Wagnera o pojemności 14 kg gleby, w czterech powtórzeniach, stosując każdy osad w trzech wersjach: 1 kg osadu + 13 kg gleby, 3 kg osadu + 11 kg gleby oraz 5 kg osadu + 9 kg gleby na wazon. Przed napełnieniem wazonów gleby mieszano z odpowiednią ilością osadu i dodawano makroelementy w ilości po 0,4 g azotu i fosforu, 0,8 g potasu i 0,3 g magnezu na wazon. Rośliną doświadczalną był owies odmiany Markus, wysiany w ilości 30 ziaren w wazonie, po wschodach przerwany do 20 roślin.

Już w początkowej fazie wegetacji wystąpiły zasadnicze różnice w działaniu poszczególnych osadów. Na osadzie z Łądku-Zdroju rośliny rozwijały się normalnie, były tylko nieco mniej rozkrzewione i nieco niższe od roślin na osadzie ze Świebodzic. Rozwój tych ostatnich był najbujniejszy: szerokie blaszki liściowe o ciemnozielonym zabarwieniu. Niezależnie od wielkości dawki rośliny na obu osadach w porównaniu z kombinacją kontrolną były lepiej rozwinięte.

Pozostałe osady, zarówno pochodzący z fermy w Rokitkach, jak komunalno-przemysłowy z Wrocławia-Leśnicy, w tej fazie rozwojowej działały szkodliwie na wzrost i rozwój roślin, co objawiało się nieco jaśniejszym zabarwieniem liści, gorszym krzewieniem i niższym wzrostem. Należy zauważyć, że te ujemne objawy były tym wyraźniejsze, im większa dawka osadu została zastosowana.

Osad pochodzący z oczyszczalni w Świdnicy okazał się już przy zastosowaniu najmniejszej dawki toksyczny, w krótkim bowiem czasie po wschodach wszystkie rośliny doświadczalne zginęły.

Jak można było sądzić z wyglądu roślin w czasie wegetacji, jedynie osady pochodzące ze Świebodzic i Łądku-Zdroju wpłynęły dodatnio na wzrost plonu ziarna i słomy owsa (tab. 1), przy czym w pierwszym przypadku plony zwiększały się istotnie w miarę wzrostu dawek osadu, w drugim natomiast plony ziarna na dawkach 3 i 5 kg nie różniły się istotnie między sobą. Plon ziarna i słomy na dawkach 1 i 3 kg osadu z Rokitek był

Tabela 1

Plony owsa według s.m. z wazonu — Yields of oats in dry matter from pot

Pochodzenie osadu Sludge origin	Osad w kg na wazon Sludge dose in kg/pot	Ziarno Grain	Słoma Straw	Ogółem Total
Bez osadu — No sludge Świebodzice	0	12,70	23,75	36,45
	1	45,80	60,40	106,20
	3	71,50	82,10	153,60
	5	76,50	92,00	168,50
NUR — LSD — 0,05	—	5,23	8,26	3,60
Łądek Zdrój	1	27,80	36,20	64,00
	3	44,30	59,05	103,35
	5	55,60	74,80	140,40
	NUR — LSD — 0,05	—	13,07	11,90
Rokitki	1	1,80	14,07	15,87
	3	8,80	19,00	27,80
	5	13,00	25,40	38,40
	NUR — LSD — 0,05	—	2,30	5,60
Wrocław-Leśnica	1	5,70	27,07	32,77
	3	5,80	10,40	16,20
	5	7,00	11,30	18,30
	NUR — LSD — 0,05	—	2,00	1,80

istotnie mniejszy od plonu z kombinacji kontrolnej, równy natomiast przy zastosowaniu 5 kg osadu. Osad z Wrocławia-Leśnicy działał ujemnie na plonowanie, bowiem masa ziarna i słomy była na wszystkich dawkach osadu istotnie mniejsza od plonu z kombinacji kontrolnej.

Nawożenie osadem wpłynęło dodatnio na wzrost zawartości azotu w ziarnie i słomie owsa. Tym większa była jego zawartość, im więcej osadu dodano do podłoża (tab. 2). Jedynie osad pochodzący z Wrocławia-Leśnicy nie spowodował zwwyżki zawartości azotu w ziarnie.

Stwierdzono również pewną tendencję wzrostu zawartości fosforu w plonach pochodzących z kombinacji nawożonych osadami. Zależność ta nie ujawniła się jedynie w słomie owsa, uzyskanej na osadzie ze Świebodzic.

Zawartość potasu w ziarnie i słomie na poszczególnych osadach układała się różnorodnie. I tak na osadzie z Rokitek odnotowano wzrost zawartości potasu wraz ze wzrostem dawek osadu tak w ziarnie, jak i w słomie. Osady ze Świebodzic i Łądko-Zdroju nie wpłynęły na zawartość tego składnika w ziarnie, natomiast spowodowały wyraźne obniżenie jego zawartości w słomie. Niezależnie od dawki osadu z Wrocławia-Leśnicy układała się zawartość potasu zarówno w ziarnie, jak i w słomie.

Nawożenie osadami nie wpłynęło na zawartość wapnia w ziarnie; była ona taka sama bądź zbliżona do zawartości w roślinach z kombinacji

Tabela 2

Zawartość azotu, fosforu i potasu w ziarnie i słomie owsa w % s.m.
 Nitrogen, phosphorus and potassium content in grain and straw oats, in % of d.m.

Pochodzenie osadu Sludge origin	Dawka osadu Sludge dose kg	N		P		K	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
Bez osadu No sludge	0	1,37	0,33	0,37	0,10	0,31	1,50
Świebodzice	1	1,16	0,36	0,38	0,16	0,27	1,31
	3	2,34	0,71	0,44	0,11	0,32	0,88
	5	2,32	0,94	0,48	0,13	0,35	0,71
Lądek Zdrój	1	1,15	0,29	0,35	0,19	0,27	1,93
	3	1,43	0,31	0,42	0,33	0,26	1,46
	5	1,53	0,46	0,45	0,23	0,31	0,95
Rokitki	1	2,01	0,50	0,48	1,93	0,39	1,84
	3	2,30	1,99	0,54	2,02	0,61	2,41
	5	2,81	1,55	0,55	2,11	0,64	2,85
Wrocław-Leśnica	1	2,93	0,99	0,56	0,47	0,26	2,76
	3	2,33	1,67	0,35	0,15	0,53	2,79
	5	2,69	1,59	0,41	0,18	0,37	2,73

kontrolnej, gdy tymczasem zawartość w słomie rosła wraz z dawkami osadu. Wyjątek stanowił osad z Rokitek, który nie powodował zmian w zawartości tego składnika w roślinie.

Nie stwierdzono wpływu osadów na zmianę zawartości magnezu w ziarnie w odróżnieniu od słomy, w której koncentracja tego pierwiastka w zasadzie rosła wraz z wielkością dawek osadu (tab. 3).

Analiza chemiczna plonów wskazuje w większości przypadków na kumulację mikroelementów w częściach nadziemnych rośliny doświadczalnej (tab. 4).

Zawartość żelaza w ziarnie utrzymywała się na zbliżonym poziomie do zawartości z kombinacji kontrolnej. W słomie natomiast dawka 1 kg osadu powodowała wzrost zawartości tego składnika. Dalsze dawki osadu nie powodowały wzrostu koncentracji żelaza lub wręcz na niektórych osadach (Rokitki i Wrocław-Leśnica) zmniejszały jego zawartość.

Jeśli chodzi o mangan, stwierdzono ogólną tendencję zależności zmniejszenia jego koncentracji w roślinach na kombinacjach nawożonych osadem w porównaniu z roślinami pochodzącymi z kombinacji kontrolnej. Wyjątek stanowiły rośliny nawożone osadem z Rokitek, w których zawartość manganu była większa niż z kombinacji kontrolnej.

Zawartość niklu w ziarnie była większa niż w słomie, przy czym więcej tego składnika zawierały zazwyczaj rośliny nawożone większymi dawkami osadu, szczególnie z oczyszczalni w Świebodzicach i Wrocławiu-Leśnicy.

Zawartość cynku w analizowanych roślinach była bardzo duża i zróżnicowana zarówno w ziarnie, jak i w słomie. Więcej tego składnika zawierała

Tabela 3

Zawartość wapnia i magnezu w ziarnie i słomie owsa w % s.m.
Calcium and magnesium content in grain and straw of oats, in % of d.m.

Pochodzenie osadu Sludge origin	Dawka osadu Sludge dose kg	Ca		Mg	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
Bez osadu No sludge	0	0,05	0,35	0,13	0,12
Świebodzice	1	0,05	0,73	0,12	0,17
	3	0,08	1,05	0,19	0,25
	5	0,08	1,34	0,11	0,27
Łądek Zdrój	1	0,05	0,40	0,11	0,12
	3	0,05	0,66	0,13	0,16
	5	0,05	0,82	0,12	0,22
Rokitki	1	0,08	0,35	0,07	0,17
	3	0,10	0,35	0,16	0,19
	5	0,08	0,33	0,16	0,21
Wrocław-Leśnica	1	0,05	0,62	0,13	0,12
	3	0,13	0,75	0,11	0,19
	5	0,10	0,73	0,08	0,14

słoma, natomiast mniej ziarno owsa. Rośliny wyrosłe na trzech osadach zawierały tym więcej cynku, im większą zastosowano dawkę tego odpadu. Wyjątek stanowił osad z Rokitek, który nie powodował nagromadzenia Zn w roślinach (tab. 5).

Tabela 4

Zawartość żelaza, manganu i niklu w ziarnie i słomie owsa w ppm s.m.
Iron, manganese and nickel content in grain and straw of oats, in ppm of d.m.

Pochodzenie osadu Sludge origin	Dawka osadu Sludge dose kg	Fe		Mn		Ni	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
Bez osadu No sludge	0	74	165	88	350	0	2
Świebodzice	1	59	230	46	38	19	5
	3	57	245	33	49	24	7
	5	66	230	30	57	29	13
Łądek Zdrój	1	68	240	69	220	9	2
	3	61	230	57	220	6	2
	5	68	280	70	345	13	2
Rokitki	1	105	275	151	580	13	2
	3	73	170	118	380	12	5
	5	72	190	83	270	18	10
Wrocław-Leśnica	1	83	215	35	99	34	10
	3	81	130	30	79	34	27
	5	99	145	37	98	46	28

Tabela 5

Zawartość cynku, miedzi i ołowiu w ziarnie i słomie owsa w ppm s.m.
Zinc, copper and lead content in grain and straw of oats, in ppm of d.m.

Pochodzenie osadu Sludge origin	Dawka osadu Sludge dose kg	Zn		Cu		Pb	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
Bez osadu No sludge	0	38	94	5	5	2	5
Świebodzice	1	62	180	6	8	2	9
	3	78	280	9	9	5	8
	5	94	300	10	10	4	7
Łądek Zdrój	1	61	185	5	5	2	7
	3	85	360	5	6	2	7
	5	76	520	6	7	2	9
Rokitki	1	85	67	3	6	2	5
	3	40	47	4	7	4	7
	5	38	77	5	9	2	9
Wrocław-Leśnica	1	98	300	7	9	2	7
	3	175	580	5	12	2	7
	5	185	740	9	13	2	6

Koncentracja miedzi i ołowiu w częściach nadziemnych roślin układała się niezależnie od wielkości dawek osadu, przy czym uzyskane wartości były na wszystkich kombinacjach nawozowych zbliżone.

PODSUMOWANIE

Z uwagi na zawartość makroelementów wszystkie osady użyte do doświadczeń uznać należało za dostatecznie zasobne w te składniki. Zawartość materii organicznej w dwóch osadach była większa od 50%, w pozostałych trzech mniejsza. Uzyskana jednakże masa plonów roślin nie była dodatnio uzależniona od jej zawartości.

W przeprowadzonych doświadczeniach decydującym czynnikiem o wegetacji i plonowaniu była zawartość mikroelementów, czego dowodem jest wyginiecie roślin na podłożu z osadem ze Świdnicy i mała masa plonu na osadzie z Wrocławia-Leśnicy.

Małe plony uzyskano również na odwodnionych odchodach zwierzęcych z Rokitek, pomimo dużej zawartości w nich azotu i fosforu. Przy równocześnie dużej zawartości materii organicznej przyczyną negatywnego działania tych odpadów, jak należy sądzić, był niekorzystny w nich stosunek C:N.

Największą masę plonów ziarna i słomy uzyskano na osadach ze Świebodzic, mimo podwyższonej zawartości cynku, oraz z Łądka-Zdroju, w którym zawartość materii organicznej była niezbyt duża i wynosiła 33,5%.

Ogólnie stwierdzić można, że zastosowane osady były dobrym źródłem azotu i fosforu dla roślin. Uwagę zwraca dodatnia zależność masy plonów od stosunku $N-NH_4$ do $N-NO_3$, który kształtował się w poszczególnych osadach w interwale od 1:23 do 1:1.

Nawożenie wzrastającymi dawkami osadów nie wpłynęło w ukierunkowany sposób na zawartość żelaza w roślinach, powodowało natomiast zmniejszenie zawartości maganu, co zaobserwowali również inni autorzy [7].

Użyte do badań osady nie wpłynęły w znaczącym stopniu na kumulację miedzi i ołowiu, chociaż można zaobserwować pewną tendencję do gromadzenia miedzi w roślinach nawożonych osadami bogatymi w ten składnik, jak to miało miejsce w przypadku osadów ze Świebodzic i Wrocławia-Leśnicy.

W odróżnieniu od wymienionych mikroelementów zawartość niklu i cynku była w roślinach duża, wzrastająca wraz z dawkami osadu. O ile cynk podlegał kumulacji, głównie w słomie owsa, o tyle nikiel w większym stopniu skoncentrowany był w ziarnie. Zależność tę, szczególnie w odniesieniu do niklu, wykazano w jednej z poprzednich publikacji [3], co potwierdzają również niektórzy inni autorzy [7].

WNIOSKI

Przeprowadzone doświadczenia wegetacyjne z 5 osadami pochodzącymi z różnych oczyszczalni ścieków pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

— O wielkości uzyskanych plonów rośliny doświadczalnej przy zbliżonej zawartości w osadach azotu i fosforu w większym stopniu decydowała zawartość mikroelementów niż zawartość materii organicznej.

— Stwierdzono, że spośród oznaczonych mikroelementów najłatwiej przyswajalny był cynk, kumulowany głównie w słomie, oraz nikiel podlegający kumulacji w ziarnie.

LITERATURA

- [1] Diez Th., Rosopulo A.: Schwermetallgehalte in Böden und Pflanzen nach extrem hohen Klärschlammgaben. Landw. Forsch. 30, 125, 1975.
- [2] Furrer O. J.: Einfluss hoher Gaben an Klärschlamm und Schweinegülle auf Pflanzenertrag und Bodeneigenschaften. Landw. Forsch., Sonderheft 33/1, 1977, 249.
- [3] Roszyk E., Strojek Z., Roszyk S.: Doświadczenia wazonowe nad działaniem osadu ściekowego z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie. Roczn. glebozn. 32, 1981, 2, 47.
- [4] Roszyk E., Roszyk S., Spiak Z.: Wartość nawozowa osadów ściekowych z niektórych oczyszczalni południowo-zachodniej Polski Roczn. glebozn. 38, 1987, 3, 93.
- [5] Sommer G., Stritesky A.: Gefäßversuche zur Ermittlung der Schadegrenzen von Cadmium, Kupfer, Blei und Zink im Hinblick auf den Einsatz von Abfallstoffen in der Landwirtschaft. Landw. Forsch. 29, 1976, 1, 88.

- [6] Steinhart H., Heiligtag B., Meinel W.: Zum Einfluss von Klärschlammdüngung auf Ertrag, Spurenelemente — und Magnesiumgehalte sowie auf die Aminosäurezusammensetzung von Welschem Weidelgras. Landw. Forsch. 33, 1980, 4, 365.
- [7] Vogel Chr., Kowaldt R.: Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft. Landw. Forsch., Sonderheft. 33/1, 1976, 228.

Э. РОШИК, С. РОШИК, З. СПИЯК

УДОБРИТЕЛЬНОЕ КАЧЕСТВО ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ИЗ НЕКОТОРЫХ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПОЛЬШИ Ч. II. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОПЫТЫ

Кафедра агрохимии Сельскохозяйственной академии во Вроцлаве

Резюме

Проводились вегетативные опыты с 5 осадками из разных станций очистки сточных вод. Опыты показали, что величина получаемых урожаев при приближенном содержании азота и фосфора зависела в большей степени от содержания микроэлементов, чем от содержания органического вещества. Установлено, что с повышением доз осадков снижалось содержание марганца в растениях, а повышалось содержание цинка, особенно в соломе, и никеля в зерне.

Наблюдалась также некоторая тенденция к накоплению меди в растениях выросших на осадках более богатых этим элементом. Содержание железа и свинца в надземных частях растений образовывалось в условиях проведенных опытов независимо от величины доз осадков сточных вод.

E. ROSZYK, S. ROSZYK, Z. SPIAK

FERTILIZING VALUE OF SEWAGE SLUDGES FROM SOME SEW AGE TREATMENT PLANTS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF POLAND PAR II. VEGETATIVE EXPERIMENTS

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Wrocław

Summary

Vegetative experiments with 5 sludges from various sewage treatment plants were carried out. It has been proved that the magnitude of yields at approximate nitrogen and phosphorus content depended to a higher degree on the content of microelements than on the organic matter content. It appeared that along with growing sludge rates decreased the manganese content in plants at simultaneous increase of the zinc content mainly in straw and of the nickel content in grains.

Also a certain increasing tendency to the copper accumulation in plants grown on sludges richer in this element was observed. The iron and lead content in aboveground parts of plants was formed irrespective of the sludge rates.