

ELIGIUSZ ROSZYK, ZOFIA STROJEK, STEFANIA ROSZYK

DOŚWIADCZENIA WAZONOWE
 NAD DZIAŁANIEM OSADU ŚCIEKOWEGO
 Z CENTRALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W CZĘSTOCHOWIE¹

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR we Wrocławiu

Następstwem budowy w wielu miastach oczyszczalni ścieków, których zadaniem jest poprawienie czystości wód powierzchniowych w kraju, są stale zwiększające się na składowiskach ilości osadów ściekowych. Spośród proponowanych sposobów dalszego traktowania tych odpadów, a mianowicie: trwałe składowanie w określonych miejscach, spalanie lub wykorzystywanie do nawożenia w rolnictwie, ten ostatni znajduje najwięcej zwolenników. Ogólnie bowiem wiadomo, że umiejętne stosowanie osadów komunalnych w użytkowaniu rolniczym, szczególnie na glebach lekkich, wywołuje znaczne, pozytywne skutki [1, 6, 7, 10], objawiające się wzrostem plonów i poprawą niektórych właściwości glebowych. Jednakże stosowanie tych odpadów na dłuższą metę z punktu widzenia rolniczego musi przynieść więcej szkód niż pożytku, chociaż niektórzy uważają je za znakomity materiał użyźniający [9].

Szafowanie niekiedy twierdzeniem o celowości „zwrotu składników do naturalnego obiegu” zaciemnia prawdziwy obraz, ponieważ:

— oprócz składników pokarmowych w osadach występuje wiele substancji obcych dla środowiska glebowego (smary, oleje, masy plastyczne, farmaceutyki, kosmetyki i inne),

— długoatrwałe lub w wysokich dawkach stosowane osady o stosunkowo dużej zawartości mikroelementów oraz substancji szkodliwych powodować mogą zachwianie naturalnych proporcji poszczególnych składników w glebie, czego następstwa są w wielu przypadkach trudne do przewidzenia,

— wzrost zawartości metali powyżej ilości normalnie spotykanych w poszczególnych typach gleb stwarza zagrożenie włączenia ich do obiegu składników w łańcuchu pokarmowym: gleba→roślina→człowiek/zwierzę.

¹ Praca była częściowo finansowana przez Centrum Techniki Komunalnej w Warszawie. W badaniach brał udział mgr Mieczysław Dubowiecki.

Celem niniejszych badań było określenie w warunkach doświadczenia wazonowego, w jakim stopniu makro- i mikroelementy zawarte w osadzie pochodzącym z C.O.S. w Częstochowie, mogą wpływać na zmiany ich zawartości w roślinach doświadczalnych na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego.

BADANIA WŁASNE

Doświadczenie z owsem. Do doświadczeń użyto osadu ściekowego pochodzącego z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie. Skład chemiczny osadu (tab. 1) wskazywał na jego komunalno-przemysłowe pochodzenie. Odznaczał się on dużą zawartością substancji organicznej, azotu i fosforu, małą natomiast potasu. Spośród mikroelementów w osadzie stwierdzono szczególnie duże nagromadzenie ołowiu i chro-

T a b e l a 1

Charakterystyka powietrznie suchej masy osadu ściekowego i gleby użytych do doświadczeń
Characteristics of sewage sludge and soil for the experiments

Skład - Element	Osad - Sludge dry matter	Gleba - Soil
Sucha masa - % - Dry matter	36,7	n.o. - n.d.
Substancja organiczna - % Organic substances - %	45,5	0,72
N całkowity, % - Total N	1,41	0,04
P, mg/100 g	279	1,4 ^x
K, mg/100 g	50	2,1 ^x
Mg, mg/100 g	66	0,3 ^x
Zn, ppm	1370	90
Cu, ppm	120	10
Cd, ppm	20,8	n.w.
Pb, ppm	6600	2,8
Cr, ppm	2030	1,0
Ni, ppm	470	2,3
Hg, ppm	3,8	n.w.
As, ppm	27,7	0,22
pH /KCl/	6,4	4,2
^x Formy rozpuszczalne - Soluble forms		

mu, a w dalszej kolejności cynku oraz niklu. Zawartość pozostałych pierwiastków metalicznych nie odbiegała od przeciętnie spotykanych w osadach komunalnych.

Glebę użytą do doświadczeń pod względem agromechanicznym zaliczyć należy do gleb lekkich, zawierała bowiem 4⁰/₀ części spławialnych. Gleba ta miała odczyn bardzo kwaśny, niewielką zawartość substancji organicznej oraz makro- i mikroelementów, a ilości kadmu i rtęci leżały

poniżej granicy umożliwiającej ich oznaczenie stosowanymi metodami.

Doświadczenie założono w wazonach typu Wagnera pojemności 14 kg gleby, w czterech powtórzeniach i dwóch ośmioobiektowych wersjach:

I — 13 kg gleby + 1 kg osadu świeżego,

II — 12 kg gleby + 2 kg osadu świeżego,

według następującego schematu:

Obiekty	Nawożenie
I	II
1	9 — bez nawożenia mineralnego
2	10 — NK
3	11 — NP
4	12 — PK
5	13 — NPK
6	14 — NPKCa
7	15 — NPKMg
8	16 — NPKCaMg

Przed napełnieniem wazonów gleby mieszano z odpowiednią ilością osadu i dodawano makroelementy według podanego schematu w następujących ilościach na wazon:

0,4 g N w postaci NH_4NO_3 w roztworze,

0,4 g P w postaci stałego superfosfatu potrójnego,

0,8 g K w postaci KCl w roztworze,

0,3 g Mg w postaci MgSO_4 w roztworze,

19,6 g Ca w postaci stałego CaCO_3 , co stanowiło równowartość 1 kwasowości hydrolitycznej gleby.

W tak przygotowane podłoże 6.IV wysiano owies odmiany Diadem w ilości 27 ziaren na wazon. Po równomiernych wschodach, które nastąpiły 15.IV, wazonny podlewano do 60% maksymalnej pojemności wodnej podłoża. Dnia 22.IV rośliny przerwano do 20 sztuk w wazonie.

W początkowej fazie wzrostu roślin nie obserwowano różnic między poszczególnymi obiektami: rośliny były wyrównane, zdrowe, ciemnozielone. W miarę upływu czasu zaczęły się jednak zarysowywać na poszczególnych obiektach różnice w ich wyglądzie, które utrzymały się do końca wegetacji.

Zarówno na pojedynczej, jak i na podwójnej dawce osadu obserwowano najniższe i najsłabsze rośliny na obiekcie bez nawożenia mineralnego. Na tym samym poziomie kształtował się wygląd roślin na obiektach nawożonych tylko azotem i fosforem — miały one węższe, mniej intensywnie zabarwione liście i były zdecydowanie niższe od roślin na pozostałych obiektach.

Najkorzystniej prezentowały się rośliny nawożone NPKCa zarówno na pojedynczej, jak i na podwójnej dawce osadu. Na pozostałych kom-

binacjach rośliny były wyrównane wzrostem, miały szerokie, ciemnozielone liście i grube łodygi, a w okresie dojrzewania dobrze wykształcone wiechy.

Na dawce 1 kg osadu rośliny dojrzały wcześniej, ich sprzęt w stadium pełnej dojrzałości nastąpił 19.VII, a na dawce 2 kg dopiero 25.VII.

T a b e l a 2

Plony owsa na dwóch dawkach osadu ściekowego w gramach p.s.m. na wazon
Mean oats yield from pot at two sludge rates in grams of air dry matter

Obiekty Treatments	Ciężar całej rośliny Whole plant weight	Ciężar ziarna Grain weight	Ciężar słomy Straw weight
O	75,5	36,0	39,5
NK	117,6	64,5	53,1
NP	78,7	38,8	39,9
I PK	121,5	66,1	55,4
NPK	118,8	63,9	54,9
NPKCa	116,1	60,8	55,3
NPKMg	122,1	65,8	56,3
NPKCaMg	120,9	66,0	54,9
O	88,5	42,6	45,9
NK	125,2	67,0	58,2
NP	92,4	42,8	49,6
II PK	133,9	72,0	61,9
NPK	132,2	69,0	63,2
NPKCa	128,6	69,5	59,1
NPKMg	131,8	70,0	61,8
NPKCaMg	138,5	74,0	64,5
MLR - LSE - 0,05	4,7	3,4	2,7

W wysokości uzyskanych plonów wynika (tab. 2), że niezależnie od dawki osadu istotnie najniższe plony zarówno ziarna, jak i słomy uzyskano na kombinacjach nawożonych samym osadem oraz na kombinacji bez potasu. W większości przypadków na pozostałych kombinacjach, w ramach poszczególnych dawek osadu, plony ziarna i słomy nie były istotnie między sobą zróżnicowane. Ogólnie na podwójnej dawce osadu uzyskano istotnie wyższe plony w porównaniu z dawką pojedynczą.

Nawożenie podwójną dawką osadu wpłynęło średnio w wyraźny sposób na wzrost zawartości azotu całkowitego zarówno w ziarnie, jak i słomie oraz fosforu i magnezu tylko w słomie. Nie stwierdzono natomiast w warunkach przeprowadzonego doświadczenia, aby wzrost dawki osadu wpłynął na zmianę zawartości potasu w ziarnie i słomie oraz fosforu i magnezu w ziarnie (tab. 3).

T a b e l a 3

Zawartość makroelementów w ziarnie i słomie owsa w % p.s.m.
Content of trace elements in grain and straw of oats in % of air-dry matter

Ciekty Treatments	N		P		K		Mg	
	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
I O	1,80	0,93	0,15	0,07	0,78	0,40	0,08	0,51
NK	1,95	0,60	0,12	0,03	0,88	1,53	0,08	0,44
NP	2,00	0,93	0,14	0,10	0,78	0,40	0,08	0,52
PK	1,70	0,49	0,14	0,08	0,80	1,50	0,09	0,34
NPK	1,87	0,54	0,15	0,08	0,78	1,50	0,09	0,33
NPKCa	1,96	0,60	0,13	0,06	0,78	1,06	0,08	0,39
NPKMg	1,92	0,59	0,13	0,08	0,78	1,36	0,10	0,59
NPKCaMg	1,99	0,58	0,13	0,06	0,80	1,41	0,09	0,48
\bar{X}	1,89	0,65	0,14	0,07	0,79	1,14	0,09	0,45
II O	2,25	1,22	0,16	0,10	0,80	0,40	0,09	0,72
NK	2,24	0,85	0,14	0,06	0,78	1,46	0,08	0,55
NP	2,36	1,24	0,18	0,13	0,80	0,45	0,10	0,69
PK	2,11	0,31	0,15	0,09	0,80	1,41	0,10	0,49
NPK	2,32	0,93	0,16	0,12	0,78	1,41	0,09	0,52
NPKCa	2,24	0,87	0,15	0,08	0,83	1,29	0,08	0,46
NPKMg	2,29	0,90	0,15	0,12	0,91	1,36	0,09	0,65
NPKCaMg	2,19	0,88	0,14	0,09	0,78	1,41	0,09	0,62
\bar{X}	2,25	0,96	0,15	0,10	0,81	1,15	0,09	0,58

Nawożenie mineralne poszczególnymi makroelementami wpłynęło dodatnio na wzrost tych składników w roślinach owsa. Uwidoczniło się to wyraźnie w przypadku azotu, szczególnie w ziarnie i w pewnej mierze w słomie, oraz fosforu i potasu tylko w słomie.

Dodatek magnezu szczególnie na obiektach NPKMg powodował również pewien niewielki wzrost zawartości tego składnika w słomie owsa.

Zawartości cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w materiale roślinnym (tab. 4) wskazują, że wzrostowi dawki osadu średnio towarzyszył wzrost zawartości cynku i kadmu w ziarnie i słomie oraz miedzi w ziarnie, a ołowiu w słomie.

Oznaczenia ilościowe chromu, rtęci i arsenu (tab. 5) dowodzą, że średnia ich zawartość na porównywanych dawkach osadu, niezależnie od zastosowanych nawozów mineralnych, nie różniła się między sobą. Jedynie zawartość niklu była w ziarnie i słomie wyższa na podwójnej dawce osadu, przy czym uwagę zwraca średnio trzykrotnie wyższa zawartość tego metalu w ziarnie niż w słomie.

Analizując wyniki oznaczeń uzyskanych na poszczególnych obiektach

Zawartość mikroelementów w ziarnie i słomie owsa, ppm w p.s.m.
Content of trace elements in grain and straw of oats, ppm of air-dry matter

Obiekty Treatments	Zn		Cu		Cd		Pb	
	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
I O	48,5	194,2	3,2	5,9	0,22	0,33	0,4	8,1
NK	47,0	145,6	3,7	5,2	0,20	0,43	0,7	6,1
NP	55,5	217,5	3,7	5,7	0,22	0,47	0,7	7,0
PK	42,0	143,7	3,7	6,3	0,15	0,28	1,1	5,9
NPK	47,5	192,5	3,7	4,2	0,20	0,32	1,1	5,9
NPKCa	44,2	176,8	3,2	4,7	0,15	0,54	0,4	7,7
NPKMg	54,0	175,0	4,4	4,6	0,20	0,41	0,7	7,4
NPKCaMg	49,7	177,5	1,3	7,7	0,15	0,37	1,1	10,5
\bar{X}	48,6	177,8	3,4	5,5	0,19	0,39	0,8	7,4
II O	67,0	265,0	4,2	6,1	0,26	0,61	0,7	11,6
NK	64,5	201,7	4,7	4,9	0,26	0,48	0,4	11,2
NP	77,0	305,0	5,6	6,7	0,28	0,50	0,4	12,0
PK	60,7	210,0	5,0	4,3	0,22	0,35	1,3	8,2
NPK	66,5	272,7	5,6	4,6	0,26	0,63	0,4	8,8
NPKCa	54,0	179,3	4,4	4,3	0,20	0,48	0,4	9,9
NPKMg	66,0	227,5	5,6	5,1	0,33	0,57	0,7	9,9
NPKCaMg	52,7	225,0	4,4	4,6	0,20	0,44	0,4	9,5
\bar{X}	63,6	235,9	4,9	5,1	0,25	0,51	0,6	10,1

nawozowych stwierdzić można pewną tendencję obniżenia zawartości niektórych spośród oznaczanych mikroelementów pod wpływem dodania do podłoża węglanu wapnia. Zależność ta zarysowuje się w przypadku cynku, miedzi, kadmu i niklu w ziarnie na podwójnej dawce osadu oraz niklu i arsenu w słomie na pojedynczej dawce osadu.

Pewną tendencję obniżenia zawartości niektórych metali (cynk, miedź, kadm, chrom i nikiel) zaobserwowano na obiektach bezazotowych PK.

Ogólnie stwierdzić można, że zawartość cynku i niklu w ziarnie i słomie była wysoka na obu dawkach osadu, natomiast zawartość ołowiu podwyższyła się tylko w słomie na podwójnej dawce osadu.

Doświadczenie z gorczycą. Po sprzęcie owsa usunięto z wazonów korzenie, powierzchnię gleby spulchniono i 5.VIII wysiano gorczycę odmiany Borowska w ilości 27 nasion na wazon. Wschody nastąpiły 8.VIII równomierne we wszystkich wazonach. W dniu 13.VIII przetrwano rośliny do 20 sztuk w każdym wazonie.

T a b e l a 5

Zawartość mikroelementów w ziarnie i słomie owsa, ppm w p.s.m.
Content of trace elements in grain and straw of oats, ppm of air-dry matter

Obiekty Treatments	Cr		Ni		Hg		As	
	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
I O	3,5	1,8	28,3	7,0	0,003	0,033	0,42	0,76
NK	2,9	1,1	25,0	7,9	0,005	0,080	0,20	0,37
NP	2,9	0,5	30,1	8,9	0,002	0,080	0,32	0,67
PK	2,0	0,5	22,3	5,9	0,003	0,050	0,20	0,62
NPK	2,7	0,9	29,3	9,6	0,007	0,058	0,35	0,58
NPKCa	2,2	1,3	19,7	4,6	0,003	0,047	0,20	0,48
NPKMg	1,8	1,1	27,4	8,7	0,012	0,028	0,39	0,69
NPKCaMg	1,8	2,2	16,6	4,6	0,010	0,044	0,42	0,37
\bar{X}	2,1	1,2	24,9	7,1	0,006	0,059	0,31	0,57
II O	2,2	1,8	39,4	15,4	0,005	0,065	0,43	0,27
NK	1,3	1,5	36,8	13,3	0,007	0,072	0,33	0,54
NP	1,8	1,8	46,1	13,0	0,007	0,042	0,36	0,63
PK	2,0	1,3	35,0	10,6	0,005	0,048	0,36	0,44
NPK	1,8	1,1	41,3	15,0	0,016	0,054	0,37	0,69
NPKCa	1,8	1,3	29,8	11,5	0,019	0,048	0,38	0,77
NPKMg	1,8	1,8	38,6	14,3	0,007	0,033	0,57	0,96
NPKCaMg	1,8	1,3	27,2	11,3	0,007	0,030	0,41	0,50
\bar{X}	1,8	1,5	36,8	13,0	0,009	0,049	0,40	0,60

T a b e l a 6

Plon zielonej masy gorczyicy na dwóch dawkach osadu ściekowego
w gramach p.s.m. na wazon
Mean mustard green matter yield from pot at two sludge rates
in grams of air-dry matter

Obiekty Treatments	I	II
O	18,2	21,4
NK	28,1	30,9
NP	21,0	20,4
PK	29,6	29,9
NPK	24,5	24,3
NPKCa	28,9	29,8
NPKMg	26,1	24,1
NPKCaMg	26,3	28,5
NIR LSD - 0,05 - 3,8		

Zawartość makroelementów w zielonej masie gorczycy w % p.s.m.
Content of trace elements in the mustard green matter, in % of air-dry matter

Obiekty Treatments				%
O	3,50	0,48	0,46	0,55
NK	3,43	0,46	0,48	0,44
NP	3,82	0,50		50
I				
NK	2,21			0,38
NPK		0,5		0,40
NPKCa	3,19	0,50	0,52	0,53
NPKMg		0,45	0,51	0,57
NPKCaMg		0,51	0,48	0,55
\bar{x}	3,09		0,50	0,46
	3,8	0,50	0,51	0,55
		0,51	0,51	0,55
			0,52	
II				
K	3,1		0,51	
NPK		0,54	0,55	0,55
NPKCa	3,02	0,52	0,56	0,53
NPKMg	2,86	0,52	0,51	0,65
NPKCaMg	3,80	0,50	0,52	0,51
\bar{x}	3,00	0,51	0,52	0,57

W początkowym okresie wegetacji rośliny na pojedynczej dawce osadu były bardziej zwarte, zielone i nieco wyższe niż na podwójnej dawce. Do początków kwitnienia (2.IX) rośliny na wszystkich obiektach rozwijały się prawidłowo, dopiero w fazie kwitnienia zaobserwowano we wszystkich wazonach żółknięcie roślin, skręcanie blaszek liściowych ku dołowi i postępujące ich brązowienie od obrzeży ku środkowi. Kwiaty bądź pąki kwiatowe zaczęły zasychać. Proces zasychania pąków kwiatowych i brązowienia liści pogłębiały się do czasu sprzętu roślin.

Sprzętu gorczycy dokonano 2.X. Po wysuszeniu całe rośliny rozdrobiono, oznaczając w tak przygotowanym materiale zawartość poszczególnych składników.

Analogicznie jak w przypadku doświadczenia z owsem najniższe plony uzyskano na obiektach O i NP na obu dawkach osadu (tab. 6). Różnice w plonach między tymi obiektami, jak wykazała analiza statystyczna, były nieistotne.

W porównaniu z nimi plony pozostałych obiektów były istotnie wyższe, statystycznie udowodnione. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w wysokości plonów uzyskanych na pojedynczej i podwójnej dawce osadu.

Podwójna dawka osadu w porównaniu z pojedynczą wpłynęła w wy-

rażny sposób (tab. 7) na wzrost średniej zawartości w roślinach azotu całkowitego i magnezu; nie stwierdzono natomiast tej zależności w odniesieniu do fosforu i potasu.

Rozpatrując poszczególne obiekty nawozowe, niezależnie od poziomu nawożenia osadem, można stwierdzić, że jedynie podanie magnezu wpłynęło na wzrost zawartości tego składnika w roślinie. Zawartość pozostałych makroelementów układała się niezależnie od nawożenia poszczególnych obiektów.

Średnia zawartość cynku, kadmu, ołowiu i niklu w analizowanym materiale była wyższa na podwójnej dawce osadu w porównaniu z dawką pojedynczą. Zawartości pozostałych mikroelementów były równe lub zbliżone, niezależnie od dawki zastosowanego osadu. Nie stwierdzono również zależności występowania w roślinach poszczególnych składników od zastosowanych kombinacji nawozowych. Ogólnie stwierdzić można, że średnia zawartość cynku w gorczycy była wyjątkowo wysoka, a kadmu, ołowiu, chromu i niklu podwyższona na obu porównywanych dawkach osadu.

Tabela 8

Zawartość mikroelementów w zielonej masie gorczycy, ppm w p.s.m.
Content of trace elements in the mustard green matter, ppm in air-dry matter

Obiekty Treatments	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr	Ni	Hg	As
I								
O	830	15,5	1,5	10,7	2,2	7,6	0,051	0,54
NK	615	16,5	1,2	9,0	2,0	6,5	0,057	0,55
NP	681	16,7	0,5	6,0	0,7	3,5	0,056	0,42
PK	500	21,2	0,9	7,7	2,0	7,0	0,050	0,59
NPK	643	22,7	1,4	9,9	2,6	10,9	0,068	0,91
NPKCa	506	19,2	1,1	8,6	1,3	3,7	0,081	0,86
NPKMg	581	23,7	1,4	11,2	2,8	8,5	0,060	0,92
NPKCaMg	425	20,5	1,7	12,5	3,7	5,5	0,091	0,95
\bar{x}	598	19,5	1,2	10,2	2,2	6,6	0,065	0,72
II								
O	800	19,5	2,7	13,5	3,9	15,9	0,020	0,97
NK	587	17,0	1,9	10,3	3,0	10,7	0,053	0,73
NP	861	17,0	2,7	11,6	2,6	17,0	0,062	0,87
PK	693	19,7	0,8	7,7	1,3	5,6	0,026	0,44
NPK	862	19,2	2,2	20,5	4,1	14,7	0,070	0,85
NPKCa	512	23,5	1,8	11,9	2,6	8,2	0,057	0,97
NPKMg	675	26,7	0,7	14,4	2,1	4,7	0,060	0,44
NPKCaMg	566	17,0	1,5	9,0	1,9	6,7	0,046	0,65
\bar{x}	694	19,9	1,8	12,4	2,7	10,4	0,051	0,74

T a b e l a 9

Odczyn oraz zawartość form rozpuszczalnych Zn, Cu i Pb w glebie
 Reaction and content of available forms of Zn,Cu and Pb in scil

Obiekty Treatments	pH/KCl/	ppm			
		Zn	Cu	Pb	
I	O	5,6	38,8	5,0	54
	NK	6,0	42,2	5,0	67
	NP	6,1	34,0	4,0	46
	PK	6,3	33,5	4,0	46
	NPK	6,1	29,5	4,0	33
	NPKCa	6,6	33,0	4,2	46
	NPKMg	6,6	38,5	4,0	67
	NPKCaMg	6,8	36,8	4,0	58
	\bar{x}	6,3	35,8	4,3	52
II	O	6,4	71,2	5,0	80
	NK	6,4	71,2	7,0	119
	NP	6,6	70,0	9,0	120
	PK	6,6	67,2	7,0	101
	NPK	6,4	66,2	8,0	80
	NPKCa	6,8	67,2	9,0	119
	NPKMg	6,7	52,5	7,5	84
	NPKCaMg	7,0	62,5	9,0	119
	\bar{x}	6,6	66,0	7,7	103
Gleba do doświadczenia Soil for experiment	4,2	2,7	0,9	5	

Niektóre właściwości gleby. W celu określenia wpływu zastosowanego osadu na niektóre właściwości gleby pobrano po sprzęcie roślin z całej miąższości wazonów próbki glebowe, w których po wysuszeniu oznaczono ogólnie stosowanymi metodami [11] odczyn i zawartość form rozpuszczalnych cynku i miedzi oraz ołowiu rozpuszczalnego w rozcieńczonym kwasie azotowym [5].

Korzystny wpływ osadu ujawnił się (tab. 9) w zmianie odczynu podłoża z kwaśnego do lekko kwaśnego (średnio) na niższej dawce osadu i obojętnego na dawce wyższej.

Zawartość form rozpuszczalnych wybranych mikroelementów: cynku, miedzi i ołowiu, pod wpływem nawożenia osadem wzrosła średnio kilkunastokrotnie, w tym większym stopniu, im wyższą dawkę zastosowano. Mimo pewnego zróżnicowania ich zawartości nie stwierdzono uzależnienia występowania tych form oznaczanych metali od określonych obiektów nawozowych.

PODSUMOWANIE

Użyty do badań osad ściekowy odznaczał się przeciętnie spotykaną zawartością azotu, fosforu, potasu i magnezu w tego typu odpadach krajowych. Spośród mikroelementów osad ten zawierał bardzo duże ilości ołowiu, chromu i niklu, dyskwalifikujące go jako materiał nawozowy w myśl proponowanych za granicą [2, 6] dopuszczalnych maksymalnych zawartości metali ciężkich w tego typu odpadach. Mimo to, w przeprowadzonych doświadczeniach wykazano korzystne jego działanie na wzrost plonów owsa, w mniejszym stopniu gorczyicy uprawianej jako poplon. Na wysokość plonu korzystny wpływ wywarło dodatkowe nawożenie potasem, na co zwracają uwagę również inni autorzy [4], bowiem osady ściekowe niezależnie od pochodzenia są przeważnie ubogie w ten składnik.

W odróżnieniu od korzystnego działania na ilość uzyskanych plonów zastosowany osad wpłynął wyraźnie niekorzystnie na zmianę składu jakościowego roślin doświadczalnych. W wielu bowiem przypadkach wzrost dawki osadu wpłynął na zwiększenie koncentracji niektórych metali w roślinach, a mianowicie: cynku i niklu w owsie oraz cynku, niklu, ołowiu i kadmu w gorczyicy. Wskazywałoby to częściowo na łatwą dostępność dla roślin związków tych metali zawartych w badanym osadzie. Dowodzi tego obliczenie pobrania poszczególnych pierwiastków przez plon owsa i gorczyicy wyrażony w procentach dla obu zastosowanych dawek osadu (tab. 10).

Najłatwiej rośliny wykorzystywały z rezerw podłoża cynk, nikiel i kadm, najtrudniej ołów i chrom. Zbliżony szereg pobrania potwierdzają w swych pracach również inni autorzy [8]. We własnych badaniach zaobserwowano, że pobranie poszczególnych metali na dawce 2 kg osadu

T a b e l a 10

Wykorzystanie mikroelementów przez rośliny doświadczalne
w procencie zawartości całkowitej w osadzie i glebie

Utilization of trace elements by experimental plants
in per cent of their total content in sludge and soil

Mikroelement - Trace elements	I	II
Cynk - Zinc	1,62	1,72
Nikiel - Nickel	0,97	0,91
Kadm - Cadmium	0,75	0,62
Miedź - Copper	0,55	0,55
Arsen - Arsenic	0,54	0,35
Rtęć - Mercury	0,35	0,18
Ołów - Lead	0,03	0,02
Chrom - Chromium	0,03	0,02

było w przypadku kadmu, arsenu i rtęci nieco niższe niż na dawce 1 kg osadu, czego nie stwierdzono w odniesieniu do cynku, niklu, miedzi i pozostałych.

Uwagę zwraca również średnio wyższe nagromadzenie chromu, a szczególnie niklu, w ziarnie niż w słomie owsa, wbrew ogólnie panującemu przekonaniu o gromadzeniu się metali głównie w częściach wegetatywnych roślin. W literaturze dotyczącej wykorzystania w nawożeniu osadów ściekowych zawierających nadmierne ilości metali spotkać można dane potwierdzające wyniki naszych badań [3].

WNIOSKI

Przeprowadzone doświadczenia wazonowe nad wartością nawozową osadu ściekowego z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie pozwalają na wstępne wyciągnięcie następujących wniosków.

1. Badany osad ściekowy wywarł korzystne działanie na wzrost plonów roślin doświadczalnych, szczególnie przy zastosowaniu dodatkowego nawożenia potasem.

2. Zastosowanie osadu wpłynęło niekorzystnie na zmianę składu chemicznego roślin, powodując w ich częściach nadziemnych wzrost koncentracji przede wszystkim cynku, niklu, w mniejszym stopniu ołowiu i kadmu.

3. Zróżnicowane współnawożenie mineralne w przeprowadzonym doświadczeniu nie wywarło ukierunkowanego wpływu na zawartość badanych metali w roślinach doświadczalnych.

4. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że ocena wartości nawozowej osadów ściekowych nie może być przeprowadzana wyłącznie w oparciu o wzrost plonów z pominięciem ich jakości.

Autorzy składają podziękowanie Wojewódzkiej Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej we Wrocławiu za wykonanie części oznaczeń analitycznych.

LITERATURA

- [1] Brough K.: Some hot news about sludge. *Water co. Wastes Ingeneering*, 8, 1977.
- [2] Ertl H., Popp W., Schwinghammer H.: Untersuchungen über Schwermetallgehalt von Klärschlammen aus Abwasserreinigungsanlagen in der Steiermark. *Osterreichische Abwasser Rundschau* 1, 1978, 1.
- [3] Judel G. K.: Einfluss steigener Gaben an Müllschlacke auf die Ertragsbildung und den Gehalt and Spurenelementen im Weizen. *Landw. Forsch., Sonderheft* 28/I. 1973. 353.
- [4] Kiek H., Poletschny H.: Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf entwässertem Abwasserklärschlamm. *Landw. Forsch., Sonderheft* 27/I, 1972, 67.
- [5] Roszyk E., Roszyk S.: Wpływ hutnictwa miedzi na niektóre właści-

- wości gleb i skład chemiczny roślin uprawnych. Roczn. glebozn. 27, 1976, 4, 57.
- [6] Schärer J.: Neue Gesichtspunkte zur Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft. ISWA Information 24, 1978, 17.
- [7] Schmid G., Bucher R., Weigelt H.: Einfluss von Klärschlamm auf Pflanze und Umwelt. Landw. Forsch., Sonderheft 28/I, 1973, 363.
- [8] Sommer G., Stritesky A.: Gefesversuche zur Ermittlung der Schadgrenzen auf den Einsatz von Abfallstoffen in der Landwirtschaft. Landw. Forsch. 29, 1976, 88.
- [9] Turski R., Baran S.: Metale ciężkie w glebach użyźnianych osadem ściekowym. I krajowa konferencja nt. Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa. Puławy 1978.
- [10] Wierzbicki J.: Wykorzystanie ścieków w rolnictwie i leśnictwie. PWRiL, Warszawa 1963.
- [11] Metody badań laboratoryjnych w Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Cz. I. Badanie gleb. Wyd. COMN-IUNG, Wrocław 1969.

Э. РОШЫК, З. СТРОЕК, С. РОШЫК

ОПЫТ В СОСУДЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДЕЙСТВИЯ ШЛАМА СТОЧНЫХ ВОД ИЗ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ СТОЧНЫХ ВОД Г. ЧЕНСТОХОВА

Институт агрохимии, почвоведения и микробиологии,
Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

При проведении опыта в сосуде изучали на фоне дифференцированного минерального удобрения влияние шлама сточных вод, полученного из центрального очистителя сточных вод г. Ченстохова, на количество и качество урожая овса и последующей культуры — горчицы.

Опытом доказано положительное действие шлама, особенно на рост урожая овса, однако, прежде всего при добавочном калийном удобрении. Применение шлама отрицательно повлияло на химический состав растений вследствие повышения в надземной части растений концентрации цинка и никеля, а в меньшей степени свинца и кадмия. Не установлено визимого влияния дифференцированного минерального удобрения на содержание металлов в опытных растениях.

Полученные результаты доказывают, что оценку удобрительного достоинства шламов нельзя опирать единственно на учет роста урожая, обходя вниманием их качество.

E. ROSZYK, Z. STROJEK, S. ROSZYK

POT EXPERIMENT ON THE EFFECT OF SLUDGE FROM THE CENTRAL WASTE WATER TREATMENT PLANT IN CZĘSTOCHOWA

Institute of Agricultural Chemistry, Soil Science and Microbiology,
Agricultural University of Wrocław

Summary

A pot experiment on the effect of sludge from the Central Waste Water Treatment Plant in Częstochowa against the background of differentiated mineral

fertilization on quantity and quality of the yield of oats and of mustard as an aftercrop was carried out.

In the experiment a favourable sludge effect on the oat yield increments, particularly at an additional potassium fertilization, has been proved. However the sludge affected unfavourably the chemical composition of plants, leading to a growth of the zinc and nickel concentration and to a less degree of the lead and cadmium concentration in aboveground parts of the plants. On the other hand, no distinct effect of the differentiated mineral fertilization on the content of metals in experimental plants has been proved.

The results obtained allow to conclude that the fertilizing value estimation of sludge cannot be done exclusively on the basis of the growth of yields, not taking into consideration their quality.

*Prof. dr Eligiusz Roszyk
Instytut Chemii Rolniczej,
Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR
Wrocław, ul. Grunwaldzka 53*