

RYSZARD TURSKI, STANISŁAW BARAN, TADEUSZ FILIPEK
URSZULA KUKIER

MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA W ROLNICTWIE WYBRANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA PRZYKŁADZIE STĘŻENIA METALI CIĘŻKICH W ROŚLINACH

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej
Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Wraz z rozwojem przemysłu i urbanizacji wytwarzana jest znaczna ilość różnorodnych odpadów. Dla ich składowania zajmuje się często tereny przydatne dla rolnictwa, zanieczyszcza się środowisko i narusza naturalny obieg materii przez bezużyteczną koncentrację często wartościowych odpadów. Większość odpadów, pochodzących z przerobu surowców rolnych, jest zasobna w substancję organiczną i składniki mineralne, które umiejętnie użyte mogłyby być wykorzystane na przykład do nawożenia gleb [4, 7]. Jednakże użycie odpadów do nawożenia gleby musi być poprzedzone oceną ich jakości [1, 2, 6, 8]. Jedną z form takiej oceny jest stwierdzenie zawartości metali ciężkich, gdyż ich nadmiar jest dla roślin trujący i może dyskwalifikować odpad jako substancję użyźniającą mimo dużej zawartości substancji organicznej.

Tego typu ocen różnych odpadów dokonuje od kilkunastu lat Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej AR w Lublinie, współpracując z Instytutem Kształtowania Środowiska w Warszawie.

METODYKA BADAŃ I CHARAKTERYSTYKA OSADÓW

W niniejszej publikacji przedstawiono badania osadów ściekowych z miejskich oczyszczalni: mechanicznych (Lublin, Puławy), mechaniczno-biologicznej (Kraśnik) oraz z dwu oczyszczalni przemysłowych — z Zakładów Azotowych w Puławach i Zakładów Garbarskich w Lubartowie [9]. Osadów tych użyto w doświadczeniu wazonowym stosując je w mieszaninie z piaskiem kwarcowym w następującym stosunku: 100, 25,0, 10,0, 7,5, 5,0 i 2,5. Prócz tego do każdego wazonu dano 500 mg nawozów NPK w proporcjach 1 : 0,5 : 1. Każdą kombinację powtórzono 3-krotnie. Jako roślin testowych użyto rzodkwi oleistej i kupkówki.

Do każdego wazonu wysiano 20 nasion rzodkwi. Z chwilą osiągnięcia przez rośliny 25 cm wysokości zebrano je i zasiano kupkówkę. Tę z kolei zbierano dwukrotnie, gdy osiągnęła 15 cm wysokości.

Kontrolę stanowiły trzy wazon: jeden wypełniony piaskiem, drugi piaskiem nawożonym NPK tak samo jak inne wazon i trzeci wypełniony glebą z poziomu A₁ również nawożoną NPK.

Wazon podlewano wodą destylowaną utrzymując wilgotność na poziomie 60% pojemności wodnej.

Analizy laboratoryjne wykonano w osadach i roślinach. Zawartość makroelementów oznaczono ogólnie przyjętymi metodami, natomiast mikroelementów — metodą spektrograficzną [3].

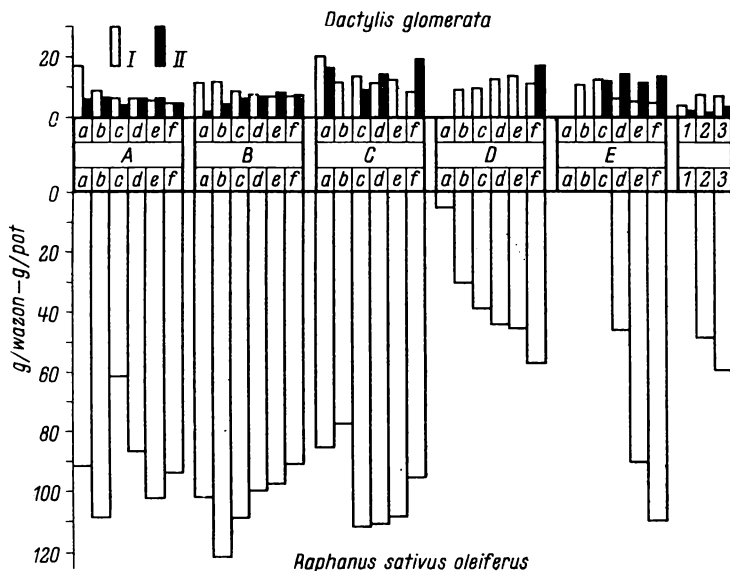
Wszystkie badane osady odznaczały się odczynem obojętnym lub zasadowym, co czyni je przydatnymi do stosowania na kwaśne z reguły gleby wytworzone z piasków. Osady komunalne zawierają znaczne ilości materii organicznej, która nawet w stanie nie przerobionym odznacza się korzystnym stosunkiem C : N, gwarantującym prawidłowy rozkład mikrobiologiczny wniesionej masy. Wzięte do doświadczeń osady są zasobne w większość makroelementów, jedynie osady przemysłowe zawierają mało fosforu. Zawartość mikroelementów jest wyraźnie zróżnicowana. W wysokich stężeniach występują Pb, Zn, Cr, Ni, Mo. Poza wymienionymi pierwiastkami zasobny w kadm był osad ściekowy Lublina, a w chrom — osady przemysłowe.

WYNIKI BADAŃ

Z zamieszczonych danych wynika, że wyjątkowo korzystnie na plon wpłynęło wniesienie do piasku komunalnych osadów ściekowych (rys. 1, tab. 2 i 3). W każdym przypadku plony były wyższe nawet od takich, które zebrano z gleby w kulturze. Przy różnej wielkości dawkach osadów ściekowych nie stwierdzono znacniejszego zróżnicowania plonów rzodkwi. Najwyższe plony uzyskano w wazonach z 25- lub 10-procentowym dodatkiem osadu. Osady przemysłowe nie dały w zasadzie wyżki plonów, nawet w stosunku do piasku nawiezonego nawozami mineralnymi. Przy wyższych dawkach rzodkiew oleista ginęła, a często wręcz nie kiełkowała.

Mniejsze zróżnicowanie plonów w stosunku do kontroli otrzymano w przypadku kupkówki. Ogólnie można stwierdzić, że, pomijając osad przemysłowy z Puławskich Zakładów Azotów, wyższe plony kupkówki uzyskano z wazonów z wyższymi dawkami osadów.

Z zawartości metali ciężkich w roślinach wynika, że koncentracja jest na ogół wyższa niż w roślinach z wazonów kontrolnych. Biorąc pod uwagę obowiązujące normy w żadnym przypadku uzyskana masa roślinna nie nadaje się do spożycia. Dlatego propagując użycie surowych osadów jako materiałów meliorujących gleby orne należy zachować



Plonowanie roślin w doświadczeniu wazonowym

stosowane odpady: A — komunalne z Kraśnika, B — komunalne z Lublina, C — komunalne z Puław, D — przemysłowe z Puławskich Azotów, E — garbarskie z Lubartowa; wazony kontrolne: I — plon wazonu z piaskiem, 2 — plon wazonu z piaskiem + 500 mg NPK (1 : 0, 5 : 1), 3 — plon wazonu z glebą w kulturze; dawki osadu: a — 200%, b — 25%, c — 10%, d — 7,5%, e — 5%, f — 2,5%; I — pierwszy zbiór, II — drugi zbiór

Yields of crops in the pot experiment

sludge kinds applied: A — municipal from Kraśnik, B — municipal from Lublin, C — municipal from Puławy, D — industrial from Puławy Nitrogen Works, E — tannery from Lubartów; control pots: 1 — yield from the pot with sand, 2 — yield from the pot with sand + 500 mg NPK (1 : 0, 5 : 1), 3 — yield from the pot with soil in culture; sludge rates: a — 100%, b — 25%, c — 10%, d — 7.5%, e — 5%, f — 2.5%; I — first yield, II — second yield

dużą ostrożność. Zawartość pierwiastków w nawożonych roślinach zależy od rodzaju osadu, dawki, w jakiej został on użyty, i gatunku rośliny. Z uzyskanych danych wynika, że surowe osady przemysłowe, szczególnie w dużych dawkach, nie powinny być stosowane pod rośliny zużywane na paszę. Przy uprawie rzodkwi zawartość metali ciężkich wskazuje, że jedynie najniższa dawka osadów przemysłowych może być w tym przypadku brana pod uwagę, oczywiście jeśli to się opłaca z punktu widzenia ekonomicznego.

Zawartość pierwiastków w plonach następnej rośliny, to jest kupkówki, jest już znacznie niższa, przy czym ilość metali ciężkich zmniejsza się wraz z dawką osadu.

Bardziej przydatne do wykorzystania są osady komunalne. W przypadku kupkówki stosowane dawki mogły być nawet stosunkowo wysokie, w granicach do 10% ogólnej masy gleby. Są to ilości, które nie wywoływały istotnego wzrostu zawartości metali ciężkich w roślinach analizowanych we wcześniejszych doświadczeniach [5, 9]. Zawartość

T a b e l a 1

Niektóre właściwości chemiczne badanych osadów
Some chemical properties of the sludges tested

Osady ściekowe Waste water sludges	pH			Popiel- ność Ash content %	C:N	Makroelementy-% Macroelements - %				Mikroelementy - mg/kg s.m. Microelements - mg/kg of d.m.								
	H ₂ O	KCl	EtCl ₂			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Pb	Zn	Cu	Mn	Cd	Cr	Ni	B	Mo
A - komunalny z Kraśni- ka A - municipal from Kraśnik	7,1	7,1	6,7	49,1	23,3:1	1,68	0,19	5,54	0,17	145	4800	246	982	6	312	86	57	3
B - komunalny z Lubli- na B - municipal from Lublin	7,0	7,0	6,7	61,2	10,5:1	2,06	0,16	9,20	0,76	95	6116	306	642	12	486	70	30	2
C - komunalny z Puław C - municipal from Puławy	6,7	6,6	6,0	45,7	10,2:1	5,74	0,08	2,70	0,32	48	4500	228	137	1	55	10	7	1
D - przemysłowy z Azo- tów Puławskich D - industrial from Puławy Nitrogen Works	8,3	3,1	7,5	83,9	-	0,16	0,11	14,40	0,88	46	250	213	1067	1	93	339	5	9
E - garbarski z Lu- bartowa E - tannery from Lu- bartów	7,6	7,5	6,6	53,4	-	0,11	0,22	6,80	0,25	22	61.	21	536	1	1680	17	13	2

Tabela 2

Zawartość Pb, Zn, Cu, Cr, Ni w rzodkwi oleistej
The Pb, Zn, Cu, Cr and Ni content in *Raphanus sativus oleiferus* Rechenb

	Kombinacja Treatments	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni
		ppm				
- Piasek - sand	Kontrola	3	32	6	2	3
- Piasek + NPK - sand + NPK	Control	3	57	5	19	9
- Gleba uprawna - cultivated soil		5	124	8	9	4
A - osad ściekowy z Kraśnika A - waste water sludge from Kraśnik	a	8	453	24	9	7
	b	9	375	15	12	10
	c	24	361	12	10	10
	d	8	341	16	17	13
	e	5	316	14	10	9
	f	5	307	12	20	6
B - osad ściekowy z Lublina B - waste water sludge from Lublin	a	13	399	34	13	16
	b	7	393	18	16	13
	c	6	332	13	13	11
	d	8	343	14	14	11
	e	8	360	15	13	13
	f	6	374	15	17	12
C - osad ściekowy z Puław C - waste water sludge from Puławy	a	19	624	44	26	14
	b	8	480	24	28	11
	c	6	346	16	10	6
	d	4	275	16	8	4
	e	6	267	14	7	4
	f	3	163	11	7	3
D - osad przemysłowy z Azotów Puławskich D - industrial waste water sludge from Puławy Nitrogen Works	a	12	-	92	17	25
	b	6	-	59	3	20
	c	15	-	46	14	18
	d	6	-	25	50	26
	e	11	-	28	24	16
	f	11	173	14	11	14
E - osad garbarski z Lubartowa E - industrial waste water sludge from Tannery Plant at Lubartów	a	-	-	-	-	-
	b	-	-	-	-	-
	c	-	-	-	-	-
	d	2	-	4	17	-
	e	4	140	7	30	8
	f	5	75	6	7	4
Dawki osadu - Sludge rate: a - 100%, b - 25%, c - 10%, d - 7,5%, e - 5%, f , 2,5%						

metali ciężkich w rzodkwi nie pozwala na tak zdecydowane stwierdzenia. Dla obu roślin wymaga odrębnego przeanalizowania znaczna ilość w nich cynku, zawartość którego, zgodnie z danymi z piśmiennictwa, jest wysoka.

Na podstawie przeprowadzonych wstępnych badań, można wyprowadzić następujące uogólnienia:

1. Zawartość metali ciężkich w roślinach jest lepszym kryterium

Zawartość Pb, Zn, Cu, Cr, Ni w kupkówe w ppm - The Pb, Zn, Cu, Cr and Ni content in *Dactylis glomerata* L. in ppm

	Kombinacja Treatment	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		Kupk. I Dact. I	Kupk. II Dact. II	Kupk. I Dact. I	Kupk. II Dact. II	Kupk. I Dact. I	Kupk. II Dact. II	Kupk. I Dact. I	Kupk. II Dact. II	Kupk. I Dact. I	Kupk. II Dact. II
- Piasek - Sand	Kontrola	6	4	56	80	15	26	40	4	13	11
- Piasek + NPK - Sand + NPK	Control	6	4	74	256	21	16	76	7	17	10
- Gleba uprawna - Cultivated soil		4	4	140	190	20	12	15	7	6	9
A - Osad ściekowy z Kraśnika	a	36	3	239	287	59	31	13	6	10	11
A - Waste water sludge from Kraśnik	b	5	3	240	317	43	22	5	5	8	8
	c	4	4	152	342	14	17	5°	8	4	8
	d	8	3	165	318	24	19	27	6	6	7
	e	3	4	130	323	11	26	36	6	5	7
	f	4	3	237	370	20	21	19	14	8	8
B - Osad ściekowy z Lublina	a	18	8	299	258	90	36	26	29	24	23
B - Waste water sludge from Lublin	b	9	6	311	232	72	36	22	14	19	19
	c	4	3	98	168	28	21	28	6	8	10
	d	3	2	100	147	21	19	8	6	8	10
	e	5	3	124	208	25	19	26	7	8	12
	f	4	3	154	238	23	20	18	7	10	11
C - Osad ściekowy z Puław	a	6	3	226	140	30	27	6	6	5	4
C - Waste water sludge from Puławy	b	5	-	219	-	24	-	9	-	7	-
	c	5	4	150	252	46	34	5	7	7	7
	d	2	3	84	224	23	25	8	6	4	6
	e	3	-	84	-	29	-	10	-	5	-
	f	3	3	113	184	19	26	14	11	6	7
D - Osad przemysłowy z Azotów Puławskich	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D - Industrial waste water sludge from Puławy Nitrogen Works	b	7	-	36	-	63	-	42	-	26	-
	c	6	-	105	-	66	-	20	-	16	-
	d	6	-	151	-	43	-	14	-	14	-
	e	7	-	138	-	53	-	21	-	14	-
	f	8	-	179	-	30	-	13	-	7	-
E - Osad garbarski z Lubartowa	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E - Industrial waste water sludge from Tannery Plant at Lubartów	b	7	-	99	-	16	-	77	-	5	-
	c	3	2	140	77	14	14	47	49	6	3
	d	3	2	115	88	13	13	15	9	4	3
	e	7	3	205	151	31	25	36	24	7	4
	f	5	1	94	71	21	11	14	9	5	3

od ilości pozyskiwanej biomasy przy ocenie możliwości stosowania osadów jako substancji użyźniającej piaski i gleby piaszczyste.

2. Osady ściekowe stanowią dobrą substancję melioracyjną na uprawianych glebach lekkich. Jednakże ze względu na koncentrację metali ciężkich zarówno dawki osadów, jak i plony powinny być ściśle kontrolowane. Orientacyjnie można przyjąć, że dawka osadów ze ścieków komunalnych nie powinna przekraczać 10% ogólnej masy gleby z poziomu, do którego osad został wniesiony. Plony roślin uprawianych na tak nawożonej glebie mogą być użyte na pasze lub do konsumpcji, ale po zbadaniu poziomu zawartych w nich metali.

3. Osady ściekowe mogą dać dobre rezultaty jako materiał użyźniający obszary o zniszczonych glebach, zwłaszcza tam, gdzie rośliny na nich rosnące nie służą bezpośrednio czy pośrednio jako pasza (zadrzewienia).

W mniejszych dawkach osady te są przydatne przy poprawie właściwości rekultywowanych obszarów przeznaczonych pod zadarnienia, na przykład terenów rekreacyjnych.

LITERATURA

- [1] Cebula J.: Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa. Materiały I Krajowej Konferencji, Puławy 1978, 215-222.
- [2] Czyżyk F.: Opracowanie wstępnych zasad przygotowania i rolniczego wykorzystania osadów ściekowych. IMUZ, Wrocław 1973.
- [3] Gliński J., Baran S.: Wzbudzenie materiałów rolniczych w spektralnej analizie emisyjnej. Probl. Agrof. 1974 nr 12.
- [4] Hussy H.: Landtechnik Jg. 29, 1974.
- [5] Siuta J.: Zastosowanie mas odpadowych do kształtowania rzeźby terenu, rekultywacji gruntów i użyźniania gleby. Materiały z konferencji nt. „Surowce wtórne”, Warszawa 1978.
- [6] Siuta J. i in.: Opracowanie sposobu rolniczej utylizacji osadów ściekowych dla prawobrzeżnej Warszawy. Sprawozdanie z badań, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1976.
- [7] Siuta J. i in.: Ochrona i rekultywacja gleb. PWRiL, Warszawa 1978.
- [8] Turski R. i in.: Zmiany chemicznych właściwości gleb i roślin w warunkach stosowania osadów ściekowych i odpadów do rekultywacji i użyźniania gleb. Sprawozdanie z badań AR Lublin, 1976 (materiał powielony).
- [9] Turski R. i in.: Charakterystyka występowania oraz chemiczne właściwości istniejących i przewidywanych odpadów przemysłowych i osadów ściekowych na obszarze przyrodniczego oddziaływania ALZW. Sprawozdanie z badań AR Lublin, 1978 (materiał powielony).

Р. ТУРСКИЙ, С. БАРАН, Т. ФИЛИПЕК, У. КУКЕР

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ НЕКОТОРЫХ
ШЛАМОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ

Институт почвоведения и агрохимии,
Сельскохозяйственная академия в Люблине

Резюме

Для исследований были использованы шламы из городских очистителей сточных вод:

- механических (город Люблин и Пулавы),
- механическо-биологических (Красник),

а также из двух промышленных очистителей: Азотного комбината в Пулавах и Кожевенного завода в Любартове.

Шламы смешивались в различных соотношениях с кварцевым песком и смеси эти использовались в вегетационных опытах. Сосуды были обсеяны *Raphanus sativus oleiferus* Richenb. Когда растения в сосудах выросли до 25 см высотой, они были сняты, после чего посеяли *Dactylis geomerata* L. В урожае названных растений было определено содержание тяжелых металлов. По результатам исследований, представленных в таблицах и рисунках, можно сделать следующие выводы:

1. Содержание тяжелых металлов является лучшим критерием от количества получаемой биомассы при оценке возможности применения шламов как вещества удобряющего пески и песчаные почвы.

2. Шламы из сточных вод являются хорошим удобрением на возделываемых легких почвах. Однако, ввиду концентрации тяжелых металлов, дозы шлама также как и урожаи необходимо подвергать строгому контролю. Ориентировочно можно принять, что доза шламов из коммунальных сточных вод не должна превышать 10% от общей массы почвы, в которую вносится шлам. Урожаи растений, возделываемых на удобряемой таким образом почве, могут быть использованы на корм скоту или в пищу, но после исследования уровня содержащихся в них металлов.

3. Шламы сточных вод могут давать хорошие результаты как удобряющий материал на территориях с разрушенными почвами, особенно там, где растения не будут использованы непосредственно или посредственно на корм скоту (древесные насаждения).

В меньших дозах эти шламы могут оказаться пригодными для улучшения свойств рекультивированных территорий, предназначенных под задержание, например, мест отдыха.

R. TURSKI, S. BARAN, T. FILIPEK, U. KUKIER

POSSIBILITY OF USING IN AGRICULTURE CHOSEN WASTE
WATER SLUDGES AS EXEMPLIFIED BY THE CONCENTRATION
OF HEAVY METALS IN PLANTS

Department of Soil Science and Agricultural Chemistry,
Agricultural University of Lublin

Summary

Waste water sludges from municipal waste water treatment plants
— mechanical (in Lublin, Puławy) and
— mechanico-biological (at Kraśnik)

as well as from two industrial waste water treatment plants: of Nitrogen Works at Puławy and Tannery Plant at Lubartów, were used in the respective investigation.

The sludges were mixed at different ratios with quartz sand and these mixtures were used in pot experiments. Pots were sown with *Raphanus sativus oleiferus* Rechenb. Upon reaching by plants the height of 25 cm they were harvested and instead *Dactylis glomerata* was sown. The content of heavy metals in the plants was determined. The results presented in Tables and Figures allow to draw the following conclusions:

1. The content of heavy metals in plants is a better criterion than the amount of biomass obtained, at estimation of possibility of the sludge application as a fertilizing material on sands and sandy soils.

2. Waste water sludges are a good material for amelioration of cultivated light soils. However, both sludge rates and yields ought to be precisely controlled in view of concentration of heavy metals. It can be assumed preliminarily that the rate of sludges of municipal waste waters should not exceed 10% of the total bulk of soil in the horizon to which the sludge was brought in. The yields of crops cultivated on such fertilized soil can be used for fodder or consumption after establishment of the level of metals contained in them.

3. Waste water sludges can give good results as a fertilizing material for devastated soils, particularly when the plants growing on them will not be used directly or indirectly as fodders (tree plantings).

Sludges applied in lower rates can be used for improvement of properties of recultivated areas, designated for sodding (particularly recreational areas).

Prof. dr Ryszard Turcki
Instytut Gleboznawstwa
i Chemii Rolnej AR
Lublin, ul. Leszczyńskiego 7

