

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH
DO UŻYŻNIANIA GLEB I REKULTYWACJI WYROBISK POPIASKOWYCH

Ryszard Turski, Stanisław Baran, Tadeusz Filipek

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej AR w Lublinie

Duże i stale postępujące zmiany tempa i sposobu wytwarzania oraz konsumpcji dóbr materialnych coraz bardziej zmieniają naturalną ewolucję środowiska przyrodniczego. Przyczynia się do tego w znacznej mierze ekspansywna, czasami niekontrolowana w zakresie technologii wytwarzania, działalność człowieka, co powoduje systematyczny wzrost emisji różnego rodzaju zanieczyszczeń oraz powstawanie znacznej ilości odpadów [1, 3, 5, 10, 11]. Odpady bowiem charakteryzują się na ogół zróżnicowanym składem mineralnym, co przy nieracjonalnej gospodarce (składowanie na wysypiskach) przyczynia się do zachwiania równowagi jonowej w środowisku [9]. Jeśli uwzględnić jeszcze nieracjonalną gospodarkę zasobami substancji organicznej, to areał gleb zdegradowanych systematycznie rośnie. Uwzględniając ponadto ubytek gleb na cele nierolnicze, to przy stale rosnącym zapotrzebowaniu na produkty żywnościowe, nasila się potrzeba ochrony i właściwego użytkowania zasobów przyrody, a także przywracania do produkcji rolniczej gleb wyłączonej z naturalnego obiegu [10].

Jednym ze sposobów realizacji tych założeń jest stosowanie osadów w rolnictwie bądź przyrodnicze ich wykorzystanie. Przeszkodą uniemożliwiającą takie zagospodarowanie może być nadmierna zawartość w nich substancji szkodliwych, a szczególnie metali ciężkich. Stąd w Instytucie Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie podjęto przy współpracy z IKŚ w Warszawie badania, których celem jest ocena rolniczego, bądź przyrodniczego wykorzystania osadów. Za podstawę tej oceny przyjęto zawartość metali ciężkich w środowisku, w którym stosowano osady.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w układzie doświadczeń lizymetrycznych i poletkowych. Doświadczenia lizymetryczne założono na Stacji Doświadczalnej IKŚ w Choszczówce z osadami ściekowymi z różnych oczyszczalni w Polsce (tab. 1). Były to prostopadłościennymi pojemniki winidurowe o wymiarach: 40 × 40 × 50 cm, z których jeden wypełniono samym osadem ściekowym, zaś trzy mieszaniną 5% osadu i 95% piasku [5]. We wszystkich uprawiano kukurydzę, którą zbierano w różnych stadiach dojrzałości.

Doświadczenia poletkowe założono w Pruszkowie. Do poprawy właściwości luźnych gleb bielicoziemnych, będących nieużytkiem, zastosowano osad ściekowy z miejscowej, przemysłowo-miejskiej oczyszczalni ścieków w następujących kombinacjach:

- 1 - 0 - bez osadu,
- 2 - 50 t s.m. osadu na ha,
- 3 - 100, 4 - 200, 5 - 300 t s.m. osadu na ha,
- 6 - 500, 7 - 750, 8 - 1000 t s.m. osadu na ha.

Osad wymieszano z glebą do głębokości 35 cm za pomocą pługofrezarki, po czym przystąpiono do uprawy roślin polowych oraz traw pastewnych. Do badań analitycznych pobrano próby gleb z głębokości 0-25 i 40-60 cm oraz próby uprawianych roślin. Dokonano również analizy zawartości metali w wątrobie szczurów żywionych ziemniakami z poletek nawożonych wymienionymi wyżej dawkami osadu ściekowego¹.

Zawartość składników mineralnych w osadach, glebach i roślinach oznaczono metodą spektrograficzną [7]. Część wyników opracowano statystycznie, stosując metodę analizy wariancji.

WYNIKI BADAŃ

Zawartość metali w badanych osadach ściekowych

Zawartość ołowiu w osadach ściekowych była różna i wahała się od 18 do 1061 mg/kg (tab. 1). Najwięcej tego składnika za-

¹Doświadczenia te przeprowadzono w ramach współpracy z Instytutem Medycyny Pracy i Higieny Wsi w Lublinie.

T a b e l a 1

Zawartość Pb, Zn, Cu w badanych osadach ściekowych w mg/kg

Osady ściekowe	Pb	Zn	Cu
Gdańsk „Zaspa”	<u>86</u> 145-58	<u>2248</u> 4867-1345	<u>278</u> 683-154
Poznań	<u>114</u> 150-79	<u>2568</u> 3404-2037	<u>872</u> 1498-517
Piotrków Trybunalski	<u>59</u> 94-49	<u>6863</u> 10973-6028	<u>857</u> 1812-411
Lublin	<u>101</u> 141-63	<u>1604</u> 1857-1435	<u>303</u> 566-229
Łowicz	<u>94</u> 119-56	<u>1580</u> 2324-645	<u>242</u> 560-109
Częstochowa	<u>202</u> 340-134	<u>1558</u> 2152-297	<u>258</u> 367-64
Chełm	<u>65</u> 90-42	<u>977</u> 1245-573	<u>110</u> 168-72
Rakoniewice	<u>470</u> 718-72	<u>2555</u> 3062-2139	<u>156</u> 232-107
Skarżysko Kamienna	<u>69</u> 116-38	<u>4174</u> 5666-1838	<u>363</u> 560-130
Puławny	<u>34</u> 62-18	<u>617</u> 882-400	<u>72</u> 140-38
Konin	<u>59</u> 77-44	<u>1481</u> 1836-550	<u>104</u> 184-62
Starachowice	<u>251</u> 469-150	<u>4653</u> 5658-3725	<u>224</u> 290-182
Kraśnik	<u>103</u> 122-81	<u>1880</u> 2267-1241	<u>189</u> 248-146
Świdnik	<u>69</u> 102-54	<u>2601</u> 4029-1436	<u>215</u> 262-148
Wołomin	<u>136</u> 221-70	<u>1737</u> 2412-771	<u>1022</u> 1842-195
Olsztyn	<u>54</u> 65-42	<u>583</u> 694-474	<u>116</u> 172-60
Płock	<u>144</u> 187-84	<u>3096</u> 5000-180	<u>191</u> 280-106

Osady ściekowe	Pb	Zn	Cu
Żyrardów	<u>32</u> 46-26	<u>959</u> 1596-85	<u>598</u> 1000-245
Sarżyna	<u>119</u> 145-92	<u>759</u> 1294-219	<u>128</u> 178-77
Pruszków	<u>1061</u> 2138-187	<u>3139</u> 4666-283	<u>514</u> 1306-89
Piaseczno	<u>107</u> 136-86	<u>4801</u> 8954-365	<u>671</u> 1483-102
Kielce	<u>64</u> - -	<u>1138</u> - -	<u>102</u> - -
Odpady komunalne rozdrobione	<u>210</u> 246-173	<u>709</u> 1269-149	<u>182</u> 246-117
Ostrowiec Św.	<u>119</u> 132-103	<u>1461</u> 1692-1332	<u>178</u> 190-159

Licznik - wartości średnie.

Mianownik - wartości ekstremalne.

wierały osady z oczyszczalni Pruszków (1061 mg/kg), Rakoniewice (470 mg/kg), Starachowice (251 mg/kg) i Częstochowa (202 mg/kg), w których około 50% oczyszczanych ścieków pochodziło z przemysłu maszynowego, hutniczego czy skórzanego. Stosunkowo mało ołowiu zawierały osady z Żyrardowa (32 mg/kg) i Puław (34 mg/kg), gdzie łącznie z komunalnymi oczyszczano ścieki przemysłu spożywczego.

Badane osady ściekowe zawierały od 85 do 10 973 mg/kg cynku, średnio 2 239 mg/kg. Osady z oczyszczalni z Piotrkowa Trybunalskiego, Skarżyska Kamiennej, Starachowic i Piaseczna, przerabiających oprócz bytowo-gospodarczych ścieki przemysłu metalowego zawierały powyżej 4 000 mg/kg Zn. Osady z oczyszczalni: Puławy, Chełm, Olsztyn, przerabiających ścieki komunalne i przemysłu spożywczego zawierały natomiast znacznie mniejsze ilości tego składnika - z reguły poniżej 1000 mg/kg. Podobna zależność wystąpiła w zawartości miedzi. W osadach powstałych ze ścieków komunalnych oraz przemysłu metalowego i hutniczego zawartość miedzi była wysoka i często przekraczała 1000 mg/kg. Oczyszczanie razem z komunalnymi ścieków z przemysłu spożywczego nie spowodowało zwiększenia zawartości Cu w osadach.

T a b e l a 2

Analiza wariancji zawartości Pb, Zn, Cu w glebach,
w warunkach stosowania osadów ściekowych

Źródło zmienności	Pb	Zn	Cu
Dawka	+	+	+
Lata	+	+	+
Głębokość	+	+	-

+ różnice istotne - różnice nieistotne (p - 0,05)

Średnia zawartość Pb

a) dla dawek \bar{y} , NIR - 129, 56

\bar{y}_1 -31,62; \bar{y}_2 -59,75; \bar{y}_3 -71,38; \bar{y}_4 -85,38; \bar{y}_5 -147,75; \bar{y}_6 -295,38;
 \bar{y}_7 -243,63; \bar{y}_8 -572,38

b) w latach: \bar{x} ; NIR - 112,28

\bar{x}_1 -326,81; \bar{x}_2 -313,44; \bar{x}_3 -58,56; \bar{x}_4 -54,81

c) dla głębokości: \bar{z} , NIR - 104,09

\bar{z}_1 -244,97; \bar{z}_2 -132,84

Średnia zawartość Zn

a) dla dawek: \bar{y} ; NIR - 94,49

\bar{y}_1 -151,38; \bar{y}_2 -142,63; \bar{y}_3 -171,63; \bar{y}_4 -188,63; \bar{y}_5 -209,99;
 \bar{y}_6 -294,25; \bar{y}_7 -263,63; \bar{y}_8 -351,25

b) w latach: \bar{x} ; NIR - 45,47

\bar{x}_1 -294,0; \bar{x}_2 -243,81; \bar{x}_3 -201,88; \bar{x}_4 -146,94

c) dla głębokości: \bar{z} ; NIR - 29,22

\bar{z}_1 -252,88; \bar{z}_2 -190,44

Średnia zawartość Cu

a) dla dawek: \bar{y} ; NIR - 11,60

\bar{y}_1 -4,88; \bar{y}_2 -6,53; \bar{y}_3 -7,63; \bar{y}_4 -8,75; \bar{y}_5 -14,88; \bar{y}_6 -24,75;
 \bar{y}_7 -18,63; \bar{y}_8 -22,38

b) w latach: \bar{x} , NIR - 6,81

\bar{x}_1 -20,31; \bar{x}_2 -19,69; \bar{x}_3 -7,06; \bar{x}_4 -7,19

Zawartość metali w glebach nawożonych osadem ściekowym

Nawożenie gleb osadem ściekowym, powoduje zmiany w zawartości badanych metali ciężkich (tab. 2). Zależność ta związana jest z wielkością zastosowanej dawki osadu, a także z rodzajem pierwiastka. Po zastosowaniu osadu obserwuje się w warstwie, do której go wprowadzono, wzrost stężeń metali, w porównaniu z kontrolą. Wzrost ten do dawek: dla ołowiu i miedzi - 300 t/ha, dla cynku - 200 t/ha osiąga zbliżone wartości, a istniejące między nimi różnice są nieistotne. Po zastosowaniu dawek większych, koncentracje istotnie rosną - proporcjonalnie do wielkości dawki. Wzrost zawartości metali w glebach po zastosowaniu osadu ściekowego nie jest trwały, o czym świadczy równomierny i istotny spadek ich stężeń niezależnie od dawki w pierwszych trzech badanych latach. W dalszych latach zmniejszenie zawartości było już nieistotne. Nie stwierdzono jednak, aby spadek stężeń badanych metali, z wyjątkiem cynku, wynikał z przemieszczenia ich w głąb profilu glebowego z przesiąkającą wodą [10].

Zawartość metali w roślinach uprawianych przy zastosowaniu osadów ściekowych

Efektom nawożenia gleb osadami jest ewidentny wzrost plonów uprawianych roślin (tab. 5). Oprócz tej niewątpliwie korzystnej zmiany obserwuje się również zmianę stężenia metali ciężkich w roślinach. Zmiany te zależą od jakości stosowanego osadu ściekowego oraz jego dawki. Odmienny i różniący się wpływ osadów wynika przede wszystkim z różnej zawartości metali ciężkich w samych osadach (tab. 1). Większe ilości metali w roślinach stwierdzono po zastosowaniu osadów przemysłowych (szczególnie przemysłu metalowego), niż komunalnych. Różnice w oddziaływaniu osadów komunalnych wynikają z wielkości ośrodków miejskich, w których one powstają, a na to składa się struktura i jakość oczyszczanych ścieków, np. większe stężenie metali daje osad z Lublina niż z Puław (tab. 3).

Zawartość metali w roślinach zależy również od dawek osadów ściekowych. Na przykład wzrost dawki osadów ściekowych powodował równoczesny wzrost stężeń metali w kukurydzy (tab. 3), z tym że zależność ta w głównej mierze dotyczyła cynku, zaś w znacznie mniejszym stopniu ołowiu i miedzi. Zmiany zawartości metali ciężkich w roślinach pod wpływem dawek osadu ściekowego modyfi-

T a b e l a 3

Zawartość Pb, Zn, Cu w kukurydzy
z doświadczeń lizymetrycznych w Choszczówce.
Zbiór 31 07 80 (mg/kg)

Wyszczególnienie	Dawka osadu %	Pb	Zn	Cu
Gdańsk „Zaspa”	100	5	210	16
	5	6	146	18
Poznań	100	5	148	22
	5	5	127	11
Piotrków Trybunalski	100	5	206	16
	5	4	154	10
Lublin	100	14	204	16
	5	5	110	12
Łowicz	100	5	173	12
	5	7	80	8
Częstochowa	100	5	165	14
	5	6	136	11
Chełm	100	3	132	11
	5	3	117	10
Rakoniewice	100	5	246	16
	5	4	166	8
Skarżysko Kamienna	100	5	215	9
	5	5	151	8
Puławy	100	5	93	13
	5	4	45	7
Konin	100	6	194	9
	5	3	138	6
Starachowice	100	4	186	10
	5	7	222	10
Kraśnik	100	5	213	11
	5	4	167	8
Swidnik	100	3	179	14
	5	4	138	11
Wołomin	100	4	226	18
	5	6	167	23
Olsztyn	100	10	205	11
	5	3	110	7
Płock	100	3	193	11
	5	3	136	8
Żyrardów	100	8	194	29
	5	3	57	17
Sarzyna	100	8	233	11
	5	7	206	12

Wyszczególnienie	Dawka osadu (w %)	Pb	Zn	Cu
Pruszków	100	8	280	13
	5	7	238	11
Piaseczno	100	2	54	9
	5	4	62	12
Osady rozdrobnione	100	5	158	10
	5	2	79	8
Próba kontrolna	100	4	76	4

kwane są również przez gatunek, a także organ badanych roślin. Nie wszystkie różnice uzyskują jednak potwierdzenie statystyczne (tab. 5). W ziemniakach nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanych dawek osadów na zmiany stężeń badanych metali. W trawie natomiast, zależności te dotyczyły cynku i miedzi. Istotny wzrost stężeń cynku stwierdzono po zastosowaniu osadu w dawkach przekraczających 200 t/ha, zaś miedzi - 500 t/ha.

Zmiany stężeń metali w roślinach pod wpływem stosowania osadu ściekowego ilustruje również wskaźnik akumulacji (tab. 4), który dla większości badanych roślin oscyluje w granicach 1,1-1,9. Bardzo istotnym zjawiskiem obserwowanym w środowisku, w którym stosowano osady ściekowe, jest stwierdzony już w glebach, a potwierdzony również przez rośliny, systematyczny coroczny spadek stężeń badanych metali, obserwowany od momentu przeprowadzenia zabiegu (tab. 5).

Zawartość metali w wątrobie szczurów żywionych ziemniakami z pól nawożonych osadem ściekowym

Wykorzystanie jako paszy ziemniaków, uprawianych na polach użyźnianych osadem ściekowym, powoduje również zmiany stężeń metali w organizmach zwierząt, co stwierdzono na przykładzie wątroby (tab. 6). Największą zawartość ołowiu stwierdzono w kontroli, zaś w kombinacjach z osadem była ona około połowę mniejsza.

Największą zawartość cynku (130 mg/kg) stwierdzono w kombinacji z dawką 750 t/ha osadu, zaś wszystkie inne stężenia były niższe od kontroli (124 mg/kg). Największą zawartość miedzi (20,5 mg/kg) stwierdzono w kontroli, zaś w kombinacjach z osadem

T a b e l a 4

Przeciętna zawartość Pb, Zn, Cu (w mg/kg)
w różnych gatunkach i organach roślin z upraw,
gdzie stosowano osady ściekowe w dawce 200 t/ha
oraz wskaźnik akumulacji

Roślina	Organ	Pb	Zn	Cu	Wskaźnik akumulacji		
					Pb	Zn	Cu
Trawy pastewne	cz. zielone	8	174	13	1,8	1,8	2,3
Marchew	korzenie	2	105	6	1,9	4,9	1,5
Ziemniak	bulwy	1	55	10	2,2	1,3	1,5
Pszenica	ziarno	0,13	56	4	1,8	2,6	2,2
	słoma	5	112	5	1,6	2,3	1,1
Żyto	zielonka (kłoszenie)	1,1	38	6	1,1	1,9	1,3
	ziarno	0,13	30	3	1,3	7,4	1,1
Kukurydza	cz. zielone	2,9	144	7	2,3	7,6	1,3
	korzenie	36	787	65			
Gryka	cz. zielone	9	304 b	29	1,1	2,5	4,3
Rzodkiew oleista	cz. zielone	5	265	15	2,3	5,5	2,2

Wskaźnik akumulacji obliczono jako stosunek średniej zawartości w roślinach ze wszystkich kombinacji do występowania w roślinach kontrolnych.

stężenia te były zdecydowanie niższe i malały wraz ze wzrostem jego dawki. Takie zmiany stężeń metali naruszają między nimi proporcje, czego przykładem jest stosunek Zn:Cu. Stosunek ten rozszerzał się wraz ze wzrostem dawki osadu i największy jego wzrost przekroczył 50%.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość metali ciężkich w osadach jest różna i uzależniona od ich genezy. Zastosowanie osadów o wysokiej zawartości metali do nawożenia gleb,

T a b e l a 5

Analiza wariacji plonowania oraz zawartości Pb, Zn, Cu
w trawie i ziemniakach z upraw,
gdzie stosowano osad ściekowy

Źródło zmienności	Trawy				Ziemniaki		
	plon	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Dawki	+	-	+	+	-	-	-
Termin	+	+	+	+	-	+	+

+ różnice istotne,
- różnice nieistotne ($p = 0,05$).

Plonowanie traw

a) dla dawek: \bar{y} ; NIR - 12,22

$\bar{y}_1-25,78$; $\bar{y}_2-30,78$; $\bar{y}_3-37,22$; $\bar{y}_4-42,89$; $\bar{y}_5-47,78$; $\bar{y}_6-57,44$;
 $\bar{y}_7-70,44$; $\bar{y}_8-71,33$.

b) dla lat X; NIR - 5,68

$\bar{X}_1-52,46$; $\bar{X}_2-55,17$; $\bar{X}_3-36,25$

Średnia zawartość Pb

a) dla terminów: \bar{X} ; NIR - 7,11

$\bar{X}_1-6,88$; $\bar{X}_2-7,25$; $\bar{X}_3-12,00$; $\bar{X}_4-2,0$; $\bar{X}_5-6,5$

Średnia zawartość Zn

a) dla dawek: \bar{y} ; NIR - 70,94

$\bar{y}_1-59,20$; $\bar{y}_2-88,20$; $\bar{y}_3-145,00$; $\bar{y}_4-123,80$; $\bar{y}_5-132,40$; $\bar{y}_6-174,40$.
 $\bar{y}_7-163,00$; $\bar{y}_8-171,60$

b) dla terminów: X; NIR - 56,25

$\bar{X}_1-155,38$; $\bar{X}_2-174,88$; $\bar{X}_3-148,75$; $\bar{X}_4-87,50$; $\bar{X}_5-107,00$

Średnie zawartości Cu

a) dla dawek: \bar{y} ; NIR - 7,15

$\bar{y}_1-7,60$; $\bar{y}_2-9,40$; $\bar{y}_3-13,00$; $\bar{y}_4-12,60$; $\bar{y}_5-12,80$; $\bar{y}_6-13,80$;
 $\bar{y}_7-14,80$; $\bar{y}_8-18,40$

b) dla terminów: \bar{X} ; NIR - 5,04

$\bar{X}_1-14,75$; $\bar{X}_2-13,38$; $\bar{X}_3-14,13$; $\bar{X}_4-7,25$; $\bar{X}_5-14,50$

Średnia zawartość Zn w ziemniakach

a) w latach; X NIR - 15,13

$\bar{X}_1-85,38$; $\bar{X}_2-32,00$

Średnia zawartość Cu w ziemniakach

a) w latach: \bar{X} , NIR - 5,07

$\bar{X}_1-18,63$; $\bar{X}_2-9,00$

T a b e l a 6

Średnia zawartość Pb, Zn, Cu (w mg/kg)
oraz stosunek Zn:Cu w wątrobie szczurów żywionych dietą
z ziemniaków, pochodzących z upraw,
gdzie stosowano osad ściekowy

Dawka (w t/ha)	Pb	Zn	Cu	Współczynnik Zn/Cu
0	1,8	124	20,5	6,0
100	1,1	105	16,6	6,3
200	1,0	94	13,2	7,2
300	1,2	103	13,1	7,9
500	0,7	103	10,8	9,5
750	1,2	130	15,1	8,6
1000	0,7	90	9,2	9,8

powoduje wzrost ich stężeń w glebie, do której wprowadzono osad, z tym że do dawek wynoszących około 200 t/ha jest on w porównaniu z kontrolą nieistotny, zaś przy dawkach wyższych przyrost staje się wyraźny. Istotnym zjawiskiem stwierdzonym przy stosowaniu osadów jest systematyczny ubytek stężeń metali z nawożonych gleb. Wynika on prawdopodobnie z ich częściowego pobierania przez rośliny [4], częściowego przemieszczania się w głąb profilu [10], a także jak wykazały ostatnie badania, metylacji metali [12].

Wpływ stosowania osadów ściekowych jako substancji nawozowych na zawartość metali ciężkich w roślinach jest mniej wyraźny niż w glebach. Stwierdzone w nich stężenia oscylują w zakresie wartości przeciętnych bądź nieco podwyższonych [9, 11]. Na podstawie stężeń metali ciężkich w roślinach stwierdzono, że odpowiednią dawką jest 200 t/ha, co potwierdzają również inne badania [1, 8]. Uwidoczniają się tu wyraźne różnice w doborze dawek, przy uwzględnianiu miernika ilościowego - plonu (dawki 500-750 t/ha) i jakościowego - zawartości metali ciężkich. Mimo wysokich ilości pozyskiwanej biomasy, właściwe jest opieranie się na jej jakości, o czym świadczą również wyniki badań na zwierzętach. Uzyskane wyniki świadczą, że istnieje możliwość rolniczego, bądź przyrodniczego wykorzystania osadów, pod warunkiem przestrzegania zasad dawkowania oraz wykluczenia osadów o nadmiernej zawartości metali ciężkich.

LITERATURA

1. Anderson A.: Swed. J. Agricult. Res., 7, 1, 1977.
2. Baran S.: Ocena możliwości wykorzystania osadów ściekowych do nawożenia gleb lekkich na przykładzie stężeń metali ciężkich. Materiały II Uczelnianej Sesji Naukowej AR, Lublin 1980.
3. Boćko J.: Wiad. IMUZ, 3, 1, 1962.
4. Debruck J., Vömel A.: Landwirt. Forsch, 27/1, 1972.
5. Filipek T.: Wpływ osadów ściekowych na zawartość składników mineralnych w roślinach. Praca doktorska AR, Lublin 1980.
6. Flynn A. i in.: Trace Subst. Env. Health, 9, 1975.
7. Gliński J., Baran S., Warda Z.: Probl. Agrofiz., 12, 1974.
8. Haan S.: Landwirt Forsch. Sonderh, 31/1, 1975.
9. Kabata-Pendias A., Pendias H.; Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geol., Warszawa 1979.
10. Siuta i in.: Określenie przydatności poszczególnych rodzajów osadów ściekowych, odpadów wstępnie rozdrobnionych oraz kompostów do użyźniania i rekultywacji gleb. Synteza wyników badań. IKŚ, Warszawa 1980.
11. Turski R. i in.: Badania własności fizyczno-chemicznych osadów ściekowych oraz ich wpływ na glebę i organizmy roślinne. Sprawozdanie z badań AR, Lublin 1980.
12. Wong P.T.S. i in.: Repr. Nat., 253, 5489, 1975.

Р. Турски, С. Баран, Т. Филипек

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ
ВОД ДЛЯ УДОБРЕНИЯ ПОЧВЫ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ВЫРАБОТОК

Р е з ю м е

На основании модельных опытов (сосудных, лизиметрических) оценивали пригодность разных осадков сточных вод для сельскохозяйственного освоения разрушенных беспочвенных площадей (песчаных выработок). Полученные в опытах количества растительной биомассы, а также ее минеральный состав показали значительную пригодность осадков сточных вод для мероприятий данного типа. Следует, однако, учитывать в данном случае нагрузку осадков сточных вод токсическими веществами, особенно тяжелыми металлами.

R. Turski, S. Baran, T. Filipek

ESTIMATION OF POSSIBILITY OF WASTE WATER SLUDGE UTILIZATION
FOR FERTILIZATION OF SOILS AND RECULTIVATION
OF SAND EXCAVATIONS

S u m m a r y

On the basis of model experiments (pot and lysimeter ones) the useability of different waste water sludges for agricultural management of devastated soilless areas (peat excavations) was estimated. The amount of plant biomass obtained in the experiments and its mineral composition prove a high useability of waste water sludges for measures of such type. However, the load of waste water sludges with toxic substances, particularly with heavy metals, should be taken into account in this case.