Acta Agrophysica, 2001, 57, 113-118

POBIERANIE METALI CIĘŻKICH PRZEZ BIOMASĘ ZBIOROWISK TRAWIASTYCH W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWADNIANIA GLEBY ŚCIEKAMI PO II STOPNIU OCZYSZCZANIA

Z. Stępniewska[1], *R. Baryła*[2], *U. Kotowska*[1], *J. Kupczyk*[3]

[1]Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27
[2]Katedra Łąkarstwa, AR, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin 1
[3]Stacja Chemiczno-Rolnicza, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

S t r e s z c z e n i e. Celem pracy było ustalenie wpływu wielokrotnego stosowania nawodnień ściekami po II stopniu oczyszczania na rozwój i plonowanie mieszanek trawiastych oraz zawartość wybranych pierwiastków śladowych (Cu, Zn ,Mn, Fe, Pb, Cd) w roślinności trawiastej (masa nadziemna, system korzeniowy) i w glebie. Eksperyment prowadzono w latach 1997-1999 na glebie mineralno-murszowej o naturalnym układzie poziomów genetycznych i strukturze glebowej (pH w KCl 7,2, substancja organiczna 13,3-17,2%), obsadzonej dwiema mieszankami traw. Pola doświadczalne były podzielone na trzy kwatery uwzględniające różne dawki zalewowe: kwatera A - kontrola bez nawodnień ściekami, kwatera B - zalewana optymalną dawką ścieków 600 mm w ciągu roku, kwatera C - zalewana podwójną dawką ścieków 1200 mm w ciągu roku. Uzyskane wyniki pozwoliły na dokonanie bilansu wybranych metali ciężkich w roślinności trawiastej w warunkach zróżnicowanego nawadniania w trzecim roku prowadzenia badań. Nie stwierdzono negatywnego wpływu metali na rozwój i plonowanie zbiorowisk trawiastych. Zwiększone stosowanie nawodnień wodami z oczyszczalni ścieków wpłynęło na zmniejszenie koncentracji określonych pierwiastków śladowych w roślinności trawiastej (masie nadziemnej i systemie korzeniowym) oraz glebie.

S ł o w a k l u c z o w e: metale ciężkie, ścieki, roślinność trawiasta.

WSTĘP

Stężenia metali ciężkich w oczyszczonych ściekach w dużym stopniu zależą od prawidłowego przebiegu procesów technologicznych oczyszczalni, a szczególnie II etapu oczyszczania osadem czynnym. Metale ciężkie są w znacznym stopniu sorbowane przez osad czynny, jeśli pracuje on w sposób niezakłócony. W oczyszczonych ściekach z oczyszczalni Hajdów występują w znacznych, chociaż nie przekraczających norm ilościach cynk, ołów, miedź i kadm. Nawadnianie z intensywnością

600 mm dostarcza rocznie do gleby co najmniej: 0,9 kg Zn/ha, 0,12 kg Pb/ha, 0,09 kg Cu/ha, 0,09 kg Cd/ha [3].

Kolejny etap utylizacji ścieków po oczyszczeniu mechaniczno-biologicznym może stanowić oczyszczanie gruntowo-roślinne. Efekt takiego oczyszczania zależy od rodzaju gleby oraz pokrywy roślinnej. Z dotychczasowych badań wynika, że roślinność trawiasta jest bardziej wytrzymała na ujemny wpływ substancji zawartych w ściekach od upraw polowych [6-8].

Na rozpuszczalność metali ciężkich, a tym samym na pobieranie ich przez rośliny ma wpływ odczyn gleby. Intensywność uruchamiania tych pierwiastków w glebach kwaśnych jest wielokrotnie większa niż w glebach o odczynie obojętnym bądź słabo kwaśnym.

W badaniach dotyczących roli materii organicznej w pobieraniu pierwiastków śladowych stwierdzono, że rośliny uprawiane na glebie o wysokiej zawartości substancji organicznej pobierały mniejsze ilości tych pierwiastków [4].

Dostępność wielu metali dla roślin jest zależna od licznych czynników fizyko-chemicznych, wpływających na stężenia jonów metali w roztworze glebowym. Duże znaczenie ma między innymi stan natlenienia gleby, decydujący o zachodzących w niej procesach oksydoredukcyjnych, które determinują potencjał redoks tego środowiska. Metale ciężkie ulegają uruchomieniu lub wytrąceniu w zależności od stanu zredukowania środowiska gdyż są okludowane lub współstrącone z tlenkami żelaza, manganu oraz minerałami ilastymi. W warunkach niskiego potencjału redoks związki żelaza i manganu ulegają redukcji, zwiększa się ich stężenie w roztworze glebowym a sorbowane na nich inne pierwiastki śladowe również ulegają uwolnieniu [2,5].

Celem badań było określenie wpływu stosowanych nawodnień ściekami z oczyszczalni Hajdów w latach 1997-1999, w systematycznych dawkach zalewowych, na zawartość wybranych pierwiastków śladowych w roślinności trawiastej (masa nadziemna, system korzeniowy) oraz w glebie w trzecim roku prowadzenia badań.

MATERIAŁY I METODY

Badania prowadzone były na obiekcie doświadczalnym, który położony jest w dolinie rzeki Bystrzycy na glebach torfowo-murszowych i mineralno-murszowych. Pole doświadczalne podzielono na 7 bloków, a każdy blok na 3 kwatery A,B,C. Nawodnieniom ściekami miejskimi po II stopniu oczyszczania: mechanicznym i biologicznym poddawane były jedynie kwatery B i C, kwatery A nie zalewane ściekami

pełniły funkcję kontrolną. Poszczególne bloki obsadzono roślinnością (topola, kukurydza, konopie, rzepak, mieszanka traw I, mieszanka traw II).

W przedstawionych badaniach oceniano dwie mieszanki traw I i II o różnym składzie gatunkowym (Tabela 1).

Tabela 1. Skład gatunkowy mieszanek trawiastych
Table 1. Species composition of grass mixture (%)

Gatunki traw	Mieszanka (%)	
	I	II
Wyczyniec łąkowy	30	30
Mozga trzcinowata	20	-
Kostrzewa trzcinowa	8	-
Kostrzewa łąkowa	12	10
Kupkówka pospolita	-	20
Tymotka łąkowa	-	10
Wiechlina łąkowa	-	10
Mietlica biaława	10	-
Wiechlina błotna	10	10
Życica trwała	-	10

W latach 1997-1999 zbierano plon z trzech odrostów. W 1999 po wykonanych zbiorach jesienią pobrano próbki glebowe i materiał roślinny (części podziemne i nadziemne). Zebrany materiał poddano mineralizacji przy użyciu stężonych kwasów HNO_3 i HCl za pomocą zamkniętego systemu mikrofalowego. Analizę zawartości pierwiastków (Cu, Mn, Fe, Zn, Cd, Pb) w próbkach materiału roślinnego i gleby wykonano metodą ICP-AES.

WYNIKI

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 2-4 jako średnie z powtórzeń. Stwierdzono, że największe stężenie oznaczanych metali występowało na kwaterach nie nawadnianych, natomiast na kwaterach nawadnianych malało wraz ze wzrostem dawki zalewowej. Analiza zawartości badanych pierwiatków śladowych w częściach nadziemnych i systemie korzeniowym badanych roślin wykazała najwyższą koncentrację metali w roślinach pochodzących z kwater kontrolnych i malejące stężenie wraz z zastosowaną dawką ścieków. Wyższa koncentracja metali w roślinie (część nadziemna, korzeń) z kwater kontrolnych mogła być spowodowana mniejszą biomasą roślin z tych obiektów. Natomiast trawy nawadniane oczyszczonymi ściekami wykorzystywały zawarte w ściekach składniki

T a b e ł a 2. Zawartość pierwiastków śladowych w nadziemnych częściach roślin
T a b l e 2. Microelements content in the overground mass of plants

Odrost	Dawka ścieków (mm)	Pierwiastki śladowe (mg kg^{-1} s.m.)					
		Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	Fe
I	0	0,39	1,1	7,1	27,8	26,7	85
	600	0,25	1,3	5,0	25,9	24,8	227
	1200	0,16	1,2	4,9	19,6	22,1	125
II	0	0,39	2,0	6,4	27,0	58,3	284
	600	0,28	1,9	5,6	18,6	45,1	367
	1200	0,12	1,5	4,8	20,3	32,2	116
III	0	0,41	2,1	6,3	29,6	54,2	289
	600	0,28	1,5	5,9	24,3	45,4	219
	1200	0,22	2,0	5,5	20,1	34,2	131

T a b e l a 3. Zawartość pierwiastków śladowych w systemie korzeniowym
T a b l e 3. Microelements content in the root system

Dawka ścieków (mm)	Pierwiastki śladowe (mg kg^{-1} s.m.)					
	Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	Fe
0	5,18	11,3	21,1	187,2	205	0,50
600	3,06	3,0	18,3	129,5	94	0,20
1200	2,60	0,9	16,9	102,8	37	0,31

T a b e l a 4. Zawartość pierwiastków śladowych w glebie
T a b l e 4. Microelements content in the soil

Warstwa gleby (cm)	Dawka ścieków (mm)	Pierwiastki śladowe (mg kg^{-1} s.m.)					Fe (%)
		Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	
0-20	0	3,37	29,9	20,4	80,5	541	2,21
	600	2,24	24,3	22,1	78,8	692	1,95
	1200	1,54	16,2	18,8	57,5	361	1,95
20-40	0	0,79	13,8	14,3	36,4	378	2,37
	600	1,01	11,4	17,7	43,1	737	2,32
	1200	0,79	19,3	15,9	51,0	416	2,03

pokarmowe i wytwarzały większą biomasę, w której oznaczane metale ulegały rozcieńczeniu. Podobne rezultaty uzyskał Baryła i Harkot w przypadku kadmu [1].

W nadziemnych częściach roślin zaobserwowano, że największy był pobór przez rośliny żelaza, następnie cynku, manganu i miedzi a najmniejszy kadmu i ołowiu.

Stężenia wszystkich testowanych metali ciężkich w roślinach trawiastych malały po wprowadzeniu dawek zalewowych od 10% dla Pb do 60% dla Cd.

Udział poszczególnych metali ciężkich w częściach nadziemnych roślin w odniesieniu do zawartości w korzeniach przedstawia następująca sekwencja: Cu>Mn>Zn>Cd>Pb>Fe.

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono negatywnego wpływu metali pochodzących ze ścieków oczyszczonych z oczyszczalni Hajdów w Lublinie na rozwój i plonowanie zbiorowisk trawiastych.

2. Zwiększone stosowanie nawodnień wodami z oczyszczalni ścieków wpłynęło na zmniejszenie koncentracji określonych pierwiastków śladowych w roślinności trawiastej (masie nadziemnej i systemie korzeniowym) oraz w glebie. Spowodowane to było głównie wyższym plonem biomasy nadziemnej części roślinności trawiastej zbieranej corocznie w latach 1997-1999 w wyniku stosowanych nawodnień.

PIŚMIENNICTWO

1. **Baryła R., Harkot W.:** Zawartość kadmu w niektórych gatunkach traw nawadnianych oczyszczonymi ściekami miejskimi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 448a, 2934, 1997.
2. **Gliński J., Stępniewski W.:** Procesy biologiczne i chemiczne w glebie uzależnione od stanu natlenienia. Problemy Agrofizyki, 44, 1984.
3. **Kotowski M.:** Dynamika przemian chemicznych w ściekach i wodach. Cz. III Oczyszczanie ścieków miejskich w agrosystemach. Wydaw. AR Lublin, 2150, 1998.
4. **Ram N., Verloo M.:** Effect of various organic materials on the mobility of heavy metals in soils. Environ. Poll., ser. B, 10, 241248, 1985.
5. **Stępniewska Z., Stępniewski W., Włodarczyk T.:** Agrophysical factors determining nitrate and heavy metal transformations in soils. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 400, 2332,1993.
6. **Talik B.:** Dobór gatunków traw na łąki nawożone ściekami miejskimi. Wiad. IMUZ, XV, 2, 3353, 1985.
7. **Talik B.:** Ocena mieszanek trawiastych w warunkach całorocznego nawadniania łąk ściekami miejskimi. Wiad. IMUZ, XVII,4, 159173, 1993.
8. **Talik B.:** Kształtowanie się składu florystycznego łąk pod wpływem nawodnień ściekami. Ann.Univ. Mariae Ciurie-Skłodowska, s.E,L, 231-233, 1995.

UPTAKE OF HEAVY METALS BY BIOMASS OF GRASS PLANTS UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF IRRIGATION OF SEWAGE WATER OF SOIL AFTER SECOND STEP OF PURIFICATION

Z. Stępniewska, R. Baryła[1], *U. Kotowska, J. Kupczyk*[2]

Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27
[1]University of Agriculture, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin 1
[2]Department of Agriculture Chemistry, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

S u m m a r y. The aim of the study was estimation of the influence of repeated irrigation of sewage water after second step o purification on the growth and harvest of grass mixture and the concentration of microelements (Cu, Zn ,Mn, Fe, Pb, Cd) in the grass plants (overground mass and roots) and in the soil. The experiment was carried on from 1997 to 1999 on mineral-mursh of soil with natural genetic level and structure (pH in KCl 7.2, organic matter 13,3-17,2%) covered with two-grass mixture. Experimental field was divided into three parts: A - control, B - 600 mm of sewage water per year and C - 1200 mm of sewage water per year. The results gave us possibility to do the balance of chosen heavy metals in the grass plants under different conditions of irrigation of sewage water after third year of study. It was not found any negative influence heavy metals on the growth and harvest of grass plants. Higher sewage water doses caused lower concentration of particular microelements in the plants and in the soil.

K e y w o r d s: heavy metals, sewage water, grass plants.