

Stanisław BARAN

**Dodatek osadu ściekowego do gleby lekkiej a zawartość manganu w podłożu
i kukurydzy oraz przyrost jej biomasy**

*An Addition of Sludge to the Light Textured Soil in Relation to the Manganese Content in the Bedding
and in Maize and an Increase of Its Biomass*

Działalność gospodarcza i funkcja bytowa człowieka wnoszą do środowiska znaczny ładunek odpadów, których najpowszechniejszym sposobem utylizacji jest składowanie na wysypiskach (2, 9, 11). Przyczyniło się to do degradacji środowiska poprzez kurczenie się rolno-leśnej przestrzeni produkcyjnej, a także naruszenia naturalnego obiegu składników biogenych i energii w przyrodzie (6, 9). Wynika to z faktu, że wiele odpadów, w tym głównie osady ściekowe, zawierają znaczne ilości substancji organicznej i składników pokarmowych, które winny być ponownie włączone do obiegu w przyrodzie (1, 7, 8).

Na przeszkodzie w powszechnym realizowaniu tej zasady stoi fakt, że niektóre odpady, czy osady ściekowe, w zależności od genety (1, 2) mogą zawierać znaczne ilości substancji szkodliwych, w tym głównie metali ciężkich, ograniczających w sposób zasadniczy możliwość ich rolniczego zagospodarowania (1, 2, 11).

W dotychczasowych badaniach związanych z wykorzystaniem osadów w rolnictwie uwaga skierowana jest na wybrane metale (Pb, Zn, Cu, Cd), co jest słuszne, gdyż ich ujemny wpływ na środowisko jest znaczny (6). Podkreślić jednak należy, że stosowanie dodatku osadów ściekowych do gleb szczególnie lekkich, przyczyniać się może do zmiany stężeń w agrocenozie wielu innych pierwiastków, czego dowodzą prezentowane badania.

METODYKA BADAŃ

Ziemisty osad ściekowy z komunalno-przemysłowej, mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Końskich zastosowano w różnych dawkach: (1 %, 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 %, 40 %) do piasku luźnego z poziomu A₁ gleby bielicoziemnej. Podłoża te umieszczono w wazonach-wiadrach plastikowych o pojemności 11 dm³, realizując każdą kombinację w trzech powtórzeniach. Kontrolę stanowiły wazony z samym piaskiem oraz nawożone obornikiem w dawce 30 t/ha, prowadzone w analogicznej liczbie powtórzeń.

We wszystkich kombinacjach zastosowano uzupełniające nawożenie mineralne w kg/ha: N-120, P-80, K-130 i wysiano ziarno kukurydzy po 20 sztuk na wazon. Rośliny przerwano w fazie 3-4 i 5-7 liści, pozostawiając po 3 rośliny w wazonie. Zbiór dokonano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej.

Po kukurydzy w następnych latach uprawiano w kolejności: bobik, a następnie rzodkiew oleistą, zaś w roku czwartym ponownie kukurydzę, przy uprawie której zastosowano analogiczne warunki (nawożenie mineralne, pielęgnacja) jak w pierwszym roku jej uprawy.

Do badań laboratoryjnych pobrano próby: osadu, gleby i organów kukurydzy (korzeń, słoma, ziarno) w pierwszym i czwartym roku realizacji doświadczenia. Rejestrowano również ilość biomasy uprawianych roślin.

W próbach gleby i osadu oznaczono: zawartość węgla – metodą Tiurina, odczyn – elektrometrycznie, sumę kationów zasadowych – metodą Kappena, powierzchnię właściwą – metodą Kutilka.

Zawartość manganu w uzyskanym materiale biologicznym oznaczono metodą spektrograficzną (3), wyniki opracowano statystycznie, obliczając analizę wariancji oraz współczynniki korelacji.

WYNIKI BADAŃ

ZAWARTOŚĆ MANGANU W PODŁOŻACH

Zastosowanie do gleby lekkiej, o niskiej zawartości manganu, osadu ściekowego o podwyższonej koncentracji tego pierwiastka (tab. 1) spowodowało zróżnicowanie jego w badanych podłożach (tab. 2). Różnice te wynikają z zastosowania różnych dawek osadu oraz zależą od czasu, jaki upłynął od wprowadzenia go do gleby.

Tab. 1. Ogólne właściwości i zawartość manganu w glebie i osadzie ściekowym zastosowanych w doświadczeniu
General properties and the content of manganese in the soil and in the sludge used in the experiment

Wyszczególnienie	Mn mg/kg	C-org. %	pH		Suma kationów zasadowych me/100 g	Powierzchnia właściwa m ² /g	Stopień wysycenia kationami zasadowymi %
			H ₂ O	KCl			
Gleba	78	0,53	5,9	5,3	1,0	17,2	21,5
Osad	648	15,7	6,4	6,2	26,4	97,5	90,0

Tab. 2. Zawartość manganu w glebie lekkiej z różnym dodatkiem osadu ściekowego mg/kg
The manganese content in the light textured soil with different additions of sludge mg/kg

Kombinacje		Dawka osadu %	Mn		Średnio
			I	IV	
Gleba		–	78,0	58,0	68,0
Gleba + obornik		–	90,0	62,0	76,0
Gleba + osad		1	98,0	74,0	86,0
Gleba + osad		2,5	117,0	81,0	99,0
Gleba + osad		5	127,0	89,0	108,0
Gleba + osad		10	162,0	98,0	130,0
Gleba + osad		20	178,0	117,0	147,5
Gleba + osad		40	187,0	129,0	158,0
średnio		–	129,6	88,5	–
NIR dla p = 0,015	kombinacji		12,1		
	terminów		3,5		
	interakcji		19,4		

I, IV – lata badań

Tab. 3. Ilość biomasy organów kukurydzy i zawartość w nich manganu
The quantity of biomass of the maize organs and the content of manganese in them

Kombinacje	Dawka osadu %	Plon g s.m./wazon						Mn								
		słoma			nasiona			korzeń			słoma			ziarno		
		I	IV	śr.	I	IV	śr.	I	IV	śr.	I	IV	śr.	I	IV	śr.
Gleba	–	20,6	22,0	21,3	18,0	15,0	16,5	25,0	33,0	29,0	4,0	5,0	4,5	3,0	3,0	3,0
Gleba + obornik	–	32,0	25,0	28,5	24,7	24,0	24,4	28,0	38,0	33,0	7,0	6,0	6,5	4,0	3,0	3,5
Gleba + osad	1	36,0	52,0	44,0	25,0	24,0	24,5	20,0	21,0	20,5	20,0	6,0	13,0	2,0	2,0	2,0
Gleba + osad	2,5	36,0	54,0	45,0	26,0	26,0	26,0	22,0	27,0	24,5	18,0	6,0	12,0	3,0	3,0	3,0
Gleba + osad	5	37,0	59,0	48,0	38,0	42,0	40,0	40,0	41,0	40,5	16,0	6,0	11,0	2,0	2,0	2,0
Gleba + osad	10	37,0	84,0	60,5	63,0	70,0	66,5	28,0	24,0	26,0	15,0	6,0	10,5	2,0	2,0	2,0
Gleba + osad	20	38,0	100,0	69,0	69,0	78,0	73,5	24,0	18,0	21,0	12,0	6,0	9,0	2,0	2,0	2,0
Gleba + osad	40	32,0	97,0	64,5	66,0	74,0	70,0	18,0	16,0	17,0	12,0	5,0	8,5	2,0	1,0	1,5
średnio	–	33,6	61,6	–	41,2	44,1	–	25,6	27,3	–	13,0	5,8	–	2,5	2,3	–
NIR dla p = 0,05	kombinacji	5,28			3,83			4,33			1,23			0,77		
	terminów	1,54			1,12			1,26			0,36			0,22		
	interakcji	8,50			6,17			6,97			1,99			1,24		

I, IV – lata badań

Tab. 4. Wskaźnik akumulacji i translokacji manganu w organach kukurydzy uprawianej na glebie lekkiej nawożonej osadem ściekowym
The index of manganese accumulation and translocation in the organs of maize cultivated on the light textured soil fertilized with sludge

Kombinacja	Dawka osadu %	Wskaźnik akumulacji*						Wskaźnik translokacji w roślinie** %					
		korzeń		słoma		ziarno		I			IV		
		I	IV	I	IV	I	IV	korzeń	słoma	nasiona	korzeń	słoma	nasiona
Gleba	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	100	16,5	12,0	100	15,2	9,1
Gleba + obornik	–	1,1	1,2	1,8	1,2	1,3	1,0	100	25,0	14,3	100	15,8	7,9
Gleba + osad	1	0,8	0,6	5,0	1,2	0,7	0,7	100	100,0	10,0	100	28,6	9,5
Gleba + osad	2,5	0,9	0,8	4,5	1,2	1,0	1,0	100	81,8	13,6	100	22,2	11,1
Gleba + osad	5	1,6	1,2	4,0	1,2	0,7	0,7	100	40,0	5,0	100	14,6	4,9
Gleba + osad	10	1,1	0,7	3,8	1,2	0,7	0,7	100	53,6	7,1	100	25,0	8,3
Gleba + osad	20	1,0	0,5	3,0	1,2	0,7	0,7	100	50,0	8,3	100	33,3	11,1
Gleba + osad	40	0,7	0,5	3,0	1,0	0,7	0,3	100	66,7	11,1	100	31,2	6,3

* – wskaźnik akumulacji obliczono jako stosunek zawartości metalu w roślinie z kombinacji z osadem do jego stężenia w roślinach kontrolnych

** – wskaźnik translokacji obliczono przyjmując zawartość metalu w korzeniach jako 100 %, zaś stężenia w organach roślin jako % tej wartości

I – pierwszy rok badań

IV – czwarty rok badań

Istotny przyrost w stosunku do kontroli, zawartości manganu w glebie na początku i końcu badań spowodował już 1 % dodatek osadu z tym, że na początku badań różnice w zawartości tego pierwiastka przy kolejnym wzroście dawki osadu są istotne, zaś po czterech latach istotność różnic notuje się przy większej rozpiętości dawek: 1 %-5 %, 5 %-20 %.

W badanym okresie czterech lat stwierdzono we wszystkich kombinacjach istotny spadek stężeń manganu, średnio o około 30 %, najwyższy w kombinacji z 10 % dodatkiem osadu. Generalnie, uzyskane stężenia manganu zawierają się w przedziale odpowiadającym glebom rolniczym (6).

ZAWARTOŚĆ MANGANU W KUKURYDZY

Zawartość manganu w kukurydzy, podobnie jak w glebie, wykazuje związek z wielkością zastosowanej dawki osadu i czasu jego wprowadzenia do gleby, a także zależy od organu rośliny (tab. 3).

Wzrost dawki osadu ściekowego spowodował istotne, w porównaniu do kontroli, obniżenie zawartości manganu w korzeniach kukurydzy przy niskich (1 %-2,5 %) jego dawkach, istotny wzrost w tych organach z kombinacji z 5 % dodatkiem osadu i kolejny spadek w kombinacji z najwyższą dawką osadu (tab. 3).

W słomie kukurydzy zastosowanie osadu spowodowało, w porównaniu do kontroli, ewidentny przyrost stężeń manganu na początku badań, zaś po czterech latach nie stwierdzono oddziaływania tego czynnika. Wzrost dawki osadu powodował w słomie kukurydzy w pierwszym roku badań spadek zawartości manganu, zaś w roku czwartym obserwowane różnice miały charakter nieistotny.

W ziarnie kukurydzy dodatek osadu obniżał w porównaniu do kontroli zawartość manganu, natomiast tego dodatku nie miał (z wyjątkiem dawek 2,5 % i 40 %) istotnego wpływu.

W organach kukurydzy uprawianej po czterech latach od zastosowania osadu, w porównaniu do tej rośliny uprawianej w roku pierwszym stwierdzono: w korzeniach wzrost koncentracji średnio o 7,1 %, ale był on nieistotny, w słomie - istotny spadek (o 55%), zaś w ziarnie również zmniejszenie się o 8 %, zawarte bardzo blisko granicy istotności (tab. 3).

Tab. 5. Zależność między zawartością manganu w podłożu i kukurydzy w różnych latach badań
The relation between manganese content in the bedding and in maize in different years of the studies

Podłoże	Mn					
	Kukurydza I			Kukurydza IV		
	korzeń	słoma	ziarno	korzeń	słoma	ziarno
Mn						-0,8421

P = 0,01; I-IV – lata badań

Uzyskane wyniki badań wykazały, że zawartość manganu w glebie nie wywiera istotnego wpływu na jego koncentrację w kukurydzy z wyjątkiem ujemnej zależności w ziarnie (tab. 5), co wynika ze zmian jego rozpuszczalności wskutek tworzenia się połączeń

z humusem gleby (7, 8) oraz interakcje, często antagonistyczne, z wieloma pierwiastkami (5), a których to zawartość w osadzie jest znaczna.

Akumulacja manganu pobranego z gleby ma miejsce głównie w korzeniach kukurydzy, a dość słabo przemieszcza się on do zielonych części nadziemnych, a jeszcze słabiej do ziarna, szczególnie w dalszych latach od zastosowania osadu (tab. 4), co jest zgodne z innymi badaniami (10, 12), a przyczyną jest regulacja tej kwestii przez samą roślinę (4, 6), a także istniejący wpływ innych pierwiastków (2, 5).

Przemieszczanie się manganu z korzeni do słomy, średnio, w kombinacjach z osadem w pierwszym roku badań było około 40 % wyższe niż w roku czwartym, natomiast translokacja tego pierwiastka ze słomy do ziarna w pierwszym roku była tylko niecały 1% wyższa niż w roku czwartym.

W kukurydzy w pierwszym roku badań przemieszczanie się manganu z korzeni do słomy było ponad 7-krotnie wyższe niż translokacja ze słomy do ziarna, natomiast w roku czwartym proporcje te zmniejszyły się do trzech.

Uzyskane stężenia manganu w kukurydzy, szczególnie w ziarnie zaliczyć należy do niskich, a nawet niedoborowych (6), szczególnie przy wysokich dawkach osadu.

Wzrost dawki osadu ściekowego w glebie spowodował proporcjonalny przyrost (z wyjątkiem kombinacji z 40% dodatkiem osadu, gdzie nastąpił spadek) ilości biomasy kukurydzy, przy czym przyrost plonu w roku pierwszym, w porównaniu do gleby kontrolnej, był wyraźny, zaś mniej zróżnicowany, szczególnie w słomie i w odniesieniu do kombinacji nawożonej obornikiem (tab. 3).

W roku czwartym, w porównaniu do pierwszego efektywność plonotwórcza osadu wzrosła i była znacznie wyższa niż w kombinacjach kontrolnych, co świadczy o wolniejszej mineralizacji osadu niż obornika.

WNIOSKI

1. Do latek (1%-40%) osadu ściekowego do gleby lekkiej ubogiej w mangan, optymalizował zawartość tego pierwiastka, proporcjonalnie do wielkości zastosowanej dawki. W badanym 4-letnim okresie stwierdzono istotny spadek zawartości manganu w analizowanych podłożach, średnio o około 30%, najwyższy w kombinacjach z 10% dodatkiem osadu.

2. Zawartość manganu w kukurydzy zawiera się w przedziale od 1,0 do 41,0 mg/kg i jest zależna od dawki osadu, terminu jego zastosowania oraz organu rośliny.

A. Dodatek osadu ściekowego powodował: w korzeniach kukurydzy istotne obniżenie zawartości manganu przy niskich (1%-2,5%) dawkach osadu, wzrost w kombinacji z 5% dawką, a przy dalszym wzroście udziału osadu, systematyczny spadek koncentracji tego pierwiastka, w słomie kukurydzy wzrost zawartości manganu w porównaniu do kontroli, a spadek, podobnie jak w ziarnie, wraz ze wzrostem dawki osadu.

B. W kukurydzy uprawianej w czwartym roku w porównaniu do pierwszego stwierdzono: w korzeniach nieistotny wzrost (średnio o 7,1%) koncentracji manganu, w słomie istotny (o 55%) jego spadek, zaś w ziarnie zmniejszenie się, średnio o 8%.

C. Przemieszczanie się manganu z korzeni do słomy było wyższe (o 40%) na początku badań, natomiast translokacja ze słomy do ziarna była zbliżona w obu badanych terminach.

3. Wzrost dawki osadu ściekowego (z wyjątkiem dodatku 40%), a także czasu od jego zastosowania, powodował przyrost biomasy analizowanych organów kukurydzy.

Praca wpłynęła 26 05 1992

PIŚMIENNICTWO

1. Anderson A., Nilsson K. O.: Enrichment of Trace Elements from Sewage Sludge Fertilizer in Soils and Plants. *Ambio* 1, 1972.
2. Filippek T.: Wpływ osadów ściekowych na zawartość składników mineralnych w roślinach. Praca doktorska, AR, Lublin 1980.
3. Gliński J., Baran S., Warda Z.: Wzbudzanie materiałów rolniczych w spektralnej analizie emisyjnej. *Problemy Agrofizyki*, 12, 1974.
4. Isermann von K.: Mögliche Ursache der Mangan-Toleranz bestimmter Reis-Sorten. *Zeitr. Pflanzenern.*, 2, 1975.
5. Isizuka Y., Ando T.: Interaction Between Manganese and Zinc in Growth of Rice Plants. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 14, 1968.
6. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku przyrodniczym. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1979.
7. Rashid M.M.: Absorption of Metals on Sedimentary and Peat Humic Acid. *Chem. Geol.* 13, 1974.
8. Sapek A.: Rola kompleksotwórczych substancji humusowych w procesie bielocowania. *Studia Soc. Sci. Toruń Sec. C*, 7, 1971.
9. Siuta J. (red): Ochrona i rekultywacja gleb. PWN, Warszawa 1978.
10. Tiffin L.O.: Translocation of Micronutrients in Plants. *Micronutrients in Agriculture Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin*, 1972.
11. Turski R., Baran S., Filippek T.: Ocena możliwości wykorzystania osadów ściekowych do użyźniania gleb i rekultywacji wyrobisk popiaskowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 297, 1983.
12. Van Goor B.J., Wiersma D.: Chemical Forms of Manganese and Zinc in Phloem Exudates, *Physiol. Plant.*, 36, 1976.

SUMMARY

In a pot experiment, an addition (1%, 2.5%, 5%, 10%, 20%, 40%) of sludge was used and plants were cultivated in the following sequence: maize, horse bean, radish and again maize. The manganese content was analyzed in the bedding and in maize organs at the beginning of the studies and after the fourth year.

It was found out that the content of manganese in the bedding grew under the influence of the sludge dose, while it dropped during fertilization. The content of manganese in maize was related to the sludge dose, date of its application and the plant's organ.