

BEZPOŚREDNI I NASTĘPCZY WPŁYW KOMPOSTÓW Z OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA ZAWARTOŚĆ MIEDZI, MANGANU I CYNKU W MIESZANCE TRAW¹

Edward Krzywy, Czesław Wołoszyk, Anna Iżewska

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Osady ze ścieków komunalnych stanowią bogate źródło dla roślin uprawnych makro- i mikroelementów, bowiem koncentracja niektórych składników przewyższa wielokrotnie zawartości spotykane w oborniku [MAZUR, WOJTAS 1993; GAMBUŚ i in. 1996; WOŁOSZYK, KRZYWY 1999]. Poza bogactwem składników mineralnych, osady ściekowe charakteryzują się wysoką zasobnością materii organicznej, której dopływ do gleb może poprawić bilans substancji organicznej, jak również obieg składników w agroekosystemach [MAZUR 1996].

Powyższe przesłanki dowodzą, że osady spełniające normy pod względem zawartości metali ciężkich i sanitarno-higienicznych, powinny być wykorzystane rolniczo jako źródło składników pokarmowych dla roślin, a jednocześnie podnoszących żyzność gleb.

Celem niniejszych badań było określenie bezpośredniego i następczego wpływu kompostów z samych osadów ściekowych i z dodatkiem liści z drzew, słomy żytniej lub trocin z drzew iglastych na zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw.

Materiały i metodyka

W latach 1997-1999 przeprowadzono badania nad rolniczym wykorzystaniem osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni mechaniczno-biologicznej w Nowogardzie, odwadniającej osady w wirówce i w Stargardzie Szczecińskim, gdzie odwadnianie odbywa się na prasie filtracyjnej.

Z osadów pochodzących z obu oczyszczalni sporządzono cztery rodzaje kompostów: osad bez dodatku komponentów, osad + liście z drzew, osad + słoma żytnia i osad + trociny z drzew iglastych. Dodatek poszczególnych komponentów wynosił 15% s.m. w stosunku do s.m. osadów.

Po ośmiu miesiącach kompostowania oznaczono skład chemiczny kompostów, który częściowo ilustruje tabela 1.

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 P06 03412 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

Tabela 1; Table 1

Zawartość makro- i mikroelementów w kompostach
Contents of macro- and micronutrients in composts

Składniki; Elements	Nowogard				Stargard Szczeciński			
	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*
Sucha masa; Dry matter (%)	14,7	17,3	16,8	19,3	15,8	19,2	17,0	19,4
N (% s.m.; % DM)	5,52	4,64	5,00	4,61	5,55	4,73	4,82	4,38
P (% s.m.; % DM)	2,90	2,91	3,54	3,27	2,51	2,43	2,79	2,59
K (% s.m.; % DM)	0,48	0,51	0,83	0,54	0,56	0,52	0,83	0,55
Cu (mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)	80,1	92,9	86,0	81,3	113	124	126	117
Mn (mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)	695	725	715	709	170	203	195	189
Zn (mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)	1279	1207	1267	1170	985	987	1065	970

1* – osad bez komponentów; sewage sludge without additions

2* – osad + liście; sewage sludge + leaves

3* – osad + słoma; sewage sludge + straw

4* – osad + trociny; sewage sludge + sawdust

W kwietniu 1998 roku założono doświadczenie polowe na glebie brunatnej niecałkowitej o składzie granulometrycznym w warstwie ornej piasku gliniastego lekkiego pylastego (13% części spławialnych), o odczynie obojętnym (pH w roztworze KCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³ = 7,0), wysokiej zawartości fosforu i potasu, a niskiej magnezu przyswajalnego.

Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot, gdzie czynnikiem I-ym było miejsce pochodzenia osadów, II-gim – rodzaj kompostu, a III-cim dawki kompostów (I d i II d). Wszystkie rodzaje kompostów stosowano w dawkach odpowiadających 133 kg N·ha⁻¹ (dawka I) i 266 kg N·ha⁻¹ (dawka II).

W wariantach z uzupełniającym nawożeniem mineralnym (NK) stosowano 40 i 80 kg N·ha⁻¹ w postaci 34% saletry amonowej (po ½ dawki po I i II pokosie) oraz 33,5 i 67 kg K·ha⁻¹ w formie 60% soli potasowej (po ½ dawki po I i II pokosie). W wariantach z wyłącznym nawożeniem mineralnym (NPK) dawka I wynosiła 120 kg N, 30 kg P i 50 kg K·ha⁻¹, a dawka II była dwukrotnie wyższa.

Oceniając działanie następce kompostów (1999 r.), zastosowano jednakową dawkę NPK na wszystkich obiektach doświadczenia z kontrolą włącznie. Dawka azotu wynosiła 120 kg·ha⁻¹ (po 40 kg pod każdy pokos), fosforu 26 kg·ha⁻¹ (całą dawkę zastosowano wiosną), a potasu 66 kg·ha⁻¹ (½ dawki wiosną, ½ po II pokosie).

Testem roślinnym w omawianych badaniach była mieszanka traw, składająca się z kostrzewy czerwonej (40%), życicy trwałej (35%) i wiechliny łąkowej (25%). Mieszankę traw zbierano corocznie trzykrotnie, określając plon świeżej i suchej masy. Zawartość miedzi, manganu i cynku w suchej masie mieszanki traw oznaczono metodą absorcyjnej spektrometrii atomowej (ASA), po uprzedniej mineralizacji prób w mieszaninie kwasu azotowego (V) i chlorowego (VII).

Wyniki i dyskusja

Osady ściekowe z oczyszczalni komunalnych w Nowogardzie i Stargardzie Szczecińskim, jak również sporządzone z nich komposty, nie zawierały ponadnormatywnych koncentracji metali ciężkich, a także ich stan sanitarno-higieniczny nie budził zastrzeżeń, co upoważniło do rolniczego wykorzystania omawianych

osadów i kompostów.

Średnia zawartość azotu w kompostach z osadów z obu oczyszczalni była ponad dwukrotnie, a fosforu 5–6 krotnie wyższa, zaś potasu znacznie niższa niż w oborniku (tab. 1). Wszystkie komposty charakteryzowały się również wyższą zawartością miedzi i cynku, natomiast mangan tylko w kompostach z osadów z Nowogardu przewyższał koncentrację w stosunku do obornika. Jednocześnie należy stwierdzić, że w kompostach z osadów ze Stargardu Szczecińskiego było więcej miedzi, a mniej manganu i cynku, w porównaniu z kompostami z osadów z Nowogardu (tab. 1).

O dużej zmienności koncentracji metali ciężkich, w tym niezbędnych dla roślin mikroelementów w osadach ściekowych, pochodzących z oczyszczania ścieków komunalnych z dodatkiem różnych innych ścieków, świadczą badania GAMBUSIA i in. [1996]. Zawartość metali ciężkich była nie tylko zależna od miejsca pochodzenia osadów, ale również zmieniała się w obrębie tej samej oczyszczalni, w zależności od terminu pobrania prób.

Zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw w poszczególnych latach badań przedstawiono jako średnie ważone z trzech pokosów (tab. 2).

Komposty z osadów ściekowych w działaniu bezpośrednim (1998 r.) we wszystkich wariantach nawożenia zwiększyły średnią zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw w stosunku do kontroli (bez nawożenia) i wariantu z wyłącznym nawożeniem mineralnym (NPK).

Względne średnie przyrosty (kontrola = 100%) zawartości miedzi wyniosły 25, manganu 27, a cynku 31% w wariantach nawożenia kompostami z osadów z Nowogardu, a w przypadku Stargardu Szczecińskiego odpowiednio 36, 29 i 43%. W tym samym czasie mieszanka traw z wariantu NPK zawierała o 11% więcej miedzi, o 4% manganu i o 14% cynku w porównaniu z kontrolą.

Z kompostami z osadów ze Stargardu Szczecińskiego wniesiono o ponad 40% więcej miedzi niż z kompostami z osadów z Nowogardu, co znalazło odzwierciedlenie w wyższej zawartości tego składnika w mieszance traw zebranej z wariantów nawożenia kompostami z osadów ze Stargardu Szczecińskiego. Natomiast zawartość manganu i cynku nie była skorelowana z ilością wniesioną do gleby z kompostami. Przy prawie 4-krotnie wyższej dawce manganu z kompostów z osadów z Nowogardu, zawartość tego mikroelementu w mieszance traw była podobna, zaś cynku wniesiono więcej z kompostami z osadów z Nowogardu, a wyższą zawartość uzyskano pod wpływem kompostów z osadów ze Stargardu Szczecińskiego. W działaniu bezpośrednim, przy wyższej dawce wszystkich rodzajów kompostów i NPK, otrzymano wyższą zawartość mikroelementów w mieszance traw. Rozpatrując wpływ rodzaju kompostu na kształtowanie zawartości mikroelementów w mieszance traw, nie można stwierdzić, aby ten sam rodzaj kompostu jednocześnie zmniejszał lub zwiększał zawartość analizowanych mikroelementów. W przypadku Nowogardu najwyższą zawartość miedzi stwierdzono w mieszance traw z wariantu osad + NK, a najniższą z wariantu osad + liście + NK. Natomiast zawartość manganu z tych samych wariantów układała się odwrotnie, a koncentrację cynku w niewielkim stopniu różnicowały poszczególne rodzaje kompostów.

Tabela 2; Table 2

Zawartość mikroelementów w mieszance traw (średnia ważona z trzech pokosów w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)
Content of microelements in grass mixture (weighted mean for three cuts, $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)

Warianty nawozowe Fertilization variants	1999															
	Cu				Zn				Mn							
	1d*	2d**	×	×	1d	2d	×	×	1d	2d	×	×				
	Nowogard															
Osad bez NK; Sludge without NK	4,82	5,54	5,18	48,5	54,2	51,4	18,8	24,1	21,4	3,50	3,43	54,2	52,1	53,2	14,9	15,0
Osad + NK; Sludge + NK	5,22	6,51	5,86	48,8	53,1	50,9	19,9	25,1	22,5	3,14	3,45	63,6	58,5	61,1	16,2	16,3
Osad + liście + NK; Sludge + leaves + NK	4,29	4,93	4,61	52,4	60,2	56,3	18,5	22,7	20,6	3,26	3,51	60,9	60,9	60,9	13,8	15,6
Osad + słoma + NK; Sludge + straw + NK	4,67	5,99	5,33	50,4	56,6	53,5	17,8	22,3	20,0	3,39	3,14	57,1	59,8	58,5	11,6	14,7
Osad + trociny + NK; Sludge + sawdust + NK	4,28	6,16	5,22	50,0	53,3	51,8	19,7	23,2	21,4	3,02	3,44	66,7	68,4	67,6	13,9	16,7
Średnia; Mean	4,66	5,83	5,24	50,0	55,5	52,8	18,9	23,5	21,2	3,26	3,38	60,5	60,0	60,2	14,1	15,7
	Stargard Szczeciński															
Osad bez NK; Sludge without NK	5,13	5,75	5,44	49,1	52,4	50,8	18,4	24,7	21,6	3,52	3,24	48,7	48,4	48,6	13,3	14,5
Osad + NK; Sludge + NK	5,39	6,72	6,06	49,0	55,9	52,4	20,8	26,3	23,6	3,33	3,22	59,3	63,4	61,4	16,3	16,4
Osad + liście + NK; Sludge + leaves + NK	5,47	5,94	5,70	54,1	58,9	56,5	21,2	25,7	23,4	2,79	3,13	2,96	59,7	58,9	59,3	17,1
Osad + słoma + NK; Sludge + straw + NK	4,86	6,03	5,44	49,6	56,4	53,0	19,5	26,0	22,8	3,19	2,91	3,05	49,9	50,7	16,8	15,9
Osad + trociny + NK; Sludge + sawdust + NK	5,42	6,45	5,94	53,2	60,7	57,0	22,8	26,4	24,6	3,27	3,75	3,51	52,7	55,0	53,9	12,9
Średnia; Mean	5,25	6,18	5,72	51,0	56,9	53,9	20,5	25,8	23,2	3,22	3,25	54,4	55,1	54,8	15,3	17,7
NPK	4,32	4,98	4,65	41,9	44,8	43,4	15,9	20,8	18,4	2,99	3,18	3,09	55,7	68,1	61,9	12,8
Kontrola; Control		4,19		41,7				16,2		3,15			48,5		11,7	

1 d* - dawka I; dose I

2 d** - dawka II; dose II

Na kształtowanie zawartości miedzi i cynku w mieszance traw w przypadku Stargardu Szczecińskiego najkorzystniej oddziaływały komposty z samego osadu + NK oraz z dodatkiem trocin + NK, zaś manganu najwięcej było w roślinach z wariantów osad + trociny + NK i osad + liście + NK.

W drugim roku badań (1999 r.), kiedy oceniono działanie następcze kompostów z osadów, średnia ważona zawartość miedzi i cynku w mieszance traw ze wszystkich wariantów nawożenia była znacznie niższa niż w roku poprzednim, a manganu było więcej w trawach z wariantów z kompostami z osadów z Nowogardu, NPK i kontroli (tab. 2).

Komposty z osadów z obu oczyszczalni w działaniu następczym już tylko nieznacznie zwiększyły zawartość miedzi w mieszance traw ponad poziom z kontroli i NPK. Natomiast średnia zawartość manganu w trawach z wariantów z kompostami z Nowogardu była o 24% wyższa niż w wariancie kontrolnym, a zbliżona do zawartości z NPK, zaś pod wpływem kompostów przygotowanych z osadów ze Stargardu Szczecińskiego w stosunku do kontroli było o 13% więcej tego składnika, a w porównaniu do NPK o 13% mniej. Zawartość cynku w mieszance traw nawożonej kompostami z osadów z obu oczyszczalni była podobna i przewyższała o około 34% koncentrację w trawach z kontroli i o 23% z wariantu z NPK.

Wysokość dawki kompostów w działaniu następczym, w odróżnieniu do działania bezpośredniego, nie różnicowała znacząco zawartości miedzi i manganu w mieszance traw, zaś koncentracja cynku była wyższa tam, gdzie zastosowano podwójną dawkę kompostów.

Na podstawie przedstawionej analizy wyników badań można stwierdzić, że nawożenie umiarkowanymi dawkami kompostów z osadów ściekowych (I dawka około 2,8 t·ha⁻¹ s.m., II dawka około 5,6 t·ha⁻¹ s.m.) nie spowodowało nadmiernego wzrostu zawartości miedzi, manganu i cynku w mieszance traw. CIEŚLA i in. [1993] stosując o wiele wyższe dawki osadów ściekowych pod kupkówkę pospolitą w uprawie polowej, istotny wzrost zawartości miedzi w pierwszym roku uzyskali dopiero przy najwyższej dawce, a zawartość cynku przy wszystkich dawkach była zbliżona i tylko nieco wyższa niż w trawie z kontroli. W trzecim roku od zastosowania osadów zawartość tych pierwiastków w trawie była niższa niż w pierwszym roku badań. Autorzy ci sugerują, że w miarę upływu czasu część mikroelementów zostaje wyniesiona z plonami, a część zostaje wbudowana w kompleks mineralno-organiczny gleby, co ogranicza ich dostępność dla roślin. Podobne sugestie wynikają z badań ROSZYKA i in. [1988], a GORLACH i GAMBUŚ [1999] zwracają uwagę na rozcieńczenie składników w większej masie plonu, jaki uzyskuje się w wyniku stosowania osadów ściekowych.

Według kryteriów paszowych mieszanka traw w obu latach badań charakteryzowała się niedoborową zawartością cynku, a w drugim roku również miedzi [CZUBA, MAZUR 1988].

Wnioski

1. Wartość nawozowa kompostów z osadów ściekowych z oczyszczalni komunalnej w Nowogardzie bez i z dodatkiem liści, słomy lub trocin pod względem zawartości azotu, fosforu, miedzi, manganu i cynku przewyższała obor-

- nik, a ze Stargardu Szczecińskiego tylko manganu było mniej niż w oborniku.
2. W działaniu bezpośrednim komposty przygotowane z osadów bez i z dodatkiem komponentów zwiększały zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw w porównaniu do stwierdzonej w roślinach z obiektu kontrolnego i NPK.
 3. W drugim roku badań, kiedy oceniono działanie następcze kompostów, odnotowano tylko znaczący ich wpływ na kształtowanie zawartości cynku w mieszance traw.

Literatura

CZUBA R., MAZUR T. 1988. *Wpływ nawożenia na jakość plonów*. PWN Warszawa: 360 ss.

CIEŚLA W., ZALEWSKI W., KUCHARSKI J., DĄBROWSKA-NASKRĘT H., JAWORSKA H. 1993. *Zawartość metali ciężkich w glebie i kupkówce pospolitej w trzecim roku po zastosowaniu osadów ściekowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 43–50.

GAMBUŚ F., GORLACH E., GRABOWSKI M., WIECZOREK J. 1996. *Porównanie zawartości metali ciężkich w osadach ściekowych z oczyszczalni województwa krakowskiego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 175–180.

GORLACH E., GAMBUŚ F. 1999. *Wpływ osadów ściekowych na zawartość metali ciężkich w glebie i roślinach oraz ich przemieszczanie się w profilu glebowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 505–511.

MAZUR T., WOJTAS A. 1993. *Charakterystyka chemiczno-rolnicza osadów ściekowych miasta Olsztyna*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 9–12.

MAZUR T. 1996. *Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 13–22.

ROSZYK E., ROSZYK S., SPIAK Z. 1988. *Wartość nawozowa osadów ściekowych z niektórych oczyszczalni południowo-zachodniej Polski. Cz. III. Doświadczenia wegetacyjne*. Roczn. Glebozn. 39(1): 113–125.

WOŁOSZYK CZ., KRZYWY E. 1999. *Badania nad rolniczym wykorzystaniem osadów ściekowych z oczyszczalni komunalnych w Goleniowie i Nowogardzie. Cz. I. Skład chemiczny osadów i kompostów z osadów ściekowych oraz ich wpływ na plonowanie życicy trwałej*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura (77): 387–392.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, komposty, zawartość miedzi, manganu, cynku

Streszczenie

W badaniach nad przyrodniczym wykorzystaniem osadów ściekowych z oczyszczalni komunalnych oceniano wpływ kompostów z osadów bez i z dodatkiem liści, słomy lub trocin na zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw, uprawianej na glebie lekkiej (kl. IVb, kompleks 5).

W działaniu bezpośrednim komposty z osadów ściekowych zwiększyły zawartość miedzi, manganu i cynku w mieszance traw, a w działaniu następczym tylko cynku, w porównaniu z kontrolą i wyłącznym nawożeniem mineralnym.

DIRECT AND CONSEQUENT EFFECTS OF COMPOSTED
SEWAGE SLUDGE ON COPPER,
MANGANESE, AND ZINC CONTENTS IN GRASS MIXTURE

Edward Krzywy, Czesław Wołoszyk, Anna Iżewska
Department of Agricultural Chemistry,
Agricultural University, Szczecin

Key words: sewage sludge, composts, contents of cooper, manganese and zinc

Summary

Within the studies on natural utilization of sludge from municipal sewage treatment plants, the influence of composted sewage sludge with and without addition of leaves, straw and sawdust, on the contents of copper, manganese and zinc in grass mixture cultivated on a light soil (IVb class, 5th complex), was assessed. As a direct effect, the composted sewage sludge increased the contents of copper, manganese and zinc in grass mixture. As the consequent influence of the se composts, an increased content of zinc only was observed in comparison to the control treatment and to the mineral fertilization only.

Prof. dr hab. Edward **Krzywy**
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN