

WPLYW KOMPOSTÓW Z KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO
Z DODATKIEM RÓŻNYMCH KOMPONENTÓW NA ZMIANY
WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH GLEBY

E. Krzywy, Cz. Wołoszyk, A. Iżewska, J. Krzywy

Katedra Chemii Rolnej, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

Streszczenie. W doświadczeniu polowym badano wpływ kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów na właściwości chemiczne gleby o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego pylastego. Do badań użyto 7 kompostów o następującym składzie rzeczowym w przeliczeniu na suchą masę: kompost z osadu ściekowego (100%); kompost z osadu ściekowego (70%) i odpadów zieleni miejskiej (30%); kompost z osadu ściekowego (70%) i słomy (30%); kompost z osadu ściekowego (70%); odpadów zieleni miejskiej (15%) i słomy (15%); kompost z osadu ściekowego (70%); odpadów zieleni miejskiej (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%); kompost z osadu ściekowego (70%); słomy (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%); kompost z osadu ściekowego (70%); odpadów zieleni miejskiej (10%); słomy (10%) i popiołu z węgla kamiennego (10%).

Komposty po 7 miesiącach rozkładu wprowadzono do gleby, na której wysiano rzepak jary. Po sprzęcie rośliny testowej pobrano próbki gleby i poddano je analizie chemicznej. Uzyskane rezultaty wskazują, że komposty z komunalnego osadu ściekowego spowodowały wzrost zawartości węgla organicznego i nieznacznie azotu i fosforu ogólnego w glebie. Koncentracja pozostałych składników pokarmowych (K, Ca, Mg, S) oraz metali ciężkich (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb i Zn) nie zmieniła się wyraźnie pod wpływem wprowadzonych do gleby kompostów. Komposty z komunalnego osadu ściekowego spowodowały wzrost zawartości form przyswajalnych P i Mg, a nie miały wpływu na koncentrację przyswajalnego K w glebie.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, komposty, właściwości chemiczne gleby.

WSTĘP

Pozytywny wpływ odpadów użytych do nawożenia na wysokość i skład chemiczny roślin nie zawsze gwarantuje prawidłowe zabezpieczenie środowiska przyrodniczego przed skażeniem. Odpady, a wśród nich komunalne osady ściekowe mogą wywierać ujemne skutki na właściwości chemiczne i mikrobiologiczne gleb, prowadząc w dalszej konsekwencji do zmniejszenia ich żyzności i urodzajności. Z komunalnymi osadami ściekowymi wprowadza się do gleb masę organiczną oraz znaczne ilości azotu i fosforu, a ilość wprowadzonego potasu jest niska w stosunku do azotu i fosforu. Komunalne osady ściekowe mogą także być źródłem metali ciężkich, drobnoustrojów chorobotwórczych, pasożytów i ich jaj oraz innych zanieczyszczeń w glebach. Dążąc do wyeliminowania ujemnego oddziaływania tych czynników na gleby i rośliny wydane zostały akty prawne (Dz. U. 97.96.592, Dz. U. 99.73.993, Dz.U. 01.62.628), które określają między innymi zasady postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi.

Biorąc pod uwagę skład chemiczny komunalnych osadów ściekowych przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu wyprodukowanych kompostów z komunalnego osadu ściekowego na zmiany właściwości chemicznych gleby.

MATERIAŁ I METODY

Realizując cel badań, wiosną 2001r., założono doświadczenie polowe na glebie zaliczanej pod względem granulometrycznym do piasku gliniastego lekkiego pylastego, kompleksu żytniego dobrego.

Gleba zawierała 6,90 C-organicznego, form ogólnych N – 0,70, P – 1,00, K–5,70, Ca – 2,00, Mg – 0,20, S – 0,10 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ oraz Cd – 0,55, Cu – 5,30, Mn – 371, Ni – 7,75, Pb – 8,25 i Zn – 45,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Zawartość form przyswajalnych glebie wyniosła: P – 87,2, K – 134,5 i Mg – 50,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Do badań użyto 7 kompostów o następującym składzie rzeczowym w przeliczeniu na suchą masę: osad ściekowy (100%); osadu ściekowego (70%) i odpadów zieleni miejskiej (30%); osadu ściekowego (70%) i słomy zbóż (30%); osadu ściekowego (70%); odpadów zieleni miejskiej (15%) i słomy (15%); osadu ściekowego (70%); odpadów zieleni miejskiej (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%); osadu ściekowego (70%); słomy (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%); osadu ściekowego (70%) oraz po 10% odpadów zieleni miejskiej, słomy i popiołu z węgla kamiennego. Skład rzeczowy kompostów ustalono na podstawie zawartości suchej masy w poszczególnych komponentach. Stosy kompostowe

założono jesienią 2000 r., a proces rozkładu prowadzono 7 miesięcy. Komposty do gleby wprowadzono wiosną 2001r. Wysokość dawek poszczególnych kompostów ustalono przyjmując, że z ich masą wprowadzi się do gleby $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ze względu na niską zawartość potasu w kompostach ($6,0\text{--}7,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) w stosunku do azotu ($23,8\text{--}38,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) i fosforu ($21,5\text{--}28,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) oraz niskie wykorzystanie azotu (Maćkowiak 2000) z kompostów zastosowano dwa poziomy nawożenia azotowo-potasowego ($\text{N}_{50}, \text{K}_{41}\text{--I}$ poziom i N_{100} i $\text{K}_{82}\text{--II}$ poziom).

Rośliną testową w doświadczeniu był rzepak jary. Po sprzęcie rośliny testowej pobrano próby gleby z warstwy ornej (0-25 cm) i oznaczono w nich niektóre właściwości chemiczne według metod podanych przez Ostrowską i in. [5].

WYNIKI I DYSKUSJA

Porównując wyniki badań właściwości chemicznych gleby przed założeniem doświadczenia (metodyka) z rezultatami osiągniętymi po sprzęcie rzepaku jarego (Tab. 1-4) można stwierdzić, że nawozy mineralne nie miały większego wpływu na kształtowanie zawartości form ogólnych azotu, fosforu, potasu, wapnia, magnezu, siarki, kadmu, miedzi i niklu w glebie zaś zawartość form ogólnych cynku obniżyła się, a manganu wzrosła.

W glebie nawożonej I poziomem azotu i potasu, pH_{KCl} wahało się w granicach od 6,6 do 6,9 i było nieco wyższe aniżeli w wariantach z II poziomem nawożenia mineralnego (6,5 – 6,7) (Tab. 1).

Komposty z osadu ściekowego stosowane na tle nawożenia azotowo-potasowego w niewielkim stopniu oddziaływały na zmianę wysokości pH_{KCl} w glebie.

Podwojenie dawek nawożenia azotowo-potasowego nie miało większego wpływu na kształtowanie zawartości form ogólnych głównych składników pokarmowych oraz metali ciężkich w glebie w porównaniu z I poziomem nawożenia (Tab. 1-3). Wprowadzone do gleby komposty z osadu ściekowego zwiększyły zawartość węgla organicznego, azotu i fosforu ogólnego.

Różnice w działaniu poszczególnych kompostów na kształtowanie zawartości węgla organicznego oraz form ogólnych azotu i fosforu w glebie były niewielkie (Tab. 1). Wartość stosunku C:N w glebie po zakończeniu doświadczenia wegetacyjnego mieściła się w granicach od 9,00 do 10,13. Wartości te nie budzą zastrzeżeń. Wzrost dawek nawozów azotowo-potasowego, bez udziału i z udziałem kompostów z osadów ściekowych powodował zawężenie stosunku C:N w glebie. Zjawisko to wiąże się z dodatkową dawką azotu, którą wprowadzono do gleby z II poziomem nawożenia mineralnego.

Tabela 1. Odczyn (pH_{KCl}), zawartość węgla organicznego i azotu ogólnego ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz stosunek C:N w glebie po zakończeniu doświadczenia vegetacyjnego

Table 1. pH_{KCl} , the contents of organic C and total nitrogen, as well as C:N ratio in the soil determined after the termination of the vegetative experiment ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Warianty nawożenia kompostami	pH_{KCl}		N ogółem					C : N			
	N_1	N_2	N_1	N_2	\bar{S}_r	N_1	N_2	\bar{S}_r	N_1	N_2	\bar{S}_r
1*	6,7	6,5	7,1	7,0	7,0	0,73	0,76	0,74	9,73	9,21	9,47
2*	6,7	6,6	7,6	7,9	7,7	0,79	0,86	0,82	9,62	9,19	9,40
3*	6,8	6,7	7,3	7,6	7,4	0,76	0,82	0,79	9,60	9,27	9,44
4*	6,6	6,5	7,7	7,7	7,7	0,80	0,82	0,81	9,63	9,39	9,51
5*	6,9	6,6	7,7	7,7	7,7	0,80	0,85	0,82	9,63	9,06	9,34
6*	6,7	6,5	7,7	7,5	7,6	0,76	0,80	0,78	10,13	9,38	9,76
7*	6,7	6,6	7,5	7,4	7,5	0,78	0,80	0,79	9,62	9,25	9,44
8*	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	0,75	0,80	0,77	9,60	9,00	9,30
\bar{S} rednia	x	x	7,5	7,5	7,5	0,77	0,81	0,79	9,70	9,22	9,46

Objaśnienia do Tabeli: N_1 – I poziom nawożenia mineralnego N_{50} , K_{41} N_2 – II poziom nawożenia mineralnego N_{100} , K_{82} , 1* Bez kompostu 2* Kompost z osadu ściekowego (100%), 3* Kompost z osadu ściekowego (70%) i odpadów zieleni miejskiej (30%), 4* Kompost z osadu ściekowego (70%) i słomy (30%), 5* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (15%) i słomy (15%), 6* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), 7* Kompost z osadu ściekowego (70%), słomy (20%) i popiołu z węgla kamiennego (10%), 8* Kompost z osadu ściekowego (70%), odpadów zieleni miejskiej (10%), słomy (10%) i popiołu z węgla kamiennego (10%).

Pod wpływem kompostów z osadu ściekowego zawartość form ogólnych, potasu, wapnia, magnezu, siarki, miedzi i niklu w glebie była podobna do zawartości stwierdzonej przed założeniem doświadczenia. Po zbiorze rośliny testowej obniżyła się koncentracja formy ogólnej cynku i kadmu, a form ogólnych manganu wyraźnie, zaś ołowiu nieznacznie wzrosła (Tab. 2 i 3).

Komposty z osadu ściekowego wyraźnie zwiększyły zawartość manganu, w niewielkim stopniu ołowiu oraz obniżyły koncentrację cynku w glebie w porównaniu z wariantem bez kompostu.

Tabela 2. Zawartość form ogólnych fosforu (P), potasu (K), wapnia (Ca), magnezu (Mg) i siarki (S) w glebie po zakończeniu doświadczenia ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 2. The contents of total forms of phosphorous (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulphur (S) in the soil after the termination of the experiment ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Warianty nawożenia kompostami	P			K			Ca			Mg			S		
	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr
1*	1,0	1,1	1,1	5,8	5,7	5,8	2,2	2,1	2,1	0,22	0,23	0,22	0,10	0,10	0,10
2*	1,5	1,7	1,6	5,6	5,6	5,6	2,5	2,1	2,3	0,23	0,27	0,25	0,13	0,10	0,12
3*	1,5	1,4	1,4	5,5	5,4	5,4	2,5	2,3	2,4	0,23	0,28	0,25	0,13	0,10	0,12
4*	1,6	1,3	1,4	5,8	5,7	5,8	2,8	2,6	2,7	0,23	0,24	0,23	0,13	0,10	0,12
5*	1,5	1,5	1,5	5,8	5,7	5,8	2,7	2,5	2,6	0,23	0,22	0,22	0,13	0,10	0,12
6*	1,4	1,4	1,4	5,8	5,8	5,8	2,5	2,5	2,5	0,23	0,22	0,22	0,11	0,10	0,10
7*	1,4	1,3	1,3	5,5	5,6	5,6	2,7	2,7	2,7	0,22	0,23	0,22	0,11	0,10	0,10
8*	1,4	1,3	1,3	5,8	5,7	5,7	2,2	2,2	2,2	0,23	0,22	0,22	0,12	0,10	0,11
Średnia	1,4	1,4	1,4	5,7	5,6	5,7	2,5	2,4	2,4	0,23	0,24	0,23	0,12	0,10	0,11

*Objaśnienia do Tabeli:

N₁ – I poziom nawożenia mineralnego N₅₀, K₄₁

N₂ – II poziom nawożenia mineralnego N₁₀₀, K₈₂

Śr – średnia

Objaśnienia wariantów nawożenia kompostami podano w Tabeli I.

Tabela 3. Zawartość form ogólnych kadmu (Cd), miedzi (Cu), manganu (Mn), niklu (Ni), ołowiu (Pb) i cynku (Zn) w glebie po zakończeniu doświadczenia ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$)

Table 3. The contents of total forms of cadmium (Cd), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni), lead (Pb), and zinc (Zn) in the soil after the termination of the experiment ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ of dry matter)

Warianty nawożenia kompost.	Cd			Cu			Mn			Ni			Pb			Zn		
	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr
1*	0,48	0,52	0,50	5,25	5,48	5,36	393	384	388	8,0	8,0	8,0	8,57	8,54	8,55	40,4	41,3	40,8
2*	0,48	0,54	0,51	5,20	5,32	5,26	414	401	407	7,6	8,5	8,0	9,32	8,59	8,95	35,1	37,0	36,0
3*	0,50	0,55	0,52	5,70	5,95	5,82	417	485	451	7,8	7,8	7,8	9,18	8,76	8,97	30,6	33,8	32,2
4*	0,48	0,55	0,52	5,48	5,58	5,53	436	458	447	8,3	8,2	8,2	9,15	9,21	9,18	41,1	38,4	39,8
5*	0,50	0,52	0,51	5,43	5,30	5,36	451	440	445	7,7	7,8	7,8	9,38	9,51	9,44	40,4	38,0	39,2
6*	0,50	0,53	0,52	5,35	5,34	5,33	479	465	472	8,0	7,6	7,8	9,28	8,76	9,02	39,4	42,0	40,7
7*	0,48	0,50	0,49	5,22	5,32	5,27	471	471	471	8,1	7,8	8,0	8,70	9,17	8,93	38,9	41,2	40,0
8*	0,50	0,52	0,51	5,30	5,38	5,34	501	484	492	7,8	7,6	7,7	9,47	8,94	9,20	44,5	41,5	43,0
Średnia	0,49	0,53	0,51	5,37	5,46	5,42	445	448	446	7,9	7,9	7,9	9,13	8,93	9,03	38,8	39,2	39,0

*Objaśnienia do Tabeli:

N₁ – I poziom nawożenia mineralnego N₅₀, K₄₁

N₂ – II poziom nawożenia mineralnego N₁₀₀, K₈₂

Objaśnienia wariantów nawożenia kompostami podano w Tabeli 1

Tabela 4. Zawartość form przyswajalnych fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w glebie po zakończeniu doświadczenia ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) gleby
Table 4. The contents of assimilable forms of phosphorous (P), potassium (K), and magnesium (Mg) in the soil after the termination of the experiment ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Warianty nawożenia kompostami	P			K			Mg		
	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr	N ₁	N ₂	Śr
1*	82,5	79,9	81,2	130,0	133,0	131,5	50,6	58,3	54,4
2*	85,1	87,2	86,2	134,0	135,0	134,5	60,1	67,3	63,7
3*	76,4	91,2	83,8	134,0	137,0	135,5	56,1	57,0	56,5
4*	95,2	96,9	96,0	139,0	144,0	141,5	60,1	66,6	63,4
5*	90,8	99,5	95,2	134,0	139,0	136,5	66,1	60,8	63,4
6*	85,0	88,5	86,8	130,0	135,0	132,5	60,2	55,3	57,8
7*	87,7	86,4	87,0	132,0	137,0	134,5	61,3	62,3	61,8
8*	82,9	85,6	84,2	130,0	132,0	131,0	62,1	62,1	62,1
Średnia	85,7	89,4	87,6	132,9	136,5	134,7	59,6	61,2	60,4

*Objaśnienia do Tabeli:

N₁ – I poziom nawożenia mineralnego N₅₀, K₄₁

N₂ – II poziom nawożenia mineralnego N₁₀₀, K₈₂

Objaśnienia wariantów nawożenia kompostami podano w Tabeli 1.

Komposty z osadu ściekowego z dodatkiem popiołu z węgla kamiennego spowodowały wzrost zawartość ogólnej formy manganu oraz obniżenie koncentracji miedzi. Najwięcej cynku zawierała gleba nawożona kompostem z osadu ściekowego (70%) z dodatkiem (30%) odpadów zieleni miejskiej.

Średnia koncentracja przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie, przy obu poziomach nawożenia azotowo-potasowego była zbliżona do zawartości przed założeniem doświadczenia, zaś magnezu znacznie wyższa (Tab. 4).

Komposty z osadu ściekowego, w przeważającej większości wariantów doświadczenia, spowodowały wzrost zawartości form przyswajalnych fosforu i magnezu w glebie, a nie miały wpływu na koncentrację przyswajalnego potasu. Średnio najwięcej formy przyswajalnej fosforu zawierała gleba nawożona kompostem z osadu ściekowego (70%) z dodatkiem 20% słomy i 10% popiołu z węgla kamiennego, a następnie kompostem z osadu ściekowego (70%) z dodatkiem 30% słomy oraz kompostem z osadu ściekowego (70%) z dodatkiem po 15% odpadów zieleni miejskiej i słomy (Tab. 4).

Uzyskane rezultaty badań chemicznych wskazują, że wprowadzone do gleby komposty z komunalnego osadu ściekowego spowodowały w niej wzrost zawartości węgla organicznego, form ogólnych azotu i fosforu oraz form przyswajalnych fosforu i magnezu. Rezultaty te pokrywają się z wynikami badań Barana i in. [1,2], Czekają [3] oraz Sapka i Sapek [6], którzy uważają, że komunalne osady ściekowe i sporządzone z nich komposty są cennym źródłem dla gleby masy organicznej oraz niektórych składników pokarmowych. Badane komposty nie spowodowały nadmiernego wzrostu zawartości metali ciężkich w glebie. Rezultaty takie uzyskali także Czyżyk [4] oraz Szulc i in. [7].

WNIOSKI

1. Badane komposty z komunalnego osadu ściekowego po zakończeniu doświadczenia wegetacyjnego spowodowały wzrost zawartości węgla organicznego oraz nieznacznie azotu i fosforu ogólnego w glebie.
2. Koncentracja form ogólnych potasu, wapnia, magnezu, siarki, kadmu, miedzi, magnezu, niklu, ołowiu i cynku nie zmieniła się w glebie po zastosowaniu kompostów z komunalnego osadu ściekowego niezależnie od rodzaju komponentów.
3. Komposty z komunalnego osadu ściekowego w większości przypadków spowodowały wzrost zawartości form przyswajalnych fosforu i magnezu, w porównaniu z wariantem bez kompostu, a nie miały większego wpływu na koncentrację potasu w glebie.

PIŚMIENNICTWO

1. **Baran S., Flis-Bujak M., Turski R., Żukowska G.:** Przemiany substancji organicznej w glebie lekkiej użyźnionej osadem ściekowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z 409, s: 243-250, 1993.
2. **Baran S., Szczepanowska I., Saadi L.:** Wpływ użyźnienia osadem ściekowym o różnych stopniach przetworzenia na zawartość form azotu w glebie lekkiej. Agric. Stetin. Fol. Univ. Agricultura:200 (77) s: 15-20, 1999.
3. **Czekała J.:** Osady ściekowe źródłem materii organicznej i składników pokarmowych., Agric. Stetin. Fol. Univ. Agricultura:200 (77) s: 33-38, 1999.
4. **Czyżyk F.:** Zawartość metali ciężkich w glebach nawadnianych ściekami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434 cz.II, s: 811-817, 1996.
5. **Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka:** Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska. 1991.
6. **Sapek A., Sapek B.:** Wykorzystanie fosforu z osadów ściekowych w rolnictwie. Agric. Stetin. Fol. Univ. Agricultura:200 (77), s: 331-335, 1999.
7. **Szulc W., Łabętowicz J., Rutkowska B.:** Ocena zawartości metali ciężkich w glebie po zastosowaniu osadu ściekowego z warszawskiej oczyszczalni ścieków „Czajka”. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.. 472 cz. II s: 635-640, 2000.

THE INFLUENCE OF COMPOSTS MADE FROM MUNICIPAL SEWAGE
SLUDGE ON SOIL CHEMICAL PROPERTIES

E. Krzywy, Cz. Wołoszyk, A. Iżewska, J. Krzywy

Faculty of Shaping of Environment and Agriculture, Department of Agricultural Chemistry
Academy of Agriculture
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

Summary. In a field experiment, the influence of composts made from municipal sewage sludge enriched with different components on chemical properties of a soil of granulometric composition of a very-fine loamy sand was investigated. Seven composts of the following composition expressed in dry matter were used, i. e., compost from sewage sludge (100%), compost from sewage sludge (70%) and municipal green wastes (30%), compost from sewage sludge (70%) and straw (30%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (15%) and straw (15%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (20%) and mineral coal ash (10%), compost from sewage sludge (70%), municipal green wastes (10%), straw (10%), and mineral coal ash (10%).

After 7-month decomposition, the composts were incorporated into the soil and then spring rape was sown. Following the harvest of the test plant, soil samples were collected and their chemical properties determined. The composts made from the municipal sewage sludge increased the contents of organic carbon and slightly nitrogen and total phosphorous in the soil. The concentrations of the other nutrients (K, Ca, Mg, S) and heavy metals (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) did not change markedly following the application of the composts into the soil. The composts made from the municipal sewage sludge increased the contents of assimilable forms of P and Mg, and had no influence on the concentration of assimilable K in the soil.

Key words: sewage sludge, composts, soil chemical properties.