

NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY LEKKIEJ PO TRZECH LATACH OD ZASTOSOWANIA KOMPOSTÓW Z KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO

Czesław Wołoszyk, Anna Iżewska, Ewa Krzywy-Gawrońska

Katedra Chemii Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Od ponad dziesięciu lat w wielu gospodarstwach rolnych ograniczono, bądź zrezygnowano z chowu zwierząt gospodarskich, czego skutkiem jest niedobór lub brak nawozów naturalnych. W celu utrzymania należytej żyzności gleb, w gospodarstwach bezinwazyjnych lub o niewystarczającej ilości nawozów naturalnych, powinno się stosować nawożenie nawozami organicznymi np. w postaci kompostów [MAZUR i in. 2003]. Dużą wartością nawozową, co stwierdzono w licznych badaniach [MAZUR i in. 1996; CZYŻYK i in. 2002; WOŁOSZYK 2003], charakteryzują się komposty z komunalnych osadów ściekowych z dodatkiem różnych komponentów organicznych. Komposty z komunalnych osadów ściekowych, poza bezpośrednim wpływem na wielkość i jakość plonu roślin, oddziałują korzystnie na żyzność gleb.

Celem niniejszych badań była ocena wpływu kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem odpadów zieleni miejskiej, słomy żytniej i popiołu z węgla kamiennego, w trzecim roku od ich zastosowania, na niektóre właściwości chemiczne gleby lekkiej.

Materiał i metody badań

W latach 2001–2003 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku k/Stargardu Szczecińskiego przeprowadzono doświadczenie polowe na glebie brunatnej niecałkowitej (kompleks żytni dobry), o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego pylistego i o zawartości 12% części spławialnych w poziomie Ap. Przed założeniem doświadczenia odczyn gleby był obojętny (pH w 1 mol $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3} = 6,7$), zawartość C org. wynosiła $6,90 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0,70 \text{ g N og} \cdot \text{kg}^{-1}$, zawartość fosforu i potasu przyswajalnego była wysoka, a magnezu średnia. W doświadczeniu dwuczynnikowym, w którym I czynnik stanowiło siedem rodzajów kompostów z komunalnego osadu ściekowego z oczyszczalni w Stargardzie Szczecińskim, z dodatkiem różnych komponentów (cyfry w nawiasach oznaczają procentowy udział suchej masy poszczególnych komponentów w kompostach): A – osad (100%), B – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (30%), C – osad (70%)

+ słoma (30%), D – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (15%) + słoma (15%), E – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (20%) + popiół z węgla kamiennego (10%), F – osad (70%) + słoma (20%) + popiół z węgla kamiennego (10%), G – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (10%) + słoma (10%) + popiół z węgla kamiennego (10%) oraz wariant kontrolny, a drugim czynnikiem były dwie dawki NPK.

Komposty sporządzono we wrześniu 2000 r. i po siedmiu miesiącach fermentacji zastosowano pod rzepak jary (odm. Licosmos), w dawkach odpowiadających 200 kg N·ha⁻¹. Skład chemiczny kompostów przed zastosowaniem do gleby przedstawia tabela 1. Po rzepaku uprawiano pszenicę ozimą (odm. Korweta), a po pszenicy owies nagoziarnisty (odm. Polar). Pierwsza dawka nawożenia mineralnego pod rzepak jary wynosiła 50 kg N i 41 kg K·ha⁻¹ (bez fosforu), pod pszenicę ozimą 60 kg N, 8,7 kg P i 25 kg K·ha⁻¹, a pod owies 40 kg N, 8,7 kg P i 33 kg K·ha⁻¹, zaś druga dawka pod każdą roślinę była dwukrotnie większa.

Po zbiorze owsa nagoziarnistego pobrano średnie obiektowe próbki gleby z głębokości 0–25 cm, w których oznaczono: pH w 1 mol KCl·dm⁻³, C org. (metodą Tiurina), N og. (metodą Kjeldahla), P i K przyswajalny (metodą Igniera-Riehna) i Mg przyswajalny (metodą Schachtschabela).

Tabela 1; Table 1

Skład chemiczny kompostów przed zastosowaniem do gleby
Chemical composition of composts before their application to the soil

Rodzaj kompostu; Type of compost	Sucha masa Dry matter (g·kg ⁻¹)	Zawartość; Content (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)					
		C org. org. C	N	P	K	Ca	Mg
A – osad (100%); sludge (100%)	168 5,14*	281 1444**	38,8	27,0	6,00	26,0	6,40
B – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (30%) sludge (70%) + municipal green wastes (30%)	206 5,50*	310 1705**	36,4	23,1	6,40	23,5	2,90
C – osad (70%) + słoma (30%); sludge (70%) + straw (30%)	215 8,41*	385 3238**	23,8	26,3	6,90	25,0	3,00
D – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (15%) + słoma (15%); sludge (70%) + municipal green wastes (15%) + straw (15%)	217 7,20*	325 2340**	27,7	25,5	6,80	25,2	3,60
E – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (20%) + popiół z węgla kamiennego (10%); municipal green wastes (20%) + sludge (70%) + coal ash (10%)	200 5,44*	255 1387**	36,7	24,3	6,70	25,4	6,20
F – osad (70%) + słoma (20%) + popiół z węgla kamiennego (10%); sludge (70%) + straw (20%) + coal ash (10%)	203 7,69*	288 2115**	26,0	28,0	7,80	24,9	3,70
G – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (10%) + słoma (10%) + popiół z węgla kamiennego (10%); sludge (70%) + municipal green wastes (10%) + straw (10%) + coal ash (10%)	232 5,96*	302 1780**	33,5	21,5	7,20	25,6	4,60

* Dawka suchej masy kompostu w t·ha⁻¹; rate of dry matter of compost in t·ha⁻¹

** Dawka C org. w kg·ha⁻¹; rate of org. C in kg·ha⁻¹

Wyniki i dyskusja

Po trzech latach od zastosowania kompostów z komunalnego osadu ściekowego, bez dodatku i z dodatkiem odpadów zielni miejskiej, słomy żytniej i popiołu z węgla kamiennego, odczyn gleby nie uległ większym zmianom w stosunku do wartości wyjściowej (tab. 2). Na obiekcie kontrolnym i na większości obiektów z kompostami i NPK I wartość pH gleby była zbliżona do wartości wyjściowej, zaś na wszystkich obiektach z kompostami i NPK II od 0,11 do 0,22 jednostki wyższa. Nawożenie organiczne nie powoduje zazwyczaj znaczących zmian odczynu gleby, ale wpływa na jego stabilizację, co potwierdzają wyniki badań własnych. Podobne wnioski odnośnie wpływu osadów ściekowych na pH gleby podają STĘPIEŃ i in. [2000] oraz PATORCZYK-PYLIK [2001].

Tabela 2; Table 2

Odczyn gleby, zawartość C org. i N og. oraz wartość stosunku C : N w glebie
 Soil reaction, the content of organic carbon and total nitrogen and the C : N ratio in the soil

Rodzaj kompostu* Type of compost*	pH _{KCl} (6,70)**		C organiczny Organic C (6,90)**			N ogólny Total N (0,70)**			C : N (9,8)**		
	NPK I	NPK II	NPK I	NPK II	̄	NPK I	NPK II	̄	NPK I	NPK II	̄
Kontrola Control	6,63	6,63	6,20	6,20	6,20	0,62	0,67	0,65	10,0	9,3	9,6
A	6,63	6,82	6,30	6,40	6,35	0,67	0,67	0,67	9,4	9,6	9,5
B	6,68	6,81	6,40	6,60	6,50	0,73	0,76	0,75	8,8	8,8	8,8
C	6,86	6,83	7,00	7,20	7,10	0,73	0,78	0,76	9,6	9,2	9,4
D	6,91	6,97	6,50	6,80	6,65	0,78	0,81	0,80	8,3	8,4	8,4
E	6,68	6,91	6,40	6,50	6,45	0,67	0,67	0,67	9,6	9,7	9,6
F	6,65	6,91	6,60	6,70	6,65	0,67	0,68	0,68	9,8	9,8	9,8
G	6,85	6,92	6,70	6,60	6,65	0,73	0,70	0,72	9,2	9,4	9,3
̄	–	–	6,51	6,62	6,57	0,70	0,72	0,71	9,3	9,3	9,3

* Objasnienia patrz tabela 1; Explanations see Table 1

** Zawartość wyjściowa; The initial content

Po zbiorze owsa nagoziarnistego średnia zawartość C org. w glebie z obiektu kontrolnego była o 10,1% mniejsza od zawartości wyjściowej. Natomiast na obiektach z kompostami ubytek węgla był mniejszy i wahał się od 3,6 do 7,9%, a na obiekcie z kompostem C stwierdzono około 3-procentowy wzrost zawartości C org. w glebie.

Różnice między zawartością C org. w glebie z poszczególnych obiektów z kompostami mogą być wynikiem wniesienia do gleby różnych ilości węgla (tab. 2). Zależność ta w większości przypadków została potwierdzona, gdyż najmniej węgla wniesiono z kompostem E i A i na obiektach z tymi kompostami było mniej węgla niż w glebie z obiektu z kompostem C, z którym wniesiono najwięcej węgla (3238 kg·ha⁻¹).

Jedną z przyczyn ubytku C org. z gleby była zapewne uprawa, przez trzy kolejne lata, roślin (rzepak jary, pszenica ozima, owies nagoziarnisty) powodujących degradację substancji organicznej w glebie. Mniejszy ubytek węgla, bądź nawet niewielki wzrost jego zawartości na obiektach z kompostami świadczy o

korzystnym ich wpływie na reprodukcję substancji organicznej w glebie. Jednak wielkość tego wpływu zależy od ilości wniesionego C org. z osadami bądź z kompostami, co potwierdzają badania BARANA i in. [1996], KOPCIA i in. [2000] i WOŁOZYKA [2003].

Na wszystkich obiektach doświadczenia z kompostami wniesiono do gleby jednakową ilość azotu ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Pomimo to zawartość N og. w glebie, po trzech latach od zastosowania kompostów była zróżnicowana. W glebie z obiektu kontrolnego średnia zawartość N og. była o 7,1% mniejsza od zawartości wyjściowej, zaś na obiektach z kompostami nieco mniejszą zawartość od wyjściowej stwierdzono w przypadku kompostu A, E i F, zaś na obiektach z kompostami B, C, D, G było tego składnika od 2,9 do 14,3% więcej. Nie odnotowano natomiast większej różnicy między średnią zawartością N og. w glebie z obiektów z NPK I i NPK II. Podobnie jak w przypadku węgla organicznego znaczący wzrost zawartości N og. w glebie nawożonej osadami bądź kompostami uzyskano po zastosowaniu większych dawek niż w badaniach własnych [PEVERLY i in. 1993; GRZYWNOVICZ, STRUTYŃSKI 1999].

Wielkość stosunku C : N w glebie na większości obiektów z kompostami nie uległa znaczącej zmianie w stosunku do wartości wyjściowej i do wartości z obiektu kontrolnego (tab. 2). Jedynie na obiektach z kompostami B i D średnia wartość stosunku C : N była o 1,0 i 1,3 mniejsza od wyjściowej, co wiązało się ze zwiększeniem zawartości N og. w glebie.

Według liczb granicznych, służących do wyceny zasobności gleby w fosfor przyswajalny, zawartość wyjściowa fosforu przyswajalnego była wysoka. W tej samej klasie zasobności składnik ten utrzymał się na obiekcie kontrolnym i na obiektach z kompostami A i B (tab. 3). Natomiast na pozostałych obiektach stwierdzono wzrost zawartości fosforu przyswajalnego w glebie, który pozwolił zakwalifikować glebę do zasobności bardzo wysokiej ($> 89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby). Średni wzrost zasobności fosforu na obiektach z kompostem C, D, E, F i G, w porównaniu do zawartości wyjściowej, wahał się od 4,9 do 13,8%. Natomiast w stosunku do zawartości z obiektu kontrolnego wszystkie komposty zwiększyły zawartość fosforu przyswajalnego w glebie, a średnie zwwyżki wahały się od 9,0 do 28,0%.

Tabela 3; Table 3

Zawartość fosforu, potasu i magnezu przyswajalnego w glebie ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Content of assimilable phosphorus, potassium, and magnesium in the soil ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Rodzaj kompostu* Type of compost*	Fosfor; Phosphorus (87,2)**			Potas; Potassium (134,0)**			Magnez; Magnesium (50,0)**		
	NPK I	NPK II	\bar{x}	NPK I	NPK II	\bar{x}	NPK I	NPK II	\bar{x}
Kontrola Control	75,7	79,2	77,5	128,8	131,4	130,1	51,4	55,1	53,3
A	82,5	86,4	84,5	130,2	134,6	132,4	59,4	61,8	60,6
B	84,7	88,5	86,6	133,1	135,7	134,4	55,9	57,2	56,6
C	90,6	95,0	92,8	140,2	145,5	142,9	61,4	65,1	63,3
D	91,5	99,4	95,5	136,8	137,3	137,1	57,3	59,9	58,6
E	88,8	94,2	91,5	137,4	137,6	137,5	59,0	60,6	59,8
F	102,2	96,4	99,2	138,8	140,1	139,5	59,8	62,9	61,4
G	95,9	100,0	98,0	134,5	135,6	135,1	60,9	61,1	61,0
\bar{x}	89,0	92,4	90,7	135,0	137,2	136,1	58,1	60,5	59,3

* Objaśnienia patrz tabela 1; Explanations see Table 1

** Zawartość wyjściowa; The initial content

Osady ściekowe są zasobne w fosfor, toteż w wielu przypadkach, podobnie jak w niniejszych badaniach, potwierdzono zwiększenie zawartości form przyswajalnych tego składnika w glebie, utrzymujące się w pierwszym roku i dalszych latach od zastosowania nawożenia [UNGER, FULLER 1985; BARAN i in. 1996].

Zmiany zawartości potasu przyswajalnego w glebie w wyniku zastosowania kompostów z osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów w stosunku do zawartości wyjściowej, jak również do zawartości stwierdzonej na obiekcie kontrolnym były niewielkie (tab. 3). Należy jednak stwierdzić, że na obiektach z kompostami gleba była zasobniejsza w potas przyswajalny niż gleba z obiektu kontrolnego średnio o 5,3%. Mały wpływ kompostów na kształtowanie zasobności w potas przyswajalny wiąże się zapewne z małą jego zawartością w kompostach. Średnia zawartość magnezu przyswajalnego w glebie z obiektu kontrolnego była o 6,6% większa od zawartości wyjściowej, zaś na obiektach z kompostami średnie wyższe zawartości magnezu wynosiły od 13,2 do 26,6%. O znacznym wpływie osadu ściekowego i kompostu na kształtowanie zawartości magnezu przyswajalnego w glebie świadczą badania BARANA i in. [2004], z tym że autorzy ci stosowali większe dawki osadu i kompostu niż w omawianych badaniach.

Wnioski

1. W trzecim roku od zastosowania kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem odpadów zieleni miejskiej, słomy żytniej i popiołu z węgla kamiennego nie odnotowano znaczących zmian odczynu gleby ani w stosunku do wartości wyjściowej, ani w stosunku do wartości z obiektu kontrolnego (bez nawożenia kompostami).
2. W glebie z obiektów z kompostami, w większości przypadków, nastąpiło zmniejszenie zawartości C org. w porównaniu z zawartością wyjściową, ale ubytek tego składnika był mniejszy niż na obiekcie kontrolnym, co świadczy o korzystnym wpływie kompostów na reprodukcję substancji organicznej w glebie.
3. Na wszystkich obiektach z kompostami średnia zawartość N og. była większa niż w glebie z obiektu kontrolnego, natomiast w porównaniu do zawartości wyjściowej więcej N og. otrzymano w wyniku zastosowania kompostów B – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (30%), C – osad (70%) + słoma (30%), D – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (15%) + słoma (15%) i G – osad (70%) + odpady zieleni miejskiej (10%) + słoma (10%) + popiół z węgla kamiennego (10%).
4. Wszystkie komposty dość znacznie, w stosunku do kontroli, zwiększyły w glebie zawartość fosforu (średnio o 19,5%) i magnezu przyswajalnego (średnio o 12,9%), a w mniejszym stopniu potasu przyswajalnego (średnio o 5,3%).

Literatura

BARAN S., FLIS-BUJAK M., TURSki R., ŻUKOWSKA G. 1996. Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby lekkiej użyźnianej osadem ściekowym. Roczn. Glebozn. 47(3/4): 123–130.

- BARAN S., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., ŻUKOWSKA G., OLESZCZUK P. 2004. Wykorzystanie kompostów do odtwarzania gleb na gruntach zdewastowanych przez intensywne zakwaszenie. *Rocz. Glebozn.* LV(2): 9–15.
- CZYŻYK F., KOZDRAŚ M., SIERADZKI T. 2002. Wartość nawozowa kompostów z osadów ściekowych i słomy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484(1): 117–124.
- GRZYWNOWICZ I., STRUŃSKI J. 1999. Zmiany niektórych właściwości chemicznych gleb po zastosowaniu osadów ściekowych do celów nawozowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 467(1): 299–306.
- KOPEĆ M., MAZUR K., GONDEK K. 2000. Wpływ nawożenia łąki górskiej odpadami i osadami ścieków garbarskich oraz ich kompostami na zmiany zawartości węgla i azotu w glebie. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricult.* 211(84): 167–174.
- MAZUR T., MAZUR Z., WOJTAS A. 1996. Agrochemiczne wartości kompostów z odpadów przemysłowych i rolniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 437: 277–284.
- MAZUR T., SADEJ W., MAZUR Z. 2003. Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentarowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494: 287–293.
- PATORCZYK-PYTLIK B. 2001. Agrochemiczna ocena różnych sposobów przygotowania kompostów z osadu ściekowego. *Zesz. Nauk AR Wrocław* 401, Rozpr. 175: 104 ss.
- PEVERLY J.H., GATES P.B., CLAPP C.E., LARSON W.E., DOWDY R.H. 1993. Utilization of municipal solid waste and sludge composts in crop production systems. *Am. Soc. Agron.* 1994: 193–203.
- STĘPIEŃ W., SZULC W., MERCIK S. 2000. Ocena wartości nawozowej surowego i uzdatnionego osadu ściekowego. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricult.* 211(84): 465–470.
- UNGER M., FULLER W.H. 1985. Optimum utilization of sewage sludge of low and high metal content for grain production on arid lands. *Plants Soil* 88: 321–332.
- WOŁOSZYK Cz. 2003. Agrochemiczna ocena nawożenia kompostami z komunalnych osadów ściekowych i odpadami przemysłowymi. *Rozpr. AR Szczecin* 217: 120 ss.

Słowa kluczowe: komposty z osadu ściekowego, gleba lekka, właściwości chemiczne gleby

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem odpadów zieleni miejskiej, słomy żytniej i popiołu z węgla kamiennego, w trzecim roku od ich zastosowania, na niektóre właściwości chemiczne gleby lekkiej (kompleks 5). Nawożenie kompostami, przy dwóch poziomach nawożenia mineralnego, zastosowano pod rzepak jary w dawkach odpowiadających 200 kg N·ha⁻¹. Pierwszą rośliną następczą była pszenica ozima, a drugą owies nagoziarnisty. Po zbiorze owsa pobrano średnie obiektowe próbki gleby z głębokości 0–25 cm i oznaczono w nich odczyn (pH w 1 mol KCl·dm⁻³), zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego oraz fosforu, potasu i magnezu przyswajalnego.

Po trzech latach od zastosowania kompostów nie odnotowano znaczących zmian odczynu gleby ani w stosunku do wartości wyjściowej, ani w stosunku

do wartości z obiektu kontrolnego. Wszystkie z zastosowanych kompostów, w porównaniu z obiektem kontrolnym, zwiększyły zawartość C org. (średnio o 6,8%) i N og. w glebie (średnio o 10,8%) oraz dość znacznie fosforu i magnezu przyswajalnego, a w mniejszym stopniu potasu przyswajalnego.

SOME CHEMICAL PROPERTIES OF A LIGHT SOIL THREE YEARS AFTER THE APPLICATION OF COMPOSTS MADE FROM MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE

Czesław Wołoszyk, Anna Iżewska, Ewa Krzywy-Gawrońska
Department of Environmental Chemistry,
Agricultural University, Szczecin

Key words: composts from municipal sewage sludge, light soil, soil chemical properties

Summary

In the paper, the influence of composts made from municipal sewage sludge with the addition of municipal green wastes, rye straw, and coal ash on some chemical properties of a light soil of the 5 complex three years after their application is presented. The fertilization with composts, at two levels of fertilization with mineral fertilizers, was applied under spring rape at the rates corresponding to 200 kg N·ha⁻¹. The first sequent plant was winter wheat, and the second naked oat. After the harvest of naked oat, mean samples from the objects compared were collected from a depth of 0–25 cm and pH in 1 mol KCl·dm⁻³, the contents of organic C, total nitrogen, as well as available phosphorous, potassium, magnesium were determined.

After three years of the application of composts, no marked changes in the soil pH as compared with the initial one and that of the control object were recorded. All the composts used, compared with the control object, increased most the contents of organic C (by 6.8% on average) and total N (by 10.8% on average) in the soil, less the available phosphorous and magnesium, and the least the available potassium the soil.

Dr hab. Czesław **Wołoszyk**
Katedra Chemii Środowiska
Akademia Rolnicza
ul. J. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
e-mail: woloszyk@agro.ar. szczecin.pl