

ZMIANY ZWARTOŚCI WĘGLA, AZOTU I FOSFORU W GLEBIE LEKKIEJ NAWOŻONEJ KOMPOSTEM Z WIEJSKICH OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Franciszek Czyżyk, Magdalena Kozdraś

Dolnośląski Ośrodek Badawczy we Wrocławiu,
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

Wstęp

Pogłębiający się ciągle deficyt substancji organicznej w naszych glebach, powodowany zwłaszcza drastycznym spadkiem pogłowia bydła w ostatnich latach, nasuwa konieczność wykorzystywania tej substancji z wszelkich dostępnych źródeł. Jednym ze znaczących pozarolniczych źródeł substancji organicznych mogą być osady ściekowe. Obecnie w polskich oczyszczalniach ścieków komunalnych powstaje rocznie około 400 000 ton suchej masy osadów. Ilość ta corocznie wzrasta w związku z postępującą budową kanalizacji i oczyszczalni ścieków, zwłaszcza w gminach wiejskich.

Komunalne osady ściekowe muszą być przed ich rolniczym wykorzystaniem odpowiednio przygotowane i unieszkodliwione pod względem sanitarnym. Jednym z najprostszych sposobów przygotowania osadów ściekowych do wykorzystania w rolnictwie jest ich kompostowanie z odpadami roślinnymi. Prawdłowo przeprowadzony proces kompostowania umożliwia otrzymanie wartościowego nawozu organicznego, bezpiecznego pod względem sanitarnym. Wartość rolniczą kompostów z osadów ściekowych podkreślają liczni autorzy, a między innymi HRYŃCZUK i WEBER [1999], MAĆKOWIAK i in. [1999], SIUTA [2000], KRZYWY i in. [2000, 2003], CZYŻYK i in. [2002]. W praktyce istnieje jednak wiele zastrzeżeń dotyczących rolniczego wykorzystania kompostów z osadów ściekowych. Występują głównie obawy dotyczące możliwości przenikania różnego rodzaju zanieczyszczeń z kompostów osadowych do wód gruntowych, zwłaszcza w przepuszczalnych glebach piaszczystych. Dlatego komposty te powinny być stosowane w rolnictwie w sposób bezpieczny dla środowiska.

W niniejszym opracowaniu omówione zostały niektóre wyniki doświadczeń mających na celu głównie ustalenie optymalnych dawek kompostu, bezpiecznych dla środowiska wodnego. Równoległe z badaniami zanieczyszczenia wód prowadzone były badania wpływu różnych dawek kompostu osadowego na niektóre właściwości chemiczne gleby.

Materiał i metodyka badań

W roku 2002, na Stacji Badawczej IMUZ w Kamieńcu Wrocławskim rozpoczęty został cykl doświadczeń lizymetrycznych, z zastosowaniem zróżnicowa-

nych poziomów nawożenia gleb lekkich kompostem z osadem ściekowym. Do badań użyty został kompost wytworzony w roku 2000 z wiejskich osadów ściekowych i słomy, w proporcji suchej masy 2 : 1. W badaniach tych zastosowano warianty ze znacznie zróżnicowanym dawkami kompostu osadowego na piasku gliniastym, zawierającym 13% części spławialnych ($< 0,02$ mm), 24,8% części pyłowych (0,02–0,1 mm) i 62,2% piasku (0,1–1,0 mm) oraz na glinie lekkiej, składającej się z 30% cz. spławialnych, 23,8% pyłu i 46,2% piasku. Dla porównań zastosowano też warianty z nawożeniem mineralnym NPK oraz bez nawożenia. Wszystkie warianty stosowane były w trzech powtórzeniach. Na glebie piaszczystej zastosowano następujące warianty nawożeniowe:

- 0 – bez nawożenia;
- I – dawka kompostu odpowiadająca poziomowi nawożenia $75 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- II – dawka kompostu odpowiadająca poziomowi $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- III – dawka kompostu odpowiadająca poziomowi $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- IV – dawka kompostu odpowiadająca poziomowi $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- V – dawka kompostu odpowiadająca poziomowi $250 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- NPK I – odpowiadająca poziomowi $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1} + 25 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1} + 60 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- NPK II – odpowiadająca poziomowi $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1} + 40 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1} + 90 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na glinie lekkiej, zastosowano identyczne warianty nawożenia, lecz ze względu na ograniczoną ilość lizymetrów bez wariantów I i V oraz NPK II.

Przy podanych powyżej poziomach nawożenia dawki suchej masy kompostu w poszczególnych latach i wariantach były następujące:

- 2002 r.: I – $0,40 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, II – $0,53 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, III – $0,80 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, IV – $1,06 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, V – $1,33 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,
- 2003 r.: I – $0,30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, II – $0,40 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, III – $0,60 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, IV – $0,80 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, V – $1,0 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Dawki nawozów mineralnych dostarczono w postaci saletry wapniowej, superfosfatu granulowanego o zawartości 18% P_2O_5 i soli potasowej zawierającej 60% K_2O .

W roku 2002 przeprowadzono badania z nawożeniem traw. Przed zastosowaniem nawożenia ze wszystkich lizymetrów pobrano próbki z wierzchniej warstwy gleby do analiz laboratoryjnych. Kompost użyty do nawożenia traw został dokładnie rozdrobniony i wymieszany oraz rozsiany na powierzchni gleby w trzeciej dekadzie kwietnia. W tym samym okresie wysiano nawozy mineralne na wariantach z nawożeniem NPK. Jesienią, po ostatnim zbiorze traw, gleba w lizymetrach została dokładnie przekopana. Wiosną 2003 r. gleba w lizymetrach została powtórnie nawieziona, z zastosowaniem identycznych wariantów jak w roku poprzednim. W końcu kwietnia rozdrobniony kompost, a także nawozy NPK, wymieszano z 10-centymetrową warstwą gleby. W pierwszych dniach maja lizymetry obsiano kukurydzą.

Skład chemiczny kompostów użytych do doświadczeń w latach 2002 i 2003 podany jest w tabeli 1.

Jesienią 2003 r., po zbiorze kukurydzy, ze wszystkich lizymetrów pobrano średnie próbki gleb z wierzchniej 10-centymetrowej warstwy. Analizy chemiczne prób kompostów oraz gleby, pobranych przed rozpoczęciem badań (kwiecień 2002 r.) i próbek po 2-krotnym nawożeniu (październik 2003 r.), wykonane zostały w laboratorium analitycznym Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych – DOB

we Wrocławiu. Oznaczenia zawartości makroskładników wykonano wg metod powszechnie stosowanych w laboratoriach [HERMANOWICZ i in. 1999; ZESTAW NORM 1999; DROZD i in. 2002]. Zawartości metali ciężkich w próbach kompostu oznaczano metodą spektrometrycznego pomiaru absorpcji wzbudzonych płomieniowo atomów oznaczanych pierwiastków, po mikrofalowej zanikniętej mineralizacji próbek. Próbkę mineralizowano w mieszaninie stężonych kwasów: azotowego, nadchlorowego i siarkowego.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań zestawione w tabelach 2 i 3 wykazały, że nawożenie gleby kompostem z osadów ściekowych spowodowało przyrost zawartości węgla organicznego w jej powierzchniowej warstwie, w porównaniu do zawartości wyjściowych sprzed dwóch lat.

Tabela 1; Table 1

Skład chemiczny kompostów użytych do nawożenia w latach 2002 i 2003
Chemical composition of composts used for fertilisation in the years 2002 and 2003

Składnik; Component (s.m.; DM)	Jednostka; Unit	Kompost; Compost	
		2002 r.	2003 r.
Substancja mineralna; Organic matter		685	611
Węgiel organiczny; Organic carbon		200,6	170,1
Azot amonowy; Ammonium nitrogen		3,5	0,22
Azot ogólny, Total nitrogen		18,8	24,82
Azot azotanowy; Nitrate nitrogen		2,8	1,0
Fosfor ogólny, Total phosphorus		4,6	4,2
Chlorki; Chlorides	g·kg ⁻¹	17,3	7,25
Siarczany; Sulfates		23,4	23,7
Sód; Sodium		0,8	0,8
Potas; Potassium		5,9	4,3
Magnez; Magnesium		8,4	17,9
Wapń; Calcium		40,1	40,0
Cynk; Zinc		198	281
Miedź; Copper		1	1,5
Chrom; Chromium		3	25
Nikiel; Nickel	mg·kg ⁻¹	5	78
Ołów; Lead		2	40
Kadm; Cadmium		1	3
Rtęć; Mercury		0,2	0,2
pH		6,1	7,1

Zawartości węgla organicznego w glebie wzrastały wraz ze wzrostem dawek kompostu. W piasku gliniastym przyrosty C org. wahały się od 0,1 do 1,4 g·kg⁻¹ suchej masy gleby, a w glinie lekkiej były znacznie wyższe (2,6–3,4 g·kg⁻¹ s.m.). Świadczy to o zdecydowanie intensywniejszym przebiegu mineralizacji substancji organicz-

nej w piasku gliniastym niż w zwięźlejszej glinie lekkiej. Otrzymany wzrost zawartości węgla organicznego znajduje potwierdzenie w badaniach innych autorów [TURSki i in. 1992; FLIS-BUJAK i in. 1995; MAZUR 1996].

W piaszczystej glebie nienawożonej (wariant „0”) oraz z niskim nawożeniem mineralnym (NPK I) nastąpił w ciągu dwóch lat nieznaczny ubytek zawartości węgla organicznego. Przy większym nawożeniu mineralnym (NPK II) wystąpił niewielki wzrost zawartości C org. w glebie. Było to przypuszczalnie wynikiem silniejszego rozwoju systemu korzeniowego roślin.

Tabela 2; Table 2

Zawartość węgla organicznego, azotu i fosforu w piasku gliniastym
Contents of organic carbon, nitrogen and phosphorus in clayey sand

Wyszczególnienie Item	Obiekty; Objects							
	0	I	II	III	IV	V	NPK _I	NPK _{II}
C org.; Organ. C (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)								
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	5,6	5,4	5,6	6,6	5,1	5,6	6,6	7,2
Gleba po 2-krotnym nawożeniu Soil after fertilisation twice (2003)	5,4	5,5	6,0	7,5	6,1	7,0	6,5	7,5
Różnice w zawartości Difference of contents	-0,2	0,1	0,4	0,9	1,0	1,4	-0,1	0,3
N og.; Total N (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)								
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	1,07	1,57	1,26	0,95	1,05	1,07	0,95	1,04
Gleba po 2-krotnym nawożeniu Soil after fertilisation twice (2003)	1,07	1,54	1,24	1,05	1,17	1,23	0,94	1,09
Różnice w zawartości Difference of contents	0,00	-0,03	-0,02	0,10	0,12	0,16	-0,01	0,05
P og.; Total P (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)								
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	0,51	0,60	0,57	0,69	0,50	0,52	0,50	0,51
Gleba po 2-krotnym nawożeniu Soil after fertilisation twice (2003)	0,51	0,51	0,52	0,67	0,53	0,59	0,50	0,56
Różnice w zawartości Difference of contents	0,00	-0,09	-0,05	-0,02	0,03	0,07	0,00	0,05

Zarówno w piasku gliniastym, jak i w glinie lekkiej, przy wyższych poziomach nawożenia organicznego i mineralnego (warianty III, IV, V i NPK II) wystąpił wzrost koncentracji azotu ogólnego w powierzchniowej warstwie gleby. Koncentracja ta wzrastała wraz ze wzrostem dawek kompostu. Wyniki te są potwierdzeniem badań innych autorów, a między innymi BARANA i in. [1998, 1999] oraz KRZYWEGO i in. [2003]. Przy niższym nawożeniu, do 150 kg N·ha⁻¹, w glebie piaszczystej wystąpił natomiast nieznaczny ubytek azotu, co świadczy, że dawki te nie były wystarczające na pokrycie potrzeb pokarmowych roślin (traw i kukurydzy). Wpływ na to miały zapewne zwiększone straty azotu w przepuszczalnej glebie piaszczystej.

Zawartości fosforu ogólnego w glebie, podobnie jak azotu, w wariantach z niższymi dawkami kompostu (I – 0,4 i 0,3 kg s.m.·m⁻² oraz II – 0,53 i 0,4 kg

s.m. \cdot m⁻²), w ciągu dwóch lat nieco się obniżyły, zwłaszcza w piasku gliniastym. Natomiast przy wyższych dawkach kompostu zaznaczyły się tendencje wzrostu zawartości fosforu ogólnego w powierzchniowej warstwie gleby.

Spadki zawartości fosforu w glebie przy niższych dawkach kompostu świadczą o tym, że zastosowane dawki nie były wystarczające do pokrycia zapotrzebowania roślin na ten składnik. Komposty z komunalnych osadów ściekowych wykazują jednak niekorzystne proporcje zawartości głównych składników nawozowych N : P : K. Stosunek N : P : K w kompostach użytych do badań kształtował się np. w 2000 r. jak 1 : 0,25 : 0,30, a w 2003 – 1 : 0,17 : 0,17.

Tabela 3; Table 3

Zawartość węgla organicznego, azotu i fosforu w glinie lekkiej
Contents of organic carbon, nitrogen and phosphorus in light loam

Wyszczególnienie Item	Obiekty; Objects			
	II	III	IV	NPK ₁
C org.; Organ. C (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)				
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	15,0	15,0	15,5	15,0
Gleba po 2-krotnym nawożeniu; Soil after fertilisation twice (2003)	17,6	18,2	18,9	15,6
Różnice w zawartości; Difference of contents	2,6	3,2	3,4	0,6
N og.; Total N (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)				
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	2,70	2,08	2,03	2,03
Gleba po 2-krotnym nawożeniu Soil after fertilisation twice (2003)	2,74	2,15	2,22	2,08
Różnice w zawartości; Difference of contents	0,04	0,07	0,19	0,05
P og.; Total P (g·kg ⁻¹ s.m.; DM)				
Gleba przed nawożeniem Unfertilized soil (2001)	0,68	0,75	0,70	0,76
Gleba po 2-krotnym nawożeniu Soil after fertilisation twice (2003)	0,65	0,76	0,75	0,78
Różnice w zawartości; Difference of contents	-0,03	0,01	0,05	0,02

Wnioski

1. Nawożenie gleby kompostem z osadów ściekowych wzbogaca ją w substancję organiczną, co wyrażone jest wzrostem zawartości węgla organicznego, proporcjonalnym do dawek kompostu.
2. Dawki kompostu wyższe od 0,8 kg s.m. \cdot m⁻² spowodowały wzrost zawartości azotu w nawożonej nim glebie, a także pozwoliły na utrzymanie w niej w przybliżeniu stałego poziomu zawartości fosforu. Przy niższych dawkach wystąpił spadek zawartości zarówno azotu jak i fosforu w glebie.
3. Nawożenie gleb, nawet wysokimi dawkami kompostu z osadów ściekowych, wymaga uzupełniającego nawożenia potasem, a przy niskich dawkach kompostu również fosforem.

Literatura

BARAN S., SZCZEPANOWSKA I., SAADI L. 1999. *Wpływ użyźniania osadem ściekowym o różnym stopniu przetworzenia na zawartość form azotu w glebie lekkiej*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 200(77): 15–19.

BARAN S., FLIS-BUJAK M., ŻUKOWSKA G., KWIECIEŃ J., PIETRASIK W., KEMPCZYŃSKA A. 1998. *Zmiany fizyko-chemicznych właściwości gleby lekkiej użyźnianej osadem ściekowym i wermikompostem osadowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 515–523.

CZYŻYK F., KOZDRAŚ M., SIERADZKI T. 2002. *Wartość nawozowa kompostów z osadów ściekowych i słomy*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 484: 117–124.

DROZD J., LICZNAK M., WEBER J. 2002. *Gleboznawstwo z elementami mineralogii i petrografii*. Wyd. AR Wrocław: 1–210.

FLIS-BUJAK M., BARAN S., TURSki R., MARTYN., W., KWIECIEŃ J. 1995. *Rekultywacja zde-wastowanej gleby lekkiej przy wykorzystaniu nawozów niekonwencjonalnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418 cz. II: 617–622.

HERMANOWICZ W., DOŻAŃSKA W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999. *Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków*. Arkady, Warszawa: 1–540.

HRYŃCZUK B., WEBER R. 1999. *Wartość nawozowa kompostów z osadu ściekowego, słomy i z węgla brunatnego*. I Konf. Nauk.-Techn. „Kompostowanie i używanie kompostu”. IOŚ, IUNG, PTIE, Zarząd Oczyszczania Miasta Warszawy, Puławy-Warszawa, 16–18 VI 1999: 133–138.

KRZYWY E., WAŁOSZYK C., IŻEWSKA A. 2000. *Ocena możliwości rolniczego wykorzystania kompostów z osadów z komunalnych oczyszczalni ścieków. Charakterystyka i zagospodarowanie osadów ściekowych*. Bydgoskie Towarzystwo Ściekowe, Ser. A, 30: 29–35.

KRZYWY E., IŻEWSKA A., JEŻOWSKI S. 2003. *Wpływ komunalnego osadu ściekowego na zmiany niektórych składników żyzności gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 494: 215–223.

MAĆKOWIAK Cz., ŻEBROWSKI J., GIERGILEWICZ B. 1999. *Wartość nawozowa kompostów produkowanych według technologii spółki wodno-ściekowej „Gwda” Piła-Leszaków*. I Konf. Nauk.-Techn. „Kompostowanie i użytkowanie kompostu”. Puławy-Warszawa, 16–18 VI 1999: 81–96.

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

SIUTA J. 2000. *Sposoby i obiekty przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych. Charakterystyka i zagospodarowanie osadów ściekowych*. Bydgoskie Towarzystwo Ściekowe, Ser. A, 30: 7–15.

TURSKI R., BARAN S., FLIS-BUJAK M., KWIECIEŃ J. 1992. *Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych a zawartość metali ciężkich w agrocenozie*, w: *Nawożenie organiczne a ochrona środowiska*. WSRP Siedlce: 47–68.

ZESTAW NORM (Woda i ścieki) 1999. Wyd. Normalizacyjne Alfa-Wero. Warszawa.

Słowa kluczowe: kompost z osadów ściekowych, nawożenie, skład chemiczny gleby

Streszczenie

Opracowanie zawiera wyniki badań zmian niektórych właściwości chemicznych gleby lekkiej, pod wpływem jej nawożenia kompostem wytworzonym z większych osadów ściekowych. Badania przeprowadzono w lizymetrach z dwoma gatunkami gleby (piaskiem gliniastym i gliną lekką). Glebę nawożono przez kolejne 2 lata (2002, 2003), stosując zróżnicowane dawki kompostu, a także dla porównania warianty z nawożeniem mineralnym NPK oraz wariant „0” bez nawożenia. Wyniki badań wykazały wzrost zawartości substancji organicznej (C org.) w glebie, proporcjonalny do wielkości dawek kompostu. Przy wyższych dawkach kompostu, odpowiadających poziomowi nawożenia azotem powyżej 150 kg N·ha⁻¹, nastąpił również wzrost zawartości azotu i fosforu w nawożonej glebie. Przy niższych dawkach wystąpił natomiast w ciągu 2 lat ubytek tych składników w glebie. Dawki te nie były więc wystarczające do pokrycia potrzeb pokarmowych nawożonych roślin (traw i kukurydzy).

CHANGES IN CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS CONTENTS IN LIGHT SOIL FERTILISED WITH COMPOST FROM RURAL SLUDGE

Franciszek Czyżyk, Magdalena Kozdraś

Regional Division Wrocław,

Land Reclamation and Grassland Farming Institute, Falenty

Key words: compost from sludge, fertilization, chemical composition of soil

Summary

The paper contains results of examining changes in certain chemical properties of light soil under the influence of fertilisation with compost generated from rural sludge. Studies were carried out in lysimeters with 2 grades of soil (loamy sand and light loam). The soil was fertilized in 2 consecutive years (2002, 2003), using differing doses of compost and also, for comparison purposes, variants with NPK mineral fertilization as well as variant „0” without fertilisation. Results of the studies showed the increase in the content of organic substance (org. C) in the soil proportional to the amount of compost doses. With higher doses of compost corresponding to fertilisation level with nitrogen of above 150 kg N·ha⁻¹, the increase also occurred in nitrogen and phosphorus contents in the fertilized soil. With lower doses, however, these components decreased in the soil over a period of 2 years.

The doses were therefore insufficient for covering nutritional requirements of fertilized plants (grass and maize).

Prof. dr hab. inż. Franciszek **Czyżyk**

Dolnośląski Ośrodek Badawczy

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

ul. Powstańców Śląskich 98

53-333 WROCŁAW

e-mail: imuz@wroc.wp.pl