

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 64, 2014: 161–169
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 64, 2014)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 64, 2014: 161–169
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 64, 2014)

Maja RADZIEMSKA¹, Zbigniew MAZUR²

¹ Katedra Kształtowania Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

² Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

¹Department of Environmental Improvement, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

²Department of Environmental Chemistry, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Wpływ kompostów z produktów ubocznych pochodzących z gospodarki rybackiej na wybrane właściwości gleby **The influence of compost prepared from by-products of the fishing industry on the selected properties of soil**

Słowa kluczowe: odpady rybne, kompost, gleba
Key words: fish waste, compost, soil

Wprowadzenie

Według rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE, 2009), określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, śnięte ryby (z przyczyn innych niż choroby zakaźne) z gospodarstw rybackich powinny być traktowane jako produkty uboczne pochodzenia zwierzęcego kategorii II (art. 9 punkt f). Zgodnie z artykułem 13 tego aktu prawnego, materiał pochodzący od zwierząt wodnych, w tym ryb, może być usuwany w drodze kompostowania.

Kompostowanie może stanowić użyteczną metodę zagospodarowania

produktów ubocznych pochodzących od zwierząt akwakultury i jednocześnie może być skutecznym sposobem utylizacji tego typu odpadów (Holbek i Egan, 1992; Ranalli, Botturea, Taddei, Garavni, Marcheti i Sorlini, 2001). Do odpadów pochodzących z procesów ubocznych gospodarki rybackiej możemy zaliczyć m.in. małowartościowe gatunki ryb jeziorowych odławiane w celu hamowania ichtioeutrofizacji jezior, ryby śnięte, produkty powstałe w wyniku przetworstwa ryb na cele konsumpcyjne. Śnięcia ryb w gospodarstwach produkcyjnych mogą wynikać z wielu przyczyn, do których można zaliczyć: warunki termiczne zależne od panującej pogody (latem zmniejszona rozpuszczalność tlenu, zimą uszkodzenia ciała wywołane tworzącymi się w wodzie kryształami lodu), mechaniczne uszkodzenia ciała wywołane

manipulacją prądem wody bądź przez szkodniki, takie jak ptaki wodne, wydry czy inne zwierzęta, wreszcie pasożyty, zakwity wód i wiele innych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu kompostów otrzymanych z produktów ubocznych pochodzących z gospodarki rybackiej na wybrane właściwości chemiczne gleby.

Materiały i metody

Badania oddziaływania kompostów otrzymanych z produktów ubocznych pochodzących z gospodarki rybackiej z różnymi substancjami na wybrane właściwości chemiczne gleby wykonano w warunkach doświadczenia wazonowego w hali wegetacyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Komposty użyte w doświadczeniu w swoim składzie zawierały drobne ryby karpioвате odłowione z Jeziora Kortowskiego (Olsztyn): ukleja (*Alburnus alburnus*), mała płoć (*Rutilus*

rutilus), leszcz (*Abramis brama*) i krap (*Blicca bjoerkna*), w układzie: kompost C₁: 80% odpady rybne + 20% trociny; kompost C₂: 80% odpady rybne + 20% słoma; kompost C₃: 80% odpady rybne + 20% kora; kompost C₄: 79,3% odpady rybne + 19,7% trociny + 1% węgiel brunatny; kompost C₅: 79,3% odpady rybne + 19,7% słoma + 1% węgiel brunatny; kompost C₆: 79,3% odpady rybne + 19,7% kora + 1% węgiel brunatny. Kompostowanie prowadzono w drewnianych skrzyniach o wymiarach 50 × 60 × 60 cm przez 3 miesiące w warunkach polowych pod zadaszeniem. Podczas trwania procesu kompostowania wilgotność materiałów utrzymywano na stałym poziomie około 60%, raz w tygodniu masę kompostową mieszano w celu napowietrzenia.

Zawartość makroskładników w suchej masie podano w tabeli 1.

Doświadczenie wazonowe założono w trzech powtórzeniach w układzie losowym i prowadzono w stałej temperaturze 22 ± 2°C. Użyto wazonów z PVC,

TABELA 1. Skład chemiczny kompostów użytych w doświadczeniu
TABLE 1. Chemical characteristics of the applied composts

Kompost* Compost*	Zawartość [g·kg ⁻¹ s.m.] Content [g·kg ⁻¹ d.m.]				
	N	P	K	Mg	C _{org}
Kompost C ₁ /Compost C ₁	9,21	2,61	3,07	0,60	425,7
Kompost C ₂ /Compost C ₂	12,13	2,56	3,74	0,62	418,6
Kompost C ₃ /Compost C ₃	11,46	2,43	3,77	0,65	382,8
Kompost C ₄ /Compost C ₄	9,93	2,53	3,15	0,61	413,4
Kompost C ₅ /Compost C ₅	12,59	2,49	3,95	0,67	428,7
Kompost C ₆ /Compost C ₆	12,22	2,50	3,99	0,63	370,0

*Kompost C₁: 80% odpady rybne + 20% trociny; kompost C₂: 80% odpady rybne + 20% słoma; kompost C₃: 80% odpady rybne + 20% kora; kompost C₄: 79,3% odpady rybne + 19,7% trociny + 1% węgiel brunatny; kompost C₅: 79,3% odpady rybne + 19,7% słoma + 1% węgiel brunatny; kompost C₆: 79,3% odpady rybne + 19,7% kora + 1% węgiel brunatny/Compost C₁: 80% fish waste + 20% sawdust; Compost C₂: 80% fish waste + 20% straw; Compost C₃: 80% fish waste + 20% bark; Compost C₄: 79.3% fish waste + 19.7% sawdust + 1% brown coal; Compost C₅: 79.3% fish waste + 19.7% straw + 1% brown coal; Compost C₆: 79.3% fish waste + 19.7% bark + 1% brown coal.

które napełniono 9 kg gleby uprzednio wymieszanej z kompostami. Glebę o składzie granulometrycznym 86,6% piasku (2,0–0,05 mm), 11,2% pyłu (0,05–0,002 mm) i 2,2% iłu (<0,002 mm) pobrano z warstwy ornej pola uprawnego. Utwór glebowy charakteryzował się następującymi właściwościami: pH_{KCl} – 5,7, kwasowość hydrolityczna (Hh) – 21,30 $\text{mmol}(\text{H}^+) \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby, suma wymiennych kationów zasadowych (S) – 105,6 $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, pojemność wymienna kationów (T) – 126,9 $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V) – 83,3%, zawartość C_{org} – 6,30 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, N_{og} – 0,54 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, zawartość przyswajalnych: fosforu (P) – 84,76 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, potasu (K) – 57,89 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i magnezu (Mg) – 76,37 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Działanie sześciu kompostów (C_1 – C_6) porównywano z dodatkowym nawożeniem mineralnym zgodnie ze schematem badań. W doświadczeniu aplikowano komposty w ilości odpowiadającej 1 g N kompostu na wazon i dodatkowo 0,5 g N-min w postaci mocznika. Uwzględniono również obiekty kontrolne (bez nawożenia i z nawożeniem mineralnym). Wilgotność w wazonach była utrzymywana na poziomie 60% kapilarnej pojemności wodnej. Do podlewania używano wody dejonizowanej.

W doświadczeniu uprawiano rzodkiewkę odmiany ‘Rowa’, *Raphanus sativus* L. (roślina główna) i sałatę masłową odmiany ‘Dobra’, *Lactuca sativa* L. (roślina następcza). Po zbiorze roślin z każdego wazonu pobrano próbki gleby, które wysuszono w temperaturze pokojowej, rozdrobniono i przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm w celu oznaczenia wybranych właściwości fizy-

ko-chemicznych i chemicznych: węgiel organiczny oznaczono metodą Tiurina w dichromianie potasu z rozcieńczonym kwasem siarkowym (VI) (Lityński, Jurkowska i Gorlach, 1976), fosfor i potas – metodą Egnera-Riehma (Panak, 1997) oraz magnez – metodą Schachtschabela (Panak, 1997). Odczyn gleby oznaczono w KCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, kwasowość hydrolityczną (Hh) i sumę wymiennych kationów zasadowych (S) – metodą Kappena (Lityński i inni, 1976). Na podstawie kwasowości hydrolitycznej (Hh) i sumy wymiennych kationów zasadowych (S) obliczono całkowitą pojemność wymienną gleby (T) i stopień wysycenia gleby kationami zasadowymi (V) według następujących wzorów: $T = S + \text{Hh}$; $V = S \cdot T^{-1} \cdot 100$.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji testem Tukeya.

Wyniki i dyskusja

Rodzaj kompostu i zastosowane nawożenie mineralne istotnie modyfikowały zawartość węgla organicznego w badanej glebie (tab. 2). Poprzez aplikację do gleby substancji organicznej możemy pozytywnie wpływać na warunki w niej panujące (Quintern, Lein i Joergensen, 2006). Materia wprowadzona np. w postaci kompostu korzystnie wpływa na zawartość w glebie niezbędnych dla roślin składników pokarmowych (Vouillamoz i Milke, 2001). W prezentowanych badaniach dodatek kompostu oraz nawożenie mineralne powodowało wzrost zawartości węgla organicznego w glebie w odniesieniu do serii kontrolnej. Piechota, Bleharczyk i Małecka (2000)

TABELA 2. Zawartość węgla organicznego, fosforu, potasu i magnezu w suchej masie (s.m.) gleby po zbiorze roślin

TABLE 2. Content of organic carbon, phosphorous, potassium and magnesium in dry matter (d.m.) of soil after plant harvest

Nawożenie Fertilization	C _{org} [g·kg ⁻¹]		P [mg·kg ⁻¹]		K [mg·kg ⁻¹]		Mg [mg·kg ⁻¹]	
	bez/ /without N-min	z/with N-min	bez/ /without N-min	z/with N-min	bez/ /without N-min	z/with N-min	bez/ /without N-min	z/with N-min
Bez nawożenia Without fertilization	6,37	6,00	74,74	72,02	22,19	16,02	79,09	72,73
Kompost C ₁ Compost C ₁	9,83	9,90	125,48	148,80	30,31	30,31	89,62	87,02
Kompost C ₂ Compost C ₂	8,02	9,00	119,97	108,06	16,67	11,48	79,35	77,41
Kompost C ₃ Compost C ₃	8,48	7,20	142,86	146,46	34,85	25,44	88,58	77,28
Kompost C ₄ Compost C ₄	8,78	8,40	140,82	169,11	36,80	40,04	88,71	106,11
Kompost C ₅ Compost C ₅	7,80	7,87	124,40	114,13	38,42	40,04	84,03	77,80
Kompost C ₆ Compost C ₆	7,43	7,50	114,37	137,77	15,70	12,45	87,67	118,06
Średnia C ₁ –C ₆ Mean C ₁ –C ₆	8,10	8,03	120,38	128,44	27,85	25,99	85,29	88,97
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	a – 1,37, b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.		a – 17,56, b – 22,16, a · b – 32,43		a – 6,31, b – 7,08, a · b – 12,32		a – 10,45, b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.	

NIR dla a – rodzaju kompostu, b – nawożenia mineralnego; n.i. – różnice nieistotne/LSD for a – kind of compost, b – kind of mineral fertilization; n.s. – not significant.

potwierdzają wzrost zawartości tego składnika po zastosowaniu nawożenia kompostami. Nieco większymi zawartościami węgla organicznego charakteryzowała się gleba, w której stosowano kompost oraz trociny, słomę i węgiel brunatnym. Wykorzystanie węgla brunatnych jako sorbentów oraz jako dodatkowego źródła materii organicznej jest korzystne ze względu na możliwości modyfikacji ich powierzchni, np. rozdrobnienie na miał (Batjes, 1996). W prezentowanych badaniach najkorzystniejsza okazała się aplikacja kompo-

stu z 20-procentowym dodatkiem trocin w swojej masie w wariacie z nawożeniem mineralnym, gdzie zawartość węgla organicznego była o 36% większa w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Trociny należą do surowców stosowanych jako składnik masy kompostowej i charakteryzują się dużą zawartością suchej masy oraz małą zawartością azotu i części nieorganicznych (Paré, Allaire, Parent i Khiari, 2010). W obiektach bez dodatkowego nawożenia mineralnego największą zawartością węgla organicznego

charakteryzowała się gleba z kompostem, którego podstawowy surowiec stanowiły drobne ryby karpioвате oraz słoma. Słoma charakteryzuje się dużym stosunkiem węgla do azotu. Może być wykorzystana jako surowiec kompostowy w celu zmiany tego stosunku w kompostach oraz poprawy ich właściwości fizycznych (Huang, Wu, Wong i Nagar, 2006).

Zawartość przyswajalnego fosforu w glebie kształtowała się na zróżnicowanym poziomie, na który wpływ miał wariant zastosowanego kompostu i nawożenie mineralne (tab. 2). Po zastosowaniu kompostów zaobserwowano zwiększenie zasobności gleby w formy przyswajalne fosforu we wszystkich wariantach nawozowych. Najkorzystniej na nagromadzenie przyswajalnego fosforu w glebie wpływał kompost z dodatkiem trocin i węgla brunatnego w obiektach z dodatkowym nawożeniem mineralnym, powodując ponaddwukrotny wzrost jego zawartości w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Do zmniejszenia dostępności przyswajalnego fosforu dla roślin zachodzi podczas procesu chemisorpcji w warunkach odkwaszania, w warunkach słabo kwaśnego odczynu obserwuje się natomiast najlepsze wykorzystanie znajdującego się w glebie przyswajalnego fosforu oraz tego pochodzącego z nawozów (Zawartka i Huszcza-Ciołkowska, 1995). W badaniach Barana, Flis-Bujak, Turskiego i Żukowskiej (1996) oraz Krzywego, Iżewskiej i Jeżowskiego (2003) zawartość przyswajalnego fosforu w glebie była uzależniona od zastosowanej dawki kompostu z osadów ściekowych. Również badania Stępnia, Rutkowskiej, Szulca i Górnika (2006) dowodzą, że dodatek kompostów z odpadów komunalnych powoduje wzrost

zawartości fosforu przyswajalnego w glebie.

Na zawartość przyswajalnego potasu w glebie miał wpływ rodzaj nawożenia oraz skład masy kompostowej (tab. 2). Wyższą średnią zawartością przyswajalnego potasu w glebie charakteryzowały się objekty, w których zastosowano same komposty, bez dodatkowego nawożenia mineralnego. Wzrost zawartości w glebie przyswajalnego potasu wystąpił również w badaniach Bohacz i Kornilowicz-Kowalskiej (2005), gdzie stosowane były komposty keratynowo-korowe i keratynowo-koro-słomowe. Badając komposty z odpadów komunalnych „Dano”, Stępień i inni (2006) stwierdzili, że jest on, podobnie jak obornik, dobrym źródłem przyswajalnego potasu w glebie.

Magnez należy do pierwiastków, których niedobór w glebach ogranicza wielkość i jakość plonów. Komposty mogą być ważnym źródłem tego pierwiastka. Średnia zawartość przyswajalnych form magnezu w glebie pod wpływem stosowanych kompostów była wyższa w obiektach z dodatkowym nawożeniem mocznikiem (tab. 2). Dodatek węgla brunatnego w kompostach z trocinami i korą spowodował istotny wzrost zawartości przyswajalnych form tego pierwiastka w glebie. W obiektach bez nawożenia mineralnego nie stwierdzono istotnych różnic między działaniem kompostów. Korzystne działanie kompostów z osadów ściekowych potwierdzili Baran i inni (1996) oraz Krzywy i inni (2003). Stępień i inni (2006) uzyskali większą zawartość magnezu przyswajalnego w glebie nawożonej kompostem z odpadów komunalnych niż w glebie nawożonej obornikiem w tych samych dawkach.

Odczyn gleb jest ważny ze względu na dostępność składników pokarmowych dla roślin. Na podstawie analiz próbek glebowych stwierdzono, że zastosowane komposty nie wpływały istotnie na zmianę wartości pH gleby w porównaniu do obiektów kontrolnych (tab. 3). Łabętowicz, Stępień, Gutkowska i Korc (2003),

aplikując kompost ze słomy, trocin i węgla brunatnego, nie stwierdzili zmian odczynu gleby. Podobne wyniki uzyskali Spychaj-Fabisiak, Kozera, Majcherczak, Ralcewicz i Knapowski (2007), stosując różne odpady organiczne i obornik.

Właściwości sorpcyjne gleb przedstawiono w tabeli 3. Badane komposty

TABELA 3. Kwasowość hydrolityczna, suma wymiennych kationów zasadowych, całkowita pojemność wymienna i stopień wysycenia gleby kationami zasadowymi gleby

TABLE 3. Hydrolytic acidity, exchangeable cation bases, cation exchange capacity and base saturation of soil

Nawożenie Fertilization	pH _{KCl}		Hh		S		T		V [%]	
	mmol(+) \cdot kg ⁻¹									
	bez/ /with- out N-min	z/with N-min	bez/ /with- out N-min	z/with N-min	bez/ /with- out N-min	z/with N-min	bez/ /with- out N-min	z/with N-min	bez/ /with- out N-min	z/with N-min
Bez nawożenia Without fertilization	5,74	5,75	20,4	20,1	93,0	92,0	114,4	112,1	81,3	82,1
Kompost C ₁ Compost C ₁	5,69	5,74	19,1	19,6	94,6	93,6	113,7	113,2	83,2	82,7
Kompost C ₂ Compost C ₂	5,82	5,76	19,2	19,3	96,2	94,4	115,2	113,7	83,5	83,0
Kompost C ₃ Compost C ₃	5,77	5,75	19,0	19,3	96,0	94,7	115,0	114,0	83,5	83,1
Kompost C ₄ Compost C ₄	5,78	5,73	18,6	18,7	98,2	97,8	116,8	116,5	84,1	83,9
Kompost C ₅ Compost C ₅	5,77	5,77	18,3	18,5	97,6	96,9	115,9	115,4	84,2	84,0
Kompost C ₆ Compost C ₆	5,79	5,81	18,7	18,4	96,6	96,9	115,3	115,3	83,8	84,0
Średnia C ₁ -C ₆ Mean C ₁ -C ₆	5,74	5,76	18,8	19,0	96,5	95,7	115,3	114,7	83,7	83,5
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	a – n.i., a – n.s., b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.		a – 1,3, b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.		a – 3,0, b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.		a – n.i., a – n.s., b – n.i., b – n.s., a · b – n.i., a · b – n.s.		–	

NIR dla a – rodzaju kompostu, b – nawożenia mineralnego; n.i. – różnice nieistotne/LSD for a – kind of compost, b – kind of mineral fertilization; n.s. – not significant.

Hh – kwasowość hydrolityczna/hydrolytic acidity; S – suma wymiennych kationów zasadowych/base exchange capacity; T – całkowita pojemność wymienna/cation exchangeable capacity; V – stopień wysycenia gleby kationami zasadowymi/base cation saturation.

istotnie wpłynęły na poprawę kwasowości hydrolitycznej gleb. Największe zmniejszenie zawartości jonów wodorowych zanotowano w obiektach nawożonych kompostami z węglem brunatnym. Korzystne działanie kompostów w obniżeniu kwasowości hydrolitycznej zaobserwowali w swoich badaniach Pinamonti (1998) oraz Szulc i inni (2003). W tych samych obiektach stwierdzono największą zawartość sumy kationów zasadowych. Zwiększyła się pojemność wymienna kompleksu sorpcyjnego (istotnie tylko w obiektach z kompostem z trocinami, węglem brunatnym i moczynikiem) i wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi. Dodatni wpływ kompostów z odpadów organicznych jest związany z dużą zawartością materii organicznej i kationów zasadowych w ich składzie (Mazur, 2000, Rutkowska, Szulc, Łabętowicz i Ożarowski, 2003).

Wnioski

1. Właściwości chemiczne gleb pochodzących z doświadczenia wazonowego zależały zarówno od rodzaju stosowanego wariantu kompostowego i dodatków strukturalnych, jak i nawożenia mineralnego.
2. Stosowane komposty wywołały istotny wzrost zawartości węgla organicznego i przyswajalnych form fosforu we wszystkich wariantach nawozowych.
3. Wyższą średnią zawartość przyswajalnych form magnezu zanotowano w serii z dodatkowym nawożeniem moczynikiem.

4. Nawożenie kompostami istotnie wpłynęło na poprawę kwasowości hydrolitycznej i obniżenie zawartości jonów wodorowych w glebie, w której zastosowano węgiel brunatny.

Literatura

- Batjes, N. (1996). The total C and N in soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151-163.
- Baran, S., Flis-Bujak, M., Turski, R. i Żukowska, G. (1996). Zmiany właściwości fizyko-chemicznych gleby lekkiej użyźnianej osadem ściekowym. *Roczniki Gleboznawcze*, 47(3/4), 123-130.
- Bohacz, J. i Kornilowicz-Kowalska, T. (2005). Wpływ kompostów keratynowo-korowych i keratynowo-koro-słomowych na właściwości wybranych gleb. Właściwości chemiczne. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 506, 65-76.
- Holbek, N. i Egan, B. (1992). *Fisheries by-product a composting system developed for british Columbia's fisheries sector*. Proc. Composting Council of Canada, Ottawa, Canada 5-6 November, 1992, 55-69.
- Huang, G.F., Wu, Q.T., Wong, J.W.C. i Nagar, B.B. (2006). Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. *Bioresource Technology*, 97, 15, 1834-1842.
- Krzywy, E., Izewska, A. i Jeżowski, S. (2003). Wpływ komunalnego osadu ściekowego na zmiany niektórych wskaźników żyzności gleb. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 494, 215-223.
- Lityński, T., Jurkowska, H. i Gorlach, E. (1976). *Analiza chemiczno-rolnicza*. Warszawa: PWN.
- Łabętowicz, J., Stepień, W., Gutowska, A. i Korc, M. (2003). Wartość nawozowa kompostów sporządzonych z żytniego wywaru gorzelnianego i organicznych materiałów odpadowych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 494, 255-261.
- Mazur, T. (2000). Utylizacja stałych odpadów organicznych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 472, 507-516.

- Panak, H. (1997). *Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej*. Olsztyn: Wydawnictwo ART.
- Paré, M.C., Allaire, S.E., Parent, L.E. i Khiari, L. (2010). Variation in the physical properties of organo-mineral fertilizers with proportion of solid pig slurry compost, *Biosystems Engineering*, 106, 3, 243-249.
- Piechota, T., Blecharczyk, A. i Małecka, I. (2000). Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość składników pokarmowych w profilu glebowym. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura*, 84, 393-397.
- Pinamonti, E. (1998). Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51, 239-248.
- Quintern, M., Lein, M. i Joergensen, R.G. (2006). Changes in soil-biological quality indices after long-term addition of shredded shrubs and biogenic waste compost. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169(4), 488-493.
- Ranalli, G., Botturea, G., Taddei, P., Garavni, M., Marchetti, R. i Sorlini, G. (2001). Composting of solid and sludge residues from agricultural and food industries. Bioindicators of monitoring and compost maturity. *Journal of Environmental Science and Health*, 36, 415-436.
- Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r., określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi (Dz.U. UE 2009 L 300/1).
- Rutkowska, B., Szulc, W., Łabętowicz, J. i Ożarowski, G. (2003). Ocena składu chemicznego kompostu „Dano” z punktu widzenia kryteriów rolniczych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 494, 383-390.
- Stępień, W., Rutkowska, B., Szulc, W. i Górnik, A. (2006). Możliwości wykorzystania kompostu z odpadów komunalnych w rolnictwie. Cz. I. Wpływ kompostu na właściwości fizykochemiczne gleby. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 512, 555-562.
- Spychaj-Fabisiak, S., Kozera, W., Majcher-czak, E., Ralcewicz, E. i Knapowski, T. (2007). Oddziaływanie odpadów organicznych i obornika na żyzność gleby lekkiej. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 6(3), 69-76.
- Szulc, W., Rutkowska, B., Łabętowicz, J. i Ożarowski, G. (2003). Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby w wyniku zróżnicowanego nawożenia kompostem „Dano”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 494, 445-451.
- Vouillamoz, J. i Milke, M.W. (2001). Effect of compost in phytoremediation of diesel-contaminated soils. *Water Science and Technology*, 43(2), 291-295.
- Zawartka, L. i Huszcza-Ciołkowska, G. (1995). Wpływ wzrastających dawek CaCO₃ na zawartość przyswajalnego fosforu i potasu w glebie nawożonej (KPO₃)_n, K₂HPO₄ i K₃PO₄. I. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Agricultura*, 61, 177-184.

Streszczenie

Wpływ kompostów z produktów ubocznych pochodzących z gospodarki rybackiej na wybrane właściwości gleby.

W pracy badano w warunkach doświadczenia wazonowego oddziaływanie kompostów otrzymanych z produktów ubocznych pochodzących z gospodarki rybackiej z różnymi substancjami na wybrane właściwości chemiczne gleby. W doświadczeniu stosowano kompost w dawce 1 g N kompostu na wazon i dodatkowo 0,5 g N w moczniku. Komposty użyte w doświadczeniu w swoim składzie zawierały: kompost C₁: 80% odpady rybne + 20% trociny; kompost C₂: 80% odpady rybne + 20% słoma; kompost C₃: 80% odpady rybne + 20% kora; kompost C₄: 79,3% odpady rybne + 19,7% trociny + 1% węgiel brunatny; kompost C₅: 79,3% odpady rybne + 19,7% słoma + 1% węgiel brunatny; kom-

post C₆: 79,3% odpady rybne + 19,7% kora + 1% węgiel brunatny. Największą zawartość węgla organicznego w glebie zanotowano w obiektach z kompostem z odpadami rybnymi, trocinami, słomą i węglem brunatnym. W obiektach z dodatkowym nawożeniem mocznikiem stwierdzono wzrost zawartości magnezu. Dodatek węgla brunatnego wpłynął na zwiększenie sumy wymiennych kationów zasadowych i zmniejszenie zawartości jonów wodorowych.

Summary

The influence of compost prepared from by-products of the fishing industry on the selected properties of soil. A pot experiment was conducted to compare the effects of compost from by-products of the fishing industry with mineral fertilization on the chemical composition of the soil. In the experiment used compost in 1 g N on the pot and compost with 0.5 g N of urea. The treatments were conducted on the following types of composts: C₁: 80% fish waste + 20% sawdust; C₂: 80% fish waste + 20% straw; C₃: 80% fish waste + 20% bark; C₄: 79.3% fish waste + 19.7% sawdust + 1% brown coal; C₅: 79.3% fish waste + 19.7%

straw + 1% brown coal; C₆: 79.3% fish waste + 19.7% bark + 1% brown coal. The highest value on the content of organic carbon in soil was observed with mineral fertilizing and without N-min in variants with compost with by-products from the fishing industry and sawdust, straw and brown coal. The highest content of magnesium was noted in the objects with additional fertilizing with urea. The addition of brown coal to the compost mass influenced on increasing of hydrolytic acidity and reducing the content of hydrogen ions.

Authors' addresses:

Maja Radziemska
Katedra Kształtowania Środowiska
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
SGGW
ul. Nowoursynowska 159, 02-776, Warszawa
Poland
e-mail: maja_radziemska@sggw.pl

Zbigniew Mazur
Katedra Chemii Środowiska
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
w Olsztynie
Pl. Łódzki 4, 10-727 Olsztyn
Poland
e-mail: zbigniew.mazur@uwm.edu.pl