

dużo węgla organicznego i azotu ogółem oraz pozostałych podstawowych makroelementów z, wyjątkiem potasu. Te właściwości osadów ściekowych sprawiają, że są one coraz częściej wykorzystywane przyrodniczo. Osady ściekowe zawierają znaczne ilości azotu [Gambuś, Gorlach 1998; Filipek, Fidecki 1999], w związku z czym ich nawozowe użytkowanie może wpłynąć na mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego [Dar 1997; Wong i in. 1998; Strauss, Lambert 2002] oraz na liczebność bakterii amonifikacyjnych, nityfikacyjnych i denityfikacyjnych [Loc, Piontek 2000; Piontek, Loc 2000].

Celem badań była ocena wpływu osadu ściekowego pochodzącego z mleczarni na kształtowanie się liczebności amonifikatorów i nityfikatorów oraz na intensywność procesu amonifikacji i nityfikacji.

METODY

Doświadczenie polowe założono na glebie brunatnej, wytworzonej z utworu pyłowego ilastego (zawartość frakcji piasku 8%, frakcji pyłu 48%, części spławialnych 46%), o lekko kwaśnym odczynie. Zawartość metali ciężkich oraz inwazyjnych form pasożytów ludzi i zwierząt w osadach była niższa od dopuszczalnych norm. Informacje te uzyskano z Zakładów Mleczarskich w Krasnymstawie.

Schemat doświadczenia obejmował trzy obiekty nawozowe, oznaczone następującymi symbolami: K – gleba kontrolna, bez osadu, 1 – gleba nawożona osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni, 2 – gleba nawożona osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni i obornikiem. Do doświadczenia użyto osadu ściekowego, pochodzącego z Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Krasnymstawie. Osad zastosowano w dawce $22 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a obornik w dawce $20 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Zawartość azotu w osadzie ściekowym wynosiła $58,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ s.m.}$, natomiast w oborniku ilość tego składnika wynosiła $20 \text{ g kg}^{-1} \text{ s.m.}$. Nawożenie organiczne zastosowano na wiosnę i uzupełniono nawożeniem mineralnym w postaci soli potasowej w ilości 400 kg ha^{-1} , nawozu azotowego Salmag w ilości $200\text{--}250 \text{ kg ha}^{-1}$ oraz saletry amonowej w ilości 100 kg ha^{-1} . Kombinacje 1 i 2 zostały obsiane burakiem cukrowym, natomiast gleba kontrolna (K) pszenicą ozimą. Badania przeprowadzono w czterech powtórzeniach w pierwszym roku stosowania osadu. Analizy wykonywano w następujących terminach: maj (10 V), czerwiec (6 VI), lipiec (28 VII), październik (1 X) w 2003 roku. Z badanego poletka pobierano 10–15 próbek gleby, z warstwy powierzchniowej 0–20 cm i dokładnie mieszano, po czym przesiewano przez sita o średnicy oczek 2 mm. Z tak uśrednionej próbki pobierano glebę do analiz biochemicznych, natomiast do analiz mikrobiologicznych przygotowywano zawiesinę gleby (10 g gleby + 90 ml jałowej wody) i wykonywano kolejne rozcieńczenia dziesiętne.

Analizy mikrobiologiczne obejmowały: 1. Oznaczenie liczebności amonifikatorów w pożywce płynnej według Pochona i Tardieux [Rodina 1968]. Obecność $N-NH_4^+$ sprawdzano odczynnikiem Nesslera. 2. Oznaczenie liczebności nitryfikatorów w pożywce płynnej według Winogradskiego [Rodina 1968]. Obecność jonów NO_2^- wykrywano dodając 2 krople kwasu sulfanilowego i 2 krople α -naftyloaminy, natomiast jonów NO_3^- , dodając 2 krople dwufenyloaminy. Najbardziej prawdopodobną liczbę komórek nitryfikatorów i amonifikatorów obliczono posługując się tablicami Mc Cradyego dla trzech równoległych powtórzeń [Rodina 1968].

Analizy biochemiczne obejmowały: 1. Oznaczenie intensywności amonifikacji metodą nessleryzacji [Nowosielski 1968]. Oznaczenie $N-NH_4^+$ wykonywano metodą Nesslera (2 ml przesączu + 2 ml winianu sodowo-potasowego + 2 ml odczynnika Nesslera + woda destylowana do 100 ml.) Kolorymetrowano przy długości fali 410 nm. 2. Oznaczenie nasilenia procesu nitryfikacji metodą brucynową według Grewelinga i Peecha [Nowosielski 1968]. Do 2 ml przesączu dodawano po 5 ml brucyny rozpuszczonej w stężonym kwasie siarkowym. Po 24 godzinach kolorymetrowano przy długości fali 470 nm.

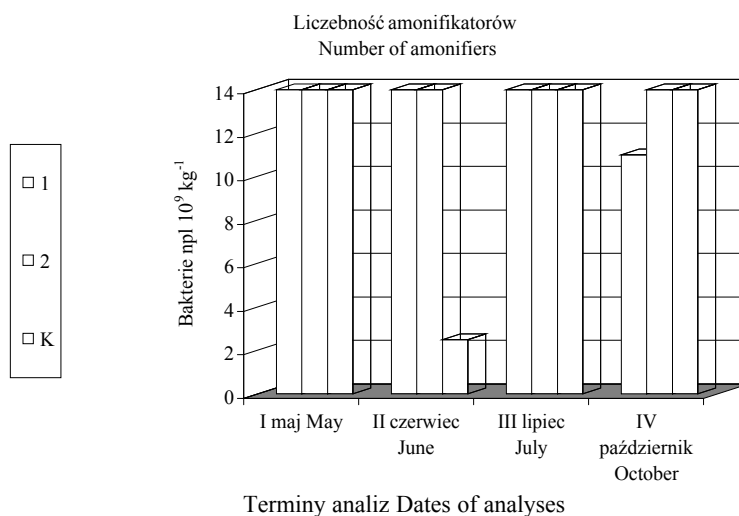
Oznaczenie pH_{KCl} gleby przeprowadzono metodą potencjometryczną.

WYNIKI

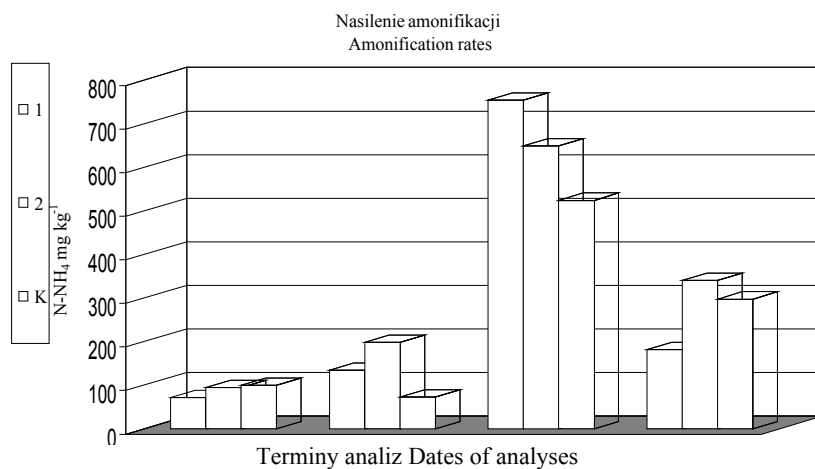
W dostępnej literaturze występują liczne badania osadów komunalnych z miejskich oczyszczalni ścieków. Badania te prowadzone były w różnych aspektach, dotyczyły także wpływu osadów ściekowych na proces amonifikacji i nitryfikacji oraz ich wpływu na liczebność różnych grup mikroorganizmów glebowych [Gostkowska, Wielgosz 1994; Wong i in. 1998; Piontek, Loc 2000]. Brak jest natomiast danych dotyczących wpływu osadów ściekowych pochodzących z mleczarni na wyżej wymienione procesy oraz na liczebność drobnoustrojów glebowych.

Nawożenie osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni jak również wprowadzenie obornika do gleby nie wywołało zmian w liczebności amonifikatorów, co przedstawia rycina 1. Liczebność tych bakterii we wszystkich kombinacjach była porównywalna i wynosiła około $14 \text{ mld npl kg}^{-1} \text{ s.m. gleby}$. Uwagę zwraca wzrost liczebności amonifikatorów w czerwcu w badanych kombinacjach powyżej wartości otrzymanej w kontroli.

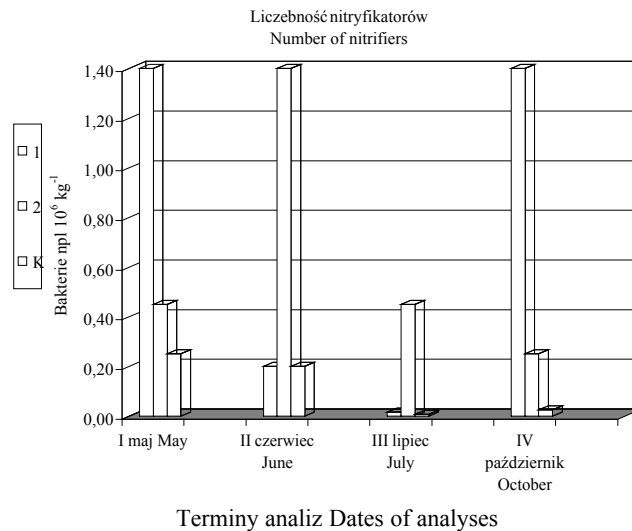
Wyniki badań, dotyczące liczebności nitryfikatorów w poszczególnych kombinacjach ilustruje rycina 3. Badania wykazały, że osad ściekowy pochodzący z mleczarni miał stymulujący wpływ na rozwój bakterii nitryfikacyjnych (ryc. 3). Największą liczebność tych bakterii, w kombinacji z samym osadem (1), odnotowano



Rycina 1. Wpływ osadu ściekowego, pochodzącego z mleczarni na liczebność amonifikatorów;
 1) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni, 2) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni + obornik, K – gleba kontrolna, bez osadu
 Figure 1. Effect of sewage sludge from dairy on the number of the ammonifying bacteria;
 1) soil + sewage sludge from dairy, 2) soil + sewage sludge from dairy + farmyard manure (FYM), K) soil control, no sludge



Rycina 2. Wpływ osadu ściekowego, pochodzącego z mleczarni na nasilenie procesu amonifikacji;
 1) gleba + osad ściekowy, pochodzący z mleczarni, 2) gleba + osad ściekowy, pochodzący z mleczarni + obornik, K) gleba kontrolna, bez osadu
 Figure 2. Effect of sewage sludge from dairy on the ammonification rates; 1) soil + sewage sludge from dairy, 2) soil + sewage sludge from dairy + farmyard manure (FYM), K) soil control, no sludge

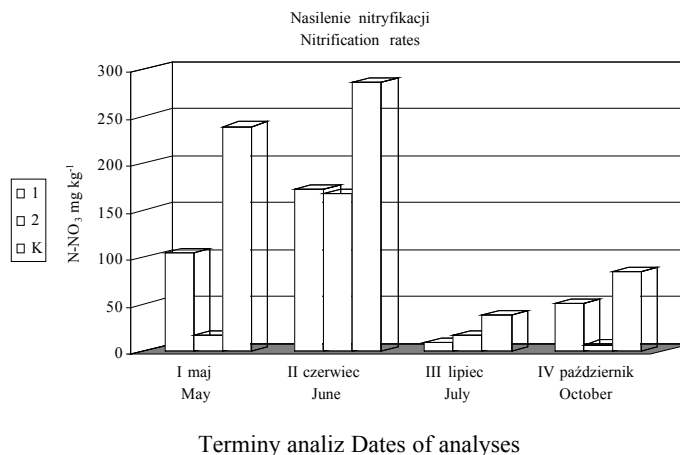


Rycina 3. Wpływ osadu ściekowego pochodzącego z mleczarni na liczebność nityfikatorów;

1) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni, 2) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni + obornik, K) gleba kontrolna, bez osadu

Figure 3. Effect of sewage sludge from dairy on the number of the nitrifying bacteria;

1) soil + sewage sludge from dairy, 2) soil + sewage sludge from dairy + farmyard manure (FYM), K) soil control, no sludge



Rycina 4. Wpływ osadu ściekowego pochodzącego z mleczarni na intensywność procesu nityfikacji; 1) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni, 2) gleba + osad ściekowy pochodzący z mleczarni + obornik, K) gleba kontrolna, bez osadu

Figure 4. Effect of sewage sludge from dairy on the nitrification rates; 1) soil + sewage sludge from dairy, 2) soil + sewage sludge from dairy + farmyard manure (FYM), K) soil control, no sludge

w maju i października, natomiast w czerwcu i lipcu najliczniejszą grupę stanowiły nitryfikatory z obiektu nawożonego osadem ściekowym i obornikiem.

Nawożenie osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni przyczyniło się w niewielkim stopniu do zwiększenia nasilenia procesu amonifikacji, zwłaszcza w kombinacji z osadem ściekowym wzbogaconym obornikiem (2) – ryc. 2. Dawka osadu ściekowego $22 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ bez dodatku obornika (1) tylko w czerwcu i lipcu stymulowała intensywność amonifikacji, natomiast w maju i październiku nasilenie tego procesu było niższe niż w glebie kontrolnej (K) i kombinacji z obornikiem (2). Największą intensywność procesu odnotowano we wszystkich kombinacjach w lipcu, a najniższą w maju.

Rycina 4 przedstawia wpływ osadu ściekowego, pochodzącego z mleczarni na nasilenie procesu nitryfikacji. Badania wykazały, że osad ściekowy hamował intensywność tego procesu zarówno w kombinacji z samym osadem (1), jak też z osadem i obornikiem (2). Wprowadzenie obornika do gleby przyczyniło się do większego zahamowania badanego procesu.

Porównując oba procesy, stwierdzono, że w lipcu i październiku nasilenie procesu amonifikacji znacznie przewyższało intensywność procesu nitryfikacji, natomiast w maju i czerwcu wystąpiła sytuacja odwrotna (ryc. 2 i ryc. 4). Wyniki badań nie wykazały istotnej zależności pomiędzy liczebnością amonifikatorów a nasileniem procesu amonifikacji (ryc. 1 i ryc. 2) oraz pomiędzy liczebnością bakterii nitryfikacyjnych a intensywnością procesu nitryfikacji (ryc. 3 i ryc. 4). Również Gostkowska i in. [1994] w swoich badaniach nie stwierdzili korelacji między liczebnością badanych mikroorganizmów a nasileniem procesów przez nie przeprowadzanych.

Tabela 1. Wyniki pH_{KCl} w glebie nawożonej osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni
Table 1. Results pH_{KCl} in soil fertilized with sewage sludge from dairy

Kombinacje Treatment	I Analiza maj I Analysis May	II Analiza czerwiec II Analysis June	III Analiza lipiec III Analysis July	IV Analiza październik IV Analysis October
Gleba + osad Soil + sludge	5,91	4,49	4,53	6,16
Gleba + osad + obornik Soil + sludge + FYM	5,34	4,62	4,63	4,68
Gleba kontrolna, bez osadu Soil control, no sludge	7,00	6,98	6,22	6,62

W trakcie badań dokonywano pomiaru pH_{KCl} we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że pH gleby kontrolnej było wyższe niż pH gleby w pozostałych kombinacjach, a więc nawożenie osadem ściekowym pochodzącym z mleczarni wpływało na obniżenie pH gleby.

WNIOSKI

1. Osad ściekowy pochodzący z mleczarni na ogół nie wpływał na liczebność amonifikatorów.
2. Nawożenie osadem ściekowym przyczyniło się w niewielkim stopniu do zwiększenia nasilenia procesu amonifikacji.
3. Osad ściekowy pochodzący z mleczarni miał stymulujący wpływ na liczebność bakterii nitryfikacyjnych.
4. Zastosowany osad ściekowy wpłynął hamująco na intensywność procesu nitryfikacji.
5. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy liczebnością amonifikatorów a nasileniem procesu amonifikacji oraz pomiędzy liczebnością bakterii nitryfikacyjnych a intensywnością procesu nitryfikacji.

PIŚMIENNICTWO

- Czekała J. 1999. Osady ściekowe źródłem materii organicznej i składników pokarmowych. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* 77, 33–38.
- Czekała J. 2000. Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego. *Foli. Univ. Agric. Stetin. 211 Agricultura* 84, 75–80.
- Dar G.H. 1997. Impact of Lead and Sewage Sludge on Soil Microbial Biomass and Carbon and Nitrogen Mineralization. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 58, 234–240.
- Filipek T., Fidecki M. 1999. Ocena przydatności do nawożenia osadu ściekowego z mleczarni w Krasnymstawie. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* 77, 87–92.
- Gambuś F., Górlach E. 1998. Chemical composition of sludges from sewage treatment plants of the Cracow province as a criterion of their usage. *Acta Agraria et Silv., Series Agraria*, 36, 9–21.
- Gostkowska K., Wielgosz E. 1994. Nitryfikacja w różnych poziomach gleby brunatnej użytkowanej sadowniczo. *Annales UMCS, Sec. E*, 49, 165–177.
- Kalembasa S., Kalembasa D., Kania R. 2001. Wartość nawozowa osadów ściekowych z wybranych oczyszczalni ścieków Regionu Siedleckiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 475, 279–286.
- Loc N.T.B., Piontek M. 2000. Stan ilościowy niektórych bakterii i grzybów w osadach ściekowych. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 211 Agricultura* 84, 341–346.
- Nowosielski O. 1968. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa.
- Piontek M., Loc N.T.B. 2000. The effect of sewage sludge composting on the quantitative state of some groups of bacteria and fungi. *Acta Microb. Pol.* 49, 1, 83–93.
- Rodina A. 1968. Mikrobiologiczne metody badania wód. PWRiL, Warszawa.
- Strauss E.A., Lamberti G.A. 2002. Effect of dissolved organic carbon quality on microbial decomposition and nitrification rates in stream sediments. *Freshwater Biology* 47, 65–74.
- Wierzbicki T.L. 2003. Wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych do celów rolniczych. Nowe spojrzenie na osady ściekowe. Odnawialne źródła energii. *Materiały konferencyjne* 1, 163–170.
- Wong J.W.C., Lai K.M., Fang M., Ma K.K. 1998. Effect of sewage sludge amendment on soil microbial activity and nutrient mineralization. *Environment International* 24, 8, 935–943.
- Zabłocki Z. 1998. Physical and chemical changes in sewage sludge – amended soil and factors affecting the extractability of selected macroelements. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 186 Agricultura* 69, 91–104.

