

BADANIA NAD PRZEMIANAMI AZOTU W GLEBIE PŁOWEJ
ZANIECZYSZCZONEJ SIARKĄ I WZBOGAONEJ OSADEM
ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH

S. Jezierska-Tys

Katedra Mikrobiologii Rolniczej, Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań w doświadczeniu modelowym na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego było poznanie wpływu dawki $500 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ na aktywność proteolityczną, urolityczną, nasilenie amonifikacji i nityfikacji. Przed wprowadzeniem dawki symulowanego kwaśnego opadu glebę wzbogacono osadem ścieków komunalnych ($20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$). Zasiarczenie wpłynęło stymulująco na aktywność proteolityczną, urolityczną oraz nityfikacyjną gleby. Aktywność proteolityczna gleby zasiarczonej i wzbogaconej osadem ścieków komunalnych była najwyższa i istotnie różniła się od pozostałych obiektów doświadczalnych. Nasilenie procesu amonifikacji w glebie płowej nie wykazało różnic między badanymi obiektami doświadczalnymi.

Słowa kluczowe: kwaśny opad, proteaza, ureaza, nityfikacja, amonifikacja.

WSTĘP

Mikrobiologiczne przemiany pierwiastków ważnych z punktu widzenia produkcji rolniczej, wśród których pierwszoplanowe miejsce zajmuje azot zależą przede wszystkim od właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych gleb [1,2,18,22]. Na te właściwości gleb może mieć wpływ wiele czynników między innymi emisja związków siarki oraz użyźnianie osadami ściekowymi [5,10,21]. Według niektórych autorów stosunkowo duża ilość osadów ściekowych jest wykorzystywana przyrodniczo i rolniczo a wyniki badań wskazują na ich pozytywne oddziaływanie na środowisko glebowe [3,4,5,17,20].

Celem pracy było poznanie wpływu dawki $500 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$ na aktywność proteolityczną, urolityczną, nasilenie amonifikacji, nityfikacji w glebie płowej wzbogaconej osadem ścieków komunalnych. Zmiany zachodzące w aktywności enzymatycznej gleb określają skalę ich degradacji w wyniku zastosowanych czynników [6,7,13,14].

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w doświadczeniu modelowym na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego. Podstawowe właściwości tej gleby:

- skład granulometryczny - 1,0-0,1mm 65%, - 0,1-0,02mm 19%, <0,02mm 16%;
- pH_{KCl} 4,75%;
- C organiczny 0,93%;
- N ogólny 0,036%;
- Glin ruchomy, $\text{mmol Al}^{+++}\cdot\text{kg}^{-1}$ 1,92%;
- S ogólna 0,014%.

Próbki glebowe pobrane z głębokości 0 - 20 cm, doprowadzone do stanu powietrznie suchego, dokładnie mieszano i przesiewano przez sito o średnicy oczek 2 mm. Glebę stopniowo nawilżano wnosząc dawkę „kwaśnego opadu”, w ilości $167 \text{ mg S}\cdot\text{kg}^{-1}$ (co odpowiada naturalnej imisji $500 \text{ kg SO}_2\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$) z taką objętością wody (rozcieńczony kwas siarkowy), aby wilgotność jej po zakończeniu uwilgotnienia kształtowała się na poziomie 60% całkowitej pojemności wodnej. Materiał glebowy (1 kg) inkubowano w naczyniach szklanych o pojemności 1000 cm^3 , w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$, utrzymując stałą ich wilgotność. Każdą serię doświadczenia założono w trzech powtórzeniach.

Schemat doświadczenia był następujący:

1. gleba kontrolna (G1)
2. gleba + $500 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$ (G2)
3. gleba + osad ścieków komunalnych ($20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$) (G3)
4. gleba + osad ścieków komunalnych ($20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$) + $500 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$ (G4)

Zastosowany do doświadczenia osad ścieków komunalnych zawierał: 42,4% substancji organicznej; 0,78% P_2O_5 ; 0,18% K_2O oraz 2,14% azotu ogółem; $21,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ B; $279,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Mn; $245,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Cu; $1770,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Zn.

Okresowe analizy obejmowały oznaczenia:

- aktywności proteazy metodą Ladda i Butlera [16]
- aktywności ureazy zmodyfikowaną metodą Zantuy i Bremnera [26] w modyfikacji Furczak i in.[12]

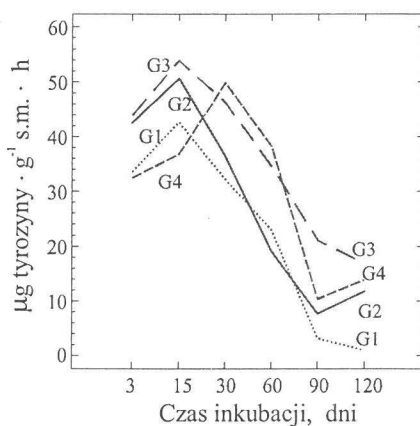
- nasilenia amonifikacji metodą nessleryzacji [24]
- nasilenia nitryfikacji metodą brucynową wg Grewelinga i Peecha [24]
- pH_{KCl} potencjometrycznie

Okresowe analizy przeprowadzono po 3, 15, 30, 60, 90, 120 dniach inkubacji gleby.

Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie stosując metodę analizy wariancji z zastosowaniem przedziałów ufności Tukey'a. Zależności między badanymi cechami oceniano metodą interakcji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań ilustrujące aktywność proteolityczną zasiarczonej gleby płowej oraz wzbogaconej osadem ścieków komunalnych przedstawiono na Rys. 1 i 2.



Rys. 1. Aktywność proteazy w badanych obiektach glebowych .

G1 - gleba kontrolna

G2 - gleba + 500 kg S·ha⁻¹r⁻¹

G3 - gleba + osad ścieków komunalnych 20 t·ha⁻¹r⁻¹

G4 - gleba + osad ścieków komunalnych 20 t·ha⁻¹r⁻¹ + 500 kg S·ha⁻¹r⁻¹

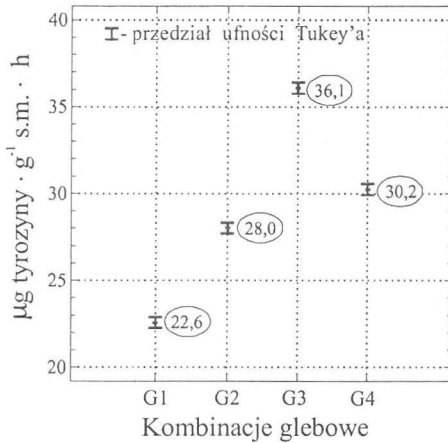
Fig. 1. Protease activity in soil object studied.

G1 - soil (control)

G2 - soil + 500 kg S·ha⁻¹y⁻¹

G3 - soil + sewage sludge 20 t·ha⁻¹y⁻¹

G4 - soil + sewage sludge 20 t·ha⁻¹y⁻¹ + 500 kg S·ha⁻¹y⁻¹



Rys.2. Średnie aktywności proteolityczne badanych obiektów glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 2. Mean protease activity of soil objects studied (symbols as on Fig. 1).

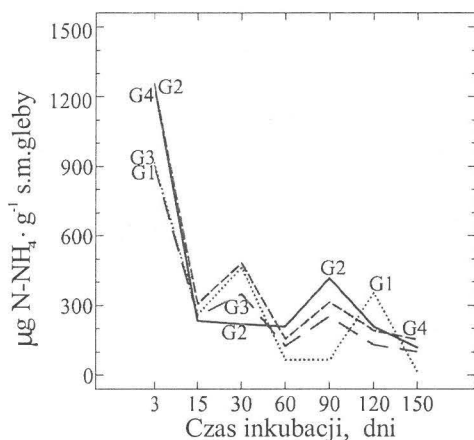
Ten wzrost aktywności proteolitycznej był spowodowany zawartością połączeń białkowych, których osad zawierał stosunkowo dużo. W obiekcie glebowym z zastosowanym zasilaniem aktywność proteolityczna była istotnie wyższa niż w kontroli, ale niższa niż z zastosowanym osadem (Rys. 2). Zasilanie gleby było zapewne przyczyną, że w glebie wzbogaconej osadem i dawką kwaśnego opadu aktywność proteolityczna była istotnie niższa w porównaniu z obiektem (G3).

Podobną stymulację proteazową w glebie w wyniku nawożenia osadem ścieków komunalnych stwierdziła Gostkowska i in. [15], Baran i in [3]. Krótkotrwałość tego wzrostu spowodowana była prawdopodobnie małą zawartością koloidów organicznych i mineralnych w badanej glebie płowej, niesprzyjających stabilizacji białek enzymatycznych.

Ureaza odgrywa istotną rolę w mineralizacji azotu glebowego i według wielu autorów zależy od odczynu gleby [12,13,14,19]. Okresową aktywność ureazy w badanych obiektach glebowych przedstawia Rys. 3. Wahania okresowe w aktywności ureolitycznej badanych obiektów doświadczalnych były podobne. Najwyższą aktywność ureazy stwierdzono w obiekcie z zasilaniem i osadem ściekowym (G4), co ilustruje Rys. 4. Również ten obiekt charakteryzował się najwyższym

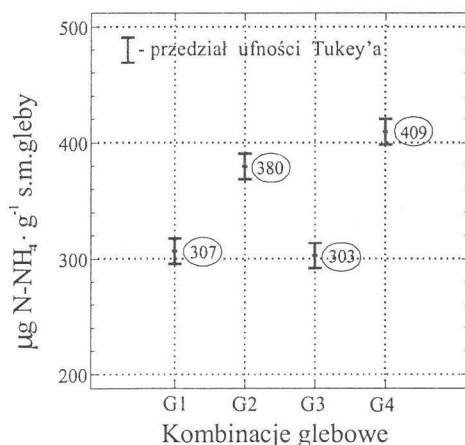
Przeprowadzone badania wykazały, że na aktywność proteolityczną gleby płowej miały wpływ zarówno zastosowane zasilanie, jak i osad ściekowy. Najwyższą aktywnością proteolityczną charakteryzował się obiekt (G3) podczas całego okresu inkubacji (Rys. 1). Tendencje we wzroście i spadku aktywności proteolitycznej były podobne w badanych obiektach. Wyjątek stanowiła gleba z zasilaniem i osadem (G4), w której zanotowano wzrost (w pozostałych obiektach spadek) badanej aktywności między 15 a 30 dniem inkubacji. Najwyższą średnią i istotną statystycznie aktywność proteolityczną stwierdzono w obiekcie (G3) w porównaniu do pozostałych obiektów doświadczalnych (Rys. 2).

odczyńnem gleby w czasie inkubacji co ilustruje Rys. 9. Najniższą średnią aktywność ureazową zanotowano w glebie z osadem ściekowym (G3). W tym obiekcie w czasie inkubacji obserwowano najniższy odczyn badanej gleby (Rys.9).



Rys. 3. Aktywność ureazy w poszczególnych obiektach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 3. Urease activity of particular soil objects (symbols as on Fig. 1).

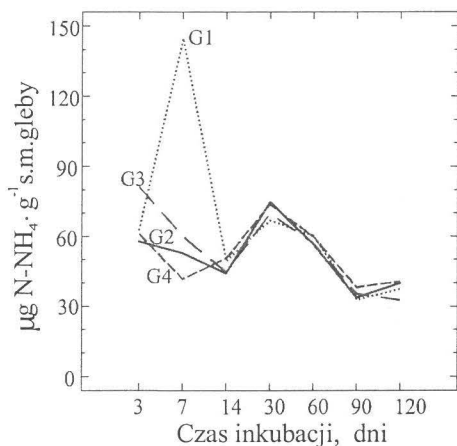


Rys. 4. Średnie aktywności ureazy badanych obiektów glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 4. Mean urease activity of soil objects studied (symbols as on Fig. 1).

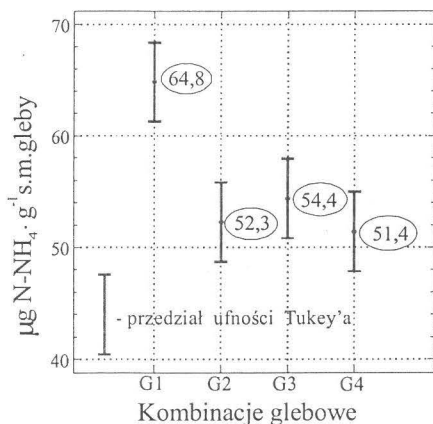
Zastosowane zanieczyszczenie gleby płowej, jak również osad ścieków komunalnych nie miały istotnego wpływu na nasilenie procesu amonifikacji, co ilustrują Rys. 5 i 6. Najwyższą siłą amonifikacyjną zanotowano w obiekcie kontrolnym między 3 a 14 dniem inkubacji (Rys. 5), co wpłynęło na średnią wartość nasilenia

amonifikacji w tym obiekcie (Rys. 6). W pozostałych obiektach doświadczalnych nasilenie amonifikacji było na zbliżonym poziomie. Wyniki badań Novick i in. [23] wskazują również, że tempo mineralizacji azotu w glebie nie zależało od symulowanego kwaśnego opadu.



Rys. 5. Nasilenie amonifikacji w poszczególnych obiektach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 5. Intensification of ammonification in particular soil objects (symbols as on Fig. 1).



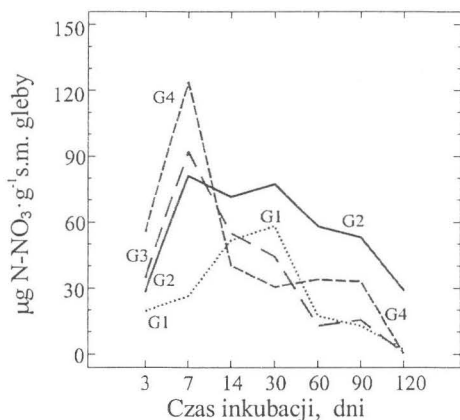
Rys. 6. Średnie wartości nasilenia amonifikacji w poszczególnych obiektach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 6. Mean intensity of ammonification in particular soil objects (symbols as on Fig. 1).

Powszechnie uważa się, że nityfikatory i przeprowadzany przez nie proces są czułymi testami zakwaszenia środowiska. W przeprowadzonych badaniach nasilenie procesu nityfikacji w glebie zasiarzonej (G2) było najwyższe co ilustrują Rys. 7 i 8. Jednocześnie odczyn tego obiektu był na niższym poziomie niż gleby kontrolnej (G1). Zgodne byłoby to z sugestią innych autorów [11, 25], że w glebach naturalnie kwaśnych, a do takich należy badana gleba płowa, proces nityfikacji przeprowadzają heterotroficzne mikroorganizmy, które są mniej wrażliwe na

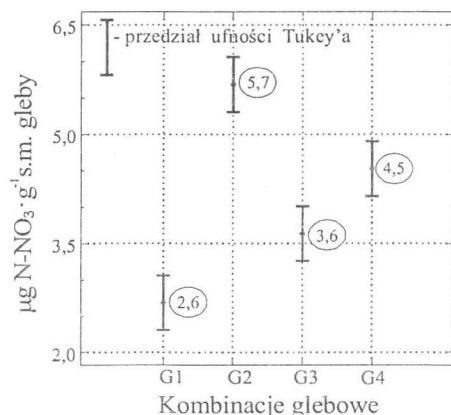
kwasowość niż autotroficzne nityfikatory. Na nasilenie badanego procesu w tym obiekcie doświadczalnym miały z pewnością wpływ również lotne związki siarki powstające w wyniku mikrobiologicznych przemian tego pierwiastka w glebie, które według Bremnera i Bundy [8] są silnymi inhibitorami procesu nityfikacji.

Osad ścieków komunalnych również wpłynął stymulująco na nasilenie procesu nityfikacji, ale w mniejszym stopniu niż symulowany kwaśny opad. W tym obiekcie doświadczalnym odczyn gleby od 7 dnia inkubacji był na najniższym poziomie. W glebie z dodatkiem osadu i zanieczyszczonej siarką uwidoczniło się oddziaływanie zastosowanego zasarczenia jak również osadu ścieków komunalnych na badany proces.



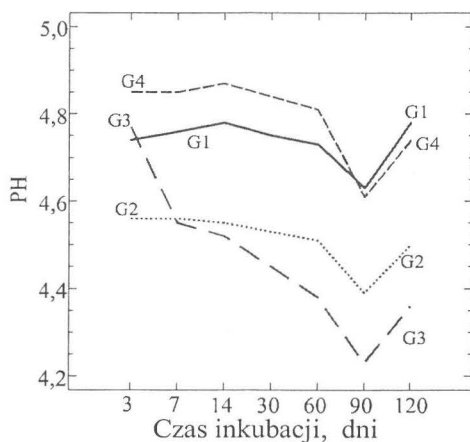
Rys. 7. Nasilenie nityfikacji w poszczególnych obiektach glebowych (oznaczenia jak na Rys.1).

Fig. 7. Intensification of nitrification in particular soil objects (symbols as on Fig. 1).



Rys. 8. Średnie zawartości N-NO₃ w poszczególnych obiektach glebowych (oznaczenia jak na Rys.1).

Fig. 8. Mean N-NO₃ content in particular soil objects (symbols as on Fig. 1).



Rys. 9. pH gleby w poszczególnych obiektach doświadczenia (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 9. Reaction of soil (pH) of particular soil objects (symbols as on Fig. 1).

WNIOSKI

1. Wzbogacenie gleby zanieczyszczonej siarką, osadem ścieków komunalnych, spowodowało wzrost tempa mineralizacji azotu organicznego.
2. Zastosowana dawka symulowanego kwaśnego opadu ($500 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$) spowodowała stymulację aktywności proteazy i ureazy.
3. Wprowadzenie do gleby płowej osadu ściekowego oraz zanieczyszczenia siarką nie spowodowało istotnych zmian w procesie amonifikacji.
4. Na proces nitryfikacji istotnie stymulująco wpłynęło zastosowane zaszczepienie w wysokości $500 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$.

PIŚMIENNICTWO

1. **Abayman S. A.:** Variation of enzyme activity of soil under the influence of natural and anthropogenic factors. *Euras. Soil Sci.*, 25, 57-74, 1993.
2. **Barabasz W.:** Mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego. II. Biotransformacja azotu glebowego. *Post. Mikrobiol.*, XXXI, 3-33, 1992.
3. **Baran S., Furczak J., Gostkowska K.:** Aktywność enzymatyczna gleby lekkiej użyźnionej odpadami organicznymi. *Zesz. Probl. Nauk Roln.*, 437, 69-77, 1996.
4. **Baran S., Kwiecień J., Uzar C.:** The possibilities of reclamation of soils acidified at sludge utilization. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 413, 21-26, 1994.
5. **Baran S., Turski R.:** Wybrane zagadnienia z utylizacji i unieszkodliwiania odpadów. *Wyd. AR, Lublin*, 176, 1995.

6. **Bielińska E.J., Domżał H.:** Wpływ zakwaszenia gleby użytkowanej sadowniczo na jej aktywność biochemiczną. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 456, 497-502, 1998.
7. **Bielińska E. J., Domżał H., Kopińska A., Plecha R.:** Aktywność enzymatyczna gleby zdegradowanych siedlisk leśnych w obszarze oddziaływania zakładów azotowych Puławy S.A. Chemia i Inżynieria Ekologiczna. TChIE, 5/11, 953-961, 1998.
8. **Bremner J.M., Bundy L.G.:** Soil Biol. Biochem., 6, 1974.
9. **Burton D.L., Mc Gill W.B.:** Spatial and temporal fluctuation in biomass nitrogen in a soil cropped to barley, Can. J. Soil Sci., 72, 31-42, 1992.
10. **Dechnik I., Gliński J., Kaczor A.:** Określenie możliwości doboru wskaźników roślinnych do oceny stopnia zagrożenia środowiska rolniczego kwaśnymi opadami. Probl. Agrofizyki 63, Instyt. Agrofizyki w Lublinie, ss. 52, 1991.
11. **Firestone M.K., McColl J.G., Killham K.S., Brooks P.D.:** Microbial response to acid desposition and effects on plant productivity. Effect of acid rain on regetation. Rozdz. 5, 51-64, London, 1984.
12. **Furczak J., Szember A., Bielińska J.:** Aktywność enzymatyczna strefy przybrzeżnej jezior Piaseczno i Głębokie różniących się troficznością (Pojezierze Łęczyńsko -Włodawskie). Studia Ośr. Dok. Fizjogr. PAN, 19, 307-325, 1991.
13. **Gostkowska K., Domżał H., Furczak J., Bielińska J.:** Effect of differentiated long-term agricultural utilization of brown soil on its microbiological and biochemical properties. Pol. J. Soil Sci., XXVI/1, 67-75, 1993.
14. **Gostkowska K., Furczak J., Domżał H., Bielińska E.J.:** Suitability of some biochemical and microbiological tests for the evaluation of the background of it differentiated usage. Pol. J. Soil Sci., 31, 69-78, 1998.
15. **Gostkowska K., Woytowicz B., Szember A., Furczak J., Jezierska-Tys S., Jaśkiewicz W.:** Wpływ różnych środków użyźniających na aktywność mikrobiologiczną gleby piaszczystej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 370, 75-84, 1989.
16. **Ladd J.N., Butler J.H.A.:** Short-term assays of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipetide derivatives as substrates. Soil Biol. Biochem., 4, 19-30, 1972.
17. **Maćkowiak Cz.:** Nawozowa użyteczność osadów ściekowych w świetle badań IUNG. Materiały Konf. Naukowo-Technicznej „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych” Lublin, 35-39, 1996.
18. **Mazur T.:** Azot w glebach uprawnych. PWN, Warszawa, 1991.
19. **McCarty G.W., Bremner J.M.:** Production of urease by microbial activity in soil under aerobic and anaerobic conditions. Biol. Fertil. Soils., 11, 228-230, 1991.
20. **Meijer H.A.:** Long-term sludge disposal policy in the Netherlands. Water Science and Technology, t. 26, 5-6, 1157-1164, 1992.

21. **Motowicka-Terelak T., Terelak H.:** Udział zasiarczania w zakwaszaniu się gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 456, 317-321, 1998.
22. **Myśków Wl., Stachyra A., Zięba S., Masiak D.:** Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. Roczn. Glebozn., XLVII, 1/2, 89-99, 1996.
23. **Novick N.J., Klein T.M., Alexander M.:** Effect of simulated acid precipitation on nitrogen mineralization and nitrification in forest soils. Water Air Soil Poll., 23, 317-330, 1984.
24. **Nowosielski O.:** Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa, 1981.
25. **Paul E., Clark F.E.:** Mikrobiologia i biochemia gleb. UMCS, 2000.
26. **Zantua M.J., Bremner J.M.:** Comparison of methods of assaying urease activity in soils. Soil Biol. Biochem., 7, 291-295, 1975.

TRANSFORMATIONS OF NITROGENOUS ORGANIC MATTER IN SULFATED LESSIVE SOIL AMENDED WITH SEWAGE SLUDGE

S. Jezierska-Tys

Department of Agricultural Microbiology, Academy of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

Summary. The experiment was set on lessive soil developed from heavy loamy sand. The aim of study was to evaluate the effect of 500 kg S·ha⁻¹·year⁻¹ dose on proteolytical and urolytical activities, as well as intensification of amonification and nitrification processes. Soil was amended with sewage sludge (20 t·ha⁻¹·year⁻¹) before acidic rainfall dose application. Sulphating stimulated the proteolytical and urolytical activity and nitrification process. The proteolytical activity of soil amended with sewage sludge was the highest and it significantly differed from other experimental objects. The intensification of amonification process of lessive soil did not show differences between objects studied.

Key words: acid rain, sewage sludge, protease, urease, amonification, nitrification.