

PRZEMIANY SUBSTANCJI ORGANICZNEJ AZOTOWEJ W ZASIARCZONEJ GLEBIE PŁOWEJ WZBOGACONEJ GNOJOWICĄ

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 kwaśnego opadu glebę wzbogacono gnojowicą ($60 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$). Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższą aktywnością proteolityczną charakteryzowała się gleba wzbogacona gnojowicą z równoczesnym zasiarczeniem. Zasiarczenie gleby oraz wzbogacenie gnojowicą również wpływało stymulująco na aktywność proteolityczną. Na aktywność ureazową gleby największy istotny wpływ miała gnojowica oraz gnojowica z równoczesnym zasiarczeniem. Na nasilenie procesu amonifikacji hamujący wpływ miało zastosowane zasiarczenie i gnojowica. Natomiast na proces nityfikacji istotnie stymulująco wpływały zarówno nawożenie w postaci gnojowicy jak i zastosowana dawka kwaśnego opadu.

Słowa kluczowe: proteaza, ureaza, amonifikacja, nityfikacja.

WSTĘP

Mineralizacja azotowej substancji organicznej przeprowadzana przez mikroorganizmy glebowe, na którą składają się liczne procesy enzymatyczno-biochemiczne zależy przede wszystkim od właściwości chemicznych i fizykochemicznych gleb [2, 14, 16].

Jak wiadomo kwaśne opady powodują szereg niekorzystnych zmian tych właściwości środowiska glebowego oddziałując pośrednio na procesy mikrobiologiczne [7, 8, 18, 19].

Wykazano, że aktywność enzymów glebowych może być wskaźnikiem aktywności mikrobiologicznej reagującej na zmiany właściwości środowiska [1, 3,

20]. Spadek tej aktywności traktowany jest według niektórych autorów [4, 11, 12] jako wczesny sygnał procesów degradacji biologicznej gleby.

Enzymami które wykazują powiązania z chemicznymi właściwościami gleby a równocześnie ważnymi w ocenie potencjalnego tempa mineralizacji organicznych połączeń azotu w glebie są proteaza i ureaza [5, 6, 11, 17, 23].

Celem pracy było poznanie wpływu wysokiej dawki zasiarczającej na aktywność proteazy, ureazy oraz nasilenie procesu amonifikacji i nityfikacji w glebie płowej użyźnionej gnojowicą.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w doświadczeniu modelowym na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego. Podstawową charakterystykę gleby przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Podstawowa charakterystyka gleby użytej w doświadczeniu

Table 1. General characteristics of soil used in experiment

Wyszczególnienie	Gleba płowa
Skład granulometryczny:	
- 1,0-0,1mm %	65
- 0,1-0,02mm %	19
- <0,02mm %	16
Odczyn, pH _{KCl}	4,75
Kwasowość hydrolityczna, mmol ⁺ kg ⁻¹	3,78
C organiczny	0,93
N całkowity, %	0,037
N ogólny, %	0,036
Glin ruchomy, mm Al ⁺⁺⁺ kg ⁻¹	1,92
S siarczanowa, mg S kg ⁻¹	0,98
S ogólna, %	0,014
P ₂ O ₅ mg · 100g ⁻¹	5,3
K ₂ O mg · 100g ⁻¹	8,66

Próbki glebowe pobrano z głębokości 0–20 cm, dokładnie mieszano i przesiewano przez sito o średnicy oczek 2 mm. Glebą stopniowo nawilżano wnosząc dawkę „kwaśnego opadu”, w ilości 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹ z taką objętością wody, aby wilgotność jej po zakończeniu deszczowania kształtowała się na poziomie 60% całkowitej pojemności wodnej. Materiał glebowy inkubowano w naczyniach

szklanych o pojemności 1000 cm³, w temperaturze 20 ± 2°C, utrzymując stałą ich wilgotność. Każdą serię doświadczalną założono w trzech powtórzeniach.

Schemat doświadczenia był następujący:

1. gleba kontrolna (g₁)
2. gleba + 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹ (g₂)
3. gleba + gnojowica (60 m³ ha⁻¹ · r⁻¹) (g₃)
4. gleba + gnojowica (60 m³ ha⁻¹ · r⁻¹) + 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹ (g₄)

Zastosowana do doświadczenia gnojowica bydlęca zawierała: 12,4% substancji organicznej, 0,26% P₂O₅, 0,82% K₂O oraz 0,47% azotu ogółem.

Okresowe analizy obejmowały oznaczenia:

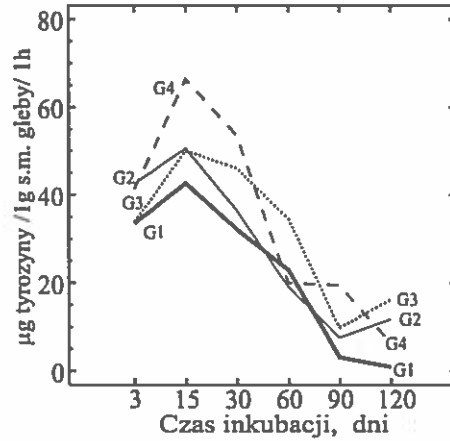
- aktywności proteazy metodą Ladda i Butlera [15]
- aktywności ureazy zmodyfikowaną metodą Zantuy i Bremnera [22] w modyfikacji Furczak i in. [9]
- nasilenia amonifikacji metodą Nessleryzacji [21]
- nasilenia nityfikacji metodą brucynową wg Grewelinga i Peecha [21]

Okresowe analizy przeprowadzono po 3, 15, 30, 60, 90, 120 i 150 dniach inkubacji gleby.

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

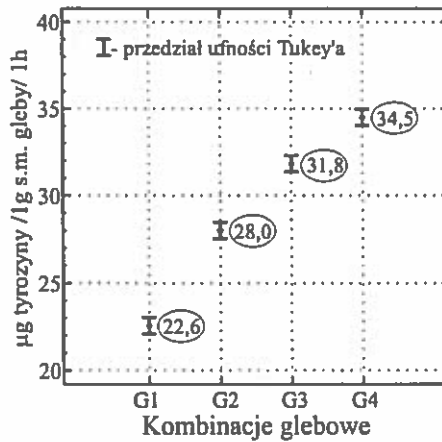
WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższą aktywnością proteolityczną w czasie całego okresu inkubacji charakteryzowała się gleba wzbogacona gnojowicą z dawką 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹ (Rys. 1). Aktywność ta była istotnie wyższa od średnich aktywności pozostałych kombinacji (Rys. 2). Najniższą aktywnością charakteryzowała się natomiast kombinacja z zastosowanym zasiarczeniem, a po 60 dniach inkubacji była ona niższa niż w glebie kontrolnej. Należy zaznaczyć, że okresowe najmniejsze wahania aktywności proteolitycznej wykazywała gleba wzbogacona gnojowicą. Według niektórych autorów [5, 6, 10] aktywność proteazy zależy m.in. od odczynu środowiska. Zastosowana w doświadczeniu dawka zasiarczająca spowodowała zakwaszenie gleby (Rys. 9) stąd też ten czynnik był na pewno jedną z przyczyn obniżenia aktywności omawianego enzymu. Sugestia ta znajduje potwierdzenie w obserwacjach innych autorów [5, 6].



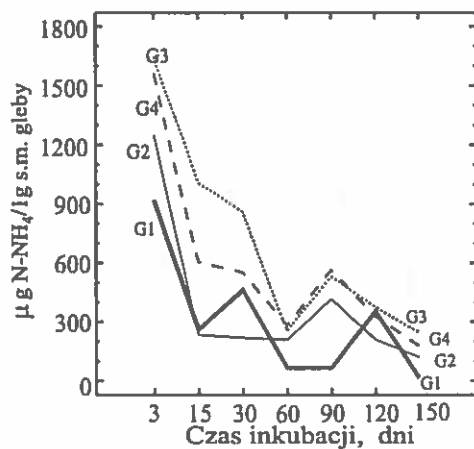
Rys.1. Aktywność proteazy w badanych kombinacjach glebowych w czasie inkubacji: G1 – gleba kontrolna, G2 – gleba + 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹, G3 – gleba + gnojowica 60 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹, G4 – gleba + gnojowica 60 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹ + 500 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹.

Fig. 1. Protease activity in soil combinations studied during incubation: G1 – soil (control), G2 – soil + 250 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹, G3 – soil + slurry 60 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹, G4 – soil + 250 kg S · ha⁻¹ · r⁻¹ + slurry 60 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹.



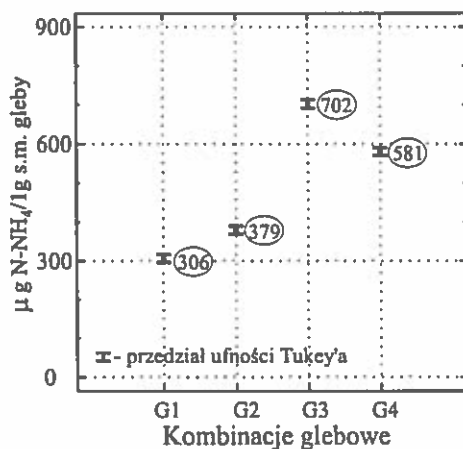
Rys.2. Średnie aktywności proteolityczne badanych kombinacji glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

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



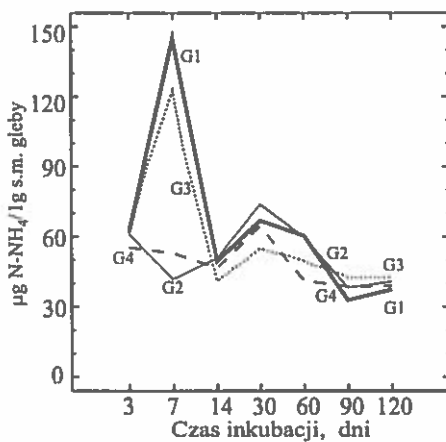
Rys. 3. Aktywność ureazy w czasie inkubacji w poszczególnych kombinacjach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 3. Urease activity during incubation of particular soil combinations (symbols as on Fig. 1).



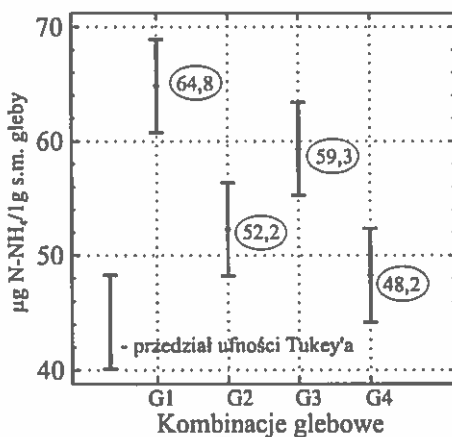
Rys. 4. Średnie aktywności ureazy badanych kombinacji glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

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



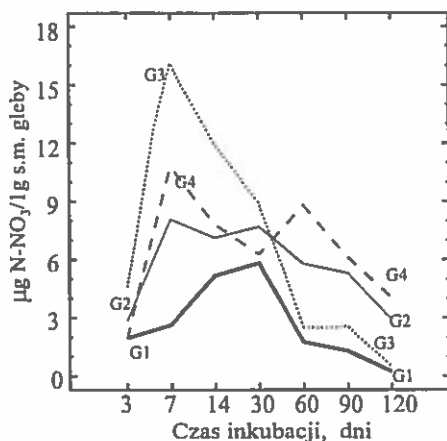
Rys. 5. Nasilenie amonifikacji w poszczególnych kombinacjach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

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



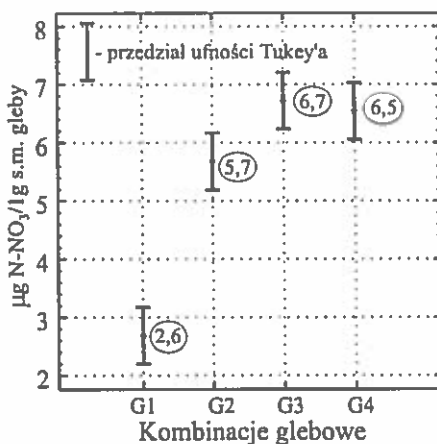
Rys. 6. Średnie wartości nasilenia amonifikacji w poszczególnych kombinacjach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

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



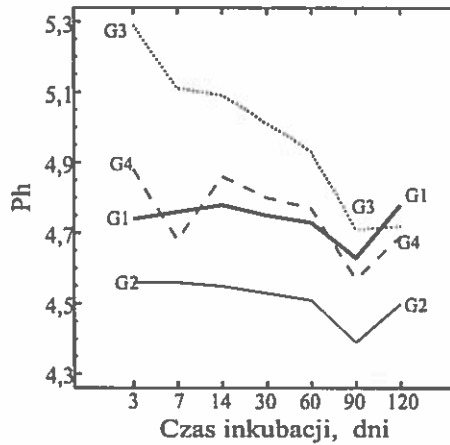
Rys. 7. Nasilenie nityfikacji w poszczególnych kombinacjach glebowych (oznaczenia jak na Rys. 1).

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



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

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



Rys. 9. Ph gleby w poszczególnych kombinacjach doświadczenia w czasie inkubacji (oznaczenia jak na Rys. 1).

Fig. 9. Reaction of soil (pH) during incubation of particular soil combinations (symbols as on Fig. 1).

Jak wiadomo ureaza jest enzymem odgrywającym istotną rolę w mineralizacji azotu glebowego [9, 12, 23].

W tendencji spadkowej wraz z upływem czasu najwyższą aktywnością ureazy charakteryzowała się gleba wzbogacona gnojowicą, nawet wówczas gdy potraktowano ją wysoką dawką „kwaśnego opadu” (Rys. 3). Znalazło to potwierdzenie w średnich wartościach z całego okresu badawczego przy czym stymulacja aktywności ureazowej w obiektach z gnojowicą była istotna (Rys. 4).

Dodatni wpływ gnojowicy na aktywność ureazy w podobnym typie gleby stwierdziły również Gostkowska i in. 1989 i Jezierska-Tys 1994.

Nasilenie amonifikacji było w badanych obiektach gleby płowej na poziomie wartości kontroli. Tylko w niektórych okresach w glebie zasiarczonej zarówno z gnojowicą jak i bez jej dodatku przyrost $N-NH_4^+$ był niższy niż w glebie kontrolnej (Rys. 5). Tendencję tę potwierdziły dane dotyczące średniej wartości siły amonifikacyjnej badanych obiektów (Rys. 6). Wskazują one, że w glebie wzbogaconej gnojowicą i zasiarczonej, a także wyłącznie zasiarczonej średnie wartości nasilenia amonifikacji były istotnie niższe w porównaniu z kontrolą.

W przeciwieństwie do oddziaływania badanych czynników na proces amonifikacji wyniki dotyczące potencjalnej siły nitryfikacyjnej wskazują na stymulację

tego procesu w obiekcie wyłącznie zasiarczonym jak i wzbogaconym gnojowicą bydlęcą (Rys. 7 i 8). Być może opisywany wzrost siły nityfikacyjnej gleby płowej w tym samym czasie w którym oznaczano poziom akumulacji $N-NH_4^+$ nie odzwierciedlał nasilenia procesu amonifikacji. Dla wyjaśnienia tego zagadnienia należałoby stosować inhibitory nityfikacji.

WNIOSKI

1. Wzbogacenie zasiarczonej gleby płowej gnojowicą bydlęcą spowodowało wzrost tempa mineralizacji substancji organicznej azotowej.
2. Zastosowane zasiarczenie gleby płowej w wysokości $500 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ spowodowało również stymulację aktywności proteazy i ureazy szczególnie w obiekcie użyźnionym gnojowicą.
3. Z punktu widzenia gospodarki azotowej gleby istotne jest stwierdzenie, że nawet wysoka dawka kwaśnego opadu pobudzało potencjalną siłę nityfikacyjną.

PIŚMIENNICTWO

1. **Abrayman 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. **Bielińska E.J., Domżał H.:** Wpływ zakwaszenia gleby użytkowanej sadowniczo na jej aktywność biochemiczną. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 456, 497–502, 1998.
4. **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.
5. **Bonmati M., Ceccanti B., Nanniperi P.:** Spatial variability of phosphatase, urease, protease, organic carbon and total nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem.*, 23, 4, 391–396, 1991.
6. **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.
7. **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, 1991.
8. **Dechnik I., Kaczor A.:** The after-effect of simulated acid rain on some properties of brown soil. *Pol. J. Soil Sci.*, XXVII/1, 11–18, 1994.

9. **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.
10. **Furczak J., Szewczuk Cz., Flis-Bujak M.:** Badania nad przydatnością niektórych testów mikrobiologicznych i biochemicznych do oceny biologicznej aktywności gleb w chmielnikach. *Ann. UMCS Lublin*, vol. LIV, 20 s. E 161–172, 1999.
11. **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.
12. **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.
13. **Jezerska-Tys S.:** Wpływ nawożenia gnojowicą świeżą oraz jej formami przetworzonymi na aktywność enzymatyczną i nasilenie procesów biologicznych gleby biellicowej. *Ann. UMCS Lublin*, vol. XLIX, 23 s. E 167–173, 1994.
14. **Kobus J.:** Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a, 209–219, 1995.
15. **Ladd J.N., Butter 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.
16. **Mazur T.:** Azot w glebach uprawnych. PWN, Warszawa, 1991.
17. **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.
18. **Motowicka-Terelak T., Terelak H.:** Potrzeby i skuteczność wapnowania gleb zasiarzonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 418, 665–669, 1995.
19. **Motowicka-Terelak T., Terelak H.:** Udział zasiarzania w zakwaszaniu się gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 456, 317–321, 1998.
20. **Mysków Wł., Stachyra A., Zięba S., Masiak D.:** Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. *Rocz. Glebozn.* XLVII, 1/2, 89–99, 1996.
21. **Nowosielski O.:** Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa, 1981.
22. **Zantua M.J., Bremner J.M.:** Comparison of methods of assaying urease activity in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 7, 291–295, 1975.
23. **Zantua M.J., Dumenil L.C., Bremner J.M.:** Relationships between soil cerease activity and other soil properties, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41, 350–352, 1977.

TRANSFORMATIONS OF NITROGENOUS ORGANIC MATTER IN SULFATED LESSIVE SOIL AMENDED WITH LIQUID MANURE

S. Jezierska-Tys

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

Summary: The experiment was set on lessive soil developed from heavy loamy sand. The aim of study was to evaluate the effect of $500 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ dose on proteolytical and urolytical activities, as well as intensification of amonification and nitrification processes. Soil was amended with liquid manure ($60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) before acidic rainfall dose application. Studies revealed that soil amended with the liquid manure along with sulfating was characterized with the highest proteolytical activity. Soil sulfating and liquid manure amendment also stimulated the proteolytical activity. Liquid manure as well as liquid manure along with sulfating had the highest impact on urease activity. Sulfating and liquid manure applied inhibited the intensification of amonification process. However, nitrification process was stimulated by both liquid manure fertilization and acidic rainfall dose applied.

Keywords: protease, urease, amonification, nitrification.