

WPLYW NAWOŻENIA GNOJOWICĄ NA ZAWARTOŚĆ FOSFORU  
ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH, OGÓŁEM I KWASÓW NUKLEINOWYCH  
ORAZ AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ GLEBY

*J. Koper<sup>1</sup>, Cz. Maćkowiak<sup>2</sup>, J. Lemanowicz<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Biochemii, Wydział Rolniczy, Akademia Techniczno-Rolnicza  
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz  
e-mail: bioch@atr.bydgoszcz.pl

<sup>2</sup>Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia, IUNG Puławy

**Streszczenie.** W badaniach uwzględniono gleby z wieloletniego doświadczenia prowadzonego przez IUNG w Puławach na terenie RZD w Baborówku. Do nawożenia organicznego użyto gnojowice bydlęcą i trzody chlewnej. Prowadzono je na dwóch glebach różniących się składem granulometrycznym: glin średnich i lekkich oraz piasków gliniastych. Badano zawartość fosforu organicznego, ogółem i kwasów nukleinowych DNA i RNA, węgla organicznego, azotu ogółem, oznaczono aktywność fosfatazy kwaśnej i ureazy oraz pH w H<sub>2</sub>O. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że aktywność badanych enzymów była zdecydowanie wyższa w glebie gliniastej w porównaniu z glebą piaszczystą. Niezależnie od rodzaju gleby nawożenie gnojowicą bydlęcą istotnie wpłynęło na zawartość badanych form fosforu oraz węgla organicznego i azotu ogółem. Dynamika aktywności enzymatycznej oraz glebowego fosforu związków organicznych, ogółem, DNA i RNA była uzależniona od dawki stosowanej gnojowicy.

Słowa kluczowe: fosfataza kwaśna, ureaza, fosfor, gnojowica.

WSTĘP

Dominującym czynnikiem wpływającym na zawartość różnych form fosforu oraz zmiany aktywności enzymatycznej gleby jest systematyczne nawożenie mineralne, organiczne i mineralno-organiczne. Intensywne rolnicze wykorzystanie gleb przyczynia się do konieczności stosowania jednej z tych form nawożenia, nawet wtedy, gdy gleba z natury jest zasobna w fosfor. Nawożenie gnojowicą ma wpływ na właściwości fizyko-chemiczne gleby, zawartość biomasy, a tym samym intensyfikuje zachodzące w niej procesy biologiczne [3,12,13,15,17].

Celem pracy było określenie zawartości fosforu ogółem, związków organicznych, fosforu związków organicznych we frakcji kwasu DNA i RNA oraz aktywności fosfatazy kwaśnej i ureazy w glebie pod wpływem wieloletniego nawożenia gnojowicą bydlęcą i trzody chlewnej.

#### METODYKA BADAŃ

Materiałem badawczym była gleba pochodząca z doświadczenia założonego na terenie RZD w Baborówku, prowadzonego od 1976 roku przez IUNG w Puławach. Realizowano je na dwóch obiektach gleby płowej typowej różniących się składem granulometrycznym: glin średnich i lekkich oraz piasków gliniastych. Do nawożenia organicznego użyto gnojowicę bydlęcą (B1, B2, B3) i trzody chlewnej (T1, T2, T3) - (I czynnik) w trzech dawkach - (II czynnik). Dawki te odpowiadały 50%, 100% i 200% dawki azotu stosowanego pod rośliny w nawozach mineralnych. Obiektem kontrolnym były poletka nawożone NPK w nawozach mineralnych („0”). Próbki gleb do analiz pobrano w 16-tym roku trwania doświadczenia z głębokości 5-25 cm. Na odpowiednio przygotowanym materiale oznaczono:

- aktywność fosfatazy kwaśnej metodą Tabatabai i Bremnera,
- aktywność ureazy według metody Tabatabai i Bremnera,
- zawartość fosforu ogółem ( $P_{og}$ ) ekstrahowanego metodą Mehta polegającą na ekstrakcji gleby stężonym HCl i NaOH na zimno i gorąco,
- zawartość fosforu związków organicznych ( $P_{org}$ ) wyliczonego z różnicy pomiędzy fosforem ogółem a fosforem nieorganicznym, który oznaczono kolorymetrycznie z wyciągu na fosfor ogółem bez mineralizacji próbek,
- wyizolowano frakcje fosforu kwasów nukleinowych ( $P_{DNA}$  i  $P_{RNA}$ ) – ilości fosforu w uzyskanych ekstraktach mineralizowanych i nie mineralizowanych oznaczono kolorymetrycznie przy użyciu spektrofotometru MARCEL PRO,
- $C_{org}$  metodą Tiurina oraz  $N_{og}$  metodą destylacyjną przy użyciu aparatu do destylacji Büchi,
- pH w  $H_2O$  metodą potencjometryczną.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Gleba piaszczysta nawożona różnymi dawkami gnojowicy bydlęcej i trzody chlewnej charakteryzowała się wyraźnie niższymi wartościami pH w  $H_2O$  w porównaniu z glebą gliniastą (Tab. 1.). Stwierdzono nieznaczny wzrost pH wraz ze wzrostem dawek obu gnojowic. Mazur i Sądej [12] oraz Strączyńska i Strączyński [16] podają, że nawożenie organiczne nie powoduje większych zmian w odczynie gleby.

**Tabela 1.** Wartość pH w H<sub>2</sub>O**Table 1.** pH in H<sub>2</sub>O values

Rodzaj gnojowicy	Dawka	Gleba piaszczysta	Gleba gliniasta
Kontrola	0	5,0	6,4
Gnojowica bydłęca	B1	5,4	6,9
	B2	5,7	7,0
	B3	5,9	7,3
Gnojowica trzody chlewnej	T1	5,4	6,8
	T2	5,7	7,0
	T3	5,8	7,2

Natomiast we wcześniejszych pracach [5,10] stwierdzono wzrost pH w wyniku stosowania gnojowicy. Zawartość  $C_{org}$ ,  $N_{og}$  była wyższa w glebie gliniastej nawożonej gnojowicą bydłęca i trzody chlewnej w porównaniu z glebą lekką (Tab. 2.) i zwykle wzrastała wraz ze wzrostem dawki obu gnojowic. Średnia zawartość  $C_{org}$  w próbkach gleby gliniastej nawożonej gnojowicą bydłęca wynosiła  $9,16 \text{ g C}\cdot\text{kg}^{-1}$ , a w próbkach z gleby piaszczystej nawożonej tą samą gnojowicą  $7,16 \text{ g C}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Strączyńska [14] stwierdziła również, że nawożenie gnojowicą wpłynęło istotnie na zawartość  $C_{org}$  i  $N_{og}$  w glebie. Podobne wyniki przedstawili Koc [4], Mazur i Sądej [11], Koper i Piotrowska [7]. Natomiast Dzienia i Piskier [2] wykazali, że wieloletnie stosowanie gnojowicy spowodowało spadek zawartości  $C_{org}$  i  $N_{og}$  w glebie. W naszych badaniach stwierdzono większy wpływ stosowania nawożenia gnojowicą bydłęca, niż trzody chlewnej, zarówno na zawartość  $C_{org}$ ,  $N_{og}$ ,  $P_{org}$ ,  $P_{og}$ ,  $P_{DNA}$  i  $P_{RNA}$  niezależnie od rodzaju gleby.

Zawartość  $P_{org}$  w glebie gliniastej nawożonej gnojowicą bydłęca była wyższa (wynosiła średnio  $0,191 \text{ g P}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), niż w glebie nawożonej gnojowicą trzody chlewnej ( $0,171 \text{ g P}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (Tab. 3). Podobne wyniki przedstawili we wcześniejszych badaniach Koper i in. [8]. Podobne tendencje w obu badanych glebach wystąpiły w zawartościach  $P_{DNA}$  i  $P_{RNA}$ . W glebie gliniastej nawożonej gnojowicą bydłęca zawartość  $P_{RNA}$  kształtowała się w zakresie  $0,091\text{-}0,124 \text{ g P}\cdot\text{kg}^{-1}$ , natomiast w glebie gliniastej nawożonej gnojowicą trzody chlewnej zawartość fosforu tej frakcji obniżyła się do zakresu  $0,079\text{-}0,097 \text{ g P}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Wynika to prawdopodobnie ze składu chemicznego obu gnojowic [12]. Zawartość oznaczonych form fosforu w badanych glebach była istotnie zróżnicowana w zależności od gatunku gleby. Większą kumulację fosforu tych frakcji stwierdzono w glebie gliniastej. We wcześniejszych badaniach Condrón i in. [1] stwierdził również wpływ gatunku gleby na zawartość fosforu związków organicznych.

**Tabela 2.** Zawartość węgla organicznego ( $C_{org}$ ) i azotu ogółem ( $N_{og}$ ) [ $g \cdot kg^{-1}$ ]**Table 2.** Organic carbon ( $C_{org}$ ) and total nitrogen content ( $N_{og}$ ) [ $g \cdot kg^{-1}$ ]

Rodzaj gnojowicy- -I czynnik	Dawka [ $t \cdot ha^{-1}$ ]- -II czynnik	Gleba piaszczysta		Gleba gliniasta	
		$C_{org}$	$N_{og}$	$C_{org}$	$N_{og}$
Gnojowica bydlęca	0	5,87	0,74	7,26	0,59
	B1	6,26	0,67	8,44	0,62
	B2	7,11	0,51	9,10	0,93
	B3	8,12	0,60	9,94	0,93
	średnia	7,16	0,59	9,16	0,83
Gnojowica trzody chlewnej	T1	6,35	0,52	7,67	0,53
	T2	7,11	0,36	8,44	0,43
	T3	7,88	0,76	9,16	0,53
	Średnia	7,11	0,55	8,42	0,50
LSD $p \leq 0,05$	I	n.i.	0,06	0,30	0,05
	II	0,28	0,08	0,36	0,03
	I/II;II/I	0,21 0,29	0,11 0,07	n.i.	0,04 0,03

**Tabela 3.** Zawartość fosforu związków organicznych ( $P_{org}$ ), ogółem ( $P_{og}$ ) i nieorganicznego ( $P_{norg}$ ) [ $g \cdot kg^{-1}$ ]**Table 3.** Organic phosphorus ( $P_{org}$ ), total ( $P_{tot}$ ) and inorganic ( $P_{norg}$ ) content [ $g \cdot kg^{-1}$ ]

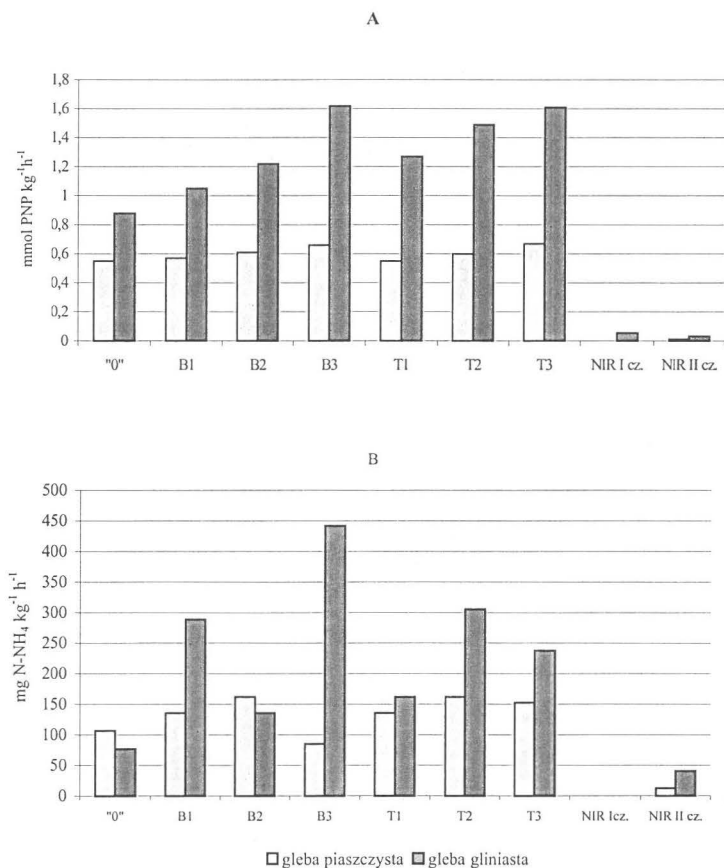
Rodzaj gnojowicy- -I czynnik	Dawka [ $t \cdot ha^{-1}$ ]- -II czynnik	Gleba piaszczysta			Gleba gliniasta		
		$P_{org}$	$P_{norg}$	$P_{og}$	$P_{org}$	$P_{norg}$	$P_{og}$
Gnojowica bydlęca	0	0,095	0,105	0,200	0,113	0,184	0,297
	B1	0,151	0,096	0,247	0,164	0,175	0,339
	B2	0,178	0,107	0,285	0,186	0,246	0,432
	B3	0,189	0,164	0,353	0,222	0,345	0,567
	średnia	0,173	0,122	0,295	0,191	0,255	0,446
Gnojowica trzody chlewnej	T1	0,122	0,105	0,227	0,151	0,178	0,329
	T2	0,146	0,134	0,280	0,170	0,246	0,416
	T3	0,163	0,156	0,319	0,191	0,306	0,497
	średnia	0,144	0,131	0,275	0,171	0,243	0,414
LSD $p \leq 0,05$	I	n.i.	n.i.	0,02	n.i.	n.i.	n.i.
	II	0,011	0,009	0,03	0,013	0,018	0,026
	I/II;II/I	n.i.	n.i.	n.i.	0,016;0,061	0,021;0,048	0,027;0,057

**Tabela 4.** Zawartość fosforu organicznego we frakcji ( $P_{DNA}$ ) i ( $P_{RNA}$ ) [ $g \cdot kg^{-1}$ ]**Table 4.** Organic phosphorus fraction ( $P_{DNA}$ ) and ( $P_{RNA}$ ) content [ $g \cdot kg^{-1}$ ]

Rodzaj gnojowicy- -I czynnik	Dawka [t $ha^{-1}$ ]- -II czynnik	Gleba piaszczysta		Gleba gliniasta	
		$P_{DNA}$	$P_{RNA}$	$P_{DNA}$	$P_{RNA}$
Gnojowica bydłęca	0	0,008	0,038	0,010	0,054
	B1	0,013	0,076	0,011	0,091
	B2	0,016	0,092	0,013	0,104
	B3	0,017	0,097	0,015	0,124
	średnia	0,015	0,088	0,013	0,106
Gnojowica trzody chlewnej	T1	0,011	0,058	0,012	0,079
	T2	0,012	0,074	0,012	0,087
	T3	0,014	0,082	0,015	0,097
	średnia	0,012	0,071	0,013	0,088
LSD $p \leq 0,05$	I	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
	II	0,002	0,013	0,002	0,009
	I/II;II/I	n.i.	n.i.	n.i.	0,10 ; 0,34

Również aktywność fosfatazy kwaśnej była zwykle wyższa w glebie gliniastej. (Rys. 1A). Wynosiła ona średnio 1,302 mmol PNP $\cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$  dla próbek tej gleby, natomiast dla gleby piaszczystej wartość ta spadła do 0,6186 mmol PNP $\cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ . Jest to zgodne z wynikami badań uzyskanymi przez Kopera i Laskowskiego [6]. Wyższe dawki gnojowic wyraźnie stymulowały aktywność fosfatazy kwaśnej. Szczególnie było to widoczne w przypadku gleby gliniastej. Istotny wpływ gnojowicy na zmianę aktywności fosfatazy w glebie brunatnej stwierdził również Kucharski [9]. Badane przez autora gleby charakteryzowały się jednakże niższą aktywnością enzymu mieszczącą się w zakresie (0,36-0,38 mmol PNP $\cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ ), w porównaniu do gleby gliniastej i piaszczystej pochodzącej z Baborówka (Rys. 1A). Aktywność ureazy była wyższa również w glebie gliniastej. Nie stwierdzono jednoznacznej tendencji zmian aktywności tego enzymu w zależności od dawki gnojowic (Rys. 1B). Jest to spowodowane prawdopodobnie większym przenikaniem gnojowic w głębsze warstwy profilu gleby, w szczególności piaszczystej. Jednocześnie można zauważyć nieznaczne tendencje inhibujące większych dawek gnojowicy. Może to być spowodowane również jej składem chemicznym. Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie aktywności enzymów w zależności od

dawek gnojowic (NIR - II czynnik dla fosfatazy kwaśnej - 0,034 dla gleby gliniastej, 0,012 dla gleby piaszczystej oraz NIR II czynnik dla ureazy 40,955 dla gleby gliniastej i 12,834 dla gleby piaszczystej. Stwierdzono również istotne interakcje dla I i II czynnika: NIR I/II dla fosfatazy kwaśnej 0,049 dla gleby gliniastej, NIR I/II dla ureazy 57,919 dla gleby gliniastej oraz 18,151 dla gleby piaszczystej).



**Rys. 1.** Aktywność fosfatazy kwaśnej (A) i ureazy (B) w zależności od dawki i rodzaju stosowanej gnojowicy w próbkach gleby gliniastej i piaszczystej.

**Fig. 1.** Acid phosphatase (A) and urease (B) activity as dependent on the dose and kind of slurry in loamy and sandy soils.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono, że nawożenie gnojowicą bydlęcą korzystniej wpłynęło na kumulację węgla organicznego, azotu ogółem oraz fosforu w różnych frakcjach, niż nawożenie gleby gnojowicą trzody chlewnej, niezależnie od rodzaju gleby.
2. Aktywność fosfatazy kwaśnej i ureazy była zwykle wyższa w glebie gliniastej. Aktywność obu enzymów w glebie piaszczystej była niższa i wykazywała mniejszą dynamikę w zależności od dawek zastosowanych gnojowic, co może być wywołane uziarnieniem gleby ułatwiającym łatwiejsze przenikanie gnojowicy w głąb profilu.
3. Właściwości fizyko-chemiczne badanych gleb oraz ich aktywność enzymatyczna zmieniały się w zależności od dawki stosowanych gnojowic. Zwykle wyższe wartości uzyskiwano wraz ze wzrostem dawek obu gnojowic a różnice aktywności pomiędzy dawkami były istotne szczególnie w przypadku fosfatazy kwaśnej.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Condron L.M., Frossard E., Tiessen H., Newman R.H., Steward J.W.B.:** Chemical nature of organic phosphorus in cultivated and uncultivated soils under different environmental conditions. *J. Soil Sci.*, 41,41-50, 1990.
2. **Dzienia S., Piskier T.:** Wpływ wieloletniego stosowania masy organicznej i gnojowicy na zmianę niektórych właściwości chemicznych gleby lekkiej. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 227, 313-320, 1993.
3. **Jarecki M., Krzywy E.:** Kształtowanie się zawartości węgla i azotu oraz innych składników chemicznych w glebie pod wpływem wieloletniego nawożenia obornikiem i gnojowicą. *Rocz. Glebozn.*, 42 (3/4), 37-44, 1991.
4. **Koc J.:** The effect of slurry on the content of humus compounds in soils. *Polish J. Soil Sci.*, 24,(2), 191-197, 1991.
5. **Koc J., Wróbel Z., Gawrońska H.:** Wpływ stosowania podczyszczzonej gnojowicy trzody chlewnej na zawartość fosforu w glebach. *Zesz. Nauk. AE Wrocław*, 677, 22-31, 1994.
6. **Koper J., Laskowski J.:** Wpływ wieloletniego nawożenia gnojowicą na aktywność fosfatazową gleby i poziom niektórych form fosforu. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 411, 52-62, 1993.
7. **Koper J., Piotrowska A.:** Aktywność dehydrogenaz na tle zawartości Corg i Nog w glebie nawożonej zróżnicowanymi dawkami gnojowicy bydlęcej i trzody chlewnej. *Zesz. Nauk AR Szczecin Agricultura*, 89, 87-93, 2001.
8. **Koper J., Zamorski R., Lemanowicz J.:** Changes in acidic and alkaline phosphatase activities depending on various phosphorus forms and long – term fertilization with cattle and pig slurry. *Mengen-und Spurenelmente*, 20 Arbeitstagung, Jena, 8-16, 2000.
9. **Kucharski J.:** Wpływ wieloletniego nawożenia gnojowicą na właściwości gleby. *Mat. Konf., Nawozy Organiczne, PAN – AR Szczecin*, 2, 24, 1992.

10. **Kuszelewski L.:** Ocena systemów nawożenia obornikowo-mineralnego i gnojowiczowego na podstawie planowania i właściwości chemiczno-rolniczych gleby w świetle trwałego doświadczenia polowego. Zesz. Nauk. AR Kraków, 278/37, 3-13, 1993.
11. **Mazur T., Sądaj W.:** Formy związków azotowych, fosforowych i potasowych w gnojowicy. Roczn. Glebozn., 29/3, 91-100, 1978.
12. **Mazur T., Sądaj W.:** Wpływ wieloletniego nawożenia gnojowicą, obornikiem i NKP na niektóre chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleby. Roczn. Glebozn., 40 (1), 147-153, 1989.
13. **Sądaj W., Mazur T.:** Wpływ nawożenia gnojowicą na niektóre fizyko – chemiczne właściwości gleb. Mat. Konf., Nawozy Organiczne, AR Szczecin, 1, 23-32, 1984.
14. **Strączyńska S.:** Wpływ nawożenia gnojowicą na niektóre wskaźniki żyzności gleby gliniastej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, 1, 239-245, 1999.
15. **Strączyńska S., Maćkowiak Cz.:** Wpływ wieloletniego nawożenia gnojowicą na fizykochemiczne właściwości gleb i plonowanie roślin. Mat. Konf., Nawozy Organiczne, PAN-AR Szczecin, 1, 163-173, 1988.
16. **Strączyńska S., Strączyński S.:** Niektóre właściwości gleby piaszczystej nawożonej gnojowicą bydłą. Zesz. Nauk AR Szczecin, Agricultura, 84, 471-477, 2000.
17. **Wedekind P.:** Stickstoffwirkung von Gülletrennprodukten im Vergleich zu Rohgülle bei verschiedenen Bodensubstraten Arch. Acker - u. Pflanzenbau u. Bodenk., 27, 8, 517-524, 1983.

EFFECTS OF FERTILIZATION WITH MANURE SLURRY  
ON THE ORGANIC, TOTAL PHOSPHORUS  
AND NUCLEIC ACIDS CONTENT AND SOIL ENZYMATIC ACTIVITY

*J. Koper<sup>1</sup>, Cz. Maćkowiak<sup>2</sup>, J. Lemanowicz<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Biochemistry, University of Technology and Agriculture  
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz  
e-mail: bioch@atr.bydgoszcz.pl

<sup>2</sup>Department of Plant Nutrition and Fertilization, Institute of Soil Science and Plant Cultivation

Summary. Soil samples were taken from a long-term experiment with differentiated fertilization with cattle and pig slurry. The field trial was established in 1976 by IUNG-Puławy in Baborówko (Poland). There were two experimental variants differed in soil fractions, medium and light and loamy sands. The samples were analysed for organic and total phosphorus, phosphorus of DNA and RNA, organic carbon, total nitrogen, content as well as acid phosphatase and urease activity. We found the highest activity of investigated enzymes in loamy soil in comparison with sandy soil. The application of cattle slurry had a beneficial influence on the investigated forms of phosphorus and organic carbon and total nitrogen content, both in loamy and sandy soil. The dynamics of enzymatic activity and organic phosphorus, total phosphorus and DNA and RNA fractions content were influenced by specific slurry rates.

Key words: acid phosphatase, urease, phosphorus, slurry.