

Joanna LEMANOWICZ¹ i Jan KOPER¹

AKTYWNOŚĆ FOSFATAZY I ZAWARTOŚĆ FOSFORU W GLEBIE SPOD WYBRANYCH ROŚLIN UPRAWNYCH NAWOŻONYCH GNOJOWICĄ

ACTIVITY OF PHOSPHATASE AND THE CONTENT OF PHOSPHORUS IN SOIL UNDER SELECTED CROPS FERTILISED WITH SLURRY

Abstrakt: Celem pracy było określenie wpływu nawożenia gnojowicą trzody chlewnej oraz azotem w postaci saletry amonowej na zmiany aktywności fosfatazy kwaśnej, oznaczonej metodą Tabatabai i Bremnera, oraz zawartości fosforu przyswajalnego metodą Egnera-Riehma (DL) w glebie spod uprawy koniczyny łąkowej, pszenicy ozimej i kukurydzy zwyczajnej. Doświadczenie prowadzone było w roku 2008 przez IUNG w Puławach. Stwierdzono istotny wpływ nawożenia zarówno gnojowicą, jak i azotem na zmiany aktywności fosfatazy kwaśnej oraz zawartości fosforu przyswajalnego w badanej glebie. Zawartość badanego składnika pokarmowego oraz aktywność kwaśnej fosfomonoesterazy zmieniały się w trakcie sezonu wegetacyjnego uprawionych roślin.

Słowa kluczowe: gleba, fosfataza kwaśna, fosfor przyswajalny, gnojowica, azot

Gnojowica jest naturalnym nawozem dostarczającym duże ilości składników pokarmowych w formach łatwo dostępnych dla roślin. Jej aplikacja ma wpływ na właściwości fizykochemiczne gleby, a tym samym intensyfikuje procesy biologiczne w niej zachodzące. Jednak długotrwałe i nieracjonalne stosowanie tego nawozu może wywołać ujemne skutki w środowisku naturalnym [1]. W zależności od wielkości dawek oraz częstotliwości stosowania gnojowicy jej oddziaływanie na środowisko glebowe może być zróżnicowane zarówno w warstwie ornej, jak również w głębszych poziomach profilu glebowego [2]. Zgodnie z Dyrektywą Azotanową i Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej, dawki gnojowicy muszą być tak limitowane, aby roczna dawka azotu w czystym składniku nie przekraczała 170 kg N całkowitego na 1 ha użytków rolnych, co odpowiada 45 m³ gnojowicy na ha.

Celem pracy był ocena zawartości fosforu przyswajalnego oraz aktywności fosfatazy kwaśnej w glebie pod wpływem nawożenia gnojowicą i azotem koniczyny łąkowej, pszenicy ozimej i kukurydzy zwyczajnej.

Material i metody

Do badań pobrano próbki glebowe z wieloletniego doświadczenia poletkowego, prowadzonego w 2008 roku przez Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach spod koniczyny łąkowej, pszenicy ozimej oraz kukurydzy. Doświadczenie jest prowadzone na poletkach o powierzchni 1 m², które były wypełnione do głębokości 1,2 m materiałem glebowym, pobranym z pola uprawnego. Poletka te powstały przy zachowaniu naturalnego profilu glebowego, który w swoim składzie granulometrycznym w warstwie 0÷25 cm zawierał piasek gliniasty mocny. Doświadczenie zostało założone metodą losowanych bloków. Utwór glebowy (w dalszej

¹ Katedra Biochemii, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Bernardyńska 6, 85-129 Bydgoszcz, tel. 52 374 95 55, email: jl09@interia.pl

części pracy skrótkowo określany „gleba”) nawożono mineralnie azotem w postaci saletry amonowej w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod koniczynę łąkową, pszenicę ozimą i kukurydzę. Natomiast nawożenie azotowe w postaci gnojowicy było zróżnicowane: $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod koniczynę łąkową, $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod pszenicę ozimą i $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod kukurydzę. Gnojowica trzody chlewnej charakteryzowała się następującym składem chemicznym: sucha masa - 4,45%, N_{og} - 0,774%, N-NH_4 - 0,680%, P_2O_5 - 0,400%, K_2O - 0,350%, MgO - 0,060%, CaO - 0,080%. Badaną glebę zakwalifikowano do gleb kwaśnych i lekko kwaśnych. Próbkę glebowe zostały pobrane trzykrotnie (kwiecień, czerwiec, październik) w trakcie trwania okresu wegetacyjnego koniczyny łąkowej, pszenicy ozimej i kukurydzy.

W odpowiednio przygotowanym materiale glebowym oznaczono *aktywność fosfatazy kwaśnej* (AcP) metodą Tabatabai i Bremnera [4], fosfor przyswajalny ($\text{P}_{\text{E-R}}$) metodą Egnera-Riehma (DL) [5].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic między średnimi weryfikowano testem Tukeya na poziomie ufności $p = 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program FR-ANALWAR na bazie Microsoft Excel.

Wyniki i dyskusja

Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie kształtowała się w przedziale ($13,08 \div 23,41$) $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$ w zależności od zastosowanego nawożenia, jak i gatunku uprawianej rośliny, co według PN-R-04023 [6] klasyfikuje ją do gleb o bardzo niskiej zawartości fosforu (V klasa). Ze względu na aspekt środowiskowy optymalny stan fosforu w glebie powinien zawierać się w klasie średniej zasobności ($45 \div 66$) $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Tabela 1
Zawartość fosforu przyswajalnego [$\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$] w glebie w zależności od nawożenia i terminu pobierania próbek

Table 1
The content of available phosphorus [$\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$] in the soil depending on fertilization and sampling date

		Koniczyna łąkowa Red clover	Pszenica ozima Winter wheat	Kukurydza Corn
Obiekt Object I czynnik I factor	Kontrola Control	16,77	16,00	14,95
	Azot mineralny Mineral nitrogen	19,07	16,65	15,97
	Gnojowica Slurry	20,35	20,00	20,18
Termin Date II czynnik II factor	Kwiecień April	15,63	13,61	13,08
	Czerwiec June	17,15	16,25	15,70
	Październik October	23,41	22,78	22,32
Średnio Mean		18,73	17,55	17,03
NIR _{0,05} LSD _{0,05}				
I czynnik I factor		0,241	0,549	0,522
II czynnik II factor		0,241	0,549	0,522
Interakcja Interaction				
I/II		0,417	0,950	0,904
II/I		0,417	0,950	0,904

Największą zawartość fosforu przyswajalnego spod uprawy koniczyny łąkowej (20,35 mg P·kg⁻¹), pszenicy ozimej (20,00 mg P·kg⁻¹) i kukurydzy zwyczajnej (20,18 mg P·kg⁻¹) stwierdzono w glebie nawożonej gnojowicą (tab. 1). Stosowanie nawozu naturalnego spowodowało zwiększenie zawartości fosforu przyswajalnego w glebie spod uprawy koniczyny łąkowej o 21%, pszenicy ozimej o 25%, a kukurydzy zwyczajnej o 35% w porównaniu do kontroli. Aplikacja azotu mineralnego doprowadziła do zmniejszenia zawartości badanego składnika pokarmowego w porównaniu do zastosowanej gnojowicy.

Według Maćkowiaka [2, 7], w glebach, na których stosuje się nawożenie gnojowicą w wieloletciu lub w połączeniu z nawożeniem mineralnym, dostrzega się wysoki wzrost zawartości przyswajalnej formy fosforu, jak również przemieszczanie się tego makropierwiastka w głąb profilu, co z powodu jego słabej mobilności jest zjawiskiem pożądanym.

Najmniejszą zawartość fosforu przyswajalnego stwierdzono w glebie pobranej spod uprawy kukurydzy zwyczajnej (17,03 mg P·kg⁻¹) (tab. 1). Ma to związek z faktem, że kukurydza należy do roślin, która charakteryzuje się dużymi wymaganiami pokarmowymi [8].

Tabela 2
Aktywność fosfatazy kwaśnej (AcP) [mM pNP·kg⁻¹·h⁻¹] w glebie w zależności od nawożenia i terminu pobierania próbek

		Koniczyna łąkowa Red clover	Pszenica ozima Winter wheat	Kukurydza zwyczajna Corn
Nawożenie Fertilization I czynnik I factor	Kontrola Control	1,078	1,330	1,378
	Azot mineralny Mineral nitrogen	1,202	1,437	1,477
	Gnojowica Slurry	1,430	1,503	1,643
Termin Date	Kwiecień April	1,470	1,713	1,737
	Czerwiec June	1,208	1,327	1,505
	Październik October	1,032	1,215	1,257
	Średnio Mean	1,237	1,423	1,499
NIR _{0,05} LSD _{0,05}				
I czynnik I factor		0,033	0,025	0,020
II czynnik II factor		0,033	0,025	0,020
Interakcja Interaction				
I/II		0,056	0,044	0,035
II/I		0,056	0,044	0,035

Aktywność fosfatazy kwaśnej kształtowała się w przedziale (1,032÷1,737) mM pNP·kg⁻¹·h⁻¹ (tab. 2). Stwierdzono istotny wpływ stosowanego nawożenia na aktywność kwaśnej fosfatazy glebowej. Największą aktywność badanego enzymu uzyskano w glebie nawożonej gnojowicą (1,430 mM pNP·kg⁻¹·h⁻¹) spod uprawy koniczyny łąkowej, 1,503 mM pNP·kg⁻¹·h⁻¹ spod uprawy pszenicy ozimej oraz 1,643 mM pNP·kg⁻¹·h⁻¹ spod

kukurydzy zwyczajnej) (tab. 1). Aplikacja gnojowicy spowodowała zwiększenie aktywności kwaśnej fosfomonoesterazy w glebie spod koniczyny łąkowej o 33%, pszenicy ozimej o 13%, kukurydzy zwyczajnej o 19% w porównaniu do kontroli. Zastosowanie azotu w formie mineralnej pod uprawiane rośliny spowodowało również istotny wzrost aktywności fosfatazy kwaśnej w glebie, jednak wzrost ten był mniejszy niż po zastosowaniu nawozu naturalnego. Według Skowrońskiej i Filipka [9], wprowadzenie do gleby nawozów fizjologicznie kwaśnych, a do takich zaliczana jest saletra amonowa, powoduje indukowanie zakwaszenia gleby, a tym samym wpływa na biodostępność składników pokarmowych i aktywność enzymów glebowych. Aktywność fosfatazy kwaśnej zmieniała się w trakcie sezonu wegetacyjnego uprawianych roślin (tab. 2).

Największą aktywność AcP stwierdzono w glebie pobranej w kwietniu, natomiast najmniejszą w październiku. Furczak [10] stwierdziła również wysoką aktywność fosfataz glebowych wiosną i latem, natomiast spadek w glebie pobranej jesienią. Intensywność wydzielania fosfataz przez rośliny i mikroorganizmy pozostaje w ścisłej zależności od zapotrzebowania roślin na fosfor. Potrzeby pokarmowe młodych roślin są duże, w związku z tym tempo mineralizacji glebowych organicznych połączeń fosforu na drodze enzymatycznej jest w tym okresie nasilone. Natomiast Natywa i in. [11] uważają, że czynnikiem stymulującym zwiększoną aktywność fosfomonoesteraz w glebie w okresie jesiennym może być dopływ świeżej masy organicznej w postaci resztek poźniwnych, które stymulują rozwój mikroorganizmów i jednocześnie wydzielania mikroorganizmów. Aktywność fosfatazy kwaśnej ulegała zmianom w zależności od gatunku uprawianej rośliny (tab. 2). Największą aktywność badanego enzymu stwierdzono w glebie spod uprawy kukurydzy ($1,499 \text{ mM pNP} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), natomiast najniższą spod uprawy koniczyny łąkowej ($1,237 \text{ mM pNP} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). Wcześniejsze badania Baloty i in. [12] wskazują, że aktywność enzymatyczna gleby pozostaje w ścisłej zależności od gatunku uprawianej rośliny oraz systemu uprawy. Wiadomo bowiem, że skład ilościowy i jakościowy wydzielin korzeniowych oraz następczy wpływ resztek roślinnych dostających się do gleby kształtuje w dużej mierze ten parametr biochemiczny.

Wnioski

1. Badana gleba pod względem zawartości fosforu przyswajalnego należy do klasy V o bardzo niskiej zawartości tego składnika pokarmowego.
2. Aplikacja gnojowicy spowodowała zarówno zwiększenie zawartości fosforu przyswajalnego, jak i aktywności fosfatazy kwaśnej w glebie spod wszystkich wybranych roślin uprawnych w porównaniu do kontroli oraz zastosowania azotu w formie mineralnej.
3. Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie zmieniała się istotnie w okresie wegetacyjnym badanych roślin. Zmiany te były wywołane przede wszystkim stopniem aktualnego zapotrzebowania roślin na fosfor oraz były zależne od aktywności glebowej fosfatazy kwaśnej.

Literatura

- [1] Sieradzki T. Probl Inż Roln. 2009;2:45-52.
[2] Maćkowiak C. Zesz Probl Post Nauk Roln. 2001;475:209-214.

- [3] Dyrektywa 91/676/EWG. 1991. Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG).
- [4] Tabatabai MA, Bremner JM. *Soil Biol Biochem.* 1969;1:301-307.
- [5] Lityński T, Jurkowska H, Gorlach E. Warszawa: PWN; 1976.
- [6] PN-R-04023. 1996. Analiza chemiczno-rolnicza gleby - Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych. Warszawa: Polski Komitet Normalizacji.
- [7] Maćkowiak C. Nawozy i Nawożenie, *Fertilizers and Fertilization.* 2000;4(5):110-118.
- [8] Sądej W, Mazur Z. *Zesz Probl Post Nauk Roln.* 2003;494:391-398.
- [9] Skowrońska M, Filipek T. *Ecol Chem Eng S.* 2010;17(1): 83-88.
- [10] Furczak J. *Acta Agrophys.* 2006;8(4):815-824.
- [11] Natywa M, Sawicka A, Wolna-Maruwka A. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie.* 2010;10(30):111-120.
- [12] Balota EL, Kanashiro M, Filho AC, Andrade DS, Dick RP. *Brazil J Microbiol.* 2004;35:300-306.

ACTIVITY OF PHOSPHATASE AND THE CONTENT OF PHOSPHORUS IN SOIL UNDER SELECTED CROPS FERTILISED WITH SLURRY

Department of Biochemistry, Faculty of Agriculture and Biotechnology
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

Abstract: The aim of the present paper was to determine the effect of fertilisation with pig slurry and with nitrogen in a form of ammonium nitrate on the changes in the activity of acid phosphatase determined with the Tabatabai and Bremner method and the contents of available phosphorus with the Egnera-Riehma (DL) method in the soil under red clover, winter wheat and maize. The experiment was made in 2008 as a single-factor experiment by IUNG in Pulawy. There was found a significant effect of fertilisation both with slurry and with nitrogen on the changes in the enzyme and in the content of available phosphorus in the soil. The content of available phosphorus as well as the activity of acid phosphatase was greater in the soil fertilised with slurry, as compared with that fertilised with nitrogen. The activity of phosphomonoesterase varied depending on the crop species.

Keywords: soil, acid phosphatase, available phosphorus, slurry, nitrogen