

WPLYW WZRASTAJĄCYCH DAWEK OBORNIKA I NAWOZÓW AZOTOWYCH NA AKTYWNOŚĆ FOSFOMONOESTERAZ W ROŚLINIE I GLEBIE ORAZ NA ZAWARTOŚĆ FOSFORU W GLEBIE

Jan Koper, Joanna Lemanowicz

Katedra Biochemii,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

Wstęp

Przemiany materii organicznej zachodzące w glebie to różnorodne reakcje biochemiczne zachodzące w obecności enzymów. DICK i in. [2000] uważają, że enzymy glebowe pełnią ważne funkcje, gdyż są włączone w cykl substancji odżywczych dla roślin i odzwierciedlają biochemiczną oraz mikrobiologiczną aktywność gleb będąc jednocześnie miernikiem ich żyzności. W badaniach z zakresu enzymologii gleb poszukuje się enzymów, których aktywność może służyć jako „wskaźnik żyzności gleby”, pozwalający ocenić dostępność związków pokarmowych dla roślin z glebowych zasobów. Ich istotna rola polega na utrzymaniu równowagi pomiędzy zawartością fosforu związków nieorganicznych a fosforem związków organicznych, które biorą udział w metabolizmie roślin. W tym zakresie szczególną rolę odgrywają fosfatazy hydrolizujące związki fosforanowe przez rozerwanie wiązań estrowych i diestrowych z wytworzeniem reszty ortofosforanowej w obecności wody. Fosfatazy odgrywają podstawową rolę w obiegu fosforu w ekosystemach [SCHNEIDER i in. 2001].

Celem pracy było poszukiwanie zależności pomiędzy zawartością fosforu przyswajalnego, a aktywnością fosfatazy kwaśnej w glebie płowej i w jęczmieniu jarym w aspekcie wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego.

Materiał i metody

Próby roślinne i glebowe pobrano z wieloletniego doświadczenia polowego założonego w 1980 roku w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie nad Wisłą przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego. Gleba pod względem przydatności rolniczej należy do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Odczyn badanej gleby wahał się od kwaśnego do lekko kwaśnego. Jęcz-

mień jary (odmiana Stratus) uprawiany był w 4-letnim zmianowaniu uwzględniający następujący dobór roślin: jęczmień jary, kukurydza, ziemniaki, pszenica ozima. Próby pobrano w 23 roku trwania doświadczenia, dwukrotnie w trakcie sezonu wegetacyjnego jęczmienia jarego: w maju w początku strzelania w źdźbło oraz w lipcu w dojrzałości późnowoskowej jęczmienia jarego. Każdorazowo pobrano próbki z głębokości 0–20 cm za pomocą laski Egnera. W nawożeniu gleby zastosowano pod ziemniaki następujące dawki obornika: 0, 20, 40, 60, 80 t·ha⁻¹. Przy nawożeniu gleby azotem zastosowano saletrę amonową w następujących dawkach: 0, 40, 80, 120 kg N·ha⁻¹. Nawożenie fosforem w postaci superfosfatu potrójnego w dawce 57 kg P·ha⁻¹ i potasem w postaci soli potasowej w dawce 85 kg K·ha⁻¹ było jednakowe dla wszystkich obiektów doświadczenia. Wszystkie zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne przeprowadzono zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami prawidłowej agrotechniki. W trakcie pobierania prób do analiz, panowały następujące warunki hydrotermiczne: maj – średnia temperatura powietrza 15,9°C, suma opadów atmosferycznych 47,6 mm, lipiec – średnia temperatura powietrza 20,5°C, suma opadów atmosferycznych 35,4 mm.

W odpowiednio przygotowanym materiale roślinnym (części nadziemnej i podziemnej) oraz glebie oznaczono: aktywność fosfatazy kwaśnej (AcP) metodą TABATABAI, BREMNER [1969], zawartość fosforu przyswajalnego (P_{ER}) metodą Egnera-Riehma – DL [LITYŃSKI i in. 1976].

Dla określenia stopnia zależności pomiędzy badanymi parametrami używane wyniki poddano analizie wariancji i korelacji stosując test Tukey'a,

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono istotny wpływ nawożenia zróżnicowanymi dawkami obornika na aktywność AcP w części podziemnej jęczmienia jarego i w glebie pobranej w maju oraz w części nadziemnej jęczmienia jarego i w glebie pobranej w lipcu. Niższą aktywność otrzymano w materiale pobranym z obiektów na których nie zastosowano obornika lub dawkę 20 t·ha⁻¹ (tab. 1). Średnia aktywność fosfatazy kwaśnej (79,43 m mol PNP kg⁻¹·h⁻¹) w części nadziemnej jęczmienia jarego pobranego w maju była niższa o 32,4%, w porównaniu do aktywności AcP w materiale roślinnym pobranym w lipcu przed zbiorem. SMOLIK i NOWAK [2003] również stwierdziły zmiany aktywności fosfatazy w trakcie rozwoju pszenicy jarej. Według FERENS i MORAWIECKIEJ [1984] zmiany w aktywności enzymu można tłumaczyć zmianą stopnia agregacji cząsteczki lub udziałem fosfatów w autolizie komórek. Zwykle wzrost aktywności fosfatazy kwaśnej ujawnia się w okresie deficytu fosforu w roślinie. W organach wegetatywnych następuje systematyczny spadek zawartości fosforu w trakcie rozwoju wegetatywnego zbóż.

Stosowanie azotu mineralnego w nawożeniu miało również istotny wpływ na aktywność AcP. Wyższe dawki azotu mineralnego spowodowały wzrost aktywności AcP zarówno w badanej roślinie jak i glebie. WOJTAŚK [2004] stwierdził wzrost aktywności AcP w jęczmieniu browarnym o 57% a w pastewnym o 33% pod wpływem nawożenia mineralnego. Zwykle nawożenie azotem powoduje niewielki spadek pH gleby. Fosfomonoesterazy należą do enzymów, które są bardzo czułe na zmiany pH. Zwykle w glebach o pH kwaśnym zdecydowanie aktywniejsza jest fosfataza kwaśna [DICK, TABATABAI 1984].

Tabela 1; Table 1

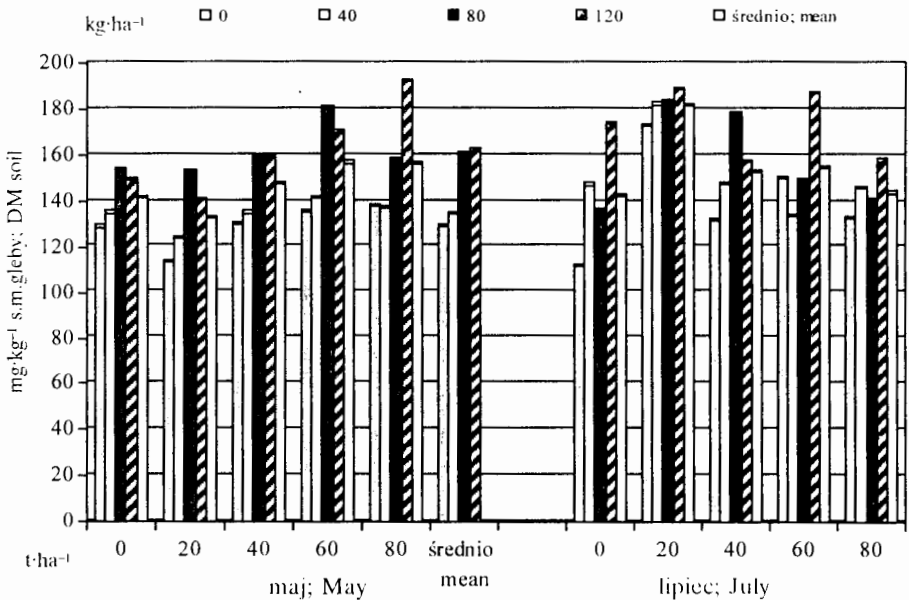
Aktywność fosfatazy kwaśnej (AcP) w części nadziemnej i podziemnej jęczmienia jarego oraz w glebie ($\text{mmol PNP}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)

Acid phosphatase activity (AcP) in the under- and over-ground parts of spring barley and soil ($\text{mmol PNP}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)

Dawka obornika FYM dose (I czynnik I factor)	Nawożenie N N fertilization (II czynnik II factor)	Maj; May			Lipiec; July		
		część nadzie- mna over- ground part	część podzie- mna under- ground part	gleba soil	część nadziemna over-grou- nd part	część podziemna under- ground part	gleba soil
0	0	71,97	71,06	0,81	100,0	131,89	1,13
	40	74,06	83,04	1,15	96,89	134,91	1,37
	80	73,24	87,24	0,87	100,81	134,08	1,44
	120	74,91	87,50	1,93	99,04	134,96	1,46
20	0	75,17	32,76	1,01	99,06	132,38	1,44
	40	77,19	86,16	1,00	101,13	132,70	1,59
	80	78,62	85,25	1,15	101,19	133,76	1,46
	120	79,28	86,41	1,18	103,11	136,79	1,43
40	0	74,44	86,67	1,03	101,56	132,27	1,71
	40	77,57	88,88	1,10	102,18	133,02	1,46
	80	77,94	84,60	1,27	102,86	134,76	1,22
	120	78,35	86,35	1,22	99,09	135,94	1,37
60	0	75,45	72,51	1,35	98,02	135,50	1,47
	40	78,72	83,23	1,37	100,68	134,35	1,48
	80	79,35	85,94	1,31	101,16	133,88	1,55
	120	79,45	87,77	1,46	102,10	135,70	1,55
80	0	79,11	78,96	1,50	100,64	135,90	1,35
	40	80,21	78,43	1,31	100,16	134,60	1,32
	80	80,48	88,91	1,40	100,84	133,67	1,55
	120	82,48	87,27	1,71	101,42	137,60	1,58
Średnio; Mean		77,42	81,44	1,21	100,55	134,47	1,39
Średnie dla wzrastających dawek obornika; Means for increasing manure doses							
0		73,55	82,21	1,19	99,19	133,96	1,35
20		77,32	72,64	1,09	101,12	133,90	1,48
40		77,08	86,63	1,16	101,42	133,99	1,44
60		78,24	82,36	1,37	104,49	134,86	1,51
80		80,57	83,39	1,48	100,77	135,44	1,45
Średnie dla wzrastających dawek azotu; Means for increasing nitrogen doses							
0		75,23	68,39	1,14	99,86	133,59	1,42
40		77,55	83,95	1,19	100,21	133,91	1,44
80		77,92	86,39	1,20	101,37	134,04	1,44
120		78,89	87,06	1,50	100,95	136,20	1,49
NIP _{0,05} ; LSD _{0,05}							
- I czynnik; I factor		r.n.; n.s.	0,149	0,015	0,213	r.n.; n.s.	0,016
- II czynnik; II factor		r.n.; n.s.	0,134	0,014	0,191	r.n.; n.s.	0,014
Interakcje I/II; Interaction I/II		r.n.; n.s.	0,299	0,030	0,426	r.n.; n.s.	0,031

Aktywność fosfatazy kwaśnej była najniższa w glebie z obiektów nie nawożonych obornikiem i wzrastała wraz ze wzrostem jego dawki. Aktywność AcP w glebie pobranej w maju kształtowała się w zakresie 0,81–1,93 mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹ (średnio 1,21 mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹), natomiast w glebie pobranej w lipcu średnia aktywność AcP była wyższa o 13% i kształtowała się w przedziale (1,13–1,58 mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹). Obornik wpłynął stymulująco na aktywność mikroorganizmów będących jednym ze źródeł fosfataz glebowych, a tym samym zwiększył aktywność badanego enzymu.

Nawożenie obornikiem i azotem jak i interakcja tych czynników miały istotny wpływ na zawartość P_{E-R} w badanej glebie. Zwykle zawartość P_{E-R} wzrastała pod wpływem nawożenia obornikiem (rys. 1). Zawartość P_{E-R} była niższa w próbkach glebowych pobranych w maju (średnio 146,50 mg·kg⁻¹) w porównaniu do zawartości P_{E-R} w glebie pobranej w lipcu (średnio 155,48 mg·kg⁻¹). LABETOVICZ [1986] podaje, że w okresie wiosennym oraz w okresie intensywnego wzrostu i rozwoju roślin, stężenie P w roztworze glebowym osiąga najniższe wartości.



NIR_{0,05} LSD_{0,05}

I czynnik; I factor 1,215

II czynnik; II factor 1,086

Interakcje; Interaction I/II 2,429

I czynnik; I factor 1,448

II czynnik; II factor 1,296

Interakcje; Interaction I/II 2,897

Rys. 1. Zawartość fosforu przyswajalnego (mg P·kg⁻¹) w glebie nawożonej obornikiem (w dawkach 0, 20, 40, 60, 80 t·ha⁻¹) oraz azotem mineralnym (w dawkach 0, 40, 80, 120 kg·ha⁻¹)

Fig. 1. Available phosphorus content (mg P·kg⁻¹) in soil as affected by manure (0, 20, 40, 60, 80 t·ha⁻¹) and mineral nitrogen (0, 40, 80, 120 kg·ha⁻¹) doses

Na podstawie przeprowadzonej analizy korelacji stwierdzono istotną zależność między aktywnością AcP w glebie a aktywnością AcP w części nadziemnej ($r = 0,53^*$) i części podziemnej ($r = 0,61^*$) jęczmienia jarego pobranego w maju.

Istotną ujemną korelację uzyskano pomiędzy zawartością P_{E-R} a aktywnością fosfatazy kwaśnej w glebie ($r = -0,45^*$).

Wnioski

1. Nawożenie zróżnicowanymi dawkami obornika i azotu mineralnego wywarło istotny wpływ na aktywność AcP, zarówno w jęczmieniu jarym, jak i glebie. Wzrost dawek powodował podwyższenie aktywności fosfatazy kwaśnej niezależnie od rodzaju zastosowanego nawozu.
2. Zawartość P_{E-R} zmieniała się istotnie pod wpływem zastosowanego nawożenia. Wyższe dawki fosforu przyswajalnego stwierdzono przy nawożeniu gleby obornikiem.
3. Aktywność fosfatazy kwaśnej otrzymanej w części nadziemnej i podziemnej jęczmienia jarego oraz w glebie, a także zawartość fosforu przyswajalnego zwiększały się w trakcie sezonu wegetacyjnego.

Literatura

- DICK W.A., TABATABAI M.A. 1984. *Kinetic parameters of phosphatases in soils and organic waste materials*. Soil Sci. 137: 7–15.
- DICK W.A., CHENG L., WANG P. 2000. *Soil acid alkaline phosphatase activity as pH adjustment indicators*. Soil Biol. Biochem. 32: 1915–1919.
- FERENS M., MORAWIECKA B. 1984. *Kwaśne fosfatazy roślin wyższych*. Post. Bioch. 30: 461–475.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976. *Analiza chemiczno-rolnicza*. PWN Warszawa: 149 ss.
- LABĘTOWICZ J. 1986. *Dynamika stężenia fosforu w roztworze glebowym w warunkach zróżnicowanego nawożenia*. Prace Nauk. AE Wrocław, Chemia 338: 69–73.
- SMOLIK B., NOWAK J. 2003. *Zależność między aktywnością fosfataz w glebie i pszenicy oraz ilością dodanej miedzi do podłoża*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 492: 321–327.
- SCHNEIDER K., TURRION M.B., GRIERSON P.F., GALLARDO J.F. 2001. *Phosphatase activity, microbial phosphorus and fine root growth in forest soils in the Sierra de Gata western central Spain*. Biol. Fertil. Soils 34: 151–155.
- TABATABAI M.A., BREMNER J.M. 1969. *Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity*. Soil. Biol. Biochem. 1: 301–307.
- WOJTASIK D. 2004. *Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej*. Cz. I. Wzrost i rozwój roślin. Acta Sci. Pol. Agricult. 3(2): 119–129.

Słowa kluczowe: fosfataza, jęczmień jary, gleba, nawożenie, obornik, azot

Streszczenie

Istotną rolą fosfataz jest utrzymanie równowagi pomiędzy zawartością fosforu związków organicznych a fosforem mineralnym, który po pobraniu z gleby włączany jest w metabolizm roślin. Poszukiwano zależności pomiędzy fosforem przyswajalnym a aktywnością fosfatazy kwaśnej w jęczmieniu jarym i w glebie płowej w aspekcie wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego. Próby roślinne i glebowe pobrano z wieloletniego doświadczenia połowego założonego w 1980 roku w RZD w Grabowie prowadzonego przez IUNG w Puławach na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego.

W doświadczeniu zastosowano następujące dawki obornika: 0, 20, 40, 60, 80 t·ha⁻¹, oraz nawożenie azotem w postaci saletry amonowej: 0, 40, 80, 120 kg N·ha⁻¹. Stwierdzono istotny wpływ nawożenia obornikiem i azotem mineralnym jak i interakcję zarówno na aktywność AcP jak i zawartość P_{E-R}. Zwykle zwiększające się dawki nawozu organicznego powodowały wzrost aktywności AcP i zawartości P_{E-R}. Stwierdzono wysoko istotną korelację pomiędzy aktywnością AcP w glebie oraz w części nadziemnej i podziemnej jęczmienia jarego.

THE EFFECT OF INCREASING DOSES OF FARMYARD MANURE AND NITROGEN FERTILIZERS ON THE PHOSPHOMONOESTERASE ACTIVITY AND PHOSPHORUS CONTENT IN SOIL.

Jan Koper, Joanna Lemanowicz

Department of Biochemistry,

University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz

Key words: phosphatase activity, spring barley, soil, FYM fertilization, nitrogen

Summary

Phosphatases are very important in maintaining the balance between phosphorus of organic compounds and mineral phosphorus, which is included into plant metabolism after its intake from the soil. The objective of the study was to look for a relationship between the available phosphorus content and acid phosphatase activity in spring barley and brown podzolic soil as affected by a long-term organic-mineral fertilization. Plant and soil samples were collected from a long-term field experiment set in 1980 at the Grabowo Agricultural Experimental Station (Institute for Soil Tillage, Fertilization and Soil Science, Puławy) on brown podzolic soil of fractional composition of strong loamy sand. The used manure doses were used: 0, 20, 40, 60, 80 t·ha⁻¹, and nitrogen fertilization as ammonium nitrate: 0, 40, 80, 120 kg N·ha⁻¹. A significant effect of fertilization with manure and mineral nitrogen as well as on the interactions with both AcP and P_{E-R} was found. Usually the increasing doses of organic fertilizer caused an increase of AcP activity and P_{E-R} content. A highly significant correlation

between soil AcP activity and in the under- and over-ground parts of spring barley was noted.

Prof. dr hab. Jan **Koper**

Katedra Biochemii

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich

ul. Bernardyńska 6/8

85-029 BYDGOSZCZ

e-mail: bioch@atr.bydgoszcz.pl