

OCENA ODDZIAŁYWANIA ZADRZEWIENIA ŚRÓDPOLNEGO NA AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ GLEBY PŁOWEJ

Elżbieta Jolanta Bielińska¹, Tadeusz Węgorek²

¹Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

²Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: rimari@poczta.onet.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem zadrzewień śródpolnych na aktywność enzymatyczną gleby płowej wytworzonej z lessu. Prace badawcze prowadzono w rejonie trzech zadrzewień rzędowych z brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth) z różą pomarszczoną (*Rosa rugosa* Thunb.) pod jej okapem. Zadrzewienia nr 1 i 3 znajdują się na wierzchowinie, a zadrzewienie nr 2 u podnóża zbocza. W rejonie każdego zadrzewienia wykonano po 3 odkrywki glebowe: w środku zadrzewień oraz w odległościach 2 i 20 m od krawędzi zadrzewień na gruntach ornych. Odkrywki usytuowane zostały na przekrojach prostopadłych w kierunku zachodnim od zadrzewień 1 i 2 oraz południowym od krawędzi zadrzewienia 3. Uzyskane wyniki wykazały, że zadrzewienia śródpolne w istotny sposób wpłynęły na wzrost aktywności enzymatycznej badanej gleby. Obserwowana reakcja analizowanych enzymów (fosfataz, ureazy i proteazy) wyrażona wzrostem ich aktywności w pasach zadrzewień wskazuje na przydatność badań aktywności enzymatycznej jako czułego wskaźnika reakcji gleby na sposób jej użytkowania.

Słowa kluczowe: gleba, zadrzewienie, aktywność enzymatyczna

WSTĘP

Zadrzewienia śródpolne, które jeszcze często są traktowane za nieużytki rolnicze, stanowią bariery biogeochemiczne (strefy buforowe) ograniczające różnego rodzaju zagrożenia [13]. Upraszczenia struktury agroekosystemu, umożliwiające osiągnięcie celów produkcyjnych, prowadzą między innymi do zmniejszenia ich zdolności regulacyjnych i regeneracyjnych, a także do obniżenia stopnia zamknięcia wewnętrznych cykli obiegu materii i zmniejszenia zdolności magazynowania systemu [12]. Powoduje to, że agroekosystemy stają się inten-

sywnymi źródłami zanieczyszczeń obszarowych [2,12]. Zadrzewienia śródpolne, poprzez podnoszenie różnorodności struktury krajobrazu, pozwalają optymalizować produkcję rolną z ochroną środowiska przyrodniczego [13].

Dobrym wskaźnikiem zmian zachodzących w glebie pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych jest aktywność enzymów odpowiedzialnych za przemiany biogeochemiczne w obiegu pierwiastków [7]. Testy enzymatyczne uważane są za jeden z bardziej wrażliwych wskaźników funkcjonowania ekosystemu [4,16].

Celem badań było określenie wpływu zadrzewień śródpolnych na aktywność enzymatyczną gleby płowej wytworzonej z lessu.

MATERIAŁ I METODY

Obiektami badań było 9 profiliów typowych dla Wyżyny Lubelskiej gleb płowych wytworzonych z lessu, zlokalizowanych w miejscowości Snopków koło Lublina. Gleby te cechuje niewielkie poziome zróżnicowanie zawartości cząstek spławialnych, z charakterystycznym zubożeniem w tę frakcję poziomą Eet, oraz wzbogaceniem w nią poziomów Bt, co związane jest z procesem płowienia.

Prace badawcze prowadzono w rejonie trzech odcinków zadrzewień rzędowych brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth) z różą pomarszczoną (*Rosa rugosa* Thunb.) tworzącą żywopłot pod okapem brzozy (zadrzewienie rzędowe z żywopłotem podokapowym). Zadrzewienia założono jesienią 1996 r. [11]. Mają szerokość po około 5 m, leżą w odległości kilkuset metrów od siebie. Zadrzewienia nr 1 i 3 znajdują się w partii wierzchowinowej, a zadrzewienie nr 2 u podnóża zbocza. W rejonie każdego zadrzewienia wykonano po 3 odkrywki glebowe: w środku zadrzewień oraz w odległościach 2 i 20 m od krawędzi zadrzewień na gruntach ornych. Odkrywki usytuowane zostały na przekrojach prostopadłych (fot. 1) w kierunku zachodnim od zadrzewień 1 i 2 oraz południowym od krawędzi zadrzewienia 3.

Zadrzewienia znajdują się w obrębie jednego gospodarstwa rolnego. W okresie od ich założenia, na przyległych polach uprawiane były zboża i buraki cukrowe. W 2003 r. na polach z których pobierano próbki była pszenica, a w roku 2004 buraki cukrowe. Stosowane były te same zabiegi agrotechniczne.

Próbki glebowe do badań pobrano w czerwcu 2004 r., z czterech głębokości: 0-5, 5-10, 10-20, 30-40 cm, zgodnie z zasadami określonymi w polskiej normie PN-ISO 1998. W próbkach gleby oznaczono aktywność: fosfataz [15], ureazy [18] i proteazy [10], pH w H₂O i w 1 mol·dm⁻³ KCl (ISO 10390) oraz węgiel organiczny (ISO 14235). Różnice między wartościami średnimi sprawdzono testem t, a istotność wyników – metodą analizy wariancji.



Fot. 1. Zadrzewienie nr 1 na wierzcholinie (jesień 2003) – schematycznie zaznaczono położenie miejsc pobierania próbek

Photo. 1. Shelterbelt No 1 at hilltop (autumn 2003) – schematically marked is the location of sampling site

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wykazały korzystny wpływ zadrzewienia na aktywność enzymatyczną badanej gleby płowej (tab. 1-3). Aktywność analizowanych enzymów w profilach glebowych wszystkich badanych obiektów malała sukcesywnie wraz ze wzrostem odległości od pasa zadrzewienia. Statystycznie istotne różnice zanotowano przede wszystkim w poziomie próchnicznym (warstwy: 0-5, 5-10 i 10-20 cm), a w przypadku proteazy również w poziomie podpróchnicznym (warstwa 30-40 cm). Należy podkreślić, że aktywność badanych enzymów w warstwie 30-40 cm, na każdym obiekcie, była statystycznie istotnie mniejsza w odległości 20 m niż w odległości 2 m od krawędzi zadrzewienia oraz w zadrzewieniu.

W próbkach glebowych pochodzących z pola uprawnego (z odległości 20 m od zadrzewienia) aktywność enzymów była wyraźnie mniejsza niż w glebach pod zadrzewieniem. Obserwacja ta potwierdza wyniki badań innych autorów [1,5,6] wskazujące, że częste zabiegi agrotechniczne wpływają negatywnie na aktywność enzymów w efekcie zakłócenia naturalnej strukturalnej i funkcjonalnej równowagi mikrobiologicznej środowiska glebowego. Kieliszewska-Rokicka [6] zwraca uwagę, że dostarczenie nawozów do gleby może obniżyć aktywność niektórych enzymów. Podwyższona zawartość fosforu przyswajalnego w glebie hamuje syntezę fosfataz, a aktywność ureazy i proteazy może być ograniczona przez dodanie zwiększonych dawek nawozów zawierających związki amonowe [5,6].

Badania Schultena i in. [14] nad wpływem sposobu użytkowania na aktywność enzymatyczną gleby i jakość glebowej substancji organicznej wykazały, że uprawy wywołują znaczące zmiany w składzie chemicznym i wielkości cząstek substancji organicznej. Zwiększeniu wielkości cząstek i złożoności wiązań materii organicznej w próbkach z uprawianej gleby towarzyszyło istotne zmniejszenie (w granicach 60-80%) aktywności enzymów biorących udział w cyklu przemian C, N i P [14]. Drzewostany stymulują aktywność enzymatyczną gleb w efekcie zwiększania biomasy drobnoustrojów wytwarzających enzymy [8].

Tabela 1. Aktywność fosfataz (w mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹)
Table 1. Phosphatase activity (in mmol PNP kg⁻¹ h⁻¹)

Zadrzewienie Shelterbelt	Kierunek od zadrzewienia Direction of shelterbelt	Głębokość Depth (cm)	Odległość od zadrzewienia Distance from shelterbelt (m)		
			0	2	20
Zadrzewienie 1 wierzchowina Shelterbelt 1 hilltop	W	0-5	97,86h	42,56d	26,57c
		5-10	76,51f	38,13d	22,80b
		10-20	37,36d	33,69c	19,36b
		30-40	28,93c	22,72b	11,85a
Zadrzewienie 2 podnóże zbocza Shelterbelt 2 scarp-foot	W	0-5	173,16n	152,43k	114,32i
		5-10	161,98m	127,18j	104,99h
		10-20	122,83i	108,22h	91,85g
		30-40	59,24e	55,44e	42,46d
Zadrzewienie 3 wierzchowina Shelterbelt 3 hilltop	S	0-5	86,39g	36,26d	21,07b
		5-10	72,84f	32,91c	18,72b
		10-20	36,54d	31,13c	14,13a
		30-40	21,18b	19,18b	10,34a

Wartości w kolumnie z tą samą literą nie są istotnie różne przy p<0,05, test t.

Values in the column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05, t-test.

W obrębie badanych powierzchni największą aktywność enzymów stwierdzono we wszystkich analizowanych warstwach glebowych na obiektach zlokalizowanych w płaskiej partii podnóża zbocza (tab. 1-3). Stymulacji tej towarzyszyła istotnie większa zawartość węgla organicznego w glebie (tab. 4). Kobus [7] zwraca uwagę, że aktywność enzymatyczna gleb jest ściśle związana przede wszystkim z poziomem materii organicznej. Obecność substratów węglowych indukuje i stymuluje biosyntezę enzymów przez mikroorganizmy glebowe [6].

Obserwowane znaczne przestrzenne zróżnicowanie zawartości materii organicznej w glebach pomiędzy badanymi obiektami (tab. 4) jest wg Turskiego i in. [17] charakterystyczne dla gleb brunatnoziemnych utworzonych z lessu i wiąże się z procesami erozji wodnej.

Tabela 2. Aktywność ureazy (w mg N-NH₄⁺·kg⁻¹·h⁻¹)**Table 2.** Urease activity (in mg N-NH₄⁺ kg⁻¹ h⁻¹)

Zadrzewienie Shelterbelt	Kierunek od zadrzewienia Direction of shelterbelt	Głębokość Depth (cm)	Odległość od zadrzewienia Distance from shelterbelt (m)		
			0	2	20
Zadrzewienie 1 wierzchovina Shelterbelt 1 hilltop	W	0-5	22,07m	10,22h	8,03g
		5-10	10,58h	8,35g	7,64f
		10-20	7,52f	6,23e	5,10d
		30-40	4,82c	4,01c	3,47b
Zadrzewienie 2 podnóże zbocza Shelterbelt 2 scarp-foot	W	0-5	26,48o	24,75n	21,75m
		5-10	24,26n	21,98m	19,63p
		10-20	17,23k	16,25j	12,02i
		30-40	3,21b	3,05b	2,38a
Zadrzewienie 3 wierzchovina Shelterbelt 3 hilltop	S	0-5	11,98i	9,70h	7,25f
		5-10	9,96h	8,11g	6,45e
		10-20	6,32e	4,71d	2,86b
		30-40	3,29b	2,98b	1,52a

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as under Table 1.

Tabela 3. Aktywność proteazy (w mg tyrosyny·kg⁻¹·h⁻¹)**Table 3.** Protease activity (in mg tyrosine kg⁻¹ h⁻¹)

Zadrzewienie Shelterbelt	Kierunek od zadrzewienia Direction of shelterbelt	Głębokość Depth (cm)	Odległość od zadrzewienia Distance from shelterbelt (m)		
			0	2	20
Zadrzewienie 1 wierzchovina Shelterbelt 1 hilltop	W	0-5	10,39j	6,90g	4,78f
		5-10	7,62h	4,41e	2,69d
		10-20	5,38f	2,72c	1,95b
		30-40	2,73c	2,08b	1,48a
Zadrzewienie 2 podnóże zbocza Shelterbelt 2 scarp-foot	W	0-5	25,47n	23,70m	13,04k
		5-10	14,23o	12,68k	10,98j
		10-20	12,54k	11,05j	9,72i
		30-40	5,53f	4,42e	2,65c
Zadrzewienie 3 wierzchovina Shelterbelt 3 hilltop	S	0-5	9,12i	6,76g	3,97e
		5-10	6,76g	3,67d	2,86c
		10-20	4,35e	2,72c	1,93b
		30-40	2,38b	1,81a	1,26a

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as under Table 1.

Kolejnym czynnikiem wpływającym korzystnie na aktywność badanych enzymów w profilach glebowych na podnóżu zbocza był odczyn gleby – we wszystkich analizowanych warstwach był obojętny. Gleby na wierzcholinie charakteryzowały się odczynem od lekko kwaśnego do kwaśnego (tab. 4). Odczyn gleby ma istotne znaczenie dla syntezy biomasy mikrobiologicznej i udziału C biomasy mikrobiologicznej ($C_{mic.}$) w ogólnej zawartości glebowego C organicznego. Wykazano, że gdy pH gleby wynosiło 3,0 tylko 0,5% $C_{org.}$ stanowił $C_{mic.}$, zaś przy pH 7,0 udział $C_{mic.}$ wzrósł do 2,4% [9]. Stosunek $C_{mic.}$ do $C_{org.}$ jest wskaźnikiem względnej dostępności substratów dla reakcji enzymatycznych [9].

Tabela 4. Zawartość węgla organicznego i pH
Table 4. Content of carbon and pH values

Zadrzewienie Shelterbelt	Kierunek od zadrzewienia Direction of shelterbelt	Głębokość Depth (cm)	C (%)			pH _{KCl}		
			Odległość od zadrzewienia Distance from shelterbelt (m)					
			0	2	20	0	2	20
Zadrzewienie 1 wierzchowina Shelterbelt 1 hilltop	W	0-5	1,37d	1,12c	1,01b	5,1	5,2	4,6
		5-10	0,98b	0,94b	0,84b	4,7	4,8	4,6
		10-20	0,86b	0,83b	0,74b	5,5	5,3	4,4
		30-40	0,42a	0,46a	0,31a	4,5	4,8	4,5
Zadrzewienie 2 podnóże zbocza Shelterbelt 2 scarp-foot	W	0-5	1,52e	1,30d	1,22c	7,4	7,3	7,1
		5-10	1,14c	1,06c	0,93b	7,4	7,4	7,3
		10-20	0,92b	0,85b	0,80b	7,4	7,4	7,3
		30-40	0,52a	0,48a	0,43a	7,2	7,4	7,5
Zadrzewienie 3 wierzchowina Shelterbelt 3 hilltop	S	0-5	1,30d	1,04b	0,93b	4,8	5,1	4,7
		5-10	0,95b	0,89b	0,81b	5,0	5,0	4,8
		10-20	0,82b	0,80b	0,70b	5,0	5,1	4,7
		30-40	0,34a	0,30a	0,29a	5,0	5,4	4,7

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as under Table 1.

W obrębie powierzchni na wierzcholinie aktywność badanych enzymów w profilach gleb była większa na kierunku zachodnim niż na kierunku południowym (S) od krawędzi zadrzewienia, lecz statystycznie istotne różnice obserwowano na ogół w powierzchniowych warstwach gleb (tab. 1-3). Na znaczący wpływ abiotycznych czynników siedliskotwórczych (nasłonecznienie, temperatura, wilgotność) na aktywność enzymatyczną gleby wskazują między innymi badania Bielińskiej i in. [3].

Na wszystkich obiektach badawczych aktywność enzymatyczna gleby zmniejszała się wraz ze wzrostem głębokości. Zjawisko to wiąże się w głównej mierze z profilowym rozmieszczeniem próchnicy w glebie i malejącej w środowisku ilości dostępnych substratów węglowych dla drobnoustrojów i enzymów.

WNIOSKI

1. 7-letnie zadrzewienia rzędowe z brzozy brodawkowatej (z różą pomarszczoną pod okapem) w istotny sposób wpłynęły na wzrost aktywności enzymatycznej gleby płowej wytworzonej z lessu.
2. Obserwowana reakcja badanych enzymów wyrażona wysokim wzrostem ich aktywności w pasach zadrzewień wskazuje na przydatność badań aktywności enzymatycznej jako czułego wskaźnika reakcji gleby na sposób jej użytkowania.
3. W próbkach glebowych pochodzących z pola uprawnego aktywność enzymów była wyraźnie (niekiedy kilkakrotnie) mniejsza niż w glebach pod zadrzewieniem, co dowodzi, że częste zabiegi agrotechniczne wpływają negatywnie na aktywność enzymów.
4. Wzrost zawartości C_{org} w glebie w obrębie zadrzewień był stymulatorem korzystnych zmian aktywności enzymów katalizujących najważniejsze procesy przemiany glebowej substancji organicznej.
5. Wyniki badań wskazują, że zadrzewienia śródpolne mają znaczący udział w regulacji ważnych procesów przyrodniczych określających funkcjonowanie agroekosystemu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bandick A.K., Dick R.P.:** Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.*, 31, 1471-1479, 1999.
2. **Bartoszewicz A.:** Wpływ zadrzewień śródpolnych na zwiększenie odporności środowiska wodnego agroekosystemów na degradację chemiczną. *Rocz. Glebozn.*, 45, 2, 17-28, 2004.
3. **Bielińska E.J., Węgorek T., Ligęza S., Futa B.:** Aktywność enzymatyczna piaskowych indusioziemów zalesionych robinia akacjową (*Robinia pseudoaccia* L.) zależnie od wystawy stoku zwałowiska. *Rocz. Glebozn.*, 55, 2, 69-75, 2004.
4. **Dick R.P.:** Soils enzyme activities as indicators of soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment. *Special Pub. 35, Soil Sci. Soc. Am. Inc.*, Madison, WI, eds. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F., Steward B.A., 107-124, 1994.
5. **Gostkowska K., Furczak J., Domżał H., Bielińska J.:** Suitability of some biochemical and microbiological tests for the degradation degree of Podzolic Soil on the background of it differentiated usage. *Pol. J. Soil Sci.*, 30/2, 69-78, 1998.
6. **Kieliszewska-Rokicka B.:** Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności enzymatycznej gleby. *Wyd. UMK w Toruniu, „Drobnoustroje środowiska glebowego”*, 37-47, 2001.
7. **Kobus J.:** Biologiczne procesy a kształtowanie żywności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a, 209-219, 1995.
8. **Krämer S., Douglas M., Green D.M.:** Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biol. Biochem.* 32, 179-188, 2000.
9. **Kurek E.:** Związki przyczynowo-skutkowe aktywności mikrobiologicznej i zakwaszenia gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 482, 307-316, 2002.
10. **Ladd N., Butler J.H.A.:** Short-term assays of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. *Soil Biol. Biochem.*, 4, 19-30, 1972.

11. **Orlik T., Węgorek T., Zubala T.:** Udatność i wzrost brzozy brodawkowatej, modrzewia europejskiego i robinii akacjowej w śródpolnych zadrzewieniach pasowych. *Folia Univ. Stetin.*, 217, Agricultura, 87, 167-170, 2001.
12. **Ryszkowski L.:** Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Post. Nauk Roln.*, 4, 3-14, 1992.
13. **Ryszkowski L.:** Wielofunkcyjność agroekosystemów. Wyd. AR Poznań „Ekologiczne aspekty mikrobiologii gleby”, 9-20, 1998.
14. **Schulten H.R., Montreal C.M., Schnitzer M.:** Effect of long-term cultivation on the chemical structure of soil organic mater. *Naturwissenschaften*, 81, 1, 42-44, 1995.
15. **Tabatabai M. A., Bremner J.M.:** Use of p-nitrophenol phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.*, 1, 301-307, 1969.
16. **Trasar-Cepeda C., Leirós C., Gil-Sotres F., Seoane S.:** Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties. *Biol. Fertil. Soils*, 26, 100-106, 1998.
17. **Turski R., Uziak S., Zawadzki S.:** *Gleby*. Wyd. LTN, “Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny”, Lublin 1993.
18. **Zantua M.I., Bremner J.M.:** Comparison of methods of assaying urease activity in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 7, 291-295, 1975.

ASSESSMENT OF MID-FIELD SHELTERBELT INFLUENCE ON ENZYMATIC ACTIVITY OF LESSIVE SOIL

Elżbieta Jolanta Bielińska¹, Tadeusz Węgorek²

¹Institute of Soil Science and Environment Management, University of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

²Department for Land Reclamation and Agricultural Structures, University of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: rimari@poczta.onet.pl

Abstract. The paper presents the study results on the influence of mid-field shelterbelts and enzymatic activity of lessive soil developed from loess. The study was carried out within three raw shelterbelts consisting of common birch (*Betula pendula* Roth.) with rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.) underneath. Shelterbelts No 1 and 3 are situated on the top, No 2 at the foot of the slope. Three soil pits were made within every shelterbelt: in the middle as well as 2 and 20 cm from the shelterbelt edges on arable lands. The pits were situated on perpendicular intersections in the western direction from shelterbelts No 1 and 2 and in the southern direction from shelterbelt No 3. The results revealed that mid-field shelterbelts caused a significant increase of enzymatic activity in the soil studied. The observed reaction of the enzymes tested (phosphatases, urease and protease), expressed as their activity increase in shelterbelts, points to the usefulness of such studies upon the enzymatic activity as a sensitive marker of soil reaction to the manner of its utilization.

Key words: soil, shelterbelts, enzymatic activity