

AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA W GLEBACH STREFY PRZYBRZEŻNEJ JEZIOR PIASECZNO, ŁUKIE I MOSZNE

Elżbieta J. Bielińska¹, Halina Smal¹, Modest Misztal², Sławomir Ligęza¹

¹Institut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza,
Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

²Katedra Hydrobiologii i Ichtiobiologii, Akademia Rolnicza, Akademicka 13, 20-033 Lublin
e-mail: tantal@consus.ar.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. Celem niniejszej pracy było określenie aktywności dehydrogenaz, fosfataz, ureazy i proteazy w glebach strefy przybrzeżnej trzech jezior: Piaseczno, Łukie i Moszne na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Do badań wytypowano obiekty glebowe odmienne zarówno pod względem genezy, jak i sposobu użytkowania. Stwierdzono wyraźne zróżnicowanie pomiędzy aktywnością enzymatyczną gleby lekkiej, bielcowej – Haplic Podzol (jeziro Piaseczno – przy polu uprawnym) i gleb bagiennych (jeziro Piaseczno – torfowisko, jeziro Łukie i jeziro Moszne). Kilkakrotnie większa aktywność badanych enzymów w glebach bagiennych w porównaniu z glebą bielcową wiązała się z wielokrotnie większą zawartością węgla organicznego i pierwiastków biogennych, a także kilkakrotnie wyższą pojemnością sorpcyjną gleb bagiennych. W obrębie gleb bagiennych największą aktywnością enzymatyczną cechowała się gleba jeziora Piaseczno, najmniejszą zaś gleba jeziora Moszne. Osłabienie aktywności enzymów w glebie jeziora Moszne miało związek z zakwaszeniem środowiska w wyniku powstawania dużej ilości kwasów humusowych.

S ł o w a k l u c z o w e: gleby przybrzeżne, jeziora, aktywność enzymatyczna

WSTĘP

Wielkość ładunku substancji biogennych przesiąkających przez glebę do zbiorników wodnych uzależniona jest między innymi od charakteru geologiczno-glebowego i sposobu zagospodarowania terenów przybrzeżnych. Zachwianie równowagi pomiędzy dopływem biogenów do środowiska wodnego i przyrostem biomasy na skutek wzrostu zapasów fosforu i azotu w wodzie dotyczy szczególnie jezior, gdzie mały ruch wody i niewielka wymiana materii sprzyja jej rozwojowi.

Wszystkie przemiany biogenów zachodzące w glebie stymulowane są przez enzymy warunkujące ich przejście w formy dostępne dla roślin i mikroorganizmów. Przemiany te stanowią kluczowy etap limitujący asymilację pierwiastków biogennych przez biocenozy [5].

Celem niniejszej pracy było zbadanie aktywności enzymatycznej w glebach strefy przybrzeżnej trzech jezior: Piaseczno, Łukie i Moszne na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Badano aktywność enzymów odgrywających istotną rolę w przekształcaniu organicznych związków węgla: dehydrogenaz; związków azotu: ureazy i proteazy oraz związków fosforu: fosfataz.

MATERIAŁ I METODY

Badano aktywność enzymatyczną w glebach strefy przybrzeżnej trzech jezior: Piaseczno, Łukie i Moszne na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Jeziora te są położone w odległości około 45 km na wschód od Lublina. Mezotroficzne jezioro Piaseczno otoczone jest częściowo lasem, częściowo polami ornymi i od strony północnej niewielkim torfowiskiem. Jezioro Łukie – eutroficzne, jest prawie całkowicie otoczone lasem. Dystroficzne jezioro Moszne jest otoczone torfowiskiem z mszarem nadbrzeżnym. Szczegółową charakterystykę wymienionych wyżej jezior i ich zlewni (gleby i wody) zawierają wcześniejsze opracowania [4, 9, 10, 13, 16].

Badaniami objęto gleby odmienne zarówno pod względem genezy, jak i sposobu użytkowania. Wytypowano następujące punkty badawcze:

- jezioro Piaseczno: na glebie torfowej wytworzonej z torfów niskich (torfowisko) i na glebie bielcowej wytworzonej z piasków, przy polu uprawnym (pole);
- jezioro Łukie, na glebie torfowo-mułowej, na granicy lasu;
- jezioro Moszne, na glebie torfowej wytworzonej z torfów przejściowych.

Punkty badawcze zlokalizowano w odległości około 50 m od brzegów omawianych jezior.

Próbki glebowe do analiz enzymatycznych pobierano z każdego punktu badawczego w trzech powtórzeniach, z powierzchniowej warstwy gleby (0-5 cm). W próbkach oznaczono aktywność: dehydrogenaz [15]; fosfataz [14]; ureazy [17] i proteazy [6] oraz następujące właściwości chemiczne: odczyn – pH w 1 mol·dm⁻³ KCl [ISO 10390]; węgiel organiczny [ISO 14235]; azot ogółem [ISO 13878] i przyswajalne formy fosforu na podstawie oznaczeń w wyciągach glebowych w 0,5 mol·dm⁻³ HCl. Badania gleby prowadzono trzykrotnie każdego roku (23-29.04, 10-17.07, 27-29.09) w latach 1986-1998. W pracy tej omówiono wyniki uzyskane w 1998 roku.

WYNIKI

Odczyn badanych gleb był zróżnicowany: od bardzo kwaśnego (strefa przybrzeżna jeziora Moszne) do obojętnego (strefa przybrzeżna jeziora Łukie). W przypadku zlewni jeziora Piaseczno gleba bielcowa w punkcie badawczym przy polu

uprawnym charakteryzowała się odczynem kwaśnym, a gleba torfowa wytworzonej z torfów niskich odczynem lekko kwaśnym (Tab. 1).

Gleby badanych siedlisk różniły się bardzo wyraźnie zawartością C_{org} , N ogółem i fosforu przyswajalnego (Tab. 1). W glebach bagiennych (strefy przybrzeżne jezior: Łukie, Moszne i Piaseczno – torf) zawartość C_{org} i N ogółem była wielokrotnie większa niż w glebie bielkowej (jezioro Piaseczno – pole). Największą zawartość tych składników stwierdzono w próbkach gleby pochodzących z sektora torfowego jeziora Piaseczno.

Tabela 1. Właściwości chemiczne gleb (średnie z terminów)
Table 1. Soils chemical properties (means the term)

Obiekt Object	pH _{KCl}	C_{org} (%)	N ogółem Total N (%)	P (mg·kg ⁻¹)
Jezioro Piaseczno – pole Piaseczno Lake – field	5,4	0,98	0,08	86,4
Jezioro Piaseczno – torf Piaseczno Lake – peat	5,9	33,15	2,27	138,2
Jezioro Łukie Łuckie Lake	6,8	26,53	1,62	102,6
Jezioro Moszne Moszne Lake	3,7	23,12	0,94	71,9

Gleba torfowa w strefie przybrzeżnej jeziora Piaseczno cechowała się największą zawartością P przyswajalnego. Najmniejszą zawartość tego składnika stwierdzono w glebie strefy przybrzeżnej jeziora Moszne, co mogło być również związane z silnym zakwaszeniem tej gleby (w warunkach niskiego pH duża część P wchodzi w nierozpuszczalne związki z Fe i Al, co wyłącza ten składnik z obiegu biologicznego).

Wyniki badań wskazują na wyraźne zróżnicowanie pomiędzy aktywnością enzymatyczną analizowanych gleb. Wielkość obserwowanych różnic uzależniona była od rodzaju badanego enzymu (Tab. 2).

W glebach bagiennych aktywność badanych enzymów była istotnie większa niż w glebie bielkowej (jezioro Piaseczno – przy polu uprawnym). Największą aktywnością enzymatyczną cechowała się gleba torfowa jeziora Piaseczno. W obrębie gleb bagiennych średnia aktywność dehydrogenaz, ureazy i proteazy w glebach jezior Piaseczno i Łukie była około 2-krotnie większa, a średnia aktywność fosfataz około 3-krotnie większa niż w glebie jeziora Moszne.

Tabela 2. Aktywność enzymatyczna gleby
Table 2. Enzymatic activity of soil

Obiekt Object	Termin Term	ADh	AF	AU	AP
Jezioro Piaseczno – pole Piaseczno Lake – field	29.04.	1,84	21,96	9,09	15,45
	17.07.	1,03	10,62	7,33	11,83
	27.09.	1,72	22,50	10,22	16,09
	\bar{x}	1,53	18,36	8,88	14,45
Jezioro Piaseczno – torf Piaseczno Lake - peat	29.04.	4,37	74,89	28,22	42,50
	17.07.	2,60	56,38	20,65	38,63
	27.09.	4,19	68,12	33,61	41,12
	\bar{x}	3,72	66,46	27,49	40,75
Jezioro Łukie Łuckie Lake	29.04.	3,56	62,17	21,68	34,20
	17.07.	2,11	48,55	19,89	29,16
	27.09.	3,49	61,94	23,47	32,89
	\bar{x}	3,05	57,55	21,68	32,08
Jezioro Moszne Moszne Lake	29.04.	1,95	22,93	12,97	20,12
	17.07.	1,24	16,40	11,75	17,08
	27.09.	1,88	24,85	13,82	19,60
	\bar{x}	1,69	21,39	12,84	18,93
NIR _{0,5} – LSD _{0,05}		0,04	0,3	0,2	0,2

ADh – aktywność dehydrogenaz ($\text{cm}^3 \text{H}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), AF – aktywność fosfataz ($\text{mmol PNP} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), AU – aktywność ureazy ($\text{mg N}^- \text{NH}_4^+ \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), AP – aktywność proteazy ($\text{mg tyrosine} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$).
 ADh – dehydrogenase activity ($\text{cm}^3 \text{H}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$), AF – phosphatase activity ($\text{mmol PNP kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), AU – urease activity ($\text{mg N}^- \text{NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), AP – protease activity ($\text{mg tyrosine kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

Sezonowe zmiany aktywności badanych enzymów w analizowanych glebach kształtowały się podobnie. Maksima aktywności enzymatycznej gleby obserwowano wiosną i jesienią, a minimum latem (Tab. 2).

DYSKUSJA

Kilkakrotnie większa aktywność badanych enzymów w glebach bagiennych zlewni jezior Piaseczno i Łukie niż w glebie bielcowej (jezioro Piaseczno – pole) wiązała się z wielokrotnie większą zawartością C_{org} , N ogółem i P przyswajalnego (Tab. 1). Dane z literatury przedmiotu [2, 8] wskazują, że spośród fizyczno-chemicznych właściwości gleb najsilniejsze związki z aktywnością enzymów wykazywały: zawartość C_{org} , N_{org} oraz cechy charakteryzujące kompleks sorpcyjny gleby. Wysoka zawartość substancji organicznej oraz specyficzny rodzaj humusu

powodują, że koloidalne właściwości gleb bagiennych są silniej wyrażone niż w większości gleb mineralnych. Powierzchnia właściwa koloidów organicznych przewyższa 2-, 3-, a nawet 4-krotnie powierzchnię właściwą minerałów grupy montmorylonitowej, podobnie większa jest pojemność wymienna w stosunku do kationów. W glebie torfowej zlewni jeziora Piaseczno, cechującej się największą zawartością C_{org} i N ogółem (tab. 1), a także bardzo wysoką pojemnością sorpcyjną [9], wartości wszystkich wskaźników aktywności enzymatycznej gleby były najwyższe. Duża zawartość azotu i substancji organicznej w glebach torfowych jest zrozumiała sama przez się i nie wymaga komentarza. Zróżnicowanie zawartości C_{org} i N ogółem zaobserwowane w obrębie gleb bagiennych wynika z odmiennego składu botanicznego tworzących go szczątków roślinnych, występujących często procesów namulania i murszenia torfu [1, 11].

Oslabienie aktywności enzymów w glebie strefy przybrzeżnej jeziora Moszne, pomimo wysokiej zawartości substancji organicznej, miało związek z silnym zakwaszeniem środowiska. Jak wiadomo, w glebach wytworzonych z torfów przejściowych tworzą się trwałe kwasy humusowe, które obniżają pH poniżej 4. Według Maciaka [7] możliwość zakwaszenia gleb torfowo-murszowych jest następstwem mineralizacji związków organicznych, uwalniania azotu i powstawania form azotanowych tego składnika. Oslabienie aktywności enzymatycznej gleby w wyniku wzrostu jej zakwaszenia jest efektem niszczenia wiązań jonowych i wodorowych w centrum aktywnym enzymu, a ponieważ katalityczna sprawność enzymów jest ściśle związana z konformacją łańcucha, nawet niewielkie zmiany pH mogą znacznie zmniejszyć aktywność enzymów [3].

Pomimo silnego zakwaszenia aktywność enzymów w glebie strefy przybrzeżnej jeziora Moszne była istotnie większa niż w glebie bielkowej zlewni jeziora Piaseczno (pole). W większości gleb torfowych niskie pH nie hamuje bardzo ważnych przemian biochemicznych [7]. Zjawisko to jest wynikiem dużej zasobności gleb torfowych w wapń przy wyraźnie kwaśnym odczynie, a także małej ilości Fe, Al i Mn w glebach torfowych. Gleby torfowe adsorbują znacznie więcej wapnia niż gleby mineralne. Odnosi się to zarówno do torfów bogatych w wapń, jak i do ubogich. Zagadnienia te omawiają w swojej pracy Okołowicz i Sowa [11].

W glebie strefy przybrzeżnej jeziora Moszne największy spadek aktywności, spośród wszystkich badanych enzymów, wykazywała fosfataza. Mogło się to wiązać z niską zawartością fosforu w glebie (Tab. 1). Kobus [5] podkreśla, że czynnikiem ograniczającym aktywność fosfataz w glebie jest dostępność fosforu organicznego ulegającego hydrolizie. Zróżnicowanie zawartości związków fosforu w glebach organicznych szeroko omawia w swej pracy Okruszko i Piaścik [12]. Zdaniem

cytowanych autorów fosfor uwalniany w trakcie procesów murszenia jest pobierany przez rośliny i może ulegać sorpcji chemicznej przez związki żelaza oraz być może przez glin.

W niniejszych badaniach maksima aktywności enzymatycznej gleb stwierdzono wiosną i jesienią, a minimum w okresie letnim. O sezonowej zmienności aktywności enzymatycznej gleby mogą decydować takie zjawiska, jak: temperatura, wilgotność, wegetacja, krótkotrwałe fluktuacje liczebności i biomasy bakterii, dopływ do gleby świeżej materii organicznej i wypłukiwanie z niej enzymów [2, 4].

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki analiz enzymatycznych i chemicznych gleb wskazują na dużą różnorodność troficzną siedlisk przybrzeżnych jezior: Piaseczno, Łukie i Moszne.
2. Eutrofizacja badanych siedlisk zaznaczyła się wyraźnie na terenach bagiennych strefy przybrzeżnej jezior: Piaseczno (zlewnia torfowiskowa), Łukie i Moszne.
3. Zabiegi związane z ewentualną ochroną i renaturyzacją terenów przybrzeżnych badanych jezior powinny uwzględniać różnice w ich troficzności.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bogacz A.:** Właściwości chemiczne gleb organicznych Parku Narodowego Gór Stołowych. *Rocz. Glebozn.*, 80, 1/2, 13-26, 2002.
2. **Dick W.W.:** Influence of long-term tillage and crop rotation combination on soil enzyme activities. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48, 3, 569-574, 1984.
3. **Frankenberger W.T. Jr, Johanson J.B.:** Effect of pH on enzyme stability in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 14, 433-437, 1982.
4. **Furczak J., Szember A., Bielińska J.:** Aktywność enzymatyczna strefy przybrzeżnej jezior Piaseczno i Głębokie różniących się troficznością. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*, 19, 307-325, 1991.
5. **Kobus J.:** Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 421a, 209-219, 1995.
6. **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.
7. **Maciak F.:** Ocena aktywności biologicznej murszów i torfów na podstawie mineralizacji związków węgla i azotu. *Rocz. Glebozn.*, 46, 3/4, 19-27, 1995.
8. **Martyniuk S., Stachyra A., Wróblewska B., Zięba S.:** Związki pomiędzy mikrobiologicznymi i enzymatycznymi właściwościami gleby a plonami ziemniaków. [W:] *Drobnoustroje w środowisku Występowanie, aktywność i znaczenie*. AR Kraków, Red. W. Barabasz, 439-447, 1997.
9. **Misztal M., Smal H.:** Ocena wielkości dopływu wybranych pierwiastków do jezior z różnie zagospodarowanych części zlewni na tle warunków glebowych. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*, 19, 193-207, 1991.

10. Misztal M., Smal H., Ligęza S., Dymińska P.: Substancje mineralne i organiczne w wodach zlewni i jeziorach: Piaseczno, Łukie i Moszne. Wyd. UMCS pt. 'Współczesne kierunki ekologii, Ekologia behawioralna' (red. T. Puszkar, L. Puszkar), 177-181, Lublin, 1998.
11. Okołowicz M., Sowa A.: Gleby torfowo-murszowe Krzywa Góra w Kampinoskim Parku Narodowym. Roczn. Glebozn., 48, 3/4, 105-121, 1997.
12. Okruszko H., Piaścik H.: Charakterystyka gleb hydrogenicznych. Wyd. AR Olsztyn, 291, 1993.
13. Szember A., Kornilowicz T., Szwed A., Bielińska J., Wielgosz E., Wyczółkowski A.: Procesy mikrobiologiczne w glebach przybrzeżnych dwóch jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Ann. UMCS Lublin, 26, 191-202, 1994.
14. Tabatabai M. A., Bremner J.M.: Use of p-nitrophenol phosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Biol. Biochem., 1, 301-307, 1969.
15. Thalmann A.: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). Landwirtsch. Forsch., 21, 249-258, 1968.
16. Wilgat T., Michalczyk Z., Turczyński M., Wojciechowski K.H.: Jeziora Łęczyńsko-Włodawskie. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, 19, 23-35, 1991.
17. Zantua M.I., Bremner J.M.: Comparison of methods of assaying urease activity in soils. Soil Biol. Biochem., 7, 291-295, 1975.

ENZYMATIC ACTIVITY IN COASTAL SOILS OF PIASECZNO, ŁUKIE AND MOSZNE LAKES

Elżbieta J. Bielińska¹, Halina Smal¹, Modest Misztal², Sławomir Ligęza¹

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

²Department of Hydrobiology and Ichthyobiology, University of Agriculture, Akademicka str. 13
20-033 Lublin, e-mail: tantal@consus.ar.lublin.pl

S u m m a r y. The goal of this paper was to establish the activity of dehydrogenase, phosphatase, urease and protease in three lakes: Piaseczno, Łukie and Moszne, all located in the Łęczna-Włodawa lake district. Clear differences were established in enzymatic activity in light soil (Haplic Podzol), at farmed fields in Piaseczno region and wetlands (Piaseczno, Łukie and Moszne lakes). The increased activity of researched enzymes is directly connected with greater content of organic coal and biogenic elements, also with greater sorption of wetlands. The highest enzymatic activity was established in the soil of Piaseczno Lake, the lowest in the Moszne Lake soil. The low level of enzymatic activity in the Moszne Lake soil is connected with the content of humus acids, and as a result its high acidity.

K e y w o r d s: coastal soils, lakes, enzymatic activity

