

ZNACZENIE BADAŃ ENZYMÓW W ŚRODOWISKU GLEBOWYM

Stefan Russel

Katedra Nauk o Środowisku Glebowym SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: e.b.gorska@wp.pl

Streszczenie. Gleba jako naturalne siedlisko jest zdolna do samoodnawiania zasobów koniecznych do wzrostu i rozwoju roślin i innych organizmów ją zasiedlających. Jednym z najważniejszych jest udział mikroorganizmów i ich metabolitów (np. enzymów) w przemianach materii organicznej i w procesach glebotwórczych. Dlatego tak ważne są badania aktywności enzymów w glebie dla poznania biologii gleby oraz procesów związanych z agrotechniką.

Słowa kluczowe: gleba, enzymy w glebie, agrotechnika

Gleba zgodnie z definicją to powierzchniowa warstwa skorupy ziemskiej powstała ze skały macierzystej w wyniku tzw. procesu glebotwórczego. Multilingual Vocabulary of Soil Science dodaje, że jest to ta część skorupy ziemskiej, która podlega działaniu klimatu i wegetacji roślinnej. Liczne definicje mówią o glebie jako kompleksie bio-organo-koloidalno-mineralnym. Gleba składa się z organizmów żywych, martwej substancji organicznej, minerałów, wody i powietrza.

Dla rolnika zasadniczym elementem odróżniającym glebę od innych tworów geologicznych jest jej zdolność dawania plonów; ponadto jest ona naturalnym siedliskiem rozwoju roślin. Ale ta cecha wyróżniająca nie ma dziś charakteru rozstrzygającego. Znamy bowiem i umiemy tworzyć sztuczne układy, niczym gleby nie przypominające, w których możemy hodować rośliny na skalę gospodarczo użyteczną i osiągać w kulturach bezglebowych, plony nie ustępujące ilościowo i jakościowo plonom uzyskiwanym w rolnictwie i ogrodnictwie konwencjonalnym.

Tą cechą, która w sposób istotny wyróżnia glebę od innych tworów geologicznych i wszelkich sztucznych układów dających plony jest jej zdolność do samoreprodukcji, do spontanicznego odnawiania zasobów substancji koniecznych dla wzrostu i rozwoju roślin oraz innych organizmów glebę zasiedlających.

Gleba jest tworem żywym, metabolizującym. Można w niej znaleźć pewne analogie do organizmu. W glebie toczą się złożone przemiany chemiczne i biochemiczne nadające glebie jej przyrodnicze właściwości, czyniące z niej naturalne siedlisko życia roślin, umożliwiające stałą wegetację. Aktywność biologiczna, cecha wyróżniająca glebę od innych tworów geologicznych jest sumą, a ściślej wypadkową procesów chemicznych i biologicznych w niej zachodzących. Porównanie gleby do organizmu nie ograniczają się tylko do niewątpliwie istniejącego w glebie zjawiska przemiany materii, ale wyrażają się również obecnością określonych powiązań i zależności pomiędzy wielokierunkowymi drogami metabolizmu glebowego.

Metabolizm gleby jest oczywiście niemal wyłącznie metabolizmem zawartych w niej organizmów żywych (korzeni roślin, fauny i drobnoustrojów). Gleba zawiera pewien zasób wolnych enzymów. Są one wprawdzie pochodzenia biologicznego (przyżyciowo wydalone przez komórki organizmów: egzoenzymy i uwalniane w procesach litycznych: endoenzymy) ale działają już niezależnie od komórek macierzystych i aktywność ich regulowana jest stosunkami panującymi w glebie a nie w komórkach.

Enzymy pozakomórkowe wydzielane z żywych bądź zamierających komórek mogą być związane z fragmentami komórek ściany i błon komórkowych, fragmentami plazmy lub organelli komórkowych [17], mogą być akumulowane w glebie, gdzie tworzą labilne połączenia enzym-substrat, są adsorbowane na powierzchni cząstek mineralnych, lub wchodzą w związki kompleksowe z koloidami substancji humusowych [9], a nawet częściowo i krótkoterminowo w roztworze glebowym [3].

Zjawisko katalitycznej działalności gleby sygnalizował już Liebig w 1844 roku. Systematyczne i pogłębione badania nad enzymatyką gleb zapoczątkowali W. Kuprewicz i E. Hofmann w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia [16,23]. Wyszuli oni interesujące koncepcje pochodzenia, rozmieszczenia, trwałości i znaczenia enzymów uwalnianych do środowiska glebowego. Badaczom tym zawdzięczamy opracowanie metod ujawniania i określania aktywności enzymatycznej gleby. Szczególną uwagę poświęcał Hofmann zabiegom pozwalającym na odróżnienie działalności wolnych enzymów od aktualnej działalności biochemicznej żywych drobnoustrojów.

W ciągu ostatniego półwiecza enzymatyce gleb poświęcono bardzo wiele prac zmierzających do wyjaśnienia różnych aspektów biologii gleby. Zainteresowanie tymi kierunkami badań wykazują nie tylko biologowie, ale również rolnicy poszukujący mikrobiologicznych i biochemicznych wskaźników pomocnych w prognozowaniu. Mikroorganizmy wydzielają czynnie do środowiska-gleby bardzo dużo różnych enzymów, ale najważniejszymi w procesach przemian zachodzących w środowisku pól uprawnych są te, które biorą bezpośredni udział

w degradacji celulozy i innych składników komórek resztek roślinnych, oraz cykli przemian azotu, fosforu i siarki. Degradacja polimerów węglowodanowych, azotowych i innych wymaga wieloskładnikowych systemów enzymatycznych produkowanych przez różne grupy zespołu edafonu gleby. Każda komórka i każdy gatunek drobnoustrojów może w ten sposób zmieniać skład chemiczny i właściwości fizyczne własnej niszy ekologicznej [10,12]. Enzymy glebowe są naturalnymi mediatorami i katalizatorami wielu ważnym procesów glebowych, takich jak:

- rozkład uwalnianej do gleby podczas wegetacji roślin substancji organicznej;
- reakcje powstawania i rozkładu próchnicy glebowej;
- uwalnianie i udostępnianie roślinom substancji mineralnych;
- wiązanie azotu cząsteczkowego;
- detoksykacja ksenobiotyków;
- nityfikacja i denityfikacja [4,5,11,15].

Enzymologia glebowa, mimo niewątpliwych sukcesów i osiągnięć mierzonych nie tylko wielotysięczną bibliografią, napotyka na wiele trudności metodycznych. Z przeglądu prac wynika, że metody stosowane do badań enzymów glebowych powinny:

- zabezpieczać przed asymilacją powstających w glebie produktów reakcji enzymatycznych;
- chronić enzymy wydzielane do gleby przed inaktywacją;
- przeciwdziałać w czasie trwania doświadczenia uwalnianiu endoenzymów;
- uniemożliwiać w czasie trwania doświadczenia biosyntezę świeżych egzoenzymów [4,5,11]. Oznaczenie aktywności enzymów jest oparte na obniżeniu ilości substratu (na który działa wybrany enzym), lub ilościowego oznaczenia produktu reakcji enzymatycznej np. jonów amonowych, azotanowych, fosforowych w optymalnych warunkach temperatury, pH środowiska, stężenia substratów. Jest rzeczą oczywistą, że znaleźć metody, które by w pełni odpowiadały tym warunkom jest rzeczą trudną i jak dotąd nierozwiązaną.

W badaniach enzymatycznych gleby poszukuje się enzymów, których aktywność może służyć jako „wskaźnik żyzności gleby”, który obok analiz chemicznych pozwolił ocenić dostępność w glebie związków pokarmowych dla roślin. Liczne badania pokazały, że wiarygodną ocenę jakości gleby mogą dać badania aktywności szeregów enzymów, liczebności wybranych grup mikroorganizmów, zawartość form substancji organicznej (węglowej i azotowej), które pozwalają zarejestrować zmiany specyficznych zdolności kompleksu glebowego zachodzące pod wpływem systemu

upraw [2,13], nawożenia [6,8,14], warunków klimatycznych [1,7,19] wpływu czynników antropogenicznych – pestycydów i metali ciężkich [8,17,18].

Te możliwości zastosowania oznaczeń aktywności enzymów w środowisku gleby powodują że metody oznaczania enzymów glebowych cieszą się w wielu dziedzinach nauk rolniczych i przyrodniczych wzrastającym zainteresowaniem.

Niniejsze opracowanie jest próbą wyselekcjonowania najlepszych i dających powtarzalne wyniki metod oznaczania wybranych enzymów glebowych. Metody te zostały sprawdzone w trakcie wieloletniego stosowania przez autorów opracowania. Autorzy opracowania liczą na głosy dyskusyjne Czytelników, co pozwoli w przyszłości na przygotowanie pozycji doskonalszej i rozszerzonej o inne enzymy i część teoretyczną.

PIŚMIENNICTWO

1. **Ambroż Z.:** Temperatura jako ekologiczny czynnik regulujący produkcję exoproteaz a jej występowanie w uprawach. *Rosl. Vyroba*, 15, 443-448, 1969.
2. **Bandick A.K., Dick R.P.:** Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.*, 31, 1471-1479, 1999
3. **Chaziev F.Ch.:** Fermentativnaja aktivnost' pochv. Izd. Nauka, Moskva, 1976.
4. **Dick R.P.:** Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: Doran, J.W., Coleman D. C., Bezdicek D.F., Stewart B. A. (eds) *Defining soil quality for a sustainable environment*. 107-124, Soil Sci. Society of America Special Publication, No.35, Madison, 1994.
5. **Dick W.A., Tabatabai M.A.:** Activation of soil pyrophosphatase by metal ions. *Soil Biol Biochem.*, 15,59-363, 1983.
6. **Frankenberger W.T. jr., Dick W.A.:** Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47, 945-951, 1983.
7. **Garcia C., Hernandez T.:** Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosion. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 171-177, 1997.
8. **Gianfreda L., Bollag J.M.:** Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. [w] G.Stotzky, J.M. Bollag (eds.) *Soil Biochemistry*, 9, 123-193, Marcel Dekker Inc., New York, Basel, 1996.
9. **Gołębiewska D., Grzyb-Mikłowska J.:** Kompleksy humus-enzym. I. Aktywność enzymatyczna gleb w świetle właściwości kompleksów humus-enzym. *Post. Nauk Roln.*, 38, 105-116, 1991.
10. **Kaliszewska-Rokicka B.:** Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby. [w] H. Dahm, A. Pokojska-Burdziej (red.): *Drobnoustroje środowiska glebowego*. 37-47, Wyd. Adam Marszałek, Toruń, 2001.
11. **Kiss S., Dragan-Bularda M., Radulescu D.:** Biological significance of enzymes in soil. *Advances in Agronomy*, 27, 25-87, 1975.
12. **Kobus J.:** Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 421a, 209-219, 1995.
13. **Koper J., Piotrowska A., Siwik A.:** Wpływ zróżnicowanego nawożenia gleby na kształtowanie się jej aktywności enzymatycznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 467, 199-206, 1999.

14. **Koper J., Piotrowska A.:** Aktywność enzymatyczna gleby jako parametr jej żyzności wywołany systemem uprawy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, 127-134, 1999.
15. **Kucharski J.:** Relacje między aktywnością enzymów a żyznością gleby. In: W. Barabasz (red.): Drobnoustroje w środowisku występowanie, aktywność i znaczenie. 327-347, Akademia Rolnicza, Kraków, 1997.
16. **Kuprewicz W. F., Szczerbakow T. A.:** Poczwienną enzymologia. Nauka i Technika, Mińsk, 1966.
17. **Ladd J.N.:** Origin and range of enzymes in soil. [w] R.G. Burns (ed.): Soil enzymes, 51-96. Academic Press, London, New York, 1978.
18. **Nowak A.:** Oddziaływanie uboczne pestycydów na mikroflorę i niektóre właściwości biochemiczne gleby. Post. Mikrobiol., 22, 95-107, 1983.
19. **Pawluczuk Z.:** Wpływ uwilgotnienia i temperatury na enzymatyczną aktywność gleb. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, 145, Roln., 25, 19-30, 1988.
20. **Pietr S.J., Jabłońska B.:** The effect of action of herbicides on some chemical parameters and the enzymatic activity of soils. Pol. J. Soil. Sci., 20, 17-23, 1987.
21. **Skladany G.J., Metting F.B.:** Bioremediation of contaminated soil. In: Metting F. B. (ed): Soil Microbial Ecology, 483-513, Marcel Dekker, New York, 1993.
22. **Skujins J.:** Extracellular enzymes in soil. CRC Critical Reviews in Microbiology, 4, 383-421, 1976.
23. **Skujins J.:** History of abiotic soil enzyme research. In: Burns R. G. (ed): Soil Enzymes, 1-49, Academic Press, London, New York, and San Francisco, 1978.

THE SIGNIFICANCE OF STUDIES ON ENZYMES IN SOIL ENVIRONMENT

Stefan Russel

Department of Sciences of Soil Environment, Agricultural University in Warsaw
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: e.b.gorska@wp.pl

Abstract. Soil as a natural habitat is able to renew its resources necessary for the growth and vegetation of plants and other organisms. The role of microorganisms and their metabolites such as enzymes is among the most important in transformations of organic matter and in soil-forming processes, hence the importance and value of research of enzyme activity in the soil for knowledge of biology of soil and the processes connected to agrotechnics.

Key words: soil, soil enzymes, agrotechnics