

## WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA NA AKTYWNOŚĆ DEHYDROGENAZ W GLEBIE ORAZ ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO I AZOTU OGÓŁEM

*Jan Koper, Anetta Siwik-Ziomek*

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



### Wstęp

Biologiczne utlenianie organicznych związków odbywa się głównie w procesach odwodorowania. Znanych jest wiele dehydrogenaz, które wykazują wysoką specyficzność substratową. Zasadniczo proces dehydrogenacji można przedstawić następującym schematem:  $XH_2 + A \rightarrow X + AH_2$  gdzie  $XH_2$  jest organicznym związkiem (donor) a A jest akceptorem. Dehydrogenazy odgrywają znaczącą rolę w utlenianiu materii organicznej w glebie i przenoszeniu H z substratu na akceptory. W glebie występuje wiele różnorodnych specyficznych dehydrogenaz, ich aktywność jest ściśle związana z występowaniem mikroorganizmów, ponieważ uczestniczą w przekazywaniu dwu atomów wodoru na koczyny, takie jak  $NAD^+$ ,  $NADP^+$  lub FAD, które są pierwszymi akceptorami systemu transportu elektronów w procesie oddychania komórkowego [KIELISZEWSKA-ROKICKA 2001]. Dlatego też uważa się, że aktywność tych enzymów może świadczyć o średniej aktywności populacji mikroorganizmów w glebie [SKUJINS 1967].

Celem pracy było poznanie wpływu wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralno-organicznego gleby na zmiany aktywności dehydrogenaz na tle zawartości głównych składników materii organicznej.

### Materiał i metody

Doświadczenie, z którego zostały pobrane próbki glebowe do analiz zostało założone 1948 r. w RZD w Mochelku w woj. kujawsko-pomorskim, na glebie płowej typowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego. Zawartość części spławialnych w warstwie ornej wynosiło około 15%. Doświadczenie prowadzono jako jednoczynnikowe w układzie systematycznym w pięciu powtórzeniach. Obiekty doświadczenia to 12 następujących kombinacji zróżnicowanego nawożenia organo-mineralnego: 1. Bez nawożenia; 2. Słoma + NPK; 3. NPK + Ca; 4. NPK; 5. Obornik; 6. Obornik + PK; 7. Obornik + KN; 8. Obornik + KN + Mg; 9. Obornik + PN; 10. Obornik + PN + Mg; 11. Obornik + NPK; 12. Obornik +

NPK + Ca + Mg. W trakcie trwania rotacji uprawiano następujące rośliny: 1. burak cukrowy, 2. jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej, 3. koniczyna czerwona (2 pokosy), 4. rzepak ozimy, 5. pszenicę ozimą.

Próbki glebowe do analiz pobrano czterokrotnie (17.05, 09.06, 28.08, 21.09.2001 roku) w 53 roku trwania doświadczenia z warstwy 5–25 cm poziomu Ap, w trakcie uprawy koniczyny czerwonej. Z powodu suszy uzyskano na początku czerwca tylko jeden pokos koniczyny czerwonej. Następnie resztki roślinne zaorano i rozpoczęto uprawę pod następną roślinę – rzepak ozimy. Do nawożenia gleby stosowano następujące nawozy: saletra amonowa, superfosfat pojedynczy pylisty lub potrójny granulowany, sól potasowa – wysokoprocentowa, siarczan magnezu, wapno nawozowe węglanowe. Obornik był stosowany raz na pięć lat, zawsze pod rośliną okopową, wapnowanie stosowano przed uprawą buraka. Pod uprawę koniczyny czerwonej zastosowano następujące nawożenie: N – 30 kg – przed wiosennym ruszeniem wegetacji, P – 26,2 kg oraz K – 83 kg – przed orką zimową.

Aktywność dehydrogenaz (EC 1.1.1.-8.) w glebie oznaczono metodą wg THALMANNA [1968]. Pozostałe składniki pokarmowe dla roślin w badanej glebie oraz pH oznaczono metodami powszechnie stosowanymi [LITYŃSKI i in. 1976].

Analiza wariancji pozwoliła prześledzić istotność badanych cech pod wpływem sezonowych zmian w trakcie wegetacji roślin oraz nawożenia gleb. Do obliczeń wykorzystano program FR-ANALWAR na bazie Microsoft Excel. Wykonano także analizę korelacji prostej ( $p < 0,05$ ), która określiła stopień zależności pomiędzy badanymi cechami. Analizę korelacji wykonano w programie „Statistica for Windows”.

## Wyniki i dyskusja

Badana gleba wykazywała odczyn kwaśny i bardzo kwaśny (tab. 1). Średnia zawartość węgla organicznego mieściła się w przedziale 4,645–6,680 g·kg<sup>-1</sup> i zależała od stosowanego nawożenia. Najniższą zawartość tego składnika otrzymano w próbkach glebowych pobranych z obiektu, na którym nie stosowano nawożenia (obiekt 1). Niska zawartość węgla ogółem była także w próbkach glebowych pobranych z obiektów nawożonych tylko nawozami mineralnymi (obiekt 3 i 4). Zastosowanie połączonego nawożenia organicznego z pełnym nawożeniem mineralnym wywołało zwiększenie zawartości tego składnika w glebie o 24% w porównaniu do obiektu nawożonego tylko obornikiem. Zawartość azotu ogółem, podobnie jak C org. była najwyższa w próbkach glebowych pobranych z obiektu, które nawożono nawozami mineralnymi i obornikiem oraz wapnowano (obiekt 12, tab. 1). Najniższą zawartość N og. otrzymano w próbkach glebowych pobranych z obiektu nawożonego obornikiem + PK (obiekt 6). W próbkach glebowych pobranych z tego obiektu uzyskano także najwyższą wartość stosunku C : N, które wynosiło tam 12,7. Takie rozszerzenie wartości tego stosunku w porównaniu do gleby z obiektu z pełnym nawożeniem organiczno-mineralnym to skutek braku nawożenia jej azotem mineralnym.

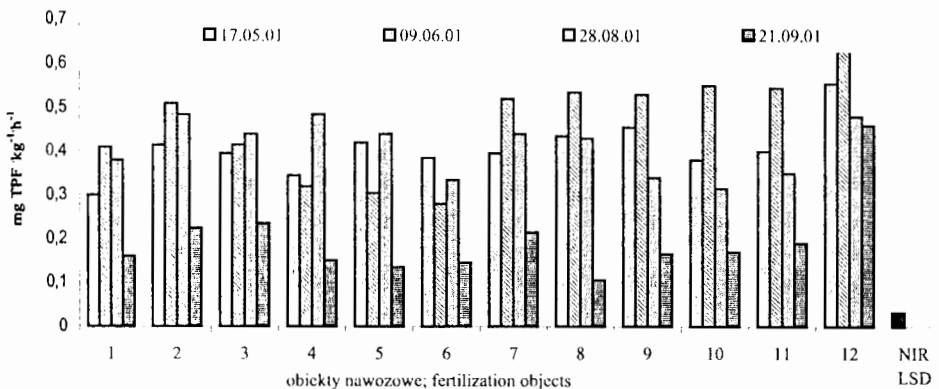
Aktywność dehydrogenaz glebowych (TPF – 2,3,5,-trifeniloformazan) w zależności od terminu pobierania próbek i zróżnicowanego nawożenia mieściła się w przedziale 0,105–0,630 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> (rys. 1). Termin pobierania próbek istotnie wpływał na aktywność tych enzymów. Istotnie najwyższą aktywność (średnio

dla wszystkich obiektów nawozowych  $0,479 \text{ mg TPF} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) otrzymano w próbkach glebowych pobranych w drugim terminie – po pokosie koniczyny czerwonej. Istotnie najniższą aktywność określono w próbkach glebowych pobranych w ostatnim terminie.

Tabela 1; Table 1

Zawartość węgla organicznego i azotu ogółem oraz pH w badanych próbkach glebowych  
The content of organic carbon, total nitrogen and pH in soil

Obiekty nawozowe Fertilization objects	Węgiel organiczny Organic carbon ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Azot ogółem Total nitrogen ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	C : N	pH <sub>KCl</sub>
1. Kontrola; Control	4,645	0,460	10,1	4,53
2. Słoma; Strow + NPK	4,735	0,425	11,1	3,71
3. NPK + Ca	4,905	0,420	11,7	4,12
4. NPK	4,895	0,435	11,3	3,67
5. Obornik; FYM	5,055	0,500	10,1	3,85
6. Ob. + PK; FYM + PK	4,950	0,390	12,7	4,04
7. Ob. + NK; FYM + NK	5,480	0,535	10,2	3,71
8. Ob. + NK + Mg; FYM + NK + Mg	5,525	0,465	11,9	3,78
9. Ob. + NP; FYM + NP	5,345	0,525	10,2	3,71
10. Ob. + NP + Mg; FYM + NP + Mg	5,375	0,495	10,9	3,90
11. Ob. + NPK; FYM + NPK	5,280	0,525	10,1	3,73
12. Ob. + NPK + Ca + Mg FYM + NPK + Ca + Mg	6,680	0,640	10,4	5,80
Średnia; Mean	5,239	0,485		
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,077	0,067		



1. Kontrola; Control

2. Słoma + NPK; Strow + NPK

3. NPK + Ca

4. NPK

5. Obornik; FYM

6. Obornik; FYM + PK

7. Obornik; FYM + KN

8. Obornik; FYM + KN + Mg

9. Obornik; FYM + PN

10. Obornik; FYM + PN + Mg

11. Obornik; FYM + NPK

12. Obornik; FYM + NPK + Ca + Mg

Rys. 1. Aktywność dehydrogenaz w próbkach glebowych w zależności od nawożenia i terminu pobierania próbek

Fig. 1. Dehydrogenase activity depending on the fertilization and the date of sampling

Duża dynamika aktywności dehydrogenaz potwierdza wcześniejsze badania [BALI-GAR i in. 1991]. Zazwyczaj najwyższą aktywność enzymów uzyskiwano wiosną, natomiast w okresie letnim obserwowano obniżenie a jesienią ponowny jej wzrost [KOPER i in. 1999]. Wysoką aktywność enzymatyczną gleby w okresie wiosennym można tłumaczyć optymalnymi temperaturami przy dostatecznym poziomie wilgotności gleby.

Stwierdzono istotny wpływ 53 lat zróżnicowanego nawożenia na aktywność dehydrogenaz. Niezależnie od terminu pobierania próbek glebowych zaobserwowano, że najwyższa aktywność tych enzymów była w próbkach glebowych pobranych z obiektów o pełnym nawożeniu organiczno-mineralnym (obiekt 12, rys. 1).

W próbkach glebowych pobranych w pierwszym terminie aktywność enzymów była najmniej zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 0,345 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> (obiekt 4) do 0,525 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> (obiekt 12). W próbkach glebowych pobranych w drugim terminie najniższą aktywność uzyskano w pochodzących z obiektu 6 (0,280 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>), niewiele wyższe oznaczono w próbkach pobranych z obiektów 5 i 4 gdzie wynosiły one odpowiednio: 0,305 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> i 0,320 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>. W próbkach glebowych pobranych w sierpniu najniższą aktywność dehydrogenaz otrzymano w glebie pobranej z obiektu nawożonego obornikiem + PN + Mg (0,315 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>) i obiektu 6 (0,335 mg TPF·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>).

Najwyższą różnicę pomiędzy aktywnością dehydrogenaz w próbkach glebowych pobranych z obiektu o pełnym nawożeniu organiczno-mineralnym a tymi, w których oznaczono jej najniższą aktywność, obliczono w próbkach pobranych w ostatnim terminie (71%). Najniższe zróżnicowanie stwierdzono w próbkach pobranych w pierwszym i trzecim terminie (34%). Przyczyną depresji aktywności enzymatycznej gleby może być silne zakwaszenie gleby [BIELIŃSKA, DOMŻAL 1997]. W przypadku naszych badań nie uzyskano jednak korelacji pomiędzy zawartością jonów H<sup>+</sup> a aktywnością dehydrogenaz. Prawdopodobnie wieloletnie nawożenie nie zawierające wszystkich składników powoduje wyczerpanie ich zasobów w glebie i nie zapewnia prawidłowego rozwoju mikroorganizmów. Wyniki z badań prowadzonych w Mochełku sugerują, że tylko pełne nawożenie organiczno-mineralne zapewnia aktywność dehydrogenaz na wyrównanym poziomie. Należy także zwrócić uwagę na wysoką aktywność dehydrogenaz w próbkach glebowych pobranych z obiektu nawożonego słomą (2). Potwierdzają to badania KUCHARSKIEGO i NIKLEWSKIEJ-LARSKIEJ [1992], w których po zastosowaniu słomy jako nawozu zwiększała się populacja mikroorganizmów i aktywność dehydrogenaz.

W badaniach uzyskano dodatnią korelację pomiędzy aktywnością dehydrogenaz a zawartością węgla ( $r = 0,34$ ) oraz zawartością azotu ( $r = 0,29$ ).

## Wnioski

1. Zawartość węgla organicznego i azotu ogółem istotnie zależały od zastosowanego nawożenia gleby, przy czym do największego nagromadzenia się materii organicznej dochodziło w przypadku zastosowania obornika z nawozami mineralnymi z uwzględnieniem Ca i Mg.
2. Aktywność dehydrogenaz ulegała istotnym zmianom w trakcie sezonu wegetacyjnego roślin oraz wykazywała zależność od zastosowanego nawoże-

- nia. Wieloletnie nawożenie organiczno-mineralne stymulowało aktywność dehydrogenaz w glebie płowej.
3. Uzyskanie dodatnich wyników korelacji pomiędzy aktywnością dehydrogenaz a zawartością węgla organicznego i azotu ogółem świadczy o powiązaniu tych parametrów, których zmiany wywołane zostały właściwościami chemicznymi gleby ustalonym przez długotrwałe, jednolite jej nawożenie.

## Literatura

- BALIGAR V.C., WRIGHT J., SMEDLEY M. 1991. *Enzyme activities in Appalachian soils: 4. Dehydrogenase*. Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 22: 1797–1804.
- BIELIŃSKA E.J., DOMŻAL H. 1997. *Wpływ zakwaszenie gleby użytkowanej sadowniczo na jej aktywność biochemiczną*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 497–502.
- KIELISZEWSKA-ROKICKA B. 2001. *Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby*, w: *Drobnoustroje środowiska glebowego, aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Dahm H., Pokojska-Budziej A. (Red.) Wyd. Adam Marszałek, Toruń: 37–55.
- KOPER J., PIOTROWSKA A., URBANOWSKI S. 1999. *Changes of soil enzymatic activity caused by a long-term organic-mineral fertilization during plant vegetation*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 495–505.
- KUCHARSKI J., NIKLEWSKA-LARSKA T. 1992. *Wpływ substancji organicznej i niektórych grup drobnoustrojów na liczebność i aktywność mikroorganizmów. III. Aktywność enzymów*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olsztyn, Agricultura 54: 33–41.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976. *Analiza chemiczno-rolnicza*. Wydaw. Nauk. PWN Warszawa: 129–133.
- SKUJINS J.J. 1967. *Soil enzymes in soil*, w: *Soil Biochemistry*. McLaren A.D., Peterson G.H. (Eds), Marcel Dekker, INC, New York 1: 371–414.
- THALMANN A. 1968. *Zur methodic derestimmung der Dehydrogenaseaktivität in ous soils of Galicia (NW Spain)*. Soil Biol. Biochem. 23(3): 209–215.

**Słowa kluczowe:** dehydrogenazy, gleba płowa, zróżnicowane nawożenie organiczno-mineralne

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na glebie płowej po 53 letnim zróżnicowanym nawożeniu organiczno-mineralnym. Zbadano zawartości węgla organicznego i azotu ogółem oraz aktywności dehydrogenaz w glebie po zróżnicowanym wieloletnim nawożeniu i poznano dynamikę tego enzymu w sezonie wegetacyjnym. W warunkach naszego doświadczenia wykazano, że jednoczesne stosowanie obornika z nawozami mineralnymi NPK oraz Ca i Mg zapewnia równowagę składników i wysoką aktywność enzymatyczną.

THE EFFECT OF LONG-TERM FERTILIZATION  
ON DEHYDROGENASE ACTIVITY  
AND THE CONTENT OF ORGANIC CARBON  
AND TOTAL NITROGEN IN SOIL

*Jan Koper, Anetta Siwik Ziomek*  
Department of Biochemistry,  
University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz

Key words: dehydrogenase, brown podzolic soil, different organic-mineral fertilization

Summary

The results of the study carried out on a brown podzolic soil after 53 years of application of differentiated organic-mineral fertilization were presented. The objective of the investigations was to assess the content of organic carbon and total nitrogen as well as seasonal changes of dehydrogenase activity in soil after fertilization. It was shown that under the experimental conditions with a parallel application of manure with NPK and Ca and Mg secured the equilibrium of the components and a high enzymatic activity.

Prof. dr hab. Jan **Koper**  
Katedra Biochemii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich  
ul. Bernardyńska 6  
85-029 BYDGOSZCZ  
e-mail: bioch@atr.bydgoszcz.pl