

JAN GLIŃSKI, ZOFIA STĘPNIEWSKA, ANNA KASIAK

ZMIANY AKTYWNOŚCI ENZYMATYCZNEJ GLEB W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEJ ZAWARTOŚCI TLENU I WILGOTNOŚCI

Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

WSTĘP

Aktywność biologiczna gleb określana przez aktywność enzymatyczną może być, zdaniem Hoffmana [8], miarą żyzności i produktywności gleby bardziej niż inne wskaźniki biologiczne, takie jak intensywność oddychania czy też określanie liczebności mikroorganizmów. Inne prace donoszą o zmianach aktywności enzymatycznej gleb w ciągu okresu wegetacyjnego [3], jak też pod wpływem innych czynników [10, 11].

Tate [13] stwierdził, że warunki anaerobowe, wywołane stałym lub okresowym zalewaniem gleb wodą, pociągały za sobą zmiany w metabolizmie węgla i wzmożenie rozwoju beztlenowców (względnych i bezwzględnych), które w pierwszej kolejności atakują aminokwasy i węglowodany. Określona w tych warunkach aktywność dehydrogenazowa obniżała się podczas pierwszych pięciu dni zalania wodą, a następnie stale wzrastała aż do momentu osuszania.

Fischer i współautorzy [4, 5] znaleźli w świeżo zalanych wodą glebach niższą aktywność dehydrogenazową niż w gruntach ornych, a poziom aktywności obniżał się w tych glebach wraz z głębokością profilu, lecz nie był skorelowany ze stężeniem składników odżywczych ani z zawartością substancji organicznej.

Russel i Kobus [12] stwierdzili dodatnią korelację między zawartością węgla i aktywnością dehydrogenazową. Cerna [1] podaje natomiast 2,5-krotny wzrost aktywności dehydrogenazowej oraz spadek konsumpcji tlenu w glebie przy przejściu do wilgotności odpowiadającej pełnej pojemności wodnej gleby.

Efremowa [3] wykazała prostą korelację między aktywnością katalazową a prędkością wydzielania CO_2 i stanem termicznym gleby, natomiast nie stwierdziła korelacji między potencjałem redoks panującym w glebie a sezonowymi zmianami aktywności biologicznej.

Badania D o r a n a [2] wykazują, że powierzchniowa (0—7 cm) warstwa gleby od dawna nie uprawianej odznacza się znacznie wyższą aktywnością dehydrogenazową i fosfatazową oraz zawartością wody, substancji organicznej, C i N niż gleba uprawiana. Na większych głębokościach różnice te nie wystąpiły.

Powiązania aktywności biologicznej z właściwościami fizycznymi gleby skłoniło nas do podjęcia w kontrolowanych warunkach badań laboratoryjnych, które miały wykazać wpływ dostępności tlenu w glebie (wyrażonej ODR) na zmiany w niej aktywności dehydrogenazowej i katalazowej.

MATERIAŁY I METODY

Dwie próbki gleb: brunatnej gliniastej i płowej piaszczystej (tab. 1), pobrane z warstwy próchnicznej, przesiano przez sito o oczkach równych 3 mm, a następnie umieszczono w naczyniach plastikowych z dnem perforowanym. Naczynia te ustawiono na płytach ssących w komorach inkubacyjnych. Po ustaleniu wilgotności odpowiadającej ciśnieniom ssącym 10, 50 i 100 hPa, gleby poddano inkubacji w warunkach zróżnic-

T a b e l a 1

Charakterystyka gleb - Soil characteristics

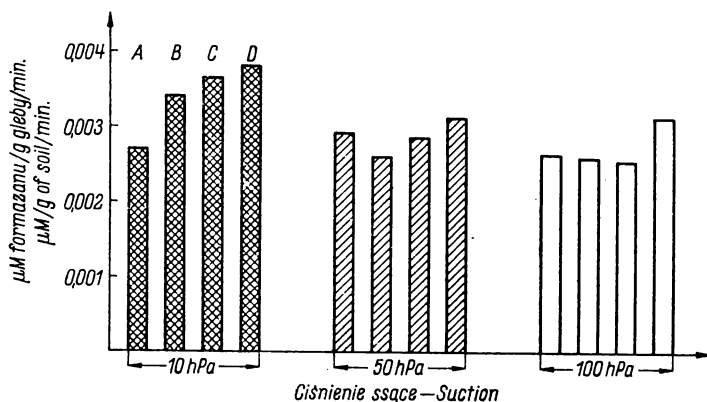
| Gleba Soil | Procentowa zawartość frakcji o wymiarach w mm Percentage of size fractions in mm | | | | Substancja organiczna Organic matter % | pH _{KCl} | Pojemność sorpcyjna C.E.C. me/100 g gleby Sorptions capacity me/100 g of soil |
|--|---|----------|------------|--------|---|-------------------|--|
| | 1-0,1 | 0,1-0,02 | 0,02-0,002 | <0,002 | | | |
| Płowa piaszczysta Grey brown podzolic sandy | 67 | 20 | 9 | 4 | 0,96 | 5,6 | 3,95 |
| Brunatna gliniasta Brown loamy | 46 | 23 | 18 | 13 | 1,74 | 6,8 | 8,68 |

wanego natleniania przy stałej temperaturze 20°C. Przez komory inkubacyjne przepuszczano w sposób ciągły mieszaninę gazu (sprężonego powietrza i azotu technicznego) zawierającą: 21, 14, 5 i 0,5% O₂. Szczegóły dotyczące konstrukcji komór inkubacyjnych i sposobu natleniania podano we wcześniejszej pracy [7]. Po upływie 8 dni zmierzono ODR i oznaczono aktywność dehydrogenazową z zastosowaniem chlorku 2, 3, 5-trójfenylo-tetrazolu [10] oraz katalazową — metodą manganometryczną [9]. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

WYNIKI

Uzyskane wyniki dotyczące zależności aktywności dehydrogenazowej od stanu natlenienia dwóch różnych gleb przy trzech wilgotnościach przedstawiono na rys. 1 i 2. Wskazują one na wyraźny wpływ wymienionych czynników na te zależności.

Poziom aktywności dehydrogenazowej był dwukrotnie wyższy w glebie piaszczystej niż w glebie gliniastej. Przy wilgotności gleb odpowiadającej



Rys. 1. Aktywność dehydrogenazowa w glebie piaszczystej inkubowanej przy różnej wilgotności i stężeniu tlenu

A — 21% O₂, B — 14% O₂, C — 5% O₂, D — 0,5% O₂

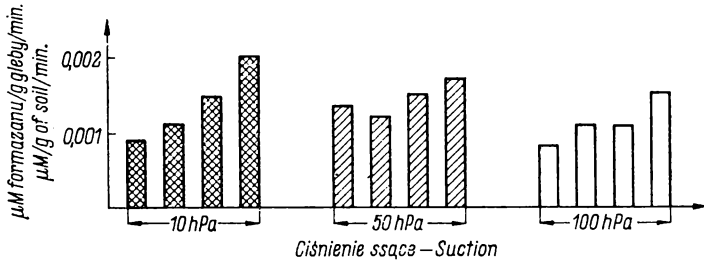
Dehydrogenase activity in sandy soil at a different moisture and oxygen content

A — 21% O₂, B — 14% O₂, C — 5% O₂, D — 0,5% O₂

ciśnieniu ssącemu równemu 10 hPa wystąpiła najwyższa aktywność dehydrogenazy. Zmniejszenie natlenienia powodowało przy tej wilgotności przyrost aktywności dehydrogenazowej w obu glebach. Aktywność przy stężeniu 0,5% O₂ wzrosła niemal o połowę w glebie piaszczystej i dwukrotnie w glebie gliniastej w porównaniu z tą aktywnością przy 21% O₂. Przy wilgotnościach odpowiadających ssaniu 50 i 100 hPa tendencja zmian aktywności dehydrogenazowej była podobna, lecz nie tak wyraźna.

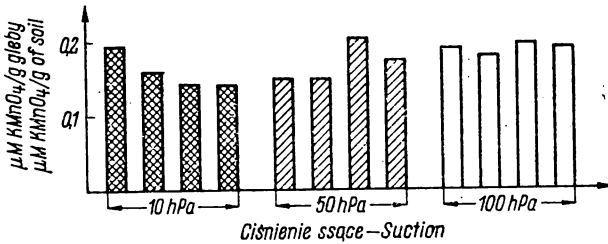
Natomiast aktywność katalazowa (rys. 3 i 4) wykazywała tendencje przeciwne niż dehydrogenazowa i była wyższa w glebie gliniastej niż w piaszczystej. Ponadto wzrastała ona wyraźnie przy mniejszych wilgotnościach i zmniejszającym się stężeniu tlenu w glebie piaszczystej. Tak więc gleby zawierające 21% O₂, przy ciśnieniu 10 hPa, wykazywały aktywność wyższą o około 25% w glebie gliniastej i o około 40% w glebie piaszczystej w porównaniu z glebami zawierającymi 0,5% O₂. Należy zaznaczyć brak określonych zależności aktywności katalazowej od stężenia tlenu przy niższej wilgotności gleby lekkiej (50 i 100 hPa).

Oznaczone wartości aktywności dehydrogenazowej i katalazowej pozostawały w prostoliniowej zależności ze zmierzonymi w tych warunkach wartościami ODR (rys. 3 i 4).



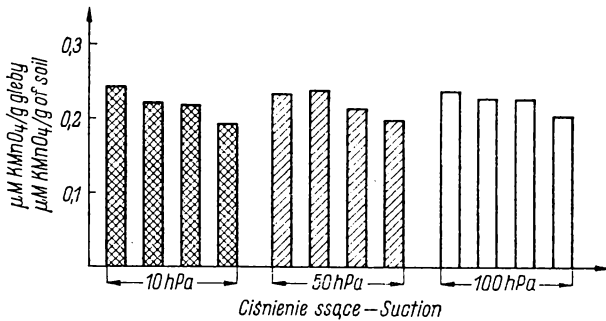
Rys. 2. Aktywność dehydrogenazowa w glebie gliniastej inkubowanej przy różnej wilgotności i stężeniu tlenu objaśnienia jak na rys. 1

Dehydrogenase activity in loamy soil at a different moisture and oxygen content explanations — as in Fig. 1



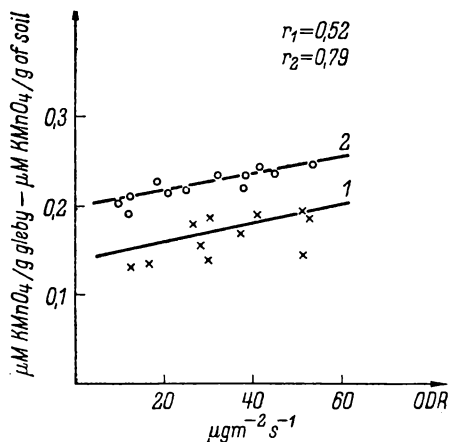
Rys. 3. Aktywność katalazowa w glebie piaszczystej inkubowanej przy różnej wilgotności i stężeniu tlenu objaśnienia jak na rys. 1

Catalase activity in sandy soil at a different moisture and oxygen content explanations — as in Fig. 1



Rys. 4. Aktywność katalazowa w glebie gliniastej inkubowanej przy różnej wilgotności i stężeniu tlenu objaśnienia jak na rys. 1

Catalase activity in loamy soil at a different moisture and oxygen content explanations — as in Fig. 1

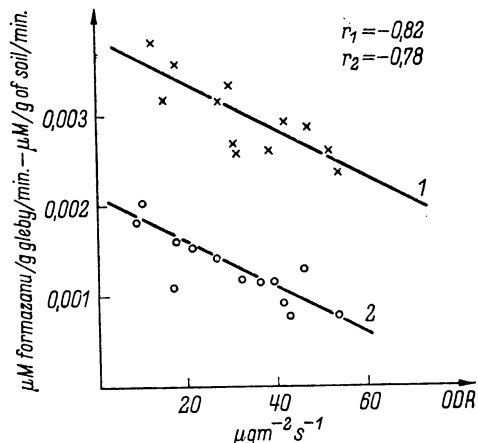


Rys. 5. Zależność między aktywnością dehydrogenazową a ODR

1 — gleba piaszczysta, 2 — gleba gliniasta

Relation between dehydrogenase activity and O.D.R.

1 sandy soil, 2 — loamy soil



Rys. 6. Zależność między aktywnością katalazową a ODR

objaśnienia jak w rys. 5

Relation between catalase activity and O.D.R.

explanations — as in Fig. 5

WNIOSKI

1. Poziom aktywności dehydrogenazowej i katalazowej jest odbiciem warunków tlenowych i wilgotnościowych w glebie, jak również zależy od gatunku gleby.

2. Stwierdzono wzrost aktywności dehydrogenazowej oraz spadek aktywności katalazowej w glebie wytworzonej z piasku i gliny, w miarę zmniejszającego się stężenia tlenu.

3. Największy wpływ stanu natlenienia na aktywność enzymatyczną gleb zaznaczył się przy stosunkowo dużej ich wilgotności (10 hPa).

4. Gleba gliniasta odznaczała się mniejszą aktywnością dehydrogenazową niż gleba piaszczysta. Odwrotną tendencję stwierdzono w przypadku katalazy.

5. Aktywności obu enzymów pozostawały w prostoliniowej zależności od ODR, przy czym dla katalazy była to zależność rosnąca, a dla dehydrogenazy — malejąca.

6. Zmiany w aktywności analizowanych enzymów były w zależności od natlenienia większe w glebie gliniastej niż w piaszczystej.

LITERATURA

- [1] Cerna S.: Relation between respiratory and dehydrogenase activity of soil. Acta Univ. Carolinae, Biol. 1978, 1/2, 1—10.
- [2] Doran J. W.: Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Am. J. 44, 1980, 765—771.

- [3] Efremova T. T.: Biochimizeskije i okislitelno-vostanovitelnyje procesy na osuszczennyh bolotach juga Krasnojarskogo kraje. Poczwowied. 1977, 9, 103—114.
- [4] Fischer W. R., Pfanneberg T., Schneider E.: Die analytische Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Unterwasserböden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 142, 1979, 1, 124—127.
- [5] Fischer W. R., Pfanneberg T.: Dehydrogenase activity in recent subaqueous soils. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 142, 1979, 3, 492—499.
- [6] Gawlik J., Malicki M., Stępniewski W.: The probleme of effective voltage control in measurement of O.D.R. in soil. Pol J. Soil Sci. 10, 1977, 9—16.
- [7] Gliński J., Dobrzański B., Łabuda S., Stępniewski W.: Oxygen conditions for the emergence of tomato seedlings in the soil. Pol. J. Soil Sci. 11, 1978, 81—88.
- [8] Hofmann E.: The origin and importance of enzymes in soil. Recent Progress in Microbiology 8, 1962, 216—220.
- [9] Johnson J. L., Temple K. L.: Some variables affecting the measurement of catalase activity. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28, 1964, 207—216.
- [10] Rose D. J.: Effects of storage on dehydrogenase activities of soils. Soil Biol. Biochem. 2, 1970, 55—61.
- [11] Rose D. J.: Some factors influencing the estimation of dehydrogenase activities of some soils under pasture. Soil Biol. Biochem. 3, 1970, 97—110.
- [12] Russel S., Kobus J.: Különböző talajok dehidrogenaz aktivitasa. Agrartodomanyi Kozlemenyek 33, 1974, 1, 16.
- [13] Tate R. L.: Effect of flooding on microbial activities in organic soils: carbon metabolism. Soil Sci. 128, 1979, 5, 267—273.

Я. ГЛИНСКИ, З. СТЕПНЕВСКА, А. КАСЯК

ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЗИМАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ОБОГАЩЕННОСТИ КИСЛОРОДОМ И НЕОДИНАКОВОЙ ВЛАЖНОСТИ

Агрофизический институт Польской академии наук в Люблине

Резюме

Для двух обрабатываемых почв с гранулометрическим составом глины и песка была определена энзиматическая активность дегидрогеназ и катализы в условиях влажности соответствующей сосущему давлению 10, 50 и 100 hPa. Почвы подвергали 8-дневному инкубированию в воздухе содержащем 21, 14, 5 и 0,5 % кислорода (O₂) при температуре 20° по Ц. В обеих почвах был констатирован рост активности дегидрогеназ и падение активности каталазы по мере уменьшения концентрации кислорода. Изменения в активности этих энзимов наиболее отчетливо проявились в условиях самой высокой влажности, эквивалентной сосущему давлению 10 hPa, они были менее отчетливы при 50 hPa и почти полностью исчезали при 100 hPa. В легкой почве не обнаружено существенных различий в активности каталазы при 50 hPa и 100 hPa. Изменения активности обнаруживали явную связь с величиной значений O.D.R. (Oxygen Diffusion Rate).

J. GLIŃSKI, Z. STĘPNIEWSKA, A. KASIAK

CHANGES OF AN ENZYMATIC ACTIVITY IN SOILS WITH RESPECT TO
THEIR WATER CONTENT AND OXYGEN STATUS

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Lublin

Summary

The enzymatic activity of dehydrogenase and catalase was determined in two different kinds of soil, one of sandy texture, the other loamy. The moisture in three levels of soil, corresponds to the suction which is equal to 10, 50 and 100 hPa. These were subjected to 8 days of incubation in the atmosphere containing 21, 14, 5 and 0,5% O₂ at 20°C. In the two soils the increase in dehydrogenase activity and the decrease of catalase, while the oxygen content diminishes was found. The changes of the activity of these enzymes proved to be very intensive as the moisture content reached its highest in soil suction 10 hPa, they were less distinct at 50 hPa, and at 100 hPa there was a very slight difference. In light textured soil there was no significant differences in catalase activity at 50 and 100 hPa. The changes of enzyme activity were closely connected to the O.D.R. values.

Prof. dr Jan Gliński
Zakład Agrofizyki PAN
Lublin, ul. Krakowskie Przedmieście 39

