

PIOTR KOWALIK

## WSTĘPNE WYNIKI POMIARÓW NATLENIEŃ GLEB

Katedra Gruntoznawstwa Politechniki Gdańskiej

## PRZEDMIOT BADAŃ

Gleby źle przewietrzane są niekorzystnym środowiskiem dla rozwoju roślin, a tym samym nie mogą być wysoko produktywne. Dlatego ustalenie wskaźników charakteryzujących stopień natlenienia gleb jest jak najbardziej aktualne. Wskaźniki te mogłyby również służyć do oceny skuteczności zabiegów melioracyjnych i agrotechnicznych, podejmowanych w celu poprawienia aeracji, szczególnie gleb ciężkich.

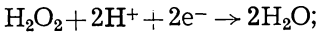
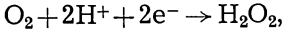
Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wstępnych wyników pomiarów natlenienia kilku wybranych gleb.

## METODA POMIARÓW

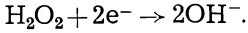
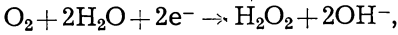
Zasada pomiarów opiera się, mówiąc ogólnie, na wynikach analizy procesu przyswajania tlenu przez korzenie i mikroorganizmy aerobowe ze środowiska glebowego. Przy pobieraniu tlenu bezpośrednio w otoczeniu korzeni lub mikroorganizmów powstaje gradient koncentracji tlenu. Gradient ten wywołuje dyfuzyjny przepływ tlenu przez glebę ku pobierającym go jednostkom. Nie mogą one przyswoić z otoczenia więcej tlenu niż do nich dopływa w wyniku przepływu dyfuzyjnego.

Pomiary dotyczą potencjalnego maksymalnego dopływu tlenu z gleby do organizmów roślinnych lub do mikroorganizmów. W tym celu do gleby wprowadza się drucik platynowy, tzw. mikroelektrodę platynową polarografu, na której w wyniku przyłożonego potencjału elektrycznego 0,8 V następuje redukcja cząstek tlenu w myśl reakcji [1]:

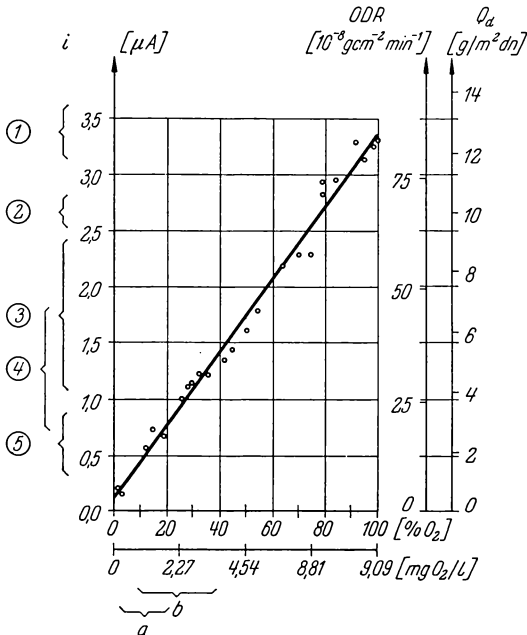
— w ośrodku kwaśnym:



— w środowisku obojętnym lub alkalicznym:



Wskutek tych reakcji na powierzchni platynowej katody koncentracja elektrycznie obojętnych cząstek tlenu spada do zera. W związku z tym tlen dyfunduje z otaczającego roztworu glebowego ku elektrodzie. Powstaje pewien gradient stężenia tlenu w otoczeniu elektrody i strumień tlenu dyfundującego stabilizuje się. W rezultacie w elektrodzie powstaje prąd, którego natężenie jest mniej więcej wprost proporcjonalne do wydatku dyfuzyjnego przepływu tlenu w glebie, czyli do wartości wskaźni-



Rys. 1. Wyniki pomiarów

1 — gleba bielocowa gliniasto-piaszczysta, 2 — gleba murszowa na wapnie łąkowym, 3 — gleba glejowa pobagienna piaszczysta luźna, 4 — mada brunatna pylasta, 5 — gleba mułowo-bagienna; natlenienie: a — wód gruntowych w torfie niskim w miejscowości Nacinne, b — wód z gleby mułowo-torfowej z doliny rzeki Cny [10]

Fig. 1. Measurement results

1 — loamy sandy podzolic soil, 2 — muck on meadow lime, 3 — postbog loose sandy gley, 4 — brown silty alluvial soil, 5 — boggy silty soil; oxidation: a — of ground water in low peat in the locality of Nacinne, b — of water in boggy silty soil in the Cna river valley [10]

Tabela 1

Gleba biellicowa pseudoglejowa gliniasto-piaszczysta  
 Miejscowość Otlowo, pow. Kwidziń. Pole orne  
 Pseudogley loamy sandy podzolic soil  
 Otlowo, Kwidziń county. Arable field

Poziom genetyczny Genetic horizon	Mięgkość w cm Thickness in cm	Charakterystyka morfologiczna Morphological features	i μA	ODR ·10 <sup>-8</sup> gcm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>
A <sub>1</sub>	0-4	brunatno-szary piasek gliniasty mocny wyraźnie gruzełkowaty i próchniczny, w intensywniej uprawie, świeży; brown-grey heavy loamy sand, with distinct crumble structure and humus content, fresh, intensively cultivated;	3,66	93
A <sub>1</sub>	4-30	szaro-brunatny piasek gliniasty mocny, gruzełkowaty, świeży, warstwa orna próchniczna; greyish-brown heavy loamy sand, with crumble structure, fresh, humus content in cultivated layer;	3,60	91,5
A <sub>2</sub> /G/	30-40	centkowany brunatny i sino-szary piasek gliniasty mocny, słabo zwięzły, świeży; spotted brown and bluish-grey heavy loamy sand, weakly compact, fresh;	3,30	84
B <sub>1</sub>	40-50	brunatna z marmurkowatym słabym oglejeniem /szare wybielenia poglejowe/ glina lekka, średnio zwięzła, świeża; brown light loam with weak marbled gleization/grey postglej bleedings/, medium compact, fresh.	3,15	80

ka ODR (Oxygen Diffusion Rate). Prąd mierzy się najwcześniej po upływie 2 minut od chwili podłączenia napięcia 0,8 V do elektrody platynowej. Spotyka się też prace, w których stosowano np. napięcie 0,65 V i czas stabilizacji strumienia dyfuzyjnego 5 min, napięcie 0,75 V i czas 4 min oraz inne.

Analizator polarograficzny użyty do badań wykonany został w Zakładzie Miernictwa Elektrycznego Politechniki Gdańskiej. Zastosowano elektrodę platynową wielokrotną projektu doc. dr I. Zwierzykowskiej. Dokładniejsze dane o pracy tego typu aparatu podaje m.in. Świącicki [9].

Przyrząd pomiarowy był wyskalowany we wzorcowym roztworze wodnym o zmieniającym stopniowo nasyceniu tlenem. Liniję podającą

zależność między stężeniem tlenu w roztworze a natężeniem prądu przy mikroelektrodzie platynowej przedstawiono na rys. 1. Widać na nim wyraźnie wprost proporcjonalną zależność między prądem dyfuzyjnym  $i$  a stężeniem tlenu w wodzie, wyrażonym tu w procentach nasycenia wody tlenem.

Prostej wykreślonej na rys. 1 odpowiada równanie:

$$i = 0,0323 C + 0,125,$$

gdzie:  $i$  wyrażone jest w mikroamperach, a  $C$  — w procentach.

Można również po dokonaniu odpowiednich przeliczeń uzyskać zależność:

$$\text{ODR} = 0,254 \cdot i \text{ gcm}^{-2}\text{min}^{-1},$$

gdzie  $i$  wyrażono w mikroamperach. Ostatni wzór jest słuszny jedynie dla używanego w badaniach aparatu pomiarowego.

Wspomnieć tu można o pewnym marginesowym i paradoksalnym na pierwszy rzut oka zjawisku, że przy  $C$  równym 0% prąd w elektrodzie

T a b e l a 2

Gleba murszowa podścielona wapnem łąkowym.  
Miejscowość Czarne Dolne, pow. Kwidziń. Teren w przeszłości silnie podmokły, obecnie  
zmeliorowany rowami otwartymi  
Muck underlain by meadow lime  
Czarne Dolne, Kwidziń county. The area was very wet in the past,  
at present reclaimed by means of open ditches

Foziom genetyczny Genetic horizon	Mięszczość w cm Thickness in cm	Charakterystyka morfologiczna Morphological features	$i$ $\mu\text{A}$	ODR $\cdot 10^{-8} \text{ gcm}^{-2}\text{min}^{-1}$
$A_0A_1$	0-30	czarny mursz gęsto przetkany darnią, pulchny, wyraźnie i trwale gruzełkowaty, świeży; black muck, with numerous sod inclusions, friable, with distinct permanent crumble structure, fresh;	2,55	65
C	30-50	biało-płowe twarde plastyczne; w agregatach gruzełkowatych i kaszkowatych wapno łąkowe, wybitnie pulchne po lekkim przeschnięciu; Zwierciadło wody gruntowej poza zasięgiem badania, gleba wyraźnie odwodniona, wilgotna; yellowish-white, hard, plastic meadow lime, in clotty and grainy aggregates, very friable after slight drying; Ground water level behind investigation range, soil distinctly dewatered, moist.	2,80	71

T a b e l a 3

Gleba glejowa pobaglenna piaszczysta luźna  
Miejscowość Czarne Dolne, pow. Kwidzyn. Lekkie wyniesienie wśród gleb mułowo-murszowych  
i torfowych. Gleba o słabo wykształconym profilu.

Loose sandy postbog gley soil

Czarne Dolne, Kwidzyn county. Slight elevation among silted muc and peat soils.

Weakly formed soil profile

Poziom genetyczny Genetic horizon	Mięszość w cm Thickness in cm	Charakterystyka morfologiczna Morphological features	$i$ $\mu A$	ODR $\cdot 10^{-8}$ $gcm^{-2}min^{-1}$
A <sub>1</sub>	0-20	piłowo-szaro-popielaty piasek próchniczny luźny, wilgotny i pulchny; loose yellowish-grey sand, with humus content, friable, fresh;	2,40	61
A <sub>2G</sub>	20-35	szaro-siwo-białawy i piłowo-zielonkawo-białawy piasek luźny, wilgotny; greyish-bluish-white and yellowish-greyish-white loose sand, moist;	1,70	43
CG	35-120	białawy z zielonkawymi plamami glejowymi piasek luźny, silnie zagęszczony i dość zwięzły, wilgotny; loose whitish sand, with greenish gley spots, very compressed and rather compact, fresh.	1,10	28

będzie płynąć i wyniesie 0,125  $\mu A$  (por. rys. 1). Spowodowane jest to przepływem tzw. prądów migracyjnych i pojemnościowych, występujących na mikroelektrodzie platynowej obok prądu dyfuzyjnego. Występowanie takiego „residualnego” prądu przy C równym 0% stwierdzili również Lemon i Erickson [3], ale np. Birkle i współpracownicy [1] uzyskał dla C równego 0% prąd  $i$  równy zeru. Przypuszczać można, że dla niektórych gleb prądy residualne mogą zakłócać prawidłowy tok pomiarów analizowaną tu metodą mikroelektrody platynowej. Stwierdzić to można przez odpowiednie skalowanie elektrody w wodnych roztworach wyodrębnionych z badanych gleb (np. murszowych czy torfowych).

#### WYNIKI POMIARÓW I ICH INTERPRETACJA

Pomiary wykonane były jesienią 1967 r. na glebach woj. gdańskiego w określonych poziomach profilów glebowych (tab. 1—5, rys. 1 i 2). Przytoczone w nich wyniki mają charakter wstępny, przydatne są jednak do sprawdzenia omawianej metody pomiarów ODR.

Wykres na rys. 1 umożliwia porównanie warunków istniejących w badanych glebach z warunkami panującymi w wodach o różnym stopniu nasycenia tlenem. Dla przykładu, w wodzie o nasyceniu 30% (ODR ok.  $25 \cdot 10^{-8} \text{ gcm}^{-2}\text{min}^{-1}$ ) lub niższym powstają warunki ekologiczne uniemożliwiające życie ryb. Według Tomaszewskiego [10] woda gruntowa w glebie mułowo-torfowej z doliny rzeki Cny zawierała 0,9—3,7 mg/l tlenu, a z torfu nizinnego z miejscowości Nacinne — 0,4—1,9 mg/l (por. rys. 1). Można to przeliczyć na stosowane tu jednostki i okazuje się, że

T a b e l a 4

Mada żuławska brunatna pylasta.  
Miejscowość Gniazdowo, pow. Nowy Dwór Gdański.  
Międzywale Wisły, poziom wody gruntowej poniżej 150 cm.  
Brown marshy silty alluvial soil.  
Gniazdowo, Nowy Dwór Gdański county  
Unembanked area of Wistula valley, ground water level below 150 cm.

Poziom genetyczny Genetic horizon	Miąszość w cm Thickness in cm	Charakterystyka morfologiczna Morphological features	i μA	ODR $\cdot 10^{-8} \text{ gcm}^{-2}\text{min}^{-1}$
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	0-10	brunatno-czarny pył ilasty przeškany darnią; brownish-black clayey silt, with sod inclusions;	1,60	40,5
A <sub>1</sub>	10-30	szaro-brunatny pył zwykły, wilgotny; greyish-brown common silt, fresh;	1,80	46
B <sub>1</sub> /G/	30-55	brunatnawy pył zwykły wilgotny, z rdzawymi naciekami żelazistymi i marmurkowatym fragmentarycznym oglejeniem; common brownish moist silt, with rusty ferruginous incrustations and fragmentary marbled gleization;	1,28	32,5
B <sub>2</sub> C	55-120	płowy piasek luźny z rdzawymi smugami, wilgotny; yellowish loose sand, with rusty streaks, fresh;	1,28	32,5
C/G/	120-180	biało-płowy piasek luźny dołem przewarstwiony oglejonymi warstewkami pyłu ilastego, wilgotny; Pomiary jedynie w piasku; yellowish-white loose sand, with gleized interlayers of clayey silt in lower horizons; With the measurements only sand was comprised.	0,66	17

T a b e l a 5

Gleba mułowo-bagienna /głta pyłowo-ilasta/.  
 Miejscowość Nowe Dolno, pow. Elbląg. Okolice Jeziora Drużno  
 Boggy slimy soil /silty clayey gyttia/  
 Nowe Dolno, Elbląg county. The Drużno lake region.

Poziom genetyczny Genetic horizon	Próbki gleby pobrane z głębokości Soil samples taken from the depth:	Charakterystyka morfologiczna Morphological features	i μA	ODR ·10 <sup>-8</sup> gcm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>
CG	45 cm	sino-zielonkawa gytia pylasto-ilasta, miękko-plastyczna, całkowicie oglejona.	0,78	20
	80 cm	Woda gruntowa na głębokości 20-100 cm	0,83	21
	130 cm	/zmiennie/; bluish-greenish silty clayey soft	0,60	15
	185 cm	plastic gyttia, completely gleizated. Ground water level 20-100 cm /changeable/.	0,36	9
<p>Uwaga: wyniki prawdopodobnie za wysokie z powodu pomiarów w próbkach wydobytych na powierzchnię, a nie bezpośrednio w profilu glebowym.</p> <p>Remark: The results are probably overestimated due to the fact that the measurements were carried out on the soil samples brought up to the surface, and not immediately in the soil profile.</p>				

dla pierwszej gleby nasycenie tlenu wynosi przy 20°C od 10 do 40%, co odpowiada prądowi dyfuzyjnemu od 0,45 do 1,41 mikroampera. Po przeliczeniu tych wartości na ODR otrzymujemy: 11·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup> do 35·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>. Dla drugiej gleby (torfowej) nasycenie tlenu wynosi od 4,5 do 21%, co odpowiada prądowi dyfuzyjnemu od 0,27 do 0,90 mikroampera, a ODR równa się 7 do 22,5·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>.

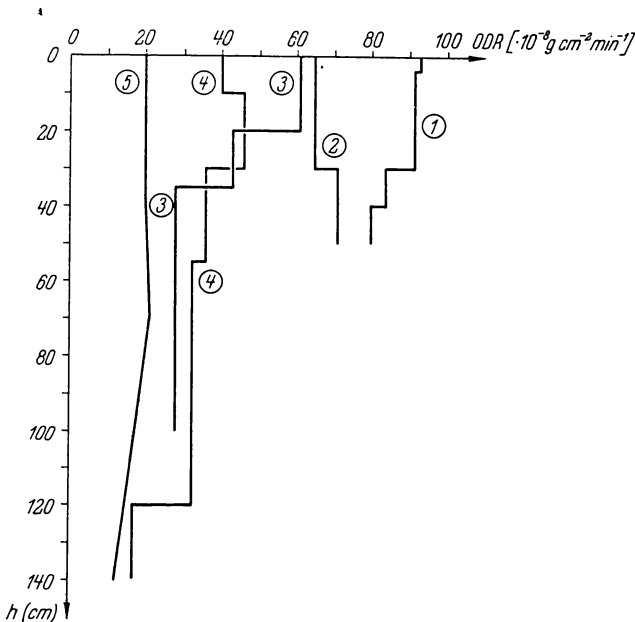
W dziedzinie oceny wpływu wartości ODR w różnych glebach na wzrost i plonowanie roślin oraz selekcję zbiorowisk roślinnych badacze są zgodni w wielu punktach. Na przykład ustalono, że krytyczna wartość ODR dla zatrzymania wzrostu korzeni roślin wynosi poniżej 20·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup> [4, 5, 8]. Wydatek dyfuzji między 20 a 30·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup> opóźnia wzrost korzeni. Zależność tę stwierdzono dla kilku gatunków traw, buraków cukrowych i zbóż. Erickson i Van Doren [2] podają, że spadek ODR w glebie do ok. 30·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>, wywołany dłuższymi opadami atmosferycznymi, spowodował spadek plonu buraków cukrowych o 50%. Stwierdzono też, że optymalne wielkości ODR dla niektórych traw wynoszą ok. 40·10<sup>-8</sup> gcm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>. Ponadto ustalono, że przy ODR niższym niż 30—40·10<sup>-8</sup> zmniejsza się wyraźnie przyswajanie składników pokarmowych przez rośliny, co w następstwie

odbija się na efektywności nawożenia mineralnego. Mamy więc w warunkach złej areacji niewielką reakcję roślin na nawożenie mineralne.

Wiegand i Lemon [11] oznaczyli dla niektórych glin ODR w zakresie od 18 do 30, a dla niektórych piasków gliniastych od 65 do  $100 \cdot 10^{-8} \text{ g cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ . W bagiennych glebach Szkocji Poel [7] stwierdził ODR od 5 do  $25 \cdot 10^{-8} \text{ g cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ . W moich badaniach ODR dla różnych gleb waha się w granicach od 9 do  $93 \cdot 10^{-8} \text{ g cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ , a pomierzone wartości ODR zmieniają się stopniowo od wartości wysokich do niskich według następującej kolejności: gleba bielkowa pseudoglejowa > murszowa na wapnie łąkowym > glejowa pobagienna piaszczysta luźna > głębsze partie mady średniej zbrunatniałej > gleba mułowo-bagienna pochodzenia pojeziorowego (por. tab. 1—5 i rys. 1 i 2).

### WNIOSKI

Po pokonaniu trudności metodycznych przedstawiony sposób pomiarów natlenienia gleb może znaleźć szersze praktyczne zastosowanie w dzie-



Rys. 2. Wartości ODR w badanych profilach glebowych na różnych głębokościach 1 — gleba bielkowa gliniasto-piaszczysta, 2 — gleba murszowa na wapnie łąkowym, 3 — gleba glejowa pobagienna piaszczysta luźna, 4 — mada brunatna pylasta, 5 — gleba mułowo-bagienna (por. opisy profilów w tab. 1—5)

Fig. 2. ODR values at different depths of the soil profiles investigated 1 — loamy sandy podzolic soil, 2 — muck on meadow lime, 3 — postbog loose sandy gley, 4 — brown silty alluvial soil, 5 — boggy slimy soil (cf. description of soil profiles in Tables 1—5)



дзінне бадань глебознавчо-меліорacyjnych, np. w przyrodniczej klasyfikacji i regionalizacji gleb dla tych celów.

Istnieją także możliwości zastosowania tej metody w dziedzinie ekologii roślin oraz w niektórych zagadnieniach agrotechnicznych, np. do oceny wpływu melioracji wodnych, wapnowania, uprawy mechanicznej i nawożenia na regulację natlenienia gleby.

#### LITERATURA

- [1] Birkle D. E. i współpracownicy: *Hilgardia*, t. 35, nr 20, 1964, s. 555.
- [2] Erickson A. E., Van Doren D. M.: 7th International Congress of Soil Science, t. 3, 1960, s. 428.
- [3] Lemon E. R., Erickson A. E.: *Soil Sci.*, 79 (5), 1955, s. 383.
- [4] Lotey J., Stolzy L. H., Blank G. B.: *Agron. Jour.*, 54, 1962, s. 34.
- [5] Letey J. i współpracownicy: *Agron. Jour.*, 54, 1962, s. 316.
- [6] Letey J. i współpracownicy: *Plant and Soil*, 20 (2), 1964, s. 143.
- [7] Poel L. W.: *Jour Ecol.*, 1960, 48 (2), s. 733.
- [8] Stolzy L. H. i współpracownicy: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25 (6), 1961, s. 463.
- [9] Świącicki C.: *Roczn. Glebozn.*, t. 17, 1967, s. 157.
- [10] Tomaszewski J.: *Nauka o glebie*. PWRiL, Warszawa 1964.
- [11] Wiegand C. L., Lemon E. R.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 22 (3), 1958, s. 216.

П. КОВАЛИК

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВ КИСЛОРОДОМ

Кафедра Грунтоводства Гданьской Политехники

#### Резюме

Измерение насыщенности кислородом нескольких почв проводилось по методу платинового микроэлектрода. В качестве показателя кислородного насыщения пользовались величинами диффузии кислорода в почве; обозначали его символом ODR (Oxygen Diffusion Rate) в единицах  $\text{гсм}^{-2}\text{мин}^{-1}$ . Показатель кислородного насыщения (ODR) для исследованных почв варьировал в пределах от  $9 \cdot 10^{-8}$  до  $93 \cdot 10^{-8} \text{ гсм}^{-2}\text{мин}^{-1}$  и уменьшался в следующем порядке: подзолистая почва псевдоглеевая > муршевая на луговой извести > глеевая болотного происхождения песчаная рыхлая > более глубокие горизонты побуревшей пылевидной мады > почва илисто-болотная озерного происхождения.

P. KOWALIK

## PRELIMINARY RESULTS OF SOIL OXIDATION MEASUREMENTS

Department of Soil Science Technical College in Gdańsk

## Summary

The soil oxidation measurements were conducted using the method of platinum microelectrode. As an oxidation index the oxygen diffusion rate was used, marked with the symbol ODR (Oxygen Diffusion Rate), in  $\text{gcm}^{-2}\text{min}^{-1}$ . The oxidation index (ODR) for the soils investigated fluctuated within the limits of  $9 \cdot 10^{-8}$  —  $93 \cdot 10^{-8} \text{gcm}^{-2}\text{min}^{-1}$ , diminishing in the following succession: podzolic pseudogley soil > muck on meadow lime > postbog loose sandy gley > deeper horizons of brown silty alluvial soil > boggy slimy soil of lacustrine origin.

*Wpłynęło do redakcji w maju 1968 r.*