

OCENA I KARTOGRAFICZNA PREZENTACJA WRAŻLIWOŚCI GLEB ORNYCH NA HYDROOKSYGENICZNA DEGRADACJĘ

Janusz OSTROWSKI¹⁾, Cezary SŁAWIŃSKI²⁾, Ryszard WALCZAK²⁾

¹⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Studiów Regionalnych Rozwoju Obszarów Wiejskich

²⁾ Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie

Słowa kluczowe: gleby mineralne, hydrooksygeniczna degradacja, procesy oksydoredukcyjne, przewodnictwo wodne

Streszczenie

W pracy omówiono uwarunkowania degradacji gleb mineralnych spowodowane czynnikiem wodnym i przedstawiono możliwość ich sparometryzowania. Na podstawie współzależności między zapelnieniem wodą porów grawitacyjnych, a stanem natlenienia gleby postawiono tezę, że zależy on od odporności oksydoredukcyjnej i zdolności samonatlenienia się gleb przez odpływ z jej profilu wody grawitacyjnej. Stosunek czasu wyrażającego odporność gleb na redukcję (t_{300}) do czasu samonatlenienia się gleby zdefiniowano jako wskaźnik potencjalnej wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację.

WSTĘP

Retencja i cyrkulacja wody w glebie to czynniki, od których zależy zaspokojenie zapotrzebowania na wodę roślin i zaopatrzenie ich systemów korzeniowych w molekularny tlen. Zatem od kształtowania stosunków powietrzno-wodnych zależy przebieg procesów bio-fizyko-chemicznych w glebie.

Faza ciekła (woda) i faza gazowa (tlen) w glebie tworzą układ o charakterze antagonistycznym, destabilizującym homeostazę glebową. Nadmiar tlenu (w warunkach niedoboru wody), przez stymulację procesów utleniania, sprzyja degrada-

Adres do korespondencji: prof. dr hab. J. Ostrowski, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, 05-090 Raszyn; tel.+48 (22) 720-05-31 w. 102, e-mail: j.ostrowski@imuz.edu.pl

cji komponentu organicznego, natomiast nadmiar wody (w warunkach niedoboru tlenu) prowadzi do trwałej degradacji związków mineralnych, powodowanej rozwojem procesów redukcyjnych. Tak więc można powiedzieć, że dynamika zasobów wody w glebie wyznacza kierunek i charakter przebiegających w niej procesów oksydoredukcyjnych.

Takie ujęcie roli wody i tlenu w uwarunkowaniu rozwoju roślin i zachowaniu określonych cech gleby wyznacza nowy etap holistycznego podejścia do rozumienia i kształtowania warunków powietrzno-wodnych w glebach. Ukierunkowuje ono badania zmierzające do określenia zasad sterowania tymi warunkami przez działania technologiczne, do których przede wszystkim należy zaliczyć melioracje wodne. Powinny one służyć nie tylko tworzeniu korzystnych warunków dla rozwoju roślin uprawnych lub stabilizacji naturalnych ekosystemów, lecz także przyczynić się do ochrony gleb przed degradacją spowodowaną niedoborem lub nadmiarem tlenu.

Celem pracy jest zaprezentowanie wyników badań nad związkami między dynamiką natlenienia i uwilgotnienia gleb mineralnych i propozycja sparametryzowania warunków hydrooksygenicznej degradacji gleb wywołanej ich niedotlenieniem z powodu pełnego wysycenia wodą porów glebowych.

PARAMETRYZACJA GOSPODARKI TLENOWEJ GLEB MODYFIKOWANEJ CZYNNIKIEM WODNYM

Cyrkulacja tlenu w glebie oraz jego dostępność dla roślin i zachodzących w niej procesów mikrobiologicznych, zależy od dynamiki ruchu wody i nasycenia nią profilu gleby. Z jednej strony woda jest niezbędna jako bezpośrednie źródło tlenu molekularnego dostępnego dla roślin i mikroorganizmów, z drugiej – jej nadmiar ogranicza przenikanie tlenu atmosferycznego w głąb profilu gleby, skazując bioców tego składnika na korzystanie z zapasów które są zgromadzone w roztworze glebowym. Po wyczerpaniu tych zapasów, w warunkach pełnego nasycenia wodą profilu, korzenie roślin obumierają, a część mikroorganizmów sięga po tlen związany w mineralnej części gleby, pozyskując go w wyniku redukcji odpowiednich związków chemicznych. Procesy redukcyjne powodujące rozkład związków mineralnych doprowadzają do degradacji chemicznej gleb oraz zmian ich oblicza morfologicznego.

W wyniku kompleksowych badań tych zmian, zwłaszcza wywołanych redukcją związków żelaza, stworzono system parametryzacji jakościowej umożliwiającej identyfikację i waloryzację gospodarki tlenowej gleb ze wskazaniem, w warunkach ekstremalnych, na potrzebę jej regulacji przez zabiegi melioracyjne [OSTROWSKI, 1976].

Rozwój badań nad procesami chemicznej redukcji związków mineralnych zachodzącymi w glebach, związanymi z przenoszeniem elektronów, umożliwia ilo-

ściową parametryzację stanu natlenienia gleb przez określenie potencjału oksydo-redukcyjnego Eh wyrażonego w miliwoltach.

Tempo zużycia zapasów tlenu w glebie w warunkach pełnego nasycenia wodą zależy od wielu czynników. Najważniejsze z nich to:

- zdolność gleby do retencjonowania wody, wyrażona całkowitą pojemnością wodną;
- aktywność biologiczna w poszczególnych warstwach lub poziomach genetycznych gleb;
- temperatura gleby, która zmienia się wraz z porami roku oraz warunki wchłaniania przez glebę promieniowania ciepłego emitowanego przez słońce;
- odczyn gleby;
- zawartość azotanów, tlenków żelaza i innych związków chemicznych dostarczających tlen w procesach redukcji.

Zróźnicowanie tych warunków powoduje zróźnicowanie zapotrzebowania na tlen oraz dynamiki jego zużycia w poszczególnych glebach, czyniąc je mniej lub bardziej odpornymi na rozwój procesów oksydoredukcyjnych. Przyjęto, że miernikiem tej odporności jest czas t_{300} spadku potencjału redoks do wartości +300 mV w glebie będącej w stanie pełnego nasycenia wodą [GLIŃSKI, STĘPNIEWSKA, 1986]. Takie sparometryzowanie odporności na rozwój procesów redukcyjnych, zwłaszcza na redukcję tlenków żelaza [STĘPNIEWSKA, 1988], pozwala traktować ją jak właściwość gleby (analogiczną np. do pojemności sorpcyjnej lub odczynu gleby) niezależną od zużycia tlenu przez korzenie rosnących w niej roślin, które w całokształcie gospodarki tlenowej w glebie ma pierwszorzędne znaczenie, powodując dodatkową zmienność zużycia tlenu zależną od fazy rozwoju i rodzaju roślin.

Odporność gleb na redukcję rozpoznano przez zbadanie tej właściwości w próbkach z tysiąca profili reprezentatywnych dla mineralnych gleb ornich Polski [GLIŃSKI i in., 1991]. Odporność oksydoredukcyjną poszczególnych gleb sparometryzowano w przedziałach jej charakterystycznej zmienności [STĘPNIEWSKA i in., 1997], a na potrzeby niniejszej pracy wyrażono ją środkowymi wartościami tych przedziałów. Przyjęto wartości t_{300} określone dla temperatury gleb +20°C występującej w okresie letnim, w którym procesy utleniania zachodzące w glebie osiągają największą aktywność.

OGRANICZENIE PROCESÓW AERACJI PRZEZ AKUMULACJĘ WODY GRAWITACYJNEJ W PROFILU GLEBY

Ruch i zmiana zawartości wody decydują o stanie fazy gazowej, która jest najbardziej labilnym elementem trójfazowego układu tworzącego glebę. O stanie aeracji gleby sprzyjającym wymianie gazowej i dopływowi tlenu z atmosfery decyduje ilość makroporów, które w przypadku całkowitego wysycenia gleby wodą są

w pierwszej kolejności od niej uwalniane pod wpływem siły grawitacji. Stąd też wodę napełniającą makropory i odpływającą z nich określa się mianem wody grawitacyjnej. Dynamika odpływu tej wody w głąb profilu gleby zależy od ilości i średnicy porów w poszczególnych jej warstwach oraz od głębokości występowania zwierciadła wody gruntowej.

Czas odpływu wody grawitacyjnej T_{PPW} powodującego przejście ze stanu nasycenia, odpowiadającego całkowitej pojemności wodnej CPW , do stanu uwilgotnienia odpowiadającego połowej pojemności wodnej PPW , który stwarza trójfazowy układ gleby o najkorzystniejszych warunkach hydrooksydacyjnych, określono mianem zdolności samonatlenienia.

Parametryzacja zdolności samonatlenienia gleby przez określenie czasu T_{PPW} , w którym poszczególne warstwy gleby (orna, podorna i podglebie) przejdą ze stanu pełnego nasycenia wodą do stanu uwilgotnienia odpowiadającego połowej pojemności wodnej wymagała opracowania fizyczno-matematycznego modelu ruchu wody w profilu glebowym.

Model opracowano w oparciu o następujące założenia:

- profil glebowy jest zbudowany z warstw homogenicznych pod względem właściwości fizycznych i hydrofizycznych;
- w profilu glebowym zachodzi jedynie pionowy przepływ wody;
- przepływ wody zachodzi w warunkach izotermicznych (nie występuje ruch wody pod wpływem gradientu temperatury);
- zwierciadło wody gruntowej występuje poza profilem gleby i nie oddziałuje na ruch wody w glebie.

Przy tych założeniach do opisu ruchu wody w profilu glebowym można zastosować układ jednowymiarowych równań pierwszego rzędu [DE WIT, VAN KEULEN, 1975; KRIVOMEZ, SŁAWIŃSKI, WALCZAK, 1990] w postaci:

$$\begin{aligned} z_1 \frac{d\theta_1}{dt} &= q_1 - I \\ z_i \frac{d\theta_i}{dt} &= q_{i-1} - q_i \\ z_n \frac{d\theta_n}{dt} &= q_{n-1} - q_n \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie:

- i – numer warstwy ($i = 2, 3, \dots, n$);
- z_1 – grubość 1. warstwy, cm;
- z_i – grubość i -tej warstwy, cm;
- θ_1 – wilgotność 1. warstwy, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$;
- θ_i – wilgotność i -tej warstwy, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$;

I – gęstość wypadkowego strumienia wody przez górną powierzchnię profilu, $\text{cm} \cdot \text{doba}^{-1}$;

q_i – gęstość strumienia wody w i -tej warstwie, $\text{cm} \cdot \text{doba}^{-1}$.

Gęstości strumienia wody q_i w poszczególnych warstwach profilu glebowego można opisać równaniami:

$$q_1 = -(k_1 + k_2) \left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{z_2 + z_1} \right)$$

$$q_i = -(k_i + k_{i+1}) \left(\frac{\psi_{i+1} - \psi_i}{z_{i+1} + z_i} \right) \quad (2)$$

$$q_n = -k_n$$

gdzie:

k_1, k_i, k_n – współczynniki przewodnictwa wodnego w 1., i -tej i n -tej warstwie, $\text{cm} \cdot \text{doba}^{-1}$;

ψ_1, ψ_i, ψ_n – potencjał wody glebowej w 1., i -tej i n -tej warstwie, $\text{cm H}_2\text{O}$;

i – numer warstwy ($i = 2, \dots, n$).

Chwilowe wartości potencjału wody glebowej, odpowiadające chwilowym wartościom wilgotności w poszczególnych warstwach profilu glebowego, są wyliczane na podstawie krzywej retencji wodnej za pomocą wzoru van Genuchtena.

$$\theta(\psi) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha\psi)^n]^m} \quad (3)$$

gdzie:

ψ – potencjał wody glebowej, $\text{cm H}_2\text{O}$;

θ_r – wilgotność rezydualna, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$;

θ_s – wilgotność nasycenia, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$;

α, n, m – parametry równań.

Chwilowe wartości współczynnika przewodnictwa wodnego, odpowiadające chwilowym wartościom potencjału wody glebowej w poszczególnych warstwach profilu glebowego, są wyliczane na podstawie zależności współczynnika przewodnictwa wodnego od potencjału wody glebowej również za pomocą wzoru van Genuchtena:

$$k(\psi) = K_S \frac{\left\{1 - (\alpha\psi)^{n-1} [1 + (\alpha\psi)^n]^{-m}\right\}^2}{[1 + (\alpha\psi)^n]^{\frac{m}{2}}} \quad (4)$$

gdzie:

K_S – współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej, $\text{cm}\cdot\text{doba}^{-1}$.

Przedstawiony układ równań, rozwiązany w sposób numeryczny, umożliwia wyznaczenie czasu T_{PPW} , w którym w poszczególnych warstwach profilu glebowego, gleba całkowicie nasycona wodą osiągnie wilgotność odpowiadającą PPW . Aby wartości te wyznaczyć w sposób jednoznaczny należy określić warunek początkowy i warunki brzegowe.

Przyjęto następujący warunek początkowy:

$$\theta_t = \theta_{si} \quad \text{dla } t = 0 \text{ i } 0 < z < L \quad (5)$$

oraz warunki brzegowe w postaci:

$$\begin{aligned} \frac{d\psi}{dz} &= 0 \quad \text{dla } t > 0 \text{ i } z = 0 \\ \frac{d\psi}{dz} &= k_n \quad \text{dla } t > 0 \text{ i } z = L \end{aligned} \quad (6)$$

gdzie:

- L – miąższość profilu glebowego, cm ;
- θ_{si} – wilgotność nasycenia i -tej warstwy, $\text{cm}^3\cdot\text{cm}^{-3}$;
- i – numer warstwy ($i = 1, \dots, n$).

Ze względu na wymaganą dokładność modelu przyjęto 12-godzinny krok czasowy.

Dane do obliczeń uzyskano w wyniku laboratoryjnych oznaczeń współczynników przewodnictwa wodnego dla $pF = 0$ i $pF = 2,2$ w próbkach gleb zgromadzonych w Banku Próbek Glebowych. Czas T_{PPW} w poszczególnych glebach sparametryzowano w przedziałach zmienności tej cechy, a na potrzeby niniejszej pracy wyrażono go środkowymi wartościami tych przedziałów.

OCENA WRAŻLIWOŚCI GLEB NA HYDROOKSYGENICZNĄ DEGRADACJĘ I JEJ PARAMETRYZACJA

Stan właściwego natlenienia gleby jest tym korzystniejszy im większa jest jej odporność oksydoedukcyjna i zdolność samonatlenienia. W przypadku gdy czas spadku potencjału redoks jest mniejszy od czasu uwolnienia porów od wody grawi-

tacyjnej, gleba przechodzi w stan anaerobiozy, w wyniku której może nastąpić bezpowrotna destrukcja mineralnego komponentu.

Ponieważ przyczyną tak powstającej degradacji gleby jest nadmiar wody ograniczający zapasy tlenu określono ją mianem degradacji hydrooksygenicznej.

Parametrem kwantyfikującym możliwość zaistnienia warunków anaerobiozy w glebie (lub poszczególnych jej poziomach) jest stosunek czasu t_{300} spadku potencjału redoks do wartości +300 mV, w warunkach jej pełnego nasycenia wodą w danej temperaturze, do czasu odpływu wody z porów grawitacyjnych T_{ppw} , czyli stosunek oksydoredukcyjnej odporności gleb do możliwości ich samonatlenia. Stosunek ten można określić mianem wskaźnika potencjalnej wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację i zapisać w postaci:

$$D_{ho} = \frac{t_{300}}{T_{ppw}} \quad (7)$$

Przymiotnika „potencjalna” użyto dlatego, że degradacja rzeczywista może nastąpić dopiero wówczas, gdy wystąpi całkowite nasycenie gleby wodą ($pF = 0$) oraz wyczerpie się zapas zawartego w niej tlenu molekularnego.

Takie zdefiniowanie i skwantyfikowanie uwarunkowań przechodzenia gleby w stan anaerobiozy umożliwia traktowanie wrażliwości na hydrooksygeniczną degradację jak właściwości gleby równoważnej innym cechom, które ją identyfikują. Wskaźnik może służyć do porównawczej charakterystyki gleb pod tym kątem.

Jak już wspomniano przejście gleby w stan anaerobiozy zależy od różnicy czasu zmniejszenia potencjału redoks do +300 mV i odpływu wody grawitacyjnej. W przypadku gdy różnica ta będzie miała wartość dodatnią lub równą zero, w glebie nie powstaną warunki anaerobiozy, co czyni ją niewrażliwą na hydrooksygeniczną degradację. Jeżeli jednak czas odpływu wody grawitacyjnej będzie dłuższy niż czas wyczerpania się zapasów tlenu molekularnego gleba będzie miała skłonność do przechodzenia w stan anaerobiozy wskazującą, że jest ona wrażliwa na hydrooksygeniczną degradację.

Stan anaerobiozy może objąć cały profil gleby lub jego część albo nie wystąpić wcale. Różnicuje to wrażliwość gleb na rozwój tego procesu. Podjęto próbę oceny wrażliwości gleb ornych na hydrooksygeniczną degradację przyjmując następujące oznaczenia i kryteria oceny:

- N – gleby niewrażliwe na hydrooksygeniczną degradację, w których w całym profilu gleby wskaźnik $D_{ho} \geq 1$;
- MW – gleby mało wrażliwe na hydrooksygeniczną degradację, w których warunek $D_{ho} < 1$ jest spełniony w jednej z diagnozowanych warstw (ornej, podornej lub podglebiu);
- W – gleby wrażliwe na hydrooksygeniczną degradację, w których wskaźnik $D_{ho} < 1$ występuje w dwóch warstwach;

BW – gleby bardzo wrażliwe na hydrooksygeniczną degradację, w których $D_{ho} < 1$ występuje we wszystkich diagnozowanych warstwach profilu gleby.

Wstępna analiza wyników badań (tab. 1) sugeruje, że znaczącą rolę w kształtowaniu tej właściwości odgrywa zawartość materii organicznej oraz aktualne stadium rozwoju genetycznego gleb uwarunkowanego stopniem ich hydrooksygenicznej degradacji wywołanej procesami oglejenia.

Dogłębna interpretacja uzyskanych wyników wymaga wnikliwych badań nad warunkami występowania i dynamiką procesów redukcji chemicznej gleb w zależności od aktywności biologicznej oraz czasu stagnowania w nich wody grawitacyjnej.

KARTOGRAFICZNA PREZENTACJA I PRZESTRZENNA CHARAKTERYSTYKA WRAŻLIWOŚCI GLEB ORNYCH NA HYDROOKSYGENICZNĄ DEGRADACJĘ

Sporządzono, techniką komputerową, mapy wrażliwości gleb ornych Polski na hydrooksygeniczną degradację. Zasoby informacyjne bazy danych glebowo-kartograficznych uzupełniono przez dopisanie do zgeneralizowanych jednostek glebowych odpowiadających im przedziałów zmienności odporności oksydoredukcyjnej oraz zdolności samonatlenienia się gleb [OSTROWSKI, 1991]. Następnie zbudowano algorytm wyliczania środkowych wartości tych przedziałów oraz konstruowania zestawień tabelarycznych uzyskanych wyników.

W kolejnym etapie opracowano algorytm przetwarzający powyższe dane we wskaźnik wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację D_{ho} . Wartości wskaźnika D_{ho} uzyskane dla poszczególnych warstw profili rozpatrywanych jednostek glebowych stanowiły dane wejściowe do komputerowej oceny wrażliwości gleb ornych na hydrooksygeniczną degradację, według przedstawionych zasad kwalifikacji gleb do poszczególnych kategorii ocen. Operacje te uzupełnił algorytm konstruowania tabelarycznego zestawienia wyników parametryzacji i oceny wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację, które zawiera tabela 1.

Dane z ostatniej kolumny tabeli 1. wprowadzono do sektora bazy danych realizującego procedury kartowania na podstawie algorytmów agregacji jednostek glebowych o jednakowej ocenie i przekształcenia ich w tematyczne jednostki oceny. Badając podobieństwo oceny sąsiadujących konturów gleb dokonano ich przestrzennej agregacji w kontury tematycznych jednostek oceny. W wyniku takiej procedury przetwarzania, gleby i kontury ich występowania połączono w cztery jednostki tematyczne, wyróżniając na mapie gleby niewrażliwe, mało wrażliwe, wrażliwe i bardzo wrażliwe na hydrooksygeniczną degradację.

Tak skonstruowaną cyfrową postać mapy przetworzono na postać analogową i stosując odpowiedni program edycyjny wydrukowano (rys. 1).

Rys. 1. Mapa potencjalnej wrażliwości gleb ornych na hydrooksygeniczną degradację

Fig. 1. Map of arable soils potential susceptibility for hydrooxygenic degradation

Analiza przestrzenna kartograficznego obrazu zmienności i zróżnicowania wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację w skali kraju wskazuje, że gleby najbardziej wrażliwe występują w południowej – wyżynnej i podgórskiej części kraju (gdzie skałami macierzystymi gleb są lessy i twory lessowate oraz wapienie), a także na Nizinie Polskiej (kompleksy czarnych ziem, np. błoński-sochaczewskie, kujawskie, pyrzyckie). Występowanie gleb wrażliwych związane jest przeważnie z pylastością utworów glebowych, czyli z pyłami wodnego pochodzenia (np. Równina Płocka), madami oraz górkami utworami wietrzeniowymi.

Gleby niewrażliwe na degradację przeważają na Niżu Polskim, gdzie przede wszystkim występują lekkie gleby piaskowe.

Potencjalna wrażliwość gleb ornych na hydrooksygeniczną degradację w powiązaniu z ich morfologicznymi właściwościami, jeżeli wskazują na permanentne występowanie warunków określonych ograniczeniem $D_{ho} < 1$, może być wyznacznikiem potrzeby lokalnego ich drenowania

Lokalnie rzeczywista wrażliwość gleb na hydrooksygeniczną degradację może być uwarunkowana również:

- stagnowaniem wody powierzchniowej;
- wysokim poziomem wody gruntowej wydłużającym czas T_{PPW} w glebach niewrażliwych na degradację;
- przewagą spływu powierzchniowego nad przesiąkaniem wody w głąb profilu glebowego, związaną ze znacznym nachyleniem terenu ograniczającym częstotliwość lub możliwość zapełnienia całkowitej pojemności wodnej gleb i stagnowania wody grawitacyjnej zgodnie z parametrami warunkującymi jej potencjalną wrażliwość.

WNIOSKI

1. Przedstawiona w publikacji metoda umożliwia sparametryzowanie warunków wystąpienia hydrooksygenicznej degradacji gleb mineralnych wywołanej rozwojem procesów oksydoredukcyjnych spowodowanych ograniczeniem dopływu tlenu przez nadmierne uwilgotnienie.

2. Baza danych glebowo-kartograficznych oraz zasoby próbek glebowych umożliwiły scharakteryzowanie badanego zjawiska w skali kraju, zarówno liczbowo, jak i przestrzennie przez wykonanie mapy komputerowej.

3. Z badań wynika, że na hydrooksygeniczną degradację najbardziej wrażliwe są, między innymi, rędziny, czarnoziemy i inne gleby lessowe oraz większość gleb górskich i czarnych ziem.

LITERATURA

- DE WIT C.T., VAN KEULENH, 1975. Simulation of transport processes in soils. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation ss. 100.
- GLIŃSKI J., OSTROWSKI J., STĘPNIĘWSKA Z., STĘPNIĘWSKI W., 1991. Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. Probl. Agrofiz. z. 66 ss. 61.
- GLIŃSKI J., STĘPNIĘWSKA Z., 1986. Wskaźnik odporności gleb na redukcję. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. z. 315 s. 81–94.
- KRIVOMAZ J. A., SŁAWIŃSKI C., WALCZAK R., 1990. Modelling of the temperature dynamics in the surface soil layer. Folia Soc. Sci. Lubl. vol. 30 Geogr. 1 s. 33–38.
- OSTROWSKI J., 1976. Badania i ocena warunków glebowo-przyrodniczych dla potrzeb melioracji gruntów ornych. W: Materiały pomocnicze do badań gleboznawczych przy projektowaniu melioracji. Bibl. Wiad. IMUZ nr 52 s. 55–124.

- OSTROWSKI J., 1991. Baza danych glebowo-kartograficznych – budowa i przykład zastosowania. W: Systemy informacji przestrzennej. 6. Konf. Nauk.-Tech. Warszawa: PTIP s. 471-480.
- STĘPNIEWSKA Z., 1988. Właściwości oksydoredukcyjne gleb mineralnych Polski. Probl. Agrofiz. z. 56 ss. 108.
- STĘPNIEWSKA Z., STĘPNIEWSKI W., GLIŃSKI J., OSTROWSKI J., 1997. Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornich Polski. Lublin: IA PAN, Falenty: IMUZ ss. 10 i 33 mapy.
- WITEK T., 1974. Rolnicza przestrzeń produkcyjna w liczbach – Polska. Puławy: Wydaw. IUNG.

Janusz OSTROWSKI, Cezary SŁAWIŃSKI, Ryszard WALCZAK

EVALUATION AND CARTOGRAPHIC PRESENTATION OF ARABLE SOIL SUSCEPTIBILITY TO HYDROOXYGENIC DEGRADATION

Key words: hydrooxygenic degradation, mineral soils, redox processes, soil water conductivity

This paper presents results of a study on chemical and physical properties of soils conducted in cooperation between the Institute of Agrophysics PAS in Lublin and the Institute of Land Reclamation. Basic assumption of these investigations is the hypothesis that the hydro-oxygenic susceptibility can be expressed by the ratio of the time in which redox potential of fully saturated soil decreases to +300 mV (reduction of ferric ions) to the time in which fully saturated soil proceeds to the state of field capacity (outflow of gravitational water).

This index can be expressed by the equation:

$$D_{ho} = \frac{t_{300}}{T_{PPW}}$$

The value of this index was analysed in three soil horizons: surface, subsurface and subsoil (70–110 cm) as diagnostic layers. For evaluation of soil susceptibility the following denotations have been applied:

NW – soils unsusceptible to hydro-oxygenic degradation, index $D_{ho} \geq 1$ in the whole soil profile,

MW – soils slightly susceptible to hydro-oxygenic degradation, index $D_{ho} < 1$ in only one diagnostic horizon,

W – soils susceptible to hydro-oxygenic degradation, index $D_{ho} < 1$ in two diagnostic horizons,

BW – soils very susceptible to hydro-oxygenic degradation, index $D_{ho} < 1$ in all soil profiles.

According to above mentioned principles, systematic investigations of Polish arable mineral soils were conducted. Values of the D_{ho} index were quantified and evaluation of susceptibility to hydro-oxygenic degradation of Polish arable, mineral soils was performed. Results of the study are presented as a spatial characteristics on digital, thematic maps.

Recenzenci:

prof. dr hab. Tomasz Brandyk

prof. dr hab. Jan Gliński

Praca wpłynęła do Redakcji 15.01.2004 r.

Tabela 1. Parametryzacja wrażliwości gleb ornich na hydrooksygeniczną degradację

Table 1. Parameterization of arable soils susceptibility to hydrooxygenic degradation

Zgeneralizowane jednostki glebowe ¹⁾ Generalized soil units ¹⁾	t_{300} w warstwie, doba t_{300} in horizon, day			T_{PPW} w warstwie, doba T_{PPW} in horizon, day			Wskaźniki D_{ho} w warstwie Index D_{ho} in horizon			Ocena wrażliwości ²⁾ Evaluation of susceptibility ²⁾
	ornej surface	podornej subsur- face	podgle- bia subsoil	ornej surface	podornej subsur- face	podgle- bia subsoil	ornej surface	podornej subsur- face	podgle- bia subsoil	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rędziny czyste Rendzina leptosols IB 1a	0,5	1	1	2,5	7	8,5	0,20	0,14	0,12	BW
Rędziny „mieszane” Rendzina leptosols IB 1b	0,5	1	1	5	6	7	0,10	0,17	0,14	BW
Czarnoziemy Haplic phaeozems	0,5	1	1	3	3,5	5	0,17	0,28	0,20	BW
Gleby brunatne kwaśne, rdzawe i bielcowe wytworzone z piasków słabogliniastych i luźnych Haplic luvisols and dystric cambi- sols – loose sands	3,5	9	12	3	4	5	1,17	2,25	2,40	N
Gleby brunatne kwaśne, rdzawe i bielcowe wytworzone z piasków słabogliniastych i lekkich Haplic luvisols and dystric cambi- sols – light loamy sands	4,5	9	12	3	3	4	1,50	3,00	3,00	N
Gleby brunatne i pseudobielcowe wytworzone z piasków gliniastych Haplic luvisols and eutric cambisols – loamy sands	3,5	1	6	2,5	4,5	5	1,40	0,22	1,20	MW

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gleby brunatne wytworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu Eutric cambisols – loamy sands over loams	3,5	5	6	2,5	5	5,5	1,40	1,00	1,09	N
Gleby pseudobielicowe wytworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu Haplic podzols – loamy sands	4,5	9	6	2,5	7,5	8	1,80	1,20	0,75	MW
Gleby brunatne wytworzone z glin lekkie Eutric cambisols – light loams	4,5	9	12	3	5	6,5	1,50	1,80	1,85	N
Gleby pseudobielicowe wytworzone z glin lekkie Haplic podzols – light loams	3,5	5	12	2,5	3	4,5	1,40	1,67	2,67	N
Gleby brunatne wytworzone z glin średnie Eutric cambisols – medium loams	2,5	5	6	2,5	5,5	7	1,00	0,91	0,86	W
Gleby pseudobielicowe wytworzone z glin średnie Haplic podzols – medium loams	4,5	9	12	3	5	6,5	1,50	1,80	1,85	N
Gleby brunatne i pseudobielicowe wytworzone z glin ciężkie Eutric cambisols and haplic luvisols – heavy loams	2,5	5	12	3	5,5	6,5	0,83	0,91	1,85	W

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gleby brunatne (i pseudobielicowe) utworzone z glin niecałkowicie na lekkim podłożu Eutric cambisols and haplic luvisols – non uniform loams	1,5	3	6	2,5	6,5	6,5	0,60	0,46	0,92	BW
Gleby brunatne (i pseudobielicowe) utworzone ze żwirów Haplic luvisols and dystric cambisols – gravels	1,5	1	3	2,5	3,5	4,5	0,60	0,28	0,67	BW
Gleby brunatne utworzone z pyłów wodnego pochodzenia Eutric cambisols – hydrogenic silts	3,5	9	6	4	7,5	8,5	0,87	1,20	0,70	W
Gleby pseudobielicowe utworzone z pyłów wodnego pochodzenia Haplic podzols – hydrogenic silts	1,5	5	6	4,5	5,5	5,5	0,33	0,91	1,09	W
Gleby brunatne i pseudobielicowe utworzone z lessów i utworów lessowych Haplic luvisols and eutric cambisols – loess	1,5	1	3	3,5	5	5,5	0,43	0,20	0,54	BW
Gleby brunatne i pseudobielicowe utworzone z ilów Haplic luvisols and eutric cambisols – clays	1,5	3	12	3,5	4,5	6	0,43	0,66	2,00	W

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gleby brunatne i pseudobielicowe wytworzone ze skał masywnych gliniastych i szkieletowo-gliniaste Haplic luvisols and eutric cambisols – loams and skeleton loams	0,5	1	1	3,5	8	13,5	0,14	0,13	0,007	BW
Gleby brunatne i pseudobielicowe wytworzone ze skał masywnych gliniaste Haplic luvisols and eutric cambisols – loams	1,5	3	6	3	5	5,5	0,50	0,60	1,09	W
Gleby brunatne i pseudobielicowe wytworzone ze skał masywnych ilaste Haplic luvisols and eutric cambisols – clays	0,5	1	1	3	8	9	0,17	0,12	0,11	BW
Gleby brunatne i pseudobielicowe wytworzone ze skał masywnych pyłowe Haplic luvisols and eutric cambisols – silts	1,5	1	3	3	4,5	5	0,50	0,22	0,60	BW
Mady ciężkie Eutric fluvisols – loams and silts	1,5	3	6	2,5	4	4,5	0,60	0,75	1,33	W
Mady lekkie i bardzo lekkie Distric fluvisols – sands	3,5	3	6	3	5	5,5	1,16	0,60	1,09	MW
Mady lekkie i średnie Eutric fluvisols – light lilty loam	1,5	3	6	3,5	4	19,5	0,43	0,75	0,31	BW

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Czarne ziemie Mollic gleysols – dev. from loams and silts	1,5	3	3	2,5	4	5	0,60	0,75	0,60	BW
Czarne ziemie wytworzone z piasków Mollic gleysols – dev. from sands	2,5	1	6	2,5	3	5	0,60	0,33	1,20	W
Gleby murszowate i murszaste Terric histosols	2,5	5	12	2,5	4	5,5	1,00	1,25	2,18	N

¹⁾ Nazewnictwo gleb według WITKA [1974].

²⁾ Oznaczenia wrażliwości gleb na hydrooksygeniczną degradację: N – niewrażliwe, MW – mało wrażliwe, W – wrażliwe, BW – bardzo wrażliwe.

¹⁾ Soil nomenclature according to WITEK [1974].

²⁾ Codes for soil susceptibility to hydro-oxygenic degradation: N – unsusceptible, MW – slightly susceptible, W – susceptible, BW – very susceptible.