

DYNAMIKA POTENCJAŁU OKSYDOREDUKCYJNEGO NA POLU DOŚWIADCZALNYM IRYGOWANYM ŚCIEKAMI MIEJSKIMI PO II STOPNIU OCZYSZCZANIA

Z. Stępniewska^{1,2}, J. Żuchowski¹, U. Kotowska¹

¹Institut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

²Katolicki Uniwersytet Lubelski, al. Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

Streszczenie. Celem prowadzonych badań było oszacowanie dynamiki zmian potencjału oksydoredukcyjnego gleby na polu doświadczalnym irygowanym ściekami, obsadzonym wikliną. Eksperyment przeprowadzono na polu doświadczalnym (gleba torfowo-murszowa) irygowanym ściekami miejskimi po II stopniu oczyszczenia (mechanicznym i biologicznym). Pole było podzielone na trzy kwatery: A – kontrolną; B – zalewane pojedynczą dawką ścieków (60 mm) oraz C – zalewane dawką podwójną (120 mm). Irygacja ściekami powodowała przejściowe obniżenie potencjału oksydoredukcyjnego gleby, który po 2–3 dniach w poziomach wierzchnich (10 i 30 cm) oraz 6–8 dniach w poziomach głębszych (50–100 cm), powracał do wartości wyjściowych.

Słowa kluczowe: gleba, ścieki, potencjał oksydoredukcyjny.

WSTĘP

W badaniach materiału glebowego potencjał oksydoredukcyjny wykorzystywany jest jako wskaźnik stanu natlenienia, szczególnie użyteczny w zakresie niskich stężeń tlenu. Mierzona wartość Eh w glebie jest wypadkową wszystkich par redoks występujących w ośrodku glebowym, tworząc tzw. potencjał mieszany [1, 2, 4, 6]. Wartość tego wskaźnika w glebie zależy w decydującym sposób od: ilości i jakości materii organicznej – źródła elektronów oraz utlenionych związków nieorganicznych – akceptora elektronów, aktywności drobnoustrojów, katalizujących na drodze enzymatycznej procesy utleniania i redukcji oraz warunków fizycznych gleby. Wśród nich najważniejszą rolę pełnią panujące w glebie stosunki wodno-powietrzne oraz temperatura. Aktualna wielkość potencjału redoks dostar-

cza informacji o intensywności zachodzących procesów utleniania i redukcji. W glebach zalanych wodą, w warunkach ograniczonego dostępu tlenu, Eh ulega stopniowemu obniżaniu. Aktywacji ulegają organizmy beztlenowe, przeprowadzające redukcję utlenionych form związków azotu, manganu, żelaza, siarki oraz węgla. W trakcie osuszania, wraz z przywróceniem warunków tlenowych, wartość potencjału redoks powraca do wartości przed nawodnieniem [2, 3, 4, 5]. Potencjał oksydoredukcyjny gleby, ściśle związany jest z zachodzącymi w niej procesami biochemicznymi, dostarcza cennych informacji o zmianach jej składu chemicznego. Znajomość dynamiki zmian redoks w glebach poddawanych irygacji może być pomocna m.in. w szacowaniu dostępności różnych form związków azotowych lub zdolności gleb do emitowania gazów szklarniowych [4, 7].

Celem przedstawionych badań było oszacowanie dynamiki zmian potencjału oksydoredukcyjnego na polu doświadczalnym irygowanym ściekami miejskimi po II stopniu oczyszczenia (mechanicznym i biologicznym).

OBIEKT BADAWCZY I METODY

Pole, o powierzchni ok. 1 ha, było zlokalizowane w dolinie rzeki Bystrzycy na glebie torfowo-murszowej (Eutric Histosol), o naturalnym układzie poziomów genetycznych i strukturze glebowej (pH w KCl – 7,2; C org. – 326 g kg⁻¹).

Pole doświadczalne, obsadzone wikliną (*Salix americana*), było podzielone na 3 kwatery: A – kontrolną, pozostającą pod działaniem wyłącznie opadów atmosferycznych; B – zalewaną pojedynczą (60 mm) dawką ścieków oraz C – zalewaną podwójną dawką ścieków (120 mm).

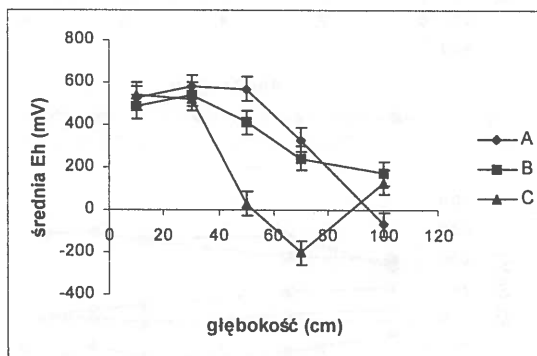
Na każdej z kwater zainstalowano na stałe po trzy elektrody platynowe na głębokościach 10, 30, 50, 70 i 100 cm. Pomiar potencjału redoks były wykonywane wobec elektrody kalomelowej, za pomocą aparatu Ionanalyzer 404 (Orion).

WYNIKI

Potencjał oksydoredukcyjny w kontrolnym profilu glebowym (A) osiągał wartości najwyższe na głębokościach 10, 30 i 50 cm, zawierając się na ogół w przedziale 420–620 mV. Większe zmiany Eh, do ok. 100 mV zachodziły pod wpływem opadów atmosferycznych. Na głębokości 70 cm potencjał był już wyraźnie niższy, w granicach 290–360 mV. Natomiast na poziomie 100 cm osiągał zazwyczaj wartości ujemne, do –170 mV. Było to związane z poziomem wody

gruntowej. Przebieg zmienności Eh w głębi profilu glebowego wraz z wartościami średnimi z całego okresu pomiarów obrazuje Rys. 1. Dynamikę zmian potencjału redoks we wszystkich kwaterach (A, B, C) przedstawia Rys. 2.

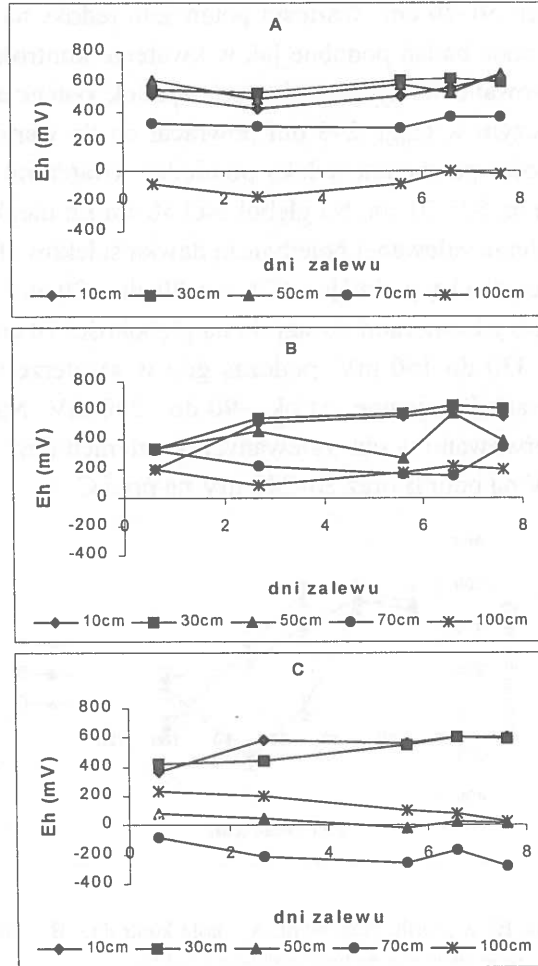
Irygacja ściekami miejskimi (w dawce jednorazowej 60 i 120 mm) powodowała wyraźne obniżenie Eh w kwaterach zalewanych, co jest szczególnie widoczne na głębokościach 50–70 cm. Wartości potencjału redoks na głębokościach 10 i 30 cm były w okresie badań podobne jak w kwaterze kontrolnej. Jednak po nawodnieniu obserwowano na tych poziomach spadek potencjału redoks do ok. 190–360 mV, po czym w ciągu 2–3 dni powracał on do wartości wyjściowych. Różnice w wysokości potencjału redoks pomiędzy kwaterami zalewanymi były najlepiej widoczne na 50 i 70 cm. Na głębokości 50 cm Eh uległo obniżeniu z 340 do 270 mV w kwaterze zalewanej pojedynczą dawką ścieków (B), podczas gdy w kwaterze zalewanej dawką podwójną (C) – z 80 do –20 mV. Jeszcze większe zróżnicowanie między kwaterami wystąpiło na głębokości 70 cm – na kwaterze B Eh obniżyło się z 330 do 150 mV, podczas gdy w kwaterze C przez cały czas utrzymywały się wartości ujemne, od ok. –90 do –260 mV. Natomiast na głębokości 100 cm obserwowano w obu zalewanych kwaterach dość wysokie wartości Eh: ok. 80–220 mV na polu B oraz 20–240 mV na polu C.



Rys. 1. Wartości średnie Eh w profilu glebowym: A – pole kontrolne; B – pole zalewane pojedynczą dawką ścieków; C – pole zalewane podwójną dawką ścieków.

Fig. 1. Mean values of Eh in the soil profile: A – control field; B – field flooded with single dose of wastewater; C – field flooded with double dose of wastewater.

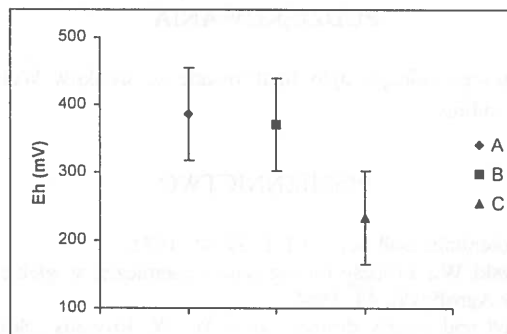
Przemieszczanie się dawki ścieków na polach irygowanych powiązane jest z obniżaniem Eh. W poziomach głębszych (70 i 100 cm) potencjał redoks malał wolniej, a niskie wartości utrzymywały się dłużej (6 lub więcej dni) niż w poziomach płytszych (10 i 30 cm), gdzie powrót do wartości wyjściowych Eh następował w czasie 2–3 dni.



Rys. 2. Dynamika potencjału redoks (Eh) na różnych głębokościach: A – pole kontrolne; B – pole zalewane pojedynczą dawką ścieków; C – pole zalewane podwójną dawką ścieków.

Fig. 2. The dynamic of Eh on different depths of soil profile: A – control field; B – field flooded with single dose of wastewater; C – field flooded with double dose of wastewater.

Podsumowując wyniki doświadczenia można stwierdzić, że średnie wartości potencjału redoks w kwaterze kontrolnej (A) były istotnie wyższe statystycznie niż w kwaterze zalewanej podwójną dawką ścieków (C). Różnice między kwaterami A oraz B okazały się nieznaczne (Rys. 3).



Rys. 3. Średnie wartości potencjału redoks na poszczególnych kwaterach (półprzedziały ufności LSD_{95}): A – pole kontrolne; B – pole zalewane pojedynczą dawką ścieków; C – pole zalewane podwójną dawką ścieków.

Fig. 3. Mean values of redox potential on the each of fields (LSD_{95} confidence half-intervals): A – control field; B – field flooded with single dose of wastewater; C – field flooded with double dose of wastewater.

WNIOSKI

- Pod wpływem nawodnień potencjał redoks gleby ulegał obniżeniu:
 - do 190 mV na głębokości 10 cm w kwaterze zalewanej pojedynczą dawką ścieków (B) oraz do 360 mV w kwaterze zalewanej podwójną dawką (C);
 - do 330 (B) i 420 mV (C) na głębokości 30 cm
 - do 270 (B) i -20 mV (C) na głębokości 50 cm;
 - do 150 (B) i -260 mV (C) na głębokości 70 cm;
 - do 80 (B) i 25 mV (C) na głębokości 100 cm.
- Potencjał redoks w kombinacji kontrolnej na głębokości 100 cm przyjmował na ogół wartości ujemne (do -170 mV), podczas gdy w kombinacjach irygowanych ściekami był dodatni (do 237 mV).
- Powrót do potencjału wyjściowego następował:
 - w warstwach górnych gleby (10, 30 cm) po 2–3 dniach od zakończenia nawodnień,

- w głębszych warstwach (50–100 cm) po 6–8 dniach.

Średnie wartości Eh w kwaterze kontrolnej były istotnie wyższe niż w kwaterze zalewanej podwójną dawką ścieków.

PODZIĘKOWANIA

Utrzymanie pola doświadczalnego było finansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska w Lublinie.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bohn H.L.:** Redox potentials. *Soil Sci.*, 112, 1, 39–45, 1971.
2. **Gliński J., Stępniewski W.:** Procesy biologiczne i chemiczne w glebie uzależnione od stanu natlenienia. *Problemy Agrofizyki*, 44, 1984.
3. **Rowell D.L.:** Flooded and poorly drained soils. W: W. Russells „Soil Condition and Plant Growth”, A. Wild (Wyd.), 11th Edition, Longman Scientific & Technical, 1988.
4. **Stępniewska Z.:** Właściwości oksydoredukcyjne gleb mineralnych Polski. *Problemy Agrofizyki*, 56, 1988.
5. **Stępniewska Z., Stępniewski W., Włodarczyk T.:** Agrophysical factors determining nitrate and heavy metal transformations in soils. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 400, 23–32, 1993.
6. **Stępniewski W., Gliński J.:** Metody pomiaru aeracji gleby. *Problemy Agrofizyki*, 46, 1985.
7. **Włodarczyk T.:** Emisja i absorpcja N₂O na tle emisji CO₂ w glebach brunatnych w zróżnicowanych warunkach oksydoredukcyjnych. *Acta Agrophysica*, 28, 2000.

DYNAMIC OF REDOX POTENTIAL ON THE EXPERIMENTAL FIELD IRRIGATED WITH MUNICIPAL WASTEWATER AFTER II STEP PURIFICATION

Z. Stępniewska^{1,2}, J. Żuchowski¹, U. Kotowska¹

¹Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland

²Catholic University of Lublin, al. Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

Summary. The experimental field (muck peat soil – Eutric Histosol) covered with willow (*Salix americana*) was divided into 3 parts: the control, the part flooded with single dose (60 mm) of wastewater and the part flooded with double dose (120 mm). The irrigation with wastewater caused temporary decreasing of redox potential in the soil profile. Eh returned to initial values after 2–3 days in surface horizons and after 6–8 days in deeper layers.

Keywords: soil, wastewater, redox potential.