

UDZIAŁ MIESZANKI TRAW W PROCESIE RESPIRACJI GLEBY
(EUTRIC HISTOSOL) NAWADNIANEJ ŚCIEKAMI MIEJSKIMI
PO II STOPNIU OCZYSZCZANIA

Z. Stępniewska^{1,2}, M. Pasztelan¹, U. Kotowska¹

¹ Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzyńskiego, Polska Akademia Nauk
ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

² Katolicki Uniwersytet Lubelski, Al. Kraśnickie 102, 20-718 Lublin

Streszczenie. Badania prowadzono w warunkach polowych na glebie torfowo–murszowej (Eutric Histosol) nawadnianej ściekami po drugim stopniu oczyszczania. Pole doświadczalne porośnięte było mieszanką traw odpowiednio dobranych gatunków gdzie w okresie wegetacji stosowano dwie dawki ścieków odpowiednio 600 i 1200 mm rocznie. Ścieki wprowadzano na pole w jednorazowej dawce odpowiednio: 60 i 120 mm.

Badania obejmowały analizę CO₂ emitowanego z powierzchni gleby bez udziału i z udziałem wybranych roślin. Celem zaś pracy było prześledzenie procesu respiracji gleb w zastosowanych obiektach doświadczenia.

Do pomiarów emisji wykorzystano zestawy metalowych podstaw i przezroczystych komór instalowanych po rozpoczęciu nawodnień. Skład powietrza pobranego z punktów pomiarowych do odpowietrzonych fiolek oznaczano chromatograficznie. Równocześnie oznaczano w glebie na głębokościach od 10–100 cm potencjał oksydoredukcyjny (Eh) elektrodami platynowymi na stałe umieszczonymi w profilu glebowym wobec elektrody kalomelowej. Stan oksydoredukcyjny podczas trwania cyklu zalewowego, od momentu wprowadzenia ścieków do ich przemieszczenia w głąb profilu, był cechą charakteryzującą dobrze stan natlenienia gleby. Obecność traw na polu irygowanym ściekami miejskimi spowodowała zmniejszenie emisji CO₂ z powierzchni o ok. 25% w porównaniu z glebą bez udziału roślin.

Słowa kluczowe: respiracja, potencjał redoks, nawadnianie, ścieki miejskie.

WSTĘP

Ważnym glebowym czynnikiem wzrostu i rozwoju roślin oprócz wody i składników pokarmowych jest powietrze glebowe. Dla składu powietrza glebo-

wego podstawowe znaczenie mają przemiany tlenu i dwutlenku węgla. Zawartość tlenu w glebie i jego dopływ do korzeni roślin decyduje o stopniu pokrycia zapotrzebowania korzeni roślin w tlen.

Tlen jest głównie pobierany w procesie oddychania (respiracji) ale może być również wydzielany np. przez organizmy asymilujące dwutlenek węgla (CO_2). Podobnie CO_2 obok dominującego procesu jego wydzielania jako produktu degradacji substancji organicznej, może być asymilowany przez autotrofy, a także przez niektóre heterotrofy glebowe. Tlen i dwutlenek węgla poza wymienionymi procesami mogą również wchodzić w reakcje chemiczne z mineralnymi i organicznymi składnikami gleby (np. utlenianie zredukowanych form żelaza, manganu rozkład węglanów) [1, 4, 5].

Respiracja gleby jest wynikiem działalności życiowej wszystkich organizmów glebowych, z których największe znaczenie ma aktywność respiracyjna mikroorganizmów i korzeni roślin. Intensywność oddychania waha się w przedziałach 0,1 do $20 \text{ cm}^3 \text{ O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Istotny wpływ na aktywność respiracyjną gleby mają takie czynniki jak: temperatura, stężenie dwutlenku węgla, wilgotność, gęstość gleby, odczyn gleby, metale ciężkie, pestycydy [2, 3]. Celem pracy było porównanie wymiany gazowej po wprowadzeniu ścieków na glebę organiczną z udziałem i bez udziału traw.

MATERIAŁY I METODY

Badania były prowadzone na polu eksperymentalnym usytuowanym w dolinie rzeki Bystrzyca koło oczyszczalni ścieków Hajdów niedaleko Lublina.

Doświadczenie prowadzono na glebie torfowo-murszowej (Eutric Histosol) podścielonej na głębokości 120–140 cm piaskiem. Gleba poddawana była nawodnieniom ściekami miejskimi po drugim stopniu oczyszczania. Doświadczenie przebiegało na trzech kwaterach: A – kontrolnej, nie zalewanej ściekami, poddanej jedynie wpływowi opadów atmosferycznych; B – zalewanej pojedynczą dawką ścieków i C – zalewanej podwójną dawką. Ścieki wprowadzano na pole w jednorazowej dawce wynoszącej odpowiednio 60 i 120 mm. Pole doświadczalne porośnięte było mieszanką traw z dominacją roślin: wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis*) – 30%, mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*) – 20%, kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) – 12%.

Badano emisję CO_2 z powierzchni gleby bez udziału i z udziałem wybranych roślin. Do pomiarów emisji wykorzystano zestawy metalowych podstaw i przezroczystych komór instalowanych po rozpoczęciu nawodnień. Gazy zbierające się w komorach emisyjnych usytuowanych w określonych punktach pomiarowych pobierano do odpowietrzonych uprzednio fiolek i poddawano analizie chromatograficznej na zawartość O_2 i CO_2 . W badaniach wykorzystano chromatograf gazowy Shimadzu GC-14A.

Równocześnie oznaczano zmiany potencjału oksydoredukcyjnego (Eh) w glebie na poszczególnych głębokościach (10, 30, 50, 70 i 100 cm) na stałe umieszczonymi elektrodami platynowymi wobec elektrody kalomelowej w 3 powtórzeniach na każdej głębokości w profilu glebowym, przy użyciu przenośnego aparatu – Ionanalyzer 404 (Orion). Stan oksydoredukcyjny podczas trwania całego cyklu zalewowego, (0–10 dni) był cechą charakteryzującą stan natlenienia gleby. Na polu eksperymentalnym prowadzono regularne (10 krotne) zalewy w okresie wegetacji. Zamieszczone w pracy dane dotyczą jednego, przykładowego zalewu zastosowanego w okresie letnim: od 6.08. do 13.08.1999 r.

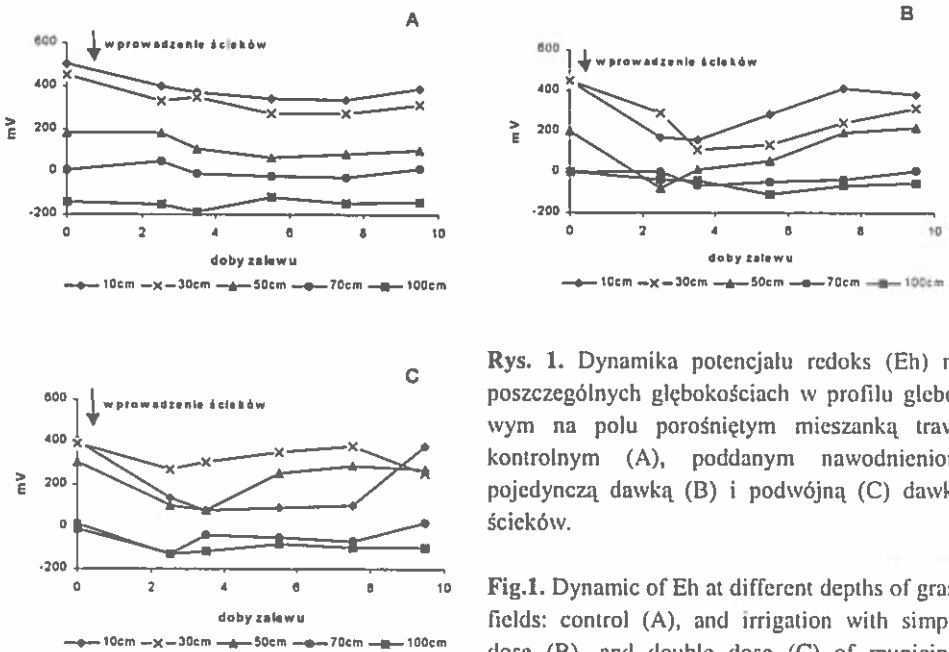
WYNIKI

W warunkach kontrolnych potencjał redoks gleby torfowo-murszowej nie przekraczał 600 mV i jedynie na głębokości 70 i 100 cm osiągał wartości ujemne dochodzące do – 200 mV.

Na polu porośniętym trawą, bezpośrednio po 2 dobie od wprowadzenia ścieków, nastąpił spadek wartości Eh do ok. 200 mV w powierzchniowej warstwie (10–30 cm), zaś na głębokości 50–100cm osiągnął wartości ujemne (–100 do – 200 mV). Najniższą wartość Eh wynoszącą ok. – 200 mV zaobserwowano na głębokości 70 i 100 cm (Rys. 1). Spadkowi potencjału redoks towarzyszył wzrost emisji CO_2 z powierzchni gleby.

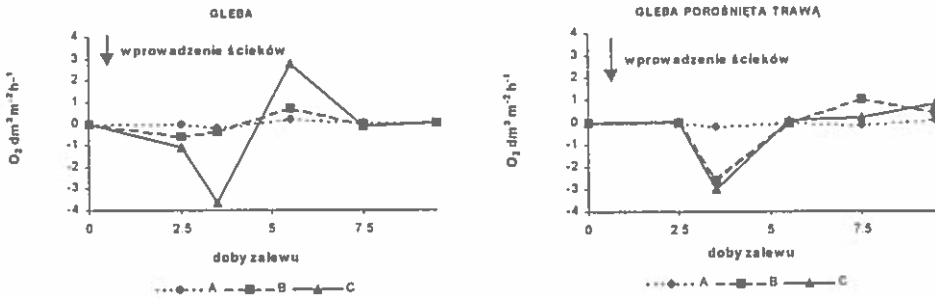
Stwierdzono wyraźne obniżenie stężenia O_2 w powietrzu glebowym, osiągające maksimum po 3 dniach od wprowadzenia ścieków. Zmiany te były wyraźne zależne od dawki ścieków i wynosiły 0,2% przy pierwszej dozie, dochodząc do 0,6% przy dawce podwójnej w wariacie bez roślinności. W kombinacji doświadczenia z uprawą mieszanki traw obserwowano w tym samym okresie od wprowadzenia ścieków (3–5 doba) obniżenie stężenia O_2 rzędu 0,6–0,7% nie wykazując jednakże różnicowania pomiędzy dawkami nawodnień.

Zmiany te ustępowały po upływie 3–5 dni (Rys. 2). Emisja CO_2 z gleby traktowanej ściekami była generalnie stale wyższa (1,5–2 razy) niż z gleby podlegającej nawodnieniu wyłącznie wodą opadową, dochodząc w kombinacji z podwójną dawką ścieków do $2,5 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Podobnie, na 2 dobę od momentu wprowadzenia ścieków, na polach porośniętych trawą wystąpił wzrost emisji CO_2 z gleby do ok. $2,0 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ na polach zalewanych podwójną dawką ścieków i do ok. $1,5 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ na polu z pojedynczą dawką. Emisja CO_2 na poziomie ok. $2 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ z powierzchni gleby bez roślinności utrzymywała się na wyższym poziomie, w porównaniu do notowanej na polach porośniętych trawami podczas całego cyklu zalewowego przy stosowaniu pojedynczej i podwójnej dawki ścieków (Rys. 3). W okresach pomiędzy zalewami była ona porównywalna z emisją pól kontrolnych i wynosiła ok. $0,7 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.



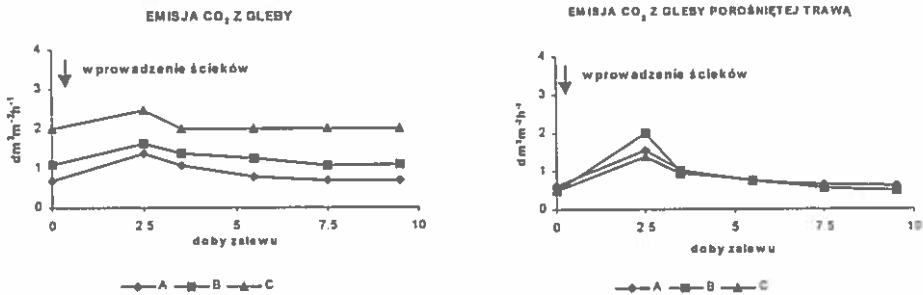
Rys. 1. Dynamika potencjału redoks (Eh) na poszczególnych głębokościach w profilu glebowym na polu porośniętym mieszanką traw: kontrolnym (A), poddanym nawodnieniu pojedynczą dawką (B) i podwójną (C) dawką ścieków.

Fig.1. Dynamic of Eh at different depths of grass fields: control (A), and irrigation with simple dose (B), and double dose (C) of municipal wastewater.



Rys. 2. Dobowa dynamika absorpcji/emisji O_2 w powietrzu wewnątrz kioska przykrywającego powierzchnię gleby na polu porośniętym trawą: (A) – kontrolnym, (B) – zalewnym pojedynczą dawką ścieków, (C) – zalewanym podwójną dawką ścieków.

Fig. 2. Dynamic of O_2 concentration in the air in the chamber covering the experimental fields: control (A), and irrigation with simple dose (B), and double dose (C) of municipal wastewater.



Rys. 3. Emisja CO_2 z gleby odsłoniętej i porośniętej trawą na polu: (A) – kontrolnym, (B) – zalewnym pojedynczą dawką ścieków, (C) – zalewanym podwójną dawką ścieków.

Fig. 3. CO_2 emission from base soil (upper) and soil covered with grass in three the experimental treatments: control (A), and irrigation with simple dose (B), and double dose (C) of municipal wastewater.

Porównanie dwóch wartości mierzonych jakimi są: pochłanianie tlenu i emisja dwutlenku węgla w poszczególnych fazach cyklu zalewowego, wskazują na niedostrzeganą zmianę stężenia tlenu i dwutlenku węgla w początkowej fazie, kiedy to na powierzchni gleby utrzymywała się warstewka wprowadzonych ścieków. Przesiákanie ścieków w głąb, które przy stosowanych dawkach następuje po upływie 2–3 dni, odsłania powierzchnię gleby i umożliwia uwalnianie gazów z

porów glebowych do atmosfery. Wówczas też notuje się zwiększone zapotrzebowanie w tlen i wyraźny wzrost emisji dwutlenku węgla. Dalszy dopływ tlenu z atmosfery znajduje odbicie w wyrównanej emisji CO₂, charakterystycznej dla każdego z wariantów doświadczenia (w kombinacji bez roślin) oraz we wzroście Eh. Kombinacja z udziałem roślin wskazuje na prawie całkowite pochłanianie emitowanego CO₂ tak, że po 3–4 dniach nie występują już różnice pomiędzy wariantami zalewowymi (Rys. 3).

Powyższe obserwacje wskazują na zaburzenie wydajności fotosyntetycznej traw, utrzymujące się przez okres 2–3 dni od wprowadzenia ścieków, czyli do zaniku ich stagnacji na powierzchni gleby.

WNIOSKI

Wprowadzenie ścieków w dawce pojedynczej 60 mm i podwójnej 120 mm na pola porośnięte mieszanką traw spowodowało:

1. Obniżenie Eh do poziomu 0 mV na głębokości 50 cm przypadające na trzecią dobę od momentu zadania ścieków;
2. Wzrost pochłaniania tlenu dochodzący do 3 dm³ O₂ m⁻² h⁻¹ w okresie od 3 do 5 doby po zadaniu ścieków;
3. Wzrost emisji dwutlenku węgla do wartości 2,5 i 2 dm³ CO₂ m⁻² h⁻¹ odpowiednio, z gleby odsloniętej i pokrytej roślinnością.
4. Ograniczenie emisji dwutlenku węgla w okresach pomiędzy zalewami w kombinacjach z udziałem roślin (o 50% w wariancie z pojedynczą i o 100% z podwójną dawką ścieków).

PIŚMIENNICTWO

1. de Jong E., Schappert H.J.: Calculation of soil respiration and activity from CO₂ profiles in the soil. *Soil Sci.*, 113, 328–333, 1972.
2. Gliński J., Stępniewski W.: *Soil Aeration and Its Role for Plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1985.
3. Gliński J., Stępniewski W., Łabuda S.: Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla w środowisku glebowym. *Problemy Agrofizyki*, 39, 11–53, 1983.
4. Kanemasu E.T., Powers L.W., Sij J.W.: Field chamber measurements of CO₂ flux from soil surface. *Soil Sci.*, 118, 233–237, 1974.
5. Silvola J., Alm J., Ahlholm U., Nykanen H., Martikainen P.J.: The contribution of plant roots to CO₂ fluxes from organic soils. *Biol. Fertil. Soils*, 23, 126–131, 1996.

THE SHARE OF MIXED GRASSES IN SOIL RESPIRATION AFTER
IRRIGATION OF WATER (AFTER II STEP OF PURIFICATION)

Z. Stepniewska^{1,2}, M. Pasztelan¹, U. Kotowska¹

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

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

Summary: Investigation was carried out under field conditions with organic soil (Eutric Histosol) irrigated with municipal wastewater after second step of purification. Experimental field was covered with mixed grass. Wastewater was added 10 times a year with the dose 60 and 120mm.

Investigations comprised gas emission from the surface of soil covered with plants and with out them. The main objective of this paper was to investigate process of respiration of soil under different experimental treatments.

Measurements of gas emission were performed with the use of metal cylinders as a basement and plexiglas chamber installed after irrigations. Composition of air, taken up from plexiglas chambers to vacuum containers, was analysed by gas chromatographic technique. Paralelly in the soil profiles on 10–100 cm depth redox potential (Eh) was measured by permanently installed platinum electrodes with respect to calomel electrodes as a reference. Soil redox potential, during irrigated cycle, from the initial movement of waste added to their migration through soil profile gives good soil aeration characteristics. CO₂ emission from the surface of soil covered with mixed grass was 25% lower than from the soil with out plants.

Keywords: respiration, redox potential, irrigation, municipal of wastewater.