

WPLYW UWILGOTNIENIA GLEBY TORFOWO-MURSZOWEJ IRYGOWANEJ ŚCIEKAMI MIEJSKIMI NA EMISJĘ N₂O I CO₂*

Z. Stępniewska^{1,2}, M. Pasztelan¹, W. Stępniewski^{3,1}, M. Brzezińska¹

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

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

³ Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, Lublin

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie wpływu wilgotności gleby torfowo-murszowej (*Eutric Histosol*) na emisję podtlenku azotu i dwutlenku węgla z uwzględnieniem dynamiki potencjału redoks. Badania prowadzono w warunkach naturalnych na polu doświadczalnym porośniętym topolą i naturalnym układem roślin towarzyszących. W okresie wegetacji stosowano 10-krotne zalewy przy dwóch dawkach ścieków, odpowiednio 750 i 1500 mm rocznie. Wilgotność gleby określono metodą suszarkową. Pomiar emisji gazów z powierzchni pól wykonano przy wykorzystaniu zestawu podstaw metalowych i przezroczystych komór montowanych za każdym razem po zastosowaniu nawodnień. Zawartość N₂O i CO₂ w powietrzu analizowano chromatograficznie. Wilgotność gleby po wprowadzeniu ścieków wynosiła ok. 200% na wszystkich badanych poletkach. W trakcie trwania cyklu zalewowego osiągnęła najwyższą wartość 221% szóstego dnia na polu zalewanym pojedynczą dawką. Maksymalna emisja N₂O wynosiła odpowiednio 0,002 i 0,003 dm³m⁻²h⁻¹ po wprowadzeniu pojedynczej i podwójnej dawki nawodnień. Emisja CO₂ wzrastała po wprowadzeniu ścieków i osiągnęła maksymalną wartość 0,66 dm³m⁻²h⁻¹ po 7 dniach na polu zalewanym podwójną dawką ścieków. Wartości potencjału redoks (Eh) po wprowadzeniu ścieków obniżyły się z 400 mV do 60 mV w okresie 4 dni na polu zalewanym pojedynczą dawką ścieków.

Słowa kluczowe: emisja, N₂O, CO₂, wilgotność, ścieki miejskie

* Praca została częściowo wykonana w ramach projektów badawczych: 6 P04G 032 19 oraz 5 P06H 035 16 finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

WSTĘP

Stężenie N_2O w atmosferze w ostatnich latach znacznie wzrasta, a w 1990 r. osiągnęło wartość ok. $80 \cdot 10^6$ ton/rok. Według szacowań obecne stężenie podtlenu azotu wynosi 311 ppb i ma tendencje do stałego wzrostu ok. 0,3% na rok [6]. Gleby stanowią największe źródło generujące ponad 50% globalnej emisji N_2O [1, 4]. Wykazano, że w określonych warunkach gleba może stać się również pochłaniaczem podtlenu azotu [8]. Powstały N_2O przebywa w atmosferze przez 120 lat, gdzie wpływa na destrukcję warstwy ozonowej.

Podtlenek azotu, wywołujący efekt cieplarniany, powstaje głównie w wyniku procesu denitryfikacji. W specyficznych warunkach pewne ilości N_2O mogą powstać w procesie nityfikacji [2, 7]. Szybkość denitryfikacji, a tym samym ilość emitowanego do atmosfery podtlenu azotu, zależy od ilości jonów NO_3^- w glebie, od jej wilgotności, zawartości węgla organicznego, temperatury gleby oraz pH [5].

Celem pracy było określenie wpływu wilgotności na emisję podtlenu azotu i dwutlenku węgla z powierzchni gleby nawadnianej ściekami miejskimi o różnej dawce z uwzględnieniem dynamiki potencjału redoks.

OBIEKT BADAWCZY I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w warunkach naturalnych na glebie torfowomurszowej (Eutric Histosol) poddawanej nawodnieniom ściekami miejskimi po II stopniu oczyszczenia. Pole doświadczalne zlokalizowane jest w dolinie rzeki Bystrzyca w okolicach oczyszczalni ścieków Hajdów koło Lublina. Badania prowadzone były na polu o powierzchni ok. 1 ha obsadzonym topolą (*Populus nigra* i *Populus alba*), podzielonym na trzy kwatery: część kontrolną (A) nie nawadnianą ściekami, część (B) nawadnianą pojedynczą dawką ścieków (75 mm) oraz część (C) nawadnianą podwójną dawką ścieków (150 mm).

Na polu eksperymentalnym prowadzono regularne (10 krotne) zalewy ściekami po II stopniu oczyszczania w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Zamieszczone w pracy dane dotyczą jednego cyklu doświadczalnego zastosowanego w okresie od 5 do 14 września 2000 roku na polu z topolą i naturalnym układem roślin towarzyszących.

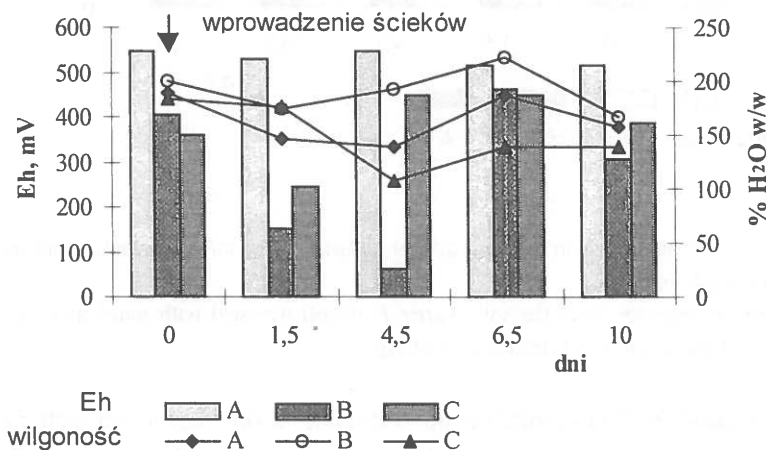
Wilgotność gleby, na głębokości 0–10 cm, określono jako stosunek masy zawartej wody do masy gleby suchej metodą suszarkową.

Potencjał redoks (Eh) mierzono elektrodami platynowymi wobec elektrody kalomelowej w 3 powtórzeniach w całej głębokości (od 10 do 100 cm) profilu glebowego, przy użyciu przenośnego aparatu Ionalyzer 404 (Orion).

Do pomiarów emisji gazów z powierzchni testowanych pól wykorzystano zestaw podstaw metalowych i przezroczystych komór, montowanych za każdym razem po zastosowaniu nawodnień. Gazy z komór emisyjnych pobierano do uprzednio odpowietrzonych fiolek i poddawano analizie chromatograficznej na zawartość CO₂ i N₂O. W badaniach wykorzystano chromatograf gazowy Shimadzu GC – 14A i GC – 14B.

WYNIKI

Wilgotność gleby w pierwszym dniu zalewowym na wszystkich badanych poletkach wynosiła ok. 200%. W trakcie trwania cyklu zalewowego osiągnęła najwyższą wartość 221% szóstego dnia na polu zalewanym pojedynczą dawką (Rys. 1, 2, 3).



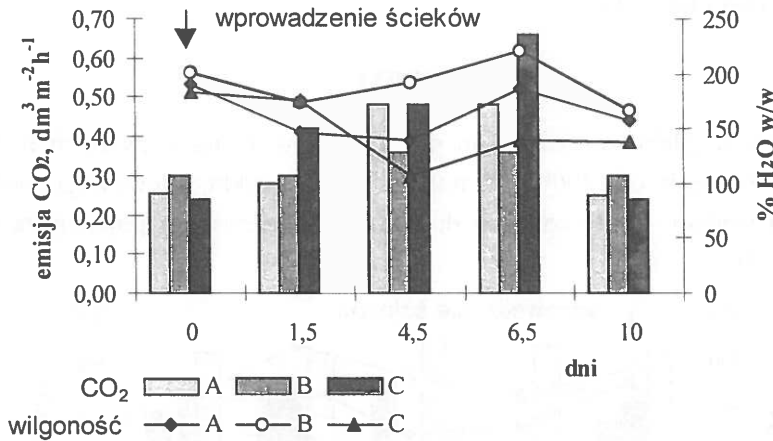
Rys. 1. Dynamika wilgotności i potencjału redoks (Eh) gleby (*Eutric Histosol*) irygowanej ściekami miejskimi (A – kontrola, B – pojedyncza dawka, C – podwójna dawka).

Fig. 1. The redox potential (Eh) in the soil (*Eutric Histosol*) irrigated with municipal wastewater in relation to soil water content (A – control, B – low dose, C – high dose).

Potencjał redoks (Eh) po wprowadzeniu ścieków na pole obniżył wartość z 400 mV do 60 mV w okresie pierwszych 4 dni (pole B). W ostatnich dniach

cyklu zalewowego (7 doba) potencjał redoks na polu B osiągnął początkowe wartości (400–500 mV), zaś na polu C wartość potencjału redoks osiągnęła minimum ok. 250 mV po 1,5 doby (Rys. 1).

Emisja CO_2 wzrastała po zadaniu ścieków i była ponad dwukrotnie wyższa po 7 dniach w kombinacji z podwójną dawką ścieków ($0,66 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), a po 10 dniach powróciła do wyjściowych wartości ($0,24 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Na polu zalewanym pojedynczą dawką ścieków emisja CO_2 nieznacznie wzrosła i osiągnęła najwyższą wartość $0,36 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ po 4 dniach (Rys. 2).



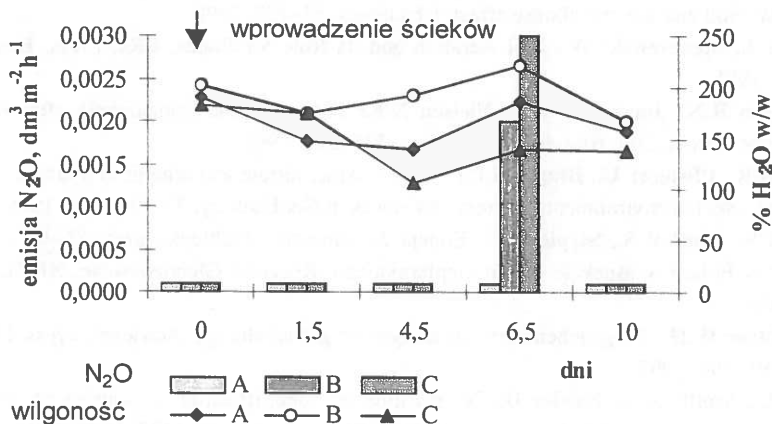
Rys. 2. Emisja CO_2 na tle zmian wilgotności gleby (*Eutric Histosol*) irygowanej ściekami miejskimi. Objasnienia jak na Rys. 1.

Fig. 2. The CO_2 emission from the soil (*Eutric Histosol*) irrigated with municipal wastewater in relation to soil water content. Explanations as in Fig. 1.

Wydzielanie N_2O stwierdzono po 6 dniach w obu kombinacjach nawadnianych ściekami. Wynosiło ono $0,002 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ przy pojedynczej i $0,003 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ przy podwójnej dawce nawodnień, co stanowiło 2,5 i 3,7 $\text{mg N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, odpowiednio. Była to wartość ok. 19 i 28 razy większa w porównaniu z warunkami kontrolnymi, gdzie wynosiła ona ok. $0,13 \text{ mg N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ i była porównywalna do emisji wykazanej przez Jorgensena dla gleby mineralnej (*Typic Ha-plumbrept*) [3] (Rys. 3).

Obecność N_2O w powietrzu emitowanym z nawodnionych pól była skorelowana z wydzielaniem CO_2 , które w okresie maksymalnej emisji N_2O było rów-

niez najwyższe. Wilgotność gleby w tym czasie wynosiła odpowiednio 221% i 140% na polu zalewanym pojedynczą i podwójną dawką ścieków.



Rys. 3. Emisja N₂O na tle zmian wilgotności gleby (*Eutric Histosol*) irygowanej ściekami miejskimi. Objasnienia jak na Rys. 1.

Fig. 3. The N₂O emission from the soil (*Eutric Histosol*) irrigated with municipal wastewater in relation to soil water content. Explanations as in Fig. 1.

WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań na polu obsadzonym topolą i poddanym nawodnieniom ściekami miejskimi po II stopniu oczyszczania stwierdzono:

1. Najwyższą emisję N₂O – 0,003 dm³ m⁻² h⁻¹ (co stanowi 3,7 mg N-N₂O m⁻² h⁻¹) na polu zalewanym podwójną dawką ścieków przy wilgotności gleby ok. 140% (wartość 28 razy większa niż na polu kontrolnym).
2. Najwyższą emisję CO₂ – 0,66 dm³ m⁻² h⁻¹ 6-go dnia na polu zalewanym podwójną dawką ścieków.
3. Najniższą wartość Eh –ok. 60 mV, 4-go dnia na polu zalewanym pojedynczą dawką ścieków przy wilgotności gleby ok. 200%.

PODZIĘKOWANIA

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

PIŚMIENNICTWO

1. **Bouwman A.T.:** Exchange of greenhouse gases between terrestrial ecosystem and the atmosphere. W: Soil and the greenhouse effect. Chichester, 61–127, 1990.
2. **Gliński J., Stępniewski W.:** Soil Aeration and its Role for Plants. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1985.
3. **Jorgensen R.N., Jorgensen B.J., Nielsen N.E.:** N₂O emission immediately after rainfall in a dry stubble field. Soil. Biol. Biochem., 30, 4, 545–546, 1998.
4. **Khan H.R., Pfisterer U., Blume H.P.:** Nitrous oxide, nitrate and amonium dynamics as influenced by selected environmental factors. Advances in GeoEcology, 31, 239–245, 1998.
5. **Mercik S., Moskal S., Stępień W.:** Emisja do atmosfery podtlenku azotu (N₂O) z użytków rolnych w Polsce w aspekcie efektu cieplarnianego. Roczniki Gleboznawcze, XLVI, ½, 135–148, 1995.
6. **Schlesinger W.H.:** Biogeochemistry; an analysis of global change. Academic Press. California, USA, 391–396, 1997.
7. **Skiba U., Smith K.A., Fowler D.:** Nitrification and denitrification as sources of nitric oxide and nitrous oxide in a sandy loam soil. Soil Biol. Biochem., 25(11), 1527–1536, 1993.
8. **Smith C.J., Wright M.F., Patrick W.H.:** The effect of soil redox potential and pH on the reduction of nitrous oxide. Environment. Quality, 12 (2), 186–188, 1983.

EFFECT OF SOIL WATER CONTENT ON N₂O AND CO₂ EMISSION
(PEAT-MUCK SOIL IRRIGATED WITH MUNICIPAL WASTEWATER)

Z. Stępniewska^{1,2}, M. Pasztelan¹, W. Stępniewski^{3,1}, M. Brzezińska¹

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

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

³Technical University, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Summary. The aim of this study was to determine the effect of soil water content on N₂O and CO₂ emission, and redox potential in soil (*Eutric Histosol*) planted with *Populus nigra*. Soil was irrigated with municipal wastewater 10 times during the vegetation season at low and high dose (750 mm and 1500 mm per year, respectively). Soil water content increased after irrigation up to 221% (w/w). Maximal N₂O emission was 0.002 and 0.003 dm³ m⁻² h⁻¹ at low and high wastewater dose, respectively. CO₂ emission increased after irrigation and reached 0.66 dm³ m⁻² h⁻¹ on 7th day at high wastewater dose. Soil redox potential (Eh) decreased as a result of 4-days flooding from 400 mV to 60 mV.

Keywords: N₂O, CO₂, soil water content, wastewater.