

## WPLYW ZWIĄZKÓW ROPOPOCHODNYCH W WARUNKACH WZRATAJĄCEGO ZASOLENIA NA PRZEBIEG PROCESU NITRYFIKACJI W GLEBIE

Krystyna Przybulewska<sup>1</sup>, Anna Stolarska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

<sup>2</sup> Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza w Szczecinie

### Wstęp

W wyniku intensywnej industrializacji skażenie gleb systematycznie ulega powiększeniu. Wysokie stężenia soli w glebach Polski występują najczęściej w wyniku działalności zakładów przemysłowych, oddziaływania wody morskiej, lub także używania środków do niszczenia pokrywy lodowo-śnieżnej na drogach [FILIPK, BADORA 1992; IGNACZAK 1998].

Najczęściej w glebie występuje kilka rodzajów związków zanieczyszczających (związki ropopochodne, różnego rodzaju sole i in.) działających mniej lub bardziej niekorzystnie na środowisko [RYTELEWSKI i in. 1992; IGNACZAK 1998; DIAZ i in. 2000]. Zanieczyszczona gleba często zmienia, a nawet traci swoją aktywność biologiczną [BOROWIEC i in. 1982; DZIENIA i in. 1982; ROSEBERG i in. 1986; WRONKOWSKA i in. 1999; KUCHARSKI, JASTRZEBSKA 2001a, b; RÓŻAŃSKI, WŁADKOWIEC 2002; YAKUTIN 2002]. Mikrobiologiczne procesy przemian azotu w dużym stopniu kształtują żyzność gleby, a zarazem są szczególnie wrażliwe na obecność w niej ksenobiotyków [MAZUR 1991; BARABASZ 1992; TONG THI THU SON i in. 1997; DIAZ i in. 2000].

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny kompleksowego oddziaływania czynników stresowych, takich jak zasolenie i związki ropopochodne (olej napędowy i benzyna bezołowiowa E 95), na przebieg procesu nitryfikacji w glebie.

### Materiał i metody

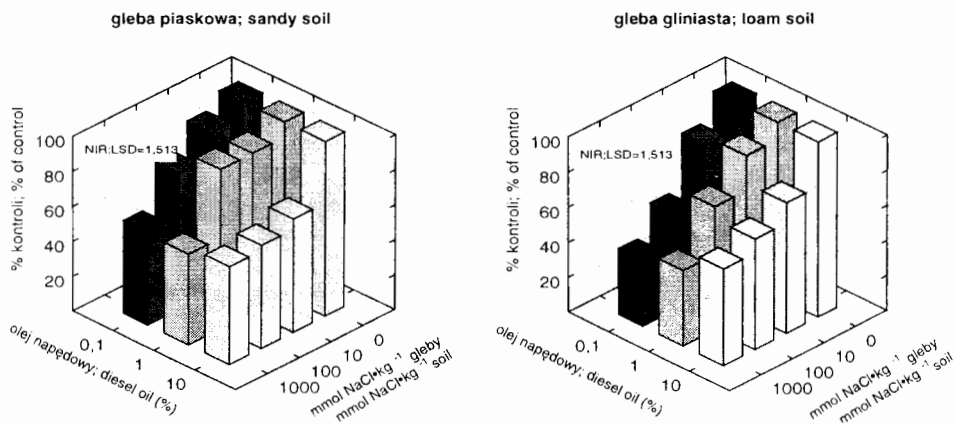
Badania prowadzono na glebie gliniastej (średnia) i piaskowej (lekka), pobranych z poziomu orno-próchniczego (0–10 cm). Pierwsza to czarna ziemia o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pyłastej. Odczyn gleby (pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>) wynosił 7,0. Druga to gleba piaszczysta zaliczona do gleb rdzawych, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Jej odczyn był lekko kwaśny (pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – 6,5).

Przygotowano próbki glebowe o masie 1 kg i zanieczyszczono NaCl (10, 100 i 1000 mmol NaCl·kg<sup>-1</sup> gleby). Kontrolę stanowiła gleba bez dodatku NaCl. Podwójny stres antropogeniczny otrzymano zanieczyszczając próbki z powyżej

przygotowanych kombinacji olejem napędowym oraz benzyną bezołowiową w następujących dawkach: 0,1; 1 oraz 10% wag. Otrzymano w ten sposób 12 kombinacji o różnym stopniu zanieczyszczenia dla każdej substancji ropopochodnej o wilgotności 60% m.p.w. Próbkę gleby do analiz pobierano w dniu założenia doświadczenia (termin 1), a następnie po 3., 7., 14., 28. i 48. dniach, określano ilość azotanów powstałą w wyniku utleniania przez bakterie nityfikacyjne, metodą kolorymetryczną z użyciem kwasu fenylodisulfonowego. Doświadczenie wykonano w trzech powtórzeniach. Próbkę glebowe inkubowano w 25°C. Uzyskane wyniki przeliczano na 1 g suchej masy gleby. Otrzymane wyniki poddano ocenie statystycznej wyliczając analizę wariancji i stosując test Duncana. Ocenę wpływu produktów ropopochodnych w glebie zasolonej oceniono jako procent odchyłań średni z wszystkich terminów w stosunku do gleby niezanieczyszczonej NaCl.

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników i przeprowadzonych analiz statystycznych można stwierdzić, że podwójny stres antropogeniczny w postaci zasolenia gleby NaCl oraz zanieczyszczenia związkami ropopochodnymi wpływa niekorzystnie na przebieg procesu nityfikacji w glebie, obniżając jego wartość. Wielkość tego wpływu zależy od rodzaju i ilości wprowadzonych zanieczyszczeń (rys. 1, 2).

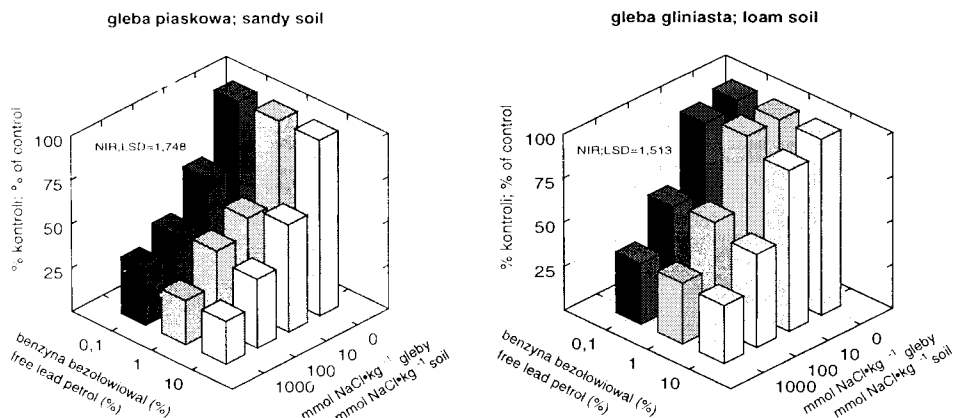


Rys. 1. Wpływ oleju napędowego w glebie zasolonej NaCl na proces nityfikacji wyrażony w procentach kontroli

Fig. 1. Influence of diesel oil on nitrification in the soil salined with NaCl and expressed in per cents of the control

Wprowadzenie oleju napędowego do gleby lekkiej o wzrastającej zawartości zasolenia NaCl powodowało znaczne obniżenie przebiegu procesu nityfikacji. Hamujący wpływ zasolenia na przebieg procesu nityfikacji potwierdzają wyniki uzyskane przez innych autorów [HARADA, KAI 1968; ROSERBERG i in. 1986; KARGI, DINCER 1998; ELMER 2003]. Wyniki otrzymane w niniejszej pracy potwierdzają informację o szczególnej wrażliwości procesu nityfikacji na obecne w glebie polutanty [MAZUR 1991; BARABASZ 1992; TONG THI THU SON i in. 1997]. Przy najniższych dawkach wprowadzanych do gleby obu zanieczyszczeń nastąpiło średnio od 20 do

25% zmniejszenie aktywności procesu utleniania. W przypadku gleby gliniastej nasiliło się o kilkanaście procent obniżenie aktywności nityfikacji w kombinacjach zanieczyszczonych mniejszą ilością oleju napędowego 0,1 i 1% w porównaniu do piasku. Natomiast odwrotne reakcje zauważa się w glebie zasolonej najwyższymi dawkami NaCl jednocześnie zanieczyszczonej olejem. Biorąc pod uwagę interakcje dwóch czynników niezależnie od wprowadzonych dawek zanieczyszczeń nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi glebami w obniżeniu aktywności bakterii przeprowadzających proces nityfikacji.



Rys. 2. Wpływ benzyny bezołowiowej w glebie zasolonej NaCl na proces nityfikacji wyrażony w procentach kontroli

Fig. 2. Influence of non-lead petrol on nitrification in the soil salined with NaCl and expressed in per cents of the control

Wprowadzenie benzyny bezołowiowej do gleby gliniastej zasolonej NaCl spowodowało zmniejszenie intensywności utleniania azotanów średnio o 40% niezależnie od ilości wprowadzonego produktu. W glebie piaszczystej wpływ ten nasilił się jeszcze bardziej (średnio prawie o 60%). Niekorzystny wpływ na środowisko glebowe wywierany przez produkty ropopochodne stwierdziło wielu autorów [LIŚKIEWICZ 1995; ZIENKO 1996; RÓŻAŃSKI, WŁODKOWICZ 2002]. Należy jednak zwrócić uwagę na szczególnie większy wpływ niekorzystnego działania soli w glebie zanieczyszczonej benzyną, począwszy od najmniejszego jej udziału, tj. 10 mmol NaCl·kg<sup>-1</sup> gleby lekkiej, w której to nastąpiło średnio aż o 35% zmniejszenie aktywności nityfikacji w porównaniu do tych samych warunków panujących w glebie gliniastej. Zmniejszenie procesu nityfikacji już przy stężeniu 0,5% soli w podłożu stwierdził UYGUR i KARGI [2004]. Wzrost zasolenia gleby zmusza mikroorganizmy do uruchomienia procesów ułatwiających adaptację w nowych warunkach. Dotyczy to właściwości błony komórkowej drobnoustrojów w warunkach zwiększającego się ciśnienia osmotycznego pod wpływem wzrostu zasolenia środowiska [KOSTECKI 1992]. W wysokich stężeniach rozpuszczonych substancji na zewnątrz komórki następuje odwodnienie. Wielkość zasolenia zależy od pojemności sorpcyjnej gleby. Im jest większe, tym większe dawki nawozów można stosować bez obawy wywołania nadmiernych stężeń soli w roztworze glebowym. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że pojemność sorpcyjna gleb w stosunku do

anionów jest dużo mniejsza i dlatego nawet w glebach próchnicznych większe dawki nawozów mogą spowodować nadmierne stężenie anionów  $\text{NO}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ , powodując ich zasolenie. Na podstawie otrzymanych wyników można wywnioskować, że zaolejenie gleb zmniejszało toksyczne działanie  $\text{NaCl}$  na przebieg procesu nityfikacji. Nickorzystny wpływ badanych czynników uwidaczniał się w każdej z badanych gleb, nasilając się szczególnie pod wpływem zasolenia piasku zanieczyszczonego benzyną bezołowiową.

Niewiele jest danych literaturowych na temat jednoczesnego wpływu zasolenia i związków ropopochodnych. Zbliżone badania przeprowadzili DŁAZ i in. [2000]. Liczebność mikroorganizmów rozkładających związki ropopochodne była mniejsza w warunkach wysokiego zasolenia ( $> 60\text{--}70 \text{ g NaCl}\cdot\text{dm}^{-3}$  pożywki). Degradacja była zatem wyższa, gdy zasolenie spadało i odwrotnie, malała gdy stężenie  $\text{NaCl}$  rosło, co częściowo zostało potwierdzone w wyniku przeprowadzonych doświadczeń.

### Wnioski

Podwójny stres antropogeniczny w postaci zasolenia  $\text{NaCl}$  i zanieczyszczenia gleby produktami ropopochodnymi wpływa niekorzystnie na przebieg procesu nityfikacji w glebie, obniżając jego wartość. Wielkość tych zmian zależy od rodzaju i dawki wprowadzonego zanieczyszczenia.

Benzyna bezołowiowa działa bardziej hamująco na przebieg procesu nityfikacji w glebie zasolonej szczególnie o zmniejszonej zawartości substancji organicznej, natomiast zaolejenie gleb zmniejsza toksyczne działanie  $\text{NaCl}$ .

### Literatura

BARABASZ W. 1992. *Mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego*. Post. Mikrobiol. 31(1): 3–33.

BOROWIEC S., DZIENIA S., BOLIGŁOWA E. 1982. *Wpływ skażenia gleby produktami ropy naftowej na mikroflorę glebową. Cz. I. Mikroorganizmy glebowe w sąsiedztwie magazynów paliw*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie 94: 33–44.

DIAZ M.P., GRIGSON S.J.W., PEPIATT CH.J., BURGESS J.G. 2000. *Isolation and characterization of novel hydrocarbon-degrading euryhaline consortia from crude oil and mangrove sediments*. Mar. Biotechnol. 2: 522–532.

DZIENIA S., BOLIGŁOWA E., BOROWIEC S. 1982. *Wpływ skażenia gleby produktami ropopochodnymi na mikroflorę glebową. Cz. 2. Wpływ oleju napędowego stosowanego w rolnictwie na niektóre grupy drobnoustrojów glebowych*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie 94: 65–70.

ELMER W.H. 2003. *Local and systemic effects of  $\text{NaCl}$  on asparagus root composition, rhizosphere bacteria, and development of Fusarium crown and root rot*. Phytopathology 93: 186–195.

HARADA T., KAI H. 1968. *Studies on the environmental conditions controlling nitrification in soil. I. Effects of ammonium and total salts in media on the rate nitrification*. Soil Science and Plant Nutrition 14(1): 20–26.

FILIPEK T., BADORA A. 1992. *Jony rozpuszczalne w wodzie w glebach zanieczyszczonych środkami do zwalczania śliskości pośnigowej*. Rocz. Glebozn. 18(3–4): 37–40.

- IGNACZAK S. 1998. *Systemy konserwacji gleby odłogowanej – zmiany temperatury, wilgotności i zasolenia różnych warstw*. *Frag. Agron.* 5: 225–237
- KARGI F., DINCER A.R. 1998. *Saline wastewater treatment by halophile supplemented activated sludge culture in an aerated rotating biodisc contactor*. *Enzyme Mikrob. Technol.* 22: 427–433.
- KOSTECKI M. 1992. *Biologiczna denitryfikacja wysokich stężeń azotu azotanowego*. Cz. VI. *Wpływ zasolenia na przebieg procesu*. *Archiwum Ochrony Środowiska* 3–4: 57–64.
- KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E. 2001a. *Aktywność enzymatyczna gleby zanieczyszczonej olejem napędowym*. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 476: 181–187.
- KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E. 2001b. *Reakcja drobnoustrojów na zanieczyszczenie gleby benzyną ołowiową*. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 476: 189–195.
- LEŚKIWEICZ J. 1995. *Skażenie gruntu i wód produktami ropopochodnymi*. *Aura* 11: 6–9.
- MAZUR T. 1991. *Azot w glebach uprawnych*. PWN, Warszawa: 239 ss.
- ROSEBERG R.J., CHRISTENSEN N.W., AKKON T.L. 1986. *Chloride soil solution osmotic potential, and soil pH effects on nitrification*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50(4): 941–945.
- RÓŻAŃSKI H., WŁODKOWIC D. 2002. *Skutki oddziaływania zanieczyszczeń ropopochodnych na środowisko przyrodnicze*. *Wszechświat* 103(7–9): 223–225.
- RYTELEWSKI J., PRZEDWOJSKI R., NIKLEWSKA A. 1992. *Program rekultywacji gleb zasolonych na Kujawach*. *Biul. Nauk. AR-T w Olsztynie* 1(10): 139.
- TONG THI THU SON, BŁASZCZYK M., MYCIELSKI R. 1997. *Biodegradacja oleju frakcji lekkiej w warunkach denitryfikacyjnych*. V Ogólnopolskie Sympozjum Naukowo-Techniczne „Bioteknologią Środowiskowa”. Ustroń-Jaszowiec, 10–12 XII 1997: 85–93.
- UYGUR A., KARGI F. 2004. *Salt inhibition on biological nutrient removal from saline wastewater in a sequencing batch reaktor*. *Enzyme and Microbial Technology* 34: 313–318.
- WRONKOWSKA H., KARCZMARCZYK S., RUMASZ E. 1999. *Wpływ nawadniania słoną wodą na liczebność mikroorganizmów glebowych*. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Ser. Rol.* 193(73): 213–216.
- YAKUTIN M. 2002. *Biomass of microorganisms in the salt affected soils of the Barbara (the Western Siberia)*. 17<sup>th</sup> WCSS, 14–21 VIII 2002, Thailand, Symposium no. 12, Paper no 764: 1–4.
- ZIEŃKO J. 1996. *Substancje ropopochodne w środowisku przyrodniczym*. Cz. II. *Ocena stopnia zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego*. *Ekol. Tech.* 2(20): 4–8.

**Słowa kluczowe:** zasolenie NaCl, związki ropopochodne, proces nitryfikacji, gleba

### Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu związków ropopochodnych (olej napędowy i benzyna bezołowiowa) w glebie zasolonej

NaCl na przebieg procesu nityfikacji. Zastosowano zanieczyszczenie gleby NaCl w następujących stężeniach: 10, 100 i 1000 mmol·kg<sup>-1</sup>. Kontrolę stanowiła gleba bez dodatku soli. Podwójny stres antropogeniczny otrzymano zanieczyszczając próbki z powyżej przygotowanych kombinacji olejem napędowym oraz benzyną bezołowiową w następujących dawkach: 0,1; 1 oraz 10% wag. Zasolenie gleby NaCl i jednocześnie zanieczyszczenie jej produktami ropopochodnymi wpływa niekorzystnie na przebieg procesu nityfikacji w glebie, obniżając jego wartość. Wielkość tych zmian zależy od rodzaju i dawki wprowadzonego zanieczyszczenia. Benzyna bezołowiowa działa bardziej niekorzystnie na przebieg procesu nityfikacji w glebie zasolonej szczególnie o zmniejszonej zawartości substancji organicznej, natomiast zaolejenie gleby zmniejsza toksyczne działanie NaCl.

### INFLUENCE OF CRUDE OIL DERIVATIVES ON THE COURSE OF NITRIFICATION IN THE SOIL UNDER CONDITIONS OF INCREASING SALINITY DUE TO NaCl

*Krystyna Przybulewska<sup>1</sup>, Anna Stolarska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Microbiology and Biotechnology of Environment, Agricultural University, Szczecin

<sup>2</sup>Department of Plant Physiology  
Agricultural University, Szczecin

Key words: NaCl salinity, crude-oil derivatives, nitrification process, soil

#### Summary

The paper presents the results of study on the influence of crude-oil derivatives (diesel oil and non-lead petrol) in the soil salined with NaCl on the nitrification course. Soil was experimentally polluted with NaCl at the following rates: 10, 100 and 1000 mmol·kg<sup>-1</sup>. Soil with no salt addition was the control. Double anthropogenic stress was achieved due to polluting the samples from the above combinations with diesel oil and non-lead petroleum at the following doses: 0.1; 1 and 10% (of weight). Double anthropogenic stress in a form of NaCl salinity and soil pollution with crude oil derivatives negatively affected the nitrification process in the soil by decreasing its value. These changes depended on the type and rate of the pollutant introduced. Non-lead petroleum acted more negatively on the nitrification process in salined soil, in particular with a lower content of organic matter. Pollution of the soil with diesel oil diminished the toxic action of NaCl.

Dr inż. Krystyna **Przybulewska**  
Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska  
Akademia Rolnicza  
ul. Słowackiego 17  
71-434 SZCZECIN  
e-mail: kprzybulewska@agro.ar.szczecin.pl