

WPŁYW PODWÓJNEGO STRESU ANTROPOGENICZNEGO NA LICZEBNOŚĆ MIKROORGANIZMÓW GLEBOWYCH

Krystyna Przybulewska

Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

W glebie bytują przedstawiciele wszystkich grup systematycznych mikroorganizmów. Biorąc pod uwagę dominację, a także największy udział w procesach biochemicznych gleby, najczęściej wymienia się bakterie, grzyby i promieniowce. Współpraca drobnoustrojów doprowadza glebę do pewnego stanu równowagi biologicznej [KERMEN 1981]. Zmiany we właściwościach fizycznych i chemicznych gleby mogą być spowodowane przez przyrodę, ale często w wyniku stosowanych zabiegów agrotechnicznych. Wiele zmian w stanie istniejącej równowagi homeostaticznej jest wynikiem nieprzemyślanych i nieprzewidywanych efektów działalności człowieka. Nagromadzenie się w glebie różnych substancji zanieczyszczających (pestycydy, związki ropopochodne, różnego rodzaju sole) powoduje przeciążenie możliwości sorpcyjnych gleby [FILIPEK, BADORA 1992; RYTELEWSKI i in. 1992; IGNA CZAK 1998]. Rzadko zdarza się aby te substancje występowały pojedynczo. Najczęściej w glebie występuje kilka rodzajów związków zanieczyszczających działających mniej lub bardziej niekorzystnie na środowisko [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, JASTRZĘBSKA 2001a, 2001b; RÓŻAŃSKI, WŁADKOWIEC 2002]. W wielu przypadkach nie odzyskuje jej nawet po upływie kilkunastu lat.

Ze względu na małą ilość danych literaturowych dotyczących kompleksowego oddziaływania czynników stresowych, takich jak zasolenie i związki ropopochodne, w niniejszej pracy podjęto próbę oceny wpływu oleju napędowego w glebie zasolonej NaCl na podstawowe grupy mikroorganizmów glebowych (bakterie, promieniowce i grzyby).

Materiał i metody

Badania prowadzono na glebie gliniastej (średnia) i piaskowej (lekka), pobranych z poziomu orno-próchniczego (0–10 cm). Przygotowano próbki glebowe o masie 1 kg i zanieczyszczono NaCl (10, 100 i 1000 mmol NaCl·kg⁻¹ gleby). Kontrolę stanowiła gleba bez dodatku NaCl. Podwójny stres antropogeniczny otrzymano zanieczyszczając próbki z powyżej przygotowanych kombinacji olejem

napędowym w następujących dawkach: 0,1; 1 oraz 10% wag. Otrzymano w ten sposób 12 kombinacji o różnym stopniu zanieczyszczenia. Próbkę gleb do analiz pobierano w dniu założenia doświadczenia (termin 1) a następnie po 3, 7, 14, 28 i 48 dniach, w których określano liczebność podstawowych grup mikroorganizmów w glebie.

Uzyskane wyniki przeliczano na 1 g suchej masy gleby. Na podstawie ogólnej liczby bakterii (B), promieniowców (P) i grzybów (G) oznaczono współczynnik SR stopnia rozwoju mikroorganizmów (B+P/G) [MYŚKÓW 1981]. Współczynnik określa stosunek sumy liczebności bakterii i promieniowców do liczebności grzybów. Otrzymane wyniki poddano ocenie statystycznej wyliczając analizę wariancji. Ocenę wpływu oleju napędowego w glebie zasolonej oceniono jako procent odchylenia w stosunku do gleby niezanieczyszczonej NaCl.

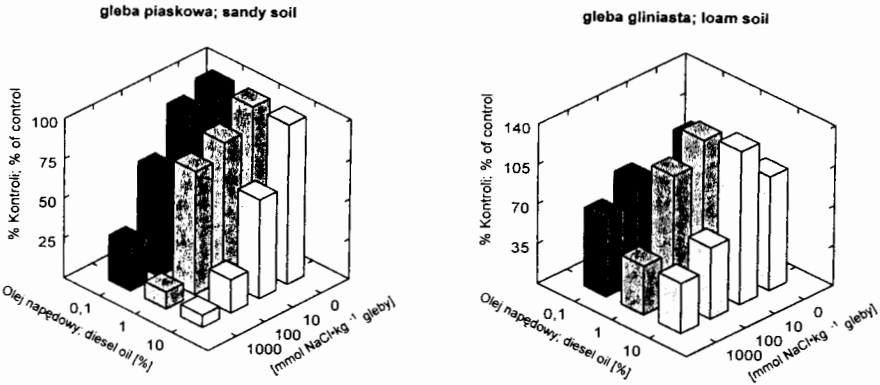
Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono, że podwójny czynnik antropogeniczny w postaci zasolenia gleby NaCl zanieczyszczonej olejem napędowym istotnie wpływał na liczebność bakterii, promieniowców oraz grzybów glebowych. Wielkość tych zmian zależała od ilości wprowadzonych zanieczyszczeń (dawka), czasu działania oraz od rodzaju gleby.

W glebie gliniastej z najmniejszym zanieczyszczeniem NaCl, ale z dużym zaolejeniem (1–10%) obserwowano wzrost liczebności bakterii dochodzący do 30% w porównaniu do kontroli. Można stwierdzić, że warunki wysokiego zaolejenia gleby zasolonej 10 mmol NaCl na kg wpływały korzystnie na ich rozwój. W przypadku pozostałych kombinacji wraz ze wzrostem zanieczyszczeń NaCl i oleju napędowego istotnie zmniejszała się liczebność bakterii w glebie. Średnio o 30% mniej było bakterii w glebie zasolonej z najmniejszą ilością oleju napędowego (0,1%) niż w glebie kontrolnej. Wzrost ilości zanieczyszczenia tego rodzaju produktem ropopochodnym w warunkach wzrastającego zasolenia gleby jeszcze bardziej zmniejszał liczebność bakterii, nawet o 60% (rys. 1). Niezależnie od rodzaju gleby działanie dwóch czynników stresowych obniżało liczebność bakterii maksymalnie o 37%, przy czym w piasku o 25% więcej niż w glinie. Badania KARGI i DINCER [1998], KUBO i in. [2001] oraz PATNAIK i in. [2000] potwierdziły negatywny wpływ zasolenia na drobnoustroje glebowe. Wzrost koncentracji NaCl hamował rozwój mikroorganizmów glebowych.

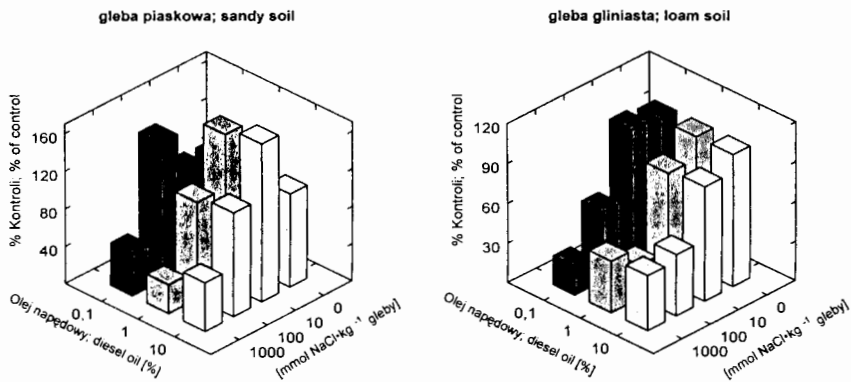
W przypadku promieniowców glebowych zmiany liczebności były bardziej zależne od zasolenia gleby niż obecności oleju napędowego, dotyczy to głównie kombinacji, w której zaolejoną glebę piaszczystą zanieczyszczono najwyższą dawką soli (100 mmol NaCl·kg⁻¹ gleby), (rys. 2). W glebie gliniastej taki efekt jest również widoczny w kombinacjach o mniejszym zasoleniu (100 mmol NaCl·kg⁻¹ gleby). Najniższa ilość soli w glebie gliniastej (10 mmol NaCl·kg⁻¹ gleby) niezależnie od ilości wprowadzonego oleju napędowego nie wpływała istotnie na liczebności promieniowców. Zbliżone wyniki otrzymano w glebie piaszczystej, przy czym w tym przypadku stwierdzono stymulację wzrostu promieniowców nawet o 70% w porównaniu do gleby bez NaCl, jedynie zanieczyszczonej olejem napędowym. Podobnie jak w badaniach KOSINKIEWICZ i LUBCZYŃSKIEJ [1986] odnotowano wzrost liczebności promieniowców w glebie zanieczyszczonej związkami ropopochodnymi. W przypadku prowadzonych badań wzrost zasolenia nawet do

100 mmol NaCl na kg gleby gliniastej zanieczyszczonej olejem napędowym nie zmniejszał liczebności tego rodzaju mikroorganizmów. W przypadku największego zasolenia NaCl niezależnie od wprowadzonej ilości oleju napędowego i rodzaju gleby nastąpiło istotne obniżenie liczebności promieniowców (nawet o 70%).



Rys. 1. Wpływ podwójnego stresu na liczebność bakterii w glebie wyrażonych w procentach kontroli

Fig. 1. Influence of double stress on the population of bacteria in the soil expressed in per cents of control

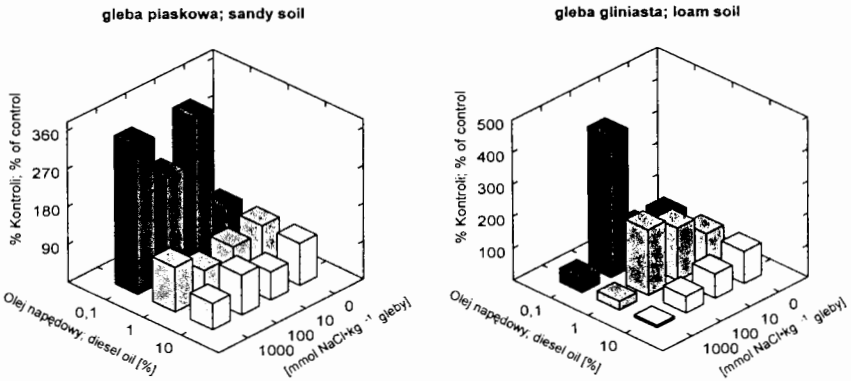


Rys. 2. Wpływ podwójnego stresu na liczebność promieniowców w glebie wyrażonych w procentach kontroli

Fig. 2. Influence of double stress on the population of actinomycetes in the soil expressed in per cents of control

Najbardziej odporną grupą mikroorganizmów na podwójny stres wywołany wzrostem zasolenia w glebie zaolejonej okazały się grzyby glebowe (rys. 3). W glebie piaszczystej niezależnie od jej zasolenia olej napędowy wywierał o wiele mniej niekorzystny wpływ na grzyby niż na bakterie i promieniowce w tych samych warunkach. Prawdopodobnie warunki takie stworzyły możliwość wykorzystania przez grzyby oleju napędowego, być może był on źródłem węgla, co potwierdza wielu autorów [MALISZEWSKA-KORDYBACH 1987; NOWAK, HAWROT 1998]. Świadczy o tym znaczny nawet trzykrotny wzrost liczebności w glebie zanieczysz-

czoney 0,1% oleju napędowego, niezależnie od jej zasolenia. W glebie gliniastej warunki podwójnego stresu antropogenicznego nie wpływały aż tak korzystnie na rozwój grzybów glebowych. Największe zasolenie spowodowało znacznie obniżenie tych mikroorganizmów niezależnie od ilości wprowadzonego oleju napędowego. Nastąpiło zmniejszenie liczebności grzybów o ponad 50% w glebie najmniej zanieczyszczonej olejem do prawie całkowitej ich redukcji w kombinacji najbardziej zanieczyszczonej tym produktem.



Rys. 3. Wpływ podwójnego stresu na liczebność grzybów w glebie wyrażonych w procentach kontroli
 Fig. 3. Influence of double stress on the population of fungi in the soil expressed in per cents of control

Tabela 1; Table 1

Współczynnik stopnia rozwoju (SR) w glebie zasolonej pod wpływem oleju napędowego

The development level coefficient (SR) in salinea by diesel oil

Kombinacje doświadczalne Experimental combinations		Gleba piaskowa Sandy soil		Gleba gliniasta Loam	
mmol NaCl·kg ⁻¹ gleby; soil	olej napędowy; diesel oil % wagowy; % by weight	SR	% kontroli % of control	SR	% kontroli % of control
0	0,1	2244	100	161	100
10		600	26	125	77
100		653	29	26	16
1000		187	8	185	114
0	1	854	100	125	100
10		936	109	79	63
100		1067	124	39	31
1000		98	11	184	147
0	10	1298	100	34	100
10		1311	101	52	151
100		85	6	26	106
1000		207	15	180	520

Współczynnik stopnia rozwoju SR ulegał znacznym wahaniom w zależności od rodzaju i ilości wprowadzonego zanieczyszczenia oraz od rodzaju gleby (tab. 1). W glebie piaskowej zanieczyszczonej najmniejszą ilością oleju napędowego współczynnik SR wynosił 2244. W miarę wzrostu tego rodzaju zanieczyszczenia (1–10%) jego wartość zmniejszyła się średnio o połowę. Tak duża wartość współczynnika świadczy o znacznie większej liczebności bakterii i promieniowców w stosunku do grzybów. W glebie gliniastej zanieczyszczonej wyłącznie olejem napędowym w ilości 0,1 i 1% proporcje te były znacznie mniejsze i współczynnik SR miał następujące wartości 161 i 125. W glinie najbardziej zanieczyszczonej olejem (10%) był on niski i wynosił 34, co świadczy o znacznie większej liczebności grzybów w porównaniu do bakterii i promieniowców. Wprowadzenie drugiego czynnika stresowego w postaci NaCl spowodowało stymulację rozwoju mykoflory w miejscu zanikających bakterii i promieniowców, co uwidaczniało się szczególnie w glebie piaskowej oraz w większości przypadków w glebie gliniastej. Natomiast w glinie najbardziej zasolonej (1000 mmol NaCl·kg⁻¹) niezależnie od ilości wprowadzonego oleju, stworzyły się lepsze warunki do rozwoju bakterii i promieniowców niż grzybów. Najbardziej widoczne jest to w kombinacji o największym zanieczyszczeniu badanymi ksenobiotykami, w której wartość współczynnika SR jest 5-krotnie większa niż w kontroli.

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

Wnioski

1. Podwójny czynnik antropogeniczny w postaci zasolenia gleby NaCl zanieczyszczonej olejem napędowym istotnie wpływał na liczebność bakterii, promieniowców oraz grzybów glebowych. Wielkość tych zmian zależała od ilości wprowadzonych zanieczyszczeń oraz od rodzaju gleby.
2. Najbardziej wrażliwe na wzrost zaolejenia gleby zasolonej okazały się bakterie i promieniowce. Świadczą o tym wyliczone współczynniki SR, których wartość przeważnie zmniejszyła się, co informuje o lepszych warunkach do rozwoju grzybów.
3. Reakcje mikroorganizmów na wzrastające zanieczyszczenie NaCl i olejem napędowym były przeważnie bardziej niekorzystne w glebie gliniastej niż w piasku.

Literatura

- 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 Szczecin* 94: 33–44.
- DIAZ M.P., GRIGSON S.J. W., PEPIATT CH.J., BURGESS J.G. 2000. *Isolation and charac-*

terization 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. II. Wpływ oleju napędowego stosowanego w rolnictwie na niektóre grupy drobnoustrojów glebowych. *Zesz. Nauk. AR Szczecin* 94: 65–70.

FILIPEK T., BADORA A. 1992. Jony rozpuszczalne w wodzie w glebach zanieczyszczonych środkami do zwalczania śliskości pośniegowej. *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.

KERMEN J. 1981. Dynamiczna równowaga mikroorganizmów w glebie. *Post. Mikrobiol.* 22(3/4): 201–211.

KOSINKIEWICZ B., LUBCZYŃSKA J. 1986. Wykorzystywanie i biotransformacja 3,4 benzo-a-pirenu przez mikroorganizmy glebowe. *Archiwum Ochrony Środowiska* 1–4: 133–141.

KUBO M., HIROE J., MURAKAMI M., FUKAMI H., TACHIKI T. 2001. Treatment of hypersaline – containing wastewater with salt-tolerant microorganisms. *J. Biosc. Bioeng.* 91(2): 222–224.

KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E. 2001a. Reakcja drobnoustrojów na zanieczyszczenie gleby benzyną ołowiową. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 476: 189–195.

KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E. 2001b. Aktywność enzymatyczna gleby zanieczyszczonej olejem napędowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 476: 181–187.

MALISZEWSKA-KORDYBACH B. 1987. Mikrobiologiczne przemiany wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środowisku glebowym. *Post. Mikrobiol.* 36(3): 233–247.

MYŚKÓW W. 1981. Próby wykorzystania wskaźników aktywności mikrobiologicznej do oceny żyzności gleby. *Post. Mikrobiol.* 20(3/4): 175–192.

NOWAK A., HAWROT M. 1998. Ocena liczebności mikroorganizmów w glebach skażonych związkami ropopochodnymi przy zastosowaniu analizatora typu BACTRAC 4100, w: *Ekologiczne aspekty mikrobiologii gleby*. AR Poznań: 223–231.

PATTAI P., MISHRA S.R., BHARATI K., MOHANTY S.R., SETHUNATHAN N., ADHYA T.K. 2000. Influence of salinity on methanogenesis and associated mikroflora in tropical rice silos. *Microbiological – Research* 155(3): 215–220.

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., WŁODKOWICZ 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. ART Olsztyn* 1(10): 139.

WRONKOWSKA H., KARZMARCZYK S., RUMASZ E. 1999. Wpływ nawadniania słoną wodą na liczebność mikroorganizmów glebowych. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Ser. Rol.* 193(73): 213–216.

Słowa kluczowe: olej napędowy, zasolenie NaCl, mikroorganizmy, gleba

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące działania podwójnego czynnika antropogenicznego w postaci zasolenia gleby NaCl zanieczyszczonej olejem napędowym na mikroorganizmy glebowe. Badania prowadzono na dwóch typach gleb gliniastej i piaskowej. Podwójny stres antropogeniczny otrzymano zanieczyszczając próbki z NaCl o różnym stopniu zasolenia olejem napędowym. Otrzymano w ten sposób 12 kombinacji o różnym stopniu zanieczyszczenia. Badane czynniki wpływały na liczebność bakterii, promieniowców oraz grzybów glebowych. Wielkość tych zmian zależała od ilości wprowadzonych zanieczyszczeń oraz od rodzaju gleby. Najbardziej wrażliwe na wzrost tego rodzaju zanieczyszczeń okazały się bakterie i promieniowce. Świadczą o tym wyliczone współczynniki SR, których wartość przeważnie zmniejsza się, co informuje o lepszych warunkach do rozwoju grzybów. Przeważnie niekorzystne działanie zanieczyszczeń na badane mikroorganizmy było bardziej widoczne w glebie gliniastej niż w piasku.

INFLUENCE OF DOUBLE ANTHROPOGENIC STRESS ON THE POPULATION OF SOIL MICROORGANISMS

Krystyna Przybulewska

Department of Microbiology and Biotechnology of Environment,
Agricultural University, Szczecin

Key words: diesel oil, NaCl salinity, microorganisms, soil

Summary

Results referring to the action of double anthropogenic factor in a form of soil salinity due to NaCl and contaminated with diesel oil towards soil microorganisms are presented in the paper. Experiments were carried out using two soil types: loamy and sandy. Double anthropogenic stress was evoked by polluting samples of various salinity levels with diesel oil. Therefore, 12 combinations of various pollution levels were achieved. Studied factors affected the number of soil bacteria, actinomycetes and fungi. The range of these changes depended on the contaminant and the soil type. Bacteria and actinomycetes appeared to be the most sensitive to the increase of pollution. Calculated SR coefficients whose values mostly decreased were the proof. It was the information on better conditions for fungi development. In majority of cases, negative influence of contaminants on microorganisms was more obvious in loamy than sandy soil.

Dr inż. **Krystyna Przybulewska**

Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska

Akademii Rolniczej

ul. Słowackiego 17

71-434 SZCZECIN

e-mail: kprzybulewska@agro.ar.szczecin.pl