

Natalia Florencka*, Maria Chmiel**

Wpływ zanieczyszczenia gleby różnymi związkami rtęci na aktywność mikrobiologiczną gleby***

1. Wstęp

Niemal wszystkie właściwości gleby w jakimś stopniu są uwarunkowane działalnością organizmów glebowych: bakterii, promieniowców i grzybów. Od ich liczebności, składu gatunkowego i aktywności zależy żyzność gleby, wzbogacają one bowiem glebę w materię organiczną, jak też uruchamiają składniki pokarmowe z trudno dostępnych połączeń mineralnych w formy przyswajalne dla roślin m.in. poprzez uczestniczenie w procesach utleniania i redukcji zachodzących w glebie. Poza tym wytwarzają szereg substancji biologicznie czynnych, jak enzymy, witaminy, aminokwasy, substancje wzrostowe czy antybiotyki [4, 10, 12].

Szczególnie dużą liczebnością i charakterystycznym składem odznacza się mikroflora ryzosfery – warstwy gleby przylegającej bezpośrednio do korzeni. Postępująca degradacja chemiczna gleb powoduje zachwianie równowagi mikrobiologicznej, hamując przy tym szereg korzystnych procesów przebiegających przy udziale drobnoustrojów, jak nityfikacja czy wiązanie azotu atmosferycznego. Jednym z czynników wpływających na obniżenie aktywności mikrobiologicznej w glebie jest jej zanieczyszczenie związkami rtęci [1, 9, 10].

2. Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zanieczyszczenia gleby różnymi związkami rtęci na liczebność bakterii mezofilnych (form wegetatywnych i spoczynkowych), asymilatorów azotu atmosferycznego z rodzaju *Azotobacter* oraz na ogólną liczbę promieniowców i grzybów.

* Akademia Górniczo-Hutnicza, Zakład Kształtowania i Ochrony Środowiska

** Akademia Rolnicza, Katedra Mikrobiologii

*** Praca wykonana w ramach badań własnych nr 10. 10. 150. 563

3. Metodyka badań

Przeprowadzono doświadczenie wazonowe, w którym do gleby dodano azotan rtęci, chlorek rtęci i tlenek rtęci w pięciu dawkach. Gleba zastosowana w doświadczeniu swym składem odpowiadała piaskom słabogliniastym. Rośliną testową była marchew (*Daucus carota L.*) – odmiana amsterdamska wczesna. Na wszystkich obiektach zastosowano jednakowe podstawowe nawożenie mineralne NPK, zgodnie z zaleceniami stosowanymi w uprawie roślin [6, 7]. Po zakończeniu doświadczenia pobrano próbki gleby ryzosferowej do hodowlanych badań mikrobiologicznych. Posiew kolejnych rozcieńczeń badanego materiału wykonano metodą płytek lanych. Drobnoustroje inkubowano, zapewniając optymalne warunki wzrostu i rozwoju typowe dla danej grupy fizjologicznej [10, 14]. Liczebność poszczególnych grup badanych drobnoustrojów podano w jednostkach tworzących kolonie (j.t.k.).

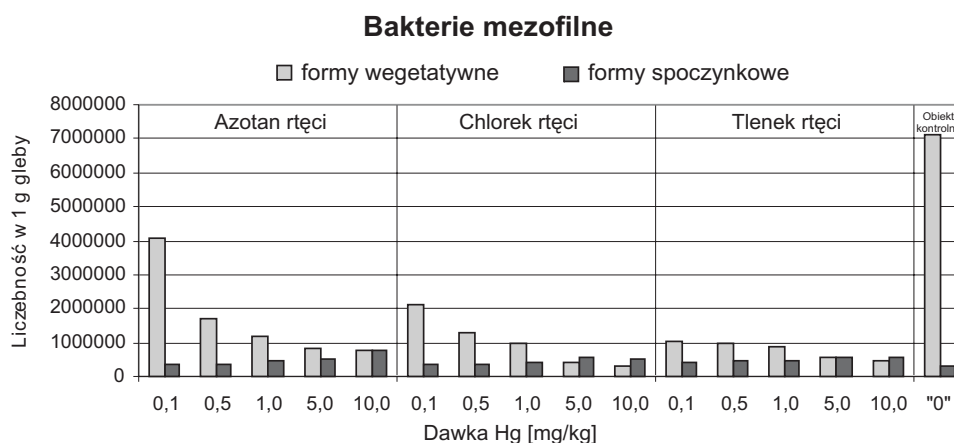
4. Wyniki

4.1. Bakterie

Bakterie mezofilne

Bakterie są to jednokomórkowe organizmy prokariotyczne, szeroko rozpowszechnione w przyrodzie. Ich liczebność i skład gatunkowy zależą od temperatury (większość bakterii stanowią mezofile 20÷40°C), dostatku materii organicznej i różnych połączeń mineralnych, dostępu tlenu, odpowiedniej wilgotności i odczynu (optymalne pH 6÷8) [2, 3].

Liczebność bakterii mezofilnych w ryzosferze korzeniowej na obiektach doświadczalnych ilustruje rysunek 1.



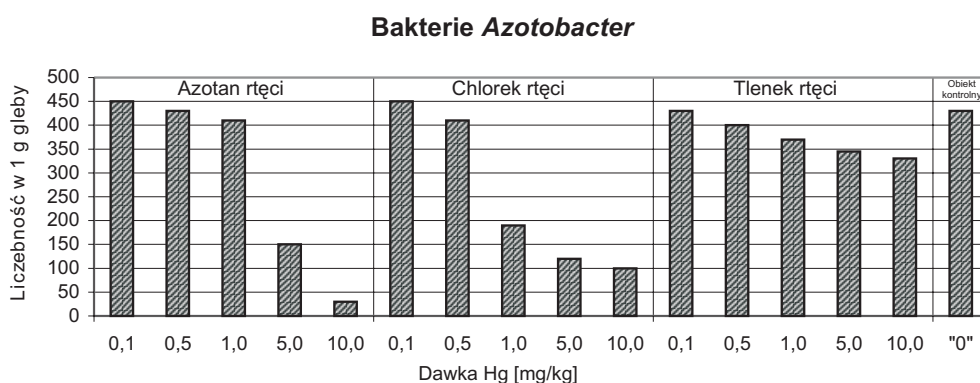
Rys. 1. Liczebność bakterii mezofilnych na poszczególnych obiektach

Największe zmniejszenie ich liczebności odnotowano na obiektach z tlenkiem rtęci, gdzie już przy najniższej dawce wynoszącej 0,1 mg Hg/kg nastąpił jej spadek o około 85% przy kolejnych wzrastających stężeniach stwierdzono dalsze obniżki, choć nie tak gwałtowne: na 5,0 mg Hg/kg – 92%, a na 10,0 mg Hg/kg – 93%. Drugi pod względem stopnia toksyczności w stosunku do badanych grup bakterii okazał się chlorek rtęci. Obniżki liczebności wynosiły od 70% przy dawce 0,1 mg Hg/kg do 98% na obiektach z dawką 10 mg Hg/kg. Stosunkowo najniższe w porównaniu z pozostałymi związkami straty w liczebności bakterii spowodował azotan rtęci, bo od 42 do 90% – proporcjonalnie do dawki związku.

Ze zwiększaniem się stężenia rtęci w glebie wzrastała ilość form spoczynkowych bakterii. Jest to zrozumiałe, bowiem w niekorzystnych warunkach środowiskowych wiele bakterii przechodzi w stan spoczynku (przetrwalniki, cysty), gdyż w tej postaci są mniej wrażliwe i mogą przez wiele lat, nie tracąc zdolności kiełkowania i powrotu do form czynnych, „przeczekać” w glebie [2, 3].

Bakterie *Azotobacter*

Wśród bakterii szczególną rolę pełni *Azotobacter* wiążący azot cząsteczkowy z atmosfery. Najlepiej rozwija się w temperaturze około 30°C i przy odczynie zbliżonym do obojętnego (pH 6,6÷7,5) [2, 3]. W przypadku tej bakterii nie stwierdzono różnic pomiędzy zastosowanymi związkami, bowiem jej liczebność na wszystkich obiektach była podobna (rys. 2). Najbardziej toksyczny wpływ na *Azotobacter* wywarł chlorek rtęci, bowiem dawki 1,0; 5,0 i 10,0 mg Hg/kg spowodowały obniżenie liczebności tych bakterii odpowiednio o 56, 72 i 77%. W przypadku azotanu rtęci znaczny spadek odnotowano na obiekcie z dawką 5,0 mg Hg/kg, bo 65%, a na obiekcie z dawką 10,0 mg Hg/kg aż 93%. Najmniej toksyczny okazał się tlenek rtęci – przy jego najwyższym stężeniu (10,0 mg Hg/kg) ilość *Azotobacter* zmalała jedynie o 23% w stosunku do obiektu kontrolnego.



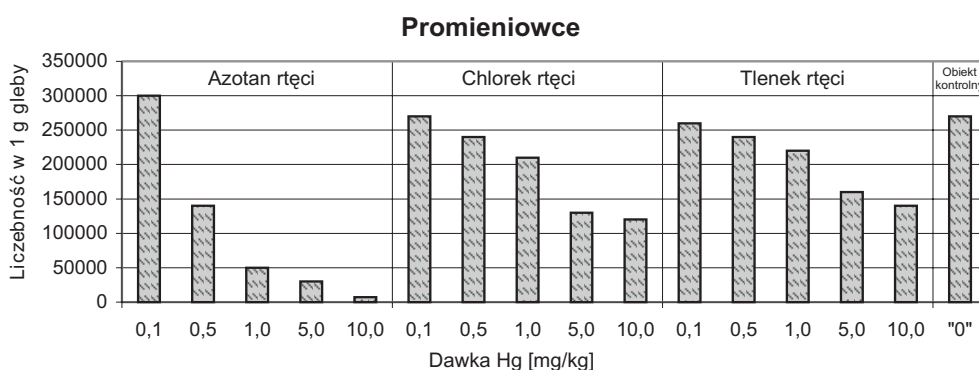
Rys. 2. Liczebność *Azotobacter* sp. na poszczególnych obiektach

Podobne badania prowadzili Kucharski i inni [8], z tym że metalem zanieczyszczającym glebę był cynk, zaliczany wprawdzie do mikroelementów, ale w większych ilościach działający niekorzystnie. Liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter* zmniejszyła się po wprowadzeniu dawki 500 mg Zn/kg gleby (czterokrotnie większa od spotykanej w glebach naturalnych), natomiast większe ilości tego metalu doprowadziły do całkowitego zaniku bakterii.

4.2. Promieniowce

Promieniowce są to bakterie gramdodatnie o zróżnicowanej morfologii i właściwościach fizjologiczno-biochemicznych. Drobnoustroje te wykazują zarówno cechy bakterii (budowa cytologiczna, rozmiar komórki), jak i cechy charakterystyczne dla grzybów strzępkowych (wytwarzanie grzybni, rozmnażanie przez zarodniki). Występują one bardzo powszechnie w środowisku glebowym, biorąc czynny udział w procesach glebotwórczych. Większość z nich to mezofile ($20\div 30^{\circ}\text{C}$). Liczne gatunki promieniowców produkują antybiotyki [2, 3, 11].

W tej grupie drobnoustrojów największa redukcja liczebności nastąpiła na obiektach z azotanem rtęci, bowiem już przy dawce 0,5 mg Hg/kg ich liczba spadła o połowę, a przy dawce 10,0 mg Hg/kg zostało ich zaledwie około 3% w porównaniu ze stanem na obiekcie kontrolnym (rys. 3). Najmniejsze obniżenie ich liczebności zanotowano na obiektach z tlenkiem rtęci, bowiem na obiekcie z najwyższą dawką (10,0 mg/kg) pozostało ich jeszcze ponad 50%. Niewiele większym stopniem toksyczności w stosunku do tej grupy drobnoustrojów charakteryzował się chlorek rtęci.



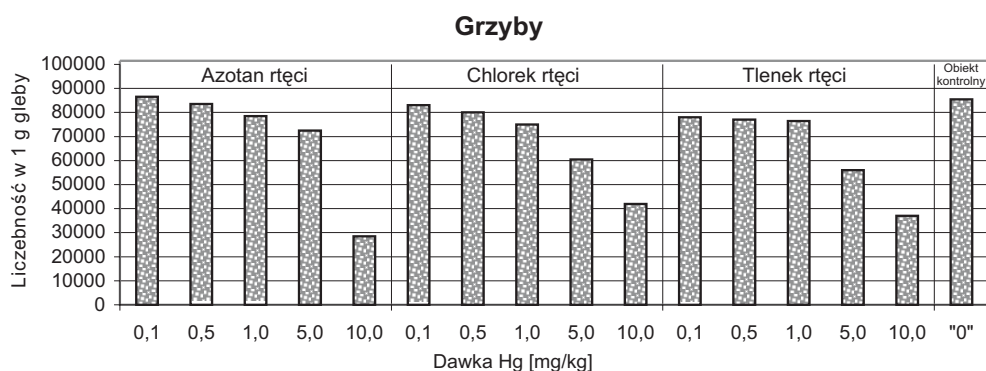
Rys. 3. Liczebność promieniowców na poszczególnych obiektach

4.3. Grzyby

Grzyby to eucariotyczne heterotrofy – głównie saprofity bytujące właściwie we wszystkich środowiskach, ale ich głównym rezerwuarem jest wierzchnia war-

stwa gleby. Mogą rosnąć w warunkach bardzo niesprzyjających, w stężonych roztworach soli, są odporne na silne zakwaszenie, nawet do $\text{pH} = 2,0$, a długotrwałe susze mogą przetrzymywać w postaci zarodników. Stanowią poważne ogniwo w cyklu obiegu węgla, azotu i innych pierwiastków. Poza tym wytwarzają i dostarczają roślinom witamin, wydzielają stymulatory kiełkowania oraz substancje pobudzające wzrost roślin wyższych [5, 10].

Pośród badanych mikroorganizmów grzyby były najmniej wrażliwe na działanie zastosowanych związków rtęci. Na glebach skażonych dawkami od 0,1 do 1 mg Hg/kg zanotowano nieznaczny spadek liczebności tej grupy, maksymalnie o 10% (rys. 4). Dopiero stężenie 5,0 mg Hg/kg wywołało znaczny spadek ich liczebności, na obiekcie z tlenkiem rtęci o około 35%, chlorkiem rtęci – o około 29% i azotanem rtęci – o około 15%. Przy najwyższej dawce, 10,0 mg Hg/kg, w przypadku azotanu rtęci spadek liczebności grzybów wyniósł 67%, tlenku rtęci – 57%, a chlorku rtęci – 51%.



Rys. 4. Liczebność grzybów na poszczególnych obiektach

5. Podsumowanie

W warunkach doświadczenia wazonowego z trzema związkami rtęci (HgCl_2 , HgO , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$), przy wzrastających dawkach tego metalu, największe straty odnotowano w przypadku bakterii, przy czym najniebezpieczniejszy dla tej grupy drobnoustrojów okazał się tlenek rtęci, a następnie chlorek rtęci i azotan rtęci. W następnej kolejności obniżyła się liczebność promieniowców, szczególnie toksyczny w tym wypadku okazał się azotan rtęci, najmniej zaś tlenek rtęci. W przypadku *Azotobacter* największe straty wywołał chlorek rtęci, najmniejsze, podobnie jak u promieniowców, tlenek rtęci. Grzyby wykazały się największą odpornością na zastosowane stężenia rtęci i dopiero przy najwyższych dawkach ich liczebność w ryzosferze znacznie się obniżyła, szczególnie na obiekcie z azotanem rtęci (o około 70%).

Zanieczyszczenie gleby rtęcią, zwłaszcza w większych stężeniach, obniża aktywność mikrobiologiczną gleby poprzez redukcję liczebności mikroorganizmów zasiedlających to środowisko. Proces ten uzależniony jest od rozpuszczalności zastosowanych związków rtęci. Podobne negatywne oddziaływanie na rozwój bakterii, promieniowców i grzybów odnotowali Wyszowska i Kucharski [8, 13] w doświadczeniach z innymi metalami, jak cynk i miedź. Choć są one zaliczane do składników pokarmowych, tzw. mikroelementów, jednak zastosowane w nadmiernych dawkach obniżają liczebność mikroflory glebowej.

Literatura

- [1] Badura L.: *Oddziaływanie metali ciężkich występujących w środowisku na mikroorganizmy*. Biuletyn Informacyjny O/L PAN, nr 7, 2002
- [2] *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore, Williams & Wilkins 1986
- [3] *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Baltimore, Williams & Wilkins 1994
- [4] Boland G.J., Kuykendall L.D.: *Plant Microbe Interaction and Biological Control*. Nowy York, Marcell Dekker Inc. 1998
- [5] Carlile M.J., Watkinson S.C.: *The Fungi*. London, Academic Press 1997
- [6] Gorlach E., Mazur T.: *Chemia rolna*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2001
- [7] Jasińska Z., Kotecki A.: *Uprawa szczegółowa roślin. T. I*. Wrocław, Wydawnictwo AR 1999
- [8] Kucharski J., Wyszowski J., Zaborowska M.: *Mikrobiologiczne właściwości gleby zanieczyszczonej cynkiem*. XXXVIII Międzynarodowe Sympozjum Mikrobiologiczne, SGGW Rogów k/Łodzi 2003
- [9] Lovley D.R.: *Environmental Microbe-Metal Interactions*. Washington, ASM Press 2000
- [10] Paul E.A., Clark F.E.: *Mikrobiologia i biochemia gleb*. Lublin, Wydawnictwo Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej 2000
- [11] Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A.: *Microbiology*. Toronto, Wm. C. Brown Publishers 1996
- [12] Schlegel H.G.: *Mikrobiologia ogólna*. Warszawa, Wyd. Naukowe PWN 1996
- [13] Wyszowska J., Kucharski J.: *Reakcja drobnoustrojów i jęczmienia jarego na zanieczyszczenie gleby miedzią*. XXXVIII Międzynarodowe Sympozjum Mikrobiologiczne, SGGW Rogów k/Łodzi 2003
- [14] Zmysłowska I.: *Mikrobiologia ogólna i środowiskowa*. Olsztyn, Wyd. UWM 2002