

HANNA DAHM, EDMUND STRZELCZYK, ZBIGNIEW PRUSINKIEWICZ

WPLYW NAWOŻENIA LASU MOCZNIKIEM I CHLORKIEM POTASU
 NA ROZWÓJ BAKTERII O OKREŚLONYCH WŁAŚCIWOŚCIACH
 FIZJOLOGICZNYCH W GLEBIE I STREFIE KORZENIOWEJ
 SOSNY *PINUS SYLVESTRIS* L.

Zakład Mikrobiologii i Zakład Gleboznawstwa Instytutu Biologii
 Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Jak wiadomo, wydzieliny korzeniowe stanowią główne źródło pokarmu dla drobnoustrojów strefy korzeniowej [17, 18, 19, 25, 26]. Efekt ryzosfery (R/S) jest większy w glebach ubogich niż w bogatych w związki pokarmowe dla drobnoustrojów [5].

Wpływem nawożenia na mikroflorę gleby i ryzosfery upraw rolniczych zajmowało się wielu badaczy [1, 3, 4, 27]. Natomiast wiadomości o wpływie nawożenia mineralnego na mikroflorę gleby i strefy korzeniowej drzew leśnych są stosunkowo ubogie [11, 16].

Nawożenie nie tylko szkółek leśnych, lecz także starszych drzewostanów w celu zwiększenia przyrostu drewna jest ważnym problemem gospodarki leśnej. Wielu specjalistów uważa nawożenie lasu za zabieg niezbędny do wyrównania niedoborów i likwidacji dysproporcji w zasobach przyswajalnych składników pokarmowych, zwłaszcza na siedliskach zdegradowanych i wyjałowionych, na przykład przejściową uprawą rolną, wypasem owiec itp. Niektórzy leśnicy wyrażają jednak obawy, że nawożenie może ujemnie wpływać na biocenozę leśną, zmieniając m.in. niekorzystnie mikrobiologiczny stan gleby.

Stwierdzono [6], że jednorazowe nawożenie mocznikiem i chlorkiem potasu zmieniło okresowo (na pół roku) mikotrofizm sosny pospolitej. Wyraziło się to głównie zanikiem opilśni grzybni, charakterystycznej dla mikoryz z podtypu „F”. Nawożenie to wpłynęło również na zmniejszenie (2—7-krotnie) liczebności grzybów i ich skład jakościowy.

Obserwowano [24] również, że nawożenie gleby leśnej mocznikiem silnie stymulowało rozwój i aktywność mikroflory bakteryjnej głównie przez wprowadzenie przyswajalnego źródła azotu i korzystne zmiany pH. Stwierdzono też [2, 14, 30, 31], że wraz ze wzrostem ilości mocznika wprowadzanego do gleby malała liczebność *Poria weirii* (patogen ko-

rzeni drzew szpilkowych), a dominowały grzyby z rodzaju *Trichoderma*, będące antagonistami wielu patogentów glebowych.

Z innych badań [11] przeprowadzonych w lesie świerkowym wynika, że nawożenie gleby Ca, N i P pobudza rozwój ogólnej flory bakteryjnej i promieniowców oraz wpływa hamująco na liczebność grzybów w tym środowisku. Obserwowano także [20] stymulujące działanie mocznika i chlorku potasu na rozwój bakterii przetrwalnikujących w glebie poza korzeniami.

Zbadanie wpływu nawożenia mocznikiem i chlorkiem potasu na rozwój niektórych grup fizjologicznych bakterii zasiedlających: glebę poza korzeniami, ryzosferę oraz mikoryzosferę, było przedmiotem naszej pracy.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na terenie Borów Tucholskich w 72—73-letnim drzewostanie sosnowym na siedlisku boru suchego *Cladonio-Pinetum*. Warunki glebowe i florystyczne tego obiektu zostały opisane we wcześniejszej pracy [20].

Glebę nawożono mocznikiem (92 kg N/ha) oraz chlorkiem potasu (100 kg K/ha). Nawozy wysiano w dniach 16—18 kwietnia 1977 roku. Próbkę gleby i korzenie do badań mikrobiologicznych pobrano 19.V i 21.X.1977 roku oraz 9.VI i 15.IX.1978 roku.

Do badań użyto 438 szczepów bakterii wyizolowanych z gleby, ryzosfery i mikoryzosfery sosny *Pinus sylvestris* L. z powierzchni nie nawożonej oraz 400 szczepów z takich samych środowisk z powierzchni nawożonej. Próbkę gleby i korzenie sosny do badań mikrobiologicznych pobierano tylko z poziomów powierzchniowych (A_{oFH} i A_{he}), których pH_{H_2O} wynosiło 3,5 i 3,6. Sposób pobierania próbek i metody wyodrębniania bakterii opisano w poprzedniej pracy [20].

Bakterie izolowano w sposób nieselektywny, stosując pożywkę niewybiórczą (wyciąg glebowy — 1000 cm³, K₂HPO₄ — 0,5 g, agar — 15,0 g, pH 6,8 — 7,0). Do badań tych stosowano płytkową metodę wskaźnikową. Płytki inkubowano w 26°C przez 7 dni, po czym liczono kolonie bakterii, a następnie przeszczepiano je do półpłynnej pożywki YS 9. Szczepy te służyły do badań nad właściwościami biochemicznymi tych organizmów.

WŁAŚCIWOŚCI FIZJOLOGICZNE BAKTERII

— Wytwarzanie kwasów przez bakterie. Badanie prowadzono w pożywce z glukozą o następującym składzie: pepton (Proteose, Difco) — 2,5 g, glukoza — 5,0 g, wyciąg drożdżowy (Difco) — 2,5 g, K₂HPO₄ — 0,3 g, NaCl — 3,0 g, H₂O destylowana — 1000 cm³, pH 7,0,

purpura bromokrezolowa (0,04%) — 20 cm³. Wyniki odczytywano po 5 dniach hodowli w temperaturze 26°C.

— Wytwarzanie amoniaku. Bakterie hodowano w płynnej pożywce A [9], wzbogaconej 2,0 g peptonu (Difco). Po 5 dniach hodowli w 26°C sprawdzono obecność amoniaku odczynnikami Nesslera.

— Redukcja azotanów. Badano w zmodyfikowanej płynnej pożywce A, zawierającej 3,0 g glukozy i 3,0 g KNO₃ w 1000 cm³ H₂O destylowanej. Azotyny wykrywano po 5 dniach hodowli w 26°C za pomocą alfa-naftyloaminy i kwasu sulfanilowego.

— Hydroliza żelatyny. Badano w pożywce o składzie: pepton (Difco) — 10,0 g, NaCl — 5,0 g, żelatyna — 40,0 g, agar — 20,0 g, H₂O destylowana — 1000 cm³. Płytki z zaszczepioną pożywką inkubowano przez 5 dni w 26°C, a następnie zalewano odczynnikami Fraziera.

— Hydroliza mocznika. Bakterie hodowano w pożywce według Tidwella, Heathera i Markle'a [29]: wyciąg drożdżowy (Difco) — 0,1 g, K₂HPO₄ — 9,1 g, NaH₂PO₄ — 9,5 g, czerwień fenolowa — 0,01 g, mocznik — 20,0 g, H₂O destylowana 975 cm³. Pożywkę sterylizowano w 117°C przez 15 min. Jej pH wynosiło 7,2. Hodowlę prowadzono w 26°C przez 5 dni, po czym notowano barwę pożywki i badano pH.

— Hydroliza skrobi. Badano w zmodyfikowanej pożywce A [9], zawierającej: glukozę — 0,5 g, hydrolizat kazeiny (Difco) — 1,0 g, skrobię rozpuszczalną — 5,0 g, agar — 15,0 g, H₂O destylowaną — 1000 cm³. Pożywkę zaszczepiano punktowo i po 7 dniach hodowli w 26°C odczynnikami Lugola sprawdzano zdolność bakterii do hydrolizowania skrobi.

— Hydroliza chityny. Badano metodą płytek dwuwarstwowych. Dolna warstwa zawierała pożywkę A (z glukozą — 0,5 g, hydrolizatem kazeiny — 1,0 g, agarem — 15,0 g/1000 cm³ H₂O destylowanej). Górna warstwa zawierała taką samą pożywkę, lecz wzbogaconą w chitynę koloidalną (Fluka), przygotowaną według Lingappa i Lockwood [8] w ilości odpowiadającej 5 g sproszkowanej chityny na litr pożywki. Zaszczepione punktowo płytki hodowano przez 14 dni w 26°C, po czym mierzono strefy przejaśnienia wokół kolonii bakteryjnych.

— Hydroliza błonnika. Badano w takiej samej pożywce jak właściwości chitynoklastyczne, lecz pożywka ta zawierała zamiast chityny — koloidalną celulozę [28] w ilości odpowiadającej 5,0 g sproszkowanej celulozy (CF 11) na 1000 cm³ H₂O destylowanej. Bakterie zaszczepione punktowo na płytkach hodowano przez 14 dni w 26°C, po czym notowano strefy przejaśnienia wokół kolonii bakterii celulolitycznych.

— Właściwości pektynolityczne bakterii. Badano w takiej samej pożywce jak amylolyczne, lecz pożywka zamiast skrobi zawierała 5,0 g na 1000 cm³ H₂O destylowanej pektyny cytrusowej (Sigma). pH pożywki po sterylizacji wynosiło 7,2—7,4. Płytki zaszczepiono punktowo i inkubowano przez 14 dni w 26°C, po czym zalewano je

1-procentowym roztworem Cetrimide (bromek alkilo-3-metyloaminowy) i mierzono strefy przejaśnienia wokół kolonii.

— Oligotroficzne właściwości bakterii. Badano w płynnej pożywce B [9] pozbawionej źródła węgla lub azotu. Po 7 dniach hodowli w 26°C określano rozwój drobnoustrojów na podstawie oceny zmętnienia hodowli, mierzonego w fotokolorymetrze Specol (Carl Zeiss, Jena) przy długości fali 530 nm. Kontrolę stanowiły nie zaszczipione pożywki. Przyjęto, że bakterie rosły bardzo dobrze lub dobrze, gdy przepuszczalność światła była mniejsza niż 85%, słabo, gdy wynosiła 94—85%, a nie rosły, gdy wynosiła 95—100%.

WYNIKI

OGÓLNA LICZEBNOŚĆ BAKTERII

Zastosowane nawożenie spowodowało około 2,5-krotnie zwiększenie ogólnej liczebności bakterii w glebie, zaś w ryzosferze około 10-krotny wzrost liczebności tych organizmów. W mikoryzosferze liczebność bakterii była podobna do występującej na powierzchni kontrolnej (tab. 1).

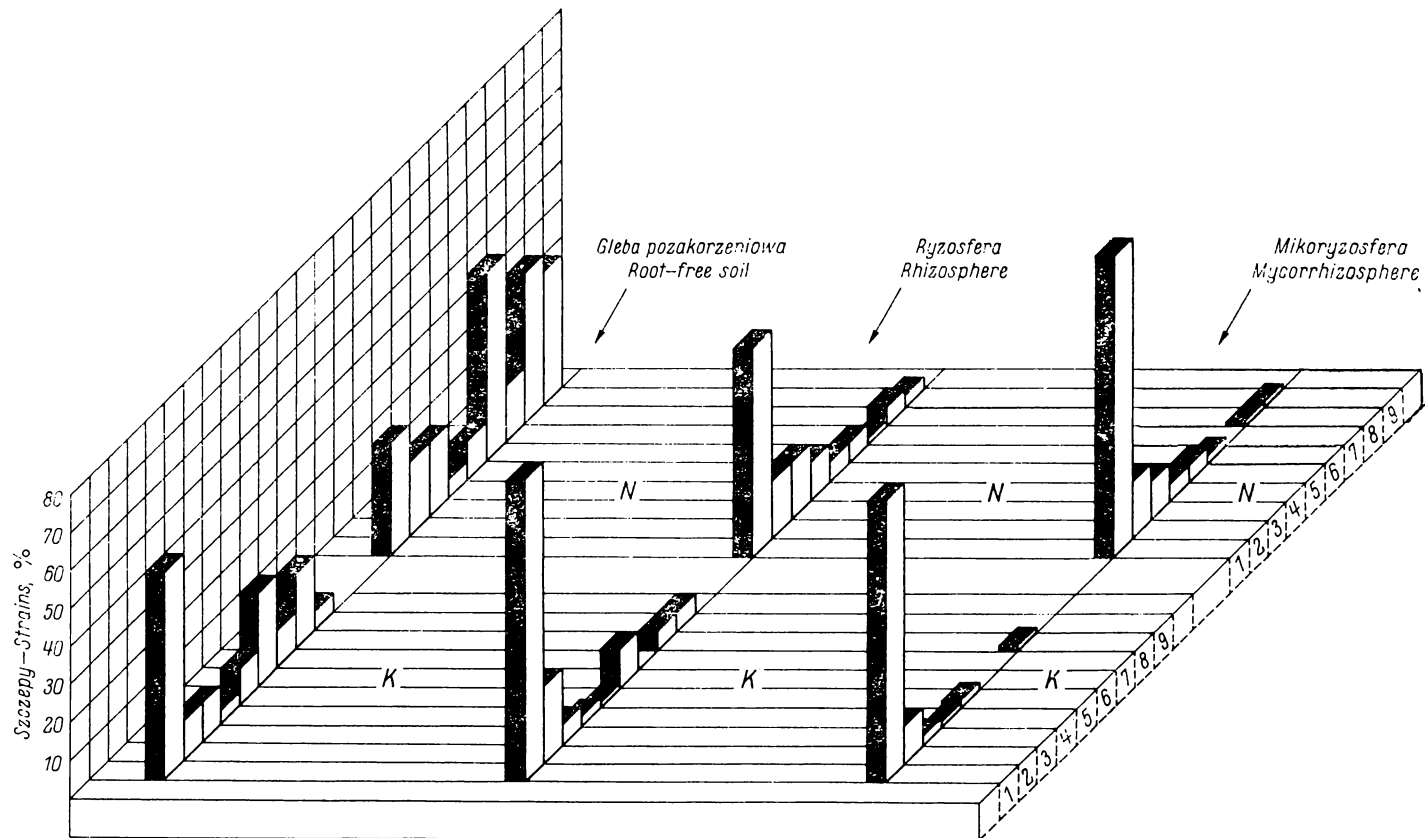
Tabela 1

Liczebność bakterii w glebie, ryzosferze i mikoryzosferze sosny
Number of bacteria in soil, rhizosphere and mycorrhizosphere of pine

Pochodzenie szczepów Source of strains	Powierzchnia nie nawożona Non-fertilized surface	Powierzchnia nawożona Fertilized surface
gleba soil	23,6 ⁺	61,6
ryzosfera rhizosphere	220 ⁺⁺	2279
mikoryzosfera mycorrhizosphere	37050 ⁺⁺⁺	42350
⁺ # tys. na 1 g suchej masy gleby In thousands per 1 g of dry soil ⁺⁺ # tys. na 1 g suchej masy korzeni In thousands per 1 g of dry roots ⁺⁺⁺ # tys. na 1 g suchej masy mikoryz In thousands per 1 g of dry mycorrhizae		

WŁAŚCIWOŚCI FIZJOLOGICZNE BAKTERII

W glebie pozakorzeniowej nawożenie wpłynęło na wzrost procentowego udziału prawie wszystkich badanych grup fizjologicznych bakterii gleby pozakorzeniowej w stosunku do zbadanej liczby tych organizmów.



Ryc. 1. Właściwości fizjologiczne bakterii gleby, ryzosfery i mikoryzosfery

K — kontrola (powierzchnia nie nawożona), N — powierzchnia doświadczalna (nawożona); bakterie: 1 — amonifikatory, 2 — redukujące azotany, 3 — zakwaszające pożywkę z glukozy, 4 — hydrolizujące: białko, 5 — mocznik, 6 — skrobię, 7 — celulozę, 8 — pektynę, 9 — chitynę

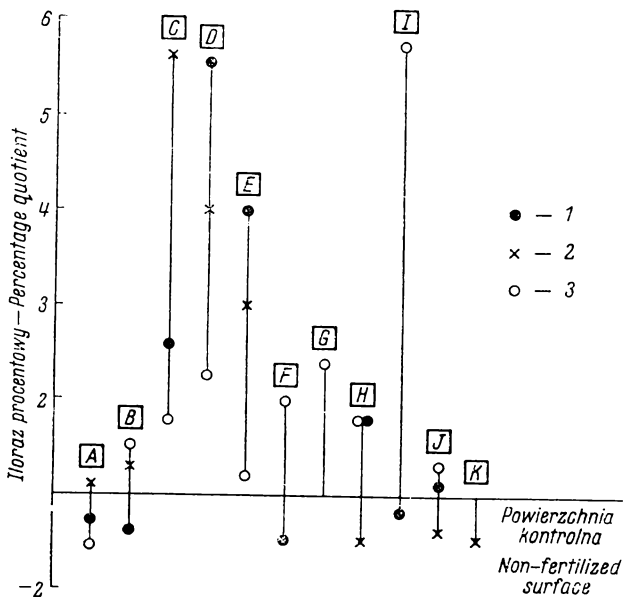
Fig. 1. Physiological properties of soil, rhizosphere and mycorrhizosphere bacteria

K — control (non-fertilized surface), N — experimental surface (fertilized); bacteria: 1 — ammonifying, 2 — nitrates reducing, 3 — glucose acidifying, 4 — protein hydrolyzing, 5 — urea hydrolyzing, 6 — starch hydrolyzing, 7 — cellulose hydrolyzing, 8 — pectin hydrolyzing, 9 — chitin hydrolyzing

Jedynie procent bakterii — amonifikatorów w glebie nawożonej był o połowę mniejszy niż w glebie kontrolnej (ryc. 1). Procent bakterii zdolnych do rozkładania chityny zwiększył się w glebie nawożonej około 6-krotnie. W glebie kontrolnej bakterie rozkładające polisacharydy (chitynę, celulozę, pektynę i skrobię) stanowiły 6—25%, natomiast w nawożonej — 21—49% ogólnej liczby zbadanych bakterii. W glebie nawożonej występowało również więcej niż w kontrolnej bakterii zdolnych do hydrolizowania białka (ryc. 1). Stanowiły one w glebie nie nawożonej 3%, a w glebie nawożonej 7% liczby zbadanych bakterii.

W ryzosferze pod wpływem nawożenia zwiększył się procent bakterii hydrolizujących białko (około 5-krotnie) i mocznik (4-krotnie) oraz zakwaszających pożywkę mineralną z glukozą (około 2,5-krotnie) (ryc. 1). Natomiast w ryzosferze roślin na powierzchni kontrolnej występowało więcej bakterii o zdolności amonifikacyjnej, redukujących azotany oraz amylolitycznych niż u roślin rosnących na powierzchni nawożonej (ryc. 1).

W mikroryzosferze, na powierzchni nawożonej znaleziono około 5 razy

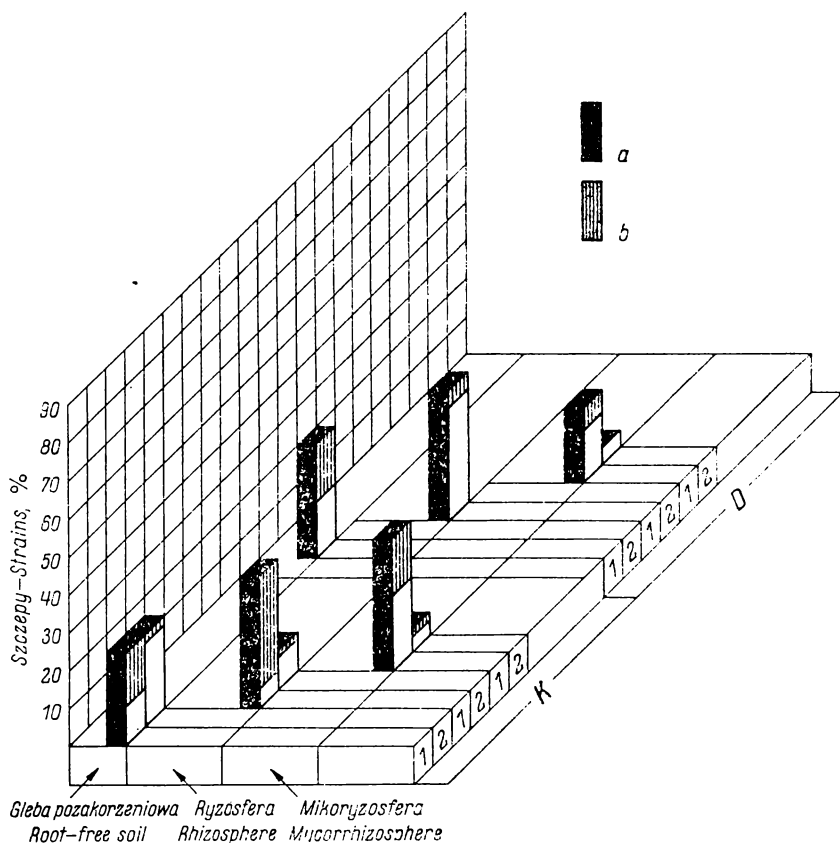


Ryc. 2. Zmiany w liczebności grup fizjologicznych bakterii pod wpływem nawożenia mineralnego (w stosunku do kontroli)

1 — ryzosfera, 2 — mikoryzosfera, 3 — gleba pozakorzeniowa; bakterie: A — amonifikatory, B — redukujące azotany, C — zakwaszające pożywkę z glukozą, D — hydrolizujące białko, E — hydrolizujące mocznik; F — hydrolizujące skrobię, G — hydrolizujące celulozę, H — hydrolizujące pektynę, I — hydrolizujące chitynę, J — bakterie oligocarbofilne, K — oligonitrofilne

Fig. 2. Changes in the numerosity of physiological groups of bacteria under the influence of mineral fertilizers (in relation to control)

1 — rhizosphere, 2 — mycorrhizosphere, 3 — root-free soil; bacteria: A — ammonifying, B — nitrate reducing, C — glucose acidifying, D — protein hydrolysing, E — urea hydrolysing, F — starch hydrolysing, G — cellulose hydrolysing, H — pectin hydrolysing, I — chitin hydrolysing, J — oligocarbophilic, K — oligonitrophils



Ryc. 3. Rozwój bakterii w pożywkach bez źródła węgla lub azotu
 a — 94–85% przepuszczalności światła, b — < 85% przepuszczalności światła, K — kontrola (powierzchnia nie nawożona), D — powierzchnia doświadczalna (nawożona), 1 — oligokarbofile, 2 — oligonitrofile

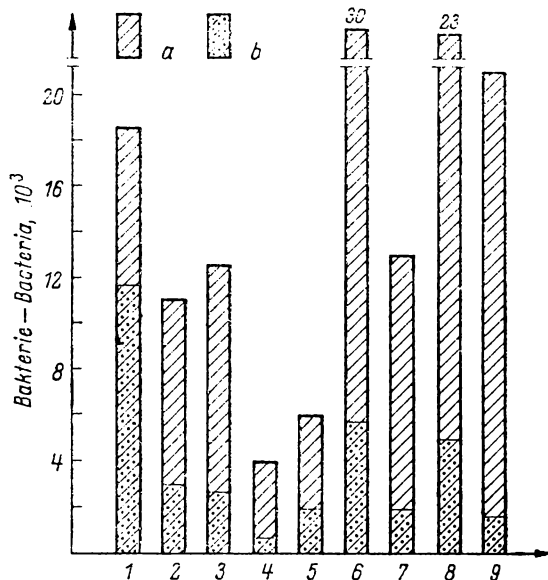
Fig. 3. Development of bacteria in carbon- or nitrogen-free media
 a — 94–85% of light transmittance, b — < 85% of light transmittance, K — control (non-fertilized surface), D — experimental surface (fertilized), 1 — oligocarbofile, 2 — oligonitrofile

więcej bakterii zakwaszających pożywkę z glukozą, około 4 razy więcej hydrolizujących białko oraz około 3 razy więcej hydrolizujących mocznik niż na powierzchni kontrolnej (ryc. 1).

BAKTERIE OLIGOTROFICZNE (rys. 3)

W glebie pozakorzeniowej zarówno kontrolnej, jak i nawożonej, procent bakterii oligokarbofilnych był zbliżony (25 i 30%). Nawożenie nie wpłynęło również na występowanie tych organizmów w ryzosferze. Natomiast w mikoryzosferze na obszarze nawożonym nastąpiło zahamowanie rozwoju tych organizmów, w porównaniu z kontrolą, prawie o 50%.

Bakterie oligonitrofile na powierzchni kontrolnej występowały we wszystkich badanych środowiskach (w glebie, ryzosferze i mikoryzosfe-

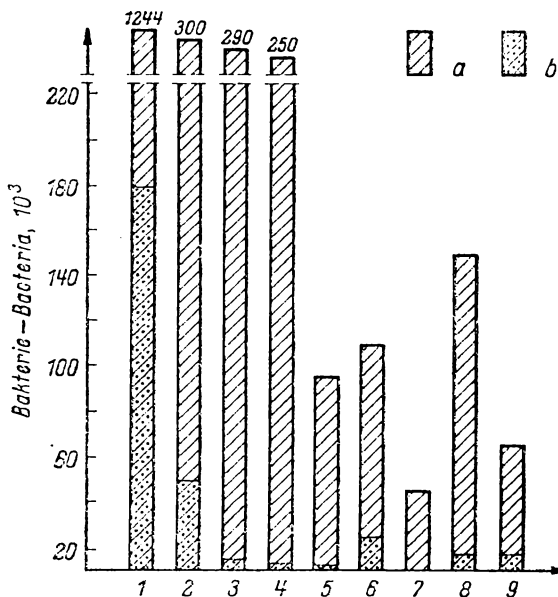


Ryc. 4. Wpływ nawożenia na liczebność bakterii o pewnych właściwościach fizjologicznych w glebie pozakorzeniowej

1, 2, ..., 9 — jak w ryc. 1; * liczbę zbadanych szczepów odniesiono do ogólnej liczby bakterii, a — powierzchnia nawożona, b — powierzchnia nie nawożona

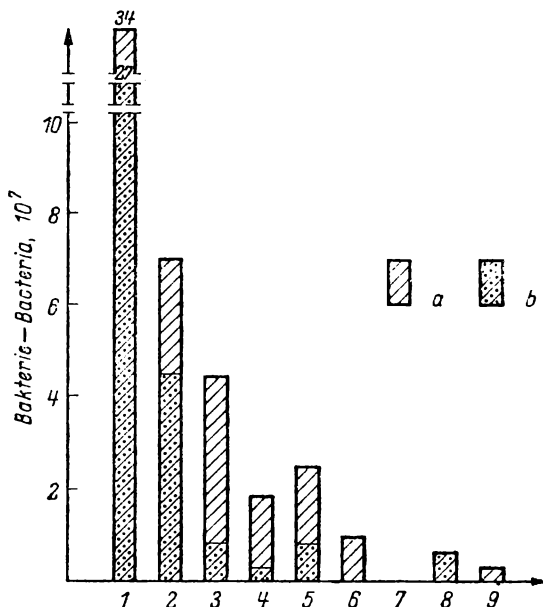
Fig. 4. Effect of fertilizers on the number of bacteria with particular physiological properties in root-free soil

1, 2, ..., 9 — as in Fig. 1; * the number of strains studied was referred to the general number of bacteria; a — fertilized surface, b — non-fertilized surface



Ryc. 5. Wpływ nawożenia na liczebność bakterii o pewnych właściwościach fizjologicznych w ryzosferze objaśnienia jak w ryc. 4

Fig. 5. Effect of fertilizers on the number of bacteria with particular physiological properties in rhizosphere explanations — as in Fig. 4



Ryc. 6. Wpływ nawożenia na liczebność bakterii o pewnych właściwościach fizjologicznych w mikoryzosferze
objaśnienia jak w ryc. 4

Fig. 6. Effect of fertilizers on the number of bacteria with particular physiological properties in mycorrhizosphere
explanations — as in Fig. 4

rze). Najwięcej było ich w glebie pozakorzeniowej (25%), a najmniej w mikoryzosferze (5%). Na powierzchni nawożonej obecność tych organizmów stwierdzono tylko w niewielkiej ilości w mikoryzosferze (5%). Wszystkie bakterie oligonitrofilne rozwijały się słabo w pożywce zastosowanej do badań.

Na powierzchni nawożonej bakterii o zbadanych właściwościach fizjologicznych we wszystkich środowiskach było więcej niż na powierzchni kontrolnej (ryc. 4—6). Związane to było ze stymulującym działaniem nawożenia na liczebność drobnoustrojów w badanych środowiskach. Nawożenie najmniej wpłynęło na liczebność bakterii zdolnych do przeprowadzania badanych procesów biochemicznych w mikoryzosferze (ryc. 6).

DYSKUSJA

Z naszych badań wynika, że nawożenie mocznikiem i chlorkiem potasu na ogół stymuluje rozwój bakterii w glebie pozakorzeniowej i w ryzosferze. Inni autorzy obserwowali korzystny wpływ mocznika na rozwój mikroflory [10, 24], natomiast znacznie słabszy wpływ chlorku potasu [24]. Zastosowane w naszych badaniach nawożenie spowodowało

zmiany wartości pH od 4,0 do 6,0 w poziomie powierzchniowym gleby A_{oL} . W poziomie A_{oFH} , z którego pobierano korzenie, wartość pH wzrosła z 3,5 do 4,3. Oprócz nawożenia także zmiany pH mogły wpłynąć na rozwój bakterii w tym środowisku. pH gleby oddalanej od korzeni (poziom A_{he}) były zbliżone lub nieco niższe od stwierdzonego w poziomie A_{oFH} [20].

Wiadomo, że tempo rozkładu mocznika zależy od odczynu gleby. Istnieje pogląd, że przy niskim pH bakterie mocznikowe nie rozwijają się [7, 12, 13, 23]. Badania niektórych autorów [16, 21, 22] wskazują na to, że mocznik stymuluje rozwój bakterii w kwaśnej glebie leśnej. Badacze ci uważają, że intensywny pod wpływem mocznika rozwój bakterii w glebie leśnej jest wynikiem wprowadzenia do tego środowiska źródła azotu lub korzystnych dla bakterii zmian pH, spowodowanych przez ten związek. Przy wyższym pH wzrasta, być może, przyswajalność węgla [4].

Nie stwierdzono [32] wpływu nawożenia mocznikiem na aktywność ureazy w sześciu typach gleb. Aktywność tego enzymu wzrastała natomiast przy wzbogaceniu gleby w glukozę.

Rozkład mocznika przez bakterie zdolne do przeprowadzania tego procesu przebiega, według niektórych autorów, na ogół bardzo aktywnie [15]. Stwierdzono m.in. całkowitą hydrolizę mocznika w glebie w ciągu 3 tygodni [22].

W badaniach naszych określano potencjalne możliwości wyizolowanych szczepów bakteryjnych do przeprowadzania określonych procesów biochemicznych. Niespodziewane zmniejszenie się liczebności bakterii — amonifikatorów w glebie nawożonej, a także niewielki wzrost liczby bakterii hydrolizujących mocznik w tym środowisku mogło wynikać ze zbyt późnego pobrania do badań próbek gleb (miesiąc, 6 miesięcy, 14 i 17 miesięcy po wysianiu nawozów). Reakcja bakterii na wprowadzenie do gleby mocznika mogła być szybka i mogła trwać krótko. Ponadto najsilniejszy rozkład mocznika mógł występować w najbardziej powierzchniowej warstwie gleby (poziom A_{oL}), w którym obserwowano największy wzrost pH po wprowadzeniu nawozów [15].

Znaczny wzrost ogólnej liczebności bakterii w ryzosferze roślin nawożonych mógł być pośrednim efektem nawożenia. Można przypuszczać, że wskutek zwiększenia się ilości pokarmu mineralnego, dostępnego dla roślin, zwiększyła się ilość i jakość związków organicznych wydzielanych przez korzenie.

Badania nasze wykazały, że w glebie poza zasięgiem korzeni na obydwu powierzchniach (kontrolnej i nawożonej) było więcej niż w ryzosferze i mikoryzosferze bakterii zdolnych do hydrolizowania polisacharydów. Po zastosowaniu mocznika i chlorku potasu liczba tych bakterii w glebie pozakorzeniowej zwiększyła się kilkakrotnie. W strefie korzeniowej roślin (ryzosferze i mikoryzosferze) nie obserwowano znaczących zmian. W równoległe prowadzonych badaniach nad składem gatunkowym

i rodzajowym bakterii [20] zaobserwowano, że w glebie nawożonej dominowały bakterie z rodzaju *Bacillus*. W glebie kontrolnej najliczniejsze były formy pleomorficzne należące do rodzaju *Arthrobacter*.

Nasze badania nad rozwojem bakterii oligotroficznych wykazały, że na powierzchni nawożonej mocznikiem i chlorkiem potasu bakterie oligonitrofilne w glebie pozakorzeniowej i ryzosferze nie rozwijały się w ogóle. Nieliczne organizmy takie izolowano z mikoryzosfery. Można przypuszczać, że gleba i strefa korzeniowa roślin zawierały wystarczająco dużo połączeń azotowych, dostępnych dla innych drobnoustrojów, które ograniczyły rozwój flory oligonitrofilnej. Znaczna liczba organizmów oligokarbofilnych w tych środowiskach pozwala przypuszczać, że istniała konkurencja o dostępne źródła węgla pomiędzy rozwijającymi się w tym środowisku drobnoustrojami. Na powierzchni kontrolnej najwięcej organizmów oligonitrofilnych izolowano z gleby pozakorzeniowej, gdzie zawartość połączeń organicznych i nieorganicznych, zawierających azot, jest mniejsza niż w strefie korzeniowej.

Badania nasze wykazały, że nawożenie gleby mocznikiem i chlorkiem potasu stymuluje rozwój wielu grup fizjologicznych bakterii. Może to być powodowane m.in. obecnością przyswajalnego źródła azotu, jak również korzystnymi dla rozwoju bakterii zmianami pH.

WNIOSKI

Na podstawie wyników uzyskanych w niniejszej pracy można przedstawić następujące wnioski:

— Nawożenie stymulowało ogólny rozwój bakterii w glebie pozakorzeniowej oraz w ryzosferze. W mikoryzosferze wpływ nawożenia na liczebność bakterii był nieznaczny.

— Mocznik i chlorek potasu oddziaływały dodatnio na rozwój prawie wszystkich badanych grup fizjologicznych bakterii w glebie pozakorzeniowej. Jedynie procentowy udział bakterii-amonifikatorów w glebie nawożonej był o połowę mniejszy niż w glebie kontrolnej. W strefie korzeniowej roślin w wyniku nawożenia stwierdzono procentowy wzrost tylko niektórych grup fizjologicznych bakterii.

— Nawożenie nie wpływało na występowanie organizmów oligokarbofilnych w glebie pozakorzeniowej i w ryzosferze. W mikoryzosferze liczba takich organizmów zmniejszyła się o połowę.

— Bakterie oligonitrofilne pod wpływem nawożenia nie rozwijały się w glebie ani w ryzosferze. Nieliczne takie organizmy występowały w mikoryzosferze.

— Nawożenie wpływało stymulująco na liczebność bakterii przeprowadzających większość zbadanych procesów biochemicznych. Dotyczyło to głównie bakterii wyodrębnionych z gleby i ryzosfery. W mikoryzosferze wpływ ten był mniejszy.

LITERATURA

- [1] Balasubramanian A., Siddaramappa R., Rangaswami G.: Effect of organic manuring on the activities of the enzymes hydrolysing sucrose and urea soil aggregation. *Planta. Soil* 37, 1972, 319.
- [2] Brian P. W.: The production of antibiotics by microorganisms in relation to biological equilibria in soil. *Sym. Soc. Exp. Biol.* 3, 1949, 357.
- [3] Hoffman E., Schmidt W.: Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. II. Urease. *Biochem. Ztschr.* 324, 1953, 125.
- [4] Jackman R. H., Organic matter and nutrient availability in *Taupo pumice*. *New Zeal. J. Agr. Res.* 3, 1960, 6.
- [5] Katznelson H.: Nature and importance of the rhizosphere. *Ecology of Soil-borne Plant Pathogens*. Eds. Baker K. F., Snyder W. C., Univ. California Press. 1965.
- [6] Kowalski S., Dahm H., Strzelczyk E., Prusinkiewicz Z.: Wpływ nawożenia mineralnego na grzyby środowiska glebowego i mikotrofizm sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.) w borze chrobotkowym (*Cladonio-Pinetum*). *Acta Agr. Silv.* 33, 1982, 3.
- [7] Kuprewicz W. F., Szczerbakowa T. A.: Soil enzymes. *Indian National Scientific Documentation Centre*. New Delhi 1971.
- [8] Lingappa Y., Lockwood J. L.: Chitin media for selective isolation and culture of Actinomycetes. *Phytopathol.* 52, 1962, 317.
- [9] Lochhead A. G., Chase F. E.: Qualitative studies of soil microorganisms. V. Nutritional requirements of the predominant bacterial flora. *Soil Sci.* 84, 1943, 395.
- [10] Mai H., Fiedler H. J.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen an einem Düngungsversuch zu Fichtenrohhumus im Thüringer Wald. I. *Arch. Forstwesen.* 18, 1969, 8, 823.
- [11] Mai H., Fiedler H. J.: Wirkund von Harnstoff und Kalkammon-Salpeter Düngung auf die Mikroflora und den Stickstoffumsatz im Kiefernrohhumus *Zbl. Bakteriol. II Abt.*, 132, 1977, 251.
- [12] Marszewska-Zięmiecka J.: Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych. PWRiL, Warszawa 1969.
- [13] Moe P. G.: Nitrogen losses from urea as affected by altering soil urease activity. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 31, 1967, 380.
- [14] Nelson E. E.: Effect of urea on *Poria weirii* and soil microbes in an artificial system. *Soil Biol. Biochem.* 8, 1976, 51.
- [15] Prusinkiewicz Z., Józefkiewicz-Kotlarz J.: Dynamics of ammonia volatilization from the urea applied in fertilization of poor forest soils and the possibility of reducing the nitrogen losses by simultaneous application of potassium chloride. *Rocz. glebozn.* 33, 1982, 19.
- [16] Roberge M. R., Knowles R.: The urolytic microflora in a black spruce (*Picea mariana* Mill.) humus. *Soil Sci. Soc. Am. proc.* 31, 1967, 76.
- [17] Rovira A. D.: Root excretions to the rhizosphere effect. IV. Influence of plant species, age of plants, light, temperature and calcium nutrition on exudation. *Plant a. Soil* 11, 1959, 53.
- [18] Rovira A. D.: Plant root exudates and their influence upon soil microorganisms. *Ecology of soil-borne plant pathogens*. Eds. Baker K. F., Snyder W. C., Univ. California Press 1965.
- [19] Rovira A. D.: Plant root exudates. *Bot. Rev.* 35, 1969, 1, 35.
- [20] Różycki H., Dahm H., Strzelczyk E., Prusinkiewicz Z., Kowalski S.: Wpływ nawożenia mineralnego na liczebność, skład rodzajowy i gatunkowy oraz potrzeby pokarmowe bakterii gleby, ryzosfery i mikoryzo-

- sfery sosny (*Pinus silvestris* L.) w borze chrobotkowym (*Cladonio-Pinetum*). Folia Forest. Polon. (w druku).
- [21] Salonius P. O.: Microbial response to fertilizer treatments in organic forest soil. Soil Sci. 14, 1972, 12.
- [22] Salonius P. O., Mahendrappa M. K.: Microbial respiration and exchangeable ammonium in podzol organic horizon materials treated with urea. Canad. J. For. Res. 3, 1975, 731.
- [23] Skujans J. J.: Enzymes in soil. Soil Biochem. 3, 1967, 371.
- [24] Stefaniak O.: Wpływ nawożenia mocznikiem i solą potasową na mikroflorę poziomów próchnicznych w borze chrobotkowym. Próchnica gleb leśnych. Materiały Konferencji Toruń 29—30 V 1979. Komisja Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb PTG, 1979.
- [25] Strzelczyk E.: Studies on the incidence of certain „nutritional” and physiological groups of bacteria in rhizosphere and non-rhizosphere soil. Acta Microbiol. Polon. 10, 1961, 169.
- [26] Strzelczyk E., Sitek J.: The effect of organic enrichment on genetic composition and the incidence of nutritional groups in soil bacteria. Pol. J. Soil Sci. 5, 1972, 1.
- [27] Strzelec A., Kobus J.: Wpływ nawożenia gleby słomą i fosforanem wapnia na jej aktywność biologiczną. Roczn. glebozn. 30, 1979, 5.
- [28] Tansey M. R.: Agar diffusion assay of cellulolytic ability of thermophilic fungi. Arch. Mikrobiol. 77, 1971, 1.
- [29] Tidwell L., Heather C. D., Markle C.: An autoclave sterilized medium for the detection of urease activity. J. Bacter. 6, 1955, 701.
- [30] Weindling R., Fawcett H. S.: Experiments in biological control of *Rhizoctonia* damping off. Phytopathol. 24, 1943, 10, 1142.
- [31] Weindling R.: Studies on the lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. Phytopathol. 24, 1943, 10, 1153.
- [32] Zantua M. J., Bremner J. M.: Production and persistence of urease activity in soils. Soil Biol. Biochem. 8, 1975, 369.

Г. ДАГМ, Э. СТЩЕЛЬЧИК, З. ПРУСИНКЕВИЧ

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ЛЕСА МОЧЕВИНОЙ И ХЛОРИСТЫМ КАЛИЕМ НА ЧИСЛЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕ И В КОРНЕВОЙ ЗОНЕ СОСНЫ (*Pinus Silvestris*.)

Кафедра микробиологии и кафедра почвоведения Института биологии Университета им. Н. Коперника в Торуне

Резюме

Изучали влияние удобрений на численность некоторых физиологических бактерий в лесной почве и в ризосфере сосны. Установлено, что применение мочевины (92 кг N на гектар) и хлористого калия (100 кг N на гектар) стимулировало развитие бактерий во внекорневой лесной почве и в ризосфере. Однако, в микроризосфере влияние удобрений на численность бактерий было незначительным.

Во внекорневой почве мочевина и хлористый калий влияли на повышение численности почвы всех исследуемых физиологических групп бактерий. Только аммонифицирующих бактерий было в удобренной почве наполовину меньше, чем в контрольной.

В корневой зоне сосны удобрение стимулировало развитие лишь некоторых физиологических групп бактерий, не оказывая влияния на численность олигокарбофильных организмов во внекорневой почве и в ризосфере. В микоризосфере удобренной почвы число этих микроорганизмов понизилось на половину. Под влиянием удобрений олигонитрофильные бактерии не развивались ни в почве, ни в ризосфере.

H. DAHM, E. STRZELCZYK, Z. PRUSINKIEWICZ

EFFECT OF FERTILIZERS ON PHYSIOLOGICAL GROUPS OF BACTERIA
OF SOIL, RHIZOSPHERE AND MYCORRIZOSPHERE
OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.)

Laboratory of Microbiology, Laboratory of Soil Science
Institute of Biology, N. Copernicus University

S u m m a r y

Studies were carried out on the effect of mineral fertilizers (urea and potassium chloride) on the occurrence among bacteria of organisms with potential ability to perform some biochemical processes.

Fertilization only slightly affected the development of bacteria in the mycorrhizosphere. However this treatment increased the number of all physiological groups (except ammonifiers) in the root free soil. On the other hand the fertilizers enhanced only some physiological groups of bacteria in the root zone. They also did not affect the oligocarbo- and oligonitrophilic organisms in the root-free soil and in the rhizosphere. In the mycorrhizosphere of fertilized trees the number of these organisms was decreased to about half of the number found in non-fertilized plots. Oligonitrophilic bacteria were not isolated from the soil and rhizosphere of fertilized plots.

Dr Hanna Dahm
Instytut Biologii UMK
Toruń, ul. Gagarina 9

Wpłynęło do redakcji 1984.06.30