

ALICJA NIEWIADOMSKA<sup>1</sup>, TOMASZ KLEIBER<sup>2</sup>, JUSTYNA KLAMA<sup>1</sup>,  
DOROTA SWĘDRZYŃSKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA DYNAMIKĘ SKŁADU MIKROBIOLOGICZNEGO GLEBY I AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ DEHYDROGENAZ POD TRAWNIKIEM

**Streszczenie.** Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wzrastającego nawożenia azotowego pod trawnikiem (w dawkach odpowiadających: 0, 50, 100, 150 i 200 kg/ha gleby) na dynamikę zmian składu mikrobiologicznego gleby: ogólnej ilości bakterii, ilości grzybów, promieniowców, oligotrofów, koptotrofów, a także na aktywność enzymatyczną dehydrogenaz. Z badań wynika, że najważniejszymi czynnikami, które modyfikowały skład ilościowy gleby, a także aktywność dehydrogenaz, były: termin pobrania prób i panujące wówczas warunki meteorologiczne. Nie stwierdzono istotnego wpływu badanych poziomów nawożenia azotowego na ogólną ilość bakterii, promieniowców, koptotrofów, a także oligotrofów w analizowanej glebie. Wyniki istotne statystycznie uzyskano w badaniach nad liczebnością grzybów, a także aktywnością enzymatyczną gleby. Największy wzrost ogólnej ilości bakterii, oligotrofów i promieniowców w glebie oznaczono w okresie od maja do czerwca, natomiast grzybów – w sierpniu. Z kolei największą aktywnością enzymatyczną dehydrogenaz gleba charakteryzowała się we wrześniu.

**Słowa kluczowe:** nawożenie azotowe, aktywność dehydrogenaz, mikroorganizmy

### Wstęp

Uprawa, nawożenie, ochrona oraz skażenie gleby modyfikują jej właściwości fizyczno-chemiczne, a także zmieniają aktywność biologiczną. Miarą aktywności biologicznej, na którą składa się całokształt zachodzących w glebie przemian związków i energii, może być aktywność enzymatyczna (NOWAK i IN. 1999), a także dynamika rozwoju wybranych grup drobnoustrojów zasiedlających glebę. Według MYŚKOWA

(1996) miarą aktywności biologicznej gleby jest ilość przyswajalnej substancji organicznej, która pod wpływem drobnoustrojów ulega przemianom w określonej jednostce czasu.

Wśród czynników wpływających na aktywność mikroorganizmów w glebie, ich stan jakościowy oraz ilościowy można wymienić m.in. zawartość substancji organicznej, związków azotowych, makro- i mikroelementów, wody, tlenu, a także wartość odczynu pH i temperaturę gleby (KUCHARSKI i IN. 2001, WALDROP i IN. 2000, KOURTEV i IN. 2002).

Występowanie mikroorganizmów jest uwarunkowane także obecnością w glebie związków allelopatycznych wydzielanych przez korzenie roślin oraz interakcjami pomiędzy różnymi grupami drobnoustrojów (BADURA 2006).

Duży wpływ na liczebność mikroorganizmów glebowych ma nawożenie, w tym nawożenie organicznym i mineralnym azotem, które ma na celu dostarczenie roślinom składników pokarmowych (BARABASZ i VOŘIŠEK 2002).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wzrastającego nawożenia azotowego trawnika na dynamikę zmian składu mikrobiologicznego gleby (ogólnej ilości grzybów, bakterii, promieniowców, oligotrofów, kopiotrofów) oraz na aktywność mikrobiologiczną, wyrażoną aktywnością dehydrogenaz.

## Materialy i metody

Doświadczenia vegetacyjne przeprowadzono w latach 2008-2009 na terenie Stacji Doświadczalnej Wydziału Ogrodniczego „Marcelin” Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badania przeprowadzono na trawniku, na którym wysiano mieszankę traw gazonowych w ilości 25 g/m<sup>2</sup>, o następującym składzie: życica trwała (*Lolium perenne* L.) ‘Grasslands Nui’ (45%), kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schleb.) ‘Finelawn’ (25%), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* Hack.) ‘Olivia’ (10%), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* Hack.) ‘Boreal’ (15%), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) ‘Balin’ (5%). W trakcie doświadczenia vegetacyjnego, w zależności od potrzeby, podlewano murawę dawką wynoszącą około 10 mm wody na 1 m<sup>2</sup>.

Trawnik był koszony systematycznie, w odstępach 10-12-dniowych.

Badano pięć wzrastających poziomów nawożenia azotowego trawnika: 0, 50, 100, 150, 200 kg/ha, oznaczonych, odpowiednio, jako: N0, N50, N100, N150, N200. Kontrolę stanowiła kombinacja N0, w której nie stosowano nawożenia azotowego. Od kwietnia do lipca w połowie każdego miesiąca stosowano, na podstawie analiz chemicznych gleby, nawożenie pogłównne, używając: saletry amonowej (34% N), superfosfatu podwójnego (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), siarczanu potasu (50% K<sub>2</sub>O) i siarczanu magnezu (16% MgO).

Zawartość fosforu, magnezu i potasu we wszystkich badanych kombinacjach uzupełniono do poziomów standardowych: P – 100, Mg – 300, K – 200 kg/ha. Doświadczenie założono w układzie systematycznym. Każdy poziom nawożenia powtórzony był czterokrotnie na poletkach o powierzchni 24 m<sup>2</sup> (4 × 6 m). Próby gleb do analiz mikrobiologicznych pobierano w następujących terminach: 15 marca, 15 kwietnia, 12 czerwca, 8 lipca i 19 sierpnia 2009 roku. Każdorazowo z warstwy ornej (0-20 cm) z każdej kombinacji pobierano 14-18 prób indywidualnych, z których po zmieszaniu uzyskano

Niewiadomska A., Kleiber T., Kłama J., Swędryńska D., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę składu mikrobiologicznego gleby i aktywność enzymatyczną dehydrogenaz pod trawnikiem. Nauka Przyr. Technol. 4, 6, #90.

reprezentatywną próbę mieszaną (0,4-0,5 dm<sup>3</sup>). Szczegółową metodykę badań podają w swojej pracy KLEIBER i IN. (2009). Temperaturę gleby rejestrowano z użyciem HOBO Weather Station firmy Onset. Przebieg zmian temperatury (powietrza, gruntu) i opadów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Średnie wartości czynników pogodowych  
Table 1. Average values of weather factors

Miesiąc	Temperatura powietrza (°C)	Temperatura gruntu (°C)	Wilgotność powietrza (%)	Suma opadów atmosferycznych (mm)	Radiacja (MJ/m <sup>2</sup> )
Kwiecień	12,28	12,17	58,46	0,63	16,67
Maj	13,44	14,36	68,28	2,65	15,74
Czerwiec	15,49	15,84	77,53	3,23	15,23
Lipiec	19,22	18,67	75,49	2,99	15,73
Sierpień	19,36	11,81	68,12	0,45	15,88
Wrzesień	15,49	0	75,48	0,92	10,85
Październik	7,42	0	88,31	1,65	4,00
Listopad	6,55	4,09	86,95	1,07	2,58
Grudzień	-1,32	-1,1	89,64	1,15	1,17

### Analizy mikrobiologiczne

W próbach glebowych pobranych spod roślin z głębokości 0-20 cm oznaczano liczebność drobnoustrojów metodą płytkową, na odpowiednich podłożach agarowych (w pięciu powtórzeniach). Średnią liczbę kolonii przeliczano na suchą masę gleby:

- ogólną liczebność bakterii oznaczano na pożywce z wyciągu glebowego po 14 dniach inkubacji w temperaturze 25°C,
- grzyby oznaczano na podłożu MARTINA (1950) po pięciu dniach inkubacji w temperaturze 24°C,
- promieniowce oznaczano na pożywce według Pochona po pięciu dniach hodowli w temperaturze 25°C,
- koptrofy oznaczano na podłożu NB OHTY i HATTORIEGO (1980) po pięciu dniach inkubacji w temperaturze 25°C,
- oligotrofy oznaczano na podłożu DNB OHTY i HATTORIEGO (1980) po pięciu dniach inkubacji w temperaturze 25°C.

### Analizy enzymatyczne

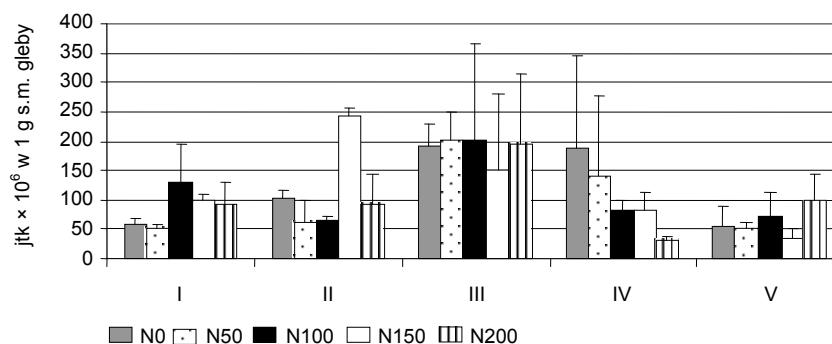
Badanie aktywności enzymatycznej gleby nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu opierało się na oznaczeniu aktywności dehydrogenaz metodą kolorymetryczną, z zastosowaniem jako substratu 1-procentowego TTC (chlorku trójfenylotetrazolu), po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 30°C, przy długości fal 485 nm.

Dynamikę zmian składu mikrobiologicznego gleby oraz aktywności enzymatycznej dehydrogenaz poddano analizie statystycznej za pomocą testu Tukeya. Wnioskowano przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano, że ilość zastosowanego nawożenia azotowego ma wpływ na zmianę liczebności poszczególnych grup drobnoustrojów: bakterii, grzybów, kopiotrofów, oligotrofów i promieniowców oraz na aktywność enzymatyczną dehydrogenaz.

Wyniki przedstawione na rysunku 1 wskazują, że ogólna ilość bakterii w glebie zmieniała się w zależności od ilości wprowadzonego nawozu azotowego, a także od czasu, jaki upłynął od momentu nawiezienia. Przeprowadzona analiza statystyczna dowiodła, że nie ma istotnych różnic w ogólnej ilości bakterii przy różnych poziomach nawożenia azotowego. Największą ilość bakterii odnotowano w terminach drugim (maj) i trzecim (czerwiec), natomiast spadek liczebności tej grupy mikroorganizmów wystąpił w terminach czwartym (sierpień) i piątym (wrzesień).

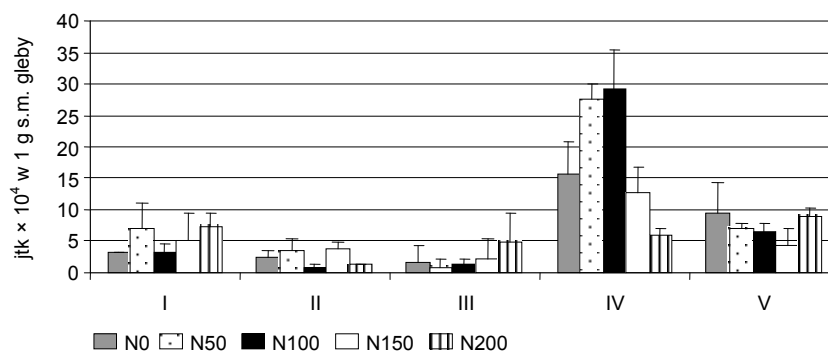


Rys. 1. Wpływ nawożenia azotowego na ogólną ilość bakterii w glebie  
Fig. 1. The effect of nitrogen fertilization on total bacteria count in the soil

Nawożenie gleby wpływa na poprawę jej jakości, a także na powiększenie produkcji roślin – w tym wypadku trawnika, jednak dostępne na rynku nawozy, poza skutkami pozytywnymi, powodują także działanie niekorzystne. Zbyt duże nagromadzenie się w glebie środków chemicznych wykorzystywanych do produkcji nawozów jest często przyczyną nieprawidłowości w równowadze ekologicznej. W takich środowiskach, gdzie homeostaza jest zaburzona, w wieloetapowych procesach bakteriologiczno-biologicznych powstają związki niekorzystne dla życia drobnoustrojów, np.: hydroksyloaminy i jej pochodne, azotyny, azotany, a także nitrozoaminy. Związki te mają działanie toksyczne dla człowieka, zwierząt, a także dla mikroorganizmów zasiedlających glebę, w tym także bakterii. Mogą one powodować działanie kancerogenne, mutagenne czy teratogenne (BARABASZ 1992).

Można przypuszczać, że spadek liczebności bakterii w sierpniu i we wrześniu był spowodowany działaniem wymienionych związków, gdyż są to związki trwałe, odporne na różnego rodzaju czynniki degradacyjne. Ponadto mniejsza liczebność bakterii w sierpniu i we wrześniu mogła być spowodowana zwiększoną ilością grzybów i promieniowców. Zróżnicowaną dynamikę zmian mikrobiologicznych w ciągu wegetacji potwierdzają FURCZAK i TURSKA (2006). Autorki te wskazują, że największa aktywność mikrobiologiczna gleby występuje zwykle wiosną.

Ilość analizowanych grzybów w glebie nie podlegała istotnym zmianom okresowym, jedynie w terminie czwartym zmieniła się wysoce istotnie statystycznie (rys. 2). Wpłynęło na to nawożenie przy poziomie 50 i 100 kg N na 1 ha, w wyniku którego zanotowano o 80% więcej grzybów niż w glebie kontrolnej. Z kolei przy poziomie 200 kg N na 1 ha zaobserwowano istotny spadek liczebności grzybów.

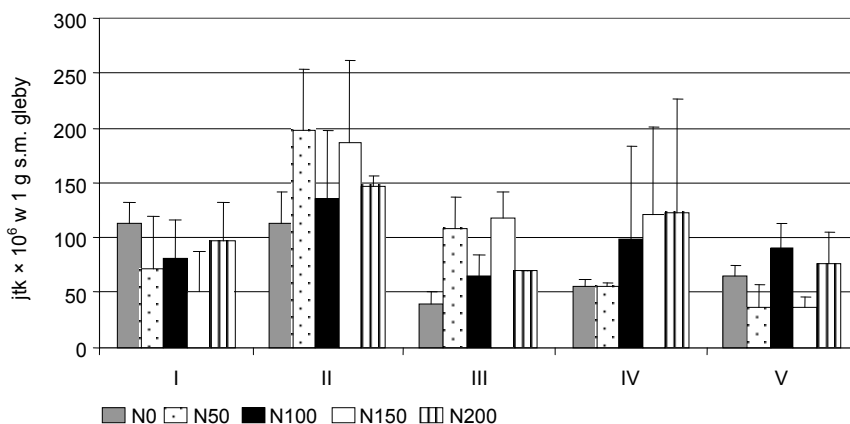


Rys. 2. Wpływ nawożenia azotowego na liczebność grzybów w glebie  
Fig. 2. The effect of nitrogen fertilization on fungi count in the soil

Do wzrostu liczebności tej grupy drobnoustrojów mogły się przyczynić warunki atmosferyczne. w tym czasie bowiem odnotowano najmniejszą ilość opadów (0,45 mm), a grzyby wykazują się dużą tolerancją na przesuszenie gleby. Innym czynnikiem mogącym mieć wpływ na taki stan ilościowy była duża radiacja: 15,88 MJ/m<sup>2</sup>. Warunki takie sprzyjają zarodnikowaniu grzybów, a tym samym zwiększeniu ich ilości (GOŁĘBIOWSKA 1986).

Na takie wyniki może mieć wpływ także fakt, że grzyby wykorzystują nie tylko organiczne formy azotu, lecz także pochodzące z soli amonowych i azotanowych (BARABASZ 1992). Można przypuszczać, że optymalne warunki do wykorzystania takich form azotu panowały w czwartym terminie pobierania prób, w kombinacjach przy nawożeniu 50 i 100 kg N na 1 ha. Otrzymane wyniki mają potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez innych. W doświadczeniach KUCHARSKIEGO i WAŁDOWSKIEJ (2001) nawożenie mineralne powodowało również zwiększenie ilości grzybów w porównaniu z bakteriami oligotroficznymi czy koptotroficznymi.

Analizując liczebność oligotrofów w przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między ich liczebnością w glebie nawożonej różnymi dawkami azotu i w glebie kontrolnej. Wyniki przedstawione na rysunku 3 wskazują, że



Rys. 3. Wpływ nawożenia azotowego na liczebność oligotrofów w glebie  
Fig. 3. The effect of nitrogen fertilization on oligotrophic bacteria count in the soil

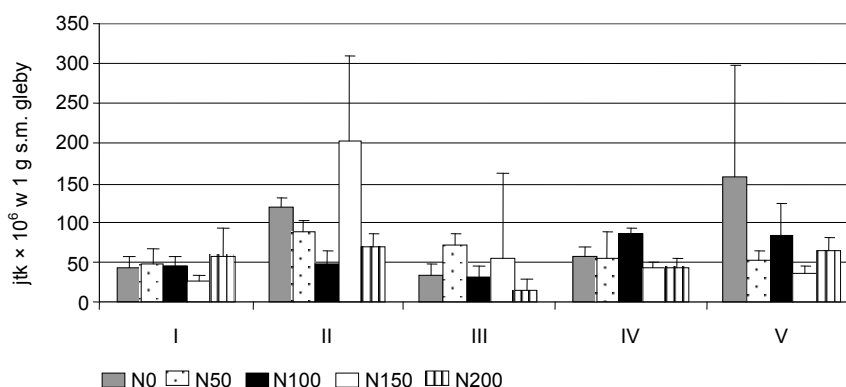
liczebność oligotrofów zmieniała się w poszczególnych terminach analizy. Największa tendencja spadkowa liczebności analizowanych drobnoustrojów wystąpiła w kwietniu (pierwszy termin) przy wszystkich zastosowanych dawkach nawożenia azotowego. Największy wzrost ilości oligotrofów wystąpił w drugim terminie (maj), gdzie zwiększenie liczby ich kolonii w porównaniu z kontrolą wystąpiło przy każdym poziomie nawożenia. Stymulujące działanie zastosowanego nawożenia zanotowano także w terminie trzecim i czwartym.

Mianem oligotrofów określa się bakterie, które wzrastają na podłożu ubogim w składniki pokarmowe (PAUL i CLARK 2000). Na tej podstawie można by tłumaczyć fakt zmniejszenia się liczebności bakterii w pierwszym terminie analiz. Wraz z wprowadzonym do podłoża nawozem zostały dostarczone oligotrofom związki odżywcze, co nie jest dla ich rozwoju czynnikiem sprzyjającym. W kolejnych terminach wystąpił znaczny wzrost ilości drobnoustrojów. Zjawisko to ma potwierdzenie w przeprowadzonych do tej pory badaniach. Analizując je, wiemy, że w kolejnych posiewach bakterie te mają możliwość zwiększania swojej ilości nawet w glebie zasobnej w składniki pokarmowe (PAUL i CLARK 2000).

Jednak KUCHARSKI i WAŁDOWSKA (2001), stosując w swoich badaniach nawożenie mineralne, osiągnęli odwrotny skutek. W glebie przez nich analizowanej doszło do znacznego zmniejszenia ilości autochtonów. Biorąc pod uwagę wszystkie terminy analiz, można przypuszczać, że nawożenie azotowe oddziałuje stymulująco na liczebność tej grupy drobnoustrojów. Autochtony są organizmami wrażliwymi na aminokwasy, kwasy organiczne, witaminy i sole nieorganiczne, takie jak NaCl i KCl (OHTA i HATTORI 1980). Można przypuszczać, że znaczne zmniejszenie ilości tej grupy drobnoustrojów w piątym terminie analiz w porównaniu z poprzednimi przy zastosowanym nawożeniu było spowodowane wydzieleniem substancji organicznych przez intensywnie rozwinięty już system korzeniowy traw (NIEWIADOMSKA i IN. w druku).

Badając w przeprowadzonym doświadczeniu liczebność koptotrofów, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między ich liczebnością w glebie kontrolnej

i w glebie, gdzie zostało zastosowane wzrastające nawożenie azotowe (rys. 4). W pierwszym, trzecim i czwartym terminie analiz ilość koptiotrofów w glebie, gdzie zastosowano nawożenie, była zbliżona do kombinacji kontrolnej. Największą ilość omawianej grupy mikroorganizmów odnotowano w terminie drugim przy poziomie nawożenia 150 kg N na 1 ha. Stymulujące działanie nawozu spowodowało wzrost ilości omawianej grupy drobnoustrojów o 70% w stosunku do gleby bez nawozu. Największy spadek ilościowy, nawet do 78%, odnotowano w terminie piątym.



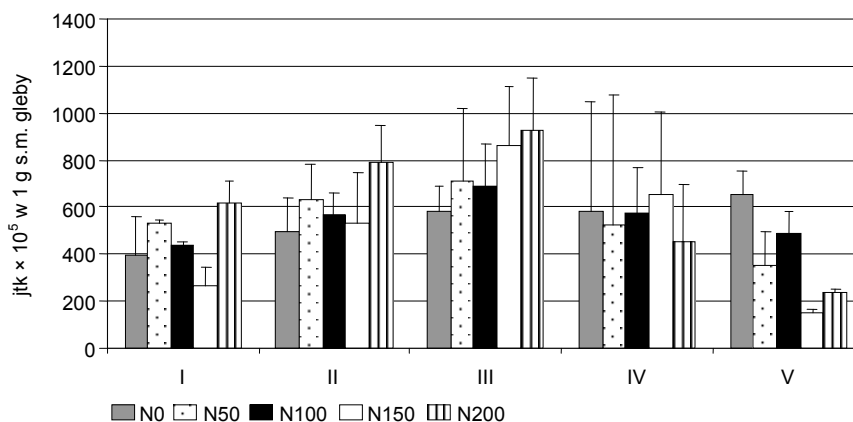
Rys. 4. Wpływ nawożenia azotowego na liczebność koptiotrofów w glebie  
Fig. 4. The effect of nitrogen fertilization on copiotrophic bacteria count in the soil

Koptiotrofy to specyficzna grupa drobnoustrojów, ponieważ jej intensywny wzrost występuje po dostarczeniu do podłoża materii organicznej (RICHARDS 1979). Z przeprowadzonych badań wynika, że omawiane bakterie najlepiej pobierają składniki pokarmowe po upływie krótkiego czasu od nawożenia i przy zastosowaniu dawki nawozu 150 kg N na 1 ha. Można przypuszczać, że są to optymalne warunki do wzrostu ilościowego koptiotrofów. W kolejnych terminach wzrost był znikomy. Uzyskane wyniki można tłumaczyć tym, że w miarę upływu czasu dochodzi do wyczerpania zapasu składników pokarmowych, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania tej grupy mikroorganizmów (LIBUDZISZ i IN. 2007).

Można również wysunąć przypuszczenie, że na spadek ilości koptiotrofów mogły wpłynąć ekotoksykologiczne przemiany nawozów azotowych, opisane wcześniej przez BARABASZA (1992).

Nawożenie mineralnym azotem nie miało również istotnego statystycznie wpływu na liczebność promieniowców.

Wyniki przedstawione na rysunku 5 wskazują, że liczebność promieniowców zmieniła się w poszczególnych terminach analiz. W terminie pierwszym i czwartym ilość tej grupy drobnoustrojów była zbliżona do prób kontrolnych. W drugim i trzecim terminie analiz stymulujące działanie nawozu spowodowało wzrost liczby promieniowców nawet o 59% w stosunku do gleby kontrolnej, w której nie zostało zastosowane nawożenie. We wrześniu (piąty termin) widoczny był znaczny spadek ilości promieniowców, nawet o 77%.



Rys. 5. Wpływ nawożenia azotowego na liczebność promieniowców w glebie  
Fig. 5. The effect of nitrogen fertilization on actinomycetes count in the soil

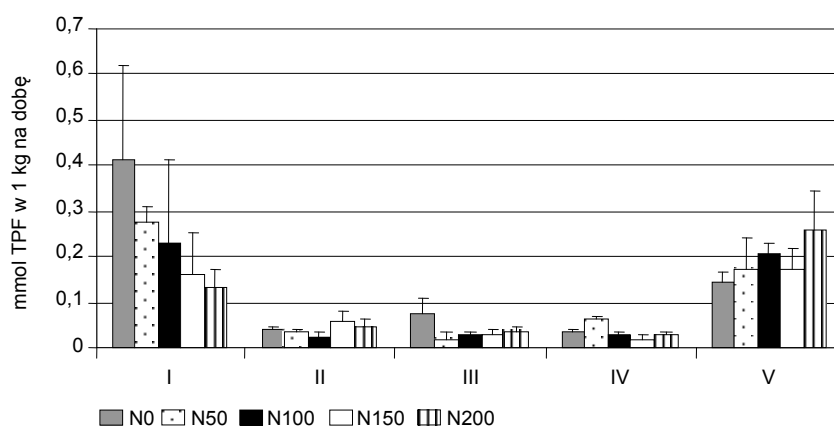
Większą ilość promieniowców odnotowano w okresie letnim (maj, czerwiec, sierpień). Wpływ na to mogły mieć interakcje, jakie występują pomiędzy drobnoustrojami, w tym czasie bowiem zmniejszyła się liczebność bakterii. Jest to naturalne zjawisko, gdyż w warunkach przesuszenia, jakie panuje zazwyczaj w czasie letnim, promieniowce wypierają bakterie (MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA 1974). Wyniki doświadczenia dowodzą, że letnia pora roku, przy zastosowaniu dużych (200 kg/ha) dawek azotu, miała stymulujący wpływ na liczebność tej grupy drobnoustrojów, co ma potwierdzenie w innych badaniach, m.in. BARABASZA i VOŘIŠKA (2002), którzy dowodzą, że ilości omawianych mikroorganizmów znacznie wzrastają w okresie od zimy do jesieni, a maksymalne wartości przyjmują w lecie.

Analizując aktywność enzymatyczną dehydrogenaz, tylko w terminie pierwszym wykazano wysoce istotne statystycznie różnice pomiędzy glebą nawożoną różnymi dawkami azotu a kontrolną (rys. 6). Nawożenie azotowe wpłynęło istotnie ujemnie na badane enzymy. Aktywność dehydrogenaz w pierwszym terminie analiz spadła w stosunku do obiektu kontrolnego o 36% przy nawożeniu 50 kg N na 1 ha, o 46% – przy nawożeniu 100 kg N na 1 ha, o 62% – przy nawożeniu 150 kg N na 1 ha i o 69% – przy największej dawce nawozu. W kolejnych trzech terminach nie obserwowano dużych zmian aktywności badanych enzymów w stosunku do kontroli. W piątym terminie (ostatnim) zanotowano stymulujące działanie nawozu azotowego na aktywność enzymatyczną. Największy jej wzrost – o 85% w stosunku do kontroli – wystąpił przy dawce 200 kg N na 1 ha.

Analiza aktywności enzymów w glebie jest bardzo istotna, gdyż jest to m.in. wskaźnik nasilenia metabolizmu oddechowego mikroorganizmów ją zasiedlających (BRZEZIŃSKA i WŁODARCZYK 2005). Zatem można przyjąć założenie, że aktywność metaboliczna drobnoustrojów wyraża się pracą ich enzymów (BARABASZ i VOŘIŠEK 2002). Zdaniem wielu badaczy jest ona związana także z gatunkiem uprawianej rośliny, jej cyklem rozwojowym, ale także jest zależna od głębokości systemu korzeniowego oraz temperatury (PAWLUCZUK 1988).



Niewiadomska A., Kleiber T., Kłama J., Swędrzyńska D., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę składu mikrobiologicznego gleby i aktywność enzymatyczną dehydrogenaz pod trawnikiem. Nauka Przym. Technol. 4, 6, #90.



Rys. 6. Wpływ nawożenia azotowego na aktywność dehydrogenaz w glebie  
Fig. 6. The effect of nitrogen fertilization on dehydrogenases activity in the soil

Według badań CIEŚLI i IN. (1977) działanie enzymów zmienia się w poszczególnych porach roku. Wiosną enzymy są stosunkowo aktywne, lato jest czasem, gdzie dochodzi do spadku aktywności, natomiast jesienią występuje ponowny jej wzrost. Podporządkowanie aktywności porom roku jest zauważalne także w naszych badaniach: wczesną wiosną aktywność była duża, w kwietniu doszło do jej spadku. Ten stan utrzymywał się przez cały okres letni, a we wrześniu zanotowano ponowny wzrost.

Następujące po sobie pory roku powodują różnice temperaturowe gleby, a właśnie zmiany temperatury gleby mają istotny wpływ na zachodzące procesy enzymatyczne (PAWLUCZUK 1988).

## Podsumowanie

W badaniach przeprowadzonych w glebie pod trawnikiem czynnikiem istotnie różnicującym stan ilościowy poszczególnych grup drobnoustrojów, a także aktywność enzymatyczną dehydrogenaz, był termin pobierania prób i panujące w tym czasie warunki pogodowe. Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu nawożenia azotowego na badane grupy drobnoustrojów w glebie: ogólną ilość bakterii, oligotrofów, kopiotrofów oraz promieniowców. Największy wzrost ogólnej ilości bakterii, oligotrofów i promieniowców w glebie oznaczono w okresie od maja do czerwca, a grzybów – w sierpniu. Z kolei największą aktywność enzymatyczną dehydrogenaz zanotowano we wrześniu.

## Literatura

- BADURA L., 2006. Czy mikroorganizmy są niezbędne dla życia roślin. W: Materials of National Symposium on Microbiology. Red. W. Barabasz. AR, Kraków: 5-6.
- BARABASZ W., 1992. Mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego, cz. II. Biotransformacja azotu glebowego. Post. Mikrobiol. 31, 1: 3-33.
- BARABASZ W., VOŘIŠEK K., 2002. Bioróżnorodność mikroorganizmów w środowiskach glebowych. W: Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 26-27.
- BRZEZIŃSKA M., WŁODARCZYK T., 2005. Enzymy wewnątrzkomórkowych przemian redoks (oksydoreduktazy). Acta Agrophys. Rozpr. Monogr. 3: 11-26.
- CIEŚLA W., PECH K., PAWLUCZUK Z., RZEŚNIEWIECKA-SULIMIERSKA G., 1977. Wstępne badania nad aktywnością fosfatazy i ureazy w czarnoziemach kujawskich. Zesz. Nauk. AT-R Bydg. 44, Roln. 3: 23-34.
- FURCZAK J., TURSKA B., 2006. Wpływ różnych systemów uprawy soi na rozwój mikroorganizmów i zawartość fenoli w glebie płowej. Acta Agrophys. 8, 1: 59-68.
- GOŁĘBIOWSKA J., 1986. Mikrobiologia rolnicza. PWRiL, Warszawa.
- KLEIBER T., KOMOSA A., NIEWIADOMSKA A., 2009. Optimization of lawn fertilization with nitrogen. Part I. Soil resourced, yield and ornamental values of turf. Ecol. Chem. Eng. A 16, 9: 1159-1170.
- KOURTEV P.S., EHRENFELD J.G., HAGGBLOM M., 2002. Exotic plant species alter the microbial community structure and function in the soil. Ecology 83: 3152-3166.
- KUCHARSKI J., HŁASKO A., WYSZKOWSKA J., 2001. Wpływ zanieczyszczenia gleby miedzią na jej właściwości fizykochemiczne i na aktywność enzymów glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 173-180.
- KUCHARSKI J., WALDOWSKA E., 2001. Mikrobiologiczne skutki wieloletniego nawożenia gnojowicą. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 205-210.
- LIBUDZISZ Z., KOWAL K., ŻAKOWSKA Z., 2007. Mikrobiologia techniczna. T. 1. Mikroorganizmy i środowiska ich występowania. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA J., 1974. Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych. PWRiL, Warszawa.
- MARTIN J.P., 1950. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69: 215-232.
- MYŚKÓW W., STACHYRA A., ZIĘBA S., MASIĄK D., 1996. Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. Roczn. Glebozn. 47, 1/2: 89-99.
- NIEWIADOMSKA A., KLEIBER T., KOMOSA A., w druku. Optimization of lawn fertilization with nitrogen. Part III. Dynamics of soil microbiological composition and enzymatic activity of dehydrogenases. Ecol. Chem. Eng. A 16.
- NOWAK J., NIEDŹWIECKI E., DZIEL M., 1999. Wpływ metali ciężkich na zmiany aktywności enzymatycznej gleby. Roczn. Glebozn. 50, 1/2: 61-68.
- OHTA H., HATTORI T., 1980. Bacteria sensitive to nutrient broth medium in terrestrial environments. Soil Sci. Plant Nutr. 26: 99-107.
- PAUL E., CLARK F., 2000. Mikrobiologia i biochemia gleb. Wyd. UMCS, Lublin.
- PAWLUCZUK Z., 1988. Wpływ uwilgotnienia i temperatury na aktywność enzymatyczną gleb. Zesz. Nauk. AT-R Bydg. 145, Roln. 25: 19-29.
- RICHARDS B., 1979. Wstęp do ekologii gleby. PWN, Warszawa.
- WALDROP M.P., BALSER T.C., FIRESTONE M.K., 2000. Linking microbial community composition to function in tropical soil. Soil Biol. Biochem. 32, 13: 1837-1846.

Niewiadomska A., Kleiber T., Klama J., Swędrzyńska D., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę składu mikrobiologicznego gleby i aktywność enzymatyczną dehydrogenaz pod trawnikiem. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #90.

---

THE EFFECT OF VARIED NITROGEN FERTILIZATION  
ON DYNAMICS OF SOIL MICROBIOLOGICAL COMPOSITION  
AND ENZYMATIC ACTIVITY OF DEHYDROGENASES UNDER LAWNS

**Summary.** The aim of this study was to determine the effect of increasing nitrogen fertilization of lawns (at doses corresponding to 0, 50, 100, 150 and 200 kg N per 1 ha of soil) on dynamics of changes in microbial community composition of soil: total counts of fungi, bacteria, actinomycetes, oligotrophs, copiotrophs, as well as enzymatic activity of dehydrogenases. A factor significantly modifying the microbial community composition and enzymatic activity of soil were sampling date and related atmospheric conditions. No significant effect was found of analysed levels of nitrogen fertilization on counts of microorganisms: total counts of bacteria, actinomycetes, oligotrophs, and copiotrophs. Significant effect was found of analysed levels of nitrogen fertilization on counts of fungi, as well as enzymatic activity of dehydrogenases. The quantity of total counts of bacteria, actinomycetes, oligotrophs, increased towards the beginning of the summer period (May, June), while the highest enzymatic activity of dehydrogenases was determined in September.

**Key words:** nitrogen fertilization, dehydrogenases activity, microorganisms

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Alicja Niewiadomska, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: alicja.niewiadomska@onet.eu*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*18.10.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*Niewiadomska A., Kleiber T., Klama J., Swędrzyńska D., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę składu mikrobiologicznego gleby i aktywność enzymatyczną dehydrogenaz pod trawnikiem. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #90.*