

## OCENA LICZEBNOŚCI MIKROORGANIZMÓW GLEBOWYCH SPOD UPRAWY MIESZANEK *FESTULOLIUM BRAUNII* Z ROŚLINAMI MOTYLKOWATYMI NAWOŻONYCH ZRÓŻNICOWANYMI DAWKAMI AZOTU

JACEK SOSNOWSKI<sup>1</sup>, KAZIMIERZ JANKOWSKI

*Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce*

**Synopsis.** Przeprowadzone badania dotyczą liczebności mikroorganizmów zasiedlających warstwę orną i podorną gleby spod uprawy mieszanek *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową i lucerną mieszańcową nawożonych zróżnicowaną dawką azotu. Próbkę glebową do oznaczenia mikroflory pobrano z dwuczynnikowego doświadczenia polowego na którym uprawiano mieszanki. Azot zastosowano na trzech poziomach: B1 – obiekt kontrolny (bez nawożenia azotem), B2 – 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, B3 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Materiał glebowy do przeprowadzenia oceny liczebności poszczególnych grup mikroorganizmów pobrano z każdego poletka eksperymentalnego jesienią (październik) 2010 roku z dwóch poziomów: C1 – warstwa orna (0–20 cm), C2 – warstwa podorana (20–40 cm). Analizę prób glebowych na ogólną liczebność bakterii, promieniowców i grzybów przeprowadzono w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB w Puławach. Największą liczebnością bakterii odznaczał się materiał glebowy pobrany spod mieszanki *Festulolium braunii* tylko z koniczyną łąkową lub tylko lucerną mieszańcową. Promieniowce najliczniej występowały w próbach pochodzących z obiektów obsianych *Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową. Liczebność grzybów glebowych nie ulegała istotnemu zróżnicowaniu pod wpływem rodzaju uprawy. Nawożenie azotem powodowało wzrost liczebności wszystkich grup mikroorganizmów w stosunku do kontroli.

**Słowa kluczowe:** ogólna liczebność bakterii, ogólna liczebność promieniowców, ogólna liczebność grzybów, mieszanki *Festulolium braunii* z motylkowatymi, dawka azotu

### WSTĘP

Liczne badania wykazały, że biomasa mikroorganizmów w glebach stanowi około 85% całej biomasy wszystkich organizmów żyjących w tym środowisku. Ponadto szacuje się, że aż 90% dwutlenku węgla powstającego w glebach ma pochodzenie drobnoustrojowe [Banerjee i in. 2006, Compant i in. 2005, Van Elsas i in. 2002]. Dane te świadczą o dużej aktywności metabolicznej i ogromnym znaczeniu mikroorganizmów dla większości procesów zachodzących w środowisku glebowym. Wśród wielu funkcji organizmów glebowych do najważniejszych należą rozkład i mineralizacja resztek poźniwnych [Compant i in. 2005, Kandeke i Murer 1993], detoksykacja różnych substancji zanieczyszczających gleby [Czaban i Wróblewska 2005], ograniczenie szkodników i patogenów [Compant i in. 2005, Mańka 2010] oraz tworzenie układów symbiotycznych z roślinami [Martyniuk 2002, 2009].

Do głównych czynników wpływających na właściwości mikrobiologiczne gleby zaliczyć należy jej skład granulometryczny, zawartość węgla organicznego, odczyn gleby, wilgotność i temperaturę [Kucharski i Wyszowska 2010]. Właściwości mikrobiologiczne mogą także

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: laki@uph.edu.pl

w różnym stopniu być kształtowane poprzez sposób użytkowania gleby [Kucharski i Wyszowska 2001], gatunkiem i fazą rozwojową rośliny uprawnej [Skwarzyło-Bednarz 2008] oraz zmieniającym się czasem wegetacji [Trasar-Cepeda i in. 1998, Trasar-Cepeda i in. 2008, Wyszowska i in. 2009]. Duże znaczenie w kształtowaniu tych właściwości mają także zabiegi agrotechniczne w tym głównie nawożenie organiczne i azotowe [Kucharski i Wyszowska 2010, Jodełka i in. 2011].

Celem pracy było określenie liczebności mikroorganizmów zasiedlających warstwę orną i podorną gleby pod uprawą mieszanek *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową i lucerną mieszańcową nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu.

## MATERIAŁ I METODY

Próbki glebowe do oznaczenia liczebności mikroorganizmów pobrano z dwuczynnikowego doświadczenia polowego założonego w kwietniu 2007 roku w układzie losowanych bloków w 3 powtórzeniach na obiekcie doświadczalnym Katedry Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni UPH w Siedlcach (52°17' N, 22°28' E). Podłoże pod doświadczenie należało do gleb antropogenicznych, rzędu kulturoziemnych, typu hortisole, wytworzonych z piasku słabo gliniastego (tab. 1).

Tabela 1. Skład granulometryczny gleby stanowiącej podłoże pod doświadczenie  
Table 1. Grain composition of soil used as a subsoil in experiment

Procentowy udział frakcji ziemistych (średnica w mm) Percentage share of soil fractions (diameter in mm)								
1– 0,1	0,1– 0,05	0,05– 0,02	0,02– 0,06	0,06– 0,002	<0,002	Suma frakcji Sum of fraction 0,1 – 0,02	Suma frakcji Sum of fraction <0,02	Grupa granulometryczna Granulometric group
76	9	5	4	4	2	14	10	psg

Na podstawie analizy gleby wykonanej w Okręgowej Stacji Chemicznej w Wesołej stwierdzono, że gleba spod badanych upraw odznaczała się odczynem obojętnym (tab. 2), wysoką zawartością próchnicy, fosforu, magnezu oraz średnią zawartością przyswajalnych form potasu, azotu ogólnego, azotanowego i amonowego.

Tabela 2. Skład chemiczny gleby  
Table 2. Chemical composition of soil

pH	Zawartość – Content				
	mg·100 g <sup>-1</sup> gleby – soil			%	
KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N- ogółem N- total	Próchnica Humus
6,99	90,0	19,0	84	0,18	3,78

Powierzchnia poletka eksperymentalnego wynosiła 6 m<sup>2</sup>. W roku siewu prowadzono jedynie pokosy odchwaszczające.

Pierwszym czynnikiem doświadczalnym były 3 mieszanki o następującym składzie gatunkowym i ilościowym:

- A1 – *Festulolium braunii* (odmiana Felopa) 50%, koniczyna łąkowa (odmiana Tenia) 50%,
- A2 – *Festulolium braunii* (odmiana Felopa) 50%, lucerna mieszańcowa (odmiana Tula) 50%,
- A3 – *Festulolium braunii* (odmiana Felopa) 50%, koniczyna łąkowa (odmiana Tenia) 25%, lucerna mieszańcowa (odmiana Tula) 25%.

Przyjęta ilość wysiewu nasion poszczególnych komponentów mieszanek wynosiła:

- *Festulolium braunii* 40 kg·ha<sup>-1</sup>,
- koniczyna łąkowa 21 kg·ha<sup>-1</sup>,
- lucerna mieszańcowa 26 kg·ha<sup>-1</sup>.

Drugi czynnik stanowiły następujące poziomy nawożenia azotem: B1 – obiekt kontrolny (bez nawożenia azotem), B2 – 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, B3 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Azot (34% saletra amonowa) zastosowano w trzech dzielonych dawkach, wysiewanych kolejno pod każdy odrost. Potas (60% sól potasowa) podobnie jak nawożenie azotem, użyto na odrosty w ilości 120 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. Natomiast fosfor (46% superfosfat) w dawce 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup> zastosowano jednorazowo wcześniej wiosną.

Materiał glebowy do przeprowadzenia oceny liczebności poszczególnych grup mikroorganizmów pobrano z każdego poletka eksperymentalnego z dwóch poziomów: głębokości 0–20 cm (warstwa orna) i 20–40 cm (warstwa podorna). Analizę prób glebowych na ogólną liczebność bakterii, promieniowców i grzybów przeprowadzono w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB w Puławach. Przyjęte metody i jednostki oznaczeń mikrobiologicznych:

- ogólna liczebność bakterii i promieniowców w 10<sup>7</sup> jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby, według metody Wallace i Lockhead [1950],
- ogólna liczebność grzybów w 10<sup>7</sup> jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby, według metody Martina [1950].

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej, wykonując analizę wariancji. Zróżnicowanie średnich weryfikowano testem Tukey'a przy poziomie istotności p ≤ 0,05.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Mikroorganizmy glebowe dzięki procesom degradacji i transformacji materii organicznej, są odpowiedzialne za dostępność składników pokarmowych dla roślin, dlatego duża aktywność i różnorodność drobnoustrojów są warunkiem dobrej jakości i produktywności gleby [Doran i Parkin 1994, Marinari i in. 2006, Mastro i in. 2006, Smith i Paul 1990]. Z danych przedstawionych w tabelach 3, 4 i 5 wynika, że w badanym środowisku glebowym zaznaczyło się wyraźne zróżnicowanie ilości drobnoustrojów pod wpływem zastosowanych czynników doświadczalnych.

Analiza ilościowa przeprowadzona dla poziomów pobrania materiału glebowego wskazuje, że więcej kolonii bakterii, promieniowców i grzybów zasiedlało poziom próchniczny. Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Skwaryło-Bednarz [2008], dotyczących oceny właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłat. Autorka również stwierdziła większą liczebność drobnoustrojów w glebie pobranej z głębokości do 20 cm.

Badania mikrobiologiczne wykazały również istotny wpływ rodzaju uprawianej mieszanki na liczebność drobnoustrojów. Największą liczebnością bakterii w warstwie ornej (średnio 123·10<sup>7</sup> jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) odznaczał się materiał glebowy pobrany spod upraw dwukomponentowych tj. mieszanki *Festulolium braunii* tylko z koniczyną łąkową (A1) lub tylko lucerną mieszańcową (A2).

Tabela 3. Ogólna liczebność bakterii ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) w zależności od rodzaju mieszanki, dawki azotu i poziomu glebowego

Table 3. Total number of bacteria ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup> DM of soil), depending on the mixture type, nitrogen dose and soil level

Dawka azotu Nitrogen dose (B)**	Mieszanka – Mixture (A)*			Średnia Mean
	A1	A2	A3	
Poziom – Horizon (0–20 cm)				
B1	32,6 Ca	35,5 Ba	21,4 Bb	29,8 B
B2	185 Aa	160 Ab	158 Ab	168 A
B3	154 Bb	170 Aa	158 Ab	161A
Średnia – Mean	124 a	122 a	112 b	–
Poziom – Horizon (20–40 cm)				
B1	19,9 Ca	22,7 Ba	13,9 Ba	18,9 B
B2	147 Aa	94,2 Ab	112 Ab	118 A
B3	90,6 Ba	105 Aa	99,6 Aa	98,4 A
Średnia – Mean	85,7 a	73,9 b	75,5 b	–

\* Mieszanki – Mixture: A1 – *Festulolium braunii*, *Trifolium pratense*; A2 – *Festulolium braunii*, *Medicago sativa* ssp. *media*; A3 – *Festulolium braunii*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa* ssp. *media*

\*\* Dawki azotu – Nitrogen dose: B1 – bez azotu – without nitrogen, B2 – 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, B3 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>

Średnie w wierszach oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie – mean in line marked with the same small letters don't differ significantly; średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi dużymi literami nie różnią się istotnie – mean in columns marked with the same big letters don't differ significantly

Tabela 4. Ogólna liczebność promieniowców ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) w zależności od rodzaju mieszanki, dawki azotu i poziomu glebowego

Table 4. Total number of actinomycetes ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup> DM of soil), depending on the mixture type, nitrogen dose and soil level

Dawka azotu Nitrogen dose (B)**	Mieszanka – Mixture (A)*			Średnia Mean
	A1	A2	A3	
Poziom – Horizon (0–20 cm)				
B1	24,9 Ba	27,2 Ba	21,9 Ba	24,7 B
B2	48,0 Aab	53,7 Aa	45,1 Ab	48,9 A
B3	42,2 Aa	52,5 Aa	47,2 Aab	47,3 A
Średnia – Mean	38,4 b	44,5 a	38,1 b	–
Poziom – Horizon (20–40 cm)				
B1	13,5 Ba	16,0 Ba	12,0 Ba	13,9 B
B2	26,4 Ab	33,3 Aa	24,3 Ab	28,0 A
B3	25,3 Ab	30,4 Aa	28,3 Aab	28,0 A
Średnia – Mean	21,7 b	26,6 a	21,6 b	–

\* \*\* – oznaczenia jak w tabeli 3 – explanation in table 3

Średnie w wierszach oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie – mean in line marked with the same small letters don't differ significantly; średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi dużymi literami nie różnią się istotnie – mean in columns marked with the same big letters don't differ significantly

Tabela 5. Ogólna liczebność grzybów ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) w zależności od rodzaju mieszanki, dawki azotu i poziomu glebowegoTable 5. Total number of fungi ( $10^7$  jtk·g<sup>-1</sup> DM of soil), depending on the mixture type, nitrogen dose and soil level

Dawka azotu Nitrogen dose (B)**	Mieszanka – Mixture (A)*			Średnia Mean
	A1	A2	A3	
Poziom – Horizon (0–20 cm)				
B1	16,9 Ca	18,1 Ba	17,5 Ca	17,5 C
B2	29,6 Ba	32,3 Aa	33,9 Ba	31,9 B
B3	36,1 Ab	36,8 Ab	42,3 Aa	38,4 A
Średnia – Mean	27,5 b	29,1 ab	31,2 a	–
Poziom – Horizon (20–40 cm)				
B1	12,1 Ba	13,0 Ca	12,0 Ca	12,4 B
B2	21,6 Aa	22,9 Ba	26,0 Ba	23,5 A
B3	16,2 Bb	27,1 A	35,9 Aa	26,3 A
Średnia – Mean	16,7 b	21,0 ab	24,6 a	–

\*. \*\* – oznaczenia jak w tabeli 3 – explanation in table 3

Średnie w wierszach oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie – mean in line marked with the same small letters don't differ significantly; średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi dużymi literami nie różnią się istotnie – mean in columns marked with the same big letters don't differ significantly

Na uwagę zasługuje fakt, że dodatek koniczyny łąkowej jako komponentu mieszanekowego obniżał udział promieniowców w obu analizowanych warstwach gleby. Najliczniej (średnio  $44,5 \cdot 10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) występowały one w próbkach pochodzących z warstwy ornej i obiektów obsianych *Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową (mieszanka A2). Natomiast liczebność grzybów ( $42,3 \cdot 10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) była najwyższa w glebie z poziomu ornego na której prowadzono trójkomponentową uprawę *Festulolium braunii* z koniczyną i lucerną nawożoną 120 kg N.

W literaturze przedmiotu [Barabaszy i Smyk 1997, Jodełka i in. 2011, Wyszowska 2002], podkreśla się wpływ nawożenia mineralnego na życie mikroflory glebowej, co znajduje odzwierciedlenie w jej liczebności. Zastosowane w eksperymencie nawożenia azotem mineralnym, niezależnie do rodzaju mieszanki, w obu analizowanych poziomach glebowych, spowodowało istotny wzrost liczebności wszystkich omawianych grup mikroorganizmów w stosunku do kontroli (obiektów bez azotu – B1). Najwyższa liczebność bakterii ( $142,65 \cdot 10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>s.m. gleby) występowała w próbach pobranych z obiektów nawożonych 60 kg N·ha<sup>-1</sup> – B2. Zwiększenie dawki do 120 kg N·ha<sup>-1</sup> – B3, ograniczało rozwój tych organizmów. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Jodełki i in. [2008, 2011]. Ponadto przeprowadzone badania wykazały, że zwiększanie dawek azotu nie stymulowało przyrostu liczebności promieniowców, ale przyczyniało się do intensywnego rozwoju grzybów.

Jednym z lepszych wskaźników określających jakość i żyzność gleby jest stosunek liczebności bakterii i promieniowców do grzybów – BiP/G [Skwaryło-Bednarz 2008, Wyszowska 2002]. Wyższe wartości tego wskaźnika informują o stosunkowo słabszym rozwoju grzybów, natomiast mniejsze świadczą o ich silnym udziale. Ze względu na fitopatogenne i toksynotwórcze

cze właściwości grzybów [Bis 2002, 2006] ich wzmożony rozwój jest zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia żyzności i urodzajności gleby [Gajda i in. 2010, Wielgosz i Szember 2006]. Na uwagę zasługuje fakt, że poziom pobrania gleby nie wpływał istotnie na kształtowanie się ilorazu sumy liczby bakterii i promieniowców do grzybów (tab. 6). Wartość tego wskaźnika, niezależnie do pozostałych czynników doświadczalnych wynosiła średnio 5,00. Tendencja ta nie korespondowała z wynikami prezentowanymi w innych pracach [Skwaryło-Bednarz 2008], w których wykazano spadek wartości tego parametru dla prób glebowych pochodzących z głębszych warstw profilu glebowego.

Tabela 6. Stosunek bakterii i promieniowców do grzybów w zależności od rodzaju mieszanki, dawki azotu i poziomu glebowego

Table 6. The ratio of bacteria and actinomycetes to fungus, depending on the mixture type, nitrogen dose and soil level

Dawka azotu Nitrogen dose (B)**	Mieszanka – Mixture (A)*			Średnia Mean
	A1	A2	A3	
Poziom – Horizon (0–20 cm)				
B1	3,41 Ca	3,47 Ba	2,48 Bb	3,12 B
B2	7,88 Aa	6,61 Ab	6,00 Ab	6,83 A
B3	5,42 Bab	6,04 Aa	4,85 Ab	5,44 A
Średnia – Mean	5,57 a	5,37 a	4,44 b	–
Poziom – Horizon (20–40 cm)				
B1	2,74 Bb	2,98 Bab	3,19 Ba	2,97 B
B2	8,00 Aa	5,56 Ab	5,24 Ab	6,27 A
B3	7,16 Aa	5,00 Ab	3,58 Abc	5,35 A
Średnia – Mean	5,96 a	4,51 b	4,00 c	–

\* \*\* – oznaczenia jak w tabeli 3 – explanation in table 3

Średnie w wierszach oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie – mean in line marked with the same small letters don't differ significantly; średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi dużymi literami nie różnią się istotnie – mean in columns marked with the same big letters don't differ significantly

W badaniach własnych stosunek ten, jak wykazała analiza statystyczna, ulegał istotnemu zróżnicowaniu pod wpływem rodzaju uprawianej mieszanki i dawki azotu, co stanowiło wyraźną konsekwencję zmian ilościowych analizowanych drobnoustrojów. Najkorzystniejszy BiP/G (5,57), niezależnie od dawki azotu, uzyskano dla materiału glebowego pochodzącego z poletek obsianych *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową – A1. Występowanie lucerny w uprawie, obniżało wartości tego parametru, który dla mieszanek A2 (*Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową) i A3 (*Festulolium braunii* z koniczyną łąkową i lucerną mieszańcową) wynosił średnio 4,9 – warstwie orna i 4,26 – warstwie podorna. Z kolei wprowadzenie azotu do kombinacji doświadczalnych powodowało duży wzrost tego wskaźnika z 3,12 dla kontroli w warstwie ornej do 6,83 dla obiektów z 60 N·ha<sup>-1</sup>. Podobna tendencja wystąpiła w warstwie podornej.

Z badań przeprowadzonych przez Wyszkowską [2002] wynika, że wzrastające nawożenie mocznikiem powodowało istotne zwiększenie liczebności bakterii, promieniowców i grzy-



bów oraz poszerzenie stosunki bakterii i promieniowców do grzybów, co odnotowano również w badaniach własnych. Natomiast Jodelka i in. [2011] stwierdzili, że zastosowanie dawki 220 kg N·ha<sup>-1</sup> przy nawożeniu łąki trwałej saletra amonową, spowodowało spadek liczebności bakterii i pleśni w stosunku do kombinacji ze 110 kgN·ha<sup>-1</sup>. Wyższa dawka azotu stymulowało jedynie rozwój grzybów. W innych opracowaniach podaje się [Kucharski i Wyszowska 2010], że oddziaływanie nawozów mineralnych (szczególnie fizjologicznie kwaśnych) na mikroorganizmy glebowe wynika z ich bezpośredniego wpływu na zmiany pH środowiska, które jest powszechnie uważane za jeden z ważniejszych czynników determinujących aktywność mikrobiologiczną gleby. Podkreśla się jednak, że tendencje zmian zachodzące w mikroflorze przy nawożeniu mineralnym są znacznie niższe od tych wynikających ze stosowania nawozów poprawiających zasobność gleby w materię organiczną tj. nawożenie obornikiem, gnojowicą i słomą [Kucharski i Wyszowska 2010].

Barabasz i Smyk [1997] oraz Skwaryło-Bednarz [2008] uważają, iż decydujący wpływ na rozwój i liczebność drobnoustrojów glebowych, a także ich aktywność, odgrywa gatunek i odmiana roślin porastających glebę. Z doniesień naukowych [Kucharski i in. 1996] wynika również, że liczebność drobnoustrojów zależy także od zmianowania, zwłaszcza udziału zbóż w płodozmianie polowym. Zmniejszanie udziału roślin jednoliściennych o wiązkowym typie systemu korzeniowego, wpływa korzystnie na kształtowanie się stosunku bakterii i promieniowców do grzybów, co interpretuje się jako poprawę właściwości biologicznych gleby, bez nadmiernego występowania mykotoksyn [Bis 2006]. Ponadto według autorów szczególnym środowiskiem wzajemnego oddziaływania drobnoustrojów glebowych i roślin jest ryzosfera, w której jak wskazują badania [Skwaryło-Bednarz 2008], koncentruje się główna masa mikroorganizmów. Doran i in. [1996] twierdzą, że warstwa korzeniowa stanowi przestrzeń współpracy mikroorganizmów glebowych i roślin wyższych prowadzącej do powstania równowagi w układach biocenotycznych środowiska glebowego. Równowaga ta może być jednak zachwiana niewłaściwym nawożeniem oraz wydzielinami korzeniowymi, których skład zależy od gatunku, odmiany, wieku i fazy rozwojowej rośliny uprawnej [Wielgosz i Szember 2006].

## WNIOSKI

1. Nawożenie azotem mineralnym niezależnie od rodzaju mieszanki przyczyniało się do rozwoju wszystkich grup mikroorganizmów glebowych w stosunku do kontroli.
2. Najwyższą jakością i żyznością wyrażoną stosunkiem liczebności bakterii i promieniowców do grzybów występujących w warstwie ornej odznaczała się gleba spod uprawy *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową i *Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową. W warstwie podornej najkorzystniejsza wartość tego parametru wystąpiła w glebie pochodzącej z póltek obsianych *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową.
3. Zastosowanie azotu przyczyniało się do poszerzenia stosunku BiP/G, jednak wielkość dawki nie miała istotnego wpływu na ten parametr.
4. Gleba z poziomu ornego była zasobniejsza w bakterie, promieniowce i grzyby w stosunku do gleby pobranej z warstwy podornej.

## PIŚMIENNICTWO

- Banerjee M.R., Yesmin L., Vessey J.K. 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In: Handbook of Microbial Biofertilizers. Rai M.K. (eds.). Haworth Press, Inc., New York: 137–182.

- Barabasz W., Smyk B. 1997. Mikroflora gleb zmęczonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 452: 37–50.
- Bis H. 2002. Występowanie grzybów toksynotwórczych w środowisku glebowym. Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Katedra Mikrobiologii AR Kraków: 35–42.
- Bis H. 2006. Uzdolnienia do produkcji mikotoksyn grzybów wyizolowanych z gleb Krakowa i jego okolic. Zesz. Nauk. UP Wrocław 546, Rol. 89: 43–50.
- Compant S., Duffy B., Nowak J., Clement Ch., Barka A. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. Appl. Environ. Microbiol. 71: 4951–4959.
- Czaban J., Wróblewska B. 2005. Microbial transformation of cadmium in two soils differing in organic matter content and texture. Pol. J. Environ. Stud. 14: 727–737.
- Doran J.W., Parkin T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Defining soil quality for a sustainable environment. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.E., Stewart B.A. (eds.). Soil Sci. Soc. of America, Madison, 3–21.
- Doran J.W., Sarrantonio M., Lebieg M.A. 1996. Soil heath and sustainability. Adv. Agron. 56: 1–54.
- Gajda A.M., Przewłoka B., Gawryjółek K. 2010. Ocena oddziaływania systemu uprawy roli na środowisko glebowe na podstawie zmian parametrów mikrobiologicznej aktywności gleby. Nauka Przyr. Technol. 4(6): # 76.
- Jodełka J., Jankowski K., Jakubczak A. 2008. Sezonowe zmiany liczebności drobnoustrojów w strefie ryzosferowej łąki nawożonej doglebowo i dolistnie. Łąk. Pol./Grassl. Sci. Poland 11: 67–76.
- Jodełka J., Jankowski K., Sosnowski J. 2011. Effect of nitrogen fertilization on microbial properties of meadow soil. Roman Agric. Res. 28: 181–186.
- Kandele E., Murer E. 1993. Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. Geoderma 56: 503–513.
- Kucharski J., Panak H., Sienkiewicz S., Niewolak T. 1996. Aktywność mikroorganizmów glebowych w zależności od formy, terminów i sposobu stosowania nawozów azotowych. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. 514, Agricultura 62: 37–46.
- Kucharski J., Wyszowska J. 2001. Microbiological properties of soil contaminated with diesel oil. Acta Agrophys. 51: 113–120.
- Kucharski J., Wyszowska J. 2010. Oddziaływanie rolnictwa na właściwości mikrobiologiczne gleb. W: Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu. Wyd. IUNG-PIB Puławy, Studia i Rozprawy 19: 37–53.
- Mańka M. 2010. Stan i perspektywy biologicznej ochrony drzew przed chorobami w leśnictwie. Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin 50: 1089–1094.
- Marinari S., Mancinelli R., Campiglia E., Grego S. 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Italy. Ecol. Indic. 6: 701–711.
- Martin J.P. 1950. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69: 215–232.
- Martyniuk S. 2002. Systemy biologicznego wiązania azotu. Naw. Nawoz/Fert. Fertil. 1: 264–277.
- Martyniuk S. 2009. Wytwarzanie preparatów mikrobiologicznych na przykładzie bakterii symbiotycznych roślin motylkowatych. J. Res. Appl. Agric. Eng. 55(4): 20–23.
- Masto R.E., Chhonkar P.K., Singh D., Patra A.K. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in long-term field trial on a sub-tropical inceptisol. Soil Biol. Biochem. 38: 1577–1584.
- Skwaryło-Bednarz B. 2008. Ocena właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłat (*Amaranthus cruentus* L.) Acta Agrophys. 12(2): 527–534
- Smith J.L., Paul E.A. 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. In: Soil Biochemistry. Bollag J., Stotzky G. (eds.). Dekker, New York: 357–396.
- Trasar-Cepeda C., Leiros M.C., Gil-Sotres F. 1998. Toward a biochemical quality index for soils. An expression relating several biological and biochemical properties. Biol. Fertil. Soils 26: 100–106.
- Trasar-Cepeda C., Leiros M.C., Gil-Sotres F. 2008. Hydrolytic enzyme activities in agricultural and forest soils. Some implications for their use as indicators of soil quality. Soil Biol. Biochem. 40: 2146–2155.
- Van Elsas J.D., Garbeva P., Salles J. 2002. Effects of agronomical measures on the microbial diversity of soils as related to the suppression of soil-borne plant pathogens. Biodegradation 13: 29–40.
- Wallace R., Lockhead A. 1950. Qualitative studies of soil microorganisms. Aminoacid requirements of rhizosphere bacteria. Can. J. Res., Sect. C 28: 1–6.



- Wielgosz E., Szember A. 2006. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 61: 107–119.
- Wyszkowska J. 2002. Biologiczne właściwości gleb zanieczyszczonych chromem sześciowartościowym. Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monog. 65: ss. 134.
- Wyszkowska J., Kucharski J., Jankowski K., Kijewski Ł. 2009. Wpływ resztek pozbiorowych na aktywność enzymów glebowych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 537: 403–412.

J. SOSNOWSKI, K. JANKOWSKI

**ASSESSMENT OF THE NUMBERS OF MICROORGANISMS FROM SOIL UNDER THE MIXTURES OF *FESTULOLIUM BRAUNII* WITH LEGUME PLANTS FERTILIZED WITH VARYING LEVELS OF NITROGEN**

**Summary**

The studies were related to the number of microorganisms colonizing the humus layer and under plough of the soil under *Festulolium braunii* mixtures with red clover and alfalfa supplied with different dose of nitrogen. Soil samples to determine the microflora were collected from two-factor field experiment in which the mixtures grown. Nitrogen was used in at three levels: B1 – control object (no nitrogen), B2 – 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, B3 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Soil material to assess the number of individual groups of microorganisms was collected from each experimental plot in the autumn (October) 2010, from two levels: arable layer (0–20 cm), under plough layer (20–40 cm). The analysis of soil samples for a total number of bacteria, actinomycetes and fungi was conducted at the Department of Agricultural Microbiology IUNG-PIB in Pulawy. Significantly more colonies of bacteria, actinomycetes and fungi colonized the humus horizon. The greatest number of bacteria was in soil material under only *Festulolium braunii* with mixture only with red clover or with alfalfa. They were most numerous actinomycetes in the samples from the cultivation of *Festulolium braunii* with alfalfa. The number of soil fungi has not undergone significant differentiation under the influence of crop the type. The use of nitrogen fertilization caused an increase in the number of microorganisms in all groups compared to the control object.

**Key words:** total number of bacteria, total number of actinomycetes, total number of fungi, *Festulolium braunii* mixture with legume, nitrogen dose

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 20.08.2013

Do cytowania – *For citation*:

Sosnowski J., Jankowski K. 2013. Ocena liczebności mikroorganizmów glebowych spod uprawy mieszanek *Festulolium braunii* z roślinami motylkowatymi nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu. *Fragm. Agron.* 30(4): 129–137.