
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXI

SECTIO E

2006

Katedra Mikrobiologii Rolniczej Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Poland

Elżbieta Wielgosz, Adam Szember

*Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność
drobnoustrojów glebowych*

The effect of selected plants on the number and activity of soil microorganisms

ABSTRACT. The objective of the investigation was to observe the effect of selected plants on the number and activity of soil microorganisms. Soil samples for analyses were collected from the rhizosphere, and control samples were taken from fallow soil. The total number of bacteria and the total number of fungi as well as the number of ammonification bacteria and the number of lipolytic bacteria were determined by using dilution plate technique. The number of cellulolytic bacteria and the number of nitrifying bacteria were determined on the basis of the titre. The most probable number of bacteria was taken from Mc Crady tables. The respiratory activity was measured on the basis of the quantity of emitted CO₂ according to Rühling et al. The highest respiratory activity was stated under *Sida heramphrodita* and *Helianthus tuberosus*. In general, more CO₂ was emitted in autumn, which is the period of increased mineralization of organic matter in soil. Both vetch and chickling vetch, despite their acid reaction, were found to stimulate the development of ammonification, nitrifying, cellulolytic, and lipolytic bacteria. The highest total number of bacteria and the relatively high number of fungi were stated in the soil under these plants. The smallest number of fungi was stated in the fallow soil. Thus, the relation of bacteria to fungi was the highest there. Kaszubska vetch and chickling vetch proved to the most positive effect on the soil microbial communities studied. They may therefore be used to improve the biological activity of degraded soils.

KEY WORDS: soil microorganisms, rhizosphere soil, number of bacteria, activity of bacteria, vetch, chickling vetch, *Sida hermaphrodita*, *Helianthus tuberosus*, osier

Gleba jest naturalnym środowiskiem życia różnych grup fizjologicznych drobnoustrojów. Znajdująca się w glebie dostateczna ilość substancji pokarmowych oraz odpowiednia wilgotność, odczyn, właściwe warunki tlenowe, stwarzają idealne środowisko dla życia i rozwoju mikroorganizmów glebowych [Smyk 1969; Badura 1985; Barabasz, Smyk 1997; Szember 2001].

Wielu badaczy uważa glebę za swoiste środowisko, w którym różne grupy drobnoustrojów przy udziale enzymów powodują przemiany składników organicznych i mineralnych. Olbrzymia masa żywych organizmów stanowi niezwykle czynny pod względem metabolicznym mechanizm, który przerabia ogromne ilości substancji organicznych i mineralnych, wzbogacając gleby uprawne w pierwiastki biogenne, substancje wzrostowe, antybiotyczne i inne substancje biologicznie czynne. Dokonując tych przekształceń, współdziałają one tym samym w tworzeniu się gleby i kształtowaniu jej żyzności, czynią ją bardziej odpowiednią do życia i rozwoju roślin [Burgess, Raw 1967; Bolton 1993; Sas i in. 1999; Paul, Clark 2000].

Jednym z podstawowych czynników decydujących o urodzajności gleb są drobnoustroje, które wraz z szatą roślinną określają kierunek procesów glebotwórczych oraz całość przemian decydujących o jej właściwościach [Smyk 1969; Strzelczyk 2001]. Stopień rozwoju drobnoustrojów w glebie jest funkcją czynników agroekologicznych, właściwości fizycznych i chemicznych gleby, a zwłaszcza zasobności w materię organiczną, która stanowi źródło energii i składników biogenych dla mikroorganizmów.

Smyk [1969], Barabasz i Smyk [1997], Strzelczyk [2001], Wielgosz i in. [2002, 2004a, 2004b] zwracają uwagę na to, iż życie i aktywność drobnoustrojów glebowych jest ściśle związana z występującymi roślinami. Szczególnym środowiskiem wzajemnego oddziaływania drobnoustrojów i roślin jest ryzosfera.

Liczni autorzy [Różycki 1985; Pietr 1990] stwierdzają, że różny skład chemicznych wydzielin korzeniowych poszczególnych gatunków roślin wpływa modyfikująco na zbiorowiska drobnoustrojów glebowych. Wiele mikroorganizmów gromadzi się głównie wokół korzeni roślin, gdzie znajdują zasobne źródła pokarmu w postaci wydzielin korzeniowych. Ponieważ wiek i rozwój roślin wpływają na charakter wydzielin, w konsekwencji odbija się to na populacjach drobnoustrojów. W ciągu roku występują dwa okresy wzmożonego rozwoju drobnoustrojów: pierwszy wiosną – wraz z nadejściem wyższych temperatur, drugi jesienią – po dostarczeniu glebie materii organicznej.

Celem pracy było zaobserwowanie wpływu wybranych roślin na liczebność i aktywność niektórych zespołów drobnoustrojów glebowych. Badania te mają duże znaczenie ekologiczne, pozwalają bowiem na wytypowanie roślin pozytywnie oddziałujących na pożyteczne zespoły drobnoustrojów glebowych, co może przyczynić się do poprawy aktywności biologicznej gleb.

METODY

Badania prowadzono na modelu doświadczenia poletkowego założonego przez pracowników Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie w RZD Felin, na glebie brunatnej wytworzonej z pyłów lessopodobnych. Na poletkach doświadczalnych uprawiano rośliny: wykę kaszubską (*Vicia cassubica* L.) pochodzenia polskiego, wykę dziko rosnącą pochodzącą z Syberii – sprowadzoną do kraju przez prof. Dr. hab. B. Styka [Borkowska, Styk 1999], łądzwian siewny (*Lathyrus sativus* L.), ślaziowiec pensylkański (*Sida hermaphrodita* Rusby), topinambur (*Helianthus tuberosus* L.), wiklinę konopianką (*Salix viminalis* L.), wiklinę amerykańską (*Salix americana* Hoedt.).

Tabela 1. Temperatura, opady i wilgotność względna powietrza (średnie miesięczne)
Table 1. Temperature, precipitation, and relative air humidity (monthly means)

Miesiące Month	Temperatura Temperature °C	Opady Precipitation mm	Wilgotność Humidity %
I	-5,6	32,7	–
II	-1,1	52,5	–
III	2,8	33,9	–
IV	7,9	38,1	64
V	11,9	38,0	70
VI	15,8	49,9	72
VII	18,1	90,5	84
VIII	18,3	48,5	85
IX	12,8	14,2	86
X	9,7	19,1	–
XI	–	–	–
XII	1,5	17,1	–

– brak danych
– no data available

Próbki glebowe do analiz pobierano dwukrotnie w roku 2004 ze strefy przykorzeniowej wymienionych roślin, w różnych fazach ich wegetacji. Kontrolę stanowiła gleba ugorowana, oddalona od systemu korzeniowego uprawianych roślin. Przeprowadzone analizy mikrobiologiczne i biochemiczne obejmowały oznaczenie: odczynu gleby – pH w KC1, tzw. ogólnej liczebności bakterii na pożywce stałej z wyciągiem glebowym i K_2HPO_4 oraz grzybów na pożywce Martina, liczebności bakterii celulolitycznych na pożywce selektywnej zawierającej celulozę, lipolitycznych na pożywce z trójmaślanem glicerolu, amonifikacyjnych i nityfikacyjnych na odpowiednich dla tych mikroorganizmów pożyw-

kach [Rodina 1968]. Ogólną liczebność bakterii, grzybów, bakterii lipolitycznych i amonifikacyjnych określano metodą wysiewu rozcieńczeń płytkowych. Liczebność bakterii celololitycznych i nityfikacyjnych przeprowadzano na podstawie miana. Najbardziej prawdopodobną liczbę tych bakterii odczytywano z tabel Mc Crady'ego. Aktywność oddechową, mierzoną ilością wydzielonego CO₂, określano zgodnie z metodą Rühlinga [1973].

Przedstawiono również średnie miesięczne temperatury, opady oraz wilgotność względną powietrza w roku badań. Wyniki uzyskano z Katedry Agrometeorologii AR w Lublinie (tab. 1).

WYNIKI

Tabela 2 obejmuje kształtowanie się pH gleby w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Najniższe pH, odczyn bardzo kwaśny, zanotowano w glebie pod uprawą lędzwanu siewnego (B), wyki syberyjskiej (S) oraz wikliny amerykańki, zarówno w I jak i w II okresie badań. Najwyższe zaś pH odnotowano w glebie pod uprawą ślazuwca pensylwańskiego i topinamburu w obydwu terminach analiz. W poszczególnych kombinacjach doświadczalnych obserwowano wzrost wartości pH w miarę rozwoju roślin, z wyjątkiem wyki kaszubskiej, gdzie zaobserwowano obniżenie wartości pH.

Odczyn gleby jest jednym z ważniejszych czynników żyzności gleby. Od pH gleby zależą w dużym stopniu jej właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne, a także trwałość struktury i związane z nią stosunki powietrzne i wodne, a więc wszystkie te czynniki, które zapewniają roślinom optymalne warunki rozwoju.

Rośliny należące do różnych gatunków, a również odmiany tego samego gatunku, różnią się stopniem tolerancji na zakwaszone środowisko. Jednym z mechanizmów tolerancji na zakwaszenie jest zdolność korzeni do podwyższania pH ryzosfery. Jest to związane z wydzielaniem przez korzenie roślin jonów HCO₃⁻ lub OH⁻ [Mercik, Sas 1998]. Do zwiększenia kwasowości gleby przyczynić się może również wiązanie azotu atmosferycznego przez bakterie. Nie działają one bezpośrednio, ale wiadomo, że związany azot w procesach amonifikacji i nityfikacji jest transformowany do produktów kwaśnych [Paul, Clark 2000]. Szember [2001] podaje, że w glebach o odczynie obojętnym i słabo alkalicznym optymalne warunki rozwoju znajdują przede wszystkim bakterie, natomiast odczyn kwaśny sprzyja rozwojowi grzybów.

Tabela 3 przedstawia ogólną liczbę bakterii i grzybów w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych oraz stosunek liczbowy bakterii do grzybów ich wartości średnich. Najwyższą liczbę bakterii stwierdzono w I terminie badań pod uprawą roślin motylkowatych oraz w glebie ugorowanej, natomiast w dru-

gim okresie analiz pod lędźwianem siewnym (A i B). W glebie pod uprawą obydwu wyk i wikliny amerykańki zauważono drastyczny spadek ogólnej liczby bakterii w II okresie analiz, pod wykami stwierdzono spadek 3,8 i 3,7-krotny, natomiast pod wikliną amerykańką aż 4,5-krotny spadek ich liczby. Wiklina amerykańka jest rośliną, pod którą odnotowano najniższą liczbę bakterii w II okresie analiz. Niewiele wyższą liczbę bakterii obserwowano w tym okresie pod wyką (S) i topinamburem.

Tabela 2. pH badanych gleb
Table 2. pH of studied soils

Lp. No.	Kombinacja doświadczalna Experimental combinations	Terminy pobrania próbek glebowych Dates of soil sampling	
		22 VI 2004	21 IX 2004
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	4,56	4,36
2	Wyka (S) Vetch	4,00	4,13
3	Lędźwian siewny (A) Chickling vetch (A)	4,42	4,65
4	Lędźwian siewny (B) Chickling vetch (B)	3,63	4,15
5	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i>	4,72	5,34
6	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	4,86	5,09
7	Wiklina konopianka Konopianka osier	4,04	4,31
8	Wiklina amerykańka American osier	3,96	4,12
9	Gleba ugorowana Fallow soil	4,37	4,70

P – wyka pochodzenia polskiego, S – wyka pochodząca z Syberii, A – lędźwian siewny – poletko czteroletnie, B – lędźwian siewny – poletko jednoroczne

P – vetch of Polish origin, S – vetch of Siberian origin, A – chickling vetch – 4-year patch, B – chickling vetch – 1-year patch

Biorąc pod uwagę wartość średnią, najwyższą liczbę bakterii stwierdzono w glebie pod uprawą wyki kaszubskiej i lędźwianu siewnego, najniższą zaś pod topinamburem i wikliną amerykańką. We wszystkich kombinacjach doświad-

czalnych, z wyjątkiem ślázowca pensylwańskiego, liczba bakterii była wyższa w I okresie analiz niż w II terminie badań. W przypadku lędźwianu siewnego (B) w obydwu terminach analiz liczba bakterii była taka sama.

Tab. 3. Ogólna liczba bakterii (10^9 jtk kg^{-1} s.m. gleby) i grzybów strzępkowych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby) oraz stosunek wartości średnich bakterii do grzybów (B/G)

Table 3. Total number of bacteria (10^9 cfu kg^{-1} d.m. soil) and filamentous fungi (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil) and mean ratios of bacteria to fungi (B/F)

Lp. No.	Kombinacja doświadczalna Experimental combination	Bakterie Bacteria			Grzyby Fungi			Stosunek bakterii do grzybów (B/G) Ratios of bacteria to fungi (B/F)
		Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean	Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean	
		22 VI 04	21 IX 04		22 VI 04	21 IX 04		
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	23	6	15	396	287	342	28,3
2	Wyka (S) Vetch	11	3	7	287	214	250	41,7
3	Lędźwian siewny (A) Chickling vetch (A)	16	14	15	707	570	638	23,5
4	Lędźwian siewny (B) Chickling vetch (B)	10	10	10	280	159	220	44,8
5	Ślázowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i>	7	8	8	233	514	373	19,1
6	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	7	3	5	249	181	215	24,2
7	Wiklina konopianka Konopianka osier	8	6	7	260	283	272	24,9
8	Wiklina amerykańska American osier	9	2	6	203	331	267	20,7
9	Gleba ugorowana Fallow soil	13	6	9	119	135	127	73,0

Objaśnienia jak w tabeli 2

jtk – jednostki tworzące kolonie

Explanations like in Table 2

cfu – colony forming units

Tabela 4. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii celolitycznych (10^3 jtk kg^{-1} s.m. gleby) oraz liczebność bakterii lipolitycznych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby)
 Table 4. The most probable number of cellulolytic bacteria (10^3 cfu kg^{-1} d.m. soil) and the number of lipolytic bacteria (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie Bacteria					
		Celolityczne Cellulolytic			Lipolityczne Lipolytic		
		Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean	Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean
		22 VI 2004	21 IX 2004		22 VI 2004	21 IX 2004	
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska Vetch	535	207	371	1364	1250	1307
2	Wyka (S) Vetch	24	158	91	663	743	703
3	Lędzwan siewny (A) Chickling vetch (A)	110	21	66	1291	1710	1500
4	Lędzwan siewny (B) Chickling vetch (B)	55	477	266	646	728	687
5	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i>	23	468	246	828	1679	1254
6	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	175	462	319	505	161	333
7	Wiklina konopianka Konopianka osier	52	31	42	1047	1057	1052
8	Wiklina amerykańska American osier	53	16	35	742	445	593
9	Gleba ugorowana Fallow soil	23	156	90	898	986	942

Objaśnienia jak w tab. 2 i 3
 Explanations like in Tables 2 and 3

Tabela 3 przedstawia także liczebność grzybów strzępkowych w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych, a także wartości liczbowe stosunku bakterii do grzybów (B/G) i ich wartości średnich. Pod wszystkimi roślinami motylkowatymi i topinamburem liczba grzybów w I terminie analiz była wyższa niż w II okresie badań. Najwyższą liczbę grzybów odnotowano pod lędzwanem siewnym (A) w obydwu terminach analiz oraz pod ślazowcem pensylwańskim w II okresie badań. Najniższą liczbę grzybów stwierdzono w glebie ugorowanej w

obydwu terminach analiz. Wynika więc z tego, że wszystkie uprawiane rośliny doświadczalne stymulowały rozwój grzybów, przy czym lędźwian siewny (A) i ślazowiec pensylwański w największym stopniu. W glebie pod uprawą lędźwianu siewnego (A) i ślazowca pensylwańskiego zanotowano również najwyższą średnią liczbę grzybów strzępkowych. Najniższą średnią liczbę grzybów zaobserwowano w glebie ugorowanej, a to przyczyniło się do najwyższego stosunku liczbowego bakterii do grzybów w tej kombinacji doświadczalnej (tab. 3). Spośród uprawianych roślin najwyższy stosunek bakterii do grzybów stwierdzono pod lędźwianem siewnym (B) oraz wyką (S), najniższy zaś pod ślazowcem pensylwańskim.

Według Myśkowa [1997] stosunek liczebności bakterii do grzybów jest jednym z najlepszych wskaźników określających żyzność gleby. Wyższa wartość tego wskaźnika informuje o stosunkowo słabszym rozwoju grzybów, niższa zaś o silniejszym ich rozwoju. Z punktu widzenia żyzności i urodzajności gleb wzmoczony rozwój grzybów jest zjawiskiem niekorzystnym ze względu na ich właściwości fitopatogenne oraz toksynotwórcze.

W tabeli 4 przedstawiono najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii celulo-litycznych oraz liczebność bakterii lipolitycznych w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Najwyższą liczbę bakterii celulo-litycznych zauważono w glebie pod uprawą wyki kaszubskiej (P) w I terminie analiz oraz w glebie pod uprawą lędźwianu siewnego (B), ślazowca pensylwańskiego oraz topinamburu w II terminie badań. W okresie jesiennym na ogół obserwowano stymulację rozwoju tych bakterii, z wyjątkiem wyki kaszubskiej (P), gdzie zaobserwowano 2,6-krotny spadek liczby tych bakterii w stosunku do I okresu analiz, lędźwianu siewnego (A) – spadek 5,2-krotny, wikliny amerykańki – 3,3-krotny spadek oraz wikliny konopianki – 1,7-krotny spadek liczby bakterii celulo-litycznych w stosunku do I terminu badań.

Porównując wartości średnie, najwyższą liczbę bakterii celulo-litycznych zaobserwowano w glebie pod uprawą wyki kaszubskiej i topinamburu, nieco niższą w przypadku lędźwianu siewnego (B) i ślazowca pensylwańskiego. Najniższą średnią liczbę tych bakterii zanotowano w glebie pod uprawą wikliny amerykańki oraz wikliny konopianki. Wcześniejsze badania Wielgosz i in. [2004a] wykazały również stymulację rozwoju tych bakterii w strefie przykorzeniowej wyki kaszubskiej i topinamburu.

Tabela 4 ilustruje także wpływ roślin doświadczalnych na liczebność bakterii lipolitycznych. Najwyższą liczbę tych mikroorganizmów stwierdzono w glebie pod uprawą lędźwianu siewnego (A), wyki kaszubskiej i wikliny konopianki w obydwu terminach analiz oraz w glebie pod uprawą ślazowca pensylwańskiego w II terminie badań. Najniższą zaś ich liczbę w obydwu terminach badań, a

także wartość średnią zanotowano w glebie pod uprawą topinamburu. Najwyższe średnie wartości liczebności bakterii lipolitycznych zaobserwowano w przypadku lędzwanu siewnego (A), wyki kaszubskiej, ślazuwca pensylwańskiego i wikliny konopianki. Wszystkie więc te rośliny stymulowały rozwój bakterii lipolitycznych, pozostałe natomiast hamowały ich rozwój w stosunku do gleby ugorowanej.

Tabela 5. Liczebność bakterii amonifikacyjnych (10^9 jtk kg^{-1} s.m. gleby) oraz najbardziej prawdopodobna liczba bakterii nityfikacyjnych (10^3 jtk kg^{-1} s.m. gleby)

Table 5. The number of ammonification bacteria (10^9 cfu kg^{-1} d.m. soil) and the most probable number of nitrifying bacteria (10^3 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacja doświadczalna Experimental combinations	Bakterie Bacteria					
		Amonifikacyjne Ammonification			Nityfikacyjne Nitrifying		
		Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean	Termin pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean
		22 VI 2004	21 IX 2004		22 VI 2004.	21 IX 2004	
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	25	16	21	1308	207	758
2	Wyka (S) Vetch	19	14	16	1648	47	848
3	Lędzwan siewny (A) Chickling vetch (A)	30	26	28	1268	99	684
4	Lędzwan siewny (B) Chickling vetch (B)	16	14	15	1633	1484	1559
5	Ślazuwec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i>	12	21	17	5	260	133
6	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	15	13	14	524	154	339
7	Wiklina konopianka Konopianka osier	16	6	11	23	466	245
8	Wiklina amerykańska American osier	14	7	10	23	16	20
9	Gleba ugorowana Fallow soil	19	13	16	109	47	78

Objaśnienia jak w tab. 2 i 3

Explanations like in Tables 2 and 3

Tabela 6. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ s.m. gleby na dobę) w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych
 Table 6. The quantity of emitted carbon dioxide ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ d.m. soil per day)

Lp. No.	Kombinacja doświadczalna Experimental combinations	Terminy pobierania próbek Dates of sampling		Średnio Mean
		22 VI 2004	21 IX 2004	
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	3,93	14,12	9,02
2	Wyka (S) Vetch	7,77	11,94	9,85
3	Lędźwian siewny (A) Chickling vetch (A)	1,27	32,95	17,11
4	Lędźwian siewny (B) Chickling vetch (B)	7,70	33,70	20,70
5	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i>	35,93	36,64	36,28
6	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	33,31	31,49	32,40
7	Wiklina konopianka Konopianka osier	17,65	14,12	15,88
8	Wiklina amerykańska American osier	2,58	49,31	25,94
9	Gleba ugorowana Fallow soil	2,54	30,65	16,59

Objaśnienia jak w tab. 2
 Explanations like in Table 2

W tabeli 5 zestawiono liczebność bakterii amonifikacyjnych i nityfikacyjnych w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Zauważono że bakterie amonifikacyjne liczniej występowały w pierwszym terminie badań, z wyjątkiem ślazowca pensylwańskiego, gdzie większą liczebność tych bakterii stwierdzono jesienią. Najwyższą liczbę bakterii amonifikacyjnych odnotowano w glebie pod uprawą lędźwianu siewnego (A) w obydwu terminach analiz i wyki kaszubskiej w I terminie badań. Wartość średnia pod tymi uprawami była również najwyższa i wynosiła w strefie przykorzeniowej lędźwianu siewnego (A) $28 \cdot 10^9$ jtk oraz $21 \cdot 10^9$ jtk pod wyką kaszubską. Najniższą liczbę tych bakterii odnotowano w glebie pod uprawą obydwu wiklin w II okresie badań, także wartość średnia pod tymi uprawami była najniższa. Tak więc na ogół wszystkie rośliny motylkowe i ślazowiec pensylwański stymulowały rozwój bakterii amonifikacyjnych, pozostałe nie sprzyjały ich rozwojowi.

Tabela 5 przedstawia najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii nitryfikacyjnych w glebie pod uprawą roślin doświadczalnych. Zaobserwowano, że wszystkie rośliny motylkowate sprzyjały rozwojowi bakterii nitryfikacyjnych. Stwierdzono najwyższą średnią ich liczbę, jak również najwyższą ich liczbę w I okresie badań. Najniższą liczbę tych bakterii zanotowano pod ślazowcem pensylwańskim w I terminie badań, również wartość średnia w tej kombinacji była jedną z niższych. Najniższą wartość średnią stwierdzono bowiem w glebie pod uprawą wikliny amerykańki, a następnie w glebie ugorowanej.

Uzyskane wyniki zgodne są z wcześniejszymi badaniami Wielgosz i in. [2002], kiedy wykazano zahamowanie rozwoju bakterii nitryfikacyjnych w strefie przykorzeniowej ślazowca pensylwańskiego.

Tabela 6 obrazuje ilość dwutlenku węgla wydzielonego w glebie pod uprawą roślin doświadczalnych. W większości kombinacji doświadczalnych więcej wydzielonego CO₂ obserwowano w II terminie analiz, z wyjątkiem topinamburu i wikliny konopianki. Najwięcej dwutlenku węgla wydzielono w glebie pod uprawą wikliny amerykańki w II terminie analiz, a następnie ślazowca pensylwańskiego i topinamburu w obydwu terminach badań. Wartość średnia pod tymi uprawami była także najwyższa i wynosiła w strefie przykorzeniowej ślazowca pensylwańskiego 36,28 mg, natomiast topinamburu 32,4 mg, nieco niższa była w przypadku wikliny amerykańki 25,94 mg oraz lędźwianu siewnego (B) 20,7 mg. Najniższą średnią ilość wydzielonego CO₂ stwierdzono pod wyką kaszubską – 9,02 mg oraz wyką (S) – 9,85 mg.

W glebie pod uprawą ślazowca pensylwańskiego i topinamburu stwierdzono niewielkie wahania w ilości CO₂ wydzielonego w poszczególnych okresach analiz. W pozostałych kombinacjach zauważono gwałtowne zmiany w ilości wydzielonego dwutlenku węgla, wielokrotny wzrost, jak w przypadku lędźwianu siewnego, wikliny amerykańki, w glebie ugorowanej, lub niewielki spadek jak w przypadku wikliny konopianki czy topinamburu.

Na podstawie pomiaru intensywności oddychania można określić poziom aktywności drobnoustrojów w glebie. Zwykle wyrażana jest ilością wydzielonego dwutlenku węgla. Badania te umożliwiają szybką i precyzyjną ocenę kierunku i siły oddziaływań wywieranych na mikroflorę glebową przez czynniki naturalne i antropogeniczne. Istotną wydaje się tu możliwość liczbowego wyrażenia obserwowanych oddziaływań, co pozwala porównać między sobą wpływ różnych czynników [Burges, Raw 1967].

WNIOSKI

1. Gleba pod uprawą roślin motylkowatych wykazywała odczyn bardzo kwaśny ($\text{pH} < 4,5$), pod pozostałymi roślinami odczyn był kwaśny lub lekko kwaśny ($\text{pH} 4,6-6,5$).
2. Najwyższą ogólną liczbę bakterii stwierdzono pod wyką kaszubską oraz lędzwanem siewnym.
3. Największą liczbę grzybów stwierdzono w glebie pod uprawą lędzwanu siewnego (A) i ślázowca pensylwańskiego, najmniejszą zaś w glebie ugorowanej.
4. Najwyższy stosunek liczbowy bakterii do grzybów stwierdzono w glebie ugorowanej, natomiast spośród uprawianych roślin pod lędzwanem siewnym (B) i wyką (S).
5. Wyka kaszubska, topinambur, lędzwan siewny (B) i ślázowiec pensylwański sprzyjały rozwojowi bakterii celulolitycznych, natomiast lędzwan siewny (A), wyka kaszubska i ślázowiec pensylwański sprzyjały rozwojowi bakterii lipolitycznych i amonifikacyjnych.
6. Wszystkie rośliny motylkowate stymulowały rozwój bakterii nitryfikacyjnych.
7. Intensywność oddychania mierzona ilością wydzielonego dwutlenku węgla była najwyższa w glebie pod uprawą ślázowca pensylwańskiego i topinamburu.
8. Z badań wynika, iż wyka kaszubska i lędzwan siewny są roślinami najkorzystniej oddziałującymi na badane zespoły drobnoustrojów glebowych.

PIŚMIENNICTWO

- Badura L. 1985. Mikroorganizmy w ekosystemach glebowych – ich występowanie i funkcje. *Post. Mikrobiol.* 24, 3, 153–185.
- Barabasz W., Smyk B. 1997: Mikroflora gleb zmęczonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 452, 37–50.
- Bolton H., Fredrickson J.K., Elliott L.E. 1993. Microbial ecology of the rhizosphere. *Soil Microbial Ecology*. USA Washington, 27–63.
- Borkowska H., Styk B. 1999. Wartość pastewna niektórych dzikich gatunków roślin uprawnych do uprawy polowej. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.*, 31, 1, 85–89.
- Burges A., Raw F. 1967. *Soil Biology*. Academic Press London.
- Mercik S., Sas L. 1998. Ujemny wpływ nadmiernego zakwaszenia gleb na rośliny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 29–39.
- Myśków W., Zięba S. 1997. Aktywność biologiczna gleby w aspekcie jej żyzności i urodzajności. Udział drobnoustrojów w kształtowaniu właściwości gleby. *Biul. Inf. IUNG*, 15, 24–6.
- Paul E.A., Clark F.E. 2000. *Soil Microbiology and Biochemistry 1998*. Academic Press – Polish Edition Wyd. UMCS, Lublin.
- Pietr S.J. 1990. Wpływ saprofitycznej mikroflory ryzosfery na wzrost roślin. *Post. Nauk Rol.* 3, 19–38.
- Rodina A. 1968. *Mikrobiologiczne metody badania wód*. PWRiL, Warszawa.

- Różycki M., Strzelczyk E. 1985. Połączenia organiczne wydzielane przez drobnoustroje glebowe i korzenie roślin. *Post. Mikrobiol.* 24, 4, 285–303.
- Rühling A., Tyler G. 1973. Heavy metal pollutions and decomposition of spruce needle litter. *Oikos* 24, 402–415.
- Sas L., Mercik S., Matysiak B. 1999. Rola rizosfery w mineralnym odżywianiu się roślin. *Post. Nauk Rol.* 46/57, 6, 27–37.
- Smyk B. 1969. Zmęczenie gleb uprawnych w świetle badań mikrobiologicznych i agrobiologicznych. *Post. Mikrobiol.* 8, 2, 205–224.
- Strzelczyk E. 2001. Endofity. *Drobnoustroje środowiska glebowego*. UMK Toruń, 97–107.
- Szember A. 2001. *Zarys mikrobiologii rolniczej*. Wyd. AR w Lublinie.
- Wielgosz E., Szember A., Pryciak I. 2004a. Wpływ wybranych roślin na występowanie zespołów drobnoustrojów glebowych. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 4, 1679–1688.
- Wielgosz E., Szember A., Skwarek J. 2004b. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność bakterii biorących udział w przemianach azotu. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 4, 1689–1696.
- Wielgosz E., Szember A., Tokarzewska D. 2002. Wpływ wybranych roślin na liczebność niektórych zespołów drobnoustrojów glebowych oraz aktywność różnych grup morfologicznych bakterii amonifikujących. *Annales UMCS, Sec. E*, 57, 121–137.

Autorzy składają serdeczne podziękowanie prof. dr hab. Halinie Borkowskiej oraz prof. dr. hab. Bolesławowi Stykowi z Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie za udostępnienie doświadczenia polowego w RZD Felin.