

Działalność drobnoustrojów odgrywa olbrzymią rolę w życiu roślin, te zaś w istotny sposób wpływają na rozwój drobnoustrojów glebowych. Korzenie roślin zmieniają warunki swojego siedliska, co ma ogromne znaczenie dla bytujących tu drobnoustrojów. Rośliny kształtują więc mikroflorę glebową i wpływają na przemiany mikrobiologiczne, nieustannie zachodzące w tym środowisku [Balicka 1983; Badura 1985; Boston i. in. 1993].

Rośliny wpływają na mikroorganizmy zasiedlające ich system korzeniowy przez różnego rodzaju substancje wydzielane przez korzenie, jak np. węglowodany, aminokwasy, witaminy, enzymy, kwasy organiczne. Wydzieliny te są różne dla poszczególnych gatunków roślin, a ich skład zależy od stanu fizjologicznego roślin, ich wieku, odżywiania oraz wielu czynników abiotycznych, jak temperatura, struktura gleby, jej odczyn, wilgotność, napowietrzenie itp. [Mrozowska 1999; Pietr 1990; Różycki i in. 1985; Wielgosz 2001; Wielgosz i in. 2002]. Mikroorganizmy mogą stymulować bądź hamować wzrost korzeni i części nadziemnych roślin lub oddziaływać na nie obojętnie. Bywa też i tak, że stymulują wzrost jednego gatunku rośliny, a hamują lub działają obojętnie na rośliny innego gatunku [Kunicki-Goldfinger 2001; Strzelczyk 2001; Szember 2001]. Mikroorganizmy otaczające korzenie roślin są ściśle związane z gatunkiem roślin. Dlatego też celem badań było zaobserwowanie wpływu wybranych roślin na liczebność i aktywność określonych zespołów drobnoustrojów glebowych.

METODY

Badania te są kontynuacją badań rozpoczętych w 1999 r. na poletkach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie, założonych na glebie brunatnej wytworzonej z pyłów lessopodobnych w RZD Felin. Na poletkach tych uprawiano następujące rośliny: wykę kaszubską – *Vicia casubica*, wykę pochodzącą z Syberii, lędźwian – *Lathyrus sativus*, ślaziowiec pensylwański – *Sida hermaphrodita* Rusby, topinambur – *Helianthus tuberosus*, wiklinę konopiankę – *Salix viminalis* i wilklinę amerykańską – *Salix americana*.

Próbki glebowe do analiz mikrobiologicznych pobierano ze strefy przykorzeniowej roślin. Kontrolę stanowiła gleba oddalona od ich systemu korzeniowego. Analizy mikrobiologiczne i biochemiczne wykonywano trzykrotnie w różnych fazach rozwojowych roślin. Obejmowały oznaczenie tzw. ogólnej liczebności bakterii i grzybów strzępkowych metodą rozcieńczeń płytkowych, najbardziej prawdopodobną liczbę (NPL) bakterii celulolitycznych odczytywano z tabel Mc Crady'ego, liczebność bakterii amylolitycznych na pożywce bulionowej z 1% dodatkiem skrobi, liczebność bakterii lipolitycznych na pożywce zawierającej trójmaślan glicerolu. Aktywność oddechową mierzono na podstawie ilości wy-

Tabela 1. Opady, temperatura oraz wilgotność względna powietrza (średnia miesięczna i roczna) w 2002 roku [dane uzyskano z Katedry Agrometeorologii AR w Lublinie]
 Table 1. Rainfalls, temperature and relative air humidity (monthly and yearly means) in the year 2002

Miesiąc Month	Opady Rainfalls mm	Temperatura Temperature °C	Wilgotność powietrza Humidity %
I	35,6	-1,6	87
II	45,2	-3,5	76
III	33,2	4,7	69
IV	18,3	8,6	65
V	28,6	17,3	62
VI	116,8	17,8	71
VII	126,2	21,6	69
VIII	18,7	20,5	66
IX	42,5	12,9	75
X	92,9	6,8	86
XI	22,9	4,7	85
XII	11,7	-7,1	87
Średnio Mean	49,4	8,6	75

dzielonego CO₂ zgodnie z metodą Rülunga i in. Kontrolowano także zmiany odczynu w badanych próbkach glebowych. Zamieszczono średnią miesięczną temperaturę, opady oraz wilgotność względną powietrza w roku badawczym (2002).

WYNIKI

Kształtowanie się odczynu gleby w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych przedstawiono w tabeli 2. Odczyn był najczęściej kwaśny, pH wynosiło od 4,12 do 6,41. Najwyższe wartości występowały w glebie pod wiklinami, ślazowcem pensylwańskim i topinamburem, a najniższe pod roślinami motylkowatymi oraz w glebie kontrolnej. Badania sezonowe wykazały najniższy odczyn pod uprawą wyki pochodzenia syberyjskiego (S) w II i III terminie badań, najwyższy zaś w glebie pod uprawą wikliny amerykańki we wszystkich terminach analiz oraz pod wikliną i ślazowcem pensylwańskim w III terminie badań.

Tabela 3 przedstawia tzw. ogólną liczbę bakterii oraz grzybów strzępkowych w glebie pod uprawą różnych roślin oraz w glebie kontrolnej. Z wartości średnich wynika, że wszystkie badane rośliny w różnorodny sposób hamują rozwój bakterii w porównaniu z glebą kontrolną. Najniższą liczbę tych bakterii odnotowano pod roślinami motylkowatymi, ślazowcem pensylwańskim oraz wikliną konopianką. Powodem tak małej liczby bakterii w strefie przykorzeniowej roślin

Tabela 2. Odczyn badanych gleb pH w KCl
Table 2. Reaction of studied soils pH-KCl

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			
		10 V	4 VII	24 IX	wartość średnia w 2002 r. mean value in 2002
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	4,52	4,18	4,50	4,40
2	Wyka (S) Wetch	4,21	4,12	4,13	4,15
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	4,25	4,34	4,17	4,25
4	Ślázowiec pensylwański Sida hermaphrodita	5,54	5,61	6,08	5,74
5	Topinambur Helianthus tuberosus	5,67	5,68	5,56	5,64
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	5,91	5,94	6,06	5,97
7	Wiklina amerykanka American osier	6,01	6,15	6,41	6,19
8	Gleba kontrolna Control Soil	4,80	5,01	4,78	4,86

P – wyka pochodzenia polskiego, S – wyka pochodząca z Syberii
P – vetch of Polish origin, S – vetch of Siberia origin

motylkowatych był prawdopodobnie kwaśny odczyn. Natomiast pod ślázowcem pensylwańskim oraz wikliną konopianką, gdzie odczyn był nieco wyższy, powodem był jakiś inny czynnik, być może wilgotność gleb jak również wydzieliny korzeniowe samych roślin. Spośród badanych roślin najwyższą liczbę bakterii odnotowano pod wikliną amerykanką i topinamburem. Zastanawiająca jest wysoka liczba bakterii w glebie kontrolnej we wszystkich terminach analiz. Wielu autorów [Kurek i in. 1990; Mrozowska 1999; Szember 2001; Wielgosz 2001; Wielgosz i in. 2002] podaje, że liczba bakterii w strefie przykorzeniowej roślin jest na ogół wyższa niż w glebie oddalonej od ich systemu korzeniowego. Na ogół wyższą liczbę bakterii zaobserwowano w I terminie z wyjątkiem obydwu wyk, gdzie najwyższą liczbę bakterii odnotowano w II bądź III terminie badań. Najniższą okresową liczbę bakterii stwierdzono pod ślázowcem pensylwańskim, wyką kaszubską (P) i wikliną konopianką w II terminie oraz pod lędzwanem w III terminie badań, najwyższą zaś, oprócz gleby kontrolnej, pod wikliną amerykanką w I terminie badań oraz pod topinamburem w I i II terminie. W I terminie badań wysoką liczbę bakterii zaobserwowano pod ślázowcem pensylwańskim i wikliną konopianką, niestety w późniejszym okresie nastąpił znaczny spadek ogólnej liczby bakterii. Spośród badanych roślin motylkowatych

w III terminie badań stwierdzono wysoką liczbę tych bakterii pod wyką kaszubską (P) pomimo kwaśnego odczynu gleby.

W tabeli 3 przedstawiono także liczebność grzybów strzępkowych w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Z wartości średnich wynika, że najwyższą liczbę grzybów zaobserwowano pod roślinami motylkowatymi i ślazowcem pensylwańskim. Prawdopodobnie przyczynił się do tego kwaśny odczyn w strefie przykorzeniowej tych roślin. Wysoką liczbę grzybów odnotowano także pod wikliną konopianką. Dość wyrównaną i stabilną liczbą grzybów we wszystkich terminach analiz cechowała się gleba kontrolna. Wszystkie więc rośliny, z wyjątkiem topinambura i wikliny amerykańki, stymulowały rozwój grzybów. Okresowe badania wykazały najwyższą liczbę grzybów strzępkowych w III okresie badań, w tym też okresie odnotowano najwyższą wilgotność. Z badań tych wynika, że grzyby najliczniej występowały pod uprawą wyki ka-

Tabela 3. Ogólna liczebność bakterii (10^9 jtk kg^{-1} s.m. gleby) oraz grzybów strzępkowych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby)

Tabel 3. Total number of bacteria (10^9 cfu kg^{-1} d.m. soil) and filiform fungi (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie Bacteria				Grzyby Fungi				Stosunek bakterii do grzybów Relation of bacteria to fungi
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling								
		10 V	04 VII	24 IX	wartość średnia w mean value in 2002	10 V	04 VII	24 IX	wartość średnia w mean value in 2002	
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	9	5	11	8	208	190	513	304	27,77
2	Wyka (S) Wetch	7	9	6	7	121	294	248	221	33,25
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	7	6	5	6	270	223	335	276	20,59
4	Ślazowiec pensylwański Sida hermaphrodita	11	4	7	7	263	102	431	265	26,01
5	Topinambur Helianthus tuberosus	12	12	9	11	105	113	192	136	80,50
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	11	5	6	8	201	84	358	214	35,64
7	Wiklina amerykańska American osier	18	10	7	12	192	51	178	140	81,98
8	Gleba kontrolna Control Soil	18	12	10	13	172	152	192	172	77,30

P – wyka pochodzenia polskiego, S – wyka pochodząca z Syberii, jtk – jednostki tworzące kolonie
P – vetch of Polish origin, S – vetch of Siberian origin, cfu – colony forming units

Tabela 4. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii celulolitycznych (10^3 jtk kg^{-1})
 Table 4. The most probable number of cellulolytic bacteria (10^3 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie celulolityczne Cellulolytic bacteria			
		terminy pobierania próbek dates of sampling			
		10 V	4 VII	24 IX	wartość średnia w 2002 r. mean value in 2002
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	1187	32	510	576
2	Wyka (S) Wetch	44	85	514	214
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	39	22	17	26
4	Ślazioiec pensylwański Sida hermaphrodita	160	7	22	63
5	Topinambur Helianthus tuberosus	485	474	479	479
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	1250	8	282	513
7	Wiklina amerykańska American osier	1264	273	284	607
8	Gleba kontrolna Control Soil	164	86	170	140

Objaśnienia jak w tabeli 3 Explanations like in table 3

Tabela 5. Liczebność bakterii amyloolitycznych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby)
 Table 5. Number of amyloolitic bacteria (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie amyloolityczne Amyloolitic bacteria			
		terminy pobierania próbek dates of sampling			
		10 V	4 VII	24 IX	wartość średnia w 2002 r. mean value in 2002
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	334	357	491	394
2	Wyka (S) Wetch	399	396	380	392
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	255	586	361	401
4	Ślazioiec pensylwański Sida hermaphrodita	338	228	299	288
5	Topinambur Helianthus tuberosus	245	414	227	295
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	254	388	286	309
7	Wiklina amerykańska American osier	325	232	257	272
8	Gleba kontrolna Control Soil	380	629	370	459

Objaśnienia jak w tabeli 3 Explanations like in table 3

szubskiej (P), ślazuca pensylwańskiego, wikliny konopianki oraz lędźwianu w III terminie analiz. Najniższą liczebność grzybów strzępkowych zaobserwowano pod wikliną amerykańką i konopianką w II terminie badań.

Ciekawie przedstawia się stosunek liczbowy bakterii do grzybów, liczony na podstawie wartości średnich. Z tabeli 3 wynika, że najwyższą wartością tego współczynnika odznaczała się gleba pod uprawą wikliny i topinambura. Najniższą zaś stwierdzono pod lędźwianem. Z badań wielu autorów [Szember 2001; Wielgosz 2001; Wielgosz i in. 2002] wynika, że wyższe wartości tego wskaźnika informują o stosunkowo słabszym rozwoju grzybów, niższe zaś o silniejszym ich rozwoju. Z punktu widzenia żyzności gleb wzmożony rozwój grzybów jest zjawiskiem niekorzystnym.

Wyniki badań nad liczebnością bakterii celulolitycznych zamieszczono w tabeli 4. Z wartości średnich wynika, że większość badanych roślin wpływała stymulująco na rozwój bakterii celulolitycznych. Najsilniejsza stymulacja ich rozwoju wystąpiła pod wiklinami, wyką kaszubską (P) oraz topinamburem. Natomiast lędźwian i ślazuca pensylwański hamowały rozwój tych bakterii. Na ogół najwyższą liczbę bakterii celulolitycznych obserwowano w I terminie badań, z wyjątkiem wyki (S), gdzie wzrost liczby tych bakterii postępował wraz z rozwojem roślin. W II okresie nastąpił znaczny spadek liczebności analizowanej grupy fizjologicznej bakterii we wszystkich kombinacjach doświadczalnych, z wyjątkiem wyki (S). Badania sezonowe wykazały najwyższą liczbę tych bakterii w strefie przykorzeniowej wikliny amerykańki, konopianki oraz wyki kaszubskiej (P) w I terminie, najniższą zaś pod ślazuca pensylwańskim i wikliną konopianką w II terminie analiz. Najniższą średnią liczbę bakterii celulolitycznych stwierdzono pod lędźwianem. Prawdopodobnie powodem był kwaśny odczyn gleb, na który bakterie te są bardzo wrażliwe. Aczkolwiek w glebie pod wykami, gdzie również odnotowano kwaśny odczyn, liczba tych bakterii była stosunkowo wysoka.

Liczebność bakterii rozkładających skrobię przedstawiono w tabeli 5. Z wartości średnich wynika, że najwyższą liczbę tych bakterii stwierdzono w glebie kontrolnej. Wszystkie więc badane rośliny hamowały rozwój bakterii amylolitycznych. Najsilniejsze zahamowanie rozwoju bakterii wystąpiło pod wikliną amerykańką, ślazuca pensylwańskim i topinamburem. Spośród badanych roślin najwyższą średnią liczbę bakterii amylolitycznych stwierdzono pod lędźwianem i wykami. Badania okresowe wykazały najwyższą liczbę tych bakterii w glebie kontrolnej i pod lędźwianem w II terminie, najniższą zaś pod topinamburem w trzecim terminie analiz oraz pod ślazuca pensylwańskim i wikliną amerykańką w II terminie badań. Na ogół najwyższą liczbę bakterii obserwowano w II terminie analiz, a więc w lipcu. W okresie tym stwierdzono też najwyższą średnią temperaturę oraz największe opady.

Tabela 6. Liczebność bakterii lipolitycznych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby)
 Table 6. Number of lipolitic bacteria (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie lipolityczne Lipolitic bacteria			
		terminy pobierania próbek dates of sampling			
		10 V	4 VII	24 IX	wartość średnia w 2002 r. mean value in 2002
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	1363	925	717	1001
2	Wyka (S) Wetch	968	1077	369	805
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	1024	1543	399	989
4	Ślaziovec pensylwański Sida hermaphrodita	1052	893	541	829
5	Topinambur Helianthus tuberosus	841	997	461	766
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	504	579	557	546
7	Wiklina amerykańska American osier	697	382	465	515
8	Gleba kontrolna Control Soil	974	1250	1582	1269

Objaśnienia jak w tabeli 3 Explanations like in table 3

Tabela 7. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ gleby d^{-1})
 Table 7. Quantity of excrete dioxide carbon ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ soil d^{-1})

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			
		10 V	4 VII	24 IX	wartość średnia w 2002 r. mean value in 2002
		1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	11,07	17,21
2	Wyka (S) Wetch	9,67	16,87	17,84	14,79
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	9,93	15,15	20,13	15,07
4	Ślaziovec pensylwański Sida hermaphrodita	9,40	13,26	21,06	14,57
5	Topinambur Helianthus tuberosus	4,73	12,08	33,22	16,68
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	5,00	12,46	26,18	14,55
7	Wiklina amerykańska American osier	8,40	12,52	28,58	16,50
8	Gleba kontrolna Control Soil	11,27	13,13	24,44	16,28

Objaśnienia jak w tabeli 2 Explanations like in table 2

Liczebność bakterii rozkładających tłuszcze zamieszczono w tabeli 6. Z wartości średnich wynika, że najwyższą liczbę tych bakterii stwierdzono w glebie kontrolnej. Stąd wniosek, że wszystkie rośliny hamowały rozwój bakterii lipolitycznych. Spośród wszystkich badanych roślin najwyższą liczbę tych bakterii stwierdzono pod wszystkimi badanymi roślinami motylkowatymi i ślazzowcem pensylwańskim, najniższą zaś pod wikliną amerykańką i konopianką. Badania okresowe wskazywały na najwyższą liczebność bakterii rozkładających tłuszcze w glebie kontrolnej w III terminie, pod lędźwianem w II terminie oraz pod wyką kaszubską (P) w I terminie analiz. Najniższą ich liczbę stwierdzono pod wyką (S) i lędźwianem w III terminie badań oraz wikliną amerykańką w II terminie. Spośród badanych roślin na ogół najniższą liczebność tych bakterii stwierdzono w III terminie badań. W glebie kontrolnej zaś liczba bakterii lipolitycznych w tym okresie była najwyższa.

Ilość wydzielonego dwutlenku węgla przedstawiono w tabeli 7. Stwierdzono dość znaczne wahania w ilości wydzielonego CO₂. Najsilniejszą stymulację można zaobserwować w strefie przykorzeniowej wyki kaszubskiej pochodzenia polskiego (P). Topinambur i wiklina amerykańska również w niewielkim stopniu stymulowały wydzielanie CO₂. Pozostałe rośliny wykazywały tendencję hamującą w ilości wydzielonego dwutlenku węgla. W I terminie analiz stwierdzono najsłabsze wydzielania CO₂ we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Najsilniejsze natomiast w III terminie, a więc w okresie, gdy nasiliły się procesy mineralizacji substancji organicznej. Wielu autorów [Strzelczyk 2001; Szember 2001; Wielgosz 2001; Wielgosz i in. 2002] podkreśla, że dyfuzja dwutlenku węgla jest produktem powstałym na skutek mineralizacji substancji organicznej, pochodzi również z oddychania korzeni roślin i mikroorganizmów glebowych. Jest dobrym wskaźnikiem biologicznej aktywności gleb.

WNIOSKI

1. Użyte w doświadczeniu rośliny motylkowate znacznie zakwaszały środowisko glebowe.
2. Wszystkie rośliny ograniczały rozwój bakterii amylolitycznych, lipolitycznych oraz tzw. ogólną liczbę bakterii, sprzyjały na ogół rozwojowi bakterii celulolitycznych oraz grzybów strzępkowych.
3. Topinambur i wiklina amerykańska hamowały rozwój grzybów strzępkowych, pod tymi więc roślinami stwierdzono najwyższy stosunek liczbowy bakterii do grzybów. Najniższy zaś stwierdzono pod roślinami motylkowatymi i ślazzowcem pensylwańskim.

4. Zarówno pod roślinami, jak i w glebie kontrolnej zaobserwowano dość znaczne wahania w ilości wydzielonego dwutlenku węgla.

PIŚMIENNICTWO

- Badura L. 1985. Mikroorganizmy w ekosystemach – ich występowanie i funkcje. *Post. Microbiol.* 24, 3, 153–185.
- Balicka N. 1983. Niektóre aspekty wzajemnego oddziaływania roślin i drobnoustrojów. *Post. Microbiol.* 23, 87–93.
- Bolton H., Frdrickson J.K., Elliott L.F. 1993. Microbial ecology of the rhizosphere. *Soil microbial ecology. USA*, 27–63.
- Kunicki-Goldfinger W.J.H. 2001. *Życie bakterii*. PWN, Warszawa.
- Kurek E., Kobus J. 1990. Korzystne i szkodliwe oddziaływanie mikroflory ryzosferowej na wzrost i rozwój roślin. *Post. Microbiol.* 26, 1/2, 103–123.
- Mrozowska J. 1999. *Laboratorium z mikrobiologii ogólnej i środowiskowej*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Pietr S.J. 1990. Wpływ saprofitycznej mikroflory ryzosfery na wzrost roślin. *Post. Nauk Rol.* 3, 19–38.
- Różycki M., Strzelczyk E. 1985. Połączenia organiczne wydzielane przez drobnoustroje glebowe i korzenie roślin. *Post. Microbiol.* 24, 4, 285–303.
- Strzelczyk E. 2001. Endofity. *Drobnoustroje Środowiska Glebowego – aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Zakład Mikrobiologii, Instytut Biologii Ogólnej i Molekularnej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu. Toruń, 97–107.
- Szember A. 2001. *Zarys mikrobiologii rolniczej*. Wyd. AR w Lublinie.
- Wielgosz E. 2001. Wpływ wybranych roślin na kształtowanie niektórych zespołów drobnoustrojów glebowych ze szczególnym uwzględnieniem bakterii amonifikujących. *Annales UMCS, Sec. E*, 56, 175–184.
- 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 podziękowania prof. dr. hab. Bolesławowi Stykowi i prof. dr hab. Hali - nie Borkowskiej z Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie za udostępnienie poletek doświadczalnych w RZD Felin.