

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

Elżbieta Wielgosz, Adam Szember, Dorota Tokarzewska

*Wpływ wybranych roślin na liczebność niektórych zespołów  
drobnoustrojów glebowych oraz aktywność różnych grup  
morfologicznych bakterii amonifikujących*

---

The effect of selected plants on the number of some communities and activity  
of different morphological groups of ammonification bacteria

ABSTRACT. The studies were conducted on the model of a plot experiment of the Chair of Detailed Cultivation of Plants at the University of Agriculture in Lublin. The plot was established in 1999 at the Agricultural Experimental Farm Felin. The following plants were cultivated on the plots: *Vicia cassubica* of Polish origin, vetch brought from Siberia, chickling vetch, *Sida hermaphrodita* Rusby, topinambur (*Helianthus tuberosus*), osier willow and *Salix americana*. The soil samples were taken for analysis from the sphere where the plant roots were active, while the control consisted of the soil distant from the root system of plants. Microbiological and biochemical analyses were carried out three times in 2001 in different periods of plant vegetation. The studies showed that the examined papilionaceous acidified the soil environment, which was accompanied by stimulation of the development of filament fungi. The other experimental plants inhibited the development of these microorganisms only a little. The studied plants stimulated the total number of bacteria and ammonification bacteria in a small degree at the same time inhibiting the development of cellulolytic bacteria a little. The occurrence of nitrification bacteria was differentiated. Some of the examined plants stimulated their development while others, for example *Sida hermaphrodita* Rusby and *Lathyrus sativus*, inhibited it. The greatest quantity of both studied forms of nitrogen was found in the soil under the papilionaceous. All the examined plants only slightly stimulated the amount of exudated CO<sub>2</sub>. Bacilla, especially isolated from under chickling vetch and both species of osier, proved to be the strongest ammonifiers out of the distinguished strains of bacteria. On the other hand, the strains of caryopses, especially isolated from the soil from under chickling vetch, were the poorest ammonifiers. All the examined plants had a differentiated effect on the number of the analyzed communities of soil microorganisms and their activity. Some of these plants stimulated, and some inhibited the growth of the studied microorganisms.

KEY WORDS: microorganisms, activity and number, rhizosphere of plants

Wpływ korzeni roślin na mikroflorę gleby bywa bardzo różny i zależy od rodzaju rośliny, jej stadium rozwojowego, warunków glebowych i różnych czynników ekologicznych [Badura 1985; Badura i in. 2001; Szember 2001]. Korzenie roślin wspólnie z mikroorganizmami tworzą układ zwany ryzosferą. Sięga ona od kilku milimetrów do kilku centymetrów u niektórych roślin pustynnych oraz żyjących na wydmach [Mrozowska 1999]. Według Gołębiowskiej wpływ roślin zbożowych na mikroflorę nie sięga dalej niż 5 mm od końca korzenia, natomiast wpływ korzeni lubinu obserwowała ta autorka jeszcze w odległości 15 mm od rośliny [Gołębiowska 1962].

Jak wiadomo, w pobliżu korzeni roślin gromadzi się znacznie więcej drobnoustrojów niż w glebie pozostającej poza zasięgiem oddziaływania korzeni. Ryzosfera sprzyja rozwojowi różnych grup drobnoustrojów. Szczególnie bakterie znajdują tu dogodne warunki [Kurek i in. 1990; Piotrowska-Seget, Sroka 1996; Strzelczyk 1975; Wielgosz 1999, 2001]. Podstawowym zadaniem drobnoustrojów w glebie jest stała przemiana związków organicznych i mineralnych oraz uprzystępnianie składników pokarmowych roślinom. Drobnoustroje mineralizując związki organiczne, częściowo zatrzymują je we własnych komórkach, ale po ich obumarciu składniki mineralne wracają do obiegu [Bolton in. 1993; Gołębiowska, Pędziwilk 1975; Pietr 1990].

Ważny ze względu na mineralne żywienie roślin jest udział drobnoustrojów w przemianach związków azotowych w strefie przykorzeniowej. Drobnoustroje te biorą czynny udział w transformacji związków azotowych.

Wielu autorów podaje, że wydzieliny korzeniowe roślin są ważnym źródłem wolnych aminokwasów w glebie, które są także syntetyzowane przez mikroorganizmy. Szczególnie aktywnie są one wytwarzane przez drobnoustroje strefy korzeniowej roślin, zwłaszcza w fazie najszybszego ich wzrostu. Jak wiadomo, aminokwasy przy udziale enzymów ulegają rozkładowi przez bakterie amonifikujące. Dlatego w badaniach szczególną uwagę zwrócono na liczebność i aktywność różnych grup morfologicznych bakterii amonifikujących.

#### METODY

Badania te są kontynuacją badań rozpoczętych w r. 1999 na modelu doświadczenia poletkowego Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie, założonym na glebie brunatnej wytworzonej z pyłów lessopodobnych w RZD Felin.

Na poletkach doświadczalnych uprawiano następujące rośliny: wykę kaszubską – *Vicia cassubica*, pochodzenia polskiego, wykę pochodzącą z Syberii – sprowadzoną do Polski przez prof. dr. hab. B. Styka z Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie, łądzwian – *Lathyrus sativus*, ślazowiec pensyl-

wański – *Sida hermaphrodita* Rusby, topinambur – *Helianthus tuberosus*, wiklinę konopiankę – *Salix viminalis* i wiklinę amerykańską – *Salix americana*.

Analizy mikrobiologiczne i biochemiczne wykonywano trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym, obejmowały one oznaczenia: tzw. ogólnej liczebności bakterii i grzybów strzępkowych metodą rozcieńczeń; najbardziej prawdopodobną liczbę (NPL) bakterii celulolitycznych, amonifikujących i nitryfikujących (NPL bakterii odczytywano z tabel Mc Cardy`ego); zawartość azotu amonowego – metodą nesleryzacji i azotanowego – metodą brucynową; ilość wydzielonego CO<sub>2</sub> – zgodnie z metodą Rülunga i in. Kontrolowano także zmiany odczynu w badanych próbkach glebowych. U wyodrębnionych szczepów bakterii amonifikujących określano ich morfologię, procentowy udział tych bakterii w poszczególnych grupach morfologicznych. Oznaczano też aktywność amonifikacyjną *in vitro* wyodrębnionych szczepów zależnie od przynależności do poszczególnych grup morfologicznych. W tym celu hodowano w pożywce płynnej z peptonem wyosobnione szczepy bakterii i po upływie 7 dni inkubacji oznaczano metodą nesleryzacji ilość wydzielonego amoniaku.

#### WYNIKI

Dane zamieszczone w tabeli 1 przedstawiają kształtowanie się odczynu gleby w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Okazało się, że wszystkie badane rośliny motylkowate znacznie zakwaszają środowisko glebowe, obniżając pH do wartości 4,46 pod lędźwianem, 4,47 pod wyką pochodzącą z Syberii (S) i 4,63 pod wyką kaszubską (P). Najniższy odczyn zaobserwowano w trzecim

Tabela 1. Odczyn badanych gleb pH w KCl  
Table 1. Reaction of the studied soils pH in KCl

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	5,25	5,87	4,63	5,25
2	Wyka (S) Vicia (S)	4,91	5,21	4,47	4,86
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	4,94	5,12	4,46	4,84
4	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	5,99	6,81	6,07	6,29
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	6,20	6,73	6,14	6,36
6	Wilkina konopianka <i>Salix viminalis</i>	6,76	7,33	6,31	6,80
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	6,89	7,31	6,38	6,86
8	Gleba kontrolna Control soil	5,08	6,02	5,03	5,38

P – wyka pochodzenia polskiego, S – wyka pochodząca z Syberii

P – vetch of Polish origin, S – vetch from Siberia

terminie analiz, zaś najwyższy w drugim terminie analiz we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Najwyższe pH stwierdzono pod wikliną konopianką 7,33 oraz wikliną amerykańką 7,31. Wiadomo, że wysoki odczyn sprzyja rozwojowi bakterii, niski zaś rozwojowi grzybów.

Tabela 2. Ogólna liczebność bakterii ( $10^9$  jtk  $kg^{-1}$  s.m. gleby) oraz grzybów strzępkowych ( $10^6$  jtk  $kg^{-1}$  s.m. gleby)

Table 2. Total number of bacteria ( $10^9$  cfu  $kg^{-1}$  d.w. of soil) and filament fungi ( $10^6$  cfu  $kg^{-1}$  d.w. of soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Bakterie Bacteria				Grzyby Fungi				Stosunek bakterii do grzybów (wartości średnich) Relation of bacteria to fungi (mean values)
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling								
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001	17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001	
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	10	10	9	10	195	123	292	203	49
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	6	12	14	11	252	194	471	306	36
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	8	10	13	10	476	160	499	379	26
4	Ślázowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	8	20	6	11	231	282	167	227	49
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	9	13	13	12	145	180	212	179	67
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	13	8	12	11	100	296	183	193	57
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	14	9	13	12	169	175	186	177	68
8	Gleba kontrolna Control soil	9	8	11	9	193	179	236	203	44

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table 1.

Tabela 2 przedstawia okresową liczebność bakterii i grzybów w glebie pod uprawą określonych roślin oraz w glebie kontrolnej. Z wartości średnich wynika, że wszystkie badane rośliny w niewielkim stopniu stymulują rozwój ogólnej liczby bakterii. Najsilniejszą stymulację odnotowano pod wikliną amerykańką i topinamburem, najslabszą zaś pod wyką kaszubską (P) i lędźwianem. W strefie przykorzeniowej roślin motylkowatych odnotowano niższą liczbę bakterii niż pod pozostałymi roślinami. Być może, powodem był kwaśny odczyn tych gleb. Najniższą liczbę bakterii odnotowano pod wyką pochodzącą z Syberii w I terminie analiz oraz pod ślazowcem pensylwańskim w III terminie analiz, najwyższą zaś pod ślazowcem pensylwańskim, ale w II terminie analiz.

W tabeli 2 przedstawiono również liczebność grzybów strzępkowych w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Z wartości średnich wynika, że najwyższą liczebność grzybów strzępkowych zaobserwowano pod roślinami motylkowatymi oraz ślazowcem pensylwańskim. Być może, przyczynił się do tego kwaśny odczyn w strefie przykorzeniowej tych roślin. Najwyższą liczbę grzybów odnotowano w glebie pod lędźwianem w I i III terminie analiz i wyką (S) w III terminie analiz, najniższą zaś – pod wikliną konopianką w I terminie analiz. Jak wiadomo, bardzo ważnym wskaźnikiem żyzności gleb jest stosunek liczbowy bakterii do grzybów [Wielgosz 2000, Wielgosz 2001]. W naszym przypadku najkorzystniejszy, a więc najwyższy, stosunek liczbowy bakterii do grzybów zaobserwowano pod wikliną amerykańką i topinamburem, prawdopodobnie przyczyną była najniższa liczba grzybów w tych kombinacjach. Najniższy zaś – pod lędźwianem i wyką (S) pochodzącą z Syberii, gdzie odnotowano najwyższą średnią liczebność grzybów strzępkowych.

Najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii celulolitycznych przedstawiono w tabeli 3. Z wartości średnich wynika, że wszystkie badane rośliny wpływały hamująco na rozwój bakterii celulolitycznych. Najsilniejsze zahamowanie ich rozwoju wystąpiło pod ślazowcem pensylwańskim. Wcześniejsze badania Wielgosz [2000] wykazały również zahamowanie tej grupy bakterii w strefie przykorzeniowej ślazowca pensylwańskiego, uprawianego na osadzie pościekowym. Spośród badanych roślin najwyższą średnią liczbę bakterii celulolitycznych odnotowano pod wykami (P i S). Najwyższą okresową liczbę bakterii celulolitycznych odnotowano w III terminie analiz. Maksimum ich rozwoju zaobserwowano pod wyką (S) w III terminie analiz, najmniej zaobserwowano pod ślazowcem pensylwańskim w I terminie analiz i lędźwianem w II terminie analiz.

W tabeli 4 przedstawiono najbardziej prawdopodobną liczbę (NPL) bakterii amonifikacyjnych i nitryfikacyjnych. Wartości średnie wskazują na to, że wszystkie badane rośliny stymulowały rozwój bakterii amonifikujących. Najsil-

niejszą stymulację zaobserwowano pod wiklinami, najslabszą zaś pod lędźwianem. Wszystkie badane rośliny motylkowate wykazywały słabszą stymulację tych bakterii niż rośliny pozostałe. Najsilniejszy rozwój tej grupy bakterii zaobserwowano pod wikliną amerykańką w I terminie analiz oraz wyką kaszubską i lędźwianem w III terminie analiz. Natomiast najmniejszą liczbę tych bakterii zaobserwowano pod lędźwianem w II terminie analiz.

Tabela 3. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii celulolitycznych ( $10^3$  jtk  $\text{kg}^{-1}$ )  
Table 3. The most likely number of cellulolytic bacteria ( $10^3$  cfu  $\text{kg}^{-1}$ )

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Bakterie celulolityczne Cellulolytic bacteria			
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling			
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	17	23	91	44
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	8	17	246	90
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	23	5	24	17
4	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	4	12	8	8
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	16	22	35	24
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	16	8	24	16
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	22	23	36	27
8	Gleba kontrolna Control soil	22	8	1319	450

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table 1.

W tabeli 4 przedstawiono również NPL bakterii nityfikacyjnych. Z wartości średnich wynika, że większość badanych roślin stymulowała rozwój owych bakterii. Najsilniejszą stymulację odnotowano pod wyką (S) oraz wikliną amerykańką. Niektóre z badanych roślin hamowały rozwój bakterii, a mianowicie ślazowiec pensylwański oraz lędźwian. Być może, powodem był niski odczyn gleb w strefie przykorzeniowej roślin. Wielu autorów podaje, że bakterie nityfikacyjne są bardzo wrażliwe na zakwaszenie środowiska. Zastanawiające jest, że w przypadku wyki (S) pochodzącej z Syberii, mimo kwaśnego odczynu, liczba bakterii była bardzo wysoka. W III terminie analiz pod tą rośliną zaobserwowa-

no maksimum ich rozwoju. Spośród badanych roślin najniższą liczbę tych bakterii zaobserwowano pod ślazowcem pensylwańskim i wyką kaszubską (P) w I terminie analiz.

Tabela 4. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii amonifikujących ( $10^9$  jtk  $kg^{-1}$  s.m. gleby) i nityfikujących ( $10^3$  jtk  $kg^{-1}$ )

Table 4. The most likely number of ammonification bacteria ( $10^9$  cfu  $kg^{-1}$  d.w. of soil) and nitrification bacteria ( $10^3$  cfu  $kg^{-1}$ )

Lp. No.	Kombinacje Doświadczalne Experimental combination	Bakterie amonifikujące Ammonification bacteria				Bakterie nityfikujące Nitrification bacteria			
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling							
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001	17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	20	20	40	27	4	518	116	213
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	34	23	30	29	10	523	1721	751
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	21	17	40	26	5	29	11	15
4	Ślazowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	25	36	28	30	4	27	5	12
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	30	19	39	30	10	497	5	171
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	33	27	36	32	27	27	11	22
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	45	25	28	32	1184	29	9	407
8	Gleba kontrolna Control soil	22	26	26	25	4	51	0	18

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table 1.

W tabeli 5 przedstawiono zawartość azotu amonowego ( $NH_4$ ) i azotanowego ( $NO_3$ ) w badanych próbkach glebowych oraz ich łączną wartość. Najwięcej obu form azotu odnotowano pod roślinami motylkowatymi. Być może,

pewną część azotu w analizowanych próbkach glebowych zawdzięczamy obecności bakterii symbiotycznie i niesymbiotycznie wiążących azot atmosferyczny. Wartości średnie wskazują na to, że zawartość azotu amonowego była na zbliżonym poziomie we wszystkich kombinacjach. Najwyższą okresową zawartość  $\text{NH}_4$  odnotowano pod wikliną amerykańką i wyką (S) w trzecim terminie analiz, najniższą zaś spośród badanych roślin – pod topinamburem i ślázowcem pensylwańskim w I terminie analiz.

Tabela 5. Zawartość  $\text{NH}_4$  (mg  $\text{NH}_4/\text{g}$  s.m. gleby),  $\text{NO}_3$  (mg  $\text{NO}_3/\text{g}$  s.m. gleby)

Table 5. The content of  $\text{NH}_4$  (mg  $\text{NH}_4/\text{g}$  of dry weight of soil),  $\text{NO}_3$  (mg  $\text{NO}_3/\text{g}$  of dry weight of soil)

Lp. No.	Kombinacje Doświadczalne Experimental combination	Terminy pobierania próbek Dates of sampling								Suma form azotu Sum of forms of nitrogen
		$\text{NH}_4$				$\text{NO}_3$				
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001	17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001	
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	98,65	109,89	123,22	110,59	50,59	62,04	102,63	71,75	182,34
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	104,37	114,29	146,32	121,66	96,33	55,13	96,49	82,65	204,31
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	105,72	116,01	143,62	121,78	96,64	33,38	107,95	79,32	201,10
4	Ślázowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	97,27	112,77	142,91	117,65	73,90	39,66	74,63	62,73	180,38
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	96,28	137,39	144,25	125,97	31,00	64,12	65,60	53,57	179,54
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	98,05	112,63	136,09	115,59	46,58	92,66	93,23	77,49	193,08
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	101,16	108,96	146,41	118,84	22,39	27,55	94,56	48,17	167,01
8	Gleba kontrolna Control soil	96,58	127,04	142,10	121,91	39,37	35,13	57,20	43,90	165,81

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table 1.

Najwyższą zawartość obu form azotu odnotowano w III terminie analiz, a więc w okresie gdy rośliny zakończyły wegetację. Wartości średnie wskazują na znacznie wyższą ilość azotu azotanowego w strefie przykorzeniowej roślin



niz w glebie kontrolnej. Najwyższą okresową wartość  $\text{NO}_3$  odnotowano pod lędźwianem i wyką kaszubską (P) w III terminie analiz, najniższą zaś pod wikliną amerykańką w I i II terminie analiz.

Ilość wydzielonego  $\text{CO}_2$  przedstawiono w tabeli 6. Z wartości średnich wynika, że rośliny w niewielkim stopniu stymulowały ilość wydzielonego  $\text{CO}_2$ . Najsilniejszą stymulację obserwowano w strefie przykorzeniowej wikliny amerykańki i konopianki, najslabszą zaś pod topinamburem i ślázowcem pensylwańskim. Badania okresowe wykazały, że najwięcej  $\text{CO}_2$  wydzielilo się w strefie przykorzeniowej wyki (S) w II terminie analiz i wikliny amerykańki w III terminie. Najmniej zaś spośród badanych roślin – w strefie przykorzeniowej wyki (S) w III terminie analiz oraz ślázowca pensylwańskiego i wikliny konopianki w II terminie analiz.

Tabela 6. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1}$  gleby  $\text{d}^{-1}$ )  
Table 6. The quantity of exudated carbon dioxide ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1}$  of soil  $\text{d}^{-1}$ )

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			
		$\text{CO}_2$			
		17 V	3 VII	21 IX	Wartość średnia w 2001 Mean value in 2001
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	19,85	19,00	18,65	19,17
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	20,05	25,60	13,65	19,77
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	21,90	17,65	18,45	19,33
4	Ślázowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	21,90	16,70	18,30	18,97
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	18,60	18,25	18,05	18,30
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	18,95	16,90	24,85	20,23
7	Wiklina amerykańka <i>Salix americana</i>	18,95	21,35	25,25	21,85
8	Gleba kontrolna Control soil	15,50	18,85	16,65	17,00

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table 1.

Tabela 7 obrazuje procentowy udział poszczególnych grup morfologicznych bakterii amonifikacyjnych. Wartości średnie wskazują na najwyższą liczbą laseczek pod wikliną konopianką i w glebie kontrolnej. Najmniej ich zaobserwowano pod wyką kaszubską (P) i wikliną amerykańką. Okresowe badania wykazały najwyższą liczbę laseczek w glebie kontrolnej i pod wikliną konopianką w I terminie analiz. Najwięcej pałeczek odnotowano pod wiklinami i ślázowcem pensylwańskim, najmniej zaś w glebie kontrolnej. Ziarniaki stanowiły najmniej liczną grupę bakterii amonifikacyjnych we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Szczególnie mało zaobserwowano ich pod lędźwianem i wiklinami. Najwięcej zaobserwowano ich pod wyką kaszubską. Najwięcej promieniowców odnotowano pod lędźwianem i wikliną amerykańką, najmniej zaś pod ślázowcem pensylwańskim.

W tabeli 8a i b przedstawiono aktywność amonifikacyjną badanych szczepów bakterii po 7 dniach hodowli w pożywce płynnej. Z wartości średnich wynika, że najsilniejszymi amonifikatorami były laseczki szczególnie wyodrębnione ze strefy przykorzeniowej lędźwianu (średnia aktywność amonifikacyjna 101,26), dość silnymi amonifikatorami pod lędźwianem były też pałeczki (82,14) i promieniowce (82,77). Silnymi amonifikatorami były laseczki wyodrębnione ze strefy przykorzeniowej wikliny amerykańki – średnia aktywność amonifikacyjna 90,36. Pod wikliną konopianką silnymi amonifikatorami były trzy grupy morfologiczne bakterii, a mianowicie laseczki (86,72), ziarniaki (87,71) i promieniowce (88,37). Na ogół najsłabszymi amonifikatorami były ziarniaki, szczególnie wyodrębnione spod lędźwianu (45,35), gleby kontrolnej (51,33) i ślázowca pensylwańskiego (52,32). Najsilniejszymi amonifikatorami były promieniowce wyodrębnione spod wikliny konopianki (88,37) i lędźwianu (82,77), najsłabszymi zaś – spod topinambura (69,5). Badania okresowe wykazały (tab. 8a), że najsilniejszymi amonifikatorami były laseczki spod wikliny konopianki (średnia aktywność amonifikacji 118,80 mg NH<sub>4</sub>/1 ml pożywki), lędźwianu (średnia aktywność 108 mg NH<sub>4</sub>/1 ml pożywki), wikliny konopianki (99,91) i wyki (S) (90,5), wyodrębnione w pierwszym okresie badań (17 V 2001 r.). Najsłabsze były pałeczki wyodrębnione ze strefy przykorzeniowej wyki kaszubskiej (P) i topinambura oraz ziarniaki spod ślázowca pensylwańskiego i lędźwianu, wyodrębnione w drugim terminie analiz (3 VII 2001 r.).

W tabeli 9 zestawiono średnią aktywność amonifikacyjną poszczególnych grup morfologicznych bakterii amonifikujących z ich procentowym udziałem. Z tabeli tej wynika, że najsilniejszymi amonifikatorami były laseczki (81,34) – ich udział wynosił około 25%, następnie promieniowce (77,5) – było ich około

Tabela 7. Grupy morfologiczne bakterii amonifikujących wyodrębnione z poszczególnych kombinacji doświadczalnych w procentach  
 Table 7. Morphological groups of ammonification bacteria from particular experimental combinations in percent

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Laseczki Rod-shaped				Pałeczki Bacilli				Ziarniaki Caryopses				Promieniowce Actinomycetes			
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean
		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX	
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	16,67	-	27,27	13,16	50,00	26,67	27,27	34,21	8,33	40,00	36,36	28,95	25,00	33,33	9,09	23,68
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	23,08	35,71	8,33	23,08	38,46	14,29	50,00	33,33	15,39	28,57	16,67	20,51	23,08	21,43	25,00	23,08
3	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	37,50	25,00	26,32	28,57	12,50	37,50	31,58	28,57	12,50	25,00	-	8,57	37,50	12,50	42,11	34,29
4	Ślaziowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	30,77	33,33	8,33	24,32	23,08	41,67	66,67	43,24	38,46	25,00	-	21,62	7,69	-	25,00	10,81
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	37,50	30,77	18,18	28,13	12,50	38,46	45,46	34,38	37,50	-	27,27	18,75	12,50	30,77	9,09	18,75
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	50,00	22,22	27,27	35,29	21,43	33,33	72,73	41,18	21,43	-	-	8,82	7,14	44,44	-	14,71
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	8,33	42,86	7,69	13,64	62,50	42,86	15,39	45,46	16,67	-	7,69	11,36	12,50	14,29	69,23	29,55
8	Gleba kontrolna Control soil	55,56	30,77	11,11	32,26	-	15,39	55,56	22,58	22,22	38,46	-	22,58	22,54	15,39	33,33	22,58

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table.

Tabela 8a. Aktywność amonifikacyjna badanych szczepów po 7 dniach hodowli w pożywce płynnej (mg N-NH<sub>4</sub>/ml pożywki)  
 Table 8a. Ammonification activity of the studied strains after 7 days' culture in a liquid medium (mg N-NH<sub>4</sub>/ml of medium)

Kombinacja doświadczalna Experimental combination	Grupa morfologiczna bakterii amonifikujących Morphological groups of ammonification bacteria											
	Laseczki Rod-shaped			Pałeczki Bacilli			Ziarniaki Caryopses			Promieniowce Actinomycetes		
	Terminy pobierania próbek Dates of sampling											
	17 V	3 VII	21 IX	17 V	3 VII	21 IX	17 V	3 VII	21 IX	17 V	3 VII	21 IX
1. Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	98,89 63,90	-	76,91 72,00 67,37	91,66 123,47 67,37 85,59 50,31 96,00	42,51 34,70 37,01 35,57	70,84 56,96 67,37	65,93	42,22 44,24 38,75 40,77 37,88 38,75	64,48 64,77 64,35 68,82	106,70 62,15 61,88	91,37 43,66 71,13 80,67 39,90	69,11
Srednia Mean	81,40	-	72,09	85,73	37,45	65,06	65,93	40,44	65,86	76,91	65,35	69,11
2. Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	68,82 81,25 121,44	7373 85,30 63,04 62,17 76,63	68,24	48,87 64,76 94,26 110,17 105,25	81,25 41,06	72,29 68,24 68,82 71,13 74,02 63,04	57,54 102,34	49,16 50,05 44,53 37,59	63,04 83,85	81,50 79,20 79,95	60,14 75,76 39,90	96,00 91,37 87,90
Srednia Mean	90,50	72,17	68,24	84,55	61,16	69,59	79,80	45,33	73,04	80,22	58,60	91,76
3. Lędzwan <i>Lathyrus sativus</i>	114,79 92,24 119,42	94,55 98,60	86,17 113,35 91,95 126,07 74,31	93,69	41,06 104,67 102,65	69,11 60,43 67,66 66,22 65,93 90,22	50,60	79,81 39,04	-	88,77 60,50 84,55	85,59	78,94 97,73 80,96 77,78 69,97 88,77 76,91 107,28
Srednia Mean	108,82	96,58	98,37	93,69	82,79	69,93	50,60	40,10	-	77,94	85,89	84,79
4. Ślazowiec pensylwński <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	84,72 80,38 92,53 58,12	40,19 57,83 93,69 91,66	60,14	94,26 93,97 85,01	45,11 42,789 48,58 45,40 41,35	66,22 62,17 66,79 64,77 83,56 96,87 76,05 63,32	63,04 60,43 63,32 72,58 66,22	37,59 39,90 41 06	-	60,23	-	99,47 92,24 95,13
Srednia Mean	78,94	70,84	60,14	91,08	44,65	72,47	65,12	39,52	-	60,23	-	95,61

Cd. tab. 8a Cont. 8a

5. Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	63,32 79,23 81,25	55,81 49,45 92,24 98,31	97,44 73,44	83,85	39,61 40,77 42,22 33,54 32,67	75,75 67,08 66,22 63,61 66,79	69,69 63,04 61,88	-	84,43 81,25 69,40	61,23	43,37 72,58 69,40 57,83	86,46
Średnia Mean	74,60	73,95	85,44	83,85	37,76	67,89	64,87	-	78,36	61,23	60,80	86,76
6. Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	80,10 116,82 111,32 108,43 131,27 163,95 119,71	54,07 68,24	110,17 63,90 66,51	77,49 99,76 61,59	77,20 41,64 41,06	71,42 80,96 59,28 74,31 78,07 65,64 72,29 65,64	62,75 106,12 94,26	-	-	108,43	86,17 63,90 41,93 81,25	-
Średnia Mean	118,80	61,16	80,19	79,61	53,30	71,01	87,71	-	-	108,43	68,31	-
7. Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	83,28 116,53	88,19 44,24 95,71	95,13	97,73 62,46 54,94 63,90 75,47 87,61 76,91 67,66 110,75 100,34 61,88 102,94 103,52 121,73 137,93	64,77 53,20 49,45	67,08 61,59	85,59 86,75 67,66 89,64	-	61,01	63,04 62,43 65,50	69,97	92,53 82,99 88,77 87,03 90,79 93,11 110,46 94,26 100,34
Średnia Mean	99,91	76,05	95,13	88,39	55,81	64,34	82,41	-	61,01	63,66	69,97	93,36
8. Gleba kontrolna Control soil	57,83 56,67 53,49 61,59 50,89	81,54 72,00 89,35 87,61	73,44	-	48,00 56,67	99,76 97,73 67,08 66,22 65,35	48,29 62,75	50,89 45,40 50,89 46,84 41,64	-	60,50 98,89	82,12 64,77	78,36 83,56 82,99
Średnia Mean	56,09	82,63	73,44	-	52,34	79,23	55,52	47,13	-	79,70	73,45	81,64

Tabela 8b. Średnia aktywność amonifikacyjna poszczególnych grup morfologicznych bakterii amonifikujących (mg N-NH<sub>4</sub>/ml pożywki)  
 Mean ammonification activity of particular morphological groups of ammonification bacteria (mg N-NH<sub>4</sub>/ml of medium)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Laseczki Rod-shaped				Pałeczki Bacilli				Ziarniaki Caryopses				Promieniowce Actinomycetes			
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean	Terminy pobierania próbek Dates of sampling			Średnia Mean
		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX		17 V	3 VII	21 IX	
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	81,40	-	72,09	76,74	85,73	37,45	65,06	62,75	65,93	40,44	65,86	57,41	76,91	65,35	69,11	70,46
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	90,50	72,17	68,24	76,97	84,55	61,16	69,59	71,77	79,80	45,33	73,04	66,06	80,22	58,60	91,76	76,86
	Lędźwian <i>Lathyrus sativus</i>	108,82	96,58	98,37	101,26	93,69	82,79	69,93	82,14	50,60	40,10	-	45,35	77,94	85,59	84,79	82,77
4	Ślázowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	78,94	70,84	60,14	69,97	91,08	44,65	72,47	69,40	65,12	39,52	-	52,32	60,23	-	95,61	77,92
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	74,60	73,95	85,44	78,00	83,85	37,76	67,89	63,17	64,87	-	78,36	71,62	61,23	60,80	86,46	69,50
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	118,80	61,16	80,19	86,72	79,61	53,30	71,01	67,97	87,71	-	-	87,71	108,43	68,31	-	88,37
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	99,91	76,05	95,13	90,36	88,39	55,81	64,34	69,51	82,41	-	61,01	71,71	63,66	69,97	93,36	75,66
8	Gleba kontrolna Control soil	56,09	82,63	73,44	70,72	-	52,34	79,23	65,79	55,52	47,13	-	51,33	79,70	73,45	81,64	78,26

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table.

Tabela 9. Średnia aktywność amonifikacyjna poszczególnych grup morfologicznych bakterii amonifikujących oraz ich procentowy udział  
 Mean ammonification activity of particular morphological groups of ammonification bacteria and their percentage

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combination	Grupy morfologiczne bakterii Morphological groups of ammonification bacteria							
		Laseczki Rod-shaped		Pałeczki Bacilli		Ziarniaki Caryopses		Promieniowce Actinomycetes	
		Średnia aktywność Mean activity	Udział % Share %	Średnia aktywność Mean activity	Udział % Share %	Średnia aktywność Mean activity	Udział % Share %	Średnia aktywność Mean activity	Udział % Share %
1	Wyka kaszubska (P) <i>Vicia cassubica</i> (P)	76,74	13,16	62,75	34,21	57,41	28,95	70,46	23,68
2	Wyka (S) <i>Vicia</i> (S)	76,97	23,08	71,77	33,33	66,06	20,51	76,86	23,08
3	Lędwian <i>Lathyrus sativus</i>	101,26	28,57	82,14	28,57	45,35	8,57	82,77	34,29
4	Ślaziowiec pensylwański <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	69,97	24,32	69,40	43,24	52,32	21,62	77,92	10,81
5	Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	78,00	28,13	63,17	34,38	71,62	18,75	69,50	18,75
6	Wiklina konopianka <i>Salix viminalis</i>	86,72	35,29	67,97	41,18	87,71	8,82	88,37	14,71
7	Wiklina amerykańska <i>Salix americana</i>	90,36	13,64	69,51	45,46	71,71	11,36	75,66	29,55
8	Gleba kontrolna Control soil	70,72	32,26	65,79	22,58	51,33	22,58	78,26	22,58
Wartość średnia z wszystkich kombinacji doświadczalnych		81,34	24,81	69,06	35,37	62,94	17,65	77,48	22,18

Objaśnienia jak w tabeli 1 Explanations like in table.





22%. Trochę słabszymi amonifikatorami były pałeczki (69,1), ale występowały najliczniej (35,4%). Najśłabszymi amonifikatorami okazały się ziarniaki (62,9) i były one najmniej liczne (17,65%).

#### WNIOSKI

1. Rośliny motylkowate zakwasały środowisko glebowe, czemu towarzyszyła stymulacja rozwoju grzybów strzępkowych. Natomiast pozostałe rośliny doświadczalne nieznacznie hamowały rozwój tych mikroorganizmów.

2. Wszystkie badane rośliny w niewielkim stopniu stymulowały ogólną liczbę bakterii oraz bakterii amonifikujących, upośledzając nieco rozwój bakterii celulolitycznych.

3. Występowanie bakterii nitryfikacyjnych było zróżnicowane. Niektóre z badanych roślin stymulowały, inne jak np. ślazier pensylwański i lędzwan – hamowały ich rozwój.

4. Najwięcej analizowanych form azotu stwierdzono w glebie pod roślinami motylkowatymi.

5. Wszystkie badane rośliny nieznacznie stymulowały ilość wydzielonego CO<sub>2</sub>.

6. Najsilniejszymi amonifikatorami spośród wyodrębnionych szczepów bakterii okazały się laseczki, szczególnie wyizolowane spod lędzwanu oraz obu gatunków wiklin. Natomiast najśłabszymi amonifikatorami były szczepy ziarniaków, zwłaszcza wyodrębnione z gleby spod lędzwanu.

7. Wszystkie badane rośliny wywierały zróżnicowany wpływ na liczebność analizowanych zespołów drobnoustrojów glebowych oraz ich aktywność. Niektóre z tych roślin stymulowały, inne wręcz hamowały rozwój badanych drobnoustrojów.

#### PIŚMIENNICTWO

- Badura L. 1985. Mikroorganizmy w ekosystemach – ich występowanie i funkcje. *Post. Mikrobiol.* 24, 3, 153-185.
- Badura L., Krzuś G., Wielgosz E. 2001. Oddziaływanie kadmu na bakterie glebowe i ryzosferowe pomidorów w różnych fazach rozwojowych. *Annales UMCS, Sec. E*, 56, 167-174.
- Balicka N. 1983. Niektóre aspekty wzajemnego oddziaływania roślin i drobnoustrojów. *Post. Mikrobiol.* 23, 87-93.
- Bolton H., Fredrickson J.K., Elliott L.F. 1993. *Microbial ecology of the rhizosphere. Soil microbial ecology. USA*, 27-63.
- Gołębiowska J., Pędziwilk Z. 1975. Soil microflora of the rhizosphere of plants from several habitats in the Botanical Garden in Poznań. *Acta Microbiol. Polonica, Ser. B*, 7, 4, 211-217.
- Gołębiowska J. 1962. Metody ekologiczne w mikrobiologii gleby. *Post. Mikrobiol.* 1, 2, 213-220.

- Kurek E., Kobus J. 1990. Korzystne i szkodliwe oddziaływanie mikroflory ryzosferowej na wzrost i rozwój roślin. Post. Mikrobiol. 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.
- Piotrowska-Seget Z., Sroka K. 1996. Survival the cyanogenic strains of *Pseudomonas fluorescens* and their effect on indigenous microflora in the rizosphere of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Microbiol. Polonica, 45, 1, 93-101.
- Różycki H., Strzelczyk E. 1985. Połączenia organiczne wydzielane przez drobnoustroje glebowe i korzenie roślin. Post. Mikrobiol. 24, 4, 285-303.
- Strzelczyk E. 1975: Osiągnięcia mikrobiologii w badaniach nad ryzosferą roślin uprawnych. Towarzystwo Naukowe w Toruniu. Z dziejów nauki polskiej. Księga Pamiątkowa, 195-228.
- Strzelczyk E., Szember A., Wyczółkowski A. 1965. Fungi associated with roots of tobacco resistant and susceptible to black root-rot. Acta Microbiol. Polonica, 14, 315-320.
- 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., 2000. Dynamika rozwoju różnych grup drobnoustrojów w osadach ścieków komunalnych pod obsadą niektórych roślin. Annales UMCS, Sec. E, 55, 169-184.
- Wielgosz E., 1999. Aktywność mikrobiologiczna i enzymatyczna w glebie brunatnej pod uprawą szałowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) i topinambura (*Helianthus tuberosus*). Annales UMCS, Sec. E, 54, 173-185.

*Autorzy składają podziękowanie Panu prof. dr. hab. Bolesławowi Stykowi i Pani prof. dr. hab. Halinie Borkowskiej z Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie za udostępnienie poletek doświadczalnych w RZD Felin.*