

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

Elżbieta Wielgosz, Adam Szember, Justyna Skwarek

**Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność bakterii
biorących udział w przemianach azotu**

The effect of selected plants on the number and activity of bacteria taking part
in nitrogen transformation

ABSTRACT. Studies were performed on a model of plot experiment (Department of Detailed Plant Cultivation, University of Agriculture in Lublin) set on brown soil developed from loess-like dusts at the Experimental Station in Felin. The following plants were cultivated: kaszubska vetch (Polish origin), Siberian vetch, chickling vetch, *Sida hermaphrodita*, *Helianthus tuberosus*, konopianka osier and American osier. Soil samples for analyses were taken three times at different developmental stages of plants from their rhizosphere zone. It was found, that in general, plants used in the experiment favored the development of proteolytic and nitrifying bacteria but reduced the growth of ammonifying ones. Papilionaceous plants enriched the soil environment in nitrogen with strong acidification. It made perfect conditions for hypha fungi development. The highest amounts of nitrates were found under papilionaceous plants. Ammonium nitrogen occurred in larger quantities under konopianka osier. The highest levels of both nitrogen forms were recorded under chickling vetch and in control soil, the lowest – under *Sida hermaphrodita* and *Helianthus tuberosus*. Thus, the studied plants exerted variable influence on bacteria entering nitrogen transformations.

KEY WORDS: population, bacterial activity, nitrogen transformations, rhizosphere soil

W przemianach związków azotowych w przyrodzie doniosłą rolę odgrywają drobnoustroje. Dzięki nim następuje mineralizacja organicznych związków zawartych w obumarłych szczątkach roślinnych i zwierzęcych, co umożliwia ponowne włączenie do obiegu tak ważnego pierwiastka [Barabasz 1992; Mazur 1991; Nowacki 1980; Szember 2000]. Stosowanie upraw roślin motylkowatych

może podnieść poziom azotu w glebie, rośliny te bowiem pozostawiają wraz ze swoim systemem korzeniowym znaczne ilości azotu, który może stanowić źródło tego pierwiastka dla roślin następczych [Smyk 1969/1970; Szember 2000]. Drobnoustroje są ściśle związane z roślinnością i jej systemem korzeniowym oraz ich wydzielinami korzeniowymi. Uczestniczą w przekształcaniu, udostępnianiu, a także rozkładzie substancji toksycznych. Poprawiają wigor, kondycję i stan zdrowotny roślin, ograniczając lub hamując rozwój drobnoustrojów szkodliwych lub patogenicznych [Smyk 1969/1970; Mrozowska 1999; Badura i in. 2001; Wielgosz 2001]. Na mikroflorę wywiera wpływ zarówno rodzaj rośliny, jej gatunek, odmiana, jak również stadium rozwojowe roślin. Rośliny, bowiem poprzez swoje wydzieliny korzeniowe zmieniają w różny sposób mikroflorę zasiedlającą glebę [Wielgosz 1999; Szember 1980/1981; Wielgosz i in. 2002].

Celem badań było zaobserwowanie wpływu wybranych roślin na liczebność i aktywność bakterii biorących udział w przemianach związków azotowych w glebie. Szczególną uwagę zwrócono na bakterie proteolityczne, amonifikujące i nityfikujące oraz zawartość azotu amonowego i azotanowego w glebie.

METODY

Badania te są kontynuacją badań rozpoczętych w 1999 roku w RZD Felin na modelu doświadczenia poletkowego, założonego przez pracowników Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie (prof. dr hab. H. Borkowską i prof. dr. hab. B. Styka). Na poletkach tych uprawiano następujące rośliny: wykę kaszubską (pochodzenia polskiego), wykę pochodzącą z Syberii (sprowadzoną przez prof. Styka), lędźwian, ślazowiec pensylwański (również sprowadzony do Polski z terenów Rosji przez prof. Styka), topinambur, wiklinę konopiankę i wiklinę amerykańską. Próbkami do badań pobierano trzykrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego z zasięgu oddziaływania korzeni roślin. Kontrolę stanowiła gleba oddalona od systemu korzeniowego roślin.

Określano liczebność bakterii proteolitycznych metodą rozcieńczeń płytkowych na pożywce z żelatyną, liczebność bakterii amonifikujących i nityfikujących (NPL bakterii odczytywano z tabel Mc Crady`ego). W pobranych próbkach glebowych oznaczano także zawartość azotu amonowego metodą nessleryzacji i azotanowego metodą brucynową, a także odczyn gleb w KCl. Zamieszczono również średnie miesięczne i roczne temperatury, opady oraz wilgotność względną powietrza w roku badań, a także w roku poprzedzającym analizy. Dane uzyskano z Katedry Agrometeorologii AR w Lublinie.

WYNIKI

Dane zamieszczone w tabeli 1 przedstawiają opady, temperaturę oraz wilgotność względną powietrza, średnie miesięczne i średnie roczne w latach 2001 i 2002. Z tabeli tej wynika, że w obydwu latach najwyższe średnie opady stwierdzono w lipcu. W 2001 roku dużą ilość opadów stwierdzono także we wrześniu, a w 2002 w czerwcu. W obydwu latach najwyższą temperaturę odnotowano w miesiącach lipcu i sierpniu. Najwyższą wilgotność względną powietrza zaobserwowano od września do lutego.

Tabela 1. Opady, temperatura oraz wilgotność względną powietrza (średnie miesięczne i roczne) w 2001 i 2002 roku

Table 1. Rainfalls, temperature and relative air humidity (monthly and yearly means) in the years 2001 and 2002

Miesiąc Month	Rok Year 2001			Rok Year 2002		
	Opady Rainfalls mm	Temperatura Temperature °C	Wilgotność powietrza Humidity %	Opady Rainfalls mm	Temperatura Temperature °C	Wilgotność powietrza Humidity %
I	29,2	-0,9	87	35,6	-1,6	87
II	18,4	-1,0	82	45,2	-3,5	76
III	33,8	2,2	78	33,2	4,7	69
IV	64,9	8,5	76	18,3	8,6	65
V	19,9	13,9	62	28,6	17,3	62
VI	47,6	15,3	75	116,8	17,8	71
VII	260,9	21,6	79	126,2	21,6	69
VIII	67,5	19,7	71	18,7	20,5	66
IX	125,8	11,9	85	42,5	12,9	75
X	19,3	10,2	85	92,9	6,8	86
XI	25,3	1,2	86	22,9	4,7	85
XII	35,5	-6,2	88	11,7	-7,1	87
Średnia roczna Yearly mean	62,34	8,03	80	49,38	8,55	75

W tabeli 2 przedstawiono odczyn gleb w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Otrzymane wyniki wskazują na to, że odczyn gleb spod badanych roślin kształtował się na niskim poziomie, pH wynosiło od 4,12 do 6,41. Pod wszystkimi badanymi roślinami motylkowatymi obserwowano kwaśny odczyn, pH wynosiło od 4,12 pod wyką (S) do 4,25 pod wyką kaszubską (P). Kwaśnym odczynem cechowała się także gleba kontrolna, jej pH wynosiło 4,75–5,01. Najwyższy odczyn stwierdzono pod wiklinami, ślazowcem pensylwańskim i topinamburem, pH kształtowało się tu w zakresie od 5,54–6,41. Pod tymi więc roślinami były najkorzystniejsze warunki dla rozwoju bakterii.

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	Lędźwian siewny Chickling wetch	4,25	4,34	4,17	4,25
4	Ślazowiec 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 amerykańska 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 Siberian origin

Tabela 3. Liczebność bakterii proteolitycznych (10^6 jtk kg^{-1} s.m. gleby)
Table 3. Number of proteolytic bacteria (10^6 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie proteolityczne Proteolytic 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	223	425	491	380
2	Wyka (S) Wetch	187	426	331	315
3	Lędźwian siewny Chickling wetch	45	726	231	334
4	Ślazowiec pensylwański Sida hermaphrodita	67	350	249	222
5	Topinambur Helianthus tuberosus	86	642	298	342
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	91	326	516	311
7	Wiklina amerykańska American osier	176	436	522	378
8	Gleba kontrolna Control Soil	135	229	370	245

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

Tabela 3 obrazuje liczebność bakterii proteolitycznych. Wartości średnie wykazują, że wszystkie badane rośliny z wyjątkiem ślazu pensylwańskiego stymulowały rozwój bakterii rozkładających białko. Najwyższą ich wartość odnotowano pod wyką kaszubską (P) oraz wikliną amerykańką, najniższą zaś pod ślazowcem pensylwańskim i tylko tu była ona niższa niż w glebie kontrolnej. Pierwszy termin pobierania prób okazał się tym, w którym odnotowano najniższą liczbę bakterii proteolitycznych. Najwyższą zaś ich liczbę zaobserwowano w drugim bądź trzecim terminie analiz. Najniższą okresową liczbę tych bakterii zaobserwowano pod lędzwanem i ślazowcem pensylwańskim w pierwszym terminie badań, najwyższą zaś pod lędzwanem i topinamburem w terminie drugim.

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

Table 4. The most probable number of amonification bacteria (10^9 cfu kg^{-1} d.m. soil) and nitrification bacteria (10^3 cfu kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	Bakterie amonifikujące Ammonification bacteria				Bakterie nityfikujące Nitrification bacteria			
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling							
		10 V	04 VII	24 IX	średnio w mean in 2002	10 V	04 VII	24 IX	średnio w mean in 2002
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	11	12	15	12	10	10	10	10
2	Wyka (S) Wetch	10	12	10	11	4	283	5	97
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	12	10	5	9	5	4	5	5
4	Ślazowiec pensylwański Sida hermaphrodita	23	7	11	14	48	4	8	20
5	Topinambur Helianthus tuberosus	11	13	15	13	27	4	8	13
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	13	10	11	11	51	4	2	19
7	Wiklina amerykańska American osier	12	11	8	10	29	4	51	28
8	Gleba kontrolna Control Soil	14	26	17	19	10	5	5	6

Objaśnienia jak w tabeli 3 Explanations like in Table 3

Tabela 4 przedstawia najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii amonifikujących i nityfikujących. Z tabeli tej wynika, że wszystkie badane rośliny hamo-

wały rozwój bakterii amonifikujących w porównaniu z kontrolą. Najniższą średnią ich wartość odnotowano pod lędźwianem. Pod pozostałymi roślinami średnia ich liczba kształtowała się na zbliżonym poziomie. Badania okresowe wykazały najniższą ich liczbę pod lędźwianem i wikliną amerykańką w trzecim terminie badań oraz pod ślazowcem pensylwańskim w drugim terminie. Najwyższą ich liczbę odnotowano w glebie kontrolnej w drugim terminie badań oraz pod ślazowcem pensylwańskim w pierwszym terminie.

Najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii nitryfikujących przedstawiono również w tabeli 4. Wszystkie użyte w doświadczeniu rośliny z wyjątkiem lędźwianu stymulowały rozwój bakterii nitryfikujących. Niską liczbę tych bakterii pod lędźwianem można tłumaczyć kwaśnym odczynem gleby, na który bakterie te są bardzo wrażliwe, ale pod wyką (S), gdzie odczyn był również kwaśny, obserwujemy najwyższą ich liczbę. Zatem nie tylko odczyn odgrywał tu dużą rolę, być może wilgotność gleby bądź też inne czynniki (tab. 1). Wielu autorów [Gostkowska i in. 1994; Haynes 1986; Wielgosz i in. 1997] podaje, że bakterie nitryfikacyjne są bardzo wrażliwe na przesuszenie, zakwaszenie gleby, metale ciężkie i inne czynniki ekologiczne. W pierwszym terminie badań na ogół obserwowano najwyższą liczbę tych bakterii, z wyjątkiem wyki (S) i wikliny amerykańki, kiedy maksimum ich rozwoju zaobserwowano w drugim bądź trzecim terminie analiz. Pod wyką kaszubską (P) liczba bakterii nitryfikujących była na tym samym poziomie we wszystkich okresach.

Zawartość azotu amonowego (N-NH₄) i azotanowego (N-NO₃) w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych przedstawiono w tabeli 5. Zasobność gleb w azot amonowy była na zbliżonym poziomie pod wszystkimi roślinami. Najwyższą średnią wartość N-NH₄ stwierdzono pod wikliną konopianką i tylko tu była ona wyższa niż w glebie kontrolnej, najniższą zaś pod ślazowcem pensylwańskim. W pierwszym terminie analiz obserwowano na ogół najwyższą zawartość azotu amonowego, z wyjątkiem lędźwianu i wyki kaszubskiej (P), w których najwięcej tej formy azotu stwierdzono w drugim terminie badań.

Zawartość azotu azotanowego (N-NO₃) w glebie kontrolnej i pod roślinami przedstawiono również w tabeli 5. Z tabeli tej wynika, że najwięcej tej formy azotu występuje pod wszystkimi badanymi roślinami motylkowatymi. Pod pozostałymi roślinami zawartość N-NO₃ jest niższa niż w glebie kontrolnej. Najwięcej azotanów stwierdzono pod wszystkimi roślinami motylkowatymi, ślazowcem pensylwańskim oraz w glebie kontrolnej w trzecim terminie badań, a więc jesienią, kiedy rośliny zakończyły już swoją wegetację. Natomiast pod wiklinami i topinamburem najwięcej azotanów stwierdzono w pierwszym terminie analiz, a więc wiosną, gdy rośliny rozpoczynają swój rozwój. Jest to zgodne z obserwacjami Nowackiego [1980], który stwierdził, że największe stężenie jo-

nów azotanowych w roztworze glebowym występuje zwykle na wiosnę. Jest to powodowane mineralizacją związków organicznych i nityfikacją uwalnianego amoniaku oraz nawożeniem azotowym. Bardzo szybkie obniżenie zawartości azotanów w późniejszym okresie następuje wskutek ich pobierania przez rośliny bądź też powodowane jest częściowo wypłukiwaniem jonów NO_3 z gleby. Późniejszy wzrost stężenia azotu azotanowego obserwuje się w jesieni, w wyniku mineralizacji substancji organicznej, głównie resztek poźniowych i nityfikacji powstałego amoniaku.

Tabela 5. Zawartość N-NH_4 i N-NO_3 (mg kg^{-1} s.m. gleby)Table 5. Content of N-NH_4 and N-NO_3 (mg kg^{-1} d.m. soil)

Lp. No.	Kombinacje doświadczalne Experimental combinations	NH_4				NO_3				Suma obu form azotu Sum of both forms of nitrogen
		Terminy pobierania próbek Dates of sampling								
		10 V	04 VII	24 IX	średn. w mean in 2002	10 V	04 VII	24 IX	średn. w mean in 2002	
1	Wyka kaszubska (P) Kaszubska vetch	75,90	90,37	49,13	71,80	139,71	29,50	136,66	101,96	173,76
2	Wyka (S) Wetch	86,39	68,10	62,75	72,41	122,76	47,89	137,01	102,55	174,96
3	Lędzwan siewny Chickling wetch	98,69	106,01	57,33	87,34	137,00	25,54	138,54	100,36	187,70
4	Ślázowiec pensyl- wański Sida hermaphrodita	90,42	68,35	43,33	67,37	100,22	9,03	104,99	71,41	138,78
5	Topinambur Helianthus tuberosus	107,51	85,24	43,62	78,79	132,48	20,59	59,50	70,86	149,65
6	Wiklina konopianka Konopianka osier	115,04	113,55	57,68	95,42	118,38	16,26	103,02	79,22	174,64
7	Wiklina amerykańska American osier	115,69	96,21	34,43	82,11	130,45	48,26	89,09	88,27	170,38
8	Gleba kontrolna Control Soil	99,16	96,43	69,17	88,25	92,96	50,10	127,57	90,21	178,46

Objaśnienia jak w tabeli 2 Explanations like in Table 2

W tabeli 5 przedstawiono także sumę obu form azotu. Wszystkie badane rośliny motylkowate wzbogacają glebę w azot, najwięcej odnotowano go pod lędzwanem. Wysoką wartość azotu stwierdzono także w glebie kontrolnej, gdzie nie było roślin, był on w niewielkim stopniu wykorzystywany w tym środowisku. Najmniej obu form azotu stwierdzono pod ślázowcem pensylwańskim i topinamburem.

WNIOSKI

1. Użyte w doświadczeniu rośliny sprzyjały na ogół rozwojowi bakterii proteolitycznych i nitryfikujących, ograniczały natomiast rozwój bakterii amonifikujących.
2. Rośliny motylkowate znacznie zakwaszały środowisko glebowe, ale wzbogacały go w azot.
3. Najwięcej azotanów stwierdzono pod roślinami motylkowatymi, natomiast azotu amonowego pod wikliną konopianką.
4. Najwięcej obu form azotu stwierdzono pod lędźwianem i w glebie kontrolnej, najmniej zaś pod ślazowcem pensylwańskim i topinamburem

PIŚMIENICTWO

- 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.
- Barabasz W. 1992: Mikrobiologiczne przemiany azotu glebowego. *Postępy Mikrobiol.* 31, 3–33.
- Gostkowska K., Wielgosz E. 1994. Nitryfikacja w różnych poziomach gleby brunatnej użytkowanej sadowniczo. *Annales UMCS, Sec. E*, 49, Suppl. 165–167.
- Haynes R.J. 1986. Nitrification, mineral nitrogen in the plant soil system. Academic Press, London.
- Mazur T. 1991. Azot w glebach uprawnych. PWN, Warszawa.
- Mrozowska J. 1999. Laboratorium z Mikrobiologii ogólnej i środowiskowej. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Nowacki E. 1980. Gospodarka azotowa roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa.
- Smyk B. 1969/1970: Zmęczenie gleb uprawnych w świetle badań mikrobiologicznych i agrobiologicznych. *Post. Mikrobiol.* 8, 2, 205–224.
- Szember A., Drażkiewicz M., Wielgosz E. 1980/1981. Wpływ niektórych syntetycznych środków strukturotwórczych na wiązanie azotu atmosferycznego przez azotobaktera. *Annales UMCS, Sec. E*, 35/36, 287–292.
- Szember A. 2000. Zarys mikrobiologii rolniczej. Wyd. AR, Lublin.
- Wielgosz E., Gostkowska K., Świca M. 1997. Wpływ niektórych odpadów organicznych na nitryfikację w glebie brunatnej użytkowanej sadowniczo. *Annales UMCS, Sec. E*, 52, 299–310.
- Wielgosz E. 1999. Aktywność mikrobiologiczna i enzymatyczna w glebie brunatnej pod uprawą ślazowca pensylwańskiego i topinambura. *Annales UMCS, Sec. E*, 56, 173–185.
- 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 doświadczeń w RZD Felin.