

REAKCJA *Trifolium ambiguum* Bieb. NA SZCZEPIENIE BAKTERIAMI BRODAWKOWYMI I WILGOTNOŚĆ GLEBY W ROKU SIEWU

Jadwiga Andrzejewska, Grażyna Harasimowicz-Hermann
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. W doświadczeniach wazonowych badano dwie odmiany *Trifolium ambiguum* – Rhizo i Monaro. Masa roślin i zawartość w nich azotu były większe po inokulacji nasion wyizolowanym szczepem bakterii *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* niż po zastosowaniu jako źródła bakterii gleby z ryzosfery *Trifolium ambiguum*. Rośliny rozwijały się najlepiej na poziomach wilgotności gleby 50 i 75% pełnej pojemności wodnej.

Słowa kluczowe: *Trifolium ambiguum*, bakterie brodawkowe, *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, wilgotność gleby

WSTĘP

Trifolium ambiguum Bieb. (koniczyna kaukaska, ang. kura clover) ma wiele cech ważnych dla rolnictwa i ekologii: zdolność do tworzenia rozłogów podziemnych, obfite kwitnienie, trwałość, tolerancję na niskie temperatury, susze oraz odporność na choroby [Prokubin 1987, Genrich i in. 1998, Voigt i Mosjidis 2002]. Z uwagi na dobrą wartość paszową zielonki, przydatność do użytkowania pastwiskowego oraz łatwość zawiązywania nasion gatunek ten mógłby stanowić alternatywę dla roślin pastewnych, zwłaszcza w rejonach o proekologicznym systemie gospodarowania [Allison i in. 1985, Sheffer i Marten 1992, Peterson i in. 1994a, b]. Rozbudowana masa podziemna rośliny sugeruje także jej przydatność do zagospodarowania terenów wyłączonych z rolniczego użytkowania, a położonych na przykład na zboczach podatnych na erozję. Dotychczas gatunek ten znalazł rolnicze zastosowanie w Nowej Zelandii i USA [Patrick i in. 1994, Steiner i Snelling 1994, Pryor i in. 1996, Lowther i in. 1998, Zemenchik i in. 2000, 2001].

W Polsce pierwsze doświadczenie polowe z tym gatunkiem założono w 1997 roku w Stacji Badawczej Mochełek, należącej do Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy. W kolejnych latach z trzech pokosów uzyskano plony suchej masy na poziomie 1,13 (1998), 1,37 (1999), 1,64 (2000) i 1,18 kg·m⁻² (2001). Średnia zawartość białka

ogółem w kolejnych pokosach wynosiła: w I – 17,3, II – 17,2 i III – 19,0%. Uzyskiwane w doświadczeniu plony były o 30% niższe od plonów lucerny [Harasimowicz-Hermann i Andrzejewska 1999a, b].

Inspiracją do badań były niepowodzenia z uzyskaniem i utrzymaniem obsady roślin tego gatunku w warunkach polowych. Kilkuletnie obserwacje Harasimowicz-Hermann i Andrzejewskiej [1999a, b] oraz inne badania [Patrick i Lowther 1995, Genrich i in. 1998] wykazały, że w uprawie tej rośliny największy problem stanowi uzyskanie i utrzymanie planowanej obsady roślin, a także wolne tempo rozwoju w roku siewu.

Dane literaturowe sugerują, że istotną przyczyną powolnego rozwoju roślin może być brak w glebie odpowiednich dla tego gatunku szczepów *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, a tym samym mało efektywna symbioza [Patrick i in. 1994, Patrick i Lowther 1995].

Trifolium ambiguum dzięki obficie rozbudowanemu systemowi korzeniowemu jest odporna na warunki posuszne. Jednak niedobór wody może być przyczyną słabych wschodów i zamierania siewek w początkowym okresie rozwoju.

Celem badań było określenie wpływu szczepienia bakteriami brodawkowymi pochodzącymi z różnych źródeł i poziomu wilgotności gleby na wschody i rozwój *Trifolium ambiguum* w roku siewu.

Hipoteza badawcza oparta na obserwacjach polowych zakładała, że zastosowanie szczepienia bakteriami *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, właściwymi dla tego gatunku koniczyny, i utrzymanie odpowiedniego poziomu wilgotności gleby pozwoli uzyskać planowaną obsadę roślin i poprawi ich początkowy rozwój.

MATERIAŁ I METODY

Badania realizowano w szklarni ATR w Bydgoszczy oraz w laboratorium wegetacyjnym w latach 2001 i 2002. Przeprowadzono dwa doświadczenia, w których badano wpływ:

- szczepienia *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* na rozwój i plonowanie dwóch odmian *Trifolium ambiguum* (2001 i 2002 rok),
- wilgotności gleby na początkowy rozwój odmiany Monaro (2002 rok).

Podłożem była gleba bielnicowa właściwa, kompleksu żyniego dobrego, o średniej zawartości fosforu, potasu i magnezu, o pH w KCl równym 5,6. Glebę pobierano z warstwy ornej pola uprawnego, na którym nigdy nie rósł gatunek *Trifolium ambiguum*. Przed siewem nie stosowano nawożenia mineralnego.

Nasiona odmiany Rhizo otrzymano z własnego rozmnożenia plantacji założonej w 1997 roku z nasion pochodzących z Uniwersytetu Minnesota w USA. Nasiona odmiany Monaro oraz szczep bakterii *Rhizobium leguminosarum* var. *trifolii* ICC 105 otrzymano z AgResearch, Invermay Agricultural Centre, Mosgiel w Nowej Zelandii. Nasiona odmiany Rhizo wymagały mechanicznej skaryfikacji, gdyż zbierano je i omłóccono ręcznie. Przed siewem oznaczano zdolność kiełkowania nasion. Wynosiła ona dla odmiany Rhizo – 90% w 2001 roku i 86% w 2002, a dla odmiany Monaro – 90% (w obu latach).

Doświadczenie I

Wpływ szczepienia *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* na rozwój i plonowanie odmian *Trifolium ambiguum* Bieb.

Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach:

- obiekty I czynnika – odmiany uprawne *Trifolium ambiguum*:
 - 1 – Rhizo,
 - 2 – Monaro;
- obiekty II czynnika – źródło bakterii brodawkowych:
 - 1 – kontrola (gleba bez szczepienia),
 - 2 – gleba z ryzosfery plantacji polowej *Trifolium ambiguum*,
 - 3 – szczep bakterii ICC 105.

Doświadczenie założono w wazonach o średnicy 28 i wysokości 35 cm, zawierających po 13 kg gleby. Wielkość wazonu dobrano na podstawie wcześniejszych prób, w których stwierdzono, że zastosowana objętość nie ograniczy rozwoju korzeni w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego. Wazony były umieszczone na wózkach i usytuowane na zewnątrz szklarni. W przypadku spodziewanego deszczu lub innych niekorzystnych warunków wózki umieszczano w szklarni. Warunki badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Warunki prowadzenia doświadczeń wazonowych

Table 1. Pot experiments conditions

Numer doświadczenia Experiment number	Okres prowadzenia badań Experiment period	Wilgotność gleby, % pełnej pojemności wodnej Soil moisture % of the total water capacity	Średnia dobową temperaturę miesiąca, °C Average daily temperature over the month
I	11.05.2001 – 18.10.2001	45-55	13,1; 14,3; 19,2; 18,4; 11,2; 10,1
I	16.05.2002 – 20.10.2002	45-55	15,7; 16,3; 18,9; 19,9; 12,9; 6,2
II	27.08.2001 – 15.10.2001	25, 50, 75, 90	23 dzień – day/15 noc – night

Obiektem kontrolnym II czynnika była gleba, na której nigdy nie uprawiano *Trifolium ambiguum* i nie stosowano w ostatnich 5 latach szczepienia bakteriami *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*. W obiekcie 2. podłoże stanowiła taka sama gleba jak w obiekcie 1., z tym że do każdego wazonu dodano po 100 g gleby z ryzosfery wieloletniej plantacji *Trifolium ambiguum*. W obiekcie 3. bezpośrednio przed siewem zastosowano na nasiona szczep bakterii ICC 105 w ilości 80×10^3 komórek na jedno nasienie.

Nasiona wysiewano na przemian w 4 rzędach (1 rząd = średnica wazonu) na głębokość 1 cm. W każdym wazonie wysiano po 24 nasiona (po przeliczeniu na ich 100% zdolność kiełkowania).

W obu latach doświadczenia zebrano jeden odrost masy nadziemnej – 18.10.2001 i 20.10.2002 roku. Rośliny w fazie rozety liściowej cięto na wysokości 2 cm od powierzchni gleby. Suchą masę roślin określono metodą suszarkową po 48 h w temperaturze 60°C. W zebranej masie oznaczono zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla.

Doświadczenie II

Wpływ poziomu wilgotności gleby na rozwój *Trifolium ambiguum* Bieb. odmiany Monaro w początkowej fazie wegetacji

Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe, w czterech powtórzeniach i dwóch seriach. Obiektami badawczymi były poziomy wilgotności gleby w stosunku do pełnej pojemności wodnej: 25, 50, 75 i 90%.

Rośliny wysiano w pojemnikach plastikowych z perforowanym dnem, o średnicy 12 i wysokości 35 cm, zawierających po 1,7 kg s.m. gleby. Doświadczenie przeprowadzono w laboratorium wegetacyjnym, w którym utrzymywano stałą temperaturę, przy naturalnym oświetleniu dziennym (tab. 1). W badaniach analizowano wpływ czterech poziomów wilgotności gleby – 25, 50, 75 i 90% w stosunku do pełnej pojemności wodnej (PPW) użytej gleby na wschody i początkowy rozwój *Trifolium ambiguum*. Do wszystkich wazonów naważono jednakową ilość gleby, według powietrznie suchej masy. Następnie metodą wagową ustalono jej wilgotność, nawadniając całą masę gleby do odpowiedniej wilgotności – 25, 50, 75 i 90% (w stosunku do pełnej pojemności wodnej). W trakcie trwania eksperymentu ubytki wody z gleby uzupełniano poprzez codzienne jej dolewanie do stałej wagi wazonu.

Do każdego pojemnika wysiano po 12 nasion na głębokość 1 cm. W doświadczeniu oznaczono: liczbę roślin w wazonie, liczbę liści na roślinie i suchą masę nadziemną roślin, a po wyplukaniu gleby – długość korzenia głównego, liczbę brodawek korzeniowych i suchą masę części podziemnych. Dla celów porównawczych, stosując takie same poziomy wilgotności gleby, wysiano także w dwóch powtórzeniach *Trifolium repens* cv. Astra. Doświadczenie założono w dwóch seriach, w odstępie dwóch tygodni, a zbioru roślin z każdej z nich dokonano po pięciu tygodniach wegetacji.

Wyniki przedstawiono jako średnie z dwóch lat (doświadczenie I) lub z dwóch serii (doświadczenie II). Różnice statystyczne oszacowano według testu Tukeya, przy poziomie prawdopodobieństwa $p = 95\%$. W doświadczeniu II ocenę statystyczną wykonano dla obiektów z koniczyną *Trifolium ambiguum*, a *Trifolium repens* porównano z *Trifolium ambiguum* na poziomie średnich obiektowych.

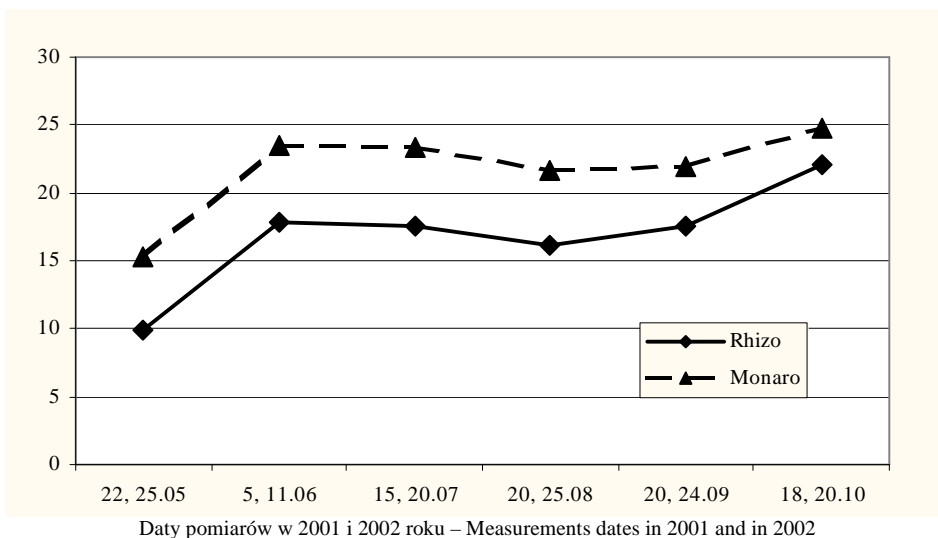
WYNIKI

Doświadczenie I

Zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku badań obsada roślin po około 3 tygodniach od daty siewu ustaliła się w granicach od 15 do 24 sztuk w wazonie i do końca trwania eksperymentu nie ulegała już większym zmianom (rys. 1). Oznaczona przed zbiorem obsada roślin odmiany Rhizo była większa niż po pełni wschodów, co wynikało z wyrastania nowych roślin z rozłogów podziemnych. W całym okresie wegetacyjnym, a także przed zbiorem obsada roślin odmiany Monaro przewyższała o 2-4 sztuki obsadę odmiany Rhizo.

Plony suchej masy części nadziemnych obu odmian przeliczono na 1 roślinę (tab. 2). Przeciętna masa 1 rośliny odmiany Rhizo była istotnie większa niż odmiany Monaro. Szczepienie spowodowało istotny przyrost suchej masy roślin, przy czym bardziej efektywny okazał się wpływ kultury bakterii ICC 105 niż gleby jako źródła bakterii *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*. Zastosowanie bakterii pochodzących z czystej kultury

spowodowało wzrost plonu suchej masy roślin aż o 48%, natomiast bakterii glebowych – o 31% w porównaniu z roślinami nie szczepionymi. Odmiana Rhizo reagowała na zastosowanie szczepu bakterii ICC 105 w stopniu istotnie większym niż na zastosowanie bakterii glebowych. W przypadku odmiany Monaro sposób szczepienia – glebą lub kulturą bakterii – nie różnicował plonu suchej masy.



Rys. 1. Liczba roślin w wazonie (średnia z lat badań)

Fig. 1. Number of plants per pot (mean for the research years)

Tabela 2. Sucha masa nadziemna jednej rośliny *Trifolium ambiguum*, g (średnia z lat badań)

Table 2. Above-ground dry matter of a single plant of *Trifolium ambiguum*, g (mean for the research years)

Odmiana Cultivar	Źródło bakterii brodawkowych Source of nodule bacteria			Średnia Mean
	Kontrola (bez szczepienia) Control (no inoculation)	Gleba Soil	Szczep bakterii Bacterial culture ICC 105	
Rhizo	1,01	1,34	1,76	1,37
Monaro	0,98	1,27	1,20	1,15
Średnia – Mean	1,00	1,31	1,48	1,26
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
szczepienia – inoculation (I)		0,159		
odmian – cultivars (II)		0,126		
interakcji – interaction: I x II		0,151		

Zawartość azotu ogółem w masie nadziemnej była istotnie wyższa w roślinach szczepionych (zarówno bakteriami glebowymi, jak wyizolowanym szczepem ICC 105) niż w roślinach rosnących w obiekcie kontrolnym. Największą zawartość azotu ogółem wykazywały rośliny szczepione czystą kulturą bakterii ICC 105. W roślinach odmiany

Rhizo zawartość azotu wzrastała przy obu sposobach szczepienia, a u odmiany Monaro – tylko pod wpływem ICC 105. Średnia zawartość azotu w roślinach obu odmian była zbliżona (tab. 3).

Tabela 3. Zawartość azotu ogółem w częściach nadziemnych *Trifolium ambiguum*, % suchej masy (średnia z lat badań)

Table 3. Total nitrogen content in above-ground plant parts of *Trifolium ambiguum*, % of dry matter (mean for the research years)

Odmiana Cultivar	Źródło bakterii brodawkowych Source of nodule bacteria			Średnia Mean
	Kontrola (bez szczepienia) Control (no inoculation)	Gleba Soil	Szczep bakterii Bacterial strain ICC 105	
Rhizo	2,14	2,95	2,82	2,56
Monaro	2,45	2,34	2,89	2,64
Średnia – Mean	2,29	2,64	2,85	2,60
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
szczepienia – inoculation (I)	0,186			
odmian – cultivars (II)	ni – ns			
interakcji – interaction:				
I x II	0,322			

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

Doświadczenie II

Rośliny *Trifolium ambiguum* rozwijały się przy wszystkich zastosowanych w doświadczeniu poziomach wilgotności gleby (tab. 4). W stosunku do wysianych 12 nasion najmniejsze straty roślin wystąpiły przy niskiej wilgotności gleby – 25% PPW; liczba roślin w pojemniku była istotnie wyższa w porównaniu z obiektami z 75 i 90% PPW. Najwyższą obsadę koniczyny białej uzyskano przy największym uwilgotnieniu gleby, w pozostałych obiektach wynosiła ona średnio od 8 do 8,5 roślin w pojemniku. Liczba liści wykształconych przez *Trifolium ambiguum* w czasie trwania eksperymentu była nieco wyższa niż wykształconych przez koniczynę białą. Utrzymywanie wilgotności na poziomie 50-90% nie miało istotnego wpływu na ich liczbę i dopiero spadek uwilgotnienia do poziomu 25% wyraźnie obniżył liczebność liści.

Najdłuższy korzeń główny wytworzyły rośliny *Trifolium ambiguum* przy wilgotności 50 i 25% PPW, a najkrótszy przy 90% PPW. Rośliny uprawiane w obiekcie z 75% poziomem wilgotności zawiązały istotnie więcej brodawek korzeniowych niż rośliny z obiektu z 25% poziomem wilgotności. Podobną reakcję na stopień uwilgotnienia stwierdzono także dla *Trifolium repens*.

Masa nadziemna 1 rośliny *Trifolium ambiguum* uprawianej na glebie o wilgotności 50 i 75% była istotnie wyższa niż masa rośliny z obiektu z 90% poziomem wilgotności, a ta z kolei była istotnie wyższa od masy rośliny uprawianej przy najniższym poziomie wilgotności. Podobna zależność wystąpiła także u koniczyny białej. Masa podziemna 1 rośliny *Trifolium ambiguum* była z kolei istotnie najwyższa, gdy wilgotność podłoża była najniższa. W rezultacie łączna masa nadziemna i podziemna rośliny *Trifolium ambiguum* z obiektów o poziomach wilgotności 25, 50 i 75% nie różniła się istotnie.

Łączna masa rośliny z obiektów o 50 i 75% wilgotności była istotnie wyższa od masy rośliny uprawianej przy 90% wilgotności gleby.

Najwyższe wartości badanych parametrów koniczyny *Trifolium ambiguum* stwierdzano najczęściej przy uprawie na glebie o wilgotności 50 i 75% PPW, natomiast dla koniczyny białej najbardziej korzystna była wilgotność 75% PPW.

Tabela 4. Wpływ wilgotności gleby na wybrane cechy *Trifolium ambiguum* i *Trifolium repens* (średnia z dwóch serii)

Table 4. Impact of soil moisture on selected properties of *Trifolium ambiguum* and *Trifolium repens* (mean for the two series)

Cecha – Feature	Roślina Plant	Poziom wilgotności gleby % pełnej pojemności wodnej Soil moisture level % of the total water capacity				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		25	50	75	90	
		Liczba roślin wazonie Number of plants per pot	<i>T.a.</i> * <i>T.r.</i> **	7,7 8	6,2 8,5	
Liczba liści na roślinie Number of leaves per plant	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	3,5 2,9	4,9 3,6	5,1 3,5	4,5 3,5	0,36 –
Długość korzenia głównego, cm Length of the main root	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	13,7 7,9	14,2 8,8	10,4 10,9	8,2 7,6	1,46 –
Liczba brodawek na roślinie Number of nodules per plant	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	1,8 2,2	3,3 3,5	4,6 3,4	3,0 2,5	0,67 –
Sucha masa nadziemna rośliny, g Dry matter of above-ground plant	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	0,01 0,05	0,02 0,04	0,03 0,05	0,02 0,08	0,003 –
Sucha masa podziemna rośliny, g Dry matter of underground plant	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	0,08 0,02	0,04 0,03	0,03 0,04	0,02 0,02	0,001 –
Sucha masa rośliny, g Dry matter of plant	<i>T.a.</i> <i>T.r.</i>	0,09 0,07	0,07 0,11	0,06 0,09	0,04 0,10	0,003 –

* *Trifolium ambiguum*

** *Trifolium repens*

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Dotychczasowe badania wykazały, że inokulacja szczepami *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, właściwymi dla *Trifolium ambiguum*, istotnie zwiększa liczbę brodawek na korzeniach i ma korzystny wpływ na stan plantacji w roku siewu. Oprócz doboru właściwego szczepu, istotnym warunkiem efektywności szczepienia jest odpowiednio duża liczba komórek bakterii *Rhizobium* przypadająca na jedno nasienie oraz krótki czas pomiędzy wykonaniem zabiegu a siewem roślin, gdyż stwierdzono małą przeżywalność komórek tych bakterii [Patrick i in. 1994, Patrick i Lowther 1995, Lowther i in. 1998]. W badaniach własnych inokulacji dokonano bezpośrednio przed siewem i przestrzegano zalecanej liczby komórek bakterii [Patrick i Lowther 1995]. Źródłem bakterii brodawkowych może być również gleba z dobrze plonującej plantacji danego gatunku rośliny motylkowatej. W praktyce wykonanie szczepienia tym sposobem bywa dość kłopotliwe, dlatego powszechnie produkuje się szczepionki na bazie wyselekcjonowanych szczepów *Rhizobium*. W Nowej Zelandii wyizolowano szczepy odpowiednie nie tylko dla gatunku, ale również dla odmian uprawnych *Trifolium ambiguum* [Patrick i in.

1994]. Według Seguin i in. [2001b] do produkcji szczepionek powinno używać się szczepów pobranych z gleb Kaukazu, czyli z miejsca pochodzenia tego gatunku.

Wyniki badań własnych wskazują, że skuteczne było zarówno stosowanie gleby z ryzosfery starej plantacji *Trifolium ambiguum*, jak i szczepu bakterii ICC 500. Efektywność szczepienia, wyrażona plonem suchej masy roślin i zawartością azotu ogółem, była wyższa po stosowaniu szczepu bakterii niż po stosowaniu gleby jako źródła bakterii. Rośliny nie szczepione nie wykazywały jednak wyraźnych objawów braku azotu (bladzielony kolor liści, karłowatość), co świadczyć może o tym, że zachodziła efektywna symbioza pomiędzy *Trifolium ambiguum* (obie odmiany) a rodzimymi szczepami bakterii *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*. Nie jest to jednak regułą, bo Patrick i in. [1994] podają za Parker i Allan, że bakterie żyjące w symbiozie z koniczyną białą, chociaż powodują tworzenie brodawek na korzeniach *Trifolium ambiguum*, to nie wiążą azotu. Mała efektywność wiązania azotu przez tę roślinę w roku siewu może być według Seguin i in. [2001a] rekompensowana nawożeniem azotem mineralnym.

W doświadczeniu własnym trudniej było uzyskać planowaną obsadę roślin odmiany Rhizo w porównaniu z Monaro. W efekcie masa pojedynczych roślin odmiany Rhizo była istotnie większa niż Monaro. Obie odmiany wykazywały natomiast zbliżoną kumulację azotu, mimo że ich reakcja na szczepienie bakteriami pochodzącymi z różnych źródeł była odmienna. Należy jednak zauważyć, że zawartość białka ogólnego – 16,25% (wyliczona na podstawie zawartości azotu ogółem) była u obu odmian stosunkowo niska w porównaniu z innymi uprawnymi gatunkami koniczyn, zwłaszcza biorąc pod uwagę to, że plon stanowiły wyłącznie liście.

Na korzeniach *Trifolium ambiguum* pierwsze brodawki pojawiają się później niż u innych gatunków, ale zależy to od miejsca prowadzenia badań oraz od terminu siewu [Genrich i in. 1998]. W badaniach własnych po 7 tygodniach od siewu na jednej roślinie występowało od 1,8 do 4,6 brodawek, w zależności od warunków wilgotnościowych. Genrich i in. [1998], DeHann i in. [2001] uważają, że o wprowadzeniu tego gatunku do szerszej uprawy będzie decydowało odkrycie bardziej aktywnych szczepów *Rhizobium* i selekcja gatunku prowadzona w kierunku szybszego początkowego rozwoju masy nadziemnej.

W pełni rozwinięte i dobrze ukorzenione rośliny *Trifolium ambiguum* są odporne na skrajne warunki wilgotnościowe [Prokubin 1987], ale zarówno niedobór wody, jak i jej nadmiar mogą między innymi utrudniać infekcję korzeni przez bakterie oraz powodować zamieranie siewek. W badaniach własnych zastosowano znaczne zróżnicowanie wilgotności podłoża, a mimo to rośliny rozwijały się przy wszystkich poziomach wilgotności, nawet gdy wynosiła tylko 25% PPW. Przy najniższym uwilgotnieniu przeżycie roślin umożliwiał silniej rozbudowany system korzeniowy. Udowodniono, że niska wilgotność gleby ograniczała znacznie tworzenie masy nadziemnej (najwyższa była przy wilgotności gleby 75%), jak również obniżała liczebność brodawek korzeniowych. Uzyskane wyniki oceny laboratoryjnej wskazują na znaczną tolerancję *Trifolium ambiguum* na warunki wilgotnościowe panujące w początkowej fazie rozwoju. Jednak w uprawie polowej, gdzie oddziałuje i nakłada się wiele innych czynników (m.in. wiatr i silne nasłonecznienie), straty roślin przy niskiej wilgotności gleby mogą być większe, co wykazali Awan i in. [1996].

Podsumowując należy stwierdzić, że uzyskanie i utrzymanie planowanej obsady roślin *Trifolium ambiguum* w roku siewu oraz zadowalające tempo ich rozwoju zależy od:

- zachowania wilgotności gleby w przedziale 50-75% PPW,

- szczepienia bakteriami brodawkowymi, najskuteczniej wyizolowanym specyficznym dla gatunku szczepem *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*,
- odmiany, gdyż jakość materiału siewnego decyduje o obsadzie roślin.

Analizując wyniki badań własnych i konfrontując je z wynikami innych doświadczeń, należy podkreślić, że w warunkach Polski będzie niezwykle trudno założyć i utrzymać połowę plantację *Trifolium ambiguum*. Zatem sugerowana przydatność tego gatunku koniczyny do użytkowania pastwiskowego czy zagospodarowania terenów odłogowanych nie znajduje uzasadnienia. Zwłaszcza, że w tego typu siedliskach występuje duża konkurencja ze strony innych roślin uprawnych i chwastów. Należy jednak zaznaczyć, że powyższe zastrzeżenia ograniczają się do tylko do dwóch najbardziej znanych odmian tego gatunku.

PIŚMIENNICTWO

- Allison D.W., Speer G.S., Taylor R.W., Guillard K., 1985. Nutritional characteristics of kura clover (*Trifolium ambiguum* Bieb.) compared with other forage legumes. *J. Agric. Sci.* 104, 227-229.
- Awan M.H., Barker D.J., Kemp P.D., Choudhary M.A., 1996. Soil surface moisture measurement and its influence on the establishment of three oversown legume species. *J. Agric. Sci.* 127, 169-174.
- DeHaan L.R., Ehlke N.J., Sheaffer C.C., 2001. Recurrent Selection for Seedling Vigor in Kura Clover. *Crop Sci.* 41, 1034-1041.
- Genrich K.C., Sheaffer C.C., Ehlke N.J., 1998. Kura Clover Growth and Development during the Seeding Year. *Crop Sci.* 38, 735-741.
- Harasimowicz-Hermann G., Andrzejewska J., 1999a. *Trifolium ambiguum* – charakterystyka gatunku i możliwości introdukcji w Polsce. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo* 347, 113-121.
- Harasimowicz-Hermann G., Andrzejewska J., 1999b. Uprawa i użytkowanie *Trifolium ambiguum* Bieb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 468, 133-145.
- Lowther W.L., Pryor H.N., Trainor K.D., 1998. Strategies to maximize establishment and production of oversown Caucasian clover. *Proc. of the New Zealand Grassland Association* 60, 111-114.
- Patrick H.N., Lowther W.L., 1995. Influence of the number of Rhizobia on the nodulation and establishment of *Trifolium ambiguum*. *Soil Biology and Biochemistry* 27 (4-5), 717-720.
- Patrick H.N., Lowther W.L., Trainor K.D., 1994. Inoculation for successful establishment of Caucasian clover. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 56, 101-105.
- Peterson P.P., Sheaffer C.C., Jordan R.M., Christians C.J., 1994a. Responses of Kura Clover to Sheep grazing and Clipping. I. Yield and Forage Quality. *Agronom. J.* 86, 655-660.
- Peterson P.P., Sheaffer C.C., Jordan R.M., Christians C.J., 1994b. Responses of Kura Clover to Sheep grazing and Clipping. II. Below-Ground Morphology, Persistence, and Total Nonstructural Carbohydrates. *Agronom. J.* 86, 660-667.
- Prokubin J.N. (red.), 1987. *Opredielitel' Wysszich Rastienij Ukrainy*. Akademija Nauk Ukrainskoj SSR, Kijew, Naukova Dumka.
- Pryor H.N., Lowther W.L., Trainor K.D., 1996. Natural reseeding of Caucasian clover (*Trifolium ambiguum*) in tussock grasslands. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58, 171-175.
- Seguin P., Graham P.H., Sheaffer C.C., Ehlke N.J., Russelle M.P., 2001a. Genetic diversity of rhizobia nodulating *Trifolium ambiguum* in North America. *Can. J. Microbiol.* 47, 81-85.
- Seguin P., Sheaffer C.C., Ehlke N.J., Russelle M.P., Graham P.H., 2001b. Nitrogen Fertilization and Rhizobial Inoculation Effects on Kura Clover Growth. *Agronom. J.* 93, 1262-1268.

- Sheaffer C.C., Marten G.C., 1992. Forage potential of Kura clover and birdsfoot trefoil when grazed by sheep. *Agronom. J.* 84, 176-180.
- Steiner J.J., Snelling J.P., 1994. Kura Clover Seed Production when Intercropped with Wheat. *Crop Sci.* 34, 1330-1335.
- Voigt P.W., Mosjidis J.A., 2002. Acid-Soil Resistance of Forage Legumes as Assessed by a Soil-on-Agar Method. *Crop Sci.* 42, 1631-1639.
- Zemenchik R.A., Albrecht K.A., Boerboom C.M., Lauer J.G., 2000. Corn Production with Kura Clover as a Living Mulch. *Agronom. J.* 92, 698-705.
- Zemenchik R.A., Albrecht K.A., Schultz M.K., 2001. Nitrogen Replacement Values of Kura Clover and Birdsfoot Trefoil in Mixtures with Cool-Season Grasses. *Agronom. J.* 93, 451-458.

REACTION OF KURA CLOVER (*Trifolium ambiguum* Bieb.) TO THE NODULE BACTERIA INOCULATION AND TO THE SOIL MOISTURE IN THE SEEDING YEAR

Abstract. In the pot experiments two cultivars of *Trifolium ambiguum*, Rhizo and Monaro, were grown. The plant weight and the content of nitrogen in plants were higher after inoculation of the seeds with the isolated bacterial strain of *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* than after applying soil from *Trifolium ambiguum* rhizosphere as a source of bacteria. The best development of kura clover was recorded at the soil moisture of 50 and 75% of the total water capacity.

Key words: kura clover, *Trifolium ambiguum*, nodule bacteria, *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, soil moisture

Otrzymano – Received: 01.10.2003
Zaakceptowano – Accepted: 15.12.2003