

## ODDZIAŁYWANIE NIEKTÓRYCH ZABIEGÓW AGROTECHNICZNYCH NA BRODAWKOWANIE SOI

MAŁGORZATA KORSK-ADAMOWICZ, JÓZEF STARCZEWSKI, DOROTA DOPKA

*Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Podlaska w Siedlcach*

**Synopsis.** W doświadczeniu przeprowadzonym w latach 2004-2006 oceniano wpływ zabiegów zagęszczających oraz intensyfikacji uprawy soi na liczbę i ciężar brodawek korzeniowych. Stwierdzono, że zmiana stanu gleby od pulchnego do zagęszczonego modyfikowała liczebność brodawek korzeniowych. Nastąpił ich wzrost na skutek zagęszczenia gleby wałem Campbella i pierścieniowym. Zaprawianie nasion zaprawą nasienną oraz nawożenie azotem spowodowało obniżenie liczby brodawek korzeniowych oraz ich ciężaru. Warunki pogodowe miały wpływ na tworzenie się brodawek korzeniowych, niekorzystnie działa susza i wysoka temperatura.

**Słowa kluczowe** – *key words*: soja – *soybean*, brodawki korzeniowe – *root nodules*, przedsiewna uprawa gleby – *pre-sowing soil cultivation*, zaprawianie nasion – *seed treatment*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilisation*

### WSTĘP

Soja, aby mogła korzystać z azotu atmosferycznego, musi być szczepiona wysokoaktywnym szczepem bakterii *Bradyrhizobium japonicum*. Ilość azotu związanego tą drogą, w optymalnych warunkach może być w granicach od 50 do 100 kg N · ha<sup>-1</sup>, a w przypadku innych gatunków nawet do 700 kg N · ha<sup>-1</sup> [Strzelec 1989]. Dzięki temu można ograniczyć lub wyeliminować nawożenie azotem w uprawie soi, co ma duże znaczenie dla ochrony środowiska przyrodniczego [Blecharczyk i in. 1994].

Liczebność, masa i przeżywalność brodawek, tworzących się w wyniku symbiozy zależy od wielu czynników, w tym od stanu fizycznego gleby. Nawożenie azotem i zaprawianie nasion fungicydami może negatywnie oddziaływać na symbiozę bakterii z rośliną, a co za tym idzie na tworzenie się brodawek korzeniowych [Strzelec 1993].

Celem badań było przedstawienie wpływu przedsiewnych zabiegów uprawowych oraz intensyfikacji technologii uprawy na brodawkowanie soi w warunkach środkowo-wschodniej Polski.

### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004-2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach. Założono je metodą split-blok-split-plot, w czterech powtórzeniach, na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego. Oznaczenia prowadzono na 36 poletkach o łącznej powierzchni 360 m<sup>2</sup>.

Badano następujące czynniki:

I – Poziom agrotechniki: I<sub>1</sub> – zaprawianie nasion zaprawą nasienną, przedsiewne nawożenie azotem, nawożenie azotem w fazie kwitnienia, pielęgnacja chemiczna; I<sub>2</sub> – przedsiewne nawożenie azotem, pielęgnacja chemiczna; I<sub>3</sub> – pielęgnacja mechaniczna

II – Uprawa gleby:  $Z_1$  – agregat uprawowy;  $Z_2$  – agregat uprawowy, wał Campbella, wał pierścieniowy.

Przedplonem dla soi, odmiana Aldana, było pszenżyto ozime. W jesieni wykonano orkę przedzimową, natomiast wiosną zastosowano agregat uprawowy oraz, zależnie od obiektu uprawowego, wały. Wczesną wiosną stosowano nawożenie fosforowe i potasowe w dawkach na 1 ha: P – 31 kg i K – 83 kg, a przedsiwnie na obiektach  $I_1$  i  $I_2$  nawożenie azotowe w dawce 30 kg N. W przypadku wariantu  $I_1$  dodatkową dawkę azotu 30 kg ha<sup>-1</sup> zastosowano w fazie kwitnienia rośliny. Część nasion ( $I_1$ ) na dwa dni przed siewem zaprawiono zaprawą nasienną Funabem T 300, natomiast wszystkie przed siewem zaszczepiono Nitraginą, którą corocznie nabywano w IUNG Puławy. Nasiona wysiano w pierwszej lub drugiej dekadzie maja (zależnie od warunków atmosferycznych). Po siewie, na obiektach  $I_1$  i  $I_2$  do zwalczania chwastów stosowano Afalon Dyspersyjny 450 SC, natomiast w przypadku wariantu  $I_3$  chwasty usuwano ręcznie.

W pełni tworzenia strąków oznaczono ilość brodawek (średnio z dziesięciu roślin) i ich ciężar w gramach. Próby pobierano metodą dołków [Malicki 1968] wykopując rośliny z trzech, losowo wybranych miejsc poletka. Następnie wybierano z nich 10 roślin i w tym samym dniu liczono oraz ważono brodawki korzeniowe.

W poszczególnych latach i miesiącach wystąpiła duża zmienność temperatury powietrza i opadów. Najcieplejszy był 2006 rok, ze średnią temperaturą w okresie wegetacji soi wyższą o 1,5°C w stosunku do średniej z wielolecia. Zadecydowała o tym przede wszystkim wysoka temperatura w lipcu. Suma opadów w okresie wegetacji soi w poszczególnych latach badań kształtowała się poniżej średniej z wielolecia. W 2004 roku najbardziej mokry był maj, co znacznie utrudniło siew nasion. W pozostałych latach rozkład opadów był bardzo zróżnicowany; wystąpiły okresy wyjątkowej suszy (2005 rok - III dekada czerwca, I i II dekada lipca, II i III dekada sierpnia; 2006 rok – II i III dekada czerwca, cały lipiec), jak również okresy z intensywnymi opadami (2005 – III dekada lipca; 2006 – sierpień).

Oceny istotności różnic pomiędzy badanymi czynnikami dokonano przy pomocy analizy wariancji oraz testu Tukey'a, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przedsiwne zabiegi uprawowe istotnie zróżnicowały liczbę brodawek korzeniowych soi (tab. 1). Na obiektach uprawowych zagęszczonych powierzchniowo i wglębnie ( $Z_2$ ) odnotowano więcej brodawek korzeniowych o 0,9 sztuki w stosunku do obiektów przedsiwnie spulchnianych ( $Z_1$ ). Analizując współzależność poziomu agrotechniki i uprawy gleby zauważono zróżnicowanie ciężaru brodawek na obiektach  $I_3$  (gdzie nie zastosowano żadnych przemysłowych środków produkcji) na skutek wprowadzenia wałowania ( $Z_2$ ) (tab. 1). Różnica masy brodawek między obiektami spulchnionymi a zagęszczonymi wynosiła 1,52 g na korzyść obiektów  $Z_2$ . Można przypuszczać, że intensywniejsze brodawkowanie w warunkach gleby zagęszczonej związane było z silniejszym rozwojem korzeni soi.

Analiza statystyczna wykazała, że ilość zastosowanych przemysłowych środków produkcji w danej technologii uprawy soi w sposób istotny decyduje o liczbie i ciężarze brodawek korzeniowych (tab. 1). Na obiektach, na których wysiano nasiona przedsiwnie zaprawione zaprawą nasienną, zastosowano startowe i w okresie kwitnienia nawożenie azotem oraz oprysk herbicydowy, liczba i masa brodawek osiągnęły wartości najniższe. Istotny wzrost parametrów nastąpił w efekcie ograniczenia zużycia tych środków (zastosowano dawkę startową azotu i oprysk herbicydowy -  $I_2$ ). Według Strzelec [1993] fungicydy stosowane do zaprawiania nasion hamują rozwój bakterii brodawkowych, a jednocześnie zmniejszają ich przeżywalność. Jednak zależy to od

Tabela 1. Średnia liczba brodawek na korzeniach jednej rośliny soi i masa (g) brodawek z dziesięciu roślin w zależności od uprawy gleby i poziomu agrotechniki

Table 1. Average number of nodules on the roots of one plant and weight (g) of nodules obtained from ten plants as influence by soil cultivation operations and agrotechnology level

Uprawa gleby Soil cultivation	Liczba brodawek korzeniowych Number of root nodules				Masa brodawek korzeniowych Weight of root nodules			
	Poziomy agrotechniki – Agrotechnology level							
	I <sub>1</sub> *	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Średnio Mean	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Średnio Mean
Z <sub>1</sub> **	3,0	6,0	8,7	5,9	1,61	2,73	5,68	3,34
Z <sub>2</sub>	3,4	6,7	10,2	6,8	2,03	2,61	7,20	3,95
Średnio Mean	3,2	6,4	9,4	6,4	1,82	2,67	6,44	3,64

Liczba brodawek korzeniowych - Number of root nodules

NIR<sub>0,05</sub> dla – LSD<sub>0,05</sub> for:

poziomu agrotechniki – agrotechnology level 1,21; uprawy gleby – soil cultivation 0,77

interakcji – interaction poziom agrotechniki × uprawa gleby – agrotechnology level × soil cultivation

różnica nieistotna – not significant differences

Masa brodawek korzeniowych – Weight of root nodules

NIR<sub>0,05</sub> dla – LSD<sub>0,05</sub> for:

poziomu agrotechniki – agrotechnology level 0,584

uprawy gleby – soil cultivation różnica nieistotna – not significant differences

interakcji – interaction poziom agrotechniki × uprawa gleby – agrotechnology level × soil cultivation 0,680

\*I<sub>1</sub> – zaprawianie nasion zaprawą nasienną, przedsiewne nawożenie azotem, nawożenie azotem w fazie kwitnienia, pielęgnacja chemiczna – seed treatment with a seed dressing, pre-sowing nitrogen fertilization, nitrogen fertilization during flowering, chemical weed control; I<sub>2</sub> – przedsiewne nawożenie azotem, pielęgnacja chemiczna – pre-sowing nitrogen fertilization, chemical weed control; I<sub>3</sub> – pielęgnacja mechaniczna – mechanical cultivation;

\*\*Z<sub>1</sub> – agregat uprawowy – rotary harrow; Z<sub>2</sub> – agregat uprawowy, wał Campbella, wał pierścieniowy – rotary harrow, Campbell roller, ring roller.

właściwości i dawki preparatu, rodzaju i gatunku bakterii. Na temat wpływu nawożenia azotem na brodawkowanie wypowiada się wielu autorów, m.in. Harper [1974] twierdzi, że wpływa ono ujemnie na tworzenie się brodawek. Z kolei Herse i Szyrmer [1970] uważają, że niewielkie dawki azotu nie hamują rozwoju bakterii, a Wojcieszka i in. [1997], że mogą nawet stymulować brodawkowanie. Szczególnie intensywny rozwój brodawek odnotowano na obiektach I<sub>3</sub>, gdzie nasiona soi szczepiono tylko bakteriami *Bradyrhizobium japonicum*. Liczba i masa brodawek wzrosły kilkukrotnie w stosunku do pozostałych wariantów intensyfikacji produkcji. Podobna tendencja utrzymywała się w kolejnych latach doświadczenia, o czym świadczy interakcja lat i poziomu agrotechniki (tab. 2). Najwyraźniej uwidoczniło się to w 2004 roku, kiedy warunki pogodowe sprzyjały procesowi brodawkowania. Odnośnie wpływu szczepienia nasion Nitraginą na brodawkowanie wypowiada się między innymi Ostrowska [1996], podaje ona, że dzięki temu następuje znaczny wzrost liczby i masy brodawek na korzeniach soi, natomiast Szukała i in. [1995] wskazują na nieskuteczność tego zabiegu.

W poszczególnych latach badań, liczba i waga brodawek korzeniowych były istotnie różnicowane warunkami niekontrolowanymi, niezależnie od czynników doświadczenia (tab. 2). Najwyższe wartości badanych cech odnotowano w 2004 roku, kiedy w okresie wnikania bakterii

Tabela 2. Średnia liczba brodawek na korzeniach jednej rośliny soi i masa (g) brodawek z dziesięciu roślin w zależności od poziomu agrotechniki w latach 2004-2005

Table 2. Average number of nodules on the roots of one plant and weight (g) of nodules obtained from ten plants as influence by agrotechnology level in the years 2004-2005

Lata Years	Liczba brodawek korzeniowych Number of root nodules				Masa brodawek korzeniowych Weight of root nodules			
	Poziomy agrotechniki – Agrotechnology level							
	I <sub>1</sub> *	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Średnio Mean	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Średnio Mean
2004	7,7	12,1	15,7	11,8	2,98	4,14	10,46	5,86
2005	0,5	1,9	5,4	2,6	1,36	1,51	3,67	2,18
2006	1,5	5,3	7,2	4,7	1,11	2,36	5,19	2,89

Liczba brodawek korzeniowych – Number of root nodules

NIR<sub>0,05</sub> dla – LSD<sub>0,05</sub> for:

lat – years 1,63

interakcji – interaction lata × poziom agrotechniki – years × agrotechnology level 2,55

Masa brodawek korzeniowych – Weight of root nodules

NIR<sub>0,05</sub> dla – LSD<sub>0,05</sub> for:

lat – years 0,815

interakcji – interaction lata x poziom agrotechniki – years x agrotechnology level 1,011

\*I<sub>1</sub> – zaprawianie nasion zaprawą nasienną, przedsiewne nawożenie azotem, nawożenie azotem w fazie kwitnienia, pielęgnacja chemiczna – seed treatment with a seed dressing, pre-sowing nitrogen fertilization, nitrogen fertilization during flowering, chemical weed control; I<sub>2</sub> – przedsiewne nawożenie azotem, pielęgnacja chemiczna – pre-sowing nitrogen fertilization, chemical weed control; I<sub>3</sub> – pielęgnacja mechaniczna – mechanical cultivation

i tworzenia się brodawek oraz intensywnego ich rozwoju wystąpiły w miarę równomiernie rozłożone opady deszczu (choć w lipcu i sierpniu znacznie poniżej średniej z wielolecia) oraz temperatury nie przekraczające średniej z wielolecia. W 2005 i 2006 roku na skutek wystąpienia suszy i upałów (w okresie kwitnienia opady poniżej 20 mm, średnia temperatura powyżej 20°C) liczba i waga brodawek na korzeniach soi była 2-4-krotnie niższa w stosunku do 2004 roku. Potwierdzają to badania Pedersena i in. [1996] i Michałka [2004].

## WNIOSKI

1. Przedsiewne zabiegi uprawowe wpływają na liczebność brodawek na korzeniach soi. Na skutek zmiany stanu gleby od pulchnego do zagęszczonego wałem Campbella i pierścieniowym nastąpił wzrost liczby brodawek korzeniowych.
2. Zintensyfikowanie technologii uprawy soi prowadzi do obniżenia liczby brodawek korzeniowych oraz ich ciężaru. Najbardziej ograniczająco na te parametry oddziałuje zaprawianie nasion zaprawą nasienną oraz nawożenie azotem.
3. Symbiozie soi i bakterii *Bradyrhizobium japonicum* nie sprzyja susza i wysoka temperatura. Najmniej brodawek stwierdzono w latach, gdy w okresie kwitnienia roślin suma opadów była poniżej 20 mm, a temperatura w granicach i powyżej 20°C.

## PIŚMIENNICTWO

1. Bleharczyk, A., Pudelko, J., Skrzypczak, G. 1994. Wpływ szczepienia nasion *Bradyrhizobium japonicum* i nawożenia azotem na plonowanie soi. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 77: 15–21.
2. Harper, J.E. 1974. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production. Crop Sci. 14: 255–259.
3. Herse, J., Szyrmer, J. 1970. Wpływ nawożenia azotem i szczepienia bakteryjnego na plon nasion soi. Roczn. Nauk Roln., Ser.A 96 (2): 303–314.
4. Malicki, L. 1968. Oznaczanie masy korzeniowej roślin w warunkach polowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 88: 17–31.
5. Michałek, S. 2004. Wpływ suszy na brodawkowanie oraz wzrost korzeni i pędów polskich odmian soi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 496: 267–274.
6. Ostrowska, D. 1996. Wpływ szczepienia bakteryjnego na plonowanie i wartość siewną nasion soi. Biul. IHAR 198: 139–145.
7. Pedersen, A.L., Feldner, H.C., Rosendahl, L. 1996. Effect of proline on nitrogenase activity in symbiosomes from root nodules of soybean (*Glycine max* L.) subjected to drought. J. Exp. Bot. 47: 1533–1539.
8. Strzelec, A. 1989. Możliwości zwiększenia aktywności symbiotycznego wiązania N<sub>2</sub>. Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion strączkowych”. 8-9.11.1989 r. IUNG Puławy. Cz. I. Referaty: 43–50.
9. Strzelec, A., Martyniuk, M. 1993. Wpływ zapraw nasiennych na rozwój *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* oraz na plonowanie szczepionych nimi roślin. Pam. Puł. 103: 195–207.
10. Szukała, J., Maciejewski, T., Sobiech, S. 1995. Wpływ deszczowania, obsady roślin i nawożenia azotem na plonowanie soi (*Glycine max* (L.) Merrill). Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 79: 113–117.
11. Wojcieszka, U., Kocoń, A., Głózewski, S. 1995. Wpływ dokarmiania azotem wybranych roślin strączkowych na plon nasion i niektóre procesy fizjologiczne. Mat. Konf. Nauk. „Produkcja roślinna”. 26-27.09.1995r. Olsztyn 2/4: 101–107.

M. KORSAK-ADAMOWICZ, J. STARCZEWSKI, D. DOPKA

INFLUENCE OF SELECTED AGROTECHNOLOGICAL OPERATION  
ON SOYBEAN NODULING

Summary

A field experiment was carried out at the Experimental Farm in Zawady in the years 2004-2006. The experiment was set up in a split-block-split-plot design, in four replications. The following factors were investigated: I – agrotechnology level: I<sub>1</sub> – seed treatment with a seed dressing, pre-sowing nitrogen fertilization, nitrogen fertilization during flowering, chemical weed control; I<sub>2</sub> – pre-sowing nitrogen fertilization, chemical weed control; I<sub>3</sub> – mechanical cultivation; II – soil cultivation: Z<sub>1</sub> – cultivation unit; Z<sub>2</sub> – cultivation unit, Campbell roller, ring roller.

The number of nodules and their weight were determined at the flat pod stage. The pre-sowing cultivation operations significantly differentiated the number of soybean root nodules (tab. 1). An increase in the number of nodules at both dates followed changes in the soil condition from loose (Z<sub>1</sub>) to compacted which was obtained by means of an application of rollers (Z<sub>2</sub>). However, it was not reflected in nodule weight because the differences were not statistically proven. An analysis of the relation between soil compaction and cultivation intensification showed differentiation of the weight of nodules on treatment I<sub>3</sub> plots (where no industrial production means were applied) due to an application of a roller (Z<sub>2</sub>) (tab. 1). The difference in the weight of nodules between broken up and compacted plots was 1.53 g in favour of Z<sub>2</sub> experimental units.

The number and weight of nodules were lowest (tab. 1) on the treatments where the intensive cultivation technology ( $I_1$ ) had been applied. A particularly intensive nodule development was recorded on treatment  $I_3$  where the extensive technology was applied and soybean seeds were only inoculated with *Bradyrhizobium bacteria*. Uncontrolled conditions in individual research years significantly modified the number and weight of root nodules (tab. 2). The highest values of the examined characteristics were obtained in the year 2004 when the period of bacteria penetration, formation of nodules and their intensive development was characterised by evenly distributed precipitation (although in July and August the rainfall was below the multi-year average value) and temperatures that did not exceed the multi-year mean. As a result of draught and heat in the years 2005 and 2006 the number and weight of nodules on soybean roots was 2-4 times lower than in the year 2004.

---

Dr inż. Małgorzata Korsak-Adamowicz

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Podlaska w Siedlcach  
08-110 Siedlce, ul. Prusa 14  
kurir@ap.siedlce.pl