

## WPLYW MIKROORGANIZMÓW ANTAGONISTYCZNYCH NA OGRANICZANIE PORAZENIA SOI PRZEZ GRZYBY CHOROBOTWÓRCZE PRZEŻYWAJĄCE W GLEBIE

Danuta Pięta, Elżbieta Patkowska, Alina Pastucha, Monika Bełkot

**Streszczenie.** W prezentowanych badaniach określono skuteczność ochronnego działania bakterii i grzybów jako zaprawy do nasion *Glycine max* przeciwko grzybom patogenicznym przeżywającym w glebie. Materiał mikrobiologiczny przygotowano ze szczepów mikroorganizmów antagonicznych *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Gliocladium* spp. i *Trichoderma* spp. Doświadczenie założono na polu monokultury soi z naturalnie nagromadzonym w glebie materiałem infekcyjnym grzybów. Ochronne działanie zastosowanych mikroorganizmów określono na podstawie liczby wyrosłych roślin, ich zdrowotności oraz wielkości i jakości plonu nasion. Uzyskane wyniki wykazały, że soję najskuteczniej chroniły *Trichoderma viride* 254, *Trichoderma harzianum* 220 i *Bacillus* sp. 131. Najmniej skutecznymi w ochronnym działaniu okazały się *Gliocladium roseum* 246, *G. catenulatum* 49 oraz Zaprawa Oxafun T.

**Słowa kluczowe:** soja, bakterie i grzyby antagonistyczne, biologiczne zwalczanie

### WSTĘP

Jedną z metod ochrony roślin przed fitopatogenami jest biologiczne zwalczanie, polegające między innymi na wykorzystaniu mikroorganizmów antagonicznych do ograniczania występowania populacji drobnoustrojów chorobotwórczych.

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie możliwością wykorzystania tych mikroorganizmów jako komponentów preparatów mikrobiologicznych stosowanych do zaprawiania materiału rozmnożeniowego [Seasan i in. 1998, Singh i Mukhopadhyay 2000].

Doniesienia z literatury wskazują na efektywne działanie *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Bacillus* spp. i *Pseudomonas* spp. w ochronie przed grzybami przeżywającymi w glebie [Ahmed Sid Ahmed i in. 2000, Fiddman i in. 2000, Mc Quilken i in. 2001].

Celem prezentowanym badań było określenie skuteczności ochronnego działania bakterii i grzybów jako zaprawy do nasion *Glycine max* przeciwko grzybom patogenicznym przeżywającym w glebie.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1999–2001 na polu Gospodarstwa Doświadczanego w Czesławicach z naturalnie nagromadzonym w glebie materiałem infekcyjnym, po 6-letniej monokulturze soi. Przedmiotem badań była soja odmiany 'Polan', której nasiona zaprawiano materiałem mikrobiologicznym sporządzonym z grzybów: *Gliocladium catenulatum* 49, *Gliocladium fimbriatum* 151, *Gliocladium roseum* 246, *Trichoderma harzianum* 220, *Trichoderma koningii* 202, *Trichoderma viride* 254 oraz bakterii *Bacillus* sp. 131 i *Pseudomonas* sp. 151. Kolonie tych mikroorganizmów uzyskano w wyniku analizy mikologicznej nieporażonych organów soi. Zabieg zaprawiania nasion soi materiałem mikrobiologicznym wykonano według metody opisanej przez Pięć i Patkowską [1997]. Dla porównania uwzględniono również kombinację z chemicznym zaprawianiem nasion Zaprawą Oxafun T. Kontrolę stanowiła soja bez żadnego zaprawiania. Dla każdej kombinacji doświadczenia uwzględniono 4 poletka o pow. 1,25 m<sup>2</sup> (4 powtórzenia), na które wysiewano po 100 nasion soi dobrze wykształconych, bez przebarwień na okrywie nasiennej.

W każdym roku badań określono liczebność oraz zdrowotność siewek i roślin soi w fazie kwitnienia. Rośliny z objawami nekrozy na korzeniach i podstawie łodygi pobierano do laboratorium w celu wykonania analizy mikologicznej, wg metody opisanej przez Pięć [1988]. Po zbiorze roślin określano również wielkość i jakość plonu nasion soi.

Uzyskane wyniki dotyczące liczebności, zdrowotności siewek i roślin w fazie kwitnienia oraz plonowania opracowano statystycznie, a istotność różnic określono na podstawie przedziałów ufności Tukeya [Oktaba 1987].

## WYNIKI

Uzyskane wyniki dotyczące liczebności i zdrowotności siewek soi oraz roślin w fazie kwitnienia wykazały, że mikroorganizmy antagonistycznie w dużym stopniu wpływają na ograniczenie chorób korzeni i podstawy łodygi soi powodowanych przez grzyby odglebowe.

Podczas pierwszej obserwacji przeprowadzonej po sześciu tygodniach od wysiewu nasion zanotowano zróżnicowane wschody soi w poszczególnych kombinacjach doświadczenia (tab. 1). Istotnie lepsze wschody były na poletkach obsianych nasionami soi zaprawionymi materiałem mikrobiologicznym, aniżeli w kontroli. Ponadto skuteczność ochronnego działania materiału mikrobiologicznego była taka sama, jak preparatu chemicznego Zaprawa Oxafun T, a niekiedy nawet wyższa. Najwięcej siewek wyrosło na poletkach obsianych nasionami soi zaprawionymi *Trichoderma viride* 254 (średnio 79,7%), *Trichoderma koningii* 202 (79%) i Zaprawą Oxafun T (79%). Nieco słabsze wschody uzyskano w przypadku zaprawiania nasion *Gliocladium catenulatum* 49 (75,7%), *G. fimbriatum* 151 (74%) i *Bacillus* sp. 131 (73%). Natomiast najmniej siewek (średnio 19,7%) wyrosło w kontroli, tj. bez żadnego zaprawiania (tab. 1).

W obrębie badanych siewek wystąpiły również takie o zahamowanym wzroście oraz wyraźnych plamach na korzeniach i podstawie łodygi. Najwięcej porażonych siewek

obserwowano na poletkach obsianych nasionami zaprawionymi *G. roseum* 246, *G. catenulatum* 49, Zaprawę Oxafun T oraz w kontroli. Średni udział porażonych siewek w wymienionych kombinacjach doświadczenia wynosił odpowiednio 7,7, 6,0, 5,8 oraz 50,7% (tab. 1). Natomiast najmniej porażonych siewek zanotowano w kombinacji z *Bacillus* sp. 131 (2,2%) oraz *Trichoderma viride* 254 (2,5%).

Tabela 1. Liczebność i zdrowotność siewek soi  
Table 1. Number and healthiness of soybean seedlings

Kombinacja doświadczenia Experimental combination	Liczba siewek – Number of seedlings								Średni udział porażonych siewek Mean participation of infected seedlings
	Ogólna liczba siewek Total number of seedlings				Liczba porażonych siewek Number of infected seedlings				
	1999	2000	2001	Średnia Mean	1999	2000	2001	Średnia Mean	
<i>Gliocladium catenulatum</i> 49	55 <sup>c</sup>	86 <sup>cd</sup>	86 <sup>cd</sup>	75,7 <sup>bc</sup>	3 <sup>bc</sup>	2 <sup>ab</sup>	9 <sup>c</sup>	4,6 <sup>b</sup>	6,0 <sup>c</sup>
<i>Gliocladium fimbriatum</i> 151	65 <sup>d</sup>	78 <sup>b</sup>	79 <sup>bc</sup>	74 <sup>bc</sup>	2 <sup>ab</sup>	3 <sup>bc</sup>	2 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	3,1 <sup>ab</sup>
<i>Gliocladium roseum</i> 246	63 <sup>cd</sup>	76 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>	72,3 <sup>b</sup>	4 <sup>bc</sup>	4 <sup>bc</sup>	9 <sup>c</sup>	5,6 <sup>b</sup>	7,7 <sup>c</sup>
<i>Trichoderma harzianum</i> 220	40 <sup>b</sup>	92 <sup>d</sup>	91 <sup>d</sup>	74,3 <sup>bc</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>ab</sup>	2 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma koningii</i> 202	55 <sup>c</sup>	92 <sup>d</sup>	90 <sup>d</sup>	79 <sup>c</sup>	5 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	3,6 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>b</sup>
<i>Trichoderma viride</i> 254	65 <sup>d</sup>	88 <sup>cd</sup>	86 <sup>cd</sup>	79,7 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	4 <sup>ab</sup>	2 <sup>a</sup>	2,5 <sup>ab</sup>
<i>Bacillus</i> sp. 131	43 <sup>b</sup>	90 <sup>d</sup>	86 <sup>cd</sup>	73 <sup>bc</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i> sp. 151	37 <sup>b</sup>	84 <sup>bc</sup>	83 <sup>bc</sup>	68 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	2,9 <sup>ab</sup>
Zaprawa Oxafun T	77 <sup>d</sup>	80 <sup>bc</sup>	80 <sup>bc</sup>	79 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	4 <sup>bc</sup>	9 <sup>c</sup>	4,6 <sup>b</sup>	5,8 <sup>c</sup>
Kontrola Control	11 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	19,7 <sup>a</sup>	4 <sup>bc</sup>	5 <sup>c</sup>	21 <sup>d</sup>	10 <sup>c</sup>	50,7 <sup>d</sup>

Średnie wartości w kolumnach różnią się istotnie (przy  $P \leq 0,05$ ), jeśli nie są oznaczone tą samą literą  
Means in columns differ significantly ( $P \leq 0,05$ ), if they are not marked with the same letter

Podczas drugiej obserwacji, tj. w fazie kwitnienia soi, w poszczególnych kombinacjach doświadczenia zaobserwowano bardzo zbliżoną liczebność roślin oraz niewielki wzrost liczby roślin porażonych (tab. 2). Największy średni udział porażonych roślin w fazie kwitnienia wystąpił na poletkach kontrolnych (średnio 58,5% porażonych roślin). Mniejszy udział porażonych roślin zanotowano na poletkach obsianych nasionami zaprawianymi *G. roseum* 246, *G. catenulatum* 49 oraz zaprawą Oxafun T, a wynosił on odpowiednio 10,1, 8,4 oraz 8,1%. Natomiast najmniejszy udział porażonych roślin soi wystąpił w kombinacjach z zaprawianiem nasion *T. harzianum* 220 (średnio 2,7%), *G. fimbriatum* 151 (3,5%) i *Bacillus* sp. 131 (3,6%) (tab. 2).

Po zbiorze roślin z poszczególnych poletek ustalono wielkość i jakość plonu nasion. Największy plon (średnio 383,7 g) zebrano z roślin soi, gdzie do zaprawiania nasion użyto *Trichoderma viride* 254 oraz *Gliocladium fimbriatum* 151 (381 g), a najmniejszy z roślin kontrolnych (średnio 165,8 g). Dobrym plonowaniem wyróżniały się kombinacje doświadczenia, w których nasiona zaprawiano *Gliocladium catenulatum* 49 i Zaprawą Oxafun T (tab. 3). W plonie zebranym z poszczególnych kombinacji występowały nasiona z brunatnymi plamami na okrywie, a udział ich wahał się średnio od 3,7 do 9,9%. Najmniej nasion porażonych uzyskano z roślin wzrastających na poletkach, na których wysiano nasion soi zaprawione *Bacillus* sp. 131 (średnio 3,7%) i *Pseudomonas* sp. 151 (4,0%). Natomiast największy udział nasion z plamami zanotowano w plonie zebranym z roślin kontrolnych (średnio 9,9%) (tab. 3).

Tabela 2. Liczebność i zdrowotność roślin soi w fazie kwitnienia  
Table 2. Number and healthiness of soybean plants at anthesis

Kombinacja doświadczenia Experimental combination	Liczebność roślin – Number of plants								Średni udział porażonych roślin Mean participation of infected plants
	Ogólna liczba roślin Total number of plants				Liczba porażonych roślin Number of infected plants				
	1999	2000	2001	Średnia Mean	1999	2000	2001	Średnia Mean	
<i>Gliocladium catenulatum</i> 49	55 <sup>c</sup>	84 <sup>bc</sup>	86 <sup>c</sup>	75,0 <sup>bcd</sup>	5 <sup>bc</sup>	5 <sup>bc</sup>	9 <sup>cd</sup>	6,3 <sup>bc</sup>	8,4 <sup>bc</sup>
<i>Gliocladium fimbriatum</i> 151	63 <sup>cd</sup>	78 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	73,3 <sup>bcd</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>ab</sup>	3 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>
<i>Gliocladium roseum</i> 246	61 <sup>cd</sup>	76 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>	71,7 <sup>bc</sup>	6 <sup>c</sup>	5 <sup>bc</sup>	11 <sup>d</sup>	7,3 <sup>c</sup>	10,1 <sup>c</sup>
<i>Trichoderma harzianum</i> 220	38 <sup>b</sup>	92 <sup>c</sup>	91 <sup>d</sup>	73,3 <sup>bcd</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma koningii</i> 202	55 <sup>c</sup>	92 <sup>c</sup>	90 <sup>d</sup>	79 <sup>d</sup>	5 <sup>bc</sup>	2 <sup>a</sup>	6 <sup>bc</sup>	4,3 <sup>ab</sup>	5,4 <sup>ab</sup>
<i>Trichoderma viride</i> 254	65 <sup>d</sup>	88 <sup>c</sup>	86 <sup>cd</sup>	79,6 <sup>d</sup>	3 <sup>ab</sup>	2 <sup>a</sup>	5 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>
<i>Bacillus</i> sp. 131	41 <sup>b</sup>	90 <sup>c</sup>	86 <sup>cd</sup>	72,3 <sup>bc</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	4 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i> sp. 151	36 <sup>b</sup>	84 <sup>bc</sup>	83 <sup>bc</sup>	67,7 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	6 <sup>bc</sup>	3,3 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>
Zaprawa Oxafun T	76 <sup>e</sup>	76 <sup>b</sup>	80 <sup>bc</sup>	77,3 <sup>cd</sup>	2 <sup>a</sup>	7 <sup>c</sup>	10 <sup>d</sup>	6,3 <sup>bc</sup>	8,1 <sup>bc</sup>
Kontrola – Control	10 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	19,3 <sup>a</sup>	5 <sup>bc</sup>	7 <sup>c</sup>	22 <sup>e</sup>	11,3 <sup>d</sup>	58,5 <sup>d</sup>

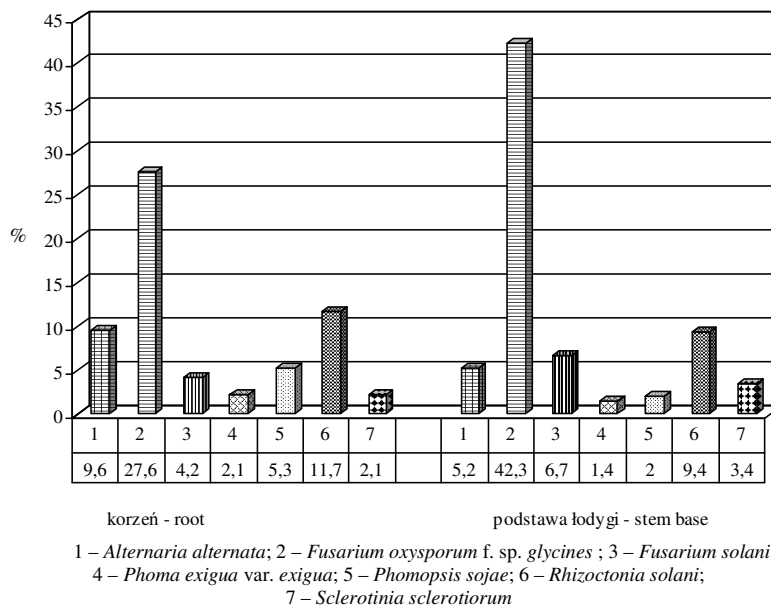
Średnie wartości w kolumnach różnią się istotnie (przy  $P \leq 0,05$ ), jeśli nie są oznaczone tą samą literą  
Means in columns differ significantly ( $P \leq 0.05$ ), if they are not marked with the same letter

Tabela 3. Wielkość i jakość plonu nasion soi  
Table 3. Weight and quality of soybean seeds yield

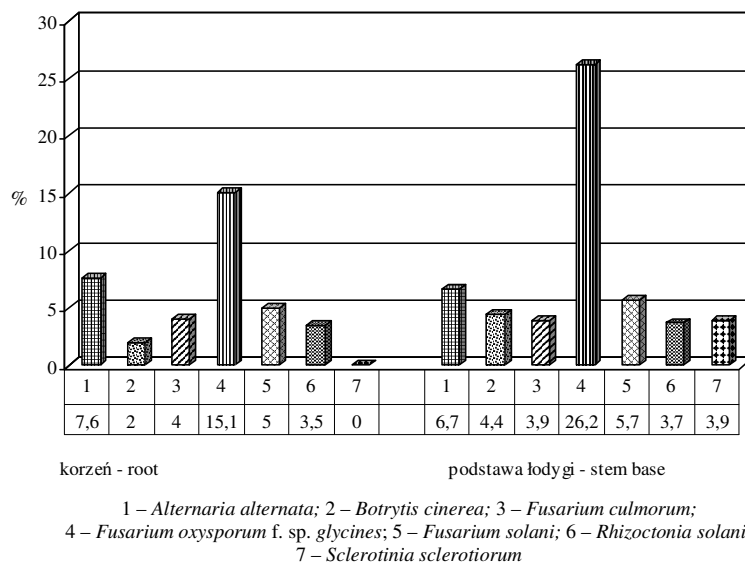
Kombinacja doświadczenia Experimental combination	Plon nasion soi, g Yield of soybean seeds, g				Udział nasion z plamami Participation of seeds with spots			
	1999	2000	2001	Średnia Mean	1999	2000	2001	Średnia Mean
	<i>Gliocladium catenulatum</i> 49	338 <sup>b</sup>	369 <sup>bc</sup>	426 <sup>c</sup>	377,6 <sup>c</sup>	7,8 <sup>cd</sup>	4,0 <sup>a</sup>	5,75 <sup>ab</sup>
<i>Gliocladium fimbriatum</i> 151	495 <sup>cd</sup>	323 <sup>b</sup>	325 <sup>c</sup>	381 <sup>c</sup>	4,8 <sup>a</sup>	6,7 <sup>b</sup>	4,5 <sup>a</sup>	5,3 <sup>ab</sup>
<i>Gliocladium roseum</i> 246	460 <sup>c</sup>	342 <sup>b</sup>	295 <sup>c</sup>	365,7 <sup>bc</sup>	6,0 <sup>bc</sup>	5,2 <sup>ab</sup>	4,1 <sup>a</sup>	5,1 <sup>ab</sup>
<i>Trichoderma harzianum</i> 220	490 <sup>cd</sup>	439 <sup>c</sup>	380 <sup>de</sup>	319,7 <sup>b</sup>	5,2 <sup>bc</sup>	5,25 <sup>ab</sup>	5,7 <sup>ab</sup>	5,4 <sup>ab</sup>
<i>Trichoderma koningii</i> 202	569 <sup>d</sup>	327 <sup>b</sup>	181 <sup>a</sup>	359 <sup>bc</sup>	6,5 <sup>bc</sup>	5,0 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>ab</sup>
<i>Trichoderma viride</i> 254	581 <sup>e</sup>	362 <sup>bc</sup>	208 <sup>b</sup>	383,7 <sup>c</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>a</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	5,0 <sup>ab</sup>
<i>Bacillus</i> sp. 131	493 <sup>c</sup>	342 <sup>b</sup>	186 <sup>a</sup>	340,3 <sup>bc</sup>	1,8 <sup>a</sup>	5,25 <sup>ab</sup>	4 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i> sp. 151	355 <sup>b</sup>	307 <sup>b</sup>	310 <sup>cd</sup>	324 <sup>b</sup>	1,9 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	5,75 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>
Zaprawa Oxafun T	507 <sup>cde</sup>	334 <sup>b</sup>	288 <sup>bc</sup>	376,3 <sup>c</sup>	5,2 <sup>bc</sup>	7,2 <sup>bc</sup>	8,2 <sup>bc</sup>	6,9 <sup>b</sup>
Kontrola – Control	153 <sup>a</sup>	162,5 <sup>a</sup>	180 <sup>a</sup>	165,8 <sup>a</sup>	10 <sup>d</sup>	9,25 <sup>c</sup>	10,5 <sup>c</sup>	9,9 <sup>c</sup>

Średnie wartości w kolumnach różnią się istotnie (przy  $P \leq 0,05$ ), jeśli nie są oznaczone tą samą literą  
Means in columns differ significantly ( $P \leq 0.05$ ), if they are not marked with the same letter

Analiza mikologiczna wykazała, że siewki soi porażone były głównie przez *Alternaria alternata* (14,8% wszystkich izolowanych grzybów), *Fusarium oxysporum* (69,9%) i *Rhizoctonia solani* (21,1%) (rys. 1). Natomiast główną przyczyną wystąpienia objawów chorobowych na roślinach soi w fazie kwitnienia był *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines*. Ponadto z chorych roślin izolowano również *A. alternata* (14,3%), *F. culmorum* (7,9%), *F. solani* (10,7%), *R. solani* (7,2%) oraz *S. sclerotiorum* (3,9%) (rys. 2). Z analizowanych organów roślin soi izolowano także grzyby saprofityczne z rodzajów *Gliocladium*, *Penicillium* i *Trichoderma*.



Rys. 1. Udział poszczególnych grzybów w porażeniu siewek soi  
Fig. 1. Participation of particular fungi in the infection of soybean seedlings



Rys. 2. Udział poszczególnych grzybów w porażeniu roślin soi w fazie kwitnienia  
Fig. 2. Participation of particular fungi in the infection of soybean plants at anthesis

## DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że użycie zarówno bakterii, jak i grzybów antagonistycznych miało korzystny wpływ na wschody, zdrowotność i plonowanie soi. Wykorzystanie pola monokultury soi z naturalnie nagromadzonym materiałem infekcyjnym okazało się właściwym wyborem dla testowania drobnoustrojów antagonistycznych. W takich warunkach ustalono efektywność ochronnego działania poszczególnych mikroorganizmów. Najbardziej skutecznymi w ochronie przed porażeniem kiełkujących nasion oraz korzeni starszych roślin przez grzyby przeżywające w glebie okazały się *Trichoderma harzianum* 220, *T. viride* 254 i *Bacillus* sp. 131. Dobre efekty ochronnego działania wykazywały także *Trichoderma koningii* 202 i *Gliocladium catenulatum* 49.

Znane są liczne przykłady stosowania grzybów z rodzaju *Trichoderma*, a szczególnie *T. harzianum*, *T. viride* i *T. koningii*, do ochrony różnych roślin przed porażeniem przez szerokie spektrum patogenów [Łacicowa i Pięta 1985a, 1985b, 1989, Papavizas 1985, Seasan i in. 1998, Das i Hazarika 2000, Hag i Khan 2000, Kovach i in. 2000, Mesta i Amaresh 2000, Mishra i in. 2000, Kredics i in. 2001, Prasad i Rangeshwaran 2000]. Na podstawie uzyskanych wyników dotyczących liczebności i zdrowotności oraz plonowania roślin można stwierdzić, że gatunki z rodzaju *Gliocladium* okazały się słabszymi antagonistami względem grzybów chorobotwórczych przeżywających w glebie. Taką efektywność antagonistycznego oddziaływania *Trichoderma* spp. i *Gliocladium* spp. ustalili już wcześniej w badaniach *in vitro* i *in vivo* Łacicowa i Pięta [1985a, 1985b, 1989], Papavizas [1985], Tu [1991], Sarmah [1999] i Mc Quilken i in. [2001]. Papavizas [1985] oraz Yan Sihuang i in. [2000] podają, że grzyby z rodzaju *Trichoderma* mają większe uzdolnienia antagonistyczne, są bowiem bardziej tolerancyjne na fungicydy, związki toksyczne, niską temperaturę oraz małą lub dużą wilgotność gleby, aniżeli grzyby z rodzaju *Gliocladium*. Ponadto ich dynamiczny wzrost sprzyja powstawaniu dużej ilości biomasy grzyba i powoduje zagęszczanie antagonisty wokół korzeni. Yan Sihuang i in. [2000] wykazali jeszcze, że *Trichoderma harzianum* szczególnie rozwija się wokół wierzchołka korzenia i zabezpiecza go przed patogenami.

Uzyskane wyniki z prezentowanych badań potwierdziły korzystny wpływ wcześniej ustalonego antagonistycznego oddziaływania bakterii saprofitycznych w ochronie roślin przed grzybami chorobotwórczymi. Fiddman i in. [2000] stwierdzili, że bakteria *Bacillus subtilis* w ochronie sałaty przed *Botrytis cinerea* i *Rhizoctonia solani* dorównywała skuteczności preparatów chemicznych, takich jak Rovral WP i Basilex. Według Książniaka i Kobusa [1993] siderofory wytwarzane przez fluoryzujące *Pseudomonas* miały fungistatyczny i fungicydalny wpływ na grzyby chorobotwórcze w glebie. Badania Manwara i in. [2000] potwierdzają takie działanie sideroforów na rozwój patogenów pszenicy.

Introdukcja drobnoustrojów saprofitycznych o antagonistycznym oddziaływaniu do środowiska glebowego, poprzez zaprawianie nasion, zwiększa znacznie populacje tych mikroorganizmów. Według Metzlera [1991] mały udział antagonistów ogranicza prawdopodobieństwo bezpośredniego ich kontaktu z patogenami, a więc nie hamuje ich wzrostu i rozwoju. Pokrycie nasion materiałem mikrobiologicznym zapewnia dużą ilość jednostek propagacyjnych antagonistów bezpośrednio zabezpieczających kielki i korzenie roślin przed fitopatogenami.

Uwzględniając liczne przykłady biologicznego zwalczania chorób roślin oraz pozytywne wyniki prezentowanych badań, można zalecić bez obawy skażenia środowiska glebowego, stosowanie najskuteczniejszych antagonistów, tj. *Trichoderma harzianum* 220, *T. viride* 254 i *Bacillus* sp. 131 do ochrony, roślin przed grzybami chorobotwórczymi przeżywającymi w glebie.

## PIŚMIENNICTWO

- Ahmed Sid Ahmed, Pérez Sánchez C., Emilia Candela M., 2000. Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annuum*) of *Phytophthora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. Eur. J. Plant Pathol. 106, 9, 817–824.
- Das B. C., Hazarika D. K., 2000. Biological management of sheath blight of rice. Indian Phytopath. 53, 4, 433–435.
- Fiddman P. J., O'Neill T. M., Rossall S., 2000. Screening of bacteria for the suppression of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* on lettuce (*Lactuca sativa*) using leaf disc bioassays. Ann. Appl. Biol. 137, 3, 223–235.
- Hag I, Khan S. M., 2000. Antagonistic reaction of ten fungal isolates from root rot affected cotton plants. Pakistan J. Phytopath. 12, 2, 109–111.
- Kovach J., Petzoldt R., Harman G. E., 2000. Use of Honey Bees and Bumble Bees to Disseminate *Trichoderma harzianum* 1295 – 22 to Strawberries for *Botrytis* Control. Biol. Contr. 18, 235–242.
- Kredics L. D., Dóczy I., Antol Z., Manczinger L., 2000. Effect of heavy metals on growth and extracellular enzyme activities of mycoparasitic *Trichoderma* strains. Bull. Envir. Contamin. Toxic. 66, 2, 249–252.
- Książniak A., Kobus J., 1993. Udział drobnoustrojów ryzosfery pszenicy, jęczmienia i owsa w produkcji sideroforów. Pam. Puł. – Prace IUNG 102, 77–90.
- Łacicowa B., Pięta D., 1985a. Szkodliwość niektórych mikopasożytów dla *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Acta Mycol. XXI, 1, 125–134.
- Łacicowa B., Pięta D., 1985b. Szkodliwość niektórych mikopasożytów dla fitopatogenicznych *Fusarium* spp. Roczn. Nauk Roln. s. E, 15, 1–2, 87–97.
- Łacicowa B., Pięta D., 1989. Szkodliwość grzybów z rodzajów *Trichoderma* i *Gliocladium* dla niektórych patogenów fasoli. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 374, 235–242.
- McQuilken M. P., Gemmell J., Lahdenpera M. L., 2001. *Gliocladium catenulatum* as a potential biological control agent of damping off in bedding plants. J. Phytopath. 149, 3/4, 171–178.
- Manwar A. V., Vaiganker P. D., Bhonge L. S., Chincholkar S. B., 2000. *In vitro* suppression of plant pathogens by siderophores of fluorescent *pseudomonas*. Indian J. Microbiol. 40, 2, 109–112.
- Mesta R. K., Amaresh Y. S., 2000. Biological control of *Sclerotium* wilt of sunflower. Plant Disease Res. 15, 2, 202–203.
- Metzler B., 1991. Application, nutritional factors, population dynamics and detection antagonists. [in:] Beemster A. B. R. i wsp. (eds): Biotic interactions and Soil – Borne diseases, Elsevier, 387–391.
- Mishra R. C., Singh R., Singh H. B., Anupam D., 2000. In situ efficacy of *Trichoderma harzianum* as mycoparasite on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. Tropical Agric. 22, 3, 205–206.
- Oktaba W., 1987. Metody statystyki matematycznej w doświadczeniach. PWN, Warszawa.
- Papavizas G. C., 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopath. 23, 23–54.
- Pięta D., 1988. Mikozy występujące w uprawach fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i podatność różnych odmian na porażenie przez niektóre grzyby. Wyd. AR Lublin, s. Rozpr. Nauk. 111, 1–77.

- Pięta D., Patkowska E., 1997. Stosowanie mikroorganizmów do zwalczania chorobotwórczych grzybów przeżywających w glebie. *Biul. Warzyw*. XL VI, 31–40.
- Prasad R. D., Rangeshwaran R., 2000. Effect of soil application of a granular formulation of *Trichoderma harzianum* on *Rhizoctonia solani* incited seed rot and damping-off of Chickpea. *J. Mycol. Plant Pathol.* 30, 2, 216–220.
- Sarmah D. K., 1999. Combined effect of *Gliocladium virens* and *Bacillus subtilis* on sheath blight of rice. *J. Agric. Sci. Soc. North – East India*, 12, 3, 271–273.
- Seasan T. E., Baicu T., Gogoas C., 1998. Biological control of brown collar rot (*Rhizoctonia solani* Kühn) in annual pulses. *Roman. Agric. Res.* 9/10, 49–53.
- Singh G., Mukhopadhyay A.N., 2000. Biocontrol potential of mutants of *Gliocladium virens* for wilt complex of lentil. *Legume Res.* 23, 2, 133–135.
- Tu J. C., 1991. Comparison of the efficiency of *gliocladium virens* and *Bacillus subtilis* in the control of seed rots and root rots of navy beans. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 56, 2a, 229–234.
- Yan Sinhuang., Wu ShiPing., Lu DeQing., Liu ShiYi., 2000. Effects of triadimefon on competitive rhizosphere colonization of *Trichoderma harzianum*. *Acta Phytopath. Sin.* 30, 3, 266–270.

#### THE INFLUENCE OF THE ANTAGONISTIC FUNGI ON LIMITING OF SOYBEAN INFECTIONS BY THE SOILBORNE PATHOGENIC FUNGI

**Abstract.** The efficiency of protective activities of bacteria and fungi as *Glycine max* seeds dressing against the soilborne pathogenic fungi was evaluated in presented studies.

The microbiological material was prepared from the antagonistic microorganisms strains of *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Gliocladium* spp. and *Trichoderma* spp. The experiment was established in the field with soybean monoculture with infectious material of fungi naturally accumulated in the soil. Protective activities of applied microorganisms were determined on the ground of the number of grown plants, their healthiness and seeds crop quantity and quality. Obtained results showed that *Trichoderma viride* 254, *T. harzianum* 220 and *Bacillus* sp. 131 were the most effective for soybean protection. *Gliocladium roseum* 246, *Gliocladium catenulatum* 49 and Oxafun T Dressing turned out the least effective in their protective activities.

**Key words:** soybean, antagonistic bacteria and fungi, biological control

Danuta Pięta, Elżbieta Patkowska, Alina Pastucha, Monika Bełkot, Katedra Fitopatologii, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin