

KRYSTYNA BOJARCZUK, MARIA RUDAWSKA, KRYSTYNA PRZYBYŁ

Zwalczanie zgorzeli korzeniowej roślin wrzosowatych przy zastosowaniu antagonistycznych grzybów z rodzaju *Trichoderma*¹

Abstract

Bojarczuk K., Rudawska M., Przybył K., 1990. Biological control of root rot disease by use of antagonistic fungi *Trichoderma* spp. *Arbor. Kórnickie*, 36: 97–113.

Medium inoculated with *Trichoderma viride* effectively controlled root rot disease caused by *Phytophthora cinnamomi* and increased the percentage of rooted cuttings under greenhouse conditions. The highest percentage of healthy and rooted cuttings of heaths and heathers was obtained in the medium treated with *T. viride* and the fungicide – Captan (3 g per 10 l of medium). Microcuttings of *Rhododendron* rooted in the highest percentage and formed the strongest rooting systems in the medium treated with the fungus *T. viride* and the fungicide – Benlate (4 g per 10 l of medium). Cuttings rooted in this medium were characterized by the best growth of shoots. Development of *P. cinnamomi* in the rooting media, was examined in the biotest with apple *Malus sylvestris* Mill. 'Golden Delicious'. This experiment revealed significant reduction of the pathogen population in media treated with *T. viride*. The combined treatments of fungicides and *T. viride*, caused almost total mortality of pathogens in the medium, during the first 3 weeks of rooting *Ericaceae* cuttings.

Additional keywords: *Erica*, *Calluna*, *Rhododendrons*, *Trichoderma viride*, *Phytophthora cinnamomi*, fungicidal substances.

Address: K. Bojarczuk, M. Rudawska, K. Przybył, Institute of Dendrology, 62-035 Kórnik, Poland.

WSTĘP

Rośliny wrzosowate są bardzo popularną grupą roślin uprawianych ze względu na wyjątkowe walory ozdobne, a niektóre z nich jak borówki również ze względu na smaczne owoce. Produkcja tych roślin w szkółkach jest bardzo

¹ Praca finansowana w ramach problemu MR II–16, koordynowanego przez Instytut Dendrologii PAN w Kórniku.

wysoka, mimo że w ich rozmnażaniu napotyka się na duże trudności. Wiele bowiem gatunków i odmian roślin wrzosowatych trudno rozmnaża się z sadzonek. Proces ukorzenia sadzonek jest bardzo długi i trwa zwykle 2–3 miesiące. Sadzonki atakowane są podczas ukorzenia przez liczne grzyby z rodzajów *Exobasidium*, *Cercospora*, *Verticillium*, *Armillaria*, *Botrytis*. Szczególnie groźne dla sadzonek są grzyby wywołujące zgorzel korzeniową: *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) Schröter i *P. cinnamomi* Rands, mogące spowodować w ciągu 4 miesięcy uprawy sadzonek, straty sięgające do 70% (Kuske i in., 1983, Świąch, 1980).

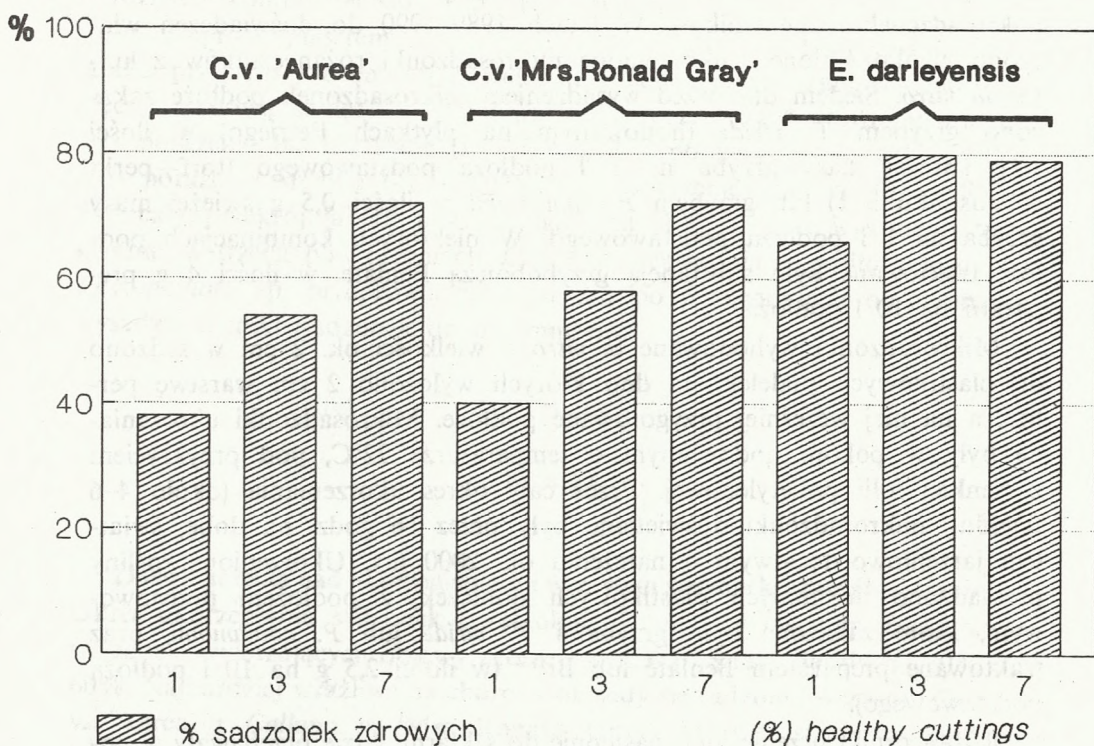
Większość grzybów wywołujących choroby u roślin wrzosowatych skutecznie zwalczą się stosując środki grzybobójcze jak Kaptan, Ridomil, Benlate, Funaben i inne (Laar van de, 1978; Goreau, 1980; Czekalski, 1983). W postępowaniu ochronnym przed wystąpieniem chorób wywołanych przez grzyby z rodzaju *Phytophthora*, rośliny zabezpiecza się preparatem Aliette stosując go w formie oprysków lub do podłoża (Orlikowski i in., 1981, Benson, 1984). Po stwierdzeniu pierwszych objawów chorób systemu korzeniowego można zahamować ich rozwój stosując do podłoża preparat Previcur (Hackländer i in., 1981) lub mieszaninę preparatów, np. Benlate i Fongarid (Świąch i Górska-Poczopko, 1984). W wielu przypadkach dostępne na rynku środki chemiczne w niewystarczający sposób zabezpieczają rośliny przed grzybami z rodzaju *Phytophthora*, zwłaszcza gdy są to nieukorzone sadzonki lub bardzo wrażliwe na infekcje grzybowe rośliny z kultur *in vitro* (Linderman, 1978).

W Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku przeprowadzono badania nad możliwością zastosowania grzyba antagonistycznego *Trichoderma* sp. do walki z groźnymi grzybami wywołującymi zgorzel korzeniową u roślin wrzosowatych. Celem tych badań było opracowanie metody, która przyczyniłaby się do zwiększenia zdrowotności sadzonek, efektywności ukorzenia i polepszenia ich wzrostu.

METODYKA DOŚWIADCZEŃ

Wpływ grzyba *Trichoderma* sp. i substancji grzybobójczych na ukorzenie i wzrost sadzonek wrzosów i wrzośców. Doświadczenia wykonywane były w latach 1984–1990. Badania prowadzono na nieukorzeniowych i ukorzeniowych sadzonkach wrzosów i wrzośców oraz na mikrosadzonkach różaneczników z kultur *in vitro*. W pierwszych doświadczeniach zastosowano dwa gatunki grzybów antagonistycznych: *Trichoderma viride* Pers. (szczep nr 29) i *T. harzianum* Rifai (szczep 33) – opisane w innym artykule (Rudawska i in., 1990), które w postaci spor lub grzybni dodawano do podłoża na 7 dni przed wysadzeniem roślin. Najlepsze wyniki uzyskiwano stosując szczep *T. viride*

w postaci grzybni. Grzyb ten stosowano we wszystkich następnych doświadczeniach. Grzybnię *T. viride* hodowano 7 dni w butlach Roux na pożywce płynnej (Malt Extract Broth – Difco), w ciemności, w temperaturze 18°C. Po przemyciu wodą destylowaną, 300 ml grzybni (10^9 spor/g) dodawano do 6 l podłoża podstawowego (torf+perlit w stosunku 3:1) na 7 dni przed wysadzeniem roślin. Grzybnię *P. cinnamomi* hodowano na płytkach Petriego na tej samej pożywce, zestalanej agarem (0,9%). Po 10 dniach grzybnię zdejmowano z płytek, przemywano wodą destylowaną i podawano w ilości 0,5 g świeżej masy grzybni na 1 litr podłoża podstawowego. W doświadczeniach obok podłoża z grzybami *T. viride* i *P. cinnamomi* zastosowano również podłoże, do którego dodano substancję grzybobójczą – Kaptan, w ilości 1,8g na 6 l podłoża.



Ryc. 1. Wpływ grzyba antagonistycznego *trichoderma viride* i fungicydu Kaptanu na zdrowotność sadzonek wrzosów *Calluna v. 'Aurea'*. Fot. E. Szubert: Z – sadzonki bez objawów chorobowych (podłoże traktowane grzybem *T. viride* i Kaptanem); C – sadzonki z objawami chorobowymi (podłoże kontrolne); M – sadzonki martwe (podłoże traktowane grzybem *Phytophthora cinnamomi*)
 Fig. 1. The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Captan on the survival of *Calluna v. 'Aurea'* cuttings: Z – cuttings without disease symptoms (medium treated with *T. viride* and Captan); C – cuttings with disease symptoms (control medium); M – dead cuttings (medium inoculated with *Phytophthora cinnamomi*)

Ukorzone i nieukorzone sadzonki wrzosów i wrzośców wysadzano do wcześniej przygotowanego podłoża, w plastikowe doniczki. Doświadczenia wykonywane były w szklarni, w tzw. mnożarce na parapetach przykrytych cienką folią polietylenową. Temperaturę w szklarni starano się utrzymać w granicach 20–24°C. W dni słoneczne w celu obniżenia temperatury, szklarnię cieniowano i silnie zalewano wodą. Sadzonki wietrzono i zraszano wodą w miarę potrzeb, tak by utrzymać równomierną wilgotność podłoża. Doświadczenia zakładane były metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach po 20–40 sadzonek. Po około 2 miesiącach przeprowadzono obliczenia liczby sadzonek z objawami chorobowymi oraz sadzonek ukorzonych bez objawów chorobowych (ryc. 1).

Wpływ grzyba *T. viride* i substancji grzybobójczych na ukorzenie mikrosadzonek różaneczników. W latach 1989–1990 do doświadczeń włączono nieukorzone i ukorzone mikrosadzonki różaneczników z kultur *in vitro*. Siedem dni przed wysadzeniem mikrosadzonek podłoże zakażono grzybem *T. viride* (hodowanym na płytkach Petriego) w ilości 1 g świeżej masy grzyba na 1 l podłoża podstawowego (torf+perlit w stosunku 3:1) lub grzybem *P. cinnamomi* w ilości 0,5 g świeżej masy grzyba na 1 l podłoża podstawowego. W niektórych kombinacjach podłoże traktowane było substancją grzybobójczą Benlate, w ilości 4 g preparatu na 10 l podłoża.

Mikrosadzonki wyhodowane *in vitro* o wielkości ok. 2 cm wysadzono do plastikowych pudełek, na dno których wyłożono 2 cm warstwę perlitu, a na niej wcześniej przygotowane podłoże. Mikrosadzonki ukorzane były w pokoju hodowlanym o temperaturze 22°C, pod przykryciem z cienkiej folii polietylenowej. Przez cały okres ukorzenia (około 4–6 tygodni) mikrosadzonki doświetlane były przez 16 godz. na dobę, światłem jarzeniowo-rtęciowym o natężeniu ok. 2000 lux. Ukorzone rośliny przesadzono do małych plastikowych doniczek, z podłożem podstawowym, które zakażone było grzybami *T. viride* lub *P. cinnamomi*, oraz traktowane preparatem Benlate lub BiP² (w ilości 2,5 g na 10 l podłoża podstawowego).

Różaneczniki przeniesiono następnie do szklarni, gdzie przebywały w podobnych warunkach jak sadzonki wrzosów i wrzośców. Doświadczenia z mikrosadzonkami różaneczników zakładane były metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach po 10–20 sadzonek na poletku. Po czterech tygod-

² BiP jest preparatem, zawierającym szczep grzyba *T. viride*, produkowanym przez Przedsiębiorstw Przemysłu Rolnego w Wałczu.

niach przeprowadzono pomiary liczby ukorzenionych sadzonek, stopnia ich ukorzenienia w skali 1–5 oraz długości pędów.

Wyniki uzyskane z doświadczeń poddano statystycznej analizie wariancji. Przy badaniu różnic pomiędzy poszczególnymi kombinacjami zastosowano nowy wielokrotny test rozstępu Duncana dla 5% wartości granicznych.

Kontrola obecności grzyba *Phytophthora* sp. w podłożu stosowanym do ukorzeniania mikrosadzonek różaneczników. W trakcie ukorzeniania mikrosadzonek sprawdzano obecność w podłożu żywej grzybni *Phytophthora* sp., stosując test z jabłkiem *M. sylvestris* Mill. odmiany 'Golden Delicious' (Pratt i in., 1976). W tym celu w jabłkach wycięto korkoborem otwory o przekroju 0,8 cm. W otworach umieszczono porcję podłoża (4 cm³) z różnych kombinacji doświadczenia, zwilżono wodą destylowaną, a otwory zalepiono plastrem. Po pięciu dniach inkubacji w temperaturze 25°C jabłka przecięto i oceniono powierzchnię zbitej, suchej zgnilizny, stosując pięciostopniową skalę: 0 – brak porażenia przez grzyb *Phytophthora* sp., 1 – porażenie bardzo słabe (1 – 20%), 2 – porażenie słabe (21 – 40%), 3 – porażenie średnie (41 – 60%), 4 – porażenie znaczne (61 – 80%), 5 – cały przekrój jabłka pokryty zgnilizną (100%). Test wykonano trzykrotnie, w trzech powtórzeniach. Ocenę występowania w podłożach grzyba *Phytophthora* sp. przeprowadzano po 2 i po 6 tygodniach od momentu wysadzenia mikrosadzonek do pojemników.

WYNIKI

Doświadczenia nad ukorzenianiem i wzrostem sadzonek wrzosów i wrzośców.

Okres ukorzeniania sadzonek trwał około 2 miesiące i w tym czasie wiele sadzonek, wykazujących objawy zgorzeli wymarło. Straty sięgały od 30% do 60%. Najbardziej wrażliwe na choroby okazały się sadzonki wrzosów *Calluna* v. 'Aurea' i *Calluna* v. 'Mrs Ronald Gray', których straty w podłożu kontrolnym wynosiły około 60% (tabela 1). Podobny procent chorych sadzonek wrzośca *Erica darleyensis* uzyskano w podłożu zakażonym grzybem *P. cinnamomi*. Dodanie do podłoża grzyba antagonistycznego *T. viride* wpłynęło na zmniejszenie liczby chorych sadzonek i wzrost procentu ukorzeniania, bowiem sadzonki bez objawów chorobowych ukorzeniły się w 100%. Sadzonki ukorzeniane w podłożu zakażonym grzybami *Trichoderma* sp. i *Phytophthora* sp. ukorzeniły się podobnie, jak w podłożu zawierającym grzyb *Trichoderma*

sp. Dodanie środka grzybobójczego do podłoża zmniejszyło liczbę chorych sadzonek wrzosów i wpłynęło również na zwiększenie, w stosunku do kontroli, liczby ukorzenionych sadzonek w podłożu zakażonym grzybem *Phytophthora* sp. (tabela 1). Najmniejszą liczbę chorych sadzonek wrzosów i wrzośców oraz najwyższy procent ukorzenionych sadzonek uzyskano w podłożu zakażonym grzybem *T. viride* i traktowanym Kaptanem (ryc. 2).

Największą liczbę zdrowych sadzonek wrzosów *Calluna* v. 'Aurea', które po ukorzenieniu przesadzono do doniczek, uzyskano w podłożu, do którego dodano grzyb *T. viride*. Nie stwierdzono natomiast wpływu grzyba antagonistycznego *T. viride* na zdrowotność ukorzenionych sadzonek wrzośców *Erica* v. 'Holden Pink' (ryc. 3).



Ryc. 2. Wpływ grzyba antagonistycznego *Trichoderma viride* i fungicydu Kaptanu na zapobieganie rozwojowi zgorzeli korzeniowej w trakcie ukorzeniania sadzonek wrzosów i wrzośców (*Calluna* i *Erica*): 1 – kontrola – podłoże nie traktowane; 3 – podłoże traktowane grzybem *T. viride*; 7 – podłoże traktowane grzybem *T. viride* i Kaptanem

Fig. 2. The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Captan on the percentage of root diseased plants during rooting of *Calluna* and *Erica* cuttings: 1 – control – nontreated medium; 3 – medium treated with *T. viride*; 7 – medium treated with *T. viride* and Captan

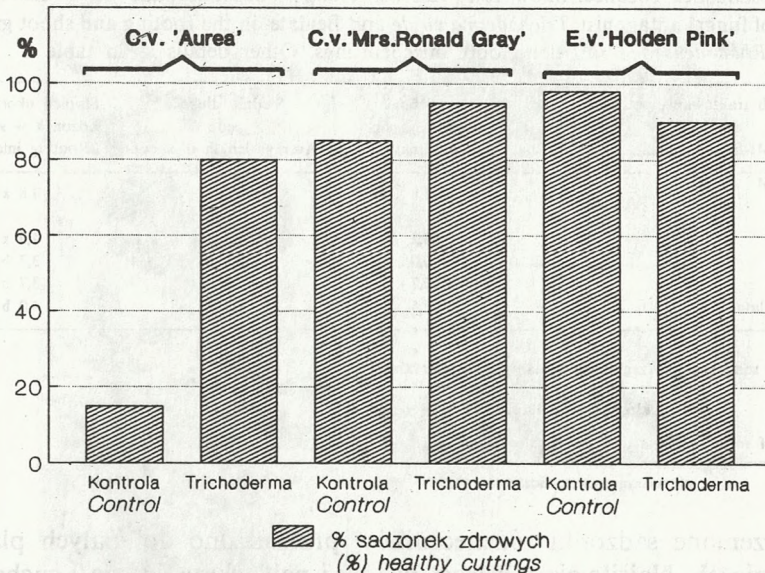
Tabela 1

Wpływ grzyba anatonagistycznego *Trichoderma viride* i fungicydu Kaptanu na zapobieganie rozwojowi zgorzeli korzeniowej w trakcie ukorzenia sadzonek wrzosów i wrzośców (*Calluna* i *Erica*). Sadzonki ukorzeniane były w podłożu torf+perlit (3:1), do którego dodawano grzyby *T. viride* i *Phytophthora cinnamomi* oraz Kaptan

The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Captan on the percentage of root rot diseased plants during rooting of *Calluna* and *Erica* cuttings. Cuttings were planted in a mixture of peat and perlite (3:1), to which *Phytophthora cinnamomi*, *T. viride* and also Captan in different combinations were added

Trakowanie podłoża Medium treatment	% chorych sadzonek – diseased cuttings (%)		
	<i>Calluna</i> v. 'Aurea'	<i>Calluna</i> v. 'Mrs R. Gray'	<i>Erica</i> <i>darleyensis</i>
1. Kontrola Control	62 c	60 d	34 cd
2. <i>P. cinnamomi</i>	64 c	54 d	59 e
3. <i>T. viride</i>	46 d	42 c	20 a
4. <i>P. cinnamomi</i> + <i>T. viride</i>	42 cd	42 c	18 a
5. Kaptan Captan	36 bc	36 bc	28 bc
6. Kaptan – Captan + <i>P. cinnamomi</i>	48 d	40 c	28 bc
7. Kaptan – Captan + <i>T. viride</i>	28 ab	28 b	21 ab
8. Kaptan – Captan + <i>P. cinnamomi</i> + <i>T. viride</i>	20 a	14 a	40 d

* Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą statystycznie (P=0,05).
* Values marked by the same letter do not differ from each other statistically (P=0,05).



Ryc. 3. Wpływ grzyba antagonistycznego *Trichoderma viride* na zapobieganie rozwojowi zgorzeli korzeniowej na ukorzenionych sadzonkach wrzosów i wrzośców (*Calluna* i *Erica*): K – kontrola – podłoże nie traktowane; T – podłoże traktowane grzybem *T. viride*

Fig. 3. The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Captan on the percentage of root rot disease on rooted *Calluna* and *Erica* cuttings: K – control-nontreated medium; T – medium treated with *T. viride*

Doświadczenia nad ukorzeniem i wzrostem mikrosadzonek różaneczników *Rhododendron* sp., z kultur *in vitro*. Sadzonki uzyskane z kultur *in vitro* ukorzeniane były w podłożu niesterylnym w mieszaninie torfu i perlitu, w stosunku 3:1. Najwyższy procent ukorzenionych sadzonek uzyskano w podłożu zakażonym grzybem *T. viride*. Sadzonki te wytworzyły również silny system korzeniowy (tabela 2 i 3). Dodanie do podłoża substancji grzybobójczej – Benlate zwiększyło liczbę ukorzenionych sadzonek *Rh.* ‘Boursault’, natomiast nie miało wpływu na procent ukorzenia się sadzonek *Rh.* ‘Van der Hoop’. Zastosowanie Benlate do podłoża wpłynęło na zwiększenie, w porównaniu z kontrolą, systemu korzeniowego mikrosadzonek obu odmian różaneczników (tabela 2 i 3). Najlepsze wyniki ukorzenia mikrosadzonek uzyskano w podłożu traktowanym zarówno grzybem *T. viride*, jak i substancją grzybobójczą Benlate. Sadzonki w tym podłożu wytworzyły silny system korzeniowy, oraz charakteryzowały się intensywnym wzrostem pędów (ryc. 4). Dodanie do tego podłoża grzyba *P. cinnamomi* nie miało ujemnego wpływu na ukorzenie i wzrost różaneczników *Rh.* ‘Boursault’ (tabela 3).

Tabela 2

Wpływ grzyba antagonistycznego *Trichoderma viride* i fungicydu Benlate na ukorzenie i wzrost mikrosadzonek różaneczników *Rh.* ‘Van der Hoop’. Pozostałe dane jak w tabeli 1

The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Benlate on the rooting and shoot growth of *Rhododendron* ‘Van der Hoop’ microcuttings. Other details as in table 1

Sposób traktowania podłoża Medium treatment	% sadzonek ukorzenionych % rooted cuttings	Średnia długość pędu Average length of shoot	Stopień ukorzenia sadzonek w skali 1–5 Rooting intensity*
Kontrola Control	71,8	2,9 b	1,8 a
<i>P. cinnamomi</i>	68,2	1,9 a	1,9 a
<i>T. viride</i>	100,0	3,8 b	3,7 b
Benlate	72,7	3,3 b	3,7 b
<i>T. viride</i> + Benlate	95,5	6,7 c	4,0 b

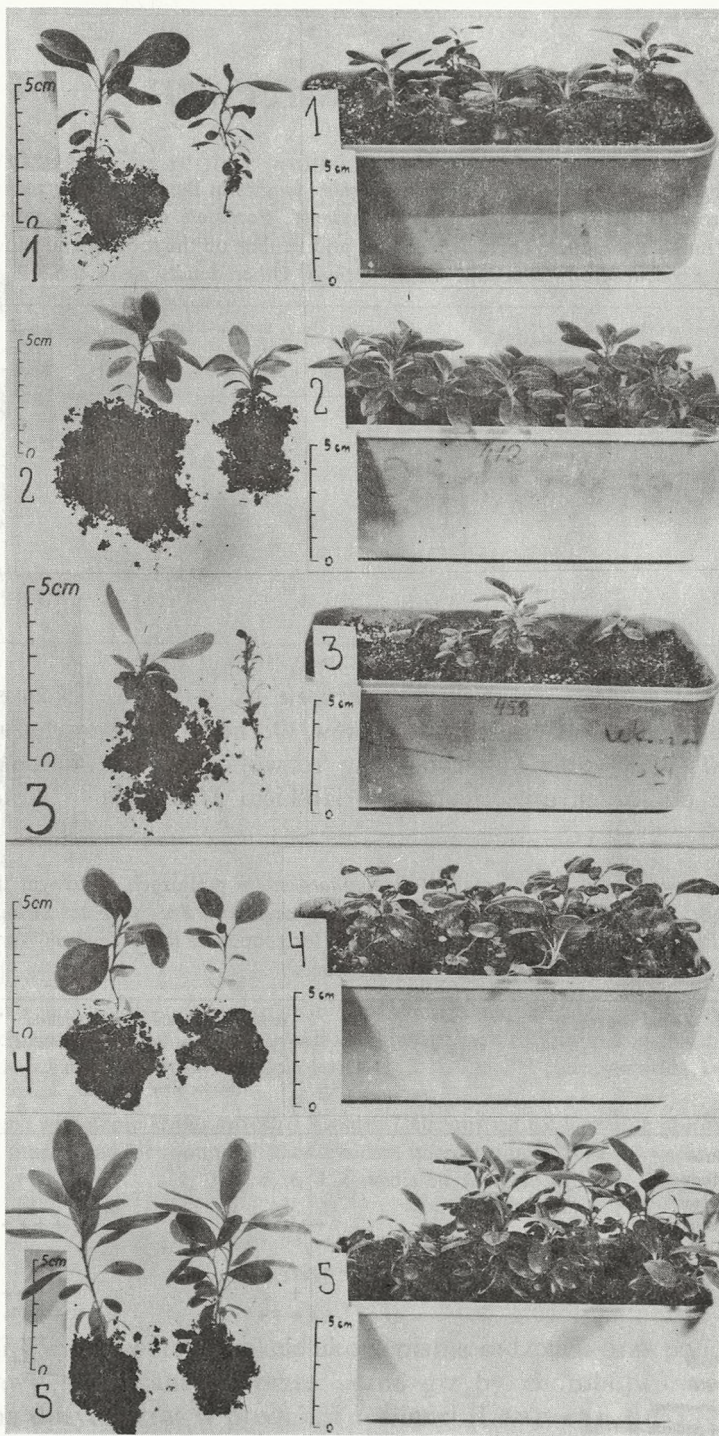
* $\frac{\text{(liczba sadzonek ukorzenionych w danej klasie} \times \text{nr klasy)}}{\text{liczba sadzonek w powtórzeniu}}$

* $\frac{\text{(No. of rotted cuttings in a given class} \times \text{class no.)}}{\text{No. of cuttings per replicate}}$

* $\frac{\text{(No. of rotted cuttings in a given class} \times \text{class no.)}}{\text{No. of cuttings per replicate}}$

No. of cuttings per replicate

Ukorzone sadzonki różaneczników przesadzono do małych plastikowych doniczek. Najsilniejszy wzrost pędów i największą świeżą i suchą masę korzeni i pędów ukorzenionych sadzonek uzyskano w podłożu traktowanym *T. viride* i Benlate oraz w podłożu z preparatem BiP. Nie uzyskano jednak statystycznie istotnych różnic między poszczególnymi kombinacjami doświadczenia.



Ryc. 4. Wpływ grzyba antagonistycznego *Trichoderma viride* i fungicydu Benlate na ukorzenianie i wzrost mikrosadzonek różaneczników: 1 – kontrola (podłoże nie traktowane); 2 – podłoże traktowane grzybem *T. viride*; 3 – podłoże zakażone grzybem *Phytophthora cinnamomi*; 4 – podłoże traktowane Benlate; 5 – podłoże traktowane grzybem *T. viride* i Benlate (fot. E. Szubert)

Fig. 4. The influence of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Benlate on the rooting and shoots growth of *Rhododendron* 'Van der Hoop' microcuttings: 1 – control – nontreated medium; 2 – medium treated with *T. viride*; 3 – medium inoculated by *Phytophthora cinnamomi*; 4 – medium treated with Benlate; 5 – medium treated with *T. viride* and Benlate

Tabela 3

Wpływ grzyba antagonistycznego *Trichoderma viride* i fungicydu Benlate na ukorzenie i wzrost mikrosadzonek różaneczników *Rh.* 'Boursault'. Pozostałe dane jak w tabeli 2

The effect of fungal antagonist *Trichoderma viride* and Benlate on the rooting and shoot growth of *Rhododendron* 'Boursault' microcuttings. Other details as in table 2

Sposób traktowania podłoża Medium treatment	% sadzonek ukorzenionych % rooted cuttings	Średnia długość pędu Average length of shoot	Stopień ukorzenia sadzonek Rooting intensity
Kontrola Control	70	1,4 a	2,9 a
<i>P. cinnamomi</i>	100	3,4 b	3,7 b
<i>T. viride</i>	100	4,0 bc	4,1 c
Benlate	90	3,5 b	3,5 b
<i>T. viride</i>	95	3,3 b	3,4 b
+ Benlate			
<i>T. viride</i>	100	4,7 c	4,8 d
+ <i>P. cinnamomi</i>			
+ Benlate			

Kontrola obecności grzyba *Phytophthora* sp. w podłożu stosowanym do ukorzenia mikrosadzonek różaneczników. Ocena wpływu grzyba antagonistycznego *T. viride* oraz fungicydów na rozwój populacji *Phytophthora* sp. w różnych podłożach umożliwił test z jabłkiem *M. sylvestris* 'Golden Deli-

Tabela 4

Ocena* występowania obecności grzyba *Phytophthora* sp. w podłożach o różnym traktowaniu, podczas ukorzenia mikrosadzonek różaneczników *Rh.* 'Van der Hoop'

Biotest* for *Phytophthora* sp. in different media used for rooting of *Rhododendron* 'Van der Hoop' microcuttings

Rodzaj podłoża Medium	Termin pobierania próbek podłoża (w tygodniach od dnia sadzonkowania) Time of sample collecting (weeks after planting)	2	6
Kontrola – Control			
1. Podłoże sterylizowane Sterilized medium		-	-
2. Podłoże niesterylizowane Non-sterilized medium		++++	+++++
Podłoża traktowane – treatment			
3. <i>T. viride</i>		+	+++
4. <i>P. cinnamomi</i>		+++++	+++++
5. Benlate		++	+++
6. Benlate + <i>T. viride</i>		-	++
7. Benlate + <i>T. viride</i>		+	++
+ <i>P. cinnamomi</i>			
8. <i>P. cinnamomi</i> + podłoże sterylne <i>P. cinnamomi</i> + sterile medium		+++	++++

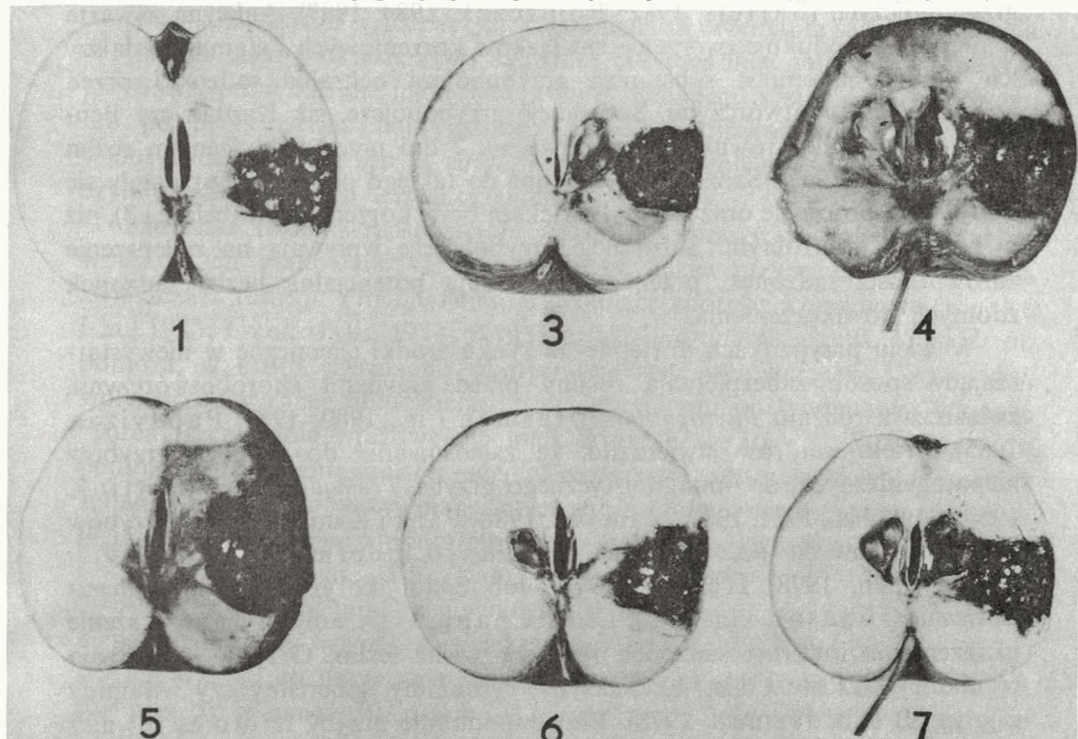
- Brak objawów zgnilizny, + - 1-20% zgnilizny, ++ - 21-40%, +++ - 41-60%, ++++ - 61-80%, +++++ - 80-100%.

- Without rot, + - 1-20% of the apple roted, ++ - 21-40%, +++ - 41-60%, ++++ - 61-80%, +++++ - 81-100%.

* Rozwój suchej zgnilizny spowodowanej przez *Phytophthora* sp. na jabłku *Malus sylvestris* Mill. 'Golden Delicious'.

* Development of dry rot caused by *Phytophthora* sp. on *Malus sylvestris* Mill. 'Golden Delicious' fruits.

cious'. Wykazano, że próbki podłoża, do którego uprzednio wprowadzono grzybnie *T. viride*, wykazują najslabsze porażenie przez patogen, co wskazuje na znaczne obniżenie jego populacji w tych podłożach (tabela 4, ryc. 5)



Ryc. 5. Test z jabłkiem *Malus sylvestris* 'Golden Delicious' na obecność grzyba *Phytophthora* sp. w podłożach zastosowanych do ukorzeniania mikrosadzonek różaneczników. Ocena przeprowadzona po dwóch tygodniach od sadzonkowania (1, 3, 4, 5, 6, 7 – rodzaj podłoża, oznaczenia jak w tabeli 4)

Fig. 5. Biotest with apple *Malus sylvestris* 'Golden Delicious' on the incidence of *Phytophthora* sp. in different media used for rooting of *Rhododendron* microcuttings. (Tested 2 weeks after planting. 1, 3, 4, 5, 6, 7 – media as in table 4)

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Rośliny wrzosowate w trakcie ukorzeniania sadzonek oraz podczas dalszej ich uprawy atakowane są przez liczne grzyby chorobotwórcze, które są przyczyną dużych strat w produkcji roślinnej (Laar van de, 1978; Kuske, i in., 1983). Przed wystąpieniem infekcji grzybowej można zabezpieczyć sadzonki, stosując przemienne opryski środkami grzybobójczymi jak Kaptan, Benlate, Topsin, Ridomil, Aliette, Previcur, Fongarid (Orlikowski, 1981; Hackländer i in., 1981; Świąch i Górska-Poczopko, 1984). Bardzo

dobre efekty ukorzenia i wzrostu sadzonek uzyskano stosując środki grzybobójcze do preparatów stymulujących ukorzenie sadzonek. Preparaty te, zwykle talkowe, zawierały obok auksyn również jeden lub kilka środków grzybobójczych (Bärtels, 1982; Bojarczuk, 1984, 1987). Auksyna zawarta w preparacie indukuje tworzenie zawiązków korzeniowych i stymuluje dalszy ich wzrost, natomiast substancja grzybobójcza ochrania sadzonki przed grzybami chorobotwórczymi. Substancje grzybobójcze, jak Kaptan czy Benlate, można dodać również do podłoża, na 7 dni przed wysadzeniem roślin (Bojarczuk, 1987). Sadzonki wysadzone do takiego podłoża ukorzeniały się w wyższym procencie oraz tworzyły większą bryłę korzeniową (tabela 2 i 3), niż w podłożu kontrolnym. Substancje grzybobójcze wpływają na polepszenie zdrowotności sadzonek, przez co zwiększają potencjalną liczbę sadzonek zdolnych do ukorzenia.

W wielu przypadkach dostępne na rynku środki chemiczne w niewystarczający sposób zabezpieczają rośliny przed grzybami chorobotwórczymi, zwłaszcza z rodzaju *Phytophthora* (Harman i in., 1980; 1981, Papavizas, 1985). Wielu autorów stwierdziło, że zastosowanie do podłoża grzybów niepatogenicznych, np. antagonistycznego grzyba *Trichoderma* sp. (Rattink, 1989; Elad i in., 1981, 1982; Nam i in., 1988; Park i Kim, 1989), czy grzybów ektomikoryzowych np. *Pisolithus tinctorius* (Linderman i Gall, 1977; Linderman, 1978; Holden, 1978), lub endomikoryzowych jak *Glomus fasciculus* (Johnson i in., 1980; Lin i Chang, 1987) wpływa na zwiększenie ukorzenia i wzrost sadzonek i siewek wielu roślin. Grzyby wytwarzają regulatory wzrostu takie, jak auksyny, cytokininy, gibereliny czy witaminy z grupy B (Linderman, 1978). Prawdopodobnie grzyby te tworzą również kofaktory ukorzenia, np. związki fenolowe, które kontrolują równowagę hormonalną w roślinie, dzięki czemu zwiększa się w sadzonkach poziom endogennej auksyny. Związki wytwarzane przez grzyby mogą więc stymulować tworzenie się zawiązków korzeniowych u sadzonek.

Zastosowany w doświadczeniach grzyb *T. viride* wpłynął na zwiększenie ukorzenia się sadzonek różaneczników oraz wrzosów i wrzośców (ryc. 2, tabela 2 i 3). Mikrosadzonki różaneczników ukorzone w podłożu inokulowanym *T. viride* wytworzyły w porównaniu z kontrolą, silniejszy system korzeniowy oraz charakteryzowały się intensywniejszym wzrostem pędów (tabela 2, 3).

Grzyb *T. viride* między innymi poprzez produkcję antybiotyków jest silnym antagonistą grzybów patogenicznych np. *P. cinnamomi* (Rudawska i in., 1990). Zastosowany do podłoża może spełniać również rolę ochronną, przyczyniając się do zdrowotności sadzonek, a przez to do lepszego ich ukorzenia. Sadzonki roślin wrzosowatych ukorzeniane zwykle jesienią, są szczególnie narażone na infekcje grzybowe. W przeprowadzonych doświadczeniach sadzonki wrzosów i wrzośców ukorzeniane w podłożu inokulowanym grzybem *T.*

viride charakteryzowały się, w porównaniu z kontrolą, mniejszą liczbą chorych sadzonek (tabela 1). Przeprowadzony biotest z jabłkiem wykazał, że grzyb *T. viride* wprowadzony do podłoża obniża populację grzyba patogenicznego *P. cinnamomi*, zwłaszcza w pierwszych tygodniach ukorzeniania sadzonek (tabela 4, ryc. 5), a więc w okresie kiedy sadzonki są szczególnie narażone na infekcje grzybowe, ponieważ nie mają jeszcze wykształconego systemu korzeniowego lub po przesadzeniu mają korzenie częściowo uszkodzone. Zastosowany w doświadczeniach grzyb *T. viride*, zwiększając zdrowotność sadzonek, przyczynił się do lepszego ich ukorzenienia.

Sadzonki roślin wrzosowatych w trakcie uprawy w pojemnikach czy w szkółkach atakowane są również przez liczne grzyby chorobotwórcze, zwłaszcza z rodzaju *Phytophthora*, wywołujące choroby korzeniowe (Kuske i in., 1983; Czekalski, 1983; Benson, 1984). Dodanie grzyba *T. viride* do podłoża, w które wysadzono ukorzenione sadzonki wrzosów i wrzośców, wpłynęło na wyraźne zmniejszenie liczby chorych sadzonek odmiany *Calluna v. 'Aurea'*, szczególnie wrażliwej na infekcje grzybowe (ryc. 2). Stosowanie do podłoża grzyba antagonistycznego *Trichoderma* sp. powodowało również zahamowanie choroby wywołanej przez grzyb *Phytophthora* sp. oraz intensywniejszy, w porównaniu z podłożem nie traktowanym, wzrost roślin w szklarni i w szkółce (Jee i in., 1988; Kim, 1989).

Autorzy licznych publikacji wykazali, że zastosowanie do podłoża grzybów niepatogenicznych wpływa na zwiększenie zdrowotności roślin oraz na silniejszy ich wzrost, co przyczynia się do poprawy jakości i wielkości produkcji roślinnej. W rozmnażaniu drzew i krzewów szczególnie przydatne okazały się grzyby mikoryzowe, które zwiększają pobieranie składników pokarmowych z podłoża, powodując lepsze ukorzenianie się sadzonek oraz 2–3 krotnie silniejszy, w porównaniu z kontrolą, wzrost roślin (Kormanik i in., 1977; Maronek i Hendrix, 1978; Maronek i in., 1980; Johnson i in., 1980; Linderman, 1981; Dolmans i Looman, 1987; Verkade i in., 1988). Zastosowanie grzyba *Trichoderma* sp., antagonistycznego w stosunku do grzybów patogenicznych rozwijających się w podłożu, jak *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp. czy *Phytophthora* sp., wzmacnia zdrowotność sadzonek (Kelley, 1976; Grinstein i in., 1979; Chet i in., 1979; Levis i Papavizas, 1985). Grzyb *Trichoderma* sp. okazał się tolerancyjny w stosunku do niektórych środków grzybobójczych, jak bromek metylu, Kaptan i Benlate (Elad i in., 1980; Papavizas i in., 1982; Strashinow i in., 1985). Może więc być stosowany do walki z chorobami grzybowymi łącznie z fungicydami. Ekspansywnie rosnący grzyb *T. viride* prawdopodobnie nie dopuszcza do rozwoju grzybów chorobotwórczych. Jednocześnie, jak wykazały prowadzone badania (Rudańska, i in., 1990), wytworzone przez ten grzyb antybiotyki przyspieszają starzenie się, a następnie degradację grzybni *Phytophthora* sp., przez

co hamują rozwój choroby. W przeprowadzonych doświadczeniach grzyb *T. viride* wpłynął nie tylko na ukorzenie sadzonek, ale również na silny wzrost pędów (tabela 2 i 3, ryc. 3). W doświadczeniach stwierdzono również współdziałanie grzyba antagonistycznego *T. viride* z preparatami grzybobójczymi, jak Kaptan czy Benlate, w zwalczaniu grzybów wywołujących zgorzel korzeniową na sadzonkach roślin wrzosowatych (tabela 1, 2 i 3).

Grzyby niepatogeniczne wprowadzone do podłoża zabezpieczają rośliny przed chorobami systemu korzeniowego, wpływają na lepsze ukorzenie sadzonek oraz na silniejszy ich wzrost. Grzyb *T. viride* powinien przyczynić się do zwiększenia skuteczności biologicznego zwalczania chorób grzybowych u roślin wrzosowatych i być może ograniczy stosowanie substancji chemicznych w produkcji roślinnej.

STRESZCZENIE

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że sadzonki wrzosów, wrzośców i mikrosadzonki różaneczników z kultur *in vitro* najlepiej ukorzeniają się w podłożu zakażonym grzybem *Trichoderma viride*. Najwyższy procent zdrowych i ukorzenionych sadzonek wrzosów i wrzośców uzyskano w podłożu traktowanym *T. viride* i substancją grzybobójczą – Kaptan (w ilości 3 g na 10 l podłoża). Mikrosadzonki różaneczników ukorzeniły się w najwyższym procencie i wytworzyły najsilniejszy system korzeniowy w podłożu traktowanym *T. viride* i substancją grzybobójczą – Benlate (w ilości 4 g na 10 l podłoża). Sadzonki ukorzeniane w tym podłożu charakteryzowały się równocześnie najsilniejszym wzrostem pędów. Stopień zakażenia podłoża grzybami patogenicznymi w trakcie ukorzenia sadzonek, badany za pomocą testu z jabłkiem *Malus sylvestris* 'Golden Delicious', okazał się najniższy w podłożu zakażonym grzybem antagonistycznym *T. viride*. Równoczesne zastosowanie fungicydów i grzyba *T. viride* powoduje niemal całkowite zlikwidowanie patogenów wywołujących zgniliznę korzeniową, podczas pierwszych trzech tygodni ukorzenia sadzonek roślin wrzosowatych.

LITERATURA

- Bärtels A., 1982. Rozmnażanie drzew i krzewów ozdobnych. PWRiL Warszawa.
- Benson D. M., 1984. New fungicides offer protection against Phytophthora root rot. American Nurseryman, 159 (2): 101–102.
- Bojarczuk K., 1984. Wpływ czynników zewnętrznych oraz niektórych związków chemicznych na ukorzenie się sadzonek różaneczników. Arbor. Kórnickie, 29: 143–169.
- Bojarczuk K., 1987. Rozmnażanie wrzosów i wrzośców z sadzonek z zastosowaniem różnych czynników stymulujących ukorzenie. Arbor. Kórnickie, 32: 93–112.

- Chet I., Hadar Y., Elad Y., Katan J., Henis Y., 1979. Biological control of soil-borne plant pathogens by *Trichoderma harzianum*. Soil-Borne Plant Pathology, wyd. B. Schippers and W. Gams, London, Academic Press., 51: 585-591.
- Czekalski M., 1983. Różaneczniki. PWRiL Warszawa.
- Dolmans N. G. M., Looman B. H. M., 1987. Mycorrhiza's in de boomteelt. Boomteelt Praktijkonderzoek, Jaarverslag: 47-49.
- Elad Y., Chet I., Katan J., 1980. *Trichoderma harzianum*: A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolsfii* and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 70, 2: 119-121.
- Elad Y., Chet I., Henis Y., 1981. Biological control of *Rhizoctonia solani* in strawberry fields by *Trichoderma harzianum*. Plant and Soil, 60: 245-254.
- Elad Y., Hadar Y., Chet I., Henis Y., 1982. Prevention with *Trichoderma harzianum* Rifai aggr., of reinfestation by *Sclerotium rolsfii* Sacc. and *Rhizoctonia solani* Kühn of soil fumigated with methyl bromide, and improvement of disease control in tomatoes and peanuts. Crop Protection, 1 (2): 199-211.
- Goreau T., 1980. Rhododendron propagation. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 30: 532-537.
- Grinstein A., Elad Y., Katan J., Chet I., 1979. Control of *Sclerotium rolsfii* by means of a herbicide and *Trichoderma harzianum*. Plant Disease Reporter, 69, 10: 823-826.
- Hackländer H., Schering A. G., Sanftleben H., 1981. Phytophthora tauchen statt gießen. Mehrjährige Erfahrungen mit Tauchbehandlungen von *Chamaecyparis* gegen den Erreger der Welkekrankheit *Phytophthora cinnamomi*. Deutsche Baumschule, 12: 524-525.
- Harman G. E., Chet I., Baker R., 1980. *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in Redish and Pea by *Pythium* spp. or *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 70, 12: 1167-1171.
- Harman G. E., Chet I., Baker R., 1981. Factors affecting *Trichoderma hamatum* applied to seeds as a biocontrol agent. Phytopathology, 71, 6: 569-572.
- Holden V. L., 1978. The use of mycorrhizae in the propagation of *Arctostaphylos Uva-Ursi*. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 28: 132-133.
- Jee H. J., Nam C. G., Kim C. H., 1988. Studies on biological control of Phytophthora blight of red pepper. I. Isolation of antagonists and evaluation of antagonistic activity *in vitro* and in greenhouse. Korean Journal of Plant Pathology, 4 (4): 305-312.
- Johnson C. R., Joiner J. N., Crewes C. E., 1980. Effects of N, K and Mg on growth and leaf nutrient composition of three container grown woody ornamentals inoculated with mycorrhizae. J. of Amer. Soc. for Hort. Science, 105 (2): 286-288.
- Kelley W. D., 1976. Evaluation of *Trichoderma harzianum* - impregnated clay granules as a biocontrol for *Phytophthora cinnamomi* causing damping-off of Pine seedlings. Phytopathology, 66: 1023-1027.
- Kim C. H., 1989. Biological control of Phytophthora blight of red pepper in Korea. Korean Journal of Plant Pathology, 5 (1): 100-105.
- Kormanik P. P., Bryan W. C., Schultz R. C., 1977. Endomycorrhizal inoculation during transplanting improves growth of vegetatively propagated yellow-poplar. The Plant Propagator, 23 (4): 4-5.
- Kuske C. R., Benson D. M., Jones R., 1983. A gravel container base for control of Phytophthora dieback in Rhododendron nurseries. Plant Disease, 67 (10): 1112-1113.
- Laar van de H., 1978. The heather garden. Collins St James's Place, London.
- Lewis J. A., Papavizas G. C., 1985. Effect of mycelium preparations of *Trichoderma* and *Gliocladium* on population of *Rhizoctonia solani* and the incidence of damping-off. Phytopathology, (75), 7: 812-817.
- Lin C. H., Chang D. C. N., 1987. Effect of three *Glomus* endomycorrhizal fungi on the growth of micropropagated banana plantlets. Tran. of the Mycol. Soc. Rep. of China, 2: 37-45.
- Linderman R. G., 1978. Mycorrhizae in relation to rooting cuttings. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 28: 128-131.

- Linderman R. G., 1981. Mycorrhizae in relation to container plant production. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 31: 91-100.
- Linderman R. G., Call C. A., 1977. Enhanced rooting of woody plant cuttings by mycorrhizal fungi. J. of Amer. Soc. for Hort. Science, 102 (5): 629-632.
- Maronek D. M., Hendrix J. W., 1978. Mycorrhizal fungi in relation to some aspects of plant propagation. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 28: 506-508.
- Maronek D. M., Hendrix J. W., Kiernan J., 1980. Differential growth response to the mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatus* of southern magnolia and Bar Harbor juniper grown in containers in composted hard wood bark-shale. J. of Amer. Soc. for Hort. Science, 105 (2): 206-208.
- Nam C. G., Jee H. J., Kim C. H., 1988. Studies on biological control of Phytophthora blight of red pepper. II. Enhancement of antagonistic activity by soil amendment with organic materials. Korean Journal of Plant Protection, 4 (4): 313-318.
- Orlikowski L., Wojdyła A., Lenartowicz A., 1981. Zwalczanie fytoftorazy w nasadzeniach cyprysika Lawsona. Ogrodnictwo, 10: 251-251.
- Papavizas G. C., 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium* biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathology, 23: 23-54.
- Papavizas G. C., Lewis J. A., Abd-El Moity T. H., 1982. Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to Benomyl and enhanced biocontrol capabilities. Phytopathology, (72), 1: 126-132.
- Park J. H., Kim H. K., 1989. Biological control of Phytophthora crown and root rot of greenhouse pepper with *Trichoderma harzianum* and *Enterobacter agglomerans* by improved method of application. Korean Journal of Plant Pathology, 5 (1): 1-12.
- Pratt R. G., Roth L. F., Hansen E. M., Ostrofsky W. D., 1976. Identify and pathogenicity of species of *Phytophthora* causing root rot of Douglas-fir in the Pacific Northwest. Phytopathology, 66: 710-714.
- Rattink H., 1989. Możliwości biologicznej ochrony goździków przed fuzariozą naczyniową. Ogrodnictwo, 2: 19-20.
- Rudawska M., Przybył K., Bojarczuk K., 1990. Antagonizm grzybów z rodzaju *Trichoderma* w stosunku do patogena *Phytophthora cinnamomi* Rands. wywołującego zgorzel korzeniową na sadzonkach roślin wrzosowatych. Arbor. Kórnickie, 36: 81-95.
- Strashinow Y., Elad Y., Sivan A., Chet I., 1985. Integrated control of *Rhizoctonia solani* by methyl bromide and *Trichoderma harzianum*. Plant Pathology, 34: 146-151.
- Świąch T., 1980. Badania nad występowaniem chorób na różanecznikach (*Rhododendron*) oraz możliwością ich zwalczania za pomocą fungicydów produkcji krajowej. Praca doktorska. Kraków-Pszczyna.
- Świąch T., Górska-Poczopko J., 1984. The influence of systematic fungicides on some fungi of *Phytophthora* genus isolated from Rhododendrons. Tag-Ber. Akad. Land. Wiss. DDR. Berlin: 269-276.
- Verkade S. D., Elson L. C., Hamilton D. F., 1988. Effect of endomycorrhizal inoculation during propagation on growth following transplanting of *Cornus sericea* cuttings and seedlings. Acta Horticulturae 227: 248-250.

Przyjęto do druku w listopadzie 1990