

## 온실에서 길항미생물 *Trichoderma harzianum* DYMC 처리에 의한 고추 역병 억제 효과

이용세\* · 장태현<sup>2)</sup> · 류연주 · 박정용 · 임태현<sup>1)</sup>

대구대학교 응용생명산업학부, <sup>1)</sup>상주대학교 TIC, <sup>2)</sup>상주대학교 식물자원학과  
(2005년 5월 16일 접수, 2005년 10월 4일 수리)

### Efficacy of Suppression of Phytophthora Blight of Red Pepper Caused by *Phytophthora capsici* by Treatment with Antagonistic *Trichoderma harzianum* DYMC in Greenhouse

Yong Se Lee\*, Tae Hyun Chang<sup>2)</sup>, Yeon Ju Ryu, Jeong Yong Park, and Tae Heon Lim<sup>1)</sup> (Division of Applied Bioindustry, Taegu University, Gyungsan, Gyungbuk, 712-714, Korea, <sup>1)</sup>Sangju National University TIC, Sangju, Gyungbuk, 741-711 Korea, <sup>2)</sup>Department of Plant Resources, Sangju National University, Sangju, Gyungbuk, 741-711 Korea)

**ABSTRACT:** To control *Phytophthora* blight of red pepper biologically caused by *Phytophthora capsici*, we developed *Trichoderma harzianum* DYMC for commercial product. DYMC was storage at room temperature and was investigated their population every 3 months for 1 year. For investigating the dynamic population of *T. harzianum* in the pot soils, we applied powder and suspension applications with DYMC, and then investigated for 95 days. The efficacy of powder and suspension applications of DYMC for control of *Phytophthora* blight of red pepper and plant growth were investigated for 50 days in greenhouse experiment. The population of *T. harzianum* was decreased at the room temperature for 1 year but there was not statistically significance. After soil treated in the pot with DYMC, the population of *Trichoderma* spp. was the highest when DYMC powder at 5 g was applied to mix with pot soil, and the population was decreased significantly among treatment means as time goes by ( $R^2 = 0.76$ ,  $F = 10.5960$ ,  $P = <.0001$ ). Incidence of *Phytophthora* blight of red pepper was significantly reduced among treatment means on 50th day after treated with DYMC ( $R^2 = 0.82$ ,  $F = 16.4758$ ,  $P = <.0001$ ). Disease control value was the highest at 62.5% when DYMC powder at 5 g was applied to mix with pot soil. No significant difference ( $P = 0.05$ ) of effects of plant and root growth showed by treated with DYMC on 60th day, except stem. Mixing the application of DYMC powder with soil to control *Phytophthora* blight of red pepper was greater than suspension application to dilute with water. DYMC could be used as an effective biocontrol agent to control *Phytophthora* blight of red pepper.

**Key Words:** *Trichoderma harzianum* DYMC, *Phytophthora capsici*, *Phytophthora* blight of red pepper, antagonistic fungi, biocontrol agent

### 서론

고추(*Capsicum annuum* L.) 재배는 대부분의 농가에서 연작을 함으로서 토양전염병원인 *Phytophthora capsici*에 의한 역병(*Phytophthora* blight) 피해가 심각하다. 이 병원균은 토양 속에서 장기간 생존하면서 발병을 하기 때문에 방제

에 많은 어려움이 따르고 있다<sup>1)</sup>. 이와 같은 역병의 방제를 위해서는 화학적 방제와 미생물을 이용한 생물학적 방제가 알려져 있다<sup>2,3)</sup>. 일반적으로 화학 방제는 미생물농약에 비해 방제비가 적게 들며, 경제적인 방제를 할 수 있으나, 고추 역병은 그 해 기후 조건에 따라서 화학적인 방제의 효과가 경제수준 이하로 떨어지는가 하면, 과다 사용에 의한 토양 오염 등의 환경적인 문제와 인축에 대한 독성 문제가 대두되면서 길항미생물을 이용한 방제가 제기 되어왔다.

길항미생물에 의한 생물적 방제 기작은 자연 생태계 내에서 서로 다른 두 종간에 일어날 수 있는 경쟁, 중독 기생, 포

\*연락처:

Tel: +82-53-850-6763 Fax: +82-53-850-6769  
E-mail: yslee@daegu.ac.kr

식작용, 항생물질생산 및 효소생산 등을 이용하는 것으로서, 1970년대 토양 내 미생물들의 상호작용에 의해 억제토양이 생긴다는 것이 보고된 이후부터 종합적 방제법의 일환으로 활발히 수행되어 방선균, 세균 및 균류에 속하는 길항미생물들이 생물적방제를 위한 미생물로서의 효과가 부각 됨으로써 여러 나라에서 꾸준한 연구가 수행되어져 왔다<sup>4,11</sup>).

미생물농약의 개발을 위해 다각도로 연구되는 대표적인 진균류인 *Trichoderma* 속은 곰팡이 균류의 세포벽의 구성 성분인 polysaccharides, chitin과 glucans을 분해 시키는 효소작용, 증복기생, 항생물질생산 및 경쟁 등의 기작<sup>23</sup>) 때문에 식물병원균 억제에 매우 효과적인 곰팡이로 밝혀진 이후, *Trichoderma* 속을 이용한 작물병원균에 대한 생물학적방제에 관한 연구는 활발히 수행되어 왔으며<sup>4,6,7,9,17</sup>), *T. harzianum* T-39를 제형화 한 TRICHODEX는 현재 미국에서는 *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병을 방제하는 미생물농약으로서 사용되고 있다. 우리나라에도 고추 역병에 대한 생물적방제에 관한 연구는 1980년대 중반 이후부터 *Pseudomonas* 속과 *Bacillus* 속을 이용한 연구가 활발히 수행되었다<sup>12-22</sup>).

본 연구의 목적은 고추 역병의 생물학적 방제 방법을 확립하기 위한 연구의 일환으로 선발 동정 된 길항 균주(*T. harzianum*)을 이용하여 1) 상업적인 제품화를 위한 제품인 DYMC를 개발하고, 2) 제품에 대한 균의 밀도변화를 평가하기 위해 실온 과 토양에서 *T. harzianum*의 밀도를 조사하고, 3) 고추역병방제 효과와 고추 생육 효과를 온실 시험을 통하여 검정하였으며, 이들 결과는 추후 보다 효과적인 미생물농약을 개발하는데 기초자료로 활용하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 식물재료 및 pot 토양

본 시험을 위해 사용한 고추 품종은 거성 (주) 흥농)이며, 상토를 사용한 50공의 플러그 용기에 파종하여 온실에서 6~7엽기까지 육묘한 고추 묘를 온실 시험에 사용하였다. 온실 시험에 사용한 pot의 흙은 매년 역병이 발생하는 대구대학교 부설농장 포장의 토양을 사용하였으며, pot의 크기는 16×16×13 cm이었다. 시험기간 동안 온실의 주간 온도는 25~30°C, 야간에는 18~20°C를 유지하였다.

### 고추 역병균의 포자 생산

집중원으로 사용되는 역병균(*Phytophthora capsici*)의 유주자낭(zoospangia)를 생산하기 위해서 V-8 주스 한천 배지(V-8 juice 200 mL, CaCO<sub>3</sub> 2.0 g, Agar 20 g, D.W. 800 mL)에 보관 균주로부터 배양한 균사를 집중하여 28°C 배양기에서 5일간 배양 한 후, 도말봉으로 배지 표면에 기증 균사를 밀어준 후 60W의 cool white 형광등아래에서 24시간 배양 하여 포자를 형성시켰다. 형성된 유주자낭은 멸균 생리식염수 5 ml를 넣은 후에 붓을 이용하여 회수하였다.

### 길항미생물의 제형화

1999년 경북도내 24개 지역에서 선발하여 동정된 길항균 *T. harzianum*을 상업화를 목적으로 다음과 같은 과정을 거쳐 제형화 하였다. *T. harzianum*은 potato dextrose broth (PDB) 배지에서 27°C에서 72시간 동안 1차 배양 후, 상업용 제형을 위한 2차 배양을 다음과 같이 하였다. 제오라이트에 접종 된 배양체는 27°C에서 7일간 배양 후 35~40°C에서 수분함량이 약 25~30%에 달할 때까지 7~10일 동안 건조하여 포장 하였다.

### 실내와 온실에서 *T. harzianum* DYMC의 활성 조사

길항미생물 *T. harzianum*을 이용하여 상업용으로 개발한 수화제 형태인 DYMC를 시중에 유통할 경우 포장 내 미생물의 생존 밀도변화를 조사하기 위해서 온박지로 밀봉 포장한 후 실온에 1년간 보관하면서 3개월 간격으로 DYMC의 길항균의 밀도 조사를 위해 각 포장당 1.0 g씩 취하여 평판 희석법에 의해 균의 밀도(cfu/g)를 조사하였다. 온실 시험에서, pot 토양에 *Trichoderma* spp. 활성을 조사하기 위해 DYMC를 pot 상층 토양 과 잘 혼합하여 처리하거나, 물에 희석한 현탁액을 pot 토양에 관주 하였다. 토양과 혼합처리로는 pot의 상층 토양 500 g과 DYMC 2.5 g 및 5 g을 각각 잘 혼합하여 포트 윗부분에 채워 두었으며, 관주 처리는 100 ml 물에 DYMC 2.5 g과 5 g을 각각 희석하여 현탁액을 만든 후 pot에 관주 하였다. 접종 후 건조를 방지하기 위하여 3일 간격으로 물을 주었다. 미생물의 활성 조사는 처리 후 5일부터 하였으며, 조사를 위한 토양 채취는 코르크 보러(직경 25 mm)를 사용하여 표면으로부터 3~4 cm 깊이의 pot 토양을 약 10 g 채취하여 tetracycline이 25 µg/ml 첨가된 PDA 배지에서 평판희석법에 의해 조사하였으며, 5반복으로 수행하였다.

### 온실에서 고추 역병균 방제 및 고추 생육에 미치는 효과

고추 역병에 대한 DYMC의 효과는 온실 pot에서 50일 동안 조사하였다. 본 시험에 사용된 약 6~7엽기의 고추 묘(거성 품종)는 3월 25일에 정식하였다. DYMC 처리는 정식 바로 전에 하였으며, 처리방법은 다음과 같다. 토양과 혼합 처리 pot 토양 상층 500 g과 DYMC 5 g과 2.5 g을 각각 잘 혼합한 후에 고추 묘를 정식하였으며, 정식 시에 물을 충분히 주었다. 현탁액의 처리는 고추 묘를 pot에 정식한 후 물을 충분히 준 후 1시간 후에 동일량의 DYMC를 물 100 ml에 희석한 현탁액을 pot 토양 위에 관주처리 하였다. DYMC 처리 시간은 길항균의 정착을 돕기 위하여 늦은 오후에 실시하였다. 균의 정착을 위해 온실의 온도는 20~28°C로 유지하였다. 역병의 발생을 높이기 위해 역병균을 인공 접종을 하였으며, 병원균의 접종은 DYMC 처리 7일 후 고추가 정상적으로 생육하는 것을 확인한 후 유주자낭 현탁액( $1 \times 10^5$  zoospangia / ml)을 이용하여 pot당 100 ml씩 관주 집중하였다.

고추 생육에 미치는 DYMC의 효과를 조사하기 위해서도 위와 같은 방법으로 DYMC를 pot에 처리하였다. 모든 처리구는 DYMC를 처리 후 토양에 균의 정착을 돕기 위해 3일 후부터 매일 오전 같은 시간에 스프레이형 스프링클러 장치를 이용하여 물을 주었다. 모든 시험은 5반복으로 1회 수행하였으며, 1반복 당 pot 수는 10개로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### *T. harzianum* 제형 개발 및 활성 평가

길항미생물인 *T. harzianum*를 이용하여 상업용 엽면시비와 관수가 가능한 수화제 미생물제제인 DYMC를 개발하였다(Fig. 1). 은박지로 포장한 DYMC를 실온에 12개월 동안 보관하면서 *T. harzianum*의 밀도를 경시적으로 조사한 결과,

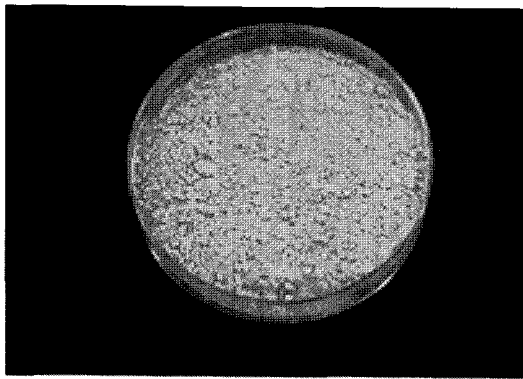


Fig. 1. Commercial formulation of *Trichoderma harzianum* DYMC to control *Phytophthora* blight of red pepper caused by *Phytophthora capsici*.

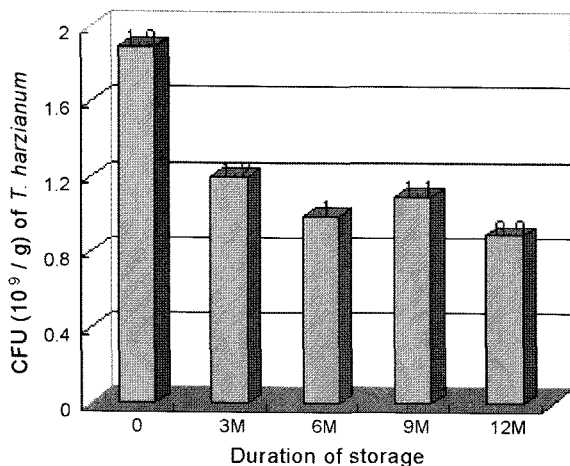


Fig. 2. Population of fungal antagonist *Trichoderma harzianum* DYMC for commercial formulation during the storage at the room temperature for 12 months.

Samples were investigated 3 months intervals during storage.

통계적인 유의 차이는 없었다(Fig. 2).

길항균 *T. harzianum*을 이용한 DYMC의 생산은 1차 배양한 배양체를 점토 광물에 혼합하여 2차 배양을 하는 기간에 많은 포자를 형성시키는 것이 중요하다. 이들 포자는 제품 유통 중 장기간 길항균의 활력을 유지 할 수 있을 뿐만 아니라 제품의 효과와 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 미생물 제품은 길항 미생물의 특성에 따라 제형을 고상, 액상 및 분상으로 제형화 할 수 있으나, 유통기간이 긴 제형으로 개발하거나, 사용 편리성이 좋은 제형으로 개발하는 것을 우선적으로 검토되는 사항이다. 미국에서는 *T. harzianum* T - 203, T - 39는 과립 형태로 상품화되어 오이 등에 잿빛곰팡이병과 각종 잔디병 방제에 효과가 검증되어 있으며, 미생물 농약으로도 등록된 제품도 있다<sup>23)</sup>.

본 시험에서 개발한 분상 형태인 *T. harzianum* DYMC의 균 활성 밀도는 생산 직후 조사에서  $1.9 \times 10^9$  cfu / g이였으며, 경시적으로 점차 균의 밀도가 낮아지는 경향은 보였다(Fig. 2). 1년간 실온에 보관한 샘플을 3개월 단위로 조사한 결과, 균의 밀도가 여전히 높은  $0.9 \times 10^9$  cfu / g을 유지함으로써 상업용 제품으로서 안정성이 보장될 수 있는 것으로 조사되었다. 현행 비료법의 규정에 의하면 미생물제제의 유통기간이 1년인 점을 감안하면 유통 상품으로서 문제가 없는 것으로 생각된다.

#### Pot 토양에서 *T. harzianum*의 밀도 변화

상업용 제형인 DYMC를 포트 토양과 혼합 처리와 현탁액으로 처리 한 후 *T. harzianum*의 밀도를 경시적으로 조사하여 ANOVA(분산분석) 분석을 한 결과는 Table 1과 같다. 처리 방법, 처리농도 및 경시적인 조사일수에서 통계적으로 중요한 유의 차이를 보였다( $R^2 = 0.76$ ,  $F = 10.5960$ ,  $P < .0001$ ). 처리방법과 조사일수에 대한 상호작용은 나타나지 않았다.

처리방법과 농도에 대한 결과는 Fig. 3과 같다. DYMC를 pot 토양과 혼용하여 처리한 구에서 균의 밀도는 동일 량의 DYMC를 물에 희석하여 현탁액으로 처리한 구보다 높게 나타났다. 동일한 처리 방법에서는 처리 농도가 높은 처리구에서 균의 밀도가 높게 나타났다. Pot당 DYMC를 5 g 처리한 후 5일째인 6월 8일에 조사한 결과, 토양과 혼용 처리한 구의 *T. harzianum*의 밀도는  $5.4 \times 10^5$  cfu / g soil이었고, 동일 양으로 물에 희석하여 현탁액으로 처리구한 구에서는

Table 1. Analysis of variance for effect of population density of *T. harzianum* by treatment of pot soil with DYMC

Source	df	F value	P>F
Treatment type	3	46.2055	<.0001
Duration	5	25.5180	<.0001
Replication	4	0.4106	0.8006
Treatment × Duration	15	1.2102	0.2742

$4.2 \times 10^5$  cfu / g soil로 나타났다.

토양 병에 대한 길항 미생물의 효과는 처리한 길항 미생물이 얼마나 토양에 잘 정착하고, 정착한 미생물이 얼마나 오래 동안 활력을 유지하느냐가 생물학적 방제의 성패를 좌우한다. 본 시험에서도 길항 미생물이 정착은 처리 후 약 25일 이상이 소요된 것으로 보이며 그 이후로는 일정기간 동안 균의 밀도 변화가 크게 변하지 않은 것을 볼 수 있었다. DYMC의 사용적인 측면을 보면, 토양에 직접적으로 사용 하는 것이 효과가 우수하였다. 미생물 제제를 사용 전에 물에 희석하여 현탁액 상태로 처리하였을 때 토양 혼용 처리구보다 길항균의 활착이 떨어지는 이유는 구체적으로 설명하기는 힘들지만, 토양에 정착 시 과다 수분에 의한 균의 활력저하나, 활착 기간 동안의 토양 표면의 온도 변화 등에 영향을 받지 않았는가 추측한다. Lo<sup>23)</sup>에 의하면 잔디 병 방제를 위한 *T. harzianum*

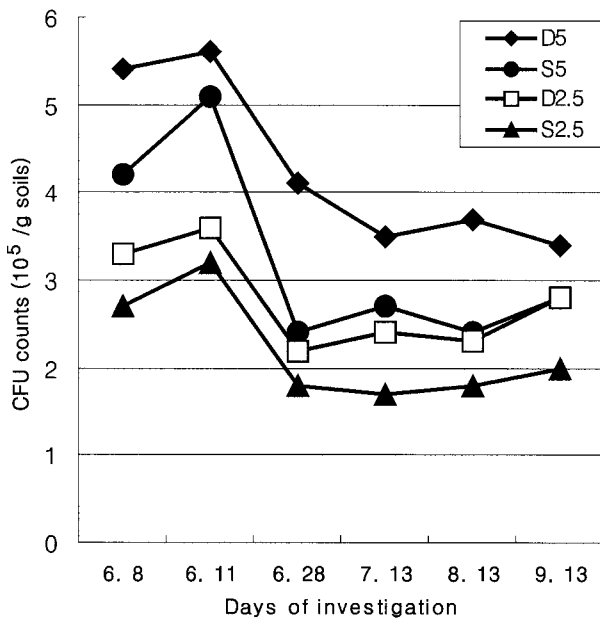


Fig. 3. Population dynamics of *Trichoderma* spp. in the soil treated with powder formulation and suspension applications of *T. harzianum* DYMC for 95 days in greenhouse experiment.

D5: mixed with DYMC 5 g and 500 g soils in pot. S5: treated with DYMC suspension (5 g / 100 ml) to dilute with water. D2.5: mixed with DYMC 2.5 g and 500 g soils in pot. S2.5: treated with DYMC suspension (2.5 g / 100 ml) to dilute with water.

Samples were investigated 5 days after treatment with suspension and powder formulation.

The soil in pot used was field soil naturally infested with *Phytophthora capsici*.

Powder formulation application of *T. harzianum* DYMC was mixed with pot soil

Suspension application of *T. harzianum* DYMC on the soil in pot was derived from a powder formulation suspended in water.

1295-22를 granule 형태로 사용하는 것이 포자 현탁액을 사용하는 것보다 토양에서 균의 밀도가 높다고 하였다. Kim 등<sup>25)</sup>은 길항력이 있는 *T. hamatum*, *T. viride* 등의 pot에 포자 현탁액을 직접처리 한 후 토양 근권 내에 길항균의 점유율 관찰한 결과, 토양 깊이 1~3 cm 범위에서 균의 점유율이 크게 높았으며, 4 cm 이하에서는 현저하게 감소하였다고 한다. 본시험의 결과도 Kim 등과 유사한 시험 결과를 보임으로써 사용 방법에 따라 효과가 다르다는 것을 입증할 수 있었다.

**역병 발생 억제 효과**

길항미생물제제인 DYMC를 pot에 처리한 후 경시적으로 병 발생 양상을 조사하여 ANOVA 분석을 한 결과는 Table 2와 같다. 처리 방법 과 경시적 병 발생 율에서 통계적인 유의차이를 보였다( $R^2 = 0.82$ ,  $F = 16.4758$ ,  $P = < .0001$ ). 처리방법과 경시적인 발병 율에 대한 상호작용은 나타나지 않았다. 고추 역병의 발생은 병원균을 접종 후 15일부터 나타나기 시작하였다(Fig. 4). DYMC 처리 50일에는 처리 구의 발병 율이 무처리 구의 발병 율 보다 현저하게 낮았다. 처리구별로는 DYMC 5 g을 pot 상층 토양과 혼용 처리한 구에서 발병 율이 28%로 가장 낮았으며, 무처리 구의 발병 율(72%) 대비 62.5%의 병 방제 효과를 보임으로서, 처리구중 역병 발생 억제 효과가 가장 좋은 것으로 나타났다. 그러나 같은 량의 DYMC 5 g을 물에 희석하여 현탁액으로 pot에 관주 처리한 구의 발병 율은 32%(병 방제가 55.5%)로 병 방제 억제 효과가 낮은 것으로 조사되었다. DYMC의 사용량을 반 량으로 줄여 pot당 2.5 g을 처리한 시험구에서 발병 율은 36~40%로(방제가 50~45.5%) 병 발생 억제 효과가 현저히 낮은 것으로 조사되었다.

길항균인 *T. harzianum*의 포자와 균사로 제형화 한 DYMC는 처리방법에 따라 역병 발생 억제 효과에 영향을 미친다는 본 시험의 결과는 Lo<sup>23)</sup> 등에 보고한 것과 유사한 결과를 얻었으며, 이는 미생물제제를 토양에 사용 후 토양에 정착하는 길항균의 능력에 따라 토양 병의 방제에 대한 성패가 좌우될 것으로 본다면, 처리방법이 처리 농도 못지않게 중요하다는 것을 본시험을 통해서 알 수 있었다.

본 시험에서 길항미생물을 물에 희석하여 현탁액으로 사용

Table 2. Analysis of variance for incidence of Phytophthora blight on red pepper plants by treatment of pot soil with DYMC in greenhouse

Source	df	F value	P>F
Treatment type	4	66.0046	<.0001
Days of investigation	6	24.7353	<.0001
Replication	4	1.4414	0.2237
Treatment × Days of investigation	15	1.8973	0.0691

시 효과가 낮은 요인으로는 현탁액을 토양에 관수 하듯이 토양 표면에 처리함으로써 길항균의 포자나 균사가 토양 내 정착에 문제가 있는 것으로 생각된다. 즉, 포자가 골고루 토양에 집중이 되지 못하고 한곳으로 몰리는 현상도 있을 수 있으며, 또한 대부분의 포자가 토양 표면에 머물게 됨으로써 토양 내부로 정착하는 과정에서 포자 발아에 환경적인 제한 요인이나 병원균과의 경쟁, 직접적인 공격, lysis과 hyperparasitize<sup>23)</sup>을 통하여 밀도가 감소하는 등의 요인으로 인하여 병원균인 역병균의 밀도를 줄이지 못 함으로서 방제효과가 떨어지는 것으로

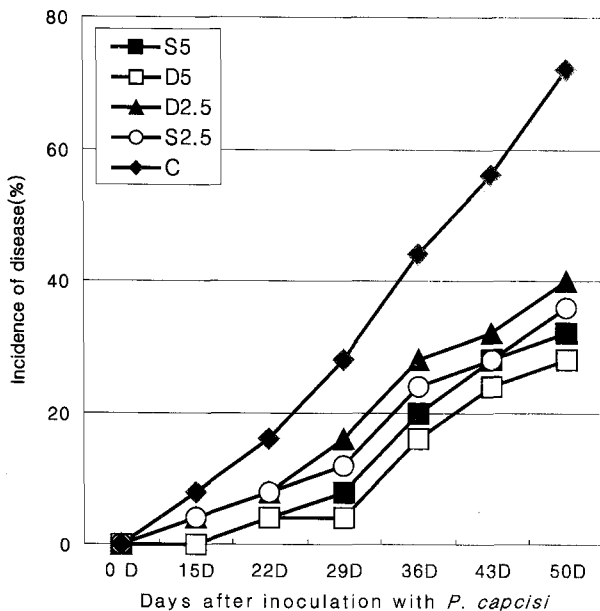


Fig. 4. Suppression of Phytophthora blight of red pepper by treatment of powder formulation and suspension of *T. harzianum* DYMC for 50 days in green house experiment.

D5: mixed with DYMC 5 g and 500 g soils in pot. S5: treated with DYMC suspension after diluted (5 g / 100 ml) with water. D2.5: mixed with DYMC 2.5 g and 500 g soils in pot. S2.5: treated with DYMC suspension after diluted (5 g / 100 ml) with water. C: Untreated control. The soil in pot was used as field soil naturally infested with *Phytophthora capsici*.

Red pepper was transplanted on March 25, 2003 to has 6-7 leaves

DYMC was treated in pot soil before transplanting red pepper plants

Powder formulation application of *T. harzianum* DYMC was mixed with pot soil

Suspension application of *T. harzianum* DYMC on the soil in pot was derived from a powder formulation suspended in water.

Inoculation was made on 7 days after treated with DYMC as final concentration of *P. capsici* zoospore was  $1 \times 10^5$  per ml.

Disease severity represents the percentage of infected plant of the test planting.

생각된다. Lo<sup>23)</sup> 등에 의하면 잔디 병 방제를 위한 길항미생물 *T. harzianum* 1295-22를 과립 형태로 토양에 사용한 결과 포자 현탁액을 사용하는 것보다 방제 효과가 높았다고 하며, dollar spot, *Pythium* root rot, brown patch 등 여러 잔디 병을 동시에 방제하려면 과립 시비와 포자현탁액 시비를 겸하는 것도 좋다고 하였다.

사용량에 따른 발병억제 효과에서도 고 농도의 처리 방법과 동일한 처리 방법으로 처리 시에도 병 발생 억제율이 낮은 것으로 조사되었는데, 이는 방제 대상 병원균에 따라 차이를 보일 수도 있으나, 길항 미생물을 일정량 이상 사용함으로써 병 발생을 줄일 수 있다는 것은 예비 시험을 통하여 알 수 있었다. 자연적으로 토양병원균이 감염된 토양에서 *Trichoderma* spp.의 포자 발아는 7% 미만이라고 하였으며, *Trichoderma* 정균 현상도 관찰되었다고 하였다<sup>24)</sup>. 1973년 이후 *Trichoderma* 속은 포장이나 온실에서 작물의 병을 방제하는 효과적인 생물학적 방제제로서 알려진 이후, 이들 곰팡이는 길항균으로서 병원균 곰팡이에 대하여 직접적으로 공격을 하거나, 용균과 증복기생의 능력을 가진다고 하였으며, 특히 *T. hamatum* Tr-5는 *Pythium* spp. and *Rhizoctonia solani*에 대하여 증복기생균으로 작용한다고 하였다<sup>22)</sup>.

비록 온실 시험에 한정된 결과지만, *T. harzianum* DYMC 5 g을 토양에 사용하였을 때 62%의 병 방제율을 보인 것은 추후 보다 다양한 포장시험을 수행하게 하는 동기가 되었다. 포장시험에서도 온실과 유사한 결과를 얻을 수만 있다면, 현행 미생물농약에서 규정한 대조농약에 대한 방제가 50%인 점을 감안하면 미생물 농약으로서 개발 가능성을 보여주는 결과라고 본다.

### 고추 생육 효과

DYMC가 고추생육에 미치는 영향을 조사 분석한 결과, 줄기 크기에서만  $P = 0.05$ 에서 통계적인 유의차이를 보였다 (Table 3). 초장, 뿌리의 생물중량과 포기 당 달린 고추 수는 0.5% 수준에서 유의 차이를 보였으나, 뿌리 건물 중에는 전혀 영향이 미치지 않은 것으로 나타났다.

Pot 정식 후 60일에 고추에 대한 지상부의 성장 량 과 지하부의 성장 량은 DYMC 처리구가 무처리 구에 비해 약간 증가하는 경향을 보여줌으로써 길항균의 효과를 추후에 보다 다양하게 조사할 필요성을 인식하였다. 그러나 장기간 pot 시험에서 길항 균이 고추 생육에 미치는 효과를 조사하는 과정에서 환경적인 제약 요인이 크다는 것을 알게 되었다. 우선 온도나 습도에 대한 변화가 너무 크다는 것을 본 시험을 통해 알 수 있었으며, 이들 영향이 길항균이 정착 후 활동에 많은 제약이 되었으리라 생각된다. 그 이유로는 초기 생육은 육안 관찰을 통해 초장 등에서 차이를 보였으나 시간이 갈수록 차이가 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다. 잔디에서도 여러 병을 방제하기 위하여 분상으로 사용한 *T. harzianum* 1295-22는 잔디병 방제 효과뿐만 아니라 잔디의 생육도 좋았다고 보고한<sup>23)</sup> 점등을 미루어 보아 추후 성장효과에 미치는 영향

Table 3. Effect of plant growth of red pepper plants by treatment of pot soil with DYMC in green house

	control	DYMC g / soil 2 kg pot		DYMC suspension 100 ml / soil 2 kg pot		F	P>F
	control	2.5 g	5 g	2.5 g	5 g		
Hight	15.1±0.7	16.1±0.9	17.7±1.2	16.3±1.0	16.9±1.4	1.4059	0.169
Stem	0.77±0.06	0.86±0.03	0.88±0.05	0.83±0.10	0.85±0.08	3.3443	0.0188
Fresh weight	27.6±4.2	29.2±6.3	31.5±4.2	28.2±4.3	30.5±6.5	1.7918	0.1495
dry weight	5.5±0.9	5.7±1.6	5.9±1.2	5.6±1.4	5.9±1.4	1.1267	0.5678
No. of Fruit	10.8±1.3	11.7±1.6	12.2±1.9	11.2±0.7	11.8±1.2	1.1174	0.3619

에 대해 통제된 환경조건에서 보다 면밀한 조사가 필요하리라 생각한다.

### 요 약

*Phytophthora capsici*에 의해 발생하는 고추 역병을 생물학적으로 방제하기 위해 상업용 *Trichoderma harzianum* DYMC를 개발하였다. DYMC는 은박 포장하여 실온에서 1년간 저장하면서 3개월 간격으로 *T. harzianum* 밀도를 조사하였다. 온실에서 *T. harzianum*의 활성 밀도를 조사하기 위해 DYMC를 pot 토양과 혼합 한 처리와 현탁액으로 pot에 처리 한 후 95일 동안 조사하였다. 온실에서 고추 역병 방제와 고추 생육에 미치는 효과는 DYMC를 토양과 혼합한 처리와 현탁액으로 pot에 처리한 후 50일 동안 조사하였다. 실온에서 *T. harzianum* 밀도는 1년 동안 경시적으로 감소되었으나 통계적으로 유의성은 없었다. Pot 토양에 *Trichoderma* spp. 밀도는 DYMC 5 g을 토양과 혼용하여 처리한 구에서 가장 높았으나, 경시적으로 균의 밀도는 통계적으로 유의성 있게 감소되었다( $R^2 = 0.76$ ,  $F = 10.5960$ ,  $P = < .0001$ ). 고추 역병 발생율은 DYMC 처리 50일에 모든 처리 구에서 유의성 있게 감소 하였다( $R^2 = 0.82$ ,  $F = 16.4758$ ,  $P = < .0001$ ). 병 방제기는 DYMC 5 g을 토양과 혼합 처리한 구에서 62.5%로 가장 높았다. 고추생육 효과는 60일 조사에서 줄기 직경을 제외하고는 식물체나 뿌리 생육에서 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. DYMC의 분말을 토양과 혼합하여 시비한 구가 물에 희석하여 현탁액으로 시비한 구 보다 효과가 우수하였다. DYMC 길항 미생물 제제는 고추 역병에 대한 생물학적 방제제로서의 사용 가능성을 보여주었다.

### 감사의 글

이 논문은 대구대학교 연구년 연구비지원에 의한 논문임.

### 참고문헌

1. Hwang, B. K. and Kim, C. H. (1995) *Phytophthora*

blight of pepper and its control in Korea, *Plant Dis.* 79, 221-227.

- Cook, R. J. (1990) Twenty-five years of progress towards biological control. Pl-4. In D. Hornby (ed.), *Biological control of soil-borne plant pathogens*, CAB International, Wallingford, UK.
- Handelsman J. and Stabb, E. V. (1996) Biocontrol of soilborn plant pathogens, *Plant Cell.* 8, 1855-1869.
- Elad, Y. and Kapat, A. (1999) The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*, *Eur. J. Plant Pathol.* 105(2), 177-189.
- Howell, C. R., Hanson, L. E., Stipanovic, R. D., and Puckhaber, L. S. (2000) Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*, *Phytopathology* 90(3), 248-252.
- Yedidia, I., Benhamou, N., and Chet, I. (1999) Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*, *Appl. Environ. Microbiol.* 65(3), 1061-1070.
- Conway, K. E., Mereddy, R., Kahn, B. A., Wu, Y., and Hallgren, S. W. (2001) Beneficial effects of solid matrix chemo-priming in okra. *Plant Dis.* 85, 535-537.
- Dandurand, L-M., Mosher, R.D., and Knudsen, G.R (2000) Combined effects of Brassica napus seed meal and *Trichoderma harzianum* on two soilborne plant pathogens. *Can. J. Microbiol./Rev. Can. Microbiol.* 46(11), 1051-1057.
- Dik, A. and Elad, Y. (1999) Comparison of antagonists of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown cucumber and tomato under different climatic conditions, *Eur. J. Plant Pathol.* 105(2), 123-137.
- Dik, A. J., Koning, G., and Koehl, J. (1999) Evaluation of microbial antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* stem infection in cucumber and

- tomato, *Eur. J. Plant Pathol.* 105(2), 115-122.
11. Ahn, S. J. and Hwang, B. K. (1992) Isolation of antibiotic-producing actinomycetes antagonistic to *Phytophthora capsici* from pepper-growing soils, *Korean J. Mycol.* 20, 259-268.
  12. Hong, S. S., Park, K. S., Kim, C. H., and Lee, E. J. (1990) Granule formulation of *Pseudomonas cepacia* antagonistic to *Phytophthora capsici* and its viability on red-pepper, *Korean J. Plant Pathol.* 6, 434-439.
  13. 황병국, 김은수 (1992) 非病源性 *Phytophthora capsici* 菌株에 의한 고추疫病的 抑制, 韓國植物病理學會誌 8, 1-7.
  14. Jee, H. J., Nam, C. G., and 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 J. Plant Pathol.* 4, 305-312.
  15. Kim, B. S. and Hwang, B. K. (1992) Isolation of antibiotic-producing bacteria antagonistic to *Phytophthora capsici* from pepper growing soils and evaluation of their antibiotic activity, *Korean J. Plant Pathol.* 8, 241-248.
  16. Kim, C. H., Kim, K. D., and Jee, H. J. (1991), Enhanced suppression of red-pepper Phytophthora blight by combined applications of antagonist and fungicide, *Korean J. Plant Pathol.* 7, 221-225.
  17. 이인경, 김창진, 김신덕, 유익동 (1990) *Streptomyces parvullus* 菌株가 生産하는 抗고추역병抗生物質, 韓國應用微生物學會誌. 18, 142-147.
  18. Nam, C. G., Jee, H. J., and 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 J. Plant Pathol.* 5, 1-12.
  19. Park, H. H. and 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 J. Plant Pathol.* 5, 1-12.
  20. Park, K. S., Hagiwara, H., and Kim, C. H. (1993) Isolation of an antibiotic substance from *Pseudomonas cepacia* antagonistic to *Phytophthora capsici*, *Korean J. Plant Pathol.* 9, 1-6.
  21. 박창석 (1989) 미생물에 의한 연작지 염류장애 경감연구, 농시논문집 101-108.
  22. Harman, G. E., Chet, I., and Baker, R. (1980) *Trichoderma hamatum* effects on seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp. or *Rhizoctonia solani*, *Phytopathology.* 70, 1167-1172.
  23. Lo, C. T., Nelson, E. B., and Harman, G. E. (1997). Improved biocontrol efficacy of *Trichoderma harzianum* 1295-22 for foliar phases of turf diseases by use of spray applications. *Plant Dis.* 81,1132-1138.
  24. Kim, S. I., Shim, J. O., Shin, H. S., Choi, H. J., and Lee, M. W. (1992) Suppressive mechanism of soil-born disease development and its practical application isolation and identification of species of *Trichoderma* antagonistic to soil diseases and its activities in the rhizosphere. *Korean Mycol.* 20, 377-346.