

## 유기물 첨가가 오이 모잘록병에 대한 미생물 제제의 생물학적 방제 효과 증진에 미치는 영향

이종문 · 도은수<sup>1</sup> · 백수봉 · 천세철\*

건국대학교 생명환경과학대학 식량자원학과, <sup>1</sup>충부대학교 이공대학 한약자원학과

### Effect of Organic Amendments on Efficacy of Biological Control of Seedling Damping-off of Cucumber with Several Microbial Products

Jong-Moon Lee, Eun-Soo Do<sup>1</sup>, Su-Bong Baik and Se-Chul Chun\*

Department of Crop Science, College of Life and Environment Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Oriental Medicine Resource, Chungbu University, 101 Daehakro, Chubumyeon, Keumsangun, Chungnam 312-702, Korea

(Received April 18, 2003)

**ABSTRACT:** Several microbial biocontrol products (Greenbiotech Co., Paju, Korea), Green-all T (*Trichoderma harzianum*), Green-all S (*Bacillus* sp.) and Green-all G (*Streptomyces* sp.) were supplemented with organic amendments such as sawdusts and rice hulls to study on efficacy of biological control of seedling damping-off of cucumber caused by *Pythium ultimum*. Sawdusts amended into potato dextrose agar alone could inhibit *in vitro* mycelial growth of *P. ultimum*. All three microbial products of Green-all T, Green-all G and Green-all S significantly reduced seedling damping-off (LSD,  $P=0.05$ ). However, several amendments such as sawdusts and rice hulls into Green-all T and Green-all S products did not increase efficacy of biological control compared to non-amended treatment. In contrast, supplements of aminodoctor containing several amino acids (Greenbiotech Co., Korea) into Green-all G product significantly increased efficacy of biological control of seedling damping-off, resulting in from 42% to 2% disease incidence in relation to seedling emergence (LSD,  $P=0.05$ ). Also, amendment of sawdusts into *Trichoderma* product significantly increased efficacy of biological control as disease index of 5.0 compared to non-amended control of 56.0 in Green-all T product alone. This indicates that organic amendments could increase efficacy of biological control of cucumber seedling damping-off.

**KEYWORDS:** *Bacillus* species, Biological control, Organic amendments, *Pythium ultimum*, *Streptomyces* species, *Trichoderma harzianum*

오이에 주로 발생하는 병은 세균성 점무늬병, 모자이크병, 검은별무늬병, 세균성 시들음병, 덩굴마름병, 검은씩음병, 검은반점병, 흰가루병, 노균병, 잎마름병이 있으며 이의 토양병으로는 모잘록병(*Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*), 덩굴 쪼김병 등이 있다(농촌진흥청, 2000). 이들 중에서 모잘록병은 육묘장에서 종자가 발아하는 동안 또는 출아 전후에 감염되어 큰 피해를 주는 대표적인 토양 병해로서 *Pythium* spp. 및 *Rhizoctonia* spp. 등의 병원균이 복합적으로 감염되어 발생하여 피해가 크다(농촌진흥청, 2000). 특히, 수분이 많은 토양에 *Pythium*이 심하게 오염되었을 때, 그러한 토양 속의 종자로부터 나온 어린 식물체들은 거의 대부분 이 병원균에 의해 침입을 받는다(Agrios, 1988).

토양전염성병원균에 의한 모잘록병의 방제는 토양의 물리화학적 성질의 개선, 저항성 품종의 재배 등과 같은 경

종적 방법 및 화학적 방법들에 의하여 이루어지고 있으나, 대부분의 경우 화학적 방제에 의존하고 있다. 특히, *Pythium*성 모잘록병의 방제를 위한 살균제로는 metalaxyl (상표명: 리도밀), 다찌가렌, 또는 그 혼합제 등이 있으나 환경오염, 약제 저항성 등이 문제되고 있다. 최근 화학농약의 연용에 의해 야기되는 많은 문제점들을 해결하고자 토양 중에 서식하고 있는 유용미생물의 길항작용을 이용한 생물학적 방제 연구가 활발히 진행되고 있다(Baker, 1987; Hornby, 1983). 일반적으로 생물학적 방제의 기작은 미생물의 특징 또는 불특정 대사산물에 의한 항생작용, 기생과 포식, 그리고 경쟁관계로 요약될 수 있다(Fravel, 1988).

생물학적 방제에 대한 연구는 종자에 병원균과 길항곰팡이의 분생포자를 직접 처리하거나 토양첨가제, 기질을 이용함으로써 토양 내에 환경을 변화시켜 길항 미생물의 정착과 활성을 높이는 방법이 연구되고 있다(이, 1997; Lunsden and Millner, 1983). 토양 첨가제나 기질을 이용

\*Corresponding author <E-mail: scchun@konkuk.ac.kr>

하여 토양 내 환경을 변화시키면 길항균을 단독으로 처리했을 경우 보다 다량의 균이 더욱 빠르게 정착하여 토양 내 병원균과의 항생작용, 기생과 포식, 그리고 경합함으로써 우점할 수 있다. 토양첨가제를 이용하는 방법 이외에도 종자에 길항균을 처리하는 방법이 있는데, 종자처리하는 근권에서 길항균의 정착에 유용한 방법으로 알려지고 있으며 종자처리된 길항균이 뿌리를 선점할 가능성이 많다고 보고되고 있다(Beagle-Ristaino and Papvizas, 1985; Marshalla, 1982).

본 연구에서는 오이 모잘록병을 일으키는 *Pythium ultimum*에 대하여 *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* spp. *Streptomyces* spp. 등의 미생물제제만을 단독 처리한 것 보다 그것들과 함께 유기물을 처리하였을 때 생물학적 방제균의 토양 내에서 보다 빠른 정착과 근권확보를 통하여 방제효과가 증진될 수 있는지를 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 공시균주 및 종자

오이에 모잘록병을 일으키는 병원균인 *P. ultimum*을 농업과학기술원 작물보호부에서 분양받아 potato dextrose agar (PDA, Difco) 배지에서 배양하고 보존하였다. PDA 배지에서 자란 균은 V8 배지(V8-juice 200 ml, CaCO<sub>3</sub> 2.0 g, agar 17 g, distilled water 800 ml)에 배양한 후 병원 접종균으로 사용하였다. 실험에 사용한 오이종자는 현재 시중에서 판매하는 은침 백다다기 오이(홍농종묘, 서울)를 사용하였다.

### 유기첨가물

생물학적 방제균의 정착과 활성 증식을 위해 사용한 첨가물은 키토산, 칼그린, 아미노닥터, 쌀겨, 톱밥, 그리고 볏짚을 사용하였다. 키토산, 칼그린 그리고 아미노닥터(아미노산 함유성분)은 그린바이오텍(경기도 파주 소재)에서 제형화로 생산하는 제제로서 키토산 500배액, 칼그린 500배액, 그리고 아미노닥터 2,000배액을 사용하였다. 쌀겨와 톱밥, 볏짚은 경기도 파주 농가에서 구했으며 각각 10:1 (v/v)로 상토와 섞어서 재식용 plug 육묘판과 pot에 담아 사용하였다.

### 생물학적 방제 효과가 있는 미생물 제제

생물학적 방제 효과가 있는 미생물 제제로서는 그린바이오텍에서 미생물 제제로 생산되는 *T. harzianum*(상품명: Green-all T, GAT), *Bacillus* sp.(상품명: Green-all G, GAG), *Streptomyces* sp.(상품명: Green-all S, GAS)을 사용하였다. GAT는 1.0×10<sup>6</sup> CFU/g로서 2000배 희석액, GAG는 1.0×10<sup>6</sup> CFU/g로 300배 희석액, GAS는 1.0×10<sup>6</sup> CFU/g로 1,000배 희석액을 이용하였다.

### 병원균의 접종방법과 농도

식물체에 병원균을 접종시키기 위하여 *P. ultimum*을 V8 배지, 25°C에서 4일 동안 배양한 후 균사의 표면을 매스로 가볍게 긁었다. 긁은 균사는 무게 2g을 재어 증류수와 함께 섞은 후 mixer로 분쇄한 후, 균사 2g에 대한 300배(균사 : 증류수 = 2 : 600 ml), 600배, 1,200배로 희석하여 종자를 파종한 재식용 plug 판의(5×5 holes) 각 hole에 10 ml씩 관주하였다. 병원균의 무접종 처리구를 대조구로 하였고, 실험은 5반복으로 실시하였다.

### 미생물 제제의 기질첨가에 의한 모잘록병의 방제효과

Autoclave에서 40분간 멸균한 상토[원조믹스; (주)농경]를 재식용 plug 판(5×5 holes)에 넣고 유기첨가물로써 키토산 500배, 칼그린 500배, 아미노닥터 1,000배 희석액을 각 처리구에 10 ml씩 분주하고 쌀겨, 톱밥 그리고 볏짚은 상토 혼합비율 10:1(v/v)로 처리하였다. 미생물제제 단독, 병원균 단독 접종구를 대조구로 하였다. 처리 후 이틀 뒤에 미생물 제제를 처리하였다. 미생물 제제로서는 GAT 제제 2000배, GAS 제제 1,000배, GAG 제제 300배 희석액을 각 hole당 10 ml씩 처리하였다. 이틀 뒤에 오이 종자 파종과 함께 병원균을 접종하였다. 접종방법은 상기에서 언급한 바와 같이 g당 600 ml로(600배 희석) 희석한 현탁액으로 만들어 각 처리구에 10 ml씩 관주 접종하였다. 접종 일주일 후 발병율을 조사하였다. 실험은 완전임의 배치법으로 5반복으로 하였다. 각 반복당 10개의 종자를 파종하였다.

### 톱밥에 의한 본엽 2엽기의 오이묘에 대한 모잘록병 방제 효과

모든 미생물 제제에 대하여 유기물 첨가 효과가 다른 유기물보다 공통적으로 우수하였던 톱밥을 선택하여, 농가에서 오이묘를 정식한 후 발생할 수 있는 모잘록병의 방제 가능성을 조사하기 위하여, 지름 15 cm가 되는 화분에 멸균된 토양을 넣은 후 미생물 제제 GAT 제제, GAS 제제, GAG 제제, GAT 제제 + 톱밥, GAS 제제 + 톱밥, GAG 제제 + 톱밥을 첨가시켰다. 병원균 접종 식물로서는 오이묘 본엽 2엽기의 오이묘를 pot당 10주씩 정식하고 접종원 300배 희석액을 주당 10 ml씩 관주 접종하였다. 실험은 오이 본엽 6엽이 나올 때까지 실험 조사하였다. 각 실험은 난괴법 3반복으로 하였다. 발병도는 아래와 같이 결정되어졌다(농약품목고시 교육자료, 2001).

$$\text{발병도(disease index)} = \frac{\sum(\text{발병수} \times \text{식물체수})}{4r} \times 100$$

0: 발병무      1: 1/3 시들      2: 2/3 시들  
3: 전체시들    4: 전체고사      r: 조사주수

### In vitro 상에서 미생물 제제 및 톱밥첨가에 의한 *Pythium ultimum*의 균사 생장 억제 효과

In vitro 상에서 Petridish(직경 9 cm)에 미생물 제제인 GAT 제제(200배), GAS 제제(1,000배), GAG 제제(300배), GAT 제제 + 톱밥, GAS 제제 + 톱밥, GAG 제제 + 톱밥, 톱밥 그리고 미생물 제제와 톱밥을 첨가하지 않은 무처리로 하여 PDA를 50°C 내외의 온도에서 Petridish에 분주한 후 미생물 제제와 유기첨가물을 잘 혼합한 후 굳을 때까지 clean bench에 두었다. 배지가 굳으면 V8 배지에서 배양한 *P. ultimum*을 cork borer(10 mm)로 절편을 취해 미생물 제제 및 톱밥을 넣은 Petridish 중앙에 치상한 후 25°C 항온기에 두고 72시간 배양하면서 균사 생장의 억제 효과를 조사하였다.

## 결 과

### 접종방법과 접종원의 농도가 입모율에 미치는 영향

*P. ultimum*의 균사의 농도가 낮아질수록 출현묘의 숫자는 증가하였으며, 농도가 300배 희석액의 경우는 발병이 매우 심하여 출현한 오이묘의 수가 현저히 감소하였다(Table 1). 무처리구에서는 오이종자가 모두 발아하였다. 이중 접종농도 600배 희석액을 이용하여 이후 모든 실험의 접종기준 농도로 사용하였다.

### 유기첨가물의 처리에 따른 오이모잘록병의 방제 증진 효과

GAT에서 유기첨가물에 의한 방제 효과를 보면 GAT 제제만 넣은 처리구에서의 발병도는 32.0%로 자체 미생물 제제만으로도 방제 효과가 나타났으며 그 외 GAT 제제에 첨가한 톱밥첨가구에서 20.0%의 발병도를 나타내어 병원

**Table 1.** Effect of inoculum concentrations on seedling emergence

| Inoculum density <sup>a</sup><br>(dilution) | Emergence of cucumber <sup>b</sup><br>(out of 10 seeds) |
|---|---|
| 300×  | 1.2 <sup>d</sup>  |
| 600×  | 2.8 <sup>c</sup>  |
| 1200×                                       | 4.4 <sup>b</sup>  |
| Non-inoculated                              | 10.0 <sup>a</sup>                                       |

<sup>a</sup>Mycelium of *Pythium ultimum* grown on V8 agar for 4 days were harvested. Two grams of mycelium were blended for 10s in 100 ml of sterile distilled water. The mycelial suspension was diluted with 500 ml of sterile distilled water and this was considered as 300×

<sup>b</sup>Seedling emergence was determined 7 days after planting.

<sup>c</sup>Means followed by same letters within a column are not significantly different (LSD,  $P=0.05$ ).

균 접종구에 비하여 발병도가 현저히 낮았으나 유기물 첨가에 의한 방제의 증진 효과는 통계적으로 나타나지 않았다(Table 2). 그러나 칼그린, 아미노닥터, 살겨, 벧집 등의 유기물은 오히려 미생물 제제의 방제 효과를 감소시켜 병원균 접종구와 차이가 없었다. GAS 제제 단독 처리구에서는 30.0%의 발병도를 나타내어 생물학적 방제 효과가 있었으나, GAT 제제의 경우에서와 같이 유기물 첨가에 의한 방제의 증진 효과는 나타나지 않았다. 이와는 대조적으로 아미노닥터는 오히려 GAS 제제의 생물학적 방제 효과를 감소시켰다(Table 2). 또한, GAS 제제에 키토산과 톱밥을 처리한 구의 발병도는 20.0%와 14.0%로 우수한 억제 효과를 나타내는 경향이 있었으나 여전히 통계적 유의성은 없었다. GAT와 GAS 제제에 대한 유기물 첨가에 의한 생물학적 방제 효과의 증진에 있어서 통계적 유의성이 없었으나, GAG 제제의 경우에는 톱밥, 쌀겨 또는 아미

**Table 2.** Effect of organic amendments on control of seedling damping-off of cucumber

| Organic amendment <sup>a</sup>      | Green-all T                    |                            | Green-all S       |               | Green-all G       |               |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
|                                     | Disease incidence <sup>d</sup> | Control value <sup>f</sup> | Disease incidence | Control value | Disease incidence | Control value |
| Chitosan                            | 38.0bc <sup>e</sup>            | 45.7                       | 20.0d             | 71.4          | 54.0bc            | 22.9          |
| Kalgin                              | 60.0ab                         | 14.3                       | 48.0c             | 31.4          | 70.0ab            | 0.0           |
| Aminodoctor                         | 82.0a                          | -                          | 86.0a             | -             | 2.0d              | 97.1          |
| Rice hull                           | 46.0ab                         | 34.3                       | 48.0c             | 31.4          | 40.0c             | 42.9          |
| Sawdust                             | 20.0c                          | 71.4                       | 14.0d             | 80.0          | 18.0d             | 74.3          |
| Rice straw                          | 68.0a                          | 2.9                        | 48.0bc            | 31.4          | 18.0d             | 74.3          |
| Microbial product only <sup>b</sup> | 32.0c                          | 54.3                       | 30.0cd            | 57.1          | 42.0c             | 40.0          |
| Inoculated                          | 70.0a                          | -                          | 70.0a             | -             | 70.0a             | -             |
| c.v. <sup>c</sup>                   | 35.3%                          |                            | 39.8%             |               | 33.2%             |               |

<sup>a</sup>All organic amendments were applied with the respective antagonist. All treatments including the treatments of microbial products were inoculated with *P. ultimum*.

<sup>b</sup>Microbial product only: microbial products alone.

<sup>c</sup>Coefficiency of variation.

<sup>d</sup>Disease incidence was determined as total number seeds planted subtracted by seedling emergence 7 days after inoculation.

<sup>e</sup>Means followed by same letters within a column are not significantly different (LSD,  $P=0.05$ ).

<sup>f</sup>Control value was determined according to the equation of  $(1 - \text{disease incidence}/\text{that of inoculated}) \times 100$ .

노닥터를 처리한 구에서는 각각 18%, 18%, 2.0%로 낮은 발병도를 나타내어 유기물 첨가에 의한 생물학적 방제의 효과가 현저히 증가하였다(Table 2).

**미생물제제 및 톱밥첨가에 의한 오이 모잘록병의 방제효과**

본엽 2엽기의 오이묘에 병원균을 접종한 뒤에 본엽이 6엽이 나올 때까지의 생육과 발병도를 조사하였다. 미생물제제를 처리한 구에서는 16.7%에서 55.8%의 비교적 낮은 발병도를 나타냈는데 이는 무처리의 92.5% 발병도에 비하여 방제 효과가 현저하였다. 그러나 톱밥 첨가에 의한 생물

**Table 3.** Effect of antagonists and mixtures with sawdusts on seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*

| Treatment <sup>a</sup> | Disease severity <sup>b</sup> | Control value (%) <sup>d</sup> |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Green-all T            | 55.8b <sup>c</sup>            | 39.7                           |
| Green-all S            | 30.8c                         | 66.7                           |
| Green-all G            | 16.7cd                        | 81.9                           |
| Green-all T + sawdust  | 5.0d                          | 94.6                           |
| Green-all S + sawdust  | 9.2cd                         | 90.0                           |
| Green-all G + sawdust  | 4.2d                          | 95.5                           |
| Untreated              | 92.5a                         | -                              |
| cv (%)                 | 40.7                          |                                |

<sup>a</sup>Seedlings with 2 leaves in the pots were inoculated with 2 ml of mycelial suspensions (600× dilution). All treatments were inoculated with *P. ultimum*.

<sup>b</sup>Disease severity was determined as previously described.

<sup>c</sup>Means followed by same letters within a column are not significantly different (LSD, *P* = 0.05).

<sup>d</sup>Control value was determined according to the equation of (1 - disease severity of the treatment/that of untreated) × 100.

**Table 4.** Effect of antagonists and sawdusts on mycelial growth of *Pythium ultimum*

| Treatment                          | Mycelial growth (diameter in cm) | Inhibition rate (%) <sup>i</sup> |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Green-all T <sup>a</sup>           | 9.0                              | 0                                |
| Green-all S <sup>b</sup>           | 9.0                              | 0                                |
| Green-all G <sup>c</sup>           | 9.0                              | 0                                |
| Green-all T + Sawdust <sup>d</sup> | 2.7                              | 70.0                             |
| Green-all S + Sawdust <sup>e</sup> | 3.7                              | 58.9                             |
| Green-all G + Sawdust <sup>f</sup> | 2.2                              | 75.6                             |
| Sawdust <sup>g</sup>               | 2.8                              | 68.9                             |
| Untreated <sup>h</sup>             | 9.0                              | -                                |

<sup>a</sup>PDA : *Trichoderma* = 10 : 1 (v/v).

<sup>b</sup>PDA : *Streptomyces* = 10 : 1 (v/v).

<sup>c</sup>PDA : *Bacillus* = 10 : 1 (v/v).

<sup>d</sup>PDA : *Trichoderma* : Sawdust = 10 : 1 : 1 (v/v/v).

<sup>e</sup>PDA : *Streptomyces* : Sawdust = 10 : 1 : 1 (v/v/v).

<sup>f</sup>PDA + *Bacillus* : Sawdusts = 10 : 1 : 1 (v/v/v).

<sup>g</sup>PDA : Sawdust = 10 : 1 (v/v).

<sup>h</sup>only PDA.

<sup>i</sup>Inhibition rate was determined according to the equation of (1 - mycelial growth of the treatment/that of untreated) × 100.

적 방제 효과의 증진에서 보면, GAT를 제외하면, 생물학적 방제의 효과가 현저히 증가하지는 않았다(Table 3). GAT + 톱밥의 경우는 5.0%의 아주 낮은 발병도를 나타내어 톱밥을 첨가하지 않은 처리의 55.8%의 발병도에 비하여 톱밥 첨가에 의한 생물학적 방제 효과가 현저히 증가하였다(Table 3).

**In vitro상에서의 *Pythium ultimum*의 균사 생장 억제효과**

Table 2에서 효과가 있는 톱밥을 가지고 미생물 제제와 톱밥과, 그리고 톱밥만을 Petridish에 넣고 병원균을 중앙에 치상한 5일 후에 병원균의 균사생장 억제 효과를 조사한 결과 미생물 제제 단독으로는 *P. ultimum*의 균사 생장을 억제하지 못하였다. 그러나 톱밥과 함께 넣은 처리구에서는 미생물 제제 세 개 모두 상당한 억제효과를 보여 주었다(Table 4).

**고 찰**

종자를 파종 후 병원균을 접종하였을때 생물학적 방제균이 처리가 되지 않는 무처리구에서는 입모을을 기준으로 70%의 이병율을 보였으나 GAT 제제 등이 처리된 구는 이병율이 현저히 감소되어서 생물학적 방제효과를 나타내었다. 미생물제제와 유기첨가물을 동시에 처리하였을 경우에는 처리한 모든 유기물에서 GAT와 GAS 제제는 유기물 첨가의 효과가 나타나지 않았다. 그러나, GAG 제제의 경우에는 GAG 제제 자체만으로는 이병율이 42%이었으나 톱밥, 볏짚, 아미노닥터를 처리한 경우는 방제 효과가 현저히 증가하여 이병율이 각각 18%, 18%, 2%로 감소하였다. 톱밥이나 볏짚 첨가는 GAT와 GAS 제제의 생물학적 방제의 효과를 증진시킬 수는 없었으나 GAG 제제의 효과는 증진시킬 수 있었다. 이것은 설명하기 어렵지만 톱밥과 볏짚이 병 억제에 있어서 특별히 GAG 제제와 상승작용을 일으킴으로서 병이 감소된 것으로 생각된다. 아미노닥터의 경우에는 이에 포함된 아미노산 성분을 GAG의 *Bacillus* sp.가 이용하여 방제효과를 증진하였다고 사료된다. L-arabinose와 D-galactose를 *Bacillus megaterium*에 첨가하여 줄 때 *Pythium* spp. 등에 의하여 발생하는 벼 모썩음병의 생물학적 방제 효과를 크게 증진시킬 수 있었다고 보고한 Chun(1977)의 연구결과와 일치하였다.

종자 접종과는 대비적으로 본엽이 나온 오이묘에 병원균을 접종하였을 때는 톱밥을 첨가한 것은 GAT의 경우도 단독처리보다도 방제 효과가 더욱 증진되었다(Table 3). 또한, 톱밥 자체만이 첨가된 PDA에서 균사 생육저지현상이 나타나는 것으로 보아(Table 4), 본엽이 나온 오이묘를 대상으로 한 실험에서 톱밥이 GAT에 의한 생물학적 방제 효과를 증진시킨 것은 톱밥이 *T. harzianum*의 서식환경에

좋은 조건을 제공하여 준 것 뿐만 아니라 톱밥에서 발생되는 어떠한 물질로 인하여 병원균의 생육이 억제되었다고 사료된다. *T. harzianum*는 생물학적 방제균으로서 가장 많이 연구되었고 또한 상품으로도 개발되어 널리 쓰이고 있다. 대표적인 제품으로는 Plant Shield, Tricodex, Root Shield 등이다(Mayer *et al.*, 1998; 이, 2002). *Trichoderma*는 식물병원 진균의 세포벽을 분해할 수 있는 chitinase와  $\beta$ -1,3-glucanase를 분비하여 억제하는 것으로 알려져 있다. 이외에도 식물병원진균을 기생하여 억제하는 mycoparasitism 기작도 알려져 있다(Di Pietro *et al.*, 1993; Agrios, 1988). 그러나, GAS와 GAG 제제에 대한 톱밥의 첨가는 방제 증진 효과를 가져오지 않았다. 생물학적 방제를 현장 적용하는데 있어서 가장 큰 장애 요인의 하나는 결과의 항상성이 없다는 것인데(Chun, 1997), 본 연구의 결과에 있어서도, GAG 제제는 톱밥이 첨가될 때, 입모율의 기준으로서 이병을 감소에 있어서 GAG 제제의 단독처리에 비하여 방제 효과의 증진이 있었으나, 본엽이 나온 오이묘의 이병율에 있어서는 방제 증진 효과가 나타나지 않았다. 그럼에도 불구하고 무처리의 발병도 93%에 비하여 미생물 제제에 톱밥을 첨가한 처리구에서는 발병도가 4-9%로 현저히 감소하였다. 따라서, 미생물 제제 자체만을 처리하는 것보다는 유기물 등을 첨가하는 것은 생물학적 방제균의 방제효과가 지속적으로 나타날 수 있도록 효과의 항상성을 높여 주는 결과를 가져오는 것으로 해석할 수 있다.

*Pythium arrehenomanes* 등에 의하여 발생하는 사탕수수 뿌리썩음병에 대하여 심재의 나무껍질 부속분을 첨가하여 준 것은 무처리구에 비하여 방제 효과가 현저하였으며, 그 원인이 미생물의 활동에 의한 것이라고 하였다(Dissanayake and Hoy, 1999). 이와 같이 심재나 소나무의 나무껍질은 *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* spp. 등에 대한 생물학적 방제의 효과가 있다고 하는 많은 보고가 있다(Lumsden *et al.*, 1983). 또한, 토양이나 재식시의 첨가물로 부속 유기물을 첨가하는 것은 토양전염성 식물병원균을 효과적으로 방제할 수 있었다(Gamliel and Stapleton, 1993; Hardy and Sivasithamparam, 1991; Hoitink *et al.*, 1991; Kwok *et al.*, 1987; Lumsden *et al.*, 1983; Workneh and van Bruggen, 1994).

본 연구의 결과는 생물학적 방제균인 미생물제제에 유기물 등을 첨가하는 것은 생물학적 방제의 가장 큰 단점인 방제 효과의 균일성과 항상성 향상을 위하여 긍정적인 효과를 가져올 수 있음을 제시하여 주었다.

## 적 요

*Pythium ultimum*에 의하여 발생하는 오이 모잘록병의 생물학적 방제의 효율을 연구하기 위하여 여러 미생물 제제인 *Trichoderma harzianum*, *Streptomyces* sp., *Bacillus*

sp.(그린바이오텍, 경기도 파주)에 톱밥, 쌀겨 등이 첨가되었다. 감자한천배지에 첨가한 톱밥 자체만으로도 *P. ultimum* 균사의 생육이 저해되었다. Green-all T(*Trichoderma harzianum*), Green-all S(*Streptomyces*), Green-all G(*Bacillus*) 제제들은 오이 모잘록병의 발생을 현저히 감소시켰다. 그러나, 종자를 파종하고 병원균을 접종한 실험에 있어서 톱밥, 쌀겨 등을 Green-all T, Green-all S 제제에 첨가한 것은 입모율에 있어서 미생물 제제 단독처리에 비하여 생물학적 방제의 효과가 현저히 증가하지는 못하였다. 대조적으로, Green-all G 제제는 아미노다터를 첨가하여 주면, 단독 처리시의 42% 이병율에서 2% 이병율로 크게 감소하여, 오이모잘록병에 대한 생물학적 방제 효과가 현저히 증가하였다. 본엽이 나온 오이묘에 대한 생물학적 방제효과 실험에서 Green-all T 제제에 톱밥을 첨가하면, 발병도(disease index)가 56에서 5로 감소하여, *P. ultimum*의 생물학적 방제 효과가 톱밥이 첨가되지 않는 것에 비하여 더욱 증가되었다. 이는 유기물 첨가에 의하여 생물학적 방제 효과가 증진될 수 있음을 가르쳐 주는 것이라 하겠다.

## 참고문헌

- 농약등록시험담당자교육교재. 2001. 5. 9. 농촌진흥청 및 농약공업협회. 310p.
- 농촌진흥청. 2000. 채소병해충 진단과 방제. 농촌진흥청 농업과학기술원편, 아카데미서적 331p.
- 이선국. 2002. *Trichoderma harzianum* YC459에 의한 오이 잿빛곰팡이병의 생물학적 방제. 경상대학교 석사학위 논문
- 이양우. 1997. 오이류 덩굴 시들음병(*Fusarium oxysporum*)에 대한 길항세균 및 생물학적 방제. 충북대학교 대학원 석사학위 논문.
- Agrios, G. N. 1988. Principle of Plant Pathology (3rd ed). Academic Press INC. New York. 803p.
- Beagle-Ristaino, J. E. and Papvizas, G. C. 1985. Survival and proliferation of proliferation of propagules of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens* in soil and in plant rhizospheres. *Phytopathology* **75**: 729-734.
- Baker, K. F. 1987. Envolving concepts of biological of plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* **25**: 67-85
- Chun, S.-C. 1997. Etiology and biological control of rice seedling disease. Louisiana State University, Baton Rouge. Ph. D. dissertation. 98p.
- Di Pietro, A., Lorito, M., Hayes, C. K., Broadway, R. M. and Harman, G. E. 1983. Endochitinase from *Gliocladium virens*. Isolation, characterization and synergistic antifungal activity in combination with gliotoxin. *Phytopathology* **83**: 308-313.
- Dissanayake, N. and Hoy, J. W. 1999. Organic material soil amendment effects on root rot and sugarcane growth and characterization of the materials. *Plant Dis.* **83**: 1039-1046.
- Fravel, D. R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* **26**: 75-91.
- Gamliel, A. and Stapleton, J. J. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganism, and lettuce growth. *Plant Dis.* **77**: 886-891.
- Hardy, G. E. St. J. and Sivasithamparam, K. 1991. Suppression of

- Phytophthora* root rot by a composted Eucalyptus bark mix. *Aust. J. Bot.* **39**: 153-159.
- Hoitink, H. A. J., Inbar, Y. and Boehm, M. J. 1991. Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soil-borne diseases of floricultural crops. *Plant Dis.* **75**: 869-873.
- Hornby, D. 1983. Suppressive soils. *Ann. Rev. Phytopathol.* **21**: 65-85.
- Kwok, O. C. H., Fahy, P. C., Hoitink, H. A. J. and Kutter, G. A. 1987. Interactions between bacteria and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media. *Phytopathology* **77**: 1206-1212.
- Lumsden, R. D., Lewies, F. A. and Millner, P. D. 1983. Effect of composted sewage sludge on several soilborne pathogens and diseases. *Phytopathology* **73**: 1543-1548.
- Marshall, D. S. 1982. Effect of *Trichoderma harzianum* seed treatment and *Rhizoctonia solani* inoculum concentration on damping-off of snap bean in acidic soils. *Plant Dis.* **66**: 788-789.
- Mayer, G. D., Hofte, M. and Elad, Y. 1998. Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Eur. J. of Plant Pathology* **104**: 279-286.
- Workneh, F. and van Bruggen, A. H. C. 1994. Suppression of corky root of tomatoes in organically managed soil associated with soil microbial activity and nitrogen status of soil and tomato tissue. *Phytopathology* **81**: 688-694.