

# 카네이션 *Fusarium*시들음병균에 대한 효과적인 토양개량제의 조제 및 방제효과

정봉구

(충북대학교 농과대학 농생물학과)

## Formulation of Effective Soil Amendment for Major *Fusarium wilt* Pathogen of Carnation and Control Effect

Chung, Bong-Koo

Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungbuk National Univ.  
Cheong ju, 360-763, Korea

### Abstract

In order to select and to confirm effect on the inorganic and organic compounds to control *Fusarium wilt* of carnation caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, this study was conducted since last May in 1993. According to add 14 inorganic chemicals (0.1%,w/v) including CaO individually in vitro, Alum, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> suppressed not only 58 to 68% on mycelial growth but also inhibited 74 to 100% conidial germination of the fungus. Eight chemicals were finally selected by the suppression percent. In 0.1%(w/v) water solution, these chemicals inhibited conidial germination resulting abnormal shape of conidial cells with membrane lysis. Of the chemicals CaO inhibited by 86.5% to 100% as compared with check even at 0.5%(w/v) and 73.4% on mycelial growth, together with Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> and Alum 40 to 63.4%, respectively. Among the three organic compounds including milled alfalfa leaves, composted pine bark (CPB) suppressed definitely 55.6 to 98.2% on conidial germination, whereas MAL inhibited only on mycelial growth.

The antagonist *Trichoderma harzianum* showed not only good growth in the soil medium amended with CPM and MAM (1%,w/w) but also effectively inhibited mycelial growth of the fungus. Carnation seedlings amended with CPM plus the causal fungus showed healthy growing without a typical symptom, whereas in the pathogen inoculated pot, yellowish wilt symptom was developed.

**KEY WORDS** : *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, Soil amendment, Biological control, *Trichoderma harzianum*.

## I. 서 론

최근 UR 대체 작물로서 카네이션등 화훼작물이 크게 부상되고 있는데 다른 원예 작물과 같이 제한된 경지나 시설 재배지에 계속 재배함으로써 연작 장애가 생기며 그 때문에 양질의 다수확에 막대한 지장을 초래하고 있다. 그 연작 장애중 가장 큰 제한요인의 하나는 병해이며 그 피해 또한 심한 실정이다. (2,3) 카네이션 시들음병도 전 생육기에 걸쳐 발생되는 토양병으로 감염된 식물의 뿌리와 지체부 줄기의 도관부가 갈변되면서 주 전체가 생기를 잃고 누렇게 위축되고 고사하여 양질의 꽃 생산에 큰 지장을 초래하고 있다. Garrett는 생물학적 방제란 인간이 아닌 다른 생물체에 의하여 병원체에 의한 식물병의 발생을 억제 내지 감소시키는 것을 뜻한다. (1,5) 따라서 현대 농업에 있어서 많은 어려운 문제에 해답을 주며 경작의 중단이나 수량 감소없이 지속적인 농업생산에 필수적 방법이며 구체적으로는 길항균이나 개량제의 첨가로 기주식물에 좋은 환경을 조성하여 줌으로써 이룩될 수 있다.

일찍이 Sanford<sup>15)</sup>는 미숙퇴비를 첨가함으로써 감자 덩어리병에 대한 길항미생물의 활성을 높여 방제코저 시도한 이래 70년대 이후 국내외적으로 많은 연구가 수행되고 있다. 실례로 *Fusarium* 시들음병에 대한 연구로서 Inoue<sup>11)</sup> 등은 무우 위황병균으로 오염된 토양에 킨을 파종 7주전에 첨가하여 병을 거의 완전 방제하였다고 보고 하였으며 Sun(1985)은 최근 몇가지 무기성분과 유기성분으로 조제된 S-H Mixture를 토양에 사용할 경우 *Fusarium*에 의한 오이 시들음병을 효과적으로 방제하였고 이와 비슷한 연구로 수목의 겹질로 만든 퇴비를 사용한 상토에서 기르면 *Phytophthora cinanom*에 의한 역병이 억제됨을 Hoitink<sup>7,8)</sup>은 보고하였다. 한편 우리나라의 인삼재배에서 개겹질등 유기물의 투여로 특정 길항미생물의 활성을 높이고 근부병 방제에 있어서 성공을 정<sup>45)</sup> 등에 의해 거두고 있다.

선진국에서는 토양병의 생물학적 방제를 실현하고자 무기 및 유기 개량제의 선발 및 효과에 관하여 많은 연구를 수행하여 실용화하고 있으나 우리나라에서는 많은 연구가 추진되지 못하고 있는 실정이므로 자연 억제 토양과 같이 유기물과 병행하여 무기성분의 혼합을 통한 새로운 토양 개량제 개발이 절실히 요구된다.

그러므로 우선 우리나라에 UR 대체 화훼 작물의 하나인 카네이션에 피해가 심한 시들음병에 효과있는 무기 및 유기

성분을 선발하고 조제된 개량제에서의 길항균의 활력을 검정함과 동시에 그 개량제의 방제효과를 구명코저 본 연구를 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 병원균의 분리 및 전염원조사

병원균(*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*)은 카네이션 이병주를 충북 화훼단지에서 채집하여 그 조직편을 0.5% Sodium hypochloride액에 3분간 표면소독후 물한천배지에 놓아 시들음병균의 균사를 순수분리하였다. 병원성 검정은 병원균 현탁액을 유묘에 토양접종하여 확인하였고 병원균은 감자 호정 한천배지(PDA)에 계대배양하여 5℃ 균주보존실에 보관하면서 사용하였다.

### 2. 무기물과 유기물의 효과검정

본 시험에 공시된 무기 성분은  $Al_2(SO_4)_3$ , Alum,  $CaCO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$ , CaO, Glycerine(10%),  $K_2HPO_4$ , KCl,  $K_2SO_4$ ,  $NH_4NO_3$ , 요소, 용과린(TSP : Triple super phosphate),  $MgCO_3$   $Mg(OH)_2$   $5H_2O$  등 14종이 있다. (Huang등)<sup>9)</sup> 유기물은 부속 소나무 수피가루 및 알팔파잎가루등 2종이었는데 소나무 수피의 부속은 적송수피를 채집하여 1년간 부숙시켰으며 알팔파잎가루는 사료용으로 미국에서 수입된 것을 사용하였다.

상기 각 무기물을 0.1%(W/V)로 살균증류수에 희석한 다음 그액에 병원균의 분생포자만을 섞어 슬라이드에 처리한 후 정온기에(27℃) 넣고 8시간후 분생포자 형성과 발아상황을 대조구와 비교 조사하였다. 토양 추출액 및 배지에서 병원균의 균사생장 및 포자발아 관찰은 살균증류수 30ml에 각 무기물 0.03g (0.1%, W/W)과 살균토양 10g을 30분(180rpm) 동안 진탕한 후 1ml를 취하여 10ml의 물한천 배지에 넣어 배지를 조제하였으며 병원균을 접종하여 균사생장 억제율을 조사하였고 5반복으로 처리하였다. 한편 포자발아 억제율은 상기 조제된 용액에서 300 개의 분생포자에 대한 발아상황을 조사하였다. 억제효과가 우수한 CaO,  $Al_2(SO_4)_3$  및 Alum의 병원균의 균사생장 및 포자발아에 미치는 농도별 효과는 각 무기물을 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0%(W/V)농도로 첨가한 배지에 병원균을 접종하여 균사생장 억제율을 조사하였으며 5반복으로 처리하였다. 한편 상기 조제된 추출액에서

포자발아 억제 상황을 조사하였는데 처리당 300개의 포자를 관찰 조사 하였다.

### 3. 부숙 소나무 수피가루(CPM)와 알팔파 잎가루(MAM)의 유기물을 첨가한 토양에서 *Trichoderma harzianum*이 병원균의생장에 미치는 효과

길항균(*T. harzianum*)과 병원균(*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*)을 저지원법으로 대치배양함과 동시에 CPM과 MAM를 1% (W/W) 첨가시킨 자연토양을 페트리 접시에 넣은 후 살균시켰으며 토양배지법(Soil plate method)으로 *T. harzianum*과 병원균을 대치 접종한 후 25℃ 정온기에서 15%내외의 습도를 유지하고 길항균의 활력 상황과 동시에 대상 병원균의 활력 저지 상황을 조사하였다.

### 4. 토양 개량제의 조제 및 효과

CPM개량제는 부숙 소나무 수피 750g, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 150g,

Alum 25g, CaCl<sub>2</sub> 20g, CaO 30g, Urea 30g, TSP 30g, KCl 20g, Glycerine(10%) 750ml 로서 SF-21<sup>9</sup>의 조제 농도를 참고하여 조제하였으며 MAM 개량제는 부숙 소나무 수피 대신에 알팔파잎가루 750g을 첨가하여 조제하였다.

포트 시험으로서 토양은 살균구와 비살균구로 구분하였고 병원균의 현탁액 및 밀기울 모래배지로 접종하였다. CPB과 MAL첨가제는 토양에 각각 1%(W/W)로 첨가 혼합되었고 함수율은 15%(V/W)로 조절하여 처리하였다. 대조구에는 개량제를 첨가하지 않은 살균토양을 사용하였다. 유묘를 재식하여 포화습도 24hrs준 후 발병상황을 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 무기성분의 효과 및 선발

Alum 등 공시 14종의 무기성분으로 조제한 추출액과 배지에서 균사생장 및 분생포자 발아 억제 상황을 보면 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Alum, Urea, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 등 8개 성분은 분생포자 발아 억제

**Table 1. Effect of extract solution and extract medium prepared from various inorganic compounds on mycelial growth and conidial germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* causing carnation wilt**

Chemicals	Suppression percent(%)	
	mycelial growth <sup>z</sup>	conidial germination
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	68.0 (17) a <sup>x</sup>	97.4 ( 26.0) <sup>y</sup> ab <sup>w</sup>
Alum	58.5 (22) ab	100.0 ( 0.0) a
CaCl <sub>2</sub>	7.6 (49) cd	79.0 ( 21.0) cd
CaCO <sub>3</sub>	11.4 (47) cd	76.3 ( 23.7) cd
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.0 (53) cd	0.0 (100.0) h
CaO	58.5 (22) ab	74.4 ( 25.6) cd
Glycerine	0.0 (53) cd	63.3 ( 36.7) e
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.9 (48) cd	56.6 ( 43.4) f
KCl	0.0 (54) d	78.3 ( 21.7) cd
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9.4 (48) cd	81.6 ( 18.4) c
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	17.0 (44) c	56.6 ( 43.4) f
Urea	5.7 (50) cd	84.2 ( 15.8) b
T. S. P	7.6 (49) cd	0.0 (100.0) h
MgCO <sub>3</sub> · Mg(OH) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O	39.7 (32) b	42.1 ( 57.9) g
Check	0.0 (53) cde	0.0 (100.0) h

Alum : Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 24H<sub>2</sub>O T. S. P : Triple superphosphate

<sup>z</sup> : Records were made at 4 days after treatment. Paranthesis number means mycelial diameter.

<sup>y</sup> : Paranthesis number means percent of conidia germinated.

<sup>w,x</sup> : Means within a column followed by the same better are not significantly different ( P=0. 05 ) according to Duncan's multiple range test.

율이 70% 이상이었고 특히  $Al_2(SO_4)_3$ , Alum, CaO 3종의 무기물은 균사 지지 효과도 무처리에 비하여 억제율이 58.5~68%에 달했다 (Table 1). 그 나머지 무기물의 병원균에 대한 억제 상황은 크게 높지 않거나 미미한 편이었다. 이와같은 결과는 Huang<sup>10</sup> 등이 소나무 잿록병에 대하여 보고한 무기성분의 효과와 대체적으로 일치하였다.

특히 카네이션 시들음병균의 분생포자 발아와 균사생장에 모두 억제효과가 우수한  $Al_2(SO_4)_3$ , Alum, 및 CaO 의 그 억제범위를 구명코저 실시한 결과는 Fig. 2.에서와 같이 각 성분의 농도가 0.5 2.0%(W/V) 에 있어서 3종의 약제 공히 86.5~100% 범위의 억제율이 좋았다. 따라서 이들 성분은 토양첨가제 성분으로 크게 기대된다. 그리고 그 무기성분 추출액에서의 분생포자의 발아 상황을 대조구와 비교하여 보면 Fig. 1과 같이 분생포자가 정상적으로 발아되지 못하고 기형이 되며 세포 내용물이 소실되고 세포의 Lysis같은 현상을 보여주었다.

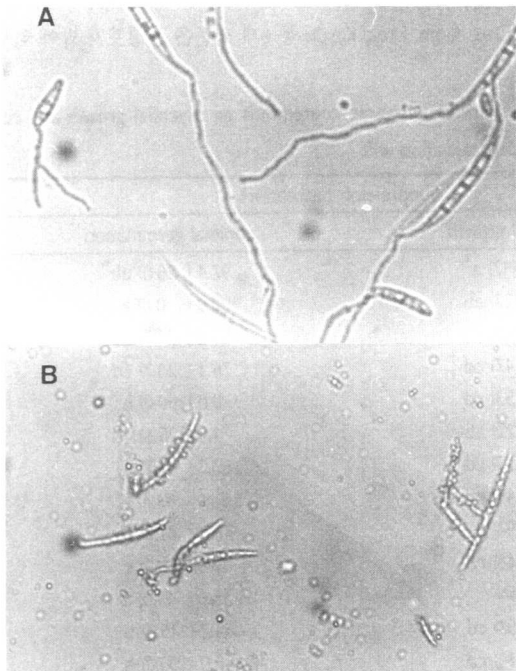


Fig. 1. A : Germination of conidia of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*  
 B : Abnormal conidial germination of *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* treated in an inorganic solution.

더 나아가 이 3종의 무기성분의 농도별 균사에 대한 성장 억제 상황을 조사한 결과 Table 2에서와 같은데 CaO 는 0.5~1.5% 범위에서는 그 억제율이 미미하나 2.0에서는 73.4%

의 억제율을 나타냈으며  $Al_2(SO_4)_3$ 와 Alum은 0.5~2.0%에 걸쳐 모두 억제율이 우수하였다 (Table 2).

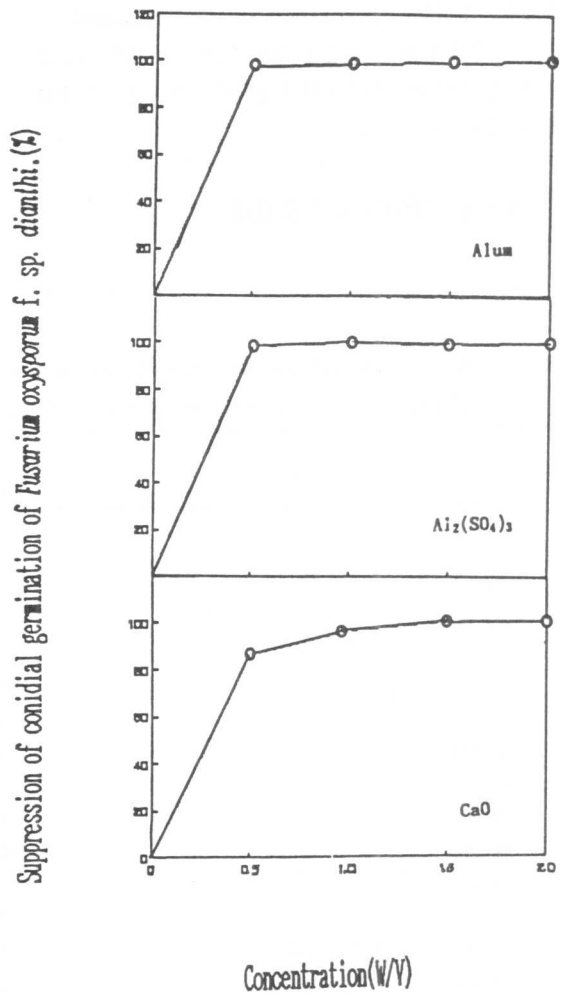


Fig. 2. Effect of CaO,  $Al_2(SO_4)_3$ , and Alum concentration on conidial germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* 8 hours after treatment at 27 °C.

**Table 2.** Effect of CaO, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, and Alum concentration of extract medium on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*

Chemicals	Conc. (%)	mycelial growth(mm) <sup>z</sup>	Suppression percent(%)
CaO	0.5	49.8 e <sup>y</sup>	10.0
	1.0	52.1 ef	5.8
	1.5	49.9 e	9.8
	2.0	14.7 ab	73.4
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0.5	19.6 c	63.4
	1.0	14.5 ab	73.7
	1.5	11.7 a	78.7
	2.0	10.8 a	81.4
Alum	0.5	33.5 d	39.4
	1.0	17.4 bc	68.5
	1.5	12.6 a	77.2
	2.0	11.2 a	79.8
check		55.3 f	0.0

<sup>z</sup> : Radial diameter (mm) was obtained from water agar by preparing CaO, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> and concentration(W/V). Reading were made at 4 days after treatment.

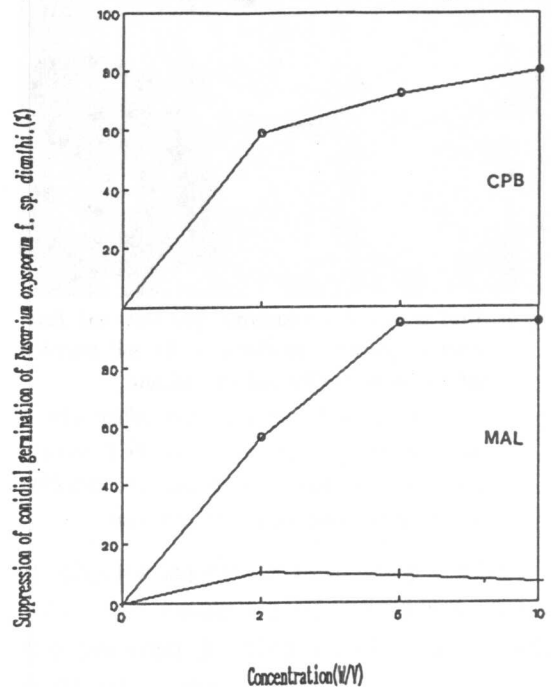
<sup>y</sup> : Means within a column followed by the same letter are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

Alum : Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 24H<sub>2</sub>O

## 2. 유기물의 효과 및 선발

부숙 소나무 수피등 3종의 유기물을 공시하여 2%, 5% 및 10%(W/V) 농도의 추출액 배지에서의 균사생장 억제효과는 Table 3에서와 같이 무처리에 비하여 부숙소나무 수피만이 농도 2.0에서 19.3%의 균사생장 억제비율을 나타내었고 나머지 알팔파잎 가루나 부숙 참나무 톱밥 등 균사 신전 억제 효과는 거의 없었으나 분생 포자 발아상황을 보면 부숙 소나무 수피가루의 추출액의 2~5%의 희석액에서 58.8~80.0%의 억제율을 나타내고 반면 알팔파잎 가루는 추출액에서는 그 억제효과가 높은 경향으로서 5~10%수준에서 90% 이상의 억제상황을 보여 주었다(Fig. 3)

이같은 경향은 아보카도 역병균 (*Phytophthora cinnamomi*)에 대한 연구에서 Zentmyer는 보고하였다.<sup>10)</sup> 이미 길항균으로 분리한 *Trichoderma harzianum*의 본 병원균에 대한 저지 효과는 Fig. 4에서 보는바와 같이 길항력이 확인 되었으며 실제 토양에서의 길항력을 검정코저 토양 무기물과 유기물을 처리하고 (1%)거기에 길항균의 활성을 조사하여 본 결과 Fig. 4에서와 같이 병원균의 억제상황이 컸다.

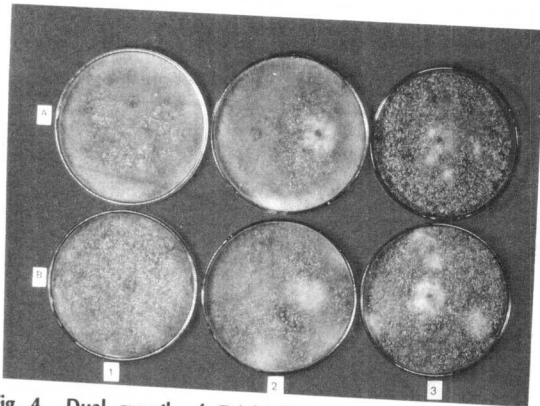


**Fig. 3.** Effect of extract solution of organic compounds on conidial germination of *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* at 8 hours after treatment. CPB: composted pine bark. MAL: Milled alfalfa leaves.

**Table 3. Effect of organic compound extract media<sup>z</sup> on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi***

Organic compound	Concentration(%)	Mycelial growth	
		Radial diameter(mm)	Suppression(%)
Composted Pine bark	2	51	2.0
	5	43	17.3
	10	42	19.3
Milled alfalfa leaves	2	53	0.0
	5	54	0.0
	10	52	0.0
Composted oak sawdust	2	51	2.0
	5	52	0.0
	10	52	0.0
check		52	0.0

<sup>z</sup>: Different concentration of extract media were prepared from the organic compounds after decoction for 30 minutes.



**Fig. 4. Dual growth of *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in the soil amended with 1%(W/W) of CPM and MAM mixture.**

1) *Trichoderma harzianum* 2) Dual culture with *T. harzianum* and *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* 3) *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. A: Soil amended with CPM mixture ; B: Soil amended with MAM mixture.

생물학적 방제법의 하나인 토양첨가제의 방제효과는 생물적 요인과 비생물적 요인이 함께 작용하는 것으로 알려져 있다. (Sun, 1985) 생물학적 요인으로서 길항균 예를 들면 *Pseudomonas spp*와 *Trichoderma spp.* 등의 길항균은 토양 전염병을 억제하는데 있어서 생물학적 요인으로 작용한다.<sup>10)</sup>

Papavizas<sup>11,14)</sup>는 *Trichoderma spp.* 와 *Gliocladium*균의 생장에 미치는 비생물적요인의 역할에 대한 연구가 있었고 부숙 소나무 수피는 다른 토착토양균보다 *Trichoderma spp.* 등 길

항균의 생육을 왕성하게 한다고 Hoitink<sup>8)</sup>은 지적하였다. Huang 등<sup>9)</sup>의 최근 연구에서 부숙 소나무 수피의 구성 성분으로서 탄닌, 수지, 왁스, 사포닌, 전분, 탄수화물 및 알칼로이드가 함유되어있는 ethyl ester등이었는데 이들 성분들은 병원균에 대하여 독성을 나타낸다고 보고하였다. 더욱이 부숙 소나무 수피의 구성 성분중 사포닌은 *Trichoderma viride*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* 및 *Mucor*에 대하여 정균 작용을 한다고 Zehavi<sup>10)</sup>등은보고한 바 있다.

본 시험에서는 부숙 소나무 추출액 및 배지상에서 카네이션 시들음병균의 균사 생장 및 포자발아를 억제하였는데 이는 비생물적 요인에 의한 결과라고 분석된다.

이와같이 부숙소나무 수피는 병원균과 길항균에 대하여 생물적 요인과 비생물적 요인과 함께 작용하였는데 참깨 시들음병에 대한 연구 결과와 본 카네이션 시들음병의 실험에서도 같은 경향이였다.

부숙 소나무 수피와 산성 재료인 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>는 CPM 첨가제의 주재료로서 소나무 수피는 길항균 *Gliocladium spp.* 와 *Trichoderma spp.* 에 좋은 생육조건을 제공한다고 보고되었으며 *Trichoderma spp.* 는 cellulase, β-(1-3)-glucanase, chitinase를 분비하여 토양병원균인 *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium* 및 *Pythium spp.* 등을 억제할 뿐만아니라 기주 생장을 촉진한다는 기존의 개량제 효과에 관한 연구와 일치하였다.

토양에 개량제의 첨가는 토양전염병 방제에 있어서 길항

균의 활성을 증가시킬 뿐만아니라 병원균을 직·간접적으로 억제함으로써 토양병을 방제 할 수 있음이 이미 고추역병균에서 남<sup>12)</sup>등이 보고하였을 뿐만 아니라 그 실용적인 방법임이 본 시험에서도 확인되었다.

결론적으로 CPB, 길항균 및 무기성분으로 조제된 토양첨가제의 활용은 카네이션 시들음병 방제에 기여하게 될 것이다.

### 적 요

카네이션 시들음병에 효과있는 무기 및 유기성분을 선별하고 선별된 성분으로 조제된 토양개량제의 방제효과를 구명코저 본 연구를 지난 1993년 5월 이래 수행하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

1) 석회를 포함한 14종의 무기물 (0.1%,w/v)를 공시하여 포자 발아 상황을 조사한 결과 Alum을 포함 12종 성분이 대조구에 비하여 40%이상 억제효과를 나타냈으며 특히 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Alum 및 CaO 는 포자발아에 대한 억제와 동시에 균사 성장 억제도 58%-68% 범위를 나타냈다. 결과적

으로 8종의 무기성분이 선발되었다. 그리고 무기성분의 희석액에서의 분생포자 발아 상황은 포자 세포내용물이 소실되면서 기형이되고 세포막의 Lysis 현상이 관찰되었다.

- 2) 분생포자 발아 및 균사에 대한 억제율이 우수한 Alum, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 및 CaO의 농도별 상황을 보면 0.5%에서도 86.5%~100%의 억제율을 보였고 균사 생장억제율은 CaO는 2.0%에서 73.4%, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 와 Alum 은 0.5%농도에서도 40%~63.4%의 억제율을 보였다.
- 3) 부숙소나무 수피등 3종의 추출액배지의 성분 농도 효과는 포자발아에서 부숙소나무수피구와 알팔파잎 추출액에서 억제율은 55.6%~98.2% 를 보였으나 균사생장억제 현상은 부숙 소나무 수피구에서만 억제상황을 보였다.
- 4) 부숙 소나무 수피와 알팔파잎을 상토에 첨가(1%,w/w)한 토양배지에서 길항균 *Trichoderma harzianum*의 균사생장은 양호하였으며 동시에 병원균을 효과적으로 억제하는 경향이였다.
- 5) CPM와 병원균 처리구에서는 기주식물에 발병없이 건전하게 성장하는데 반해 대조구에서는 잎이 누렇게 변하고 시들음 증상을 나타냈다.

**Table 4.** Growth of the antagonist *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in the soil medium amended with CPM and MAM(1%, W/W) at 27°C

Amendment	Mycelial growth <sup>z</sup>		Suppression <sup>y</sup> level
	T. harzianum	F. oxy. dianthi	
CPM <sup>x</sup>	+++	+	++++
MAM	++	+	+++

<sup>z</sup> +++ : good proliferation      <sup>y</sup> ++++ : the highest level

+ : poor growth      +++ : higher level

<sup>x</sup> CPM : Composted pine bark and compost soil plus wheat bran (1%, W/W)

MAM : Milled alfalfa leaves and compost soil plus wheat bran (1%, W/W)

**Table 5. Effect of CPM soil amendment for controlling wilt of carnation caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi***

Amendment	Concentration(%)	Wilt symptom	Growing conditions
CPM <sup>Z</sup>	1%, W/W	0	+++ <sup>Y</sup>
CPM	5%, W/W	0	+++
Check (Pathogen inoculated)	—	100	—

<sup>Z</sup>CPM : Composted pine bark, *T. harzianum* and inorganic compounds mixture.

<sup>Y</sup>+++ : Healthy growth ; — : poor growth and yellowish wilt symptom.

## 인용문헌

- Baker, K. F. and Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. W. H. Freeman and Company, San Francisco. p. 433.
- Cho, E. K. Strategies for biological control of soilborne disease in economic crops in Korea. Korean J. Plant Pathol. **3**(4): 313~317.
- Chung, B. K. and Jang, K. S. 1986. Effect of soil amendments for suppressing occurrence of fruit of red pepper rot caused by *Phytophthora capsici* and selection of effective antagonist. The research reports of RDA(Agric. Institutional Cooperation) : 151~162.
- 정영륜, 1989. 부숙 유기물의 토양전염 식물병 억제효과. 한식병지 **5** (1) : 87~95.
- 정후섭, 김충희. 1976. 인삼의 연작장애 방지책(인삼뿌리 썩음병 방제에 관한 연구). 전매기술 연구소 보고 : 1~30.
- Cook, R. J. and Baker, K. F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. ASP, St Paul, MN pp. 539.
- Hoitink, H. A. J. 1980. Composted bark, a light weight growth medium with fungicidal properties. Plant Dis. **64** : 142~147.
- Hoitink, H. A. J. and Fahy, P. C. 1986. Basis for the control of soil borne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. **24** : 93~114.
- Huang, J. W. and E. G. Kuhlman, 1991. Formulation of a soil amendment to control damping-off of slash pine seedlings. Phytopath. **81**(2) : 163~170.
- Huang, J. W. and E. G. Kuhlman, 1991. Medianisms inhibiting damping off Pathogens of slash pine seeding with a formulated soil amendment. Phytopathol. **81**(2) : 171~177.
- Inoue, Y., Takeuchi, S. and Komada, H. 1964. One of the ideas on the control of soilborne diseases, especially on the control of radish yellows by adding chitin to soil. Res. Progress. Repr. Tokai-Kenki Natn. Agr. Exp. Sta. **1** : 6~11 (Abstr. in RAM **44** : 282)
- 남충구, 지형진, 김충희. 1988. 고추역병에 대한 생물학적 방제 연구. 유기물 토양 첨가에 의한 효과. 한국식물병리학회지. **4**(4) : 313~318.
- Papavizas, J. A., Lewis, J. A. and Adams, P. B. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. Influence of amendment and soil carbon to nitrogen balance on *Fusarium* root rot of beans. Phytopathol. **58** : 365~372.
- Papavizas, G. C. 1985. Trichoderma and Gliocladium : Biology, ecology, and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathol. **23** : 23~54.
- Sanford, G. B. 1926. Some factors affecting the Pathogenicity of *Actinomyces scabies*. Phytopathol. **16** : 528~547.
- Spencer, S., and Benson, D. M. 1982. Pine bark, hardwood bark composts, and peat amendment effects on development of *Phytophthora* spp., and lupine root rot. Phytopathol. **72** : 346-351.
- Sun, S. K. and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling *Fusarium* wilt and other soilborne diseases. Plant Dis. **69** : 917-920.
- Zentmyer, G. A. 1965. Bbacterial stimulation of sporangium production in *Phytophthora cinnamomi*. Science **150** :



- 1178~1179.
- 19) Zehavi, U., Levy, M. and Segal, R. 1986. Fungi static activity of saponin a from *Styrax officinalis* L. on plant pathogens. *J. Phytopathol.* 116 : 338-343.