

## 4-Isopropyl, 5-isopropyl-3-methylphenol 유도체들의 합성과 식물 병원균에 대한 항균 활성

최원식\* · 장순호 · 장도연 · 최경길 · 이병호<sup>1</sup> · 김태준<sup>1</sup> · 정봉진<sup>1</sup>

순천향대학교 자연과학대학 유전공학과, <sup>1</sup>동부기술원 농생명연구소

**요약** : 살균활성이 있는 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 출발물질로 하여 ester, sulfonyl ester, carbamate, ether 및 phosphoyl ester계열의 50개 화합물들을 합성하였으며, IR, GC/MS와 <sup>1</sup>H-NMR spectrum을 이용하여 합성을 확인하였다. 이 유도체들에 대한 *in vitro* 살균활성 실험을 10종의 식물 병원균에 대하여 실시한 결과 몇 가지 화합물이 우수한 항균활성을 나타내었다. 이들 화합물을 5가지 식물 병(벼도열병, 토마토역병, 오이 잭빛곰팡이병, 벼 잎집무늬 마름병, 오이탄저병)에 대하여 *in vivo* 항균활성을 조사하였다. 그 결과, 4-isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate(I-7a)는 벼 도열병(*Pycularia oryzae*)에 methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(I-4d)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(II-4d)는 오이 잭빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)에 높은 방제활성을 나타내었다. (2006년 10월 23일 접수, 2006년 12월 23일 수리)

**색인어** : 식물병원균, 살균활성, 4-isopropyl-3-methylphenol, 5-isopropyl-3-methylphenol

### 서 론

1960년대 이 후 인구 증가로 인한 기아와 질병을 해결하기 위하여 농약사용을 적극 권장한 결과 식량 증산과 보건향상에 크게 기여하였다. 그러나 이러한 결과로 천적, 유용균, 곤충의 멸종, 야생동물 및 어류에 대한 악영향, 사람과 동물에 대한 독성, 토양이나 식품중의 잔류와 그 외의 각종 환경오염 문제 등이 점차 부작용으로 나타나기 시작하였다(Helling 등, 1971; Brown, 1978; Sylverstre와 Fournier, 1979; Muller, 1988).

이러한 문제점들을 해결하기 위해 대체 농약(alternative pesticides)의 필요성이 절실히 요구되었다. 그 대책으로 천적곤충과 미생물을 이용한 해충 방제, 성 페로몬의 이용, 생태계에 존재하는 생물 상호간의 작용물질 즉 생리활성 천연물질을 이용하거나 생물공학 기법인 유전자 재조합으로 병충해 내성작물, 해충 저항성 작물 그리고 스트레스 저항성 작물과 병해 저항성을 갖는 작물 등의 개발이 시도되고 있으며 현재 일부 실용화 단계에 있다(Kurahashi 등, 1997; Motoyama 등, 1998; 谷中國昭, 2003; 長谷邦昭, 2003).

선진국에서는 수년 전부터 이러한 분야에 관심을

가져 천연물 또는 미생물로부터 인간과 가축에 무해하며 각종 환경오염이 낮은 농약을 개발하고자 하는 시도가 활발히 진행 중이다(Agrios, 1997; Lee 등, 2001a; Lee 등, 2001b; Duke 등 2002; Tajima 등, 2002; 大泥貫奏, 2003; Lee 등, 2004; ).

본 연구실에서는 천연물을 이용한 새로운 살균제를 개발하기 위해 여러 식물 정유성분들에 대하여 살균 활성을 조사하였고, 그 중 thyme 오일이 오이 잭빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*), 벼 잎집무늬마름병균(*Rhizoctonia solani*)와 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)에 생리활성을 나타내며 그 외 식물병원균에서도 살균력을 갖고 있음을 확인하였다.

Thyme 오일의 주성분들을 확인한 결과, thymol과 carvacrol이 우수한 항균력을 가지는 물질임을 알 수 있었다(최 등, 2006).

따라서 본 연구에서는 thymol, carvacrol과 유사구조를 가지며 항균효과가 있는 4-isopropyl-3-methylphenol과 5-isopropyl-3-methylphenol 화합물을 출발물질로 하여 -OH기를 변화시켜 ester, sulfonyl ester, carbamate, ether 및 phosphoyl ester계열의 유도체들을 합성하고, 이 화합물들에 대한 식물 병원균의 살균 효과에 대해 조사하였다.

\*연락처자

## 재료 및 방법

### 시험균주

실험에 사용한 *Colletotrichum orbiculare*(오이탄저병균)와 10종의 식물병원균주 들은 한국농용미생물보존센터(Korean Agricultural Culture Collection, KACC)에서 분양받아 사용하였다.

### 시약 및 기기

합성에 사용된 시약은 Aldrich(USA)사의 제품을, 공시약제로 판마시수화제(thiobendazole 60% : 푸른 곰팡이균)와 포름수화제(dimethomorph 25% : 고추 역병균)는 동방아그로(Korea) 제품을 사용하였고, 안타유제(etridiazole 25% : 입고병균), 폴리옥신수화제(polyoxin B 10% : 사과점무늬낙엽병균), 안트라콜(propineb 70% : 오이 탄저병균), 몬세렌(pencycuron 25% : 벼 잎집무늬마름병균), 유파렌(dichlofluanid 50% : 오이 잭빛곰팡이병균)과 트리클라졸(tricyclazole 75% : 벼 도열병균)는 동부한농(Korea)의 제품을 사용하였으며 실험에 사용한 농도는 제제의 원제 농도를 고려하여 실험하였다. 유도체 합성의 확인을 위해 사용한 GC/MS는 GCMS-QP5050(Shimadzu, Japan), IR-spectrophotometer는 FT/IR-4100 (JASCO, Japan)과 <sup>1</sup>H-NMR은 Bruker 200 NMR spectrometer(Bruker, Germany)를 이용하였다.

### 유도체의 합성

#### Ester 유도체들의 합성

##### 4-Isopropyl-3-methylphenyl acetate (I-1a)의 합성

Acetonitrile 15 mL에 4-isopropyl-3-methylphenol(I) 2 g (13.31 mmol)을 용해시킨 후, triethylamine 2.22 mL (15.97 mmol)을 가하고 acetyl bromide 0.98 mL (13.31 mmol)을 적가 하여 상온에서 5시간동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 물 20 mL과 염화메틸렌 20 mL을 가한 후 30분 동안 교반하였다. 유기 층을 분리하고 포화 소금물 20 mL로 세척한 후, 무수 황산마그네슘으로 탈수 하였다. 감압 하에 용매를 완전히 제거하고 실리카겔 관 크로마토그래피법(hexane : acetone = 1:1)로 정제하여 목적물 1.60 g (62.5%)을 얻었다. 또한, 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 이용한 ester 화합물 (I-2a~I-7a, II-1a~II-7a)들도 4-isopropyl-3-methylphenyl acetate(I-1a)와 유사한 방법으로 제조하였다.

#### Sulfonyl ester 유도체들의 합성

##### 4-Isopropyl-3-methylphenyl methanesulfonate (I-1b) 합성

4-Isopropyl-3-methylphenol(I) 2 g (13.31 mmol)과 methanesulfonyl chloride 1.03 mL (13.31 mmol)을 사용하여 화합물 (I-1a)와 같은 방법으로 실험하여 목적물 1.80 g (59.2%)을 얻었다. 또한, 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 이용한 sulfonyl ester 화합물 (I-2b~I-6b, II-1b~II-6b)들도 4-isopropyl-3-methylphenyl methanesulfonate(I-1b)와 유사한 방법으로 제조하였다.

#### Carbamate 유도체들의 합성

##### 4-Isopropyl-3-methylphenyl carbamate (I-1c) 합성

Acetonitrile 15 mL에 4-isopropyl-3-methylphenol(I) 2 g (13.31 mmol)을 용해시킨 후, 이 용액에 chlorosulfonyl isocyanate 1.59 mL (13.31 mmol)을 적가 하여 상온에서 5시간동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (I-1a)와 같은 방법으로 실험하여 목적물 2.00 g (77.7%)을 얻었다. 또한, 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 이용한 carbamate 화합물 (I-2c~I-3c, II-1c~II-3c)들도 4-isopropyl-3-methylphenyl carbamate(I-1c)와 유사한 방법으로 제조하였다.

#### Ether 유도체들의 합성

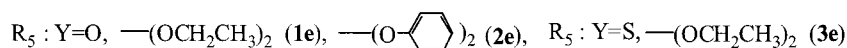
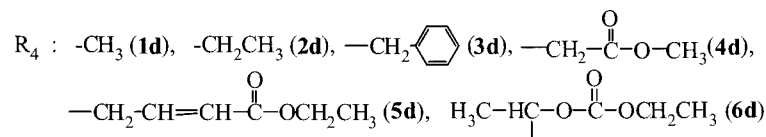
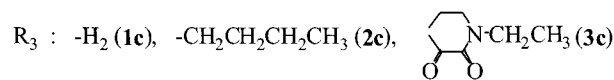
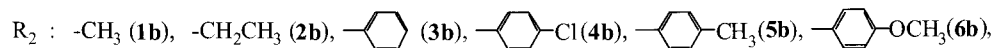
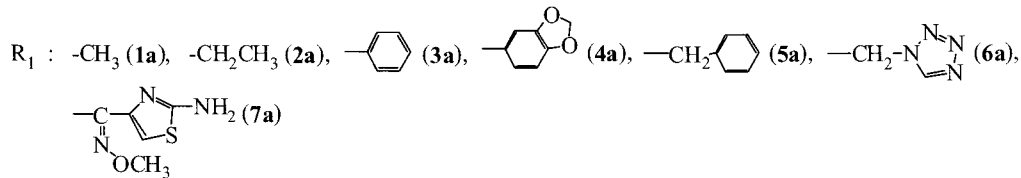
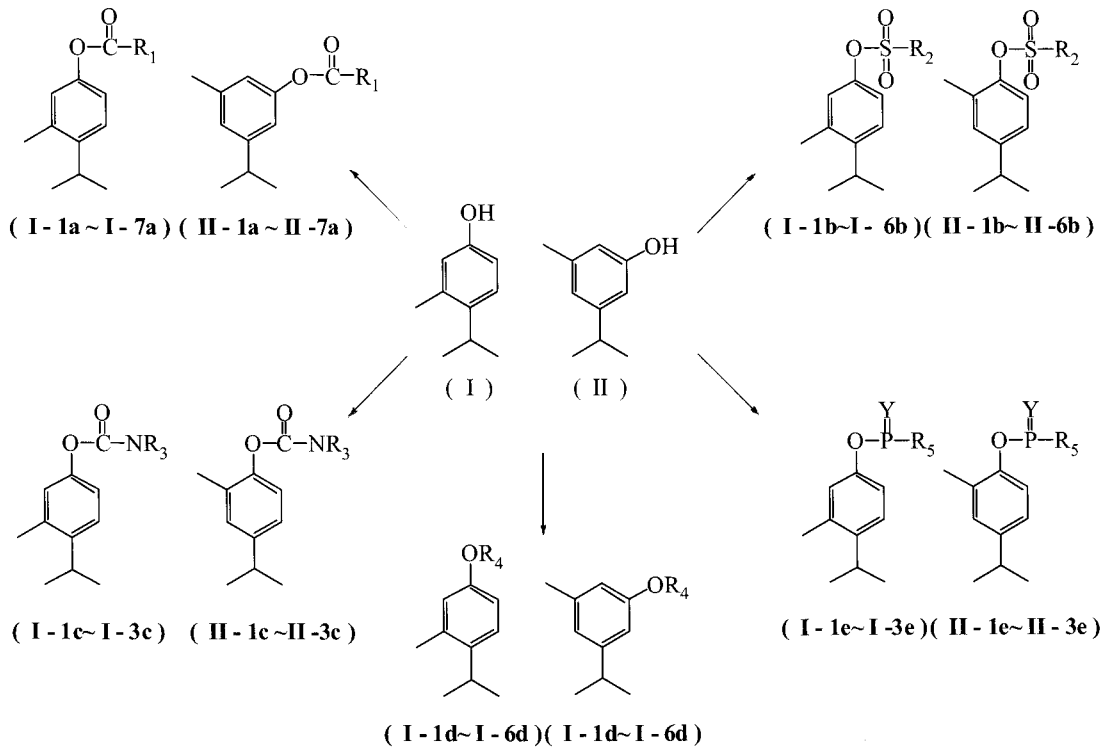
##### 2-Isopropyl-5-methoxytoluene (I-1d) 합성

Dimethyl sulfoxide 5 mL와 tetrahydrofuran 5 mL의 혼합용액에 4-isopropyl-3-methylphenol(I) 2 g (13.31 mmol)을 완전히 용해 시켰다. 이 용액에 iodomethane 1.0 mL (15.97 mmol)과 KOH 0.89 g (15.86 mmol)을 가한 후 상온에서 2시간동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (I-1a)와 같은 방법으로 실험하여 목적물 1.50 g (68.6%)을 얻었다. 또한, 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 이용한 ether 화합물 (I-2d~I-6d, II-1d~II-6d)들도 2-isopropyl-5-methoxytoluene(I-1d)과 유사한 방법으로 제조하였다.

#### Phosphoyl ester 유도체들의 합성

##### Diethyl(4-isopropyl-3-methylphenoxy)phosphate (I-1e) 합성

4-Isopropyl-3-methylphenol(I) 2 g (13.31 mmol)과 diethyl chlorophosphate 2.32 mL (15.97 mmol)을 사용하여 화합물(I-1a)과 같은 방법으로 실험하여 목적물



Scheme 1. Synthesis of 4-isopropyl-3-methylphenol(I) and 5-isopropyl-3-methylphenol(II) derivatives.

2.80 g (73.5%)을 얻었다. 또한, 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)을 이용한 phosphoyl ester 화합물 (I-1e~I-3e, II-1e~II-3e) 들도 diethyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)phosphate(I-1e)와 유사한 방법으로 제조하였다.

유도체들의 살균활성실험  
*in vitro* 실험

살균 활성실험은 PDA(potato dextrose agar) 3.9 g을 100 mL의 증류수에 용해하여 고압멸균(121°C, 15분)한 후 배지의 온도를 50°C가 되도록 식히고 DMSO(dimethyl sulfoxide)에 녹인 유도체를 배지와 혼합하여 최종농도를 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 가 되도록 한 후 페트리디쉬에 20 mL씩 분주하여 PDA 혼합배지를 제조하였다. 식물병원균의 접종과 배양은 배지 중앙에 균주 생장 부위가 배지면과 맞닿도록 지름 5 mm의 agar disc를

접종하였으며 접종된 배지는 암실조건(25°C, 습도 75%)에서 배양 하였다. 살균활성실험은 무처리군의 균사생장지름이 80(±5) mm가 될 때까지 배양 후 균사생장지름을 측정하였으며 모든 실험은 3회 이상 실시하여 그 평균값을 측정값으로 하였다. 균사 생장 억제율은 다음과 같은 식에 의하여 산출하였다.(신, 2002)

$$\text{균사 생장 억제율(\%)} = \frac{\text{무처리군의 균사생장지름} - \text{처리군의 균사생장지름}}{\text{무처리군 균사 생장지름}} \times 100$$

#### in vivo 실험

실험에 사용한 오이(품종 : 백다다기)와 토마토(품종 : 광명)는 2엽기의 유묘를 (10-15 cm) 사용하였으며, 벼(품종 : 일품)는 3-4엽기의 유묘를 (25-30 cm) 사용하였다. 활성평가는 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*), 오이 잭빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*), 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*), 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)과 벼 잎집무늬마름병균(*Rhizoctonia solani*)을 대상으로 수행되었다. 접종원으로 오이 탄저병균은 PDA(potato dextrose agar)배지에 접종 뒤 인큐베이터(20°C, 광조건)에서 7일간 배양 후 생성된 분생포자를 수확하여 Tween 20이 1,000 ppm 함유된  $1 \times 10^5$  spores mL<sup>-1</sup>의 현탁액을 만들어 1엽기 오이 유묘의 본엽에 고르게 spray하였다. 오이 잭빛곰팡이병균은 PDA배지에 접종 뒤 인큐베이터(20°C, 광조건)에서 14일간 배양 후 생성된 분생포자를 수확하여 potato dextrose broth로 Tween 20이 1,000 ppm 함유된  $1 \times 10^6$  spores mL<sup>-1</sup>의 포자현탁액을 만들어 1엽기 오이 유묘의 본엽에 고르게 spray하였다. 토마토 역병균은 V8배지(V8-juice 200 mL, CaCO<sub>3</sub> 4.5 g, Agar 20 g, distilled water 800 mL)에 접종 뒤 인큐베이터(20°C, 광조건)에서 7일간 배양 후 생성된 균사체의 기중균사를 spreader로 제거한 후 인큐베이터(25°C, 광조건)에서 2일간 배양한 뒤 형성된 유주자낭을 수확하여 Tween 20이 1000 ppm 함유된  $1 \times 10^4$  sporangia mL<sup>-1</sup>의 현탁액을 만들어 본엽 2-3엽의 토마토 유묘의 경엽에 고루 spray하였다. 벼 도열병은 RPA(rice polish 20 g, dextrose 10 g, Agar 15 g, distilled water 1L)배지에 접종 뒤 인큐베이터(27°C, 광조건)에서 14일간 배양 후 생성된 균사체의 기중균사를 spreader로 제거한 후 인큐베이터(25°C, 광조건)에서 2일간 배양한 뒤 형성된 분생포자를 수확하여 Tween 20이 1,000 ppm 함유된

$1 \times 10^6$  spores mL<sup>-1</sup>의 현탁액을 만들어 4엽기의 일품벼 경엽에 고루 spray하였다. 벼 잎집무늬마름병균은 PDA배지 28°C에서 2일간 배양하고 성장한 균사체 6 mm질편을 떼어내어 121°C에서 30분씩 2회 멸균된 밀기울(wheat bran medium : wheat bran 200 g, 왕겨 100 g, 증류수 100 mL)배지에 접종 후 배양된 균체를 벼 유묘의 기저부에 접종하여 발병을 유도시켰다. 각각 접종된 유묘들은 dew chamber(27°C, 95%, 암조건)에서 48 시간 보관 후 항온항습실(25°C, 80%)에서 광조건, 암조건을 각각 12 hr으로 처리한 벼를 제외하고 모두 dew chamber(23°C, 95%, 암조건)에서 48 시간 보관 후 항온항습실(25°C, 80%)에서 광조건, 암조건을 각각 12 hr으로 한 조건으로 처리되었으며, 무처리의 발병을 충분히 유도한 후 결과를 조사하였다. 오이와 토마토 작물의 병반면적율을 측정하였으며, 벼작물의 경우는 발병지로부터 병반의 발생높이를 측정하여 다음과 같은 식에 의하여 방제율을 산출하였다. 모든 실험은 3회 이상 실시하여 그 평균값을 측정값으로 하였다.

$$\text{방제율(\%)} = \frac{\text{무처리구 병반면적율\%} - \text{처리구 병반면적율\%}}{\text{무처리구의 병반면적율\%}} \times 100$$

## 결 과

### 유도체들의 합성과 확인

4-Isopropyl-3-methylphenol (I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)의 ester(I-1a~I-7a, II-1a~II-7a), sulfonyl ester(I-1b~6b, II-1b~6b), carbamate(I-1c~I-3c, II-1c~II-3c), ether(I-1d~I-6d, II-1d~II-6d)와 phosphoyl ester 계(I-1e~I-3e, II-1e~II-3e) 화합물들의 합성방법은 Scheme 1과 같다. 제조된 화합물들은 GC/MS, IR spectrum과 <sup>1</sup>H-NMR spectrum을 이용하여 합성이 되었음을 확인하였다. 한 예로 4-isopropyl-3-methylphenyl acetate(I-1a)의 경우 IR spectrum에서 1760 cm<sup>-1</sup> (C=O)와 1213 cm<sup>-1</sup>(C-O)의 peak들을 확인하였고, GC/MS spectrum에서의 RT(retention time) 11.2분대 단일 peak는 순수하게 합성되었음을 나타내고 있으며, mass spectrum에서 이 화합물의 분자량은 192이며, 분자조각 135(base peak), 177, 150, 105, 77과 65의 특징적인 peak들을 확인하였다. 또한 <sup>1</sup>H-NMR spectrum 결과 6.50 ppm (s, 1H)의 peak는 aromatic 5번 위치의 1개 수소, 6.32 ppm (s, 2H)의 peak는 aromatic의 2번 위치와 6번 위치의 2개의 수소를 나타내며 3.12 ppm

Table 1. Analytical data of ester( I -1a~ I -10a, II -1a~ II -10a) derivatives

Compound	IR (cm <sup>-1</sup> )	NMR (δ)	MS(m/e)
I -1a	1760(C=O) 1213(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.08(s, 3H, COCH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.32(s, 2H, aromatic 2-H, 6-H), 6.50(s, 1H, aromatic 5-H)	192(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -2a	1760(C=O) 1162(C-O)	1.09(t, 3H, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.27(q, 2H, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.40(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.10(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	206(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -3a	1740, 1263(C=O)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.15(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.20-6.50(m, 3H, aromatic H), 7.00-7.15(m, 5H, aromatic H)	254(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -4a	1725(C=O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 5.90(s, 2H, piperonylonyl 9-CH <sub>2</sub> ), 6.70-7.54(m, 6H, aromatic H)	298(M <sup>+</sup> ), 149(base)
I -5a	1750(C=O) 1235(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.59(s, 2H, benzyl CH <sub>2</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.19(m, 8H, aromatic H)	268(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -6a	1776(-OCO-) 1492(-CH <sub>2</sub> -)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.75(s, 2H, tetrazolyl acetyl CH <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H), 8.50(s, 1H, tetrazolyl CH)	260(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -7a	1739(C=O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.36(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.49(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.89(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 4.10(s, 3H, O-CH <sub>3</sub> ), 6.80-6.90(m, 3H, aromatic H), 7.00(s, 1H, aminothiazole CH)	333(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -1a	1768(C=O) 1210(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.08(s, 3H, COCH <sub>3</sub> ), 2.32(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.25(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	192(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -2a	1762(C=O) 1153(C-O)	1.10(t, 3H, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.27(m, 2H, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.25(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	206(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -3a	1737(C=O) 1260(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.10(m, 8H, aromatic H)	254(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -4a	1725(-OCO-)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.00(s, 2H, piperonylonyl 9-CH <sub>2</sub> ), 6.30-7.60(m, 6H, aromatic H)	298(M <sup>+</sup> ), 149(base)
II -5a	1757(C=O) 1237(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.59(s, 2H, benzyl CH <sub>2</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.31(s, 1H, aromatic 2-H), 6.00-7.20(m, 8H, aromatic H)	268(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -6a	1777(C=O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.75(s, 2H, tetrazolyl acetyl CH <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H), 8.50(s, 1H, tetrazolyl CH)	260(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -7a	1735(C=O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.49(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.92(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 4.09(s, 3H, O-CH <sub>3</sub> ), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H), 7.00(s, 1H, aminothiazole CH)	333(M <sup>+</sup> ), 150(base)

(m, 1H)은 isopropyl의 CH-, 2.35 ppm (s, 3H)에서 aromatic의 3번 위치의 -CH<sub>3</sub>, 2.08 ppm (s, 3H)의 peak는 -COCH<sub>3</sub>, 1.25 ppm (m, 6H)은 isopropyl기의 두 개의 -CH<sub>3</sub>가 있음을 확인 할 수 있었다.

4-Isopropyl-3-methylphenol (I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)의 ester, sulfonyl ester, carbamate, ether와 phosphoyl ester 계 유도체들의 분석결과는 Table 1~5에 요약하였다.

#### 살균활성

4-Isopropyl-3-methylphenol (I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)로부터 합성한 ester(I -1a~ I -7a, II -1a~ II -7a), sulfonyl ester(I -1b~ I -6b, II -1b~ II -6b), carbamate (I -1c~ I -3c, II -1c~ II -3c), ether(I -1d~ I -6d, II -1d~ II -6d)와 phosphoyl ester 계(I -1e~ I -3e, II -1e~ II -3e)유도체들을 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)와 9종의 식물병원균에 대하여 살균활성을 측정하였다.

Ester계 화합물들에 대한 식물병원균의 살균효과는 Table 6과 같다. Table 6에서 보는 바와 같이

4-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate (I -5a)와 5-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate(II -5a)는 사과점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)에서 공시약제인 폴리옥신수화제(polyoxin B 10%)와 비슷한 항균활성을 나타내었으며, 4-isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate (I -7a)는 고추탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*)에서 공시약제인 포름수화제(dimethomorph 25%)와 유사하고, 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에서는 공시약제인 빔수화제(tricyclazole 75%)보다 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한, 거의 모든 ester계 유도체들이 활성은 높지 않았지만 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*), 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*), 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)과 고추 탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*)그리고 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에서 활성을 나타내었다

Table 2. Analytical data of sulfonyl ester(I -1b~ I -6b, II -1b~ II -6b) derivatives

Compound	IR (cm <sup>-1</sup> )	NMR (δ)	MS(m/e)
I -1b	1371(S=O) 1178(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.94(s, 3H, methanesulfonyl CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	228(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -2b	1367(S=O) 1172(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.39(t, 3H, ethanesulfonyl CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.45(m, 2H, ethanesulfonyl CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	242(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -3b	1378(S=O) 1190(S-O)	1.24(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.15(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.15(m, 8H, aromatic H)	290(M <sup>+</sup> ), 149(base)
I -4b	1387(S=O) 1190(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.15(m, 7H, aromatic H)	325(M <sup>+</sup> ), 149(base)
I -5b	1381(S=O) 1177(S-O)	1.20(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 6H, 3-CH <sub>3</sub> , <i>p</i> -tolunesulfonyl CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.15(m, 7H, aromatic H)	304(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -6b	1373(S=O) 1193(S-O)	1.20(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.10(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.73(s, 3H, methoxy OCH <sub>3</sub> ), 6.20-7.15(m, 7H, aromatic H)	320(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -1b	1371(S=O) 1185(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.32(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.94(s, 3H, methanesulfonyl CH <sub>3</sub> ), 3.25(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.31-6.50(m, 3H, aromatic H)	228(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -2b	1365(S=O) 1173(S-O)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.39(t, 3H, ethanesulfonyl CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.45(m, 2H, ethanesulfonyl CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.31-6.50(m, 3H, aromatic H)	242(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -3b	1375(S=O) 1191(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.15(m, 8H, aromatic H)	290(M <sup>+</sup> ), 149(base)
II -4b	1386(S=O) 1192(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.14(m, 7H, aromatic H)	325(M <sup>+</sup> ), 149(base)
II -5b	1375(S=O) 1191(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 6H, 3-CH <sub>3</sub> , <i>p</i> -tolunesulfonyl CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.15(m, 7H, aromatic H)	304(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -6b	1373(S=O) 1170(S-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.73(s, 3H, methoxy OCH <sub>3</sub> ), 6.30-7.15(m, 7H, aromatic H)	320(M <sup>+</sup> ), 150(base)

Table 3. Analytical data of carbamate (I -1c~ I -3c, II -1c~ II -3c) derivatives

Compound	IR (cm <sup>-1</sup> )	NMR (δ)	MS(m/e)
I -1c	1740 (-OCONH-)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.32-6.56(m, 3H, aromatic H)	193(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -2c	1727 (-OCONH-)	0.96(t, 3H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.33(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.55(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.96(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	249(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -3c	1675 (-CO-CO)	1.19(m, 9H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , N-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.31(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.10(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.60(m, 4H, piperazine ring CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ), 4.12(m, 2H, N-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.90-7.12(m, 3H, aromatic H)	318(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -1c	1747 (-OCONH-)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.48(m, 3H, aromatic H)	193(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -2c	1727 (-OCONH-)	0.96(t, 3H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.33(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.55(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.96(m, 2H, butyl CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	249(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -3c	1676 (-CO-CO)	1.23(m, 9H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , N-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.36(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 2.90(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.65(m, 4H, piperazine ring CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ), 4.17(m, 2H, N-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.85-7.00(m, 3H, aromatic H)	318(M <sup>+</sup> ), 150(base)

Table 4. Analytical data of ether (I -1d~ I -8d, II -1d~ II -8d) derivatives

Compound	IR (cm <sup>-1</sup> )	NMR (δ)	MS(m/e)
I -1d	1251(C-O) 1151(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.40(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.20(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.73(s, 3H, methoxy OCH <sub>3</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	164(M <sup>+</sup> ), 149(base)
I -2d	1240(C-O) 1165(C-O)	1.20(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.33(t, 3H, ethoxy OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.98(m, 2H, ethoxy OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	178(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -3d	1249(C-O) 1151(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 5.20(s, 2H, benzyl CH <sub>2</sub> ), 6.30-7.20(m, 8H, aromatic H)	240(M <sup>+</sup> ), 150(base)

I -4d	1205(C-O) 1168(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.24(s, 3H, COOCH <sub>3</sub> ), 4.64(s, 2H, OCH <sub>2</sub> COO), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	222(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -5d	1261(C-O) 1152(C-O)	1.23(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.30(t, 3H, ethyl COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 4.19(m, 2H, ethyl COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 4.61(d, 2H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO), 6.04(d, 1H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H), 7.07(q, 1H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO)	262(M <sup>+</sup> ), 150(base)
I -6d	1761(C=O) 1242(C-O)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.30(t, 3H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.70(d, 3H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 4.20(q, 2H, diethylcarbonate), 6.30(m, 4H, diethylcarbonate, aromatic H)	266(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -1d	1251(C-O) 1149(C-O)	1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.73(s, 3H, methoxy OCH <sub>3</sub> ), 6.70-6.85(m, 3H, aromatic H)	164(M <sup>+</sup> ), 149(base)
II -2d	1291(C-O) 1159(C-O)	1.23(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.33(t, 3H, ethoxy OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.98(s, 3H, ethoxy O CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H)	178(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -3d	1291(C-O) 1164(C-O)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 5.20(s, 2H, benzyl CH <sub>2</sub> ), 6.70-7.20(m, 8H, aromatic H)	206(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -4d	1231(C-O) 1160(C-O)	1.20(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.15(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.24(s, 3H, COOCH <sub>3</sub> ), 4.64(s, 2H, OCH <sub>2</sub> COO), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H)	222(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -5d	1252(C-O) 1110(C-O)	1.24(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.30(t, 3H, ethyl COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 4.19(m, 2H, ethyl COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 4.61(d, 2H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO), 6.04(d, 1H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H), 7.07(q, 1H, crotonoyl CH <sub>2</sub> CHCHCO)	262(M <sup>+</sup> ), 150(base)
II -6d	1761(C=O) 1242(C-O)	1.26(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.30(t, 3H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 1.70(d, 3H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 4.20(q, 2H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.34(m, 1H, diethyl carbonyl CH(CH <sub>3</sub> )OCOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H)	266(M <sup>+</sup> ), 150(base)

Table 5. Analytical data of phosphoyl ester ( I -1e~ I -3e, II -1e~ II -3e) derivatives

Compound	IR (cm <sup>-1</sup> )	NMR (δ)	MS(m/e)
I -1e	1289(P=O)	1.11(m, 6H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.57(m, 4H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.36-6.50(m, 3H, aromatic H)	286(M <sup>+</sup> ), 271(base)
I -2e	1301(P=O)	1.27(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.35-7.10(m, 13H, aromatic H)	398(M <sup>+</sup> ), 212(base)
I -3e	1172(P=S)	1.11(m, 6H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.24(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.57(m, 4H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-6.50(m, 3H, aromatic H)	382(M <sup>+</sup> ), 367(base)
II -1e	1286(P=O)	1.11(m, 6H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.57(m, 4H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.70-6.90(m, 3H, aromatic H)	286(M <sup>+</sup> ), 271(base)
II -2e	1301(P=O)	1.23(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.32(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.25(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.30-7.10(m, 13H, aromatic H)	398(M <sup>+</sup> ), 212(base)
II -3e	1175(P=S)	1.11(m, 6H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 1.25(m, 6H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 2.35(s, 3H, 3-CH <sub>3</sub> ), 3.12(m, 1H, isopropyl CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 3.57(m, 4H, diethoxy (OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), 6.70-6.85(m, 3H, aromatic H)	382(M <sup>+</sup> ), 367(base)

Sulfonyl ester계 화합물들에 대한 식물병원균의 살균효과는 Table 7과 같다. Table 7에서 보는 바와 같이 4-isopropyl-3-methylphenyl 4-chlorobenzenesulfonate (I -4b)와 4-isopropyl-3-methylphenyl 4-toluenesulfonate (I -5b)가 벼 잎집무늬마름병균(*Rhizoctonia solani*)에서 항균활성을 보였으며, 5-isopropyl-3-methylphenyl 4-chlorobenzenesulfonate(II -4b) 화합물은 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에서 공시약제인 포름수화제(dimethomorph 25%)와 비교하여 비교적 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한, 이 계열의 유도체들이 생리활성은 높지 않지만 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*), 고추 탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*)과 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대하여 대부

분 활성을 나타내었다.

Carbamate계 화합물들에 대한 식물병원균의 살균효과는 Table 8과 같다. Table 8에서 보는 바와 같이 4-isopropyl-3-methylphenyl N-(4-ethyl-2,3-dioxo-1-piperazine)carbamate (I -3c) 화합물이 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)에서 공시약제인 폴리옥신수화제(polyoxin B 10%)와 비슷한 항균활성을 나타내었다. 또한, 이 계열의 대부분의 유도체들이 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)와 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에 대하여 활성을 나타내었다.

Ether계 화합물들에 대한 식물병원균의 살균효과는

Table 6. Inhibitory activities of ester derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against various plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen		Growth Inhibition (%)							
	Aa <sup>b</sup>	Pc <sup>b</sup>	Pu <sup>b</sup>	Pi <sup>b</sup>	Cg <sup>b</sup>	Rs <sup>b</sup>	Bc <sup>b</sup>	Co <sup>b</sup>	Po <sup>b</sup>	Tv <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Commercial chemicals	41	60	23	38	41	29	58	52	55	70
I	31	30	7	28	34	23	8	32	29	-
II	33	32	11	29	11	9	9	32	49	-
I-1a	-	25	-	32	-	-	-	44	-	-
I-2a	18	-	-	-	-	-	-	-	5	2
I-3a	24	-	-	-	17	-	-	-	25	17
I-4a	14	-	-	9	24	20	-	-	-	-
I-5a	39	-	-	32	28	20	36	-	43	-
I-6a	23	-	-	24	17	-	-	-	32	18
I-7a	-	-	-	-	41	-	-	28	58	-
II-1a	30	32	-	25	8	-	-	40	2	-
II-2a	21	-	-	-	-	-	5	-	-	2
II-3a	29	-	-	-	30	-	-	-	22	11
II-4a	17	-	-	28	29	-	-	-	-	-
II-5a	35	-	-	24	29	17	17	-	16	-
II-6a	30	-	-	22	-	22	22	18	41	20
II-7a	-	-	-	-	27	-	-	5	42	-

- : non-effective

<sup>a</sup>All chemical were treated at a control of 100 µg mL<sup>-1</sup>.<sup>b</sup>Aa : *Alternaria alternata*, Pc : *Phytophthoa capsici*, Pu : *Pythium ultimum*, Pi : *Phytophthora infestans*, Cg : *Colletotrichum gloeosporioides*, Rs : *Rhizoctonia solini*, Bc : *Botrytis cinerea*, Co : *Colletotrichum orbiculare*, Po : *Pyrularia oryzae*, Tv : *Trichoderma virens*.

Table 7. Inhibitory activities of sulfonyl ester derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against various plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen		Growth Inhibition (%)							
	Aa <sup>b</sup>	Pc <sup>b</sup>	Pu <sup>b</sup>	Pi <sup>b</sup>	Cg <sup>b</sup>	Rs <sup>b</sup>	Bc <sup>b</sup>	Co <sup>b</sup>	Po <sup>b</sup>	Tv <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Commercial chemicals	41	60	23	38	41	29	58	52	55	70
I	31	30	7	28	34	23	8	32	29	-
II	33	32	11	29	11	9	9	32	49	-
I-1b	-	17	10	-	18	-	-	32	28	-
I-2b	23	-	-	-	34	-	-	17	23	-
I-3b	17	-	5	4	36	-	33	24	22	-
I-4b	-	-	-	29	28	37	-	16	25	-
I-5b	27	-	-	10	28	35	27	11	29	7
I-6b	15	-	-	-	24	-	-	-	7	32
II-1b	-	9	-	-	14	-	-	29	24	-
II-2b	29	-	-	-	27	-	-	30	28	-
II-3b	21	-	-	5	32	-	7	12	25	-
II-4b	-	-	-	37	21	12	-	35	23	-
II-5b	29	-	-	12	18	23	-	27	27	2
II-6b	17	-	-	-	28	-	-	34	-	29

- : non-effective

<sup>a</sup>All chemical were treated at a control of 100 µg mL<sup>-1</sup>.<sup>b</sup>Aa : *Alternaria alternata*, Pc : *Phytophthoa capsici*, Pu : *Pythium ultimum*, Pi : *Phytophthora infestans*, Cg : *Colletotrichum gloeosporioides*, Rs : *Rhizoctonia solini*, Bc : *Botrytis cinerea*, Co : *Colletotrichum orbiculare*, Po : *Pyrularia oryzae*, Tv : *Trichoderma virens*.



Table 8. Inhibitory activities of carbamate derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against various plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen	Growth Inhibition (%)									
		Aa <sup>b)</sup>	Pc <sup>b)</sup>	Pu <sup>b)</sup>	Pi <sup>b)</sup>	Cg <sup>b)</sup>	Rs <sup>b)</sup>	Bc <sup>b)</sup>	Co <sup>b)</sup>	Po <sup>b)</sup>	Tv <sup>b)</sup>
Commercial chemicals <sup>a)</sup>		41	60	23	38	41	29	58	52	55	70
I		31	30	7.1	28	34	23	8	32	29	-
II		33	32	11.8	29	11	9	9	32	49	-
I-1c		-	11	-	8	36	2	9	24	22	-
I-2c		28	-	-	-	34	-	-	-	19	-
I-3c		38	-	-	27	-	18	-	-	-	-
II-1c		26	11	-	8	-	8	9	21	38	5
II-2c		11	12	-	24	5	-	-	-	22	-
II-3c		25	-	-	12	-	17	25	-	-	-

- : non-effective

<sup>a)</sup>All chemical were treated at a control of 100 µg mL<sup>-1</sup>.<sup>b)</sup>Aa : *Alternaria alternata*, Pc : *Phytophthoa capsici*, Pu : *Pythium ultimum*, Pi : *Phytophthora infestans*, Cg : *Colletotrichum gloeosporioides*, Rs : *Rhizoctonia solini*, Bc : *Botrytis cinerea*, Co : *Colletotrichum orbiculare*, Po : *Pycularia oryzae*, Tv : *Trichoderma virens*.

Table 9. Inhibitory activities of ether derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against various plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen	Growth Inhibition (%)									
		Aa <sup>b)</sup>	Pc <sup>b)</sup>	Pu <sup>b)</sup>	Pi <sup>b)</sup>	Cg <sup>b)</sup>	Rs <sup>b)</sup>	Bc <sup>b)</sup>	Co <sup>b)</sup>	Po <sup>b)</sup>	Tv <sup>b)</sup>
<sup>a)</sup> Commercial chemicals		41	60	23	38	41	29	58	52	55	70
I		31	30	7	28	34	23	8	32	29	-
II		33	32	11	29	11	9	9	32	49	-
I-1d		-	-	-	-	12	-	-	-	21	-
I-2d		17	-	-	-	-	-	-	-	5	-
I-3d		29	-	-	-	-	-	-	11	5	-
I-4d		17	-	-	46	21	-	-	5	18	-
I-5d		31	-	-	-	-	-	-	-	27	-
I-6d		-	-	-	-	24	-	-	-	5	-
II-1d		-	-	-	-	8	-	-	-	4	-
II-2d		5	-	-	5	-	-	-	10	-	-
II-3d		-	9	7	-	29	-	5	9	5	-
II-4d		21	-	-	44	17	-	-	5	12	-
II-5d		36	-	-	-	-	-	-	-	16	-
II-6d		15	-	-	27	20	-	-	-	5	-

- : non-effective

<sup>a)</sup>All chemical were treated at a control of 100 µg mL<sup>-1</sup>.<sup>b)</sup>Aa : *Alternaria alternata*, Pc : *Phytophthoa capsici*, Pu : *Pythium ultimum*, Pi : *Phytophthora infestans*, Cg : *Colletotrichum gloeosporioides*, Rs : *Rhizoctonia solini*, Bc : *Botrytis cinerea*, Co : *Colletotrichum orbiculare*, Po : *Pycularia oryzae*, Tv : *Trichoderma virens*.

Table 9와 같다. Table 9에서 보는 바와 같이 methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (I-4d)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (II-4d) 화합물이 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에서 공시약제인 포름

수화제(dimethomorph 25%)보다 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한, ether계열 유도체들의 대부분이 고추 탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*)과 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대하여 활성을 나타내었다.

Table 10. Inhibitory activities of phosphoyl ester derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against various plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen		Growth Inhibition (%)							
	Aa <sup>b</sup>	Pc <sup>b</sup>	Pu <sup>b</sup>	Pi <sup>b</sup>	Cg <sup>b</sup>	Rs <sup>b</sup>	Bc <sup>b</sup>	Co <sup>b</sup>	Po <sup>b</sup>	Tv <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Commercial chemicals	41	60	23	38	41	29	58	52	55	70
I	31	30	7	28	34	23	8	32	29	-
II	33	32	11	29	11	9	9	32	49	-
I-1e	27	-	-	8	-	-	-	31	-	-
I-2e	-	-	-	-	17	-	-	31	5	-
I-3e	-	-	-	-	5	-	-	21	9	-
II-1e	7	-	-	7	-	-	-	35	-	-
II-2e	-	-	-	-	12	-	-	21	-	-
II-3e	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-

- : non-effective

<sup>a</sup>All chemical were treated at a control of 100 µg mL<sup>-1</sup>.

<sup>b</sup>Aa : *Alternaria alternata*, Pc : *Phytophthora capsici*, Pu : *Pythium ultimum*, Pi : *Phytophthora infestans*, Cg : *Colletotrichum gloeosporioides*, Rs : *Rhizoctonia solini*, Bc : *Botrytis cinerea*, Co : *Colletotrichum orbiculare*, Po : *Pycularia oryzae*, Tv : *Trichoderma virens*.

Phosphoyl ester계 화합물들에 대한 식물병원균의 살균효과는 Table 10과 같다. Table 10에서 보는 바와 같이 phosphoyl ester계열 유도체들에 대한 생장억제 효과는 거의 모든 유도체에서 낮은 활성을 나타내었다. 또한, 이 계열 화합물들이 활성은 높지 않지만 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)에 대하여 활성을 나타내었다. 위에서 보는 바와 같이 여러 유도체들의 식물병원균에 대한 생리활성을 실시한 결과 전체적으로 ester와 ether계열에서 항균활성효과를 보인 반면 sulfonyl ester, carbamate와 phosphoyl ester계열 유도체에서는 낮은 활성을 나타내었다. 항균활성이 높은 10가지 화합물 중에서 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*), 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*), 오이 잭빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)과 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대한 효과가 있는 5가지 화합물인 4-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate(I-5a), 4-isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate(I-7a), methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(I-4d), 5-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate(II-5a)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(II-4d)에 대해 *in vivo* 실험을 실시하였다.

#### *in vivo* 실험

*in vitro* 실험에서 비교적 효과가 우수한 5종의 화합물에 대한 작물실험 결과는 Table 11과 같다. 4-Isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate(I-5a)와 5-isopropyl-

3-methylphenyl phenylacetate(II-5a)는 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에서 73%, 76%의 방제효과를 나타내었으며, 그 외 식물에는 약한 활성을 나타내었다. 4-Isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate(I-7a)는 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 93%로 우수한 살균활성을 나타내었으며 methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(I-4d)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(II-4d)는 오이 잭빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)에 88%와 86%로 우수한 방제효과를 나타내었다.

## 고 찰

식물오일 중 살균활성이 있는 thyme oil의 주성분인 thymol과 carvacrol과 유사구조인 4-isopropyl-3-methylphenol(I)과 5-isopropyl-3-methylphenol(II)의 -OH기를 변화시켜 ester, sulfonylester, carbamate, ether와 phosphoylester계열의 유도체들 50종을 합성하였다. 유도체들의 합성은 IR, <sup>1</sup>H-NMR spectrum과 GC/MS로 분석하여 합성이 되었음을 확인하였다. 이 유도체들에 대하여 항균활성을 실시한 결과

ester 계열 화합물들은 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*), 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*), 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)과 벼도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대하여 보편적으로 항균활성을 나타내었다.

Table 11. *In vivo* antifungal activities of some derivatives of 4-Isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against 5 plant pathogenic fungi

Compounds	Pathogen	Control value (%)				
		CAN <sup>b)</sup>	TLB <sup>b)</sup>	CGM <sup>b)</sup>	RCB <sup>b)</sup>	RSB <sup>b)</sup>
Commercial chemicals <sup>a)</sup>		70	98	87	97	97
I -5a		-	73	59	58	38
I -7a		50	-	15	93	17
I -4d		17	73	88	63	72
II -5a		-	76	68	61	45
II -4d		15	75	86	65	67

- : non-effective.

<sup>a)</sup>All chemical were sprayed at a concentrate of 500 µg mL<sup>-1</sup>.

<sup>b)</sup>CAN : Cucumber anthracnose, TLB : Tomato late blight, CGM : Cucumber gray mold, RCB : Rice blast, RSB : Rice sheath blight.

이중에서 4-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate (I -5a)와 5-isopropyl-3-methylphenyl phenylacetate (II -5a)는 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)에 4-isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate (I -7a)는 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 생리 활성이 우수한 것을 알았다. 또한 화학구조적으로 (I), (II)화합물의 방향족 ester 화합물이 지방족 ester 보다 높은 생리 활성을 나타내었다. Sulfonyl ester 계열 화합물에서는 고추 탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*), 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)과 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대해 살균활성을 나타내었다. 이중에서 4-isopropyl-3-methylphenyl 4-chlorobenzenesulfonate (I -4b)와 4-isopropyl-3-methylphenyl 4-toluenesulfonate (I -5b)가 벼 잎집무늬마름병균(*Rhizoctonia solani*)에서 5-isopropyl-3-methylphenyl 4-chlorobenzenesulfonate (II -4b) 화합물이 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에 대해 높은 활성을 나타내었다. 이 유도체들은 (I), (II)화합물의 phenylsulfonyl ester 계열 화합물들이 비교적 높은 생리활성을 나타내었다. Cabamate 계열 화합물들은 사과 점무늬낙엽병균(*Alternaria alternata*)과 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에 대하여 일반적으로 살균효과가 있었으며 이중에서 4-isopropyl-3-methylphenyl N-(4-ethyl-2,3-dioxo-1-piperazine)carbamate (I -3c)인 화합물이 사과 점무늬낙엽병균(*ALTERNARIA alternata*)에 높은 활성을 나타내었으며, 화학구조와의 연관성은 나타나지 않았다. Ether 계열 화합물들은 오이 탄저병균(*Colletotrichum orbiculare*)과 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에 대하여 항균효과가 있었으

며, 이중에서 methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (I -4d)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (II -4d) 화합물이 토마토 역병균(*Phytophthora infestans*)에 높은 생리활성을 나타내었다. 화학적구조는 (I), (II)화합물의 alkoxyalkyl기가 있는 ether계 화합물에서 생리활성이 비교적 높게 나타나고 있다. Phosphoyl ester 계열 화합물들은 모든 화합물에서 낮은 활성을 나타내거나 활성이 거의 나타나지 않았다.

*in vivo* 항균활성 결과 ester 계열의 4-isopropyl-3-methylphenyl (2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate (I -7a)화합물이 벼 도열병균(*Pycularia oryzae*)에 대해 93%의 높은 항균활성을 나타내었으며 ether 계열의 methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (I -4d)와 methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (II -4d) 화합물들이 오이 잿빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)에 대하여 88%와 86%의 높은 활성을 나타내었다.

이 결과 이들 세 가지 4-isopropyl-3-methylphenyl(2-aminothiazole-4-yl)methoxyiminoacetate (I -7a), methyl(4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (I -4d)와 methyl(5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate (II -4d) 화합물과 이와 유사구조를 갖는 화합물들의 연구를 계속함으로써 이 계열의 새로운 항균제 개발이 가능할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부(MAF) 농림기술관리센터(ARPC) 지원 연구비(과제번호 : 203129-3)에 의하여 이루어진 것이므로 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Agrios, G. N. (1997) Significance of plant disease. In plant pathology, 4th. Ed., Academic press, San Diego, pp.25~37
- Brown, A. W. (1978) A Ecology of Pesticides. John Wiley & Sons.
- Duke, S. O., A. M. Rimando, S. R. Baerson, B. E. Scheffler, E. Ota and R. G. Belz (2002), Strategies for the Use of Natural Products for Weed Management, J. Pesticide Sci. 27:298~306.
- Helling, G. S., P. C. Kearney and M. Alexan (1971) Behavior of pesticides in soils. Advan. Agron., 23:147~240.
- Kurahashi, Y., S. Sakawa, T. kinbara, K. Tanaka and S. Kagabu (1997) Biological Activity of Carpropamid (KTU 3616): A New Fungitide for Rice Blast Disease, J. Pesticide Sci. 22:108~112.
- Lee, B. H., C. P. Annis, F. Tumaalii, W. S. Choi (2004) Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. J. Stored Products Research 40:553~564
- Lee, B. H., W. S. Choi, S. E. Lee, B. S. Park (2001b) Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Crop Protection 20:317~320
- Lee, S. E., B. S. Park, M. K. Kim, W. S. Choi, H. T. Kim, K. Y. Cho, S. G. Lee, H. S. Lee (2001a) Fungicidal activity of piperonaline, a piperidine alkaloid derived from long paper, *Piper longum* L., against phytopathogenic fungi. Crop Protection 20:523~528.
- Motoyama, T., K. Imanishi, T. Kinbara, Y. Kurahashi, I. Yamaguchi, (1998) Inhibition of Scytalone Dehydratase in Melanin Biosynthesis by Carpropamid, a Novel Rice Blast Controlling Agent, J. Pesticide Sci. 23:58~61.
- Muller, P. (1988) Effects of pesticides of fauna and flora in pesticide. In Food and Enviromental Implications. IACA, Vienna, pp.11~27.
- Sylverstre, G. S. and J. M. Fournier (1979) Effects or pesticide on the microflora. Advan. Agron., 31:1~18.
- Tajima, N., H. Kume, S. Kanematsu, N. Kato and T. Sassa (2002) Chemical Identification of Fusicoccins from a Japanese Isolate Niigata 2 of Peach Fusicoccum Canker Fungus (*Phomopsis amygdali*) and Production of 3'-Deacetylfulvicocin A by the Fungus, J. Pesticide Sci. 27:64~67
- 谷中國昭, (2003) 日本の農薬開発, 佐々木 溝, 梅津憲治, 坂 素, 中村完治, 浜田虔二編, 日本農薬學會, pp.219~236.
- 大泥貫奏, (2003) 次世代の農薬開発, 日本農薬學會/佐々木 溝, 梅津憲治, 坂 素, 中村完治, 浜田虔二編, ソフトサイエンス社, pp.253.
- 長谷邦昭, 光明寺輝正, (2003) 日本の農薬開発, 佐々木 溝, 梅津憲治, 坂 素, 中村完治, 浜田虔二編, 日本農薬學會, pp.251~262.
- 신승원 (2002) 수종허브 정유의 *Candida*속 진균에 대한 억제 활성 및 Ketoconazole과의 병용효과. 대한 약학회지 46(3):203~207.
- 최원식, 김관영, 장도연, 엄대용, 김태준, 정봉진 (2006) 식물오일과 그 성분들의 살균활성, 농약과학 회지, 10(3):201~209.

---

**Antifungal activities for derivatives of 4-isopropyl-3-methylphenol and 5-isopropyl-3-methylphenol against plant pathogenic fungi**

Won-Sik Choi\*, Soon-Ho Jang, Do-Yeon Jang, Kyoung-Gil Choi, <sup>1</sup>Byung-Ho Lee, <sup>1</sup>Tae-Jun Kim, <sup>1</sup>Bong-Jin Jung  
(\*Department of Genetic Engineering, Soonchunhyang University, Asan, Choong-Nam 336-745, Korea, <sup>1</sup>Dongbu Advanced Research Institute, Moonjindong, Daeduck Science Town, Daejeon, 305-708, Korea.)

**Abstract :** Fifty compounds such as ester, sulfonyl ester, carbamate, ether and phosphoyl ester derivatives of 4-isopropyl-3-methylphenol(I) and 5-isopropyl-3-methylphenol(II) were synthesized. These derivatives were identified by IR, GC/MS and <sup>1</sup>H-NMR spectra. Their *in vitro* antifungal activities were tested against 10 plant pathogenic fungi. Among them, several compounds showed potent *in vitro* antifungal activity. The selected compounds showing potent *in vitro* antifungal activity were tested for their *in vivo* antifungal activities against 5 plant diseases such as rice blast, rice sheath blast, cucumber anthracnose, cucumber gray mold and tomato late blight. As a result, 4-isopropyl-3-methylphenyl(2-amino-thiazole-4-yl)methoxyiminoacetate(I-7a) showed a potent *in vivo* antifungal activity against rice blast. Both methyl (4-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(I-4d) and methyl (5-isopropyl-3-methylphenoxy)acetate(II-4d) effectively inhibited the development of cucumber gray mold.

**Key Words :** 4-isopropyl-3-methylphenol, 5-isopropyl-3-methylphenol, Antifungal activity, phytopathogenic fungi.

---

\*Corresponding Author (Tel : +82-41-530-1351, E-mail : wschoi@sch.ac.kr)