

## Benomyl에 저항성인 사과 겹무늬썩음병균의 교차 및 이중저항성

이창은\* · 박석희  
영남대학교 농축산대학 원예학과

### Cross- and Double-Resistance of Benomyl-Resistant *Botryosphaeria dothidea*

Chang Un Lee\* and Seok Hee Park  
Department of Horticulture, College of Agriculture and Animal Science,  
Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

**ABSTRACT:** Mycelial growth resistant isolates of *Botryosphaeria dothidea* to benomyl showed 99~79% spore germination on the PSA media supplemented with 200~2,100 µg/ml of carbendazim and thiophanate-methyl to manifest the high cross-resistance in spore germination. Mycelial growth, 23~9 mm in colony diameter, also manifested the high cross-resistance of mycelial growth together with similarity of spore forming cross-resistance. Benomyl resistant isolates, BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub> and BR<sub>3</sub>, grew 23~10 mm in colony diameter at 330~3,000 µg/ml of captafol, captan and oxine-copper showing the high double resistance of mycelial growth and spore formation with minor difference. However, within concentration range of the 3 fungicides tested, germinations of all the tested isolates were completely suppressed to show no double-resistance in the fungal spore germination.

**Key words:** *Botryosphaeria dothidea*, benomyl, cross-resistance, double-resistance.

*Botryosphaeria dothidea*에 의한 사과 겹무늬썩음병의 방제를 위하여 1979~1981년에 김 등이 실시한 살균제 시험결과에 의하면 benomyl의 효과가 높다고 하였으며(1, 4~7), 그 후 이, 윤 등도 비슷한 시험 결과를 보고하였다(12, 18). 그러나 근년에 들어와서는 다년간 사용하여 온 benomyl에 대하여 병원균이 저항성을 유발하여 약제의 효과가 감소되었다고 생각되나 이에 대한 연구 보고는 찾아 볼 수 없다. Benomyl을 포함한 benzimidazole계 살균제에 대한 *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructicola* 및 *Penicillium expansum* 등에 대해서 저항성 발생에 관한 보고는 국내·외에서 다수 발표되고 있다(2, 3, 8, 13, 15, 19). 본 시험에서는 benomyl에 저항성인 사과 겹무늬썩음병균의 benzimidazole계 살균제와 기타 몇 종류의 살균제에 대한 교차 및 이중저항성 발생을 조사하였다.

#### 재료 및 방법

**병원균.** 본 시험에서 사용한 사과 겹무늬썩음병균(*Botryosphaeria dothidea*)은 1993년에 대구, 예산, 정읍, 충주에서 저장 중인 사과의 이병과를 수집하여 potato sucrose agar(PSA)배지에 접종하여 27°C에서 7일간 배양한 후 병원성 검정을 마친 균주를 사용하였다.

**Benomyl 저항성균주의 선발.** 본 시험에서 사용한 사과 겹무늬썩음병균의 benomyl 저항성균주는 상기 4개 지역에서 수집하여 미리 배양한 병원균의 균종에서 직경 4mm의 cork borer로 찍어낸 함균 한천 원판을 benomyl이 0~3,000 µg/ml로 함유된 PSA배지에서 7일간 배양하였다. 이들 중 권장 농도의 6배 이상인 2,000 µg/ml의 고농도에서도 포자발아, 균사생장 및 병자각 형성을 할 수 있는 균주를 저항성 균주로, 감수성균주는 40 µg/ml 이하의 저농도에서도 생존하지 못하는 균주를 선발하였다.

**공시살균제.** Benomyl 저항성균주의 교차저항성 시험에는 benzimidazole계 살균제인 carbendazim과 thiophanate-methyl을 사용하였고, 이중저항성 조사에는 captafol, captan 및 oxine-copper를 사용하였다.

\*Corresponding author.

**Table 1.** Fungicides tested for their effects on *Botryosphaeria dothidea*, apple decay fungus

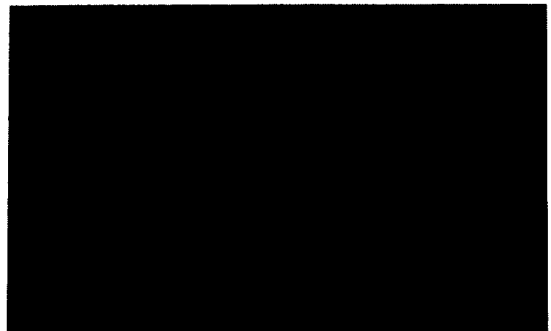
Fungicide	Recommended dose (a.i.µg/ml)	Active ingredient	A.I. content
Benomyl	325	Methyl-1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole-carbamate	WP 50
Captafol	1,000	<i>cis-N</i> -((1,1,2,2-Tetrachloroethyl)thio)4-cyclohexene-1,2-dicarboximide	WP 80
Captan	1,000	<i>cis-N</i> -((Trichloromethyl)thio)-4cyclohexene-1,2-dicarboximide	WP 50
Carbendazim	600	2-(Methoxycarbonylamino)-benzimidazole	WP 60
Oxine-copper	1,000	1-5'-N-(5"-O-carbomonyl-2"-amino-2" deoxy-L-xylonyl)-5'-amino-5'-deoxy-β-D-allofuranonyl-uronic acid)-5-hydroxymethyluracil 5% + Bis(8-quinolinolate copper 45%)	WP 50
Thiophanate-methyl	700	Dimethyl{(1,2-phenylene) bis-(imiocarbonothioyl)} bis{carbamate}	WP 70

각 살균제의 권장농도, 유효성분 및 그 함량은 Table 1과 같다.

**Benomyl 저항성균주의 교차 및 이중저항성.** 균사생장에 대한 저항성 조사는 PSA배지에 상기 살균제를 각각 권장농도의 1/3, 1, 3배 수준으로 첨가하여 petri dish에 균한 후 선발된 저항성균주와 감수성균주의 배양균총으로부터 절취한 직경 4 mm의 함균 한천 원판을 접종하여 7일간 배양한 후 균총의 직경을 측정하였다. 포자 형성에 대한 저항성은 균사생장 조사를 마친 후 14일간 더 배양하여 균총 내부의 기증균사 밑에 형성된 병자각의 다소를 조사하였다. 포자발아에 대한 저항성은 저항성균주와 감수성균주를 각각 PSA배지에 접종하여 21일간 배양한 후 형성된 병자각을 수확하고 slide glass상에서 마쇄하여 분생포자를 모아  $2.0 \times 10^3$  spore/ml의 농도로 살균증류수에 희석하여 조정하였다. 포자현탁액을 균사생장에서와 같은 농도로 살균제가 첨가된 PSA배지상에서 0.2 ml씩 점적하여 16~24시간 배양하면서 포자발아율을 조사하였다. 이때 발아관의 길이가 포자 폭의 2배 이상인 것을 발아한 것으로 간주하였으며 처리당 450개의 포자를 관찰하였다. 이상의 모든 실험은 3반복으로 처리하였다.

## 결 과

본 시험에 사용한 *Botryosphaeria dothidea*의 benomyl에 대한 균사생장 감수성균주 BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> 및 BS<sub>3</sub>는 benomyl을 40 µg/ml의 농도로 첨가한 PSA배지에서 자라지 못하였는데 반하여, 저항성균주 BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub>, BR<sub>4</sub> 및 BR<sub>5</sub>는 2,000 µg/ml을 첨가한 배지에서도 자랄 수 있었다(Fig. 1). Benzimidazole계 살균제인 carbendazim 및 thiophanate-methyl에 대한 이들 균주의



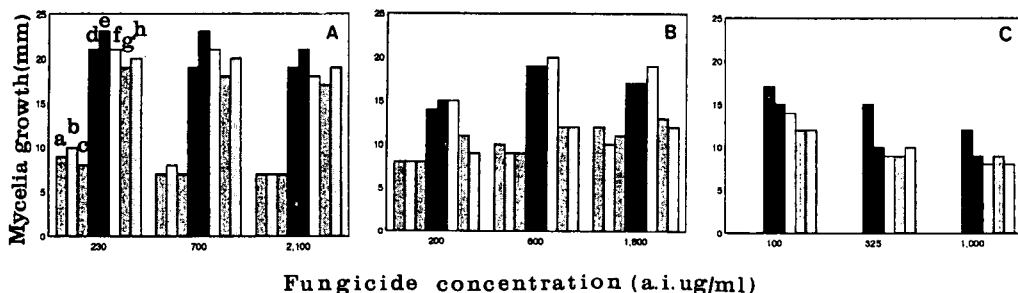
**Fig. 1.** Benomyl-sensitive (A) and -resistant (B) isolates of *Botryosphaeria dothidea* incubated on PSA media supplemented with benomyl at 27°C for 7 days. A: 40 a.i. µg/ml of benomyl, B: 2,000 a.i. µg/ml of benomyl.

교차 내성을 비롯하여 기타 3종의 살균제에 대한 이중저항성을 시험 조사한 결과는 다음과 같다

**균사생장 교차 및 이중저항성.** 균사생장 감수성 균주인 BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> 및 BS<sub>3</sub>는 모두 benomyl 100~1,000 µg/ml에서 성장할 수 없었으나, carbendazim 및 thiophanate-methyl의 공시농도 범위인 200~1,800 µg/ml와 230~2,100 µg/ml에서 각각 균총직경 8~12 mm 및 7~10 mm의 균사 성장을 보였다(Fig. 2).

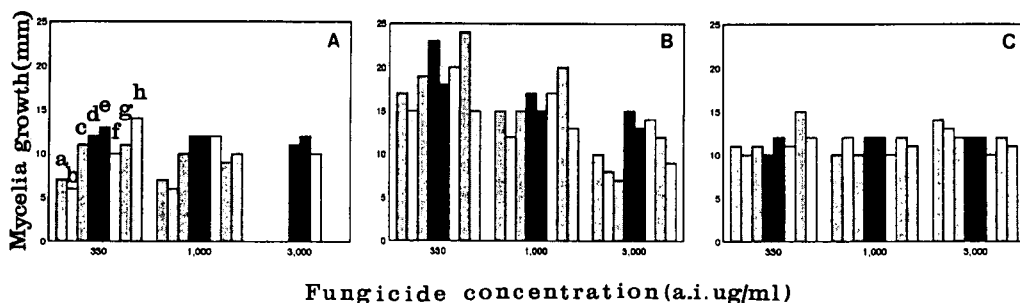
저항성균주인 BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub>, BR<sub>4</sub> 및 BR<sub>5</sub>는 모두 상기 살균제의 권장농도인 325, 600 및 700 µg/ml에서 각각 균총직경 9~15 mm, 12~20 mm 및 18~23 mm의 균사생장을 보여 기록된 순서로 높은 균사생장 교차저항성을 보였다. 그리고 이 권장농도의 1/3 배 및 3배에서도 정도의 차이는 있으나 비슷한 생장을 보여 균사생장 교차저항성이 매우 높았다.

Captafol 및 captan에 대한 이중저항성은 330~3,000 µg/ml에서 감수성균주와 저항성균주에 관계없이



Fungicide concentration (a.i.ug/ml)

Fig. 2. Cross resistance of mycelial growth (mm) against thiophanate-methyl (A), carbendazim (B) and benomyl (C) of benomyl-resistant isolates of *Botryosphaeria dothidea* incubated on PSA media supplemented with different concentrations of fungicides at 27°C for 7 days. a, b and c are BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> and BS<sub>3</sub> of sensitive isolates, d, e, f, g and h are BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub>, BR<sub>4</sub> and BR<sub>5</sub> of resistant isolates, respectively.



Fungicide concentration (a.i.ug/ml)

Fig. 3. Double resistance of mycelial growth (mm) against oxine-copper (A), captafol (B) and captan (C) of benomyl-resistant isolates of *Botryosphaeria dothidea* incubated on PSA media supplemented with different concentrations of fungicides at 27°C for 7 days. a, b and c are BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> and BS<sub>3</sub> of sensitive isolates, d, e, f, g and h are BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub>, BR<sub>4</sub> and BR<sub>5</sub> of resistant isolates, respectively.

모두 균사생장을 보여 비교적 높은 이중저항성을 나타내었으나, 다만 BR<sub>4</sub> 및 BR<sub>5</sub> 균주는 감수성균주와 함께 oxine-copper 3,000 µg/ml에서 균사생장을 보이지 않아 비교적 낮은 이중저항성을 보였다(Fig 3).

포자형성 교차 및 이중저항성. Benomyl에 대한 균사생장 감수성균주인 BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> 및 BS<sub>3</sub>는 모두 benomyl 100~1,000 µg/ml에서 균사생장을 하지 못하였으며, 포자형성도 되지 않았다. Thiophanate-methyl 230~2,100 µg/ml에서는 균사는 성장하였으나 병자각은 형성되지 않았으며 저농도에서 BS<sub>1</sub> 균주가 약간의 병자각 형성을 보였을 뿐이었다. Carbendazim의 권장농도인 600 µg/ml에서 중도의 병자각 형성을 보였으며, 그 1/3배 및 3배 농도에서는 권장농도에서 보다 적은 병자각 형성을 보였다(Table 3).

저항성을 나타내는 5균주 가운데 BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub> 균주는 benomyl과 carbendazim의 권장농도 이하에서 병자각 형성이 많았으며, 이들 각 살균제의 1,000 µg/ml 및 1,800 µg/ml에서는 병자각 형성을 보여 비교적 높은 포자형성 교차저항성을 나타내었다. 그리

고 thiophanate-methyl 230~700 µg/ml에서 병자각 형성을 보였으며 2,100 µg/ml에서는 약간의 형성을 보여 중도의 포자형성 교차저항성을 보였다. 저항성 균주 BR<sub>4</sub>와 BR<sub>5</sub>는 benomyl 1,000 µg/ml 및 thiophanate-methyl 2,100 µg/ml에서 병자각 형성을 보이지 않아 포자형성 교차저항성이 낮은 편이었다.

감수성을 나타내는 3균주는 모두 oxine-copper, captafol 및 captan 순으로 포자형성 이중 저항성을 보였으며 captafol 3,000배에서는 BS<sub>2</sub> 및 BS<sub>3</sub> 균주, 그리고 oxine-copper 1,000배 이상에서는 BS<sub>1</sub> 및 BS<sub>2</sub> 균주의 병자각 형성이 없어 포자형성 이중저항성이 비교적 낮은 편이었다.

저항성 균주간의 포자형성에 있어서는 현저한 차이는 찾아볼 수 없었으나 oxine-copper, captan 및 captafol의 순으로 포자형성 이중저항성이 높았다.

포자발아 교차 및 이중저항성. Benomyl에 대한 균사생장 감수성균주 BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub> 및 BS<sub>3</sub>는 benomyl 325 µg/ml에서 63~67%의 포자발아율을 보였으며, thiophanate-methyl 700 µg/ml에서 75~80%, carben-

**Table 2.** Cross and double resistance of spore germination (%) against several fungicides of benomyl-resistant isolates of *Botryosphaeria dothidea* incubated on PSA media supplemented with different concentration of fungicides at 27°C for 16~24 hrs

Fungicide (a.i.µg/ml)	Benomyl-sensitive isolates			Benomyl-resistant isolates				
	BS <sub>1</sub>	BS <sub>2</sub>	BS <sub>3</sub>	BR <sub>1</sub>	BR <sub>2</sub>	BR <sub>3</sub>	BR <sub>4</sub>	BR <sub>5</sub>
<b>Benomyl</b>								
100	78 <sup>a</sup>	82	75	95	95	88	90	93
325	67	70	63	82	80	77	75	75
1,000	11	8	8	17	15	10	13	12
<b>Captafol</b>								
330	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Captan</b>								
330	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Carbendazim</b>								
200	97	98	98	98	99	98	99	99
600	96	97	98	98	98	98	98	99
1,800	94	95	96	97	98	98	98	98
<b>Oxine-copper</b>								
330	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Thiophanate-methyl</b>								
230	89	90	87	92	95	95	93	89
700	80	78	75	88	92	90	87	84
2,100	72	69	64	85	84	82	82	79

<sup>a</sup>The figure indicates that the percentage of germination of 450 pycnidio spores of *Botryosphaeria dothidea* obtained from colony incubated at 27°C for 21 days.

dazim 600 µg/ml에서는 96~98%의 포자 발아율을 보여 비교적 높은 포자발아 교차저항성을 보였다. 이들 각 살균제의 상기 권장농도의 1/3배 및 3배에서도 비슷한 경향의 포자발아 교차저항성을 보였다 (Table 2).

Benomyl 저항성균주인 BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub>, BR<sub>3</sub>, BR<sub>4</sub> 및 BR<sub>5</sub>도 benomyl, thiophanate-methyl, 및 carbendazim 각각의 권장농도의 3배인 1,000 µg/ml, 2,100 µg/ml 및 1,800 µg/ml에서 각각 10~17%, 79~85% 및 97~98%의 포자 발아율을 보여 감수성균주와 비슷한 경향이나 더욱 높은 수준의 포자발아 교차저항성을 나타내었다.

공시한 benomyl 저항성 5균주 및 감수성 3균주는 captafol, captan 및 oxine-copper의 권장농도인 1,000 µg/ml와 그 1/3배 및 3배의 농도에서도 전부 0%의 포자발아율을 보여 포자발아 이중저항성은 없었다.

## 고 찰

Benomyl 40 µg/ml를 가용한 배지에서 성장하지 못한 감수성 균주는 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대해서도 감수성일 것으로 기대하였으나 직경 10 mm 이상의 균총생장을 보여 균사생장저항성을 나타내었다. 따라서 이들 3종의 benzimidazole 살균제 상호간에도 사과 겹무늬썩음병균의 균사생장에 대한 살균제의 억제작용이 다른 것을 알 수 있다(9, 10). 그러므로 야외 과수원에서 본 병의 방제를 위하여 benomyl을 살포하였을 때 효과가 있다고 하여, 같은 benzimidazole계 살균제인 carbendazim이나 thiophanate-methyl을 살포하면 같은 효과를 볼 것이라고 기대 할 수는 없을 것이다.

Benomyl에 대한 균사생장 감수성균은 포자형성도 완전히 억제되었으나, 100~325 µg/ml에서 82~63%의

**Table 3.** Cross and double resistance of pycnidia formation against several fungicides of benomyl-resistant isolates of *Botryosphaeria dothidea* incubated on PSA media supplemented with different concentration of fungicides at 27°C for 21 days

Fungicide (a.i.µg/ml)	Benomyl-sensitive isolates			Benomyl-resistant isolates				
	BS <sub>1</sub>	BS <sub>2</sub>	BS <sub>3</sub>	BR <sub>1</sub>	BR <sub>2</sub>	BR <sub>3</sub>	BR <sub>4</sub>	BR <sub>5</sub>
<b>Benomyl</b>								
100	· <sup>a</sup>	·	·	+++	+++	+++	+++	+++
325	·	·	·	+++	+++	+++	++	++
1,000	·	·	·	+	+	+	-	-
<b>Captafol</b>								
330	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
1,000	+	+	+	++	++	++	+	+
3,000	+	-	-	++	++	++	+	+
<b>Captan</b>								
330	++	++	++	++	++	++	++	++
1,000	++	++	++	++	++	++	++	++
3,000	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Carbendazim</b>								
200	+	+	+	+++	+++	+++	+++	++
600	++	++	++	+++	+++	+++	++	+++
1,800	+	+	+	+	+	++	+	++
<b>Oxine-copper</b>								
330	+	+	+	++	++	+	++	++
1,000	-	-	+	+	++	+	-	+
3,000	·	·	·	-	+	-	·	·
<b>Thiophanate-methyl</b>								
230	+	-	-	++	++	++	++	++
700	-	-	-	++	++	++	+	+
2,100	-	-	-	+	+	+	-	-

<sup>a</sup> · : No colony grown and no pycnidium, - : colony grown but no pycnidia formation, + : low, ++ : medium, and +++ : high degree of pycnidia formation.

비교적 높은 포자발아율을 보여 포자형성과 포자발아에 대한 benomyl의 억제작용도 상이한 것으로 생각된다(10, 11). 따라서 benomyl은 감수성균에 의한 병반확대 및 포자형성을 억제하여 병 진전과 전염원을 저지하는 효과는 높을 것이나, 포자발아에 따른 감염을 방지하는 효과는 극히 낮거나 없는 것으로 보인다.

그러나 저항성균이 발생하면, 병반진전의 억제 및 전염원의 저지 효과도 포자발아 억제효과와 마찬가지로 저하되어 사과 겹무늬썩음병 방제효과는 전혀 없어질 수도 있다는 것을 시사하여 준다. 그러므로 사과 생산 과수원에서는 benzimidazole계 살균제를 연용하지 말고 유효성분이 전혀 다른 살균제와 교대로 사용하는 등 약제 저항성균이 발생하지 못하도록 배려하여야 한다(9, 14, 17).

상기 살균제와는 달리 captafol, captan 및 oxine-copper는 공시농도인 100~3,000 µg/ml에서 benomyl

감수성균이나 저항성균을 가리지 않고 포자발아를 완전히 억제하여 약제간에 포자발아 교차저항성이 전혀 발생하지 않았다. 그러므로 이들 3종의 살균제는 benzimidazole계 살균제가 갖지 못한 포자발아 저지 효력을 발휘하여 과수원 사과나무에 살포하면 포자발아와 직결되는 감염단계 이전에서 사과 겹무늬썩음병을 예방할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 captafol 및 captan의 균사생장 및 포자형성 억제력은 benzimidazole계 살균제보다 못하므로 야외포장이나 과수원에서 본 병이 발생한 후에는 이들 2종의 살균제를 살포하여도 병의 진전이나 전염원의 증식을 억제할 수 없을 것이다. Oxine-copper의 균사생장 및 포자형성 억제력은 captan이나 captafol보다 약간 높은 경향을 보였으나 큰 차이는 없으므로 역시 포자발아 억제제로서만 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

Benzimidazole계 살균제 중에도 benomyl과 thio-

phanate-methyl이 carbendazim보다 포자형성 억제력이 더 강하지만 thiophanate-methyl은 균사생장 억제력이 약하므로 아직도 저항성균이 발생하지 않고 감수성균만 있는 과수원에서는 benomyl을 살포하는 편이 병의 진전 및 감염원의 증가를 저지하는데 더욱 효과적인 것이다(8, 16). 본 약제에 대한 저항성균이 발생한 곳에서는 benzimidazole계 살균제의 어느 것을 사용하여도 방제효과를 기대하기 어려울 것이므로 유효성분이 전혀 다른 살균제를 사용할 필요가 있다고 생각된다.

공시한 6종의 살균제는 모두 benomyl 저항성균의 균사생장 및 포자형성을 억제할 수 없는데 반하여, captafol, captan 및 oxine-copper는 감수성균과 저항성균의 포자발아를 모두 완전히 억제하였다. 그러므로 야외 과수원에서 사과 겹무늬썩음병이 이미 발생하였을 때는 방제가 되지 않을 것이나, 사과 과실 표면에 비래하여 부착된 포자발아 억제를 목표로 이들 3종의 살균제를 살포하면 benomyl 저항성균이 발생한 과수원에서도 본 병의 감염을 예방할 수 있을 것이다(2, 9, 16).

이상의 고찰은 인공배지를 사용한 실내실험 결과에 의거한 것이므로, 야외 과수원에서 실시한 결과와 반드시 일치하지 않을 수도 있다. 여러 조건의 차이가 있겠지만, 그 중에서도 가장 중요한 것은 인공배지는 사물영양으로 되어 있는데 반하여 사과는 활물영양으로 되어있는 고로 이들 서로 다른 영양물질상에서의 병원균의 포자발아, 생장 및 포자형성 대사작용이 전연 다를 수 있기 때문이다.

## 요 약

Benomyl에 대한 사과겹무늬썩음병원균 *Botryosphaeria dothidea*의 균사생장 저항성균은 carbendazim 및 thiophanate-methyl을 200~2,100 µg/ml 가용한 배지에서 99~79%의 발아를 보여 매우 높은 포자발아 교차저항성을 나타내었다. 균총은 직경 23~9 mm의 생장을 보여 균사생장 교차저항성도 높은 편이었으며 포자형성 교차저항성도 비슷하였다. Captafol, captan 및 oxine-copper는 330~3,000 µg/ml에서 benomyl 저항성균주 BR<sub>1</sub>, BR<sub>2</sub> 및 BR<sub>3</sub>의 균총직경 23~10 mm의 생장을 보여 매우 높은 균사생장 이중저항성을 보였으며 포자형성 이중저항성도 대동소이 하였다. 그러나 공시 살균제의 농도 범위내에서 모든 공시 균주의 발아를 완전히 억제하여 포자발아 이중저항성을 찾아 볼 수 없었다.

## 감사의 말씀

이 논문은 1993년도 영남대학교 학술연구조성비에 의하여 수행된 결과임.

## 참고문헌

1. 김호열. 1980. 사과 부패병 방제시험. 경북농진원시연보 식환 3:583-585.
2. 김기홍, 장한익, 이상범, 김현란. 1992. 사과 겹무늬썩음병원균 안전방제법 연구. 과수연구소 P-e-1-5:317-322.
3. 김남영, 김기홍, 이창은. 1989. Benomyl에 저항성인 사과 푸른곰팡이병원균 *Penicillium expansum*의 포자발아, 균사생장 및 병원성. 한국식물병리학회지. 5(4):344-384.
4. 김성봉, 장준택, 이상배, 임업량. 1979. 사과부패병의 발생생태와 방제에 관한 시험. 원시시연보 과1-(13):90-93.
5. 김성봉, 임명순, 장한익. 1981. 사과부패병 발생상태와 방제에 관한 시험. 원시시연보 과1-(13):95-98.
6. 김승철, 조원대. 1981. 사과 겹무늬썩음병(부패병) 방제약제 효과 시험. 농약연신청시보 수원:28-29.
7. 김승철, 조원대, 김충희. 1981. 사과 겹무늬썩음병(부패병) 방제에 관한 시험. 농약연시연보 생물6:129-130.
8. 이창은. 1985. 사과 푸른곰팡이병원균의 각종 살균제에 대한 내성. 한국식물병리학회지 1(2):128, 135.
9. 이창은, 김기홍, 박석희. 1991. 사과 겹무늬썩음병원균의 약제내성균 분포상황 및 약제내성 기작에 관한 연구. 농시논문집(농업산학협동편) 34:155-169.
10. 이창은, 김기홍, 박석희. 1992. 사과 겹무늬썩음병원균 *Botryosphaeria dothidea*에 대한 살균제의 효과. 자원문제연구논문집 11(1):63-68.
11. 이두형, 양장식. 1980. 사과부패병의 원인에 관한 연구. 경기농진원시보 식환7:472-478.
12. 이두형, 조광동, 한만중. 1985. 사과 겹무늬썩음병의 방제약제에 관한 연구. 경기농업연구 3:205-208.
13. Moorman, G. W. and Lease, R. J. 1992. Benzimidazole and dicarboximide-resistant *Botrytis cinerea* from Pennsylvania greenhouses. *Plant Dis.* 76:477-480.
14. Prushy, D., Bazak, M. and Ben-arie, R. 1985. Development, persistence, survival and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of *Penicillium expansum* on pome fruits. *Phytopathology* 75:877-882.
15. Rogenberger, D.A., Wicklow, D. T., Korjagin, V. A. and Rondinaro, S. M. 1991. Pathogenicity and benzimidazole resistance in *Penicillium* species recove-

- red from flotation tanks in apple packinghouses. *Plant Dis.* 75:712-715.
16. Staub, T. 1991. Fungicides Resistance: Practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:421-442.
  17. Tepper, B. L. and Yoder, K. S. 1982. Postharvest control of *Penicillium* blue mold of apple. *Plant Dis.* 66:829-831.
  18. 윤재탁, 정기채. 1982. 사과부패병 방제 효과시험. 경북농진원시연보 토양:255-256.
  19. Zehr, E. I., Toler, J. E. and Luszcz, L. A. 1991. Spread and persistence of benomyl-resistant *Monilinia fructicola* in south Carolina peach orchards. *Plant Dis.* 75:590-593.