

## 사과 斑點落葉病菌의 各種 殺菌劑에 대한 交差耐性

李 昌 垠·金 起 弘

嶺南大學校 農畜產大學

### Cross-tolerance of *Alternaria mali* to Various Fungicides

Chang Un Lee and Kee Hong Kim

College of Agriculture & Animal Science, Yeungnam University, Kyungsan 632, Korea

**Abstract:** Of the 1,200 single spore isolates of *Alternaria mali* causing apple leaf spot and fruit decay, the mycelial colonies showed 76, 96 and 15% growth at 100,000  $\mu\text{g/ml}$  of captafol, chlorothalonil and folpet, respectively, and five and three percent growth at 10,000  $\mu\text{g/ml}$  of iprodione and polyoxin. These isolates showed cross-tolerance of mycelial growth, spore formation, or spore germination to the above five fungicides plus captan, garbenda, and thiophanate methyl. Captafol, mancozeb, polydong, and propineb did not show any cross-tolerance of spore germination since no spore was germinated at 100  $\mu\text{g/ml}$  which was much lower than the concentration used by apple growers. Benomyl, fenarimol, oxidong, and triademefon showed medium degree of cross-tolerance of the fungal growth, sporulation, and spore germination.

**Keywords:** Apple leaf spot and fruit decay, *Alternaria mali*, Fungicides, Cross-tolerance, Sporulation, Spore germination.

最近에 果樹病 防除用 殺菌劑에 대한 耐性이 매우 높아졌다는 報告가 있으나(山口, 1979; Staub *et al.*, 1984), 國內에서는 아직 이 方面의 調查 研究가 不進 하여 報告된 것이 거의 없다.

李(1985)는 사과斑點落葉病 防除를 위하여 農家에서 多年間 使用하여 온 captafol 및 chlorothalonil은 各各 그 使用 勸獎濃度인 1,000  $\mu\text{g/ml}$  및 1,238  $\mu\text{g/ml}$ 의 10 倍가 넘는 濃度에서도 菌絲生長 및 孢子形成을 보인 耐性菌을 發見하였다. 平良 등(1982)은 polyoxin을 5회 連續撒布하였을 때 菌의 耐性이 發生하여 防除效果가 低下하였는데, 이러한 경우에는 有效成分이 다른 captan이나 有機銅劑를 使用함으로써 效果를 높힐 수 있다고 하였다. 尹 및 黃(1985)도 同殺菌劑耐性菌은 iprodione 및 polydong에 對하여서 感受性이라고 하였다. 그러나 captan이나 iprodione도 國內의 農家에서 使用된 지 오래되어 勸獎濃度의 10倍以上의 高濃度에서 菌絲生長 및 孢子形成이 可能한 耐性菌이 發生하였으므로(李, 1985), 代替使用 效果가 낮을 것이다.

本 試驗에서는 사과斑點落葉病 防除用 主要 殺菌劑 5種에 대한 *Alternaria mali*의 耐性菌을 먼저 求한 후 이들이 기타 사과病 防除用 殺菌劑(表 1)에 對하여 갖는 交差耐性을 調查하였다.

#### 材料 및 方法

1985年 봄에 大邱 地方의 6個 사과生産 農家에서 貯藏中인 腐敗果 및 開葉後의 罹病葉을 蒐集하여 斑點落葉病菌을 單孢子分離한 1,200菌株을 供試하였다. 同病의 防除를 爲하여 比較的 長期間 使用된 5種의 殺菌劑 captafol, chlorothalonil, folpet, iprodione 및 polyoxin을 各各 0, 1, 100, 1,000, 10,000, 및 100,000  $\mu\text{g/ml}$ 의 濃度別로 PSA培地에 加하여 混合한 후 直徑 9 cm의 Petri dish에 分注하여 굳혔다. 여기에 미리 培養하여 둔 前記 菌叢에서 小型 cutter로 찍어 낸 直徑 4 mm의 圓板菌叢表面이 培地面에 닿도록 점시당 17個씩 接種한 것을  $27\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 5日間 培養하는 동안에 生長한

이 논문은 1985년도 農林部 學術연구조성비에 의하여 연구 작성되었음.

Table I. Fungicides tested for cross resistance of apple spot and fruit decay *Alternaria mali*.

Fungicide	Active ingredient	Recommended <sup>1</sup> active ingredient (μg/ml)
Benomyl	Methyl 1-(butylecarbomyl)-2-benzimidazolecarbamate Wp50	325
Captafol	cis-N-[(1, 1, 2, 2-Tetrachloroethyl) thio] 4-cyclohexene-1, 2-dicarboximide Wp80	1,000
Captan	cis-N-[(Trichloromethyl)thio]-4cyclohexene-1, 2-dicarboximide Wp50	1,000
Chlorothalonil	Tetrachloroisophthalonitrile Wp75	1,238
Fenarimol	α-(2-Chlorophenyle-α-(4-chlorophenyl)-5-pyrimidine methanol Wp12	24
Folpet	N-Trichloromethylthio) Wp50	1,000
Garbenda	2-(Methyoxycarbonylamino)-benzimidazole Wp60	600
Iprodione	3-(3, 5-Dichlorophenyl(-N-(1-methylthyl)2, 4-dioxo-1-imidazolidinecarboxamide Wp50	425
Mancozeb	Complex product of zinc ion and manganese ethylene bis dithiocarbamate Wp75	1,238
Oxidong	8-Hydroxy quinoline copper Wp50	1,000
Polydong	8-Hydroxy quinoline copper 45%+Polyoxin B 5%	500
Polyoxin B	1-5'-N-(5''-O-carbomonyl-2''-amino-2''-deoxy-L-xylonyl)-5-''-amino-5'-deoxy-βD-allofurano-nyl-uronic acid)-5-hydroxymethyl uracil	100
Propineb	[(1-Methyl-1, 2-ethanediy)bis(carbamodithiato)](2-)] zinc homopolymer Wp70	1,750
Thiophanate methyl	Dimethyl 4, 4-(O-phenylene)bis(3-thioallophanate) Wp70	700
Triademefon	1-(4-Chlorophenoxy)-3, 3-dimethyl-1-(1H-1, 2, 4-trizolel-yl)-2-butanone Wp5	1,900

<sup>1</sup> Recommended active ingredient in μg/ml is based on the recommended fungicide dose in gramme per 20 liter water for actual application at farmer orchards.

菌叢의 數를 세고 百分率을 求하였다. 이때 高濃度에서 자란 菌叢 가운데 各 殺菌劑別로 6菌株씩 耐性菌 30菌株를 任意로 選擇하고 또 供試한 1,200菌株 가운데 上記한 5種의 殺菌劑에 대하여 共通적으로 感受性이 比較의 가장 높은 6菌株를 選擇하여 合計 36菌株를 기타 사과病 防除用 殺菌劑에 대한 交差耐性 調査에 使用하였다. 供試한 殺菌劑의 種類, 有效成分 및 使用勸奨濃度는 Table 1에 보인 바와 같으며 交差耐性은 菌絲生長, 孢子形成 및 孢子發芽 別로 調査하였다.

**菌絲生長 測定**

各殺菌劑 濃度別로 前記와 같이 各溶한 PSA培地上에 미리 準備하여 둔 5種의 殺菌劑耐性菌叢에서 前記와같이 直徑 4 mm의 菌叢圓板을 3反復接種한 후 같은 條件에서 7日間 培養하여 生長한 菌叢의 直徑을 測定하였다. 이때 殺菌劑를 가하지 않았는 培地上的 菌叢에 대하여 그 直徑을 50%抑制한 殺菌劑濃度인 EC50 및 그直徑 0로 菌叢生長을 완전히 抑制한 最低濃度인 MIC를 구하여 比較함으로써 交差耐性의 有無 및 그 정도를 판단하였다.

**孢子形成 調査**

菌絲生長測定을 미친 Petri dish내의 各菌叢 表面을 예리한 칼로 切取하여 1.8×18 cm의 試驗管에 옮겨

넣고 여기에 殺菌蒸溜水를 10 ml/tube씩 注入한 후 小型의 攪拌機로 약 15秒동안 攪拌하여 孢子를 완전히 脫落시킨 懸濁液을 micropipette로 haemocytometer에 點滴하여 cover glass를 덮고 현미경하에서 計數하여 ml당 孢子數로 換算한 후 比較함으로써 孢子形成의 殺菌劑交差耐性을 判定하였다.

**孢子發芽 調査**

各殺菌劑를 前記와 같이 濃度別로 加溶하여 준비하여 둔 PSA 培地面에 孢子數 약 2,500個/ml로 調整한 懸濁液을 0.2 ml/plate씩 點滴한 후 殺菌한 直徑 5 mm의 椀은 유리막대로 全面에 골고루 퍼뜨렸다. 이렇게 한것을 前記 溫度條件에서 12~24시간 培養하는 동안 현미경하에서 發芽한 孢子數를 觀察하여 計數하고 百分率을 구하여 比較함으로써 孢子發芽의 殺菌劑交差耐性의 有無 및 그 정도를 판단하였다.

**結 果**

**主 殺菌劑에 대한 耐性**

單孢子分離한 사과斑點落葉病菌 1,200菌株를 藥劑加溶 PSA培地上에서 5日間 培養한 후 調査한 결과 captafol, chlorothalonil 및 folpet는 100,000 μg/ml에서 15

**Table II.** Number and percentage of 1,200 *Alternaria mali* single spore isolates collected from six farm orchards in Taegu region grown at  $27\pm 1^\circ\text{C}$  for five days on PSA medium incorporated with various concentration of the five main fungicides.

Fungicide	Concentration ( $\mu\text{g/ml}$ ) <sup>1</sup>					
	0	10	100	1,000	10,000	100,000
Captafol	1,200(100) <sup>2</sup>	1,200(100)	1,200(100)	1,176( 98)	1,140( 95)	912( 76)
Chlorothalonil	1,200(100)	1,200(100)	1,200(100)	1,200(100)	1,176( 98)	1,150( 96)
Folpet	1,200(100)	1,200(100)	1,188( 99)	1,176( 98)	1,150( 96)	180( 15)
Iprodione	1,200(100)	984( 82)	624( 52)	180( 15)	60( 5)	0( 0)
Polyoxin	1,200(100)	1,080( 90)	552( 46)	114( 10)	34( 3)	0( 0)

<sup>1</sup> After autoclaving and cooling down to around  $60^\circ\text{C}$  the indicated concentration of each fungicide was mixed in PSA medium.

<sup>2</sup> Figures are number of colonies grown and those in bracket are percentage.

**Table III.** Fifty percent effective concentration and minimum inhibitory concentration of *Alternaria mali* isolates<sup>1</sup> resistant to the main five fungicides after seven days culture at  $27\pm 1^\circ\text{C}$  on PSA medium incorporated with various levels of the 15 fungicides.

Fungicide		$\mu\text{g/ml}$ of isolates resistant to					Relatively susceptible isolates <sup>2</sup>
		Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	
Captapol	EC50	4	7	6	3	4	3
	MIC	131,700	145,300	130,600	106,700	142,400	147,600
Chlorothalonil	EC50	3,513	2,456	2,011	2,718	2,513	1,973
	MIC	282,700	248,300	288,600	204,600	316,600	310,400
Folpet	EC50	263	513	296	210	168	53
	MIC	110,400	172,500	149,300	100,300	188,700	15,900
Iprodione	EC50	5	15	263	1,083	244	18
	MIC	1,200	5,300	11,600	16,800	1,500	1,200
Polyoxin	EC50	103	82	126	11	140	55
	MIC	1,100	1,400	11,600	1,200	12,400	1,400
Benomyl	EC50	1,442	2,283	1,421	562	1,735	1,046
	MIC	11,400	14,000	14,300	11,300	14,700	11,100
Captan	EC50	127	317	577	199	333	85
	MIC	162,100	109,800	16,800	15,700	18,200	8,500
Fenarimol	EC50	1	3	4	3	7	2
	MIC	15,400	12,900	18,300	9,000	21,600	130
Garbenda	EC50	2,255	2,546	2,784	1,988	2,249	927
	MIC	191,200	178,800	233,100	152,900	232,900	206,100
Mancozeb	EC50	41	166	216	56	141	98
	MIC	12,300	5,900	11,500	1,500	12,100	1,500
Oxidong	EC50	20	48	25	6	18	27
	MIC	44,300	4,900	74,000	4,200	88,300	110

Polydong	EC50	4	6	6	4	6	3
	MIC	110	110	120	110	120	100
Propineb	EC50	40	109	163	64	119	26
	MIC	10,400	8,400	1,000	1,400	1,600	1,600
Thiophan-nate methyl	EC50	1,570	2,610	1,529	1,165	1,608	1,595
	MIC	185,300	356,000	286,000	177,300	362,600	211,500
Triademefon	EC50	107	270	218	106	241	194
	MIC	12,400	13,000	11,600	1,500	12,400	11,200

<sup>1</sup> Six isolates were arbitrarily selected among the colonies previously grown at 100,000  $\mu\text{g/ml}$  of Captafol, Chlorothalonil, Folpet, and at 10,000  $\mu\text{g/ml}$  of Iprodione and Polyoxin, and served for the present investigation. Data are average of six isolates in three replications.

<sup>2</sup> No susceptible isolates in the real meaning of wild type were found among the tested 1,200 single spore isolates so that relatively most susceptible six isolates were selected for the controls.

~96%가 菌絲生長을 보였으며 iprodione 및 polyoxin은 10,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 3~5%인 34~60菌株의 生長을 보였다(Table II). 이는 農家 使用 勸獎濃度の 24~100배나 되는 高濃度이므로 生長한 菌株들은 中度내지 高度의 藥劑耐性菌이다. 이들 가운데서 각 殺菌劑別로 6개씩 選擇 對照區包含한 合計 36菌株를 기타 사과病 防除用 殺菌劑에 대한 交差耐性 調査에 使用하였다.

#### 菌絲生長 交差耐性

上記 5種의 主殺菌劑耐性菌에 대한 captafol, chlorothalonil, folpet, garbenda 및 thiophanate methyl의 MIC는 106,700~362,600  $\mu\text{g/ml}$ 로서 農家使用勸獎濃度の 100배 전후에 達하였으므로 主殺菌劑 및 이들 間에는 菌絲生長交差耐性이 높았다(Table III). 對照區인 相對的感受性菌도 이에 準한 交差耐性을 보였으며 captafol의 EC50은 모든 菌株에 대하여 3~7  $\mu\text{g/ml}$ 로서 매우 낮았다. polydong의 EC50도 이와 비슷한 水準이었으며 특히 MIC는 農家使用勸獎濃度인 500 $\mu\text{g/ml}$ 에 크게 未達하여 供試藥劑 15種 가운데 모든 菌株에 대하여 交差耐性을 보이지 않았는 唯一한 殺菌劑였다. 기타 殺菌劑의 MIC는 1,100~88,300  $\mu\text{g/ml}$ 로서 低度乃至 中度의 菌絲生長交差耐性을 보였다. 對照用 相對感受性菌은 fenarimol, oxidong 및 polydong에 대하여서만 感受性을 보였으며 기타 12種의 殺菌劑에 대하여서는 耐性殺에 準하는 交差耐性을 보여 對照의 機能을 充分히 發揮하지 못하였다.

#### 孢子形成 交差耐性

供試한 耐性菌 및 相對感受性菌은 모두 captafol, chlorothalonil, garbenda, 및 thiophanate methyl 100,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서도 11~216( $\times 2,500$  以下 省略) 個/ml의 孢子形成을 보여 孢子形成數의 差異는 크나 모두 高度의 交差耐性을 보였다(Table IV). captan 및

folpet은 같은 濃度에서 各各 captafol 耐性菌의 孢子形成 8~44 個/ml를 보여 이들간에도 역시 高度의 孢子形成交差耐性을 보였다. 供試한 耐性菌은 benomyl, captan, fenarimol, folpet, mancozeb 및 oxidong 10,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 1~268 個/ml의 孢子形成을 보인 範圍內에서 中度의 交差耐性을 나타내었다. 그러나 이들 중에서 fenarimol에 대한 iprodione 耐性菌의 交差耐性은 보이지 않았다. polydong은 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 供試耐性菌 및 感受性菌의 孢子形成을 완전히 抑制하였으며 農家勸獎濃度の 1/5인 100  $\mu\text{g/ml}$ 의 低濃度에서도 0~9 個/ml의 적은 孢子形成을 보여 交差耐性이 없었는 유일한 殺菌劑였다. iprodione, polyoxin, propineb, triademefon은 大體적으로 낮거나 中度의 孢子形成 交差耐性을 보였다.

#### 孢子發芽 交差耐性

chlorothalonil, garbenda, 및 thiophanate methyl은 10,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 供試菌의 孢자를 2~39%發芽시켜 比較的 높은 交差耐性을 보였다(Table V). benomyl, captan, folpet, iprodione, polyoxin, triademefon 및 fenarimol은 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 耐性菌의 孢자를 1~84% 發芽시켜 低度 내지 中度의 交差耐性을 보였는데 후 3種의 藥劑는 感受性菌에 대하여서도 19~80%의 孢子發芽를 보여 비슷한 交差耐性을 보였다.

captafol, mancozeb, 및 polydong은 農家使用 勸獎濃度보다 낮은 100  $\mu\text{g/ml}$ 에서 供試菌 모두의 孢子發芽를 완전히 抑制하여 交差耐性을 보이지 않았다. propineb도 folpet 耐性菌 및 polyoxin耐性殺을 除外한 나머지 菌모두의 孢子發芽를 완전히 抑制하여 交差耐性을 보이지 않았다. oxidong은 100  $\mu\text{g/ml}$ 에서 供試菌의 孢자를 16~35% 發芽시켰으나 農家使用 勸獎濃度인 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서는 완전히 억제하였으므로 아직은 胞

**Table IV.** Number of conidia formation with *Alternaria mali* isolates<sup>1</sup> resistant to the main five fungicides after seven days culture at 27±1°C with 12-hours light and darkness alternation on PSA medium incorporated with the indicated concentration of the 15 fungicides.

Fungicide	Number of sporulation with resistant isolates at indicated concentration ( $\times 2.5 \times 10^3$ /ml)									
	10 $\mu$ g/ml					100 $\mu$ g/ml				
	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione
Captafol	91	785	106	55	297	101	67	439	91	44
Chlorothalonil	907	905	124	108	213	183	837	890	112	53
Folpet	827	242	80	31	150	104	628	200	47	19
Iprodione	256	131	19	63	20	69	52	117	4	48
Polyoxin	152	128	13	9	26	13	26	18	3	3
Benomyl	335	837	136	110	266	83	204	796	76	84
Captan	741	856	105	75	200	166	714	918	92	36
Fenarimol	233	98	27	6	80	10	108	45	14	3
Garbenda	836	709	12	34	130	25	575	658	7	25
Mancozeb	710	765	15	131	250	232	558	595	10	62
Oxidong	286	759	32	41	164	70	171	388	18	14
Polydong	212	181	31	4	62	50	9	3	6	0
Propineb	769	730	37	136	170	125	493	452	10	71
Thiophanate methyl	923	902	115	85	132	115	871	820	82	54
Triademefon	712	427	25	16	117	58	478	321	13	12
No Fungicide(Control)	916	897	344	375	513	413	894	907	365	380

Fungicide	Number of sporulation with resistant isolates at indicated concentration ( $\times 2.5 \times 10^3$ /ml)									
	1,000 $\mu$ g/ml					10,000 $\mu$ g/ml				
	Polyoxin	Relatively susceptible	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible	Captafol	Chlorothalonil
Captafol	143	54	31	198	72	36	106	42	16	188
Chlorothalonil	119	158	732	757	81	44	112	116	412	464
Folpet	140	85	419	105	29	15	107	55	147	53
Iprodione	19	1	23	9	1	25	4	0	0	0
Polyoxin	7	3	1	5	2	0	3	1	0	0
Benomyl	193	74	95	506	51	61	138	57	7	229
Captan	150	56	587	474	47	22	65	33	268	205
Fenarimol	57	2	76	31	9	1	10	0	52	12
Garbenda	116	22	382	417	5	19	34	20	180	66
Mancozeb	145	98	138	182	4	7	16	0	11	12
Oxidong	120	17	127	194	17	3	37	0	43	20
Polydong	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propineb	94	75	160	98	1	6	2	16	4	3

Thiophanate methyl	135	98	652	612	65	45	95	74	272	397
Triademefon	81	45	211	187	4	1	13	29	11	8
No Fungicide(Control)	529	436	902	920	357	369	498	423	897	911

Number of sporulation with resistant isolates at indicated concentration ( $\times 2.5 \times 10^3$ /ml)

Fungicide	100,000 $\mu\text{g/ml}$									
	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible
Captafol	66	32	100	25	11	162	27	17	43	20
Chlorothalonil	55	36	99	60	216	181	44	15	86	16
Folpet	14	6	41	11	8	0	0	2	0	0
Iprodione	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0
Polyoxin	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Benomyl	31	26	69	47	0	0	0	0	0	0
Captan	37	22	65	33	44	0	0	0	0	0
Fenarimol	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Garbenda	3	14	18	14	5	3	1	2	6	4
Mancozeb	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Oxidong	8	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Polydong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propineb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiophanate methyl	59	43	36	34	103	152	46	11	35	21
Triademefon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No Fungicide(Control)	360	379	521	424	927	905	358	382	515	422

<sup>1</sup> Six isolates each were arbitrarily selected among the colonies previously grown at 100,000  $\mu\text{g/ml}$  of Captafol, Chlorothalonil, Folpet, and at 10,000  $\mu\text{g/ml}$  of Iprodione and Polyoxin, and served for the present investigation. Data are average of six isolates.

<sup>2</sup> No susceptible isolates in the real meaning of wild type were found among the tested 1,200 single spore isolates so that relatively most susceptible six isolates were selected for the control.

子發芽交 差耐性を 發生시키지 않았다.

### 考 察

果樹園에서 貯藏中인 사과의 腐敗果 및 罹病葉에서 單孢子 分離한 *A. mali* 1,200菌株가운데 chlorothalonil의 使用勸奨濃度인 1,238  $\mu\text{g/ml}$  부근에서는 100%가 菌叢生長을 보였으며 281배의 高濃度인 100,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서도 96%가 生長을 보였다. 이는 本 藥劑가 사과斑點落葉病 防除用으로 15年 이상 使用되어 오는 동안(李, 1972) 菌의 耐性이 극도로 높아져 그 效果가 低下된 것으로 생각된다. 이러한 傾向은 captafol, folpet, captan, garbenda 및 thiophanate methyl에서도 나타나 보이며 이들 相互間에는 菌의 交差耐性이 극히 높으며

로 이미 發生한 病에 대하여서는 效果가 극히 적을 것이다(Blakeman *et al.*, 1982, McPhee, 1980).

供試殺菌劑 15種가운데 使用勸奨濃度 이하에서 菌絲生長을 완전히 抑制한 것은 polydong 뿐이었다. 不過 2~3年前까지는 oxidong과 polydong에 대하여서 다같이 感受性菌 뿐이고 耐性菌은 發見할 수 없었다(李, 1985). 그러나 1984年頃부터 oxidong은 새로운 殺菌劑로서 많이 使用되었으나 polydong은 價格關係로 現在까지 거의 使用되지 않았기 때문에 後者에 대하여서는 耐性이 發生할 機會가 주어지지 않았던 것이다.

그 다음으로 病防除效果가 있을 것으로 보이는 藥劑는 Table III의 MIC값에 비추어 polyoxin 및 iprodione 이나, 이들의 使用勸奨濃度가 各各 100  $\mu\text{g/ml}$  및 425  $\mu\text{g/ml}$ 로서 다른 殺菌劑에 비하여 낮은 것을 勸奨하여

**Table V.** Conidia germination percentage of *Alternaria mali* isolates<sup>1</sup> resistant to the main five fungicides on PSA medium incorporated with the indicated levels of the 15 fungicides at 27±1°C for 15-24 hours.

Fungicide	Conidia germination (%)																									
	10 µg/ml					100 µg/ml					1,000 µg/ml					10,000 µg/ml										
	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible <sup>2</sup>	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible <sup>2</sup>	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible <sup>2</sup>	Captafol	Chlorothalonil	Folpet	Iprodione	Polyoxin	Relatively susceptible <sup>2</sup>		
Captafol	22	5	2	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chlorothalonil	43	84	55	37	50	31	21	38	35	23	22	4	12	23	15	14	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Folpet	55	26	64	29	38	3	33	10	38	21	26	0	12	4	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iprodione	89	39	70	88	76	26	64	20	20	82	21	0	30	3	1	56	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Polyoxin	87	83	74	80	75	84	75	71	55	60	49	78	20	15	10	3	10	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Benomyl	91	94	88	92	90	93	84	88	76	85	77	86	75	84	60	71	62	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Captan	88	31	68	26	70	13	42	15	25	10	34	0	11	7	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fenarimol	94	90	73	82	85	89	90	84	67	78	80	81	72	63	26	31	34	44	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbenda	96	85	74	89	84	82	91	80	70	84	75	79	85	72	61	69	65	75	35	25	24	32	28	38	0	0
Mancozeb	68	24	70	77	85	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxidong	86	85	74	89	85	81	24	21	16	35	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polydong	88	12	66	92	68	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propineb	93	86	84	8	90	85	0	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiophanate methyl	96	84	85	93	90	83	88	74	76	72	79	73	69	65	63	61	65	69	39	25	23	21	25	20	0	0
Triademefon	95	81	76	92	91	79	87	75	70	84	83	71	36	14	6	9	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0
No Fungicide	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> Six isolates each were arbitrarily selected among the colonies previously grown at 100,000 µg/ml of Captafol, Chlorothalonil, Folpet, and at 10,000 µg/ml of Iprodione and Polyoxin, and served for the present investigation. Data are average of six isolates in three replication.  
<sup>2</sup> No susceptible isolates in the real meaning of wild type were found among the tested 1,200 single spore isolates so that relatively most susceptible six isolates were selected for the control.

야 할 것이다. captafol 및 fenarimol도 EC50이 극히 낮으므로 病防除效果가 있을 것으로 생각된다.

供試殺菌劑에 대한 孢子發芽 交差耐性은 菌絲生長 및 孢子形成 交差耐性에 비하여 全般的으로 낮은 傾向을 보였으므로 病이 發生하기 前에 病菌孢子가 發芽하는 時期를 맞추어 撒布하면 豫防效果가 높을 것이다. 이 점은 供試藥劑 모두가 無加用 對照區에 비하여 效果가 있으므로(Table V), 사과病 防除用으로 使用되고 있는 15種의 殺菌劑 모두에 該當하지마는, 그중에서도 특히 polydong, mancozeb, 및 captafol의 效果가 높을 것이며 propineb, 및 oxidong의 效果도 있을 것으로 생각된다(Delp, 1980; 鈴木 등, 1982).

여기서 附言하여 들것은 上記한 것은 殺菌劑를 培地에 加하여 室內에서 試驗한 結果에 의거하였으므로, 野外 果樹園에서 실제로 사과斑點落葉病 防除에 適用할 경우에는 差異가 생길 수도 있을 것이다.

### 摘 要

사과 斑點落葉病菌 *Alternaria mali*의 單孢子分離 1,200菌株는 captafol, chlorothalonil 및 folpet 100,000 µg/ml에서 각각 76, 96, 및 15% 그리고 iprodione 및 polyoxin 10,000 µg/ml에서 5 및 3%의 菌絲生長을 보였다. 이들 耐菌性은 上記 殺菌劑間 그리고 captan, garbenda, 및 thiophanate methyl에 대하여서도 菌絲生長 交差耐性 또는 孢子形成 交差耐性이 높았다. captafol, mancozeb, polydong 및 propineb는 農家使用 勸獎濃度 以下인 100 µg/ml에서도 孢子發芽 抑制效果가 거의 완전하여 孢子發芽 交差耐性을 보이지 않았다. benomyl, fenarimol, oxidong, 및 triademefon을 中度의 菌絲生長, 孢子形成 또는 孢子發芽 交差耐性을 보였다.

### 文 獻

- Blakeman, J.P. and Fokkema N.J. (1982): Potential for biological control of plant diseases of the phylloplane. *Ann. Rev. Phytopathology* 20:167-192.
- Delp, C.J. (1980): Coping with resistance to plant disease control agent. *Plant Disease* 64:652-657.
- 平良木武, 仲谷房治, 關澤博(1982): 藥劑 撒布에 의한 사과 斑點落葉病 polyoxin耐性菌의 變動. *日植病報* 48:99-100.
- 李斗珩, 本基諲(1972): 사과 점무늬낙엽병의 病原과 菌의 越冬 및 防除에 관한 研究. *韓國園藝學會誌* 11: 41-47.
- 李昌垠(1985): 사과斑點落葉病菌의 各種 殺菌劑에 대한 耐性. *한국식물보호학회지* 24:19-24.
- McPhee, W.J. (1980): Some characteristics of *Alternaria alternata* strains resistant to iprodione. *Plant Disease* 64:847-849.
- 鈴木宣建, 瀨川一衛(1982): 사과斑點落葉病菌의 이프론지온劑 耐性. *日植病報* 48:99 (abstract).
- Staub, T. and Sozzl, D. (1984): Fungicide resistance: A continuing challenge. *Plant Disease* 68:1026-1031.
- 山口昭(1979): 藥劑耐性菌 問題의 現狀: 果樹. *植物防疫* 33:482-489.
- Yun, J.H. and Hwang, B.K. (1985): Variability in sensitivity to Polyoxin B of isolates of *Alternaria mali* collected from different locations in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 1:145 (abstract).

<Received December 3, 1985;

Accepted January 16, 1986>