

상주 지역 감나무로부터 분리한 *Colletotrichum gloeosporioides* 균주들의 방제 약제에 대한 반응

임태현¹ · 최용화*

상주대학교 생명과학대학 식물자원학과, ¹상주대학교 지역기술혁신센터

Response of Several Fungicides of *Colletotrichum gloeosporioides* Isolates Obtained from Persimmons in Sangju

Tae Heon Lim¹ and Yong-Hwa Choi*

Department of Plant Resources, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

¹Technology Innovation Center, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

(Received on March 6, 2006)

In 2005, 90 isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* causing persimmons tree anthracnose were obtained from infected twigs and fruits of persimmon trees. Their responses to nine fungicides, consisting of two benzimidazoles (thiophanate-methyl, carbendazim), three ergosterol-biosynthesis inhibitors (difenoconazole, myclobutanil, tebuconazole), and four protective fungicides (propineb, mancozeb, chlothalonil, and dithianon), were investigated with relative mycelial growth index to untreated control on PDA treated with field application rate of each fungicide. At response to carbendazim (415 µg/ml) and thiophanate-methyl (750 µg/ml), 82% and 78% of isolates showed relative mycelial growth index under 0.1 to untreated control, respectively. All of them did not grow on PDA incorporated with myclobutanil (40 µg/ml) and tebuconazole (75 µg/ml). Only one isolate (PER 36) grew on PDA amended with difenoconazole (50 µg/ml), but its relative mycelial growth index to untreated control was very low with a values of 0.03. They were most sensitive to propineb (1,500 µg/ml) among four protective fungicides.

Keywords : Anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, Fungicide, Persimmon

국민의 소득수준 향상, 식생활 습관의 변화 및 다양한 먹거리에 대한 소비자 요구에 따라서 꽃감과 제조용 감의 생산량이 증가되고 있는 추세이다. 꽃감용을 포함한 짧은 감의 재배면적은 2004년에 8,623 ha로 1997년 대비 138%가 증가하였다(농림부, 2004). 상주지역의 2003년 꽃감용 재배면적은 480 ha로 2002년 대비 20% 이상 증가하였다(상주시, 2004). 2003년 상주 지역 꽃감용 감 생산량은 4,320 M/T로 2002년의 3,451 M/T 대비 25.2% 증가하였다(상주시, 2004). 꽃감에 대한 선호도 증가와 짧은 감의 높은 표준소득(2,842,930원/10a, 농림부, 2004)에 따라 지역 감 재배 산업이 빠르게 성장하고 있다. 그러나 2001년~2003년 사이의 단위면적당 생산량은 900 kg으로

제자리걸음을 하고 있다(상주시, 2004).

안정된 감 생산을 위협하고 있는 여러 요인은 탄저병, 등근무늬낙엽병, 뿌리혹병, 모무늬병, 여러 종류의 각지벌레 및 최근 발생이 관찰되고 있는 외래 해충인 관충채벌레 등을 들 수 있다(김 등, 2002). 특히, 최근 재배면적 증가와 재배품종의 획일화로 병해충의 발생양상과 피해 정도가 다양하게 변화되고 있다. 그럼에도 불구하고 지역 감의 주요 병해충 발생생태는 물론, 병해충 방제실태에 대한 조사는 미진한 실정이다.

특히 탄저병의 경우 묘목, 식재 후 줄기 및 과일에 발생하여 고사 또는 수확량 감소로 이어져 재배자에게 어려움을 주고 있다.

따라서 본 연구에서는 지역 감 과수원으로부터 탄저병 원균을 분리하여 현재 등록 사용되고 있는 약제에 대한 감수성을 조사하여 지역 맞춤형 탄저병 방제체계 확립을 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

*Corresponding author

Phone)+82-54-530-5201, Fax)+82-54-530-5201

E-mail)yhchoi@sangju.ac.kr

재료 및 방법

병원균 분리 및 보관. 2005년 7월과 8월 사이에 상주 지역의 감 과수원에서 전형적인 탄저병 병징을 보이는 이 병 부위를 채집하여 플라스틱 용기(250×250×70 mm, L×W×H)에 넣고 24시간 동안 25~28°C 항온기에서 습실 처리하여 병반에 포자를 형성시켰다. 플라스틱 용기는 2겹의 키친타월을 깔고 50 ml의 살균 증류수를 부어 포화습도를 유지하였다. 병반위에 형성된 포자는 살균 증류수로 수확·현탁하여 농도를 100~200 spore/ml로 조절한 후 세균의 생육을 억제하기 위하여 300 µg/ml 농도의 항생제 streptomycin이 함유된 감자한천배지에 100 µl씩 분주·도말하였다. 포자 현탁액이 도말된 plate들은 25~28°C 배양기에서 2~3일간 배양 후 균총의 선단을 떼어내어 새로운 감자한천 배지에 옮겨 배양하였다.

분리된 탄저병균들은 새로운 감자한천배지에 접종하여 25~28°C에서 7일간 배양하였다. 균총 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어내어 직경 18 mm·길이 20 cm의 시험관 사면배지에 접종하여 25~28°C에서 7일간 배양 후 4°C 냉장 보관하며 실험 사용하였다.

분리 탄저병원균의 살균제 감수성. 현재 감 탄저병의 방제를 위하여 등록 사용 되어지고 살균제 중 benzimidazole계 약제인 carbenadazim과 thiophante-methyl, ergosterol 합성 저해제인 difenoconazole, myclobutanil 및 tebuconazole 그리고 보호 살균제인 chlorothalonil, dithianon, mancozeb 및 propineb 등 총 9종의 살균제를 선발하였다(Table 1). Myclobutanil의 경우 mancozeb와 혼합제로 등록 사용되어 선발하였다.

살균제에 대한 감수성은 한천 희석법에 의한 균사 생

장억제 실험을 통하여 조사하였다. 실험에 사용한 살균제 농도는 모두 포장 권장농도로 하였다(Table 1). 살균제 함유 배지 내 최종 농도가 각 살균제의 포장 적용농도가 되도록 조절하였다. 감수성 조사를 위한 병원균의 접종원은 냉장 보관 중인 균을 25~28°C에서 7일간 배양 후 균총 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어내어 사용하였다. 접종된 살균제 plate들은 25~28°C에서 7일간 배양 후 균총의 길이를 측정하였다. 감수성은 무처리 배지의 균총의 생장에 대한 상대적 성장지수로 비교하였다.

대조구 대비 상대적 균사생육지수

$$= \text{처리구 균총 길이(mm)}/\text{대조구 균총 길이(mm)}$$

결과 및 고찰

Benzimidazole계 살균제인 carbendazim와 thiophanate-methyl에 대한 무처리 대비 균 성장지수의 경우, 0.1 이하로 억제율이 90% 이상인 균주는 각각 전체의 82%와 78%였으며, 0.2 이상으로 조사된 균주는 각각 3%와 4.4%로 나타나 두 약제에 대한 반응은 서로 유사하였다(Fig. 1). 감나무에서 분리한 *Colletotrichum gloeosporioides*의 이들 약제에 대한 감수성은 고추로부터 분리된 균주에 비하여 높은 것으로 나타났다(고추 분리 균 데이터 미제시). 이러한 결과는 Adaskaveg 등(2000)에 의해서 보고된 *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum* 사이의 benzimidazole계 살균제에 대한 감수성 결과와 유사한 것이다. 이들 약제의 상주지역에서 감나무 탄저병 방제를 위한 지속적 사용은 포장 분리 균을 대상으로 한 정기적 모니터링과 연간 사

Table 1. Fungicides used in this study

Common name	Active ingredient and type ^a	Recommend concentration (µg/ml)
Carbendazim	Methyl benzimidazol-2-yl-carbamate, WP	415
Thiophanate-methyl	dimethyl 4,4'-(0-phenylene) bis (3-thioallophanate), WP	700
Difenoconazole	cis, trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2yl]phenyl 4-chlorophenyl ether, WP	50
Myclobutanil	2-P-Chlorophenyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl) hexanenitrile, WP	40
Tebuconazole	(RS)-1-P-Chlorophenyl-4,4-dimethyl-3-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl) penta-3-ol, WP	75
Chlorothalonil	Tetrachloro isophthalo nitrile, WP	1,500
Dithianon	5, 10-Dihydro-5,10-dioxonaphtho-[2,3-b]-1,4-dithi-in-2, 3-dicarbonitrile, SC	430
Mancozeb	Manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt, WP	1,500
Propineb	Polymeric zinc propylenebis (dithiocarbamate), WP	1,500

^aWP, and SC represent wettable powder and suspension concentrate, respectively.

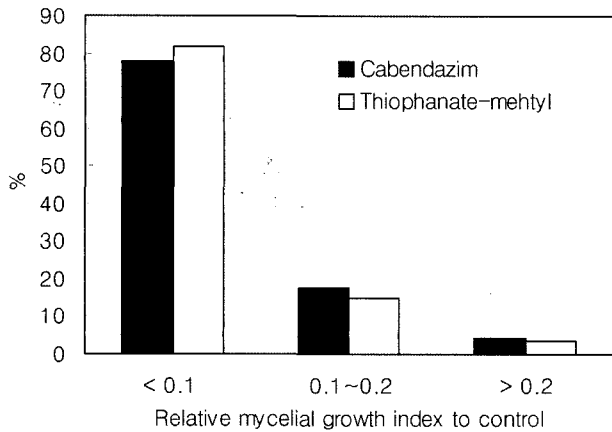


Fig. 1. Sensitivity to carbendazim (415 µg/ml) and thiophanate-methyl (750 µg/ml) of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates obtained persimmons at Sangju. Relative mycelial growth index = mycelial growth (mm) on PDA amended with each fungicide ÷ mycelial growth (mm) on PDA without fungicide.

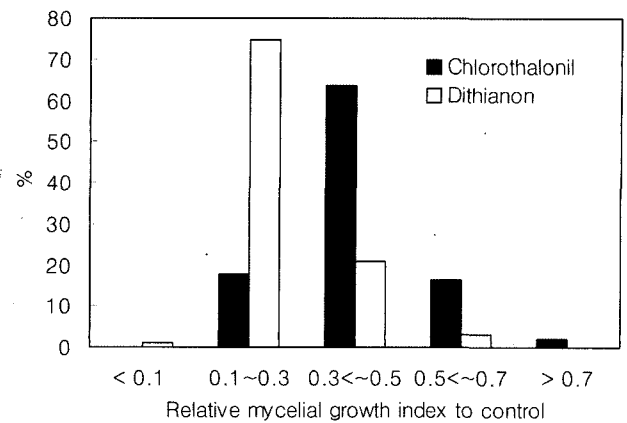


Fig. 2. Response to protective fungicide chlorothalonil (1,500 µg/ml) and dithianon (1,500 µg/ml) of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates obtained persimmons at Sangju. Relative mycelial growth index = mycelial growth (mm) on PDA amended with each fungicide ÷ mycelial growth (mm) on PDA without fungicide.

용 횡수의 제한 등이 필요할 것으로 생각된다(Delp, 1988; Fry, 1982; Kim 등, 1995). 특히 benzimidazole계 살균제와 같은 특이적 작용점을 지닌 살균제의 저항성 발현 양상을 고려할 때 지역 분리 균주를 대상으로 한 모니터링은 필연적인 것으로 생각된다(Delp, 1988; Lim 등, 1998).

Egosterol 합성 저해제(EBIs)인 difenoconazole, myclobutanil 및 tebuconazole에 대한 감수성 조사 결과, myclobutanil과 tebuconazole에 대한 약제 반응은 실험 대상 균주 모두 살균제가 첨가되지 않는 대조구 대비 균사 생장 지수가 0으로 나타나 포장 권장농도에서 균사 생육이 완전히 억제되는 것으로 나타났다. Difenoconazole에 대한 약제 반응은 대부분의 실험 균주들이 대조구 대비 균사 생장 지수가 0으로 나타났으나, 1 균주(PER 36)만이 0.03의 대조구 대비 균사 생장 지수를 보였다(데이터 미제시). 상주 지역의 특산물인 홑감용 감 생산에 있어 주요 제한 요인인 *C. gloeosporioides*에 의한 탄저병 방제에 있어 이들 살균제 사용이 효과적일 것으로 생각되나, 이들 EBIs 약제들의 약효 저하 현상이 다른 식물 병원성 곰팡이에서 보고되고 있음을 비추어 볼 때 정기적인 살균제에 대한 반응을 모니터링 하여 재배 자에게 적절한 정보를 제공하는 것이 필요할 것이다(Eckert 등, 1994; Guan 등, 1993; Hidebrand 등, 1988; Jones 등 1976; Köller 등 2001; Yasunori 등 1998).

대표적 보호용 살균제로 지역 감 재배 농가에서 널리 사용되고 있는 chlorothalonil에 대한 감수성은 다른 보호 살균제에 비하여 낮은 것으로 조사되었다. 실험 대상 균주의 63.7%가 대조구 대비 0.3 이상~0.5 이하의 균사 생

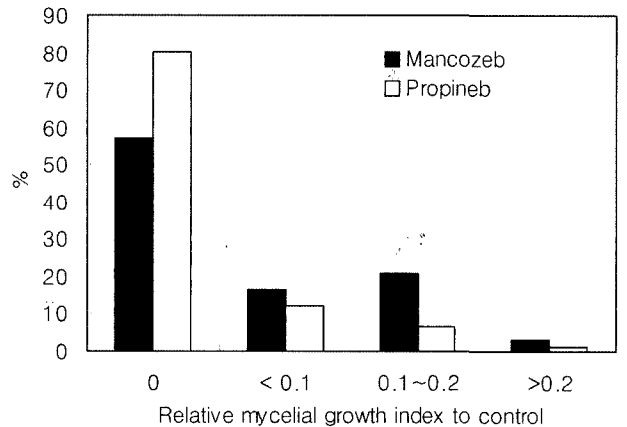


Fig. 3. Response to mancozeb (1,500 µg/ml) and propineb (1,500 µg/ml) of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates obtained persimmons at Sangju. Relative mycelial growth index = mycelial growth (mm) on PDA amended with each fungicide ÷ mycelial growth (mm) on PDA without fungicide.

장 지수를 보였다. 0.7 이상의 생장 지수를 보인 균주는 2.2%였으며, 16.5%의 균주는 0.5 이상~0.7 이하의 대조구 대비 균사생육지수를 보였다(Fig. 2). Dithianon에 대한 감수성의 경우 대조구 대비 균사생육지수가 0.1~0.3에 해당하는 균주가 가장 많은 74.7%를 차지하였다(Fig. 2). Mancozeb에 대한 감수성을 조사한 결과, 57.1%의 균주는 대조구 대비 0의 상대적 균사생육지수를 보여 실험 농도에서 균사생육이 완전히 억제되는 것으로 조사되었으며, 16.5%의 균주는 0.1 이하의 상대적 생육지수를 보여 균사생육이 90% 이상 억제되는 것으로 나타났다(Fig. 3). Propineb에 대한 실험 대상 균주의 감수성은 80.2%의 균

주가 대조구 대비 0의 균사생육지수를 보여 실험 농도에서 균사생육이 완전히 억제되는 것으로 나타났으며, 12.1%에 해당하는 11 균주는 0.1 이하의 대조구 대비 균사생육지수를 보였고, 0.2 이상의 균사생육지수를 보인 균주는 1 균주에 불과하였다(Fig. 3). 주요 보호 살균제에 대한 상주 지역 분리 탄저병 균주의 감수성은 propineb > mancozeb > chlorothalonil > dithianon 순으로 높게 나타났다. 지역 분리 균에 대한 균사생육 억제효과가 높게 나타난 약제의 지속적인 사용을 위하여 재배 시기별 포장 분리 균주에 대한 약제 반응 모니터링이 필요한 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 조사된 균사생육 억제효과가 우수한 약제의 상호교차 사용으로 *Botrytis cinera*와 같은 다른 식물병원균에서 문제가 되고있는 약제 저항성 균주의 출현을 예방할 수 있을 것으로 생각된다(Eckert 등, 1994; Guan 등, 1993; Hidebrand 등, 1988; Jones 등 1976; Köller 등 2001).

요 약

상주 지역의 꽃감용 감 생산 농가의 과수원으로부터 채집한 탄저병 감염 부위로부터 90개의 감 탄저병균(*Colletotrichum gloeosporioides*)을 분리하였다. 두 종의 benzimidazole계 약제(thiophanate-methyl, carbendazim), 3종의 egosterol 합성 저해제(difenoconazole, myclobutanil, tebuconazole) 및 4종의 보호 살균제(propineb, mancozeb, chlorothalonil, dithianon) 등 총 9종의 살균제에 대하여 분리한 균주들의 약제반응을 조사하였다. 상용농도로 약제가 첨가된 배지에서 대조구 대비 균사생육지수를 평가함으로써 조사하였다. Carbendazim(415 µg/ml)과 thiophanate-methyl(750 µg/ml)에 대한 반응은 각각 82%와 78%의 균주가 0.1 이하의 대조구 대비 균사생육지수를 보였다. 모든 실험 대상 균주는 myclobutanil(40 µg/ml)과 tebuconazole(75 µg/ml)이 첨가된 배지에서 균사생육이 완전히 억제되었으며, difenoconazole(50 µg/ml)이 첨가 배지에서는 단지 1 균주만이 0.03의 대조구 대비 균사생육지수를 보였다. 4종의 보호 살균제 중 propineb(1,500 µg/ml)에 대한 감수성이 가장 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 꽃감특화사업단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Adaskaveg, J. E. and Forsyer, H. 2000. Occurrence and management of anthracnose epidemics caused by *Colletotrichum* species on tree fruits crops in California. In: *Colletotrichum-Host Specificity, Pathology and Host-Pathogen Interaction*, ed. by Prusky, D., Freeman, S. and Dickman, pp. 317-336. APS Press, Minnesota. USA.
- Delp, C. J. 1988. *Fungicide Resistance in North America*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Mn. 133 pp.
- Eckert, J. W., Sievert, J. R. and Ratnayake, M. 1994. Reduction of imazalil effectiveness against citrus gray mold in California packinghouses by resistant biotypes of *Penicillium digitatum*. *Plant Dis.* 78: 971-974.
- Fry, W. E. 1982. *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press, Orlando. 378 pp.
- Guan, J. and de Warrd, M. A. 1993. Inhibition of sterol 14-demethylase activity in *Penicillium italicum* dose not collect with resistance to the DMI fungicide imazalili. *Pestic. Biochem. Physiol.* 46: 1-6.
- Hildebrand, P. D., Lockart, C. L., Newbery, R. J. and Ross, R. G. 1988. Resistance of *Venturia inaequalis* to bitertanol and other demethylation-inhibiting fungicides. *Can. J. Plant Pathol.* 10: 311-316.
- Jones, A. L. and Ehret, G. R. 1976. Isolation and characterization of benomyl-tolerant strains of *Monilinia fructicola*. *Plant Dis. Repr.* 60: 765-769.
- Kim, B. S., Lim, T. H., Park, E. W. and Cho, K. Y. 1995. Occurrence of multiple resistant isolates of *Botrytis cinerea* to benzimidazole and *N*-phenylcarbamate fungicides. *Korean. J. Plant Pathol.* 11: 146-150.
- 김태춘, 이규철, 이용문. 2002 감의 생리생태와 재배신기술. 중앙생활사. 332 pp.
- Köller, W. and Wilcox, W. F. 2001. Evidence for the predisposition of fungicide-resistance isolates of *Venturia inaequalis* to a preferential selection for resistance to other fungicides. *Phytopathology* 91: 776-781.
- Lim, T. H., Chang, T. H. and Cha, B. J. 1998. Incidence of benzimidazole- and dicarboximide-resistant isolates of *Monilinia fructicola* from overwintering mummies and peduncles on peach trees. *Korean. J. Plant Pathol.* 14: 367-370.
- 농림수산부. 2004. 농림통계. <http://www.maf.go.kr/index.jsp>.
- 상주시. 2004. 상주시 통계연보. p. 459.
- Yasunori, T. and Hideo, I. 1998. Reduced sensitivity to fenarimol in Japanese field strains of *Venturia nashicola*. *Pestic. Sci.* 54: 150-156.