

상주와 영동지역 감나무에서 분리한 탄저병균 *Colletotrichum horii*의 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대한 억제반응

안현정¹ · 권오경^{1,2} · 나희빈¹ · 임태현^{1,3*} · 장태현⁴ · 이동운^{1**}

¹경북대학교 생태과학과, 생태환경관광학부, ²신젠타, ³(주) 누보, ⁴경북대학교 생태환경시스템학부

Responses of *Colletotrichum horii* Isolated from Persimmon in Sangju and Yeongdong to Carbendazim and Thiophanate-methyl

Hyeon Jeong An¹, Oh Gyeong Kwon^{1,2}, Hee Been Na¹, Tae Heon Lim^{1,3*},
Taehyun Chang⁴ and Dong Woon Lee^{1**}

¹Department of Ecological Science, Major of Applied Biology, School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangbuk-do 37224, Korea

²Syngenta Korea, Seoul 03160, Korea

³Nousbo Co., Ltd., Suwon 16614, Korea

⁴School of Ecological Environment and System, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangbuk-do 37224, Korea

(Received on October 2, 2017. Revised on November 16, 2017. Accepted on November 16, 2017)

Abstract Total 282 isolates of *Colletotrichum horii* were collected from persimmon orchards in Sangju (79 isolates at 2013 and 127 isolates at 2016) and Yeongdong (148 isolates at 2016). MBC (Methyl benzimidazole carbamates) fungicides (carbendazim and thiophanate-methyl) which are registered on persimmon, were evaluated to survey of *C. horii* growth responses on fungicide-media. All isolates collected in Sangju showed inhibited mycelium growth over 91% on medium with carbendazim (415 µg/ml) however, one isolate of Yeongdong showed 87.6% compared to untreated control. The sensitivity of *C. horii* isolates from Sangju to thiophanate-methyl (700 µg/ml) was similar between 2013 and 2016. The sensitivity of *C. horii* against thiophanate-methyl (700 µg/ml) was higher isolated from Yeongdong than Sangju.

Key words Persimmon, Benzimidazole fungicides, *Colletotrichum horii*, Fungicide resistance

서론

감(*Diospyros kaki*)은 삼한시대 이전부터 우리나라에서 재배되어 온 것으로 추정되는 재배역사가 오래된 과수로 뚝은 감의 경우 우리나라에서는 연평균 8-10°C의 등온선을 따라 재배가 가능하다(Cho and Cho, 1965; Cho et al., 2014).

단감을 포함한 감의 재배면적은 국내 과수재배 면적 중 가장 넓은 면적을 차지하고 있는데 2016년 25,060 ha에 이르고 있다(KOSIS, 2017). 단감의 재배면적은 2000년

이후부터 감소하고 있지만 뚝은 감은 꾸준히 재배면적과 생산량이 증가하여 2010년부터는 뚝은 감의 재배면적과 생산량이 단감을 앞지르고 있는데 이는 단감의 경우 생과용으로 주로 소비되고 있어 다른 대체 과일류의 잠식에 의해 1인당 소비량이 2005년 4.8 kg에서 2009년 3.8 kg으로 감소하였으나 뚝은 감은 꽃감용으로 가공되어 1인당 소비량이 2006년 1.3 kg에서 2010년 2.17 kg으로 증가되어 꽃감 가공용 뚝은 감의 재배가 급진적으로 증가하였기 때문이다(Kim et al., 2012).

우리나라의 주요 꽃감 산지는 경북 상주와 충북 영동, 경남 산청, 전북 완주 등인데 경북 상주 지역이 63% 이상을 차지하고 있다(Kim et al., 2012). 상주 지역의 뚝은감 생산

*Corresponding author
E-mails: tree0112@hanmail.net

**Corresponding author
E-mails: whitegrub@knu.ac.kr

량은 2012년 20,011톤에서 2015년 27,994톤으로 28.5% 증가하고 있고, 충북 영동 지역의 뚝은 감 생산량은 2012년 2,168톤에서 2015년 3,445톤으로 37.6% 증가하고 있다.

탄저병과 등근무늬낙엽병은 감의 주요 생산 제한요인으로 작용하고 있는데(Lee et al., 2001; Lim et al., 2008; Jung et al., 2014) 이 중 탄저병에 의한 생산 제한은 상주지역에서는 꽃감용 감에 주로 나타나는데, 상주동시를 대체할 수 있는 품종의 부재로 인한 재배품종의 단순화에 따른 병원균의 기주량 증가와 감은 농약을 적게 사용하여도 재배 및 수확이 가능하다는 고전적 생각에 따른 방제 소홀, 살균제의 오남용에 의한 저항성 병원균의 출현 등으로 인한 사용약제의 약효 저하 및 과도한 질소 비료의 과다시비 등에 의한 탄저병 발병환경 조장 등 복합적 원인에 기인한다(Kim et al., 2002; Lim et al., 2008, 2009b). 특히, 감나무 탄저병은 감염부위가 과일, 잎, 가지 등 지상부 전 부위로 발병 시 수확량 감소뿐만 아니라 수확시기 작물의 전체적인 고사로 이어져 재배자들에게 큰 어려움을 주고 있다(Lim et al., 2009a; 2009b).

우리나라에서 감에 탄저병을 일으키는 균들은 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *C. acutatum*이 알려져 있는데(Park et al., 2015) 최근 *Colletotrichum*의 분류체계가 변경되면서 *C. horri*로 명명되고 있다(Jeon et al., 2017).

감 탄저병이 감나무의 잎과 가지, 주관 및 과실 등 전 부분에 걸쳐 발병증상을 나타내고 특히 감염 된 과실은 조기에 낙과되거나 상품성을 상실하기 때문에(Lim et al., 2009a; Park et al., 2015) 단감이나 뚝은감 농가 모두에서 중점적인 방제대상 병이다(Lee et al., 2001; Lim et al., 2008).

병원균 기주식물 재배면적의 확대와 더불어 무분별한 살균제의 살포는 병원균의 약제 저항성 발달을 조장한다. 감 탄저병 방제에 사용되는 살균제들은 다양한데 benzimidazole계 속하는 benomyl, carbendazim, thiophanate-methyl은 1970년대 후반부터 우리나라에 도입되어 다양한 작물의 병원균과 토양병 방제에 사용되고 있다(Kim, 2000). 따라서 농가에서 보편적으로 사용되고 있는 이들 살균제들은 약제 사용경과에 따라 지역 내 병원균들의 약제 반응들이 달라질 수 있다.

이에 본 연구는 우리나라에서 꽃감 가공용 감의 재배가 많은 경북 상주 지역과 충북 영동 지역 감 과수원으로부터 탄저병의 1차 감염 시기인 6월 이후, 감염 부위로부터 탄저병원균을 분리하여 감 과원에서 보편적으로 사용되고 있으면서 과거 약제 반응을 연구한 바 있는 MBC계 살균제인 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대한 감수성을 이전 연구와 비교하여 지역에 적합한 방제 정보를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

병원균 분리 및 보관

상주지역에서는 2013년과 2016년 6월, 영동지역에서는

2016년 6월 이후 각 지역의 감 과수원에서 탄저병균에 의한 감염이 의심되는 과일, 잎 및 가지를 채집하여 탄저병균을 분리하였다. 2013년 균주는 Lim et al. (2015)이 실험에 이용한 균주를 이용하였고, 2016년 병원균의 분리는 이전의 연구(Lim et al., 2009a; 2015)에서 사용한 방법들과 동일한 방법으로 수행하였다. 병원균 분리를 위한 대상 과수원은 상호 교차 감염 가능성을 최소화하기 위하여 각 지역에서 인접과원을 배제하여 선정하였다. 병원균 분리는 2겹의 Kim wiper (Yuhan Kimberly, Korea)를 깔고, 50 ml의 살균 증류수를 넣어 포화습도를 유지시킨 플라스틱 용기(250 × 250 × 70 mm, L × W × H)에 넣어 24~48시간 동안 25°C 항온기(GC-1000TLH, JEIO TECH, Korea)에서 포자를 형성시켰다. 세균의 생육을 억제하기 위하여 300 µg/ml 농도의 streptomycin이 함유된 감자한천배지(PDA 39 g + 멸균수 1 L)에 형성된 포자를 접종하였다. 포자가 접종된 plate는 25°C 배양기에서 2~3일간 배양 후 균총 선단을 떼어내어 새로운 감자한천 배지에 옮겨 배양하였다.

분리된 탄저병균들은 균총 선단에서 직경 5mm의 균사 조각을 떼어내어 직경 18 mm, 길이 20 cm의 시험관 사면배지에 접종하여 25°C에서 7일간 배양 후 4°C 냉장 보관하며 실험에 사용하였다. 분리된 병원균들은 광학현미경(De Axio Imager M1, ZEISS, Germany)에서 1차적으로 형태적 분류를 하였으며 유전체 DNA분석을 통해 *C. horri*로 확증하였다(Jeon et al., 2017).

살균제 감수성 검정

현재 감 탄저병의 방제를 위하여 등록되어 사용되고 있는 살균제 중 methyl benzimidazole carbamate(MBC)계 살균제인 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대한 감수성을 조사하였다(Table 1). 이들의 제형과 활성성분의 함량 및 활성성분의 권장처리농도는 Table 1과 같으며 상품화된 살균제를 구입하여 사용하였다.

살균제에 대한 감수성은 Lim et al. (2009a)이 선행연구에서 사용한 한천 희석법에 의한 균사 생육억제 실험을 통하여 조사하였는데 실험에 사용한 살균제 농도는 선행 연구에서와 같이 모두 권장농도로 처리하였다. 권장량 농도의 살균제가 처리된 감자한천배지에 직경 5 mm의 탄저병균 균사절편을 접종 한 뒤, 25°C 항온기에서 일주일간 배양하여 균총의 직경을 측정하였다.

탄저병균들의 각 살균제에 대한 감수성 차이는 약제별 억제율 정도와 Kumar et al. (2007)의 방법을 준용하여 0~50%(고도저항성), 51~90%(저항성), 91~100%(감수성)의 3 그룹으로 나눈 뒤 지역별로 1개의 균주를 선발한 뒤 각각의 살균제들에 대한 농도별 균사생장 억제율을 조사하였다.

살균제 농도별 균사생장 억제율 조사를 위한 배지의 조제는 공시 살균제를 살균 증류수에 적정 농도로 희석한 후 배

Table 1. List of fungicides in this study

Common name	Formulation	Active ingredient and content (%)	Recommend concentration (µg/ml)
Carbendazim	WP ^a	Methyl benzimidazol-2-yl-carbamate, 60	415
Thiophanate-methyl	WP	Dimethyl 4,4'-(0-phenylene) bis (3-thioallophanate), 70	700

^aWP; represent wettable powder.

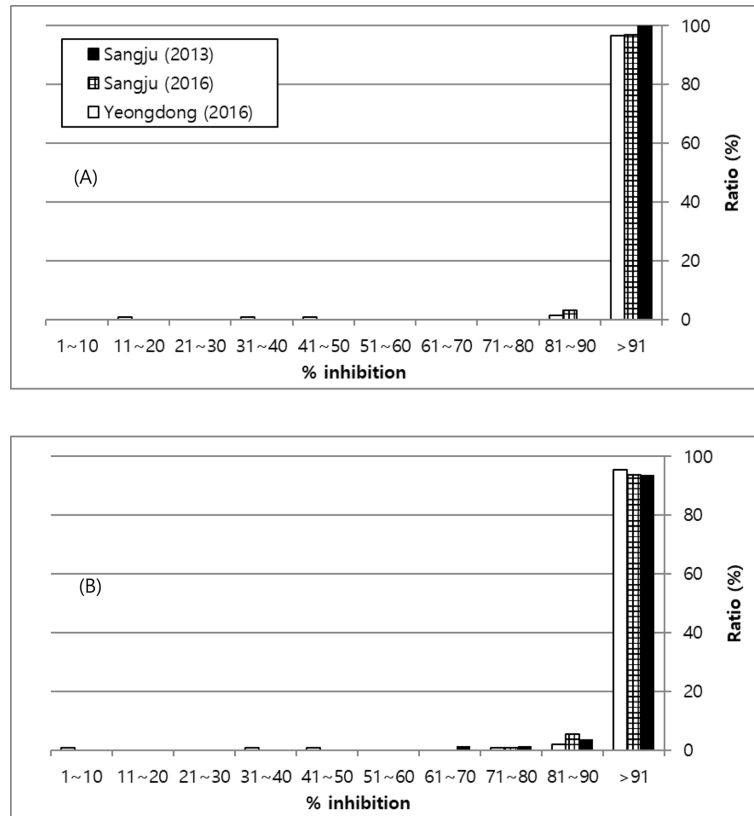


Fig. 1. Sensitivity of *Colletotrichum horii* isolates obtained from persimmons in Sangju and Yeongdong to MBC-fungicides, carbendazim (415 µg/ml) and thiophanate-methyl (700 µg/ml). % Inhibition = {1 - [mycelial growth (mm) on fungicide medium/mycelial growth (mm) on control medium]} × 100. (A); carbendazim, (B); thiophanate-methyl.

지 내 최종 농도가 각 살균제의 포장 적용농도와 0.01, 0.1, 1 및 10 µg/ml의 농도가 되도록 조절하였다. 감수성 조사를 위한 병원균의 접종원은 냉장 보관 중인 균을 25°C에서 7일간 배양 후 균총 선단에서 직경 4 mm의 균사 조각을 떼어 내어 사용하였다.

각 살균제 농도별로 탄저병균이 접종된 Petri dish들은 25°C에서 7일간 배양 후 균총의 길이를 측정하여 각 살균제에 대한 탄저병균 균사 억제율을 산출한 뒤 약제 간 단순 상관관계를 엑셀 프로그램을 이용하여 분석하였다. 억제율 (%)은 다음 식에 의하여 산출 비교하였다.

$$\text{억제율 (\%)} = \{1 - [\text{처리구 균총 길이(mm)} / \text{대조구 균총 길이(mm)}]\} \times 100.$$

약제들에 대한 EC₅₀ 값은 SAS program을 이용하여 분석

하였다(SAS Institute, 1999). 권장량이나 살균제 농도별에 따른 탄저병균 균주들의 약제 반응 실험은 한 개의 Petri dish를 한 반복으로 3반복으로 수행하였다.

결과 및 고찰

포장에서 분리한 균주를 대상으로 carbendazim과 thiophanate-methyl의 권장 농도에서의 감수성을 조사한 결과, carbendazim에 대하여 상주 지역의 2013년과 동일 포장으로부터 분리한 균주 모두가 91% 이상의 균사생육 억제율을 나타내었으나 2016년 상주지역의 신규 선정 포장에서 분리한 균주와 영동 지역에서 분리한 균주의 3%(9균주)는 90% 이하의 억제율을 보였다(Fig. 1).

Thiophanate-methyl에 대한 감수성은 2013년 분리된 균주

를 포함하여 2016년 상주 지역과 영동 지역 분리 균주의 91% 이상의 균주들에 대해 군사생육이 억제되는 것으로 나타났다(Fig. 1).

MBC계 살균제인 carbendazim과 thiophanate-methyl은 우리나라에서 1977년부터 사용되어져 다양한 작물의 흰가루병, 탄저병, 잣빛곰팡이병 등 여러 병해를 대상으로 널리 사용되고 있는 있는데(Kim, 2000) 약효 저하 현상이 다양하게 보고되어왔다 (Staub, 1991; Kim et al., 1995; Lim et al., 1998, 2006, 2009b; Adaskaveg and Förstner, 2000).

2016년 분리한 균주를 대상으로 carbendazim과 thiophanate-methyl 두 약제간 상관계수를 구한 결과 $r^2=0.906$ 으로(Fig. 2) 2008년 분리 균주들의 두 약제간 상관계수 0.7862(Lim et al., 2009a)에 비해 높게 나타났다. MBC계 동일 계열 내 약제간 높은 교차저항성 관계(FRAC, 2017)를 고려 할 때 이들 약제의 처방과 사용에 있어 상호 교차 처리가 되지 않도록 관리가 필요할 것으로 사료된다.

두 살균제에 대한 상주 지역 분리 균주들의 약제 반응은 2005년에 비해 2008년에 감수성이 현저히 줄어들었으나 2013년과 2016년에 분리된 균주들의 두 약제에 대한 감수성은 오히려 과거에 비하여 다소 증가되었다(Lim and Choi, 2006; Lim et al., 2009a). 이러한 감수성의 년도별 변화는 약

제 사용과 깊은 관련이 있을 것으로 생각되는데 thiophanate-methyl의 경우 매년 판매량의 편차가 크지만 사용량이 많은 감 등록 살균제이기 때문에 지속적이고 안정적인 사용을 위하여 장기적이고 다양한 조사 대상 과수원 확대와 보다 세심한 모니터링이 필요할 것으로 생각된다. 한편 thiophanate-methyl에 대한 반응이 다양하게 나타난 포장의 경우 지속적인 모니터링과 약제 저항성 균주와 감수성 균주의 군사생육, 포장형성력, 병원력 및 월동력 등의 생태 적응력과 동일 포장내에서의 저항성 균의 경시적 밀도 변화 등의 추가적인 연구를 통하여 상주 지역에서 분리되는 감나무 탄저병균의 방제를 위한 MBC계열 약제의 안정적인 사용 방안을 제시할 필요성이 있는 것으로 생각된다.

분리된 275개 균주를 약제별 억제율 정도에 따라 3그룹으로 나눈 뒤 임의로 균주를 선발하여 EC₅₀ 값을 조사한 결과, carbendazim에 대한 평균 EC₅₀ 값은 상주 지역에서 분리한 균주의 경우 0.003 µg/ml, 영동 지역에서 분리한 균주의 경우 0.022 µg/ml로 상주 지역에서 분리한 균주와 비교하여 10배 정도 높았는데 이는 영동 지역에서 carbendazim 약제의 사용량, 사용횟수 등에서 상주 지역 보다 많아 나타난 결과로 추측된다(Table 2). Thiophanate-methyl의 EC₅₀ 값은 상주 지역은 1.908 µg/ml로 carbendazim에 비하여 감수성이

Table 2. EC₅₀ of *Colletotrichum horii* from persimmon trees in Sangju and Yeongdong

Fungicides	Location	EC ₅₀ (µg/ml)	
		Average ^{a)}	Minimum- maximum
Carbendazim	Sangju	0.003	0.000036-0.005
	Yeongdong	0.022	0.000032-0.037
Thiophanate-methyl	Sangju	1.908	0.015-4.92
	Yeongdong	0.753	0.0054-1.97

^{a)}Average of 3 isolates.

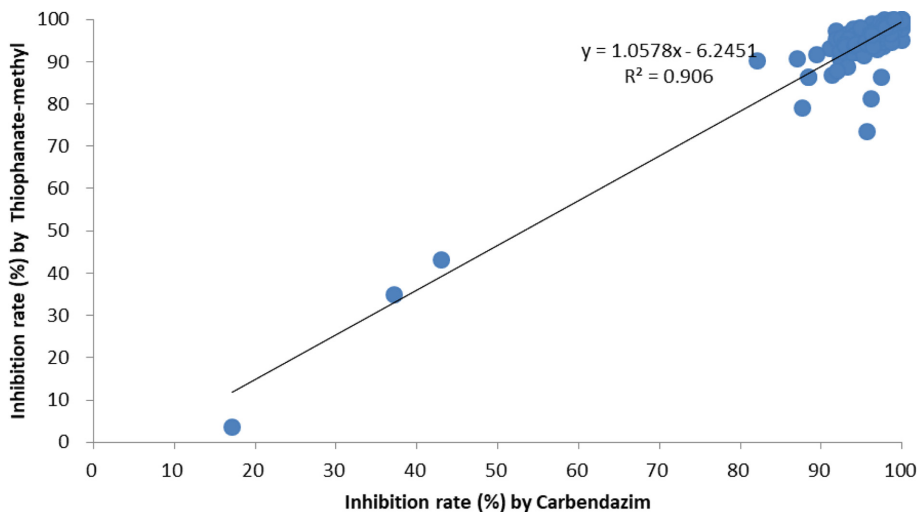


Fig. 2. Correlation between carbendazim and thiophanate-methyl of *Colletotrichum horii* isolates at Sangju and Yeongdong in 2016.

낮은 것으로 나타났으며 영동 지역 또한 0.753 µg/ml로 carbendazim에 비하여 감수성이 낮은 것으로 나타났다 (Table 2). 조사된 EC₅₀ 값을 고려할 경우 두 지역에서 MBC 계열 약제에 대한 저항성은 thiophanate-methyl에 의하여 초래될 가능성이 높으며, MBC 계열 약제에 대한 저항성 발현에 따른 약효 저하 현상의 효율적 관리를 위하여 thiophanate-methyl 약제 사용에 보다 많은 주의가 필요할 것으로 생각된다.

Carbendazim과 thiophanate-methyl을 포함한 MBC 계열 약제는 방제 적용 병원균의 스펙트럼이 넓은 약제로 경제작물의 주요 병원균에 의한 병 방제에 적용되고 있다(Kim, 2000). 그러나 작용점의 특이성에 의한 대상 병원균의 저항성 발현은 MBC 계열 약제의 효율적 사용에 제한요인이다(Kim, 2000). 상주와 영동 지역에서 분리한 감 탄저병균의 권장농도에서의 균사생육 억제를 조사한 결과, 분리한 80% 이상의 균주가 91% 이상의 균사생육이 억제되는 것으로 나타나(Fig. 1) 두 지역에서의 MBC 계열 약제의 사용은 감 탄저병 방제에 효율적일 것으로 생각된다. 그러나 특이적 작용점을 지닌 약제에 대한 저항성 균주의 생태 적응력을 고려할 경우 이들 약제 사용에 대한 주의와 분리된 저항성 균주의 생태적응력과 관련된 생물학적 특성에 관한 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 “수출용 뚝은 감 안전생산을 위한 종합 방제력(안) 개발” 과제(과제번호: PJ011697)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 시료 채취에 도움을 준 경북대학교 잔디해충 및 선충학 연구실원들과 지역농민들에게 사의를 표합니다.

Literature cited

Adaskaveg, J. E. and H. Förstner (2000) Occurrence and management of anthracnose epidemics caused by *Colletotrichum* species on tree fruits crops in California. pp.300-316 in: *Colletotrichum*-host specificity, pathology and host-pathogen interaction. D. Prusky, S. Freeman, and M. B. Dickman, ed. APS Press, Minnesota. USA.

Cho, K. S., K. B. Ma, H. C. Lee, J. H. Choi, S. T. Choi and K. U. Lee (2014) Persimmon, food of the gods. RDA Interobang, 134:1-20.

Cho, S. K. and T. H. Cho (1965) Studies on the local varieties of persimmon in Korea. Res. Rep. RDA. 8:147-190.

Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). (2017) FRAC code list 2017: fungicides sorted by mode of action (including FRAC cord numbering). <http://www.frac.info/publications/downloads>. (Accessed date: 2017. 3. 25)

Jeon, J. Y., O. Hassan, T. Chang, D. W. Lee, J. S. Shin, N. K. Oh (2017) Anthracnose of persimmon (*Diospyros kaki*) caused by *Colletotrichum horii* in Sangju, Korea. Plant Disease. 101(6):1035

Jung, Y. H., E. J. You, D. Son, J. H. Kwon, D. W. Lee, S. M. Lee and H. Y. Choo (2014) A survey on diseases and insect pests in sweet persimmon export complexes and fruit for export in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 53(2):157-169.

Kim, B. S., T. H. Lim, E. W. Park, and K. Y. Cho (1995) Occurrence of multiple resistant isolates of *Botrytis cinerea* to benzimidazole and N-phenylcarbamate fungicides. Korean. J. Plant Pathol. 11:146-150.

Kim, C. H. (2000) Review of fungicide resistance problems in Korea. Kor. J. Pesticide Sci. 4(2):1-10.

Kim, S. J., J. W. Cho, K. U. Lee, I. K. Song and Y. S. Lim (2012) Story of entertaining persimmon farming. Samwoobusiness. pp.294.

Kim, T. C., G. C. Lee and Y. M. Lee (2002) Cultivation of new technology and physiology and ecology of persimmon. Jungangsenghwalsa. 332pp.

Korean Statistical Information Service (KOSIS). (2017) Cultivation areas of open orchards. <http://www.kosis.kr>, Access date: 2017.04.08

Kumar, A. S., N. P. E. Reddy, K. H. Reddy and M. C. Devi (2007) Evolution of fungicidal resistance among *Collectotrichum gloeosporioides* isolates causing mango anthracnose in Agri export zone of Andhra Pradesh, India. Plant Pathology Bulletin 16:157-160.

Lee, D. W., G. C. Lee, S. W. Lee, C. G. Park, H. Y. Choo and C. H. Shin (2001) Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. Korean J. Pesticide Sci. 5:45-49.

Lim, T. H., D. W. Lee, O. G. Kwon, S. S. Han, B. J. Cha and I. K. Song (2015) Sensitivity to sterol biosynthesis inhibitors of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from persimmon in 2013 in Sangju, Gyeongsangbukdo. Kor. J. Pesticide Sci. 19(3):272-278.

Lim, T. H., D. W. Lee, Y. H. Choi, S. M. Lee, S. S. Han and B. J. Cha (2009a) Sensitivity to ergosterol biosynthesis inhibiting-fungicides of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from persimmon trees. Kor. J. Pesticide Sci. 13: 171-176.

Lim, T. H., J. H. Kim and B. J. Cha (2006) Characterization and genetic diversity of benzimidazole-resistant and -sensitive *Monilinia fructicola* isolates in Korea. Plant. Pathol. J. 22:369-374.

Lim, T. H., T. H. Chang and B. J. Cha (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.

Lim, T. H. and Y. H. Choi (2006) Response of several fungicides of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates

- obtained from persimmons in Sangju. Res. Plant Dis. 12(2):99-102.
- Lim, T. H., Y. H. Choi, D. W. Lee, S. S. Han and B. J. Cha (2009b) Sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from persimmon to benzimidazoles, mancozeb and propineb. Kor. J. Pesticide Sci. 13:105-110.
- Lim, T. H., Y. H. Choi, I. K. Song, K. R. Kim, D. W. Lee and S. M. Lee (2008) Survey of actual condition of management of persimmon orchards in Sangju, Gyeongbuk in 2007 and 2008. Kor. J. Pesticide Sci. 12:414-420.
- Park, C. G., J. H. Kwon and D. W. Lee (2015) An illustrated color guide book to insect pests and diseases of persimmon in Korea. Korean Studies Information Co., Paju. pp.22-29.
- SAS Institute. (1999) SAS OnlineDoc, version 8. SAS Institute, Cary, NC.
- Staub, T. (1991) Fungicide resistance: practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. Ann. Rev. Phytopathol. 29:421-442.

상주와 영동지역 감나무에서 분리한 탄저병균 *Colletotrichum horii*의 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대한 약제반응

안현정¹ · 권오경^{1,2} · 나희빈¹ · 임태현^{1,3*} · 장태현⁴ · 이동운^{1**}

¹경북대학교 생태과학과, ²생태환경관광학부, ³신젠타, ⁴주) 누보, ⁴경북대학교 생태환경시스템학부

요약 본 연구는 경북 상주(2013년 79균주, 2016년 127균주)와 충북 영동(2016년 148균주)지역의 감나무에서 분리한 *Colletotrichum horii* 탄저병균에 대한 메칠벤지미다졸카바메이트(MBC)계인 carbendazim과 thiophanate-methyl에 대한 약제반응을 조사하였다. Carbendazim (415 µg/ml)에 대하여 상주 지역에서 분리한 균주 모두가 91% 이상 균사생육이 억제되었지만 영동지역에서는 한 균주가 무처리구에 비교하여 87.6%의 억제율을 보였다. Thiophanate-methyl (700 µg/ml)에 대한 감수성은 상주지역에서 2013년도와 유사한 감수성을 보였는데 상주지역보다는 영동지역이 감수성이 높았다.

색인어 감, 벤지미다졸계 살균제, *Colletotrichum horii*, 살균제 저항성.