

단감 탄저병 방제법 개선을 위한 살균제 선발 및 효과

전창욱¹ · 권영호¹ · 이정한² · 곽연식^{3,*}

¹경상대학교 생명과학부, ²한국잔디연구소, ³경상대학교 농업생명과학연구원

Improvement and Effectiveness for Chemical Control Protocol of Sweet Persimmon Anthracnose Disease

Chang Wook Jeon¹, Youngho Kwon¹, Jung Han Lee² and Youn-Sig Kwak^{3,*}

¹Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701 Korea

²Korea Turfgrass Research Institute, Seongnam 463-840 Korea

³Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701 Korea

(Received on June 24, 2015. Revised on August 19, 2015. Accepted on August 19, 2015)

Abstract Anthracnose, caused by *Colletotrichum* spp. is the most important and devastating disease in sweet persimmon production in worldwide. There is no alternative control method or resistant cultivar is available. Therefore, chemical controls are widely accepted to control the disease. Three fungicides among 16 fungicides have been selected to apply in field condition. The selected three fungicides (metconazole, dithianon and propineb) showed lower EC₅₀ and reliable control effect in both *in vitro* and *in vivo*. According to general guide line of anthracnose disease control method recommended 8 times spay of the fungicide. In this study, we performed 8, 4, and 2 times spay of the fungicides. For 8 times application, practice spray machine has been used and for 4 and 2 time application, a recently invented spray machine was input. The fungicides have been treated from middle of June to end of August in 2014 year. Control effect of among the selected fungicides showed similar result regardless of sort of the fungicide. However, frequency of spray result showed significantly different results, 8 and 4 times fungicide application showed low and similar disease occurrence, but 2 times application showed intermediated disease occurrence between 4 times treatment and untreated control. Taken together, result showed that 4 times application with effective fungicide, mechanically advanced tool can reduced the anthracnose disease damage in sweet persimmon production.

Key words *Colletotrichum* spp., Fungicide, Sweet persimmon

서 론

우리나라의 단감 생산량은 꾸준히 증가 하고 있는 추세이다. 1980년도에 2,700 ha 불과했던 단감나무 재배 면적은 2010년 15.2만 Km²로 증가하였다(Jung et al., 2014). 1998년부터 단감의 해외 수출이 시작되었으며 2009년에는 10,255 톤의 수출량을 기록함으로써 전세계적으로 2위에 해당하는 단감 수출국이 되었다(Lee., 2012). 이러한 단감 재배지역에서 둥근무늬낙엽병과 탄저병이 경제적으로 큰 피해를 초래하고 있다(Kwon et al., 1995, 1998). 둥근무늬낙엽병은 많

은 선행연구 결과로 적절한 방제법이 활성화되어 단감 재배 지역에서 큰 피해를 일으키지 않는다. 하지만 최근 기상환경이 변함에 따라 탄저병이 큰 피해를 입히고 있다. 탄저병은 해마다 강우량에 따라 발생의 차이가 있지만, 단감 생산에 있어 경제적으로 큰 피해를 주고 있음에도 불구하고, 탄저병에 대한 합리적인 방제대책이 부족한 실정이다. 탄저병 방제를 하지 않을 경우에 누적적으로 증가하게 된다. 탄저병균 분생포자는 단감 나무의 신초, 줄기, 꽃, 과실 모든 부위에서 병을 일으키며 초기에는 주로 신초에 병반을 형성하여 강우에 의해 비산되며, 그로 인해 2차 감염이 이루어진다(Kim et al., 2004). 따라서, 탄저병은 초기 방제가 매우 중요한 병이다(Kwon et al., 2007). 탄저병 병원균에 대한

*Corresponding author
E-mail: kwak@gnu.ac.kr

특징과 전염경로 및 배양적 특성에 관한 연구는 많이 보고 되어왔다(Kwon et al., 2000). 하지만 실제 농가에서 탄저병 예방을 위한 농약 살포시기 및 농약 사용량에 대한 연구가 부족하여 무분별한 농약살포가 이루어지고 있다. 따라서, 약제살포에 의한 오염을 줄이고 효과적으로 탄저병을 방제하기 위해 약제별 방제효과 및 방제시기에 대한 보다 정확한 지식이 요구된다. 본 연구에서는 단감 탄저병에 선발된 약제에 대한 단감 재배지에서 살균제 처리 프로그램을 개발하여 실용적인 활용 가능성을 확인하고자 탄저병 방제효과를 검토하였다.

재료 및 방법

공시약제

단감 탄저병 방제력을 수립하기 위하여, 단감 탄저병 약제로 등록되어 있는 단제 6종과 복합제 6종, 총 12종의 약제를 본 실험에 공시하였다. 단제로 퀴논계, 디니트로아니린계, 스트로빌루린계, 트리아졸계, 카바메이트계와 디티오카바메이트계 농약을 사용하였으며, 복합제로는 퀴논계+스트로빌루린계, 스트로빌루린계+트리아졸계, 아닐라이드계+스트로빌루린계, 트리아졸계+디니트로아니린계, 벤조티아디아졸계+디티오카바메이트계, 이미다졸계+트리아졸계 약제를 사용하였다(Table 1). 위 약제의 작용기작으로는 호흡저해, 스테롤합성저해, 지방합성저해, 핵산합성저해 등이 알려져 있다.

약제별 반수성장저해농도(EC₅₀) 산출

공시약제 중 단감 탄저병 방제력을 수립하기 위하여 단제 또는 복합제의 반수성장저해농도(EC₅₀) 산출 시험을 수행하였다. 단감 탄저병(*C. gloeosporioides* JH-1) 표준균주를 이

용하였으며, Potato dextrose agar (PDA) 배지에 5 농도로 약제를 첨가하여 균사생장을 5일후 측정하였다. Probit model을 이용하여 반수성장저해농도를 산출하였다. 모든 실험은 6 반복으로 수행하였다(Gang et al., 2015).

약제처리

반수성장저해농도의 결과를 고려하여 단제 약제 중 Quinone계의 Dithianon, Triazole계의 Metconazole, Dithiocarbamate계의 Propineb을 선발하였다. 단감 포장의 약제처리 농도는 농약사용지침서에 의거하여 처리 하였다(KCPA.2014). 2014년도 약제처리는 경남 진주시 대곡면에 소재하고 있는 단감 과원에서 수행 되었다. 각 약제의 처리 날짜는 Table 2 와 같으며 처리횟수는 2회, 4회, 8회로 나누어 처리하였다. 일반적으로 농가에서 탄저병을 억제하기 위해 연간 약 8회의 농약을 살포한다. 본 실험에서는 시중에 판매되는 수동 분무기를 이용하여 8회 처리하고 자동미립자 분무기를 이용하여서 연간 처리하는 약제 처리보다 적은 2, 4회를 처리 하였다. 약제 8회 처리구는 수동분무기를 이용하여 살포하였

Table 2. Fungicides spray for the control of sweet persimmon anthracnose disease

	Application frequency		
	8 times	4 times	2 times
Spray date (2014)	May 17	June 6	July 2
	June 22	June 6	
	July 2	July 2	July 2
	July 11		
	July 24	July 24	
	Aug 15		
	Aug 29	Aug 29	Aug 29

Table 1. In vitro screening of fungicides for sweet persimmon anthracnose

Fungicide	Group	Mode of action	EC ₅₀ (µg/mL)
Acibenzolar-S-methyl +Mancozeb	Benzothiazole +Dithiocarbamate	Host plant defence induction +Multi-site contact activity	23.17
Azoxystrobin +Difenoconazole	Strobilurin +Triazole	Respiration +Sterol synthesis	0.363
Boscalid +Pyraclostrobin	Anilide +Strobilurins	nucleic acids synthesis +Respiration	0.008
Difenoconazole +Fluazinam	Triazole +Dinitroaniline	Sterol synthesis +Respiration	0.008
Dithianon	Quinone	Respiration	114.920
Dithianon +Pyraclostrobin	Quinone +Strobilurin	Respiration +Sterol synthesis	0.237
Fluazinam	Dinitroaniline	Respiration	0.207
Metconazole	Triazole	Sterol synthesis	0.051
Picoxystrobin	Strobilurin	Respiration	0.609
Propineb	Dithiocarbamate	Multi-site contact activity	1.402
Prochloraz-manganese +Tebuconazole	Imidazole +Triazole	Sterol synthesis +Sterol synthesis	0.073
Thiophanate-methyl	Carbamate	lipid synthesisand membrane integrity	0.616

으며, 2회와 4회 처리구는 자동미립자분무기를 이용하여 살포하였다. 자동미립자분무기의 특징은 약제를 물과 혼합하여 살포하면 혼합된 액체가 미세하게 수증기화 되어 약제가 일반 분무기보다 식물의 표면에 고루 접촉하는 특징이 있다.

약제 처리구 설정 및 방제효과 조사

단감 과원에서 약제처리는 총 30그루의 단감나무를 사용하였으며 2회 처리구에서 Quinone계 약제인 Dithianon, Triazole계 약제인 Metconazole, Dithiocarbamate계 약제인 Propineb 세 가지 약제에 대하여 각각 3그루씩 사용하였으며 4회 처리와 8회 처리구도 이와 같이 3그루씩 사용하였다. 단감 탄저병 방제효과 조사는 육안 조사로 이루어졌으며 약제를 계속적으로 처리하면서 조사가 진행되었다. 조사는 이병엽수와 이병과수의 개수를 조사하였으며 방제 효과는 약제를 처리한 후 2주 간격으로 신초와 과실을 조사하였다.

결과 및 고찰

공시 균주의 약제별 반수성장저해농도(EC₅₀) 산출

단감 탄저병 방제력을 수립하기 위하여 공시약제를 대상으로 농도별 탄저병원균 균사가 억제되는 정도를 측정하였다. 단제와 복합제 약제에 대한 R² 값이 모두 0.7 이상이 나타났다. 이 결과를 토대로 하여 EC₅₀ 값을 산출한 결과 Quinone계 114.920 µg/mL, Dinitroaniline계 0.207 µg/mL, Strobilurin계 0.609 µg/mL, Triazole계 0.051 µg/mL, Carbamate계 0.616 µg/mL과 Dithiocarbamate계 1.402 µg/mL로 조사되었다. 이중 EC₅₀ 값을 고려하여 Quinone계, Triazole계과 Dithiocarbamate계의 3개 약제를 실제포장에 처리할 약제로 선발하였다(Table 1).

Quinone계의 단감 탄저병 방제효과

단감 과수원에서 약제처리 횟수와 방법에 따른 단감 탄저병 방제효과를 조사한 결과 Quinone계 약제인 Dithianon의 경우 과실에서는 8월 29일부터 병이 발생하기 시작하였다. 무처리구에서 8월 29일 약 3.6개, 9월 11일, 9월 29일과 10월 8일에 탄저병 발생이 4.7개로 나타났다. Quinone계 약제인 Dithianon의 8회 처리구와 4회 처리구에서는 과실에 병이 발생하지 않았으며 2회 처리구에서 8월 29일 약 0.6개, 9월 11일, 9월 29일과 10월 8일 조사에서 1개 정도의 탄저병이 발생한 것으로 나타났다(Fig. 1A and Fig. 2A). 신초의 경우 첫 조사인 7월 11일부터 많은 수의 탄저병이 조사되었으며, 무처리구에서 14.6개가 감염되었으며 10월 08일 마지막 조사에서는 13.6개의 신초가 감염되어 병이 발생한 것으로 조사되어 그 수가 계속 유지되는 것으로 나타났다(Fig. 1B and Fig. 2D). Quinone계 약제인 Dithianon을 처리한 구에서는 무처리구와 비교하여 신초에 발생한 탄저병의 수가

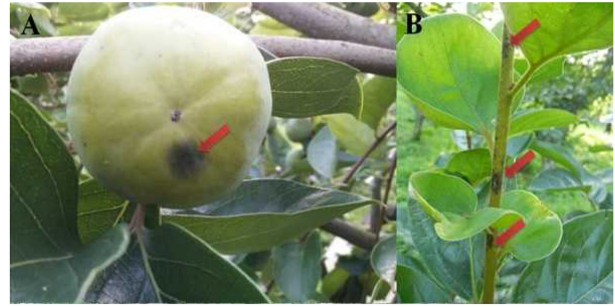


Fig 1. Symptoms of sweet persimmon anthracnose fruit (A) and young twig (B).

현저하게 줄어든 것으로 나타났다. 8회 처리구에서는 첫 조사에서 4.6개가 감염되었으며 7월 24일에는 약 3.6개가 5회의 조사에서는 3개의 신초에서 탄저병이 발생하는 것으로 조사되었다. 4회 처리구에서는 7월 11일 감염수가 4.6개였고 이후 4개의 신초가 발병하여 마지막 조사시기인 10월 8일까지 유지되는 것으로 나타났다. 2회 처리구에서는 첫 조사에서 10.6개의 신초가 감염되었으며 이후 9개가 발병하여 유지되는 것으로 나타났다. 본 실험결과 과실에 발생한 탄저병의 수는 2회 처리구에서 1개 정도로 극히 드물게 발생하였고 8회 처리구와 4회 처리구에서는 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 또한 신초의 경우 2회 처리구에서 9개 정도로 탄저병이 발생하였고 8회 처리구와 4회 처리구에서는 3-4개 정도로 발생하여 처리구 간에 차이가 극히 적은 것으로 나타났다. Quinone계 약제인 Dithianon 약제를 살포할 경우 신초에서 발생한 탄저병이 다음해 전염원이 될 수 있다는 것을 감안하면 약제 8회 처리와 4회 처리는 거의 차이가 나지 않기 때문에 경제적 비용과 노동력을 줄이고 농약의 오남용을 줄이기 위해서는 4회 처리만하여도 탄저병을 방제할 수 있을 것이라 판단된다.

Triazole계 약제 단감 탄저병 방제효과

Triazole계 약제인 Metconazole 약제를 처리하여 처리 횟수에 따른 단감 탄저병 방제효과를 검정한 결과 과실에 발생한 탄저병은 무처리구의 경우 8월 29일 3.6개의 과실에서 탄저병이 발생하였으며 이후 10월 8일 조사까지 약 4.6개의 과실이 탄저병이 걸린 것으로 조사되었다(Fig. 2B). 8회 처리구와 4회 처리구에서는 Quinone계 약제인 Dithianon 약제처리 결과와 같이 탄저병이 전혀 발생하지 않았으며 2회 처리구는 Quinone계 약제인 Dithianon 약제처리 보다는 많은 수의 탄저병이 조사되었다. 8월 29일 조사에서 2.3개로 9월 11일과 9월 29일 조사에서는 2.6개로 10월 8일에는 약 3개 정도의 과실에서 탄저병이 발생하였다. Triazole계 약제인 Metconazole 약제를 처리한 후 신초의 탄저병 발생은 무처리구에서 가장 많은 탄저병이 발생하였으며 2회 처리구에서는 7월 11일부터 10월 08일까지의 조사에서 약 11개의

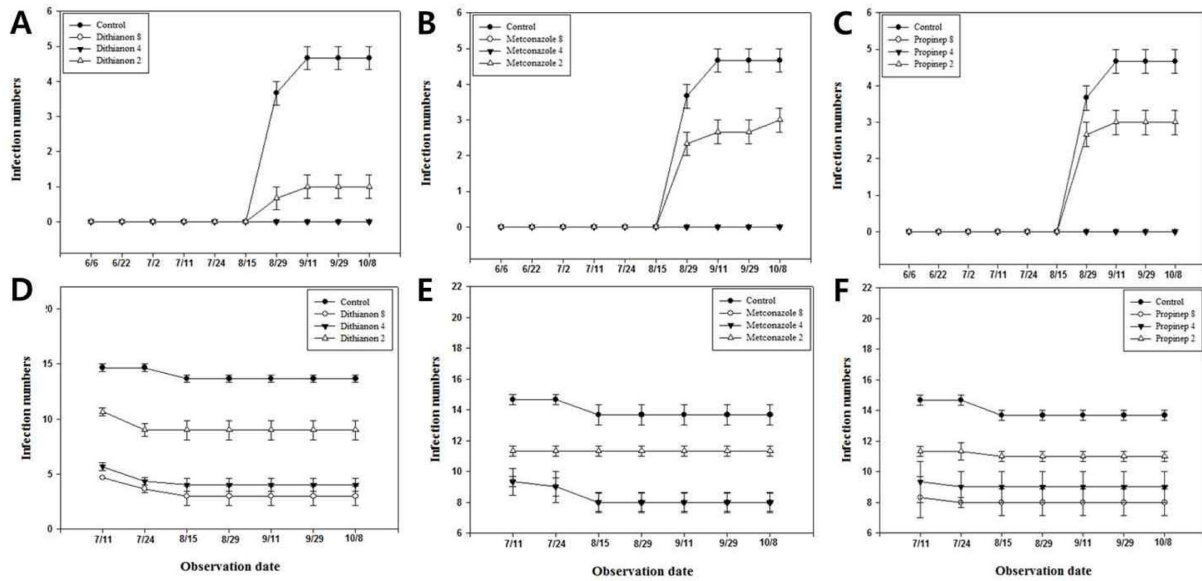


Fig. 2. Efficacy of fungicide for control of sweet persimmon anthracnose. For fruit A (Dithianon), B (Metconazole), and C (Propineb). For twig D (Dithianon), E (Metconazole), and F (Propineb).

신초에서 탄저병이 발생한 것으로 나타났다(Fig. 2E). 8회 처리구와 4회 처리구에서는 탄저병이 비슷한 양상을 발생하였는데 약 8-9개 정도의 신초에서 탄저병이 발생하였다. 이는 Quinone계 약제인 Dithianon 약제처리구가 3-4개의 신초에서 발생한 것보다 탄저병의 발생이 많은 것으로 나타났다. Triazole계 약제인 Metconazole 약제를 처리 결과도 Quinone계 약제인 Dithianon 약제처리 결과와 같이 8회 처리와 4회 처리는 거의 차이가 나지 않기 때문에 4회 처리만하여 탄저병을 방제하는 것이 더 효율적인 병 방제라 할 수 있을 것이라 판단된다.

Dithiocarbamate계 약제 단감 탄저병 방제효과

Dithiocarbamate계 약제인 Propineb 약제 처리 횟수에 따른 단감 탄저병 방제효과는 과실에서 Quinone계 약제인 Dithianon 약제와 Triazole계 약제인 Metconazole 약제처리 결과와 동일하게 병이 전혀 발생하지 않았다. 2회 처리구에서는 8월 29일 조사에서 2.6개의 과실에서 탄저병이 발생하였으며 9월 11일, 9월 29일과 10월 8일 조사에서는 약 3개 정도의 과일에서 탄저병이 발생하였다(Fig. 2C). 이는 Quinone계 약제인 Dithianon 약제처리 효과가 낮은 것으로 나타났으며 Triazole계 약제인 Metconazole 약제처리 결과와 유사하게 방제효과가 있는 것으로 나타났다. 신초의 탄저병 발생은 Dithiocarbamate계 약제인 Propineb 약제 2회 처리한 구에서 무처리구와 비슷한 결과가 나타났는데 무처리구가 13-14개의 신초에서 탄저병이 발생하였고 2회 처리구에서는 14개의 신초에서 탄저병이 발생하여 거의 차이가 나지 않은 것으로 나타났다(Fig. 2F). 8회 처리구와 4회 처리구에서는 탄저병이 비슷한 양상으로 발생하였는데 8회 처리구는 약 8

개의 신초에서 탄저병이 발생하였으며 4회 처리구에서는 9개의 신초에서 탄저병이 발생하였다. 이 결과도 본 실험에서 사용한 다른 약제와 같이 8회 처리와 4회 처리의 탄저병 방제효과가 거의 차이가 나지 않기 때문에 4회만 처리하는 것이 더 효율적인 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구과제(PJ010904)의 지원으로 수행 되었습니다.

Literature Cited

Gang, G. H., H. J. Cho, H. S. Kim, Y. B. Kwack and Y. -S. Kwak (2015) Analysis of fungicide sensitivity and genetic diversity among *Colletotrichum* species in sweet persimmon. *Plant Pathol. J.* 31(2):115-122.

Jung, Y. H., E. J. You, D. Y. 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.* 53:157-169.

Kim, K. K., J. B. Yoon, H. G. Park, E. W. Park and Y. H. Kim (2004) Structural modifications and programmed cell death of chilli pepper fruits related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *J. Phytopathol.* 94:1295-1304.

Kwon, J. H., S. W. Kang, B. K. Chung and C. S. Park (1995) Environmental factors affecting ascospore release of *Mycosphaerella nawae*, the causal organism of the spotted leaf casting of persimmon. *Plant. Pathol.* 11:344-347.

- Kwon, J. H., S. W. Kang, C. S. Park and H. K. Kim (1998) Occurrence of circular leaf spot of persimmon by artificial inoculation of conidia of *Mycosphaerella nawae*. RDA. J. Crop Protec. 40:76-79.
- Kwon, J. H., S. G. Jeong and B. K. Chung (2007) Survey of overwintering inoculum potential of anthracnose of sweet persimmon caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Res, Plant Dis. 13:204-206.
- Lee, S. C (2012) Sweet persimmon science and health. Cheongwoon Publishing Co.. Jinju, Gyeongnam. (In Korean).
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2014) Agrochemicals use guide book

단감 탄저병 방제법 개선을 위한 살균제 선발 및 효과

전창욱¹ · 권영호¹ · 이정한² · 곽연식^{3,*}

¹경상대학교 생명과학부, ²한국잔디연구소, ³경상대학교 농업생명과학연구원

요 약 본 연구에서 단감 탄저병 방제력을 수립하기 위하여 단제 6종류와 복합제 6종류 총 12종류의 약제를 시중에서 구입하여 시험에 공시하였다. EC₅₀ 값 결과에 의해서 Quinone계의 Dithianon, Triazole계의 Metconazole, Dithiocarbamate계의 Propineb을 사용하였다. 최종적으로 사용한 세 가지 약제의 약제 처리 횟수에 따른 단감 탄저병 방제효과는 신초와 과실에서 Quinone계 약제인 Dithianon 약제가 가장효과가 좋은 것으로 나타났으며 Triazole계 약제인 Metconazole와 Dithiocarbamate계 약제인 Propineb약제는 효과가 유사하게 나타났다. 또한 2회 처리구에서는 과일과 신초에 탄저병이 발생하였고 8회 처리구와 4회 처리구에 비하여 효과가 낮은 것으로 나타났다. 8회 처리구와 4회 처리구에서는 두 처리 구 모두 탄저병 발생이 유사하게 나타났으며 앞에서 언급한 바와 같이 하였듯이 경제적 비용, 노동력 및 농약의 오염을 줄이기 위해서는 4회 처리하는 것이 효율적이라고 본 연구 결과로 도출되었다.

색인어 탄저병, 살균제, 단감