

참다래 저장병 방제 약제 선발

고영진* · 이재균¹ · 허재선² · 박동만³ · 정재성⁴ · 유용만¹
순천대학교 응용생물학과, ¹(주)경농 중앙연구소, ²순천대학교 환경교육과,
³원예연구소 남해출장소, ⁴순천대학교 생물학과

Screening of Fungicides for the Control of Postharvest Fruit Rots of Kiwifruit

Young Jin Koh*, Jae Goon Lee¹, Jae-Seoun Hur², Dong Man Park³,
Jae Sung Jung⁴ and Yong Man Yu¹

Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

¹Central Research Institute, Kyungnong Corporation, Gyeongju 780-110, Korea

²Department of Environmental Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³Namhae Subinstitute of National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration,
Namhae 668-812, Korea

⁴Department of Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received on August 13, 2003)

For the effective chemical control to minimize infection of storage pathogens on kiwifruit in the field, this study was conducted to screen alternative fungicides which could be substituted for the fungicides Benomyl WP and Thiophanate-methyl WP registered for the control of postharvest fruit rots of kiwifruit in Korea. Among the 8 fungicides tested, Tebuconazole WP, Iprodione WP and Flusilazole WP showed higher inhibitory effects on the mycelial growths of 3 major pathogens of postharvest fruit rots, *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae* and *Botrytis cinerea* on potato dextrose agar. They also showed control efficiencies as high as those of Benomyl WP and Thiophanate-methyl WP on postharvest fruit rots in the field. They might be good candidates for fungicides for the control of postharvest fruit rots of kiwifruit.

Keywords : *Botryosphaeria dothidea*, *Botrytis cinerea*, *Diaporthe actinidiae*, kiwifruit, fungicide, fruit rot

우리나라 참다래 재배면적은 1,200 ha 정도이며 생산량은 약 15,000 M/T이지만 연간 소비량은 20,000 M/T으로 5,000 M/T 정도는 수입에 의존하고 있다. 전남지역 200여 참다래 재배자들을 대상으로 한 설문조사 결과, 재배상 가장 애로점으로 병방제(33%)를 지적하였으며 28.1%의 재배자들이 대표적인 저장병인 과실무름병에 의한 피해를 경험한 적이 있다고 조사되어 저장병이 궤양병 및 꽃썩음병과 더불어 참다래에 가장 심각한 피해를 주는 병해인 것으로 조사되었다(고, 1995; 고 등, 1994).

참다래 저장병은 여러 가지 병원균에 의해 발생하는 것

으로 알려졌다(Beraha, 1970; Hawthorne, 1982; Pennycook, 1981; 1985; Sommer와 Beraha, 1975). 그 중에서 *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae*, *Botrytis cinerea*가 국내에서 생산하는 참다래 과실에서 가장 감염율이 높은 주요 병원균으로 밝혀졌다(정, 1997; 한국식물병리학회, 1998; 이 등, 1998; Lee 등 2001; 박 등, 1994). 비록 참다래 저장병은 궤양병이나 꽃썩음병과는 달리 참다래 과실을 수확한 후 저장, 유통 및 소비과정에서 발생하지만, 병원균은 포장에서 참다래의 개화 직후인 6월 상순부터 8월 하순에 걸쳐 참다래 과실에 감염을 일으킨다(家城, 1991). 따라서 참다래 저장병에 의한 과실부패 경감을 위해서는 생육기간동안 병원균의 감염을 예방하는 약제를 살포하는 화학적 방제가 효율적이다.

*Corresponding author

Phone)+82-61-750-3865, Fax)+82-61-750-3208

E-mail)youngjin@sunchon.ac.kr

식물병에 대한 화학적 방제에서 발생하는 대표적인 문제점 중 하나는 약제 저항성균의 출현이다. 약제 저항성균은 한정된 약제를 지속적으로 연용할 때 생길 가능성이 높다. 국내에서는 베노밀 수화제(Benomyl WP)와 지오판 수화제(Thiophanate-methyl WP) 등 2가지 약제만 참다래 과실무름병 약제로 등록되어 있는데, 이 약제들은 잿빛곰팡이병균 등 이미 다른 병원균에 대해 약제 저항성이 보고된 대표적인 약제들이기 때문에 참다래 저장병균에 대해서도 약제 저항성이 발현될 가능성이 대단히 높다(Josepovits, 1992; Kim 등, 1995; Lim 등, 1999; 박 등, 1992). 따라서 참다래 저장병을 효율적으로 방제할 수 있도록 약제 저항성균의 출현을 막기 위해서는 약제를 다원화시키는 것이 바람직하다. 더구나 국내에서 참다래 저장병은 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 의해 주로 발생하기 때문에 참다래 저장병 방제를 위한 예방약제는 3가지 주요 병원균을 고려하여 선발되어야 할 것이다.

이 연구는 참다래 저장병균들에 의한 포장 상태에서의 감염을 최소화할 수 있는 화학적 방제체계를 확립하기 위하여, 국내에서 참다래 과실무름병 약제로 등록된 베노밀 수화제와 지오판 수화제 등 2가지 약제를 대체할 수 있는 예방약제를 선발하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

참다래 저장병 방제약제 실내 선발. 국내외에서 과수 저장병 또는 이와 유사한 곰팡이병에 대해 등록되어 있는 10가지 약제들을 대상으로 감자한천배지(PDA) 상에서 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 대한 균사생장 저지효과를 검정하였다. 각 병원균별로 균주 4개씩 선발하여 1주일동안 배양한 각 병원균 균총의 가장자리로부터 5 mm 크기의 신선한 균총 disk를 cork borer로 잘라 PDA 배지 중앙에 치상하고 각 약제들을 권장사용농도로 희석시켜 흡수시킨 직경 5 mm paper disk를 균총 disk 주위에 3 cm 사이를 두고 치상시킨 후 1주일동안 25°C에서 배양시켜 균사생장 저지대의 크기를 측정하였다.

시험에 사용한 약제들은 테부코나졸 수화제(Tebuconazole WP), 이프로 수화제(Iprodione WP), 후루실라졸 수화제(Flusilazole WP), 빈졸 입상수화제(Vinclozolin WG), 비타놀 수화제(Bitertanol WP), 만코지 수화제(Mancozeb WP), 이미녹타딘트리스알베실레이트 수화제(Iminoctadine tris(albesilate) WP), 디치 수화제(Dithianon WP) 등 8개 약제와 국내에서 참다래 과실무름병 방제약제로 등록되어 있

Table 1. Details of fungicides used in this study

Common name	Formulation ^a (a.i. %)	Application rate (mg/l)	Remark (Korean trade name) ^b
Benomyl	WP (50)	650	벤레이트(신젠타), 동부베노밀(동부한농), 다코스(경농), 다코스(경농), 정밀베노밀(동부정밀), 베노밀골드(크롭사이언스, 바이엘), 이비엠큰수화(인바이오피스), 삼공베노밀(한국삼공), 베노밀(동방아그로, 영일케미컬)
Thiophanate-methyl	WP (70)	1,000	톱신엠(경농), 슈퍼토탄(크롭사이언스), 톱네이트-엠(동부한농), 삼공지오판(한국삼공), 정보지오판(성보화학), 탑진(신젠타), 이비엠지이트(인바이오피스), 지오판(동방아그로, 바이엘, 영일케미컬)
Tebuconazole	WP (25)	1,000	실바코(동부한농, 바이엘)
Iprodione	WP (50)	850	로브랄(크롭사이언스), 균사리(동부정밀), 새시로(동부한농), 이비엠조테나(인바이오피스)
Flusilazole	WP (2.5)	1,000	누스타(동부한농, 동부정밀), 후루실라졸(경농)
Vinclozolin	WG (47)	1,000	놀란(한국삼공)
Bitertanol	WP (25)	1,000	바이코(동부한농, 바이엘), 방파제(경농), 이비엠하나로(인바이오피스), 비타놀(크롭사이언스, 영일케미컬)
Mancozeb	WP (75)	2,000	다이센엠-45(경농, 동부한농), 탄저스타(크롭사이언스), 더센엠(동부정밀), 정보만코지(성보화학), 삼공만코지(한국삼공), 만코지(동방아그로, 바이엘, 영일케미컬)
Iminoctadine tris(albesilate)	WP (40)	1,000	벨쿠트(바이엘)
Dithianon	WP (75)	1,000	델란(한국삼공, 동방아그로, 동부한농), 경농디치(경농), 정밀디치(동부정밀), 창가탄(영일케미컬), 디치(성보화학)

^aWP: wettable powder; WG: water dispersible granule.

^bRegistered trade name in Korea (2003).

는 살균제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제 등 10가지 약제였다(Table 1).

참다래 저장병 예방약제 약효 포장검정. 실내 시험 결과 3가지 주요 저장병원균에 대한 균사생장 저지효과가 우수한 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제 및 빈졸 입상수화제와 국내에서 참다래 과실 무름병 방제약제로 등록되어 있는 살균제인 베노밀 수화제 및 지오판 수화제의 참다래 저장병에 대한 예방약제로서의 약효를 포장에서 검정하였다.

약효 포장검정 시험은 전남 순천시 해룡면 소재 참다래 재배 포장에서 난괴법 3반복으로 수행하였다. 2000년 6월 6일부터 7월 16일까지 10일 간격으로 5회 각 약제들을 제조사의 권장사용농도로 희석하여 처리당 1그루씩의 참다래 수관에 충분히 분무 살포하였다. 각 약제들의 방제효과를 검정하기 위하여 11월 5일 처리당 100과씩 참다래 과실을 수확하였으며, 수확한 과실은 15일 동안 polyethylene bag속에 넣고 밀봉시켜 후숙시킨 후 과실에 나타나는 저장병의 발생율을 조사하여 각 약제들의 방제효과를 평가하였다.

결과 및 고찰

참다래 저장병원균에 대한 예방약제의 균사생장 저지효과. 시험에 사용한 10가지 약제들 중에서 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제 등 3개 약제는 국내에서 참다래 과실무름병 방제약제로 등록되어 있는 살균제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제보다 PDA 상에서 참다래 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 대한 균사생장 저지효과가 높았다(Table 2). 빈졸 입상수화제는 *B. dothidea*에 대해서 베노밀 수화

Table 2. Inhibitory effects of several fungicides on the mycelial growth of 3 major pathogens of postharvest fruit rots of kiwifruit on potato dextrose agar

Fungicide	Inhibition zone on the mycelial growth (mm)		
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>Diaporthe actinidiae</i>	<i>Botrytis cinerea</i>
Benomyl	8.1	8.1	7.8
Thiophanate-methyl	2.7	6.9	3.3
Tebuconazole	11.2	11.2	10.0
Iprodione	9.8	10.4	11.0
Flusilazole	8.8	13.6	7.6
Vinclozolin	6.9	4.7	8.0
Bitertanol	4.9	8.9	5.2
Mancozeb	2.1	2.9	0.0
Iminoctadine tris (albesilate)	1.9	4.0	0.3
Dithianon	0.6	3.4	0.0

제보다는 저지효과가 낮았지만 지오판 수화제보다는 저지효과가 높았고, *D. actinidiae*에 대해서는 지오판 수화제보다 저지효과가 낮았지만 *B. cinerea*에 대해서는 베노밀 수화제보다도 저지효과가 높았다. 비타놀 수화제는 *B. dothidea*와 *B. cinerea*에 대해서는 베노밀 수화제와 지오판 수화제의 중간정도의 저지효과를 나타냈지만 *D. actinidiae*에 대해서는 베노밀 수화제보다 저지효과가 높았다. 나머지 약제들은 베노밀 수화제와 지오판 수화제보다 저지효과가 현저하게 낮았다.

참다래 저장병에 대한 예방약제의 방제효과. 시험에 사용한 약제들 중에서 후루실라졸 수화제 처리구의 저장병 발생율은 13.7%, 이프로 수화제 14.0%, 터부코나졸 수화제 15.3%로 국내에서 참다래 과실무름병 방제약제로

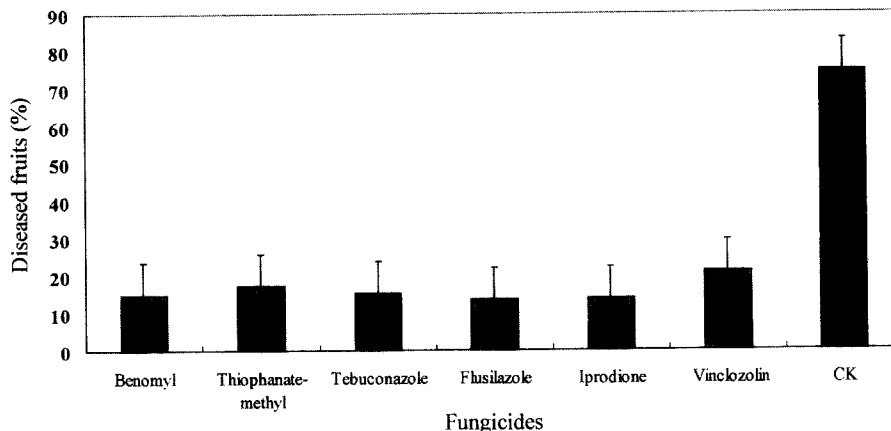


Fig. 1. Control efficiencies of several fungicides on postharvest fruit rots in kiwifruit orchard.

등록되어 있는 살균제인 베노밀 수화제 15.0%와 비등하거나 오히려 낮고 지오판 수화제 17.3%보다는 훨씬 낮았다(Fig. 1).

무처리구의 저장병 발생을 74.7%와 비교해 볼 때 후루실라졸 수화제, 이프로 수화제, 티부코나졸 수화제의 방제효과는 81.7~79.5%로 확인되어 참다래 저장병에 대해 방제효과가 우수한 것으로 판명되었다. 그러나, 빈줄 입상 수화제 처리구의 저장병 발생율은 21.0%로 지오판 수화제 처리구보다도 낮았고, 방제효과도 71.9%에 불과하였다.

따라서 후루실라졸 수화제, 이프로 수화제 및 티부코나졸 수화제는 모두 실내 시험을 통하여 국내에서 참다래 주요 저장병원균으로 밝혀진 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 대해 탁월한 균사생장 저지효과를 나타내었을 뿐만 아니라 포장 시험에서도 참다래 저장병에 대한 방제약제로 등록되어 있는 베노밀 수화제와는 비등하고 지오판 수화제보다 우수한 방제효과를 나타내었으므로 장차 참다래 저장병 방제약제로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

포장에서 참다래 저장병원균들에 의한 감염을 최소화할 수 있는 화학적 방제체계를 확립하기 위하여, 국내에서 참다래 저장병 약제로 등록된 베노밀 수화제와 지오판 수화제 등 2가지 약제를 대체할 수 있는 새로운 약제를 선발하기 위하여 본 연구를 실시하였다. 시험에 사용한 8가지 약제 중에서 후루실라졸 수화제, 이프로 수화제 및 티부코나졸 수화제는 모두 실내 시험을 통하여 국내에서 참다래 주요 저장병원균으로 밝혀진 *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae* 및 *Botrytis cinerea*에 대해 탁월한 균사생장 저지효과를 나타내었을 뿐만 아니라 포장 시험에서도 베노밀 수화제와 지오판 수화제와 비등하거나 우수한 방제 효과를 나타내었으므로 장차 참다래 저장병 방제약제로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 농림부 농림기술개발사업(2000-2003)의 지원에 의하여 수행한 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

Beraha, L. 1970. Stem-end rot of Chinese gooseberry (*Actinidia*

chinensis) on the market. *Plant Disease Reporter* 54: 422-423.

정병만. 1997. *Phomopsis* sp.에 의한 참다래 과실연부병의 발생과 약제방제에 관한 연구. 경상대학교대학원 석사학위논문 29p.

한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 한국식물병리학회 436pp.

Hawthorne, B. T., Rees-George, J. and Samuels, G. J. 1982. Fungi associated with leaf spots and post-harvest fruit rots of "kiwifruit" (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. *New Zealand J. Botany* 20: 143-150.

家城洋之. 1991. キウイフルーツの果實軟腐病対策について. 今月の農業 35(2): 89-92.

Josepovits, G., Gasztonyi, M. and Mikite, G. 1992. Negative cross-resistance to N-phenylanilines in benzimidazole-resistant strains of *Botrytis cinerea*, *Venturia nashicola* and *Venturia inaequalis*. *Pestic. Sci.* 35: 237-242.

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 fungicide. *Korean J. Plant Pathol.* 11: 146-150.

고영진. 1995. 참다래의 주요 병. *식물병과 농업* 1(1): 3-13.

고영진, 오상준, 정희정. 1994. 전남지역 참다래 재배현황 및 문제점에 관한 조사연구. *순천대학교 논문집* 13: 93-106.

이동현, 홍은경, 이재홍, 고영진. 1998. *Botryosphaeria* sp.에 의한 참다래 과실무름병. *한국식물병리학회 발표초록집* C26: 77.

Lee, J. G., Lee, D. H., Park, S. Y., Hur, J.-S., and Koh, Y. J. 2001. First report of *Diaporthe actinidiae*, the causal organism of stem-end rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 110-113.

Lim, T. H., Chang, T. H., and Cha, B. J. 1999. Biological characteristics of benzimidazole-resistant and -sensitive isolates of *Monilinia fructicola* from peach fruits in Korea. *Plant Pathol. J.* 15: 340-344.

농약공업협회. 2003. 농약사용지침서. 농약공업협회. 951pp.

박인철, 예완해, 김충희. 1992. Procymidone, vinclozolin, benomyl에 저항성인 딸기 잣빛곰팡이병균의 발생. *한국식물병리학회지* 8: 41-46.

박숙영, 이동현, 정희정, 차병진, 고영진. 1994. *Phomopsis* sp.에 의한 참다래 과실무름병. *한국식물병리학회소식* 5(2): 71.

Pennycook, S. R. 1981. Ripe rot of kiwifruit caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Orchardist of New Zealand* 54: 392-394.

Pennycook, S. R. 1985. Fungal fruit rots of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit). *New Zealand J. Exp. Agriculture* 13: 289-299.

Sommer, N. F. and Beraha, L. 1975. *Diaporthe actinidiae*, a new species causing stem-end rot of chinese gooseberry fruits. *Mycologia* 67: 650-653.