

참다래 저장병 예방약제 최적 살포 체계 확립

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

Optimum Spray Program of Preventive 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 October 18, 2003)

Fungicides of tebuconazole wp, iprodione wp and flusilazole wp were applied for the control of postharvest fruit rots of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in the field in 2000 and 2001. More than 3 consecutive applications of these fungicides from the late June with 10-day-interval successfully controlled the diseases. It was found in the field trial in 2002 that 4 consecutive sprays from mid of June with 10-day-interval was found to be the most effective application program for tebuconazole wp, iprodione wp and flusilazole wp. The results suggested that currently registered fungicides of benomyl wp and thiophanate-methyl wp can be substituted by tebuconazole wp, iprodione wp and flusilazole wp for the control of the diseases in Korea. Use of these fungicides can restrain emergence of fungicide resistant strains of postharvest fruit rot pathogens with benefit of reduced application of chemicals for food safety and environmental conservation.

Keywords: kiwifruit, fungicide, fruit rot, tebuconazole, iprodione, flusilazole

참다래(*Actinidia deliciosa*)에 저장병을 일으키는 *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae*, *Botrytis cinerea* 등 여러 가지 병원균들은 포장에서 감염되어 과실에 잠복되어 있다가 수확 후 저장 또는 유통기간이나 소비를 위한 후숙 과정에서 과실을 부패시킨다(Beraha, 1970; Hawthorne, 1982; 고 등, 2003a; Koh 등, 2003; Lee 등 2001; Pennycook, 1981; 1985; Sommer와 Beraha, 1975). 참다래 저장병균에 의한 실질적인 감염은 재배중

인 포장에서 발생하지만 생육중인 참다래 나무나 과실에 저장병에 의한 외관상 피해가 발생하지 않기 때문에 재배자는 저장병 방제를 소홀히 하는 경향이 있다. 그러나 심각한 수준에 이르고 있는 각종 저장병균에 의한 과실 부패 경감을 위해서는 참다래의 생육기간동안 약제 방제에 의해 저장병균의 감염을 사전에 예방하는 것이 필수적이다(Hawthorne와 Reid, 1982; 고 등, 2003b).

효율적인 약제 방제는 작용기작이 다른 약제들을 교대로 사용할 때 방제효과를 극대화시킬 수 있다. 한정된 약제를 지속적으로 연용할 때 약제 저항성균이 발생하여 약제 방제를 무력화시키기 때문이다(Agrios, 1997; Delp, 1988). 국내에서는 베노밀 수화제(benomyl wp)와 지오판

*Corresponding author

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

E-mail)youngjin@sunchon.ac.kr

수화제(thiophanate-methyl wp) 등 2가지 약제만 참다래 과실무름병 약제로 등록되어 있어서 이 약제들만 참다래 저장병 방제를 위하여 계속 사용하게 되면 필연적으로 약제 저항성균이 발생할 수 밖에 없다. 이미 benzimidazole 계통의 약제들에 대하여 여러 가지 병원균들이 저항성을 나타낸 사례가 많이 보고되어 있다(Josepovits, 1992; Kim 등, 1995; Lim 등, 1999; 박 등, 1992). 따라서 참다래 저장병균을 효율적으로 제어할 수 있도록 다양한 작용기작을 가진 새로운 약제를 개발하는 것이 시급한 실정이다.

이 연구는 고 등(2003b)이 수행한 선행연구 결과 국내에서 참다래 주요 저장병원균으로 밝혀진 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 대해 탁월한 균사생장 억제효과를 나타내었을 뿐만 아니라 포장 시험에서도 베노밀 수화제 및 지오판 수화제와 비등하거나 우수한 방제 효과를 나타낸 테부코나졸 수화제(tebuconazole wp), 이프로 수화제(iprodione wp) 및 후루실라졸 수화제(flusilazole wp)를 장차 참다래 저장병 예방 약제로 개발하기 위하여 살포적기와 최소 살포횟수 확인을 통한 최적 살포 프로그램을 검증하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험 약제. 국내에서 참다래 과실연부병(무름병) 방제 약제로 등록되어 있는 살균제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 대조약제로 하고, 실내시험 결과 참다래 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*에 대해 항균력이 우수하고 포장에서도 대조약제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제에 비하여 방제효과가 우수한 것으로 판명된 테부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제 등 3개 약제를 시험에 사용하였다(고 등, 2003b).

참다래 저장병 예방약제 살포적기 구명. 2000년 전남 순천시 해룡면 소재 참다래 재배 포장에서 난괴법 3반복으로 시험 약제들의 살포적기 구명 시험을 수행하였다. 각 약제를 권장사용농도로 희석하여 2000년 6월 16일부터 7월 16일까지 10일 간격 3회씩 5종류 처리시기에 처리약제당 1그루씩의 참다래 수관에 충분히 분무 살포하였다. 참다래 과실을 11월 5일 처리당 100과씩 수확하여 15일동안 polyethylene bag 속에 넣고 밀봉시켜 후숙시킨 후 과실에 나타난 저장병의 발생율을 조사하여 각 약제들의 살포적기를 평가하였다.

참다래 저장병 예방약제 최소 살포횟수 구명. 2001년 전남 순천시 해룡면 소재 참다래 재배 포장에서 난괴법 3반복으로 시험 약제들의 최소 살포횟수 구명 시험을 수행하였다. 2000년도에 수행한 살포적기 시험 결과 시험

약제들의 살포적기로 판명된 7월 6일을 중심으로 2001년 6월 16일부터 7월 26일 사이에 10일 간격으로 1회 살포부터 5회 살포까지 7종류 처리를 하였다. 각 약제를 권장 사용농도로 희석하여 처리약제당 1그루씩의 참다래 수관에 충분히 분무 살포하였다. 참다래는 11월 5일 처리당 100과씩 수확하여 15일 동안 polyethylene bag속에 넣고 밀봉시켜 후숙시킨 후 저장병의 발생율을 조사하여 각 약제들의 최소 살포횟수를 평가하였다.

참다래 저장병 예방약제 최적 살포 프로그램 포장 검증. 2002년 전남 순천시 해룡면 소재 참다래 재배 포장에서 난괴법 3반복으로 시험 약제들의 최적 살포 프로그램 정립을 위한 검증 시험을 수행하였다. 2002년 6월 15일부터 10일 간격으로 3회, 4회, 5회 각 약제를 권장사용농도로 희석하여 처리약제당 1그루씩의 참다래 수관에 충분히 분무 살포하였다. 참다래는 11월 5일 처리당 100과씩 수확하여 15일동안 polyethylene bag속에 넣고 밀봉시켜 후숙시킨 후 저장병의 발생율을 조사하여 각 약제들의 최적 살포 프로그램을 평가하였다.

결과 및 고찰

참다래 저장병 예방약제 살포적기. 시험 약제들 중에서 테부코나졸 수화제 처리구의 저장병 발생율이 2~27%로 나타났으며, 5가지 약제처리 시기 중에서 2번 처리시기 즉, 6월 26일부터 10일간격 3회 처리구(6월 26일, 7월 6일, 7월 16일)의 저장병 발생율이 2%로 가장 낮게 나타났다. 따라서 테부코나졸 수화제의 살포적기는 7월 6일 전후로 판단되었다(Fig. 1). 이프로 수화제 처리구의 저장병 발생율이 6%~24%로 두번째로 낮게 나타났으며, 5가지 약제처리 시기 중에서 2번 처리시기 즉, 6월 26일부터 10일간격 3회 처리구(6월 26일, 7월 6일, 7월 16일)의 저장병 발생율이 6%로 가장 낮게 나타났다. 따라서 이프로 수화제의 살포적기도 7월 6일 전후로 판단되었다(Fig. 1). 후루실라졸 수화제 처리구의 저장병 발생율이 4~13%로 가장 낮게 나타났으며, 5가지 약제처리 시기 중에서 2번 처리시기 즉, 6월 26일부터 10일간격 3회 처리구(6월 26일, 7월 6일, 7월 16일)의 저장병 발생율이 4%로 가장 낮게 나타났다. 따라서 후루실라졸 수화제의 살포적기도 7월 6일 전후로 판단되었다(Fig. 1). 이상의 결과로부터 참다래 저장병 예방약제 중에서 후루실라졸 수화제, 이프로 수화제 및 테부코나졸 수화제의 방제적기는 3가지 약제 모두 7월 6일 전후인 것으로 추정되었다.

참다래 저장병 예방약제 최소 살포횟수. 약제 무처리구의 발병률은 20.4%인 반면에 테부코나졸 수화제는 1회

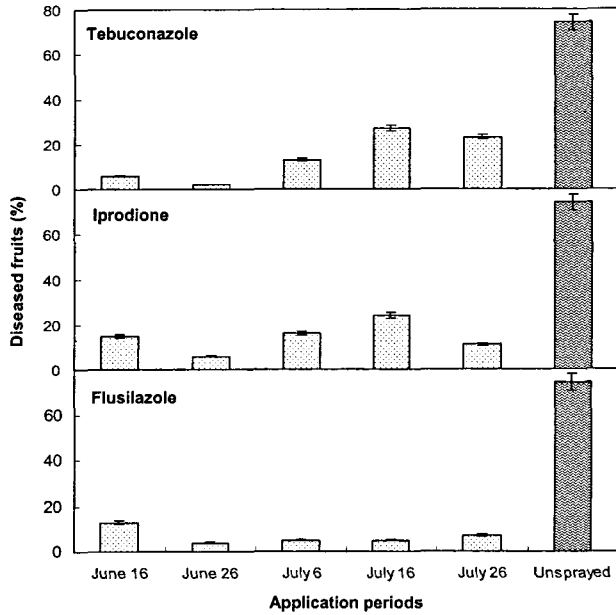


Fig. 1. Control efficacies of tebuconazole, iprodione and flusilazole on postharvest fruit rots of kiwifruits collected from kiwifruit orchard sprayed 3 times at 10-day-intervals at 5 application periods in 2000.

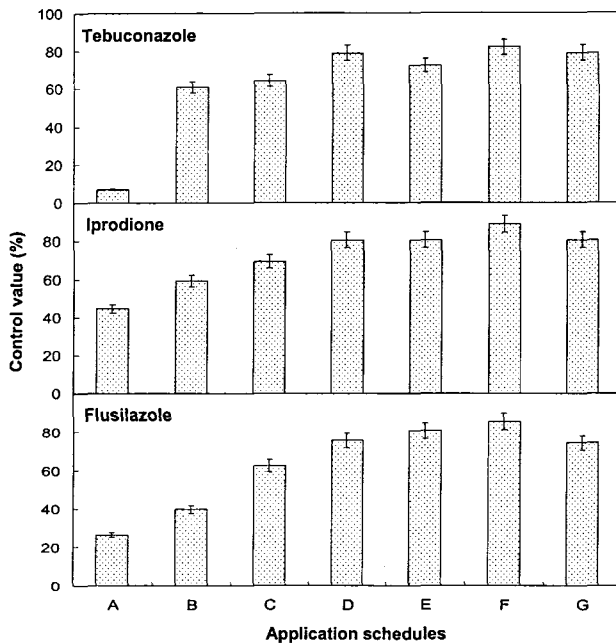


Fig. 2. Control efficacies of tebuconazole, iprodione and flusilazole on postharvest fruit rots of kiwifruits collected from kiwifruit orchard sprayed at different application schedules in 2001. A: Sprayed at July 6; B: Sprayed 2 times at July 6 and 16; C: Sprayed 2 times at June 26 and July 6; D: Sprayed 3 times at June 26, July 6 and 16; E: Sprayed 4 times at June 16, 26, July 6, and 16; F: Sprayed 4 times at June 26, July 6, 16 and 26; G: Sprayed 5 times at June 16, 26, July 6, 16, and 26.

부터 5회까지 약제를 살포한 경우 참다래 저장병 발병률이 최소 3.7%에서 최대 19.0%로 나타났다. 테부코나졸 수화제 1회 살포구(7월 6일)와 2회 살포구(7월 6일과 7월 16일, 6월 26일과 7월 6일)에서는 무처리구에 대한 방제가가 70% 미만으로 나타났으나, 3회 이상 살포구들에서는 모두 70% 이상의 방제가를 나타내었다(Fig. 2). 이프로 수화제 살포구에서 참다래 저장병 발병률은 최소 2.3%에서 최대 11.3%였다. 후루실라졸 수화제 살포구와 마찬가지로 이프로 수화제 1회와 2회 살포구에서는 무처리구에 대한 방제가가 70% 미만으로 나타났으나, 3회 이상 살포구들에서는 모두 70% 이상의 방제가를 나타내었다(Fig. 2). 후루실라졸 수화제 살포구에서 참다래 저장병 발병률은 최소 3%에서 최대 15%로 나타났다. 후루실라졸 수화제 1회 살포구(7월 6일)와 2회 살포구(7월 6일과 7월 16일, 6월 26일과 7월 6일)에서는 무처리구에 대한 방제가가 70% 미만으로 나타났으나, 3회 이상 살포구들에서는 모두 70% 이상의 방제가를 나타내었다(Fig. 2). 이상의 결과로부터 테부코나졸 수화제, 후루실라졸 수화제 그리고 이프로 수화제는 동일하게 3회 처리가 70% 이상의 방제효과를 나타낼 수 있는 최소 살포횟수로 추정할 수 있었다.

참다래 저장병 예방약제 최적 살포 프로그램. 시험 약제들은 2002년 6월 15일부터 10일 간격으로 3회부터 5회까지 살포횟수가 증가함에 따라 방제효과가 증가하였다. 대조약제인 베노필 수화제와 지오판 수화제를 10일 간격으로 5회 살포했을 경우 모두 70% 정도의 방제효과를 나타내는 반면에 테부코나졸 수화제와 이프로 수화제는 각각 76.7%, 후루실라졸 수화제는 80.2%로 대조약제

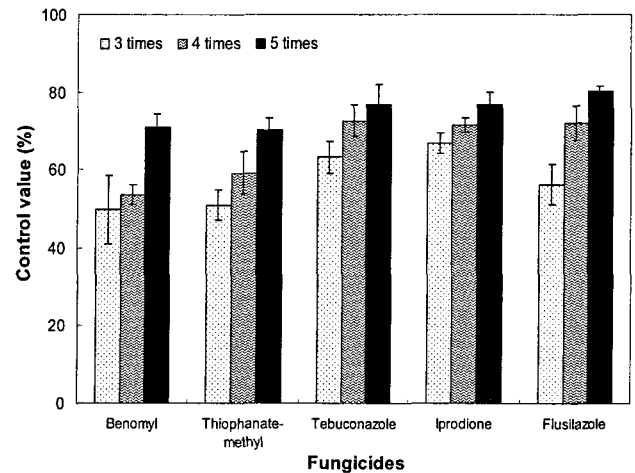


Fig. 3. Control efficacies of several fungicides on postharvest fruit rots with different spray numbers in kiwifruit orchard in 2002.

보다 우수한 방제효과를 나타내었다(Fig. 3).

더구나 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제는 모두 10일 간격으로 4회 살포했을 경우에도 대조약제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 10일 간격으로 5회 살포했을 경우와 비등하거나 우수한 방제효과를 나타내었다. 따라서 참다래 저장병 방제를 위한 예방약제 최적 살포 프로그램은 6월 중순부터 10일 간격 4회 살포임이 검증되었다. 이러한 약제 살포는 현재 국내에서 등록된 참다래 과실무름병 예방약제인 베노밀 수화제와 지오판 수화제의 적정 살포횟수보다 적은 횟수이므로 화학농약의 사용횟수를 감소시킬 수 있을 것이라고 기대된다.

약제 저항성균은 한정된 약제를 지속적으로 연용할 때 발생하기 때문에 작용기작이 서로 다른 약제들을 교호적으로 사용하면 약제 저항성균의 발생을 억제하거나 지연시킬 수 있다(Agrios, 1997; Delp, 1988). 따라서 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 대체할 수 있는 예방약제로 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제를 활용하게 되면 약제의 다양화를 통한 약제 저항성균의 출현을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 약제 살포 횟수도 줄일 수 있어 참다래 저장병에 효율적인 방제를 꾀할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

2000년과 2001년 참다래 저장병 방제 실험 결과 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제 및 후루실라졸 수화제의 살포적기는 7월 초였고 10일 간격 3회 이상 처리에서 방제 효과가 높았다. 세 가지 약제는 모두 6월 중순부터 10일 간격으로 4회 살포하는 것이 참다래 저장병에 대한 최대 방제효과를 얻을 수 있는 최적 살포 프로그램으로 2002년 포장실험 결과 확인되었다. 터부코나졸 수화제와 이프로 수화제 뿐만 아니라 후루실라졸 수화제는 우리나라에서 참다래 저장병 약제로 등록된 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 대체할 수 있는 예방약제로 검증되었으므로 이 약제들을 활용하게 되면 약제의 다양화를 통하여 약제 저항성균의 출현을 예방할 수 있고 식품 안전과 환경 보전을 위하여 약제 사용횟수도 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 농림부 농림기술관리센터의 농림기술개발과제(2000-2003)의 연구비에 의하여 수행한 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. Academic Press, Inc., New York. 635 pp.
- Beraha, L. 1970. Stem-end rot of Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis*) on the market. *Plant Disease Reporter* 54: 422-423.
- Delp, C. J. 1988. *Fungicide Resistance in North America*. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, U.S.A., 133pp.
- 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.
- Hawthorne, B. T. and Reid, M. S. 1982. Possibility for fungicidal control of kiwifruit fungal storage rot. *New Zealand J. Exp. Agric.* 10: 333-336.
- 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, 이재균, 허재선, 정재성. 2003a. 우리나라 참다래 저장병 방병율과 병원균. *식물병연구* 9(4): 196-200.
- 고영진, 이재균, 허재선, 박동만, 정재성, 유용만. 2003b. 참다래 저장병 방제 약제 선별. *식물병연구* 9(3): 170-173.
- Koh, Y. J., Lee, J. G., Lee, D. H. and Hur, J.-S. 2003. *Botryosphaeria dothidea*, the causal organism of ripe rot of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 227-230.
- Lee, J. G., Lee, D. H., Park, S. Y., Hur, J.-S. and Koh, Y. J. 2001. First report of *Diaporthe actinideae*, 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.
- 박인철, 예완해, 김충희. 1992. Procymidone, vinclozolin, benomyl에 저항성인 딸기 잿빛곰팡이병균의 발생. *한국식물병리학회지* 8: 41-46.
- 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.