

## 배 검은별무늬병에 대한 Fluxapyroxad/Pyraclostrobin 합제의 방제 효과

민광현 · 유정필 · 김주미 · 김선화 · 임순희<sup>1</sup> · 최장전<sup>1</sup> · 조백호 · 양광열\*

전남대학교 농업생명과학대학 식물생명공학부, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장

### Control Efficacy of the Mixture of Fluxapyroxad Plus Pyraclostrobin against Pear Scab Caused by *Venturia nashicola*

Kwang-Hyun Min, Jeong-Pil Ryu, Ju-Mi Kim, Sun-Hwa Kim, Sun Hee Yim<sup>1</sup>, Jang Jeon Choi<sup>1</sup>, Baik Ho Cho and Kwang-Yeol Yang\*

Department of Plant Biotechnology, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Korea

<sup>1</sup>Pear Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Science, 1034-68 Godong-ri, Geumcheon-myeon, Naju 520-821, Korea

(Received on October 31, 2014. Revised on November 2, 2014. Accepted on November 29, 2014)

**Abstract** The mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin or the 9 time-spray schedule with various fungicides was evaluated for their efficacy in controlling pear scab in field trials. It showed sufficient condition to evaluate the efficacy of fungicides for the control of pear scab since disease incidence of the untreated control plot was 58.4% or 100% on leaves or fruits, respectively. Pear scab on leaves was occurred by 6.3% at treated plot with the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin, resulting in the 89.2% of control value. Incidence of the fruit disease was 16.7% at treated plot with the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin, showing 83.3% of control value. When the 9 time-spray schedule was tested, pear scab was occurred by 5% or 13.3% on leaves or fruits, respectively. Their control values were the 91.4% on leaves or 86.7% on fruits. Although the 9 time-spray schedule showed slightly lower disease incidence than the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin, but there is no statistically significant difference. These results suggest that the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin can control effectively the pear scab.

**Key words** Mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin, Pear scab, *Venturia nashicola*

## 서 론

배 검은별무늬병은 *Venturia nashicola*에 의해 발병하는 병으로, 국내 배 재배농가에 경제적으로 가장 큰 손해를 입히는 병으로 알려져 있다(Kwon 등, 2010; Yoon 등, 2010). 특히 검은별무늬병 방제를 위해 사용 가능한 살균제의 수가 제한되어 있는 배 수출전업농가의 경우, 검은별무늬병이 수출용 배 재배시 비품과 발생 원인 중 가장 높은 비율을 차지하고 있어 수출전업농가의 합격률에 지대한 영향을 주고 있다(Park 등 2003; Min 등, 2012). 따라서 일반 배 재배농

가뿐만 아니라 배 수출전업농가에서는 검은별무늬병을 방제하기 위해 살균제를 주기적으로 살포하고 있는 실정으로, 한 작기동안 처리하는 살균제는 평균 살포횟수가 8.6회 ~ 10회 정도로 조사 되었으며, 재배농가에 따라서는 20회 이상을 살포하는 경우도 있었다(Song and Hong, 2002; Ihm 등, 2003). 또한 2003년과 2004년에 전국의 배 재배농가에서 2년간 살균제의 방제력을 수집해 사용 실태를 분석한 결과, 한가지 계통의 살균제를 50% 이상 사용하기도 하였다(Choi, 2005). 이러한 결과는 2010년 나주지역의 배 재배농가에서 검은별무늬병을 방제하기 위해 사용한 살균제들의 계통을 확인하였을 때도 비슷하여, 다양한 계통의 살균제를 교호로 사용한 농가가 있는 반면 특정한 계통의 살균제 사용 비율이 전체의 77%가 될 정도로 한가지 계통의 살균제

\*Corresponding author

Tel: +82-62-530-2076, Fax: +82-62-530-0207  
E-mail: kyyang@chonnam.ac.kr

를 연용하고 있는 농가가 많이 있었다(Min 등, 2012). 게다가 Kwon 등(2010)에 의하면 울산과 나주지역에서 채집한 검은별무늬병균이 ergosterol 생합성을 저해하는 살균제에 대해 감수성이 저하되는 현상이 확인됨으로써 특정 살균제에 대한 저항성 발현이 염려되었다. 따라서 검은별무늬병을 효과적으로 방제하기 위해서는 다양한 계통의 살균제를 교호로 사용하여야 할 것으로 생각되며 그러기 위해서는 새로운 살균제의 개발이 필요하리라 생각된다.

2012년 한국작물보호협회의 작물보호제 지침서와 농촌진흥청의 “수출농산물 농약안전사용기술 연구”에 고시된 바에 의하면, 일반 배 재배농가에서 검은별무늬병을 방제하기 위해 사용 가능한 살균제는 69종인데 반해 주요 수출대상국인 미국을 대상으로 한 배 수출전업농가에서 사용이 가능한 약제는 단제와 합제를 포함해 총 16종에 불과하다(Rural Development Administration, 2012). 이는 수출전업농가에서 검은별무늬병에 대한 적절한 방제를 실시하기에 매우 부족한 수치이며, 그로 인해 매년 검은별무늬병에 대한 방제가 효과적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다(Min 등, 2012). 그러므로 일반 배 재배농가뿐만 아니라 수출전업농가를 위해서 추가적으로 새로운 살균제를 선별하여 현장에서 사용할 수 있게 하는 것이 매우 중요하다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 2012년 6월에 미국에서 배 검은별무늬병 방제를 위해 사용이 허용된 새로운 succinate dehydrogenase의 활성을 저해하는 fluxapyroxad와 cytochrome bc1 효소의 활성을 저해하는 pyraclostrobin 합제를 선별하여 검은별무늬병에 대한 약제 효과를 확인해 보았다. 또한 동시에 수출전업농가에서 사용 가능한 여러 살균제들을 시기별로 처리하는 처리체계의 방제효과를 조사함으로써 검은별무늬병 방제를 위한 효과적인 방법을 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험에 사용한 살균제 및 처리 방법

배 검은별무늬병에 대한 살균제의 방제효과를 조사하기 위하여 2013년 전남 나주에 위치한 전남대학교 봉황농장 배 과수원 포장에서 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 배나무는 검은별무늬병균에 대해서 감수성 품종인 신고를 사용하였다. 실험에서는 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제와 현재 미국 대상 수출전업농가에서 검은별무늬병 방제를 위해 사용이 가능한 살균제들 중에서 kresoxim-methyl, dithianon, difenoconazole, pyrimethanil, cyprodinil, mancozeb, triflumizole, pyraclostrobin 등 8종을 선별하여 결정한 처리체계의 효과를 조사하였다. 시험구는 시험구당 각각 배나무 3 주씩을 선정하여 살균제 무처리구, 4월 초순부터 단순하게 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제만을 7회 처리한 A시험구(A plot)와 A시험구의 검은별무늬병 방제효과를 비교하기

위해 Table 1에 제시된 살균제들을 Table 2와 같은 처리체계로 살포한 B시험구(B plot)를 두고 시험하였다. 각 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 배치 하였으며 각 살균제들은 권장 희석배수로 살포하였다. 각 살균제는 각 시험구의 배나무가 충분히 적셔지도록 엽면살포 하였다.

### 배 과수원에서 검은별무늬병 발생 조사

배 검은별무늬병에 대한 살균제의 방제효과를 확인하기 위하여 마지막 살균제 처리를 마치고 4일 후인 2013년 6월 17일에 시험구별로 한 주당 20개의 작은 가지를 선정한다 음, 가지당 임의로 10개의 잎을 선정하여 총 200개 잎의 병 발생여부를 조사하여 배나무 각 주의 이병엽률을 조사하였다. 반복당 배나무는 세 주씩을 조사하여 각 처리의 이병엽률과 방제가를 계산하였다.

이병엽률(%)

$$= (\text{시험구 이병엽수} / \text{시험구 총 조사 엽수}) \times 100$$

방제가(%)

$$= (1 - \text{살균제 처리구 이병엽률} / \text{무처리구 이병엽률}) \times 100$$

또한 배 수확 시기인 2013년 9월 27일에 각 반복에서 배 나무 세 주씩을 선별하고, 주당 20개의 과실을 무작위로 수확하여 이병과율과 방제가를 조사하였다.

이병과율(%)

$$= (\text{시험구 이병과수} / \text{시험구 총 조사 과수}) \times 100$$

방제가(%)

$$= (1 - \text{살균제 처리구 이병과율} / \text{무처리구 이병과율}) \times 100$$

### 통계 분석

각 시험구에 대한 통계 분석은 IBM SPSS statistics 20.0 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중범위검정  $P < 0.05$  수준에서 실시하였다.

**Table 1.** List of fungicides used in the experiment

Fungicide	a.i. (%)	Formulation <sup>a)</sup>
Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	4.6 + 8.3	SC
Kresoxim-methyl	50	WG
Dithianon	75	WP
Difenoconazole	10	WP
Pyrimethanil	30	WP
Cyprodinil	50	WG
Mancozeb	75	WP
Triflumizole	30	WP
Pyraclostrobin	11	SC

<sup>a)</sup>SC: suspension concentrate, WG: water dispersible granule, WP: wettable powder.

## 결과 및 고찰

우리나라 배의 주요 수출대상국가인 미국에서 검은별무늬병 방제를 위해 사용이 허용되어 미국 대상 수출전업농가에서 사용이 가능한 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제의 검은별무늬병 방제효과를 조사하였다. 배 재배농가에서 검은별무늬병 방제를 위해 본격적으로 살균제 사용을 시작하는 인편이 전개되는 4월 초순, 개화시기와 낙화직후인 4월 중순경에 1주일 간격으로 2차례, 유과기인 5월 초순, 그리고 과실 비대기인 5월 중순과 하순경에 2주일 간격으로 2차례, 그리고 마지막으로 봉지짜기 전인 6월 중순까지 총 7회에 걸쳐 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제만을 처리한 A시험구(A plot)에서 검은별무늬병에 대한 방제효과를 구하였다(Table 2). Table 3과 4에서 확인할 수 있듯이 살균제가 처리되지 않은 무처리구의 이병엽률은 평균 58.4%, 그리고 이병과율은 100%의 발병을 보여 시험구의 살균제 약효를 평가하기에 충분하였다. Fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제를 마지막으로 살포한 다음 6월 17일에 조사한 처리구의 이병엽률은 6.3%로, 본 실험에 사용한 합제의 방제효과는 89.2%로 매우 우수하였으며, 배나무에서의 약해는 육안으로 확인할 수 없었다(Table 3). 또한 검은별무늬병과 함께 배 재배농가에 심각한 경제적인 손해를 입히는 붉은별무늬병에 대한 방제효과도 87.9%로 확인됨으로써 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제는 검은별무늬병뿐만 아니라 붉은별무늬병 방제에도 효과가 있는 것으로 판단되었다(결과 미제시). 같은 해 9월 27일에 과실을 수확하여 이병과율을 조사한 결과, A시험구의 이병과율은 16.7%로 나타났고 방제가는 83.3%로 확인되었으며 역시 약해는 나타나지 않았다(Table 4). 이러한 결과는 무처리구와 비교하여 보았을 때 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제만을 7번 처리한 A시험구에서 검은별무늬병에 대한 방제효과가 우수하였기 때문에 검은별무늬병을 방제하기 위한 새로운 살균제로 추천하기에 충분하다고 생각하였다.

**Table 2.** Fungicide spray schedule in each experimental plot in 2013

Date Sprayed	A plot	B plot
Apr. 8	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Kresoxim-methyl
Apr. 12	— <sup>a)</sup>	Dithianon + Difenoconazole
Apr. 15	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Pyrimethanil
Apr. 22	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Cyprodinil
Apr. 30	—	Mancozeb + Triflumizole
May 6	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Difenoconazole + Cyprodinil
May 16	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Dithianon + Pyraclostrobin
May 30	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Pyraclostrobin
Jun. 13	Fluxapyroxad + Pyraclostrobin	Difenoconazole + Cyprodinil

<sup>a)</sup> — means no spray.

**Table 3.** Control effect of the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin against pear scab on leaves caused by *Venturia nashicola* in pear orchard

Treatment	Disease incidence (%) <sup>a)</sup>	Control value (%) <sup>b)</sup>
A plot	6.3 b	89.2
B plot	5.0 b	91.4
Untreated control	58.4 a	—

<sup>a)</sup> Average percentage of infected leaves with three replicates. Different letters in the same column indicate the significant difference according to Duncan's multiple range tests,  $p < 0.05$ .

<sup>b)</sup> Control value (%) =  $(1 - \text{percentage of leaves diseased in fungicide application} / \text{percentage of leaves diseased in untreated control}) \times 100$ .

**Table 4.** Control effect of the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin against pear scab on fruits caused by *Venturia nashicola* in pear orchard

Treatment	Disease incidence (%) <sup>a)</sup>	Control value (%) <sup>b)</sup>
A plot	16.7 b	83.3
B plot	13.3 b	86.7
Untreated control	100 a	—

<sup>a)</sup> Average percentage infected fruits for each of three replicates. Different letters in the same column indicate the significant difference according to Duncan's multiple range tests,  $p < 0.05$ .

<sup>b)</sup> Control value (%) =  $(1 - \text{percentage of fruits diseased in fungicide application} / \text{percentage of fruits diseased in untreated control}) \times 100$ .

본 연구에서 합제로 사용한 fluxapyroxad는 mitochondrial respiratory chain의 complex II에 있는 succinate dehydrogenase의 활성을 억제함으로써 호흡을 억제하여 병원균의 생장을 저해한다고 알려져 있다(Avenot and Michailides, 2010). 반면에 pyraclostrobin는 호흡의 마지막 단계인 전자 전달체 cytochrome bc1 (ubiquinol oxidase)의 Qo 센터에 결합하여 호흡을 억제 한다고 알려져 있다(Bartlett 등, 2002).

이렇듯 서로 다른 계통의 살균제 합제를 살균제의 수가 제한되어 있는 수출전업농가에서 새롭게 사용 할 수 있게 된다면 검은별무늬병에 대한 방제에 많은 도움이 될 수 있을 것이다. 게다가 특정한 계통의 살균제의 연용으로 인해 저항성에 대한 우려가 현실화되고 있는 상황에서 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제는 효과적인 검은별무늬병 방제체계를 만드는데 유용하게 사용 될 수 있을 것으로 생각된다.

동시에 미국 대상 수출전업농가에서 사용 가능한 여러 종류의 살균제들을 이용하여 작성한 처리체계의 검은별무늬병에 대한 방제효과도 조사하였다. 대미 수출전업농가에서 사용이 가능한 16종의 살균제들 중에서 Table 1에 기재되어 있는 살균제를 선별해 각 살균제의 작용기작을 고려하여 4월 초순부터 봉지짜기 전인 6월 중순까지 총 9회 살포하는 B시험구(B plot)를 설치하여 처리체계대로 살균제를 처리하였다(Table 2). A시험구와 같이 마지막 살균제가 살포된 뒤인 6월 17일에 이병엽률을 조사한 결과, 5.0%로 나타났으며 방제가는 91.4%이었다(Table 3). 같은 해 9월 27일에 B시험구의 과실을 수확하여 이병과율을 조사한 결과, 13.3%의 이병과율을 보였으며 방제가는 86.7%로 조사되었다(Table 4). 본 결과에서 다양한 살균제를 9회 처리한 처리체계의 경우에서 검은별무늬병에 대한 방제효과가 우수한 것으로 나타났다.

일반적으로 사용 가능한 살균제 수의 제한 때문에 수출전업농가의 살균제 살포 횟수는 일반 배 재배농가에 비해 많은 편이다. 그러나 본 연구에서는 검은별무늬병 방제를 위해서 살균제를 9회 처리하는 처리체계의 효과를 조사하였다. 살균제 9회 처리체계에서 살균제의 처리시기는 포장에서의 병 발생 예찰 결과와 4월 초순부터 6월 하순까지의 검은별무늬병균 분생포자 비산밀도를 조사하여 결정하였다(결과 미제시). 살균제를 9회 처리한 처리체계는 fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제만 7회 처리한 A시험구와 비교해 보았을 때, 잎과 과실 모두에서 검은별무늬병에 대한 발병률이 다소 낮게 나타났으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다(Table 3과 4). 본 실험의 결과에서 보는 것과 같이 수출전업농가에서 사용 가능한 새로운 살균제의 선발과 지속적인 검은별무늬병 발생 예찰을 통한 정확한 방제 시기를 찾아 살균제를 처리하여 효율적인 방제가 이루어 진다면 수출전업농가의 검은별무늬병 방제효과를 크게 높일 수 있을 것으로 생각한다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 사업(과제번호:PJ008633)의 지원에 의해서 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

## Literature Cited

- Avenot H. F. and T. J. Michailides (2010) Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Protect.* 29:643-651.
- Bartlett, D. W., J. M. Clough, J. R. Godwin, A. A. Hall, M. Hamer and B. Parr-Dobrzanski (2002) The strobilurin fungicides. *Pest Manag. Sci.* 58:649-662.
- Choi, S.H. (2005) Rationalization of fungicidal spray program against pear disease. MS Thesis, Kyungpook Natl. Univ., Taegu, Korea. (in Korean)
- Ihm, Y-B., K-S. Kim, K-S. Kyung, N-S. Kim, H-Y. Ha, H-D. Lee, K-S. Oh, J-W. Kim and G-H. Ryu (2003) Survey of pesticide usage on fruits in Korea. *Kor. J. Pestic. Sci.* 7:258-263. (in Korean)
- Kwon, S. M., M. I. Yeo, S. H. Choi, G. W. Kim, K. J. Jun and J. Y. Uhm (2010) Reduced sensitivities of the pear scab fungus (*Venturia nashicola*) collected in Ulsan and Naju to five ergosterol-biosynthesis-inhibiting fungicides. *Res. Plant Dis.* 16:48-58. (in Korean)
- Min K. H., J. P. Ryu, S. H. Lee, I. S. Kim, W. S. Kim, B. H. Cho and K-Y. Yang (2012) Analysis of the cause of off-grade goods for effective control of pear scab occurring in export pear. *Agri. Sci. & Technol. Res.* 27:21-29. (in Korean)
- Park, Y.S., K. H. Hong, Y. S. Jo, H. S. Soe and J.B. Kim (2003) Major cause of the off-grade goods on export pear. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(SUPPL. II):84. (in Korean)
- Rural Development Administration (2012) Establishment of pesticide safe use guideline for pear exporting. National Academy of Agricultural Science. Suwon, Korea. pp. 311-334. (in Korean)
- Song, J. H and K. H. Hong (2002) Current status of pesticide applications in pear orchards. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20(SUPPL. I):95. (in Korean)
- Yoon, D. H., H. J. Park and K. W. Nam (2010) Control effect of environmental-friendly organic materials against major pear diseases. *Kor. J. Pestic. Sci.* 14:401-406. (in Korean)

## 배 검은별무늬병에 대한 Fluxapyroxad/Pyraclostrobin 합제의 방제 효과

민광현 · 유정필 · 김주미 · 김선화 · 임순희<sup>1</sup> · 최장전<sup>1</sup> · 조백호 · 양광열\*

전남대학교 농업생명과학대학 식물생명공학부, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장

**요 약** Fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제와 살균제를 9회 처리하는 처리체계의 검은별무늬병 방제효과를 조사하였다. 살균제가 처리되지 않은 무처리구의 이병엽률은 58.4%, 그리고 이병과율은 100%로 살균제 효과를 평가하기에 충분하였다. Fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제만을 7회 처리한 처리구의 이병엽률은 평균 6.3%로 나타났고 방제가는 89.2%로 조사되었으며, 이병과율은 평균 16.7%, 방제가는 83.3%로 조사되었다. 서로 다른 계통의 살균제를 9회 처리한 검은별무늬병 처리체계의 효과를 조사한 결과, 이병엽률은 5.0%, 이병과율은 13.3%로, 각각의 방제가가 91.4%와 86.7%로 조사되었다. Fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제 처리구와 비교해 보았을 때, 살균제를 9회 처리하는 처리체계에서 잎과 과실 모두에서 검은별무늬병의 발병률이 다소 낮게 나타났으나, 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 이러한 결과는 수출전업농가에서 사용 가능한 새로운 살균제의 선발을 통한 효율적인 방제가 이루어 진다면 검은별무늬병 방제체계를 확립하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

**색인어** Fluxapyroxad/pyraclostrobin 합제, 배 검은별무늬병, *Venturia nashicola*