

## 고추 세균점무늬병에 대한 Bion-M의 방제 효과

김아형 · 연초롱<sup>1</sup> · 김주형 · 김흥태\*충북대학교 농업생명환경대학 식물외과과, <sup>1</sup>주식회사 F & P

(Received on June 7, 2012. Revised on June 15, 2012. Accepted on June 20, 2012)

Controlling activity of Bion-M against bacterial spot caused by *Xanthomonas euvesicatoria*A-Hyeong Kim, Cho-Long Yeon<sup>1</sup>, Joo-Hyung Kim and Heung-Tae Kim\*Department of Plant Medicine, College of Agriculture, Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Chungbuk, Korea, <sup>1</sup>Fungi and Plants Co. Ltd. Jeungpyeong-gun 368-811, Chungbuk, Korea

## Abstract

Pepper seedlings of 6-leaf stage were inoculated with cell suspension of *Xanthomonas euvesicatoria* 1523 7 days after the application of Bion-M by soil-drenching. Disease severity in the treatment with 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$  of acibenzolar-S-methyl, with which Bion-M was composed, was 19%, whereas that of the untreated control was 75%. The resulting control value of acibenzolar-S-methyl was calculated as much as 74.7%. The control value of acibenzolar-S-methyl was dependent with the applied concentrations and ranged 29.3% to 49.3% at 4.0 and 0.8  $\mu\text{g mL}^{-1}$  of acibenzolar-S-methyl, respectively. Phytotoxicity was observed at 20.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , as lower leaves became to be yellowed and defoliated. The cell density of inoculum suspension of *X. euvesicatoria* 1523 affected the control value of acibenzolar-S-methyl. With optical density (O.D.) of 0.5 the control value of 4.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  of acibenzolar-S-methyl was 86.0%. However, the control value improved as high as 97.8% at the O.D. value of 0.1. The control value was 75.0% in adult plant of pepper, when acibenzolar-S-methyl was treated by soil-drenching 7 days before inoculation with cell suspension of *X. euvesicatoria* 1523. The control effect of acibenzolar-S-methyl on pepper bacterial spot was obtained in pepper field, showing that the control value at 10.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  was 71.2%.

**Key words** Acibenzolar-S-methyl, Bion-M, Pepper bacterial spot, Soil-drenching

## 서론

고추 세균점무늬병은 고온다습한 기후에서 다발생하는 병으로, 국내에서는 1999년부터 2005년까지 발병엽율이 1.0% 내외로 발생하였다(Kim, 2001; Kim, 2004; Myung et al., 2005; Myung et al., 2006). 하지만 미국의 뉴멕시코 지역에서는 2006년과 2007년의 고추 재배 기간 동안에 습한 기후

가 지속되었던 관계로 일부 지역에서의 발병엽율은 100%에 육박하였으며, 발병도 역시 50%를 상회할 정도로 심하게 발생하였다(Sanogo and Clary, 2006). 최근 국내에서도 고추 재배 작기 동안의 온도가 상승하고 강우기간이 길어지면서 지역에 따라서 세균점무늬병의 발생이 심해지고 있다. 세균점무늬병은 중자 전염을 하는 병으로 주로 병징이 잎에 형성되는데, 발생 초기에는 녹갈색의 작은 반점이 나타나다가, 점차 주변은 갈색이고 중심부는 회색인 병반으로 발전하며, 병반 부근이 황화되고, 심하게 발생하면 잎이 떨어지기 때문에 고추 생산량에 영향을 미치게 된다.

\*Corresponding author: Tel. +82-43-261-2556  
Fax. +82-43-271-4414, E-mail. htkim@cbnu.ac.kr

고추 세균점무늬병은 종자 소독이나 포장에서 살균제를 경엽처리하여 방제할 수 있다. 하지만 세균이 원인병원균인 식물병을 화학방제제를 사용하여 방제하기에는 개발되어 사용되고 있는 화학방제제의 종류와 효과가 제한적이어서 포장에서 만족한 효과를 얻기가 어렵다. *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*에 의해서 발생하는 콩 불마름병 역시 콩 재배시에 많은 피해를 유발하는 병이지만 국내에서는 뚜렷한 방제제가 개발되어 있지 못하다. 홍 등(2010)은 콩 불마름병의 방제 살균제를 선별하기 위해서 항생제 7종, 구리제 2종, 그리고 기존 등록되어 있는 살균제 18종을 사용하여 검정한 결과 streptomycin과 oxytetracycline 혼합제(a.i. 18.8% + 1.5%, WP)와 oxytetracycline (a.i. 17%, WP)이 자연감염된 태광콩에서 70%의 방제효과를 보였을 뿐이다. 또한 식물병원세균들은 방제를 위해서 사용하는 구리나 항생물질에 대해서 저항성인 균주들이 이미 발생한 상태이기 때문에, 양호한 방제 효과를 가지고 있는 또 다른 방제제의 개발이 필요하다(Mirik et al., 2007; Chiou and Jones, 1995).

따라서 본 실험에서는 식물체에서 전신획득저항성을 유도하는 것으로 알려져 있는 acibenzolar-S-methyl과 mancozeb의 혼합제인 Bion-M을 선별하여, 온실과 포장에서 고추 세균점무늬병에 대한 방제 효과와 고추 식물체에서 약해 발생 등을 조사하여, Bion-M이 고추 세균점무늬병을 방제할 수 있는지의 가능성을 알아보려고 하였다.

## 재료 및 방법

### 병원균의 배양과 보관

한국생명공학연구원에서 분양받은 세균점무늬병균 *Xanthomonas euvesicatoria* 1523을 실험에 사용하였다. 병원균은 28°C의 NB (nutrient broth) 배지에서 3일간 배양한 후, 멸균한 glycerol의 최종 농도가 20%가 되도록 첨가하여 -70°C에서 보관하며 실험에 사용하였다. 냉동 보관하던 균주는 녹인 후에 28°C의 NA배지에서 배양하고, 하나의 콜로니를 NB 배지에 접종하여 동일한 조건에서 3일간 배양한 후 수확

하여 접종원으로 사용하였다.

### 병원균의 접종과 병 조사

수확한 병원균은 분광광도계를 사용하여 병원균 현탁액의 흡광도를 0.1 혹은 0.5로 조절한 후, 온실에서 재배한 6엽기의 고추(품종: 왕대박)의 잎 뒷면에 분무 접종하였다. 접종한 고추는 95% 이상의 습도를 유지하는 비닐 상자(온도; 30°C, 광/암; 12 hr/12 hr)에 넣어 보관하며 발병을 유도하였다. 병 발생 정도는 Table 1의 발병지수에 의해서 조사하였다.

Bion-M 효과는 고추 잎에서 병이 발생한 정도를 발병지수로 조사한 후, 아래와 같이 발병도를 구하는 식으로 발병도를 계산하고, 무처리구와 처리구의 발병도를 비교하여 구하였다.

$$\text{발병도}(\%) = \{[(\text{발병지수가 1인 고추 잎 수의 합} \times 1) + (\text{발병지수가 2인 고추 잎 수의 합} \times 2) + (\text{발병지수가 3인 고추 잎 수의 합} \times 3) + (\text{발병지수가 4인 고추 잎 수의 합} \times 4)] \div (\text{전체 조사 잎 수의 합} \times 4)\} \times 100$$

### 온실에서 Bion-M의 효과

온실에서 고추 유묘(품종: 왕대박)를 플라스틱 포트(직경: 4.5 cm, 높이: 5.0 cm)에 이식하여 6엽기까지 재배한 후, 실험에 사용하였다. 본 실험에서는 acibenzola-S-methyl과 mancozeb의 혼합제(a.i. 1% acibenzola-S-methyl과 48% mancozeb, WP)를 사용하였으며, 처리할 Bion-M 용액을 준비할 때는 acibenzola-S-methyl의 농도를 기준으로 준비하였다. 온실에서 효과 검정을 위해서 Bion-M 용액의 농도를 0.16, 0.8, 4.0, 20, 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 조제하여 고추를 재배한 포트의 토양에 5 mL씩 관주처리하였다. Bion-M을 처리한 고추 유묘는 온실에서 계속 재배하였다. 약제를 처리하고 7일 후에 28°C의 NB배지에서 3일간 배양한 *X. euvesicatoria* 1523을 수확하였으며, 600 nm에서의 세균 현탁액 흡광도를 0.5로 조절한 후, 잎 뒷면에 분무접종하였다. 또한 접종하는 세균의 농도가 Bion-M의 병 방제 효과에 미치는 영향을 조사하기

**Table 1.** Disease index of pepper bacterial spot

Disease index	Investigation standard
0	No development of pepper bacterial spot
1	Diseased area on a leaf of pepper was 0.1 - 5%.
2	Diseased area on a leaf of pepper was 5.1 - 20%.
3	Diseased area on a leaf of pepper was 20.1 - 50%.
4	Diseased area on a leaf of pepper was more than 50.1%.

위해서, 0.032, 0.16, 0.8, 4.0, 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 Bion-M 용액을 6엽기의 고추 유묘에 동일하게 토양 관주처리하고, 7일 후에 600 nm에서 세균 현탁액의 흡광도를 0.1과 0.5로 맞추어 잎 뒷면에 각각 분무 접종하였다. Bion-M의 효과를 고추 유묘에서 뿐만 아니라 성체에서도 실험하였다. 고추 유묘를 대형 포트(직경: 25 cm, 높이: 19 cm)에 이식하여 2달 동안 온실에서 재배하였으며, 0.2, 2.0, 20.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 Bion-M 용액을 병원균을 접종하기 2일 전과 7일 전에 각각 100 mL씩 토양에 관주하여 처리하였다. 병원균의 접종과 조사 방법은 전과 동일하게 실시하였다.

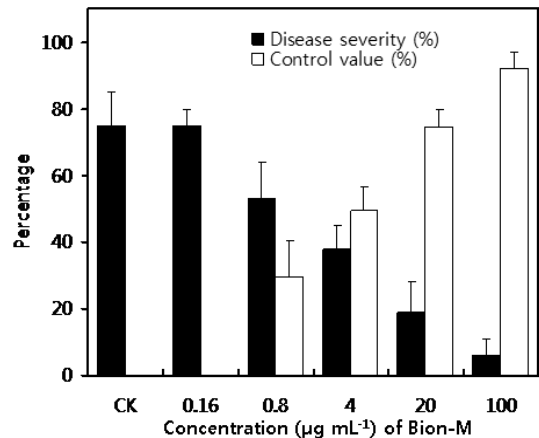
### 포장에서의 Bion-M의 방제 효과

고추 유묘(품종: 왕대박)를 2011년 5월 14일에 충북대학교 실험 포장에 정식하고 고추 관행 재배법을 따라서 재배하였으며, Bion-M은 7월 18일부터 7일 간격으로 3회 처리하였다. 이 때 Bion-M은 포장에서 사용하는 처리 농도인 10  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 조절하였으며, 고추 지상부에 충분히 묻도록 흐르기 직전까지 경엽처리하였고, 또 고추 한 주 당 100 mL씩 토양에 관주처리하는 두 가지 방법으로 처리하였다. 포장에서 세균점무늬병이 균일하게 발생하게 하기 위하여, Bion-M을 3차 처리하기 1일 전인 7월 31일에 O.D.<sub>600</sub>값을 0.5로 조절한 *X. euvesicatoria* 1523 현탁액을 분무접종하였다. 세균점무늬병의 발병 조사는 Bion-M을 3회 모두 처리하고 14일 후인 8월 15일에 고추 한 주 당 무작위로 100엽을 선발하여 발병엽율과 잎 당 발병도를 조사하였다. 발병도는 온실 실험의 조사에서 사용하던 발병지수를 동일하게 사용하였다. 포장에서 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하여 실험을 수행하였다.

## 결 과

### 고추 유묘에 토양 관주 처리에 의한 Bion-M의 세균점무늬병에 대한 방제 효과

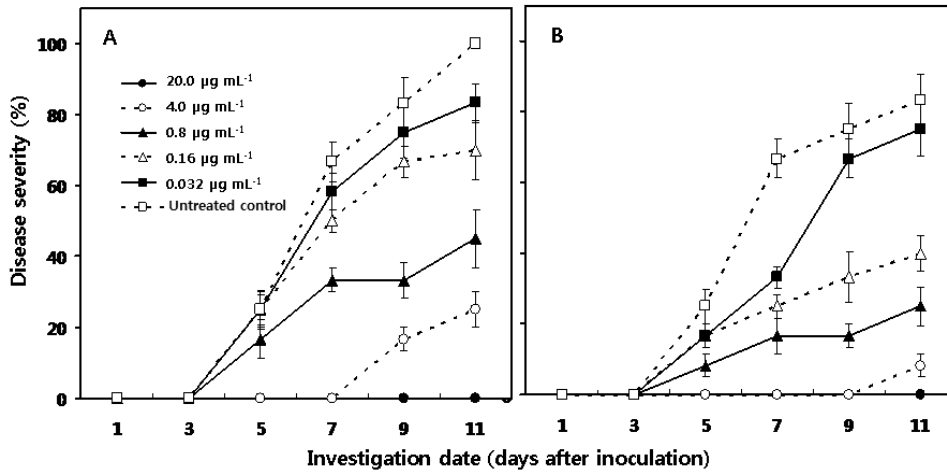
*X. euvesicatoria* 1523 현탁액의 흡광도를 0.5에 맞추고 고추 유묘에 분무 접종하고 9일 후에 조사한 결과, Fig. 1에서 보는 것과 같이 무처리구에서는 75%의 발병도를 보였으며, acibenzola-S-methyl와 Mancozeb의 혼합제인 Bion-M을 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 농도로 관주처리한 처리구에서는 19%의 발병도를 보여 74.7%의 효과가 있음을 알 수 있었다. Bion-M의 농도를 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 처리하였을 때에는 고추 유묘에서 약해가 일어나 고추 유묘의 잎이 떨어지는 현상이 관찰되었다. Bion-M의 처리 농도가 4.0과 0.8  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 일 경우에는 38과 53%의 발병도를 보여, 49.3과 29.3%의 방제 효과를 보였다.



**Fig. 1.** Control effect of Bion-M on bacterial spot in pepper seedlings by the application of soil-drenching. Bion-M adjusted to each concentration was treated by soil-drenching 7 days before inoculation with *Xanthomonas euvesicatoria*. Inoculum suspension of the pathogen was prepared as bacterial cells harvested after 3-day incubation in nutrient broth at 28°C, of which the optical density at 600 nm was adjusted to 0.5.

### 병원균 접종 농도에 따른 Bion-M의 방제 효과

병원균을 접종하고 1일 후부터 2일 간격으로 발병도를 조사하였다(Fig. 2). 병원균 현탁액의 흡광도는 0.1과 0.5로 조절하여 접종하였으며, Bion-M을 처리하지 않은 무처리구에서는 병원균의 접종 농도가 낮을 때, 5일 후부터 병징이 나타나기 시작하여 시간이 경과함에 따라 18, 50, 58, 62%의 발병도를 보였다. 높은 농도로 병원균을 접종하였을 때에도 병징이 처음 출현하는 시기는 접종하고 5일째로 동일하였으나, 낮은 농도로 병원균을 접종하였을 때에는 9일과 11일이 되는 조사 후기부터 병 발생이 완만해지고 있었지만, 높은 농도로 접종하였을 때에는 9일과 11일째에도 발병도가 60과 75%로 계속 증가하였다. Bion-M을 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 관주처리하였을 때에는 병원균의 접종농도와 관계없이 세균점무늬병의 발생을 관찰할 수 없었지만, 고추 유묘의 생육이 억제되고, 잎의 색이 약간 황화되었으며, 하위엽이 탈락하는 약해 증상이 관찰되었다. Bion-M을 4.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 처리하였을 때에 병 방제 효과는 낮은 병원균 접종구에서는 98%, 높은 농도 접종구에서는 86%로 우수한 효과를 얻을 수 있었다. 하지만 4.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 처리구에서도 유묘의 생육이 저해되는 약해증상은 여전히 관찰되었다. 처리한 Bion-M의 농도가 낮아질수록 병원균의 접종농도가 Bion-M의 방제 효과에는 더 큰 영향을 미쳤는데, 0.8과 0.16  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 처리구에서 접종농도가 낮은 유묘 처리구에서는 76과 58%의 효과를 보였지만, 높은 접종구에서는 49과 16%로 효과가 감소하였다.



**Fig. 2.** Control effect of Bion-M on pepper bacterial spot by soil-drenching application. Effect of Bion-M was investigated in 6-leaf stage of pepper seedling. Inoculum was prepared by harvesting bacterial cell after incubation for 3 days at 28°C. Optical density of bacterial suspension was adjusted to 0.1 (A) and 0.5 (B). Bacterial suspension was inoculated by spraying at the adaxial side of pepper leaves 7 days before the application of Bion-M.

**고추 성체 식물에서의 Bion-M 방제 효과**

고추 성체에 Bion-M을 처리하였을 때에도 병 저항성이 유도되어 방제가 가능한 지를 조사하기 위하여 온실에서 재배한 성체 식물에 Bion-M을 토양관주 처리하였다. Table 2에서 보는 것과 같이 병원균을 접종하기 7일 전에 관주처리한 고추에서 방제 효과가 2일전에 처리한 경우보다 높았다. 병원균을 접종하기 7일전에 20.0, 2.0, 0.2 µg mL<sup>-1</sup>로 Bion-M을 처리하였을 때 방제효과는 각각 75, 62, 62%이었다. 그러나 20.0 µg mL<sup>-1</sup> 처리구에서는 유묘 처리 때와 유사하게 잎이 황화되는 현상이 발견되었다.

**고추 포장에서 Bion-M 방제 효과**

고추 포장에서 Bion-M을 처리하지 않은 처리구에서 세균 점무늬병의 발병정도를 고추 한 주 당 발병엽율로 조사하였

을 경우 70%의 발병엽율을, 그리고 총 100개의 잎에서 엽당 발병지수를 조사하였을 경우에는 55%의 발병도를 보였다 (Table 3). Bion-M의 효과는 포장에서 병 발생 정도를 어떻게 조사하는 지, 즉 병 조사하는 방법에 따라서 다르게 나타났다. 포장에서 발병엽율을 가지고서 발생 정도를 조사할 경우보다는 엽당 발병도를 조사하여 방제효과를 계산하는 경우에 효과가 더 우수하였다. 또한 지상부에 경엽처리하였을 때보다 토양에 관주처리하였을 때의 방제효과가 더 우수하였다. 지상부에 경엽처리하였을 때에는 발병엽율을 조사하여 방제 효과를 계산한 경우 24%이었지만, 토양에 관주처리하였을 경우에는 58%로 더 우수하였다. 병 발생 정도를 발병도로 조사하였을 때에도 발병엽율 조사 때와 마찬가지로 경엽처리에서는 58.5%의, 토양관주처리에서는 71.2%의 효과를 보였다.

**Table 2.** Effect of Bion-M on bacterial spot of pepper in adult plants

Concentration of Bion-M (µg mL <sup>-1</sup> )	Application time of Bion-M	
	2 days before inoculation	7 days before inoculation
20.0	25.0 <sup>a)</sup> c (63 <sup>b)</sup> )	16.7 c (75)
2.0	30.0 c (55)	25.5 b (62)
0.2	50.0 b (25)	25.5 b (62)
Untreated control	66.7 a	66.7 a

<sup>a)</sup>Disease severity (%) was investigated according to disease index showing in Table 1.

<sup>b)</sup>Control value (%) was calculated as follows.

$$\text{Control value (\%)} = (1 - \text{disease severity (\%)} \text{ of Bion-M treatment} / \text{disease severity (\%)} \text{ of untreated control}) \times 100$$

**Table 3.** Control efficacy of Bion-M on pepper bacterial spot by leaf-spraying and soil-drenching application in pepper field

Treatment	Application method of Bion-M	Percentage of infected leaves (%)	Disease severity (%)
Bion-M	Leaf-spraying	53.3 b (24 <sup>a</sup> )	22.8 b (59)
	Soil-drenching	29.2 c (58)	15.8 c (71)
Untreated control		70.2 a	54.9 a

<sup>a</sup>Figures indicate the control value (%)

## 고 찰

Bion-M이라는 혼합제를 구성하는 주요성분 중에 하나인 acibenzolar-S-methyl은 파파야의 역병, phytoplasma에 의한 국화의 병, 토마토의 세균점무늬병, 밀의 흰가루병 등 다양한 작물에서 다양한 병원체에 대하여 우수한 방제 효과를 보인다(Zhu et al., 2003; D'Amelio et al., 2010; Oostendorp et al., 2001; Görlach et al., 1996; Vallad와 Goodman, 2004). 본 실험에서도 acibenzolar-S-methyl이 주요 성분으로 들어가 있는 Bion-M은 온실과 포장실험을 통해서 고추 세균점무늬병에 대한 방제효과가 인정되었다. Bion-M에는 acibenzolar-S-methyl 이외에도 mancozeb라는 보호용 살균제가 같이 첨가되어 있지만, 세균점무늬병에 대한 효과는 acibenzolar-S-methyl의 효과일 것으로 생각한다. 왜냐하면 mancozeb는 다양한 식물병을 방제하기 위해서 사용되는 살균제로서, 병이 발생하기 전에 예방적으로 처리하여야 하며, 치료효과와 침투이행효과는 없는 것으로 알려져 있는 살균제인데, 본 실험에서는 병원균을 접종하기 7일 전에 Bion-M을 토양에 관주처리하였기 때문에, 예방적으로 처리해서 병원균과 직접적인 접촉이 있을 때만 효과를 발휘할 수 있는 mancozeb의 효과는 매우 미미하며, acibenzolar-S-methyl이 처리된 고추에서 병원세균에 대한 병 저항성이 발현되어 나타났을 것으로 생각한다. Acibenzolar-S-methyl을 처리한 고추에서 병 저항성이 발현되었는지에 대해서는 추후 병 저항성 관련 유전자가 식물체 내에서 발현되었는지를 조사함으로써 확실하게 결정을 내릴 수 있을 것으로 생각한다.

식물과 병원균의 상호작용에 의해서 식물체에서 괴저 반응이 나타나며, 바이러스, 세균, 진균 등에 저항성을 보이는 현상을 전신획득저항성이라고 말한다(Ross, 1961; Ryals et al., 1994). 이처럼 다양한 병원체에 대해서 저항성을 보이는 전신획득저항성은 salicylic acid (SA), acibenzolar-S-methyl, 2,6-dichloroisonicotinic acid (INA) 등을 식물체에 처리하여도 발생한다(Zhu et al., 2003; Görlach et al., 1996; Qiu et al., 2004; Price et al., 2000; Koné et al., 2009). 실제로 1.5 µg mL<sup>-1</sup> SA를 경엽과 종자 처리하여 *X. campestris* pv.

*vesicatoria*에 의한 토마토 세균점무늬병을 방제하였는데, 온실에서는 38.9%, 토마토 포장에서는 53.0%의 방제효과를 보였으며, 토마토 생산량을 14.3% 증가시켰다(Abo-Elyousr and El-Hendawy, 2008). 본 실험에서도 고추에 acibenzolar-S-methyl을 토양관주처리함으로써 세균점무늬병을 효과적으로 방제하였다. 온실에서 재배한 고추 유묘에 병원균을 인공 접종하기 7일전에 acibenzolar-S-methyl을 20 µg mL<sup>-1</sup>로 토양 관주처리하였을 때 병 발생을 75%억제하였으며, 고추 성체식물에 동일한 시기에 동일한 농도를 관주처리하였을 때는 75% 방제하였다. 이러한 효과는 포장 사용 농도인 10 µg mL<sup>-1</sup>로 포장에서 처리하였을 때, 71%의 효과를 보임으로써, 고추 세균점무늬병에 대한 acibenzolar-S-methyl의 방제 가능성이 확인할 수 있었다.

또한 고추의 경우에는 acibenzolar-S-methyl을 20 µg mL<sup>-1</sup> 이상으로 처리할 경우 고추의 잎이 황화되고 심할 경우 조기에 낙엽이 지는 약해가 발생하였다. 하지만 포장에서 사용농도인 10 µg mL<sup>-1</sup>로 처리하였을 경우에는 특별한 약해 증상을 관찰하지 못하였다. 따라서 acibenzolar-S-methyl을 고추에서 병 방제용으로 사용하고자 할 때에는 약해가 발생하지 않도록 주의하여 사용하여야 할 것으로 본다.

포장실험에서 발병엽율로 병 발생 정도를 조사하였을 때에는 발병도를 가지고서 조사하였을 때보다 방제효과가 감소하여 58.4%의 효과를 보였다. 고추 포장에서 병 발생을 발병엽율을 가지고서 조사할 경우, 한 개의 잎에 병반이 하나만 발생하여도 발병엽으로 간주하기 때문에, 각 개체의 잎에서 완전히 병 발생을 억제하지 못할 경우에는 발병엽율이 증가할 수밖에 없다. 하지만 발병도를 가지고서 발병 정도를 조사할 경우에는 한 개의 잎에서 병이 발생한다고 하더라도, 그 심한 정도를 발병지수를 이용하여 조사하기 때문에, 한 개의 잎에서 완전히 병 발생을 억제하지 못하였다고 하더라도 병 발생이 적게 되었을 때는 처리한 살균제의 효과가 인정될 수 있다. 특히 병원균의 생장을 완전히 억제하지 못하는 살균제의 경우라면, 이와 유사한 결과를 얻게 될 가능성이 높다. 토마토 세균점무늬병을 가지고 실험을 한 Abo-Elyousr와 El-Hendawy (2008)의 결과를 보면, 0.5 g L<sup>-1</sup>의 acibenzolar-

S-methyl을 처리한 토마토 종자를 파종하여 4주간 온실에서 재배한 후, 병원균을 접종하고 잎에서 병원균의 수를 조사한 결과, 무처리구에 비해서 처리구에서 병원균의 수가 46.9% 감소하였다. 이 결과는 식물체에서 병 저항성 반응을 유기하는 acibenzolar-S-methyl이 병원균의 생장을 완전히 억제하지는 못하지만, 병 발생을 억제할 수는 있음을 보여주고 있다. 따라서 병 저항성 유도물질을 이용한 세균병의 포장 방제 실험에서는 발병엽을 조사하는 것보다는 엽당 발병도를 조사하여 효과를 검증하는 것이 타당할 것으로 생각되어진다.

기주식물에서 저항성을 유도하여 병 방제를 할 수 있는 화합물들이 개발되면서 여러 작물에서의 병 방제의 개념과 방법의 변화가 수반되고 있다. 특히 화학살균제의 사용을 줄이는 추세에서 미생물 농약의 사용이 증가하고 있는데, 미생물 농약의 효과를 높이기 위해서 화학살균제와의 혼합 사용 또는 교호 사용 등의 방법이 제시되고 있다. 이 때 미생물의 생장에 영향이 없으면서 식물체의 병 저항성을 높이는 전신획득저항성 유도 화합물은 좋은 혼합 방제제로서의 역할을 감당할 수 있을 것으로 생각한다. 실제로 토마토 세균점무늬병의 방제를 위해서 사용하는 *Pseudomonas fluorescens*와 acibenzolar-S-methyl를 교호 사용함으로써 방제 효과를 높일 수 있었다(Abo-Elyousr와 El-Hendawy, 2008). 복숭아 수확 후에 발생하는 푸른곰팡이에 의한 부패와 목화의 뿌리썩음병을 방제하기 위해서 생물방제제와 acibenzolar-S-methyl 또는 병 저항성 유도 화합물들을 혼합 처리함으로써 방제 효과를 높이기도 하였다(Cao et al., 2011; Abo-Elyousr et al., 2009).

본 실험을 통하여 acibenzolar-S-methyl과 mancozeb의 혼합제인 Bion-M의 고추 세균점무늬병에 대한 방제 효과가 확인되었다. 최근 세균병의 문제가 커지고 있는 상황에서, 전신획득저항성을 유도하는 Bion-M을 사용하여 세균병을 방제할 수 있다면, 세균병 방제용 살균제에 대한 저항성 병원균의 출현과 같은 문제없이 효과적인 병 방제가 가능할 것으로 생각된다. 특히 우수농산물 생산을 위해서 화학살균제의 사용을 줄이는 대안으로 사용되고 있는 미생물 농약과의 사용도 수월해질 수 있기 때문에, acibenzolar-S-methyl의 사용은 다양한 방제 방법의 제안을 가능하게 할 수 있을 것으로 생각한다.

## 감사의 글

이 논문은 2010년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 진행된 연구로, 연구비의 지원에 감사드립니다.

## >> Literature Cited

- Abo-Elyousr, K. A. M. and H. H. El-Hendawy (2008) Integration of *Pseudomonas fluorescens* and acibenzolar-S-methyl to control bacterial spot disease of tomato. *Crop Prot.* 27:1118~1124.
- Abo-Elyousr, K. A. M., M. Hashem and E. Ali (2009) Integrated control of cotton root rot disease by mixing fungal biocontrol agents and resistance inducers. *Crop prot.* 28:295-301.
- AL-Saleh, M. A. A. (2011) Pathogenic variability among five bacterial isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causing spot disease on tomato and their response to salicylic acid. *J. Saudi Soc. Agri. Sci.* 10:47~51.
- Cao, S., Z. Yang, Z. Hu and Y. Zheng (2011) The effects of the combination of *Pichia membranefaciens* and BTH on controlling of blue mould decay caused by *Penicillium expansum* in peach fruit. *Food Chem.* 124:991~996.
- Chiou, C. S. and A.L. Jones (1995) Expression and identification of the strA-strB gene pair from streptomycin-resistant *Erwinia amylovora*. *Gene* 152:47~51.
- D'Amelio, R., C. Marzachi and D. Bosco (2010) Activity of benzothiadiazole on chrysanthemum yellows phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma asteris*) infection in daisy plants. *Crop Prot.* 29:1094~1099.
- Görlach, J., S. Volrath, G. Knauf-Belter, G. Hengy, U. Beckhove, K. Kogel, M. Oostendorp, T. Staub, E. Ward, H. Kessmann and J. Ryals (1996) Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. *Plant cell* 8:629~643.
- Hong, S. J., Y. K. Kim, H. J. Jee and B. C. Lee, Y. N. Yoon and S. T. Park (2010) Selection of bactericides for controlling soybean bacterial pustule. *Res. Plant Dis.* 16:266~273. (by Korean)
- Kim, C. H. (2001) Review of disease incidence of major crops in 2000. *Korean J. Pest. Sci.* 5:1~11. (by Korean)
- Kim, C. H. (2004) Review of disease incidence of major crops in 2003. *Res. Plant Dis.* 10:1~7. (by Korean)
- Koné, D., A. S. Csinos, K. L. Jackson and P. Ji (2009) Evaluation of systemic acquired resistance inducers for control of *Phytophthora capsici* on squash. *Crop Prot.* 28:533~538.
- Mirik, M., Y. Aysan and O. Cinar (2007) Copper-resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye in the eastern mediterranean region of Turkey. *J. Plant Pathol.* 89:153~154.
- Myung, I. S., K. S. Park, S. K. Hong, J. W. Park, H. S. Shim, Y. K. Lee, S. Y. Lee, S. D. Lee, S. H. Lee, H. W. Choi, S. Heu, D. B. Shin, D. S. Ra, W. H. Yeh and W. D. Cho (2005) Review of disease incidence of major crops of the South Korea in 2004. *Res. Plant Dis.* 11:89~92. (by Korean)
- Myung, I. S., S. K. Hong, Y. K. Lee, H. W. Choi, H. S. Shim, J. W. Park, K. S. Park, S. Y. Lee, S. D. Lee, S. H. Lee,

- H. S. Choi, Y. G. Kim, D. B. Shin, D. S. Ra, W. H. Yeh, S. S. Han and W. D. Cho (2006) Review of disease Incidences of Major Crops of the South Korea in 2005. Res. Plant Dis. 12:153~157. (by Korean)
- Oostendorp, M., W. Kunz, B. Dietrich and T. Staub (2001) Induced disease resistance in plants by chemicals. Eur. J. Plant Pathol. 107:19~28.
- Price, C. T. D., I. R. Lee and J. E. Gustafson (2000) The effect of salicylate on bacteria. Inter. J. Biochem. Cell Biol. 32:1029~1043.
- Qiu, X., P. Guan, M. Wang, P. H. Moore, Y. J. Zhu, J. Hu, W. Borth and H. H. Albert (2004) Identification and expression analysis of BTH induced genes in papaya. Physiol. Mol. Plant Pathol. 65:21~30.
- Ross, A. F. (1961) Systemic acquired resistance induced by localized virus infections in plants. Virology 14:340~358.
- Ryals, J., S. Uknes and E. Ward (1994) Systemic acquired resistance. Plant Physiol. 104:1109~1112.
- Sanogo, S. and M. Clary (2006) Bacterial leaf spot of chile pepper: a short guide for growers. New Mexico chile association, Report 30.
- Vallad, E. G. and R. M. Goodman (2004) Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Sci. 44:1920~1934.
- Zhu, Y. J., X. Qiu, P. H. Moore, W. Borth, J. Hu, S. Ferreira and H. H. Albert (2003) Systemic acquired resistance induced by BTH in papaya. Physiol. Mol. Plant Pathol. 63:237~248.

## 고추 세균점무늬병에 대한 Bion-M의 방제 효과

김아형 · 연초롱<sup>1</sup> · 김주형 · 김흥태\*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, <sup>1</sup>주식회사 F & P

**요 약** 온실에서 6엽기까지 재배한 고추 유묘(품종: 왕대박)에 병원균을 접종하기 7일 전에 Bion-M을 농도별로 토양 관주 처리한 후에, 세균점무늬병균인 *Xanthomonas euvesicatoria* 1523의 현탁액을 고추 잎 뒷면에 분무접종하였다. 이 때 세균 현탁액의 흡광도는 0.5로 조절하였다. 무처리구에서는 75%의 발병도를 보였으며, Bion-M을 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 농도로 관주 처리한 처리구에서는 19%의 발병도를 보여 74.7%의 효과를 보였다. Bion-M의 처리 농도가 4.0과 0.8  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 일 경우에는 49.3과 29.3%의 방제 효과를 보였다. Bion-M을 20  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 관주처리하였을 때에는 병원균의 접종농도와 관계없이 병이 발생하지 않았지만, 고추 유묘의 잎 색이 황화되며 하위엽은 탈락하는 약해 증상이 관찰되었다. Bion-M을 4.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 처리하였을 때, 낮은 병원균 접종구에서는 97.8%, 높은 농도 접종구에서는 86.0%의 우수한 효과를 얻었다. 하지만 4.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 처리구에서도 유묘의 생육이 저해되는 약해증상이 관찰되었다. 고추 성체에 병원균을 접종하기 2일 전과 7일 전에 Bion-M을 관주처리한 경우, 2일 전보다 7일전 처리에서 우수한 효과를 얻을 수 있었다. 2011년 충북 청주시 포장에서 Bion-M의 방제 효과를 조사하기 위하여 Bion-M을 7일 간격으로 3회 경엽 및 토양관주 처리하고 병발생 정도를 발병엽율로 조사하였을 때, Bion-M의 경엽과 토양관주처리 효과는 각각 24.0%와 58.4%이었지만, 발병도를 조사하였을 경우에는 58.8%와 71.2%로 나타났다. 이상의 결과를 통해서 Bion-M을 토양에 관주처리하였을 경우, 고추 세균점무늬병에 대한 방제 효과가 인정되었다.

**색인어** 고추 세균점무늬병, Bion-M, Acibenzolar-S-methyl, 토양관주처리