

살균제 chlorothalonil에 대한 고추 탄저병균의 감수성 변화

김준태 · 이경희¹ · 민지영 · 조인준 · 강범관 · 박성우 · Nguyen Van Bach ·
김운식 · 홍성택¹ · 노창우¹ · 김흥태*

충북대학교 농과대학 식물외과, ¹충북농업기술원 음성시설농업시험장

요약 : 탄저병의 전형적인 병징을 보이는 이병 고추로부터 1999년과 2002년에 128개와 257개의 고추 탄저병균을 분리한 후, chlorothalonil에 대한 감수성 변화를 한천평판회색법을 이용하여 조사하였다. 삼년간의 기간을 두고서 두 해에 걸쳐 채집한 탄저병균의 chlorothalonil에 대한 감수성 정도는 동일한 해에 채집한 균주 간에도 큰 차이가 있었다. Chlorothalonil의 농도를 500 µg/mL로 조절한 PDA 배지에서 균사생장 억제 효과를 조사하여 보면, 1999년에 채집한 균주들 중에서 균사생장 억제효과가 100%인 균주의 비율은 23.4%, 60% 이하의 억제 효과를 보이는 균주는 29.7%를 차지하는 반면, 2002년에 분리한 균주의 비율은 34.6%와 14.8%로 나타났다. 이러한 결과는 1999년에 분리된 균주가 2002년에 분리된 균주보다는 chlorothalonil에 대하여 저항성이었음을 알 수 있었다. 지역에 따른 chlorothalonil에 대한 탄저병균의 감수성 변화 양상은 강원, 경기도와 경상도 지역에서 분리한 탄저병균은 2002년에 감수성화 되었지만, 충청과 전라도 지역에서 분리한 병원균에서는 저항성을 보이는 균주의 비율이 증가하였다. 본 실험과 같은 살균제에 대한 감수성 모니터링 자료는 지역별로 고추 탄저병의 방제를 위해서 사용하는 살균제를 선발하는 기초자료로 사용할 수 있을 것이다.(2004년 9월 6일 접수, 2004년 9월 23일 수리)

서 론

고추에서의 탄저병은 4종류의 *Colletotrichum*에 의해서 발생하는데, 가장 높은 빈도로 검출되는 병원균은 *Colletotrichum gloeosporioides*라고 보고되었다(Park과 Kim, 1992). 그러나 최근에는 가장 높은 빈도로 분리되는 고추 탄저병균이 *C. acutatum*으로 변화되었다는 보고가 있다(Kim 등, 2003). 고추에 탄저병을 일으키는 병원균인 4종의 *Colletotrichum*의 포장 밀도 변화는 화학적 방제에 의지하는 고추 탄저병의 방제에 있어서 매우 중요하다. 고추 탄저병을 일으키는 4종류의 *Colletotrichum*은 종에 따라 포장에서 사용하는 몇 종류의 살균제에 대한 반응이 크게 다르기 때문에, 포장에서의 주된 탄저병균의 밀도 변화는 방제에 사용할 살균제를 선택하는데 있어서 매우 중요한 요인이 된다(金 등, 2003). 지금까지 4종류의 탄저병균 중에서 포장에서 가장 높은 밀도로 존재하던 *C. gloeospo-*

*rioides*는 benzimidazole계 살균제인 carbendazim, benomyl, thiophanate-methyl 등에 대한 감수성이 큰 것으로 알려져 있다(金 등, 2003). 하지만, 최근 포장에서 가장 높은 밀도를 차지하는 것으로 보고된 *C. acutatum*은 *C. gloeosporioides*와 다르게 benzimidazole계 살균제에 대해서 저항성을 보이는데, 살균제 배지를 이용한 실내 실험에서 고농도의 살균제 처리에 의해서도 균사의 생육이 완전히 억제되지 않고 생장이 가능하다(Liyanage 등, 1992; Bernstein 등, 1995; Ishii 등, 1998; Peres 등 2002).

이처럼 고추에서 탄저병을 일으키는 *Colletotrichum*은 분류상의 종에 따라서 살균제에 대한 반응이 다르기 때문에 병원균의 종과 살균제와의 반응, 그리고 포장에서 종의 밀도 변화에 대한 조사가 지속적으로 이루어져야 효과적인 방제 방법을 확립할 수 있을 것으로 생각한다.

포장에서 고추 탄저병의 방제를 위해서 사용되는 살균제에는 chlorothalonil, propineb, mancozeb와 같은 예방용 살균제와 benomyl, carbendazim과 같은 benzi-

*연락처

imidazole계, tebuconazole, hexaconazole 등과 같은 ergosterol 저해 살균제 등이 있으며, 최근에 azoxystrobin, kresoxim-methyl과 같은 β -methoxyacrylate계의 살균제가 개발되어 사용되고 있다. 이 중에서 보호용 살균제들은 오래 전부터 탄저병의 방제에 사용되고 있는데, 특히 chlorothalonil은 1964년부터 사용하고 있는 살균제로서, 매우 많은 작물에서 식물병을 방제하는데 사용하고 있다.

최근까지도 chlorothalonil은 바나나의 검은Sigatoka병 (Washington 등, 1998), 토마토의 *Alternaria* 반점병 (Davis 등, 1997)과 탄저병(Sanogo 등, 2003), 땅콩의 *Cercospora* 반점병(Culbreath 등, 2002), 수박 덩굴쪼김병(Keinath, 2000), 감자 역병(Mayton 등, 2001) 등을 방제하기 위한 살균제 처리 시스템을 확립하는데 사용되고 있다. 하지만 chlorothalonil과 같이 다년간 사용하고 있는 살균제에 대해서 포장에서 병원균의 감수성 변화를 모니터링한 결과는 없었다.

국내에서는 1980년대에 들어오면서부터 살균제에 대한 저항성 병원균의 출현에 대한 보고가 나오기 시작하였다. 벼 도열병 방제에 이용되는 항생물질계통 약제인 kasugamycin과 blasticidin-S에 대한 저항성균의 발현이 보고되었고, 1984년부터 1990년 중반까지는 benzimidazole계 살균제인 thiophanate-methyl, benomyl, carbendazim 등에 대해서 저항성을 보이는 *Botrytis*, *Alternaria* 등에 대한 보고가 있었다(Park, 1981; Lee와 Kim, 1986).

1990년대에 들어오면서 dicarboximide, phenylamide, *N*-phenylcarbamate계 살균제에 대한 저항성 보고가 잇달았다(Kim 등, 1993). 저항성이 보고된 대부분의 살균제는 특이적인 작용점을 가지고 있기 때문에 포장에서 저항성균의 발생이 수월한 것으로 알려져 있다. 작용 기작이 특이하지 못한 보호용 살균제에 대한 저항성 발현 조사는 Kato 등(1997)이 감자 역병균의 유전적인 구성이 변화하여 포장에서의 우점균이 변화하는데 그 원인이 mancozeb나 chlorothalonil과 같은 예방용 살균제의 사용에 의해 저항성균이 출현한 것이 아닌지를 조사하기 위한 보고가 있다. 본 실험에서는 병원균의 채집 연도와 지역 간에 보호용 살균제인 chlorothalonil에 대한 고추 탄저병균의 감수성이 변화하는 지를 조사하여 chlorothalonil의 사용이 포장에서의 우점 병원균의 집단 변화에 영향을 주는 지를 알아보고자 한다.

재료 및 방법

병원균의 채집

실험에 사용한 모든 탄저병균은 열매의 병반 위에 형성된 병원균을 단포자 분리하여 획득하였다. 1999년과 2002년 8월에 전국적인 고추 재배지를 방문하여 전형적인 탄저병 병징을 보이는 열매를 채집하였다. 채집한 열매는 25°C에서 48시간 습실처리한 후, 병징 위에 형성한 분생포자를 단포자 분리하였다. 단포자 분리한 병원균은 PDA 사면배지에 배양하여 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

탄저병균의 chlorothalonil에 대한 저항성 검정

살균제-PDA 배지를 준비하기 위해서 chlorothalonil의 원제를 DMSO(dimethyl sulfoxide)에 녹인 후, PDA 배지에 적정 농도가 되게 희석하였다. 이 때 PDA에서의 chlorothalonil의 농도는 500, 50, 5, 0.5 $\mu\text{g/mL}$ 로 조절하였으며, DMSO의 최종 농도는 1%가 되게 하였다.

보관하던 탄저병균을 PDA 평판배지에 접종하여 25°C의 암상태에서 배양하였다. 5일간 배양한 병원균은 다시 새로운 PDA 배지에서 5일간 배양한 후, 균사의 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어 정해진 농도의 chlorothalonil을 첨가한 PDA 배지에 접종하였다. 병원균은 다시 25°C의 암상태에서 7일간 배양한 후, 균총의 직경을 조사하여 chlorothalonil의 병원균에 대한 군사생장 억제효과를 계산하였다. 병원균에 대한 chlorothalonil의 군사생장 억제효과는 아래의 계산식을 사용하여 구하였으며, 각 병원균에 대한 chlorothalonil의 군사생장 억제효과를 비교함으로써 chlorothalonil에 대한 병원균의 감수성 변화를 조사하였다. 모든 처리에는 3개의 반복을 두어 실험하였다.

$$\text{군사생장 억제효과 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{살균제-PDA 배지에서의 균총의 직경}}{\text{PDA 배지에서의 균총의 직경}}\right) \times 100$$

결과 및 고찰

군주별 chlorothalonil에 대한 감수성 정도

1999년과 2002년에 분리한 고추 탄저병균(*Colletotrichum acutatum*) 중에서 각각 4군주씩을 선발하여

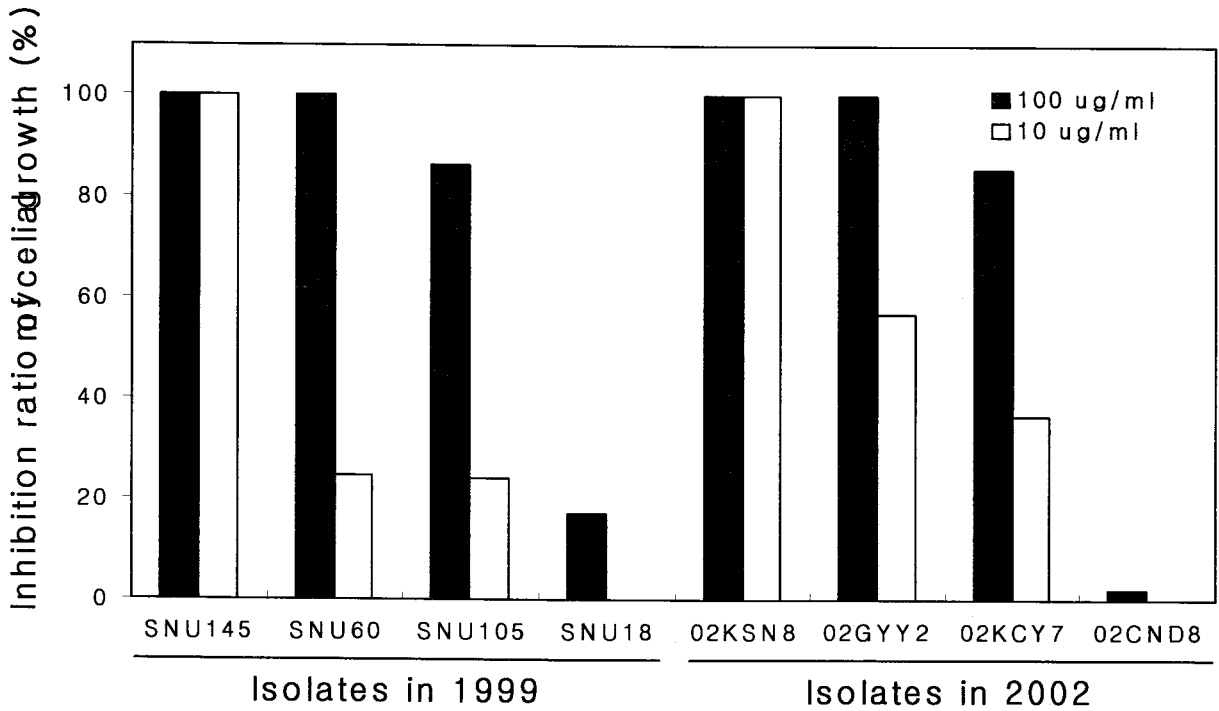


Fig. 1. Sensitivity of isolates of *Colletotrichum acutatum* in 1999 and 2002 to chlorothalonil. Inhibition ratio (%) of mycelial growth was investigated through measuring colony diameters on PDA with or without 10 and 100 µg/mL of chlorothalonil, after incubation for 7 days.

chlorothalonil에 대한 균사 생장 억제 효과를 조사하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 SNU145와 02KSN8은 10 µg/mL에서 100%의 균사생장억제 효과를 보이는 감수성 균주로, SNU18과 02CND8은 100 µg/mL에서도 20% 이하의 억제효과를 보이는 저항성 균주로 판명되었다. 이러한 결과는 동일한 시기에 채집한 균주간에도 chlorothalonil에 대한 감수성 정도가 다름을 보여 주고 있다.

연도별 chlorothalonil에 대한 감수성의 변화

연도별 감수성의 변화를 조사하기 위해서 1999년에 단포자 분리한 128개 균주와 2002년의 257개 균주를 실험에 사용하였다. 전국 각 지역에서 분리한 탄저병 균주의 chlorothalonil에 대한 반응은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 매우 다양하였다. 500 µg/mL의 chlorothalonil을 첨가한 PDA 배지 상에서 균사생장이 100% 완전히 억제되는 균주는 1999년에 30개로 전체의 23.4%이었으나, 2002년에는 89개로 34.6%를 차지하여 감수성인 균주의 비율이 2002년이 1999년보다 높았다. 또한 500 µg/mL의 chlorothalonil을 첨가한 PDA 배지 상에서 균사생장의 억제율이 60% 이하로

나타나는 균주의 비율도 1999년에 29.7%이었으나 2002년에는 14.8%로 감소하여, 500 µg/mL의 chlorothalonil에 의해서 100% 생육이 억제되는 균주의 비율 변화와 동일한 결과를 얻었다. 또한 실험에 사용한 전체 균주에 대하여 500 µg/mL의 chlorothalonil의 평균 균사생장 억제율은 1999년에 74.2%에서 2002년에는 80.6%로 평균적으로는 약간 상승하여 전체 균주의 감수성 정도가 증가하는 양상을 보였지만, 통계적으로는 유의차가 없었다. 이처럼 채집 시기에 따른 고추 탄저병균의 chlorothalonil에 대한 감수성 정도는 1999년보다 2002년에 약간 증가하는, 즉 저항성 균주의 선발 빈도가 감소함을 나타내고 있다. 살균제에 대한 감수성의 변화를 모니터링하기 위해서는, 병원균을 채집하는데 있어서 넓은 범위를 대표할 수 있도록 채집하기 전에 확실한 계획을 세우는 것이 중요하다. 본 실험에서는 병원균을 채집할 때 동일한 지역에서 다수의 균주가 채집되는 것을 방지하였으며, 각도마다 동일한 수의 채집지를 선정하였다. 채집지를 선정할 때에도 채집지가 한 곳으로 집중되는 것을 배제하였기 때문에, 1999년에 채집하여 단포자 분리한 128개 균주와, 2002년의 257개 균주는 전국을 대표할

수 있다고 본다.

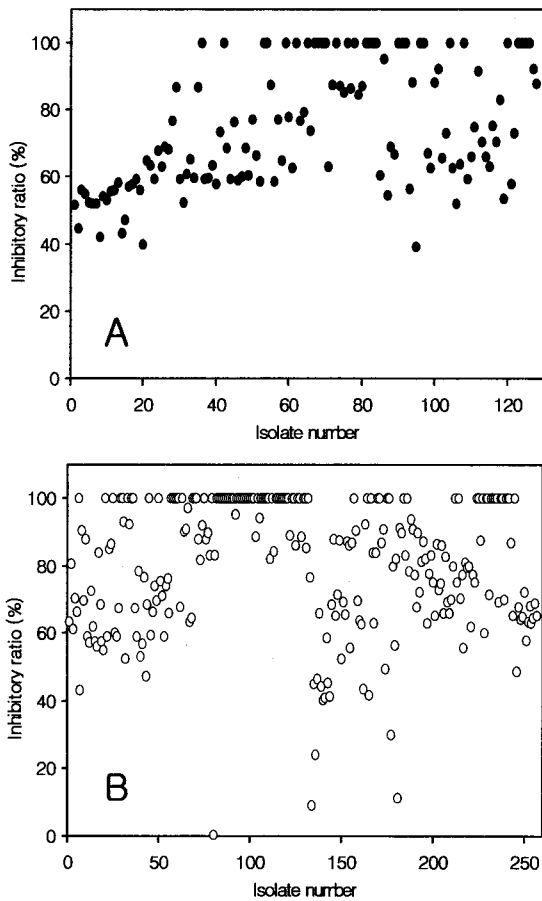


Fig. 2. Fluctuation of the sensitivity of *Colletotrichum acutatum* in 1999 (A) and 2002 (B) to 500 µg/mL of chlorothalonil. To investigate the sensitivity of *Colletotrichum*, in this report they were used 128 and 257 isolates obtained from infected fruits of red-pepper in all around of Korea.

각 지역별 균주의 감수성의 변화

탄저병균을 채집한 1999년과 2002년의 3년 사이에 탄저병균의 chlorothalonil에 대한 감수성이 전국 각 지역별로 차이가 있는 것을 알 수 있었다(Fig. 3). 경기/강원 지역과 경상남북도의 경우는 병원균의 감수성이 증가하였지만, 충청남북도와 전라남북도의 경우는 감수성이 떨어지는 균주의 집단이 증가하였다. 경상남북도 지역에서 1999년에 채집한 탄저병균의 MIC값이 500 µg/mL 이상, 50 - 500, 5 - 50 µg/mL인 균주의 비율은 90.2, 4.9, 4.9%이었으나, 2002년에는 27.7, 22.9, 13.3%로 크게 변화하였으며, 0.5 - 5 µg/mL인 균주의 비율도 36.1%로 상승한 것을 알 수 있었다. 그와는

반대로 충청남북도에서 채집한 균주의 MIC값을 조사하면, 1999년에는 500 µg/mL 이상인 균주의 비율이 53.7%이고, 50 - 500, 5 - 50, 0.5 - 5 µg/mL인 균주의 비율은 19.5, 12.2, 14.6%로 조사되었다. 그러나 2002년에는 86.8, 8.9, 3.7, 0.5%로, 높은 MIC값을 갖는 균주의 비율이 상승하는 것으로 보아 저항성을 보이는 균주의 비율이 증가한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 근거로 보면 지역간 chlorothalonil 사용량과 빈도를 예측할 수는 있는데, 경기/강원과 경상도 지역보다는 충청과 전라도 지역에서 chlorothalonil 또는 유사한 작용기작을 갖는 예방용 살균제의 사용이 많았을 것으로 추정한다. 포장에서의 chlorothalonil의 사용량을 조사할 수 있다면 저항성 병원균의 모니터링 결과와 연계하여 많은 정보를 제공할 수 있고 모니터링의 결과를 정확하게 해석할 수 있겠지만, 유감스럽게도 본 실험에서는 포장에서의 실질적인 농약의 사용량을 조사하지 못하였기 때문에 구체적인 정보를 제공하는데 한계를 보였다. 그렇지만 본 실험의 결과, 충청과 전라도 지역에서 분리한 탄저병균의 chlorothalonil에 대한 저항성이 증가하는 경향을 보아 이 지역에서의 chlorothalonil과 비슷한 작용기작을 지닌 보호용 살균제의 사용에 주의를 기울여야 할 것으로 생각한다.

Colletotrichum의 종에 따른 chlorothalonil에 대한 감수성 정도

고추 탄저병의 주된 병원균으로 보고되었던 *C. gloeosporioides*와 최근에 주요 병원균으로 보고되고 있는 *C. acutatum*에 대한 chlorothalonil의 균사 생장 억제 효과를 조사하였다. Table 1에서처럼 8개의 *C. acutatum* 균주에 대한 Chlorothalonil의 EC₅₀값의 범위는 18.9 - 1522.0 µg/mL로 균주간의 차이가 매우 크게 나타났으며, 평균값은 776.1 µg/mL로 나타났다. 그러나 *C. gloeosporioides*의 chlorothalonil에 대한 EC₅₀값의 범위는 2.3 - 1500 µg/mL로 *C. acutatum*의 균주들과 비슷하였지만, 평균값은 242.7 µg/mL로 *C. acutatum*의 균주들보다 적은 값을 보였다. 결국 최근 고추 탄저병의 주된 병원균으로 변화된 *C. acutatum*의 균주들이 *C. gloeosporioides*의 균주들보다는 chlorothalonil에 대한 반응이 더 저항성인 것으로 나타났다. 동일한 예방용 살균제인 dithianone과 propineb에 대해서도 유사한 경향을 발견할 수 있었다.

그러나 표 1에서처럼 *Colletotrichum*의 종에 따른

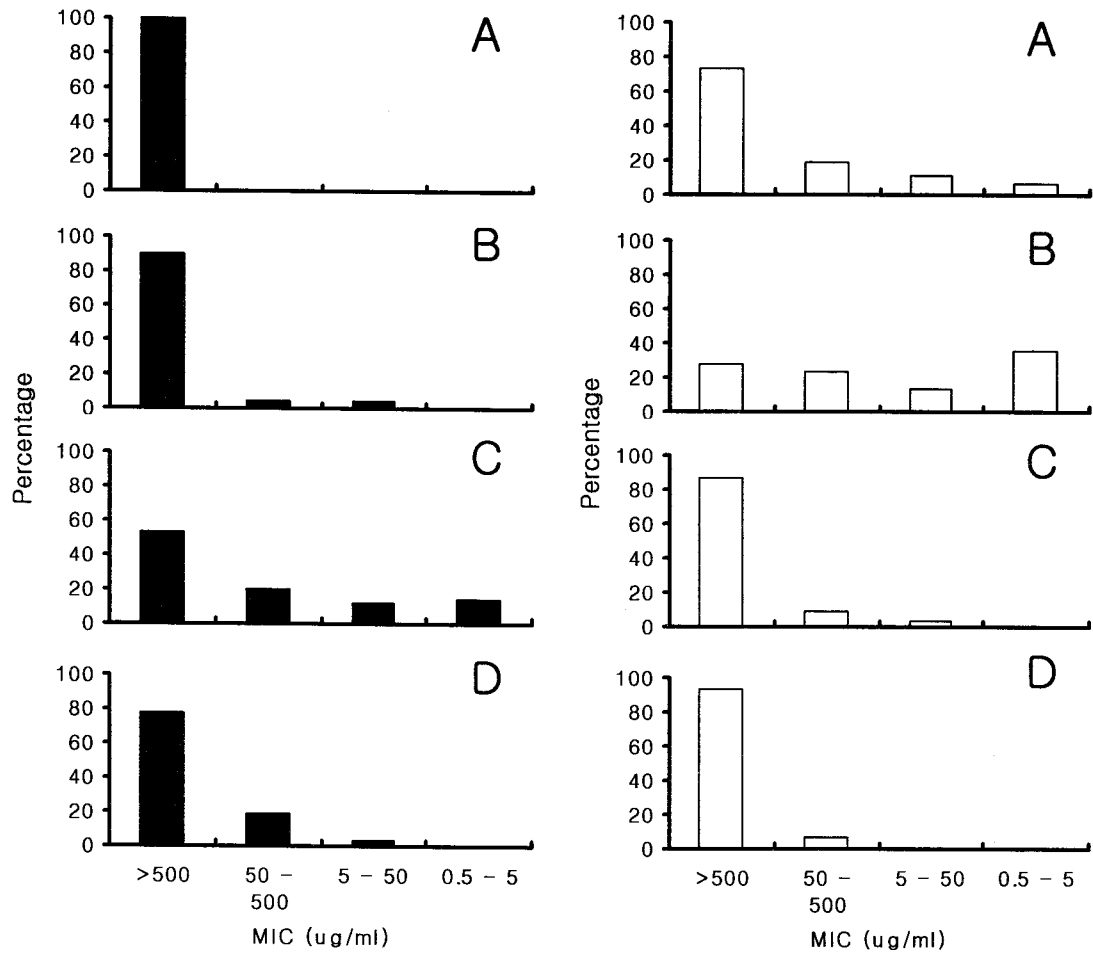


Fig. 3. Regional differentiation of minimum inhibition concentration (MIC) of isolates of *Colletotrichum acutatum* obtained in 1999 (left) and 2002 (right) to chlorothalonil. MIC means the concentration where mycelial growth of pathogens was inhibited perfectly. A; Gyeonggi/Gangwon-Do, B; Gyeongsangnam/Gyeongsangbuk-Do, C; Chungcheongnam/Chungcheongbuk-Do, D; Jeollanam/Jeollabuk-Do.

chlorothalonil에 대한 감수성 정도가 다른 경향은 *C. acutatum*과 *C. gloeosporioides*라는 병원균의 문제라기 보다는 두 종의 *Colletotrichum*에 속하는 균주간의 특성이 더 큰 이유라고 본다. 왜냐하면 실험에 사용한 *C. acutatum*과 *C. gloeosporioides*의 6균주와 14균주의 EC₅₀값을 비교하면 그 범위는 서로 비슷하지만 높은 EC₅₀값을 갖는 병원균 각각의 밀도가 *C. gloeosporioides*보다는 *C. acutatum*이 높기 때문이다. 이러한 현상은 연도별로 chlorothalonil에 대한 반응을 조사한 Fig. 1과 2에서도 알 수 있다. 2002년에 채집한 균주의 chlorothalonil에 대한 반응이 1999년의 균주보다 감수성으로 나오지만, 1999년과 2002년의 4균주씩을 선발하여 조사한 결과 살균제에 대한 반응은 동일 연도

에 채집한 병원균의 집단 내에서도 매우 다양함을 알 수 있었다. 그러나 살균제의 사용에 따라 주된 식물 병원균의 밀도가 변화할 수 있는 가능성이 제기되고 있기 때문에 포장에서 식물 병원균의 밀도 변화와 살균제에 대한 감수성 변화는 계속적으로 모니터링되어야 할 것으로 생각한다.

감사의 글

이 연구는 농림부에서 시행하는 농림기술개발연구 과제(과제번호 : 202143-3)로 수행한 연구의 결과입니다. 성공적인 연구 진행을 위해 연구비를 지급해 주신 것에 대하여 감사를 드립니다.

Table 1. Sensitivity of several isolates of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* to three protective fungicides

Species	Isolates	Chlorothalonil	Dithianon	Propineb
<i>C. acutatum</i>	JC24	412.1	185.2	4.7
	KS21	357.5	45.7	53.2
	MJ08	1500.0	165.2	44.1
	02YY02	1839	40.6	168.5
	02OG07	1522.0	137.8	332.0
	02JB04	846.1	90.4	177.4
<i>C. gloeosporioides</i>	2001-44	61.9	33.8	-
	2001-45	952.1	61.7	7.2
	40690	90.0	41.1	9.4
	CGF50	65.6	66.3	3.1
	CGF54	31.0	47.4	7.5
	CGF222	27.5	68.4	2.4
	CGF89	2.3	50.2	1.3
	CGF94	34.3	34.6	0.3
	CGF252	8.9	42.1	6.1
	B90	97.4	22.5	41.2
	B92	44.0	40.5	8.6
	B147	460.3	14.0	4.5
	B13	22.4	14.0	102.2
	B17	1500.0	824.0	112.2

^{a)}Numbers indicate the inhibitory effect (%) of mycelial growth on PDA amended with each fungicides compared with that on PDA without fungicide.

^{b)}For investigating the inhibitory effect of mycelial growth, colony diameter was measured after incubation at 25°C for 7 days.

^{c)}These tests were replicated three times.

인용문헌

- Bernstein, B., E. I. Zehr, R. A. Dean and E. Shabi (1995) Characteristics of *Colletotrichum* from peach, apple, pecan, and other hosts. *Plant Dis.* 79:478~482.
- Culbreath, A. K., K. I. Stevenson and T. B. Brenneman (2002) Management of late leaf spot of peanut with benomyl and chlorothalonil: a study in preserving fungicide utility. *Plant Dis.* 86:349~355.
- Davis, R. M., E. M. Miyao, R. J. Mullen, J. Valencia, D. M. May and B. J. Gwynne (1997) Benefits of applications of chlorothalonil for the control of black mold of tomato. *Plant Dis.* 81:601~603.
- Ishii, H., S. Iwamoto and K. Nishimura (1998) Comparative studies on fungicide sensitivity and other characteristics in *Colletotrichum* isolated from various plant species. The 1998 Brighton Conference pp.529~534.
- Kato, M., E. S. Mizubuti, S. B. Goodwin and W. E. Fry (1997) Sensitivity to protectant fungicides and pathogenic fitness of clonal lineage of *Phytophthora infestans* in the United States. *Phytopathology* 87:973~978.
- Keinath, A. P. (2000) Effect of protectant fungicide application schedules on gummy stem blight epidemics and marketable yield of watermelon. *Plant Dis.* 84:254~260.
- Kim, B. S., T. H. Lim, E. W. Park and K. Y. Cho (1995) Occurrence of multiple resistant isolates of *Botrytis cinerea* to benzimidazole and *N*-phenylcarbamate fungicides. *Korean J. Plant Pathol.* 11:146~150.
- Kim, J. T., S. K. Park, W. Choi, Y. H. Lee and H. T. Kim (2003) Identification of *Colletotrichum* spp. associated with pepper anthracnose in Korea. *Plant*

- Path. J. 19:331.
- Lee, C. U. and H. H. Kim (1986) Cross-tolerance of *Alternaria mali* to various fungicides. Korean J. Mycol. 14:71~78.
- Liyanage, H. D., R. T. McMillan and H. C. Kistler (1992) Two genetically distinct population of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. Phytopathology 82:1371~1376.
- Mayton, H., G. A. Forbes, E. S. G. Mizubuti and W. E. Fry (2001) The roles of three fungicides in the epidemiology of potato late blight. Plant Dis. 85:1006~1012.
- Park, C. S. (1981) Studies on fungicide resistance against rice blast disease. Cooperation Research Rept. No. 8-1 ORD, p.20.
- Peres, N. A. R., N. L. Souza, S. E. Zitko and L. W. Timmer (2002) Activity of benomyl for control of postbloom fruit drop of citrus caused by *Colletotrichum acutatum*. Plant Dis. 86:620~624.
- Sanogo, S., R. E. Stevenson and S. P. Pennypacker (2003) Appressorium formation and tomato fruit infection by *Colletotrichum coccodes*. Plant Dis. 87:336~340.
- Washington, J. R., J. Cruz, F. Lopez and M. Fajardo (1998) Infection studies of *Mycosphaerella fijiensis* on Banana and the control of black sigatoka with chlorothalonil. Plant Dis. 82:1185~1190.
- 金興泰, 金俊泰, 朴成祐, 金在貞, 朴殷淑 (2003) 炭疽病除に使う殺菌劑に對するトウガラシ炭疽病菌の感受性差異. 日本農藥學會. 第28回大會講演要約集. p.68.

Fluctuation of the sensitivity of *Colletotrichum* spp. causing the red-pepper anthracnose to chlorothalonil

Joon Tae Kim, Kyeong Hee Lee¹, Ji Young Min, In Joon Cho, Beum Kwan Kang, Seong Woo Park, Nguyen Van Bach, Yun-Sik Kim, Hong Seong Taek¹, Chang Woo Rho¹ and Heung Tae Kim* (Dept. of Plant Medicine, College of Agriculture, Chungbuk National University, 48 Gaeshin-dong Heungduk-gu Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea, Umseong Controlled Agricultural Experiment Station Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, 3 Osan-li Daeso-myeon, Umseong-gun Chungbuk, 369-824 Korea)

Abstract : Monitoring for the sensitivity of *Colletotrichum* spp. causing red-pepper anthracnose to chlorothalonil was conducted by the agar dilution method, which were isolated from infected pepper fruits in 1999 and 2002. Among the isolates in 1999 or 2002, their sensitivity to fungicide was fluctuated. Investigating the inhibitory effect of 500 µg/ml of chlorothalonil on the mycelial growth of *Colletotrichum* isolates isolated from the infected red-pepper fruits in 1999, the frequency of isolates was 23.4%, which showed 100% of inhibitory effect on mycelial growth, and 29.7% showing below 60%. Isolates in 2002, however, showed 34.6% and 14.8% of inhibitory effect on PDAs including the same concentration of fungicide, respectively, These results showed that the sensitivity of *Colletotrichum* isolates in 1999 was inferior to that in 2002. According to the sampling region, isolation frequency among isolates in 2002 showing less MIC rather than 1999 was increased in Kyunggi, Kangwon, Kyungbuk and Kyungnam while the frequency of resistant isolates was done in Chungnam, Chungbuk, Cheonnam and Cheonbuk. Fungicide monitoring results in this report will be of use on controlling the anthracnose in each region cultivating red-pepper.

key words : fungicide sensitivity, chlorothalonil, *Colletotrichum* spp., red-pepper anthracnose.

*Corresponding author (Fax: +82-43-271-4414, E-mail: htkim@cbnu.ac.kr)