

## 고추 탄저병균의 배양형 변이 그리고 병원성 차이

임진현 · 이순구\*

안동대학교 생명자원과학부

### Red Pepper Anthracnose : *Colletotrichum gloeosporioides*, It's Cultural Variations and Pathogenicity

Jin-Hyun Im and Soon-Gu Lee\*

School of Bioresource, Andong National University, Andong 760-749, Korea

(Received on July 29, 2004)

The dominant isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from the red pepper anthracnose(both of the diseased plants and debris) was more pathogenic than the isolates of *Colletotrichum acutatum* of minorly isolated from Gyeong-buk, Korea. There were both of the G and R strains of cultural variants of *Colletotrichum gloeosporioides*, the G strain was more pathogenic than R strain. The cultivars of red-pepper, cv. 'Kumsegi' was the most susceptible and cv. 'papet' was the least susceptible in the pathogenicity test. The isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from other host plant such on sesame, safflower, yam, strawberry could infect to the red pepper plant also.

**Keywords :** Anthracnose, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, Pathogenicity test

우리나라에서 고추는 주요한 경제작물 중의 하나이다. 그러나 전체적으로 노지고추 재배면적은 계속적으로 감소하는 추세이지만, 단위생산량은 풋고추의 경우 1990년대에 비하여 2003년 현재에는 약 2배 가량(3,863 kg/10a) 증가하여, 218,164 ton이 생산되었다. 건고추의 경우 경상북도가 전국 재배면적의 26.5%(15,269 ha)를 차지하여 가장 큰 건고추 재배 지역이다. 고추에 있어서 주요 생산 제한 요인 중 하나인 탄저병은 오래 전부터 알려진 주요 병원균이며, 우리나라뿐만 아니라 전세계적으로 많은 식물에 큰 피해를 주고 있다(Okayama와 Tsujimoto, 1994). 임(1998)에 따르면 우리나라에서 고추 탄저병에 의한 피해는, 연간 총 생산액의 약 10% 정도인 1천억원 정도로 추정되었다. 경북 북부지역에서 고추 탄저병균은 *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. coccodes* 3개 종이 보고되었는데, 그 중 *C. gloeosporioides*가 우점종으로 보고되었다(권 등, 1999). 각 종간 병원성은 *C. gloeosporioides*의 경우 과실에 병원성이 특히 강하고(김

등, 1986), 반면에 *C. dematium*은 상처가 생긴 과실에서만 병원성을 나타내었다고 하며(장 등, 1985), 고추 유묘에서는 *C. coccodes*가 가장 약하다고 하였다(Verma, 1973). 탄저병의 주요 전염원은 병걸린 식물의 잔재물이 대표적이며, 생육 초기부터 수확 말기까지 전 생육기에 걸쳐 발생하고, 특히 강수량이 많고 온도가 높은 늦여름에 심각한 피해를 일으킨다(정 등, 1984). 서로 다른 기주식물에서 분리되어진 탄저병균도 고추 탄저병의 전염원이 될 수 있는데 고추 과일에 무상처 접종시 포도에서 분리된 균주만이 병을 일으켰으나, 상처 접종시 포도, 사과, 고욤나무, 대추나무, 참깨, 사철나무, 구기자, 토마토에서 분리된 균주 모두 고추 과실에 병을 일으킴으로서 고추 탄저병균의 전염원으로서 중요성이 지적되었다(박 등, 1986). 따라서, 이 연구는 경북지역에서 발생하는 고추 탄저병의 월동 및 발생상황을 조사하여 탄저병의 전염과정을 구명하기 위한 기초 자료로 활용하기 위해 수행하였다.

### 재료 및 방법

고추 탄저병균의 채집. 고추 탄저병균을 분리하기 위

\*Corresponding author  
Phone)+82-54-820-5509, Fax)+82-54-823-1628  
E-mail)soongu@andong.ac.kr

하여 안동(남선, 와룡, 임하, 도산), 영양(석보, 입암, 일월, 청기), 예천(상리, 용문, 호명, 풍양), 봉화(봉성, 상운, 명호, 몰야), 청송(부남, 안덕, 현서, 진보), 의성(단촌, 점곡, 안평, 옥산) 지역에서 2003년 1월 25일부터 3월 23일까지 4회에 걸쳐서 노지에 방치되어 있는 병든 식물체를 채집하여 병원균을 분리하여 사용하였으며, 고추 재식 후 새롭게 발병된 고추열매를 붉은 고추와 푸른 고추로 구분하여 6월 중순에서 10월 중순까지 2주 간격으로 10회에 걸쳐 균주 분리에 사용하였다.

**균주 분리.** 병든 부분에서 병반부와 건전부의 경계 조직을 3×3 mm 크기로 절단하여, 70% Ethanol과 1% NaOCl에 차례대로 1분간 침지한 후, 살균수에 3회 행구었다. 그리고 filter paper를 이용하여 물기를 완전히 제거한 후 물한천배지(Water Agar) 위에 치상하였다. 배지상에서 자란 탄저병균의 포자를 검경하여 탄저병균임을 확인하고 감자한천배지(PDA; Potato Dextrose Agar)에 단포자를 분리하였으며, 27°C 항온기에 7일간 배양 후 균사 끝 부분을 떼내어 PDA 배지상에 계대 배양하였다.

**형태적 특성 조사.** 분리된 균주를 PDA 배지에 배양한 후 균총의 색깔과 형태를 조사하였다. 포자의 형태적 관찰은 균총의 형태 조사 후 포자를 채취하여 광학현미경(LM; Light microscope, SMZ 800, Nikon) 상에서 포자 선단의 모양과 형태를 관찰하였다.

**고추 탄저병균 계통(G, R계통)간의 병원성 검정.** PDA 배지상에 증식된 *C. gloeosporioides*의 G계통과 R계통의 균주들을  $1 \times 10^6/ml$ 의 포자현탁액(50 ml)으로 제조하여 재식 100일된 고추 품종 마니따에 분무접종 후 습실처리하여 두 계통간의 병원성 검정을 실시하였다. 처리는 3포기 3반복으로 진행되었다.

**고추 품종별 탄저병에 대한 병원성 검정.** 병원성 검정을 위해  $10^6/ml$ 의 포자현탁액을 재식 후 100일된 고추에 품종별로 분무접종하였다. 7가지 고추 품종에 대해 3포기 3반복으로 접종하였다.

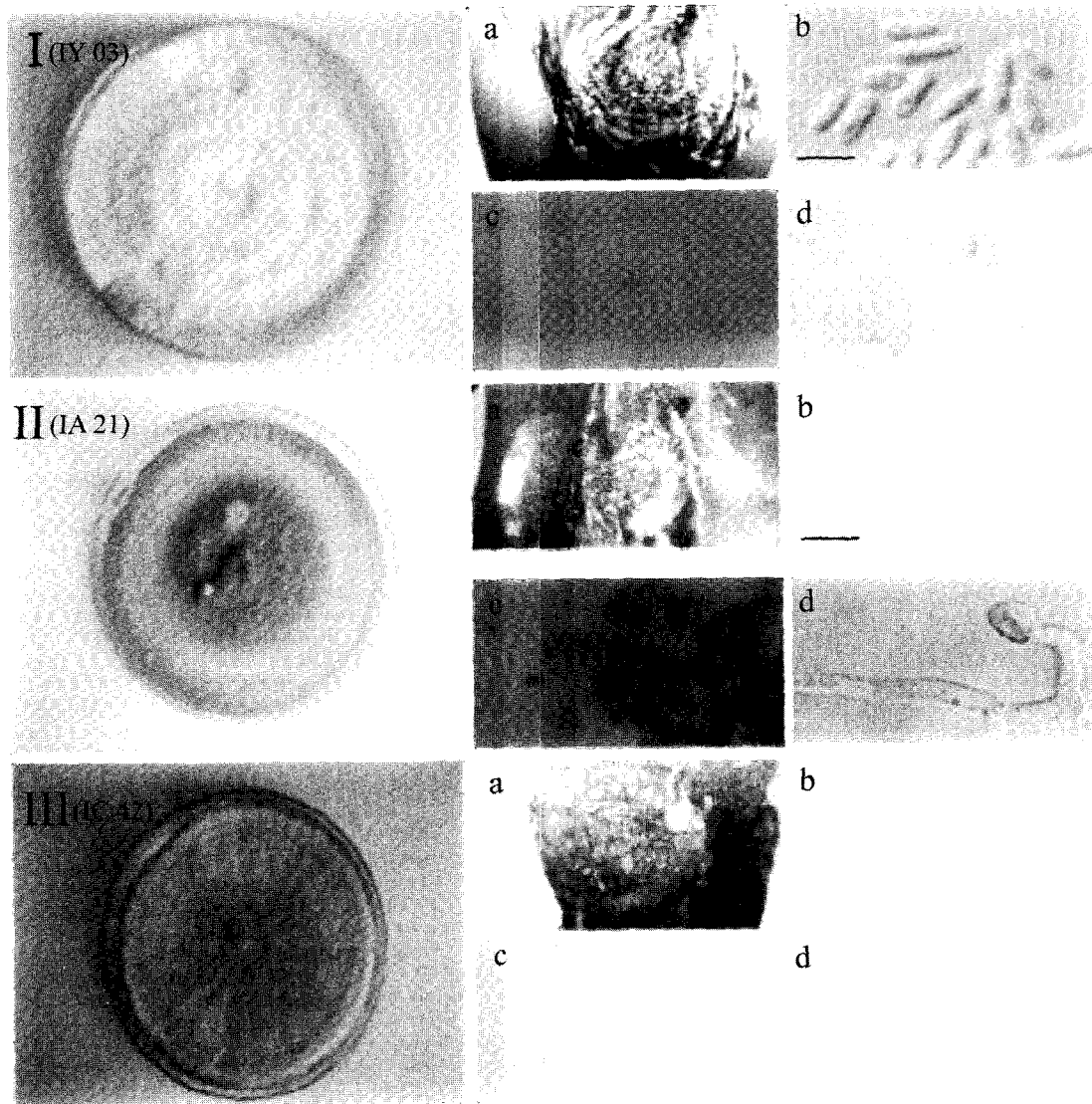
**다른 기주식물에서 분리된 균주의 병원성 검정.** 2003년 탄저병균에 감염된 참깨, 홍화의 조직을 표면소독한 후 감자한천배지(PDA; Potato Dextrose Agar)에서 탄저병균을 분리하였다. 그리고 딸기(*C. gloeosporioides*, *G. cingulata*), 홍화(*C. acutatum*) 균주는 신물질연구소에서 분양받았으며, 마 균주는 농생물학과 실험실에 보관중인 균주를 사용하였다. 각 균주를 PDA 배지에 배양하여 형태적 특성을 관찰하였으며, 병원성 검정은 앞에서와 동일한 방법으로 고추 품종 마니따에 분무접종하였다.

## 결과 및 고찰

**병원균의 분리와 분리 지역에 따른 특성.** 병걸린 고추에서 안동 90균주, 영양 73균주, 예천 81균주, 봉화 83균주, 의성 92균주 그리고 청송 81균주를 포함하여 모두 500개의 고추 탄저병균과 홍화, 참깨에서 각 균주의 탄저병균을 분리하였다. 분리된 균들의 분생포자는 무색의 원통형으로 불규칙한 형태의 부착기를 형성하였는데, 기존 문헌과 비교하여 *Colletotrichum* spp.로 동정하였다(Fig. 1). 지역별로 병걸린 식물, 병걸린 식물체에서 고추 탄저병균을 분리한 결과 안동, 영양 그리고 예천에서 모두 *C. gloeosporioides*균이 분리되었으며, 2003년 당해 병걸린 식물에서 균주 분리 결과 청송에서만 유일하게 *C. acutatum*이 분리되었다. 그리고 청송의 경우 전체 81균주 중에서 3.7% 비율로 *C. acutatum*이 검출되었다(Table 1).

**균주별 형태적 특성.** *C. gloeosporioides* G계통의 경우, 균총은 밝은 회색계통이며, 균핵이 없고, 그리고 원통형의 포자모양을 나타내었다. *C. gloeosporioides* R계통은, 어두운 회색의 균총을 이루고 균핵이 있으며, *C. acutatum*은 핑크색의 균총을 형성하고 균핵이 없는 특징이며 한쪽 끝이 약간 뾰족한 포자 모양을 형성하였다(Fig. 1). 과실표면에 붙은 분생포자가 기주체를 침입하여 병을 진전시키고 새로운 영양원을 찾아 나가기 위한 일련의 개략적인 과정을 SEM(Scanning electron microscope)을 통하여 확인하였다(Fig. 2).

**병원성 검정.** 병원성 검정 실험에서 푸른 고추와 붉은 고추 모두에 심한 병징을 일으킴으로서 *C. gloeosporioides* G계통의 성질을 보였다. 푸른 고추에 비교적 약한 병원성을 나타냄으로서 R계통으로 동정되었다(Table 2). 고추 품종 마니따에 대한 *C. gloeosporioides*의 G계통과 R계통의 병원성 검정 결과  $10^2/ml$  농도로 접종시 5%의 병 발생이 되었으나,  $10^6/ml$  농도에서는 이병과율 20.3%로 가장 높은 발병율을 보였다(Fig. 3). 고추에서 분리된 *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum*간의 병원성 검정 실험에서는 *C. gloeosporioides*가 *C. acutatum* 보다 2.5배 정도 강한 병원성을 나타내었다(Fig. 4). *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum* 균주를 붉은 고추와 푸른 고추에 접종하여 병원성을 검정하였을 때, *C. gloeosporioides*균의 경우 푸른 고추와 붉은 고추 각각에 18.2%, 19.4%의 높은 병원력을 보였으나, *C. acutatum*은 약 10% 정도의 낮은 병원성을 보여주었다(Fig. 5). 전년도 노지에서 이병된 채 그대로 방치된 식물과 2003년 재식 후 새롭게 발병된 고추열매에서 분리한 *C. gloeosporioides*간의 병원성은 통계적 차



**Fig. 1.** Photographs of colony morphology on PDA medium from pepper anthracnose and their characteristics of symptom, conidia, sclerotium, and appressorium. **I:** *Colletotrichum gloeosporioides* G strain, **II:** *C. gloeosporioides* R strain, **III:** *C. acutatum*, **a:** a anthracnose symptom on pepper fruit, **b:** conidial shape ( $\times 4,000$ ), scale bars: 10  $\mu\text{m}$ , **c:** sclerotium on the PDA medium, **d:** appressorium on the PDA ( $\times 3,000$ ).

**Table 1.** Anthracnose pathogen isolated from dead pepper plants or living plants in northern Geyongsangbuk-do

Region distribution	From dead plants <sup>a</sup>	From living plants
Andong	<i>C. gloeosporioides</i> (11) <sup>b</sup>	<i>C. gloeosporioides</i> (79)
Yeongyang	<i>C. gloeosporioides</i> (13)	<i>C. gloeosporioides</i> (60)
Yecheon	<i>C. gloeosporioides</i> (11)	<i>C. gloeosporioides</i> (70)
Bonghwa	-	<i>C. gloeosporioides</i> (83)
Uiseong	-	<i>C. gloeosporioides</i> (92)
Cheongsong	-	<i>C. gloeosporioides</i> (78) <i>C. acutatum</i> (3)

<sup>a</sup>Diseased debris in the red-pepper field.  
<sup>b</sup>A parenthesis means number of isolates.

이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 전년도 병걸린 식물에서 월동한 탄저병균이 다음해 전염원의 역할을 한다는 것을 암시한다(Fig. 6). 그리고 각 품종별로 *C. gloeosporioides*를 접종하여 발병정도를 조사한 결과 금세기 등의 품종은 60% 이상의 발병율로 가장 감수성으로, 파페트 등은 13.3% 이하의 약한 감수성으로 판단되었다(Table 3). 고추 품종 마니따에 대한 서로 다른 기주에서 분리되어진 *C. gloeosporioides*의 고추에 대한 병원성 검증에서 고추에서 분리된 균주가 25.5%로 가장 병원력이 높았으며, 참깨와 홍화에서 분리된 균주가 다음으로 높은 병원력을 나타내었다(Table 4). 그러나 홍화에서 분리된



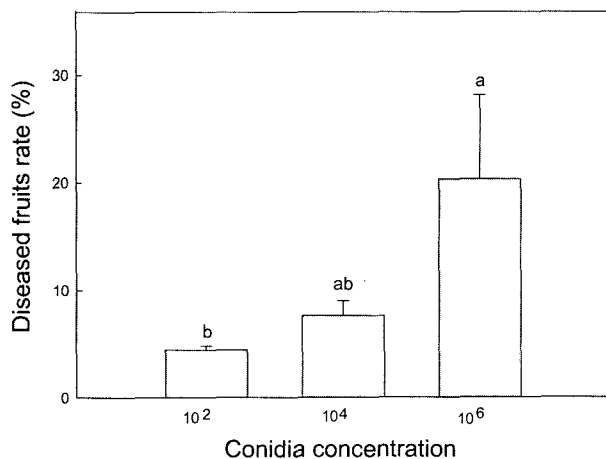
**Fig. 2.** Morphological characters of pepper anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides* by scanning electron microscope (SEM). **a:** conidia on the pepper fruit surface ( $\times 2,000$ ), **b:** hypha on the pepper fruit ( $\times 1,500$ ), **c:** acervulus in the pepper fruit ( $\times 1,000$ ).

**Table 2.** Pathogenicity and morphological characteristics used to identify the strain of the anthracnose isolates compared with *Colletotrichum gloeosporioides*

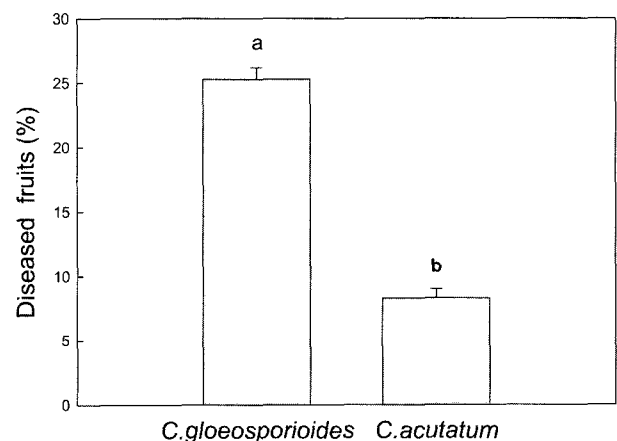
	<i>C. gloeosporioides</i> G strain	IA 27	<i>C. gloeosporioides</i> R strain	IY 76
Conidial shape	cylindrical	cylindrical	cylindrical	cylindrical
Seta	-	-	+/-	-
Colony color (PDA)	white or bright gray	white	dark gray	dark gray
Sclerotium <sup>a</sup>	-	-	+/-	+
Acervulus <sup>a</sup>	+	+	+/-	+
Pathogenicity <sup>b</sup> (green/red fruit)	++ / ++	++ / ++	- / +	+ / ++
No. of isolates		119		378

<sup>a</sup>- : absent, +/- : present or absent, + : present.

<sup>b</sup>- : not pathogenic, + : rotted, ++ : severely rotted.



**Fig. 3.** Diseased fruits rate (%) on pepper plants by inoculation of different concentration with pepper anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides* conidia suspension.



**Fig. 4.** Diseased fruits rate (%) on pepper plants inoculated with conidia suspension ( $10^6/ml$ ) of pepper anthracnose pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum*.

*C. acutatum*, 딸기에서 분리된 *G. cingulata*는 병을 일으키지 못하였다. 박 등(1986)은 참깨에서 분리한 *C. gloeosporioides*는 고추에 무상처 접종시 병을 일으키지

않는다고 보고하였으며, 남 등(1998)은 딸기 탄저병(*C. gloeosporioides*) 역시 무상처 접종시 병원성이 없다고 보고하였으나, 이 실험에서는 이들의 병원성을 확인할 수

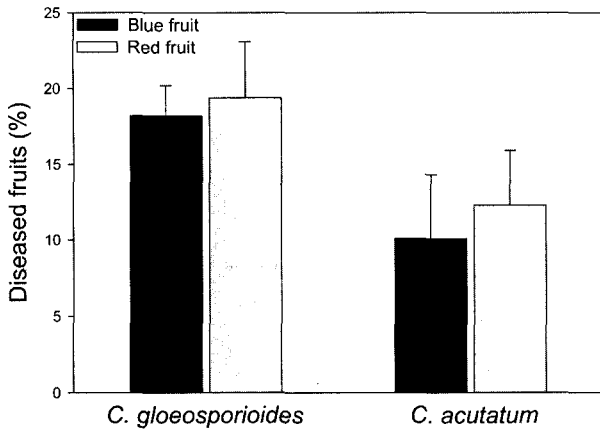


Fig. 5. Pathogenicity of *Colletotrichum* spp. on blue fruit and red fruit of pepper cultivar when artificially inoculated with conidia suspension  $10^6/ml$  without wounds.

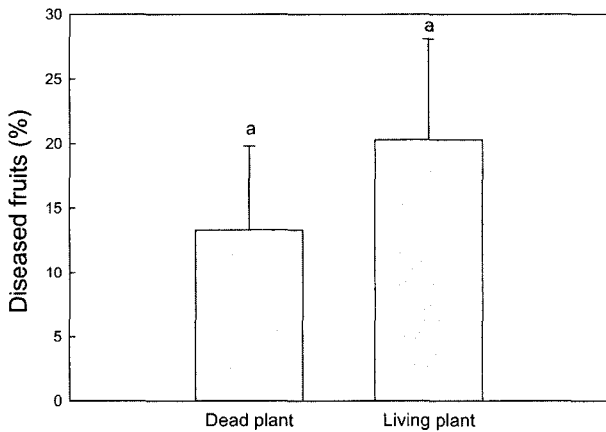


Fig. 6. Pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides* ( $10^6/ml$  conidia suspension) isolates from dead plant and living plant year against the pepper plants.

Table 3. Pepper cultivar resistance reaction to the inoculation of the *Colletotrichum gloeosporioides*

Pepper cultivar <sup>a</sup>	Diseased rate (%) <sup>b</sup>
금세기	66.3 a
천하장사	61.6 a
일출봉	51.6 ab
신태양	38.3 bc
마니따	20.0 cd
청양	13.3 d
파페트	3.3 d

<sup>a</sup>We used 100 days old crops each plants breed.

<sup>b</sup>(Infected amount of crops / Whole amount of crops) × 100.

있었다. 따라서 홍화, 참깨, 마, 딸기가 고추 탄저병의 전염원으로 중요하다는 사실을 확인하였다. 고추 재배시 품

Table 4. Pathogenicity of pepper anthracnose isolated from different host on red pepper cultivar manitta when artificially inoculated ( $10^6/ml$  conidia suspension) without wounds in the greenhouse

Isolated from	Anthraco-nose pathogens	Diseased rate (%) <sup>a</sup>
pepper	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	25.5 a
safflower	<i>C. gloeosporioides</i>	20.3 ab
sesame	<i>C. gloeosporioides</i>	16.3 abc
strawberry	<i>C. gloeosporioides</i>	5.9 bc
yam	<i>C. gloeosporioides</i>	5.0 bc
safflower	<i>C. acutatum</i>	0 c
strawberry	<i>Glomerella cingulata</i>	0 c
Control		0 c

<sup>a</sup>Means followed by the same letter were not significant at  $p=0.05$ , based on Duncan's multiple range test.

종 선택에 있어서, 경북 북부지역 기상에 적합한 품종의 선택이 우선이 되어야 하지만, 이와 더불어 고추 재배지에 우점을 하는 탄저병균인 *C. gloeosporioides*에 대한 병저항성 품종에 대한 인식이 중요하리라 여겨진다. 뿐만 아니라 병걸린 잔재물의 처리, 즉 포장위생을 통하여 전염원을 방지하는 것이 매우 중요한 과제이다.

따라서 비록 일부 균주들의 고추에 대한 병원성이 인정되지는 않았으나 홍화, 참깨, 딸기, 그리고 마에 병을 일으키는 탄저병 균주들 모두 고추 탄저병의 전염원으로 중요하다.

## 요 약

붉은 고추 탄저병균의 우점종인 *Colletotrichum gloeosporioides*는 *C. acutatum*에 비해 병원성이 강하였다. *C. gloeosporioides*는 G와 R계통이 존재하였으며, G계통이 R계통보다 더욱 강한 병원성을 보였다. 붉은 고추 품종간의 병원성 검정 결과, 금세기 품종이 가장 감수성이었고, 파페트 품종이 가장 약한 감수성이었다. 참깨, 홍화, 마, 그리고 딸기와 같은 다른 기주에서 분리되어진 *C. gloeosporioides*는 붉은 고추에 감염을 일으켰다.

## 참고문헌

- 김완규, 조의규, 이은종. 1986. 고추 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.의 2계통. 한식병지 2(2): 107-113.  
 남명현, 정석기, 유성준, 서관석, 김흥기. 1998. 국내 딸기 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*의 배양적, 병원학적 특성. 한식병지 14(6): 654-660.  
 박경석, 양성석, 조의규. 1986. 고추 탄저병의 역학적 연구. 농

- 업과학기술원 작보(타)-농연-병리-. 18: 286-294.
- 엄광흡. 1998. 고추 탄저병균인 *Colletotrichum* spp.의 포자발아와 부착기 형성. 서울대 석사학위 논문. 93pp.
- 임진현. 2004. 고추 탄저병균의 형태 및 병원성 변이에 관한 연구. 안동대 석사학위논문. 44pp.
- 장순화, 정봉구. 1985. 고추 탄저병에 대한 품종저항성 및 병원균 생장에 미치는 영양원의 효과. 한국균학회지 13(4): 227-233.
- 정봉구, 장순화. 1984. 고추에서 분리한 탄저병균 *Colletotrichum dematium*에 대한 병원학적 연구. 한국균학회지 12(4): 153-157.
- Okayama, K. and Tsujimoto, A. 1994. Occurrence of strawberry anthracnose caused by *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding et Schrenk and pathogenicity of the fungus. *Ann. Phytopatho. Soc. Japan* 60: 617-623.
- Verma, M. L. 1973. Comparative studies on virulence of isolates of species of *Colletotrichum* parasitic on Chillies. *Indian Phytopath.* 26: 28-31.