

## 다른 기주 탄저병균의 딸기에 대한 병원성

김승한\* · 윤재탁 · 이준탁<sup>1</sup>경상북도농업기술원, <sup>1</sup>경북대학교 농생물학과Pathogenesis of *Colletotrichum gloeosporioides* from Other Hosts on StrawberrySeung-Han Kim\*, Jae-Tak Yoon and Joon-Tak Lee<sup>1</sup>

Gyungbuk Agricultural Technology Administration, Daegu 702-708, Korea

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

(Received on February 14, 2004)

The pathogenesis of 25 isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from apple, 42 isolates from pepper, 5 isolates from jujube, 8 isolates from persimmon was evaluated to know transmission to strawberry from other infected plants. Followings are the results. Colony morphology and spore size on potato dextrose agar was similar. When each isolate was inoculated on leaf and petiole of strawberry, isolates from persimmon was the most pathogenic. Five isolates, one pathogenic isolate per each host, were evaluated in simulated field condition under natural rainfall for their natural infectivity. All isolates infected strawberry in field condition, so *C. gloeosporioides* from other hosts are potential inoculum source of strawberry anthracnose.

**Keywords :** Anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, Strawberry

탄저병은 전 세계적으로 분포하는 병해이며(Baily와 Jeger, 1992) 우리나라에서는 39종의 *Colletotrichum*속이 기록되어 있는데, 그 중 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.은 사과(이, 1994), 고추(Park과 Kim, 1992)등 경제적 가치가 높은 작물을 포함한 43종의 식물에서 병을 일으키는 가장 중요한 병원균의 하나이다(한국식물병리학회, 1998). 딸기탄저병은 *C. gloeosporioides*에 의해 발생하는 병으로(Kim 등, 1992) 육묘포와 본포에서 식물체를 시들어 죽게 하나 전염경로 등이 완전히 밝혀져 있지 않아 적절한 방제가 어려워 해마다 많은 피해를 주고 있다(남, 1999). 우리나라에서 딸기과실의 생산을 위한 본포의 재배형태는 대부분 겨울에 시설을 이용한 축성 또는 반축성재배 작형이므로 본포에서 발생하는 탄저병균의 전염원은 매우 제한되어 있다고 할 수 있으나, 딸기묘의 육묘는 대부분 여름에 노지재배를 하고 있으므로 본포와는 달리 강우와 이병잔사체 등 다양한 전

염경로가 존재할 수 있다. 현재 딸기 육묘포에서 탄저병의 전염경로는 모주(김 등, 2002), 오염된 토양(남, 2003) 등이 보고되어 있으나, 딸기육묘포 주변에 탄저병의 기주 식물인 고추, 사과 등을 재배할 경우에 여기에 발생한 탄저병이 딸기 육묘포로 전염될 가능성에 대한 연구는 지금까지 없었다. 따라서 본 시험은 딸기 이외 다른 기주 식물에서 분리된 탄저병균을 동정하고 이들의 특성과 딸기에서 병원성 여부를 조사하여 다른 작물로부터 딸기로 전염이 가능한지를 알아보기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

**기주별 균주분리.** 경북지역에서 탄저병에 이병된 사과, 고추, 감, 대추를 대상으로 과실을 채집하여 70% 에탄올과 1% 차아염소산나트륨 용액으로 각각 1분간 표면 살균한 후 감자한천배지(PDA)에 치상하고, 25°C 항온기에서 배양하여 병원균을 분리하였다. 분리된 탄저병균은 종을 동정한 후 PDA사면배지에 보관하면서 실험에 사용하였다. 딸기탄저병균은 경상북도농업기술원 병리곤충실험실에서 보관중인 균주를 사용하였다.

\*Corresponding author

Phone)+82-53-320-0234, Fax)+82-53-321-7730

E-mail)kshan1@naver.com

**배양적 특성비교.** 딸기에서 분리된 *C. gloeosporioides* 와 타 기주에서 분리된 *C. gloeosporioides* 간에 형태적 차이가 있는지 알아보기 위하여 실험하였다. 위의 실험에서 분리된 균주와 딸기탄저병균(42균주)을 PDA배지에 배양한 후 균총의 가장자리를 직경 3 mm의 코르크보러로 떼어내어 균사가 함유된 디스크(함균디스크)를 만들었다. 이 함균디스크를 새로운 PDA배지에 이식하여 25°C 항온기에서 7일간 배양하면서 균사발육 속도와 균총색을 조사한 후 살균수로 분생포자를 수거하여 균주별로 각 100개씩 포자의 크기와 형태를 광학현미경으로 조사하였다.

**딸기에 대한 병원성 검정.** 각 기주식물에서 분리한 탄저병균의 딸기에 대한 병원성을 알아보기 위하여 딸기 식물체(품종 : 레드필)에 접종하여 병원성을 검정하였다. 딸기에서 잎과 잎자루를 채취하여 1% 차아염소산나트륨 용액에 1분간 표면살균하고 살균수로 세척하여 접종에 사용하였다. 접종원은 PDA배지에서 10일간 배양된 균총에 살균수를 10 ml 첨가하여 분생포자를 수거한 후 킴와프스지로 균사를 걸러낸 다음 포자농도를  $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ /ml로 조절된 포자현탁액을 사용하였다. 잎의 접종은 위에서 조절된 포자현탁액을 잎 중앙에 한 방울 떨어뜨린 후 습실처리된 Petri dish에 넣어 25°C 항온기에 보관하면서 발병을 관찰하였다. 잎자루에 접종은 살균된 딸지면을 위에서 조절된 포자현탁액에 적셔 잎자루에 감은 후 이탈을 방지하기 위해 접종한 딸지면 위에 알루미늄호일을 감아서 습실처리된 용기에 담아 25°C 항온기에 보존하면서 발병을 관찰하였다.

**포장병원성 검정.** 다른 기주식물에서 분리된 탄저병균의 균주 중 실내실험에서 딸기에 대해 병원성을 나타내는 균주들이 자연 상태에서도 딸기에 대해 병원성을 나타내는지 알아보기 위해 실험하였다. 2002년 5월 비닐 하우스에 레드필 품종의 딸기를 심어 2003년 4월까지 탄저병의 발병이 없었던 하우스를 실험포장으로 이용하였다. 시험구는 하우스 골조에 피복된 비닐을 제거하여 강우에 노출되도록 한 후 길이방향으로 하우스를 5등분하여 탄저병균 접종구(사과, 감, 고추, 딸기탄저병균)와 무접종구로 나누었다. 시험포장내에서 탄저병균의 포자가 빗물에 의해 다른 처리구로 비산되는 것을 차단하기 위해 각 구의 경계부위에 바닥에서부터 1 m 정도의 높이로 비닐을 설치하였다. 접종원은 딸기에서 병원성이 확인된 균주를 기주별로 각각 1개체씩 선발하여 PDA배지에 접종한 후 25°C 항온기에서 7일 이상 배양한 균총을 사용하였다. 강우가 시작되었을 때 위에서 준비한 접종원 배지의 뚜껑을 제거하고, 배양된 접종원의 배지를 각 처리구에 10개씩 약 1 m 정도의 간격으로 놓아두어 접종원

배지에 생성되어 있는 포자가 빗물에 의해 자연비산되어 딸기에 탄저병균이 전염되도록 유도하였으며, 탄저병균을 배양한 접종원 배지의 설치는 5월에서 6월 사이에 3회에 걸쳐 실시하였다. 접종원 배지를 설치한 후 포장을 주기적으로 관찰하면서 탄저병과 유사한 병징이 나타났을 때 병반에서 병원균을 분리하여 접종한 균에 의해 발병되었는지를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

**기주별 균주분리.** 사과, 고추, 대추, 감에서 모두 96균주의 탄저병균을 분리하여 기존의 기록(Bailey와 Jeger, 1992)에 따라 종을 동정한 결과, *Colletotrichum gloeosporioides* 가 80균주, *Glomerella cingulata*가 5균주, *C. acutatum*가 11균주로 동정되었으며, 기주별로는 사과에서 *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *G. cingulata*가 분리되었고, 대추에서는 *C. gloeosporioides*, *G. cingulata*가 분리되었으며, 고추와 감에서는 모두 *C. gloeosporioides*만 분리되었다(Table 1).

**배양적 특성.** 각 기주별에서 분리된 *C. gloeosporioides* 은 PDA배지에서 배양하여 딸기탄저병균과 배양적 특성을 비교한 결과, 균총 발육 속도에서 감과 고추에서 분리된 균주들은 발육이 비교적 느렸으며, 사과와 대추에서 분리한 균주들은 딸기탄저병균과 비슷한 발육속도를 나타내었다. 균총의 형태는 기주에 따라 조금씩 달랐는데 사과에서 분리된 균주는 기중균사를 많이 형성하면서 균총발육속도가 느린 경우와 기중균사는 별로 형성하지 않지만 균총발육속도가 빠르며, 배지표면에 포자를 많이 형성하는 특징을 지닌 두 가지 형태의 탄저병균들이 주로 분리되었다. 감과 대추에서 분리한 탄저병균주는 기중균사가 비교적 적고 포자를 많이 형성하며 균총의 색은 초기 흰색에서 배양시간이 길어질수록 회색 또는 짙은 회색으로 변하였다. 고추에서 분리한 탄저병균은 기중균사가 적고 옅은 회색을 띠는 특징을 지닌 균주들만 분리되었다. 위에서 분리된 각 기주별 탄저병균과 딸기탄저병균

**Table 1.** Frequency of isolation of *Colletotrichum* species from apple, persimmon, jujube, and pepper

Host	No. of isolates			
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>G. cingulata</i>	<i>C. acutatum</i>	Total examined
Apple	25	4	12	4141
Persimmon	8	0	0	8
Jujube	5	1	0	6
Pepper	42	0	0	42

**Table 2.** Morphological characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* from four hosts

Isolate	Spore			Colony		Isolate	Spore			Colony	
	Length	Width	Width/Length	Color	Diameter (mm) <sup>a</sup>		Length	Width	Width/Length	Color	Diameter (mm) <sup>a</sup>
A0204	16.39	6.05	0.37	gray	80	PE0213	11.99	4.71	0.39	gray	63
A0205	11.97	5.28	0.44	pink	61	PE0218	12.18	4.68	0.38	-	-
A0206	-	-	-	white	82	PE0219	12.93	5.08	0.39	gray	50
A0210	-	-	-	gray	78	PE0220	17.99	5.23	0.29	gray	75
A0211	17.94	6.77	0.38	gray	85	PE0221	-	-	-	gray	75
A0213	-	-	-	white	85	PE0222	-	-	-	gray	61
A0214	18.62	6.37	0.34	gray	68	PE0223	-	-	-	gray	53
A0216	-	-	-	white	69	PE0224	12.71	3.87	0.30	gray	64
A0217	17.86	5.26	0.29	white	85	PE0225	14.09	4.84	0.34	gray	63
A0219	-	-	-	gray	67	PE0226	-	-	-	gray	54
A0220	-	-	-	gray	81	PE0227	12.45	4.55	0.37	gray	61
A0222	-	-	-	white	66	PE0228	14.38	4.92	0.34	gray	63
A0223	-	-	-	white	78	PE0229	12.51	5.16	0.41	gray	47
A0225	-	-	-	white	65	PE0230	12.39	4.15	0.34	gray	56
A0228	-	-	-	white	85	PE0231	13.43	5.03	0.37	gray	61
A0230	15.09	5.59	0.37	gray	70	PE0232	12.61	4.61	0.37	gray	50
A0231	12.68	4.89	0.39	pink	55	PE0233	12.52	4.98	0.40	gray	56
A0232	12.79	5.79	0.45	gray	66	PE0234	12.73	4.29	0.34	gray	64
A0234	12.66	5.58	0.44	gray	58	PE0235	13.15	4.16	0.32	gray	51
A0238	13.95	4.18	0.30	gray	57	PE0236	12.95	4.39	0.34	gray	66
A0240	12.30	5.09	0.41	gray	62	PE0237	12.19	4.15	0.34	gray	63
J0201	15.18	4.89	0.32	pale gray	72	PE0238	13.87	4.59	0.33	gray	65
J0202	16.08	6.36	0.40	gray	69	PE0239	13.77	4.27	0.31	gray	62
J0203	14.85	3.82	0.26	-	-	PE0240	12.82	4.36	0.34	gray	63
J0204	14.93	4.71	0.32	-	-	PE0241	13.98	4.81	0.34	gray	55
J0206	15.28	6.30	0.41	white	65	PE0242	13.27	5.22	0.39	gray	65
PE0203	14.05	4.85	0.35	gray	63	Ps0201	14.60	5.16	0.35	gray	52
PE0204	12.98	3.68	0.28	gray	59	Ps0202	16.87	5.73	0.34	ivory	75
PE0205	-	-	-	gray	57	Ps0203	17.08	6.24	0.37	white	63
PE0206	13.79	6.46	0.47	gray	62	Ps0204	-	-	-	white	55
PE0208	12.30	4.42	0.36	-	-	Ps0205	17.73	4.96	0.28	white	61
PE0209	14.61	4.53	0.31	gray	61	Ps0206	15.40	5.72	0.37	pale gray	59
PE0210	14.61	4.75	0.33	white	60	Ps0207	-	-	-	white	55
PE0211	13.93	4.45	0.32	gray	49	Ps0208	14.33	3.86	0.27	gray	57
PE0212	13.03	4.04	0.31	gray	52						

A: Apple, J: Jujube, Pe: Pepper, Ps: Persimmon, -: not examined.

<sup>a</sup>Diameter of each isolate was measured seven days after inoculation on PDA at 25°C.

의 형태적 특성을 비교할 때는 사과에서 분리한 탄저병 균이 딸기에서 분리한 탄저병균과 가장 유사하였다(Table 2). 각 기주별 탄저병균의 포자 크기는 감에서 분리한 탄저병 균주의 포자가 가장 컸고, 고추에서 분리한 탄저병 균주들의 포자가 가장 작았는데 기주간에 포자크기의 통계적 유의성이 인정되었다. 포자의 폭과 길이의 비율(폭/

길이)은 딸기에서 분리된 탄저병 균주가 가장 크게 나타났다으며, 감에서 분리된 탄저병 균주들이 가장 작았고, 통계적 유의성 또한 인정되어(Table 3) 기주에 따라 포자의 크기에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 콩탄저병의 경우 기주와 지역에 따라 균주간 포자와 부착기 크기에 차이가 있다고 보고되어 있다(Browning 등, 1999).

**Table 3.** Variation of conidial size of *C. gloeosporioides* isolates from five different hosts

Host	Length (μm) <sup>a</sup>	Width (μm)	Width/length
Apple	14.4 ± 3.43ab <sup>b</sup>	5.4 ± 0.85ab	0.39 ± 0.10ab
Jujube	15.5 ± 2.70ab	5.4 ± 1.12ab	0.35 ± 0.10b
Pepper	13.4 ± 2.66b	4.6 ± 0.98c	0.35 ± 0.10b
Persimmon	16.3 ± 2.86a	5.2 ± 1.01b	0.33 ± 0.09b
Strawberry	14.2 ± 5.64ab	5.9 ± 2.64a	0.41 ± 0.08a

<sup>a</sup>100 spores in each isolate were measured seven days after inoculation on PDA at 25°C.

<sup>b</sup>Values followed by the same capital letter in column and same letter in rows are not significantly different at  $p=0.05$  by Duncan's Multiple Range Test.

따라서 위의 실험에서 나타난 포자의 형태적 차이는 동일한 기주에서 분리된 균주간에서도 나타나는 변이이므로 기주에 따라 포자크기는 충분히 다르게 나타날 수 있을 것이다. 그러므로 분리한 기주별 포자크기는 딸기탄저병균과 다른 기주에서 분리한 탄저병균을 서로 구별할 수 있는 기준은 될 수 없을 것으로 생각된다.

**딸기에 대한 병원성 검정.** 각 기주에서 분리한 *C. gloeosporioides*를 딸기 잎에 접종한 결과, 딸기에서 분리한 균주는 모두 발병되었으나 다른 기주에서 분리한 균주들은 발병율에서 많은 차이를 보였는데, 감에서 분리한 균주들이 발병율이 가장 높았고, 대추와 고추에서 분리한 균주는 낮은 발병율을 보여주었다. 딸기의 부위별로는 잎에 접종하였을 경우 감에서 분리된 균주가 가장 강한 병원성을 보였으나 사과, 딸기, 고추에서 분리된 균주와 유의성은 인정되지 않았다. 잎자루에 접종하였을 경우 딸기에서 분리된 균주가 가장 강한 병원성을 보였으며, 대추에서 분리한 균주는 병원성이 가장 약하였다(Table 4). 남(2003)은 고추에서 분리한 탄저병균은 딸기에서 병원성이 없다고 하여 본 실험의 결과와 차이를 보였는데, 본 실험에서 고추에서 분리한 42균주를 딸기에 접종한 결과, 잎

**Table 4.** Pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides* from some other hosts on strawberry plant

Host	Lesion length (mm) <sup>a</sup>		Infection frequency (%)	
	Leaves	Petioles	Leaves	Petioles
Persimmon	9.9a	25.5ab	75.0	100
Pepper	2.1ab	9.1b	21.4	54.8
Apple	7.6ab	20.9ab	38.1	54.8
Jujube	0.0b	10.8ab	0.0	33.3
Strawberry	2.7ab	41.3a	100	100

<sup>a</sup>Leaf and petiole was inoculated by spore suspension of each isolate and incubated for 5 days at 25°C.

**Table 5.** Infectivity of *C. gloeosporioides* isolates from different hosts on strawberry plants in nursing field under natural rainfall

Host	Isolate	Numbers isolated from 30 lesions		
		35 days after first inoculation	56 days	65 days
Persimmon	PS0207	3	6	10
Pepper	PE0226	3	2	4
Apple	A0220	0	5	8
Strawberry	S0206	1	3	5
Control	-	0	0	2

-: not inoculated.

\*10 PDA media on which each isolate cultured over 10 days at 25°C was placed in each plot for 3 times when rainfall was beginning from middle of May to middle of June.

에서는 21.4%, 잎자루에서는 54.8%가 발병되어 고추에서 분리된 균주간에도 딸기에 대한 병원성의 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러므로 남(2003)이 사용한 균주와 본 실험에서 사용한 균주가 다름에 따라 실험 결과가 서로 다르게 나타난 것으로 추측된다.

**포장병원성 검정.** 딸기에 대하여 다른 기주에서 분리된 탄저병균의 자연감염을 유도시켰을 때 접종 약 20일 경부터 딸기 잎에 검붉은색의 반점이 나타났으며, 이를 채취하여 병원균을 분리한 결과 6월 17일에는 감과 고추 탄저병 접종구에서는 3개체씩 분리되었으며, 7월 17일에는 감탄저병균 접종구에서 10개, 사과탄저병균 접종구에서 8개가 분리되었다(Table 5).

Freeman 등(1996)은 열대과일에서 분리한 탄저병균을 교차접종하여 기주에 따라 병원성이 달라질 수 있다고 하였고, Browning(1999)은 *C. graminicola*의 분리 지역에 따라 병원성이 다르다고 보고하였으며 또한, Mass와 Howard (1985)는 사과, 블루베리 등에서 분리한 *C. gloeosporioides*를 딸기에 접종하여 병원성을 확인한 바 있다. 그러므로 딸기 외의 다른 작물에서 *C. gloeosporioides*에 의해 발생한 탄저병도 딸기포장으로 전파된다면 병원성의 정도는 기주에 따라 달라질 수 있지만 딸기에서 병을 일으킬 수 있으므로 딸기 육묘포장 주변에서 발생한 탄저병은 노지 육묘중인 딸기에서 발생하는 탄저병의 전염원 중 하나가 될 것으로 판단된다.

## 요 약

다른 기주에 발생하는 탄저병(*C. gloeosporioides*)이 딸기에 전염되는지를 알아보기 위해 사과, 고추, 대추, 감의 이병된 과실에서 탄저병균을 분리동정하고 딸기에서의 병

원성을 비교하였다. 각 기주별로 분리된 *C. gloeosporioides*의 배양적 특성과 포자의 크기는 서로 유사하였으나 딸기에 접종을 하였을 경우에는 감에서 분리된 균주가 병원성이 가장 강하였고, 대추에서 분리된 균주는 약한 병원성을 보였다. 각 기주별로 병원성을 나타내는 균주를 선발하여 포장에서 병원성을 검정하였을 때 모두 탄저병이 발병되었으므로 다른 기주에서 발생한 탄저병도 자연 상태에서 딸기로 전염이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- Bailey, J. A. and Jeger, M. J. 1992. *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control: pp.1-26. CAB International, Wallingford, England.
- Browning, M., Rowley, L. V., Zeng, P., Chandlee, J. M. and Jackson, N. 1999. Morphological, pathogenic, and genetic comparisons of *Colletotrichum graminicola* isolated Poaceae. *Plant Dis.* 83: 286-292.
- Freeman, S. and Shabi, E. 1996. Cross-infection of subtropical and temperate fruits by *Colletotrichum* species from various hosts. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 49: 395-404.
- Kim, S. H., Kim, D. G., Yoon, J. T., Choi, S. G. and Lee, J. T. 2002. Primary inoculum of strawberry anthracnose in muring field. *Res. Plant Dis.* 8: 228-233.
- Kim, W. G., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1992. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 213-215.
- Kim, H. G. and Nam, M. H. 1999. Anthracnose of strawberry in Korea. *Plant Dis. Agric.* 5: 8-13.
- Lee, D. H. 1994. Etiological characteristics of *Colletotrichum acutatum*, *C. gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* isolated from apple. *Korean. J. Plant Pathol.* 10: 105-111.
- Mass, J. L. and Howard, C. M. 1985. Variation of several anthracnose fungi in virulence to strawberry and apple. *Plant Dis.* 69: 164-166.
- Nam, M. H. 2003. Etiological and Ecological Characteristics and Control of Strawberry Anthracnose in Korea. Chungnam National University Ph. D thesis.
- Park, K. S. and Kim, C. H. 1992. Identification, distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 61-69.