

사과와 고추에서 분리한 *Colletotrichum gloeosporioides*의 색소형성형 및 유성세대형 계통의 배양적 특징

이 두 형*

*서울시립대학교 환경원예학과

Cultural Characteristics of Chromogenic and Teleomorphic Strains of *Colletotrichum gloeosporioides* Isolated from Apple and Red pepper

Du-Hyung Lee*

*Department of Environmental Horticulture, Seoul City University, Seoul 130-743, Korea

ABSTRACT: Conidia and cultural characteristics of isolates of chromogenic and teleomorphic strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from apple and red pepper were compared. The mycelial growth of teleomorphic strains was faster than that of chromogenic strains in potato dextrose agar and V-8 agar. The chromogenic isolates from apple and red pepper developed white gray to gray green mycelial rings interspersed with salmon to apricot colored conidial masses in colonies on potato dextrose agar and V-8 agar and none formed on ascigerous stage in cultures. The chromogenic isolates from red pepper produced conidia, most with one apex attenuated on apple and potato dextrose agar whereas fusiform and smaller conidia were produced in V-8 agar and water agar leaf medium. The chromogenic isolates from apple produced fusiform conidia in the media tested. The teleomorphic isolates from apple and red pepper produced cylindrical conidia, most with both apices rounded, developed white gray to dark olive green in a zonate pattern with small dark spots throughout colonies and formed the ascigerous stage in cultures.

KEYWORDS: *Colletotrichum gloeosporioides*, Chromogenic strains, Apple, Red pepper

탄저병은 사과(Shear 등, 1913; Latham 등, 1983; Mass 등, 1985; 이, 1994; Bernstein 등, 1995; Jones 등, 1996; Shi 등, 1996), 감귤(Burger, 1921; Agostini 등, 1992), 양말기(Mass 등, 1985; Smith 등, 1990), 고추(Dastur, 1920; 김 등, 1986; Park 등, 1992; 오, 1995), 토마토(Kendrick 등, 1948; Batson, 1982), 두류(Chilton, 1943; Tiffany 등, 1954; Chacko, 1978; Wong 등, 1983; 한 등, 1995), 및 기타 많은 작물(Small, 1926; Tago, 1937; Gorter, 1962; Sutton, 1962; Simmonds, 1965; Baxter 등, 1983)에 발생하면서 생육기와 수확후의 열매에도 피해를 주기 때문에 식물병으로서 중요시 된다. 현재 탄저병

균은 유성세대가 *Glomerella*(von Arx and Muller, 1954)로, 또 무성세대는 *Colletotrichum*(von Arx, 1957; 1970)으로 통일되었다.

탄저병균의 무성세대를 형태적 재검토에 의해서 정리한 것은 von Arx(1957)로서 그때까지 기주에 의해서 변종으로 신종기재 되었던 약 800여종의 탄저병균의 무성세대를 완전세대와의 관계, 형태 및 병원성 등에 의해서 통합정리하고 또 그때까지 *Gloeosporium*으로 기재되었던 743종을 *Colletotrichum* 등의 속으로 바꾸어 정리하였다(von Arx, 1970). 그러나 그 후 문제점이 발견되면서 여러 연구자들(Simmonds, 1965; Sutton, 1980; Baxter 등, 1983; 1985, Sutton, 1992; Sato, 1996)에 의해서 보완되고 새로운 종이 추가되어 38종 1변종 8분화형으로 정리되고 있다.

*Corresponding author

탄저병균 중 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.은 Penzig(1882)에 의해서 *Vermicularia gloeosporioides*로 처음 보고되었고 그 (1882)에 의해서 다시 *Colletotrichum*속으로 바뀌었다 (Burger, 1922). 그 후 많은 식물에서 *C. gloeosporioides*와 유사종 등이 새로히 추가로 보고되었으나 von Arx(1957)는 포자의 모양과 크기 등에 따라 정리하면서 600종에 가까운 탄저병균을 *C. gloeosporioides*로 통합하였다.

이 종은 변이폭이 비교적 큰 집합종으로 취급을 받게 되었으며, 따라서 *C. acutatum*(Simmonds, 1965), *C. caricae*(von Arx, 1981), *C. coffeanum* (von Arx, 1981), *C. fragariae*(von Arx, 1981), *C. higginsianum*(Sutton, 1980) 및 *C. nigrum* (von Arx, 1981) 등이 다시 독립종으로 부활되기도 하였다. *C. gloeosporioides*는 기주범위가 넓고 배양적 특성 등에도 부분적으로 차이를 나타내기 때문에 Sutton(1980, 1992)이 제안한 바와 같이 기생성과 형태적인 관계를 밝히고 분화형 (*forma specialis*) 등, 종 이하의 실용적인 분류체계를 확립하는 것도 금후의 중요한 과제라고 생각된다.

사과의 탄저병균으로는 3종(이, 1994), 고추의 탄저병균으로는 5종(이, 1992) 있는 것으로 알려져 있는데, 그 중 *C. gloeosporioides*에서 유성세대(*Glomerella cingulata*) 형성형과 색소형성형을 분리하고 배지를 달리하여 배양하였을 때의 분생포자의 모양과 크기 등의 차이를 검토하고 탄저병균의 분류에 참고하고자 실험을 실시한 결과를 정리하였다.

재료 및 방법

탄저병균의 분리 및 보존

사과 및 고추에서 탄저병에 걸린 열매를 병징별로 수집하여 *Colletotrichum gloeosporioides*의 색소형성형(chromogenic form)과 *Glomerella cingulata*(teleomorphic form)를 상법으로 분리하고 물한천 배지에서 희석법(Matuo, 1964)으로 단포자를 분리하여 실험에 공시하였다. 균주는 PDA에 배양하여 5°C에 보관하였다.

탄저병균의 배양 및 형태적 특징 조사

사과 및 고추에서 분리한 *G. cingulata*의 무성세대형인 *C. gloeosporioides*와 색소형성형의 균주 1균주씩을 선택하여 이 실험에 공시하였다. 공시균주는 감자한천배지(potato dextrose agar: PDA), V-8배지(V-8 agar: V-8주스 200 ml, 한천 20g, 증류수 800 ml, pH 6.0으로 조정), 물한천잎배지(water agar leaf media(WALM): 바랭이의 연한 잎을 5 cm 길이로 잘라 살균 후 물한천 배지 위에 배열함) 및 사과(품종: 홍옥)에서 25°C, 근 자외선 12시간 조명 밑에서 배양하고 배양적 특성은 7일 후, 분생포자의 모양과 크기 및 기타 특징은 15일 후에 조사하였다.

결과 및 고찰

탄저병균의 배양적 성질

사과 및 고추에서 분리한 *Colletotrichum gloeosporioides*의 chromogenic형 및 teleomorphic형 각각 1균주씩을 공시하여 사과 생과실과 PDA (Table 1), V-8 agar와 물한천잎배지 (Table 2)상에서의 특성을 조사하였다. 사과생과실(품종: 홍옥)에 공시균들을 접종하여 생긴 병무늬에는 사과분리균의 유성세대형성형을 제외한 다른 3균주의 분생포자형성량이 많았으며 강모는 사과와 고추에서 분리한 chromogenic형에서는 볼 수 없고 teleomorphic형에서만 볼 수 있었다.

PDA에서 성장하는 균사의 생육을 보면 고추분리균 중 chromogenic 형은 느리게 자라고 회백색이면서 고리무늬를 만들고 연분홍색의 포자덩어리를 형성하였다. 사과분리균의 chromogenic형도 생육이 느리고 균사가 처음에는 회백색이었다가 회록색으로 변하면서 고리무늬를 만들고 황색의 포자덩어리를 형성하였다(Figs. 1, 2). 고추 및 사과분리균의 유성세대 형성균주들은 균사가 처음에는 회백색~회록색이었으나 흑록색으로 변하면서 둥근모양의 질은 무늬를 만들고 흑색의 자낭각을 다수 형성하였고 균사의 생장속도는 빨랐다.

V-8 agar에서의 균사는 PDA에서보다 색깔이 밝아서 백색~회색이었으며, 기중균사의 조밀한 주기가 나타나면서 겹둥근 무늬를 나타내는 것이 많았

Table 1. Cultural characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from apples and red peppers on apple and potato dextrose agar at 25°C for 7 days

<i>Colletotrichum</i> isolate	Formation on apple ^{a,b}			Formation on PDA ^{a,b}			Colony on PDA (mm)	Colony characteri- stics on PDA
	Conidia	Setae	Perithecia	Conidia	Setae	Perithecia		
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (red pepper) ^c	++	-	-	++	-	-	60	White gray mycelial rings interspersed with salmon coloured spore masses
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (apple)	++	-	-	++	-	-	65	Gray green mycelial rings interspersed with apricot coloured conidial masses
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorphic (red pepper)	++	+	++	++	+	++	90	Dark olive green in a zonate pattern with small dark spots throughout colony
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorphic (apple)	+	-	+	+	-	++	90	Dark olive green in a zonate pattern with small dark spots throughout colony

^aData are averages of 5 plates, ^b-: none, +: sparse, ++: abundant, ^c(): host plants

다. 고추와 사과에서 분리한 chromogenic계통은 황색~연분홍색의 포자층을 윤문상으로 형성하였다. 분생포자의 형성은 teleomorphic계통은 비교적 적었고 기타 균주는 많았다. 또 강모는 고추에서 분리한 teleomorphic계통만 형성하였다. 균사의 생장 속도를 보면 chromogenic계통은 느리고 teleomorphic계통은 빨랐다.

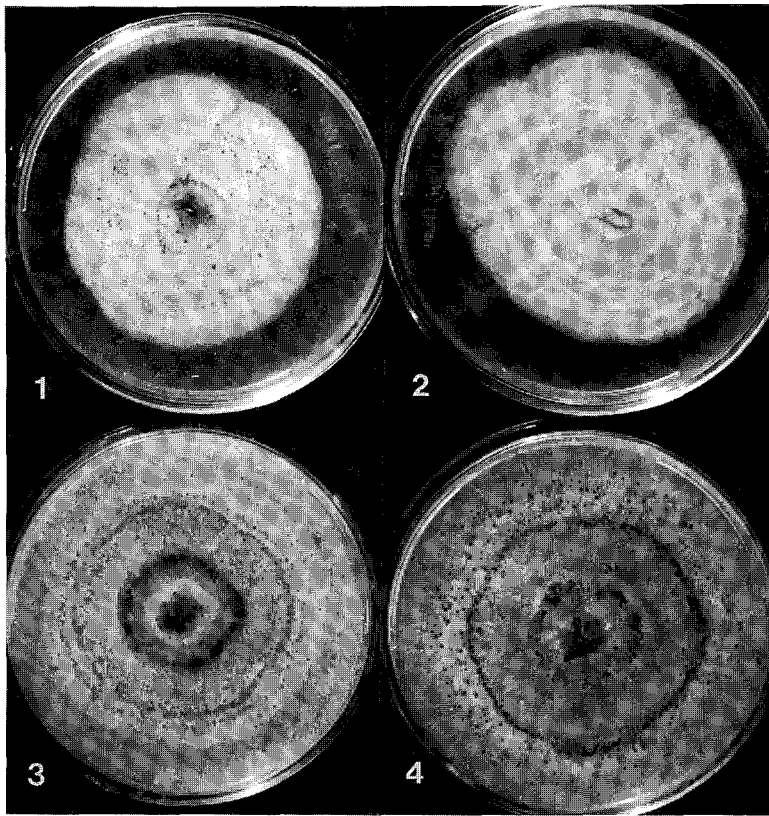
물한천잎배지(WALM)에서의 균사는 chromogenic계통은 회백색이었고 유성세대형성계통은 회색이었다. 분생포자의 형성은 공기균주에 관계없이 많았고 자낭각의 형성은 유성세대형성 계통에서만 볼 수 있었다.

고추에서 분리한 *C. gloeosporioides*의 chromogenic 및 teleomorphic계통의 배지별 생육특성에

Table 2. Cultural characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from apples and red peppers on V-8 agar and water agar leaf medium at 25°C for 7 days

<i>Colletotrichum</i> isolate	Formation on V-8 agar ^{a,b}			Formation on WALM ^{a,b}			Colony on V-8 agar (mm)	Colony characteristics on V-8 agar
	Conidia	Setae	Perithecia	Conidia	Setae	Perithecia		
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (red pepper) ^c	++	-	-	++	-	-	53	White gray mycelial rings interspersed with salmon coloured conidial masses
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (apple)	++	-	-	++	-	-	61	Gray mycelial rings interspersed with apricot coloured conidial masses
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorphic (red pepper)	+	+	++	++	+	++	90	White gray mycelial rings in a zonate pattern with small dark spots
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorphic (apple)	+	-	++	++	-	++	90	White gray mycelial rings in a zonate pattern with small dark spots

^aData are averages of 5 plates, ^b-: none, +: sparse, ++: abundant, ^c(): host plants



Figs. 1-4. Cultural characteristics of chromogenic strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from red pepper (1) and apple (2) and teleomorphic strains of *C. gloeosporioides* from red pepper (3) and apple (4).

관해서는 김 등(1985), Park(1992) 및 오(1995) 등의 연구결과와 별로 차이가 없었다. 사과분리균인 chromogenic 및 teleomorphic계통에 관한 연구결과도 많은데(Shear 등, 1913; Simmonds, 1965; Baxter 등, 1983; Latham 등, 1983; Mass 등, 1985; 이, 1994; Bernstein 등, 1995; Jones 등, 1996; Shi 등, 1996) 본 실험결과와 비슷하였다.

탄저병균의 분생포자

사과 및 고추에서 분리한 *C. gloeosporioides*의 chromogenic 및 teleomorphic계통을 각각 1균주씩 4종의 배지에 공시하여 형성된 분생포자의 모양과 크기 등을 비교한 결과는 Table 3 및 Figs. 5~8과 같다. 공시된 탄저병균은 모두 무색, 단포였다. 고추에서 분리된 chromogenic형은 사과와 PDA에서는 원통형으로 양쪽 끝이 모두 둥근 것도 있으나

한쪽 끝만 둥글고 다른 쪽은 끝이 좁고 약간 뾰족한 모양이었다. 그러나 V-8 배지와 물한천일배지에서는 거의 방추형에 가까웠으며 포자의 폭이 좁은 것이 특징적이었다. 사과에서 분리된 chromogenic형은 크기의 차이는 있으나 공시된 4종의 배지에서 모두 방추형을 나타냈다. 사과와 고추의 teleomorphic형은 사과와 PDA에서는 원통형으로 양쪽 끝이 모두 둥근 특징을 나타냈으나 포자의 폭이 현저히 좁고 길이도 좀 작은 것이 많았다.

이상의 결과를 통합해 보면 곰팡이의 형태형성에는 여러 가지 환경조건이 영향을 미친다고 생각된다. *C. gloeosporioides* 등 탄저병균에 대해서 배양 기질을 달리 했을 때 포자의 크기에 차이를 나타낸다는 실험결과가 고추(김 등, 1986; 오, 1995), 사과(이, 1994), 매실(Tago, 1937), 감귤(Burger, 1921) 및 기타 식물(Gorter, 1962; Baxter 등,

Table 3. Comparisons of conidial size of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from apples and red peppers on apple, potato dextrose agar, V-8 agar and water agar leaf medium at 25°C for 15 days

<i>Colletotrichum</i> isolate	Conidial size (μm)			
	Apples	PDA ^a	V-8 agar	WALM ^b
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (red pepper)	11.2-23×3.4-4.0 (17.2×3.9) ^c	9.6-22×3.8-4.4 (15.1×4.2)	8-15.2×2.8-3.6 (12.1×3.4)	10-15×2-3.4 (12.4×3.0)
<i>C. gloeosporioides</i> chromogenic (apple)	10-19×3.7-4.8 (15.1×4.3)	10-19×3.7-4.6 (14.2×4.2)	9.6-18.0×2.8-4 (14.4×3.2)	9-15×2.8-3.4 (12.2×3.1)
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorph (red pepper)	16-26.2×4.1-5.0 (19.8×4.5)	15.2-26×4.3-5.1 (17.6×4.6)	9.6-21×3.6-4.3 (15.3×4.0)	12-20×3.8-4.3 (14.8×4.1)
<i>C. gloeosporioides</i> teleomorph (apple)	17.0-25.1×4-5.0 (20.5×4.5)	16.2-24×3.9-4.5 (14.8×4.2)	9.7-19.5×3.7-4.2 (13.6×3.9)	12-18.8×2.8-4.3 (13.8×4.0)

^a PDA: Potato dextrose agar, ^b WALM: Water agar leaf medium, ^c (): Averages for fifty spores of each isolate.

1983) 등에서 보고된 바 있는데, 기주식물에 형성된 분생포자의 크기는 인공배지에서보다 컸으며 본 실험 결과와도 같았다.

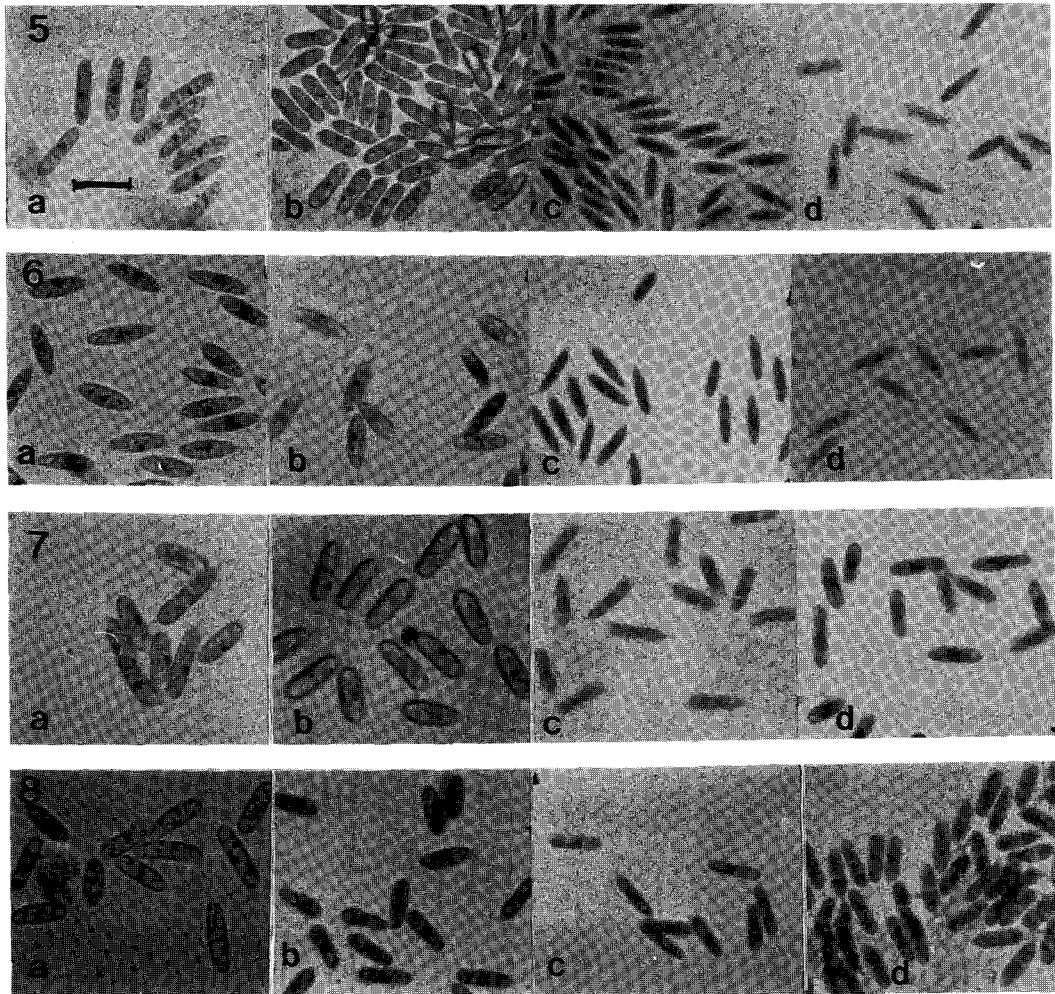
기주식물에 형성된 분생포자의 크기가 각종 배지에서 형성된 것의 크기와 차이가 나는 것은 많다. 그러나 형태적 차이 때문에 동정하는 데 어려운 경우가 있으며 배지의 종류에 따라서는 기주식물에 형성된 것과 거의 유사하다는 보고도 있다(이, 1977; Lee, 1982). 따라서 식물의 병원진균은 기주식물을 재료로 번식기관을 형성시켜서 동정하는 것이 원칙이라고 생각하나(Synder & Hansen, 1947) 기주식물에 형성된 것과 유사한 포자를 형성할 수 있는 배지를 개발하는 것도 중요하다.

사과의 탄저병균인 *Colletotrichum gloeosporioides*에는 teleomorph계통(*Glomerella cingulata*), non-chromogenic계통(heterothallic) 및 chromogenic계통 등이 있다(Edgerton, 1908; Struble & Keitt, 1950; Wheelr & McGahan, 1951). 그런데 teleomorph과 non-chromogenic계통은 배양적 성질 및 유성포자 형성의 유무 등의 차이에 의해서 몇 가지 계통으로 다시 분류될 수 있으나(Andes & Keitt, 1950) 균사생장속도가 빠르고 포자의 모양이 원통형이고 양끝이 둥글다는 유사성을 가지고 있다. 그러나 chromogenic형은 유성세대를 형성하지 않을 뿐 아니라 균사의 성장속도가 느리고 배지에서 연한 분홍색을 띠며 분생포자의 모양이 방추형에 가깝다. 따라서 이 계통은 Sim-

monds(1965)에 의해서 *C. acutatum*이란 새로운 종으로 나누어지게 되었으며 많은 연구자에 의해서 사과 및 그 외의 기주식물에서 인정을 받게 되었다(Hindorf, 1970; DyKo & Mordue, 1979; Peredo 등, 1979; Sutton, 1980; Baxter 등, 1983; Smith 등, 1990; 이, 1994; Jones 등, 1996; Sato, 1996).

고추의 탄저병에 관여하는 병원균은 5종으로 보고되었다(Park & Kim, 1992). 그 중에는 *C. gloeosporioides*의 teleomorph계통과 chromogenic계통이 있는데 김 등(1986)은 R계통과 G계통으로 나누어 보고하였다. 그런데 본인의 실험결과 고추에서 분리된 *C. gloeosporioides*에는 teleomorph, non-chromogenic 및 chromogenic계통이 있으며, teleomorph 및 non-chromogenic이 R계통이고 chromogenic계통은 G계통이라고 생각이 되고(김 등, 1986) 드물게는 *C. acutatum*도 분리되는 것으로 보고되었다(Park & Lee, 1989). 고추탄저병에서 분리된 chromogenic계통은 *C. acutatum*의 배양적 특성과 비슷한 점이 많으나 고추, 사과 및 PDA 등에 형성된 것은 방추형에 가깝다. 따라서 *C. gloeosporioides*의 1개 변종, 또는 새로운 종으로 할 것인지의 검토가 필요하다고 생각된다.

von Arx(1957)에 의해서 *C. gloeosporioides*로 많은 탄저병균이 통합된 후 분생포자의 형태와 크기, 강모·균핵·후막포자의 유무, 부착기의 모양, 기주범위, colony의 색깔, 균사생장속도 등의 차이



Figs. 5-8. Conidia of chromogenic strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from red pepper (5) and apple (6) and teleomorphic strains from red pepper (7) and apple produced on apple (a), PDA (b), V-8 agar (c) and water agar. leaf medium (d) Bar=20 μ m.

때문에 새로운 독립종으로 부활되기도 하였다 (Simmonds, 1965; Sutton, 1980; von Arx, 1981). 또 감귤(Burger, 1921; Fagan, 1980; Agostini 등, 1992)과 양말기(Smith 등, 1990)의 탄저병균에 대해서도 *C. gloeosporioides*로 통합된 후 재검토 되어 독립종으로 나뉘어졌다.

적 요

사과와 고추에서 분리된 *Colletotrichum gloeosporioides*의 색소형성형 및 유성세대형 계통군주들

의 배양적 및 분생포자의 특성을 비교하였다.

유성세대 형성 계통들의 균사생장은 감자한천배지와 V-8배지에서 색소형성형계통에 비하여 빨랐다. 사과와 고추에서 분리된 색소형성형계통은 감자한천배지와 V-8배지에서 회백~회흑색의 균사가 환문을 이루면서 군데 군데에 황색~연분홍색의 포자 덩어리를 생성하였고 자낭포자세대를 형성하는 것은 없었다. 고추에서 분리된 계통은 사과와 감자한천배지에 한쪽 끝이 좁은 포자를 생성하였으나 V-8배지와 물한천잎배지의 것은 방추형이고 더 작았다. 사과에서 분리된 색소형성계통은 공시된 모든

배지에서 방추형의 분생포자를 생성하였다. 사과와 고추에서 분리된 유성세대 형성 계통들은 원통형의 포자를 형성하였는데 대부분은 양끝이 둥글었으며 감자한천배지와 V-8배지에서는 소혹점이 산재한 회백~흑록색의 환문균층을 이루면서 자낭포자세대를 형성하였다.

참고문헌

- 김완규, 조의규, 이은중. 1986. 고추탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.의 2계통. 한국 식물병리학회지 **2**: 107-113.
- 오인석. 1995. 고추탄저병균(*Colletotrichum* spp.)의 분류 및 병원성에 관한 연구. 충남대학교 박사학위논문.
- 이두형. 1977. *Didymella bryoniae*(Auersw.) Rehm (오이류 덩굴마름병균)의 병자각 및 자낭각형성에 미치는 광선 및 배지의 영향. 한국 식물보호학회지 **16**: 211-215.
- 이두형. 1994. 사과에서 분리한 *Colletotrichum acutatum*, *C. gloeosporioides* 및 *Glomerella cingulata*의 병원학적 특징. 한국 식물병리학회지 **10**: 105-111.
- 한경숙, 이두형. 1995. 콩, 팔 및 녹두에서 분리한 탄저병균류의 동정과 병원학적 특징. 한국식물병리학회지 **11**: 30-38.
- Agostini, J. P., Timmer, L. W. and Mitchell, D. J. 1992. Morphological and pathological characteristics of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Phytopathology* **82**: 1377-1382.
- Andes, J. O. and Keitt, G. W. 1950. Variability of *Glomerella cingulata*(Stonem.)S, & v.S. from apples. *Phytopathology* **40**: 915-925.
- Arx, J. A. von. 1957. Die arten der gattung *Colletotrichum* Cda. *Phytopath. z.* **29**: 413-468.
- Arx, J. A. von. 1970. A revision of the fungi classified as *Gloeosporium*. *Bibliotheca Mycologica* **24**: 1-203
- Arx, J. A. von. 1981. The Genera of Fungi Sporulating in Pure culture, 3rd edn. J. Cramer, Vaduz.
- Arx, J. A. von. and Muller, E. 1954. Die amerosporen Gattungen der Pyrenomyceten. *Beitrage zur Kryptogamenflora der Schweiz* **11**: 1-434.
- Batson, W. E. and Ray, K. W. 1982. Species of *Colletotrichum* and *Glomerella* pathogenic to tomato fruit. *Plant Dis.*: 1153-1155.
- Baxter, A. P., Westhuizen, G. C. A. V. and Eicker, A. 1983. Morphology and taxonomy of South African isolates of *Colletotrichum*. *S. Afr. J. Bot.* **2**: 259-289.
- Baxter, A. P., Westhuizen, G. C. A. V. and Eicker, A. 1985. A review of literature on the taxonomy, morphology and biology of the fungal genus *Colletotrichum*. *Phytophylactica* **17**: 15-18.
- Bernstein, B., Zehr, E. I., Dean, R. A. and Shafi, E. 1995. Characteristics of *Colletotrichum* from peach, apple, pecan and other hosts. *Plant Dis.* **79**: 478-482.
- Burger, O. F. 1921. Variations in *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Agric. Res.* **20**: 723-736.
- Chacko, S., Khare, M. N. and Agrawal, S. C. 1978. Variation in growth and morphological characters of two isolates of *Colletotrichum dematium* f. sp. *truncata* from soybean. *Indian Phytopathology* **31**: 261-262.
- Chilton, S. J. P. 1943. Variations in sporulation of different isolates of *Colletotrichum destructivum*. *Mycologia* **35**: 13-20.
- Dastur, J. F. 1920. *Glomerella cingulata* (stoneman) Spauld. and v. Sch. and its conidial forms, *Gloeosporium piperatum* E. & E., *Colletotrichum nigrum* E. and Hals., on chilies and carica papaya. *Ann. App. Biol.* **6**: 245-268.
- Dyko, B. J. and Mordue., J. E. M. 1979. *Colletotrichum acutatum*. CMI Description of Pathogenic Fungi and Bateria No. 630.
- Edgerton, C. W. 1908. The physiology and development of more anthracnose. *Bot. Gaz.* **45**: 367-403.
- Edgerton, C. W. 1915. Effect of temperature on *Glomerella*. *Phytopathology* **5**: 247-259.
- Fagan, H. J. 1980. Strains of *Colletotrichum gloeosporioides* on citrus in Belize. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **74**: 643-644.
- Gorter, G. J. M. A. 1962. The identify of the fungus causing anthracnose of olives in South Africa. *Bothalia* **7**: 769-778.
- Hindorf, H. 1970. *Colletotrichum* spp. isolated from *Coffea arabica* L. in Kenya. *Z. Pflpath. Pflschutz.* **77**: 328-331.
- Jones, A. L., Ehret, G. R., Meger, M. P. and Shane, W. W. 1996. Occurrence of bitter rot on apple in Michigan. *Plant Dis.* **80**: 1294-1297.
- Kendrick, J. B. and Walker, J. C. 1948. An-

- thracnose of tomato. *Phytopathology* **38**: 247-260.
- Latham, A. J. and Williams, J. C. 1983. Cultural characteristics and pathogenicity of *Glomerella cingulata* isolates from apples in Alabama. *Plant Dis.* **67**: 1065-1068.
- Lee, Du-Hyung, 1982. Morphological and cultural characters of *Didymella bryoniae* on seeds and culture media. *Korean J. of Mycology* **10**: 7-13.
- Mass, J. L. and Howard, C. M. 1985. Variation of several anthracnose fungi in virulence to strawberry and apple. *Plant Dis.* **69**: 164-166.
- Matuo, T. 1964. Isolation and identification of *Fusarium*. *Soil Diseases(I)*: 57-67.
- Park, K. S. and Lee, E. J. 1989. Occurrence of red pepper anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* Simmonds in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* **5**: 204-205.
- Park, K. S. and Kim, C. H. 1992. Identification, distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. *Kor. J. Plant Pathology* **8**: 61-69.
- Peredo, H., Osario, M. and Santamaria, A. 1979. *Colletotrichum acutatum* f. sp. *pineae*, a new pathogen of *Pinus radiata* in nurseries in Chile, *Pl. Dis. Repr.* **63**: 121-122.
- Sato, T. 1996. Problems of taxonomy and identification of *Colletotrichum* species. *Plant Protection* **50**: 273-280
- Shear, C. L. and Wood, A. K. 1913. Studies of fungous parasites belonging to the genus *Glomerella*. *U. S. Dept. of Agric. Bur. PL. Ind. Bull.* no. **252**: 11-110.
- Shi, Y., Correl, J. C., Guerber, J. C. and Rom, C. R. 1996. Frequency of *Colletotrichum* species causing bitter rot of apple in the southeastern United States. *Plant Dis.* **80**: 692-696
- Simmonds, J. H. 1965. A study of the species of *Colletotrichum* causing ripe fruit rots in Queensland. *Queensland J. of Agri. and Ani. Sci.* **22**: 437-459.
- Small, W. 1926. On the occurrence of a species of *Colletotrichum*. *Trans. Brit. Myco. Soc.* **11**: 112-137.
- Smith, B. J. and Black, L. L. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.* **74**: 69-76.
- Snyder, W. C. and Hansen, H. N. 1947. Advantages of natural media and environments in the culture of fungi. *Phytopathology* **37**: 420-421.
- Struble, F. B. and Keitt, G. W. 1950. Variability and inheritance in *Glomerella cingulata* (Stonem.)S. and v. S. from apple. *Amer. J. Botany* **37**: 563-576.
- Sutton, B. C. 1962. *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.)Grove and *C. trichellum*(Fr.ex Fr.)Duke. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **45**: 222-232.
- Sutton, B. C. 1980. *The Coelomycetes, fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata*. CAB Press. 696 p.
- Sutton, B. C. 1992. The *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: *Colletotrichum, Biology, Pathology and Control*. ed. by Bailey, J. A. and Feger, M. J. pp.1-26. CAB International, U. K.
- Tago, K. 1937. Studies in anthracnose of Japanese apricot(*Prunus mume* S. et Z.). *Plant Dis. Res.* **3** (Kyoto University): 177-208.
- Tiffany, L. H. and Gilman, J. C. 1954. Species of *Colletotrichum* from legumes. *Mycologia* **46**: 52-75.
- Wheeler, H. E. and McGahen, J. W. 1952. Genetics of *Glomerella cingulata*. X. Genes affecting sexual reproduction. *Amer. J. Botany* **39**: 110-119.
- Wong, C. F. J., Nik, W. Z. and Lim, T. K. 1983. Studies of *Colletotrichum dematiun* f. sp. *truncatum* on soybean. *Pertanika* **6**: 28-33.