

*Botrytis cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병의 발생

문병주* · 노성환 · 손영준 · 강형석 · 이재필 · 김병섭¹ · 정대수²
동아대학교 생명자원과학대학 농생물학과, ¹강릉대학교 생명과학대학 원예학과
²동아대학교 생명자원과학대학 농학과

Occurrence of Gray Mold Rot of Perilla Caused by *Botrytis cinerea*

Byung Ju Moon*, Seong Hwan Roh, Yeong Jun Son, Hyeong Seok Kang,
Jae Pil Lee, Byung Sup Kim¹ and Dae Soo Chung²

Department of Agricultural Biology, College of Natural Resources and Life Science,
Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

¹Department of Horticulture, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

²Department of Agronomy, College of Natural Resources and Life Science,
Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

ABSTRACT: Gray mold rot of perilla was epidemic at Kangdong, Pusan and Miryang, Kyungnam in 1997 and 1998. The incidence of this disease ranged from 21.3 to 68.1% at Kangdong area. Leaf necrosis initially appeared on the edge of the infected leaves, and it was developed to the center of the leaves forming typical V-shaped brown necrotic lesions. Under high moisture condition, abundant mycelia of the pathogen was formed on the surface of the lesions. Infected stems became slender and were completely blighted up to the top of the plant. Two isolates, LVF12 and SD7, were isolated from diseased lesions showing typical symptoms, and the pathogenicity was tested using mycelial disks and conidial suspension inoculation. The developed symptoms were same as the naturally produced ones. These two pathogenic fungi were identified as *Botrytis cinerea* based on the morphological characteristics using a microscope and a scanning electron microscope, and cultural characteristics. This is the first report of gray mold rot of perilla in Korea.

Key words: *Botrytis cinerea*, gray mold rot, perilla, identification.

들깨(*Perilla frutescens*)는 참깨와 더불어 오래전부터 중국 및 우리나라를 중심으로 재배되어온 유료작물로서 종실유는 식용이외에도 페인트, 인쇄용 잉크 등의 공업 원료로서 주로 이용되었으며 과자, 강정, 들깨 차 등의 식품 가공용으로서의 소비도 증가하는 추세이다. 또한 들깨잎에는 Perilla keton(C₁₀H₁₄O₂)에 의한 독특한 향기가 있을 뿐만 아니라 신선하고 깨끗한 풍미가 있으며, 유리 아미노산, 비타민C 및 B₂와 무기영양소 K 및 Ca 등이 많이 함유되어 있어, 최근 육류와 생선의 소비 증가와 아울러 신선채소로서의 들깨잎 소비가 급속히 증가되어 왔다(11). 들깨잎은 부산시 강동지역과 경남 밀양지역에서 전국 생산량의 약 90%가 생산되고 있으며 최근 고소득 작물로서 인식되고 있어 재배면적이 매년 증가되고 있는 추세이다(12).

들깨잎의 생산은 시설재배를 통하여 연중 재배되고 있으며 연작과 하우스내의 다습조건 때문에 각종 병해 발생으로 인한 수량 및 품질의 저하가 중요한 문제점으로

대두되고 있다. 최근 강동과 밀양지역의 들깨잎 주산지의 하우스내에서 들깨에 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 띄는 병해가 발생되어 그 방제대책이 시급히 요청되고 있다. 이들 병반부로부터 병원균을 분리한 결과 *Botrytis*속 균이 높은 빈도로 분리되었으며, 분리된 균주를 들깨잎에 인공 접종한 결과 포장에서 관찰한 것과 동일한 병징이 잎과 줄기에 재현되었다. 들깨의 병해로는 모자이크병, 점무늬병, 녹병, 줄기마름병, 모잘록병 및 균핵병 등(2,5)이 보고되었다. *Botrytis cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병은 1958년 일본에서 澤田에 의해 최초로 병명만이 간략히 기재된 이래(7,13) 국내외에서는 아직 상세한 연구내용이 없다. 본 논문에서는 들깨잿빛곰팡이병의 발생과 병원에 관한 형태 및 배양적특성에 관한 내용을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

병징 및 발병율조사. 1997년 1월부터 1998년 5월 중순까지 부산시 강동지역의 들깨 재배 하우스내에서 들깨

*Corresponding author.

에 나타나는 잿빛곰팡이병의 병징을 수시로 관찰하였다. 발병율은 들깨잎 수확말기인 1998년 5월 4일 강동지역내의 2개 하우스 재배지에서 1하우스당 6개 구역, 구당 120×100 cm를 임의 선정하고 구역내의 총 들깨 조사 주수(약 230주×12구역)에 대한 이병주율을 조사하였다.

병원균의 분리 및 공시균주. 들깨 재배 비닐 하우스내에서 잎마름 증상 및 줄기 정단부의 잘록증상을 보이는 병든 들깨를 채집하고 각 발병부위로부터 병원균을 분리하였다. 병든조직 절편을 5.25% sodium hypochlorite에 약 1분간 표면살균한 후 멸균수로 3회 세척하여 potato dextrose agar(PDA) 평판배지 위에 놓아 25°C, 암조건하에서 2일간 배양하였다. 신장한 균사를 PDA 평판배지에 이식하고 배양하였는데, 이 과정을 3회 반복하여 순수분리하였다. 잎마름 증상을 띄는 병반으로부터 LVF1 등 14균주, 줄기 정단부위 잘록증상으로부터 SD1 등 17균주 등 모두 31균주를 분리하여 15°C 저온 배양기에 보존하면서 실험에 사용하였는데 예비실험 결과 병원성이 가장 강한 LVF12와 SD7 균주를 이하의 모든실험에 공시하였다.

병원균의 형태 및 배양적 특성. 분생포자병 및 포자의 형태를 조사하기 위하여 PDA평판배지상에서 25°C,

암조건 및 자외선 조사로 3주간 배양한후 형성된 분생포자병 및 포자를 광학 현미경으로 관찰하였으며, 포자의 표면형태는 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다. 균사 성장적온은 5°C에서 30°C까지 5°C 간격으로, 각 처리당 5개의 PDA 평판배지 중앙에 직경 8 mm의 균총 절편을 이식하여 7일간 배양한 후 형성된 균총직경을 측정하여 비교하였다. 분생포자 형성적온은 균사 성장적온 조사와 동일한 온도조건으로 3주간 배양한후 형성된 분생포자수를 혈구계산기로 측정하였다. 또한 배지의 종류 및 온도에 따른 분생포자의 크기, 균총의 형태 및 균핵 형성 여부 등을 조사하기 위해 병원균의 균총 절편을 각각 PDA, corn meal agar(CMA), V8-juice agar(V8A)배지에 놓아 20°C와 25°C에서 3주간 배양하여 조사하였다.

병원성 검정. 공시균주의 들깨에 대한 병원성을 검정하기 위해 접종원으로 균사절편과 포자부유액을 이용하였다. 균사절편 검정은 직경 8 mm 정도의 균총 절편을 각각 5주씩의 들깨 잎과 줄기에 접종하여 상대습도 80% 이상, 20±2°C의 항온 항습실에서 생육시켰으며 접종 7일후부터 발병률을 조사하였다. 포자부유액 검정은 PDA 배지상에서 3주간 배양하여 형성된 분생포자를 potato

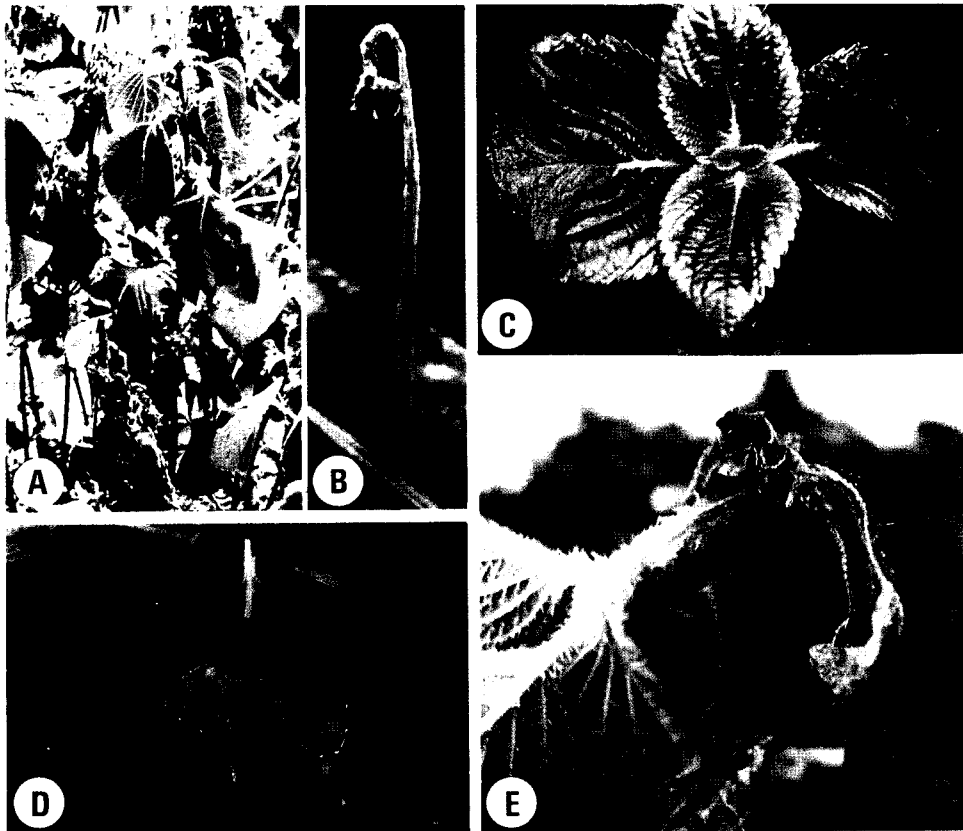


Fig. 1. Symptoms of gray mold rot of perilla by *Botrytis cinerea* on the naturally infected leaves and stems of perilla in a field (A, B and C). Development of typical symptom on the artificially inoculated leaves and stems of perilla by LVF12 isolate of *B. cinerea* (D and E).

dextrose broth(PDB) 배지에 부유하여 ml당 10⁶개의 농도로 조정된 것을 접종원으로 하여 들깨잎에 carborundum #150에 의한 유상처리와 무상처리로 나누어 각 5주씩 접종한 후 균사절편 검정과 동일한 조건으로 발병률을 조사하였다.

결 과

병징 및 발병율. 부산시 강동지역의 들깨 재배 비닐 하우스내에서 자연발생한 들깨잰빛곰팡이병의 병징은 주로 잎의 끝부분에 작은 갈색 점무늬가 나타나서 차츰 V자형 갈색 병반으로 확대되어 잎자루까지 진전되면서 잎전체가 말라 죽고 곧 탈락되었다. 습도가 높을 때에는 병반위에 잰빛의 균사가 많이 형성되었다. 주로 어린잎보다는 오래된 잎에서 발병이 심하였고, 병반의 진전속도도 빨랐으며, 잎도 빨리 탈락되었다. 대부분의 감염된 잎은 잎자루를 거쳐 줄기에 감염되기 전에 탈락되었으나, 병반이 줄기까지 진전되거나 또는 줄기의 정단부에서 발병되면 줄기아래로 확대되어 암갈색을 띄면서 곧 정단부 위에서는 잘록하게 꺾이면서 고사하였다(Fig. 1A, B, C).

들깨잎의 수확말기인 5월 4일에 부산시 강동지역내

2개의 하우스(강동I, 강동II)를 선정하여 각 6구(A, B, C, D, E, F)씩 총 12구를 대상으로 발병률을 조사한 결과 약 21.3~68.1%로서 평균 41.1% 이었다(Table 1).

병원균의 형태 및 배양적 특성. 공시한 LVF12와 SD7 균주의 형태 및 배양적 특성을 조사한 결과(Table 2) PDA 배지상에서 균총의 형태는 처음에는 조밀한 습털모양의 백색을 띄었으며 차츰 기중균사도 형성되었고 점차 회백색 내지는 회갈색으로 변하였다. 배지이면의 색깔은 회갈색 내지는 흑갈색을 띄었으며 SD7 균주보다는 LVF12 균주가 더 짙은 색을 나타내었다. LVF12 균주의 경우 배지의 표면에 많은양의 분생포자와 흑색의 부정형 균핵을 형성하였으나 SD7 균주는 자외선 조사없이 분생포자가 거의 형성되지 않았고 균핵은 많이 형성되었다(Fig. 2). 배양 2주일후부터 분생포자병과 분생포자가 많이 형성되었으며, 균사로부터 비교적 길게 직립된 분생포자병은 상부에서 나무가지 모양으로 분지되었고 그 끝에 많은 출아형 분생포자가 형성되었는데, 분생포자는 단세포의 열은 갈색으로 타원형 내지 장타원형이었으며 크기는 조건에 따라 약간씩 달랐으나 LVF12 균주가 SD7 균주에 비하여 약간 크기가 컸다(Fig. 3, Table 2). 그리고 주사전자현미경(SEM)으로 포자의 표면구조를 관찰한 결과 양 균주 모두 미세한 봉상구조로 덮혀 있었다(Fig. 3A, B). 한편 이들 양균주의 균총형태, 분생포자의 크기 및 균핵형성 등은 배지의 종류 및 온도

Table 1. Incidence of gray mold rot of perilla at two fields in 1998

Location	Investigated field ^a	Infected plants (%)
Pusan Kang-dong(I)	A	68.1
	B	55.9
	C	40.5
	D	24.8
	E	28.2
	F	21.3
Kang-dong(II)	A	59.4
	B	39.8
	C	30.3
	D	40.9
	E	36.1
	F	47.4
Average		41.1

^a230 plants in each field were investigated.

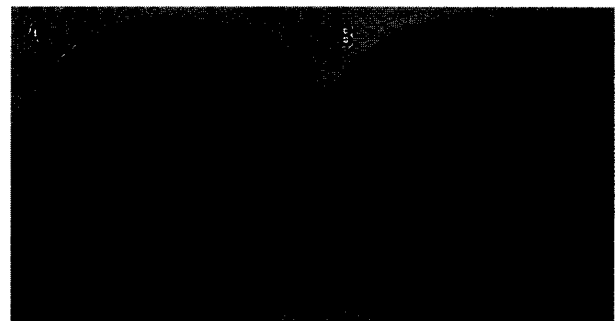


Fig. 2. Cultural characteristics of *Botrytis cinerea* isolates of 3-week-old cultures on potato dextrose agar media. (A) LVF 12 isolate. (B) SD7 isolate.

Table 2. Cultural characteristics of LVF12 and SD7 isolates of *Botrytis cinerea*

Characteristics	LVF12			SD7		
	PDA	CMA	V8A	PDA	CMA	V8A
Colony	dark gray	gray	gray	light gray	white	white
Sclerotia	present	absent	present	present	absent	present
Conidia	abundant	abundant	abundant	scarce	scarce	scarce
shape	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal
size (μ) ^a	5.5~15.0×	5.0~22.5×	10.0~20.0×	7.5~15.0×	5.0~15.0×	5.0~15.0×
(mean)	5.0~10.0	7.5~10.0	7.5~12.5	5.0~12.5	5.0~10.0	5.0~10.0
	(11.8×7.3)	(12.0×8.2)	(14.5×9.7)	(11.1×7.5)	(10.2×7.6)	(13.6×7.9)

^aOne hundred spores were examined.

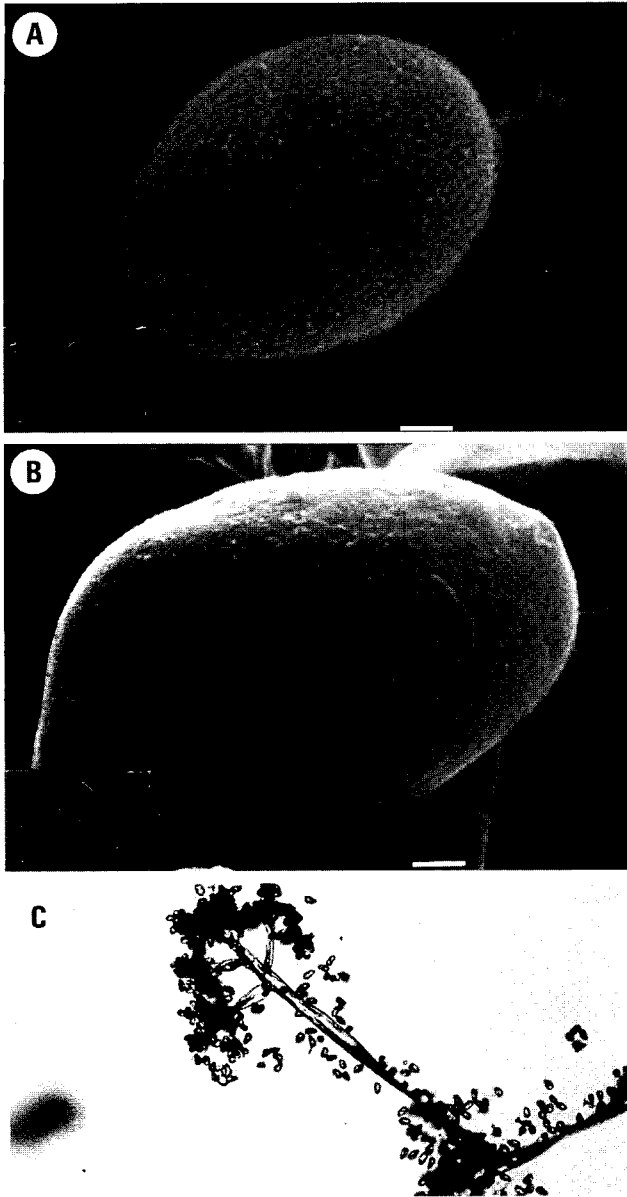


Fig. 3. Scanning electron micrographs (A and B) and light micrographs (a, b and C) of conidia and conidiophores of *Botrytis cinerea* SD7 isolate (A) and LVF12 isolate (B and C). Scale bar represents 1 μm.

에 따라 약간의 차이를 보였는데 25°C 암상태의 V8A 배지에서 분생포자의 크기가 가장 컸으며 특히 CMA 배지상에서는 양균주 모두 균핵이 형성되지 않았다(Table 2).

본 병원균의 발병적온을 추정하기 위해 균사생장 및 포자형성 적온을 조사한 결과(Fig. 4) 균사생장은 양균주 모두 15~25°C에서 가장 왕성하였으며 5°C 이하에서는 매우 느리게 자랐고 30°C 이상에서는 거의 자라지 않았다. 포자형성량은 LVF12 균주의 경우 10°C 이하와 25°C 이상에서는 거의 형성되지 않았고 20°C에서 가장 많이 형성되었으며 20°C 이상에서는 온도가 증가함에 따라 분

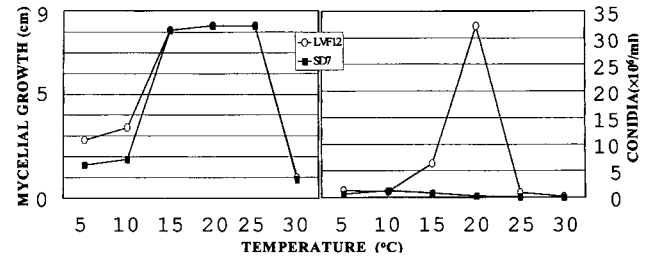


Fig. 4. Mycelial growth and sporulation of *Botrytis cinerea* isolates (LVF12 and SD7) on potato dextrose agar media 7 days and 21 days after incubation at various temperatures, respectively.

생포자 형성량이 감소하였다. SD7 균주의 분생포자 형성은 10°C에서 극히 적게 형성되었으나 그의 온도에서는 전혀 형성되지 않았다.

병원성 검정. 공시한 LVF12 및 SD7 균주의 병원성을 검정하기 위해 각각의 균사절편과 분생포자 부유액을 접종원으로 하여 들깨잎에 접종한 결과(Table 3) 접종 3일후부터 병징이 나타나기 시작하여 접종 7일 후에는 모든 처리구에서 병징이 나타났다(Fig. 1D, E). 2균주 모두 잎과 줄기에 병원성을 나타내지만 LVF12 균주는 잎에 강한 병원성을 보인 반면 SD7 균주는 줄기에 강한 병원성이 나타났다. LVF12 균주의 경우 균사절편을 이용하여 잎에 접종하면 접종 초기에는 접종부위가 갈변되기 시작하여 병이 진전되면서 자연발생한 병징과 동일한 전형적인 V자형 병반이 형성되어 강한 병원성을 나타낸 반면 줄기에서는 접종부위에만 감염되었으며 그 이상 병진전은 없었다. 포자 부유액에 의한 접종에서는 잎 끝부분을 중심으로 가장자리 부분에서 발병하기 시작하여 잎맥을 따라 자연발생한 병징과 동일한 V자형의 병반이 형성되었으며 발병 3~4일 정도 지나면서 잎자루 까지 진전되어 잎이 탈락되었고 잎이 떨어지지 않으면 줄기로 진전되었다. 또한 습도가 높을때는 잎과 줄기의 병반위에 갯빛균사가 많이 형성되었다. 포자부유액으로 접종한 잎의 경우 유상처리에서 약간 병발생이 빨랐으나 전체적으로 유상처리와 무상처리에서의 발병률에는 거의 차이가 없었다. SD7 균주의 경우 잎에서의 병징은 LVF12 균주와 거의 동일하였으나 병원성이 현저히 약하게 나타난

Table 3. Pathogenicity of LVF12 and SD7 isolates of *Botrytis cinerea* on the leaves and stems of perilla

Isolates	Pathogenicity		
	Inoculum		
	Mycelial disks		Spore suspension
	Stem ^a	Leaf ^b	Leaf ^c
LVF12	15	166.7	62.5
SD7	55	21.7	4.2

^aThe size of necrotic lesion of stems (mm).

반면 줄기에서는 균사절편으로 접종한 부위를 중심으로 병반이 확대되면서 잘록하게 꺾이는 강한 병원성을 나타내었다. 또한 이들 각 병반으로부터 동일한 병원균이 재분리되었다.

고 찰

최근 부산시 강동지역과 경남 밀양지역의 비닐하우스 내에서 들깨 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 띄는 병의 원인은 병원균의 형태 및 배양적특성을 조사한 결과 *Botrytis*로 확인되었다. *B. cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병에 대한 보고는 1958년 일본에서 澤田에 의한 병명 기재가 있을뿐 자세한 내용은 전혀 언급되지 않았고 그 이후에도 국내외에서 전혀 보고되지 않았으며, 본 보고가 처음이다(7, 13). 병원성이 강한 LVF12 균주와 SD7 균주는 형태 및 배양적 특성이 Ellis(3), 横山(15), Arai(1)등의 *B. cinerea*에 대한 기재와 거의 일치되었다. 특히 2균주의 분생포자의 형태 및 표면구조를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과 표면에 미세한 봉상구조로 덮혀있었다.堀内등(4)은 SEM으로 *Botrytis*속군 6종의 분생포자의 표면구조를 관찰하여 미세한 봉상구조를 가진것과 털실모양의 구조로 덮힌 2그룹으로 대별하여 그 중 *B. cinerea*, *B. fabae*, *B. squamosa* 등의 3종이 봉상구조를 가지며, 이들 3종은 분생포자 크기의 명확한 차이에 의해 쉽게 구별된다고 하였다. 따라서 LVF12와 SD7 균주는 *B. cinerea*로 동정되었으며, 한국에서는 미기록 병해이므로 본 병원균에 의한 들깨의 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 들깨 잿빛곰팡이병(gray mold rot of perilla)으로 명명하였다.

LVF12 균주는 SD7 균주에 비하여 분생포자의 크기가 약간 컸고 분생포자의 표면에 형성된 봉상구조가 적었으며, 2균주 모두 균핵형성은 많았으나 LVF12 균주에서는 분생포자가 많이 형성된 반면 SD7 균주에서는 거의 형성되지 않았다. 또한 2균주는 감염부위에 따라 병원성에 차이를 보여 LVF12 균주는 잎에, SD7 균주는 줄기에 상대적으로 강한 병원성을 보였다. 따라서 이러한 차이는 Paul(14)이 *B. cinerea*를 포자나 균핵을 형성하지 않고 기중균사를 많이 형성하는 균사형(mycelial type), 균핵은 형성하지 않고 포자만을 많이 형성하는 포자형(sporing type) 및 포자형성에 관계없이 균핵을 많이 형성하는 균핵형(sclerotial type) 등의 3가지 형태로 나눈것과 김(8), 김(9, 10) 등에 의한 *B. cinerea*의 생리생태적 다양성 및 병원성의 차이에 대한 보고와 비교해 볼때 공시된 2균주는 동일 *B. cinerea* 종내의 성질이 서로 다른 균주로 생각된다.

*B. cinerea*는 저장 혹은 운송 중의 과일, 야채 및 종묘 등을 비롯해 각종 재배작물에 감염하여 기주범위가 대단

히 넓고 피해정도도 심각한 다범성균으로 유전적 변이가 심해 방제 약제에 대한 저항성균의 출현빈도가 높은 것으로 알려져 있다(6, 8, 9, 10). 본 연구에서 조사된 들깨 잿빛곰팡이병은 온도가 비교적 낮고 습도가 높은 조건에서 발병되기 시작하여 일단 발병되고 나면 병원균의 발병적온이 아니더라도 병진전이 계속되는 것으로 보아 초기에 병의 예방이 중요한 것으로 보인다. 또한 같은 들깨 하우스내에서 본병의 방제를 위해 몇 종의 시판 살균제를 정기적으로 살포했음에도 불구하고 약 21.3~68.1% (평균 41.1%)의 높은 발병률을 나타내었는데 이는 본 병의 병원균인 *B. cinerea*의 심한 유전적 변이에 의한 다양한 형태의 약제 저항성균의 출현가능성을 시사하는것으로서 본 병의 효율적 방제를 위해서는 하우스내의 온습도 조절등의 재배환경적 요인과 더불어 방제약제에 대한 저항성 병원균의 밀도조사가 이루어져야할 것으로 사료된다.

요 약

우리나라 들깨잎 생산의 약 90%를 차지하는 부산시 강동지역과 경남 밀양지역에서 최근 들깨 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 나타내는 병이 심하게 발생하여 큰 피해를 주고 있는데, 1998년 부산 강동지역에서 발생한 본 병의 발병율은 약 21.3~68.1%로 평균 41.1% 이었다. 본 병은 주로 잎 가장자리에서부터 발생하여 중앙으로 V자형 갈색 병반을 형성하면서 말라죽었으며, 줄기에 감염될 경우 감염부위가 잘록하게 되면서 상부까지 완전히 고사되었다. 습도가 높을때에는 잎과 줄기의 병반 표면에 많은 잿빛 균사를 형성하였다. 이러한 각각의 증상을 띄고있는 병반으로부터 분리된 LVF12 균주 및 SD7 균주를 균사절편 및 포자부유액으로 접종한 결과 접종 3일후부터 발병되기 시작하여 자연 발생된 병징과 동일한 병징을 나타내었으며, 양 균주는 감염부위에 따라 현저한 병원성의 차이를 나타내었다. 이들 2균주는 광학현미경 및 주사전자현미경을 이용한 형태적 특성과 몇 가지 배지 등을 이용한 배양적 특성 및 병원성 검정 결과에 따라 *Botrytis cinerea*로 동정되었으며, 본 병을 들깨 잿빛곰팡이병으로 명명하였다.

감사의 말씀

이 논문은 1997년도 농림부에서 시행한 농림특정연구과제의 연구 결과임.

참고문헌

1. Arai, M. 1996. Gray mold of hydrangea caused by *Bo-*

- trytis cinerea*. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*. 62: 87-90.
2. 조종택, 문병주. 1994. *Sclerotinia sclerotiorum*(Lib.) de bary에 의한 들깨 균핵병과 그 신기주. 동아대 농대 농업 자원연구보 3: 11-24.
 3. Ellis, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. pp. 178-184. CMI. Kew, Surrey, England.
 4. 堀内誠三, 堀 眞雄, 石井正義. 1978. 走査電顯에 의한 數種 *Botrytis*屬菌의 同定. 中國 農試報 E13: 53-87.
 5. 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록. pp. 42-43.
 6. Jarvis, W. R. 1977. *Botryotinia and Botrytis* species. pp. 9-31. Canada Department of Agriculture, Ottawa.
 7. 岸 國平. 1988. 作物病害辭典. 全國農村教育協會. 東京. pp. 798-802.
 8. 김병섭. 1997. 잣빛 곰팡이병균(*Botrytis cinerea*)의 살균제 저항성 및 생리생태적 다양성. 서울대학교 박사학위 논문.
 9. 김병섭, 박은우, 박정현, 노성환, 조광연. 1996. Prochloraz에 저항성인 잣빛 곰팡이병균(*Botrytis cinerea*)의 유기 및 이들 균의 생물학적 특성. 한국식물병리학회지 12: 226-230.
 10. 김병섭, 박은우, 노성환, 조광연. 1997. 잣빛 곰팡이병균(*Botrytis cinerea*) 형태형 간의 생리적 다양성. 한국균학회지 25: 320-329.
 11. 이정일, 채영암, 강광희, 조재성. 1996. 공예작물학. 향문사. 서울. pp. 50-59.
 12. 농림부. 1997. 작물통계. p.109.
 13. 日本植物病理學會. 1975. 日本有用植物 病名目録. p. 161.
 14. Paul, W. R. C. 1928. A comparative morphological and physiological study of a number of strains of *Botrytis cinerea* Pers. with special reference to their virulence. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 15: 118-135.
 15. 橫山龍夫. 1978. 菌類圖鑑(宇田川俊 著). 講談社. 東京. pp. 853-855.

(Received August 29, 1998)