

시설재배에서 *Botrytis cinerea* 에 의한 가지 잿빛곰팡이병

김철승 · 이재필 · 송주희 · 임은경 · 정순재 · 허상영 · 문병주*

동아대학교 생명자원과학대학

Gray Mold Rot of Eggplant Caused by *Botrytis cinerea* in Greenhouse

Choul-Soung Kim, Jae-Pil Lee, Ju-Hee Song, Eun-Kyung Lim, Soon-Je Chung,
Sang-Young Ha and Byung-Ju Moon*

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

Abstract

Botrytis cinerea E12 was isolated from the leaves, flowers and fruits of eggplant in the greenhouses in Halrim, Kimhae and Dejeo, Pusan. The leaves infected with the pathogen were appeared initially brown-color, small gray spots at the edge, and finally fall down. The fruit was showed the symptoms of circular or irregular shapes, followed by sunken. When the symptoms were developed, the conidia formed on the surface with gray color.

To determine the pathogenicity of *B. cinerea* E12 against the eggplants, the conidia were suspended with 30% tomato juice, PDB and sterile water, respectively. The result showed that the conidial suspension with 30% tomato juice was highly effective on the pathogenicity as more than 90%. Moreover, the symptoms caused by inoculum were the same as those of wild-type pathogen.

Key words – *Botrytis cinerea*, gray mold rot, eggplant, tomato juice, pathogenicity

서 론

가지(*Solanum melongena* L.)는 토마토, 고추, 감자, 담배 등과 함께 가지과(Solanaceae)에 속하는 작물로서 영양가치는 작으나, 탄수화물 중에서 환원당이 풍부하고, 많은 수분이 포함되어 있어 최근 들어 건강식품으로서 혈관을 강화시키고 열을 낮추며, 잇몸이나 구강내 담증, 고혈압 및 동맥경화 예방 등에 좋다고 하여 선호하고 있다. 또한, 발암억제 물질인 폴리페놀이 채소나 과실에 함유되어 있는데, 이

물질이 가지에도 많이 함유되어 있어 일본 등지에서 그 소비가 늘어가고 있는 추세이다[9].

또한, 우리나라에서의 가지재배는 부산시 강서구 대저에서 1993년부터 1998년까지 일본으로 217M/T의 9억원에 달하는 물량을 수출하였으며, 최근에는 수출 및 내수용으로 경남 김해시 한림면에서는 장자 품종 등을, 그리고 부산시 강서구 대저에서는 축양 및 시부기 품종 등을 일본과 계약 재배하여 올해 3억 6천만원에 달하는 물량을 수출하는 등 대규모 시설재배로 확대되고 있다[10].

그러나, 이러한 시설재배, 특히 부산 근교와 경남일대에서는 10월부터 익년 6월까지 연중 하우스 재배가 이루어지고 있어서, 하우스내의 높은 습도로 인한 각종 병해 발생

*To whom all correspondence should be addressed

Tel: (051) 200-7554, Fax: (051) 200-6993

E-mail: bjmoon@mail.donga.ac.kr

이 가지 재배의 난점으로 대두되고 있는데[3], 최근 저온 다습한 1월부터 잎, 꽃 및 열매에 갈색의 소형 점무늬가 형성되고 병반의 중앙에 잿빛의 곰팡이가 다량으로 형성되어 수량 및 품질 저하로 인한 방제대책이 시급히 요청되고 있다. 이들 병반으로부터 병원균을 분리, 관찰한 결과 *Botrytis* 속 균이 분리되었으며, 분생포자 형태, 크기, 균총의 형태 및 색깔 등으로 보아 잿빛곰팡이병균인 *B. cinerea*로 동정되었다. 가지의 병해로는 무름병, 모자이크병, 점무늬병, 풋마름병, 흰가루병, 탄저병 등이 보고 되어있으며[11-13], 가지 잿빛곰팡이병은 식물병명목록[13] 등에 기재되어 있으나 병원성 등 상세한 보고가 없다. 따라서, 본 논문에서는 가지 잿빛곰팡이병의 발생과 병원균의 형태 및 배양적 특성에 관한 내용을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

병징 및 발병을 조사

1998년 12월부터 1999년 5월 중순까지 경남 김해시 한림면과 부산시 강서구 대저동의 가지재배 하우스내에서 본 병징을 수시로 관찰하였다. 발병 정도는 가지 수확기인 1월 중순 김해시 한림면에서 2개 하우스와 3월 중순 부산시 대저동 일대에서 1개 하우스에서 한 하우스당 5개의 구역, 구당 500×100cm (10주)를 임의로 선정하고 구역내의 가지 전주수에 대한 이병주율을 조사하였다.

병원균의 분리 및 공시균주

가지 재배 하우스내의 잎과 열매 등에서 갈색의 소형 점무늬가 형성되고 부정형의 대형 병반이 형성되며 잿빛의 포자가 관찰되는 병반을 채집하여 병원균을 분리하였다. 병든 조직 절편을 5.25% sodium hypochlorite 용액에 약 45초간 표면 살균한 후 멸균수로 3회 세척하여 Potato dextrose agar (PDA) 평판배지에 놓고 25℃, 암조건하에서 배양하였다. 신장한 균사를 PDA평판 배지에 이식하고 배양하였는데, 이 과정을 수회 반복하여 병원균을 순수 분리하였다. 잎과 열매 병반으로부터 E1등 12균주를 분리하여 그 중 병원성이 가장 강한 E12 균주를 모든 실험에 공시하였다.

병원균의 형태 및 배양적 특성

배지 종류에 따른 균총의 형태, 분생포자의 크기와 형태

및 분생포자 형성량을 조사하기 위해 병원균의 균총 절편을 Corn meal agar (CMA), V8-juice agar (V8A), Czapek's agar, Richard's agar 및 Sabouraud's agar배지에 각각 이식하고 20℃에서 7일간 배양하였는데 암조건만 처리한 것과 3일 암처리 후 4일간 자외선 (UV)을 조사한 것으로 조건을 각각 달리하여 조사하였다. 분생포자 형성량 조사는 위와 같은 방법으로 배양한 각각의 배지 한 petridish에 멸균수 10ml을 넣어 포자부유액으로 만들고 그 중 1ml을 채취하여 혈구계산기를 사용해 각각 3반복으로 조사하였다.

병원성 검정 및 분생포자 접종원의 부유액 선발

병원성 검정에서는 접종원으로서 분생포자의 효과적인 포자부유액을 선발하기 위해 PDB, 30% 토마토 주스를 공시하고 여기에 앞서의 분생포자 형성에 양호한 것으로 선발된 배지에서 3일간 암처리한 후 UV를 4일간 처리하여 배양한 E12 균주의 분생포자를 10⁶conidia/ml농도로 첨가하여 접종원으로 하였다. 처리당 5주씩 3반복으로 각각의 가지 잎에 처리하여 상대습도 90%이상, 20±2℃ 생육상에 보관하면서 처리 24시간 후부터 발병도를 조사하였다.

가지 열매에서의 병원성 검정에서는 가지 열매 표면에 가위표 모양으로 2cm크기의 상처를 내고 직경 1cm 크기의 균사절편을 상처낸 부위에 부착하여 접종하고 잎에서 처리한 것과 같은 조건의 생육상에 보관하면서 발병정도를 조사하였다.

결 과

병징 및 발병을 조사

김해시 한림면과 부산시 대저동의 가지 재배하우스내에서 자연 발생한 가지 잿빛곰팡이병의 병징은 대부분 잎에 소형의 점무늬 증상과 대형의 원형, 부정형의 갈색 병반이 형성되어 잎 전체가 고사하였으며, 주로 어린 위쪽 잎보다는 오래된 아래쪽 잎에서 발병이 심하였다. 꽃에서는 꽃잎의 가장자리 부터 감염이 시작되어 꽃전체로 진전되고 결국 고사하였으며, 감염된 꽃잎이 부착된 어린 열매 조직은 갈색으로 변색됨과 동시에 함몰이 되고, 원형 또는 부정형의 병반으로 진행되다가 전체가 짓무르게 되었으며, 습도가 높게되면 병든 잎, 꽃 및 열매의 병반 중앙에 잿빛의 곰팡이가 다량으로 형성되었다(Fig. 1). 가지 수확기인 1월~3

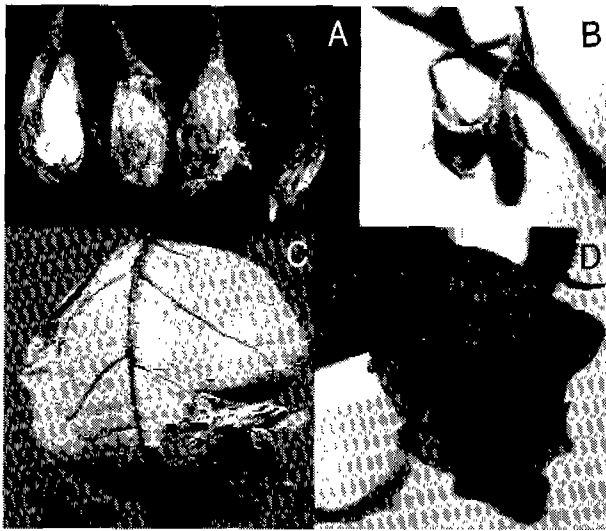


Fig. 1. Symptoms of gray mold rot of eggplant caused by *Botrytis cinerea* on the naturally infected leaf, fruit and flower(A : leaf, B : fruit, C : flower).

월 중순에 김해시 한림면의 2개 하우스와 (한림A, 한림B), 부산시 대저동의 한개 하우스에서 한 하우스당 각 5개의 구역을 임의로 선정하여 이병주율을 조사한 결과 38.0~52.0%로서 평균 46.0%의 이병주율을 보였다(Table 1).

병원균의 형태 및 배양적 특성

공시한 병원균 E12 균주의 배지 종류에 따른 형태 및 배양적 특성을 조사한 결과, CMA와 V8A 배지에서는 각각 흰색과 암회색으로 암처리한 후 UV를 조사한 경우나 암처리만 한 경우 모두 균총 색깔이 같았으나, Czapek's agar, Richard's agar, Sabouraud's agar배지는 UV를 조사한 경우와 암처리만 한 경우의 균총의 색깔은 다르게 나타났는데,

Table 1. Incidence of gray mold rot on the eggplants in two different investigated greenhouses in 1999

Location	Investigated greenhouse ^a	Infected plant(%) ^b
Pusan Dea-jeo	A	38.0
Kim Hea Hal-rim	A	48.0
	B	52.0
Average		46.0

^aFifty plants were surveyed each greenhouse.

^bInfected plants(%) were based on rating of naturally infested plants grown in greenhouse.

Czapek's agar와 Sabouraud's agar의 경우 UV 처리에서는 회색을 나타내었지만 암처리의 경우 짙은 암회색을 나타내었으며, Richard's agar에서는 UV처리시 암갈색이었으며 암처리를 했을 때 회색을 나타내었다. 또한 Sabouraud's agar에서는 UV처리시 균핵을 형성하였다(Table 2, Fig. 2). 분생포자의 모양은 배지종류에 따른 차이 없이 모두 타원형이었으며, 그 크기에 있어서는 암처리한 후 UV를 조사한 경우 V8A배지에서 10.0-20.0×7.5-12.5 μ m로 가장 컸으며, 암처리만한 경우에는 Czapek's agar배지에서 7.5-15.0×5.0-12.5로 가장 크게 나타났다(Table 2).

분생포자의 형성량에 있어서는 UV를 처리한 경우와 암처리만 한 경우 모두 V8A 배지에서 가장 많이 형성되었으며, 균총의 직경을 측정했을 때도 V8A에서 균총의 직경이 55.1~56.0mm로 가장 생육이 왕성하였다(Table 3).

분생포자 접종원의 부유액 선발

공시 균주 E12의 분생포자를 이용한 병원성 검정에서 효과적인 접종원의 부유액을 선발하기 위해 포자의 부유액을

Table 2. Cultural characteristics of *Botrytis cinerea* E12

Characteristics	UV ^a					Dark ^b				
	V8A	CMA	Czapek's	Richard's	Sabouraud's	V8A	CMA	Czapak's	Richard's	Sabouraud's
Colony	dark gray	white	white	dark brown	white	dark gray	white	dark gray	white	dark gray
Conidia shape	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal
Conidia size(μ m) ^c	10.0-20.0	5.0-15.0	10.0-15.0	7.5-15.0	5.5-17.5	5.0-15.0	5.0-15.0	7.5-15.0	5.0-12.5	5.5-15.0
	×7.5-12.5	×5.0-10.0	×5.0-12.5	×5.0-10.0	×5.0-9.0	×5.0-10.0	×5.0-10.0	×5.0-12.5	×5.0-10.0	×5.0-10.0

^aDarkness at 20°C for 3days and UV at 20°C for 4days.

^bDarkness at 20°C for 7days.

^cOne hundred spores were examined.

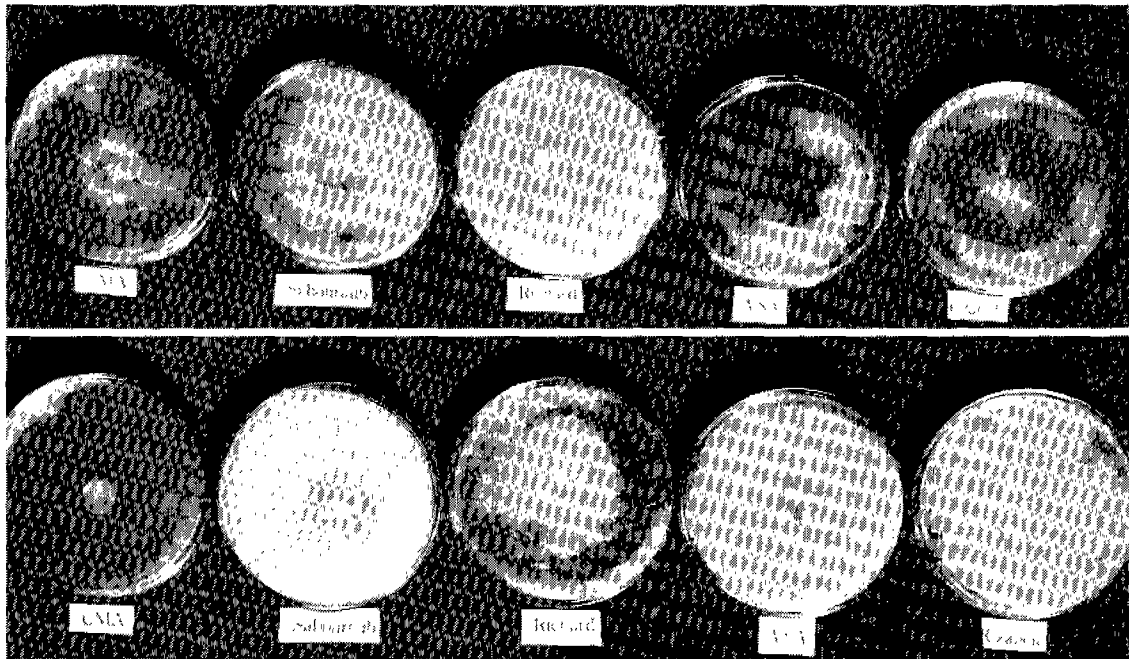


Fig. 2. Effects of media on the mycelial growth of *Botrytis cinerea* E12.

Top : Darkness at 20°C for 7days, Bottom : Darkness at 20°C for 3days and UV at 20°C for 4days.

CMA : Corn meal agar, Sabouraud's : Sabouraud's agar, Richard's : Richard's agar, V8A : V8 juice agar, Czapek's : Czapek's agar.

Table 3. Effects of media on the sporulation and the growth of *Botrytis cinerea* E12

Media	10 ⁵ conidia/culture ^a		Colony diameter (mm) ^a	
	UV	Darkness	UV	Darkness
V8A	86.0	82.0	55.1	56.0
CMA	0.1	0.8	45.8	46.9
Czapek's Agar	0.5	3.4	30.4	31.2
Richard's Agar	4.1	0.4	38.4	38.1
Sabouraud's Agar	0.2	4.5	33.6	27.4

^aThe date based on 3 replicates.

달리하여 가지 잎에 접종한 결과, 살균수를 이용한 포자부유액에서는 발병도가 극히 낮았으며, PDB 포자부유액에서는 72시간 후 22.5%의 낮은 발병도를 보인 반면, 30% 토마토 주스에서는 72시간 후 91.0%의 높은 발병도를 보였다 (Table 4).

병원성 검정

공시한 E12 균주의 병원성을 검정하기 위해 E12 균주를 앞서의 분생포자 형성에 양호한 것으로 확인된 V8A 배지

Table 4. Effects of various conidial suspensions on the pathogenicity of *Botrytis cinerea* E12 on eggplants

Conidial suspensions ^a made with	Disease incidence(%) ^b after inoculation		
	24h	48h	72h
SW	0	5.6	7.1
PDB	17.8	22.5	22.5
tomato	30.8	72.0	91.0

^aSW = sterilized water, PDB = potato dextros broth, Tomato = 30 % tomato juice.

^bThe percentage of infected leaf.

에 배양하여, 형성된 분생포자를 효과적인 부유액으로 확인된 30% 토마토 주스에 부유하여, 가지의 잎과 꽃에 접종한 결과 48시간 후부터 자연 병반과 동일한 병징이 나타나기 시작했으며, 접종 후 3일부터는 모든 처리구에서 병징이 나타나기 시작했다. 접종 초기에는 잎 표면의 여러 곳에서 원형 또는 부정형의 병반이 형성되었고 시간이 경과할수록 병이 진전되어 그 크기가 커지거나, 또는 잎의 가장 자리부터 감염되어 병이 진행됨에 따라 V자형의 병반으로 진전이 되어 결국에는 낙엽 되거나 고사하였다. 꽃에

서는 접종 1~2일 후 자연 병징과 동일하게 꽃잎의 가장자리부터 갈색으로 병반이 진전되다가 3~4일 후에는 꽃 전체로 진전되어 꽃줄기까지 갈색으로 변하고 결국 말라 죽거나 낙화되었다(Fig. 3). 또한, 낙화된 꽃잎이 땅에 떨어지지 않고 잎에 붙어 감염을 일으키는 경우도 있다. 열매에서는 균사 절편을 이용한 상처 접종을 통해 접종 3일 후부터 타원형으로 갈변되면서 병반이 확대되며 열매 표면에서는 흰색의 균사가 관찰되기 시작하며, 접종 6~7일 이후에는 열매전체가 갈색으로 변하여 짓무르고 점액이 나오기 시작하면서 표면에서는 암갈색의 포자가 관찰되기도 한다(Fig. 4). 이러한 병징으로부터 동일한 병원균이 재분리되었다.

고 찰

최근 부산시 강서구 대저동 지역과 경남 김해시 한림면의 가지 채배 하우스내에서 가지의 잎, 꽃 및 열매에 갈색의 소형점무늬가 형성되고 병반 중앙에 잿빛의 곰팡이가 형성되는 병징이 나타나 병원균을 분리하여 이 병원균의 형태 및 배양적 특성을 조사한 결과, 배지상에서 균총은 넓게 확산되어 20℃에서 8일경 직경이 6.0cm 이상에 달하며, 초기에는 무색이지만 나중에는 잿빛 내지 회갈색으로 변한다.



Fig. 3. Symptoms of fruits(A), flowers(B) and leaves(C, D) of eggplants by artificial inoculations of *Botrytis cinerea* E12.

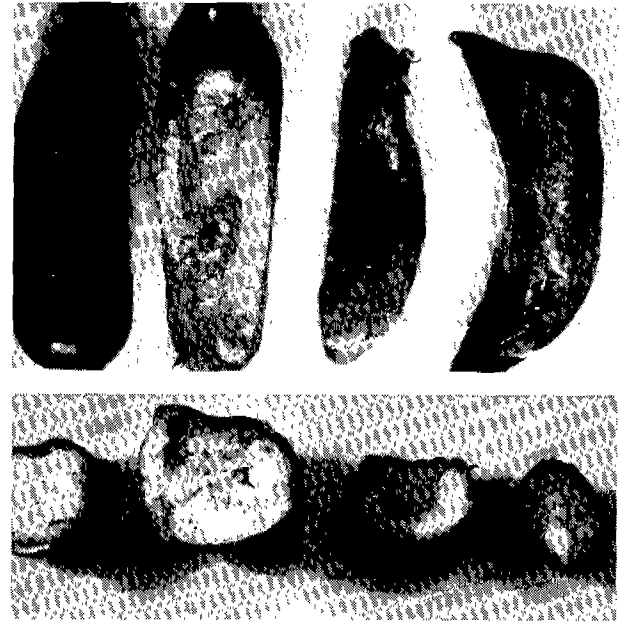


Fig. 4. Symptoms of gray mold rot of eggplant caused by *Botrytis cinerea* E12 on the inoculated fruits (top) with mycelial colony and fruit sections (bottom).

분생포자병 기부에는 팽대부가 없고 750 μ m 내지 2mm이상의 길이를 가지며, 기부쪽이 갈색을 띤다. 분생포자는 도란형으로 흔히 불룩한 배꼽이 있으며, 색깔은 담갈색으로 소수성이며 광현하에서는 평활하게 보인다. 크기는 7.5~12.5 μ m \times 5.0~12.5 μ m로서 Eills가 기재한 *Botrytis cinerea*의 크기인 6.0~18.0 \times 4.0~11.0 μ m와 유사하였으며[2], 横山, Arai 등의 기재와도 거의 일치하였다[1, 14]. 또한 *Botrytis*속에는 여러가지 종들이 있지만 모두가 도란형 분생포자를 갖고 있어서 유사점이 많으나, *B. narcissicola*, *B. convoluta*, *B. porri*, *B. fiararum* 등은 분생포자 크기와 균핵의 해부학적 특성 및 자낭과 형태의 세부적 특성에 의해 구별되므로 본 E12 균주는 *B. cinerea*로 동정되었다.

분리한 균주간의 분생포자 크기는 차이가 없었으며, E12 균주는 분생포자가 많이 형성된 반면 병원성이 약해 공시하지 않은 균주 E6, E26는 분생포자를 거의 형성하지 않았지만 균핵을 많이 형성하였는데 이러한 차이는 Paul[7]이 *B. cinerea*를 포자나 균핵을 형성하지 않고 기중균사를 많이 형성하는 균사형 (mycelial type), 균핵은 형성하지 않고 포자만 형성하는 포자형 (sporing type) 및 포자형성에 관계없이 균핵을 많이 형성하는 균핵형 (sclerotial type) 등의

3가지 형태로 나는 것과 김[8], 김 등[4, 5]에 의한 *B. cinerea* 의 생리생태적 다양성 및 병원성의 차이에 대한 보고와 비교해 볼 때 공시한 E12 균주와 분리된 E6, E26 균주는 동일 *B. cinerea* 종내의 성질이 다른 균주로 생각된다.

분생포자 접종원의 부유액 선발 실험에서 영양분이 없는 살균수를 이용한 포자 부유액과 PDB에서는 거의 발병이 되지 않고, 30% 토마토 주스에서 월등히 높은 발병율을 나타내었는데, 이는 병원균의 부착기 형성을 위해 필요한 양분의 종류나 함량이 토마토 주스에 많았던 것으로 사료되며 이는 들깨 잿빛곰팡이병의 분생포자 접종원 부유액 선발 실험에서 10% 토마토 주스를 이용한 결과와 농도만 다를 뿐 일치한다[6].

본 연구에서 조사된 가지 잿빛곰팡이병의 하우스내에서의 발병은 12월에서 3월 사이인 저온과 하우스내의 다습한 조건이 계속 유지될 때 가지의 모든 잎에서 발병이 되나 특히 지표면과 가까운 하위엽과 하우스내의 구석 그늘진 곳에서 발병이 심하였다. 그리고 발병이 되고 나면 병진전이 계속되어 심각한 피해를 초래한다. 이와 같이 하우스내에서 저온과 환기 불량으로 인한 다습한 조건은 병원균의 발병과 증식에 유리한 조건이므로 본 병원균의 심한 발병을 유발하는 요인으로 생각된다.

요 약

최근 김해시 한림면과 부산시 대저의 가지 재배하우스내에서 잎, 꽃 및 열매에 갈색의 소형점무늬가 형성되어 말기에는 잎과 꽃잎은 고사, 탈락되며 열매는 짓무르게 되고 습하게 되면 오래된 병반 중앙에 잿빛의 곰팡이가 형성되는 병징이 나타나 이를 분리한 결과 *Botrytis cinerea* E12로 동정되었다. 분생포자 접종원의 효과적인 포자의 부유액 선발을 위하여 30% 토마토 주스, PDB 및 살균수에 E12 균주의 분생포자를 부유하여 접종실험을 한 결과 30% 토마토 주스를 이용하여 만든 포자 부유액에서 90% 이상의 높은 발병율을 보였다. 또한 토마토 주스의 분생포자 부유액을 이용한 병원성 검정 결과, 자연 병반과 동일한 병징을 나타내었으며, 병반으로부터 동일한 병원균이 분리되었다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 동아대학교 학술지원연구에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Arai, M. 1996. Gray Mold of Hydrangea Caused by *Botrytis cinerea* Ann. *Phytopathol. Soc. Jpn.* **62**, 87-90.
2. Ellis, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. pp. 178-184, CMI, Kew, Surrey, England.
3. Hausbeck, M. K. and G. W. Moorman. 1996. Managing *Botrytis* in greenhouse grown flower crops. *Plant Dis.* **80**, 1212-1219.
4. Kim, B. S., E. W. Park, S. H. Roh and K. Y. Cho. 1997. Physiological diversity between morphological phenotypes of *Botrytis cinerea*. *Korean J. of Mycology* **25(4)**, 320-329.
5. Kim, B. S., E. W. Park, J. H. Park, S. H. Roh and K. Y. Cho. 1996. Introduction of Prochloraz-resistant isolates of *Botrytis cinerea* *in vitro* and their biological properties. *Korean J. Plant Pathol.* **12(2)**, 226-230.
6. Lee, J. P., Y. J. Son, C. S. Kim, J. H. Son, S. H. Lee, J. H. Song, D. H. Kim and B. J. Moon. 2001. Biological control of gray mold rot of perilla caused by *Botrytis cinerea*, I. Resistance of perilla cultivars and selection of antagonistic bacteria. *Korea J. Plant Pathol.* in press.
7. 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.
8. 김병섭. 1997. 잿빛 곰팡이병균(*Botrytis cinerea*)의 살균제 저항성 및 생리생태적 다양성. 서울대학교 박사학위논문.
9. 농업과학기술원. 원예작물 재배기술. 식품 가치 및 효능. <http://www.niast.go.kr>.
10. 농업과학기술원. 2000년 농산물 수출현황. <http://www.niast.go.kr>.
11. 농촌진흥청, 농업과학기술원. 2000. 채소병해충 진단과 방제. pp. 330. 도서출판 아카데미서적.
12. 최재을, 한광섭. 1991. 충남대학교 농업과학연구. **18(2)**, pp. 99.
13. 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록. pp. 436.
14. 横山龍夫. 1978. 菌類圖鑑(宇田川俊 著). pp. 853-855, 講談社, 東京.

(Received March 27, 2001; Accepted April 27, 2001)