

토마토쥬스와 KH_2PO_4 가 *Botrytis cinerea* LVF12 분생포자의 토마토 감염에 미치는 영향

손지희 · 이재필 · 김철승 · 임은경 · 송주희 · 김현주 · 박현철¹ · 문병주*

동아대학교 생명자원과학대학, ¹밀양대학교 농학부

Effects of Tomato-Juice and Potassium Phosphate on the Infection of *Botrytis cinerea* LVF12 on the Tomato Leaves

Ji Hee Son, Jae Pil Lee, Choul Seung Kim, Eun Kyung Lim, Ju Hee Song, Hyun Ju Kim, Hyeon Cheal Park¹ and Byung Ju Moon*

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

¹Faculty of Agriculture, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

(Received on September 3, 2001)

Effects of tomato-juice and KH_2PO_4 as exogenous nutrients on the infection of *Botrytis cinerea* LVF12 and pathogenicity to tomato were investigated. *B. cinerea* LVF12, which was previously reported as a casual agent of the gray mold rot of perilla, was used for pathogenesis on tomato leaves. No infection was induced, and no lesion developed on tomato leaves by the conidial suspension of LVF12 when the inoculum was prepared in sterilized water. However, when the conidial suspensions of LVF12 added with various concentrations and conditions of tomato-juice were inoculated on whole tomato plants, the disease was induced readily. Among them, 20% tomato juice with 0.1M KH_2PO_4 appeared to be the most suitable nutrient to promote high disease incidence on tomato. For the pathogenicity test according to the growing stage of tomato, the mature leaves were more susceptible than seedlings. Symptoms on the infected plants were initial small gray spots at the inoculated area. Later the whole leaves, petioles and stems became gray and eventually fell off. Under high humidity conditions, the diseased leaves and stems were covered with gray hyphae and conidia. All symptoms of infected plants were identical to those in the field conditions.

Keywords : *Botrytis cinerea* LVF12, exogenous nutrients, gray mold rot, tomato-juice

우리나라의 시설재배는 대부분 소규모이고 영세하며 지역특성에 맞는 작형이나 작기 선택재배로 생산비 절감과 고품질을 위한 생산보다는 단경기에 높은 가격을 목표로 한 생산에 비중을 두고 있으며, 겨울철 난방비의 지출을 극도로 제한하기 때문에 시설내의 과습은 피할 수 없는 실정이다(농촌진흥청, 2001).

이러한 시설 내의 다습조건으로 토마토에 많은 병해가 발생되어 수량과 품질저하를 가져오는데, 주요 진균 병해로는 잿빛곰팡이병, 역병, 겹무늬병, 시들음병 등 18종이 보고되어 있다(한국식물병명목록, 1998). 특히 *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병은 토마토 뿐만 아니라 오이,

딸기 등의 시설원에 작물과 화훼 및 과수에 큰 피해를 주는데, 저장 또는 수송 중에 병이 한번 발생하면 빠른 속도로 진전되어 그 경제적 손실이 매우 크다. 또한 화학약제에 대한 저항성균의 출현으로 방제에 많은 어려움이 있어 그 방제대책이 시급한 실정이다(Hausbeck 등, 1996a, b; Pritchard 등, 1996; Sirjusingh 등, 1996; Sosa-Alvarez 등, 1995).

*Botrytis cinerea*는 건전한 기주 식물체에서 병을 일으키기 위해서는 분생포자의 발아와 부착기 형성을 위해서 외부영양원을 필요로 하는데, glutamine과 glucose(Rossall 등, 1981), sucrose(Shirane 등, 1987), 아미노산(Blakeman, 1975), purine 관련화합물(Katsumi 등, 1981b) 그리고 KH_2PO_4 (Heuvel, 1981)와 $MgSO_4$ 의 무기염류(Shirane 등, 1987) 등이 분생포자에 의한 기주식물체의 감염을 조장

*Corresponding author

Phone) +82-51-200-7554, Fax) +82-51-200-6993

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

하는데 효과적인 영양원이라고 알려져 있다.

문(1999)은 10% 토마토쥬스를 영양원으로 하여 만든 *B. cinerea*의 분생포자 부유액이 들깨 잎에 높은 감염을 유도한다고 하였다. 하지만 토마토 접종실험에서는 들깨 잎에서와 마찬가지로 감염 촉진 효과는 있었으나 발병율이 그다지 높지 않았고 매 실험시마다 발병율의 변동도 심하였다.

따라서 이 연구는 *B. cinerea* LVF12 균주의 분생포자에 의한 토마토 감염에서 일정한 발병을 유지와 감염의 촉진 효과를 제고할 목적으로 수행하였다. 분생포자 감염에 촉진효과가 확인되었던 토마토쥬스의 농도를 달리하고, 여기에 잿빛곰팡이병원균의 기주세포벽 분해효소 활성에 관련하고 있는 것으로 보고된 0.1M KH₂PO₄를 첨가 또는 무첨가하여 몇 종류의 분생포자 부유액을 만들고 토마토에서의 감염 정도를 비교, 조사하였다.

재료 및 방법

공시 병원균. 1998년 부산시 강동지역과 경남 밀양지역의 들깨 재배 하우스내에서 잿빛곰팡이병에 감염된 들깨잎에서 분리한 균주 중 병원성이 강한 것으로 확인된 *B. cinerea* LVF12 균주를 공시하였다(문 등, 1998). LVF12 균주는 potato dextrose agar(PDA) 평판배지에 이식하고, 보다 효과적인 포자 형성 유도를 위해 25°C의 배양기에서 광암을 12시간씩 교호로 처리하여 15일간 배양 후, 분생포자를 1.6×10⁶ conidia/ml로 조정하여 접종원으로 이용하였다.

공시 작물. 토마토 품종은 뿌리가 강하여 저온 신장력이 좋으며 반축성재배 및 조숙재배에 적합하고 장기 다수확이 가능한 복합내병성 품종인 광명(한농)을 사용하였다. 종자는 살균 토양이 들어 있는 포트(직경 5.5 cm)에 파종하고 온실(온도 20±5°C, 습도 60%)에서 재배하였으며, 각 처리 당 5주씩 3반복으로 실험하였다.

분생포자의 감염에 효과적인 영양원 선발 및 병원성 검정. 일반적으로 분생포자를 접종원으로 이용할 때에는 살균수로 만든 분생포자 부유액을 식물체에 분무 접종하게 되는데, 공시된 LVF12 균주는 살균수에서 분생포자 발아율이 현저히 낮고 들깨 잎에 대한 병원성 검정에서 감염율도 매우 낮았다. 그러나 10% 토마토쥬스를 분생포자의 영양원으로 이용하였을 경우, 들깨 잎에서의 감염 촉진 효과가 확인되었으므로(문, 1999), 본 실험에서는 토마토쥬스의 농도를 달리하여 0.1M KH₂PO₄를 첨가 또는 첨가하지 않은 10%, 20%, 30% 토마토쥬스(상품명: 가야 토마토농장) 및 potato dextrose broth(PDB) 등 7종류

의 영양원을 공시하여 살균수와 비교하였다. 멸균한 이들 영양원과 살균수로 각각 LVF12 균주의 분생포자를 1.6×10⁶ conidia/ml이 되게 조정하여 분생포자 부유액을 만들고, 생육상(20±2°C, 상대습도 90%)에서 하루동안 보관한 7엽기(파종 후 31일 째)의 토마토 식물체에 이들 분생포자 부유액을 각각 충분히 분무하여 접종한 후, 같은 조건의 생육상에 재보관하였다. 접종 24시간 후에 비닐하우스(25±5°C)로 이동시키고 7일째에 발병도를 조사하였는데, 발병도는 농약의 등록시험 기준과 방법에 따라 병반 면적을 조사하고 다음과 같이 발병도로 환산하였다(농약공업협회, 1997).

$$\text{발병도(\%)} = \frac{\sum(\text{발병수} \times \text{계수})}{4 \times \text{조사 엽수}} \times 100$$

계수 : 0 - 발병무, 1 - 병반면적율 1~5%, 2 - 병반면적율 5.1~20%, 3 - 병반면적율 20.1~40%, 4 - 병반면적율 40% 이상

기주 생육 단계별 병원성 검정. 공시 병원균 LVF12 균주에 대한 토마토의 생육단계별 병원성을 검정하기 위하여 토마토는 유묘(파종 16일 째), 본엽 3엽기(파종 21일 째) 및 본엽 7엽기(파종 31일 째)의 식물체를 공시하였다. LVF12 균주의 분생포자 영양원은 20% 토마토쥬스에 0.1M KH₂PO₄를 첨가한 것, 2.5% glucose 수용액에 0.1M KH₂PO₄, 0.4% NH₄H₂PO₄, 0.4% NH₄SO₄를 각각 첨가한 4종류와 대조구는 살균수로 만든 LVF12 균주의 분생포자 부유액을 생육단계별로 토마토에 처리하여 병원성 검정을 실시하였다. 공시 병원균의 분생포자 농도와 접종방법 그리고 실험조건은 앞선 분생포자 감염을 촉진하는 영양원 선발 및 병원성 검정 실험과 동일하게 수행하였다.

결 과

분생포자의 감염에 효과적인 영양원 선발 및 병원성 검정. *B. cinerea* LVF12 균주의 분생포자에 의한 토마토 감염에 효과적인 영양원을 조사한 결과, 살균수로 만든 분생포자 부유액을 처리한 토마토에서는 전혀 발병되지 않았으나, PDB에서는 43.0%의 발병도를 보였고, 10, 20, 30% 토마토쥬스를 이용한 처리구에서는 각각 17.0, 21.0, 68.0%의 발병도를 나타내어 PDB보다는 토마토쥬스가 보다 효과적이었다. 한편 0.1M KH₂PO₄를 첨가한 10, 20, 30% 토마토쥬스에서는 각각 47.0, 82.0, 72.0%로, KH₂PO₄를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우보다 더 높은 발병도를 보였고, 이들 중 가장 높은 발병도를 보인 0.1M

Table 1. Effects of added nutrients to the conidial suspensions of *Botrytis cinerea* LVF12 on the disease severity of gray mold rot of tomato leaves^a

Nutrients	Disease incidence (%) ^b
Potato dextrose broth	43.0c
10% Tomato juice	17.0d
20% Tomato juice	21.0d
30% Tomato juice	68.0b
10% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	47.0c
20% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	82.0a
30% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	72.0b
Sterilized water	0.0e
Non-treatment	0.0e

^aThirty-one-day-old leaves after sowing.^bDisease incidence (%) was rated 7 days after inoculation.^cMeans with the same letter are not significantly different according to the Duncan's multiple range test (P=0.05%).

KH₂PO₄를 첨가한 20% 토마토주스를 효과적인 분생포자의 영양원으로 선발하였다(Table 1).

기주의 생육 단계별 병원성 검정. LVF12 균주 분생포자의 토마토 감염에 효과적인 영양원으로 확인된 0.1M KH₂PO₄를 함유한 20% 토마토주스와 그 외의 다른 3종의 영양원을 공시하여 LVF12 균주의 토마토 생육단계별 병원성을 함께 검정한 결과, 영양원의 종류와 상관없이 대체로 7엽기 식물체가 유묘기 또는 5엽기 식물체에서보다 발병도가 높아 더욱 감수성이었다. 그리고 개체 내에서는 하위엽에서부터 발병되기 시작하여 상위엽으로 진전되었다. 또한 분생포자의 영양원별로는 앞서와 마찬가지로 0.1M KH₂PO₄를 첨가한 20% 토마토주스로 만든 분생포자 부유액에서 가장 높은 발병도를 보여 7엽기 식물체의 경우 72.6%이었다. 2.5% glucose 수용액에 0.1M KH₂PO₄, 0.4% NH₄H₂PO₄ 및 0.4% NH₄SO₄를 각각 첨가

한 경우에는 오히려 낮은 발병도를 보였다(Table 2). 따라서, 0.1M KH₂PO₄를 첨가한 20% 토마토주스를 LVF12 균주의 분생포자 감염의 영양원으로서 최종 선발하였다.

병징. 병징은 인공 접종한 24시간 후부터 나타나기 시작하여 접종 48시간 후에는 모든 처리구에서 나타났으며, 전형적인 잿빛곰팡이병의 특성을 보였는데, 감염 초기에는 잎에 갈색의 소형 점무늬가 생성되면서 대형 병반으로 확대되고, 발병 3~4일이 지나면 잎자루로 진전되어 잎이 탈락하거나 줄기로 진전되면서 줄기 전체가 갈변하여 말라죽었다. 또한 습도가 높을 때에는 병든 잎과 줄기 부위가 잿빛의 균사와 분생포자로 뒤덮였고(Fig. 1), 감염된 열매는 초기에 암갈색의 작은 원형 병반이 나타나 점점 진전되면서 열매 전체가 물러 썩었으며 열매 표면이 잿빛의 분생포자로 덮였다(Fig. 2).

고 찰

이 연구에서는 들깨에서 분리하여 병원성이 강한 것으로 확인된 *B. cinerea* LVF12 균주를 공시하여 토마토에서의 병원성을 검정하였다. 그 결과, 병징은 초기 잎, 줄기 및 열매에 갈색의 소형 점무늬가 나타났고 진전되면서 대형 병반으로 확대되고 심하면 병든 부위에 잿빛의 균사와 분생포자가 밀생하는 특징을 보여 기존의 보고에서와 동일한 병징을 나타내었다(Agrios, 1997; 최 등, 1995; Hausbeck 등, 1996a, b; Pritchard 등, 1996; Sirjusingh 등, 1996; Sosa-Alvarez 등, 1995).

잿빛곰팡이병균이 기주 식물에 병을 일으키기 위해서는 분생포자가 발아하여 1차 부착기를 형성하고 다시 부착기 선단부에 다세포성 2차 부착기를 형성함으로써 잎이나 줄기의 각피 조직을 침입하게 된다(김, 1999; Katsumi,

Table 2. Effects of added nutrients to the conidial suspensions of *Botrytis cinerea* LVF12 on the disease severity of gray mold rot of tomato leaves

Nutrients	Disease incidence (%) ^a		
	Seedlings ^b	Plants with ^c	
		5 leaves	7 leaves
20% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	66.1a ^d	69.8a	72.6a
2.5% Glucose soln. + 0.1M KH ₂ PO ₄	39.5b	46.5b	48.6b
2.5% Glucose soln. + 0.4% NH ₄ H ₂ PO ₄	12.3c	20.1d	13.9d
2.5% Glucose soln. + 0.4% NH ₄ SO ₄	15.7c	28.2c	28.0c
Sterilized water	2.2d	2.6e	4.8e
Non-treatment	0.0d	0.0e	0.0e

^aDisease incidence (%) was rated 7 days after inoculation.^bSixteen-day-old seedlings after sowing.^c5 leaves; 21-day-old plant after sowing, 7 leaves; 31-day-old plant after sowing.^dIn a column, means with the same letter are not significantly different according to the Duncan's multiple range test (P=0.05%).



Fig. 1. Symptoms of gray mold rot caused by *Botrytis cinerea* LVF12 on tomato leaves. Left, naturally infected leaves; Right, artificially inoculated leaves.

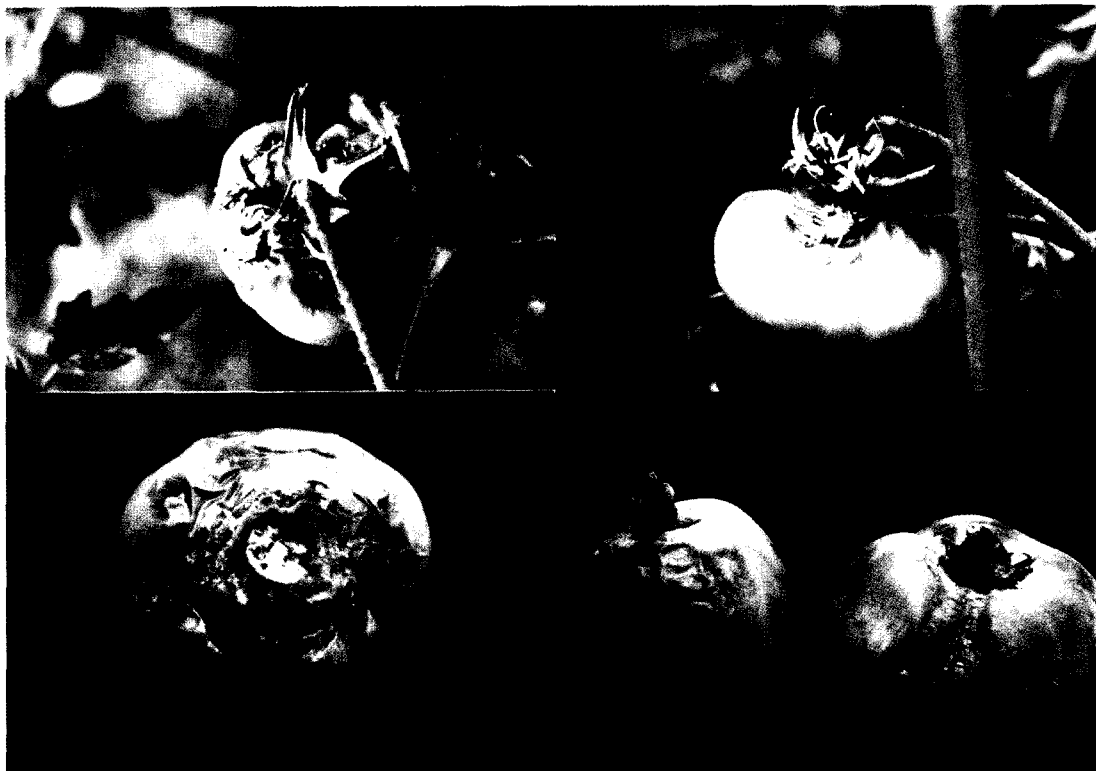


Fig. 2. Symptoms of gray mold rot caused by *Botrytis cinerea* LVF12 on tomato fruits. Upper, naturally infected fruits; Bottom, artificially inoculated fruits.

1987a, b) 이때 2차 부착기의 형성을 위해서는 외부에서 공급되는 영양물질이 필요하다(Clark 등, 1977; Katsumi 등, 1981a, b; Noboru 등, 1985). Clark 등(1977)은 외부영양원으로 glucose를 분생포자 부유액에 첨가하여 양파 잎에 처리하고 접종부위를 관찰한 결과, 분생포자 발아와 1차 부착기 형성 및 균사 신장은 관찰되었으나 병반은 형성되지 않았다고 보고하였다. Katsumi 등(1981a, b)도 glucose와 sucrose의 이용이 2차 부착기 형성과 기주 침입을 유도하지 못함을 확인하고, 분생포자 부유액에 glucose와 purine계통 복합물질인 inosine을 첨가함으로써 오이 잎의 침입을 용이하게 하였다. 또한 이들은 1987년에 분생포자 부유액에 glucose와 KH_2PO_4 를 첨가하여 오이 잎에 처리하였을 때, inosine을 첨가한 경우보다 균사의 침입이 더 많이 관찰되었고 병징의 발달도 빨랐다고 보고하였다(Katsumi 등, 1987b). 하지만 홍 등(1992)에 의하면 탄소원 또는 질소원의 단독 처리만으로는 오이 잎에서 잿빛곰팡이병을 유도할 수 없으며, 각각의 영양원이 서로 다른 기작 하에서 상호 유기적으로 작용하는데, glucose와 같은 탄소원은 일차적으로 포자발아 및 발아관 신장을 촉진하는 반면, 질소원은 이차적으로 다세포성 2차 부착기 형성에 관여하여 감염에 결정적 역할을 한다고 보고하였다.

따라서 이 연구에서는 이미 보고된 들깨 잿빛곰팡이병균의 강한 병원성 유도를 위해 선발되었던 토마토쥬스를 응용하여(문, 1999), 토마토 감염을 위한 LVF12 균주의 분생포자 영양원을 선발하였다. 영양분이 없는 살균수로 만든 분생포자 부유액을 처리한 토마토에서는 전혀 병이 발생하지 않았으나, KH_2PO_4 를 첨가한 토마토쥬스 부유액에서는 발병도가 대체로 높아 앞서의 연구들과도 일치하는 결과를 보였다. 이는 토마토쥬스의 주성분은 토마토 페이스트, 액상과당, 구연산, 토마토 에센스, 비타민C 들로서, 분생포자 발아 및 1, 2차 부착기 형성을 위한 충분한 영양 공급원이 되었고, 동시에 KH_2PO_4 성분이 잿빛곰팡이 병원균이 생산하는 세포벽 분해효소의 활성을 증진 시킴으로서 병원균의 토마토 잎 침입 또는 신장을 더욱 촉진시킨 것으로 생각되었다(Heuvel, 1981; Katsumi 등, 1987b). 더욱이 토마토쥬스만을 분생포자 영양원으로 사용하여 토마토와 들깨 잎을 대상으로 병원성을 검정하였을 경우 매 실험마다 발병율의 변동이 심하였던 반면, 20% 토마토쥬스에 0.1M KH_2PO_4 를 첨가했을 경우에는 발병율이 높고 일정하게 유지되어 토마토쥬스에 KH_2PO_4 의 첨가가 필요한 것으로 확인되었다. 하지만 들깨 잎에서 10% 토마토쥬스만으로도 85%의 높은 발병도를 유도한 것에 반해(문, 1999), 토마토 잎에서는 토마토쥬스의

농도를 30%까지 올려도 발병도는 68%이어서 동일한 분생포자의 영양원이라도 감염정도는 기주식물에 따라 차이가 있는 것으로 생각되었다. 한편 오이 잎 감염에 효과적인 분생포자의 영양원으로 보고된 2.5% glucose 수용액에 0.1M KH_2PO_4 또는 질소원인 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 및 NH_4SO_4 를 각각 첨가하여 처리한 경우에는 발병도가 오히려 낮았다. 이는 2.5% glucose를 함유한 분생포자 부유액을 오이 잎에 처리했을 때, 분생포자가 1×10^7 이하의 낮은 농도에서는 병이 발생되지 않았다는 보고(Katsumi 등, 1981a)로 보아, 본 실험에서 처리한 분생포자 농도(1.6×10^6)가 낮았기 때문인 것으로 생각된다.

앞으로 *B. cinerea*의 병원성 검정방법을 확립하기 위해서 KH_2PO_4 와 토마토쥬스를 영양원으로 한 *B. cinerea* 분생포자 부유액의 다른 식물체에서의 적용 가능성 및 분생포자 농도와 발병도와와의 관계가 검토되어야 할 것이다.

요 약

잿빛곰팡이병균 *Botrytis cinerea* LVF12 분생포자의 토마토 잎 감염에 미치는 영양원의 영향을 조사하고 병원성을 검정한 결과, 0.1M KH_2PO_4 를 첨가한 20% 토마토쥬스로 만든 분생포자 부유액이 토마토 잎에서 일정하면서도 높은 발병도를 보여 감염에 효과적인 분생포자 영양원으로 선발하였다. 또한 토마토의 생육 단계별로 병원성을 검정한 결과, 유묘보다 성숙한 식물일수록 발병도가 높았고 하위엽이 상위엽보다 발병도가 높았다. 병징은 감염 초기에 갈색의 소형 점무늬가 잎에 형성되고 병반이 잎자루와 줄기까지 진전되면서 잎이 탈락하거나 줄기 전체가 갈변하여 고사하였다. 감염된 열매는 초기에 암갈색의 원형 병반이 형성되고 점점 진전되면서 열매가 물러 썩었는데, 습도가 높을 때에는 병든 잎, 줄기 및 열매가 잿빛의 균사와 분생포자로 뒤덮혀 자연 발생된 병징과 동일한 특성을 보여 주었다.

감사의 말씀

이 연구는 1999년도 농림부에서 시행한 농림기술개발 연구과제의 연구결과입니다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology* 4th ed. Academic Press. 635pp.
Blakeman, J. P. 1975. Germination of *Botrytis cinerea* conidia in

- in vitro* in relation to nutrients conditions on leaf surface. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 65: 239-247.
- Clark, C. A. and Lorbeer, J. W. 1977. Comparative nutrient dependency of *Botrytis squamosa* and *B. cinerea* for germination of conidia and pathogenicity on onion leaves. *Phytopathology* 67: 212-218.
- 최귀문, 한만중, 김병수, 유승현, 정순주, 정범윤. 1995. 시설 채소의 생육 장애와 병해충 방제. 한국원예기술정보센터. 서울 종로출판부. 430pp.
- Hausbeck, M. K., Pennypacker, S. P. and Stevenson, R. E. 1996a. The effect of plastic mulch and forced heated air on *Botrytis cinerea* on geranium stock plants in a research greenhouse. *Plant Dis.* 80: 170-173.
- Hausbeck, M. K., Pennypacker, S. P. and Stevenson, R. E. 1996b. The use of forced heated air to manage *Botrytis* stem blight of geranium stock plants in a commercial greenhouse. *Plant Dis.* 80: 940-943.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 436pp.
- Heuvel, J. Vanden. 1981. Effect of inoculum composition on infection of french bean leaves by conidia of *Botrytis cinerea*. *Netherlands J. Plant Pathol.* 87: 55-64.
- 홍성기, 김흥기. 1992. *Botrytis cinerea* 분생포자의 오이잎 감염에 대한 몇가지 탄소원 및 질소원의 촉진효과. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 107-111.
- Katsumi, A., Keido, K. and Tomomasa, M. 1981a. Role of conidial fusion in infection by *Botrytis cinerea* on cucumber leaves. *Ann. Phytopath Soc. Japan* 47: 15-23.
- Katsumi, A., Makoto, U., Tatsuyuki, I. and Satoshi, O. 1987a. Multicellular appressoria and terminal sclerotia formed by *Botrytis cinerea* in infection process. *Ann. Phytopath Soc. Japan* 53: 45-52.
- Katsumi, A., Yasumasa, T., Hajime, S. and Satoshi, O. 1987b. Stimulative effect of potassium phosphate on infection of cucumber leaves by conidia of *Botrytis cinerea*. *Ann. Phytopath Soc. Japan* 53: 175-181.
- Katsumi, A., Yumiko, K., Yasuhide, M., Tadakazu, W., Keido, K. and Tomomasa, M. 1981b. Morphological studies on infection process of cucumber leaves by conidia of *Botrytis cinerea* stimulated with various purine-related compounds. *Ann. Phytopath Soc. Japan* 47: 234-243.
- 김기청. 1999. 박과작물 병의 진단과 방제 이론. 전남대학교 출판부. 430pp.
- 문병주. 1999. 낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생화력을 위한 기술개발에 관한 연구-들깨병의 병원균 분리 동정, 발병생태 및 생물학적 방제기술개발. 농림부연구보고서. 277pp.
- 문병주, 노성환, 손영준, 강형석, 이재필, 김병섭, 정대수. 1998. *Botrytis cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병의 발생. *한식병지* 14: 467-472.
- Noboru, S. and Yoshiha, W. 1985. Comparison of infection process of *Botrytis cinerea* on cucumber cotyledon and strawberry petal. *Ann. Phytopath Soc. Japan* 51: 501-505.
- 농촌진흥청. 부산광역시 농업기술원. <http://www.rda.go.kr>.
- 농약공업협회. 1997. 농약관련법령 및 유관법령집. 121pp.
- Pritchard, P. M., Hausbeck, M. K. and Heins, R. D. 1996. The influence of diurnal temperatures on the post-harvest susceptibility of poinsettia to *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 80: 1011-1014.
- Rossall, S. and Mansfield, J. W. 1981. Nutrients and lesion formation by *Botrytis cinerea* and leaves of *Vicia faba*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 172-175.
- Shirane, N. and Takayuki, H. 1987. Mineral salt medium for the growth of *Botrytis cinerea* *in vitro*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 53: 191-197.
- Sirjusingh, C. and Sutton, J. C. 1996. Effects of wetness duration and temperature on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 80: 160-165.
- Sosa-Alvarez, M., Madden, L. V. and Ellis, M. A. 1995. Effects of temperature and wetness duration on sporulation of *Botrytis cinerea* on strawberry leaf residues. *Plant Dis.* 79: 609-615.