

오이 균핵병에 대한 몇 가지 살균제의 방제 효과와 살균제에 대한 균핵병균의 감수성 정도 조사

김명옥 · 민지영 · 최우봉¹ · 강범관 · 박성우 · 최경자² · 박창식² · 조광연² · 김흥태*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, ¹동의대학교 공과대학, 생명공학과
²한국화학연구원, 생물화학연구부

요약 : 오이에 균핵병을 일으키는 *Sclerotinia sclerotiorum*은 25℃에서 균사의 생육이 가장 왕성하였으며, 병원성 실험을 위해 오이 열매를 이용한 실내 검정 실험의 경우 동일한 온도에서 병원성이 가장 강한 것으로 나타났다. 분리한 모든 *Sclerotinia sclerotiorum* 균주는 오이 절편 접종법과 상처 접종법을 사용한 실내 검정에서 모두 강한 병원성을 나타냈지만, 오이 절편 접종법의 경우는 상처 접종법과는 다르게, 균주와 환경, 처리한 살균제 간에 차이를 볼 수 없을 정도로 병원성이 강하여 실내 검정법으로는 적합하지 못하였다. 오이 절편접종법과 상처접종법을 사용하여 dichlofluanid와 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제의 병 발생 억제 효과를 조사한 결과, 오이 절편접종법에서는 500과 3.0 µg/mL의 처리구에서 14.3과 42.8%의 낮은 효과를 보였지만, 상처 접종법에서는 동일한 농도에서 100와 92.5%의 우수한 발병 억제 효과를 보였다. 두 살균제는 포장에서도 우수한 효과를 보였는데, 100 µg/mL의 혼합제와 825 µg/mL의 dichlofluanid는 병 발생 억제 효과가 각각 91.1과 82.9%이었다. 충남 연기 지역의 오이 시설 재배지에서 분리한 37개의 *S. sclerotiorum* 균주는 7가지의 살균제에 대한 저항성 모니터링을 실시하여 균주들의 평균 EC₅₀값을 구하였는데, fenhexamid는 0.13 µg/mL, 병원균의 세포막에서 과산화반응을 일으켜 병원균을 사멸시키는 것으로 알려진 procymidon과 iprodione은 0.18과 0.24 µg/mL, Tubulin 단백질의 중합 반응을 억제하는 것으로 보고된 carbendazim과 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제는 0.13과 0.05 µg/mL, 보호용 살균제로 알려진 iminoctadine과 dichlofluanid는 평균 EC₅₀값이 1.94와 8.95 µg/mL이었다. 특별히 dichlofluanid의 경우는 EC₅₀값의 범위가 0.001에서 21.54 µg/mL 사이의 넓은 범위에 분포하였지만, 포장에서의 사용 농도가 1,650 µg/mL인 것을 감안한다면 저항성균의 출현은 확인하지 못하였다. 충북의 연기 지역에서는 7가지 살균제에 대하여 저항성을 뚜렷하게 나타내는 균핵병균은 발견하지 못하였다. (2005년 9월 15일 접수, 2005년 12월 20일 수리)

Key words : 상처접종법, 살균제의 효과, 살균제 저항성 모니터링, 오이 균핵병.

서 론

균핵병균(*Sclerotinia sclerotiorum*)은 전세계적으로 75과 278속에 속하는 408종의 식물을 침입할 정도로 기주범위가 대단히 넓고, 줄기, 눈, 과일, 잎, 뿌리 등 식물체의 다양한 부위에 발생한다(Kora 등, 2003). 균핵병이 크게 만연하게 된 원인으로는 작물의 관리 체계의 변화, 감수성 품종의 재배, 그리고 기후 변화 등을 들 수 있다(Mueller 등, 2004). 작물의 밀식 재배와 적절한 시비는 작물의 생육을 왕성하게 하여 포장에서의 미세기상에 영향을 주기 때문에, 병원균이 작물을 침입하고 병을 일으킬 수 있는 적절한 환경을 만들어준다. 또한 휴경없이 고부가가치의 비슷한 작물

을 연속적으로 재배하는 작부체계와 동일한 작물의 연작은 토양에서 균핵병균의 밀도를 상승시키는 요인으로 작용하였다. 토양에 존재하는 균핵은 다년간 생존이 가능하며 적절한 환경에서 만드는 자낭반과 자낭포자는 균핵병의 1차 전염원으로서의 역할을 수행하게 된다. 콩의 경우에는 감염된 종자에 의해서 균핵병이 넓은 지역으로 확산되기도 한다(Hartman 등, 1998; Hoffman 등, 1998; Mueller 등, 1999). 특히 오이의 과일에서는 꽃이 달려있던 부분으로 병원균이 침입하여 수침상의 병반이 발생하게 되는데, 병반은 급속하게 번져 흰 솜털 모양의 균사가 과일을 뒤덮고 다습한 조건에서는 균사의 표면에 투명한 즙액을 큰 방울로 분비한다. 병 발생 후기에는 균사의 표면에 검은 균핵을 형성하기도 한다.

*연락처

일반적으로 이러한 균핵병을 방제하기 위해서는 저항성 품종을 재배하거나, 병 발생이 용이하지 않게 포장을 관리해야 한다. 그러나 균핵병균에 대하여 저항성인 오이 품종이 개발되어 있지 않고, 농사의 기술을 가지고서 병을 방제한다고 하여도 병원균의 생장과 작물체를 침입하기 적합한 환경이 지속된다면 균핵병에 의해 심한 피해를 받을 가능성이 높다.

따라서 살균제를 처리하는 화학적 방제 방법이 가장 적극적이며 효과적인 방제 방법이 될 것이다. 또한 살균제를 처리함으로써 감수성 품종을 재배하는 포장이나, 병의 발생 억제에 실패한 포장에서도 균핵병의 발생을 방제할 수 있는 실질적인 방제법이 될 수 있다.

국내에서는 오이 균핵병의 방제 살균제로서 2005년에 fludioxonil만이 등록이 되어 있다. Mueller 등(2004)도 미국의 경우에 2004년 콩의 균핵병을 방제하기 위해서 등록된 살균제는 thiophanate-methyl밖에 없는 것으로 보고하고 있다. 이 외에 *Sclerotinia*에 의한 균핵병을 방제하기 위해서 iprodione, vinclozolin, benomyl 등이 보고되어 있다(Pitchard 등, 1992; Hunter, 1978; Steadman, 1979). 살균제를 사용하여 식물의 병을 방제하고자 할 때, 주의해야하는 사항은 살균제에 대한 병원균의 저항성 발현이다. 특히 사용하는 살균제가 침투이행 효과를 가지고 있으며, 작용점이 특이적인 경우에는 저항성 병원균의 출현이 용이하다. *Sclerotinia*에 대해서도 Gossen과 Rimmer(2001)가 benomyl에 대한 *Sclerotinia sclerotiorum*의 저항성 발현을 보고하였다. 본 실험에서는 몇 가지 살균제를 선발하여 실험실에서 오이 균핵병균에 대한 균사 생장 억제와 병 발생 억제 효과를 조사하고, 그 중에서 효과가 우수하여 선발된 살균제를 사용하여 포장에서의 방제 가능성을 조사하였다. 또한 병든 오이에서 분리한 병원균의 살균제에 대한 감수성 정도를 측정하여 저항성 병원균이 포장에 존재하는지의 여부를 조사하였다.

재료 및 방법

병원균의 분리 및 보관

충남 연기군의 오이 재배 하우스에서 균핵병균에 감염되어 뚜렷한 병징을 보이는 오이를 채집하여 병원균을 분리하였다. 발병부위와 건전부위의 경계에서 5 mm 정도의 조직을 떼어내어 1%의 sodium hypochloride 용액에서 1분간 표면 살균한 후, 멸균 증류수

에서 세척하였다. 표면 살균한 병든 조직은 300 µg/mL의 streptomycin을 첨가한 PDA에 올려놓고 25°C에서 배양하였다. 병든 조직에서 성장한 균사의 선단을 새로운 PDA에 접종하여 동일한 조건에서 배양한 후, 본 실험에서의 접종원으로 사용하였다. 접종원은 PDA 사면배지에서 배양하여 4°C에서 보관하였다.

온도가 균사 생장에 미치는 영향

분리한 총 37개의 균주 가운데 9 균주를 선발하여 10°C부터 5°C의 간격으로 30°C까지의 5개의 온도에서 균사 생장을 조사하였다. 25°C의 PDA 배지에서 3일간 배양한 균사의 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어 내어 새로운 PDA 배지에 접종하고 정해진 온도에서 배양하며 매일 균총의 직경을 조사하였다.

병원성 검정

분리한 병원균의 병원성 검정은 절단한 오이의 절편에 접종하는 절편 접종법과 오이 열매에 상처를 내어 접종하는 상처 접종법을 사용하였다. 병원성 검정을 위해서 오이 하우스에서 재배한 살균제를 처리하지 않은 백다다기 오이를 수확하여 실험에 사용하였다. 오이 절편 접종법을 위해서 세척한 오이를 길이 5 cm 정도가 되게 잘라서 절편을 준비하였다. *S. sclerotiorum* CS1을 PDA에 접종하여 25°C에서 5일간 배양한 후, 오이 열매 절편을 하나의 Petri dish에 3개씩 올려놓고 10°C부터 5°C의 간격으로 30°C까지의 항온기에서 보관하였다(Fig. 2A).

오이 절편을 올려놓은 *S. sclerotiorum* CS1의 배지는 습실 처리를 위하여 밀폐된 플라스틱 상자에 넣어 각 온도에서 5일간 배양한 후에 발병 지수를 이용하여 발병 정도를 조사하였다.

발병 지수는 오이의 절편에서 10% 이하로 병징이 생겼을 경우를 1로, 10%와 25% 사이를 2로, 25%와 50% 사이를 3으로, 그리고 50% 이상 발병을 보였을 경우를 4로 평가하였다. 또 다른 접종 방법으로 상처 접종법을 실시하여 오이 절편법과 발병 양상과 정도를 비교하였다.

표면을 세척한 오이 열매에 직경 5 mm의 상처(깊이 : 5 mm)를 내고, 25°C에서 3일간 배양한 *S. sclerotiorum* CS1의 균사 선단에서 떼어 낸 직경 5 mm의 균사조각을 접종하였다(Fig. 2B). 절편법과 동일하게 접종한 오이를 플라스틱 상자에 넣어 동일한 온도에서 보관하고 5일 후에 병반의 길이를 측정하여 발병 정도를 조사하였다.

실험실에서의 살균제의 효과 조사

실험실 내에서의 살균제의 효과는 배지에서서의 균사 성장 억제 효과와 오이 열매에서의 병 발생 억제 효과를 조사하였다.

Carbendazim과 diethofencarb의 혼합제를 비롯하여 carbendazim, fenhexamid, procymidone, iprodione, iminoctadine, dichlofluanid 등 총 7종의 살균제를 선발하여 PDA에서 병원균의 균사 성장 억제 효과를 실험하였다. 사용한 살균제는 모두 일반 상품을 사용하였기 때문에 멸균증류수에 정해진 농도보다 100배 높은 농도의 용액을 만들어, 멸균한 PDA를 petri dish에 붓기 직전에 100배 희석한 농도가 되도록 첨가하였다. *S. sclerotiorum* CS1을 PDA에 접종하여 25°C에서 3일간 배양하고, 균총의 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어 내어 미리 준비한 살균제가 일정한 농도로 포함되어 있는 PDA에 접종하여 동일한 조건에서 3일간 다시 배양하였다. 각 균총의 길이를 측정하여, 아래의 식에서 의해서 균사 성장 억제 효과를 구하였다.

$$\text{균사 성장 억제 효과} = \left(1 - \frac{\text{살균제 처리 PDA에서의 균총의 길이}}{\text{무처리 PDA에서의 균총의 길이}}\right) \times 100$$

오이 열매를 이용하여 살균제의 병 발생 억제 효과를 조사하기 위해서 균핵병균의 병원성 검정에 사용하였던 절편 접종법과 상처 접종법을 사용하였다. 절편 접종법에서는 길이 5 cm 정도로 자른 오이 열매 절편을 살균제 용액에서 30분간 침지 처리한 후, 풍건시켰다. 무처리구에서는 살균제 용액 대신에 증류수에 30분간 침지 처리하였다. 처리한 절편은 병원성 검정과 동일한 방법으로, 25°C에서 5일간 배양한 *S. sclerotiorum* CS1을 배양한 PDA에 치상하고 25°C의 플라스틱 상자에 넣어 발병을 유도하였다. 각 온도에서 5일간 배양한 후에 발병 지수를 이용하여 발병율을 조사하고, 무처리구에서의 발병율과 비교하여 처리한 살균제의 방제 효과를 구하였다.

상처 접종법에서는 한 개의 오이 열매에 직경 5 mm와 깊이 5 mm의 상처를 세 곳에 내고, 하나의 상처에 50 µL의 살균제 용액을 처리하고 2시간 동안 풍건시켰다. 25°C의 PDA에서 5일간 배양한 *S. sclerotiorum* CS1의 균사 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어 내어 살균제를 처리한 상처에 삽입하여 접종하였다. 병원성 검정에서와 동일한 방법으로 발병을 유도하고, 병반의 직경을 측정하였다.

살균제의 병 방제 억제 효과는 증류수만을 처리하

고 병원균을 접종한 무처리구의 병반의 크기와 살균제 처리구에서의 병반의 크기를 비교하여 계산하였다.

포장에서의 살균제의 효과 검정

충남 연기군에 위치한 오이 하우스에서 난괴법 3반복으로 실험하였다. 실험에는 우수한 균사생장억제효과를 보인 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제와 dichlofluanid를 선발하여 사용하였다. 선발한 살균제는 7일 간격으로 총 3회 처리한 후, 7일 후에 발병과율을 조사하였다.

결과 및 고찰

배양온도가 병원균의 균사 성장과 병원성에 미치는 영향

오이 균핵병은 15°C에서 25°C에서 가장 잘 발생하는 식물병이다(농업과학기술원, 1997). 본 실험에 공시한 *S. sclerotiorum* CS1도 균사 성장과 실험실에서 실시한 병원성 검정 실험에서 15°C에서 25°C 사이의 온도에서 가장 왕성하였으며, 30°C에서는 균사 생육이 현저하게 감소하여 했던 것을 알 수 있었다. Fig. 1에서 보는 것과 같이 25°C에서는 1일 균사 생장이 39.8 mm이었지만, 성장 온도가 30°C로 상승하면 약 8.2 mm/day의 성장률을 보였다. 오이에 병원균을 상처 접종하고 습식처리하여 30°C에서 보관하며 발병을 유도할 경우에는 전혀 병이 발생하지 않은 것을 보면, 오이 시설 재배시에 고온이 되면 균핵병의 발생이 현저히 감소할 것으로 예상된다. 따라서 오이의 시설 재배지에서는 기온이 하강하면서 균핵병에 대한 조사와 적합한 살균제를 사전에 처리하는 것이 병 방제를 위해서 필요한 사항이 될 것이다. 접종 후 배양 온도가 10°C와 15°C일 때도 25°C와 비교하여 균사의 생육과 병 발생은 서서히 감소하였다.

병원성 검정과 실험실에서의 병 발생 억제 효과

실험실 내에서 병원균의 병원성을 검정하고, 또 살균제의 약효를 조사하기 위한 방법을 표준화하기 위하여 오이 절편법과 상처 접종법을 실시하였다. 오이 열매의 절편을 이용하여 접종한 결과, 오이 열매에 상처를 내고 병원균을 접종하였을 때보다 빠르게 초기의 수침상의 병징을 절단한 오이의 하단부에서부터 확인할 수 있었다(Fig. 2). 그러나 오이의 절편을 이용하여 병원성 검정을 수행하였을 경우, 병원균을 접종

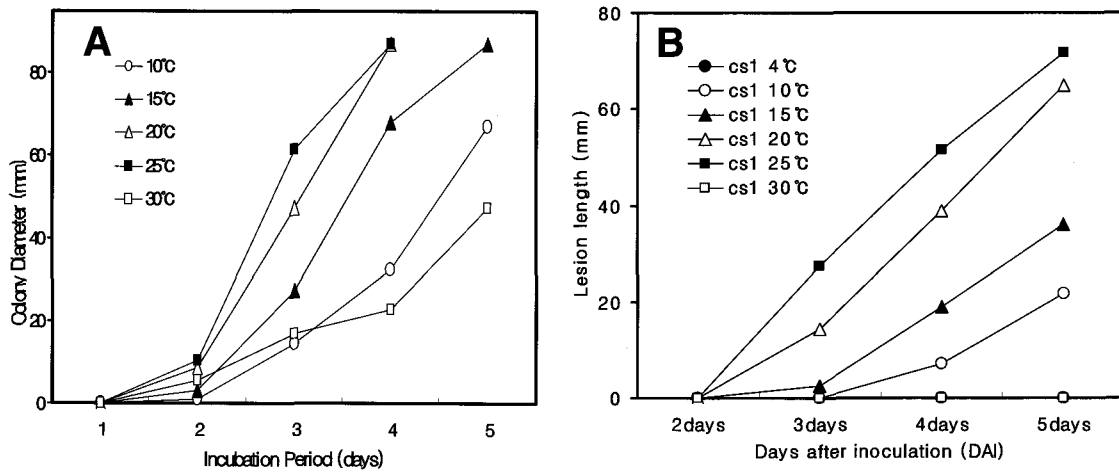


Fig. 1 Mycelial growth (A) and pathogenicity (B) of *Sclerotinia sclerotiorum* CS1 at various temperatures. For mycelial growth of *S. sclerotiorum* CS1, mycelial discs of *S. sclerotiorum* CS1, which was incubated at 25°C for 3 days, were inoculated on PDA and incubation at various temperatures. Diameter of *S. sclerotiorum* CS1 was measured everyday colony. Pathogenicity of *S. sclerotiorum* CS1 was investigated by the wound assay. Mycelial discs of *S. sclerotiorum* CS1 incubated at 25°C for 3 days were inserted into the wounds and placed in humidity chamber. Lesion size was investigated everyday.

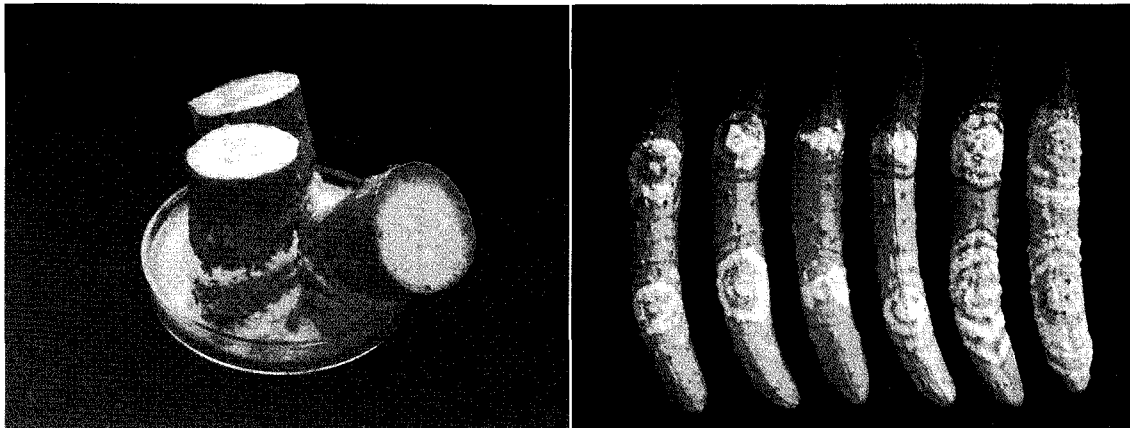


Fig. 2 The disc assay (A) and the wound assay (B) for investigating the pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* CS1. In disc assay cucumber discs were placed onto PDA for inoculating cucumber discs with *S. sclerotiorum* CS1, where *S. sclerotiorum* CS1 was incubated at 25°C for 5 days. In another assay namely the wound assay, mycelial disc of *S. sclerotiorum* CS1 incubated for 3 days at 25°C was put into the wound on cucumber. Then cucumbers were placed in humidity chamber for 5 days at the indicated temperatures. Measuring disease index and lesion size, respectively, disease development was investigated every day.

하고 오이 절편을 보관하는 온도에 따라 CS1의 병원성의 차이를 뚜렷하게 구별하기가 어려웠다(Fig. 3). 그러나 오이 열매에서 상처 접종을 실시하였을 때에는 보관하는 온도 간에 병원성의 차이를 뚜렷하게 구별할 수 있었다. Fig. 3에서 보는 것과 같이 CS1의 균사 생육이 25°C에서 가장 왕성하였던 것과 같이, 병 발생도 25°C에서 가장 심하게 나타났다. 병원균을 상처에 접종하고 2일 후까지는 모든 처리 온도에서 병

징을 발견할 수 없었는데, 3일 후부터 15, 20, 25°C에서는 병징을 확인할 수 있었으며, 특히 25°C에서는 병징의 직경이 27.6 mm로 다른 처리구에 비하여 급격하게 병이 발생하였다. 그러나 절편 접종 시에는 접종하고 2일 후부터 모든 보관 온도 처리에서 10% 이하의 병 발생을 관찰할 수 있었으며, 4일 후에는 상처 접종과는 다르게 15, 20, 25°C에서의 발병 지수에 전혀 차이가 없었다. 이러한 결과는 오이 절편법

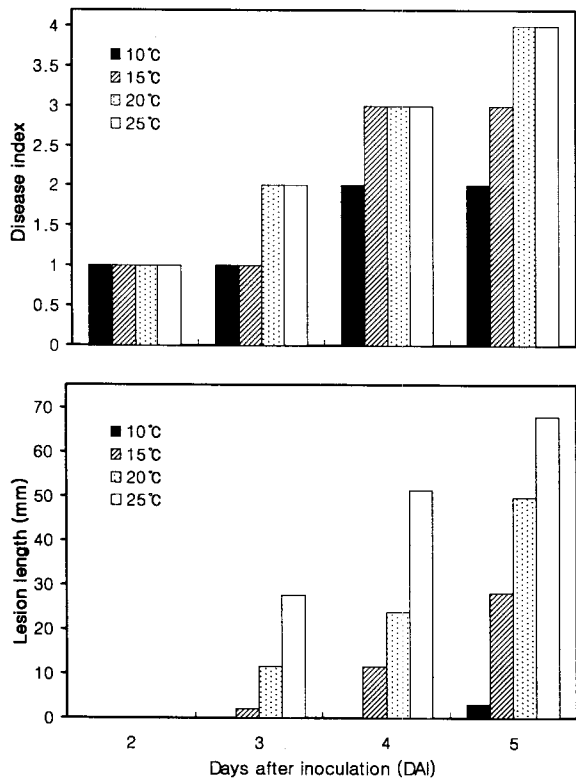


Fig. 3 Pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* CS1 at various temperatures. Pathogenicity of *S. sclerotiorum* CS1 was investigated by the disc assay (upper) and the wound assay (low), respectively

에서는 열매의 절단면이 넓기 때문에 병원균의 침입이 용이하여 병이 신속하고 많이 발생하였기 때문에, 균주나 발병 조건 사이의 차이를 찾아보기가 어려웠다고 생각한다.

또한 오이 절편접종법과 상처접종법을 사용하여 dichlofluanid와 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제의 병 발생 억제 효과를 조사하였다. 오이 절편접종법에서는 두 종류의 살균제 용액에 오이의 절편을 30분씩 침지한 후, 병원균을 배양한 PDA에 절편을 치상하여 효과를 조사하였지만, 두 가지 살균제 모두 균핵병의 발생을 억제하지 못하였다. 가장 높은 처리였던 3.0과 500 µg/mL의 처리구에서 42.8과 14.3%의 낮은 효과를 보였을 뿐이다(Table 1). 그러나 상처 접종법에서는 동일한 농도에서 92.5와 100%의 우수한 발병 억제 효과를 보였다. 본 실험에서는 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제와 dichlofluanid는 절편법을 사용하여 검정하였을 때, 효과를 볼 수 없었지만 상처 접종법에서는 우수한 효과를 검정할 수 있었다. 또한 상처 접종의 경우 균주나 발병 조건 간에도 병원성의 차이를 구할 수 있었기 때문에, 오이 상처접종법은 실내

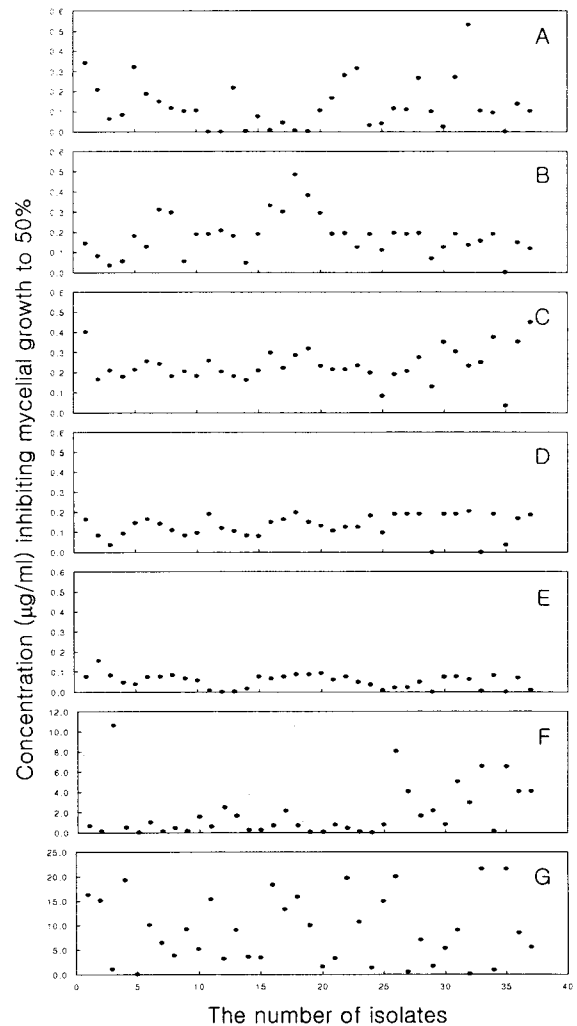


Fig. 4 Sensitivity of *Sclerotinia sclerotiorum* CS1 populations to 7 fungicides in Yyeonki Chungnam in 2002. A; fenhexamid, B; procymidone, C; iprodione, D; carbendazim, E; carbendazim+diethofencarb, F; iminocytidine, G; dichlofluanid.

에서 병원균의 병원성 검정뿐만 아니라, 균핵병에 대한 살균제의 효과를 검정하는데도 유용하게 사용될 것으로 판단한다.

살균제의 균사생장 억제 효과

Gossen과 Rimmer(2001)는 benomyl에 대하여 저항성인 *S. sclerotiorum*이 출현하였다고 보고하였다. Benzimidazole계 살균제인 benomyl은 다양한 작물의 여러 병원균에서 저항성이 보고되고 있어서, 지역에서는 benzimidazole계 살균제의 사용을 제한하여야 한다(Lee와 Kim, 1986; 이와 박, 1994; 김 등, 1995). 본 실험에서도 충남 연기 지역의 오이 시설 재배지에서 분리한 37개의 *S. sclerotiorum* 균주를 사용하여 7가지의 균핵병 방제 살균제에 대한 저항성 모니터링을 실

Table 1. Control effect of two fungicides on *Sclerotinia* rot of cucumber caused by *Sclerotinia sclerotiorum* CS1 in the laboratory

Fungicides	Concentration (µg/mL)	Disk assay ^{a)}	Wound assay ^{b)}
Carbendazim + Diethofencarb	0.11	0 ^{c)}	51.2
	0.33	0	71.4
	1.0	0	78.8
	3.0	42.8	92.5
Dichlofluanid	4	0	42.2
	20	0	51.0
	100	14.3	80.3
	500	14.3	100.0

^{a)}In the disc assay, disease index was investigated 5 days after inoculation.

^{b)}Lesion size was measured in the wound assay after placing for 5 days at 25°C.

^{c)}Figures indicated the control value (%), which was calculated as follows;

$$\text{Control value(\%)} = \left(1 - \frac{\text{disease severity of fungicide treatment}}{\text{disease severity of untreated control}}\right) \times 100$$

시하였다. Fenhexamid에 대한 실험한 균주들의 EC₅₀값은 0.001에서 0.53 µg/ml의 범위에 있었으며, 평균 0.13 µg/mL이었다. 병원균의 세포막에서 과산화반응을 일으켜 병원균을 사멸시키는 것으로 알려진 procymidon과 iprodione에 대한 *S. sclerotiorum* 균주의 EC₅₀값은 0.002에서 0.48 µg/mL과 0.04에서 0.45 µg/mL의 범위에 있었고, 평균값은 각각 0.18과 0.24 µg/mL로서, 스테를 생합성 저해제로 알려진 fenhexamid와 비슷하였으며, 뚜렷한 저항성 균주의 발현은 찾아볼 수 없었다.

Tubulin 단백질의 중합 반응을 억제하는 것으로 보고된 carbendazim과 carbendazim과 diethofencarb의 혼합제는, carbendazim이 0.001 이하에서부터 0.20 µg/mL 사이의 EC₅₀값을 보였고, 혼합제는 0.001 이하에서 0.16 µg/mL 사이의 EC₅₀값을 보였다. 균핵병균에 대한 두 살균제의 평균 EC₅₀값은 carbendazim이 0.13 µg/mL이었으며, 혼합제의 경우는 0.05 µg/mL로 공시한 살균제 중에서 가장 낮은 값을 보였다. 보호용·살균제로 알려진 iminocytidine과 dichlofluanid는 평균 EC₅₀값이 1.94와 8.95 µg/mL이었다. 특히 dichlofluanid의 경우는 EC₅₀값의 범위가 0.001에서 21.54 µg/mL 사이의 넓은 범위에 분포하는 것으로 나타났다.

하지만 dichlofluanid의 포장에서의 사용 농도는 1,650 µg/mL이며, 이 포장 농도보다 높은 농도에서 자라는 저항성 균의 출현은 확인하지 못하였다.

결론적으로 실험에 사용한 7가지 살균제에 대하여 저항성이 뚜렷하게 나타나는 균핵병균은 발견하지 못하였기 때문에, 7가지 살균제를 포장에서 사용하는데 약효가 감소하는 문제점은 발생하지 않을 것으로 생각한다.

그러나 최근 시설 재배지에서 균핵병의 발생이 빈번해지고 살균제의 사용 횟수가 증가한다면, 전국적인 수준에서의 저항성 병원균의 발생에 대한 모니터링이 실시되어야 하며, 재배 현장에서도 병 방제를 위하여 살균제를 처리할 때 교호 처리와 혼합 처리 등이 실시되어 저항성 병원균의 출현을 예방해야 할 것이다.

포장 실험

오이 균핵병은 오이 열매의 끝에서부터 수침상의 병반이 나타나다가 흰 균사로 뒤덮이고 더 진전되면서 검정색의 부정형의 균핵이 병징 상에 나타났다. 살균제 처리를 하지 않은 무처리구에서는 14.6%의 열매에 병징이 나타났다(Table 2).

Carbendazim과 diethofencarb의 혼합제와 dichlofluanid는 포장에서 균핵병의 발병을 충분히 억제하였다. 7일 간격으로 3회 처리하고 조사한 결과에 의하면 100 µg/mL의 혼합제와 825 µg/mL의 dichlofluanid는 각각 91.1과 82.9%의 병 방제 효과를 보였다.

Table 2. Controlling activity of two fungicides against *Sclerotinia* rot of cucumber caused by *Sclerotinia sclerotiorum* CS1 in the field

Treatment	Concentration (µg/mL)	Disease severity (%)	Control value (%)
Untreated control		14.6	
Carbendazim + Diethofencarb	250	0	100
	100	1.3	91.1
Dichlofluanid	825	2.5	82.9

감사의 글

이 논문은 2004년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비에 의하여 수행된 것으로 연구비의 지원에 감사드립니다.

인용문헌

- Gossen, B. D. and S. R. Rimmer (2001) First report of resistance to benomyl fungicide in *Sclerotinia sclerotiorum* Plant Dis. 85:1206.
- Hartman, G. L., L. S. Kull and Y. H. Huang (1998) Occurrence of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean fields in east-central Illinois and enumeration of inocula in soybean seed lots. Plant Dis. 82:826~829.
- Hoffman, D. D., G. L. Hartman, D. M. Mueller, R. A. Leitz, C. D. Nickell and W. L. Pedersen (1998) Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Dis. 82:826~829.
- Hunter, J. E., G. S. Abawi and D. C. Crosier (1978) Effect of timing, coverage, and spray oil on control of white mold of snap bean with benomyl. Plant Dis. Rep. 62:633~637.
- Kora, C., M. R. McDonald and G. J. Boland (2003) Sclerotinia Rot of Carrot, an example of phenological adaptation and bicycle development by *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Dis. 87:456~470.
- Lee, C. U. and K. H. Kim (1986) Cross-tolerance of *Alternaria mali* to various fungicides. Kor. J. Mycol. 14:71~78.
- Mueller, D. S., C. A. Bradley, C. R. Grau, J. M. Gaka, J. E. Kurle and W. L. Pederson (2004) Application of thiophanate-methyl at different host growth stage for management of sclerotinia stem rot in soybean. Crop Protect. 23:983~988.
- Mueller, D. S., G. L. Hartman and W. L. Pederson (1999) Development of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* from infected soybean seed and its control by fungicide seed treatment. Plant Dis. 83:1113~1115.
- Pitchard, M. K., D. E. Boese and S. R. Rimmer (1992) Rapid cooling and field-applied fungicides for reducing losses in stored carrots caused by cottony soft rot. Can. J. Plant Pathol. 14:177~181.
- Steadman J. R. (1979) Control of plant diseases caused by *Sclerotinia* species. Phytopathology 69:904~907.
- 김병섭, 임태현, 박은우, 조광연 (1995) Benzimidazole계 및 N-phenylcarbamate계 살균제에 다중 저항성인 잣빛곰팡이병균의 발생. 한국식물병리학회지 11:146~150.
- 농업과학기술원 (1997) 채소병해 원색 도감 p.447.
- 이창은, 박석희 (1994) Benomyl에 저항성인 사과 겹무늬썩음병균의 교차 및 이중저항성. 한국식물병리학회지 10:270~276.

The control effect of some fungicides against cucumber sclerotinia rot and the sensitivity of *Sclerotinia* isolates to fungicides

Myeong Ok Kim, Ji Young Min, Woo Bong Choi¹, Beum Kwan Kang, Sung Woo Park, Gyung Ja Choi², Chang Sik Park², Kwang Yun Cho² and Heung Tae Kim*(*Department of Plant Medicine, College of Agricultural Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea, ¹Department of Biotechnology Bioengineering, College of Engineering, Dong-eui University, Busan 614-714, Korea, ²Bioorganic Science Division, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 305-600, Korea*)

Abstract : As *Sclerotinia sclerotiorum* causing cucumber sclerotinia rot was the fastest in the mycelial growth at 25°C, its pathogenicity was strong at the same temperature among several temperatures. All the isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* showed a strong pathogenicity against cucumber fruits, which was confirmed by a disk assay and a wound assay. A wound assay was superior to a disk assay to develop the assay system for assessing the fungicidal activity of several fungicides against *Sclerotinia sclerotiorum*. In a disk assay, it was very difficult to assess the fungicidal activity, because the pathogenicity of isolates used in the experiment was very strong. At 500 and 3.0 µg/mL, the activity of dichlofluanid and the mixture of carbendazim and diethofencarb against cucumber sclerotinia rot was 14.3 and 42.3%, respectively, by using a disk assay. However, at same concentration two fungicides showed the high controlling activity as 100 and 92.5%, through a wound assay in a laboratory. Also, the activity of two fungicides was good against cucumber sclerotinia rot in the greenhouse where cucumber plants were cultivated in the field, showing the control value as 91.1 and 82.9% at 100 and 825 µg/mL, respectively. All the isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* from cucumber fruits sampled in the polyvinyl house were subjected to monitoring for the resistance to 7 fungicides. The EC₅₀ value of 7 fungicides was as follows: fenhexamid; 0.13 µg/mL, procymidon and iprodione; 0.18 and 0.24 µg/mL, carbendazim and the mixture of carbendazim and diethofencarb; 0.13과 0.05 µg/mL, iminoctadine and dichlofluanid; 1.94 and 8.95 µg/mL. Ultimately it was not found that resistant isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* were appeared in the field.

Key words : cucumber sclerotinia rot, a wound assay, fungicidal activity, monitoring resistant isolate to fungicides.

*Corresponding author (Fax : +82-43-271-4414, E-mail : htkim@cbnu.ac.kr)