

# 고추 탄저병균의 진단과 방제

김 흥 태

충북대학교 농업생명과학대학 식물외과

고추는 주곡인 쌀을 제외하고 단일 작물로서는 그 생산액이 가장 큰 작물로서 2002년의 생산액이 1조 430억에 달하고 있다. 이러한 고추의 병해 중에서는 역병과 탄저병이 가장 중요한 병해이며, 매년 이 병에 의한 생산량의 감소가 심각한 상태이다. 특히 고추 탄저병은 7월 초순과 중순경부터 열매에 발생하기 시작하여 8월과 9월을 지나면서 급격히 발생량이 증가하는 것으로 보고되었다. 고추 탄저병은 발생 초기에는 움푹 파이는 병징이 나타나다가, 병이 진전됨에 따라서 움푹 파인 병징 표면에 주황색의 포자 덩이가 윤문상으로 나타나는 병징을 보인다. 농촌진흥청에서 1996년부터 1998년까지 3년간 실시한 “농작물병해총조사사업보고서”에 의하면 표 2에서 보는 바와 같이 매년 평균 45 - 60%의 이병과율을 보이고 있다. 고추 탄저병은 농촌진흥청 발생 등급에 따르면 발견 즉시 방제 대책이 강구되어지는 가장 높은 등급인 9 등급에 해당하는 것으로, 탄저병에 의한 고추의 정확한 생산량 감소율에 대한 조사는 없지만 고추 재배에 있어서 치명적인 식물병임을 알 수 있다.

국내에서 고추 탄저병의 병원균으로는 *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. coccodes*, *C. dematium*, *C. acutatum* 등이 보고되어 있으며, 주된 병원균은 *C. gloeosporioides*으로 알려져 있었다. 최근 들어 benzimidazole계 살균제에 대한 감수성 반응에 근거해서 *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum*을 분류하는 논문들이 보고되었는데, 감수성 반응이 감소하는 즉, 비감수성 반응을 보이는 종이 *C. acutatum*이라고 하였다. 최근 국내에서도 benzimidazole계 살균제와 benzimidazole계와 *N*-phenylcarbamate계의 혼합제인 살균제에 대해서 저항성 반응을 보이는 다수의 균주가 발견되면서 국내 고추 탄저병균의 주요 병원균에 대한 정확하고 새로운 동정이 요구되게 되었다. 본 발표에서는 최근 국내에서 분리되는 고추 탄저병균에 대한 동정 및 진단, 그리고 탄저병균의 병원성의 분화와 유전적 다양성 및 포장에서의 방제 방법에 대해서 이야기하고자 한다.

지금까지 탄저병균의 동정은 대부분 *Colletotrichum*속의 형태적인 특징에 근거하여 분류하였다. 그러나 분생포자의 크기, 형태 부착기의 형태, 균총의 색깔 등을 가지고 분류하는데는 여러 가지의 어려움이 있기 때문에 최근에는 형태적인 분류와 더불어 다양한 분자생물학적인 기술을 사용하여 병원균을 동정하고 있다. 또한 최근에는 살균제에 대한 반응과 균사의 생장 속도 등도 병원균을 동정하는데 사용되고 있다. 본 실험의 결과에서도 *C. acutatum*은 *C. gloeosporioides*와는 균사의 생장 속도와 적정 온도, benomyl에 대한 반응, 종 특이적인 primer에 대한 반응 등에서 뚜렷한 차이를 보이기

때문에, 이러한 특징들은 두 종을 구별하는데 좋은 기준이 될 것으로 생각한다.

2002년 충북지역의 고추 재배지에서 단포자 분리한 고추 탄저병균과 사과와 딸기에서 분리한 총 25개 탄저병균에 대한 ITS 영역의 염기서열을 분석한 결과, 고추에서 분리한 10개의 균주 중에서 2001-44와 40690을 제외한 8 균주는 *C. acutatum*과 100%의 상동성을 보였다. 사과에서 분리한 B88 균주를 제외한 사과에서 분리한 모든 균주와 딸기에서 분리한 탄저병균은 *C. gloeosporioides*으로 동정되었다. 신속하고 정확한 병원균의 진단과 동정을 위해서 ITS 영역에서 *C. acutatum*(Ca 1-1; CAGGGGAAGCCTCTCGCGGGCCT)과 *C. gloeosporioides*(Cg 1-3; TAGGGTCTCCGCGACCCTCCCGG)의 종 특이적인 primer를 작성하여 PCR한 결과, 두 종의 *Colletotrichum*은 정확하게 구분되었다. 특히 사과에서 분리한 *C. acutatum*인 B88 균주가 Ca 1-1의 종 특이적 primer에 의해서 반응을 보인다는 것은, 이번에 제작한 종 특이적인 primer인 Ca 1-1과 Cg 1-3가 다른 기주식물에서 탄저병균의 진단과 동정에 사용할 수 있음을 시사한다. 2002년부터 2004년까지 전국적으로 채집한 탄저병균 300여 균주를 종 특이적 primer를 이용하여 PCR을 수행한 결과, 대부분 *C. acutatum*으로 동정되었다. 위에서 설명한 것과 같이 분자생물학적인 실험 방법을 사용하여 *C. acutatum*으로 동정된 균주들은 균사의 성장 속도와 benzimidazole계 살균제에 대한 반응을 가지고서도 *C. acutatum*과 *C. gloeosporioides*의 구별이 가능함을 알 수 있었다. 이러한 방법을 사용하여 2001년 충북에서 분리한 192개 균주와 2002년 전국적으로 분리한 498개의 균주를 조사한 결과, 2001년 9월에는 93%, 10월에는 100%가 *C. acutatum*으로, 동정되었다. 2002년의 탄저병 발생 초기인 7월과 8월에는 분리된 균주들이 모두 *C. acutatum*으로 판명되었으며, *C. gloeosporioides*는 2001년 9월에 7%가 분리되었을 뿐이었다.

위에서 사용한 종 특이적 primer를 변형시켜 실제 탄저병의 진단에 사용할 수 있을지의 여부를 실험하였다. 실험에는 종 특이적 primer로 Ca1-1과 CgInt를 사용하였으며, reverse primer로 ITS4-3을 사용하였다. nested PCR을 수행한 결과, *C. acutatum* JC24의 DNA 1pg까지가 검출이 가능하였으며,  $1 \times 10^2$ 개/ml까지의 포자를 검출할 수 있었다. 이러한 nested PCR법은 탄저병 발생 초기에 나타나는 구별하기 어려운 병징에서도 병원균의 검출이 가능하여 포장에서의 조기 진단에 사용될 수 있을 것으로 본다.

고추 탄저병 방제를 위해서 작용기작이 서로 다른 몇 종류의 살균제를 이용하여 방제 시스템을 확립하고자 하였다. 작용기작이 다른 5종(chlorothalonil, carbendazim, trifloxystrobin, tebuconazole, BTH-mancozeb)의 살균제의 효과를 온실에서 검정하였다. 살균제를 처리하고 2일 후에 병원균을 접종하고 온실에서 발병을 유도한 후, 7일과 14일 후에 열매에 형성된 병반의 길이를 측정한 결과, Trifloxystrobin과 BTH-mancozeb가 64.8%와 70.3%로 우수한 효과를 보였다. 4종의 살균제를 고추 포장에 7, 10, 14일간격으로 4회 처리하고 30일과 40일 후에 효과를 조사하였다. Trifloxystrobin은 모든 처리구에서 70% 이상의 효과를 보였으며, 14일 간격으로 처리한 tebuconazole이 30일과 40일 후에 74.4%와 54.6%의 효과를 보였다. 4종의 살균제를 2005년 6월 16일부터 10일과 20일 간격으로 처리하면서 이병과율을 조사하여 효과를 구하였다. 발병 초기인 7월 11일에는

trifloxystrobin, tebuconazole, propineb에서 97.8, 89.3, 96.4%의 효과를 보였으며, 20일 간격으로 처리하자 trifloxystrobin의 효과가 41.3%로 감소하였다. 그러나 tebuconazole은 92.7%로 10일 간격으로 처리하였을 때와 동등한 효과를 보였다. 발병 후기인 8월 25일에는 모든 살균제의 효과가 감소하였지만, propineb의 처리구에서는 80.6%의 우수한 효과가 나타났다. 실험한 4종의 살균제를 정식 후, 개화기, 발병 직후, 발병기의 시기에 교대로 처리하면서 방제 적기를 조사하였다. 그결과 정식기와 개화기의 BTH-mancozeb와 보호용 살균제의 처리, 그리고 발병 직후의 trifloxystrobin의 처리가 탄저병 방제에 있어서는 필수적임을 알 수 있었다. 확립한 방제 시스템을 충북과 경북의 4개 포장에서 실험한 결과 기존 약제의 4회 방제와 동일하거나 우수한 효과를 얻을 수 있었다.