

# 부착기 형성에 대한 온습도 영향을 기반으로 한 고추 탄저병(*Colletotrichum accutatum*) 감염 위험 모형

백종필, 윤성철\*

선문대학교 응용생물과학부 생물자원학과

## **Anthracnose (*Colletotrichum accutatum*) infection risk model based on the effects of temperature and humidity on appressorium formation**

J. -P. Pack, and S. -C. Yun\*

Department of Applied Biological Sciences, Sun Moon University

(\*Correspondence: scyun@sunmoon.ac.kr)

### 1. 서 언

고추 탄저병 발생은 분생포자에 의한 2차 감염시에 기온과 습도가 감염과정에 결정적인 영향을 끼치는 중요한 환경요인이며, 특히 고추의 개체 및 군락 수준에서 기온과 엽면수분존재시간 정도에 따라 감염이 결정된다(Manandhar et al., 1995). 병 발생을 예측함으로써 방제 적기를 결정하는 방제 시스템을 구축하면, 농약 남용에 따른 환경 파괴를 줄이면서 경제적인 병 방제를 실현할 수 있다(Boucher and Ashley, 2000).

미세 기상 자료에 근거한 발병 예측이 가능하려면 미세 기상 자료를 고추 포장에서 수집, 감염 위험도를 평가하게 되는데, 이를 위한 감염 위험도 모형의 실제 적용 여부를 판단하기 위한 모형의 타당성 검증까지 일련의 과정이 필요하다. 그 동안 온도와 수분존재시간이 탄저병에 미치는 영향에 대해서는 국내외적으로 상당한 연구가 이루어졌으나, 고추-탄저병 시스템에 대한 연구는 희귀한 편이다(Oh et al., 1988). 비닐 멀치 환경의 고추 포장 기상자료를 바탕으로, *Colletotrichum accutatum*의 실내실험에서 얻어진 감염 위험도 모형을 근거로한 고추 탄저병 방제를 기존 예방 방제와 비교 평가함으로써 안전하고 친환경적인 고품질 고추 생산을 위한 종합적 병방제를 위해서는 적기 방제 시스템을 갖춰야 한다.

본 연구에서는 고추에서 분리한 탄저병원균을 고추 표면에 다른 온도와 습윤시간에 따라 포자 접종한 후, 10%의 부착기 형성율을 나타내는 조건으로 감염위험도 모형을 작성하여, 필드에서 감염 모델에 따른 방제를 실시하여 모델의 타당성 여부를 알아보고자 본 연구를 수행하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 온도와 수분존재시간에 따른 탄저병 감염 모형

온도 및 수분존재시간에 따른 발아율 및 부착기 형성율을 알아보기 위하여 고추 열매에 포자 현탁액을 접종한 후, 정해진 온도(20, 23, 26, 30, 33 °C)와 수분존재시간(0, 6, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36 시간)에 따른 발아율과 부착기 형성율을 각 100포자씩 3반복으로 조사하였다. 이 데이터를 근거로 감염 여부를 결정할 수 있는 감염 위험도를 부착기 형성율 10% 조건을 근거로하여 감염, 비감염을 판단을 위한 위험 모형을 작성하였다.

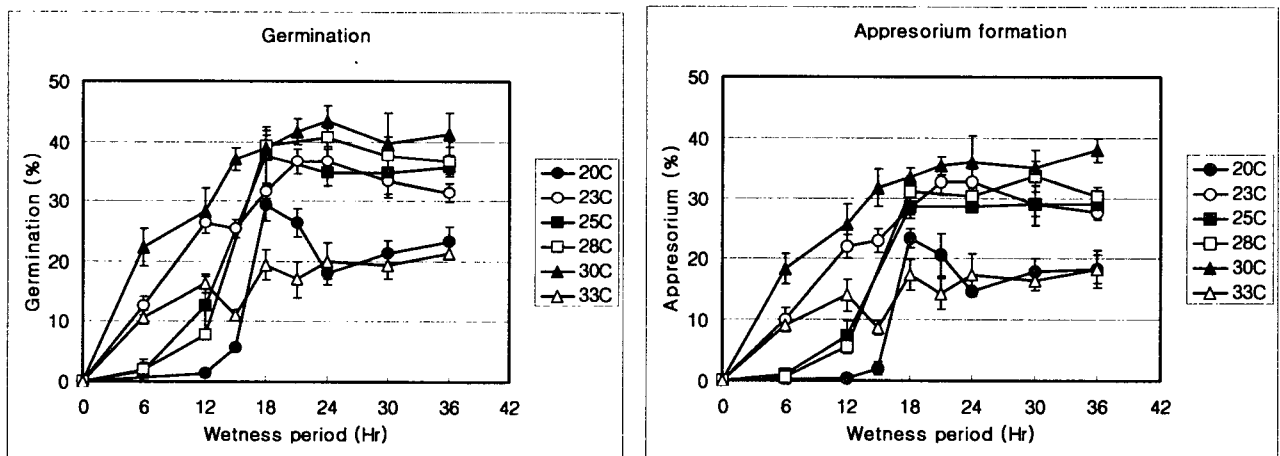
## 2.2 고추 포장에서 모형의 타당성 검증

감염위험도 모형과 2004년 충남 아산의 고추밭 미세 기상 자료를 근거로 감염에 따른 위험도 결정을 누적감염이 4 이상일 경우 고추 탄저병 감염을 경고하는 감염 위험 프로그램을 작성하였다. 2005년 같은 고추 포장에서 재배와 동시에 미세기상을 관측, 감염위험 프로그램에 따라 방제를 실시하였다. 관행방제는 7-10일 간격으로, 모델방제는 감염위험도 4 이상의 경우로 실시하였으나 7월까지 4에 도달하는 빈도가 너무 적어 2 이상에서 방제를 결정하였다.

병 조사는 붉은 고추 수확기인 9월 초에 실시하였는데, 각 실험구에서 상품성이 가능한 고추 주당 수확량 조사 (수확량/종 수확한 고추 묘, g/주)와 각 plot 당 15주 고추를 선발, 이 중 탄저병에 감염된 비율(이병주율, %)과 총 병과수 (# of diseased fruits)를 조사하여, 일원배치법에 따른 분산분석과 던컨 다중비교를 통하여 관행, 모델, 무처리 등 세 처리에 따른 처리간 차이를 각각 알아보았다.

## 3. 결과

온도 및 습윤시간에 따른 탄저병(*Colletotrichum accutatum*) 포자 발아율과 부착기 형성율은 둘 사이에 대단히 비슷한 경향이 나타났다 (그림 1). 포자 발아율은 40%, 부착기 형성은 30% 정도가 최대치여서 수분존재시간을 더 증가시켜도 그 이상 높아지지 않았다. 적은은 30℃였고 12시간이 경과하면 발아율 40%, 부착기 형성율 30%에 도달한 반면 23, 25, 28℃에서는 그 정도에 도달하려면 18시간의 수분존재시간이 필요하였다.



[그림 1] 온도 및 습윤시간이 고추 탄저병균의 발아와 부착기형성에 미치는 영향

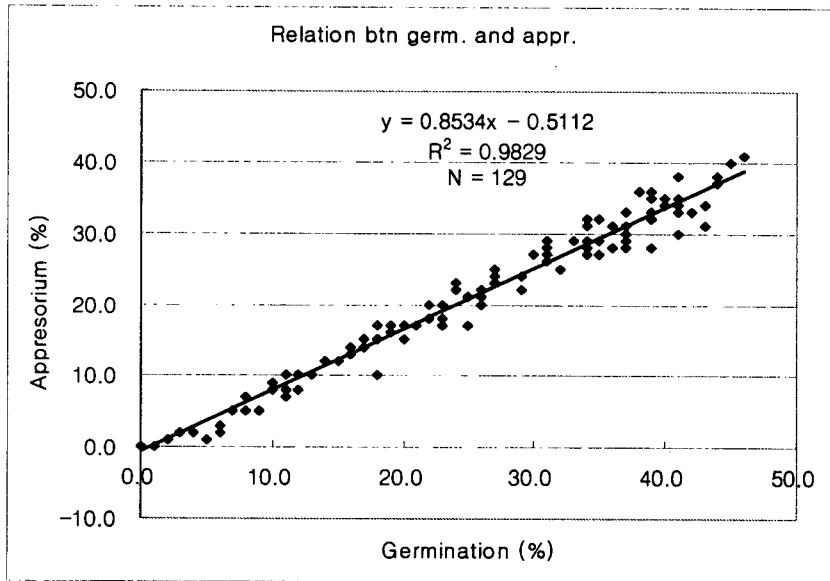
발아율과 부착기 형성율간의 상관관계를 아래의 그림과 같이 구하였다. 본 상관관계를 바탕으로 감염 위험도를 추정하는데, 발아율 혹은 부착기 형성율이 10%가 될 때 까지는 감염에 미칠 영향이 지극히 미미하므로 threshold는 10%로 잠정적으로 정하였다. 온도, 수분존재시간을 독립변수로 하고 발아율이 종속변수인 모델은,

$$\text{Germ} = -12.4 + 0.62 * \text{temp} + 1.09 \text{ wetness} \quad R^2 = 0.603$$

온도, 수분존재시간을 독립변수로 하고 부착기 형성율이 종속변수인 모델은,

$$\text{Appre} = -13.3 + 0.612 * \text{temp} + 0.928 \text{ wetness} \quad R^2 = 0.602$$

이 각각 계산되어졌으며, 발아율과 부착기 형성율이 0% 였을 때와 이들이 10%였을 때를 대입하여 감염위험도를 추정한 결과 부착기 형성율이 10%였을 때를 탄저병 감염 위험도로 경보를 내리는 모델이 가장 합리적으로 판단된다.

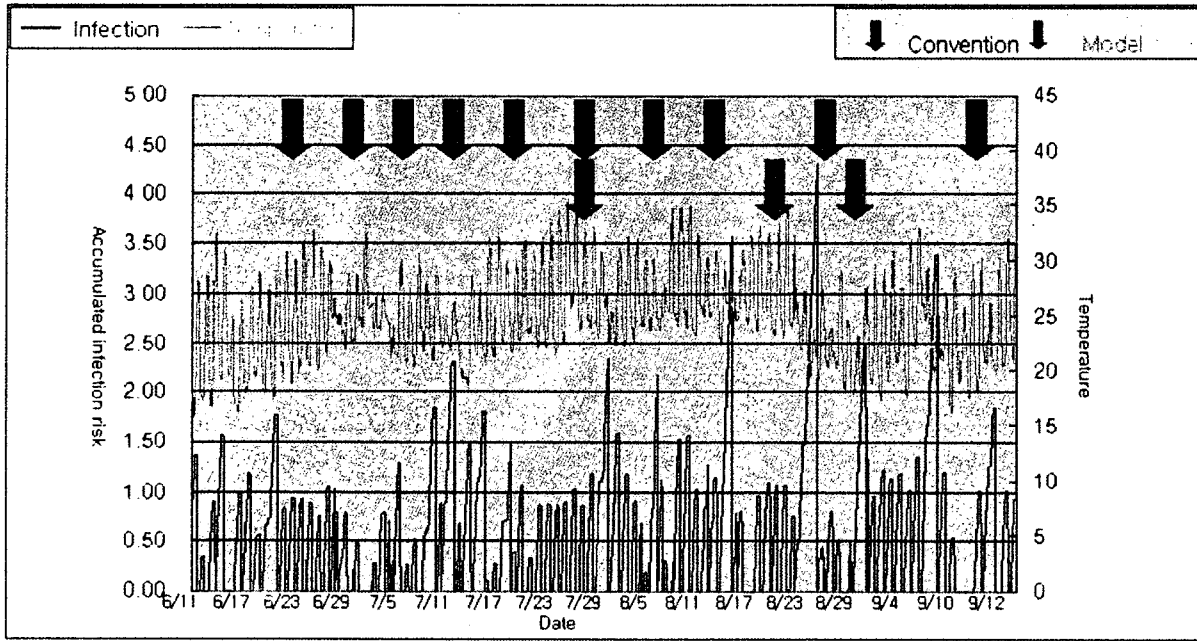


[그림 2] 고추 탄저병균 발아율과 부착기형성율의 상관관계

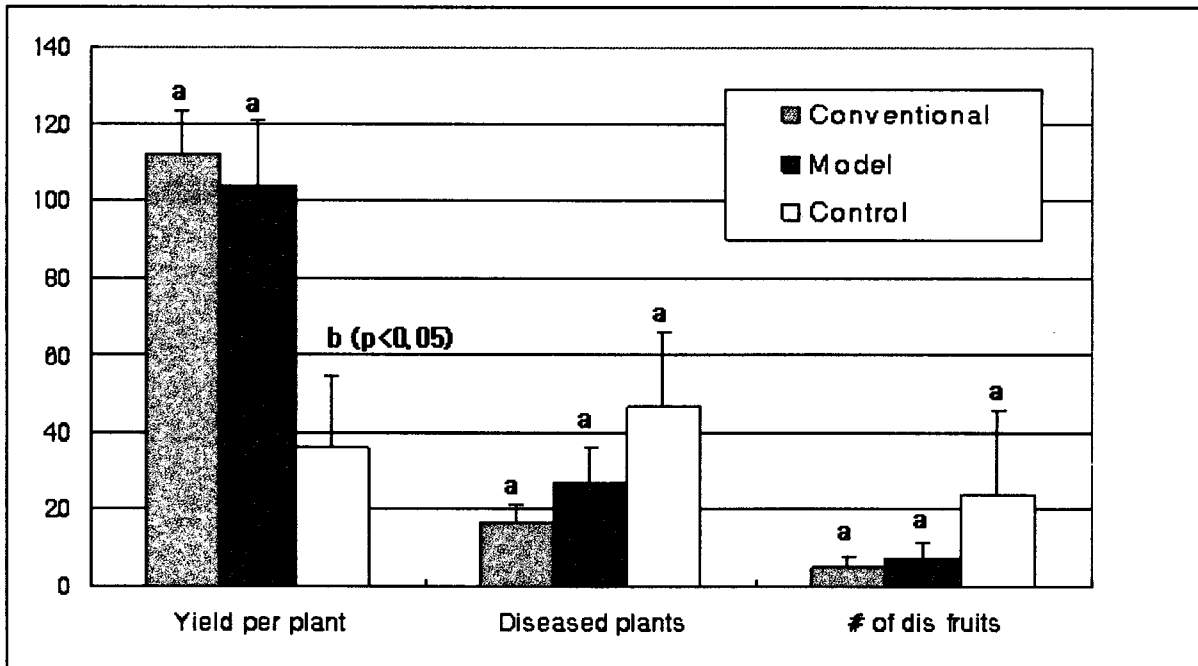
날 자	감염위험도	누적감염위험도	누적건조시간	기준습윤시간	기 온	평균연습속도
2005-09-03 13:00	0.00	0.00	2	7.5	26.7	
2005-09-03 12:00	0.00	0.00	1	8.7	24.8	
2005-09-03 11:00	0.03	0.03	0	9.8	23.3	0.26
2005-09-03 10:00	0.09	0.09	0	10.7	21.9	
2005-09-03 09:00	0.09	0.09	0	11.3	21.0	

[그림 3] 자동기상관측기 데이터로 누적감염위험도를 계산하여 감염 여부 판단 프로그램

누적감염위험도를 계산하여 9월12일까지 예찰방제 10번, 모델방제는 3차례 실시하였다. 처음 계획한 4 이상의 누적감염도가 7월말까지 발생되지 않아 임의로 2 이상이 관측되었던 시점에서 모델 방제를 하였고, 8월 22일의 2차 모델 방제는 8월 19일의 경고, 3차 모델방제는 25일의 경고에 근거하여 방제가 실시되었다.



(그림 4.) 2005 선문대 포장에서 관행, 모델 방제 스케줄



[그림 5] 고추 포장에서 실시한 병 방제 스케줄에 따른 고추 수확량 및 탄저병 조사 분산분석 및 던컨 다중회귀 분석을 통한 처리간 차이를 나타냄

수확량, 이병주율, 병과수 등 모든 조사에서 관행방제와 모델방제는 비슷한 성적이었고 무처리구에서는 탄저병 감염 피해가 현저하였지만, 분산분석 결과 수확량에서만 방제와 무처리간에 차이를 보였을 뿐 병조사에서는 세 처리간에 통계적 유의성은 없었다. 모델방제는 관행방제에 버금가는 성적이었지만, 무처리구에서의 반복간의 큰 변이가 통계적 결과를 초래한 것으로 보인다.

결론적으로, 온 습도에 따른 부착기 형성을 10%가 생성시 감염 위험으로 작성한 고추 탄저병 예측 모형은 소규모 포장에서 3차례만의 적기 방제를 통하여 10차례 관행방제에 버금가는 방제 효과를 보였고 비록 통계적 유의성이 뚜렷하지는 않지만 방제에 따른 탄저병 감소 효과가 상당하다고 여겨진다. 향후 실제 대규모의 농가 포장을 통한 실증실험을 통하여 감염 위험을 threshold 설정 등 보완점을 발굴하여 현장 적용이 가능하도록 수정 보완하는 작업이 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업특정과제로 수행한 연구입니다.

## 인용문헌

- Boucher, T. J., and R. A. Ashley, 2002: Northeast Pepper Integrated Pest Management Manual. University of Connecticut Cooperative Extension, Storrs.
- Manandhar, J. B., G. L. Hartman, and T. C. Wang, 1995: Conidial germination and appressorial formation of *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* isolates from pepper. *Plant Disease* 79, 361-366.
- Oh, I. S., M.S. In, I. S. Woo, S. K. Lee, and S. H. Yu, 1988: Anthracnose of pepper seedling caused by *Colletotrichum cocodes* (Wallr.) Hughes. *Korean Journal of Mycology* 16, 151-156.