

고추 흰가루병균(*Leveillula taurica*)의 발아특성 및 접종법

김대현* · 박종한 · 이중섭 · 한경숙 · 한유경 · 황정환

국립원예특작과학원 원예특작환경과

Effect of Temperature, Relative Humidity on Germination and Development of Powdery Mildew (*Leveillula taurica*) on Pepper and Its Inoculation MethodDae-Hyun Kim*, Jong-Han Park, Jung-Sup Lee, Kyung-Sook Han,
You-Kyoung Han and Jeong-Hwan HwangHorticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
RDA, Suwon 441-440, Korea

(Received on November 10, 2009; Accepted on December 7, 2009)

Pepper powdery mildew, *Leveillula taurica* is one of the most important pathogens of pepper in the greenhouses and fields in Korea and is becoming a worldwide disease. These experiments were carried out to investigate the optimal germination, disease development conditions, disease incidence and effective inoculation methods of pepper powdery mildew. The incidence of powdery mildew was investigated throughout the country based on the major pepper growing areas in 2009. The average rate of infected leaves ranged from 15.3% to 81.8% in greenhouses and fields. Powdery mildew incidences were more severe in greenhouses than those of fields. The optimal temperature for conidial germination was 25°C and showed the highest germination at 6 hs after treatment. The range of temperature for germination was 10°C to 35°C. Temperature of greater than 30°C and below 20°C affected the abnormal germination and germ tube elongation. The optimal relative humidity for germination and germ tube elongation was 85% and germination increased as relative humidity increased. Disease development started 8 days after inoculation and showed the highest disease severity at 15 days in greenhouse and field regardless of varieties. Among three different inoculation methods tested the spore dropping method was better than touching with infected leaves and spraying with spore suspension. However, the method has limitation in mass inoculation due to the amount of time consumed.

Keywords : Disease incidence, Germination, Germ tube, *Leveillula taurica*, Pepper, Powdery mildew

우리나라에서 고추에 발생하는 흰가루병은 1980년에 처음 보고된 이후 매년 발생이 증가하고 있으며, 특히 시설 재배에서 가장 문제가 되는 병으로 알려져 있다(이 등, 2001; 이 등, 2003; 차 등, 1980). 병든 잎 표면에 표징이 관찰되기 이전 이미 많은 균사가 조직속에 발달하여 어린 잎의 앞면에 반점이 생기면서 엽록소가 파괴되어 황색으로 탈색되고 광합성 효율을 떨어뜨린다(Correll, 1986; Heffer 등, 2006). 병징이 심하면 병반조직이 괴사되면서 잎이 고사되어 고추 생육 및 수량에 영향을 주게 된다(차 등, 1980). Correll 등(1987)과 Dik 등(1999)은 흰가루

병이 서부 유럽 및 북미지역 등 따뜻한 지역에서만 문제가 되었으나, 점차 시설재배가 확대됨에 따라 다른 지역으로도 병이 확산되면서 많은 피해를 주고 있다고 하였다.

고추 흰가루병의 병원균은 *Leveillula taurica*로 진균계 자낭균문에 속하는 활물기생균으로 자낭포자와 분생포자를 형성한다고 알려져 있으나, 국내에서는 아직 자낭세대 발견하지 못했다(차 등, 1980). *L. taurica*은 *Oidiopsis taurica*의 완전세대로서 건조한 때에 발생이 많으며, 감수성 품종을 재배할 경우 더욱 심하게 발생한다(권 등, 1998; Beris와 Hormattallah, 1985; Diop-Bruckler, 1989). 바람에 의하여 전반되고 밤낮의 기온차가 클 때인 봄가을에 많이 발생하며(윤 등, 2008), 고추 뿐만 아니라 토마토, 가지, 오クラ 등 초본식물에 기생하여 큰 피해를 주고 있다(강 등, 1995; 권 등, 1998; Heffer 등, 2006).

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-6134, Fax) +82-31-290-6290

Email) kimdh823@rda.go.kr

고추 흰가루병은 최근에 시설 재배면적이 증가하고 온난화가 가속화됨에 따라 피해가 증가하고 있는 양상이다 (Elad 등, 2007). 그러나 병의 특성상 활물기생균이라 인공배양이 힘들어(Correll 등, 1987; Elad 등, 2007) 정확한 병의 생태 및 발병조건에 대한 연구가 부족한 실정이다. 특히 피해실태 그리고 포자 발아조건, 효율적인 병원균 접종방법 등의 발병환경 요인을 구명하는 것은 병 저항성 품종을 육성하는데 반드시 필요하다. 외국에서는 최근까지 고추 흰가루병에 대한 발생 피해, 식물체내 균 침입 기작(Celio 등, 1998), 미기상(microclimate)이 병원균에 미치는 영향(Elad 등, 2007), 온도 및 습도가 흰가루병에 미치는 영향(Remigio 등, 2003) 등 고추 흰가루병균을 대상으로 병 방제를 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 고추 흰가루병에 대한 발생실태 및 정확한 발병조건을 구명하여 고추 저항성 검정체계를 확립함으로써 흰가루병에 강한 고추 품종을 육성하는데 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

병 발생조사. 2009년 4월과 9월에 강원, 충북, 경남 및 전남지역 등 4지역을 대상으로 흰가루병 발생현황 및 피해증상 등을 조사하였다. 4월에는 시설고추 재배를 많이 하는 경남 밀양, 진주, 창녕, 창원을 조사하였으며, 9월에는 강원 횡성, 원주, 충북 음성, 경남 진주, 하동 및 전남 영암지역 등을 대상으로 시설재배와 노지재배로 구분하여 조사하였다.

공시균주 및 병원균 증식. 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시험포장 및 하우스 내에 고추를 재배하여 농약을 살포하지 않고 자연 감염된 흰가루병균을 새로 파종한 고추 묘에 재접종하여 증식된 병원균을 공시균으로 사용하였다.

포자 발아율 조사. 온도별 포자 발아율은 병원균을 수집하여 소정의 플라스틱 용기에 상대습도를 85%로 조정 한 후, 그 위에 분생포자를 떨어뜨린 slide glass를 놓은 다음 10, 15, 20, 25, 30, 35°C에서 3, 6, 9, 21시간 동안 항온배양 시킨 후, 포자 발아율을 현미경 100배에서 조사하였다. 습도별 포자 발아율은 온도를 25°C로 고정 한 후, 습도를 55, 70, 85, 93, 100%로 조정 한 후 6시간 후 에 포자 발아율을 현미경 100배에서 조사하였다. 발아관 길이는 온도 및 습도별로 20개의 포자를 무작위로 선택 하여 포자길이를 Dpx view pro 컴퓨터 프로그램을 이용하여 조사하였다.

공시품종. 접종 후 병 발생정도 조사를 하기 위해 고추(품종: 녹광, 왕대박, 부춘, 천하통일, 길상) 5가지를 공

시품종으로 사용하였으며, 인공접종 및 발병환경 조사는 독자청정, 아삭이 등 2품종을 공시하여 시험하였다. 이용 한 품종은 8월 3일 파종하였으며, 45일 후인 9월 16일(본업 10일 내외)에 고추가 식재된 포트를 대상으로 시험을 실시하였다.

접종방법. 분무접종은 병원균을 포집 후, 멸균수와 현탁하여 분생포자의 농도를 2×10^5 /m³ 내외로 유지하여 15분 이내에 고추잎 뒷면에 분무하였다. 접종한 병원균의 비산을 막기 위해 그늘에서 3시간 유지 후에 온실 및 생장상에서 병징을 발현시켰다. 압착접종은 고추 병든 잎을 뒷면에 포개는 방법으로 접촉한 후 병을 감염시켰다. 타락접종은 잎 뒷면에 균을 붓으로 떨어뜨리거나 균을 붓에 묻혀 전염시켰다. 접종된 병원균 병징 발현을 위해 변온처리(온실, 15~35°C, RH 40~70%), 항온처리(생장상, 27±2°C, RH 40±10%) 후 일정기간 동안 발병도를 육안으로 조사하였다.

발병조사. 국내 지역별 흰가루병 발병조사는 이병엽율=(발병엽수/조사엽수×100)로 산출하였다. 그리고 병의 진단조사 및 인공 접종시험을 위한 발병정도는 병반면적율로 발병정도를 조사하였다. 발병도 조사는 발병도를 0-4까지 나누었으며, 0=발병없음, 1=병반면적율 1~5% 미만, 2=5.1~20%, 3=20.1~40%, 4=40.1% 이상으로 구분하여 조사하였다. 처리 평균간 비교를 위하여 Duncan's multiple range test(DMRT, P=0.05)를 실시하였다.

결과 및 고찰

병 발생 및 피해조사. 2009년 4월 및 9월에 강원, 충북, 경남 및 전남지역 등 4지역을 대상으로 흰가루병 이병엽율을 조사한 결과, 지역에 따라 15.3%에서 81.8%가

Table 1. The disease incidence of *Leveillula taurica* of pepper in the major pepper growing areas

Location	The rates of infected leaves (%) ^a		
	Dates	Greenhouse	Field
Hoengseong	9-11, Sep.	67.4(46~95)	36.4(33~37)
Wonju	9-11, Sep.	81.8(79~85)	72.3(70~75)
Eumseong	9-11, Sep.	58.6(2.9~89)	44.0(34~62)
Milyang	20-22, Apr.	32.6(28~37)	-
Changnyeong	20-22, Apr.	38.9(32~43)	-
Changwon	20-22, Apr.	15.3(13~19)	-
Jinju	20-22, Apr.	36.1(29~44)	47.7(12~78)
Hadong	9-11, Sep.	-	59.0(55~63)
Yeongam	9-11, Sep.	77.4(59~92)	16.8(11~25)

^aThe rates of infected leaves (%)=No. of infected leaves/Total number of leaves×100.

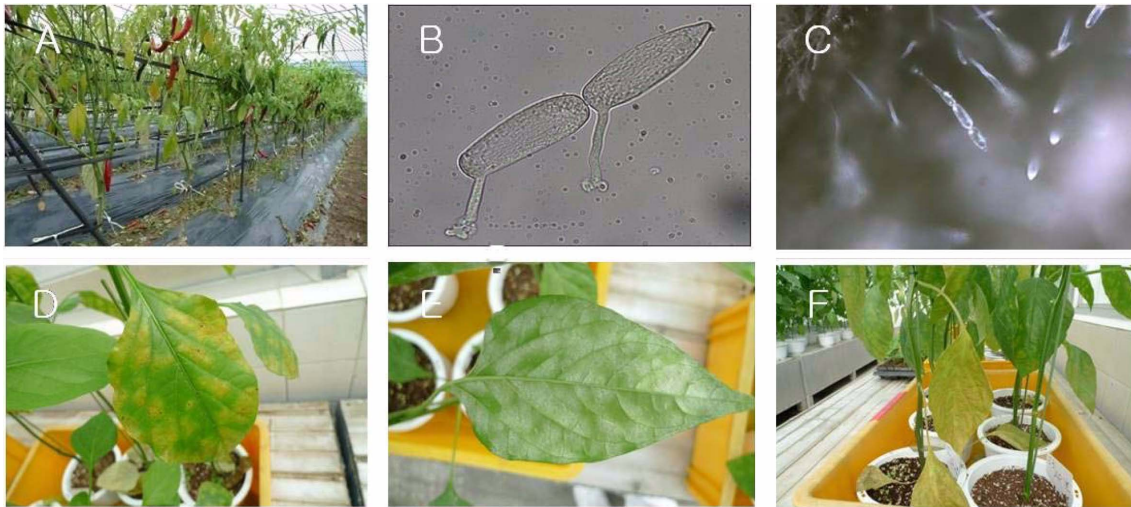


Fig. 1. Disease symptoms of the pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*), germinating conidia and conidiophores. **A:** Severely powdery mildew infected pepper plant, **B:** Conidial germination, **C:** Conidiophores, **D:** Yellow spot on leaf surface, **E:** Powdery mildew on leaf under surface, **F:** Infected leaves became dropping.

지 다양하게 조사되었다(Table 1). 재배형태에 따라서 시설재배에서는 15.3~81.8%(평균 71%), 노지재배에서 16.8~72.3%(평균 46%)의 이병엽율을 보여 시설재배에서 고추 흰가루병 발생이 더 많음을 볼 수 있었다. 흰가루병 방제를 하지 않은 농가에서는 100%에 가까운 이병엽율을 나타내었고, 병이 발생하기 전에 2~3차례 농약을 살포한 농가에는 10% 미만의 이병엽율을 나타내어 사전방제가 무엇보다 중요함을 알 수 있었다. 대부분 흰가루병에 감염된 잎은 잎 뒷면에 밀가루를 뿌려 놓은 것처럼 분생포자가 퍼지고, 아랫잎은 대부분 낙엽이 되거나 황색으로 탈색되고 광합성 효율을 떨어뜨려 생산량을 감소시켰다(Fig. 1A, D, E, F).

발아율 조사. 온도에 따른 고추 흰가루병의 분생포자 발아력을 조사한 결과(Table 2), 향온배양한지 6시간 후에

Table 2. Effect of temperature on germination of *Leveillula taurica* conidia on glass slides incubated for 3, 6, 9, 12, 21 hrs at 85% relative humidity

Temperature (°C)	Germination (%) [†]			
	3 h	6 h	9 h	21 hrs
10	0.0d	3.0d	8.0e	21.0a
15	1.0d	5.3d	11.2d	12.4b
20	10.2c	19.9c	18.8c	16.7ab
25	25.3a	35.9a	35.2a	22.9a
30	16.3b	23.8b	23.8b	16.3ab
35	0.3d	3.1d	2.6f	0.6c

[†]Values followed by the same letter in the column are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test.

그리고 온도별로는 25°C에서 35.9%로 가장 높았다. 또한 습도별 처리에서는 85%에서 발아율이 38.5%로 가장 높았다(Table 4). 온도별 발아관 길이를 측정 한 결과는 Table 3에 제시한 바와 같이 20~25°C에서 105.8~107.7 μm로서 가장 길었으며, 습도별로 발아관을 측정 한 결과, 85~93%에서 79.7~80.3 μm로서 가장 길었다(Table 4). 고추 흰가루병 포자 발아력 시험은 발아율이 가장 좋은 온도 및 습도(25°C, RH 85%)에서 발아관 길이도 가장 길어서 포자 발아율과 발아관 길이와는 높은 상관관계를 나타내었다.

차 등(1980)은 고추 흰가루병균의 포자 발아율 관련 시험에서 온도는 25°C, 습도는 100%에서 발아율이 가장 높았다고 하여 본 연구내용과 유사하였으나, 발아율은 다소

Table 3. Effect of temperature on germ tube of *Leveillula taurica* conidia on glass slides incubated for 6 hr at 85% relative humidity

Length (μm)	Temperature (°C)				
	10	15	20	25	30
Germ tube	90.8	77.2	107.7	105.8	76.1

Table 4. Effect of relative humidity (RH) on germination and germ tube of *Leveillula taurica* conidia on glass slides incubated for 6 h at 25°C and at different RH levels

	Relative humidity (%)				
	55	70	85	93	100
Germination (%) [‡]	22.6c	26.3bc	38.5a	29.9b	29.5bc
Germ tube (μm)	62.0	69.0	80.3	79.7	66.8

[‡]Values followed by the same letter in the row are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test.

차이를 나타내었다. 그는 흰가루병이 20~30°C 범위에서 습도가 높을수록 포자발아율이 높기 때문에 노지보다 시설재배에서 많이 발생한다고 하였다. Elad 등(2007)은 단고추(sweet pepper) 흰가루병의 분생포자 발아율 시험에서 포자를 6시간 항온배양 후 측정하였으며, 온도는 20°C에서 20%로서 가장 높았고, 습도는 85%에서 가장 높은 발아율을 나타내어 본 연구내용과 유사하였다. 병 발생과 관련하여 고추 흰가루병은 높은 습도를 싫어하지만(농촌진흥청, 1997; 차 등, 1980), 포자 발아시험 결과 높은 습도(85~93%)에서 발아율이 높아서 병 발생 환경이 다를 수 있었다. 그리고 Reuveni와 Rotem(1973)은 흰가루병의 분생포자가 발아하는데 가장 좋은 온도는 25°C며, 온도가 25°C 이상으로 상승시 발아율이 줄어들고 발아관 길이가 짧아진다고 보고하였다. 물이 오랫동안 고추 잎에 남아 있을 때는 발아력이 떨어지지만(Perera와 Wheeler,

1975), 습도 100%에 근접했을 때 포자 발아율이 가장 높고, 이는 포자 발아를 하는데 중요한 요인이 된다고 보고하였다(Remigio 등, 2003).

접종 후 병 진전 조사. 온실 및 노지재배에서 녹광, 왕대박, 부춘, 천하통일, 길상 등을 대상으로 고추 흰가루병을 접종시킨 후 기간별 병 발병도를 조사한 결과 품종별로는 차이가 없었으며, 접종 후 8일까지는 3~7%, 12일 후에는 10%의 발병도를 보이다가 15일 후에는 53.3~73%로 급격하게 병 발생이 증가하였다(Fig. 2). 이는 균의 특성상 식물체에 침입하여 병징을 바로 나타내지 않고 15일 정도 잠복기간이 있음을 알 수 있었다. 농촌진흥청(1997)에서는 균사가 침입해서 접종 6일 후에 병징을 발현하며, 병의 만연은 접종 10~12일 후에 병이 만연한다고 하였다. Homma 등(1981)은 균 침입 후에 잎내에서 균이 성장하는 기간이 3~4주 정도 걸리고, 균사가 기공세

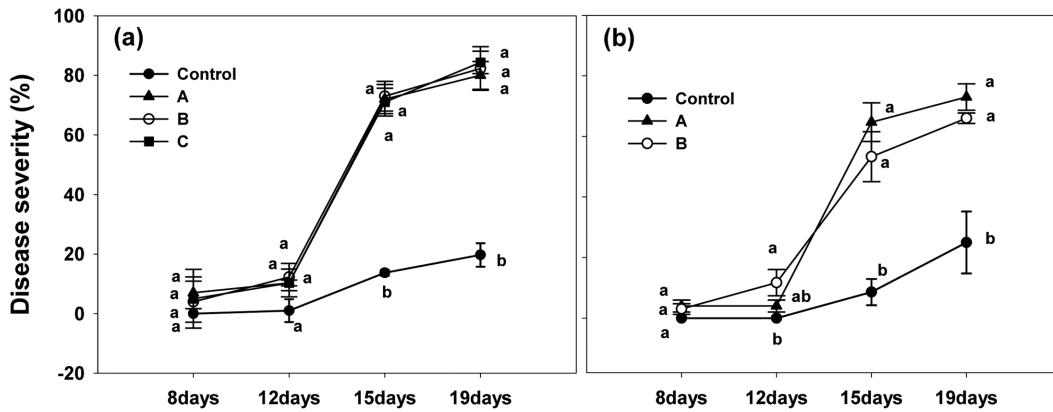


Fig. 2. Disease severity of pepper cultivars at 8, 12, 15, 19 days after inoculation with *Leveillula taurica* in greenhouse and field. (a) Greenhouse (temperature 15~35°C), A: Nokkwang, B: Wangdaebak, C: Buchon, (b) Field (temperature 9.9~28.5°C), A: Cheonhatonggil, B: Gilsang. ^aValues followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test, ^bError bars are standard errors.

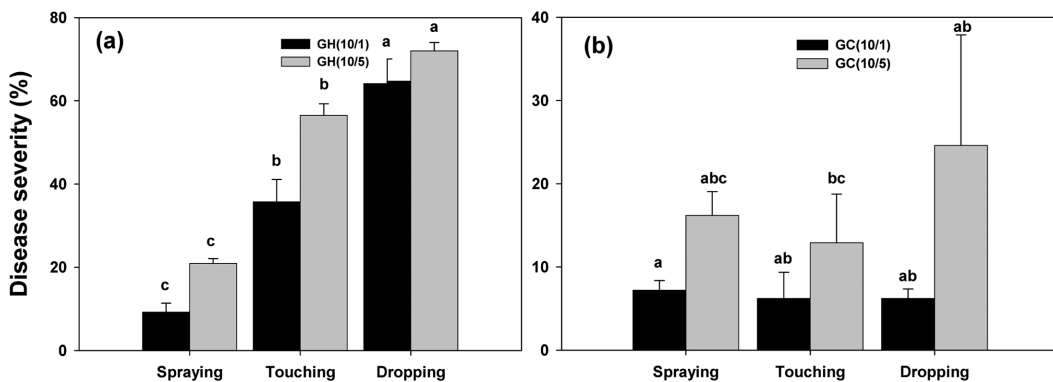


Fig. 3. Disease severity of pepper cultivars in according to the different inoculation methods (conidial suspension spray, touching with infected leaves, dropping the spores) in greenhouse and growth room on 1, 5 October respectively. (a) GH: Greenhouse (temperature 15~35°C, RH 40~70%), (b) GC: Growth chamber (temperature 27±2°C, RH 40±10%). ^aValues followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test, ^bError bars are standard errors.



Fig. 4. Showing disease severity of the leaves symptoms after different artificial inoculations. **A:** Conidial suspension spray, **B:** Touching infected leaves, **C:** Dropping the spores.

포를 통하여 잎 밖으로 성장함으로써 하얀 포자로 덮인다고 하여 잠복기간은 병의 환경에 따라 달랐다. 그리고 온실(15-35°C)이 노지(9.9-28.5°C)보다 높은 발병도를 보여 병징 발현에 따른 환경조건이 온실이 더 적합함을 알 수 있었다.

효율적인 접종방법. 고추 흰가루병의 인공접종 체계를 구축하기 위하여 분무접종, 압착 및 타락접종 방법을 사용한 결과 Fig. 3과 같다. 분무접종보다는 압착 및 타락방법이 높은 발병도를 나타내었는데, 특히 타락방법을 이용한 인공접종에서는 72%의 가장 높은 발병도를 나타내어 병 저항성 검정을 위한 인공 접종방법으로 추천할 만하였다(Fig. 4A, B, C). 많은 양을 한꺼번에 접종하기 위해서는 분무접종이 효율적이거나, 고추 흰가루병이 물을 싫어하는 특성 때문에(농촌진흥청, 1997; 차 등, 1980) 분무접종을 위해서는 좀더 다양하고 세밀한 시험이 필요하다고 판단된다. 외국에서는 고추 흰가루병의 접종방법으로 현재 분무접종 방법(Elad 등, 2007; Souza와 Cafe-Filho, 2003), 타락방법(이 등, 2001; 이 등, 2003; Homma 등, 1980; Homma 등, 1981; Reuveni 등, 1998; Remigio 등, 2003; Souza와 Cafe-Filho, 2003)을 대부분 사용하고 있으나, 국내에서 아직까지 현탁액을 제조하여 분무접종을 수행한 연구 사례는 없다. Souza와 Cafe-Filho(2003)은 *Leveillula taurica*의 고추 흰가루병 저항성 검정을 위해 포자 현탁액($5 \times 10^4/m$)으로 조제하여 접종하였고, Elad 등(2007)은 단고추의 흰가루병에 대한 미기상 효과를 보기 위해 균의 밀도를 $1 \times 10^6/m$ 로 조정 후 10~15분 이내로 접종하였다고 보고하였다. 그러나 대부분 많은 연구자들은 현재 고추 흰가루병 인공접종을 위하여 자연발생 또는 타락 접종법을 이용하여 실험하고 있다.

병 발생환경. 병징 발현을 위한 환경조건으로는 생장상(항온처리, $27 \pm 2^\circ C$, RH $40 \pm 10\%$)보다는 온실(변온처리, 15~35°C, RH 40~70%)에서 높은 발병도를 나타내어(Fig. 3), 항온보다는 변온이 병 발생에 도움을 준다는 사실을 알았다. 이는 밤낮의 기온차가 심할 때인 봄가을에 고추 흰가루병이 많이 발생하는 사실을 뒷받침한다고 생각한

다. Agrios 등(1998)은 식물체의 표면에 자유수가 존재할 때는 포자의 발아율이 오히려 더 낮아지고 병이 사라지며, 상대습도가 비교적 낮을 때(50~70%) 병이 더 심해진다고 하였다. 또한 차 등(1980)은 고추 흰가루병 발생은 상대적으로 낮은 습도에서 많다고 하였으나, Elad 등(2007)은 흰가루병 발생 관련하여 온도(15~20°C)를 낮게 습도(85~95%)를 높게 유지하는 것이 병 발생을 심화시킨다고 하였으며, 낮과 밤의 온도를 30°C 이상으로 높게 유지하고 습도는 낮춰주는 것이 병 발생을 억제하는데 도움이 된다고 하여 반대되는 의견을 제시하였다. 지금까지 여러 연구들을 종합해 볼 때 아직까지 환경조건과 고추 흰가루병 발생에 대한 정확한 메커니즘이 밝혀지지 않았다고 볼 수 있으며(Elad 등, 2007), 앞으로 이에 대한 좀더 폭넓은 연구가 필요하다고 생각된다.

요 약

고추에 발생하는 흰가루병은 전 세계적으로 매년 발생이 늘어나고 있으며, 특히 시설재배에 있어서 가장 문제가 되는 병중에 하나이다. 2009년 4월 및 9월에 강원, 충북, 경남 및 전남 등 4지역을 대상으로 흰가루병 발생 실태를 조사하였다. 시설재배지에는 15.3~81.8%(평균 71%), 노지재배에서 16.8~72.3%(평균 46%)의 이병엽율을 보여 시설재배에서 발생이 많음을 볼 수 있었다. 병징은 잎 뒷면에 밀가루를 뿌려 놓은 것처럼 하얗게 분생포자가 퍼져 있고, 아랫잎은 황색으로 탈색되거나 낙엽되었다. 온도에 따른 고추 흰가루병의 분생포자 발아력을 조사한 결과, 25°C에서 처리후 6시간에서 발아율이 35.9%였으며, 습도는 85%에서 38.5%로 발아율이 가장 높았다. 온도 및 습도별로 발아관을 측정된 결과, 온도는 20~25°C에서 습도는 85~93%에서 각각 $105.8 \sim 107.8 \mu m$ 및 $79.7 \sim 80.3 \mu m$ 로서 가장 길게 나타났다. 고추 흰가루병을 접종시킨 후 병 진전에 따른 발병도를 조사한 결과 접종 후 8일부터 병징을 보이다가, 15일 후에 병 발병도가 53.3~73%로서 급격하게 높아지는 것을 볼 수 있었다. 고추 흰가루병 인

공접종 체계를 구축하기 위하여 분무접종, 압착 및 타락 방법을 사용한 결과, 분무접종보다는 압착 및 타락방법이 높은 발병도를 나타내었다. 특히 타락방법을 이용한 인공 접종에서는 발병도가 72%로서 가장 높은 발병도를 나타내어 병 저항성 검정을 위한 접종방법으로 추천할 만 하였으나, 금후 안정적이고 대량접종을 위해 효율적인 접종 방법 개발이 필요하였다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1998. Plant pathology (4th edition). Academic press, Inc., New York. pp. 147-148.
- Beris, M. and Hormattallah, A. 1985. Manifestation et mode de conservation de *Leveillula taurica*, Agent de l'Oidium de la Tomato au Maroc. *Phytopath. Z.* 112: 348-354.
- Celio, G. J. and Hausbeck, M. K. 1998. Conidial germination, infection structure formation, and early colony development of powdery mildew on poinsettia. *Phytopathology* 88: 105-113.
- 차재순, 기운주, 조백호, 김기창. 1980. 고추에 발생하는 흰가루병. *한식보호지* 19: 241-243.
- Correll, J. C. 1986. The epidemiology of tomato powdery mildew (*Leveillula taurica*) in relation to host growth and development. Ph. D. Dissertation, University of California, Berkely. 143 pp.
- Correll, J. C., Gordon, T. R. and Elliott, V. J. 1987. Host range, specificity, and biometrical measurements of *Leveillula taurica* In california. *Plant Dis.* 71: 248-251.
- Dik, J. A., Ceglarska, E. and Ilovai, Z. 1999. Sweet Peppers. 473-485 pp. in: Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Diop-Bruckler, M. 1989. Development de *Leveillula taurica* en fonction des facteurs climatiques et sensibilite de *Capsicum annum* a differents stades vegetatifs. *J. Phytopathology* 126: 104-114.
- Elad, Y., Messika, Y., Brand, M., Rav D. D. and Sztejnberg, A. 2007. Effect of microclimate on *Leveillula taurica* powdery mildew of sweet pepper. *Phytopathology* 97: 813-824.
- Heffer, V., Johnson, K. B., Powelson, M. L. and Shishkoff, N. 2006. Identification of powdery mildew fungi. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2006-0706-01.
- Homma, Y., Arimoto, Y., Takahashi, H., Ishikawa, T., Matsuda, I. and Misato, T. 1980. Studies on pepper powdery mildew I. Conidial germination, hyphal elongation and hyphal penetration on pepper leaf. *Ann Phytopath. Soc. Japan* 46: 140-149.
- Homma, Y., Takahashi, H., Arimoto, Y., Ishikawa, T., Matsuda, I. and Misato, T. 1981. Studies on pepper powdery mildew II. Conidiophore emergence and conidial formation on pepper leaf. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 47: 143-150.
- 강수웅, 권진혁, 신원교, 김희규. 1995. *Oidiopsis taurica*(Lev.) Arnaud(=*Leveillula taurica*)에 의한 토마토 흰가루병 발생. *한국식물병리학회지* 11: 380-382.
- 권진혁, 강수웅, 조동진, 김희규. 1998. *Leveillula taurica* Arnaud에 의한 가지 흰가루병 발생. *한국식물병리학회지* 14: 186-187.
- 이경희, 홍성택, 정재현, 노창우. 2003. 고추 흰가루병 약제방제법 개선연구. 2003년도 시험 연구사업보고서.
- 이옥희, 황희숙, 김주영, 한정해, 유영신, 김병수. 2001. 고추 흰가루병에 대한 저항성 재료 탐색. *원예과학기술지* 19: 7-11.
- 농촌진흥청. 1997. 채소병해원색도감. 447 pp.
- Perera, R. G. and Wheeler, B. E. 1975. Effects of water on the development of *Sphaerotheca pannosa* on rose leaves. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 64: 313-317.
- Remigio, A. Guzman-Plazolaa, Michael D. R. and James J. M. 2003. Effects of relative humidity and high temperature on spore germination and development of tomato powdery mildew (*Leveillula taurica*). *Crop Protection* 22: 1157-1168.
- Reuveni, R., Dor, G. and Reuveni, M. 1998. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protection* 17: 703-709.
- Reuveni, R. and Rotem, J. 1973. Epidemics of *Leveillula taurica* on tomatoes and peppers as affected by the conditions of humidity. *Phytopathol. Z.* 76: 153-157.
- Souza, V. L. D. and Cafe-Filho, A. C. 2003. Resistance to *Leveillula taurica* in the genus *Capsicum*. *Plant Pathology* 52: 613-619.
- 윤평섭, 이두형, 신상철, 김창효. 2008. 식물병해충도감(진단과 방제). 388 pp.