

*Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병의 증상과 피해

지형진* · 심창기 · 류경열 · 신현동¹

농촌진흥청 농업과학기술원 친환경농업과, ¹고려대학교 생명과학대학 환경생태공학부

Symptoms and Damages of Powdery Mildew on Leafy Lettuce Caused by *Podosphaera fusca*

Hyeong-Jin Jee*, Chang-Ki Shim, Kyung-Yul Ryu and Hyeon-Dong Shin¹

Organic Farming Technology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea
(Received on November 1, 2006)

Leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most important vegetable crops in Korea, cultivated throughout the year in greenhouses. During the autumn of 2005, powdery mildew of lettuce that is a new disease caused by *Podosphaera fusca* occurred in several plantings grown in plastic houses near Suwon in central Korea. Further survey on commercial fields of the plant in central and southern Korea revealed its widespread occurrence and severe losses. Infections occur on upper part of mature leaves often cause leaf distortions, withering, and reduced vigor and growth. Among 184 greenhouses surveyed 121 were infested by the disease and 52 showed over 10% infection rate. Yields were greatly reduced by the disease reaching only 59% compared to healthy plants. About 60% leaves of infected plant were not marketable and fresh weight of the leaves was 73.6% compared to healthy leaves. Total yield of the greenhouses infested by the disease ranged from 100~140 kg, while it was 260 kg in a non-infested greenhouse at one time harvest. Since the disease represents a threat to safe cultivation of leafy lettuce in Korea, environmentally-friendly control strategies should be urgently developed.

Keywords : *Lactuca sativa*, Powdery mildew, *Podosphaera fusca*, Symptoms, Yield loss

상추는 국화와 채소 중 가장 널리 재배되는 작물로 외국에서는 주로 샐러드용으로 이용되고 있으나 우리나라에서는 대부분 쌈용으로 잎상추를 재배하고 있다. 국내 상추는 주로 시설에서 연중 재배되고 있는데, 재배면적은 약 5,610ha에 이르고 생산량은 약 167,012톤이다(농촌진흥청, 2002; 농림부, 2005).

상추에는 14가지의 병해가 발생하는 것으로 보고되어 있는데(한국식물병리학회, 2004) 생산에 큰 장애요인이 되는 병해는 무름병, 노균병, 잿빛곰팡이병, 시들음병, 역병 등이며 3종의 뿌리혹선충 역시 종종 큰 피해를 일으킨다(조 등, 1997). 흰가루병은 가장 흔하고 널리 분포하며 걸썩은 식물을 제외한 거의 모든 식물을 침해하는 것으로 알

려져 있다(Agrios, 2005; Shin, 2000). 하지만 상추류(*Lactuca* spp.)에 발생하는 흰가루병균으로 북미와 유럽의 샐러드용 상추에 *Erysiphe cichoracearum* 등이 기록되어 있고 중국에서 *Sphaerotheca fusca*가 상추의 기주로 기록된 바 있을 뿐 잎상추(*Lactuca sativa*)에 *Podosphaera fusca*에 의한 흰가루병 발생은 보고된 전례가 없다(Amano, 1986; Braun, 1987; Shin, 2000; Tai, 1979; USDA-ARS, 2006).

본 연구자들은 2005년 9-11월 경기도 수원시 인근의 상추재배단지에서 상추 흰가루병이 대량 발생하는 것을 관찰하고 여러 포장에서 흰가루병에 감염된 상추를 수집하여 병원균의 균학적 병원학적 특성을 확인하였다. 상추 흰가루병균은 *Podosphaera fusca*로 동정되었으며 그 결과는 최근에 보고한 바 있다(Shin 등, 2006).

이와 같이 매우 이례적이고 새로운 병해인 상추 흰가

*Corresponding author
Phone) +82-31-290-0557, Fax) +82-31-290-0406
E-mail) hjjee@rda.go.kr

루병은 수원시 근교 상추재배농민들은 이미 오래 전부터 상추재배의 가장 큰 장애 요인 중 하나로 인식하고 있었으며 타 지역의 대부분 농민들은 상추 노균병과 상추 흰가루병을 정확히 구분하지 못하거나 혼동하고 있었다. 관행재배 농가들의 농약 오남용을 막고 마땅한 방제대책이 없는 친환경농업 실천농가들의 피해를 최소화하기 위해서는 상추 흰가루병의 증상과 피해실태를 정확히 이해하는 것이 매우 중요하다고 판단되어 본 연구를 수행하였다.

병 증상. 상추 흰가루병은 잎의 윗면에 나타나며 전면에 고르게 퍼진다. 병 발생 초기에는 잎 표면에 엷은 흰가루 반점이 국부적으로 나타나지만 수일 내에 잎 전체로 확산되어 마치 밀가루를 뿌린 것처럼 보인다. 주로 수확기의 성엽에 발생하지만 간혹 줄기에도 발생되는데, 흑갈색 과립의 자낭각은 주로 줄기 표면에 형성된다. 병든 잎은 생기를 잃고 뒤틀리며 황화되어 결국 말라 죽으므로 병든 포기는 생장이 위축되고 활력을 잃는다(Fig. 1). 흰가루병은 일교차가 큰 환절기에 주로 발생하며 식물체 전체를 잘 죽이지는 않으나 잎표면에 기생하여 양분을 탈

취하고 광합성을 억제시키고 호흡과 증산을 증가시키므로 수량과 품질을 크게 감소시키는 것으로 알려져 있다(Agrios, 2005).

발생조사. 2005년 10월에 경기 수원, 양평, 남양주, 구리, 전남 담양 및 장성 등 총 6개 지역의 39개 상추재배 농가를 대상으로 상추 흰가루병 발생 실태를 조사하였다. 상추 흰가루병은 하우스재배에서만 발생되었으며 노지재배에서는 발생되지 않았다. 조사대상 농가 중 89.7%인 35개 농가에서 상추 흰가루병이 발생하였고, 상추 흰가루병에 대해 알고 있다고 대답한 농가는 이들 중 56.4%인 22개 농가였다(Table 1). 하지만 대부분의 농민들은 상추 흰가루병과 노균병을 제대로 구분하지 못하거나 혼동하고 있는 것으로 판단되었다. 조사농가의 총 184개 비닐하우스 포장 중 65.8%인 121개 포장에서 상추 흰가루병이 발생하는 것을 확인하였는데 10% 이하의 낮은 발병주율은 나타낸 포장은 69개였으며, 발병주율이 10%가 넘는 곳은 52개로 43%였다. 상추 흰가루병 발생주율이 50%가 넘어 피해가 심각한 하우스는 18개였는데 모두 수원 인근에 분

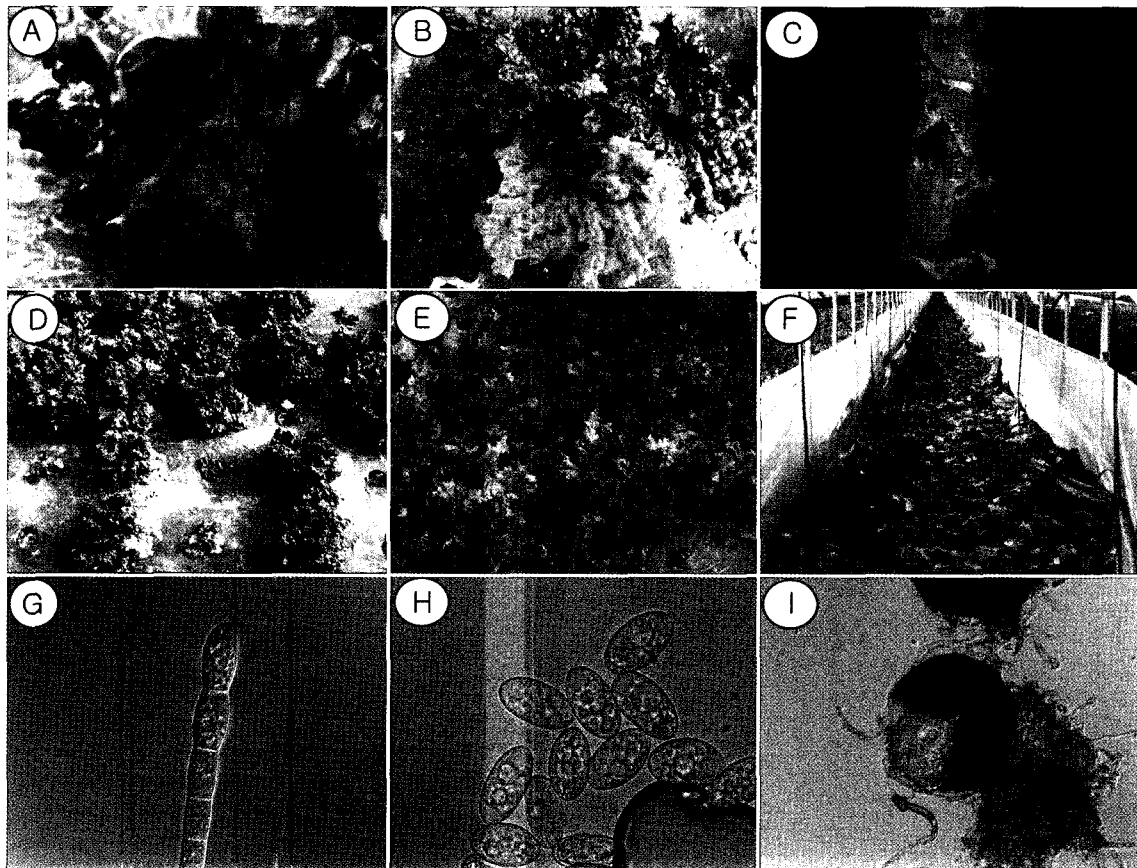


Fig. 1. Symptoms of powdery mildew of leafy lettuce and the causal pathogen *Podosphaera fusca*. Typical symptoms on leaves and stem (A, B, C); heavily infected plants (D) and a field (E); piles of infected leaves thrown to the outside of the plastic house (F). Conidiophore (G), conidia (H), and chamothecium (I) of *P. fusca* from *Lactuca sativa*.

Table 1. Survey on powdery mildew of lettuce caused by *Podosphaera fusca*

Area	No. of greenhouse		Disease incidence		
	Surveyed	Infected	<10%	11-50%	>50%
Suwon	63	57	11	28	18
Yangpyung	52	21	17	4	0
Namyangju	37	27	25	2	0
Guri	12	8	8	0	0
Damyang	12	4	4	0	0
Jangsung	8	4	4	0	0
Total	184	121	69	34	18

포하였다(Table 1).

피해조사. 경기도 수원시 근교의 상추 흰가루병이 발생되지 않은 건전포장과 발생이 심한 2개 포장을 선정하여 상추 수확량을 조사하였고 상추 등급은 이들 하우스에서 생산된 상추의 가격으로 평가하였다. 이들 포장에서 흰가루병 감염포기와 건전포기를 각 10주씩 3반복으로 표시하고 3주 동안 3회에 걸쳐 주당 생산량과 생체중 및 상품화율을 조사하여 비교하였다.

상추 흰가루병이 심하게 감염된 포기의 1회 생산량은 평균 7.23 g으로 건전포기의 12.25 g에 비해 41%가 감소되었으며, 잎당 생체중은 각각 4.53 g과 6.15 g으로 건전포기에 비해 26.3% 정도 낮았다(Table 2). 건전포기에서 생산된 상추의 상품화율은 96.7%인 반면에 감염포기는 39% 밖에 되지 않았다. 심하게 감염된 2개 포장(570 m²)의 1회 총 생산량은 각각 100 kg과 140 kg으로 건전포장의 생산량 260 kg에 비해 각각 38.5%~53.8% 수준에 머

Table 2. Yield loss caused by powdery mildew of lettuce per plant

Lettuce	Yield (g/plant)	Fresh weight (g/leaf)	Dry weight (g/leaf)	Marketable leaf (%)
Infected	7.23 b	4.53 b	0.36 a	39.0 b
Healthy	12.25 a	6.15 a	0.36 a	96.7 a

*Values are means of 30 plants collected from each field. Different letters in the same column are significantly different at 5% level.

Table 3. Comparison of lettuce yield in the healthy and the infected fields caused by the powdery mildew

Field condition	Yield			Market grade
	Total (kg)	Plant (g)	A/B × 100	
Infected I (A)	100	6.7	38.5	C
Infected II(A)	140	9.3	53.8	B
Healthy (B)	260	17.3	100.0	A

*Values are the yields of one time harvest in a greenhouse sized about 570 m². Market grade was estimated based on market price.

물렀다. 건전포장의 포기당 평균 수량은 17.3 g인 반면 이들 감염포장의 포기 당 생산량은 각각 6.7 g과 9.3 g에 불과하였다(Table 3).

고찰. *Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병은 세계적으로도 발생보고가 없는 새로운 병해이나 심하게 감염될 경우 수량손실이 60% 이상으로 피해가 매우 크다. 상추 흰가루병은 전국적으로 발생되고 있으나 발병주율이 10% 이상인 포장은 대부분 수원 근교지역에 분포하고 있어 아직까지는 전국적으로 피해가 심각한 수준이 아니라고 할 수 있다. 하지만 환경요인에 따라서는 상추재배의 큰 장애요인으로 대두될 가능성이 높은 것으로 판단된다. 수원 근교의 상추재배 농민들은 상추 흰가루병이 10여 년 전부터 발생했다고 하며 상추재배의 가장 큰 장애요인으로 인식하고 있다.

상추 흰가루병의 최초 발생시기와 왜 새롭게 문제 병해로 대두되고 있는지에 대한 이유를 현재로서 파악하기 어렵다. 하지만 시설하우스에서 유전적으로 균일한 품종을 대 면적에서 연중 재배하는 재배방식과 열악한 재배 환경 및 동일 살균제의 연용 등은 상추 흰가루병과 같은 새로운 병해의 출현을 조장하는 요인으로 짐작할 수 있다. 많은 상추 재배농민들은 상추 흰가루병을 정확히 진단하지 못하고 발생상태에 대한 이해가 부족하기 때문에 농약의 오남용이 우려되며, 농약을 사용하지 않는 친환경 농업 실천 농가들은 상추 흰가루병에 대한 특별한 방제 대책이 없어 병든 잎을 손으로 제거하거나 심한 경우 수확을 포기하는 등 막대한 노동력과 경제적 손실을 낳고 있다. 따라서 고품질의 안전농산물을 생산하기 위해서는 친환경적이고 효과적인 상추 흰가루병의 관리기술이 조속히 개발되어야 할 것으로 생각된다.

요약. *Podosphaera fusca*에 의한 상추흰가루병은 잎 뒷면에 고르게 번지는데 수확기인 성엽에 주로 발생하며 간혹 줄기에도 발생한다. 감염된 포기는 생장이 위축되고 생기를 잃으며 병든 잎은 황화하여 결국 말라 죽는다. 경기도와 전남의 12개 모든 조사지역에서 상추 흰가루병이 발생되었으며 총 184개 조사하우스 중 121개 하우스에서 발생되어 발병포장율은 65.8%였다. 발병주율이 50% 이상인 포장은 14.9%로 나타났는데 모두 수원시 근교에 분포하였다. 상추흰가루병 감염주의 수량감소율은 약 41%였으며 상추 잎당 생체중 감소는 26.4%였다. 상추 흰가루병이 심하게 발생된 포장의 상추 상품화율은 약 39%로 건전포장의 상품화율 96.7%에 비해 현저히 낮았고, 하우스 200평 당 1회 총 생산량은 건전포장의 38.5%~53.8% 수준이었다. 상추 흰가루병은 9월 하순부터 11월 사이와 2월 하순부터 4월 사이 주야간 일교차가 큰 환절기에 주

로 발생하며 상추의 수량감소와 노동력 손실의 큰 원인이 되고 있다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. 448-452 p. Elsevier Academic Press.
- Amano, K. 1986. Host Range and Geographical Distribution of the Powdery Mildew Fungi. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan.
- Braun, U. 1987. A Monograph of the *Erysiphales* (Powdery Mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia 89: 1-700.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 최용철. 1997. 채소병 해원색도감. 농업과학기술원. 447 pp.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명명목록. 779 pp.
- 농림부. 2005. 농림통계연보 2005. 74-222 pp.
- 농촌진흥청. 2003. 엽채류재배. 표준영농교본 140. 137-145p
- Shin, H. D. 2000. *Erysiphaceae* of Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon, Korea.
- Shin, H. D., Jee, H. J. and Shim, C. K. 2006. First report of powdery mildew caused by *Podosphaera fusca* on *Lactuca sativa* in Korea. Plant Pathology 55: 814.
- Tai, F. L. 1979. Sylloge Fungorum Sinicorum. Sci. Press, Acad. Sin., Peking, 1527 pp. (8097).
- USDA-ARS. 2006. Systematic Botany and Mycology. <http://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/fungushost/FungusHost.cfm>.