

*Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병의 발생원인과 방제

이상엽* · 김용기 · 이영기

농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과

Cause and Control of Lettuce Powdery Mildew Caused by *Podosphaera fusca*

Sang Yeob Lee*, Yong Ki Kim and Young Ki Lee

Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea
(Received December 11, 2007)

ABSTRACT: Powdery mildew caused by *Podosphaera fusca* is one of the most important diseases in leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.). Since the disease has been a threat to safe cultivation of leafy lettuce, its control methods have to develop to produce good quality of lettuce for farmer and consumer. Occurrence of lettuce powdery mildew is increasing more and more due to continuous cultivation of lettuce all through the year, non-removal of diseased plant parts of lettuce, spray of inadequate fungicides by mistaken acknowledge of lettuce powdery mildew for lettuce downy mildew, etc. The control effect of five fungicides against lettuce powdery mildew was examined in a plastic greenhouse located in Suwon. When fungicides were sprayed three times at 10 days-intervals in the early stage of occurrence of powdery mildew, the incidence of powdery mildew in the plants treated with kresoxim-methy SC, azoxystrobin SC, *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 WP, *Paenibacillus polymyxa* AC-1 SC and *Bacillus subtilis* Y 1336 WP was 0.7%, 0.7%, 26.0%, 36.7% and 42.0%, respectively, whereas the incidence of non-treated control was 55.3% on eight days after final application. Phytotoxicity of five fungicides tested was not observed in lettuce seedling plants.

KEYWORDS: *Ampelomyces quisqualis*, *Bacillus subtilis*, Control, Fungicide, Lettuce, *Paenibacillus polymyxa*, *Podosphaera fusca*, Powdery mildew

상추(*Lactuca sativa* L.)는 국화과에 속하며 유럽과 서아시아가 원산지이고, 한국, 중국, 일본, 미국, 영국 등 넓은 지역에서 채소로 널리 재배하고 있다. 상추는 우리나라에서 주로 생채로 쌈을 싸 먹는데 이용되고 겉절이로도 먹는다. 비타민과 무기질이 풍부하여 빈혈 환자에게 좋으며, 줄기에서 나오는 우윳빛 즙액에 락투세린과 락투신이 함유되어서 진통과 최면효과가 있어 상추를 많이 먹으면 잠이 온다. 한방에서는 뿌리를 제외한 식물체 전체 또는 종자를 약재로 쓰는데, 식물체는 소변 출혈과 산모의 젖이 부족할 때 효과가 있고, 종자는 고혈압과 산모의 젖이 부족할 때 물을 넣고 달여서 복용한다(장 등, 2006). 우리나라에서는 주로 잎상추가 주로 시설재배로 연중재배되고 있어 2006년 재배면적은 5,628 ha이며 160,284톤이 생산되었다(농림부, 2006, 농업통계, <http://www.maf.go.kr>).

우리나라에서 상추에 발생하는 병은 14종이 보고되어 있고(Korean Society of Plant Pathology, 2004), 그중에서 발생피해가 심각한 병은 균핵병, 노균병, 잿빛곰팡이병, 역병 등이 있다(조 등, 2000). 국내에서 2006년에 최초로

상추 흰가루병은 *Podosphaera fusca*(Fr.) U. Braun & Shishkoff 에 의하여 발생한다는 보고가 있었으며(Shin *et al.*, 2006), 외국에서 상추류에 발생하는 흰가루병의 병원균은 북미, 유럽과 일본에서는 *Golovinmyces cichoracearum* (DC.) V. P. Geljuta(syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) (Koike *et al.*, 2007; 岸國平 등, 2002), 중국에서는 *Sphaerotheca fusca*으로 보고되었다. *Sphaerotheca fuliginea* auct. p. p.(syn *S. fusca*(Fr.)Blumer) 흰가루병균은 기존의 형태적 특징(분생자경과 분생포자의 모양과 크기, 분생포자내에 피브로신체 존재, 분생포자의 발아관)으로 *Sphaerotheca fuliginea* auct. p. p.로 동정되었지만, 최근의 분자생물학적 방법을 이용하여 *Podosphaera fusca* U. Braun & Shishkoff로 재분류하여 동정한바 있다(Braun and Takamatsu, 2000). 그러므로 우리나라에서 발생하는 상추 흰가루병은 중국의 상추 흰가루병균과 동일한 *Podosphaera fusca* U. Braun & Shishkoff(syn. *Sphaerotheca fusca* (Fr.)Blumer) 이다.

상추에 발생하는 흰가루병균은 식물체의 표면에 기생하는 균으로 흡기를 통해서 식물체내의 영양분을 이용하여 생장하여 잎의 윗면과 뒷면에 그리고 줄기에 흰가루병이

*Corresponding author <E-mail: lsy1111@rda.go.kr>

발생하고 병발생 초기에 잎표면에 엷은 흰가루 반점이 일부 나타나고 잎 전체로 진전되어 잎이 위축되고 황화되어 광합성을 억제하여 수량과 품질을 감소시키며 결국 말라 죽는다(Agrios, 2005).

상추 흰가루병의 발생지역은 수원, 양평, 남양주, 구리, 담양과 장성에서 발생한 보고가 있으며, 저자들은 그 외에 논산 양촌, 대전, 전주 등에서 발생하는 것으로 확인되었다. 상추 재배지역의 농업인은 대부분의 경우 노균병과 혼동하여 노균병 방제약제를 살포하는 실정으로 방제약제의 오남용을 방지하고 상추 흰가루병에 대한 피해를 최소화하기 위하여 올바른 상추 흰가루병 방제대책을 구명하기 위하여 발생원인을 조사하였고, 환경 친화적으로 사용이 가능한 쿼펙트수화제를 비롯한 3종의 미생물농약과 2종의 화학농약을 선택하여 수원시 근교 시설재배농가에서 상추 흰가루병에 대한 약제 방제 효과 및 상추에 대한 약해를 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

상추 흰가루병 발생 피해원인 및 시험포장 선정

경기도 수원시 근교의 상추시설재배단지에서 흰가루병 발생피해가 심각한 원인을 재배방법, 품종 등 조사하였으며, 약제방제 시험포장은 수원시 근교의 상추시설재배단지에서 상추(선풍포잡 품종)를 정식하여 30일이 지나 제 1 분엽에 흰가루병이 발생이 시작하는 포장을 선정하였다(Fig. 2A). 재배관리는 농가관행로 재배하였으며, 물관리는 비닐하우스내 위에서 분수호수를 이용하여 관수를 하였다. 상추 흰가루병에 대한 방제약제의 약효시험에서 시험구는 구당 10 m²이며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 시험을 실시하였다.

시험약제 및 처리

시험약제는 미생물농약 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 WP(쿼펙트 수화제, 1.0 × 10⁷ cfu/g)는 흰가루병균에 기생하는 기생하는 곰팡이이며, 오이, 딸기, 향미나리 등의 흰가루병 방제용으로 등록되어 있으며, 희석배수는 500배로 시험하였다. *Paenibacillus polymyxa* AC-1 SC(탐시드 액상수화제, 5 × 10⁶ cfu/ml)는 오이 흰가루병과 고추 역병 방제용 미생물농약으로 등록되어 있으며 200배로 희석하여 사용하였다. *Bacillus subtilis* Y 1336 WP(바이봉 수화제, 1.0 × 10⁹ cfu/g)는 딸기, 고추와 오이에 흰가루병 방제용 미생물농약으로 등록되었으며, 800배로 희석하여 사용하였다. 유기합성농약은 채소에 안전사용기준을 참고하여 잔류기간이 짧은 선발한 스트로빌루린계통의 kresoxim-methy SC(스트로비 액상수화제, 42%) 3,000배와 azoxystrobin SC(오티바 액상수화제, 20%) 2,500배를 사용하였다. 시험약제는 상추 흰가루병 발생초기 10월 17일부터 10일 간격 3회 상추포기의 앞면과 뒷면에 고루 분무처리하였다.

시험약제의 약효조사

상추 흰가루병에 대한 5종의 약제를 10일 간격으로 처리하였으며, 약효조사는 최종 약제 처리한 8일후에 구당 20주씩 주당 5잎씩 채취하여 흰가루병이 발생한 잎을 조사하여 이병엽율로 환산하여 무처리구와 비교하여 방제효과를 산출하였다.

시험약제의 상추에 대한 약해 시험

상추재배는 온실에서 바코커상토와 원예용장기육묘용 상토를 1 : 1(v/v)비율로 혼합하여 직경 10 cm 흑색비닐포트에 담은 후 상추(선풍포잡)를 파종하였다. 상추 제 7 분엽이 출아한 시기에 5종의 시험약제를 기준량과 배량으로 희석하여 분무기로 상추 유묘에 고루 처리하였으며 시험약제의 처리후에는 전혀 살균제와 살충제는 살포하지 않았고, 약제처리 3일, 7일과 14일 후에 잎과 줄기에 나타나는 약해를 조사하였다.

결과 및 고찰

상추시설재배에서 흰가루병 발생 상황 및 발생원인

수원에서 상추 재배 시설하우스의 흰가루병 방제시험포장에서 흰가루병 발생을 이병엽율로 조사한 결과에서 상추 흰가루병은 하엽부터 발생하기 시작하여 상위엽으로 진전되었으며, 병 발생초기에 10월 17일에 2.5%, 10월 27일에 15.2%, 11월 7일에 36.5%, 11월 15일에는 55.3%로 발생하여 병 발생이 매우 급진적으로 증가되었다(Fig. 1). 이와 같이 재배포장에서 상추 잎에 흰가루병이 한번 발생하여 방제하지 않고 방치하면 30일 후에 52.2% 발생하여 잎이 황화되어 상품가치를 하락시켜서 상품화율이 감소되어 농가소득에 타격을 주고 있는 실정이다(Fig. 2B, C). 수원의 상추재배단지에서 흰가루병 발생피해가 심각한 원인을 조사한 결과에서 상추재배는 작목반을 중심으로 집단화 재배되고 있으며, 동일포장에서 계속적인 상추재배와 여러 비닐하우스에서 수확시기를 고려한 생육 단계별 연속적인 연중재배 그리고 가장 흰가루병 피해가 심한 원인은 흰가루병에 걸린 하엽을 전혀 제거하지 않은

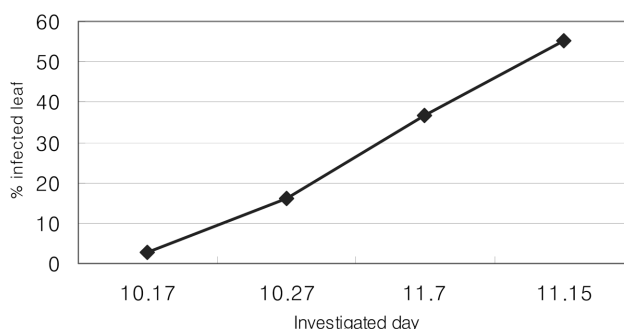


Fig. 1. Disease progress curve of lettuce powdery mildew in a plastic greenhouse tested in Suwon in 2007.

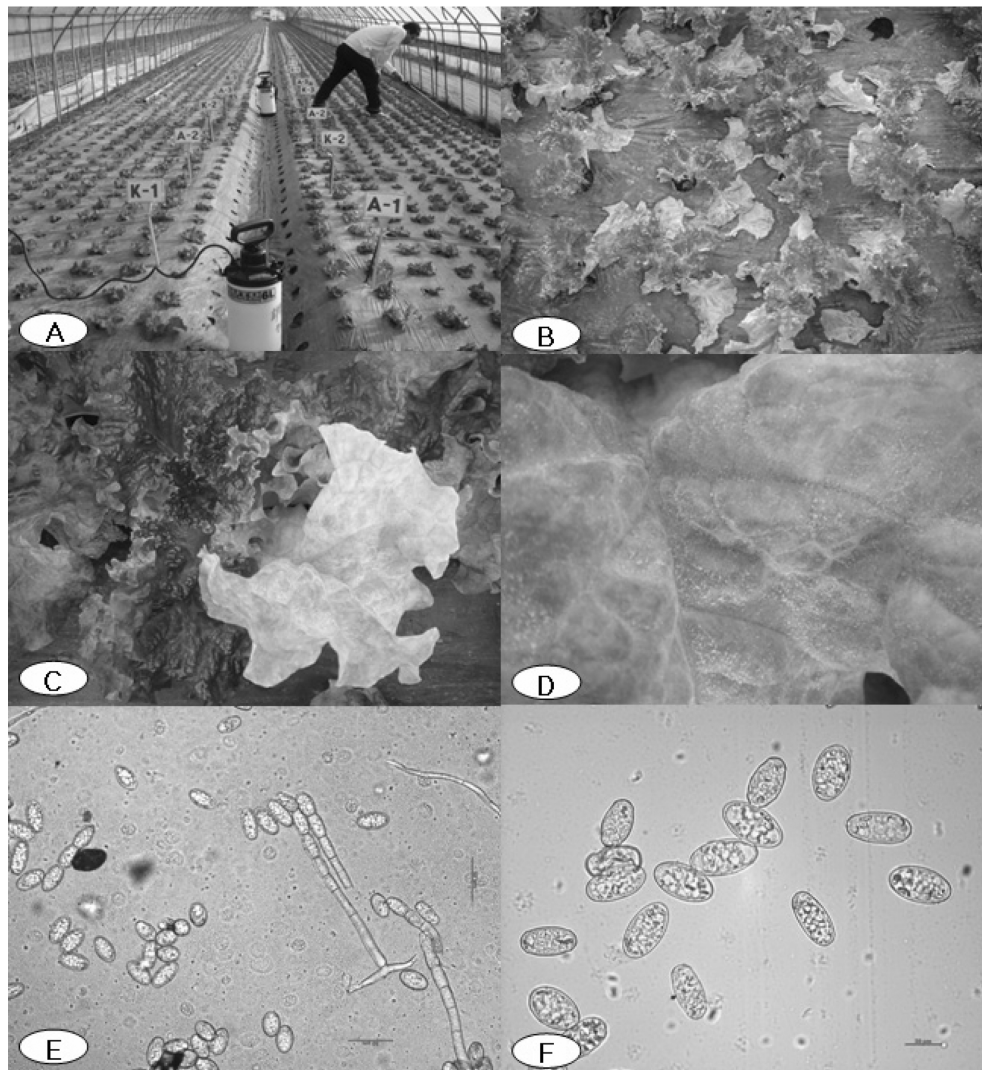


Fig. 2. Symptom of lettuce powdery mildew caused by *Podosphaera fusca* in a plastic house in Suwon. A, view of fungicides application for controlling lettuce powdery mildew in a plastic greenhouse; B, lower leaves symptoms of powdery mildew infected with *P. fusca* on lettuce in the non-treated plot; C, a yellowish leaf of lettuce infected with *P. fusca*; D, pustules of powdery mildew fungi on lettuce leaf; E, conidiophores and conidia (F) of *Podosphaera fusca*.

상태로 상추를 재배하면 식물체가 빠른 생장에 도움이 된다고 재배자들의 생각과 노동력 부족에 따른 병든 식물체를 제대로 제거하지 않고 시설 재배 포장내에 방치하고 있어서 항상 흰가루병의 전염원이 존재하여 더욱 심하게 피해를 주는 것으로 조사되었다(Fig. 2C, D, E, F). 또한 흰가루병을 노균병으로 오인하고 있어서 노균병 방제 약제를 살포하여 농약이 오용되고 있었으며, 흰가루병에 대한 적용 방제 약제가 없어 다른 약제를 살포할지라도 식물체에 농약 잔류에 대한 경각심을 지니고 있었다. 그리고 유전적으로 균일한 상추 선풍포잡 품종의 대면적에서 연중재배가 발생을 조장하는 원인중에 하나라 지적한 바 있다(지 등, 2006).

흰가루병은 최근 시설재배로 작물이 연중재배 지역에서는 흔히 분생포자세대의 생활사만을 볼 수 있으며 분생포

자가 식물체에 부착하여 발아가 시작하여 5일 내지 6일이면 한 세대가 경과하여 분생포자가 형성되어 다시 분생포자세대로 전환되는 흰가루병균은 이후 병반을 매우 빠른 속도로 형성하여 식물체에 피해를 입힌다고 하였다(Endo, 1989). 그리고 흰가루병은 균체가 식물체를 덮고 있으며 흡기로부터 영양분 탈취하며 기생함으로 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright *et al.*, 1990). 오이 흰가루병에 대한 피해는 주당 평균 흰가루병의 병반면적율이 20%일 때 경제적 손실이 발생한다고 보고되었으나(Verhaar *et al.*, 1993), 네덜란드에서는 흰가루병의 병반면적율이 50%일 때 오이수량이 35% 감소된다고 하였다(Belanger *et al.*, 1998). 또한 하루에 주당 흰가루병 병반면적율이 1%일 때에는 대략 0.02%의 수량이 감소된다는 보고가 있다(Belanger *et al.*,

Table 1. Control effect of various fungicides on lettuce powdery mildew when they was treated three times at 10 days-intervals in a plastic greenhouse in Suwon

Pesticide	Content of A. I. (%)	Dilution (×)	Infected leaf (%)	Control efficacy (%)
<i>Ampelomyces quisqualis</i> AQ94013 WP	1.0×10^7 cfu/g	500	26.0ab	53.0
<i>Paenibacillus polymyxa</i> AC-1 SC	5×10^6 cfu/ml	200	36.7bc	33.6
Kresoxim-methy SC	42	3,000	0.7a	98.7
Azoxystrobin SC	20	2,500	0.7a	98.7
<i>Bacillus subtilis</i> Y 1336 WP	1.0×10^9 cfu/g	800	42.0bc	24.1
Control	—		55.3c	—

^aMeasurement was made seven days after final treatment.

^bIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

1998). 우리나라에서 상추 흰가루병에 대한 피해는 심하게 발생한 상추포기의 1회 생산량은 건전포기에 비하여 41% 감소되었으며, 잎당 생체중은 26.3% 낮았고, 건전포기에서 생산된 상추의 상품화율이 96.7%에 반하여 감염된 상추 포기에서는 39%밖에 되지 않는다고 하였다(지 등, 2006). 또한 지 등은 심하게 감염된 2개 포장의 1회 총생산량이 건전포장에 비하여 38.5%~53.8% 수준이며, 건전포장의 포기당 평균 수량은 17.3 g이나 감염포장에서는 6.7 g 내지 9.3 g으로 매우 큰 피해를 주고 있다고 하였다.

*Podosphaera fusca*에 의한 흰가루병은 오이를 비롯한 박과채소, 우엉, 머위, 곰취, 거베라, 코스모스 등 가장 기주범위가 넓은 뿐만 아니라(Korean Society of plant pathology, 2004), 발생이 심각할 정도로 피해를 주고 있다. 오이 재배시에 포장 주변에 자라는 깨풀이나 백일홍 등과 같은 잡초나 화훼류의 흰가루병균(*P. fusca*)으로부터 분생포자가 바람에 의하여 비산되어 재배하고 있는 오이 식물체에 흰가루병을 일으키기도 한다고 하여(Endo, 1989) 상추에도 동일하게 전염이 되는지를 조사할 필요성이 있다.

그러므로 여러 흰가루병 발생 피해를 최소한으로 감소하기 위하여 식물추출물, 수용성실리콘, 염류, 베이킹소다, 점토, 오일과 합성세제, wilt proof나 vapor guard와 같은 증발억제제 등을 사용이 최근 시도되고 있으나(Belanger et al., 1998; Meanies et al., 1991; Pasini et al., 1997), 유기합성농약이 흰가루병 방제에 주로 사용되고 있는 실정이다. 흰가루병 방제를 위하여 계속적으로 유기합성농약을 사용함에 따라서 흰가루병균에 대한 약제저항성이 유발되는 등 약효가 저하되고(Asari et al., 1994; Erickson et al., 1997; Lyr et al., 1996; 中澤靖彦 등, 1994; 中澤靖彦, 1995), 무분별한 약제사용과 남용으로 특히 신선채소를 이용하는 소비자들에 있어서 농산물의 잔류농약에 의한 우려가 사회적 문제를 야기되기도 한다.

따라서 흰가루병 방제에 효과적이며 보다 안심하고 먹을 수 있는 안전한 농산물 생산을 위한 방제기술 개발이 필요하게 되었다.

약제처리에 의한 상추 흰가루병 방제

상추 흰가루병이 발생 초기에 미생물농약 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 WP(큐펙트 수화제, 1.0×10^7 cfu/g) 500배, *Paenibacillus polymyxa* AC-1 SC(탑시드 액상수화제, 5×10^6 cfu/ml)는 200배, *Bacillus subtilis* Y 1336 WP(바이봉수화제, 1.0×10^9 cfu/g)는 800배, 유기합성농약 kresoxim-methy SC(스트로비 액상수화제, 42%) 3,000배와 azoxystrobin SC(오티바 액상수화제, 20%) 2,500배를 10일 간격 3회 처리하여 최종 약제 처리 8일 후에 흰가루병 발생을 조사한 결과, 화학약제 kresoxim-methy SC와 azoxystrobin SC는 0.7% 발생하여 55.3% 발병한 무처리구에 비하여(Fig. 2B) 상추 흰가루병에 매우 우수한 방제 효과를 나타내었다(Table 1). 미생물농약 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 수화제 처리가 흰가루병이 26.0% 발생하여 무처리와 통계적으로 유의성이 있었으며, 방제가가 53.0%를 나타내어 화학약제에 비하여 저조하였다. 이는 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013은 상추 흰가루병균과 같은 오이 흰가루병의 경우에서 12~30°C에서 기생하였고, 특히 20~28°C에서는 흰가루병균을 100% 기생시켰으며, 13°C보다 낮은 온도에서는 기생력이 급격히 감소한다는 보고(이 등, 2005)에 따라서 약제를 처리한 시기가 10월 중순에서 11월 중순의 야간기온이 10°C 이하라서 방제효과가 저조한 것으로 판단되었다. 그리고 *Paenibacillus polymyxa* AC-1 액상수화제와 *Bacillus subtilis* Y 1336 수화제는 흰가루병이 36.7%와 42.0%를 각각 발생하여 무처리와 유의차가 없었으며 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 수화제 보다 많은 흰가루병이 발생하여 방제 효과가 매우 저조하였다.

스트로빌루린계 또는 QoI 계통인 kresoxim-methy과 azoxystrobin은 최근 가장 중요한 살균제가 속해 있으며, 목재부후균에서 분리된 물질로 썩은 목재내에 존재하는 다른 미생물로부터 자신을 방어하는데 필요한 것으로 생각되는 물질이며, 그 작용기작은 균류 세포내에서 호흡 즉, 시토크롬 bc1 복합체의 퀴놀 산화 부위(Qo site)에서 전자전달을 막아 ATP형성을 방해하며, 스트로빌루린은 특정부위를 작용하는 살균제로서 살균제 저항성 발현이 쉽게 나타난다고 하였다(Agrios, 2005). 스페인 남부에서

멜론에 발생하는 *Podoerothera fusca*에 의한 흰가루병 방제에 사용한 *QoI* 계통 kresoxim-methy, azoxystrobin과 trifloxystrobin에 대하여 거의 50% 흰가루병 저항성균이 발생하였다고 보고한 바 있어(Fernandez *et al.*, 2006) 상추 흰가루병에 방제효과가 우수한 kresoxim-methy 액상수화제와 azoxystrobin 액상수화제의 사용할 때 연용을 회피하며 환경관리 등의 경종적 재배방법과 같이 사용하여 약제 저항성균의 발생을 최소한으로 줄여야 한다.

약제의 상추에 대한 약해조사

온실에서 상추(선풍포잡 품종)에 대한 방제 약제의 약해를 조사하여 *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 WP 500배와 250배, *Paenibacillus polymyxa* AC-1 SC는 200배와 100배, *Bacillus subtilis* Y 1336 WP는 800배와 400배, kresoxim-methy SC 3,000배와 1,500배, azoxystrobin SC 2,500배와 1,250배로 각각 희석하여 7엽기 상추 유묘에 분무처리하여 3일, 7일과 14일 후에 상추 유묘에 나타나는 약해를 조사한 결과 처리약제 모두 전혀 약해를 나타나지 않았다.

이상의 결과를 요약하면 소비자의 요구에 부응하는 환경친화적인 안전한 상추를 생산하기 위하여 상추 흰가루병 방제하는 미생물농약을 비롯한 적용 화학 방제 농약을 사용하여 농약의 오남용을 막고 상추 흰가루병 발생에 따른 농가의 노동력과 경제적 손실을 방지할 수 있으며, 최소의 화학농약 사용과 전염원을 없애는 흰가루병에 걸린 하엽을 제거 등 친환경적인 재배적 방제를 하여 흰가루병을 관리하여 좋은 품질의 상추를 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

*Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병은 상추 발생 병해중에서 가장 중요한 병해중 하나이다. 흰가루병 발생으로 상추재배가 피해로 인하여 재배자와 소비자를 위하여 좋은 품질의 상추를 생산하기 위한 방제법 개발이 필요하다. 상추 흰가루병 발생이 증가되는 원인은 계속적인 연중재배, 병든 식물체의 미제거, 흰가루병을 노균병으로 오인에 의한 부적절한 약제 처리 등이다. 경기도 수원시 근교에 상추 시설 재배 포장에서 미생물농약을 포함한 5가지 살균제에 대한 상추 흰가루병 방제 실험을 실시하였다. 상추 흰가루병이 발생 초기에 10일 간격 3회 분무 처리하여 최종 약제 처리 8일 후에 흰가루병 발생을 조사하였다. kresoxim-methy SC, azoxystrobin SC, *Ampelomyces quisqualis* AQ94013 WP, *Paenibacillus polymyxa* AC-1 SC와 *Bacillus subtilis* Y 1336 WP를 처리한 흰가루병의 발생은 0.7%, 0.7%, 26.0%, 36.7% 각각 발생하였으며, 무처리는 55.3% 발병하였다. 상추유묘에 대하여 이들 약제의 기준량과 배량에서 약해는 없었다.

참고문헌

- 이상엽, 김홍기. 2001. *Ampelomyces quisqualis* 94013의 오이 흰가루병균에 대한 기생적 특성. 한국균학회지 **29**: 116-122.
- 장석우, 정범윤, 서명훈, 류경오. 2005. 한국인이 생으로 가장 많이 먹는 잎채소. 허브월드.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 김충희, 유재기, 고현관, 이승환, 최준열, 이관석. 2000. 채소병해충 진단과 방제. 농업과학기술원.
- 지형진, 심창기, 류경열, 신현동. 2006. *Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병의 증상과 피해. 식물병연구 **12**: 294-297.
- 岸 國平, 我孫子和雄. 2002. 野菜病害の見分け方 - 診断と防除のコツ. 全国農村教育協會.
- 中澤靖彦, 大塚範夫. 1994. ウリ類うどんこ病菌. 植物防疫 **48**: 36-38.
- 中澤靖彦. 1995. キュウリうどんこ病菌の薬剤感受性. 今月の農業 **4**: 114-118.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press. Pp 320-452.
- Asari, S., Horie, H. and Nakazawa, Y. 1994. Current status in sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to DMI in Kanto-Tosan District, Japan. *Proc. Kanto-Tosan Plant Protec. Soc.* **41**: 69-75.
- Belanger, R. R., Dik, A. J. and Menzies, J. M. 1998. Powdery mildews recent Advances toward integrated control. Pp. 89-126. In: Boland, G. J. and Kuykendall, D. L. Eds. Plant-microbe Interactions and Biological Control, Marcel Dekker, New York, USA.
- Braun, U. and Takamatsu, S. 2000. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecae) inferred from rDNA ITS sequences some taxonomic consequences. *Schlechtendalia* **4**: 1-33.
- Endo, T. 1989. Studies on the life-cycle of cucurbit powdery mildew fungus *Sphaerotheca fuliginea* (schlecht) Poll. *Spec. Bull. Fukushima Pref. Agr. Exp. Stn.* **5**: 1-106.
- Erickson, E. O. and Wilcox, W. F. 1997. Distributions of sensitivities to three sterol demethylation inhibitor fungicides among populations of *Uncinula necator* sensitive and resistant to triadimefon. *Phytopathology* **87**: 784-791.
- Fernandez-Ortuno, A., Perez-garcia, F., Lopez-Ruiz, D., Romero, A., de Vicente and Tores, J. A. 2006. Occurrence and distribution of resistance to *QoI* fungicides in populations of in south central Spain. *Eur. J. Plant Pathol.* **115**: 215-222.
- Koike, S. T., Gladders, P. and Paulus, A. O. 2007. Vegetable diseases. Elsevier Academic Press. Pp 307-308.
- Korean Society of Plant Pathology. 2004. List of Plant Diseases in Korea. 4rd. ed. JungHangSa, Korea.
- Lyr, H., Russell, P. E. and Sisler, H. R. 1996. Modern fungicides and antifungal compounds. Intercept Limited, Andover, UK.
- Menzies, J. G., Ehret, D. L., Glass, A. D. M., Helmer, T., Koch, C. and Seywerd, F. 1991. Effects of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginea* on *Cucumis sativus*. *Phytopathology* **81**: 84-88.
- Pasini, C., D'Aquila, F., Curir, P. and Gullino, M. L. 1997. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerothera pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. *Crop Protection* **16**: 251-256.
- 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 Pathol.* **55**: 814.

- Verhaar, M. A. and Hijwegen, T. 1993. Efficient Production of phialoconidia of *Verticillium lecanii* for biocontrol of cucumber powdery mildew *Sphaerotheca fuliginica*. *Neth. J. Path.* **99**: 101-103.
- Wright, D. P., Scholes, D., Horton, P., Baldwin, B. C. and Shephard, M. C. 1990. The relationship between the development of haustoria of *Erysiphe graminis* and the energy status of leaves. Pp 223-226. *In*: Baltscheffsky, M. Ed. Current Research in Photosynthesis, vol. 4. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.