

난황유와 공기순환팬의 상추 흰가루병 방제효과 및 생산에 미치는 영향

지형진* · 류경열 · 박종호 · 최두희 · 류갑희 · 류재기 · 신순선¹
 농촌진흥청 농업과학기술원 친환경농업과, ¹중국 하남농대 식물보호학과

Effect of COY (Cooking Oil and Yolk mixture) and ACF (Air-circulation Fan) on Control of Powdery Mildew and Production of Organic Lettuce

Hyeong-Jin Jee*, Kyung-Yul Ryu, Jong-Ho Park, Du-Hoe Choi, Gab-Hee Ryu,
 Jae-Gee Ryu and Shun-Shan Shen¹

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

¹College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

(Received on March 24, 2008)

Powdery mildew of lettuce that is a newly reported disease became a threat to organic cultivation of lettuce in Korea since the disease caused by *Podosphaera fusca* resulted in a half of yield loss in heavily infected fields. To improve micro-environmental conditions around lettuce, ACF (air-circulation fan) was installed on inside roof of plastic house at 6 m intervals. The ACF increased 57% of lettuce yield and reduced 71.4% of lettuce seedling death. COY (cooking oil and yolk mixture) consisted of cooking oil 0.3% and egg yolk 0.08% reduced lettuce seedling death from 89.3% to 92.9% under the greenhouse. Seven-day interval spray of COY resulted in high control values of powdery mildew of lettuce ranging from 89.6% to 96.3%, which was comparable to a fungicide, Azoxystrobin. Lettuce yield was increased about two times compared to a non-treated conventional cultivation. Qualities of lettuce such as hardness and chlorophyll content were also improved by COY and ACF combination. Effect of COY on control of the disease was improved when CaCO₃ or SiO₂ 1,000 ppm was supplemented. Results indicated that the COY made of cooking oil such as canola emulsified with yolk was highly effective on control of powdery mildew of lettuce and suitable for organic agriculture, especially when combined with ACF.

Keywords : Air-circulation fan, Cooking oil and yolk mixture, Lettuce, Powdery mildew

우리나라 사람들의 채소 소비량은 연간 약 150 kg으로 세계에서 가장 높은 수준이다. 2006년의 채소재배면적은 약 234,000 ha인데 이 중 43%는 시설에서 재배되고 있다. 소비자들은 신선채소에 대한 안전성을 가장 중요하게 생각하고 있으며 정부에서는 친환경농업육성정책으로 유기농산물 등 친환경 안전농산물 생산을 적극적으로 지원하고 있다. 따라서 친환경농작물의 재배면적과 생산량은 2000년에 2,000 ha와 35,000톤이었으나 2006년에는 124,367 ha와 1,135,000톤으로 급격히 늘어났는데 채소류가 약 51.4%를 차지하고 있다. 상추는 국화과 채소 중 국

내에서 가장 널리 재배되는 작물로 외국에서는 주로 샐러드용으로 이용되고 있으나 우리나라에서는 대부분 쌈용으로 잎상추를 재배하고 있다(Jee, 2007, 2008; 농림부, 2007; 농진청, 2006).

상추는 주로 시설에서 연중 재배되고 있는데 일부 지역에서는 본 연구자들이 세계적으로 처음 보고한 흰가루병이 상추생산의 가장 큰 장애요인으로 대두되고 있다. 상추흰가루병은 전국적으로 발생되고 있으며 심하게 감염될 경우 수량손실이 60% 이상으로 피해가 매우 크다(지 등, 2006; 농진청, 2006; Shin 등, 2006). 상추 흰가루병이 새로운 문제 병해가 된 이유를 정확히 이해할 수 없으나 유전적으로 균일한 품종을 시설하우스에서 연중 생산하는 재배방식과 열악한 재배환경 및 동일 살균제의 연용 등이 새로운 문제병해 발생의 원인으로 짐작된다. 많

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0557, Fax) +82-31-290-0507

E-mail) hjjee@rda.go.kr

은 상추 재배농민들은 상추 흰가루병을 정확히 진단하지 못하고 발생상태에 대한 이해가 부족하기 때문에 농약의 오남용이 우려되며 농약을 사용하지 않는 친환경농업 실천 농가들은 상추 흰가루병에 대한 특별한 방제대책이 없어 병든 잎을 손으로 제거하거나 심한 경우 수확을 포기하는 등 막대한 노동력과 경제적 손실이 되고 있다(지 등, 2006).

친환경 유기농산물 생산에서 병해충 방제는 농약의 효과를 대체할 수 있는 자재에 의존하는 것이 아니라 종자에서부터 수확까지의 전 재배과정에서 작물의 건전성을 높이는 것이 중요하기 때문에 재배방법과 환경개선이 무엇보다 시급하다. 따라서 본 연구는 소형의 공기순환팬을 하우스 내에 설치하여 상추의 재배환경을 먼저 개선하고 흰가루병을 방제하기 위해 난황유를 개발하여 활용하였다. ‘난황유’란 식용유와 계란노른자로 만든 유기농작물 보호자재로 본 연구자가 최초로 개발하고 사용한 용어이다(Jee 등, 2005, 2006; Jee, 2007, 2008).

재료 및 방법

난황유 조제 및 공기순환팬 설치. 시중에 유통되는 7종의 식용유 중 선행연구에서 효과가 가장 우수하였던

카놀라유(일명 채종유, 상표명: 해표 카놀라셀러드유)와 해바라기유(상표명: 골든코어 sunflower seed oil)를 각각 난황유 재료로 사용하였다. 식용유를 유화시키기 위해 천연유화제인 레시틴(lecithin)이 약 0.9% 함유되어 있는 계란노른자를 사용하였다. 난황유 살포액 20 l를 만들기 위해서 물 100 ml에 계란노른자 1개(약 16 ml)를 넣고 믹서기(일명 도깨비방망이)로 약 3-4분간 간 다음 식용유 60 ml를 첨가하여 다시 5분 정도 강력하게 갈아 식용유가 최대한 작은 기름방울이 되게 현탁액을 만들었다(Fig. 1C). 소형공기순환팬은 수원시 권선구 입북동의 유기농 상추 재배 비닐하우스에 설치하였다. 시험포장의 규모는 약 510 m²(6×85 m)였는데 하우스 천정에 6 m 간격으로 Fig. 1A와 같이 총 14개를 매달고 30분 간격으로 24시간 작동하게 하였다. 소형공기순환팬(상표명: 바람돌이)은 길이가 70 cm인 3개의 날개를 부착하고 무게는 800 g 정도였으며 소비전력은 15 W였다.

난황유 처리 및 조사. 채종유 및 해바라기유로 만든 난황유 0.3% 용액 단독처리와 해바라기 난황유에 규산(SiO₂)과 칼슘(CaCO₃)을 각각 1,000 ppm으로 첨가한 혼합처리 및 무처리 등 5처리로 시험하였다. 상추는 2006년 6월 26일에 정식하고 7월 20일부터 약 7일 간격으로 상추를 수확하였다. 처리구의 크기는 30 m²로 임의로 3반복

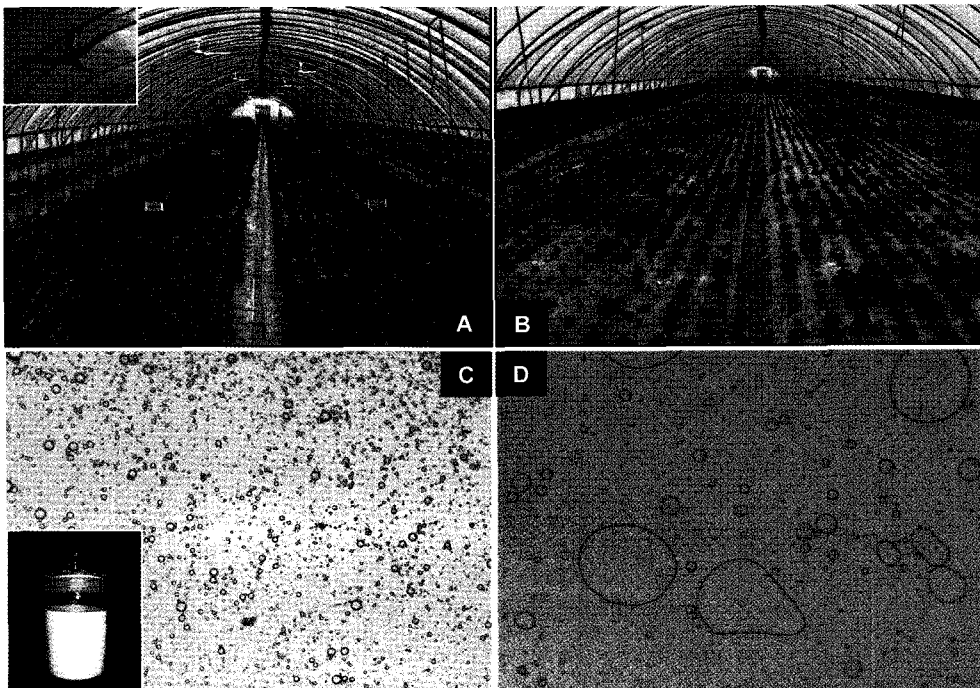


Fig. 1. Experimental and control fields of organic lettuce and features of COY (cooking oil and yolk mixture). **A**, The experimental field of lettuce grown under the ACF (Air-circulation Fan); **B**, The control field of lettuce cultivated conventionally by an organic farmer; **C**, Properly made COY in which small and even oil particles are observed under a microscope at 100x; **D**, Improperly prepared COY by poor mixing.

으로 배치하였고 시험포장의 바로 옆 비닐하우스에서 농민이 직접 재배하는 상추를 대조구로 활용하였는데, 시험구의 상추와 똑같은 방법으로 육묘한 동일 품종으로 같은 날에 정식하였다. 처리는 7일 간격으로 상추 잎에 흠뻑 젖을 정도로 고르게 살포하였다. 결주율은 처리별 총 2,500주 중 고사한 포기 수를 조사하였고 상추 흰가루병 방제효과는 자연발생 후 7일 간격 2회 처리 후에 처리별로 총 120주를 조사하였다. 상추 흰가루병 발병율은 육안으로 병징 확인이 가능한 포기를 병든 포기로 간주하였다. 살균제(일반명: azoxystrobin, 상표명: 오티바)는 대조하우스에서 같은 크기의 시험구에서 1회 처리한 후 방제효과를 조사하였다. 상추 수확량 조사는 처리구별로 5회 수확량을 합산하였으며, 처리구별로 20주를 임의로 선발하여 나무젓가락으로 표시한 다음 3회 수확한 양을 조사하여 포기당 수량과 생물중 및 건물중을 비교하였다. 상추 잎의 엽록소 함량은 처리구별로 상위 3~5엽을 대상으로 10개 잎을 SPAD-502를 이용하여 측정하였고, 잎의 경도는 Texture analyser(TA-XT2, Stable microsystem, Haslemere, England)를 이용하여 10개 잎의 3개 지점을 측정하였다. 측정조건은 5 mm probe를 이용하여 5.0 mm·s⁻¹의 속도로 통과시켜 최대값으로 나타내었다.

결 과

난황유와 공기순환팬의 병 방제효과. 무처리구의 상추 묘 고사율은 총 2,500주 중 211주로 8.4%였는데 공기순환팬만 설치한 경우에도 결주율이 2.4%로 낮아져 방제효과가 71.4%로 나타났다(Fig. 1A,B). 공기순환팬을 작동하고 카놀라 난황유와 해바라기 난황유 및 해바라기 난황유에 규산이나 칼슘을 혼합하여 처리한 경우에는 결주율이 1.0% 이하로 낮아져 89.3~92.9%의 방제효과를 나타

Table 1. Effect of COY (Cooking Oil and Yolk mixture) on seedling stand of lettuce in a field with ACF (Air-circulation Fan)

Treatment	Seedling death (%) ^a	Control value (%) ^b
Canola COY	0.6	92.9 a
Sunflower COY	0.9	89.3 a
Sunflower COY+SiO ₂	0.7	91.7 a
Sunflower COY+CaCO ₃	0.8	90.5 a
Without COY	2.4	71.4 b
Control (without ACF)	8.4	0 c

^aSeedling death of lettuce was caused by various reasons of soil-borne pathogens, nematodes and insects.

^bValues followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's new multiple range test.

Table 2. Effect of COY on control of powdery mildew of lettuce caused by *Podosphaera fusca* in a field with ACF

Treatment	Diseased leaf (%)	Control value (%)
Canola COY	1.9	94.8 a
Sunflower COY	3.9	89.6 b
Sunflower COY+SiO ₂	4.3	88.4 b
Sunflower COY+CaCO ₃	1.4	96.3 a
Fungicide (azoxystrobin)	2.4	93.7 a
Control (without ACF)	37.2	0 c

^aCOY was spray twice with 7-d interval after the disease development, while the fungicide was applied once.

^bValues followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's new multiple range test.

내었다(Table 1). 대조하우스의 상추 흰가루병 발병율은 37.2%로 매우 높았는데 시험구의 발병율은 1.4~4.3%였다. 처리구 중 카놀라 난황유와 해바라기 난황유에 칼슘을 혼합 처리한 경우에는 상추흰가루병 발생율이 2.0% 이하로 각각 94.8%와 96.3%의 방제효과를 나타내었는데 이는 살균제를 1회 처리구의 93.7% 보다 우수하였다(Table 2).

난황유와 공기순환팬의 유기농상추 생산효과. 처리구별로 생산된 상추의 총량은 23.3~26.5 kg으로 무처리구의 11.9 kg에 비해 약 두 배 이상 높았다. 처리구 중 흰가루병 방제효과가 가장 높았던 해바라기 난황유와 칼슘 혼합 처리구에서 수량이 가장 많았고 다음은 카놀라 난황유 처리구로 무처리구와 비교할 때 수량이 각각 223.6%와 218.2%로 나타났다(Table 3). 처리별로 임의로 선정한 10주의 주당 평균 수량과 잎당 생물중 및 건물중 역시 모든 처리구에서 무처리구에 비해 월등히 높았다. 주당 수량은 카놀라 난황유 처리구에서 48.43 g으로 가장 높았고 다음은 해바라기 난황유에 규소를 혼합한 처리구가 48.33 g으로 높았다. 하지만 잎당 생물중과 건물중은 해바라기 난황유에 칼슘을 혼합한 처리구에서 가장 높았다.

Table 3. Effect of COY on yield of lettuce in a field with ACF

Treatment	Yield		Weight (g)/leaf	
	Total (kg) ^a	Per plant (g) ^b	Fresh	Dry
Canola COY	25.9 a	48.43 a	6.1	0.43
Sunflower COY	23.3 b	44.97 b	5.8	0.37
Sunflower COY+SiO ₂	25.2 a	48.33 a	6.6	0.43
Sunflower COY+CaCO ₃	26.5 a	44.33 b	6.7	0.48
Without COY	23.5 b	40.83 c	6.1	0.36
Control (without ACF)	11.9 c	25.97 d	4.9	0.33

^aTotal yield was the mean of five harvests in the plot.

^bValues followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's new multiple range test.

Table 4. Effect of COY on hardness and chlorophyll content of organic lettuce in a field with ACF

Treatment	Hardness (N/m ²) ^a	Chlorophyll content ^b
Canola COY	0.113±0.031 a	21.5 b
Sunflower COY	0.107±0.028 a	23.1 a
Sunflower COY+SiO ₂	0.105±0.025 a	22.5 b
Sunflower COY+CaCO ₃	0.109±0.026 a	23.3 a
Without COY	0.107±0.028 a	20.8 c
Control (without ACF)	0.118±0.026 a	20.2 c

^aValues are means of 10 leaves from each treatment.

^bValues followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's new multiple range test.

무처리구 상추 잎의 경도는 가장 높았고 엽록소 함량은 가장 낮았다. 난황유 처리구 중 상추 잎의 경도는 카놀라 난황유 처리구가 0.113으로 무처리의 0.118과 큰 차이가 없었으나 나머지 처리구에서는 0.105~0.109로 다소 낮은 경향이였다. 상추 잎의 엽록소 함량은 모든 난황유 처리구가 무처리에 비해 높았는데 카놀라 난황유 처리구에 비해 해바라기 난황유 처리구와 해바라기 난황유에 칼슘이나 규소를 혼합 살포한 처리구에서 225~23.3으로 무처리구의 20.2에 비해 높게 나타났다(Table 4).

고 찰

기름(oil)은 가장 오래 전부터 사용되어 온 천연물농약으로 서기 1세기 로마시대에도 병해충 방제목적으로 사용되었다는 기록이 있다. 병해충 방제목적으로 사용되는 기름은 주로 석유나 석탄에서 분리된 광유(mineral oil)로 과수재배에서 월동 해충의 방제용으로 널리 활용되고 있다. 각종 식물에서 유래된 식물성기름의 병해충 방제효과도 이미 1930년대에 보고되었으며 작용기작은 광유와 비슷한 것으로 알려져 있다(Grossman, 1990; Ko 등 2003; Northovar와 Schneider, 1993, 1996). Martin과 Salmon (1930)이 올리브유 등 다양한 식물성기름이 *Sphaerotheca humili*에 의한 호프 흰가루병을 효과적으로 방제한다고 보고하였으나 그 후 60여간 후속 연구가 거의 없었다. 1990년대에 들어서 Northovar와 Schneider (1993, 1996)가 해바라기유, 올리브유, 카놀라유(채종유), 옥수수유, 대두유, 포도씨유 등의 식물성기름이 *Podosphaera leucotricha*에 의한 사과흰가루병에 대해 99% 이상의 방제효과를 나타낸다고 보고하였으며, 최근에는 Ko 등(2003)이 해바라기유가 *Oidium neolycopersici*에 의한 토마토흰가루병 방제에 탁월한 효과가 있음을 보고하여 식물성기름이 각종 작물에 발생하는 흰가루병 방제목적으로 농약을 대체할

수 있는 친환경자재로 알려지게 되었다. 하지만 선행연구자들은 각종 식물성기름의 유화제로 유기농업에서 사용이 제한된 계면활성제나 Tween 등 화학물질을 이용하였으며 살포농도는 0.5~2.0%로 높아 약해발생의 우려가 높았다.

본 연구자들은 환경에 안전하고 인축의 건강에 유익한 식품재료로 유기농작물보호제를 개발하고자 식용유와 계란노른자를 이용한 '난황유'를 개발하였다(Fig. 1C). 선행 연구에서 콩기름, 피마자유, 카놀라유, 해바라기유, 홍화유, 올리브유, 옥수수유 등 7종의 식용유 중 카놀라유와 해바라기유가 오이 및 장미 흰가루병 방제효과가 가장 높은 것을 확인하고 이들을 본 시험에 사용하였는데 0.3% 농도(60 ml/20 l)가 약해 발생이 전혀 없으면서 가장 효과적이었다(Jee, 2007, 2008; Jee, 등 2005, 2006). 또한 계란노른자는 천연유화제인 레시틴(lecithin)을 약 0.9% 함유하고 있어 식용유와 혼합하여 마요네즈를 만든다는 것에 착안하여 유화제로 선발하였다. 계란노른자에는 비텔린(vitellin) 등 생명합성의 기본 물질이 되는 양질의 단백질을 15.3% 함유하고 있으며 소화흡수율이 매우 높은 지방 31.2%와 기타 레티놀(retinol), 비타민 A, B1, B2, D, 칼슘, 인, 철 등 다양한 미량영양소를 함유하고 있어 작물에 살포시 천연비료 역할을 한다(Leven과 Rolf, 1921). 실제로 계란노른자 현탁액(0.08%, 16 ml/20 l)을 작물에 살포할 경우 상추와 썩갓의 유묘 생장이 30~47%까지 증가 되는 것을 확인하였다(미보고).

시설하우스 내의 환경은 환기와 통풍이 불량하고 일조가 적은 반면 다비와 밀식으로 작물 재배에 열악한 환경이 되기 쉽다. 특히 지나친 건습의 반복과 일교차는 각종 병해발생을 조장하는 요인이 된다. 따라서 하우스 내 작물 주변 환경을 개선하는 것이 친환경 유기농산물 생산에 매우 중요하다(Agrios, 2005; 지 등, 2006). 실제로 비닐하우스에 측면환기구멍을 내고 연통환기로 하우스 내의 기상환경을 개선할 경우 참외 흰가루병 방제효과가 77% 이상으로 나타났으며 수박시들음병 발생이 약 50% 감소된다는 연구결과가 보고되었다(농과원, 2007). 본 시험에 사용된 소형의 공기순환팬은 작물 주변의 주야간 온도편차와 습도를 낮추고 CO₂ 농도를 조절하며 뿌리에 산소공급을 원활하게 하여 입모율을 높이고 작물의 건전성을 높인 것으로 판단된다. 본 연구자들이 유기농 딸기 재배포장에 공기순환팬을 설치한 결과 딸기 주변의 기상환경은 CO₂ 농도 주간 50 ppm 상승, 야간 200 ppm 하강, 온도 주간 0.5~3.5°C 상승, 야간 0.5~1.5°C 상승, 습도 주간 2~5% 상승, 야간 5~10% 하강하는 것을 확인하였다(농과원, 2007).

본 연구에서 공기순환팬으로 비닐하우스 내 기상환경

을 개선하는 것만으로도 상추묘 고사율은 71.4% 낮아졌으며 난황유를 살포할 경우에는 입모율이 90% 정도 감소하였다. 난황유는 선행연구자들의 결과와 비슷하게 상추 흰가루병을 매우 효과적으로 방제하였는데 공기순환팬으로 시설내 환경을 개선하고 카놀라 난황유를 살포한 경우에는 94.8%의 방제효과를 나타내어 유의차는 없으나 살균제 보다 높게 나타났다. 처리구의 상추 총생산량은 유기농업 관행재배에 비해 2배 이상 높았는데 이는 난황유의 흰가루병 방제효과와 공기순환팬의 환경조절 및 계란노른자의 양분공급효과가 상승작용을 한 것으로 해석된다. 또한, 환경조절과 난황유 살포 상추의 경도는 낮은 반면 엽록소 함량이 높게 나타난 것은 상추의 광합성 등 생리작용이 활발하다는 것으로 판단할 수 있을 것이다. 본 시험의 결과로 볼 때 카놀라 난황유가 해바라기 난황유 보다 흰가루병 방제와 상추생산에 더 효과적인 것으로 판단되며 칼슘이나 규소 등을 난황유와 혼합 사용할 경우에는 난황유의 효과를 더 높일 수 있을 것으로 기대된다.

난황유는 가장 흔히 사용하는 식품을 이용하여 만들어 지므로 인축독성이나 환경오염 가능성이 거의 없어 안전농산물 생산에 적합하다. 또한 난황유는 농약 가격의 1/5 수준으로 값이 싸고 누구든지 쉽게 만들 수 있으며 흰가루병 방제효과가 높으면서도 약해발생과 저항성균 출현의 우려가 없으므로 거의 모든 작물에 적용이 가능한 획기적인 친환경유기농자재라고 할 수 있다. 하지만 식용유의 농도가 1% 이상으로 높거나 2~3일 간격으로 너무 자주 살포하면 작물의 호흡과 생리작용을 방해하여 생장억제나 약해를 발생시킬 수 있다. 또한 5°C 이하 저온과 35°C 이상 고온에 사용할 경우에는 기름방울이 결빙되거나 렌즈현상을 일으켜 조직이 괴사 반점으로 나타날 우려도 있다. 난황유의 병해충 방제효과를 높이기 위해서는 식용유의 기름방울을 최대한 작게 만들어야 하기 때문에 강력한 믹서기로 충분히 갈아야 하며 작물체에 골고루 묻도록 흠뻑 살포해야 한다(Fig. 1C). 다양한 천연물질을 난황유에 첨가하여 병해충의 방제효과를 증진시키는 기술 개발과 적용 작물의 확대 등 후속 연구는 계속 진행 중에 있다.

요 약

*Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병은 최근에 보고된 새로운 병해이나 심하게 발생될 경우에는 수량을 50% 이상 감소시켜 유기농 상추재배에 큰 위협요인 되고 있다. 본 연구에서는 비닐하우스 내부에 소형의 공기순환팬을 6 m 간격으로 설치하여 상추 주변의 기상환경

을 개선한 결과 수량 57% 증가와 정식묘 고사율 71.4% 감소 효과를 얻었다. 공기순환팬을 설치한 하우스에서 식용유를 계란노른자로 유화시킨 난황유 0.3% 용액을 처리한 경우에는 농가 관행재배 하우스에 비해 묘 고사율은 89.3~92.9% 감소되었고 상추 흰가루병 방제효과는 89.6~96.3%로 매우 높게 나타나 살균제(azoxystrobin)와 대등하였다. 난황유 처리구별로 상추 수량은 23.3~26.5 kg으로 대조 하우스의 11.86 kg과 비교할 때 약 2배 정도 높았고 상추 잎의 경도는 다소 낮고 엽록소 함량은 높아지는 등 상추 품질을 개선하는 효과도 나타났다. 본 연구 결과를 볼 때 채종유를 계란노른자로 유화시켜 만든 난황유는 상추 흰가루병 방제효과가 매우 높고 유기농 상추 생산에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대되는데 공기순환팬을 설치하여 재배환경을 개선하면 상승효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th ed. Academic Press. 922 pp.
- Grossman, J. 1990. Horticultural oils: New summer uses on ornamental plant pests. *The IPM Practitioner*. 12: 1-10.
- Jee, H. J. 2008. Management of pests by using egg yolk and cooking oil mixture in organic vegetables. *Proceedings in Organic Agriculture in Asia*. ISOFAR conference. Dankook University, Korea. pp. 317-324.
- Jee, H. J. 2007. Current status and prospect of environment-friendly agriculture in Korea. In *proceedings of the 4th international joint symposium on current status and prospect of health food in Korea and China*. Yeungnam Univ. Korea. pp. 87-88.
- Jee, H. J., Shim, C. K., Ryu, K. Y., Lee, B. M., Park, J. H. and Choi, D. H. 2006. Effects of air-circulation fan and egg-yolk and cooking oil mixture on production and control of powdery mildew of lettuce in the greenhouse cultivation. *Plant Pathol. J.* 22: 188.
- Jee, H. J., Shim, C. K., Ryu, K. Y. and Choi, D. H. 2005. Effects of cooking oils on control of powdery mildew of cucumber caused by *Sphaerotheca fuliginea*. *Plant Pathol. J.* 21: 415.
- 지형진, 심창기, 류경열, 신현동. 2006. *Podosphaera fusca*에 의한 상추 흰가루병의 증상과 피해. *식물병연구* 12: 294-297.
- Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F. and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. *J. Phytopathology* 151: 144-148.
- Levene, P. A. and Rolf, I. P. 1921. Lecithin. III. Fatty acids of lecithin of the egg yolk. *J. of Biological Chem.* 46: 193-208.
- Martin, H. and Salmon, E. S. 1930. Vegetable oils as fungicides. *Nature* 126: 58.

- 농림부. 2007. 농림통계연보. 농림수산물부. 316 pp.
- 농촌진흥청. 2006. 유기농기술서-1. 상추 유기재배 매뉴얼. 농업과학기술원. 79 pp.
- 농업과학기술원. 2007. 최신 유기농업기술. 농업과학기술원 친환경농업과. pp. 348-360.
- Northover, J. and Schneider, K. E. 1996. Physical modes of action of petroleum and plant oils on powdery mildews of prapevines. *Plant Dis.* 80: 544-550.
- Northover, J. and Schneider, K. E. 1993. Activity of plant oils on diseases caused by *Podosphaera leucotricha*, *Venturia inaequalis*, and *Albugo occidentalis*. *Plant Dis.* 77: 152-157.
- 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.