

## 이류체 포그 시스템을 이용한 친환경적 가루이 방제시 올레산의 적정 농도

김성은<sup>1</sup> · 이상돈<sup>1</sup> · 이문행<sup>2</sup> · 심상연<sup>3</sup> · 김영식<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>상명대학교, <sup>2</sup>부여토마토시험장, <sup>3</sup>경기도 농업기술원

### Proper Application Concentration of Oleic Acid for Eco-friendly Control of Whiteflies by Two-fluid Fogging System in Greenhouses

Sung Eun Kim<sup>1</sup>, Sang Don Lee<sup>1</sup>, Moon Haeng Lee<sup>2</sup>, Sang Youn Sim<sup>3</sup>, and Young Shik Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Sangmyung University, 300 Anseo-dong, Cheonan, Choongnam 330-720, Korea

<sup>2</sup>Buyeo Tomato Experiment Station C.A.R.E.S., Buyeo, Choongnam 323-814, Korea

<sup>3</sup>Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si 445-300

**Abstract.** In this work, we experimented with the two-fluid fogging system that eco-friendly prevents whiteflies in greenhouses in order to find the optimal concentration of oleic acid supplied through the system and to evaluate the control value of three consecutive treatments. The first experiment, which was to find the optimal concentration of oleic acid, used “Dotaerang Gold” tomatoes grown in stand-alone plastic greenhouse at Buyeo Tomato Experiment Station. We tested three levels of concentration of oleic acid, which were 0, 2000, and 4000 ppm. The second experiment, which was to evaluate the control value of three consecutive treatments of oleic acid, used “Rokusanmaru” tomatoes grown in Venlo type glasshouse at Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services. In this experiment, oleic acid of 2000 ppm was applied three times with two days intervals. The number of whiteflies was counted 2 two days after the last application of oleic acid. Even when oleic acid was not being applied, the two-fluid fogging system was run from 9:00 am to 5:00 pm whenever the temperature is higher than 25°C or the humidity is lower than 75%. In the first experiment, the control value was 81.6% with 2000 ppm of oleic acid and 93.6% with 4000 ppm. It means that the higher the concentration is, the greater the control value. In the second experiment, 2000 ppm treatment resulted in 85.8% of the control value, which is higher than the required standard for insecticides. Hence, spraying oleic acid with the concentration of 2000 ppm three times with two days intervals turned out to be a very effective in the eco-friendly prevention of whitefly.

**Key words :** fog nozzle, insect control value, mist, natural repellent

## 서 론

가루이는 세대가 짧고, 유전적으로 살충제에 대한 저항성이 잘 발달되어 한번 발생하면 방제가 매우 어려운 해충으로 알려져 있다(Dittrich와 Ernst, 1990; Immaraju 등, 1992; Nauen 등, 2002). 우리나라에서는 가루이의 화학적 방제에 델타린 유제 등 29종의 화학 살충제를 사용하고 있다(KCPA, 2007). 그러나

화학살충제의 반복사용은 생물적 방제 체계에 혼란을 초래했고(Dittrich와 Ernst, 1990), 가루이의 살충제 저항성을 발달시키며(Immaraju 등, 1992; Nauen 등, 2002), 토양이나 수질오염 및 생태계를 교란하는 결과를 낳는다(Arno 등, 2010; Calvo 등, 2009).

화학적 방제를 하지 않고 친환경적으로 가루이를 방제하기 위해서 이전의 연구에서는 이류체 포그 시스템을 이용하여 고온기 시설내 온도와 습도를 조절할 뿐만 아니라, 가루이의 생육과 운동성을 감소시킬 수 있는 사실을 밝혔으며(Kim 등, 2011), 분무되는 미세수 분입자에 의해 시설내 가루이의 수직분포밀도가 달라

\*Corresponding author: youngskim77@gmail.com  
Received September 4, 2012; Revised September 10, 2012;  
Accepted September 14, 2012

지는 점을 이용하여 가루이 방제가 가능한 것을 보고 했다(Kim 등, 2012a).

화학 살충제가 갖고 있는 여러 가지 부작용을 피하기 위해 미생물농약이나 천적 등을 이용하는 생물적 방제에 대한 연구(Faria와 Wraight, 2001)와 식물추출물의 살충력을 이용하는 친환경농자재(eco-friendly or environment friendly agro-materials)에 대한 연구가 진행되고 있다(Choi 등, 2003; Coloma 등, 2006; Isman, 2000; Isman, 2006; Negahban 등, 2007; Nerio 등, 2009; Tandon 등, 2008). 우리나라에서도 화학살충제를 대체할 70여종의 천연식물추출물에서 유래한 친환경유기농자재가 등록되어 이용되고 있다(농촌진흥청, 2009). 이들 친환경유기농자재들은 대부분 고삼추출물(matrine과 oxymatrine), 멸구슬나무추출물(neem oil과 azadirachtin), 제충국추출물(pyrethrin), 테리스추출물(rotenone), 담배추출물(nicotine), 그리고 차나무추출물(saponin) 등으로 진딧물, 응애, 나방류, 파리류와 가루이 방제에 사용되고 있다.

올레산은 불포화지방산으로 올리브나 땅콩과 같은 식물에 다량 함유되어 있으며(Untoro 등, 2006; Villarreal 등, 2007), 꿀벌과 개미류를 포함한 벌레들의 시체로부터 배출되기도 하는데, 살아있는 곤충이 본능적으로 위험을 감지하는 페로몬의 역할을 하는 것으로 보고되어 있다(Purnamadajaja와 Russell, 2005). 벌이나 개미류가 올레산에 흠뻑 묻으면 죽은 것으로 인식한다고 알려져 있으며(Ayasse 등, 2002; Krulwich, 2009), 올레산의 냄새는 곤충에게 질병이나 천적의 출현 등을 나타내는 위험신호가 된다고도 알려져 있다(Walker, 2009).

이와 같은 원리를 바탕으로 이류체 포그시스템에서 발생하는 미세수분입자의 방제효과와 올레산의 효과를 동시에 이용할 경우 화학적 방제를 대신할 수 있는 가능성이 제기되었다. 기존에 흔히 사용되고 있는 넘오일과 올레산을 비교 시험한 결과 두 가지 천연물질이 모두 이류체 포그시스템으로 공급할 경우 일회만 공급해도 70% 이상으로 방제효과를 나타냈다((Kim 등, 2012b). 따라서 본 실험에서는 온실 내 토마토재배에서 친환경적인 가루이 예방 및 방제를 위해 넘오일보다 저렴한 올레산을 처리할 경우, 적정농도의 구멍과 3회 처리시 방제가를 조사하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

올레산의 적정농도 실험은 2012년 1월 20일부터 2012년 5월 31일까지 부여토마토시험장의 단동형 플라스틱온실(폭 25m, 길이 7m, 측고 2.5m, 동고 3.8m) 3개 동에서 수행되었다. 기주작물은 대과 토마토 도태랑 골드(다카이종묘, 일본)를 2012년 1월 20일 피트모스 상토를 채운 38공 플러그 육묘판에 파종했으며, 1일 1회(오전 11시30분) 급액하며 육묘했다. 육묘 중 비료는 시비하지 않았다. 2012년 3월 15일 본엽 6~7매 전개시 정식했다. 작물의 재식간격은 0.3m, 줄 간격은 2m이었다. 급액방법은 타이머 제어법을 사용했고, 1회 급액량 120ml, 11회/1일로 급액했다. 적정 처리횟수 실험은 2012년 2월 8일부터 2012년 6월 4일까지 경기도농업기술원 양지봉식 유리온실(폭 9.6m, 길 16m, 측고 4.6m, 동고 7m)과 벤로형 유리온실(폭 21.9m, 길이 24.4m, 측고 3.05m, 동고 4.85m)에서 수행되었다. 대과 토마토 로쿠산마루(사카타종묘, 일본)를 2012년 2월 8일 피트모스 상토를 채운 50공 플러그 육묘판에 파종했으며, 1일 1회(오전 11시30분)씩 아마자키토마토배양액을 1/2배액으로 급액했다. 2012년 3월 20일 본엽 7~8매 전개, 1회방 출현시 정식했다. 작물의 재식간격은 0.3m, 줄 간격은 1.8m이었다. 급액방법은 타이머 제어법을 사용했고, 1회 급액량 150ml, 11회/1일로 급액했다.

올레산의 적정농도 실험은 부여토마토시험장에서 나란히 위치한 동일한 크기와 방향의 단동온실(폭 25m, 길이 7m, 측고 2.5m, 동고 3.8m) 3개동에서 수행했다. 이류체 포그시스템을 사용하지 않는 대조구, 이류체 포그시스템을 설치하여 올레산의 농도를 2000ppm 처리한 처리구와 4000ppm을 처리한 처리구로 각각 1개동씩을 사용했다. 처리구에 설치한 이류체 포그시스템은 저압의 노즐을 통해 공기와 물이 1:1.5의 비율로 분사되는 시스템으로, 미세한 물입자는 분사된 즉시 공기 중에 증발되는 것이 특징이다(Lee와 Kim, 2011). 분사되는 물이 작물에 닿지 않도록 노즐의 높이는 지상에서 2.5m 높이에 설치했고, 측면에서 중앙으로 분사되게 했으며, 1m 간격으로 식물과 식물 사이로 분무되게 했다. 농도처리하는 이류체 포그시스템을 작동하여 오전 8시부터 20분간 천창과 측창을 닫고 처리하고자 하는 농도별로 온실을 완전연무한 후 작동

을 멈추었다가, 오전 8시 40분부터 측창과 천창을 열어 건조하는 시간으로 2시간 정도를 할애했다. 그리고 오전 11시부터 오후 5시까지 시설내 온도가 25°C 이상이거나 습도가 75% 이하로 내려갈 때 180초 작동 후 30초 휴식을 반복하여 작동했다. 올레산을 처리하지 않을 때에는 오전 8시부터 오후 5시까지 동일한 조건으로 물만 분무했다. 대조구는 이류체 포그시스템을 설치하지 않고 천창과 측창을 완전히 개방했다.

경기도 농업기술원에서 수행한 올레산의 3회 처리 실험은 화학살충제의 방제가 실험과 동일한 방법으로 물에 올레산을 2000ppm 농도로 혼합하여 이류체 포그시스템으로 2일 간격으로 총 3회 완전연무했다. 올레산 처리방법은 앞의 올레산 농도실험과 동일한 방법으로 수행했다. 실험은 총 7일간 수행했는데, 월/수/금 요일에 각각 처리했고 화/목/토요일 오전 6시에 가루이 개체수를 조사하여 처리효과에 따른 가루이 개체수의 변화추이를 확인했다. 처리가 끝난 2일 후인 일요일 오전에 조사한 가루이의 개체수로 최종 방제가를 계산했다. 대조구는 이류체 포그시스템을 설치하지 않고 천창과 측창을 완전히 개방했고, 가루이 개체수 조사는 처리구와 동일하게 수행했다.

천연지방산인 올레산은 소수성을 띠므로 물과 혼합하여 이류체 포그시스템으로 분무하기에 곤란하다. 따라서 본 실험에서는 천연유화제인 레시틴을 올레산에 대해 2ppm 농도로 혼합하여 처리했다.

전 실험기간동안 시설내 가루이의 분포밀도와 수직 분포밀도를 알아보기 위해 처리구와 대조구를 4개 구역으로 나누고, 각 구역에서 1.8m 정도 길이의 기주 식물을 상부(High, 기부로부터 1.6m), 중부(Middle, 1.0m), 하부(Low, 0.4m)로 나누어 황색점착트랩을 설치했다. 일출시간에 황색점착트랩을 설치하고, 2일 후 일출시간에 수거한 후에 새로운 트랩을 설치했다. 영역 별 및 높이별로 수거한 트랩에 포집된 가루이의 개체수를 계수하여 밀도를 측정했다. 방제기는 처리전 밀도를 기초로 처리후 밀도를 보정하고 이를 다시 처리전 밀도에 대한 보정살충율로 환산하여 표시했다(Abbott, 1925). 병충해 방제를 위한 포장실험은 실험의 특성상 한 개의 온실을 4개의 구역을 나누어 이를 반복구로 두는 방법을 취하므로 본 실험도 대조구 온실과 처리구 온실을 4개 구역으로 나누어 반복구로 하여 실험을 실시했다. 통계처리에는 SAS 통계패키지를 이용했다.

## 결과 및 고찰

가루이의 방제를 위해 올레산을 처리할 때, 적정농도를 구명하기 위한 실험에서는 대조구와 2개의 처리구 모두에서 습도를 제어하지 않았고, 처리구에서는 이류체 포그시스템을 이용하여 레시틴(Courthaudon와 Dickinson, 1991; Schubert와 Muller-Goymann, 2005)을 넣어 유화시킨 올레산을 1회 처리한 후 가루이의 개체수를 조사했다(Fig. 1). 처리전 가루이의 개체수를 조사했을 때, 대조구와 처리구의 가루이 개체수가 비슷하지 않고 대조구의 개체수가 처리구에 비해 현저히 밀도가 낮았다. 이러한 밀도차이는 온실의 위치에 영향을 받은 것으로 사료되는데, 본 실험에 사용된 온실은 동일한 면적과 형태였지만 위치상의 차이가 있었다. 실험기간동안 대조구와 처리구의 측창과 천창을 모두 열어놓았는데, 대조구로 사용된 온실은 왼쪽의 측창이 외부와 개방된 위치에 있어서 온실 내외부로 가루이의 출입이 처리구에 비해 매우 자유로운 반면에 처리구의 온실은 각각 좌우에 건물과 온실이 위치하고 있어 가루이의 출입이 제한적인 면이 있어 밀도차가 나타난 것으로 사료된다. 또한, 실험에서 조사되는 가루이는 살아있고 자유로이 움직이는 상태이므로 인위적으로 대조구와 처리구의 밀도를 균일하게 하는 방법은 용이하지 않았다. 올레산 처리구에서 가루이는 매우 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 이전의 실험들에서 밝혀낸 것과 같이 이류체 포그시스템으로 습도를 조절하는 것과 올레산의 효과가 가루이의 개체수를 감소하는데 큰 효과가 있다는 것을 재확인한 결과라고 할 수 있다(Kim 등, 2011; Kim 등, 2012a, b). 올레산 농도를

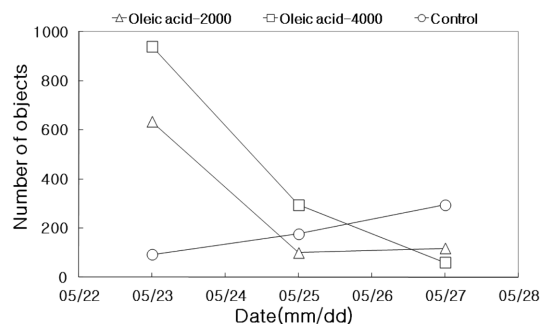
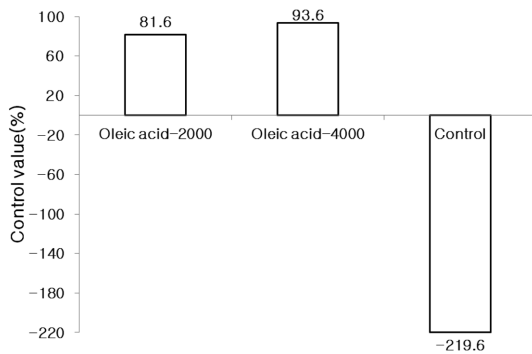


Fig. 1. Effects of oleic acid on the number of whiteflies in the greenhouse. Oleic acid-2000 or 4000 means oleic acid with the concentration of 2000 or 4000 ppm.

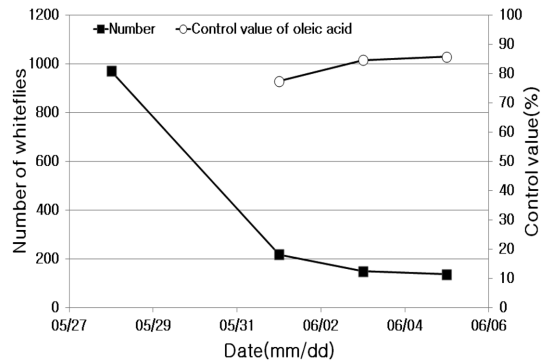


**Fig. 2.** The control value of oleic acid with the different concentrations of oleic acid in the greenhouse. Oleic acid-2000 or 4000 means oleic acid with the concentration of 2000 or 4000 ppm.

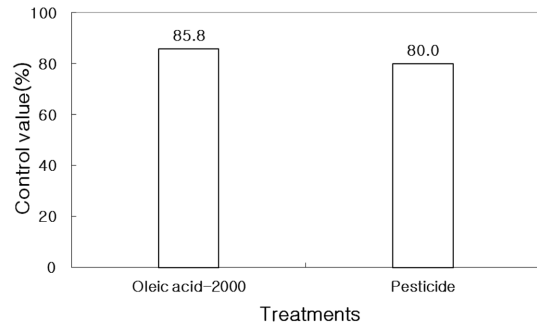
2000ppm(Ayasse 등, 2002; Krulwich, 2009; Walker, 2009)과 4000ppm으로 처리했을 때, 4000ppm에서 더 효과가 빠르게 나타났으나 4일 뒤에는 유사한 결과를 보였다.

올레산의 적정농도 실험에서 대조구와 처리구의 방제가를 계산한 결과는 다음과 같다(Fig. 2). 가루이의 개체수를 나타낸 결과(Fig. 1)와 달리 방제가에서는 대조구의 가루이가 2배 이상 증가하여 방제가가 -219.6% 이었다. 그러나 처리구에서는 올레산의 농도 별 효과를 방제가로 확인한 결과, 2000ppm에서는 81.6%, 4000ppm에서는 93.6%의 방제가로 조사되어 올레산이 가루이 방제에 효과가 매우 우수함을 확인했으며, 높은 농도에서 더 큰 효과가 있음을 확인했다. 그리고 3회 처리 후 80% 이상의 방제가를 보이면 농약으로서 인정을 받는 농약등록기준을 감안한다면 1회 처리에서 나타난 올레산의 방제가는 2000ppm으로도 충분히 화학살충제를 대신할 수 것으로 사료되었다.

올레산의 농도처리에서 2000ppm 보다 4000ppm에서 더 높은 방제가를 나타냈으나, 1회 처리로 81.6%의 방제가를 나타낸 2000ppm을 화학살충제와 동일한 횟수로 적용하는 것이 작물에 미치는 영향을 최소화하면서 가루이를 방제할 수 있는 효과적인 농도라고 판단하여 올레산의 3회 처리에 대한 실험에서는 올레산의 농도를 2000ppm으로 처리했다. 실험기간동안의 가루이 개체수 변화추이를 조사한 결과(Fig. 3), 첫 처리 후 급격하게 감소했고, 처리가 계속되면서 소폭이나마 지속적으로 감소하는 상태로 유지되었다.



**Fig. 3.** Trends of the number of whiteflies and the control value of oleic acid treatment of 2,000 ppm in the greenhouse.



**Fig. 4.** The control value of three consecutive treatments of oleic acid and pesticide. Oleic acid of 2000 ppm or a pesticide of 2000 ppm was applied three times every two days. The number of whiteflies was counted 2 days after the last treatment of oleic acid.

화학살충제와 같이 하루간격으로 3회를 처리하고 3일 후에 방제가를 계산했더니 농약등록의 기준이 되는 80% 방제가보다 높은 85.8%로 조사되었다(Fig. 4). 따라서 올레산은 가루이 방제를 위한 친환경체제로 매우 뛰어난 것으로 판단된다.

우리나라에서 등록된 화학 살충제는 방제가가 80%가 되어야 유의성이 인정되고, 신규약제 등록은 90% 이상의 방제가가 되어야 가능하다. 또한 화학 살충제는 반드시 포장실험을 마쳐야 인정받을 수 있다(농촌진흥청 국립농업과학원, 2010). 올레산 2000ppm을 3회 처리한 후 조사한 방제가는 현재 우리나라에 등록되어 사용되고 있는 화학 살충제의 방제가보다 높은 85.8%로 조사되었다. 이 실험결과는 올레산이 가루이 방제를 위해 화학 살충제를 대신하여 사용하기 매우 효과적인

**Table 1.** Price comparison between natural substances and pesticide at one time spray.

	Retail price (Won/L)	Application concentration (mg/L)	The amount used (L/ha)	Cost (Won/ha)
Pesticide A	60,000	1,000	3	180,000
Neem Oil	45,000	1,500	4.5	202,500
Oleic acid	5,300	2,000	6	31,800

친환경제제가 됨을 보여준다. 또한 화학 살충제나 Neem Oil과 같은 친환경제제의 가격보다 많이 저렴하여 경제적으로 매우 유리한 것으로 사료된다(Table 1). 또한 올레산 분무방법으로 이류체 포그시스템을 이용하는 것은 노동력을 크게 절감하고, 친환경적이며 생산비를 절감할 수 있는 해결방안이 될 것으로 사료된다.

그러나 추후의 실험을 통해 몇 가지 구명해야 하는 것들이 있다. 첫째로 올레산이 가루이의 수를 줄이는 이유가 기피효과만이 아니라 살충효과도 있는 것으로 판단할 수 있는 결과를 확인했는데(data not shown), 위험신호의 페로몬으로만이 아닌 가루이를 죽일 수 있는 올레산의 역할이 구명되어야 한다. 둘째로 올레산이 작물의 잎에 묻었을 때, 잎의 광합성에 어떤 영향을 주는가에 대한 구명이 필요하다. 연무시에 묻은 올레산이 작물의 기공을 막거나 온도나 광에 의해 화학적 변성을 일으켜 광합성이나 생육에 부정적인 영향을 끼치지 않는가에 대한 확인이 있어야 할 것이다. 셋째, 올레산에 대한 가루이의 약제저항성이 나타나지 않는지 장기적으로 조사할 필요가 있다. 그 외에 적정농도에 대한 좀 더 정밀한 실험이 이루어져 가루이 방제에는 효과적이면서 작물에는 아무 영향을 주지 않는 농도를 구명하는 것도 필요하며, 농가에 확대 적용하여 효과를 검증하는 실험도 필요할 것이다.

### 적 요

본 연구는 친환경적이며 효과적인 시설내 가루이 예방 및 방제를 위해 이류체 포그시스템을 이용하여 올레산을 분무할 때, 올레산의 적정농도를 구명하고 3회 처리시 방제가를 조사하기 위해 수행되었다. 올레산의 적정농도 실험은 부여토마토시험장 단동형 플라스틱온실에서 공시품종으로 도태랑골드를 사용하여 수행했고, 올레산의 3회 처리시 방제가에 대한 실험은 경기도농

업기술원 벤로형 유리온실에서 공시품종으로 로쿠산마루를 사용하여 수행했다. 적정농도 실험은 무처리구를 대조구로 하고 올레산 2000ppm과 4000ppm을 각각 처리하고 가루이의 밀도를 조사했다. 3회 처리 실험은 화학살충제 처리와 동일하게 올레산 2000ppm을 2일 간격으로 3회 처리하고, 2일 후에 방제가를 조사했다. 이류체 포그시스템은 실험기간동안 올레산을 처리하지 않을 때에는 오전 8시부터 오후 5시까지 온도가 25°C 이상이거나 습도가 75% 이하로 내려갈 때 180초 작동 후 30초 휴식을 반복하여 작동했고, 올레산을 처리했을 때에는 오전 11시부터 오후 5시까지 동일한 조건으로 작동했다.

올레산의 농도실험에서는 2000ppm에서 81.6%, 4000ppm에서 93.6%의 방제가를 나타냈다. 즉, 농도를 높게 처리할수록 가루이의 밀도는 크게 감소했다. 올레산 3회 처리 실험에서는 2000ppm을 3회 처리했을 때, 농약등록 기준보다 높은 85.8%의 방제가를 나타냈다. 따라서 올레산을 2000ppm 이상 3회 처리하는 것이 친환경적인 가루이의 예방 및 방제에 매우 효과적인 것으로 나타났다.

**주제어 :** 미세수분입자, 방제가, 병해충방제, 친환경유기농자재

### 사 사

이 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

이 연구는 농촌진흥청 연구비의 지원에 의해 이루어진 것임.

### 인 용 문 헌

1. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
2. Arno, J., C. Castane, and J. Riudavets. 2010. Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae). *Bulletin of entomological research.* 100(1):105-116.
3. Ayasse, M., R. Paxton, M. Hilker, and T. Meiners. 2002. Brood protection in social insects; *Chemoecol-*

- ogy of insect eggs and egg deposition. Berlin: Blackwell. pp. 117-148.
4. Calvo, J., K. Bolckmans, P. A. Stansly, and A. Urbaneja. 2009. Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl*. 54: 237-246.
  5. Choi, W.I., E.H. Lee, B.R. Choi, H.M. Park, and Y.J. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 96:1479-1484.
  6. Coloma, A.G., D.M. Benito, N. Mohamed, C.G. Vallejo, and A.C. Soria. 2006. Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochem. Syst. Ecol.* 34:609-616.
  7. Courthaudon, J.L. and E. Dickinson. 1991. Competitive adsorption of lecithin and  $\beta$ -caseinin oil in water emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 39:1365-1368.
  8. Dittrich, V.S. and G.H. Ernst. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. pp. 263-285. Intercept Ltd., Andover, U.K.
  9. Immaraju, J.A., T.D. Paine, J.A. Bethke, K.L. Robb, and J.P. Newman. 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouse. *J. Econ. Entomol.* 85:9-14.
  10. Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19:603-608.
  11. Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51:45-66.
  12. Kim, S.E., S.D. Lee, S.Y. Sim, Y.S. Kim. 2011. Control of *Bemisia tabaci* by Two-Fluid Fogging System. *J. of Bio-Env. Con.* 20(4):394-398.
  13. Kim, S.E., S.D. Lee, S.Y. Sim, and Y.S. Kim. 2012. Eco-friendly control of whiteflies by two-fluid fogging system. *J. of Bio-Env. Con.* 21(2): 120-126.
  14. Kim, S.E., S.D. Lee, M.H. Lee, and Y.S. Kim. 2012. Eco-friendly control of whiteflies by two-fluid fogging system with natural substances in greenhouses. *J. of Bio-Env. Con.* 21(2): 114-119.
  15. Korea Crop Protection Association (KCPA). 2007. Agrochemical Use Guide Book (Annually). Korea Crop Protection Association, Seoul, Korea.
  16. Krulwich, R. 2009. Hey I'm Dead! The Story Of The Very Lively Ant. NPR. <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=102601823>.
  17. Nauen, R., N. Stumpf, and A. Elbert. 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type *Bemisia tabaci*. *Pest Manag. Sci.* 58:868-875.
  18. Negahban, M., S. Moharrampour, and F. Sefidkon. 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored product insects. *J. Stored Prod. Res.* 43:123-128.
  19. Nerio, L.S., J.O. Verbel, and E.E. Stashenko. 2009. Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *J. Stored Prod. Res.* 45:212-214.
  20. Purnamadajaja, A.H. and R.A. Russell. 2005. Pheromone communication in a robot swarm: necrophoric bee behaviour and its replication. *Robotica* 23(6):731-742.
  21. Schubert, M.A. and C.C. Muller-Goymann. 2005. Characterisation of surface-modified solid lipid nanoparticles(SLN): Influence of lecithin and nonionic emulsifier. *European J. Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 61:77-86.
  22. Tandon, S., A.K. Mittal, and A.K. Pant. 2008. Insect growth regulatory activity of *Vitex trigolia* and *Vitex agnus-castus* essential oils against *Spilosoma oblique*. *Fitoterapia* 79:283-286.
  23. Untoro, J., W. Schultink, C.E. West, R. Gross, and J.G. Hautvast. 2006. Efficacy of oral iodized peanut oil is greater than that of iodized poppy seed oil among Indonesian schoolchildren. *J. Amer. Clin. Nutr.* 84(5): 1208-1214.
  24. Villarreal, J.E., L. Lombardini, and L. Cisneros-Zevallos. 2007. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch cultivars. *Food Chem.* 102(4):1241-1249.
  25. Walker, M. 2009-09-09. Ancient 'smell of death' revealed. BBC-Earth News. [http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth\\_news/newsid\\_8232000/8232607.stm](http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth_news/newsid_8232000/8232607.stm).
  26. 농촌진흥청, 국립농업과학원. 2010. 농약등록 시험 및 약초약해분야 세부지침: 살충제. pp. 396-397.
  27. 농촌진흥청. 2009. <http://www.rda.go.kr/organic.tdf?a=admin.organic>. OrganicApp&c=2000.