

## 소형포장에서 친환경농자재가 천적곤충에 미치는 영향

이대홍 · 강은진 · 강명기 · 이희진 · 석희봉 · 서미자 · 유용만 · 윤영남\*

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

## Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to Insect Natural Enemies at Small Green Houses

Dae Hong Lee, Eun Jin Kang, Myong Ki Kang, Hee Jin Lee, Hee Bong Seok, Mi Ja Seo,  
Yong Man Yu and Young Nam Youn\*

Dept. Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, 305-764

**ABSTRACT** : Many kinds of environment friendly agricultural materials (EFAMs) were used for the plant protection, furthermore they support the growth of crops in the greenhouses and the kindly environment friendly farming. Natural enemies might be used for control of insect pest with EFAMs at the same space and time. For testing the toxicity of EFAMs against to natural enemies, 10 EFAMs were selected and tested in small greenhouses and farm's fields. In case of *Harmonia axyridis* larva, there was no predacious activity against cotton aphids in the block with EFAMMo L, EFAMPE D, EFAMME G and EFAMAE A, otherwise, aphid population was rapidly decreased in the control block without EFAMs. Both of *Trialeurodes vaporariorum* and *Encarsia formosa* population were slightly decreased in the block with EFAMs. There were significantly decreased in the block with IEFAM C, FEFAM D, EFAMSM B and EFAMPE D compared with control area. Especially, there was significantly maintained a very low population, both *T. vaporariorum* and *E. formosa* in the block with EFAMMo C. The parasitized ratio of *Aphidius colemani* is also very low in the block with EFAMs compared with control area. In the block with IEFAM C, FEFAM D, EFAMPE D and EFAMMo L, there were significantly different with control area in the number of mummies. Otherwise, in case of *Diglyphus isaea* and *Liriomyza trifolii*, there was no significantly different between blocks with and without EFAMs. In the block with EFAMMo C, *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* populations were significantly maintained a very low level. However, the population of *T. urticae* was increased, but *P. persimilis* was decreased in the block with EFAMMo L.

**KEY WORDS** : Environment Friendly Agricultural Materials (EFAMs), Environmental Impact Assessment, Insect Natural Enemies

**초 록** : 시설재배지 내에서의 친환경농자재는 작물보호를 위하여 사용하기도 하고 작물의 생육을 도와주는 역할을 위해 사용되기도 한다. 친환경농자재는 각종 해충을 방제하기 위하여 사용되는 천적들과 중복 사용될 수도 있다. 이때 친환경농자재가 이러한 천적들에 미칠 수 있는 영향을 평가하였다. 본 실험에 사용된 친환경농자재는 천적곤충에 영향을 많이 주는 것으로 보고된 10개를 선발하여 소형포장과 농가포장에서 평가하였다. 먼저 무당벌레 유충에 미치는 영향을 보면, 친환경농자재를 사용하지 않은 무처리구에서는 무당벌레의 목화진딧물 포식활동이 잘 이루어지고 있지만, EFAMMo L과 EFAMPE D, EFAMME G, EFAMAE A 등을 처리한 구에서는 무당벌레의 포식활동이 이루어지지 않아서 진딧물의 개체수가 현저히 증가함을 알 수 있다. 온실가루이좀벌의 경우에, 친환경농자재를 살포한 시험구에서는

\* Corresponding Author. E-mail: youngnam@cnu.ac.kr

전체적으로 온실가루이 약충과 온실가루이좀벌 머미의 개체수가 조금씩 감소하였으며, 특히 IEFAM C, FEFAM D, EFAMSM B, EFAMPE D 등을 처리한 시험구에서 온실가루이좀벌 머미의 수가 무처리구에 비하여 현저히 적은 것을 알 수 있었다. 반면에 EFAMMo C를 살포한 처리구의 경우에는 온실가루이를 거의 찾아볼 수 없을 정도로 온실가루이에 대하여 방제효과를 나타내고 있었다. 소포장에서 콜레마니진디벌의 기생률을 검토한 결과 친환경농자재를 뿌린 구역보다는 무처리구에서의 기생률이 높았다. IEFAM C, FEFAM D, EFAMPE D, EFAMMo L 등을 살포한 구역에서 특히 낮은 기생률을 나타내었다. 잎굴파리좀벌의 외부기생 머미가 방사 후 1주일 후부터 2주 후까지도 많이 관찰되었지만 처리구와 무처리구 사이의 통계적인 유의성은 없었다. FAMMo C는 점박이응애, 칠레이리응애 모두 개체수를 감소시켰다. EFAMMo L은 점박이응애에는 피해를 주지 않은 반면에, 칠레이리응애의 개체수는 많이 감소하였다.

**검색어 :** 친환경농자재, 환경영향평가, 천적곤충

건전한 농업환경을 유지하고 농업생산의 지속성을 추구하는 친환경농업의 핵심과제는 유기합성농약과 화학비료 사용량 감축에 있으므로, 병해충 억제제를 포함한 양분공급 및 작물생육을 도와주는 친환경농자재의 역할은 비료농약과 함께 중요하다고 하겠다. 친환경농자재는 환경을 보전하고 소비자에게 보다 안전한 농산물을 공급하기 위해 농약과 화학비료 및 사료첨가제 등 화학자재를 전혀 사용하지 아니하거나, 최소량만을 사용하여 농산물을 생산하는 친환경농업에 사용되는 자재를 의미하고 있으며, 넓은 의미로는 인축과 자연에 해가 없으며, 농작물에 양분공급, 병해충억제 및 생육촉진 등에 이용되는 환경친화적 물질을 의미하며, 좁은 의미로는 친환경 농산물생산을 위해 사용될 수 있는 자재 중 농림부장관이 지정한 자재를 말한다.

현재 우리나라에서는 친환경농업의 확대에 인하여 많은 농가들에서 친환경자재의 사용이 빠르게 증가하고 있다. 특히 정부에서는 이러한 친환경농자재에 대하여 유기농산물의 생산을 위해 사용가능한 자재의 품질규격을 농촌진흥청 고시(2007-11호)를 통하여 규정하고 있는 바, 농림산물에는 토양개량과 작물생육을 위하여 사용이 가능한 자재가 농장 및 가금류의 퇴구비를 비롯하여 42개 품목을, 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재는 식물과 동물에서 유래된 제충국제제를 비롯한 16개 품목, 미네랄 성분인 보르도액·수산화동 및 산염화동을 포함한 13개 품목, 생물학적 병해충 관리를 위하여 사용되는 자재인 미생물 제제(생물농약)와 천적 등 2개 품목, 뒷에는 성유인물질(페로몬) 메타알데하이드를 주성분으로 한 제제 등 2 품목, 기타 이산화탄소 및 질소가스를 포함한 8개 품목을 규정하면서 농촌진흥청장이 고시한 품질규격에 적합한 것들을 사용하도록 명시하고 있다. 여기서 언급

한 품질 규격으로는 대부분 화학적 공정을 거치거나 화학적으로 합성된 물질이 첨가되지 않아야 하고, 비료공정규격이 설정되어 있는 자재는 그 규격에 적합할 것이라고 명시되어 있다.

그렇지만, 유통 또는 농가에서 자체적으로 제조하여 사용되는 자재는 투입원료와 제조방법에 따라 종류가 다양하여 객관성 있는 시용효과 검증과 특정성분에 의한 품질기준 규격설정이 곤란하여 품질규격을 명시하고 있으나 품질관리에 어려움이 있고, 식물영양, 토양개량, 병충해 예방 및 경감 효과를 목적으로 친환경 농자재를 사용한다고는 하지만 주된 성분의 표기를 하지 못하거나 주된 목적을 표시하지 않는 유통제품에 대하여 현재는 품목고시제를 시행하고 있다. “친환경 유기농자재 목록공시제”는 농촌진흥청이 친환경농업육성법 시행령(대통령령 제 19964호) 및 시행규칙(농림부령 제1555호)을 제정하여, 2007년 3월 27과 28일부터 각각 발효되었다. 이에 따라서 그동안 시중에 많은 친환경농자재가 검증 없이 유통됐으나 실제로 유기농산물에 사용할 수 있는 자재인지 알 수가 없어 농업인이 자재를 선택하는데 어려움이 많았던 것이 조금은 해소되리라 생각된다. 목록공시제는 효능과 성분 함량 등을 보증하지 아니하고 당해 제품이 친환경 유기농산물 생산을 위해 사용할 수 있는 자재인지 여부만을 위원회에서 검토하여 그 결과를 공개하는 방식으로 추진하고 있으며, 대상(정의)은 친환경농산물 중 유기농산물 생산을 위해 사용 가능한 자재로 물질의 유래, 화학적 합성물질 함유 여부 및 유해성분과 외국의 사례 등을 중점 검토하게 된다.

미국의 경우에는 국가유기농계획(National Organic Program, NOP)이 유기농축산물의 재배(사육), 유통, 가공, 생산에 관한 국가표준으로서 2002년부터 시행되고 있다.

농무부는 인증대행기관을 심사하여 지정하는데, 주정부, 민간 및 외국기관이 취득할 수 있다. 또한 유기물질검토협회(Organic Materials Review Institute, OMRI)는 유기농업에 쓰이게 될 자재와 제품을 분석하여 유기농산물생산과 가공 등에 사용되어도 좋은지를 검토하여 의뢰자에게 통보해 주고 의뢰자는 이 정보를 기초로 유기농산물을 생산, 가공하는 농업인 및 업체에게 이들 자재를 유통시키게 된다. 유럽의 Codex에서는 유기농산물 생산을 위하여 허용자재의 목록을 만들어 허용목록에 있는 자재나 또는 허용기준에 부합하고 각국이 인정한 자재들을 사용토록 하고 있다. 여기서 유기농 자재는 부수적이거나 보조적으로 사용하는 것을 원칙으로 하며, 토양의 비옥도와 생물학적 활성유지를 위해서는 다년간 윤작계획을 세워 두과작물이나 녹비작물 또는 심근성작물의 재배하는 것을 제일 먼저 고려를 해야 된다. 또한 병해충방제 등의 경우에는 긴급하거나 작물에 심각한 위험이 있을 경우에 한하여 방제 방법을 보완하는 정도로 사용토록 권장하고 있다. 일본의 경우에는 친환경농산물대신에 유기농산물에 대한 검사와 인증제도를 도입하여 1999년 11월 농림물자의 규격화 및 품질표시(Japanese Agricultural Standard of Organic Agricultural Products, JAS)의 적정화에 관한 법률(Standards and Labeling Based on the Law Concerning Standardization and Proper Labeling of Agricultural and Forestry Products, JAS Law)을 개정하였다. JAS법에서 사용 가능한 농자재에 대한 규정은 유기농산물의 생산방법에 대한 기준에서 자연적인 방법으로 재배가 불가능할 때 사용할 수 있는 비료 및 토양개량제, 농약을 규정하고 있으며, 이와는 별도로 토양개량자재에 대하여는 지력증진법에 의거하여 정의, 종류 및 품질 표시기준을 농림수산물 고시로 정하여 명칭, 종류, 생산자, 무게, 원료, 농도, 사용방법을 표시토록 하고 자유생산 판매를 원칙으로 하고 있으나, 운영은 전국 토양개량자재협의회를 통하여 협회에서 자체 사용기준을 설정하여 품질향상을 도모하고 있다.

한편, 친환경농자재의 효과에 대한 견해는 친환경농자재를 제조 유통시키는 생산업체와 이를 사용하는 사용농민, 그리고 연구자에 이르기까지 보는 시각에 따라 효과적인 면에서 많은 차이를 나타내고 있다. 친환경농산물을 재배하고 있는 친환경재배농가의 경우에 있어서도 일부 농가는 효과가 있다고 하는가 하면 일부 농가에서는 효과가 전혀 없다고 주장하기도 한다. 물론 이와 같은 원인은 작물의 종류를 비롯하여, 재배조건, 제조원, 투입량, 제조방법, 토양 및 기상여건 또는 생산자의 재배기술에 따라

친환경농자재 효과가 매우 달라질 수 있음을 의미하고 있다. 뿐만 아니라 친환경농자재의 사용목적이 포괄적이고 제품에 함유된 유효성분도 복잡적이며, 효과발현이 일정치 않아 시험결과에 대한 재현성 또한 의문시된다.

또한, 친환경농자재들은 친환경농업에 사용되는 친환경농자재의 하나인 천적에 대하여 직간접적으로 영향을 미칠 수가 있다. 그 이유로는 친환경농자재가 환경문제와 독성문제가 전혀 없는 것으로 농민들 사이에 인식이 되고 있어 무분별하게 사용하는 경향이 있음은 물론, 여러 종류의 해충이 발생하고 있을 경우, 해당 해충에 대한 천적의 공급이 여의치 않거나, 천적이 없을 경우 친환경농자재를 중복 사용하게 되며, 친환경농자재가 천적근충에 미칠 수 있는 영향을 농민들은 전혀 숙지하고 있지 못하고 있기 때문이다. 이미 Yu et al. (2006)은 친환경농자재들이 콜레마니진디벌이나 온실가루이좀벌과 같은 기생성 천적들에 대한 영향평가를 실내조건하에서 실시하였고, Kang et al. (2007a)은 진딧물을 방제하는데 사용되는 무당벌레의 각 발육단계를 대상으로, Kang et al. (2007b)은 점박이응애를 방제하기 위하여 사용되는 천적인 포식성 칠레이리응애에 대한 독성 등을 보고하였다. 이에 본 연구에서는 실내에서의 천적에 대한 친환경농자재의 평가가 아니라 소형 하우스 포장과 일반 농가 포장에서 실제적으로 친환경농자재가 천적근충과 근접살포 하였을 경우에 얼마만큼의 영향을 끼치는지에 관하여 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 천적근충과 친환경농자재

본 실험에 사용된 천적들은 주로 국내에서 시판되고 있는 천적들을 (주)세실과 코퍼트사에서 구입하여 사용하였다. 구입하여 사용한 기생성 천적으로는 온실가루이를 방제하기 위하여 사용되는 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 진딧물 방제에 이용되는 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 아메리카잎굴파리의 방제에 사용되는 굴파리좀벌(*Diglyphus isaea*) 등 3종이며, 포식성 천적으로는 점박이응애를 방제하기 위하여 사용되는 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*) 등이며(Chant, 1985; Stenseth, 1979), 무당벌레(*Harmonia axyridis*)의 경우에는 2006년 가을에 월동처로 날아온 개체들을 채집하여 25±2℃ 조건의 실험실 내에서 고추와 무 등을 기주로 사육한 목화진딧물과 복숭아혹진딧물을 먹이로 제공하여 실내에서 증식한 개체를 사용하였다

(Seo and Youn, 2002). 친환경농자재는 Yu *et al.* (2006) 과 Kang *et al.* (2007a, b)의 방법에 따라, 엽면시비를 위한 공간살포를 하여 지상의 진딧물 천적에 영향을 줄 수 있는 것으로 하였다. 친환경농자재의 선발은 천적곤충에 많은 영향을 주는 것으로 보고된(Yu *et al.*, 2006; Kang *et al.* 2007a, b) 살충성친환경농자재(IEFAM) C 1종, 살균성친환경농자재(FEFAM) D 1종, 토양미생물친환경농자재(EFAMSM) B 1종, 식물성추출물친환경농자재(EFAMPE) B, D, J 등 3종, 동물성추출물친환경농자재(EFAMAE) A 1종, 물리브덴함유친환경농자재(EFAMMo) C, L 등 2종, 미량요소함유친환경농자재(EFAMME) G 1종 등을 Yu *et al.* (2006)의 방식으로 분류하여 사용하였다.

### 천적곤충에 미치는 영향평가

소포장에서 무당벌레 유충의 포식력에 친환경농자재가 어떠한 영향을 주는지를 평가하기 위하여 소형 하우스에 오이를 정식하고 목화진딧물의 발생을 유도한 후, 각 처리구당 포식력이 왕성한 무당벌레 3령 유충 10마리씩을 투입하고, 처리구별로 10종의 친환경농자재를 살포하여 무당벌레 포식에 따른 진딧물 개체수 변화를 조사하였다. 온실가루이좀벌의 경우에는 토마토를 정식한 소형 포장에서 온실가루이가 발생을 유도한 후에, 농가 포장의 경우에는 온실가루이가 발생한 농가에서 친환경농자재를 살포한 후 1일이 지나서 온실가루이좀벌 200마리 투입하고 1주일 간격으로 온실가루이좀벌머미 형성 수를 조사함으로써 온실가루이좀벌의 온실가루이에 대한 기생률을 관찰하였다. 콜레마니진디벌에 대한 영향평가는 오이를 정식하여 목화진딧물의 발생을 유도한 후, 친환경농자재를 살포하고 1일 후에 콜레마니진디벌을 투입하여 콜레마니진디벌에 의해 기생당하여 형성된 머미수를 1주일 간격으로 조사하였다. 굴파리좀벌의 경우에는 토마토를 정식하여 아메리카잎굴파리의 발생을 유도하고 친환경농자재를 살포하고 1일 후에 굴파리좀벌 잎굴파리고치벌을 투입하여 굴파리좀벌 잎굴파리고치벌에 의해 기생당하여 형성된 머미수를 조사하였다. 칠레이리응애의 경우에는 소형 하우스에 강낭콩을 정식하여 점박이응애를 접종하여 인위적으로 개체수를 증식시킨 후에 친환경농자재를 처리하고 1일 경과 후에 칠레이리응애를 투입하여 점박이응애와 칠레이리응애의 개체수를 조사하여 친환경농자재가 칠레이리응애에 미치는 영향을 조사하였다.

### 결과 및 고찰

친환경농자재가 천적곤충에 미치는 영향을 평가는 실내에서 주로 이루어졌고(Yu *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 2007a, b), 시설재배지나 농가포장에서는 검토된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 야외 포장에서 친환경농자재와 천적곤충을 동시에 사용하거나 근접하여 사용한 경우, 천적곤충의 활동에 어떠한 영향을 주는지를 검토하였다. 먼저 무당벌레를 목화진딧물이 발생한 오이를 재배하는 소형 시설재배지(50 m<sup>2</sup>)에 투입시키고 친환경농자재의 영향을 관찰하였다. 무당벌레 성충을 이용할 경우에는 성충들의 비산활동으로 제대로 시험을 수행할 수가 없어, 포식력이 가장 왕성한 3령 유충을 처리구당 10마리씩 투입하여 진딧물의 개체수 변화를 관찰하였다. 그 결과 Table 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 투입 다음날부터 친환경농자재를 사용한 처리구와 무처리구에서 목화진딧물의 개체수가 차이가 나기 시작하였다. 무처리구에서는 무당벌레의 진딧물 포식활동이 잘 이루어짐을 알 수 있고, EFAMMo L과 EFAMPE D, EFAMME G, EFAMAE A를 처리한 구에서는 진딧물의 개체수가 현저히 증가함을 알 수 있다( $F = 13.62$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ). 또한 3일 후에는 EFAMSM B와 EFAMPE B에서 진딧물의 개체수가 가장 많았고( $F = 29.21$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ), 5일 후에는 거의 모든 처리구에서 목화진딧물의 개체수가 무처리구에 비하여 매우 높은 것을 알 수 있었다( $F = 56.70$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ). 이러한 결과는 무당벌레가 친환경농자재가 살포된 처리구에서는 거의 발견되지 않고 있는 점에 비추어 친환경농자재가 무당벌레에는 기피작용을 나타내고 있음을 알 수 있었다. Kang *et al.* (2007a)가 보고한 바와 같이 친환경농자재가 무당벌레의 진딧물 포식활동에 나쁜 영향을 끼치고 있다는 사실과 일치하는 것으로, 진딧물 방제시에 무당벌레를 이용할 경우에는 친환경농자재의 살포를 자제해야 할 것으로 생각된다. 한편 농가포장에서는 무당벌레의 이동이 매우 자유롭게 이루어짐에 따라서 무처리구와 처리구에서 진딧물 개체군 변화 양상을 조사할 수 없었다.

토마토재배 농가포장에서 온실가루이좀벌 성충의 친환경농자재에 대한 영향평가는 일반 대형 농가 하우스와 소형 하우스에서 온실가루이좀벌을 200마리 투입하여 온실가루이좀벌의 기생률을 관찰하였다. 그 결과, 소형 포장의 경우, 대조구와 비교하여서 친환경농자재를 살포한 시험구에서는 전체적으로 온실가루이 약충과 온실가루이좀벌 머미의 개체수가 조금씩 감소하였다. IEFAM C, FEFAM D, EFAMSM B, EFAMPE D에서 온실가루이좀

**Table 1.** Changes of cotton aphids populations by predacious *Harmonia axyridis* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs) in the patch of field

EFAMs		Average of population densities after application			
		On the day	1 day	3 days	5 days
IEFAM C	Average	271.0	154.3e <sup>2</sup>	181.3e	198.0fg
	Ratio <sup>1</sup>	-	56.9	66.9	73.1
FEFAM D	Average	308.0	238.0cd	240.0cd	269.0cd
	Ratio	-	77.3	77.9	87.3
EFAMSM B	Average	460.0	278.3bc	291.7ab	311.0b
	Ratio	-	60.5	63.4	67.6
EFAMPE B	Average	292.0	284.0bc	318.3a	365.7a
	Ratio	-	97.3	109.0	125.2
EFAMPE D	Average	371.7	298.7b	200.0de	163.3g
	Ratio	-	80.4	53.8	43.9
EFAMPE J	Average	219.7	239.0cd	261.7bc	321.0b
	Ratio	-	108.8	119.1	146.1
EFAMAE A	Average	308.0	314.0b	228.7cd	305.7bc
	Ratio	-	101.9	74.2	99.2
EFAMMo C	Average	308.0	248.3cd	167.0e	223.7ef
	Ratio	-	80.6	54.2	72.6
EFAMMo L	Average	366.0	368.0a	260.3bc	304.3bc
	Ratio	-	100.5	71.1	83.2
EFAMME G	Average	255.3	306.3b	256.3bc	262.0de
	Ratio	-	120.0	100.4	102.6
Control	Average	319.3	214.3d	60.3f	10.3h
	Ratio	-	67.1	18.9	3.2

<sup>1</sup>Ratio is compare with outset and progress population

<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P=0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

별 머미의 수가 무처리구에 비하여 현저히 적은 것을 알 수 있었다. 온실가루이좀벌을 방사한 후, 1주일 후(F = 13.05; df = 10;  $p < 0.0001$ ) 2주일 후(F = 40.59; df = 10;  $p < 0.0001$ ), 3주일 후(F = 35.75; df = 10;  $p < 0.0001$ ) 모두 유사한 경향을 보이고 있어, 친환경농자재가 오랜 기간 동안 영향을 주고 있음을 알 수 있다(Table 2). 한편, 농가 포장에서의 결과를 살펴보면(Table 3), 소형 포장에서는 1주일 후부터 머미를 관찰할 수 있었으나, 농가포장의 경우에는 3주일이 경과한 후부터 머미를 관찰할 수 있어, 시설재배지 내의 환경 특히 온도의 차이에 의한 것으로 추정된다. 친환경농자재를 살포한 후 17일이 경과

하였을 때에는 머미는 발견되지 않았고 온실가루이 3, 4령충만을 발견할 수 있었으며, 대조구보다 친환경농자재를 사용한 처리구에서 적게 나타났다. 특히, IEFAM C와 EFAMMo C를 처리한 구에서 현격한 개체수 차이를 볼 수 있었다(F = 9.87; df = 10;  $p < 0.0001$ ). 3주가 경과한 후로부터 온실가루이좀벌의 머미가 나타나기 시작함에 따라서 머미의 수가 증가하였고, 대조구에서는 다른 처리구에 비하여 왕성한 기생력을 나타내고 있었다(F = 8.57; df = 10;  $p < 0.0001$ ). 한편, 친환경농자재는 천적인 온실가루이좀벌뿐만 아니라 온실가루이의 개체군에도 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. EFAMMo C를

**Table 2.** Number of *Encarsia formosa* mummies after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs). Two hundred *E. formosa* adults were released in the small area

EFAMs		Average of population densities after application			
		On the day	7 day	14 days	21 days
IEFAM C	Average	1.7	9.7de <sup>2</sup>	12.3g	15.3d
	Ratio <sup>1</sup>		5.8	7.4	9.2
FEFAM D	Average	2.7	6.0e	16.0fg	22.0cd
	Ratio		2.3	6.0	8.3
EFAMSM B	Average	6.0	9.3de	19.7def	21.7cd
	Ratio		1.6	3.3	3.6
EFAMPE B	Average	7.3	15.7	21.0d	29.7bc
	Ratio		2.1	2.9	4.0
EFAMPE D	Average	4.3	9.3de	16.3efg	22.7cd
	Ratio		2.2	3.8	5.2
EFAMPE J	Average	6.3	15.0bc	21.0d	29.3bc
	Ratio		2.4	3.3	4.6
EFAMAE A	Average	6.0	18.0b	28.7b	31.7bc
	Ratio		3.0	4.8	5.3
EFAMMo C	Average	4.3	13.3cd	20.3de	29.0bc
	Ratio		3.1	4.7	6.7
EFAMMo L	Average	6.0	16.0bc	23.7cd	36.7b
	Ratio		2.7	3.9	6.1
EFAMME G	Average	4.7	15.7bc	25.7bc	33.7bc
	Ratio		3.4	5.5	7.2
Control	Average	5.3	24.3a	43.3a	95.3a
	Ratio		4.6	8.1	17.9

<sup>1</sup>Ratio is compare with outset and progress population

<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P=0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

살포한 처리구의 경우에는 온실가루이를 거의 찾아볼 수 없을 정도로 온실가루이에 대하여 방제효과를 나타내고 있었다.

소포장에서 콜레마니진디벌 성충의 친환경농자재에 대한 영향을 평가하기 위하여 소형 하우스에 오이를 정식하여 진딧물의 발생을 유도한 후 10종의 친환경농자재를 처리구를 달리하여 살포하고 콜레마니진디벌을 투입하여 콜레마니진디벌에 의해 기생당하여 형성된 머미수의 관찰을 통하여 기생률 등의 천적효과를 평가하였다. 소포장에서 콜레마니진디벌의 기생률을 검토한 결과(Table 4), 친환경농자재를 뿌린 구역보다는 무처리구에서의 기생률

이 높았다. 이러한 기생률의 차이는 처리후 1주일부터 나타나기 시작하여, IEFAM C, FEFAM D, EFAMPE D, EFAMMo L 등을 살포한 구역에서 특히 낮은 기생률을 나타내었고( $F = 13.96$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ), 2주일 이 경과한 후와( $F = 52.06$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ), 3주일 이 경과한 후에는( $F = 28.90$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ) IEFAM C와 EFAMPE D 처리구역에서 가장 적은 기생률을 나타내고 있었다. 오이 재배 농가포장에서 콜레마니진디벌 성충의 친환경농자재에 대한 영향을 살펴보면, 친환경농자재 무처리구인 대조구와 비교하여 친환경농자재를 살포한 처리구에서는 전체적으로 진딧물과 콜레마니진디벌 머미의

**Table 3.** Population changes of 3rd/4th instar and parasitized mummies of *Encarsia formosa* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs). Two hundred *E. formosa* adults were released 1 day after EFAM application in the farmer's field

EFAMs	Developmental stages	Average of population densities after application				
		On the day	1 day	17 days	24 days	31days
IEFAM C	3rd/4th instar	70.3	64.3a <sup>2</sup>	26.3d	14.7d	18.0cde
	Mummies	0.0	0.0	0.0	18.0	20.7
	Proportion (%) <sup>1</sup>	0.0	0.0	0.0	55.1	53.4
FEFAM D	3rd/4th instar	82.0	59.3a	51.0bc	16.3d	12.7e
	Mummies	0.0	0.0	0.0	6.0	25.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	26.9	66.7
EFAMSM B	3rd/4th instar	97.7	75.3a	67.3ab	31.0bc	22.0bcd
	Mummies	0.0	0.0	0.0	11.7	29.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	27.3	57.1
EFAMPE B	3rd/4th instar	82.3	68.7a	59.7abc	19.7cd	15.7de
	Mummies	0.0	0.0	0.0	23.3	29.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	54.3	65.2
EFAMPE D	3rd/4th instar	97.3	81.3a	40.7cd	33.3b	27.3b
	Mummies	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	5.7	9.9
EFAMPE J	3rd/4th instar	89.0	66.3a	50.0bc	30.0bc	23.3bcd
	Mummies	0.0	0.0	0.0	28.7	34.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	48.9	59.5
EFAMAE A	3rd/4th instar	75.7	59.7a	56.7abc	19.3cd	18.3cde
	Mummies	0.0	0.0	0.0	10.3	19.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	34.8	51.3
EFAMMo C	3rd/4th instar	91.0	78.7a	5.7e	1.3e	0.0f
	Mummies	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	50.0	100.0
EFAMMo L	3rd/4th instar	90.7	69.0a	59.7abc	20.3cd	15.3de
	Mummies	0.0	0.0	0.0	14.3	20.3
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	41.3	57.0
EFAMME G	3rd/4th instar	88.3	65.3a	53.3abc	27.0bcd	24.7b
	Mummies	0.0	0.0	0.0	19.3	31.0
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	41.7	55.7
Control	3rd/4th instar	80.3	75.0a	71.7a	45.3a	52.7a
	Mummies	0.0	0.0	0.0	46.3	51.7
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	50.5	49.5

<sup>1</sup>Proportion means that mummies account for a ratio of total number of instar and mummies.<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P = 0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

**Table 4.** Changes of cotton aphids populations by parasitized *Aphidius colemani* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs) in the small area

EFAMs		Average of population densities after application			
		On the day	7 day	14 days	21 days
IEFAM C	Average	4.3	7.0f <sup>2</sup>	13.0fg	23.7e
	Ratio <sup>1</sup>		1.6	3.0	5.5
FEFAM D	Average	3.3	8.0f	18.3cde	35.7cd
	Ratio		2.4	5.5	10.7
EFAMSM B	Average	4.7	11.0cde	15.3cf	30.7d
	Ratio		2.4	3.3	6.6
EFAMPE B	Average	5.0	9.0def	16.3def	36.7cd
	Ratio		1.8	3.3	7.3
EFAMPE D	Average	5.0	6.7f	11.0g	19.3e
	Ratio		1.3	2.2	3.9
EFAMPE J	Average	7.3	14.7ab	19.0cd	34.0d
	Ratio		2.0	2.6	4.6
EFAMAE A	Average	8.7	13.0bc	24.0b	44.3b
	Ratio		1.5	2.8	5.1
EFAMMo C	Average	6.3	8.3ef	15.7def	41.7bc
	Ratio		1.3	2.5	6.6
EFAMMo L	Average	6.0	7.7f	16.0def	31.0d
	Ratio		1.3	2.7	5.2
EFAMME G	Average	8.3	11.3cd	19.7c	36.0cd
	Ratio		1.4	2.4	4.3
Control	Average	6.0	17.0a	39.0a	61.7a
	Ratio		2.8	6.5	10.3

<sup>1</sup>Ratio is compare with outset and progress population

<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P=0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

개체수가 감소하였는데, EFAMMo C를 살포한 처리구에서는 살포 2주 후부터 머미의 개체수가 감소하였고( $F=11.29$ ;  $df=10$ ;  $p<0.0001$ ), EFAMSM B을 처리한 구에서 역시 친환경농자재 살포 2주후부터 머미의 개체수가 감소하였지만 진딧물의 개체수에 있어서는 차이를 보이지 않았다( $F=3.34$ ;  $df=10$ ;  $p=0.0105$ ). EFAMPE J를 처리한 구에서는 살포 3주 후에 머미의 개체수가 감소하였으며( $F=51.67$ ;  $df=10$ ;  $p<0.0001$ ), 상대적으로 진딧물의 개체수는 높게 나타났다( $F=14.47$ ;  $df=10$ ;  $p<0.0001$ ) (Table 5).

소포장에서 잎굴파리좀벌의 친환경농자재에 대한 영향

평가를 살펴보면(Table 6), 친환경농자재를 살포한 실험군과 무처리구의 비교에서는 칠레이리웅애와 콜레마니진디벌과는 달리 잎굴파리유충 및 번데기수에 큰 차이를 볼 수 없었다. 이는 잎굴파리유충이 잎의 표피내부에 들어가서 생활을 하기 때문에 친환경농자재의 영향을 덜 받은 것이라고 사료된다. EFAMMo C는 상대적으로 외부기생머미의 개체수를 감소시켰으며, 잎굴파리 유충의 개체수는 감소시키지 못하였다. 대체적으로 잎굴파리좀벌을 방사한 경우 잎굴파리의 유충은 감소하였고 외부기생머미는 증가하였다. 잎굴파리좀벌의 외부기생머미가 방사 후 1주일 후부터( $F=7.15$ ;  $df=10$ ;  $p=0.0001$ ) 2주 후까



**Table 5.** Population changes of cotton aphids and parasitized mummies of *Aphidius colemani* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs). Five hundred *A. colemani* adults were released 1 day after EFAM application

EFAMs	Developmental stages	Average of population densities after application				
		On the day	1 day	7 days	14 days	21days
IEFAM C	Aphids	254.0	240.3	254.7ab <sup>2</sup>	185.3ab	90.0cde
	Mummies	0.0	0.0	14.0a	19.0cd	1.0b
	Proportion (%) <sup>1</sup>	0.0	0.0	5.2	9.3	1.1
FEFAM D	Aphids	194.3	162.7	170.0abc	174.3abc	48.0de
	Mummies	0.0	0.0	10.7a	14.0cd	0.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	5.9	7.4	1.4
EFAMSM B	Aphids	209.0	199.7	178.7abc	125.3bc	73.0cde
	Mummies	0.0	0.0	23.0a	7.0cd	2.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	11.4	5.3	3.5
EFAMPE B	Aphids	150.3	54.7	115.3bc	155.0abc	47.0de
	Mummies	0.0	0.0	22.7a	9.3cd	5.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	16.4	5.7	10.8
EFAMPE D	Aphids	161.3	79.0	134.3abc	62.3bc	9.0e
	Mummies	0.0	0.0	25.7a	10.0cd	3.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	16.0	13.8	25.0
EFAMPE J	Aphids	76.0	63.7	53.0c	93.3bc	163.7bc
	Mummies	0.0	0.0	8.3a	21.3cd	1.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	13.6a	18.6	0.6
EFAMA E A	Aphids	298.3	265.0	251.0ab	264.0a	79.3cde
	Mummies	0.0	0.0	17.7a	23.0c	4.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	6.6	8.0	5.6
EFAMMo C	Aphids	271.7	172.3	239.0ab	37.7c	130.7cd
	Mummies	0.0	0.0	22.0a	1.3d	0.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	8.4	3.4	0.5
EFAMMo L	Aphids	89.0	83.3	78.7bc	81.0bc	229.0b
	Mummies	0.0	0.0	8.0a	5.0cd	3.3b
	Proportion (%)	0.0	0.0	9.2	5.8	1.4
EFAMME G	Aphids	297.3	286.7	310.0a	265.7a	78.0cde
	Mummies	0.0	0.0	23.3a	45.7b	7.3b
	Proportion (%)	0.0	0.0	7.0	14.7	8.6
Control	Aphids	76.0	92.0	93.7bc	189.7ab	415.7a
	Mummies	0.0	0.0	16.7a	68.3a	53.7a
	Proportion (%)	0.0	0.0	15.1	26.5	11.4

<sup>1</sup>Proportion means that mummies account for a ratio of total number of aphids and mummies.<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P=0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

**Table 6.** Population changes of American leaf miners and parasitized mummies of *Diglyphus isaea* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs). Two hundred fifty *D. isaea* adults were released 1 day after EFAM application

EFAMs	Developmental stages	Average of population densities after application			
		On the day	1 day	7 days	14 days
IEFAM C	Larva	7.0	6.7	5.7a <sup>2</sup>	3.7a
	Mummies	0.0	0.0	1.3c	5.3abc
	Proportion (%) <sup>1</sup>	0.0	0.0	19.0	59.3
FEFAM D	Larva	7.0	6.7	3.7bc	1.7b
	Mummies	0.0	0.0	5.3a	7.3ab
	Proportion (%)	0.0	0.0	59.3	81.5
EFAMSM B	Larva	4.0	3.7	5.0ab	2.7ab
	Mummies	0.0	0.0	2.0bc	4.3c
	Proportion (%)	0.0	0.0	28.6	61.9
EFAMPE B	Larva	3.7	4.0	4.3abc	2.0ab
	Mummies	0.0	0.0	4.0ab	5.7abc
	Proportion (%)	0.0	0.0	48.0	73.9
EFAMPE D	Larva	6.3	6.3	3.0c	1.3d
	Mummies	0.0	0.0	4.3a	5.0bc
	Proportion (%)	0.0	0.0	59.1	78.9
EFAMPE J	Larva	3.3	3.0	4.3abc	1.7b
	Mummies	0.0	0.0	5.0a	6.7abc
	Proportion (%)	0.0	0.0	53.6	80.0
EFAMAE A	Larva	6.3	6.0	5.0ab	3.0ab
	Mummies	0.0	0.0	4.7a	8.0a
	Proportion (%)	0.0	0.0	48.3	72.7
EFAMMo C	Larva	5.0	5.3	4.7a	3.7a
	Mummies	0.0	0.0	0.3c	1.3d
	Proportion (%)	0.0	0.0	6.7	26.7
EFAMMo L	Larva	4.7	4.7	3.7bc	1.7b
	Mummies	0.0	0.0	6.0a	7.7ab
	Proportion (%)	0.0	0.0	62.1	82.1
EFAMME G	Larva	5.3	4.7	3.0c	2.7ab
	Mummies	0.0	0.0	5.7a	7.7ab
	Proportion (%)	0.0	0.0	65.4	74.2
Control	Larva	5.3	4.7	4.0bc	2.3ab
	Mummies	0.0	0.0	5.0a	7.0ab
	Proportion (%)	0.0	0.0	55.6	75.0

<sup>1</sup>Proportion means that mummies account for a ratio of total number of larva and mummies.<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P=0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

지도( $F = 5.43$ ;  $df = 10$ ;  $p = 0.0007$ ) 많이 관찰되었지만 통계적인 유의성은 없었다. 특히 아메리카잎굴파리 유충의 경우에는 친환경농자재 살포 1주일( $F = 3.01$ ;  $df = 10$ ;  $p = 0.0173$ ), 2주일( $F = 2.52$ ;  $df = 10$ ;  $p = 0.0375$ ) 모두 거의 영향을 받지 않는 것으로 알 수 있다.

소형 포장에 마련된 포트에 강낭콩을 정식하여 점박이

응애의 발생을 유도한 후, 친환경농자재를 살포하고 칠레이리응애를 주당 20마리씩 투입하여 그 효과를 평가하였다. 그 결과, 무처리구인 대조구와 비교하여 보면 친환경농자재를 살포한 실험구에서는 전체적으로 점박이응애의 수가 조금씩 감소하였다(Table 7). 일정 밀도 이상의 점박이응애가 발생한 후에 칠레이리응애를 투입한 경우에,

**Table 7.** Population changes of two-spotted spider mite and predacious *Phytoseiulus persimilis* after application of 10 environment friendly agricultural materials (EFAMs). Twenty *P. persimilis* adults per plant were released 3 days after EFAM application

EFAMs	Developmental stages	Average of population densities after application				
		On the day	3 day	7 days	14 days	21days
IEFAM C	Mites	126.7	35.3	32.3a <sup>2</sup>	93.0e	0.3c
	Predators	0.0	0.0	1.0abc	6.7cd	5.7b
	Proportion (%) <sup>1</sup>	0.0	0.0	3.0	6.7	94.4
FEFAM D	Mites	291.0	185.3	738.7bcd	1,404.7bc	87.3c
	Predators	0.0	0.0	9.0a	63.7a	50.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	1.2	4.3	36.7
EFAMSM B	Mites	185.0	22.0	1,438.0abc	1,145.7bcd	119.7bc
	Predators	0.0	0.0	8.3abc	24.3bc	38.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.6	2.1	24.1
EFAMPE B	Mites	223.0	104.3	377.3bcd	676.3cde	46.3c
	Predators	0.0	0.0	5.7abc	17.0cde	33.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	1.5	2.5	42.1
EFAMPE D	Mites	261.0	116.0	1,956.0a	1,718.0ab	222.7bc
	Predators	0.0	0.0	0.3c	33.7b	31.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.0	1.9	12.2
EFAMPE J	Mites	340.7	14.3	59.0d	313.7de	49.7c
	Predators	0.0	0.0	1.0abc	17.3bcd	64.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	1.7	5.2	56.6
EFAMAE A	Mites	388.3	181.7	574.7bcd	1,210.3bcd	129.3bc
	Predators	0.0	0.0	0.7bc	18.3bcd	72.7b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.1	1.5	36.0
EFAMMo C	Mites	150.3	0.3	54.3d	61.3e	19.3c
	Predators	0.0	0.0	0.3c	0.3d	0.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.6	0.5	0.0
EFAMMo L	Mites	156.7	23.0	274.0cd	907.3bcde	350.7b
	Predators	0.0	0.0	1.7abc	3.3cd	22.0b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.6	0.4	5.9
EFAMME G	Mites	406.7	130.7	324.3bcd	422.0cde	27.3c
	Predators	0.0	0.0	1.7abc	36.0b	2.3b
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.5	7.9	7.9
Control	Mites	289.3	324.7	1,560.0ab	2,580.0a	1,725.0a
	Predators	0.0	0.0	8.7ab	19.7bcd	1,044.0a
	Proportion (%)	0.0	0.0	0.6	0.8	37.7

<sup>1</sup>Proportion means that *A. colemani* account for a ratio of total number of mites and *A. colemani*.

<sup>2</sup>Means followed by the different letter are significantly different at  $P = 0.05$  by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 2002).

투입 후 일주일 후에는 전체적으로 개체수가 적었으나 처리구간 유의성은 보이지 않았으며( $F = 3.25$ ;  $df = 10$ ;  $p = 0.0120$ ), 2주, 3주 후에는 세대번식을 통해서 칠레이리응애의 개체수가 증가하였고 2주에는 유의성이 없고( $F = 6.34$ ;  $df = 10$ ;  $p = 0.0002$ ), 3주가 경과한 후로는 처리구 사이에 많은 차이를 볼 수 있었다( $F = 42.13$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ). 이는 2, 3주 후부터 내린 강우로 인해 온도가 내려가서 칠레이리응애가 증식하기 좋은 온도조건이 형성된 것으로 추정된다. 한편 10종의 친환경농자재 가운데서 EFAMMo C는 점박이응애, 칠레이리응애 모두 개체수를 감소시켰다. EFAMMo L은 점박이응애에는 피해를 주지 않은 반면에, 칠레이리응애의 개체수는 많이 감소하였다. EFAMMo C와 EFAMMo L을 제외한 다른 약제는 전체적으로 무처리구에 비해서 점박이응애와 칠레이리응애 모두 개체수가 조금씩 감소하였다. 한편, 2주( $F = 7.72$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ )와 3주( $F = 63.37$ ;  $df = 10$ ;  $p < 0.0001$ ) 경과한 후에는 칠레이리응애의 개체수가 처리구별로 매우 심한 차이를 나타내고 있어, 친환경농자재가 칠레이리응애에 많은 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

따라서 이상의 결과로 정리하면 친환경농업 및 유기농법을 이용하여 작물을 재배하는 비닐하우스와 유리온실과 같은 시설재배지에서 천적곤충과 함께 친환경농자재를 사용할 경우, 친환경농자재의 살포로 인하여 천적곤충에게 약영향을 줄 수 있는 가능성이 있으므로 친환경농자재를 사용할 경우 해충의 밀도를 고려하여 친환경 유기농자재의 선택과 사용시기를 고려하는 주의가 요망된다. 천적을 이용하여 해충을 방제하고 있는 경우 병해충의 발생정도를 파악하여 친환경농자재의 사용을 고려하여야 하며, 부득이하게 친환경유기 농자재를 사용해야 하는 경우에는 천적에 대한 영향이 적은 친환경유기농자재를 선택하여 살포방법과 시기를 고려하여 살포하여야 할 것이다. 또한, 친환경유기 농자재를 먼저 사용하고 천적에 영향을 미치지 않는 시기를 고려하여 천적을 투입하는 방법을 고려해야 할 것이며, 천적을 투입한 후 친환경농자재를 사용하고자 할 경우에는 포장에서 천적의 활동 여부를 관찰하고 천적의 활동이 미미하다고 판단되는 경우에는 친환경농자재를 살포하고 천적에 영향을 미치지 않는

재투입시기를 고려하여 천적을 재투입하는 방법을 고려하는 것이 이상적일 것이라고 생각한다.

## 감사의 글

본 논문은 2007년 농촌진흥청 농업특정연구과제의 지원에 의해 수행한 결과입니다.

## Literature Cited

- Chant, D.A. 1985. Systematics and morphology. In: W. Helle and M.W. Sabelis, Editors, Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control vol. 1B, Elsevier, Amsterdam. pp. 3-32. Codex. <http://codex.mohw.go.kr/index.htm>
- Japanese Agricultural Standard of Organic Agricultural Products. <http://www.ams.usda.gov/nop/NOP/TradeIssues/JAS.html>
- Kang, E.J., M.K. Kang, H.J. Lee, D.H. Lee, H.B. Seok, D.A. Kim, M.L. Gil, M.J. Seo, Y.M. Yu, Y.N. Youn. 2007a. Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to each developmental stages of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in the Laboratory. 46(1): 97-107.
- Kang, M.K., E.J. Kang, H.J. Lee, D.H. Lee, H.B. Seok, D.A. Kim, M.L. Gil, M.J. Seo, Y.M. Yu, and Y.N. Youn. 2007b. Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in the Laboratory. Kor. J. Appl. Entomol. 46(1): 87-95.
- National Organic Program. <http://www.ams.usda.gov/nop/indexIE.htm>
- Organic Materials Review Institute. <http://www.omri.org/>
- SAS Institute, 2002. SAS/STAT user's guide, Release 6.03, Ed. Cary, N.C.
- Seo, M.J. and Y.N. Youn. 2002. Effective preservation methods of the Asian ladybird, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), as an application strategy for the biological control of aphids. J. Asia-Pacific Entomol. 5(2): 209-214.
- Stenseth, C. 1979. Effect of temperature and humidity on the development of *P. persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 24, pp. 311-317.
- Yu, Y.M., E.J. Kang, M.J. Seo, M.G. Kang, H.J. Lee, D.A. Kim, M.L. Gil, and Y.N. Youn. 2006. Effects of environment friendly agricultural materials to insect parasitoids in the laboratory. Kor. J. Appl. Entomol. 45(2): 227-234.

(Received for publication March 16 2008;  
accepted March 20 2008)