

실내조건에서 친환경농자재가 기생성 천적곤충에 미치는 영향

유용만 · 강은진 · 서미자¹ · 강명기 · 이희진 · 김다아 · 길미라 · 운영남*충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to Insect Parasitoids in the Laboratory

Yong-Man Yu, Eun-Jin Kang, Mi-Ja Seo¹, Myeng-Gi Kang, Hee-Jin Lee, Da-A Kim, Mi-La Gil and Young Nam Youn*

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

¹Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763

ABSTRACT : For the biological control of the greenhouse whitefly, aphids, American leaf-miners, *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea*, and *Dacnusa sibirica* were used as biological control factors. Otherwise, many kinds of environment friendly agricultural materials were also used in the kindly environment friendly farming. For testing the toxicity of environment friendly agricultural materials against to insect parasitoids as biological control factors, 61 environment friendly agricultural materials were selected by using methods and periods with insect parasitoids in the greenhouses. Environment friendly agricultural materials were sprayed to mummies and adults of *E. formosa* and *A. colemani*, and adults of *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory condition. Emergence rates were checked during 12 days after spray to mummies of *E. formosa* and *A. colemani*, and survival rates were at 24 and 48 hours after viral test for adult parasitoids, with 10% sugar solution. Emergence rates of *E. formosa* mummies were inhibited by sprayed the fungicidal environment friendly agricultural material (FEFAM) E and the environment friendly agricultural materials contained molybdenum (EFAMMo) G as 0.4 and 2.7%, respectively. *E. formosa* adults were not survived in vial for 48hours after sprayed and dried with the environment friendly agricultural materials contained plant extract (EFAMPE) J and the EFAMMo C. The environment friendly agricultural materials contained microelements (EFAMMEs) B and EFAMPE H, environment friendly agricultural materials contained useful soil microorganisms (EFAMSMs) H, FEFAM A and FEFAM D were recorded low survival rates of *E. formosa* adults with 6.7, 13.3, 13.3, 20.0 and 20.0, respectively. In case of the spraying environment friendly agricultural materials to mummies of *A. colemani* there were low emergence rate from mummies to adults as around 20s % with water spraying as control. *A. colemani* adults were not survived in vial with EFAMMo C. EFAMPE J, EFAMPE F, EFAMPE H, EFAMSM H were recorded low survival rates under 20% as 6.7, 13.3, 13.3 and 13.3, respectively. *D. isaea* and *D. sibirica* adults were not survived in vial with EFAMPE J. EFAMMo C was 53.3% of survival rates in 48 hours vial tests. *D. isaea* and *D. sibirica* were not affected by environment friendly agricultural materials compared with *E. formosa* and *A. colemani*.

KEY WORDS : Environment Friendly Agricultural Materials (EFAMs), Insect Natural Enemies, Environmental Impact Assessment, *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea*, *Dacnusa sibirica*

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

초 록 : 시설하우스의 주요 난방제 해충인 온실가루이, 진딧물 및 아메리카잎굴파리의 생물적 방제를 위해 사용되는 온실가루이좀벌, 콜레마니진디벌 및 굴파리좀벌·굴파리고치벌에 대한 친환경농자재 사용에 따른 영향을 조사하였다. 먼저 친환경농자재가 천적과 직접 접촉하였을 경우의 영향을 알아보기 위하여, 온실가루이좀벌의 머미에 분무하였을 경우, 61개 품목 중에서 살균성친환경농자재인 FEFAM E (0.4%), 몰리브덴함유친환경농자재 G (2.7%)를 뿌린 경우에는 거의 우화하지 않았다. 또한, 성충에 미치는 잔효독성을 조사한 결과, 식물성추출물친환경농자재 J와 몰리브덴함유친환경농자재인 EFAMMo C는 처리 후 48시간 후의 생존율이 0%였고, 미량요소함유친환경농자재인 EFAMME B (6.7%), 식물성추출물친환경농자재인 EFAMPE H, 토양미생물친환경농자재인 EFAMSM H (13.3%), 살균성친환경농자재인 FEFAM A와 D (20.0%) 등이 처리 48시간 후 생존율이 낮게 나타났다. 콜레마니진디벌의 경우 직접접촉에 대한 평가에서 머미에 분무하는 경우에는 대조구(물) 조차도 22%의 낮은 우화율을 보이고 있으며, 성충에 대한 잔효효과에의 경우에, 몰리브덴함유친환경농자재인 EFAMMo C는 처리 48시간 후 0%의 생존율을 나타내었고, 식물성추출물친환경농자재인 EFAMPE J (6.7%), EFAMPE F와 EFAMPE H, 토양미생물친환경농자재인 EFAMSM H (13.3%)등이 20% 이하의 낮은 처리 후 48시간 후의 생존율을 나타내었다. 굴파리좀벌·굴파리고치벌의 경우에는 식물성추출물친환경농자재인 EFAMPE J가 처리 후 48시간 후 0%의 생존율을 나타내었고, 몰리브덴함유친환경농자재인 EFAMMo C가 53.3%로 낮은 처리 후 48시간 후의 생존율을 보였으며, 이외 친환경농자재에 대하여는 영향이 거의 없거나 낮은 것으로 나타나고 있다.

검색어 : 친환경농자재, 천적곤충, 환경영향평가, 온실가루이좀벌, 콜레마니진디벌, 굴파리좀벌·굴파리고치벌

서 론

최근, 인류는 지속가능한 환경 생태계의 보존에 많은 관심을 갖게 되면서, 농업분야에서도 환경을 보호하면서 지속가능한 농업을 경영하고자 많은 노력들이 실행되고 있다. 특히, 양적인 면과 질적인 면에서 기존의 농업에 뒤지지 않는 농업생산량을 유지하기 위한 노력에 힘을 쏟고 있다. 이러한 노력 가운데 하나가 환경에 친화적인 소재를 개발하여 농업에 투입해야 한다는 인식이 늘어나면서 친환경농자재에 대한 관심이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 기존에 사용되고 있던 화학농약 및 화학비료 등을 대체할 새로운 친환경 개념의 농자재 개발이 필수적이라고 할 수 있다(최, 2005). 그러나 이러한 사회적 분위기에 편승하여 많은 유사한 친환경농자재가 범람을 함으로서 기존의 농약이나 비료보다도 더 큰 악영향을 줄 수 있는 소지를 남겨놓고 있다.

친환경농자재의 정의를 보면, 넓은 의미로 인축과 자연에 해가 없으며 농작물에 양분공급, 병·해충억제 및 생육촉진 등에 이용되는 환경친화적 물질을 일컬으며, 좁은 의미로는 친환경 농산물생산을 위해 사용될 수 있는 자재 중 농림부장관이 지정한 자재를 의미한다. 이들 친환경농자재들은 농업의 환경보존기능 증대와 농업으로 인한 환경오염 경감 등 환경 친화적인 농업을 추구함에 따라 천연

물질을 이용한 다양한 형태의 농자재가 출현하게 되었다(윤, 2004). 이들 자재는 병해충발생억제, 작물양분공급 및 생육촉진강화 등의 대부분이 기존의 비료나 농약의 효과 또는 비료+농약의 효과를 동시에 발현하는 것도 있으나, 대개 사용목적이 광범위하고 특성과 유효성에 있어 유의성이 없거나 효과의 지속성이 없고 대부분 유기성 자재라서 주성분의 최소량 또는 유해성분의 최대량 등 객관적인 규격제시가 어려우며 약효발현 주성분과 살충 살균효과가 불분명한 점이 있다(이, 2004).

국내외적으로 친환경농업이 시행됨에 따라 국내에서도 천적을 이용한 해충을 방제하려는 노력이 진행되고 있다. 유럽에서는 1980년대부터 이미 보편화되어 사용되고 있었지만, 우리나라의 경우에는 1995년도부터 칠레이리움애(*Phytoseiulus persimilis*), 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 잎굴파리좀벌(*Diglyphus isaea*)·굴파리고치벌(*Dacnusa sibirica*) 등의 기생성 천적과 무당벌레(*Harmonia axyridis*) (서와 윤, 2000; 2001; Seo & Youn, 2002), 풀잠자리, 애꽃노린재(*Orius strigicollis*) 등의 포식성 천적에 대한 연구가 활발히 이루어지고, 많은 농가에서 사용되기 시작하였다. 이들 천적들의 대량사육과 상업적인 보급으로 인하여 천적사용에 대한 인식이 확산되고 농민들, 특히 시설재배를 하는 농민들 사이에서는 일반화 되어 가고 있다(김 등, 2005). 친환경농업에서 천적의 사

용비율이 높아지고 친환경농자재의 사용 빈도가 높아지면서 천적과 친환경농자재 사이의 관계설정이 필요하게 되었다. 일부 연구에 의하면 천적이 살충제나 살균제 등에 의하여 치명적인 피해를 입는다는 보고에서 알 수 있듯이 (안 등, 2004; Youn et al., 2003), 친환경농자재 또한 이러한 천적에 대한 위험부담에서 벗어날 수 없다. 특히 작물 보호제로 사용되고 있는 친환경농자재의 경우에는 천적과 함께 사용하였을 경우 천적에 부작용을 야기할 수 있는 여지를 남겨두고 있으며, 또한 친환경농산물 생산을 위하여 시설작물 재배지에서 주로 발생하는 병해충의 방제에 함께 사용되는 친환경농자재와 천적의 관계에 대하여 검토, 보고 된 적이 없다.

이에 본 연구에서는 국내에서 시판되고 있는 250여개의 친환경농자재 중에서 시설재배작물에 주로 사용되고 있는 농자재를 수집하여 이들 중에서 온실가루이좀벌과 진디벌, 흑파리좀벌 등 기생성 천적이 사용되는 시기에 사용이 가능하고, 엽면살포 등으로 천적에 영향을 미칠 수 있는 친환경농자재 61종을 선발하여 이들에 의한 기생성 천적의 영향을 평가하여 안전한 천적사용방법을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

친환경농자재

국내에서 시판중인 친환경농자재 83개 품목을 구입하여 기생성 천적에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되는 친환경농자재 61개 품목을 선정하였다. 이러한 선정기준은 엽면시비 혹은 공간살포를 하여 지상의 기생성 천적에 영향을 줄 수 있는 친환경농자재로 한정하였으며, 토양시비나 관주 등의 형태로 사용하는 친환경농자재는 본 시험에서 제외하였다. 선정된 61종을 그 기능과 주성분에 따라, 살충성친환경농자재(IEFAM) 3종, 살균성친환경농자재(FEFAM) 6종, 토양미생물친환경농자재(EFAMSM) 10종, 식물성추출물친환경농자재(EFAMPE) 10종, 키토산함유친환경농자재(EFAMCh) 3종, 광물성분함유친환경농자재(EFAMM) 3종, 액상석회친환경농자재(EFAML) 1종, 동물성추출물친환경농자재(EFAMAE) 2종, 미량요소함유친환경농자재(EFAMME) 11종, 폴리브덴함유친환경농자재(EFAMMo) 12종 등으로 구분하여 사용하였다.

천적

본 실험에 사용한 기생성 천적으로는 온실가루이를 방제하기 위하여 사용되는 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 진딧물 방제에 이용되는 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 아메리카잎굴파리의 방제에 사용되는 굴파리좀벌(*Diglyphus isaea*)과 굴파리고치벌(*Dacnusa sibirica*) 등 4종이다. 이들 가운데, 온실가루이좀벌은 (주)세실과 코퍼트사에서, 콜레마니진디벌과 굴파리좀벌·굴파리고치벌은 (주)세실에서 구입하여 시험에 사용하였다. 굴파리좀벌과 굴파리고치벌은 좀벌과 고치벌의 성충이 혼합된 형태의 제품으로 제공되었다.

영향성 평가

(1) 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)과 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)

온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌의 경우 성충으로 방사하여 해충을 방제하므로 기생봉이 시설재배지에 방사된 경우와 친환경농자재를 살포 후 기생봉을 방사하는 두가지의 경우를 고려하여 평가방법을 직접접촉과 잔효접촉에 따른 평가를 수행하였다.

- 직접접촉에 따른 평가 : 온실가루이좀벌의 머미가 부착된 카드와 콜레마니진디벌 머미에 친환경농자재를 추천농도로 희석하여 spray tower로 4 ml을 살포한 후, 머미에서 우화되어 나오는 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌 성충의 수를 세어 우화율을 조사하였으며, 대조구의 경우 물 4 ml을 같은 방법으로 살포하여 우화율을 조사하였다. 머미 형성시기에 따라 우화되는 날짜가 각기 다르기 때문에 약제 살포 후 12일까지 관찰하여 누적 계산하였다.
- 잔효접촉에 따른 평가 : 머미에서 우화한 후 1~2일 경과된 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌 성충을 대상으로 하여, 친환경농자재를 추천농도로 희석하여 뚜껑 안쪽 지름이 2.5 cm이고 용적이 30 ml인 바이오펀에 이슬이 맺히는 정도의 양을 살포하여 2시간 음건시킨 후에, 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌 성충을 각각 처리구 당 5마리씩 3반복으로 접종하여 24시간 후의 생충수를 조사하였다. 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌 성충의 먹이로는 20% 설탕물을 탈지면에 적신 후 공급하였다.

(2) 굴파리좀벌(*Diglyphus isaea*) · 굴파리고치벌 (*Dacnusa sibirica*)

굴파리좀벌 · 굴파리고치벌은 천적판매회사에서 성충태로 공급이 되므로 잔효접촉에 따른 평가만을 수행하였다. 친환경농자재를 추천농도로 희석하여 뚜껑 안쪽 지름이 2.5 cm이고 용적이 30 ml인 바이엘에 이슬이 맺히는 정도의 양을 살포한 후에 이를 음지에서 2시간 건조시킨 후에 굴파리좀벌 · 굴파리고치벌 성충을 각각 처리구 당 5마리씩 넣고 3반복으로 하여 24시간 후의 생존수를 조사하였다. 굴파리좀벌 · 굴파리고치벌 성충의 먹이로는 20% 설탕물을 탈지면에 충분히 적신 후에 넣어 주었다.

결과 및 고찰

현재까지 친환경농자재가 천적에 미치는 영향에 대하여 조사 발표한 논문은 현재까지 알려져 있지 않다. 다만 국제생물적방제협회(IOBC)에서는 천적에 영향을 주는 살충제나 살균제 등 기타 화학물질에 대하여 등급을 설정하여 놓고 있으나 대부분 살충제와 살균제의 평가에 적용되고 있으며, 친환경농자재를 대상으로 한 예는 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구자들은 IOBC의 기준을 좀 더 세분하여 Table 1과 같이 영향평가 기준을 설정하여 사용

하였다. 즉 친환경농자재를 천적곤충에 직접살포 하였을 경우 생존한 곤충의 비율, 즉 생존율을 기준으로 40%이하의 영향이 있는 것으로, 70%이상은 영향이 거의 없는 수준으로 설정하였으며, 생존율의 차이에 따라서 다시 등급을 나누어 전체 6단계로 친환경농자재의 평가 기준을 설정하였다.

살충효과가 있다고 하여 시설 재배지에서 해충을 방제 하는데 사용되는 살충성친환경농자재(IEFAM)의 경우 시험한 3가지 농자재는 물을 처리한 대조구에 비하여 기생성 천적곤충에는 크게 영향이 없는 것으로 평가되었다 (Table 2). 온실가루이좀벌이나 콜레마니진디벌 머미에 물이나 친환경농자재 등 다른 물질을 뿌렸을 경우, 머미에서의 우화율이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 성충에 대한 잔효독성 시험의 결과에서는 온실가루이좀벌에 약간의 영향을 미치는 것으로 판단이 되었으며, 콜레마니진디벌과 굴파리좀벌 · 굴파리고치벌의 경우에는 IEFAM B의 경우 매우 안전한 것으로 평가되었고(처리 후 48시간 후의 생존율 100%), IEFAM A와 C는 콜레마니진디벌 성충의 처리 후 48시간 후의 생존율이 각각 46.7과 33.3%로 잔효독성을 나타내었고 IEFAM C의 경우 굴파리좀벌 · 굴파리고치벌에 처리한 결과 48시간 후의 생존율이 53.3%로 평가되었다.

또한 식물병의 예방과 방제를 위해서 사용되는 살균성

Table 1. Standard levels of the environmental impact assessment of environment friendly agricultural materials with insect natural enemies depending on survival rate

Survival Rate (%)	Levels of Environmental Impact Assessment
0	Seriously injury level
1-19	Injury level
20-40	Slightly injury level
41-70	Influence level
71-99	Slightly influence level
100	Safety level

Table 2. The effects of 3 insecticidal environment friendly agricultural materials (IEFAMs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

Insecticidal environment friendly agricultural materials (IEFAMs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea</i> & <i>D. sibirica</i>	
	Mummies	Adults		Mummies	Adults		Adults	
		Emergence rate (%)	Survival rate 24 hrs		Survival rate 48 hrs	Emergence rate (%)	Survival rate 24 hrs	Survival rate 48 hrs
IEFAM A	51.3	73.3	66.7	13.3	53.3	46.7	100.0	100.0
IEFAM B	62.6	73.3	80.0	4.4	100.0	100.0	100.0	100.0
IEFAM C	42.6	86.7	73.3	17.8	73.3	33.3	60.0	53.3
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

친환경농자재(FEFAM)의 경우는 Table 3에서와 같이 기생벌의 머미에 살포하였을 경우에는 대부분이 대조구와 비슷한 효과를 보여주고 있었으나, FEFAM E는 온실가루이좀벌의 우화율이 0.4%로 많은 피해를 주고 있는 것으로 나타났다. 온실가루이좀벌 성충에 대한 영향평가를 보면 FEFAM A, B, D가 처리 후 48시간 후의 생존율이 0.0, 33.3, 20.0%로 피해를 주고 있었으며, 콜레마니진디벌과 굴파리좀벌·굴파리고치벌 성충에는 크게 피해를 주는 살균성친환경농자재는 없었다.

토양에서 분리한 유용한 미생물을 혼합하여 작물의 생육촉진이나 작물보호의 역할을 하는 것으로 알려진 토양미생물친환경농자재(EFAMSM)의 경우에는 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌의 머미 우화율에는 크게 영향을 주지 않는 것을 알 수 있으나 EFAMSM B와 EFAMSM

E의 경우에는 콜레마니진디벌 우화율이 각각 0.0과 8.9%로서 영향이 심한 것으로 나타났다(Table 4). 토양미생물친환경농자재가 잔효하였을 경우 기생벌에 미치는 영향을 보면 온실가루이좀벌이 콜레마니진디벌과 굴파리좀벌, 굴파리고치벌보다 더 많은 영향을 받는 것을 알 수 있는데, 특히 EFAMSM H의 경우에는 잔효독성이 온실가루이좀벌(처리 후 48시간 후의 생존율 6.7%)뿐만 아니라 콜레마니진디벌(처리 후 48시간 후의 생존율 0.0%)에도 악영향을 미치고 있었으며, 그 이외의 다른 EFAMSM들은 콜레마니진디벌과 굴파리좀벌·굴파리고치벌에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

최근 각종 식물에서 가능성이 있는 물질을 찾아서 사람의 건강에는 물론 농업에 이르기까지 많은 분야에서 식물기능성 물질을 활발히 이용하고 있는 실정이다. 친환경농

Table 3. The effects of 6 fungicidal environment friendly agricultural materials (FEFAMs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

Fungicidal environment friendly agricultural materials (FEFAMs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea & D. sibirica</i>	
	Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Adults Survival rate	
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
FEFAM A	61.9	20.0	0.0	8.9	66.7	60.0	100.0	100.0
FEFAM B	47.4	33.3	33.3	24.4	80.0	73.3	100.0	100.0
FEFAM C	44.3	80.0	66.7	11.1	73.3	73.3	100.0	100.0
FEFAM D	50.0	20.0	20.0	20.0	86.7	86.7	100.0	100.0
FEFAM E	0.4	93.3	80.0	17.8	86.7	80.0	86.7	86.7
FEFAM F	54.1	93.3	93.3	24.4	93.3	93.3	100.0	100.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

Table 4. The effects of 10 environment friendly agricultural materials contained useful soil microorganisms (EFAMSMs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

environment friendly agricultural materials contained useful soil microorganisms (EFAMSMs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea & D. sibirica</i>	
	Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Adults Survival rate	
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
EFAMSM A	46.2	53.3	66.7	15.6	73.3	53.3	100.0	100.0
EFAMSM B	44.3	40.0	80.0	0.0	86.7	80.0	100.0	100.0
EFAMSM C	45.6	86.7	73.3	11.1	100.0	60.0	80.0	80.0
EFAMSM D	49.7	46.7	6.7	15.6	66.7	46.7	86.7	66.7
EFAMSM E	42.2	66.7	46.7	8.9	73.3	60.0	93.3	73.3
EFAMSM F	46.8	46.7	20.0	22.2	93.3	93.3	100.0	93.3
EFAMSM G	52.9	73.3	66.7	13.3	93.3	93.3	100.0	100.0
EFAMSM H	60.7	13.3	6.7	13.3	13.3	0.0	93.3	86.7
EFAMSM I	33.1	100.0	100.0	22.2	100.0	100.0	93.3	86.7
EFAMSM J	52.0	46.7	40.0	17.8	46.7	46.7	100.0	100.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

자재의 경우에도 유사한 식물 기능성물질을 작물생육촉진이나 병해충방제를 위한 농자재로 이용하려는 경향이 늘어나고 있다. 본 실험에 사용한 10종의 식물성추출물친환경농자재(EFAMPE)의 경우 다양한 결과를 볼 수가 있는데(Table 5), EFAMPE J의 경우에는 처리 후 48시간 후의 생존율이 0%로 실험대상 기생성 천적3종 모두에 매우 나쁜 영향을 끼치고 있는 것을 알 수 있다. EFAMPE F와 H의 경우도 온실가루이좀벌(처리 후 48시간 후의 생존율 26.7과 13.3%)과 콜레마니진디벌(처리 후 48시간 후의 생존율 6.7과 13.3%)에 잔효독성이 강하게 나타나고 있으며, EFAMPE B의 경우에는 온실가루이좀벌(처리 후 48시간 후의 생존율 26.7%)과 콜레마니진디벌(처리 48시

간 후의 생존율 13.3%)에만 독성을 나타내고 있다. 따라서 식물체에서 추출했다고 하여 안전성에 문제가 없다고 하는 인식은 매우 위험하며, 이들 물질들에 대한 독성영향 평가는 반드시 이루어져야 할 것으로 생각된다.

키토산을 함유한 친환경농자재(EFAMCh)의 경우에는 EFAMCh C만이 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌에 처리 48시간 후 생존율이 각각 33.3%와 26.7%로 악영향을 주는 것으로 평가되었다. 또한 광물성분함유친환경농자재(EFAMM)는 다른 친환경농자재에 비하여 비교적 안전하였으나 EFAMM C만이 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌에 처리 후 48시간 후의 생존율이 각각 33.3과 26.7%로 잔효독성을 나타내었다(Table 6). 액상석회친환경농자

Table 5. The effects of 10 environment friendly agricultural materials contained plant extracts (EFAMPEs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

environment friendly agricultural materials contained plant extracts (EFAMPEs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea</i> & <i>D. sibirica</i>	
	Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Adults Survival rate	
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
EFAMPE A	64.9	93.3	80.0	26.7	93.3	80.0	93.3	93.3
EFAMPE B	52.3	26.7	26.7	24.4	53.3	13.3	100.0	66.7
EFAMPE C	41.6	86.7	86.7	17.8	73.3	53.3	100.0	100.0
EFAMPE D	56.4	60.0	60.0	15.6	66.7	53.3	100.0	100.0
EFAMPE E	58.7	66.7	66.7	22.2	86.7	93.3	93.3	93.3
EFAMPE F	71.7	26.7	26.7	20.0	13.3	6.7	93.3	93.3
EFAMPE G	66.0	93.3	80.0	17.8	86.7	80.0	86.7	80.0
EFAMPE H	52.2	13.3	13.3	20.0	13.3	13.3	100.0	100.0
EFAMPE I	58.8	53.3	53.3	15.6	93.3	86.7	100.0	100.0
EFAMPE J	60.6	0.0	0.0	22.2	6.7	0.0	0.0	0.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

Table 6. The effects of 3 environment friendly agricultural materials contained chitosans (EFAMChs), 3 materials contained minerals (EFAMMs), 1 materials contained lime (EFAML), and 2 materials contained animal extracts (EFAMAEs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

environment friendly agricultural materials (EFAMs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea</i> & <i>D. sibirica</i>	
	Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Mummies Emergence rate (%)	Adults Survival rate		Adults Survival rate	
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
EFAMCh A	63.2	80.0	66.7	13.3	66.7	53.3	100.0	100.0
EFAMCh B	49.8	100.0	100.0	22.2	100.0	100.0	93.3	86.7
EFAMCh C	65.1	33.3	33.3	13.3	26.7	26.7	100.0	93.3
EFAMM A	50.1	66.7	66.7	8.9	93.3	80.0	93.3	93.3
EFAMM B	64.2	93.3	80.0	26.7	93.3	80.0	93.3	86.7
EFAMM C	65.6	33.3	33.3	24.4	40.0	26.7	100.0	100.0
EFAML A	53.5	53.3	46.7	8.9	93.3	80.0	93.3	93.3
EFAMAE A	44.5	40.0	33.3	17.8	100.0	100.0	86.7	80.0
EFAMAE B	52.9	93.3	93.3	20.0	86.7	86.7	100.0	100.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

재(EFAML)와 동물성추출물친환경농자재(EFAMAE) 등도 비교적 안전하였으나 EFAMAE A의 경우에는 온실가루이좀벌 성충에 처리 후 48시간 후의 생존율이 33.3%로 피해를 주었다.

다양한 종류의 미량요소가 함유된 친환경농자재(EFAMME)의 경우에는 기생천적의 머미에는 다른 친환경농자재들과 마찬가지로 우화율을 떨어뜨리고 있었고,

EFA MME B와 G, H 등은 처리 후 48시간 후의 생존율이 각각 0.0, 13.3, 26.7%로 온실가루이좀벌 성충에 잔효독성을 나타내고 있었으며, 특히 EFAMME H는 콜레마니진디벌에도 처리 후 48시간 후의 생존율이 26.7%로 다른 농자재와 비교하여 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Table 7). 여러 종류의 미량요소들 중에서도 폴리브덴이 함유된 친환경농자재(EAMMo)가 12종으로 가장 많이

Table 7. The effects of 11 environment friendly agricultural materials contained microelements (EFAMMEs) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

environment friendly agricultural materials contained microelements (EFAMMEs)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea & D. sibirica</i>	
	Mummies	Adults		Mummies	Adults		Adults	
		Emergence rate (%)	Survival rate		Emergence rate (%)	Survival rate		
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
EFAMME A	57.9	60.0	66.7	20.0	93.3	80.0	93.3	93.3
EFAMME B	47.3	6.7	0.0	26.7	53.3	40.0	100.0	100.0
EFAMME C	44.9	26.7	40.0	22.2	86.7	86.7	100.0	100.0
EFAMME D	37.7	66.7	66.7	26.7	93.3	93.3	66.7	66.7
EFAMME E	48.8	53.3	40.0	17.8	60.0	53.3	93.3	93.3
EFAMME F	50.7	46.7	40.0	6.7	100.0	100.0	73.3	66.7
EFAMME G	64.3	26.7	13.3	24.4	93.3	73.3	100.0	93.3
EFAMME H	56.6	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	86.7	86.7
EFAMME I	55.2	86.7	73.3	24.4	80.0	73.3	100.0	93.3
EFAMME J	48.4	100.0	100.0	17.8	100.0	93.3	93.3	86.7
EFAMME K	57.3	86.7	66.7	13.3	86.7	66.7	100.0	100.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

Table 8. The effects of 12 environment friendly agricultural materials contained molybdenums (EFAMMo) to mummies and adults of *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* in laboratory after 12 days after spray for mummies and 24 and 48 hours after inoculate on viral test with adults viral test for adults with 20% sugar solution

environment friendly agricultural materials contained molybdenums (EFAMMo)	<i>E. formosa</i>			<i>A. colemani</i>			<i>D. isaea & D. sibirica</i>	
	Mummies	Adults		Mummies	Adults		Adults	
		Emergence rate (%)	Survival rate		Emergence rate (%)	Survival rate		
		24 hrs	48 hrs		24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
EFAMMo A	59.1	100.0	100.0	26.7	100.0	100.0	93.3	80.0
EFAMMo B	64.9	80.0	80.0	20.0	80.0	80.0	100.0	100.0
EFAMMo C	47.8	0.0	0.0	17.8	0.0	0.0	73.3	53.3
EFAMMo D	44.5	86.7	66.7	15.6	100.0	66.7	100.0	93.3
EFAMMo E	40.7	73.3	73.3	11.1	46.7	40.0	100.0	80.0
EFAMMo F	43.0	73.3	53.3	20.0	86.7	80.0	100.0	100.0
EFAMMo G	2.7	93.3	93.3	11.1	86.7	66.7	100.0	100.0
EFAMMo H	43.4	53.3	60.0	15.6	93.3	93.3	80.0	80.0
EFAMMo I	50.4	73.3	40.0	17.8	86.7	60.0	100.0	100.0
EFAMMo J	45.5	80.0	46.7	17.8	80.0	46.7	100.0	100.0
EFAMMo K	49.5	93.3	86.7	17.8	60.0	53.3	93.3	86.7
EFAMMo L	56.9	66.7	26.7	8.9	60.0	26.7	100.0	100.0
Control	53.7	66.7	46.7	22.2	100.0	93.3	93.3	93.3

유통되고 있었다. 이들 몰리브덴함유친환경농자재는 기생성 천적들에게 치명적인 피해를 주는 것은 거의 없었으나 EFAMMo C의 경우에는 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌에 처리 후 48시간 후의 생존율이 모두 0.0%로 치명적인 잔효독성을 나타내고 있었다.

결과적으로 많은 종류의 친환경농자재가 작물보호나 생육촉진, 고품질 농산물 생산을 위하여 사용되고 기존의 화학농약과 비료를 대체하기 위하여 사용되고 있는 만큼 이들이 천적에 미치는 영향을 조사하여, 이들 친환경농자재와 천적이 친환경농산물 생산에 서로 도움이 될 수 있는 길을 열어주어야 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2005년 농촌진흥청 농업특정연구과제의 지원에 의해 수행한 결과입니다.

Literature Cited

- Seo, M. J. & 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
- Youn, Y. N., M. J. Seo, J. G. Shin, C. Jang and Y. M. Yu. 2003. Toxicity of greenhouse pesticides to multicolored asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control.* 28: 164-170
- 김용현, 김정환, 변영웅, 최병렬. 2005. 천적 이용 가이드. 아카데미서적. 198p.
- 서미자·윤영남. 2000. 생물적 방제인자로서의 무당벌레 (*Harmonia axyridis*): I. 포식행동과 포식력. *한국응용곤충학회지.* 39(2): 59-71
- 서미자·윤영남. 2001. 생물적 방제인자로서의 무당벌레 (*Harmonia axyridis*): 하우스에서 계절에 따른 진딧물 방제효과. *충남대학교 농업과학연구.* 28(1): 18-26
- 안기수, 이기열, 강효중, 박성규, 김길하. 2004. 총채벌레의 천적인 으름애꽃노린재에 대한 농약독성. *한국응용곤충학회지.* 43(3): 257-262
- 윤성희. 2004. 친환경 인증제도와 친환경농자재 활용. *최신원예* 45(4): 52-53
- 이화영. 2004. 친환경농자재를 이용한 느타리버섯의 버섯파리 방제. *연구와지도.* 45(4): 37-41
- 최이해. 2005. 친환경농자재 탐방. *귀농통문* 35: 58-65

(Received for publication 17 August 2006;
accepted 18 August 2006)