

실내조건에서 무당벌레(*Harmonia axyridis*: Coleoptera: Coccinellidae)의 각 발육단계에 친환경농자재가 미치는 영향

강은진 · 강명기 · 이희진 · 이대홍 · 석희봉 · 김다아 · 길미라 · 서미자¹ · 유용만 · 윤영남*

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to Each Developmental Stages of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in the Laboratory

Eun Jin Kang, Myong Ki Kang, Hee Jin Lee, Dae Hong Lee, Hee Bong Seok, Da A Kim, Mi La Gil, Mi Ja Seo¹, Yong Man Yu 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 : The multicolored Asian ladybird beetle (*Harmonia axyridis*) has been commonly used with biological control agents for control of several kinds of aphids in agroecosystems. Also, environment friendly agricultural materials have been commonly applied in crop fields because the government held down pesticide application and environment friendly agricultures are gradually increased with consumer's desires. The multicolored Asian ladybird beetles may be directly or indirectly under the influence of environment friendly agricultural materials in crop fields. The insecticidal environment friendly agricultural materials (IEFAMs) might be safe against each developmental stage of multicolored Asian ladybird beetle. Fungicidal environment friendly agricultural materials (FEFAMs) had a miner effect to each developmental stage of multicolored Asian ladybird beetle with the exception of FEFAM A. Environment friendly agricultural materials contained useful soil microorganisms (EFAMSMs) C and H might be down the hatching rate of eggs, and EFAMSM A and F had a killing effect to 1st instar of lady beetles. Environment friendly agricultural materials contained plant extracts (EFAMPES) A and D might be suffered effect a deathblow of egg hatching with lady beetles. Otherwise, there was a miner effect to lady beetles with the rest of tested environment friendly agricultural materials.

KEY WORDS : Environment Friendly Agricultural Materials (EFAMs), Environmental Impact Assessment, *Harmonia axyridis*

초 록 : 무당벌레(*H. axyridis*)는 세계적으로 진딧물의 포식자로 널리 알려지면서 농생태계내에서 진딧물을 방제하기 위한 방제인자로 많이 사용하고 있다. 또한 국내에서는 농약의 사용을 억제하는 정부정책과 소비자의 요구 등으로 인하여 친환경농업이 확대되면서 친환경농자재들이 많이 사용되고 있다. 따라서 친환경농자재의 사용은 무당벌레에 직간접적으로 영향을 미칠 수가 있다. 살충성친환경농자재(IEFAMs)의 경우 무당벌레의 각 발육단계에 대하여 대부분 안전한 경향을 나타내고 있다. 살균성친환경농자재(FEFAM)의 경우에도 FEFAM A를 제외한 다른 종류들은 무당벌레에 대하여 영향이 적다. 토양미생물친

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

환경농자재(EFAMSM)인 EFAMSM C와 H는 무당벌레 알의 부화율을 떨어뜨릴 수가 있으며, EFAMSM A와 F는 1령 유충에 피해를 줄 수 있는 것으로 조사되었다. 식물성추출물친환경농자재(EFAMPE)는 EFAMPE A와 D는 무당벌레 알에 치명적인 독성을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 그 이외의 다른 조사된 농자재들은 무당벌레에 비교적 독성이 약한 것으로 평가되었다.

검색어 : 친환경농자재, 환경영향평가, 무당벌레

무당벌레[*Harmonia axyridis* (Pallas)]는 세계적으로 진딧물의 포식자로 널리 알려지면서 진딧물을 방제하기 위한 수단으로 많이 사용하고 있는 종이다. 이 종이 포함되어 있는 무당벌레과에는 전 세계적으로 약 490종 4,000여 종에 이르는 곤충들이 포함되어 있다고 보고되고 있으며 (Singh, 1977), 우리나라에서는 38속 74종이 보고되고 있다(ESK and KSAE, 1994). 무당벌레과에 속하는 종들은 섭취하는 먹이 종류에 따라 식식성과, 식균성 등으로 구분되기도 하지만, 대부분 포식성인 종들로 구성되어 있다. 이들은 또한 대부분 성충과 유충이 모두 포식력을 가지고 있어 여러 종류의 진딧물과 깍지벌레, 응애 등을 포식하고 있는 것으로 국내·외에서 알려져 있다(Choi and Kim, 1985; Ferran *et al.*, 1986, 1996; Ferran and Dixon, 1993; Hodek, 1973; Hodek and Honěk, 1996; Ives *et al.*, 1993; Kauffman and Swalbe, 1991; Seo and Youn, 2000, 2001, 2002). 특히, Dunn (1950)과 Putman (1957)의 보고에서 알 수 있듯이, 무당벌레의 포식력에 관한 연구는 1950년 대부터 많이 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 최근 들어 시설재배지에서의 재배가 확대됨에 따라서 많은 종류의 해충들이 야외 농경지에서와는 다른 양상으로 발생을 하여 피해를 주고 있다. 또한 경제적 사회적 여건의 변화로 인하여 농작물의 대량 생산보다는 친환경적인 농업이 농업인 뿐만 아니라 소비자들도 선호하고 있다. 이에 따라 시설재배지에서의 천적의 사용이 증가함에 따라서 무당벌레도 시설재배지에서 천적으로서 그 활용도를 높이려고 하는 시도들이 계속되고 있다. Markkula *et al.* (1972)와 Hämäläinen (1977), Markkula and Tiittanen (1980)은 칠성무당벌레(*C. septempunctata*)와 두점박이무당벌레(*Adalia bipunctata*)를 이용하여 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)과 수염진딧물의 일종인 *Macrosiphum rosae*를 방제하였고, Ferran and Larroque (1984)는 *Semiadalia*

*undecimnotata*를 이용하여 *Solanum melongena*에 발생하는 진딧물을 방제하였으며, Freier and Triltsch (1995)는 무당벌레(*H. axyridis*)가 시설재배지 내에서 생물적 방제에 적용할 수 있는 가능성이 높은 종이라고 하였다. 또한 Seo and Youn (2000, 2001, 2002)도 하우스내에서 무당벌레를 이용한 진딧물의 방제를 위하여 진딧물의 효율적 방제 방법의 개선과 무당벌레의 저장성을 향상시키고 이용효율을 높이려는 노력 등이 계속되고 있다(Seo and Youn, 2002; Youn, 2001).

한편, 친환경농업의 확대에 인하여 기존에 관행적으로 사용하던 살충제의 사용을 자제하고 이를 대체하고자 하는 친환경농자재들이 많이 사용되고 있다. 이들 친환경농자재들은 천연 살충성물질이 함유되어 있기도 하고, 살균성 물질이 포함되어 있는 경우도 볼 수 있다. 이와 더불어 식물의 생장을 도와주는 미량요소들이나 공생미생물들이 포함된 것 등 매우 다양한 제품들이 시판되고 있다. 현재 우리나라의 친환경농업육성법에서는 친환경농업을 “합성농약, 화학비료 및 항생·항균제 등 화학자재를 사용하지 아니하거나 이의 사용을 최소화하고 농·축·임업 부산물의 재활용 등을 통하여 농업생태계와 환경을 유지·보전하면서 안전한 농축임산물 생산하는 농업”이라고 정의하고 있다. 친환경농업을 위해서는 화학자재의 사용을 최대한 지양해야하기 때문에 이를 대체할 수 있는 농자재의 사용이 필수적이라 할 수 있다. 이를 위하여 친환경농업육성법시행규칙에서는 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준을 마련하고 있는데 유기농산물 및 전환 유기농산물 가운데 농림산물의 생산과정에서 토양개량과 작물생육을 위하여 사용이 가능한 자재로는 농약 등 화학합성물질이 포함되어 있지 않는 것을 조건으로 41개 종류를 예시하고 있다. 또한 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재로서는 먼저 식물체에서 추출한 천연물질인

제충국제제, 데리스에서 추출된 천연물질인 데리스제제, 쿠아시아에서 추출된 천연물질인 쿠아시아제제, 라이아니아에서 추출된 천연물질인 라이아니아제제, 님에서 추출된 천연물질인 님(Neem)제제, 밀납, 동·식물 유지, 화학적으로 처리되지 않은 해조류·해조류가루·해조류 추출액, 소금 및 소금물, 젤라틴, 인지질, 카제인, 식초 및 천연산, 누룩곰팡이(*Aspergillus*)의 발효생산물, 버섯추출액, 크로렐라의 추출액, 천연식물에서 추출한 제제·천연약초, 한약제 및 산립법에 의하여 고시된 규격 및 품질 등에 적합한 목초액, 담배잎차(순수니코틴은 제외) 등 17종류가 있으며, 미네랄로서는 보르도액·수산화동 및 산염화동, 부르고뉴액, 구리염, 유황, 맥반석등 광물질 분말, 규조토, 규산염 및 벤토나이트, 규산나트륨, 중탄산나트륨 및 생석회, 과망간산 칼슘, 탄산칼슘, 파라핀유, 농촌진흥청장이 고시한 품질규격에 적합한 키토산 등 13종류가 있다. 생물학적 병해충 관리를 위하여 사용되는 자재로는 농촌진흥청장이 고시한 생물농약등록 기준에 적합한 미생물제제, 천적 등이 있으며, 기타 자재로서는 이산화탄소 및 질소가스, 화학합성비누 및 합성세제를 제외한 비눗물, 에틸알콜, 동종요법 및 आयुर्वेद(Ayurvedic)제, 향신료·바이오다이나믹제제 및 기피식물, 응성불임곤충, 기계유제 등 7종류의 자재가 포함되어 있다. 또한 덧붙여 사용할 수 있는 자재로는 작물에 직접 살포하지 않고 사용되는 성유인물질(페로몬), 메타알데하이드를 주성분으로 한 제제 등 2종류를 들 수 있다. 하지만 이러한 41개 자재를 이용하여 다양한 친환경농자재의 활용방법을 개발하여 사용되고 있지만, 이들의 정확한 효과와 작물체에 대한 안전성, 제품의 규격화 등이 아직 일정한 수준에 도달하고 있지 않은 경우를 많이 볼 수 있다. 따라서 이러한 제품들을 이용하여 진딧물을 방제하고자 할 때에는 같은 목적으로 이용될 수 있는 천적인 무당벌레와의 근접살포여부와 무당벌레에 미치는 될 영향 등을 파악을 할 필요성이 강조되고 있다. 또한 무당벌레를 사용하여 진딧물을 방제하는 시기에 방제 이외의 다른 목적으로 친환경농자재를 사용하게 될 경우에도 무당벌레가 영향을 받을 수 있다는 것을 알아야 할 것이다.

따라서 친환경농자재를 포함한 작물보호제들은 무당벌레에 직간접적으로 영향을 미칠 수가 있을 것으로 생각된다. Cho et al. (1996)은 살비제가 무당벌레에 미치는 영향을 검토한 결과 azocyclotin은 독성이 강하고 fenprothrin은 낮은 약제로 보고하고 있다. 또한 Youn et al. (2003)은 시설재배지에서 사용되고 있는 살충제와 살균

제, 살비제 등 각각의 4종류에 대하여 무당벌레의 독성을 검토한 결과, 살충제 가운데에는 Etofenprox와 acetamiprid가 매우 높은 독성을 나타내고 있었고, 살비제 중에서는 Abamectin만이 높은 독성을 나타내고 있었다. 뿐만 아니라 살균제들 가운데서도 pyrazophos가 매우 높은 독성을 나타내고 있어 이들 작물보호제의 사용에 주의를 요하고 있다. 그러나 친환경농자재들이 무당벌레에 미치는 영향평가는 알려진 바가 없으나, Yu et al. (2006)은 친환경농자재들이 콜레마니진디벌이나 온실가루이좀벌과 같은 기생성 천적들에 대한 영향평가를 실시하였는데, 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, 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌의 머미와 성충에 미치는 잔효독성을 조사하였고, 굴파리좀벌·굴파리고치벌의 성충에 대한 영향평가를 실시하였다. Kang et al. (2007)은 점박이응애를 방제하기 위하여 사용되는 천적인 포식성 칠레이리응애에 대한 독성 등을 보고하고 있다.

본 연구에서는 국내에서 판매되고 있는 친환경농자재들을 대상으로 진딧물의 천적으로 생태계에서 많이 존재하고 있는 무당벌레에 대한 피해정도를 밝히고, 천적과 친환경농자재의 올바른 사용을 유도하여 무당벌레와 친환경농자재의 효과를 증대시키기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

무당벌레와 친환경농자재

무당벌레는 2005년 가을에 월동처로 날아온 개체들을 채집하여 25±2℃ 조건의 실험실 내에서 고추와 무 등을 기주로 사육한 목화진딧물과 복숭아혹진딧물을 먹이로 제공하여 실내증식한 각 발육단계의 개체들을 사용하였다. 친환경농자재는 국내에서 시판중인 83개 품목을 구입하여 진딧물 천적에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되는 친환경농자재 63개 품목을 선정하였다. 본 실험에서의 선정기준으로는 Yu et al. (2006)과 Kang et al. (2007)의 방법에 따라, 엽면시비를 위한 공간살포를 하여 지상의 진딧물 천적에 영향을 줄 수 있는 것으로 하였다. 선정된

63개 품목을 Yu *et al.* (2006)의 방식으로 분류하여, 살충성 친환경농자재(IEFAM) 3종, 살균성친환경농자재(IEFAM) 6종, 토양미생물친환경농자재(EFAMSM) 10종, 식물성추출물친환경농자재(EFAMPE) 10종, 키토산함유친환경농자재(EFAMCh) 3종, 광물성분함유친환경농자재(EFAMM) 3종, 액상석회친환경농자재(EFAML) 1종, 동물성추출물친환경농자재(EFAMAE) 3종, 미량요소함유친환경농자재(EFAMME) 11종, 몰리브덴함유친환경농자재(EFAMMo) 13종 등이 사용되었다.

알단계의 경우에는 20개 이상의 알이 모여있는 1개의 알 무더기를 1반복으로 하였으며, 알을 제외한 무당벌레의 발육단계에서는 반복당 10마리씩 3반복으로 수행하였다. 유충의 경우에는 탈피 후 1-2일이 경과한 개체를 사용하였으며, 번데기와 성충의 경우에는 용화 및 우화된 후 2-3일이 경과한 개체를 대상곤충으로 사용하였으며, 친환경농자재를 처리한 후에는 알과 번데기를 제외하고는 40-50마리 정도의 목화진딧물이나 복숭아혹진딧물을 함께 넣어 주었다.

무당벌레에 미치는 영향평가

무당벌레는 성충과 유충 모두 진딧물을 포식하여 방제하므로 무당벌레가 시설배지에서 서식하는 경우 친환경농자재를 살포하게 되면 무당벌레가 직접적인 영향을 받게 될 것을 고려하여 직접접촉에 따른 영향을 평가하였다. 친환경농자재를 추천농도와 추천농도의 배량으로 희석하여 spray tower로 4 ml을 무당벌레에 살포하여 24시간과 48시간 경과 후 살아남은 무당벌레의 생존수를 계수하여 생존율로 환산하였으며, 대조구의 경우 물 4 ml을 같은 방법으로 살포하여 생존율을 조사하였다. 시험은

결과 및 고찰

살충성친환경농자재(IEFAMs)의 경우 무당벌레의 각 발육단계에 대하여 대부분 안전한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다(Table 1). 그렇지만, IEFAM B와 C의 경우에는 배량을 처리하였을 경우에 일부 독성을 보이고 있다. 이들 친환경농자재들은 *Bacillus subtilis*나 *B. thuringiensis*를 포함하고 있어 주로 나비목 유충에 독성을 보이지만 일부는 무당벌레에 좋지 않은 영향을 줄 수 있는 것으로 생각된다. 또한 이들 살충성친환경농자재들은 기생성 천

Table 1. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 3 different insecticidal environment friendly agricultural materials (IEFAMs) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
	R ¹⁾	D ²⁾	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
IEFAM A	100.0	100.0	83.3	76.7	100.0	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	90.0	100.0
IEFAM B	85.7	5.0	16.7	83.3	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	96.7	100.0
IEFAM C	75.9	40.7	86.7	90.0	86.7	83.3	96.7	86.7	90.0	100.0	100.0	23.3
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
	R	D	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
IEFAM A	73.3	86.7	86.7	70.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	96.7	83.3	100.0
IEFAM B	86.7	83.3	13.3	80.0	70.0	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	76.7	100.0
IEFAM C	93.3	93.3	63.3	80.0	83.3	86.7	83.3	76.7	100.0	66.7	100.0	26.7
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

적의 머미 우화율을 저하시키고(Yu et al., 2006)과 칠레 이리응애의 성충에도 악영향을 미치는 것으로 보고되고 있는 바(Kang et al., 2007), 천적의 사용시 이들 약제를 사용하는데 있어 주의가 필요하다 하겠다.

살균성친환경농자재(FEFAM)의 경우 대부분 많은 미생물들이 함유되어 있는데, *Streptomyces goshikiensis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Ampelomyces quisqualis*, *B. subtilis*, *B. megaterium* 등이 주로 함유되어 있는 것으로 표시되어 있는 친환경농자재들로 흰가루병, 잣빛곰팡이병의 예방 및 방제를 목적으로 사용되고 있다. FEFAM 중에서 FEFAM A를 제외한 다른 종류들은 무당벌레에 대하여 크게 영향을 주지 않지만, FEFAM A의 경우에는 번데기를 제외한 무당벌레의 모든 발육기간에 걸쳐 생육에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다(Table 2). 이와 같은 결과는 기생성 곤충의 머미 우화율이나(Yu et al., 2006) 칠레

이리응애의 생존력에도 유사한 결과를 나타내고 있어 사용시에 주의가 필요한 친환경농자재이다.

토양미생물친환경농자재(EFAMSM)에도 종류에 따라서 다양한 미생물들이 함유되어 있는 것을 알 수 있는데, 예를 들어, *B. subtilis*, *B. laterosporus*, *Trichoderma harzianum*, *Lactobacillus buchneri*, *L. kefir*, *L. hilgardii*, *Candida versatilis* 등 토양에서 분리한 미생물들이 많이 함유되어 있다. 따라서 이들 미생물들의 활동이 작물체를 건전하게 자랄 수 있게 하기 위하여 이러한 종류의 친환경농자재들이 많이 사용되고는 있으나, 천적과 같이 사용될 경우 오히려 나쁜 영향을 끼칠 수 있다는 것이 일부 친환경농자재에서 볼 수 있다. 특히 EFAMSM C와 H는 무당벌레 알의 부화율을 떨어뜨릴 수가 있으며, EFAMSM A와 F는 1령 유충에 피해를 줄 수 있는 것으로 조사되었다(Table 3). 이들 제품들은 칠레이리응애의 활동에도 많

Table 2. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 6 different fungicidal environment friendly agricultural materials (FEFAMs) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
	R ¹⁾	D ²⁾	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
FEFAM A	0.0	100.0	10.0	0.0	0.0	6.7	96.7	6.7	50.0	0.0	100.0	50.0
FEFAM B	92.6	91.4	90.0	73.3	73.3	80.0	86.7	90.0	100.0	100.0	90.0	73.3
FEFAM C	70.4	81.1	86.7	90.0	90.0	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	90.0	90.0
FEFAM D	100.0	100.0	96.7	63.3	86.7	86.7	93.3	86.7	100.0	100.0	100.0	100.0
FEFAM E	100.0	100.0	100.0	96.7	96.7	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	86.7	46.7
FEFAM F	100.0	100.0	73.3	96.7	100.0	90.0	100.0	100.0	93.3	100.0	90.0	96.7
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
	R	D	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
FEFAM A	100.0	100.0	10.0	0.0	0.0	6.7	96.7	6.7	50.0	0.0	100.0	50.0
FEFAM B	73.3	73.3	70.0	66.7	73.3	73.3	86.7	76.7	100.0	100.0	90.0	73.3
FEFAM C	96.7	90.0	76.7	76.7	73.3	76.7	100.0	93.3	100.0	100.0	96.7	90.0
FEFAM D	96.7	100.0	93.3	13.3	70.0	73.3	83.3	76.7	100.0	96.7	96.7	86.7
FEFAM E	70.0	66.7	96.7	93.3	96.7	96.7	100.0	90.0	96.7	100.0	86.7	46.7
FEFAM F	96.7	100.0	63.3	70.0	100.0	93.3	100.0	100.0	83.3	100.0	83.3	96.7
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

Table 3. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 10 different environment friendly agricultural materials contained useful soil microorganisms (EFAMSMs) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
			1st		2nd		3rd		4th			
	R ¹⁾	D ²⁾	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
EFAMSM A	81.1	81.0	33.3	70.0	86.7	100.0	100.0	96.7	100.0	96.7	83.3	100.0
EFAMSM B	100.0	100.0	100.0	100.0	93.3	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	86.7	100.0
EFAMSM C	25.0	100.0	100.0	86.7	93.3	86.7	100.0	83.3	100.0	100.0	90.0	96.7
EFAMSM D	94.1	54.0	96.7	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	90.0	0.0	43.3	43.3
EFAMSM E	90.0	80.6	96.7	83.3	93.3	90.0	100.0	100.0	100.0	83.3	73.3	96.7
EFAMSM F	100.0	100.0	33.3	63.3	83.3	73.3	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0
EFAMSM G	58.3	0.0	86.7	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	50.0	66.7
EFAMSM H	13.5	8.0	66.7	6.7	90.0	30.0	93.3	70.0	100.0	100.0	100.0	30.0
EFAMSM I	95.7	93.2	100.0	90.0	90.0	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMSM J	100.0	40.0	93.3	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
			1st		2nd		3rd		4th			
	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
EFAMSM A	96.7	83.3	33.3	33.3	80.0	96.7	90.0	100.0	100.0	83.3	86.7	100.0
EFAMSM B	100.0	100.0	86.7	86.7	93.3	96.7	100.0	93.3	100.0	96.7	90.0	100.0
EFAMSM C	96.7	90.0	90.0	83.3	93.3	80.0	93.3	76.7	100.0	100.0	73.3	96.7
EFAMSM D	86.7	76.7	96.7	96.7	100.0	80.0	96.7	93.3	83.3	0.0	16.7	40.0
EFAMSM E	100.0	100.0	93.3	63.3	86.7	80.0	100.0	96.7	93.3	76.7	76.7	96.7
EFAMSM F	83.3	96.7	43.3	50.0	83.3	86.7	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0
EFAMSM G	76.7	40.0	80.0	86.7	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	46.7	63.3
EFAMSM H	66.7	83.3	60.0	0.0	83.3	26.7	90.0	76.7	100.0	100.0	100.0	26.7
EFAMSM I	96.7	83.3	90.0	83.3	76.7	60.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMSM J	53.3	33.3	83.3	90.0	96.7	86.7	100.0	100.0	100.0	90.0	100.0	100.0
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

은 지장을 줄 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Kang *et al.*, 2007).

식물성추출물친환경농자재(EFAMPE)는 식물체에서 추출한 유용성분들을 포함하고 있는 자재들이 주를 이루며,

어떤 종류의 식물체에서 추출했는지는 밝히고 있지 않으며, 일부 자재는 한방에서 사용하는 식물체들에서 추출한 경우가 많이 있고, 이와 더불어 식물성추출액에 붕소나 몰리브덴과 같은 미량요소를 첨가하여 판매하고 있는 중

Table 4. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 10 different environment friendly agricultural materials contained plant extracts (EFAMPEs) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
	R ¹⁾	D ²⁾	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
EFAMPE A	0.0	0.0	36.7	6.7	66.7	23.3	100.0	96.7	100.0	90.0	50.0	73.3
EFAMPE B	97.0	19.4	86.7	66.7	100.0	96.7	96.7	96.7	100.0	93.3	83.3	26.7
EFAMPE C	92.9	95.0	63.3	83.3	86.7	83.3	100.0	100.0	96.7	100.0	96.7	76.7
EFAMPE D	0.0	-	90.0	-	100.0	-	100.0	-	100.0	-	90.0	-
EFAMPE E	72.7	35.3	76.7	76.7	90.0	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMPE F	51.9	39.0	20.0	63.3	86.7	96.7	96.7	93.3	100.0	100.0	80.0	63.3
EFAMPE G	57.1	45.0	96.7	96.7	83.3	76.7	96.7	96.7	100.0	100.0	86.7	66.7
EFAMPE H	68.8	100.0	100.0	83.3	86.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	83.3	80.0
EFAMPE I	57.1	58.1	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMPE J	90.0	0.0	0.0	0.0	46.7	6.7	50.0	20.0	100.0	53.3	96.7	96.7
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
	R	D	1st		2nd		3rd		4th		R	D
			R	D	R	D	R	D	R	D		
EFAMPE A	100.0	100.0	16.7	6.7	53.3	20.0	100.0	96.7	100.0	90.0	56.7	83.3
EFAMPE B	90.0	86.7	73.3	86.7	96.7	73.3	90.0	90.0	90.0	46.7	76.7	0.0
EFAMPE C	100.0	90.0	66.7	56.7	86.7	76.7	100.0	100.0	90.0	100.0	96.7	80.0
EFAMPE D	96.7	-	43.3	-	100.0	-	100.0	-	93.3	-	90.0	-
EFAMPE E	86.7	76.7	73.3	76.7	60.0	93.3	96.7	96.7	100.0	100.0	96.7	100.0
EFAMPE F	63.3	93.3	30.0	43.3	53.3	93.3	96.7	90.0	100.0	100.0	73.3	63.3
EFAMPE G	100.0	100.0	83.3	90.0	76.7	70.0	86.7	96.7	100.0	100.0	96.7	66.7
EFAMPE H	100.0	100.0	96.7	83.3	86.7	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0	93.3	70.0
EFAMPE I	93.3	83.3	63.3	86.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	90.0	90.0
EFAMPE J	63.3	6.7	0.0	0.0	23.3	0.0	23.3	0.0	100.0	10.0	93.3	80.0
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

류들이 많이 있다. EFAMPE A와 D는 무당벌레 알에 치명적인 독성을 보이고 있는 것을 알 수 있다(Table 4). EFAMPE D의 경우에는 희석하지 않고 판매되는 원액을 직접사용하게 되어 있어 배양에서의 영향은 살펴보지 못

하였다. EFAMPE A는 24시간 관찰하였을 경우에 1령과 성충에 영향을 줄 수가 있고, EFAMPE J의 경우에는 1령과 2령, 3령까지도 피해를 줄 수 있을 것으로 생각되며, 배양을 사용하였을 경우 더 많은 피해가 예상됨을 예측할

수 있다(Table 4.). Yu *et al.* (2006)에 의하면 EFAMPE J는 온실가루이좀벌, 콜레마니진디벌, 굴파리좀벌 등의 성충에 매우 치명적인 자재라고 보고하고 있다.

키토산함유친환경농자재(EFAMCh)는 계껍질 등에서 추출한 수용성 키토산만을 함유하고 있거나 혹은 키토산에 망간이나 붕소와 같은 미량요소들을 첨가해서 만든 농자재이며, 광물성분함유친환경농자재(EFAMM)는 천

연무기광물질이 다량 함유된 농자재이고, 액상칼슘이 함유된 액상석회친환경농자재(EFAML)도 있고, 동물성추출물친환경농자재(EFAMAE)는 동물이 가지고 있는 단백질로부터 추출한 아미노산을 기본으로 하여 수용성인 인산이나 칼슘 등을 미량함유하고 있는 농자재이다. 이들 가운데 대부분은 무당벌레에는 크게 영향이 없는 것을 알 수 있다(Table 5).

Table 5. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 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) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs										
	Eggs		Larva								Adults		
			1st		2nd		3rd		4th				
	R ¹⁾	D ²⁾	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	
EFAMCh A	60.0	56.3	100.0	20.0	96.7	90.0	100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMCh B	100.0	89.5	100.0	100.0	100.0	96.7	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMCh C	17.9	89.7	100.0	96.7	100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	86.7
EFAMM A	92.6	80.6	96.7	66.7	86.7	96.7	90.0	73.3	96.7	100.0	83.3	100.0	100.0
EFAMM B	100.0	56.0	100.0	96.7	100.0	83.3	83.3	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMM C	62.5	100.0	90.0	96.7	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAML A	100.0	83.7	100.0	90.0	96.7	90.0	83.3	96.7	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0
EFAMAE A	100.0	100.0	83.3	93.3	90.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMAE B	100.0	50.0	100.0	96.7	100.0	93.3	100.0	96.7	90.0	96.7	100.0	100.0	100.0
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
			1st		2nd		3rd		4th			
	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
EFAMCh A	76.7	86.7	100.0	20.0	86.7	83.3	90.0	93.3	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMCh B	80.0	63.3	83.3	90.0	90.0	76.7	80.0	96.7	86.7	100.0	100.0	100.0
EFAMCh C	100.0	100.0	90.0	73.3	86.7	80.0	100.0	100.0	100.0	80.0	100.0	83.3
EFAMM A	53.3	80.0	70.0	50.0	50.0	93.3	83.3	70.0	96.7	100.0	73.3	100.0
EFAMM B	100.0	100.0	90.0	86.7	100.0	70.0	73.3	70.0	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMM C	83.3	86.7	90.0	96.7	100.0	96.7	100.0	96.7	86.7	96.7	100.0	100.0
EFAML A	100.0	90.0	93.3	86.7	83.3	86.7	90.0	90.0	100.0	96.7	96.7	100.0
EFAMAE A	96.7	90.0	93.3	60.0	90.0	76.7	100.0	100.0	93.3	100.0	100.0	96.7
EFAMAE B	100.0	100.0	96.7	70.0	100.0	86.7	100.0	96.7	90.0	96.7	100.0	100.0
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

미량요소함유친환경농자재(EFAMME)는 아연, 붕소, 인산, 칼슘, 구리 등이 자재에 따라 각기 다른 비율로 포함이 되어있는 농자재이고, 몰리브덴함유친환경농자재(EFAMMo)는 앞의 미량원소들에 몰리브덴을 첨가해

서 만든 농자재로 분류를 할 수가 있다. 이들 가운데에서 EFAMME G와 J가 무당벌레에 좋지 않은 영향을 미치고 있음을 알 수 있었고(Table 6), EFAMMo B, C, M이 무당벌레 알과 유충단계에 피해를 줄 수 있는 것을 알 수

Table 6. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 11 different environment friendly agricultural materials contained microelements (EFAMMEs) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
	R ¹⁾	D ²⁾	1st		2nd		3rd		4th		R	D
EFAMME A	95.0	0.0	100.0	73.3	96.7	66.7	96.7	96.7	100.0	96.7	66.7	96.7
EFAMME B	82.6	87.5	66.7	96.7	96.7	73.3	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMME C	92.3	84.2	90.0	76.7	96.7	96.7	100.0	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMME D	56.7	50.0	60.0	16.7	66.7	43.3	96.7	66.7	100.0	100.0	90.0	10.0
EFAMME E	100.0	100.0	86.7	100.0	96.7	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMME F	90.0	91.3	76.7	96.7	90.0	90.0	83.3	86.7	100.0	100.0	90.0	96.7
EFAMME G	51.6	59.2	46.7	50.0	76.7	6.7	93.3	26.7	96.7	50.0	33.3	6.7
EFAMME H	75.0	100.0	76.7	66.7	96.7	96.7	100.0	96.7	96.7	96.7	90.0	66.7
EFAMME I	22.9	61.9	100.0	86.7	96.7	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0
EFAMME J	92.9	80.6	30.0	40.0	93.3	90.0	96.7	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMME K	90.0	100.0	100.0	80.0	100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
	R	D	1st		2nd		3rd		4th		R	D
EFAMME A	100.0	100.0	96.7	60.0	96.7	43.3	90.0	90.0	96.7	96.7	66.7	90.0
EFAMME B	83.3	93.3	90.0	66.7	90.0	66.7	93.3	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0
EFAMME C	90.0	86.7	86.7	70.0	96.7	90.0	96.7	90.0	100.0	100.0	96.7	100.0
EFAMME D	96.7	83.3	36.7	6.7	43.3	33.3	80.0	43.3	100.0	100.0	90.0	36.7
EFAMME E	100.0	90.0	56.7	83.3	90.0	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.3	100.0
EFAMME F	96.7	90.0	50.0	100.0	90.0	76.7	70.0	76.7	100.0	100.0	96.7	83.3
EFAMME G	0.0	0.0	43.3	43.3	66.7	6.7	93.3	16.7	96.7	23.3	26.7	6.7
EFAMME H	100.0	100.0	73.3	66.7	73.3	70.0	100.0	86.7	96.7	93.3	90.0	63.3
EFAMME I	100.0	100.0	100.0	63.3	76.7	63.3	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0
EFAMME J	90.0	86.7	20.0	26.7	80.0	80.0	90.0	86.7	96.7	100.0	100.0	100.0
EFAMME K	96.7	66.7	80.0	80.0	100.0	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	86.7
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

있었다(Table 7). 특히 EFAMMo C의 경우에는 온실가루이 2006), EFAMMo A는 칠레이리응애에 독성이 높다고 보
이좀벌과 콜레마니진디벌에 살충력이 높았고(Yu *et al.*, 고되고 있다(Kang *et al.*, 2007).

Table 7. The average survival rates of adults of *Harmonia axyridis* against 12 different environment friendly agricultural materials contained molybdenums (EFAMMos) with recommend (R) and double concentration (D) within 24 and 48 hours after direct spray in laboratory

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 24 hrs									
	Eggs		Larva								Adults	
			1st		2nd		3rd		4th			
	R ¹⁾	D ²⁾	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
EFAMMo A	100.0	96.3	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	86.7	70.0	76.7
EFAMMo B	100.0	0.0	0.0	0.0	53.3	0.0	83.3	36.7	90.0	40.0	93.3	23.3
EFAMMo C	100.0	100.0	0.0	0.0	20.0	6.7	40.0	6.7	6.7	0.0	70.0	0.0
EFAMMo D	100.0	90.3	73.3	90.0	90.0	83.3	90.0	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMMo E	100.0	93.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	90.0	100.0
EFAMMo F	93.5	89.6	100.0	86.7	96.7	96.7	96.7	93.3	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMMo G	61.8	65.2	73.3	90.0	86.7	96.7	100.0	100.0	100.0	96.7	96.7	63.3
EFAMMo H	82.4	71.4	60.0	66.7	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	90.0	96.7
EFAMMo I	90.5	89.2	90.0	80.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMMo J	7.4	95.0	90.0	86.7	100.0	96.7	96.7	90.0	100.0	100.0	70.0	90.0
EFAMMo K	93.3	100.0	80.0	96.7	90.0	93.3	96.7	83.3	100.0	100.0	73.3	100.0
EFAMMo L	73.1	70.0	96.7	50.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
EFAMMo M	26.5	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	23.3	30.0	26.7	96.7	73.3
Control	100.0	100.0	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

IEFAMs	Average survival rate after dipping		Average survival rate after spraying for 48 hrs									
	Pupa		Larva								Adults	
			1st		2nd		3rd		4th			
	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
EFAMMo A	100.0	100.0	86.7	66.7	86.7	86.7	96.7	100.0	100.0	86.7	50.0	63.3
EFAMMo B	96.7	20.0	0.0	0.0	30.0	0.0	96.7	60.0	86.7	40.0	56.7	20.0
EFAMMo C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0
EFAMMo D	100.0	100.0	73.3	76.7	83.3	86.7	80.0	86.7	100.0	90.0	96.7	100.0
EFAMMo E	100.0	100.0	90.0	90.0	96.7	90.0	96.7	96.7	100.0	100.0	96.7	100.0
EFAMMo F	100.0	100.0	100.0	53.3	76.7	93.3	93.3	86.7	96.7	90.0	100.0	96.7
EFAMMo G	93.3	80.0	60.0	63.3	73.3	83.3	93.3	100.0	100.0	93.3	96.7	70.0
EFAMMo H	93.3	83.3	43.3	53.3	76.7	90.0	83.3	100.0	96.7	100.0	86.7	90.0
EFAMMo I	96.7	63.3	83.3	73.3	96.7	90.0	96.7	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0
EFAMMo J	100.0	93.3	93.3	73.3	93.3	96.7	90.0	83.3	100.0	100.0	76.7	80.0
EFAMMo K	90.0	100.0	73.3	96.7	90.0	83.3	90.0	80.0	100.0	100.0	73.3	100.0
EFAMMo L	36.7	63.3	93.3	53.3	100.0	100.0	96.7	100.0	96.7	100.0	100.0	96.7
EFAMMo M	36.7	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	16.7	26.7	13.3	86.7	66.7
Control	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ Recommended concentration; ²⁾ Double of recommend concentration.

사 사

본 논문은 2005/6년 농촌진흥청 농업특정연구과제의 지원에 의해 수행한 결과입니다.

Literature Cited

- Cho, J.R., K.J. Hong, G.S. Lee, and B.R. Park. 1996. Selection of the acaricides selective to *Harmonia axyridis* and effect of their application on phytophagous mites and natural enemies. *Kor. J. Appl. Entomol.* 35(3): 243-248.
- Choi, S.Y. and G.H. Kim. 1985. Aphidivorous activity of a coccinellid beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 24(1): 11-14.
- Dunn, T.A. 1950. The parasites and predators of potato aphid. *Bull. Entomol. Res.* 40: 97-122.
- ESK and KSAE. 1994. Check list of insects from Korea (eds). Kon-Kuk Univ. Press. Seoul. 744 p.
- Ferran, A. and M.M. Larroque. 1984. Efficacité de la coccinelle aphidophage *Semiadalia udecimnotata* Schn. en serre. *Agronomie* 4: 357-376.
- Ferran, A., and A.F.G. Dixon. 1993. Forging behaviour of ladybird larvae (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.* 90: 383-402.
- Ferran, A., G. Iperti, S. Kreiter, S. Quilicci, and H. Shanderl. 1986. Preliminary results of a study of the potentials of some aphidophagous coccinellids for use in biological control. *Ecology of Aphidophaga*, Vol. 2. I. Hodek (ed.). Academia. Praha. pp. 479-484.
- Ferran, A., H. Niknam, F. Kabiri, J.-L. Picart, C. De Herce, J. Brun, G. Iperti, and L. Lapchin. 1996. The use of *Harmonia axyridis* larvae (Coleoptera: Coccinellidae) against *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae) on rose bushes. *Eur. J. Entomol.* 93: 59-67.
- Freier, B. and H. Tritsch. 1995. *Harmonia axyridis* (Pallas) - An interesting ladybird for biological plant protection. *Gesunde Pflanzen* 47: 269-271.
- Hämäläinen, M. 1977. Control of aphids on sweet peppers, chrysanthemums and roses in small greenhouses using the ladybeetles *Coccinella septempunctata* and *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae). *Ann. Agric. Fenn.* 16: 117-131.
- Hodek, I. 1973. Biology of Coccinellidae. Academia. Praha. 260 pp.
- Hodek, I., and A. Honěk. 1996. Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic. Pub. Dordrecht. 260 pp.
- Ives, A.R., P. Kareiva, and R. Perry. 1993. Response of a predator to variation in prey density at three hierarchical scales: lady beetles feeding on aphids. *Ecol.* 74: 1929-1938.
- 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. 2007. Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in the Laboratory. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46(1): in press.
- Kauffman, W.C. and C.P. Schwalbe. 1991. Plant growth responses to *Aphis fabae* injury: importance of predation by *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Behaviour and Impact of Aphidophaga*. L. Polgar, R.J. Chambers, A.F.G. Dixon, and I. Hodek (eds.). SPB Pub. pp. 167-175.
- Markkula, M. and K. Tiittanen. 1980. Biological control of pests in glasshouses in Finland - the situation today and in the future. *Bull. SROP/WPRS.* 3: 127-134.
- Markkula, M., K. Tiittanen, and M. Hämäläinen. 1972. Preliminary experiments on control of *Myzus persicae* (Sulz.) and *Macrosiphum rosae* (L.) with *Coccinella septempunctata* L. on greenhouse chrysanthemums and roses. *Ann. Entomol. Fenn.* 38: 200-202.
- Putnam, W.L. 1957. Laboratory studies on the food of some Coccinellids (Coleoptera) found in Ontario peach orchards. *Can. Entomol.* 87: 9-33.
- Seo, M.J. and Y.N. Youn. 2000. The Asian Ladybird, *Harmonia axyridis*, as Biological Control Agents: I. Predacious Behavior and Feeding Ability. *Kor. J. Appl. Entomol.* 39(2): 59-71.
- Seo, M.J. and Y.N. Youn. 2001. The Asian ladybird, *Harmonia axyridis*, as a biological control agent: control effects of aphid populations in the greenhouses at different seasons. *J. Agri. Sci. CNU.* 28(1): 18-26.
- 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.
- Singh, P. 1977. Artificial diets for insect, mites, and spiders. *IFI/Plenum Data Comp.* 594 pp.
- Youn, Y. N. 2001. Storage and toxic effects in the strategies of biological control of aphids with the Asian ladybird, *Harmonia axyridis*. The '01 Japan and Korea Joint Seminar "The Current Topics of Agricultural Research in Japan and Korea". Tottori University, Japan. pp. 74-88.
- 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.
- 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 February 15 2007;
accepted March 2 2007)