구기자에서 큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata*)의 온도조건에 따른 발육특성과 친환경제재에 의한 방제효과

강찬영² · 류태희² · 정유빈² · 고나연² · 권혜리² · 서미자² · 유용만² · 윤영남² · 김영국^{1*}

¹국립원예특작과학원 인삼특작부, ²충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Developmental characteristics of *Henosepilachna vigintioctomaculata* under different temperatures and control effect of eco-friendly agricultural materials on *Lycium chinense*

Chan-Yeong Kang², Tae-Hee Ryu², Yu-Bin Jung², Na-Yeon Ko², Hye-Ri Kwon², Mi-Ja Seo², Yong-Man Yu², Young-Nam Youn², Yeong-Guk Kim^{1*}

¹Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseung, 369-873

²Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

Received on 10 November 2014, revised on 14 November 2014, accepted on 17 November 2014

Abstract : Host plants of the *Henosepilachna vigintioctomaculata* are known as Solanaceae plants such as potato, tomato, eggplant and *Lycium chinense*. *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) cause continuous damage from early June to mid-August in leaves of *L. chinense* under environmental-friendly management in Cheongyang, Chungnam. The developmental period of egg and larva of *H. vigintioctomaculata* were investigated. *H. vigintioctomaculata* were reared on *L. chinense* at several temperatures, for example, 15, 20, 25 and 30°C in the laboratory. In addition, the control effect of 5 eco-friendly agricultural materials were examined. As results, hatching rate is the highest to 91% at 25°C. Egg periods were 10.8, 7.7, 5.1 and 3.7 days at each tested temperature, respectively. And the total developmental periods from egg to adult were 42.7, 26.3, 18.4 and 19.4 days at each tested temperature, respectively. Otherwise, their eclosion rates from pupa to adult were showed 58%, 77%, 85%, 65% at each tested temperature, respectively. As a result of the control effect, both adults and larvae of *H. vigintioctomaculata* were shown a high mortality to mixture with extract of *Sophora flavescens*, *Chenopodium ambrosioides* and *Melia azedarach*. Additional, larvae is shown high mortality to extract of *Azadirachta indica* and *Cymbopogon nardus*. Thus *H. vigintioctomaculata* might be controlled by using plant extract of eco-friendly agricultural materials in due season.

Key words : *Henosepilachna vigintioctomaculata*, *Lycium chinense*, Development lead-time, Eco-friendly Agricultural Materials

I. 서론

큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata*)는 유충과 성충 모두 구기자(*Lycium chinense*) 잎을 그물모양으로 섭식하는 식식성 곤충이다. 대부분 육식성에 속하는 무당벌레와 달리 식물의 잎을 가해하여 피해를 입히는 해충이다. 딱정벌레목(Coleoptera), 무당벌레

과(Coccinellidae), 무당벌레붙이아과(Epilachninae)에 속하며 주로 가지과 식물인 감자, 토마토, 구기자, 까마중 등을 가해하는 해충으로 잘 알려져 있다(Hori et al., 2011).

형태적으로는 일반적인 무당벌레와 비슷하게 생겼는데, 반구형이며 적갈색의 바탕에 검은 점이 각14개(Katakura, 1981), 총 28개의 점을 가지고 있다. 또한 회색빛의 털로 뒤덮여 있고, 이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctopunctata*)보다 몸집의 크기가 크지만(Zhang and Liu, 2001) 형태가 흡사하여 구별하기가 쉽지 않다.

*Corresponding author: Tel: +82-43-871-5500

E-mail address: kimyuguk@korea.kr

외국에서는 구기자 이외에 다른 가지과의 여러 작물에서 이십팔점박이무당벌레의 발생 양상이 6월 중순부터 10월 초순까지 보이는데(Venkatesha, 2006), 큰이십팔점박이무당벌레는 우리나라 강원도 강릉지역에서 5월 초부터 9월 말까지 발생양상을 보였고(Kwon et al., 2010), 또한 구기자에서는 6월 초순과 8월 중순에 발생 최성기를 보이나 연중 내내 발생하여 피해를 입힌다(Ryu et al., 2013). 따라서 이십팔점박이무당벌레는 큰이십팔점박이무당벌레보다 더 긴 기간 동안 발생양상을 나타내므로 두 종류의 발생 양상이 다르다. Kwon 등(2010)은 연 3회 발생하며, 강릉의 대관령 고랭지에서는 연 2회 발생한다고 보고하였다. 동면한 성충이 봄에 나타나 기주를 섭식하여 교미한 후 잎 뒷면에 산란한다. 산란된 알이 부화하여 유충이 되면 이 유충은 여름중반에서 초가을에 성충이 된다(Katakura, 1981).

가지과 중에서도 가지와 감자에 대한 피해가 심각한데, 강릉 고랭지 감자밭에서 큰 문제가 된바 있다(Kwon et al., 2010). 뿐만 아니라 같은 가지과인 구기자에서도 피해가 보고되었는데, 적은 수의 큰이십팔점박이무당벌레가 조사되었지만 유충과 성충 모두 구기자나무의 잎을 섭식하는 양이 많아 그 피해가 심각하다(Ryu et al., 2013). 구기자는 가지과에 속하는 낙엽성 활엽관목으로 주로 약용의 목적으로 재배되어 한방에서 많이 사용된다. 구기자의 효능은 노화억제, 면역증진, 고혈압 및 심혈관 관련 질환 예방 효과, 지름개선 효과, 미용효과등 이외에도 여러 가지 효능이 입증되어(Lee et al., 2008, Kim et al., 2011) 약제로 많이 사용되는 만큼 유기농재배가 확대되고 있다.

큰이십팔점박이무당벌레는 1마리의 성충이 섭식량이 많아 피해가 심각하고, 유충의 섭식량도 령기가 지날수록 배가 되기 때문에 4령 유충의 경우 번데기 직전까지 섭식량이 령기 중 가장 많다(Kwon et al., 2010). 이러한 문제로 적은 수의 큰이십팔점박이무당벌레가 상당한 피해를 줄 수 있으며, 비가림막이 있는 시설이나 하우스에서는 연중 발생될 우려가 있다.

이를 방제하기 위해 화학적인 방제로 합성 농약을 사용하고 있으나 식약용으로 사용되는 구기자의 농약잔류와 농생태계의 파괴 등 부작용이 발생한다. 따라서 이 같은 문제점을 극복하고, 살충효과가 우수한 방제를 위해 효과적인 생물적방제가 필요하다. 생물적방제 중에서도 식물유래성분을 이용한 친환경유기농자재를 이용한 방제가 살충제, 곤충기피제, 섭식저해제 등으로 성공적인 개발이 되어 이

용하고 있다(Isman, 2006). 이에 따라 본 연구에서는 구기자에서의 큰이십팔점박이무당벌레의 발육특성을 파악하고 친환경적으로 방제하기 위한 기초적 자료로 이용하고자 발육기간과 약제별 살충실험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 큰이십팔점박이무당벌레 사육

큰이십팔점박이무당벌레 성충과 난괴를 6월 청양친환경 재배지에서 채집하여 충남대 실험실에서 구기자 잎을 먹이로 하여 실내 사육하였다. 원통형의 insect breeding dish (SPL, 100 × 40)에 물을 적신 핸드타올(유한김벌리, 215 mm × 215 mm)을 깔고 그 위에 구기자 잎을 올려놓아 실험 곤충을 접종하였다. 이후 성충이 된 무당벌레는 아크릴 케이스(280 × 280 × 500 mm) 안에 와이프타올(유한김벌리 300 × 260 mm × 6겹)을 깔고, 구기자잎이 달린 가지를 물을 채운 삼각플라스크(100 ml) 안에 넣어 먹이를 공급하였다. 먹이는 매일 구기자 가지를 잘라 넣어 주었고, 알은 매일 수거하여 실험에 사용하였다. 구기자는 삼목하여 실험실내에서 재배하여 먹이를 제공하고, 또한 먹이의 원활한 공급을 위해 야외에서 먹이공급을 목적으로 재배한 구기자 잎을 주었다. 구기자 잎은 1-2일에 한번 같은 시간에 주었고, 사육 조건은 25°C 실내 사육실에서 상대습도 60-10% 16L:8D로 유지하였다.

2. 온도에 따른 큰이십팔점박이의 발육소요기간 조사

온도에 따른 큰이십팔점박이의 발육소요기간 조사를 위해 15°C, 20°C, 25°C, 30°C의 생장상(HB-301LP-T, Hanbaek Scientific Co. Korea)를 사용하여 온도 편차 ±2°C, 상대습도 60-80%, 16L:8D에서 실험 하였다. 각각 유충 1마리씩 원통형의 insect breeding dish (SPL, 100 × 40)에 물을 적신 핸드타올을 깔고 그 위에 구기자 잎을 올려놓은 곳에서 온도별로 40마리씩, 난기간은 80알 이상 이용하여 1령 유충이 부화된 날까지 조사하였다. 실험 곤충은 매일 15-17시 사이에 구기자 잎과 수분을 제공 하여 상태를 확인하였고, 유충의 탈피각 존재 여부로 령기를 확인하였다.

Fig. 1. Photographs of *Henosepilachna vigintioctomaculata*. A: adult; B: larvae; C: pupae; D: damage by larvae.

Table 1. Component contents and Recommendation concentration of the five Eco-friendly agricultural materials for the control of insects occurring at *Lycium chinense*.

Product label	Component contents	The ratio of components	Recommendation concentration Dosage (mL) / Water (L)
A	AZ	80%	0.04 mL / 40 mL
B	CY	70%	
C	SO		
D	SC	90%	
E	SO+CH+ME		
Control	water		

AZ: *Azadirachta indica* (Neem), CY: *Cymbopogon nardus* (citronella), SO: *Sophora flavescens*, SC: *Schoenocaulon officinal* (sabadilla), CH: *Chenopodium ambrosioides*, ME: *Melia azedarach*.

3. 친환경제제 살충실험

구기자 잎을 섭식하는 큰이심팔점박이무당벌레의 유충과 성충을 5가지 약제에 대하여 살충실험을 실시하였다. 약제는 친환경유기농자재로 등록된 단일 식물추출물이 70% 이상인 약제 위주로 선별하였으며, 님추출물, 시트로넬라추출물, 고삼씨앗추출물, 사바딜라추출물, 마지막으로 단일추출물은 아니지만 고삼과 양명아주, 멀구슬나무추출물을 섞어 90% 함유한 약제를 가지고 실험하였다. 실험방법은 원통형의 insect breeding dish에 물을 적신 헨드타올을 깔고 그 위에 구기자 잎을 올린다음 각각 성충은

5마리, 유충(3령)은 10마리를 접종하여 3반복을 실험하였다. 실험약제는 모두 물 40 ml 당 약제 0.04 ml을 섞은 1000 배액을 사용하였고, 각 dish당 약 15회 스프레이로 분사하였다. 또한 약제를 처리한 후 dish안에 약제가 많이 고여 있는 것은 살짝 건조 시킨 후 16L:8D의 25±1°C에서 24H, 48H, 72H 동안 관찰하였다. 무처리는 물을 분사하였으며, 살짝 건조 시킨 후 관찰하였다. 통계분석은 SPSS (IBM SPSS Statistics 21.0)을 사용하여 일원배치분산분석을 통해 각 기록 결과 간 $p < 0.05$ 범위에서 유의성 검정을 수행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 온도에 따른 큰이십팔점박이의 발육소요기간 조사

알의 온도별 부화기간과 부화율을 실험한 결과는 Fig. 2와 같다. 부화 평균 기간은 15, 20, 25, 30°C에서 각각

10.8, 7.7, 5.2, 3.7일로 온도가 높을수록 발육기간은 짧아졌다. 부화율에서는 15, 20, 25, 30°C에서 각각 56%, 76%, 91%, 56%였으며, 25°C에서 가장 높았다. 30°C는 오히려 20°C보다 부화기간은 짧지만, 부화율은 낮았다(Fig. 2).

Fig. 3에서는 온도별 총 발육기간과 우화율을 나타냈고, Table 1에서는 Fig. 3보다 자세하게 령기 별로 발육기간을

Fig. 2. Average incubation periods and hatching ratio of *Henosepilachna vigintioctomaculata* at different temperatures. Circular graph of gray is non hatchability.

Fig. 3. Average Developmental periods and adult eclosion rate of *Henosepilachna vigintioctomaculata* at different temperatures. Circular graph of gray is non eclosion rate. *: $P < 0.05$, Completely randomized one-way analysis of variance.

Table 2. Developmental periods of each developmental stage of *Henosepilachna vigintioctomaculata* at different temperatures.

T (°C)	Developmental periods±SD (day)				
	1st-2nd larva	2nd-3rd larva	3rd-4th larva	4th larva-pupa	pupa-adult
15°C	9.0±3.4	5.7±2.4	6.4±2.6	10.7±4.1	11.0±3.9
20°C	5.3±1.1	3.8±1.2	3.6±1.5	7.0±2.0	6.5±1.6
25°C	3.8±1.3	3.0±0.9	2.8±0.7	4.5±0.9	4.5±1.1
30°C	4.6±1.4	2.2±1.1	3.1±1.7	4.9±1.4	4.6±0.9
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Values represent by mean±SD, *: P<0.05, Completely randomized one-way analysis of variance.

Table 3. The survival rate of adult, larva of *Henosepilachna vigintioctomaculata* for 24 hour, 48 hour, 72 hour after treatment five different Eco-friendly agricultural materials.

Product label	survival rate±SD of adult			survival rate±SD of larva		
	24H	48H	72H	24H	48H	72H
A	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a	5.0±4.0c	5.7±3.5cd	8.0±3.5c
B	0.3±0.6a	0.7±0.6b	1.3±1.5b	3.7±1.2bc	4.0±1.0bc	4.7±2.1b
C	0.0±0.0a	0.3±0.6ab	0.3±0.6ab	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a
D	0.3±0.6a	0.0±0.0a	0.0±0.0a	1.3±1.2ab	1.3±1.2ab	2.3±0.6ab
E	5.0±0.0b	5.0±0.0c	5.0±0.0c	6.7±1.5c	8.0±2.7d	9.7±0.6c
CON	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a	0.0±0.0a
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.004*	0.001*	0.000*

Values represent by mean±SD, *: P<0.05, Completely randomized one-way analysis of variance, Test by Duncan in SPSS version 21.0.

나타냈다. 1령 유충부터 성충까지의 총 발육기간은 15, 20, 25, 30°C에서 각각 42.7, 26.3, 18.4, 19.4일이 소요되었으며 25°C에서 가장 빠른 18.4일이 경과했고, 가장 느린 기간은 15°C의 42.7일을 나타냈다. 우화율은 15, 20, 25, 30°C 각각 58%, 77%, 85%, 65%를 나타냈다. 또한 30°C의 2령에서 3령이 되는 기간을 제외하고는 모두 25°C에서 가장 짧은 기간을 나타냈다. 발육기간 중 가장 긴 기간을 나타낸 온도는 15°C로, 최고 11일을 나타냈다(Table. 2).

따라서 위의 결과로 볼 때 25°C에서 가장 높은 우화율과 부화율은 구기자포장에서 유충발생 최성기인 6월 초순부터 8월 중순의 발생 최성기와 비슷한 온도의 양상을 보인다 (Ryu et al., 2013). 온도발육 실험은 15°C부터 30°C까지 우화율과 부화율이 50% 이상으로 이 사이의 온도에서는 섭식과 발육에 큰 무리가 없는 것으로 보이는데, 청양 구기자 재배지는 주로 시설재배를 하고 있으며, 기상에 대한 변화가 적어 발생소장보다 더 길게 나타난다.

선행연구에서는 감자에 많은 피해를 입혀 생태적 특성과 발생소장이 연구된바 있는데, 우화율과 부화율이 온도가 높아질수록 소요기간이 감소하는 추세를 나타내고 있다

(Kwon et al., 2010). 그러나 본 연구에서는 부화율은 비슷한 추세를 보이거나, 유충부터 성충까지의 발육기간은 기간이 온도가 올라감에 따라 감소하지 않았다. 오히려 30°C에서는 25°C보다 발육기간이 증가하는 경향을 보였다. 또한 Kwon 등(2010)은 알에서 성충까지 우화되는 기간이 25°C에서 25일, 20°C에서는 40여일 소요된다고 보고되어 있는데, 비슷하게 본 연구에서도 25°C에서 유충에서 성충까지 기간이 18일, 알에서 5일을 감안한다면 23일로, 전체적으로 다른 온도에서도 비슷한 추세를 나타냈다. 따라서 위의 온도별 발육실험을 통해 친환경구기자재배지에서의 큰이십팔점박이무당벌레 예찰에 기초자료를 제공하고자 수행하였으며, 적기에 효과적인 방제를 위하여 친환경약제를 선별하고자 다음 실험을 진행하였다.

3. 친환경제제 살충실험

큰이십팔점박이무당벌레의 성충과 유충에서 5가지 친환경 제제를 이용하여 살충실험한 결과(Table 3), E약제는 24 시간 이내 유충과 성충 모두 100%의 사충률을 보였으며,

다른 약제에 비해 살충효과가 빨랐다. A약제의 경우, 성충에서는 효과가 미미하였지만 유충에서는 살충률이 높았다.

A와 B, E를 제외한 두 약제는 살충효과가 낮았고, 유충보다 성충에서 효과가 더 낮았다. E는 고삼, 양명아주, 멀구슬나무가 혼합된 추출물로 살충실험 중 가장 효과가 높았는데, 고삼씨앗추출물인 C약제가 효과가 낮은 것으로 보아 큰이십팔점박이무당벌레의 살충효과는 단일 성분이 단독으로 작용하기보다는 각 추출물들의 상승효과로 인해 더 높아지는 것으로 보인다. 또한 님추출물(A)과 시트로넬라추출물(B)은 성충보다 유충에서 살충효과가 좋으며, 당시 실험에서 먹이를 섭식하는 양이 적은 것을 볼 수 있었다. 하지만 큰이십팔점박이무당벌레는 유충과 성충 모두 잎을 섭식하기 때문에, 유충과 성충 모두에 살충효과가 있어야 한다. 따라서 이러한 큰이십팔점박이무당벌레를 방제하기 위해서는 발생초기인 6월 초순 경 약제를 살포해야 하며, 유충, 성충 모두에 살충효과가 있는 약제를 선택해야 한다.

이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctopunctata*) 방제약제로 사용되는 Buprofezin은 유충의 키틴생합성을 억제하여 살충시키며, 성충 암컷의 산란을 억제하는 작용기작이 있으나(Izawa et al., 1986), 국내의 경우, 큰이십팔점박이무당벌레에 대한 화학적방제제로 등록된 약제로는 carbaryl (sevin[®]) 수화제가 유일하다(Kwon et al., 2010). 하지만 한 가지 약제만 사용하게 되면 화학적 방제의 부작용인 저항성을 유발시킬 수 있고 또한 생태계파괴 등을 유발할 수 있다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 생물적 방제 시도에 있어 그 종류에는 Song(2008)은 cry7Ab3 유전자 발현 산물이 큰이십팔점박이무당벌레에 큰 살충효과가 있다고 보고하였고, Lee 등(1988)은 큰이십팔점박이무당벌레에 기생하는 천적의 종류에는 *Nothoserphus affissae*, *Pediobius foveolatus*, *Uga menoni*가 있다고 보고하였다. 또한 효과가 뚜렷한 식물추출물을 이용한 친환경경제제를 사용하는 것은 생물적 방제의 주요 방법이기도 하다(Saxena, 1989; Schmutterer, 1980; Isman, 2006).

따라서 위의 실험을 통하여 친환경 구기자 재배지에서 큰이십팔점박이무당벌레의 방제는 고삼과 멀구슬나무, 양명아주가 혼합된 제제를 사용하면 적합할 것이라 사료된다. 또한 방제는 식물추출물 이외에도 앞에서 언급한 생물적 방제를 적절히 이용한다면 효과적인 방제전략을 수립할 수 있을 것이라 추정한다.

IV. 결 론

큰이십팔점박이무당벌레는(*H. vigintioctomaculata*) 가지와 식물인 감자, 토마토, 가지, 구기자 등을 가해하는 주요 해충이며, 충남 청양군 일원 친환경재배지에서 6월 초순부터 8월 중순에 걸쳐 연속적으로 피해를 주고 있다. 실내에서 구기자 잎을 먹이로 하여 큰이십팔점박이무당벌레의 알, 유충의 온도별(15, 20, 25, 30°C) 발육기간을 조사하였다. 그 결과, 부화기간은 각각의 온도에서 10.8, 7.7, 5.1, 3.7일로 온도가 높아질수록 기간이 짧아졌다. 1령 유충부터 성충까지의 전체 발육소요기간은 15, 20, 25, 30°C에서 각각 42.7, 26.3, 18.4, 19.4일이 소요되었으며, 우화율은 각각의 온도에서 58%, 77%, 85%, 65%를 나타냈다. 친환경경제제를 선발한 결과, 성충과 유충 모두 고삼과 멀구슬나무, 양명아주가 혼합된 식물추출물이 살충효과가 높았으며, 이외에도 님추출물과 시트로넬라추출물이 유충에서 살충효과를 보였다. 따라서 큰이십팔점박이무당벌레의 방제는 위와 같은 친환경경제제를 적기에 처리하여 적절하게 방제할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2014년 농촌진흥청 공동연구사업[PJ0089712013] 연구과제를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었습니다.

참 고 문 헌

- Hori M, Nakamura H, Fujii Y, Suzuki Y, Matsuda K. 2011. Chemicals affecting the feeding preference of the Solanaceae-feeding lady beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology* 135:121-131.
- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51:45-66.
- Izawa Y, Uchida M, YASUI M. 1986. Mode of action of buprofezin on the twenty-eight-spotted ladybird, *Henosepilachna vigintioctopunctata* Fabricius. *Agricultural and Biological Chemistry* 50:1369-1371.
- Katakura H. 1981. Classification and evolution of the phytophagous ladybirds belonging to *Henosepilachna vigintioctomaculata* Complex (Coleoptera, Coccinellidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 109:318-322.

- Kim DH, Lee SY, Kim NK, Youn BK, Jung DS, Choi EY, Hong SR, Yoon JY, Kang MH, Lee JY. 2011. Moderating effects of skin hyperpigmentation from *Lycii fructus* and *Lycii folium* extracts. *Journal of Applied Biological Chemistry* 54:270-278.
- Kwon M, Kim JI, Kim JS. 2010. Ecological characteristics of 28-spotted larger lady beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) (Coleoptera: Coccinellidae) and its seasonal fluctuation in Gangneung, Korea. *Korean Journal of Applied Entomology* 49:199-204.
- Lee HC, Lee BC, Kim SD, Paik SW, Lee SS, Lee KS, Kim SM. 2008. Changes in composition of gugija (*Lycii fructus*) species according to harvest time. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 16:306-312.
- Lee JH, Reed DK, Lee HP, Carlson RW. 1988. Parasitoids of *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) (Coleoptera: Coccinellidae) in Kyonggido area, Korea. *Korean Journal of Applied Entomology* 27:28-34.
- Ryu TH, Park SE, Ko NY, Kim JG, Shin HS, Kwon HR, Kim YG, Lee BH, Seo MJ, Yu YM, Youn YN. 2013. Seasonal occurrences of insect pests and control effects of eco-friendly agricultural materials (EFAMs) in the field of *Lycium chinense* under environment-friendly management. *The Korean Society of Pesticide Science* 17:402-410.
- Saxena RC. 1989. Insecticides from neem. In: *Insecticides of Plant Origin* (J.T. Arason, B.J.R. Philogene and P. Morand, eds.). ACS Symp. Ser. No. 387. Am. Chem. Soc. Washington, D.C.. pp.110-135.
- Schmutterer H. 1980. Natural pesticides from the neem tree. *Proc. 1st Int'l. Neem Conf.* pp.33-259.
- Song P, Wang Q, Lu X, Wang Y. 2008. Identification of cry gene and its toxicity from *Bacillus thuringiensis* strain WZ-9 against *Henosepilachna vigintioctomaculata*. *Journal of Biotechnology* 5:245-250.
- Venkatesha MG. 2006. Seasonal occurrence of *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) and its parasitoid on ashwagandha in India. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 9:265-268.
- Zhang Y, Liu H. 2001. Ultrastructure of *Henosepilachna vigintioctomaculata* and *H. vigintioctopunctata*. *Entomological Knowledge* 39:132-135.