

집합페로몬의 함량과 방출기 종류에 따른 갈색날개노린재 (*Plautia stali*)의 유인

박경미 · 장신애¹ · 최선희² · 박정규*

경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Program) / 경상대학교 생명과학연구원,

¹경북 문경시 산양면 (주)나비스, ²경북 경산시 압량면 (주)그린아그로텍

Attraction of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) to Different Amounts of Its Aggregation Pheromone and the Effect of Different Dispensers

GyeongMi Park, Sin Ae Jang¹, SeonHee Choi² and Chung Gyoo Park*

Division of Applied Life Science (BK21 Program), Graduate School/ Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701; ¹Navis Co. Ltd., Sanyang-Myeon, MoonKyeong-Gun 745-820; ²GreenAgrotech Co. Ltd., Amnyang-Myeon, Gyeongsan-si 712-825, Republic of Korea.

ABSTRACT: Attractiveness of different amounts of methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate, the aggregation pheromone of brown-winged stink bug, *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae), was tested using different kinds of dispensers. A lure filled with hexane was used as a control treatment. There were no differences in the attractiveness of the pheromone to *P. stali* and *Halyomorpha halys* among dispensers (polyethylene-vial, rubber septum, and polyethylene tube). Traps baited with 7, 20, 40, 50, and 60 mg of pheromone were tested for their attractiveness. For females, the 40 mg trap attracted highest number of *P. stali*, even though there were no significant differences among pheromone amounts. For males, the 40 and 50 mg traps attracted significantly more bugs than the 7, 20, and 60 mg traps and the control traps. Based on these results, the pheromone dispenser impregnated with 40 mg of pheromone will be practical in monitoring *P. stali* in the field.

Key words: Sweet persimmon, *Plautia stali*, Aggregation pheromone, Methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate, dispenser, *Halyomorpha halys*

초 록: 갈색날개노린재 집합페로몬 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate의 함량별, 방출기종류별 갈색날개노린재에 대한 유인력을 조사하였다. 페로몬 방출기의 종류별로는 polyethylene-vial, rubber septum, polyethylene tube의 세 가지 형태를 검토하였는데, 방출기 간에 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재에 대한 유인력 차이가 없었다. 페로몬 함량별로 보면, 암컷의 경우 40 mg 트랩에서 가장 많이 유인되었으나 다른 함량과 통계적 차이가 없었고, 수컷의 경우에는 40, 50 mg 트랩에서 7, 20, 60 mg 트랩보다 더 많이 유인되었다. 따라서 갈색날개노린재의 발생 예찰용 페로몬 미끼는 미끼당 페로몬의 함량을 40 mg으로 하는 것이 실용적일 것으로 생각된다.

검색어: 단감, 갈색날개노린재, 집합페로몬, Methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate, 방출기, 썩덩나무노린재

우리나라에서 단감을 재배하는 농민들은 해충 중에서 노린재류에 의한 피해가 가장 심하다고 생각한다(Lee *et al.*, 2001). 단감의 노린재류 해충으로는 톱다리개미허리노린재, 갈색날개노린재, 썩덩나무노린재가 주요 종으로서 (Chung *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1997), 특히 갈색날개노린재

는 일본(Adachi *et al.*, 2007)과 한국에서 과수에 피해를 주는 중요한 노린재 중의 하나이다(Lee *et al.*, 2002). 우리나라에서 단감을 가해하는 노린재에 대한 연구로는 피해와 방제에 관한 연구(Chung *et al.*, 1995)와 경남지역에서 흑광 등을 이용하여 발생 시기를 조사한 것(Lee *et al.*, 2002)을 제외하고는 없다. 그러나 최근 들어 단감원에서 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재에 대한 피해가 많이 발생하고 있어

*Corresponding author: parkcg@gnu.ac.kr

Received April 3 2010; revised April 21 2010
accepted May 4 2010

서 이들의 방제를 위한 연구가 필요하다. 한편, 일본에서 단감을 가해하는 노린재는 총 24종으로 보고되어 있으며 (Tomokuni, et al., 1993), 지역에 따라서는 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재, 기름빛풀색노린재 등이 주요 해충으로 (Kawada and Kitamura, 1983; Adachi, 1998) 이들에 대한 발생소장(Yanagi and Hagihara, 1980; Kawada and Kitamura, 1983)과 집합페로몬을 이용하기 위한 트랩의 개발(Adachi et al., 2007) 등에 관한 연구가 진행되었다.

노린재류는 식성이 다양하고 활동성이 강하기 때문에 과수원 주변의 외곽지역에서 비래하여 피해를 준다(Adachi et al., 2007). 즉, 살충제를 노린재류 발생 근원지에 살포할 수 없기 때문에 과수원 내에서는 자주 약제를 살포해야만 한다. 다른 해충도 마찬가지지만 노린재류를 효과적으로 방제하기 위해서는 이들의 활동이나 밀도를 효과적으로 추적하는 것이 대단히 중요하다. 유아등에 의한 조사는 다른 목적 외 곤충을 많이 유살하게 되고, 대부분의 과수원이 산지에 위치해있기 때문에 전원 공급에 또한 문제가 있다. 갈색날개노린재의 경우에는 이미 집합페로몬 성분이 methyl (E,E,Z)-2,4,6-decatrienoate로 밝혀져 있고(Sugie et al, 1996), 페로몬 미끼를 일본의 Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.에서 합성·제조하여 일본식물방역협회에서 판매하고 있다.

상기한 바와 같이 갈색날개노린재가 우리나라의 주요 해충임에도 불구하고 정확한 예찰을 위한 페로몬이 국내에서는 개발되지 않아 많은 농민들이 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 페로몬을 합성하고 미끼를 제조하여 페로몬 방출기의 종류와 페로몬 함량별 유인력을 실험하였다.

재료 및 방법

페로몬 방출기별 갈색날개노린재에 대한 유인력

갈색날개노린재 집합페로몬 (Methyl (E,E,Z)-2,4,6-decatrienoate)에 적합한 방출기를 선정하기 위하여 polyethylene vial (PE-vial) (높이 32 mm, 내경과 외경 8 × 9 mm, Kartell, KA.730, Milano, Italy), rubber septum (높이 24 mm, 내경과 외경 13 × 20 mm, Wheaton, WH.224100.161, New Jersey, USA) 및 polyethylene tube (polytube) (내경과 외경 1 × 1.5 mm, (주)그린아그로텍, 한국) 등 3종의 방출기에 페로몬 성분을 넣어 미끼(루어)를 제작하였다. 페로몬 성분은 (주)그린아그로텍(한국)에서 합성하였고, 방출기 당 페로몬 성

분 50 mg (54.5 μl), 산화 방지제로 butylated hydroxy toluene 7.5 mg, 자외선 흡수제 (NANOSORB-1024d, 나노켐텍, 용인시, 한국) 2.1 μl , 헥산 13.4 μl 를 섞어 주입하였다. 대조구로서 일본의 Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.에서 합성·제조한 polytube형 미끼를 사용하였는데. 이 미끼에는 페로몬 성분 30 mg이 주입되어 있었다. 헥산(Sigma-Aldrich, USA)을 담은 polytube를 무처리로 하였다.

2008년 8월 8일부터 12월 2일까지 경남 진주시 일대 3개의 단감원에 실험하였다. 처음에는 깔대기 트랩((주)그린아그로텍, 한국)을 이용하였는데, 트랩 안에 미끼를 매달고 황색끈끈이(12×12 cm)를 넣어 유인된 노린재가 부착될 수 있도록 하였다. 각 방출기별 1개의 트랩을 각 단감원에 설치하였다. 트랩 간 상호 영향을 받지 않도록 트랩 간 거리는 약 15 m를 유지하였다. 그러나 설치 일주일 후 트랩을 설치한 단감원의 단감에 피해가 발생하여 깔대기 트랩을 황색끈끈이((주) 그린아그로텍, 한국) 트랩으로 교체하였으며, 단감원 한 곳(field A)에서 특히 많은 피해가 있어서 트랩을 경상대학교 가좌캠퍼스(GNU)로 옮겨 설치하였다. 매주 트랩을 수거하여 유인된 갈색날개노린재 수를 암수 구분하여 조사하였고, 트랩의 위치효과를 최소화하기 위하여 매 조사 시마다 각 트랩의 위치를 시계방향으로 순환 교체하였다. 집합페로몬은 36-45일 간격으로 교체하였다(9월 23일, 10월 29일).

페로몬 함량별 갈색날개노린재에 대한 유인력

갈색날개노린재 집합페로몬의 함량별 유인력을 검정하였다. 현재 일본에서 시판되고 있는 갈색날개노린재 집합페로몬의 성분함량은 방출기 당 약 30 mg으로 알려져 있다. 일본산 방출기의 페로몬 함량을 기준으로 PE-vial에 집합페로몬을 각기 0, 7, 20, 40, 50, 60 mg씩 넣어서 미끼를 제작하였다. 페로몬 성분과 미끼는 (주)그린아그로텍(한국)에서 합성·제조한 것을 사용하였다. 2009년 7월 30일부터 11월 9일까지 경남 사천시 두량의 야산 중턱에 지주를 15 m 이상의 간격으로 세우고 황색끈끈이(35×25 cm)를 지상으로부터 약 1 m 높이에 매달고 끈끈이 중앙 상부에 페로몬 미끼를 달아두었다. 페로몬 함량별 3개의 트랩을 설치하였다. 일주일 마다 트랩을 수거하였으며 9월 21일 이후부터는 3일마다 트랩을 수거하여 유인된 갈색날개노린재의 수를 조사하였다. 매 조사 후 트랩은 시계방향으로 교체해주었고, 미끼는 36-45일 간격으로 교체하였다 (7월 31일, 8월 19일, 9월 7일, 9월 29일, 10월 19일).

통계분석

모든 트랩 유인수는 square root ($X+0.5$)로 변환하여 난괴법으로 분산분석하였고, Tukey's studentized range (HSD) test로 5%의 유의 수준에서 처리 평균간 차이를 검정하였다 (SAS Institute, 2002).

결과

페로몬 방출기별 갈색날개노린재에 대한 유인력

2008년에 국산 페로몬을 3가지 형태의 방출기 즉, PE-vial, rubber septum 및 polytube에 넣어 갈색날개노린재에 대한 유인력을 실험하였다. 대조로서 일본산 polytube형 미끼를 사용하였다. 실험 결과 4종의 페로몬 미끼에 유인된 수가 수적인 차이가 있기는 하였지만 Tukey's HSD test에 의한 채집수 평균 간에 통계적 유의차는 없었다(*P. stali*: $df=6,3$; $F=5.33$, $P=0.040$) (Fig. 1). 실험에 사용한 갈색날개노린재 집합 페로몬에 썩명나무노린재의 성충과 약충이 유인되었는데 이 노린재에 대해서도 미끼 간에 유인수의 차이가 없었다(*H. halys*: $df=6,3$; $F=1.3$, $P=0.357$).

페로몬 함량별 갈색날개노린재에 대한 유인력

실험에서 유인된 갈색날개노린재의 수는 Fig. 2와 같다. 페로몬 함량별 유인된 총수(암컷+수컷)을 보면 50 mg에 가장 많이 유인되었으나 20, 40, 60 mg의 유인수도 50 mg과 통계적 유의차가 없었다(Female+male: $df=10,5$; $F=8.30$, $P=0.003$). 암컷의 경우 40 mg에서 가장 많이 유인되

었으나 다른 함량과 통계적 차이가 없었으며(Female: $df=10,5$; $F=2.42$, $P=0.11038$) 수컷의 경우에는 50 mg에서 가장 많은 수가 유인이 되었으나 40 mg의 유인수와 차이가 없었다(Male: $df=10,5$; $F=16.42$, $P=0.0002$).

고찰

갈색날개노린재는 일본과 우리나라에서 과수의 주요 해충으로서(Chung et al., 1995; Sugie et al., 1996; Adachi et al., 2007) 최근 단감에 피해가 증가하고 있는 실정이다. 하지만 국내에서는 갈색날개노린재에 대한 연구가 미흡하여 방제 전략 수립에 어려움이 있다 (Lee et al., 2001, 2002).

갈색날개노린재의 집합페로몬 미끼를 제작하는데 있어 미끼 내 페로몬 성분의 양과 방출기는 노린재를 유인하는데 있어 중요한 역할을 한다. 집합페로몬 성분의 양에 따라, 그리고 방출기가 이 성분을 얼마만큼 방출하느냐에 따라서 노린재 유인력이 크게 달라진다. 하지만 현재 갈색날개노린재의 집합페로몬 미끼에 대해 자세하게 알려진 것이 없고, 정화한 페로몬 성분의 양이나 방출기에 대한 지식이 부족하다. 따라서 페로몬 함량과 방출기가 갈색날개노린재를 유인하는데 어떠한 영향이 있는지를 알아보았다.

먼저 방출기에 따른 실험은 갈색날개노린재 페로몬 성분을 각기 다른 3종류의 방출기에 담아 미끼를 제작하여 실험하였다. 실험 결과 각 방출기에 따른 갈색날개노린재에 대한 유인력의 차이는 없었고, 특히 일본산 polytube형 미끼와도 유인력 차이가 없었다. 일본에서는 갈색날개노린재의 특성

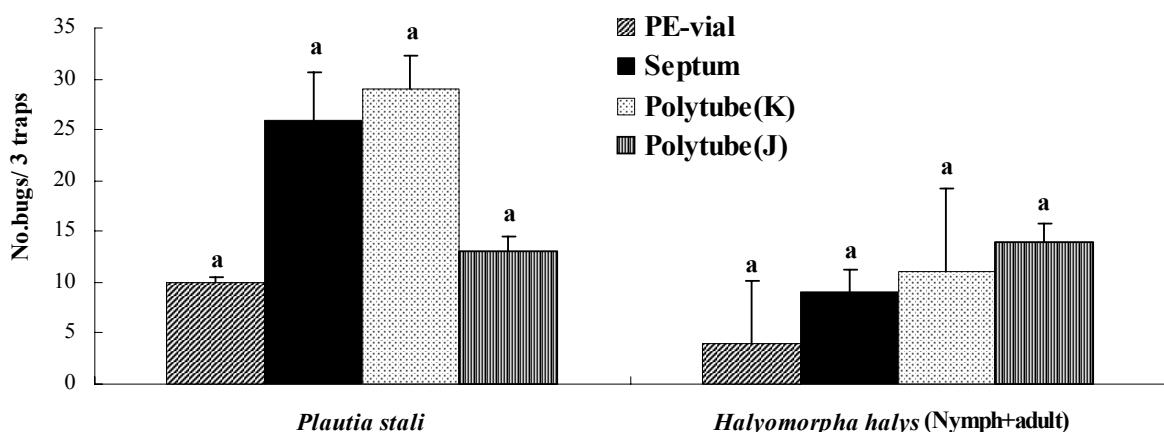


Fig. 1. Total number of brown-winged green stink bugs *P. stali* (Scott) and brown marmorated stink bugs *H. halys* (Stål) caught in traps baited with aggregation pheromone of *P. stali* in different dispensers in 2008. Polytube (K) and polytube (J) mean products of Korea and Japan, respectively. Means marked with the same letters in the same species are not significantly different by Tukey's studentized range (HSD) test at $\alpha=0.05$.

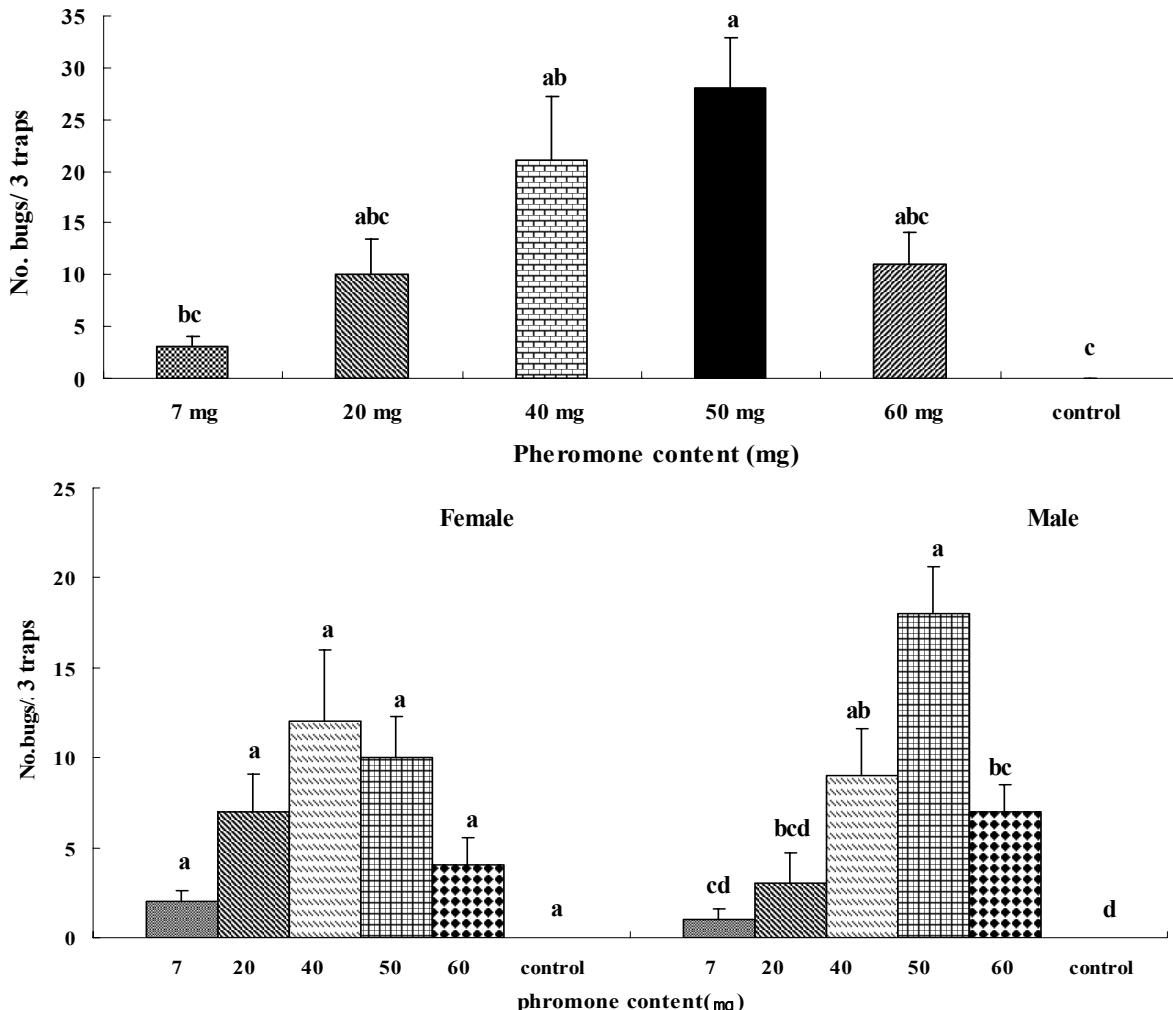


Fig. 2. Total number of both sexes (above) and each sex (below) of brown-winged green stink bug *P. stali* (Scott) caught in traps baited with different amount of its aggregation pheromone. Bars marked with the same letters within the same sex are not significantly different by Tukey's studentized range (HSD) test at $\alpha=0.05$.

에 맞는 트랩을 개발하였는데(Katase *et al.*, 2005; Adachi *et al.*, 2007), 이들의 연구에 따르면 건식트랩보다는 수반트랩이 갈색날개노린재를 더 많이 유인을 하지만 수반트랩의 특성상 사용이 불편하여 이 점을 개선하기 위해 새로운 건식트랩을 개발하였다. 건식트랩의 경우 트랩 전체 또는 일부가 노란색을 띠는 트랩보다는 반투명한 트랩이 수반트랩에 가까운 유살수를 나타내었으며 이는 지역에 따라 크게 차이가 난다고 하였다(Adachi *et al.*, 2007).

두 번째로 페로몬 성분의 양이 갈색날개노린재를 유인하는데 있어 어떤 영향을 주는 알아보기 위해 페로몬성분을 각기 달리하여 미끼를 제작하였다. 노린재의 경우 집합페로몬의 성분함량이 지역에 따라 다르게 나타나는 경우가 있다. 톱다리개미허리노린재는 일본의 경우 집합 페로몬 성분인

(*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate 및 tetradecyl isobutyrate (E2HZ3H, E2HE2H, TI)가 1:5:1의 비율로 구성되어 있고, 이들 세 성분의 전체 함량이 50 mg 이상일 때 유인력이 가장 좋다고 하였다(Leal *et al.*, 1995). 일본과 위도가 비슷한 우리나라의 경우 E2HZ3H, E2HE2H, TI의 세성분이 1:1:1의 비율이나 1:1:0.5일 때 가장 많은 유인력을 나타난다고 하였고(Huh *et al.*, 2008), 미끼의 페로몬 함량도 50 mg일 때 유인력이 가장 좋다고 하였다(Huh *et al.*, 2009). 이는 위도가 비슷한 위치에 있는 지역이라도 환경에 따라서 노린재가 분비하는 집합페로몬의 양이 서로 다르기 때문이라고 생각할 수도 있다. 따라서 갈색날개노린재 역시 지리적 위치에 따라 일본과 우리나라 갈색노린재가 가장 많이 유인되는 집합페로몬의 양이 다를

것으로 판단하고 몇 가지 함량별로 집합페로몬 미끼를 제작하여 국내에 적합한 페로몬 성분의 양을 찾고자 하였다. 페로몬 함량별로 보면 갈색날개노린재 암컷의 경우 40 mg에서, 수컷의 경우 50 mg에서 가장 많이 유인되었다. 그러나 암컷의 경우에는 페로몬 함량 간에 유인수에 차이가 없었고, 수컷의 경우에는 40 mg과 50 mg 간에 유인수의 통계적 차이가 없었다. 결과적으로 암수 전체로는 페로몬 함량이 20~60 mg일 경우에는 총 유인수에는 차이가 없었다. 따라서 갈색날개노린재의 발생예찰용으로 페로몬 미끼를 개발한다면 방출기 당 페로몬의 함량은 40 mg으로 충분할 것으로 판단된다.

이상에서 본 바와 같이 국내산 갈색날개노린재 페로몬은 갈색날개노린재의 예찰용으로 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 앞으로 실용화를 위한 효과적인 트랩의 개발, 트랩을 활용한 방제 기술의 개발 등에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Adachi, I. 1998. Utilization of an aggregation pheromone for forecasting population trends of the stink bugs injuring tree fruits. *Pl. Prot.* 52: 515-518.
- Adachi, I., K. Uchino and F. Mochizuki. 2007. Development of a pyramidal trap for monitoring fruit-piercing stink bugs baited with *Plautia crossota stali* (Hemiptera: Pentatomidae) aggregation pheromone. *Appl. Entomol. Zool.* 42: 425-431.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 1995. Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. *RDA. J. Agri. Sci.* 37: 376-382.
- Huh, H.S., J.E. Yun, T. Wada, N. Mizutani and C.G. Park. 2008. Composition of the aggregation pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47: 141-147.
- Huh, H.S., S.A. Jang and C.G. Park. 2009. Variation in aggregation pheromone secretion of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48: 73-79.
- Katase, M., K. Shimizu, H. Nagasaki and I. Adachi. 2005. Application of synthetic aggregation pheromone of *Plautia stali* Scott to the monitoring and mass trapping of fruit-piercing. *Bull. Chiba Agric. Res. Cent.* 4: 135-144.
- Kawada, H. and C. Kitamura. 1983. The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera: Pentatomidae) I. Observation of mating behavior and multiple copulation. *Appl. Entomol. Zool.* 18: 234-242.
- Kim, I.S., K.I. Hong, M.J. Han and M.H. Lee. 1997. Survey on the occurrence of quarantine pests for export in major non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) production areas in Korea. *RDA J. Crop Protec.* 39: 67-71.
- Leal, W.S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono. 1995. Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): Conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. *J. Chem. Ecol.* 21: 973-985.
- Lee, D.W., G.C. Lee, S.W. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and C.H. Shin. 2001. Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in korea. *The Korean J. Pest. Sci.* 5: 45-49.
- Lee, K.C., C.H. Kang, D.W. Lee, S.M. Lee, C.G. Park and H.Y. Choo. 2002. Seasonal occurrence trends of Hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. *Kor. J. Appl. Entomol.* 41: 233-238.
- SAS Institute, 2002. User's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sugie, H., M. Yoghida, K. Kawasaki, H. Noguchi, S. Moriya, K. Takagi, H. Fukuda, A. Fujii, M. Yamanaka, Y. Ohira, T. Tsutsumi, K. Tsuda, K. Fukumoto, M. Yamashita, and H. Suzuki. 1996. Identification of the aggregation pheromone of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott, (Heteroptera: Pentatomidae). *Appl. Entomol. Zool.* 31: 427-431.
- Tomokuni, M., T. Yasunaga, M. Takai, I. Yanashita, M. Kawamura and T. Kawasawa. 1993. A field guide to Japanese bugs. 380 pp. Zenkoku Noson Kyokai Publishing Co., Ltd. 26-6. Taito 1-Chome, Taito-ku, Tokyo, Jpn.
- Yanagi, T. and Y. Haghara. 1980. Estimation of the number of annual generations of brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott, based on the developmental velocity and diapause-critical day length. *Proc. Kanto-Tosan Plant Protec. Soc.* 27: 143-146.