

# VTS를 이용한 두류종실에 대한 노린재류의 선호성 평가

배순도<sup>1\*</sup> · 김현주<sup>2</sup> · 윤영남<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립식량과학원 기능성작물부

## Preference evaluation of stink bugs to leguminous seeds by video tracking system

Soon-Do Bae<sup>1\*</sup>, Hyun-Ju Kim<sup>1</sup>, Young-Nam Yoon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-803, Korea

Received on 5 November 2012, revised on 23 December 2012, accepted on 27 December 2012

**Abstract** : Preference of stink bugs to various leguminous seeds was evaluated by using VTS (Video Tracking System) in laboratory. Major soybean stink bugs such as bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius), one-banded stink bug, *Piezodorus hybneri* (Gmelin), eastern green stink bug, *Nezara antennata* (Scott), and sole bug, *Dolycoris baccarum* (L.) were significantly most attracted to Cheongjakong, a soybean variety, baited fish-net trap, followed by soybean varieties Ilpumgeomjeongkong and Taekwangkong, a peanut variety Daekwangdangkong, a kidney bean variety Gangnangkong, and a adzuki bean variety Jungwonpat, respectively in a soybean field. VTS observation in laboratory showed that *R. pedestris* and *D. baccarum* had significantly higher frequency of visit on Cheongjakong, followed by Ilpumgeomjeongkong. However, *P. hybneri*, *N. antennata* and *Halyomorpha halys* (Stål) had significantly higher number of visits on Cheongjakong, Seonnogkong and Jinpumkong, followed by Ilpumgeomjeongkong. The sojourned time of stink bugs, however, was significantly longer on Cheongjakong regardless of species of the bugs. Accordingly, Cheongjakong was evaluated as the most preferred soybean seed by fish-net trap and VTS. Thus, VTS is found to be an effective means to evaluate the food preference of stink bugs.

**Key words** : Stink bugs, Leguminous seeds, Attraction, Preference, Fish-net trap, VTS

## I. 서론

국내에서 식식성 노린재류에 의한 두과 및 과수작물 등의 수량감소 및 품질저하가 크게 문제되기 시작한 것은 2000년 이후부터라고 할 수 있다(Lee et al., 2002; Jung et al., 2004; Lee et al., 2004; Oh, 2008). 두과작물에 발생하는 주요 노린재의 종류는 크게 호리허리노린재과 (Alydidae)에 속하는 톱다리개미허리노린재와 노린재과 (Pentatomidae) 노린재류에 속하는 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재 등을 들 수 있다 (Yasunaga et al., 1993; Bae et al., 2007). 노린재류는 산란과, 휴반 및 농작물의 잔재물 등에서 월동하여 봄철부터 주변의 다양한 열매 맺는 작물 및 수목류 등에서 양분을 섭취한다(Yasunaga et al., 1993). 콩 포장에는 개화기부

터 비래하기 시작하여(Jung et al., 2004; Jung et al., 2006; Bae et al., 2007; Endo et al., 2011; Mizutani et al., 2011) 수확기까지 지속적으로 꼬투리 및 종실을 흡즙한다(Lee et al., 2004; Endo et al., 2011; Mizutani et al., 2011). 노린재의 콩 흡즙에 의한 대표적 피해현상은 숙기지연 및 불량립 형성에 의한 건전한 종자로서의 가치 상실 등을 들 수 있다(Oh, 2008).

기주식물에 대한 곤충의 선호성은 대상곤충의 발생밀도, 부착충수, 섭식량과 배설량, 산란, 증식률 등과 밀접한 관련이 있다(Painter, 1958; Sogawa, 1982). Painter(1958)는 초식성 곤충에 대한 식물의 저항성을 비선호성(non-preference), 항생성(antibiosis) 및 내성(tolerant)으로 정의하였고, 곤충의 산란, 섭식 및 피난처 제공에 떨어지는 특성을 가진 것을 비선호성 이라고 하였다. 두과식물은 노린재류가 가장 선호하는 기주로 알려져 있다(Yasunaga et al., 1993; Bae et al., 2004; Lee et al., 2004). 아직까지

\*Corresponding author: Tel: +82-55-350-1272

E-mail address: baesdo@korea.kr

국내에서 노린재류에 저항성인 콩 품종은 개발되지 않았으나, 두류의 종류 및 품종에 따라서 노린재류의 발생과 발육에 차이가 있는 것으로 보고되었다(Son et al., 2000; Oh, 2008; Bae et al., 2009; Kim and Lim, 2010). 그 가운데 팔바구미에 저항성 유전자를 가진 장안녹두에서 노린재류의 발육이 현저히 부진한 것으로 밝혀졌으며(Jung et al., 2006; Bae et al., 2009), 또한 노린재류에 저항성을 가진 콩 유전자원도 보고되었다(Kaga and Ishimoto, 1998; Piubelli et al., 2005). 노린재류에 저항성인 두류 유전자원과 품종 선발은 대체로 포장에서 이루어지므로 많은 시간과 노력이 요구된다. 따라서 실내에서 노린재류에 대한 저항성 및 선호성을 효과적으로 평가할 수 있는 기술이 개발된다면 두류 저항성 연구 및 품종육성에 큰 도움이 될 것으로 여겨진다.

최근 합성페로몬 등의 유인물질과 천적을 이용하여 노린재류의 밀도를 친환경적으로 관리하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다(Endo et al., 2006; Huh and Park, 2006; Huh et al., 2008; Bae et al., 2010; Alim and Lim, 2011). 노린재류의 집합페로몬은 먹이가 있는 경우 분비함으로(Morishima et al., 2005; Huh and Park, 2006), 집합페로몬과 콩 종실을 조합하면 노린재류의 유인효과가 증진한다고 하였다(Huh and Park, 2006; Yasuda et al., 2007). 근년에 Video Tracking System(VTS)를 이용하여 곤충의 행동양상을 보다 정밀하게 관찰하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Noldus et al., 2002; Prasifka et al., 2010). 조건이 설정된 검정상 등에 관찰내용물과 대상을 주입하고 관찰자가 원하는 다양한 행동특성을 장착된 카메라로 관찰하고, 그 값을 컴퓨터로 기록하여 분석하는 장치로 그 효용성이 높게 평가되고 있다.

따라서 본 연구는 두류종실에 대한 노린재류의 선호성을 콩 포장에서 통발트랩에 유인된 노린재류의 유인수와 VTS를 이용하여 검정상에서 두류종실에 대한 노린재류의 방문횟수와 체류시간을 측정하여 평가하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 콩 포장에서 통발트랩의 두류종실에 의한 노린재류 유인효과 조사

6품종의 두류종실 즉, 대두 또는 장유콩류로 불리는 태

광콩과 흔히 검정콩으로 불리는 청자콩과 일품검정콩 그리고 두류에 속하는 대광땅콩, 강낭콩 및 중원팥에 대한 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재 및 알락수염노린재의 유인효과 조사는 2006년 경남 밀양시 점필재로 20번지에 소재하는 국립식량과학원 기능성작물부의 콩 포장에서 수행하였다. 태광콩을 비닐피복한 시험포장(40×70 m=2,800 m<sup>2</sup>)에 6월 15일에 점파(60×20 cm)하여 재배하였다. 2005년 국립식량과학원 기능성작물부에서 수확한 청자콩, 일품검정콩, 태광콩, 대광땅콩, 강낭콩 및 중원팥 종실을 백색 망사천(구멍크기 0.3×0.3 mm)에 각각 40 g씩 싸서 검정색 통발트랩에 주입하여 통발트랩을 콩 식물체 초장높이로 2006년 9월 1일 설치하였다. 무처리인 통발트랩에 두류종자를 넣지않고 통발자체만을 사용하였다. 콩 포장에서 두류종실을 주입한 통발트랩에 유인된 노린재류는 9월 30일까지 5일 간격으로 조사하였다. 콩 포장에서 통발트랩은 남북방향으로 트랩간 최소 10 m 간격으로 난괴법 3반복으로 설치하였다. 노린재류의 유인효과 조사기간 동안 노린재류의 발생에 영향을 미치는 농약살포는 하지 않았다.

### 2. VTS에 의한 두류종실에 대한 노린재류의 방문횟수 및 체류시간 조사

톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재 성충의 검정콩류인 청자콩과 일품검정콩, 장유콩류인 선녹콩, 진품콩, 태광콩과 은하콩 그리고 대광땅콩 종실에 대한 체류시간 및 방문횟수에 관한 조사는 검정상(510×510×610 mm, 두께 5 mm, 흑색 아크릴)에 CC카메라(Sony color video camera, SSC-E473)를 설치하여 2007년 조사하였다. 이탈리아 Panlab사에서 제작한 VTS의 Smart프로그램을 이용하여 노린재류의 방문횟수 및 체류시간을 분석하였다. 두류 종실을 은회색 플라스틱용기(직경 50 mm, 높이 3 mm)에 각 종류대로 약 10 g씩 담아 검정상의 바닥에 원형으로 놓았으며, 무처리인 두류종실을 주입하지 않고 플라스틱용기 자체만을 사용하였다. CC카메라에 의한 노린재의 관찰을 용이하게 하기 위하여 검정상내의 바닥에 백색용지를 깔았다. 바닥중앙에 물을 함유한 스폰지내장 플라스틱용기를 놓아 주입한 노린재가 수분을 섭취할 수 있게 하였으며, 이 수분공급용기로부터 80 mm거리에 둥글게 일정간격(70 mm)으로 두류종실 7종과

무처리리를 포함하여 총 8개의 플라스틱용기를 위치시켰다 (Fig. 1). 두류종실에 대한 노린재류의 방문횟수 및 체류시간 조사는 검정상의 뚜껑 외부중앙에 마련된 카메라거치대에 CC카메라를 설치하여 측정하였으며, 외부에서 주입한 노린재류의 이동여부를 관찰하기 위하여 뚜껑내부 중앙에 적색등(5 W, 220 V)을 설치하였다.

검정상에 주입한 노린재류는 태광콩 포장에서 채집한 약충으로 곤충사육실(26±2°C, 16L:8D)에서 태광콩과 대광땅콩을 이용하여 사육한 것이었다. 우화한지 약 7~10일된 수컷성충 1마리를 검정상의 측면에 위치한 미닫이식 주입구(16×16 mm)를 통해 부드럽게 방사하였다. 노린재 종류별 두류종실에 대한 방문횟수 및 체류시간 조사는 1차(9월 1일~9월 16일), 2차(9월 16일~10월 1일) 및 3차(10월 2일~10월 17일)에 걸쳐 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재의 순서대로 3일간 행동을 관찰하였다. 검정상내 플라스틱용기에 주입하는 두류종실은 노린재의 종류가 바뀔 때마다 새로운 종실로 교체하였으며, 모든 실험은 25±2°C의 암실조건에서 수행하였다.

### 3. 통계처리

콩 포장에서 통발트랩의 두류종실에 의한 노린재류의 유인효과와 VTS를 이용한 노린재류의 두류종실에 대한 방문횟수 및 체류시간에 대한 유의성 검정은 Tukey's HSD 검정( $\alpha=0.05$ )(SAS Institute Inc., 2004)으로 각 처리간의 평균값을 비교하였으며, 또한 VTS에 의한 노린재의 종류별 두류종실에 대한 방문횟수와 체류시간과의 회귀분석 관계식과 결정계수를 구하였다.

## III. 결과

### 1. 콩 포장에서 통발트랩의 두류종실에 의한 노린재류 유인효과

청자콩, 일품검정콩, 태광콩, 대광땅콩, 강낭콩 및 중원팥의 종실을 각각 통발트랩에 주입하여 콩 포장에서 노린재류 성충의 유인효과를 조사하였다(Fig. 2). 톱다리개미허리노린재는 청자콩에 유의하게 가장 많이 유인되었으며, 다음은 일품검정콩과 태광콩 이었고, 나머지 두류종실에서 톱다리개미허리노린재의 유인효과는 현저히 낮았다. 또한 가로줄노린재, 풀색노린재 및 알락수염노린재의 유인효과도 청자콩에서 가장 높았으며, 다음은 일품검정콩, 태광콩의 순서로 나타났다. 하지만 두류종실에 대한 노린재류의 유인효과는 노린재과 노린재류보다 톱다리개미허리노린재가 현저히 높았다.

### 2. VTS에 의한 두류종실에 노린재류의 대한 방문횟수 및 체류시간

VTS에 의한 노린재류의 두류종실에 대한 3일간 방문횟수 결과는 Table 1과 같았다. 노린재류의 방문횟수는 톱다리개미허리노린재는 청자콩에서, 가로줄노린재는 선녹콩, 청자콩 및 진품콩에서, 풀색노린재는 선녹콩, 청자콩 및 진품콩에서, 썩덩나무노린재는 선녹콩, 청자콩 및 진품콩에서, 그리고 알락수염노린재는 청자콩에서 유의하게 가장 높았으며, 그 다음은 노린재의 종류에 관계없이 대체로 일품검정콩 이었다. 노린재류의 방문횟수가 가장 많았던 청자콩에서 노린재의 종류별 방문횟수는 톱다리개미허리노

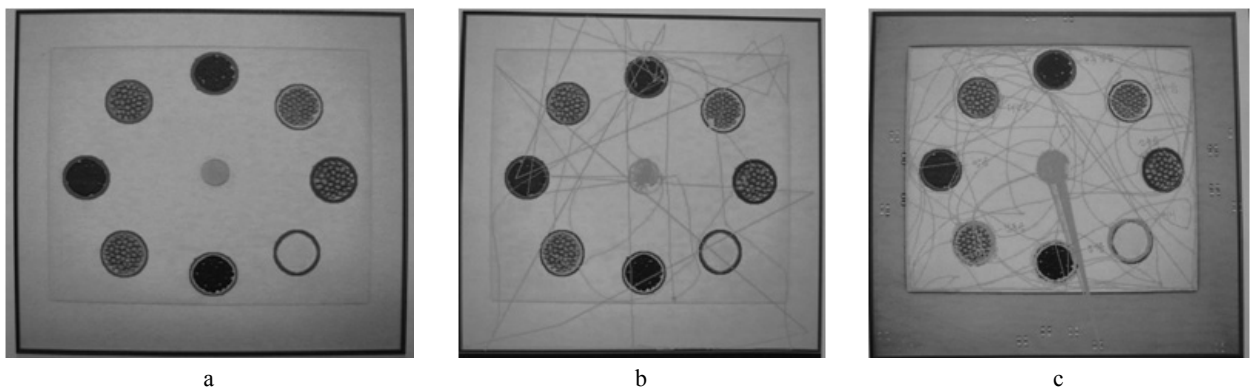
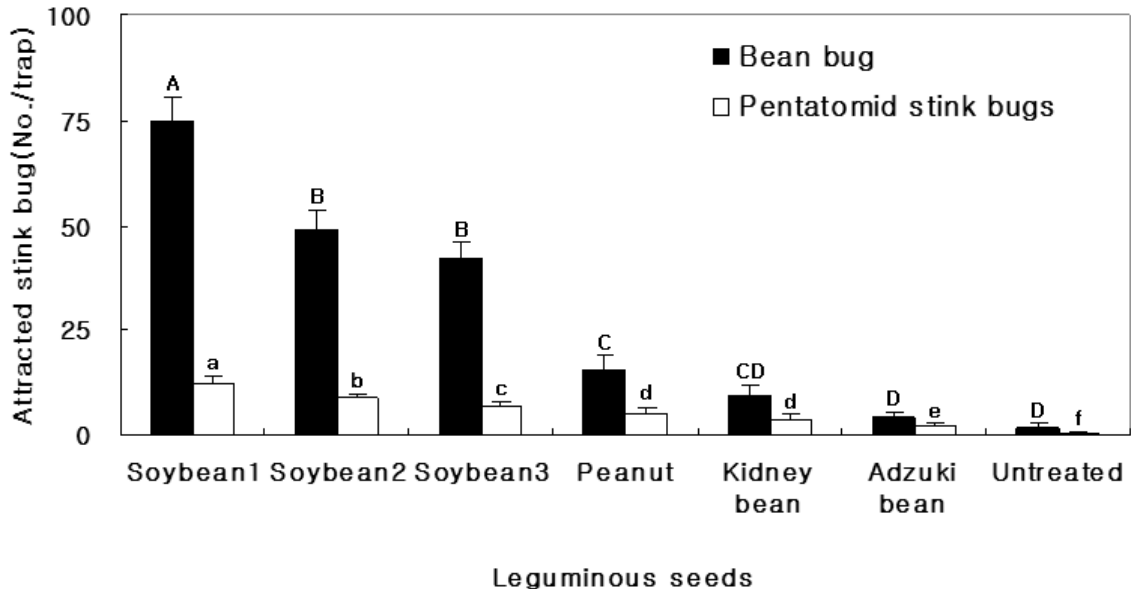


Fig. 1. Pre-releasing phase (a) early phase (b) and middle phase (c) of post-release of stink bugs to various leguminous seeds into video tracking system.



**Fig. 2.** Attractiveness of stink bugs to various leguminous seeds baited fish-net trap at soybean field in Milyang, 2006. Values with the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test,  $\alpha=0.05$ ). Bean bug is *R. pedestris* and pentatomid stink bugs are *P. hybneri*, *N. antennata* and *D. baccarum*. Soybean 1, 2 and 3 are Cheongjakong, Ilpumgeomjeongkong and Taekwangkong, respectively.

**Table 1.** Visiting frequency of stink bugs on various leguminous seeds for 3 days recorded by video tracking system.

Leguminous seeds	Visiting frequency(mean±SD, No.)* /leguminous seeds/arena				
	<i>Riptortus pedestris</i>	<i>Piezodorus hybneri</i>	<i>Nezara antennata</i>	<i>Halyomorpha halys</i>	<i>Dolycoris baccarum</i>
Cheongjakong	1942.7±76.2 a	88.3±11.4 a	93.0±8.0 a	90.3±8.5 a	132.0±11.8 a
Ilpumgeomjeongkong	641.3±44.0 b	52.0±6.6 b	56.0±8.0 b	52.7±6.0 b	81.0±13.1 b
Seonnogkong	54.0±5.6 c	99.3±9.5 a	98.3±10.5 a	90.7±7.5 a	27.7±3.5 cde
Jinpumkong	12.7±2.5 de	82.0±7.2 a	83.7±5.7 a	81.0±6.0 a	92.0±8.2 b
Taekwangkong	19.3±4.5 d	30.7±6.0 c	32.7±5.5 cd	41.0±5.0 bc	31.0±4.0 cd
Eunhakong	8.3±1.5 ef	43.3±5.5 bc	43.3±5.5 bc	29.3±4.5 cd	43.0±4.0 c
Daekwangkongdangkong	4.3±1.5 ef	24.3±3.5 cd	24.0±4.0 de	21.3±3.5 de	16.0±4.0 de
Untreated	2.3±0.6 f	5.3±2.5 d	6.3±1.5 e	6.0±2.0 e	8.7±2.1 e

Means within a column followed by the same letter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

린재가 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재보다 현저히 많았다.

한편, VTS에 의한 7종의 두류종실에 대한 5종 노린재류의 3일간 체류시간을 조사한 결과는 Table 2와 같았다. 두류종실에 대한 노린재류의 체류시간은 노린재의 종류에 관계없이 청자콩에서 유의하게 가장 길었으나, 그 다음은 노린재의 종류에 따라 변이가 심하였다. 노린재 종류에 따른 체류시간은 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재보다 톱다리개미허리노린재에서 두류종류에 관계없이 대체로 높은 경향을 나타내었다.

#### IV. 고찰

식식성 노린재류의 기주범위는 크게 광식성과 협식성으로 구분할 수 있다. 톱다리개미허리노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 및 알락수염노린재는 두과식물을 비롯하여 화분과, 장미과 및 인과류 등의 매우 넓은 기주식물에 발생하지만(Yasunaga et al., 1993), 가로줄노린재는 두과식물에만 발생하므로 기주범위에 큰 차이가 있다(Yasunaga et al., 1993). 두과식물에 있어서도 두류의 종류, 품종, 숙기, 종실크기, 모용색 등에 따라 노린재류의 발생과 선호성

**Table 2.** Sojourned time of stink bugs on various leguminous seeds for 3 days recorded by VTS.

Leguminous seeds	Sojourned time(mean±SD, minute)/leguminous seeds/arena				
	<i>Riptortus pedestris</i>	<i>Piezodorus hybneri</i>	<i>Nezara antennata</i>	<i>Halyomorpha halys</i>	<i>Dolycoris baccarum</i>
Cheongjakong	421.1±6.7 a	57.3±3.2 a	16.8±1.1 a	221.8±9.1 a	112.6±4.5 a
ILpumgeomjeongkong	256.4±6.6 b	25.5±2.4 b	9.2±0.8 d	25.4±2.6 c	59.1±3.3 b
Seonnogkong	204.7±6.5 c	24.4±2.3 b	14.9±0.6 b	35.7±2.8 b	19.8±3.0 de
Jinpumkong	137.3±5.0 d	17.5±1.5 c	12.9±0.6 c	10.7±0.5 d	39.0±3.2 c
Taekwangkong	53.7±2.6 e	8.5±0.6 d	5.3±0.4 e	10.1±0.5 de	27.2±3.1 d
Eunhakong	38.8±2.5 f	4.9±0.5 ed	6.4±0.3 e	6.0±0.4 de	9.2±0.5 f
Daekwangkongdangkong	22.7±1.2 g	2.9±0.4 e	2.9±0.3 f	3.5±0.3 de	12.2±0.5 ef
Untreated	0.5±0.1 h	1.4±0.2 e	1.0±0.1 g	0.7±0.1 e	1.1±0.2 g

Means within a column followed by the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

에 차이가 있다(Oh, 2008). 한편, 두류 가해 주요 노린재류는 톱다리개미허리노린재는 호리허리노린재과(Alydidae)로, 가로줄노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재, 알락수염노린재 등은 노린재과(Pentatomidae)로 구분할 수 있다(Kadosawa and Santa, 1981; Bae et al., 2004). 이러한 형태상의 차이는 이들 노린재류의 행동특성에서도 뚜렷한 차이를 나타낸다(Bae et al., 2007; Bae et al., 2010). 즉 톱다리개미허리노린재는 주변의 다양한 작물로 쉽게 이동하지만(Bae et al., 2007; Maharjan and Jung, 2009), 가로줄노린재 등의 노린재과 노린재류는 상대적으로 이동성이 낮고 자극이 가해지면 아래로 떨어지는 특성을 가지고 있다(Bae et al., 2007; Bae et al., 2010).

노린재류는 수컷에서 휘발성 물질을 분비하여 동종을 유인하는 효과가 있으며(Endo et al., 2006; Huh et al., 2008), 이러한 유인효과는 유인물의 종류, 조합 및 트랩에 따라 차이가 있다(Huh and Park, 2006; Bae et al., 2010). 특히 노린재류 수컷은 먹이가 있는 경우에만 페로몬을 분비한다는 보고가 있으며(Morishima et al., 2005), 나아가 페로몬과 먹이를 조합하면 노린재류의 유인효과가 증진된다고 하였다(Huh and Park, 2006; Yasuda et al., 2007). 본 연구에서 통발트랩에 주입한 두류종실에 따른 노린재류의 유인효과는 톱다리개미허리노린재는 청자콩에서 유의하게 가장 높았으며, 다음은 유의한 차이없이 일품검정콩과 태광콩 이었고, 나머지 종실에서는 매우 낮았다. 또한 가로줄노린재, 풀색노린재 및 알락수염노린재의 유인효과도 청자콩에서 유의하게 가장 높았으며, 다음은 일품검정콩, 태광콩의 순서로 나타났다. 두류종실에 관계없이 톱다리개미허리노린재의 유인효과가 가로줄노린재 등의

노린재과 노린재류보다 높았던 것은 노린재의 행동특성 때문으로 여겨진다(Bae et al., 2007; Maharjan and Jung, 2009). 하지만 대두에서 다른 두류종실보다 유인효과가 높았고, 그 가운데 청자콩에서 유인효과가 가장 높았던 원인은 명확하게 설명하기 어려우나 두류종실과 노린재류의 특성 및 상호작용에 의한 것으로 추측된다. 즉, 청자콩은 노린재류가 가장 선호하는 먹이로 청자콩에 유인되었던 노린재류가 상대적으로 많은 양의 페로몬을 분비함으로 노린재류 유인에 유리하였을 가능성을 들 수 있다. 하지만 먹이의 선호도에 따른 페로몬의 분비량에 관해서는 보다 정밀한 연구가 이루어져야 할 것이다.

두류종실의 주요성분은 단백질, 지방 및 탄수화물로 구성되어 있으나(Saldivar et al., 2011), 그 함량은 두류의 종류 및 품종 등에 따라서 차이가 있다(Johnson et al., 2008; Saldivar et al., 2011). 즉, 단백질은 땅콩보다 청자콩과 태광콩 등의 대두에서 많고, 지방은 대두보다 땅콩에서 많고, 탄수화물은 땅콩보다 대두에서 많은 것으로 알려져 있다(Johnson et al., 2008). 대두 품종간에 단백질, 지방 및 탄수화물의 함량은 큰 차이가 없으나, 청자콩과 검정콩은 장류용 콩에 비해 안토시아닌 색소와 당 함량 및 항산화 활성도가 높고 특히, 청자콩에서 높은 것으로 보고되었다(Johnson et al., 2008; Phommalth et al., 2008). Bae 등(2009)은 태광콩, 경선녹두 및 장안녹두에서 노린재류 발육을 조사한 결과 특히 장안녹두에서 노린재류의 정상적인 발육과 산란이 이루어지지 않았고, 성충수명도 현저히 짧다고 하였다. 이러한 이유는 팔바구미와 풍덩이류에 저항성을 가진 유전자원의 육성에서 기인된 것으로(Kaga and Ishimoto, 1998; Jung et al., 2006) 종자속에

포함된  $\alpha$ -아밀라제 저해제가 곤충의 중장에 있는  $\alpha$ -아밀라제를 저해하기 때문이라 하였다(Ishimoto et al., 1996). 본 연구에서 두류종실에 대한 노린재류의 방문횟수는 톱다리개미허리노린재와 알락수염노린재는 청자콩에서, 가로줄노린재, 풀색노린재 및 썩덩나무노린재는 청자콩, 선녹콩 및 진품콩에서 유의하게 가장 많았다. 특히 톱다리개미허리노린재의 방문횟수는 청자콩과 일품검정콩에서 현저히 많았다. 체류시간도 노린재의 종류에 관계없이 청자콩에서 현저하게 길었으며, 톱다리개미허리노린재의 체류시간이 다른 노린재류보다 월등히 길었다. 두류종실의 색깔은 청자콩과 검정콩은 종피가 흑색으로 안토시아닌 색소를 가지고 있고, 선녹콩은 연한 녹색, 진품콩, 태광콩 및 은하콩은 황색, 대광땅콩은 종피가 갈색을 띠고 있다. 그러므로 VTS에 의한 노린재류의 방문횟수와 체류시간이 청자콩에서 가장 높았던 것은 두류 종피의 색깔, 노린재의 두류 종피 흡즙에 따른 종실의 성분변화 및 휘발성 물질의 방출 등과 관련이 있을 것으로 여겨진다(Carr o-Panizzi and Kitamura, 1995; Johnson et al., 2008). 하지만 이와 관련된 어떤 연구결과도 없음으로 보다 정밀한 연구가 요구되는 바이다.

따라서 청자콩은 노린재류가 가장 선호하는 두류 종실로 평가되었으며, VTS는 노린재류의 먹이선호성을 평가할 수 있는 효과적 수단으로 여겨지며, 두류의 생식생장기에 다양한 성분의 양적 및 질적 평가와 VTS에 의한 관찰 자료를 종합하면 노린재류의 선호성에 관한 보다 구체적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 여겨진다.

## 참고 문헌

Alim MA, Lim UT. 2011. Refrigerated eggs of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) added to aggregation pheromone traps increase field parasitism in soybean. *Journal of Economic Entomology* 104:1833-1839.

Bae SD, Kim HJ, Park JK, Jung JK, Cho HJ. 2004. Effects of food combinations of leguminous seeds on nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. *Korean Journal of Applied Entomology* 43:123-127.

Bae SD, Kim HJ, Lee GH, Park ST. 2007. Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. *Korean Journal of Applied Entomology* 46:153-158.

Bae SD, Kim HJ, Yoon YN, Park ST, Choi BR, Jung JK. 2009. Effects of a mungbean cultivar, Jangannogdu on nymphal development, adult longevity and oviposition of soybean stink bugs. *Korean Journal of Applied Entomology* 48:311-318.

Bae SD, Kim HJ, Lee GH, Yoon YN, Nam MH. 2010. Attractiveness

of stink bugs to color, height and location of aggregation pheromone trap. *Korean Journal of Applied Entomology* 49:325-331.

Carrão-Panizzi MC, Kitamura K. 1995. Isoflavone content in Brazilian soybean cultivars. *Breeding Science* 45: 295-300.

Endo N, Matsukura K, Wada T, Sasaki R. 2006. Physiological conditions of *Piezodorus hybneri*(Heteroptera: Pentatomidae) attracted to synthetic pheromone of *Riptortus pedestris*(Heteroptera: Alydidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 50:319-323.

Endo N, Wada T, Sasaki R. 2011. Seasonal synchrony between pheromone trap catches of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae) and the timing of invasion of soybean fields. *Applied Entomology and Zoology* 46:477-482.

Huh W, Park CG. 2006. Increased attractiveness of the aggregation pheromone trap of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Korean Journal of Applied Entomology* 45:87-90.

Huh HS, Yun JE, Wada T, Mizutani N, Park CG. 2008. Composition of the aggregation pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. *Korean Journal of Applied Entomology* 47:141-147.

Ishimoto M, Sato T, Chrispeels MJ, Kitamura K. 1996. Bruchid resistance of transgenic adzuki expressing seed  $\alpha$ -amylase inhibitor of common bean. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 79:309-315.

Johnson LA, White PJ, Galloway R. 2008. Soybeans: chemistry, production, processing, and utilization. *American Oil Chemists' Society* p. 850.

Jung JK, Youn JT, Im DJ, Kim UH. 2004. Population density of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) and soybean injury in soybean fields. *Treatment of Crop Research* 5: 473-483.

Jung JK, Moon JK, Seo BY. 2006. Screening of leguminous germplasm for resistance against the bean bug, *Riptortus clavatus*. *Treatment of Crop Research* 7:639-666.

Kadosawa T, Santa. H. 1981. Growth and reproduction of soybean pod bugs(Heteroptera) on seeds of legumes. *Bulletin of Chugoku National Agricultural Experiment Station Series* E19:75-97.

Kaga A, Ishimoto M. 1998. Genetic localization of a bruchid resistance gene and its relationship to insecticidal cyclopeptide alkaloids, the vignatic acids, in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczea). *Molecular and General Genetics* 258:378-384.

Kim SW, Lim UT. 2010. New soybean variety, Agakong, as a host of *Riptortus pedestris*(Fabricius): study on field occurrence and biological attributes in the laboratory. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 13:261-265.

Lee GH, Paik CH, Choi MY, Oh YJ, Kim DH, Na SY. 2004. Seasonal occurrence, soybean damage and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. *Korean Journal of Applied Entomology* 43:249-255.

Lee KC, Kang CH, Lee DW, Lee SM, Park CG, Choo HY. 2002. Seasonal occurrence trends of hemipteran bug pests

- monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. *Korean Journal of Applied Entomology* 41:233-238.
- Maharjan R, Jung C. 2009. Flight behavior of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae), relative to adult age, sex and season. *Journal of Asia Pacific Entomology* 12:145-150.
- Mizutani N, Moriya S, Yamaguchi T, Ito K, Tabuchi K, Tsunoda T, Iwai H. 2011. Seasonal abundance of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae) in some leguminous plants. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 5:163-170.
- Morishima M, Tabuchi K, Ito K, Mizutani N, Moriya S. 2005. Effect of feeding on the attractiveness of *Riptortus clavatus* (Thunberg)(Heteroptera: Alydidae) males to conspecific individuals. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 49:262-265.
- Noldus LPJJ, Spink AJ, Tegelenbosch RAJ. 2002. Computerised video tracking, movement analysis and behaviour recognition in insects. *Computer and Electronics in Agriculture* 35:201-227.
- Oh YJ. 2008. Differences in damage aspects of soybean (*Glycine max* L.) varieties by bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) and associated characters. Ph.D. dissertation, Jeonbuk National University Korea.
- Painter RH. 1958. Resistance of plants to insects. *Annual Review of Entomology* 3: 267-290.
- Piubelli GC, Hoffmann-Campo CB, Moscardi F, Miyakubo SH, Oliveira MCN. 2005. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? *Journal of Chemical Ecology* 31: 1509-1525.
- Phommalth S, Jeong YS, Kim YH, Hwang YH. 2008. Isoflavone composition within each structural part of soybean seeds and sprouts. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 11:57-62.
- Prasifka JR, Hellmich RL, Crespo ALB, Siegfried BD, Onstad DW. 2010. Video-tracking and on-plant tests show Cry1Ab resistance influences behavior and survival of neonate *Ostrinia nubilalis* following exposure to *Bt* Maize. *Journal of Insect Behavior* 23:1-11.
- Saldivar X, Wang YJ, Chen P, Hou A. 2011. Changes in chemical composition during soybean seed development. *Food Chemistry* 124:1369-1375.
- SAS Institute. 2004. SAS user's. SAS Institute, Cary, N. C.
- Sogawa K. 1982. The rice brown planthopper: feeding physiology and host plant interactions. *Annual Review of Entomology* 27:49-73.
- Son CK, Park SG, Hwang YH, Choi BS. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. *Korean Journal of Crop Science* 45:405-410.
- Yasuda T, Mizutani N, Honda Y, Endo N, Yamaguchi T, Moriya S, Sasaki T. 2007. A supplement component of aggregation attractant pheromone in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae), related to food exploitation. *Applied Entomology and Zoology* 42:161-166.
- Yasunaga T, Takai M, Yamashida I, Kawamura M, Kawasaki T. 1993. A field guide to Japanese bugs: Terrestrial Heteropterans. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publication Co. Ltd., Tokyo, p. 380.