

콩 주요 노린재류의 약제감수성

배순도* · 김현주 · 이건휘¹ · 박성태 · 이시우²국립식량과학원 기능성작물부, ¹국립식량과학원 벼백류부, ²국립농업과학원 농업생물부

Susceptibility of Stink Bugs Collected in Soybean Fields in Milyang to Some Insecticides

Soon Do Bae*, Hyun Joo Kim, Geon Hee Lee¹, Sung Tae Park and Si Woo Lee²

Functional Crop Research Division, Nat. Inst. of Crop Science, RDA, Milyang, 627-130, Republic of Korea

¹Reclaimed Land Agriculture Research Division, Nat. Inst. of Crop Science, Iksan, 570-080, Republic of Korea²Department of Agricultural Biology, Nat. Inst. of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Republic of Korea

ABSTRACT : The susceptibility of five stink bugs species collected soybean fields in Milyang in 2006 to seven insecticides was evaluated using electric auto-sprayer. The insecticide deltamethrin had the lowest median lethal concentration (LC₅₀) of 0.4 to 2.3 ppm regardless of stink bugs species while phenthoate had the highest concentration for one-banded stink bug (*Piezodorus hybneri*), green stink bug (*Nezara antennata*), sloe bug (*Dolycoris baccarum*), and brown marmorated stink bug, (*Halyomorpha halys*); and fenthion for bean bug (*Riptortus clavatus*). The average LC₅₀ for stink bugs to seven insecticides was lowest at 7.5 ppm for *R. clavatus*, followed by 16.6 ppm for *H. halys*, 17.6 ppm for *D. baccarum*, 19.1 ppm for *N. antennata*, and 28.4 ppm for *P. hybneri*. The relative tolerance ratio (TR), which is the TR of 90 percent lethal concentration (LC₉₀) of stink bugs to the recommended concentration, was the lowest in fipronil for *R. clavatus*, *P. hybneri* and *D. baccarum*; fenitrothion for *N. antennata*; and fenthion for *H. halys*. The relative average TR was lowest at 0.09 for *R. clavatus*, followed by 0.26 for *D. baccarum*, 0.30 for *N. antennata*, 0.37 for *P. hybneri*, and 0.39 for *H. halys*. Therefore, insecticides susceptibility was highest for *R. clavatus* and lowest for *P. hybneri* while the relative average TR was lowest for *R. clavatus* and highest for *H. halys*. Accordingly, it is expected that stink bugs can be effectively controlled with by spraying insecticides in soybean field because the relative average TR value of stink bugs was below 1.0, indicating high susceptibility of stink bugs to insecticides.

KEY WORDS : Stink bugs, Soybean, Median lethal concentration, Insecticide susceptibility, Tolerance ratio

초 록 : 밀양의 콩 포장에서 채집한 5종 노린재류의 7종 약제에 대한 감수성을 평가하였다. 7종 약제에 대한 노린재의 반수치사농도(LC₅₀)는 노린재의 종류에 관계없이 deltamethrin에서 0.4~2.3 ppm으로 가장 낮았으며, 톱다리개미허리노린재의 fenthion을 제외하면 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재는 phenthoate에서 가장 높았다. 7종 약제에 대한 노린재류의 평균 반수치사농도는 톱다리개미허리노린재에서 7.5 ppm으로 가장 낮았으며, 다음은 썩덩나무노린재(16.6 ppm)>알락수염노린재(17.6 ppm)>풀색노린재(19.1 ppm)>가로줄노린재(28.4 ppm)의 순으로 낮았다. 또한 약제별 추천농도에 대한 노린재의 90% 치사농도의 비로 나타난 상대적 약제내성비 (상대적 약제내성비=LC₉₀/약제별 추천농도)는 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재 및 알락수염노린재는 fipronil에서, 풀색노린재는 fenitrothion에서 썩덩나무노린재는 fenthion에서 가장 낮았다. 노린재류의 7종 약제에 대한 평균 약제내성비는

*Corresponding author. E-mail: baesdo@rda.go.kr

톱다리개미허리노린재에서 0.09로 가장 낮았으며, 다음은 알락수염노린재(0.26)>폴색노린재(0.30)>가로줄노린재(0.37)>썩덩나무노린재(0.39)의 순으로 낮았다. 그리하여 노린재류의 약제감수성은 톱다리개미허리노린재에서 가장 높았으며, 가로줄노린재에서 가장 낮았고, 상대적 약제내성비는 톱다리개미허리노린재에서 가장 낮았으며, 썩덩나무노린재에서 가장 높았다. 따라서 공시약제에 대한 노린재류의 상대적 내성비가 1.0 미만으로 약제감수성이 매우 높아 콩 포장에서 약제살포에 의한 노린재류의 방제효과는 매우 높을 것으로 여겨진다.

검색어 : 노린재류, 콩, 반수치사농도, 약제감수성, 내성비

국내에서 콩을 가해하는 주요 노린재의 종류는 호리허리노린재과에 속하는 톱다리개미허리노린재, 노린재과 노린재류에 속하는 가로줄노린재, 폴색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재를 들 수 있다(Son *et al.*, 2000; Kang *et al.*, 2003; Ha, 2004; Lee *et al.*, 2004; Bae *et al.*, 2005a,b; Bae *et al.*, 2008a). 이들 노린재류는 작물의 헝 및 종실을 구침으로 찢러 즙액을 빨아먹어 수량과 품질을 크게 떨어뜨려 재배자에게 큰 경제적 손실을 초래한다(Kadosawa & Santa, 1981; Chung *et al.*, 1995; Son *et al.*, 2000; Kang *et al.*, 2003; Ha, 2004).

노린재류는 산림의 낙엽속, 상록수 등의 나무 가지와 조피사이, 농작물의 잔재물 속에서 성충으로 월동하여 대체로 이듬해 4월 상중순경부터 월동에서 깨어나 봄철에 열매를 맺는 화분과, 유류 및 두류작물과 유실수 등에서 필요한 양분을 섭취하고 개체군의 밀도를 증식시키고(Natuhara, 1985; Kang *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2004; Hu *et al.*, 2005), 7월 이후에는 주변의 두류, 참깨 및 과수 등으로 이동하여 작물 수확 기까지 개체군 증식과 더불어 작물에 지속적인 피해를 주게 된다(Chung *et al.*, 1995; Son *et al.*, 2000; Ha, 2004; Lee *et al.*, 2004; Bae *et al.*, 2008a).

노린재류는 1990년대 중반까지만 해도 개체군의 발생량이 적어 농작물의 주요 해충으로 인식되지 않았으나, 2000년도 이후부터 발생량이 크게 증가하여 이들 노린재류를 관리하지 않으면 농작물의 정상적인 수확이 어려운 지경에까지 이르게 되었다(Kang *et al.*, 2003; Ha, 2004; Bae *et al.*, 2008a). 이렇듯 농작물의 2차 해충이었던 노린재류가 최근 두류, 과수 및 유류작물의 가장 주요한 해충으로 등장하게 된 배경은 산림생태계를 포함한 작부체계 및 양식 등 농업생태계의 변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다(Lee *et al.*, 2004; Bae *et al.*, 2005b; Bae *et al.*, 2008a).

노린재류가 콩 포장에 침입하는 시기는 대체로 개화기

부터라 할 수 있으며, 꼬투리를 맺는 시기부터 수확기까지 지속적으로 발생하여 피해를 준다(Natuhara, 1985; Son *et al.*, 2000; Ha, 2004; Lee *et al.*, 2004; Hu *et al.*, 2005). 콩은 노린재류가 가장 선호하는 기주식물의 하나로 여름철 노린재류의 가장 중요한 밀도 증식 장소이며(Natuhara, 1985; Bae *et al.*, 2004a; Lee *et al.*, 2004; Bae *et al.*, 2005a, b), 콩 포장에서 증식된 노린재류가 주변의 작물로 이동하여 농작물의 피해를 가중시킴으로 콩 포장에서 발생하는 노린재류의 밀도관리가 매우 중요하다 하겠다. 톱다리개미허리노린재를 포함한 콩 가해 주요 노린재류는 비교적 높은 이동성으로 약제를 살포하면 다른 곳으로 이동하였다가 일정시간 경과 후 다시 비례하여 가해한다(Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2004). 노린재류 흡즙에 의한 농작물의 피해를 줄려면 주기적인 약제 살포가 요구된다 하겠다. 그러므로 약제 살포에 의한 노린재류의 체계적인 관리를 위해선 무엇보다 노린재의 종류별 등록약제에 대한 감수성과 약제의 잔효력에 대한 기초정보가 필수적이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 콩을 가해하는 5종의 주요 노린재류에 대한 각각의 반수치사농도(LC₅₀)와 상대적 내성비를 조사하여 약제감수성을 파악하여 노린재류의 약제방제를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

공시충

본 실험에 사용된 5종의 노린재류는 2006년 9월 밀양의 콩 포장에서 발생하는 약충을 채집하였다. 채집한 톱다리개미허리노린재는 투명한 플라스틱 사각상자(50×50×50 cm)에, 가로줄노린재, 폴색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재는 투명한 플라스틱 원통(직경 10 cm, 높이

4 cm)에 태광콩과 땅콩종자를 먹이로 제공하여 곤충사육실(26°C, 16L:8D)에서 성충으로 발육시켰다.

공시약제

노린재 종류별 성충의 약제감수성 조사를 위해 7종의 약제를 사용하였다(Table 1). 대부분의 약제는 노린재류 방제용 등록 약제 또는 노린재류 방제에 많이 사용되는 접촉독과 소화중독의 작용기작을 가진 약제이었다.

생물검정

노린재 종류별 약제에 대한 생물검정은 전기식 로젤(SOLO spraystar, 460)을 이용하여 분무법으로 처리하였다. 우화 후 5~15일 이내의 노린재 종류별 수컷성충 10마리를 3반복으로 투명한 플라스틱 원통(직경 15 cm, 높이 7.5 cm)에 넣은 후 약제별 살포약량을 15 ml씩 살포하였다. 약제별 처리농도는 추천농도를 기준으로 상하 3~4 수준으로 노린재 종류별 수컷성충이 모두 사망하는 농도와 생존하는 농도까지 포함하였으며, 약제 살포 후 3일까지 노린재의 누적 사충수를 반수치사농도 조사에 이용하였다.

감수성 조사

노린재 종류별 수컷성충의 약제감수성 조사는 각 약제별 노린재류 성충이 모두 사망하는 농도와 생존하는 농도를 제외한 성적을 probit 프로그램을 이용하여 약제의 반수치사농도(LC₅₀), 기울기 및 χ^2 등을 계산하였다(Raymond, 1985). 수컷성충의 약제에 대한 상대적 내성비(tolerance ratio; TR)는 각 약제의 추천농도에 대한 90% 치사농도(LC₉₀)의 비로 계산하였다. 농약등록시험에서 공시약제가 노린재 방제용 약제로 등록되려면 방제효과가 90%

이상 이어야 함으로 상대적 내성비(TR)를 계산할 때 LC₉₀의 값을 사용하였다.

결과 및 고찰

노린재 종류별 약제의 반수치사농도

노린재 종류별 수컷성충에 대한 약제의 반수치사농도는 Table 2와 같다. 노린재 종류별 7종의 약제에 대한 반수치사농도는 톱다리개미허리노린재는 0.4~22.1 ppm, 가로줄노린재는 2.3~127.3 ppm, 풀색노린재는 1.3~59.4 ppm, 알락수염노린재는 1.3~63.7 ppm, 썩덩나무노린재는 1.8~42.0 ppm이었다. 그리하여 약제별 반수치사농도는 노린재 종류에 관계없이 deltamethrin에서 가장 낮았으며, 다음이 fipronil 이었고, 톱다리개미허리노린재의 fenthion을 제외하면 다른 노린재류는 phenthoate에서 반수치사농도가 가장 높았다. 7종 약제의 평균 반수치사농도는 톱다리개미허리노린재는 7.5 ppm로 가장 낮았으며, 다음은 썩덩나무노린재의 16.6 ppm, 알락수염노린재의 17.6 ppm, 풀색노린재의 19.1 ppm 및 가로줄노린재의 28.4 ppm 순으로 나타났다.

따라서 노린재의 약제감수성은 톱다리개미허리노린재가 가장 높았으며, 다음은 썩덩나무노린재, 알락수염노린재, 풀색노린재 및 가로줄노린재의 순서 이었다. 또한 공시된 약제 가운데 deltamethrin과 fipronil에 대한 감수성이 가장 높았다. 이러한 결과는 콩 포장에서 약제를 이용하여 노린재류를 방제하고자 할 경우 deltamethrin과 fipronil을 이용하면 가장 효과적이며, 노린재 종류에 따라서는 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 알락수염노린재, 풀색노린재 및 가로줄노린재의 순으로 방제효과가 높을 것으로 여겨진다.

Table 1. Characteristics of insecticides used

Insecticide	Active ingredient (%) & formulation	Group	Mode of action
Clothianidin	8 SC ^a	Chloronicotinile	Systemic, contact & stomach poison
Deltamethrin	1 EC ^b	Synthetic pyrethroids	Contact & stomach poison
Ethofenprox	20 EC	Synthetic pyrethroids	Contact & stomach poison
Fenitrothion	50 EC	Organophosphorus	Contact & stomach poison
Fenthion	50 EC	Organophosphorus	Contact & stomach poison
Fipronil	5 SC	Phenylpyrazole	Contact & stomach poison
Phenthoate	47.5 EC	Organophosphorus	Contact & stomach poison

^aSuspension concentrate; ^bEmulsifiable concentrate.

Table 2. Median lethal concentration (LC₅₀) of stink bugs collected in soybean field in Milyang to various insecticides

Stink bug	Insecticide	LC ₅₀ (95% FL, ppm)	Slope±SE	χ ²
<i>Riptortus clavatus</i>	Clothianidin 8SC	1.8(1.2~2.7)	2.3±0.5	1.03
	Deltamethrin 1EC	0.4(0.3~0.9)	2.3±0.5	1.03
	Ethofenprox 20EC	3.4(2.3~4.9)	3.0±0.7	1.08
	Fenitrothion 50EC	13.7(9.2~19.8)	3.0±0.7	1.03
	Fenthion 50EC	22.1(14.3~34.0)	2.3±0.5	1.03
	Fipronil 5SC	0.6(0.4~0.9)	2.3±0.5	1.03
	Phenthoate 47.5EC	10.5(6.8~16.2)	2.3±0.5	1.03
	Mean	7.5		1.04
<i>Piezodorus hybneri</i>	Clothianidin 8SC	4.7(3.1~7.3)	2.4±0.5	1.14
	Deltamethrin 1EC	2.3(1.6~3.6)	2.4±0.5	1.14
	Ethofenprox 20EC	6.3(4.2~9.4)	2.8±0.7	1.79
	Fenitrothion 50EC	22.1(14.3~34.0)	2.3±0.5	1.03
	Fenthion 50EC	33.5(23.0~49.3)	3.0±0.7	1.08
	Fipronil 5SC	2.9(2.0~4.3)	3.0±0.7	1.08
	Phenthoate 47.5EC	127.3(87.2~187.5)	3.0±0.7	1.08
	Mean	28.4		1.19
<i>Nezara antennata</i>	Clothianidin 8SC	7.6(5.1~11.5)	2.5±0.5	0.82
	Deltamethrin 1EC	1.3(0.8~1.9)	2.8±0.7	1.79
	Ethofenprox 20EC	13.4(9.2~19.7)	3.0±0.7	1.08
	Fenitrothion 50EC	17.8(12.3~26.4)	3.0±0.7	1.03
	Fenthion 50EC	31.3(20.8~46.9)	2.8±0.7	1.79
	Fipronil 5SC	3.1(2.1~4.7)	2.8±0.7	1.79
	Phenthoate 47.5EC	59.4(39.6~89.0)	2.8±0.7	1.79
	Mean	19.1		1.44
<i>Dolycoris baccarum</i>	Clothianidin 8SC	5.4(3.7~7.9)	3.0±0.7	1.08
	Deltamethrin 1EC	1.3(0.9~2.0)	3.0±0.7	1.08
	Ethofenprox 20EC	15.3(10.5~23.4)	2.8±0.7	1.84
	Fenitrothion 50EC	16.8(11.5~24.7)	3.0±0.7	1.08
	Fenthion 50EC	19.2(13.1~29.2)	2.8±0.7	1.84
	Fipronil 5SC	1.7(1.2~2.5)	3.0±0.7	1.08
	Phenthoate 47.5EC	63.7(43.6~93.7)	3.0±0.7	1.08
	Mean	17.6		1.30
<i>Halyomorpha halys</i>	Clothianidin 8SC	7.1(4.6~10.9)	2.3±0.5	1.03
	Deltamethrin 1EC	1.8(1.2~2.7)	2.3±0.5	1.03
	Ethofenprox 20EC	23.3(15.5~36.4)	2.4±0.5	1.14
	Fenitrothion 50EC	22.1(14.3~34.0)	2.3±0.5	1.03
	Fenthion 50EC	17.8(12.3~26.4)	3.0±0.7	1.03
	Fipronil 5SC	2.2(1.4~3.4)	2.3±0.5	1.03
	Phenthoate 47.5EC	42.0(27.3~64.7)	2.3±0.5	1.03
	Mean	16.6		1.05

5종의 노린재류의 약제에 대한 반수치사농도는 0.4~127.3 ppm으로 진딧물류, 가루이류, 총채벌레류 및 응애류 등의 흡즙성 해충에 비하여 상대적으로 매우 낮은 편이다(Choi *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2005). 이는 국내에서 노린재류의 연간 발생은 대체로 2세대로 약제저항성이 발달하기에는 발생횟수가 매우 적다고 할 수 있다. 또한 약제저항성이 발달하기 위해서는 아치사농도에서 생존하는 개체수가 많아야 하는 데(Kim *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1998a; Choi *et al.*, 2002; Bae *et al.*, 2004b) 노린재류는 약제감수성이 매우 높아 살포한 약제에 접촉되면 대부

분의 노린재류는 접촉독 및 소화중독 작용에 의해 사망하게 된다. 따라서 노린재류의 연간 발생생태 및 농약에 의한 작용기작 등을 고려해 볼 때 반수치사농도가 다른 진딧물류 등의 흡즙성 곤충에 비해 매우 낮은 것으로 여겨진다.

약제 추천농도에 대한 노린재 종류별 상대적 내성비 약제 추천농도에 대한 노린재 종류별 90% 치사농도의 상대적 비로 나타낸 내성비는 Table 3에 나타내었다. 노린재 종류별 약제에 대한 내성비는 툽다리개미허리노린재는 0.03~0.16, 가로줄노린재는 0.16~0.8, 풀색노린재는

Table 3. Tolerance ratio of 90 percent lethal concentration (LC₉₀) of insecticides of stink bugs collected in soybean field in Milyang to recommended concentration (RC) of insecticides

Stink bug	Insecticide	LC ₉₀ (95% FL, ppm)	RC (ppm) ^a	TR ^b
<i>Riptortus clavatus</i>	Clothianidin 8SC	6.3(3.8~18.1)	40	0.16
	Deltamethrin 1EC	1.6(1.0~4.5)	10	0.16
	Ethofenprox 20EC	8.9(5.8~23.2)	100	0.09
	Fenitrothion 50EC	36.2(24.0~89.4)	500	0.07
	Fenthion 50EC	79.1(47.6~226.5)	500	0.16
	Fipronil 5SC	2.0(1.2~5.7)	62.5	0.03
	Phenthoate 47.5EC	37.6(22.6~107.6)	475	0.08
	Mean	24.5		0.09
<i>Piezodorus hybneri</i>	Clothianidin 8SC	15.9(9.5~46.8)	40	0.40
	Deltamethrin 1EC	8.0(4.8~23.4)	10	0.80
	Ethofenprox 20EC	18.2(11.5~51.7)	100	0.18
	Fenitrothion 50EC	79.1(47.6~226.5)	500	0.16
	Fenthion 50EC	89.4(58.3~231.6)	500	0.18
	Fipronil 5SC	7.8(5.1~19.7)	62.5	0.13
	Phenthoate 47.5EC	339.8(221.5~880.2)	475	0.72
	Mean	79.7		0.37
<i>Nezara antennata</i>	Clothianidin 8SC	24.3(15.2~63.0)	40	0.61
	Deltamethrin 1EC	3.7(2.3~10.4)	10	0.37
	Ethofenprox 20EC	35.8(23.3~92.6)	100	0.36
	Fenitrothion 50EC	47.2(30.7~123.9)	500	0.09
	Fenthion 50EC	91.2(57.7~258.7)	500	0.18
	Fipronil 5SC	9.1(5.8~25.9)	62.5	0.15
	Phenthoate 47.5EC	173.3(109.7~491.5)	475	0.37
	Mean	54.9		0.30
<i>Dolycoris baccarum</i>	Clothianidin 8SC	14.3(9.3~37.1)	40	0.36
	Deltamethrin 1EC	3.6(2.3~9.3)	10	0.36
	Ethofenprox 20EC	43.5(27.3~127.7)	100	0.44
	Fenitrothion 50EC	44.7(29.1~115.8)	500	0.09
	Fenthion 50EC	54.4(34.1~159.7)	500	0.11
	Fipronil 5SC	4.5(2.9~11.6)	62.5	0.07
	Phenthoate 47.5EC	169.9(110.7~440.1)	475	0.36
	Mean	47.8		0.26
<i>Halyomorpha halys</i>	Clothianidin 8SC	25.3(15.2~72.5)	40	0.63
	Deltamethrin 1EC	6.3(3.8~18.1)	10	0.63
	Ethofenprox 20EC	79.6(47.7~234.2)	100	0.80
	Fenitrothion 50EC	79.1(47.6~226.5)	500	0.16
	Fenthion 50EC	47.2(30.7~123.9)	500	0.09
	Fipronil 5SC	7.9(4.8~22.7)	62.5	0.13
	Phenthoate 47.5EC	150.3(90.5~430.4)	475	0.32
	Mean	56.5		0.39

^aRecommended concentration (RC) of insecticide; ^bTR (Tolerance ratio) = LC₉₀/RC of insecticide.

0.15~0.61, 알락수염노린재는 0.11~0.44, 썩덩나무노린재는 0.09~0.8이었다. 그리하여 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 알락수염노린재는 fipronil에서 가장 낮았으며, 풀색노린재는 fenitrothion에서 썩덩나무노린재는 fenthion에서 가장 낮았다. 7종 약제의 평균 내성비는 톱다리개미허리노린재가 0.09로 가장 낮았으며, 다음은 알락수염노린재의 0.26, 풀색노린재의 0.3, 가로줄노린재의 0.37 및 썩덩나무노린재의 0.39 순이었다.

따라서 노린재 종류별 약제 내성비는 1.0 이하로 추천농도에 대한 노린재 종류별 약제내성은 발달되지 않은 것으로 나타났다. 즉, 포장에 발생하는 노린재류 방제를 위해 약제별 추천농도로 희석하여 살포하면 노린재류의 방제 효과가 높은 것으로 여겨진다. 특별히 톱다리개미허리노린재의 약제 평균 내성비가 가장 낮아 약제 살포시 가장 방제효과가 높은 것으로 기대된다.

산림의 낙엽, 농작물의 잔재물 및 상록수의 가지 등에서

월동하는 노린재류는 이듬해 4월 상·중순경부터 월동에서 깨어난다(Natuhara, 1985; Chung *et al.*, 1995; Kang *et al.*, 2003; Hu *et al.*, 2005; Bae *et al.*, 2008a). 월동에서 깨어난 노린재류 성충은 유채, 보리, 아카시아, 자운영, 헤아리베치 등 봄철에 꽃을 피우고 열매 맺는 식물 등으로 이동하여 영양원을 섭취한다(Kang *et al.*, 2003). 월동 또는 월동 후 초기에 산란하여 발육한 노린재가 콩 포장으로 비래하는 시기는 개화기부터 이나, 본격적으로 밀도가 증가하는 시기는 착엽기부터 라고 할 수 있다(Kang *et al.*, 2003; Ha, 2004; Hu *et al.*, 2005). 노린재류는 알에서부터 성충까지의 발육기간이 매우 길고 또한 성충 수명이 매우 길어 노린재 종류에 따라서 약간의 차이는 있지만 대체로 연간 2세대를 경과하는 것으로 추정된다(Kidokoro, 1978; Kadosawa & Santa, 1981; Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2002; Bae *et al.*, 2004a; Bae *et al.*, 2005b; Hu *et al.*, 2005). 콩 재배는 과수와는 달리 소면적이 많아 재배동안 약제 살포를 거의 하지 않거나 많아도 3회 이상을 넘기지 않는다(Lee *et al.*, 2004). 이러한 노린재류의 발생생태와 관리실태를 고려해 볼 때 노린재류에서 약제 저항성은 발달되기 어려운 것으로 여겨진다. 국내에서 현재 작물을 가해하는 주요 해충 가운데 약제저항성으로 방제가 어려운 것은 진딧물류, 총채벌레류, 응애류, 가루이류(Choi *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2005) 및 나방류 가운데 기주범위가 매우 넓은 잡식성 해충인 담배거세미나방과 파밤나방 그리고 십자화과의 주요 해충인 배추좀나방 등(Lee *et al.*, 1993; Cho *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1998a, b; Bae *et al.*, 2003)을 들 수 있다. 이들 해충의 생태적 및 생물적 주요 특성은 기주범위가 매우 넓으며, 생활사가 짧아 연간 발생횟수가 10세대 이상을 경과하는 점이다. 따라서 노린재류는 이러한 해충과는 달리 연간 2세대를 경과하며 약제 살포에 의한 접촉독 및 소화중독으로 사충률이 매우 높아서 약제저항성 발달이 거의 되지 않는 것으로 여겨진다.

이상의 결과를 종합하면 노린재 종류별 약제감수성은 톱다리개미허리노린재에서 가장 낮았으며, 약제 내성비도 톱다리개미허리노린재에서 가장 낮았으나, 다른 노린재류에서도 약제 내성비가 0.4이하로 약제 추천농도보다 현저히 낮았다. 이러한 결과는 콩 포장에 발생하는 노린재류 방제를 위해 약제를 살포하면 노린재류 방제효과가 매우 높고, 특별히 톱다리개미허리노린재의 방제효과가 높을 것으로 여겨진다. 하지만 콩 생육별 노린재의 종류별 서식 및 가해부위가 다양하고, 행동적 특성이 달라 실제적 방제효과는 다르게 나타날 가능성이 있다. 즉, 비행성과

이동성이 뛰어난 톱다리개미허리노린재는 약제 살포시 다른 곳으로 이동할 가능성이 많아 상대적으로 비행성과 이동성이 낮은 노린재과 노린재류 즉, 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재 보다 방제효과가 낮을 가능성도 있다고 할 수 있다(Bae *et al.*, 2005a; Bae *et al.*, 2008a, b). 또한 노린재류의 일중 활동시간대를 고려하면 오전시간대는 활동성이 낮아 대체로 콩 꼬투리 및 줄기 등에 많이 분포하고, 오후 시간대는 활동성이 높아 잎에 많이 분포하므로 약제 살포시간대에 따라서도 차이가 있으며, 더욱이 오후 시간대는 기상적으로 바람이 일어나는 시기로 톱다리개미허리노린재의 비행성과 이동성은 상대적으로 더욱 높아질 가능성이 있다(Lee *et al.*, 2002; Kang *et al.*, 2003; Bae *et al.*, 2008b). 따라서 콩 포장에서 약제 살포에 의한 노린재류의 방제효과는 콩 생육과 관련한 노린재 종류별 발생과 분포양상 및 기상조건 등에 따라서 영향을 받음으로 반드시 약제감수성 및 내성비로만 설명할 수 없다고 할 수 있다. 하지만 노린재 종류별 약제 내성비가 0.5 이하로 매우 낮음으로 약제감수성이 높아 약제를 효과적으로 살포하면 노린재류의 방제효과 매우 높을 것으로 여겨진다.

Literature Cited

- Bae, S.D., B.Y. Choi, Y.H. Song and H.J. Kim. 2003. Insecticide susceptibility in the different larva of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) collected in the soybean fields of Milyang, Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 42: 225-231.
- Bae, S.D., H.J. Kim, J.K. Park, J.K. Jung and H.J. Cho. 2004a. Effects of food combinations of leguminous seeds on nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. *Kor. J. Appl. Entomol.* 43: 123-127.
- Bae, S.D., H.J. Kim, Y.K. Hong and H.J. Cho. 2004b. Effects of sublethal concentration of insecticides on the pupal duration, emergence, adult longevity and oviposition of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 43: 175-180.
- Bae, S.D., H.J. Kim, C.G. Park, G.H. Lee, S.T. Park and Y.H. Song. 2005a. Reproductive rate of one-banded stink bug, *Piezodorus hybneri* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae) in various rearing cages. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44: 293-298.
- Bae, S.D., H.J. Kim, C.G. Park, G.H. Lee and S.T. Park. 2005b. The development and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at temperature conditions. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44: 325-330.
- Bae, S.D., H.J. Kim, G.H. Lee and S.T. Park. 2008a. Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46: 153-158.

- Bae, S.D., H.J. Kim, G.H. Lee and S.T. Park. 2008b. Reproductive rate of green stink bug, *Nezara antennata* Scott (Hemiptera: Pentatomidae) by the size of rearing cages. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47: 31-36.
- Cho, J.R., W.R. Song, S.Y. Hwang, H.S. Kim and J.O. Lee. 1996. Age-related susceptibility of *Spodoptera litura* larvae to some insecticides. *Kor. J. Appl. Entomol.* 35: 249-253.
- Choi, B.R., S.W. Lee and J.K. Yoo. 2002. Resistance development and cross-resistance of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) to imidacloprid. *Kor. J. Pestic. Sci.* 6: 254-270.
- Choi, B.R., S.W. Lee, H.M. Park, J.K. Yoo, S.G. Kim and C.H. Baik. 2005. Monitoring on insecticide resistance of major insect pests in plastic house. *Kor. J. Pestic. Sci.* 9: 380-390.
- 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.
- Ha, K.S. 2004. Damages of hemipterous insects on major cultivated soybean cultivars in Gangwon province. *Korea Soybean Digest* 21: 1-5.
- Hu, H.S., W. Huh, S.D. Bae and C.G. Park. 2005. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44: 199-205.
- Kadosawa, T. and H. Santa. 1981. Growth and reproduction of soybean pod bugs (Heteroptera) on seeds of legumes. *Res. Report of Chugoku Agr. Expt. Sta.* E: 75-97.
- Kang, C.H., H.S. Huh and C.G. Park. 2003. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 42: 269-277.
- Kidokoro, T. 1978. Rearing by dry seed and development of *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae). *Ann. Rep. Soc. Plant Prot. North Japan.* 29: 5-10.
- Kim, Y.G., J.I. Lee, S.Y. Kang and S.C. Han. 1997. Variation in insecticide susceptibilities of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner): Esterase and acetylcholinesterase activities. *Kor. J. Appl. Entomol.* 36: 172-178.
- Kim, Y.G., J.I. Lee, S.Y. Kang and S.C. Han. 1998a. Age variation in insecticide susceptibility and biochemical changes of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 109-113.
- Kim, Y.G., J.R. Cho, J.I. Lee, S.Y. Kang, S.C. Han, K.J. Hong, H.S. Kim, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1998b. Insecticide resistance in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 115-122.
- Lee, S.C., Y.S. Cho and D.I. Kim. 1993. Comparative study of toxicological methods and field resistance to insecticide in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 32: 323-329.
- 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.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal occurrence, soybean damages and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. *Kor. J. Appl. Entomol.* 43: 249-255.
- Natuhara, Y. 1985. Migration and oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera). *Pl. Prot.* 39: 153-156.
- Raymond, M. 1985. Presentation d'un programme d'analyse log-probit pour micro-ordinateur. *Cah. ORSTOM. Ser. Ent. Med. et Parasitol.* 22: 117-121.
- Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. *Kor. J. Crop. Sci.* 45: 405-410.

(Received for publication November 12 2008;
revised November 12 2008; accepted December 2 2008)