



썩덩나무노린재, 풀색노린재 및 톱다리개미허리노린재에 대한 16종 약제의 접촉독성 및 잔효성

박성빈 · 홍동환 · 엄태일 · 강열규 · 이진아 · 구현나 · 이휘종¹ · 김길하*충북대학교 식물의학과, ¹국립식량과학원 남부작물부

Contact and Residual Toxicities of 16 Insecticides Against Three Stink Bugs (*Halyomorpha halys*, *Nezara antennata* and *Riptortus pedestris*)

Seongbin Park, Donghwan Hong, Taeil Eom Yeolgyu Kang, Jinah Lee, Hyun-Na Koo, Hwijong Yi¹, Gil-Hah Kim*

Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

¹Dept. of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea

(Received on November 22, 2021. Revised on December 3, 2021. Accepted on December 5, 2021)

Abstract This study was performed to evaluate the toxicity of 16 insecticides to *Halyomorpha halys*, *Nezara antennata*, *Riptortus pedestris* nymphs and adults and residual toxicity to *Halyomorpha halys* and *Riptortus pedestris* in the soybean field. The mortality by 8 insecticides (fenitrothion, phenthoate, deltamethrin, etofenprox, clothianidin, dinotefuran, thiamethoxam, and novaluron) was more than 90% in all three species after 4 days from treatment. Bifenthrin and cyclaniliprole showed more than 90% selective toxicity in *Halyomorpha halys* and *Riptortus pedestris*, cyfluthrin and fluxametamide only in *Riptortus pedestris*, sulfoxaflor and cyantraniliprole only in *Halyomorpha halys*, and acetamiprid in *Nezara antennata*, respectively. There were significant differences in susceptibility between the three species. There was little or no residual toxicities to the two species of hemipteran in soybean fields. Even if there was a residual toxicities, it was as short as 1 to 4 days, and it was only 4 insecticides (fenitrothion, bifenthrin, etofenprox, fluxametamide). Since it is difficult to expect control of hemipteran by residual toxicity in soybean fields, it would be more effective to devise a control strategy using contact toxicity for nymphs with low mobility.

Key words *Halyomorpha halys*, *Nezara antennata*, *Riptortus pedestris*, Contact toxicity, Residual toxicity

서 론

콩을 가해하는 노린재류로는 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*), 풀색노린재(*Nezara antennata*), 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*) 등이 있다(Bae et al., 2005a,b; 2008). 이들은 콩의 종실을 가해하여 수량과 품질을 떨어뜨려 경제적 손실을 초래한다(Jung et al., 2010). 2000년 이전까지만 해도 잠재해충이었던 노린재류가 두류에 주요 해충으로 등장하게 된 것은 기후온난화로 인한 농생태계의 변화와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Bae et al., 2008;

Yoon et al., 2010; Kim et al., 2011; Lee et al., 2015). 노린재류는 포장 주위의 잡초와 작물 잔재물에서 월동한 후 다음 해 4월경부터 발생하기 시작한다(Yasunaga et al., 1995; Lee et al., 2004; Kono, 1989). 콩 포장에 침입하는 시기는 개화기부터라 할 수 있으나, 밀도가 증가하는 시기는 착엽기부터 라고 할 수 있다(Bae et al., 2008; Jung et al., 2010). 착엽기 이후 종실비대기는 노린재류 해충에게 더 좋은 먹이가 되는 시기이며(Jung et al., 2005; Panizzi and Alves, 1993) 이 시기에 받는 피해는 수확량을 떨어뜨리지는 않으나 피해흔을 갖는 종자를 생성하고 발아가 저하된 종자를 형성하는 것으로 알려져 있다(Boethel et al., 2000; Corrêa-Ferreira and de Azevedo, 2002; Jung et al., 2005; Musser et al., 2011; Yeorgan, 1977). 하지만 노린재류 중 특히 톱다

*Corresponding author
E-mail: khkim@cbnu.ac.kr

리개미허리노린재 성충은 이동성이 강하여 약제를 살포하면 다른 곳으로 이동하였다가 일정 시간이 지난 후 다시 비래하여 가해하기 때문에 방제가 쉽지 않다(Lee et al., 2004; Bae et al., 2008; Lee et al., 2015). 약제방제 이외에 집합페로몬을 이용한 유인력과 트랩개발 연구가 보고되어 왔다(Huh et al., 2008; Park et al., 2010; Park et al., 2012; Park et al., 2020). 하지만 노린재의 피해는 증가하고 있고 방제를 소홀히 하는 농가에서는 34%의 피해가 발생한다는 보고가 있다(Kim et al., 2005; Park et al., 2020). 따라서 이동성이 적은 약충을 대상으로 접촉독성을 이용한 방제전략을 강구하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.

노린재에 의한 콩 피해는 8월 하순부터 수확기까지이므로(Bae et al., 2008; Jung et al., 2010) 이 시기를 잘 관리할 수 있는 약제 방제프로그램을 개발하여 관리하는 것이 중요하다(Bae et al., 2008). 이에 본 연구는 콩에 발생하는 톱다리개미허리노린재 방제로 등록된 4종(bifenthrin 입상수화제, deltamethrin 유제, etofenprox 유제, sulfoxaflor 입상수화제)과 노린재류 방제로 등록된 4종(fenitrothion 유제, clothianidin 입상수용제, dinotefuran 액제, thiamethoxam 입상수화제)그 외 농업해충 방제약제로 등록된 8종(KCPA, 2021) 등 총 16종 약제에 대한 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 풀색노린재에 대한 접촉독성과 잔효성이 우수한 약제를 선별하여 효과적인 방제관리에 필요한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험곤충

콩 포장에서 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 풀

색노린재의 성충 및 약충을 야외에서 페로몬트랩으로 채집하거나 직접 콩밭에서 채집하여 실험에 사용하였다. 실험하기 전에 수화시키기 위하여 아크릴케이지(30 × 30 × 45 cm)에서 먹이로는 태광콩 종자, 유묘 그리고 설당물을 제공하면서 사육하였으며, 대상 발육단계의 노린재를 독성평가에 사용하였다. 실내 사육조건은 온도 25±2℃, 광주기 16L:8D, 상대습도 40~60%로 하였다.

실험약제

실험에 사용된 살충제는 농업해충 전문약제로서 유기인계 2종, 피레스로이드계 5종, 네오니코티노이드계 4종, 디아마이드 2종, 그리고 기타 3종 등 모두 16종이다. 이들 각 살충제에 대한 일반명, 작용기작 기호, 상표명, 제형, 유효성분량 및 추천농도는 Table 1과 같다.

접촉독성 검정

접촉독성 검정은 원통형케이지(지름 90 mm, 높이 170 mm)에서 이루어졌으며 바닥에는 대두 종자와 바이엘에 물을 담아 대두 유묘 뿌리를 넣고 솜을 이용하여 노린재가 들어가지 못하게 막아 제공하였다. 약제살포는 각 노린재의 약충과 성충을 10마리씩 원통형케이지에 접촉하고 입구의 5 cm 거리에서 미세분무기(12.5 µl/회)로 8번 분무하였다. 각 노린재의 약충과 성충 모두 2, 6, 12, 24, 48, 72, 96시간 후 생사 여부를 조사하였다. 생충의 판단으로는 붓으로 건드렸을 때 움직임이 있을 경우 생충수로 구분하였다.

잔효성 검정

잔효성 검정은 약제를 한 번도 처리하지 않은 콩 포장에 약제를 살포한 후 1, 3, 5일이 지난 콩 잎을 잘라 실내에서

Table 1. Information of the tested insecticides

| IRAC | Common name | Formulation | AI (%) | Recommended conc. (ppm) |
|-----------------------|------------------|-------------|--------|-------------------------|
| Organophosphates (1b) | Fenitrothion | EC | 50 | 500 |
| | Phenthoate | EC | 47.5 | 475 |
| | Bifenthrin | WG | 8 | 20 |
| | Cyfluthrin | WP | 5 | 25 |
| Pyrethroids (3a) | Deltamethrin | EC | 1 | 10 |
| | Esfenvalerate | EC | 1.5 | 15 |
| | Etofenprox | EC | 20 | 100 |
| | Acetamiprid | WP | 8 | 40 |
| Neonicotinoids (4a) | Clothianidin | SG | 8 | 40 |
| | Dinotefuran | SG | 50 | 100 |
| | Thiamethoxam | WG | 10 | 50 |
| Sulfoximine (4c) | Sulfoxaflor | WG | 7 | 35 |
| Benzoylurea (15) | Novaluron | SC | 10 | 50 |
| Diamide (28) | Cyantraniliprole | EC | 5 | 25 |
| Diamide (28) | Cyclaniliprole | SL | 4.5 | 22.5 |
| Isoxazoline (30) | Fluxametamide | EC | 9 | 45 |

접촉독성 검정과 같은 원통형케이지에서 이루어졌다. 원통형 케이지 벽면에 콩 꼬투리를 붙여 제공하고 물은 35 mm 디쉬에 물에 적신 솜을 넣어 제공하였다. 노린재 성충 10마리씩 접종하고 1, 2, 3, 4일 후 접촉독성 검정과 같은 기준으로 생사충 여부를 조사하였다.

자료분석

3종 노린재의 살충활성과 잔효성 검정의 약제 효력의 평균값을 Tukey's studentized range test (SAS Institute, 2009)로 비교하였고, LT_{50} (Lethal time)은 probit 계산법으로 산출하였다(Finney, 1971).

결과 및 고찰

3종 노린재에 대한 16종 약제의 살충효과

약제 처리 후 4일째 기준으로 3종 노린재의 약충과 성충에 대해 90% 이상의 살충률을 보인 약제는 16종의 실험 약제 중 8종이었다(Table 2). 화학그룹별로 구분하면 유기인계(fenitrothion과 phenthoate)와 합성피레스로이계(deltamethrin과 etofenprox)가 각각 2종이었고, 네오니코티노이드계가 3종(clothianidin, dinotefuran, thiamethoxam), 근충성장조절제인 norvaluron 1종이었다. 이들 약제의 치사 속도를 LT_{50} (h)값으로 비교해 보면(Table 3), 3시간 이내에 해당하는 약제는 톱다리개미허리노린재에서 6종(fenitrothion, phenthoate, etofenprox, clothianidin, dinotefuran, thiamethoxam), 썩덩나무노린재에서는 2종(fenitrothion, dinotefuran), 그리고 폴

색노린재에서는 3종(deltamethrin, dinotefuran, thiamethoxam)이었다. Novaluron은 키틴생합성을 저해하여 살충효과를 나타내는 지효성의 대표적인 약제이다. 따라서 LT_{50} 값도 8개 약제 중 가장 컸으며, 톱다리개미허리노린재는 53.1, 썩덩나무노린재는 13.7 그리고 폴색노린재는 36.3이었다. 그리고 종간 치사속도 비교에서 톱다리개미허리노린재가 썩덩나무노린재와 폴색노린재에 비하여 빠른 것으로 나타났다.

Lee et al. (2015)은 사과원 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재에 대하여 적용약제로 등록된 7종으로 접촉독성 실험을 한 결과 dinotefuran만이 높은 접촉독을 나타내었고 다른 약제들은 효과가 낮았다. Kim et al. (2019)은 사과원 썩덩나무노린재에 대한 접촉독성 평가에서 8종 약제 중 bifenthrin과 etofenprox가 높은 살충률을 나타내었다. 마찬가지로 Cira et al. (2017)은 썩덩나무노린재에 대하여 5종 약제로 접촉독성 실험에서 bifenthrin만이 성충에서 높은 접촉독성을 나타내었으나 다른 약제에서도 섭식이 저하되는 등의 유의미한 결과가 나왔다. Kang et al. (2016)은 파리허리노린재에 대한 20종 살충제의 실내에서 살충활성을 조사하였는데 유기인계 살충제인 fenitrothion, fenthion, phenthoate만이 95% 이상의 살충활성을 나타내었을 뿐 다른 약제들은 대부분 살충력이 없거나 저조하였다. Bae et al. (2008)은 콩을 기주로 하는 5종 노린재류(톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 폴색노린재, 가로줄노린재, 알락수염노린재)의 약제 감수성을 비교하면서 약제 내성비를 조사하였는데 모두 1.0 이하로 추천농도에 대한 약제 저항성이 발달되지 않은 것으로 보고하였다. 이는 국내에서 노린재류의 연간 발

Table 2. Contact toxicity of 8 insecticides to 3rd instar nymphs and adults of *R. pedestris*, *H. halys* and *N. antennata*

| Insecticide | Stage | % Corrected mortality (mean ± SE) | | | | | |
|--------------|-------|-----------------------------------|---------------|------------------|----------------|---------------------|---------------|
| | | <i>R. pedestris</i> | | <i>H. halys</i> | | <i>N. antennata</i> | |
| | | 48 h | 96 h | 48 h | 96 h | 48 h | 96 h |
| Fenitrothion | Nymph | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| Phenthoate | Nymph | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| Deltamethrin | Nymph | 83.3 ± 15.3b | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 62.1 ± 5.8de | 100.0 ± 0.0a | 66.7 ± 5.8cde | 92.6 ± 5.8abc | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| Etofenprox | Nymph | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 76.7 ± 11.5abcde | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 66.7 ± 11.5cde | 92.6 ± 11.5abc | 66.7 ± 10.0bcde | 100.0 ± 0.0a |
| Thiamethoxam | Nymph | 89.7 ± 10.0abcd | 93.1 ± 5.8abc | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 89.7 ± 17.3abcd | 96.4 ± 5.8ab | 66.7 ± 15.3cde | 92.6 ± 5.8abc | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| Clothianidin | Nymph | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 78.6 ± 10.0abcde | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 80.0 ± 10.0abcde | 100.0 ± 0.0a | 88.9 ± 10.0abcd | 96.7 ± 5.8ab |
| Dinotefuran | Nymph | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 89.3 ± 10.0abcd | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| | Adult | 89.7 ± 10.0abcd | 92.9 ± 5.8abc | 70.0 ± 10.0bcde | 92.6 ± 5.8abc | 100.0 ± 0.0a | 100.0 ± 0.0a |
| Novaluron | Nymph | 27.6 ± 10.0f | 93.1 ± 5.8abc | 67.9 ± 10.0bcde | 92.9 ± 5.8abc | 53.3 ± 11.5ef | 93.1 ± 5.8abc |

Sample size, n=30~50.

Table 3. Lethal time (LT) of 8 insecticides to adults or 3rd instar nymphs of *R. pedestris*, *H. halys* and *N. antennata*

| Insecticide | <i>R. pedestris</i> | | <i>H. halys</i> | | <i>N. antennata</i> | |
|-------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | LT ₅₀ (h) (95%CL) ^{a)} | LT ₉₀ (h) (95% CL) | LT ₅₀ (h) (95% CL) | LT ₉₀ (h) (95% CL) | LT ₅₀ (h) (95% CL) | LT ₉₀ (h) (95% CL) |
| Fenitrothion | 1.8 (1.5-2.1) | 4.1 (3.5-5.2) | 1.6 (0.0-2.4) | 4.4 (3.2-26.9) | 4.4 (4.0-4.9) | 8.9 (7.8-10.6) |
| Phenthoate | 1.2 (0.5-1.9) | 13.9 (9.9-24.4) | 3.9 (1.9-5.8) | 10.8 (7.0-52.4) | 15.8 (14.3-17.5) | 35.4 (30.6-42.6) |
| Deltamethrin | 24.4 (17.9-29.7) | 95.7 (80.0-125.7) | 24.5 (17.8-32.7) | 94.9 (65.9-167.7) | 2.8 (2.4-3.2) | 7.6 (6.4-9.4) |
| Etofenprox | 1.9 (1.6-2.2) | 4.2 (3.5-5.3) | 19.6 (16.9-22.5) | 110.5 (89.8-142.0) | 31.2 (27.7-34.9) | 105.4 (88.5-131.1) |
| Clothianidin | 2.7 (2.2-3.1) | 8.4 (7.0-10.6) | 11.6 (9.9-13.5) | 58.1 (46.5-76.6) | 3.9 (2.9-5.1) | 43.0 (33.0-60.2) |
| Dinotefuran | 1.2 (0.5-1.9) | 25.3 (17.9-40.7) | 2.3 (1.1-4.0) | 83.0 (56.0-140.4) | 1.4 (0.9-1.9) | 6.3 (5.1-8.4) |
| Thiamethoxam | 1.6 (0.8-2.6) | 39.2 (26.9-66.7) | 11.5 (8.8-14.2) | 101.8 (78.4-144.5) | 3.0 (2.5-3.5) | 9.2 (7.8-11.5) |
| Novaluron ^{b)} | 53.1 (48.9-57.5) | 122.0 (108.2-141.7) | 13.7 (11.4-16.2) | 115.1 (89.5-157.3) | 36.3 (32.6-40.5) | 111.7 (94.5-137.8) |

Sample size, n=30~50.

^{a)}95% confidence limit. ^{b)}3rd instar nymph

생은 2세대 불과하고 소면적의 재배농가가 많아 약제 살포를 거의 하지 않거나 많아도 2~3회에 불과하기 때문에 약제

저항성이 발달하기 어려울 것으로 여겨졌다(Lee et al., 2004; Bae et al., 2008).

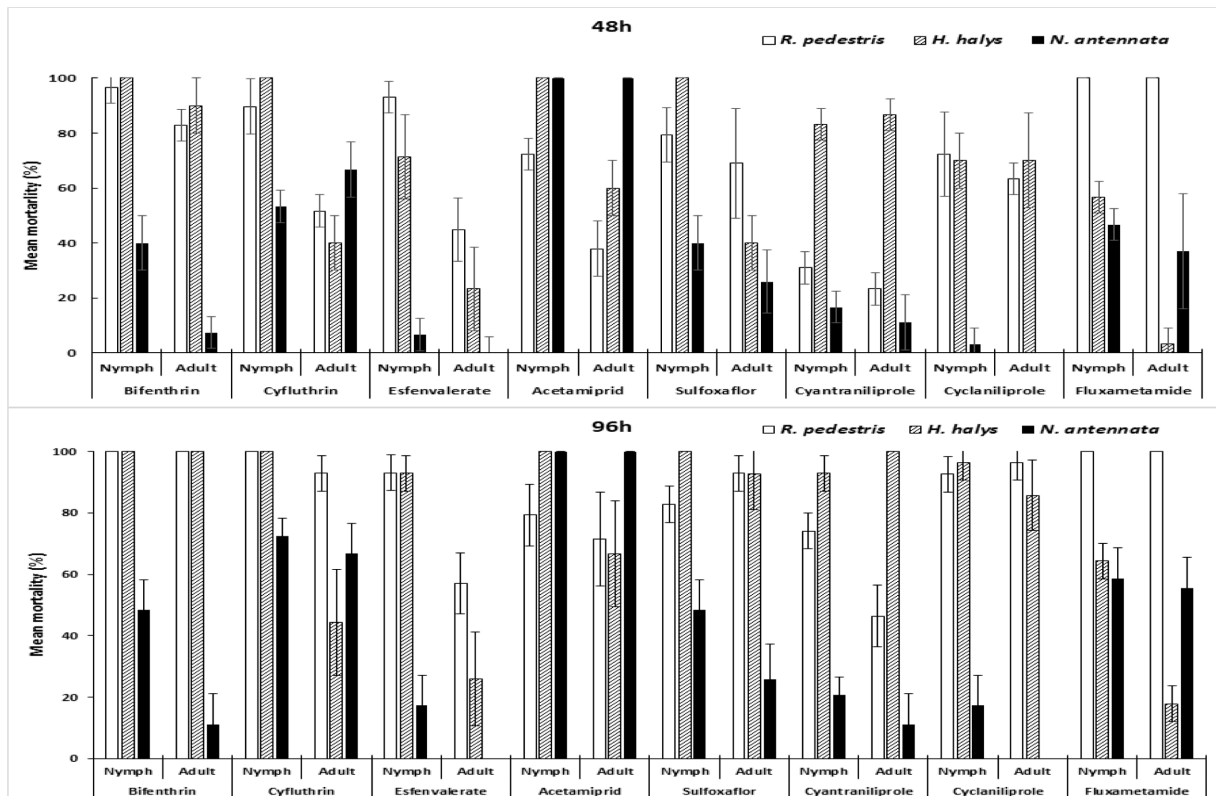


Fig. 1. Selective toxicity to *R. pedestris*, *H. halys* and *N. antennata* adults and 3rd instar nymphs at 48 h (up) and 96 h (down) after treatment of 8 insecticides.

Sample size, n=30~50.

콩에 발생하는 톱다리개미허리노린재를 방제하기 위하여 현재까지 등록된 약제는 합제를 제외하고 단제 약제 4종 (bifenthrin 수화제, deltamethrin 유제, etofenprox 유제, sulfoxaflor 입상수화제)과 노린재류 방제로 등록된 단제약

제 4종(fenitrothion 유제, clothianidin 입상수용제, dinotefuran 액제, thiamethoxam 입상수화제)을 포함하여 총 8종이다(농약정보시스템, 2021. 10). 2019년부터 PLS(농약허용기준강화제도)제도 도입으로 해당 작물에 등록되지 않은 약제는

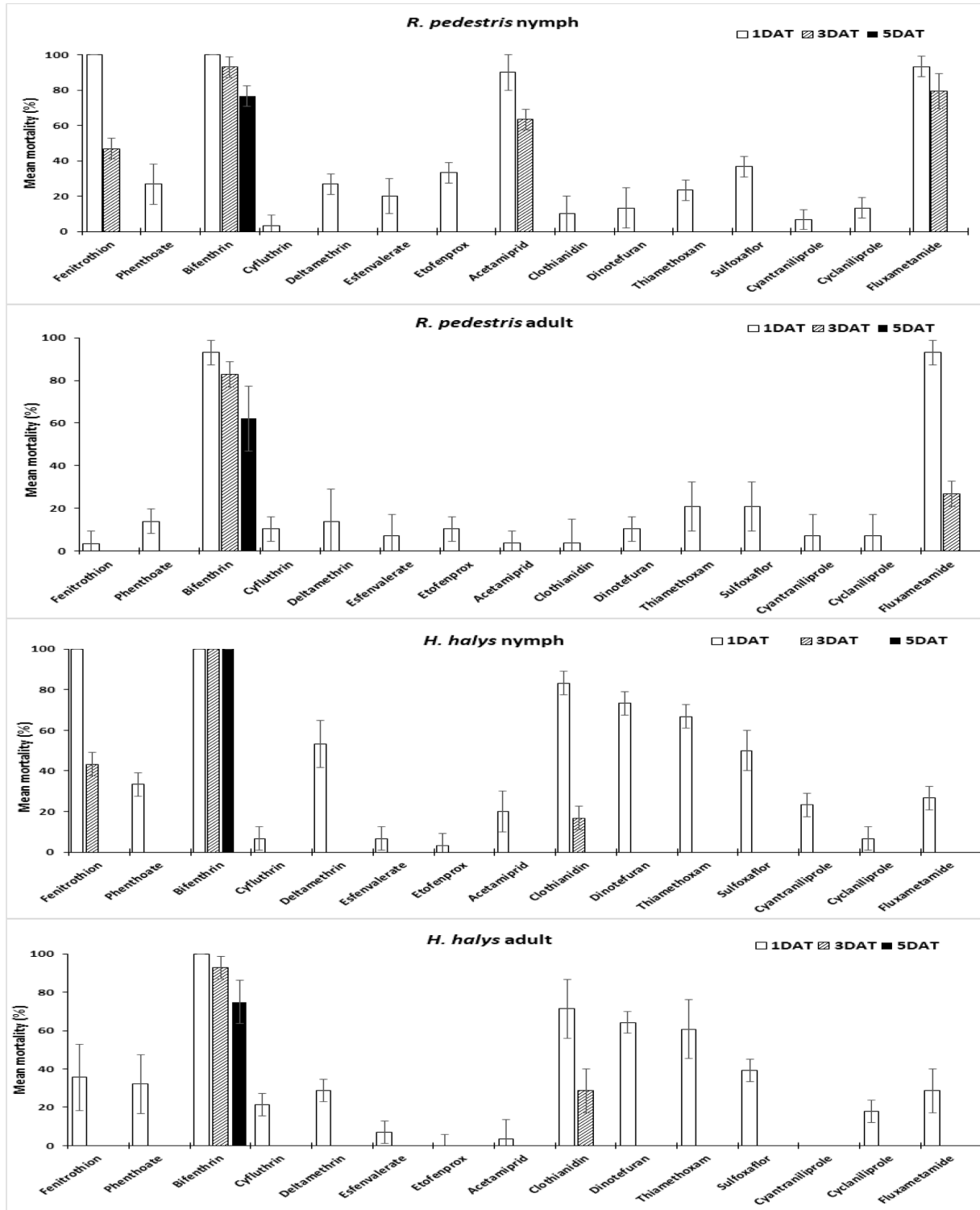


Fig. 2. Residual effect of 15 insecticides to adults and 3rd instar nymphs of *R. pedestris* and *H. halys*. DAT: day after treatment.

사용할 수 없다. 따라서 본 실험에서 4종 이외의 약제들은 등록되어 있지 않기 때문에 노린재류에 살충효과가 있어도 사용해서는 안될 것이다.

3종간 선택독성 비교

3종간의 선택독성을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. Bifenthrin과 cyclaniliprole은 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재, cyfluthrin와 fluxametamide은 톱다리개미허리노린재, sulfoxaflor와 cyantraniliprole은 썩덩나무노린재, 그리고 acetamidrid는 풀색노린재에 대해서 90% 이상의 살충률을 나타내었으나 그 외 노린재에 대해서는 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같이 약제별 그리고 노린재 종별 감수성 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 풀색노린재가 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재에 비하여 살충률이 낮은 것으로 나타났다. 이와 유사한 결과는 Bae et al. (2008)도 보고하였는데 노린재의 종류별 7종 약제에 대한 감수성을 비교 하였을 때, 톱다리개미허리노린재가 가장 높았으며, 다음은 썩덩나무노린재, 알락수염노린재, 풀색노린재 및 가로줄노린재의 순서였다. 따라서 콩 해충 방제에 등록된 약제의 대부분이 톱다리개미허리노린재를 대상으로 되어 있으나(KCPA, 2021), 풀색노린재와 썩덩나무노린재 방제에 등록된 약제는 없다. 따라서 콩에 주요 해충인 썩덩나무노린재와 풀색노린재 방제에 사용할 약제 등록이 절실히 필요한 실정이다.

이상의 결과에서 노린재의 종에 따라 약제 감수성의 차이가 있으므로 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재가 많이 발생하는 지역은 bifenthrin이나 cyclaniliprole을 사용하고, 풀색노린재가 많이 발생하는 지역은 acetamidrid를 우선적으로 처리하는 방안을 생각해볼 수 있다. Bifenthrin은 콩 노린재방제 약제로 등록되어 있으나 acetamidrid와 cyclaniliprole은 등록되어 있지 않다. 콩 재배 농가는 등록된 약제가 아니면 사용할 수 없음을 잘 알고 있을 것이다.

포장에서 잔효성 평가

콩 포장에 약제 처리 1, 3, 5일 후 콩잎을 따서 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재의 약충과 성충에 대한 잔효성을 비교·조사하였다(Fig. 2). Fenitrothion은 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재 약충에 대해서 1일째 100%의 사충률을 나타내었지만 3일째에는 50%이하로 낮았다. 하지만 성충에 대해서는 1일째에도 각각 3.5와 35.7%로 약효가 떨어지는 것으로 나타났다. Bifenthrin은 3일째까지 약충과 성충에 대해 90% 이상의 살충률을 나타내었으며, 5일째까지도 썩덩나무노린재 약충에 100% 그리고 성충과 톱다리개미허리노린재 약충과 성충에 대해서 60~70%의 살충효과를 나타내었다. 7일째에는 썩덩나무노린재의 약충은 23.3%로 떨어졌다. Acetamidrid는 1일째에 톱다리개미허리노린재 약

충에 대해서만 90%의 살충률을 나타내었으며 성충과 썩덩나무노린재의 약충과 성충에 대해서는 살충효과가 거의 없었다. Fluxametamide는 톱다리개미허리노린재의 약충과 성충에 대해서 1일째까지 93%의 살충률을 나타내었으나 3일째에서는 약충에 79%, 성충에 26%로 낮았다. 썩덩나무노린재에 대해서는 1일째에도 20%대였다. 그 외의 약제들은 잔효성이 거의 없거나, 아주 낮았다.

Gradish et al. (2019)은 썩덩나무노린재에 대하여 12종 약제로 잔류접촉독성 실험에서 잎 침지 생물검정법을 사용하여 네오니코티노이드계와 λ-cyhalothrin만이 높은 효과를 보였다고 보고하였다. Masetti et al. (2021)은 썩덩나무노린재 약충에 대하여 triflumuron 실내 잔효접촉독성 및 야외 접촉독성 비교실험을 통하여 0, 7, 14, 21일 잔효물질에 21일 노출 시 각각 80, 93.3, 71.7, 88.5%로 유의미한 차이를 보이지 않았으나 실제 포장에서 triflumuron처리 후 피해율은 무처리 대비 낮았으나 9.99%로 경제적인 측면에서 완전히 수용할 수 있는 수준이 아니었다. Lee et al. (2015)은 야외 사과원에서 7종의 약제 중 bifenthrin이 처리 후 5일까지 갈색날개노린재에 대해 높은 잔효효과를 보였고, 썩덩나무노린재에 대해서는 다소 떨어졌다. Chlorpyrifos는 실내에서 높은 잔효성을 나타내었으나 야외에서는 잔효성이 거의 없음을 보고하였다. 이와 같이 실내 검정에서 우수한 잔효성을 나타내었다 하더라도 야외검정에서 잔효성이 없는 경우도 있기 때문에 반드시 야외검정으로 잔효성 유무를 판단해야할 것이다.

이상의 결과를 종합해보면, 실험에 사용된 대부분의 약제들은 콩 포장에서 2종의 노린재에 대해 잔효성이 거의 없거나 낮았다. 잔효성이 있다 하더라도 1~5일 정도로 짧았고 4종의 약제(fenitrothion, bifenthrin, acetamidrid, fluxametamide)에 불과하였다. 그 중에서도 bifenthrin이 2종 노린재에 대해 잔효성이 5일로 가장 길었고, fenitrothion, acetamidrid 그리고 fluxametamide는 성충보다 약충에 잔효성이 있지만 1일 이내로 짧았다. 이와 같이 콩밭에서 잔효성에 의한 노린재 방제를 기대하기 어렵기 때문에 상대적으로 이동성이 적은 약충을 대상으로 접촉독성을 이용한 방제전략을 강구하는 것이 더 효과적일 것이다.

감사의 글

본 논문은 국립식량과학원의 남부작물부의 대규모 논 콩 재배단지 토양병원균 및 노린재 관리기술 개발 사업의 지원을 받아 연구 되었습니다(PJ0157182021).

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Author Information and Contributions

Seong Bin Park, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student, <https://orcid.org/0000-0002-2216-0270>

Dong Hwan Hong, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Undergraduate student

Tae Il Eom, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

Yeol Gyu Kang, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

Jin Ah Lee, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

Hyun-Na Koo, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0004-6342-9680>

Hwi Jong Yi, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-7570-4585>

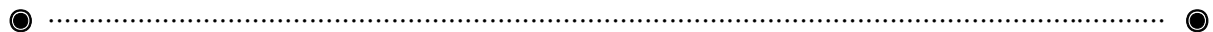
Gil-Hah Kim, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6256-8759>

Research design; Kim G-H, Koo H-N, Investigation; Park SB, Eom TI, Lee JA, Data analysis; Park SB, Hong DH, Kang YG, Writing – original draft preparation; Koo H-N, Park SB, Writing – review & editing; Kim G-H, Koo H-N, Lee HJ.

Literature Cited

- Bae SD, Kim HJ, Lee GH, Park ST, 2007. Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46(1):153-158. (In Korean)
- Bae SD, Kim HJ, Park CG, Lee GH, Park ST, et al., 2005a. Reproductive rate of one-banded stink bug, *Piezodorus hybneri* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae) in various rearing cages. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44(4):293-298. (In Korean)
- Bae, SD, Kim HJ, Park CG, Lee GH, Park ST, 2005b. The development and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at temperature conditions. *Kor. J. Appl. Entomol.* 4(4):325-330. (In Korean)
- Boethel DJ, Russin JS, Wier AT, Layton MB, Mink JS, et al., 2000. Delayed maturity associated with southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) injury at various soybean phenological stages. *J. Econ. Entomol.* 93(3):707-712. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.3.707>
- Cira TM, Burkness EC, Koch RL, Hutchison WD, 2017. *Halyomorpha halys* mortality and sublethal feeding effects following insecticide exposure. *J. Pestic. Sci.* 90(4):1257-1268.
- Correa-Ferreira BS, de Azevedo J, 2002. Soybean seed damage by different species of stink bugs. *Agric. For. Entomol.* 4(2):145-150. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2002.00136.x>
- Finney DJ, 1971. Probit analysis (3rd ed), Cambridge University, London, UK p.333
- Gradish AE, Fraser H, Scott-Dupree CD, 2019. Direct and residual contact toxicity of insecticides to *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 151(2): 209-218.
- Huh HS, Yun JE, Takashi W, Mizutani N, Park CG, 2008. Composition of the aggregation pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47(2):141-147. (In Korean)
- Jung JK, Seo BY, Youn JT, Park JH, Cho JR, 2010. Injury of full seed stage soybeans by the bean bug, *Riptortus pedestris*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 49(4):357-362. (In Korean)
- Jung JK, Youn JT, Im DJ, Park JH, Kim UH, 2005. Soybean seed injury by the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) at reproductive stage of soybean (*Glycine max* Linnaeus). *Kor. J. Appl. Entomol.* 44(4):299-306. (In Korean)
- Kang CY, Ryu TH, Kwon HR, Yu YM, Youn YN, 2016. Evaluation of some insecticides and environmental friendly agricultural materials against winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* (Coreidae, Hemiptera). *Kor. J. Pestic. Sci.* 20(2): 159-164. (In Korean)
- Kim HM, Jang I, Choi KH, Song JH, Seo BS, et al., 2011. Occurrence status of fruit infesting stink bugs by year and by host. *Proceedings on annual meeting of Kor. J. Appl. Entomol.* (In Korean)
- Kim SJ, Lee DH, Nam JC, Lee DY, Kim JY, 2019. Ecology and chemical control of two stink bugs in apple orchards. *Kor. J. Pestic. Sci.* 23(4): 280-288. (In Korean)
- Kim YS, Choo HY, Park CG, Lee DW, 2005. Analysis of pesticide residues on sweet persimmon harvested from systemized orchards for exporting to USA. *Kor. J. Pestic. Sci.* 9:166-172. (In Korean)
- Kono S, 1989. Number of annual generations of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae) estimated by physiological characteristic. *Nihon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi*, 33(4):198-203.
- Korea Crop Protection Association. (2021, october 26). Agrochemicals Use Guide Book. Retrieved from <https://www.koreacpa.org/ko/use-book/search?cropName=%EC%BD%A9&diseaseWeedName=&pestiBrandName=&status=new>

- Lee GH, Paik CH, Choi MY, Oh YJ, Kim DH, et al., 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. (In Korean)
- Lee SY, Yoon C, Do YS, Lee DH, Lee JS, et al., 2015. Evaluation of insecticidal activity of pesticides against hemipteran pests on apple orchard. The Kor. J. Pestic. Sci. 19(3):264-271. (In Korean)
- Masetti A, Depalo L, Pasqualini E, 2021. Impact of triflumuron on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): Laboratory and field studies. J. Econ. Entomology. 114(4):1709-1715.
- Musser FR, Catchot AL, Gibson BK, Knighten KS, 2011. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. J. Crop. Prot. 30(1):63-69. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.09.011>
- Panizzi AR, Alves RML 1993. Performance of nymphs and adults of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to soybean pods at different phenological stages of development. J. Econ. Entomol. 86(4):1088-1093.
- Park BS, Cho JL, Sim CK, Yun JY, Kim YU, et al., 2020. Utilization of sticky traps to increase the efficiency of pheromone traps against *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae). Kor. J. Appl. Entomol. 59(3):257-264. (In Korean)
- Park CG, Yum KH, Jung JK, 2012. Damage reduction effect and attracted distance by aggregation pheromone trap of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius), (Hemiptera: Alydidae) in soybean Fields. Kor. J. Appl. Entomol. 51(4):411-419. (In Korean)
- Park GM, Jang SA, Choi SH, Park CG 2010. Attraction of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) to different amounts of its aggregation pheromone and the effect of different dispensers. Korean J. Appl. Entomol. 49(2):123-127. (In Korean) <https://doi.org/10.5656/KSAE.2010.49.2.123>
- Rural Development Administration, (2021, october 26). Pesticide Search. Retrieved from <http://psis.rda.go.kr/psis/agc/res/agchmRegistStusLst.ps>
- SAS Institute 2009. SAS users guide; statistics, version 9.1 ed. SAS Institute. Cary. NC.
- Yasunaga T, Takai M, Yamashita I, Kawamura M, Kawasawa T, 1995. A field guide to Japanese bugs. Association of nationwide rural education. 380pp.
- Yeargan KV, 1977. Effects of green stink bug damage on yield and quality of soybeans. J. Econ. Entomol. 70(5):619-622. <https://doi.org/10.1093/jee/70.5.619>
- Yoon TJ, Cho GJ, Lee MK, Chung MS, Bae YJ, 2010. Climate change and food pest. Bull. Entomol. Res. 26:27-30.



썩덩나무노린재, 풀색노린재 및 톱다리개미허리노린재에 대한 16종 약제의 접촉독성 및 잔효성

박성빈 · 홍충환 · 임태일 · 강열규 · 이진아 · 구현나 · 이휘중¹ · 김길하*

충북대학교 식물외학과, ¹국립식량과학원 남부작물부

요약 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*), 풀색노린재(*Nezara antennata*), 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)의 3령 약충과 성충을 대상으로 16종 약제에 대한 약제 감수성 평가와 야외 콩 포장에서 썩덩나무노린재, 톱다리개미허리노린재의 잔효성을 조사하였다. 약제 처리 후 4일째 기준으로 3종 노린재에 대해 90% 이상의 살충률을 보인 약제는 fenitrothion, phenthoate, deltamethrin, etofenprox, clothianidin, dinotefuran, thiamethoxam, novaluron 8종이었다. 3종간의 선택독성 비교에서 bifenthrin과 cyaniliprole은 톱다리개미허리노린재와 썩덩나무노린재, cyfluthrin, fluxametamide은 톱다리개미허리노린재, sulfoxaflor과 cyantraniliprole은 썩덩나무노린재, 그리고 acetamiprid는 풀색노린재에 대해서 90% 이상의 살충률을 나타내었으며 종간에 감수성 차이가 있었다. 콩포장에서 2종의 노린재에 대해 잔효성은 거의 없거나 낮았다. 잔효성이 있다 하더라도 1~4일 정도로 짧았고 4종의 약제(fenitrothion, bifenthrin, etofenprox, fluxametamide)에 불과하였다. 콩밭에서 잔효성에 의한 노린재 방제를 기대하기 어렵기 때문에 이동성이 적은 약충을 대상으로 접촉독을 이용한 방제전략을 강구하는 것이 더 효과적일 것이다.

색인어 썩덩나무노린재, 풀색노린재, 톱다리개미허리노린재, 접촉독성, 잔효독성

