



ORIGINAL ARTICLES

콩재배지에서의 중요 노린재류 3종의 발생 및 약제방제 전략

이진아 · 석승주 · 강동현 · 이휘종¹ · 김현경 · 김길하*충북대학교 농업생명환경대학 식물외과, ¹국립식량과학원 남부작물부

Relative Occurrence and Chemical Control Strategies of Three Major Hemipteran Pests in Soybean Fields

Jinah Lee, Seung-Ju Seok, Dong-Hyun Kang, Hwijong Yi¹, Hyun Kyung Kim, Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

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

(Received on January 9, 2023. Revised on February 6, 2023. Accepted on February 7, 2023)

Abstract The relative proportion and effectiveness of pest control strategies for control of three Hemipterans (*Riptortus pedestris*, *Halyomorpha halys*, and *Plautia stali*) in soybean fields in Jeung-pyeong and Gongju were compared. In relative proportions among three Hemipterans in this study, *H. halys* was collected the most, except for *R. pedestris* (55.5%) in the R5-R6 stages of soybeans in the Jeung-pyeong. Five pest control programs were applied for each reproductive stage using 3 pesticides (fenitrothion, bifenthrin, and clothianidin). Among them, program 5 had the highest rate of normal seed with 78.4% of Jeung-pyeong and 76.2% of Gongju. However, program 1 and 2 showed a lower A type seed rate than the control in both soybean fields. According to the effect of pesticide treatment on soybean yield by programs, the number of soybean seeds per pod did not show a significant different ($P < 0.05$) compared to that of the control, but the rate of damaged seeds (type B+C) showed a statistically significant difference ($P < 0.05$) compared to the control only in program 4 and 5. Program 5, a total of 3 pesticide applied, was the most effective Hemipteran control, reducing damage to soybean seeds and showing a control efficiency of 63.2%. Therefore, the pest control program of this study could be used for effective Hemipteran control in soybean fields.

Key words *Riptortus pedestris*, *Halyomorpha halys*, *Plautia stali*, Distribution, Pest control program, Soybean field

서 론

세계 여러지역의 콩재배지에서 가장 중요한 해충 중 하나인 노린재류(Hemipteran)는 콩의 품질과 발아, 수확량 등에 상당한 피해를 일으킨다(Corrêa-Ferreira and Azevedo, 2002). 노린재류는 4월 상·중순경부터 월동에서 깨어나 유류 및 두류, 유실수 등에서 밀도를 증가시킨 후 7월 이후 주변의 작물로 이동하여 수확기까지 지속적인 피해를 준다(Natuhara, 1985; Kang et al., 2003; Lee et al., 2004; Huh et al., 2005; Bae et al., 2007). 국내에서는 2000년대 이후 노린재류의

발생량이 증가하면서 두류에 심각한 피해를 주기 시작했는데, 보고된 노린재류는 약 20여종으로 호리허리노린재과(Alydidae)인 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)와 노린재과(Pentatomidae)의 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*), 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 풀색노린재(*Nezara antennata*) 등이 대표적이다(Kang et al., 2003; Bae et al., 2004; Jung et al., 2004; Lee et al., 2004; Bae et al., 2005; 2007).

노린재류에 대한 다양한 약제를 이용한 살충활성 연구가 진행되었으나 많은 약제에 대해서 매우 낮은 활성을 나타냈다(Lee et al., 2015; Cira et al., 2017; Kim et al., 2019; Park et al., 2021). 그러나 5종의 노린재(톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 풀색노린재, 가로줄노린재, 알락수염노린재)에 대한 약제 내성을 조사한 결과 추천농도에 대하여 모두

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

1.0 이하로 조사되어 억제저항성이 발현되지 않았다(Bae et al., 2008). 일반적으로 노린재류는 연간 2~3세대를 경과하는 생활사를 가지고 있어 연간 발생횟수가 많은 해충들에 비해 억제저항성의 발달이 비교적 더딜 수 있으며, 이동성이 매우 강하여 약제를 살포하면 다른 곳으로 이동하였다가 다시 비래하여 작물을 가해하기 때문에 방제에 어려움이 있다(Lee et al., 2004; Bae et al., 2007; Lee et al., 2015). 이러한 단점을 보완하고자 집합페로몬의 유인활성을 이용한 트랩을 사용한 물리적방제법과 노린재류의 천적인 알기생벌 *Trissolcus nigripedius*를 이용하여 밀도 억제효과를 보는 생물적방제법 등에 대한 연구도 진행되었다(Lim et al., 2007; Huh et al., 2008; Park et al., 2010; Park et al., 2012; Park et al., 2020).

노린재류가 콩포장에 침입하는 시기는 개화기부터이나 꼬투리를 맺는 시기부터 수확기까지 지속적으로 경제적피해를 초래하게 된다(Panizzi and Alves, 1993; Son et al., 2000; Jung et al., 2005; Bae et al., 2007; Jung et al., 2010). 콩은 노린재류가 선호하는 기주식물 중 하나로 이동성이 강한 노린재류를 방제하기 위해서는 주기적인 약제 살포가 요구된다 할 수 있다. 따라서 본 연구는 야외 콩포장에서 페로몬 트랩을 이용하여 채집된 3종 노린재(툽다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재)에 대한 밀도조사와 선행 연구된 결과를 바탕으로 높은 살충효과를 보인 3종의 약제(fenitrothion, bifenthrin, clothianidin)를 이용하여 콩의 생육 시기에 따른 포장에서의 효율적인 해충관리 프로그램을 개발하고자 하였다(Park et al., 2021).

재료 및 방법

시험 포장

충북 증평군 증평읍 남하리 553(36°45'11.85"N, 127°36'12.63"E)와 충남 공주시 계룡면 향지리 112(36°21'41.04"N, 127°06'57.28"E) 두 곳의 콩포장을 조성하고 포장별로 6월 11일과 6월 18일에 청자 5호를 파종하였다. 총면적은 180 m²에 대하여 약제처리구당 10 m²씩 3반복 난괴법으로 설정하였다.

노린재류의 발생밀도

두 지역의 콩포장에서 노린재류 발생밀도를 확인하기 위하여 약제처리전 10 m 간격으로 3개의 노린재 전용 피라미드트랩을 설치하였다. 가장 대표적인 3종의 노린재에 대한 밀도조사를 위하여 각 노린재의 페로몬 루어 즉, 툽다리개미허리노린재 유인페로몬(팜닥터캐치툽, 경농)과 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재의 유인페로몬(팜닥터캐치투, 경농)을 같이 처리하였다. 노린재의 발생밀도는 2022년 8월 28일부터 10월 16일까지 14일간격으로 조사하였다. R5(종실비대시)~R6(종실비대성기)단계에서는 증평 9월 11일과 공주 9월 17일에 조사하였고, R7(성숙기시) 단계는 증평과 공주에서 9월 24일과 10월 1일, R8(성숙기) 단계는 10월 8일과 10월 15일에 각각의 포장에서 조사하였다.

실험 약제

Park 등(2021)의 선행연구에서 3종 노린재의 성충과 약충에 높은 속효성을 나타낸 fenitrothion과 잔효성이 우수한 bifenthrin과 썩덩나무노린재에 높은 살충활성을 보인 clothianidin을 이용하였다(Table 1).

해충관리 프로그램

약제처리는 콩의 발육단계를 구분하여 5가지 처리방법으로 노린재의 방제효과를 탐색하였다(Table 2). 콩의 발육단계는 기존 분류법에 기초하여 개화시(R1: beginning bloom), 개화성기(R2: full bloom), 착엽시(R3: beginning pod), 착엽성기(R4: full pod), 종실비대기(R5: beginning seed), 종실비대성기(R6: full seed), 성숙기시(R7: beginning maturity), 성숙기(R8: full maturity) 등의 8단계로 구분하였다(Fehr and Caviness, 1977; RDA, 2020).

각 프로그램에 따른 약제처리는 증평포장에서 R4단계(8월 29일), R5-R6단계(9월 11일), R7단계(9월 24일)에 경엽처리하였고, 공주포장에서는 각 단계별로 9월 4일, 9월 17일, 10월 1일에 처리하였다. 약제처리는 전기충전식 분무기(AP-2001, 20 L, Apollo IND.; Siheung-si, Korea)를 이용하여 추천농도로 콩의 생육단계별로 경엽처리하였다.

Table 1. Information of the tested insecticides

Mode of action ^a	Common name	Formulation ^b	AI ^c (%)	Recommended conc. (ppm)
Organophosphates (1b)	Fenitrothion	EC	50	500
Pyrethroids (3a)	Bifenthrin	WG	8	20
Neonicotinoids (4a)	Clothianidin	SG	8	40

^a IRAC classification

^b EC, emulsifiable concentrate; WG, water dispersible granule; SG, water soluble granule

^c Active ingredient

Table 2. Tested insecticides and treatment stages of soybean for management strategy program in soybean fields, Jeung-pyeong and Gong-ju

Program	R4	R5~R6	R7
1	Fenitrothion EC	-	-
2	-	Fenitrothion EC	-
3	-	-	Fenitrothion EC
4	-	Fenitrothion EC	Bifenthrin WP
5	Fenitrothion EC	Bifenthrin WP	Clothianidin SG
Control	-	-	-

종실의 피해율 조사

종실피해율은 콩발육단계 중 성숙기(R8)에 콩꼬투리를 수확하여 종실의 피해를 육안으로 확인하였다. 종실의 피해는 정상종실(A), 정상적인 형태이나 뚜렷한 상흔(B), 기형적 모양 또는 병든종실(C), 미성숙하고 발달되지 않은 종실(D) 등 4가지 형태를 기준으로 분류하였다(Jung et al., 2005).

각 해충관리 프로그램별로 수확된 꼬투리와 종자수를 조사하고 종실을 형태별로 분류하여 피해율을 분석하였다. 착형성기부터 성숙기에 피해받은 콩은 노린재류에 의한것으로 판단하고, B형과 C형종자를 노린재에 의한 피해로 분석하였다. 꼬투리당 종자수와 종실피해율의 평균값 유의차검정을 위해 Tukey's studentized range test (SAS Institute, 2009)를 이용하였으며, 방제가는 다음과 같은식으로 계산하였다.

$$\text{방제가}(\%) = \{(\text{무처리구의 피해종자율} - \text{처리구의 피해종자율}) / \text{무처리구의 피해종자율}\} \times 100.$$

결과 및 고찰

콩포장에서의 시기별 노린재류 발생분포

두 지역의 콩포장에서 콩의 발육시기별로 채집된 노린재류의 종류와 수를 비교하였다(Fig. 1). 증평에서는 썩덩나무노린재가 총 1,380마리로 가장 많이 채집되었고, 공주에서도 썩덩나무노린재가 총 2,133마리로 가장 많이 채집되었으며, 모든 채집시기에서 가장 우점을 보였다. R5-R6단계에서의 증평과 공주에서 채집된 노린재의 총 수는 각각 785마리와 718마리로 유사하였으나 증평지역은 톱다리개미허리노린재가 55.5%(436마리)가 채집되었고 공주지역은 썩덩나무노린재가 89.4%(642마리)로 우점종의 차이를 보였다. R7(성숙시)단계 이후부터는 썩덩나무노린재가 우점을 차지하였다.

2곳의 콩 포장에서 모두 톱다리개미허리노린재와 갈색날개노린재는 R5(종실비대시)~R6(종실비대성기)단계에서 콩생육기간 중 가장 많은 수가 채집되었으나 R7과 R8단계에

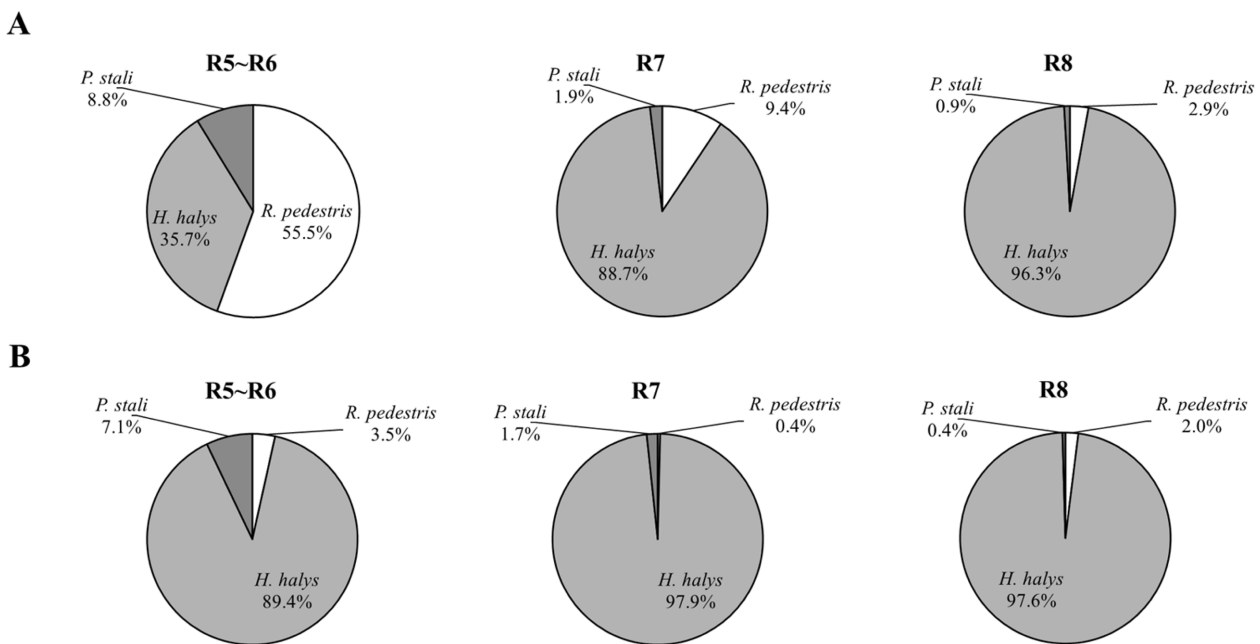


Fig. 1. Relative occurrence of three Hemipterans by reproductive stages of soybean. A: Jeung-pyeong, B: Gongju.

서는 썩덩나무노린재에 비해 매우 적은 수가 채집되었다.

중평과 공주의 콩 포장에서 콩 생육시기에 따라서 발생하는 노린재 종의 차이가 나타났으나 이는 한정된 지역에서 관찰된 것으로 더 많은 지역에 대한 밀도조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그러나 톱다리개미허리노린재는 국내에서 연 3회발생하는 것으로 알려졌으나 야외에서는 발생세대를 구별하기가 어렵지만 6월 중순경 명주나물콩을 파종한 경우, 9월 중순경 즉, R5-R6단계에 발생최성기라 하였다 (Lee et al., 2004; Huh et al., 2005). 본 연구결과에서도 유사하게 이 시기에 가장 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 채집되었다. 썩덩나무노린재는 광식성 해충으로 매우 다양한 작물을 가해하여 경제적 피해를 주는데 적은 밀도에서도 과실에 심각한 피해를 주는 것으로 널리 알려져 있으며, 콩 생육 초기에는 줄기와 어린잎을 가해하기 시작하여 콩 꼬투리와 종실을 가해한다(Son et al., 2000; Paik et al., 2007; Nielson and Hamilton, 2009). 페로몬 트랩을 이용하여 썩덩나무노린재의 밀도를 시기별로 조사한 결과 과수 뿐 만 아니라 주변의 비작물성 식물(수목 등)에도 존재하여 농업생태계 전반에 걸쳐 널리 퍼져있다고 한다(Bernon et al., 2004; Grabarczyk et al., 2022). 본 연구에서도 썩덩나무노린재는 콩 생육 시기에 상관없이 가장 많은 수가 채집되었다.

해충관리프로그램이 콩종실 형성에 미치는 영향

많은 약제들을 이용하여 노린재류의 살충활성을 연구하였으나 실질적으로 활성이 높은 약제도 적었고 포장에서의 활성도 매우 낮게 나타났는데, 썩덩나무노린재에 대하여 미국에서 승인된 약제를 실험한 결과 고추와 토마토 포장실험시 일관된 효과를 보인 약제는 없었다(Morehead and Kuhar, 2017). 국내에서도 실내실험에서는 썩덩나무노린재에 90% 이상 잔효활성을 보인 약제도 야외실험에서는 20%이하의 활성을 보였다(Lee et al., 2015). 그러므로 실내에서 우수한 살충효과를 보인 약제라 할지라도 실제 포장에서는 같은 효과를 나타낸다고 할 수 없기 때문에 포장에 적용 실험이 필수적이라 할 수 있다.

따라서 본 실험은 선행연구를 참조하여 3종의 약제를 선정하였는데, fenitrothion은 100% 살충활성과 비교적 빠른 LT값, 약충에 대한 높은 약제 잔효성을 보였고, bifenthrin은 3종 노린재에 대하여 높은 살충활성과 특히, 잔효성이 매우 높게 나타났으며, clothianidin 역시 노린재류에 대하여 살충활성을 보였고, 다른 노린재에 비해 썩덩나무노린재에 대하여 높은 잔효성을 보여 선정하게 되었다. 일반적으로 이동성이 높은 노린재류의 효과적인 방제를 위하여 약제 잔효성이 좋은 약제를 선발 기준으로 하였다. 선정된 3종의 약제를 가지고 진행된 야외실험은 약제 개수와 약제처리 횟수, 처리시기에 따라서 가장 기본적인 방제 프로그램을 설정하였다. 3종의 노린재 모두에 높은 살충활성을 보인 fenitrothion

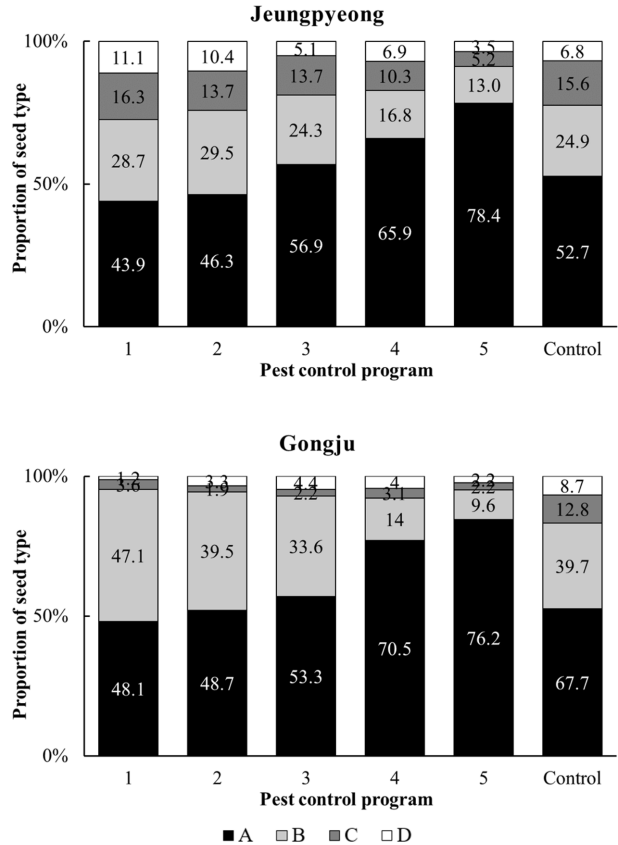


Fig. 2. Proportion of seed types by each pest control program. A: normal seed; B: wound seed; C: abnormal seed; D: immature seed.

을 기본 약제로 콩의 생육시기별로 야외에 적용 실험하였고, 부분적으로 활성을 보인 bifenthrin과 clothianidin은 혼용 약제로 선정하여 총 5가지 프로그램을 설정하여 콩 포장에서 실험을 진행하였다.

콩포장에서의 노린재류 방제를 위한 5가지 해충관리 프로그램 중 각 프로그램이 콩종실 형태에 미치는 영향을 비교하였다(Fig. 2). 3종의 약제(fenitrothion, bifenthrin, clothianidin)를 처리한 프로그램 5에서 정상종실(A) 비율이 중평 78.4%와 공주 76.2%로 가장 높게 나타났다. 2종의 약제를 처리한 프로그램 4에서도 2지역 콩포장 모두 대조구에 비해 정상종실의 비율이 높게 나타났다. 그러나, 하나의 약제(fenitrothion)만을 처리한 프로그램 1과 2는 오히려 대조구보다 더 낮은 정상종실비율을 보였고 프로그램 3의 경우 대조구와 유사(중평지역 56.9%)하거나 낮음(공주지역 53.3%) 정상종실비율을 보였다.

중평 포장에서의 프로그램별 약제 처리시 프로그램 1 처리구를 제외한 나머지 처리구에서의 C형 종실 피해율이 감소하였다. 피해 상흔이 보이는 B형의 종실은 프로그램 1과 2 처리구가 대조구보다 더 높은 피해율을 보였다. 공주포장에서는 기형 및 질병이 있는 C형 종실 피해율이 모두 낮게 나타났으나 B형의 종실 피해율은 2종 이상의 약제 처리시

Table 3. Comparison of soybean damage by Hemipteran among 5 control programs in soybean fields

Program	No. of beans/pod (Mean ± SE)			B and C type damage rate (%) ^{a)}			Control efficiency (%)		
	Jeung-pyeong	Gongju	Total	Jeung-pyeong	Gongju	Total	Jeung-pyeong	Gongju	Total
1	2.08 ± 0.01a	2.16 ± 0.03a	2.12 ± 0.02ab	50.8 ± 2.8a	51.6 ± 7.1a	51.2 ± 3.4a	-	-	-
2	2.00 ± 0.05a	2.12 ± 0.03a	2.06 ± 0.04ab	48.5 ± 3.4a	45.8 ± 1.3a	47.2 ± 1.7ab	-	-	-
3	2.03 ± 0.04a	2.07 ± 0.003ab	2.05 ± 0.02ab	40.1 ± 5.2ab	40.5 ± 3.6a	40.3 ± 2.8ab	8.1 ± 11.9b	7.4 ± 3.7b	7.8 ± 5.6b
4	2.07 ± 0.006a	2.12 ± 0.01a	2.10 ± 0.01ab	28.9 ± 3.8bc	19.8 ± 4.6b	24.4 ± 3.3c	33.7 ± 8.8a	55.1 ± 8.0a	44.4 ± 7.2a
5	2.17 ± 0.07a	2.10 ± 0.02ab	2.14 ± 0.04a	18.9 ± 1.5c	13.2 ± 1.4b	16.1 ± 1.6c	56.6 ± 4.3a	69.8 ± 1.5a	63.2 ± 3.6a
Control	2.03 ± 0.02a	1.97 ± 0.06b	2.00 ± 0.03b	43.6 ± 0.8ab	43.6 ± 2.8a	43.6 ± 1.3b	-	-	-

^{a)}Damage rate = [(Damage rate (B+C) of control – Damage rate (B+C) of treatment)/ Damage rate (B+C) of control] × 100.

보다 매우 높게 나타났다. 약제를 한번만 처리한 프로그램에서는 콩의 생육시기가 초기일수록 노린재류에 의한 피해라 생각되는 B형과 C형의 피해종실이 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 생육초기 약제방제인 프로그램 1의 경우 증평 포장은 대조구와 차이가 없었고 공주 포장은 기형을 보이는 C형의 종실 비율이 감소하였으나 노린재의 흡즙으로 상흔이 남아 상품성이 떨어지는 B형 종실이 증가하였다.

노린재류는 영양생장 단계인 V6(제5복엽까지 완전히 전개)-V8(제7복엽까지 완전히 전개)단계에 약제를 처리하면 노린재류의 감염이 적게 나타난다는 연구결과가 있다(Ecco et al., 2020). 그러나 본 연구에서는 약제 처리시간의 차이가 있는 프로그램 2와 3의 종실피해율은 프로그램 3처리 즉, R7단계에서 약제처리시 프로그램 2보다 더 방제효과가 높았다. 이는 노린재 발생밀도와도 관련이 있겠지만 프로그램 3의 정상종실(A)이 더 많이 관찰되는 것은 톱다리개미허리노린재보다 썩덩나무노린재의 밀도가 더 많은 영향을 주는 것으로 생각된다. 따라서, 콩 생육 초기단계의 약제처리는 노린재 방제에 효과가 있지만 작물과 수확량등에 영향을 미치는 것은 약제처리 횟수와 발생하는 노린재의 종류와도 밀접한 관련이 있을 것이라 생각된다.

R5단계인 종실비대기에는 노린재의 피해를 입어도 수확량 감소보다는 피해흔의 종자 생성과 발아 저하 종자를 형성하는 것으로 알려져 있으나(Boethel et al., 2000; Corrêa-Ferreira and Azevedo, 2002; Jung et al., 2005), 한 연구에서는 대두의 생육단계와 노린재의 관계가 R3-R6단계에서 영향을 받으면 현저하게 수확량이 감소하였다(Vyavhar et al., 2015). 본 연구 결과 정상종실인 A형의 비율은 유사하였으나 상흔이 있는 B형 종실의 비율이 공주지역의 포장에서 매우 높게 나타났다. 그러나 기형 및 병든 종실인 C형은 증평지역에서 더 높게 나타났는데 이것은 콩 생육초기에 톱다리개미허리노린재의 밀도가 종실의 기형에 많은 영향을 미치며, 썩덩나무노린재는 높은 밀도를 보임에도 흡즙의 상흔만을 남기게 되는 것으로 생각된다. 즉, 콩 종실에 대한 두 노린재의 피해는 있으나 톱다리개미허리노린재의 피해가 콩 종실에 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다.

해충관리프로그램이 콩종실 수확량에 미치는 영향

해충관리 프로그램별 약제처리가 콩 종실의 수확량에 미치는 영향을 확인하였다(Table 3). 콩 꼬투리당 종실의 수와 노린재에 의한 종실의 피해율, 방제효과 등을 각각의 약제처리 프로그램별로 조사하였다. 프로그램별 꼬투리당 생성되는 종실의 개수는 대조구와 비교해서 통계적($P < 0.05$)으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 관리 프로그램에 따른 두 지역 포장에 권장농도로 약제를 경엽살포하였을 때 노린재의 피해로 인한 종실이라 판단한 B형과 C형의 종실비율을 프로그램별 약제처리구와 대조구를 비교한 결과 통계적 유의차가 보였다. 프로그램 4와 5의 종실피해율(B + C type)은 평균 24.4%와 16.1%였으며, 대조구는 평균 43.6%로 나타나 관리 프로그램에 의한 약제처리가 효과가 있음을 알 수 있었다. 콩의 생육기간별로 3종의 약제를 처리한 프로그램 5는 대조구 대비 피해종실의 방제효과가 63.2%로 매우 높게 나타났다. 본 연구와 유사하게 톱다리개미허리노린재 방제를 위하여 콩의 생육시기(착협성기, 종실비대기, 종실비대성기)에 총 3회 약제처리 한 시험구에서도 91%의 방제 효과를 보였다(Jung et al., 2010). 야외 콩포장에서의 약제 잔효활성은 떨어지기 때문에 이동성이 강한 노린재의 방제를 위해서는 콩 생육시기를 고려하고, 2회 이상의 약제처리가 요구된다(Park et al., 2021). 그러므로 콩포장에서의 효과적인 노린재류 방제를 위해 본 연구의 해충관리 프로그램이 기초자료로 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 국립식량과학원의 남부작물부의 대규모 논 콩 재배단지 토양병원균 및 노린재 관리기술 개발 사업의 지원을 받아 연구 되었습니다(PJ0157182022).

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Author Information and Contributions

Jinah Lee, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

Seung-Ju Seok, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

Dong-Hyun Kang, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Master student

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

Hyun Kyung Kim, Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Doctor of Philosophy

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

Research design; Kim G-H, Investigation; Lee J, Seok SJ, Kang DH, Data analysis; Kim HK, Writing – original draft preparation; Kim HK, Lee J, Writing – review & editing; Kim G-H, Kim HK.

Literature Cited

- Bae SD, Kim HJ, Lee GH, Park ST, 2007. Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. *Korean J. Appl. Entomol.* 46(1):153-158.
- Bae SD, Kim HJ, Park CG, Lee GH, Park ST, et al., 2005. Reproductive rate of one-banded stink bug, *Piezodorus hybneri* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae) in various rearing cages. *Korean J. Appl. Entomol.* 44(4):293-298.
- Bae SD, Kim HJ, Lee GH, Park ST, Lee SW, 2008. Susceptibility of stink bugs collected in soybean fields in Milyang to some insecticides. *Korean J. Appl. Entomol.* 47(4):413-419.
- 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 J. Appl. Entomol.* 43(2):123-127.
- Beatriz SC, Joacir DA, 2002. Soybean seed damage by different species of stink bugs. *Agric. For. Entomol.* 4(2): 145-150.
- Bernon G, Bernhard KM, Hoebeke ER, Carter ME, Beanland L, 2005. Biology of *Halyomorpha halys*, (Heteroptera: Pentatomidae), the brown marmorated stink bug; are trees the primary host for this new invasive pest? In Proceedings of the XV USDA Interagency research forum on gypsy moth and other invasive species 2004: 12.
- 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/10.1603/0022-0493-93.3707>
- Cira TM, Burkness EC, Koch RL, Hutchison WD, 2017. *Halyomorpha halys* mortality and sublethal feeding effects following insecticide exposure. *Korea J. Pestic. Sci.* 90(4): 1257-1268.
- Ecco M, Borella Júnior C, Miranda DDS, Araújo MS, Almeida ACDS, et al., 2020. Stink bug control at different stages of soybean development. *Arq. Inst. Biol.* 87:1-7.
- Grabarczyk EE, Cottrell TE, Tillman PG, 2022. Spatiotemporal distribution of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) across a fruit and tree nut agricultural ecosystem. *Environ. Entomol.* 51(4):824-835.
- Fehr WR, Caviness CE, 1977. Stages of soybean development. Special Report 80, Iowa Agricultural Experiment Station, Iowa Cooperative External Series, Iowa State University, Ames. Iowa. USA
- Huh HS, Huh W, Bae SD, Park CG, 2005. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44(3):199-205.
- 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. *Korean J. Appl. Entomol.* 47(2):141-147.
- 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). *Korean J. Appl. Entomol.* 44(4): 299-306.
- Jung JK, Seo BY, Youn JT, Park JH, Cho JR, 2010. Injury of full seed stage soybeans by the bean bug, *Riptortus pedestris*. *Korean J. Appl. Entomol.* 49(4):357-362.
- 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. *Treat. of Crop Res.* 5:473-483.
- Kang CH, Huh HS, Park CG, 2003. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 42(3):269-277.
- Kim SJ, Lee DH, Nam JC, Lee DY, Kim JY, 2019. Ecology and chemical control of two stink bugs in apple orchards. *Korea J. Pestic. Sci.* 23(4):280-288.
- 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. *Korean J. Appl. Entomol.* 43(3):249-255.
- Lee SY, Yoon CM, Do YS, Lee DH, Lee JS, et al., 2015.

Evaluation of insecticidal activity of pesticides against hemipteran pests on apple orchard. *Korea J. Pest. Sci.* 19(3): 264-271.

Lim UT, Park KS, Ali Ma, Jung CE, 2007. Areal distribution and parasitism on other soybean bugs of *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 46(1):79-85.

Morehead JA, Kuhar TP, 2017. Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *J. pest. Sci.* 90(4): 1277-1285.

Nayuhara Y, 1985. Migration and oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera). *Pl. Prot.* 39(4): 153-156.

Nielsen AL, Hamilton GC, 2009. Life history of the invasive species *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in northeastern United States. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 102(4): 608-616.

Paik CH, Lee GH, Choi MY, Seo HY, Kim DH, et al., 2007. Status of the occurrence of insect pests and their natural enemies in soybean fields in Honam province. *Korean J. Appl. Entomol.* 46(2): 275-280.

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). *Korean J. Appl. Entomol.* 59(3):257-264.

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. *Korean J. Appl. Entomol.* 51(4):411-419.

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.

Park SB, Hong DH, Eom TI, Kang YG, Lee JA, et al., 2021. Contact and residual toxicities of 16 insecticides against three stink bugs (*Halyomorpha halys*, *Nezara antennata* and *Riptortus pedestris*). *Korea J. Pestic. Sci.* 25(4):316-323.

Rural Development Administration. 2020. <http://psis.rda.go.kr/psis/agg/res/aggchmRegistStusLst.ps> (Accessed Oct. 26. 2020).

SAS Institute. 2009. *SAS/STAT User's guide: Statistics, version 9.1.* SAS Institute: Cary, NC.

Son CK, Park SG, Hwang YH, Choi BS, 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 45(6):405-410.

Vyavhare SS, Way MO, Medina RF, 2015. Determination of growth stage-specific response of soybean to red banded stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) and its relationship to the development of flat pods. *J. Econ. Entomol.* 108(4): 1770-1778.

콩재배지에서의 중요 노린재류 3종의 발생 및 약제방제 전략

이진아 · 석승주 · 강동현 · 이휘중¹ · 김현경 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, ¹국립식량과학원 남부작물부

요약 두 지역(중평, 공주)의 콩 포장에서의 3종 노린재(툽다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재)에 대한 밀도와 효율적인 방제를 위한 해충관리 프로그램의 방제효과를 연구하였다. 콩의 생육시기별 3종 노린재의 밀도 분포는 중평지역 콩의 R5-R6단계에서의 툽다리개미허리노린재(55.5%)를 제외하고 모든 생육단계에서 썩덩나무노린재가 가장 많이 채집되었다. 3종의 약제(fenitrothion, bifenthrin, clothianidin)를 이용하여 콩 생육시기별로 5가지 해충관리 프로그램으로 약제처리 하였고, 그 중 프로그램 5가 중평 78.4%와 공주 76.2%로 정상종실(A) 비율이 가장 높았다. 그러나 프로그램 1과 2는 두 지역 모두 대조구보다 더 낮은 A형 종실비율을 보였다. 프로그램별 약제 처리가 콩 수확량에 미치는 영향으로 콩꼬투리당 콩 종실의 수는 대조구와 큰 차이를 보이지 않았으나 피해종실(B + C형) 비율은 프로그램 4와 5에서만 대조구와 통계적 유의차를 보였다. 총 3회 약제 처리구인 프로그램 5가 가장 효과적인 노린재 방제로 콩 종실의 피해를 감소시켜 63.2%의 방제효율을 나타냈다. 그러므로 콩포장에서의 효과적인 노린재류 방제를 위해서 본 연구의 해충관리 프로그램이 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

색인어 툽다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재, 밀도분포, 해충방제 프로그램, 콩포장