

충북 보은지역 대추나무의 장님노린재 발생 특성 및 활용 가능한 살충제 선발

이성균* · 강효중 · 이경희 · 오하경 · 박희순 · 신현만

충청북도농업기술원

Evaluating Pesticides for Controlling *Apolygus spinolae* and *A. lucorum* Mirid Bug Population Patterns in Jujube Orchards in Boeun, Chungbuk

Seongkyun Lee*, Hyo-Jung Kang, Kyeong Hee Lee, Ha Kyung Oh, Heesoon Park and Hyunman Shin

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

ABSTRACT: Jujube tree farms need effective methods of pest control to reduce damage caused by mirid bugs. In this study, we measured the density of mirid bug populations in jujube trees and tested the efficacy of various insecticides. We observed seasonal density patterns, where nymphs were observed from early May to the middle of July; and adults were observed from the end of May to the middle or end of July. Furthermore, we measured the density of two types of mirid bug species, *Apolygus spinolae* and *A. lucorum*. Among 45 damaged jujube trees, the dominant species of mirid bugs was *A. spinolae* (89%). We tested 7 types of insecticides to control mirid bug populations, including pyrifluquinazon, deltamethrin, diazinon, dinotefuran, etofenprox, fenitrothion, and bifenthrin, showing over 80% efficacy. Thus, in this study, we showed that using insecticides was effective for controlling mirid bug populations on jujube trees.

Key words: Jujube, *Apolygus spinolae*, *A. lucorum*, Seasonal occurrence, Chemical screening

초록: 최근 대추에 장님노린재에 의한 피해가 발생함에 따라 대추재배 농가들이 적절한 방제를 할 수 있도록 시기별 발생 밀도, 우점종 조사, 방제 가능 약제 선발 등의 시험을 수행하였다. 대추과원에서 발생하는 장님노린재의 발생 밀도를 2년에 걸쳐 조사 한 결과, 약충은 5월 상순부터 발생하여 7월 중순까지 발생 하였으며, 성충은 5월 하순부터 발생하여 7월 중하순까지 발생하였다. 또한 대추과원에서 발생하는 애무늬고리장님노린재와 초록장님노린재의 밀도의 경우 45개체 중 40개체가(약 89%) 애무늬고리장님노린재 인 것으로 조사되어 대추나무를 가해하는 장님노린재 중 우점종은 애무늬고리장님노린재 인 것으로 나타났다. 대추과원에서 장님노린재 방제에 활용할 수 있는 살충제에 관한 정보를 제공하기 위해 9종 살충제들을 대상으로 한 야외시험에서 pyrifluquinazon, deltamethrin, diazinon, dinotefuran, etofenprox, fenitrothion, bifenthrin 7종이 80% 이상 살충력을 나타냈다. 따라서 본 시험에서 조사 된 살충제를 이용하여 대추나무 발아 직전부터 방제를 하면 대추과원에서 장님노린재 방제가 가능 할 것으로 판단된다.

검색어: 대추, 애무늬고리장님노린재, 초록장님노린재, 시기별 발생 밀도, 약제 선발

대추는 기존 한약의 한 재료나 음식의 부 재료라는 인식이 강하였으나, 높은 당도와 좋은 식감때문에 생식용 과일로 인식이 변화하고 있다. 충북 보은지역을 중심으로 생대추 생산을 목적으로 재배하는 농업인이 증가하고 있으며, 최근 3년간 대추

재배 면적이 2015년 4,713 ha에서 2017년 5,171 ha로 증가하였다(MAFRA, 2019). 이와 같이 대추 재배농가와 재배면적의 확대와 더불어 기존에 부각되지 않았던 해충들의 피해 역시 증가하고 있는데, 그 중 장님노린재의 발생이 대추과원에서 문제가 될 수 있다는 사실이 2016년 Yang et al. (2016)에 의해 보고되었다. 실제로 대부분의 대추과원에서 잎의 기형 등을 유발하며 많은 피해를 주고 있다. 하지만 대추나무를 가해하는 장님노린

*Corresponding author: lepimoth@korea.kr

Received February 25 2019; Revised August 6 2019

Accepted August 19 2019

재에 대한 정확한 정보가 없어 대추를 재배하는 대부분의 농업 인들은 이런 피해 증상이 해충에 의한 피해가 아닌 냉해에 의한 피해로 오인하여 장님노린재의 발생이 시작되는 이른 봄에 적절한 방제를 하지 않아 피해가 매년 지속되었다. 또한 대추를 가해하는 장님노린재의 경우 약충과 성충 모두 같은 피해를 주기 때문에(Kim et al., 2002), 알 기간을 제외한 모든 생육 단계 기간 동안 방제를 해주어야만 한다.

장님노린재 중 애무늬고리장님노린재(*Apolygus spinolae* (Meyer-Dür))와 초록장님노린재(*A. lucorum* (Meyer-Dür))는 주로 포도의 어린 눈을 가해하는 해충이다. 두 종은 포도나무에서 알로 월동 후 이른 봄 부화하여 피해를 입히며(Lee et al., 2002), 부화한 약충은 포도의 어린 조직을 흡즙하여 영양분을 취해 성충으로 성장 후, 포도과원 안팎의 초본 식물로 기주를 이동 한다(Kasiwara et al., 1986). 이처럼 두 종 모두는 생태적으로 매우 밀접하며 한국, 일본, 중국, 러시아, 유럽 등 포도과원을 비롯한 다양한 경제적 작물들에서 자주 발생하여(Yasunaga, 1992; Yasunaga and Yasunaga, 2000), 경제적 피해를 입히는 심각한 해충들이다(Watanabe, 1999; Lee et al., 2002; Omatam 2007; Pan et al., 2015). 또한 외부 형태가 매우 유사하며, 곤충 종 동정에 사용되는 DNA barcode 유전자인 COI gene.으로도 서로 구분이 어려울 정도로 매우 유사한 종이다(Kim and Jung, 2018).

따라서 본 연구에서는 대추에 발생하고 있는 신규 해충들인 장님노린재의 방제에 활용할 수 있는 정보를 제공하기 위해 장님노린재의 대추과원에서 발생 특성, 우점종 및 야외 방제에 이용할 수 있는 살충제 등의 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

대추과원의 장님노린재 발생 밀도 조사

대추과원에 발생하고 있는 장님노린재의 시기별 발생 밀도를 조사하기 위해 충북 보은군 내 2곳의(Table 1) 무방제 시험 포장을 선정하여 페로몬 트랩이 아닌 타락법을 이용하여 대추

나무 내 장님노린재의 정확한 밀도를 조사하고자 하였다. 조사 대상인 대추나무의 네 줄기를 방향이 서로 겹치지 않도록 임의로 선정 한 후, 지름 80 cm 크기의 원판을 줄기 바로 아래에 두고 막대기로 각 10회씩 충격을 가하여 밑으로 낙하되는 장님노린재의 약충과 성충의 개체수를 조사하였다. 조사 기간은 2017년부터 2018년까지 2년간 4월 하순부터 발생이 종료될 때까지 10일 간격으로 하였으며, 시기별 발생 밀도 조사는 두 종을 각각 구분하지 않고 수행하였다. 각 조사는 대추나무 10주를 대상으로 하였다.

우점종 조사

애무늬고리장님노린재(*A. spinolae*)와 초록장님노린재(*A. lucorum*)는 형태적으로 매우 유사하고 실제 분포도 두 종이 혼재되어 있는 경우가 많다. 따라서 농가에서 발생 시기 관찰이나 방제를 위해 사용되는 페로몬 트랩 및 교미교란제의 사용을 가능하게 하기 위해서는 실제 두 종이 대추나무에 존재하는지 또는 어떤 한 종만 존재하는지를 알아야 해당 종의 페로몬 트랩 및 교미교란제 설치가 가능할 것이다. 하지만 문제점은 종 동정에 많이 활용되는 COI 바코드 유전자의 염기서열까지도 유사하여 이를 이용한 동정이 쉽지 않다(Kim and Jung, 2018). 따라서 본 연구에서는 보은 지역 5 농가(Table 1)의 대추나무에서 임의로 채집한 장님노린재 성충 45개체의 외부 형태 및 해부를 통한 생식기 형태를 모두 비교하여 종 동정 후 두 종의 분포 영향을 조사하였다. 두 종의 비교 동정은 Kim and Jung (2018)이 제공한 정보를 토대로 이루어졌다.

살충제 야외 시험

9중(deltamethrin, lambda-cyhalothrin, bifenthrin, dinotefuran, clothianidin, diazinon, etofenprox, fenitrothion, pyrifluquinazon)의 시험 약제를 선정하여(Table 2) 대추나무 발아 시기부터 7일 간격 2회(5월 3일, 10일) 경엽살포 하였고, 최종 약제 처리 7일 후 피해율을 조사 하였다. 조사 시 발아한 잎 중 하나라도 피해

Table 1. Research area in Boeun that was investigated in this study

Area	GPS	Performance in this study
Sanoe-myeon	36°34'36.6"N 127°44'54.1"E	Seasonal occurrence, Dominant species
Jangan-myeon	36°28'49.5"N 127°45'37.1"E	"
Hoein-myeon	36°28'14.3"N 127°37'58.5"E	Dominant species
Hoenam-myoen	36°27'25.5"N 127°35'39.6"E	"
Boeun-eup	36°28'27.3"N 127°44'31.5"E	"

Table 2. List of evaluated insecticides

Insecticide ^a	Formulation ^b	AI ^c (%)	Recommended dilution (X)	Primary site of action ^d
Pyrethroids				
Deltamethrin	EC	1	1,000	Sodium channel modulators
Lambda-cyhalothrin	EC	1	1,000	
Bifenthrin	WP	2	1,000	
Etofenprox ^e	WP	10	1,000	
Neonicotinoids				
Dinotefuran	WG	20	2,000	Nicotinic acetylcholine receptor competitive modulators
Clothianidin	SC	8	2,000	
Organophosphates				
Diazinon	EC	34	1,000	Acetylcholinesterase inhibitors
Fenitrothion ^e	WP	40	1,000	
Pyridine azomethine derivatives				
Pyriproxyfen	SC	6.5	2,000	Chordotonal organ TRPV channel modulators

^{a,d}Refer to <https://www.irac-online.org>.

^bEC, Emulsifiable concentrate; WP, Wettable powder; WG, Water dispersible granule; SC, Suspension concentrate.

^cActive ingredient.

^ePesticides already registered in jujube.

를 받은 잎이 있을 경우 피해눈으로 간주하고 피해눈율을 조사하였으며, 처리 주의 모든 눈을(50개 이상) 대상으로 조사하였다. 또한 시험은 3반복으로 수행되었으며, 방제가 산정 방법은 아래와 같다.

$$\text{방제가(\%)} : [1 - (\text{처리구 피해눈율} / \text{무처리 피해눈율})] \times 100$$

결과 및 고찰

대추과원에서 장님노린재 피해 증상 및 발생 특성

대추나무를 가해하는 장님노린재류는 대추의 어린 잎, 어린 과실, 새순 등을 구침으로 찢어 흡즙하며 피해를 준다. 피해를 받은 조직은 정상적으로 성장을 하지 못하는데 잎의 경우 비정상적으로 전개되고, 갈색 반점과 구멍이 생기며 가장자리가 갈

변되어 오그라든다. 또한 과실의 경우 구침으로 찢려 즙액을 흡즙하는 과정에서 즙액이 유출되며 표면엔 상처가 생겨 상품성을 떨어뜨린다(Fig. 1). 따라서 적절한 시기에 맞춰 반드시 방제를 해야 하는 해충 중 하나이다.

Lee et al. (2002)에 의하면 애무늬고리장님노린재를 끈끈이 트랩을 이용하여 4월부터 11월 까지 5~6일 간격으로 시기별 발생 밀도를 조사한 결과, 5월 하순부터 발생을 시작하여 7월 중하순까지 지속적으로 발생을 하다 여름을 거치면서 급격하게 감소하였고 다시 9월 중순부터 발생을 시작하여 10월 상순에 발생 최성기를 나타냈다고 하였으며, 인근 초본 식물에서는 포도에서 발생이 적은 7~9월에 애무늬고리장님노린재의 성충이 집중 되는 것으로 보아 성충 시기에는 인근 초본 식물로 기주 전환을 한다고 보고 하였다. 또한 Lee et al. (2014)은 상주 등 네 지역의 포도과원에서 끈끈이 트랩을 이용한 조사 결과, 5월 중순부터 발생을 시작하여 9월 상순까지 발생을 한다고 보고 하였다.



Fig. 1. Process of damage caused by mirid bugs. Before (A) and after (B) damage, damaged and mature leaves (C), damaged young fruit (D).

본 조사의 경우, 충북 보은지역 대추나무에서 장님노린재의 약충은 5월 상순부터 발생을 시작하여 7월 중순까지 발생을 하였으며, 성충의 경우 5월 하순부터 발생을 시작하여 7월 중순~하순까지 발생을 하였다(Fig. 2). 이 결과는 Lee et al. (2014)의 결과와 다소 차이가 있다. 발생을 시작한 시기는 비슷하지만 발생 종료시기는 보은지역 대추나무의 장님노린재와 한 달 이상의 차이가 발생 하였다. 이는 조사 방법과 대추나무와 포도나무의 생육 차이 때문에 발생 한 것으로 판단된다. 우선 본 연구에서는 대추나무에 실제로 분포하고 있는 장님노린재만을 조사하기 위해 타락법을 이용하여 조사를 하였다. 또한 항상 어린 조직만을 가해하고 성숙한 조직은 가해하지 않는 장님노린재의 특성을 보았을 때(Kim et al., 2012) 포도나무의 경우 재배 기간 내내 신초가 발생하여 어린 조직이 지속적으로 존재하지만 대추나무의 경우 7월을 들어서면서 신초, 잎 등의 어린 조직이 더 이상 존재 하지 않는다. 따라서 부족한 먹이를 해결 하기 위해 반드시 기주 전환을 해야만 한다. Lee et al. (2002)이 애무늬고리장님노린재는 인근 초본 식물로 기주 전환을 한다고 보고한 것처럼 대추에서도 동일하게 어린 조직을 찾아 인근 초본 식물로 이동을 하는 것으로 판단된다.

또한 2017년 조사에서 약충의 경우 6월 하순까지 발생 밀도가 지속적으로 증가를 하다 7월 상순 그 밀도가 급격하게 감소 하였다. 기상청에 따르면(KMA, 2019), 2017년 6월 28일 47.5 mm, 7월 1일 24.0 mm, 2일 37.0 mm, 3일 91.0 mm, 4일 64.0

mm의 많은 강수량을 기록하였다. 본 조사의 대상종인 애무늬고리장님노린재와 초록장님노린재의 경우 그 크기가 매우 작 으며, 약충의 경우 성충에 비하여 이동 능력이 낮아 강한 빗방울을 피할 수 있는 장소로 이동하지 못하고 강우에 의해 방제가 된 것으로 판단된다. 다만 2018년도 약충 조사에서 6월 중순에 약충이 전혀 발견되지 않았는데 이 당시 특별한 기상 상황은 없는 것으로 보아 다른 요인에 의해 밀도가 감소 된 것으로 판단 되나, 본 조사의 자료만으로 정확한 원인은 알 수 없다.

대추과원에서 장님노린재 우점종

대추과원에서 발생하는 애무늬고리장님노린재와 초록장님노린재의 서식 밀도를 조사 한 결과 전체 45개체 중 40개체가 애무늬고리장님노린재(약 89%) 인 것으로 조사되어 대추나무를 가해하는 장님노린재 중 애무늬고리장님노린재가 우점종인 것으로 나타났다(Table 3). 포도의 경우 Lee et al. (2002)에 따르면 159개 조사 포장 중 장님노린재의 피해가 확인 된 113개의 포장에서 애무늬고리장님노린재의 채집 개체수가 월등히 많다고 보고 하였다. 물론 본 조사의 채집 지역은 보은군 내 5개 지역으로 Lee et al. (2002)이 조사한 조사 지역의 개수와 비교 하면 적지만 포도와 동일하게 애무늬고리장님노린재의 밀도가 월등히 높은 것으로 조사 되었다.

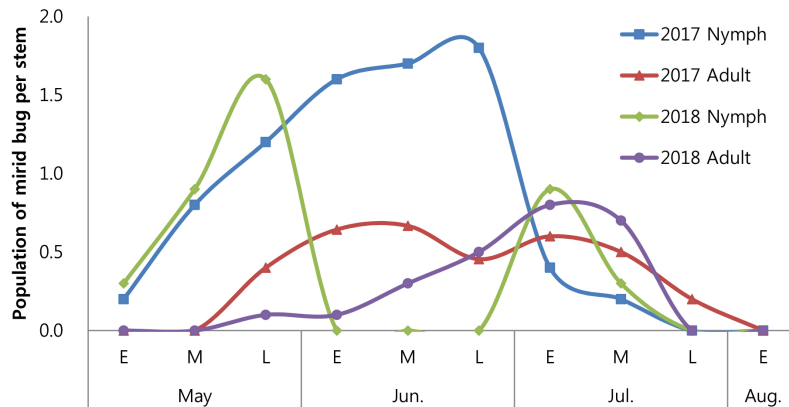


Fig. 2. Seasonal density patterns of nymph and adult mirid bug.

Table 3. Populations of *Apolygus spinolae* and *A. lucorum* in jujube trees

Scientific name	Population		Rate (%)
	Male	Female	
<i>A. spinolae</i>	4	36	89
<i>A. lucorum</i>	5	-	11

약제 선발

국립농업과학원 농약정보시스템에 의하면 대추에 피해를 주는 장님노린재에 등록 된 약제는 etofenprox, acetamiprid, fenitrothion으로 대추과원에서 발생하는 장님노린재를 효율적으로 방제할 수 있는 약제가 부족한 실정이다(NAAS, 2019). 따라서 장님노린재 방제가 가능 할 것으로 판단되는 pyrifluquinazon 등 9종의 약제를 대상으로 대추 장님노린재 약제 선발 시험을 수행하였다. 그 결과(Fig. 3) pyrifluquinazon 87.5%, deltamethrin 87.0%, dinotefuran 95.4%, diazinon 91.2%, etofenprox 90.5%, fenitrothion 100.0%, bifenthrin 95.4%의 방제가를 나타내어 대추나무의 어린 조직에 피해를 주는 장님노린재의 방제가 충분히 가능 할 것으로 판단되었다. 반면, clothianidin 48.5%, lambda-cyhalothrin 68.7% 2종은 방제가가 70% 이하로 나타나 방제 효과가 높지 않은 것으로 조사 되었다. 따라서 대추에서 발생하는 장님노린재류의 방제를 위해 본 연구에서 선발 된 약제를 사용 할 경우 방제가 충분히 가능 할 것으로 판단되나, 선발 된 몇몇 약제는 현재 등록이 되어 있지 않아 사용이 불가능한 약제이다. 그러므로 빠른 시일 내에 대추재배 농업인들이 활용 할 수 있도록 농약직권등록시험을 통해 방제 약제를 추가 등록 할 예정이니, 등록이 된 후에 사용하여야만 하겠다.

사사

애무늬고리장님노린재와 초록장님노린재의 동정을 도와주신 충남대학교 김정곤 박사님과 정성훈 교수님께 감사드립니다.

본 연구는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발 과제(과제번호: PJ012694)의 지원에 의해 수행된 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

Literature Cited

- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) Website, N.D. <https://irac-online.org> (accessed on 31 March, 2019).
- Kasiwara, T., Umeya, K., Asakawa, K., 1986. Hand book of crop pests (In Japanese). Inose Press, Tokyo, 1446 p.
- Kim, D.S., Cho, M.R., Lee, J.H., Jeon, H.Y., Choi, Y.M., 2002. Seasonal migration of *Apolygus spinolae* (Hemiptera: Miridae) between grapevines and Herbaceous plants. *J. Asia Pac. Entomol.* 5, 91-95.
- Kim, J., Jung, S., 2018. COI barcoding of plant bugs (Insecta: Hemiptera: Miridae). *PeerJ.* 6, e6070.
- Kim, K.H., Kim, D.S., Park, J.K., Cho, S., Yun, Y.N., Lee, K.Y., 2012. Principles and applications in insect pest management. Seoul, 394 p.
- KMA, N.D. <http://kma.go.kr> (accessed on 28 April, 2019).
- Lee, S., Lee, G.S., Goh, H.G., 2002. Miridae bugs (Heteroptera: Miridae) on grapevine: Their damages and host plants. *Korean J. Appl. Entomol.* 41, 33-41.

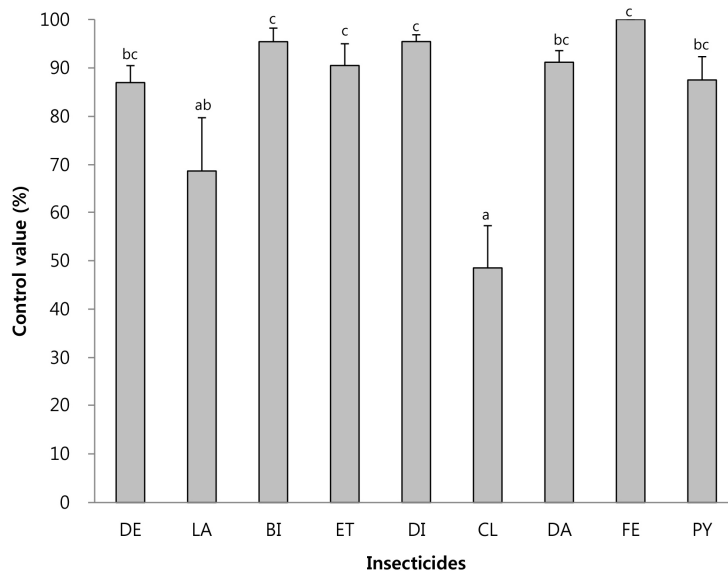


Fig. 3. Population density values (%) of nine insecticides used to reduce mirid bug populations in field conditions. (DE, Deltamethrin; LA, Lambda-cyhalothrin; BI, Bifenthrin; ET, Etofenprox; DI, Dinotefuran; CL, Clothianidin; DA, Diazinon; FE, Fenitrothion; PY, Pyrifluquinazon). Bars (\pm SE) with the same letters are not significantly different ($P > 0.05$) by DMRT.

-
- Lee, S.J., Lee, C.M., Song, J.S., Lim, T.H., Lyu, D., Han S.S., Kim, H.H., Cho, M.R., Lee, D.W., 2014. Damages of grapevines by *Apolygus spinolae* (Hemiptera: Miridae) depending on localities and managements types of grape orchard in grape export complexes of Korea. *J. Agric. Life Sci.* 48, 191-201.
- MAFRA, N.D. <http://www.agrix.go.kr> (accessed on 11 January, 2019).
- National Institute of Agricultural Science Website, N.D. <http://pis.rda.go.kr> (accessed on 24 February, 2019).
- Omata, R., 2007. Control of *Apolygus spinolae* by using peppermint in tea field. *Agric. Hortic.* 82, 677-682.
- Pan, H., Liu, B., Lu, Y., Wyckhuys, K.A.G., 2015. Seasonal alterations in host range and fidelity in the polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae). *PLoS ONE* 10, e0117153.
- Watanabe, K., 1999. Damages and control of *Lygocoris (Apolygus) lucorum* (Meyer-Dür) (Heteroptera: Miridae) on cherry. *Plant Prot.* 43, 56-59.
- Yang, C.Y., Kim, S.J., Kwon, S.J., Ahn, S.J., 2016. Molecular identification of closely related mirine plant bugs, *Apolygus spinolae* and *A. lucorum* (Heteroptera: Miridae) by PCR-RFLP markers. *J. Asia Pac. Entomol.* 19, 729-734.
- Yasunaga, T., 1992. A revision of the plant bug, genus *Lygocoris* Reuter from Japan, part IV. (Heteroptera, Miridae, Lygus-complex). *Jpn. J. Entomol.* 60, 10-25.
- Yasunaga, T., Yasunaga, M., 2000. Eight new species of the mirine genus *Apolygus* China (Heteroptera: Miridae) from Japan. *Biogeography* 2, 81-92.