Original article KOREAN JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

한국응용곤충학회지
Korean J. Appl. Entomol. 61(4): 633-638 (2022)
DOI: https://doi.org/10.5656/KSAE.2022.11.0.055

ⓒ The Korean Society of Applied Entomology
pISSN 1225-0171, eISSN 2287-545X

미끌애꽃노린재(노린재목: 꽃노린재과)의 천적유지식물로서 국화의 효율성 분석

신혜원 · 황활수 · 심재경 · 이경열*
경북대학교 농업생명과학대학

Evaluation of Chrysanthemum as a Potential Banker Plant of *Orius laevigatus* (Fieber) (Heteroptera: Anthocoridae)

Hye-Won Shin, Hwal-Su Hwang, Jae-Kyoung Shim and Kyeong-Yeoll Lee*
College of Agriculture and Life sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

ABSTRACT: Banker plants are non-crop plants that can be used to maintain natural enemies of crop pests. *Orius laevigatus* (Fieber) (Heteroptera: Anthocoridae) is an important natural predator used to control pest insects, such as thrips, in horticultural crops. The development of suitable banker plants is necessary to maintain *O. laevigatus* populations within agricultural areas and to effectively improve thrips control. The oviposition rate of *O. laevigatus* was compared when reared on various flowering plants, such as sedum, rose moss, and chrysanthemum; oviposition rate was highest on the yellow-flowered chrysanthemum variety than on any other plant. This study provides important information for the practical application of banker plants to improve the efficiency of *O. laevigatus* in agricultural areas.

Key words: Banker plants, Chrysanthemum, Biological control, Natural enemy, Thrips

초 록: 천적유지식물은 재배지에 천적을 지속적으로 유지할 수 있도록 하기 위하여 필요한 비작물성 식물이다. 미끌애꽃노린재는 총채벌레 등 원예작물 해충의 주요 천적이지만, 재배지의 장기적인 유지를 위해서 효율적인 천적유지식물의 개발이 필요하다. 미끌애꽃노린재의 우수한 천적유지식물을 선발하기 위하여 다양한 화밀식물 7종류(돌나물, 채송화 그리고 국화 5 품종)를 대상으로 미끌애꽃노린재의 산란율을 비교해 본 결과, 노란색 꽃을 가진 국화 품종에서 가장 높게 나타났다. 본 연구결과는 총채벌레 방제를 위한 미끌애꽃노린재의 효과를 증대하는데 기여할 것으로 판단된다.

검색어: 천적유지식물, 국화, 생물적 방제, 천적, 총채벌레

작물재배지에서 천적이 지속적으로 서식할 수 있는 환경을 제공하기 위하여 천적유지식물(banker plants)을 활용할 수 있다. 천적유지식물은 재배작물과 유전적으로 다른 비작물성 식물로서 천적이 생존하고 증식할 수 있는 서식처의 역할을 하면서 천적이 재배지에 오랫동안 유지될 수 있도록 하는 식물을 말한다(Frank, 2010; Huang et al., 2011). 가장 대표적인 천적유지식물로서 진딧물 방제에 사용되는 기생벌의 유지를 위하여 원예작물이 아닌 보리(*Hordeum vulgare*)를 활용한 바 있다(Payton Miller and Rebek, 2018; Pineda and Marcos-García, 2008; Jandricic et al., 2014). 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)은 시설재배작물에 피해를 끼치는 목화진딧물(*Aphis gossypii*) 및 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*) 뿐만 아니라 보리에 서식하는 기장테두리진딧물(*Rhopalosiphum padi*) 및 옥수수테두리진딧물(*R. maidis*)에도 기생한다(Jandricic et al., 2014). 즉, 콜레마니진디벌을 유지하기 위하여 기장테두리진딧물이 서식하는 보리를 원예작물 재배지에서 천적유지식물로 이용할 수 있다. 이 시스템은 콜레마니진디벌을 효과적으로 장기간 유지

***Corresponding author:** leeky@knu.ac.kr
Received September 3 2022; **Revised** November 11 2022
Accepted November 20 2022

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하게 할 수 있는 가장 보편화된 방법으로 전세계적으로 활용되고 있다(Frank, 2010).

애꽃노린재속(Genus *Orius*) 곤충은 노린재목 꽃노린재과(Hemiptera: Anthocoridae)에 속하는 노린재로서 시설재배지의 주요 해충인 총채벌레, 가루이, 진딧물, 응애류 뿐만 아니라, 나방류의 알과 작은 유충들을 섭식하는 주요 포식성 천적자원이다(Yoo and O'Neil, 2009; Chyzik et al., 1995; Sengonca et al., 2008; Cho et al., 2021). 특히, 애꽃노린재속 곤충은 주로 총채벌레와 가루이의 주요한 천적으로서 전세계적으로 실용화되었다(Chambers et al., 1993; Arno´ et al., 2008). 또한, 애꽃노린재속 곤충은 꽃가루와 식물 수액을 먹고 생존할 수 있다. 그러나, 암컷 성충은 산란하기 위해서 단백질 영양분을 섭취해야 하기 때문에 총채벌레와 같은 해충을 포식한다(Cocuzza et al., 1997; Pumariño and Alomar, 2012).

애꽃노린재속 몇몇 종은 이미 대량생산 기술이 개발되어 산업화 되었다. 그 중에서, 미끌애꽃노린재[*Orius laevigatus* (Fieber)]는 휴면 기작이 없어서 월동을 하지 않기 때문에 계절에 상관없이 현장적용이 가능하다(Bonte and De Clercq, 2011; Ham et al., 2012). 그러나, 우리나라 토착종인 으뜸애꽃노린재[*Orius strigicollis* (Poppius)]는 일장이 짧은 겨울에 휴면하기 때문에, 현장적용에 어려운 점이 있다(Musolin et al., 2004).

최근 애꽃노린재와 같은 포식성 노린재를 재배지에 장기간 유지하여 해충방제효과를 증대시킬 필요성이 요구되고있다(Kordestani et al., 2020). 즉, 애꽃노린재는 총채벌레와 같은 작은 해충을 포식하는 효율적인 천적이지만, 해충들이 없으면 애꽃노린재의 밀도도 낮아진다(Venzon et al., 2002). 그러나, 재배지에 밀원이나 화분이 풍부한 식물들이 존재하면 애꽃노린재들이 천적유지식물의 즙이나, 꽃가루 등을 먹고 발달 및 생식율을 유지할 수 있다(Frank, 2010; Wong and Frank, 2013). 외국의 경우, 숨이애꽃노린재[*Orius insidiosus* (Say)]의 천적유지식물로 Purple flash 계통의 고추(*Capsicum annuum*)의 효율성을 보고한 바 있다(Waite et al., 2014). 또한,국내에서는 채송화(*Portulaca grandiflora*) 및 돌나물(*Sedum samentosum*)이 미끌애꽃노린재에게 산란장소와 영양을 공급하는 천적유지식물로서 효과적인 것을 보고한 바 있다(Ham et al., 2014).

본 연구에서는 미끌애꽃노린재를 활용한 생물적 방제 효율을 증가하기 위하여, 국내 재배 환경에 맞는 효과적인 천적유지식물을 선발하기 위한 기초연구를 수행하였다. 국내에서 보고된 기존의 애꽃노린재 유지식물들과 국내에서 손쉽게 구할 수 있고 잠재적인 가능성이 높은 밀원식물을 대상으로 미끌애꽃노린재의 유인 및 산란율을 비교분석하여, 천적유지식물로서의 효율성을 분석하였다.

재료 및 방법

미끌애꽃노린재 사육

미끌애꽃노린재 성충(< 3일)은 곤충산업연구소(논산)로부터 구입하였다. 미끌애꽃노린재의 사육을 위하여 직사각형 플라스틱 사육상자(5.3 L, 270 × 200 × 130 mm)를 제작하였다(Fig. 1). 사육상자의 양쪽 측면에는 나일론 그물망(150 mesh)로 덮은 2개의 환기 구멍(80 × 40 mm)을 만들었다. 사육상자 내에 산란 기주식물로서 돌나물[*Sedum samentosum* (범의귀목: 돌나물과)] 40 g을 바닥에 깔았다. 수분 공급을 위해서 플라스틱 튜브(30 mL)에 솜을 말아넣고 소량의 물을 채운 다음 사육상자 내부에 배치하였다. 또한, 둥근 페트리 디쉬(50 × 15 mm)에 냉동 줄알락명나방(*Ephestia cautella*) 알(오상킨섹트, 구리, 한국)과 꽃가루를 각각 0.4g씩 넣어서 먹이로 제공하였다. 암컷 성충이 산란한 돌나물은 알의 부화와 약충의 발달을 위해 3일마다 새로운 사육상자로 옮겼다. 사육상자는 25±1℃, 70±5% 상대습도(RH), 16 : 8h(L : D)의 사육조건에 유지했다.

대상 식물들(Figs. 2, 4)은 화훼단지(대구)로부터 구입하여 사육하면서 구입 후 2주후에 실험에 사용하였다. 구입후 2주간 병해충 피해가 없는 식물들을 활용하였다.

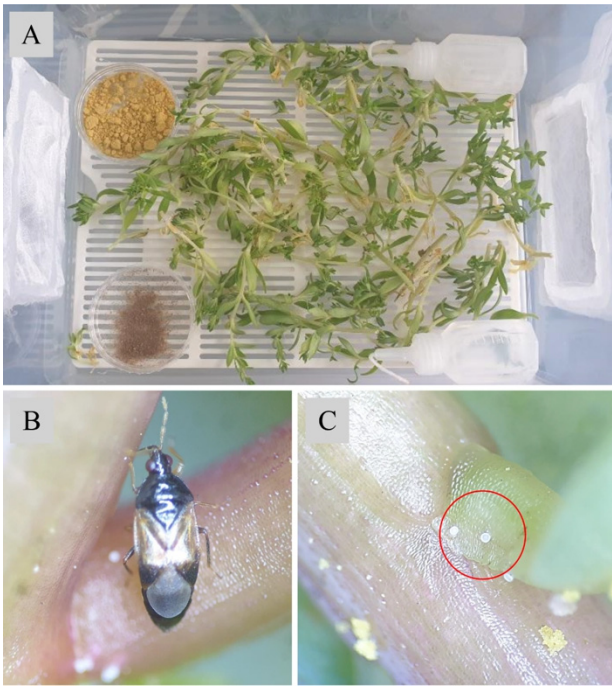

Fig. 1. Rearing cage (A) for *Orius laevigatus* (B), and eggs deposited into the stem of *Sedum samentosum* (C). The red circle indicates *Orius laevigatus* eggs.

실험 1: 천적유지식물 7종류에 대한 미끌애꽃노린재의 산란율 비교 (사육상자 시험)

기존에 미끌애꽃노린재의 천적유지식물로 알려진 돌나물, 채송화(*Portulaca grandiflora* Hook), 그리고 연분홍색 꽃 사철채송화(*Lampranthus spectabilis*)를 선정하고, 분홍색 꽃 카멜레온 채송화(*Portulaca* sp.) 및 국화 스프레이 계통의 3품종(핑크색, 노란색, 빨간색 꽃)을 추가로 선정하여 총 7종류를 준비하였다(Fig. 2). 각 식물의 꽃이 달린 줄기를 10 cm 길이로 자른 후에 준비된 시험충 사육상자(5.3 L, 270 × 200 × 130 mm)에 투여하였다. 현장에서의 활용성을 제고하기 위하여, 꽃이 피어 있는 식물을 구하기가 어려운 돌나물과 사철채송화는 꽃이 없는 상태로 사용하였으며, 다양한 색의 꽃이 피는 채송화의 경우, 본 실험에서는 붉은 꽃이 피어있는 줄기를 대상으로 진행하였다.

미끌애꽃노린재의 성충은 우화후 교미를 마친 7 ± 1일이 된 개체들을 사용하였다. 암컷 미끌애꽃노린재 30마리를 사육상자에 투여하고 24시간 동안 산란을 유도한 후, 흡충관을 사용하여 모든 성충을 제거하였다. 각 식물의 줄기에 낳은 알의 수와 산란 부위를 현미경으로 관찰하고 기록하였다. 실험은 5반복 실행되었다. 산란시험상자에는 시험충 사육상자와 같이 줄알락명나방과 꽃가루를 먹이로 제공하였고 7종류의 식물을 함께 넣고 choice 시험을 시행하였다.

실험 2: 국화 품종 6종류에 대한 미끌애꽃노린재의 산란율 비교(화분 시험)

국화 스프레이 계통의 6품종에 대한 산란율을 비교하기 위하여, 큰 플라스틱 상자(470 × 300 × 240 mm) 내부에 국화 6품종의 화분(70 × 45 mm)을 준비하였다. 추가로 물병(30 mL)을 넣고, 먹이원으로 냉동 줄알락명나방 알과 참나무 꽃가루를 0.4g씩 둥근 페트리 디쉬(50 × 15 mm)에 제공하였다(Fig. 4).

미끌애꽃노린재 암컷 30마리를 사육상자에서 투여한 후에 탈출을 방지하기 위하여 나일론 망사(150 mesh)을 덮고 24시간 동안 유지하였다. 각 식물의 줄기에 낳은 알의 수와 산란 부위를 현미경하에서 관찰하고 기록하였다. 추가로 4 ± 1일 후 부화 유충을 현미경으로 관찰하여 계수하였다. 실험은 5반복 실행되었다.

통계 분석

Post-hoc Turkey's HSD test에 따른 One-way Analysis of Variance (ANOVA)를 사용하여 산란 및 부화 유충의 수 데이터 차이를 확인하였다. 모든 분석은 SAS 버전 9.4에서 수행되었다. 모든 그래프는 SigmaPlot 12.5으로 작성하였다.

Fig. 2. Seven different plant species or varieties used to determine the oviposition preference of *O. laevigatus*. *Sedum sarmentosum* (A), *Lampranthus spectabilis* (B), pink-flowered *Chrysanthemum morifolium* (C), yellow-flowered *Chrysanthemum morifolium* (D), red-flowered *Chrysanthemum morifolium* (E), *Portulaca grandiflora* (F), and Portulaca sp. (G). Pieces of each plant used for the experiment (H).

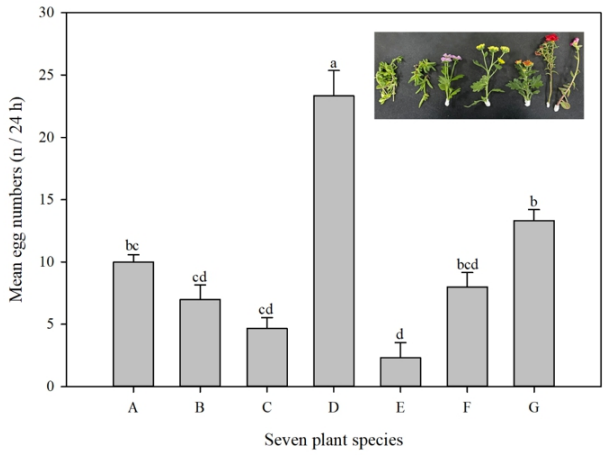

Fig. 3. Effect of plant species or varieties on the oviposition preference of *O. laevigatus*. Female *O. laevigatus* adults (n = 30) were reared in a cage with seven different plant species/varieties for 24 h, then the eggs deposited on each plant species were counted. There was a significant difference between oviposition rates on different plant species ($F = 33.33$; df = 6, 14, $p < 0.0001$).

결 과

실험 1: 천적유지식물 7종류에 대한 미끌애꽃노린재의 산란율 비교(사육상자 시험)

미끌애꽃노린재의 산란율은 7종의 식물종 모두에서 차이가 있었다($F = 33.33$; df = 6, 14, $p < 0.0001$) (Fig. 3). 미끌애꽃노린재의 산란 수를 비교해 본 결과, 노란색 꽃을 가진 국화 품종은 23.3개이었고 기존 천적유지식물로 알려진 돌나물(A), 사철채송화(B) 그리고 카멜레온 채송화(F)는 7-10개 수준이었다.

실험 2: 국화 품종 6종류에 대한 미끌애꽃노린재의 산란율 비교(화분시험)

미끌애꽃노린재의 산란 수는 노란색 꽃을 가진 국화 품종에서 평균 35개로 가장 높았다($F = 14.07$; df = 5, 18, $P < 0.0001$) (Fig. 5). 국화'B' 와 'F'의 산란 수는 각각 13개, 16개로 거의 비슷한 결과를 보였다. 또한, 국화 'A'에서는 산란이 없었다. 국화 'D' 와 'E'의 산란 수는 각각 7개, 1.33개로 차이가 있었지만, 통계분석결과 표준 오차 범위가 겹쳐 서로 간에 유의성이 나타나지 않았다. 또한, 산란된 알의 부화율를 측정해 본 결과 산란율과 유사한 패턴을 나타냈다(자료 생략).

고 찰

천적유지식물은 천적을 유인하고 서식 활동을 지속적으로 할 수 있는 특징을 가진 식물이다. 천적곤충의 서식활동중에서 성장, 발달 뿐만 아니라 교미, 산란, 부화 등 생식작용 또한 중요한 서식활동으로서 간주된다(Frank, 2010). 그래서, 천적곤충의 산란 선호도는 천적유지식물의 특징을 비교하는 중요하는 지표로서 간주될 수 있다. 본 연구에서 미끌애꽃노린재의 산란율을 비교해 본 결과 기존 천적유지식물로 알려진 돌나물, 채송화, 사철채송화보다 국화에서 훨씬 더 높게 나타났다. 특히 국화 품종들의 꽃 색깔에 따라서 산란율이 다양했으며 6품종을 비교해 본 결과 빨간색이나 핑크색보다 노란색 꽃 국화품종에서 가장 높게 나타났다. 이러한 특징은 미끌애꽃노린재가 다양한 꽃 색깔의 국화 품종 중에서 노란색 꽃 품종에 대한 산란선호도가 높다고 판단할 수 있다.

미끌애꽃노린재의 기주 및 산란 선호도는 식물의 다양한 물리화학적 특징에 따라 영향을 받을 수 있다. 특히, 선호하는 기주식물의 색상이나 유인 램프의 광파장에 의해서 유인율이 다르게 나타난다고 보고된 바 있다(Park et al., 2021). 최근 국화

Fig. 4. Six different *Chrysanthemum* varieties used to measure the oviposition rate of *O. laevigatus*. Mywinni (A), 561-110 (B), Florist's mum (C), Small rose (D), Cutibubble (E), and Guiwin (F). Pieces of each plant used for the experiment (H).

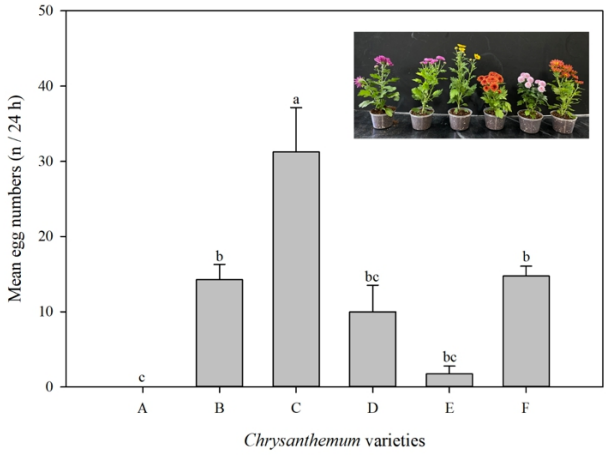

Fig. 5. Effect of different *Chrysanthemum* varieties on the oviposition preference of *O. laevigatus*. Female *O. laevigatus* adults (n = 30) were placed in a cage containing six different *Chrysanthemum* varieties for 24 h, then the eggs oviposited on each plant were counted. The number of eggs oviposited on each plant varied considerably. There was a significant difference between oviposition rates on different plant species ($F = 14.07$; df = 5, 18; $P < 0.0001$).

재배지의 LED 램프 실험에서 미끌애꽃노린재의 산란율이 빨간빛이 많을수록 낮았다고 보고한 바 있다(Dieleman et al., 2019). 본 연구에서도 빨간색 국화에서는 미끌애꽃노린재의 산란율이 다른 색의 꽃보다 낮게 나타났다. Furihata et al. (2019)는 *Orius*

속 노린재 2종(*O. sauteri, O. minutus*)를 예찰하기 위하여 다양한 색상의 끈끈이 트랩을 사용해 본 결과, 노란색보다 흰색이나 파란색 끈끈이 트랩에 더 유인되었다고 보고한 바 있다. 그러나, 다른 종인 *O. niger*의 유인율은 흰색에서 가장 높았고, 파란색에서 가장 낮았다고 보고하였다(Atakan and Bayram, 2011). 또한, Tang et al. (2016)은 *Orius*속 몇몇 종들이 파란색과 노란색에 비슷하게 유인되었다고 보고하였다. 즉, *Orius*속 애꽃노린재가 선호하는 색은 공통적인 것이 아니라 이 속의 여러 종들마다 종-특이적인 특징이 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서 조사한 미끌애꽃노린재는 노란색 꽃 국화 품종에 가장 높은 산란율을 나타냈다. 그러나, 미끌애꽃노린재가 선호하는 색상이나 광파장에 대한 자료가 부족한 실정이며 이에 관하여 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

또한, 곤충이 산란하기 위하여 식물에서 생산 분비되는 다양한 휘발성 물질들에 의하여 유인 행동을 나타낼 수 있다(De Puysseleyr et al., 2011; Bouagga et al., 2017). 미끌애꽃노린재가 돌나물, 채송화 그리고 사철채송화보다 국화에 많이 산란한 원인으로서 국화의 방향성 물질에 대한 유인 가능성도 배제할 수 없다. 국화에서 배출되는 특이한 방향성 물질에 의한 유인가능성을 조사해 볼 필요가 있다. 그리고, 국화의 애꽃노린재 산란 부위에 대한 식물조직의 물리적 특징에 따라서 노린재의 산란선호성에 영향을 줄 수도 있다. 식물 줄기나 잎의 털모양 트리콤(trichome) 밀도 및 표피층 두께와 같은 물리적 특성으로 인하여 산란율이 다르다고 보고된 바 있다(Lundgren et al., 2008; Seagraves and Lundgren, 2010).

본 연구에서는 총채벌레의 주요 포식성 천적인 미끌애꽃노린재의 산란기주식물로서 노란색 국화 품종의 우수성을 분석하였다. 그러나, 노란색 국화 품종이 진정한 천적유지식물로서 실용화되려면 성충의 우수한 산란선호성 뿐만 아니라 약충 및 성충의 발달율이 높아야 한다. 또한, 꽃가루를 제공할 수 있도록 꽃들이 지속적으로 장기간 유지되어야 하고 다른 해충들이 유인되지 않아야 한다. 나아가 본 연구의 1차 실험에서는 붉은 꽃이 피어 있는 채송화 줄기를 대상으로 산란율을 확인 한 바 있으므로, 선발된 노란색 꽃의 국화품종과 노란색 꽃의 채송화를 대상으로 선호도 확인을 위한 choice-test를 진행할 예정이다. 추후 연구를 통하여 이러한 문제를 해결함으로서 보다 더 효과적으로 천적을 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2019학년도 경북대학교 국립대학육성사업 지원비에 의하여 연구되었습니다.

저자 직책 & 역할

신혜원: 경북대, 석사과정; 실험 수행, 자료수집 및 분석, 논문작성 및 수정
황활수: 경북대, 박사과정; 실험 수행, 자료수집 및 분석, 논문작성 및 수정
심재경: 경북대, 박사후연구원; 논문구성, 자료분석, 논문검토 및 수정
이경열: 경북대, 교수; 논문구성, 자료분석, 논문검토 및 수정

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

Arno´, J., Roig, J., Riudavets, J., 2008. Evaluation of *Orius majusculus* and *O. laevigatus* as predators of *Bemisa tabaci* and estimation of their prey preference. Bio. Control 44, 1-6.

Atakan, E., Bayram, A., 2011. Distributions of western flower thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) and its predatory bug *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae) assessed by coloured sticky traps and plant samplings in cotton. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 44, 1595-1608.

Bonte, M., De Clercq, P., 2011. Influence of predator density, diet and living substrate on developmental fitness of *Orius laevigatus*. J. Appl. Entomol. 135, 343-350.

Bouagga, S., Urbaneja, A., Rambla, J.L., Granell, A., Pe´rez-Hedo. M., 2017. *Orius laevigatus* strengthens its role as a biological control agent by inducing plant defenses. J. Pest Sci. 91, 55-64.

Chambers, R.J., Long, S., Helyer, N.L., 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. Biocontrol Sci. Technol. 3, 295-307.

Cho, J.R., Park, B.Y., Seo, M.J., Yoon, S.H., Lee, K.Y., Lee, Y.S., Lee, J.G., Lee, H.S., Lim, U.T., Jung, D.O., Choi, S.W., Choi, Y.S., Ham, E.H., 2021. Quality control guidelines for natural enemies. Korean Natural Enemy Research Forum, DesignBanff, Seoul, Korea.

Chyzik, R., Klein, M., Ben-Dov, Y., 1995. Reproduction and survival of the predatory bug *Orius albidipennis* on various arthropod prey. Entomol. Exp. Appl. 75, 27-31.

Cocuzza, G.E., De Clercq, P., Van de Veire, M., De Cock, A., Degheele D., Vacante, V., 1997. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. Entomol. Exp. Appl. 82, 101-104.

De Puysseleyr, V., Hofte, M., De Clercq, P., 2011. Ovipositing *Orius laevigatus* increase tomato resistance against *Frankliniella occidentalis* feeding by inducing the wound response. Arthrop.-Plant Interact. 5, 71-80.

Dieleman, J.A., Kruidhof, H.M., Weerheim, K., 2019. LED lighting strategies in cut flowers: balancing plant physiology and biological control of pests. Acta Hortic. 1296, 591-604.

Frank, S.D., 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: past progress and future directions. Biol. Control 52, 8-16.

Furihata, S., Tabuchi, K., Okudera, S., Takahashi, A., Hinomoto, N., Shimoda, M., Yamaguchi, T., 2019. An efficient method for monitoring predatory minute pirate bugs *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) populations using blue-colored sticky traps. Environ. Entomol. 48, 426-433.

Ham, E.H., Choi, Y.S., Lee J.S., Park, J.K., 2012. Determination of optimum conditions for mass rearing of *Cadra cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) and *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). J. Seric. Entomol. Sci. 50, 112-115.

Ham, E.H., Park, J.K., Choi, Y.S., Lee, J.S., Choi, Y.C., 2014. Biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) by *Orius laevigatus* (Fieber) and new banker plants on *Chrysanthemum* greenhouse. J. Seric. Entomol. Sci. 52, 33-38.

Huang, N., Enkegaard, A., Osborne, L.S., Ramakers, P.M.J., Messelink, G.J., Pijnakker J., Murphy, G., 2011. The banker plant method in biological control. Critic. Rev. Plant Sci. 30, 259-278.

Jandricic, S.E., Dale, A.G., Bader A., Frank, S.D., 2014. The effect of banker plant species on the fitness of *Aphidius colemani* Viereck and its aphid host (*Rhopalosiphum padi* L.). Biol. Control 76, 28-35.

Kordestani, M., Mahdian, K., Baniameri, V., Garjan, A.S., 2020. Effect of three oviposition feeding substrates on biology and lifetable parameters of *Orius laevigatus*. Int. J. Trop. Insect Sci. 41, 1523-1529.

Lundgren, J.G., Fergen, J.K., Riedell, W.E., 2008. The influence of plant anatomy on oviposition and reproductive success of the omnivorous bug *Orius insidiosus*. Anim. Behav. 75, 1495-1502.

Musolin, D.L., Tsytsulina, K., Ito, K., 2004. Photoperiodic and temperature control of reproductive diapause induction in the predatory bug *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) and its implications for biological control. Biol. Control 31, 91-98.

Park, Y.-G., Lee, J.H., Lim, U.T., 2021. Comparison of attraction to LED wavelengths between two strains of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). J. Asia-Pac. Entomol. 24, 889-892.

Payton Miller, T.L., Rebek, E.J., 2018. Banker plants for aphid biological control in greenhouses. J. Integ. Pest Manag. 9, 1-8.

Pineda, A., Marcos-García, M.A., 2008. Introducing barley as aphid reservoir in sweet-pepper greenhouses: effects on native and released hoverflies (Diptera: Syrphidae). Europ. J. Entomol. 105, 531-535.

Pumariño, L., Alomar, O., 2012. The role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet alyssum. Biol. Control 62, 24-28.

Seagraves, M.P., Lundgren, J.G., 2010. Oviposition response by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to plant quality and prey availability. Biol. Control 55, 174-177.

Sengonca, C., Ahmadi, K., Blaeser, P., 2008. Biological characteristics of *Orius similis* Zheng (Heteroptera, Anthocoridae) by feeding on different aphid species as prey. J. Plant Dis. Prot. 115, 32-38.

Tang, L.D., Zhao, H.Y., Fu, B.L., Han, Y., Liu K., Wu, J.H., 2016. Colored sticky traps to selectively survey thrips in cowpea ecosystem. Neotrop. Entomol. 45, 96-101.

Venzon, M., Janssen, A., Sabelis, M.W., 2002. Prey preference and reproductive success of the generalist predator *Orius laevigatus*. Oikos 97, 116-124.

Waite, M.O., Scott-Dupree, C.D., Brownbridge, M., Buitenhuis, R., Murphy, G., 2014. Evaluation of seven plant species/cultivars for their suitability as banker plants for *Orius insidiosus* (Say). Biocontrol 59, 79-87.

Wong, S.K., Frank, S.D., 2013. Pollen increases fitness and abundance of *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthocoridae) on banker plants. Biol. Control 64, 45-50.

Yoo, H.J., O'Neil, R.J., 2009. Temporal relationships between the generalist predator, *Orius insidiosus*, and its two major prey in soybean. Biol. Control 48, 168-180.