

시설오이에서 미끌애꽃노린재의 천적유지식물로서 4종 식물의 평가

최용석* · 이건우 · 이경주 · 나한정 · 황인수

충청남도농업기술원 친환경농업과

Evaluation of Four Plant Species as Potential Banker Plants to Support Predatory *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) in Cucumber Plant Systems

YongSeok Choi*, Gun-Woo Lee, Gyung-Ju Lee, Han-Jung Na and InSu Hwang

Chungnam Research & Extension Services, Yesan, 32418, Korea

ABSTRACT: *Frankliniella occidentalis* and *Thrips palmi* are economically important pests of cucumber. The chemicals used to control them can be effective; however, they should not be used frequently on cucumbers that are consumed raw. Banker plants were selected to increase the control efficiency of *Orius laevigatus*, a natural enemy that can replace the chemicals. The hatching rate, emergence rate, nymph developmental period, survival rate, and reproductive capacity (fecundity and oviposition period) of *O. laevigatus* for four plants (moss rose, basil, broad bean, and cucumber) were investigated. The density of *O. laevigatus* on two selected banker plants was investigated in a cucumber greenhouse. The hatching rate of *O. laevigatus* eggs was highest at 92% in moss rose; however, there was no significant difference in survival rates between moss rose and basil. The fecundity and oviposition period of *O. laevigatus* were better in moss rose than in basil, with no significant difference between them. The flowering period of basil was longer than that of moss rose, from April to September. Therefore, basil has potential value as a banker plant for *O. laevigatus* and is expected to increase the biological control effect of *O. laevigatus*.

Key words: Thrips, *Orius laevigatus*, Banker plant, Basil

초록: 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)와 오이총채벌레(*Thrips palmi*)는 경제적으로 오이의 중요한 해충이며 이들의 방제를 위해 사용되는 화학약제는 효과적일 수 있으나 생식용으로 소비되는 오이에서 자주 사용하는 것은 바람직하지 않다. 따라서, 이들의 방제를 위해 화학농약을 대체할 수 있는 천적인 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)의 방제효율을 증대시킬 수 있는 방법으로 미끌애꽃노린재의 천적유지식물을 선발하였다. 실험실 조건에서 4가지 식물종에 대한 미끌애꽃노린재 부화율, 출현율, 생존률, 생식력을 조사하였고 오이 재배시설 내에서 선발된 2종의 천적유지식물에 대하여 미끌애꽃노린재 밀도를 조사하였다. 미끌애꽃노린재 알 부화율은 채송화가 92%로 가장 높았고 출현율은 바질이 81.4%로 가장 높았으며, 생존률은 채송화와 바질이 각각 70.8%와 69.1%로 통계적 차이를 보이지 않았다. 미끌애꽃노린재 생식력과 산란기간은 모두 채송화가 각각 209.8개와 20.2일로 가장 좋았고 바질은 각각 160.2개와 15.8일이었다. 식물체 꽃의 개화시기는 화밀을 대체먹이로 하는 미끌애꽃노린재의 생존에 중요한 요소이기 때문에 채송화와 바질의 개화시기를 조사한 결과 채송화는 7월에서 10월 개화하는 반면 바질은 4월부터 9월 까지 개화하였다. 시설 오이에 미끌애꽃노린재의 천적유지식물로 바질과 채송화를 투입하고 미끌애꽃노린재 밀도를 조사한 결과 바질이 투입된 곳에서 밀도가 높게 조사된 반면 채송화를 투입한 곳에서는 거의 보이지 않았다. 따라서, 바질은 미끌애꽃노린재의 천적유지식물로서 잠재적 가치가 가장 높았으며 총채벌레 방제를 위해 미끌애꽃노린재를 이용할 경우 바질을 천적유지식물로 동시에 사용한다면 미끌애꽃노린재의 생물학적 방제효과에 대한 효력을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

검색어: 오이, 총채벌레, 미끌애꽃노린재, 천적유지식물, 바질

*Corresponding author: yschoi92@korea.kr

Received November 28 2023; Revised January 18 2024

Accepted February 15 2024

총채벌레는 세계적으로 5,000여종 이상이 보고되어 있고 이중 87종이 농작물에 피해를 주고 있는 대표적인 식식성(Phytophagous) 곤충이다(Demirozer et al., 2012). 성충과 유충은 잎, 꽃, 과실, 줄기 등을 섭식하며 산란하는 과정에서 식물에 상처나 반점을 유발하여 상품성을 떨어뜨리며 때로는 생육에도 악영향을 준다. 우리나라는 1973년까지 24종의 총채벌레만이 보고되었으나 1990년에는 63종으로 늘어났으며 1960년대 이후 농업생태계가 다양화되고 원예작물의 재배양식이 노지에서 시설로 바뀌면서 총채벌레의 피해가 증가하였다(Woo, 1972; Woo et al., 1991).

다양한 해충을 생물학적으로 방제하는 데 있어 *Orius* 속(Heteroptera: Anthocoridae)에 속하는 포식성 곤충의 중요성은 잘 알려져 있다(Péricart, 1972). 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)는 지중해지역의 여러작물들과 야생 식물들에서 발생하며 온실과 야외 작물들에서 총채벌레의 효과적인 포식자로 간주된다(Tawfik and Ata, 1973; Tavella et al., 1991; Villevielle and Millot, 1991; Tommasini and Nicoli, 1993; Alauzet et al., 1994; Riudavets and Castané, 1994; Riudavets, 1995). 또한 미끌애꽃노린재는 매미목, 나비목, 딱정벌레목 뿐만 아니라 식식성 응애류에 속하는 다양한 해충들을 섭식할 수 있다(Péricart, 1972; Zaki, 1989; Riudavets, 1995).

천적을 이용한 생물학적 방제효과를 높이는 방법은 식물에 기반한 지원 시스템인 천적유지식물을 이용하는 “생태공학(ecological engineering)” 기술을 이용하는 것이다(Settele et al., 2008; Gurr et al., 2012). 생태공학적 기법은 천적에게 대체먹이인 화밀과 화분(Nectar plants)을 제공하며 서식처(Habitat plants)를 제공할 수 있고 해충을 유인하는 트랩역할(트랩식물(Trap plants))을 하며 지표 식물(Indicator plants), 쉼터 식물(Shelter plants)로서의 역할 등을 포함한다(Frank, 2010; Chen et al., 2014). 천적에 대한 식물 기반의 지원 시스템이라 할 수 있는 천적유지식물 시스템은 식물 다양성을 증진하고 천적에게 먹이, 월동처, 서식처를 제공하여 천적의 생존과 번식을 지원함으로써 농작물이 토착 및 외래 해충에 대한 감수성을 줄여 줌으로써 농약 사용과 환경 오염을 줄일 수 있다(Jaworski et al., 2015).

Stacey (1977)는 최초로 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)의 서식처를 제공할 수 있는 식물을 이용함으로써 온실 토마토에 피해를 주는 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)을 성공적 방제하였다. Waite (2013)는 온실 작물에 있어 꽃노랑총채벌레 방제를 극대화하기 위해 *Orius insidiosus*의 천적유지식물로 purple flesh pepper가 가장 적합함을 기록하였다. Zhao et al. (2017)는 금송화를 사용하여 비닐하우스에서 *Orius sauteri*

의 개체수를 늘리고 진딧물과 총채벌레에 대한 방제효과를 개선했다. 국내에서는 *O. laevigatus*의 산란장소와 영양 공급을 위한 천적유지식물로서 채송화(*Portulaca grandiflora*)와 돌나물(*Sedum samentosum*)이 효과적임을 소개한 바 있다(Ham et al., 2014).

*O. laevigatus*는 전 세계적으로 사용되고 있으며 유럽, 아프리카, 아시아 국가에서 주로 총채벌레 개체군 방제를 위해 사용되어 왔다(Sanchez et al., 2000; van Lenteren et al., 2018). 보호 대상 작물에서 생물학적 방제의 신뢰성은 *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) 와 *O. laevigatus* 같은 잡식성 포식자의 지속적인 존재 여부에 따라 달라진다(Leman and Messelink, 2015; Bielza et al., 2020). 작물 재배 기간 내내 이들 천적의 존재는 해충 밀도 변화에 대한 조기 대응을 할 수 있게 해준다. 이들 잡식성 천적들은 먹이가 없을 때 대체먹이가 될 수 있는 화분을 먹이로하여 생존할 수 있다(Mendoza et al., 2022). 총채벌레의 방제용으로 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 *O. laevigatus*의 생존력을 높이고 방제효과를 지속적으로 유지하는 방법으로 천적유지식물의 사용은 생물학적 방제의 성공을 위한 중요한 일일 것이다. 따라서, 본 연구에서는 오이에 발생하는 총채벌레의 방제를 위해 사용되는 *O. laevigatus*의 천적유지식물 선발을 위해 4종 식물에 대한 *O. laevigatus* 성충의 번식 능력을 확인하고 시설오이 재배포장에 천적유지식물을 투입하였을 때 *O. laevigatus*의 밀도변화를 확인하였다.

재료 및 방법

시험곤충

미끌애꽃노린재는 2018년 곤충산업연구소(충남 논산)로부터 구입한 종을 누대사육하여 실험에 사용하였다. 산란을 위한 성충 먹이로는 꽃노랑총채벌레를 공급하였다. 꽃노랑총채벌레는 2001년 충남농업기술원 대전에 위치한 구청사에서 재배되었던 고추에서 채집되어 누대사육되었으며 Murai and Loomans (2001)의 방법을 응용하여 사육하는 방식을 사용하였다. 산란은 콩의 떡잎을 이용하였고 산란된 떡잎은 분리하여 부화를 위해 사육되었으며 부화한 약충은 성충이 될때 새로운 떡잎을 공급하였고 성충은 다시 산란용 통에 넣어져서 산란이 유도되는 과정을 반복하였다. 미끌애꽃노린재는 동일한 크기의 산란통과 약충발육통(SPL, SP310202)을 분리하여 사육하였다. 성충을 사육하는 산란통에 길이가 약 5 cm 크기로 자른 채송화 줄기를 산란기주로 넣어주었다. 산란된 채송화는 증류수로 수분이 공급된 지름 9 cm 의 여과지를 깐 약충발육통에 옮

겨져 부화를 유도 하였다. 부화한 약충의 먹이로는 -5°C 냉장고에 보관한 줄알락명나방(*Cadra cautella* (Walker)) 알을 공급하기 위하여 지름 5 cm 의 여과지에 수분을 공급하고 알을 뿌려주었다. 모든 곤충의 사육은 25±2°C, 상대습도(RH) 70±5%, 명암(L:D) 16 h : 8 h의 실험실 조건에서 유지되었다.

천적유지 식물

실험에 사용된 식물들의 종자 출처는 Table 1과 같다. 채송화를 제외하고 실험에 사용된 모든 식물은 시중에서 판매되는 종자를 사용하였다. 종자는 16구, 26.5 cm × 26.5 cm × 5 cm의 육묘전용 플러그트레이(다인케미칼)에 Ph = 5.5~7.0, 유기질 함량 ≥ 20%의 육묘전용 원예상토(㈜서울바이오)를 사용하였다. 파종된 육묘전용 트레이는 밤기온 22°C, 낮기온 최대 35°C로 유지되는 유리온실에서 관리되었으며 마르지 않도록 매일 적당량의 물이 관주되었다. 채송화는 2021년에 파종하여 키우던 채송화 줄기를 사용하였으며 채송화 줄기를 10 cm로 잘라 육묘전용 상토에 삽수하여 적당량의 물을 공급하였다. 미끌애꽃노린재 성충의 산란특성 조사를 위해 사용되는 식물은 15~20 cm 까지 자란 어린 묘를 사용하였으며, 포장 적용 시험을 위해 사용되는 식물은 꽃이 피기 시작하는 식물을 활용하였다. 모든 식물은 80mesh의 망이 설치된 육묘패드 위에서 관리되었고 병방제는 이루어지지 않았으며 해충방제는 친환경 유기농업자재인 S1(달마시안제충국 Co.)을 사용하였다.

4가지 기주식물에 대한 미끌애꽃노린재 성충의 산란능력 평가

산란통에서 누대 사육하고 있는 미끌애꽃노린재 성충은 수컷과 암컷을 구분하기 위하여 EZ4 실체현미경(라이카)으로 복부를 관찰하여 생식기의 대칭여부로 암컷(대칭)과 수컷(비대칭)을 구분하였다. 동시에 우화한 성충은 교미 성공률을 높이기 위하여 암컷과 수컷의 비율을 1:2 로 하여 30.4 × 40 cm의 PVC 대형원통 4호(INPACKAGE Co.)에 준비된 식물 유묘를 넣고 방사하였다. 성충의 먹이는 꽃노랑총채벌레를 사용하였

고 투입량은 1일 40~50마리 수준이었다. 20배 확대경(D2433 83456, 중국)을 이용하여 매일 식물체를 교체하면서 산란된 알의 수를 조사하였고 지름 9 cm 의 콤팩트디쉬에 증류수로 적셔진 여과지를 깔고 1일 산란된 가지를 채취하여 올려두었다. 먹이로 줄알락명나방 알을 공급하여 성충까지 사육하면서 부화율, 약충발육기간, 성충출현율, 산란기간을 조사하였다. 성충이 더 이상 산란하지 않고 사망할 때까지 조사하였다. 모든 실험은 3반복 수행하였다.

천적유지식물로서 가능성이 높은 2종의 식물에 대하여는 위의 시험을 추진하면서 알 부화율과 성충 출현율을 조사하고 천적유지식물의 개화시기를 조사하였다. 시설오이 포장에서 천적유지식물을 투입 후 천적을 방사하고 천적 밀도가 어느정도 지속적으로 유지되는지를 조사하기 위해서 투입한 천적유지식물에서 주기적으로 미끌애꽃노린재 밀도를 조사하였다. 시설오이 재배시설은 양액과 자동 개폐시설이 되어 있고 5줄의 배드가 설치된 1세대 스마트팜 온실에 2021년 6월 10일 오이를 정식하였고 각각의 천적유지식물은 꽃이 피기 시작하면서 하우스 중앙에 정식하였다. 실험은 바질과 채송화가 모두 꽃을 피우는 시기인 7월부터 9월 사이에 실시하였다. 천적유지식물은 채송화와 바질을 각각 정식한 것과 동시에 같은 장소에 정식한 것을 포함하여 총 3개 처리를 두었으며 choite-test가 이루어질 수 있도록 동일 하우스에서 수행되었다. 미끌애꽃노린재는 495 m²당 500마리를 기준으로 하우스 전체에 고르게 방사하였다. 미끌애꽃노린재 밀도조사 방법은 1회 조사시 13.5 cm × 18.5 cm의 스테인레스 바드(COMINGTABLE Co.)에 키친타올을 깔고 증류수를 스프레이하여 고정한 후 손 너비 만큼의 천적유지식물 꽃과 오이잎을 3번 타락하여 조사하였다. 조사가 끝난 후 미끌애꽃노린재는 오이에 다시 풀어주었고 동시에 천적유지식물의 개화수를 조사하였다.

천적유지식물인 바질과 미끌애꽃노린재를 동시에 사용하였을 때 오이에 발생하는 총채벌레 밀도를 효과적으로 억제하는지를 조사하기 위하여 2022년 3월 20일에 오이를 정식한 후 개화가 시작한 바질을 1회 투입하였다. 오이 재배기간 동안 유지하였으며 꽃노랑총채벌레와 오이총채벌레의 예찰을 통하여 발생초기에 미끌애꽃노린재를 495 m²당 500마리를 기준으로 1

Table 1. Plant species and source access

| No | Common name | Latin name/Family | Source |
|----|-------------|--|----------------------|
| 1 | Moss rose | <i>Portulaca grandiflora</i> Hooker/Portulacacaeae | |
| 2 | Broad bean | <i>Vicia fava</i> L./Fabaceae | Nongsa mart industry |
| 3 | Basil | <i>Ocymum basilicum</i> L./Labiatae | |
| 4 | Cucumber | <i>Cucumis sativus</i> L./Cucurbitaceae | |

주간격 2회 하우스 전체에 고르게 방사하였다. 이후 천적 방사 시기는 총채벌레 밀도 조사시 2회 연속 밀도가 증가하는 것이 관찰되었을 때 추가방사하였다. 천적의 방제효과를 비교하기 위하여 다른 한동에는 동일한 시기에 오이를 정식하고 친환경 유기농업 자재인 S1(달마시안제충국 Co.)을 지속적으로 사용하면서 총채벌레 밀도를 비교하였다.

데이터 분석

미끌애꽃노린재의 산란력 검정은 알부화율, 약충발육기간, 성충출현율, 산란수, 산란기간을 조사한 데이터를 활용하였고 매일 산란된 것을 1반복으로 성충이 산란을 멈출 때까지를 반복으로 두고 평균과 표준편차를 계산하였다. 각각의 조사요인에 대하여 천적유지식물로서의 가능성을 검정하기 위한 식물들 간의 통계적 차이를 검정하였으며 SPSS (2009.7.30) PASW Statistics 18을 사용하여 식물체간 유의성을 다중검정 하였고 식물체간 오차범위는 95% 유의수준에서 표기하였다.

1세대 스마트형 오이 시설내 천적유지식물에서의 미끌애꽃노린재 밀도 변화와 천적 방사 후 총채벌레의 밀도조사는 1주일 간격으로 진행되었고 천적유지식물내 천적의 밀도는 3회 밀도 조사를 통해 평균 밀도를 기록하였다. 천적 방사 후 총채벌레 밀도조사는 조사포장 당 15주의 오이 식물에서 주당 중간 3엽(오이총채벌레)과 중간 3꽃(꽃노랑총채벌레)을 조사하였고 엽당, 꽃당 평균 밀도로 기록하였다. 각각의 평균은 95% 유의수준에서 오차범위를 표기하였다.

결과 및 고찰

천적유지식물에 대한 미끌애꽃노린재의 발육

미끌애꽃노린재 알의 부화율, 약충 발육기간, 성충으로의 출현율에 대한 결과는 Table 2와 같다. 각각의 천적유지식물에 대한 부화율($F = 30.469$; $df = 3, 8$; $p < 0.001$)은 다소 차이를 보였으며 오이에서 가장 낮은 63.0%의 부화율을 보인 반면 채송화와 바질은 각각 92.2%와 87.3%로 높은 부화율을 보였다. 미끌애꽃노린재 1령충에서 성충까지의 약충 발육기간은 바질 12.4일, 채송화 12.6일, 잠두콩 14.0일, 오이 14.6일로 바질과 채송화가 가장 짧은 발육기간을 보였고 통계적으로 유의하였다($F = 5.777$; $df = 3, 8$; $p < 0.021$). 성충으로의 출현율은 바질 81.7%, 채송화 77.2%, 잠두콩 66.2%, 오이 45.0% 순이었으며 바질이 가장 높은 출현율을 보였고 통계적으로 유의하였다($F = 43.497$; $df = 3, 8$; $p < 0.001$).

미끌애꽃노린재 성충의 번식능력

각 암컷이 낳은 알의 수와 산란일수를 미끌애꽃노린재 성충 번식력(암컷당 알 수)의 주요 생리적 기준으로 사용하였다 (Table 3). 천적유지식물에 대한 암컷 한마리당 총 산란수는 채송화 209.7개, 바질 178.0개, 잠두 126.7개, 오이 61.3개로 채송화가 가장 많은 알 수를 기록하였고 그 다음으로 바질이었다($F = 176.256$; $df = 3, 8$; $p < 0.001$). 암컷의 산란기간은 천적유지

Table 2. Developmental parameters of *O. laevigatus* nymphs on four plant species

| Test plants | Hatching Rate (%) | Nymph Development Time (d) | Emergence Rate (%) |
|-------------|-------------------|----------------------------|--------------------|
| Moss rose | 92.2 ± 1.29 a | 12.6 ± 0.55 bc | 77.2 ± 6.92 a |
| Broad bean | 82.2 ± 3.79 b | 14.0 ± 0.89 ab | 66.2 ± 3.96 b |
| Basil | 87.3 ± 1.71 ab | 12.4 ± 1.01 c | 81.7 ± 1.56 a |
| *Cucumber | 63.0 ± 6.74 c | 14.6 ± 0.55 a | 45.0 ± 2.84 c |

The means followed by different letters are significantly different from each other (Tukey's test, $p = 0.05$).

*Cucumber served as the reference plant at 25±2°C, 70±5% RH, 16 h : 8 h L/D

Table 3. Reproductive capacity of *O. laevigatus* adults

| Test plants | Fecundity (Eggs per Female) | Oviposition Period (Day) |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|
| Moss rose | 209.7 ± 8.02 a | 20.3 ± 0.58 a |
| Broad bean | 126.7 ± 8.08 c | 11.7 ± 1.53 c |
| Basil | 178.0 ± 2.65 b | 16.7 ± 1.53 b |
| *Cucumber | 61.3 ± 12.22 d | 9.3 ± 1.53 c |

The means followed by different letters are significantly different from each other (Tukey's test, $p = 0.05$).

*Cucumber served as the reference plant at 25±2°C, 70±5% RH, 16 h : 8 h L/D

식물간에 통계적으로 큰 차이를 보였으며 채송화가 20.3일, 바질 16.7일, 잠두 11.7일, 오이 9.3일로 채송화가 가장 길었고 그 다음으로 바질이 길었다($F = 40.061$; $df = 3, 8$; $p < 0.001$). 따라서, 바질과 채송화가 가장 유력한 미끌애꽃노린재 천적유식물로서 잠재성이 있음을 확인하였다. 바질과 채송화의 개화시기와 꽃의 개화형태를 조사하면서 미끌애꽃노린재의 알 부화율과 성충 출현율을 재조사한 결과는 Table 4와 같다. 바질과 채송화에서 미끌애꽃노린재 부화율($F = 0.006$, $t = -1.001$, $df = 4, 3.996$, $P = 0.373$)과 출현율($F = 0.004$, $t = 0.614$, $df = 4, 3.946$, $P = 0.572$)에 통계적 차이를 보이지 않았다. 바질의 개화는 4월부터 10월로 7개월간 개화한 반면 채송화는 7월부터 9월로 2개월에 불과하였다. 바질 꽃은 무수히 많은 총상화서의 형태로 꽃을 피우는 반면 채송화는 단일 꽃을 피워 꽃수에서도 월등히 바질의 꽃수가 많았다.

포장내 천적유식물에 대한 미끌애꽃노린재의 번식 지속성

2021년 6월에 심겨진 스마트형 오이 시설내에 개화가 시작된 바질과 채송화를 투입하고 꽃 개화수에 따른 미끌애꽃노린재 약성충 밀도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 번식의 지속성을 꽃에서 채집되는 천적의 밀도로 평가하였다. 바질 꽃대는 7월 25일 이후부터 개화가 본격적으로 이루어졌고 주당 최대 개화수를 보인 것은 8월 16일이었으며 이후에도 꽃대는 7개 이상을 유지하였다. 바질 꽃은 총상화서로 1개의 화축에 여러개의 소화대가 달리면서 많은 꽃이 메달린다. 따라서 꽃대 1개에도 20-40개의 꽃이 보통 피어있는 상태이다. 채송화는 8월 1일에 본격적으로 개화하기 시작하였으나 5개 이하의 꽃수를 유지하다가 9월 19일 최대 꽃수를 형성하였다. 바질과 채송화를 같이 심은 곳에서도 바질과 채송화를 단독으로 심은 각각의 꽃수와 유사하였다. 그에 따른 미끌애꽃노린재 밀도는 바질에서 꾸준한 발생밀도를 보였으며 3회 타락 평균 마리수는 바질에서 평

Table 4. Hatching and emergence of *O. laevigatus* and flowering period and utilization of banker plants

| Banker plants | Hatching | Emergence | Flowering period | Utilization |
|---------------|------------|-------------|-------------------|---|
| Basil | 85.3 ± 7.3 | 75.0 ± 5.2* | April to October | Flower is raceme(so many small flowers bloom) |
| Moss rose | 90.0 ± 4.3 | 73.2 ± 4.6 | July to September | Flower is single |

*indicates no significant difference in hatching and emergence ($p > 0.05$, t-test)

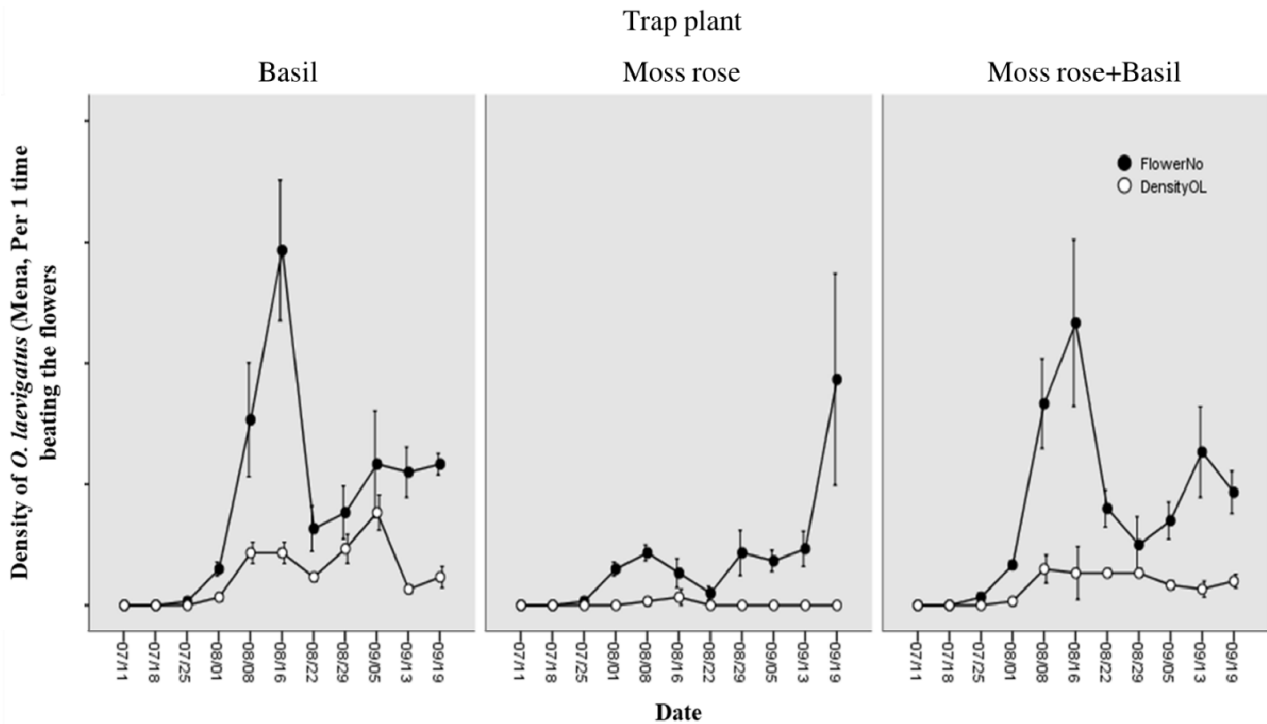


Fig. 1. The number of flower of basil and moss rose, and the density of *O. laevigatus* on their flowers ($p = 0.05$)

군 8마리 이하, 바질과 채송화에서 평균 3마리 이하, 채송화에서는 거의 밀도가 유지되지 않았다. 동일한 시설내에서 choice-test를 위해 수행되었기 때문에 바질과 채송화 간에 서로 영향을 주었을 것으로 판단되며 미끌애꽃노린재는 바질과 채송화가 동시에 존재할 때 바질을 훨씬 선호하는 것으로 여겨졌으며 미끌애꽃노린재의 개체군 밀도를 잘 유지시킨 바질이 천적유지식물로서 가치가 있음을 확인하였다.

바질과 미끌애꽃노린재를 이용한 시설오이 총채벌레 방제 효과

Fig. 2는 천적유지식물로 바질과 함께 미끌애꽃노린재 방사에 따른 오이재배 시설내 총채벌레의 밀도 억제효과를 나타낸다. 2022년 3월 20일에 정식한 스마트형 시설오이에서 개화한 천적유지식물을 5월 23일에 투입하고 미끌애꽃노린재를 방사한 시험구에서는 꽃노랑총채벌레와 오이총채벌레의 밀도를 낮

게 유지할 수 있었으나 주기적으로 유기농업자재를 살포한 시험구에서는 재배기간 동안 3차례의 높은 밀도를 형성하였다. 높은 밀도를 형성할 때마다 1주간격 2~3회의 지속적인 유기농업자재의 살포가 이루어져야만 밀도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 천적 방사구는 2회 이상 밀도가 증가하는 시점에서 추가적으로 천적을 방사하였으며 그 이후 밀도가 쉽게 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

고찰

천적유지식물 내에서 미끌애꽃노린재 개체군 발육은 오이 시설재배에서 생태공학적 식물기반 방제 지원 시스템을 구축하는 데 필요한 전제 조건이다. 채송화는 미끌애꽃노린재를 상업적으로 사육할 때 산란기주로 많이 활용되는 식물이다(Ham et al., 2014). 하지만 미끌애꽃노린재의 대량사육용 산란기주는 적당할 수 있으나 꽃을 유지하고 미끌애꽃노린재의 서식

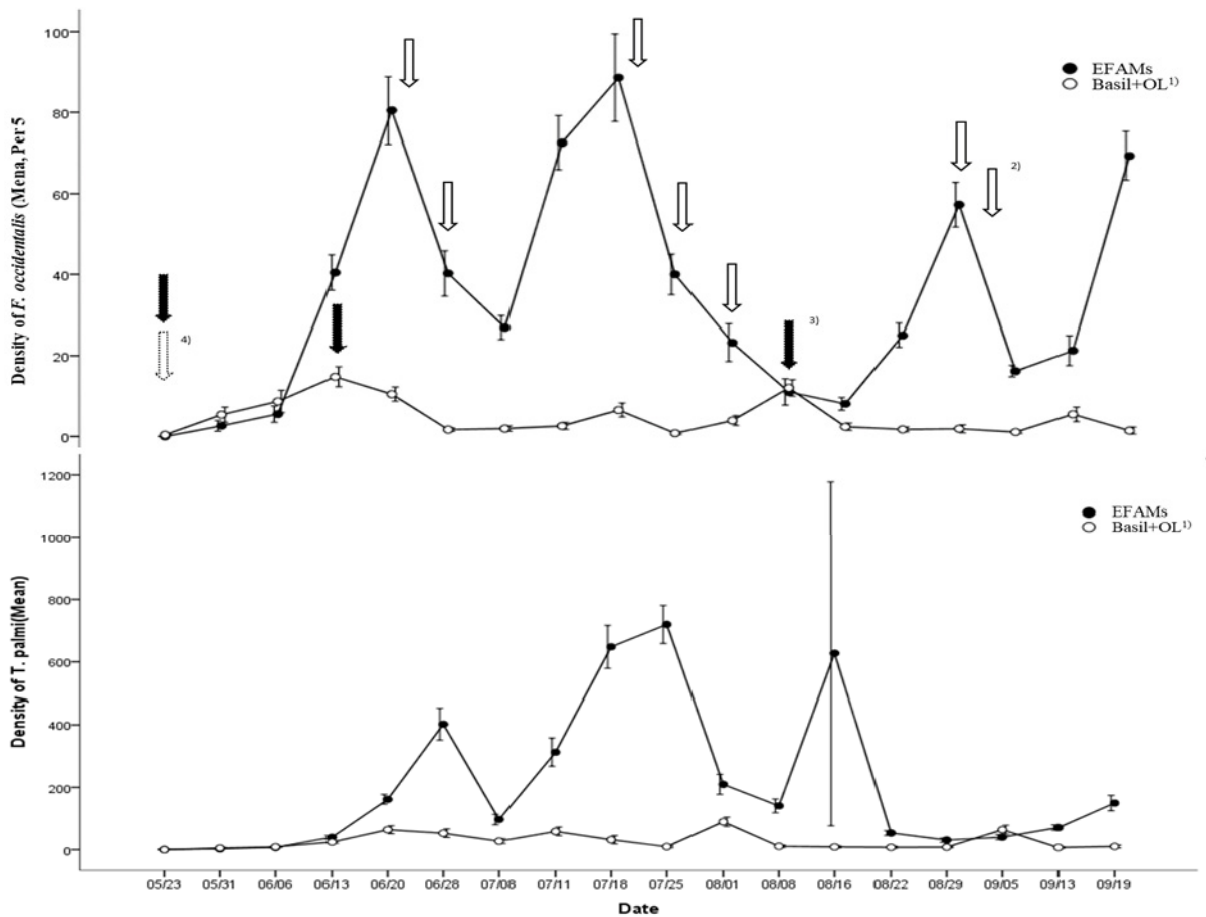


Fig. 2. Densities of *Francliniella occidentalis* and *Thrips palmi* in cucumber greenhouses where EFAM and Basil+*Orius laevigatus* were used. ¹⁾ indicates that basil and *O. laevigatus* were used simultaneously for controlling thrips. ²⁾ indicates that only EFAMs were used for it. ³⁾ indicates that *O. laevigatus* was released for it. ⁴⁾ indicates that basil was used as a banker plant for *O. laevigatus* ($p = 0.05$)

처와 은신처로서의 역할을 하기에는 부족한 면이 있다. 채송화는 온실내에서 지속적으로 꽃을 피울 수 있으나 아무리 시설이라 하더라도 겨울철 온도가 낮게 유지되는 온실내에서는 꽃의 수가 적어지는 단점이 있다. 채송화의 자연 개화시기는 7-8월로 더운 여름에 꽃을 피우기 때문에 인위적인 개화노력이 요구되며 자연 개화에 맞춰 천적유지식물로 활용할 경우, 억제재배 오이에서 한정적으로 이용될 수 있을 것으로 판단되었다. Zhang et al. (2021)은 *Orius sauteri*의 천적유지식물로 팔의 잠재성을 제시하였으나 팔은 개화시기가 채송화보다 더 짧은 기간을 가지고 있어 시설내 재배되는 원예작물의 재배기간을 고려할 때 충분하지 않을 것으로 판단되었고 팔에서의 산란수는 148.25개로 바질에서 조사된 178.0개 보다도 낮았다.

바질은 일반적으로 가루이류가 잘 유인되는 식물로 알려져 있다. Matu et al. (2021)은 Y-tube 후각계 생물검정을 통하여 온실가루이가 토마토보다 바질과 멕시코 메리골드(*Tagetes minuta*)를 더 선호하는 확인 하였으며 두 식물의 주요 휘발물질 중 1,8-cineole과 (Z)-3-hexenyl acetate은 0.01%에서도 강한 유인을 유발하며 (Z)- β -ocimene과 linalool은 0.1%와 1% 농도에서 강한 퇴치를 유발함을 확인하였다. 하지만 바질은 살충성 성분을 가지고 있어 해충을 퇴치하고 방제하기 위하여 추출물이 활용되기도 한다. 특히 딱정벌레 종류인 *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichyidae)에 대하여 기피성과 살충성 효과를 보인다(Toudert-Taleb et al., 2021). 뿐만 아니라 개화한 바질은 천적의 서식처 및 은신처를 제공하기에 충분하고 다양한 천적의 대체먹이원으로도 잘 알려져 있다. Scarlato et al. (2023)은 토마토 유기재배 시설과 관행재배 시설에서 개화 식물(바질(*Ocimum basilicum*), 금잔화(*T. patula*), 알리섬(*Lobularia maritima*))이 유기재배 시스템에서의 해충억제 기능을 강화해 주며 천적 자원의 풍부도를 높여준다 하였다.

본 연구에서 미끌애꽃노린재의 경우 바질에서 채송화 만큼이나 산란력이 좋았으며 오이 재배시설 내에서는 오히려 채송화 보다 번식이 지속됨이 확인되어 미끌애꽃노린재에 대한 바질의 기피성이나 살충성은 없었다. 특히, 바질 꽃 형태는 총상화서로 많은 꽃을 피워 미끌애꽃노린재 같은 작은 곤충에는 은신처로 충분할 것으로 판단되며 화밀과 화분은 천적이 없을 때 미끌애꽃노린재의 대체먹이로써 충분할 것으로 여겨진다. 4월부터 10월까지 오랜기간 꽃을 피우는 장점도 있어 시설내 장기간 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

바질은 가루이류가 잘 유인되어 바질을 심었을 경우 주작물에 가루이류의 발생이 높일가능성을 배제할 수는 없다. 하지만 바질을 천적유지식물로 투입할 때는 천적을 동시에 투입하게 되며 동시에 사용되는 미끌애꽃노린재와 지중해이리응애는 주

먹이원인 총채벌레의 밀도가 낮을 경우 가루이류의 알부터 성충까지 모든 발육단계를 포식할 수 있는 능력을 가지고 있다. 또한 Scarlato et al. (2023)의 연구결과에서도 알 수 있듯이 천적을 이용하는 농업생태계에서 바질이 이용된다면 풍부한 천적 자원의 보존이 가능할 수 있기 때문에 가루이가 유인된다 하더라도 자연 치유가 가능할 것으로 판단되며 본 실험에서도 바질을 천적과 동시에 투입하였을 때 가루이의 밀도가 증가하는 현상은 확인할 수 없었다. 천적유지식물은 천적의 서식을 도와 정착률을 높일 수 있어야함과 동시에 주작물의 재배에 방해가 되어서는 안된다. 바질의 생장높이는 70 cm를 넘기 때문에 왜성 바질의 개발과 관리기술에 대한 연구가 필요하며 나아가 개화를 더 길게 가져갈 수 있는 개화유도 기술에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 연구과제인 “생태공학적 기법 활용 지역특화작물의 천적 적용 모델 개발(PJ015938)”를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었다.

저자 직책 & 역할

최용석: 충청남도농업기술원, 연구관; 연구총괄 및 논문작성
이건우: 충청남도농업기술원, 연구사; 실험수행 및 분석
이경주: 충청남도농업기술원, 공무원; 조사
나한정: 충청남도농업기술원, 공무원; 조사
황인수: 충청남도농업기술원, 공무원; 조사

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

- Alauzet, C., Dargagnon, D., Malausa, J.C., 1994. Bionomics of the polyphagous predator: *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae). Entomophaga 39, 33-40.
- Bielza, P., Balanza, V., Cifuentes, D., Mendoza, J.E., 2020. Challenges facing arthropod biological control: identifying traits for genetic improvement of predators in protected crops. Pest. Manag. Sci. 76, 3517-3526.
- Chen, X.X., Liu, Y.Q., Ren, S.X., Zhang, F., Zhang, W.Q., Ge, F. 2014. Plant-mediated support system for natural enemies of insect pests. Chin. J. Appl. Entomol. 51, 1-12.
- Demirozer, O., Tyler-julian, K., Funderburk, J., Leppla, N., Reitz, S., 2012. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) integrated pest

- management programs for fruiting vegetables in Florida. *Pest Management. Sci.* 68, 1537-1545.
- Frank, S.D., 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions. *Biol. Control.* 52, 8-16.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Snyder, W.E., Read, D.M.Y., 2012. Biodiversity and insect pests: key issues for sustainable management. John Wiley & Sons, Hoboken, pp. 214-229.
- 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.
- Jaworski, C.C., Chailleux, A., Bearez, P., Desneux, N., 2015. Predator-mediated apparent competition between pests fails to prevent yield loss despite actual pest population decrease. *J. Pest Sci.* 88, 793-803.
- Leman, A., Messelink, G.J., 2015. Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control. *Experi. Appli. Acar.* 65, 511-524.
- Matu, F.K., Murungi, L.K., Mohamed, S., Deletre, E., 2021. Behavioral response of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) to plant volatiles of *Ocimum basilicum* and *Tagetes minuta*. *Chemoecology* 31, 47-62.
- Mendoza, J.E., Balanza, V., Rodriquez-Gómez, A., Cifuentes, D., Bielza, P., 2002. Enhanced biological control services in artificially selected strains of *Orius laevigatus*. *J. of Pest Science.* 95, 1597-1608.
- Murai, T., Loomans, A.J.M., 2001. Evaluation of an improved method for mass-rearing of thrips and a thrips parasitoid. *Entomol. Exp. et Applicata.* 101, 281-289.
- Péricart, J., 1972. Hémiptères Anthocoridae, Cimicidae, Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique. Masson et Cie, Paris, p. 402.
- Riudavets, J., 1995. Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* (Lind.): a review. *Agric. Univ. Wageningen pap.* 95, 43-87.
- Riudavets, J., Castané, C., 1994. Abundance and host plant preferences for oviposition of *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) along the Mediterranean coast of Spain. *IOBC/WPRS Bull.* 17, 230-236.
- Sanchez, J.A., Alcazar, A., Lacasa, A., Llamas, A., Bielza, P., 2000. Integrated pest management strategies in sweet pepper plastic houses in the Southeast of Spain. *IOBC/WPRS Bull.* 23, 21-30.
- Scarlatto, M., Bao, L., Rossing, W.A.H., Dogliotti, S., Bertoni, P., Bianchi, F.J.J.A., 2023. Flowering plants in open tomato greenhouses enhance pest suppression in conventional systems and reveal resource saturation for natural enemies in organic systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 347, 1-15.
- Settele, J., Biesmeijer, J., Bommarco, R., 2008. Switch to ecological engineering would aid independence. *Nat. Cell Biol.* 456, 570.
- Stacey, D.L., 1977. 'Banker' plant production of *Encarsia formosa* Gahan and its use in the control of glasshouse whitefly on tomatoes. *Plant Pathol.* 26, 63-66.
- Tavella, L., Arzone, A., Alma, A., 1991. Researches on *Orius laevigatus* (Fieb.), a predator of *Frankliniella occidentalis* (Perg.), in greenhouse. a preliminary note. *IOBC/WPRS Bull.* 14, 65-72.
- Tawfik, M.F.S., Ata, A.M., 1973. The life-history of *Orius laevigatus* (Fieber). *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte* 57, 145-151.
- Tommasini, M.G., Nicoli, G., 1993. Adult activity of four *Orius* species reared on two preys. *IOBC/WPRS Bull.* 16, 181-184.
- Toudert-Taleb, K., Hedjal-Chebheb, M., Derdah, Y., Kellouche, A., 2021. Repellent and insecticidal effects of basil essential oil (*Ocimum gratissimum*) from Kabylie (Algeria) on *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae): impact of treatment on the physicochemical and rheological qualities of common wheat flour (*Triticum aestivum*). *Afr. Entomol.* 29, 547-562.
- van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Kohl, J., Ravensberg, W.J., Urbaneja, A., 2018. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *Biocontrol.* 63, 39-59.
- Villevielle, M., Millot, P., 1991. Lutte biologique contre *Frankliniella occidentalis* avec *Orius laevigatus* sur fraisier. *IOBC/WPRS Bull.* 14, 57-64.
- Waite, M.O., Scott-Dupree, C.D., Brownbridge, M., Buitenhuis, R., Murphy, G., 2013. Evaluation of seven plant species/cultivars for their suitability as banker plants for *Orius insidiosus* (Say). *Bio-Control.* 59, 79-87.
- Woo, K.S., 1972. Studies on the thrips (Thysanoptera) unrecorded in Korea II. *Kor. J. Appl. Entomol.* 11, 45-54.
- Woo, K.S., Kwon, O.K., Cho, K.S., 1991. Studies on the distribution, host plants and taxonomy of Korean thrips (Insecta: Thysanoptera). *Seoul Nat'l. Univ. J. Agric. Sci.* 16, 133-148.
- Zaki, F.N., 1989. Rearing of two predators, *Orius albidipennis* (Reut.) and *Orius laevigatus* (Fieb.) (Hem., Anthocoridae) on some insect larvae. *J. Appl. Entomol.* 107, 107-109.
- Zhang, R., Ji, D., Zhang, Q., Jin, L., 2021. Evaluation of eleven plant species as potential banker plants to support predatory *Orius sauteri* in tea plant systems. *Insects.* 12, 162.
- Zhao, J., Guo, X., Tan, X., Desneux, N., Zappala, L., Zhang, F., Wang, S., 2017. Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Manag. Sci.* 73, 6.