

트랩식물로서 해바라기의 미국선녀벌레 유인효과

최용석 · 황인수 · 이경주 · 김민중 · 백성훈 · 서화영*

충청남도농업기술원 친환경농업과

Attraction Effect of Sunflowers to *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) as Trap Plants

Yong-Seok Choi, In-Su Hwang, Gyeong-Ju Lee, Min-Jung Kim, Sunghoon Baek and Hwa-Young Seo*

Chungnam Research & Extension Services, Yesan 32418, Korea

ABSTRACT: The ability of sunflower, bean, green perilla, and sesame to attract *Metcalfa pruinosa* was tested in both laboratory and field conditions. In the laboratory experiment, sunflowers showed the highest attractiveness to *M. pruinosa* nymphs and adults. These results were the same as those in the field experiment. Sunflowers showed the highest attractiveness among the four candidates as a trap plant for *M. pruinosa*, with comparable average attractiveness values for nymphs and adults to those in the laboratory. Young beans also showed high attractiveness to *M. pruinosa*, albeit lower than those of sunflowers. However, the attractiveness of mature beans was low. Sunflowers consistently ($P < 0.05$) showed significantly higher attractiveness than that of the other three plants, regardless of plant age. Thus, sunflowers would serve as a good trap plant for both the nymphs and adults of *M. pruinosa*.

Key words: *Metcalfa pruinosa*, Nymph, Sunflower, Trap plant, Attraction rate

초록: 해바라기, 콩, 들깨, 참깨를 트랩식물로 이용하여 미국선녀벌레 약충에 대한 유인효과를 조사한 결과, 실내실험의 경우, 어린단계와 성숙단계 모두에서 해바라기가 각각 평균 47.6%와 66.5%로 가장 높은 유인력을 보였고, 야외실험의 경우에도 어린단계와 성숙단계 모두에서 해바라기가 각각 평균 52.3%, 53.2%로 가장 높았다. 실내실험과 야외실험에서 어린단계의 콩은 시간이 지나면서 해바라기 다음으로 유인력이 높았으나 성숙단계의 콩은 들깨 보다도 낮은 유인력을 보였으며 실내실험과 야외실험간 비교에서 동일 트랩식물간 유의성은 없는 것으로 보아 미국선녀벌레 약충에 대하여 가장 유인력이 높은 식물은 해바라기였다.

검색어: 미국선녀벌레, 약충, 해바라기, 트랩식물, 유인률

Citrus flatid planthopper인 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*)는 꽃매미상과(Fulgoroidea)의 선녀벌레과(Flatidae)에 속하는 종으로 선녀벌레과는 전세계에 918종이 알려져 있다(Nault and Rodriguez, 1985). 북미지역인 온타리오에서 플로리다에 이르는 북미 동부와 멕시코, 쿠바가 원산지로 경제적으로는 중요한 해충은 아니나 일반명인 citrus flatid planthopper에서 알 수 있듯이 감귤류에서는 피해가 심할 수 있다(Metcalf and Bruner, 1948; Alma et al., 2005; Dean and Bailey, 1961). 이탈

리아는 최초 발생지역에서 포도의 식물체 활력을 떨어뜨려 시들게 만들기 때문에 품질의 저하가 일어난다고 보고하였으며 콩은 이 층에 의해 30 - 40% 수확량이 감소 했다고 보고하였다 (Strauss, 2010; Ciampolini et al., 1987). 따라서, 미국선녀벌레가 비록 원산지의 경우 위협적인 해충이 아니라 할지라도 최근에 침입한 지역에서는 위협한 해충이 될 수 있음을 시사하고 있다. 게다가 미국선녀선녀벌레는 식물체에 여러 세균궤양병(Bacterial canker)를 일으킬 수 있는 병원균인 *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* (Psa)에 대한 매개체 역할을 할 수 있음이 보고되었다(Donati et al., 2017).

Souliotis et al. (2008)은 2005년과 2006년에 걸쳐 그리이스 서부지역과 북부지역에서의 기주식물을 조사하였고 대부분 관

*Corresponding author: hys1218@korea.kr

Received August 24 2020; Revised November 11 2020

Accepted November 20 2020

상식물류, 과실류, 잡초종 뿐만 아니라 2종의 채소류도 가해함을 밝혔다. 미국에서는 50과 120종, 유럽에서는 78과 330종 이상의 목본과 초본 식물에서 서식하는 것으로 알려져 있다(Dean and Bailey, 1961; Kim et al., 2011; Wilson and Lucchi, 2000; Bagnoli and Lucchi, 2000; Alma et al., 2005). Kim and Kil (2014)는 국내에서 총 62과 145종의 기주식물을 기록한 바 있으며 46.7%가 길가에서 발견되고 33.3%가 산림, 20%가 과원에서 발견된다 하였다. Seo et al. (2019)는 미국선녀벌레의 모든 발육단계가 같은 기주에서 발견되지 않으며 발육단계별로 선호하는 기주에 차이가 있을 것으로 보고 발육단계별로 기주를 조사하였다. 미국선녀벌레 약충은 78과 227종의 기주에서 발견되었고, 27과 38종을 국내에서 새롭게 기록하였으며 미국선녀벌레 성충은 87과 233종에서 발견되었고 26과 36종을 새롭게 기록하였다. 따라서, 국내에 기록된 미국선녀벌레의 기주는 총 98과 345종으로 확인되었다. 또한 Seo et al. (2019)은 미국선녀벌레 약충과 산란전단계의 성충이 국화과의 해바라기를 특이하게 선호하는 것을 확인하였으며 성충은 쪽과 해당화를 선호한다 하였다. 또한, Choi et al. (2017a)은 해바라기를 이용하여 갈색날개매미충(*Ricania shantungensis*) 약충을 유인하여 방제할 수 있음을 시사한 바 있다.

본 연구는 해바라기가 미국선녀벌레를 유인하여 방제할 수 있는 트랩식물로서의 가치를 평가하고자 수행되었고 이전 연구결과를 바탕으로 미국선녀벌레가 선호하는 몇가지 작물들과 해바라기의 유인정도를 비교하였으며 미국선녀벌레에 의해 피해가 우려되는 작물인 콩과 아로니아 포장에서 인근 야산으로부터 유입되어 들어오는 미국선녀벌레를 해바라기가 얼마나 차단 할 수 있을지를 확인하기 위한 연구를 추진하였다.

재료 및 방법

해바라기 유인효과 실내검정

Seo et al. (2019)의 발육생태별 기주조사에서 해바라기가 미국선녀벌레 약충과 산란전단계의 성충을 유인한다는 결과를 근거로 본 연구에서는 해바라기를 선정하였고, 농작물에서 미국선녀벌레 약충에 의해 피해가 확인된 콩, 들깨, 참깨와 비교하여 유인효과를 검정하였다. 실내검정은 시각적 효과를 배제하고 후각적 효과를 검정하기 위하여 암실에서 실시하였다.

실험은 식물체의 어린단계와 성숙단계로 나누어 실험을 추진하였고 어린단계와 성숙단계는 줄기의 목질화 정도에 따라 구분하였다. 콩과 들깨는 초장 15 cm 이하, 해바라기와 참깨는 초장 30 cm 이하가 되었을 때 식물체의 목질화가 진행되기 전

단계인 어린단계 실험에 사용하였고, 콩과 들깨는 30 cm 이상, 해바라기와 참깨는 초장 80 cm 이상이 되었을 때 식물체의 목질화가 진행된 성숙단계 실험에 사용하였다.

미국선녀벌레 약충에 대한 후각적 유인효과를 검정하기 위하여 실험은 3 m × 6 m 의 암실에서 수행되었고 암실의 온도와 상대습도는 각각 25 ± 2°C, Rh 60 ± 10% 였다. 지름 1cm의 콤팩트 제질을 활용하여 어린단계 식물체의 경우, 가로 75 cm, 세로 75 cm, 높이 75 cm 의 정육면체, 성숙단계 식물체의 경우, 가로 120 cm, 세로 120 cm, 높이 120 cm 후레임을 제작하고 50 mesh의 망으로 케이지망을 제작하였다. 케이지 내부의 모서리에 각각의 식물체를 배치시키고 케이지 중앙에 야외에서 채집한 미국선녀벌레 약충을 방사하였다. 미국선녀벌레 약충은 부화가 시작된 아카시나무 주변에서 채집하였고 가로 30 cm, 세로 50 cm의 망봉투를 제작하여 미국선녀벌레가 존재하는 가지를 넣고 전정가위로 절단하여 그대로 봉입 후 실험실로 옮겨와 집중하였다.

접종 후 3, 5, 7일째에 각각의 식물체에 존재하는 미국선녀벌레의 밀도를 조사하여 유인률(%)로 표현하였다. 실험은 3반복 수행하였다. 통계분석은 SPSS 프로그램인 PASW Statistics 18(2009.7.30)을 사용하여 식물체간 유의성을 다중검정 하였고 식물체간 오차범위는 95% 유의수준에서 표기하였다.

해바라기 유인효과 실외검정

실내검정에서 사용한 해바라기, 콩, 들깨, 참깨를 활용하여 미국선녀벌레의 발생이 심했던 지역인 충남 예산군 신양면 죽천리에 위치한 인근 야산에서 실험을 수행하였다. 실내검정과 동일하게 식물체의 어린단계와 성숙단계를 구분하여 수행하였고 수행시기는 미국선녀벌레가 알에서 부화하여 발생량이 가장 많은 시기인 6월 중순경에 실험을 수행하였다.

각각의 식물체는 25구 트레이에서 육묘 후 12각 8호분으로 이식하였고 식물체의 어린단계와 성숙단계를 구분하여 실험하고자 하는 장소로 옮겨왔다. 실험장소는 죽천리 일대에서 아카시나무가 존재하는 3곳을 선정하여 4개의 식물체 조합으로 3반복 실시하였다.

접종 후 1, 3, 5, 7, 10일째에 각각의 식물체에 존재하는 미국선녀벌레의 밀도를 조사하여 유인률(%)로 표현하였다. 통계분석은 PASW Statistics 18(2009.7.30)을 사용하여 식물체간 유의성을 다중검정 하였고 식물체간 오차범위는 95% 유의수준에서 표기하였다.

결과 및 고찰

해바라기 유인효과 실내검정

트랩식물로서 해바라기, 콩, 들깨, 참깨의 어린단계 식물체에 대하여 미국선녀벌레 약충에 대한 유인력을 실험실 내에서 비교한 결과, 해바라기는 평균 47.6%, 최대 69.7%까지 유인하였고, 콩은 평균 35.3%, 최대 56.5%까지 유인하였으며 들깨와 참깨는 각각 평균 10.2%와 6.9% 였고 최대 20% 아래로 낮은 유인력을 보였다. 해바라기와 콩이 통계적으로 유의성 있는 높은 유인력을 보였고 들깨와 참깨는 유의성 없이 낮은 유인력을 보였다(Table 1)(df = 32, F = 33.637, P < 0.001). 어린단계 트랩식물에 대하여 방사 3일, 5일, 7일 후 유인수를 조사한 결과 3일과 5일에서는 해바라기가 가장 높은 유인력을 보였으나 7일째 에서는 오히려 콩에서 유인력이 더 높았다(Fig. 1).

성숙단계의 트랩식물에 대하여 미국선녀벌레 약충에 대한

Table 1. Attraction rate of young trap plants to *Metcalfa pruinosa* nymph in the laboratory

Trap plant	Attraction rate (%)		
	Mean ± Std. error	Maximum	Minimum
Sunflower	47.6 ± 4.8 a *	69.7	26.1
Bean	35.3 ± 4.3 b	56.5	19.7
Perilla	10.2 ± 1.5 c	15.4	1.3
Sesame	6.9 ± 1.5 c	15.2	0

*Means followed by the same letter are not significantly different as determined by protected LSD (p < 0.01)

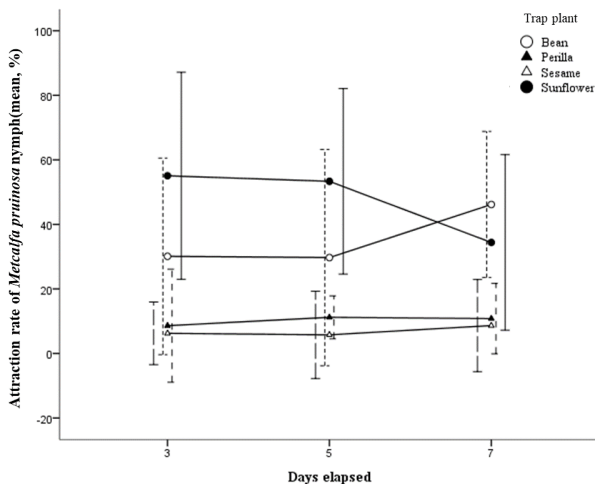


Fig. 1. Attraction effect of trap plants according to days elapsed at young trap plants after *Metcalfa pruinosa* nymph released in the laboratory. Vertical lines represent standard error of means.

유인력을 실험실 내에서 비교한 결과, 해바라기는 평균 66.5%, 최대 86.2%의 유인력을 보였고 콩은 어린단계 때 보다도 낮은 평균 4.2%, 최대 9.5%의 유인력을 보였다. 오히려 들깨는 평균 21.1%, 최대 33.3%로 콩보다 높았고, 참깨는 평균 8.3%, 최대 19.0%로 가장 낮았다(Table 2). 성숙단계 트랩식물에 대하여 방사 3일, 5일, 7일 후 유인수를 조사한 결과 해바라기는 꾸준하게 60% 이상의 높은 유인력을 보여주었고 들깨, 콩, 참깨는 전체적으로 낮은 유인력을 보여주었다(Fig. 2).

미국선녀벌레에 의해 콩의 수확량이 30 ~ 40% 감소했다는 Ciampolini et al. (1987)의 보고에서 볼 수 있듯이 콩은 미국선녀벌레가 선호하는 식물이다. 하지만 본 연구에서는 다른 기주 식물이 존재할 때의 콩의 선호성은 낮아지는 경향이였다. 이는 콩 줄기가 경화하여 목질화 되면서 다른 기주로의 이동이 일어나는 것으로 판단되었다.

Table 2. Attraction rate of mature trap plants to *Metcalfa pruinosa* nymph in the laboratory

Trap plant	Attraction rate (%)		
	Mean ± Std. error	Maximum	Minimum
Sunflower	66.5 ± 4.5 a *	86.2	48.7
Bean	4.2 ± 3.4 c	9.5	0
Perilla	21.1 ± 3.8 b	33.3	4.8
Sesame	8.3 ± 5.6 c	19.0	3.0

*Means followed by the same letter are not significantly different as determined by protected LSD (p < 0.01)

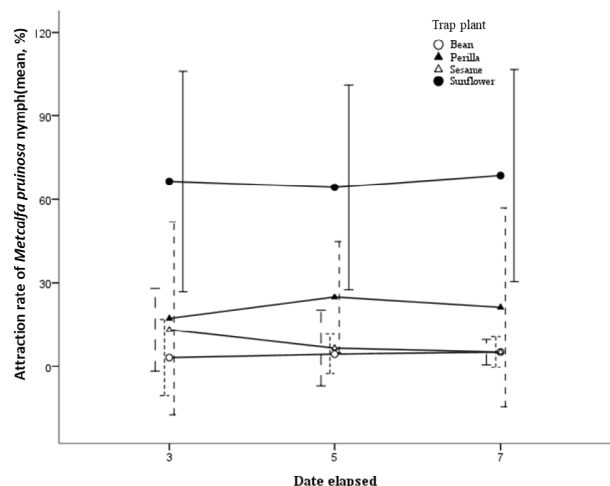


Fig. 2. Attraction effect of trap plants according to days elapsed at mature trap plants after *Metcalfa pruinosa* nymph released in the laboratory. Vertical lines represent standard error of means.

해바라기 유인효과 실외검정

트랩식물로서 해바라기, 콩, 들깨, 참깨의 어린단계 식물체에 대하여 미국선녀벌레 약충에 대한 유인력을 야외에서 비교한 결과, 해바라기는 평균 52.3%, 최대 67.5%까지 유인하였고,

Table 3. Attraction rate of young trap plants to *Metcalfa pruinosa* nymph in the field

Trap plant	Attraction rate (%)		
	Mean \pm Std. error	Maximum	Minimum
Sunflower	52.3 \pm 2.6 a*	67.5	37.7
Bean	34.0 \pm 2.8 b	54.1	20.5
Perilla	8.8 \pm 1.4 c	19.1	2.2
Sesame	4.8 \pm 1.0 c	14.0	0

*Means followed by the same letter are not significantly different as determined by protected LSD ($p < 0.01$)

Table 4. Comparison of *Metcalfa pruinosa* nymph attraction rates among young trap plants according to experimental location (inside vs. outside the laboratory)

Trap plant	Attraction rate (Mean \pm SD*, %)		t-value	p-value	F-value
	Outside laboratory	Inside laboratory			
Sunflower	52.3 \pm 10.2	47.6 \pm 14.3	0.944	0.399	0.739
Bean	34.0 \pm 10.8	35.3 \pm 13.0	-0.261	0.315	1.059
Perilla	8.9 \pm 5.4	10.2 \pm 4.5	-0.613	0.309	1.085
Sesame	4.8 \pm 4.0	6.9 \pm 4.6	-1.185	0.825	0.050

*SD is standard deviation.

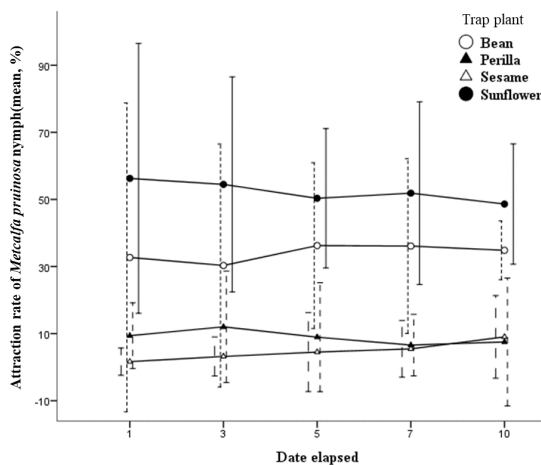


Fig. 3. Attraction effect of trap plants according to days elapsed at young trap plants after *Metcalfa pruinosa* nymph released in the field. Vertical lines represent standard error of means.

콩은 평균 34.0%, 최대 54.1%를 유인하였으며 들깨와 참깨는 평균 10% 미만의 낮은 유인력을 보였고 최대 유인률도 20% 미만으로 낮았다(Table 3). 어린 단계의 트랩식물 모두 실내검정과 실외검정에서 미국선녀벌레 약충에 대한 유인력 차이는 없었다(Table 4). 성숙단계에 따른 유인력에도 차이는 없었다. 시간이 경과함에 따라 트랩식물별로 큰 차이가 없이 처음 유인된 수준으로 유지되었다(Fig. 3).

성숙단계의 트랩식물에 대하여 미국선녀벌레 약충에 대한 유인력을 야외에서 비교한 결과, 해바라기는 평균 53.2%, 최대 67.7%의 유인력을 보였으나 콩은 실내 검정과 반대로 평균 5.3%와 최대 21.2%로 낮은 유인력을 보였으며 오히려 들깨가 평균 29.1%, 최대 40.6%로 유인률이 높아졌고 참깨는 평균 12.3%, 최대 25.5% 수준으로 낮았다(Table 5). 성숙 단계의 트랩식물 모두 실내검정과 실외검정에서 미국선녀벌레 약충에 대한 유인력 차이는 없었다(Table 6). 시간이 경과함에 따라 해바라기의 유인력은 다소 증가하는 추세였고 들깨, 참깨, 콩은 큰 변화없이 유인률이 유지되었다(Fig. 4).

트랩식물은 해충방제의 목적을 위해서 농생태계의 서식지를 조작하는 생태학적 구조의 개념을 가진다. 해충종합관리(IPM)의 전략으로 서식지를 교란시키는 것은 작물간이나 농지간에 또는 주변의 초지에서 가능할 수 있다(Landis et al., 2000). 이러한 서식지의 교란과 서식지의 변화는 효과적이고 안정적인 해충관리 전략이 될 수 있다(Khan et al., 1997; Landis et al., 2000; Gurr et al., 2004). 트랩식물은 “해충의 공격으로부터 주작물을 보호하기 위해 심겨지는 식물로서 해충이 주작물을 탐색하는 것을 막거나 해충이 손쉽게 방제될 수 있는 포장내 한쪽 방향으로 밀도를 집중시키는 식물로 정의할 수 있다(Hokkanen, 1991). 또한, Holden et al. (2012)은 트랩식물을 “주작물의 피해를 줄일 목적으로 타겟 해충을 유인하고 차단하고 유지하는 대체 기주식물”로 정의하고 있다. Choi et al. (2014)는 해충을 유인하는 트랩식물의 개념과 천적을 보호하는 천적보호식물의 복합적 개념인 “Trap and Protection Plant (TPP)”를 소개한 바 있다. 트랩식물은 농업 해충 관리면에서 비용적으로 저렴함과 동시에 살충제의 사용을 줄이면서 작물의 피해를 감소시킬 수 있다 (Cavanagh et al., 2009; Lu et al., 2009).

이전 연구에서 담배가루이 성충을 유인하기 위한 트랩식물 탐색에서 큰망초(thistle)의 이용가치를 판단한 바 있으며(Choi et al., 2014), 시설 토마토에서 문제시 되는 담배가루이를 유인하여 방제하는 방법으로 가지를 트랩식물로 활용하고 유인된 담배가루이 방제를 위하여 침투이행성 살충제를 트랩식물에 적용함으로써 효과적으로 담배가루이를 방제할 수 있는 가능성을 제시한 바 있다(Choi et al., 2016). 또한 국화의 화색별 꽃

Table 5. Attraction rate of mature trap plants to *Metcalfa pruinosa* nymph in the field

Trap plant	Attraction rate (%)		
	Mean ± Std. error	Maximum	Minimum
Sunflower	53.2 ± 3.0 a*	67.7	33.3
Bean	5.3 ± 1.4 c	21.2	0
Perilla	29.1 ± 2.3 b	40.6	16.5
Sesame	12.4 ± 1.5 c	25.5	0

*Means followed by the same letter are not significantly different as determined by protected LSD ($p < 0.01$)

Table 6. Comparison of *Metcalfa pruinosa* nymph attraction rates among mature trap plants according to experimental location (inside vs. outside the laboratory)

Trap plant	Attraction rate (Mean ± SD*, %)		t-value	p-value	F-value
	Outside laboratory	Inside laboratory			
Sunflower	53.2 ± 11.7	66.5 ± 13.4	-2.531	0.695	0.158
Bean	5.3 ± 5.5	4.2 ± 3.4	0.519	0.520	0.427
Perilla	29.1 ± 8.8	21.0 ± 11.3	1.947	0.133	2.434
Sesame	12.4 ± 5.9	8.3 ± 5.6	1.689	0.701	0.151

*SD is standard deviation.

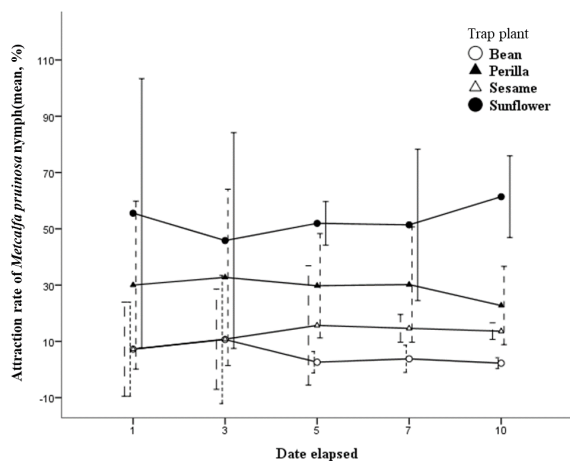


Fig. 4. Attraction effect of trap plants according to days elapsed at mature trap plants after *Metcalfa pruinosa* nymph released in field. Vertical lines represent standard error of means.

노랑총채벌레의 행동반응 연구를 통하여 황색개화국화를 트랩 식물로 선발하였고 이를 이용하여 백선 국화품종 재배시 트랩 식물과 미끌애꽃노린재를 동시에 활용하여 꽃노랑총채벌레를 방제할 수 있는 친환경적인 방제전략을 제시한 바 있다(Choi et

al., 2014, Choi et al., 2013).

해바라기는 갈색날개매미충의 산란전 성충이 선호하는 식물로서 블루베리에 비하여 91.4%~95.2%의 높은 유인력을 보여 트랩식물로 선발된 바 있다(Choi et al., 2017a). 또한, Choi et al. (2017b)은 갈색날개매미충의 발육단계별 기주선호성 조사에서 산란전 성충이 해바라기에 특이적으로 물리는 현상을 확인하였으나 약충단계에서는 해바라기가 조사기주에서 누락되었다. 본 연구에서는 해바라기에 대한 미국선녀벌레 약충의 선호성을 조사하면서 갈색날개매미충 약충 또한 높은 밀도로 유인되는 것을 확인하였기 때문에 해바라기는 갈색날개매미충과 미국선녀벌레의 약충과 산란전 성충을 동시에 효과적으로 유인할 수 있는 트랩식물로서 가치가 있을 것으로 판단되었다. Seo et al. (2019)는 미국선녀벌레의 발육단계별 기주종류 종사를 통하여 약충과 산란전 성충은 특이하게 해바라기를 선호하며 산란단계의 성충은 쪽과 해당화를 선호하는 것을 밝힌 바 있어 미국선녀벌레 전체 발육단계의 트랩식물 활용가능성을 제시하였는데 미국선녀벌레는 기주범위가 넓어 농작물 뿐만 아니라 잡초에도 유인이 되기 때문에 기주특이적으로 유인하여 효과적으로 방제할 수 있는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 보인다.

농경지 주변 산림속에 서식하고 기주범위가 넓어 방제가 쉽지 않은 미국선녀벌레의 농경지 유입을 효과적으로 차단하기 위하여 해바라기를 트랩식물로 활용하는 것은 무분별한 화학 약제의 광범위 살포를 최소화하여 농생태계의 파괴를 막고 저비용으로 효과적인 해충관리를 할 수 있는 기술로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제 “미국선녀벌레의 신호 화학물질 개발 및 이용방법 연구(PJ013538032020)”로 진행되었습니다.

저자 직책 & 역할

최용석: 충청남도농업기술원 연구사; 연구총괄
 황인수: 충청남도농업기술원 연구보조; 조사
 이경주: 충청남도농업기술원 연구보조; 조사
 김민중: 충청남도농업기술원, 연구보조; 분석
 백성훈: 충청남도농업기술원, 연구보조; 분석
 서화영: 충청남도농업기술원, 연구사; 조사

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

- Alma, A., Ferracini, C., Burgio, G., 2005. Development of a sequential plan to evaluate *Neodryinus typhlocybae* (Ashmead) (Hymenoptera: Dryinidae) population associated with infestation in North western Italy. *Environ. Entomol.* 34, 819-824.
- Bagnoli, B., Lucchi, A., 2000. Dannosità e misure di controllo integrato. in: Lucchi, A. (Ed.) *La Metcalfa negli ecosistemi italiani*, ARSIA Regione Toscana, Firenze, Italy. pp. 65-88.
- Cavanagh, A., Hazzard, R., Adler, L.S., Boucher, J. 2009. Using trap crops for control of *Acalymma vittatum* (Coleoptera: Chrysomelidae) reduces insecticide use in butternut squash. *J. Eco. Entomol.* 102, 1101-1107.
- Choi, Y.S., Kim, K.S., Jo, H.R., Seo, J.H. Whang, I.S., Kim, G.J., Choe, S.C. 2014. Investigation of trap plants to attract *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 53, 433-438.
- Choi, Y.S., Seo, H.Y., Jo, S.H., Whang, I.S., Park, D.K., 2017a. Selection of systemic chemicals and attractiveness of sunflower to *Ricania* spp. (Hemiptera: Ricaniidae) adults. *Korean J. Appl. Entomol.* 56, 345-350.
- Choi, Y.S., Seo, H.Y., Jo, S.H., Whang, I.S., Lee, Y.S., Park, D.K., 2017b. Host preference of *Ricania* spp. (Hemiptera: Ricaniidae) at different developmental stages. *Korean J. Appl. Entomol.* 56, 319-329.
- Choi, Y.S., Whang, I.S., Park, D.G., Lee, J.S., Ham, E.H. 2013. Control effects of *Frankliniella occidentalis* by using trap plants and *Orius laevigatus* in chrysanthemum PVC house. *Korean J. Pesti. Sci.* 17, 440-447.
- Choi, Y.S., Whang, I.S., Park, D.G., Lee, J.S., Ham, E.H., Choe, K.R. 2014. Behavioral response of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) to different Chrysanthemum flower colors. *Korean J. Appl. Entomol.* 53, 65-71.
- Choi, Y.S., Whang, I.S., Lee, G.J., Kim, G.J. 2016. Control of *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) adults on tomato plants using trap plants with systemic insecticide. *Korean J. Appl. Entomol.* 55, 109-117.
- Ciampolini, M., Grossi, A., Zottarelli, G., 1987. Damage to soyabean through attack by *Metcalfa pruinosa*. *L'Informatore Agrario* 43, 101-103.
- Dean, H.A. and Balley, J.C., 1961. A flatid planthopper, *Metcalfa pruinosa*. *J. Eco. Entomol.* 54, 1104-1106.
- Donati, I., Mauri, S., Buriani, G., Cellini, A., Spinelli, F., 2017. Role of *Metcalfa pruinosa* as a vector for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Plant Pathol. J.* 33, 554-560.
- Gurr, G. M., Scarratt, S. L., Wratten, S. D., Berndt, L., Irvin, N. 2004. Ecological engineering, habitat manipulation and pest management. *Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods*, pp. 1-12.
- Hokkanen, H. 1991. Trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 36, 119-138.
- Holden, M.H., Ellner, S.P., Lee, D.H., Nyrop, J.P., Sanderson, J.P. 2012. Designing an effective trap cropping strategy: The effects of attraction, retention and plant spatial distribution. *J. Appl. Ecol.* 49, 715-722.
- Khan, Z.R., Ampong-Nyarko, K., Chiliswa, P., Hassanali, A., Kimani, S., Overholt, W.A., Pickett, J.A., Smart, L.E., Wadhams, L.J., Woodstock, C.M. 1997. Intercropping increases parasitism. *Nature* 388, 631-632.
- Kim, D.E., Kil, J., 2014. Occurrence and host plant of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea. *J. Environ. Sci. Inter.* 23, 1385-1394.
- Kim, Y., Kim, M., Hong, K.J., Lee, S., 2011. Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. *J. Asia Pac. Entomol.* 14, 473-478.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175-201.
- Lu, Y.H., Wu, K.M., Wyckhuys, K.A.G., Guo, Y.Y. 2009. Potential of mungbean, *Vigna radiates* as a trap crop for managing *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton. *Crop Protection*, 28, 77-81.
- Metcalf, Z.P., Bruner, S.C., 1948. Cuban flatidae with new species from adjacent regions. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 41, 63-97.
- Nault, L.R., Rodriguez, J.G., 1985. The Leafhoppers and planthoppers. A Wiley-Interscience Publication. p. 70.
- Seo, H.Y., Park, D.K., Hwang, I.S., Choi, Y.S., 2019. Host plants of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) nymph and adult. *Korean J. Appl. Entomol.* 58, 363-380.
- Souliotis, C., Papanikolaou, N. E., Papachristos, D., Fatouros, N. 2008. Host plants of the planthopper *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) and observations on its phenology in Greece. *Hellenic Plant Protection Journal*, 1, 39-41.
- Strauss, G., 2010. Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *J. Pest Sci.* 83, 381-390.
- Wilson, S.W., Lucchi, A. 2000. Aspetti sistematici, corologici, ecologici.