

담배가루이 성충 유인을 위한 트랩식물 탐색

최용석* · 김규상 · 조효려 · 서정학 · 황인수 · 김경제¹ · 채수천²

충남농업기술원 농업환경연구과, ¹충남농업기술원 부여토마토시험장, ²공주대학교 원예학과

Investigation of Trap Plants to Attract *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae)

Yong-Seok Choi*, Kyu-Sang Kim, Hyo-Ryu Jo, Jeong-Hak Seo, In-Su Whang, Gyoung-Je Kim¹ and Soo-Cheon Choe²

Bioenvironmental Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Korea

¹Buyeo Tomato Experiment Station, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Buyeo 323-814, Korea

²Department of Horticulture, Kongju National Univ. Yesan 340-702, Korea

ABSTRACT: The number of *Bemisia tabaci* adults attracted to horseweed, thistle, red bean, cucumber, and tomato plants, as measured by the number stuck to yellow sticky traps, was investigated in a polyvinyl greenhouse for growing tomatoes using organic methods. The number was highest on cucumber plants in the early days of *B. tabaci* infestation, but was highest on horseweed overall. Of the eight species of beans tested, *B. tabaci* adults were most attracted to Ultari-Gangnang; however, beans were not effective trap plants for *B. tabaci*. Measurement of olfactory behavioral response using a four-choice olfactometer showed that *B. tabaci* adults preferred horseweed to cucumber, eggplant, or tomato. The developmental period of *B. tabaci* eggs and larvae was shorter at high temperature. At 30°C, the developmental period of eggs and larvae on horseweed were reduced approximately 0.5 and 1 day, respectively, compared to those on cucumber or tomato.

Key words: *Bemisia tabaci*, Tomato, Horse-weed, Development

조 록: 토마토 유기재배 시설하우스 내에 자생하고 있는 큰망초와 엉겅퀴, 팔, 오이에 대하여 주 재배작물인 토마토와 황색끈끈이트랩에 유살된 담배가루이 성충의 유살량을 비교한 결과 담배가루이 밀도는 큰망초에서 가장 높았다. 오이의 경우 발생초기인 4월 3일과 4월 13일까지는 토마토보다 담배가루이 밀도가 높게 조사되었다. 8종의 콩에 대한 담배가루이 성충 유인수는 팔에서 보다 울타리강낭콩에서 더 많았으나 모든 식물체에 대해서는 낮은 유인효과를 보였다. 큰망초, 가지, 오이, 토마토에 대한 4-choice 아크릴 챔버를 이용한 후각계 반응에서 담배가루이는 시간이 지날수록 큰망초를 선호하였다. 큰망초에서 담배가루이 유충의 발육기간을 온도별로 조사한 결과, 온도가 높을수록 발육기간이 짧아져 30°C의 경우 모든 발육단계에서 알은 약 0.5일, 유충은 약 1일 발육기간이 짧았다.

검색어: 담배가루이, 토마토, 큰망초, 발육

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 중앙아시아, 유럽, 북-중아메리카 등에 널리 분포하고(Salas and Mendoza, 1995). 기주범위가 넓으며 약 86과 700여종 이상의 식물을 가해한다(Greathead, 1986). 국내에서는 1998년 충청북도 진천군 시설장미 단지외 경기도 고양시 포인세티아에서 처음 발견되었다(Lee et al.,

2000).

담배가루이는 약충과 성충이 있을 흡즙하고 감로를 분비하여 농작물의 상품성을 떨어뜨리는 피해를 유발하며, 특히 바이러스를 매개하여 더 큰 피해를 일으키고 있다. 가장 문제시되는 바이러스는 TYLCV (tomato yellow leaf curl virus) 이다. 이러한 담배가루이는 발생세대기간이 짧아 살충제 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠른 것으로 알려져 있으며 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계, IGR계, 네오니코티노이드계 살

*Corresponding author: yschoi92@korea.kr

Received June 9 2014; Revised November 11 2014

Accepted November 13 2014

충제에 저항성이 발견되었다(Elhag and Horn, 1983; Prabhaker et al., 1992; Dennehy and Williams, 1997; Devine et al., 1999).

트랩식물은 해충방제의 목적을 위해서 농생태계의 서식지를 조작하는 생태학적 구조의 개념을 가진다. 해충종합관리(IPM)의 전략으로 서식지를 교란시키는 것은 작물간이나 농지 간에 또는 주변의 초지에서 가능할 수 있다(Landis et al., 2000). 트랩식물은 “해충의 공격으로부터 주작물을 보호하기 위해 심겨지는 식물로써 해충이 주작물을 탐색하는 것을 막거나 해충을 손쉽게 방제될 수 있는 포장내 한쪽 방향으로 밀도를 집중시키는 식물”로 정의할 수 있다(Hokkanen, 1991).

생물학적 방제는 환경제어가 노지보다 상대적으로 안정적인 시설내에서 재배되는 농작물의 해충을 농약대신 사용할 수 있는 방제전략이며 농약이 존재하지 않는 농산물을 선호하는 소비자의 요구를 충족할 수 있는 방제수단의 하나이다(Pillai et al., 2014). 개방된 노지포장과 시설 포장 모두에 있어 포식자와 기생자를 이용한 생물학적 방제의 확대와 천적보호는 담배가루이 방제를 위해 중요하다(Naranjo, 2001; Stansly et al., 1997). 전세계적으로, 시설하우스내 방사된 천적의 보호를 위한 천적보호식물(Banker plant)의 이용이 증가하고 있다. 농작물 주위에 놓여진 천적보호식물은 천적의 증식을 돕는 대체 기주이며 천적보호식물로부터 주작물로 이동한 천적은 해충을 방제해 준다(Frank, 2010). 이러한 천적보호식물의 이용효과는 천적 기주로서의 선호성, 천적의 밀도, 주작물에의 적응가능성에 달려있다(Pillai et al., 2014). 최초의 천적보호식물은 1977년 토마토 시설하우스에서 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) 방제를 위한 온실가루이좀벌(*Encarsia Formosa* Gahan)에 사용되었다(Stacey, 1977). 그러나 이 방법의 문제점은 토마토가 작물과 천적보호식물 양쪽 모두에 이용되었다는 것이며 결과적으로는 대체 먹이가 존재하는 주작물이 아닌 다른 식물로써 천적의 밀도를 유지하기에 적당한 식물체를 찾아 이용하는 것이 천적보호식물을 이용한 생물학적 방제 시스템이다(Xiao et al., 2011). Xiao et al. (2011)은 전세계에 분포하는 좀벌류인 *Encarsia sophia* (Girault and Dodd)를 시설내 천적으로 활용 시에 천적보호식물로써 파파야의 이용가치를 평가하였다.

본 연구에서는 토마토 시설환경내에 존재하는 주변 식생에서 담배가루이가 가장 많이 서식했던 식물체를 탐색하여 해충의 유인효과를 조사하고 천적을 보호할 수 있는 능력을 평가하여 해충을 유인하는 트랩식물의 개념과 천적을 보호하는 천적보호식물의 복합적 개념인 “Trap and Protection Plant (TPP)”의 가능성에 초점을 두었으며, 본 실험에서는 트랩식물의 이용가치를 판단하기 위하여 담배가루이의 유인효과와 트랩식물내 담배가루이의 발육기간을 조사하였다.

재료 및 방법

토마토 시설내 담배가루이 성충의 발생생태

충남 논산시 부적면 신교리에 위치한 토마토 유기재배 농가 자체적으로 담배가루이 성충을 유인하기 위하여 사용하고 있는 식물에서 담배가루이의 밀도 조사를 수행하였다. 이 농가는 담배가루이를 유인하기 위하여 팔과 오이를 재배하고 있었으며 주변 잡초로써 담배가루이의 기주로 의심되는 식물로는 큰망초와 엉겅퀴가 있어 이들에 대한 담배가루이의 밀도를 3월부터 6월까지 1주 간격으로 조사하였다. 기주식물의 신초 높이에 황색 끈끈이 트랩을 설치하고 1주간격으로 조사 때마다 교체하면서 유살된 성충의 밀도를 조사하였다. 또한 농가의 경험상 팔에 담배가루이가 유인된다는 것을 검증하기 위하여 다른 콩과 식물인 청두콩, 건강강낭콩, 제비콩, 경원팥, 일품검정콩, 장안녹두, 울타리강낭콩, 대원장류콩 8종을 대상으로 담배가루이의 포장내 유인력을 조사하였다. 8종의 콩과 식물을 직사각포트(200 × 500 × 150 mm)에 식재하여 토경재배 토마토 시설하우스의 중앙 부위에서 고랑당 한 개씩 포트를 위치시키고 콩과 식물이 위치하는 지점과 5 m 와 10 m 떨어진 지점에 황색 끈끈이 트랩(100 × 150 mm)을 토마토의 신초 높이에 맞게 설치하고 1주간격으로 유살된 담배가루이 성충의 개체수를 조사하였다.

담배가루이 성충의 행동반응

토마토 시설내에서 담배가루이 밀도가 가장 높았던 큰망초와 시설작물 중 담배가루이 발생량이 많은 가지, 오이를 대상으로 담배가루이 성충에 대한 후각계 반응을 조사하였다. 4-choice 아크릴 챔버와 이에 연결되는 air delivery system은 Holtmann (1962)의 모형을 응용하여 제작하였으며 4-choice 아크릴 챔버는 미국의 ARS사의 모형을 응용하여 제작하였다(Fig. 1). 4가지 식물체는 각각 volatile collection 챔버에 넣어졌으며 air delivery system으로부터 들어오는 공기는 volatile collection 챔버의 뚜껑 하단으로 주입하였고 volatile collection 챔버의 상단부위에서 배출되는 공기는 4-choice 아크릴 챔버의 4개면 중앙에 돌출된 삽입구에 연결하였다. 연결튜브는 지름 5 mm의 테프론 튜브를 사용하였다. air delivery system에서 주입하는 공기량은 300 cc/min으로 주입하였으며 각각의 식물체로부터 주입되는 공기의 양만큼 4-choice 아크릴 챔버의 하단에서 vacuum 펌프로 1,200 cc를 흡입하였다. 담배가루이 성충을 4-choice 아크릴 챔버 중앙에 50마리를 방사하고 30분 후부터 30분 간격으로 150분까지 유인수를 조사하였으며 3반복 실시하였다.

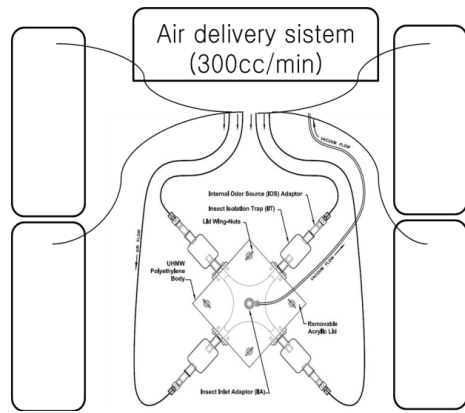


Fig. 1. Olfactometer system: a four-choice acrylic olfactometer connected to an air delivery system.

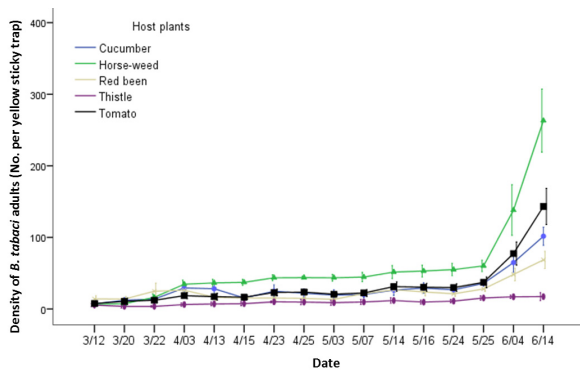


Fig. 2. The density of adults attracted to yellow sticky traps at different plants in a polyvinyl greenhouse for growing tomatoes (March–June 2013).

결과 및 고찰

토마토 시설내 담배가루이 성충의 발생생태

3월에서 6월까지 토마토 유기재배 시설하우스 내에 자생하고 있는 큰망초와 엉겅퀴, 그리고 담배가루이 성충의 유인 식물체로 농가 스스로 심어둔 팔, 오이와 주 재배작물인 토마토에서 황색끈끈이트랩에 유살된 담배가루이 성충의 유살량을 비교한 결과 모든 식물에서 담배가루이는 5월 하순 이후 밀도가 급격히 증가하였고 발생초기인 3월 22일 이후부터 조사가 끝난 6월 14일까지 담배가루이 밀도는 큰망초에서 가장 높았다. 오이의 경우 발생초기인 4월 3일과 4월 13일까지는 토마토보다 담배가루이 밀도가 높게 조사되었으나 발생최성기 이후부터는 토마토보다 다소 밀도가 낮게 조사되었고 팔의 경우 토마토와 유사한 발생밀도를 보이다가 5월 25일 이후 발생밀도가 증가하면서 오이보다 낮은 밀도로 조사되었다(Fig. 2). 특히 오이의 경우 요르단, 이란, 이스라엘에서는 토마토 육묘기간 동안 담배가

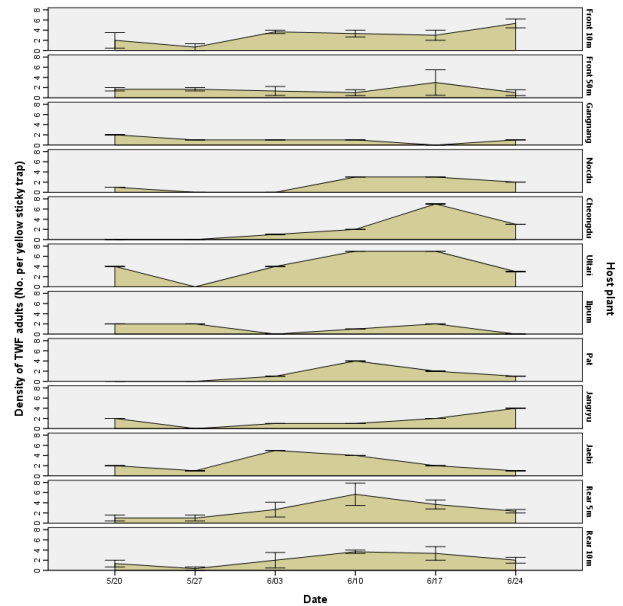


Fig. 3. The density of *Bemisia tabaci* adults attracted to eight different species of beans in a polyvinyl greenhouse for growing tomatoes.

루이의 트랩식물로 활용된 예가 있다(Al-Hitty and Sharif, 1987; Al-Musa, 1982; Cohen and Berlinger, 1986).

농가의 경험으로 팔에 담배가루이가 잘 유인된다는 것을 검증하기 위하여 8종의 콩에 대한 담배가루이 성충의 유인수를 조사한 결과, 팔에서의 유인수보다 울타리강낭콩에서의 유인수가 더 많았다(Fig. 3). 그러나 콩이 위치한 하우스 중앙으로부터 하우스 앞뒤로 5 m 와 10 m 떨어진 토마토에서의 담배가루이 밀도가 현저히 낮아지지 않는 것으로 보아 콩의 담배가루이 유인효과는 낮은 것으로 판단되었다.

토마토 포장내에서 기주식물별 담배가루이 유인효과를 조사한 Fig. 2과 Fig. 3의 결과로 볼 때, 콩류는 담배가루이 유인식

Table 1. Attraction rate of *Bemisia tabaci* adults to different plants for 30–150 minutes using a four-choice olfactometer

Host plant	N	Attraction rate (%; Mean±SD)				
		30 Mins.	60 Mins.	90 Mins.	120 Mins.	150 Mins.
Cucumber	50	11.7±2.9b*	15.4±4.7b	18.9±9.7ab	13.5±4.8b	13.5±8.4c
Egg-plant		16.5±4.4a	19.7±4.5a	20.3±4.7a	22.0±3.5a	20.1±5.2b
Tomato		18.8±10.2a	17.0±1.7ab	12.4±4.1b	12.4±2.1b	11.2±1.1c
Horse-weed		15.2±5.9a	18.8±3.0a	21.9±0.2a	22.9±4.4a	28.0±3.5a

In each column, values indicated with different letters differed significantly (LSD-test).

Table 2. Developmental periods at different temperatures and developmental stages of *Bemisia tabaci*

Temperature (°C)	Host plant	Developmental period of <i>Bemisia tabaci</i> (Days; Mean±SD)				
		Egg	1st	2nd	3rd	4th
20	Cucumber	12.1±0.8a	7.2±0.7b	3.9±0.9a	3.9±0.8a	9.9±0.8a
	Horse-weed	9.7±0.9c	6.7±0.7b	3.5±0.8a	3.9±1.0a	10.2±0.6a
	Tomato	10.3±0.8b	8.0±0.9a	4.1±0.7a	3.7±0.8a	10.1±0.7a
25	Cucumber	7.5±0.5a	3.4±0.5b	2.7±0.6b	1.9±0.7b	6.7±0.5a
	Horse-weed	6.2±0.7c	3.7±0.5b	2.5±0.6b	2.4±0.7b	5.0±0.8c
	Tomato	6.9±1.1b	4.7±0.8a	3.2±0.9a	3.4±0.9a	5.9±0.2b
30	Cucumber	5.7±0.6a	3.5±0.5a	2.6±1.3a	4.3±1.1a	4.7±0.4a
	Horse-weed	5.3±0.6b	2.5±0.6b	1.9±0.7b	2.3±0.6c	3.6±0.5b
	Tomato	5.7±0.7ab	3.8±0.6a	2.1±0.7b	3.1±0.5b	4.8±0.5a

In each column, values indicated with different letters differed significantly (LSD-test).

물로서 적당하지 않았으며 오이는 토마토의 생육초기에는 효과적인 것을 보였으나 생육후기로 갈수록 효과가 낮아지는 것을 알 수 있었고 가장 효과가 좋았던 기주식물은 큰망초 였던 것으로 판단되었다.

담배가루이 성충의 행동반응

Fig. 2와 3의 결과에서 큰망초의 담배가루이 유인효과가 인 정됨에 따라 오이, 가지, 토마토와 함께 후각계를 이용한 담배 가루이 성충의 행동반응을 조사하였다. 4-choice 아크릴 챔버 를 이용한 후각계의 30분 후 반응의 경우, 토마토에서 유인수가 가장 많았고 가지와 큰망초가 뒤를 이었으나 유의성은 없었으 며 오이에서 가장 낮은 유인수를 보였다(df=5, F=2.189, P= 0.124). 60분 후 반응의 경우, 가지에서 가장 많은 유인수를 보 였으며 큰망초, 토마토가 그 뒤를 이었고 오이에서 유인수가 가 장 낮았다(df=5, F=2.140, P=0.130). 90분 후 반응의 경우, 큰망 초에서 가장 많은 유인수를 보였으며 가지, 오이 순이었고 토마 토가 가장 낮은 유인수를 보였다(df=5, F=6.910, P=0.003). 120 분(df=5, F=5.944, P=0.005)과 150분(df=5, F=9.087, P=0.001)

후 반응의 경우, 90분 반응과 동일한 결과를 보였다. 90분 이후 부터 큰망초, 가지, 오이에 대한 유인수의 격차는 점점 더 커졌 다(Table 1). 오이의 경우 토마토의 육묘단계에서다 담배가루 이를 효과적으로 유인할 수 있다는 보고도 있으나(Al-Hitty and Sharif, 1987; Al-Musa, 1982; Cohen and Berlinger, 1986) 토 마토의 재배기간 동안에는 담배가루이를 효과적으로 유인하지 못하였으며, 오히려 큰망초는 토마토 재배기간 내내 담배가루 이를 효과적으로 유인하는 것이 확인되었다.

트랩식물에 따른 담배가루이 발육기간

위의 4가지 식물 중 토마토 시설하우스 내에서 가장 밀도가 높았던 큰망초와 이미 토마토 육묘단계에서 담배가루이의 트 랩식물로 사용되 왔던 오이 그리고 주 작물인 토마토에 대하여 담배가루이 유충의 발육기간을 온도별로 조사한 결과는 Table 2와 같다. 20°C의 경우 알기간은 오이에서 가장 길었으며 1령 은 토마토에서 가장 길었고 2령부터 4령까지는 기주식물 별로 큰 차이가 없었다. 25°C의 경우 알기간은 큰망초에서 가장 짧 았고(df=2, F=18.646, P<0.001) 큰망초에 비하여 토마토에서

발육기간이 약 1일 길었으며, 4령의 경우 발육기간이 큰망초에서 오이, 토마토 보다 더 짧은 경향을 보였다(df=2, F=17.014, P<0.001). 30℃의 경우 모든 발육단계에서 큰망초에서 알은 약 0.5일 유충은 약 1일 발육기간이 짧았다. Ahn et al. (2001)은 담배가루이의 발육이 온도조건에 상당히 민감하다 하였고 목화, 토마토 등 다른 작물에 대한 담배가루이의 발육기간 조사에서도 연구자들간에 차이는 있으나 유사한 결과를 나타내었다 (Wagner, 1995; Butler et al., 1983; Salas and Mendoza, 1995). Bethke et al. (1991)은 포인세치아와 목화(25℃)에서 담배가루이의 알에서 성충까지 발육기간은 각각 23.2일과 25.6일로 기주간 유의성이 없다 하였으나 Salas and Mendoza (1995)와 Coudriet et al. (1985)는 토마토 등 17종의 기주식물에 대한 알에서 성충까지의 발육기간을 조사하여 기주식물의 종류에 따라 발육에 차이가 있음을 밝혀 본 결과를 뒷받침 하였다.

토마토에서 담배가루이는 흡즙에 의한 식물체 약화와 배설물에 의한 그을음 증상을 유발하는 직접적인 피해를 줄 뿐만 아니라 TYLCV를 매개하여 간접적인 피해가 더 큰 해충이며 살충제의 사용에도 불구하고 방제가 쉽지 않은 해충이다. 이러한 해충의 관리를 위해서는 근본적인 관리대책이 필요하며 그러기 위해서는 종합적 해충관리 전략이 선행되어야 한다. 위의 결과는 토마토 시설재배에 있어 발생하는 담배가루이를 트랩식물로 유인하여 밀도를 집중시킴으로써 방제를 쉽게하기 위한 전략으로 트랩식물에 대한 담배가루이의 후각적 행동반응과 기주별 발육특성을 조사하여 기주의 선호성을 조사하였다. 담배가루이는 시설내에 자생하는 큰망초에 가장 많은 유인력을 보였고 또한 후각적 행동반응과 기주별 발육특성 조사에서도 가장 선호하는 것으로 조사되어 추후 큰망초를 포장에 적용하여 담배가루이의 유인력을 조사하고 방제방법으로 화학약제의 사용과 천적의 이용을 동시에 비교하여 효과적인 방제 전략을 구축할 계획이다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 ‘시설토마토 담배가루이 방제를 위한 트랩식물과 천적 활용기술 개발(과제번호: PJ009478)과제’의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Ahn, K.S., Lee, K.Y., Choi, M.H., Kim, J.W., Kim, G.H. 2001. Effect of temperature and host plant on development and reproduction of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Korean J. Appl. Entomol. 40, 203-209.
- Al-Hitty, A., Sharif, H.L. 1987. Studies on host plant preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) on some crops and effect of using host trap on the spread of Tomato Yellow Leaf Curl Virus to tomato in the plastic house. Arab. J. Plant Prot. 5, 19-23.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. Plant Dis. 66, 561-563.
- Butler, G.D.Jr., Henneberry, T.J., Clayton, T.E. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperature. Ann. Entomol. Soc. Am. 76, 310-313.
- Cohen, S., Berlinger, M.J. 1986. Transmission and cultural control of whitefly-borne viruses. Agric. Ecosyst. Environ. 17, 89-97.
- Coudriet, D.L., Prabhaker, N., Kishara, A.N., Meyerdirk, D. 1985. Variation in development rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 14, 516-519.
- Dennehy, T.J., Williams, L. 1997. Management of resistance in Arizona cotton. Restic. Sci. 51, 398-406.
- Devine, G.J., Ishaaya, I., Horowitz, A.R., Denholm, I. 1999. The response of pyriproxyfen-resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to pyriproxyfen and fenoxycarb alone and in combination with piperonyl butoxide. Pestic. Sci. 55, 405-411.
- Elhag, E.A., Horn, D.J. 1983. Resistance of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in selected Ohio greenhouses. J. Econ. Entomol. 76, 945-948.
- Frank, S.D. 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions. Biological Control. 52, 8-16.
- Greathead, A.H. 1986. Host plants. pp. 17-25. In M.J.W. Cock [ed.], *Bemisia tabaci*-A Literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography, 121pp. FAO/CAB, Ascot, UK.
- Hokkanen, H.M.T. 1991. Trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 36, 119-138.
- Holtmann, H. 1962. Untersuchungen zur Biologie der Getreide Thysanopteren. Z. Angew. Entomol. 51, 285-299.
- 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.
- Lee, M.L., Ahn, S.B., Cho, W.S. 2000. Morphological characteristics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) and discrimination of their biotypes in Korea by DNA markers. Korean J. Appl. Entomol. 39, 5-12.
- Naranjo, S.E. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. Crop Protection. 20, 835-852.
- Pillai, G.K., Ganga Visalakshy, P.N., Krishnamoorthy, A., Mani, M. 2014. Evaluation of the indigenous parasitoid *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) for biological control of the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses in India.

-
- Biocontrol Science and Technology. 24, 325-335.
- Prabhaker, N., Toscano, N.C., Perring, T.M., Nuessly, G., Kido, K., Youngman, R.R. 1992. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. J. Econ. Entomol. 85, 1063-1068.
- Salas, J., Mendoza, O. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Florida Entomol. 78, 56-160.
- Stacey, D.L. 1977. Banker plant production of *Encarsia Formosa* Gahan and its use in control of glasshouse whitefly on tomatoes. Plant pathology 26, 63-66.
- Stansly, P.A., Schuster, D.J., Liu, T.X. 1997. Apparent parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) by Aphelinidae (Hymenoptera) on vegetable crops and associated weeds in South Florida. Biological Control. 9, 49-57.
- van Lenteren, J.C., Woets, J. 1988. Biological and intergrated pest control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33, 239-269.
- Wagner, T.L. 1995. Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B(H) on cotton. Environ. Entomol. 24, 1179-1188.
- Xiao, Y., Chen, J., Cantliffe, D., Mckenzie, C., Houben, K., Osborne, L.S. 2011. Establishment of papaya banker plant system for parasitoid, *Encarsia Sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouse tomato production. Biological control 58, 239-247.