

가지에서 끈끈이트랩을 이용한 담배가루이 방제효과*

김주*** · 최인영** · 이장호** · 김주희** · 임주락** · 정성수** · 김진호**

Control Effects of *Bemisia tabaci* on Eggplant using Sticky TrapKim, Ju · Choi, In-Young · Lee, Jang-Ho · Kim, Ju-Hee ·
Lim, Joo-Rag · Cheong, Seong-Soo · Kim, Jin-Ho

This experiment was conducted to develop control method for *Bemisia tabaci* (Gennadius) on eggplant using sticky trap method. According to the color of the sticky traps, the attractiveness of the *B. tabaci* was the highest in the yellow trap, followed by the green and orange. However, white, blue, red, black and green sticky traps have reduced attractiveness of *B. tabaci*. In order to improve the efficiency and attractiveness of sticky trap to the *B. tabaci*, the different kinds of sugars such as glucose, fructose, oligosaccharide, starch syrup and pure sugar were added to sticky traps respectively. However, the effect of *B. tabaci* attractiveness was low in starch syrup, pure sugar, and non-treated sticky traps. The attracting effect of *B. tabaci* was depending on the location of sticky trap. The highest value was obtained where sticky traps were located in the top of the eggplant, followed by 30 cm above from the top level. In addition, we were installed up to 40 sticky traps to determine the optimal amount of sticky traps to control *B. tabaci* in eggplant. When increasing the sticky traps, the number of adult and nymphs of *B. tabaci* were tended to be decreased significantly. This tendency was more effective in the latter stages than in the early stages. As the number of sticky traps increased, not only the growth rate of eggplant, leaf length, and stem diameter were to be better. But also number of fruits and product marketable value were increased at the early stage of growing as well. The study had proven that the sticky traps had an effect on increasing the yield at the early stage of growth, but the efficiency of controlling decreased due to the high density of *B. tabaci* of the next generation.

Key words : *Bemisia tabaci*, control, *Solanum melongena*, Sticky trap

* 본 연구결과는 전라북도농업기술원 농사시험연구사업의 지원에 의해 수행됨.

** 전라북도농업기술원

*** Corresponding author, 전라북도농업기술원 기후변화대응과(kimju5931@korea.kr)

I. 서 론

가지(*Solanum melongena* L.)는 가지과(Solanaceae) 작물로 인도가 원산이며, 한국, 중국, 일본, 인도 등의 아시아 국가에서 재배되고 있다. 가지의 영양 가치는 작으나, 탄수화물 중에서 환원당이 풍부하고, 항암 성분인 안토시아닌과 항산화 성분인 폴리페놀이 다량 함유된 채소로 열을 낮추어 잇몸이나 구강염증 치료에 좋고, 고혈압과 동맥경화 예방에 사용된다(Kim et al., 2001). 우리나라에서는 주로 나물용으로 쓰이며, 튀김, 불고기, 생채 및 김치 등에 이용하고 있고, 일본의 경우 둥근 가지는 생채나 샐러드용으로, 긴 것은 주로 절임용으로 이용하고 있으며, 튀김으로 일부 사용된다. 우리나라 가지 재배면적은 2000년에 1,000 h 가 약간 넘었으나 2015년에 약 731 ha로 감소하였다. 단위 면적당 수량은 2000년에 약 3톤/10 a에서 2015년에 약 4.6톤/10a로 약 50% 증가하였다. 총 생산량은 2015년에 33,483톤 이었다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2015).

국내 보고된 가지의 문제 해충으로는 점박이용애(*Tetranychus urticae*), 차먼지용애(*Polypogonotarsus latus*), 오이총채벌레(*Thrips palmi*), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 파리허리노린재(*Acanthocoris sordidus*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*), 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*), 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*), 담배나방(*Helicoverpa assulta*), 파밤나방(*Spodoptera exigua*), 아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii*), 담배가루이(*Bemisia tabaci*) 등이다(Rural Development Administration, 2013). 특히, 담배가루이(Hemiptera: Aleyrodidae)는 매미목(Homoptera)에 속하며, 600여 종의 농작물, 잡초 등에 피해를 주는 가루이과 미소해충이다(Perring et al., 1993). 담배가루이의 피해증상은 성충 및 유충이 잎 뒷면에 기생하여 식물체의 즙액을 흡즙하므로 작물 생육억제, 잎의 퇴색위축 및 낙엽, 수량감소 등의 피해를 주며, 과실은 착색이 불규칙하게 된다. 유충이 배설하는 감로는 식물에 그을음병을 유발시킬 뿐만 아니라 정상적인 광합성을 저해하여 과실의 수량에도 영향을 준다(Byrne, 1999). 또한 담배가루이는 바이러스의 중요한 매개충으로 여러 종류의 바이러스병을 매개하는데, 가장 문제시되는 바이러스는 TYLCV (tomato yellow leaf curl virus)이다(Kim et al., 2000).

담배가루이 생물적방제로는 천적인 황온좀벌(*Eretmocerus erimicus*), 담배장님노린재(*Nesiodiocris tenuis*), 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 담배가루이좀벌(*Eretmocerus mundus*) 등을 대량 증식하여 이용하는 방법(Alomar et al., 2006; Stansly et al., 2005)이 확립되어 세계적으로 20여 국가에서 실용화되고 있다. 또한, 가루이는 황색에 잘 유인되기 때문에 황색끈끈이트랩을 이용하여 성충 밀도를 조사하고, 성충을 포획하여 밀도를 억제하는 물리적 방법에 이용되기도 한다(Kim et al., 2000). 유기농 방제기술의 하나로 활용되고 있는 끈끈이트랩은 청색을 이용하여 대만총채벌레를 방제하며(Seo et al., 2006), 황색을 이용하여 온실가루이를 유인하는데 사용된다(Yokoyama et al., 2000). 또한, 방울토마토 재배에서 황색끈끈이트랩에 채집된 온실가루이 밀도와 포장 발생 밀도에는 상관관계가 높아 온실가루이

예찰 장비로도 사용된다(Kim et al., 1999). 토마토의 경우 가루이류의 밀도억제를 위하여 황색끈끈이트랩을 설치할 때 생육초기 담배가루이 발생밀도 억제효과가 있으며(Park et al., 2012), 아메리카잎굴파리 방제에 활용되는 끈끈이트랩은 설치 높이를 작물과 같은 높이에 설치해야 좋은 유인효과를 얻을 수 있다(Song et al., 2000).

따라서 본 연구는 끈끈이트랩을 이용하여 가지에 발생하는 담배가루이를 방제하고자 담배가루이 유인을 위한 효율적인 끈끈이트랩을 선발하고 선발된 끈끈이트랩을 이용하여 담배가루이 방제효과를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 끈끈이트랩 선발

2011년 7월에 가지 ‘흑미’를 조간거리 180 cm, 주간 거리 30 cm로 정식하고 2본 유인하여 재배하였다. 끈끈이트랩 선발은 기존연구에서 시도되지 않은 주황, 녹색, 백색, 청색, 적색, 연두, 흑색과 농가에서 주로 사용하는 황색 색상지를 임의로 구입하여 제작하였다. 끈끈이트랩 선발은 가지의 정단부에 끈끈이트랩을 설치하고, 담배가루이 성충이 유인되는 채집량을 조사하여 결정하였다.

또한, 끈끈이트랩에 당류 유인 효과를 조사하기 위하여 글리세린 80%와 포도당, 과당, 올리고당, 물엿, 설탕 등으로 20%를 첨가하여 만든 가당글리세린교를 황색끈끈이트랩에 도포하여 담배가루이 성충이 유인되는 채집량을 조사하였다. 끈끈이트랩 유인 효과 조사에 사용된 당류는 시중에서 구입이 용이하여 농가 활용이 가능한 당류들로 선발하였으며, 색상은 농가에서 사용이 가장 많고, 유럽에서 오래전부터 이미 토마토, 멜론, 거베라 등에서 온실가루이, 담배가루이, 아메리카잎굴파리 관리를 위해 사용해 온 황색끈끈이트랩을 사용하였다(Hoelmer와 Simmons, 2008; Song et al., 2000; Veire와 Vacante, 1984).

끈끈이트랩 설치 위치는 가지의 정단부 30 cm 위, 정단부, 중간부, 지제부 30 cm 위로 구분하여 설치하여 담배가루이 성충 포획량을 조사하였다.

2. 끈끈이트랩 방제효과

끈끈이트랩을 이용하여 담배가루이 밀도 억제 효과를 조사하고자, 가지 10주당 황색끈끈이트랩(15×25 cm, ㈜그린아그로텍)을 1, 3, 5, 10, 20, 40개를 설치하였으며, 대조구로 무처리와 농가의 주요 방제수단인 화학농약(dinotefuran FL, 20%)을 살포하여 방제 효과를 조사하였다.

가지 생육은 정식 28일 후와 49일 후 2회에 걸쳐 초장, 엽장, 엽수, 경경, 절수 등을 조사하였으며, 과일은 전 수확 기간에 걸쳐 과장, 과경, 과중, 과수, 상품률, 수량 등을 조사하였다. 조사된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.2, Cary, NC, USA)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

가지 잎에 발생한 담배가루이 성충과 약충의 발생밀도는 8월 13일, 9월 3일, 10월 1일 등 3회에 걸쳐 상위엽, 중위엽, 하위엽에 발생한 마리수를 조사하였다. 조사한 성충은 엽당 마리, 약충은 4 cm² 안의 엽에 발생한 마리수를 계수하였다. 끈끈이트랩에 포집된 담배가루이 성충 수는 8월 13일, 9월 3일, 10월 1일 등 3회에 걸쳐 농가에서 가장 많이 사용되고 있는 375 cm² (15×25 cm, ㈜그린아그로텍) 안에 채집된 수를 조사하였다.

과일의 특성과 수량은 생육 초기(7.30~9.7.)와 생육 후기(9.8~10.17.)로 나누어 과장, 과경, 과중, 과수, 상품률, 수량 등을 조사하였다.

끈끈이트랩 설치에 따른 경제성 분석은 10 a에 고랑과 휴반면적 20%를 적용하여 1,481주로 산정하고, 끈끈이트랩 설치 수에 따른 주당 수량에 곱하여 10 a당 수량을 계산하였다. 조수익은 10 a당 수량에 kg당 단가 5,006원을 곱하여 산출하였다. kg당 단가는 KAMIS (2014)에 2011년 무농약 가지 10개(1.2 kg 추정) 가격 15,017원을 1 kg으로 환산하고, 도소매 가격 차 비율 40%를 적용하였다. 화학농약 처리 가지의 가격은 2011년 지역별 농산물 소득 자료(RDA, 2012)를 참고하였다. 조수익에서 경영비를 뺀 값을 소득으로 산출하였고, 경영비는 자재비와 노임을 더하였으며, 노임은 2011년 8시간 일일 정부 노임단가 72,415원을 기준으로 산출하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 끈끈이트랩 선발

1) 끈끈이트랩 색상선발

끈끈이트랩의 색상별 담배가루이 유인 효과는 황색트랩에서 유인 효과가 가장 높았고, 다음은 연두색, 주황 순이었다. 그러나 백색, 청색, 적색, 흑색과 녹색의 끈끈이트랩에서는 담배가루이 유인 효과가 떨어졌다. 이는 7월 20일부터 8월 30일까지 조사 시기에 따라서 약간의 차이를 나타냈지만 유사한 결과였다. 따라서 담배가루이 방제를 위한 끈끈이트랩은 황색계열을 사용하는 것이 효율적이었다(Table 1). 이는 Kim 등(2010)과 Park 등(2012)이 담배가루이 유인 효과로 황색>주황>녹색>검정>적색>청색>백색 순이었다는 보고와 일치되는 경향으로 담배가루이와 온실가루이 성충 모두 작물의 어린잎을 선호하는 경향에서 알 수

있는 것처럼 어린잎에는 황색에 가까운 색을 띠기 때문인 것으로 생각된다. 한편, 해충과 작물의 종류에 따라 황색과 흰색의 끈끈이트랩을 선호하는 연구결과도 있다. 딸기재배에서 대만총채벌레의 경우 파란색과 황색 끈끈이트랩이 가장 유인 효과가 좋고 그다음은 흰색이며, 황색 끈끈이트랩이 가장 효율적이라고 제시하는 연구자도 있었다(Seo et al., 2006).

Table 1. Attraction effect of *Bemisia tabaci* according to the colors of sticky trap on eggplant
(No. of *B. tabaci* / 100 cm²)

Colors	7. 20~7. 30.	8. 1~8. 10.	8. 11~8. 20.	8. 21~8. 30.	Mean value
Orange	9.0 c ^z	9.2 c	26.2 c	83.2 c	31.9 c
Green	4.5 cd	4.9 c	17.6 cd	60.8 cd	30.0 cd
Yellow	35.9 a	42.7 a	59.0 a	214.0 a	88.0 a
White	1.8 cd	0.7 c	4.8 e	24.0 d	7.8 d
Blue	2.3 cd	1.1 c	8.7 de	43.2 d	13.8 cd
Red	2.4 cd	3.9 c	13.7 de	46.4 cd	16.6 cd
Yellowish green	23.6 b	23.8 b	42.1 a	155.0 b	61.2 b
Black	1.3 d	4.4 c	15.8 cde	54.4 cd	19.0 cd

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

2) 끈끈이트랩 당류선발

끈끈이트랩 효율성 증진을 위해 글리세린에 첨가한 당 종류별 담배가루이 유인 효과는 포도당과 과당을 첨가한 끈끈이트랩에서 유인 효과가 높았으며, 다음은 올리고당이였다. 그러나 물엿, 설탕, 무처리에서는 담배가루이 유인 효과가 낮았다(Table 2). 이는 담배가루이는 색상뿐만이 아니라 당 종류에 따라 유인되는 개체 수에 차이를 나타낸 것으로 당류는 포도당과 과당을 첨가하는 것이 끈끈이트랩의 효율성 증진에 좋을 것으로 생각된다. 특히, 담배가루이는 흡즙성 곤충으로 끈끈이트랩 색상과 더불어 당 종류를 잘 혼합하면 담배가루이 유인 효율성을 높일 것으로 생각된다.

Table 2. Attraction effect of *Bemisia tabaci* according to added sugar types on sticky trap on eggplant

Sugars	(No. of <i>B. tabaci</i> / 100 cm ²)				Mean Value
	7. 20.~7.30.	8. 1.~8. 10.	8. 11.~8. 20.	8. 21.~8. 30.	
Non-added	16.2 a ^z	46.4 c	72.2 c	278.4 ab	103.3 b
Glucose	20.8 a	112.0 ab	149.2 ab	355.2 a	159.2 a
Fructose	27.0 a	123.0 a	173.2 a	312.9 ab	159.1 a
Oligosaccharides	18.8 a	69.6 c	138.0 ab	281.6 ab	127.0 ab
Starch syrup	19.8 a	79.7 bc	127.2 b	267.2 b	123.5 b
Pure sugar	19.5 a	70.5 c	125.8 b	267.2 b	120.8 b

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$).

3) 끈끈이트랩 설치위치

가지에 높이별로 끈끈이트랩을 설치하여 담배가루이의 유인력을 살펴본 결과 가지 정단부에 설치하였을 때 담배가루이가 유인되는 채집량이 가장 많았고, 다음은 지체부 30 cm 위에서 많았다(Table 3). 이는 담배가루이는 활동 범위가 좁기 때문에 식물 체내에서 이동은 하지만, 중간부위에는 식물체의 이동이 제한되어 있기 때문에 담배가루이의 채집량이 적었던 것으로 생각된다. 따라서 담배가루이 유인 효과를 높이기 위해서는 끈끈이트랩을 가지 정단부와 지체부 30 cm 위를 중심으로 설치하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 일반적으로 담배가루이와 온실가루이 성충과 알은 대부분 작물의 상단부에 주로 서식하지만, 작물에 따라 분포 위치가 다르기도 하다. 토마토의 경우 온실가루이는 작물의 최상층에 가장 많이 분포하는 반면 담배가루이는 작물의 최상층보다 약간 아래층에 가장 많이 분포하여 더 어린잎을 선호하는 것으로 알려져 있다(Armó et al., 2006). 그러나 작물의 기주가 어린 시기에는 하단에도 어린잎이 많기 때문에 끈끈이트랩의 설치위치가 담배가루이와 온실가

Table 3. Attraction effect of *Bemisia tabaci* according to installation location of sticky trap on eggplant

Installation location	(No. of <i>B. tabaci</i> / 100 cm ²)				Mean Value
	7. 20.~7. 30.	8. 1.~8. 10.	8. 11.~8. 20.	8. 21.~8. 30.	
30cm above from top level	7.2 b ^z	21.6 b	55.7 bc	123.2 c	51.9 b
Top level	16.2 a	46.4 a	72.2 a	278.4 a	103.3 a
Middle level	8.4 b	19.2 b	46.7 c	147.2 c	55.4 b
30 cm above from soil surface	18.3 a	39.0 a	66.7 ab	216.0 b	85.0 a

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$).

루이의 유인력에 큰 차이를 가져오지 못하는 경우도 있다(Park et al., 201).

2. 끈끈이트랩 방제효과

1) 가지 생육

담배가루이 방제를 위한 끈끈이트랩 설치량을 구명하기 위하여 끈끈이트랩 설치 수에 따른 가지 생육을 조사한 결과, 정식 28일 후 가지 생육은 화학농약이 다소 좋았으며, 끈끈이트랩 설치량에 따른 가지 생육 차이는 크지 않았다(Table 4). 그러나 정식 49일 후에는 끈끈이트랩 설치 수가 많은 처리에서 초장, 엽장, 절간장 등의 생육이 양호한 경향을 보였다. 이는 끈끈이트랩이 담배가루이 발생밀도 억제 효과가 있고, 끈끈이트랩 설치 수가 많을수록 담배가루이 발생밀도 억제 효과가 높아 가지 생육이 좋았던 것으로 생각된다.

Table 4. The growth effects on eggplant due to the number of sticky trap for controlling of *Bemisia tabaci*

No. of sticky trap /10 plants	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Internode number (no.)	Stem diameter (mm)
Transplanting after 28 days				
Non treatment	71.7 ab ^z	26.6 a	4.3 ab	8.1 ab
1	66.4 ab	26.3 a	3.8 b	8.2 ab
3	63.3 b	27.1 a	4.6 ab	8.4 a
5	71.8 ab	25.8 a	4.8 a	8.6 a
10	68.1 ab	25.4 a	4.3 ab	7.9 ab
20	69.2 ab	25.3 a	4.6 ab	7.3 b
40	69.6 ab	26.9 a	4.6 ab	7.9 ab
Chemical control	72.8 a	27.0 a	4.9 a	8.0 ab
Transplanting after 49 days				
Non treatment	136.4 cd	27.3 bc	10.0 ab	6.5 bc
1	132.2 d	25.2 bcd	9.0 c	6.7 bc
3	140.0 bc	24.3 d	10.0 ab	7.1 bc
5	141.3 bc	25.0 cd	9.7 bc	6.2 c
10	144.3 b	24.3 d	10.0 ab	6.5 bc
20	147.0 b	29.7 a	10.7 a	7.2 b
40	154.4 a	27.3 bc	10.2 ab	8.3 a
Chemical control	157.1 a	27.7 ab	10.4 ab	8.6 a

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

2) 담배가루이 성충 방제효과

끈끈이트랩 설치 개수(개/10주)에 따른 담배가루이 성충의 발생을 조사한 결과 Table 5와 같다. 끈끈이트랩 설치 수가 증가할수록 가지 잎에 발생하는 담배가루이 성충 발생밀도는 현저히 감소하는 경향이였다. 이러한 경향은 8월 13일과 10월 1일 조사보다 9월 3일 조사에서 가지 잎에 발생하는 담배가루이 성충의 발생밀도는 뚜렷하게 감소하였다.

끈끈이트랩 설치개수에 따른 담배가루이 성충의 방제효과는 끈끈이트랩을 가지 10주당 40, 20, 10, 3개 설치하였을 때 각각 40.9, 35.3, 32.3, 13.9%이었다. 이는 약제처리구에서 담배가루이 성충의 방제 효과 95.5%와는 차이가 많지만, 담배가루이 방제에 효율적인 유기농업 자재가 없는 실정에서 끈끈이트랩은 담배가루이 발생밀도를 낮추기 위한 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 5. Attraction effect of *Bemisia tabaci* adults according to the number of sticky trap on eggplant (No. of *B. tabaci* / leaf)

No. of sticky trap /10 plants	8. 13.	9. 3.	10. 1.	Mean Value
0	4.2 ab ²	46.3 ab	50.6 a	33.7 a
1	4.0 abc	51.8 a	52.0 a	35.9 a
3	4.6 a	34.7 bc	47.8 ab	29.0 ab
5	3.7 abc	40.0 abc	49.0 ab	30.9 a
10	3.2 abc	20.9 de	44.4 bc	22.8 ab
20	2.5 c	18.1 cd	44.7 bc	21.8 ab
40	3.0 bc	14.1 e	42.5 c	19.9 ab
Chemical control	0.6 d	1.6 f	2.4 d	1.5 b

² Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

3) 담배가루이 약충 방제효과

끈끈이트랩 설치 개수(개/10주)에 따른 담배가루이 약충의 발생을 조사한 결과 Table 6과 같다. 끈끈이트랩 설치 수가 증가할수록 가지 잎의 담배가루이 약충 발생밀도는 감소하는 경향이였다. 8월 13일에는 담배가루이 약충의 발생밀도가 없었으나 9월 3일 이후에는 가지 생육이 진행됨에 따라 담배가루이 약충의 발생량도 증가하였고, 끈끈이트랩 설치 수가 많을수록 가지 잎에 발생하는 담배가루이 약충의 발생밀도도 감소하였다. 그러나 10월 1일 조사에서는 처리 간 담배가루이 약충의 발생밀도 차이가 줄어들었고, 통계적 유의성도 없었다. 이는 끈끈이트랩에 의한 담배가루이 약충의 발생밀도 억제 효과는 10월 1일 조사에서는 크지 않았지만 9월 3일 조사에서는 밀도억제 효과가 뚜렷하였다.

Table 6. Attraction effect of *Bemisia tabaci* nymphs according to the number of sticky trap on eggplant
(No. of *B. tabaci* / 4 cm²)

No. of sticky trap /10 plants	8. 13.	9. 3.	10. 1.	Mean Value
0	0.0 a ^z	228.9 a	209.8 a	146.2 a
1	0.0 a	168.7 b	211.2 a	126.6 ab
3	0.0 a	116.4 c	205.9 a	107.4 ab
5	0.0 a	96.4 cd	204.4 a	100.3 ab
10	0.3 a	73.3 d	202.2 a	91.9 ab
20	0.0 a	72.6 d	197.6 a	90.1 ab
40	0.0 a	71.0 d	187.9 a	86.3 ab
Chemical control	0.0 a	0.7 e	0.8 b	0.5 b

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

끈끈이트랩 설치 개수에 따른 담배가루이 약충의 방제 효과는 끈끈이트랩을 가지 10주 당 40개, 20개, 10개, 3개 설치하였을 때 각각 40.9, 38.3, 37.1, 26.5%이었다. 이는 약제처리 구에서 담배가루이 약충의 방제 효과 99.6%와는 차이가 많지만, 토마토재배 온실에서 끈끈이트랩에 대한 가루이류 발생 밀도는 무처리에 비해 3분의 1이하로 낮게 나타났다고 보고한 결과와 같은 경향이었다(Park et al., 2012).

4) 끈끈이트랩에 채집된 담배가루이 성충수

끈끈이트랩 25 cm²당 채집된 담배가루이 성충 수를 조사한 결과 Table 7과 같다. 끈끈이트

Table 7. Presence of adults *Bemisia tabaci* on eggplant according to the number of sticky trap
(No. of *B. tabaci* / 375 cm²)

No. of sticky trap /10 plants	8. 13.	9. 3.	10. 1.	Mean Value
1	42.1 a ^z	1,160.0 a	1,284.4 a	828.8 a
3	27.3 ab	875.0 b	1013.8 b	638.7 a
5	22.2 bc	870.0 b	976.0 b	622.7 ab
10	18.5 bcd	535.0 c	697.6 c	417.0 bc
20	6.6 cd	460.0 c	578.4 cd	348.3 cd
40	3.0 d	205.0 d	407.6 d	205.2 d

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

랩 설치 개수가 증가할수록 담배가루이 총 채집량은 증가하였다. 즉, 끈끈이트랩을 1개 설치했을 때보다 10개 설치했을 때 5.1배, 20개 설치했을 때 8.4배, 40개 설치했을 때 9.9배 담배가루이 총 채집량은 증가하였다. 그러나 트랩당(15×25 cm) 포획된 담배가루이 채집량은 감소하는 경향이였다. 즉, 끈끈이트랩을 1개 설치했을 때보다 10개 설치했을 때 50.3%, 20개 설치했을 때 42.0%, 40개 설치했을 때 24.7% 수준으로 트랩당 담배가루이 채집량이 감소하였다.

5) 가지 생육 및 수량

끈끈이트랩 설치 개수(개/10주)에 따른 가지 과장과 과경, 과중은 끈끈이트랩 3개 이상 설치했을 때, 약제처리구와 비슷하였다(Table 8). 이는 끈끈이트랩이 담배가루이 발생밀도 억제 효과가 있고, 끈끈이트랩 설치 수가 많을수록 담배가루이 발생밀도 억제 효과가 높아 가지의 과일 특성이 양호한 것으로 생각된다.

Table 8. Yield and fruit characteristics of eggplant at different harvesting stages according to the number of sticky trap

No. of sticky trap /10 plants	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Fruit number (no.)	Ratio of marketable production (%)	Yield (g/plant)
Early stage of harvest (7. 30.~9. 7.)						
0	18.7 a ^z	43.5 b	113.4 b	3.2 c	65.5	365.6 d
1	19.0 a	45.7 ab	126.0 ab	3.8 c	70.6	476.0 cd
3	18.9 a	48.7 a	135.5 a	4.1 c	70.3	557.1 bc
5	19.6 a	47.5 a	138.5 a	4.3 bc	66.7	600.1 bc
10	18.7 a	48.7 a	139.2 a	4.6 bc	68.3	634.3 bc
20	20.0 a	46.2 ab	141.0 a	4.7 bc	76.2	658.2 bc
40	19.6 a	46.5 ab	131.5 ab	5.4 ab	73.5	715.8 b
Chemical control	20.1 a	47.0 a	137.2 a	6.7 a	88.3	914.3 a
Later stage of harvest (9. 8.~10. 17.)						
0	18.4 a	43.3 c	108.7 b	4.8 b	60.4	519.4 b
1	18.3 a	44.8 bc	119.8 ab	5.2 b	63.8	625.7 b
3	18.8 a	49.3 a	135.9 a	5.6 b	68.0	755.2 b
5	19.7 a	47.4 ab	135.3 a	5.3 b	64.6	721.6 b
10	18.3 a	48.0 ab	134.9 a	5.8 b	61.5	779.3 b

No. of sticky trap /10 plants	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Fruit number (no.)	Ratio of marketable production (%)	Yield (g/plant)
20	19.2 a	46.2 ab	132.4 a	6.0 b	68.5	794.4 b
40	19.4 a	46.4 ab	130.6 a	5.9 b	73.6	768.9 b
Chemical control	19.1 a	46.8 ab	130.7 a	12.0 a	85.2	1568.3 a

^z Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

생육 초기 가지 수량은 끈끈이트랩 수가 증가함에 따라 과수와 수량이 증가하였고, 화학농약 대비 52~78% 수준을 나타냈다. 또한, 상품률도 끈끈이트랩 설치 수가 많은 20개와 40개에서는 각각 76.2%, 73.5%로 높은 경향을 보였다. 그러나 생육 후기에는 화학농약 대비 과수와 수량이 현저히 떨어졌고, 39~49% 수준의 수량을 나타냈다. 따라서 가지 생육 초기에는 끈끈이트랩 설치가 담배가루이 발생밀도 억제와 수량 및 품질향상에 효과가 있지만, 생육 후기에는 담배가루이의 발생밀도가 생육 초기에 비해 훨씬 증가하여 끈끈이트랩을 이용한 담배가루이 발생밀도 억제 효과가 낮아 수량 및 품질향상에 미치는 영향이 적은 것으로 생각된다.

6) 경제성 분석

끈끈이트랩 설치 수에 따른 경제성 분석한 결과 끈끈이트랩 수가 증가할수록 수량이 증가하였다. 특히 가장 많이 설치한 40개의 경우 수량이 무처리 대비 1.68배 증가하였으며, 화학농약 대비 59.8% 수준이었다. 그러나 끈끈이트랩 설치 수가 많을수록 조수익은 높지만 농자재의 비용이 증가하여 순소득이 줄어들었다. 따라서 조수익에서 경영비를 뺀 순소득은 끈끈이트랩 설치 개수가 10주당 3개일 때 무처리 대비 1.4배, 화학농약 대비 1.5배 높은 경제성을 나타냈다(Table 9).

이상의 결과를 종합해 볼 때 끈끈이트랩은 담배가루이 발생밀도를 억제하는 효과가 있으며, 특히 생육 초기에는 담배가루이 발생밀도 억제 및 가지 수량 증수 효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 작물의 유효기에 담배가루이를 방제하는 것이 이후 재배 기간 담배가루이 밀도에 크게 영향을 미치기 때문에 유효기 방제에 끈끈이트랩을 이용하는 것이 매우 유용할 것으로 생각된다. 특히 농약 사용을 하지 못하여 적절한 방제방법이 부족한 가지 유기재배 농가에서는 끈끈이트랩을 친환경 자재 등과 함께 사용할 경우 주요 방제수단으로 활용가치가 높을 것으로 생각된다.

Table 9. Comparison of economic efficiency according to the number of sticky trap on eggplant

Treatment interval (days)	Yield (kg/10 a)	Gross income (1,000 won/10 a)	Operating cost (1,000 won/10 a)			Income (1,000 won/10 a)
			Materials	Labor	Total	
Non treatment	1,311 ^z	6,563 ^y	0 ^w	0 ^u	0	6,563
1	1,632	8,170	165	22	187	7,983
3	1,944	9,732	495	65	560	9,172
5	1,957	9,797	824	109	933	8,864
10	2,094	10,482	1,649	224	1,873	8,609
20	2,151	10,768	3,297	449	3,746	7,023
40	2,199	11,008	6,595	891	7,486	3,522
Chemical control	3,677	6,380 ^x	83 ^v	217 ^t	300	6,080

^z Yield/one plant×plant numbers/10 a [1,481 plants=1,000 m²/(1.8×0.3 m)×80%].

^y Yield/10 a×price/kg (5,006 won)=15,017 won/1.2 kg (10 numbers)×0.83 (1kg price)×40%, 40% is wholesale price divide by retail price.

^x Yield/10 a×price/kg (1,735 won)=1,735 won/kg (2011 agricultural income data by region).

^w Trap costs=557 won/trap (unit price)×trap number (double installation).

^v Pesticide price=3 times×27,500 won/bottle (dinotefuran).

^u Trap installation wages=number of people/day×72,415 won/day (working cost in 2011 is 72,415 won).

^t Pesticide spreading wage=3 times×72,415 won/day (working cost in 2011 is 72,415 won).

IV. 적 요

본 연구는 가지에서 끈끈이트랩을 이용한 담배가루이 방제방법을 찾아보고자 수행하였다. 끈끈이트랩의 색상별 담배가루이 유인 효과는 황색트랩에서 유인 효과가 가장 높았고, 다음은 연두색, 주황 순이었다. 그러나 백색, 청색, 적색, 흑색과 녹색의 끈끈이트랩에서는 담배가루이 유인 효과가 떨어졌다. 끈끈이트랩 효율성 증진을 위해 글리세린에 첨가한 당 종류별 담배가루이 유인 효과는 포도당과 과당을 첨가한 끈끈이트랩에서 유인 효과가 높았으며, 다음은 올리고당이였다. 그러나 물엿, 설탕, 무처리에서는 담배가루이 유인 효과가 낮았다. 끈끈이트랩의 설치 위치에 따른 담배가루이 유인 효과는 가지 정단부에 설치하는 방법이 담배가루이가 유인되는 채집량이 가장 많았고, 다음은 지제부 30 cm 위에서 다음으로 많았다.

또한, 끈끈이트랩을 이용한 가지 담배가루이 방제 시 최적 설치량을 구명하기 위하여 끈끈이트랩을 1~40개까지 설치하고 담배가루이 발생밀도 및 수량을 조사하였다. 끈끈이트랩

설치 개수에 따른 담배가루이 유인효과는 끈끈이트랩 설치 수가 증가할수록 가지 잎의 담배가루이 성충 및 약충 발생밀도는 현저히 감소하는 경향이었다. 끈끈이트랩 설치 개수에 따른 가지 생육상황은 끈끈이트랩 설치 수가 증가할수록 가지 초장, 엽장, 절수 등의 생육이 양호한 경향이었다. 가지 수확 시기별로는 생육 초기에 수량 및 과 특성은 끈끈이트랩 수가 증가할수록 과수, 상품률 등이 증가한 경향이었으나 생육 후기에는 통계적인 유의성이 없었다. 따라서 끈끈이트랩은 생육 초기 담배가루이 발생밀도를 억제하는 효과가 있는 것으로 판단되었다.

[Submitted, August. 11, 2017 ; Revised, September. 20, 2017 ; Accepted, September. 28, 2017]

References

1. Alomar, O., J. Riudavets, and C. Castane. 2006. *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse melons. *Biol. Control* 36: 154-162.
2. Arnó, J., R. Albajes, and R. Gabarra. 2006. Within-plant distribution and sampling of single and mixed infestations of *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) in winter tomato crops. *J. Econ. Entomol.* 99: 331-340.
3. Byrne, D. N. 1999. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Agri. Forest Meteorol.* 97: 309-316.
4. Hoelmer, K. A. and A. M. Simmons. 2008. Yellow sticky trap catches of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in vegetable crops and their relationship to in-field populations. *Environ. Entomol.* 37:391-399.
5. KAMIS. 2014. www.kamis.co.kr.
6. Kim, C. S., J. P. Lee, J. H. Song, E. K. Lim, S. J. Chung, S. Y. Ha, and B. J. Moon. 2001. Gray mold rot eggplant caused by *Botrytis cinerea* in greenhouse. *Korean J. Life Sci.* 11: 242-217.
7. Kim, J., J. R. Lim, S. G. Lee, S. H. Park, S. S. Jung, D. C. Choi, and C. Y. Hwang. 2010. Attractive effect of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) by sticky trap. *Korean Society Appl. Entomol*, p. 213. Proceedings Annual Conference Korean Society of Applied Entomology. May. 13-15. Jinju. Korea.
8. Kim, J. K., J. J. Park, C. H. Pak, H. S. Park, and K. J. Cho. 1999. Implementation of yellow

- stick trap for management of greenhouse whitefly in cherry tomato greenhouse. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40: 549-553.
9. Kim, K. H., Y. S. Lee, I. H. Lee, and K. S. Ahn. 2000. Susceptibility of exotic pest, *Bemisia tabaci*. Korean J. Pestic. Sci. 4: 51-58.
 10. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. Statistics of cultivation and production of industrial crops in 2011. Sejong: Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
 11. Park, J. H., S. J. Hong, E. J. Han, and C. K. Shim. 2012. Effect of yellow sticky trap for controlling whitefly on tomato cultivated in greenhouse. Korean J. Organic Agri. 20: 643-654.
 12. Perring, T. M., A. D. Cooper, R. J. Rodriguez, C. A. Farrar, and T. S. Bellow. 1993. Identification of a whitefly species by genetic and behavioral studies, Science 259: 74-77.
 13. RDA. 2012. Income data on agricultural products according to local area. p. 41.
 14. Seo, M. J., S. J. Kim, E. J. Kang, M. K. Kang, Y. M. Yu, M. H. Nam, S. G. Jeong, and Y. N. Youn. 2006. Attraction of the garden thrips, *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae), to colored sticky cards in a Nonsan strawberry greenhouse. Korean J. Appl. Entomol. 45: 37-43.
 15. Song, J. H., S. H. Kang, and M. K. Lee. 2000. Diel flight activity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) and Heights of yellow sticky traps in gerbera. Korean J. Appl. Entomol. 39: 153-156.
 16. Stansly, P. A., J. Calvo and A. Urbaneja. 2005. Release rates for control of *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. Biol. Control. 35: 124-133.
 17. Van de Veire, M. and V. Vacante. 1984. Greenhouse whitefly control through the combined use of the colour attraction system with the parasite wasp *Encarsia formosa* [Hym: Aphelinidae]. BioControl. 29: 303-310.
 18. Yokoyama Toyonori, Matsuura Makoto, and Aoki Shouhei. 2000. キュウリ栽培施設における害虫の生態学的研究 : 第2報 半促成栽培及び抑制栽培において青色および黄色の粘着テープに誘殺された害虫および他の昆虫. The Bulletin of the Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University. 11: 23-29.