Original article KOREAN JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

한국응용곤충학회지
Korean J. Appl. Entomol. 54(4): 311-316 (2015)
DOI: http://dx.doi.org/10.5656/KSAE.2015.08.0.029

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

트랩식물로써 토마토에 대한 가지의 담배가루이 유인효과

최용석* · 서정학 · 황인수 · 김경제[1] · 최병렬[2] · 정태우[3]
충남농업기술원 농업환경과, [1]충남농업기술원 과채연구소, [2]농촌진흥청, [3]태안군농업기술센터

Effects of Egg-plant as a Trap Plant Attracting *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) Adults Available on Tomato Greenhouses

Yong-Seok Choi*, Jeong-Hak Seo, In-Su Whang, Gyung-Je Kim[1], Byeong-Ryeol Choi[2] and Tae-Woo Jeong[3]
Bioenvironmental Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan, 32418, Republic of Korea
[1]Fruit Vegetables Research Institute, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Buyeo, 33119, Republic of Korea
[2]Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration(RDA), Wanju 55365, Republic Korea
[3]Taean-gun Agriculture technical center, Taean, 32150, Republic of Korea

ABSTRACT: This study was performed to ascertain the potential of egg plant for use as a trap plant to attract *Bemisia tabaci* adults compared to that of tomato. Choice tests were conducted to compare the preference of *B. tabaci* adults to horseweed, egg-plant, cucumber, and tomato. *B. tabaci* adults were found to be more sensitive to visual cues than to odor cues, and they preferred the egg-plant and cucumber to horseweed. The attraction rates of the egg-plant and cucumber to *B. tabaci* adults were 82.3% and 82.5% respectively, compared to that of tomato. Because egg-plants are easier to manage compared to cucumber, we excluded cucumber from subsequent experiment. The attraction rate of egg-plant to *B. tabaci* adults was >90% when the height of egg-plant was equal or more than that of the tomato plant.

Key words: *Bemisia tabaci*, Tomato, Behavioral response, Trap plant, Egg-plant

초 록: 본 연구는 토마토에 대하여 가지가 트랩식물로써 담배가루이를 효과적으로 유인할 수 있을지에 대한 잠재성을 평가하였다. 큰망초, 가지, 오이, 토마토에 대한 담배가루이의 선호성을 비교하기 위하여 선택성 조사가 수행되었다. 담배가루이 성충은 후각적인 자극보다는 시각적인 자극에 더 민감함을 보여주었고 큰망초보다는 오이와 가지를 더 선호하였다. 가지와 오이의 담배가루이 유인률은 각각 82.3%와 82.5% 였다. 가지는 오이보다 관리측면에서 더 쉽기 때문에 우리는 본 실험에서 오이를 제외하였다. 담배가루이 성충에 대한 가지의 유인률은 토마토의 초장과 같거나 더 클 때 90% 이상 이었다.

검색어: 담배가루이, 토마토, 행동반응, 트랩식물, 가지

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 전 세계적으로 시설작물에서 문제가 되어 왔으며, 600여종 이상의 기주를 가해하는 흡즙성 해충으로(Perring, 2001) 기주의 선호성과 매개하는 바이러스 등에 따라 24종의 생태형이 보고되어 있다(Bedford et al., 1994). 담배가루이는 식물을 흡즙하여 직접적인 피해를 주거나 간접적으로 배설물인 감로로 인하여 식물 표면에 그을음을 유발하고 100종 이상의 바이러스를 매개하여 시설재배 작물의 상품성과 수량에 영향을 준다(Byrne, 1999; Jones, 2003). 특히, 매개하는 바이러스 중 TYLCV(tomato yellow leaf curl virus)는 전 세계적으로 토마토에 광범위하게 피해를 입히는 바이러스로, 우리나라에서는 2008년 경상남도 통영에서 처음 발견되어 현재 전국적으로 토마토 농가에 피해를 주고 있으며, 담배가루이는 TYLCV의 유일한 매개충으로 알려져 있다(Lee et al., 2010). 또한, 담배가루이는 발생세대 기간이 짧아 살충제 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠른 것으로 알려져 있으며 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계, IGR계, 네오니코티노이드계

***Corresponding author:** yschoi92@korea.kr
Received June 24 2015; **Revised** August 18 2015
Accepted September 4 2015

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.

살충제에 저항성이 발견되었다(Elhag and Horn, 1983; Prabhaker et al., 1992; Dennehy and Wiliams, 1997; Devine et al., 1999; Horowitz et al., 1997).

담배가루이를 방제하기 위해서는 농약살포를 통한 화학적 방제가 일반적이지만, 시설 내에 침입하면 빠르게 피해를 입히고 짧은 세대기간으로 인해 저항성이 발달할 가능성이 높아 방제가 어렵다(Choi, 1990; Devine and Denholm, 1998; Nauen et al., 2002). 이러한 저항성 문제로 인해 미생물농약, 천적, 식물 essential oil, 곤충병원성 곰팡이 등을 통한 생물적 방제방법이 연구되고 있고(Choi and Kim, 2004; Kim et al., 2008; Yoon et al., 2010), 시설토마토에 발생하는 담배가루이 방제를 위하여 해충을 유인하는 트랩식물과 천적보호식물을 이용하는 생물적 방제방법이 연구되어 왔다(Al-Hitty and Sharif, 1987; Al-Musa, 1982; Cohen and Berlinger, 1986). 해충종합관리의 전략으로 트랩식물의 이용은 해충방제 목적을 위해 작물간이나 농지간에 또는 주변 초지에서 가능한 농생태계의 서식지를 조작하는 생태학적 구조의 개념을 가진다(Landis et al., 2000). Hokkanen (1991)은 트랩식물을 "해충의 공격으로부터 주작물을 보호하기 위하여 심겨지는 식물로써 해충이 주작물을 쉽게 탐색하는 것을 막거나 포장내 한쪽 방향으로 밀도를 집중시켜주는 식물"로 정의하였다.

본 실험에서는 이전 연구에서 수행한 담배가루이 성충이 선호하는 식물체의 탐색을 통하여 가장 유인력이 높았던 가지를 대상으로 토마토 재배시 트랩식물로써 이용할 수 있는지에 대한 가능성을 평가하였다. 이전 연구에서 다소 유인력을 보인 오이, 큰망초를 대조로 하여 토마토에 대한 가지의 유인력을 4-choice test와 각각에 대한 2-choice test를 통하여 실험실 내에서 비교하였다. 기주에 대한 담배가루이 성충의 choice test에서 나타낸 행동반응이 일시적인 결과인지 아니면 지속적인 선호성 반응을 나타낼 수 있는지를 확인하기 위하여 3일간 담배가루이 성충의 선호성을 확인하였고 이러한 행동반응이 가지의 생육 차이에 따라 달라질지를 확인하였다.

재료 및 방법

4가지 기주에 대한 담배가루이 성충의 행동반응

후각자극원인 몇가지 기주에 대한 담배가루이 성충의 행동반응을 조사한 이전의 연구(Choi et al., 2014)에서 담배가루이 성충은 토마토보다 큰망초, 가지, 오이 순으로 선택적 반응을 보였기 때문에 본 연구에서는 토마토를 포함한 4가지 기주에 대한 선택적 행동반응을 시각적인 측면에서 재 조사 하였다. 담배가루이 성충의 행동반응은 25 ± 2℃ 와 RH 60 ± 10%를 유지하고 있는 사육실에서 담배가루이 성충 방사 위치로부터 십자형태로 50 cm 떨어진 지점에 각각의 기주를 위치시키고, 반복당 500마리를 방사하였고 3반복 실시하였다. 기주의 위치는 반복 때마다 달리하였으며 암조건에서 24시간 후 그리고 광조건에서 24시간 후 각각의 기주로 유인된 마리수를 조사하는 4-choice test를 수행하였다. 또한 토마토를 기준으로 토마토와 각각의 기주를 조사하는 2-choice test를 수행하였다. 조사방법은 앞의 실험과 동일하게 수행하였고 담배가루이 성충의 방사 마리수는 100마리로 하였다.

가지의 담배가루이 유인효과

위의 실험에서 담배가루이 성충이 24시간 후 가지에 가장 민감한 선호성 반응을 보였기 때문에 이러한 반응의 지속성을 확인하기 위하여 3일간 경과 일수에 따른 담배가루이 성충의 선호성 반응을 조사하였다. 토마토와 가지의 초장을 동일하게 하고 45 × 65 × 55 cm의 아크릴 케이지 후방에 위치시키고, 케이지 입구에서 담배가루이 성충 500마리를 방사한 후 3일간 유지하면서 1일 간격으로 유인된 담배가루이 성충의 마리수를 조사하였다. 또한 가지와 토마토의 생육 차이가 담배가루이 성충의 선호성 반응에 영향을 미칠 것으로 보고 가지와 토마토의 초장을 달리하여 담배가루이 성충의 선호성 반응을 조사하였다. 토마토의 초장을 15 cm로 동일하게 하고 가지의 초장을 5, 15, 25 cm로 달리하였으며, 앞의 실험에서 시간이 경과하면서 두 기주 간 유인수 비교에 차이가 없고 3일 이후부터 담배가루이 성충의 자연감소가 일어나는 것을 고려하여 2차 실험에서는 24시간과 48시간 후 유인수를 비교하였다.

통계분석

4가지 농작물에 대한 암실 반응, 후각계를 이용한 후각반응, 큰망초를 포함한 4가지 기주에 대한 암실과 광실에서의 행동반응은 95% 유의수준에서 One-way ANOVA로 각 실험의 자료에 대한 통계처리를 실시하였고, 최소유의차(LSD-test) 검정을 이용하였다. 토마토와 트랩식물들에 대한 각각의 담배가루이 유인수 비교와 토마토와 가지의 초장차이에 대한 유인수 비교는 독립검정 t-test를 수행하였다. 가지와 토마토의 초장차이에 대하여는 곡선회귀분석을 수행하여 적정 초장차이를 제시하였다. 모든 통계처리를 위해 사용한 프로그램은 SAS(2004)였다.

결과 및 고찰

4가지 기주에 대한 담배가루이 성충의 행동반응

몇가지 기주에 대한 후각자극에 대한 담배가루이 성충의 행동반응에 있어 가지, 오이, 큰망초가 토마토에 비하여 유인률이 높았던 것을 감안하여(Choi et al., 2014) 위의 4가지 기주에 대한 암실과 광실에서의 담배가루이 성충의 행동반응을 조사한 결과, 암실의 경우 가지가 35.8%로 가장 높은 유인력을 보였고, 오이, 큰망초, 토마토 순으로 각각 29.8%, 22.9%, 11.4%의 유인력을 보여 다소 차이를 보였으며(df=3, F=4.467, P=0.040) 이전 연구의 4-choice 후각계를 이용한 실험과는 다소 차이를 보였다. 광실의 경우 오이가 44.3%로 가장 높은 유인력을 보였고 가지, 큰망초, 토마토 순으로 각각 35.6%, 12.2%, 7.9%의 더 큰 차이의 유인력을 보였다(df=3, F=66.599, P<0.001)(Table 1). Kim et al.(2012)과 Jeon et al.(2014)는 담배가루이 성충의 시각반응을 이용한 유인 실험에서 LED 광원을 사용하였고 Kim et al.(2012)은 Blue, Yellow, Green, Red의 순으로 80% 이상 유인효과를 보인 반면 Jeon et al.(2014)은 Yellow, White가 80% 이상의 동일한 유인효과를 보인다 하였다. 이것은 담배가루이가 시각적인 반응에 더 민감하게 반응하는 것을 입증해주며 본 실험에서도 후각반응보다는 시각반응에 민감성을 보였다.

토마토에 대한 각각의 오이, 가지, 큰망초의 2-choice test를 16L:8D의 장일 조건에서 실시한 결과, 가지와 오이가 각각 82.3% (df=4, t=7.719, P=0.002)와 82.5%(df=4, t=14.858, P<0.001)의 높은 유인력 차이를 보인 반면 큰망초는 33.5%(df=4, t=-5.619, P=0.005)로 토마토보다도 낮았고 오히려 토마토에서 66.5%의 유인력을 보였다(Table 2). 이러한 결과로 볼 때 담배가루이 성충은 토마토에 비하여 가지와 오이에 후각적인 반응보다 시각적인 반응에 더 민감하였고 후각반응에서 유인식물로 기대되었던 큰망초는 유인력이 토마토보다 낮은 것으로 조사되었다. 4-choice test와 2-choice test에서 모두 담배가루이는 분명 토마토와 큰망초보다는 가지와 오이를 선호하는 동일한 결과를 보였으며 4-choice test에서 가지와 오이의 유인률이 토마토에 대한 2-choice test를 실시했을 때보다 낮았던 것은 4가지 기주가 동일 공간에 존재할 때에는 기주간 교란에 의한 것으로 판단되었다.

가루이와 관련된 트랩식물에 관한 연구는 요르단, 이라크, 이스라엘에서는 토마토의 유묘기에 담배가루이 성충을 유인방제할 수 있는 트랩식물로써 가지를 추천한(Al-Hitty and Sharif, 1987; Al-Musa, 1982; Cohen and Berlinger, 1986) 이후, 가루이 일종인 *Trialeurodes variabilis* (Quaintance)에 특이적인 기주인 파파야가 천적인 *Encarsia Sophia* (Girault & Dodd)의 기생력을 높이며 또한 담배가루이에 대하여도 기주 특이성이 있음을 밝혀 시설토마토에서 담배가루이 방제를 위하여 천적과 동시에 활용할 수 있음을 밝힌바 있다(Lourencao et al., 2007; Gerling et al., 2001; Antony et al., 2003; Giorgini and Baldanza, 2004; Xiao et al., 2011). 파파야는 열대성 작물로 목본성으로 재배기간이 길고 또한 높은 재배온도가 유지되어야 하는 관리상의 문제가 존재한다. 본 실험에서는 토마토에 발생하는 담배가루이 성충의 유인식물(트랩식물)로써 오이와 가지가 활용가치가 있음을 입증해 주었으나 오이는 넝쿨성으로 재배적인 관

Table 1. Attraction rates of horseweed, cucumber, egg-plant, and tomato to *Bemisia tabaci* adults in dark and lighted rooms at 24 hours (n=500)

Host Plant	Attraction rate of *B. tabaci* adults (%, Mean ± SD)	
	Dark room	Light room
Horseweed	22.9 ± 2.8 ab*	12.2 ± 2.3 a
Cucumber	29.8 ± 12.5 ab	44.3 ± 5.0 b
Egg-plant	35.8 ± 8.5 b	35.6 ± 5.2 b
Tomato	11.4 ± 7.7 a	7.9 ± 0.2 a

* The same letters in each column denote that the means are not significantly different (LSD -test)

Table 2. Attraction rates of horseweed, cucumber, and egg-plant to *Bemisia tabaci* adults in a lighted room at 24 hours compared to that of tomato (n=100)

	Host plant (%, Mean ± SD)		
	Cucumber	Egg-plant	Horseweed
Attraction rate compared to tomato	82.5 ± 10.3	82.3 ± 5.3	33.5 ± 7.2
T-test to tomato	F=0, t=7.719, P=0.002	F=0, t=14.585, P<0.001	F=0, t=5.619, P=0.005

리문제가 발생할 수 있고 토마토 유묘기에 한시적으로 사용이 가능하다는 단점이 있어서 정식 후에는 사용이 불가능 할 것으로 판단되기 때문에 우리나라에서는 가지가 트랩식물로써 가장 적당할 것으로 판단되었다.

가지의 담배가루이 유인효과

토마토에 대한 가지의 유인력에 대한 지속성 조사에서는 동일 초장의 토마토와 가지를 담배가루이 성충 방사 이후 3일동안 1일 간격으로 조사한 결과, 3일 내내 토마토보다 가지에서 밀도가 월등히 높았다(3일 후, df=16, t=-24.260, P<0.001)(Fig. 1).

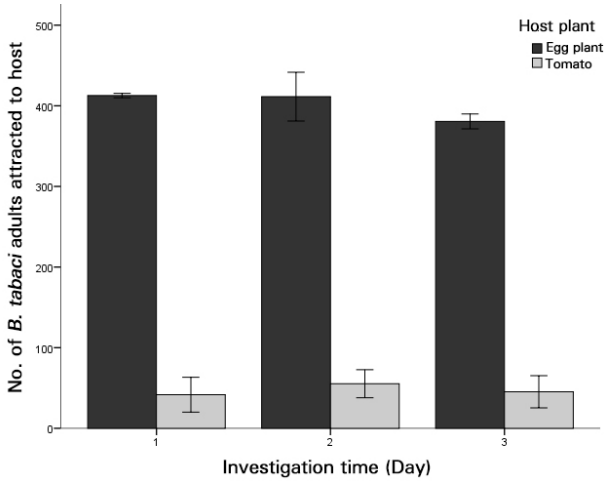

Fig. 1. Number of *Bemisia tabaci* adults attracted to the egg-plants and tomato plants in the course of 3 days (P = 0.05).

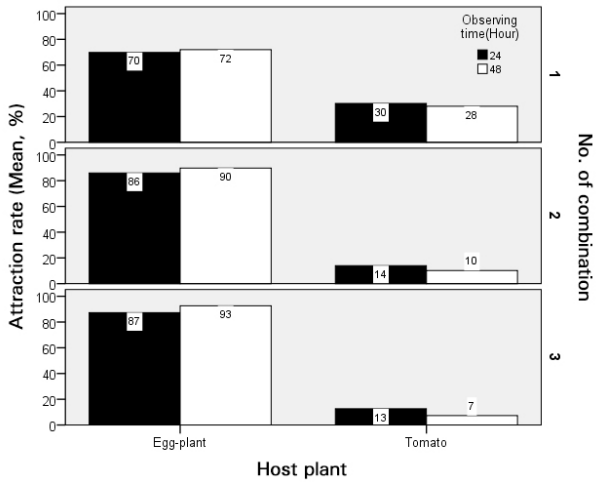

Fig. 2. Attraction rates of egg-plants and tomatos to *Bemisia tabaci* adults in different combinations. * Combination with respect to the height of the egg-plant compared to the tomato plant (1, egg-plant 50 mm and tomato 150 mm; 2, egg-plant 150 mm and tomato 150 mm; 3, egg-plant 250 mm and tomato 150 mm).

또한 가지의 초장을 달리하여 2일간 조사한 결과, 가지가 토마토보다 작았을 때(가지 50 mm, 토마토 150 mm) 가지에서의 담배가루이 유인률은 24시간과 48시간에 각각 70%와 72% 였으나, 가지가 토마토와 동일한 초장(가지 150 mm, 토마토 150 mm)과 가지가 토마토보다 큰 초장(가지 250 mm, 토마토 150 mm)에서는 48시간 조사에서 모두 90% 이상의 유인률을 보였다(Fig. 2). 가지가 트랩식물로 활용될 경우 담배가루이 성충의 유인력을 최대한 높일 수 있는 수준의 정도를 입증하기 위하여 2차곡선 회귀분석과 S곡선 회귀분석을 실시한 결과는 Fig. 3과 같다. S곡선이 2차곡선 보다 더 적합도가 높았다.

토마토에서 담배가루이는 흡즙에 의한 식물체 약화와 배설물에 의한 그을음 증상을 유발하는 직접적인 피해를 줄 뿐만 아니라 TYLCV를 매개하여 간접적인 피해가 더 큰 해충이며, 짧은 발육세대로 인한 저항성 발현 문제 등으로 살충제의 사용에도 불구하고 방제가 쉽지 않은 해충이다. 이러한 해충의 관리를 위해서는 근본적인 관리대책이 필요하며 종합 해충관리 전략이 선행되어야 한다. 위의 결과는 토마토 시설재배에 있어 발생하는 담배가루이를 트랩식물로 유인하여 밀도를 집중시킴으로써 방제를 쉽게 하기 위한 전략으로 트랩식물에 대한 담배가루이의 후각적, 시각적 행동반응을 통한 기주의 선호성을 조사하고 최종적으로 선발한 가지의 유인률을 높일 수 있는 토마토와 비교한 가지의 적정 초장의 정도를 조사하였다. 이전의 연구에서 우리는 가지가 토마토에서 발생하는 담배가루이 성충의 트랩식물로써 그 가치를 판단한바 있으나 보다 효과적으로 담배가루이 성충을 유인할 수 있는 방법적 제시는 없었다(Choi et al., 2014). 트랩식물인 가지가 토마토보다 초장이 같거나 더 큰 상태에서 담배가루이가 가지로 더 잘 유인되다는 것은 담배가

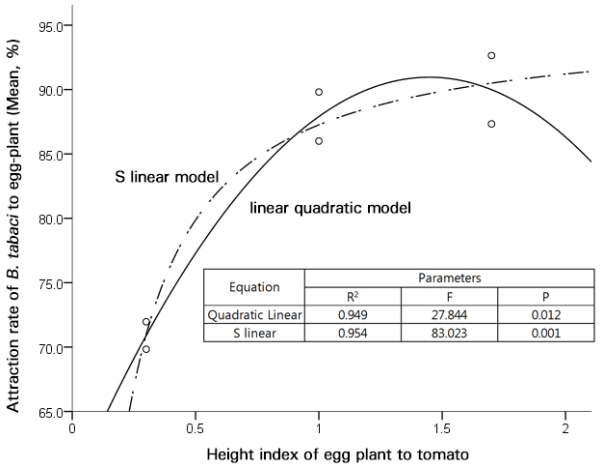

Fig. 3. Quadratic linear and S-linear regression curves for the height index of the egg-plant compared to the tomato plant.

루이가 후각적인 반응보다는 시각적인 반응에 더 민감하게 반응한다는 결과를 더 잘 설명해 주었다. 따라서, 시설토마토에서 가지를 트랩식물로 활용시 가지는 토마토보다 높게 설치되어야 할 것이다. 하지만 가지와 토마토의 영양생리적인 부분에 있어서는 검토된 바가 없기 때문에 추후 이와 관련된 추가적인 연구가 추진되어야 할 것으로 판단된다.

사 사

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

Literature Cited

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.

Bedford, I.D., Briddon, R.W., Brown, J.K., Rosell, R.C., Markham, P.G., 1994. Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) from different geographic regions. Ann. Appl. Biol. 125, 311-325.

Blua, M.J., Toscano, N., 1994. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) development and honeydew production as an function of cotton nirtogen status. Environ. Entomol. 23, 317-321.

Brown, J.K., Frohilch, D.R., Rosell, R.C., 1995. The sweetpotato/silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* genn, or a species complex? Ann. Rev. Entomol. 40, 511-534.

Butcher, M.R., Penman, D.R., Scott, R.R., 1989. The relationship between two-spotted spider mite and strawberry yield in Canterbury. New Zealand journal of Experimental Agriculture. 15, 367-370.

Choi, G.M., Lee, E.H., Choi, B.R., Park, H.M., Park, H.M., Ahn, Y.J., 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 96, 1487-1497.

Cohen, S., Berlinger, M.J., 1986. Transmission and cultural control of whitefly-borne viruses. Agric. Ecosyst. Environ. 17, 89-97.

Croft, B.A., Miller, R.W., Nelson, R.D., Westigard, P.H., 1984. Inheritance of early-stage resistance to formetanate and cyhexatin in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 77, 575-578.

Devine, G.J., Denholm, I., 1998. An unconventional use of piperonyl butoxide of managing the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 88, 601-610.

EPPO., 2004. Diagnostic protocols for regulated pests. *Bemisia tabaci*. EPPO Bulletin 34, 281-288.

Green, R.H., 1970. On fixed precision sequential sampling. Res. Popul. Ecol. 12, 249-251.

Hokkanen, H.M.T., 1991. Trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 36, 119-138.

Isman, M.B., 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Ann. Rev. Entomol. 51, 45-66.

Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal population. Res. Popul. Ecol. 10, 1-20.

Jones, V.P., Parrella, M.P., 1984. Dispersion Indices and sequential sampling for the citrus red mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 77, 75-79.

Kim, Y.H., Kim, J.H., Park, S.G., 2001. Occurrence of two-spotted spider mite on strawberry in commercial vinyl greenhouses. Korean J. of Entomol. 31, 139-142.

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.H., Kim, S.E., Kim, Y.S., Lee, H.K., Lee, H.G., Jee, H.J., Kim, Y.K., Shim, C.K., Kim, M.J., Hong, S.J., Lee, Y.S., 2013. Studies on the eco-friendly management of whiteflies on orgnic tomatoes with oleic acid. Kor. J. Org. Agri. 21, 95-104.

Lee, M.L., De Barro, P.J., 2000. Characterization of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in South Korea based on 16s robosomal RNA sequence. Kor. J. Entomol. 30, 125-130.

Lloyd, M., 1967. Mean crowding. J. Anim. Ecol. 36, 1-30.

Matsui, M., 1995. Efficiency of *Encarsia formosa* Gahan in suppressing population density of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring on tomatoes in plastic greenhouses. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 39, 25-31.

Nauen, R., Stump, N., Elbert, A., 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type *Bemisia tabaci*. Pest Manag. Sci. 58, 868-875.

Negahban, M., Moharramipour, S., Sefidkon, F., 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia siebri* Besser against three stored product insects. J. Stored Prod. Res. 43, 123-128.

Nerio, L.S., Verbal, J.O., Stanhenko, E.E., 2009. Repellent activity of essential oil from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Mostchusky (Coleoptera). J. Stores Prod. Res. 45:212-214

Nyrop, J.P., Agnello, A.M., Kovach, J., Reissig, W.H., 1989. Binomial sequential classification sampling plans for European red mite (Acari: Tetranychidae) with special reference to performance criteria. J. Econ. Entomol. 82, 482-490.

Nyrop, J.P., Binns, M., 1991. Quantitative methods for designing and analyzing sampling program for use in pest management. pp. 67-132. In D. Pimentel [ed.], Handbook of Pest Management in Agriculture, vol. 2. CRC Boca Raton, FL.

Park, B.J., Son, K.A., Park, M.K., Kim, J.B., Hong, S.M., Im, G.J., 2010. Monitoring of neonicotinoid pesiticde residues in fruit vegetable and human exposure assessment. Kor. J. of Pesti. Sci. 14, 104-109.

Perring, T.M., 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. Crop Prot. 20, 725-737.

Rubinstein, G., Morin, S., Czosneck, H.,1999. Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus to imidacloprid treated tomato plants by the whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 92, 658-662.

Ruesink, W.G., Kogen, M., 1982. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. pp. 315-352. In. Metcalf, R.L., Luckmann, W.H. [eds.], Indtroduction to Insect Pest Management. Wiley, New York.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1981. Biometry. 2nd ed. Freeman, New York.

Southwood, T.R.E., 1978. Ecological methods. 2nd ed. Chapman & Hall, London.

Taylor, L.R., 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature. 189, 732-755.

Taylor, L.R., 1971. Aggregation as a species characteristic. pp. 357-377. In Patil, G.P., Pielou, E.C., Waters, W.E. [eds.], Statistical ecology. Vol. 1. Penn. State Univ. Press, Philadelphia.

Waters, W.E., 1955. Sequential sampling in forest insect surveys. Forest Science 1. pp. 68-69.