

가지 담배가루이 방제를 위한 Neem제 처리농도 설정*

김 주** · 최인영*** · 김주희*** · 이장호*** · 정성수***

Treatment Level of Neem Product for the Control of *Bemisia tabaci* in the Environmental Friendly Agriculture of Eggplant

Kim, Ju · Choi, In-Young · Kim, Ju-Hee · Lee, Jang-Ho · Cheong, Seong-Soo

This experiment was carried out to develop an environmental friendly agriculture material (EFAM) using neem extract i.e. azadirachtin (0.5%), especially against *Bemisia tabaci* (Gennadius) in eggplant. Neem product was found to be very effective against both nymph and adult of *B. tabaci*. Yield and economic value of eggplant treated with neem extract were higher than other EFAMs used. Effect of different concentration of Neem product was also investigated on population density of *B. tabaci*. The growth and yield of eggplants were highest in plants treated with 500 times concentrated solution of neem product. Economic analysis showed that the income increased by 13,545 thousand won/10a from the plots treated with 500 times concentrated solution of neem product over control. The results suggested that 500 times concentrated solution of EFAM (azadirachtin 0.5%) could be a good controlling agent of *B. tabaci* in eggplants.

Key words : *Bemisia tabaci* (Gennadius), eggplant, environmental friendly agriculture materials (EFAM), Neem product (azadirachtin 0.5%)

I. 서 론

가지는 가지과에 속하는 작물로 2012년 농작물 재배결과에 따르면 재배된 가지 재배면적은 653ha로 과채류 재배면적 52,357ha의 1.2%에 불과하지만(MAFRA, 2013), 항암물질로 알려진 폴리페놀 함량이 높고, 혈액 순환 및 고혈압, 동맥경화 성인병 예방에 효과가 있는

* 본 연구결과는 농촌진흥청 어젠더과제(과제번호 : PJ009812)의 연구비지원으로 수행됨.

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

*** 전라북도농업기술원 기후변화대응과

안토시아닌을 함유하고 있으며, 섬유소 함량이 높아 변비예방에 좋은 것으로 알려져 있어 (RDA, 2002), 건강식품을 선호하는 현대식품 소비 흐름에 알맞은 작물이다(Moon et al., 2008). Paik 등(2009)은 시설가지에서 총 7과 8종의 해충류가 피해를 주고 있으며, 가루이를 비롯한 5종이 우점해충이라고 보고하였다. 특히, 담배가루이 *Bemisia tabaci*(Gennadius)는 매미목 가루이과로 전세계적으로 발생하며, 직접적인 흡즙피해와 바이러스매개를 통하여 시설작물의 수량과 품질에 큰 영향을 미치는 해충이다(Bedford et al., 1994). 담배가루이는 Tomato Infectious Chlorosis Virus(Duffus et al., 1996) 병 등 25종 이상의 바이러스병을 매개하는데, 이들은 비교적 낮은 밀도를 가지고도 바이러스병을 매개하므로 피해가 매우 크다. 가장 문제시 되는 바이러스병은 TYLCV(Tomato Yellow Leaf Curl Virus)이다(Berlinger et al., 1996; Brown et al., 1995; Matsui, 1995; Rubinstein et al., 1999). 담배가루이 *Bemisia tabaci* (Gennadius)는 중앙아시아, 유럽, 북·중아메리카 등에 널리 분포하고(Salas and Mendoza, 1995), 기주범위가 넓어 약 86과 700여종 이상의 식물을 가해하며(Greathead, 1896), 세계적으로 9가지의 biotype이 보고되어 있다(Brown et al., 1995). 국내에서 1998년 충북 진천군 시설장미단지과 경기도 고양시 포인세티아(*Poinsettia*)에서 처음 발견된 담배가루이는 B biotype으로 밝혀졌으며, 국내에는 이미 A biotype이 서식하고 있는 것으로 알려졌다(Lee and Barro, 2000). 특히, 담배가루이는 친환경 재배가 증가 될수록 더욱 피해가 클 것으로 예상된다. 우리나라의 친환경 재배면적은 전년도에 비해 매년 20~30%씩 증가하고 있으며, 2012년에는 친환경농가가 143천호, 무농약인증을 포함한 친환경재배면적이 164천ha로, 전체 농경지의 9.6%를 차지하고 있다. 그러나 친환경재배에서 해충방제에 대한 기술이 부족하여 농가에 애로가 많다. 따라서 자연계에 해충의 살충 및 기피효과가 있는 여러 식물에 있는 물질을 이용하고자 많은 연구가 진행되고 있는 실정이다(Isman, 1999). 특히, Neem Oil을 이류체 포그시스템(Two-fluid fogging system)으로 분무처리 하였을 때 78%의 가루이 방제효과가 있다는 연구보고가 있고(Kim et al., 2012), 배추흰나비와 배추좀나방 친환경 방제에 있어 Neem, BT제, Matrine을 적절하게 혼합처리 할 경우 방제효과가 증가한다고 하였다(Kim et al., 2013).

Neem oil은 님나무(*Azadirachta indica*)의 추출물에서 나온 Azadirachtin을 주성분으로 하는 살충성분을 분리한 물질로(Butterworth et al. 1972) 전세계적으로 주요 작물의 해충을 포함한 400종 이상의 해충에 사용되고, IPM(Integrated Pest Management)에서 가장 주목받는 식물성 살충제 중에 하나로 알려져 있다(Schmutterer, 1990; Isman, 1999). Azadirachtin은 곤충에 섭식을 저해하고, 산란억제, 성장저지, 탈피방지와 우화방해 등의 다양한 작용을 한다(Schmutterer, 1990; Mordue and Blackwell, 1993). 곤충생장조절제인 Azadirachtin은 환경에 적은 영향을 주고, 인간이나 다른 절지동물에 독성이 없는 것이 가장 큰 장점 중의 하나이다. 또한 약제 저항성의 가능성이 적기 때문에 해충방제에 유용한 성분으로 알려져 있다(Isman, 1999; Walter, 1999). Kim 등(2013)은 가지를 재배할 때 발생하는 담배가루이를 유기

농법으로 방제하고자 천연물질의 효과를 살펴 본 결과 Neem제의 방제효과가 높았다고 보고하였다. 그러나 Neem제의 적정 희석배수에 대한 설정연구는 되어 있지 않았다. 따라서 본 연구를 통해 가지를 재배할 때 발생하는 담배가루이를 효율적으로 방제하고자 유기농 자재인 Neem제의 희석배수에 따른 처리에 의해 담배가루이 방제효과, 가지 생육상황, 경제성 등을 구명하여 농가 현장에 보급하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시험에 사용된 Neem제

담배가루이 방제에 효과가 있는 Neem제를 이용하여 가지식물체에 발생하는 담배가루이 방제방법을 구명하고자 농가에서 사용하는 azadirachtin 0.5%가 함유된 시판자재인 Neem제 (넴씨앗오일®, 바이오아그로) 를 본시험에 사용하였다. 담배가루이는 전라북도농업기술원 곤충사육실에서 가지를 먹이로 누대사육 한 성충을 접종하였다.

2. 담배가루이에 대한 Neem제의 약효 검정

가지(흑미)를 2011년 7월 16일에 전라북도농업기술원의 495m² 가지시험포장에서 조간거리 180cm, 주간거리 30cm로 정식하고 2분 유인하였다. 정식 다음날 담배가루이 성충을 주당 5마리씩 접종하고, Neem제를 100배, 250배, 500배, 1,000배, 2,000배와 대조구로 멸균수를 담배가루이 접종 7일 후부터 1주일 간격으로 10회 처리하였다. 담배가루이의 약충과 성충의 밀도는 가지를 정식 후 각각 28일, 49일, 77일에 총 3회 조사하였으며, 조사방법은 가지식물체의 상위엽, 중위엽, 하위엽을 채취하여 잎 뒷면의 4cm² 면적에서 담배가루이의 성충과 약충의 개체수를 조사하였다.

3. Neem제 처리된 가지식물체의 생장 및 열매 특성

가지의 생육은 정식 49일 후에 초장, 엽장, 엽수, 경경, 절수 등 생육을 조사하였고, 과일은 8월 16일부터 10월 11일까지 56일간 25회 걸쳐 과장, 과경, 과중, 과수, 상품률, 수량 등을 조사하였다. 조사된 데이터는 SAS 9.1을 이용하여 통계분석하였다.

4. 경제성 분석

Neem제 처리와 가지 수량에 따른 경제성 분석은 10a에 고랑과 휴반면적 20%를 적용하여 1,481주로 산정하고, Neem제 희석배수에 따른 주당수량에 곱하여 10a당 수량을 계산하였다. 조수익은 10a당 수량에 kg당가 5,006원을 곱하여 산출하였다. kg당 단가는 aTKAMIS (2014)에 2011년 무농약 가지 10개(1.2kg 추정) 가격 15,017원을 1kg으로 환산하고, 도소매 가격차 비율 40%를 적용하였다. 그리고 조수익에서 경영비를 뺀 값을 소득으로 산출하였다. 경영비는 해충방제비용과 기타 경영비로 나누었고, 해충방제비용은 방제노임과 Neem제 가격을 더하였다. 방제노임은 2011년 8시간 일일 정부 노임단가 72,415원에 1회 방제시간 4시간씩 10회를 적용하여 362,000원을 모든 처리에 적용하였다. Neem제 자재비용은 1㎡당 1L 씩 10a당 1,000L의 약량에 10회 살포를 적용하여 10,000L를 살포를 가정한 후, 여기에 처리별 희석배수를 나누어 Neem제 사용량을 산출하였고, Neem제 1L당 40,000원의 약제 값을 곱하여 희석처리별로 산출하였다. 기타 경영비는 2011년 지역별 농산물 소득자료 (RDA, 2012)의 전북 시설가지 9개월 재배시 경영비 20,668,927원에서 농약비 476,988원을 빼고 다시 3개월로 나누어 6,604천원을 적용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 담배가루이 발생상황

Neem제 희석배수에 따른 담배가루이 약충의 발생을 조사한 결과 멸균수의 경우 정식 28일 후 조사에서 잎 4cm²당 11.9 마리이던 것이 정식 49일 후 조사에서는 44.3마리, 정식 77일 후 조사에서는 87.6마리로 급격히 증가하였다. Neem제 처리 희석배수 100배 처리에서는 정식 28일 후 조사에서 2.2마리, 정식 49일 후 조사에서 0.6마리, 정식 77일 후 조사에서 0.1마리로 생육이 진행할수록 오히려 담배가루이 약충의 발생은 감소하는 경향이였다. 그러나 250배 이상의 희석배수에서는 생육이 진행될수록 담배가루이 약충의 밀도가 증가하였는데, 정식 28일 후, 49일 후, 77일 후의 3회 조사 평균에서 Neem제 희석배수 100배는 1.0마리, 250배는 3.7마리, 500배는 5.5마리, 1,000배는 21.0마리, 2,000배는 26.2마리이였다. 따라서 방제가는 Neem제 100배 처리에서 97.9%이였고, 250배 처리에서 92.3%, 500배 처리에서 88.5%, 1,000배 처리에서 56.2%, 2,000배 처리에서 45.3%로 Neem제 희석배수가 높아질수록 담배가루이 약충의 방제가는 낮아지는 경향이였다(Table 1).

Neem제 희석배수에 따른 가지잎에서 담배가루이 성충의 발생을 조사한 결과 멸균수 처리구의 경우 정식 28일 후에서 잎 4cm²당 2.2마리이었던 것이 정식 49일 후에서는 10.7마리,

정식 77일후에서는 17.7마리로 급격히 증가하는 경향을 보였다. 희석배수가 낮은 100배에서는 정식 28일후에 4cm²당 0.7마리, 정식 49일 후에 1.9마리, 정식 77일 후에 1.7마리로 생육이 진행됨에 따라 담배가루이 성충의 발생은 증가하지 않았다. 그러나 희석배수 250배 이상 처리구에서는 생육이 진행됨에 따라 담배가루이 성충의 밀도가 증가하는 경향이 있었다. 정식후 3회 조사 평균으로 Neem제 희석배수 100배에서는 잎 4cm²당 1.4마리이고, 희석배수 250배 1.9마리, 희석배수 500배 2.2마리, 희석배수 1,000배 7.6마리, 희석배수 2,000배 8.1마리로 희석배수가 높아질수록 담배가루이 성충의 밀도가 급격히 증가하는 경향이 있었다. 따라서 방제가는 Neem제 100배 처리구가 86.0%였고, 250배 처리구 81.0%, 500배 처리구 78.0%, 1,000배 처리구 24.0%, 2,000배 처리구 19.0%로 희석배수가 높아질수록 담배가루이 성충의 방제가는 낮아지는 경향이 있었다(Table 2).

Table 1. Occurrence of nymph of *Bemisia tabaci* according to Neem product dilute magnification (No./Leaf 4cm²)

Dilute magnification	Number of <i>Bemisia tabaci</i> adult/transplanting day			Mean	Control value (%)
	28 days	49 days	77 days		
100	2.2 b ^z	0.6 c	0.1 d	1.0 c	97.9
250	1.7 b	4.0 c	5.4 d	3.7 bc	92.3
500	8.4 a	4.1 c	4.1 d	5.5 bc	88.5
1,000	9.9 a	16.1 b	36.9 c	21.0 bc	56.2
2,000	10.2 a	19.8 b	48.7 b	26.2 ab	45.3
Distilled water	11.9 a	44.3 a	87.6 a	47.9 a	0

^z Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

Table 2. Occurrence of adult of *Bemisia tabaci* according to Neem product dilute magnification (No./Leaf 4cm²)

Dilute magnification	Number of <i>Bemisia tabaci</i> adult/transplanting day			Mean	Control value (%)
	28 days	49 days	77 days		
100	0.7 c ^z	1.9 c	1.7 b	1.4 b	86.0
250	0.9 bc	1.8 c	2.9 b	1.9 b	81.0
500	1.6 ab	2.3 bc	2.7 b	2.2 ab	78.0
1,000	1.8 a	4.9 b	16.1 a	7.6 ab	24.0
2,000	1.5 ab	3.1 bc	19.6 a	8.1 ab	19.0
Distilled water	2.2 a	10.7 a	17.1 a	10.0 a	0

^z Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

2. Neem제 처리농도별 가지의 생육 상황

Neem제 처리농도에 따른 가지 잎의 피해상황을 보면 Neem제를 100배로 처리한 잎에서는 담배가루이의 피해는 없었으나 Neem제에 의한 조직의 괴사가 심하게 발생하였고, 250 배에서는 조직에서 괴사반점이 나타났으며, 500배에서는 담배가루이 피해와 조직의 괴사반 점이 나타나지 않았다. 그러나 1,000배 처리부터는 담배가루이 피해가 나타나기 시작하였고, 멸균수 처리에서는 담배가루이에 의한 피해가 심하게 나타났다(Fig. 1). 이러한 결과는 낮은 희석배수의 Neem제 처리에서는 약해가 발생하고, 높은 희석배수의 Neem제 처리에서는 담배가루이에 의한 피해가 나타나므로 가지에서 담배가루이 방제를 위한 적정 Neem제 의 희석배수는 약해와 피해가 적은 500배로 생각되었다.

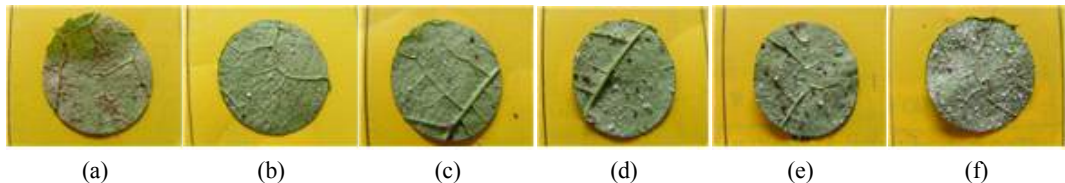


Fig. 1. Eggplant leaf shape according to different Neem products concentration

(A) 100 concentration (B) 250 concentration (C) 500 concentration (D) 1,000 concentration
(E) 2,000 concentration (F) Distilled water

Neem제 처리농도에 따른 가지 생육상황으로 가지 정식 49일 후에 500배 처리에서 초장이 길고 절수가 가장 많았으며, 희석배수가 낮아지거나 높아질수록 초장이 짧아지고 절수가 적어지는 경향이였다. 엽장과 경경은 희석배수간에 따른 차이가 없었다(Table 3). 이러한 경향은 생육초기에는 Neem제의 영향이 크지 않았지만 생육이 진행됨에 따라 Neem제 희석배수가 높아질수록 담배가루이의 피해가 증가하면서 초장 및 절수 등 생육이 저조해진 것으로 생각되었다. Neem제의 약해와 담배가루이의 피해를 적게 받은 500배처리에서 전체적으로 초장, 절수 등 생육이 양호한 것으로 생각되었다. Neem제 희석처리에 따른 과특성과 수량을 8월 16일부터 10월 11일까지 56일간에 걸쳐 과장, 과경, 과중 등을 25회 조사하였더니, Neem제 100배 처리와 Neem제를 처리하지 않은 멸균수처리가 짧고 가벼웠다. Neem제 500배액 처리에서 과중이 무겁고, 과수가 많은 경향을 보였다(Table 4). 이러한 결과는 Neem제 500배 처리에서 약해가 적고, 담배가루이에 의한 피해가 적어 과일의 발육이 좋았던 것으로 생각되었다. 과일수는 멸균수 처리에서 7.8개로 가장 적었고, Neem제 250배와 500배 처리에서 많은 경향이였다. 또한 상품률은 저농도(Neem제 희석배수가 높은 2,000배)와 멸균수 처리에서 낮았으며, 전체적인 수량은 Neem제 500배 처리에서 주당 2,852g으로 가장 많았다. Neem제 희석배수에 따른 담배가루이의 발생과 가지 수량을 고찰해 볼 때, 낮

은 희석배수의 Neem제 처리는 약해를 발생시켜 작물의 생육을 저해하는 경향을 보이지만, 담배가루이 방제효과는 높아지는 경향을 보였고, 높은 희석배수의 Neem제 처리는 약해 발생은 없지만 담배가루이에 의한 피해가 증가하여 수량이 감소하는 경향을 보였다. 따라서 약제에 의한 약해발생이 적고, 담배가루이 방제효과가 높은 희석배수는 500배이었다.

Table 3. Eggplant growth according to different Neem products concentration

Dilute magnification	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Internode number (no.)	Stem diameter (mm)
Transplanting after 49 days				
100	152.1 ab ^z	30.4 a	10.4 ab	8.5 a
250	155.3 ab	31.0 a	10.4 ab	8.3 a
500	157.7 a	31.6 a	10.7 a	8.8 a
1,000	150.7 b	30.6 a	9.9 bc	8.5 a
2,000	150.3 b	30.3 a	8.5 d	9.9 a
Distilled water	148.8 b	30.5 a	9.6 c	8.6 a

^z Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

Table 4. Eggplant fruit characteristics according to different Neem products concentration (harvest period 8.16.~10.11.)

Dilute magnification	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Fruit number (no.)	Ratio of sale production (%)	Yield (g/plant)
100	18.2 b ^z	43.4 b	108.8 b	15.6 a	85.7	1,692 bc
250	19.7 a	45.6 ab	125.2 ab	21.7 a	84.6	2,712 a
500	18.7 ab	48.0 a	131.6 a	21.7 a	82.1	2,852 a
1,000	18.4 ab	44.5 ab	117.8 ab	18.9 a	85.3	2,226 ab
2,000	19.1 ab	45.1 ab	120.0 ab	14.4 ab	76.9	1,733 bc
Distilled water	18.1 b	44.2 b	111.2 b	7.8 b	77.1	865 c

^z Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

3. 경제성 분석

Neem제의 희석처리에 따른 경제성 분석에서 10a당 가지열매의 수량은 멸균수 처리에서 1,281kg였으며, Neem제의 100배 처리는 2,506kg, 250배 처리는 4,016kg, 500배 처리는 4,257 kg, 1,000배 처리는 3,297kg, 2,000배 처리는 2,567kg이었다(Table 5). 멸균수 처리의 가지열

매의 수량이 가장 적었으며, Neem제의 500배 처리에서 수량이 가장 많았다. 조수익은 Neem제 희석배수 500배 처리가 21,311천원으로 가장 높았고, Neem제 희석배수가 낮아지거나 높아질수록 감소하였다. 그러나 경영비에서는 멸균수 처리가 6,966천원이 소요될 때, Neem제의 희석배수가 낮을수록 Neem제의 양이 증가하여 Neem제의 100배 희석처리인 경우 10a당 10,966천원이 소요되었다. 10a당의 수익에서 멸균수 처리는 553천원의 손해가 발생하였으나, Neem제의 500배 처리는 13,545천원으로 가장 높은 소득을 발생하였다(Table 5). 이러한 결과는 담배가루이 방제를 위한 Neem제 희석배수는 500배 처리가 경제적으로 가장 유리하였다.

Table 5. Comparison of economic efficiency on different Neem products concentration

Dilute magnification	Yield (kg/10a)	Gross income (1,000won/10a)	Operating cost (1,000won/10a)				Income (1,000won/10a)
			Pest control costs		Others	Total	
			Labor	Materials			
100	2,506 ^z	12,545 ^y	362 ^x	4,000 ^w	6,604 ^v	10,966	1,579
250	4,016	20,104	362	1,600	6,604	8,566	11,538
500	4,257	21,311	362	800	6,604	7,766	13,545
1,000	3,297	16,505	362	400	6,604	7,366	9,139
2,000	2,567	12,850	362	200	6,604	7,166	5,684
Distilled water	1,281	6,413	362	0	6,604	6,966	-553

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

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

^x Control cost : 362thousand won(working cost in 2011 is 72,415won/0.5day(4hr).

^w Material cost : 10,000L(amount of pesticide 1000m²(10a)/dilute magnification×pesticide price(1L/40,000won)

^v Other working expenses : 6604thousand won = 19,811thousand won(9month)/3(RDA, 2012).

IV. 적 요

Neem제를 이용한 가지 담배가루이 친환경 방제기술을 개발하고자 azadirachtin 0.5%가 함유된 Neem제를 100~2,000배까지 희석배수 5처리를 두고, 담배가루이 방제효과와 가지 생육과 수량을 조사하였으며, 경제성을 분석하였다. 담배가루이 성충과 약충의 발생상황은 Neem제 희석배수가 높아질수록 성충과 약충의 발생량이 증가하여 방제효과가 낮았다. Neem제 처리농도별 가지 생육상황은 낮은 희석배수에서는 약해가 발생하였고, 높은 희석

배수에서는 담배가루이에 의한 피해가 나타났다. 생육 및 수량은 48일후 조사에서 500배가 초장, 엽장, 절수 등 생육이 양호하였다. 또한 Neem제 500배 처리에서 과실의 발육이 좋아 수량성 및 상품률도 가장 높았다. 경제성 분석결과에서도 Neem제 500배 처리에서 10a당 13,545천원으로 소득이 가장 높았다. 따라서 담배가루이 방제를 위한 Neem제 희석배수는 500배였다.

[논문접수일 : 2014. 5. 20. 논문수정일 : 2014. 6. 16. 최종논문접수일 : 2014. 6. 20.]

Reference

1. aTKAMIS. 2014. www.kamis.co.kr.
2. Bedford, I. D., R. W. Briddon, J. K. Brown, R. C. Rosell, and P. Markham. 1994. Gemivirius transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. *Ann. Appl. Biol.* 125: 311-325.
3. Berlinger, J. M., S. Lebiush-Mordechi, R. Dahan, and R. A. J. Taylor. 1996. A rapid method for screening insecticides in the laboratory. *Pestic. Sci.* 46: 345-354.
4. Brown, J. K., D. R. Frohlich, and R. C. Rosell. 1995. The sweet potato or silverflies biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 511-534.
5. Butterworth, J. H., E. D. Morgan, and G. R. Percy. 1972. The structure of azadirachtin; the functional groups. *Journal of the Chemical Society. Perkin transactions.* pp. 2445-2450.
6. Duffus, J. E., H. Y. Liu, and G. C. Wisler. 1996. Tomato infectious chlorosis virus-a new clostero-like virus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*. *European Journal of Plant Pathology.* 102(3): 219-226.
7. 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*, p. 121. FAO/CAB, Ascot, UK.
8. Isman M. B. 1999. Neem and related natural products. In: Hall, F. R., Menn, J. J. (Eds.), *Method in Biopesticides: Use and Delivery*. Humana Press Inc., Totowa, NJ, pp. 139-153.
9. Kim, J., Y. R. Kwon, J. H. Kim, S. S. Cheong, J. R. Im, J. H. Lee, C. K. Shim, and M. J. Kim. 2013. The environment-friendly materials selection for control the *Bemisia tabaci* (Gennadius) on organic eggplant cultivation. *Korean J. Org. Agri.* 21(3): 363-372.
10. Kim, M. J., C. K. Shim, Y. K. Kim, H. J. Jee, J. C. Yun, S. J. Hong, J. H. Park, and E.

- J. Han. 2013. Insecticidal effect of organic materials of BT, neem and matrine alone and its mixture against major insect pests of organic chinese cabbage. *Korean J. of Pesticide Sci.* 17(3): 213-219.
11. Kim, S. E., S. D. Lee, M. H. Lee, and Y. S. Kim. 2012. Eco-friendly control of whiteflies by two-fluid fogging system with natural substances in greenhouses. *J. Bio-Env. Con.* 21(2): 114-119.
 12. Lee, M. L. and P. J. De Barro. 2000. Characterization of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in South Korea based on 16s ribosomal RNA sequences. *Korean J. Entomol.* 30: 125-130.
 13. MAFRA. 2013. Present condition of greenhouse on vegetable and an actual output of vegetable. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. p. 11
 14. Matsui, M. 1995. Efficiency of *Encarsia fomasa* in suppressing population density of *Bemisia tabaci* on tomatoes in plastic greenhouse. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 39: 25-31.
 15. Moon, H. C., J. R. Im, C. Y. Hwang, J. Kim, J. Ryu, and Y. K. Shin. 2008. Chemical pest management system in eggplant greenhouse. *J. Bio-Env. Con.* 17(4): 330-335.
 16. Mordue, A. J. and A. Blackwell. 1993. Azadirachtin: an update. *J. Insect Physiol.* 39: 903-924.
 17. Paik, C. H., G. H. Lee, D. H. Kim, M. Y. Choi, and S. S. Kim. 2009. Biological control of major pests in eggplant greenhouse. *Korean J. Org. Agric.* 17(2): 227-236.
 18. RDA. 2002. Cultivation technology of eggplant. p. 221.
 19. RDA. 2012. Income data on agricultural products according to local area. p. 192.
 20. Rubinstein, G., S. Morin, and H. Czosnek. 1999. Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus to imidacloprid treated tomato plants by the whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 92: 658-662.
 21. Salas, J. and O. Mendoza. 1995. Biology of the sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomol.* 78: 156-160.
 22. Schmutterer, H. 1990. Natural pesticides from the neem tree. *Proc. 1st Int. Neem Conf.* pp. 33-259.
 23. Walter. J. F. 1999. Commerical experience with neem products. In: Hall, F. R., Menn, J. J. (Eds.), *Method in Biotechnology, 5: Biopesticides*. Humana Press, Totowa, NJ. pp. 155-170.