

토마토 온실에서 방충망 설치에 의한 담배가루이 피해 경감

정부근* · 이흥수¹ · 김영봉²

경상남도농업기술원 친환경연구과, ¹작물연구과, ²수출농식품연구과

Establishment of 60 Mesh Nets to Reduce Crop Loss by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Tomato Greenhouse

Chung Bu-Keun^{1*}, Heung-Su Lee² and Yeong-Bong Kim³

Division of Plant Environment, Gyeongsangnamdo Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea

¹Division of Crop Science, Gyeongsangnamdo Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea

²Division of Exportable Crops and Food Science, Gyeongsangnamdo Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea

ABSTRACT: Investigations were conducted to prevent entrance of *Bemisia tabaci* (Gennadius) with very fine mesh nets. *B. tabaci* vectors tomato yellow leaf curl virus in tomatoes. *B. tabaci* could be completely prevented to penetrate into an 83 mesh net, though few of them passed the 60 mesh net. An independent 60 mesh net cage was built within one of the three interconnected common plastic greenhouse (21.0 x 18.3 m) in order to find its usefulness as a crop protection tool from insect pests. TYLCV infected tomato plants were not detected, though a few eggs of *B. tabaci* and mines of *Liriomyza trifolii* (Burgess) were detected locally at the entrance of the sliding door. There were practically no significant differences between treatments of nets and the conventional plant height, leaf length and width, number of floret clusters, sugar brix, and product yield. In viewpoints of commercialization, it could be considered highly prospectful to apply to the nets to glasshouses or other greenhouses in which the growing period of crops is long, if the nets were used in the openings of sides, ceilings, and entrances of the greenhouse. However, it might be necessary to take preventive measures for occurrences of insect pests living in soil, temporarily or permanently, as well as high humidity diseases.

Key words: Tomato, *Bemisia tabaci*, TYLCV, 60 mesh

초록: 담배가루이가 매개하는 토마토황화잎말림병(TYLCV) 예방을 목적으로 해충의 유입을 원천적으로 차단할 수 있는 방충망 설치에 대한 연구가 수행되었다. 담배가루이가 60메쉬망을 통과하는 할 수 있지만, 83메쉬 이상의 방충망으로 완전히 차단할 수 있었다. 담배가루이의 온실 내 유입을 차단하기 위한 3연동 온실(21.0 × 18.3 m)에 60메쉬 망실, 5.65(W) × 2.05(H) × 18.45(L)(m)을 별도로 설치하였다. 60메쉬 망실 내에서 담배가루이 산란과 아메리카잎굴파리 가해흔적이 출입문 쪽에 국부적으로 몇몇 발견되었으나, 토마토황화잎말림병에 걸린 토마토는 없었다. 토마토의 초장, 엽장, 엽폭, 화방수, 당도 조사결과 망실유무에 따른 처리구간의 차이는 없는 것으로 나타났고, 수량에서도 유의성 있는 차이를 발견할 수 없었다. 실용적인 관점에서 방충망의 설치는 유리온실이나 장기간 사용가능한 비닐온실 등의 측창과 천창 및 출입구에 설치할 경우 유망할 것으로 생각되었다.

검색어: 토마토, 담배가루이, 토마토황화잎말림병(TYLCV), 방충망

토마토 시설재배에서 담배가루이는 방제가 매우 곤란한 해충이다(Horowitz et al., 2005). 또한 담배가루이는 토마토황화잎말림병(Tomato Yellow Leaf Curl Virus, TYLCV)을 매개(Park et al., 2012)하여 병징 발현 후 토마토 생산을 불가능하게

한다. 방충망을 이용한 온실 내 유입방지기술은 재배적방제법의 일환으로 온실 내에서 거의 연중 재배가 이루어지고 있는 육묘장이나, 박과, 가지과 등 과채류, 엽채류, 화훼작물 등 거의 모든 작물에 적용 가능한 중요기술이다. 본 연구에서는 해충의 유입을 차단하는 방충망의 규격과 생육에 부작용을 초래할 수 있는 항목에 대한 검토를 하였다.

*Corresponding author: bkchung@korea.kr

Received December 4 2012; Revised January 7 2013

Accepted February 4 2013

재료 및 방법

(담배가루이 사육) 실험에 사용한 담배가루이는 경상남도농업기술원의 시험용 온실포장에서 약 200마리의 성충을 채집하여, 파종한 지 한 달된 파프리카 묘에 접종하여 사육하였다. 실험용 담배가루이 확보는 두 가지 방식으로 병행하여 수행하였다. 첫째로 화분(직경16×높이12 cm)에 키운 파프리카(뉴웨이브) 유묘를 사각망사케이지(45×40×40 cm) 안에 넣고 담배가루이를 방사하여 증식하였다. 둘째로 실험에 직접 사용한 담배가루이 성충은 파프리카 잎을 플라스틱 용기에 한 잎 씩 넣고 사육하였다. 사육방법은 입구가 바닥보다 넓은 투명 플라스틱 용기(직경9×높이14 cm, (주)디케이대원종합주방, 서울) 내부에 꼭 맞는 더 작은 플라스틱 용기(직경4×높이3 cm)를 넣고 작은 용기의 바닥이 물에 닿지 않을 정도로 큰 플라스틱 용기 내에 붓고, 작은 플라스틱 용기에 송곳으로 구멍을 내어 파프리카 엽병을 삽입한 후, 담배가루이 성충을 흡충기로 접종한 다음, 마지막으로 벌레가 탈출하지 않도록 화장지(킴텍 김와이프스)를 덮고, 가장자리만 남기고 중심부를 둥글게 오려낸 화장지 고정용 뚜껑을 닫고 사육하였다.

(담배가루이 메쉬망 통과 실험 방법) 담배가루이의 메쉬망 통과 시험은 동일한 크기의 플라스틱 용기의 입구를 서로 마주보게 덧붙인 사이에 메쉬망을 끼워둔 상태에서 실험하였다. 덧붙인 용기의 윗쪽 용기에 기주인 파프리카 유묘의 줄기와 잎이 아래로 향하게 놓였고, 아래쪽 용기에는 담배가루이 성충을 마취시킨 후 50마리씩 넣어 망사를 통과하는지 여부를 점검할 수 있도록 하였다. 담배가루이를 용기에 투입한 후 매 실험마다 다른 규격의 메쉬망(Table 1)으로 아래쪽 용기의 입구 상단을 덮고 고정된 다음 기주인 파프리카 유묘를 넣거나 넣지 않는 조건으로 위쪽 플라스틱 용기를 덧붙여서 담배가루이가 방충망을 통과하는지 여부를 조사하였다. 접종 후 조사시간은 2, 4, 6, 24시간 씩

방충망을 통과한 수와 생 사충 조사를 실시하였다. 망사의 메쉬 크기 별로 비교 분석할 수 있도록 4반복으로 진행하였고 파프리카 기주를 넣었을 때와 넣지 않았을 때 성충 통과수도 조사하였다. 시험구는 각각의 방충망 제품별 처리의 반복 당 시험용 용기를 5개씩 배치하여 먹이제공 여부를 주구로 하고, 구멍크기와 직조된 방충망 조건을 세구로하여 분할구 배치법으로 통계분석하였다. 통계분석은 SAS 9.2 ver을 사용하였고 유의성 검정은 Tukey의 LSD 검정법으로 비교하였다.

(온실 내 토마토 재배) 토마토 온실 내 담배가루이 방제 시험에 필요한 토마토(품종: 슈퍼선로드) 유묘는 경상남도농업기술원내 수출농식품연구과의 육묘장에서 2012년 3월 19일 파종하였다. 육묘 중 담배가루이가 가해하지 않도록 하였다. 시험용 온실면적은 21.0×18.3 m²의 3연동 플라스틱 비닐온실로써 4월 16일 정식 전 친환경연구과 토양비료연구실의 토양양분 분석에 기초한 토마토 표준시비처방법에 의거하여 요소 14 kg, 용과린 28.6 kg, 엽화가리 12.4 kg을 기비로 주었다. 토마토 정식은 5월 11일 하였고, 정식 시 이랑 높이가 20 cm, 두둑 폭 60 cm, 두둑간 거리 1 m, 주간 거리 30 cm로 하여 이랑 당 총 59주를 식재하였다. 정식 전 토양이 과건 상태였으므로 식재 후 이랑 전체가 흠뻑 젖을 정도로 물을 2~3시간 점적 관수하였다. 그 이후 관수는 이랑이 건조하지 않게 하였다. 정식 시 초장 80~100 cm 정도 되는 토마토 유묘를 유인하였고, 이랑은 흑색부직포로 멀칭하여 잡초의 발생을 억제하였고, 측지도 수시로 제거하였다. 개화정도가 적절한 수준에 도달한 5월 29일 생장조절제인 이비엠도마도톤액제(인바이오믹스(주))와 지베렐린수용제색소(동부한농화학(주))를 도마도톤액제 약 9,000배액과 지베렐린 20,000배액으로 각각 혼합하여 활짝 핀 토마토 꽃 중앙부에 이틀에 한번 씩 오전 중에 살포하였다. 시험 수행 일정상 토마토 꽃이 5화방에 도달한 7월 2일 생장점을 적심하여 더 이상 자라지 않도록 하였다. 처리구와 관행구에 병의 발병을 억제하기 위하여 폴리옥신B

Table 1. Diameter of net inner hole and size of fabric fiber

Net*	Inner hole diameter (mm)	Fiber diameter (mm)	Mesh
Kwangshin-A	0.25~0.36×0.25~0.60	0.19~0.25	71
Kwangshin-B	0.27~0.37×0.60	0.23	60
SWD	0.43×0.37	0.16	64
SL-4200	0.45×0.49	0.14	54
SL-5500	0.33×0.40	0.13	70
SL-6500	0.26×0.38	0.16	83

* Kwangshin-A is fabricated in a slanted and uneven 4-sided irregular form. Kwangshin-B is fabricated much close to a rectangular hole with slightly different lengths of the upper and lower sides. All others are fabricated in an exact rectangular hole.

50SP를 살포하였다. 관행구에서 담배가루이나 아메리카잎굴파리의 방제를 위하여 7월 5일 디노테퓨란20WG, 7월 12일 에마멕틴벤조에이트2.15EC를 2회 살포하였다.

(해충조사) 담배가루이 발생조사는 정식 당일(5월 11일)부터 수확종료기(8월 10일)까지 조사하였다. 각 처리구의 반복당 20주의 토마토를 대상으로 전체 초장의 1/2 위치에서 생장점 사이의 잎을 대상으로 잎 뒷면을 조사하였다. 알과 유충은 정식 후부터 6월 30일까지 식물체가 어릴 때 반복당 10잎을 채취하여 실체현미경으로 조사하였고, 식물체가 크게 자란 이후 식물체 줄기에서 뺏어 나온 잎의 일부인 최선단 엽편을 채취하여 조사하였다. 아메리카잎굴파리는 6월 29일과 7월 6일 2회 조사하였고, 반복 당 토마토 5주를 대상으로 모든 갱도수를 계수하였고 그 이후 7월 12일부터 8월 9일까지는 반복 당 전체 재식 주수를 대상으로 피해 주수를 주 1회 조사하였다. 토마토황화잎말림병은 6월 28일부터 8월 9일까지 반복 당 전체 재식 주수 중 이병주수를 주 1회 조사하였다.

(수확조사) 방충망 설치가 토마토의 생육과 수량에 미치는 영향을 조사하였다. 조사항목은 토마토의 초장, 엽장, 엽폭, 화방수, 당도, 수확량 등이었다. 초장은 7월 2일 생장점을 적심하여 8월 10일 5화방 수확으로 시험을 완료할 예정이었고 5월 25일 1회 조사하였다. 엽장과 엽폭, 화방수 등은 5월 25일과 6월 30일 2회 반복 당 토마토 15주를 대상으로 성엽을 기준으로 조사하였다. 수확량 조사로 토마토를 총 12회 수확하였고, 수확 시 반복

당 총 무게를 측정하였고, 매시기별 수확한 수확량의 합산치를 비교하였다. 당도는 7월 9일과 16일, 8월 2일 3회 조사하였고, 조사 시 반복 당 15개를 선별하여 브릭스당도계(Model Pocket refractometer PAL-1, ATAGO, Tokyo)로 측정하였다.

(포장구획 및 통계분석) 3연동 온실은 시험용 온실 당 3이랑으로 구성되었고 한 이랑을 한 반복으로 하여 처리 당 3반복으로 시험을 수행하였다. 극세사 방충망 설치구역(5.65(W) x 2.05(H) x 18.45(L) (m))과 관행 처리구 간에 t-test로 유의성 검정을 하였다.

결과

먹이의 존재, 방충망의 존재여부 및 먹이와 방충망의 상호작용에 따라서 유의성 있는 차이를 보였다(Table 2). 망사 규격별로 담배가루이의 통과실험을 조사하였을 때(Table 3), 담배가루이가 직교로 직조된 83메쉬 SL-6500 방충망의 경우에는 전혀 통과할 수 없었지만, 54메쉬 SL-4200 방충망은 다른 방충망들과 달리 쉽게 통과할 수 있었다. Kwangshin-A와 B의 비교에서도 Kwangshin-A의 경우 71메쉬이나 망사 구멍이 불균일한 다양한 크기의 사각형모양이었고 Kwangshin-B의 경우 60메쉬로 사다리꼴 모양의 사각형 망사 구멍이 서로 위아래가 다른 형태로 반복하여 연속된 천이었고 담배가루이 성충의 통과에서 차이가 없었다. 이 점은 직조에서 차이가 다소 영향을 미치고 있는

Table 2. ANOVA results on the escape experiment of *B. tabaci* under host plant supply

Source	df	ANOVA SS	MS	F value	Pr>F
Block	3	190.2	63.4	1.93	0.1465
Host plant(a)	1	450.2	450.2	13.68	0.0009
Block* host plant(a)	3	21.9	7.3	0.22	0.8805
Nets(b)	5	2895.2	579	17.6	<0.0001
a*b	5	575.2	115	3.5	0.0131

Table 3. Number of *B. tabaci* escaping from the fine nets*

Net	Means±SE**
Kwangshin-A	3.9 ^a
Kwangshin-B	3.0 ^a
SWD	3.4 ^a
SL-4200	22.6 ^b
SL-5500	0.5 ^a
SL-6500	0.0 ^a

* Fifty adults *B. tabaci* were released to the lower part of the cage, which was covered with different kinds of net. Each replication consists of 5 cages. Each treatment had three replications.

** The same letters are not significantly different by LSD test.

것으로 추정되었다.

60메쉬 방충망 설치 망실에서 담배가루이의 토마토 잎 중에 산란량을 조사한 결과 거의 찾을 수 없었다(Table 4). 유충과 성충 조사도 수행하였으나 동일한 경향치로서 유충의 발생은 없었고, 7월 6일 조사하였을 때 국지적으로 성충이 엽당 0.02마리 정도로 극히 낮은 수준이었다. 토마토황화잎말림병의 발병정도를 조사한 결과에서도 이병주를 관찰할 수 없었다. 아메리카잎굴파리의 피해에 의한 엽당 갱도도 거의 발견할 수 없고 피해주로서 조사한 결과 2-3주의 토마토에서 발생하는 것은 극히 경미한 수준으로서 이들 또한 출입문 가까이에 위치해 있었다. 이상의 결과는 담배가루이나 아메리카잎굴파리가 출입구를 통하여 일부 유입할 수 있다고 생각되어지지만 이들이 방충망을 통하여 온실로 유입될 가능성은 없다고 판단된다.

엽폭과 당 함량에서 조사 시마다 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이기도 하고 그렇지 않기도 하였으나 그 차이는 근소한 것으로 나타났다(Table 5). 엽폭에서 방충망내의 것이 다소 큰 경향을 나타낸 것은 망실효과로 인하여 차광과 정식초기의 보온효과에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 당 함량에서 초기에 유의성 있게 망실조건에서 높다가 후기에 오히려 차이는 없지만 미세하게나마 낮게 나타나는 것은 초기의 낮은 외기온도 영향이 적은 망실조건의 양호함과, 7-8월 이후 고온의 외기조건하에서 식물체가 작은 망실 공간에서 재배됨으로써 유발된 과번무로 현상

에 기인하여 당도가 떨어지는 경향을 보이는 것으로 해석된다.

고찰

토마토 재배에서 토마토황화잎말림병의 발생은 감염주의 병징이 발현된 이후 수확이 불가능해진다. 이 때문에 TYLCV 매개충인(Brown and Czosnek, 2002) 담배가루이 방제는 병해충 관리 보다 상위개념으로 원천 차단만이 그 해결책이며, 담배가루이 방제 자체도 성취하기 곤란(Horowitz et al., 2005)하다.

담배가루이가 기주식물이 있을 경우, 망사의 구멍이 큰 경우, 두 조건을 모두 충족시키는 경우 통과하는 데 있어서 유의성 있는 차이를 나타내고 있고, 망사통과 과정 중에 상당수의 담배가루이 성충이 망사를 통과하지 못하고 죽는 것은 살아있는 유기체로서 강한 생존력을 나타내는 것이다. 망사통과 시간에 있어서도 구멍이 클 경우 실험 시작 2시간 이내에 통과하는 것이 확인되었으나 시간과 구멍크기의 상관분석은 시도하지 않았다.

망사규격별로 담배가루이의 통과실험을 조사하였을 때, 담배가루이가 직교로 직조된 60메쉬 이상 방충망부터 83메쉬 SL-6500 방충망까지 유의성 있는 차이가 없었으나 54메쉬 SL-4200은 쉽게 통과할 수 있었다. 방충망의 메쉬를 기준으로, 본 시험과 유사한 시험을 Antignus et al.(1998)이 온실에서 수행한 결과는 다소 다른 결과를 제시하였다. 그들은 16메쉬와 30메

Table 4. Effects of 60 mesh net to the passages and damages caused by *B. tabaci* and *L. trifolii*

Treatment*	No. of eggs/Leaf									No. of TYLCV infected plant /Replication						No. of mines/Leaf		No. of plants infested by <i>L. trifolii</i> /Replication					
	30 May	7 Jun	14 Jun	20 Jun	28 Jun	5 Jul	12 Jul	18 Jul	25 Jul	28 Jun	5 Jul	13 Jul	20 Jul	27 Jul	2 Aug	9 Aug	29 Jun	06 Jul	13 Jul	20 Jul	27 Jul	2 Aug	9 Aug
Net	0 ^{ns}	0.1 ^{**}	0.17 ^{ns}	0.13 ^{**}	0.13 ^{**}	0.07 ^{**}	0 ^{**}	0 ^{**}	0 ^{**}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	1.7	1.7	2	2
Conventional	0	0	0.07	3.4	79.6	208.7	1.3	3.1	0.7	3.7	3.7	5.3	6.3	15.7	20.7	31	54.9	87.2	59	59	59	59	59

*A fucigide of polyoxinB 50SP was sprayed on July 20th for the treatment of the net and the conventional. For the control of *B. tabaci* and *L. trifolii* in the conventional, dinotefuran 20WG was treated on July 7th and emamectin benzote 2.15EC on July 12th.
ns : No significant difference; ** : Significantly different at p<0.01 by t-test.

Table 5. Effects of the 60 mesh net to the growth and production of tomato plant

Treatment	Plant height	Leaf length		Leaf width		No. of floret clusters		Sugar contents(Bx)			Amount of harvest(kg)*
	25 May	25 May	30 Jun	25 May	30 Jun	25 May	30 Jun	9 Jul	16 Jul	2 Aug	
Net	103.7 ^{ns}	40.3 ^{ns}	50.6 ^{ns}	39.6 ^{ns}	49.6 ^{**}	2.2 ^{ns}	5.1 ^{ns}	5.4 [*]	4.3 ^{**}	4.8 ^{ns}	142.8 ^{ns}
Conventional	99.2	38.4	45.3	36.8	49.2	1.8	4.8	4.9	4.4	5.2	137.9

* In total, there were 12 times harvests from July 9th to August 8th, in which the harvests included TYLCV infected plants. Further, pinching the growing point was conducted on July 2nd.

** t-test

쉬 방충망이 담배가루이와 목화진딧물의 투과제어에 효과가 없었다고 하면서 UV-A, UV-B를 흡수하는 50메쉬 방충망은 담배가루이 통과와 TYLCV 확산을 현저하게 저하시켰다고 하고, 또한 아메리카잎굴파리, *Tetranychus telarius* (*T. urticae*) 및 목화진딧물의 통과 제어효과에서 일반 50메쉬 방충망 보다 더 효과적이라고 하여 방충망의 자외선흡수능이 관여함을 시사하였다. 온실시험에 사용한 Kwangshin-B를 선정하기 전에, 방충망의 메쉬 수, 이용 가능성, 가격, 담배가루이 통과 정도 등을 고려하였다.

토마토황화잎말림병 예방을 목적으로 담배가루이 방충망 설치결과, 담배가루이 엽당 산란 수와 토마토황화잎말림병 감염 주수에 있어서 거의 발생이 없었다. 60메쉬 방충망 설치 구에서 나타난 피해는 표3에서 보는 바와 같이 담배가루이가 통과하여 나타난 것으로 생각될 수 있다. 그러나 담배가루이나 아메리카잎굴파리가 발생한 온실 내 위치가 미달이 출입문 근처에만 국부적으로 발생하였고, 관행구에서 담배가루이나 아메리카잎굴파리를 방제하기 위하여 7월5일과 12일에 살충제를 2회 살포한 점과, 방충망 온실과 관행처리구가 3연동 비닐하우스 내 방충망을 사이에 두고 있는 점과 관행구에서 담배가루이의 발생량이 많았던 점을 두고 고려할 때, 담배가루이가 조사자의 출입 경로를 따라 유입된 것으로 생각된다. 극세사 방충망을 설치하더라도 방충망 설치 외부에서 온실내로 유입되는 것은 제어 가능할 수도 있지만, 담배나방이나 담배겨세미나방과 같이 토양에서 유충과 번데기 태로 잠복하고 있다가 발생하는 경우에는 방제가 필요할 것으로 생각된다.

극세사 방충망 설치가 토마토의 생육에 미치는 영향으로서, 초장, 엽장, 엽폭, 화방수, 당도, 수량을 조사한 결과 유의성 있는 차이를 발견할 수 없었다. 당도에서 미세하게나마 초기 수확한 토마토에서 당도가 오히려 더 높았던 것은 망실 내에서 식물체가 어리고 식물생육이 더 왕성한 일시적인 현상이라고 생각된다. 이 시험은 일반 토경의 3연동 비닐하우스에서 토마토를 재배한 것을 생각할 때 정상적인 결과로 생각할 수 있다. 수량도 방충망에서 유의성은 없었지만 더 많은 경향을 보였던 것은 7월2일 화방수 5단에서 생장점을 적심하고 더 이상 생육이 진전되지 않은 상태에서 수확량을 측정할 정도로 토마토의 초기 수량에 대한 한 일면을 제시할 뿐이다. TYLCV가 6월 28일 발병하여 8월 10일 수확종료기 근처인 8월 2일 경에 만연하고 그 이후부터 거의 수확이 어려웠던 사안을 감안하면 TYLCV발병으로 인한 수확량 감소효과가 지연된 결과로 해석될 뿐이다. 만약에 8월 이후 계속 수확량을 조사하였다면 관행구에서 토마토 수확량은 거의 기대할 수 없었을 것이다. 따라서 대규모 유리온실에서 장기간에 재배하는 조건에서 수량 조사한 결과를 상정하고 결과를 해석하는 것은 극히 위험하다. 이러한 관점에서 접근은 경제성 분석

(Taylor et al., 2001)에 기초하여 신중하게 고려하여야 할 것이다.

극세사 방충망을 장기 재배하는 유리온실에 적용하는 것은 환기불량으로 높은 습도가 유지될 수 있으므로 병 발생에 우호적인 환경을 조성하고, 차광을 하는 부작용을 초래할 수 있기 때문에 어렵다고 생각할 수 있다. 그러나 과습의 문제는 강제 환기로, 차광의 문제는 방충망 적용 면적과 해충의 유입경로에 대한 이해를 바탕으로 측창과 천창을 통한 유입통로 등에 합리적인 설계를 통해서 해결할 수 있다고 생각한다.

현미경적으로 다양한 크기와 형태의 망사구멍을 가진 극세사 방충망을 담배가루이의 통과여부에 토대를 둔 실내실험 결과를 온실에 적용하여 시험하였을 때, 극세사 방충망은 담배가루이 통과를 원천 차단하여 토마토황화잎말림병을 예방할 수 있었고 부차적으로 토마토의 생육에 미치는 부정적인 영향도 단기간 수행된 본 시험에서 찾아보기 어려웠다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업현장대응사업(PJ007316)의 일환으로 수행되었다. 경상남도농업기술원내 연구 동료로서 송원두, 최시림, 김우일, 권진혁, 이영한, 이성태 박사들의 도움이 있었다. 온실 내외에서 시험을 수행한 박옥나, 정은주씨와 해충실실원들의 협조가 있었다. 본 원고를 심사한 2분의 심사위원에게 사의를 표합니다.

Literature Cited

- Antignus, Y., Lapidot, M., Hadar, D., Messuka, Y., Cohen, S., 1998. Ultraviolet-absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests. *J. Econ. Entomol.* 91, 1401-1405.
- Brown, J.K., Czosnek, H., 2002. Whitefly transmission of plant viruses. *Adv. Bot. Res.* 36, 65-100.
- Horowitz, A.R., Kontsedalov, S., Khasdan, V., Ishaaya, I., 2005. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxifen resistance. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 58, 216-225.
- Park J.A., Hemayet Jahan, S.M., Song, W.G., Lee, H.J., Lee, Y.S., Choi, H.S., Lee, K.S., Kim, C.S., Lee, S.C., Lee, K.Y., 2012. Identification of biotypes and secondary endosymbionts of *Bemisia tabaci* in Korea and relationships with the occurrence of TYLCV disease. *J. Asia-Pac. Entomol.* 15, 186-191.
- Taylor, R.A.J., Shalhevet, S., Spharim, I., Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechi, S., 2001. Economic evaluation of insect-proof screens for preventing tomato yellow leaf curl virus of tomatoes in Israel. *Crop Proct.* 20, 561-569.