농약과학회지 (Korean J. Pestic. Sci.)
Vol. 21, No. 4, pp. 373-380 (2017)
Open Access https://doi.org/10.7585/kjps.2017.21.4.373
ORIGINAL ARTICLES

Online ISSN 2287-2051
Print ISSN 1226-6183

토마토 시설재배지에서 스마트폰-현미경카메라를 이용한 녹응애(*Aculops lycopersici*)의 예찰 및 방제

이중섭* · 이성찬* · 이재한 · 박경섭 · 여경환
국립원예특작과학원 시설원예연구소

Rapid Monitoring and Control of Russet Mite, *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) Using Superzoom Function Microphone Camera in Tomato Green House

Jung-Sup Lee*, Seong-Chan Lee*, Jae-Han Lee, Kyoung-Sub Park and Kyeong-Hwan Yeo

Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Haman, Republic of Korea

(Received on October 9, 2017. Revised on November 6, 2017. Accepted on November 10, 2017)

Abstract This study is conducted to develop a rapid occurrence monitoring in the spot for *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) which a major pest in the tomato cultivated greenhouse. *A. lycopersici* causes damage to plant leaves such as curling of leaflet edges, followed by leaflet bronzing. As feeding continues by the mites, the plant takes on a russeted, wilted appearance, eventually culminating in leaflet desiccation and finally plant death. Also, *A. lycopersici* caused more damage to unripe fruits than ripe fruits after mid-June which was high mite densities of the year. The detection of *A. lycopersici* on the damaged leaf of the backside with microscope camera which make an enlargement the subject to ten or twenty times using microeye superzoom function could be observed easily. *A. lycopersici* began to occur in mid-April and the density of mites increased rapidly from early-May to mid-May. After monitoring with the microphone camera for the *A. lycopersici*, the density of mites in the chemical agent sprayed plot in the mid May could be lowered under 0 to 1 individual per 5 leaves. But in the same period, The inhibition of mite densities in the organic material sprayed plot was limited remarkably. Consequently, The microscope camera with the superzoom function for the smart-phone is enough to easy monitoring early occurrence of *A. lycopersici* in the tomato leaves. Our results suggest that the use of the microscope camera in the smart-phone could be considered as a monitoring tool on *A. lycopersici* in tomato management facilities.

Key words *Aculops lycopersici,* Occurrence monitoring, Smartphone, Superzoom

서 론

시설채소 작물은 대부분 연중 온실에서 재배할 수 있어 질병이나 해충에 의한 피해가 발생하게 되는데, 이때 발생원인을 조기에 진단하는 것은 매우 중요하다. 특히, 토마토의 주요 해충인 총채벌레, 가루이류, 녹응애는 크기가 매우 작아 작물에 피해가 발생하고 나서야 방제에 나서는 경우가 많다. 특히 녹응애에 의한 피해증상을 바이러스 또는 영양부족에 의한 장해현상으로 오인하는 경우도 종종 발생하고 있다(Choi et al., 2012; Lokender and Duni, 2014). 녹응애는 돋보기를 이용하여 관찰하거나 피해증상이 보이는 잎 뒷면을 흰 종이 위에 털거나 비벼서 잎에 붙어있던 작은 해충들이 떨어진 것을 관찰하였다(Moon et al., 2012).

국내에 보고된 흑응애류는 7속 15종이며 이들 속 중 토마토 녹응애는 1995년 처음으로 발견되었고, 2002년부터 녹응애 종의 생태 및 방제에 관하여 연구가 시작되었다(Lokender and Duni, 2014; Xu, 2011; Fischer et al., 2005;

*Corresponding author
E-mail: scjmbr@korea.kr

Steiner et al., 2005; Trottin-caudal et al., 2005; Kim et al., 2002; Park and Park, 1997; Park et al., 1996).

토마토 녹응애는 1937년 호주의 Massee에 의하여 동정되었고 1940년 미국 캘리포니아에서 최초로 토마토의 중요한 해충으로 기록되었으며 현재는 전 세계에 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Eltez and Karsavuran, 2013; Labrada et al., 2011; Baradaran-Anaraki and Daneshvar, 1992; Jeppson et al., 1975; Massee, 1937). 일본에서는 1991년에 처음으로 보고되었으며, 이후 2004년에 토마토 녹응애가 일본 전역에 널리 퍼져 있음을 보고하였다(Nemoto, 1991; Kawai and Haque, 2004).

토마토 재배지에서 녹응애 전염은 주로 바람에 의해 온실 내로 유입되거나, 농기구 부착유입 또는 다른 곤충에 의해 전염되는 것으로 보고되고 있다(Kay, 1986). 우리나라에는 일본, 미국, 네덜란드 등으로부터 유입된 것으로 추정되고 있으며(Kim et al., 2002), 충남 부여, 대전, 유성, 강원 평창, 경북 칠곡, 구룡포 등 전국적으로 시설채소 재배지역에서 발생이 확인되었고, 온실재배 토마토와 피망에서도 피해가 발견되었다(Kim et al., 2002).

토마토 녹응애는 크기가 135 μm인 미소해충으로, 육안으로 관찰하기 불가능하기 때문에 초기에 발생 여부를 관찰하기가 매우 어렵다(Lokender and Duni, 2014; Kim et al., 2002). 하지만 작물의 피해를 확인하였을 때에는 이미 개체수가 높아진 상태이기 때문에 방제가 어려운데다 개체수가 증가된 이후 방제하는 것은 약제살포 횟수 증가, 잦은 약제살포로 인한 저항성 개체 출현 등의 문제를 초래하기 때문에 발생초기에 방제하는 것이 효과적이다(Picanco et al., 1997). 본 논문은 스마트폰-현미경 카메라를 이용한 녹응애 현장 예찰 후 초기에 약제 방제하여 발생밀도를 억제하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

토마토 재배 및 녹응애 접종

토마토녹응애의 전염에 의한 발생양상 구명을 위해 비닐하우스(270 m^2)에서 토마토를 재배하였다. 시험용 토마토는 비닐하우스(폭 6.0, 측고 1.6, 동고 3.2, 길이 40 m)에서 3월 상순에 정식하는 반촉성 작형으로 한 이랑(1 m)에 재식거리 45 cm로 2줄로 정식하여 총 4줄로 재배하였다.

일반약제 처리구에서의 녹응애 방제는 등록약제(상표명 : 지존)를 2,000배액, 50 L를 조제하여 5월 상순(5/12), 5월 하순(5/27)과 6월 중순(6/14)에 총 3회 경엽에 살포처리 하였다. 유기물질 처리구에서는 농자재(상표명 : 고려충, 응칠이) 1,000배액을 50 L 조제하여 일반 약제 처리구와 동일하게 총 3회 경엽 살포하였다. 한편, 무처리구는 녹응애 접종 후 어떠한 약제도 처리하지 않고 주기적으로 녹응애 발생밀도를 조사하였다. 처리구별로 녹응애 접종은 녹응애 피해 엽을 채취하여 접종원으로 활용하였다. 접종시기는 4월 하순(4/20)에 피해 잎을 30~40엽 채집하여 녹응애 유충의 존재를 현미경으로 확인한 후 4~5 cm 크기로 잘라 처리구별로 토마토 하단 20 cm 부위 줄기와 잎에 각각 3조각을 겹쳐 놓음으로써 인위적으로 접종하였다. 접종밀도는 3처리구 모두 동일하게 녹응애 유충 20마리 이상 기생하고 있는 엽 조각을 이용하였고 15주 동안 유지하였다.

현미경 카메라를 이용한 녹응애 관찰

기존의 녹응애 발생 확인은 피해엽을 채집하여 실험실에서30배 이상의 현미경으로 조사한다. 본 실험에서는 현미경 카메라(상표명 : 마이크로아이, ㈜, Netween)를 스마트폰에 연결하여 사용하였다. 현미경 카메라는 전체 중량 180 g으로 휴대하기 적합하고 최대 200배까지 확대할 수 있다. 녹응애는 주로 토마토 잎의 뒷면 또는 줄기에 붙어서 서식함으로 해당 부위를 채취하여 스마트폰-현미경 카메라로 확인하였다.

토마토 녹응애 발생량 조사

토마토 녹응애 발생량 조사는 촉성재배 기간인 4월 상순부터 8월 상순까지 토마토를 재배하면서 현미경 카메라를 이용하여 발생 정도를 조사하였다. 처리구별 작물체내 밀도 조사는 토마토 초장의 길이에 따라 상중하로 구분하여 베드 위 20 cm를 하단부, 그 위 20 cm는 중단부, 중단부 위를 상단부로 구분 하였고, 각 부위별로 주기적으로 녹응애 발생밀도를 조사하였다. 이때 각 처리구별로 피해주 3주를 선정하여 3반복으로 촬영하였다. 촬영 시에는 10배부터 20배까지 확대하여 녹응애 존재여부를 스마트폰 화면을 통하여 육안으로 관찰하였다.

결 과

녹응애 현장관찰

온실에서의 토마토 녹응애 관찰은 Fig. 1A와 같이 현미경 카메라를 스마트폰에 연결하여 토마토의 생장부위별 잎 뒷면을 10~20배로 확대하여 촬영하였다(Fig. 1C, D, E). 스마트폰 화면을 통해서 관찰된 녹응애는 몸체 색깔이 주황색에 가까웠으며 대부분 유충의 형태로 존재하였다(Fig 1D, E). 녹응애 피해를 받은 잎은 발생초기에는 은빛을 띠었으나 점차 활력을 잃고 시들면서 변색되었고 후기에는 심하게 피해를 받아 녹슨 형태를 띠고 피해잎의 끝부분부터 말리는 증상이 발생하였다(Fig. 2D). 녹응애에 의한 과실피해는 생육후기 과정부에 그물을 형성하는 모양으로 녹이 낀 형태로 나타났으나 그 빈도는 적었다(Fig. 2D). 접종 1개월 후에는 무처리구의 중단부 잎과 과실에도 녹응애 발생이 관찰되었

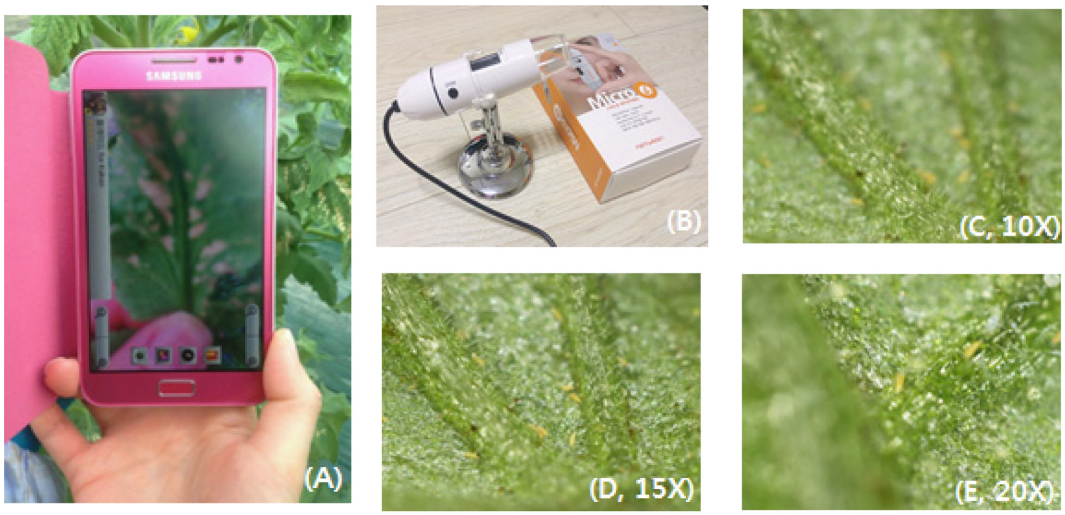

Fig. 1. Damaged leaf by *A. lycopersici* taken picture using Microeye superzoom device with smartphone: (A), Smartphone camera; (B), Microeye superzoom apparatus for smartphone; (C), *A. lycopersici* on tomato leaf back side at ×10; D ×15; E ×20.

Fig. 2. Morphological characteristics of *A. lycopersici* and symptoms of tomato infested by *A. lycopersici* (A), nymphs and adults on leaf; (B), symptoms of fruit; (C), symptoms of leaf; (D), symptoms of stem (arrows indicate left-stem infested by *A. lycopersici* and normal right-stem).

다(Fig. 2). 녹응애의 흡즙에 의한 피해는 잎이 말리는 증상이 나타났으며 점차 잎이 갈변되었다. 녹응애 피해가 지속되는 경우에는 잎, 줄기가 녹이 슨 것처럼 되었고 결국에는 시들면서 고사하였다(Fig. 2).

녹응애 발생량 조사

토마토 녹응애 피해 잎을 채집하여 인위적으로 하단부위 접종 후 줄기와 잎에서 녹응애 발생량을 현미경 카메라를 이용하여 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 접종 일주일 경과 후 녹응애의 발생부위는 토마토 하단부위부터 감염이 시작

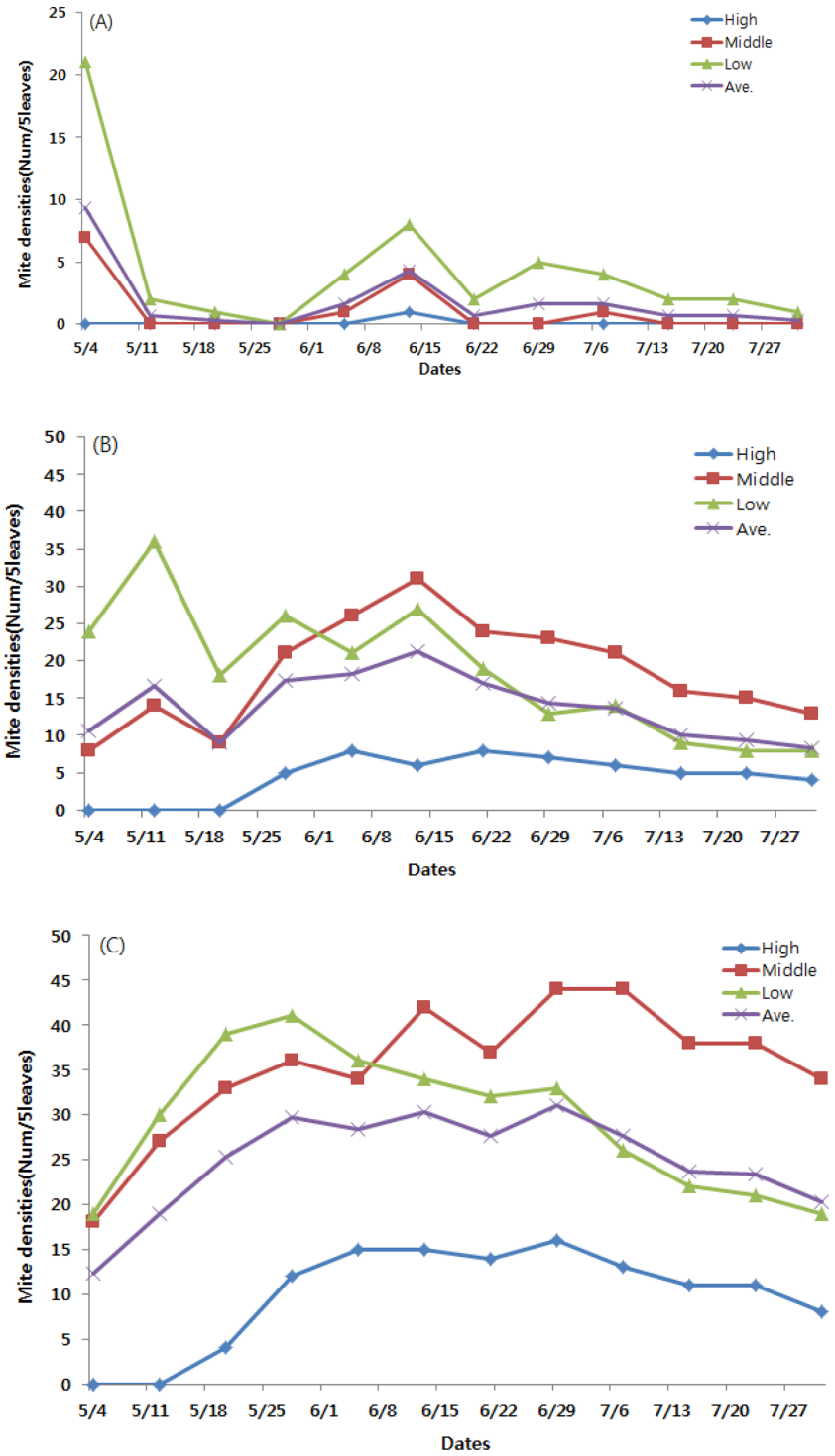

Fig. 3. The change of densities on tomato russet mite, *A. lycopersici* in two tomato green houses, 2016: (A), chemical agent sprayed; (B), organic materials sprayed; c, no sprayed (control).

되었으며, 10일이 지난 이후에는 상부의 잎과 줄기로 이동하여 피해를 나타내었다(Fig. 3B, C). 토마토 작물의 생육부위별 녹응애 개체수 관찰결과 접종 부위인 하단부위 줄기에서 녹응애가 다량으로 관찰되었고 잎에서도 일부 관찰되었다. 그 후 20일이 지난 5월 상순에는 녹응애의 개체수가 급격히 증가하였고, 중간부위 잎에서도 다량의 녹응애가 관찰되었다(Fig. 3, 4B, C). 5월 중순 이후에는 하단부에 존재하던 녹응애가 점차 상부로 이동하여 접종 40일이 지난 5월 하순에는 상단부의 잎에서도 녹응애가 관찰되었다. 반면 하단부에서는 피해가 진행된 후 상단부위로 이동하여 밀도가

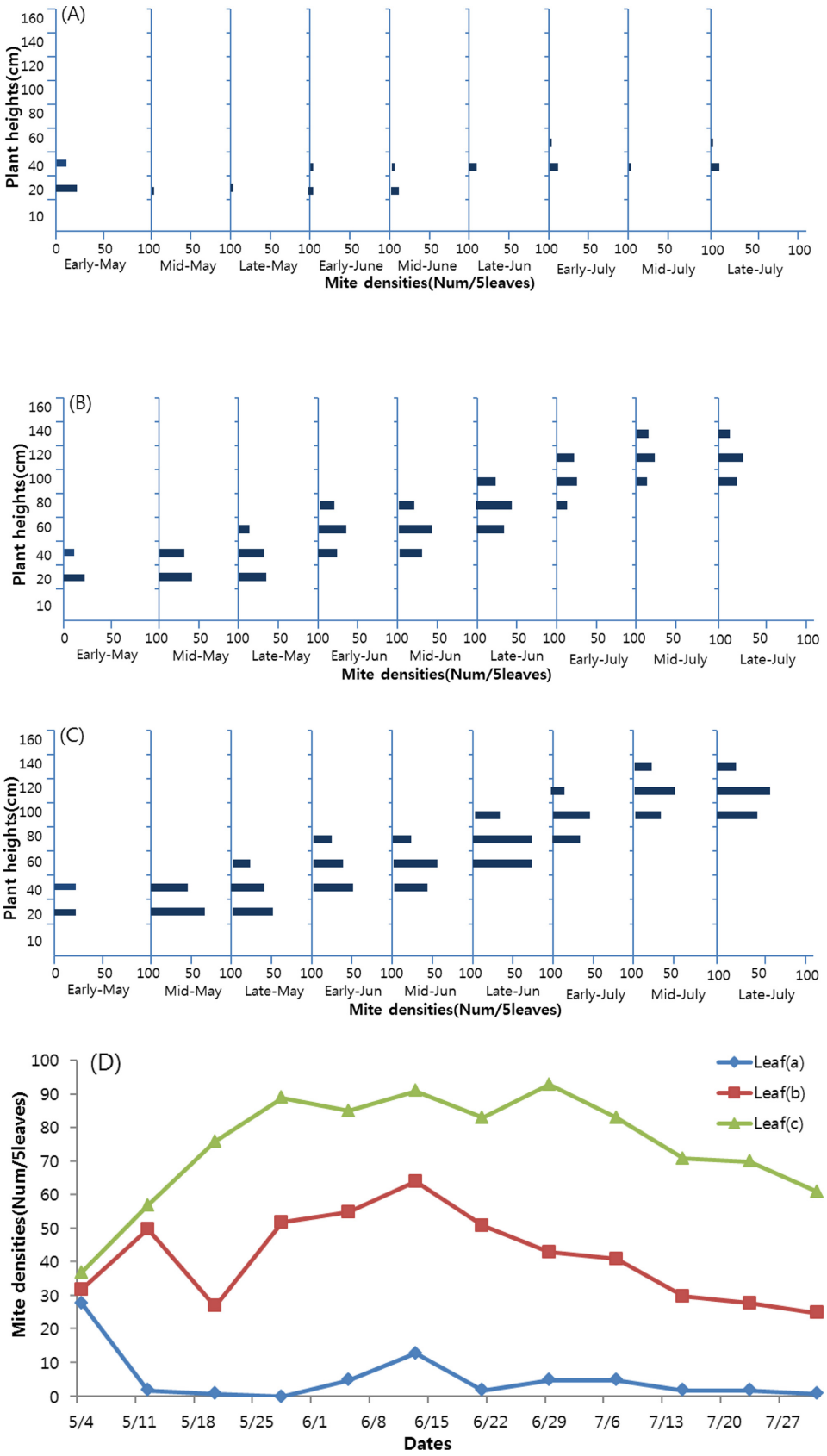

Fig. 4. Vertical distribution of tomato russet mite, *A. lycopersici* on infested leaves in chemical agent sprayed (A), organic material sprayed (B) and no sprayed (C). Total number of tomato russet mites (D) counted 5 leaves according to the plant growths. The initial release date of infested leaves by *A. lycopersici* was 20 April.

점차 낮아지는 경향을 나타내었다(Fig. 4B, C). 또한, 처리구간의 전체적인 발생 정도는 약제 처리구와 비교한 결과 유기물질 살포 처리가 높게 나타났다(Fig 3B). 약제 살포구에서는 처리 직후부터 밀도가 매우 낮았으며, 생육후기까지도 개체수 증가는 나타나지 않았다(Fig. 3A). 한편, 무처리구의 녹응애 발생밀도는 생장단계에 따라 점차 증가되었으며 최대 발생량을 나타낸 시기는 접종 40일 후인 6월 상순이었다(Fig. 3C). 최대 발생량 이후부터 생육후기인 7월 하순까지 발생량 증가는 나타나지 않았으며 그 이후에도 다소 낮아지는 경향을 나타내었다(Fig. 3C, 4D). 한편, 유기물질 살포구와 무처리구에서의 녹응애 분포는 작물 하단부위와 중간부위에 주로 분포하고 있었으며, 상단부 신초 부위는 매우 낮았다(Fig. 4).

고 찰

토마토녹응애에 피해를 받은 줄기는 Park et al. (1996)의 연구에 의하면 큐티클 층의 털이 점차 없어지고 광택이 나거나 줄기 표면이 그물형으로 갈라지며, 새순은 시들거나 위축되는 증상을 나타낸다고 보고하고 있다. 또한, 피해주 과방에서의 착과율은 점차 떨어지고 과실표면은 고유한 푸른색을 잃게 되며 녹응애 밀도가 더욱 높으면 과경 부근에 그을음이나 녹이 낀 것 같이 되거나 과일의 과정부가 그물형으로 갈라지는 증상을 나타낸다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 녹응애 피해줄기에서 그물형을 보이지는 않았지만 녹이 낀 광택이 나타났으며 점차 상부로 피해증상이 확산되어 과경, 잎에서 말림현상과 표면에 녹이 낀 광택 증상이 나타났다(Fig. 2C, D). 녹응애에 의한 과실의 피해는 생육후기 발생밀도가 엽당 10마리 이상으로 매우 높아진 후에 확인되었으며(Fig. 2D), 피해 과실은 대부분 성숙 중인 과실에서 나타났다. 녹응애 피해가 심하면 과경, 꽃받침도 피해를 받아 심하게 말리는 현상이 발생한다(Park, 1997)는 연구결과가 있지만 본 연구에서는 나타나지 않았다. 한편, 약제 처리구에서는 녹응애의 발생밀도가 증가하는 5월 중순에 약제를 살포한 후에는 5월 하순까지 증가하지 않았는데, 이는 처리 약제의 약효가 15일 이상 지속되었기 때문으로 판단되었다(Fig. 3A). 유기농업자재의 처리구에서도 5월 중순 녹응애 발생이 감소된 것으로 보아 다소 영향을 주었던 것으로 여겨지며, 그 이후에 다시 밀도가 증가하여 약효지속이 매우 제한적이었다(Fig. 3B).

Kawai and Haque (2004)의 연구에 의하면 녹응애 접종 후 온실 내 토마토 생육이 지속되는 한 발생밀도가 점차 증가한다고 보고하고 있으며 약제를 처리하지 않는 경우 접종 6주 후 최대 발생밀도를 나타낸다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 발생밀도가 생육초기부터 다소 빠르게 증가되었으며, 5월 중순 약제 처리 후에는 밀도증가가 현저히 낮아지는 결과를 나타내었다. 그 후 줄기 중간부위와 상단부위에서도 녹응애의 밀도가 낮아지는 결과를 나타내었는데 이는 하단부위 밀도가 감소되어 중간부위로의 이동이 더 이상 진행되지 않았다고 추정 할 수 있다. 또한, Ramalho (1978)는 토마토녹응애가 작물체에서 점차 증가하기 시작하여 접종 82일경에 최대 발생양상을 보이다가 그 후 약제를 처리하지 않아도 점차 감소한다고 보고하였다. 그러나, 녹응애가 토마토 작물 전체에 퍼져 있는 상태에서 약제처리 없이 밀도가 감소되는 것은 기주 작물 내에서도 재배품종과 온실환경 조건에 따라 다소 차이가 있을 것으로 추정되었다.

Lokender and Duni (2014) 및 Kim et al. (2002)에 의하면 토마토녹응애의 생육 온도는 25~28°C이고 습도 40~60%에서 수명이 가장 길며 특히, 시설 하우스에서는 작물 최적 생육과 환경관리에 의한 적정 온도범위가 녹응애의 생육온도와 비슷하기 때문에 녹응애 피해가 나타날 가능성이 매우 높다고 보고하고 있다. 그러나, Fig. 3에서와 같이 녹응애 발생이 증가된 6월 중순에는 토마토 재배 하우스 내 한낮 온도가 40°C를 넘는 경우도 있었으나 발생량이 높은 것으로 보아 온도에 크게 영향을 미치지는 않은 것으로 추정되어 발생억제를 위해서는 등 방제 작업이 반드시 이루어져야 할 것으로 판단되었다. 또한, Kawai and Haque (2004)는 토마토녹응애의 산란과 발육에 적당한 습도범위는 30~60%이고 실내 습도가 높아질수록 이들 개체군의 생장속도는 느려진다고 보고하고 있다. Fig. 3B, C에서와 같이 녹응애 밀도가 낮아진 6월 하순 이후에는 여름철 잦은 강우 및 장마로 인해 상대습도가 60% 이상 유지되는 경우도 있어 발생밀도가 낮아지는데 간접적인 영향을 나타내었을 가능성도 있을 것으로 판단되었다. 한편, 토마토 생육기 녹응애 밀도와 관련하여 Jeppson et al. (1975)의 연구에 의하면 녹응애는 열대지역이 원산이기 때문에 추운 지역에서는 몇 시간 내에 동사한다고 보고하고 있다. 그러나, 국내 토마토 시설재배지는 대부분 비닐하우스에서 난방하여 재배하고 있기 때문에 겨울철에도 피해를 나타낼 가능이 매우 높다고 할 수 있다. 또한, 녹응애 피해가 나타났을 때에는 확산이 빠르기 때문에 예찰하여 초기에 방제하는 것이 매우 중요하다. 따라서, 녹응애 피해를 조기에 예측하기 위해서는 현미경 카메라 사용 시 현장에서 신속하게 확인이 가능하기 때문에 이를 활용할 경우 조기 예찰을 통한 초기방제가 가능 할 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구 논문은 농촌진흥청 국립원예특작과학원(과제번호: PJ0113852017)의 시험연구비에 의하여 연구되었다.

Literature Cited

Baradaran-Anaraki, P. and H. Daneshvar (1992) Studies on the biology and chemical control of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae), in Varamin. Appl. Entomology and Phytopathology. 59(1-2):25-27.

Choi, Y. S., Y. G. Nam, I. S. Whang, H. H. Park, H. H. Kim and D. G. Park (2012) Occurrence monitoring and population growth of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) using green label sticker. Korean J. Appl. Entomol. 51(4):405-410.

Eltez, S. and Karsavuran, Y. (2013) Investigations on distribution and infestation rates of damaging pests, that found on tomato production areas in Izmir (Turkey) city. Ege Univ. Ziraat Fak. Derg. 50(1):29-38.

Fischer, S., F. Klotzli, L. Falquet and O. Celle (2005) An investigation on biological control of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee) with *Amblyseius andersoni* (Chant). IOBC Bulletin 28(1):99-102.

Jeppson, L. R., H. H. Keifer and E. W. Baker (1975) Mites injurious to economic plants. pp. 354.

Kawai, A. and M. M. Haque (2004) Population dynamics of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) and its natural enemy, Homoppronematus anconai (Banker). Japan Agr. Res. Quart 38:161-166.

Kay, I. R. (1986) Tomato russet mite: a serious pest of tomatoes. Queensland Agr. J. 112(5):231-232.

Kim, D. G., D. G. Park, S. H. Kim, I. S. Park and S. K. Choi (2002) Morphology, biology and chemical control of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 41(4): 255-261.

Labrada, H. Y., B. H. L. Sariol, T. B. M. Nieves, B. J. L. Garcia and S. P. E. Torre (2011) Mites catalogue intercepted in Cuban Granma province. Fitosanidad. 15(2):73-86.

Lokender, K. and C. S. Duni (2014) Infestation and management of russet mite, *Aculops lycopersici* in tomato, *solanum lycopersicum* under protected environment in north-western india. Environment and Ecology 33(1):87-90.

Massee, A. M. (1937) An Eriophyid mite injurious to tomato. Bull. Entomol. Res. 28, 403.

Moon, C. B., B. M. Kim, J. Y. Yi, J. W. Hyun and P. H. Yi (2012) Detection of candidate area for automatic identification of scirtothrips dorsalis. Korean J. Industr. Syst. Res. 17:51-58.

Nemoto, H. (1991) Ecological and morphological studies on the eriophyid and tarsonemid mites injurious to horticultural plants and their control. Saitama-ken Engei Shikenjo Tokubetsu Hokoku (Spec. Bull. Saitama Hort. Exp. Sta.). 3: 1-85 [In Japanese with English summary].

Park, D. K., M. S. In and I. H. Park (1996) Biology and control of newly found Eriophyid mite on tomato I. Res. Rept. of Chungnam Agr. Tech. Admin. pp. 463-468.

Park, D. G. (1997) Biological characteristics of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae). pp. 1-31.

Park, D. G. and I. H. Park (1997) Biology and control of newly found Eriophyid mite on tomato II. Res. Rept. of Chungnam Agr. Tech. Admin. pp. 550-554.

Picanco, M. G., G. L. D. Leite, W. F. da Mota and R. de C. Cangemi (1997) Resistência de introduçóes de *Lycopersicon peruvianum a Tetranychus ludendi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) e *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae). Agro-Ciencia 13:73-76.

Ramalho, F. S. (1978) Niveis de infestacao de *Aculops lycopersici* (Messee, 1937) em diferentes fases de desenvol vimento do tomateiro. Anais Soc. Entomol. Brazil. 7:26-29.

Steiner, M. and S. Goodwin (2005) Managing tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyiidae) in greenhouse tomato crops, IOBC Bulletin 28(1):245-148.

Trottin-Caudal, Y., C. Fournier and J. M. Leyre (2003) Biological control of Aculops lycopersici (Massee) using the predatory mites Neoseiulus californicus (Mac Gregor) and Neoseiulus cucumeris (Oudemans) on tomato greenhouse crops. Proc. Intern. Symp. on Greenhouse Tomato: Integrated Crop Protection and Organic Production, Avignon, France, Ed CTIFL, 153-157.

Xu Xiang (2011) Predatory capacity of *Homeopronematus anconai* against *Aculops lycopersici*. Plant Diseases and Pests 2(3):24-26.

토마토 시설재배지에서 스마트폰-현미경카메라를 이용한 녹응애(*Aculops lycopersici*)의 예찰 및 방제

이중섭* · 이성찬* · 이재한 · 박경섭 · 여경환

국립원예특작과학원 시설원예연구소

요 약 본 연구는 토마토 재배지에서 주요 해충인 토마토녹응애 (*Aculops lycopersici* Massee)의 신속한 현장 예찰을 위하여 수행하였다. 토마토녹응애는 잎을 가해하여 피해잎이 말리면서 점차 갈색으로 녹슨 형태로 변색되면서 시들음 증상을 보이다가 결국에는 고사하였다. 또한, 녹응애에 의한 과실 피해는 녹응애 발생밀도가 매우 높게 된 6월 중순 이후에 성숙과 보다 미숙과에서 주로 나타났다. 잎에서의 녹응애 관찰은 현미경 카메라로 피해 잎의 뒷면을 10에서 20배까지 확대하면서 용이하게 관찰 할 수 있었다. 토마토녹응애의 발생밀도는 5월 상순부터 5월 중순까지 급격히 밀도가 증가하였다. 그 후 스마트폰 현미경 카메라로 예찰하여 5월 중순에 약제 살포결과 발생 밀도를 현저히 낮출 수 있었다. 한편, 동일시기에 유기농업자재를 살포한 결과 발생밀도 억제는 매우 제한적이었다. 따라서, 작물체 내 녹응애 존재여부를 스마트폰 현미경 카메라로 확인이 가능하였기에 녹응애 발생 모니터링과 이를 토대로 효율적인 방제에 활용 될 수 있을 것으로 판단되었다.

색인어 토마토, 토마토녹응애, 예찰, 스마트폰, 현미경 카메라