

시설재배 무화과에서 총채벌레의 발생과 피해

김동환 · 조명래¹ · 양창열 · 강택준 · 김형환 · 전성욱*

국립원예특작과학원 원예특작환경과, ¹농촌진흥청 국제기술협력과

Occurrence and Damage by Thrips on Greenhouse-Cultivated Fig

Dong-Hwan Kim, Myoung-Rae Cho¹, Chang- Yeol Yang, Taek-Jun Kang, Hyeong-Hwan Kim and Sung-Wook Jeon*

Horticultural & Herbal Crop Environment division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-440, Korea

¹International Technology Cooperation Center, RDA, Jeonju 560-500, Korea

ABSTRACT: This study was conducted to assess the occurrence and damages by thrips on greenhouse-cultivated fig in Hwaseong, Gyeonggi Province, Korea. We identified the collected species as *Thrips tabaci* Lindeman, *Frankliniella occidentalis* Pergande, and *F. intonsa* Trybom. The density of thrips in the greenhouses during the summer months was monitored using yellow sticky traps; *T. tabaci* showed the highest density, followed by *F. occidentalis* and *F. intonsa*. The damages by thrips were characterized by stunted plant growth because of delayed discoloration of the pericarp, and development of rough fruit surface. Stereomicroscopic observation on the fruit flesh revealed the growth of gray mold at the damaged area, as well as the dead bodies and exuviae of thrips. The rates of fig fruit damages per month, were 18.2%, 9.7%, 2.9%, and 1.3% in July, August, September, and October, respectively.

Key words: Fig, Greenhouse, Yellow sticky traps, *Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella intonsa*

초 록: 경기도 화성지역에서 시설재배 무화과를 대상으로 총채벌레의 발생현황과 피해특성을 조사하였다. 황색끈끈이트랩 및 피해과실에서 발생하는 총채벌레를 동정한 결과 과총채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande), 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa* Trybom) 등 3종의 발생이 확인되었다. 이들 3종 중 과총채벌레의 밀도가 가장 높았으며, 다음은 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레 순으로 나타났다. 총채벌레에 의해 피해를 받은 과실은 비대생장과 착색이 정상적으로 이루어지지 않았고 표면이 거칠고 코르크화 되었다. 실체현미경을 이용하여 피해 받은 과실의 내부를 조사한 결과 피해부위에 회색곰팡이가 발생하였고, 총채벌레의 사체 및 탈피각이 관찰되었다. 무화과 주 수확기에 총채벌레에 의한 과실의 피해율은 7월이 18.2%로 가장 피해가 많이 나타났으며, 이후에는 8월(9.7%), 9월(2.9%), 10월(1.3%) 순으로 나타났다.

검색어: 무화과, 시설재배, 황색끈끈이트랩, 과총채벌레, 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레

무화과(*Ficus carica* L.)는 아열대성 반교목 낙엽활엽수로 뽕나무과(Moraceae)에 속하며, 전 세계에 약 600여 품종이 분포한다(Park, 2010). 무화과의 원산지는 소아시아의 Carica 지방이며, 주요 생산지는 미국 및 지중해 지역으로 알려져 있다(Vinson, 1999). 우리나라에서는 1930년대부터 전라남도 목포에서 처음 재배가 시작되었고(Jeong et al., 2005), 그 후 온대 및 아열대 기후에 속하는 남부 지방과 제주도에서 주로 재배되고 있다(Kim et al., 1992). 우리나라의 주요 재배 품종은 내한성

(耐寒性)이 가장 좋은 봉래시(Horaish)와 1970년대 미국에서 수입하여 일본 히로시마(廣島)현에서 육성한 승정 도후인(Masui Dauphine)이 대표적인 품종이다(Na et al., 2013). 우리나라 무화과 재배면적은 596 ha이며 전라남도 영암지역이 전체 무화과 재배 면적의 약 70%를 차지하고 있고, 전라북도에서도 약 9.5 ha가 재배되고 있다(Cheong et al., 2013). 최근 들어 중부권인 경기도 화성지역에서도 시설하우스를 이용한 재배가 이루어지고 있다. 우리나라의 무화과 생산량은 10 ha당 1,706 kg로 연간 4,270 ton이 생산되고 있다(Cheong et al., 2013).

무화과 재배에 있어 문제가 되는 병해로는 열매썩음병(*Macrophoma* sp.) 과실점무늬병(*Phoma* sp.), 줄기마름병(*Phomopsis*

*Corresponding author: sw3109@gmail.com

Received September 12 2014; Revised November 4 2014

Accepted November 7 2014

cinerecens), 역병(*Phytophthora citrophthora*, *P. palmivora*), 점 무늬병(*Pseudocercospora fici-caricae*), 더덩이병(*Sphaceloma caricae*), 탄저병(*Colletotrichum caricae*), 잿빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*) 등이 보고되어 있다(Cheong, et al, 2013). 또한 해충으로는 굽은기슴넓적밑빠진벌레(*Carpophilus hemipterus*), *Carpophilus freemani*, *Carpophilus mutilatus*, *Lepidosaphes conchiformis*, *Amyelis transitella*, *Drosophila spp.*, *D. melanogaster*, *Tetranychus pacificus*, *T. urticae*가 문제가 되고 있으며, *Pratylenchus vulmus*, *Meloidogyne incognita*, *M. Javanica*, *Xiphinema index* 등과 같은 선충류도 발생하여 피해를 주는 것으로 알려져 있다(UC Statewide IPM Program, 2009). 이와 같이 무화과에 발생하는 병해충으로 많은 종들이 보고되었지만, 총채벌레가 무화과원에 발생하여 과실에 피해를 준다고 보고된 바는 없다. 그러나 우리나라 전남의 영암지역과 경기도 화성지역의 시설하우스 재배 농가에서는 총채벌레가 발생하여 과실에 피해를 주고 있어 무화과 생산에 어려움을 겪고 있다.

따라서 본 연구는 경기도 화성지역의 시설재배 무화과를 대상으로 총채벌레의 발생실태와 피해양상을 조사하여 향후 무화과에 발생하는 총채벌레의 연구 및 방제를 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

총채벌레의 동정

경기도 화성시 서신면의 시설에서 재배되고 있는 무화과를 대상으로 2013년 8월부터 10월까지 3개월간 총채벌레의 피해 과실에서 채집한 개체와 무화과 과원에 설치한 황색 평판 끈끈이 트랩(15 × 25 cm, Greenagrotech, Korea)에 포획된 개체를 Wang et al. (2010)과 Woo et al. (1971)이 제시한 분류키를 바탕으로 실체현미경(SteREO Discovery. V8, Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 형태적 분류를 하였고, 형태적으로 분류된 개체를 다시 genomic DNA (gDNA)를 추출하고 rDNA의 ITS2 부위를 이용한 PCR-RFLP의 단편패턴을 이용하여 확인하였다(Toda and Komazaki, 2002). PCR-RFLP의 단편패턴을 이용한 종 동정을 위해 genomic DNA (gDNA) 추출은 gDNA는 DNeasy Blood and Tissue kit (Qiagen, Inc)를 이용하여 kit의 protocol에 따라 추출하였다. ITS2 (internal transcribed spacer 2) 부위의 증폭은 Toda and Komazaki (2002)가 사용한 프라이머 5'-TGTGAAGTGCAGGACACATGA-3'와 5'-GGTAATCTCACCTGAACTGAGGTC-3'를 이용하였고, 증폭조건은 Ahn et al. (2014)이 제시한 조건을 따랐다. 증폭된 PCR 결과산물의

5 μL를 2% agarose gel (TAE buffer)에 전기영동을 통해 증폭 여부를 확인하고, 남은 PCR 결과산물은 Qiaquick PCR Purification Kit (Qiagen, USA)을 이용하여 정제하였다. 정제된 PCR 결과산물은 10 μL에 제한효소 *Rsa I* (Thermo Scientific, USA) 5 unit을 처리하고, 37°C에서 2시간 동안 반응시키고, 60°C에서 20분간 제한효소를 불활성 시킨 후, 2% agarose gel (TEA buffer)을 이용한 전기영동에서 절단된 DNA 단편 패턴을 통해 확인하였다.

무화과 과원의 총채벌레 밀도 조사

총채벌레의 발생밀도는 화성시 서신면의 시설에서 재배되고 있는 무화과의 중점 수확시기인 8월부터 10월까지 3개월간에 걸쳐 황색 평판 끈끈이 트랩(15 × 25 cm, Greenagrotech, Korea)을 이용하여 조사하였다. 끈끈이 트랩은 과원의 중앙부에 3m 간격으로 1.5 m 높이에 총 5장을 설치하였으며, 7~13일 간격으로 교체하고 수거하였다. 수거한 황색 평판 끈끈이 트랩은 Wang et al. (2010)과 Woo et al. (1976), 그리고 PCR-RFLP의 단편패턴을 토대로 분류한 결과물을 토대로 실체현미경(SteREO Discovery. V8, Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 밀도를 조사하였다.

과실에서의 피해현황 및 피해특성 조사

밀도조사가 실시된 동일한 무화과 과원에서 2013년 7월부터 10월까지 4개월간 과실에서의 총채벌레 피해현황과 피해특성을 조사하였다. 시기별로 과실에 나타나는 피해현황을 조사하기 위해 각 줄을 반복으로 하여 3반복으로 조사하였으며, 각 줄에서 5주를 임의 선정하여 월 1회씩 총 4회에 걸쳐 조사하였다. 과실의 피해 특성은 피해 받은 과실을 수거하여 실험실에서 수술용 칼을 이용하여 과실을 반으로 갈라 과실의 내부를 실체현미경(SteREO Discovery. V8, Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 관찰하고 특징을 기술하였다.

결과 및 고찰

무화과원에서의 총채벌레 발생현황

총채벌레에 의해 피해 받은 과실에서 채집한 총채벌레의 종을 동정하고 PCR-RFLP 패턴을 이용해 확인한 결과 피해과실에서는 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande), 파총채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman), 대만총채벌레(*F. intonsa*

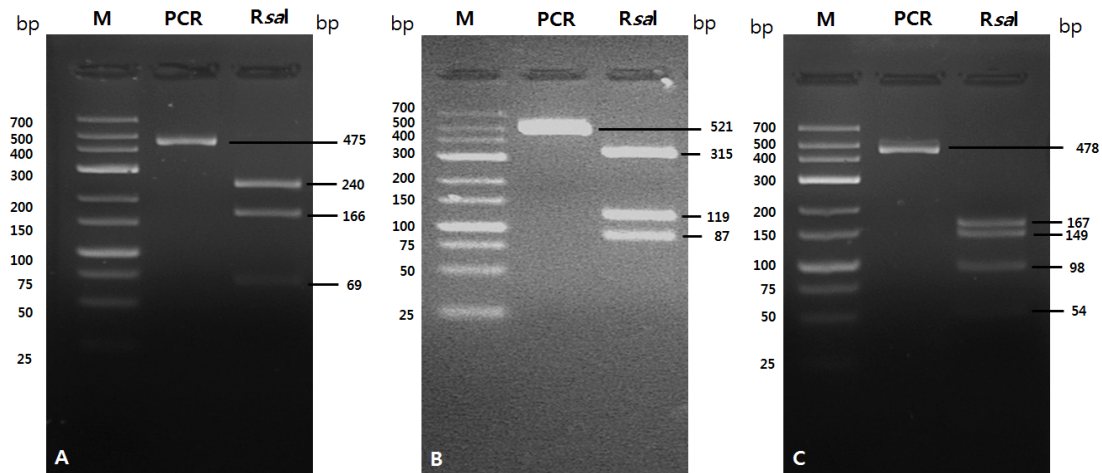


Fig. 1. Restriction fragment length polymorphism analysis polymerase chain reaction amplified fragments (PCR-RFLP) (digested using *Rsa*-I) of A, *Frankliniella occidentalis*; B, *Thrips tabaci* and C, *F. intonsa*, collected using yellow sticky traps and from damaged fruits on greenhouse-cultivated fig.

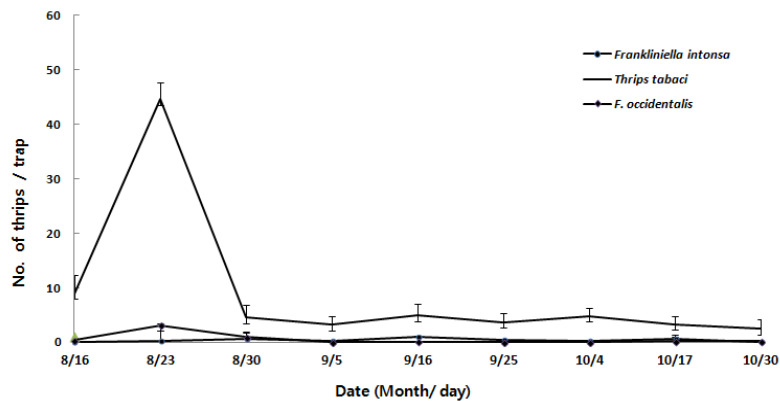


Fig. 2. Changes in the density of thrip species in a fig greenhouse in Hwaseong in 2013, surveyed using yellow sticky traps.

Trypom) 3종으로 확인되었으며, 황색끈끈이 트랩을 이용해 포획된 개체도 같은 종으로 확인되었다(Fig. 1). PCR-RFLP를 이용한 총채벌레의 단편패턴은 Fig. 1-A는 240, 166, 69 bp로 꽃노랑총채벌레, Fig. 1-B는 315, 119, 87 bp으로 파총채벌레로 확인되었으며, Fig. 1-C의 경우엔 167, 149, 98, 54 bp의 PCR-RFLP 패턴만이 확인되었고, 10 bp는 확인이 불가하였으나, Toda and Komazaki (2002)가 분류한 총채벌레의 PCR-RFLP 패턴과 비교한 결과 대만총채벌레인 것으로 확인되었다. 본 조사에서 확인된 3종의 총채벌레는 우리나라 노지재배와 시설재배의 원예 및 화훼작물에서 주로 발생하는 미소해충으로 알려져 있으나(Cho et al., 2013; Park et al., 2002; Seo et al., 2006; Kang et al., 2012), 현재까지 무화과에 발생하는 해충으로 보고된 바는 없다.

Fig. 2는 2013년도에 무화과 주요 수확시기인 8월부터 10월 까지 황색 끈끈이 트랩을 이용하여 무화과원에서 발생하는 총

채벌레 종류별 발생밀도 변화를 조사한 결과이다. 총채벌레의 발생 밀도는 파총채벌레, 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레 3종 모두 무화과 과실의 수확기 초기인 8월에 가장 많은 발생량을 보였으며, 9월부터 발생량은 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 종별 총채벌레의 발생밀도는 파총채벌레가 조사 전 기간 동안 월등하게 우점하는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 꽃노랑총채벌레로 나타났다. 꽃노랑총채벌레는 8월 중순경에 피크를 보였으나, 파총채벌레에 비해서는 낮은 수준의 발생밀도를 보였으며, 9월 이후에는 지속적으로 매우 낮은 밀도를 유지하였다. 대만총채벌레의 경우에는 조사기간 동안 뚜렷한 발생밀도의 변화 없이 매우 낮은 밀도수준을 유지하였다. 본 조사에서 모든 총채벌레의 발생 밀도는 무화과의 주 생산시기인 8월에 가장 높았고, 8월 이후에는 감소하였다. 이러한 원인은 Park et al. (2002)이 국화를 대상으로 꽃노랑총채벌레 밀도조사에서 노지와 시설재배 모두에서 6월~7월 사이에 최대의 발생기를

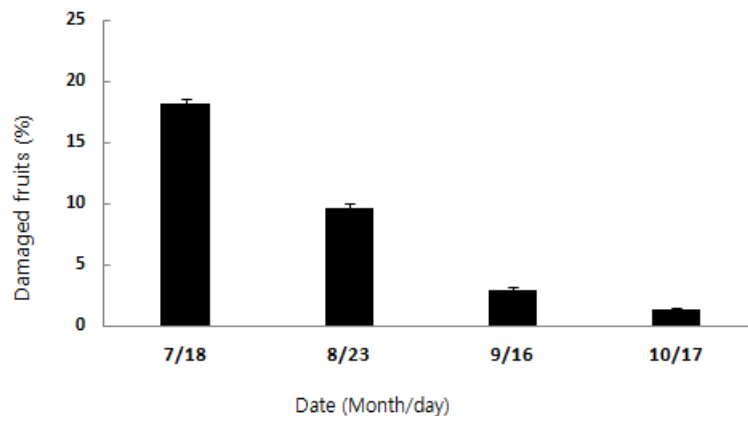


Fig. 3. Percentage of fruits damaged by thrips on figs cultivated in a greenhouse, in Hwaseong, in 2013.

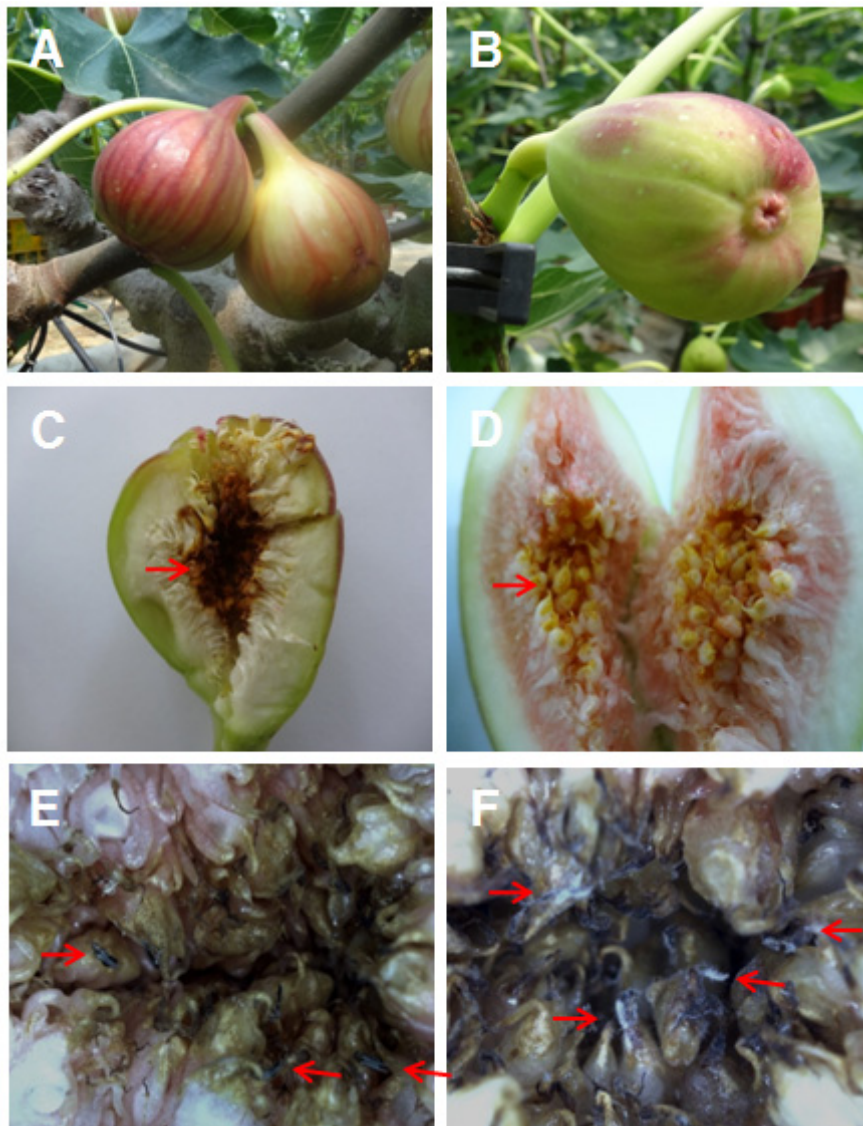


Fig. 4. Fig fruits. A, Healthy fruits; B, Shape of fruit damaged by thrips; C and D, Browning of fruit caused by thrips; E, adults of thrip in a damaged fig fruit; and F, occurrence of fungus on damaged fruits of figs cultivated in a greenhouse, in Hwaseong, in 2013.

보였고 7월 말에 급격한 감소를 보이다 8월말에서 9월초에 한번의 작은 발생기를 보여 본조사의 결과 무화과 재배 시설에서 발생한 발생패턴은 Park et al. (2002)의 패턴과 유사한 결과를 보였다. 따라서 무화과 과원에서 조사된 총채벌레 밀도는 시설에서 발생하는 총채벌레보다 외부로부터 유입되는 총채벌레의 영향이 크다고 볼 수 있다.

과실에서의 총채벌레 피해현황 및 피해특성

무화과 주요 수확기인 7월부터 10월까지 4개월간 총채벌레에 의한 무화과 과실의 피해를 월별로 조사한 결과, 피해과율은 7월이 18.2%로 가장 많았으며, 8월에 9.7%, 9월에 2.9%, 10월에 1.3%로 시간이 지남에 따라 과실의 피해율은 현저하게 감소하였다(Fig. 3). 7~9월은 온실재배 무화과의 과실의 주요 생산 시기이며, 농가에서는 과실을 수확하기 1달 전부터 모든 약제의 사용을 중단하기 때문에 총채벌레의 과실 피해가 증가할 것으로 예상되었으나, 본 조사에서는 7월 이후부터 과실의 피해는 감소하는 경향을 보였다. 이러한 원인으로는 본 조사에서 끈끈이트랩에 채집된 발생량이 Park et al. (2002)의 국화재배 시설에서 발생하는 총채벌레의 밀도 변화를 기초로 볼 때 본 실험에서의 발생량은 과실의 피해에 큰 영향을 끼칠 만큼의 밀도 증가는 아닌 것으로 판단된다. 또한 과실의 피해 조사 시기가 본 실험의 결과에 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다. Fig. 3의 8월의 조사 시기는 8월 하순으로 Park et al. (2002)의 국화 재배시설의 경우 노지에서 9월 중순까지 발생량이 유지되는 것과는 달리 9월 초순 이후로 시설에서의 총채벌레의 밀도는 급격히 감소하였다. 따라서 차후 무화과에 발생하는 총채벌레의 발생 밀도 및 피해 조사에 있어 조사시기 설정이 중요할 것으로 생각된다.

Fig. 4은 총채벌레에 의한 무화과 과실의 피해 특성을 조사하고 기술한 결과이다. 건전한 과실(Fig. 4-A)과 다르게 피해 받은 과실은(Fig. 4-B) 비대 성숙이 진행 되지 못하고 표면이 거칠고 코르크 현상이 발생하며 착색이 이루어지지 않아 상품적 가치가 떨어졌다(Fig. 4-B). 피해 받은 과실을 수거하여 실체현미경(SteREO Discovery. V8, Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 과실의 내부를 관찰한 결과, 총채벌레에 의해 피해를 받은 부위는 갈변되며 부패가 진행되고 있었다(Fig. 4-C and E). 실체현미경을 이용하여 과실의 피해 부위를 확대한 결과, 총채벌레에 피해를 받아 갈변된 부위에서는 회색의 곰팡이류가 과육을 양분으로 성장하고 있었으며(Fig. 4-D), 총채벌레의 사체와 탈피각들이 다수 관찰되었다(Fig. 4-F). 본 실험에서 무화과 과실 속에서 관찰된 총채벌레 개체들은 대부분이 약충으로 화훼류나 채소류와 달리 무화과 과실은 쉽게 으개어지는 꽃들로 구

성된 과실로 총채벌레가 과실과 뒤섞여 밀도의 조사는 불가능하였다.

무화과 과실은 과실 내부에 작은 꽃들로 구성된 열매이며, 과실이 성숙 할수록 과실의 공구(ostiole)가 커져 꽃의 개화시기를 전후로 총채벌레 등의 다양한 해충이 과실 내부로 침입하고 피해를 준다. 특히 총채벌레의 경우 무화과에 가장 대표적 과실 해충으로 농가에서는 총채벌레의 피해를 받은 과실은(Fig. 4-B) 과실의 성장기 및 수확기에 대부분 제거를 하고 있었지만 외관이 건전하고 상품적 가치가 있어 수확하여 저장중인 과실에서도 대부분의 과실에서 총채벌레의 피해가 발견되었고, 이러한 과실이 소비자에게 유통되고 있었다.

따라서 무화과에 발생하여 피해를 주는 다양한 해충에 관한 연구는 보고된 바 있으나(Cheong et al., 2013; UC Statewide IPM Program, 2009), 아직까지 총채벌레에 관한 피해는 보고된 바가 없다. 이러한 이유로 농가에서는 총채벌레의 방제 대책이 시급한 실정이나 효율적인 방제 대책을 세우지 못하고 있다.

본 조사에서는 시설재배에 발생하는 총채벌레에 관한 발생 소장 및 피해에 관한 단편적인 자료를 제시하였으나, 우리나라 무화과 재배면적의 약 70%를 차지하는 노지 재배의 총채벌레 피해에 관한 자료는 제시하지 못하였다. 노지의 경우 무화과 재배지 주변의 기주식물에 따른 다양한 총채벌레가 발생 할 것이며 과실로에서의 피해도 지속적으로 발생할 것으로 생각된다. 따라서 향후 무화과의 안정적인 생산을 위해서는 노지재배의 무화과에 발생하는 총채벌레에 대한 발생 실태 조사 및 수확 전 1개월 동안 농약을 살포할 수 없는 무화과 재배 특성을 고려한 방제법 개발이 필요할 것이라 사료된다. 본 조사결과들은 무화과 과원에서의 총채벌레 피해에 대한 문제인식을 불러일으키는 물론, 향후 보다 정밀한 연구를 위한 기초자료로서 활용이 가능할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Ahn, S.J., Cho, M.R., Park, C.H., Kang, T.J., Kim, H.H., Kim, D.-W., Yang, C.Y., 2014. Halo spot symptom induced by oviposition of *Frankliniella occidentalis* on grape fruits: molecular diagnosis by a species-specific DNA amplification and microscopic characterization of the symptom. Korean J. Appl. Entomol. 53, 281-286.
- Cheong, S.-S., Choi, I.-Y., Lee, W.-H., 2013. Occurrence of gray mold caused by *Botrytis cinerea* on common fig in Korea. Kor. J. Mycol. 41, 38-41.
- Cho, M.R., Jeon, S.-W., Kang, T.J., Kim, H.H., Ahn, S.-J., Yang, C.Y., 2013. Pests occurring on *cymbidium*. Korean J. Appl. Entomol.

- 52, 403-408.
- Jeong, M.-R., Cha, J.-D., Lee, Y.-E., 2005. Antibacterial activity of Korean fig (*Ficus carica* L.) against food poisoning bacteria. Korean J. Food Cookery Sci. 21, 84-93.
- Kang, T.-J., Cho, M.R., Kim, H.-H., Jeon, H.-Y., Kim, D.-S., 2012. Economic injury level of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on welsh onions (*Allium fistulosum* L. var) in the early transplanting stage. Korean J. Appl. Entomol. 50, 289-293.
- Kim, S.S., Lee, C.H., Oh, S.L., Jung, D.H., 1992. Chemical components in the two cultivars of Korean figs (*Ficus carica* L.). J. Korean Agric. Chem. Soc. 35, 51-54.
- Na, H.S., Kim, J.Y., Park, H.J., Choi, G.C., Soo, I.Y., 2013. Comparison of the nutrient components of figs based on their cultivars. Korean J. Food Preserv. 20, 336-341.
- Park, J.A., 2010. Changes of volatile flavor compounds in fig during the ripening. M. S. Thesis, Chonnam National Univ. press, Korea.
- Park, J.-D., Kim, D.-I., Kim, S.-G., 2002. Seasonal occurrence and damaged aspects of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) by cultural environments and varieties of chrysanthemum. Korean J. Appl. Entomol. 41, 177-181.
- Seo, M.J., Kim, S.J., Kang, E.J., Kang, M.K., Yu, Y.M., Nam, M.H., Jeong, S.G., Youn, Y.N., 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.
- Toda, S., Komazaki, S., 2002. Identification of thrips species (Thysanoptera: Thripidae) on Japanese fruit trees by polymerase chain reaction and restriction fragment length polymorphism of the ribosomal ITS2 region. Bull. Entomol. Res. 92, 359-363.
- UC statewide IPM program., 2009. UC IPM pest management guidelines: fig. University of California Agriculture and Natural Resources, Davis, USA.
- Vinson, J.A., 1999. The functional food properties of figs. Cereal Food World. 44, 82-87.
- Wang, C.-L., Lin, F.-C., Chiu, Y.-C., Shin, H.-T., 2010. Species of *Frankliniella Trybom* (Thysanoptera: Thripidae) from the Asian-Pacific area. Zoological studies. 49, 824-838.
- Woo, G.S., 1976. On the Thysanoptera of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 15, 29-38.