국내 주요 약용작물에 발생하는 총채벌레의 종류와 피해

강택준* · 안승준† · 안태진** · 조명래* · 전홍용*** · 정재아****

*국립원예특작과학원 원예특작환경과, **국립원예특작과학원 인삼특작부
국립원예특작과학원 시설원예시험장, *국립원예특작과학원 원예작물부

Thrips in Medicinal Crops in Korea: Identification and Their Damages

Taek Jun Kang*, Seung Joon Ahn†, Tae Jin An**, Myoung Rae Cho*,
Heung Yong Jeon*** and Jae A Jung****

*Horticultural & Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Suwon 441-440, Korea.

**Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

***Protected Horticulture Research Station, NIHHS, RDA, Busan 618-300, Korea.

****Department of Horticultural Crop Research, NIHHS, RDA, Suwon 441-440, Korea.

ABSTRACT : Damages of medicinal crops by thrips and identification of thrips species were investigated by periodic surveys on major medicinal crops, *Platycodon grandiflorum*, *Schizandra chinensis*, *Codonopsis lanceolata*, *Lycium chinense*, *Bupleurum falcatum*, *Ledebouriella seseloides*, *Angelica gigas*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Liriope platyphylla*, *Atractylodes* sp., once or twice a month in Suwon, Eumseong, Jecheon, Pyeongchang, Chungyang from May to October in 2012. Thrips and their damages were found at all of the medicinal crops investigated, mostly occurring at early growing stages of each medicinal crop and causing apical meristem region withered, thereby inhibiting the growth of plants. For species identification of thrips collected from each medicinal crops, DNA from each individual was extracted and ITS2 and COI regions were amplified by PCR. As a result, *Frankliniella intonsa*, *Thrips tabaci*, and *Megalurothrips distalis* have been identified as dominant species on medicinal crops in open field, whereas *Frankliniella occidentalis* was restricted to *Lycium chinense* in which protected cultivation. This study suggests that the occurrence of thrips species on medicinal crops seems to be affected by host specificity and environmental factors such as cultivation types.

Key Words : Medicinal Crops, Thrips, PCR, Identification, *Frankliniella intonsa*, *Thrips tabaci*, *Megalurothrips distalis*

서 언

약용식물 (Medicinal plant)은 식물 전체 또는 잎, 줄기, 뿌리, 종자 추출물 등이 약으로 이용되는 식물을 말하며, 약용작물 (Medicinal crop)이란 이들 약용 식물 중 수요가 많거나 야생채취로 인한 고갈 등 약으로 쓸 목적으로 재배 생산하는 식물을 총칭한다. 한국에는 도라지, 당귀, 황기, 삼주, 대황, 사상자, 용담, 향부자, 생강, 백부자, 마, 천남성, 율나무, 오미자 등 700여 종의 약용식물이 있는 것으로 알려져 있다 (RDA, 2012). 국내 상업적으로 재배되고 있는 약용작물은 당귀, 황기, 도라지, 오미자, 더덕, 삼주, 구기자, 감초, 천궁 등 60여종이 있으며, 인삼을 제외한 약용작물의 경우 생산액이 2000년에 2,930억, 2005년에 5,230억, 2007년에 8,210억과 2010년에는 9,120억원으로 최근 재배면적 및 생산량이 증가하고 있다

(RDA, 2012). 또한 최근 웰빙을 추구하는 시대적 조류로 인해 한약재나 건강식품 등을 선호함에 따라 약용작물 수요가 늘어나고 있으며, 중국산 중금속 오염 한약재의 국내 유입 등으로 인하여 국내 약용 작물에 대한 선호도 및 수요는 증가할 것으로 예상된다.

이러한 약용작물의 생산 및 수요 증가로 인하여 약초를 재배하려는 농가수가 늘어나고 있으며, 농가현장에 발생하는 병해충의 종류 또한 다양해지고 있다. 하지만 국내에서 GAP에 등록된 30여 약용작물 중 병해충 방제 약제로 1개 품목이라도 등록되어 있는 작물은 20여개에 불과하고 또한 작물별 사용할 수 있는 등록 약제수도 절대적으로 부족한 실정이다 (KCPA, 2012).

약용작물에 발생하는 해충으로는 나방류, 노린재류, 진딧물류, 응애류, 총채벌레류, 잎벌레류, 메뚜기류, 깍지벌레류 등 다양한

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6229 (E-mail) massai@korea.kr

Received 2012 November 8 / 1st Revised 2012 November 16 / 2nd Revised 2012 November 30 / Accepted 2012 December 1

데, 국내에서는 227종의 약용식물에서 539종 이상의 해충 발생이 확인된 바가 있다 (Kwak *et al.*, 1997; Shin *et al.*, 2002).

총채벌레는 일반적으로 식물 표피에서 성충과 약충 단계를 지내면서 식물체를 가해하다가 식물 조직내에 알을 산란하고 토양에서 전충과 용의 단계를 거치는 복잡한 생활사를 갖고 있다. 그러나 이러한 발육시기별 서식장소의 다양성에도 불구하고 알에서 성충까지의 발육기간이 짧고 채소, 과수, 화훼류 등을 가해하는 광식성 해충으로 기주 식물이 220여종 이상 보고되었다 (Ananthakrishnan, 1993; Yudin *et al.*, 1986). 일반적으로 총채벌레류는 크기가 성충을 기준으로 1.0~1.5 mm 정도의 미소곤충이고 주로 식물의 잎이나 꽃 등 연약한 부위나 조직 틈에 서식하는데, 기주식물 재배 초기에 발생시 성장점 부위를 집중적으로 가해하기 때문에 생육초기에는 낮은 밀도로 발생하더라도 적절한 시기에 예찰하여 방제를 수행하지 않을 경우 작물의 생육 위축 등 많은 피해를 줄 수 있다 (Cho *et al.*, 2000). 또한 최근 꽃노랑총채벌레 등 총채벌레류에 대한 약제저항성 계통의 출현이 지속적으로 보고되고 있어 총채벌레류는 방제 수행시 약제의 교호사용 등 주의가 필요한 난방제 해충으로 알려져 있다 (Cho *et al.*, 2000; Bielza *et al.*, 2007).

현재 국내 주요 약용작물 종류는 다양하지만 약용작물별로 발생하는 총채벌레의 종류가 무엇인지 또한 어떠한 피해를 주는 지 거의 알려져 있지 않다. 하지만 최근 약용작물별 현장 조사를 실시한 결과 약용작물 생육 초기를 중심으로 신초 위축이나 성장점 피해 등 총채벌레류에 의한 피해로 의심되는 많은 증상들이 발견되고 있다. 따라서 본 연구는 국내 주요 약용작물에 발생하는 총채벌레의 종류를 작물별로 조사하면서 그 피해 증상을 알아보고 향후 작물별 방제 연구의 기초로 활용하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 총채벌레 피해 증상 확인 및 채집

약용작물에 발생하는 총채벌레의 종류와 피해 증상을 알아보기 위하여 2012년 5월부터 10월 사이 충북 음성, 강원 평창, 경기 수원 에 있는 국립원예특작과학원 약용작물 시험포장과 충북 제천, 충남 청양 등 약용작물 재배 지역에 있는 도라지, 오미자, 더덕, 구기자, 삼주, 방풍, 당귀, 감초, 시호, 맥문동 등 주요 약용작물을 대상으로 월 1~2회 주기적인 조사를 실시하였다.

조사 시기별 약용작물 종류에 따라 발생하는 총채벌레 피해 의심 증상을 확인하였고 피해가 확인되었거나 의심 증상이 있을 경우 조사 포장별로 30주 이상의 기주를 임의로 선택하여 피해 증상을 확인하는 육안 조사를 실시하였다. 총채벌레 채집을 위하여 피해 의심 기주를 중심으로 타락법을 실시하여 총채벌레 발생 유무를 재차 확인하였고 채집한 총채벌레들은 종 동정을 위하여 채집 현장에서 마이크로 튜브에 담아 보관

하고 실험실로 가져왔다. 채집된 총채벌레는 실험실내로 가져와 실체현미경 (SteReo Discovery V8, Carl-Zeiss, Germany)을 이용하여 간단한 외부형태를 관찰한 후 PCR 증폭을 이용한 정확한 종 동정을 위하여 미소 붓을 이용하여 플라스틱 팁에 한 마리씩 격리 보관하였다.

2. 채집한 총채벌레의 DNA 추출 및 PCR 증폭

PCR template로 이용할 genomic DNA는 RED Extract-N-Amp Tissue PCR Kit (Sigma-Aldrich)를 이용하여 각 개체별로 추출하였다. 증폭은 genomic DNA에 존재하는 ITS2 (internal transcribed spacer 2)와 미토콘드리아에 존재하는 COI (cytochrome oxidase I) 부위를 대상으로 실시하였으며, PCR 반응액의 조성과 PCR 반응 조건은 다음과 같다. 총채벌레 한 마리에서 추출한 genomic DNA 1 µL를 template로 삼아 50 µL의 PCR 반응액 (2.0 mM MgCl₂, 0.2 mM dNTP, 0.2 µM primer 각각, 1× PCR buffer), 그리고 1 U Taq DNA polymerase (Bioneer, Korea)를 제작하여 다음과 같은 조건에서 PCR 증폭을 실시하였다. Thermal cycler (TP600, TaKaRa, Japan)를 이용하여, 94°C에서 10분간 초기 denaturation을 실시한 이후, 94°C에서 1분간 denaturation, 55°C에서 1분간 annealing, 72°C에서 1분간 extension 하는 반응을 35회 반복한 이후, 마지막으로 72°C에서 10분간 extension을 실시하였다. PCR 결과산물 5 µL를 2% agarose gel에 전기영동으로 전개시켜 증폭 여부를 확인 후, 남은 PCR 결과산물을 Qiaquick PCR Purification Kit (Qiagen, USA)를 이용하여 정제하였고, ABI 3730 DNA Analyzer를 이용하는 바이오니아 시퀀싱 서비스 (Bioneer, Korea)를 통해 염기서열을 얻었다 (Table 1).

결과 및 고찰

1. 기주 식물별 총채벌레 피해 증상

도라지에서 총채벌레에 의한 피해 증상은 주로 생육초기인 5월 하순부터 발견되었다. 초기 피해 증상으로는 기주 식물의 정단부위에 있는 신초를 중심으로 흰색으로 된 얇은 식흔을 남기기 시작하고 피해가 진행될수록 피해 받은 부위 신초가

Table 1. Primers used to amplify each of the two loci investigated.

Gene	Primer	Sequence (5' to 3')	Reference
ITS2	Toda-F2	TGTGAACTGCAGGACAC ATGA	Toda & Komazaki, 2002
	Toda-R2	GGTAATCTCACCTGAACT GAGGTC	Toda & Komazaki, 2002
COI	COI-MTD7.2 F	ATTAGGAGCHCCHGAYAT AGCATT	Brunner <i>et al.</i> 2002
	COI-MTD9.2 R	CAGGCAAGATTAATAATAT AACTTCTG	Brunner <i>et al.</i> 2002

Fig. 1. Symptoms of damage by thrips on *Platycodon grandiflorum*.

Fig. 3. Symptoms of damage by thrips on *Codonopsis lanceolata*.

Fig. 2. Symptoms of damage by thrips on *Schizandra chinensis*.

Fig. 4. Symptoms of damage by thrips on *Atractylodes* sp.

말리면서 식흔이 커지고 잎 주위가 황색으로 퇴색하면서 말라 붙는 증상이 관찰되었다. 총채벌레 의한 피해가 심한 경우에는 줄기 상부 생장점이 있는 신초부위가 완전히 고사하여 도라지가 더 이상 성장하지 못하는 경우도 있었다 (Fig. 1).

오미자에서 총채벌레에 의한 피해 증상은 7월 중순 이후 주로 열매를 맺어 성장하기 시작하는 유과기에 피해가 심하였다. 총채벌레에 의한 피해 발생시 어린 과실 시기에 피해가 특히 심하였는데, 회백색 또는 갈색의 부스럼딱지 같은 반점을 형성하여 과실의 성장을 위축시키고 상품가치를 떨어뜨렸다 (Fig. 2).

더덕에서는 총채벌레에 의한 피해 증상이 주로 생육초기인 6월 초순부터 7월 하순 사이에 집중적으로 발견되었다. 초기 피해 증상으로는 생장점을 포함한 신초 생장이 더디고 주변 엽 부위를 중심으로 흰색으로 된 엽은 식흔을 남기기 시작하였는데, 피해가 진행될수록 피해 받은 부위 신초는 말리고 주변 엽 부분 식흔이 커지면서 황색으로 퇴색하여 말라붙는 증

상이 관찰되었다. 총채벌레 의한 피해가 심한 경우에는 줄기 상부 생장점이 있는 신초부위는 더 이상 전개되지 않고 신초 부위 어린 엽들이 황색으로 퇴색되면서 말리면서 더덕의 초기 생장에 치명적인 피해를 주고 있었다 (Fig. 3).

삼주에서 총채벌레에 의한 피해 증상은 주로 생육초기인 6월 하순에 집중적으로 발견되기 시작하여 꽃봉오리가 맺히기 전까지 주로 발견되었다. 초기 피해 증상으로는 신초 주변 어린 엽들이 위축되면서 생장이 더디고 주변 엽부위를 중심으로 엽은 식흔을 남기기 시작하였고 피해가 진행될수록 신초 부위 주변 엽 부분 식흔이 커지면서 위축되고 심하면 더 이상 신초가 전개되지 않아 초기 생장에 치명적인 영향을 주고 있었다 (Fig. 4).

방풍과 감초에서 총채벌레에 의한 피해 증상은 주로 생육 초기인 6월 중순에 집중적으로 발견되기 시작하였다. 피해 증상은 주로 신초 주변 어린 엽들이 위축되면서 앞 뒷면에는 엽은 식흔을 남기기 시작하였고 피해가 진행될수록 앞 전체가

Fig. 5. Symptoms of damage by thrips on *Ledebouriella seseloides*.

Fig. 6. Symptoms of damage by thrips on *Glycyrrhiza uralensis*.

Fig. 7. Symptoms of damage by thrips on *Liriope platyphylla*.

위축되고 기형이 되어 전체적인 생장 위축 현상을 보였다 (Fig. 5 and 6).

구기자, 시호 등 기타 약용작물에서의 총채벌레 발생에 의한 피해도 대부분 6월 초순 이후 약용작물 생육 초기부터 발생하고 있었는데, 대부분 어린 신초부위에 발생하여 성장점을 가해함으로써 작물의 생장을 위축시키고 있었다. 맥문동의 경우 특이하게 총채벌레에 의한 피해 증상이 신초 등 유엽 부분

Fig. 8. PCR amplification of COI locus from the thrips collected from various herbal crops in different regions. M; 100 bp DNA ladder, Lane 1; *Scolothrips takahashii* in *Codonopsis lanceolata*, Lane 2; *Megalurothrips distalis* in *Atractylodes* sp., Lane 3; *Scirtothrips* sp. in *Schizandra chinensis*, Lane 4; *Scirtothrips* sp. in *Schizandra chinensis*, Lane 5; *Scolothrips takahashii* in *Lycium chinense*, Lane 6; *Frankliniella occidentalis* in *Lycium chinense*, Lane 7; *Thrips tabaci* in *Ledebouriella seseloides*, Lane 8; *Thrips tabaci* in *Bupleurum falcatum*, Lane 9; *Frankliniella intonsa* in *Glycyrrhiza uralensis*, Lane 10; *Scirtothrips* sp. in *Liriope platyphylla*.

Fig. 9. PCR amplification of ITS2 locus from the thrips collected from various herbal crops in different regions. M; 100 bp DNA ladder, Lane 1; *Frankliniella intonsa* in *Angelica gigas*, Lane 2; *Frankliniella intonsa* in *Angelica gigas*, Lane 3; *Thrips nigropilosus* in *Atractylodes* sp., Lane 4; *Thrips tabaci* in *Ledebouriella seseloides*, Lane 5; *Frankliniella intonsa* in *Platycodon grandiflorum*, Lane 6; *Megalurothrips distalis* in *Platycodon grandiflorum*, Lane 7; *Thrips tabaci* in *Bupleurum falcatum*, Lane 8; *Thrips tabaci* in *Codonopsis lanceolata*, Lane 9; *Megalurothrips distalis* in *Atractylodes* sp., Lanes 10 and 11; *Frankliniella intonsa* in *Glycyrrhiza uralensis*.

에 국한되지 않고 식물체 전체에 대부분의 생육기간동안 발생하고 있었는데 피해 받은 엽은 엽은 식흔들이 엽 전체에 고르게 발생하고 있었다 (Fig. 7).

2. PCR 및 DNA 분석에 의한 총채벌레의 동정

염기서열을 이용한 종동정을 위하여 미토콘드리아에 존재하는 cytochrome oxidase I (COI)과 genomic DNA에 존재하는 internal transcribed spacer 2 (ITS2) 유전자 부위를 PCR 증폭한 결과, COI 부위는 조사한 모든 총채벌레에서 약 500 bp 크기의 동일한 PCR 산물이 증폭되었다 (Fig. 8). 반면에 ITS2 유전자 부위는 총채벌레의 종류에 따라 PCR 산물의 크기가 조금씩 달랐다 (Fig. 9). ITS2 유전자 부위는 염기서열을 직접 분석하기 이전에 PCR-RFLP 분자마커를 이용하여 종분류에 이용되어 왔으나 (Toda and Komazaki, 2002), 본 연구에서는 직접적인 염기서열분석을 통하여 보다 정확한 종 동정의 기초자료를 확보하고자 하였으며, 이를 바탕으로 보다 간편한 PCR-RFLP 분자마커의 개발이 가능할 것으로 예상된다. Toda and Komazaki (2002)가 제시한 ITS2 부위의 제한효소

Table 2. Species identification of thrips collected at different medicinal crops in Korea.

Host plant		Location	Thrips	
Korean name	Scientific name		Result of identification	Korean name
도라지	<i>Platycodon grandiflorum</i>	Suwon	<i>Megalurothrips distalis</i>	싸리총채벌레
		Eumseong	<i>Megalurothrips distalis</i>	싸리총채벌레
		Eumseong	<i>Frankliniella intonsa</i>	대만총채벌레
		Eumseong	<i>Megalurothrips</i> sp. ¹	-
오미자	<i>Schizandra chinensis</i>	Jecheon	<i>Scirtothrips</i> sp. ²	-
		Cheongyang	<i>Scirtothrips</i> sp. ³	-
더덕	<i>Codonopsis lanceolata</i>	Suwon	<i>Frankliniella intonsa</i>	대만총채벌레
		Eumseong	<i>Thrips tabaci</i>	파총채벌레
		Jecheon	<i>Scolothrips takahashii</i>	응애총채벌레
구기자	<i>Lycium chinense</i>	Cheongyang	<i>Scolothrips takahashii</i>	응애총채벌레
		Cheongyang	<i>Frankliniella occidentalis</i>	꽃노랑총채벌레
삼주	<i>Atractylodes</i> sp.	Eumseong	<i>Thrips nigropilosus</i>	미나리총채벌레
		Suwon	<i>Megalurothrips distalis</i>	싸리총채벌레
방풍	<i>Ledebouriella seseloides</i>	Eumseong	<i>Thrips tabaci</i>	파총채벌레
시호	<i>Bupleurum falcatum</i>	Eumseong	<i>Thrips tabaci</i>	파총채벌레
참당귀	<i>Angelica gigas</i>	Pyeongchang	<i>Frankliniella intonsa</i>	대만총채벌레
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Eumseong	<i>Frankliniella intonsa</i>	대만총채벌레
맥문동	<i>Liriope platyphylla</i>	Suwon	<i>Scirtothrips</i> sp. ⁴	-

1; 91% of identification with *Megalurothrips usitatus*, 2; 94% of identification with *Scirtothrips dorsalis*, 3; 90% of identification with *S. dorsalis*, 4; 80% of identification with *S. dorsalis*.

처리 단편은, 우리가 실시한 제한효소 처리 결과와 정확히 일치하지 않는 경우가 여러 번 나타났으며, 작은 단편의 경우에는 젤사진 상에서 확인하기가 어려운 경우가 많아 염기서열의 직접적인 분석 방법을 택하게 되었다.

약용작물에서 채집한 총채벌레를 대상으로 ITS2와 COI 유전자 부위를 증폭하여 염기서열을 얻고 NCBI에 등재된 다른 총채벌레들의 염기서열과 비교한 결과, 유전적으로 일치하는 총채벌레는 대만총채벌레, 파총채벌레, 싸리총채벌레, 미나리총채벌레, 꽃노랑총채벌레인 것으로 나타났다 (Table 2). 노지에서 재배하는 약용작물에서 주요 우점종으로는 대만총채벌레, 파총채벌레, 싸리총채벌레로 추정되는데, 대만총채벌레의 경우 도라지, 더덕, 당귀, 감초에서 확인되어 가장 넓은 기주에 발생하는 해충이었다. 그 다음으로 더덕, 방풍, 시호에서 확인된 파총채벌레였고, 나머지 도라지와 삼주에서 확인된 싸리총채벌레였다.

기타 더덕에서 응애총채벌레, 구기자에서 응애총채벌레와 꽃노랑총채벌레, 삼주에서 미나리총채벌레가 일치하는 것으로 분석되었다. 응애총채벌레의 경우 포식성 총채벌레로 작물에 발생하여 피해를 유발하는 해충과는 관련이 없을 것으로 여겨진다. 기타 오미자와 맥문동에서 채집한 한종류의 경우 NCBI에 등록된 볼록총채벌레와 유전적으로 일치할 확률이 낮게 나와 (80~94%) 향후 다시 채집 후 유전자분석 및 형태학적 분석으로 다시 검증해야 할 것으로 생각된다. 일반적으로 낮은 유

사도를 보이는 개체들의 경우 유전적 분석을 위한 처리 절차상 잘못 분석되었을 확률도 있고 NCBI에 그 서열이 아직 보고되지 않았을 경우가 있어서 향후 유사도가 낮게 나온 개체의 경우 추후 다시 채집 후 형태적인 분석과 다른 유전자부위를 추가로 증폭하여 비교하는 분석을 재차 수행하여 정밀한 동정을 해야 할 것으로 여겨진다.

일반적으로 총채벌레의 경우 수컷 없이 암컷만으로 다음 세대에 암컷이 생산되는 암컷생산단성생식 (Thelytoky) 생활환을 가지는 것으로 알려져 있다. 파총채벌레의 경우 가장 전형적인 암컷생산단성생식 생활환을 가지고 생활하는데 반하여 꽃노랑총채벌레는 수컷과 암컷이 교미하여야 다음세대에 암컷이 생산되고 수컷 없이 암컷만으로는 다음 세대에 수컷만 생산되는 수컷생산단성생식 (Arrhenotoky)의 생활환을 가지는 종으로 알려져 있다 (Bryan and Smith, 1956). 자연 상태에서 이런 암컷생산단성생식이 수컷생산단성생식 보다 생존과 증식에 이점이 있다고 알려져 있는데, 그 이유는 첫째, 개체군의 증식에 있어 모든 암컷의 자손에 의해 가능하고, 둘째, 낮은 밀도의 개체 성장에 있어 수컷이 많이 필요하지 않다고 알려져 있다 (Van Rijn *et al.*, 1995).

이와 같은 총채벌레 단성생식 생활환의 특성을 이해하면 대부분 노지 재배 약용작물들에서 파총채벌레와 같은 암컷생산단성생식 계통이 더 생존에 유리할 것으로 여겨진다. 조사 자료 중 시설 비가림 온실에서 재배된 구기자에서만 유일하게

수컷생산단성생식 개체인 꽃노랑총채벌레가 발견되었다는 점을 고려하면 위의 가설은 정확도가 더욱 높아질 것으로 생각된다. 이러한 여러 가지 특성을 고려한다면 약용작물에 발생하는 총채벌레의 종류 및 피해 발생이 총채벌레별 기주 특이성뿐만 아니라 기후나 재배형태 등 작물이 재배되고 있는 환경과도 연관이 있을 것으로 여겨진다.

약용작물에서 발생하는 총채벌레와 같이 육안으로 정확한 종동정이 어려운 미소 해충들의 정확한 염기서열 자료들과 피해특징들을 장기적으로 정리하여 데이터베이스를 구축할 수 있다면, 약용작물별 총채벌레의 효과적인 예찰 및 정확한 종동정이 이루어질 것이고 이를 통한 장기적인 해충방제 관리방안 수립의 기초 자료로 활용이 가능하리라 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 내부과제(PJ0073122012)의 지원에 의하여 이루어진 결과로 이에 감사 드립니다.

LITERATURE CITED

- Ahn KS, Lee KY, Park SK, Lee GS and Kim GH. (2003). Effects of temperatures on development and reproduction of *Dichromothrips smithi* Zimmermann(Thysanoptera: Thripidae). Korean Journal of Applied Entomology. 42:211-216.
- Ananthakrishnan TN. (1993). Bionomics of thrips. Annual Review of Entomology. 38:71-92.
- Bielza P, Quinto V, Contreras J, Torne M, Martin A and Espinosa PJ. (2007). Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*(Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. Pest Management Science. 63:682-687.
- Brunner PC, Fleming C and Frey JE. (2002). A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach. Agricultural and Forest Entomology. 4:127-136.
- Bryan DE and Smith RF. (1956). The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California(Thysanoptera: Thripidae). University of California Publications in Entomology. 10:359-410.
- Cho MR, Jeon HY and Na SY. (2000). Occurrence of *Frankliniella occidentalis* and *Tetranychus urticae* in rose greenhouse and effectiveness of different control methods. Journal of Bio-Environment Control. 9:179-184.
- Korea Crop Protection Association. (2012). <http://www.koreacpa.org>.
- Kwak JS, Kim CS, Song YE, Kim J, Han JH, Shin MK and Song HJ. (1997). A list of insect pest on the medical plants. Korean Journal of Herbology. 12:165-179.
- Rural Development Administration. (2012). <http://www.rda.go.kr>.
- Shin HY, Lee DW, Choo HY and Chung DC. (2002). Insect pests of major crops in Gyeongnam province. Journal of Agriculture & Life Science. 36:83-93.
- Toda S and 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. Bulletin of Entomological Research. 92:359-363.
- Trichilo PJ and Leigh TF. (1988). Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips(Thysanoptera Thripidae). Annals of the Entomological Society of America. 81:64-70.
- Van Rijn PCJ, Mollema C and Steenhuis-Broers GM. (1995). Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*(Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. Bulletin of Entomological Research. 85:285-297.
- Yudin LS, Cho JJ and Mitchell WC. (1986). Host range western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*(Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca*. Environmental Entomology. 15:1292-1295.