

시설하우스내 수박 재배 작기별 작기별 해충 발생소장

문형철* · 김 응 · 최민경 · 권성환 · 신용규 · 김대향 · 황창연¹

전라북도 농업기술원, ¹전북대학교 농업과학기술연구소

Seasonal Occurrences of Insect Pests in Watermelon under Greenhouses as Affected by Cropping Season

Hyung-Cheol Moon*, Woong Kim, Min-Kyung Choi, Sung-Hwan Kwon, Young-Kyu Shin, Dae-Hyang Kim and Chang-Yeon Hwang¹

Jeonbuk ARES, Iksan 570-704, Korea

¹The Institute of Agricultural Science & Technology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT : The seasonal occurrence of insect pests in watermelon cultivated in greenhouses was surveyed in Gochang from 2006 to 2007 considering three seasonal types of culture: forcing culture, semi-forcing culture and retarding culture. *Aphis gossypii*, mites (*Tetranychus urticae*+*T. kanzawai*) and *Palpita indica* were the most serious pest species in watermelon greenhouse culture. *A. gossypii* and mites showed high density during the months of June and September in semi-forcing and retarding culture, respectively. *Palpita indica* was observed only in retarding culture. Leaf damage by *Palpita indica* was observed from the middle of August and peaked to 79.4% damage in the middle of September. Thrips and whiteflies were captured in high density by the yellow sticky trap in semi-forcing culture and retarding culture but these insects showed low population density in watermelon leaves.

KEY WORDS : Watermelon, Cropping period, *Aphis gossypii*, Mites, Thrips, *Palpita indica*, Sticky trap

초 록 : 전북 고창의 시설하우스에서 수박 재배 작기에 따른 해충의 시기별 발생 밀도를 2006년부터 2007년 까지 조사하였다. 촉성재배에서 발생하는 주요 해충은 목화진딧물이었으며, 다발생기는 3월 중순과 4월 하순이었다. 반촉성재배에서 발생하는 주요 해충은 목화진딧물과 응애류(점박이응애+차응애)이었으며, 다발생시기는 6월 이었다. 억제재배에서는 목화진딧물, 응애류(점박이응애+차응애), 아메리카잎굴파리, 목화바둑명나방의 발생과 피해가 많았다. 목화진딧물과 응애류는 9월에 발생량이 많았다. 아메리카잎굴파리는 9월 상순에 발생량이 많았다. 목화바둑명나방은 8월 중순부터 피해가 나타났으며, 9월 중순에 피해엽률이 79.4%로 가장 큰 피해를 주었다.

검색어 : 수박, 작기, 목화진딧물, 응애, 총채벌레, 목화바둑명나방, 끈끈이트랩

수박(*Citrullus lanatus* Thunb.)은 여름철의 대표적인 과실이었으나 소득 수준의 향상과 생산기술의 개발에 따라 연중 생산되고 있다. 2007년도 수박 시설 재배면적은

15,757 ha, 생산량은 651,382톤으로 전체 시설 재배면적과 생산량의 21%에 달해 농가 소득원으로 매우 중요한 위치에 있다(MAF, 2007). 수박 재배 형태는 노지재배에

*Corresponding author. E-mail: hch0808@jbares.go.kr

서의 기상요인에 의한 생산 불안정, 고품질 수박 생산으로 지역 브랜드화하는 경향에 따라 시설재배로 전환되었으며(Choi *et al.*, 2003), 1997년을 기점으로 시설 재배면적이 노지보다 많아졌다(MAF, 2007).

수박에 발생하는 해충 종류는 점박이응애(*Tetranychus urticae*) 등 18종이며, 이중 주요 해충은 차응애(*T. kanzawai*), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*), 아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii*)라고 보고하였다(Ahn *et al.* 1998). 미국에서의 수박 주요 해충은 진딧물, 응애, 가루이 등이며 지역에 따라 우점종이 다르고, 최근 들어 *Bemisia argentifolii*와 오이총채벌레(*Thrips palmi*)가 새롭게 문제시 되는 것으로 보고되었다(Maynard, 2001).

수박 시설 재배 작기는 축성재배, 반축성재배, 억제재배로 구분할 수 있다(Chon *et al.*, 1998). Choi 등(2003)은 응애, 진딧물, 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*), 파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 수박 재배시기와 상관없이 피해를 주고 있으며, 목화바둑명나방(*Palpita indica*)은 주로 억제재배에서 피해를 주고 있다고 하였다. Lee 등(2004)은 겨울철 재배 수박에서 생육초기에 굴파리류, 거세미나방류, 응애류, 진딧물류의 피해가 있었으나 발생은 많지 않고, 4월 이후 재배되는 시기에 응애류 및 진딧물류의 발생이 많을 것으로 예상된다고 하였다.

본 실험은 수박 재배 시기별로 주요 해충의 발생소장을 조사하여, 수박 해충 방제를 위한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

수박 재배 작기별 재배 방법

수박 재배 작기별 해충 발생소장을 전북 고창군 채소연구소 시험포장에서 축성재배와 반축성재배는 2006년과 2007년, 억제재배는 2006년에 조사하였다. 축성재배는 2006년 1월 18일과 2007년 1월 18일에 정식하였으며, 정식 후 보온을 위하여 3중 비닐 피복을 실시하였다. 반축성재배는 2006년 4월 12일과 2007년 4월 12일, 억제재배는 2006년 7월 20일에 수박을 정식하였다. 시험구면적은 재배 작기 공히 135 m²이었으며 수박 품종은 삼복꿀수박, 재식거리는 270×45 cm이었으며 3줄기 재배하였다. 또한 흰가루병 방제를 위한 약제 살포외에 살충제는 처리하지 않았다.

수박 해충 발생조사

해충 발생소장 조사는 황색끈끈이트랩에 채집되는 시기별 해충 밀도 조사와 수박 잎에 발생하는 밀도를 육안조사하여 실시하였다. 황색끈끈이트랩(10×15 cm)은 정식 직후부터 7 m 간격으로 3지점에 설치하였고, 황색끈끈이트랩에 부착된 총 조사는 실험실에서 해부현미경으로 조사하였으며, 황색끈끈이트랩은 7일 간격으로 교체하였다. 잎에서의 피해와 해충 밀도 조사는 포장을 10구간으로 구분한 후 구당 1주씩 임의로 선정하여 정식 1주후부터 7일 간격으로 착과전까지는 모든 잎을 조사하였으며, 착과 이후부터는 착과마디 상위 10엽까지만 조사하였다.

결 과

축성재배에서 해충 발생 양상

수박 축성재배에서 황색끈끈이트랩에 채집된 해충 종류는 총채벌레류, 아메리카잎굴파리, 목화진딧물, 온실가루이 이었으며, 2006년과 2007년 발생 소장은 비슷한 경향이였다(Fig. 1). 2월 중순에 채집된 아메리카잎굴파리를 제외한 해충은 3월 중순 이후 채집되었으며, 총채벌레류가 4월 4일과 20일, 온실가루이가 4월 20일에 발생최성기를 나타내었으나 수확기까지 채집되는 양은 매우 적었다. 수박 잎에서 해충 발생 밀도를 조사한 결과(Table 1), 아메리카잎굴파리는 2월 15일에 엽당 유충 0.5마리가 발생하였으나 그 이후 발생하지 않았고, 목화진딧물은 3월 22일에 엽당 5.5마리가 발생하였으며, 그 이후에는 발생량이 적었으나 4월 이후 발생 밀도가 증가하는 경향으로 황색끈끈이트랩 채집 결과와 비슷한 발생 양상을 보였다. 반면 황색끈끈이트랩에 채집되었던 총채벌레류와 온실가루이는 수박 잎에서 발견되지 않았다.

반축성재배에서 해충 발생 양상

수박 반축성재배에서 황색끈끈이트랩과 육안조사에 의한 해충 발생소장은 Fig. 2와 Table 2와 같았다. 진딧물류는 2006년에 정식 후 3주인 5월 3일에 처음 발생되었으며, 5월 중순이후 발생밀도가 급증하는 경향을 보였으나, 2007년에는 정식 직후부터 발생되어 발생시기가 2006년보다 빨라졌고 유인량도 전년에 비하여 많았다. 수박 잎에서 목화진딧물 발생 역시 황색끈끈이트랩 조사와 같은 경향을 보였으며, 2006년에는 5월 하순이후 엽당 3.5마리

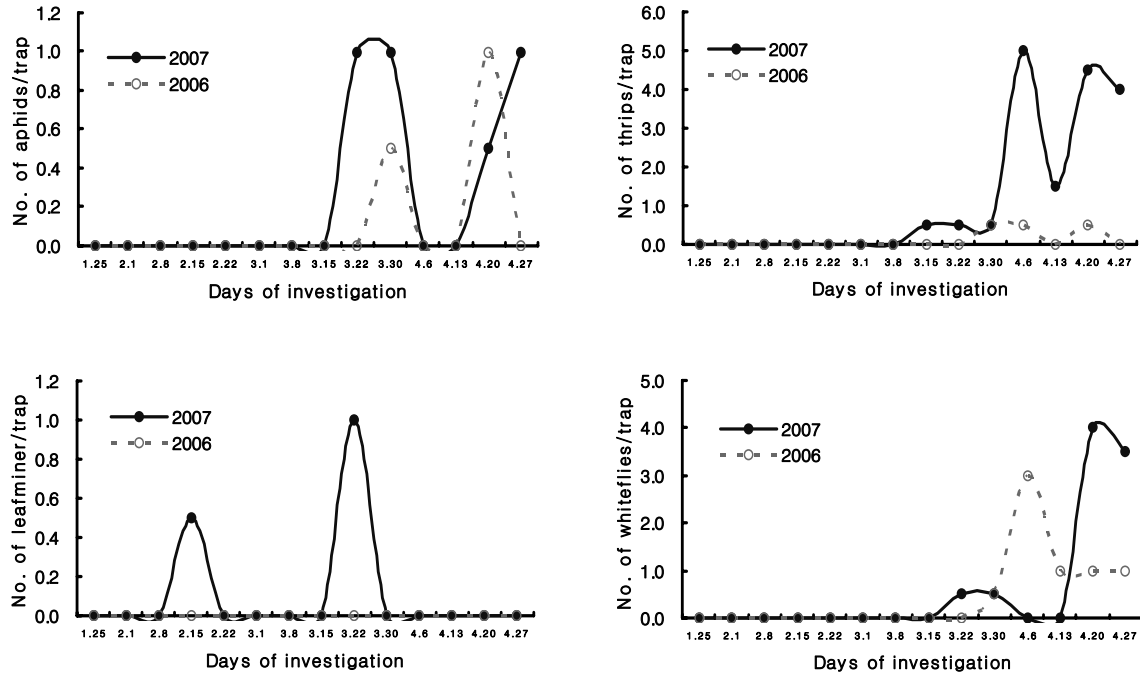


Fig. 1. Seasonal fluctuations of insect pests captured by yellow sticky trap on watermelon under forcing culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk from 2006 to 2007.

Table 1. Changes in the density of insect pest on watermelon under forcing culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk from 2006 to 2007.

Date	Insect pest (No. of insects/leaf)							
	<i>A. gossypii</i>		Thrips		<i>L. trifolii</i>		<i>T. vaporariorum</i>	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Jan. 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Feb. 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Feb. 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Feb. 15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Feb. 22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar. 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar. 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar. 15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar. 22	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar. 30	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apr. 6	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apr. 16	0.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apr. 20	1.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apr. 27	2.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

에서 60.1마리, 2007년에는 5월 하순이후 엽당 77.2마리에서 653.2마리로 밀도가 급증하는 경향을 보였다. 총채벌레류는 2006년에 정식 3주후부터 채집되어 5월 하순부

터 발생량이 급증하여 6월 8일에 트랩당 80.8마리로 발생최성기를 보인 후 감소하는 경향이였다. 반면 2007년에는 총채벌레류는 정식 직후부터 발생하여 5월 24일에 트랩

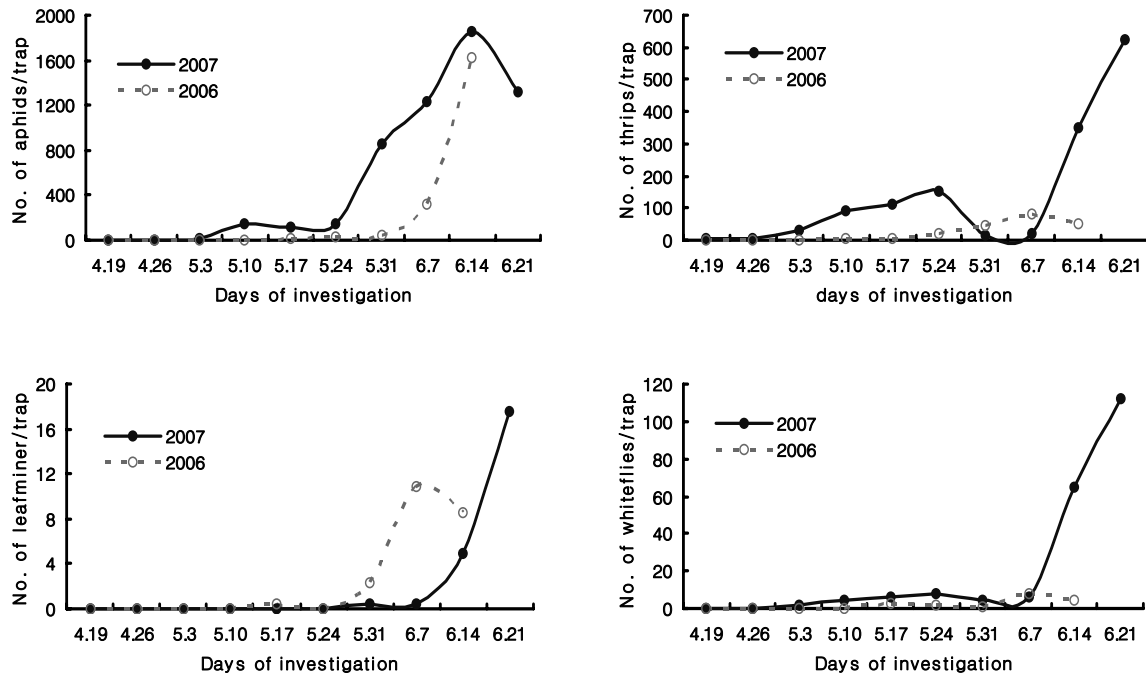


Fig. 2. Seasonal fluctuations of insect pests captured by yellow sticky trap on watermelon under semi-forcing culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk from 2006 to 2007.

Table 2. Changes in the density of insect pest on watermelon under semi-forcing culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk from 2006 to 2007.

Date	Insect pest (No. of insects/leaf)									
	<i>A. gossypii</i>		Thrips		<i>L. trifolii</i>		<i>T. vaporariorum</i>		Mites*	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Apr. 19	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apr. 26	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
May 3	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
May 10	0.1	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
May 17	0.3	44.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
May 24	3.7	77.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
May 31	60.1	653.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6	0.8
Jun. 7	574.7	869.4	1.1	2.3	0.1	0.4	0.0	0.0	17.6	6.8
Jun. 14	1,021.2	331.5	0.9	4.5	0.2	1.4	0.1	0.0	128.7	19.7
Jun. 21	-	128.5	-	5.4	-	3.6	-	0.0	-	31.9

**Tetranychus urticae*+*T. kanzawai*.

당 151마리로 1차 발생최성기를 보인 후 감소하였다가, 6월 상순 이후 다시 밀도가 증가하여 조사 종료 시점인 6월 21일에 트랩당 623.5마리로 2006년 보다 현저히 높은 발생 밀도를 보였다. 하지만 2006년과 2007년에 수박 잎에서 총채벌레류는 발생량이 매우 적어 피해가 거의 나타나지 않았다. 아메리카잎굴파리는 2006년과 2007년 모두

5월 중순부터 발생되어 6월 중순 이후 발생량이 증가하는 경향이였다. 온실가루이는 2006년에 발생량이 적었으나 2007년에는 발생시기도 전년에 비해 빨랐으며, 6월에 그 밀도가 크게 증가하였다. 하지만 수박 잎에서 온실가루이는 성충만 관찰되었으며 피해는 발생되지 않았다. 응애류는 2006년 5월 상순에 발생되었으나 5월 중 밀도가 엽당

1마리 이하로 매우 낮게 유지되었으나 6월 8일에 17.6마리, 6월 15일에 128.7마리로 재배 후기에 발생이 많았다. 반면 2007년에 응애류는 6월 1일에 발생되어 전년보다 발생시기가 늦었고 이후의 발생량도 적었다.

억제재배에서 해충 발생 양상

수박 억제재배에서 황색끈끈이트랩과 육안 조사를 통하여 해충 발생소장은 Fig. 3과 Table 3과 같았다. 진딧물 발생은 정식 직후부터 끈끈이트랩에 유인되었으나, 수박

앞에서는 정식 3주후부터 발생되었고, 그 이후 낮은 밀도를 유지하다가 9월 중순 이후 밀도가 급증하여 조사가 종료되는 9월 중순까지의 밀도가 엽당 237마리로 매우 높았다. 총채벌레는 끈끈이트랩 조사 결과 8월 하순에 트랩당 90마리로 1차 발생최성기를 보인 후 9월 중순 이후 다시 밀도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 수박 앞에서는 반축성재배와 같이 발생 밀도가 매우 낮았다. 아메리카잎굴파리는 정식 직후부터 트랩에 유인되었으며, 9월 1일에 트랩당 32마리로 발생최성기를 보였으며, 수박 앞에서도 정식 이후부터 발생하기 시작하였고 발생

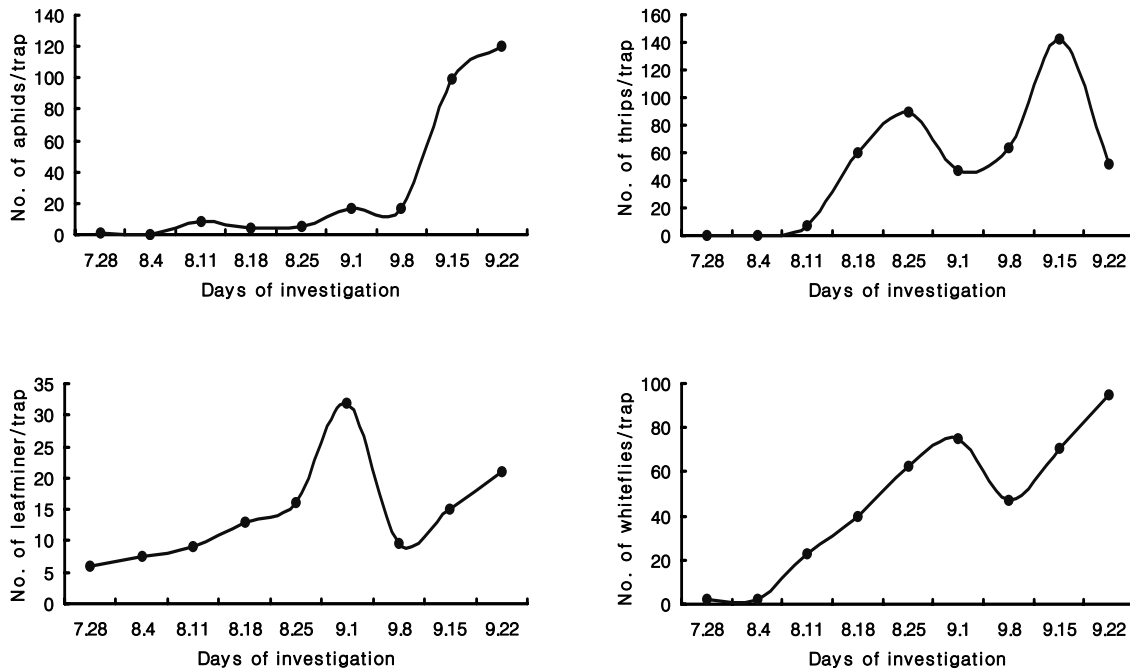


Fig. 3. Seasonal fluctuations of insect pests captured by yellow sticky trap on watermelon under retaring culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk in 2006.

Table 3. Changes in the density of insect pest on watermelon under retaring culture in greenhouse at Gochang, Jeonbuk in 2006.

Date	Insect pest (No. of insects/leaf)				
	<i>A. gossypii</i>	Thrips	<i>L. trifolii</i>	<i>T. vaporariorum</i>	Mites*
Jul. 28	0.0	0.0	1.5	0.0	0.2
Aug. 4	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0
Aug. 11	0.3	0.0	3.2	0.0	0.2
Aug. 18	5.0	0.0	3.9	0.0	2.1
Aug. 25	7.6	0.1	4.8	0.0	24.4
Sept. 1	9.6	0.6	8.1	0.0	58.0
Sept. 8	19.9	0.4	6.8	0.1	57.4
Sept. 15	237.1	1.0	2.0	0.0	277.9

**Tetranychus urticae*+*T. kanzawai*.

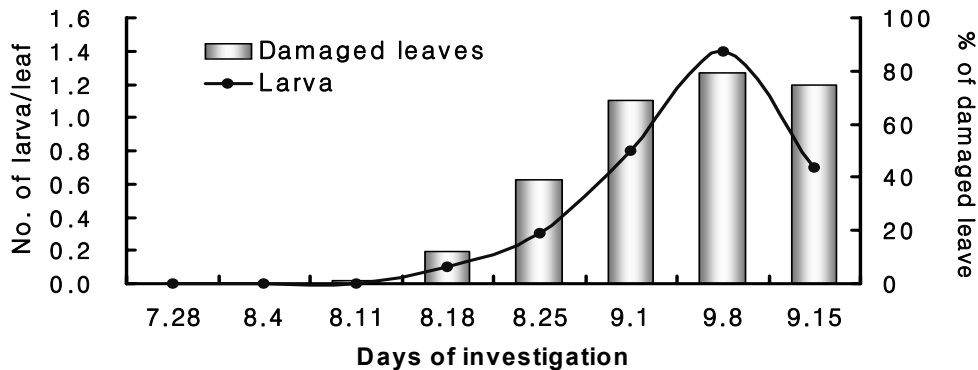


Fig. 4. Changes in the density and percentage of damaged leaf by *Palpita indica* on watermelon under retarding culture at greenhouse in Gochang, Jeonbuk in 2006.

최성기에 엽당 굴수가 8.1개 이었다. 응애류 또한 정식 이후부터 발생하기 시작하였으나 정식 후 4주까지 엽당 0.2~2.1마리로 발생밀도가 낮았으나, 그 이후 발생밀도가 크게 증가하여 조사 종료기인 9월 중순에는 엽당 280마리 수준으로 발생량이 매우 많았다. 한편, 총채벌레류와 온실가루이는 끈끈이트랩에 높은 밀도로 유인되었으나, 수박 앞에서는 발생이 거의 발생되지 않았다. 목화바둑명나방은 8월 중순에 피해에 관찰되었으며, 유충 밀도가 증가함에 따라 8월 하순부터 피해엽률도 증가하여 발생최성기인 9월 8일에 79.4%로 피해가 매우 심하였다(Fig. 4).

고 찰

시설하우스내 수박 재배 작기에 따른 해충 발생 양상을 조사한 결과 목화진딧물은 축성재배에서 3월 중순 이후 발생되었으나 발생 밀도가 매우 낮았고, 반축성재배에서 정식 직후부터 발생되어 6월에 발생량이 많았다. 억제재배에서 목화진딧물은 9월 중순에 발생이 많은 경향이였다. Lee 등(2004)은 겨울을 경과하는 수박 재배 포장에서 문제가 되는 해충은 없으나 간혹 응애류나 진딧물류가 발생한 농가가 있다고 보고하였고, Vuong *et al.* (2001)은 수박, 토마토, 고추 등 노지 포장에서 목화진딧물이 6월 중순에 발생최성기를 나타내는데, 이 시기는 작물체가 어리고 적은 강수량 등 기상 조건이 진딧물 발육에 호조건이기 때문이라고 하였다. 또한 노지 포장에서 진딧물 발생 정도가 시설 재배포장내 진딧물 발생 밀도와 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또한 Lee 등(2000)은 목화진딧물이 6월 상·중순에 1차 발생최성기를 보이고 그 이후 점차적으로 발생이 줄어들다 9월 상·중순경에 다시 2차 발생최

성기를 보인다고 보고하여 본 조사와 일치하는 경향이였다. 수박 축성재배에서 해충 발생 밀도가 낮은 것은 전년도 수확 이후 작물을 재배하지 않고, 저온기에 난방을 하지 않으며, 시설내 잡초 등 월동기주 제거로 인하여 월동하는 진딧물의 밀도가 적었던 것으로 생각한다. 또한 발생밀도가 발생최성기에 엽당 5.5마리 이하 이후 수확기까지 매우 낮은 수준으로 유지되므로, 축성재배에서 약제방제의 필요성은 없을 것으로 판단되었다. 그러나 반축성재배와 억제재배에서 착과기 이후 발생량이 많아 피해가 크므로 적기 방제가 요구되었다.

총채벌레류는 반축성재배에서 4~5월부터 발생하여 6월 중 밀도가 급증하였고, 억제재배에서 8월 중순과 9월 중순에 발생최성기를 나타내는 경향으로, 이는 시설가지에서 꽃노랑총채벌레의 최대발생시기가 6월 중순이고 (Paik, 2001), 시설 국화에서 꽃노랑총채벌레가 봄 재배에서 5월 중순부터 6월 상순, 가을 재배에서는 8월 상·중순부터 9월 상순까지 밀도가 높았다는 보고와(Park *et al.*, 2002) 비슷한 경향이였다. 6월 중 수박 꽃에 발생하는 총채벌레 밀도는 3~20마리 정도로 발생량이 잎보다 많았으며 주로 꽃노랑총채벌레와 대만총채벌레(*F. intosa*) 이었고, 오이총채벌레가 잎에서 많았으나 발생밀도는 적었다(Moon H.C., unpublished observation). 수박에 발생하는 총채벌레의 종류는 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레, 대만총채벌레 등 6종으로 알려져 있다(Ahn *et al.*, 1998). 오이총채벌레는 수박에서 주로 어린잎이나 생장점부위를 가해하는 것으로 알려져 있으며(Park, 2004), 꽃노랑총채벌레는 주로 꽃에서 밀도가 높고 잎과 과일에서 밀도가 낮다(Rosenheim *et al.*, 1990). 수박에서도 꽃노랑총채벌레와 대만총채벌레는 꽃에 오이총채벌레는 잎에 많이 분포하는 것으로 조사되었다(Ahn *et al.*, 1997). 또한 목화진

덧물의 증가로 오이총채벌레의 증식이 억제될 수 있으며, 오이총채벌레가 높은 밀도로 증식하고 있는 가지에 목화진딧물을 접종하면 오이총채벌레의 밀도가 급속히 감소한다고 알려져 있다(Park, 2004). 본 연구에서 앞에서 발생하는 총채벌레류의 밀도가 낮았는데, 이는 총채벌레 발생시기에 목화진딧물의 발생이 많았기 때문에 황색끈끈이트랩에 채집된 총채벌레류 밀도에 비하여 앞에 발생하는 총채벌레의 밀도가 낮았기 때문으로 여겨진다.

아메리카잎굴파리는 반축성재배에서 5월부터 발생하여 6월에 발생이 증가하며, 억제재배에서 정식 직후부터 발생하여 9월 상순에 1차 발생최성기를 보였고 9월 중순 이후 다시 증가하는 경향을 보였다. 또한 반축성재배에서 발생밀도가 적었으나 억제재배에서 발생밀도가 많았다. Park 등(2001)은 거베라 포장에서 황색끈끈이트랩에 유인되는 아메리카잎굴파리 성충은 6월 중순, 8월 상순, 9월 하순에 많다고 보고하여 본 결과와 비슷한 경향이였다. Hong 등(1996)은 비교적 재배기간이 긴 작물에서 아메리카잎굴파리에 의한 피해가 많다고 보고하였다. 따라서 수박 반축성재배에서 아메리카잎굴파리의 발생이 늦고 성충 발생이 증가하는 6월 중·하순은 거의 수확기가 가까워 충분히 증식할 시간이 없었으며, 억제재배에서는 정식 초기부터 발생이 시작되므로 수박 재배시기와 일치하여 발생량이 많았던 것으로 여겨진다.

온실가루이는 수박 전 재배시기에 끈끈이트랩에 유인되는 양이 많았지만 수박 앞에서는 성충 외에 다른 총태의 발생이 확인되지 않아 수박은 온실가루이의 선호 기주는 아닌 것으로 여겨진다.

수박에 발생하는 응애류는 점박이응애와 차응애로 보고되어 있다(Ahn *et al.*, 1998), 지역별 조사 결과 지역과 포장에 따라 우점하는 응애 종류가 차이가 있었는데, 본 조사에서는 점박이응애와 차응애가 혼재하여 발생하였고 차응애의 발생량이 더 많은 것으로 관찰되었다(Moon H.C., unpublished observation). 응애류는 6월과 9월에 발생량이 많았는데, Kim (2007)은 점박이응애가 6월과 8월에 발생최성기를 보이며, Cho *et al.* (2000)은 9월 초순에 발생최성기를 보이고 이후 약제방제에 의하여 밀도가 감소되었다고 보고하여 본 조사와 비슷한 경향이였다.

목화바둑명나방은 억제재배 시기에서만 발생이 확인되었다. 성페로몬트랩에 목화바둑명나방 성충은 7월 중·하순에 처음 채집되기 시작하여 9월 하순에 발생최성기를 보였다(Choi *et al.*, 2003). 본 조사에서 목화바둑명나방 유충 피해가 8월 중순에 처음 관찰되었고, 유충은 9월 상순에 발생최성기를 나타내어, 수박에서 목화바둑명나

방 유충과 용의 발육기간은 각각 16.1일과 8.5일 이므로 (Shin *et al.*, 2002) 성페로몬트랩에 의한 발생소장과 포장 내 발생양상이 일치하는 경향이였다. 또한 목화바둑명나방 유충에 의한 피해가 8월 하순에서 9월 상순 사이에 급격히 증가하고 그 이후 증가폭이 감소한다는 보고(Choi, 2003)와 본 조사 결과가 일치하였다.

이상의 결과 수박 시설 재배에서 방제적기는 축성재배에서 3월 중순 1회 또는 무방제, 반축성재배는 5월 중순과 6월 상순 2회, 억제재배는 8월 중순과 9월 상순 2회로 여겨진다. 따라서 이 결과를 기초로 방제모형을 수립하면 수박 해충 방제비용을 절감할 수 있을 것으로 판단한다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 지역특화기술개발 과제로 수행한 결과의 일부입니다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., I.S. Kim, M.J. Han, M.L. Lee, G.H. Lee, D.S. Goo, K.T. Park, Y.I. Lee, K.R. Choi and T.H. Kim. 1997. Survey on species and distribution of insect pests in vegetable crops. Ann. Rep. Nat'l Inst. Agr. Sci. Technol. (NIAST). RDA. Suwon, Korea. pp. 217-277.
- Ahn, S.B., I.S. Kim, M.L. Lee, D.S. Goo, G.M. Kwon and Y.M. Park. 1998. Survey on species and distribution of insect pests in vegetable crops. Ann. Rep. Nat'l Inst. Agri. Sci. Technol. (NIAST). RDA. Suwon, Korea. 435-485.
- Cho, M.R., H.Y. Jeon and S.Y. Na. 2000. Occurrence of *Frankliniella occidentalis* and *Tetranychus urticae* in rose greenhouse and effectiveness of different control methods. J. Bio-Environ. Cont. 9: 179-184.
- Choi, D.C. 2003. Occurrence characteristics and control of the cotton caterpillar, *Palpita indica* Saunders (Lepidoptera: Pyralidae), in the watermelon. Ph. D. Thesis. Chungnam National Univ., Taejeon, Korea. pp. 101.
- Choi, D.C., J.J. Noh, K.K. Lee and H.S. Kim. 2003. Hibernation and seasonal occurrence of the cotton caterpillar, *Palpita indica* (Lepidoptera: Pyralidae) in watermelon. Kor. J. Appl. Entomol. 42: 111-118.
- Chon, H.G., I. Jang, D.C. Choi and S.H. Kwon. 1998. Survey on the cultural situation and their characteristics in main producing regions of watermelon. RDA. J. Horti. Sci. 40: 84-89.
- Hong, K.J., M.J. Han, I.S. Kim, S.B. Ahn and M.H. Lee. 1996. Damage by american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) and its host plants. RDA. J. Agri. Sci. 38: 539-544.
- Kim, J. 2007. Bionomics of *Tetranychus urticae* Koch on eggplants under various temperatures and essential mineral contents in

- controlled environment. Ph. D. Thesis. Chonbuk National Univ., Jeonju, Korea. pp. 119.
- Lee, G.H., M.Y. Choi, S.C. Lee and H.M. Park. 2000. Effects of temperature on the development and seasonal occurrence of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae). Kor. J. Appl. Entomol. 39: 245-250.
- Lee, J.H. 2004. Development of economic injury level, simple sampling methods and study of occurrence for major pests on cucumbers, hot peppers and tomatoes. Report of ARPC, MAF. pp. 752.
- MAF. 2007. Agricultural and forestry statistical yearbook. 256pp.
- Maynard, D.N. 2001. Watermelons. pp. 227. ASHS Press, Alexandria.
- Park, C.K. 2004. Development of sampling plan and population dynamics method of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouses cucumbers. Ph. D. Thesis. Seoul National Univ., Seoul, Korea. pp. 151.
- Park, J.D., D.I. Kim and S.G. Kim. 2002. Seasonal occurrence and damaged aspects of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) by cultural environments and varieties of chrysanthemum. Kor. J. Appl. Entomol. 41: 177-181.
- Park, J.D., Y.S. Ku, D.S. Choi and S.S. Kim. 2001. Damaged aspects, seasonal fluctuations and attractivity of various colors on *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) in geebera. Kor. J. Appl. Entomol. 40: 97-103.
- Paik, C.H. 2001. Ecological characteristics of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on horticultural crops and its predator, *Orius sauteri* Poppius (Heteroptera: Anthocoridae). Ph. D. Thesis. Chonbuk National Univ., Jeonju, Korea. pp. 85.
- Rosenheim, A.A., S.C. Welter, M.W. Johnson, R.F.L. Mau and L.R. Gusukuma-Minuto. 1990. Direct feeding damage on cucumber of *Thrips palmi* and *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. 83: 1519-1525.
- Shin, W.K., G.H. Kim, N.J. Park, J.W. Kim and K.Y. Cho. 2002. Effect of host plants on the development and reproduction of cotton caterpillar, *Palpita indica* (Saunders). Kor. J. Appl. Entomol. 41: 211-216.
- Vuong, P.T. J.H. Kim and Y.H. Song. 2001. The seasonal occurrence of the two aphid species, *Myzus persicae* and *Aphis gossypii*, and their natural enemies on vegetable crops in Chinju, Kor. J. Asia-Pacific Entomol. 4: 41-44.

(Received for publication November 3 2008;
revised November 3 2008; accepted December 5 2008)