

## 시설재배 고추에 발생하는 4종의 주요 해충에 대한 천적이용 효과

김정환\* · 변영웅 · 최만영 · 지창우 · 허수영 · 박은미 · 강은진

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

## Control Efficacy of Natural Enemies on Four Arthropod Pests found in Greenhouse Hot Pepper

Jeong-Hwan Kim\*, Young-Woong Byeon, Man-Young Choi, Chang-Woo Ji, Su-Yeong Heo, Eun-Mi Park and Eun-Jin Kang

Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT:** The effect of natural enemies on four major pests of hot pepper was tested in greenhouses. The aphids were successfully controlled by introducing three *Aphidius colemani*-banker plants, and releasing 23.3 wasps per m<sup>2</sup> on April 16 and 23 wasps per m<sup>2</sup> in a greenhouse of 660 m<sup>2</sup>. To control thrips, *Orius laevigatus* was released twice, 3.0 bugs per m<sup>2</sup> at a time (May 11<sup>th</sup> and June 12<sup>th</sup>). The thrips population was controlled within 0.3 thrips per flower during the growing season. To control two species of mites, *Tetranychus kanzawai* and *Polyphagotarsonemus latus*, and the silverleaf whitefly, *Bemisia tabaci*, a total of 113.7 individuals of *Amblyseius swirskii* were released twice (May 11<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup>). The densities of *B. tabaci* and *T. kanzawai* were kept within 171.0 individuals/trap and 0.8 individual/leaf, respectively. *P. latus* was suppressed completely twelve days after release. The cost of the released natural enemies to control the four arthropod pests in this study was 420,000 Won per 660 m<sup>2</sup>.

**Key words:** Hot pepper, Natural enemies, Biological control, Banker plant, *Aphidius colemani*, *Orius laevigatus*, *Amblyseius swirskii*

**초 록:** 반축성재배 시설고추에 발생하는 4종의 해충에 대한 천적이용 효과를 660 m<sup>2</sup>의 면적에서 조사하였다. 진딧물은 3포트의 진딧물-뱅크플랜트와 콜레마니진딧물(*Aphidius colemani*)을 m<sup>2</sup> 당 4월 16일 0.8 마리와 4월 23일 2.3 마리를 방사하여 진딧물을 성공적으로 방제할 수 있었다. 총채벌레 방제를 위해 미끌에꽃노린재(*Orius laevigatus*)를 5월 11일과 6월 12일 m<sup>2</sup> 당 총 3.0 마리를 방사하여 작기 동안 총채벌레 밀도를 꽃 당 0.3 마리 이내로 억제하였다. 지중헤이리웅애(*Amblyseius swirskii*)를 5월 11일과 5월 30일 m<sup>2</sup> 당 총 113.7 마리를 방사하여 작기 동안 담배가루이 밀도를 트랩 당 171.0마리 이내, 차웅애 밀도는 잎 당 0.8 마리 이내로 억제하였다. 차면지웅애는 지중헤이리웅애 방사 12일 후에 완전방제되었다. 4종 해충의 방제에 소요된 천적사용 비용은 660 m<sup>2</sup> 당 42만 원이었다.

**검색어:** 고추, 천적, 생물적방제, 뱅커플랜트, 콜레마니진딧물, 미끌에꽃노린재, 지중헤이리웅애

고추의 노지재배는 병해충의 발생이 많아 약 10~15회의 과다한 농약을 살포하고 있어, 이로 인한 생산물의 약제 잔류의 위험성이 높고, 농약을 사용하는 농민의 건강에도 나쁜 영향을 줄 수 있다. 그러나 시설재배는 빗물에 의해 전염되는 역병과 탄저병의 발생이 거의 없어 해충만 천적으로 방제할 수 있다면 약제사용을 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 시설재배 고추에 발생하는 해충은 봄부터 여름을 거치는 반축성 재배에서 가장 많이 발생하

며, 주로 진딧물, 총채벌레, 가루이, 잎응애, 담배나방 등이 있다.

국내에서 고추해충과 관련된 천적연구는 대량사육한 명충알벌(*Trichogramma chilonis*)을 노지재배 고추포장에 방사하여 담배나방 알에 대한 기생력을 평가하였고(Han *et al.*, 1993, Choi *et al.*, 2005), 으름에꽃노린재(*Orius strigicollis*)를 이용한 총채벌레 방제효과를 비교(Song *et al.*, 2001) 하는 등 소수에 불과하고, 대부분 해충의 발생이나 농약을 이용한 방제에 관한 연구이다(Han *et al.*, 1994; Cho *et al.*, 1996; Yang *et al.*, 2004; Moon *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2007). 고추를 재배하는 나라가 많지 않아 천적 이용도 많지 않으며, 담배나방 천적인 *Trichogramma* spp.

\*Corresponding author: kim9@korea.kr

Received November 15 2011; Revised February 2 2012

Accepted March 13 2012

의 대량증식을 위해 대체기주로 보리나방 알과 산누에나방 (*Antheraea pernyi*) 번데기를 이용한 인공 알 개발에 관한 연구가 있다(König *et al.*, 1992; Bao and Gu, 1998). 담배가루이 천적인 황온좀벌(*Eremocerus eremicus*)과 담배가루이좀벌(*Eremocerus mundus*)의 효과를 비교하였으며(Stansly *et al.*, 2005a, 2005b; López and Andorno, 2009), 오이이리응애(*Amblyseius cucumeris*), 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*), 애꽃노린재류(*Orius spp.*)의 총채벌레에 대한 방제효과를 조사한 연구(Funderburk *et al.*, 2000; Arthurs *et al.*, 2009) 등이 있다. 그러나 이들은 한 종의 해충에 한 종의 천적을 적용한 사례들로 실제포장에서 여러 종의 천적을 적용할 경우 천적간의 경쟁이나 한 종의 천적이 다수 종의 해충을 포식하는 등의 효과가 있어 적지 않은 오차가 발생할 수 있다.

본 연구는 동일포장에서 여러 종의 해충에 대한 천적이용은 종간 경쟁이나 동시방제 효과를 종합적으로 평가하는 효과가 있을 것으로 보고 실제 고추재배 농가현장에서 시기별로 발생하는 해충에 대해 적합한 천적을 적기 투입하여 천적비용을 최소화하였다. 다소 아쉬운 점은 기관소유 포장과 달리 농가포장이라 무처리구를 두기에는 많은 어려움이 있어 천적 단일구 처리에 따른 상대적 비교는 어렵지만 방사된 천적의 밀도 변동과 억제된 해충밀도에 의해 방제효과를 평가 하였다.

## 재료 및 방법

시험장소는 전라북도 익산시 왕궁면 광암리 1354번지 소재 비닐하우스 포장으로 실험에 사용한 면적은 660 m<sup>2</sup>(폭 7 × 길이 100 m)이다. 재배작형은 2~3월에 정식하는 반축성재배 형태로 재배기간은 2009년 시험은 2월 25일, 2010년 시험은 3월 10일에 정식하여 10월 하순에 종료하였다. 품종은 슈퍼비가림(신젠타종묘)이며, 재식주수는 660 m<sup>2</sup> 당 1,300주이고, 시비와 물 관리 등 기타 재배방법은 농가 관행재배법에 따랐으며 농약은 전혀 사용하지 않았다. 시험에 사용한 천적은 모두 (주)세실에서 생산한 제품을 사용하였다.

시험기간 동안 포장의 온도와 습도의 변화를 조사하기 위하여 2010년 고추 정식 후부터 HOBO<sup>®</sup>(Onset computer Co.)에 1시간 간격으로 온습도가 자동으로 저장되도록 setting하여 작물체의 중간 부위에 설치하였다. HOBO<sup>®</sup>에 입력된 자료는 BoxCar3.6 프로그램으로 받아 엑셀파일로 변환시켜 10일 간격으로 평균과 최고, 최저 온습도를 구하였다.

## 진딧물 천적의 이용 효과

시험 포장에 발생한 진딧물은 복숭아혹진딧물과 목화진딧물

이었으며 이하 내용에는 진딧물의 종 구분 없이 진딧물로 표시하였다. 진딧물 천적은 진디벌 벵커플랜트(banker plant)를 고추 정식 후 2009년 시험은 3월 20일, 2010년 시험은 4월 6일 660 m<sup>2</sup> 당 3 포트를 포장의 앞, 중간, 후 부분의 토양에 각각 이식하였으며, 벵커플랜트의 진딧물 머미(mummy) 수는 약 100 마리가 있었다. 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)은 매주 예찰을 통하여 진딧물이 발견된 즉시 방사 하였는데, m<sup>2</sup> 당 방사량은 2009년 시험에서 4월 16일과 23일에 각각 0.8마리와 1.5 마리(총 2.3 마리)를 방사하였다. 2010년 시험에서는 4월 28일과 9월 29일 각각 0.8 마리와 2.3 마리(총 3.1 마리)를 방사하였으며, 추가로 무당벌레(*Harmonia axyridis*) 유충 35마리를 5월 10일 진딧물 발생지점에 방사하였다.

진딧물과 천적의 밀도조사는 660 m<sup>2</sup> 당 40지점을 무작위로 선정하여 1주일 간격으로 고추의 상중하엽 각각 5엽씩 진딧물과 머미의 밀도를 육안으로 조사 하였으며, 조사된 상중하엽의 합을 엽당 밀도로 산출하였다.

## 총채벌레 천적의 이용 효과

총채벌레는 주로 피해를 주는 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa*)와 꽃노랑총채벌레(*F. occidentalis*) 두 종의 합한 수를 총채벌레(Thrips)로 표기 하였다. 총채벌레류 천적은 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)를 이용하였으며, 미끌애꽃노린재의 방사시기와 m<sup>2</sup> 당 방사량은 2009년 시험에서 4월 4일과 5월 21일 각각 2.3 마리와 1.5 마리씩 총 3.8 마리를 방사하였다. 2010년 시험에서는 5월 11일과 6월 12일 매회 1.5 마리씩 총 3.0 마리를 방사하였다.

총채벌레와 미끌애꽃노린재의 밀도조사는 꽃가루가 터져만 개한 고추 꽃을 660 m<sup>2</sup> 당 40개를 무작위로 절취하여 15 ml(직경 25 × 55 mm)의 알코올 병에 담아 실내에서 현미경으로 총채벌레 종류와 미끌애꽃노린재를 구분하여 꽃 당 평균을 구하였다.

## 담배가루이 천적의 이용 효과

담배가루이(*Bemisia tabaci*) 천적은 지중해이리응애를 이용하였다. 지중해이리응애의 방사시기와 m<sup>2</sup> 당 방사량은 2009년 시험에서 5월 11일 37.9 마리, 5월 30일 75.8 마리(총 113.7 마리)를 방사하였다. 2010년 시험에서는 4월 28일과 5월 11일 2회에 걸쳐 매회 37.9 마리씩(총 75.8 마리)를 방사하였다.

담배가루이의 발생밀도 조사는 10 x 15 cm 크기의 황색끈끈이트랩(그린아그로텍, 한국)을 하우스 내에 20개 지점에 작물의

상단 30 cm 위에 플라스틱 집게로 고정하고, 1주일 간격으로 교체 수거하여 실내에서 현미경으로 담배가루이 수를 조사하였다. 천적인 지중해이리응애의 밀도 조사는 포장 내 40개 지점을 무작위로 선정하여 1주일 간격으로 고추의 상·중·하엽 각각 5엽씩 앞, 뒷면을 루페( $\times 10$ )를 이용하여 육안으로 조사하였다. 조사한 상·중·하엽의 밀도를 합하여 엽당 평균을 구하였다.

### 잎응애 천적의 이용 효과

시험포장에 발생한 잎응애류는 차응애(*Tetranychus kanzawai*)와 차면지응애(*Polyhagotarsonemus latus*)였으며, 사용한 천적은 담배가루이 방제를 위해 방사한 그 지중해이리응애이며 별도로 잎응애 방제를 위해 방사하지 않았다. 지중해이리응애의 방사시기와 방사량은 상기한 “담배가루이 천적의 이용효과”에 있다. 잎응애류와 지중해이리응애의 발생밀도 조사는 “담배가루이 천적의 이용효과”에서 지중해이리응애 밀도조사와 동일한 방법으로 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 포장 온도와 습도

시험기간 동안 하우스 포장의 온도와 습도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 평균온도는 3월 22일 14.9°C로 가장 낮았고 여름으로 갈수록 높아졌으며, 8월 12일 29.8°C로 최고 온도를 보인 후 점차 낮아져 10월 중순에는 20°C 내외를 보였다. 최고온도는 천적이 생존에 직접 영향을 주는 온도로 시험기간 동안 37.0°C ~ 46.9°C에서 움직여 생존에 상당한 영향을 줬을 것으로 본다. 특히 7~8월에는 43°C 이상 상승하고 온도 지속기간도 길었다. 최저온도는 4.6°C ~ 22.5°C 였다.

포장 내의 평균 습도는 61.0%~90.3%로 천적의 활동에 적합한 것으로 판단되며, 최고 습도와 최저 습도의 편차는 크지만 주로 야간과 한 낮에 일시적으로 나타나는 현상으로 천적의 활동에 큰 영향은 없었을 것으로 생각된다.

#### 진딧물 천적의 이용 효과

진디벌 banker플랜트와 콜레마니진디벌 투입에 의한 진딧물의 방제효과는 Fig. 2와 같다. 진딧물 발생밀도와 콜레마니진디벌에 기생된 진딧물 머미의 발생상황을 보면, 2009년 시험에서 진딧물의 발생밀도는 잎당 4월 16일 0.1 마리가 처음 발견되기 시

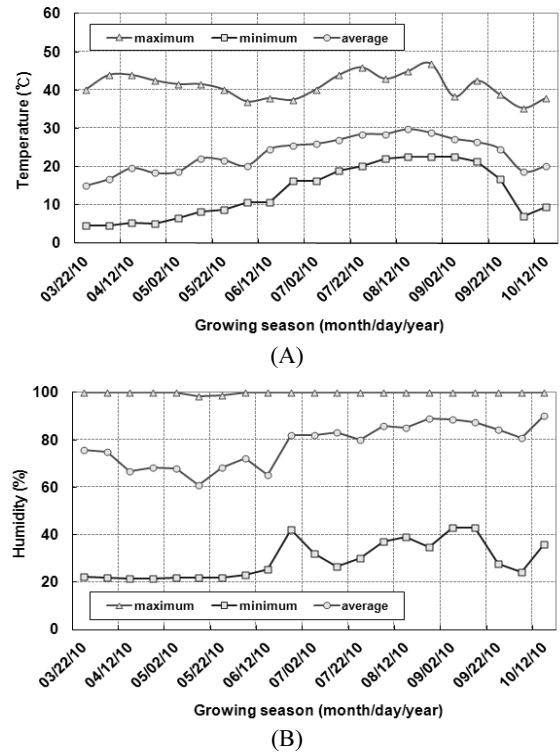


Fig. 1. Fluctuation of temperature (A) and humidity (B) in greenhouse hot pepper in 2009.

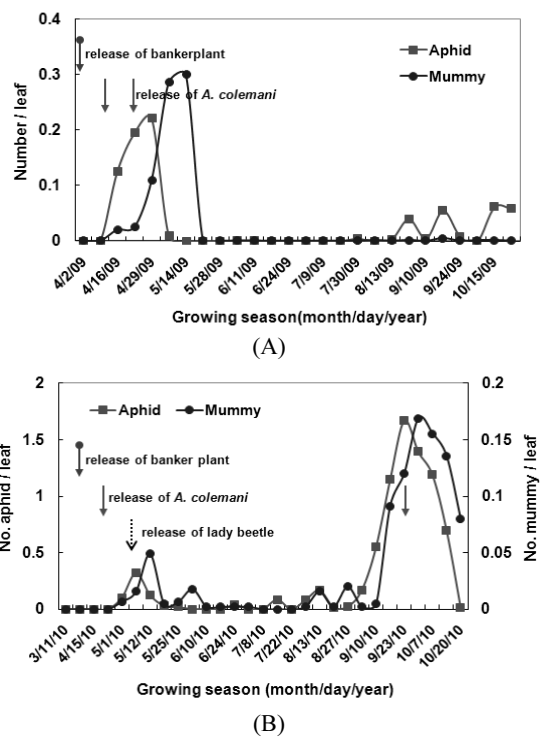


Fig. 2. Control efficacy of braconid parasitoid *A. colemani* against aphids on hot pepper in a protected greenhouse in 2009 (A) and 2010 (B).

작하여, 4월 29일 0.2 마리까지 증가하였다. 5월 14일부터는 전혀 발견되지 않았고, 8월 하순경부터 10월 하순까지 미미한 발생을 보였다. 콜레마니진디벌에 의해 기생당한 진딧물의 머미는 5월 6일 잎 당 0.3 마리까지 증가하였고, 5월 21 일에는 진딧물 발생도 없고 머미도 발견되지 않았다. 진딧물과 진디벌 머미의 발생패턴은 Lotka-Volterra 등식에 의한 전형적인 피식자와 포식자의 발생변동을 나타냈다.

2010년 시험에서는 콜레마니진디벌과 무당벌레를 동시에 이용하였으며, 진딧물의 잎 당 밀도는 5월 1일 0.1 마리가 발생되기 시작하여 5월 6일 0.3 마리로 증가한 이후 7월 하순까지 감소하였다. 그러나 9월부터 급격히 증가 추세를 보이며 9월 23 일에는 1.7 마리까지 증가하였다. 2009년 시험과 비교해 진딧물 밀도가 9월에 큰 폭으로 증가한 것으로 나타났다. 진딧물의 발생은 대체로 4~5월부터 시작하여 7~8월에 평균 온도가 30°C 에 육박하는 높은 온도로 인해 진딧물의 몸 크기는 작아지고 번식도 느려졌다. 9월부터 평균온도는 25°C 정도로 낮아지고 진딧물은 다시 증가하였다.

천적에 의한 진딧물 방제효과를 고찰하면, 2009년 시험에서와 다르게 2010년 시험은 9월 이후 진딧물 발생이 많았는데, 이는 2010년 4월에 발생한 진딧물을 대상으로 콜레마니진디벌은 적게 방사하고 대신 무당벌레를 방사하였으나 무당벌레가 진딧물을 완전히 방제하지 못하고 여름을 보냈기 때문으로 생각된다. 봄에 완전히 방제되지 않은 진딧물은 여름이 되면 시설 내 온도가 상승하므로 충의 크기는 작아지고 증식은 더디지만, 가을이 되면 시설 내 온도가 낮아지고 온실에서 여름을 보낸 진딧물은 급격히 증식을 많이 하게 된다. 또한 여름은 콜레마니진디벌의 활동에 부적합할 뿐만 아니라 진디벌 유충을 공격하는 중복기생벌(*Asaphes lucens*)의 발생이 많아 콜레마니진디벌의 효과가 낮다. 이러한 현상은 2010년 4월에 발생한 진딧물을 대상으로 콜레마니진디벌 방사량을 2009년 대비 65%가량 줄이는 대신 무당벌레를 방사한 것이 부정적인 영향을 준 것 같다. 무당벌레는 먹이가 없게 될 경우 머미를 포식하여 진디벌을 죽이고, 또한 고온기에는 시설내 정착보다 외부로 빠져 나가버려 진딧물 방제효과가 크지 않았던 것으로 나타났다. 따라서 봄에 발생하는 진딧물을 콜레마니진디벌로 완전히 방제할 필요가 있다고 생각된다.

Goh *et al.* (2001)는 목화진딧물과 복숭아혹진딧물이 발생한 시설고추 100 m<sup>2</sup>에서 5월 8일 콜레마니진디벌 벵커플랜트를 투입하여 진딧물 밀도가 5월 30일 주당 9.8 마리에서 6월 13일 27.1 마리로 증가하였으나, 6월 26일에는 1.3 마리로 감소하였으며, 이때 콜레마니진디벌의 기생률이 92.0%였다고 하였다. 이와 같이 콜레마니진디벌에 의한 진딧물 방제효과가 높은 것은 콜레

마니진디벌이 수명 4.4일 동안 388개를 산란하는데(van Steenis, 1995), 즉 짧은 기간에 많은 진딧물을 기생할 수 있고, 아울러 지속적 발생을 위해 벵커플랜트를 이용할 수 있기 때문으로 생각된다.

### 총채벌레 천적의 이용 효과

미끌애꽃노린재 방사에 의한 총채벌레 방제 효과는 Fig. 3과 같다. 국내에서 고추에 발생하는 총채벌레류는 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레 등 12종으로 알려져 있다(Ahn *et al.*, 1998). 총채벌레와 미끌애꽃노린재의 꽃당 발생 밀도를 보면, 2009년 시험에서 총채벌레는 5월 28일 0.03 마리가 발생되기 시작하여 6월 18일 0.6 마리로 최고 밀도를 보였다. 7월과 8월에는 아주 낮은 밀도로 유지되었으며, 9월부터 약간 증가하는 경향을 보였다. 미끌애꽃노린재는 총채벌레 증가가 시작되는 6월 11일 0.4 마리가 발생되었고, 7월 1 일에는 1.7 마리로 최고 밀도를 보임에 따라 총채벌레는 급격히 감소하였다.

2010년 시험에서 총채벌레는 5월 20일부터 발생을 시작하였으며, 8월 하순까지 0.08 마리 이내의 낮은 밀도로 지속되었고, 9월 3 일에는 0.24 마리까지 증가하였다. 미끌애꽃노린재는 6월

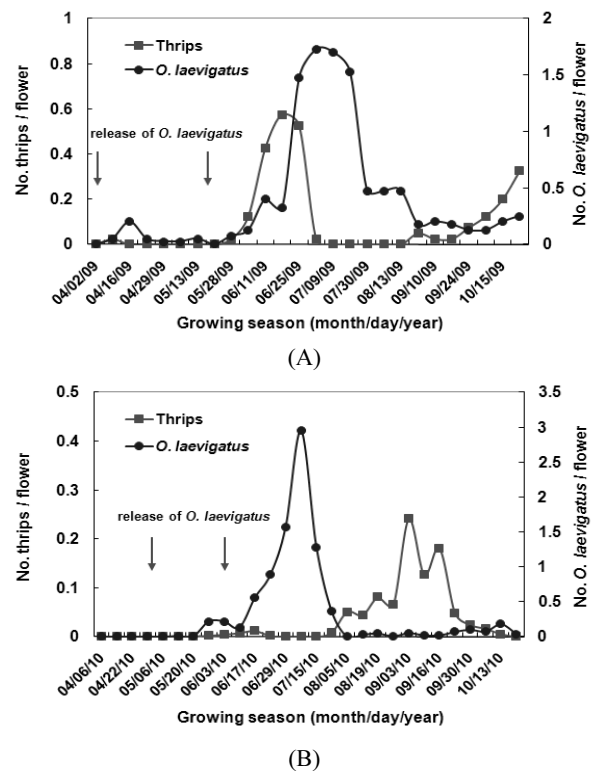


Fig. 3. Control efficacy of pirate bug *O. laevigatus* against thrips on hot pepper in a protected greenhouse in 2009 (A) and 2010 (B).

17일부터 밀도증식을 시작하여 7월 8일에는 3.0 마리로 최고 밀도를 보였다. 그러나 8월부터 9월 하순까지는 0.07 마리 이내의 낮은 밀도로 유지되었다.

미끌애꽃노린재를 이용한 총채벌레 방제효과를 고찰하면, 총채벌레는 5월 중하순부터 발생을 시작하여 6월 하순까지 밀도가 증가하였지만, 미끌애꽃노린재가 5월 하순부터 총채벌레를 먹이로 밀도가 증가하여 6월 하순~7월 중순에 최고 발생량을 보이고 총채벌레는 급격히 감소한다. 또한 미끌애꽃노린재는 7월 하순부터 8월 하순까지 매우 낮은 밀도를 보인 것은 여름철 시설 내 온도가 높아 고추꽃이 매우 적게 피고, 총채벌레 밀도도 낮아 먹이의 공급 부족으로 많은 수의 미끌애꽃노린재는 시설 밖으로 빠져나가기 때문으로 본다. 9월이 되면 온도는 낮아지고 총채벌레 증가와 함께 미끌애꽃노린재도 증가했다. 2009년에 비하여 2010년에 미끌애꽃노린재의 방사량을 약 21% 감소시킨  $m^2$  당 3.0 마리를 방사하였는데도 총채벌레 밀도는 오히려 낮았다. 2009년과 2010년 총채벌레와 미끌애꽃노린재 발생양상에서 차이는 첫째 2010년이 2009년보다 총채벌레 발생량이 적었고, 둘째 2009년도는 총채벌레가 미끌애꽃노린재보다 먼저 높은 발생피크를 보였으며, 2010년은 반대로 애꽃노린재가 총채벌레보다 먼저 높은 발생피크를 보였다. 2010년에는 6~7월 중 총채벌레 대비 미끌애꽃노린재 밀도가 높아 초기부터 방제효과가 컸기 때문이 아닐까 생각된다. 그리고 먹이도 없는 조건에서 미끌애꽃노린재 밀도가 높았던 것은 미끌애꽃노린재는 다식성 곤충으로 총채벌레 이외에도 꽃가루, 진딧물, 잎응애 알 등 다른 먹이가 되는 생물이 있으면 번식할 수 있었기 때문으로 생각한다.

Song *et al.*(2001)은 하우스 고추에서 으름애꽃노린재를 6월~9월까지 5회에 걸쳐 매회  $m^2$  당 1.9~4.7 마리 방사한 결과, 천적방사구가 약제 4회 처리구와 유사한 효과를 보였다고 하였으나, 본 시험에 비하여 사용한 천적의 종은 다르지만 너무 많은 량의 으름애꽃노린재를 여러 차례 방사하여 효율적이지 못한 것으로 보인다. 애꽃노린재류는 꽃가루를 먹이로 생존할 수 있기 때문에(Brødsgaard, 1995) 고추 정식 후 꽃이 피고 작물의 높이가 약 60cm 이상 성장하면 총채벌레가 발생하지 않았어도 애꽃노린재류를 조기에 방사하여 밀도를 높이면 총채벌레 발생 시 빠른 방제효과를 나타낸다. 이러한 결과는 Kim *et al.*(2010)의 겨울작형 파프리카에서 미끌애꽃노린재를 총채벌레가 발생하기 전인 2월 중순 이전에  $m^2$  당 3.3 마리를 방사하여 작기동안 꽃노랑총채벌레를 황색트랩 당 2마리 이내로 억제하였고, 미끌애꽃노린재는 꽃 당 6.6 마리까지 증가시켰다고 보고했다.

## 담배가루이 천적의 이용 효과

지중해이리응애 방사에 의한 담배가루이 방제 효과는 Fig. 4와 같다. 담배가루이와 지중해이리응애의 발생상황은 2009년 시험에서 담배가루이의 트랩 당 밀도(1주일 동안 누적 수)는 4월 2일부터 8월 27일까지 21.1 마리 이내의 적은 발생을 보였으나, 9월 10일에는 97.8 마리로 급격히 증가한 후 10월 15일에는 171.0 마리로 최고 밀도를 보였다. 지중해이리응애의 잎 당 밀도는 5월 28일 0.1 마리를 시작으로 6월 11일에는 1.7 마리까지 증가한 후 8월 13일까지 감소가 지속되었다. 9월부터 시설 내 평균 온도가 28°C 이하로 낮아지고 먹이인 담배가루이도 조금씩 증가함에 따라 지중해이리응애도 다시 증가하는데 10월 15일 잎 당 1.0 마리였다.

2010년 시험에서 담배가루이의 트랩 당 밀도는 4월 6일부터 8월 19일까지 37.7 마리 이내의 낮은 발생량을 보였으나, 8월 27일에는 73.3 마리로 급격히 증가하였고, 9월 16일에는 219.1 마리로 최고 밀도를 보였다. 천적인 지중해이리응애의 잎 당 밀도는 5월 6일 0.25 마리를 시작으로 꾸준히 증가하여 6월 17일에는 1.1 마리까지 증가하였다. 그러나 7~8월 여름에는 시설 내 최고 온도가 44.9°C 까지 올라가 천적의 생존에 부적합한 환경으로

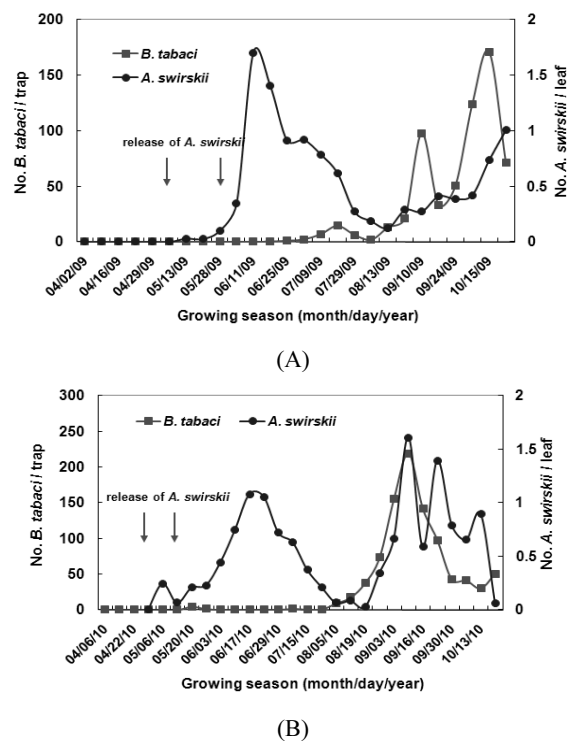


Fig. 4. Control efficacy of predatory mite *A. swirskii* against *B. tabaci* on hot pepper in a protected greenhouse in 2009 (A) and 2010 (B).

지중해이리응애 밀도는 감소한다. 9월부터는 2009년과 마찬가지로 적당한 온도조건과 풍부한 먹이로 인해 다시 밀도가 증가하는데, 9월 10일에는 잎 당 1.6 마리까지 상승하였다.

지중해이리응애를 이용한 담배가루이 방제효과를 고찰하면, 담배가루이 밀도는 정식 후 8월 중순까지 낮은 밀도로 유지된 것은 고추에 정착한 지중해이리응애가 잎에 골고루 분포하여 담배가루이 발생초기에 포식하였기 때문으로 본다. 그러나 9월 상순경부터 담배가루이가 급격히 증가한 것은 8월 하순 고온으로 인해 지중해이리응애의 밀도가 매우 낮아 담배가루이를 억제하지 못했고, 아울러 시설외부에서 증식하던 담배가루이가 외기의 온도가 낮아짐으로 상대적으로 따뜻한 온실 내로 급속히 유입되었기 때문으로 추정된다.

Kim *et al.* (2010)은 파프리카에서 담배가루이 발생이 7월 하순까지 낮은 밀도로 유지되지만 8월 하순부터 급격한 증가현상이 나타나는데, 이러한 원인이 시설외부에서 유입되기 때문이라고 하여 본 시험과 유사한 결과를 보였다. 이와 같이 외부에서 갑자기 유입되어 증가하는 담배가루이는 포식력이 낮은 지중해이리응애로 방제가 어려우며, 작물 재배기간이 많이 남아있을 경우 황온줄벌등의 기생성 천적을 추가적으로 사용해야 할 것이다. 본 시험의 경우 담배가루이 밀도가 높았던 기간은 수확완료 전 약 1개월간으로 경제적 피해는 거의 없었다.

### 잎응애 천적의 이용 효과

고추 정식 후 4월~5월에 방사한 지중해이리응애에 의해 차응애(*T. kansawai*)와 차면지응애(*P. latus*)의 방제 효과를 조사한 결과는 Fig. 5-6과 같다. 2009년 시험에서 차응애는 6월 4일 최초 발생되기 시작하여, 7월 15일 0.4 마리에서 8월 27일 0.8 마리까지 증가하였으며, 9월 초부터 급격한 밀도 감소가 10월까지 계속되었던 것은 지중해이리응애에 의한 방제효과로 본다. 지중해이리응애는 담배가루이 뿐만 아니라 점박이응애나 총채벌레 등을 포식하는 광식성 천적으로 하루 포식량은 담배가루이 알과 점박이응애 알을 각각 11.0개와 13.2개를 포식한다(Kim *et al.*, 2007). 지중해이리응애의 발생밀도 변동은 ‘담배가루이 천적의 이용효과’의 2009년 시험에서와 같다. 2010년 시험에서 차응애의 발생은 6월 17일 최초 발견되었고, 작기 동안 크게 증가하지 않았으며, 8월 13일 잎 당 0.13 마리가 최고 밀도였다. 지중해이리응애의 발생밀도 변동은 ‘담배가루이 천적의 이용효과’의 2010년 시험에서와 같다.

차면지응애는 2009년에 잎 당 발생밀도는 5월 28일 0.9 마리가 최초 발견된 지점에 지중해이리응애를 다른 곳 보다 많이 방사하였고, 차면지응애는 6월 4일 0.8 마리에서 6월 11일에는 모

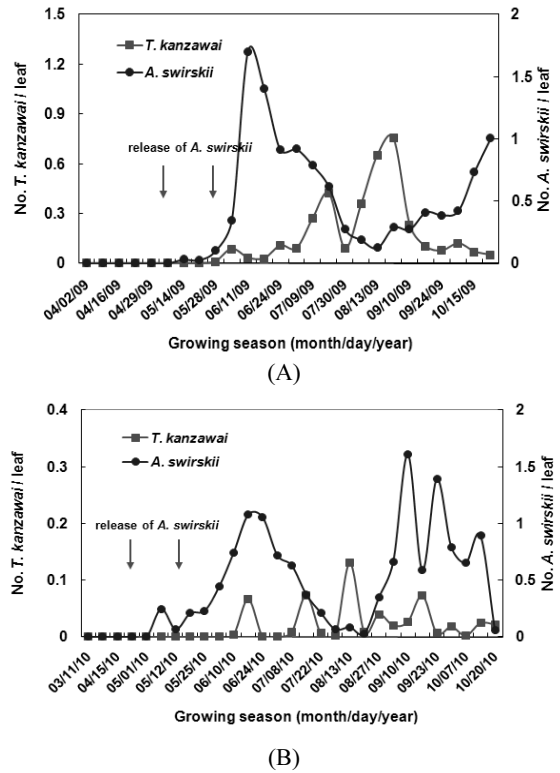


Fig. 5. Control efficacy of predatory mite *A. swirskii* against *T. kansawai* on hot pepper in a protected greenhouse in 2009 (A) and 2010 (B).

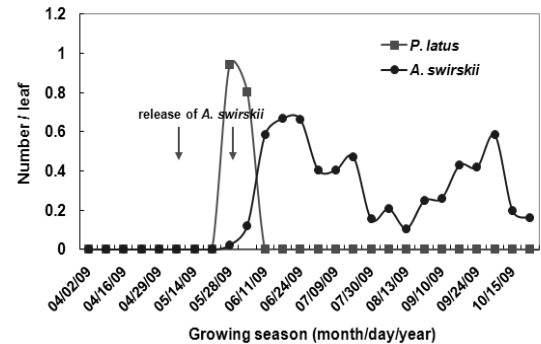


Fig. 6. Control efficacy of predatory mite *A. swirskii* against *P. latus* on hot pepper in a protected greenhouse in 2009.

두 방제되었다. 지중해이리응애의 잎 당 밀도는 5월 28일 0.02 마리에서 6월 11일 0.59 마리로 증가하면서 차면지응애는 발견되지 않았다.

지중해이리응애를 이용한 차응애와 차면지응애 방제효과를 고찰하면, 차응애는 대체로 6월 상순경부터 발생을 시작하여, 8월 중하순경에 가장 높은 밀도를 보이나 이때 지중해이리응애는 가장 낮은 밀도를 보였다. 지중해이리응애는 봄에 높은 밀도를 유지 하지만 여름이 되면 급격히 감소하는 것이 고온에 적응

하지 못하기 때문으로 생각된다. Lee and Gillespi(2011)도 지중해이리응애가 35℃ 이상에서 전혀 발육을 못한다고 보고 한 바 있다. 지중해이리응애가 소발생한 차응애를 방제할 수 있었던 것은 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)와 달리 해충이 없어도 꽃가루 등을 먹고 생존이 가능하기 때문이라고 본다. 고추 정식 후 꽃이 개화하면 해충발생이 없어도 지중해이리응애를 방사하여 정착시키면 잎에 돌아다니며 차응애가 발생하면 즉시 포식하여 차응애의 근집형성을 억제한다(Kim *et al.*, 2010). 그러나 지중해이리응애는 어디까지나 차응애 발생 초기에 방제가 가능하지만 차응애 밀도가 높아지면 포식량이 적고 알과 어린 약충을 주로 먹는 지중해이리응애로서 방제가 곤란하고 칠레이리응애를 이용하는 것이 효과적이다. 칠레이리응애는 점박이응애 알을 하루에 평균 30.1개를 포식하는(Malais and Ravensberg, 2003) 우수한 천적이지만, 먹이가 없으면 동족간 포식으로 밀도가 낮아지고(McMurtry, 1982), 온도 27℃ 에서 습도 40%이면 알 부화율이 7.5%로 낮아지는(Stenseth, 1979) 약점이 있다.

차면지응애는 노지재배보다는 시설재배에서 주로 발생하며 고추의 생장점을 가해하므로 성장이 멈추는 심한 피해를 준다(Cho *et al.*, 1996). 그러나 층의 크기가 0.2 mm 내외로 매우 작아 피해증상이 나타나기 전에는 발견하기 어렵다. 최초 피해증상이 발견된 5월 30일 지중해이리응애의 방사량을 1차 방사(5월 11일) 보다 배량 증가시켜 차면지응애의 발생 3지점에 전체 포장 방사량의 약 30%를 집중 방사함으로써 방사 12일 후에 완전히 방제할 수 있었다. 지중해이리응애에 의한 차면지응애 방제 효과는 피망에서도 확인된 바 있다(van Maanen *et al.*, 2010).

또한 본 실험의 결과를 뒷받침하기 위하여 실내 25℃ 의 항온기에서 지중해이리응애가 차면지응애를 어느 정도 포식하는지 확인한 결과, 차면지응애 휴지기약충과 성충을 하루에 각각 26.1 마리와 6.9 마리를 포식하였으며, 움직이지 않는 층을 더 많이 먹는 것으로 관찰되었다.

이상의 결과 가운데 천적의 효과가 우수하였던 시험내용을 요약하면, 진딧물 천적으로 진디벌 벵커플랜트를 정식 후 660 m<sup>2</sup> 당 3포트를 포장에 이식하고 콜레마니진디벌을 진딧물 발생 시부터 2회에 걸쳐 m<sup>2</sup> 당 약 2.3 마리를 방사하여 작기 동안 진딧물 밀도를 잎 당 0.2 마리 이내로 억제시켰다. 총채벌레 천적으로 미끌애꽃노린재를 고추 정식 약 2개월 후부터 2회에 걸쳐 m<sup>2</sup> 당 약 3.0 마리 방사로 작기 동안 총채벌레를 꽃 당 0.2 마리 이내로 억제시켰다. 담배가루이, 차응애, 차면지응애는 지중해이리응애를 이용하였으며, 고추 정식 후 약 2개월 후부터 2회에 걸쳐 m<sup>2</sup> 당 113.7 마리를 방사하여 작기 동안 담배가루이 밀도를 황색트랩 당 171.0 마리 이내, 차응애 밀도를 잎 당 0.8마리 이내로 억제시켰고, 차면지응애는 방사 12일 만에 완전히 방제 되었다.

본 연구에서 4종의 해충을 방제하기 위해 투입한 천적비용은 m<sup>2</sup> 당 진디벌 벵커플랜트 113.6원, 콜레마니진디벌 92.0원, 미끌애꽃노린재 242.4원, 지중해이리응애 181.8원으로 총 629.8원이며, 비닐하우스 동당(660 m<sup>2</sup>)으로 산출하면 42만원이 소요되었다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제인 “시설작물 병해충 생물적 방제 현장적용 연구”를 수행한 결과로 작성되었습니다. 채집 샘플과 끈끈이 트랩을 조사해 주신 이미숙 선생님, 포장사용을 허락하여 주신 전북 익산시 왕궁면 광암리 송점식 선생님께 감사의 뜻을 포함합니다.

## Literature Cited

- Ahn, S.B., I.S. Kim, M.R. Lee, D.S. Ku, G.M. Kwon and Y.M. Park. 1998. Distribution and kinds of pests on vegetables: 435-485. *In* Pest investigation reports on crops, ed. by NIAST, Suwon. 912pp.
- Arthurs, S., C.L. Mckenzie, J. Chen, M. Dogramaci, M. Brennan, K. Houben and L. Osborne. 2009. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. *Biological control* 49: 91-96.
- Bao, J.Z. and D.X. Gu. 1998. Study and utilization of artificial host egg. pp.115-123. *In* Biological control in china. Shanxi Science and Technology Publishing House. 664pp.
- Brøsgaard, H.F. 1995. "Keep-down," a concept of thrips biological control in ornamental pot plants. pp. 221-224. *In* Thrips biology and management, eds by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. NATO Scientific Affairs Division, New York and London. 636pp.
- Cho, M.Y., H.Y. Jeon, S.Y. La, D.S. Kim and M.S. Yiem. 1996. Damage of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), on pepper growth and yield and its chemical control. *Kor. J. Appl. Entomol.* 35(4): 326-331.
- Choi, K.M., M.W. Han, J.H. Kim and S.H. Kim. 2005. Biological control of oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* on *Trichogramma chilonis*. *Ann. Res. of NIAST (Crop protection)*. 480-482.
- Funderburk, J., J. Stavisky and S. Olson. 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Environ. Entomol.* 29(2): 376-382.
- Goh, H.G., J.H. Kim and M.W. Han. 2001. Application of *Aphidius colemani* Viereck for control of the aphid in greenhouse. *J.*

- Asia-Pacific Entomol. 4(2): 171-174.
- Han, M.A., J.H. Kim, M.H. Lee, K.M. Choi, J.H. Lee and S.S. Han. 1993. Studies on biological characteristics of *Trichogramma* spp. Ann. Res. Agric. Techn. Inst. 861-865.
- Han, M.W., J.H. Lee and J.S. Son. 1994. Intra and inter-plant distribution of *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in red pepper and tobacco fields. Kor. J. Appl. Entomol. 33(1): 6-11.
- Kim, J.H., H.Y. Kim, Y.W. Byeon and Y.H. Kim. 2007. Comparative researches on the biological characteristics of natural enemies of thrips. Ann. Res. NIAST (Agricul. Biol. Res.): 139-154.
- Kim, J.H., Y.W. Byeon, H.Y. Kim, C.G. Park, M.Y. Choi and M.J. Han. 2010. Biological control of insects with arthropod natural enemies on greenhouse sweet pepper in cropping system. Kor. J. Appl. Entomol. 49(4): 385-391.
- König, K., L.A. Teaño and R. Bustamante. 1992. Manual for mass rearing *Trichogramma*. In Philippine-German biological plant protection project. 157pp.
- Lee, H.S. and D.R. Gillespie. 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. Exp Appl. Acarol. 53(1): 17-27.
- López, S.N. and A.V. Andorno. 2009. Evaluation of the local population of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) for biological control of *Bemisia tabaci* B (Hemiptera: Aleyrodidae) in greenhouse peppers in Argentina. Biol. Control 50: 317-328.
- Malais, M.H. and W.J. Ravensberg. 2003. The biology of glasshouse pests and their natural enemies. Koppert biological systems. 288pp.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of Phytoseiids for biological control: progress and future prospects, Div. Agric. Sci. Univ. Calif. Publ. 3284: 23-48.
- Moon, H.C., I.K. Cho, J.R. Im, D.H. Kim and Y.C. Hwang. 2006. Seasonal occurrence and damage by thrips on open red pepper in Jeonbuk province. Kor. J. Appl. Entomol. 45(1): 9-13.
- Park, H.H., J.H. Lee and K.B. Uhm. 2007. Economic threshold of western thrips (Thysanoptera: thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. J. Asia-Pacific Entomol. 10(1): 45-53.
- Song, J.H., S.H. Kang, K.S. Lee and W.T. Han. 2001. Effects of minute pirate bug, *Orius strigicollis* (Hemiptera: Anthofidae) on control of thrips on hot pepper in greenhouse. Kor. J. Appl. Entomol. 40(3): 253-258.
- Stansly, P.A., J. Calvo and A. Urbaneja. 2005a. Release rates for control of *Bemisia tabaci* B (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. Biological control. 35: 124-133.
- Stansly, P.A., F.J. Calvo and A. Urbaneja. 2005b. Augmentative biological control of *Bemisia tabaci* biotype "Q" in Spanish greenhouse pepper production using *Eretmocerus* spp. Crop Prot. 24: 829-835.
- Stenseth, C. 1979. Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 24(3): 311-317.
- van Maanen R., E. Vila, M.W. Sabelis and A. Janssen. 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. Exp Appl. Acarol. 52(1): 29-34.
- van Steenis, M.J. and E.K. Kamh. 1995. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. Entomol. Exp. et Appl. 76: 121-131.
- Yang, C.Y., H.Y. Jeon, M.R. Cho, D.S. Kim and M.S. Yi. 2004. Seasonal occurrence of oriental tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) male and chemical control at red pepper fields. Kor. J. Appl. Entomol. 43(1): 49-54.