

파프리카의 겨울작형 시설재배에서 천적을 이용한 해충 밀도억제 효과

김정환* · 변영웅 · 김황용 · 박창규 · 최만영 · 한만종

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

Biological Control of Insect Pests with Arthropod Natural Enemies on Greenhouse Sweet Pepper in Winter Cropping System

Jeong-Hwan Kim*, Young-Woong Byeon, Hwang-Yong Kim, Chang-Gyu Park,
Man-Young Choi and Man-Jong Han

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

ABSTRACT: This study reports the results of natural enemy application against four insect pests on greenhouse sweet pepper in winter cropping system. *Orius laevigatus* (3.3/m²) was released at two different times (Nov. 2005 & Feb. 2006) to control *Frankliniella occidentalis*, western flower thrips (WFT). Throughout the cropping season, the lowest level recorded of WFT was less than 2.0 individuals per yellow sticky trap. *Amblyseius swirskii* (232.3/m²) was released four times (Nov. 2007 ~ Aug. 2008) to control *Bemisia tabaci*, tobacco whitefly (TWF). Until July 2008, TWF population had been suppressed lower than 6.6/trap. *Phytoseiulus persimilis* (44.5/m²) was released seven times (Apr. 2008 ~ Aug. 2008) to control *Tetranychus kanzawai*, tea red spider mite (TRSM). As a result, TRSM population was suppressed lower than 1.7/leaf. To control aphids, *Aphidius colemani* (9.5/m²) was released seven times (Oct. 2004 ~ Jan. 2005), with the transplantation of banker plants (5.5pot/660m²). As a whole, aphid's population has been successfully reduced to less than 2.0/leaf.

Key words: Sweet pepper, Natural enemies, Biological control, *Orius laevigatus*, *Amblyseius swirskii*, *Phytoseiulus persimilis*, *Aphidius colemani*

초 록: 겨울작형 시설재배 파프리카에 주로 발생하는 4종의 해충에 대한 천적이용 효과를 조사하였다. 꽃노랑총채벌레 (*Frankliniella occidentalis*) 방제를 위해 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)를 2005년 11월과 2006년 2월에 2회에 걸쳐 m² 당 3.3마리를 방사하여 꽃노랑총채벌레 밀도를 트랩 당 2.0마리 이내로 억제하였다. 담배가루이(*Bemisia tabaci*) 방제를 위해 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*)를 2007년 11월부터 2008년 8월까지 4회에 걸쳐 m²당 232.3마리를 방사하여 담배가루이 밀도가 7월 말까지 트랩 당 6.6마리 이내로 억제되었으며, 8월 하순부터 담배가루이 성충이 외부에서 온실내로 급격히 많은 수가 유입되었으나 작기종료로 피해는 없었다. 차응애(*Tetranychus kanzawai*) 방제를 위해 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)를 2008년 4월부터 2008년 8월까지 7회에 걸쳐 m²당 44.5마리를 방사하여 차응애 밀도를 잎 당 1.7마리 이내로 억제하였는데, 이는 담배가루이 천적인 지중해이리응애도 차응애를 포식하였기 때문이다. 진딧물 방제를 위해 진디벌떡파리(*Aphidius colemani*)를 2004년 10월부터 2005년 1월까지 7회에 걸쳐 m²당 9.5마리를 방사하여 진딧물 밀도를 잎 당 2마리 이내로 억제하였다.

검색어: 파프리카, 천적, 생물적방제, 미끌애꽃노린재, 지중해이리응애, 칠레이리응애, 콜레마니진디벌

파프리카(Paprika)는 우리나라 말로 착색단고추라 부르지만, 오히려 파프리카라는 이름이 더 친숙해져 있다. 주로 유럽과 북미 등에서 많이 재배되고 있으며, 우리나라는 1995

년부터 일본 수출을 목적으로 1.1 ha가 재배되기 시작하여 2009년에는 393 ha로 빠른 증가 추세를 보이고 있다 (www.kati.net). 우리나라 파프리카 재배형태는 벤로형 유리온실과 아치형 비닐하우스 재배가 있으며, 재배작형은 3월부터 12월까지 재배하는 여름형과 9월부터 이듬해 7월까지 재배하는 겨울형으로 크게 나뉜다. 국내생산 파프리카

*Corresponding author: kim9@korea.kr

Received October 25 2010; revised November 18 2010; accepted November 25 2010

의 약 50%이상을 수출하는데, 99%가 일본에 집중되고 있고, 일본시장의 72%를 점유하고(www.kati.net) 있는 수출 효자 품목이다. 그러나 수출가격은 네덜란드 산에 비하여 약 70% 내외로 형성되고 있는데(Cho, 2006), 이러한 원인이 네덜란드는 파프리카 재배 면적의 98%가 천적 중심의 IPM을 적용(Altena and Ravensberg, 1990)하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 우리나라는 수출 파프리카에서 잔류농약이 초과 검출되어 수출이 중단되는 사례가 종종 발생하는데, 이러한 수출농업의 심각성과 작업자 및 소비자의 건강을 생각하면 천적사용은 시급히 정착되어야 한다. 다행히 적지 않은 파프리카 재배 농가가 적극적으로 천적을 사용하고 있는 것은 약제에 의한 해충방제로는 농산물 수출이 어렵기 때문이다.

파프리카는 온도와 습도가 잘 관리되기 때문에 어느 작물보다 해충 발생의 위험성이 큰 반면 천적이용 또한 유리한 재배환경을 갖고 있다. 파프리카에 발생하는 주요해충은 가루이류, 진딧물류, 잎응애류, 총채벌레류, 나방류 등 많은 해충이 발생하고(Kim et al., 2006), 한 작기가 1년 정도로 매우 길기 때문에 천적투입 적기를 놓치게 되면 비용이 많이 소요될 뿐만 아니라, 천적의 효과도 떨어지게 된다. Altena and Ravensberg (1990)는 파프리카에서 천적이용 성공 시기는 5월이 가장 높고, 8월이 가장 낮다고 하였는데, 이는 봄에 해충발생이 적고 온도가 적당하여 천적의 활력이 높지만, 여름에는 온도가 높아 해충발생이 많고 증식이 빠른 반면 천적의 활력은 떨어지기 때문이다. 우리나라는 '90년대 후반부터 시설작물에 천적을 이용하기 시작하여 딸기를 비롯한 오이, 토마토 등에서 천적이용 기술을 개발한 바 있다(Kim et al., 2001; Kim and Park, 2006; Kim et al., 2008c). 그러나 아직도 유럽의 천적 선진국들에 비하면 많이 부족한 상태로, 우리환경에 적합한 작물별 또는 작형별 천적이용 모델이 빨리 개발되어 천적을 이용하는 농민들에게 도움이 되었으면 한다.

본 보고에서는 겨울작형 파프리카 재배 농가에서 문제되는 꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 차응애, 진딧물을 대상으로 천적인 미끌애꽃노린재, 지중해이리응애, 칠레이리응애, 콜레마니진디벌을 이용하여 해충밀도를 억제한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험장소

파프리카 발생 해충인 꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 차응

애 밀도억제 효과에 대한 시험장소는 전라북도 김제시 순동 소재 “참샘영농조합” 포장으로 총 면적은 9,900 m²이며, 실험에 이용한 면적은 온실의 중앙지점 740 m²(36m×30m)에서 조사하였다. 진딧물 밀도억제 효과에 대한 시험장소는 경기 화성시 우정읍 이화리 소재 “화성21영농조합”으로 시험포장 면적은 1,800 m²이며, 두 포장 모두 벤로형 유리온실이다.

시험 포장의 환경조사

파프리카 재배기간 동안 온도와 습도를 조사하기 위하여 HOBO(Onset computer corporation)를 1시간 간격으로 입력되도록 설정하여 파프리카 작물체의 중간부위에 설치하였다. HOBO에 저장된 데이터는 컴퓨터로 받아 Excel로 변환하여 일일 평균 값을 구하였다.

미끌애꽃노린재를 이용한 꽃노랑총채벌레 밀도억제 효과

작물재배 기간은 2005년 9월 1일 정식하여 2006년 7월 하순까지이며, 정식 후 10월 19일까지 총채벌레와 나방류 약제인 에마택틴벤조에이트 유제 등을 7회 살포하였다. 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*) 천적인 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)의 방사시기와 m²당 방사량은 2005년 11월 11일 2.2마리, 2006년 2월 18일 1.1마리를 2회에 걸쳐 총 3.3마리를 방사하였다. 해충 밀도억제에 사용한 4종의 천적은 모두 (주)세실에서 생산한 제품을 이용하였다.

총채벌레 발생밀도 조사는 황색끈끈이트랩(그린아그로텍, 10 cm×15 cm)을 온실 내 740 m²의 조사구역에 25개 지점을 설정하여, 지점 당 1개씩 작물의 상단 30 cm위에 플라스틱 집게로 고정하고, 2주마다 교체 수거하여 실내에서 현미경으로 총채벌레 수를 조사하였다. 천적인 미끌애꽃노린재 밀도는 조사구역 내 50개 지점을 설정하고, 지점 당 꽃가루가 터진 3개의 꽃을 루페(x10)를 이용하여 육안조사 조사하였다. 조사 시기와 간격은 2005년 11월 25일부터 2주일 간격으로 조사하였다.

지중해이리응애를 이용한 담배가루이 밀도억제 효과

작물재배 기간은 2007년 10월 13일 정식하여 2008년 10월 하순까지이며, 농약사용은 없었다. 담배가루이(*Bemisia tabaci*) 천적인 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*)의 방사시기와 m²당 방사량은 2007년 11월 7일 50.5마리, 2008년

5월 6일 50.5마리, 7월 2일 50.5마리, 8월 24일 80.8마리를 1회에 걸쳐 총 232.3마리 방사하였다.

담배가루이 발생밀도는 “미끌애꽃노린재를 이용한 꽃노랑총채벌레 밀도억제 효과”와 동일한 방법으로 조사하였으며, 조사간격은 1주일 간격으로 하였다. 천적인 지중해이리응애는 조사구역 내 50개 지점을 설정하고, 지점 당 작물의 상부에서 약 30 cm 아랫부분 3개 잎의 앞·뒷면을 루페(x10)를 이용하여 1주일 간격으로 육안조사 조사하였다.

칠레이리응애를 이용한 차응애 밀도억제 효과

작물재배 기간은 2007년 10월 13일 정식하여 2008년 10월 하순까지이며, 농약사용은 없었다. 차응애(*Tetranychus zanzawai*) 천적인 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*) 방사시기와 m²당 방사량은 2008년 4월 1일 1.0마리, 4월 5일 8.7마리, 4월 9일 6.1마리, 4월 23일 4.0마리, 4월 30일 10.2마리, 5월 18일 1.1마리, 8월 31일 3.4마리를 7회에 걸쳐 총 44.5마리 방사하였다.

차응애와 칠레이리응애 조사방법은 “지중해이리응애를 이용한 담배가루이 밀도억제효과”에서 지중해이리응애 조사와 동일한 방법으로 하였다.

콜레마니진디벌을 이용한 진딧물 밀도억제 효과

작물재배 기간은 2004년 8월 30일 정식하여 2005년 7월 하순까지이며, 정식 후 10월 13일까지 진딧물 약제인 이미다클로프리드 수화제 등을 2회 살포하였다. 진딧물 천적 광사시기와 방사량은 진딧물벵커플랜트는 660 m²당 2004년 10월 14일 2.2포트, 11월 26일 1.1포트, 12월 29일 2.2포트를 3회에 걸쳐 총 5.5포트 투입하였으며, 포트 당 진딧물 머미는 약 100개이다. 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)은 m²당 2004년 10월 14일 0.8마리, 10월 25일 0.8마리, 11월 26일 0.6마리, 12월 29일 1.1마리, 2005년 1월 5일 2.8마리, 1월 20일 2.8마리, 1월 31일 0.6마리를 7회에 걸쳐 총 9.5마리를 방사하였다.

진딧물과 콜레마니진디벌의 조사방법은 “지중해이리응애를 이용한 담배가루이 밀도억제효과”에서 지중해이리응애 조사와 동일한 방법으로 하였다.

결과 및 고찰

시험포장의 환경조사

시험기간 동안 “화성21 영농조합”과 “참샘영농조합”의

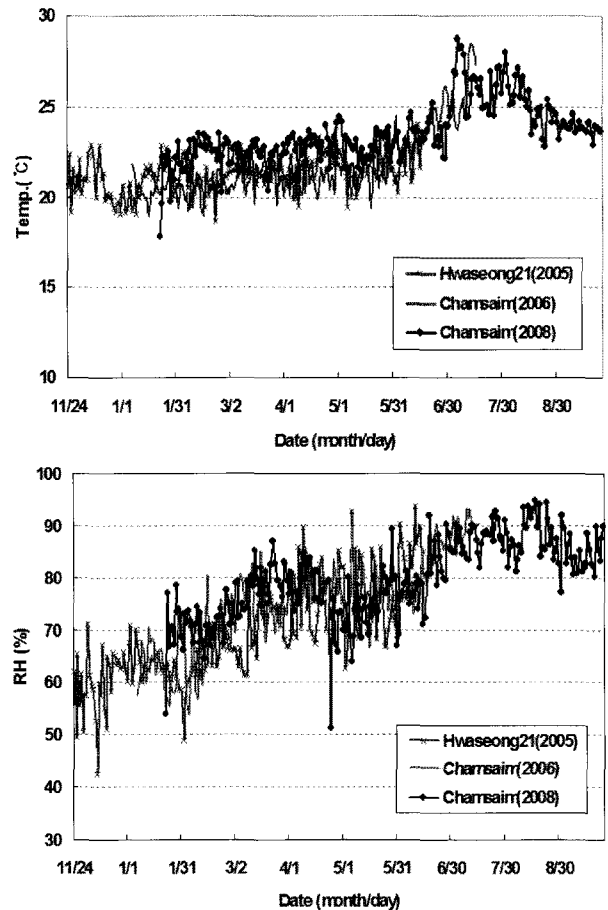


Fig. 1. Fluctuation of temperature and humidity in experimental green house (2005, 2006 and 2008).

파프리카재배 온실에서 1일 1시간 간격으로 24회 입력된 온도와 습도의 1일 평균을 표시한 성적은 Fig. 1과 같다. 각 시험포장의 평균온도는 2005년 화성21영농조합이 21.3°C (최고 24.0°C, 최저 18.6°C), 2006년과 2008년 참샘영농조합이 각각 21.8°C(최고 28.4°C, 최저 19.0°C), 23.5°C(최고 28.7°C, 최저 17.9°C)이고, 평균습도는 2005년 화성21영농조합이 69.4%(최고 93.7%, 최저 42.4%), 2006년과 2008년 참샘영농조합이 각각 79.4%(최고 93.4%, 최저 53.8%), 79.7%(최고 94.8%, 최저 51.3%)였다.

미끌애꽃노린재를 이용한 꽃노랑총채벌레 밀도억제 효과

미끌애꽃노린재(*O. laevigatus*)에 의한 꽃노랑총채벌레(*F. occidentalis*) 밀도억제 효과는 Fig. 2와 같다. 꽃노랑총채벌레 발생은 2005년 11월 23일부터 발생하기 시작하여, 2006년 2월 15일 트랩 당 2.0마리로 최고밀도를 보인 후 감소하였는데, 작기 동안 평균 발생밀도는 트랩 당 0.6마리

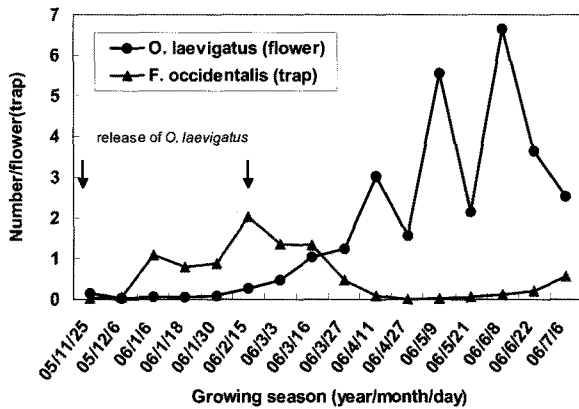


Fig. 2. Biological control effect of *O. laevigatus* against *F. occidentalis* on sweet pepper protected in greenhouse.

로 매우 낮았다. 총채벌레 천적인 미끌애꽃노린재는 방사초기 2005년 11월 25일 꽃당 0.13마리로 이들 애꽃노린재는 대부분 11월 11일에 방사한 성충 태였고, 2005년 12월부터 2006년 1월 말까지는 꽃 당 0.04~0.08마리의 낮은 밀도로 대부분이 약충 태였다. 미끌애꽃노린재는 휴면하지 않지만 (Tommasini, 2003) 18°C, 10(L):14(D)의 단일에서는 16(L):8(D)의 장일에 비하여 산란수가 58%감소하고, 15°C에서 한세대 기간이 55.5일(Kim *et al.*, 2008b)로 길기 때문에 겨울철 단일조건인 2월까지의 증식속도가 느리게 진행된다. 일장이 길어지고 온도가 상승하는 3월중 하순부터 본격적인 밀도 증가가 이뤄지는데, 6월 8일에는 꽃 당 6.6마리로 최고 밀도를 보였다. 오히려 꽃노랑총채벌레 보다 천적인 미끌애꽃노린재가 더 많이 발생하는 현상을 보였다. Choi *et al.*(2009)는 여름작형 파프리카에서 미끌애꽃노린재를 m²당 2.1마리 방사하였는데, 총채벌레는 트랩당 7.5마리 이내로 관리되었고, 미끌애꽃노린재는 꽃당 최고 1.0마리였다고 하였다. van de Veire and Degheele(1993)는 파프리카에서 *Orius insidiosus*를 m²당 2.0마리 방사하였는데, 꽃노랑총채벌레는 꽃당 3.2마리 이내였고, *O. insidiosus*는 꽃당 0.9마리까지 발생하였다고 하였다. 두 시험 모두 천적 방사량이 본 시험에 사용한 미끌애꽃노린재의 약 60% 수준인데도 총채벌레 밀도억제가 가능하였다는 결론이다. 본 시험에서 4월 이후 미끌애꽃노린재 밀도가 꽃당 약 2~6마리로 매우 높은 수준임을 감안하면 미끌애꽃노린재 방사량을 m²당 2.0마리 정도로 줄여도 총채벌레 밀도억제가 가능할 것으로 판단된다.

지중해이리응애에 의한 담배가루이 밀도억제 효과
지중해이리응애(*A. swirskii*) 방사에 의한 담배가루이

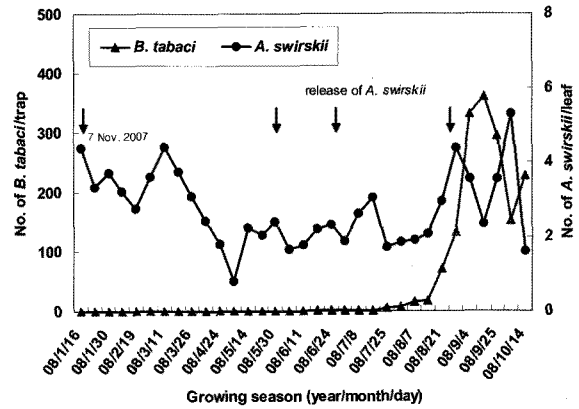


Fig. 3. Biological control effect of *A. swirskii* against *B. tabaci* on sweet pepper protected in greenhouse.

(*B. tabaci*) 밀도억제 효과는 Fig. 3과 같다. 시험 포장의 담배가루이 발생은 7월 30일까지는 트랩 당 6.6마리 이내로 아주 적은 밀도를 보였으나, 8월 21일부터는 급격한 증가 추세를 보이며 9월 11일에는 트랩 당 360.4마리로 최고 밀도를 나타냈다. 담배가루이의 밀도가 7월 말까지도 미미한 발생을 보였는데, 1개월 후인 8월 29일 트랩 당 133.1마리로 급격히 높아진 것은 온실 내에서 증식된 것이 아니라 온실 외부에서 천창을 통하여 내부로 유입된 것으로 판단된다. 이러한 판단 근거로 파프리카 잎을 육안 조사한 결과에서도 담배가루이 약충과 번데기 밀도가 작기 종료인 10월 중순까지도 잎 당 0.7마리 이내(Kim, J.H., unpublished)에 불과했던 것도 내부에서 증식되지 않았다는 것을 말해 준다.

천적인 지중해이리응애는 5월 7일 잎 당 0.8마리로 가장 낮은 밀도를 보인 반면 10월 1일에는 잎 당 5.3마리까지 증가 하였으며, 조사기간 동안 잎 당 평균 밀도가 2.8마리를 유지하였다. Kim *et al.*(2008a)은 지중해이리응애가 담배가루이의 알을 하루에 9~12개씩 포식한다고 하였는데, 담배가루이 밀도가 7월 말까지 거의 증가하지 않았던 것도 잎 당 2~3마리에 이르는 지중해이리응애가 소 발생한 담배가루이 알과 약충을 포식하였기 때문으로 추정된다. 그러나 8월 하순부터 외부에서 시설 내로 많은 양의 담배가루이가 유입되었는데, 이러한 급격한 밀도유입에 의한 파프리카 주내 증식이 이뤄진다면 지중해이리응애의 포식력으로는 방제하기가 쉽지 않을 것으로 예상된다. 다행히 본 시험의 경우는 10월 중순 작기가 종료되어 유입된 담배가루이의 증식이 이뤄지지 않아 피해가 전혀 나타나지 않았지만, 담배가루이 유입 후 3개월 이상 재배기간이 길어지는 경우는 별도의 방제기술이 적용되어야 할 것이다. Choi *et al.*,

(2009)는 여름작형 파프리카에서 담배가루이 천적인 지중해이리응애를 해충발생 전에 미리 방사하여 정착시켜서 소 발생한 담배가루이를 방제하고, 담배가루이 밀도가 증가하면 포식량이 많은 담배장님노린재를 이용하는 것이 바람직하다고 하였다. 따라서 담배가루이 발생밀도가 높은 경우 지중해이리응애와 함께 담배장님노린재 또는 황온좀벌 등을 복합적으로 사용하는 전략이 필요하다.

칠레이리응애에 의한 차응애 밀도억제 효과

파프리카에서 주로 발생하는 잎응애는 점박이응애와 차응애가 발생하는데, 본 시험포장에서는 차응애가 발생하였다. 칠레이리응애(*P. persimilis*) 방사에 의한 차응애(*T. kanzawai*) 밀도억제 효과는 Fig. 4와 같다. 차응애는 4월 10일부터 포장에서 발견되기 시작하여 5월 20일과 8월 7일 각각 잎 당 1.7마리와 1.3마리로 2번의 발생피크를 보이기도 하였지만, 작기 종료기인 10월 14일까지의 잎 당 평균 밀도는 0.4마리로 차응애에 의한 피해는 발생하지 않았다. 이러한 밀도 조절 원인을 살펴보면 천적인 칠레이리응애는 4월 24일부터 눈에 띠기 시작하여 작기 종료 때까지 잎 당 평균 밀도는 0.04마리였고, 최고 밀도가 0.14마리로 높지 않았다. 칠레이리응애의 밀도가 높지 않았는데도 차응애 밀도가 증가하지 않았던 것은 담배가루이 천적으로 방사한 지중해이리응애의 역할이 컸기 때문이다. 지중해이리응애는 담배가루이 뿐만 아니라 총채벌레와 잎응애 등도 포식하는 광식성 천적으로(Arthurs *et al.*, 2009; Chow *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2007), 꽃가루 등을 먹고도 생존과 증식이 가능하다. 지중해이리응애는 잎에서 상시 먹이를 찾아 움직이고 있을 뿐만 아니라, 점박이응애 알을 하루에 13.2개를 포식한다(Kim *et al.*, 2007). 따라서 군데군데 발생을 시작하는 적은

수의 차응애 알과 어린 약충은 지중해이리응애의 좋은 먹이가 된다. 작기 동안 잎 당 평균밀도가 2.8마리에 달하는 지중해이리응애는 칠레이리응애와 함께 차응애의 밀도증가를 억제한 것으로 나타났다. 실제 육안관찰에서도 차응애 발생부위에 지중해이리응애가 서식하기도 하고 일부는 완전히 방제된 곳도 확인 하였다.

칠레이리응애는 27°C에서 40%의 습도이면 알 부화율이 7.5%에 불과할 뿐만 아니라(Stenseth, 1979), 점박이응애 알을 하루에 30.5개를 포식하지만 먹이가 부족할 때는 동종포식(cannibalism) 등으로 개체수가 매우 낮아진다(McMurtry, 1982). 따라서 넓은 포장 면적에 소수가 분산하여 발생한 차응애는 칠레이리응애 보다는 거의 모든 잎에 서식하는 지중해이리응애가 적합하고, 국지적으로 많이 발생한 차응애는 포식력이 좋은 칠레이리응애를 발생지점에 집중 방사하는 전략이 방제효과를 높이고 천적비용도 절감할 수 있다.

콜레마니진디벌에 의한 진딧물 밀도억제 효과

콜레마니진디벌(*A. colemani*) 방사에 의한 진딧물 밀도억제 효과는 Fig. 5와 같다. 콜레마니진디벌은 수명이 5일 이내로 짧고, 우화 후 3일 이내에 90%이상 산란한다(van Steenis, 1995). 이렇게 짧은 수명 때문에 작물 정식 후 진딧물이 발생하기 전에는 진디벌유지식물인 banker plant를 이용하는 것이 콜레마니진디벌을 오랫동안 발생시킬 수 있기 때문에 본 시험에서도 banker plant와 콜레마니진디벌을 병행 투입하여 하였다. 시험포장에 발생한 진딧물은 복숭아혹진딧물과 목화진딧물이 복합적으로 발생하였으며, 발생시기는 1월 12일부터 시작하여 1월 20일에는 잎 당 2.0마리까지 증가하였다. 그러나 콜레마니진디벌의 유충인 진딧

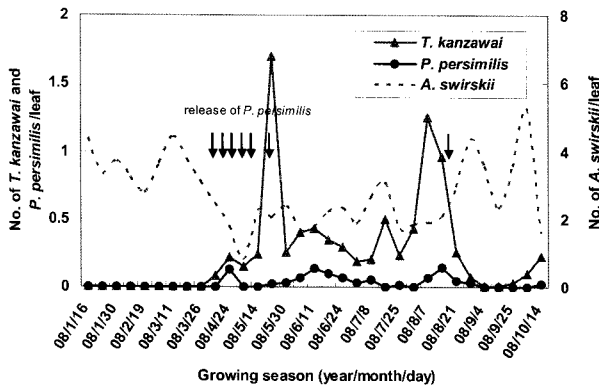


Fig. 4. Biological control effect of *P. persimilis* against *T. kanzawai* on sweet pepper protected in greenhouse.

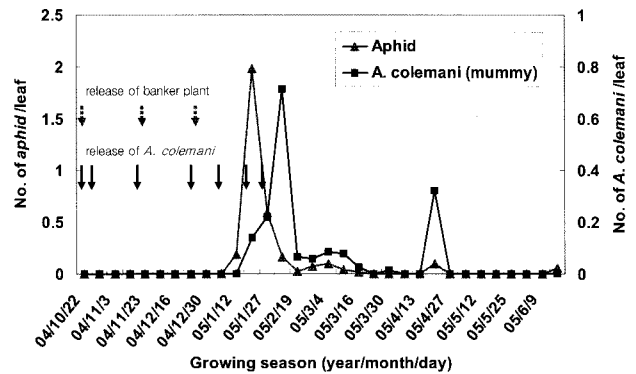


Fig. 5. Biological control effect of *A. colemani* against Aphid on sweet pepper protected in greenhouse.

물 머미의 밀도는 1월 20일 잎 당 0.14마리를 시작으로 2월 2일에는 잎 당 0.7마리로 증가함에 따라 진딧물의 밀도는 2월 19일 0.03마리로 급격한 감소를 보였다. 조사 시기별로 콜레마니진디벌의 기생률을 보면 1월 20일 6.6%였으나 2월 19일에는 71.4%로 증가하였고, 진딧물이 방제되기까지 약 37일이 소요되었다. Goh *et al.*,(2001)는 목화진딧물과 복숭아혹진딧물이 발생한 시설고추 재배포장 100 m²의 면적에서 5월 8일 banker plant를 투입하여 5월 21일 진딧물 머미가 80마리가 되었다. 진딧물 밀도는 5월 30일 주 당 9.8마리였는데 6월 13일 27.1마리로 증가하였으나 6월 26일에는 1.3마리로 감소하였고, 이때 콜레마니진디벌의 기생률이 92.0%였다고 하였다. 본 시험과 비교하여 작물, 재배형태, 진딧물 밀도, 천적 방사량 등이 달라 직접적인 비교는 어렵지만 진딧물 발생시점부터 방제되기까지의 기간은 약 1개월 내외로 비슷하였다. 콜레마니진디벌은 약 41종의 진딧물에 기생하고(Stary, 1975) 기생률도 높지만, 30℃ 이상의 온도에서는 활성이 떨어지므로(Guenaoui, 1991; Masum *et al.*, 1997) 여름철 고온기에는 가능한 사용을 피하는 것이 좋다.

이상의 결과에서 파프리카에 주로 발생하는 4종의 해충을 안전하게 방제하기 위하여 사용한 천적 투입 비용을 산출하면 m²당 미끌애꽃노린재 292원, 지중해이리응애 558원, 칠레이리응애 556원, 콜레마니진디벌과 벵커플랜트 592원으로 총 1,998원이 소요되었다. 파프리카는 재배기간도 길고 발생하는 해충도 많아 다른 작물에 비하여 천적비용이 많이 소요되는 편이다. 그러나 파프리카에 적합한 해충발생 예찰기술을 높이고, 해충 발생밀도에 따른 적정 천적투입 비율을 구명하며, 천적에 안전한 저독성 농약을 지속적으로 선별하여 적절히 사용된다면 천적비용은 상당히 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제인 “착색단고추에서 해충 생물적 방제를 위한 천적류 적용기술 개발”을 수행한 결과로 작성되었습니다. 포장사용을 허락하여 주신 참샘영농조합과 화성21영농조합에 감사의 뜻을 표합니다.

Literature Cited

- Altena, K. and W.J. Ravensberg. 1990. Integrated pest management in the Netherlands in sweet peppers from 1985 to 1989. *Bull. SROP/WPRS* 8(5): 10-13.
- Arthurs, S., C.L. McKenzie, J. Chen, M. Dogramaci, M. Brennan, K. Houben, 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.
- Cho, J.R. 2006. Problem and way of improvement in cultivation of sweet pepper. Symposium on the use of natural enemies for the production of high quality sweet pepper for achieving 100 million \$ export. Society of Natural Enemy Research : 1-29.
- Choi, M.Y., J.H. Kim, H.Y. Kim, Y.W. Byeon, Y.H. Lee. 2009. Biological control based IPM of insect pests on sweet pepper in greenhouse in the summer. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48(4): 503-508.
- Chow, A., A. Chau, K.M. Heinz. 2010. Compatibility of *Amblyseius (Typhlodromips) swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses. *Biological Control* 53: 188-196.
- 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.
- Guenaoui, Y. 1991. Role of temperature on the host suitability of *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) for the parasitoid *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Aphididae). *Redia*. 74: 3. Appendix, 153-165.
- Kim, H.Y., Y.H. Lee, J.H. Kim, Y.H. Kim. 2008a. Comparison on capability of four predatory mites to prey on the egg of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 47(4): 429-433.
- Kim, J.H., Y.W. Byeon, H.Y. Kim and Y.H. Kim. 2006. Application of natural enemies for the biological control of arthropod pests on sweet pepper. *Ann. Res. of NIAST(Agricul. Biol. Res.)*: 769-788.
- Kim, J.H., H.Y. Kim, Y.W. Byeon, Y.H. Kim. 2007. Comparative researches on the biological characteristics of natural enemies of thrips. *Ann. Res. of NIAST(Agricul. Biol. Res.)*: 139-154.
- Kim, J.H., H.Y. Kim, Y.W. Byeon, Y.H. Kim. 2008b. Biological Characteristics of two natural enemies of thrips, *Orius strigicollis* (Poppius) and *O. laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 47(4): 421-428.
- Kim, Y.H. and J.H. Kim. 2001. Biological control of insect pests on cucumber by natural enemies in vinyl green houses. *Ann. Res. of NIAST(Crop Prot. Res.)*: 459-465.
- Kim, Y.H. and S.G. Park. 2006. Optimum release time for biological control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on the strawberry in greenhouses. *Entomological Research* 36: 238-244.
- Kim, Y.H., J.H. Kim, H.Y. Kim, K.J. Cho. 2008c. Application of natural enemies for the biological control of arthropod pests on tomato. *Ann. Res. of NIAST(Agricul. Biol. Res.)*: 1797-1809.
- Masum, A., C.J. Hodgson and M. Ahmad. 1997. Life table of

- Aphidius colemani* Viereck, a parasitoid of *Aphis fabae* Scopoli at different temperature regimes. Bangladesh J. Entomol. 7: 7-12.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: progress and future prespects, Div. Agric. Sci. Univ. Calif. Pulb. 3284: 23-48.
- Sary, P. 1975. *Aphidius colemani* Viereck: its taxonomy, distribution and host range(Hymenoptera: Aphidiidae), Acta Entomologica Bohemoslovaca 72: 156-163.
- 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.
- Tommasini, M.G. and J.C. van Lanteren. 2003. Occurrence of diapause in *Orius laevigatus*. Bulletin of Insectology 56(2): 225-251.
- van de Veire, M. and D. Degheele. 1993. Control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* with the predator *Orius insidiosus* on sweet peppers. Bull. IOBC/WPRS 16(2) : 185-188.
- 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.