

여름작형 시설재배 파프리카의 주요 해충에 대한 생물적방제 기반 종합관리

최만영 · 김정환* · 김황용 · 변영웅 · 이용휘

농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과

Biological Control Based IPM of Insect Pests on Sweet Pepper in Greenhouse in the Summer

Man-Young Choi, Jeong-Hwan Kim*, Hwang-Yong Kim, Young-Woong Byeon and Yong-Hwi Lee

Applied Entomology Division, National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT : Biological-control-based-integrated-pest-management of major pests occurring on sweet pepper in greenhouse during summer season was tried. As many as 2.1 *Orius laevigatus* per m² were released in two times on June 6 and 19, and the population of thrips was kept under control and accordingly the damage was negligible throughout the season. To control aphids, a total of 0.8 *Aphidius colemani* per m² were released in four times, 0.2 of them at a time, flonicamid on May 14 and July 18 and pymetrozine on June 14 and September 4 were sprayed on the spots of high aphid occurrence to reduce the release of the wasp, and the density of aphids was kept under control. Whitefly was controlled successfully by releasing a total of 343.4 *Amblyseius swirski* per m² in nine times, 38.1 of them at a time, from May 9 until November 12 and dinotefuran was sprayed on November 12 when the density of whitefly increased up to 200 per trap. *Tetranychus kanzawai* was controlled by both *Phytoseiulus persimilis* which was released a total of 44.4 per m² in five times 8.9 of them at a time from May 23 to September 10, and the *A. swirski* which was released for the control of whitefly.

KEY WORDS : Sweet pepper, Biological control based IPM, Major pests, Summer season culture

초 록 : 여름작기 파프리카의 주요해충에 대한 생물적방제 기반 종합관리를 시도하였다. 총채벌레류 방제를 위해서 m²당 총 2.1마리의 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)를 6월 6일과 19일 두 번 방사하여 작기 동안 피해가 없었다. 진딧물 방제를 위해서는 m²당 총 0.8마리의 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)을 4회에 걸쳐 방사하고, 진딧물 밀도가 높은 지점에 국부적으로 플로니카미드와 피메트로진을 5월 14일과 7월 18일, 6월 14일과 9월 4일에 각각 2회씩 살포하여 콜레마니진디벌 사용량을 줄였다. 담배가루이(*Bemisia tabaci*)에 대해서는 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*)를 5월 9일부터 한번에 m²당 38.1마리씩 9회에 걸쳐 총 343.4마리를 방사하였으며, 담배가루이 밀도가 트랩 당 200마리에 달했던 11월12일에 천적으로 방제가 어려워 디노테푸란을 1회 살포하여 방제하였다. 차응애(*Tetranychus kanzawai*)는 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)를 5월 23일부터 9월 10일까지 5회에 걸쳐 한 번에 m²당 8.9마리씩 총 44.4마리를 방사하였으며, 담배가루이 천적인 지중해이리응애가 차응애의 알과 약충을 포식함으로써 두 종의 천적에 의한 차응애 밀도가 억제되었다.

검색어 : 파프리카, 생물적방제 기반 종합관리, 주요해충, 여름작기

*Corresponding author. E-mail: kim9@korea.kr

파프리카(*Capsicum annuum* L.)는 중앙아프리카가 원산지로 한국명으로는 '착색단고추'라 부른다. 빨간색, 노랑색, 주황색, 자주색 등을 띠고, 매운 맛이 적고 단맛이 나며 비타민 C가 풍부하다. 국내에 도입된 것은 약 10년 전으로 주로 수출을 위해 재배되었으나(Kwon, 2006), 최근에는 우리나라에서도 피자, 샐러드용 등으로 많이 소비되어 일년 내내 생산되고 있다. 겨울철 재배는 9월 초순경에 정식하여 12월 초에 수확을 시작 이듬해 7월까지 재배되고, 여름철 재배는 3월 중순경에 정식하여 6월 중순부터 수확을 시작하여 12월까지 재배되는 형태이다(Lee, 2001; Cho, 2006).

여름작형의 주요 발생해충은 총채벌레류, 잎응애류, 가루이류, 진딧물류, 나방류, 노린재류, 뿌리파리류 등 많은 해충이 발생한다(Kim *et al.*, 2008a). 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)와 대만총채벌레(*F. intonsa*)는 주로 꽃에서 먼저 발견되며, 두 종의 피해가 유사하다(Lee *et al.*, 2003). 성충보다는 유충에 의한 피해가 많은데 꽃받침부근의 틈속에 서식하면서 과일의 표면을 갉아먹기 때문에 꽃받침과 과일 사이가 벌어지고 과실의 표면이 갈색으로 변하며 심하면 기형과가 된다(Moon *et al.*, 2006). 이들의 방제에 이용되는 천적은 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*), 오이이리응애(*Neoseiulus cucumeris*) 등이다. 진딧물류는 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)과 목화진딧물(*Aphis gossypii*)이 많이 발생하며 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)과 진디혹파리(*Aphidoletes aphidimyza*)를 주로 이용하고 있다. 감자수염진딧물(*Macrosiphum euphorbiae*)과 싸리수염진딧물(*Aulacorthum solani*)도 종종 발생하는데, 진디벌(*Aphidius ervi*)을 주로 이용한다 (Malais and Ravensberg, 2003). 가루이류 중 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)는 시설내에 일단 발생하면 연중 각 태가 중복되어 나타나는데, 식물체의 위쪽 신엽 쪽에는 성충이, 아랫잎 쪽에는 알-유충-번데기 순으로 수직적인 분포를 하는 경향이 있다 (Malais and Ravensberg, 2003). 주로 이용되는 천적은 지중해이리응애, 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 황온좀벌(*Eretmocerus erimicus*), 담배장님노린재(*Nesidiocoris tenuis*)이다. 담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 카바메이트계와 유기인계에 저항성을 보이는 B계통과 네오니코티노이드계에 저항성을 보이는 Q계통이 있는데, 우리나라에는 주로 Q계통이 많이 발생한다(Um, *et al.*, 2006). 온실가루이와 달리 주내에 각 충태가 혼재되어 발생한다. 주로 이용되는 천적은 온실가루이 천적과 같다. 잎응애 중에서는 점박이응애(*Tetranychus urticae*)와 차응

애(*Tetranychus kanzawai*)가 주요해충이며, 천적으로는 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)와 사막이리응애(*Neoseiulus californicus*)를 이용해 주로 방제한다(Kim *et al.*, 2008a).

우리나라에서 파프리카에 발생하는 해충에 대한 생물적방제 연구는 겨울작형에 대하여 주로 연구되었으나(Kim *et al.*, 2006a), 여름작형은 최근에 재배면적이 증가하여 이에 대한 천적을 이용한 해충관리 연구가 이뤄지지 않았다. 본 연구에서는 여름작형 파프리카를 대상으로 총채벌레류 방제를 위해 미끌애꽃노린재를 이용하였고, 진딧물류 방제를 위해 콜레마니진디벌과 저독성약제를, 가루이류 방제를 위해 지중해이리응애를, 차응애 방제를 위해 칠레이리응애를 이용한 결과를 정리하여 여름작형 파프리카 발생해충들에 대한 생물적방제기반 종합적관리 자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

포장관리

시험장소는 전북 김제시 순동 소재 벤로형 유리온실로 면적은 7,600 m²이며, 파프리카의 정식 시기는 2008년 4월 21일이다. 해충방제를 제외한 재배관리는 농산무역 표준재배법을 이용하였다. 농약의 사용은 수염진딧물의 발생과 일부 지점에 발생량이 많아 천적에 저독성인 플로니카미드 입상수화제를 5월 14일, 7월 18일(관주), 피메트로진 수화제를 6월 14일, 8월 4일(관주) 살포하였다(Kim *et al.*, 2008b; Choi, 2008).

포장 온·습도

시험포장의 온·습도 조사는 HOBON(onset computer corporation)를 1 시간 간격으로 온도와 습도가 입력되게 조절하여 파프리카 작물체의 중간부위에 설치하였다. 시험기간동안 평균온도는 25.0℃ 이고, 최고온도는 39.7℃, 최저온도는 17.1℃ 였다. 평균습도는 80.5% 이고, 최고습도는 100%, 최저습도는 25.3% 였다.

천적방사 및 효과 조사

처리구는 천적 방사 단일구로 처리하였으며, 사용 천적은 (주)코퍼트코리아에서 생산한 제품을 이용 하였다.

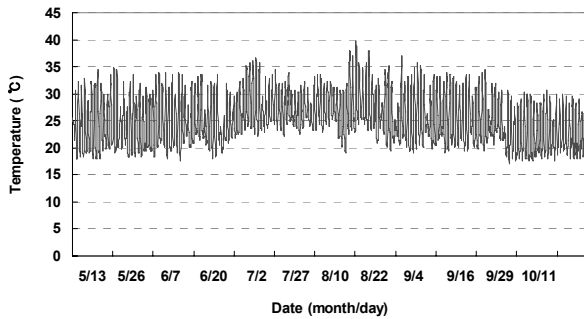


Fig. 1. Fluctuation of temperature in experimental greenhouse.

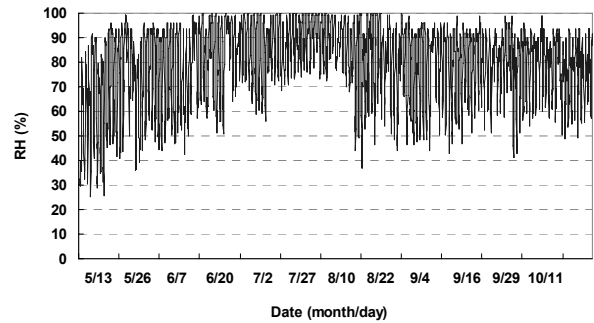


Fig. 2. Humidity fluctuation in experimental greenhouse.

Table 1. Application of natural enemies to control arthropod pests on sweet pepper cultivated in greenhouse

Target pests	Natural enemies	Application time in 2008			Quantity (No./m ²)	
		First	Last	No.	Average	Total
Thrips	<i>Orius laevisgatus</i>	6/Jun.	19/Jun.	2	1.1	2.1
Aphid	<i>Aphidius colemani</i>	18/May	16/Jul.	4	0.2	0.8
Whitefly	<i>Amblyseius swirskii</i>	19/May	12/Nov.	9	38.1	343.4
Spider mite	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	23/May	10/Sep.	5	8.9	44.4

천적 방사시기와 방사량은 Table 1과 같다. 조사방법은 1주일 간격으로 루페(x10)를 이용하여 포장에서 직접 육안 조사 또는 황색끈끈이 트랩을 이용하였다. 총채벌레, 미끌애꽃노린재, 지중해이리응애는 꽃을 대상으로 조사하였는데, van de Meiracker and Sabelis(1993)는 애꽃노린재의 산란은 주로 꽃잎이나 꽃자루에 산란을 한다는 보고를 참고하였다. 진딧물, 진디벌, 잎응애, 칠레이리응애, 사막이리응애, 담배가루이, 황온좀벌 등은 잎을 대상으로 조사하였다. 조사량은 50지점을 선정하여 지점당 꽃 3개씩, 잎은 상위 30~50 cm 부위에서 3 잎씩 꽃과 잎 각각 150개를 조사하였다. 황색끈끈이 트랩(10×15 cm)은 25지점을 선정하여 매주 새로운 것으로 교체하여 조사하였다.

결과 및 고찰

총채벌레 밀도억제 효과

총채벌레 천적인 미끌애꽃노린재에 의한 총채벌레 밀도억제 효과는 Fig. 3과 같다. 작기 동안에 꽃에서는 총채벌레를 거의 발견할 수 없었고, 황색끈끈이 트랩 조사에서는 5월 하순부터 밀도가 증가하여 6월 하순에 트랩당 7.5마리로 최고밀도를 보였으나, 이후 감소하기 시작하여 8월 상순부터는 거의 발생이 없었다. 미끌애꽃

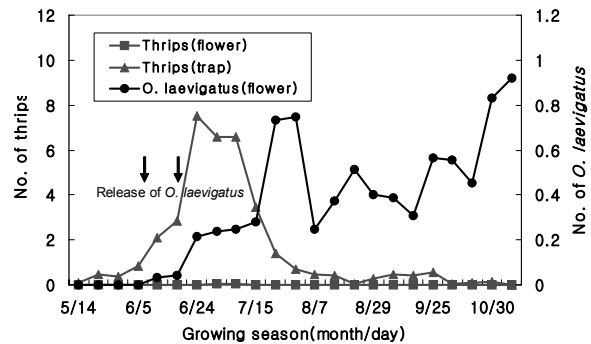


Fig. 3. Biological control effect of *Orius laevisgatus* against thrips on sweet pepper cultivated in greenhouse.

노린재는 6월 하순 총채벌레 밀도가 가장 높을 때 증가하기 시작하여 7월 하순 꽃당 0.8마리까지 밀도가 증가하였으며, 11월 상순에는 천적인 미끌애꽃노린재 밀도가 꽃당 1마리까지 증가하였다. van de Veire and Degheele(1993)에 의하면 파프리카 재배온실 1 ha에 *Orius insidiosus*를 10회에 걸쳐 m²당 총 2.0마리 방사하였는데, 꽃노랑총채벌레 밀도는 2월 4일 꽃당 3.2마리에서 6월 4일 꽃당 0.3마리로 감소한 후 발생하지 않았고, *O. insidiosus*는 4월 2일부터 11월 5일까지 꽃당 0.05~0.9마리 수준으로 유지되었다고 하였다. 본 시험에서 이용한 미끌애꽃노린재 방사량(2.1마리/m²)도 van de Veire and Degheele(1993)의 애꽃노린재 m²당 방사량과 유사한 것으로 보아 파프리카에서 m²당 2.0마리가

애꽃노린재류의 적정 방사량으로 생각된다. 꽃노랑총채벌레의 방제를 위해 이용되는 천적은 농가현장 실증을 통해 효과가 입증된 으뜸애꽃노린재(*O. strigicollis*) (Kim *et al.*, 2006b)와 겨울작형에서 특히 효과가 좋은 오이이리응애와 지중해이리응애(Messelink *et al.*, 2006) 등이 있으나 여름작형에서는 본 연구에서 이용된 미끌애꽃노린재가 효과적으로 이용될 수 있음을 알 수 있는데, 다른 포식응애를 잡아먹기 때문에 포식응애와 동시에 이용할 경우에는 방사시기를 늦추는 등의 주의를 해야 한다.

진딧물 밀도억제 효과

콜레마니진디벌 방사에 의한 진딧물 밀도억제 효과는 Fig. 4와 같다. 작기 동안 진딧물은 9월 상순 엽당 1.8마리로 최고 밀도를 보인 후 거의 발생이 없었다. 파프리카에 발생하는 진딧물은 복숭아혹진딧물, 목화진딧물, 수염진딧물류가 대부분이며, 이 중 수염진딧물류에는 콜레마니진디벌이 기생을 하지 못하기 때문에 진디벌(*Aphidius ervi*)을 이용하는데(Malais and Ravensberg, 2003), 진디벌의 기생률이 매우 낮은 단점이 있다. 진딧물의 발생생태는 초기에 일부 지점에 집중적으로 발생함으로 예찰에 실패할 경우 몇 주(株)의 파프리카에 대발생하게 되는데 이때에는 진디벌에 의한 방제가 어렵게 된다. 이럴 경우 부득이 포장에 방사된 천적에 안전한 약제를 살포하여 진딧물의 밀도를 줄인 후 천적을 방사한다. 본 연구에서는 콜레마니진디벌을 5월18일부터 시작하여 m²당 0.8마리 수준으로 총 4회 방사하였으나 방사시점에는 진딧물의 발생이 거의 없어서 콜레마니진디벌의 효과를 입증할 수 없었으며, 8월하순에 진딧물의 발생이 급격히 증가하였는데, 천적에 안전한 진딧물 약제

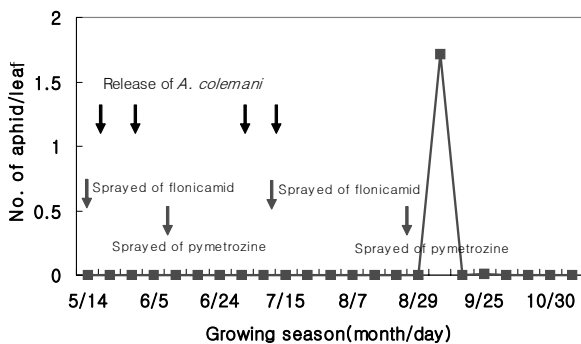


Fig. 4. Biological control effect of *Aphidius colemani* against aphids on sweet pepper cultivated in greenhouse.

로 플로니카미드 입상수화제를 5월 14일과 7월 18일, 피메트로진 수화제(Kim *et al.*, 2005)를 6월 14일과 9월 4일 살포하여 일부 지점에 발생한 진딧물을 방제하였다. 그러나 플로니카미드 입상수화제는 일본 수출 파프리카에서 잔류성분 문제로 클레임이 걸린 경험이 있기 때문에 사용 시 주의 할 필요가 있다. 콜레마니진디벌은 25°C에서 기생율이 가장 높고, 30°C 이상이 되면 기생율이 감소하며 목화진딧물보다는 복숭아혹진딧물에서 발육이 잘되는 것으로 보고하였는데(Zamani *et al.*, 2007; Sampaio *et al.*, 2007), 콜레마니진디벌을 여름작기에 이용할 경우 하우스내의 온도가 너무 올라가지 않도록 조절할 필요가 있으며, 천적의 지속적인 공급이 집중분포를 하는 진딧물류 해충의 효과적인 방제를 위해(Yano, 2006) 필요하기 때문에 벵커플랜트(진디벌 유식물)를 이용하는 것이 좋을 것으로 본다.

담배가루이 밀도억제 효과

지중해이리응애(*A. swirskii*) 방사에 의한 담배가루이(*B. tabaci*) 밀도억제 효과는 Fig. 5와 같다. 황색끈끈이 트랩 조사에서 6월 하순까지는 담배가루이의 밀도가 높지 않았으나 8월 상순부터 증가하기 시작하여 9월 상순에는 트랩 당 200마리 이상으로 높아졌다. 이처럼 짧은 기간(1개월)에 성충의 밀도가 급격히 증가하는 것은 내부에서 증식된 것이 아니라 온실 외부에서 담배가루이가 유입되었기 때문인 것으로 보인다. 유입된 담배가루이 성충은 파프리카 잎에 산란을 하고 세대를 경과하면서 담배가루이 밀도는 기하급수적으로 증가하였다. 천적인 지중해이리응애는 5월 19일 방사 후 3주 경과했을 때 잎 당 15마리 이상으로 급격하게 개체수가 증가하였는데, 이는 포장내 환경조건이 지중해이리응애의 밀도증식에 적합하였기 때문으로 생각된다. 그러나 담배가

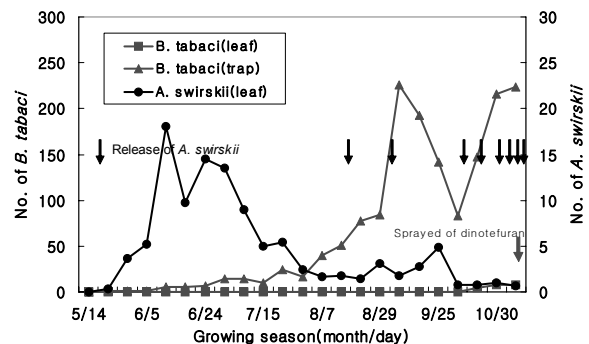


Fig. 5. Biological control effect of *Amblyseius swirskii* against *Bemisia tabaci* on sweet pepper cultivated in greenhouse.

루이 성충이 유입되는 시기인 8월 상순부터 지중해이리응애를 다량 방사하였음에도 밀도가 증가하지 않았는데, 이는 온실 온도가 높아짐에 따라 지중해이리응애의 증식환경에 부적합하였거나, 미끌애꽃노린재에 의해 포식되었거나, 나방류 방제에 사용된 Bt제들의 영향이었는지는 구체적으로 알 수가 없었으며, 정확한 원인에 대해서는 추가 시험에 의해 명확히 밝혀져야 할 것으로 판단된다. 외부에서 유입된 담배가루이는 억제 생물인 지중해이리응애의 밀도가 낮아 담배가루이 밀도가 낮아지지 않았다. 11월 7일 담배가루이 트랩당 밀도는 223마리로 포식성 천적인 지중해이리응애는 포식량이 적어 높은 밀도의 담배가루이를 억제할 수 없어 11월 12일 담배가루이 약제인 디노테프란 입상수화제를 살포하였다. 지중해이리응애는 총채벌레가 발생하였을 경우 가루이 억제효과가 높아진다는 보고가 있는데(Messelink, 2006), 본 연구에서는 미끌애꽃노린재에 의해 꽃노랑총채벌레가 거의 완전 방제되어 유사한 효과를 나타냈다고 보기는 어렵다. Kim *et al.*(2008a)은 담배장님노린재가 담배가루이 방제에는 탁월한 효과가 있는 것으로 보고하고, 여름작형 파프리카에서 지중해이리응애 등의 천적이 정착하지 못하거나 효과가 낮을 때는 담배장님노린재 이용이 효과적일 것이라고 하였다(Kim *et al.*, 2008a). 따라서 여름작형 파프리카에서 담배가루이의 효과적인 방제를 위해서는 예방적 천적으로 지중해이리응애를 이용하고, 담배가루이 발생이 시작되면 포식력이 높은 담배장님노린재 등을 활용하는 방법이 바람직할 것으로 생각된다

차응애 밀도억제 효과

칠레이리응애 방사에 의한 차응애 밀도억제 효과는 Fig. 6과 같다. 조사시기 동안 차응애의 발생은 6월 중순부터 발생되기 시작하여 8월 중순 앞 당 2마리까지 증가하였고, 이후 급격한 밀도 감소가 이루어져 9월부터는 거의 발생하지 않았다. Kim *et al.*(2009)은 신선초에 발생하는 차응애 방제를 위해 칠레이리응애가 효과적이라고 보고하였는데, 파프리카에서도 차응애 방제에 칠레이리응애가 효과적인 것으로 나타났다. 칠레이리응애는 Fig. 6에서 발생밀도가 거의 표시되지 않았지만 차응애 밀도감소에 많은 영향을 미쳤을 것으로 판단되며, 먹이가 없으면 동족간 포식으로 모두가 사멸하는 특성을 가지고 있기 때문에 먹이가 계속 공급되지 않으면 밀도가 증가되지 않는다(Kim *et al.*, 2005). 포식성

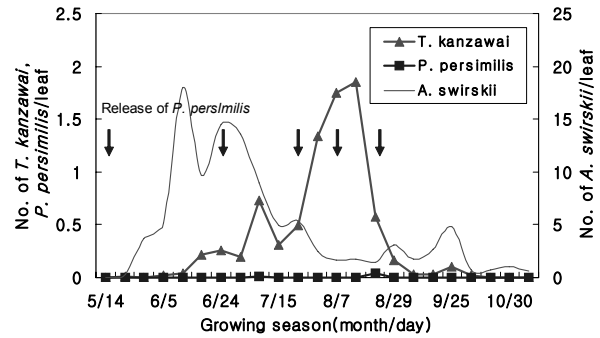


Fig. 6. Biological control effect of *Phytoseiulus persimilis* against *Tetranychus kanzawai* on sweet pepper cultivated in greenhouse.

응애류는 습도가 낮으면 효과가 떨어지는데 온도가 높고 맑은 여름날씨에는 하우스 내부의 습도가 낮아져서 포식능력이 떨어지는 것으로 알려져 있으며(Vanhouten *et al.*, 1995), 이 때는 사막이리응애가 더 효과적인 것으로 보고되고 있다(Weintraub and Palevsky, 2008). 그러나 본 연구에서는 온실내 습도가 60~80%로 관리되고 있기 때문에 낮은 습도에 의한 칠레이리응애의 포식력은 영향을 받지 않았을 것으로 본다. 그러나 차응애 밀도 감소에 많은 영향을 미친 천적이 담배가루이 주력 천적인 지중해이리응애로 이 천적은 육식 먹이가 없어도 꽃가루나 곰팡이 등을 먹고 생존이 가능하고, 점박이응애 알을 하루에 13.2개를 포식한다(Kim, J. H. unpublished). 따라서 8월 중순 차응애 밀도가 높았지만 앞 당 2-3마리의 지중해이리응애 밀도는 차응애의 알과 약충을 먹여치워 밀도 감소에 많은 영향을 미친 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 총채벌레 방제를 위해서는 미끌애꽃노린재를 m^2 당 2마리 내외로 6월 상중순경에 2회 방사한다. 진딧물은 일부 지점에 국지적으로 발생이 시작되기 때문에 예찰이 쉽지 않다. 따라서 벵커플랜트를 정식 후 투입하거나 발생지점을 중심으로 콜레마니진디벌을 집중방사하면 효과적이다. 진딧물 밀도가 높아 천적으로 방제가 어려운 경우 미끌애꽃노린재나 지중해이리응애에 저독성인 피메트로진 수화제 등을 살포하여 진딧물 밀도를 낮춘 후 천적을 방사한다. 담배가루이 방제는 지중해이리응애를 작물이 개화하면 방사하는데 m^2 당 1회에 30~40마리 내외를 방사하고 방사 후 밀도 증가여부를 관찰하여 추가 방사를 결정한다. 담배가루이 밀도가 높을 경우 지중해이리응애의 효과가 낮으므로 담배장님노린재 등을 이용한다. 차응애는 소 발생할 경우 담배가루이 방제를 위해 사전에 방

사된 지중해이리응애에 의해 밀도가 감소하거나 방제된다 그러나 차응애의 밀도가 증가하면 칠레이리응애를 m^2 당 1회에 약 8~9마리 정도 방사한다.

파프리카는 온실재배로 야외에 발생하는 해충 발생시기와 일치하지 않는 경우가 많기 때문에 천적의 방사시기도 일정하게 고정되어 있지 않다. 따라서 위에 제시된 결과들은 모든 포장에 일률적으로 적용되는 것은 아니며, 포장의 환경 재배형태에 따라 달라질 수 있다. 적기, 적소에 천적을 방사하여 효과를 높이기 위해서는 정확한 예찰과 함께 시설환경과 작물에 적합한 천적을 이용해야 생물적 방제의 효과를 높일 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구과제인 “여름 작형 파프리카의 천적이용 해충방제기술 현장적용 연구”를 수행한 결과로 작성되었습니다. 파프리카는 첨단 재배 기술과 많은 자본이 투입된 작물로 해충관리 실패 때에는 적지 않은 피해를 무릅쓰고 흔쾌히 포장사용을 허락해주신 농산무역 조기심 사장께 감사의 뜻을 표합니다.

Literature Cited

- 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, B.Y. 2008. Selection of low toxicity insecticide for *Bemisia tabaci*. Ann. Res. of NIAST(Agricul. Biol. Res.II): pp. 1375-1395.
- Kim, J.H., H.Y. Kim, Y.H. Kim, Y.H. Lee and M.S. Lee. 2008a. Field application program for the biological control of the pests on sweet pepper (Summer culture type). Ann. Res. NIAST (Agricul. Biol. Res.): 1827-1839
- Kim, J.H., Y.H. Kim, H.Y. Kim, Y.W. Byeon, B.Y. Choi, K.S. Lee, J.R. Cho, M.J. Han, S.G. Lee, and Y.H. Lee. 2008b. Manual for the use of natural enemies on Paprika. Rural Development Administration. 91pp.
- Kim, J.H., Y.W. Byeon, H.Y. Kim, and Y.H. Kim. 2006a. 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., Y.W. Byeon, Y.H. Kim and C.G. Park. 2006b. Biological control of thrips with *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse green pepper, sweet pepper and cucumber. Korean J. Appl. Entomol. 45 : 1-7.
- Kim, Y.H., J.H. Kim, and M.W. Han. 2009. A preliminary study on the biological control of *Tetranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Anthias-Henriot(Acarina : Tetranychidae, Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 111-115.
- Kim, Y.H., J.H. Kim, Y.W. Byeon, and B.Y. Choi. 2005. Guide for the use of natural enemy. 198pp. Academy press.
- Kwon, M.Y. 2006. Production of sweet pepper and perspective. Horticultural Research Institute, RDA: 22pp.
- Lee, G.H., C.H. Paik, C.Y. Hwang, C.M. Chio, D.H. Kim, S.Y. Na, S.S. Kim, I.H. Choi. 2003. Effect of host plants on the development and reproduction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Korean J. Appl. Entomol. 42(4): 301-305.
- Lee, J.U. 2001. Present status of cultivation of sweet pepper and prospect of export. Horticultural Research 14(2) : 36-41.
- Malais, M. and W. J. Ravensberg. 2003. Knowing and recognizing, the biology of glasshouse pests and their natural enemies Koppert, B.V. 288pp..
- Messelink, G.J., S.E.F. van Steenpaal and P.M.J. Ramakers. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. 2006. BioControl 51 : 753-768.
- Moon, H.C., I.K. Cho, J.U. Im, B.R. Goh, D.H. Kim and C.Y. Hwang. 2006. Seasonal occurrence and damage by thrips on open red pepper in jeonbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 45(1): 9-13.
- Sampaio, M.V., V.H.P. Bueno, S.M.M. Rodrigues, M.C.M. Soglia, and B.F. de Conti. 2007. Development of *Aphidius colemani* Viereck (Hym. : Braconidae, Aphidiinae) and alterations caused by the parasitism in the host *Aphis gossypii* Glover (Hem. : Aphididae) in different temperatures. Neotropical Entomology. 36(3) : 436-444.
- Um, K.B., H.S. Lee, M.H. Lee, K.S. Ahn. 2006. Recent research and molecular phylogenetic analysis of *Bemisia tabaci*. NIAST: 385pp.
- van de Meiracker, R.A.F. and M.W. Sabelis. 1993. Oviposition sites of *Orius insidiosus* in sweet pepper. IOBC/WPRS Bull. 16(2) : 109-112.
- Vanhouten, Y.M., P.C.J. Vanrijn, L.K. Tanigoshi, P. Vanstratum, and J. Bruin. 1995. Preselection of predatory mites to improve year round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. Entomol. Exp. et Applicata. 74(3) : 225-234.
- Weintraub, P. and E. Palevsky. 2008. Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweetpepper under hot arid field conditions. Experimental and Applied Acarology. 45(1) : 29-27.
- Yano, E. 2006. Ecological consideration for biological control of aphids in protected culture. Population Ecology. 48(4) : 333-339.
- Zamani, A.A., A. Talebi, Y. Fathiopour, and V. Baniameri. 2007. Effect of temperature on the life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera : Braconidae), two parasitoids of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae). Environ. Entomol. 36(2) : 263-271.

(Received for publication November 16 2009;
revised November 29 2009; accepted December 22 2009)