

시설오이에서 azoxystrobin, 미끌애꽃노린재, 콜레마니진디벌을 이용한 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물 종합관리 사례

최용석* · 황인수 · 한익수 · 김영철¹ · 최광렬²

충남농업기술원, ¹공주대학교, ²충남대학교 농생물학과

A Case Study for Intergrated Pest Management of *Frankliniella occidentalis* and *Aphis gossypii* by Simultaneously Using *Orius laevigatus* and *Aphidius colemani* with Azoxystrobin in Cucumber Plants

Yong-Seok Choi*, In-Su Whang, Ik-Soo Han, Young-Chil Kim¹ and Gwang-Ryul Choe²

Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services Yesan, 340-861, Republic of Korea

¹Department of Horticulture, Kongju National Univ. Yesan, 340-702, Republic of Korea

²Department of Applied Biology, Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764, Republic of Korea

ABSTRACT: *Aphidius colemani* and *Orius laevigatus* are natural enemies of the control cotton aphid and western flower thrips, which are the major pests of cucumber plants. We evaluated the low toxicity of 47 fungicides against *A. colemani* and *O. laevigatus*, and we investigated the simultaneous effect of the natural enemies with fungicide of low toxicity on the pests. The toxicity of DBEDC, hexaconazole, pyraclostrobin, tribasic copper sulfate, triflumizole, chlorothalonil, flusilazole, folpet, carbendazim+diethofencarb, cymoxanil+fenamidone and trifloxystrobin to *A. colemani* mummies was more than 50% and to *O. laevigatus* was low toxic. Among the fungicides with low toxicity, azoxystrobin 20% WP was selected because it could be used simultaneously with *A. colemani* and *O. laevigatus* and as a fungicide to control powdery mildew and downy mildew. In 2011, the densities of western flower thrips and cotton aphid increased rapidly in early-May in Gongju and Cheonan, Chungnam Province. When azoxystrobin was used at an interval of 10 days in spring, *A. colemani* and *O. laevigatus* were released at an interval of 7 days at the early occurrence of the pests. The natural enemies decreased the densities of the pests; the maximum number of *A. colemani* mummies was 18 per lower leaf, and the maximum number of *O. laevigatus* was 0.5 per flower. Azoxystrobin did not influence the densities of *A. colemani* and *O. laevigatus*. The results show that the selected fungicides can be used with *A. colemani* and *O. laevigatus* for the intergrated pest management of cotton aphid and western flower thrips in cucumber polyvinyl house cultivation.

Key words: *Aphis gossypii*, *Frankliniella occidentalis*, *Aphidius colemani*, *Orius laevigatus*, Intergrated pest management

초 록: 오이에서 가장 피해가 심한 해충인 목화진딧물과 꽃노랑총채벌레에 방제를 위하여 사용하고 있는 천적인 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재에 대하여 노균병과 흰가루병 약제의 저독성을 평가하여 살균제와 동시에 활용한 목화진딧물과 꽃노랑총채벌레에 대한 천적의 방제효과를 조사하였다. 47종 살균제 중 DBEDC, hexaconazole, pyraclostrobin, tribasic copper sulfate, triflumizole, chlorothalonil, flusilazole, folpet, carbendazim+diethofencarb, cymoxanil+fenamidone, trifloxystrobin은 콜레마니진디벌 머미에 50% 이상의 독성을 보였고 저독성 살균제 중 azoxystrobin이 노균병과 흰가루병을 동시에 방제할 수 있어 천적과의 동시활용 약제로 선발하였다. 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물은 천안과 공주에서 4월 상순 동시에 급격히 밀도가 증가하였고, azoxystrobin 50% 액상수화제를 10일간격으로 계속 방제 하면서 콜레마니진디벌을 진딧물 발생초기 1주간격 3회, 미끌애꽃노린재를 발생초기 1주간격 3회 방사 후 천적 밀도를 조사한 결과 목화진딧물과 꽃노랑총채벌레의 밀도를 억제하면서 콜레마니진디벌 머미는 하엽당 최대 18마리, 미끌애꽃노린재는 꽃당 0.5마리를 나타내어 azoxystrobin이 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재의 밀도형성에 악영향을 주지 않았다. 시설오이에서 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재에 안전한 선택약제와 천적을 동시 이용할 경우 효과적인 진딧물과 총채벌레 방제가 가능할 것이다.

검색어: 목화진딧물, 꽃노랑총채벌레, 콜레마니진디벌, 미끌애꽃노린재, 해충종합관리

*Corresponding author: yschoi92@korea.kr

Received October 29 2013; Revised November 1 2013

Accepted November 19 2013

시설오이에 발생하는 주요해충은 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande), 오이총채벌레(*Thrips palmi* Karny), 목화진딧물(*Aphis gossypii* Glover), 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)), 목화바둑명나방(*Diaphania indica* (Saunders)) 등이 있다(Park et al., 2002). 이들 해충 중 꽃노랑총채벌레는 작물에 경제적인 피해를 크게 입히는 세계적인 해충으로 우리나라에서는 1993년 침입이 확인된 후 전국적으로 분포하고 있다(Han et al., 1998). 이 해충은 꽃에 탁월한 선호성을 보이며 과실을 직접 가해하여 과실의 상품가치를 크게 떨어뜨리고(Shipp et al., 1998; 2000; Chung, 2001; Katayama, 2005; Park et al., 2007), Tomato spotted wilt virus(TSWV)를 매개하는 매개충이다(Booham et al., 2002). 오이총채벌레는 1993년 제주도에서 일본 수출용 파리고추를 재배하던 시설하우스에서 처음으로 발생이 확인되었고 제주도 감자 재배의 70% 폐작을 일으킨 중요한 해충이며(Ahn et al., 1994; Lee, 1996), 오이에서는 잎과 과실에 피해를 주어 수확량과 상품성을 떨어뜨리는 중요한 해충이다. 목화진딧물은 광범위한 식물을 가해하는 다식성 해충으로 목화뿐만 아니라, 박과, 가지과 등 경제적으로 중요한 작물에 피해를 주고 있다(Blackman and Eastop, 1984; O'Brien et al., 1993; Owusu et al., 1994). 목화바둑명나방은 1932년 목화 해충으로 처음 기록되었으나 그 피해는 미미하였다(Kim et al., 1993; Shin et al., 2002). 하지만 시설 하우스 재배면적이 증가하면서 그 밀도가 계속 증가하여 피해가 급증하고 있다(Choi et al., 2001; Choi, 2002).

이러한 해충들 중에 총채벌레류와 목화진딧물은 오이에서 가장 피해가 심한 해충으로 많은 생물학적 방제를 위한 시도가 있어왔다. 김 등은 꽃노랑총채벌레의 초기 밀도가 엽당 18.3마리에 이를 때 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii* Athias-Henriot)를 주당 25마리 1회 방사로도 경제적 피해 없이 방제할 수 있다고 하였고(Kim et al., 2009), 김 등은 가을 작형 오이에 발생하는 오이총채벌레를 방제하는 데는 오이이리응애(*Neoseiulus cucumeris* (Oudemans))가 으름애꽃노린재보다 훨씬 효과적임을 밝혔다(Kim et al., 2006). 콜레마니진디벌은 목화진딧물 방제에 효과적인 천적으로 잘 알려져 있으며 이를 이용한 목화진딧물의 방제 효과를 높이기 위한 방제 시기는 진딧물이 발생한 직후 방사가 바람직하다 하였으나(Thibault et al., 2004; Bueno et al., 2006; Saiki and Wada, 2006) 김 등은 시설오이에서 목화진딧물 발생전 콜레마니진디벌 방사가 효과적이라 하였다(Kim et al., 2006).

본 연구에서는 꽃노랑총채벌레 방제를 위하여 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus* (Fieber))를, 목화진딧물 방제를 위하여 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani* (Viereck))과 보리두갈래

진딧물(*Schizaphis graminum* (Rondani))과 기장테두리진딧물(*Rhopalosiphum padi* (Linne))이 접종된 보리뱅커식물을 사용하였고, 사용한 천적 중에 미끌애꽃노린재와 콜레마니진디벌에 안전한 약제를 자체 선별한 노균병과 흰가루병 방제제인 azoxystrobin 20% 수화제를 동시에 활용하여 살균제와 천적을 동시에 활용한 해충관리를 함으로써 천적의 이용가치를 높이고 살균제와의 동시 활용 가능성을 제시코자 수행하였다.

재료 및 방법

천적에 안전한 저독성 약제 선별

오이에 등록된 살균제 47종에 대하여 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재의 독성을 평가하였다(Table 1). 머미에서 우화한 콜레마니진디벌 성충은 추천농도로 적서진 8 ml 유리병에 흡충기(® Bioquip 1135C)로 15마리씩 흡입하여 넣어졌으며 병의 입구를 솜으로 막은 후 10% 꿀물을 공급하면서 사충수를 조사하였다. 머미는 추천농도로 희석된 약액에 20마리씩 천으로 감싸 침지 후 지름 9 cm, 높이 3 cm의 플라스틱용기에 적서진 여과지를 깔고 2 × 2 cm의 파라필름을 놓은 후 그 위에 약액에 침지된 20마리의 머미를 올려놓았고 성충으로 우화하지 않는 것을 사충수로 조사하였다. 미끌애꽃노린재는 성충을 대상으로 독성을 평가하였다. 추천농도로 적서진 8 ml 유리병에 다육식물인 홍옥의 일부를 칼로 도려내고 줄알락명나방 알을 묻혀 넣었다. 콜레마니진디벌 성충실험과 동일한 방법으로 15마리씩 흡충기를 이용하여 넣은 후 72시간 후에 사충수를 조사하였다. 모든 실험은 25±3°C, RH 45~65%, 광주조건 16L : 8D의 사육실 조건에서 실시하였다. 모든 시험약제에 대한 처리시간은 국제기구인(IOBC, International Organization for Biological Control)의 식물보호제에 대한 Side effect 평가 기준과 치사율에 따른 안전성 기준을 따랐다(Candolfi et al. 2000). 모든 실험은 3반복으로 하였다.

시설오이에서 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물 종합관리 농가의 방제사례 연구

시설오이 봄재배기간동안 가장 문제시 되고 있는 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물의 발생양상을 방제방법에 따라 어떻게 차이가 있는지를 알아보고 추후 천적을 활용했을 때 방제효과를 비교하기 위하여 2011년 충청남도에 위치한 천안시와 공주시는 오이재배 주산단지로서 두 지역에서 저농약 재배농가, 무농약 재배농가, 일반 재배농가 3곳을 선정하여 10일 단위로 꽃노

랑총채벌레와 목화진딧물의 밀도를 조사하였다. 저농약은 천안시 병천면의 농가였으며 무농약과 일반 재배농가는 공주시 병천면에 위치하였다. 3개 농가 모두 200평의 하우스에 50 cm의 재식거리로 하우스에 4개의 두둑으로 이루어져 있었다. 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물 방제를 위하여 저농약 농가에서는 주로 emamectin benzoate EC 2.15%와 acetamiprid WP 8%를 사용하고 있었고 월 2회 사용횟수로 사용하고 있었다. 무농약 농가의 경우 고삼과 님이 함유된 자재를 주로 활용하고 있었으며 목초액 500배 액을 1주일 간격으로 사용하고 있었고 주정에 발효된 은행추출물을 함께 사용하고 있었다. 일반 재배농가는 정확한 약제명을 확인하기 어려웠으나 주로 imidachloprid WP 10%, acetamiprid WP 8%, dinotefuran WG 20%, emamectin benzoate EC 2.15%를 가장 많이 활용하고 있었다.

꽃노랑총채벌레는 하우스 입구에서부터 한고랑으로 들어가 15 발가국을 이동하면서 12주를 선정하고 다른 고랑으로 돌아오면서 13주를 선정하여 총 25주를 대상으로 주당 5개의 꽃에 대하여 존재하는 꽃당 마리수를 조사하였고 목화진딧물은 동일한 방법으로 25주에서 잎에 존재하는 하엽당 마리수를 조사하였다.

천적과 저독성 농약을 접목한 종합관리 연구

천적과 농약을 동시에 활용한 오이 주요해충 관리는 2012년 충남 예산군 고덕면에 위치한 200평의 봄재배 오이하우스에서 실시하였다. 대상해충은 목화진딧물, 꽃노랑총채벌레였으며 대상천적은 콜레마니진디벌, 미끌애꽃노린재를 사용하였다. 목화진딧물 방제를 위해 사용한 콜레마니진디벌의 경우 가장 테두리진딧물과 보리두갈래진딧물이 집중된 보리뱅커를 사용하여 콜레마니진디벌의 밀도를 지속적으로 유지하였다. 보리뱅커는 오이가 심겨지고 1주일 후인 3월 4일 1차 투입하였다. 660 m² 시설하우스에서 가운데에 위치한 2개의 고랑에 엇갈리어 20 m 간격으로 총 4개의 보리뱅커를 투입하였다. 보리뱅커 포트(12각 8호분)가 빨리 마르는 것을 방지하기 위하여 포트가 반쯤 땅에 묻히게 하였다. 진딧물이 진디벌에 의해 기생된 정도와 보리의 시들음 정도에 따라 새로운 보리뱅커를 5월 4일 2차 투입 하였다. 이 때 먼저 투입된 보리뱅커는 멀칭비닐 위에 두고 새로 투입한 보리뱅커를 땅에 반쯤 묻었으며, 기존의 보리뱅커에는 관주를 하지 않고 말라 죽을 때 까지 새로 투입한 보리뱅커 옆에 둬으로써 미처 우화하지 못한 머미의 우화를 유도하였다. 천적의 방사량은 천적회사 제품의 설명서에 표기된 기준에 준하여 결정하였다. 콜레마니진디벌은 500마리/200평, 미끌애꽃노린재는 250마리/200평로 하였고, 방사 횟수는 해충의

발생밀도를 예찰하여 추가적인 방사를 결정하였다. 콜레마니진디벌은 진딧물의 발생하는 초기단계인 4월 17일에 1차 방사하고 7일 간격으로 4월 24일과 5월 1일에 추가 방사하였다. 미끌애꽃노린재는 꽃에 꽃노랑총채벌레가 보이기 시작하는 3월 10일 1차 방사하고 7일 간격으로 3월 17일과 3월 24일에 방사하였다. 시설오이에서 가장 문제시되는 노균병과 흰가루병을 방제하기 위하여 Azoxystrobin 20% 수화제를 10일 간격 희석 배수를 1,000배로하여 200평에 200리터를 살포하였다. 살균제의 살포는 병의 발생과는 상관없이 3월 15일 최초로 약제를 살포한 이후 시험이 끝날 때 까지 총 8회 약제를 살포하였다. Azoxystrobin은 콜레마니진디벌의 머미와 성충, 미끌애꽃노린재의 성충에 독성이 낮은 약제로 자체 선발하였고, 오이의 노균병과 흰가루병에서 사용할 수 있는 약제이다. 살균제와 동시에 사용하면서 해충의 밀도와 천적의 밀도를 동시에 조사하였다. 목화진딧물은 오이 20주를 대상으로 주당 3개의 하엽에서 진딧물의 약성충수를 조사하였고 콜레마니진디벌에 의해 기생된 머미수도 함께 조사하였다. 꽃노랑총채벌레는 꽃을 선호하는 특성을 있기 때문에 20주를 대상으로 주당 5꽃에서 꽃당 총채벌레의 약성충 밀도를 조사하였으며 동시에 미끌애꽃노린재의 약성충도 함께 조사하였다.

결과 및 고찰

살균제 독성

살균제 47종에 대한 미끌애꽃노린재 성충, 콜레마니진디벌 머미와 성충에 대한 약제독성을 조사한 결과는 Table 1와 같다. 독성평가는 국제 생물적 방제기구인 IOBC의 기준을 따라 75% 이상의 살충률을 해로움(4등급), 50-75%을 보통독성(3등급), 25-50%을 약간독성(2등급), 25%이하를 해없음(1등급)으로 분류하였을 때 대부분의 살균제가 미끌애꽃노린재 성충과 콜레마니진디벌 머미에는 1등급 이하의 낮은 독성을 보인 반면, DBEDC, hexaconazole, pyraclostrobin, tribasic copper sulfate, triflumizole, chlorothalonil, flusilazole, folpet, carbendazim+diethofencarb, cymoxanil+fenamidone, trifloxystrobin 은 콜레마니진디벌 머미에 50% 이상의 3등급 독성을 보였다. Choi et al. (2007)은 고추에 등록된 살균제 19종 모두 으뜸애꽃노린재 성충에 저독성임을 밝혔는데, 이중 azoxystrobin의 사충률이 3일 후에도 7.5%의 낮은 사충률을 보임을 밝혔다. 이러한 결과는 미끌애꽃노린재 성충을 대상으로 실시한 본 실험과 유사한 결과였다. 또한 Kim et al. (2006)은 원예용 병해충 방제약제 89종을 대상으로 콜레마니진디벌에 성충에 대한 독성 평가에서

Table 1. Toxicity of fungicides by contact to *O. laevigatus* adults and *Aphidius colemani* mummies and adults in the laboratory

Fungicides & Formulation ^{a)} (AI ^{b)} , %) (Common name)	Mortality (Mean±SD, %)		
	OL ^{c)} adults	AC mummies	AC adults
DBEDC EC (20)	6.5±9.3abcd	60.0±6.7m	10.0±5.0abcdef
hexaconazole WP (2)	3.9±3.6abc	71.1±3.8n	10.0±5.0abcdef
metrafenone WP (24.4)	8.2±7.5bcd	4.4±3.8ab	6.7±7.6abcd
pyraclostrobin EC (22)	2.8±3.8ab	80.0±6.7o	10.0±5.0abcdef
fludioxonil WP (20)	0.0±0.0a	13.3±6.7cdef	6.7±2.9abcd
etridiazole EC (25)	0.0±0.0a	11.1±3.8bcde	15.0±5.0cdefg
amisulbrom WP (13.5)	0.0±0.0a	17.8±3.8efg	10.0±5.0abcdef
tribasic copper sulfate WP (15)	9.1±5.7cd	64.4±3.8mn	3.3±2.9ab
carbendazim+defenoconazole WP (20+4)	2.7±5.9ab	31.1±3.8ijk	5.0±5.0abc
chlorothalonil+pyrimethanil WP (31+12.4)	2.7±5.9ab	11.1±3.8bcde	0.0±0.0a
fenhexamid+tebuconazole WP (30.5+5.8)	0.0±0.0a	20.0±6.7fgh	3.3±5.8ab
cyflufenamid+triflumizole EC (1.5+8)	0.0±0.0a	26.7±6.7hij	15.0±10.0cdefg
ethaboxam+propanocarb hydrochloride WP (10+38)	7.8±7.1bcd	24.4±3.8ghi	11.7±5.8bcdef
cymoxanil+famoxadone WP (12+9)	0.0±0.0a	13.3±0.0cdef	11.7±5.8bcdef
azoxystrobin WP (20)	0.0±0.0a	15.6±3.8def	8.3±2.9abcde
cyflufenamid+hexaconazole WP (3.5+1)	2.7±5.9ab	15.6±3.8def	16.7±2.9defg
cyazofamid WP (10)	2.6±3.5ab	15.6±3.8def	5.0±0.0abc
chlorothalonil+metalaxy1-M WP (31.5+3)	0.0±0.0a	24.4±3.8ghi	13.3±5.8bcdef
boscalid+pyraclostrobin WP (13.6+6.8)	2.7±5.9ab	33.3±6.7jk	3.3±2.9ab
polyoxinB SP (50)	2.4±3.3ab	11.1±3.8bcde	10.0±0.0abcdef
trifloxystrobin WP (50)	-	88.9±3.8p	8.3±5.8abcde
amisulbrom+cymoxanil WP (11+24)	0.0±0.0a	33.3±0.0jk	3.3±2.9ab
procymidone WP (5)	8.0±7.3bcd	11.1±3.8bcde	5.0±5.0abc
fenhexamid WP (50)	2.7±5.9ab	8.9±3.8abcd	6.7±7.6abcd
triflumizole WP (30)	2.7±5.9ab	95.6±3.8pq	3.3±2.9ab
chlorothalonil WP (75)	0.0±0.0a	80.0±0.0o	3.3±5.8ab
flusilazole WP (2.5)	0.0±0.0a	100.0±0.0q	8.3±5.8abcde
folpet WP (50)	1.1±2.5a	51.1±3.8l	5.0±5.0abc
iprodione WP (50)	2.7±3.7ab	17.8±3.8efg	16.7±7.6defg
dimethomorph+dithianon WP (8+30)	2.7±5.9ab	15.6±3.8def	15.0±5.0cdefg
carbendazim+polyoxinDzinc salt WP (50+1.5)	0.0±0.0a	2.2±3.8a	10.0±5.0abcdef
copper oxychloride+kasugamycin WP (45+5.75)	2.7±5.9ab	8.9±3.8abcd	20.0±5.0fgh
dimethomorph+mancozeb WP (7.5+66.7)	2.5±5.6ab	20.0±6.7fgh	31.7±2.9i
benthiavalicarb isopropyl+copper oxychloride WP (3.5+35)	0.0±0.0a	4.4±7.7ab	28.3±2.9hi
carbendazim+diethofencarb WP (25+25)	20.7±5.3e	100.0±0.0q	18.3±5.8efg
cymoxanil+fenamidone WP (12+5)	0.0±0.0a	100.0±0.0q	18.3±2.9efg
copper oxychloride+dithianon WP (13+24)	0.0±0.0a	13.3±0.0cdef	8.3±2.9abcde
carbendazim+kresoxim-methyl WP (40+20)	0.0±0.0a	6.7±0.0abc	13.3±5.8bcdef
iminocadine tris(albesilate)+thiram WP (20+48)	0.0±0.0a	15.6±3.8def	18.3±2.9efg
simeconazole WP (20)	1.3±3.0a	4.4±7.7ab	16.7±2.9defg
myclobutanil WP (6)	10.7±6.0d	15.6±3.8def	18.3±5.8efg
copper hydroxide WP (77)	0.0±0.0a	37.8±3.8k	16.7±2.9
kresoxim-methyl WP (47)	1.2±2.6a	15.6±3.8def	23.3±2.9ghi
trifloxystrobin WG (50)	-	93.3±6.7pq	18.3±5.8efg
difenoconazole SC (10)	-	2.2±3.8a	18.3±2.9efg
fenarimol EC (12.5)	-	2.2±3.8a	18.3±5.8efg
cymoxanil+mancozeb WP (6+50)	-	24.4±3.8ghi	8.3±5.8abcde

^{a)} EW: emulsion in water; EC: emulsifiable concentrate; WG: water dispersible granule; SC: suspension concentrate; WP: wettable powder

^{b)} AI : Active Ingredient

^{c)} OL: *Orius laevigatus*; AC: *Aphidius colemani*

Within column means with the same letters are not significantly different(LSD, P<0.05)

azoxystrobin이 사충률 5.3%의 낮은 사충률을 보임을 밝혔으며, 이는 성충 사충률이 8.3%인 본 실험과 유사하였고 머미의 사충률 또한 15.6%로 낮았다. 따라서, 오이에 치명적인 병을 유발하는 노균병과 흰가루병을 동시에 방제할 수 있는 약제로 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재 2종 천적과 동시에 사용이 가능한 azoxystrobin을 선택하였다.

시설오이에서 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물 종합관리

오이 주산단지인 충청남도 공주시와 천안시의 시설오이에서 화학약제의 사용정도에 따라 포장을 달리하여 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물의 발생밀도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물은 4월 상순 급격히 밀도가 증가하는 양상을 보였으며 화학약제를 사용하지 않는 농가에서는 천적을 활용하거나 친환경농자재를 사용하여 두 해충의 밀도를 낮게 유지하였다. 저농약 사용농가에서는 꽃노랑총채벌레를 방제하기 위하여 화학약제를 사용하였으나 밀도를 잡지 못하여 꽃노랑총채벌레가 4월 하순 이후 급격히 증가하였다. 주기적인 화학약제를 사용하는 농가에서는 목화진딧물의 발생이

심하여 화학약제의 사용에도 불구하고 4월 하순 이후 밀도가 급격히 증가하였다. 위의 결과는 이미 충청남도 공주시와 천안시의 시설오이에 발생하는 꽃노랑총채벌레와 목화진딧물이 일부 약제에 대한 감수성이 떨어져 있다는 것을 입증해 준다. 이러한 이유로 병해충 종합관리(IPM) 차원에서 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 선택·이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조절함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하고자 많은 연구가 이루어지고 있다(Croft, 1990; Zhang and Sanderson, 1990; Park et al., 1995; Kim and Lee, 1996; Kim and Paik, 1996a, b; Yoo and Kim, 2000; Choi et al., 2003; Kim et al., 2006). 하지만, 이러한 노력들에는 단일 천적에 대한 약제의 선발과 단일 천적에 의한 해충의 방제 효과가 검증되었을 뿐 다양한 천적과 화학약제의 동시 활용을 통한 해충관리 방법이 제시되어 있지는 않았다.

정식 이후 흰가루병과 노균병 방제를 위하여 10일 간격으로 azoxystrobin을 주기적으로 사용하면서 목화진딧물과 꽃노랑총채벌레 발생초기 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재를 방사 후 해충의 밀도와 천적의 밀도를 조사한 결과는 Fig. 2, 3과 같다. 꽃노랑총채벌레가 최초로 관찰된 3월 10일부터 미끌애꽃

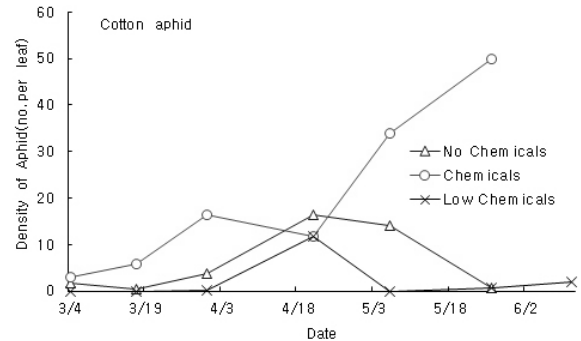
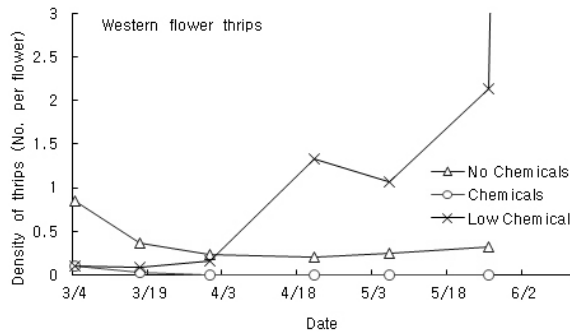


Fig. 1. Densities of *F. occidentalis* and *A. gossypii* on the flowers and lower leaves of cucumber plants in a PVC house in spring, 2011.

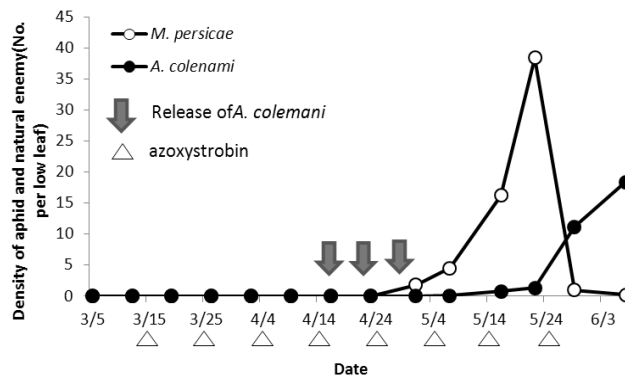
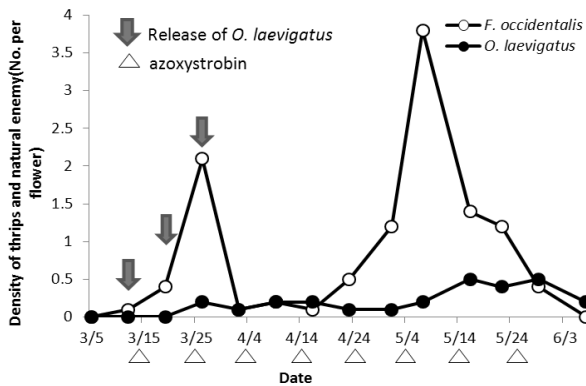


Fig. 2. Densities of *F. occidentalis* and *O. laevigatus* on the flowers of cucumber plants in a PVC house in spring, 2012.

Fig. 3. Densities of *A. gossypii* and *A. colemani* on the lower leaves of cucumber plants in a PVC house in spring, 2012.

노린재를 3회 방사한 이후 꽃노랑총채벌레의 밀도가 증가하는 듯 보였으나 3월 하순 이후 밀도가 급격히 낮아졌으며 꽃에서 발견되는 미끌애꽃노린재의 밀도는 4월 하순까지 지속적으로 유지되었다. 미끌애꽃노린재의 밀도가 지속적으로 유지될 수 있었던 것은 꽃노랑총채벌레의 밀도가 낮아졌다 하더라도 가루이류나 응애류 등을 포식함으로써 밀도를 유지할 수 있었던 것으로 보인다. *Orius* spp.는 총채벌레류, 진딧물류, 응애류, 온실가루이류, 나방류와 같은 여러 가지 농작물 해충의 중요한 포식자로 알려져 왔다(Kawamoto and Kawai, 1988; Nagai et al., 1988; Nagai, 1990, 1993; Kawai and Kawamoto, 1994; Kawai, 1995). 4월 중순 이후 꽃노랑총채벌레의 밀도는 급격히 증가하는 양상을 보였으나 미끌애꽃노린재의 추가적인 방사 없이도 5월 상순 미끌애꽃노린재의 밀도가 증가하면서 5월 상순 이후 급격히 밀도가 낮아져 오이에 경제적인 손실을 일으키지 않았다.

목화진딧물은 4월 중순부터 서서히 밀도가 증가하기 시작하여 5월 상순 이후 급격한 밀도증가 양상을 보였고 4월 중순부터 1주일 간격으로 3회 방사한 콜레마니진디벌에 의한 기생으로 5월 하순 이후 밀도가 급격히 낮아졌다. 반면 콜레마니진디벌의 머미수는 급격히 증가하여 목화진딧물의 밀도를 효과적으로 낮춰주었다.

오이의 노균병과 흰가루병 방제제로 사용한 azoxystrobin 20% 수화제는 미끌애꽃노린재와 콜레마니진디벌의 개체군 밀도가 형성된 것으로 보아 실제 포장내에서 두 천적에 영향을 주지 않은 것으로 판단되었다.

오이는 1년에 대부분 2회 재배되는 작물로 잘 알려져 있고 특히 해충의 발생이 많은 시기는 봄 재배기간인 3월부터 6월이라는 점을 고려해 볼 때 가장 문제시되는 해충인 목화진딧물과 총채벌레류의 방제를 위하여 화학약제의 사용이 잦고 또한 오이에서 고질적으로 피해를 야기하는 흰가루병과 노균병 발생이 가장 심각한 병해로 이들 병의 방제를 위하여도 화학약제 사용이 잦다. 따라서, 진딧물과 총채벌레 방제를 위해 천적을 사용한다 하더라도 노균병과 흰가루병 방제를 위해 화학약제의 사용은 불가피 하기 때문에 이러한 결과는 농약과 천적을 이용한 오이 시설재배지의 종합관리에 상호 보완적인 방제의 가능성을 보여준다(Ahn et al., 2004a, b). 특히, 콜레마니진디벌은 온도가 높아질수록 성충의 수명이 단축되는 단점이 있고 여름으로 넘어가면 진딧물 방제가 실패하는 결과를 낳기 때문에 (van Steenis, 1995) 여름시기에는 진디혹파리나 무당벌레와 같은 포식성 천적의 병행이 효과적일 수 있을 것이다. 또한 미끌애꽃노린재는 총채벌레의 천적이면서 진딧물류, 응애류, 가루이류, 나방류 같은 다양한 농작물 주요해충을 포식하는 다범식성이며(Paik et al., 2010) 으뜸애꽃노린재(*Orius strigicollis*)

에 비하여 일일 보식량은 다소 떨어지나 하면과 동면에 들어가지 않는 것으로 볼 때 미끌애꽃노린재가 시설하우스에서 사용하기에 적당한 천적인 것으로 여겨지며 3월부터 6월까지 봄재배가 이루어지는 시기에 미끌애꽃노린재가 과밀도 현상을 보이는 시기에 일치한다는 점을 감안할 때 오이에 발생하는 총채벌레 방제용 천적으로 적당할 것으로 판단된다(Kim et al., 2009).

위의 결과를 종합해 보면, 오이 재배시 진딧물과 총채벌레 이외의 병해(노균병, 흰가루병)가 발생하여 치유적으로 살균제를 사용할 경우 또는 예방적으로 사용할 경우 콜레마니진디벌과 미끌애꽃노린재에 저독성을 나타내는 선발약제와 동시에 이용한다면 시설재배 오이에 있어 대상해충과 대상병해에 대하여는 최소한 효율적인 병해충관리가 이루어질 수 있을 것으로 생각한다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 ‘시설토마토 담배가루이 방제를 위한 트랩식물과 천적 활용기술 개발(과제번호: PJ009478)과제’의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Ahn, S.B., Han, M.J., Choi, J.Y., Choi, K.M., 1994. First record of *Thrips Palmi* and its geographical distributions in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 33, 127-128.
- Ahn, K.S., Lee, K.Y., Kang, H.J., Park, S.K., Kim, G.H., 2004a. Toxicity of pesticides to minute pirate bug, *Orius strigicollis* Popius (Hemiptera: Anthocoridae), a predator of thrips. Korean J. Appl. Entomol. 43, 257-262.
- Ahn, K.S., Lee, S.Y., Lee, K.Y., Lee, Y.S., Kim, G.H., 2004b. Selective toxicity of pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and control effects of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* by predatory mite and pesticide mixture on rose. Korean J. Appl. Entomol. 43, 71-79.
- Blackman, R.L., Eastop V.F., 1984. Aphids on the world's crop : an identification and information guide. John Wiley & Sons, New York. pp. 466.
- Boonham, N., Smith, P., Walsh, K., Tame, J., Morris, J., Spence, N., Bennison, J., Barke, I., 2002. The detection of Tomato spotted wilt virus (TSWV) in individual thrips using real time fluorescent RT-PCR (TaqMan). J. Virol. Methods, 101, 37-48.
- Bueno, V.H.P., Sampaio, M.V., van Lenteren, J.C., de Conti, B.F., Silva, R.J., Rodrigues, S.M.M., Sanchez, A.B., 2006. Evaluation of two aphid parasitoids as candidates for biocontrol of aphid pests in protected cultivation in Brazil. Bulletin OILB/SROP. 29 (4), 175-180.

- Candolfi M.P., Blümel, S., Forster, R., Bakker, F.M., Grimm, S., Hassan, S.A., Heimbach, U., Mead-Briggs, M.A., Schmuck, R., Vogt, H., 2000. Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC, BART and EPPO Joint Initiative, Gent, IOBC/WPRS. pp. 158.
- Choi, B.R., Hilton, S.A., Broadbent, A.B., 2003. Selection of low toxic insecticides for phytoseiid predatory mites, *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius fallacis*. Korean J. Pest. Sci. 7, 296-301.
- Choi, B.R., Park, H.M., Kim, J.H., Lee, S.W., 2007. Evaluation of low toxic and residual toxicity of pesticides resistrated on sweet pepper greenhouse to *Orius strigicollis*. Korean J. Appl. Entomol. 46 (3), 415-423.
- Choi, D.C., 2002. Protection of disease and pest in export watermelon. Rural Development Administration (RDA). Suwon, Korea. pp. 26-62.
- Choi, D.C., Kwon, S.W., Hur, Y.C., Lee, J.W., Chon, H.K., Choi, K.D., Lee, S.K., Noh, J.J., 2001. Cultivation of high quality watermelon. Rural Development Administration (RDA). Suwon, Korea. pp. 210-211.
- Chung, B.K., 2001. Analysis of damage by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in eggplants. J. Asia-Pacific Entomol. 4, 149-155.
- Croft, B.A., 1990. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. In Pesticide resistance in arthropods. pp. 69.
- Han, M.J., Kim, I.S., Ahn, S.B., Lee, M.L., Hong, K.J., Lee, G.H., Ku, D.S., 1998. Distribution and host plants of recently introduced western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in Korea. RDA J. Crop Prot. 40, 83-88 (in Korean with an English abstract).
- Katayama, H., 2005. Damage analysis of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on strawberry plants. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 49, 51-56.
- Kawai, A., 1995. Control of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) by *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) on greenhouse eggplant. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 30, 1-7.
- Kawai, A., Kawamoto, K., 1994. Predatory activity of *Orius* spp. and effect on the population of minute sucking pests occurring on eggplant in open fields. Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Orn. Plants Tea. Ser. A 9, 85-101.
- Kawamoto, K., Kawai, A., 1988. Effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the population of several pests on eggplant. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 34, 141-143.
- Kim, D.I., Lee, S.C., 1996. Functional response and suppression of prey population of *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) to *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 35, 126-131.
- Kim, H.Y., Kim, J.H., Kang, S.H., Lee, Y.H., Choi, M.Y., 2009. Biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber, using *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 48 (3), 355-359.
- Kim, J.H., Byeon, Y.W., Kim, Y.H., Park, C.G., 2006. Biological control of thrips with *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acarina: Phytoseiidae) on greenhouse green pepper, sweet pepper and cucumber. Korean J. Appl. Entomol. 45, 1-7.
- Kim, J.H., Kim, H.Y., Byoun, Y.W., Kim, Y.H., 2006. Biological characteristics of two natural enemies of thrips, *Orius strigicollis* (Poppius) and *O. laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). Korean J. Appl. Entomol. 47 (4), 421-428.
- Kim, J.J., Seo, D.K., Kim, G.H., 2006. Evaluation of toxicity of 83 pesticides against aphid parasitoid, *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae), and control effects of the green peach aphid, *Myzus persicae* with a combination of aphid parasitoid and pesticides. Korean J. Appl. Entomol. 45 (2), 217-226.
- Kim, S.G., Kim, M.H., Hong, S.S., Yang, J.S., 1993. Control and life history of *Palpita indica* in cucumber. Annual report Gyeonggi Agricultural Research and Extension Service. Suwon, Korea. pp. 490-502.
- Kim, S.S., Paik, C.H., 1996a. Comparative toxicity of fenpyroximate to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schichah and the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 31, 369-377.
- Kim, S.S., Paik, C.H., 1996b. Relative toxicity of tebufenpyrad to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. Kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Korean. J. Entomol. 26, 373-380.
- Lee, G.S., 1996. Seasonal occurrence of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in Cheju Island. M. S. thesis, Seoul National University, Suwon, Korea (in Korean with English summary). pp. 121.
- Nagai, K., 1990. Suppressive effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the population density of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in ana open field. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 34, 109-114.
- Nagai, K., 1993. Studies on integrated pest management of *Thrips palmi* Karny. Spec. Bull. Okayama Pref. Agric. Exp. Stn. 82, 1-55.
- Nagai, K., Hiramatsu, T., Henmi, T., 1988. Predatory effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the density of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplant. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 32, 300-304.
- O'Brien, P.J., Stoetzel, M.B., Navasero, R.C., Graves J.B., 1993. Field biology studies of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. Southwestern Entomologist. 18, 25-365.
- Owusu, E.O., Horike, M., Hirano, C., 1994. Population parameters of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) infesting cucumber. J. Horticultural Science. 69, 731-734.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Hwang, C.Y., Kim, S.J., 2010. Predatory response of the pirate bug, *Orius sauteri* Poppius (Heteroptera: Anthocoridae) on *Frankliniella occidentalis*, *Aphid gossypii* and

- Tetranychus urticae*. Korean J. Appl. Entomol. 49 (4), 401-407.
- Park, C.G., Lee, M.H., Yoo, J.K., Lee, J.O., Choi, B.R., 1995. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Amblyseius womersleyi* Schicah (Acarina: Phytoseiidae) and two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 34, 360-367.
- Park, H.H., Lee, J.H., Uhm, K.B., 2007. Economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. J. Asia-Pacific Entomol. 10, 45-53.
- Park, J.D., Kim, S.G., Kim, D.I., Choi, H.G., Kim, S.C., Seo, Y.W., Kim, K.J., 2002. Studies for IPM of disease and pest in export-crops. JNARES. Research Report, pp. 256-285.
- Saiki, Y., Wada T., 2006. Biological control in strawberry in Japan. Bulletin. OILB/SROP. 28 (1), 213-216.
- Shin, W.K., Kim, G.H., Park, N.J., Kim, J.W., Cho, K.Y., 2002. Effect of host plants on the development and reproduction of cotton caterpillar, *Palpita indica* (Saunders). Korean J. Appl. Entomol. 41, 211-216.
- Shipp, J.L., Binns, M.R., Hao, X., Wang, K., 1998. Economic injury levels for the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse sweet pepper. J. Econ. Entomol. 91, 671-677.
- Shipp, J.L., Wang, K., Binns, M.R., 2000. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. J. Econ. Entomol. 93, 1732-1740.
- Thibault, J., Leporcq, A., Piron, M., 2004. Biological protection of cucumber: utilization of *Aphidius colemani* and alternative plants for the control of *Aphis gossypii*. PHM revue Horticole No. 455, 44-46.
- van Steenis, M.J., 1995. Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Wageningen. pp. 43-51.
- Yoo, S.S., Kim, S.S., 2000. Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: phytoseiidae) and the two spotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 30, 235-241.
- Zhang, Z.Q., Sanderson, J.P., 1990. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 83, 1783-1790.