

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기 Code	G	RIMS Code		2007B00110000060	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (code)	수행 기간	연구실	책임자
고추 친환경농업 기술 모델개발		작물보호 LS0603	'02 ~'08	강원도농업기술원 환경농업연구과	정태성
1) 시설고추 주요 해충의 생물적 방제 기술개발		작물보호 LS0603	'02 ~'07	강원도농업기술원 환경농업연구과	정태성
2) 시설고추 농약살포횟수 절감구명		작물보호 LS0603	'02 ~'07	강원도농업기술원 환경농업연구과	정태성
3) 강원도 고추 주요병해 병원균 분포 및 방제연구		작물보호 LS0603	'04 ~'08	강원도농업기술원 환경농업연구과	문윤기
색인용어	친환경농업, 고추, 해충, 병원균, 농약, 생물적방제				

ABSTRACT

This study was intended to explore an earlier establishment of biological control method on aphids, using *Harmonia axyridis* and realize the technology for biological control of major vermin in pepper farms. In case of the storage of *Harmonia axyridis* was concerned with, supplying water at 4℃ resulted in 50% or over survival rate even lasting for 180 days, and in growth rate of mature ladybugs after storing at 4℃ condition for 30 days, which was resulted in 187.7 mature eggs. Applying aphids to 1st and 2nd lady burg larva and supplying artificial feed to the 3rd and 4th was found to generate an 77.3% emergence rate.

Peppers as a host plant were grown in a greenhouse (4㎡) in winter (Jan. to Feb.) and after aphids were cultured, 25 pairs of ladybugs were released for 30 days or so to obtain 200 to 250 of 4th larva and 600~1,000 in a greenhouse(196㎡) during the spring and winter (May to August) with the same method.

In order to test for the effect of *Harmonia axyridis* to prevent the density of aphids using a greenhouse (330㎡), 50 ladybugs (female: 25, male: 25) were applied to 12.3~11.2 pepper aphids per 3 leaves. The test showed that the density was reduced to 1.8~1.1/3leaves in 2 to 3 weeks, and 7.8/flower was reduced to 0.03/flower by the release of *Ornis laevigatus* and *Amblyseius cucumens*. For a 2.3% damaged fruit rate of Oriental tobacco budworm, spraying *Trichogramma evanescens* twice was found to effective on minimizing the damage.

1. 연구목표

국내의 시설채소 재배면적은 '95년 8만ha이던 것이 '05년에는 10만ha로 증가하였고 주요 작물로는 수박, 오이, 고추, 토마토 등을 들수 있으며 이에 따라 시설재배 과정에서 문제시 되고 있는 해충으로는 진딧물류, 총채벌레류, 나비목해충류, 응애류 등이 있다.

농작물의 해충을 관리하는 방법 중 농약을 사용하는 화학적방법이 오늘날 해충방제의 대명사로 불리울 만큼 대부분을 차지하고 있으나 해충의 농약에 대한 저항성 유발, 작물 재배 환경의 악화, 토양 및 수질오염, 생산된 농산물에서의 잔류농약 등 환경문제를 양산하고 있다. 따라서 최근에는 국제적으로도 화학농약의 사용량 감축 운동을 벌이고 있고 소비자들도 웰빙시대에 걸맞는 안전한 농산물의 요구 증가하고 있어 저농약이나 무농약 재배방법들이 강구되고 있다.

농작물의 해충 관리방법 중의 하나인 천적을 이용한 생물적 방제법은 네델란드 등 세계여러나라에서 이미 시도되어 널리 보급되어 있고 국내에서도 '90년대 후반부터 시작되어 칠레이리용애(*Phytoseiulus persimilis*), 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 애꽃노린재(*orius strigicollis*), 무당벌레(*harmornia axyridis*) 등 천적의 개발과 보급이 동시에 다발적으로 이루어지고 있다.

그 중 진딧물의 천적으로 알려진 무당벌레는 국내에 총 6아과 13족 74종이, 전 세계적으로는 약 4,000여종 이상이 분포하고 있다고 보고되고 있으며, 육식성 무당벌레의 대부분은 진딧물을 포식하고 있는 것으로 알려져 있지만 일부 종들은 진딧물 보다는 깍지벌레나 응애류등을 선호하기도 한다. 특히 무당벌레(*harmornia axyridis*)는 우리나라와 일본, 중국, 러시아로부터 기원한 아시아 무당벌레로 초시무늬와 체색변이가 심하고 이들의 진딧물 포식력은 뛰어난 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구는 천적 무당벌레의 사육기술, 저장성연구, 진딧물의 밀도 억제효과 등을 연구하여 고추 시설재배지 진딧물의 생물적 방제를 조기 정착시키고 총채벌레, 담배나방 등과 같은 주요해충에 대해서도 종합적으로 천적을 투입하는 생물적 방제의 효과를 검증하고자 추진하였다.

2. 재료 및 방법

가. 성충 저장 및 산란력 연구

성충의 저장 및 산란력 시험은 월동하는 성충을 채집하여 실내에서 인공먹이를 이용하여 일정기간 사육한 후 스티로폼 상자에 담아 4℃ 저온저장고를 이용하여 시험을 수행하였으며 산란력 조사는 저장시험을 끝낸 성충을 대상으로 닭간+설탕을 먹이로 하여 직경 10mm의 페트리디쉬에 10마리씩(암, 수5쌍)을 넣어 사육하면서 조사하였다.

나. 인공 및 대체먹이 연구

1령 유충부터 성충으로 되기까지 먹이시험은 닭간, 설탕, 한천, 젤라틴 등을 이용하였고 성충의 산란효과 시험은 브라운슈림프, 건조효모 등을 추가하여 먹이를 조제하였으며 사육용기는 직경10mm의 페트리디쉬를 이용하였다. 또한 대체먹이 선발은 보리두갈래진딧물과, 복숭아혹진딧물 등을 공시하여 45×45×45cm의 사육상자를 이용하여 시험을 추진하였다.

다. 효율적 사육조건 연구

효율적인 무당벌레의 증식을 위한 시험은 온실(4㎡)과 하우스(196㎡,140㎡)를 이용하여 진딧물을 기주식물(고추)에 증식 각각 무당벌레를 방사하여 종령충을 채집하였으며 사육상자(50×50×50cm)를 이용한 실내사육 시험은 진딧물과 인공먹이(닭간+설탕)를 급여하여 사육하였다.

라. 시설고추 주요해충 생물적 방제 효과연구 및 농가실증

시설고추 주요해충의 생물적방제 효과와 농가실증 시험은 진딧물, 총채벌레, 담배나방 등 주요 해충을 대상으로 천적인 무당벌레, 애꽃노린재, 오이이리용애, 곤충병원성선충, 쌀좁알벌 등을 이용하여 고추 시설재배 포장에서 효과를 조사하였으며 아울러 홍천과 양구지역의 농가를 대상으로 실증시험을 추진하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 성충 저장 및 산란력 연구

1) 성충의 생존력

무당벌레의 성충 이용을 원활하게 하기위한 저장 시험에서는 4℃의 저온저장시 수분공급에 따른 일정한 습도를 유지하는 것이 수분을 공급하지 않은 처리보다 장기저장시 유리하였으며 최대 180일까지 50%이상의 생존율을 보였다(표 1).

표 1. 무당벌레 성충의 저장형태에 따른 생존율조사 ('04) (단위 : 생존율%)

저장개시일	구분	'04년 3월 3일(90일)	6월 3일(180일)	비고
'03년12월3일	수분무공급	36.6%	6%	처리구당 500마리 4℃ 저온저장
	수분공급	74.6%	50.6%	

또한 '05년 시험결과에서는 100일 동안 99.2%, 200일 동안 68.0%의 높은 생존율을 보였고(표 2), '07년 시험에서는 저장145일 동안 62%의 생존율을 보여 장기저장에 따른 무당벌레의 천적으로서의 가치가 큰 것으로 판단된다(표 3).

표 2. 무당벌레 성충의 저장에 따른 생존율 조사('05) (단위 : 생존율%)

저장개시일	05년 4월 10일 (100일)	7월 18일 (200일)	8월 22일 (235일)	비고
04. 12. 30	99.2%	68.0%	10.0%	4℃ 저장(수분공급) 처리구당 1000마리

표 3. 무당벌레 성충의 저장에 따른 생존율 조사('07) (단위 : 생존율%)

저장개시일	07. 1.30 (저장67일)	07. 2.28 (저장96일)	07. 3.30 (저장126일)	07. 4.18 (저장145일)	비고
06. 11. 24	92%	87%	85%	62%	수분공급 처리구당 1000마리

2) 성충 저장후 산란력

무당벌레의 장기저장에 따른 산란력의 변화를 알아보기 위해 무당벌레 성충을 저온(4℃)에 30일 저장후 우화직후의 성충들과의 산란력을 비교한 결과 산란횟수와 산란수는 우화직후가 9.7회, 201.3마리였고 30일 저장 후 성충이 8.3회, 187.7마리로 큰 차이는 없었다(표 4).

표 4. 저온(4℃)저장후의 산란력 비교('03)

구 분	30일저장(4℃)후			평균	우화직후			평균
	1반복	2	3		1반복	2	3	
사육기간	8/4-9/4	8/4-9/4	8/4-9/4	-	8/4-9/4	8/4-9/4	8/4-9/4	-
산란횟수	10	4	11	8.3	10	10	9	9.7
산란수	230	84	249	187.7	178	184	242	201.3

※ 처리 : 암수 5쌍 /petri-dish, 온도(24±2℃)

또한 '07년 장기 저장후 산란력 시험에서는 10마리씩 30petri-dish를 공시하여 30일간 산란한 petri-dish의 비율 조사한 결과 저장 67일 후 58.8%의 산란력을 보여 장기 저장후에도 실내에서의 증식에 큰 문제가 없는 것으로 사료된다(표 5).

표 5. 저온저장후 무당벌레 성충의 산란력 조사('07)

저장종료일 저장개시일	07. 1.30 (저장67일)	07. 2.28 (저장96일)	07. 3.30 (저장126일)	비고
06. 11. 24	58.8%	43.9%	40.8%	10마리x30petri-dish 30일간 산란한 petri-dish의 비율

나. 인공 및 대체먹이 연구

1) 유충 인공먹이 사육효과

무당벌레 유충의 인공사육을 원활히 수행하고자 먹이를 다루기 쉽도록 기존의 닭간+설탕 먹이조건에 한천과 젤라틴 등을 첨가하여 1령 유충부터 성충의 우화까지 각각의 먹이조제 타입을 비교한 결과 기존의 닭간+설탕의 먹이조건이 16%의 우화율을 보여 가장 좋은 것으로 나타났다(표 6, 7).

표 6. 유충의 인공먹이조성('06)

구분	I 타입	II 타입	III 타입
먹이조성	닭간 +설탕 +한천	닭간 +설탕 +젤라틴	닭간 +설탕

표 7. 유충 인공먹이 시험('06)

구분	I 타입	II 타입	III 타입	비 고
기간	25일	25일	24일	시험 개체수 :무당벌레 유충5마리 (10petri-dish)
성충 우화수	4마리	3마리	8마리	I 타입의 먹이가 실은 상태에서 고체에서 액체로 변함, 쉽게 변질됨
성충 우화률%	8.0%	6.0%	16%	

2) 성충의 산란력

성충의 인공먹이에 의한 산란력 비교시험에서는 기존 닭간+설탕의 인공먹이가 브라운슈림프, 건조효모 등을 첨가한 먹이보다 산란횟수 18회에 총산란수가 300개로 1회 평균 산란수가 16.6개로 나타나 산란력이 우수한 것으로 나타났다(표 8, 9).

표 8. 성충 인공먹이조성 ('04)

구분	I 타입	II 타입	III 타입
먹이조성	브라운슈림프+건조효모 +닭간+설탕(고체형)	브라운슈림프+건조효모 +닭간+설탕(액체형)	닭간+설탕(액체형)

표 9. 성충의 인공먹이에 따른 산란력 ('04)

구분	I 타입	II 타입	III 타입	비 고
기간	35일	35일	35일	
산란횟수	6회	9회	18회	시험 개체수 : 각각 무당벌레 암,수 3쌍 (10 petri-dish)
총 산란수	51개	148개	300개	
1회 평균산란수	8.5개	16.4개	16.6개	

3) 대체먹이 선발

무당벌레의 사육을 효율적으로 추진해 보고자 기존의 고추 등의 기주식물에 진딧물을 증식시켜 무당벌레를 사육하는 방법대신 화분에 보리를 파종하여 보리두갈래진딧물을 증식, 무당벌레를 사육시키고자 케일을 기주식물로 비교하여 시험을 추진한 결과 보리두갈래진딧물을 이용한 무당벌레의 사육(사육상자 : 45×45×45cm)시험에서는 무당벌레 유충의 사육밀도별도 49.2~75.6%의 우화율을 나타내었고 그 중 유충수가 15마리 조건에서 가장 높은 우화율을 보였다(표 10). 케일(복숭아혹진딧물)을 이용한 사육조건에서는 유충밀도별로 2.4~58.8%의 낮은 우화율을 나타내었다. 이것은 무당벌레의 사육 유충의 밀도가 높아 먹이의 부족과 동종포식이 그 원인이 있는 것으로 판단된다(표 11).

표 10. 보리두갈래진딧물을 이용한 무당벌레 유충의 우화율(03)

구 분 (유충수)	우화된 성충수 및 우화율							평균 우화율
	반복수	성충수	우화율(%)	반복수	성충수	우화율(%)	총우화수	
No1(15)	1	12	80.0	3	9	60.0	34	75.6
	2	13	86.7					
No2(20)	1	5	25.0	7	18	90.0	151	62.9
	2	13	65.0	8	18	70.0		
	3	14	70.0	9	12	60.0		
	4	10	50.0	10	6	30.0		
	5	14	70.0	11	16	80.0		
	6	13	65.0	12	16	80.0		
No3(25)	1	16	64.0	6	18	72.0	123	49.2
	2	14	56.0	7	8	32.0		
	3	15	60.0	8	9	36.0		
	4	17	68.0	9	7	36.0		
	5	13	52.0	10	6	24.0		
No4(30)	1	19	63.3	2	14	46.7	33	55.0

* : 사육상자(45×45×45cm)

표 11. 기주 식물인 케일에 접종된 진딧물로 사육된 무당벌레 유충의 우화율 (03)

구 분	우화된 성충수 및 우화율		
	처리한 유충수	성충수	우화율(%)
No1(45,42,40,41,42,31)	45	15	33.3
	42	8	19.0
	40	6	15.0
	41	8	20.0
	42	1	2.4
	31	4	12.9
No2(15,17)	15	8	53.3
	17	10	58.8

* : 사육상자(45×45×45cm)

다. 효율적 사육조건 연구

1) 온실 및 시설하우스 이용 사육

온실 및 하우스를 이용하여 단시간에 얻고자하는 무당벌레의 양을 획득하고자 가온이 가능한 온실에서는 겨울에, 하우스 시설에서는 봄과 여름에 사육연구를 추진한 결과 온실에서 4㎡의 공간에 고추를 화분 재배하여 무당벌레를 증식할 경우 200~250마리를 얻을 수 있었으며 140~196㎡의 비닐하우스에서는 600~1,000마리를 얻을 수 있었다(표 12). 또한 표 13에서와 같이 2월에 온실과 6월에 하우스 시설을 이용 무당벌레를 대량증식 시 사육일수를 44일에서 22일로 단축시킬 수 있었는데 이것은 먹이뿐만 아니라 온도의 영향이 사육에 큰 효과를 준다는 것을 알 수 있었다(표 13, 14).

표 12. 온실이용 무당벌레 대량증식 (‘04)

시설구분	면적	성충방사량	방사시기	유충발생시기	종령 채집	총채집량
온실	4㎡ (1.2평)	암수25쌍	1/13	1/20 (방사후7일)	1/29~2/1 (방사후16~19일)	202마리
		암수20쌍	2/25	3/3 (방사후7일)	3/16~3/31 (방사후19~34일)	253마리

표 13. 비닐하우스이용 무당벌레 대량증식 (‘04)

시설구분	면적	성충방사량	방사시기	유충발생시기	종령 채집	총채집량
비닐하우스	196㎡ (59평)	암수50쌍	5/9	5/20 (방사후11일)	5/27~6/4 (방사후18~26일)	611마리
	140㎡ (42평)	암수25쌍	5/19	5/30 (방사후11일)	6/14~6/21 (방사후26~33일)	658마리
	196㎡ (59평)	암수50쌍	8/27	9/4 (방사후8일)	9/8~9/23 (방사후12~27일)	1069마리

표 14. 시설이용 무당벌레 대량증식(‘05)

시설구분	면적	성충방사량	방사시기	유충발생시기	종령 채집	총채집량
온실	4㎡ (1.2평)	암수25쌍	2/4	2/14 (방사후10일)	3/14~3/19 (방사후38~44일)	252마리
비닐하우스	192㎡ (59평)	암수25쌍	6/23	6/30 (방사후7일)	7/6~7/15 (방사후14~22일)	550마리

2) 사육상자 이용 실내사육

무당벌레 성충 10마리씩 200petri-dish로부터 산란알을 받아 부화시킨 유충을 진딧물을 먹이로 하여 아크릴 사육상자(50x50x50cm)를 이용하여 사육한 결과, 48개의 사육상자를 가지고 83일간 756마리(평균 30마리/3일)의 총령충을 얻을 수 있었다(표 15). 또한 인공먹이와 진딧물을 활용하여 무당벌레 유충을 좀 더 효율적으로 사육시키고자 인공먹이, 인공먹이+진딧물, 진딧물 등 3가지 형태의 사육조건으로 사육상자를 이용하여 시험한 결과, 인공먹이+진딧물의 조건이 평균 우화율 77.3%로 진딧물만을 급여했을 때의 83.0%와 대등한 결과를 얻을 수 있었고(표 16), 효율적인 유충의 사육밀도를 알아보려고 한 시험에서는 기주식물의 1~2회 공급조건에 따라 80%이상의 우화율을 얻을 수 있었다(표 17).

표 15. 천연먹이(진딧물) 이용 무당벌레 실내사육('06)

사육태	사육기간	사육상자 및 기주식물	총령충 수거기간	총령충	비고
1령~총령충	1/15~3/29 (83일)	50x50x50cm 48개 고추, 열무	1/20~3/29 (68일)	756 (30마리/3일)	산란개체수 및 사육충: 인공 먹이로 사육중인 성충 10마리x200 petri-dish로부터 산란알을 받아 부화시킨 유충

표 16. 무당벌레 유충의 먹이 조건별 사육효과('07)

구분	처리	1-2령 (마리)	3-4령 (마리)	성충 (마리)	우화율	우화기간 (일)	비고
인공 먹이	I	13	7	6	20%	24	5마리씩 6개 petri-dish에서사육
	II	12	6	5	16%	23	
	III	13	8	6	20%	23	
	평균	12.6	7.0	5.6	18.6%	23.3	
진딧물+ 인공 먹이	I	28	25	23	76%	24	2령까지진딧물급여 3령부터인공먹이급여
	II	28	26	24	80%	23	
	III	27	24	23	76%	23	
	평균	27.6	25.0	23.3	77.3%	23.3	
진딧물 (대조)	I	30	29	26	86%	21	케이지(50x50x50cm) 기주식물 : 고추 진딧물종식 : 복숭아혹진딧물, 목화진딧물
	II	29	27	25	83%	22	
	III	30	27	26	80%	22	
	평균	29.6	27.6	25.6	83.0%	21.6	

※우화기간 : 80%이상 우화기점

표 17. 무당벌레 유충의 효율적 사육밀도 조사('07)

구분	I	II	III	IV	V	VI	비 고
1령충수	5	10	15	20	25	30	케이크기: 50x50x50cm 사육기간: 20~21일 소요
4령충 수거수	5	9	15	19	24	29	먹이조건: 1~4령까지 진딧물 공급, 충령~번데기까지 닭간 공급
우화수	4	9	13	17	24	28	진딧물 기주식물: 고추, 열무
우화를	80%	90%	86%	85%	96%	93%	I~II: 기주식물 1회 공급 III~VI: 기주식물 2회 공급

라. 시설고추 주요해충 생물적 방제 효과연구

1) 진딧물 방제

온실을 활용한 진딧물의 방제(밀도억제)시험에서는 진딧물의 밀도가 22.3마리/엽 일때 일시에 무당벌레 성충 암수 100쌍을 방사한 결과 방사 7일후까지는 164%로 진딧물의 밀도가 증가하다가 방사 2주후에는 85%의 진딧물의 밀도억제 효과를 보였다 이는 무당벌레의 성충을 방사할 경우 성충의 포식으로 진딧물의 밀도를 억제하는 효과도 있겠지만 성충의 산란으로 알에서 부화한 유충의 포식력이 추가되어 효과가 증가되는 경향으로 판단된다(표 18).

또한 표 19에서와 같이 하우스를 이용한 시험에서는 온실에서의 시험결과보다 약 2주 늦게 진딧물의 밀도가 억제 되었는데 이는 시험기간 중인 9~10월의 평균기온이 무당벌레의 최적활동온도보다 낮게 형성되어(그림 1) 성충의 포식 및 산란등 생태에 영향이 미친 것으로 추측된다. 그림 2는 온실 및 하우스에서 시험한 결과를 그래프로 나타낸 것으로 무당벌레 방사시 진딧물의 밀도변화형태는 두시험이 유사하게 나타났으며 '06년의 자체 실증시험에서와 같이 초기 진딧물이 높은 밀도로 발생한 경우라도 초기에 적절히 무당벌레를 투입한다면 충분히 밀도억제효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다(그림 3).

표 18. 온실에서 무당벌레 방사에 따른 진딧물 억제 효과('02)

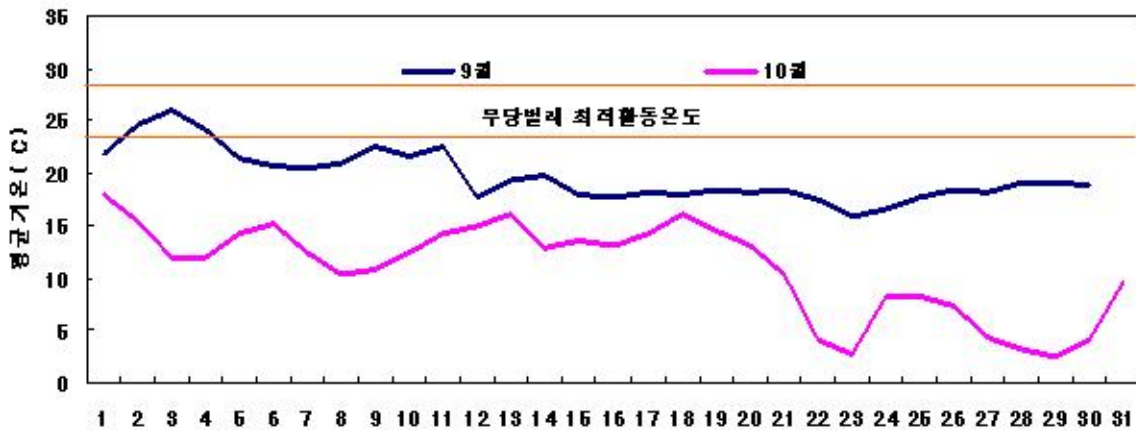
조사시기	방사당일 (4월9일)	방사3일후 (산란알확인)	방사7일후 (부화유충확인)	방사14일후	방사21일후
마리수	2,007(100%)	1,929(96%)	3,298(164%)	299(14.9%)	-

※ 풋트고추정식→진딧물 접종(22.3마리/엽)→무당벌레 방사(암수100쌍)

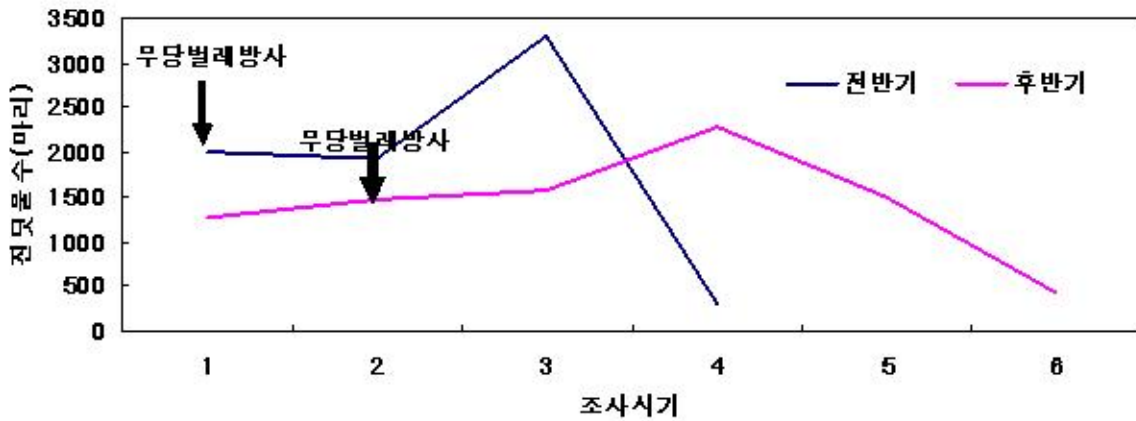
표 19. 하우스에서 무당벌레 방사에 따른 진딧물 억제 효과('02)

조사시기	방사 7일전	방사당일 (9월26일)	방사 7일후	방사 14일후	방사 21일후	방사 28일후
마리수	1,276 (86%)	1,470 (100%)	1,571 (107%)	2,274 (155%)	1,492 (101%)	419 (29%)

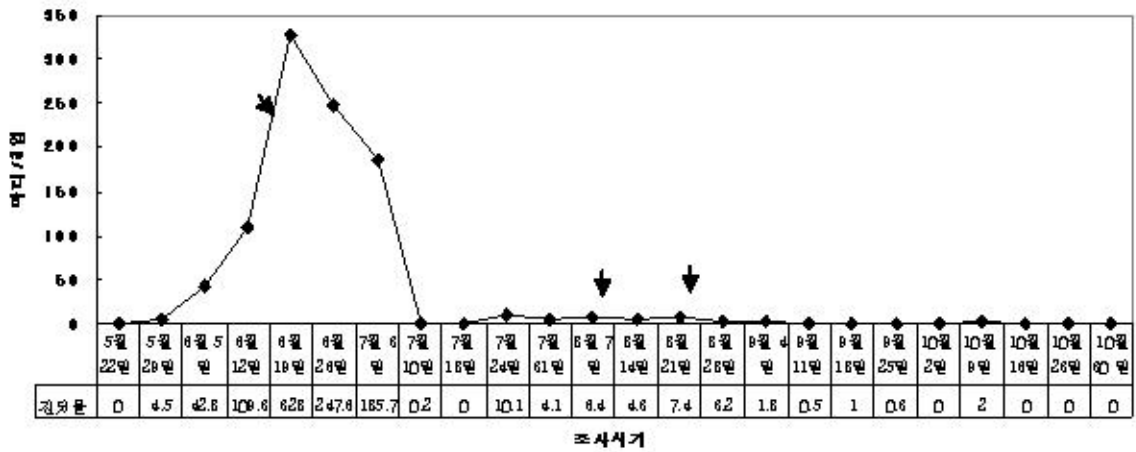
※ 고추정식→진딧물 접종 및 증식(9.8마리/엽)→무당벌레 방사(암수25쌍)



<그림 1> 하우스에서 무당벌레 방사기간 중의 일별 평균기온(‘02)



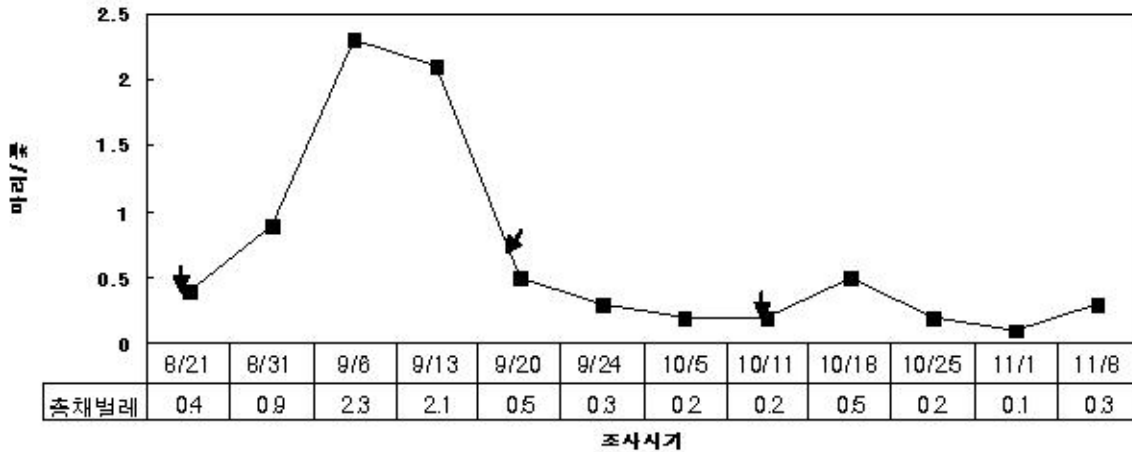
<그림 2> 온실 및 하우스에서 방사에 따른 진딧물 밀도변화(‘02)
(※진딧물수 : 온실(마리수/90엽), 하우스(마리수/150엽))



<그림 3> 무당벌레(*Harmonia axyridis*)를 이용한 진딧물 방제(‘06)
(↓ : 6/15 50마리, 8/11, 8/22 25마리씩 방사)

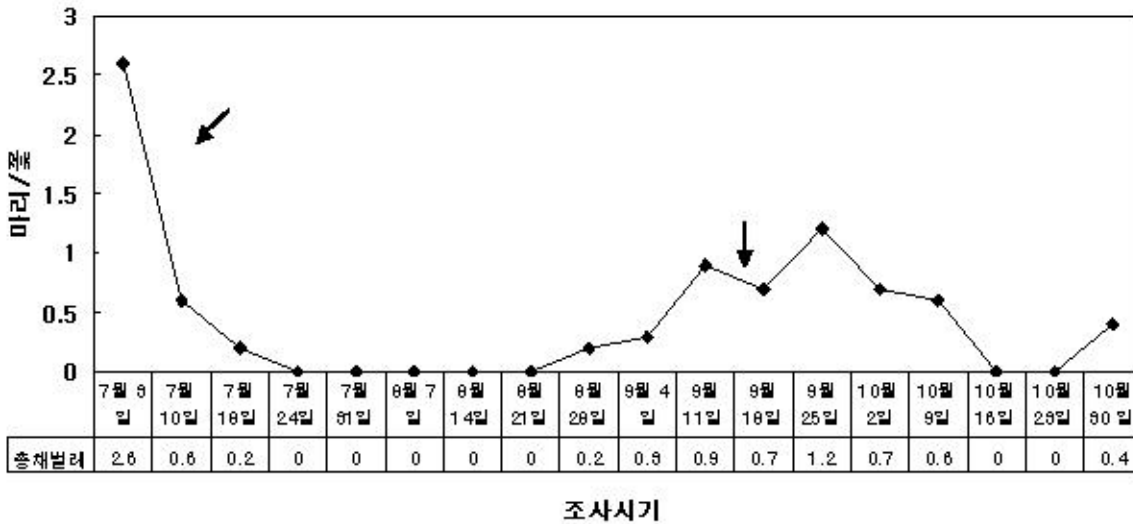
2) 총채벌레 방제

시설고추의 주요 해충에 대한 종합적인 관리를 위해서 주요 해충 중 하나인 총채벌레에 대한 생물적 방제효과 시험을 추진한 결과 '04년에는 8월 21일 0.4마리/꽃 수준에서 애꽃노린재를 방사하였으나 초기에는 밀도 억제효과를 보지 못했으나 9월 18일 오이이리용애를 교호 살포 후 밀도가 억제되기 시작했으며 10월 11일 애꽃노린재의 1회 추가 살포로 후기에는 꽃당 0.5마리 이하로 발생밀도를 낮출 수 있었다(그림 4). '06년 시험에서는 7월 6일과 9월 15일 2회의 애꽃노린재 방사만으로 효과적으로 총채벌레의 밀도를 억제 시킬 수 있었는데 이것은 천적의 활동에 영향을 주는 온도 등과 밀접한 관계가 있을 것이라 추측된다(그림 5).



<그림 4> 애꽃노린재(*Orius sauteri*), 오이이리용애(*Amblyseius cucumeris*)를 이용한 총채벌레 방제('04)

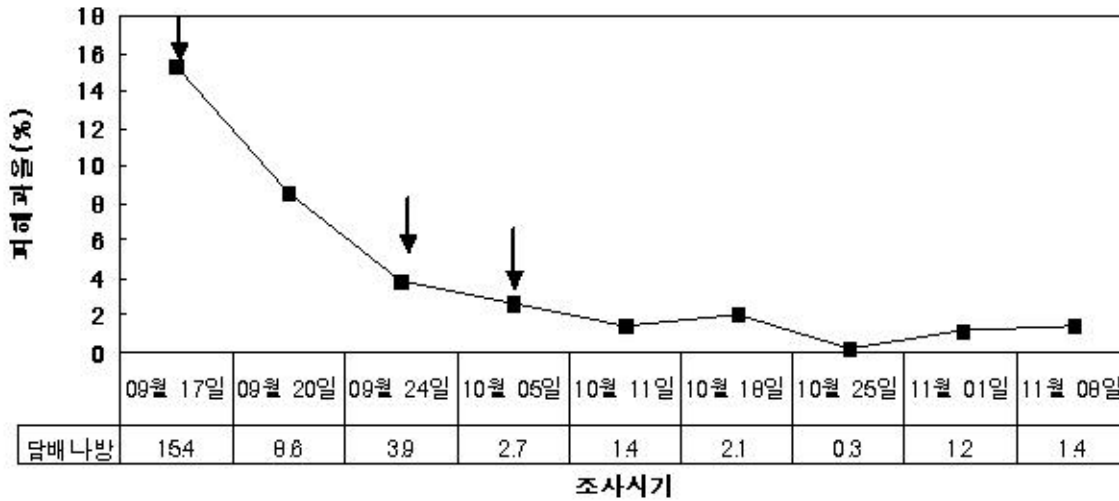
(↓ : 8/21 애꽃노린재, 9/18 오이이리용애, 10/11 애꽃노린재 살포)



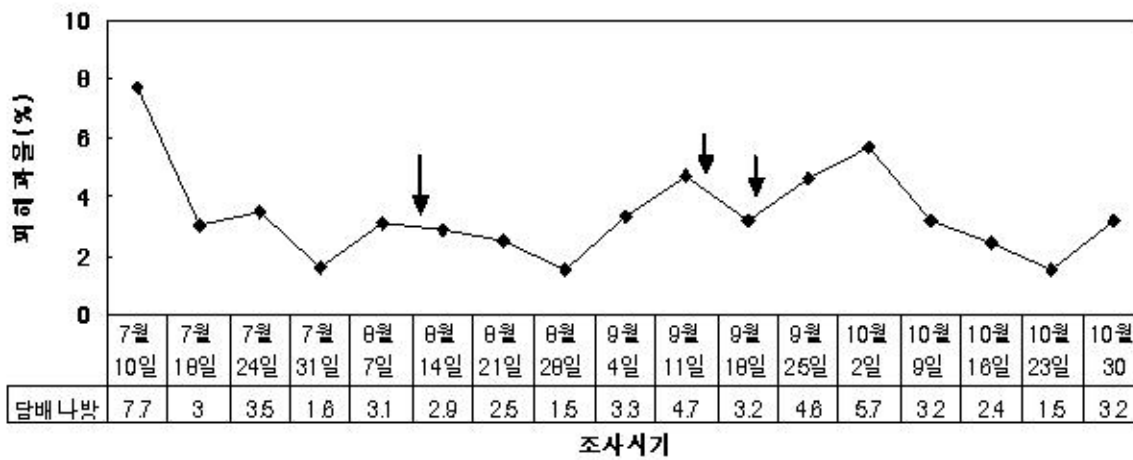
<그림 5> 애꽃노린재(*Orius sauteri*)를 이용한 총채벌레 방제('06) (↓ : 7/6, 9/15 애꽃노린재 방사)

3) 담배나방 방제

시설고추의 주요해충 중 과실에 구멍 등을 뚫어 수량에 직접적인 피해를 주는 담배나방에 대해 천적을 활용해 생물적 방제를 추진한 결과 '04년에는 초기 15.4%의 피해과율 발생시 곤충병원성선충을 1~2주 간격으로 3회 살포한 결과 2%정도로 낮출 수 있었으며 '06년의 시험에서는 8월 9일 3%정도의 피해과율 발생시 곤충병원성선충을 1회 살포로 피해발생을 억제시킬 수 있었으며 9월 11일 4.7%발생시에는 곤충병원성선충과 싹좀알벌을 1주 간격으로 살포해 피해를 줄일 수 있었다(그림 6, 7).



<그림 6> 곤충병원성선충(*Steinernema carpocapsae*)을 이용한 담배나방 방제('04)
(↓ : 9/17, 9/24, 10/7 곤충병원성선충 살포)



<그림 7> 곤충병원성선충(*Steinernema carpocapsae*)과 싹좀알벌(*Trichogramma evanescens*)을 이용한 담배나방 방제('06) (↓ : 8/9, 9/14 곤충병원성선충 살포, 9/22 싹좀알벌 방사)

4) 고추 시설재배시 기타 천적 발생

하우스를 이용한 시험에서는 방사한 무당벌레 이외에도 자연적으로 진딧물에 대한 또다른 천적의 발생을 볼 수 있었는데 발생한 주요 천적으로는 진딧벌류, 흑파리류, 풀잠자리류, 꽃등애류 등이었고 진딧벌류가 가장 많았고 풀잠자리류와 꽃등애류가 뒤를 이었다(표 20).

표 20. 고추 시설재배시 기타천적 발생상황('02)

천적명	진딧벌류	흑파리류	풀잠자리류	꽃등애류
발생량(0~9)	*****	*	***	***

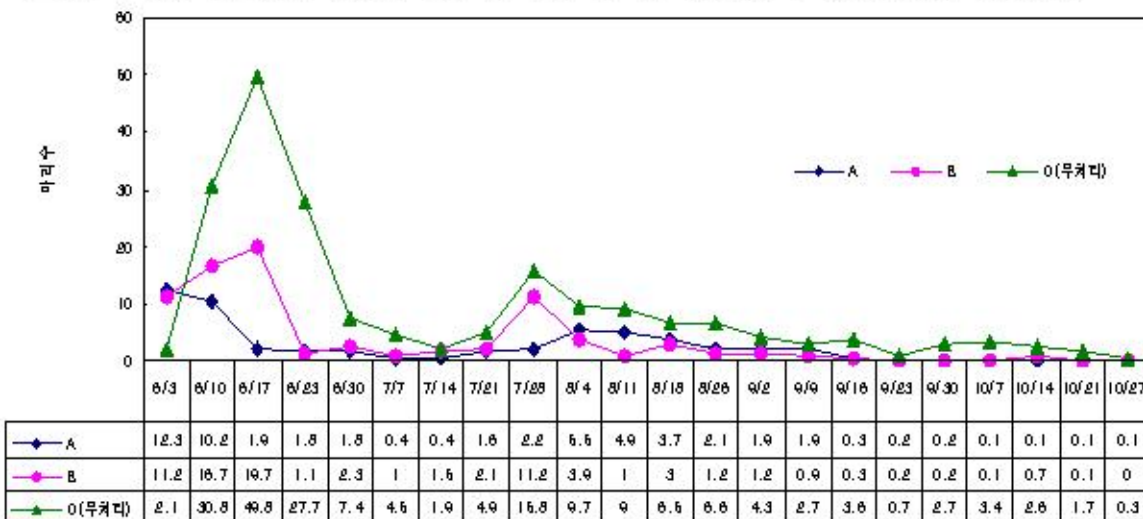
다. 시설고추 주요 해충의 생물적 방제 농가실증

1) 홍천

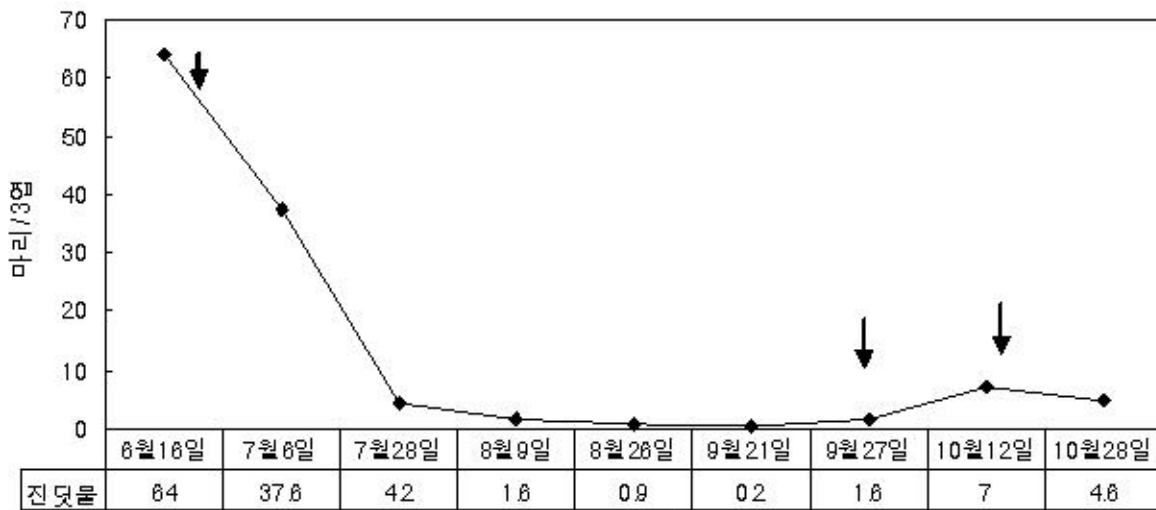
가) 진딧물방제

홍천지역에서 실시된 '03년 농가실증시험에서는 1차로 6월 3일 진딧물이 12.3~11.2마리/주당3엽의 밀도 발생시에 50마리를 투입(B동 2회 추가투입)하여 2~3주후 1.8~1.1마리로 밀도를 낮출 수 있었고 7월 28일 2차로 50마리를 투입하여 진딧물의 밀도를 줄일 수 있었다.

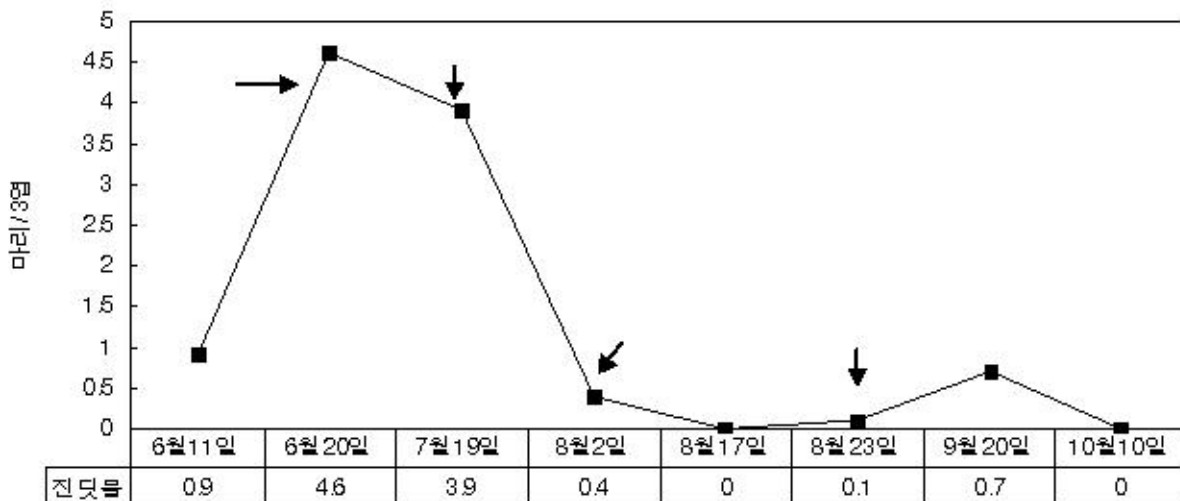
'05년도에 실시된 실증시험에서는 최소 6월16일 64마리/3엽 발생시 50마리를 투여하여 진딧물의 밀도를 10마리/3엽 이하로 줄일 수 있었으며 고추생육 후반기인 9월과 10월에 2회 추가 살포하여 밀도를 줄일 수 있었으며 '07년도에는 총 4회의 무당벌레를 방사 하였으나 여느 해와 달리 진딧물의 밀도가 높지 않아 큰 효과는 기대할 수 없었다(그림 8, 9, 10).



<그림 8> 진딧물 발생에 따른 천적 무당벌레(Harmonia axyridis) 방사('03) (* 진딧물 수 : 마리수/3엽당, * 무당벌레 투입 : 6/3(A,B동 50마리), 6/10(B동 10마리), 7/14(B동 15마리), 7/28(A,B동 50마리))



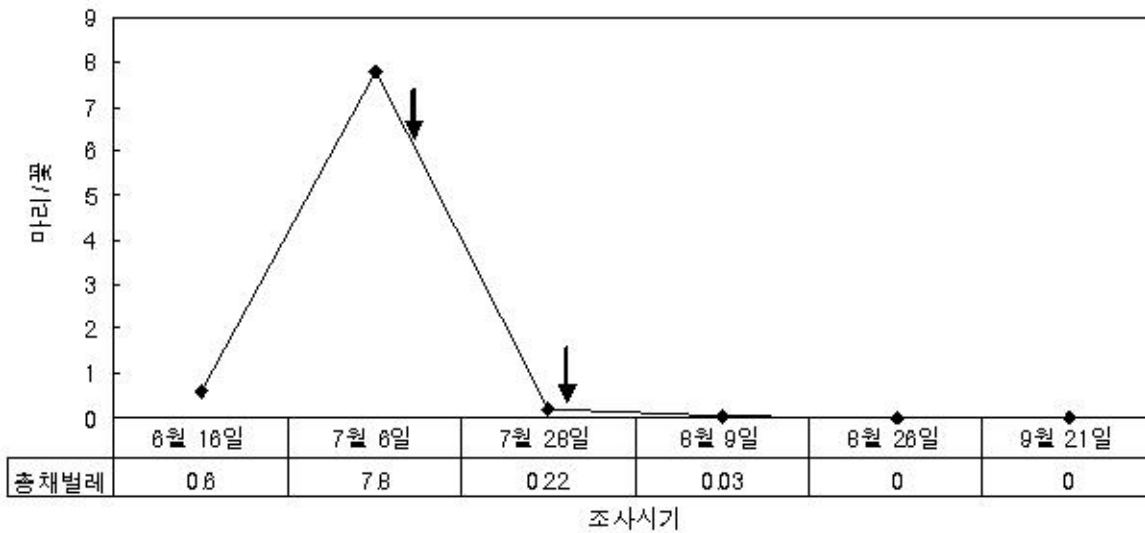
조사시기
 <그림 9> 무당벌레(*Harmonia axyridis*)를 이용한 진딧물 방제('05)
 (↓ : 6/20, 9/27, 10/13 50마리씩 방사)



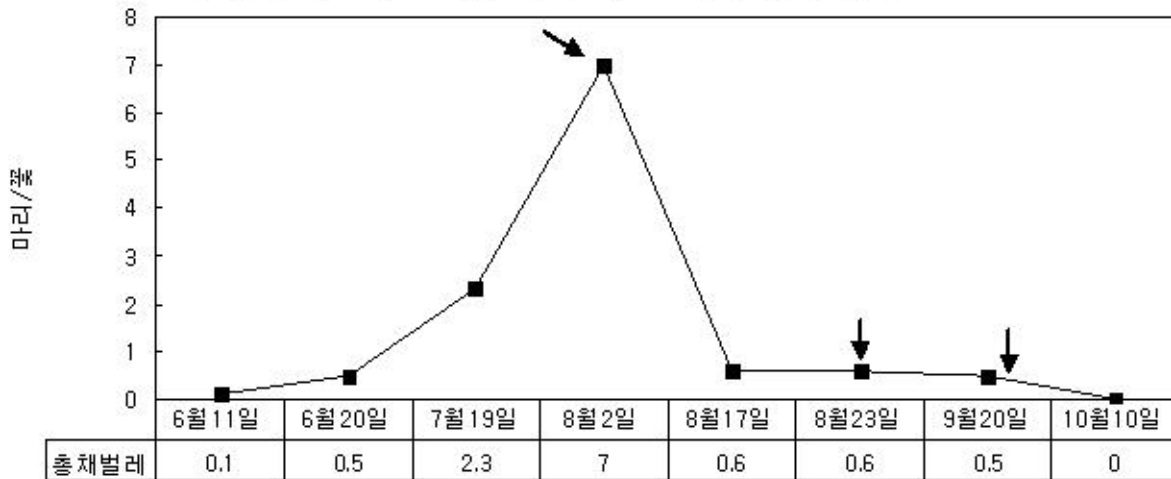
조사시기
 <그림 10> 무당벌레(*Harmonia axyridis*)를 이용한 진딧물 방제('07)
 (↓ : 6/20 100마리, 7/19 50마리, 8/2 20마리, 8/23 50마리 방사)

나) 총채벌레 방제

총채벌레를 방제하기 위한 '05년도 농가실증에서는 7월 6일 7.8마리/꽃의 밀도 조사 후 7월 12일 애꽃노린재를 1차 방사하고 7월 30일 예방적인 차원에서 2차로 오이이리용애를 살포하여 고추의 생육후기까지 총채벌레의 밀도억제에 큰 효과를 볼 수 있었으며 '07년도의 실증시험에서는 8월 2일, 8월 23일, 9월 20일 3회의 애꽃노린재 방사로 총채벌레의 밀도를 억제할 수 있었다(그림 11, 12).



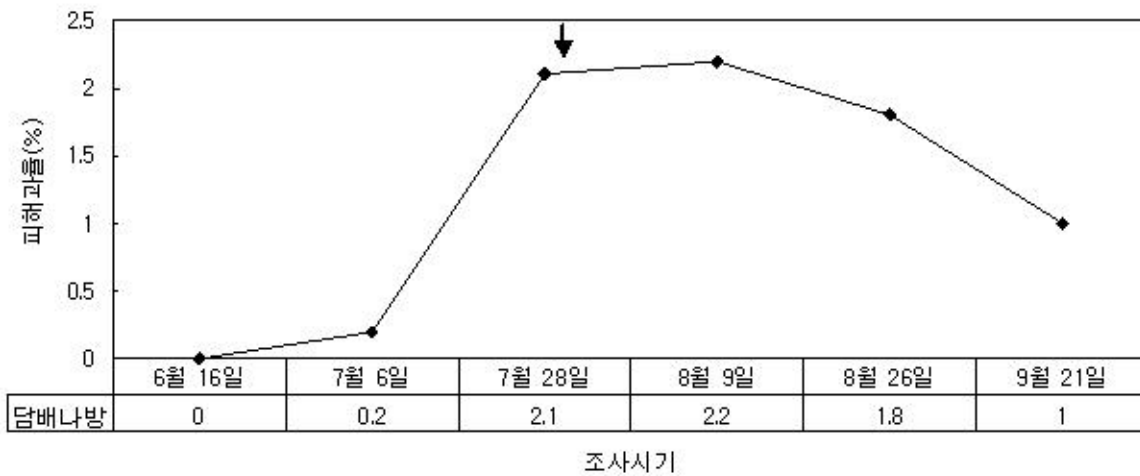
<그림 11> 애꽃노린재(*Orius sauteri*), 오이이리용애(*Amblyseius cucumeris*) 이용 총채벌레 방제('05) (↓ : 7/12 애꽃노린재, 7/30 오이이리용애 방사)



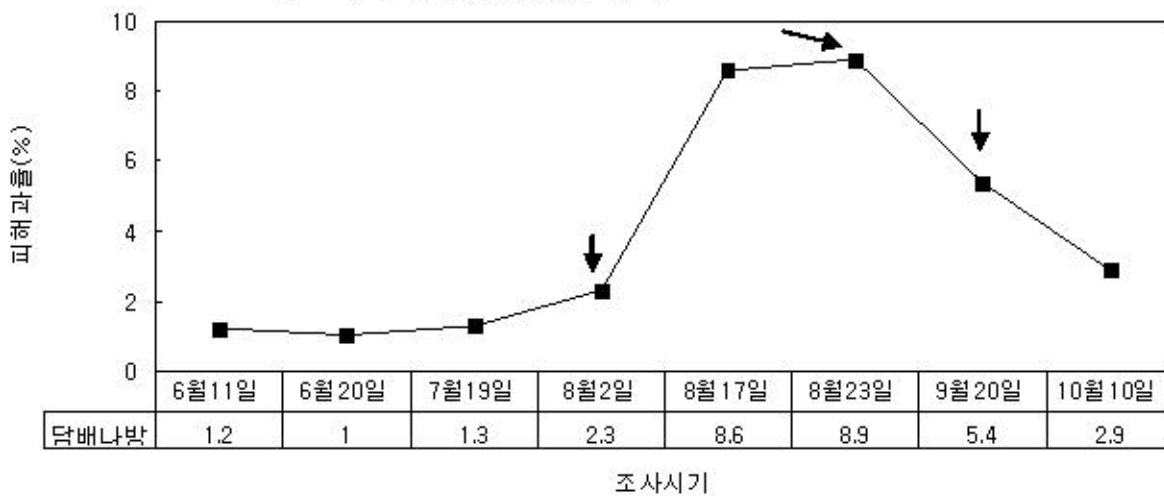
<그림 12> 애꽃노린재(*Orius laevigatus*)^{조사시기}를 이용한 총채벌레 방제('07) (↓ : 8/2, 8/23, 9/20 애꽃노린재 방사)

다) 담배나방 방제

담배나방의 생물적 방제를 위한 농가실증시험에서 '05년도에는 곤충병원성선충을 이용하여 추진한 결과 7월 21일 2.1%의 피해과율이 낮게 발생하여 곤충병원성선충을 살포하였으며 이후 8월 9일 2.2%를 기점으로 피해율이 감소하는 효과를 얻을 수 있었고 '07년도에는 싹좀 알벌을 이용하여 농가실증시험을 추진하였으며 8월 2일 2.3% 피해과율 발생시 1차 살포 후에도 피해가 늘어나 8월 23일 2차 살포 후 피해가 줄어들었으며 9월 20일 3차의 살포로 피해를 최소화 할 수 있었다(그림 13, 14).



<그림 13> 곤충병원성 선충(*Steinernema carpocapsae*)을 이용한 담배나방 방제('05)
(↓ : 7/30 곤충병원성선충 살포)

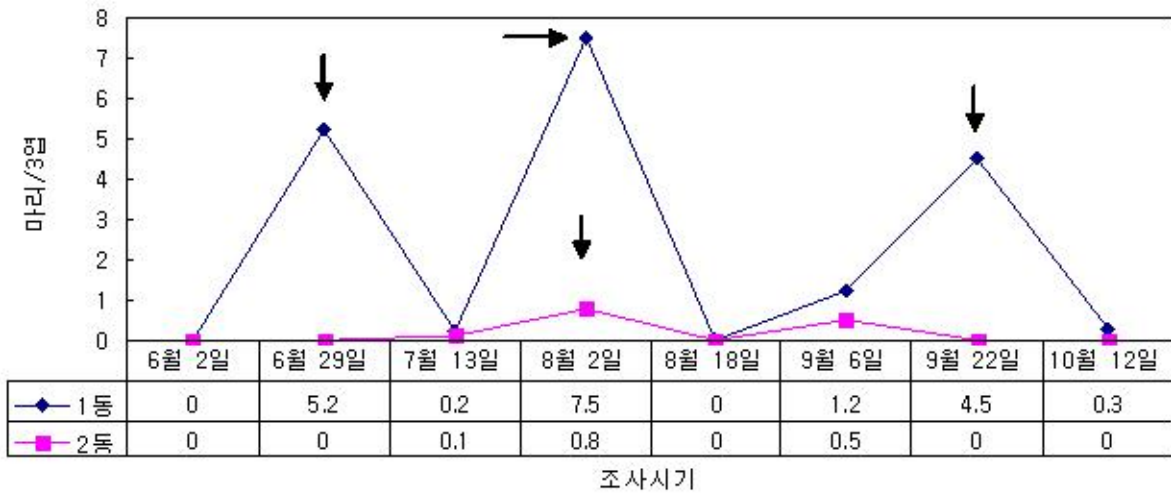


<그림 14> 쌀좀알벌(*Trichogramma evanescens*)을 이용한 담배나방 방제('07)
(↓ : 8/2, 8/23, 9/20 쌀좀알벌 방사)

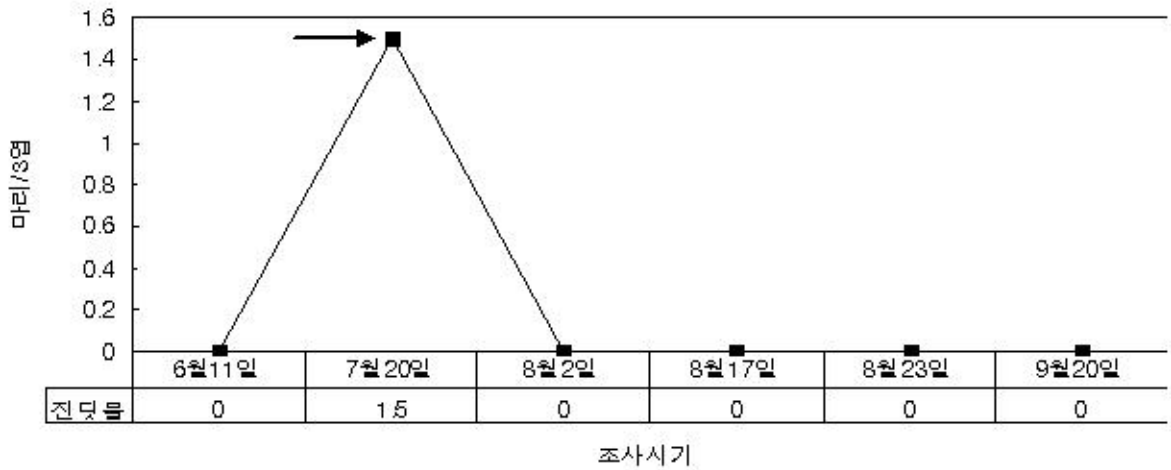
2) 양구

가) 진딧물 방제

양구에서 실시한 농가실증시험에서는 시험기간 동안 진딧물 등 해충에 의한 피해가 크지 않아 천적에 의한 효과를 크게 기대할 수 없었으나 발생한 대상 해충별로 천적에 의한 밀도 억제 효과는 얻을 수 있었다. '06년에 진딧물의 발생은 6월 29일, 8월 2일, 9월 22일에 발생 밀도가 높지는 않았지만 관찰할 수 있었고 3회의 무당벌레 방사로 그림 15와 같이 밀도를 억제시킬 수 있었다. 또한 '07년 시험에서는 조사기간 중 7월 20일에만 미약하게 발생되어 1회의 무당벌레 방사로 끝낼 수 있었다(그림 15, 16).



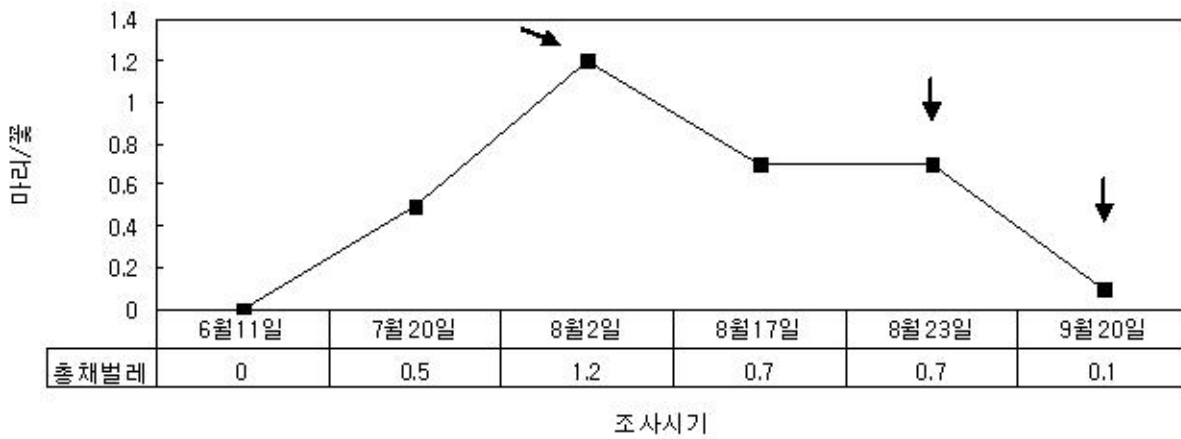
<그림 15> 무당벌레(*Harmonia axyridis*)를 이용한 진딧물 방제('06)
 (↓ : 6/29 30마리(1동), 8/2 50마리(1,2동), 9/22 30마리(1동) 방사)



<그림 16> 무당벌레(*Harmonia axyridis*)를 이용한 진딧물 방제('07)
 (↓ : 7/20 30마리 방사)

나) 총채벌레 방제

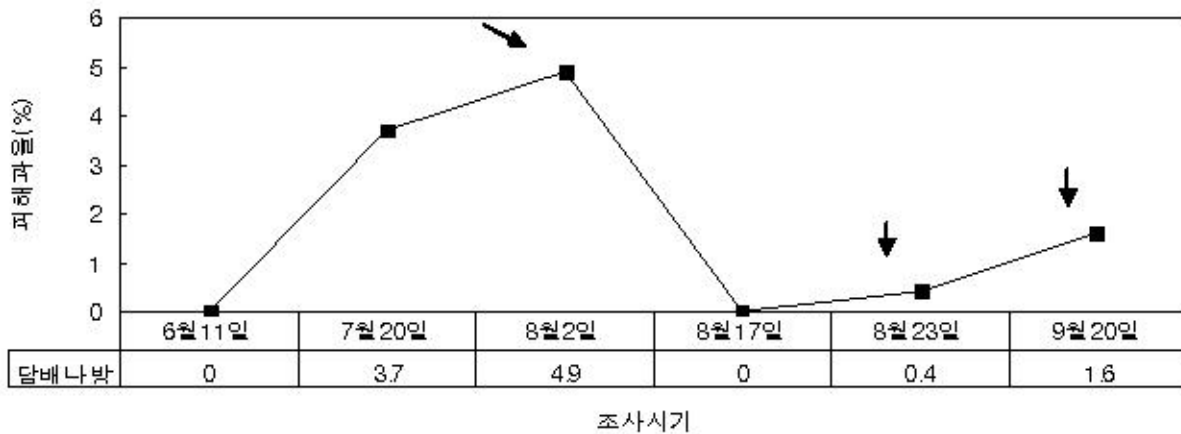
'07년 실시한 실증시험에서는 총채벌레의 발생밀도가 1.2마리/꽃 발생한 8월 2일 에꽃 노린재를 1차 방사하였으며 8월 23일과 9월 20일 총채벌레의 밀도회복에 대한 예방적 차원에서 2차 방사를 실시하여 효과를 볼 수 있었다(그림 17).



<그림 17> 애꽃노린재(*Ornus laevigatus*)를 이용한 총채벌레 방제('07)
(↓ : 8/2, 8/23, 9/20 애꽃노린재 방사)

다) 담배나방 방제

'07년도 담배나방의 피해를 억제하기 위한 농가실증 대상 천적은 쌀좀알벌을 이용하였으며 8월 2일 4.9%의 피해과율 발생시 1차로 방사하였으며 피해를 줄일 수 있었으며 8월 23일과 9월 20일 2, 3차 방사로 피해과율을 억제시킬 수 있었다(그림 18).



<그림 18> 쌀좀알벌(*Trichogramma evanescens*)을 이용한 담배나방 방제('07)
(↓ : 8/2, 8/23, 9/20 쌀좀알벌 방사)

4. 적 요

본 연구는 천적 무당벌레를 이용한 고추 시설재배지 진딧물의 생물적 방제 조기정착 및 주요해충의 생물적 방제기술 개발실현에 목표를 두고 추진하였으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 천적 무당벌레의 성충을 저장하였다가 필요한 시기에 활용하기 위해 저장시험을 수행한 결과 4℃의 저온저장과 함께 저장습도 보존을 위해 수분을 공급하는 것이 180일

장기저장시에도 50%이상의 생존율을 보였음.

- 나. 무당벌레 성충을 저온(4℃)에 30일간 저장후 산란력을 시험한 결과 산란알이 187.7개로 우화직후의 성충산란수 201.3마리와 대등한 산란력을 보였음.
- 다. 진딧물 천적 무당벌레의 효과적인 사육을 위해서 진딧물(대조), 인공먹이, 진딧물+인공먹이의 3가지 방법으로 시험을 실시한 결과 유충 1~2령기에는 진딧물을 급여하고 3~4령기에는 인공먹이 급여하여 사육한 것이 대조로 진딧물만을 급여한 처리의 우화율인 83.0%와 거의 대등한 77.3%의 우화율을 보였음.
- 라. 겨울(1~2월)에 온실(4㎡)을 활용하여 기주식물인 고추를 재배하여 진딧물을 증식시킨 후 무당벌레를 25쌍 방사 약 30일간 200~250마리의 종령 유충을 얻을 수 있었으며 같은 방법으로 봄, 여름(5~8월)에 하우스(196㎡)를 활용하여 600~1,000마리를 얻을 수 있었음.
- 마. 천적 무당벌레의 진딧물 밀도억제 효과를 위해 시설하우스(100평기준) 고추의 진딧물이 12.3~11.2마리/3엽 발생시 무당벌레 50마리(암:25, 수:25)를 투입하여 2~3주후 1.8~1.1마리/3엽으로 밀도를 억제시킬 수 있었음.
- 바. 시설고추 재배시 무당벌레이외에 자연발생 천적으로는 진딧벌류, 풀잠자리류, 꽃등애류, 흑파리류 등이 있었음.
- 사. 총채벌레의 발생 밀도억제 효과 실증시험에서 고추의 총채벌레가 7.8마리/꽃 발생시 애꽃노린재와 오이이리용애의 방사로 0.03마리/꽃으로 밀도를 억제시킬 수 있었음.
- 아. 담배나방의 발생 밀도억제 효과 실증시험에서 담배나방의 피해과율이 2.3% 발생시 쌀좀알벌 2회 살포로 피해를 최소화 할 수 있었음.

5. 인용문헌

- 권민, 권혜진. 2004. 나방류 해충의 천적과 생물적 방제. 천적연구회지. 제4호 p.33~40.
- 김도익, 박종대, 김선곤. 2000. 비닐하우스에서 오이 목화진딧물의 생물적 방제. 천적연구회지. 제1호 p.119~128
- 김용헌, 김정환, 변영웅. 2005. 온실에서 천적을 이용한 생물적 방제의 실용화를 위한 실천 사례. 천적연구회지. 제5호. p.53~63
- 김용헌. 2006. 국내 천적산업 태동과 현황. 천적연구회지. 제6호. p.55~61
- 김용헌, 김정환, 변영웅. 2004. 시설 작물별 천적이용 모델. 천적연구회지. 제4호 p.41~57
- 농림부. 2006. 농림통계연보
- 송정흡, 강상훈, 이광석, 한원탁. 2001. 하우스고추에서 *Orius strigicollis* Poppius를 이용한 총채벌레류 방제효과. 한용곤지. 40(3):253~258
- 한국곤충학회. 한국응용곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 건국대학교 출판부
- 홍록기, 박용철. 1996. 무당벌레(*Harmonia axyridis*)의 사육 I; 여름성충의 난황단백질 생성 및 산란력. 한용곤지. 35(2):146~152
- Seo, M. J. 1999. Behavioral characteristics and effective control strategies to aphids with

the Asian ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). MSc. Thesis. Chungnam Nat'l. Univ. 68pp.

Seo, M. J. and Y. N. Youn. 2000. The Asian ladybird, *Harmonia axyridis*, as biological control agents: I. Predacious behavior and feeding ability. Kor. J. Appl. Entomol. 39(2):59-71.

Seo, M. J. and Y. N. Youn. 2001. The Asian ladybird, *Harmonia axyridis*, as biological control agents: Control effects of aphid populations in the greenhouses at different seasons. J. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. 28(1):18-26

Hodek, I. and A. Honek. 1996. Ecology of Coccinellidae (eds). Kluwer Academic Pub. London. 464pp.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2003년도(2년차)	영농활용	천적 무당벌레를 이용한 시설고추 진딧물 방제 효과
2005년도(4년차)	영농활용	천적 무당벌레의 효과적인 간이지장 효과
2007년도(6년차)	영농활용	천적 무당벌레 유충의 효율적인 사육체계

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도					
					02	03	04	05	06	07
책임자	강원도농업기술원 환경농업연구과	농업 연구사	정태성	세부과제 총괄	○	○	○	○	○	○
공동 연구자	"	"	문윤기	연구자료 검토 및 협조						○
공동 연구자	"	"	이재홍	연구자료 검토 및 협조	○	○	○	○	○	
공동 연구자	"	"	김성일	연구자료 검토 및 협조	○	○	○	○	○	○
공동 연구자	"	시험연구 보조	황미란	연구보조			○	○	○	○
공동 연구자	"	농업 연구관	강안석	연구방향 설정 및 자문						○
공동 연구자	강원대학교	교수	박용철	연구방향 설정 및 자문	○	○	○	○	○	○