

과제구분	기관고유	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
선인장 다육식물 병해충 방제기술 개발 연구		화훼	'21~'23	선인장다육식물연구소 재배이용계	정규석
접목선인장 천적이용 총채벌레 방제기술 개발		화훼	'21~'23	선인장다육식물연구소 재배이용계	김윤희
색인용어	접목선인장, 천적, 뿌리이리응애, 총채벌레				

ABSTRACT

This study was conducted to develop thrips control technology using natural enemy for cultivating grafted cactus from 2021 to 2023. The natural enemy used was the *Stratiolaelaps Scimitus*, which preys on the pupa of thrips. The treatment of natural enemy was tested in March, June, and September, and the amount of spraying was 60/m², 120/m², and 240/m². As a result, when treated from March to June, the density of thrips decreased, and the spraying density of 60 natural enemies were found to be appropriate. Also, in order to investigate the suitable number of treatments, natural enemies were treated 1, 2, or 3 times. Two natural enemy treatments were most effective in reducing thrips density. To utilize natural enemies and low-toxic pesticides, low-toxic pesticides with less effect on natural enemies were selected. Eleven types of pesticides were selected, including oxalic acid wettable powder. Therefore, using natural enemies and low-toxic pesticides were effective in controlling thrips. Field demonstration test results using natural enemy and low-toxicity methods showed that the thrips density was reduced by 31.2~55.2% compared to conventional methods.

Key words: Grafted cactus, Natural enemy, *Stratiolaelaps scimitus*, Thrips

1. 연구목표

접목선인장은 우리나라 고유의 재배기술에 의해 지속적으로 생산·수출되는 경기도 특화작목 중 하나이다. 농가에서는 접목선인장을 재배할 때 총채벌레가 연중 발생하여(심 등, 2021) 접목선인장의 접수인 삼각주 품질 저하, 기형, 코르크화, 변색 등의

생육에 영향을 주어 상품성이 감소되고 있다. 현재 총채벌레 방제는 화학농약을 이용한 화학적 방제에 의존하고 있으나, 대부분 살충제의 내성이 보고되어 대안 마련으로 천적과 미생물을 이용한 생물적 방제(Kim et al., 2006; Gouli et al., 2009), 물리적 방제 등의 약제 사용을 줄일 수 있는 대체기술로 발전하고 있다. 총채벌레는 식물 조직 속에 알을 낳고 번데기 기간을 토양 속에서 보내기 때문에 약제를 살포하여도 알과 번데기는 제대로 방제할 수 없는 해충이다(Kim et al., 2009). 총채벌레 방제를 위한 잦은 약제 살포는 약제 저항성 개체군 출현으로 인한 방제의 어려움(Bielza, 2008)이 있으며, 농업인의 건강을 위협하기 때문에 유럽 등 선진국에서는 이미 오래 전부터 천적을 이용한 생물적 방제를 많이 이용하고 있다(Kim et al., 2006). 우리나라도 총채벌레 방제를 위해 천적을 활용한 생물적 방제의 연구가 진행되고 있으며, 해외에서는 뿌리이리응애(*Stratiolaelaps scimitus*), 오이이리응애(*Neoseiulus cucumeris*), 애꽃노린재류 등의 포식성 응애가 상업적으로 활용되고 있다(Malais and Ravensberg, 1992). 국내에서는 국화재배지에서 총채벌레 방제를 위해 뿌리이리응애를 현장 적용하여 보고한 바 있으며(Jung et al., 2019) 시설작물에서는 총채벌레 방제를 하기 위해 으뜸애꽃노린재(*Orius strigicollis*)와 오이이리응애를 시험한 바 있다(Kim et al., 2006). 본 연구에 활용하고자 하는 천적은 Hypoaspidae 아과에 속하는 뿌리이리응애로 총채벌레 번데기 및 작은뿌리파리(*Bradysia* spp.) 유충과 알에 대하여 높은 포식력을 가지고 있다(Jung et al., 2018). 본 연구는 총채벌레 발생을 감소시키기 위해 천적 활용방법과 천적과 혼용할 수 있는 저독성 약제를 제시하여 총채벌레의 종합적 방제체계를 마련코자 하였다.

2. 재료 및 방법

시험에 사용한 접목선인장 비모란(*Gymnocalycium mihanovichi*)은 경기도 고양시 지역의 농가 수집종이며 경기도농업기술원 선인장다육식물연구소에서 재배 관리하였다. 2021~2022년은 연구소 시험포장에서 수행하였으며, 2023년은 고양시 소재 접목선인장 재배농가 중 단동하우스 2개소를 현장실증농가로 선정하여 실증시험을 추진하였다. 대상작물로는 접목선인장 비모란 접목묘 중형규격(9cm)을 생력트레이에 퍼난모(코코 피트 85%+질석 15%)를 이용하여 정식하였다. 관수는 2~3회/주로 하였으며, 발근 이후에는 선인장 표준배양액 1회/10일 공급하여 생육관리하였다. 온실내 환경관리는 data logger(STA corporation)를 이용하여 1시간 단위로 온·습도를 측정하였다. 통계분석은 SAS(SAS 9.2, SAS Institute Inc. USA)을 이용하여 DMRT(Dunan's multiple range test)를 실시하여 5% 유의수준에서 처리간 유의성을 검정하였다.

<시험 1> 뿌리이리응에 천적처리 시기 및 살포량 구명

천적처리는 3, 6, 9월에 처리하였으며, 천적의 살포량은 무처리, 60마리/m², 120마리/m², 240마리/m²를 살포하였다. 시험구마다 노란색 끈끈이 트랩(20×22cm)을 설치하여 2주 간격으로 총채벌레 밀도를 조사하여 처리별 방제 효과를 조사하였다.

<시험 2> 천적처리 횟수별 총채벌레 방제효과

천적의 총채벌레 방제효과를 구명하기 위해 무처리, 천적 1~3회, 대조(화학방제)를 처리하였다. 화학방제로는 총채벌레 방제에 선발된 약제 중 천적에 저독성 약제인 아바멕틴 유제를 7일 간격 2회 살포하였다. 천적은 3월부터 6월까지 60마리/m²를 2주 간격으로 처리하였으며 처리별 방제효과와 접목선인장 피해율, 농가 반응을 조사하였다.

<시험 3> 천적활용을 위한 저독성 약제 선발

천적에 영향이 적은 저독성 약제를 선발하기 위해 접목선인장 재배시 발생하는 병해충 중 PLS 시험에 선발된 21종 약제를 활용하여 천적에 대한 독성시험을 수행하였다. 천적 치사율의 경우 국제생물학적 방제기구에 의거한 시험법에 준하여 약제 처리 1, 3일 후 치사 개체수를 조사하였다.

<시험 4> 천적을 활용한 총채벌레 방제 농가실증

접목선인장 재배시 천적을 활용한 방제효과의 연구결과를 토대로 현장 농가실증을 수행하였다. 시험기간은 3~6월에 천적 60마리/m²를 2주 간격 2회 처리하였으며, 천적을 2회 처리 4주 경과 후 아바멕틴 유제를 2회 처리하여 총채벌레 방제효과와 농가만족도를 조사하였다.



실증시험 포장(A) 실증시험 포장(B)
 그림 1. 접목선인장 천적활용 실증시험 포장

3. 결과 및 고찰

<시험 1> 뿌리이리응애 천적처리 시기 및 살포량 구명

시험온실의 온습도 변화는 표 1과 같다. 2021년 온실 내 최고기온은 29.7~38.4℃, 평균기온은 22.6~30.6℃, 최저기온은 19.5~24.6℃를 보였으며, 온실 상대습도는 최고습도 55.7~89.4%, 평균습도 43.4~72.3%, 최저습도 21.6~47.7%를 나타내었다. 뿌리이리응애의 천적처리 시기 및 천적 살포량에 따른 총채벌레 발생 밀도변화는 표 2~4와 같다. 3~6월에는 천적처리 30일 후 총채벌레 감소효과가 가장 컸으며, 무처리 대비 천적 60마리/m²에서 56.2~63.8%의 총채벌레 밀도가 감소되었다. 천적처리 9월에는 총채벌레의 활력 등이 저조하고 천적처리 후 총채벌레 밀도 양상의 변화가 없어 처리 효과를 볼 수 없었다. 접목선인장 천적처리별 피해율에 있어서는 피해 주수는 큰 차이를 보이지 않았다(표 5). 따라서 천적처리는 총채벌레 밀도 감소를 보인 3~6월에 활용하는 것이 효율적일 것으로 판단되었다.

표 1. 시험온실 온습도 분석

기 간	기 온(℃)			상 대 습 도(%)		
	최 고	평 균	최 저	최 고	평 균	최 저
3월	29.7	22.6	19.5	55.7	43.4	22.9
4월	31.4	23.6	19.8	61.9	46.1	21.6
5월	33.7	24.9	20.9	71.3	54.9	30.6
6월	34.7	26.9	22.2	81.4	64.0	39.0
7월	38.4	30.6	24.6	88.0	68.0	43.0
8월	35.5	28.4	23.6	89.4	72.3	47.7
9월	32.8	26.2	22.3	84.8	66.9	41.1
10월	30.5	23.5	20.2	72.6	58.9	34.9

표 2. 접목선인장 천적 살포량에 따른 총채벌레 밀도변화(천적 처리시기: 3월)

처리내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도				
	20일	30일	40일	50일	60일
무처리	133 ^a	146 ^a	180 ^a	181 ^a	156 ^a
천적 60마리/m ²	96 ^b	64 ^b	83 ^c	80 ^{cd}	64 ^c
천적 120마리/m ²	94 ^b	37 ^{bc}	94 ^c	87 ^c	45 ^d
천적 240마리/m ²	89 ^{bc}	34 ^{cd}	79 ^{cd}	62 ^d	43 ^d
관 행 [↓]	74 ^c	18 ^d	122 ^b	150 ^b	130 ^b

※ 천적 처리: 3.31, ↓ 관행: 스피네토람 액상수화제 처리, DMRT at 5%

표 3. 접목선인장 천적 살포량에 따른 총채벌레 밀도변화(천적 처리시기: 6월)

처리내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도				
	20일	30일	40일	50일	60일
무처리	156 ^a	102 ^a	116 ^a	108 ^a	85 ^a
천적 60마리/m ²	50 ^{cd}	37 ^b	76 ^c	43 ^{bc}	53 ^c
천적 120마리/m ²	61 ^c	38 ^b	80 ^c	33 ^{cd}	59 ^c
천적 240마리/m ²	35 ^d	33 ^b	77 ^c	28 ^d	50 ^c
관행 [↓]	71 ^b	26 ^c	97 ^b	54 ^b	74 ^b

※ 천적 처리: 3.31, ↓ 관행: 스피네토람 액상수화제 처리, DMRT at 5%

표 4. 접목선인장 천적 살포량에 따른 총채벌레 밀도변화(천적 처리시기: 9월)

처리내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도				
	20일	30일	40일	50일	60일
무처리	15	13	11	8	156 ^a
천적 60마리/m ²	12	10	8	8	64 ^c
천적 120마리/m ²	19	16	12	10	45 ^d
천적 240마리/m ²	16	14	9	10	43 ^d
관행 [↓]	7 ^{ns}	8 ^{ns}	5 ^{ns}	9 ^{ns}	130 ^b

※ 천적 처리: 3.31, ↓ 관행: 스피네토람 액상수화제 처리, DMRT at 5%

표 5. 접목선인장 천적 처리별 총채벌레 피해율

처리내용	접목선인장 피해율(%)		
	3월	6월	9월
무처리	6.8	8.7	3.5
60마리/m ²	4.5	4.6	2.5
120마리/m ²	7.9	6.2	2.5
240마리/m ²	4.5	6.0	1.8
관행	5.7	5.2	2.2

※ 조사일: 3월, 6월(천적 처리 후 70일), 9월(천적 처리 후 50일)



그림 2. 접목선인장에서 총채벌레 피해 증상

<시험 2> 천적처리 횟수별 총채벌레 방제효과

시험온실의 온습도 변화는 표 6과 같다. 2022년 온실 내 3~6월 기간에 최고기온은 32.1~35.0℃, 평균기온은 21.8~26.8℃, 최저기온은 17.6~21.6℃를 보였으며, 습도는 최고습도 53.6~85.0%, 평균습도 40.1~67.0%, 최저습도 17.9~41.5%를 나타내었다. 접목선인장 천적처리에 따른 총채벌레 수의 변화와 방제효과는 표 7~8과 같다. 천적 2~3회 처리하고 천적방사 6주 후에는 무처리와 비교할 때 63.7~70.7%의 총채벌레 밀도가 감소되었으며 관행과 비슷한 수준을 보였다. 천적처리 후 6주까지는 총채벌레 감소 효과가 있었으며 천적 처리 8주 후에는 투입 대비 총채벌레 밀도가 증가되어 효과가 없는 것으로 판단되었다. 접목선인장의 천적 처리 횟수별 총채벌레 피해율은 표 9와 같다. 천적 처리 횟수별 총채벌레 피해 주수는 큰 차이를 보이지 않았으나, 접목선인장 수출시 총채벌레로 인한 검역 문제가 발생하고 있어 천적을 활용한 지속적 방제가 필요하다고 판단되었다.

표 6. 시험온실 온습도 분석

기 간	기 온(℃)			상 대 습 도(%)		
	최 고	평 균	최 저	최 고	평 균	최 저
3월	32.1	21.8	17.6	53.6	40.1	20.1
4월	33.6	24.0	19.4	61.7	42.9	17.9
5월	33.7	24.7	19.1	72.3	48.7	21.1
6월	35.0	26.8	21.6	85.0	67.0	41.5

표 7. 접목선인장 천적처리에 따른 총채벌레 수의 변화

처리내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도				
	4주	6주	8주	10주	12주
무처리	93.3 ^a	104.3 ^a	200.3 ^a	206.6 ^a	213.3 ^a
천적 1회	36.3 ^b	59.0 ^b	164.3 ^b	136.7 ^c	156.0 ^b
천적 2회	36.8 ^b	38.0 ^c	153.6 ^b	136.3 ^c	143.3 ^b
천적 3회	37.3 ^b	30.6 ^c	114.3 ^c	109.0 ^d	123.7 ^b
관행 [↓]	10.3 ^c	28.6 ^c	125.6 ^c	159.7 ^b	163.0 ^b

※ 천적 처리: 1회(3.22) 2회(4.5) 3회(4.19) ↓ 관행: 아바멕틴 유제 1회(3.22) 2회(3.29)처리, DMRT at 5%

표 8. 접목선인장 천적처리에 따른 총채벌레 방제 효과

처리내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도				
	4주	6주	8주	10주	12주
천적 1회	61.1	43.6	18.0	33.0	23.6
천적 2회	60.6	63.7	23.3	33.0	26.9
천적 3회	60.0	70.7	44.8	46.4	32.8
관행 [↓]	89.0	72.7	37.3	21.4	42.0

※ 천적 처리: 1회(3.22) 2회(4.5) 3회(4.19), ↓ 관행: 아바멕틴 유제 1회(3.22) 2회(3.29)처리

표 9. 접목선인장 천적 처리 횟수별 총채벌레 피해율

처리내용	접목선인장 피해율(%)		
	처리 후 30일	처리 후 60일	처리 후 90일
무처리	0.3	0.7	0.9
천적 1회	0.3	0.9	0.5
천적 2회	0.2	0.3	0.5
천적 3회	0.5	0.5	0.6
관행 [↓]	0.5	0.9	0.4

표 10. 접목선인장 천적활용 농가 천적 이용시 장단점 및 개선방향

구분	주요내용
농가의견	○ 천적을 사용하여 농약살포 횟수와 방제 노동력이 절감되고 방제효과가 있음
	○ 특히, 삼각주 재배나 토양에 천적을 직접 처리시 효과가 더 있음
	○ 천적 사용시 총채벌레 방제 효과와 농약 살포횟수 절감 효과가 있어 지속적인 활용을 원함
단점	○ 온실에서는 계절에 따라 총채벌레 이외의 해충 발생도 많기 때문에 천적 살포 시기를 고려하여 농약을 처리할 상황이 발생함
	○ 뿌리이리응애는 지하부에서만 효과가 있는 천적으로 지상에서 발생하는 다른 해충방제에 대한 화학적 방제가 필요하며, 총채벌레의 천적 활용 방제와 농약 병용에 대한 해결 방안 모색이 필요함
개선방향	○ 천적과 농약병용 방법에 관해 영농활용 등을 추진하여 생물적 방제 체계의 안정성을 증대하도록 하겠음

<시험 3> 천적활용을 위한 저독성 약제 선발

천적에 대한 독성 시험결과는 표 11과 같다. 천적의 치사율 조사 결과 대상 약제 21종 중 옥살린산 수화제 등 11종이 선발되었다. 독성구분에 의한 치사율이 30% 이하인 저독성 약제로 무름병에는 옥살린산 수화제, 가스가마이신 수화제가 선발되었으며, 검은병무늬병에는 폴리옥신비 수화제가 선발되었다. 또한 각지벌레에는 뷰프로페진 티아메톡삼 액상수화제 등 2종이 선발되었으며, 담배거세미나방에는 메타플루미존 입상수화제, 류페뉴론유제가 선발되었다. 시험결과 지하부줄기썩음병과 점박이응애에서는 치사율이 30% 미만인 약제는 없었으나, 접목선인장 재배시 지하부줄기썩음병과 점박이응애의 방제를 위해서 치사율이 50% 미만인 약제를 선발하였다. 따라서 접목선인장 재배시 총채벌레 이외의 다른 병해충 발생 시 천적 치사율이 낮은 약제를 사용하면 천적과 병행하여 활용할 수 있다.

표 11. 천적에 대한 독성 시험 결과

번호	유효성분명	사용량	치사율 (%)	독성	선발결과	병해충
1	프로클로라즈망가니즈 수화제	1,000배	80.0	②	×	지하부
2	티오파네이트메틸 수화제	1,000배	56.7	②	×	줄기
3	아족시스트로빈 액상수화제	2,000배	36.7	②	○	썩음병
4	옥살린산 수화제	1,000배	6.7	①	○	무름병
5	가스가마이신 입상수화제	1,000배	6.7	①	○	
6	클로로탈로닐 수화제	500배	50.0	②	×	검은
7	폴리옥신비 수화제	1,000배	26.7	①	○	점무늬병
8	뷰프로페진, 티아메톡삼 액상수화제	1,000배	16.7	①	○	각지 벌레
9	뷰프로페진, 이미다클로프리드 액상수화제	1,000배	26.7	①	○	
10	아미트라즈, 뷰프로페진 유제	1,000배	100	④	×	
11	메타플루미존 입상수화제	2,000배	10.0	①	○	담배
12	루페뉴론 유제	2,000배	26.7	①	○	거세미
13	에토펜프록스 유제	1,000배	100	④	×	나방
14	아조사이클로틴 수화제	1,500배	66.7	②	×	점박이 응애
15	플루페녹수론 분산성액제	1,000배	100	④	×	
16	사이에노피라펜 액상수화제	2,000배	46.7	②	○	

번호	유효성분명	사용량	치사율 (%)	독성	선발결과	병해충
17	스피네토람 액상수화제	2,000배	17.0	①	○	총채 벌레
18	클로르페나피르 유제	1,000배	67.0	②	×	
19	아바멕틴 유제	3,000배	7.0	①	○	
20	티오사이클람하이드로젠 옥살레이트 수화제	1,000배	100	④	×	
21	아크리나트린 액상수화제	2,000배	63.0	②	×	

※ 국제생물학적 방제기구(IOBC 독성): ① 저독성(치사율 30% 이하) ②약한 독성(치사율 31-80%)
③보통독성(치사율 81-99%) ④ 고독성(치사율 100%)

<시험 4> 천적을 활용한 총채벌레 방제 농가실증

천적을 활용한 실증농가 온실의 온·습도변화는 표 12와 같다. 2023년 3~6월의 실증 A 농가에서는 평균기온은 관행구 15.4~25.3℃, 실증구 17.9~24.5℃을 보였으며, 최고기온은 관행구 36.4~42.8℃, 실증구 36.3~40.8℃를 나타냈다. 실증 B농가에서는 평균기온은 16.2~24.6℃, 실증구 16.2~25.5℃를 보였으며, 최고기온은 관행구 31.5~41.8℃, 실증구 30.2~42.4℃를 나타냈다. 접목선인장 천적활용 실증재배시 총채벌레 수의 변화는 표 13~14와 같다. 천적을 활용한 A포장의 실증구에서는 천적 2차 처리 4주 경과 후에 저독성 약제를 처리한 경우 관행 대비 31.2~55.4%의 총채벌레 밀도가 감소되었다. 천적을 활용한 B포장의 실증구에서는 천적 2차 처리 후 4주까지는 관행 효과와 비슷한 수준을 보였으며, 천적처리 후에 저독성 약제를 처리한 경우 관행 대비 48.1~55.2%의 총채벌레의 밀도가 감소되었다. 따라서 총채벌레의 밀도가 낮을 경우라도 천적 또는 저독성 약제의 초기 방제가 중요하다. 또한 총채벌레의 밀도가 높을 때에는 저독성 약제로 총채벌레를 밀도를 낮춘 다음 천적을 활용하는 것이 총채벌레 방제에 효율적일 것으로 판단되었다.

표 12. 시험온실 온습도 분석

기 간	기 온(℃)								상 대 습 도(%)							
	평 균				최 고				평 균				최 고			
	A농가		B농가		A농가		B농가		A농가		B농가		A농가		B농가	
	관행	실증	관행	실증	관행	실증	관행	실증	관행	실증	관행	실증	관행	실증	관행	실증
3월	15.4	17.9	17.1	16.2	36.4	36.6	31.5	30.2	65.8	50.6	55.8	50.7	76.2	64.4	63.5	62.7
4월	17.6	17.0	16.2	16.4	42.8	36.3	35.4	36.0	72.8	58.7	56.7	54.7	88.4	71.2	66.7	65.9
5월	20.8	20.4	20.3	21.2	37.1	37.8	37.2	38.5	64.2	57.9	56.2	57.6	80.5	71.8	81.2	80.7
6월	25.3	24.5	24.6	25.5	42.5	40.8	41.8	42.4	64.4	65.2	62.1	63.4	80.4	79.7	80.6	79.5

표 13. 접목선인장 천적활용 실증재배시 총채벌레 수 변화(실증농가 A)

처리 내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도						
	천적처리 (3.15)	4주 (4.12)	6주 (4.26)	8주 (5.8)	10주 (5.24)	12주 (6.7)	14주 (6.21)
관행구 [↓]	33.3 ^a	28.7 ^a	19.3 ^a	33.0 ^a	34.7 ^a	24.7 ^a	22.3 ^a
실증구 [↓]	29.0 ^a	25.7 ^a	18.0 ^a	21.0 ^b	18.0 ^b	12.3 ^b	10.0 ^b

↓ 관행구(1~2주 간격 농약처리), 트랩 설치(20×22cm, 양면, 3.15, 2주 간격 조사),DMRT at 5%
 ↓ 실증구 - 천적 살포일(1차): 1회(3.15), 2회(3.29), 저독성 약제(1차): 1회(4.27), 2회(5.4)
 - 천적 살포일(2차): 1회(5.8), 2회(5.22), 저독성 약제(2차): 1회(6.20), 2회(6.27)

표 14. 접목선인장 천적활용 실증재배시 총채벌레 수 변화(실증농가 B)

처리 내용	천적방사 경과기간별 총채벌레 밀도						
	천적처리 (3.15)	4주 (4.12)	6주 (4.26)	8주 (5.8)	10주 (5.24)	12주 (6.7)	14주 (6.21)
관행구 [↓]	8.7 ^a	8.9 ^a	8.7 ^a	8.3 ^a	17.0 ^a	18.0 ^a	9.0 ^a
실증구 [↓]	9.7 ^a	7.7 ^a	7.3 ^a	3.7 ^b	11.7 ^b	10.7 ^b	8.7 ^a

↓ 관행구(1~2주 간격 농약처리), 트랩 설치(20×22cm, 양면, 3.15, 2주 간격 조사),DMRT at 5%
 ↓ 실증구 - 천적 살포일(1차): 1회(3.15), 2회(3.29), 저독성 약제(1차): 1회(4.27), 2회(5.4)
 - 천적 살포일(2차): 1회(5.8), 2회(5.22), 저독성 약제(2차): 1회(6.20), 2회(6.27)

4. 적요

접목선인장 재배시 총채벌레 발생을 감소시키기 위해 천적을 활용한 총채벌레 방제 기술개발 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

- 가. 천적을 3~6월 처리시 천적 처리 30일 후에 총채벌레 감소효과가 가장 컸으며, 무처리 대비 천적 60마리/m²에서 56.2~63.8%의 총채벌레 밀도가 감소되었다.
- 나. 천적 2~3회 처리하고 천적 방사 6주 후에는 무처리 대비 63.7~70.7%의 총채벌레 밀도가 감소되었으며, 관행 효과와 비슷한 수준을 보였다.
- 다. 천적과 혼용할 수 있는 저독성 약제로 천적 치사율이 낮았던 옥살린산 수화제, 가스가 마이신 수화제 등 11종을 선발하였다.
- 라. 천적과 저독성 약제를 활용한 현장 농가실증 결과 A포장 실증구에서는 천적을 2차 처리 4주 경과 후에 저독성 약제를 처리한 경우 관행 대비 31.2~55.4%, 실증농가 B포장에서는 48.1~55.2%의 총채벌레 밀도가 감소되었다.

5. 인용문헌

- Bielza P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* Pest Manage. Sci. 64: 1131-1138.
- Gouli VV, Gouli SY, Skinner M, Shternshis MV. 2009. Effect for the entomopathogenic fungi on mortality and injury level of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 42: 118-123.
- Jung DO, Hwang HS, Kim JW, Lee KY. 2018. Development of the Mass-rearing Technique for a predatory Mite *Stratiolaelaps scimitus* using the double box system. Korean J Appl. Entomol. 57(4): 253-260.
- Kim HY, Kim JH, Kang SH, Lee YH, Choi MY. 2009. Biological control of *Frankliniella occidentalis* on Cucumber, using *Amblyseius Swirskii*. Korean J Appl. Entomol. 48(3): 355-359.
- Kim JH, Byeon YW, Kim YH, Park CG. 2006. Biological control of thrips with *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemipteral:Anthocoridae) and *Amblyseius cucumber*(Oudemans) (Acari:Phytoseiidae) on Greenhouse Green pepper, sweet pepper and cucumber. Korean J. Appl. Entomol. 45(1): 1-7.
- Malais M, Ravensberg WJ. 1992. The biology of glasshouse pests and their natural enemies. Koppert. 40-44.
- 심상연 등. 2021. 선인장 다육식물 주요 병해충 진단 및 방제 매뉴얼. p. 36.

6. 연구결과 활용제목

- 뿌리이리응애 활용 접목선인장 총채벌레 방제 방법(영농활용, 2022)
- 뿌리이리응애의 천적활용을 위한 저독성 약제 선발(영농활용, 2022)
- 천적과 저독성 약제를 활용한 접목선인장 총채벌레 종합방제 모델(영농활용, 2023)
- 뿌리이리응애의 천적활용을 위한 저독성 약제 선발(영농활용, 2023)
- 접목선인장 천적활용 총채벌레 방제기술 확대 보급 지원(정책제안, 2023)
- 접목선인장 천적활용 총채벌레 방제 매뉴얼(매뉴얼 발간, 2023)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
						'21	'22	'23
접목선인장 천적이용 총채벌레 방제기술 개발	책임자	선인장다육식물연구소	농업연구사	김윤희	세부과제 총괄	○	○	○
	공동연구자	〃	〃	정규석	자료분석	○	○	○
	〃	〃	〃	이지혜	생육조사	○	○	○
	〃	〃	〃	서재순	자료분석	-	○	○
	〃	〃	농업연구관	이재홍	사업자문	○	○	○
	〃	〃	〃	정구현	사업자문	○	○	○