

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농식품연구성과후속지원사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003269-01

국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-Pack’의 제품화

2020. 09. 04.

주관연구기관 / (주)오상킨섹트
위탁연구기관 / 안동대학교

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내 농업환경에 적합한 한국형 친적보존식물 ‘스마트-Pack’의 제품화”
(개발 기간 : 2019. 05. 10. ~ 2020. 05. 09.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 09. 04.

주관연구기관명 : (주)오상킨섹트 (대표자) 이 준 석



위탁연구기관명 : 안동대학교 산학협력단 (대표자) 이 혁 재



주관연구책임자 : 함 은 혜

위탁연구책임자 : 임 언 택

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	819025-1	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.05.10.~ 2020.05.09	단 계 구 분	1차년도/1차년도
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	농식품연구성과후속지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-Pack’의 제품화			
	세부 과제명	국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-Pack’의 제품화			
연구책임자	함 은 혜	해당단계 참여연구원 수	총: 13 명 내부: 13 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 160,000천원 민간: 40,000천원 계: 200,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13 명 내부: 13 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 160,000천원 민간: 40,000천원 계: 200,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)오상킨섹트 생물자원연구소			참여기업명	(주)오상킨섹트
국제공동연구	상대국명: -			상대국 연구기관명: -	
위탁연구	연구기관명: 안동대학교			연구책임자: 임언택	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의 4 보안과제에 해당하지 않음
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

요약

- 천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시
- 콜레마니진디벌과 참뿔애꽃노린재의 포장 규격 및 환경 설정
- 천적 보존식물의 포장환경 설정
- 스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발
- 스마트-Pack 맞춤형 향온(저온)유통 시스템 개발
- 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축
- 멜론, 고추, 피망, 참외, 딸기 하우스 내 스마트-Pack을 적용한 후,
천적의 밀도 변동 및 해충 밀도억제 효과검증

보고서 면수: 89

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해충별 유인/기피 방어벽, 천적 곤충별 서식처 조성 및 천적을 이상적으로 조합하여 도출한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-Pack’의 확대보급으로 천적 적용의 진입장벽을 획기적으로 낮춰 저비용 고효율 친환경 방제기법 구축 ○ 스마트-Pack 모의실험을 통해 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 				
<p>연구개발 성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트-Pack 맞춤형 천적과 보존식물 모델 제시 (특허 출원 1건, 등록 1건, 홍보 1건): 콜레마니진디벌 + 보리 + 담배장님노린재 (참멋애꽃노린재) + <i>Portulaca</i> sp. ○ 스마트-Pack 맞춤형 배지 선발: 상토 : 코코화이버 = 1 : 1 ○ 하계와 동계시즌에 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발 (고용창출 1명 이상): 유통 기간 동안 10℃ 내외로 유지 가능 ○ 참외 하우스에 스마트-Pack을 처리한 결과 총채벌레, 잎응애류, 진딧물류에서 유의한 밀도억제 효과를 찾을 수 있었음 ○ 2019년 딸기 하우스에 스마트-Pack을 처리한 결과 진딧물류, 가루이류에서 유의한 밀도억제 효과를 찾을 수 있었음. 2020년엔 해충의 발생이 적어, 총채벌레에서만 유의한 밀도억제 효과를 찾을 수 있었음(학술발표 1건). ○ 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축(특허 2건 출원, 추가연구 1건) 				
<p>연구개발 성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작물 작기 초, 복잡한 예찰 과정 없이 손쉽게 천적의 적용이 가능해져 친환경 방제로의 진입장벽이 낮아짐 ○ 일괄적으로 천적과 서식처를 공급할 수 있으므로 안정적인 생산이 가능해짐 → 불규칙한 수요에 안정적인 생산 및 공급이 어려웠던 단점을 개선 ○ 계획 생산으로 인한 원가 절감효과 → 토착 천적 자원의 제품화로 천적곤충 산업의 활성화 도모 ○ 현장 특화된 천적곤충의 유지 시스템 개발로 농업인 활용 극대화(천적 적기 투입 등), 천적 투입량 최소화로 경제성 향상 ○ IPM의 새로운 모델 국내 정착으로 친환경 농업의 양적·질적인 성장에 밑거름 ○ 국내 농업환경에 최적화된 경제적인 스마트-Pack 현장 적용에 의한 천적 방제모델 구축 ○ 스마트-Pack에서 천적 간 기주 혹은 먹이 곤충을 공유하는 경우와 먹이가 부족하여 천적을 오랜 기간동안 유지 시키지 못할 경우를 보완해야 할 것으로 판단됨 				
<p>국문핵심어</p>	스마트-팩	천적	친환경 농업	유통시스템	보존식물
<p>영문핵심어</p>	Smart-Pack	Natural enemy	Environmental-friendly agriculture	Distribution system	Companion plant

< 목 차 >

제1장. 연구개발과제의 개요	7
제1절. 연구개발의 목적	7
1. 연구개발의 최종목표	7
2. 연구개발의 목표 및 내용	9
가. 목표	9
나. 세부목표	9
제2절. 연구개발의 필요성	12
1. 연구개발의 개요	12
2. 연구개발 대상의 국내·외 현황	14
가. 국내·외 시장 현황 및 전망	14
나. 국내·외 기술 동향 및 수준	15
다. 국내·외 표준화 현황	18
라. 선행 연구내용 및 결과	19
제3절. 연구개발 범위	21
1. 1차년도 개발목표 및 내용	21
2. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계	22
가. 연구개발 추진전략·방법	22
나. 연구개발 추진체계	23
다. 추진일정	23
제2장. 현장 특화된 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화	24
제1절. 천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시	24
1. 연구목표	24
2. 연구내용	24
가. 결합형 모델 제시	24
나. 천적 제품 규격설정	25
3. 연구결과	26
가. 결합형 모델 제시	26
나. 천적 제품 규격설정	29
제2절. 대상 천적/식물 최적의 생물 포장환경 설정	33
1. 연구목표	33
2. 연구내용	33
가. 대상 천적에 대한 포장환경 설정	33

나. 보존식물의 포장환경 설정	34
3. 연구결과	35
가. 대상 천적에 대한 포장환경 설정	35
나. 보존식물의 포장환경 설정	37
제3절. 스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발	40
1. 연구목표	40
2. 연구내용	40
3. 연구결과	41
제4절. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	48
1. 연구목표	48
2. 연구내용	48
가. 천적 제품의 유통 현황 확인	48
나. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	48
3. 연구결과	50
가. 천적 제품의 유통 현황 확인	50
나. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	50
제3장. 천적보존식물 스마트-Pack의 현장특화 기술개발	55
제1절. 천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증실험	55
1. 연구목표	55
2. 연구내용	55
가. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증(2019년 참외) ...	56
나. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증(2019년 딸기) ...	56
다. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증(2020년 딸기) ...	57
3. 연구결과	58
가. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증(2019년 참외) ...	58
나. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증(2019년과 2020년 딸기)	60
4. 연구고찰	63
제2절. 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축	64
1. 연구목표	64
2. 연구내용	64
3. 연구결과	66
제4장. 연구개발성과	68
제1절. 연구목표 및 실적	68

제2절. 연구성과	69
1. 지식재산권(특허 출원)	69
2. 사업화 현황	69
3. 국내 및 국제학술회의 발표	70
4. 홍보 전시	70
5. 기타: 타 연구에 활용 및 2단계 연구에 활용	70
제3절. 사업화 계획 및 매출 실적	70
제5장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	71
제1절. 연구목표 및 달성도	71
1. 세부·위탁과제별 최종 연구목표	71
2. 정성적 연구목표 및 평가지표에 의한 달성도	71
3. 성과목표별 자체평가	71
4. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후 대책(후속연구의 필요성 등)	72
제2절. 관련 분야의 기여도	73
제3절. 추가연구의 필요성	73
제6장. 연구결과의 활용 계획 및 기대효과	74
제1절. 연구결과의 활용 계획	74
1. (사업화) 참여기업체의 경쟁력 강화	74
2. 해충방제 분야 활용	74
3. 현장 특화된 새로운 IPM모델: 농업인 교육프로그램 적용(이론, 현장)	74
4. 친환경 농업 활성화를 위한 핵심 기술 이전	74
5. 친환경 농업의 활성화	75
6. (신기술 보급사업) 실용화 후속연구	75
7. (신산업 창출) 사업화 계획	75
제2절. 기대효과 및 파급효과	77
1. 기술적 측면	77
2. 경제·산업적 측면	77
참고 문헌	78
별첨 1. 연구개발보고서 초록	82
별첨 2. 자체평가의견서	83
별첨 3. 연구성과 활용계획서	87

제1장. 연구개발과제의 개요

제1절. 연구개발의 목적

1. 연구개발의 최종목표

< 토착 천적들과 보존식물의 결합형 제품화 >

- 유력 토착 천적들의 적용을 통해 자생천적 자원 개발의 활성화 및 해외도입 천적의 환경 유해성 우려의 해소
- 천적과 보존식물의 결합형 제품 개발을 통해 생물적 방제기법의 경제성 향상

< 현장 중심의 천적 적용시스템 구축 >

- 「현장수요자 맞춤형 천적 적용시스템」을 구축하여 천적 활용의 애로사항 최소화를 통한 천적의 효과 및 순기능에 대한 신뢰성 회복



< 한국형 방제모델 구축 >

- 한국형 천적보존식물 스마트-Pack의 확대보급으로 천적근층을 활용한 생물적 방제기법의 완전한 국내 정착

< 최종목표 >

천적근층을 활용한 친환경 농업의 활성화

천적 산업은 해외에서 이미 검증된 안정된 기술임에도 불구하고 국내에서의 천적 활용은 도입된 지 20년이 지났음에도 경험 부족과 사용법에 대한 이해 부족 등의 이유로 활성화가 더딘 실정이다. 이에 본 연구는 이와 같은 천적 적용의 근본적인 문제점을 극복하고자 천적에 대한 사전지식이 없거나 예찰을 생략하더라도, 작물 정식 초기에 도입하면 손쉽게 해충을 방제할 수 있는 ‘스마트-Pack’ 제품을 개발하고자 한다.

스마트-Pack은 광식성 천적과 기생성 천적의 결합형 벵커플랜트 모델로서 작기 초, 해충의 예찰 없이 농업현장에 적용하여, 주 작물의 해충 발생 전에 천적을 먼저 정착하게 하는 고효율 저비용의 업그레이드된 생물적 방제모델이다. 스마트-Pack을 통해 해충 발생 초기에 천적이 정착되면 천적의 추가 방사 없이 작기가 종료되는 시점까지 해충의 밀도를 경제적 피해 허용 수준 이하로 꾸준히 관리할 수 있다. 스마트-Pack에 적용된 기생성 천적은 진디별류로 포장에 발생하는 목화진딧물, 복숭아혹진딧물을 비롯해 수염진딧물류까지 제어가 가능하다(그림 1-1-1). 광식성 천적은 진딧물, 가루이, 잎응애, 총채벌레, 나방류 등을 광범위하게 포식하는 노린재류로 원예작물에 발생하는 미소 해충의 전반적인 제어가 가능하다(그림 1-1-1).



기생성천적: 콜레마니진디별 광식성천적: 참땃애꽃노린재 광식성천적: 담배장님노린재

그림 1-1-1. 스마트-Pack에 적용할 수 있는 천적 후보군

스마트-Pack은 ‘Natural Enemy in First (NEF)’기법을 제품화한 것으로, Markkula and Tiittanen (1976)의 ‘Pest in First Technique’을 기본이념으로 하며, 포장에 조성된 식물의 꽃가루나 화밀, 또는 이 식물을 기주로 증식하는 먹이 곤충을 포장에 먼저 접종 및 증식시켜 천적의 대체먹이 역할을 하게 함으로써 천적의 생존에 긍정적인 작용을 하는데 바탕을 두고 있다(Ham, 2018; Ham et al., 2019). 또한 스마트-Pack에 적용되는 천적의 생물 먹이원은 방제현장의 작물이나 수목에 직접 피해를 주는 해충이 아닌 천적의 먹이 역할만 하는 종으로, 천적의 먹이원으로 직접 공급한 해충이 포장에 증식할 수도 있다는 농민들의 우려를 종식 시킬 수 있을 것이다(Miller and Rebek, 2018).

2. 연구개발의 목표 및 내용

가. 목표

구분	내용
최종 목표	천적곤충을 활용한 친환경 농업의 활성화



생물적 방제기법의 완전한 국내 정착

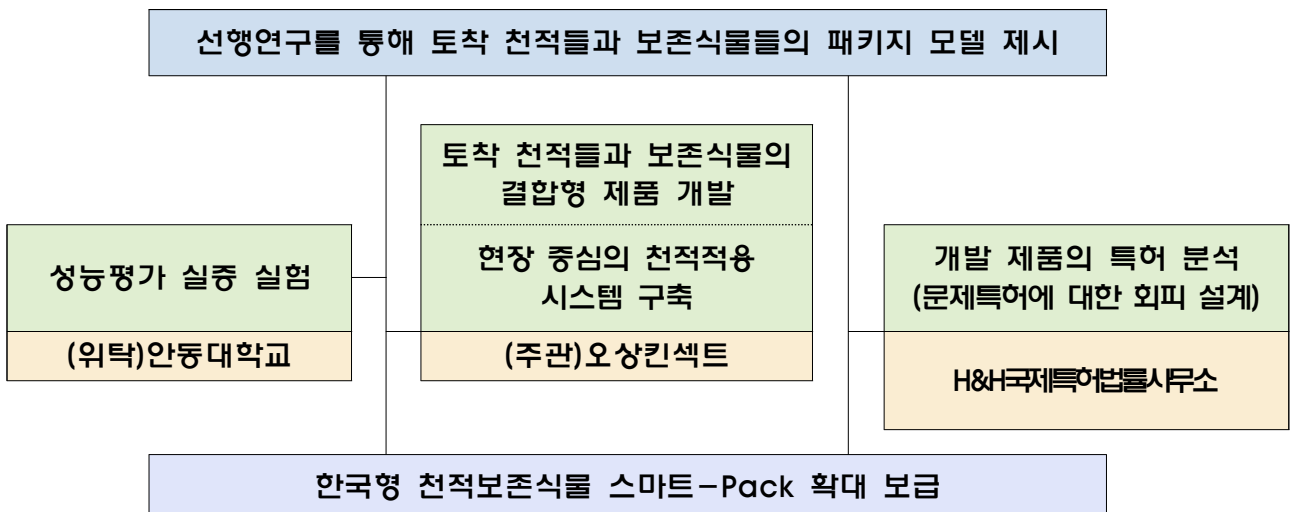
토착 천적들과 보존식물의 결합형 제품화 한국형 천적보존식물 '스마트-Pack'의 확대보급	현장 중심의 천적적용 시스템 구축 성능평가 실증실험을 통한 최적 제품화
---	--

나. 세부목표

○ 주요 내용

구분	주요 내용
제품화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 선행연구로 도출된 각 천적별 보조식물 패키지의 결합형 모델 제시 (국내 최초) ■ 대상 천적/식물 최적의 생물 포장 환경 구축 및 적용 ■ 안정적으로 식생을 유지시킬 수 있는 스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발 ■ 외부환경에 의한 손상 최소화 맞춤형 유통 시스템 개발
현장 특화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성능평가 실증실험을 통한 최적 모델화 (세계 최초) ■ 현장 맞춤형 품질 확인 시스템 구축

○ 주요 연구에 대한 구성도



○ 신규 제품의 주요 성능치(안)

구분	주요성능	단위	비중(%)	개발목표치	평가방법
포식성 천적	Quantity	%	20	100	IOBC 기준 ¹⁾
	Mortality	%	20	≤ 5 %	
	Sex-ratio	%	20	≥ 45 % females	
	Fecundity	개	20	≥ 7eggs/female/72hours	
기생성 천적	Quantity	%	20	100	IOBC 기준 ²⁾
	Emergence	%	20	≥ 45 %	
	Sex-ratio	%	20	≥ 45 % females	
	Fecundity	개	20	≥ 60 mummies/female	
스마트- Pack	약제대비효과	%	20	≥ 60 %	녹색기술기준 ³⁾

¹⁾ IOBC(2002) ‘Quality Control Guidelines for natural enemies’의 *Macrolophus caliginosus* 기준 참고

- Quantity ≥ the number of live adults and nymphs as specified on the label; weekly test
Place Packages in the freezer for at least one hour. Count the insects.
- Mortality ≤ 5 % of the number of live adults / nymphs as specified on the label; weekly test
Count the dead insects left in the Packages after live insects have been allowed to move to another container.
- Sex-ratio ≥ 45 % females; n=100; seasonal test
Take a sample of 500 insects found in the quantity test and determine sex-ratio.
- Fecundity ≥ 7 eggs/female/72 hours; n=30; annual test
Collect 30 females 7-10 days after their final moult from the mass rearing. Place them individually on a tobacco leaf disc (5 cm diameter) with a midrib in the middle, placed upside down on a 4mm layer of agar (1%). The container has to be ventilated with at least 2 cm between agar and the lid. Feed them *Ephestia kuehniella* eggs ad libitum. Remove the insects after 72 hours and examine leafdiscs for predator eggs under a stereo microscope. Eggs will be embedded in leaf midrib and veins.

²⁾ IOBC(2002) ‘Quality Control Guidelines for natural enemies’의 *Aphidius colemani* 기준 참고

- Quantity ≥ the number of live adults that should emerge from the Package
- Emergence ≥ 45 % (n=500); A weekly or batch-wise test
- Sex-ratio ≥ 45 % females; n=150; a seasonal test
- Fecundity ≥ 60 mummies/female in the first day when tested on *Aphis gossypii*, n=30, an annual test.
≥ 35 mummies/female in the first day when tested on *Myzus persicae*,

³⁾ 한국산업기술진흥원 녹색기술의 [천적을 활용한 자재]의 기술 수준: 무처리 대비 생물효과 60% 이상이거나 작물보호제 공시약제 대비효과 60% 이상

○ 핵심기술

- 토착 천적과 보존식물(뱅크플랜트와 트랩식물) 복합적용 기술 (세계 최초)
- 대상 생물 및 외부 환경, 최적 포장, 환경 구축 기술 (국내 최초)
※ 풀잠자리류는 천공수 22-30/cm² 에서 최적화 범위와 매우 유사하여 운송기간 동안 품질유지가 가능했음
- 동결점 이하 또는 30℃ 이상의 온도에서도 안정적으로 식생을 유지시킬 수 있는 전용 배지/배양토 적용 기술 (국내 최초)
- 이송용 패키지 어셈블리 구축 기술 (국내 최초)
- 국내 농업환경에 특화된 천적 적용 시스템 (국내 최초)

○ 토착 천적과 보존식물 복합적용 기술의 적용 범위

- 대상 작물: 파프리카, 토마토, 딸기, 가지, 오이, 고추 등 다양한 작물에 활용 가능
- 적용 해충: 진딧물류, 가루이류, 잎응애류, 총채벌레류 등 다양한 해충에 활용 가능



그림 1-1-2. 스마트-Pack의 구성 요소인 토착 천적과 천적의 보존식물들

○ 대상 생물 및 외부 환경에 최적화된 포장 시스템 구축 기술의 적용 범위

- 천적 곤충류뿐만 아니라, 뱅커플랜트 등의 식물, 식·약용 곤충 제품 등 다양한 생물자원의 포장을 위한 기술로 광범위하게 적용 가능

○ 식생을 유지시킬 수 있는 전용 배지/배양토 적용기술의 적용 범위

- 생물적 방제에 적용되는 뱅커플랜트, 트랩플랜트 뿐만 아니라, 다양한 화훼·원예식물의 건전한 생육을 위한 배지/배양토로 광범위하게 활용 가능

○ 이송용 패키지 어셈블리 구축 기술의 적용 범위

- 생물적 방제에 적용되는 뱅커플랜트, 트랩플랜트 뿐만 아니라, 다양한 화훼·원예식물의 건전한 이송을 위한 패키지로 광범위하게 활용 가능

○ 국내 농업환경에 특화된 천적 적용시스템의 적용 범위

- 대상 작물: 파프리카, 토마토, 딸기, 가지, 오이, 고추 등 다양한 작물에 활용 가능
- 적용 해충: 진딧물류, 가루이류, 잎응애류, 총채벌레류 등 다양한 해충에 활용 가능

제2절. 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

○ 천적이용 시 제기되는 다양한 애로사항 해결을 위한 대안기술 제시의 필요

※ 천적을 이용하는 농업현장에서 야기되는 문제점 (이 등, 2015; 김 등, 2015; 농촌진흥청 국립 농업과학원, 2018)



※ 농민의 의견을 반영한 새로운 천적 적용기술 제시



< 스마트-Pack 확대보급 >

※ 스마트-Pack : 광포식성 천적과 기생성 천적의 결합형 벙커플랜트 모델
작기 초, 해충의 예찰 없이 농업현장에 적용하여, 주 작물의 해충 발생 전에 천적을 먼저 정착하게 하는 고효율 저비용의 업그레이드된 생물적 방제모델

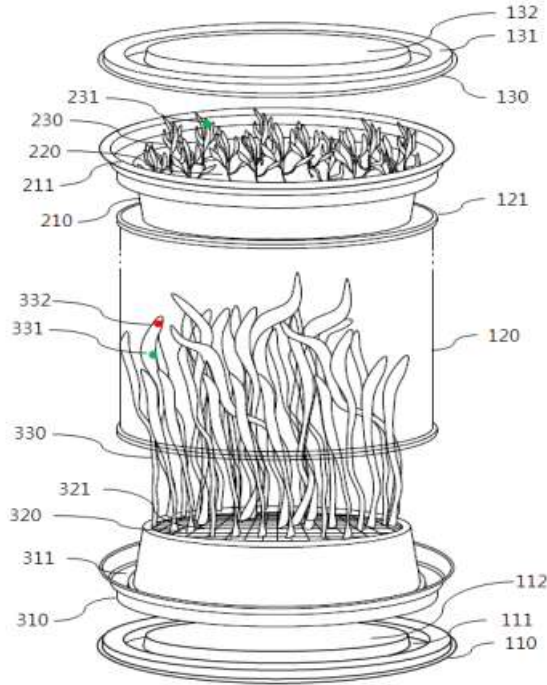


[스마트-Pack 적용모습(안)]



연구개발 대상 제품의 개요

< 제품 개념도 >



[부호의 설명]

- 110 하단 덮개
- 111 제1 기밀 레이어
- 112 제1 호흡교환구
- 120 원통형 본체
- 121 제1 맞물림 레이어
- 130 상단 덮개
- 131 제2 기밀 레이어
- 132 제2 호흡교환구
- 210 제1 유닛
- 211 제1 밀착 레이어
- 220 생육용 배지
- 230 제1 식물
- 231 제1 토착천적
- 310 제2 유닛
- 311 제2 밀착 레이어
- 320 생육용 배지
- 321 토양유실 방지막
- 330 제2 식물
- 331 제2 토착천적
- 332 제1 먹이곤충

< 핵심 기술 >

- 토착 천적 적용 기술('2008 ~ '2018): 자생천적 자원 활용 기술
- 뱅커플랜트와 트랩식물 복합 기술(특허 등록번호: 10-1161581; 10-1469056): 주 작물의 해충 발생 전에 천적을 먼저 유인/정착하게 하는 생물적 방제모델
- 포식성 곤충 운송용 멀칭필름 기술 응용(특허 등록번호: 10-1740128): 생물적 방제에 이용되는 포식성 곤충을 건전하게 운반할 수 있는 장치로서 운송도중 야기될 수 있는 폐사요인을 최소화하여 보다 안전하고 효율적인 이용을 가능케 하는 기술
- ※ 풀잠자리류는 천공수 22-30/cm² 에서 최적화 범위와 매우 유사하여 운송기간 동안 품질 유지가 가능했음
- 수목용 천적방사키트 전용 배지 응용(특허 등록번호: 10-1938678): 동결점 이하 또는 30℃ 이상의 온도에서도 안정적으로 식생을 유지 시킬 수 있는 기술
- 외부 환경 맞춤형 포장 기술(참고 특허: 20-0456554): 저온/고온 쇼크에 의한 손상 최소화를 위해 운송기간동안 대상 천적/식물을 발육최저온도로 유지할 수 있는 최적의 포장기술
- 이송용 패키지어셈블리(특허 등록번호: 10-1958959): 뱅커플랜트의 포장과 실제 영농 현장에 적용하는데 편의를 제공할 수 있음은 물론, 운반 이송 시 내용물이 뒤집히거나 밖으로 이탈하는 것까지 방지할 수 있는 기술

2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내·외 시장 현황 및 전망

< 친환경 농산물 >

- 국민소득증대와 삶의 질 향상에 따른 소비패턴 변화로 친환경농산물 시장규모는 **꾸준히 증가** 할 것으로 예상(김과 장, 2010; 농촌진흥청 국립농업과학원, 2018)

※ **친환경농산물 시장규모:** ('10) 3.6조 원 → ('20) 6.6조 원

※ **농약 사용량 감축 목표:** ('09) 12.1 kg/ha → ('12) 9.7 kg/ha → ('19) 8.0 kg/ha

- 유럽 시장에서는 친환경 채소 포장지에 곤충과 농약을 사용한 비율이 표시되고 제품 가격이 차별화되는 등 **천적 이용기반이 형성됨**

※ 천적을 이용한 해충방제 관련 유럽의 표시제

친환경 농산물 로고에 국제식품규격위원회(Codex) 기준에 생물학적 관리에 의해 재배되었음을 의미하는 'Bio' 또는 'Eco' 인증을 사용하여 해충을 방제할 때 천적을 보호했는지, 천적을 사용해서 재배했는지에 대해 소비자의 알 권리를 충족시킬 수 있는 정보를 제공

☞ **어떻게 해서 안전한 친환경 농산물이 되는가?** 라는 소비자의 의문에 대한 공급자의 대답임

< 곤충 시장 >



- **세계 곤충 시장:** ('07) 11조 원 → ('20) 38조 원 (3.5배 증가)

※ **천적곤충:** ('17) 5,000억 원 → ('22) 8,400억 원 (1.6배 증가)

※ **화분매개 곤충:** ('07) 11조 원 → ('20) 3.3조 원 (3배 증가)



- **국내 곤충 시장:** ('11) 1,680억 원 → ('15) 3,039억 원 → ('20) 5,363억 원 → ('27) 1조 원

※ **천적곤충:** ('10) 182.5억 원 → ('12) 52.3억 원 → ('14) 58.9억 원 → ('16) 48.8억 원

출처: Markets and markets, 2020; 농축산식품부, 2016; 2017

- 곤충자원의 지속적 시장성장이 예상되어 농업의 새로운 소득원으로 부각되고 있으나, 산업 전반의 성숙도는 낮은 편으로 곤충 사육 농가의 시설 및 생산 규모는 다른 농업에 비해 영세한 실정으로 곤충 시장의 자생적 생태계 조성이 미흡한 실정임(농림축산식품부, 2016)

※ **R&D 투자를 통한 산업 기반 확충 필요: ('16 ~ '20, 150억 원 규모)**

○ 2019년부터 시행되는 PLS에 대비한 친환경 해충 방제기술 수요 급증(식품의약품안전처 보도자료, 2018)

※ **농약허용물질목록관리제도(PLS, Positive List System)**: 사용되는 농약 성분 등록 후 잔류허용기준을 설정해, 등록된 농약 이외에는 잔류허용기준을 일률기준(0.01mg/kg)으로 적용하는 제도

나. 국내·외 기술 동향 및 수준

○ 선진국 대비(선진국 = 100) 국내 천적 곤충 기술 활용 수준 = **59.3**

표 1-2-1. 한국농촌경제연구원의 곤충 관련 전문가조사 결과 (2015. 5. 6. ~ 6. 25.)

미국	일본	유럽	평균
60.2	69.4	48.3	59.3

○ 전 세계 500여개 이상의 업체에서 230 여종의 천적곤충을 생산 중이나, 국내에는 10개 이하의 업체에서 1~6종의 천적곤충만 보유하고 있음(Naranjo et al. 2015)

표 1-2-2. 국내·외 천적곤충 생산업체의 현황

구분	기관명	주요현황	비고 ¹⁾
국내 산업체	(주)경농 코퍼트(주)	생산/수입 천적 공급 수입 천적 공급	유기농업자재(천적) 3종 보유 유기농업자재(천적) 6종 보유
	(주)한국유용곤충연구소 곤충산업연구소	수입 천적 공급 천적곤충 생산 및 공급	- -
	(주)에코윈 SJ인터내셔널	생산/수입 천적 공급 곤충병원성선충 공급	유기농업자재(천적) 1종 보유 유기농업자재(천적) 3종 보유
	(주)오상킨섹트	천적곤충 생산 및 공급	유기농업자재(천적) 4종 보유
	대학 연구센터	친환경농업연구센터	경북농민사관학교 운영
전문 과학관	천적생태과학관	천적생산 및 공급	-
해외 산업체	코퍼트(주) 바이오베스트(주) 아리스타라이프사이언스	천적 생산 및 수출 천적 생산 및 수출 농자재 수입 및 판매	네덜란드 기업(20종 이상) 벨기에 기업(20종 이상) 일본 기업

¹⁾ 국립농산물품질관리원 유기농업자재정보시스템(2018)에 등록된 총해관리용 유기농업자재(천적)는 5개 업체의 15개(9종)제품이 등록되어있음

- 농림축산식품부는 곤충산업을 '20년까지 7,000억 원대로 육성한다는 『비전2020』 을 발표했으며, 농촌진흥청은 '22년까지 국내천적사용면적은 2,000ha로, 천적시장 규모는 200억 원 수준으로 육성하기 위한 노력을 하고 있으나 천적방제비율은 1% 수준임(농촌진흥청 국립농업과학원, 2018)

※ 천적방제비율: (벨기에, 덴마크) 90%, (캐나다, 스웨덴) 80%, (한국) 1%

※ 천적사용면적: ('10) 2,500 ha → ('12) 630 ha → ('14) 398 ha → ('16) 425 ha

※ 국내천적시장규모: ('10) 182.5억 원 → ('12) 52.3억 원 → ('14) 58.9억 원 → ('16) 48.8억 원

- 토착 천적의 적용 확대를 위한 기반기술 개발 → 농촌진흥청, 도농업기술원, 천적생산업체 등에서 우수 토착 천적의 탐색 및 적용을 위한 연구 진행(1999~2017)

- 그러나 증가하고 있는 수입 천적의 사용: 국내 자가생산시스템이 확립되고 있는 진딧물류의 천적을 제외한 대부분의 천적 제품 수입량은 매년 증가하고 있음(Animal and Plant Quarantine Agency, 2018)

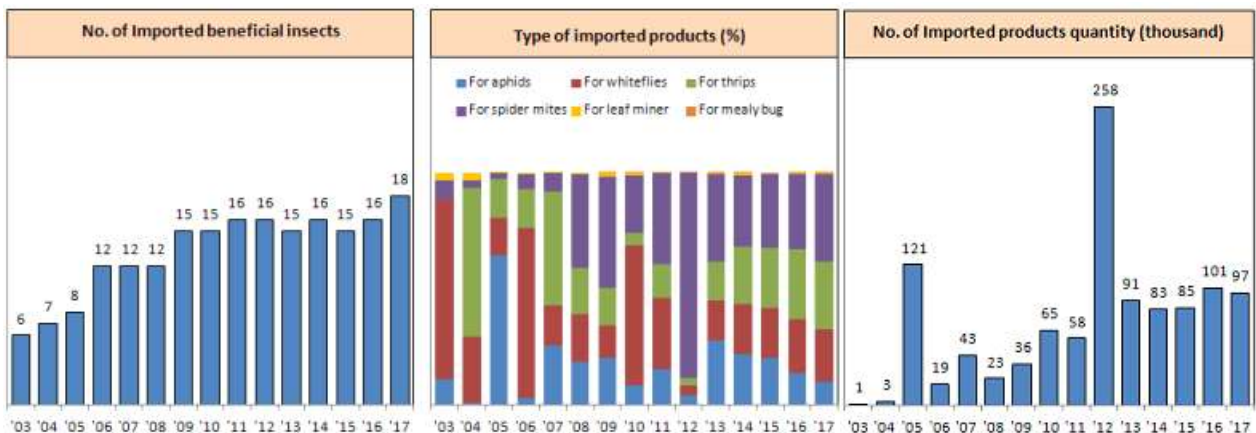


그림 1-2-1. 연도별 천적 수입 현황(Animal and Plant Quarantine Agency, 2018)

- 국내 농업현장에서 소외되고 있는 천적 농법: 기술 습득 및 천적의 정착에 장시간이 소요 → 수입 천적사용 및 해외 개발기술의 국내 적용 → 실수요자인 농민의 의견을 적극 반영한 국내 농업현장에 특화된 천적 적용기술 개발이 시급함

※ 천적사용 시 애로사항 설문조사 (농촌진흥청 국립농업과학원, 2018): 가격(50%), 적용기술 (23%), 정보(10%)

※ 천적이용 농가 실태조사(이 등, 2015)

표 1-2-3. 천적 이용 시 애로사항(농업인)

응답내용	비율
천적 수입에 따른 배송기간이 길어 적기투입이 어려움	50%
비용이 너무 비쌌	30%
고온기 방제효과가 낮음	20%
규격(마리수) 확인이 어려움	10%
천적을 정착시키기 어려움	10%

표 1-2-4. 천적 활성화를 위한 건의사항(농업인, 산업체)

응답내용	비율
지속적인 천적 지원 사업이 필요함	60%
비용을 낮추어 활용도를 높여야 함	20%
천적의 이해와 이용에 관한 교육이 필요함	20%
수입의존도를 낮추고 국내생산이 필요함	10%

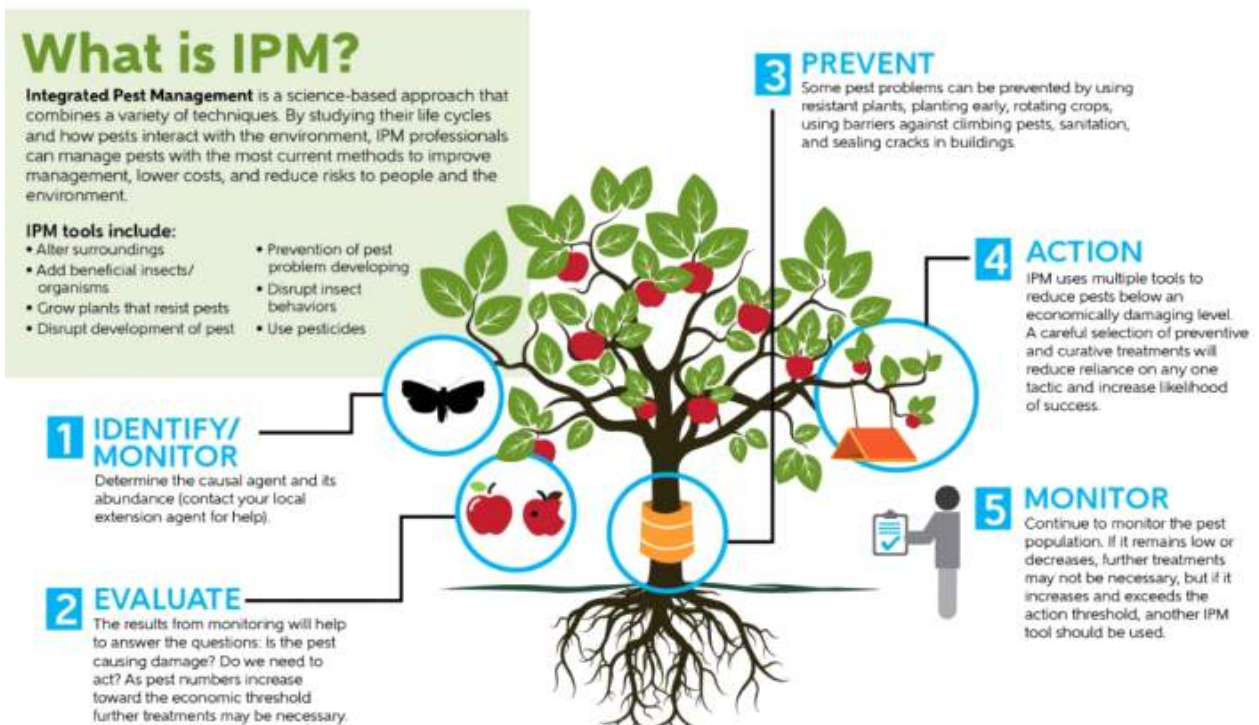


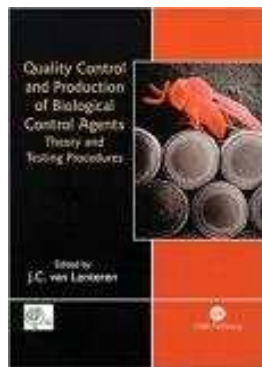
그림 1-2-2. 농민이 습득해야 하는 복잡한 IPM의 개념도 (ESA, 2018)

다. 국내 · 외 표준화 현황

< 표준화 현황 >



- van Lenteren (2003)는 『Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures』에서 천적의 품질관리에 대한 기준을 제시
- 국제생물적방제기구(IOBC)에서 발간된 Pesticide Side Effect Database는 주요 천적 그룹에 대한 살충제의 독성을 4단계로 구분하여 제시
- IOBC에서 『Internet Book of Biological Control』을 발간하여 천적의 탐색에서 증식, 저장 및 방사에 이르기까지 다양한 연구물을 취합하여 제시(van Lenteren, 2012a)
- IOBC Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'에서는 『IOBC-WPRS Bulletin』을 발간하여 저독성약제 실험 방법 및 결과물 제시(1974~2017)
- Handbook of Insect Rearing (Singh and Moore, 1985), Principles and Procedures for Rearing High Quality Insects (Schneider, 2009), Mass Production of Beneficial Organisms (Morales-Ramos et al., 2014) and Insect Diets (Cohen, 2015)에서 곤충의 사육에 대한 방법 제시



Active Ingredient	Product	g/l or kg	Cat.	Test Species	Species Group	Cat. of test	Dose tested (a.i./ha)	IOBC toxicity class	Effects and duration of activity	Field site (crop-country)	Remarks	Ref.
Imidacloprid	Gascho F9800	600	I	Aecochora bimaculata	Soil dwelling predator	Extended lab	50g	1			seed dressing	DAR
Imidacloprid	Gascho WS 70	700	I	Aecochora bimaculata	Soil dwelling predator	Extended lab	940g	1			seed dressing	DAR
Imidacloprid	Coridor 200SL	200	I	Andryssus solitarius	Predatory mite	Field aged	40 g	3-1	3 (DAT), 1 (14DAT)			Van de Ven et al., 2001
Imidacloprid	SL200	200	I	Aphidius rhopalosiphum	Parasitic hymenoptera lab	Extended lab	1.0g	2				DAR
Imidacloprid	SL200	200	I	Aphidius rhopalosiphum	Parasitic hymenoptera lab	Extended lab	0.50g	1				DAR
Imidacloprid	SL200	200	I	Aphidius rhopalosiphum	Parasitic hymenoptera lab	Extended lab	2x100g (14C)	4-1	4 (5 (DAT), 1 (14DAT))			DAR
Imidacloprid	SL200	200	I	Aphidius rhopalosiphum	Parasitic hymenoptera lab	Extended lab	2x100g (14C)	4-1	4 (3 (DAT), 3 (7-14DAT))			DAR

【천적품질관리서(2003)와 살충제에 대한 천적의 독성평가 결과시트(2013)】



- 파프리카('08), 딸기('11), 고추('11) 등 시설 재배 작물별 천적이용기술책자 발간 (농촌진흥청, 농업과학기술원)
- 천적의 이해와 활용('98), 천적이용 해충방제 기술('04), 천적이용가이드('05), 천적연구자료집('09) 등 천적활용 기술서 개발(농촌진흥청)
- 천적의 사육과 이용('99), 산업곤충의 사육기준 및 규격 I('13), 산업곤충의 사육기준 및 규격 II('14) 등 주요 천적의 증식과 이용에 관한 기술서 보급(농촌진흥청, 오상킨섹트)

라. 선행 연구내용 및 결과

- 주요 대상 해충별 국내 토착 천적 탐색 및 적용기술 개발(2008~2018)
 - 일본줄풀잡자리 외 5종
- 천적 곤충과 보조 식물의 경제적인 대량증식 기술 개발(2008~2015)
 - 벵커플랜트 재배세트 및 벵커플랜트 재배방법에 대한 특허 외 7건
- 천적 곤충과 보조 식물의 효율적인 유통 방법 및 현장 적용 기술개발(2013~2019)
 - 천적 방사기 특허 외 5건
- 포식성 천적류에 대한 사전연구(2017)
- 주요 천적 8종에 대한 표준 사육/관리 기준 개발 및 지침서 발간(2012~2014)
- 주요 천적에 대한 저독성 약제 선별(2012~2017)

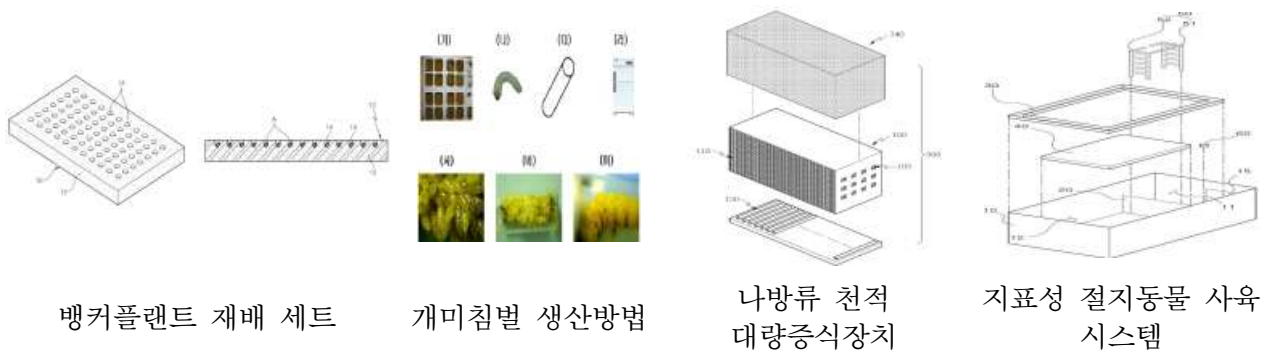
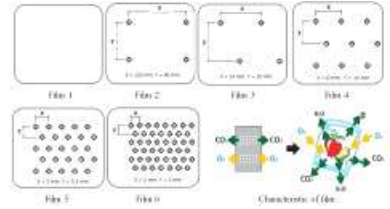
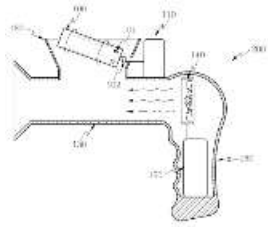


그림 1-2-3. 천적곤충과 보조 식물의 대량증식 기술



그림 1-2-4. 다양한 작물에 천적 및 서식처 적용 모습



총채벌레 트랩식물

천적방사기 단면도

잎응애류 천적의 서식처

포식성 곤충 운송용 멀칭필름

그림 1-2-5. 천적과 보존식물의 현장 적용 및 유통 방법



클레마나진디벌 마일스응애 지중해이라응애 미끌애꽃노린재 오이이리응애 칠레이리응애 진디혹파리 벵커플랜트

그림 1-2-6. 표준 사육 및 관리 기준을 개발한 천적 8종

○ 국내 농업환경에 특화된 push-pull 모델 국내 최초 제시(2016~2018): 친환경자재 사용 대비 54% 비용 절감효과가 있는 본 과제의 제안모델은 선행과제 최종 평가에서 **‘친환경 농업의 양적·질적인 성장을 위해 유지 발전시켜야 하는 우수한 성과’**로 인정받음



그림 1-2-7. 선행연구로 도출한 해충 방제를 위한 push-pull 기법들

제3절. 연구개발 범위

1. 1차년도 개발목표 및 내용

- 주관연구기관(오상킨섹트) : 현장 특화된 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화
- 위탁연구기관(안동대학교) : 천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증실험

구분	주요 내용
제품화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 선행연구로 도출된 각 천적별 보존 식물 패키지의 결합형 모델 제시 (국내 최초) <ul style="list-style-type: none"> - 표준화된 사육기술, 시설 및 규격에 대한 기준 『산업 곤충 사육기준 및 규격』에 준하여 결합형 제품 개발 - 선택 Set: (저온) 콜레마니진디벌과 보리 bp/ (고온) 싸리진디벌과 옥수수 bp / 혼합 - 기본 Set : 진디벌과 혼합 벵커플랜트 + 참뿔애꽃노린재(담배장님노린재)와 <i>Portulaca sp.</i> ■ 대상 천적/식물 최적의 생물 포장환경 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 천적과 식물에게 적당한 호흡 교환을 유도하면서 외부 중의 유입이나 내부 중의 유출을 근본적으로 차단할 수 있는 포장 규격설정 ■ 안정적으로 식생을 유지 시킬 수 있는 스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 피트모스, 펄라이트, SAP 등을 혼합 적용하여 수분 보유 조건에 따른 팽창, 수축 정도 확인 - 혼합 배지/배양토에 대한 토양의 균열, 들뜸 현상에 따른 뿌리 손상도 확인 - 대상 식물 중에 적용하여 생육 조사 후, 최적 배양토/배지 선발 ■ 외부 환경에 의한 손상 최소화 맞춤형 유통시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 표준화된 항온(저온)유통 기술개발 - 배송 시뮬레이션을 통한 유통 기술 검증
현장특화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성능평가 실증실험을 통한 최적 모델화 (세계 최초) <ul style="list-style-type: none"> - 모의실험을 위한 협력체계 구축 후 정밀 실증(하우스 확보 및 실험 설비 구축, 처리 효과의 정밀 검증을 위한 통계처리가 가능한 실험설계 완료) - 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (농가 혹은 실험용 하우스내에서 스마트-Pack 처리 효과 비교, 처리의 효과는 Before-After나 With-Without 실험설계를 이용할 것이며, 해충의 밀도 변화와 천적 개체수 변화, 방제효과 모두 검증) - 스마트-Pack 처리 효과의 객관적 분석에 기초한 평가보고서 2개 작성(처리 효과를 Before-After나 With-Without 실험설계를 이용해 천적 개체수 변화와 방제효과 모두 검증) ■ 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - International Organization for Biological Control 『Quality Control Guidelines for natural enemies』에 준하여 개발된 제품의 품질확인 시스템 구축

2. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

가. 연구개발 추진전략 · 방법

- 주관기관: (주)오상킨섹트(함은혜)는 현장 특화된 스마트-Pack 제품 개발 담당
 - ※ 선행연구에서 선발된 천적과 서식처(보존식물)의 결합형 제품화/산업화
- 위탁연구기관: 안동대학교(임언택)는 성능평가 실증실험 담당
- 연구개발 협력 추진 체계도



**한국형 천적보존식물 스마트-Pack 확대보급으로
천적곤충을 활용한 친환경 농업의 활성화**

나. 연구개발 추진체계(산학 협력 연구팀 조직)

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 스마트-Pack의 제품화	주관연구책임자 함은혜 외 총 12명

기관 별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중소기업	1	7
대 학	1	6
특허법률사무소	(1)	(1)

주관기관	위탁연구기관	협력연구팀
(주)오상킨섹트	안동대학교	특허법률사무소
함은혜 외 6명	임연택 외 5명	-
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용
한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품 개발	스마트-Pack 성능평가	개발 제품에 대한 특허 분석 (문제특허에 대한 회피 설계)

다. 추진 일정

1차년도														연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립 및 자료조사	■												200,000	함은혜 (오상킨섹트)
2	생물포장 환경 구축		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
3	전용 배양토/배지 선발				■	■	■	■	■						
4	최적 유통 시스템 기술 개발				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
5	품질확인 방법 확립										■	■	■		
6	성능평가 실증 실험						■	■	■	■	■	■	■		
7	시제품 설계도면 작성, 시제품 가공 및 평가											■	■		

제2장. 현장 특화된 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화

제1절. 천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시

1. 연구목표

원예작물에 발생하는 대표적인 해충류에 공통으로 적용할 수 있는 천적과 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시 및 제품 규격설정

2. 연구내용

가. 결합형 모델 제시

van Lenteren (2012b)의 보고에 의하면, 15~20개 이상의 나라에서 가장 많이 사용되고 있는 상위 15위 천적류의 대상 해충은 총채벌레류가 20%로 가장 많고, 진딧물, 가루이, 잎응애류와 뿌리파리류가 각 15%로 그 뒤를 따르고 있다. 국내 원예작물 재배지에 발생하는 해충류는 재배지역이나 작형에 따라 차이를 보이나, 토마토, 고추, 딸기 등의 대표적인 원예작물 재배지에서는 진딧물류와 총채벌레류의 발생이 높게 나타난다(이 등, 2019). 이에 본 연구에서는 대상 해충으로 진딧물류와 총채벌레류를, 적용 천적으로 콜레마니진디벌과 참뿔애꽃노린재를 선발하였다. 선행연구를 통해 천적별 보존식물로 선발한 보리(또는 옥수수)와 *Portulaca* sp.(또는 돌나물)를 멜론, 고추, 고추와 피망 혼합 재배 온실에 천적과 동시에 적용하여 작기 종료 시점의 해충과 천적의 밀도를 조사하였다(그림 2-1-1, 2-1-2). 콜레마니진디벌의 경우, 이미 우화가 진행되어 우화공이 형성된 머미는 계수하지 않았으며, 참뿔애꽃노린재는 약충과 성충의 구분 없이 전체 밀도를 조사하였다. 모든 시설재배지는 작물 정식 초기에 천적과 보존식물이 적용되었으며, 대상 천적인 콜레마니진디벌과 참뿔애꽃노린재는 1주일 간격으로 총 3회 연속 방사하였다(660 m²에 천적 제품 1병 방사).



대상 작물 : 멜론

고추

고추 + 피망 혼합

그림 2-1-1. 천적과 보존식물 패키지가 적용된 시설재배지



대상 작물 : 멜론



고추



고추 + 피망 혼합

그림 2-1-2. 천적과 보존식물 패키지가 적용된 시설재배지에서의 밀도조사 모습

나. 천적 제품 규격설정

기생성 천적인 콜레마니진디벌과 포식성 천적인 참멋애꽃노린재의 접종 비율과 종 간 상호작용을 확인하여 스마트-Pack 최적의 제품 규격을 설정하고자 본 실험을 진행하였다. 먼저 천적 접종 비율을 확인하기 위하여 각 천적별 단독 처리구와 무처리구를 설정하여 접종 7일째에 각 천적별 방제가를 구하였다. 기생성 천적과 포식성 천적의 공통 먹이원인 기장테두리진딧물은 소형 포트(6 × 6 cm)에 보리 종자를 30개 파종하고 발아 직후 포트당 100마리를 접종하여 5ℓ 원형 용기에 하나씩 넣어 실험에 사용하였다(그림 2-1-3). 기장테두리진딧물과 콜레마니진디벌의 접종 비율은 5:1, 10:1, 20:1, 100:1과 200:1의 5개 처리구로, 참멋애꽃노린재의 경우 10:1과 50:1의 2개 처리구로 설정하였다. 또한, 기생성 천적과 포식성 천적 종 간 상호작용을 확인하기 위하여 각 천적별 단독 처리구와 기생성과 포식성 천적의 혼합 처리구의 3개 처리구를 설정하여 상기 실험에서 결정된 먹이원과 천적의 접종 비율로 접종하여 7일째에 무처리구의 밀도를 확인하여 처리구별 방제가를 비교하였다. 콜레마니진디벌이 접종된 처리구는 기생률도 비교했으며, 모든 실험은 25 ± 1°C, 60~75%, 16L : 8D로 설정된 실험실에서 진행하였다(그림 2-1-4). 실험에 사용한 콜레마니진디벌은 우화 직후의 성충을 번데기와 분리해서 사용하였다(그림 2-1-5).



그림 2-1-3. 천적 제품 규격설정 실험 세팅 모습



그림 2-1-4. 처리구별 실험실에 세팅된 모습



그림 2-1-5. 콜레마니진디벌 머미와 성충 분리 모습

3. 연구결과

가. 결합형 모델 제시

시설 멜론, 고추, 고추와 피망 혼합 재배 온실에 천적과 보존식물을 정식과 동시에 적용한 후, 작기 종료 시점의 해충류와 천적의 밀도를 조사한 결과는 그림 2-1-6과 같다. 시설 멜론에서는 엽당 평균 2.25마리의 진딧물이 조사되었으나, 콜레마니진디벌의 머미도 엽당 평균 1.03마리로 성공적인 정착을 확인할 수 있었다. 그 외 모든 처리구의 해충 밀도는 엽당 0.01~1.45마리로 낮은 밀도를 유지하고 있었으며, 콜레마니진디벌과 참멋애꽃노린재는 엽당 각 0.06~1.03마리와 0.67~1.95마리로 유지되고 있는 것을 확인할 수 있었다(그림 2-1-7).

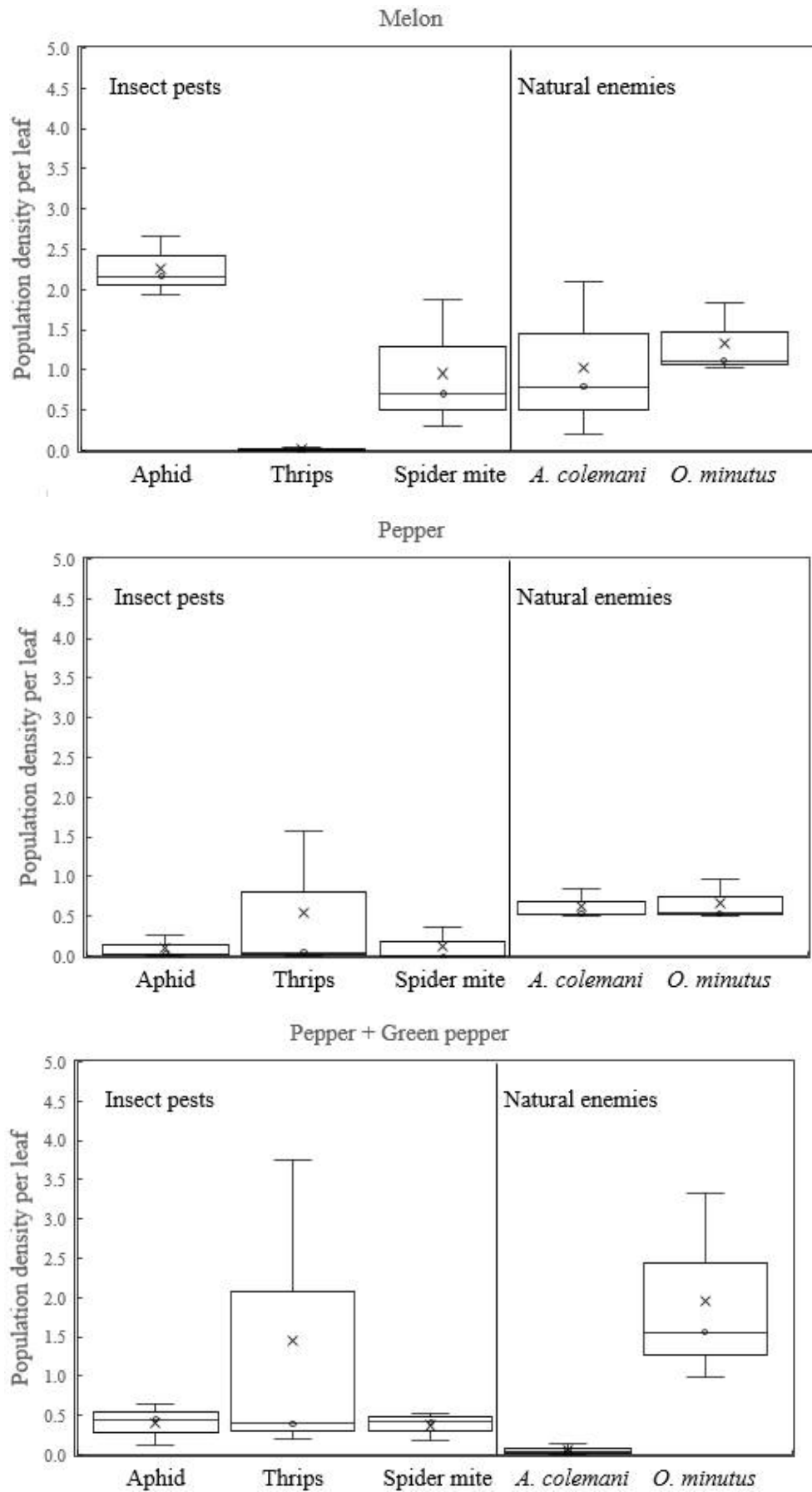


그림 2-1-6. 천적과 보존식물 패키지가 적용된 시설재배지에서의 해충과 천적의 밀도

실험이 진행된 포장에서 대상 해충인 진딧물과 총채벌레 외에도 점박이응애의 발생도 확인이 되었다(그림 2-1-6). 작물의 생육 시기에 잎응애류 피해 모습은 관찰할 수 없었으며, 작기 종료 시 점에도 엽당 평균 0.12~0.96마리로 낮은 밀도만 관찰되었다. 대상 해충과 점박이응애의 낮은 밀도는 광식성인 참땀애꽃노린재의 성공적인 정착에 긍정적으로 작용했을 것으로 판단된다. Rahman et al. (2020)의 보고에 의하면 국내 자생종인 참땀애꽃노린재가 해외 도입종인 미끌애꽃노린재보다 점박이응애 성충과 알에 대한 포식량이 1.4배 더 많았고, 참땀애꽃노린재의 먹이 선호성에 대한 본 연구팀의 선행 연구결과에서도 총채벌레, 진딧물, 점박이응애와 벗나무응애에 대해서도 포식 활동을 하는 것을 확인할 수 있었다(그림 2-1-8)(이와 임, 2020). 천적을 활용한 생물적 방제는 해충 개체군의 밀도를 경제적 피해 수준 아래로 유지하는 것으로, 결국 천적과의 상호작용에 의해 생기는 군집의 안정성과 관련이 있다(농촌진흥청, 2009). 따라서 생물적 방제가 안정적으로 성공하려면 해충과 천적의 밀도를 경제적 피해 수준 이하의 평형점에 머물도록 하는 것이다. 본 연구를 통하여 작물의 정식 초기에 해충의 예찰 없이, 천적과 보존식물의 일괄적용으로 시설 멜론, 고추와 피망 재배지에서 해충의 밀도를 효과적으로 억제할 수 있음을 확인하였다. 본 연구에서는 1차 천적과 보존식물의 적용 후, 천적곤충을 1주일 간격으로 2회 더 방사하였으나, 현장의 해충과 천적의 밀도 변동에 근거하여 천적 적용을 가감하는 것이 바람직하다. 또한, 약제 미사용으로 주변 잡초에서 증식하는 자생천적들이 온실 내부로 유입되어 해충방제 활동을 하는 모습도 많이 관찰되었다(그림 2-1-9). 천적과 혼합 방사한 보존식물이 방사한 천적뿐만 아니라, 주변 자생천적의 서식처, 피난처, 쉼터 등의 역할을 하면서, 천적의 생존과 해충 방제 활동에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 나아가 기 조성된 천적의 보존식물에 먹이 곤충을 추가로 투입하는 적극적인 천적의 밀도 유지를 통해 더욱 안정적으로 해충밀도를 관리할 수 있을 것이다. 추후 천적과 보존식물 패키지와 함께 천적에 안전한 약제를 선택적으로 사용한다면 방사한 천적과 더불어 자생천적의 활발한 해충 방제 활동을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.



클레마니진디벌 머미

참땀애꽃노린재 성충

참땀애꽃노린재 약충

그림 2-1-7. 천적과 보존식물 패키지가 적용된 시설재배지에 정착한 방사 천적



그림 2-1-8. 진딧물을 포식하고 있는 참멋애꽃노린재 성충



풀잠자리 알과 유충

꼬마남생이무당벌레의 유충

그림 2-1-9. 천적과 보존식물 패키지가 적용된 시설재배지에 정착한 자생천적

나. 천적 제품 규격설정

기생성 천적인 콜레마니진디벌의 접종 비율별 방제가를 확인한 결과는 그림 2-1-10과 같다. 먹이인 기장테두리진딧물과 천적을 100:1로 접종한 처리구에서의 방제가는 72.92%였으며 나머지 처리구에서는 모두 96% 이상이었다($df = 4,14, F = 83.2, P < 0.0001$). 스마트-Pack에 적용될 기장테두리진딧물은 포장에서 천적의 밀도를 유지하는 중요한 역할을 하는 요인으로, 적용 현장에 해충이 발생 되기 전까지 적정 밀도를 유지해야 하므로 먹이와 천적의 비율은 100:1이 적합할 것이다. 본 연구에서는 콜레마니진디벌의 먹이 진딧물로 기장테두리진딧물을 사용했으나, 보리두갈래진딧물이나 옥수수테두리진딧물 등의 기주 특이성이 있는 다른 진딧물들을 사용해도 무방할 것이다(그림 2-1-11).

로트카와 볼트라 모델에 의한 해충과 천적의 밀도 변동 이론에서도 해충의 밀도가 높아지면 천적의 밀도가 증가하고, 천적 밀도가 증가하여 기생이나 포식이 많으면 해충밀도는 감소하고, 그 후 기생이나 포식도 더 이상할 수 없어 천적 밀도도 감소하게 된다고 보고 한 바 있다(농촌

진홍청, 2009). 먹이와 천적의 비율을 200:1로 접종한 처리구에서는 먹이원인 기장테두리진딧물의 밀도가 전체적으로 증가추세를 보여 기주식물에 황화현상이 생기는 등 먹이원과 식물 모두 건전한 증식이 이루어지지 못했다. 접종 비율별 진딧물에 대한 콜레마니진디벌의 기생률은 그림 2-1-12와 같으며, 접종 비율 5:1에서 가장 높게 확인되었다($df = 4,14, F = 7.72, P = 0.0042$). 접종 비율 10:1부터 먹이 비율이 높아질수록 기생률도 같이 높아지는 현상을 확인할 수 있었으며, 먹이원인 진딧물의 지속적인 유지와 기생성 천적의 안정적인 정착을 위해 방제가와 기생률을 복합적으로 비교 분석한 결과 먹이원과 천적의 비율은 100:1로 결정하였다.

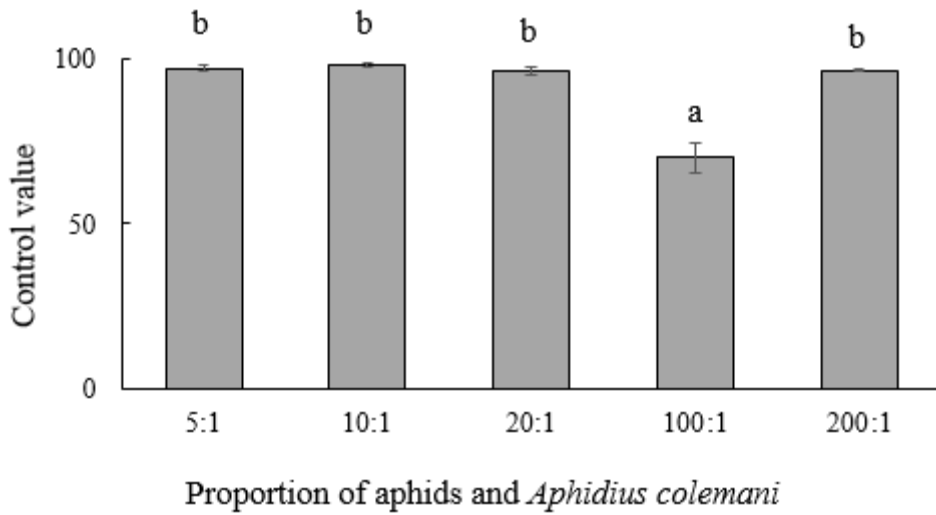


그림 2-1-10. 진딧물과 콜레마니진디벌의 접종 비율별 방제가



먹이 진딧물: 보리두갈래진딧물

먹이 진딧물: 기장테두리진딧물

그림 2-1-11. 농업현장에서 사용하고 있는 콜레마니진디벌 보존식물(뱅크플랜트)

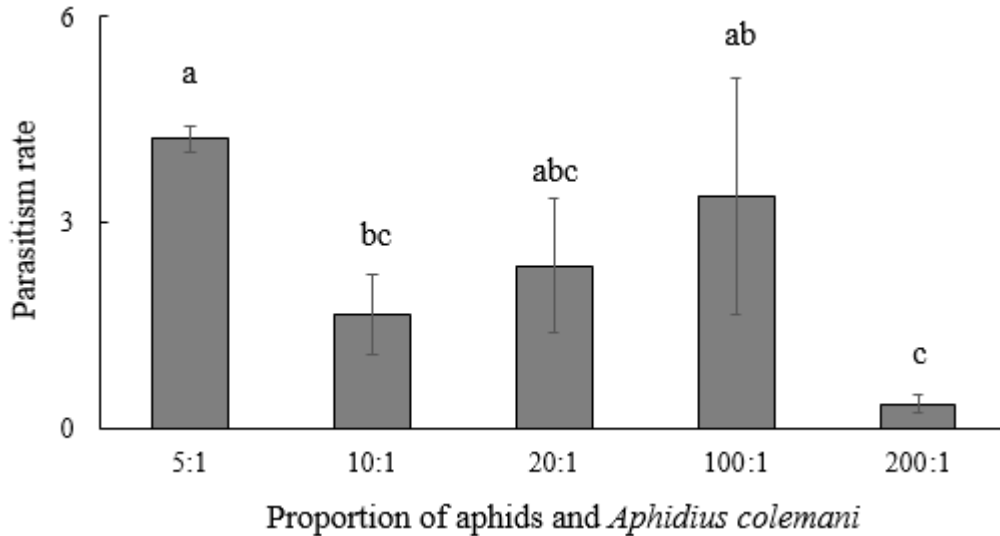


그림 2-1-12. 진딧물과 콜레마니진디벌의 접종 비율별 기생률

포식성 천적인 참멋애꽃노린재의 접종 비율별 방제가를 확인한 결과, 10:1과 50:1에서 각 70.5%와 67.3%로 통계적 차이를 확인할 수 없었다(그림 2-1-13)($df = 1,4$, $F = 0.44$, $P = 0.5425$). 상기 실험의 결과에 따라 콜레마니진디벌은 100:1로 참멋애꽃노린재는 50:1로 각 처리하고, 콜레마니진디벌과 참멋애꽃노린재를 동시에 접종하여 전체 3개 처리구의 방제가를 비교 분석하였다(그림 2-1-14). 각 천적을 단독으로 접종한 처리구보다 혼합 접종한 처리구에서 80% 이상의 높은 방제가를 확인할 수 있었다(그림 2-1-15)($df = 2,6$, $F = 10.5$, $P = 0.011$). 또한 혼합 처리구의 콜레마니진디벌 기생률이 콜레마니진디벌 단독 처리구의 기생률보다 1.75배 높게 나타나, 두 중간 해충 방제 활동의 시너지효과를 확인할 수 있었다(그림 2-1-16). 각 처리구별 콜레마니진디벌의 기생률은 평균 수치 차이는 있으나, 통계적 유의차는 없었다($df = 1,4$, $F = 4.77$, $P = 0.094$).

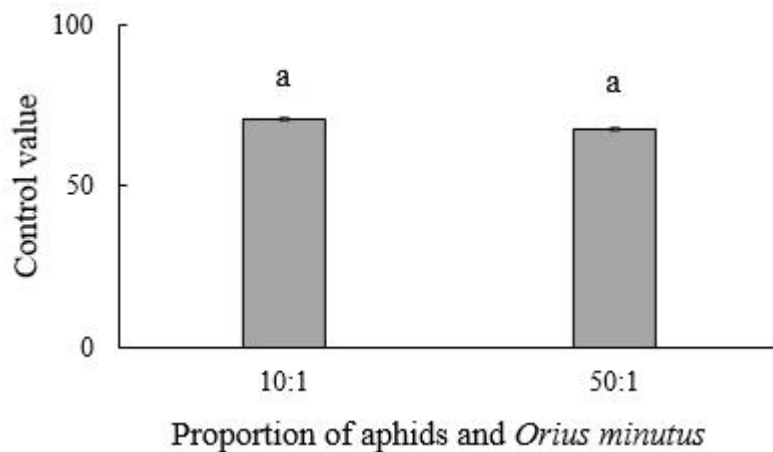


그림 2-1-13. 진딧물과 참멋애꽃노린재의 접종 비율별 방제가



그림 2-1-14. 콜레마니진디벌과 참뿔애꽃노린재의 중간 상호작용확인 모습

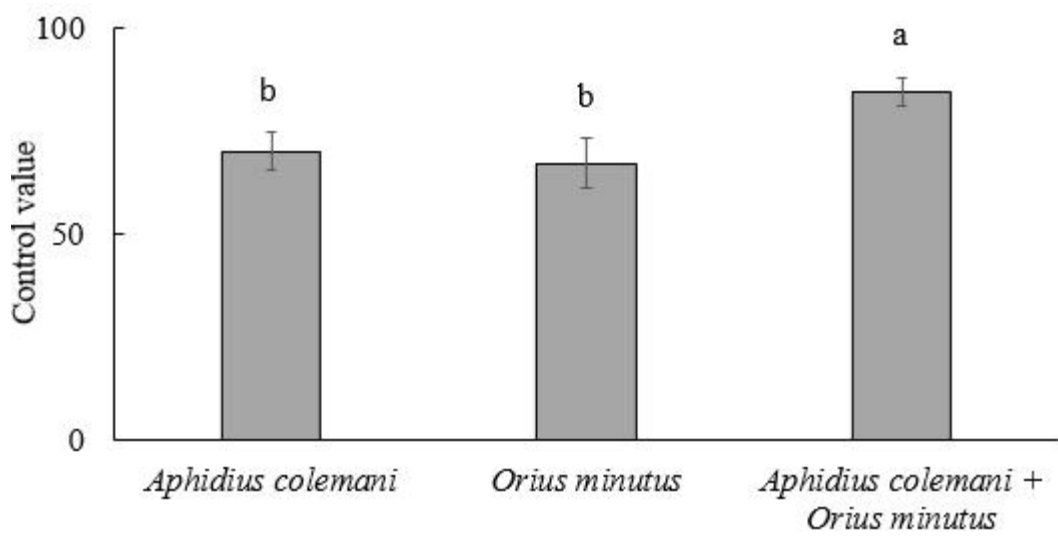


그림 2-1-15. 각 처리구별 방제가

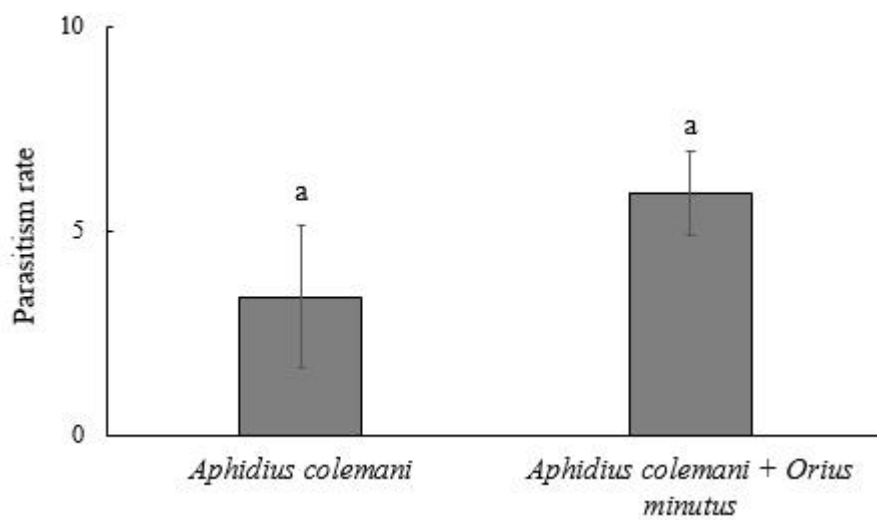


그림 2-1-16. 각 처리구별 콜레마니진디벌의 기생률

제2절. 대상 천적/식물 최적의 생물 포장환경 설정

1. 연구목표

스마트-Pack 전용 천적/식물에 대한 최적의 생물 포장환경 구축 및 적용 조건 설정

2. 연구내용

스마트-Pack 전용 천적인 콜레마니진디벌, 참뿔애꽃노린와 각 천적 보존식물의 포장환경을 설정하기 위하여 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

가. 대상 천적에 대한 포장환경 설정

콜레마니진디벌은 주로 성충태나 머미형태로 방사되는 천적으로 전 세계적으로 유통의 형태가 일률화되어 있는 편이다. 대부분 머미의 형태로 유통이 되며 톱밥 또는 일정한 공간을 가지는 보조재 등과 함께 포장이 된다(농촌진흥청 국립농업과학원, 2013). 이들 보조재의 가장 큰 기능은 온도차에 따른 결로현상을 최소화시켜 우화율을 보장하고, 운송 과정 중 야기될 수 있는 물리적인 충격을 흡수하는 등 방사 시 제품을 고르게 방사할 수 있게 하는 증량제의 역할을 하기도 한다. 천적 생산업체마다 포장환경에 차이가 있으나, 일반적으로 10℃ 내외의 저온 유통을 기본으로 한다(그림 2-2-1).



그림 2-2-1. 콜레마니진디벌의 보조재와 제품 모습

애꽃노린재류의 경우, 주요 유통 형태는 성충 형태로, 농업현장에 방사될 때 바로 포식 활동과 산란 활동을 하여 즉각적인 방제효과를 볼 수 있게 하기 위함이다(농촌진흥청 국립농업과학원, 2013). 이에 본 연구에서도 자생천적인 참뿔애꽃노린재의 유통 형태는 성충태를 기본으로 설정하였다(그림 2-2-2). 또한, 에너지 소모를 최소화할 수 있는 생리적 휴지상태를 이용한 단기 저온 유통 조건의 확립을 위하여 참뿔애꽃노린재의 온도별 발육 기간을 기본으로 발육영점온도를 구하였다.



그림 2-2-2. 애꽃노린재의 유통 형태인 성충과 제품 모습

먼저 온도별 발육 기간을 확인하기 위하여, 사육 용기(310050, SPL Life Science Co., Ltd., Pocheon, Republic of Korea, 5 × 1.5 cm)에 참뿔애꽃노린재 알을 하나씩 접종한 후 15°C, 20°C, 25°C와 30°C로 설정된 인큐베이터에 두고, 성충이 될 때까지 매일 발육상태를 확인하였다. 약충 발육단계는 현미경하에서(Dimis-ME, SIWON, Korea) 탈피각으로 구분하였으며, 확인한 탈피각은 혼동을 피하기 위하여 제거해 주었다(그림 2-2-3). 온도와 발육율과의 관계를 나타낸 선형 모형은 최소자승법을 사용하여 구하였으며, 온도에 따른 약충 발육단계별 평균 발육기간의 역수로 계산하였다(Koo et al., 2013). 참뿔애꽃노린재 발육단계별 발육영점온도는 회귀직선식의 X 절편(-b/a)값으로 도출하였다.



그림 2-2-3. 참뿔애꽃노린재 실험 모습과 탈피각

나. 보존식물의 포장환경 설정

기생성 천적의 보존식물인 보리와 기장테두리진딧물 조합의 포장환경을 설정하기 위하여 환기구가 없는 사각 용기(11 × 11 × 7.5 cm)와 원형 용기(10.8 × 14 cm) 2개, 그리고 뚜껑 상단에 직경 4cm의 환기구가 있는 원형 용기(11 × 8 cm)를 준비하였다(그림 2-2-4). 각 용기에 보리를 파종하여 발아 직후 보리 한 주당 기장테두리진딧물을 3마리씩 접종하여 아이스박스에 포장 후 24시간과 42시간 후 진딧물 밀도를 확인하였다. 또한, 본 연구팀의 선행연구로 개발된 포식성 천적 보존식물인 *Potulaca* sp.의 포장 환경과 배송 후 현장에서 손쉽게 가식할 수 있는 방법을 구축하기 위하여 토양 표면에 흘뿌리는 방법, 흘뿌린 후 흙을 덮는 방법과 1cm 깊이로 직접 식재하는 방법의 3개 처리구를 설정하였다. 실험 세팅 후 7일, 18일과 24일이 경과된 시점에서 각 처리구별 뿌리의 발육상태를 비교 분석하였다. 보존식물은 *Portulaca* sp.를 5 ~ 7cm 길

이로 절단하여 상온에서 2일 동안 절단 부위를 아물게 한 후 실험에 사용하였다(그림 2-2-5).



그림 2-2-4. 기생성 천적의 보존식물 실험 모습



그림 2-2-5. 포식성 천적 보존식물인 *Potulaca* sp.

3. 연구결과

가. 대상 천적에 대한 포장환경 설정

줄알락명나방알을 먹이로 공급하면서 참뿔애꽃노린재의 온도별 발육 기간을 확인한 결과, 5령까지 발육하며 온도가 낮아질수록 발육 기간이 늘어나는 것을 확인하였다(표 2-2-1). 미끌애꽃노린재는 온도가 산란수, 발육일수에 영향을 미치며 최적 발육온도는 20~30℃이며, 꽃노린재의 적정 사육온도는 28~31℃, 실외 방사 온도는 30~35℃라고 보고된 바 있어 천적 종별 최적의 사육/방사 온도 확인은 중요할 것으로 판단된다(Alauzet et al., 1994; Zhou and Zhu, 2006). 참뿔애꽃노린재 발육단계별 온도와 발육율의 관계를 직선회귀식에 의해 분석한 결과 참뿔애꽃노린재의 알부터 성충까지 발육 영점온도는 10.94℃로 확인되었다(표 2-2-2, 그림 2-2-6). 각 발육단계별 r^2 값이 0.89~0.98로 온도별 발육기간 분포가 유사한 것으로 보인다. Ding et al. (2016)은 긴털가루응애를 먹이로 참뿔애꽃노린재의 발육 기간을 조사하여 발육영점온도를 8.89℃로 보고한 바 있으며, 이 외에도 숨이애꽃노린재와 으뜸애꽃노린재의 발육영점온도는 각 12.27℃

와 10.6~11.0°C로 알려져 있다(Mendes et al., 2005; Ohta, 2001). 스마트-Pack의 포식성 천적인 참뿔애꽃노린재는 10°C 내외의 저온 조건에서 일시적 발육정지를 유발할 수 있어, 상기와 같은 온도조건으로 포장환경을 설정하게 되면, 유통 기간 동안 최소한의 에너지를 이용해서 생존 유지가 가능하게 될 것이다. 발육영점이하의 온도조건에서는 세포막 장애와 같은 냉해 피해(Kim et al., 2009)를 받을 수 있으므로 설정한 온도조건이 유지될 수 있는 유통시스템 구축이 필요할 것이다. 또한, 저온유통 시 제품 내·외부와의 온도차가 있으면 포장 용기 내부에 결로현상이 발생할 수 있기 때문에 용기 상단부에 필터 소재의 환기구를 설정해 줄 필요가 있을 것이다 (그림 2-2-7).

표 2-2-1. 참뿔애꽃노린재의 온도별 발육 기간

Stage	Developmental period (days)			
	30°C	25°C	20°C	15°C
Egg	2.5 ± 0.4	5.2 ± 0.4	8.8 ± 0.8	14.3 ± 0.6
1 st instar	2.2 ± 0.1	2.2 ± 0.3	3.9 ± 0.4	8.5 ± 0.5
2 nd instar	1.4 ± 0.2	2.3 ± 0.2	3.1 ± 0.8	8.0 ± 0.6
3 rd instar	1.5 ± 0.2	2.4 ± 0.1	2.5 ± 0.6	9.6 ± 1.0
4 th instar	1.9 ± 0.2	2.9 ± 0.2	3.5 ± 0.8	9.8 ± 0.2
5 th instar	3.0 ± 0.1	4.6 ± 0.5	5.9 ± 0.7	17.6 ± 1.5
Total egg-adult	12.5 ± 0.2	19.6 ± 0.6	27.7 ± 2.1	67.8 ± 0.7

표 2-2-2. 참뿔애꽃노린재 발육단계별 온도와 발육율의 직선회귀분석과 발육영점온도

Stage	Regression equation ^a	r ²	Lower developmental threshold (T ₀ :°C)
Egg	Y= 0.0214X-0.287	0.89	13.41
1 st nymph	Y= 0.0242X-0.2232	0.90	9.22
2 nd nymph	Y= 0.0376X-0.4469	0.97	11.89
3 rd nymph	Y= 0.0341X-0.37	0.91	10.85
4 th nymph	Y= 0.0266X-0.2846	0.97	10.70
5 th nymph	Y= 0.0175X-0.2006	0.98	11.46
Egg to adult	Y= 0.0052X-0.0569	0.98	10.94

^a X and Y indicate temperature (°C) and developmental rate (day⁻¹). An equation of the egg stage was calculated with data of 15, 20, 25 and 30°C.



1령

2령

3령

4령

5령

그림 2-2-6. 참멋애꽃노린재 약충 모습



그림 2-2-7. 천적 용기에 적용되어있는 환기구

나. 보존식물의 포장환경 설정

기생성 천적의 보존식물인 보리와 기장테두리진딧물 조합의 포장환경 설정을 위한 실험결과(그림 2-2-8), 24시간 후 모든 처리구의 진딧물 밀도 변동은 확인할 수 없었으나($df = 2,8; F = 0.26; P = 0.782$), 42시간 후에는 용기의 사이즈별, 환기구의 유무별 진딧물의 밀도가 크게 변동됨을 확인할 수 있었다($df = 2,8; F = 45.91; P = 0.0002$). 포장 후 42시간째, 환기구가 부착된 원형 용기에서 가장 많은 진딧물 밀도를 확인할 수 있었다(그림 2-2-9). 포장 후 42시간 동안 유통조건에 있던 제품을 상온(25°C)으로 옮겨 24시간 후 진딧물 밀도를 다시 확인한 결과, 환기구가 없었던 용기들의 진딧물 밀도가 환기구가 있었던 용기의 진딧물 밀도보다 빠르게 증가한 것을 확인할 수 있었다(그림 2-2-10)($df = 2,8; F = 21.35; P = 0.0019$).

스마트-Pack 전용 천적 보존식물의 포장환경선발을 위한 *Potulaca* sp.의 가식 방법별 뿌리발육 확인 결과는 그림 2-2-11과 같으며, 처리 7일째에 직접 식재한 처리구에서 건전한 뿌리발육을 확인할 수 있었다($df = 2,8; F = 105.4; P < 0.0001$). 처리 후 18일($df = 2,8; F = 3.54; P = 0.0922$)과 26일($df = 2,8; F = 0.8; P = 0.4919$)이 경과된 후에는 모든 처리구에서 뿌리의 건전한 증식을 확인할 수 있었다(그림 2-2-12). 본 실험을 통해 농업현장에서 스마트-Pack 제품을 수령한 후 포식성 곤충의 보존식물을 직접 식재하지 않고 간편한 흙뿌리기를 통한 적용이 가능함을 확인할 수 있었다. 일반적으로 식물을 활용한 생물적 방제는 그 방제 효과는 탁월하지만 화분에 식재되어 있는 상태로 농업현장에 보급되어져야 하는 단점이 있었는데, 본 연구를 통해서 상기와 같은 문제점을 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

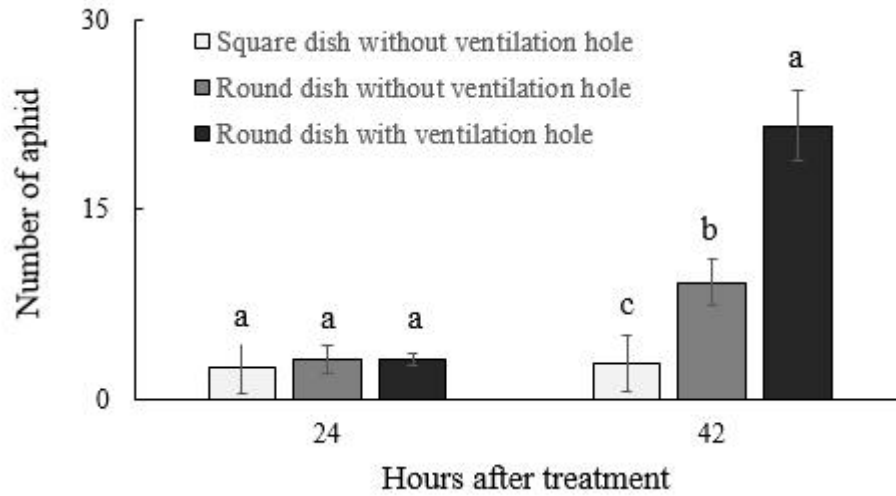
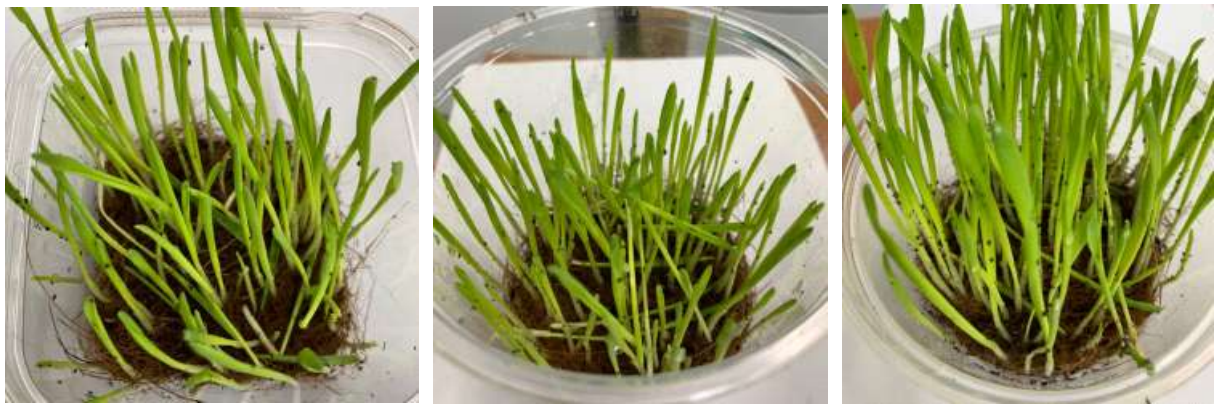


그림 2-2-8. 기생성 천적 보존식물 적용 용기와 유통 기간별 진딧물 밀도 변동



환기구가 없는 사각 용기 환기구가 없는 원형 용기 환기구가 있는 원형 용기

그림 2-2-9. 기생성 천적 보존식물 적용 용기별 42시간 후의 제품 모습

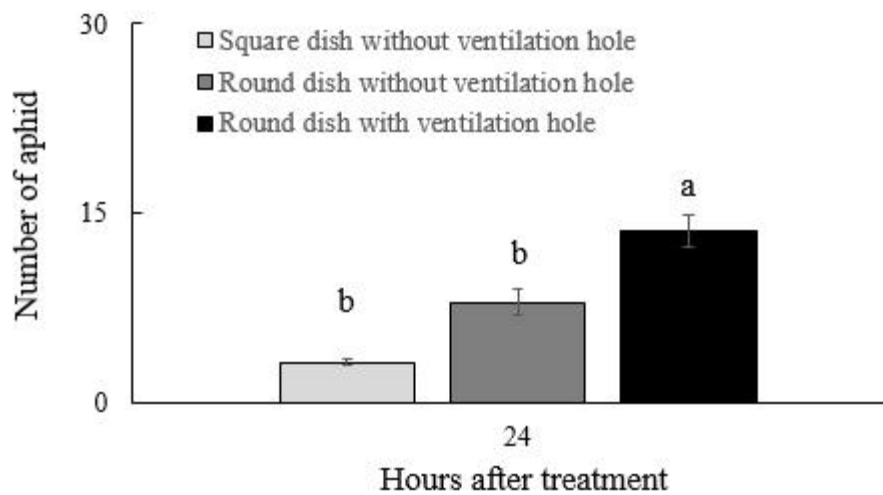


그림 2-2-10. 적용 용기별 42시간 유통조건과 24시간 상온 조건 후의 진딧물 밀도

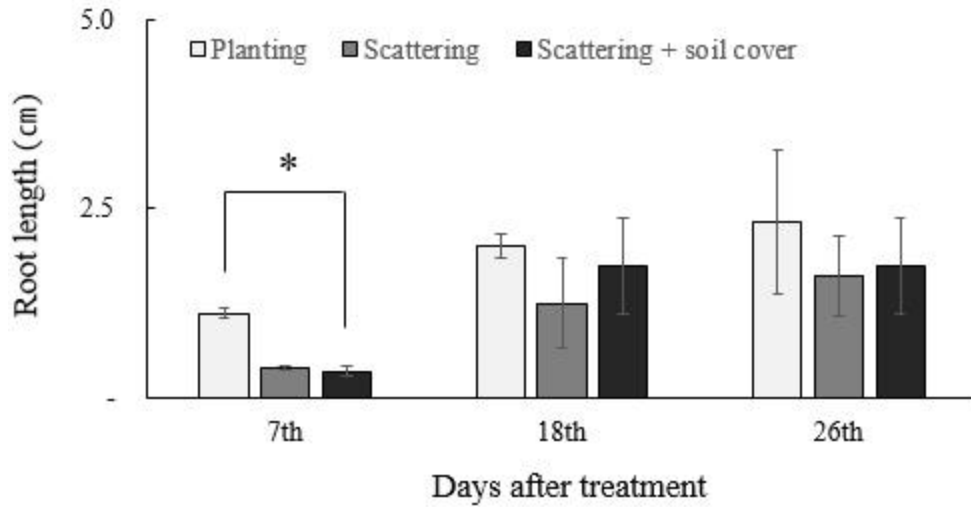


그림 2-2-11. *Portulaca* sp. 처리 및 기간별 뿌리발육 확인

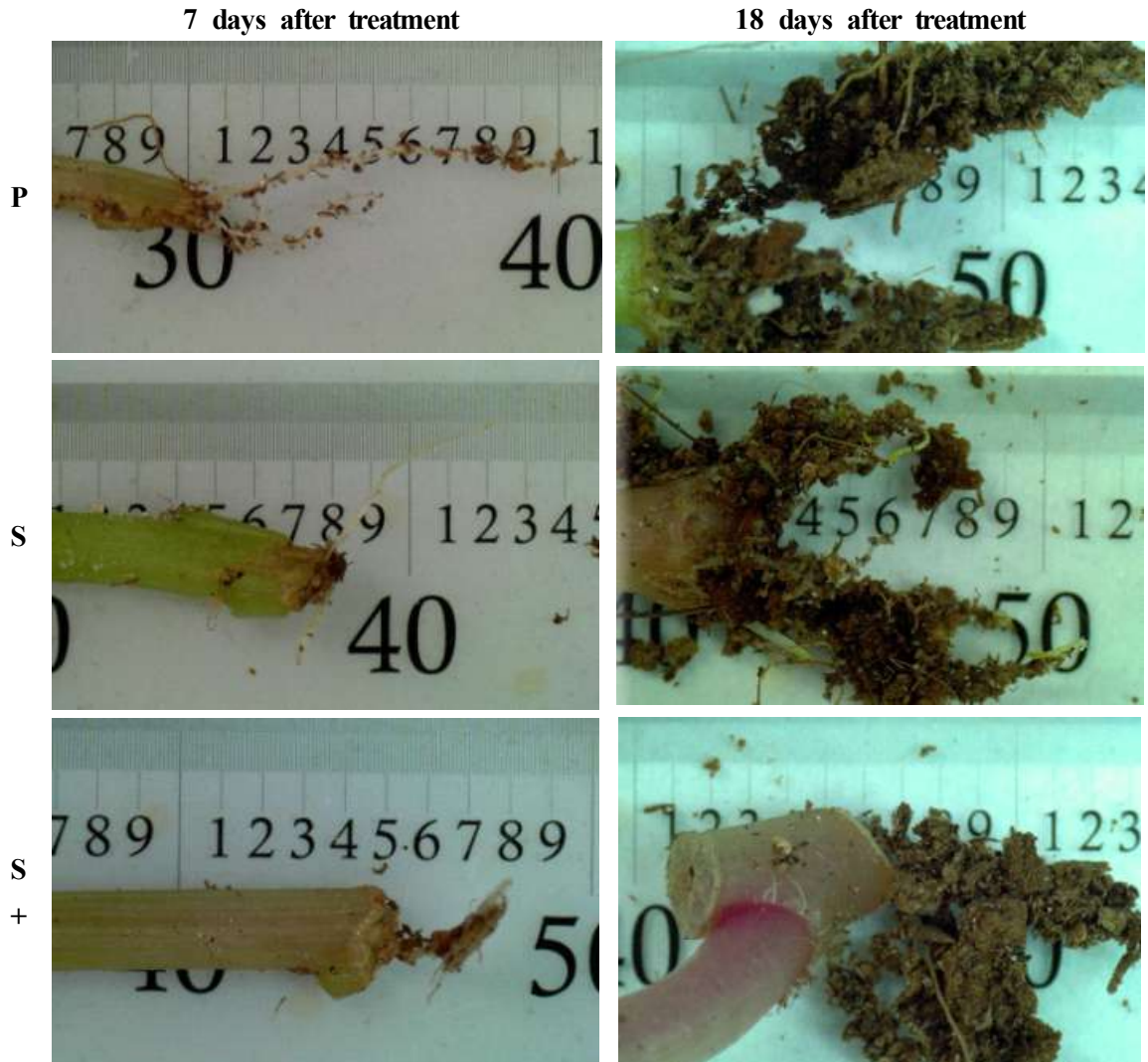


그림 2-2-12. *Portulaca* sp. 처리 기간별 뿌리(P: planting, S: scattering, S+: scattering+soil cover)

제3절. 스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발

1. 연구목표

스마트-Pack 전용 식물의 식생을 안정적으로 유지할 수 있는 최적의 배양토/배지 선발

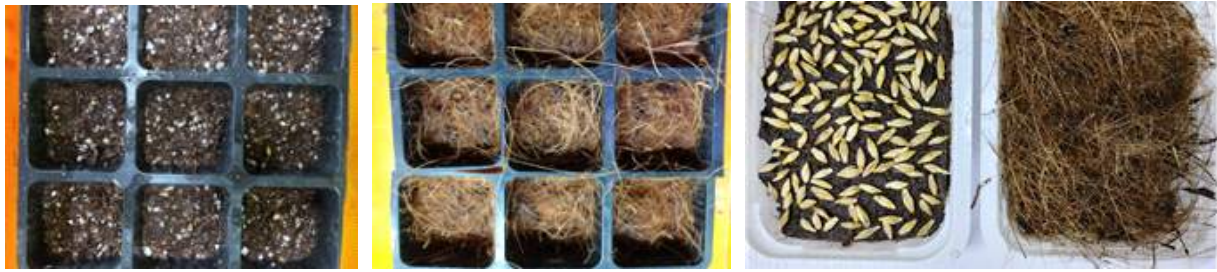
2. 연구내용

스마트-Pack 전용 천적인 콜레마니진디벌과 참뿔애꽃노린의 보존식물인 보리와 돌나물이 안정적으로 식생을 유지할 수 있는 배양토/배지를 선발하기 위하여, 먼저 일반적으로 유통 및 활용되고 있는 배양토/배지 후보군 13종의 단가를 분석하였다. 이 중 경제적인 후보군인 상토, 코코화이버와 매트형 상토 3종을 선발하여 본 실험을 진행하였다(그림 2-3-1).



그림 2-3-1. 경제적인 배지 후보 3종인 상토, 코코화이버와 매트형 상토(왼쪽부터)

기생성 천적인 보존식물인 보리의 배지로 상토, 코코화이버, 코코화이버(위) + 매트형 상토, 코코화이버(아래) + 매트형 상토, 상토 + 코코화이버와 코코화이버 + 비료의 6개 처리구를 설정하였다. 파종용 9구 셀 트레이에 각 배지를 투입하고, 한 구당 30개의 보리 종자를 파종하였다(그림 2-3-2). 파종한 9구 셀 트레이는 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60~75%, 16L:8D로 설정된 실험실에 두고 관리하면서, 발아 직후 발아기간을 확인했으며, 모든 처리구의 실험 종료 시점에 발아율을 확인하였다. 또한, 각 처리구 보리의 발아 후 초폭과 초장을 매일 비교·분석하여 최종 기생성 천적인 보존식물 전용 배지를 선발하였다. 모든 실험과정은 시간 순서대로 연구노트에 기록했으며, 측정 오류를 줄이기 위하여 캘리퍼스를 사용하였다. 포식성 천적 보존식물의 포장환경에 적합한 배지 선발을 위해, 각 후보 배지에 돌나물을 가식하여 2일 간격으로 초폭, 초장과 뿌리의 발육을 비교·분석하였다. 실험에 사용된 배지 조합은 상기 실험결과의 상위 4개 처리구로, 5.5~7cm로 절단한 돌나물을 가식하여 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60~75%, 16L:8D로 설정된 실험실에 두고 관리하였다(그림 2-3-3).



상토 코코화이버 코코화이버(아래) 코코화이어(위)

그림 2-3-2. 기생성 천적 보존식물 배지 실험 모습

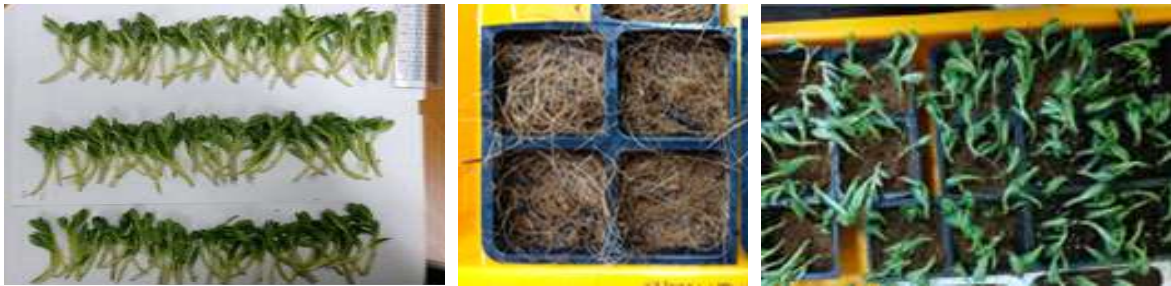


그림 2-3-3. 포식성 천적 보존식물 배지 선발 실험 모습

3. 연구결과

기생성 천적의 보존식물인 보리의 배지별 발아율은 코코화이버 100%와 코코화이버 100%에 비료를 첨가한 처리구를 제외한 4개 처리구에서 73~80%의 높은 발아율을 보였다(그림 2-3-4-A, 그림 2-3-5)($df = 5,17; F = 3.33; P = 0.00408$). 발아 기간은 코코화이버에 비료를 첨가한 처리구를 제외한 5개 처리구에서 3일이 소요되었다(그림 2-3-4-B)($df = 5,17; F = 170.73; P < 0.0001$). 발아 후 경과 시간별 처리구의 초폭과 초장의 증식은 그림 2-3-6과 같다. 상토와 코코화이버를 혼합한 처리구에서 상토 단독 처리구와 유사한 성장을 하는 것을 확인할 수 있었다(5일째 초폭: $df = 5,17; F = 35.53; P < 0.0001$; 8일째 초폭: $df = 5,17; F = 64.34; P < 0.00015$; 5일째 초장: $df = 5,17; F = 33.05; P < 0.0001$; 8일째 초장: $df = 5,17; F = 10.01; P = 0.0006$). 발아 후 11일째의 처리구별 초폭은 상토와 코코화이버를 1:1로 혼합한 처리구에서 상토 단독 처리구의 9.2 mm와 유사한 9 mm의 넓은 초폭을 확인할 수 있었으며(그림 2-3-7-A)($df = 5,17; F = 52.52; P < 0.0001$), 초장은 매트형 상토를 적용한 처리구를 제외한 4개 처리구에서 19.7~21.1 cm의 건전한 증식을 확인할 수 있었다(그림 2-3-7-B)($df = 5,17; F = 8.45; P = 0.0013$). 전체 처리구의 뿌리의 발육은 상토에서 가장 건전하게 증식했으며, 그 외의 처리구에서는 비슷한 양상을 보였다(그림 2-3-8). 기생성 천적 보존식물 보리의 배지 선발을 위한 실험결과 유통과정 중 제품의 손상을 최소화하면서 경제적인 배지처리방법으로 상토와 코코화이버를 사용하는 방법이 적당할 것으로 생각된다.

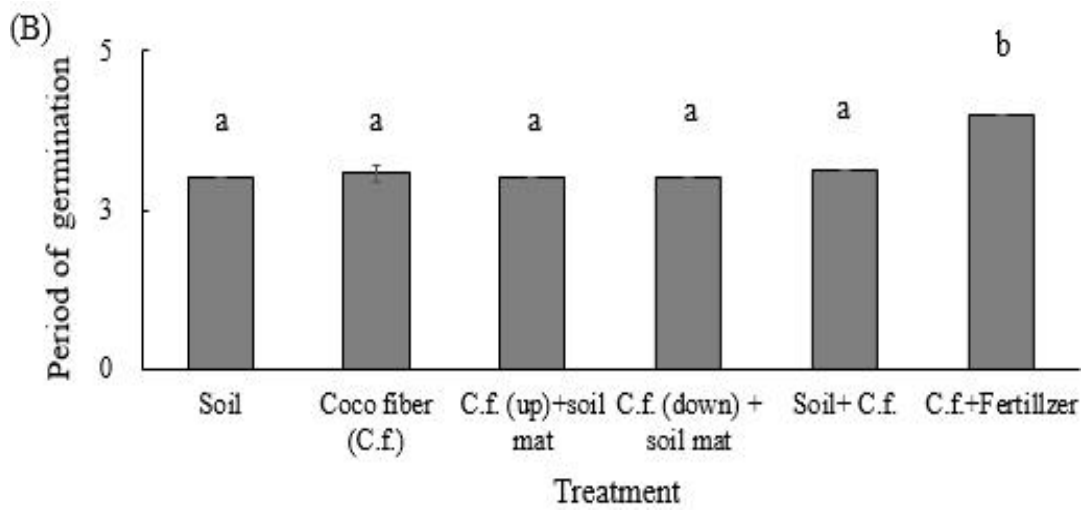
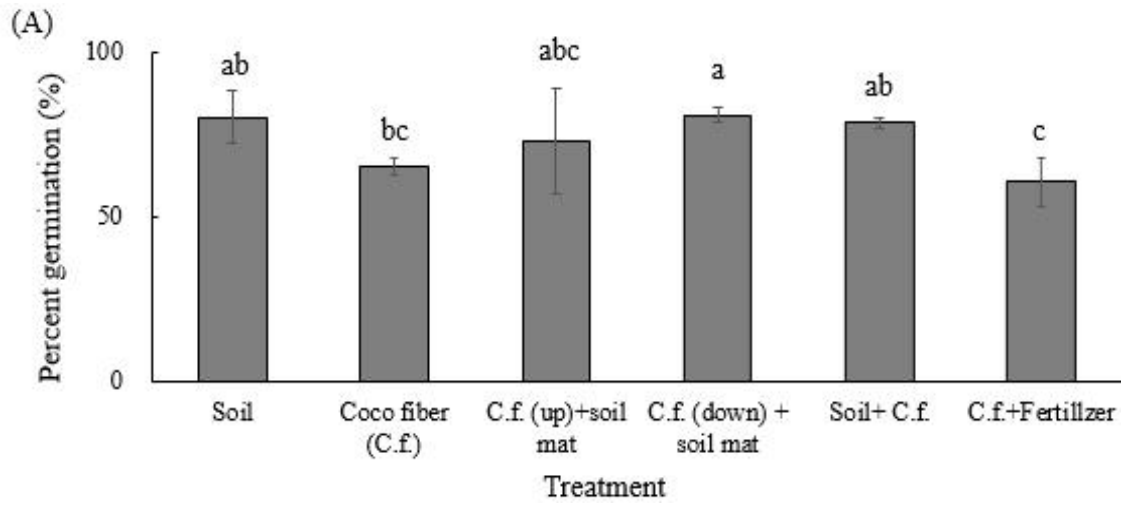


그림 2-3-4. 처리구별 보리의 발아율(A)과 발아 기간(B)



상토

코코화이버(C.f.)

C.f.(위)+매트형 상토

그림 2-3-5 (계속)



C.f.(아래)+매트형 상토

상토+C.f.

C.f.+비료

그림 2-3-5. 처리구별 보리 발아 모습

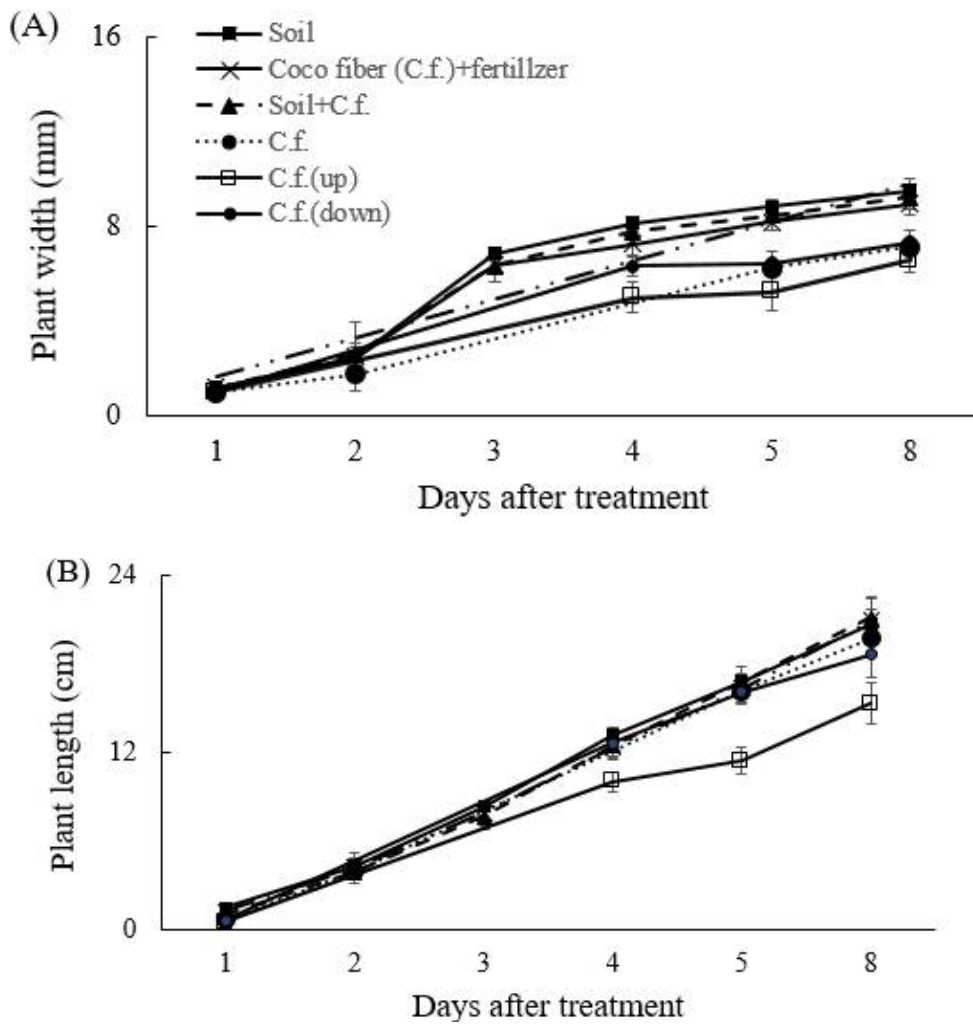


그림 2-3-6. 처리구와 기간별 보리의 초폭(A)과 초장(B)의 변화

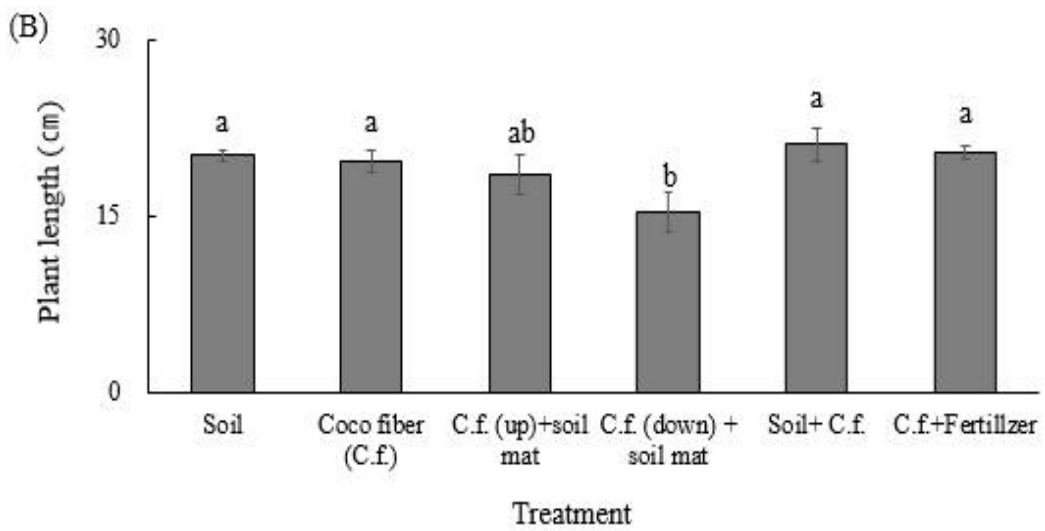
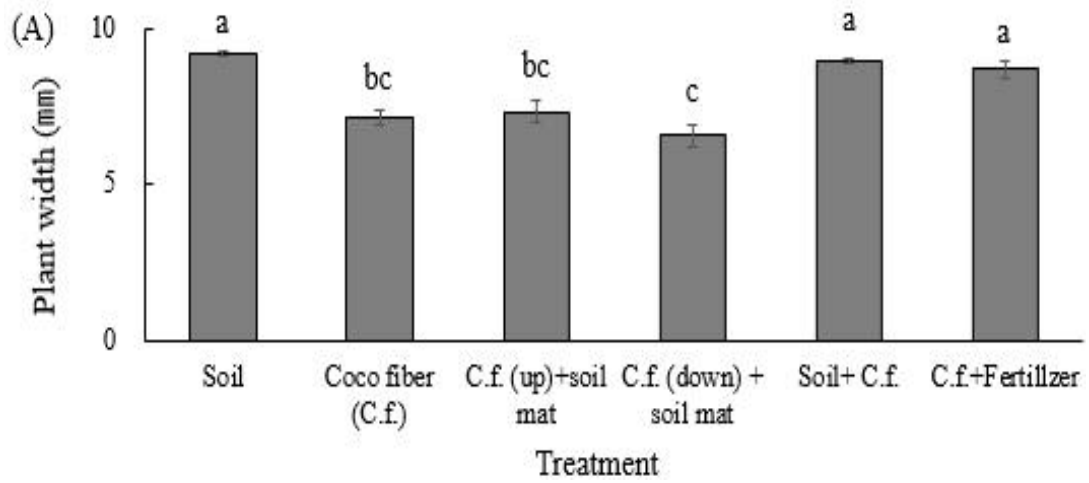


그림 2-3-7. 발아 후 11일째, 처리구별 보리의 초폭(A)과 초장(B) 비교



상토



코코화이버

그림 2-3-8 (계속)



상토+코코화이버



코코화이버+비료

그림 2-3-8. 발아 후 12일째 배지별 보리의 뿌리 발육 모습

포식성 천적의 보존식물인 돌나물 배지 선발 실험결과(그림 2-3-9), 발아 후 경과 시간별 초폭은 처리구별 큰 차이가 없었으나(그림 2-3-10-A)(1일: $df = 3,11$; $F = 0.06$; $P = 0.98$; 3일: $df = 3,11$; $F = 2.59$; $P = 0.13$; 5일: $df = 3,11$; $F = 4.78$; $P = 0.03$; 8일: $df = 3,11$; $F = 0.40$; $P = 0.76$; 10일: $df = 3,11$; $F = 3.29$; $P = 0.08$), 초장은 5일 이후부터 처리구별 차이를 보였다(그림 2-3-10-B).



상토



상토+코코화이버



코코화이버+비료



코코화이버+매트형상토

그림 2-3-9. 처리구별 돌나물의 발육 모습

상토와 코코화이버를 1:1로 혼합한 처리구에서 가장 길게 성장했으며 다음으로 상토, 매트형 상토 처리구와 비료 처리구였다(1일: $df = 3,11$; $F = 0.6$; $P = 0.63$; 3일: $df = 3,11$; $F = 0.3$; $P = 0.79$; 5일: $df = 3,11$; $F = 4.7$; $P = 0.04$; 8일: $df = 3,11$; $F = 5.7$; $P = 0.02$; 10일: $df = 3,11$; $F =$

4.4; $P = 0.04$). 처리구별 뿌리 증식은 상토에서 가장 활발했으며(그림 2-3-10-C), 코코화이버에 상토와 매트형 상토를 혼합한 2개 처리구에서도 양호한 증식을 확인할 수 있었다(1일: $df = 3,11$; $F = 12.19$; $P = 0.0024$; 3일: $df = 3,11$; $F = 29.44$; $P = 0.0001$; 5일: $df = 3,11$; $F = 17.02$; $P = 0.0008$; 8일: $df = 3,11$; $F = 25.63$; $P = 0.0002$; 10일: $df = 3,11$; $F = 47.77$; $P < 0.0001$).

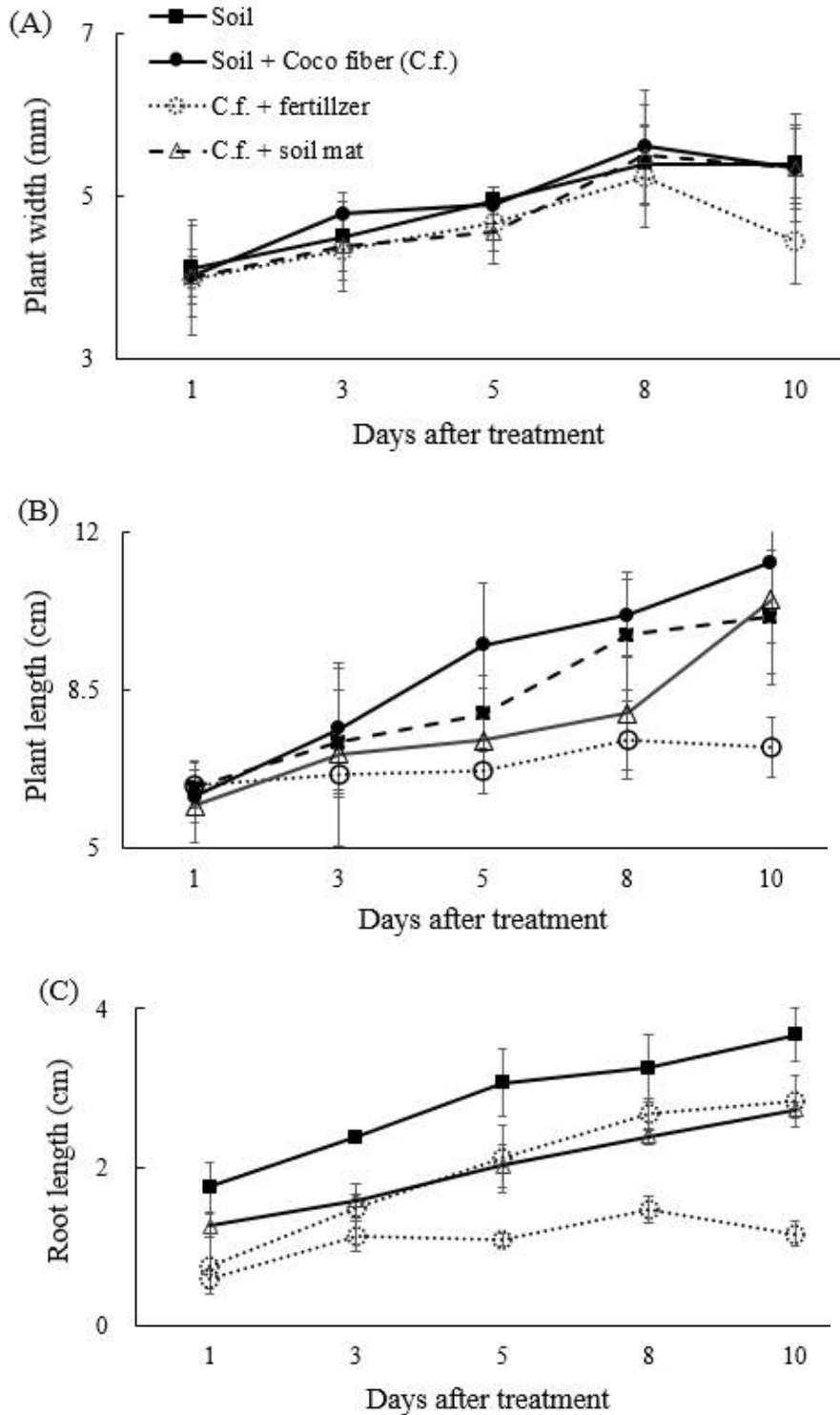


그림 2-3-10. 처리구별 들나물의 초폭(A), 초장(B)과 뿌리(C) 길이 변화

가식 후 15일째, 모든 처리구의 초폭은 유사한 경향을 보였으며(그림 2-3-11-A)($df = 3,11; F = 3.29; P = 0.0793$), 초장은 상토와 코코화이버를 혼합한 처리구에서 가장 높게 나타났다(그림 2-3-11-B)($df = 3,11; F = 4.22; P = 0.0459$). 처리구별 뿌리 발육은 상토에서 가장 활발했으며(3.7cm), 다음으로 코코화이버에 매립형 상토와 일반 상토를 혼합한 2개 처리구에서 2.7~2.8 cm로 길게 측정되었다(그림 2-3-11-C)($df = 3,11; F = 28.28; P < 0.0001$). 상기 실험결과를 종합해 봤을 때, 상토에 코코화이버를 혼합 적용한 배지를 스마트-Pack 전용 배지로 선발하는 것이 바람직한 것을 확인할 수 있었다.

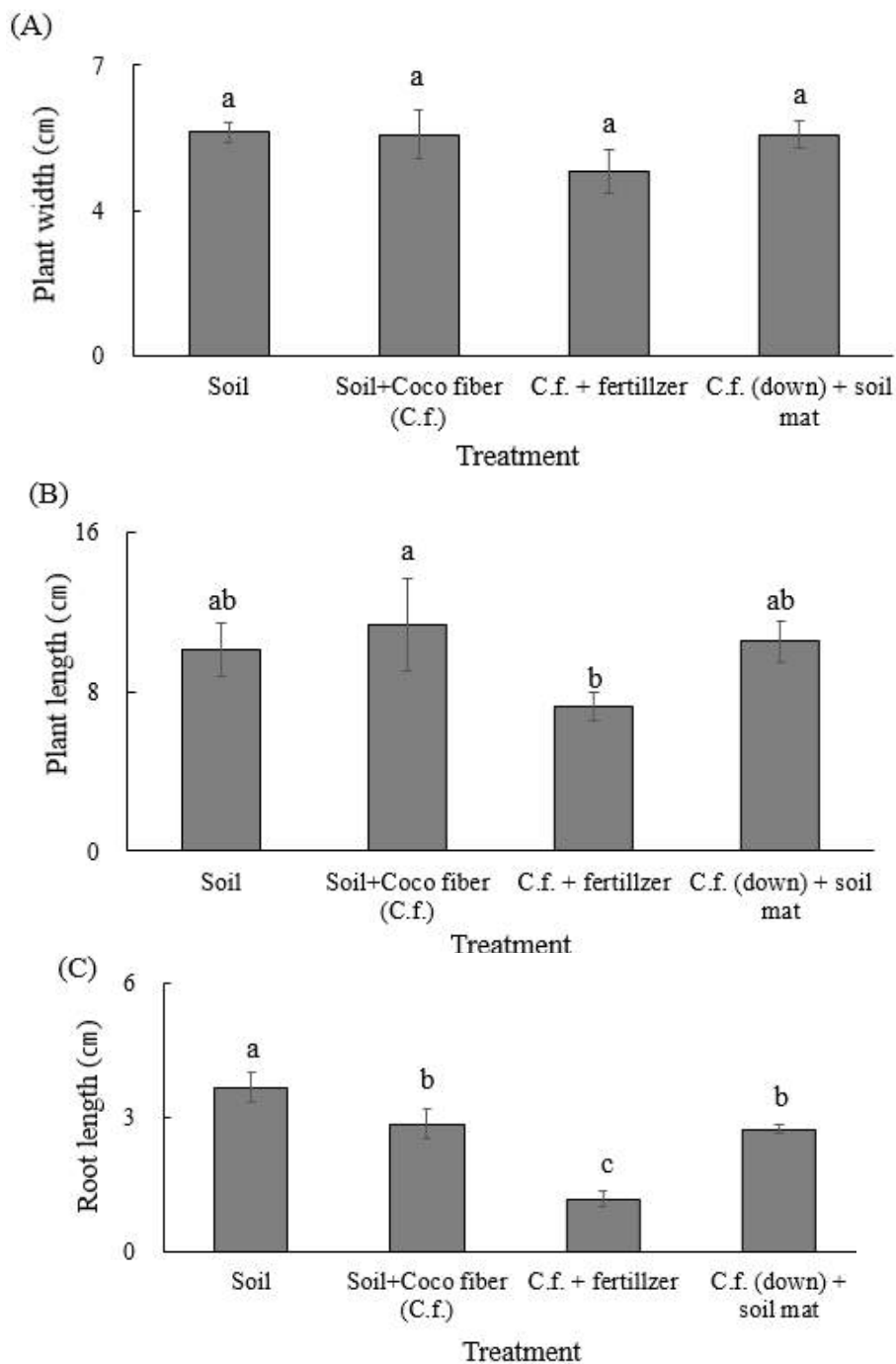


그림 2-3-11. 가식 후 15일째, 처리구별 돌나물의 초폭(A), 초장(B)과 뿌리(C) 길이 비교

제4절. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발

1. 연구목표

유통과정 중 외부 환경에 의한 손상 최소화 맞춤형 유통시스템 개발

2. 연구내용

가. 천적 제품의 유통 현황 확인

외부 기상조건별 최적의 포장환경과 유통 방법 개발을 위하여 본 실험을 진행하였다. 먼저 현재 유통되고 있는 천적 제품의 포장환경을 파악하기 위하여, 천적 제품을 유통하고 있는 각 업체의 포장 패키지를 확보하였다. 각 업체의 포장 규격에 따른 포장 내부 온도변화를 확인하고자, 3개 업체의 하계 유통시스템을 그대로 재현하여 경과 시간별 유지온도의 평균치를 산출하였다. 업체별 사용하고 있는 냉매제는 상이했으나, 냉매제의 냉동 기간은 -10°C 에서 5일 동안 보관해서 실험에 사용하였다(그림 2-4-1). 외부온도가 30°C 로 유지되는 인큐베이터에 포장된 제품을 두고 12, 24, 36과 48시간 동안의 평균 유지온도를 측정하였다.



A 업체

B 업체

C 업체

그림 2-4-1. 업체별 상이한 포장용 냉매제와 아이스박스

나. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발

신규 천적 패키지인 스마트-Pack의 유통시스템을 개발하기 위하여, 먼저 냉매제의 냉동 기간별 유지온도를 확인하였다. -10°C 냉동고에서 1일, 5일, 10일, 20일과 30일 동안 보관 후 스티로폼 박스($31 \times 24 \times 22$ cm)에 포장하여 외부온도가 30°C 로 유지되는 인큐베이터에 48시간 동안 보관 후 12시간 별 평균 유지온도를 산출하였다. 냉매제는 SAP(Super absorbent polymer)가 함유되어있는 제품에($21 \times 27 \times 2$ cm, 나일론) 물을 넣어 사용했으며, 냉동 기간별 하나씩 포장하고, 데이터 로거(HOBO® Pro v2, Onset)를 넣어 내부온도를 기록하였다.

또한, 냉매제로부터 0, 5, 10, 15와 20 cm 떨어진 지점에 데이터 로거를 설치하여 냉매제와 제품의 거리별 유지온도를 확인하였다. 신규 천적 패키지인 스마트-Pack의 유통시스템을 개발하고자 하계(30℃)와 동계(0℃, -5℃)의 3개 외부온도 처리구를 설정하였다. 각 외부 온도 별 최적의 유통규격을 설정하고자 상기와 동일한 냉매제의 개수와 포장 위치에 따른 온도변화를 확인하였다. 먼저 하계(30℃)에 사용할 냉매제는 -10℃에서 5일 동안 냉동시켜 위쪽에 하나 또는 위·아래에 각 하나씩 넣고 30℃로 설정된 인큐베이터에 48시간 동안 보관 후 12시간 별 평균 유지온도를 산출하였다. 동계(0℃, -5℃)에는 냉매제를 냉동하지 않고 8℃, 15℃와 25℃로 설정된 인큐베이터와 저온고에 각 2일 동안 보관 후 사용했으며, 저온에서 박스 내부의 온도를 일정하게 유지하기위하여 포장박스 내에 에어캡을 1겹과 2겹, 핫팩, 포장 박스 외부에 비닐랩을 처리하였다. 각 처리구에 온도조건별로 처리된 냉매제를 1개, 2개 또는 4개를 조합하여 포장한 박스내부에 데이터 로거를 설치하였다(그림 2-4-2). 외부온도가 0℃와 -5℃로 설정된 인큐베이터에 48시간 동안 보관 후, 12시간 별 평균 유지온도를 산출하였다. 상기 실험결과를 바탕으로 평균 10℃내외로 유지할 수 있는 최적의 유통 시스템을 구축한 후, 하계시즌의 배송 시뮬레이션을 통해 유통기술을 검증하였다. 우체국의 택배서비스를 통해 경기도 구리에서 충남 예산으로 데이터 로거를 포함하여 포장한 후, 물품을 발송하였다. 물품 수령 후, 최초 제품 포장 시기부터 36시간 후에 박스를 개봉하여, 국내 평균 유통 기간인 24시간을 기준으로 12시간 전후의 유지온도를 확인하였다(n=3).



핫팩+에어캡

내부 에어캡 포장 모습



외부 에어캡

저온 유지된 냉매제

인큐베이터 설치 모습

그림 2-4-2. 본 연구에 사용된 제품 포장 조합

3. 연구결과

가. 천적 제품의 유통 현황 확인

천적 제품을 유통하고 있는 업체의 포장 패키지 내부 온도변화를 측정된 결과는 그림 2-4-3 과 같으며 최초 12시간 동안 내부 평균온도는 17.06°C를 시작으로 유통 시간 경과에 따라 빠른 속도로 온도가 상승하는 것을 확인할 수 있었다($df = 3, 11, F = 15.24, P = 0.0011$). 고온 조건에서 유통되는 천적 제품 중 일부는 내부 온도변화에 따라 용기 내부에 물방울이 맺혀 천 적의 활력이 떨어지는 모습도 확인할 수 있었다. 제품의 품질을 균일하게 유지하기 위해서 유통 기간 동안 유통 박스 내부의 온도변화를 최소화 할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

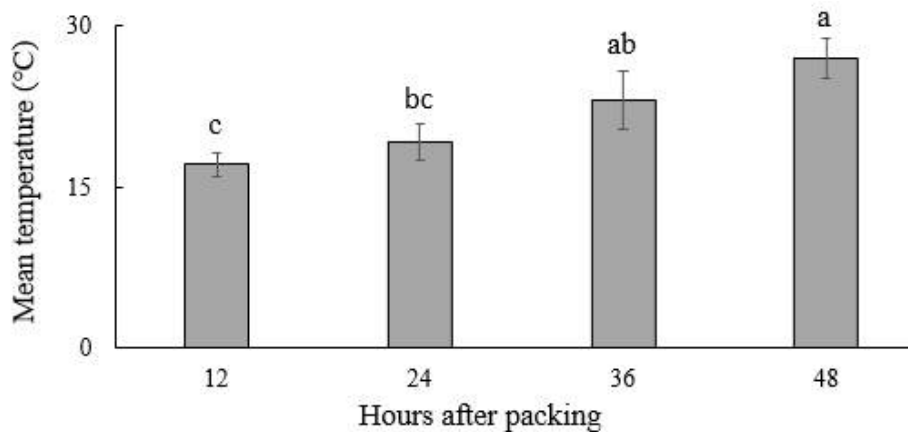


그림 2-4-3. 천적 제품 유통업체의 포장 패키지 내부 평균온도

나. 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발

냉매제의 냉동 기간별 저온 유지효과 확인 실험결과, 저온 보관 기간이 길어질수록 더 낮은 온도로 더 오랜 기간 유지가 됨을 확인할 수 있었으나 통계적 유의차는 없었다(그림 2-4-4). 포장 후 12시간 동안 모든 처리구에서 7.37~13.09°C로 비교적 낮은 온도가 유지되었다($df = 4,14, F = 1.42, P = 0.297$). 12~24시간 동안도 7.96~14.07°C로 전 구간과 비슷한 온도로 유지되었다 ($df = 4,14, F = 1.34, P = 0.322$). 24시간 이후에는 모든 처리구에서 온도가 상승했다(24~36시간: $df = 4,14, F = 1.61, P = 0.247$; 36~48시간: $df = 4,14, F = 1.5, P = 0.273$). 냉동 기간이 20 일 이상인 처리구에서는 36시간까지 12.89°C를 유지할 수 있었으며, 30일 이상 냉동한 냉매제 처리구는 7.37~9.89°C로 10°C 이하로 유지가 되었다. 유통되는 기간동안 포장 내부의 평균온도를 10°C 내외로 유지하기 위해서는 -10°C에서 20일 이상 보관한 냉매제 사용이 바람직할 것으로 판단된다.

냉매제와의 거리별 유지온도 확인 실험결과, 냉매제와 5 cm만 떨어져도 냉매제의 영향을 받을 수 없음을 확인할 수 있었다(그림 2-4-5). 상기 천적 업체별 유통시스템의 유지온도 확인 실험

험에서도 냉매제와 제품의 거리가 가깝지 않은 점도 내부온도의 상승요인이었을 것으로 생각된다. 냉매제의 저온 유지 기능을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 제품과 냉매제의 거리를 가능하면 가깝게 포장해야 할 것이며, 더욱 정확한 자료 축적을 위하여 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

하계(30℃) 시준으로 설정한 인큐베이터에서 내부 유지온도 측정 결과, 냉매제는 하나를, 위치는 제품 가까이에 포장했을 때(5 cm 이내) 24시간 동안 평균 12℃를 유지할 수 있었다(그림 2-4-6). 동계(0℃) 시준으로 설정한 인큐베이터에서 내부 유지온도 측정 결과, 8~15℃에 2일 보관한 냉매제 2개를 적용한 2개 처리구에서 24시간 동안 6.13~10.4℃를 유지할 수 있었다(그림 2-4-7). 영하권 이하로 떨어지는 동계(-5℃) 시준으로 설정한 인큐베이터에서 내부 유지온도 측정 결과, 15℃에 2일 보관한 냉매제 2개와 에어캡을 적용한 처리구에서 24시간 동안 평균 7.83℃를 유지할 수 있었다(그림 2-4-8).

하계(30℃) 시준용으로 선발한 유통 방법으로 포장 후, 우체국 택배 서비스를 통한 배송 시 플레이션 결과, 외부 평균온도가 21.7℃일 때, 12, 24, 36시간 동안의 평균 유지온도와 습도는 각 6.9, 7.3, 12.7℃, 75.5, 79.1, 84.3%를, 외부 평균온도가 25℃일 때는 각 11.2, 11.2, 15.2℃, 67.3, 67.0, 74.4%를 유지하였다(그림 2-4-9). 본 연구를 통하여 하계시준에 10℃ 내외의 온도를 유지할 수 있는 유통시스템을 구축할 수 있었으나, 운송 기간의 외부온도는 내부온도에 밀접한 영향을 미칠 수 있으므로, 냉매제와 제품의 간격을 조절하여 4계절 내(다양한 온도조건에서) 안정적으로 유통할 수 있는 방안마련을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

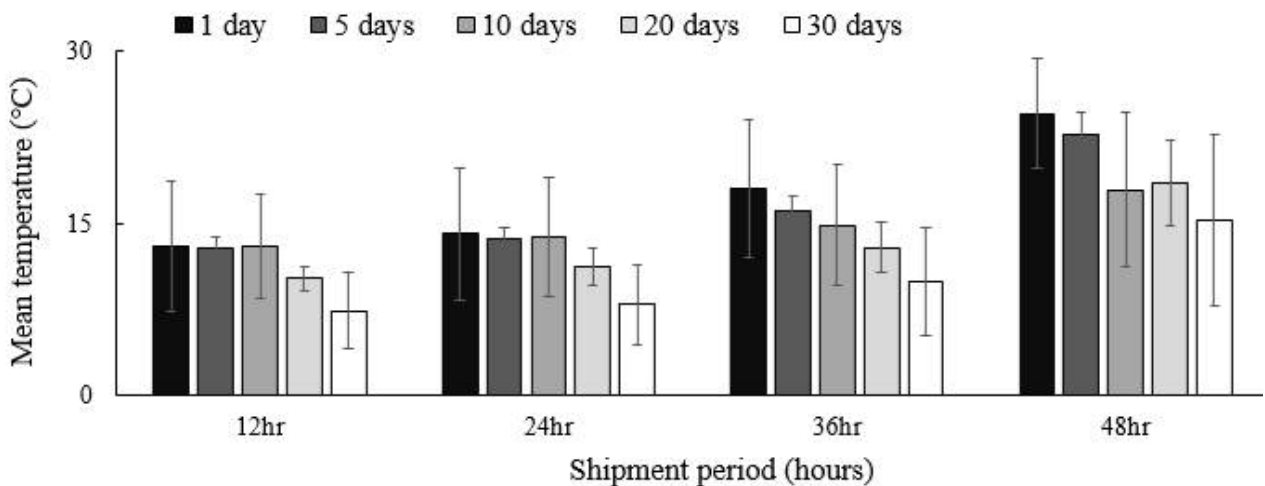


그림 2-4-4. 냉매제의 냉동 기간 및 유통 경과 시간별 평균온도(외부조건 30℃)

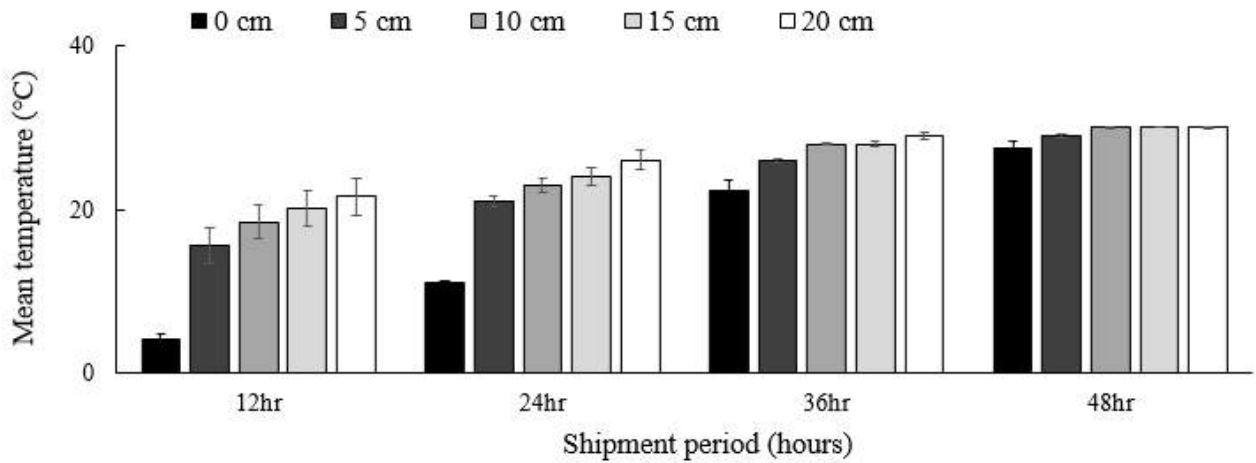


그림 2-4-5. 냉매제와의 거리별 유지온도(외부조건 30°C)

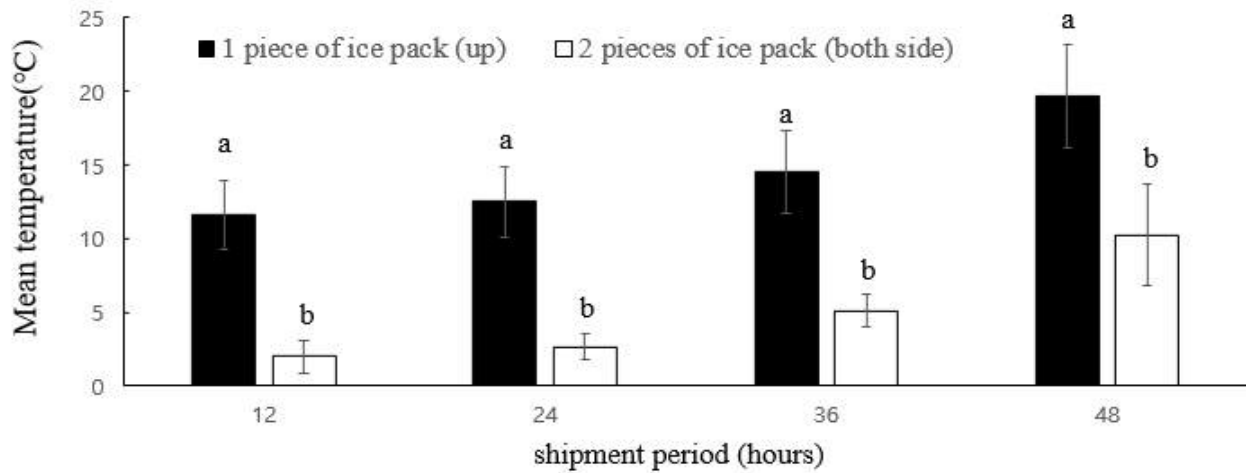


그림 2-4-6. 냉매제 수량별 내부 유지온도(외부조건 30°C)

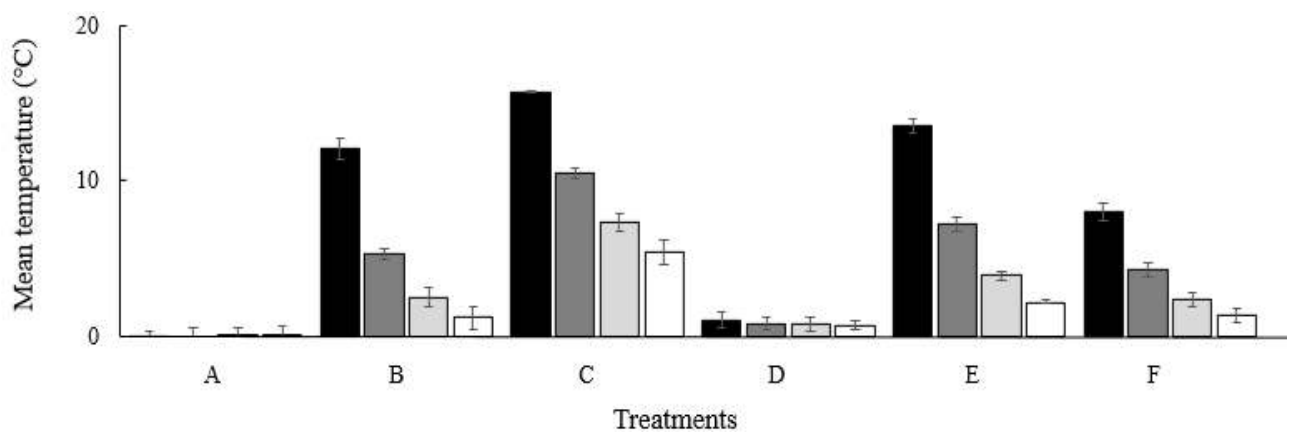


그림 2-4-7. 냉매제 수량별 내부 유지온도(외부조건 0°C)

(A: 냉동시킨 냉매제 1개, B: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 2개, C: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 4개, D: 냉매제 사용 안함, E: 15°C 에 2일 보관한 냉매제 2개, F: 8°C 에 2일 보관한 냉매제)

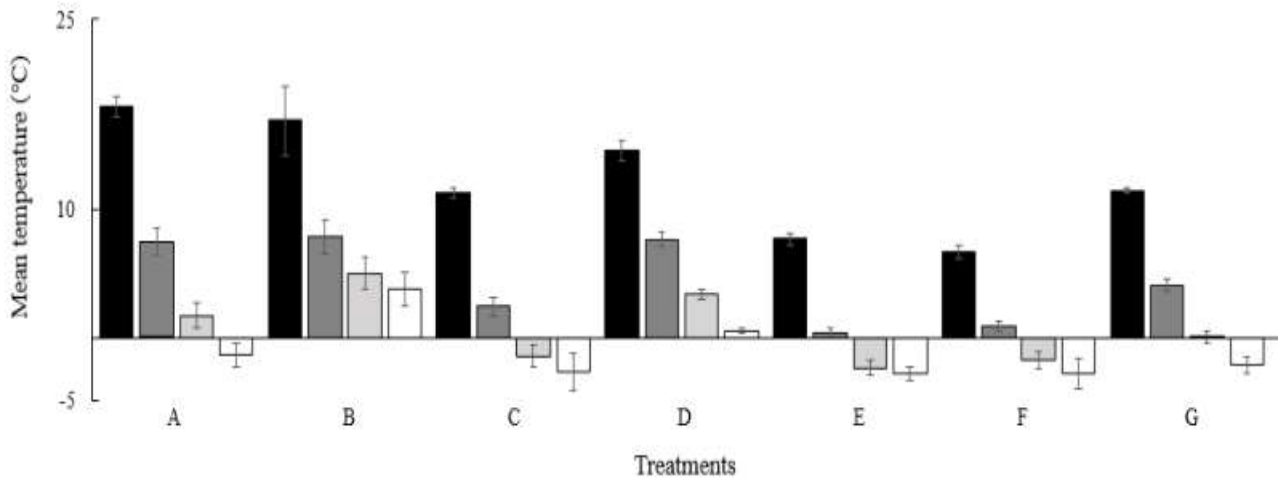


그림 2-4-8. 냉매제 수량별 내부 유지온도(외부조건 -5°C)

(A: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 2개 + 에어캡 + 종이상자, B: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 2개 + 에어캡 + 핫팩, C: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 2개 + 에어캡 + 외부 랩마감, D: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 4개 + 에어캡, E: 25°C 에 2일 보관한 냉매제 2개 + 이중 에어캡, F: 8°C 에 2일 보관한 냉매제 + 에어캡, G: 15°C 에 2일 보관한 냉매제 + 에어캡)

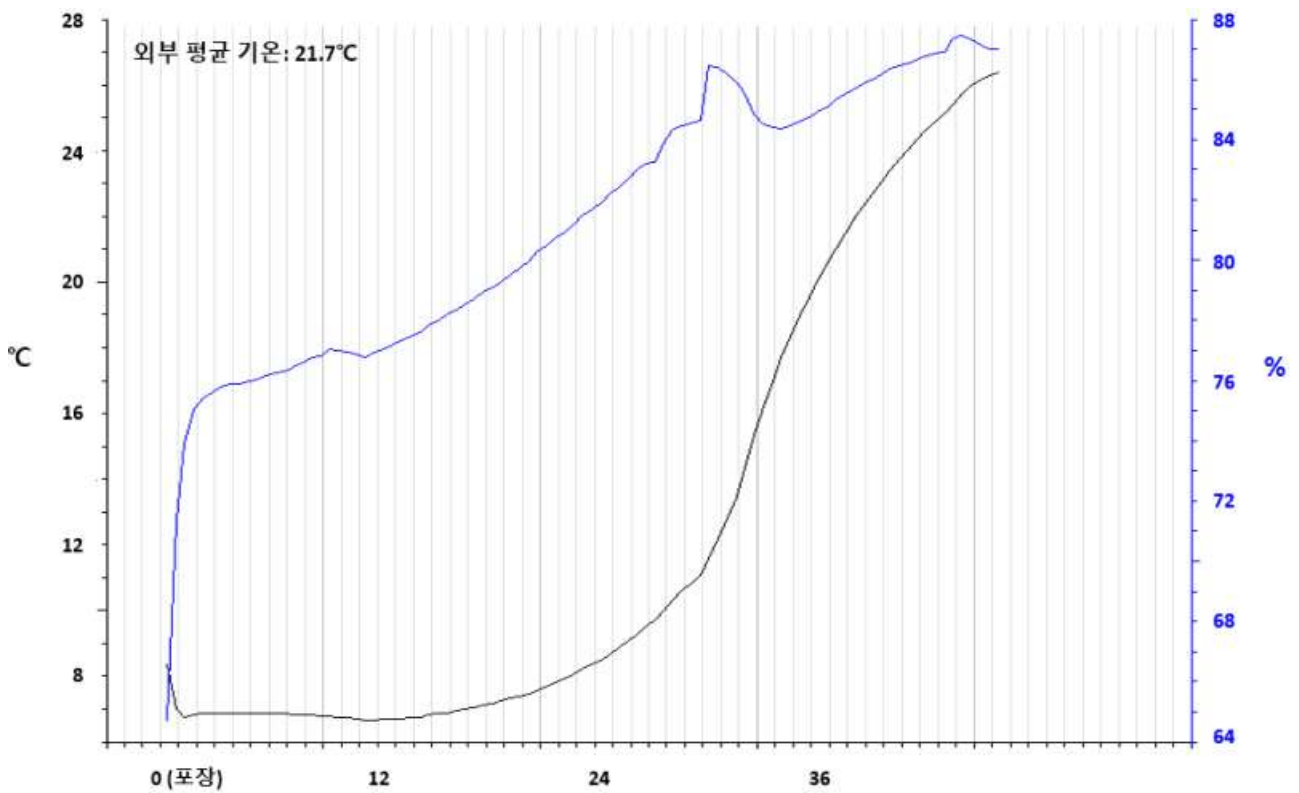


그림 2-4-9. (계속)

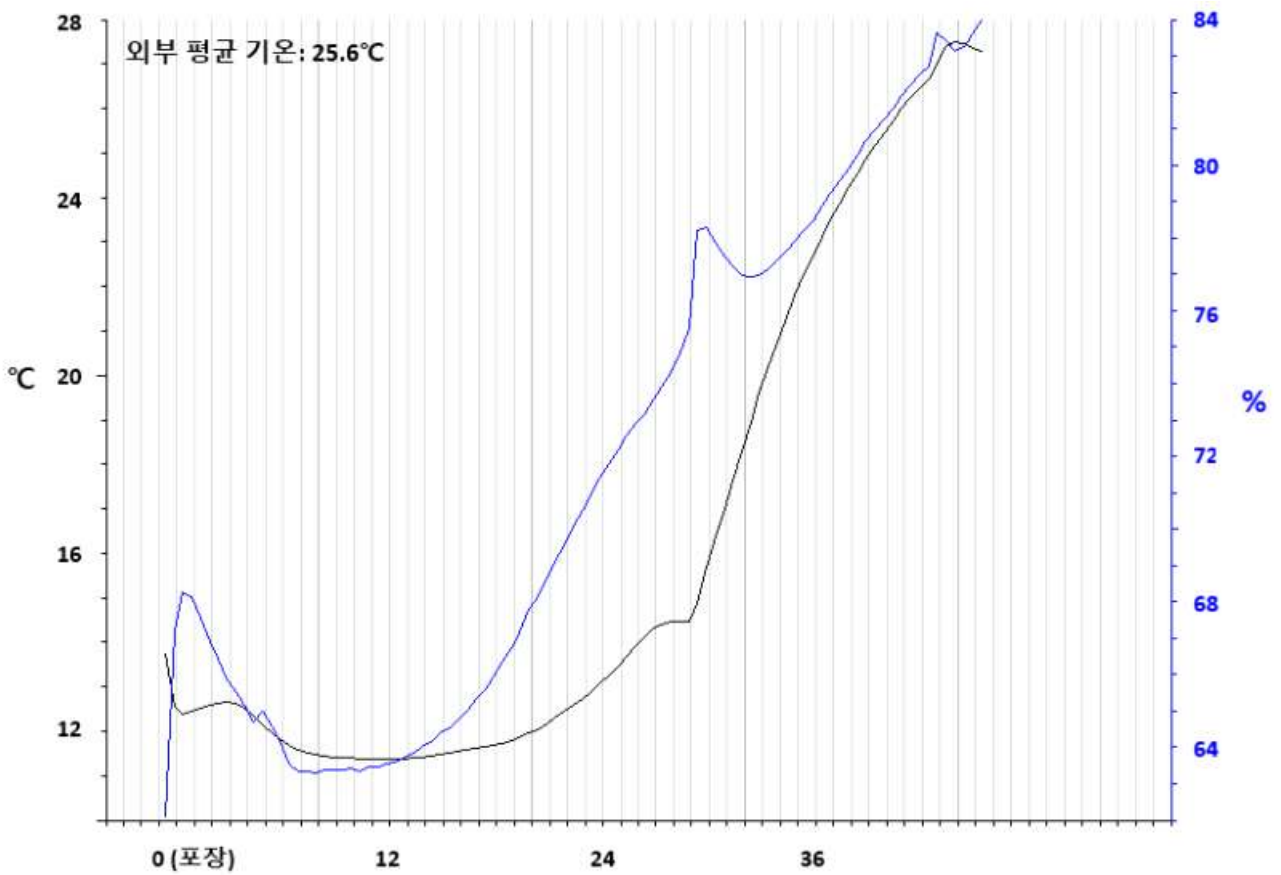
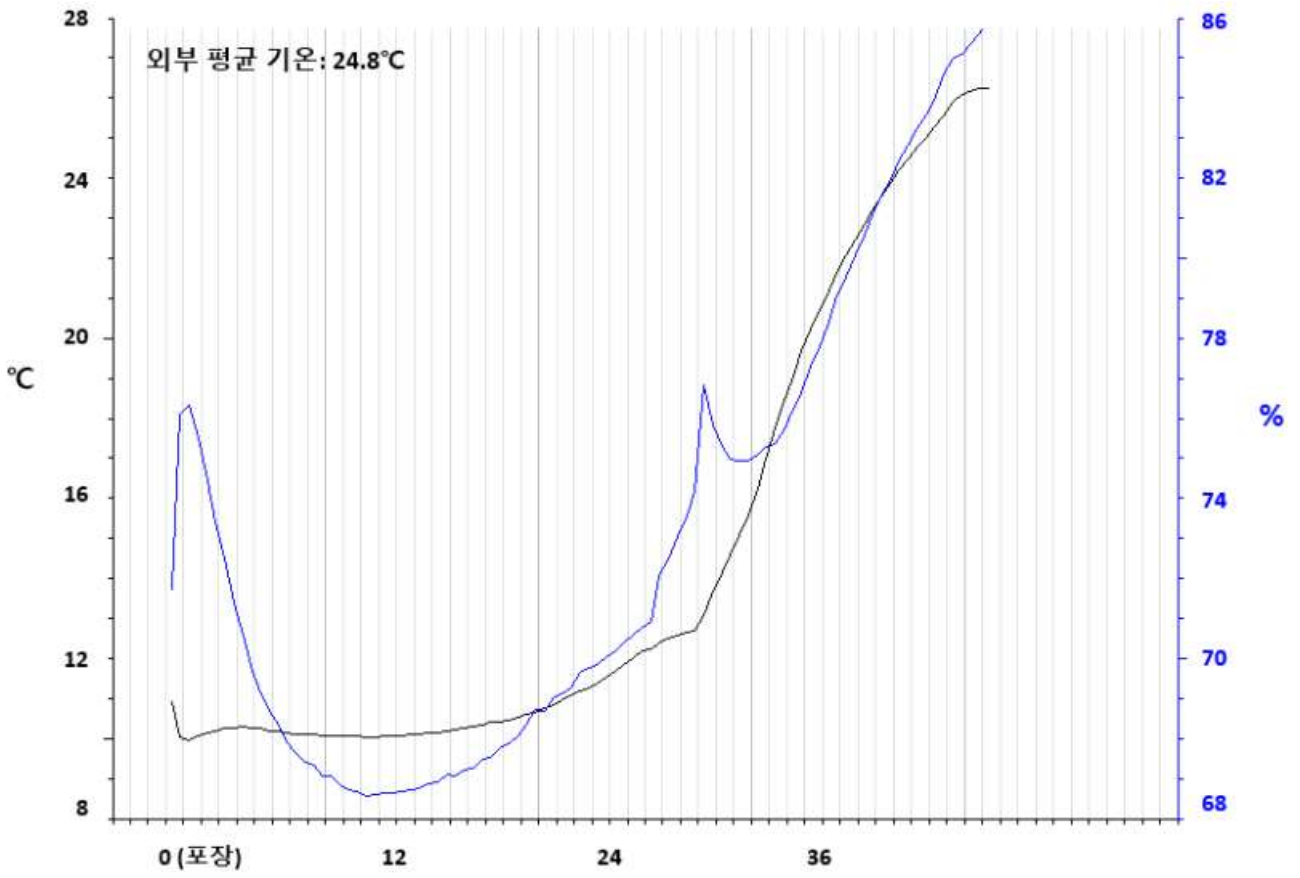


그림 2-4-9. 외부 평균 기온에 따른 포장 용기 내부 평균 유지 온·습도

제3장. 천적보존식물 스마트-Pack의 현장특화 기술개발

제1절. 천적보존식물 스마트-Pack™의 성능평가 실증실험

1. 연구목표

스마트-Pack은 광포식성 천적과 기생성 천적의 결합형 벅커플랜트 모델로서 작기 초, 해충의 예찰 없이 농업현장에 적용하여, 주 작물의 해충 발생 전에 천적을 먼저 정착하게 하는 고효율 저비용의 업그레이드된 생물적 방제모델이다. 선행 연구(2016~2018)를 통해 천적에 대한 사전 지식이 없어도 쉽게 이용 가능한 IPM의 새로운 Push-Pull 모델을 최초로 제시하였으며, 선행연구 최종 평가에서 ‘친환경 농업의 양적·질적인 성장을 위해 유지 발전시켜야 하는 우수한 성과’로 인정받았다. 본 연구에서는 선행연구로 도출된 각 천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델인 스마트-Pack의 최종 산업화를 위하여 성능평가 실증실험을 진행하였다.

2. 연구내용

스마트-Pack을 이용한 모의실험을 위한 시험용 하우스를 3동(각각의 크기는 15m L × 5m W, 16m L × 5m W, 18m L × 5m W 이었음) 확보하였고(그림 3-1-1A, B), 실험 설비(관수 시설)를 구축하였다(그림 3-1-1C). 각 시험용 하우스는 3개의 시험구로 나누어서 칸막이로 분리하였으며, 처리구와 대조구는 각 하우스의 양쪽 끝 시험구에 배치하였고中间的 시험구는 완충지역으로 두었다. 처리 효과를 구명하기 위해서 repeated-measure ANOVA로 처리구와 대조구의 해충과 천적의 밀도 차이를 통계·분석하였다.



그림 3-1-1. 스마트-Pack™을 이용한 모의실험을 위해 확보한 시험용 하우스 3개동(A)으로 각 동은 3개의 시험구로 분리하였고(B) 관수시설을 완비함(C).

가. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (2019년 참외)

안동대학교 캠퍼스내 시험용 하우스내에서 스마트-Pack™ 처리 효과를 비교하였다. 처리의 효과는 With-Without 실험설계를 이용하였으며, 해충의 밀도 변화와 천적 개체수 변화 조사를 통한 방제효과를 비교하였다. 2019년 6월 24일 참외 종자를 시험구당 18~20립을 파종하였으며, 각 시험구에는 두 개의 베드로 이루어져 있었다. 스마트-Pack™을 처리하기 전에 2019년 7월 5, 7, 9, 11일에 해충 및 천적 밀도를 사전에 조사하였다. 2019년 7월 12일에 스마트-Pack™을 설치하였다(그림 3-1-2). 이 때 스마트-Pack™은 3가지의 벵커플랜트(쇠비름류 *Portulaca oleracea* L., 보리 *Hordeum vulgare* L., 옥수수 *Zea mays* L.)와 2가지의 천적으로 구성되었다[*Nesidiocoris tenuis* (Reuter), *Aphidius gifuensis* Ashmead]. 이후에는 2~7일 간격으로 2019년 7월 13, 15, 17, 19, 21, 24, 28일과 8월 1, 8, 15, 22, 29일에 해충과 천적의 밀도를 참외에서 조사하였다. 시험구당 10~36주의 참외에서 3~5개의 잎을 현장에서 육안으로 조사 및 기록하였다.



그림 3-1-2. 2019년 참외 하우스에서 스마트-Pack™을 설치하는 모습

나. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (2019년 딸기)

안동대학교 캠퍼스내 시험용 하우스내에서 스마트-Pack™ 처리 효과를 비교하였다. 처리의 효과는 With-Without 실험설계를 이용하였으며, 해충의 밀도 변화와 천적 개체수 변화 조사를 통한 방제효과를 비교하였다. 2019년 10월 7일 딸기(*Fragaria ananassa* Duch, 설향) 유묘를 시험구당 18-20주를 정식하였으며, 각 시험구에는 두 개의 베드로 이루어져 있었다. 스마트-Pack™을 처리하기 전에 2019년 10월 10, 12, 14, 16일에 해충 및 천적 밀도를 사전에 조사하였다. 2019년 10월 16일에 스마트-Pack™을 설치하였다(그림 3-1-3). 이때 스마트-Pack™은 2가지의 벵커플랜트(쇠비름류 *Portulaca oleracea* L., 보리 *Hordeum vulgare* L.)와 2가지의 천적으로 구성되었다[*Orius laevigatus* (Fieber), *Aphidius colemani* Viereck]. 이후에는 2~7일 간격으로 2019년 10월 18, 20, 22, 24, 26, 28일, 11월 1, 5, 9, 13, 17, 25일, 12월 2, 9일에 해충과 천적의 밀도를 딸기에서 조사하였다. 시험구당 10~12주의 딸기에서 3~9개의 잎을 현장에서 육안으로 조사 및 기록하였다.



그림 3-1-3. 2019년 딸기 하우스에서 스마트-Pack™을 설치하는 모습

다. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (2020년 딸기)

안동대학교 캠퍼스내 시험용 하우스내에서 스마트-Pack™ 처리 효과를 비교하였다. 처리의 효과는 With-Without 실험설계를 이용하였으며, 해충의 밀도 변화와 천적 개체수 변화 조사를 통한 방제효과를 비교하였다. 2019년 10월 7일 정식한 딸기(*Fragaria ananassa* Duch, 설향)에 대해서 2020년 봄에 재 시험하였다. 새로운 스마트-Pack™을 처리하기 전에 2020년 2월 25, 28, 3월 4, 9, 14, 19일에 해충 및 천적 밀도를 사전에 조사하였다. 2020년 3월 20일에 스마트-Pack™을 설치하였다(그림 3-1-4). 이때 스마트-Pack™은 2가지의 벙커플랜트(*Sedum sarmentosum* Bunge, 보리 *Hordeum vulgare* L.)와 2가지의 천적으로 구성되었다[*Orius minutus* (L.), *Aphidius colemani* Viereck]. 이후에는 5일 간격으로 2020년 3월 21, 26, 31, 4월 5, 10, 15, 20, 25일에 해충과 천적의 밀도를 딸기에서 조사하였다. 시험구당 10주의 딸기에서 3개의 잎을 현장에서 육안으로 조사 및 기록하였다.



그림 3-1-4. 2020년 딸기 하우스에서 스마트-Pack™을 설치하는 모습

3. 연구결과

가. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (2019년 참외)

참외에서 실시한 평가에서 처리 후 5일($F = 12.07$; $df = 1, 4$; $P = 0.026$), 9일($F = 7.74$; $df = 1, 4$; $P = 0.049$), 12일($F = 7.40$; $df = 1, 4$; $P = 0.053$), 16일($F = 25.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.008$)차에 총채벌레의 밀도가 대조구에 비해 감소하였다(그림 3-1-5). 잎응애류(*Tetranychus* spp.)도 처리 후 5일($F = 60.50$; $df = 1, 4$; $P = 0.002$), 7일($F = 51.20$; $df = 1, 4$; $P = 0.002$), 9일($F = 7.32$; $df = 1, 4$; $P = 0.053$), and 12일($F = 18.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.013$)차에 유의하게 밀도가 감소하였다. 진딧물류의 경우 처리 후 16일차에만($F = 16.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.016$) 유의한 밀도 감소 효과가 있었다. 하지만 가루이류와 점박이응애(TSSM, Two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*)의 밀도는 대조구와 유의한 차이가 발견되지 않았다.

천적인 *Nesidiocoris tenuis*는 처리 후 1일($F = 15.72$; $df = 1, 4$; $P = 0.017$), 3일($F = 246.86$; $df = 1, 4$; $P < 0.001$), 5일($F = 8.84$; $df = 1, 4$; $P = 0.041$), 7일($F = 7.81$; $df = 1, 4$; $P = 0.049$), 9일($F = 16.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.016$), 48일($F = 25.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.008$)에 대조구에 비해 높게 나타났다(그림 3-1-6). 기생벌인 *Aphidius gifuensis*은 처리 후 1일차만($F = 18.75$; $df = 1, 4$; $P = 0.012$) 대조구에 비해 높은 밀도를 기록하였다. 천적인 *Nesidiocoris tenuis*가 기생벌인 *Aphidius gifuensis*에 비해 비교적 장기간동안 유지되었지만, *Nesidiocoris tenuis*에 의해 발생한 것으로 보이는 참외 잎의 섭식 피해 증상도 처리 후 7일($F = 33.25$; $df = 1, 4$; $P = 0.004$), 9일($F = 19.39$; $df = 1, 4$; $P = 0.011$), 41일($F = 9.39$; $df = 1, 4$; $P = 0.037$)차에 높게 나타났다 (그림 3-1-7, 3-1-8).

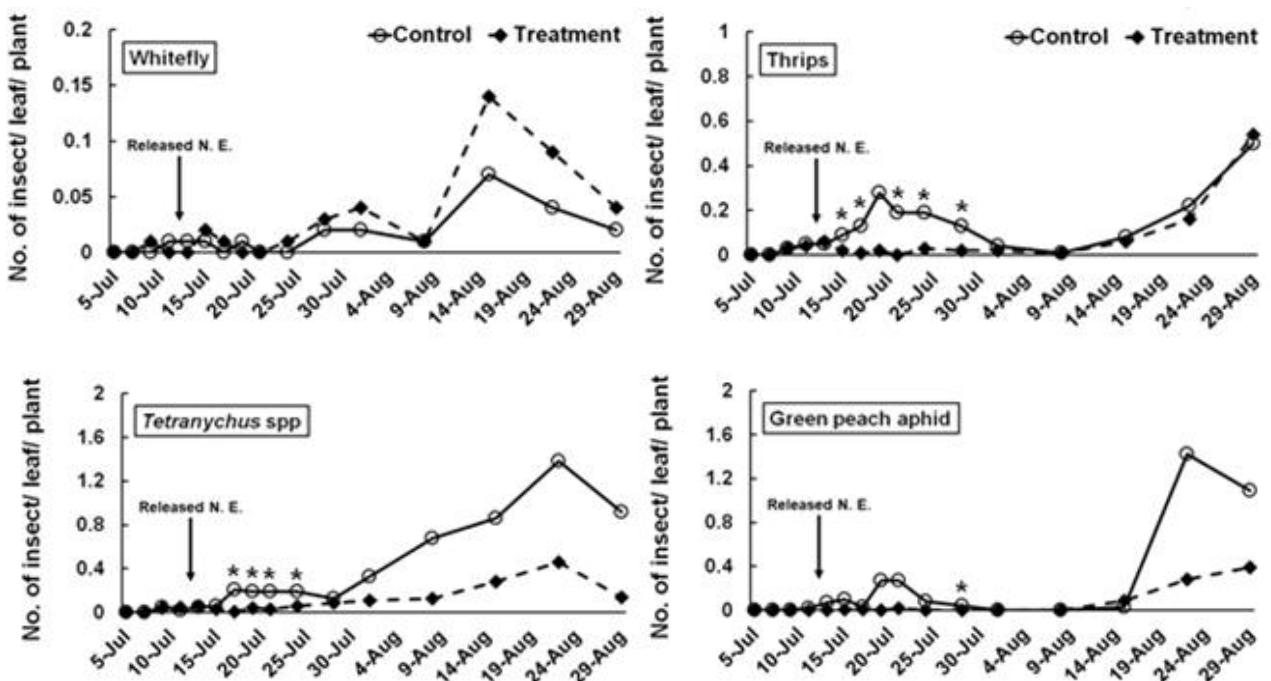


그림 3-1-5. 계속

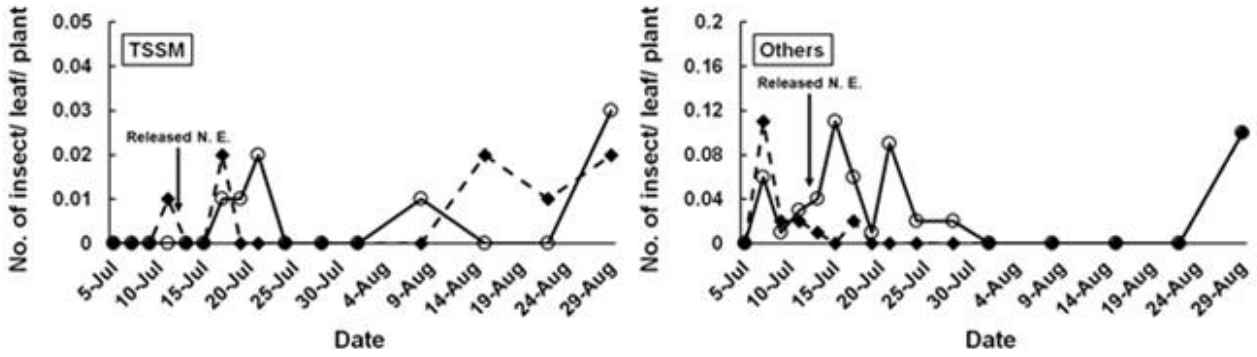


그림 3-1-5. 2019년 참외에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 해충류의 밀도 변동 비교.

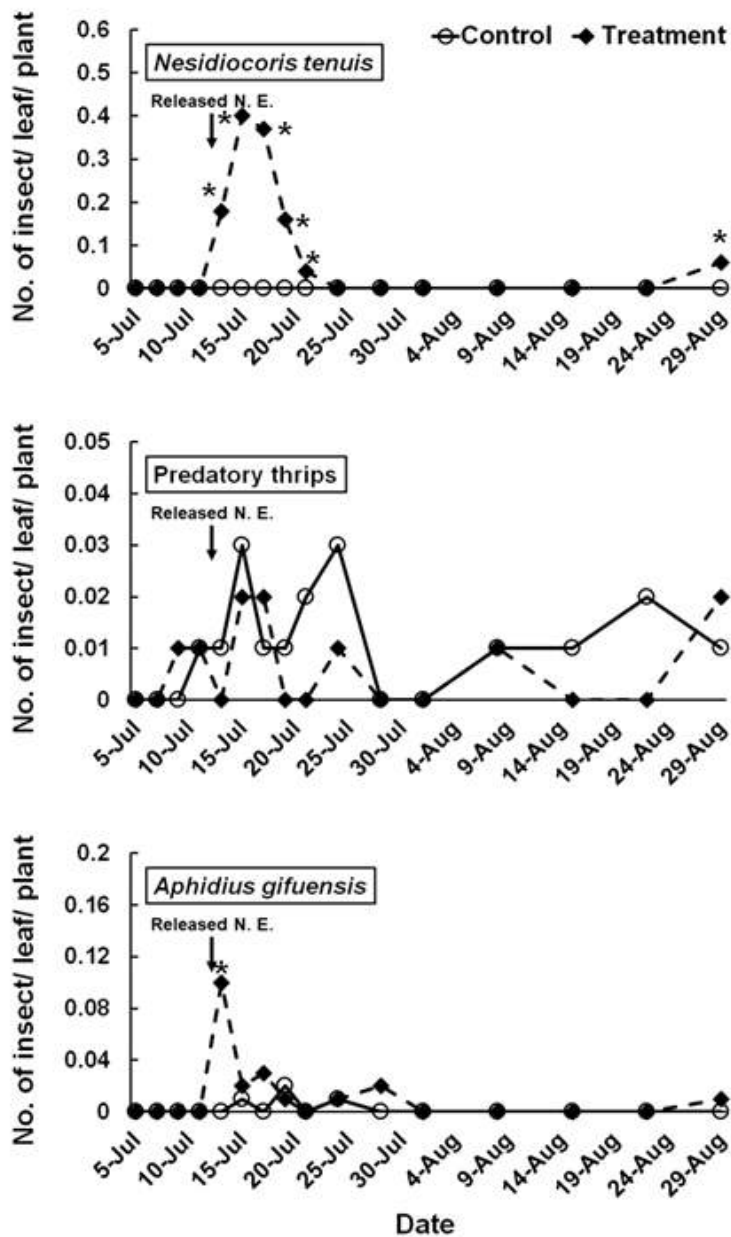


그림 3-1-6. 2019년 참외에서 실시한 평가에서 스마트 Pack™ 설치 후 천적류의 밀도 변경 비교.

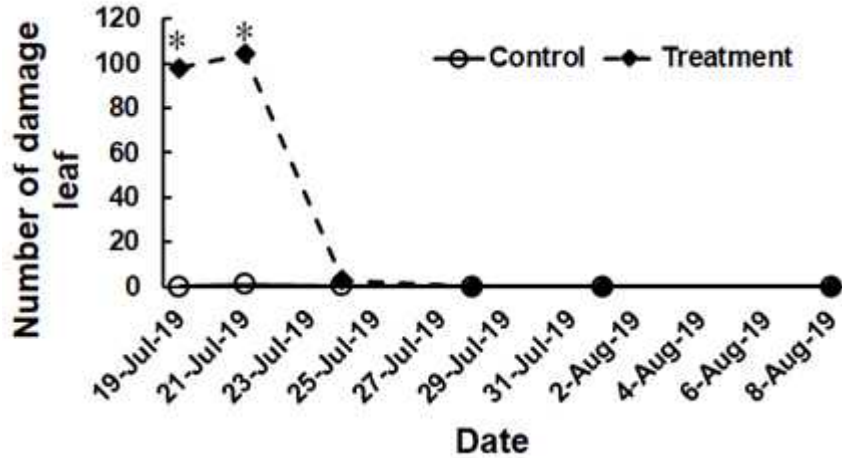


그림 3-1-7. 2019년 참외에서 실시한 평가에서 스마트 Pack™ 설치 후 천적인 *Nesidiocoris tenuis*에 의해 발생한 것으로 보이는 참외 잎의 섭식 피해 양상 비교.



그림 3-1-8. 2019년 참외에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 천적인 *Nesidiocoris tenuis*에 의해 발생한 것으로 보이는 참외 잎의 섭식 피해 증상.

나. 스마트-Pack의 천적의 밀도 변동과 해충 밀도억제 효과검증 (2019년과 2020년 딸기)

2019년과 2020년 2회에 걸쳐 딸기에서 실시한 평가에서 처리의 효과를 확인하였다. 2019년 10월에 진딧물류와 가루이류의 밀도가 처리구와 대조구간에 차이를 확인했으며(그림 3-1-9), 광식성인 애꽃노린재와 기생벌인 *Aphidius* spp.의 밀도가 처리 후 6일차에 대조구에 비해 높게 형성되는 것을 발견하였다($F = 12.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.026$)(그림 3-1-10). 2020년 2월에는 진딧물류와 잎응애류의 밀도가 처리구와 대조구간에 차이가 없었고(그림 3-1-11), 기생벌인 *A. colemani*의 밀도가 처리 후 4일차에 대조구에 비해 높게 형성되는 것을 발견하였다($F = 9.14$; $df = 1, 4$; $P = 0.039$)(그림 3-1-12). 또한 딸기꽃에 분포하는 해충류도 조사하였으며, 특히 총채벌레의 경우 대조구에 비해 처리 후 16일차($F = 12.00$; $df = 1, 4$; $P = 0.026$)와 21일차($P < 0.001$)에 유의하게 낮았다(그림 3-1-13).

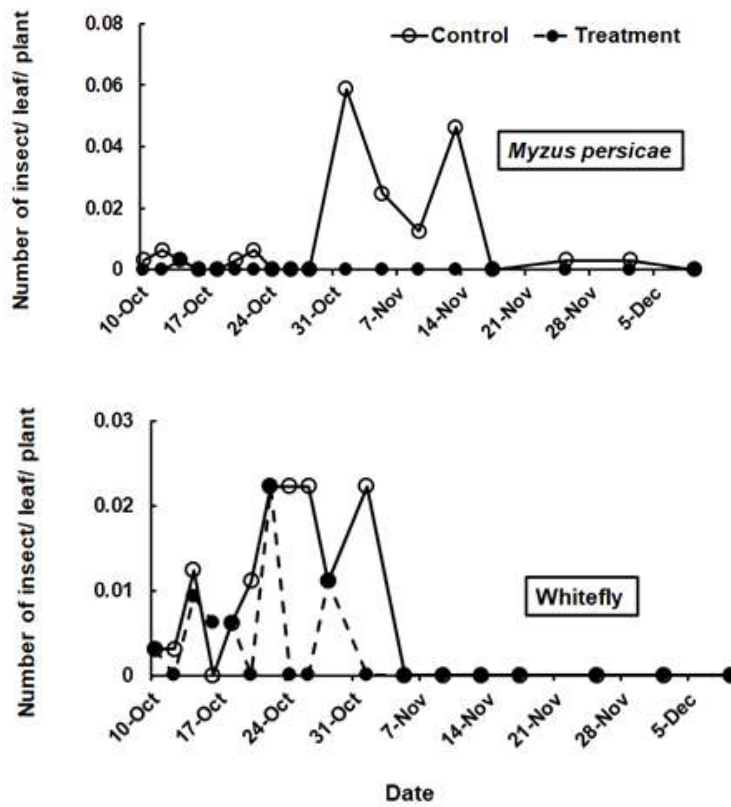


그림 3-1-9. 2019년 딸기에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 해충류의 밀도 변동 비교.

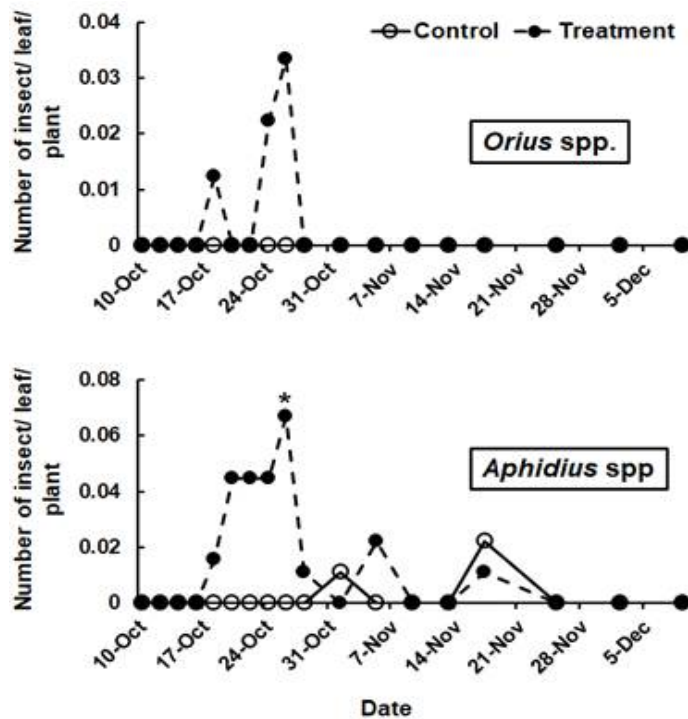


그림 3-1-10. 2019년 딸기에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 천적류의 밀도 변동 비교.

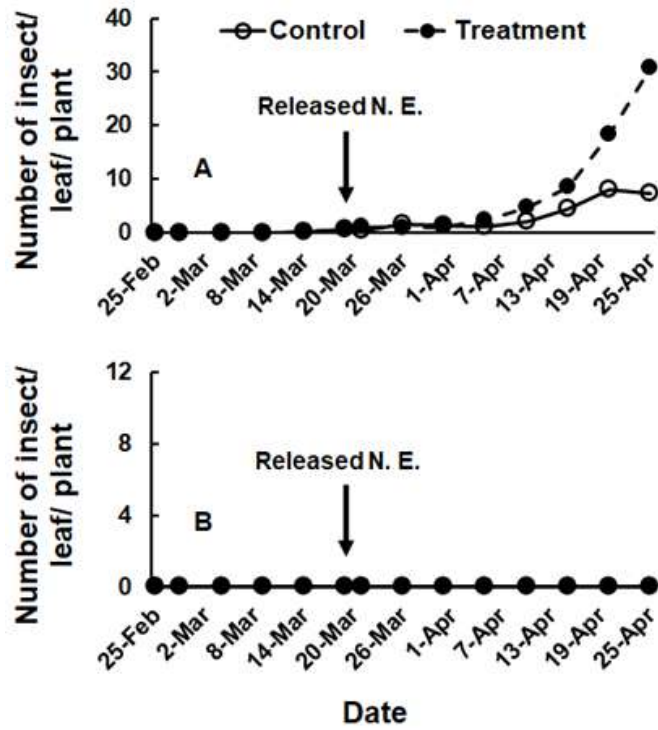


그림 3-1-11. 2020년 딸기에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 해충류의 밀도 변동 비교(A, 잎응애류; B, 진딧물류).

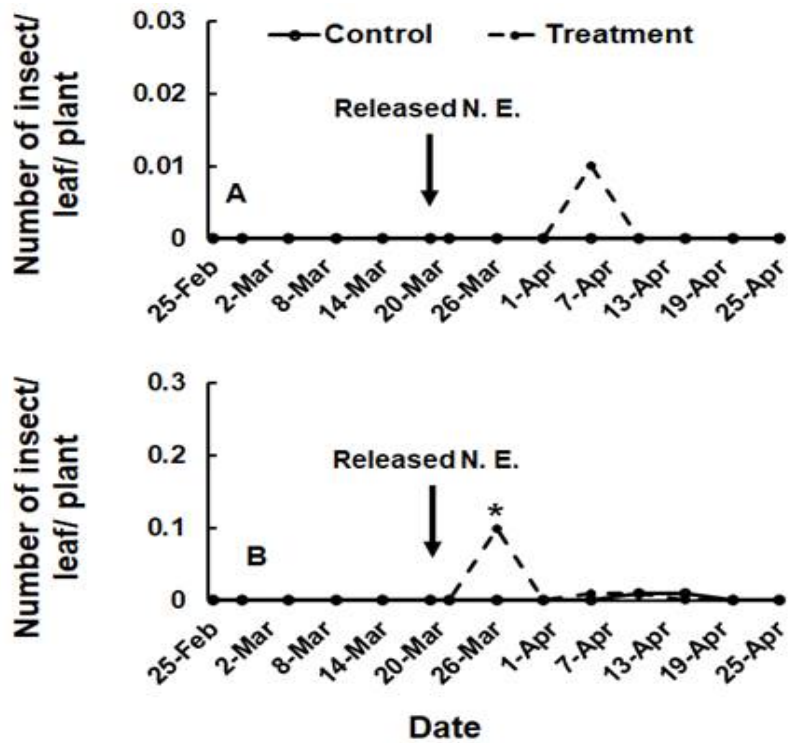


그림3-1-12. 2020년 딸기에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 천적류의 밀도 변동 비교(A, 참멋애꽃노린재; B, 콜레마니진디벌).

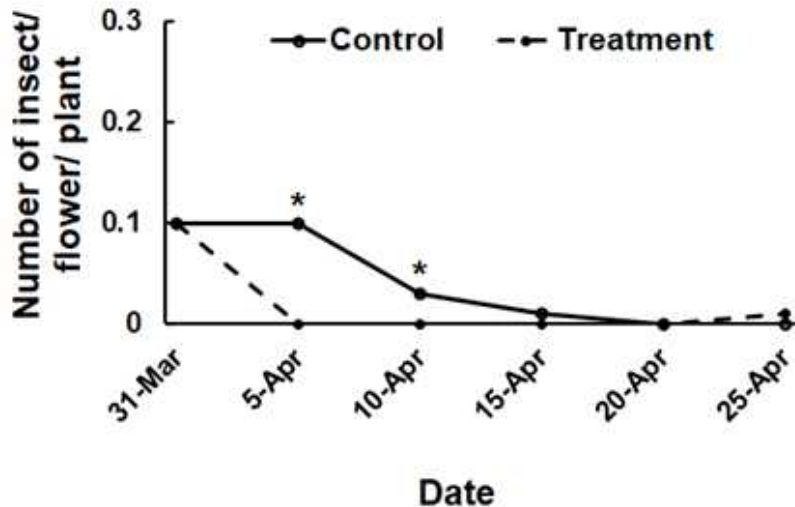


그림 3-1-13. 2020년 딸기에서 실시한 평가에서 스마트-Pack™ 설치 후 총채벌레류의 밀도 변동 비교.

4. 연구고찰

뱅크플랜트로 쇠비름류, 보리, 옥수수를 포함하고 천적으로는 *Nesidiocoris tenuis*와 *Aphidius gifuensis*를 참외에서 방사한 결과 비교적 해충 방제 효과가 우수하였다. 특히 총채벌레, 잎응애류 진딧물류에서 유의한 밀도억제 효과를 찾을 수 있었다. 다만, 기생벌인 *Aphidius gifuensis*보다 포식성 천적인 *Nesidiocoris tenuis*에 의한 밀도억제 효과가 더 컸던 것으로 보이며, 이는 기존 문헌에서 알려진 바와 같다(Gavkare and Sharma, 2016, Bouagga et al., 2018). 또한 *Nesidiocoris tenuis*은 9일까지 유지되었는데, 이는 비교적 해충의 밀도가 낮게 유지되었기 때문에 먹이가 부족했던 점과 뱅크플랜트에서는 기생벌과 먹이원인 진디물을 공유하였기 때문으로 판단된다. 따라서 추후에 *Nesidiocoris tenuis*의 뱅크플랜트에서 좀 더 오랜기간 유지 시킬 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

2019년과 2020년 2회에 걸쳐 딸기에서 스마트-Pack™을 평가하였으나 뚜렷한 처리 효과를 찾을 수 없었다. 다만, 두 번의 실험 모두 비교적 해충의 발생이 적었기 때문인 것으로 판단된다. 다만, 2020년에는 천적 방사후 약 3주후부터 잎응애류의 밀도가 처리구에서 더 많이 증가하는 것을 관찰하였는데 이는 천적으로 방사한 애꽃노린재를 뱅크플랜트에서 유지시키지 못한 결과로 생각되며 또한 2019년에 방사한 *Nesidiocoris tenuis*에 비해 애꽃노린재의 잎응애류에 대한 포식력이 떨어진것이 원인인 것으로 판단된다. 또한, 본 실험에서는 정식과 동시에 스마트팩을 1회 적용한 후의 해충방제 효과를 확인하고자 천적을 추가로 투입하지 않았지만, 농업현장에 스마트팩을 적용할때는 1주일 간격으로 1~2번의 천적 추가 방사가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 잎응애류가 문제가 되는 원예작물에 스마트팩을 적용할 때에는 담배장님노린재(또는 잎응애류 천적)로, 총채벌레가 문제인 원예작물에는 참뿔애꽃노린재를 적용하는 것이 바람직할 것이다.

제2절. 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축

1. 연구목표

International Organization for Biological Control 『Quality Control Guidelines for natural enemies』에 준하여 개발된 제품의 품질확인 시스템 구축

2. 연구내용

천적의 품질관리는 『IOBC Quality control guidelines for natural enemies』를 참고하여 진행되는데, 콜레마니진디벌과 같은 기생성 천적류의 품질확인 방법은 케이지와 용기 내부에서 우화한 성충을 흡충기로 분리·계수하는 방법을 사용하고 있다(그림 3-2-1; 그림 3-2-2). 참뿔애꽃노린재와 담배장님노린재와 같은 포식성 곤충류에 대해 IOBC에서 제시하는 품질확인 방법은 그림 3-2-3과 그림 3-2-4와 같다. 천적곤충 생산업체가 아닌 농업현장에서 우선시 되어야 하는 품질확인 방법은 제품 규격별 개체수 확인일 것이다. 이에 본 연구팀은 LED 광원을 활용하여 천적의 개체수를 간편하게 확인할 수 있는 장치를 고안하고자 본 연구를 진행하였다.

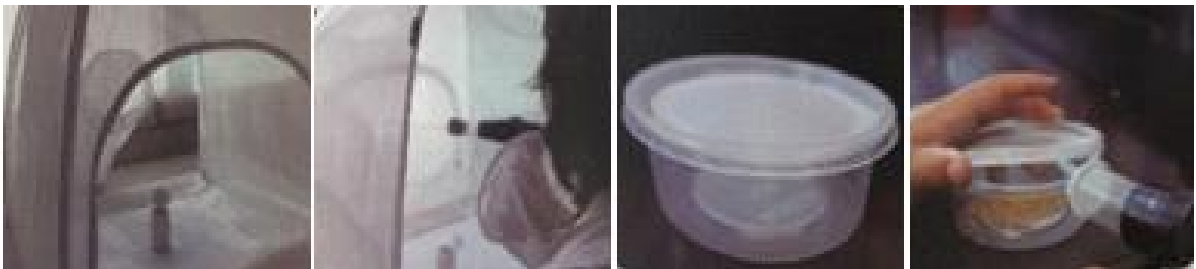


그림 3-2-1. 기생성 천적류 개체수 확인 모습(전라북도농업기술원, 2017)



그림 3-2-2. 농업현장에서 기생성 천적류의 개체수를 확인하는 모습

***Orius* spp. (*O. laevigatus*, *O. insidiosus*, *O. majusculus*, *O. aldibipennis*) (Hemiptera: Anthocoridae)**

Test conditions Temperature: 22-25°C
 RH: 70±5%
 Light regime: 16L:8D



Quality control criteria

Quantity The number of live adults/nymphs as specified on the container. Species name(s) to be indicated on the label. A weekly test.

Sex-ratio ≥ 45% females; n=100 (picked at random; to distinguish between male and female, see figure); a seasonal test

Fecundity ≥ 30 eggs/female/14 days; n=30 pairs; an annual test

Description of testing methods

Counting method After a short period (ca. 20 min.) at 8°C, the material in the container is sieved to separate vermiculite, buckwheat husk and insects; thereafter all the individuals can be counted using an aspirator.

Fecundity Take about 100 *Orius* adults from a bottle ready for shipment or from a rearing cage with adults which emerged less than 24 hours ago. Maintain these individuals for 2-3 days in a cage feeding them with *Ephestia kuehniella* eggs and supplying a French bean pod. Then determine their sex under stereomicroscope (see figure). Subsequently, put a pair of predators in a ventilated transparent container of ca. 75 ml (3-4 cm of diameter), which contains a piece of French bean pod. The bean pod has to be cut between two seeds, to prevent egg-laying on the inside of the bean pod. Provide new *E. kuehniella* eggs *ad libitum*. Every 2-3 days the bean pod is substituted with a fresh one; eggs are counted and new prey is added. The total number of eggs is calculated for a 14 days oviposition period. Exclude data from females which have died accidentally or got lost during the test period.



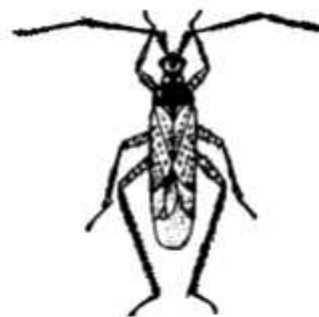
Figure: Abdomen of *Orius*. Males have a curled, swollen abdomen (A), females have an elongated ovipositor (B).

Coordinators: J. Vermeulen & M. Mosti

그림 3-2-3. 애꽃노린재류 품질확인 방법(IOBC, 2002)

Macrolophus caliginosus Wagner (Hemiptera: Miridae)

Test conditions	Temperature:	22°C±2°C
	RH:	75±10%
	Light regime:	16L:8D



Quality control criteria

Quantity	≥ the number of live adults and nymphs as specified on the label; weekly test
Mortality	≤ 5 % of the number of live adults and nymphs as specified on the label; weekly test
Sex-ratio	≥ 45 % females; n=100; seasonal test
Fecundity	≥ 7 eggs/female/72 hours; n=30; annual test

Description of testing methods

Quantity	Place packages in the freezer for at least one hour. Count the insects.
Mortality	Count the dead insects left in the packages after live insects have been allowed to move to another container.
Sex-ratio	Take a sample of 500 insects found in the quantity test and determine sex-ratio.
Fecundity	Collect 30 females 7-10 days after their final moult from the mass rearing. Place them individually on a tobacco leaf disc (5 cm diameter) with a midrib in the middle, placed upside down on a 4mm layer of agar (1%). The container has to be ventilated with at least 2 cm between agar and the lid. Feed them <i>Ephestia kuehniella</i> eggs ad libitum. Remove the insects after 72 hours and examine leafdiscs for predator eggs under a stereo microscope. Eggs will be embedded in leaf midrib and veins. The average number of eggs laid should be ≥ 7 eggs/female/72 hours

Coordinator: J. Klapwijk and K. Jans

그림 3-2-4. 장님노린재류 품질확인 방법(IOBC, 2002)

3. 연구결과

일반적으로 곤충은 녹색 광원에 가장 흡수도가 높은 광색소를 가지고 있으며, 다음으로는 자외선과 광원을 잘 흡수한다(Aphalo et al., 2012). 국내에도 자생하는 애꽃노린재(*Orius sauteri*)의 경우 교미 전에는 암수 모두 자주색 LED(405nm)에 유인이 잘 되었으나, 교미 후 암컷은 자주색 LED보다는 자외선을 더 선호하여 생태적으로 다른 반응을 보인다는 보고도 있다(Ogino et al. 2015). 또한, Uehara et al. (2019)은 6개의 LED 광원(UV 365nm, 자주색 405nm, 청색 450nm, 녹색 525nm, 주황색 590nm, 붉은색 660nm)에 대한 다중선택 실험에서 자주색 LED (405nm)가 가루이와 같은 해충의 주요 천적인 담배장님노린재(*Nesidiocoris tenuis*)를 유인 및 유지할 수 있는 것으로 보고한 바 있다. 이에 본 연구에서는 기생성 천적인 콜레마니진디벌과 포식성 천적인

참뿔애꽃노린재와 담배장님노린재가 유인되는 LED 광원을 이용하여 개체수를 확인할 수 있는 장치를 고안하였다(그림 3-2-5). 현재 본 장치의 구현을 위한 추가 연구를 진행 중이며, 품질관리 장치 2건에 대한 특허출원도 완료한 상태이다(제2020-70152호-우선권주장: 10-2020-40833, 10-2020-46474).

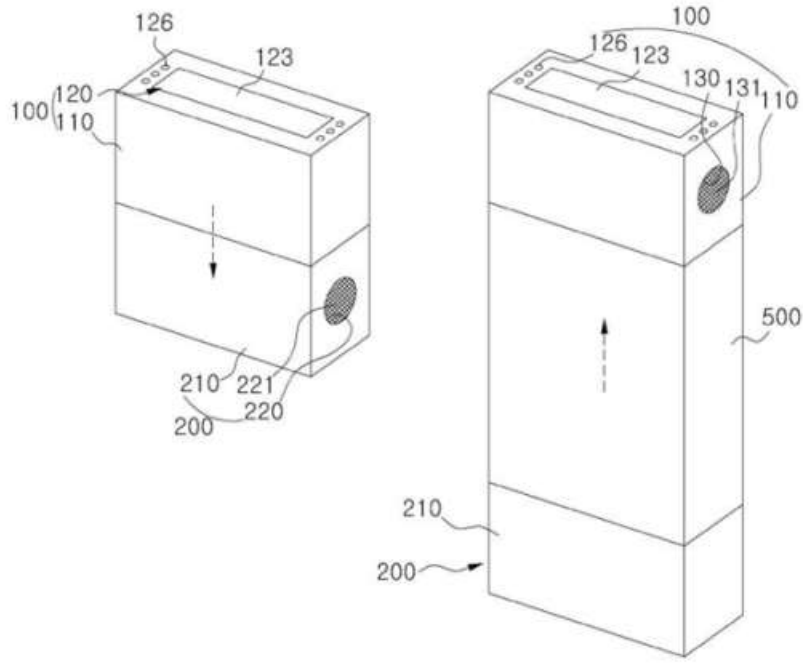


그림 3-2-5. 천적류 품질확인 LED 장치의 외관을 도시한 사시 개념도

(100: 제1 유닛, 110: 제1 본체, 120: 조명 어셈블리, 123: 조명 본체, 126: 조작 버튼, 130: 제2 통풍구, 131: 제2 메시망, 200: 제2 유닛, 210: 제2 본체, 221: 제1 메시망, 220: 제1 통풍구, 500: 제3 본체)

제4장. 연구개발성과

제1절. 연구목표 및 실적

○ 전체 연구목표

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍보		기타 (타연구 활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출	투자 유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	10		20	10	20	10		10				5					5	
최종 목표	1	1	-	1	3	1	100	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	
1차년도	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
소계	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
종료 1차년도	-	1	-	1	3	1	10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
종료 2차년도	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
종료 3차년도	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
종료 4차년도	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
종료 5차년도	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
소계	-	1	-	1	3	1	100	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
합계	1	1	-	1	3	1	100	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	

○ 연구 기간 내의 연구목표 및 실적

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용 홍보		기 타	
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문 SC I	비 SC I	논 문 평 균 IF			학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건			
최종목표	1	0							1				1				0	1		
1차 년 도	목표	1	0						1				1				0	1		
	실적	1	1						5				1				1	1		
소 계	목표	1	0						1				1				0	1		
	실적	1	1						5				1				1	1		

제2절. 연구성과

1. 지식재산권(특허 출원)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원/등록			기여율
			출원/등록인	출원/등록일	출원/등록번호	
1	천적근충과 벙커플랜트를 이송하기 위한 벙커플랜트 이송용 패키지 어셈블리	대한 민국	(주)오상킨섹트	2019.10.17./ 2020.04.24	10-2019-0129402/ 10-2106420	100

2. 사업화 현황

No	사업화 방식	지역	사업화명	내용	업체명	매출액(천원)		성과 발생년도	기술 수명
						국내	국외		
1	고용창출	경기	-	남윤복	(주)오상킨섹트	-	-	2019	-
2	고용창출	경기	-	이근희	(주)오상킨섹트	-	-	2019	-
3	고용창출	경기	-	이오차	(주)오상킨섹트	-	-	2019	-
4	고용창출	경기	-	이상혁	(주)오상킨섹트	-	-	2019	-
5	고용창출	경기	-	박미진	(주)오상킨섹트	-	-	2019	-

3. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국응용곤충학회 (2020 Spring International Conference of KSAE)	Sarker Souvic	2019.5.25	Online	대한민국

4. 홍보 전시

No	홍보유형	행사명칭	제목	일시
1	제품설명회	2019 농식품 R&D 유망기술 발표회	국내 최초 push-pull 기법의 벵커플랜트 이송용 패키지 어셈블리	2019.12.13

5. 기타: 타 연구에 활용 및 2단계 연구에 활용

No	연구사업명	연구제목	연구기간	연구기관명
1	작물 바이러스 및 병해충 대응 산업화 기술개발	주요 시설작물의 해충 방제용 천적 품질관리 기술과 천적-LED 플랫폼 개발	20.04.29~ 22.12.31	(주)오상 킨섹트

제3절. 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1년			
	소요예산(백만원)	30			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0.2	2	4	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	1	10	15
국외		-	-	-	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	- 천적과 보존식물 패키지 제품			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	3	10	15	
	수 출	-	-	-	

제5장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제1절. 연구목표 및 달성도

1. 세부·위탁과제별 최종 연구목표

(1) 세부과제(함은혜, (주)오상킨섹트): 국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 스마트-Pack의 제품화

○ 목표: 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품 개발

(2) 위탁과제(임언택, 안동대학교): 천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증시험

○ 목표: 스마트-Pack 성능평가

2. 정성적 연구목표 및 평가지표에 의한 달성도

과제구분 (수행기관)	성과목표	평가지표	가중치 (%)	달성도 (%)
주관과제 (주)오상킨섹트)	현장 특화형 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화	천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시	20	100
		대상 천적/최적의 생물 포장환경 설정	20	100
		스마트-Pack 전용 배양토/매지 선발	20	100
		스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	20	100
		현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축	20	100
합계			100	100
위탁과제 (국립안동대학교)	천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증시험	스마트-Pack 성능평가 여부	100	100
합계			100	100

3. 성과목표별 자체평가

성과목표	평가지표	자체평가
현장 특화형 한국형 천적보존식물 스마트-Pack	천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델	○ 기생성천적과 포식성 천적의 ‘스마트-Pack’ 결합형 모델 제시 ○ 기생성 천적과 포식성 천적의 제품 규격 설정 완료

제품화	제시	
	대상 천적/최적의 생물 포장환경 설정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참멋애꽃노린재의 포장 환경 구축 ○ 보존식물인 보리와 기장테두리진딧물 조합의 포장 환경 설정 ○ 스마트-Pack 전용 보존식물(<i>Potulaca</i> sp.) 의 포장 환경 설정
	스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트-Pack 전용 배지로 상토와 코코화이버 혼합 배지 선발
	스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하계(30℃), 동계(-5℃, 0℃) 시즌 스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발 완료 ○ 배송 시뮬레이션을 통해 계절별 유통시스템을 구축함으로써 외부환경에 의한 손상 최소화하여 효과적으로 유통이 가능할 것으로 기대됨
	현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ International Organization for Biological Control 『Quality Control Guidelines for natural enemies』에 준하여 콜레마니진디벌 제품의 품질확인 시스템 구축 완료
천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증시험	스마트-Pack 성능평가 여부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벵커플랜트로 쇠비름류, 보리, 옥수수를 포함하고 천적으로는 <i>Nesidiocoris tenuis</i>와 <i>Aphidius gifuensis</i>를 선발하여 참외에서 해충 방제 효과 확인

4. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후 대책(후속연구의 필요성 등)

성과목표	세부 목표	미달성 사유	후속대책
현장특화형 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화	천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시	목표 달성	방사한 천적과 더불어 자생천적이 활발한 해충 방제 활동을 할 수 있도록 천적과 보존식물 패키지와 함께 사용할 천적에 안전한 약제를 선별하는 후속 연구가 필요함
	대상 천적/최적의 생물 포장환경 설정	목표 달성	-
	스마트-Pack 전용 배양토/배지 선발	목표 달성	-

	스마트-Pack 맞춤형 유통시스템 개발	목표 달성	개발된 제품의 확대보급을 위한 현장 적용 후속연구가 필요함
	제품의 품질확인 방법 확립 여부	목표 달성	농가에서도 쉽게 품질관리를 할 수 있도록 곤충별 Q.C 구축을 위한 후속 연구가 필요함
천적보존식물 스마트-Pack의 성능평가 실증시험	스마트-Pack 성능평가 여부	목표 달성	천적 간 기주 혹은 먹이 곤충을 공유하는 경우와 벵커플랜트 상에서 천적을 장기간 유지 시킬 수 있도록 추가연구가 필요함

제2절. 관련 분야의 기여도

연구성과	관련 분야	기여도
현장특화형 한국형 천적보존식물 스마트-Pack 제품화 및 실증시험	천적곤충 관련 산업체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작기 초, 일괄적으로 천적과 보존식물 결합형 제품을 공급할 수 있으므로 안정적인 해충 방제 가능해짐 → 불안정한 유통으로 수급이 어려웠던 단점을 개선 ○ 스마트-Pack 전용 배지 선발로 인한 원가 절감효과 → 제품 단가 인하로 천적곤충산업의 활성화 도모
	천적 이용 농가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작물 작기 초, 복잡한 예찰 과정 없이 손쉽게 천적의 적용이 가능해짐 → 친환경 방제(유기농산물 재배)로의 진입장벽이 낮아짐 ○ 관행 방제보다 낮은 비용으로 친환경 방제가 가능해져 천적 이용 농가의 소득이 극대화됨

제3절. 추가 연구의 필요성

본 과제에서 제시한 천적과 보존식물 패키지 결합형 모델은 국내 최초로 시도되고 있는 기술이니 만큼 본 기술이 정착단계에 오를 수 있도록 확대보급을 위한 추가 연구는 반드시 필요하다고 판단됩니다. 또한 본 연구에서 도출된 결과물 외에 새로운 천적과 보존식물을 확대 적용하여 다양한 환경조건을 가진 현장에서 쉽게 접근할 수 있는 스마트-Pack의 추가적인 실증/보완 등이 필요하다고 생각됩니다. 나아가 복잡한 해충과 천적의 관계로 인하여 기본적으로 국내 해충과 관련 천적의 소개 및 체계화를 지원할 필요가 있을 것입니다.

제6장. 연구결과의 활용 계획 및 기대효과

제1절. 연구결과의 활용 계획

1. (사업화) 참여기업체의 경쟁력 강화

- 가. 신규 토착 천적 및 보존식물 패키지 조합의 결합형 제품 국내 최초 출시
- 나. 연구결과의 대내·외 홍보를 통한 제품의 인지도를 상승시키고 수요 확대 유도
- 다. 천연물과 미생물까지도 활용할 수 있는 제품의 다변화 예정

2. 해충방제 분야 활용

- 가. 토착 천적과 보존식물자원의 결합형 모델 활용으로 수입 천적 대체효과
 - ※ 2015년 수입된 천적 제품의 소비자가 환산 = 32억 원
- 나. 농가 주도형 적극적인 해충 관리 가능: 국내 농업환경에 최적화된 경제적인 스마트-Pack의 현장 적용에 의한 천적 방제모델 구축으로 친환경 방제 효과 극대화
 - ※ 세계 천적곤충 시장 현황과 전망 : ('17) 5,000억 원 → ('22) 8,400억 원 (1.6배 증가)
- 다. 2019년부터 전면 시행되는 농약허용물질목록관리제도에 대비한 친환경 해충방제기술 수요 급증이 기대됨(식품의약품안전처, 2018)
 - ※ 농약허용물질목록관리제도(PLS, Positive List System): 사용되는 농약 성분 등록 후 잔류허용기준을 설정해, 등록된 농약 이외에는 잔류허용기준을 일률기준(0.01mg/kg)으로 적용하는 제도

3. 현장 특화된 새로운 IPM 모델: 농업인 교육프로그램 적용 (이론, 현장)

- 가. 경기도농업기술원과 천적곤충자원산업화지원센터 교과과정과 연계 가능
- 나. 경기도에 위치한 천적곤충자원산업화지원센터의 컨트롤타워 역할수행으로 새로운 생물적 방제모델의 교육 및 전국적인 확대 가능
- 다. 경북농민사관학교 산업곤충 과정과 연계
- 라. 천적곤충 사용 매뉴얼 보급을 통한 농업인의 효과적인 천적사용 유도

4. 친환경 농업 활성화를 위한 핵심 기술 이전

- 가. 한국형 천적보존식물 스마트-Pack → 국내 천적곤충산업, 친환경농업의 기반 구축
 - : 천적활용 친환경농업의 양적·질적인 성장 가능

5. 친환경 농업의 활성화

가. 비용 절감효과가 있는 새로운 생물적 방제모델 적용으로 친환경농산물 가격 안정화 가능
→ 천적 활용 친환경농산물 소비 확대

나. 국민소득증대와 삶의 질 향상에 따른 소비패턴 변화로 친환경농산물 시장규모 **꾸준히 증가** 할 것으로 예상(RDA, 2018)

※ **친환경농산물 시장규모:** ('10) 3.6조 원 → ('20) 6.6조 원(한국농촌경제연구원)

※ **농약사용량 감축 목표:** ('09) 12.1 kg/ha → ('12) 9.7 kg/ha → ('19) 8.0 kg/ha

6. (신기술 보급사업) 실용화 후속연구

가. 농가 실증 후 개별 작물 단위(일부 작물에 집중) **스마트-Pack** 제품 연계 출시(신기술 인증 및 경제성 분석) 및 지속적인 모니터링

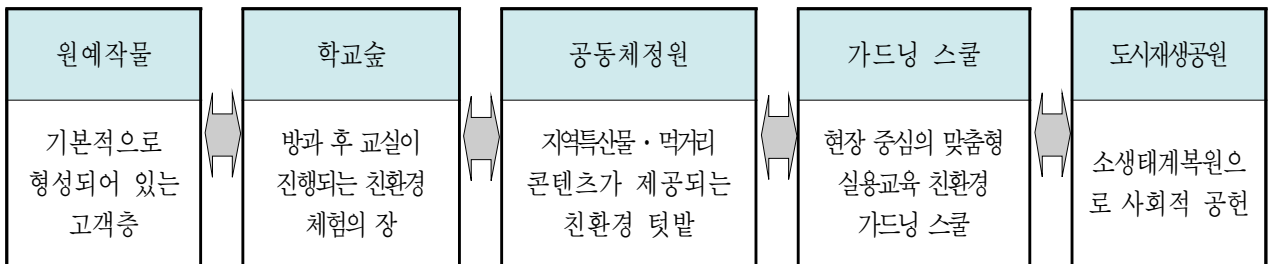
※ **복잡한 해충과 천적의 관계 이해를 위한 체계적인 소개 및 홍보 진행**

나. 신규 포식성과 기생성 토착 천적 자원의 제품화로 국내 천적 시장에 경쟁력 확보 전망

※ **2016년 기준으로 약 20% 시장을 점유할 경우 안정적으로 약 10억 원의 시장 진입 가능**

7. (신산업 창출) 사업화 계획

※ **사업 확장:** 다양한 분야에 지속가능한 천적을 활용한 해충방제기법 적용 및 홍보



- 생산계획

구분		(2021년) 개발 종료 후 1년	(2022년) 개발 종료 후 2년	(2023년) 개발 종료 후 3년
국 내	시장점유율(%)	2	5	10
	판매량(단위: 개)	500	2,000	4,000
	판매단가(만원)	5	5	5
	국내매출액(백만 원)	25	100	200
당사 생산능력 (단위: 개)		1,000	3,000	9,000

- 투자계획

(단위: 백만 원)

항목		(2021 년) 개발 종료 후 1년	(2022 년) 개발 종료 후 2년	(2023 년) 개발 종료 후 3년
매출원가		5	20	40
판매관리비		5	10	15
자본적 지출	토지	-	-	30
	건물/구축물	-	-	-
	기계 장치 등	10	20	30
자본적 지출 합계		10	20	60

- 사업화 전략

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 천적과 보존식물의 결합형 패키지 제품 ○ 수요처 : 친환경 경영 농가 ○ 예상 단가 : 제품 옵션에 따라 50,000-100,000원 예상 ○ 개발 투입인력 및 기간 : 개발 투입인력 : 130M/M, 개발기간 : 12개월
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본사 연구소에서 테스트 베드 완성 후 상품화 ○ 자체생산 인프라(사육시설)를 통한 생산계획 ○ IOBC 품질수준을 충족하는 품질관리 시스템
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시제품 개발 및 현장적용 시험 : 2019년 ○ 상품화 완료 예정 : 2019년 ○ 예상판매 개시 예정 : 2020년

제2절. 기대효과 및 파급효과

1. 기술적 측면

가. 국내 농업환경 최적의 천적과 보존식물 결합형 패키지 적용으로 원예작물 해충 방제기술 개발
 나. 토착 천적 자원의 제품화로 수입 천적 대체 → 천적 이용기술 국내화로 방제효과 극대화
 다. 한국형 천적보존식물 제품화 기술개발로 다양한 작물 및 지역으로 친환경농법 적용 확대 가능
 라. 방제보다 예방에 초점을 둔 지속가능한 원예작물 해충 관리기술: 본 기술은 포식성 천적과 기생성 천적의 정착에 효과적인 보존식물의 결합형 패키지 기술로 지속가능한 원예작물의 해충 관리기술을 기본으로 함. 이러한 접근방식은 농업현장에 적용되는 천적보존식물 스마트-Pack이 천적의 서식처와 대체 먹이 역할을 함으로써 천적의 생존에 긍정적인 작용을 하는데 바탕을 두고 있음(Risch et al., 1983; Metcalf and Luchmann, 1994; Hyun, 2013)

2. 경제·산업적 측면

가. 생물 다양성 증진 천적 적용 신기술 개발과 시장 확대
 나. 신규 포식성과 기생성 토착 천적 자원의 제품화로 국내 천적 시장에 경쟁력 확보 전망
 ※ 2022년 천적 시장규모가 200억 원으로 예측되므로, 과제 종료 후 2년 안에 40억 원의 시장 진입이 가능할 것으로 기대
 다. 침체된 천적곤충산업의 활성화 및 수출 신성장 동력산업으로 육성
 라. 천적을 활용한 친환경농산물 생산에 따른 판매 증가로 농가 소득 극대화
 ※ 천적을 활용한 농산물 인증을 통한 소비자 신뢰도 향상 가능
 마. 천적과 보존식물의 현장 적용 기법개발로 저 투입 지속농업 실현 → 약제사용 최소화 → 친환경농산물에 대한 소비자 신뢰도 향상



천적 유지식물이 조성된 개인 정원



국가/지방 정원에 설치될 스마트Pack 알람판(안)

Good Bug	Pest Controlled
1,000 Ladybugs	Aphids and Whiteflies
1,000 Lacewings	Mealybugs, Spider Mites, Leafhopper Nymphs, Caterpillar eggs, Thrips and Whiteflies
1,000,000 Beneficial Nematodes	Cutworms, Termites, Corn Borers, Cucumber Beetles, and hundreds of other insect pests!

그림 6-2-1. 한국형 천적보존식물 확대보급으로 친환경 생태환경 조성(안)

참고문헌

- Alauzet, C., Dargagnon, D., Malausa, J.C., 1994. Bionomics of a polyphagous predator: *Orius laevigatus* (Het.:Anthocoridae). Entomophaga. 39, 33-40.
- Animal and Plant Quarantine Agency. 2018. <http://okminwon.pqis.go.kr/minwon/information/statistics.html>.
- Aphalo, P.J., Albert, A., Bjorn, L.O., Mcleod, A.R., Robson, T.M., 2012. Beyond the visible; A handbook of best practice in plant UV photobiology. European Cooperation in Science and Technology. 52 pp.
- Bouagga, S., Urbaneja, A., Perez-Hedo, M., 2018. Comparative biocontrol potential of three predatory mirids when preying on sweet pepper key pests. Biological Control. 121, 168-174.
- Cohen, C., 2015. Insect diets: science and technology, second edition. Boca Raton. 473 pp.
- Ding, Y., Yang, Q.F., Li, Q., Jiang, C.X., Wang, H.J., 2016. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius minutus* (Hemiptera: Anthocoridae). Acta Entomologica Sinica. 6, 647-653.
- ESA. 2018. EU-CHINA Lever for IPM Demonstration. www.entsoc.org.
- Gavkare, O., Sharma, P.L., 2016. Feeding potential of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, under laboratory conditions. Journal of Agricultural and Urban Entomology. 32, 50-58.
- Ham, E.H., 2018. A study on the selection and application methods of suitable natural enemies for the domestic agricultural environment in Korea. Thesis Kyungpook National Univ. 165pp.
- Ham, E.H., Jun, H.J., Lee, J.S., Lim, U.T., Lee, Y.S., Park, J.K., 2019. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch on strawberry using “Natural Enemy in First (NEF)” method. Korean Journal of Applied Entomology. 58, 319-320.
- Hyun, S.Y., 2013. Effects of grass planting and pyrethroid spray on the population dynamics of *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) in citrus orchard: A short-term effect. Jeju National University. 46 pp.
- IOBC, 2002. IOBC quality control guidelines for natural enemies. IOBC. 31 pp.
- Kim, Y.K., Heo, H.J., Kim, G.S., Ham, E.H., Kim, J.W., Kang, S.Y., Kwon, K.M., 2009. Effect of a low temperature-induced quiescence on short term storage of an egg parasitoid, *Trichogramma* sp. Nabis101. Korean Journal of Applied Entomology. 48, 369-375.
- Koo, H.Y., Kim, S.G., Oh, H.K., Kim, J.E., Choi, D.S., Kim, D.I., Kim, I.S., 2013. Temperature-dependent development model of larvae of Mealworm beetle, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). Korean Journal of Applied Entomology. 52, 387-394.
- Markets and Markets, 2020. Agricultural Biologicals market by function (biocontrol, biofertilizers, bi

- ostimulants), product type (microbials, macrobials, semiochemicals, natural), mode of application (foliar spray, soil and seed treatment), crop type, and region-Global forecast to 2025. Marketsandmarkets analysis. 185 pp.
- Markkula, M., Tiittanen, K., 1976. "Pest in first" and "natural infestation" methods in the control of *Tetranychus urticae* Koch with *Phytoseiulus persimilis* Athias-henriot on glasshouse cucumber s. Annual Entomology Fenn. 15, 81-85.
- Mendes, S.M., Bueno, V.H.P., Carcalho, L.M., 2005. Development and thermal requirements of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera : Anthocoridae). Rev Bras Entomol. 49, 575-579.
- Metcalf, R.L., Luckmann, W.H., 1994. Introduction to insect pest management. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 672 pp.
- Miller, T.L.P., Rebek, E.J., 2018. Banker plants for aphid biological control in greenhouses. Journal of Integrated Pest Management. 9, 1-8.
- Morales-Ramos, J.A., Rojas, M.G., Shapiro-Ilan, D.I., 2014. Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens. Academic Press. 764 pp.
- Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C., Frisvold, G.B., 2015. Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. Annual Review of Entomology. 60, 32.1-32.25.
- Ohta, I., 2001. Effect of temperature on development of *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) fed on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Applied Entomology and Zoology. 36, 483-488.
- Ogino, T., Uehara, T., Yamaguchi, T., Maeda, T., Yoshida-Noro, C., Shimoda, M., 2015. Spectral preference of the predatory bug *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. 59, 10-13.
- Rahman, M.A., Sarker, S., Ham, E.H., Lee, J.S., Lim, U.T., 2020. Development and fecundity of *Orius minutus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *O. laevigatus* reared on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, toaa078.
- Risch, S.J., 1983. Intercropping as cultural pest control: Prospects and limitations. Journal of Environmental Management. 7, 9-14.
- Schneider, J.C., 2009. Principles and procedures for rearing high quality insects. Mississippi State University. 352pp.
- Singh, P., Moore, R.F., 1985. Handbook of insect rearing. Elsevier. 486 pp.
- Uehara, T., Ogino, T., Nakano, A., Tezuka, T., Yamaguchi, T., Kainoh, Y., Shimoda, M., 2019. Violet light is the most effective wavelength for recruiting the predatory bug *Nesidiocoris tenuis*. Biocontrol. 64, 139-147.

- van Lenteren, J.C., 2003. Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. CABI Publishing. 327 pp.
- van Lenteren, J.C. 2012a. IOBC internet book of biological control. IOBC-Global home (www.iobc-global.org) 182 pp.
- van Lenteren, J.C., 2012b. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biological*. 57, 1–20.
- Zhou, X.M., Zhu, F., 2006. Effect of temperature on development of *Orius similis* Zheng (Hemiptera: Anthocoridae) and on its predation activity against *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *The Pan-Pacific Entomologist*. 82, 97-102.
- 김경필, 장도환, 2010. 통계로 본 한국농업의 국제비교 연구. 한국농촌경제연구원 기타연구보고 M105. 197 pp.
- 김연중, 한혜성, 박영구, 2015. 미래농업으로 곤충산업 활성화 방안. 한국농촌경제연구원 연구보고 R758. 149 pp.
- 김용현, 2005. 천적 이용 가이드. 농업과학기술원. 198 pp.
- 농림축산식품부, 2016. 제2차 곤충산업 육성 5개년 계획. 농림축산식품부 종자생명산업과. 88 pp.
- 농림축산식품부, 2017. 미래신성장동력 곤충산업. 농림축산식품부 종자생명산업과. 83 pp.
- 농촌진흥청, 2004. 천적이용 해충방제 기술. 농촌진흥청. 132 pp.
- 농촌진흥청, 2009. 녹색기술 청색마을 함께하는 농촌진흥: 천적이용 해충방제기술. 농촌진흥청. 368 pp.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 2011. 천적활용 딸기해충 방제기술. 국립농업과학원. 62 pp.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 2011. 시설고추 해충의 천적이용 편람. 국립농업과학원. 123 pp.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 2013. 산업곤충 사육기준 및 규격 (I). 국립농업과학원 곤충산업과. 347 pp.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 2014. 산업곤충 사육기준 및 규격 (II). 국립농업과학원 곤충산업과. 294 pp.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 2018. 천적산업 활성화 협의체 발족회의 자료. 농촌진흥청 국립농업과학원. 43 pp.
- 농촌진흥청, 국립농업과학원 천적연구회, 2009. 천적연구자료집. 국립농업과학원 천적연구회.
- 농촌진흥청 농업과학기술원, 1999. 천적의 사육과 이용. 농촌진흥청. 223 pp.
- 농촌진흥청 농업과학기술원, 2008. 파프리카의 천적이용 매뉴얼. 농업과학기술원. 91 pp.
- 농촌진흥청 병해충종합관리사업단, 1998. (IPM 기술개발을 위한) 천적의 이해와 활용. 농촌진흥청. 53 pp.
- 식품의약품안전처 보도자료, 2018. ‘19년 1월 1일 농약 PLS 전면 시행으로 먹거리 안전성과 우리 농산물 경쟁력 강화 기대’
- 이영수, 장명준, 이현주, 정구현, 주영철, 2015. 토착천적의 도내 활용도 제고를 위한 품질 개선

- 연구/난방제 해충 친환경 방제기술 개발. 경기도 농업기술원. 499-510.
- 이준석, 임언택, 2020. 정원수 해충방제를 위한 친환경방제기술 개발 및 적용기법 구축 최종보고서. 산림청, 한국임업진흥원. 132 pp.
- 이준석, 함은혜, 전해정, 이영수, 임언택, 2019. 해충과 천적의 유인/기피 작용을 융합한 고효율 천적보존식물 패키지 상품 개발 최종보고서. 농림축산식품부. 139 pp.
- 전라북도농업기술원, 2017. 천적 품질관리 매뉴얼. 38 pp.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 '스마트-pack'의 제품화				
	(영문) A study on the commercialization of the beneficial insect pack for the domestic agricultural environment in Korea				
주관연구기관	농업회사법인(주)오상킨섹트		주관연구 책 임 자	(소속) (주)오상킨섹트	
참 여 기 업	농업회사법인(주)오상킨섹트			(성명)함은혜	
총연구개발비 (200,000천원)	계	200,000,000	총연구기간	19. 05. 10 ~ 20. 05. 09 (1년)	
	정부출연 연구개발비	160,000,000	총참여 연구원수	총 인 원	13명
	기업부담금	40,000,000		내부인원	13명
	연구기관부담금	-		외부인원	-
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>해충별 유인/기피 방어벽, 천적 곤충별 서식처 조성 및 천적을 이상적으로 조합하여 도출한 한국형 천적보존식물 '스마트-Pack'의 모델화 및 현장 중심의 천적 적용시스템을 구축함으로써 친환경 농업의 활성화에 기여</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기생성 천적과 포식성 천적의 제품 규격설정 완료 • 천적 및 보존식물의 포장환경 설정 완료 • 스마트-pack 전용 식물의 식생을 안정적으로 유지할 수 있는 최적의 배지 선발 • 유통과정 중 외부 환경에 의한 손상 최소화 맞춤형 유통시스템 개발 완료 • 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축 • 참외, 딸기에서 담배장님노린재와 콜레마니진디벌의 해충 방제 효과 확인 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 천연물과 미생물을 접목한 '스마트-pack' 제품의 다변화 예정 • 천적 곤충의 품질 고급화를 통한 수출 신성장 동력산업으로 육성(PCT 출원) • 해충방제 비용 절감효과가 있는 새로운 생물적 방제모델 적용(NET 인증)으로 친환경 농산물 가격 안정화 및 천적활용 친환경 농산물 소비 확대 • 신규 포식성과 기생성 토착 천적 자원의 제품화로 증가하는 아시아권/국내 천적 시장에서 경쟁력확보 					

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		819025-1	
사업구분	농식품연구성과후속지원사업				
연구분야	농림생물			과제구분	단위
사업명	농식품연구성과후속지원사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-pack’의 제품화			과제유형	(개발)
연구기관	농업회사법인(주)오상킨섹트			연구책임자	함은혜
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.05.10. ~ 2020.05.09.	160,000	40,000	200,000
	계	2019.05.10. ~ 2020.05.09. (12개월)	160,000	40,000	200,000
참여기업	농업회사법인(주)오상킨섹트				
상대국	-	상대국연구기관		-	


2. 평가일 : 2020년 6월 15일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
농업회사법인(주)오상킨섹트	과장	함은혜

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

본 연구는 국내에서 시도되지 않았던 천적 간편 적용기법인 ‘스마트-pack’의 모델화를 최초 제시했으며, 본 모델의 방제효과 현장 실증을 통해 원예작물 주요 해충에 대한 새로운 IPM 기술을 제공하였다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

특히 본 연구로 도출한 스마트팩은 천적적용기법의 선결 조건인 ‘예찰’에서 자유로운 고효율 저비용 방제기법으로 천적에 대한 사전지식이 없어도 적용할 수 있는 특징점을 가지고 있어 전국적으로 확대보급 시 친환경 농업의 활성화와 더불어 농가소득 증대에도 이바지할 수 있을 것으로 판단됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

본 과제를 통해 개발된 ‘스마트-pack’은 토착 천적과 보존식물의 결합형 모델로 수입 천적을 대체할 수 있어 해충방제 비용 절감효과뿐만 아니라 친환경농산물 가격 안정화가 가능하므로 활용 가능성에 대한 전망은 매우 밝을 것으로 생각됨

4. 연구개발 수행 노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

개발 주체인 기업과 데이터 체계성 확보를 위한 대학이 참여하여 천적과 서식처 조합의 결합형 제품인 ‘스마트-pack’의 모델을 제시하였고, 1년 동안 3회 이상에 걸친 성능평가 실증시험을 통해 스마트팩의 방제효과를 검증한 바 있음

5. 공개 발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

본 과제를 통해 특허 출원 1건, 특허등록 1건, 고용창출 1명 이상, 논문발표 1건, 홍보 1건, 타 연구로 확대 1건 등의 성과를 달성하였음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
천적별 보존식물 패키지의 결합형 모델 제시	20	100	‘스마트-pack’ 결합형 모델 제시 및 천적의 제품 규격설정 완료
대상 천적/최적의 생물 포장환경 설정	20	100	천적 및 보존식물의 포장환경을 구축하였음
스마트-pack 전용 배양토/배지 선발	20	100	스마트-pack 전용 배지로 상토와 코코화이버 혼합 배지를 선발하였음
스마트-pack 맞춤형 유통시스템 개발	20	100	하계(30℃), 동계(-5℃, 0℃) 시즌 스마트-pack 맞춤형 유통시스템을 개발하였음
현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축	10	100	LED 광원을 활용한 품질확인 시스템을 구축하였음
스마트-pack 성능평가 여부	10	100	스마트-pack 성능평가를 참외, 딸기에서 수행하였음
합계	100	100	-

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 과제를 통해 국내 최초 ‘스마트-Pack’ 결합형 모델을 제시하였고, 현장 실증을 통해 해충방제 효과를 검증하였음.
- 본 연구로 제시된 스마트-pack의 확대보급과 천적곤충 품질관리 장치에 관한 후속연구를 통해 지속가능한 천적적용기법의 완전한 국내화에 앞장서도록 하겠음

2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

○ 본 과제의 수행기간 동안 새롭게 스마트-pack 제품을 제시했으며(예찰이 필요 없는 고효율 저비용의 업그레이드 방제기법), 참외와 딸기 재배지에서 3회에 걸친 방제효과 실증실험을 진행하였습니다. 국내 최초 제시되는 개념인 관계로, 스마트-pack 내에 적용된 천적들의 상호작용에 대한 깊이 있는 연구가 필요함을 인지하게 되었으며, 이를 보완하기 위한 추가 연구도 진행하고 있습니다. 새로운 개념을 제시하고, 그 방제효과를 일부 검증했다는데에 본 과제 수행의 의의가 있는 것으로 생각되며, 천적곤충산업의 활성화를 위해 지속적으로 노력하겠습니다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후 조치에 대한 의견

○ 본 과제를 통해 도출된 연구결과를 토대로 새로운 스마트-pack 조합을 개발하여 산업화하는 등 후속 조치가 필요하다고 생각되며, 무엇보다 국내 최초로 시도되고 있는 기술이 만큼 본 기술이 정착단계에 오를 수 있도록 추가 후속연구가 필요하다고 생각됨

IV. 보안성 검토

-

1. 연구책임자의 의견

-

2. 연구기관 자체의 검토 결과

-

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	-
연구과제명	국내 농업환경에 적합한 한국형 천적보존식물 ‘스마트-pack’의 제품화			
주관연구기관	농업회사법인(주)오상킨섹트		주관연구책임자	함은혜
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	160,000,000	40,000,000	-	200,000,000
연구개발기간	2019.05.10. ~ 2020. 05. 09. (12개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도		<input type="checkbox"/> 정책자료	<input type="checkbox"/> 기타()

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
<ul style="list-style-type: none"> - 스마트-Pack 결합형 모델 제시 - 스마트-pack의 생물포장 환경 구축 및 적용 - 스마트-pack 전용 배양토/배지 선발 - 스마트 pack 맞춤형 유통시스템 개발 - 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트-Pack 결합형 모델 제시 완료 - 스마트-pack의 생물포장 환경 설정 - 스마트-pack 전용 배지로 상토와 코코화이버 혼합 배지 선발 - 스마트 pack 맞춤형 유통시스템 개발 완료 - 현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축 완료
<ul style="list-style-type: none"> - 성능평가 실증실험 및 최적 모델화 	<ul style="list-style-type: none"> - 성능평가 실증실험 및 최적 모델화 완료

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I						
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		

가중치	30							30						20					20
최종목표	1	0						1						1				0	1
연기간내 달성실적	1	1						5						1				1	1
달성율(%)	100	100						100						100				100	100

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	기생성천적과 포식성 천적의 ‘스마트-Pack’ 결합형 모델
②	천적과 보존식물의 포장환경 설정
③	스마트-pack 전용 배양토/배지 선발
④	스마트-pack 맞춤형 유통시스템 개발
⑤	현장 맞춤형 품질확인 시스템 구축

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화흡수	외국기술 개선개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v					v	v	v		
②의 기술		v						v		
③의 기술		v						v		
④의 기술		v				v		v		
⑤의 기술		v				v		v		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	해충방제를 위한 친환경기술적용으로 지속가능한 농업 구축
②의 기술	해충방제를 위한 친환경기술적용으로 지속가능한 농업 구축
③의 기술	스마트-pack 확대보급으로 친환경 농업의 활성화
④의 기술	스마트-pack 확대보급으로 친환경 농업의 활성화
⑤의 기술	현장 맞춤형 천적 품질확인 시스템 구축으로 농가소득 극대화

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF			학술발표	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치		20		25	15	25	15													
최종목표		1		1	3	1	100					1								
연구기간내 달성실적		1																		
연구종료 후 성과창출 계획		0		1	3	1	100					1								

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	천적과 보존식물 패키지 상품		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	협의 후 결정
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정	<input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 기타()	<input type="checkbox"/> 통상실시권
이전소요기간	-	실용화예상시기 ³⁾	2021.11
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	식물 및 곤충 사육시설 구축		

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과후속지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과 후속지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.