

영역	2	아젠다	2	대과제	2
과제 및 세부과제명		과제구분	연구분야	수행기간	과제책임자 및 세부과제 책임자
천적 및 유용곤충 이용기술 개발		기관고유	유용곤충	'17~'21	환경농업연구과 이진구
1) 병해충 천적 산발을 위한 토착 생물자원 탐색		기관고유	유용곤충	'17~'21	환경농업연구과 윤승환
2) 신규천적 대량생산 및 현장적용 시스템 개발		IPET	유용곤충	'18~'20	환경농업연구과 윤승환
3) 국내생산 천적의 수출자원화 기술 개발		기관고유	유용곤충	'17~'20	환경농업연구과 이진구
4) 베리류 문제해충 친환경 방제기술 개발		기관고유	유용곤충	'18~'20	환경농업연구과 이진구
5) 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제 기술 개발		기관고유	유용곤충	'18~'20	환경농업연구과 이진구
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술 개발		기관고유	유용곤충	'19~'21	환경농업연구과 윤승환
색인용어	천적, 해충, 산업곤충, 수출, 페로몬, 베리류				

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 우리나라 천적산업은 정부주도의 '생물학적 병해충 방제 지원사업'이 2011년 중단되면서 침체기를 맞고 있지만, 유기농 재배면적의 증가로 천적곤충 시장도 확대될 것으로 전망됨
 - 국내 천적이용 면적 : ('00) 77→('10)2,500→('11)보조사업중단→('14)388→('16)425 ha
 - 유기농 재배면적 : ('14) 18,306 → ('18) 24,666 ha
- 2) 현재 대부분의 천적곤충은 수입에 의존하고 있으며 국내환경의 적응문제와 긴 배송기간에 따른 적기 투입의 어려움이 있음
- 3) 국내 천적산업 활성화를 위해서는 국내환경에 적응력이 우수한 토착천적을 발굴하고 산업화를 위한 연구지원 필요
- 4) 우수한 토착천적의 산업화를 위해서는 토착천적의 생태적인 특성을 밝히고 이에 따른 대량 사육 및 활용기술개발이 요구됨
- 5) 국내 천적산업은 4개 업체에서 약 48억의 시장규모이지만, 세계 천적 시장은 Koppert(네덜란드), Biobest(벨기에)가 주도하며 13억달러의 시장을 형성하고 있어 국내 생산 천적의 수출을 통한 발전 가능성이 높음
- 6) 천적이용은 친환경 재배를 위한 농약의 등급 대체효과와 함께 농약의 적용이 어려운 근권해충 등 난방제 해충에 대한 적용으로 확대할 필요가 있음
- 7) 우리나라에서 재배되는 베리류는 블루베리, 아로니아, 복분자 등이 있고, 고소득 작목으로 면적이 늘어나고 있으며, 해충에 대한 발생생태와 친환경 방제기술 개발이 필요함

- 8) 도내 곤충사육농가는 2010년 43농가에서 2018년 505농가로 급속히 증가하고 있으며, 「곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률」이 제정되어 곤충자원의 개발, 이용 촉진, 재정지원 등 곤충산업 발전의 법적 토대가 마련됨
- 9) 2019년 현재 흰점박이꽃무지, 갈색거저리 등 7종의 식용곤충이 등록되어 있으며, 사육 시 가장 문제되는 해충은 파리과 응애류임
- 10) 산업곤충의 밀집식 사육형태, 질병진단 미흡으로 병해충 발생시 확산이 빠르고 심할 경우 폐사로 귀결되며 화학적방제의 적용이 어려움이 있어 친환경 방제법이 요구됨
- 11) 안전농산물에 대한 수요는 증가하는 추세로 화학농약 사용량을 감축하고, 이에 따라 안전먹거리 생산을 위한 친환경해충방제 기술 개발이 필요함
 - 친환경농산물 시장규모 : '10) 3.6 → '20) 6.6조원 (한국농촌경제연구원)
 - 농약사용량 감축 목표 : '09) 12.1 → '12)9.7 → '19)8.0 kg/ha
- 12) 페로몬은 극미량으로 작용하며, 종특이성이 강해 목표해충만 선택적으로 방제할 수 있음
- 13) 페로몬의 활용분야는 생태정보 구명, 방제적기 선정 등 예찰의 목적 및 대량포획, 교미교란 등 직접방제 목적으로 활용되고 있음

나. 연구개발대상 기술의 국내·외 현황

1) 국내 연구 현황

- 가) 지중해이리응애를 활용한 오이에서의 꽃노랑총채벌레의 생물적 방제 효과 (한국응용곤충학회지, 2009)
- 나) 으뜸애꽃노린재와 오이이리응애를 이용한 시설 내 총채벌레 밀도억제 효과 (한국응용곤충학회지, 2006)
- 다) 애꽃노린재의 꽃노랑총채벌레, 목화진딧물, 점박이응애에 대한 포식반응을 확인하여 미소해충 방제 천적으로 활용(한국응용곤충학회지, 2010)
- 라) 수경재배 딸기에서 아규레이퍼응애를 활용한 작은뿌리파리의 생물적방제 효과(한국응용 곤충학회지, 2016)
- 마) 담배장님노린재의 식물성먹이 섭취량에 따라 줄알락명나방알의 섭식량을 확인한 결과 참깨를 섭식 후 명나방알의 섭취량이 유의하게 감소(한국응용곤충학회지, 2013)
- 바) 이중상자를 활용하여 뿌리이리응애의 대량사육을 하는 방법을 개발(한국응용곤충학회지, 2018)
- 사) 한국산 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬의 성분조성에 대하여 분석한 결과 일본지역과 성분조성비가 다름을 확인하였으며 국내 성분조성비에서 유인효과가 크게 나타났음 (한국응용곤충학회지, 2008)
- 아) 노린재류에 대한 집합페로몬 사용 시 트랩의 색깔, 설치높이 및 설치장소에 따른 유인 효과 비교(한국응용곤충학회지, 2010)

2) 국외 연구 현황

- 가) 토마토나방에 대한 장님노린재 2종의 포식활성 조사 결과 알과 1령유충 선호(J. Appl. Entomol., 2009)
- 나) 마일즈응애의 먹이곤충인 버섯파리와 긴털가루진드기를 공급 시 먹이해충에 따른 발육 및 산란특성을 비교(Entomologia Experimentalis et Applicata, 1997)
- 다) 토마토 재배 시 담배가루이를 방제하기 위한 담배장님노린재의 예방적 처리를 시도 (BioControl, 2012)
- 라) 담배장님노린재의 처리밀도와 담배가루이의 밀도에 따른 토마토에서 발생하는 피해도 분석 (BioControl, 2009)
- 마) 시설에 적용하는 살충제에 의한 마일즈응애에 나타나는 영향 평가(J. Econ. Entomol., 2004)
- 바) 뿌리이리응애를 활용한 파충류발생 기생성진드기의 생물학적 방제효과 분석(Journal of Herpetological Medicine and Surgery, 2015)
- 사) 온실가루깍지벌레의 성페로몬 구성성분의 동정(Appl. Entomol Zool, 2008)
- 아) 복숭아순나방과, 복숭아순나방불이의 성페로몬샘의 전사체분석을 수행하여 2종의 페로몬생 합성 과정에서의 차이점 분석(Genomics, 2014)
- 자) 꽃노랑총채벌레 수컷의 표피탄화수소 성분인 7-Methyltricosane에 암컷이 유인되는 효과 구명(J. Chem Ecol., 2013)

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야·내용
국 내	국 외	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 천적의 생물적 특성 연구 ○ 천적을 활용한 해충 방제적용 ○ 뿌리이리응애의 대량사육법 개발 ○ 톱다리개미허리노린재의 국내 서식종 페로몬 조성비 분석 ○ 효율적인 페로몬트랩 이용방법 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장님노린재류 신규천적 탐색 및 먹이선호도 분석 ○ 천적곤충의 먹이에 따른 생물학적 활성 분석 ○ 식물가해 천적의 위해성 및 살포시 주의사항 분석 ○ 신규 페로몬물질의 발견 및 페로몬 생합성기전 분석 ○ 페로몬과 같은 생리적 현상 기반 방제기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해충방제에 효과적이며 작물에 영향이 적은 신규천적 탐색 ○ 천적의 대량사육 시스템구축 및 생물적 특성 구명 ○ 베리류 해충발생 양상 및 효과적인 유기농업자재 선발 ○ 산업곤충에 발생하는 해충의 천적을 활용한 친환경방제 기술 개발 ○ 해충의 페로몬물질의 탐색, 동정 및 생합성기전 구명 및 활용을 통한 페로몬활용 방제 기술 개발

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
2018년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 병해충 친환경 방제를 위한 토착천적 탐색 ○ 토착천적 특성검정 및 실용화를 위한 우수천적 선발 ○ 선발 우수천적의 사육환경 규명 등 인공사육기술 개발 ○ 천적이용 근권해충 친환경방제 현장접목 기술 개발 ○ 수출 후보종 천적 포장방법 개선 ○ 베리류 발생 해충 조사 및 피해 조사 ○ 산업곤충 발생 해충 조사 및 천적 효과 검정
2019년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 병해충 친환경 방제를 위한 토착천적 탐색 및 선발 ○ 우수천적 특성검정 및 실용화를 위한 대량 사육기술 개발 ○ 수출 후보종 천적 현지적응성 검토 및 보완 ○ 베리류 해충에 대한 유기농업자재 선발 ○ 산업곤충 발생 해충의 천적활용 농가 적용 ○ 페로몬 물질의 탐색, 추출 및 구조동정 방법 구축
2020년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 병해충 친환경 방제를 위한 토착천적 탐색 및 선발 ○ 우수천적 실용화를 위한 대량 사육기술 및 활용기술 개발 ○ 수출 후보종 천적 포장유통 및 현장접목 기술 개발 ○ 베리류 발생 해충에 대한 방제 매뉴얼 작성 ○ 산업곤충 발생 해충의 천적 활용 실용화 ○ 페로몬 생합성기작 구명 및 활용기술 개발
2021년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토착천적 특성검정 및 실용화를 위한 우수천적 선발 ○ 우수천적을 이용한 산업화 기술 개발 ○ 페로몬 활용 친환경 방제기술 개발
최종	유용곤충 개발 및 친환경 재배기술 개발

나. 정량적 성과 목표

성과지표명		연도		2018		2019		2020		2021		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문게재	비SCI			1		1		1		1		3	
학술발표	국제	1										1	
	국내	1		4		4		1		1		10	
영농활용 기관제출		2		2		1						5	
정책제안 기관제출						1						1	
자료발간						1						1	
홍보				1		1						2	
계		4		8		9		2		2		23	

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 병해충 천적 선발을 위한 토착 생물 자원 탐색	○ 토착천적 탐색 ○ 토착천적 포식특성 및 활용 가능성 조사	○ 농작물 친환경 재배를 위한 우수 토착 천적 개발	'17~'21
2) 신규천적 대량생산 및 현장적용 시스템 개발	○ 천적의 대량사육 매뉴얼 구축 ○ 신규천적의 포장방제효과 조사	○ 우수한 토착천적의 대량 사육기술 및 현장적용 기술 개발	'18~'20
3) 국내생산 천적의 수출 자원화 기술 개발	○ 수출 후보종 포장기법 개발 ○ 포장천적의 유통특성 조사	○ 천적 해외 포장유통 및 현지 적응기술 개발	'17~'20
4) 베리류 문제해충 친환경 방제기술 개발	○ 베리류 발생 해충의 종합적 방제기술 개발	○ 베리류 주요 해충의 방제 체계 구축	'18~'20
5) 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제 기술 개발	○ 천적 활용 산업곤충 발생 해충 방제효과 조사 ○ 친환경적 해충제어기술 개발	○ 산업곤충 발생 해충에 대한 친환경 방제법 개발	'18~'20
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술 개발	○ 페로몬 생합성관련 유전자 구명 ○ 생합성관련 유전자의 기능 구명 및 방제 적용기법 개발	○ 페로몬 생합성기작 구명 및 이용기술 개발	'19~'21

라. 당해년도 세부연구내용

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
<p>1) 병해충 천적 선발을 위한 토착 생물 자원 탐색</p>	<p>4/5</p>	<p><시험 1> 유망 토착천적 수집 가. 수집방법: 현장채집 나. 수행내용 1) 농작물 주요해충에 발생하는 천적자원 수집 2) 수집 천적의 분류 및 동정 3) 수집 천적의 활용가능성 평가</p> <p><시험 2> 수집천적의 특성 검정 가. 수행내용 1) 포식해충 종류, 발육 및 산란특성 검정 2) 수집천적의 사육 조건 탐색 나. 조사내용: 포식해충범위, 발육기간, 산란장소 등</p>
<p>2) 신규천적 대량생산 및 현장적용 시스템 개발</p>	<p>3/3</p>	<p><시험 1> 신규천적 대량사육 매뉴얼 화 가. 대상천적: 긴날개뽀기노린재 나. 수행내용 1) 사육 적합 사육용기 선발 및 사육밀도 구명: 생존률 2) 먹이해충 생산기술 구축 : 복숭아혹진딧물, 싸리수염진딧물 등 3) 채란간격, 천적수거 방법 평가</p> <p><시험 2> 벚초파리기생벌 포장 방제효과 검정 가. 시험작물: 블루베리 나. 대상해충: 벚초파리 다. 처리내용: 1)무처리, 2)천적처리 라. 조사내용: 처리 간 피해과율, 천적 및 해충밀도</p> <p><시험 3> 긴날개뽀기노린재 포장 방제효과 검정 가. 시험작물: 토마토 나. 대상해충: 가루이류, 총채벌레류 다. 처리내용: 1)무처리, 2)천적처리 라. 조사내용: 처리 간 대상해충 밀도, 천적 밀도</p>

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
3) 국내생산 천적의 수출자원화 기술 개발	4/4	<p><시험 1> 수출대상 후보천적 특성 조사 가. 시험천적: 벚초파리기생벌, 포식성노린재류 등 나. 수행방법 1) 포장방법 적용 국내유통 2) 유통에 따른 개선방안 도출 및 최종 포장법 개발 다. 조사내용: 유통 중 온도변화, 유통 후 생존율 등</p> <p><시험 2> 수출대상 후보국 수출방안 조사 가. 대상천적: 벚초파리기생벌, 포식성노린재류 등 나. 대상국가: 미국, 일본 다. 수행내용: 대상국가별 천적 수출 추진 라. 조사내용: 문제점 및 개선방안 도출</p>
4) 베리류 문제해충 친환경 방제기술 개발	3/3	<p><시험 1> 베리류 주요해충 발생 조사: 완료 <시험 2> 베리류 발생 해충에 대한 유기농업자재 선발: 완료 <시험 3> 베리류 발생 해충 친환경 방제기술 개발 가. 대상해충: 총채벌레류, 썩어나방류, 진딧물류 등 나. 이용자재: 해충종류별 선발 유기농업자재 다. 시험장소: 평택(현지), 화성(본원) 라. 처리내용: 해충발생 초기 유기농업자재 살포 마. 조사내용: 해충 종류별 방제효과</p>
5) 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제기술 개발	3/3	<p>가. 대상산업곤충: 흰점박이꽃무지 나. 대상해충: 흰점박이꽃무지 성충 가해 응애류 다. 처리내용 1) 천적: 오이이리응애 등 3종 2) 유기농업자재: 계피가루 등 라. 조사내용: 천적종류별 포식특성, 지재종류별 살비효과, 꽃무지 피해도 등</p>
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술 개발	2/3	<p>가. 수행내용 1) PBAN receptor 및 CAPA 유전자서열 구명 및 구조 분석 2) PBAN, PBAN receptor gene 발육단계별 발현정도 분석 3) 선발유전자 페로몬 생합성 활성 검정 나. 조사내용: 유전자서열 및 구조, 유전자발현정도, receptor 활성 등</p>

3. 당초 연구계획과 변경된 사항

당 초	변 경	사 유
○ 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제기술 개발 - 19년도 과제종료	○ 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제기술 개발 - 20년도 과제종료	- 흰점박이꽃무지 성충의 외부기생성 진드기류 방제기술 개발을 위한 추가 연구 필요

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발결과의 활용방안

1) 학술발표 및 논문게재

- 가) 토착천적 벚초파리기생벌(*Asobara japonica*)의 생물학적 특성(논문게재)
- 나) 포식성 노린재의 생물학적 특성 및 방제효과(논문게재)
- 다) 꽃노랑총채벌레 PBAN 유전자의 동정과 발현특성(논문게재)
- 라) 토착천적 벚초파리기생벌(*Asobara japonica*)의 기생 특성(학술발표)
- 마) 토착천적 벚초파리기생벌(*Asobara japonica*)의 온도별 발육 및 산란 특성(학술발표)
- 바) 토착천적 긴날개뽕기노린재(*Nabis stenoferus*)의 기주 선호도 특성(학술발표)
- 사) 토착천적 긴날개뽕기노린재(*Nabis stenoferus*)의 온도 발육 특성(학술발표)
- 아) 베리류 발생해충의 발생양상 및 피해증상(학술발표)
- 자) 산업곤충에 발생하는 주요해충 및 천적을 이용한 방제효과(학술발표)
- 차) 토착천적 벚초파리기생벌(*Asobara japonica*)의 대량사육기술 개발(학술발표)
- 카) 토착천적 긴날개뽕기노린재(*Nabis stenoferus*)의 대량사육기술 개발(학술발표)
- 타) 주요 천적의 온도별 적응성 및 포장방법(학술발표)
- 파) 해충의 페로몬성분 조성과 유인효과(학술발표)
- 하) 해충의 페로몬생합성에 관여하는 요인(학술발표)

2) 영농활용

- 가) 경기지역 블루베리 해충별 피해증상 및 발생양상
- 나) 토착천적 활용 해충 방제효과
- 다) 베리류 발생해충 방제용 우수농자재 선발
- 라) 흰점박이꽃무지 성충 가해 진드기의 친환경 방제방법
- 마) 베리류 발생해충의 종합 방제 대책
- 바) 베리류 발생해충의 방제 매뉴얼 책자 발간

나. 기대성과

1) 기술적 측면

- 가) 국내 적응성이 높은 토착천적개발을 통한 친환경방제시 선택성 및 효율성 증대
- 나) 천적의 효율적인 사육기술 개발에 따른 안정적 생산체계 구축
- 다) 베리류 발생해충의 친환경 방제기술 개발
- 라) 산업곤충 발생해충의 친환경 방제기술 개발
- 마) 페로몬 물질의 탐색 및 구조동정 기법 구축을 통한 연구기술 확보
- 바) 곤충생리현상을 응용한 효과적 해충의 방제기법 마련

2) 경제적 · 산업적 측면

- 가) 토착천적 및 사육기술 개발을 통한 천적의 산업의 활성화 및 농민의 집적활용 기대
- 나) 베리류 해충의 친환경방제기술 개발을 통한 안전농산물 생산기여
- 다) 국내생산 천적의 수출 가능성 확대로 천적산업 활성화 기여
- 라) 산업곤충의 발생해충의 친환경방제기술 개발을 통한 안전한 곤충생산
- 마) 페로몬을 이용하는 친환경농산물 시장 확대 및 안전농산물 생산 및 소득증대

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 병해충 천적 선발을 위한 토착 생물자원 탐색	책임자	환경농업연구과	지방농업연구사	윤승환	'17~'21	50
	공동연구자	"	지방농업연구관	이진구	'17~'21	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'17~'21	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'21	10
2) 신규천적 대량생산 및 현장적용 시스템 개발	책임자	환경농업연구과	지방농업연구사	윤승환	'18~'20	50
	공동연구자	"	지방농업연구관	이진구	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'20	10

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
3) 국내생산 천적의 수출자원화 기술 개발	책임자	환경농업연구과	지방농업연구관	이진구	'17~'20	50
	공동연구자	"	지방농업연구사	윤승환	'17~'20	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'17~'20	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'20	10
4) 베리류 문제해충 친환경 방제기술 개발	책임자	환경농업연구과	지방농업연구관	이진구	'18~'20	50
	공동연구자	"	지방농업연구사	윤승환	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'20	10
5) 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제 기술 개발	책임자	환경농업연구과	지방농업연구관	이진구	'18~'20	50
	공동연구자	"	지방농업연구사	윤승환	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'18~'20	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'20	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'20	10
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술 개발	책임자	환경농업연구과	지방농업연구사	윤승환	'19~'21	50
	"	"	지방농업연구관	이진구	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구사	장재은	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구사	한정아	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구사	김상우	'19~'21	10
	"	"	지방농업연구관	이영순	'19~'21	10

6. 외부 참여기관 현황

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명
3) 국내생산 천적의 수출자원화 기술 개발	공동연구기관	(주)오상 킨섹트	대표	이준석
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술개발	공동연구기관	USDA ARS	교수	최만연

7. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	2차년도 (2019)	2차년도 (2020)	3차년도 (2021)	합 계
○ 유용천적 선발 및 이용기술 개발	309	318	160	787
1) 병해충 천적 선발을 위한 토착 생물자원 탐색	42	42	50	134
2) 신규천적 대량생산 및 현장적용 시스템 개발	50	50	-	100
3) 국내생산 천적의 수출자원화 기술개발	40	40	-	80
4) 베리류 문제해충 친환경 방제기술개발	45	44	-	89
5) 산업곤충에 발생하는 해충 친환경 방제기술 개발	42	42	-	84
6) 페로몬 생합성기작 구명 및 방제기술 개발	90	100	110	300