

영역	II	어젠다	3	대과제	(1)
과제 및 세부과제명		과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자
돌발해충 발생실태 및 친환경 방제 기술개발		어젠다	작물보호	'20~'24	환경농업연구과 이영수
1) 돌발 및 새로운 문제 해충 발생실태 조사		어젠다	작물보호	'20~'23	환경농업연구과 김소희
2) 돌발해충 매미나방 종합방제기술 개발		"	"	'21~'23	" 이영수
3) LED 등 해충방제용 농자재의 방제효과 및 현장 매뉴얼 개발		"	"	'20~'22	" "
색인용어	돌발해충, 남방계 해충, LED, 매미나방, 방제				

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 국제교역 증가에 따라 외래 병해충 유입이 증가하고 있으며, 국내 이상기후, 재배 품종양식의 다양화로 병해충 발생량이 증가하고 있음
 - 외래 병해충 발생현황('19): 89종(병 42종, 해충 47종)
 - 수입농산물 병해충 발견건수: ('00) 6,233 → ('13) 7,516 → ('16) 13,209 → ('18) 13,676건
- 2) 기후변화, 작부체계 다양화 등 환경변화로 돌발해충의 발생지역은 확대되고 있으며, 도내 수목 해충인 매미나방과 남방계 해충인 먹노린재 등 새로운 문제 해충의 농경지 유입 빈도가 높아지면서 종합적으로 대응하는 방안을 모색할 필요가 있음
- 3) 「농어업·농어촌 및 식품산업기본법 제 47조 2항」 개정으로 농업·농촌분야의 기후변화 실태조사 및 영향취약성 평가를 추진하는 법적 근거 마련되어 시행되고 있음
 - 「동법 시행규칙」 개정·공포 (농식품부령 제116호, '14.12.12.)
- 4) 돌발성 해충인 매미나방은 한국·일본·아무르·시베리아·유럽·북아메리카에 분포하며 배나무, 사과나무, 블루베리 등 100여 종의 식물을 가해하는 광식성 해충으로, 산림부터 농경지, 도심지까지 이동하여 피해를 주고 있으며, 특히 도심지의 경우 도시민의 정서적 피해를 주고 있음
- 5) 2019년부터 전면 시행되고 있는 PLS제도에 대응하여 기존의 화학적 방제 연구와 병행하여 농약의 비산에 의한 비의도적 농약잔류와 수확기 임박 농작물의 경우, 친환경 재배단지 등에서 필요한 친환경 방제 기술 도입이 시급한 실정임

- 6) 최근 시설 재배지에 ICT 기술을 접목한 스마트 정밀농업이 활성화되고 있으며, 시설 내 병해충 방제효율을 높이기 위한 방법의 하나로 ICT-천적 기술을 연계한 스마트 친환경 방제 기술의 개발과 확립이 필요함

나. 연구개발대상 기술의 국내.외 현황

1) 국내 연구 현황

- 가) 기후변화에 따른 식물, 동물, 보전구역 등 생태계 취약성을 조사하여 이들의 적응 능력을 높이기 위한 방안으로 활용할 수 있음을 시사(공 등, 2012)
- 나) 기후변화에 따른 남방계 해충과 동반 병원체의 국내 확산 및 피해 예측 기술을 개발(김 등, 2015)
- 다) 기후변화 대응 농작물 주요 병해충 잡초 발생, 확산예측 및 영향 평가(김 등, 2016)
- 라) 배추좀나방은 월동하여 연간 10~12회 발생하며, 산란수는 50~240여개로 여름보다 봄과 가을에 그 수가 많고 발육 기간은 빠른 편으로 26℃에서 알에서 성충까지 13~18일이 소요됨(김과 이, 1991)
- 마) 담배거세미나방은 시설재배 면적의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되며 발생은 영남지방을 기준으로 3~11월까지이고, 발생최성기는 8~9월임(배 등, 2007)
- 바) 매미나방의 주요 기생성 천적인 *Ooencyrtus kuwanae*와 *O. japonicus*의 기생율은 13.5~3.2%였고, 대량인공증식이 가능하다고 하였음(이해병, 1978)
- 사) 매미나방 성페로몬인 (+)-disparlure를 이용한 예찰 결과 성충출현은 7월 중순 ~ 8월 중순이고 하루 중 활동시간은 12시부터 21시까지 계속되었으며, 난괴당 알 수는 500개 내외였음(이와 이, 1999)
- 아) 매미나방 암컷의 발육 기간은 수컷보다 3~9일 긴 가운데(암컷 6령, 수컷 5령) 15℃에서 149.7일, 30℃에서 42.6일로 온도가 높아짐에 따라 발육 기간은 짧아짐(류, 2015)
- 자) Flubendiamide+thiacloprid, metaflumizone, spinetoram은 매미나방 4령 이하의 유충에 90% 이상의 살충률을 보였으며(류와 이, 2019), methprene은 알의 부화율을 억제하는 효과가 있음(강 등, 1993)
- 차) 매미나방 3~4령 유충에 대해 고삼 추출물제, 너삼씨앗 추출물제 등 3종이 1,000배 처리에서 90% 이상의 방제 효과를 보였음(전남도원, 2017)
- 파) 매미나방 방제용 유기농업자재로 데리스추출물, 시트로넬라 오일, 계피 추출물 혼합물 등 10종을 선발하였음(경기도원, 2020)
- 하) LED 광원 등 push-pull 전략을 이용한 시설 토마토 담배가루이 방제 효과를 구명하였음(이 등, 2019)

2) 국외 연구 현황

- 가) 기후 온난화는 곤충과 식물의 개체수 변화에 영향을 주었으며, 특히 초식성 및 육식성 곤충의 개체군이 감소되었음(Zhu et al., 2015)
- 나) 곤충의 발육영양온도 등을 이용한 예측모델을 통해 곤충의 분포, 발생 세대수 및 종내 또는 종간 경쟁의 변화 예측이 가능하였음(Samways et al., 1999; Kiritani, 2013; Yamamura et al., 2006; Bale et al., 2002)
- 다) 미국의 경우 돌발 병해충 관리를 위해 웹 기반의 국가병해충플랫폼(IPM PIPE)(<http://www.ipmpipe.org>)을 구축하여 운영하고 있으며, 예찰 정보를 토대로 방제 의사결정과 위험지역 농가에 경보를 전파함
- 라) 매미나방의 개체군환은 무해(innocuous), 증가(release), 폭발(outbreak), 감소기(decline phase)로 구분됨(Pemberton et al., 1993)
- 마) 매미나방의 암컷은 3.5km 거리의 수은등에 유인될 정도로 주광성과 이동력이 높음(Baranchikov, 1989)
- 바) 곤충병원성 세균인 *Bacillus thuringiensis kurstaki*(Btk)에 대해 1990년 이후로 매미나방에 대한 독성 분석, 제제 개발 및 현장적용에 관한 리뷰 정리함(Jallouli et al., 2020)
- 사) 곤충병원성 곰팡이(*Entomophaga maimaiga*) 제제를 미국 동부 New England 지역에서 항공 살포하여 매미나방의 방제 효과를 분석함(Elkinton et al., 2019)
- 아) 곤충은 일반적으로 녹색 광원(490~540nm)에 가장 흡수도가 높은 광색소(photopigment)를 가지고 있으며, 다음으로는 자외선과 청색의 광원을 잘 흡수함(Chapman, 1998)
- 자) 가지(eggplant)의 주요 해충인 총채벌레와 가루이류의 경우 UV나 녹색광에 유인이 잘 되지만 그들의 천적인 애꽃노린재(*Orius sauteri*)는 자주색 LED에 유인/유지 효과가 높음(Ogino et al., 2019)
- 차) 멜론 하우스에서 적색 LED를 12~24시간 사용하여 주요 해충인 오이총채벌레를 성공적으로 방제한 사례가 있음(Katai et al., 2015)
- 카) 토마토의 중요 해충인 빨나방(*Tuta absoluta*)은 성페로몬 트랩에 470nm의 LED 파장을 추가함에 따라 유인율이 향상되었다고 보고함(Castresana and Puhl, 2017)
- 타) 꽃노랑총채벌레 포획을 위해 청색 점착판에 청색 LED를 비취줌으로써 2.1~2.7배 채집량을 증가시킬 수 있음(Otieno et al., 2018)

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 돌발·남방계 해충의 영향 취약성 평가 기법 개발 중 ○ 농작물 병해충 종합관리를 목표로 국가단위 병해충, 잡초 분야의 사업 추진 중 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해충 발생가능성 위험지역, 대발생시 예상이동 경로 등에 대해 연구 진행 중 ○ 레이더 이용 벼멸구 이동경로 추적(일본) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 손쉬운 예찰을 위한 프로토콜 개발 및 이용 기술 개발 필요 ○ 새로운 문제 해충의 발생 실태 및 대응 기술 개발 필요
<ul style="list-style-type: none"> ○ 매미니방 발생량 증가에 따라 산림청, 농진청 중심으로 방제 연구 추진 중 ○ 화학적 방제에 대한 의존도가 높으며, 친환경 방제 연구는 초기단계에 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발생특성 및 주광성 등 기초 생태연구 진행 ○ 예찰 방제용 성페로몬, 곤충 병원성 미생물 등 친환경 방제용 소재 연구 중 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농경자·산림지 이동 등 발생 특성 및 피해실태 조사 필요 ○ 매미니방 초기 밀도 감소를 위한 월동난 방제제 개발 필요 ○ 돌발해충 방제용 농약 미등록 작물 농약직권등록 필요
<ul style="list-style-type: none"> ○ LED 및 휘발성 물질 이용한 해충과 천적의 행동 연구 중 ○ 식물공장, 스마트팜 중심으로 식물생육 조절용으로 LED광원 선발 및 적용 연구 중 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 해충별 유인효과가 우수한 LED 광원 선발 연구 진행 중 ○ 해충 유인을 위한 LED 광원 노출시간에 대한 연구 중 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 개발된 LED 광원에 대한 주요 해충별 행동연구 필요 ○ LED 이용 해충 제어기술의 작물별 활용 매뉴얼 개발 필요

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1차년도 (2020년)	<ul style="list-style-type: none"> - 돌발·남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가) - 주요 돌발·남방계 해충 방제용 농자재 현장 적용 - 살충제 저항성 등 난방제 해충 방제용 유기농업자재 개발 - LED 파장별 주요 해충의 유인/기피 효과 구명
2차년도 (2021년)	<ul style="list-style-type: none"> - 돌발·남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가) - 새로운 문제 해충 발생 조사 및 대응 기술 개발 - 매미나방 발생조사, 방제용 유기농업소재 및 화학농약 선발 - LED 파장의 해충방제 효과 분석 및 친환경 농자재 선발
3차년도 (2022년)	<ul style="list-style-type: none"> - 남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가) - 주요 돌발·남방계 해충 방제용 농자재 선발 - 매미나방 발생조사, 방제용 유기농업자재 개발 및 화학농약 직권등록 - 주요 작물 LED+천적+친환경농자재 활용 매뉴얼 개발
4차년도 (2023년)	<ul style="list-style-type: none"> - 돌발 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가) - 주요 돌발·남방계 해충 종합방제 체계 구축 - 매미나방 발생조사, 유기농업자재 현장검증 및 화학농약 직권등록
최종	<ul style="list-style-type: none"> - 돌발·외래 해충 확산 방지 및 종합 방제기술 개발 - 매미나방 종합적 방제기술 개발 - 작물별 천적-LED 플랫폼 구축으로 친환경농산물 안정생산기반 구축

나. 정량적 성과 목표

성과지표명	연도	1년차 (2020년)		2년차 (2021년)		3년차 (2022년)		4년차 (2023년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문개재	SCI	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
	비SCI	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
학술발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	-	-	-	4	1	-	2	-	7	4
산업재산권 출원		-	-	1	1	-	-	-	-	2	1
산업체 기술이전		-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
영농활용(지체)		1	1	2	1	3	-	2	-	10	2
유전자원 분양		-	-	-	5	5	-	5	-	15	5
현장기술지원		1	1	3	-	2	-	3	-	9	1
홍보		1	1	-	5	1	-	5	-	13	6
계		3	3	6	17	13	-	18	-	59	20

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 돌발 및 새로운 문제 해충 발생 실태 조사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 돌발 및 남방계해충 도내 발생 정밀모니터링 및 피해 진단 ○ 새로운 문제 해충 발생 대응 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 돌발 및 남방계 해충 확산방지를 위한 조기 대응 기술 개발 	'20~'23
2) 돌발해충 매미나방 종합방제기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역별 매미나방 발생 및 피해 작물 조사 확대 ○ 매미나방 방제용 살충제 선발 및 농약직권등록 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매미나방 방제용 농자재 개발 및 종합방제체계 구축 	'21~'23
3) LED 등 해충방제용 농자재의 방제효과 및 현장 매뉴얼 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ LED 광원 이용 해충 제어장치 개발 및 경제성 분석 ○ LED 광원+천적 이용 주요 해충 제어 매뉴얼 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ LED 광원 등 시설채소 주요 해충 제어용 친환경 농자재 개발 및 실용화 	'20~'22

3. 당초 연구계획과 변경된 사항 해당없음

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발결과의 활용방안

1) 학술발표 및 논문게재

가) 매미나방 월동난괴 방제용 유기농업자재 개발

2) 영농활용

가) 경기지역 새로운 문제 해충 발생 및 방제요령 현장컨설팅

나) 매미나방 방제용 우수 농자재(화학농약) 선발

다) 시설 토마토, 오이 재배지에서 LED+천적유지식물 활용 해충 제어 기술

나. 기대성과

1) 기술적 측면

가) 돌발·남방계 해충 발생실태 및 취약성 평가 기초자료 제공

나) 돌발성 해충 매미나방에 대한 유기농업자재 등 친환경 방제기법 개발

2) 경제적·산업적 측면

가) 돌발·남방계 해충의 발생특성 구명으로 농가 피해 최소화

나) LED 등 친환경소재 이용 해충방제로 화학농약 절감

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 돌발 및 새로운 문제 해충 발생 실태조사	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	김소희	'20~'23	35
	공동연구자	"	"	이영수	'20~'23	20
	"	"	"	이현주	'20~'23	10
	"	"	"	최종윤	'20~'23	10
	"	기술보급과	지방농업지도관	최을수	'21~'23	5
	"	환경농업연구과	지방농업연구관	이상우	'20~'23	10
	"	"	"	박중수	'22~'23	10
2) 돌발해충 매미나방 종합방제기술 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이영수	'21~'23	40
	공동연구자	"	"	김소희	'21~'23	20
	"	"	"	이현주	'21~'23	10
	"	"	"	최종윤	'21~'23	10
	"	"	지방농업연구관	이상우	'21~'23	10
	"	"	"	박중수	'22~'23	10
3) LED 등 해충방제용 농지재의 방제효과 및 현장 매뉴얼 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이영수	'20~'22	40
	공동연구자	"	"	김소희	'20~'22	20
	"	"	"	이현주	'20~'22	10
	"	"	"	최종윤	'20~'22	10
	"	"	지방농업연구관	이상우	'20~'22	10
	"	"	"	박중수	'22	10

6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	1차년도 (2020)	2차년도 (2021)	3차년도 (2022)	4차년도 (2023)	합 계
○ 돌발 해충 발생실태 및 친환경 방제 기술 개발	60	103	103	53	319
- 돌발 및 새로운 문제해충 발생 실태조사	30	23	23	23	99
- 돌발해충 매미나방 종합방제기술 개발	-	30	30	30	90
- LED 등 해충방제용 농지재의 방제효과 및 현장 매뉴얼 개발	30	50	50	-	130