

영역	II	어젠다	3	대과제	(1)
과제 및 세부과제명		과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자
돌발 및 외래 해충 확산 방지 기술 개발		기관고유	작물보호	'17~'20	환경농업연구과 최중윤
1) 돌발 및 남방계 해충 확산방지 기술 개발		어젠다	작물보호	'17~'20	환경농업연구과 최중윤
2) 미국선녀벌레 발생생태 및 종합방제 기술 개발		어젠다	작물보호	'17~'19	환경농업연구과 이영수
3) 식물추출물 이용 해충방제용 유기농업자재 개발 및 실용화		기관고유	작물보호	'18~'20	환경농업연구과 이영수
색인용어	돌발해충, 남방계 해충, 미국선녀벌레, 식물추출물, 유기농업자재				

### 1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) ‘농업·농촌 및 식품산업 기본법’ 47조의 2(농업분야 기후변화 실태조사 및 영향 취약성 평가) 업무 신설('14.5.) 및 개정·시행('14.11.), 농촌진흥청장에 위임된 업무를 고시로 제정(농촌진흥청 제2016-16호, '16.3.21.)
  - 기후변화가 농업·농촌에 미치는 영향과 기후변화에 따른 취약성을 5년마다 조사·평가·공표하고 정책수립의 기초자료로 활용
  - 돌발 병해충의 확산·피해 실태조사(매년) 및 영향·취약성 평가('20년) 수행
- 2) 돌발해충이나 남방계 해충은 기후변화가 진전됨에 따라 국내에서 발생 빈도가 증가하고 대규모 출현율도 증가하고 있는 실정임.
- 3) 돌발해충(꽃매미, 애멸구, 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 등), 남방계 해충(배추좀나방, 담배나방, 흑명나방 등)은 기후변화가 진전됨에 따라 국내에서 발생 빈도가 증가하고 출현율도 증가하고 있으나 발생의 불규칙성으로 인해 대비책은 미흡한 실정임
- 4) 미국선녀벌레의 피해는 2013년 전국 35개 시군에서 발생해 단감, 포도, 배, 사과 등 과수작물과 콩, 옥수수 등 식량작물, 인삼 등 특용작물에도 피해가 보고되었으며, 2016년에는 전국 60시군 8,116ha에 발생하여 심각한 피해를 주고 있음
- 5) 향후 농경지의 심각한 문제해충으로 부상할 가능성이 높은 미국선녀벌레에 대한 서식 환경 및 발육상태 등 생태적 특성을 연구하여 관행, 친환경 재배 등 적합한 종합적 방제기술 개발이 필요함

- 6) 생물농약은 미생물(바이러스, 박테리아 및 곰팡이), 천적곤충, 곤충병원성 선충류, 식물 유래 살충제, 미생물 (항생제)의 2차 대사산물, 곤충 페로몬, 제초제 저항성 유전자 변형 작물 등이 해당됨(Copping & Menn, 2000)
- 7) 생물농약은 전 세계적으로 약 30억 달러의 작물 보호 시장을 형성하고 있으나(Olson et al., 2013), 연평균 복합 성장률이 8.64%로 성장함에 따라 2023년까지 시장 규모가 45억 달러 이상 차지할 것으로 예측되고 있음(Olson, 2015)
  - ※ 최근 살충제 저항성 문제로 인해 단기적으로는 유럽, 라틴 아메리카가 중심의 성장이 예상되며, 장기적으로는 아프리카를 중심으로 크게 성장할 것으로 예측됨
  - ※ 2040년 후반부터 2050년 초반에 생물농약시장은 유기합성 농약시장과 동등한 시장 규모를 형성할 것으로 예측됨
- 8) 병해충 방제용 주요 식물추출물로는 pyrethrum, neem, rotenone, essential oil류 등이 있으며, 이를 통해 살충제, 기피제, 살균제, 제초제, 발아 억제제, 전착제와 같은 보조제 등 다양하게 개발되어 이용되고 있음
- 9) 통상적으로 유기합성 농약의 개발에 위해서는 2억 5천만 달러의 비용과 9년의 등록 기간이 필요한데 반해 생물농약은 동일한 프로세스에 1천만 달러, 4년 미만이 소요된다는 장점이 있음 (Olson, 2015)
- 9) 최근 국민의 안전먹거리에 대한 요구 증가로 친환경 농업의 확장이 가시화되고 있음에 감안할 때 식물추출물 등을 포함하는 효과적인 친환경적인 농자재 개발이 필요하며, 나아가 2019년부터 시행된 PLS 제도에 대응해 등록된 작물보호제가 없는 소면적 작물 등에 유기농업자재는 가장 현실적인 대안일 수밖에 없음

나. 연구개발대상 기술의 국내외 현황

1) 국내 연구 현황

- 가) 기후변화에 따른 남방계 해충과 동반병원체의 국내확산 및 피해 예측기술을 개발(김 등, 2015)
- 나) 기후변화 대응 농작물 주요 병해충잡초 발생, 확산예측 및 영향 평가(김 등, 2016)
- 다) 미국선녀벌레 방제용 유기농업자재 개발 및 산업재산권 출원(경기도, 2017)
  - 데리스(Derris) 추출물, 시트로넬라 오일(Citronella oil), 그리고 계피(Cinnamon) 추출물을 주성분으로 하는 살충활성 조성물 : 인삼 재배지 방제효과 94% 이상
  - ※ 출원번호 : 10-2017-0164386(2017.12.01.)

라) 미국선녀벌레의 생리, 생태 및 관리기술 개발(농촌진흥청, 2015)

- mtCO1, SSR 등 유전자 마커 영역 유전정보 확보(국내, 미국, 유럽) 및 이동 경로 추정
- 외래해충 미국선녀벌레 구기(mouthparts)의 미세구조 및 주변 감각기 분포 정보
- 미국선녀벌레에서 7개의 섭식파형 분리 및 섭식행동 정량적 분석 기술 개발
- 식물추출물 제형화를 통한 약효 검증(인삼밭에서 계피정유 이용시 80% 방제효과)

- 마) 현재 우리나라 유기농업자재로 공시 및 품질 인증된 제품은 1,141종이 있으며 총해관리용 제품(292종) 중 님(30.8%), 고삼(35.6%), 데리스(5%) 추출물 포함 자재는 약 71%로 많은 비중을 차지하고 있음(농촌진흥청, 2012)
  - 바) 고삼추출물을 함유한 유기농업자재의 경우 꿀벌에 강한 독성이 있어, 화분매개 활동 과정에서 직접적인 치사를 일으키거나 잔류독성으로 봉군의 밀도를 떨어뜨리는 등 부작용이 우려됨(오진아 등, 2013)
    - ※ matrine은 고삼 추출물의 대표 유효성분으로 해충이 노출되면 신경이 마비되고 내부 단백질을 응고하여 호흡을 억제함으로써 치사에 이르게 함
  - 사) 차나무를 가해하는 차응애에 대한 식물추출물(주엽, 차나무, 계피, 란타나 등) 단독 및 혼합처리의 살비 효과 구명(강충수 등, 2018)
    - 아) 포식성 천적 사막이리응애에 대한 식물추출물의 영향 평가(김지오 등, 2016)
      - ※ 멀구슬, 후추 정향의 추출물은 영향이 낮아 천적과 동시 사용 가능
  - 자) 미생물(*Bacillus thuringiensis*)과 식물추출물(고삼)의 혼합처리에 의한 파밤나방 방제효과 구명(한지희 등, 2016)
  - 차) 곤충병원성 미생물인 BT와 님오일 혼합제는 배추좀나방의 번식과 발육에 영향을 미치는 것으로 밝혀짐(Cho et al., 2009)
  - 카) 고삼추출물, 데리스추출물, 파라핀유를 주성분으로 하는 친환경유기농자재의 가루까지벌레에 대한 방제제로서의 가능성 제시(Suh et al., 2011)
  - 타) 살충활성과 항균활성이 확인된 고삼, 정향 및 님나무 식물추출물의 벼 병해충 방제용 농자재로서의 이용 가능성 제시(황기철 등, 2014)
- 2) 국외 연구 현황
- 가) 오스트리아 CLIMEX 프로그램 이용하여 미국선녀벌레 위해성 분석(Strauss, 2010)
  - 나) 미국선녀벌레 섭식행동 연구(Wilson et al., 2007)
  - 다) 유럽연합(EU)의 경우 1993년부터 기존 유기합성 농약에 대한 위험을 인지하고, 이를 관리하기 위해 “Registration of Plant Protection Products(PPPs)”라는 작물보호제 등록제도를 운영하고 있는데 식물추출물이라도 그 주성분이 인간이나 환경에 부작용이 없는 조건에 한하여 등록이 가능함
  - 라) 님나무 추출물은 곤충의 다양한 활동에 영향을 주어 곤충생장억제제와 같은 살충제 뿐만 아니라 친환경 살균제 제조에도 이용되고 있음(Kavathekar, 2003)
  - 마) 곤충 병원성 미생물인 BT의 저항성을 지연시키는 방법으로 다른 기작으로 작용하는 살충제를 교호처리하거나 혼용하는 방법을 제시(Singh et al., 2007)

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돌발·남방계 해충의 영향 취약성 평가 기법 개발 중</li> <li>○ 농작물 병해충 종합관리를 목표로 국가단위 병해충, 잡초 분야의 사업 추진 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해충 발생가능성 위험지역, 대발생시 예상이동 경로 등에 대해 연구 진행 중</li> <li>○ 레이더 이용 벼멸구 이동경로 추적(일본)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 손쉬운 예찰을 위한 프로토콜 개발 및 이용 기술 개발 필요</li> <li>○ 신문제 해충의 발생 실태 및 방제기술 개발 필요</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미국선녀벌레의 이동 및 확산패턴분석 연구 중</li> <li>○ 유기농업자재 이용 친환경 방제기술 개발 중</li> <li>○ 미국선녀벌레 천적곤충을 도입, 국내 적용 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 천적의 탐색 및 방제제 선발(미국)</li> <li>○ 유럽에 유입시 천적의 도입연구 추진사례 있음 (프랑스)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지 유입패턴에 따른 방제전략 수립 필요</li> <li>○ 농약의 비의도적 분산을 최소화할 수 있는 방제법 개발 필요</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유기농자재 유효성분의 종류(소재)가 제한적임</li> <li>○ 특정 병, 또는 해충 방제 목적으로 개발되고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 엄격한 환경독성 평가 시행 중</li> <li>○ 살충 및 살균 기작에 대한 연구 진행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식물추출물 소재 다양화 및 병해충 동시 방제제 개발 필요</li> <li>○ 천적 등 환경에 대한 부작용 평가 연구 필요</li> </ul>

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1차년도 (2017년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 돌발·남방계 해충 정밀모니터링</li> <li>- 미국선녀벌레 발생생태 조사 및 친환경 농자재 개발</li> </ul>
2차년도 (2018년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 돌발·남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가)</li> <li>- 주요 돌발·남방계 해충 방제용 농자재 현장 적용</li> <li>- 미국선녀벌레 방제용 친환경 농자재 현장접목</li> </ul>
3차년도 (2019년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 돌발·남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가)</li> <li>- 주요 돌발·남방계 해충 방제용 농자재 현장 적용</li> <li>- 미국선녀벌레 종합적 방제기술 개발</li> </ul>
4차년도 (2020년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 돌발·남방계 해충 정밀모니터링(연차 변이 및 영향평가)</li> <li>- 주요 돌발·남방계 해충 종합방제 체계 구축</li> </ul>
최종	돌발·외래 해충 확산 방지 및 종합 방제기술 개발

2019 농업과학기술개발 ■ 시험연구계획서

나. 정량적 성과 목표

성과지표명		연도		2년차 (2018년)		3년차 (2019년)		4년차 (2020년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문게재	SCI										
	비SCI							2		2	
학술발표	국제										
	국내	2	2	1						3	2
산업재산권 출원				1						1	
산업체 기술이전		1	1					1		2	1
영농활용(자체)		2	3	2				1		5	3
유전자원 분양		1	1							1	1
현장기술지원		1	1	1						2	1
홍보		2	2	2				1		5	2
계		9	10	7				5		21	10

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 돌발 및 남방계 해충 확산방지기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돌발 및 남방계해충 도내 발생 정밀모니터링 및 피해 진단</li> <li>○ 신문제 해충 방제기술 개발</li> </ul>	○ 돌발 및 남방계 해충 확산방지를 위한 조기 대응기술 개발	'17~'20
2) 미국선녀벌레 발생생태 및 종합 방제 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정밀모니터링 : 인삼, 콩</li> <li>○ 방제용 유기농업자재 실용화</li> <li>○ 종합방제기술 현장적용</li> </ul>	○ 미국선녀벌레 종합방제 기술 개발	'17~'19
3) 식물추출물 이용 해충방제용 유기농업자재 개발 및 실용화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 갈색날개매미충, 각지벌레 등 외래해충 및 난방제 해충 방제용 유기농업자재 개발</li> <li>○ 병해충 동시방제용 유기농업자재 개발</li> </ul>	○ 주요 해충 방제 및 병해충 동시 방제용 유기농업자재 개발	'18~'20

라. 당해년도 세부연구내용

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
1) 돌발 및 남방계해충 확산방지 기술 개발	3/4	<p>가. 대상해충</p> <p>1) 돌발해충 : 미국선녀벌레, 갈색날개매미충, 꽃매미, 먹노린재, 갈색여치</p> <p>2) 남방해충 : 볼록총채벌레, 담배거세미나방, 배추좀나방</p> <p>나. 조사지역 : 안성, 화성, 연천(지역별 3개소) ※ 지대별(평야지, 중산간지, 산간지) 밀도 비교</p> <p>다. 조사시기 : 월동기, 작물재배기</p> <p>라. 수행내용 : 해충별 발생유무, 밀도변동 조사 및 선발 농자재 현장접목</p>
2) 미국선녀벌레 발생 생태 및 종합방제 기술 개발	3/3	<p>&lt;시험 1&gt; 미국선녀벌레 농경지 유입 정밀 모니터링</p> <p>가. 대상작물 : 인삼, 콩</p> <p>나. 조사지역 : 안성, 연천, 파주</p> <p>다. 조사시기 : 1~10월, 10일 간격</p> <p>라. 조사내용 : 농경지/주변 발생특성(연차변이) 및 기상</p> <p>&lt;시험 2&gt; 미국선녀벌레 종합방제기술 현장접목</p> <p>가. 대상작물(지역) : 인삼(안성)</p> <p>나. 처리내용</p> <p>1) 월동처 방제 : 월동기주 약제 방제(수간주사)</p> <p>2) 농경지 유입 차단 : 유인식물+살충제 등</p> <p>3) 농경지 방제 : 유기농업자재(진뚝)</p> <p>다. 조사내용 : 처리방법별 밀도조사 및 방제효과</p>
3) 식물추출물 이용 해충방제용 유기농업자재 개발 및 실용화	2/3	<p>&lt;시험 1&gt; 해충 방제용 유기농업자재 개발</p> <p>가. 대상해충</p> <p>1) 주요 해충 : 굴파리, 진딧물, 깍지벌레, 가루이 등</p> <p>2) 돌발 해충 : 갈색여치, 볼록총채벌레 등</p> <p>나. 시험재료 : 개발 농자재(진뚝), 계피 추출물 등</p> <p>다. 처리방법 : 분무법(접촉독) 및 침지법(섭식독)</p> <p>라. 조사내용 : 해충 방제효과 및 약효 지속기간 등</p> <p>&lt;시험 2&gt; 병해충 동시 방제용 유기농업자재 개발</p> <p>가. 대상작물 : 오이</p> <p>나. 대상 병해충 : 담배가루이, 흰가루병</p> <p>다. 조사내용 : 선발자재별 약효·약해 및 경제성</p>

### 3. 당초 연구계획과 변경된 사항 : 해당없음

### 4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

#### 가. 연구개발결과의 활용방안

##### 1) 학술발표 및 논문게재

가) 경기지역 신문제 해충 발생현황(학술발표)

나) 콩 경작지에서 미국선녀벌레의 유입패턴 분석(학술발표)

다) 식물추출물을 이용한 주요 해충 방제효과(학술발표, 논문게재)

##### 2) 영농활용

가) 경기지역 신문제 해충 발생 및 방제요령

나) 인삼, 콩 경작지에서 미국선녀벌레 효율적 방제 요령

#### 나. 기대성과

##### 1) 기술적 측면

가) 돌발·남방계 해충 발생실태 및 취약성 평가 기초자료 제공

나) 미국선녀벌레 농경지 유입 및 확산패턴 분석에 따른 최소 약제 방제법 개발

다) 꿀벌, 천적곤충 등 환경에 부작용이 적은 유기농업자재의 개발

라) 병해충을 동시에 방제할 수 있는 유기농업자재의 개발

##### 2) 경제적·산업적 측면

가) 지대별 돌발·남방계 해충의 발생특성 구명으로 농가피해 최소화

나) 미국선녀벌레 종합적 방제전략 구축을 통한 농가피해 최소화

다) 병해충 동시 친환경 방제에 따른 생력방제로 농가 소득 향상

라) 등록 농약 부재 또는 돌발 및 외래해충 발생시 유기농업자재 우선 이용으로  
농약잔류 등 PLS 극복

### 5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 돌발 및 남방계 해충 확산방지 기술 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	최종윤	'17~'20	50
	공동연구자	"	지방농업연구관	이상우	'17~'20	10
	"	"	지방농업연구사	이현주	'17~'20	10
	"	"	지방농업연구사	이영수	'17~'20	20
	"	"	지방농업연구관	홍순성	'17~'19	10
2) 미국선녀벌레 발생 생태 및 종합방제 기술 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이영수	'17~'19	50
	공동연구자	"	지방농업연구관	이상우	'17~'19	10
	"	"	지방농업연구사	이현주	'17~'19	10
	"	"	지방농업연구사	최종윤	'17~'19	20
	"	"	지방농업연구관	홍순성	'17~'19	10
3) 식물추출물 이용 해충 방제용 유기농업자재 개발 및 실용화	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이영수	'18~'20	55
	공동연구자	"	지방농업연구관	이상우	'18~'20	15
	"	"	지방농업연구사	이현주	'18~'20	15
	"	"	지방농업연구사	최종윤	'18~'20	15

### 6. 외부 참여기관 현황

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간
3) 식물추출물 이용 해충방제용 유기농업 자재 개발 및 실용화	협조기관	고려바이오	연구소장	박제경	'19~'20
	협조기관	투엠바이오	대표	남명훈	'19~'20

### 7. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	1차년도 (2017)	2차년도 (2018)	3차년도 (2019)	4차년도 (2020)	합 계
○ 돌발 및 외래 해충 확산 방지 기술 개발	100	100	100	65	365
- 돌발 및 남방계 해충 확산방지 기술 개발	35	35	35	35	140
- 미국선녀벌레 발생생태 및 종합방제 기술 개발	35	35	35	-	105
- 식물추출물 이용 해충방제용 유기농업 자재 개발 및 실용화	30	30	30	30	120