

(옆면)

(앞면)

120083-3

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
작물바이러스 및 병해충대응산업화기술개발사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004365-01

열대거세미나방 종합대응국제공동연구를 통한
친환경방제제 개발 수출 지향형 상품화

2023

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화

2023.5.31.

주관연구기관 / 강원대학교 산학협력단
공동연구기관 / 친환경농식품자재수출조합
공동연구기관 / (주)그린아그로텍

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

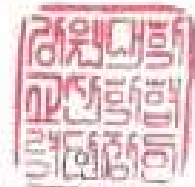
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출
지향형 상품화”(개발기간 : 2020. 04. 29. - 2022. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출
합니다.

2023. 5. 31.

주관연구기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 장 철 성
공동연구기관명 : 친환경농식품자재수출조합 (대표자) 안 인
공동연구기관명 : ㈜그린아그로텍 (대표자) 박 만 용



주관연구책임자 : 주 진 호
공동연구책임자 : 안 인
공동연구책임자 : 최 선 희

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<첨부1>

평가의견에 대한 조치 및 개인정보 삭제 확인서

□ 평가의견에 대한 조치


평가의견	조치내용	비고
○ 열대거세미나방 총체적 관리를 위해 유충과 성충 모두 효과가 있어야 하고, 일시적 대발생에 대한 대처도 고민해야 함	○ 본 시험은 유충에 대한 시험성적이므로 성충에 대한 방제효과도 클 것으로 판단되나 성충은 이동성이 심하여 효과시험이 어려울 뿐만 아니라 유충기보다는 피해가 적으므로 본 친환경방제제는 유충기에 사용하고 성충기에는 제2협동과제로 개발한 페로몬 유인트랩으로 방제함이 타당할 것임. (최종보고서 32쪽 하단에 제시함)	
○ KEFAMA2 중국성적과 국내성적 결과상이 KEFAMA 1,2,3 연구결과 도출에 대한 연계성 확보, 합리적 추론 근거 구체적 제시 필요	○ KEFAMA-2의 중국은 우수한 데 반해 국내성적이 다소 떨어지는 원인을 검토해본 결과 23년에는 비래시기가 늦어 유충기에서 성충으로 전환될 무렵 약제 살포하여 방제 효과가 낮은 것으로 판단되고, 중국은 우수한 데 비해 국내성적이 다소 저조 차이가 있었지만 모두 대조약제보다 우수한 방제가를 보였으며, 약해 시험결과 배양에서도 약해가 없어, 옥수수 열대거세미나방에 대하여 유기농업자재 작물충해관리용자재로 실용성이 있다고 판단되어 공시기관에 공시를 신청하여 등록하였음. (최종보고서 32, 33쪽에 제시함)	
○ TEST-BED를 한글과 같이 기입 요망	○ TEST-BED(모델팜). (최종보고서 31, 32 쪽에 제시함)	
○ 알과 유충에 대한 검정결과 그림, 표에 알 추가	○ 알 및 유충 방제효과 실험 결과 (최종보고서 14쪽에 제시함)	
○ 사용한 진균 스트레인 특성 표기 ○ 처리전 밀도, 처리시기 표기	○ <i>B. bassiana</i> KACC40224 외 1종 (최종보고서 14, 15쪽에 제시함) ○ 사전밀도, 처리시기 표기. (최종보고서 16, 18, 20, 21쪽 제시)	

○식물별 추출법별 추출과정및 수율표기	○추출 방법(작용기작이 기알려진 님오 일, 데리스, 고삼, 제충국 등은 수압원료를 구입 사용) * 추출과정 그림표시 (최종보고서 22쪽에 제시함)	
○효과시험 사진 해상도 높은 사진으로 교체 또는 삭제	○일부 해상도 저하 사진 삭제 (최종보고서 30쪽에 제시함)	
○살충소재시험결과 생사충율, 사충율 확인 필요	○사충율->“생사충률(%) : 처리후 경과 시간”로 변경(최종보고서 26쪽에 제시함)	
○전체적으로 주관과 1협동은 도출된 결과해석을 자세히 작성	○기존 성적과 부합되는 우수한 방제효과를 나타내어 향후 수출지향 제품으로 개발할 가치가 충분함 등 3건 상세기술(최종보고서 21, 32, 33쪽에 제시함)	
○해외 판매전략, 가격경쟁력시장조사 생산가격 명기, 가격경쟁력, 인증규격 맞는지 등 종합적 검토 필요	○시제품 제작계획, 수출시 가격경쟁력 분석수출사업화 추진전략, 해외 등록인증 기준 검토수출비즈니스모델 개발 등 추가 제시 (최종보고서 21, 32, 33쪽에 제시함)	
○페로몬 화합물 약자는 보고서 전체에서 반드시 한 화합물에 대해 같은 약자를 표기할 것	○페로몬 화합물에 대한 같은 약자 수정하였음(최종보고서 34 ~62쪽에 제시함)	
○페로몬 유인제 종류별로 포획수로만 비교하지 말고, 포장별로 포획수의 차이를 정규화할 수 있도록 포획수를 상대비율이나 다른 방식하여 변환하여 그들을 평균한 값으로 비교하고 통계 처리를 하여야 함. - 그림과 표 수정 (포획수는 같이 표기)	○포장별 포획마리 비교 (최종보고서 64쪽~65쪽에 제시함) ○그림 및 표 일부 수정 (최종보고서 64~67쪽에 제시함)	
○2022년 실험 결과는 재해석하에 작성하는 것이 필요함 - 9/1일 B 조성에서만 최대 유인수 그 후일에 대해서는 성립안되고, 델타트랩 혹은 다른 트랩에서의 포획수는 같은 날 같은 포장의 9/1에도 매우 낮음.	○2022년 실험 결과 재해석 수정 (최종보고서 65쪽에 제시함)	

□ 개인정보 삭제 확인

본인은 연구과제 최종보고서의 개인정보(주민등록번호 등)를 삭제하여 제출함을 확인합니다.

2023. 5. 31.

주관연구책임자 : 주진호 

최종보고서						보안등급						
						일반(·), 보안(·)						
중앙행정기관명	농림축산식품부		사업명	사업명	식물바이러스 및 병해충 대응 산업화기술개발사업							
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)	방제기술개발								
공고번호	제 농축2020-111호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)									
			연구개발과제번호	120083-3								
기술분류	국가과학기술 표준분류	NC0201	0 %	LA0908	0%	LB0704	0%					
	농림식품과학기술분류	RA0203	0 %	AB0103	0%	RA0303	0%					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화										
	영문	Development of eco-friendly control agents and export-oriented commercialization through International Joint Research of tropical fall armyworm(Spodoptera frugiperda)										
연구개발과제명	국문	열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화										
	영문	Development of eco-friendly control agents and export-oriented commercialization through International Joint Research of tropical fall armyworm(Spodoptera frugiperda)										
주관연구개발기관	기관명	강원대학교 신학협력단	사업자등록번호		221-82-10213							
	주소	춘천시 강원대학길 1	법인등록번호									
연구책임자	성명		주진호	직위		교수						
	연락처	직장전화		휴대전화								
		전자우편		국가연구자번호				1008 9178				
연구개발기간	전체		2020. 04. 29. - 2022. 12. 31 (33개월)									
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2020. 04. 29. - 2021. 12. 31 (21개월)									
		2단계	2022. 01. 01. - 2022. 12. 31 (12개월)									
연구개발비 (단위: 천원)	첨부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계	연구개발비 외 지원금			
		지방자치 단체	기타()									
	원금	원금	원물	원금	원물	원금	원물	원금		원물	합계	
	총계	521,000		142,875						521,000	142,875	663,875
	1단계	1년차	142,000		48,000					142,000	48,000	190,000
	2년차	189,500		64,000				189,500	64,000	253,500		
	2단계	3년차	189,500		30,875			189,500	30,875	220,375		
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고						
	연락처					역할	기관유형					
공동연구개발기관	친환경농식품 자재수출조합	안 인	이사장			공동 책임자	중소기업					
	㈜그린아그로텍	최성희	연구소장			공동 책임자	중소기업					
연구개발담당자 실무담당자	성명				직위							
	연락처	직장전화		휴대전화								
전자우편		국가연구자번호										

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

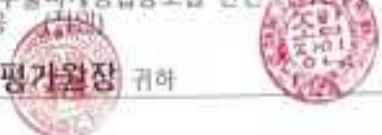
2022년 05월 31일

연구책임자: 주진호



주관연구개발기관의 장: 강원대학교 신학협력단장
 1공동연구개발기관의 장: 한국친환경농식품수출대계밀집동조합 안인
 2공동연구개발기관의 장: ㈜그린아그로텍 박만웅

농림축산식품부장관-농림식품기술기획평가원장 귀하



< 요약 문 >

사업명		작물바이러스 및 병해충 대응산업화기술 개발사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)		작물바이러스 및 병해충 대응산업화기술 개발사업		연구개발과제번호		120083-3	
기술분류	국가과학기술 표준분류	NC0201	40%	LA0908	30%	LB0704	20%
	농림식품 과학기술분류	RA0203	30%	AB0103	30%	RA0303	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화					
연구개발과제명		열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화					
전체 연구개발기간		2020. 04. 29. - 2022. 12. 31 (33개월)					
총 연구개발비		총 663,875 천원 (정부지원연구개발비: 521,000 천원, 기관부담연구개발비 : 142,875 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[*] 개발[*] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(65%) 종료시점 목표(90%)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		열대거세미나방 종합대응 국제공동연구					
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		열대거세미나방 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		열대거세미나방 대응 국제공동연구 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화				
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ 공동연구 계획수립 : 현지연구기관과 연계 공동대응 방제연구 계획수립 - 열대거세미나방 발생상황.방제 실태조사 : FAO한국협회 협조 ○ 현지 TEST-BED 구축 운영(각 국가당 1~2개소 설치) - 아프리카(가나), 인도네시아, 미얀마, 방글라데시, 베트남, 중국 ○ 열대거세미나방 친환경 방제제 및 유인 성페로몬 소재선발 ○ TEST-BED에서 화학적 생물적 방제제 유효성 시험 우수 방제제 선발 ○ 화학농약 선발 : 국내외 옥수수 및 벼에 국내 기등록된 약제 중 선발 - 선발 살충제 농약 약효 약해 등 현지 지역적응성시험 및 안전성 검토 ○ 열대거세미나방 친환경 방제제 개발 - 기확보 국내산 허브식물, 천연미네랄 및 미생물 방제소재 중 선발 - 선발 후보물질 소재에 대한 약효 약해 등 현지 지역적응성 시험 ○ 열대거세미나방 유인 성페로몬 개발 - 선발 후보 성페로몬 및 트랩 유효성시험 등 현지 지역적응성 시험 ○ 열대거세미나방 방제제 최종 유효성 및 안전성 확인 최종 제품화 - 열대거세미나방 약제방제 및 친환경 방제를 위한 매뉴얼 개발 - 열대거세미나방 약제방제 및 친환경 방제제 수출 현지 등록준비 				
	1단계 [1~2년차]	목표	○ TEST-BED 구축 열대거세미나방 친환경 방제제 및 유인 성페로몬 소재선발				
		내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열대거세미나방 친환경 방제제 및 유인 성페로몬 소재선발 - 화학농약 선발 : 국내외 옥수수 및 벼에 국내 기등록된 약제 중 선발 - 선발 살충제 농약 약효 약해 등 현지 지역적응성시험 및 안전성검토 ○ 열대거세미나방 친환경 방제제 개발 - 선발 후보물질 소재에 대한 약효 약해 등 현지 지역적응성 시험 ○ 열대거세미나방 유인 성페로몬 개발 				
	2단계 [3년차]	목표	○ 열대거세미나방 방제제 최종 유효성 및 안전성 확인 최종 제품화				
내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ 현지국과 열대거세미나방 생리생태 및 방제제 개발 연구 대응방안 모색 - 열대거세미나방 약제방제 및 친환경 방제를 위한 매뉴얼 개발 - 현지국과 공동 열대거세미나방 약제방제 및 친환경 방제체제 구축 - 열대거세미나방 약제방제 및 친환경 방제제 수출을 위한 등록준비 ○ 열대거세미나방 종합대응 상설협력기구 설립 등 국제공동연구 체계확립 					

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열대거세미나방 생리생태 및 방제제 개발 등 국제공동 연구 협력체계 확립 ○ 열대거세미나방 살충제, 친환경방제제, 성페로몬(트랩) 3종 개발 수출상품화 <예상되는 연구개발성과 유형> 											
	구분	논문	특허	학술 발표	연구 시설 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
	예상성과 (N/Y)	2	2	2					생명 정보	생물 자원	정보	실물
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전한 열대거세미나방 살충제, 친환경 방제제 및 유인 페로몬.트랩 개발(3종) ○ 농산물안전성 국민 신뢰제고, 외래해충 피해액(19) 6800억→1/3로 감축기대 ○ 열대거세미나방 국제공동대응 협력체계 구축 및 해외수출(3년후, 100만\$목표) 											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	2	2	1					생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	열대거세미나방		공동연구		친환경방제		성페로몬		수출상품화			
영문핵심어 (5개 이내)	Fall Armyworm		Joint research		Organiccontrol		Sex-pheromone		Export products			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 5
 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 6
 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 78
 4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 90
 5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 91
- 별첨 자료 (참고 문헌) 92

1. 연구개발과제의 개요

□ 연구개발 목표

열대거세미나방 국제공동대응 체계 구축 및 친환경유인.방제제 개발 수출지향형 상품화(3종)

○ 연차별 연구목표



□ 연차별 연구개발 내용 요약

1년차	2년차	3년차
-TEST-BED 설치 국제공동연구 계획수립 -아프리카(2), 인지, 미얀마, 방글라데시, 베트남.중국 7개국(FAO한국협회 협조)	-열대거세미 예찰 생리생태방제 공동연구 -TEST-BED 운영 현지 유효성시험 -현지 친환경방제제 수요 등 시장조사	-열대거세미나방 정밀예찰.방제연구 등 대응기구설치 국제공동연구 체계구축 -해외 수출 비즈니스모델 개발
-열대거세미나방 발생 및 방제실태조사 -현지국 거세미발생.방제상황 등 -열대거세미 살충제,친환경방제소재선발	-열대거세미 살충제,친환경방제제 개발 -선발약제 유효성시험 및 안전성확인 -열대거세미 살충제,친환경방제제 선발	-친환경방제제.살충제 시제품제작 -현지 특허 및 등록(3종) 수출상품화 -열대거세미나방 약제방제 체계 확립
-열대거세미 생물적방제 소재선발 -천연물, 페로몬 및 맞춤형 트랩 등 -국내 선발 유효성시험, 지표물질분석	-열대거세미나방 페로몬 트랩선발 -실제 농가포장에서 유효성 실증 -제형화.제제화 양산기술개발	-등록 보완시 기술적 해결방안 제시 -열대거세미 친환경방제 매뉴얼 확립 -열대거세미 성페로몬트랩 상품화

□ 열대거세미나방 살충제, 친환경방제제 및 페로몬 연구개발 과정도



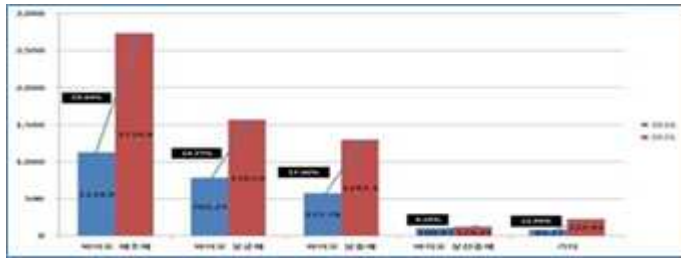
□ 기대 효과

- 농약 PLS 대체 잔류위험 없는 열대거세미나방 살충제, 친환경 방제제 및 유인페로몬 개발(3종) 농산물안전성 신뢰제고, 외래해충 피해액(18) 6800억→1/3로 감축 기대
- 열대거세미나방 국제공동대응 체제 구축 및 해외수출 (3년 후, 100만\$ 목표)

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

□ 열대거세미나방 생물학적 방제제 관련 국외 기술수준 및 시장 자료조사

○ 세계 화학농약 시장규모 : ('20)333만톤, 645억\$(연 4.8% 성장) *21년 2,625억불 전망



○ 생물학적 방제제 시장조사

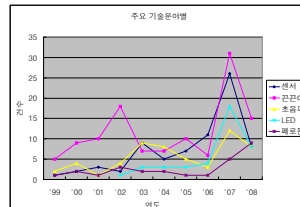
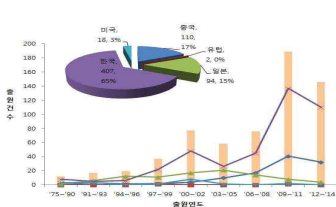
- 생물농약 시장현황(영국 BCPC) : 48억불 *OECD 2030까지 화학농약 50% 감축 정책목표 수립

품목	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
생물 농약	21.8	24.2	26.8	29.7	30.4	33.0	36.2	43.0	48.5
바이오 비료	43.8	51.8	56.0	60.4	65.3	68.0	66.6	71.0	75.0

○ 생물적 방제 국제연구소(International Organization for Biological Control; IOBC) 의하면 2000년대 중반까지 해충에 대한 천적.페로몬 도입은 세계적으로 4,000건에 이릅니다

- 168개국에서 292종의 해충, 천적.페로몬의 25%가 정착에 성공 49%가 해충방제에 공헌

○ 관련특허 동향



○ 캘리포니아대 Leal(PNAS) : 초파리를 속여 누에나방과 교미토록 한 Bombykol 연구성공

○ 미국, 일본 등은 *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. bacteriophora* 이용 나방류 방제에 성공

- 미국 ISCA : 약 300종의 곤충 유인제와 20종의 곤충 트랩을 생산

- MSTRS™ Technologies사 : 농업해충 정보통신물질 기반 친환경 해충방제제 개발

- Bedoukian Research사 : 75년부터 450종 아로마화합물과 50여종 곤충페로몬 합성

- IOWA 및 Pennsylvania대 : GC-EAD 시스템 성페로몬 유인제 연구 진행

○ 캐나다 SimonFraser대 : 해충 천적의 semiochemical-based communication system 연구

○ 유인제 페로몬 합성('12) : 네덜란드 Pherobank 210종, 일본 식물방역협회 44종

□ 관련제품 주요 해외 경쟁사 현황

경쟁사명	제품명	판매가격(천원)	연 판매액(천원)
① 미국 AgraQuest사	Bacillus subtilis QST713수화제	40	50,000,000
② 이스라엘 JK마간	Bacillus subtilis QST713수화제	35	35,000,000
③ 독일 바이엘	비티쿠르스타키수화제	20	25,000,000

□ 관련 지식재산권 현황

○ 일본의 벤처기업 Nature Technology(주) 및 H. Nishimura 등(2014) ; 허브의 향기성분 이용 해충 유인제 및 이를 이용한 유인트랩(Insect attractant and sticky trap) 특허

2. 연구기관별 수행 내용

<1세부> 강원대학교

가. 해외 열대거세미나방(FAW) 발생 동향 실태조사

○ FAO, 열대거세미나방 퇴치 프로젝트 시동..2022년까지 5억 달러(약 5,915억 원) 투입(20.2월 발표)

- 현재 아프리카 15개국, 미주지역 36개국, 아시아 10개국에서 피해가 발생
- 2016년 아프리카에서 처음 발견해 보고된 이후 2018년에는 인도·예멘·호주까지, 2019년에는 방글라데시·미얀마·스리랑카·태국·중국·대만·일본까지 2020년에는 아프리카·아시아로 급속히 확산
- 열대거세미나방은 관리와 통제가 제대로 이뤄지지 않으면 옥수수·쌀·수수·기장 등 작물 80여 종을 가해 세계적 관리 대상임. 특히 성충이 되면 하룻밤에 100km를 빠르게 이동함

* 열대거세미나방 피해 및 옥수수 가해 유충이나 성충 압수('20, FAO)



- FAO는 글로벌 액션 기금을 활용해 열대거세미나방 퇴치에 필요한 국가 역량을 강화하고, 고위험 살충제의 광범위한 사용을 제한하고 친환경 방제제를 개발 보급한다는 계획을 세우고, 열대거세미나방 모니터링이나 조기 경보시스템 앱 등 해충퇴치 지원을 강화할 예정임

나. 세계 지역별 발생 피해 상황

<아프리카>

열대거세미나방(FAW)로 인해 아프리카 지역의 70%에 달하는 곳에서 농작물 피해가 나면서 60억 달러(약 7조 1천억 원, 옥수수(1,770만t 손실, 46억 불)의 경제적 피해 발생



<중국>

중국; 하이난(海南)섬, 광둥(廣東)·광시성, 푸젠(福建)성, 저장(浙江)성, 안휘성 등 18개 성(적색) 에서 대발생('20 FAO)

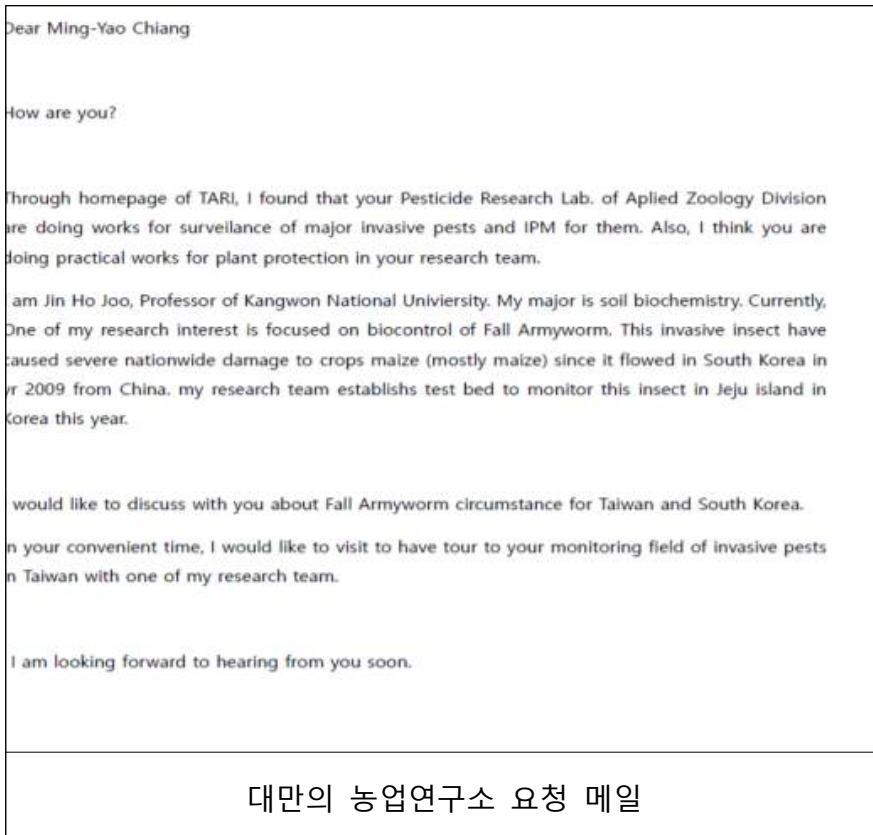


<그 외 지역>

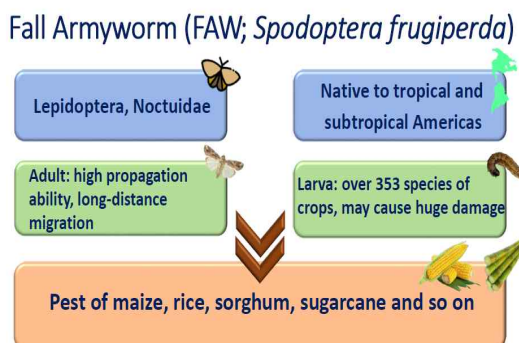
- 2018년 인도·예멘, 2019년 1월 방글라데시·미얀마·스리랑카·태국. 일본, 호주까지 확산함
- 피해율 : 태국 연간 옥수수 생산량 25~45% 감소. 아프리카 20%, 스리랑카 10%, 중국에서는 5~10%의 옥수수 생산량 감소율('20 FAO)

<대만>

- 열대거세미나방 국제 공동연구를 위해 강원대학교에서는 대만의 농업연구소(Taiwan Agricultural Research Insititue, TARI) 응용동물과 Ming-Yao Chiang 박사에게 자료제공을 요청하였으며, 대만 동식물 검역국 및 농업연구소의 열대거세미나방 관련자료를 제공받았음.



- 대만 동식물 검역국과 농업 연구소에 따르면 열대거세미나방의 숙주 식물은 대만 식재 면적의 약 65%를 차지하며, NT \$35억 불(US \$111.46백만)의 손실을 초래할 수 있다고 판단하였음.



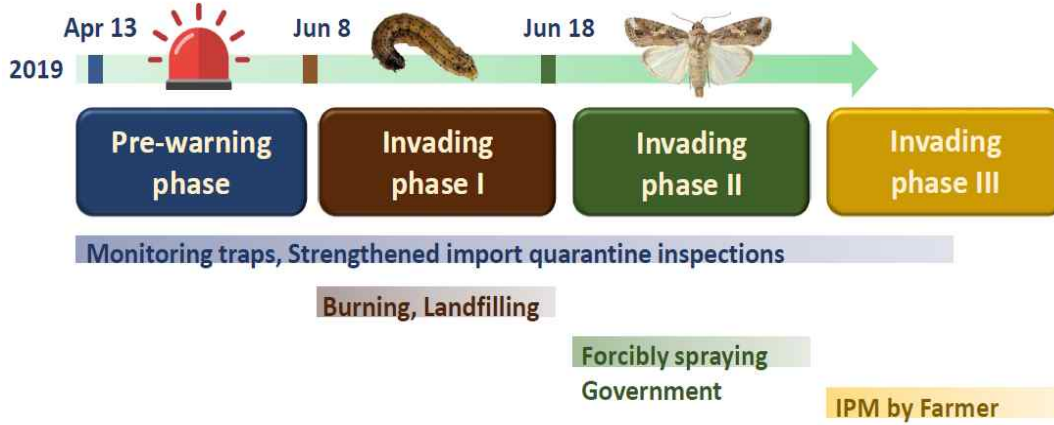
Fall Armyworm (FAW; *Spodoptera frugiperda*)



Photo provided by Po-An, Tyle J Boss 4

○ 이에 대만 동식물 및 농업연구소는 2019년 4월 13일부로 사전 경고단계를 발령하였으며, 사전 경고단계를 포함하여 총 3단계의 경고단계를 정부 차원에서 경고하였음.

FAW Invading into Taiwan



8

○ 경고 1단계: 2019년 6월 8일 옥수수 농가 첫 발생, 열대거세미나방이 발견된 옥수수 재배 농가는 작물을 포함하여 소각하거나 매립하고 3개월간 모니터링 진행.

Invading Phase I



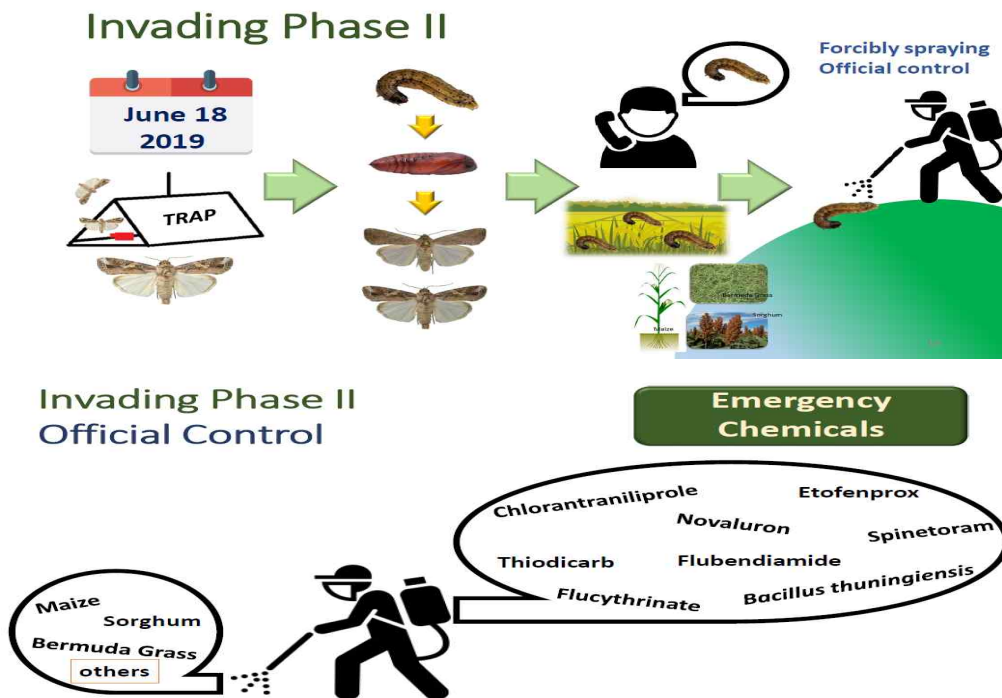
11



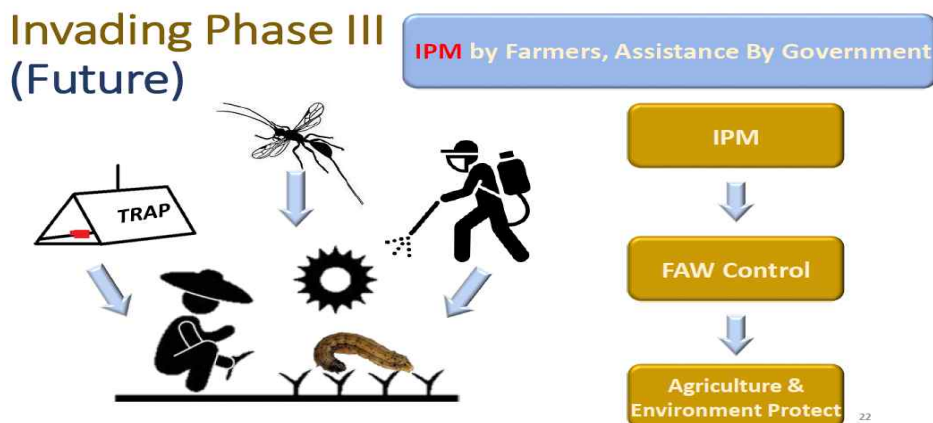
○ 대만 동식물 검역국 및 농업 연구소는 열대거세미나방(FAW)의 형태학적 특징과 모습을 농가들에게 전파 후 무료 전화를 통한 열대거세미나방 발생 동향 및 실태를 파악하였음.



○ 경고 2단계: 2019년 6월 18일 추가 발생, 열대거세미나방이 발견된 재배 농가는 트랩을 통한 열대거세미나방 포획과 동시에 살충제(Chlorantraniliprole, Etofenprox, Novaluron, Thiodicarb 등) 살포를 권장하였음.

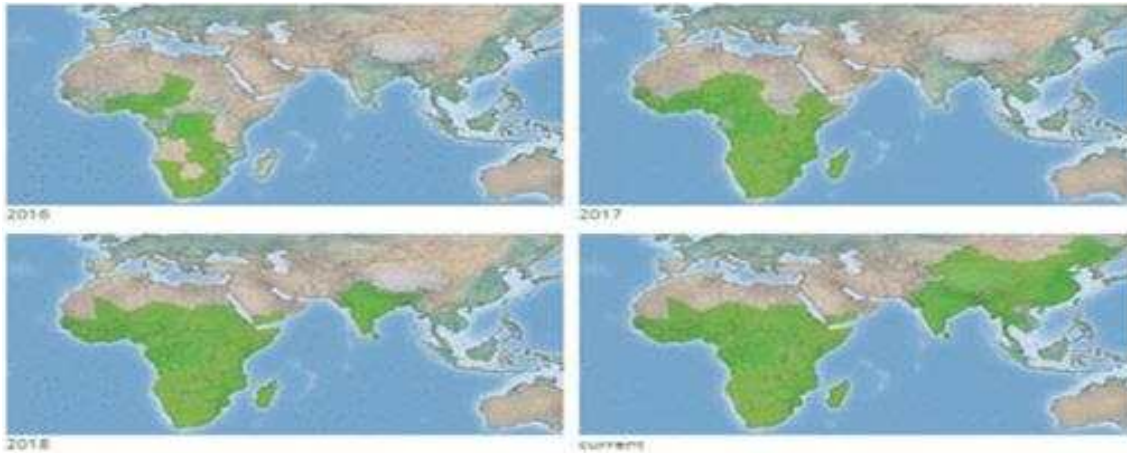


○ 경고 3단계: 2019년 6월 18일 이후 추가 발생 된 열대거세미나방은 종합적 병해충 관리(IPM)를 권고하여, 트랩, 천적, 살충제 살포를 권장하였음.



다. 열대거세미나방 유입경로 확산 패턴 등 분석 등 정보 분석

○ 2016년 이후 아프리카, 아시아 열대거세미나방 이동경로('20, FAO)



○ 해외 발생국 유입 확산경로 분석

※ 확산경로 : 아프리카(40여 개국, 2016) → 인도(2018.07.) → 스리랑카(2018.10.) → 방글라데시·태국·미얀마(2018.12.) → 중국(윈난, 광동, 광시, 북건, 절강, 안휘성 등 16개성, 2019.1.) → 라오스·베트남·대만(2019.03.) → 한국(2019. 6. 13. 제주)



라. 열대거세미나방 생활사, 월동여부, 생리생태 및 생물학적방제 실태조사

○ 열대거세미나방 생리 생태 및 친환경 방제기술 자료집 발간

교육자료집

열대거세미나방 생리·생태와 친환경 방제기술

2020.12

〈성충 : (좌)수컷 (우)암컷〉 (사진 출처: 수컷(CABI, 2018); 암컷(EPPO, 2018))

THE FALL ARMYWORM LIFECYCLE

egg → 5 stages of caterpillar → pupa → moth

DAY 15: the fully grown caterpillar drops to the ground

DAY 6-14: late-instar caterpillars (stage 3-4) move to the protective region of the whorl where it does most damage

- ragged holes result in the leaves
- feeding on younger plants can kill the growing point so no new leaves or cobs develop
- usually only 1-2 caterpillars are found in each whorl as they become cannibalistic when larger and eat each other
- large quantities of frass are present
- when the done, it resembles spaghetti
- in older plants with cobs, the caterpillar will eat into the cob and feed on the developing kernels (seeds)

DAY 3-6: after hatching, young caterpillars feed on the leaf underside

- feeding results in semi-transparent patches (minors) on the leaf
- caterpillars spin threads and move to new plants in the wind
- leaf adults are preferred in young plants
- leaves around the cob silks are embedded in older plants
- feeding is more active at night

DAY 1-3: 100-200 eggs are laid on young leaves

- look for small whitish patches the size of your thumb
- typically near the plant base, close to the leaf and stem

DAY 25-30: the adult moth emerges

- the female lays most of her eggs during the first 4-6 days of life

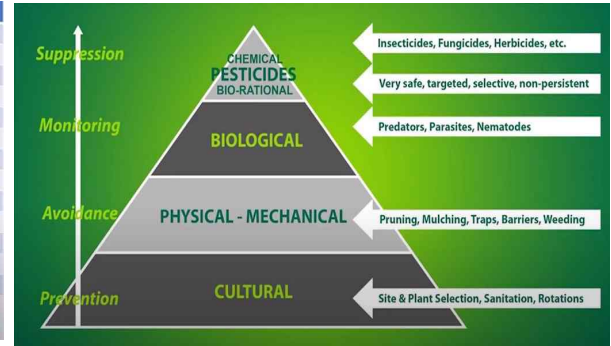
DAY 16-24: the caterpillar burrows 2-4 cm into the soil before pupating

- the soil-dugged cocoon is 20-30 mm in length

〈열대거세미나방 생활사〉 (출처 : FAO, 2018. URL: <http://www.fao.org/faostat/stories/carti/cater/cf1104446>)

○ 발달단계별 소요일수 및 친환경방제기술 조사

DEVELOPMENTAL STAGE	DURATION (MEAN±SD)	
	MALE	FEMALE
Egg	2-3	
Larva		
First instar	2.28±0.45a	2.40±0.49a
Second instar	2.20±0.40a	2.30±0.54a
Third instar	1.45±0.60a	1.37±0.49a
Fourth instar	1.49±0.72a	1.50±0.73a
Fifth instar	2.31±0.57a	2.20±0.48a
Sixth instar	3.95±0.73a	3.75±0.85a
Pre-Pupa	1.08±0.28a	1.10±0.31a
Total Larval Period	14.73±1.72a	14.40±1.90a
Pupa	9.00±0.70b	8.50±0.86a
Total Developmental Period (Egg-Adult)	25.73±1.75a	24.90±1.83a



○ 외국의 열대거세미나방 생물학적 방제 실태조사

- * 기생성 미생물 및 기생성 파리 이용 생물학적 방제사례
- * 기생봉 및 기생성 선충을 이용한 생물학적 방제사례



마. 국내외 TEST-BED(모델팜시험포) 설치 등 국제공동연구

- 현재 이집트, 중국, 한국(제주) 3개국을 대상 설치 및 진행하였으며, 코로나로 인해 온라인으로 회의 대체 진행
- 아프리카(이집트) 전문연구원 추가 및 국내 테스트-베드 포장(경북 경산 및 제주 한림) 확보

1. 이집트 현지 TEST-BED 설치 전 곤충병원성 진균을 통한 방제 효과 연구

- 이집트 현지 열대거세미나방 알집 채집 및 곤충병원성 진균

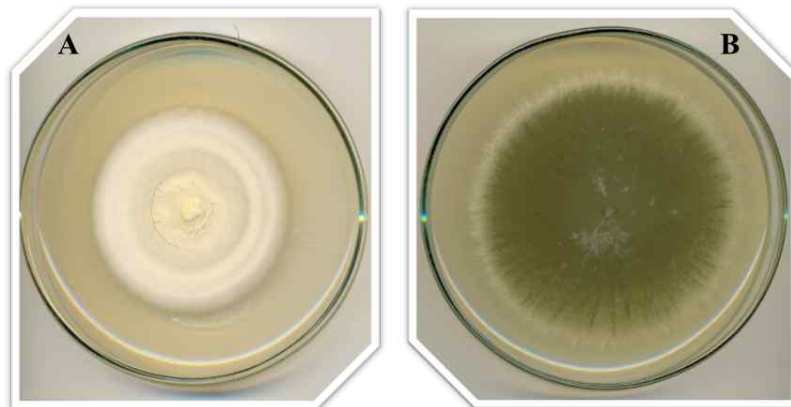
열대거세미나방의 경우 이집트 Assiut 지역 옥수수 농장에서 알집을 채집하여 Assiut 곤충 연구소로 옮겼으며(그림1.), 녹강균(*M. anisopliae*)과 백강균(*B. bassiana*)은 Abdul Hassan Mycology 센터에서 분양받아 본 연구에 사용하였음.



그림1. 이집트 Assiut 지역 옥수수 농장 열대거세미나방 사진

- 곤충병원성 진균 포자 현탁액 제조 및 균 배양

곤충병원성 진균인 녹강균(*M. anisopliae*)과 백강균(*B. bassiana*)은 15일간 PDA 배지에서 배양되었고(그림2), 분생포자(Coidia)를 추출하여 0.1% Tween 80을 함유한 용액에 현탁시켜, 현탁액에 있는 분생포자 수를 Haemacytometer를 이용하여 측정하였음.



A: *Beauveria bassiana* KACC40224
B: *Metarhizium anisopliae* KACC40029

그림2. PDA 배지에 배양된 곤충병원성 진균 2종(녹강균, 백강균)

○ 곤충병원성 진균을 통한 열대거세미나방 유충의 사충률 조사

4가지 서로 다른 농도의 conidia 효과를 확인하고자 열대거세미나방 3령기의 유충을 10마리씩 배치하여 10mL의 포자 현탁액을 열대거세미나방 유충에 침지하였다. 침지 후(10초) 28x17x18cm³ 사이즈의 상자에 넣은 후 옥수수 잎을 제공하였고, 7일간 사충률을 조사하였다. 대조구로는 0.1% Tween 80 용액을 사용하였음.

$$\text{사충률(\%)} = (\text{죽은 유충의 수} / \text{총 유충의 수}) \times 100$$

○ 친환경 생화학 살충 소재의 열대거세미나방 방제효과(bioassay) 시험

에센셜 오일 5종(Lavender, Neem, Rosemary, Cloves, Ginger)은 이집트 Dokki, Giza의 National Research center와 Assiut 대학의 Oil extraction Unit에서 구입하였음. 대조약제로는 Deltamethrin을 사용하였고, KEFAMA1(pyrethrin 3%, matrine 10%, Syzygium aromaticum 20%, root extract of Pulsatilla Koreana 20%, parafine oil 40%, Polysorbate 7%), KEFAMA2(rotenone 5%, matrine 15%, Phytolacca decandra 10%, Helianthus tuberosus 40%, neem oil 30%)가 친환경 생화학 살충 소재로서 사용되었음.

□ 실내 곤충병원성 진균을 통한 방제 효과 연구 결과

○ 곤충병원성 진균(녹강균, 백강균)을 통한 열대거세미나방 알 및 유충 방제효과 실험 결과

3령기 유충에 대한 전체적인 치사율을 10% ~ 80% 범위를 보였고, 열대거세미나방 알집의 경우 40%~91% 범위 안에 있었음. 전체적으로 *B. bassiana*(백강균)의 효과가 *M. anisopliae*(녹강균)보다 높은 것으로 나타남(표1, 그림3, 그림4).

표1. 곤충병원성 진균 2종에 대한 열대거세미나방 알 및 유충 사충률(%) 조사 결과

<i>B. bassiana</i> KACC40224			<i>M. anisopliae</i> KACC40029		
Treatment	Eggs	Lvae	Treatment	Eggs	Lvae
Control	6±2f	3.3±0.3f	Control	5.0±1e	3.4±0.51e
10x10 ⁵	41±2e	10±3e	10x10 ⁵	43±3d	13.4±0.51d
10x10 ⁶	58±3d	30±5d	10x10 ⁶	51±4c	20±3c
10x10 ⁷	66±3c	50±2c	10x10 ⁷	60±1b	30±2b
10x10 ⁸	85±2b	60±3b	10x10 ⁸	65±5b	40±4b
10x10 ⁹	91±1a	80±5a	10x10 ⁹	82±2a	60±3a

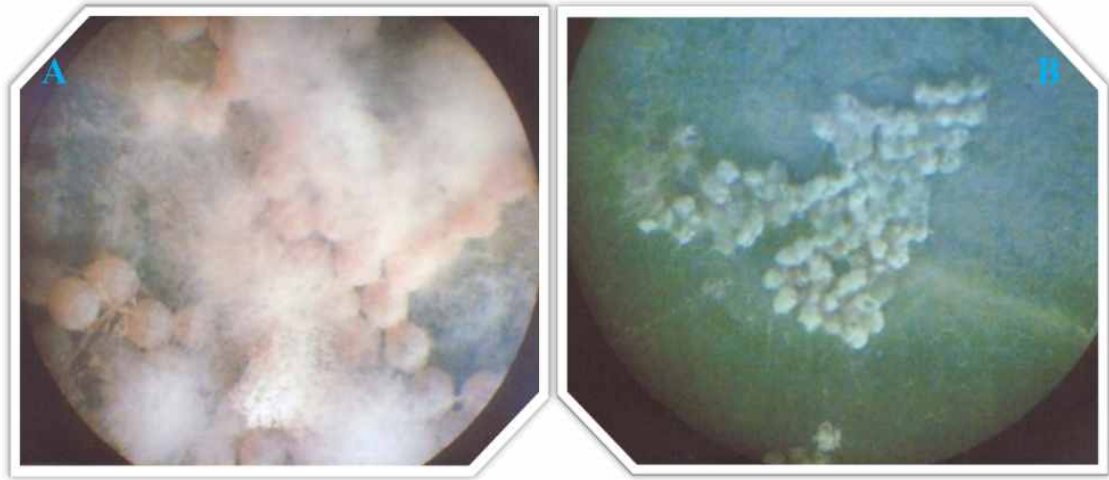


그림3. 곤충병원성 진균에 감염된 열대거세미나방 알집 사진
 A: *B. bassiana. sp* (백강균), B: *M. anisopliae. sp*(녹강균)

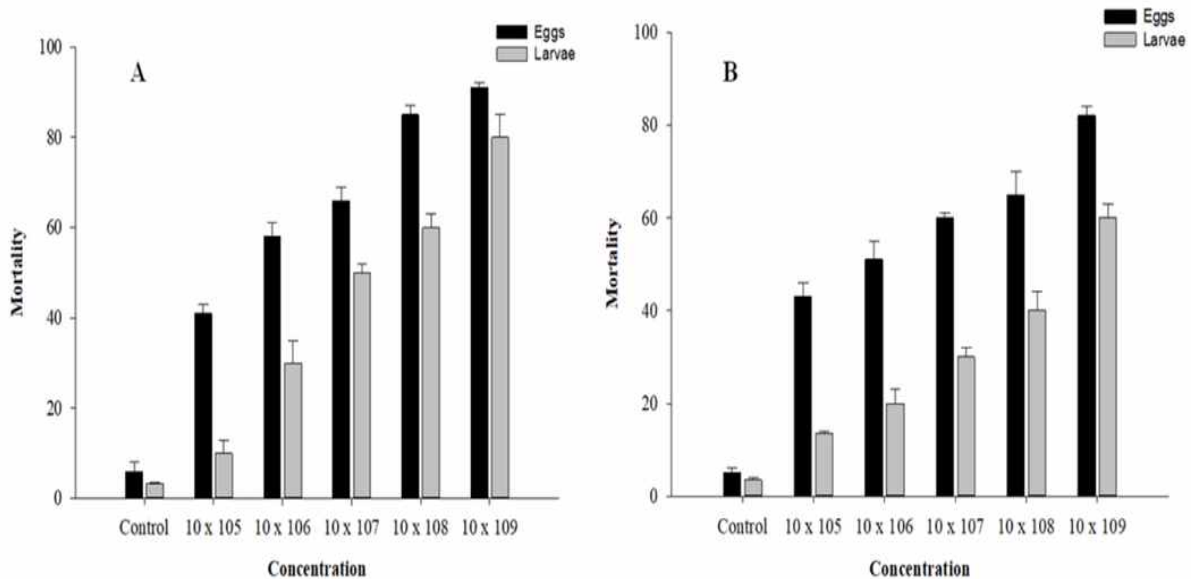


그림 4. 곤충병원성 진균 2종에 대한 열대거세미나방 유충 사충율 조사결과

○ 친환경 생화학 살충 소재의 열대거세미나방 방제효과 실험 결과

Lavender oil을 제외하고, 모든 에센셜 오일은 효과적인 것으로 나타났으며, 그 중 가장 효과가 좋은 친환경 생화학 살충 소재는 rosemary와 ginger oil인 것으로 나타났음(0.2% 농도에서 100% 사충률). Neem oil과 clover oil은 다소 낮은 사충률을 보인 것으로 나타났음. 공시 약제 중 KEFAMA1은 1% 농도에서 91%, KEFAMA2는 80%의 사충률을 나타냈고, 0.2% 농도에서는 각각 70, 60%의 살충 활성을 나타냈다. 특히 KEFAMA1은 대조 약제인 Deltamethrin보다 우수한 살충 활성을 나타냄.

표2. 친환경 생화학 살충 소재를 활용한 열대거세미나방 유충 방제효과 실험 결과

Conc.	Deltame thrin	KEFAMA1	KEFAMA2	Lavender	Neem	Rosemary	Cloves	Ginger
1%	90±10	91±10	80±10	0±0	100±0	100±0	90±10	100±0
0.20%	70±10	70±10	60±10	0±0	20±10	100±0	10±10	100±0
0.10%	30±10	20±0	10±0	0±0	0±0	10±10	0±0	0±0
Control	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

● 처리전 밀도 : 각 반복당 10마리

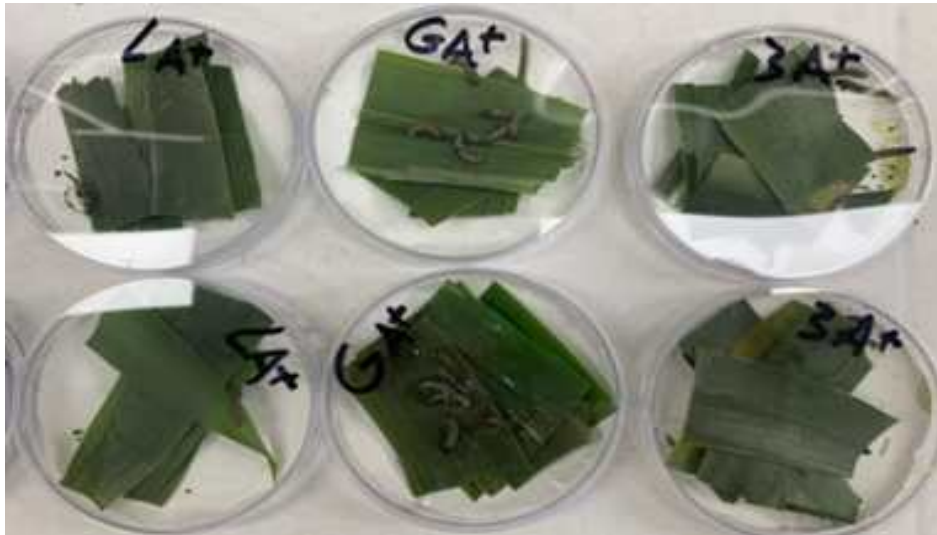


그림 5. 친환경 생화학 살충 소재를 활용한 열대거세미나방 방제효과 결과

2. 이집트 현지 TEST-BED 약제 방제 효과시험

○ 열대거세미 나방 사육

열대거세미나방 알집은 이집트 Assuit 지역 옥수수농장에서 포집하였고, 이집트 Assuit 곤충 연구소로 옮겨 연구에 사용하였다. 알은 지름 90mm 높이 15cm인 페트리 디쉬에 필터 페이퍼를 바닥에 깔고 부화할때까지 매일 조사하였다. 새롭게 부화된 열대거세미나방 유충은 새로운 페트리 디쉬에 옮겨 매일 신선한 옥수수 잎을 제공하였다. 1령에서 3령의 유충에게는 매일 신선한 옥수수 잎을 제공하였으며, 4~6령의 유충은 번데기 전까지 동족포식을 피하기 위해 각각 다른 페트리 디쉬에 자라게 하였다. 50:50 비율로 암컷과 수컷 번데기를 구별하여 성체가 되기 전까지 15cm x 0.9cm 페트리 디쉬에서 길렀다. 새롭게 출현한 성체는 플라스틱 원통형 케이지에 옮겨 사육하였음.

○ 곤충병원성 진균(녹강균, 백강균) 포자현탁액 조제 및 균 배양

곤충병원성 진균인 녹강균(*M. anisopliae*)과 백강균(*B. bassiana*)은 15일간 PDA 배지에서 배양되었고(그림2), 분생포자(Coidia)를 추출하여 0.1% Tween 80을 함유한 용액에 현탁시켜, 현탁액에 있는 분생포자 수를 Haemocytometer를 이용하여 측정하였음. 이들 분생포자의 농도의 경우 1.05×10^7 , 4.2×10^7 , 5.6×10^7 으로 다르게 조제하여 사용하였음.

○ 열대거세미나방에 대한 곤충병원성 진균(녹강균, 백강균) 포장 실험

이집트 현지 Test-bed의 처리구별 포장사이즈의 경우 3x2 m²으로 3반복으로 수행하였다. 5.6 x 10⁷과 9.25x10⁷의 농도의 현탁액을 처리하였으며, 일주일 후 3령기의 열대거세미나방 유충의 수를 측정하였음.

○ 열대거세미나방에 대한 친환경 살충 소재의 방제효과 포장 실험

친환경 살충 소재로 사용된 에센셜 오일의 경우 이집트 Dokki, Giza의 National Research center와 Assiut 대학의 Oil extraction Unit에서 구입하여 사용하였고, 옥수수 파종은 2022년 5월, 포장 사이즈는 3x3m², 30cm 간격 25cm 폭으로 파종하였다. 에센셜 오일은 농도는 각 1, 3, 5% 농도로 옥수수에 처리하였고, Random하게 14개의 옥수수를 선정하여 열대거세미 나방 유충 수를 조사하였다. 에센셜 오일 처리 하루 전, 처리 후, 이틀 후의 유충의 수를 기록하였다.

□ 이집트 현지 TEST- BED 방제효과 포장 실험 연구 결과

- 곤충병원성 진균(녹강균, 백강균)을 통한 이집트 현지 TEST-BED 유충 방제 효과 실험 결과
 곤충병원성 진균 2종(*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*)을 활용한 이집트 현지 열대거세미나방 유충 방제 효과 시험 결과 녹강균(*M. anisopliae*)은 9.25x10⁷ 농도에서 71.51%의 사충률을 나타냈으며, 백강균(*B. bassiana*)은 81.56%로 대조구(Control) 대비 73.86% 우수한 살충 활성을 나타내면서 녹강균에 비해 우수한 사충률을 나타냄.

표3. 이집트 현지 TEST-BED의 곤충병원성 진균 2종의 유충 방제 효과 실험 결과

Isolates	Concentration	Mortality(%)
<i>Beauveria bassiana</i>	9.25x10 ⁷ a±8.6	81.56a±2.3
	5.6x10 ⁷ b±11.3	66.23c±1.7
<i>Metarhizium anisopliae</i>	9.25x10 ⁷ a±15.2	71.51b±2.2
	5.6x10 ⁷ b±10.3	53.57d±1.3
Control	0c±0	7.7e±0.8

○ 열대거세미나방에 대한 친환경 살충 소재의 방제 효과의 이집트 현지 포장 실험 결과

열대거세미나방에 대한 친환경 살충 소재의 유충 방제 효과를 확인하고자 이집트 현지 TEST-BED에 포장 실험을 진행하였고, 에센셜 오일은 기존에 실내 실험 결과에서 우수했던 2종(Rosemary, Ginger)과 추가로 이집트 현지에서 주로 사용하는 4종(Jojoba, Flax, Nigella sativa, Bitter almond)의 에센셜 오일을 추가 처리구로 설정하였음. 실내 실험과 동일하게 Rosemary, Ginger 에센셜 오일은 현장에서 1, 2 령기 유충에게 모두 100%의 사충률을 나타내며 우수한 살충 활성을 나타냄. 추가로 설정한 에센셜 오일 처리구 4종 중 Jojoba 오일은 3, 5%농도에서 100% 사충률을 보이면서 우수한 살충력을 보임. 또한, 공시 약제인 KEFAMA1은 5% 농도에서 1, 2령기 유충 모두 100% 사충률을 나타내며 우수한 살충 활성을 나타냈다. 반면 KEFAMA2의 경우 5% 농도에서 1령기 95%, 2령기 97.5%로 KEFAMA1에 비해 다소 살충 활성이 떨어졌으나 에센셜 오일 2종(Bitter almond, Nigella sativa)보다 높은 살충력을 나타냄. 3% 농도에서도 KEFAMA 1, 2는 평균 91% 사충률을 나타내면서 우수한 살충 활성을 확인하였음.

표4. 이집트 현지 TEST-BED의 친환경 살충 소재의 유충 방제 효과 포장 실험 결과

Natural product	Conc.%	Density before	Mortality 1 st d	Mortality 2 nd d
		insect treatment		
<i>Bitter almond oil</i>	1	30 insects/m ²	22.22	22.22
	3		80	80
	5		87.5	87.5
<i>Flax oil</i>	1	30/m ²	88.88	90.9
	3		90.9	100
	5		100	100
Jojoba oil	1	30/m ²	54.54	63.63
	3		100	100
	5		100	100
Nigella sativa oil	1	30/m ²	0	0
	3		77.77	85.71
	5		88.88	100
Rosemary oil	1	30/m ²	95	91
	3		100	100
	5		100	100
Ginger oil	1	30/m ²	94.9	96
	3		100	100
	5		100	100
KEFAMA1	1	30/m ²	70.5	71
	3		91.5	92
	5		100	100
KEFAMA2	1	30/m ²	61	65
	3		90	92
	5		95	97.5
Control			10	10

○ 약제처리 : 2023.6.20.-9.20 3회



그림 6. 이집트 Assuit 지역 TEST-BED 포장 사진

3. 중국(안휘성, 산둥성) 현지 TEST-BED 약제 방제 효과시험

□ 중국 현지 TEST- BED 방제효과 포장 실험 국제 공동연구 결과

- 수행기관: 강원대, 친환경농자재협회수출조합, UNITAP연구소, 허베이성 농업과학원(협조)
- 시험장소: 중국 안휘성, 산둥성 TEST-BED(모델팜)
- 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)
- 대상작물: 옥수수
- 약제처리 : 2023.6.22.-8.20 3회

표5. 친환경 살충제 KEFAMA(1, 2)의 조성비

Plant extract for insect kill (KEFAMA 1)	Plant extract for insect kill (KEFAMA 2)
Pyrethrin: 3%	Rotenone: 5%
Matrine: 10%	Matrine: 15%
Syzygium aromaticum: 20%	Phytolacca decandra 10%
Root of Pulsatilla koreana NAKAI: 20%	Helianthus tuberosus 40%
Parafine oil: 40%	Neem oil: 30%
Polysorbate 80 spancer: 7%	
total: 100%	

표6. 안휘성 옥수수 TEST-BED 방제 효과 포장 시험 결과

샘플	처리농도 (희석 비율)	처리전유충 밀도	사충률(%)
KEFAMA 1	500		96.0
KEFAMA 1	1000		86.2
KEFAMA 2	500		96.8
KEFAMA 2	1000	평균 50마리	66.7
China BT(contrast)	500	/m ²	85.6
China BT(contrast)	1000		82.0
Deltamethrin	1000		72.0
무처리	-		0

표7. 산둥성 옥수수 TEST-BED 방제 효과 포장 시험 결과

샘플	처리농도 (희석비율)	처리전유충밀도	사충률(%)
KEFAMA 1	500		100.0
KEFAMA 1	1000		89.2
KEFAMA 2	500		96.8
KEFAMA 2	1000	평균 50마리	86.7
China BT(contrast)	500	/m ²	95.6
China BT(contrast)	1000		82.0
Deltamethrin	1000		82.0
무처리	-		0

○시험결과 요약

- 중국 현지 TEST-BED 2개소(안휘성, 산둥성)설치 시험 결과 국내 제품(KEFAMA1-2)이 안휘성, 산둥성에서 처리농도 500배에서 평균 98%의 우수한 약효를 나타냈고, 중국 대조 약제(BT제)와 Deltamethrin 보다 우수한 살충 활성을 나타냈다. 기존 성적과 문헌을 검토해 볼 때 중국 대조약제 BT제 및 합성피레스계통인 Deltamethrin은 나방류에는 우수하다고 보고되고 있으나 열대거세미나방에는 82.0-95.6%를 나타냈으나 완전방제는 어려울 것으로 사료되었다. 한편 KEFAMA1은 제충국(Pyrethrin) 및 고삼(Matrine)외 식물추출물 5종 성분을 주성분으로 한것이며 KEFAMA2은 데리스(Rotenone) 및 고삼(Matrine)외 식물추출물 4종 성분을 주성분으로 한것으로 기존 성적과 부합되는 우수한 방제효과를 나타내어 향후 수출지향 제품으로 개발할 가치가 충분하다고 판단되었다.

4. 국내 제주도(애월읍 수산리) 현지 TEST-BED 약제 방제 효과시험

- 수행기관: 강원대, 친환경농식품자재수출조합, (주)그린아그로텍, 제주식물환경연구소
- 시험장소: 제주시 애월읍 수산리
- 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)
- 대상작물: 옥수수
- 약제처리 : 2023.6.10.-7.20 2회

○시험결과 요약

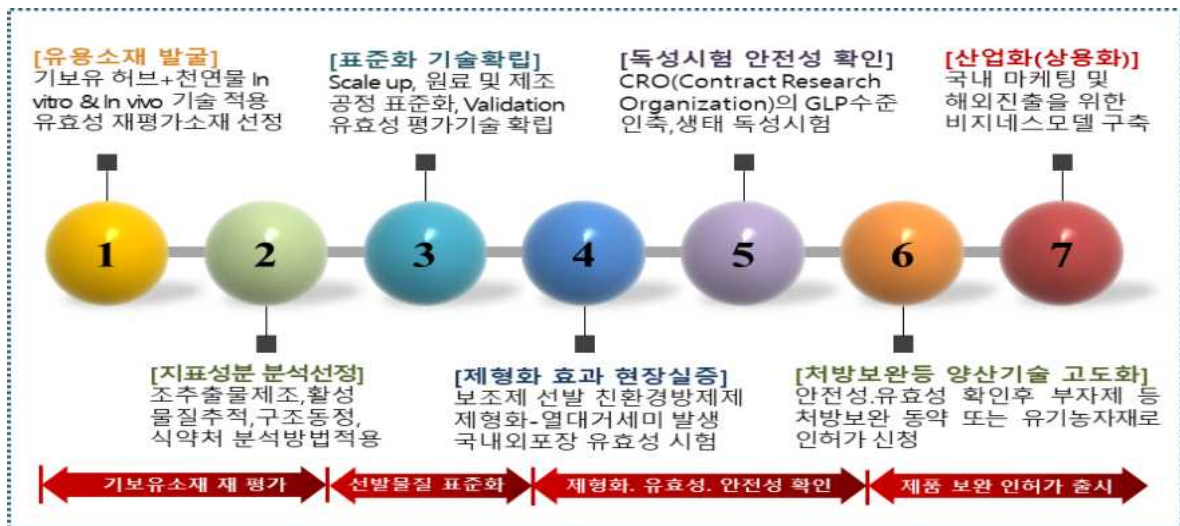
-제주 애월읍에 위치한 TEST-BED 방제효과 포장 실험은 강원대학교, 한국친환경농식품 자재수출조합, (주) 그린아그로텍, 제주식물환경연구소와 공동연구로 진행하였으며, 효과 시험 결과는 제2협동 과제인 한국친환경농식품자재수출조합 자료에 표기하였음.



그림7. 제주 애월읍 국내 현지 TEST-BED 옥수수 농가

<1공동> 한국친환경농식품자재수출마케팅협동조합

가. 열대거세미나방 친환경방제제 수출상품화 기술개발 범위 및 프로세스



나. 열대거세미나방 살충활성 친환경소재 선발

□ 식물추출물 친환경 살충소재 선발

- 편백, 돼지감자, 백두옹, 옷, 자리공 등 국산소재
- 카란자, 사바딜라, 쿠아시아 등 수입 허브소재
- 선발 허브식물 대량 추출방법 검토 최적 용매 선발 및 시험법 확립
- 초임계, 열수 추출(HWE) 및 에탄올추출법 : 최적 고수율 추출법 선발

* 추출 방법(작용기작이 기알려진 님오일, 데리스, 고삼, 제충국 등은 수입원료를 구입 사용)



- 종전 엽침지법보다 간편한 살충활성 검정방법 확립 : Filter paper method

○ 살충활성 증진 보조제 활용가능 식물성정유 선발

- Castor, Oregano, Clove, Parapin, Neem, Karanza-oil 등 허브+정유+약효증진제 활용

○ 실내 스크리닝 결과 우수 후보물질 KEFAMA 1-2 등 3종 친환경소재 선발

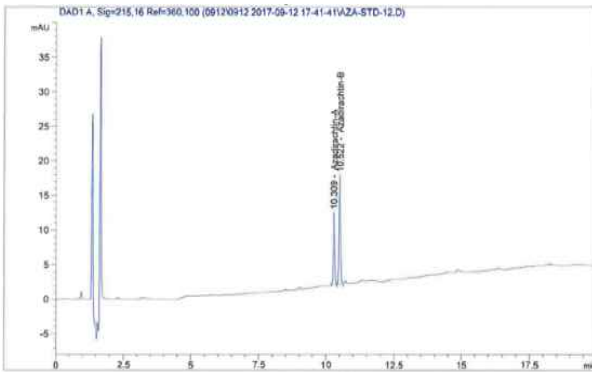
Concentration	D	K1	K2	L	N	R	C	C-CFC	G	G-CFC
1/100	90±10 a	20±c	40±10 b	0±0d	100±0 a	100±0 a	90±10 a	90±10 a	100±0 a	100±0 a
1/500	70±10 b	20±10 cd	30±10 c	0±0e	20±10 cd	100±0 a	10±10 de	20±10 cd	100±0 a	100±0 a
1/1000	30±10 b	0±0c	0±0c	0±0c	0±0c	10±10 c	0±0c	0±0c	0±0c	50±10 a
Control	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a

*D: Deltamethrin, K: KEFAMA, L: Lavender oil, N: Neem oil, R: Rosemary oil, C: Cloves oil
C-CFC: Cloves oil + Trichoderma sp cell free culture
G-CGC: Ginger oil + Trichoderma sp cell free culture

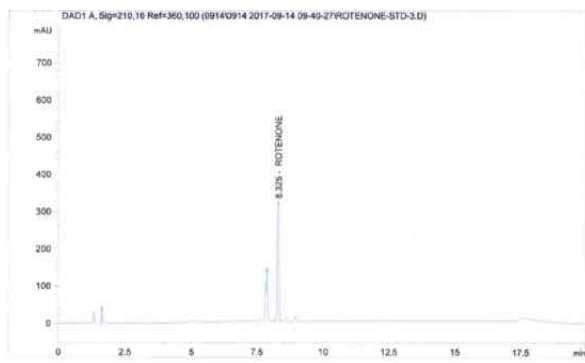
□ 열대거세미나방 방제가능 주요식물 추출물 특성분석

주요식물추출물		유효성분	작용특성	대상 해충
제충국		Pyrethrin I, II	접촉독, 신경마비	진드기, 응애 등 거미강및 갈색날개매미충 등 매미목해충에 님오일등과 혼용살포시효과증대
데리스		Rotenone Deguelin	접촉독, 소화중독	진드기, 응애등 거미강및 매미목해충에 님, 파라핀오일과 혼용 살포시효과증대*진딧물, 가루이에도효과
고삼		Matrine, Sophordine	섭식, 기피, 성장저해	진딧물, 응애, 선녀벌레 등 거미강, 나바목해충과 진딧물 등에 계피, 님오일등과 혼용살포시효과증대
멀구슬		Toosendanin	섭식, 기피, 성장저해	진드기, 응애, 꽃매미, 갈색날개매미충, 선녀벌레에양명 아주+회화나무+ 님오일과 혼용시효과증대
양명아주		Matrine, geraniol	섭식, 기피, 성장저해	응애, 진드기, 선녀벌레등에 고삼대용양명아주+회화+ 먹구슬+ 님 합제살포시효과증대
회화나무		Matrine, Sophordine	섭식, 기피, 성장저해	진드기, 응애, 갈색날개매미충 등 매미, 거미강해충에 희석 사용*고삼대용양명아주+회화+ 먹구슬합제
계피오일		Cinnamon	섭식, 기피, 성장저해	진드기, 응애, 갈색날개매미충, 미국선녀벌레에 고삼추출물 과혼용시효과증대, 500~1000배로 희석살포
님오일		Azadirachtin Salannin 등	섭식, 기피, 성장저해	진드기에 님(3000ppm이상)+고삼, 계피 또는 데리스등과 혼용살포시효과, 진딧물, 응애, 나방 등에 효과
시트로넬라 파라핀오일		Geraniol Cymbopogon	기피효과	진드기 등 대표적 해충 기피물질로 고삼, 데리스 등과 혼용살포시 외래해충 방제가능
기타	카렌자, 피마자, 자리공, 돼지감자, 은행, 백두옹 등을 효력증진제로 사용 제조 원가를 낮춤			

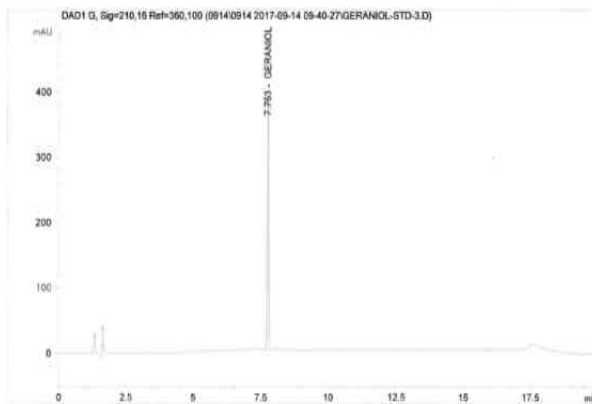
라. 주요 선발소재에 대한 지표성분 분석



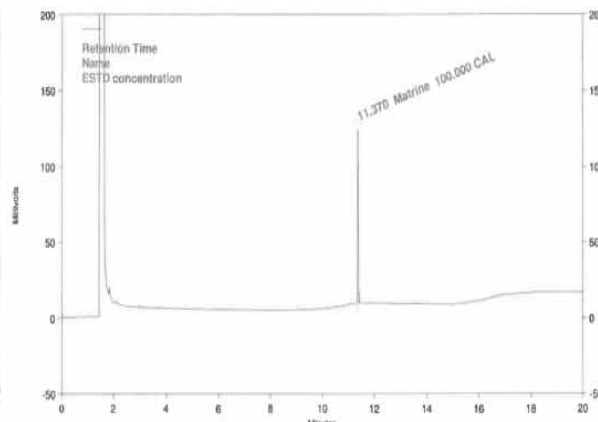
Azadirachtin HPLC chromatogram



Rotenone HPLC chromatogram



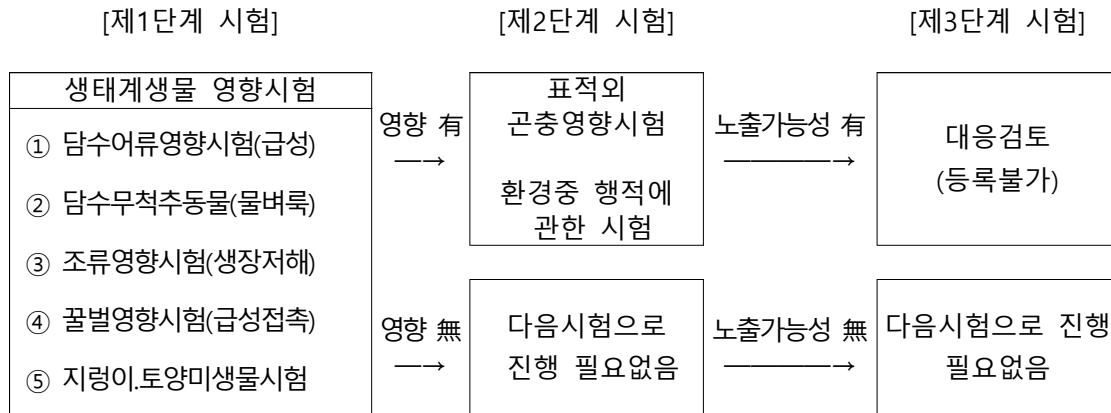
Geraniol HPLC chromatogram



Matrine GC chromatogram

마. 선발 소재에 대한 인축 및 환경독성 등 안전성 기본시험

- 천연물 복합 살충제 시제품에 대한 기본(1차) 안전성 검토
- 선발 정유소재 2종성분에 대한 급성 경구독성 및 생태 어독성 시험 7종 수행방법



○ 급성독성 시험성적

Table 5. D.O. concentrations during the definitive test

Nominal concentration (mg/L)	Dissolved oxygen(mg/L)(% of the air saturation value)				
	0 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Control	8.58 (95.0)	7.11 (79.7)	5.86 (65.4)	7.72 (86.3)	5.75 (64.5)
8.00	8.53 (93.7)	6.98 (78.1)	5.65 (62.8)	7.21 (80.2)	5.95 (66.7)
12.80	8.56 (94.0)	7.25 (81.3)	5.93 (66.3)	7.81 (87.0)	5.76 (64.3)
20.48	9.09 (99.9)	6.98 (78.0)	5.82 (65.0)	7.50 (83.7)	5.67 (63.4)
32.77	8.56 (94.5)	7.03 (78.5)	5.89 (66.0)	7.38 (82.5)	5.47 (61.1)
52.43	8.73 (96.1)	7.15 (79.9)	-	-	-

-: Measurements were not carried out because all fish were found dead.

Table 6. Average of irritation per hour

Animal number	Erythema & Eschar	Oedema
2101	2.33	0.67
2102	2.33	0.67
2103	2.33	0.67

Animal number	Cornea (Opacity)	Iris	Conjunctiva (Redness)	Conjunctiva (Swelling)
2101	0.00	0.00	0.67	0.67
2102	0.00	0.00	0.67	0.67
2103	0.00	0.00	0.67	0.67

Eye irritation scores: Mean values at 24, 48 hours and 72 hours after application of test substance.

<독성시험 장면>



그림1 SPF 랫드 선발



그림2 급성 경구독성시험



그림3 급성 경피독성시험



그림4. 안점막 자극성시험



그림5. 급성 경구독성시험

- 선발 소재에 대한 급성독성(경구, 경피, 안점막.피부자극성 및 생태독성) 7종독성 시험결과 독성 문제 안된 3급 이하 저독성물질로 판단되어 천연식물추출물 소재 2종 선발

다. 선발 친환경생화학 살충소재의 열대거세미나방에 대한 방제효과시험

< 시험 1(2021년)> 열대거세미나방 친환경방제 소재 실내스크리닝 선발

- Cloves oil + Trichoderma sp 등 친환경 살충소재 선발(3종)
- 실내스크리닝 시험결과

<표1> 10종 친환경살충제의 열대거세미나방 실내약효(생사충율) 시험결과

Concentration	D	K1	K2	L	N	R	C	C-CFC	G	G-CFC
1/100	90±10a	20±c	40±10b	0±0d	100±0a	100±0a	90±10a	90±10a	100±0a	100±0a
1/500	70±10b	20±10cd	30±10c	0±0e	20±10cd	100±0a	10±10de	20±10cd	100±0a	100±0a
1/1000	30±10b	0±0c	0±0c	0±0c	0±0c	10±10c	0±0c	0±0c	0±0c	50±10a
Control	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a

*D: Deltamethrin, K: KEFAMA, L: Lavender oil, N: Neem oil, R: Rosemary oil, C: Cloves oil
C-CFC: Cloves oil + Trichoderma sp cell free culture

천연식물추출물을 이용하여 열대거세미나방의 친환경 방제제를 개발하고자 열대거세미나방 유충을 충청북도농업기술원으로부터 분양받아 실내에서 사육하여 3~4령 정도의 유충을 공시하여 침지법으로 접종시험을 수행하였다. Deltamethrin 농약을 대조로 하여 에센셜오일 5종(Lavender, Rosemary, Neem, Cloves, Ginger) 및 에센셜오일+Trichoderma sp. CFC(Cell Free Culture), 식물추출물 합제인 KEFAMA(Derris, Sophora flavescens, Phytolacca americana)을 공시하여 3 농도(100, 500, 1000배)별로 침지 처리하였다. 처리 결과 100배 희석 시 7개의 처리구(Deltamethrin, Neem, Rosemary, Clove, Clove+CFC, Ginger, Ginger+CFC)에서 무처리구 대비 90% 이상의 높은 살충률을 보였다. 500배 희석의 경우 100배 희석보다 전반적으로 살충률이 감소하였으나, Rosemary, Ginger, Ginger+CFC 처리구의 경우 100%로 높은 살충률을 보여 처리구간 유의한 차이를 보였다. 1000배 희석액의 경우 평균적으로 낮은 살충률을 보였지만 Ginger+CFC가 50%로 다소 높은 살충률을 나타내었으며, 모든 농도에서 가장 높은 살충률을 보인 처리구는 G-CFC > Rosemary oil > Ginger oil 순으로 열대거세미나방 친환경 방제소재로 판명되었음.

<실내시험 장면>



- KEFAMA 1- 2 친환경 살충소재 선발(2종)
- Deltamethrin, 인독사카브, BT+아바멕틴 등 살충제농약 선발(3종)



침지법으로 각 처리구별 생사충수 조사 결과

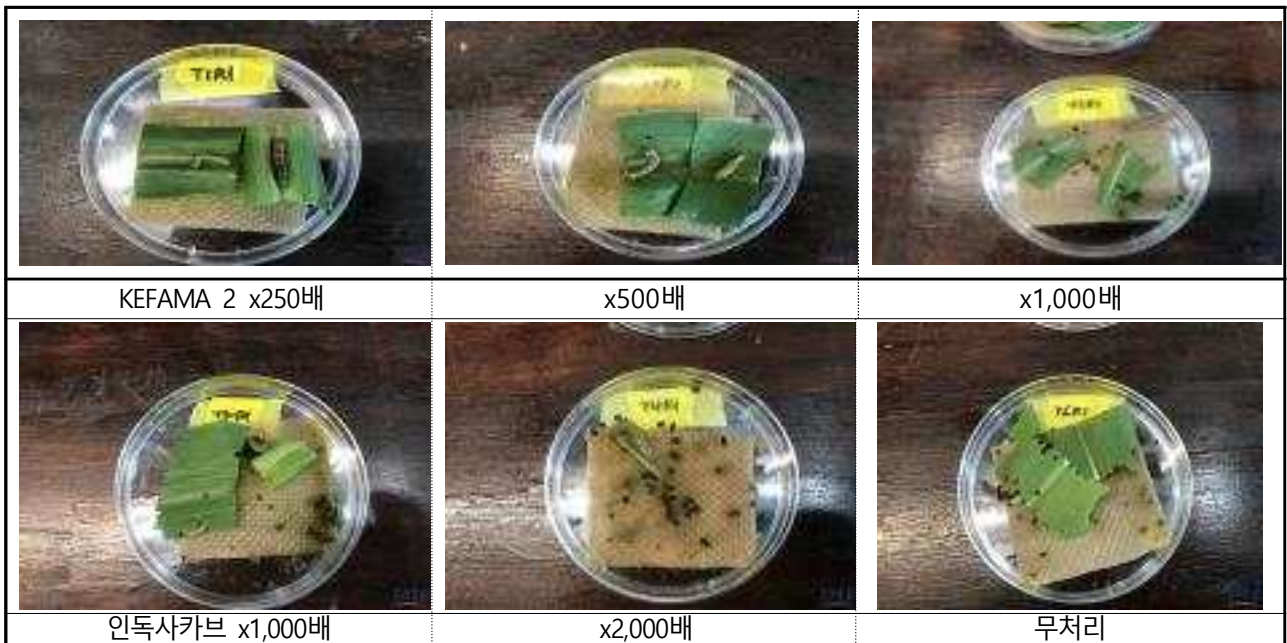
<시험 2(2021년)>

- 시험해충 : 2-3령충 열대거세미나방
- 시험결과 : 공시약제 및 대조농약 모두 24hr후 방제효과 우수

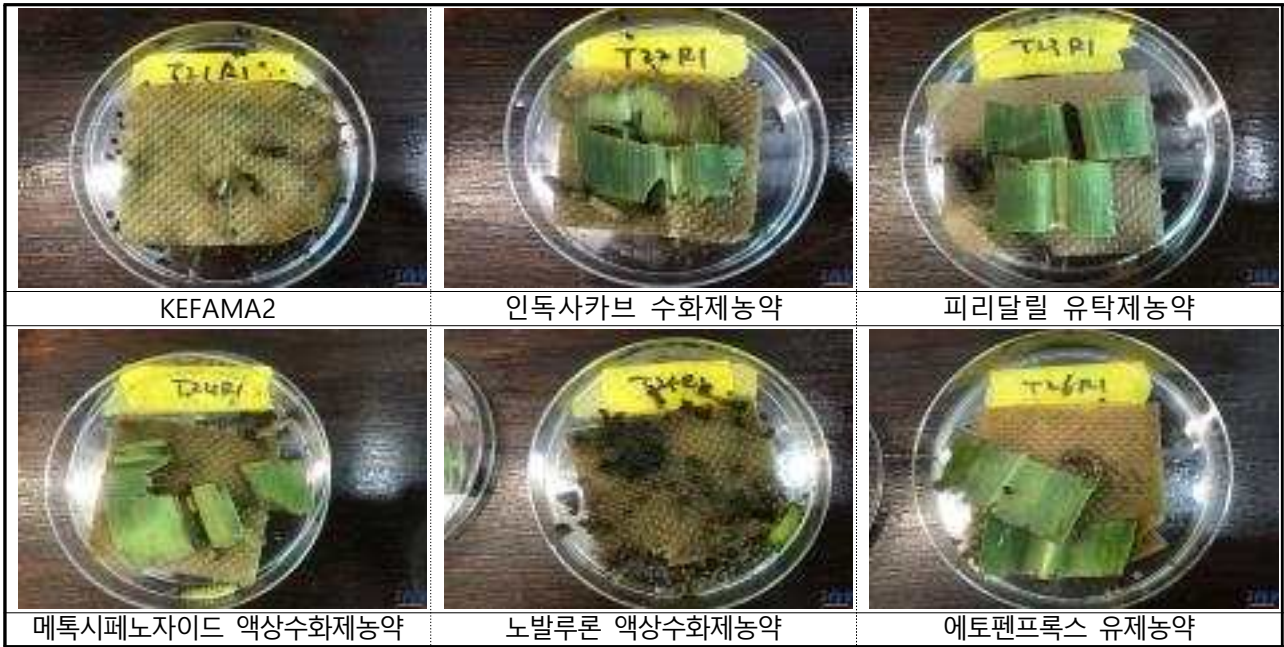
시험약제	처리농도 (희석배수)	생사충률(%) : 처리후 경과 시간			
		1hr	18hr	24hr	36hr
친환경방제제	250배	90.0	100.0	100.0	100.0
KEFAMA 2	500배	50.0	75.0	100.0	100.0
	1,000배	25.0	50.0	50.0	50.0
인독사카브	1,000배	50.0	100	100	100
수화제(대조)	2,000배	50.0	50.0	100	100
무처리	-	0	0	0	0

*약제처리전 밀도 : (10마리/구)

- 친환경공시약제 KEFAMA 2 및 살충제농약 처리 후 18~24시간 경과후 시험성적



<그림 2> 약제처리 후 24시간 경과 후 살충제 농약 및 공시약제 KEFAMA 2 효과우수



<시험3(2021년)> 옥수수에 대한 열대거세미나방 친환경방제제 접촉독 및 섭식독 효과시험

- 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)
- 공시약제 처리내용

시험약제	함량(%)	처리농도 (희석배수)	약제처리
KEFAMA2	천연물4종	500배	
인독사카브 수화제	10	2,000배	
피리달릴 유탁제	10	1,000배	
메톡시페노자이드 액상수화제	21	4,000배	
노발루론 액상수화제	10	2,000배	
에토펜프록스 유제	20	2,000배	
무처리	-	-	

- 약효조사 방법 : 생충률(%)=처리 후 생충수 조사/약제처리전 생충수 밀도조사 ×100

시험약제	처리농도 (희석배수)	약제처리전 밀도(마리/구)	생충율 (%) : 처리후 경과 시간	
			1hr	18hr
KEFAMA 2	500배	5	100	100
인독사카브 수화제	2,000배	5	100	66.7
피리달릴 유탁제	1,000배	5	100	33.3
메톡시페노자이드액상수화제	4,000배	5	100	66.7
노발루론 액상수화제	2,000배	5	100	66.7
에토펜프록스 유제	2,000배	5	100	66.7
무처리	-	5	0	0

○ 실내약효 시험결과

공시약제인 KEFAMA 2 는 매우 빠르게 접촉 즉시 효과를 발현하는 것으로 보아 접촉독 중심의 속효성 약제로 사료 되며, 공시충에 탁월한 활성을 보임. 반면 공시된 농도에서 500 배 처리에서는 매우 만족스러운 효과를 보였으나, X1,000배 처리는 효과가 불안정한 것으로 보여 500배 이상의 농도가 적합하다고 판단되며, 매우 빠른 속효성의 약제이며, 시판농약에 비하여 부족하지 않을 정도의 활성을 가지고 있었음

[2022년도 약제방제효과시험]

<시험1 포장시험>

가. 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)

나. 시험작물(품종): 옥수수(얼룩찰1호)

다. 시험장소 : 제주도 제주시 애월읍 수산리

라. 처리 내용

시험약제	원료 함량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배 량
KEFAMA-2	식물성정유 20+ 식물추출물 20+ 보조제 0.2+ 물59.8	1,000배	다발생기 경엽처리	1,000배	500배
KEFAMA-3	식물성정유 15+ 식물추출물 25+ 보조제 0.2+ 물59.8	1,000배	"	1,000배	500배
인독사카브 액상수화제 (대조)	5	1,000배	"	1,000배	500배
부처리	-	-	-	-	-



그림 1. 시험포장 및 시험구 배치



그림 2. 시험약제 처리



그림 3. 시험포장내 열대거세미나방 발생상황

○ 옥수수 열대거세미나방에 대한 포장 약제방제효과시험(약제처리 후 7일차)

시험약제	사건 밀도	생충률(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III반복	평균		
KEFAMA-2	37.0	41.0	54.3	40.5	45.3	bc	53.9
KEFAMA-3	36.7	61.1	50.0	39.5	50.2	b	48.9
인독사카브 액상수화제 (대조)	37.3	29.7	34.2	35.1	33.0	c	66.4
무처리	37.3	97.4	100.0	97.3	98.2	a	-

C.V.(%) ----- 12.3

<시험2 : 접촉독에 의한 실내약효시험>

○ 약제처리 48시간 후

시험약제	살충률(%)				유의차 (DMRT)
	I 반복	II 반복	III반복	평균	
KEFAMA-2	33.3	66.7	66.7	55.6	a
KEFAMA-3	0.0	33.3	66.7	38.3	a
B.T 액상수화제 (대조)	66.7	33.3	33.3	44.4	a
무처리	33.3	0.0	0.0	11.1	a

○ 약제처리 72시간 후

시험약제	살충률(%)				유의차 (DMRT)
	I 반복	II 반복	III반복	평균	
KEFAMA-2	66.7	100.0	66.7	77.8	a
KEFAMA-3	66.7	66.7	66.7	66.7	a
B.T 액상수화제 (대조)	66.7	33.3	33.3	44.4	a
무처리	33.3	0.0	0.0	11.1	b

<시험3 : 섭식독에 의한 실내약효시험>

○ 약제처리 48시간 후

시험약제	살충률(%)				유의차 (DMRT)
	I 반복	II 반복	III반복	평균	
KEFAMA-2	33.3	33.3	33.3	33.3	b
KEFAMA-3	100.0	66.7	66.7	77.8	a
B.T 액상수화제 (대조)	66.7	33.3	33.3	44.4	b
무처리	33.3	0.0	0.0	11.1	c

○ 약제처리 72시간 후

시험약제	살충률(%)				유의차 (DMRT)
	I 반복	II 반복	III반복	평균	
KEFAMA-2	66.7	66.7	66.7	66.7	ab
KEFAMA-3	100.0	66.7	100.0	88.9	a
B.T 액상수화제 (대조)	66.7	66.7	33.3	55.6	b
무처리	33.3	0.0	0.0	11.1	c

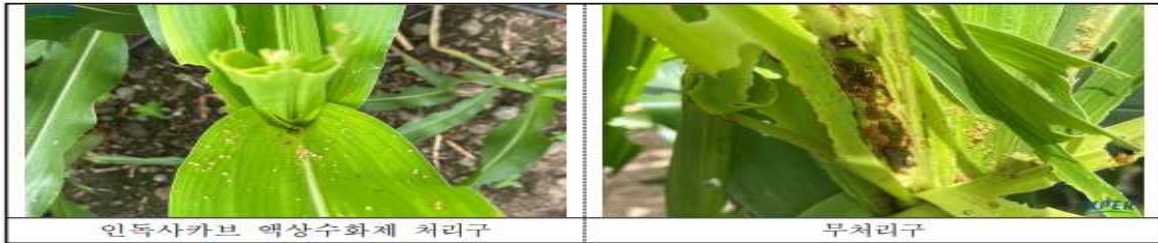
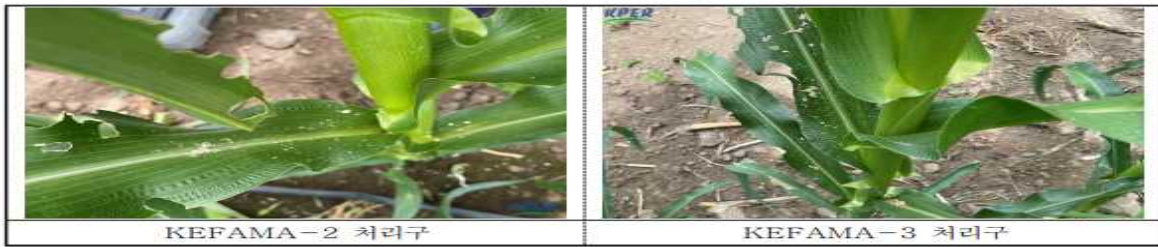


그림 4. 시험약제에 대한 약효시험

가. 옥수수 열대거세미나방 접촉독 효과

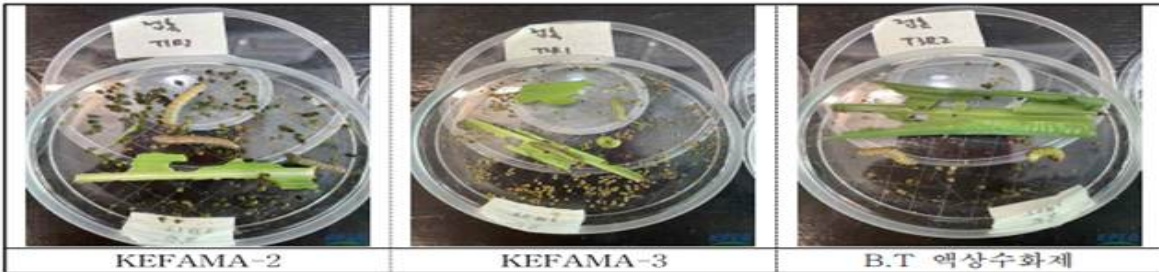


그림 1. 약제처리 24시간 후

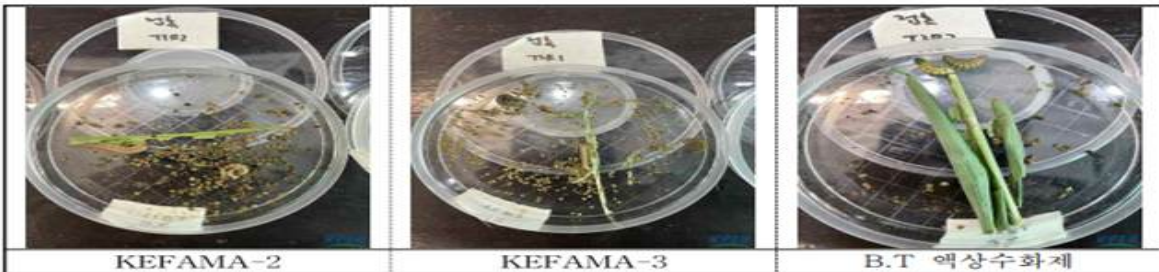


그림 2. 약제처리 48시간 후

나. 옥수수 열대거세미나방 섭식독 효과

R-03



그림 1. 약제처리 24시간 후

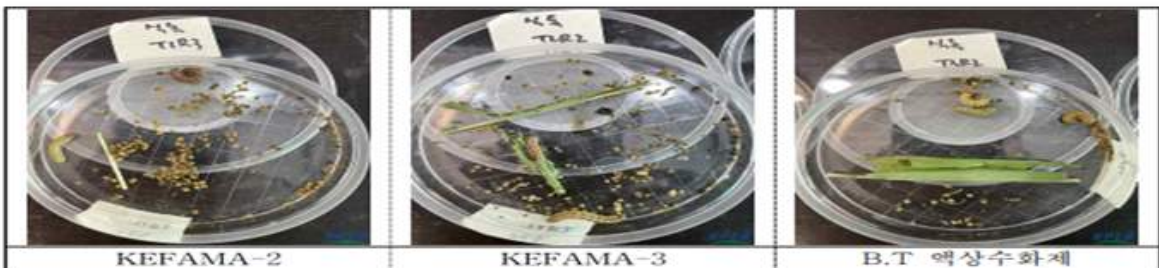



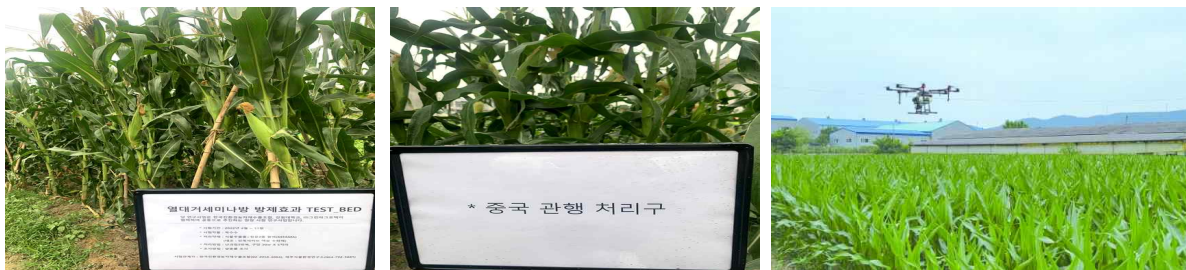
그림 2. 약제처리 48시간 후

<시험 4> 중국 TEST-BED 설치 열대거세미나방 방제효과시험

- 시험기관 : 중국 UNITETOP化学研究所(협조기관 중국 허베이성 농업과학원)
- 시험 장소 : 중국 Anhui성 및 Shandong성
- 대상 해충 : 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)
- 대상작물 : 벼, 옥수수
- 처리시기 : 2023.7.10. - 9.10까지 3회
- 처리내용

Test sample	Ingredient content (%)	Treatment concentration	Dilution method
KEFAMA 1	*4 kinds of herbs	500 1000	
KEFAMA 2	**6 kinds of herbs	500 1,000	
China BT (contrast)	20%	500 1000	
China苏力菌((contrast)	2.5%	1000	
Non treatment	-	-	

- 옥수수열대거세미나방에 대한 한국시제품과 중국제품 비교포장 드론 약제처리



- 옥수수시험포장 열대거세미나방 피해 심각(Damage to corn Army worm)>



- 벼열대거세미나방에 대한 한국시제품과 중국제품 비교포장 드론약제처리> 무 발생



- 중국 TEST-BED 결과 평가회 개최결과 한국제품 우수성 인정



※ TEST-BED 결과 우수 현지 맞춤형 제형선발 향후 수출추진

□ 옥수수 열대거세미나방 시험결과

<시험 1 ; 중국 안휘성>

Test sample	Treatment concentration (dilution times)	Density before treatment (number/prots)	Mortality(%) : Elapsed period after treatment		
			first	second	third
KEFAMA 1	500	Average 50	100	100	96.0
KEFAMA 1	1000		100	100	86.2
KEFAMA 2	500		100	100	96.8
KEFAMA 2	1000		100	100	66.7
China BT(contrast)	500		100	100	85.6
China BT(contrast)	1000		88.0	90.0	82.0
苏力菌((contrast)	1000		82.0	97.0	72.0
무처리	-		0	0	0

<시험 2 ; 중국 산둥성>

Test sample	Treatment concentration (dilution times)	Density before treatment (number/prots)	Mortality(%) : Elapsed period after treatment		
			first	second	third
KEFAMA 1	500	Average 50	98.0	90.0	100.0
KEFAMA 1	1000		88.0	88.0	89.2
KEFAMA 2	500		95.0	100	96.8
KEFAMA 2	1000		92.0	90.0	86.7
China BT(contrast)	500		98.0	100	95.6
China BT(contrast)	1000		88.0	90.0	82.0
苏力菌((contrast)	1000		82.0	87.0	82.0
무처리	-		0	0	0



□ 적 요

- 중국시험결과 : 옥수수 열대거세미나방에 대한 중국 TEST-BED(모델팜) 2지역 설치 시험결과 중국 대조약제 방제가 82.2-86% 대비 한국제품은 86.7-100%의 우수한 약효를 나타내었음
- KEFAMA 2는 중국안휘성 시험에서는 처리농도 500배에서 평균 98%의 우수한 약효를 나타냈고, 중국 대조약제 BT제와 Deltamethrin 보다 우수한 살충 활성을 나타내었고, 국내실내시험에서도 완전방제에 가까운 우수한 방제효과를 나타냈으나, 국내 제주도 시험에서는 공시약제는 물론 화학농약 대조약제인 인도사카브도 방제효과가 낮아 그 원인을 검토해본 결과 비래시기가 늦어 유충기에서 성충기로 전환될 무렵 약제살포를 하여 방제효과가 낮은 것으로 판단된다. 그러나 KEFAMA1은 제충국(Pyrethrin) 및 고삼(Matrine)외 식물추출물 5종을 주성분으로 한 것이며 KEFAMA2은 데리스(Rotenone) 및 고삼(Matrine)외 식물추출물 4종 성분을 주성분으로 한 것으로 실내접종시험과 해외 시험성적이 우수하여 기존 성적과 부합되는 우수한 방제효과를 나타내어 향후 수출지향 제품으로 개발할 가치가 충분하다고 판단되었다.

□ 공시약제(KEFAMA2)에 대한 옥수수 약해시험 결과

나. 약해시험(약제처리 3, 5, 7일차)

시험약제	시험작물	약해정도 (0~5)		비고
		기준량	배량	
KEFAMA-2	옥수수 (얼룩찰1호)	0	0	약해 없음
KEFAMA-3	옥수수 (얼룩찰1호)	0	0	약해 없음

○ 시험약제를 기준량 및 배량 처리 후 약해를 조사한 결과 약해 없음.



<옥수수 열대거세미나방 약효.약해시험 결과 요약>

○ 시험약제(KEFAMA-2,3)의 옥수수 열대거세미나방 살충효과를 검정하기 위하여 실시 하였으며, 열대거세미나방 3령기의 유충을 반복당 3마리씩 접종, 처리 후 24, 48, 72시간의 살충률을 조사함 또한 시험약제의 발현기작을 확인하기 위하여 접촉독 및 섭식독에 대한 효과의 정도를 확인하였음.

○ 접촉독의 살충효과는 약제처리 72시간 후 KEFAMA-2 77.8%, KEFAMA-3는 66.7%로 나타났으며, 대조약제 B.T 수화제 44.4%에 비하여 우수한 살충률을 보였음. 섭식독의 살충효과는 약제처리 72시간 후 KEFAMA-2 66.7%, KEFAMA-3는 88.9%로 나타났으며, 대조약제 B.T 수화제 55.6%에 비하여 우수한 살충률을 보였음.

○ 결과적으로, KEFAMA-2는 접촉독 중심의 효과를 발현하였고, KEFAMA-3는 섭식독 중심의 효과를 발현하였음. KEFAMA-2, KEFAMA-3는 대조약제(B.T 수화제)와 비교하여 우수한 방제가를 보였으며, 약해시험결과 배량에서도 약해가 없어 옥수수 열대거세미나방 에 대하여 유기농업자재 작물충해관리용 자재로 실용성이 있다고 판단됨

<2 협동> (주)그린아그로텍

가. 열대거세미나방 생물학적 방제 성페로몬 소재선발 및 루어 선발

성페로몬은 주로 단일 화합물인 경우도 있지만, 대부분 페로몬은 2-6가지 성분으로 구성되어진다. 다른 구성성분 또는 구성성분이지만 비율의 차이에 따라 한 종에 대한 특이적인 유인력을 나타낸다. 해충 종에 따라 구성성분의 비율이 다르므로 그 특이성을 나타낸다. 따라서 성페로몬을 이용하기 위해서는 각 해충 종에 대한 정확한 성분과 그 조성을 알아야하며 그 조성에 맞게 정확하게 성페로몬 방출제를 제조해야 한다.

본 연구는 성페로몬을 열대거세미나방 해충의 성페로몬 성분과 조성을 확인하고자 국외 문헌 자료 및 시제품 분석을 실시하였고 확인된 성페로몬을 1,8-dibromooctane, 1,6-dibromohexane 로부터 열대거세미나방 성페로몬인 (Z)-9-tetradecenyl acetate(1), (Z)-7-dodecenyl acetate(2), (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate(11) 을 합성하였다.

1) 열대거세미나방 성페로몬 주요 활성성분 탐색

Pheromone Component	Sex pheromones within the female gland (%)			구분	참고
	Brazil	French Guyana	Florida USA		
Z9-14Ac	82.8	73.6	69	주성분	Sekul and Sparks (1967) Tumlinson et al.,(1989)
Z7-12Ac	0.8	1.1	4	보조성분	Tumlinson et al.,(1989)
Z9-12Ac		0.5	2		Groot et al.,(2008)
Z11-16Ac	12.9	16.6	9		Lima et al.,(2009)
12Ac	0.6	0.43			
14Ac	1.5	0.53			
Z10-14Ac	0.3				
Z11-14Ac		1.2			
16Ac		0.21			
E7-12Ac	1.2				
E9-14Ac		3.6			
Z11-16Ald			3		
Z9-14Ald			13		

○ 선행연구 성페로몬성분과 *Spodoptera frugiperda* 의 EAG 감응측정(Groot('08), pherobase 참고)

Spodoptera frugiperda 의 암컷의 페로몬 성분은 열대거세미나방이 발생하는 지리적 지역이 다른 곳에서 여러 연구진에 의해 연구되어 왔다. 암컷 분비샘에서 확인된 모든 성분이 수컷을 유인할 수 있는 성페로몬인 것은 아니다. 일부 성분은 수컷이 반응하지 않는 페로몬 생합성 경로의 부산물일 수도 있고, (Jurenka 2004) 분비샘에서는 발견되지만 암컷의 분비물에서는 발견 되지 않을 수도 있다. (Tumlinson et al. 1986) *Spodoptera frugiperda* 의 암컷에서 발견된 첫 번째 페로몬 성분은 (Z)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14Ac) 이다. (Seckul and Sparks 1967) 이 성분은 약 70-85% 포함되어 있어 열대거세미나방 암컷의 주요 성페로몬 성분이다. 플로리다에서 진행한 필드 실험에서 주요성분인 Z9-14Ac와 보조성분인 Z7-12Ac의 혼합물은

열대거세미나방의 생물학적 활동에 영향을 주는 것을 확인 하였다. Z7-12Ac 성분이 없이는 열대거세미나방이 유인되지 않았다. (Tumlinson et al. 1986). 주요 페로몬 성분인 Z9-14Ac와 보조성분인 Z7-12Ac는 브라질, 프랑스 가이아나, 플로리다, 코스타리카의 열대거세미나방 개체군에서 확인 할 수 있었으며, 수컷은 두 성분 모두에 반응하였다.

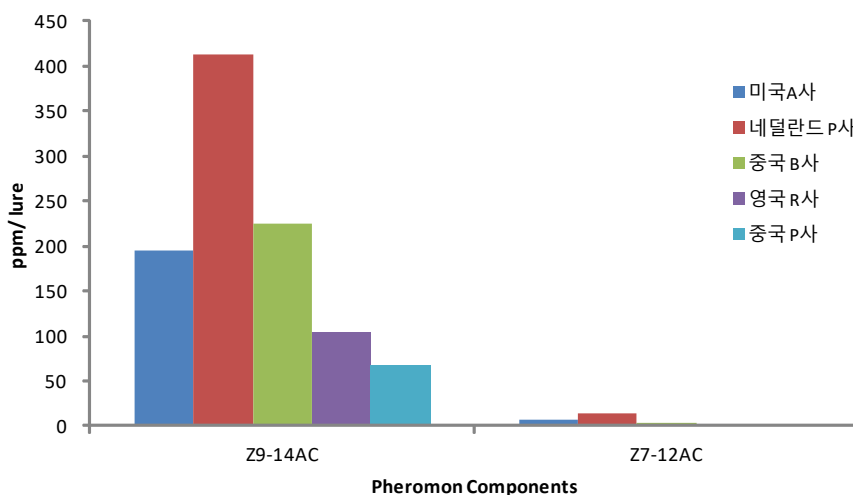
또한, 페로몬 분비샘으로부터 (Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16Ac) 와 (Z)-9-dodecenyl acetate (Z9-12Ac) 성분이 확인되었으나, (Groot et al., 2008; Lima et al., 2009) 지금까지 활성 및 효과가 불분명하다. (Unbehend et al., 2013) 이러한 선행 연구 결과를 바탕으로 열대거세미 성페로몬을 주성분 Z9-14Ac와 보조성분 Z7-12Ac, Z11-16Ac, Z9-12Ac을 선정하여 실험을 진행하였다.

2) 열대거세미나방을 효과적으로 예찰하기 위한 성페로몬 성분 선발

① 1, 2차년도 성분 선발

제조사가 다른 5개 미국 A사, 네덜란드 P사, 중국 B사, 영국 R사, 중국 P사 의 성페로몬 루어에 대한 성분 확인 및 함량을 분석하였다. Gas chromatography를 이용하여 분석한 결과 5개 제품 모두 주성분인 Z9-14Ac과 보조성분인 Z7-12Ac를 확인 할 수 있었다. 두 화합물이 열대거세미나방 성페로몬 트랩 유인제에 반드시 필요한 화합물들로 보고되고 이용되어 왔다.(Tumlinson et al., 1986; Andrade et al., 2000; Batista-Preira et al., 2006; Groot et al., 2008) 다른 보조성분인 Z11-16Ac와 Z9-12Ac가 추가되었을 때, 유인효과가 증가되는 결과도 있었으나 (Fleischer et al., 2005; Meagher Jr et al., 2019) 다른 연구에서는 그렇지 않아 이들의 역할이 명확하지 않다. Z9-14Ac 와 Z7-12Ac 구성된 조성은 지역에 상관없이 유인효과를 보였으며 Z7-12Ac의 비율에 따라 계통간(옥수수계통, 벼계통) 포획 효율에 차이가 있는 것으로 보고된다. Z9-14Ac 100%에 대해 옥수수계통은 Z7-12Ac비율이 10%와 4% 보다 2% 조성일 때 유인 효과가 뚜렷하게 높았던 반면, 벼계통은 2-10%의 상대적으로 넓은 범위에서 유인되는 반응을 보인다.(Unbehend et al., 2013) 이러한 결과를 바탕으로 열대거세미나방 성페로몬을 주성분인 Z9-14Ac와 보조성분인 Z7-12Ac을 선정하여, 합성 공정 개발을 진행함(그림1)

<그림 1>



<표 1> 세계적으로 널리 이용되는 성페로몬 루어 성분 분석 및 비율분석

제품	담체 형태	분석 성분	비율
미국 A사		Z9-14Ac	89
		Z7-12Ac	1
네덜란드 P사		Z9-14Ac	29
		Z7-12Ac	1
중국 B사		Z9-14Ac	250
		Z7-12Ac	1
영국 R사		Z9-14Ac	100
		Z7-12Ac	-
중국 P사		Z9-14Ac	100
		Z7-12Ac	-

② 3차년도 성분선발

이전의 실험 결과를 토대로 열대거세미나방 성분을 주성분인 Z9-14Ac와 보조성분인 Z7-12Ac을 선정하였으며, Z11-16Ac 성분이 추가되었을 때, 유인효과가 증가된다는 보고가 있어,(Fleischer et al., 2005; Meagher Jr et al., 2019) 3년도에서는 보조성분인 Z11-16Ac 성분을 추가 선발하여 실험을 진행하였다.

3) 열대거세미나방 생물학적 방제 성페로몬 비율 및 담체 선발

최근 일본에서 보고된 결과에 따르면 Z9-14Ac와 Z7-12Ac의 비율이 100:3 보다 100:1 비율 일 때 열대거세미나방 유인력이 더 높았다고 보고됐다. (Sadao Wakamura et al., 2020)

따라서 이러한 자료를 바탕으로 1, 2차년도에는 Z9-14Ac와 Z7-12Ac 의 비율을 각각 100:1, 30:1, 100 으로 정하여 야외유인력 실험을 진행였고, 3차년도에는 이전의 실험결과에서 효과가 있는 Z9-14Ac Z7-12Ac 100:1 비율과 보조성분인 Z11-16Ac를 추가하여 야외유인력 실험을 진행하였다.

성페로몬 방출제는 탈지면 심지, 고무 튜브, 고무격막(rubber septum), 폴리에틸렌 용기, 라미네이트, 유공 섬유(scentry), 멤브레인, 폴리머시스템 등이 있다. 성페로몬 성분이 지속적으로 방출되게 하는 기구가 좋은 데, 설치 초기에는 방출량이 많고 점차 감소하는 것은 초기에는 유인력이 높지만 점차 감소할 수 있다. 반면, 설치 초기부터 거의 비슷한 수준으로 일정기간 성페로몬 성분이 방출되는 기구는 필요기간 동안 일정하게 개체군을 샘플링하는 장점이 있다. 대부분 방출제의 성페로몬 성분 방출기간은 4-8주간이다. 또한 방출 기구는 성페로몬이 자외선에 의해 분해되거나 공기 중에서 산화되는 것을 방지하는 역할도 중요하다. 성페로몬은 주로 고무격막 또는 플라스틱 캡슐 등에 흡수되어 유지 보존 되면서 장기간에 걸쳐서 서서히 공기 중으로 방출한다. 유인제 방출제는 냉암소에 보존하는 것이 좋은데, 플라스틱 방출기구는 너무 낮은 저온에서 표면구조가 변형되어 페로몬 방출속도가 극히 저하되는 경우가 있으므로, 고무격막(rubber septum)을 열대거세미나방 방출제로 선정하였다.

나. 열대거세미나방 유인 성페로몬 및 맞춤형트랩 양산기술개발

본 연구에서는 catalytic reduction, metalhydride reduction을 이용하여 열대거세미나방의 성페로몬 성분 (Z)-9-tertradecenyl acetate (1), (Z)-7-dodecenyl acetate (2), (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate(11) 을 경제적으로 대량 합성하여 작물 피해를 예방하고 살충제 사용을 줄여 환경 보호에 기여하고자 한다. 열대거세미나방 성페로몬 (Z)-9-tertradecenyl acetate (1), (Z)-7-dodecenyl acetate (2) (Z)-11-hexadecen-1-yl

acetate(11) 의 산업적 합성에 대한 연구 개발되어 NMR, IR, GC 및 GC-MS 기기를 통해 합성한 물질의 구조 분석 완료하였다. 기기의 이용목적은 구조분석(탄소와 수소의 개수 및 위치 확인)을 위해 NMR(Nuclear Resonance Spectrometer)과 화합물의 작용기 확인하기 위해 IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy) 과 GC(Gas chromatography) 및 GC-MS 분석장비를 이용하여 순도를 확인하였다.

시약, 장치 및 기기

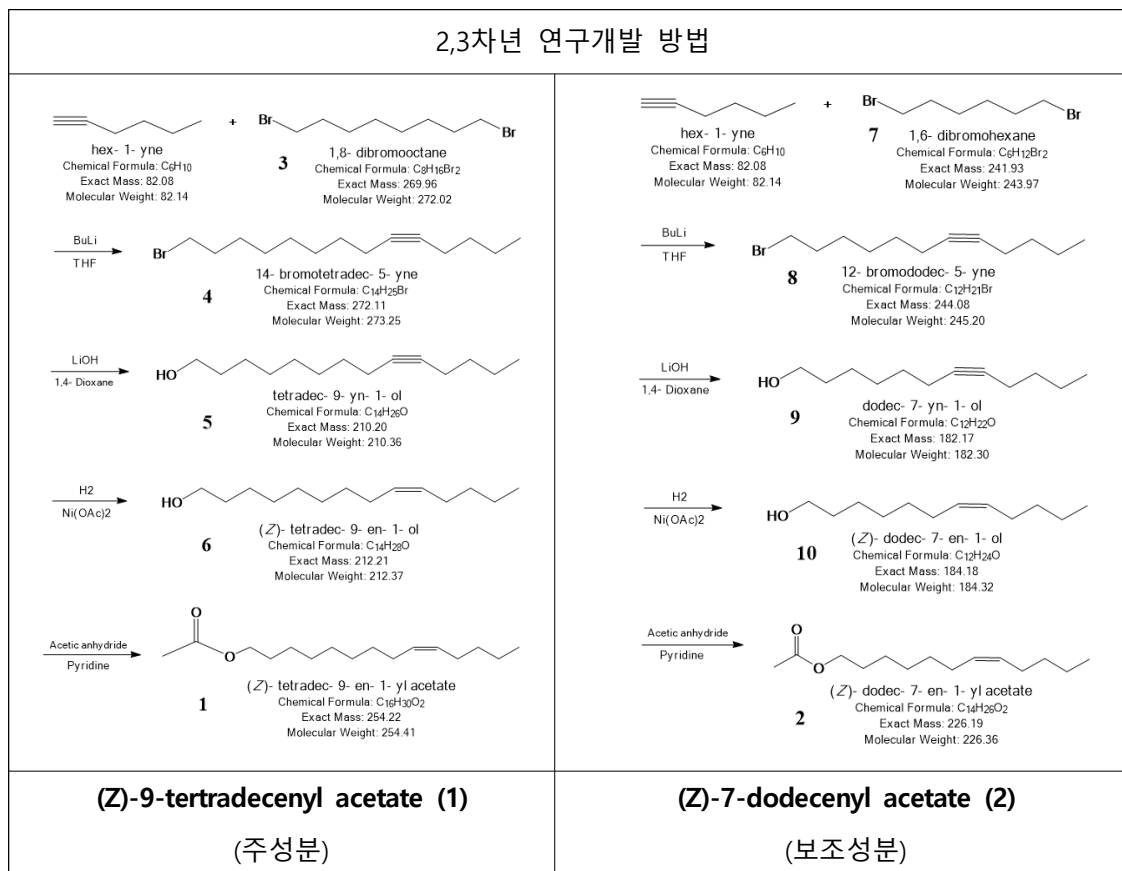
핵자기 공명 스펙트럼은 Avance Digital 500 MHz Spectrometer를 이용하여 얻었다. 관 크로마토그래피는 머크사의 실리카겔 (70~230 mesh ASTM)을 사용하였다. 시약은 Aldrich 사와 T.C.I 사와 Alfa aesar의 제품을 정제 없이 사용하였으며, 용매는 정제하지 않고 사용하거나, 문헌에 알려진 방법에 의해 증류 정제 하여 사용하였다. 합성된 페로몬 성분의 가스 크로마토그래피 분석은 YL 6500 GC 와 DB-5MS column (30m x 0.250 mm, Thermo)을 이용하여 오븐 온도 125°C, 흐름 속도 1.0 mL/min, 주입 시료량 1 mL로 분석하였다.

◎ (Z)-9-tetradecenyl acetate (1), (Z)-7-dodecenyl acetate (2) 합성과정

1차년도 연구된 합성방법은 1,8-octanediol, 1,6-hexanediol을 출발 물질로 하는 방법이다. 먼저 diol 을 HBr 로 monobromination 시켜 합성된 7-bromoheptan-1-ol 의 hydroxy기를 pyridine *p*-toluenesulfonate (PPTS) 촉매 하에 3,4-dihydro-2H-pyran (DHP)으로 보호한다. 계속해서 1-hexyne과 coupling 하고 Ni 촉매로 환원시켜 (Z) 화합물을 만든 뒤 PPTS로 보호기를 제거하였다. 마지막으로 acetylation 시켜 목적화합물 주성분 Z-9-tetradecenyl acetate와 보조성분 Z-7-dodecenyl acetate을 합성하였다.

성분	내용	1차년도 연구개발 방법
Z9-14Ac (주성분)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(Z)-9-Tetradecenyl acetate</p> <p>Formula: C16H30O2</p> <p>CAS#: 16725-53-4</p> <p>MW: 254.41</p> </div>	<p>octane-1,8-diol $\xrightarrow[\text{Benzene}]{\text{HBr}}$ 8-bromooctan-1-ol $\xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{PPTS}]{\text{DHP}}$ 2-((6-bromohexyloxy)tetrahydro-2H-pyran) $\xrightarrow[\text{n-BuLi}]{\text{THF}}$ 2-((6-bromohexyloxy)tetrahydro-2H-pyran) + hex-1-yne $\xrightarrow[\text{PPTS}]{\text{CH}_2\text{Cl}_2}$ 2-(tetradec-9-yn-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran $\xrightarrow[\text{Ni(OAc)}_2]{\text{H}_2}$ tetradec-9-yn-1-ol $\xrightarrow[\text{Acetic anhydride}]{\text{Pyridine}}$ (Z)-tetradec-9-en-1-ol $\xrightarrow{\text{Acetic anhydride}}$ (Z)-tetradec-9-en-1-yl acetate</p>
Z7-12Ac (보조성분)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(Z)-7-Dodecenyl acetate</p> <p>Formula: C14H26O2</p> <p>CAS#: 14959-86-5</p> <p>MW: 226.36</p> </div>	<p>hexane-1,6-diol $\xrightarrow[\text{Benzene}]{\text{HBr}}$ 1,6-dibromohexane $\xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{PPTS}]{\text{DHP}}$ 2-((6-bromohexyloxy)tetrahydro-2H-pyran) $\xrightarrow[\text{n-BuLi}]{\text{THF}}$ 2-((6-bromohexyloxy)tetrahydro-2H-pyran) + hex-1-yne $\xrightarrow[\text{PPTS}]{\text{CH}_2\text{Cl}_2}$ 2-(dodec-7-yn-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran $\xrightarrow[\text{Ni(OAc)}_2]{\text{H}_2}$ tridec-5-yne $\xrightarrow[\text{Acetic anhydride}]{\text{Pyridine}}$ (Z)-dodec-7-en-1-ol $\xrightarrow{\text{Acetic anhydride}}$ (Z)-dodec-7-en-1-yl acetate</p>

1차년도 합성방법은 순수한 Z-성분을 얻을수 있는 장점은 있으나 반응 단계가 길고, 반응 중간에 알코올기를 보호하기 위한 THP의 도입 및 탈 보호 반응이 반복되고 있어, 2,3차년도 합성방법은 1,8-dibromooctane, 1,6-dibromohexane을 출발물질로 하여 1-hexyne과 couplig 한 후, Ni 환원하여 Z-이성질체를 도입하여 마지막으로 acetylation하여 목적화합물을 합성방법을 이용하였다.



1) 주성분 (Z)-9-terradecenyl acetate (1) 합성방법

14-bromotetradeca-5-yne (4)

THF 35 mL에 녹인 1-Heptyne (7.5 g, 0.091 mol)을 -30°C로 냉각한 후 1.6M n-butyllithium (33 mL, 0.066 mol)을 가하고 10분 동안 교반하였다. 여기에 HMPA 15.2 mL에 녹인 1,8-dibromooctane (18.63 g, 0.068 mol)를 부가한 후 0°C에서 10 시간 교반하였다. 반응이 끝난 후 용매를 제거하고, ethyl acetate와 물, 소금물로 추출한 유기 층을 세척하고 농축한 잔여물을 silica gel column (hexane/ether : 9/1)으로 정제하여 화합물 **4** (12.8 g, 51%)를 얻었다. ¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 3.41 (t, J= 6.8Hz, 2H), 2.14 (t, 4H), 1.85 (d, 2H), 1.52-1.24 (m, 14H), 0.91 (t, J= 7.2Hz, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 80.35-80.01, 333.93, 32.79, 31.29, 29.25-28.50, 28.10, 21.94, 18.75, 18.46, 13.64

tetradec-9-yn-1-ol (5)

14-bromotetradeca-5-yne **4** 12.14g (0.071mmol)에 1,4-Dioxane 121mL과 물 121ml에 희석한 후 LiOH (Lithium hydroxide, powder) 3.19g, (0.044mol)을 부가한 후 100°C에서 15 시간 교반하였다. 반응이 끝나면 물, 소금물로 씻고 무수 황산 마그네슘으로 건조 후 용매를 감압 하였다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **5** (3.74g, 40%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 3.63 (t, J= 6.7Hz, 2H), 2.18-2.10 (m, 4H), 1.56 (d, 2H), 1.51-1.41 (m, 6H), 1.41-1.32 (m, 8H), 0.90 (t, J= 7.2Hz, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 80.20, 63.03, 32.80, 31.29, 29.42-29.05, 28.79, 25.72, 21.94, 18.76, 18.46, 13.64

(Z)-9-terradecenol (6)

Two neck flask에 Ni(OAc) · 4H₂O 0.6g 를 넣고 95% ethanol 31.2mL에 녹이고 다른 one neck flask에 NaBH₄ 0.09g 를 넣고 95% ethanol 3.12mL에 녹였다. NaBH₄ 용액을 Ni(OAc) · 4H₂O flask에 부가 한 후 ethylenediamine 0.4mL 과 화합물 tetradec-9-yn-1-ol **5** 3.12g (0.014mol)을 부가한 후 수소를 부가한다. 반응이 끝나면 고체를 filter 하고 ether로 씻어 낸 후 여액을 농축시켜 ether로 100mL와 물 100mL로 추출하였다. 유기층을 sodium chloride solution으로 세척한 후 MgSO₄ 건조 한 후 감압 농축시켰다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **6** (1.71g, 54%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 5.40-5.31 (m, 2H), 3.64 (t, J= 6.6Hz, 2H), 2.02 (d, 4H), 1.56 (d, 2H), 1.35-1.29 (m, 14H), 0.93-0.86 (m, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 129.88, 63.09, 32.83, 31.98, 29.84-29.16, 27.20, 26.93, 25.76, 22.36, 14.00

(Z)-9-terradecenyl acetate (1)

Z-9-terradecenol (1.2g, 0.005mol)을 dry pyridine 12ml 에 녹이고 acetic anhydride 0.53mL, (0.006mmol, 1.2eq)을 0°C에서 넣은 후 실온에서 3시간 overnight 시킨다.

반응이 끝나면 5% 염산 수용액, 포화 탄산수소나트륨 수용액, 소금물 순으로 씻은 뒤 무수 황산 마그네슘으로 건조 후 용매를 감압 하였다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **5** (1.32g, 94%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 5.39-5.29 (m, 2H), 4.05 (t, J= 6.8Hz, 2H), 2.04 (s, 3H), 2.04-1.99 (m, 4H), 1.65-1.57 (m, 2H), 1.32 (m, 14H), 0.92-0.87 (m, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 171, 129.88, 64.66, 31.98, 29.73, 29.62-29.12, 28.63, 27.18, 26.93, 25.92, 22.36, 21.01, 14.06

2) 보조성분 (Z)-7-dodecenyl acetate (2) 합성방법

12-bromododeca-5-yne (8)

THF 35 mL에 녹인 1-Hexyne (7.5 g, 0.091 mol)을 -30°C로 냉각한 후 1.6M n-butyllithium (33 mL, 0.114 mol)을 가하고 10분 동안 교반하였다. 여기에 HMPA 17.82 mL에 녹인 1,6-dibromohexane (22.28 g, 0.091 mol)를 부가한 후 0°C에서 10 시간 교반하였다. 반응이 끝난 후 용매를 제거하고, ethyl acetate와 물, 소금물로 추출한 유기 층을 세척하고 농축한 잔여물을 silica gel column (hexane/ether : 9/1)으로 정제하여 화합물 **8** (15.33 g, 69%)를 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 3.43-3.40 (m, 2H), 2.15 (d, J= 8.1Hz, 4H), 1.89-1.86 (m, 2H), 1.49-1.36 (m, 10H), 0.93-0.88 (m, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 80.44, 80.09, 33.84, 33.61, 32.73, 32.53, 31.27, 28.89, 27.82, 27.31, 21.94, 18.70, 18.44, 13.63

dodec-7-yn-1-ol (9)

12-bromododeca-5-yne **8** 14.79g (0.060mol)에 1,4-Dioxane 148mL과 물 148ml에 희석한 후 LiOH (Lithium hydroxide, powder) 4.33g, (0.181mol)을 부가한 후 100°C에서 15 시간 교반하였다. 반응이 끝나면 물, 소금물로 씻고 무수 황산 마그네슘으로 건조 후 용매를 감압 하였다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **9** (5.09g, 46.27%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 3.64 (t, J= 6.6Hz, 2H), 2.15 (t, 4H), 1.58 (d, 2H), 1.52-1.35 (m, 10H), 0.91 (t, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 80.32, 80.02, 62.97, 32.70, 31.28, 29.09, 28.60, 25.30, 21.94, 18.70, 18.45, 13.63

(Z)-7-dodecenol (10)

Two neck flask에 Ni(OAc) · 4H₂O 1.15g 를 넣고 95% ethanol 50.9mL에 녹이고 다른 one neck flask에 NaBH₄ 0.176g 를 넣고 95% ethanol 5.09mL에 녹였다. NaBH₄ 용액을 Ni(OAc) · 4H₂O flask에 부가 한 후 ethylenediamine 0.78mL 과 화합물 tetradec-7-yn-1-ol 9 5.09g (0.014mol)을 부가한 후 수소를 부가한다. 반응이 끝나면 고체를 filter 하고 ether로 씻어 낸 후 여액을 농축시켜 ether로 100mL와 물 100mL로 추출 하였다. 유기층을 sodium chloride solution으로 세척한 후 MgSO₄ 건조 한 후 감압 농축시켰다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **10** (4.9g, 98%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 5.41-5.30 (m, 2H), 3.64 (t, J = 6.6Hz, 2H), 2.04-2.01 (m, 4H), 1.57(d, 2H), 1.38-1.29 (m, 10H), 0.93-0.86 (m, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 130.03, 129.71, 63.04, 32.80, 31.97, 29.73, 29.09, 27.14, 26.94, 25.67, 22.36, 14.10

(Z)-7-dodecenyl acetate (2)

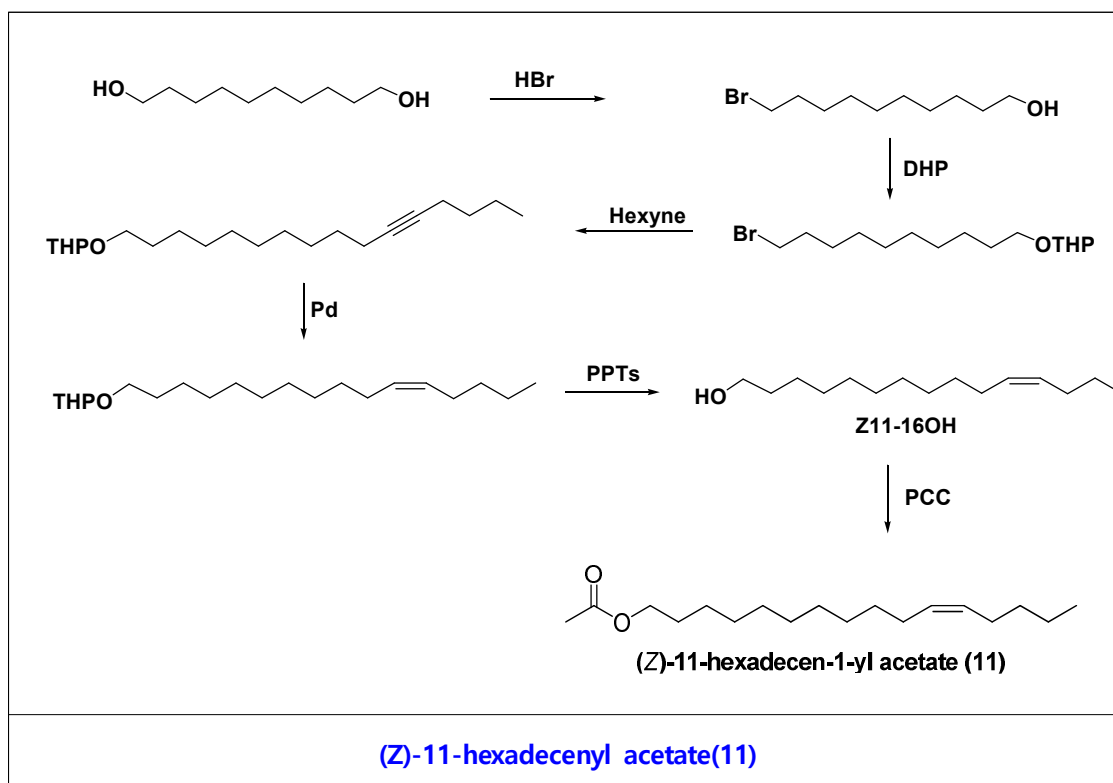
(Z)-7-dodecenol **10** (4.37g, 0.023mol)을 dry pyridine 44ml 에 녹이고 acetic anhydride 2.6mL, (0.028mmol, 1.2eq)을 0°C에서 넣은 후 실온에서 3시간 overnight 시킨다.

반응이 끝나면 5% 염산 수용액, 포화 탄산수소나트륨 수용액, 소금물 순으로 씻은 뒤 무수 황산 마그네슘 으로 건조 후 용매를 감압 하였다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 화합물 **5** (4.28g, 80%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 5.39-5.32 (m, 2H), 4.05 (t, J = 6.8Hz, 2H), 2.04 (s, 3H), 2.04-1.99(m, 4H), 1.65-1.58 (m, 2H), 1.40-27 (m, 10H), 0.94-0.85(m, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 171.21, 130.06, 129.60, 64.62, 31.95, 29.60, 28.73, 26.99, 25.83, 22.34, 21.00, 13.98.

© (Z)-11-hexadecenyl acetate(11) 합성과정

열대거세미나방 성페로몬의 보조성분 (Z)-11-hexadecenyl acetate(11)의 합성과정은 1,10-decanediol로부터 출발하여 한쪽 끝에 1-hexyne을 도입하여 C₁₆골격을 만들고 cis-이중결합을 만든 후 보호기를 제거하여 한다. (Z)-11-hexadecen-1-ol 을 Pyridine과 acetic anhydride로 에스테르화하여 목적화합물을 합성하였다..



3) 보조성분 (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate(11) 합성방법

10-Bromodecanol

Dean-Stark Trap을 준비 후 **1,10-Decanediol** (2.5G)을 장치되어 있는 flask에 부가, 용매인 benzene (75ml)을 가하여 90~100°C에서 약 5min 교반하여 diol을 녹인다. diol이 완전 용해되면 서서히 48% HBr (2.5ml)을 가하여 30hr 동안 교반하여 반응시킨다. 반응은 TLC (Thin-Layer Chromatography)로 진행정도를 확인한다. 반응이 종료되면 용매 (Benzene)을 제거하고, EtOAc / H₂O / 6N NaOH / 10% HCl / NaCl로 세척한 후 MgSO₄로 건조, 용매를 감압했다. silica gel Column (hexane/ether : 4/1)로 정제하여 **화합물 10-Bromodecanol** (2.9g, 83%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 3.63 (t, 2H), 3.41 (t, 2H), 1.90-1.81 (m, 2H), 1.59-1.52 (m, 3H), 1.42 (p, 2H), 1.30 (d, 10H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 63.00, 33.94, 32.80, 29.60-28.80, 28.72, 28.15, 25.72

2-(10-bromodecyl)oxy)tetrahydro-2H-pyran

10-Bromodecanol (1.5g)에 용매인 Chloroform (15ml)을 부가하여 Magnetic Spin Bar를 이용하여 0°C에서 교반시킨다. 0°C를 유지한 상태에서 Pyridinium p-toluenesulfonate (13mg)을 부가한 후에 3,4-Dihydro-2H-pyran (0.9ml)을 가하여 실온에서 5hr 동안 교반하여 반응시킨다. 반응은 TLC (Thin-Layer Chromatography)로 진행정도를 확인한다. 반응이 종료되면 용매 Chloroform를 제거 후 EtOAc / H₂O / NaHCO₃ / NaCl로 세척한 후 MgSO₄로 건조, 용매를 감압했다. 잔여물을 silica gel Column (hexane/ether : 9/1)로 정제하여 **화합물 2-(10-bromodecyl)oxy)tetrahydro-2H-pyran** (1.8g, 96%)을 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 4.57 (d, 1H), 3.87 (d, 1H), 3.73 (d, 1H), 3.54-3.46 (m, 1H), 3.43-3.34 (m, 3H), 1.90-1.76 (m, 3H), 1.76-1.65 (m, 1H), 1.65-1.56 (m, 3H) 1.54 (d, 2H), 1.53-1.47 (m, 1H), 1.41 (q, 2H), 1.34 (d, 10H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 98.87, 67.67, 62.35, 33.94, 32.87, 30.83, 29.78, 29.56-29.30, 28.76, 28.19, 26.24, 25.56, 19.73

2-(hexadec-11-yn-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran

THF (3mL)에 녹인 1-Hexyne (0.5ml)을 -18~30°C로 냉각한 후 2M n-butyllithium (2.2mL)을 가하고 10min 동안 교반하였다. 여기에 HMPA (1.1mL)에 녹인 **2-(10-bromodecyl)oxy)tetrahydro-2H-pyran** (1g)를 부가한 후 0°C에서 15hr 교반하여 반응시켰다. 반응은 TLC (Thin-Layer Chromatography)로 진행정도를 확인한다. 반응이 끝난 후 용매 THF를 제거하고, EtOAc / H₂O / H₂O / NaCl로 세척한 후 MgSO₄로 건조, 용매를 감압했다. 농축한 잔여물을 silica gel column (hexane/ether : 9/1)으로 정제하여 **화합물 2-(hexadec-11-yn-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran** (0.8g, 82%)를 얻었다.

¹H NMR (CDCl₃, 500MHz) δ 4.57 (d, 1H), 3.87 (d, 1H), 3.73 (d, 1H), 3.54-3.46 (m, 1H), 3.38 (d, 1H), 2.14 (d, 4H), 1.83 (d, 1H), 1.77-1.66 (m, 1H) 1.66-1.56 (m, 4H), 1.55-1.49 (m, 3H), 1.47-1.43 (m, 3H), 1.42-1.35 (m, 4H), 1.29 (d, 10H), 0.90 (t, 3H) ; ¹³C NMR (CDCl₃, 126MHz) δ 98.87, 80.20, 67.70, 62.33, 31.32, 30.84, 29.80, 29.53, 29.44-28.67, 26.28, 25.57, 21.94, 19.73, 18.79, 18.47, 13.62

(Z)-2-(hexadec-11-en-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran

2-neck flask를 장치하여 ①-Ni(oAc)₂ (0.6g)에 EtOH (5ml)를 부가하여 녹인 후, ②-NaBH₄ (10mg)를 EtOH (1ml)로 녹인 용해물을 ①에 혼합하여 약 5min 정도 교반시켰다. ①과 ②가 혼합된 2-neck flask에 Ethylenediamine (0.04mg)과 **2-(hexadec-11-yn-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran** (0.5g)를 부가 한 후, 수소(H₂)를 주입하여 반응시켰다. 반응은 TLC (Thin-Layer Chromatography)로 진행정도를 확인한다. 약 5hr 교반 후 종료 하여 celite545를 사용하여 ether로 여과(filter)시킨 후 용매를 제거하여 Ether / H₂O / NaCl로 세척한 후 MgSO₄로 건조, 용매를 감압했다. 농축한 잔여물을 silica gel column (hexane/ether : 9/1)로 정제하여

화합물 (Z)-2-(hexadec-11-en-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran (0.4g, 80%)를 얻었다.

^1H NMR (CDCl_3 , 500MHz) δ 5.40-5.30 (m, 2H), 4.57 (d, 1H), 3.87 (d, 1H), 3.73 (d, 1H), 3.54-3.46 (m, 1H), 3.38 (d, 1H), 2.02 (t, 4H), 1.83 (d, 1H) 1.76-1.68 (m, 1H), 1.64-1.48 (m, 6H), 1.34-1.24 (m, 18H), 0.94-0.85 (m, 3H) ; ^{13}C NMR (CDCl_3 , 126MHz) δ 129.89, 98.86, 67.71, 62.32, 32.00, 30.84, 29.88-29.28, 27.23, 26.94, 26.28, 25.57, 22.36, 19.72, 13.99

(Z)-11-hexadecenol

장치되어진 flask에 **(Z)-2-(hexadec-11-en-1-yloxy)tetrahydro-2H-pyran** (0.4g)를 담아 용매 Ethanol (5ml)을 부가 후 교반 시키며 Pyridinium p-toluenesulfonate (30mg)을 부가하였다. 반응은 TLC (Thin-Layer Chromatography)로 진행정도를 확인한다. 약 15hr 반응 종료 후, 용매 Ethanol을 제거하였다. Ether / 5N HCl / H_2O / NaCl로 세척한 후 MgSO_4 로 건조, 용매를 감압했다. 농축한 잔여물을 silica gel column (hexane/ether : 9/1)으로 정제하여 **화합물 (Z)-11-hexadecenol** (0.3g, 82%)를 얻었다.

^1H NMR (CDCl_3 , 500MHz) δ 5.41-5.30 (m, 2H), 3.64 (t, 2H), 2.07-1.94 (m, 4H), 1.56 (d, 2H), 1.40-1.34 (m, 2H), 1.34-1.24 (m, 17H), 0.93-0.86 (m, 3H) ; ^{13}C NMR (CDCl_3 , 126MHz) δ 129.87, 63.07, 32.82, 31.97, 29.85-29.00, 27.19, 26.91, 25.74, 22.33, 13.96

(Z)-11-hexadecenyl acetate (11)

(Z)-11-hexadecenol (0.6g)을 dry pyridine 6ml 에 녹이고 acetic anhydride (0.3mL) 을 0°C 에서 넣은 후 실온에서 3시간 overnight 시킨다.

반응이 끝나면 5% 염산 수용액, 포화 탄산수소나트륨 수용액, 소금물 순으로 씻은 뒤 무수 황산 마그네슘으로 건조 후 용매를 감압 하였다. 잔여물을 silica gel column (hexane/EtOAc : 9/1)로 정제하여 **화합물 5** (0.6g, 90%)을 얻었다.

^1H NMR (CDCl_3 , 500MHz) δ 5.40-5.30 (m, 2H), 4.06 (t, $J = 6.8\text{Hz}$, 2H), 2.04 (s, 3H), 2.04-1.99 (m, 4H), 1.65-1.57 (m, 2H), 1.32 (m, 14H), 0.92-0.87 (m, 3H) ; ^{13}C NMR (CDCl_3 , 126MHz) δ 171, 129.88, 64.66, 31.98, 29.73, 29.62-29.12, 28.63, 27.18, 26.93, 25.92, 22.36, 21.01, 14.06

위 열대거세미나방 성페로몬은 각 반응단계마다 TLC analysis, 추출 extraction(work up), 컬럼 column chromatography, 증류 Distillation을 통한 반응의 확인, 종결, 정제라는 아래 과정을 거쳐 합성하였다.



열대거세미나방 성페로몬 (**Z**)-9-tetradecenyl acetate (1), (**Z**)-7-dodecenyl acetate (2) 성분은 대량합성 공정개발로 인하여 합성단계 축소 및 합성수율 상승하였다. 1차년 합성법은 6단계 반응과정이며 출발물질의 가격이나 중간체로 가기 위한 반응과정에서 필요한 촉매의 단가와 반응조건, 수율면에서 산업적으로 대량 합성하기에는 좋지 못한 방법이다. 본 사업에서는 4단계 반응과정이며 생산수율이 50%이상, 생성물순도가 95%이상인 합성방법을 개발하였다. 생산단가 50,000/1g인 열대거세미나방 성페로몬을 최소 1반응주기 당 10g의 페로몬을 합성할 수 있는 Scale-up 대량합성 공정을 개발하여 약 80g 생산하였다.

4) 선발 후보물질의 기능성분 및 지표물질 분석

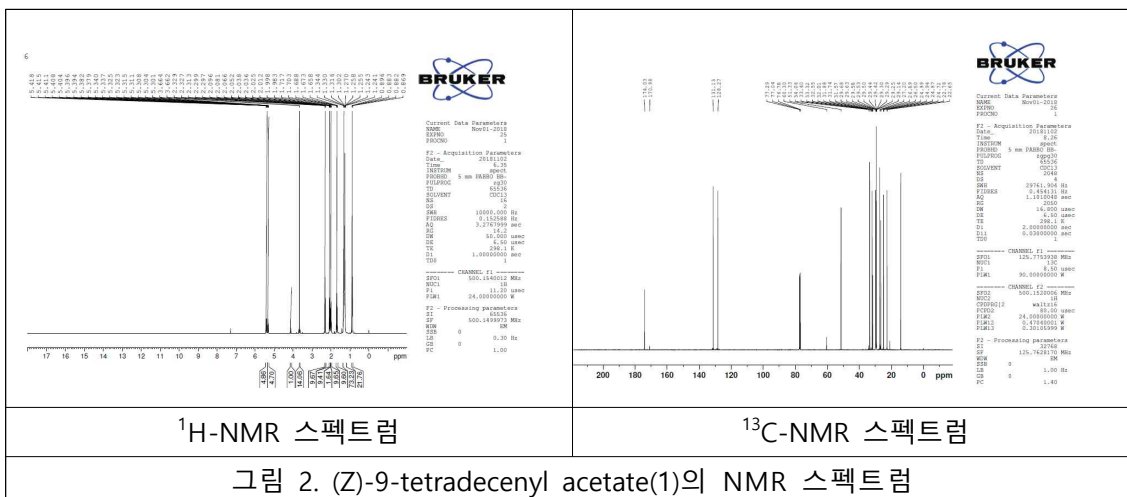
- 유기분광학적 분석방법 및 최신 분석기기 등 이용

열대거세미나방 페로몬의 성분 (**Z**)-9-tetradecenyl acetate(1), (**Z**)-7-dodecenyl acetate(2), (**Z**)-11-hexadecenyl acetate (11) 합성한 물질의 구조분석(탄소와 수소의 개수 및 위치 확인)을 위해 NMR(Nuclear Resonance Spectrometer)과 GC(Gas chromatography) 및 GC-MS 분석 장비를 이용하여 순도를 확인하였다.

① 수소 핵자기 공명 (¹H-NMR, ¹³C-NMR) 스펙트럼 측정

- (**Z**)-9-tetradecenyl acetate(1)

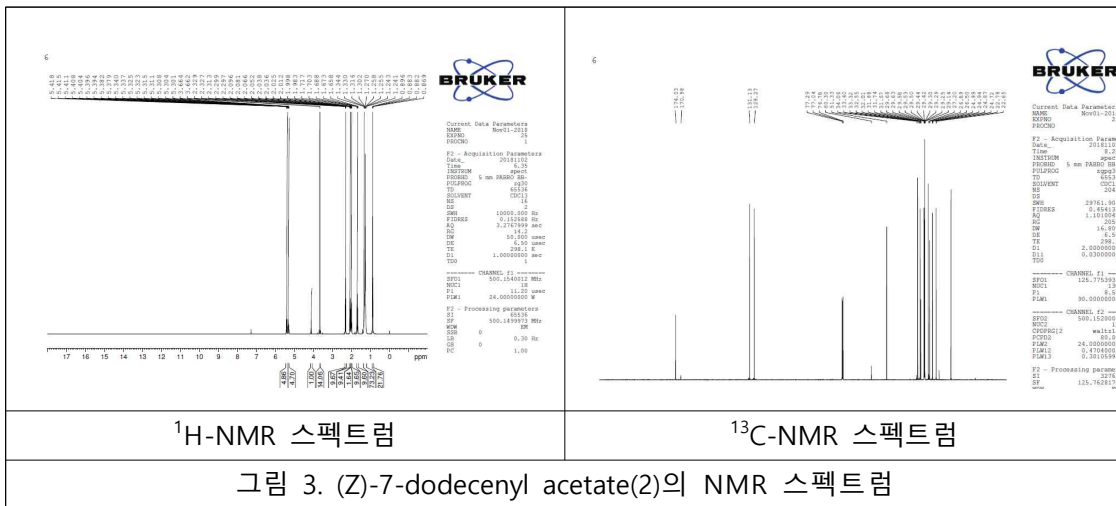
수소 핵자기 공명 (¹H-NMR, ¹³C-NMR) 스펙트럼은 Avance Digital 400MHz Spectrometer를 이용하였고 화학적 이동은 ppm 단위로 나타내었으며 다음과 같이 기록 하였다. 1개의 이중결합과 탄소수 16개 C, H, O로 구성되어 있으며 대체로 사슬화합물이며 acetate로 구성되어 있는 액상의 유기화합물이다. 1개의 카르보닐기가 에테르결합으로 연결되어있는 지방족 화합물로서 총 탄소 16개, 수소 30개, 산소 2개의 원소로 이루어져 분자량이 254.41 이며, 1개의 이중결합은 Z 배열을 하고 있는 것이 특징이다. 이러한 구조적인 특징을 이용하여 합성된 화합물의 구조를 확인하였다. 이들 화합물의 배열형태를 구체적으로 확인하기 위해 ¹H NMR 및 ¹³C NMR 분석을 실시하여 말단 CH₃ 2개, CH₂ 11개, CH 2개, 카르보닐 1개를 확인하였고, 이중결합의 위치는 ¹H NMR 5.25 ~ 5.45 ppm의 수소 피크를 토대로 이중결합수소를 확인하였다. 커플링 값으로 E Z 배열임을 확인하였으며, 합성되어진 화합물의 순도는 GC를 통해 분석하였으며 순도는 98%였다. 아래의 스펙트럼 분석결과 수소의 종류와 개수확인 및 수소가 존재하는 주변 환경에 대한 직접적인 정보를 확인결과 (**Z**)-9-tetradecenyl acetate(1) 성분임을 확인하였다.



- (**Z**)-7-dodecenyl acetate(2)

수소 핵자기 공명 (¹H-NMR, ¹³C-NMR) 스펙트럼은 Avance Digital 400MHz Spectrometer를 이용하였고 화학적 이동은 ppm 단위로 나타내었으며 다음과 같이 기록 하였다. 1개의 이중결합과 탄소수 14개 C, H,

오로 구성되어 있으며 대체로 사슬화합물이며 acetate로 구성되어 있는 액상의 유기화합물이다. 1개의 카르보닐기가 에테르결합으로 연결되어있는 지방족 화합물로서 총 탄소 14개, 수소 26개, 산소 2개의 원소로 이루어져 분자량이 226.36 이며, 1개의 이중결합은 Z 배열을 하고 있는 것이 특징이다. 이러한 구조적인 특징을 이용하여 합성된 화합물의 구조를 확인하였다. 이들 화합물의 배열형태를 구체적으로 확인하기 위해 1H NMR 및 13C NMR 분석을 실시하여 말단 CH3 2개, CH2 8개, CH 2개, 카르보닐 1개를 확인하였고, 이중결합의 위치는 1H NMR 5.25 ~ 5.45 ppm의 수소 피크를 토대로 이중결합수소를 확인하였다. 커플링값으로 E Z 배열임을 확인하였으며, 합성되어진 화합물의 순도는 GC를 통해 분석하였으며 순도는 98%였다. 아래의 스펙트럼 분석결과 수소의 종류와 개수확인 및 수소가 존재하는 주변 환경에 대한 직접적인 정보를 확인결과 (Z)-7-dodecenyl acetate(2) 성분임을 확인하였다.



- (Z)-11-hexadecenyl acetate (11)

수소 핵자기 공명 (¹H-NMR, ¹³C-NMR) 스펙트럼은 Avance Digital 500MHz Spectrometer를 이용하였고 화학적 이동은 ppm 단위로 나타내었으며 다음과 같이 기록 하였다. 1개의 아세테이트와 탄소수 18개 C, H, O로 구성되어 있는 유기화합물이다. 총 탄소 18개, 수소 34개, 산소 2개의 원소로 이루어져 분자량이 282.46 이다. 이러한 구조적인 특징을 이용하여 합성된 화합물의 구조를 확인하였다. 이들 화합물의 배열형태를 구체적으로 확인하기 위해 1H NMR 및 13C NMR 분석을 실시하여 말단 CH3 3개, CH2 26개, 아세테이트 위치 1H NMR 4.06 ppm확인하였고, 이중결합의 위치는 1H NMR 5.40-5.30 ppm의 수소 피크를 확인하였다. 아래의 스펙트럼 분석결과 수소의 종류와 개수확인 및 수소가 존재하는 주변 환경에 대한 직접적인 정보를 확인결과 (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate 성분임을 확인하였다.

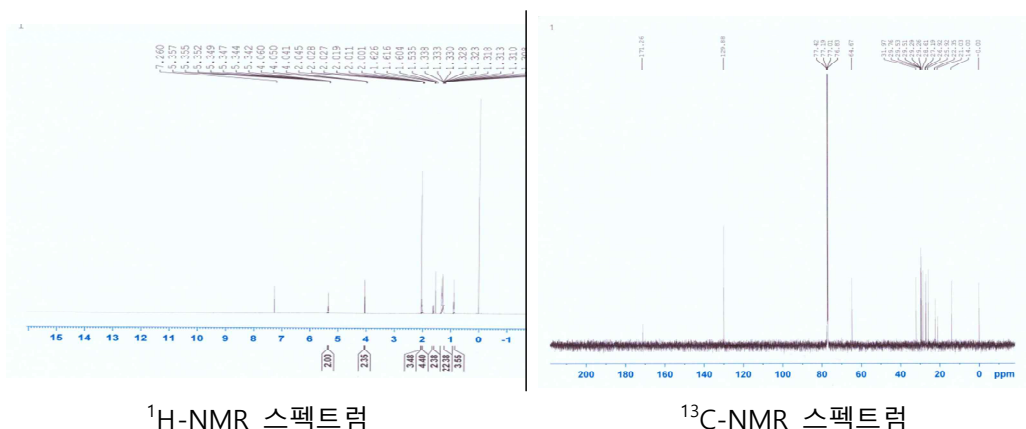


그림 4. (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate (11)의 NMR 스펙트럼

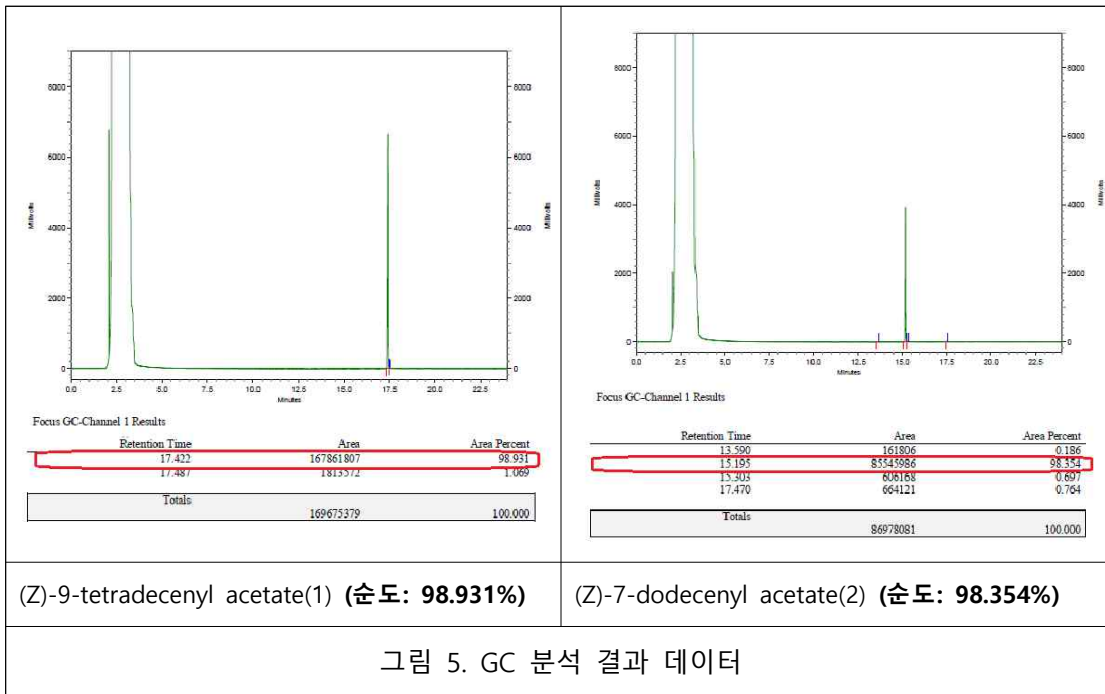
② 가스 크로마토그래프 분석

합성된 (Z)-9-tetradecenyl acetate(1), (Z)-7-dodecenyl acetate(2), (Z)-11-hexadecen-1-yl acetate (11) 의 **페로몬의 순도** 확인하기 위해서 컬럼과 컬럼온도, 주입부 온도, 검출기 온도를 변화하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. 가스크로마토그래피로 분석 결과 각각 98.93%, 98.35%, 99.5% 의 높은 순도를 보였다.

<표 2> GC 분석 조건

Instrument	Thermo Scientific FOCUS GC system
Inlet mode	splitless
Column	TG-5Ms (30 m × 0.25 mm I.D., 0.25 μm)
Carrier gas	N2
Detector	Flame Ionized Detector
Flow rate	1.0 ml/min
Oven temp.	50°C (1min) - 10°C/min-> 230°C (5min)
Injection Temp.	250°C
Detector Temp.	250°C
Injection vol.	1 μL

위 분석 조건에 따른 페로몬 성분 순도에 대한 결과는 그림 4.에 나타나 있다.



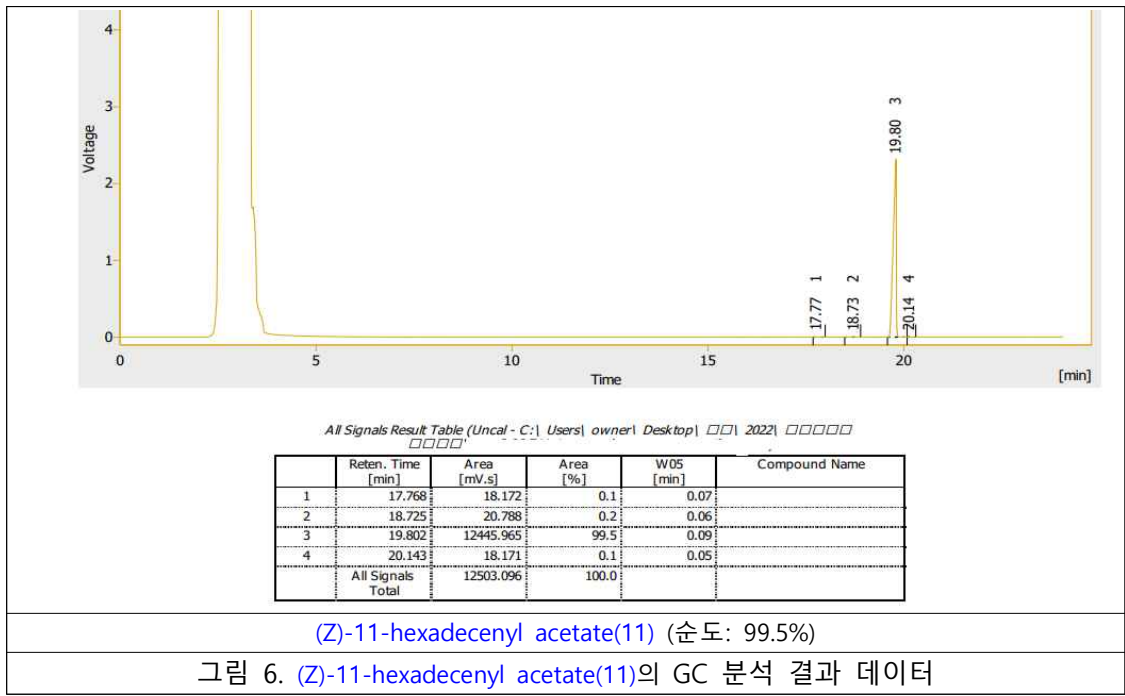


그림 6. (Z)-11-hexadecenyl acetate(11)의 GC 분석 결과 데이터

③ 가스 크로마토그래프 질량분석계 분석

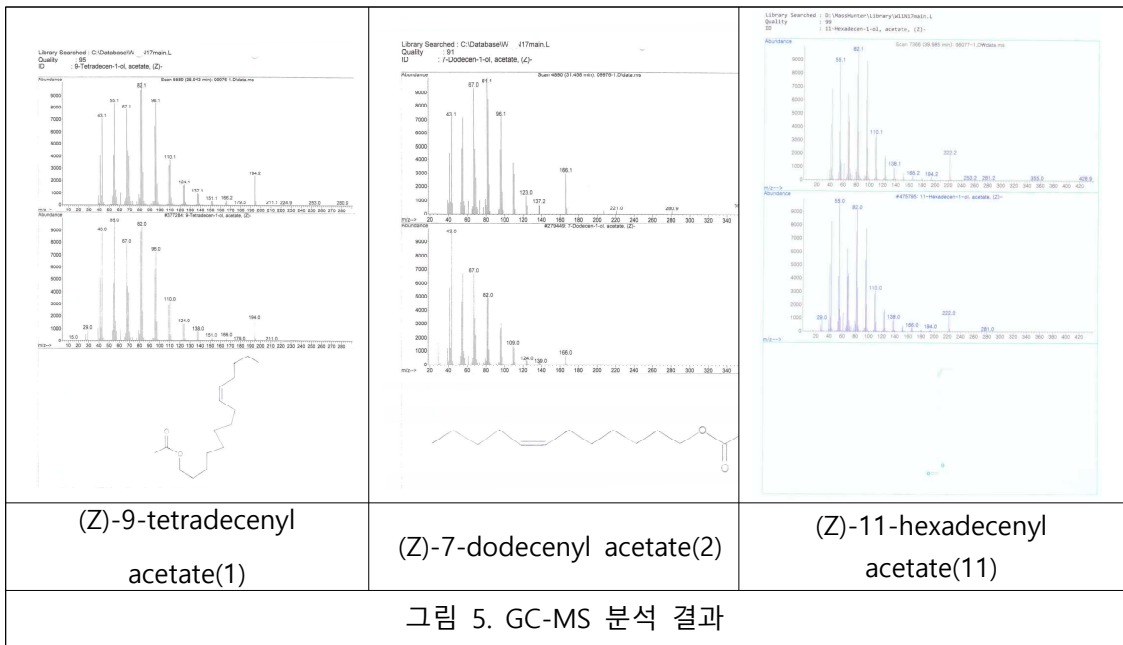
GC/MS는 GC와 질량분석계(Mass Spectrometry)를 연결한 장치로서 GC에서 나온 피크를 질량분석법으로 그 물질의 분자량과 분자이온을 결정하여 분자의 구조를 결정할 수 있는 것이다. 질량분석법의 원리는 다음과 같다. 기체상태의 유기화합물 시료를 그 화합물의 이온화 전위를 증가하는 충분한 에너지를 가진 전자로 충격시키면 그 분자에서 전자가 한 개 떨어져 나가고 유기이온을 형성하게 된다. 고에너지 전자충격에 의해 생성된 유기이온들은 불안정하여 자유라디칼이나 다른 이온들의 보다 작은 조각들로 쪼개진다 그래서 질량 스펙트럼(mass spectrum)은 그 조각의 질량대 하전 비(m/e) (mass-to-charge ratio)에 대한 존재비(abundance, 양전하 조건들의 상대적인 양)를 그림으로 표시한 것이다. 질량분석기에 검출되는 대부분 입자의 이온전하는 +1이기 때문에 이 이온에 대한 m/e값은 질량과 같다. 실제로 질량 스펙트럼은 그 입자의 상대 존재비에 대한 입자질량의 기록이다. 분자 또는 이온이 어떻게 양전하 조각들로 쪼개어지는가는 탄소 골격과 존재하는 작용기들에 좌우된다. 그 조각의 구조와 질량은 본 화합물의 구조에 대한 정보를 주며 아울러 질량스펙트럼으로부터 그 화합물의 분자량을 결정할 수 있다. GC/MS에서 얻은 스펙트럼과 내장되어 있는 MS library data를 이용하여 합성된 (Z)-9-tetradecenyl acetate(1), (Z)-7-dodecenyl acetate(2) 각 성분을 동정하였다.

<표 3> GC - MS 분석 조건

Instrument	Agilent Technologies GC system
Split ratios	50:1
Column	DB-5MS column (60 m × 0.25 mm I.D., 0.25 μm)
Carrier gas	He
Flow rate	1.0 ml/min
Oven temp.	50°C (1min) -7°C/min-> 300°C (30min)
Injection temp.	250°C
Transfer line temp.	280 °C

Injection vol.

1 μ L



다. 선발 후보물질의 물리 화학적 안정성

1) (Z)-7-dodecenyl acetate

형태	액체
색	없음 또는 옅은노란색
냄새	과일향
끓는점	300.1°C at 760mmHg
인화점	96.5°C
안정성	정상적인 조건에서 안정함

2) (Z)-9-tetradecenyl acetate

형태	액체
색	없음
냄새	과일향
끓는점	285.97°C at 760mmHg
인화점	110°C closed cup
안정성	정상적인 조건에서 안정함

3) (Z)-11-hexadecenyl acetate

형태	액체
색	없음
냄새	과일향

끓는점	348.7±11.0℃ (760 Torr)
인화점	88.3±17.6℃
안정성	정상적인 조건에서 안정함

라. 열대거세미나방 루어 제작 및 분석법 검토

1) 열대거세미나방 루어 제작 (필드테스트용 - 1, 2차년도)

성분명	순도(%)	함량 (mg)		
		1) 100:1	2) 30:1	3) Z9-14Ac 단독
Z9-14Ac	98.9	0.9901	0.968	1.00
Z7-12Ac	98.3	0.0099	0.032	-

2) 열대거세미나방 루어 제작 (필드테스트용 - 3차년도)

성분명	순도(%)	함량 (mg)	
		1) 100:1	2) 100:1:20
Z9-14Ac	98.9	0.9901	1.6529
Z7-12Ac	98.3	0.0099	0.0165
Z11-16Ac	99.5	-	0.3306

트랩의 종류와 유인제로 사용될 열대거세미나방의 성페로몬 성분의 조성비에 따른 포획 효과를 조사하였다. 성페로몬 루어 제조에 사용된 화합물은 (Z)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14Ac), (Z)-7-dodecenyl acetate (Z7-12Ac), (Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16Ac) 이며, 각각 98.9%, 98.3%, 99.5%의 순도 합성물을 사용하였다. 열대거세미나방 성페로몬 루어는 1, 2차년도에서는 Z9-14Ac, Z8-12Ac를 1) 100:1, 2) 30:1 비율과 3) Z9-14Ac 단독 성분 3종류의 조성으로 만들었으며 총 함량이 1mg인 유인제를 제조하였다. 3차년도에서는 Z9-14Ac, Z7-12Ac 100:1 성분과 Z11-16Ac 추가 성분에 대한 야외유인력 효과 비교실험을 진행하였다. 모든 성페로몬 화합물은 hexane에 녹이고 butylated hydroxytoluene(BHT)을 섞어 방출제인 7mm 고무루어 (rubber septum)에 침투시켰다.

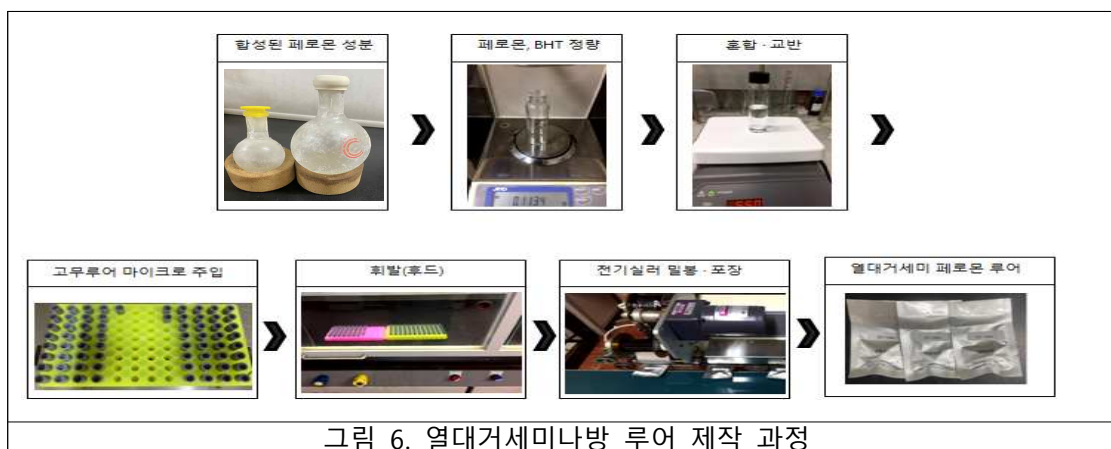


그림 6. 열대거세미나방 루어 제작 과정

3) 제작 열대거세미나방 루어 분석방법 정립

○ 분석 조건

Instrument	YL 6500 GC
Inlet mode	splitless
Column	TG-5Ms (30 m × 0.25 mm I.D., 0.25 μm)
Carrier gas	N2
Detector	Flame Ionized Detector
Flow rate	1.0 ml/min
Oven temp.	50°C (1min) - 10°C/min-> 230°C (5min)
Injection Temp.	250°C
Detector Temp.	250°C
Injection vol.	1 μL

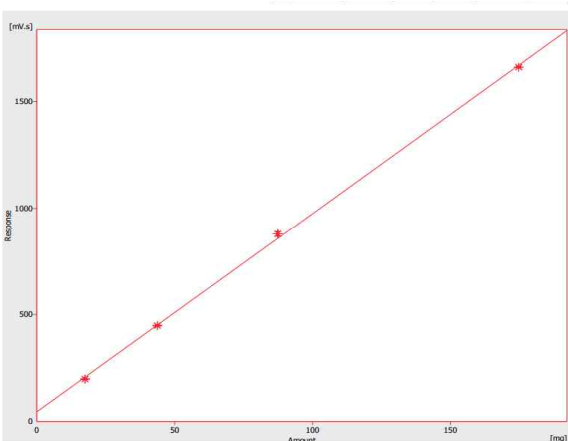
○ 정량분석

정량하려는 Z9-14Ac(순도: 97.1 %), Z7-12Ac(순도: 98.3 %), Z11-16Ac(순도 : 99.5%) 각각 2mg, 1mg을 10ml hexane에 녹여 순도 보정한 표준용액을 제조한다. 표준용액을 사용하여 희석한 용액을 GC 장비를 이용하여 검량선을 작성한다.

○ 결과

① (Z)-9-tetradecenyl acetate

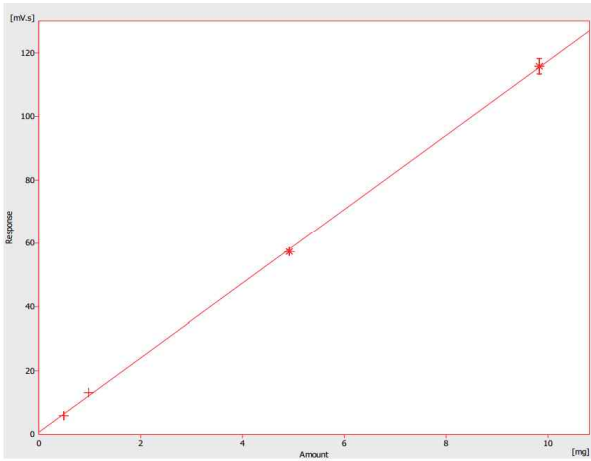
검량식은 $y = 9.2957x + 44.87942$ 이었으며, 상관계수는 0.9997428이었다. 검량선과 검량선에 사용한 면적 값은 아래와 같다.



	Response	Amount
1	1660.5744	174.7800
2	878.5643	87.3900
3	448.2595	43.7000
4	197.8845	17.4800

② (Z)-7-dodecenyl acetate

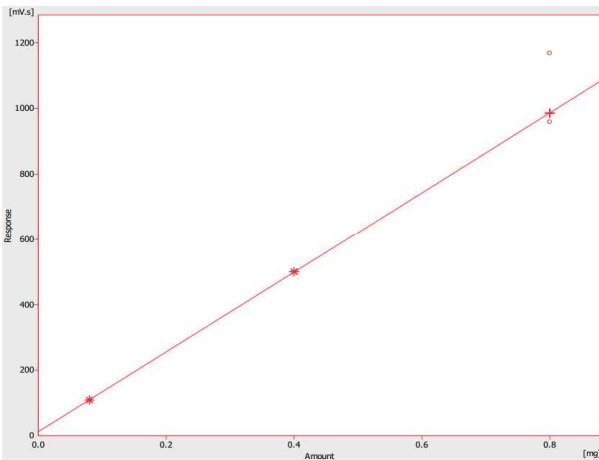
검량식은 $y = 11.67897x + 0.6947$ 이었으며, 상관계수는 0.9998671이었다. 검량선과 검량선에 사용한 면적 값은 아래와 같다.



	Response	Amount
1	115.8160	9.8300
2	57.3748	4.9200
3	13.1539	0.9800
4	5.8671	0.4900

③ (Z)-11-hexadecenyl acetate

검량식은 $y = 1217.78599x + 12.07016$ 이었으며, 상관계수는 0.9999969이었다. 검량선과 검량선에 사용한 면적값은 아래와 같다.




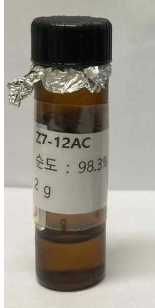
	Amount	Response
1	0.8000	985.7357
2	0.4000	500.4520
3	0.0800	108.7889

④ 분석함량

성분명	함량 (mg)			
	100 : 1	30 : 1	Z9-14Ac 단독	100 : 1 : 20
Z9-14Ac	1.093	1.053	1.012	1.1365
Z7-12Ac	0.011	0.039	-	0.0136
Z11-16Ac	-	-	-	0.2714

열대거세미 100:1, 30:1, 100:1:20, Z9-14Ac 단독 샘플을 랜덤으로 각각 3개씩 뽑아낸 루어를 잘게 잘라 10 ml 의 vial에 넣은 후 shaking incubator로 교반하였다. GC 분석 후 검량선에 대입하여 함량을 측정하였다. 분석결과 평균 100:1, 30:1, 100:1:20 루어 샘플은 각각 99:1, 27:1, 100:1:19.9 의 비율로 분석되어 졌으며, Z9-14Ac 단독 샘플은 약 1.012 mg, 으로 양호한 결과를 얻었다.

마. 열대거세미나방 성페로몬 (Z)-9-tertradecenyl acetate, (Z)-7-dodecenyl acetate 보유합량

성분명	(Z)-9-tertradecenyl acetate	(Z)-7-dodecenyl acetate
		
합성량 (g)	80	30
제작가능 수량 (개) (100:1기준)	80,000	

본 연구 개발되기 전까지 열대거세미나방 성페로몬 (Z)-9-tertradecenyl acetate, (Z)-7-dodecenyl acetate은 일본, 미국 등 일부국가에서 합성·판매하고 있었으나 g당 단가가 높아 일반 보급용으로 상용화하기에는 어려운 상황이었다. 본 연구를 통한 대량합성 개발 제품의 생산 단가는 약 5만원/g 으로, 저렴한 가격으로 보급 가능할 수 있는 성공적인 결과라 자부할 수 있다. 또한, 페로몬 사용이 시작단계에 머물고 있는 제3세계로의 수출 전략에도 큰 도움이 될 것이라 전망 된다.

바. 선발 시제품에 대한 잔류농약 및 유해성분 분석

: 잔류농약 360성분 및 유해성분 9종

곤충의 성유인물질인 페로몬 등 생화학농약으로 분류되는데 저독성이고 잔류문제도 거의 없어 인축과 환경에 안전한 생물적 병해충 방제제이다.

유기농업자재 공시 및 품질인증기준에 따라 독성시험에 대한 1)공통조건 가)항 시험대상의 허용물질에 포함되지 않으며, 나)항 규정에 의거하여 다음 제품의 시험성적의 생략을 신청합니다.

1. 자재의 구분과 명칭 및 상표명

자재의 구분 : (병)충해관리용자재

자재의 명칭 : 페로몬

2. 생략사유

본 제품은 대상해충의 예찰(Monitoring) 또는 포획을 목적으로 페로몬이 흡착된 방출기와 트랩을 이용해 대상 해충은 유인시키는 제품으로 특성상 작물체에 직접 접촉하지 않기 때문에 해당 독성시험에 대해서는 생략합니다.

사. 열대거세미나방 성페로몬에 트랩에 대한 유인효과(시험 보고서) - 2021년 실험 결과

1. 시험 목적

열대거세미나방 페로몬 및 트랩 효과 검증

2. 시험 개요

2-1. 열대거세미나방 트랩 시험 : 옥수수 포장 3곳(제주, 고성, 경산)에 황색과 녹색 편넬 트랩, 델타 트랩을 각 포장에 각 3개씩 설치(제주 1개)하여 포획 확인, 시험용 페로몬 (P)은 Z9-14Ac, Z7-12Ac의 조성비 100:1에 고무 격막 루어 사용.

2-2. 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험 : 옥수수 포장 2곳(경주, 경산)에 황색 편넬 트랩에 Z9-14Ac, Z7-12Ac 조성비를 100:1, 30:1, 100:0이 담긴 고무 격막 루어 사용. 각 포장에 3개씩(3반복) 설치하여 포획 확인

3. 시험 방법

3-1. 페로몬 트랩



3-2. 페로몬

표1. 페로몬 조성비

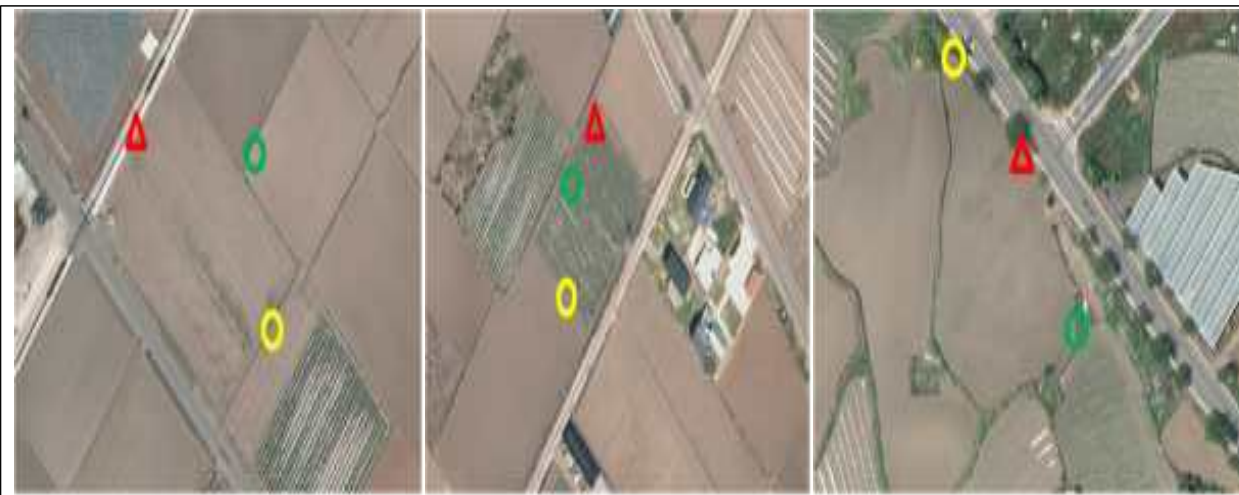
성분	조성비	함량	방출기
Z9-14Ac : Z7-12Ac	100:1	1mg	고무 격막
	30:1	1mg	고무 격막
	100:0	1mg	고무 격막

3-3. 시험 장소

3-3-1. 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 장소



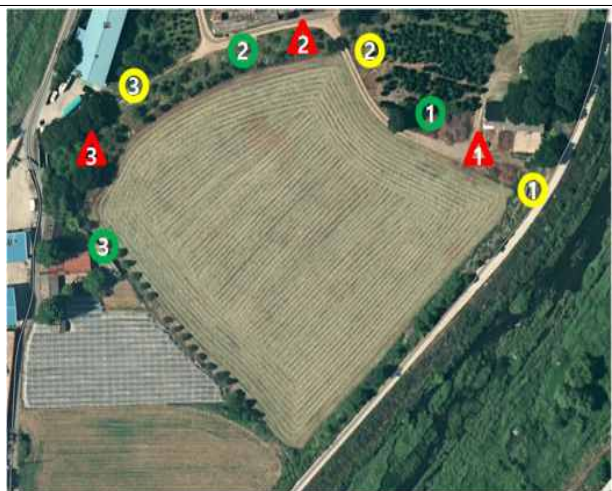
고성군 마암면 보전리 78-1(찰옥수수)



제주 한림읍 수원리 264-14 (초당) 한림읍 수원리 267-7 (초당) 한림읍 대림리 595-2 (초당)

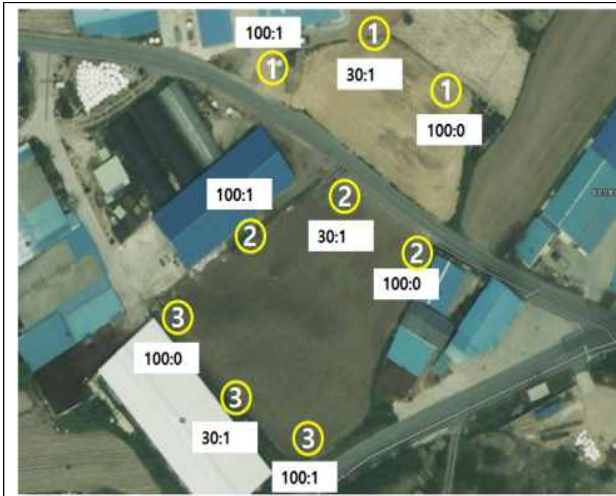


경산시 압량읍 가일리 378 (사료용 옥수수)

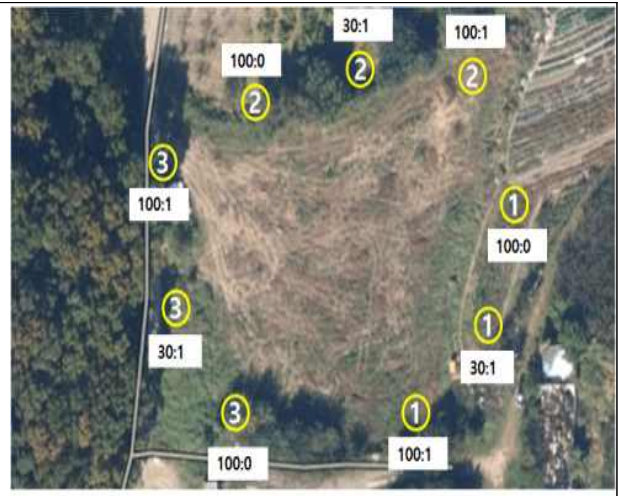


경산시 남산면 인흥리 6-7 (사료용 옥수수)

3-3-2. 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 장소



경주시 안강읍 육통리 1068 (사료용 옥수수)



경산시 압량읍 당음리 128 (사료용 옥수수)

4. 시험 결과

4-1. 열대거세미나방 트랩 시험

4-1-1. 제주 트랩 시험 결과

수원리 264-16 : 6월 8일 델타와 황색 편넬에 각각 12, 7마리가 포획, 6월 18일 델타 트랩에만 1마리가 포획. 시험 기간 중 델타, 황색 트랩에 총 13, 7마리가 각각 포획되어 델타 트랩과 황색 편넬 트랩 순으로 포획이 많았고 녹색 편넬 트랩의 포획은 없었음. (표2)

수원리 267-7 : 6월 8일은 황색 편넬, 델타, 녹색 트랩에 각각 7, 4, 2마리가 포획, 6월 18일 델타 트랩에만 2마리가 포획, 시험 기간 중 황색 편넬, 델타, 녹색 편넬 트랩에 총 7, 6, 2마리가 포획되어 황색 편넬, 델타, 녹색 편넬 트랩 순으로 포획이 많았음. (표2)

대림리 595-2 : 6월 8일에만 델타, 녹색 편넬 트랩에 각각 3, 1마리가 포획되어 델타 트랩의 포획이 가장 많았고, 황색 편넬 트랩의 포획은 없었음. (표2)

표2. 제주 열대거세미나방 트랩 시험 결과

지역	트랩	5월 28일	6월 8일	6월 18일	합
한림읍 수원리 264-16	황색 편넬	설치	7	0	7
	녹색 편넬	설치	0	0	0
	델타	설치	12	1	13
한림읍 수원리 267-7	황색 편넬	설치	7	0	7
	녹색 편넬	설치	2	0	2
	델타	설치	4	2	6
한림읍 대림리 595-2	황색 편넬	설치	0	0	0
	녹색 편넬	설치	1	0	1
	델타	설치	3	0	3
비고					

4-1-2. 고성군 트랩 시험 결과

시험 기간 중 오직 7월 26일 델타 트랩에서만 1마리가 포획되어 뚜렷한 결과는 없었음. (표3)

표3. 고성군 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 결과 (P교=페로몬 교체)

트랩	6/4	6/14	6/24	7/5	7/16	7/26	8/4	합
황색 편넬	설치	0	0	0	0	0	0	0
녹색 편넬	설치	0	0	0	0	0	0	0
델타	설치	0	0	0	0	1	0	1
비고	3반복			P교				

4-1-3. 경산시 압량읍 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 결과

시험 기간 중 황색과 녹색 편넬 트랩에만 각각 총 3, 2마리가 포획되어 황색 편넬 트랩의 포획이 가장 많았지만 발생량이 많지 않아 뚜렷한 결과는 없었음. (표4)

표4. 경산시 압량읍 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 결과

트랩	6/7	6/17	6/28	7/8	7/19	7/29	8/9	8/19	8/30	9/8	9/16	9/27	10/7	10/18	10/29	합
황색 편넬	설치	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
녹색 편넬	설치	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
델타	설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
비고				P교			P교				P교					

4-1-4. 경산시 남산면 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 결과

시험 기간 중 델타, 황색 편넬, 녹색 편넬 트랩에 각각 총 7, 3, 2마리가 포획되어 델타 트랩에서 포획이 가장 많았음. (표5)

표5. 경산시 남산면 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 결과

트랩	8/12	8/19	8/30	9/8	9/16	9/27	10/7	10/18	10/29	합
황색 편넬	설치	2	0	0	0	1	0	0	0	3
녹색 편넬	설치	0	1	0	0	1	0	0	0	2
델타	설치	1	0	5	1	0	0	0	0	7
비고					P교					

4-2. 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험

4-2-1. 경주시 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험

시험 기간 중 Z9-14Ac와 Z7-12Ac의 조성비가 100:1, 30:1, 100:0을 사용한 황색 편넬 트랩에 각각 29, 1, 0마리가 포획되어 100:1 조성비를 이용한 페로몬 트랩에 포획이 가장 많았음. (표6)

표6. 경주시 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험 결과

Z9-14Ac: Z7-12Ac	6/7	6/17	6/28	7/8	7/19	7/29	8/9	8/19	8/30	9/8	9/16	9/27	10/7	10/18	10/29	합
100:1	설치	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	23	1	0	0	29
30:10	설치	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
100:0	설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
비고				P교			P교				P교					

4-2-2. 경산시 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험

시험 기간 중 Z9-14Ac와 Z7-12Ac의 조성비가 100:1, 30:1, 100:0을 사용한 황색 편넬 트랩에 포획된 열대거세미나방은 없었음. (표7)

표7. 경산시 열대거세미나방 페로몬 조성비 시험 결과

Z9-14Ac: E7-12Ac	6/17	6/28	7/8	7/16	7/29	8/9	합
100:1	설치	0	0	0	0	0	0
30:10	설치	0	0	0	0	0	0
100:0	설치	0	0	0	0	0	0
비고			P교				

5. 시험 사진

5-1. 열대거세미나방 페로몬 트랩 설치 사진



제주 한림읍 초당 옥수수 시험지에 설치한 트랩



고성 마암면 찰옥수수 시험지에 설치한 트랩

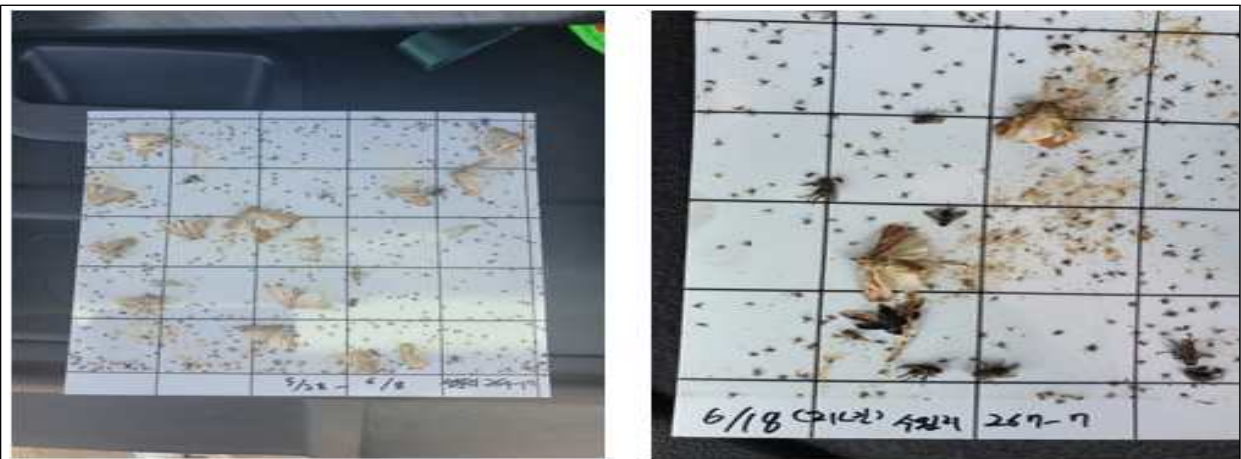


경산시 압량읍 사료용 옥수수 시험지에 설치한 트랩

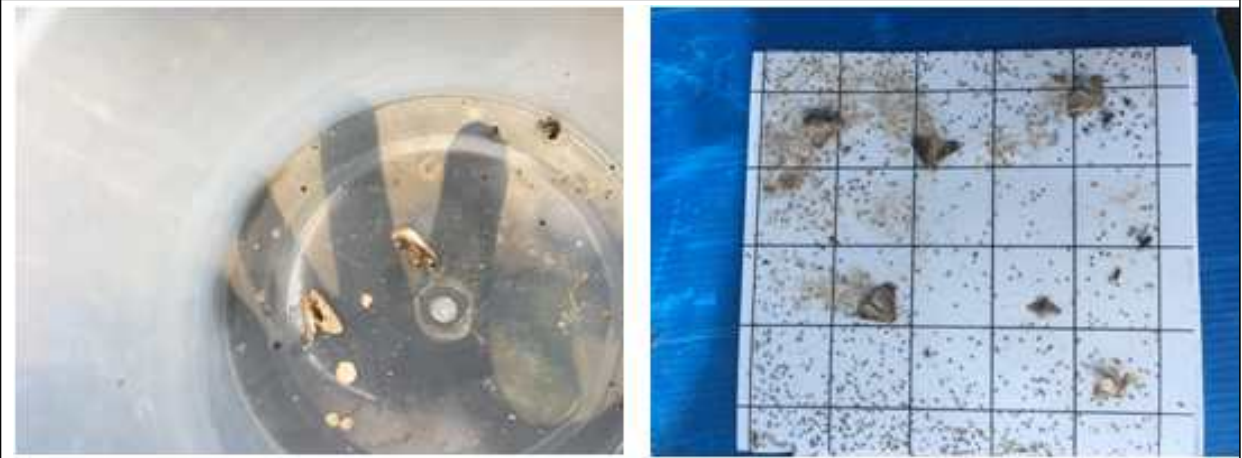
5-2. 열대거세미나방 포획 사진



제주도 수원리 녹색(좌)과 황색 편넬 트랩에 포획된 열대거세미나방(6월 8일)



제주도 수원리 델타 트랩에 포획된 열대거세미나방(좌 6월 8일, 우 6월 18일)



경산 남산면 황색(좌) 편넬과 델타 트랩(우)에 포획된 열대거세미나방 (좌 8월 19일, 우 9월 8일)

5-3. 열대거세미나방 발생지 예찰 및 유충 사진



경산 남산면 사료용 옥수수 피해 및 열대거세미나방 유충 (8월 12일)



경산 남산면 사료용 옥수수 피해 및 열대거세미나방 유충 (8월 12일)

아. 열대거세미나방 성페로몬에 트랩에 대한 유인효과(시험 보고서) - 2022년 실험 결과

1. 시험목적

열대거세미나방 페로몬 트랩 효과 검정

2. 시험 개요

2-1. 열대거세미나방 조성비별 페로몬 비교 시험 : 남부지역 옥수수 주재에서의 열대거세미나방의 페로몬 조성비에 의한 열대거세미나방 유인 효과를 비교하기 위하여 자사 자체 합성 제작 조성비 2종과 해외에서 열대거세미나방 유인 페로몬 완제품 1개 제품을 비교하여 경상남도 고성군 고성읍 월평리 지역에서 3곳의 실험군을 배치하여 조사하였다.

2-2. 열대거세미나방 페로몬 트랩 시험 : 트랩시험은 2021년도 실험에서 사용한 공시 트랩 2종에서 몇가지 개선 문제점이 발견되어 공시트랩 2종의 장점을 접목한 새로운 트랩을 개발하여, 2021년 실험에 사용한 트랩과의 2022년 새로 개발한 트랩을 비교 시험 하였다. 페로몬 조성비와 같이 옥수수 단일 재배 면적이 넓고 중국에서의 비레 등을 고려하여 경상남도 고성군 고성읍 월평리 일대에서 시험을 실시하였다. 시험군은 3곳에서 임의 배치로 설치하여 열대거세미나방의 트랩에 따른 포획 효과를 조사하였다.

3. 시험 방법

1) 열대거세미나방 페로몬 및 트랩 시험

2) 장소 : 경상남도 고성군 고성읍 월평리 1031-3(시험구1), 1045-5(시험구2), 465-1(시험구3), 565-10~565-6(추가)

조성비실험- 무처리 포함 페로몬 조성비 조합 4가지 임의배치로 설치하였으며, 사용한 트랩은 2021년도와 동일한 편넬트랩을 사용하여 3개 지역에 설치하였으며, 조성비 트랩 간의 간격은 8m 설정하여 설치 하였다.

시험구 1

경상남도 고성군 고성읍 월평리 1031-3

조성비 실험 조합 4개 시험구 설치 - 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치

트랩 실험 1개 시험구에 3가지트랩 설치 및 순서는 무처리, A, B, C 설치

조성비 시험과 트랩간의 이격거리 25m를 띄운후 3가지의 트랩을 설치

- 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치 및 순서는 D, V-F, F
- 조성비 트랩 일자형 설치

시험구 2

경상남도 고성군 고성읍 월평리 1045-5

조성비 실험 조합 4개 시험구 설치 - 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치

트랩 실험 1개 시험구에 3가지트랩 설치 및 순서는 B, C, A, 무처리 설치

조성비 시험과 트랩간의 이격거리 25m를 띄운후 3가지의 트랩을 설치

- 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치 및 순서는 F, D, V-F
- 조성비 트랩 일자형 설치

시험구 3

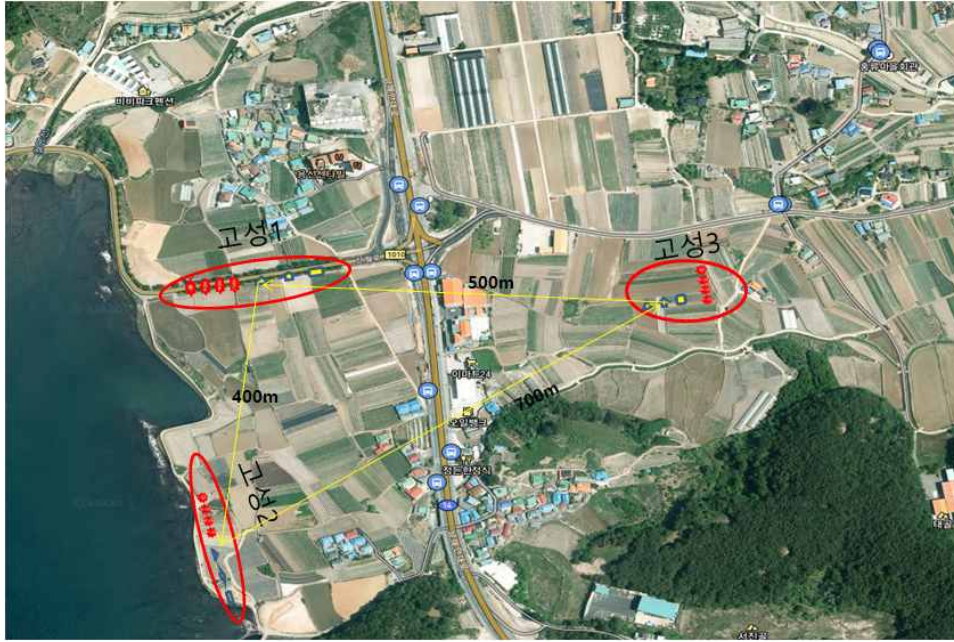
경상남도 고성군 고성읍 월평리 465-1

조성비 실험 조합 4개 시험구 설치 - 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치

트랩 실험 1개 시험구에 3가지트랩 설치 및 순서는 C, A, 무처리, B 설치

조성비 시험과 트랩간의 이격거리 25m를 띄운후 3가지의 트랩을 설치

- 설치 간격 트랩 당 8m 이격설치 및 순서는 D, F, V-F 설치
- 조성비 트랩은 ㄱ자형 설치



2022 열대거세미나방 야외 시험 장소

3-1 페로몬 및 유인 선발 물질 조성비

실험에 사용하는 페로몬은 총 3가지이며 이 조성비를 경상남도 고성군 고성읍 월평리 지역에 3곳으로 구역을 나누어 설치하였다. '본사제작 2021년 사용한 황색 편넬 트랩'을 사용하여 페로몬 조성비에 따른 유인력을 야외에서 검증하였으며, 페로몬은 각 20~30일 간격으로 동일한 날짜에 교체 하였다.

페로몬 조성비 실험의 목적은 자사에서 합성한 2가지의 페로몬조성비의 야외 유인력을 검정함과 동시에 해외에서 유통 되는 열대거세미나방 유인 페로몬 1개와 자사에서 합성한 2가지 페로몬조합의 유인력을 검정하고자 실시하였다.

구분	시험 페로몬 조성비	시험 트랩	시험 작물	시험 지역 및 기간
A(자체)	Z9-14Ac : Z7-12Ac	황색 편넬	옥수수류	월평리 1031-3(시험구1), 1045-5(시험구2), 465-1(시험구3), 565-10~565-6(추가)
B(자체)	Z9-14Ac : Z11-16Ac : Z7-12Ac			
C(해외)	Z9-14Ac : Z11-16Ac : Z7-12Ac			
무	무처리			

3-2 페로몬 트랩

2021년도에 자사의 열대거세미나방의 포획 유인력을 확인하기 위하여 델타 트랩과 편넬트랩을 사용하였으나, 포획력에서는 델타트랩이, 사용과 내구성등의 안정적 포획은 편넬트랩에서 각각의 장점이 확인되어, 2가지 트랩의 장점을 극대화한 새로운 트랩을 제작하여 시험에 사용하였다. 이 트랩의 이름은 Vertical+황색편넬 (이하 V-F 트랩) 지정하여 트랩 유인 효과를 확인을 조사 하였다.

구분	시험 트랩	시험 페로몬	시험 작물	시험 지역 및 기간
D	델타트랩	B(자체)	옥수수류	월평리 1031-3(시험구1), 1045-5(시험구2), 465-1(시험구3), V-F 565-10~565-6(추가)
F	항색편널	Z9-14Ac :		
V-F	Vertical+항색편널	Z11-16Ac : Z7-12Ac		

4. 시험 결과

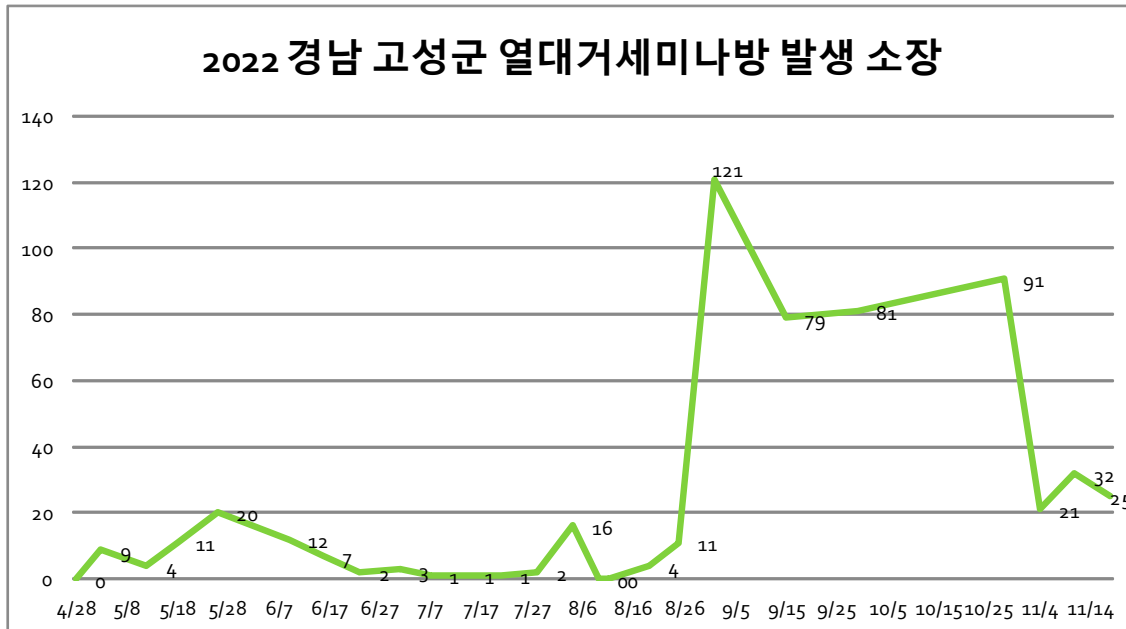
시험	일	4/	5/	5/	5/	6/	6/	6/	7/	7/	7/	7/	8/	8/	8/	8/	9/	9/	9/	10/	11/	11/	11/	합			
		28	3	12	18	26	9	16	23	1	7	14	21	28	4	9	11	19	25	1	15	29	28		4	11	17
고성 1	조성비 시험	무 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		A 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		B 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	2	0	6	
		C 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	4		
	트랩 시험	De ta 설치	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	0	0	8		
		VF 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	4	0	10		
		F 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3		
	계		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	11	4	8	0	31		

고성 2	조성비	무 설치	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		A 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	5	
		B 설치	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	7	8	16	16	4	1	6	138
		C 설치	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	16	8	19	5	6	1	2	65
	트랩	De ta 설치	0	0	2	4	2	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	1	6	2	0	0	2	2	27	
		VF 설치	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	3	0	2	0	19	
		F 설치	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	4	3	2	0	0	16	
	계		3	2	7	8	2	0	0	0	1	1	2	10	0	0	9	94	33	42	29	12	6	10	271	

고성 3	조성비	무 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		A 설치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	1	8	
		B 설치	3	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	7	4	1	3	1	35	
		C 설치	3	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6	9	12	2	1	2	50	
	트랩	De ta 설치	0	0	1	3	3	2	1	2	0	0	0	5	0	0	0	3	7	2	3	0	0	4	36	
		VF 설치	0	0	2	5	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3	1	6	0	5	0	31	
		F 설치	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	2	0	11	
	계		6	2	4	11	10	7	2	2	1	0	0	6	0	0	1	20	24	24	27	5	11	8	171	
	조사일 합계		9	4	11	20	12	7	2	3	1	1	1	2	16	0	0	10	117	59	67	67	21	25	18	473

추가	V	8B	-	0	3	0	0	3	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	F	4B	-	0	0	0	1	5	3	8	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
		3B	-	0	1	1	3	12	9	13	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
			-	0	4	1	4	20	14	24	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81

-2022년 열대거세미나방 트랩은 최초 설치일은 2022년 4월 28일 매주 1주일 간격으로 조사하였다. 4월 28일 이후 11월 18일 까지 3곳의 시험구에서 총 473마리, 추가로 시험한 VF트랩 유입구 수 시험에서 총 81마리로 2022년 경남 고성군 월평리 시험지역에서 총 554마리의 열대거세미나방이 포획 되었다. 경남 고성군 월평리의 옥수수 재배 주재배 기간인 5월부터 8월 19일 까지 포획된 열대거세미나방은 누적은 93마리였으나 이후 포획된 열대거세미나방의 수는 461마리로 포획량이 급증 하였다. 이는 열대거세미나방의 비례 특성상 중국에서의 2022년 상반기의 밀도가 급감하였다는 중국 주요 방제 보고에 따라 나타난 결과로 추정 된다.



4-1. 조성비 시험

- 3개 지역에서의 조성비에 따른 열대거세미나방의 포획마리수는 표1.와 같다.

조성비	4/28	5/3	5/12	5/18	5/26	6/9	6/16	6/23	7/1	7/7	7/14	7/21	7/28	8/4	8/9	8/11	8/19	8/25	9/1	9/15	9/29	10/28	11/4	11/11	11/17	포획 합계	포획 율	
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4	2	1	0	1	13	4%
B	0	4	2	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	80	14	23	22	6	6	7	179	58%
C	0	4	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	27	14	28	18	8	4	4	119	38%

표 1. 2022 열대거세미나방 조성비에 따른 포획 마리(A:자사 기존 조성비, B:자사 추가 조성비, C:완제 수입페로몬).

무처리 제외한 3가지의 열대거세미나방의 조성비에서 포획된 마리수는 총 311마리였으며 이 중 조성비 A (자사 기존 조성비)에 13마리로 가장 적게 잡혔으며, 조성비 B(자사 추가 조성비) 타입에서 총 179마리로 가장 많이 잡혔다. 해외 완제품인 조성비 C의 경우 조성비 A(자체제작)보다는 많고 자사B(자체제작) 보다는 월등히 적은 119마리의 열대거세미나방이 포획되었다. 이 결과 보았을 때 2022년도 자사에서 추가한 페로몬 성분의 조성비가 월등한 효과로 열대거세미나방의 수컷을 유인함과 동시에 포획하여 향후 자사 B타입으로 열대거세미나방의 예찰용 페로몬으로 사용하는 것이 합당할 것으로 판단된다.

<수정부분>

2023년 열대거세미나방의 조사지역 3곳에서의 열대거세미나방의 조성비에 따른 포획마리를 백분율(%)로 비교하였다.

페로몬 조성	고성1	고성2	고성3	평균
A	0%	0%	10%	4%
B	60%	66%	45%	58%
C	40%	31%	64%	38%

표 2. 조성비 A 자체제작 Z9-14Ac : Z7-12Ac , 조성비 B 자체제작 Z9-14Ac : Z11-16Ac : Z7-12Ac , 조성비C Z9-14Ac : Z11-16Ac : Z7-12Ac .

각 지역별 포획마리의 상대비교한결과 고성2 시험지의 조성비 B에서의 열대거세미나방의 포획율 66%가 가장 높았으며, 고성 3지역에서의 조성비 C에서의 열대거세미나방의 포획율은 64%로 가장 높았다. 평균 백분율에서도 조성비 B 타입의 페로몬에서 많은 수의 열대거세미나방이 포획되었다.

구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TD	8.28. 15	25.8	149.5	1004	15	-	-	-	북북서	27
TS	8.28. 21	26.9	148.5	998	19	220	-	-	북북서	32
TS	8.29. 03	27.2	147.0	994	21	220	-	-	서북서	27
STS	8.29. 09	27.3	145.2	985	27	230	80	중	서	33
STS	8.29. 15	27.4	143.3	980	29	260	80	중	서	37
TY	8.29. 21	27.3	141.2	965	37	280	90	강	서	38
TY	8.30. 03	27.1	139.3	965	37	300	90	강	서	39
TY	8.30. 09	26.8	137.3	945	45	300	100	매우강	서	32
TY	8.30. 15	26.8	135.4	925	51	300	120	매우강	서	33
TY	8.30. 21	26.5	133.6	915	55	300	130	초강력	서남서	29
TY	8.31. 03	26.3	131.9	915	55	230	120	초강력	서	26
TY	8.31. 09	25.9	130.3	915	55	240	120	초강력	서남서	27
TY	8.31. 15	25.4	129.0	915	55	250	130	초강력	서남서	21
TY	8.31. 21	24.7	127.7	915	55	250	130	초강력	남서	25
TY	9.1. 03	23.7	126.4	915	55	280	150	초강력	남서	27
TY	9.1. 09	22.5	125.7	920	54	300	160	초강력	남	18
TY	9.1. 15	21.8	125.5	920	54	300	160	초강력	남남서	11
TY	9.1. 21	21.3	125.5	920	54	320	170	초강력	남	7
TY	9.2. 03	21.3	125.5	925	51	320	170	매우강	북	4
TY	9.2. 09	21.5	125.4	935	49	340	180	매우강	북북서	2
TY	9.2. 15	21.9	125.1	935	49	360	180	매우강	북서	5
TY	9.2. 21	22.2	124.8	935	49	360	180	매우강	북서	5
TY	9.3. 03	22.5	124.7	940	47	400	180	매우강	북	7
TY	9.3. 09	23.0	124.6	940	47	410	180	매우강	북북서	8
TY	9.3. 15	23.6	124.6	940	47	420	180	매우강	북	11

표3. 제 11호 태풍 힌남노 태풍 분석표 기상청 자료

고성2 지역과 고성 3지역에서의 조성비 타입에 따른 열대거세미나방의 포획마리를 확인하면 2지역에서의 차

이가 나타남을 알 수 있다. 이와 같은 결과의 원인으로 고성2지역은 해안가에 트랩이 설치되어 있어 8/4일 10마리 미만의 열대거세미나방의 포획이 되었으며 9월 1일 고성2지역에서의 9월 1일 조사기간중 가장 많은 열대거세미나방 75마리가 포획된 것은, 표2의 제11호 태풍 힌남노의 태풍의 풍향과 풍속을 분석한 기상청 자료 확인한 결과 태풍 힌남노의 영향을 받아 실제 열대거세미나방의 비례 예상지역이 중국과 대만으로 볼 때 비례에 용이한 풍향인 남서풍의 영향으로 고성2지역의 조성비 시험구에서 가장 많은 열대거세미나방이 포획 원인으로 분석되었다. 이를 확인하기 위해 중국과 대만의 열대거세미나방의 발생밀도와 관련된 뉴스 등을 확인한 결과 8월 15이후 열대거세미나방의 발생이 높았다는 일부 기사도 확인 할 수 있어 이러한 태풍의 영향으로 고성2지역의 가장 많은 개체가 포획된 이유이다.

페로몬 조성	고성1	고성2	고성3	평균
A	0%	0%	10%	6%
B	60%	47%	45%	44%
C	40%	49%	64%	50%

표 4. 9월1일 고성 2지역의 포획된 75마리를 제외한 포획율 비교

반면, 동일한 일자에 고성3의 지역에서의 페로몬 조성비 B에 포획된 비율은 45% 비해 조성비 C에 64% 포획되었으며, 조성비 C가 조성비 B에 비해 19% 많이 포획되었다. 위의 표에서 보듯이 9월 1일 고성2지역의 조성비 B에 포획된 75를 제외하면 조성 C타입에서 조성비 B타입보다 약 5% 많이 포획되었지만 고성2지역의 9월 1일 포획된 마를 제외하여도 조성비 B와 조성비 C의 유인의력차이는 유사하거나 혹은 조성비 비가 근소하게 높은 비율을 나타냈다. 하지만, 열대거세미나방의 특성상 비례를 하는 해충으로 많은 개체가 태풍의 영향으로 유입되었다 하여도, 포획 마리로 인정하는 것은 비례하여 국내에 유입되는 열대거세미나방의 특성을 볼 때 태풍의 영향으로 유입된 개체 인정되어야 한다고 판단하였다. 그러므로 포획된 열대거세미나방의 유인조성비 B에 의한 포획비율 평균 58%로, 조성비 C에 의한 포획비율 평균 38%보다 약 20%높은 포획률을 확인하여 조성비 B의 열대거세미나방의 유인 페로몬 능력을 확인하였다.

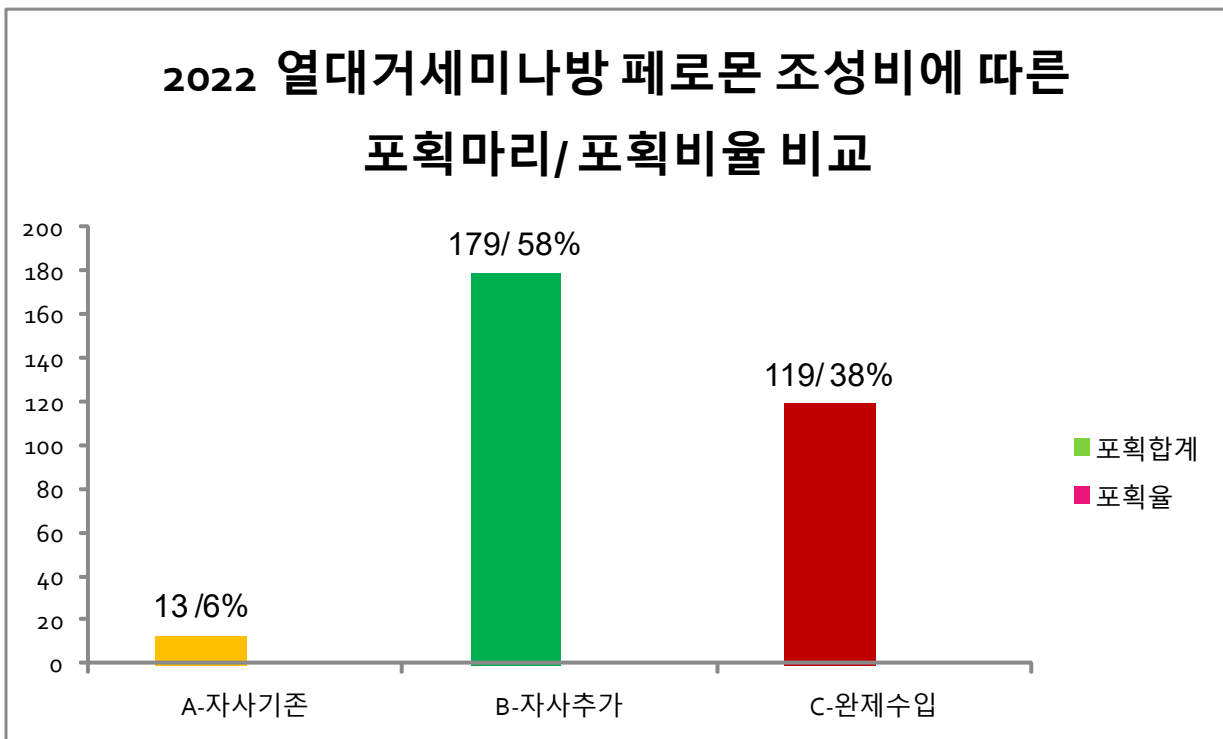


그림 2. 2022 조성비별 포획력 합계 비교 (A: 자사자체 페로몬 2종 조성, B: 자사자체 페로몬 3종 조성, C: 해외 완제품).

4-2. 열대거세미나방 트랩 시험

	4/28	5/3	5/12	5/18	5/26	6/9	6/16	6/23	7/1	7/7	7/14	7/21	7/28	8/4	8/9	8/11	8/19	8/25	9/1	9/15	9/29	10/28	11/4	11/11	11/18	합계	비율
Delta	설치	0	0	3	8	5	2	1	3	0	1	1	2	6	0	0	0	1	6	14	5	5	0	2	6	71	44%
V-F	설치	0	0	5	8	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10	1	15	0	11	0	60	37%
F	설치	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	3	6	5	6	2	0	30	19%

열대거세미나방 트랩 시험에 사용한 트랩은 델타트랩, 펀넬트랩, VF트랩 3가지를 이용하였다. 3가지 트랩에 사용 페로몬은 자사에서 2022년에 제작한 타입 B를 사용하였다.

트랩시험에 포획된 열대거세미나방의 총 마리는 161마리이며, 델타트랩이 71마리로 가장 많았으며, VF트랩이 60마리로 두 번째로 많이 잡혔다. 펀넬트랩의 경우 30마리로 트랩 비교 시험에서 가장 낮은 수가 포획되었다.

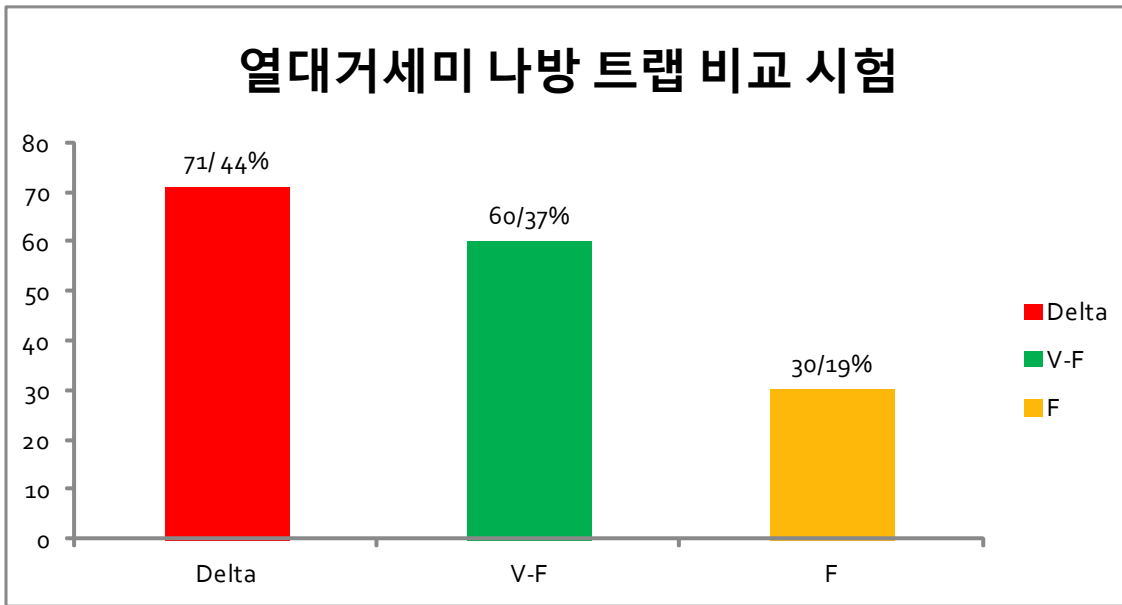


그림 3. 2022 열대거세미나방 유인 트랩 비교 시험(적: 델타트랩, 녹:신형VF 트랩, 황:펜넬트랩).

2021년도 공시 트랩으로 사용한 델타트랩과 펜넬트랩의 장점을 모아 새롭게 제작한 VF 트랩의 경우, 델타트랩보다는 낮거나 비슷하고, 펜넬트랩보다는 많은 수의 열대거세미나방이 유입 될 것으로 기대하였다. 하지만, 실제 야외 시험의 결과는 델타트랩기준으로 볼 때 84%에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 물론 한번의 시험결과로 판단하기는 어렵지만 실제 기대감보다 낮은 원인을 다 방면으로 분석한 결과, 열대거세미나방 페로몬의 분산이 여러 방향으로 확산하기 위해 만든 포획 유입구멍의 수가 너무 많아서 열대거세미나방이 유인 유입 효과가 오히려 분산되어, 열대거세미나방이 VF 트랩의 유입구를 찾기 힘들어 델타트랩보다는 포획이 낮은 것으로 판단하였다.

이러한 야외 시험에서의 탐구 분석의 결과를 바탕으로 8월 9일 유입구 구멍을 기존 8면 2구멍 총 16구멍의 유입구를 일부 막아 4면 2구멍, 3면 2구멍으로 비교하여 추가적으로 VF 트랩의 포획 효과를 비교 확인하였다. 비교로 사용한 델타트랩은 기존 트랩시험에서 포획된 열대거세미나방으로 VF트랩 포획 효과를 비교 하였다.

	8/9	8/11	8/19	8/25	9/1	9/15	9/29	10/28	11/1	11/11	11/17	합계	비율
VF-8면	설치	0	3	0	0	3	2	3	0	3	0	14	12%
VF-4면	설치	0	0	0	1	5	3	8	0	3	6	26	22%
VF-3면	설치	0	1	1	3	12	9	13	0	1	1	41	34%
델타트랩		0	0	1	6	14	5	5	0	2	6	39	33%

표 4. V-F 트랩의 유입구 수에 따른 포획마리 비교.

VF 트랩의 유입구 수를 조절하여 추가적으로 시행한 시험결과, 총 81마리의 열대거세미나방이 포획되었다. 이 중 VF트랩의 유입구 8면 중 5개의 유입구 면을 막은 3면 2구에서 41마리로 가장 많은 열대거세미나방이 포획 되었다. 반면 기존의 8면 2구에서 14마리, 4면 2구에서 26마리의 열대거세미나방이 포획되었다. 동일 시험기간 중 3면 2구의 열대거세미나방의 유입마리 수는, 동일 기간 트랩 시험의 델타트랩에서 포획된 39 마리 보다 많은 수의 열대거세미나방이 포획되었다. 또한 VF-3면의 경우 대조구인 델타트랩 과 비교할 경우 VF 3면의 경우 포획된 비율이 51%, 대조구로 이용한 델타트랩에서 포획된 비율이 49%로 두 트랩의 2%

의 차이가 나지만 유사한 유인력을 나타냈다. 델타트랩의 사용의 편의성과 저가의 가격인 장점이 있지만 오래기간 사용 못하고 끈끈이 하판을 자주 교체해야하는 단점이 있고, 신형 VF 비용적인 측면의 단점이 있지만 포획력에 차이가 없고 장기간 사용이 가능하며, 관리가 수월하다는 장점이 있다. 이결과로 볼 때 VF 트랩의 최적 유입 면은 3면으로 하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났다.

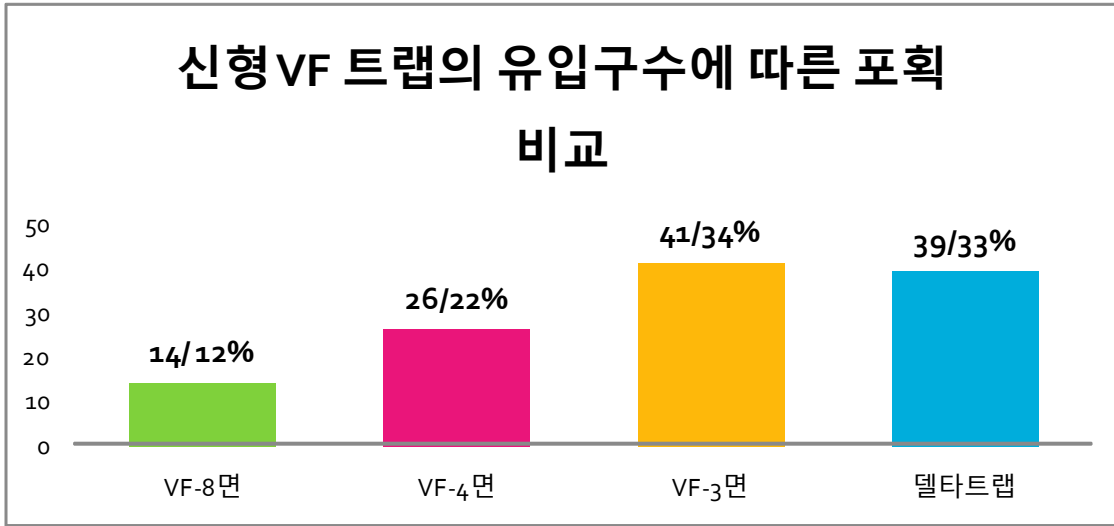


그림 4. 신형 VF 트랩의 유입구 수에 따른 포획 비교 결과.



그림 5. 2022 열대거세미나방 유인 트랩 상) 델타트랩, 하) 펜넬트랩.



그림 6. 2022 열대거세미나방 신형 유인트랩 (vertical funnel trap)



그림 7. 델타트랩에 포획된 2022 열대거세미나방.



그림 8. 열대거세미나방



그림 10. 펀넬트랩에 포획된 열대거세미나방.



그림 11. V-F 트랩에 포획된 열대거세미나방



그림 9. 열대거세미나방 유입구를 수에 따른 포획 비교 시험(좌부터 : 3면 2구, 4면2구, 8면 2구).

□ 옥수수 열대거세미나방 페로몬에 따른 포획효과시험

1. 시험개요

가. 목적

옥수수 열대거세미나방 유인에 효과적인 페로몬 조성비를 구하고자 함.

나. 실험기간: 2022. 8. 18. ~ 9. 02.

다. 실험장소: 제주 제주시 애월읍 수산리

라. 시험입지조건: 노지(미사질양토)

2. 시험방법

가. 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)

나. 시험작물(품종): 옥수수(얼룩찰1호)

다. 처리내용

페로몬 조성비	시험트랩	처리시기
A (Z9-14AC : Z7-12AC)	황색 편널	8월 18일 ~ 9월 1일
B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)		*
C (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC) 수입		*
무 처리	-	-

라. 시료관리번호: JP220012A, JP220012B, JP220012C

마. 경종개요

○ 재배양식: 노지재배

○ 파종일자: 7월 16일

○ 재식거리: 30×20 cm

바. 시험구배치 및 면적: 난괴법 3반복

구 분	처리수	반복수	총구수	구당면적	소요면적	총소요면적
약 효	4	3	12	36m ²	432m ²	432m ²



그림 2. 시험약제 처리



그림 3. 시험포장내 열대거세미나방 발생상황

3. 조사방법 및 판정기준

구분	조사항목	조사횟수	조사일자	조사방법
포획효과	유인력: 생충수 조사	2회	8/25, 9/01	페로몬트랩 설치 후 7일 간격 트랩에 포획된 생충 수 조사.

4. 시험성적

가. 효과시험

○ 열대거세미나방에 대한 페로몬 조성비율에 따른 포획효과(트랩설치 후 7일차)

페로몬 조성비	생충수			
	I 반복	II 반복	III 반복	합계
A (Z9-14AC : Z7-12AC)	2	1	0	3
B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)	3	2	5	10
C (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)	1	2	1	4
무처리	0	0	0	0

○ 열대거세미나방에 대한 페로몬 조성비율에 따른 포획효과(트랩설치 후 14일차)

페로몬 조성비	생충수			
	I 반복	II 반복	III 반복	합계
A (Z9-14AC : Z7-12AC)	1	1	2	4
B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)	2	3	2	7
C (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)	3	1	1	5
무처리	0	0	0	0

5. 시험결과

○ 옥수수 열대거세미나방에 페로몬 트랩설치 7일 후, 페로몬 조성비 A는 3개체, B는 10개체, C는 4개체의 포획효과를 나타내었고, 14일 후, 페로몬 조성비 A는 4개체, B는 7개체, C는 5개체의 포획효과를 나타내었음.

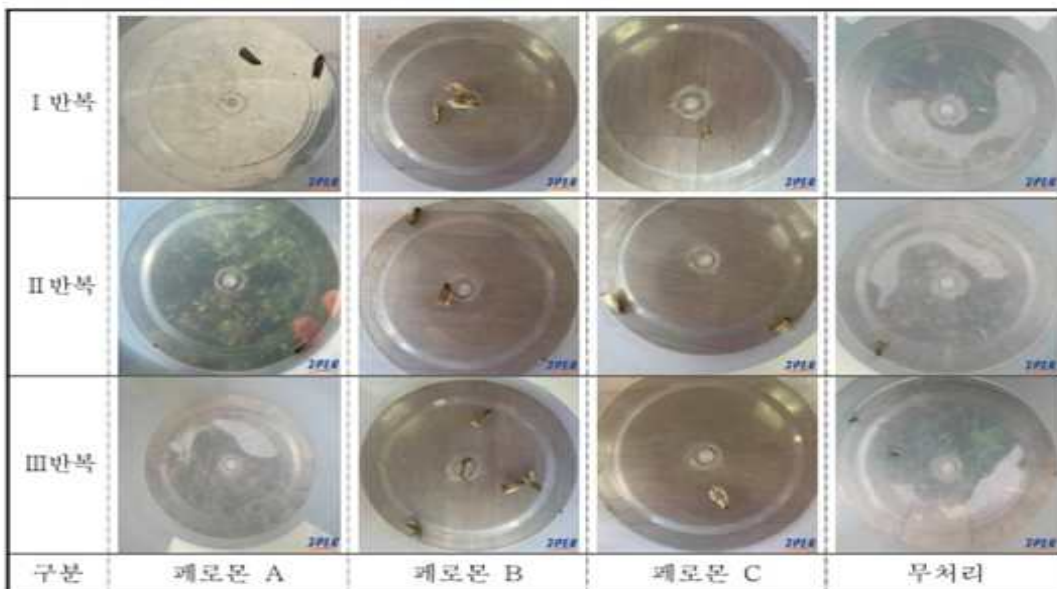


그림 4. 페로몬 트랩 설치 7일 후

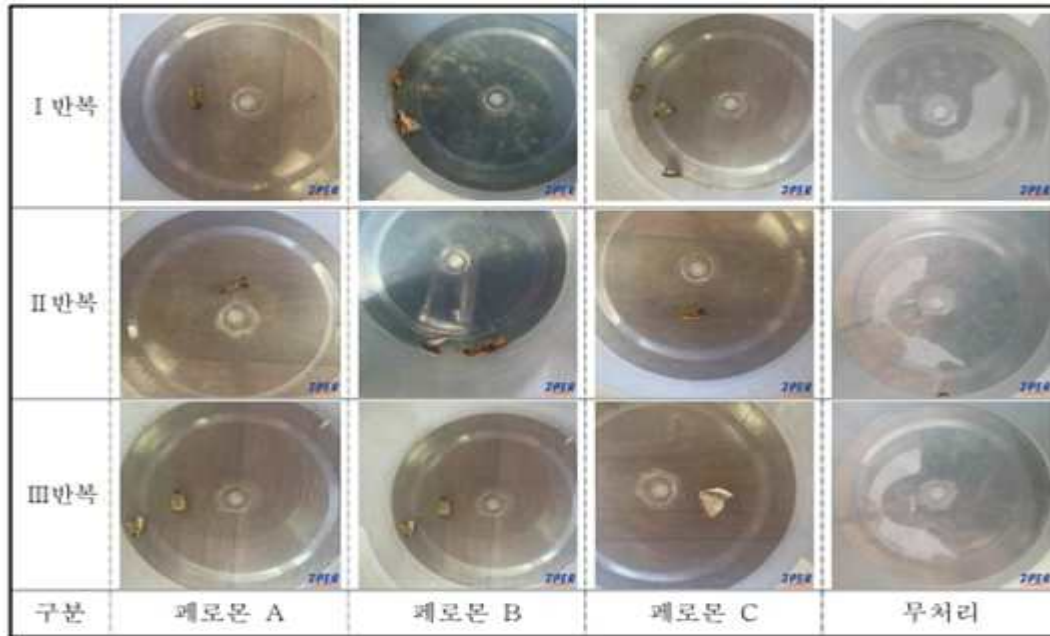


그림 5. 페로몬 트랩 설치 14일 후

○ 페로몬 트랩 설치 후 2차 조사일 9월 1일까지 열대거세미나방 페로몬 조성비에 따른 포획효과는 페로몬 조성비 A 7개체, B는 17개체, C 9개체의 열대거세미나방 성충이 포획되었다.

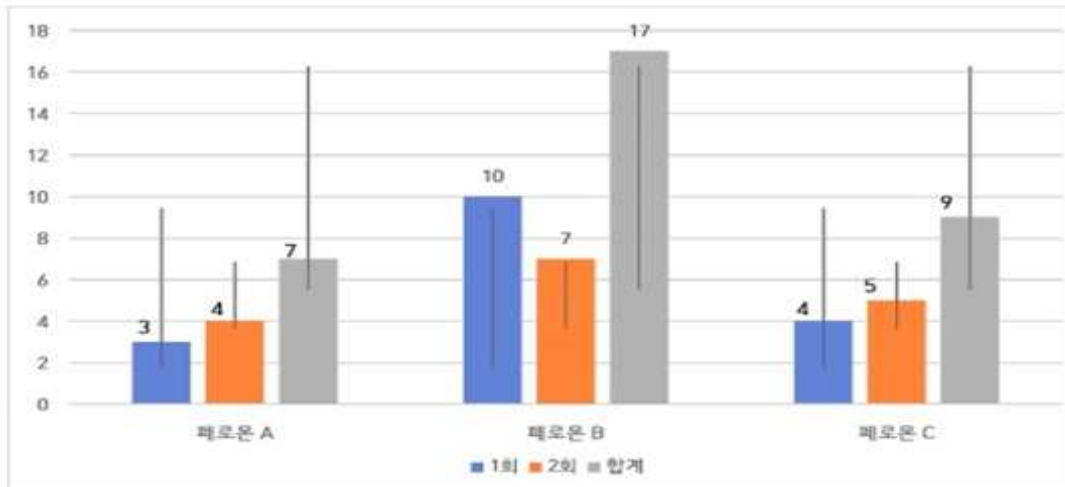


그림 6. 열대거세미나방의 페로몬 조성비별 포획량

6. 시험담당자 의견

본 시험을 수행하기 위하여 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 시험의 유인력 평가는 트랩 설치 후 7일 간격 2회 페로몬 트랩에 포획된 열대거세미나방 성충수를 조사하였다.

본 시험을 종합한 결과, 페로몬 조성비

A (Z9-14AC : Z7-12AC)는 7개체,

B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)는 17개체,

C (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)는 9개체가 포획 되었다.

결론적으로, 페로몬 조성비 B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)가 상대적으로 우수한 열대거세미나방 수컷 성충의 유인 효과를 보였다.

시험명: 옥수수 열대거세미나방 트랩에 따른 포획 효과시험

1. 시험개요

가. 목적

옥수수 열대거세미나방에 대한 트랩 형태에 따른 포획효과를 통하여 우수한 트랩 형태를 구하고자 함.

나. 실험기간: 2022. 8. 18. ~ 9. 02.

다. 실험장소: 제주 제주시 애월읍 수산리

라. 시험입지조건: 노지(미사질양토)

2. 시험방법

가. 대상해충: 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)

나. 시험작물(품종): 옥수수(얼룩찰1호)

다. 처리내용

트랩 종류	제모본	처리시기 및 방법
네타트랩	B (Z9-14AC : Z11-16AC : Z7-12AC)	8월 18일 ~ 9월 1일
황색편널		*
Vertical + 황색편널		*

라. 시료관리번호: JP22O013

마. 경종개요

- 재배양식: 노지재배
- 파종일자: 7월 16일
- 재식거리: 30×20 cm

바. 시험구배치 및 면적: 난괴법 3반복

구 분	처리수	반복수	총구수	구당면적	소요면적	총소요면적
약 효	3	3	9	36㎡	324㎡	324㎡



그림 2. 시험약제 처리



그림 3. 시험포장내 열대거세미나방 발생상황

3. 조사방법 및 판정기준

구분	조사항목	조사횟수	조사일자	조사방법
효과시험	생충수	2회	8/25, 9/01	페로몬트랩 설치 후 7일 간격 트랩에 포획된 생충 수 조사.

4. 시험성적

가. 효과시험

○ 옥수수 열대거세미나방에 대한 트랩 형태에 따른 포획효과(트랩설치 후 7일차)

트랩 형태	생충수			
	I반복	II반복	III반복	합계
델타트랩	0	0	2	2
황색권넝	0	1	0	1
Vertical + 황색권넝	1	0	1	2
무처리	0	0	0	0

○ 옥수수 열대거세미나방에 대한 트랩 형태에 따른 포획효과(트랩설치 후 14일차)

트랩 형태	생충수			
	I반복	II반복	III반복	합계
델타트랩	1	1	1	3
황색권넝	1	0	1	2
Vertical + 황색권넝	0	3	2	5
무처리	0	0	0	0

5. 시험결과

○ 옥수수 열대기세미나방에 3가지 형태의 트랩설치 7일 후, 델타트랩은 2개체, 황색핀넬은 1개체, Vertical+황색핀넬은 2개체의 포획효과를 나타내었고, 트랩설치 14일 후, 델타트랩은 3개체, 황색핀넬은 2개체, Vertical+황색핀넬은 5개체의 포획효과를 나타내었음.

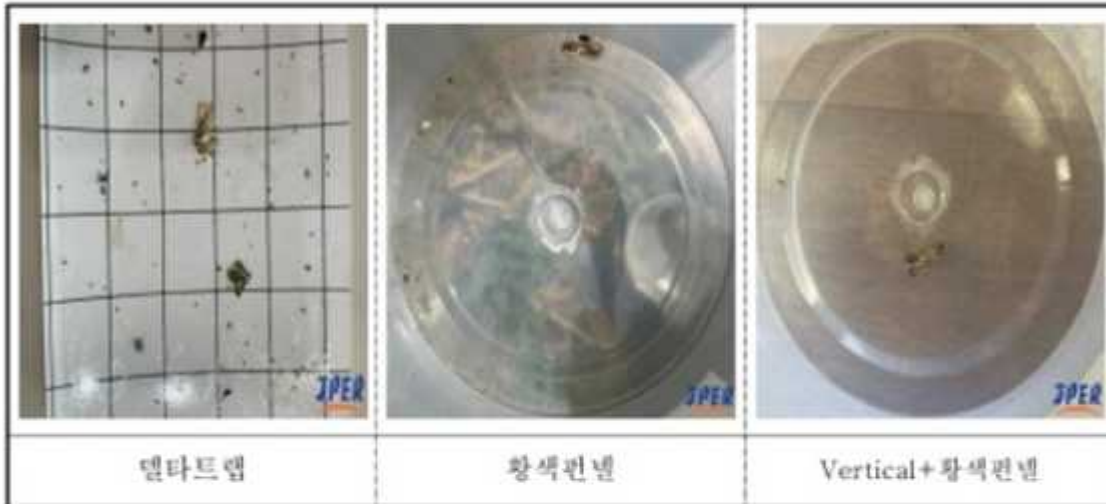


그림 4. 트랩 설치 7일 후

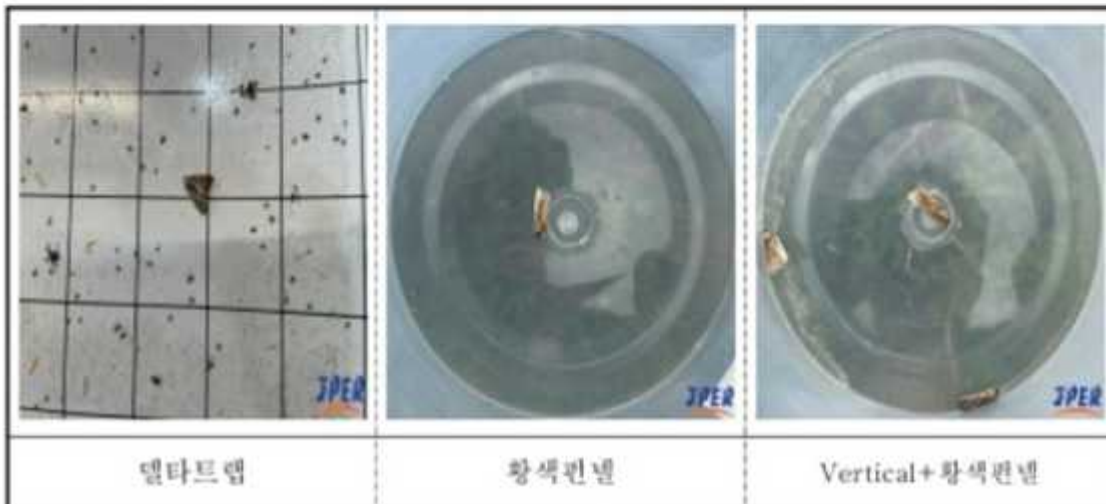


그림 5. 트랩 설치 14일 후

○ 트랩 설치 후 2차 조사일 9월 1일까지 열대거세미나방 트랩 형태에 따른 포획효과는 델타트랩이 5개체, 황색편넬이 3개체, Vertical+황색편넬에서 7개체의 열대거세미나방 성충이 포획되었다.

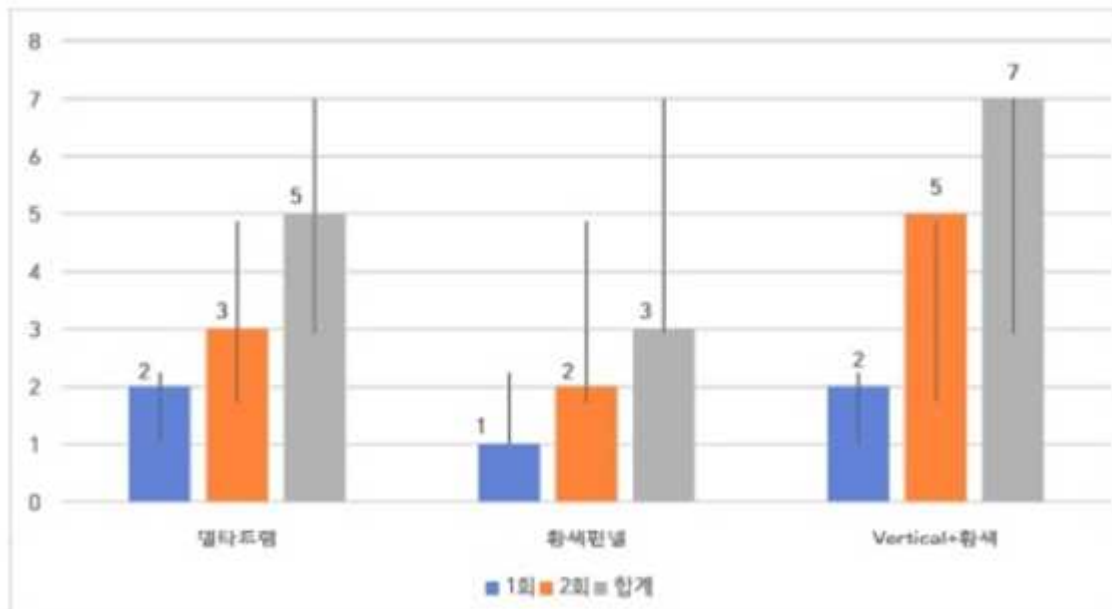


그림 7. 트랩 형태별 포획력 합계

6. 시험담당자 의견

본 시험을 수행하기 위하여 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 시험의 포획력 평가는 델타, 황색편넬, Vertical+황색편넬 3가지 형태의 트랩 설치 후 7일 간격 2회 트랩에 포획된 열대거세미나방 성충수를 조사하였다.

본 시험을 종합한 결과, 델타트랩은 5개체, 황색편넬 트랩은 3개체, Vertical+황색편넬 트랩은 7개체가 포획 되었다.

결론적으로, Vertical+황색편넬 트랩이 다른 트랩에 비해 상대적으로 양호하게 열대거세미나방 수컷 성충의 포획효과를 보였다.

㈜ 제주 식물 환경 연구 소



위 결과는 시험의뢰자가 임의로 제출한 시료로 수행한 시험결과로서 소송 및 광고, 기타 구속력이 있는 자료로 사용할 수 없으며 자체보관 및 등록기관 제출용으로만 사용이 가능합니다.

<향후 후속조치 과제(보완)>

○ 시제품 제작

- 시제품 특허, 수출 상품화; 친환경방제제 나방제로, 생화학농약 나방사리 선발
- 열대거세미나방 친환경친환경방제제 이용방법 설정 및 약제방제 체계 매뉴얼 확립
- 친환경방제제 이용방법, 약량, 처리시기, 주의사항 등 약제방제 매뉴얼 개발

○ 친환경살충제 수출시 가격경쟁력 분석

- 본팀 열대거세미나방 친환경친환경방제제 500ml 기준 평균 8불로 해외 다국적기업 경쟁사 평균 15불에 비해 가격 경쟁력 충분함

경쟁사명	제품명	판매가격 (500ml 평균)	연 판매액 (만불)	본팀 개발제품
①Novozymes A/S(미국)	Nitragin Gold	20\$*40	60,000	500ml 평균 8불
②National Fertilizers(인도)	Nonsymbiotic	15\$*40	50,000	가격경쟁력 있음
③GujaratState Fertilizers(인도)	Rhizobium Culture	15\$*35	35,000	
④신제타차이나(중국)	Biola	13\$*30	30,000	

○ 제품홍보, 판로확보, 판매전략 등 수출사업화 추진전략

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 생물농약 액상제형으로 2종 선발 ○ 수요처 : 해외 타깃시장 바이어, 농협중앙회 계통계약, 시판상, 친환경 작목반 ○ 예상단가 : 10,000원/kg(L) ○ 개발투입인력 및 기간 : 3년간 20여명
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구진소속사 입제공장 1, 액제형공장 2개소 보유, 개발 실험실 2동 ○ 시험포장(2 연구소): 하우스, 논, 밭, 과수원 (7,013평) ○ 천연물.미생물 10종, 허브추출물 20여종 기 확보, 유기농업자재 출시 10종

○ 수출조합 기 고객(바이어) MOU업체를 통해 수출추진

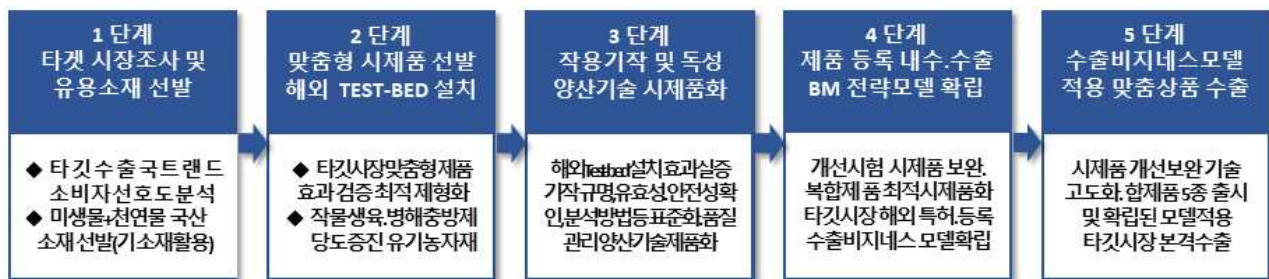
수출조합 MOU 현황 : 중국 8개사, 나이지리아1, 사우디1, 가나1, 멕시코1, 베트남3, 캄보디아1 총16건



○ 해외 등록인증기준 검토

- 개발제품 천연물 내지는 허브식물추출물이므로 잔류면제품목으로 등록 가능함.
- 테스트 베드 구축 및 시범 지역적응성시험을 통한 유효성 검증 상용화 제품개발
- 2023년부터 중국부터 등록시험 진행, 2단계로 동남아 주요국 2025년부터 허브+천연물 등록신청 후 본격적 시제품 홍보 상용화 추진

○ TEST-BED(모델팜) 결과 맞춤형 제형선발 및 수출비즈니스모델 개발(예시)



* 예상결과를 수출시장 개척위한 수출대상국 시장수요, 수출경로 등 구체적 정보수집

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 농약 PLS 대체 잔류위험 없는 열대거세미나방 살충제, 친환경 방제제 및 유인페로몬 개발(3종)
 - 열대거세미나방 살충제, 친환경방제 우수소재 선발(3종) : 실내 스크리닝 완료, 제형화 완료
 - 우수소재 3종 선발 제형화 인축 및 생태독성 시험결과 저독성으로 판명됨
 - 열대거세미나방 생물학적 방제 성페로몬 소재, 루어 선발 및 비율 확립
 - 열대거세미나방 성페로몬 합성공정 개발(3종) : (Z9-14:OAc(주성분), Z7-12:OAc(보조성분, Z11-16:OAc(보조성분) 합성법
 - 합성 페로몬 탑재 트랩 개발 및 야외 포장시험
 - 열대거세미나방 친환경 방제제 개발 중국, 이집트 Test-Bed 설치(대만은 연구기관간 협력사업추진)

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2020~2021)	2단계 (2022)	계	가중치 (%)	
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허	목표(단계별)		2	2	20	
		실적(누적)		2	2	20	
	논문	목표(단계별)		1	1		
		실적(누적)		2	2		
	학술발표	목표(단계별)	2	1	3	10	
		실적(누적)	2	1	3	10	
	교육지도	목표(단계별)	2	1	3	10	
		실적(누적)	2	1	3	10	
	자료발간	목표(단계별)					
		실적(누적)					
	홍보전시	목표(단계별)	3	2	5	20	
		실적(누적)	7	3	10	20	
	연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	제품화	목표(단계별)	-	3	3	20
			실적(누적)	2	3	5	20
기술실시		목표(단계별)		1	1	10	
		실적(누적)		3	3	10	
고용창출		목표(단계별)	-	-	-	10	
		실적(누적)	1	1	2	10	
기술인증		목표(단계별)		-	-		
		실적(누적)		1	1		
매출액 (백만원)		목표(단계별)					
		실적(누적)					
수출액 (백만원)		목표(단계별)					
		실적(누적)					
계		목표(단계별)	7	11	18	100	
		실적(누적)	14	17	31		

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	에센셜 오일을 통한 열대거세미나방 살충효과 평가 및 분석	Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences	이영돈				비SCIE	2022-07-08		
2	열대거세미나방의 환경친화적 방제를 위한 성페로몬의 합성	Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences	최선희				비SCIE	2022-12-31		

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

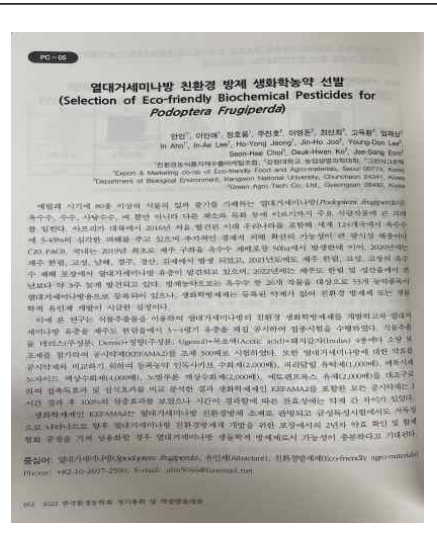
번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	열대거세미나방 생물학적 방제 성페로몬소재 선발에 관한 연구	최선희	2020. 7.16.-17	한국환경농학회 (여수 노소캄호텔)	대한민국
2	열대거세미나방 친환경방제제 소재 선발에 관한 연구	안 인	2021. 7.1.-2	한국환경농학회 (여수 노소캄호텔)	대한민국
3	열대거세미나방 친환경 방제 생화학농약 선발	안 인	2022. 7.7-8	한국환경농학회 (양양 솔비치)	대한민국



2020년도 한국환경농학회 초록집



2021년도 한국환경농학회 초록집



2022년도 한국환경농학회 초록집

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	열대거세미나방의 성페로몬인 (Z)-9-테트라데세닐 아세테이트의 제조방법	대한민국	주식회사 그린아그로텍 농업회사법인	2022-02-04	10-2022-0014942	-				1/1	
2	식물 추출물의 혼합물을 이용한 열대거세미나방 방제용 조성물 및 이를 이용한 열대거세미나방의 방제방법	대한민국	한국친환경 농식품소재 수출마케팅 협동조합	2022-11-11	10-2022-0150225	-				1/1	

출원번호통지서	출원번호통지서
<p>관인생략</p> <p>출원번호통지서</p> <p>출원일자 2022.02.04 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 출원번호 10-2022-0014942 (접수번호 1-1-2022-0128716-92) (DAS접근코드E610) 출원인명칭 주식회사 그린아그로텍 농업회사법인(1-2002-020404-6) 대리인성명 유영선(9-1999-000235-9) 발명자성명 최선희 김재근 손혜란 김희락 김희남 염재상 김성일 발명의명칭 열대거세미나방의 성페로몬인 (Z)-9-테트라데세닐 아세테이트의 제조방법</p> <p>특 허 청 장</p> <p><< 안내 >></p> <p>1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다. * 납부자번호: 0131(기관코드) + 접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서)를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터☎(1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다. * 심사제도 안내 : https://www.kipso.go.kr 지식재산제도</p>	<p>관인생략</p> <p>출원번호통지서</p> <p>출원일자 2022.11.11 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 출원번호 10-2022-0150225 (접수번호 1-1-2022-1200600-07) (DAS접근코드4F97) 출원인명칭 한국친환경농식품소재수출마케팅협동조합(1-2020-069746-1) 대리인성명 유영선(9-1999-000235-9) 발명자성명 안민 발명의명칭 식물 추출물의 혼합물을 이용한 열대거세미나방 방제용 조성물 및 이를 이용한 열대거세미나방의 방제방법</p> <p>특 허 청 장</p> <p><< 안내 >></p> <p>1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다. * 납부자번호: 0131(기관코드) + 접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서)를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터☎(1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다. * 심사제도 안내 : https://www.kipso.go.kr 지식재산제도</p>
열대거세미나방 페로몬 특허출원	식물 추출물의 혼합물을 이용한 열대거세미나방의 방제방법 특허출원

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	유기농업자재	강원대학교 산학협력단장	그린 열거모아 성페로몬	제 공시 2-5-278	22.02.24	

농림축산식품부 소관 친환경농업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률 시행규칙 [별지 제35호서식] (일부개정)


공시번호: 제 공시-2-5-278 호

유기농업자재 공시서

1. 업체명: ㈜그린아그로텍 농업회사법인
2. 대표자 성명: 박 단 중
3. 사업장 소재지: 경상북도 경산시 압량읍 인안길 99
4. 자재의 명칭: 페로몬
5. 자재의 구분: 총해관리용
6. 상표명: 그린 열거모아 성페로몬 트랩
7. 주성분(원료)의 종류 및 함량(%):
 - 주성분의 종류 및 함량: Z-9-Tetradecenyl acetate, Z-7-Dodecenyl acetate
 - 원료의 종류 및 함량: 페로몬1) 49.75%, 페로몬2) 0.5%, 보조제 49.75%
8. 유효기간: 2022. 02. 24. ~ 2025. 02. 23.
9. 제조장 주소 또는 수입원산지(국가, 제조사): 경상북도 경산시 압량읍 인안길 99
10. 최초 공시일: 2022. 02. 24.
11. 최초 공시기관: 강원대학교 산학협력단

「친환경농업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」 제36조제2항 및 「농림축산식품부 소관 친환경농업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률 시행규칙」 제63조제3항에 따라 위와 같이 유기농업자재 공시임을 증명합니다.

2022년 02월 24일

강원대학교 산학협력단 

21DocX09 Form(제5차) 1/5(2p/4r)

공시 2-5-278 그린 열거모아 성페로몬 트랩

[경제적 성과]


□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	열대게세미나방 페로몬	2021.6	자체 (2공동 그린아그로텍)		총해관리자재	2		
2	KEFAMA2	2021.6	자체 (1공동수출조합)		유기농병총해 방제	2		
3	나방제로	2022. 11	자체 (1공동수출조합)		친환경방제제	2		
4	나방사리	2022. 11	자체 (1공동수출조합)		생화학살충제	2		
5	그린 열거모아 성페로몬	2022.9	자체 (2공동 그린아그로텍)		총해 관리자재	2		
6	열대게세미나방 페로몬 트랩	2022.10	자체 (2공동 그린아그로텍)		총해 관리자재	2		

시제품명	제품사진	제품용도
열대거세미나방 페로몬		열대거세미나방을 포획하여 발생유무, 발생시기, 방제시기결정, 밀도확인, 대량포획 등의 용도로 사용
KEFAMA 2		열대거세미나방 친환경방제 살충제 - 작물 생육기에 1000배 희석 후 경엽처리
그린 열거모아 성페로몬 (제 공시-2-5-278)		열대거세미나방을 포획하여 발생유무, 발생시기, 방제시기결정, 밀도확인, 대량포획 등의 용도로 사용
열대거세미 페로몬 트랩		열대거세미나방을 포획하여 발생유무, 발생시기, 방제시기결정, 밀도확인, 대량포획 등의 용도로 사용
나방제로		열대거세미나방 친환경방제제 - 작물 생육기에 1000배 희석 후 경엽처리
나방사리		열대거세미나방 생화학 살충제 - 작물 생육기에 1000배 희석 후 경엽처리

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	열대기세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화			
주관연구기관	한국친환경농식품자재 수출마케팅협동조합	참여기관	한국친환경농식품자재 수출마케팅협동조합	
연구책임자	안인	연구기간	2020. 04. 29 - 2023. 12. 31 (총 2년 9개월)	
총 정부출연금	182,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
나방제로		식물추출물 혼합물유이용하여 페미나방 등 외래해충 친환경방제제	22.11.11	70%
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2022년 11월 11일

연구책임자 : 안 인 (서명 또는 인)

열대기세미나방 친환경방제제 제품화 출시 확인서

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	열대기세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화			
주관연구기관	한국친환경농식품자재 수출마케팅협동조합	참여기관	한국친환경농식품자재 수출마케팅협동조합	
연구책임자	안인	연구기간	2020. 04. 29 - 2022. 12. 31 (총 2년 9개월)	
총 정부출연금	182,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
나방사리		식물추출물 혼합물유이용하여 페미나방 등 외래해충 생화학산출제	22.11.11	70%
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				


2022년 11월 11일

연구책임자 : 안 인 (서명 또는 인)

열대기세미나방 생화학 살충제 제품화 출시 확인서

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서


과 제 명	열대기세미나방 생물의 방제 소재선발 성페로몬 및 트랩개발			
주관연구기관	(주)그린아그로텍 농업회사법인	참여기관	(주)그린아그로텍 농업회사법인	
연구책임자	최선희	연구기간	2020년 4월 ~ 2022년 12월 (총 2년 9개월)	
총 정부출연금	157,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명 (공시번호)	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
그린 열거모아 성페로몬 (제 공시-2-5-278)		열대기세미나방을 포획하여 발생유무, 발생시기, 방제시기결정, 밀도확인, 대량포획 등의 용도로 사용	22.9.15	70%
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2022년 9월 15일

그린 열거모아 성페로몬 제품화 출시 확인서

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서


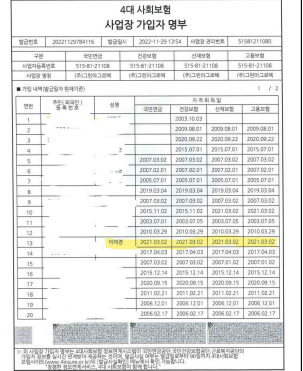
과 제 명	열대기세미나방 생물의 방제 소재선발 성페로몬 및 트랩개발			
주관연구기관	(주)그린아그로텍 농업회사법인	참여기관	(주)그린아그로텍 농업회사법인	
연구책임자	최선희	연구기간	2020년 4월 ~ 2022년 12월 (총 2년 9개월)	
총 정부출연금	157,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(✓)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
열대기세미 페로몬 트랩		열대기세미나방을 포획하여 발생유무, 발생시기, 방제시기결정, 밀도확인, 대량포획 등의 용도로 사용	22.10.20	70%
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2022년 10월 20일

열대기세미 페로몬 트랩 성페로몬 제품화 출시 확인서

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	열대거세미나방 성페로몬 및 트랩개발	(주)그린아그로텍	0	1	1
2	열대거세미나방 성페로몬 및 트랩개발	(주)그린아그로텍		1	1
합계			0	2	2

고용 창출 관련 증빙	
<p>1. 고용 창출 : 김 0 성 2. 고용기관 : 그린아그로텍 3. 고용형태 : 정직원 4. 고용일 : 21.03.11 5. 고용창출내용 : 열대거세미나방 페로몬 판매 및 그 외 상품을 판매하는 강원도지역 영업사원</p>	
<p>1. 고용 창출 : 이 0 경 2. 고용기관 : 그린아그로텍 3. 고용형태 : 정직원 4. 고용일 : 21.03.02 5. 고용창출내용 : 열대거세미나방 페로몬 및 그 외 상품 제작</p>	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	열대거세미나방 친환경방제 농민현장교육	2020.7.1	(옥수수재배) 친환경 농가	정선군농업기술센터	20
2	열대거세미나방 친환경방제 농민현장교육	2021.6.1	친환경 농가	정선군농업기술센터	25
3	열대거세미나방 등 외래해충 친환경 방제 농민현장교육	2022.5.20	친환경 농업인	강원도 춘천시 효자2동 친환경농업연구센터	13

		
2020.7.1. (옥수수재배) 친환경 농가 교육	2021.6.1. 친환경 농가 교육	2022.5.20. 친환경 농가 교육

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전문지 홍보	농기자재신문	한친농, 열대거세미나방 친환경방제 위한 유인제 성페로몬 트랩개발 박차	2020.11.13
2	전문지 홍보	원예산업신문	갈색매미충·열대거세미나방 유인 트랩개발	2020.11.16
3	전문지 홍보	농민신문	갈색날개매미충·열대거세미나방 친환경방제 유인제·트랩 나왔다	2020.11.23
4	전문지 홍보	영농자재신문	열대거세미나방도 친환경 생물학적 방제 가능하다	2020.11.27
5	전문지 홍보	농기자재신문	한친농수출조합, 돌발 외래해충 열대거세미나방 친환경방제제 개발	2021.10.13
6	전문지 홍보	한국농어민신문	돌발 외래해충 '열대거세미나방' 친환경방제제 개발	2021.10.15
7	전시 홍보	친환경유기농무역 박람회 2021	열대거세미나방 페로몬 및 트랩 전시홍보	2021. 9. 15~17
8	전문지 홍보	영농자재신문	열대거세미나방 유인 성페로몬 및 효과높은 친환경방제제 개발	2022.11.21
9	전문지 홍보	한국농어민신문	열대거세미나방 유인트랩 나왔다	2022.11.22
10	전문지 홍보	원예산업신문	열대거세미나방 유인 성페로몬 및 친환경방제제 우수제품 개발	2022.11.25

농기자재신문

한진농, 열대거세미나방 친환경방제 위한 유인제 성체로온 트랩개발 독자

한진농(대표이사장 김희철)은 친환경 농업 확대를 위한 유인제 성체로온 트랩 개발 독자 기술을 확보했다고 밝혔다.

열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다. 열대거세미나방은 열대 기후에서 자라는 작물에서 주로 발생하며, 유인제 성체로온 트랩을 이용하여 유인하여 방제할 수 있다.

한진농은 유인제 성체로온 트랩을 개발하기 위해 유인제 성체로온 트랩을 개발하고, 유인제 성체로온 트랩을 이용하여 유인하여 방제할 수 있다.

한진농은 유인제 성체로온 트랩을 개발하기 위해 유인제 성체로온 트랩을 개발하고, 유인제 성체로온 트랩을 이용하여 유인하여 방제할 수 있다.

한진농생명신문

갈색날개매미충·열대거세미나방 유인 트랩개발

한진농(대표이사장 김희철)은 갈색날개매미충·열대거세미나방 유인 트랩 개발 독자 기술을 확보했다고 밝혔다.

갈색날개매미충은 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

갈색날개매미충은 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

갈색날개매미충은 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

농민신문

갈색날개매미충·열대거세미나방 친환경방제 유인제 트랩 나왔다

한진농(대표이사장 김희철)은 갈색날개매미충·열대거세미나방 유인 트랩 개발 독자 기술을 확보했다고 밝혔다.

갈색날개매미충은 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

갈색날개매미충은 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

농기자재신문

열대거세미나방도 친환경 생물학적 방제 가능하다

한진농(대표이사장 김희철)은 열대거세미나방도 친환경 생물학적 방제 가능하다고 밝혔다.

열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

농기자재신문

한진농 수충조합, 돌발 외래해충 열대거세미나방 친환경방제 시스템 개발

한진농 수충조합(대표이사장 김희철)은 돌발 외래해충 열대거세미나방 친환경방제 시스템을 개발했다고 밝혔다.

돌발 외래해충 열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

돌발 외래해충 열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

농민신문

돌발 외래해충 '열대거세미나방' 친환경방제 시스템 개발

한진농 수충조합(대표이사장 김희철)은 돌발 외래해충 열대거세미나방 친환경방제 시스템을 개발했다고 밝혔다.

돌발 외래해충 열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.

돌발 외래해충 열대거세미나방은 전 세계 100여 개국에 유입된 유해 해충으로, 2017년 12월 15일 국내에 처음 유입된 이후 전국적으로 확산되고 있다.



열대거세미나방 유인 성페로몬 및 호파놀은 친환경방제제 개발
 열대거세미나방 유인 성페로몬 및 호파놀은 친환경방제제 개발

농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술원 농업생명과학연구소

2021. 9. 15(수) - 17(금) COEX Hall B

열대거세미나방 유인트랩 나왔다
 열대거세미나방 유인트랩 나왔다

농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술원 농업생명과학연구소

2021. 9. 15(수) - 17(금) COEX Hall B

열대거세미나방 유인 성페로몬 및 친환경방제제 우수제품 개발
 열대거세미나방 유인 성페로몬 및 친환경방제제 우수제품 개발

농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술원 농업생명과학연구소

2021. 9. 15(수) - 17(금) COEX Hall B

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

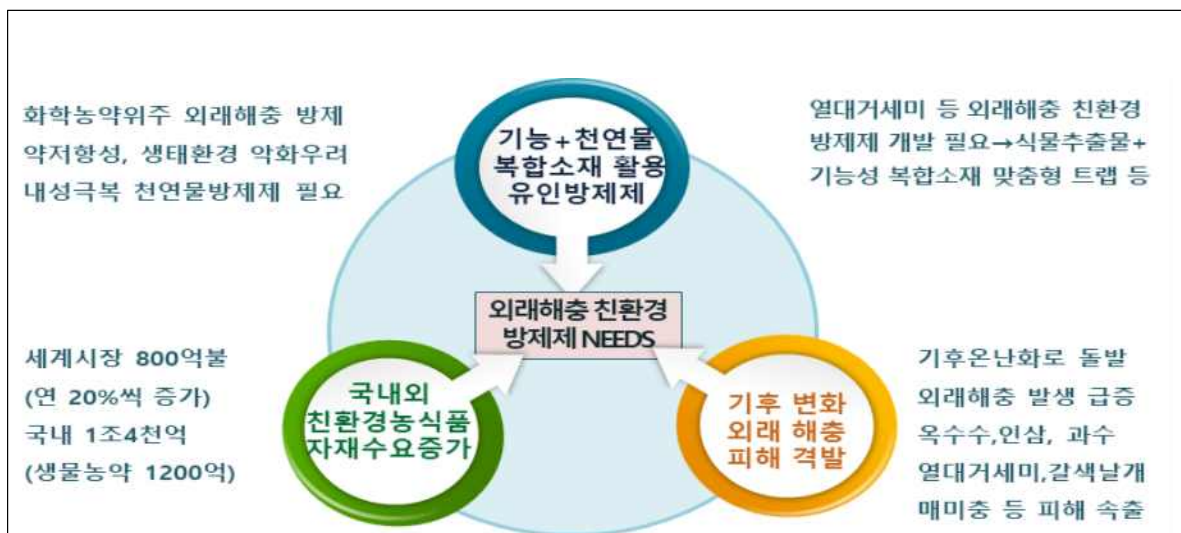
추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 농약 PLS 대체 잔류위험 없는 열대거세미나방 친환경 살충제 및 방제제 개발(2종)	○ 농약 PLS 대체 잔류위험 없는 열대거세미나방 살충제, 친환경 방제제 및 유인페로몬 개발(2종) - 열대거세미나방 살충제, 친환경방제 우수소재 선발(2종) 실내 스크리닝 및 포장시험 완료 : 방제효과 70% 이상 - 우수소재 3종 선발 제형화 인축 및 생태독성 시험완료 7종 급성독성 시험결과 모두 안전한 저독성으로 판명 - 제형화 제품화 완료 출시 2종	100
○ 열대거세미나방 생물학적방제를 위한 유인성페로몬 및 맞춤형 트랩 개발 (1종)	○ 열대거세미나방 성페로몬 합성공정 개발(3종) (Z9-14:OAc(주성분), Z7-12:OAc(보조성분, Z11-16:OAc(보조성분) 합성법 - 합성 페로몬 탑재 트랩 개발 및 야외 포장시험완료	
○ 국제공동연구를 통해 열대거세미나방 살충제, 친환경 방제제 및 성페로몬개발 수출지향형 상품화(3종)	○ 중국, 이집트에 Test-Bed 설치 공동연구를 통해 열대거세미나방 우수 친환경 방제제 개발 1종	

4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술 기여도	
								산정 근거	비율
열대거세미나방 종합 대응을 위한 국제공동연구	국제공동연구 체계구축 및 해외 비즈니스 모델 개발	강원대학교 산학협력단	대학 (비영리)	182	182	1.000		해당 없음	
	열대거세미나방 발생방제 실태조사 및 친환경 방제제 개발	한국친환경 농식품자재 수출마케팅 협동조합	중소기업 (영리)	228.9	182	79.51	신규 기술개발	①-①	79.51
	열대거세미나방 생물적방제 소재 개발 성페로몬 및 트랩 개발	(주)그린아그로텍 농업회사법인	중소기업 (영리)	252.975	157	62.06	신규 기술개발	①-①	62.06
계				663.875	521	-	-	-	-

- 국제공동연구를 통하여 열대거세미나방에 대한 국내외 발생 피해면적 및 현지 TEST-BED를 설치 열대거세미나방 유효성을 검증 우수 방제제를 개발하였으므로 상품화를 통해 향후 수출을 추진
- 국내부존 친환경 유인, 살충소재를 선발 고수율 추출방법, 고효율 제형화 방법 등 대량양산기술을 중점연구 개발하였음,
- 수출비즈니스 모델을 개발 해외 바이어가 원하는 고효율 저비용의 열대거세미나방에 대한 친환경 유인페로몬 및 친환경방제제를 개발완료함으로써 국내 공급은 물론 수출상품화
- 코로나19 펜데믹에도 불구하고 이집트, 대만, 중국 3개국과 열대거세미나방 생리생태, 정밀예찰, 방제연구 등 추진 하여 소기에 성과를 거두었음



5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 지금까지 대부분의 친환경 자재의 경우 농가가 직접 구입하기보다는 기관 보조 사업을 통해 농가에 보급되었으며 향후 보조 사업은 꾸준히 증가할 것으로 예상됨(22 : 69원억)
- 국내는 농협중앙회와 계통공급계약을 맺고 납품을 추진
- 현재 당사는 100여개의 회원사 대리점을 통해 생물농약의 시장을 넓혀가고 있는 상황임. 이에 본 과제를 통해 개발된 제품을 친환경농자재수출조합과 협약관계를 맺어 판매처를 확보하고 매출 증대에 기여하고자 함.
- 본 과제를 통해 개발된 열대거세미나방 성페로몬 및 친환경방제제는 국내 최초 등록 제품으로 향후 유기농업자재 제품을 대체할 수 있을 것으로 판단되며, 향후 본 기술개발을 통하여 유기농업자재나 생물농약으로 등록된다면 관내 유일한 생화학 농약 등록 업체로서 보조 사업을 독점 지원받을 수 있을 것으로 기대됨.
- 현재는 수출이 미비하나 수출조합은 중국, 베트남, 나이지리아, 캄보디아 사업자를 통해 수출을 꾸준히 증대시키고 있으며 중남미, 신북방권 및 아랍권과 러시아와의 협약을 진행하고 있어 지대한 성과가 기대되며, 해외 수출망을 갖춘 친환경농자재수출조합을 통해 중국 등에 TEST-BED를 설치 중국, 사우디, 나이지리아, 베트남, 인도네시아 등 동남아에 적극 수출함으로써 해외 매출을 증대할 수 있을것으로 기대됨

개발제품 연차별 상품화 계획

구분	'23	'24	'25	'26	'27
매출액(단위 : 천원)	5,000	15,000	20,000	30,000	30,000
기술료(단위 : 천원)	24	74	98	147	147

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE					
	비SCIE					
국내논문	SCIE					
	비SCIE					
특허출원	국내					
	국외					
특허등록	국내					
	국외					
인력양성	학사					
	석사					
	박사					
사업화	시제품개발					
	상품출시					
	기술이전					
	공정개발					
	매출액(단위 : 천원)	5,000	15,000	20,000	30,000	30,000
	기술료(단위 : 천원)	24	74	98	147	147
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보						
포상 및 수상실적						
정성적 성과 주요 내용						

참고 문헌

- Ahn, S. B., I. S. Kim, M. L. Lee, D. S. Goo, G. M. Kwon and Y. M. Park. 1998. Survey on species and distribution of insect pests in vegetable crops. Ann. Rep. Nat'l Inst. Agri. Sci. Technol. (NIAST). RDA. Suwon, Korea. 435-485.
- Arakaki, N., H. Kuba and H. Soemori. 1983. Mating behavior of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* HENDEL (Diptera: Tephritidae) Appl. Ent. Zool. 19(1): 42-51.
- Ateyyat, MA. 2006. Effect of three apple rootstocks on the population of the small red-belted clearwing borer, *Synanthedon myopaeformis*. Journal of Insect Science 6(40):1-5.
- Bodenheimer, F. S. 1927. Uber regel nassigkeiten in dem wachstum von insekten. I. Das langen wachstum. Deut. Eet. ztschr. 1927: 33-57.
- Cunningham, R. T. 1989. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam. In A. S. Robinson and G. Hooper[eds.], World crop pests, vol. 3B. Population detection, p. 169-173
- Dirlbek, J. and O. Dirlbekova. 1974. Drei neue Bohrfliegenarten(Diptera, Tephritidae) aus dem nordkoreanischen gebiet. Annot. Zool. Bot. 92: 1-5.
- Dirlbek, J. and O. Dirlbekova. 1972. Zwei neue Fruchfliegenarten(Diptera, Tephritidae) der gattung *vidalia* aus nordkorea. Annot. Zool. Bot 110: 1-3.
- Dirlbek, K. 1992. Neue *Anomoia*-Art(Diptera, Tephritidae) von Korea. Annot. Zool. Bot.207, 3p.
- FAO/IAEA/USDA. 2003. Manual for product quality control and shipping procedures for sterile mass-reared Tephritid fruit flies, version 5.0. International Atomic Energy Agency,Vienna. Austria.
- Fletcher, B. S. (1987). The biology of Dacine fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 32: 115-144.
- Foote, R. H., F. L. Blanc and A. L. Norrbom. Ithaca, NY/London: Comstock. 1993. Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico. 571 pp.
- Han, H. Y. and Y. J. Kwon. National Academy of Agricultural Science. 2000. Economic Insects of Korea 3. 113 p.
- Han, M. J., S. H. Lee, S. B. Ahn, J. Y. Choi and K. M. Choi. 1994. Distribution, damage and host plants of pumpkin fruit fly, *Paradacus depressua* (Shiraki) RDA. J. Agri. Sci.36(1): 346-350.

- Hardy, D. E. 1979. Review of economic fruit flies of the south pacific region. *Pac. Insects*.20: 429-432.
- Harris, F. H. and C. F. Henderson. 1938. Growth of insect with reference to progression factor for successive growth stages. *Ann. Ent. Soc. Am.* 31: 557-572.
- Heo, S. J., J. H. Kim, J. K. Kim and K. D. Moon. 1998. Processing of purees from pumpkin and sweet pumpkin. *Korea J. Postharvest Sci. Technol.* 5: 172-178.
- IAEA(International Atomic Energy Agency). 1999. Thematic plan for fruit fly control using the sterile insect technique. Limited distribution, TP-NA-D4-02, 121 pp. Venna. Austria.
- Jang, E. B. and H. T. Chang. 1993. Alleviation of acetic acid production during mass rearing of the mediterranean fruit fly(Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 86(2): 301-309.
- Jeon, S. W. 2008. M. S. Thesis, Chonbuk National Univ. Biological characteristics of *Bactrocera (Paradacus) depressa* (Shiraki). 39 p.
- Johnson, DT, Lewis, BA, and Snow, JW. 1991. Control of grape root borer(Lepidoptera: Sesiidae) by mating disruption with two synthetic sex pheromone compounds. *Environmental Entomology* 20(3):930-934.
- Jo, W. S., S. H. Lee, S. B. Ann, I. S. Kim, S. B. Lee and Y. J. Kwon. RDA. 1990. New pests and disease of useful insect taxonomy, identification about study of profit crop. 339-361.
- Jung, H. K. Kon-kuk Univ. press. 1994. Check list of insects from Korea. 744 p.
- Kang, K. J. and K. Kim. 1992. Nutritional components on each size of pumpkin(Cucurbitaspp.) leaf. *Chonnam Univ. (Agri. Fores. Fishery).* 37: 31-36.
- Kang, T. J., H. Y. Jeon, H. H. Kim, C. Y. Yang and T. S. Kim. 2008. Population phenology an early season adult emergence model of pumpkin fruit fly, *Bactrocera depressa*(Diptera: Tephritidae). *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*.10(4): 158-166.
- Kang, S. M., C. H. Paik, G. H. Lee, M. Y. Chio, S. Sengottayan, C. Y. Hwang. 2009. Head capsule width and population densities of overwintering nymphal stages of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler(Hemiptera: Cicadellidae). *Korean J.Appl. Entomol.* 58(2): 165-170.
- Kim, C. W. and J. I. Kim. 1974. Insect fauna of national park, Mt. Naejangan in summerseason. *Rep. Kor. Ass. Cons. nat.* 8: 85-126.
- Kim, H. Y., J. H. Kim, S. H. Kang, Y. H. Lee, M. Y. Choi 2009. Biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber, using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 48(3): 355-359.

- Kim, J. I. and K. S. Chang. 1982. On the summer seasonal insects from the group of islands Soan, Wando-kun (gem. rep. nat. cond.). 2: 161-184.
- Kim, J. S. 1999. Distribution and life cycle of *Bactrocera(Paradacus) depressa*(Shiraki) in Chonbuk Province. M. S. Chon-buk National Univ. 29 pp.
- Kim, T. H., J. S. Kim and J. H. Mun. 1999. Distribution and bionomics of *Bactrocera(Paradacus) depressa* (Shiraki) in Chonbuk Province. Korean J. Soil Zoology 4:26-32.
- Kim, T. H., and J. S. Kim. 2002. Annual occurrence and bionomics of the pumpkin fruit fly[*Bactrocera(Paradacus) depressa* Shiraki]. Korean J. Soil Zoology 7: 1-5.
- Kim, T. H. and S. W. Jeon. 2008. Mating behavior of the pumpkin fruit fly[*Bactrocera(Paradacus) depressa* (Shiraki)] in a field cage. Korean J. Appl. Entomol. 47(4):487-490.
- Kim, Y. P., S. W. Jeon, S. G. Lee, N. J. Choi and C. H. Hwang. 2010. Seasonal occurrence and damage of *Bactroera scutellata* (Diptera: Tephritidae) in Jeonbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 49(4): 299-304.
- Ko, K. D., Y. C. Kim, G. S. Kim, W. G. Kim, J. Y. Lee, S. K. Lee, B. C. Chang, M. J. Han, H. S. Chio, and W. D. Cho. Korea Agriculture Information Laboratory. 2009. Watermelon cultivation book. 25-26 pp.
- Ko, S. J., Y. H. Lee, K. H. Cha, S. H. Lee and H. S. Choi. 2007. Virus diseases occurred on squash in Jeonnam province. Res. Plant Dis. 13(1): 71-73
- Kobayashi, R. M., D. L. Chambers and M. S. Fujimoto. 1978. Sex pheromone of the Oriental fruit fly and the melon fly : Mating behavior, bioassay method, and attraction of females by live males and by suspected pheromone glands of males. Environ. Entomol. 7(1): 107-112.
- Kuba, H., J. Koyama and R. J. Prokopy. 1984. Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae) in a field cage: Distribution and behavior of flies. Appl. Entomol. Zool. 19(3): 367-373.
- Kwon, Y. J. 1985. Classification of fruit fly pests from Korea. Insecta Koreana 5: 49-111.
- Kwon, Y. J. Kon- Kuk Univ. Press. 1994. Check List of Insects from Korea. Tephritidae.293-295 pp.
- Lactin, D. J., N. J. Holliday., D. L. Johnson and R. Craigen. 1995. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. Environ. Entomol. 24(1): 68-75.
- Lee, CM, Arita, Y, and Bae YS. 2005. Taxonomic study of the adult and immature stages of the clearwing moth, *Synanthedon haitangvora* Yang (Lepidoptera, Sesiidae), injurious to apple trees in Korea. Transactions of the Lepidopterological Society of Japan 56(1):51-60.

- Lee, CM, Bae YS, and Arita, Y. 2004. Morphological description of *Synanthedon bicingulata* (Staudinger, 1887) in life stages (Lepidoptera, Sesiidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 7(2):177-185.
- Lee, H. B. National plant quarantine service. 1993. Taxonomic study of fruit fly. 120 pp.
- Lee, J. M. Hyangmoonsa 2006. Vegetable horticulture particulars. 104-118 pp.
- Lee, Y. S. and S. T. Lee. Woo sung Pub. 1991. Modern plant taxonomy. 509 p.
- Leskey, TC, Bergh, JC, Walgenbach, JF, and Zhang, A. 2009. Evaluation of pheromone-based management strategies for dogwood borer (Lepidoptera: Sesiidae) in commercial apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 102(3):1085-1093.
- Liu, Xiaofei and H. Ye. 2009. Effect of temperature on development and survival of *Bactrocera correcta* (Diptera:Tephritidae). *Sci. Res. Essays*. 4(5): 467~472.
- Logan, J. A., D. J. Wollkind, S. C. Hoyt and L. K. Tanigoshi. 1976. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods authors. *Environ. Entomol.* 5: 1130-1140
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz and C. Campanhola. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jack-knife technique: Computational aspects. *J. Econ. Entomol.* 93: 511-518
- Matsumoto, K, Nakamuta, K, and Nakashima, T. 2007. Mating disruption controls the cherry tree borer, *Synanthedon hector* (Butler) (Lepidoptera: Sesiidae), in a steep orchard of cherry trees. *Journal of Forest Research* 12(1):34-37.
- Mcinnis, D. O. 1989. Artificial oviposition sphere for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in field cages. *J. Econo. Entomol.* 82: 1382-1385
- Meyer, J. S., C. G. Igersoll, L. L. MacDonald, and M. S. Boyce. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs bootstrap techniques. *Ecology* 67: 1156-1166.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2011.
- Miyatake, T., H. Kuba and J. Yukawa. 2000. Seasonal occurrence of *Bactrocera scutellata* (Diptera:Tephritidae), a cecidophage of stem galls produced by *Lasioptera* sp.(Diptera: Cecidomyiidae) on wild gourds (Cucurbitaceae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93: 1274-1279.
- Miyoshi, A. 1978. Host plant survey of *Bactrocera scutellata*. *Kobe Shokubutsu Boeki Joho.* 723: 50-51
- Moon, H. C., W. Kim, M. K. Choi, S. H. Kwon, Y. K. Shin, D. H. Kim and C. Y. Hwang. 2008. Seasonal occurrences of insect pests in watermelon under greenhouses as affected by cropping season. *Korean J. Appl. Entomol.* 47(4); 245-352.

- Moon, Y. G., J. K and Kang, A. S. 2010. Yield loss assessment and economic thresholds of squash powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea*. Res. Plant Dis. 16(3) : 285-289.
- Mun, J. H., J. S. Kim, Y. H. Song, T. H. Kim and George K. Roderick. 2000. Molecular genetic diagnosis of four fruit fly species (Tephritidae) J. Asia-Pacific Entomol. 3(2) : 89-94.
- Oh, B. Y. and B. H. Park. 1998. Changes in physiochemical components of pumpkin juice with ingredients(ginger, onion, jujube) during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1027-1033.
- Ohno, S., D. Haraguchi and T. Kohama. 2006. New host and distribution records of the fruit fly, *Bactrocera scutellata*(Hendel)(Diptera: Tephritidae), in southwestern Japan, and a case of infestation of the species on cucumber fruits at Okinawa island. Jpn. J. Entomol. 9(1): 7-9.
- Park, B. H., H. A. Jim, Y. H. Park and B. Y. Oh. 1998. Changes in physicochemical components of stewed pumpkin juice heated and stored under different conditions. J.Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1-9.
- Park, J. S. 2003. Support of export plant quarantine measures and the plant quarantine cooperation with major. Trade information of Agricultural products. 7: 4-11.
- Paik, C. H., G. H. Lee, D. H. Kim, M. Y. Choi and S. S. Kim. 2009. Biological control of major pests in eggplant greenhouse. Korean Journal of Organic Agriculture 17: 227-236.
- Pereira, R., J. Sivinski and Teal, P. 2009. Influence of methoprene and dietary protein on male *Anastrepha suspensa*(Diptera:Tephritidae) mating aggregations. Journal of Insect Physiology. 55: 328-335.
- Riedl, H, Weires, RW, Seaman, A, and Hoying, SA. 1985. Seasonal biology and control of the dogwood borer, *Synanthedon scitula* (Lepidoptera: Sesiidae) on clonal apple rootstocks in New York. The Canadian Entomologist 117(11):1367-1377.
- Roan, C. C., N. E. Flittiers and C. J. Davis. 1954. Light intensity and temperature as factors limiting the mating of the oriental fruit fly. Ann. Entmol. Soc. Am. 47: 593-592.
- SAS Institute. 1999. SAS version 8.1 Institute Cary, N.C. Schmidt, f. H. and W. L. Lauer. 1977. Developmental polymorphism in *Choristoneura* spp.(Lepidoptera: Tortricidae). Ann. Ent. Soc. Ann. 70: 112-118.
- Shiraki, T. 1933. A systematic study of Trypetidae in the Japanese Empire. Mem. Fac. Sci. Agric., Taihoku Imp. Univ. 8(Entomol. 2): 509 p.
- Shiraki, T. 1968. Fruit flies of the Ryukyu islands. United States national museum bulletin. 263 pp.
- Steiner, L. F., W. C. Mitchell, E. J. Harris, T. T. Kozuma and M. S. Fujimoto. 1965. Oriental fruit fly eradication by male annihilation. J. Econ. Entomol. 58: 961-964.
- Sugimoto, S., M. Kanda, K. Tanaka and M. Tao. 1988. Some biological note on *Dacus scutellatus*(HENDEL). Res. Buill. Pl. Prot. Japan 24: 49-51.

Suh, S. J. and Y. J. Kwon. In insects of Quelpart island eds. by Chejudo folklore and natural history museum. 1995. Tephritidae and Anthomyiidae from Cheju Island. 192 pp.

SYSTAT software inc. 2002. TableCurve 2D Automated curve fitting analysis: version 5.01. Systat software. inc. San Jose, CA.

Tanaka K. 1936. On *Zeugodacus bezzii* Miyake. *Nojikairyo-shiryo* 106: 42-46

Tzanakakis, M. E., Tsitsipis, J. A. and A. P. Economopoulos. 1968. Frequency of mating on females of olive fruit fly under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 61(5):1309-1312.

Ushio, S., K. Yoshioka, K. Nakasu and K. Waki. 1982. Eradication of the oriental fruit fly from Amami islands by male annihilation. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 26: 1-9.

Andrade, R., Rodriguez, C., Oehlschlager, A. C. (2000) Optimization of a pheromone lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America. *J Braz Chem Soc* 11:609-613.

Brockerhoff, E. G., Jones, D. C., Kimberley, M. O., Suckling, D. M., Donaldson, T. (2006) Nationwide survey for invasive wood-boring and bark beetles (Coleoptera) using traps baited with pheromones and kairomones. *For Ecol Manag* 228:234-240.

Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., Tamo, M. (2016) First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. *PLoS ONE* 11, e0165632.

Johnson, S. J. (1987) Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the western hemisphere. *Int J Trop Insect Sci* 8:543-549.

Jutism, A. R., Gordon, R. F. S. (1989) Introduction. Pheromone: Importance to insects and role in pest management. In *Insect pheromones in plant protection*. John Wiley & Sons Ltd UK 1-13.

Lee, G.-S., Seo, B. Y., Lee, J., Kim, H., Song, J. H., Lee, W. (2020) First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), a new migratory pest in Korea. *Korean J Appl Entomol* 59:73-78.

Li, X.-J., Wu, M.-F., Ma, J., Gao, B.-Y., Wu, Q.-L., Chen, A.-D., Liu, J., Jiang, Y.-Y., Zhai, B.-P., Early, R., Chapman, J.W., Hu, G. (2019) Prediction of migratory routes of the invasive fall armyworm in eastern China using a trajectory analytical approach. *Pest Manag Sci* 76:454-463.

Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gomez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., Hunt, T. E. (2018) Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *Afr Entomol* 26:286-300

- Nagoshi, R. N., Goergen, G., Tounou, K. A., Agboka, K., Koffi, D., Meagher, R. L. (2018) Analysis of strain distribution, migratory potential, and invasion history of fall armyworm populations in northern Sub-Saharan Africa *Sci Rep* 8:3710.
- Park, I.-K. (2022) Current Status of Pheromone Research of Forest Insect Pests in Korea and Development Direction. *Korean J Appl Entomol* 61:63-75.
- Sekul, A. A., Sparks, A. N. (1967) Sex pheromone of the fall armyworm moth: Isolation, identification, and synthesis. *J Econ Entomol* 60:1270-1272.
- Sparks, A. N. (1979) A review of the biology of the fall armyworm. *Fla Entomol* 62:82.
- Wakamura, S., Arakaki, N., Yoshimatsu, S.-I. (2021) Sex pheromone of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) of a “Far East” population from Okinawa, Japan. *Appl Entomol Zool (Jpn)* 56:19-25.
- Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A. (2010) Sex pheromones and their impact on pest management. *J Chem Ecol* 36:80-100.

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 작물바이러스 및 병해충 대응 산업화기술연구개발사업 열대거세미나방 종합대응 국제공동연구를 통한 친환경방제제 개발 수출지향형 상품화 연구개발 과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 작물바이러스 및 병해충 대응 산업화기술연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.