

발간등록번호

11-1543000-002385-01

오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화 최종보고서

2018. 11. 21.

주관연구기관 / 전남대학교
협동연구기관 / 생물방제연구센터
협동연구기관 / (주)한국유용곤충연구소
협동연구기관 / 전남농업기술원
곤충잠업연구소

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<첨부1>

평가의견에 대한 조치 및 개인정보 삭제 확인서

평가의견에 대한 조치

평가의견	조치내용	비고
○정책활용 실적이 미비하여 후속 정책활용 방안을 포함 할 것	○과제 종료 1년차까지 정책활용에 대한 실적을 달성하고자 함	
○곤충을 원료로 하여 사료개발 시에 사용한 원료 등의 영양소성분의 자료를 추가할 것	○제조된 곤충기반 반려동물 간식제품에 대한 영양소성분자료가 게 제출된 최종보고서에 포함되어있음(최종보고서 66-67, 122-126 쪽에 제시함)	
○밀웜박 등에 대한 영양성분평가 분석표를 최종보고서에 기술하여 산업적으로 이용 할 수 있도록 하면 좋을 것으로 사료됨.	○기 제출된 최종보고서 내에 밀웜박에 대한 영양성분 평가내용이 포함되어 있음(최종보고서 118-119 쪽에 제시함)	
○산업화를 위한 곤충단백질 자원에 대한 경제성분석 자료를 보완할 것	○해당 내용을 본문에 추가하여 보완하였음 (최종보고서 111-112 쪽에 제시함)	
○개발된 원료의 원료평가, 원가분석 및 사료제조 비용 분석, 시장성 분석 자료를 보완할 것	○해당 내용을 본문에 추가하여 보완하였음 (최종보고서 111-112 쪽에 제시함)	

개인정보 삭제 확인

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

2018. 11. 14.

주관연구책임자 : 한 연 수



제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

‘오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화’(연구개발 기간 : 2015. 8. 14. ~ 2018. 8. 13.) 과제의 최종보고서 부를 제출합니다.

2018. 11. 21.

주관연구기관명 : 전남대학교 산학협력단 (대표자) 송진규 (인)

협동연구기관명 : 생물방제연구센터 (대표자) 조일규 (인)

협동연구기관명 : 농업회사법인(주)한국유용곤충연구소 (대표자) 양영철 (인)

협동연구기관명 : 전남농업기술원 (대표자) 김성일 (인)

주관연구기관책임자: 한연수

협동연구기관책임자: 이지웅

협동연구기관책임자: 김선암

협동연구기관책임자: 박영규

협동연구기관책임자: 김선곤

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라
보고서 열람에 동의 합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	315034-3	해 당 단 계 연구 기 간	2015.08.14. -2018.08.13 (36개월)	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농생명산업기술개발사업			
	사 업 명	생명자원 부가가치 제고기술사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화			
연구 책임자	한연수	해당단계 참여연구원 수	총: 39명 내부: 39명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:400,000천원 민간:20,000천원 계:420,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총:112명 내부:112명 외부: 명	총 연구개발 비	정부:1,200,000천원 민간:60,000천원 계:1,260,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	전남대학교(주관), 생물방제연구센터(제1협동), (주)한국유용곤충연구소(제2협동), 전남농업기술원 곤충잠업연구소(제3협동)			참여기업명 (주)한국유용곤충연구소(제2협동)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	해당 없음
-------------------------	-------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호	SCI(E) 6 비SCI(E) 3	출원 7 등록 3									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

- 본 연구를 통하여 도출된 연구결과를 (주)케일에 2건의 기술이전을 기반으로 명가의숨씨(갈치, 연어) 2종과 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 포함한 반려동물 간식제품 6종을 개발하여 출시. 이후 반려동물 간식제품을 판매하여 약 140백만원의 매출 실적을 올림
- 아메리카동애등애를 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 출시된 “라바피드”제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림
- SCI(E)급 저널에 6편의 논문을 국내 저널에 3편의 논문을 출판하였음.
- 7건의 특허를 출원하였으며, 3건의 특허를 등록하였음.
- 인력양성 부분에서 3명의 석사와 4명의 학사를 배출하였으며, 3인의 인력 채용하였음 (전남농업기술원 곤충잡업연구소)
- 3년간의 연구기간 동안의 연구결과를 국내 학회에 총 21건 발표하였으며, 1건의 영농활용, 3건의 홍보활동을 수행하였음
- 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 지원하여 연계과제 2건을 수주하였음.

보고서 면수
196 페이지

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1세부 (주관): 곤충자원의 고효율·고기능성 최적화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ●곤충의 체액성 면역유도를 극대화하여 천연항균물질(Antimicrobial peptides)의 최대 발현유도 조건을 탐색하기 위한 안전한 면역유도물질 발굴을 통하여 사료에 응용하고자 함 ●본 연구팀이 확보한 chitinase를 활용한 곤충사료의 소화율 개선 ○ 2세부: 가금류 및 반려동물에 대한 고효율·고기능성 곤충사료의 동물실증 및 안전성 연구 <ul style="list-style-type: none"> ●곤충자원을 이용하여 개발된 기능성 사료의 효능에 대한 동물 실증 시험 ●육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험 ●반려견에 대한 곤충사료의 면역력 개선에 대한 실증 시험 ○ 1협동: 항생제 대체 곤충자원 가공·추출·제형화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ●항생제 대체 가능한 사료용 곤충 가공법 및 추출기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○항균물질 보존 곤충 가공 방법 연구 ○사료 첨가제 제형 연구 ○항생제 대체 가능 사료 곤충 추출조건 연구 ●항생제 대체 사료 시제품 생산 <ul style="list-style-type: none"> ○항균물질 유도 사료 시제품 생산 ○항균 미생물 첨가 사료 시제품 생산 ○키틴 분해 미생물 첨가 사료 시제품 생산 ○ 2협동: 곤충자원 대량사육 자동화기술 개발 및 산업화 전략 <ul style="list-style-type: none"> ● 곤충 생산농가 규모별 곤충생산 체계 개발 ● 곤충사육 자동화 대량생산기술 개발 ● 자동화 곤충대량생산기술 농가보급을 통한 소득 증대 ● 가금류 HACCP인증농가 및 반려동물 대상 고효율, 고기능 곤충사료 제품판매 ○ 3협동: 곤충자원 기능성분 분석 및 폐뚜기목 대량사육기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ●곤충자원의 기능성분 분석 및 안전성 평가 <ul style="list-style-type: none"> ○대상곤충: 갈색거저리, 아메리카왕거저리, 귀뚜라미, 벼메뚜기, 풀무치, 집파리번데기 등 ●곤충자원의 대량사육기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○대상곤충: 벼메뚜기, 풀무치
<p>연구개발성과</p>	<p>1차년도 연구개발성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유산균(<i>Lactobacillus</i> sp.) 기반 안전한 갈색거저리의 면역유도물질 발굴/동정 ○ Chitinase 유전자 클로닝, 재조합 chitinase 발현, 갈색거저리의 Chitin 기반 활성조사 ○ 곤충 외골격 및 탈피각을 기반으로 chitin 및 chitosan 제작 및 수율 조사 <ul style="list-style-type: none"> ●파리번데기 기반 chitin 및 chitosan 제작에 대한 내용을 논문으로 투고 (SCIE급 Entomological Research에 Accept되었고, 2016년 9월 출판됨) ○ 곤충기반 사료 6종 제작 완료 <ul style="list-style-type: none"> ●저온열풍, 마이크로웨이브, 동결건조된 각각의 갈색거저리 기반 사료 3종 제작 ●저온열풍으로 동애등애, 파리번데기, 귀뚜라미 기반 3종 제작 ○ 육용오리(백색육용오리 Penkin 종)에 대한 유용곤충 기능성 사료 급여에 대한 성장 능력 개선(일단증체량 개선, 사료섭취율, 출하기간 단축)을 위한 성장능력 조사 및 분석 ○ 육용오리에 대한 유용곤충사료 급여에 대한 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험 ○ 곤충의 식·사료용 활용에 대한 규제에 대한 내용을 기반으로 review논문 출판

- SCIE급 [Entomological Research](#)에 [Accept](#)되어 2016년 1월 출판됨
- 곤충대량생산을 위한 부분적 자동화 시스템 구축
 - [특허출원 2건: 곤충선별장치\(10-2015-0191271\),
: 곤충건조장치\(10-2015-0191332\)](#)
- 곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정
 - 곤충별 열풍 40~60℃ 건조 시 영양성분 우수 및 곤충사료 급여 시 생산성 향상
- 메뚜기목 곤충의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선발
 - 메뚜기, 풀무치 연중사육 가능(인공부화, 실내사육 등), 밀+밀기울 급여로 먹이소모량 감소
- 본 과제를 통하여 석사 1명 및 학사 1명을 배출 (8월 졸업 예정) 및 3인의 인력 채용 (전남농업기술원 곤충잠업연구소)
- 도출된 결과를 기반으로 국내 학술대회에서 9건의 포스터 발표
- 2차년도 연구개발성과**
- 미생물 주사 및 미생물 젤리 섭취에 의한 14개의 갈색거저리의 항균펩타이드 유전자 유도양상 확인
 - 갈색거저리 항균펩타이드인 TmTLR1과 TmTLR2 유전자의 기능구명 완료 (SCIE급 [Entomological Research](#)에 2016년 11월, 2017년 1월에 각각 출판)
- 곤충(갈색거저리 유충 및 유충탈피각)으로부터 키틴 분해물을 이용하여 키토산 제작
 - 파리번데기 기반 chitin 및 chitosan 제작에 대한 내용을 논문으로 투고 (SCIE급 [Entomological Research](#)에 2016년 9월 출판완료)
 - 독일바퀴 기반 chitin 및 chitosan 제작에 대한 내용을 논문으로 투고 (국내저널인 Journal of Chitin and Chitosan에 [Accept](#)되어 2017년 6월 출판됨)
- 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식개발 및 사업화
 - (주)케일과 협업을 통한 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식 사업화 및 유통
- 키토산을 이용한 유용곤충자원 기반 맞춤형 기능성 사료에 대한 오리 및 육계의 육질개선 및 생산성 증가에 대한 실증시험 수행
- 키토산의 적정 농도에 따른 처리구별 사료급여에 대한 성장능력 지수 (일당증체량, 사료효율) 조사 및 분석과 조사 형질간 상관관계 분석 완료
- 곤충가격 경쟁력을 극복하기 위한 일환으로 갈색거저리의 폐박 소재를 기반으로 오리사료 시제품 3종 제작 완료
 - [곤충사료#1\(곤충폐박1% 함유\), 곤충사료#2\(곤충폐박5% 함유\), 곤충사료#3\(곤충폐박10% 함유\)](#)
- 곤충대량생산을 위한 부분적 자동화 시스템 구축
 - 1년차 [특허출원 2건: 곤충선별장치\(10-2015-0191271\),
곤충건조장치\(10-2015-0191332\)](#)
 - 2년차 [특허등록 1건: 곤충선별장치\(10-1747928-0000\)](#)
- 곤충자원의 기능성분 분석 및 효능평가 완료
 - 곤충의 건조온도가 낮을수록 아미노산 함량 증가함
 - 곤충 건조조건에 따른 무기성분 변화 크지 않음
- 메뚜기목 곤충의 사육기술 개선
 - 풀무치 최적 산란처 : 오아시스>상토

- 메뚜기목 곤충 사육상자 재질 : 알루미늄>그물망>아크릴
 - 본 과제를 통하여 **석사 1명 및 학사 1명을 배출**
 - 도출된 결과를 기반으로 **국내 학술대회에서 11건의 포스터 발표**
 - 농림축산식품부에서 주관한 제3회 곤충산업 활성화를 위한 민관합동 워크숍에서 “**곤충기반맞춤형 사료개발**”의 주제로 홍보
 - iPET 농림수산식품기술기획평가원에서 주관한 제 12회 농림식품산업 미래창조포럼 - 고부가가치 곤충산업의 현황 및 과제에서 “**곤충을 활용한 펫사료 개발**”의 주제로 홍보
- 3차년도 연구개발성과**
- *Bacillus thuringiensis* PRC-II 균주로부터 확보한 chitinase유전자를 기반으로 한 재조합 chitinase 단백질을 제작하여 활성을 확인함
 - Bacillus thuringiensis* PRC-II 균주로부터 확보한 chitinase유전자의 활성조사결과를 기반으로 논문으로 투고
(국내저널인 Journal of Chitin and Chitosan에 **Accept되어 2017년 12월 출판됨**)
(바실러스 튜린지엔시스 균주를 이용한 키틴분해효소 및 키틴올리고당 제조방법(10-2018-0098164)의 제목으로 **특허출원**)
 - Serratia marcescens* PRNK-1균주로부터 분비하는 crude enzyme을 이용하여 갈색거저리 유래 키틴으로부터 N-acetyl-glucosamine을 정제하는데 활용
(국내저널인 Journal of Chitin and Chitosan에 **Accept되어 2017년 9월 출판됨**)
(갈색거저리를 이용한 N-아세틸글루코사민의 제조방법(10-2017-0115293)의 제목으로 **특허출원**)
 - 곤충(갈색거저리 유충 및 유충탈피각)으로부터 키틴 분해물을 이용하여 키토산 제작
 - 갈색거저리 유충 및 유충탈피각 기반 chitin 및 chitosan 제작에 대한 내용을 논문으로 투고
(SCIE급 *Entomological Research*에 **2018년 5월 출판완료**)
 - 3년차 **특허출원 2건**: 바이러스 RNA 추출용 조성물(10-2017-0125548), 바이러스 RNA를 추출하는 방법(10-2017-0125547)
 - 3년차 **특허등록 2건**: 바이러스 RNA 추출용 조성물(10-1885039), 바이러스 RNA를 추출하는 방법(10-1885038)
 - 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식개발 및 사업화
 - (주)케일과 협업을 통한 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식 명가의숨씨(갈치, 연어), 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 총 **6종의 제품을 출시/유통**
 - 제품 출시 이후 **명가의숨씨(갈치, 연어) 2종**을 판매하여 **약 16,000,000원의 매출 실적**을 올림
 - 제품 출시 이후 **수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종**을 판매하여 **약 124,000,000원의 매출 실적**을 올림
 - aT에서 주관한 2017 생명산업과학기술대전에 참가하여 “**식용곤충을 활용한 반려동물 간식**” 제품을 홍보
 - 곤충기반 사료 제작법 구축
 - 폐박기반 오리사료 시제품 제작 및 현장검증
 - 키토산 및 제독유황 기반 오리 음용수 시제품 제작 및 현장검증
 - 3년차 **특허출원 1건**: **전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법(10-2018-0089589)**

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제를 통하여 석사 1명 및 학사 2명을 배출 ○ 도출된 결과를 기반으로 국내 학술대회에서 1건의 포스터 발표 및 1건의 영농활용성과 ○ 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단” 제목으로 2건을 수주함 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 곤충 기반 사료 및 반려동물 간식 개발을 통하여 온/오프라인 마케팅을 통하여 실질적인 매출을 유발하여 곤충산업의 성공사례가 될 수 있음. ○ 고기능성 및 고효율성 사료에 활용될 곤충유래 키틴 또는 키토산을 개발/분리 기술의 정립으로 곤충대량사육 후 발생하는 탈피각 등 다양한 부산물을 재활용 가능성 제시 ○ 현재 많은 동물 사료의 경우 수입에 의존하고 있으나, 국내에서 생산되는 원료로 고영양학적, 고기능적 가치를 가지는 사료/간식을 개발하게 되면 수입의존성을 낮추는 효과를 얻을 수 있으며, 더 나아가 국가의 내수경제에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 판단됨 ○ 침체되어 있는 곤충분야에 신성장 동력사업으로서 가치가 있으며, 곤충사육 농가 육성 등 국가의 일자리 창출에 기여할 수 있음 ○ 위와 같은 고효율·고기능 곤충자원 생산기술은 추후 고기능성 식품개발에도 활용할 수 있어 이차적 산업화에 기여 가능 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>곤충</p>	<p>사료</p>	<p>반려동물</p>	<p>가금류</p>	<p>면역기능</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Insect</p>	<p>Feedstuff</p>	<p>Companion animal</p>	<p>Poultry farming</p>	<p>immune function</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	11
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	169
4. 연구결과의 활용 계획 등	179
붙임. 참고 문헌	180

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

<본문작성 양식>

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 1세부 (주관): 곤충자원의 고효율·고기능성 최적화 기술개발
 - 곤충의 체액성 면역유도를 극대화하여 천연항균물질(Antimicrobial peptides)의 최대 발현 유도 조건을 탐색하기 위한 안전한 면역유도물질 발굴을 통하여 사료에 응용하고자 함
 - 본 연구팀이 확보한 chitinase를 활용한 곤충사료의 소화율 개선
- 2세부: 가금류 및 반려동물에 대한 고효율·고기능성 곤충사료의 동물실증 및 안전성 연구
 - 곤충자원을 이용하여 개발된 기능성 사료의 효능에 대한 동물 실증 시험
 - 육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험
 - 반려견에 대한 곤충사료의 면역력 개선에 대한 실증 시험
- 1협동: 항생제 대체 곤충자원 가공·추출·제형화 기술개발
 - 항생제 대체 가능한 사료용 곤충 가공법 및 추출기술 개발
 - 항균물질 보존 곤충 가공 방법 연구
 - 사료 첨가제 제형 연구
 - 항생제 대체 가능 사료 곤충 추출조건 연구
 - 항생제 대체 사료 시제품 생산
 - 항균물질 유도 사료 시제품 생산
 - 항균 미생물 첨가 사료 시제품 생산
 - 키틴 분해 미생물 첨가 사료 시제품 생산
- 2협동: 곤충자원 대량사육 자동화기술 개발 및 산업화 전략
 - 곤충 생산농가 규모별 곤충생산 체계 개발
 - 곤충사육 자동화 대량생산기술 개발
 - 자동화 곤충대량생산기술 농가보급을 통한 소득 증대
 - 가금류 HACCP인증농가 및 반려동물 대상 고효율, 고기능 곤충사료 제품판매
- 3협동: 곤충자원 기능성분 분석 및 메뚜기목 대량사육기술 개발
 - 곤충자원의 기능성분 분석 및 안전성 평가
 - 대상곤충: 갈색거저리, 아메리카왕거저리, 귀뚜라미, 벼메뚜기, 풀무치, 집파리번데기 등
 - 곤충자원의 대량사육기술 개발
 - 대상곤충: 벼메뚜기, 풀무치

1-2. 연구개발의 필요성

- 국내 곤충산업 현황
 - 국내의 곤충산업은 화분매개 또는 천적의 활용을 통한 농업용, 학습, 애완 이벤트 등 제한

된 영역에서 활용되어지고 있음. 따라서 추 후 수요가 안정적인 새로운 산업영역의 개척/개발이 절실히 요구됨 (세계농식품산업 동향: 곤충산업 현황과 전망 - 최영철 / 농촌진흥청 국립농업과학원)

표 1 국내 곤충산업 시장 규모(2010)

활용분야	대상곤충종류	시장규모 (억원)	
		2010	2015추정
화분매개용	뒤영벌, 가위벌, 꿀벌	540	880
천적용	무당벌레, 진딧물파리, 칠레아리용애 등 34종	230	300
학습용, 애완용	장수풍뎡이, 사슴벌레, 꽃무지 등 50여종	400	540
이벤트	나비류, 반딧불이 등	400	560
사료용, 약용	동애등애, 풍영이유충, 거미, 거머리 등	-	700
합계		1,570	2,960

자료: 한국농촌경제연구원 한국양봉협회꿀벌 화분매개 시장규모, 2010.

표 2 국내 곤충산업 현황

사육농가 및 업체수	유통업체수	곤충표본 및 용품생산업체수	생태원 및 체험학습장수	곤충관련 연구소
222	72	20	59	12

표 4 국내 사육곤충 현황

곤충목	종수	곤충명	주요 사육목적
바퀴목	5	독알바퀴 등	실험용, 유전자원보존, 생태분류연구, 해충방제, 생물감염, 발생생리 등
메뚜기목	2	벼메뚜기	
노린재목	6	광대노린재 등	
매미목	6	멸구, 매미종류	
물장지리목	1	물장지리류	
딱정벌레목	20	무당벌레, 하늘소류 등	
벌목	7	꿀벌, 호박벌, 먹종벌류 등	
파리목	11	오기류, 파리류 등	
나비목	29	호랑나비, 나방류 등	

- 국내의 곤충산업은 화분매개 또는 천적의 활용을 통한 농업용, 학습, 애완 이벤트 등 제한된 영역에서 활용되고 있음. 따라서 추후 수요가 안정적인 새로운 산업영역의 개척/개발이 절실히 요구됨.

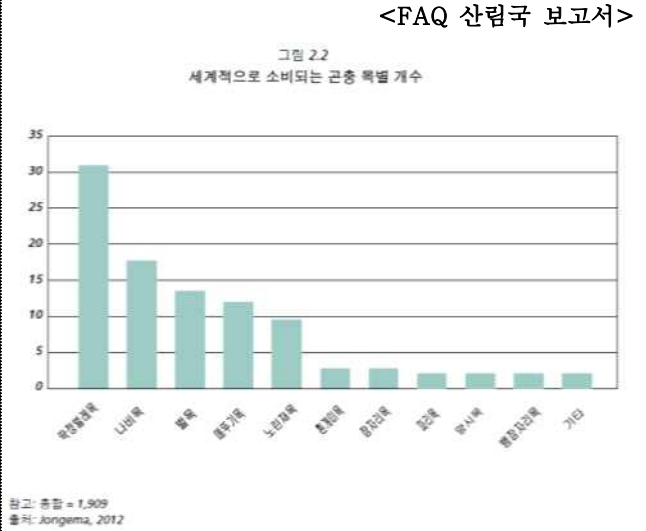
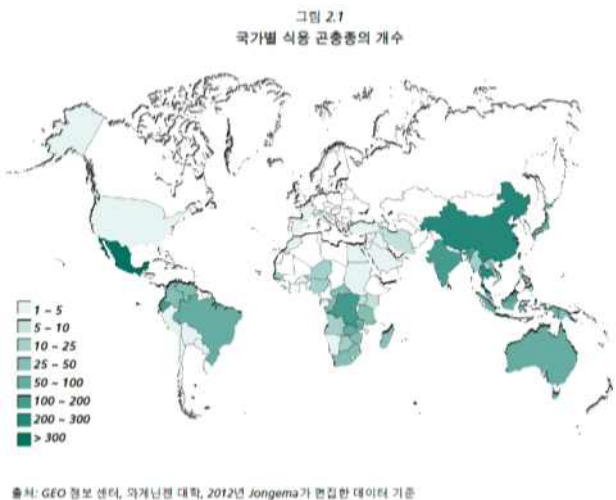
갈색거저리는 2014년 식품(빵, 쿠키)원료로 인정받아 대표적 산업곤충으로 자리매김

- 1) 2014년도에 누에, 메뚜기에 이어 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 애벌레가 **식용곤충으로 인정**받음
- 2) 항생제사용 남용에 따라 2011년 7월 배합사료 내 항생제 사용이 금지된 후 천연대체 항생제의 개발이 절실히 요구됨
 ⇨ 현재 갈색거저리가 **천연 대체항생제로서의 핵심 자원곤충으로 부각**됨
- 3) 곤충자원을 가축(닭, 오리 등)의 **사료 혹은 첨가제로 활용**하고자 하는 다양한 연구가 수행되어지고 있음.
- 4) 마찬가지로 최근 어분 원자재의 수입가격 폭등으로 곤충자원이 **대체어분자원으로 부각**됨
- 5) 각 지자체 및 농가에서 곤충자원 **대량사육농가 급증**하고 있음

○ 곤충자원의 식용·사료용으로서의 가치

- 다른 가축들에 비하여 곤충은 식용으로 활용할 수 있는 비율이 높고 식용으로 활용까지의 사육기간이 짧아 대량생산이 용이함. 또한 곤충의 대량사육은 가축의 사육에 비하여 환경오염의 요인인 온실가스 및 암모니아의 생산량이 낮아 친환경적임
- 세계적으로 다양한 곤충이 식용/사료용으로 활용되어 곤충산업의 신성장 동력의 중심으로 부각되고 있으며, 최근 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지의 식용곤충 등록으로 곤충자원을 식

용/사료용으로 활용하고자 하는 다양한 시도가 있음.



○ 곤충소재를 활용한 가금류 및 반려동물 사료 개발의 요구

- 축산분야에서 총 가축생산비의 60% 이상을 사료비가 차지하고 있으며, 국제곡물가 상승은 생산자의 생산비 상승과 소비자의 육제품 구매비용 상승과 직결되어 생산비 절감 방안 마련이 축산업의 경쟁력 제고를 위한 최우선 선결과제임
- 최근 HPAI(고병원성 조류독감) 등의 가금류에서 발생하는 가축전염병은 생산현장의 기반 붕괴 뿐만 아니라 소비자에 대한 안전한 먹거리 제공을 위협하는 요인으로 작용하고 있음
- 가축질병을 예방하기 위한 예방백신의 항체 면역가가 기대이상으로 낮아서 질병발생이 취약한 축산현장에서 이를 개선할 수 있는 방안 마련이 필요한 실정임
- 반려견의 치명적인 폐사 원인은 분만 후 1개월 이내에 홍역과 같은 질병 발생으로 인한 것으로 이식에 면역기능을 강화할 수 있는 기능성 사료개발이 필요함

○ 곤충자원의 동물사료 개발에 대한 문제점 및 이를 극복하기 위한 해결방안

문제점	해결방안
<ul style="list-style-type: none"> • 현재 국내 곤충생산농가의 비율이 증가하고 있는 추세이나, 국내의 곤충산업은 화분매개 또는 천적의 활용을 통한 농업용, 학습, 애완 이벤트 등 제한되고 있어 지속적 수요가 있는 <u>곤충산업 영역의 개척/개발이 절실히 요구됨.</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 이슈화되고 있는 곤충자원의 <u>식/사료용 개발</u>은 곤충산업의 <u>신성장동력원으로</u> 작용할 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것으로 사료됨
<ul style="list-style-type: none"> • 현재 국내에서 생산되는 곤충자원의 경우 <u>가격경쟁력이 부족하여</u> 이를 극복할 방법 절실히 요구되고 있는 실정 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 생산되는 곤충은 <u>소규모 농가에서 수동형으로</u> 생산되고 있어 가격경쟁력이 부족하지만, 곤충생산을 위한 <u>(반)자동화시스템의 개발</u> 및 <u>대량생산을 통하여</u> <u>가격경쟁력을 극복</u>할 수 있을 것으로 판단

문제점	해결방안
<ul style="list-style-type: none"> •곤충자원의 경우 동결/열풍 건조 후 단순 단백질원 사용되고 있음 •곤충자원의 식/사료용으로 활용에 사람이 인식하는 혐오성이 극도로 높아 이를 극복하기 위한 방법이 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> •곤충자원은 높은 영양학적 가치에 비하여 <u>생산 단가가 소/돼지고기에 비하여 수배 이상 저렴</u>하며, <u>친환경적</u>임 •곤충의 영양학적 가치와 사육 단계의 <u>청결성을 지속적 홍보</u>를 통하여 곤충의 식/사료용 활용에 대한 사람의 <u>혐오성을 극복</u>할 수 있음
<ul style="list-style-type: none"> •<u>감염: 대량사육 과정 중 병원균에 감염된 후 Melanization 등으로 곤충집단폐사가</u> 이루어져 경제적 손실 야기 	<ul style="list-style-type: none"> •곤충은 병원균 또는 바이러스의 감염에 대한 면역기작을 가지고 있으며, 이에 대한 <u>면역학적 연구를 통하여 집단폐사를 억제</u>하기 위한 <u>치료제</u> 또는 <u>사육메뉴얼 개발</u>이 가능함

○ 곤충사육농가의 기대 수익

- 현재 닭 사료 요구 총량이 약 27백만톤 임
 - 기능성 사료로 천체 사료요구량의 1% 대체 시 약 30만톤 요구
- 곤충 1% 첨가 시 약 3천톤의 대체량이 예측됨 (수입대체효과 증가)
 - 약750억원 시장 (현재 갈색거저리 kg당 25,000원)
- 본 과제를 통한 곤충공정 효율 개성 시 약 150억원 시장 형성 가능 (곤충 kg당 5,000원 예상)
 - 약 300개 곤충사육농가 육성 가능
 - 부업 및 전업을 통한 농가당 곤충판매수익 기대 약 5천만원/농가
- 고효율·고기능성 사료 개발을 통한 경쟁력 향상
 - 곤충유래의 대체천연항생물질인 항균펩타이드 발현유도기술 개발을 통해 대상동물의 면역력을 증가시킴으로서 항생제의 사용을 대체할 수 있음 (고기능성)
 - Chitinase를 활용한 곤충사료 소화율 증가기술을 통해 대상동물의 증체에 기여할 수 있을 것으로 사료됨 (고효율성)
- 곤충 대량생산/자동화 및 혼합사용을 통한 가격경쟁력 향상
 - 현재 곤충은 갈색거저리 기준으로 kg당 약 20,000원에 판매되고 있어 사료로서 가격경쟁력이 없지만, 곤충의 대량생산 및 자동화 공정개발을 통하여 곤충생산단가를 낮출 수 있음
 - 또한, 곤충사료 배합 시 2종이상의 곤충을 활용하여 곤충 kg당 생산단가 절감
 - 갈색거저리: 사육기간 약 100일, 최대무게 약 0.3g
 - 폴무치: 사육기간 약 35일, 최대무게 약 3g

○ 축산농가의 기대 수익

- 축산 사육 농가당 약 2,500만원의 수익 증대효과 예상
- 현재 가금류 집단 폐사율이 약 1%에 달함 약 660만수 폐사
 - 고기능·고기능성 곤충사료를 기존 사료 및 영양제 대체함으로 집단폐사율을 0.5% 감소시킨다면, 손익수익이 약 100억원 증가 예상 (농가당 약 3백만원 수익 증가효과)

- 가금류 방제비용 절감:
 - 2014년 상반기 조류인플루엔자(AI)로 인해 약 1,400억원의 피해발생
 - 50%의 피해 절감 시 약 700억 시장 (농가당 약 21백만원 수익 증가효과)
- 고기능·고효율성 곤충사료를 급여로 인한 가금류 증체율 향상
 - 33억 수익 증가 (전체 가금류 생산량의 1%, 500원/두 증가 기준 / 농가당 약 1백만원 수익 증가효과)
- 2013년 양계업의 배합사료 국내 평균 가격은 kg당 531.1원으로 닭사료 기준 약 15조 시장이 형성되어 있음
 - 배합사료의 주원료인 옥수수 및 대두를 곤충으로 0.1% 대체 가정 시 약 150억원의 수입대체효과가 있음

○ 반려동물 사료시장

- 사료의 등급 (사료의 원재료 기준)
 - Grocery brand, Premium, Super premium, Holistic, Organic
- 반려동물 시장규모
 - 1조원(`10) → 1.8조원(`12) → 5조원(`15) → 6조원(`20)
- 반려동물 규모
 - 반려동물 사육가구 359만 호(`12), 평균지출액 44,664원
 - 사료비 33%, 의료비 31%, 관련용품 20%
- 반려동물 사료 시장(`12) : 1,500억원 수준(도매)
 - 국산 건사료 584억원, 수입 건사료 575.3억
 - 국산 간식 44.4억원, 수입 간식 296.3억
- 국내 사료시장의 70% 이상을 수입 브랜드가 점유
 - 고가의 유기농 제품과 프리미엄 제품은 수입 제품이 시장 대부분 점령
- 사료의 등급 (사료의 원재료 기준)
 - Grocery brand, Premium, Super premium, Holistic, Organic
- 반려동물 시장규모
 - 1조원(`10) → 1.8조원(`12) → 5조원(`15) → 6조원(`20)
- 반려동물 규모
 - 반려동물 사육가구 359만 호(`12), 평균지출액 44,664원
 - 사료비 33%, 의료비 31%, 관련용품 20%
- 반려동물 사료 시장(`12) : 1,500억원 수준(도매)
 - 국산 건사료 584억원, 수입 건사료 575.3억
 - 국산 간식 44.4억원, 수입 간식 296.3억
- 국내 사료시장의 70% 이상을 수입 브랜드가 점유
 - 고가의 유기농 제품과 프리미엄 제품은 수입 제품이 시장 대부분 점령

1-3. 연구개발 범위

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<ul style="list-style-type: none"> •곤충의 AMP 생산 극대화를 유도하기 위한 다양한 Biosafe Immune Elicitor 탐색/발굴 및 항균활성의 유도능력 교차 검증 	<ul style="list-style-type: none"> •식용으로 사용 가능한 물질/박테리아를 기반한 곤충면역체계 유도능력을 곤충 혈림프를 기반한 AMP activity assay를 통하여 검증 	<ul style="list-style-type: none"> •면역유도물질을 곤충에 주사 후 혈림프를 centrifugation 및 boiling 방법을 이용하여 정제한 후 E. coli를 대상으로 CFU방법으로 AMP activity assay를 수행
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 종별 키틴 분해물의 2차 키틴산 제작 시도 •우수 항균활성 키틴산 분해조건 시도 	<ul style="list-style-type: none"> •대상곤충의 외골격 및 탈피각을 이용하여 chitin과 chitosan을 생산 후 수율 조사 	<ul style="list-style-type: none"> •대상곤충의 외골격 및 탈피각을 이용하여 chitin과 chitosan을 생산 후 수율 조사
<ul style="list-style-type: none"> •곤충에 대한 chitin 분해 활성이 좋은 chitinase 탐색 및 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> •박테리아 또는 곤충감염성 바이러스 기반 chitinase를 탐색 	<ul style="list-style-type: none"> •chitin 기질을 이용하여 chitinase activity가 강한 균주 및 바이러스주 확보
<ul style="list-style-type: none"> •발굴된 최적 chitinase의 저가 발현시스템구축 	<ul style="list-style-type: none"> •탐색된 chitinase의 재조합 soluble 단백질을 최저가 bacteria expression system을 이용하여 대량생산 	<ul style="list-style-type: none"> •재조합 chitinase를 pET28a(+) vector를 기반으로 한 bacterial expression system을 이용하여 대량생산
<ul style="list-style-type: none"> •단백질 분해효소 프로테아제(Protease), 펩티다아제(Peptidase)의 곤충 종별 가수화 조건 확립 시도 (경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정) 	<ul style="list-style-type: none"> •상용 재조합 protease 또는 재조합 peptidase의 단가를 기반 경제성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> •상용 재조합 protease 또는 재조합 peptidase의 단가를 기반 경제성 분석
<ul style="list-style-type: none"> •유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 효능 육계와 오리 실증 시험 	<ul style="list-style-type: none"> •육계 오리 (Penkin 중)에 대하여 유용곤충자원을 이용한 기능성 사료의 처리구별 오리 실증시험 	<ul style="list-style-type: none"> •제한 사양실험에서의 대상 유용곤충자원을 활용한 기능성 사료 기호성 연구
<ul style="list-style-type: none"> •육계 및 오리(백색육용 오리 Penkin중)에 대한 맞춤형 기능성 사료급여에 대한 성장능력 개선(일당증체량 개선 및 출하기간 단축)을 위한 성장능력 조사 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> •제한 표준 사양실험사와 현장 오리사육농가의 기능성 사료급여에 대한 성장능력 개선에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> •처리구별 기능성 사료급여에 대한 성장능력 지수(일당증체량, 출하기간, 사료섭취율) 조사 와 상관관계 분석 및 유의성 검증
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 사료 수분함유량 조정 	<ul style="list-style-type: none"> •건조 조건별 수분 측정기를 활용하여 수분 측정 	<ul style="list-style-type: none"> •펠렛성형을 위한 수분함유량 성분 조성 중요
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 사료 건조 방법 	<ul style="list-style-type: none"> •열풍, 동결, 마이크로웨이브 장비를 활용한 건조 	<ul style="list-style-type: none"> •건조 장비 활용을 통한 건조방법 설정
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 사료 추출 조건 설정 	<ul style="list-style-type: none"> •곤충 전용 대용량 추출기를 활용한 온도 및 시간 조사 	<ul style="list-style-type: none"> •추출 조건별 추출율 조사를 위한 장비 조건 설정
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 사료 시제품 생산조건 	<ul style="list-style-type: none"> •펠렛수분율, 입자크기, 혼합시간, 건조시간 고려 	<ul style="list-style-type: none"> •오리 기호성 및 저장 기간을 고려한 시험 수행
<ul style="list-style-type: none"> •국내외 곤충사육 자동화 대량사육 기술 자료 수집 	<ul style="list-style-type: none"> •곤충을 사육하여 소득화 하고 있는 농가를 대상으로 대량사육기술 및 자동화 기술을 조사함 	<ul style="list-style-type: none"> •국내 곤충사육농가 10여곳 이상 •인터넷 자료 10여곳 이상: 유튜브, 구글자료 등 검색

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
•경제적 자동화 대량사육 기술 및 환경기준 개발	•자동화 장치 및 반자동, 수동 장치를 이용하여 경제적으로 사육할 수 있는 사육기술을 조사하고 사육환경을 조사함	•실질적으로 활용가능한 장치 개발 •수동 및 반자동에 효과적으로 활용할 수 있는 장치, 재료 개발
•곤충사육 자동화 대량생산 시스템 메뉴얼 작성	•다양한 자료를 취합하여 효율적인 대량사육(자동화 기술 포함) 시스템 메뉴얼을 작성함	•갈색거저리 자동화 사육장치를 포함한 대량사육메뉴얼 •쌍별귀뚜라미의 자동화 사육장치를 포함한 대량사육메뉴얼
•농가면적(생산시설)생산량, 생산인력에 따른 생산 기준 확립	•농가 1~2인이 월 200~300만원 소득기준으로 최종 생산물을 수확하기위한 사육공간 및 재료를 조사함	•사육면적 •생산량 •기자재 및 재료(먹이) •소요인력
•곤충사육 위생적 관리 및 공급을 표준화 관리지침을 확립	•위생적인 사육을 위한 오염원 발생단계를 확인하고 최종산물의 세균 및 곰팡이 오염을 차단할 수 있는 방안 조사	•생체를 공급하는 방법: 포장 및 유통법 개발 •세균 및 병원균을 사멸, 차단할수 있는 멸균방법 조사
•곤충 건조방법	•냉풍10℃, 열풍40~80℃, 동결건조, microwave건조	•건조시간(냉풍 30일, 열풍 8~96시간, 동결 72시간, microwave 8분) 측정
•영양가치 평가	•일반성분 분석(AOAC방법)	•동애등에-단백질50, 지방2, 회분10 •갈색거저리-단백질52, 지방35, 회분2 •귀뚜라미-단백질71, 회분4 •메뚜기-단백질 70, 지방6~11, 회분4 •집파리번데기-단백질60, 지방15, 회분5 •아메리카왕거저리-단백질51, 회분2 •풀무치-단백질77, 지방5, 회분5
•세대단축기술 개발	•난과 확보 후 인공부화 온도도 설정	•온도32℃, 습도65% 유지 시 76% 부화 •탈피5회(26일/32℃, 36일/28℃)
•적정 먹이원 선별	•주사료(밀, 보리, 옥수수, 수수 등) •부사료(밀기울, 통곡실분 등)	•밀+밀기울 급여시 주사료 섭취율 감소
•선택된 대상곤충에서 발현되는 항균펩타이드 탐색 및 최적 발현조건 조사	•갈색거저리에서 탐색한 14개의 항균펩타이드 유전자의 유도양상을 분자생물학적 기법으로 구명	•미생물 주사 및 미생물 기반 젤리 급여에 따른 갈색거저리 유래 14개 항균펩타이드 유전자의 유도양상을 PCR 기법을 활용하여 조사
•1년차에 발굴한 면역유도물질을 이용한 항균활성 유도능력 검증	•갈색거저리 유래 항균펩타이드인 TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 기능을 생물정보학적, 분자생물학적 기법을 이용하여 구명	•TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 염기서열 및 도메인 분석 •TmTLP1과 TmTLP2 단백질의 3D 구조 분석 •TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 발생학적, 조직 특이적 발현양상 조사 •미생물 주사에 따른 TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 유도양상 조사
•곤충(갈색거저리 유충 및 유충탈피각)으로부터 키틴 분해물을 이용하여 키틴산 제작	•곤충 갈색거저리 유충 전체와 유충탈피각을 이용하여 키틴, 키틴산을 생산 후 각각의 수율을 조사함	•곤충 갈색거저리 유충 전체 몸체 또는 유충탈피각을 이용하여 키틴, 키틴산의 수율을 조사하고, 키틴으로부터 colloidal chitin을 제조하고 키틴산의 점도와 탈아세틸화를 조사함.

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
•생산된 chitinase를 이용하여 곤충탈피각에 대한 최적 활성화 조건 탐색	•곤충으로부터 분리한 키틴분해미생물로부터 얻어진 chitinase를 이용하여 곤충탈피각에 대한 최적 chitinase 활성을 조사함	•곤충으로부터 분리한 키틴분해미생물로부터 얻어진 chitinase를 이용하여 곤충탈피각을 기질로 하여 최적 온도 및 최적 pH를 조사함.
•실제 사료가공공정에 반영하기 위하여 생산된 chitinase를 이용하여 곤충분말에 대한 최적 활성화 조건 탐색	•곤충분말에 대한 최적 활성화 조건을 탐색하기 위해 생산된 chitinase를 이용하여 키틴올리고머를 기질로 하여 올리고머의 분해패턴을 조사함.	•곤충으로부터 분리한 키틴분해미생물로부터 얻어진 chitinase를 이용하여 키틴올리고머를 기질로 하여 온도와 pH에 따른 올리고머의 분해패턴을 조사함.
•육계 및 오리에 대한 곤충사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험	•유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 면역력 및 육질개선에 대한 육계, 오리 실증 시험 •육용 실용계, 육용오리에 대한 육질기능개선 및 면역력 증강을 위한 조사 및 분석	•키토산을 이용한 유용곤충자원 기반 맞춤형 기능성 사료에 대한 오리 및 육계의 육질개선 및 생산성 증가에 대한 실증시험수행 •키토산의 적정 농도에 따른 처리구별 사료급여에 대한 성장능력 지수(일당증체량, 사료효율) 조사 및 분석과 조사 형질간 상관관계 분석 완료
•곤충 사료 건조 방법	•열풍, 마이크로웨이브 장비를 활용한 건조 및 장단점 확인	•건조 장비 활용을 통한 건조방법 설정(단백질, 아미노산 등의 변화 분석)
•곤충 사료 수분함유율조건 설정	•오리병아리가 소화흡수를 잘할 수 있도록 수분함유율 조정	•수분함유율의 조정을 통하여 사료의 저장기간 증대 및 강도를 조절한 크럼블 제형화 조건 설정
•생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 장치 개발	•대상곤충을 사육하면서 노동력 및 재료를 절감할 수 있는 장치 및 방법을 개발함	•갈색거저리 채란판 제작 •곤충건조장치 제작: 3kg/회 •갈색거저리 선별기 설계 및 특허등록
•곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설 체계 구축	•대상곤충을 이용한 사료의 원료확보 및 대량사육을 통한 사육기술(노하우) 습득을 위해 일반 농가 수준에 준하는 양을 연중 누대사육하는 체계를 구축하여 가동함	•사육실 면적(m ²) •사육 선반, 사육상자(개) •일, 주간 생산량(kg) •필요인력(명) •각종 먹이 및 사육용품
•곤충사육 자동화 대량생산 기술 경제성 분석	•각각의 사육과정중 개발된 시스템 및 자동화 장치를 활용하였을 경우 발생되어지는 경제적인 가치를 조사함	•재료비, 인건비, 기타비용 포함 •kg당 생산단가 분석
•곤충사육농가에 곤충사육 자동화 생산시설 농가 보급	•현장조사 및 연구개발을 통해 습득한 사육기술 및 자동화장치에 대한 기술을 신규로 곤충을 사육하려는 농가에 무상으로 보급함	•신규농가 발굴 -상담 및 컨설팅 -자동화장치 및 구매처 지원사업 등 -갈색거저리 사육시설기준 보급
•대상곤충 보급 및 생산기술 컨설팅	•대상곤충을 컨설팅을 원하는 신규농가에 분양하고 생산기술 컨설팅을 통하여 경제적인 사육시스템 구축이 가능하도록 기술을 보급함	•신규농가 발굴 -현장방문 및 컨설팅 -맞춤형 컨설팅 -종중 갈색거저리 보급

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<ul style="list-style-type: none"> •곤충자원의 기능성분 분석 및 안전성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •아미노산 : 아미노산자동분석기 •항산화활성 : DPPH 소거능 •항염증활성 : NSA 저해능 	<ul style="list-style-type: none"> •아미노산 표준물질 43종 확인 •용매별 자유라디칼 소거 확인 •강산에서 염증활성 검정
<ul style="list-style-type: none"> •곤충자원의 대량사육기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> •폴무치 최적 산란처 구명 •실내사육상자 개선 	<ul style="list-style-type: none"> •폴무치 인공산란을 위한 산란처 구명 •알루미늄 상자 개발로 생육환경 개선, 노동력 절감
<ul style="list-style-type: none"> •항균활성이 극대화된 고기능성 곤충대량 생산기술 현장적용 	<ul style="list-style-type: none"> •갈색거저리 폐박을 기반으로 한 오리 사료가 성장 및 면역에 미치는 영향 검증 •키토산 및 제독유황을 기반으로 한 오리 음용수가 성장 및 면역에 미치는 영향 검증 	<ul style="list-style-type: none"> •오리브랜드 농장을 대상으로 현장 실증시험 수행 결과 곤충기반 오리사료가 일당증체량이 7.86% 더 우수한 것으로 나타남 •키토산 및 제독 유황 기반 오리음용수를 기반으로 한 면역력 개선 영향을 혈액분석으로 수행한 결과 키토산 및 제독 유황 기반 오리음용수가 대조군에 비해 백혈구 수치가 증가하는 등 높은 면역력을 나타내고 있음을 확인함
<ul style="list-style-type: none"> •곤충기반 사료 가공공정에 chitinase 처리 조건 확립 및 현장적용 	<p>Bacillus thuringiensis PRC-II 균주로부터 확보한 유전자를 기반으로 재조합 chitinase 단백질을 제작하여 곤충 chitin에 대한 chitinase activity 검증</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Bacillus thuringiensis PRC-II의 키틴분해효소 (Btchitinase와 rBtchitinase)가 계 껍질 콜로이드알 키틴, 갑오징어 널 콜로이드알 키틴과 갈색거저리 콜로이드알 키틴을 키틴올리고당으로 분해할 수 있음을 확인함
<ul style="list-style-type: none"> •오리에 대한 곤충사료의 면역력 증강에 대한 실증 시험 	<ul style="list-style-type: none"> •폐박 기반 오리사료의 성분분석 및 사료 제작을 위한 기반 구축 	<ul style="list-style-type: none"> •밀웜 폐박을 기반으로 영양성 분석 수행 완료 •폐박 기반 오리사료 제작을 위한 기반 구축 완료
<ul style="list-style-type: none"> •곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발 •시제품 디자인 및 제품 포장 연구 	<ul style="list-style-type: none"> •항균물질이 증대된 축종별(반려견) 곤충 사료 시제품 개발 •현장실증시험을 위한 곤충 사료 시제품 생산 •제품의 고객선호도 향상을 위한 고급화 디자인 연구 •제품 저장 및 유통을 원활하게하기 위한 포장 규격 연구 •제품 판매활성화를 위한 다양한 제품 구성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> •식용곤충(밀웜)기반 반려동물 간식 제품 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 추가로 개발하여 출시함 •140,000,000원의 매출 실적 달성
<ul style="list-style-type: none"> •곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설체계 모델 제시 	<ul style="list-style-type: none"> •생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 대량생산 기술 확립 •농가별 대량사육 자동화 기술 확립 및 구축 •대량생산 곤충 수매를 통한 농가 소득증대 •농가별 대량생산 체계 경제성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> •갈색거저리 및 쌍별귀뚜라미에 대한 곤충사육 자동화모델 확립 •확립된 곤충사육 자동화모델 기반 곤충사육농가 현장교육 •과제수행 중 약 35백만원 규모의 곤충 및 곤충가공물 수매 •곤충사육 자동화모델 구축에 따른 경제성 분석 완료

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<ul style="list-style-type: none"> ● 고효율·고기능 곤충사료 제품의 마케팅 전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ● 곤충사료 효과 및 효능에 대한 홍보를 통한 전남 HACCP인증 오리농가에 보급판매 ● 반려견 관련 국내외 전시회, 박람회 참석 곤충사료 브랜드 홍보 및 판매 ● 국내 반려동물 제품 유통망을 활용 애완동물병원 납품/판매 전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ● 아메리카동애등에 분말(라바 피드)을 전남 나주의 산란계농장에 판매 ● 2017 생명산업과학기술대전 참석하여 출시된 반려동물 간식 홍보 ● 반려동물 간식 제품을 백화점, 오픈마켓 및 온라인 마켓을 통하여 유통 중
<ul style="list-style-type: none"> ● 연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ● 연중 사육 가능한 시스템 구축 및 농가규모별 생산체계 경제성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ● 풀무치 기반 연중 사육체계 구축 완료

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 1차 년도 연구내용 및 결과

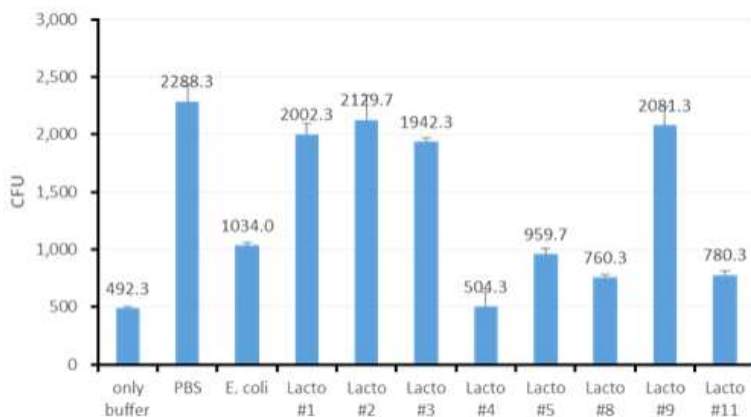
○곤충 AMP 발현 최적화 및 극대화 조건 확립

- 곤충의 AMP 생산 극대화를 유도하기 위한 다양한 Biosafe Immune Elicitor 탐색/발굴
- 발굴된 최적 Biosafe Immune Elicitor를 Target insect에 주사하여 항균활성의 유도능력 교차 검증

●연구결과

1. 벼메뚜기(*Oxya chinensis*)에서 *Lactobacillus* sp. 주사에 의한 항균활성 유도 결과:

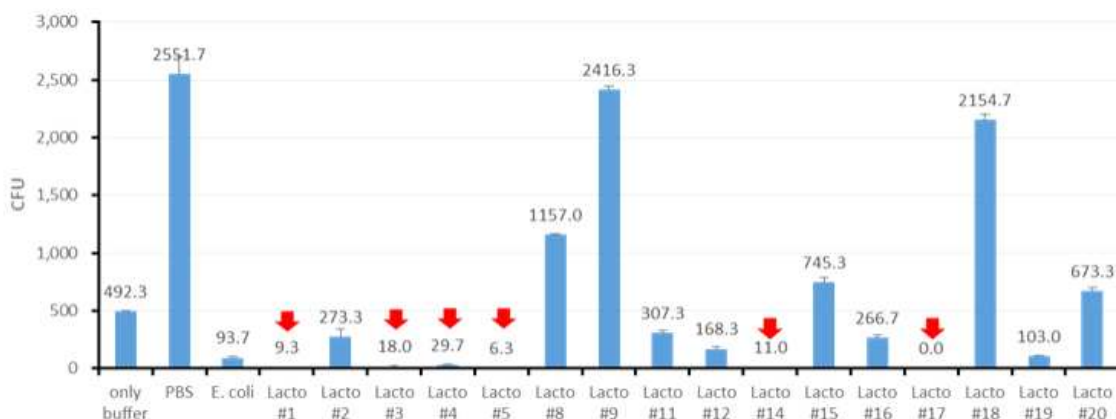
Lactobacillus sp.를 벼메뚜기에 주사 후 분리한 혈림프(hemolymph)를 이용하여 *E. coli*에 대한 항균활성을 CFU방법을 이용하여 조사하였음.



(1) 유산균 주사에 의한 항균활성 (antimicrobial activity) 연구결과 벼메뚜기에서는 항균활성이 거의 유도되지 않고 있음을 확인함.

2. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)에서 *Lactobacillus* sp. 주사에 의한 항균활성 유도 결과:

Lactobacillus sp.를 갈색거저리에 주사 후 분리한 혈림프(hemolymph)를 이용하여 *E. coli*에 대한 항균활성을 CFU방법을 이용하여 조사하였음.

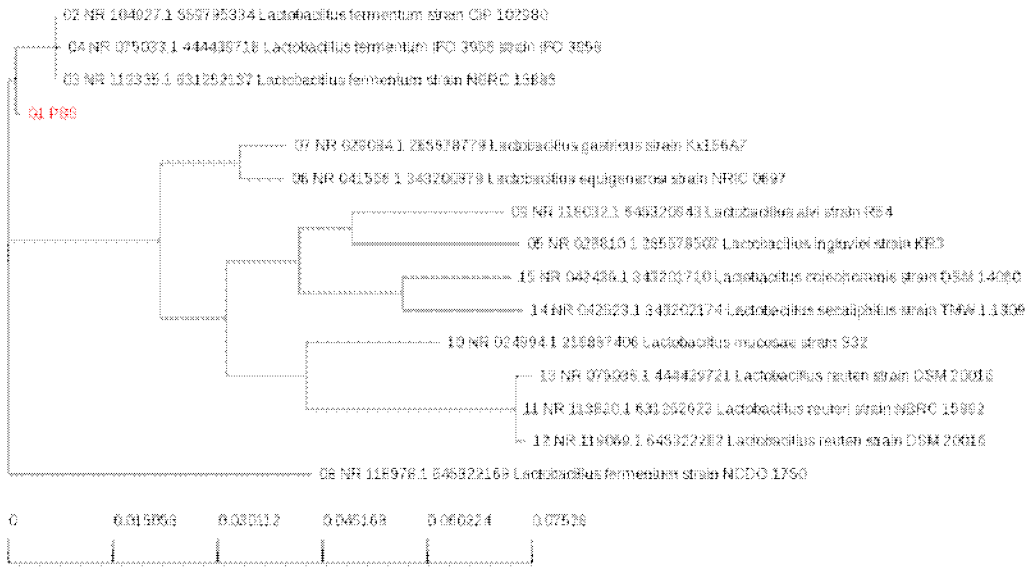


(1) 반면에 갈색거저리에서는 유산균 주사에 의한 항균활성 (antimicrobial activity)이 강하게 유도됨을 확인

3. 갈색거저리에서 항균활성을 강하게 유도하는 균주 (Lacto #5, #14 #17)를 16S rRNA

sequencing 후 분자계통학적 분석을 통하여 동정

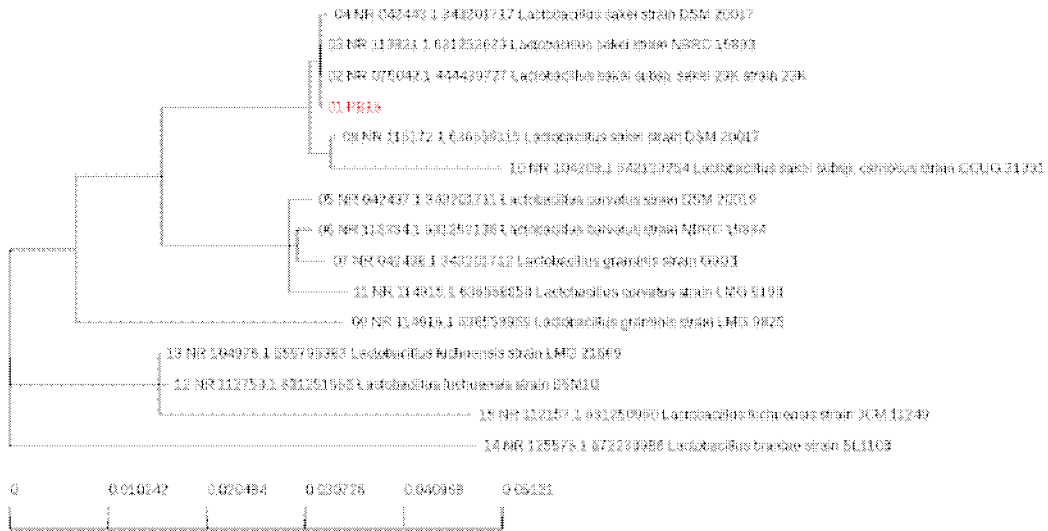
(1) Lacto #5: 계통학적 분석 결과 *Lactobacillus fermentum*으로 동정



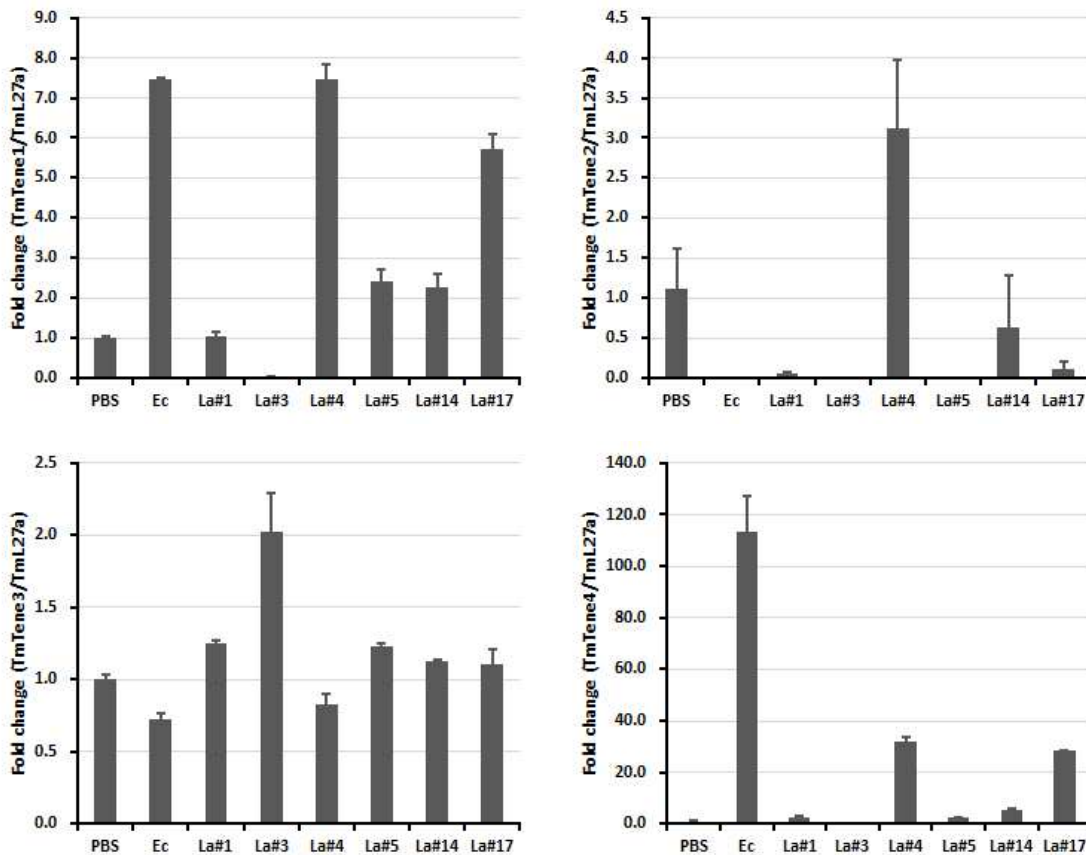
(2) Lacto #14: 계통학적 분석 결과 *Lactobacillus brevis*으로 동정

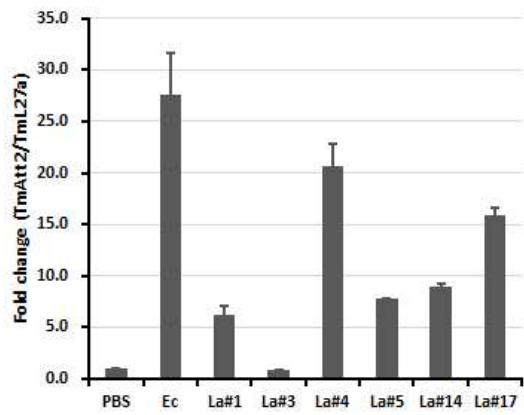
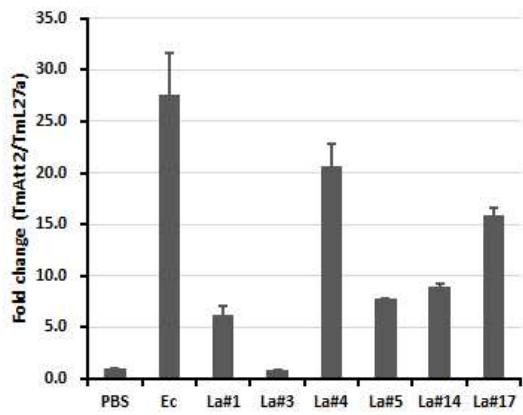
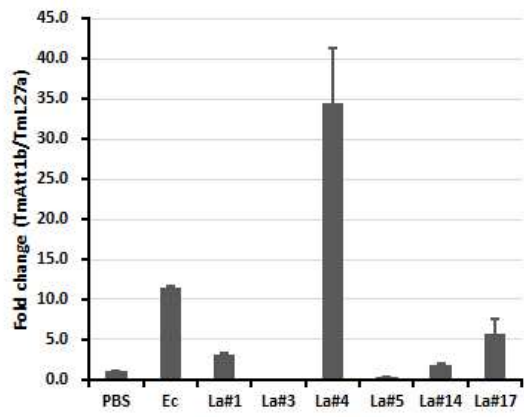
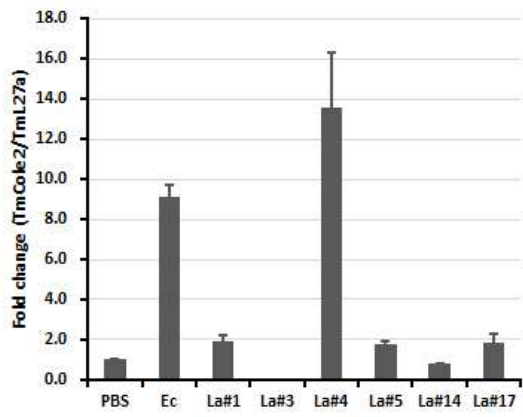
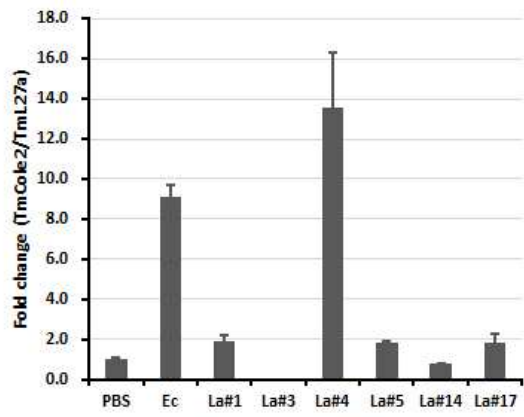
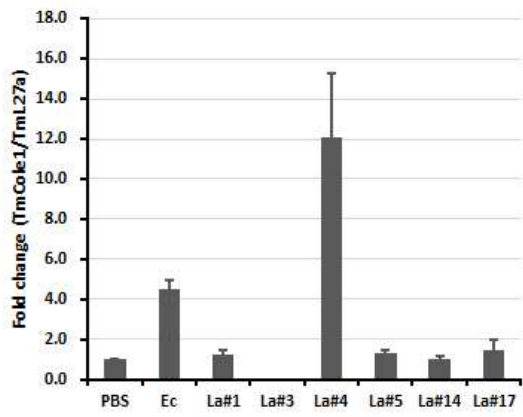
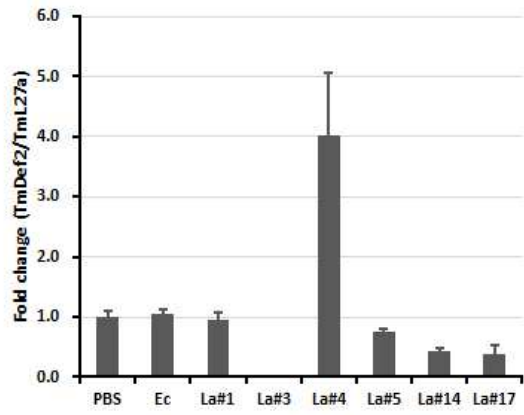
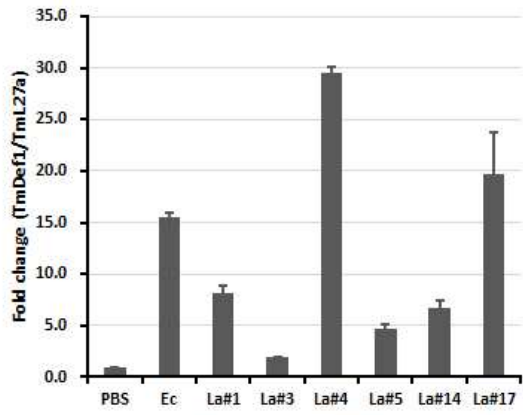


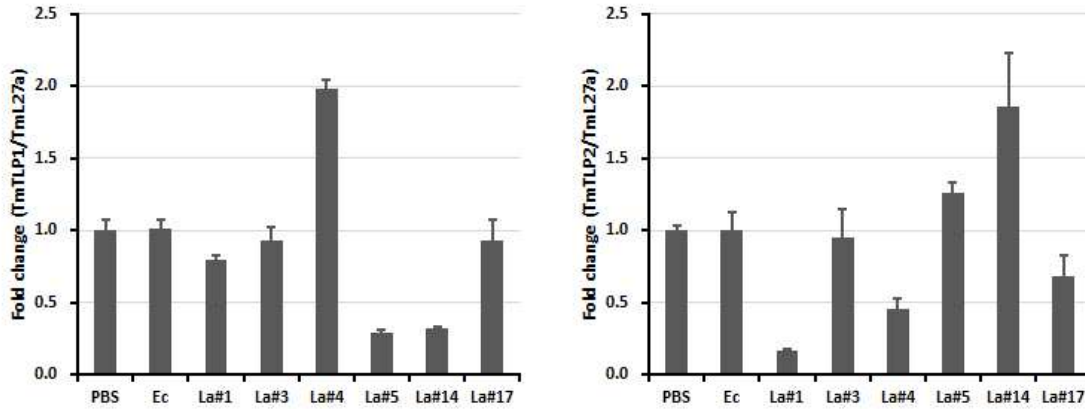
(3) Lacto #17: 계통학적 분석 결과 *Lactobacillus sakei*로 동정



4. *Lactobacillus* sp.를 갈색거저리에 주사 후 real-time PCR 기법을 이용한 AMP 유전자의 발현양상 조사







●결론

- (1) 곤충의 AMP 생산 극대화를 유도하기 위한 biosafe immune elicitor를 발굴하기 위하여 식용으로 사용이 가능한 다양한 유산균 (*Lactobacillus*)을 이용하여 면역유도를 수행하였으며, 항균활성을 강하게 유도하는 3개의 후보균주를 확보/동정하였음
- (2) 발굴된 유산균 균주를 이용하여 갈색거저리에 주사 후 AMP assay와 AMP 유전자의 발현 양상을 qPCR 기법으로 검증하였음.

- 곤충 종별 키틴 분해물의 2차 키토산 제작 시도(경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)
- 우수 항균활성 키토산 분해조건 시도(경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)

●연구결과

1. 고기능·고효율 곤충 원료개발을 위한 전반적 추진체계



2. 곤충(집파리-번데기 탈피각)로부터 키틴과 키토산의 생산



Fig. 1. Process for producing chitin and chitosan from housefly (*Musca domestica*) pupa shells.

Table 1. Comparison of chitin yields after treatment of both the NG and G forms of *M. domestica* pupa shells with acid and alkali treatments.

Items	Pupa shells* fresh weight (g)	Treatment A ³⁾ dry weight (g)	Yield ⁴⁾ (%)	Treatment B ⁵⁾ dry weight (g)	Chitin yield (%)
Type A ¹⁾	50	47.20	94.40	-	-
Type B ²⁾	10	3.74	37.40	0.85	8.50
	50	30.82	61.64	3.93	7.86
	100	60.42	60.42	7.71	7.71

¹⁾Type A: NG form of pupa shells.

²⁾Type B: G form of pupa shells.

³⁾Treatment A: Acid treatment with 2 N HCl for 3 h for RT.

⁴⁾Yield: Dry weight of pupa shells after acid treatment.

⁵⁾Treatment B: First alkali treatment with 5% NaOH (w/v) for 3 h for 95 °C,

* Moisture content of pupa shells = 4.5%.

Table 2. Comparison of deacetylation (DAc, %) and viscosity (cP) after treatment of chitin obtained from *M. domestica* pupa shells with different alkali concentration and temperature treatments.

Items	1 st Treatment	DAc (%)	2 nd Treatment	DAc (%)	3 rd Treatment	DAc (%)
	condition	Viscosity ³⁾	condition	Viscosity	condition	Viscosity
Chitin A ¹⁾	95°C/3h	7.04	95°C/3h	11.60	95°C/3h	33.98
	50% NaOH(w/v)	-	50% NaOH(w/v)	-	50% NaOH(w/v)	-
Chitin B1 ²⁾	95°C/5h	7.60	105°C/3h	33.43		
	50% NaOH(w/v)	-	50% NaOH(w/v)	-		
B2	95°C/5h	7.60	105°C/3h	96.65		
	50% NaOH(w/v)	-	50% NaOH(w/v)	36.0 cP		
Chitin C1	105°C/3h	89.76				
	50% NaOH(w/w)	33.6 cp				
C2	105°C/5h	92.39				
	50% NaOH(w/w)	19.2 cP				

¹⁾ Chitin A: Chitin obtained from NG form pupa shells (50 g).

²⁾ Chitin B1, B2, C1, and C2: Chitin obtained from G form pupa shells (100 g).

³⁾ Viscosity was measured at room temperature using a Brookfield viscometer (Model DV-II+ Pro) with spindle number #63 (rpm=100). Viscosity unit is cP (centipoise = mPa·s).

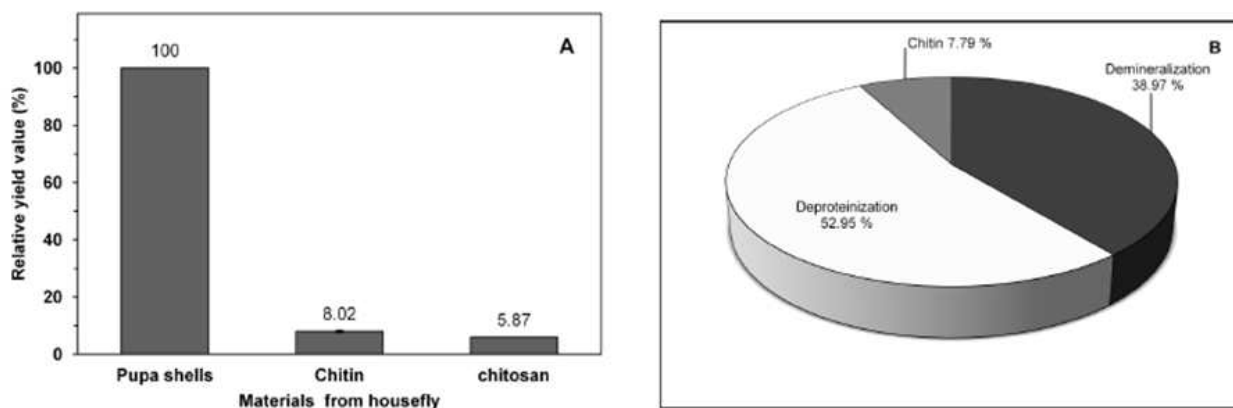


Figure. (A) Relative yield (%) of chitin and chitosan extracted from ground pupa shells (from 10, 50, and 100 g) of *M. domestica*. (B) Average dry weight (g) of ground pupa shells (from 50 and 100 g) after demineralization and deproteinization, and chitin content per 100 g of dry pupa shells.

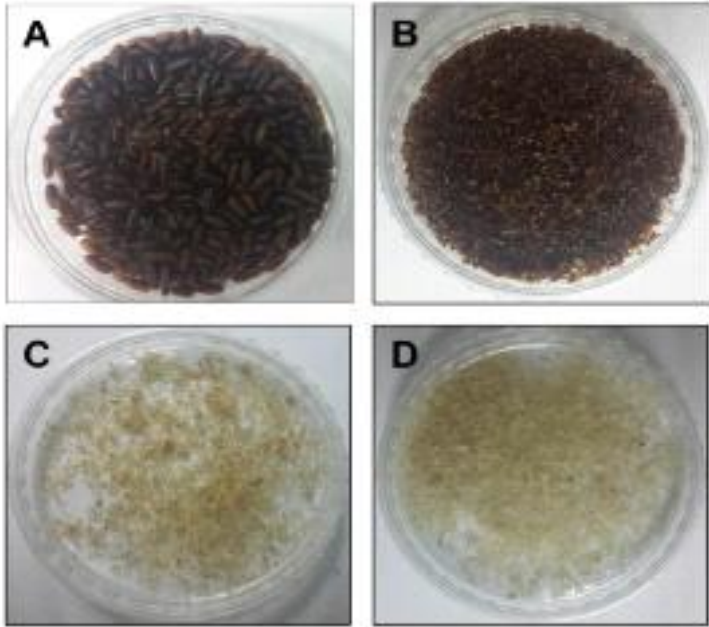


Figure. Photograph of the pupa shells of *M. domestica* in their (A) NG form and (B) G form. (C) Chitin and (D) Chitosan extracted from the pupa shells.

3. 곤충(쌍별귀뚜라미-성체)로부터 키틴과 키토산의 생산

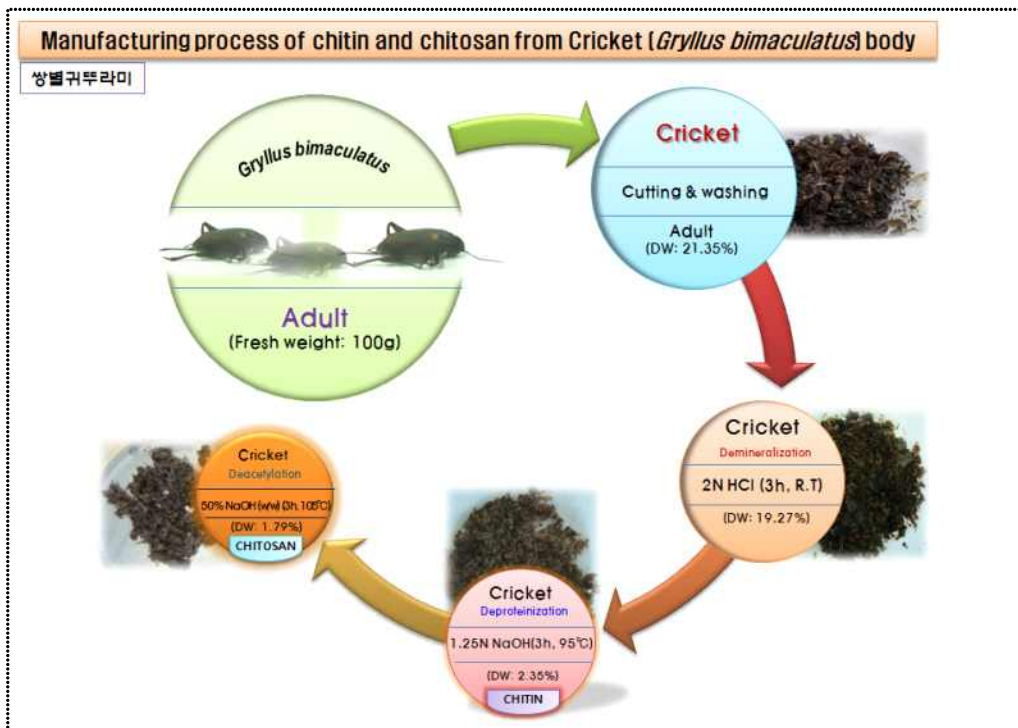


Figure. Process for producing chitin and chitosan from Cricket (*Gryllus bimaculatus*) body.

Table 1. Comparison of demineralization (DM), deproteinization (DP), and yields after treatment of *Gryllus bimaculatus* with HCl acid and alkali treatments.

Items	<i>G. bimaculatus</i>		Yield (%)	Acid treatment ³⁾		DM ⁴⁾ (%)	DP ⁵⁾ (%)
	Whole FW ¹⁾ (g)	Shell DW ²⁾ (g)		DW (g)	Yield (%)		
Test A	50	10.47	20.91	9.05	86.44	13.56	86.30
Test B	50	10.84	21.68	9.88	91.14	8.86	87.75
Test C	100	21.35	21.35	19.27	90.26	9.74	87.81
Test D	200	50.70	23.35	40.07	79.03	20.97	87.82
Avg.	-	-	21.82	-	86.72	13.28	87.42

¹⁾FW: fresh weight of *G. bimaculatus* whole body

²⁾DW: dry weight of *G. bimaculatus* body shells

³⁾Acid treatment with 2 N HCl at room temperature for 3 h

⁴⁾DM (%) = 1 – (DW after acid treatment / DW of *G. bimaculatus* body shells) × 100

⁵⁾DP (%) = 1 – (DW after alkali treatment / DW after acid treatment of *G. bimaculatus* body shells) × 100

Table 2. Manufacturing process of chitin and chitosan after treatment of *Gryllus bimaculatus* with acid and alkali treatments.

Items		Manufactural Process & Products		Treatment condition for chitosan
Test	Whole body	Chitin	Chitosan	
A	FW 50 g	DW 1.24 g	DW 0.88 g	50% NaOH (w/v) at 95°C for 3h
	DW 10.47 g	2.48% (FW base)	1.76% (FW base)	
		11.84% (DW base)	8.40% (DW base)	
B	FW 50 g	DW 1.21 g	DW 0.96 g	50% NaOH (w/v) at 105°C for 3h
	DW 10.84 g	2.42% (FW base)	1.92% (FW base)	
		11.16% (DW base)	8.86% (DW base)	
C1	FW 100 g	DW 2.35 g	DW 1.87 g	50% NaOH (w/v) at 105°C for 3h
	DW 21.35 g	2.35% (FW base)	1.87% (FW base)	
		11.01% (DW base)	8.81% (DW base)	
C2			2nd Chitosan from C1 DW 1.55g ⇒ DW 1.37g	50% NaOH (w/w) at 105°C for 3h
			1.14% (FW base)	
			5.32% (DW base)	
D0	FW 200 g	DW 4.88 g	DW 1.87g + 1.17g=3.04g	
	DW 50.70 g	2.44% (FW base)	1.84% (FW base)	
		9.63% (DW base)	7.26% (DW base)	
D1			Chitosan from 1/2 chitin D0 DW 2.44g ⇒ DW 1.87g	50% NaOH (w/v) at 105°C for 3h
			1.89% (FW base)	
			7.46% (DW base)	
D2			Chitosan from 1/2 chitin D0 DW 2.44g ⇒ DW 1.17g	50% NaOH (w/w) at 105°C for 3h
			1.79% (FW base)	
			7.06% (DW base)	

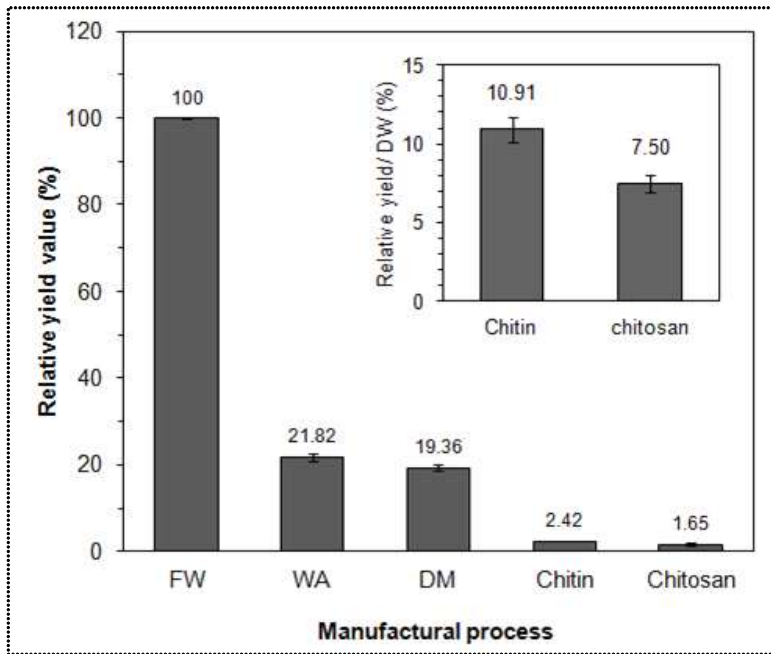


Figure. Relative yield value (%) of washing with tap water (WA), demineralization (DM), chitin and chitosan from the two-spotted field cricket (*G. bimaculatus*) whole body of Type I and Type II on fresh weight base. Relative yield (%) of chitin and chitosan extracted from *G. bimaculatus* adult exoskeleton on dry weight base (inner graph).

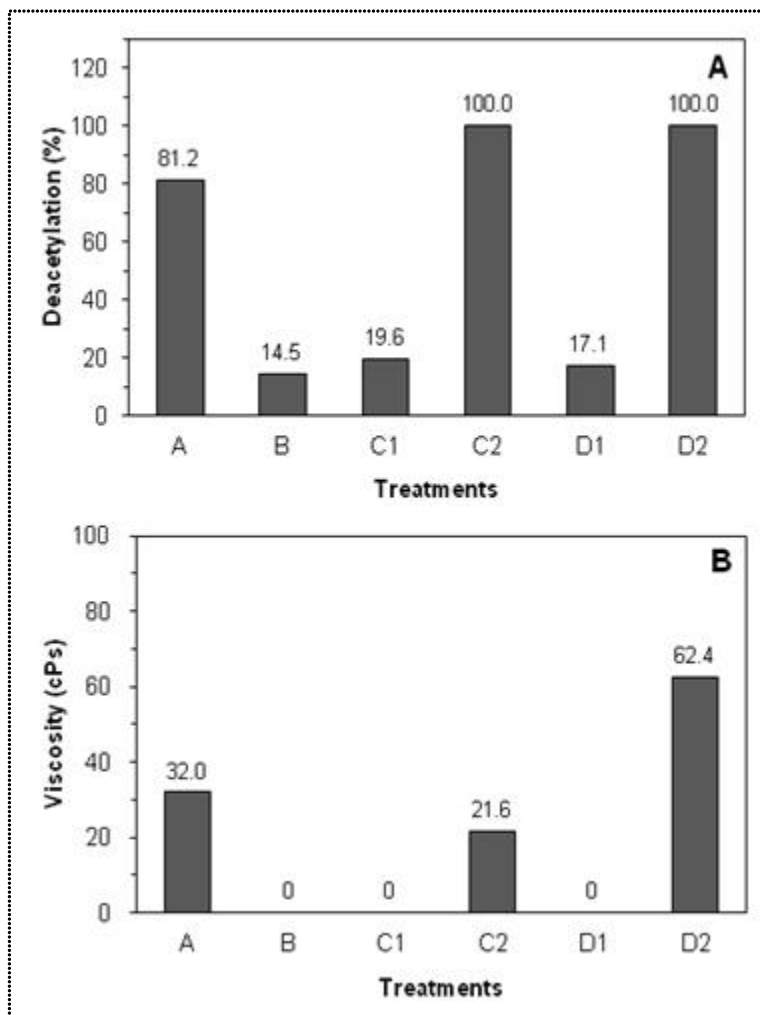


Figure. (A) Degree of deacetylation (DAc) and (B) viscosity (cPs) of chitosan extracted from the two-spotted field cricket (*G. bimaculatus*) adult exoskeleton of Type I (Treatment A) and Type II (Treatment B, C1, C2, D1, and D2).

4. 곤충(갈색거저리-유충 탈피각)로부터 키틴과 키토산의 생산

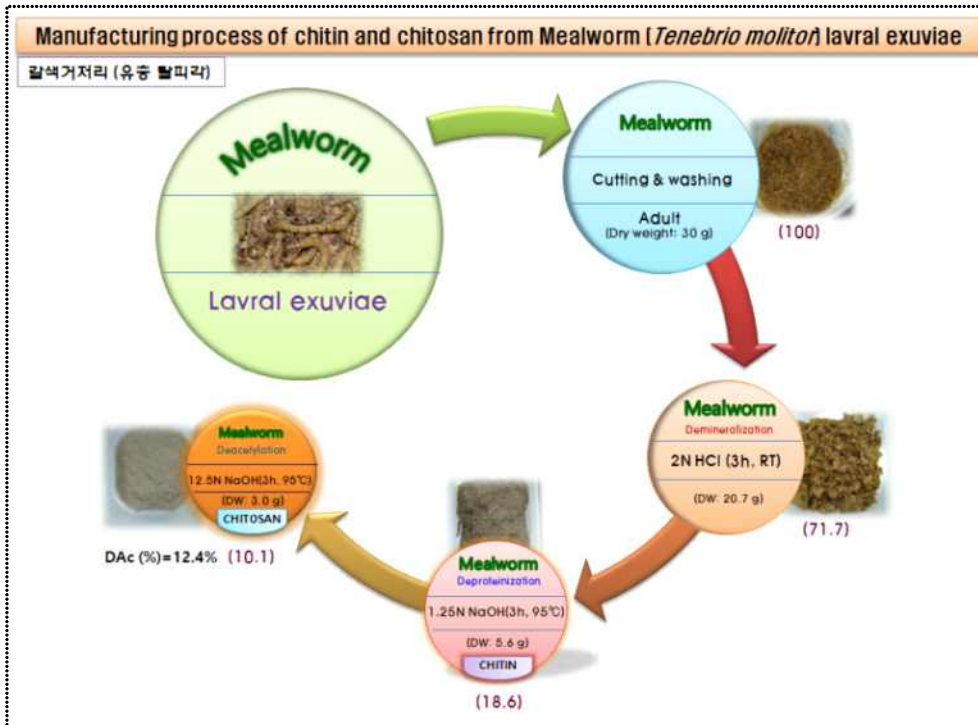
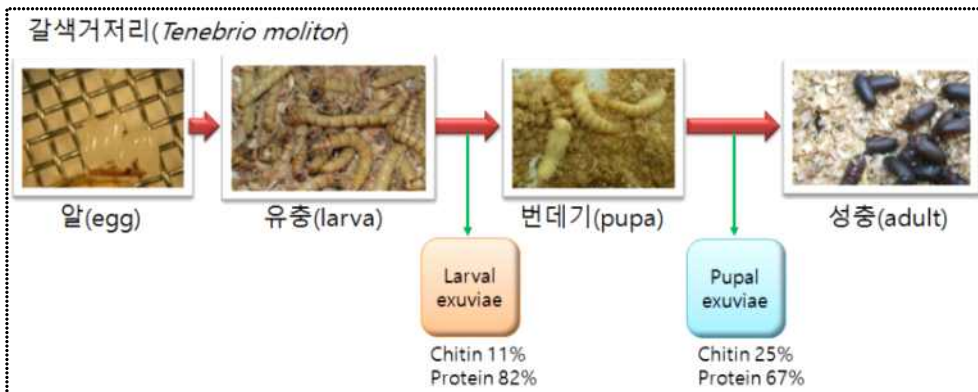


Figure. Process for producing chitin and chitosan from *Tenebrio* larval exuviae.



5. 곤충(이질바퀴-성체)로부터 키틴과 키토산의 생산

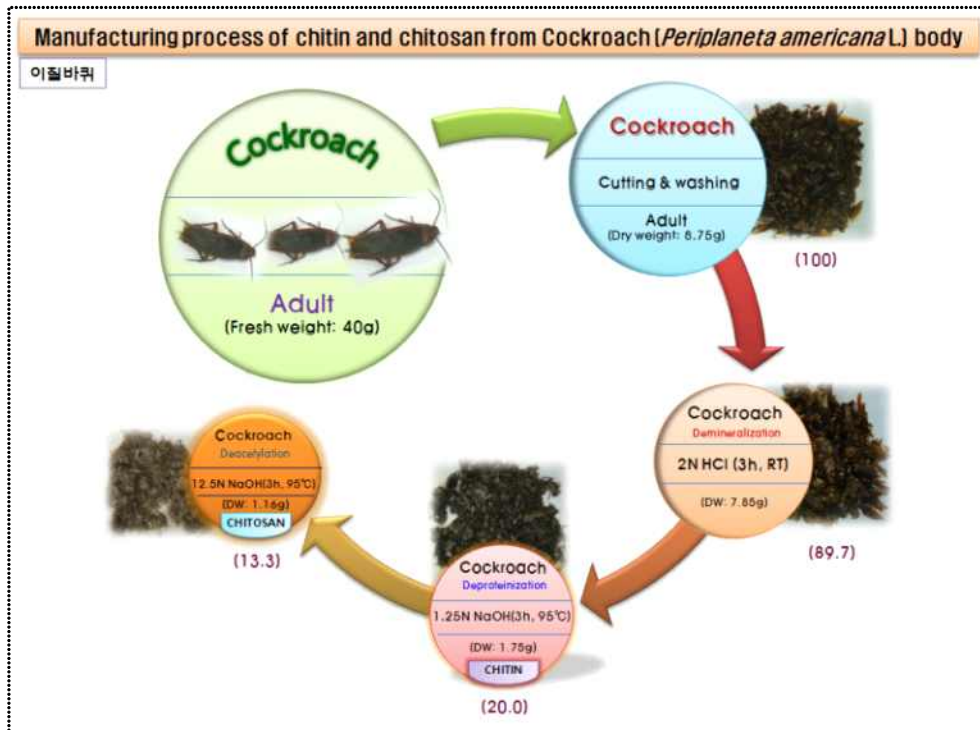
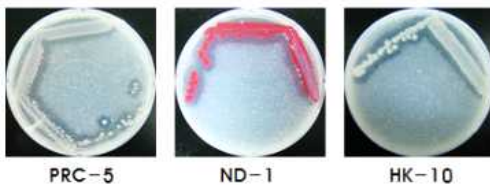


Figure. Process for producing chitin and chitosan from cockroach (*Periplaneta americana* L.).

6. 키틴분해 미생물의 분리 및 동정

곤충에 대한 chitin 분해 활성이 우수한 chitinase 분비 미생물 탐색 및 발굴

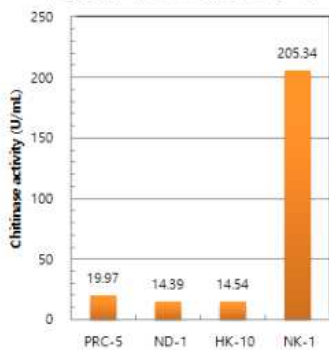
* Chitinase 분비 미생물 탐색



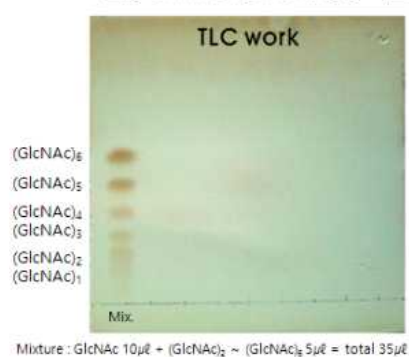
* Chitinase 분비 미생물 동정

Strain	Scientific classification
PRC-5	<i>Serratia marcescens</i>
ND-1	<i>Serratia nematodiphila</i>
HK-10	<i>Serratia marcescens</i>
NK-1	<i>Serratia</i> sp.

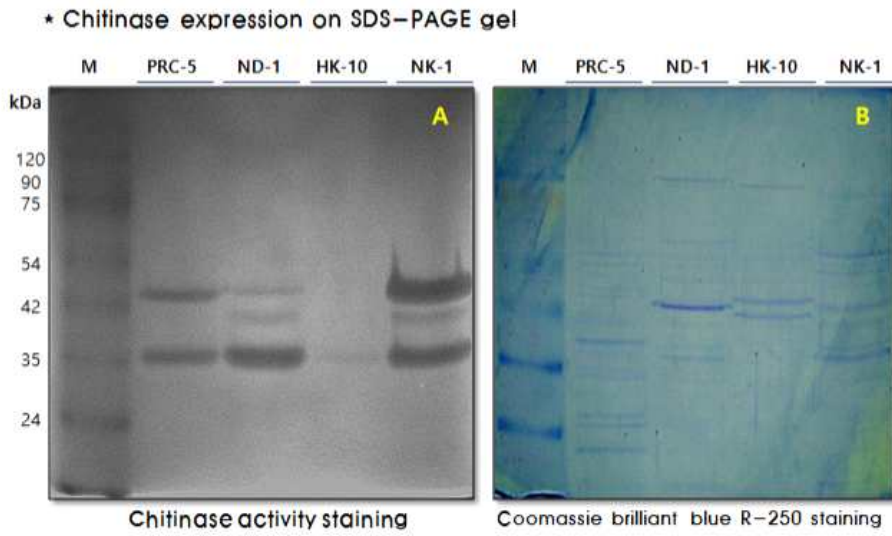
* 미생물 분비 chitinase 활성 조사



* 곤충 chitin oligomers 생성 확인

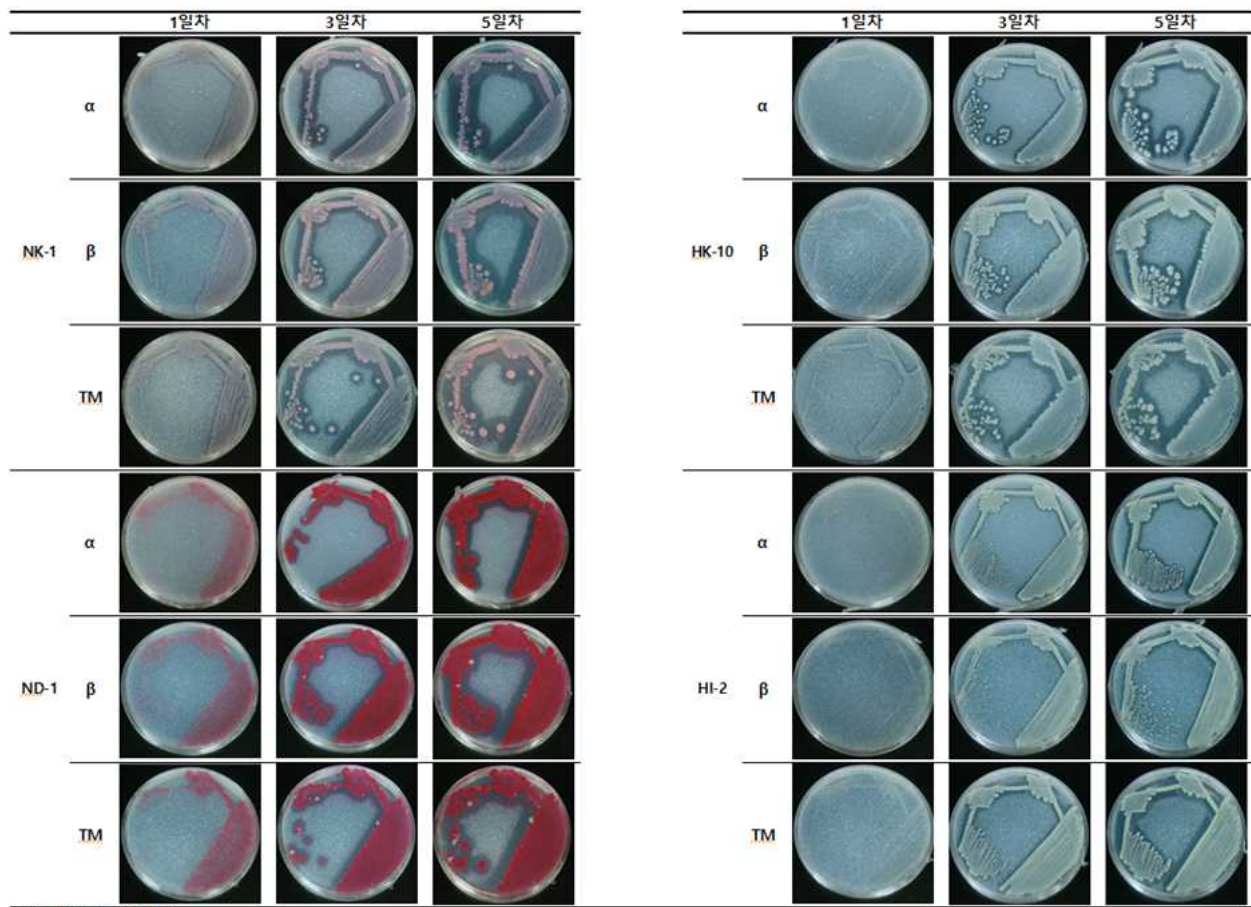


7. 선발된 키틴분해미생물(PRC5, ND1, HK10, NK1)로부터 키틴아제의 발현



8. 선발된 키틴분해미생물(NK1, HK10, ND1, HI2)로부터 키틴기질의 분해능

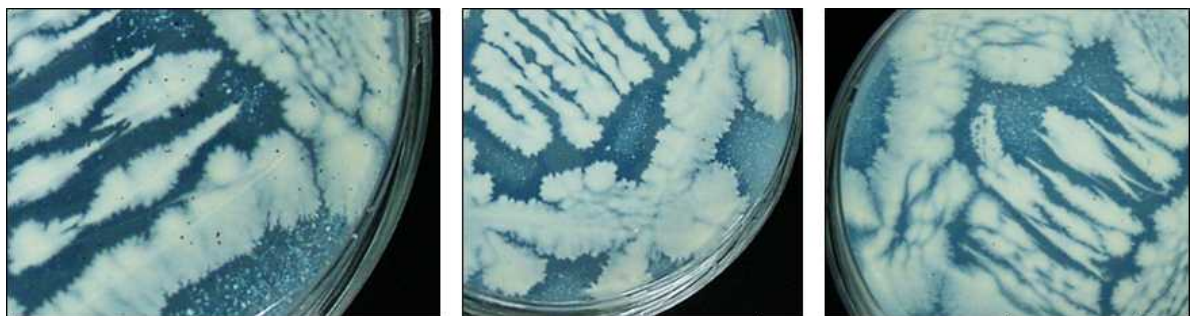
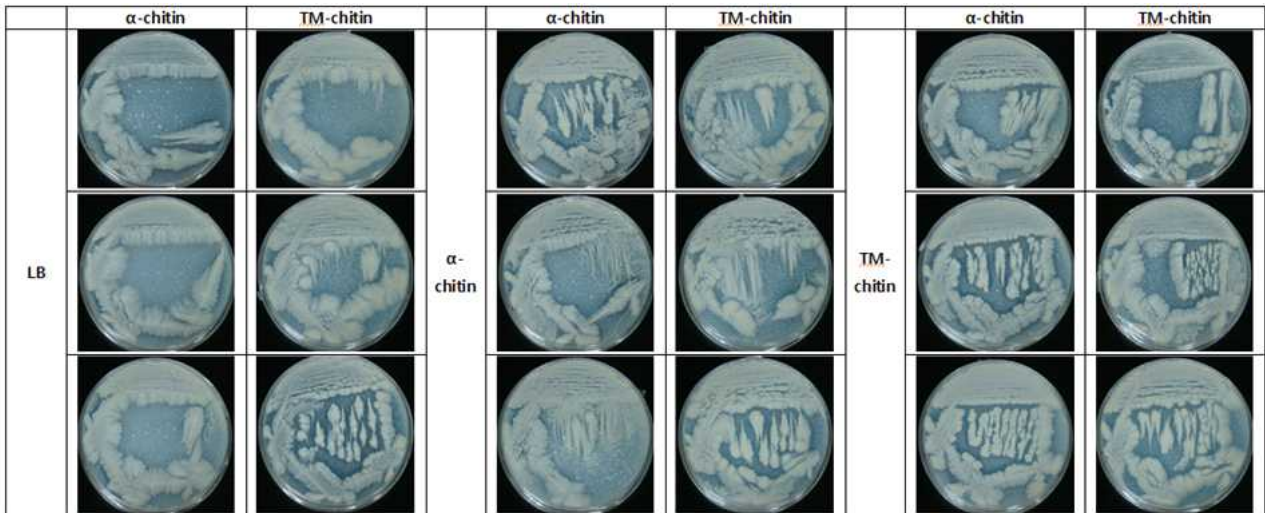
- (1) 알파(α)키틴(게껍질 키틴기질)
- (2) 베타(β)키틴(갑오징어 널 키틴기질)
- (3) TM키틴(갈색거저리, *Tenebrio molitor* 유충 키틴기질)



9. *Bacillus thuringiensis* PRC II 균으로부터 키틴기질의 분해능 조사

(1) *Bacillus thuringiensis* PRC II 균 stock을 서로 다른 기질이 포함되어 있는 플라스크(T1, T2, T3) 50ml 에 100 μ l 를 접종하여 3일간 배양함.

- 1) T1 : LB broth
- 2) T2 : α -Colloidal chitin broth(crab shell)
- 3) T3 : TM-Colloidal chitin (mealworm lava)



4) 3일간 배양된 T1, T2, T3 배지에서 2종류 기질(α -chitin, TM-chitin)이 포함된 고체배지에 각각 3반복씩 획선 평판법으로 도말하여 7일 후 두 기질 모두에서 키틴아제 활성존을 관찰하였음.

●결론

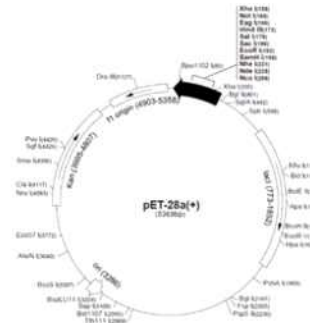
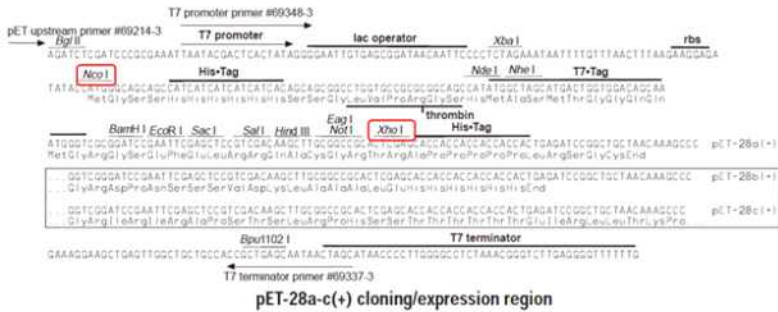
(1) 곤충종 별 키틴 분해물을 이용하여 키토산 제작을 시도하였으나, 낮은 수율 및 단가증가로 인하여 경제적 가치가 낮은 것으로 판명됨. 반면에 키틴의 경우 경제적 가치가 높으며, 생산단가도 키토산에 비하여 비교적 낮아 경제적 가치가 높은 것으로 판명됨

○곤충의 chitin을 효과적으로 분해 할 수 있는 재조합 chitinase 저가 생산기술개발

- 곤충에 대한 chitin 분해 활성이 좋은 chitinase 탐색 및 발굴
- 발굴된 최적 chitinase의 저가 발현시스템구축

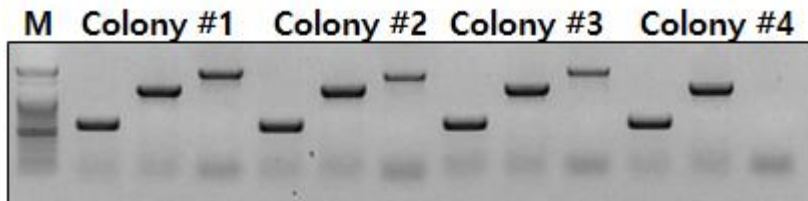
●연구결과

1. 재조합 Chitinase 단백질 대량생산을 위한 발현시스템: pET28a(+) bacterial expression system



2. 배추흰나비 감염성 바이러스 (*Pieris rapae* granulovirus) chitinase (PrGV chitinase)

(1) Cloning of PrGV chitinase into pET28a(+) bacterial expression system



(2) PrGV chitinase 염기서열 분석결과

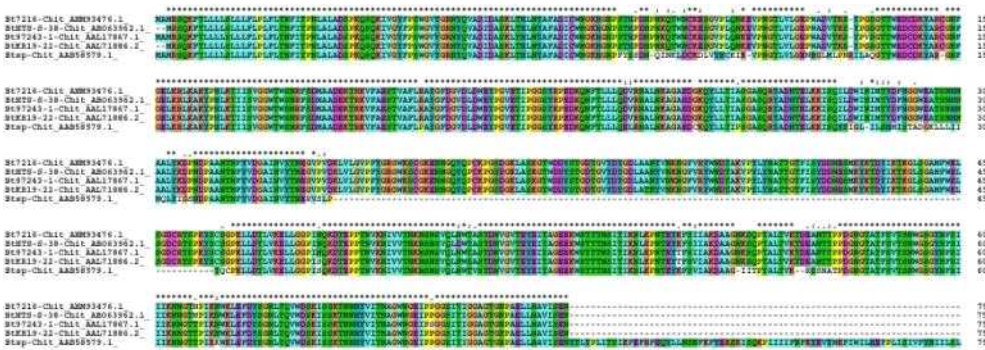
PrGV-Chitinase	PrGV-Chitinase	PrGV-Chitinase	PrGV-Chitinase
PrGV-Chitinase_1	PrGV-Chitinase_2	PrGV-Chitinase_3	PrGV-Chitinase_4
PrGV-Chitinase_5	PrGV-Chitinase_6	PrGV-Chitinase_7	PrGV-Chitinase_8
PrGV-Chitinase_9	PrGV-Chitinase_10	PrGV-Chitinase_11	PrGV-Chitinase_12
PrGV-Chitinase_13	PrGV-Chitinase_14	PrGV-Chitinase_15	PrGV-Chitinase_16
PrGV-Chitinase_17	PrGV-Chitinase_18	PrGV-Chitinase_19	PrGV-Chitinase_20
PrGV-Chitinase_21	PrGV-Chitinase_22	PrGV-Chitinase_23	PrGV-Chitinase_24
PrGV-Chitinase_25	PrGV-Chitinase_26	PrGV-Chitinase_27	PrGV-Chitinase_28
PrGV-Chitinase_29	PrGV-Chitinase_30	PrGV-Chitinase_31	PrGV-Chitinase_32
PrGV-Chitinase_33	PrGV-Chitinase_34	PrGV-Chitinase_35	PrGV-Chitinase_36
PrGV-Chitinase_37	PrGV-Chitinase_38	PrGV-Chitinase_39	PrGV-Chitinase_40
PrGV-Chitinase_41	PrGV-Chitinase_42	PrGV-Chitinase_43	PrGV-Chitinase_44
PrGV-Chitinase_45	PrGV-Chitinase_46	PrGV-Chitinase_47	PrGV-Chitinase_48
PrGV-Chitinase_49	PrGV-Chitinase_50	PrGV-Chitinase_51	PrGV-Chitinase_52
PrGV-Chitinase_53	PrGV-Chitinase_54	PrGV-Chitinase_55	PrGV-Chitinase_56
PrGV-Chitinase_57	PrGV-Chitinase_58	PrGV-Chitinase_59	PrGV-Chitinase_60
PrGV-Chitinase_61	PrGV-Chitinase_62	PrGV-Chitinase_63	PrGV-Chitinase_64
PrGV-Chitinase_65	PrGV-Chitinase_66	PrGV-Chitinase_67	PrGV-Chitinase_68
PrGV-Chitinase_69	PrGV-Chitinase_70	PrGV-Chitinase_71	PrGV-Chitinase_72
PrGV-Chitinase_73	PrGV-Chitinase_74	PrGV-Chitinase_75	PrGV-Chitinase_76
PrGV-Chitinase_77	PrGV-Chitinase_78	PrGV-Chitinase_79	PrGV-Chitinase_80
PrGV-Chitinase_81	PrGV-Chitinase_82	PrGV-Chitinase_83	PrGV-Chitinase_84
PrGV-Chitinase_85	PrGV-Chitinase_86	PrGV-Chitinase_87	PrGV-Chitinase_88
PrGV-Chitinase_89	PrGV-Chitinase_90	PrGV-Chitinase_91	PrGV-Chitinase_92
PrGV-Chitinase_93	PrGV-Chitinase_94	PrGV-Chitinase_95	PrGV-Chitinase_96
PrGV-Chitinase_97	PrGV-Chitinase_98	PrGV-Chitinase_99	PrGV-Chitinase_100

3. 박테리아 유래 재조합 chitinase 발현시스템 구축

(1) Chitinase 활성을 갖고 대상 균주 중 Bt PRCII 를 선정함

	Scientific classification	Strain
1.	<i>Lysobacterenzymogenes</i>	MG18S
2.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	PRCII Selected
3.	<i>Serratiamarcescens</i>	PRC-5
4.	<i>Bacillus cereus</i>	MP-310
5.	<i>Paenibacilluschitinolyticus</i>	MP-306
6.	<i>Pedobactersteynii</i>	M6

(2) BtChitinase의 아미노산 염기서열 분석 결과



(3) BtChitinase의 nucleotide 염기서열 분석 결과



(4) Cloning 및 sequencing을 통한 BtChitinase 유전자 분석 결과

```

ATG GCT ATG AGG TCT CAA AAA TTC ACA CTG TTA CTA TCT CTA CTA CTT TTC TTA CCT 60
M A M R S Q K F T L L L S L L L F L P 20
TAC GGA CGT GGC TGG AAA AGT TGT GGC AAA GAA AAT AAC GGA CAA TAT CAA CCT TGC AAA 1080
Y G R G W K S C G K E N N G Q Y Q P C K 360

CTT TTT CTC ACA AAT TTT ATT AAT CCA AAT CTC GCA TTA GCA GAT TCA CCA AAG CAA AGT 120
L F L T N F I N P N L A L A D S P K Q S 40
CCA GGT AGT GAT GGG AAA CTT GCT TCT AAA GGT ACT TGG GAT GAT TAC TCT ACC GGT GAC 1140
P G S D G K L A S K G T W D D Y S T G D 380

CAA AAA ATT GTT GGA TAC TTT CCT TCG TGG GGC GTT TAC GGA CGT AAT TAT CAA GTT GCT 180
Q K I V G Y F P S W G V Y G R N Y Q V A 60
ACA GGT GTG TAT GAT TAC GGT GAT TTA GCA GCC AAT TAC GTT AAT AAA AAT GGT TTT GTA 1200
T G V Y D Y G D L A A N Y V N K N G F V 400

GAC ATT GAT GCA TCA AAA CTT ACT CAC CTT AAC TAT GCT TTC GCG GAT ATT TGT TGG AAC 240
D I D A S K L T H L N Y A F A D I C W N 80
CGC TAC TGG AAT GAC ACA GCT AAA GTA CCT TAC TTA TAT AAT GCA ACT ACA GGC ACA TTT 1260
R Y W N D T A K V P Y L Y N A T T G T F 420

GGA AAA CAT GGA AAC CCT TCT ACT CAT CCT GAT AAT CCA AAT AAA CAA ACG TGG AAC TGT 300
G K H G N P S T H P D N P N K Q T W N C 100
ATT AGC TAC GAT GAC AAT GAA TCT ATG AAA TAC AAA ACA GAC TAT ATA AAG ACG AAA GGT 1320
I S Y D D N E S M K Y K T D Y I E T K G 440

AAA GAA TCT GGT GTA CCA TTG CAA AAT AAA GAG GTT CCT AAT GGT ACT CTC GTA CTC GGT 360
K E S G V P L Q N K E R V P N G T L V L G 120
TTA AAT GGA GCA ATG TTT TGG GAA CTA AGC GGA GAT TGC CGT ACA AGT CCA AAA TAT AGT 1380
L N G A M P W E L S T D C R T S P K Y S 460

GAA CCA TGG GCT GAT GTT ACC AAA TCG TAT CCT GGC TCA GGG ACA ACT TGG GAA GAT TGC 420
E F W A D V T K S Y P G S G T T W E D C 140
TGC AGT GGT CCA AAA TTA CTT GAT ACG CTA GTA AAA GAA TTA CTT GGT GGA CCT ATT AGT 1440
C S G P K L L D T L V K E L L G G P I S 480

GAT AAA TAT GCC CGT TGC GGA AAT TTC GGG GAA CTA AAA CGA TTA AAA GCT AAA TAT CCT 480
D K Y A R C G N F G E L K R L K A E Y P 160
CAA AAA GAT ACT GAG CCA CCA ACG AAT GTT AAA AAC ATT GTA GTT ACG AAT AAA AAT TCA 1500
Q K D T E P P T N V K N I V V T N K N S 500

CAC TTA AAA ACA ATT ATT TCC GTT GGT GGC TGG ACT TGG TCT AAC CGC TTT TCT GAT ATG 540
H L K T I I S V G G W T W S N R F S D M 180
AAC TCA GTT CAA TTA AAC TGG ACT GTA TCT ACT GAT AAC GTA GGA GTT ACG GAA TAT GAA 1560
N S V Q L N W T V S T D N V G V T E Y E 520

GCC GCT GAT GAA AAA ACA AGA AAA GTA TTY GCT GAA TCT ACA GTA GCT TTT CTT CGC GCA 600
A A D E K T R K V F A E S T V A F L R A 200
ATT ACT GCT GGA GAA GAG AAA TGG AGT ACA ACA ACA AAT AGC ATT ACA ATT AAA AAC TTA 1620
I T A G E E K W S T T T N S I T I K N L 540

TAT GGG TTT GAT GGC GTA GAT TTA GAC TGG GAA TAT CCG GGC GTT GAA ACG ATT CCT GGT 660
Y G F D S V D L D W E Y P G V E T I P G 220
AAA CCT AAT ACG GAA TAC AAA TTT TCG GTA ATT GCC AAA GAT GCT GCT GGA AAT AAA TCA 1680
K P N T E Y K F S V I A K D A A G N K S 560

GGT AGT TAT CGT CCT GAA GAT AAA CAA AAT TTC ACT CTC CTT CTT CAA GAC GTC CGA AAT 720
G S Y R P E D K Q N F G G E A T S N H N A 300
CAA CCT ACC GCT CTT ACT GTC AAA ACG GAT GAA GCT AAT ACG ACA CCT CCT GAT GGA AAT 1740
Q P T A L T V K T L D E A N T T P P D G N 580

GCT TTG AAT AAA GCA GGT GCT GAA GAT GGC AAA CAA TAT TTA CTA ACA ATC GCT TCA GGT 780
A L N K A G A E D G K Q Y L L T I A S G 260
GGT ACT GCT ACA TTT TCA GTC ACT TCG AAT TGG GGC AGC GGT TAT AAC TTC TCA ATT ATA 1800
G T A T F S V T S N W G S G Y N F S I I 600

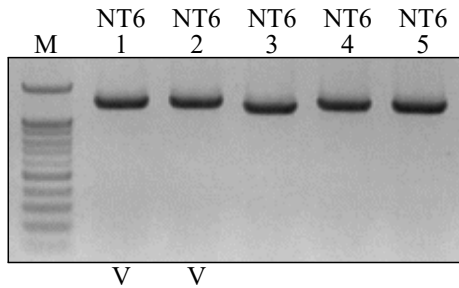
GCA AGT CAA CGC TAC GCT GAT CAT ACA GAA CTA AAG AAA ATT TCT CAA ATA CTC GAT TGG 840
A S Q R Y A D H T E L K K I S Q I L D W 280
ATC AAA AAT AAT GGA ACG ACT CCT ATT AAA AAT TGG AAA TTA GAA TTT GAT TAT AGC GGC 1860
I K N N G T T P I K N W K L E F D Y S G 620

ATT AAT ATT ATG ACA TAT GAT TTC CAC GGC GGA TGG GAA GCT ACT TCT AAT CAT AAT GCA 900
I N I M T Y D F H G G E A T S N H N A 300
AAT TTA ACA CAA GTT TGG GAT TCT AAA ATT AGT AGT AAA ACA AAT AAT CAT TAT GTA ATT 1920
N L T Q V W D S K I S S K T N N H Y V I 640

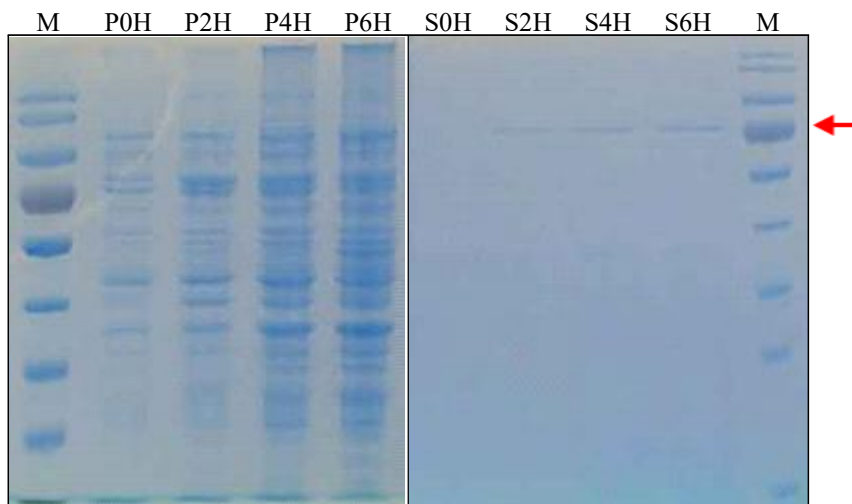
GCT CTA TAT AAG GAT CCA AAT GAC CCA GCA GCA AAT ACG AAT TTT TAC GTA GAT GGT GCT 960
A L Y K D P N D P A A N T N F Y V D G A 320
AGC AAC GCA GGA TGG AAT GGT GAA ATT CCT CCT GGT GGA TCT ATT ACA ATT GGC GGT GCA 1980
T N A G W N G E I P P G G S I T I G G A 660

ATA AAT GTT TAT ACA AAT GAA GGT GTT CCA GTC GAT GAA CTA GTA TTA GGC GTA CCG TTT 1020
I N V Y T N E G V P V D K L V L G V P F 340
GGA ACA GGT AAT CCT GCC GAA CTT TTA AAT GGC GTC ATT AGC GAA AAC TAG 2031
G T G N P A E L L N A V I S E H * 676
    
```

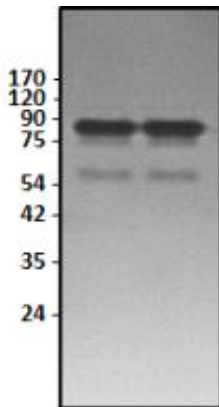
(5) pET28a(+) bacterial expression system에 BtChitinase의 클로닝 결과



(6) 재조합 BtChitinase 발현 결과(see arrow)



(7) 재조합 BtChitinase의 chitinase activity 확인 결과



●결론

- (1) 배추흰나비의 감염성 바이러스 (*Pieris rapae* granulovirus) 및 *Bacillus thuringiensis* PRCII 유래 chitinase의 재조합 단백질 발현을 시도함
- (2) *B. thuringiensis* 유래 chitinase의 재조합 단백질 발현에 성공
- (3) 그 결과 재조합 chitinase는 갈색거저리 및 기타 곤충에서 유래한 Chitin을 기질로 사용하여 activity를 확인함

●단백질 분해효소 프로테아제(Protease), 펩티다아제(Peptidase)의 곤충 종별 가소화 조건 확립 시도 (경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)

●연구결과

1. 현재 갈색거저리의 단백질을 효과적으로 분해하는 Protease를 분비하는 미생물균주를 탐색하고 있으며 해당 유전자를 확보하여 재조합단백질을 생산하는 실험을 진행 중임.
2. 사료제작 시 소화율 증진을 위한 프로테아제 및 펩티다아제의 처리에 대한 경제성 분석
 - (1) 상용으로 구입이 가능한 Protease를 기반으로 분석한 단가계산
상용되고 있는 재조합 protease, 또는 재조합 peptidase 구매단가: 약 1unit/10원
재조합 protease, 또는 재조합 peptidase 활성 단위: 2mg/1unit
반응기에 1회 처리량 500kg
1회 처리단가: $500\text{kg} \div 2\text{mg} \times 10\text{원} = \text{약 } 2,500,000\text{원}$
 - (2) 키틴아제, 프로아제를 처리하면 소화흡수 증진에 도움이 됨
하지만, 기본적으로 흡수율이 나쁘지 않음
 - (3) 인간용 식품 또는 고가의 프리미엄 제품(ex. 홀리스틱 제품 한봉지에 10만원)이면 의미가 있으나 저가 대량생산을 목표로 하는 가금사료 분야에서는 활용이 거의 불가능함
⇒ 단가 수직 상승
ex. 가금사료 1포 (25kg) 가격이 약 15,000원이므로 약 130,000원의 재조합 효소가격 상승

●결론

- (1) 가금사료의 소화율을 높이기 위한 재조합 protease 또는 재조합 peptidase의 활용은 저가

대량생산을 목표로 하는 가금사료 분야에서는 활용이 불가능 한 것으로 판단됨

○육계 및 오리에 대한 곤충사료의 생산성 향상에 대한 실증 시험

- 유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 효능 육계와 오리 실증 시험
- 육계 및 오리(백색육용오리 Penkin종)에 대한 맞춤형 기능성 사료급여에 대한 성장능력 개선(일당증체량 개선 및 출하기간 단축)을 위한 성장능력 조사 및 분석

1. 육용오리 (Penkin 종) 기능성 곤충사료 기호성 및 생산성 실증 시험



(1) 공시재료:

- 1) 육용오리(Penkin 종) 100수, 3반복, 42일 전기간 처리
- 2)육용오리(Penkin 종) 처리구별 100수, 7처리구, 20일령부터 42일령까지 처리

(2) 시험장소:

- 1) 전남대학교 가금류 제한사양실험사육사
- 2) 전남 오리산학연합력단 해남 선도농가 1지역

(3) 실험방법 : A사의 육용오리 사양매뉴얼 기준으로 시기별 무제한 급여 사양관리



(4) 처리구별 사양실험 내용

1) 1차 기호성 및 생산성 실증 시험 처리구

- 대조구 1그룹, 처리구 7그룹
- 대조구, 메뚜기 동결건조, 동에등애 동결건조, 파리번데기 동결건조, 귀뚜라미 동결건조, 갈색거저리 동결건조, 갈색거저리 MICRO WAVE, 갈색거저리 열풍건조

2) 2차, 3차 기호성 및 생산성 실증 시험 처리구

- 대조구 1그룹, 처리구 6그룹
- 대조구, 동에등애 동결건조, 파리번데기 동결건조, 귀뚜라미 동결건조, 갈색거저리 동결건조, 갈색거저리 MICRO WAVE, 갈색거저리 열풍건조

3) 현장 오리사육농가 기호성 및 생산성 실증 시험 처리구

- 대조구 1그룹, 처리구 6그룹
- 대조구, 동에등애 동결건조, 파리번데기 동결건조, 귀뚜라미 동결건조, 갈색거저리 동결건조, 갈색거저리 MICRO WAVE, 갈색거저리 열풍건조

(5) 표본조사: 시기별 증체량, 사료섭취율, 폐사량, 출하일령

(6) 통계분석: 통계분석 프로그램 Statistical Analysis System (SAS 9.4)를 이용

●연구결과 및 결론

(1) 본 연구의 주요 목적은 유용곤충의 사료화 가능성을 규명하기 위하여 일반 오리사료와 다양한 대상 유용곤충 및 처리방법에 따른 기호성 규명을 위하여 실시한 바, 3차에 걸친 실험에서 차수간 변이가 존재하지만, 동일 차 수 내에서 대조구와 유용곤충 기능성 사료간 내의 유의적인 차이가 보였음. 즉, 일반 오리사료에 비하여 유용곤충 기능성 사료에서 전체적으로 출하체중이 높게 관측되었음. 이는 가금류의 육용오리 품종에서 유용곤충의 품미가 순기능적 역할을 하여, 증체효과가 있음을 검증하였음.

Table 1. 유용곤충 기능성 사료 처리구별 평균 출하체중 비교 (단위 : g)

구분	1차	2차	3차
대 조 구	1302.48 ^d	3029.32 ^{ab}	2858.25 ^{cd}
갈색거저리 Microwave	2188.33 ^a	3069.78 ^{ab}	2946.33 ^{abc}
갈색거저리 동결건조	2016.51 ^{bc}	3133.29 ^a	2737.38 ^d
갈색거저리 열풍건조	1494.35 ^a	3120.92 ^a	2819.54 ^{cd}
동애등에 동결건조	1832.54 ^c	3199.29 ^a	3003.69 ^{ab}
파리번데기 동결건조	1832.54 ^b	3032.68 ^b	2921.67 ^{abc}
귀뚜라미 동결건조	1700.49 ^b	2886.65 ^{ab}	3064.73 ^a
메뚜기 동결건조	1744.46 ^b	-	-

(2) Table 2.는 대조구와 유용곤충 기능성 사료간 일당증체량을 비교함으로써 사료의 기능적 가치를 비교하고자 실시한 바, 처리구별 평균 출하체중 분석 내용과 마찬가지로 유용곤충 기능성 사료 처리구에서 대조구보다 유의적으로 높은 일당 증체효과를 나타냄. 이는 유용곤충의 단백질원이 오리성장애 전 기간 긍정적 영향을 미쳐, 대조구에 비하여 일당 증체량이 높은 것으로 조사되었음. 차수별 변이는 사료급여 시점에 외부기온과 온도가 미쳤으며, 이러한 결과는 농장 현장검증시험에서와 동일한 결과를 나타내었음.

Table 2. 유용곤충 기능성 사료 처리구별 일당증체량 비교 (단위 : g)

구분	1차	2차	3차
대 조 구	31.01±7.23 ^d	72.12±5.37 ^{ab}	68.05±3.69 ^{cd}
갈색거저리 Microwave	52.10±5.53 ^a	73.09±5.62 ^{ab}	70.15±4.37 ^{abc}
갈색거저리 동결건조	39.32±1.62 ^{bc}	74.60±6.01 ^a	65.17±4.9 ^d
갈색거저리 열풍건조	48.01±4.42 ^a	74.30±5.92 ^a	67.13±4.51 ^{cd}
동애등에 동결건조	35.57±4.74 ^b	76.17±6.45 ^a	71.52±4.38 ^{ab}
파리번데기 동결건조	43.63±5.51 ^b	68.7±4.14 ^b	69.56±6.62 ^{abc}
귀뚜라미 동결건조	40.48±4.47 ^c	72.21±6.59 ^{ab}	72.96±3.88 ^a
메뚜기 동결건조	41.53±6.32 ^b	-	-

(3) Table 3은 대조구와 대상 유용곤충 기능성사료 구별 총 사료 섭취량을 조사한 결과로 유용곤충 기능성 사료구에서 유용곤충의 품미가 사료 섭취를 증가하는 요인으로 작용함. 일당 증체량 및 출하체중의 증가는 사료 섭취량과 비례한 결과를 보였기에 이는 유용곤충 기능성 사료 처리구에서 증체효과는 사료 섭취량의 증가로 기인된 것으로 사료됨. 그러나 사료 섭취량의 증가가 처리구별 양적성장능력과 비례하더라도 종류에 따른 곤충 기반으로 한 단백질의 품질에 따라 질적성장능력의 차이가 있는 것으로 분석. 향후 질적성장능력의 평가는 곤충 기반의 품질평가와 육용오리 도체육의 성분 및 육질분석을 필요로 함.

Table 3 유용곤충 기능성 사료 처리구별 총 사료섭취량

(단위 : g)

구분	1차	2차	3차
대 조 구	60,442	64,872.0	105,052
갈색거저리 Microwave	60,182	70,742.4	111,298
갈색거저리 동결건조	67,040	70,279.2	108,502
갈색거저리 열풍건조	70,400	68,148.0	119,576
동애등에 동결건조	61,197	68,455.2	114,600
파리번데기 동결건조	60,199	72,806.4	112,450
귀뚜라미 동결건조	63,822	70,641.6	108,612
메뚜기 동결건조	63,686	-	-

(4) Table 4는 유용곤충 기능성 사료 및 대조구(기존 사용화)사료에 대한 오리의 기능성 선호도를 현장 오리사육농가에 적용한 결과를 나타낸 표로, 농장 지역적 실제 환경을 고려한 실증시험으로 대조구보다 유용곤충 기능성 사료에서 평균 출하체중과 일당증체량이 높은 것으로 조사되었음. 현장 오리사육농가 실증시험은 제한급여를 원칙으로 실시하였으며, 현장 실제 적용 경향을 파악 할 수 있음.

Table 4. 현장오리사육농가 처리구별 평균 출하체중 및 일당증체량

(단위 : g)

구분	평균 출하체중	일당증체량	3차
대 조 구	3,510	96.08696	105,052
갈색거저리 Microwave	3,710	106.95650	111,298
갈색거저리 동결건조	3,720	108.69570	108,502
갈색거저리 열풍건조	3,620	101.30430	119,576
동애등에 동결건조	3,620	102.60870	114,600
파리번데기 동결건조	3,700	106.52170	112,450
귀뚜라미 동결건조	3,790	109.13040	108,612

○곤충자원사료 활용 전처리 조건 설정

- 사용목적에 따른 곤충의 추출용매별 최적 추출조건 연구
- 건조시간 별 수분함유량 측정에 따른 최적 사료 수분함유량 조건 연구
- 사료효율성을 고려한 적정 곤충분말 입자 크기 연구





●연구결과

1. 열수추출 방법(50~90℃)을 통한 추출 연구
2. 사료원료로서의 열수추출 70℃, 5hr 설정



3. 건조시간별로 수분함유량을 측정하고 저장 및 가공이 용이한 수분함유량 설정



4. 수분함유율 15%이하

- (1) 열풍 72hr
- (2) 동결 120hr
- (3) 마이크로웨이브 9min

5. 사료 혼합 및 제형화의 적정곤충분말 입자 연구
6. 곤충분말 40mesh이하

○곤충 활용 사료 생산 환경 연구

- 활용용도에 따른 단일곤충 및 혼합곤충종의 최적 배합비율 연구
- 곤충별 활용용도에 따른 혼합방법 및 최적조성비 연구
- 곤충 종류별 투입량 및 수분함유율에 따른 최적 배합비 연구

●연구결과

1. 오리펠렛사료의 갈색거저리, 귀뚜라미, 동애등애, 파리번데기, 메뚜기의 분말 배합비율 연구
2. 혼합비율 조성비에 따른 오리사료 시험용 제품개발
3. 오리펠렛사료의 열풍 갈색거저리, 귀뚜라미, 동애등애, 파리번데기의 혼합 방법 및 조성비율 연구
4. 혼합비율 조성비에 따른 오리사료 시험용 제품개발



- ◎ 2mm 오리사료 펠릿 성형시 문제점 발생
- 사료의 수분흡수율 낮음(재료영향)
 - 수분을 높일 경우 내부에서 뭉침현상 발생
 - 고압, 고열로 인해 재료의 변형 발생

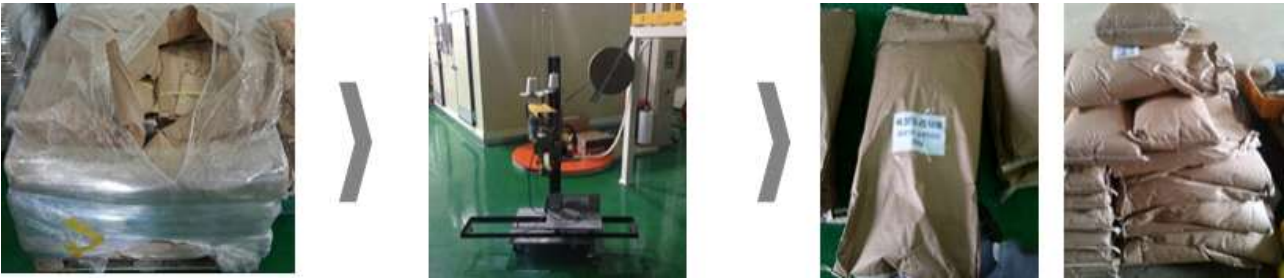
- ◎ 문제점 해결
- 3mm 틀의 신규제작 및 진행
 - 2mm 틀의 사료 사출압력 조절 (주형틀 구멍수 및 깊이 조절, 1개월 소요)



5. 건조방법은 동결, 마이크로웨이브, 열풍건조이며 갈색거저리, 귀뚜라미, 동애등애, 파리번데기의 곤충 수분함유율 연구



6. 열풍 갈색거저리 1%, 열풍 귀뚜라미 1%, 수분함유율 15%이하



7. 곤충 종별, 건조방법별 사료 제작 완료

- (1) 마이크로웨이브, 동결건조, 열풍건조 방법으로 건조된 갈색거저리를 기반으로 만들어진 오리 사료
- (2) 열풍건조 된 동애등애, 파리번데기, 귀뚜라미를 기반으로 만들어진 오리 사료



(3) 제작된 곤충기반 오리 사료 사진



○곤충사육 자동화 대량사육 기술 개발

- 국내외 곤충사육 자동화 대량사육 기술 자료 수집
- 경제적 자동화 대량사육 기술 및 환경기준 개발
- 곤충사육 자동화 대량생산 시스템 매뉴얼 작성

●연구결과

국내외 곤충사육 자동화 대량사육 기술 자료 수집: 국내자료는 직접 농가를 방문하여 조사하였으며 국외자료는 논문, 특허, 인터넷자료를 활용함

1. 갈색거저리와 쌍별귀뚜라미의 자동화 대량사육 기술 자료 수집

(1) 국내 갈색거저리 사육농가 현황 및 사육법 조사

1) 갈색거저리: 전국 10여농가 중 3농가(전남)를 대상으로함



2) 갈색거저리 사육법: 중국의 사육법을 모방한 사육시스템(갈색거저리사육과 이용기술)

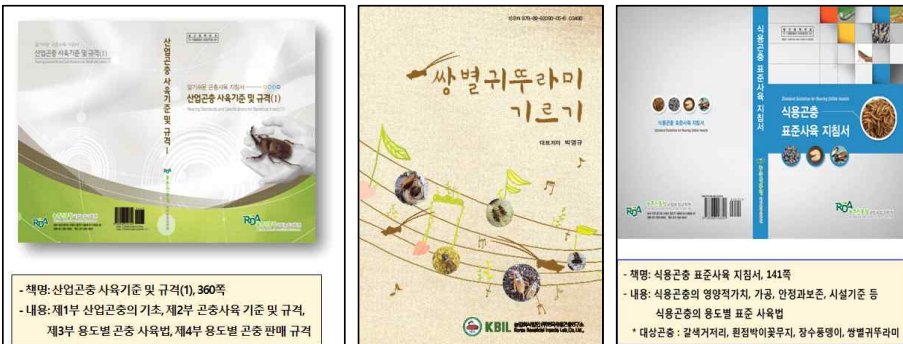


(2) 국내 쌍별귀뚜라미 사육농가 현황 및 사육법 조사

1) 쌍별귀뚜라미: 전국 10여농가 중 3농가(경기, 전남)를 대상으로 함



2) 쌍별귀뚜라미 사육법: 수조형 사육시스템(산업곤충사육기준 및 규격 I, 쌍별귀뚜라미기르기, 식용곤충표준사육지침서)



2. 국내외 자원곤충 자동화 사례 조사: 사육과정중 자동화 장치를 활용하는 부분을 조사함

(1) 갈색거저리: 분리기, 건조기 등

(2) 쌍별귀뚜라미: 부화약층 분리장치, 먹이급이장치, 수분공급장치, 수확장치 등

1) 귀뚜라미 사육장치는 소형, 중형(미국), 대형(캄보디아)으로 사육되며 각각에 맞는 자동 및 반자동장치를 고안하여 사용함(YouTube: Dirty Jobs - Season 7 Episode 15 PART 2~4 - Cricket Farmer January 12 2010)



(3) 국외: 대규모 산업화를 위한 자동화 장치를 포함하거나 대량사육장치 활용

1) 갈색거저리 자동화 대량사육법: 사료교반기, 분리기, 자동건조장치 등 (시제품개발)

2) 귀뚜라미 대량사육장치: 중대형, 소형 사육상



중, 대형 (>250L 150*60*50cm):
부화약충 >5,000개체



소형(50L):부화약충
>1,000개체

3. 대상곤충의 사육과정 중 자동화 장치가 가능한 부분에 대한 장치 개발(사육 단계별 시제품 완성 - 특허출원)

<p style="text-align: right;">2018-12-01</p> <p style="text-align: center;">【발명의 실명】</p> <p>【발명의 명칭】 곤충 선별 장치(Apparatus for sorting of insects)</p> <p>【기술분야】 【0001】 본 발명은 곤충 선별 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 살아있는 곤충의 유충을 자동으로 수검하고 용이하게 분리 선별할 수 있는 곤충 선별 장치에 관한 것이다.</p> <p>【발명의 배경이 되는 기술】 【0002】 일반적으로 알려져 있는 곤충, 복을 용이 관측하거나, 영구기, 용과 피, 구더기, 병충, 귀뚜라미등은 동남아시아를 비롯한 많은 지역에서 이를 가공하여 식량으로 사용한다.</p> <p>【0003】 상기 곤충에 대한 수요량이 많은 지역으로 확대됨에 따라 곤충의 사육은 이미 신종 업종으로 널리 형성 되었다. 상기와 같이 많은 곤충 중의 관측거리의 성충은 주로 곡류 속의 알을 낳는데, 이때 알은 전체적으로 무성되며 그 크기가 대략 장경 1.03mm, 단경 1.00mm로 매우 작으며 1~2주일 후 부화한다. 상기 관측거리의 유충 기간은 약 10주이나 이를 인공 사육할 목적은 약 2주 정도이다.</p>	<p>【0004】 유충은 빈레기가 되기까지 먹이와 온도에 따라 9 내지 20일 탈피한다. 빈레기가 되고 2 내지 3주가 경과하면 실충으로 부화하며 처음으로 부화할 때에는 연한 갈색이나 검자 검게 변한다.</p>
--	--

곤충선별장치(10-2015-0191271)

<p style="text-align: right;">2015-12-01</p> <p style="text-align: center;">【발명의 설명】</p> <p>【발명의 명칭】</p> <p style="text-align: center;">곤충 건조 장치(An Apparatus for Drying in Insects)</p> <p>【기술분야】</p> <p>【0001】 본 발명은 곤충 건조 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 곤충의 실충, 알, 유충, 유충의 허물, 번데기(이하 "유충"이라 함)를 손쉽게 용이하게 건조시킬 수 있는 곤충 건조 장치에 관한 것이다.</p> <p>【발명의 배경이 되는 기술】</p> <p>【0002】 일반적으로 알려져 있는 곤충, 벼를 풀어 갈색저지리, 귀뚜라미, 물바퀴, 구더기, 명충, 귀뚜라미 등은 동남아시아를 비롯한 많은 지역에서 이를 가공하여 식용으로 사용한다.</p> <p>【0003】 상기 곤충에 대한 수요량이 많은 지역으로 확대됨에 따라 곤충의 사육은 이미 신종 업종으로 널리 형성 되었다. 상기와 같이 많은 곤충 종에 갈색저지리의 실충은 주로 하루 속속 알을 낳는데, 이때 알은 일반적으로 무성되며 그 크기가 대략 직경 1.03mm, 단경 1.00mm 정도 크므로 1-2주일 후 부화한다. 상기 갈색저지리의 유충 기간은 약 10주이나 이를 인공 사육할 때에는 약 2주 정도이다.</p>	<p>【0004】 유충은 번데기가 되기까지 먹이와 온도에 따라 9 내지 20일 발육한다. 번데기가 되고 2 내지 3주가 경과하면 실충으로 부화하며 처음으로 부화할 때에는 연한 관색이나 점차 진해 변한다.</p>
--	--

곤충건조장치(10-2015-0191332)

(1) 시제품을 활용한 대량사육실시



갈색저지리

쌍별귀뚜라미

4. 시제품을 활용한 대량누대사육실시

- (1) 갈색저지리: 사육면적(300㎡), 중령유충 300kg/월, 2,000통(80*40*20cm)
- (2) 쌍별귀뚜라미: 사육면적(300㎡), 중형사육상250L(150*60*50cm) 사육상(5,000개체*500통)

5. 대량사육 시 자동화 환경기준에 대한 조사

- (1) 항온항습장치의 설치 및 자동화 제어시스템 개발
- (2) 광량조절, 공기순환의 자동화 시스템을 개발을 위한 전문가 상담 및 정보수집
승진ST 컨설팅을 통한 자동화 시스템 설계 중
- (3) 환경조절의 원격제어장치에 대한 정보수집

		갈색거저리	쌍별귀뚜라미
사육환경	온도	•실내사육: 25~30°C	•실내사육: 25~30°C
	습도	•필수: 65±5%	•필수: 70±5%
	광조건	•직사광선을 피할 수 있는 사육시설	•직사광선을 피할 수 있는 사육시설
	공기순환	•분진 제거 및 공기순환(5~6회/시간)	•공기순환장치(5~6회/시간)
사육시설		•벽돌 콘크리트, 판넬	•벽돌 콘크리트, 판넬
사육시설 내부		•선반, 산란받이 등	•차광망, 모기장망
사육기자재 및 재료 (먹이)		•사육선반, 사육용기, 사료배합기, 공업용 후드, 채란기, 선별기, 진동체 등	•사육선반, 사육용기, 사료 및 물 공급장치, 수확용 종이상자 및 진공펌프 등
		•밀기울, 농업부산물, 가축사료 등	•밀기울, 농업부산물, 가축사료 등

6. 갈색거저리 대량사육시스템 매뉴얼 작성

- (1) 자동화 장치를 포함한 사육 시스템
- (2) 반자동 및 효율적인 수동시스템의 개발:
채란, 먹이공급, 분변제거, 번데기 분리, 종령수확 및 세척, 제형화



채란



먹이공급



분리 및 수확



번데기분리



건조기



연속형건조기

(3) 갈색거저리: 자동화 장치를 포함한 사육 시스템

- 1) 채란
- 2) 사육셋팅
- 3) 유충먹이(사료, 채소)공급
- 4) 종령유충 분리
- 5) 세척 - 건조 - 포장

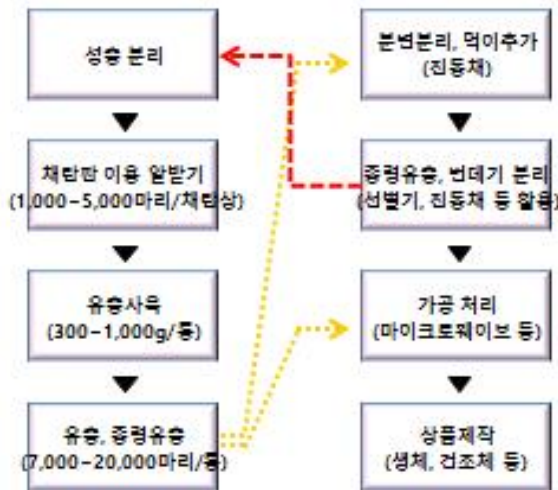
갈색거저리 대량사육시스템 매뉴얼



- 채란: 성충+채란장치(80X80cm; 그릴80)
 - 부화유도 및 먹이공급장치
 - 번데기 관리: 선별기
 - 성충사육: 저소 과일
 - 유충사육
 - 사육환경조건: 온도 습도
 - 분진제거
 - 수확-세척-건조-가공-포장
- 밀기를 사르(100%)+ 저소 및 과일



- 사육실: 200~300㎡(100평)
- 표준사육상자: 12단 선반
- 채란수: 20~30상자/일
- 먹이소모량: 1톤/일
- 총 생산량: 300kg/일
- 소요인력: 1~2명



- 채란: 성충+채란장치(80X40cm)
- 사육장: 3단* 100선반*2사육상 = 600사육상
- 먹이공급
 - 자동화: 컨베이어시스템
 - 사육기간중 공급 횟수 최소화
- 분리장치:
 - 자동화: 선별기, 진동채 활용
- 세척 및 가공
 - 절식, 세척 및 건조 일체형장치

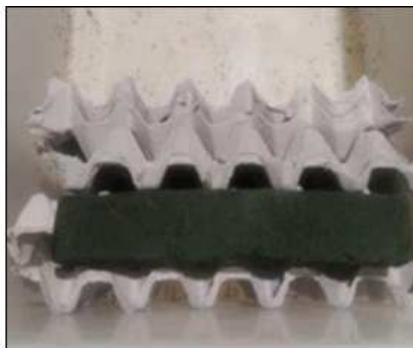
7. 쌍별귀뚜라미 대량사육장치의 자동화 매뉴얼

(1) 자동화 장치를 포함한 사육 시스템

(2) 반자동 및 효율적인 수동시스템의 개발: 채란판, 부화약충분리장치, 부화약충계량 및 사육상(중대형) 투입, 사육중 먹이 및 물 공급장치, 수확방법 및 포장법



채란



먹이공급



분리 및 수확

○곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 기준 확립

- 농가면적(생산시설)에 따른 생산 기준 확립
- 생산량, 생산인력에 따른 생산 기준 확립
- 곤충사육 위생적 관리 및 공급을 표준화 관리지침을 확립

●연구결과

1. 농가면적(생산시설), 생산량, 생산인력에 따른 생산 기준 확립

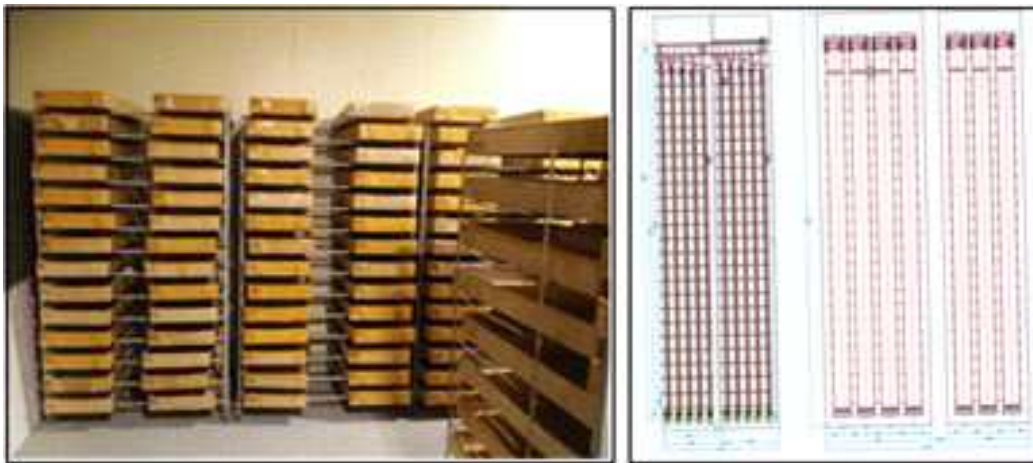
- (1) 농가현황을 고려한 사육규모 선정
- (2) 농가당 월 매출기준 소득 300만원이상 반영
- (3) 생산량 기준 대상곤충의 생산을 위한 사육시설면적, 먹이량, 사육용기수, 부대시설, 필요노동력(생산인력) 등

표. 종별 월간 생산량에 따른 사육기준

종	생산량 (kg)	시설규모 (m ²)	사육선반 및 사육용기	사료	소요인력	단가 (원)	합계 (원)
갈색거저리	300	200-300	•선반: 14개(12단) •용기: 2,000개	•밀기울: 3ton •채소: 100 kg	1-2	15,000	4,500,000
쌍별귀뚜라미	100	300	•선반: 170개(3단) •용기: 500개	•밀기울: 200kg •채소: 100 kg	1-2	50,000	5,000,000

- 사육용기: 거저리 80cm × 40cm × 20cm, 귀뚜라미 150cm × 60cm × 50cm
- 단가: 생체기준 시중 유통가격 적용(2016)

2. 갈색거저리: 선반식 사육 및 컨베이어벨트식 사육



(1) 갈색거저리: 300kg/월 기준(예상 월매출 450만원) (15,000원/kg)

- 1) 생산시설 300m²
- 2) 부대시설 150m²
- 3) 생산인력: 2 ~ 3인

3. 쌍별귀뚜라미: 소형박스형 및 중대형 플라스틱 박스형 사육상에 효율적인 먹이공급장치를 포함하여 노동력을 절감할 수 있는 사육기준 확립

(1) 쌍별귀뚜라미: 100kg/월 기준(예상 월매출 500만원)(50,000원/kg)

- 1) 생산시설 300m²
- 2) 부대시설 300m²

3) 생산인력: 1 ~ 2인



(소형, 중형, 대형사육상)

4. 위생적 관리를 위한 관리지침

(1) 먹이원관리(보관, 저장): 사료, 채소

먹이원	저장조건 및 기간
곡류박(밀기울, 대두박 등)	사료창고(밀폐): 30일 이내
채소	냉장: ~5°C, 1주일이내
기타 어분, 비타민 등	냉장: ~5°C, 30일이내

(2) 먹이공급(급여방법)

방식	횟수
수동	1~2회/8주(1세대)
자동	1~2회/1주

(3) 사육상 관리(소독): 사육용기는 수확이 끝나면 모두 살균소독 실시
(염소계 소독 및 가스살균)

(4) 사육용품관리(소독): 사육용품은 사용 후 살균소독실시(열탕, 염소계소독 등)

5. 위생적 공급

(1) 생체포장 및 유통법



- (2) 유통전 처리(절식, 사멸, 건조 등)
- (3) 포장법(포장용기 및 포장용품 소독 관리): 밀폐용기를 이용한 진공포장



포장된 귀뚜라미 생체 (1,000개체/박스)



건조곤충

- (4) 장기저장을 위한 멸균법: 끓는물 열탕식 / 스팀식, 열풍건조식 / 고온, 고압멸균식 / 마이크로웨이브식
- (5) 장기저장을 위한 건조법: 마이크로웨이브건조 / 열풍건조 / 동결건조
- (6) 저장을 위한 제형화: 분말 원형 그대로 가공 / 탈지처리 후 가공

○곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정

- 영양가치 평가(수분, 단백질, 지방, 회분 함량 등 측정)
- 건조방법(냉풍건조, 열풍건조 40~80℃, 동결건조, microwave건조)

●연구결과

1. 곤충자원의 건조방법별 영양가치 평가

- (1) 시험곤충: 귀뚜라미, 파리번데기, 동애등애, 갈색거저리, 아메리카왕거저리, 벼메뚜기, 풀무치
- (2) 처리내용: 냉풍건조→30일, 열풍건조(40~70℃)→72~96시간, 동결건조→72~96시간, 마이크로웨이브건조→8분

표. 곤충자원의 건조방법에 따른 일반성분 함량

	구분	수분	조지방	조단백	조회분
귀뚜라미	열풍 40℃	5.42±1.62		71.5±2.39	3.96±0.12
	열풍 50℃	5.15±0.61		70.12±2.32	3.94±0.26
	열풍 60℃	3.83±0.43		72.01±3.40	4.17±0.27
	열풍 70℃	3.86±0.51		72.63±3.59	4.30±0.04
	동결건조	3.90±0.64		69.72±3.46	4.01±0.34
	Microwave	9.75±0.75		66.92±2.76	4.75±0.25
집파리번데기	열풍 40℃	9.92±0.77		60.65±0.16	5.40±0.12
	열풍 50℃	6.23±0.43		62.09±0.37	5.35±0.13
	열풍 60℃	4.61±0.23		61.52±0.32	5.29±0.22
	열풍 70℃	4.57±0.29		60.40±0.35	5.44±0.01
	동결건조	14.82±0.33		58.19±0.63	4.35±0.06
	Microwave	10.50±0.49		57.32±0.70	4.51±0.42
동애등애	열풍 40℃	8.94±0.98	1.02±0.09	50.63±0.71	10.89±0.71
	열풍 50℃	5.47±0.27	1.47±0.03	50.80±0.93	11.64±0.20
	열풍 60℃	4.44±0.59	2.16±0.11	50.86±0.79	11.42±0.84
	열풍 70℃	4.26±0.84	2.40±0.21	51.84±1.15	10.42±0.23
	동결건조	11.24±0.89	4.75±0.33	49.49±1.96	10.80±0.41
	Microwave	7.38±0.50	12.83±1.91	50.19±2.04	12.08±0.14
갈색거저리	열풍 40℃	4.75±0.45	33.95±0.86	50.38±1.01	4.54±0.52
	열풍 50℃	3.38±0.22	40.03±0.63	53.08±1.48	3.83±0.29
	열풍 60℃	2.74±0.12	39.43±0.82	54.52±0.70	3.61±0.34
	열풍 70℃	2.03±0.12	39.71±0.09	53.58±1.26	4.82±0.18
	동결건조	5.29±0.18	37.55±0.43	52.34±0.83	3.98±0.09
	Microwave	7.84±0.23	35.12±1.08	50.41±1.70	4.65±0.83
아메리카 왕거저리	열풍 40℃	9.79±0.09	30.29±0.65	49.82±1.66	2.41±0.08
	열풍 50℃	4.61±0.68	35.12±0.28	53.05±1.88	2.12±0.28
	열풍 60℃	3.86±0.48	35.94±0.93	52.52±1.07	2.51±0.21
	열풍 70℃	3.53±1.03	36.82±0.45	50.35±0.51	2.63±0.23
	동결건조	3.32±0.78	38.41±0.87	51.31±1.50	2.52±0.11
	Microwave	3.66±0.78	40.26±0.74	49.83±1.12	2.81±0.10
벼메뚜기	열풍 40℃	9.82±0.27	6.56±0.10	67.84±0.28	4.76±0.05
	열풍 50℃	8.25±0.24	7.39±0.11	73.48±0.21	4.41±0.06
	열풍 60℃	8.01±0.26	10.43±0.14	69.95±0.18	4.65±0.06
	열풍 70℃	6.21±0.27	7.15±0.16	72.19±0.21	5.31±0.07
	동결건조	6.23±0.15	10.71±0.11	70.40±0.17	4.53±0.07
	Microwave				
풀무치	열풍 40℃				
	열풍 50℃				
	열풍 60℃				
	열풍 70℃	5.52±0.48	5.71±0.95	78.61±1.42	5.86±0.17
	동결건조	10.45±0.84	6.74±1.74	76.61±2.21	5.66±0.17
	Microwave				

표. 동애등에 건조시간에 따른 수분 함량

구분	열풍 40℃	열풍 50℃	열풍 60℃	열풍 70℃	동결건조	Microwave
8min	66.19±0.28	66.19±0.28	66.19±0.28	66.19±0.28		7.38±0.50
2hour	64.10±1.01	65.04±1.71	64.72±2.07	65.02±1.31		
4hour	62.65±2.29	62.38±0.90	60.26±1.99	56.96±1.52		
6hour	61.07±1.79	59.41±1.41	54.27±1.64	42.36±4.70		
8hour	60.16±1.17	55.51±2.71	48.02±2.07	24.04±6.77		
24hour	56.47±1.66	33.93±4.35	4.46±1.54	4.26±0.84	-	
48hour	38.36±3.70	4.66±0.70	-	-	-	
72hour	17.78±3.71	-	-	-	10.36±2.13	
96hour	9.95±1.94	-	-	-	-	

(3) 곤충자원의 수분 함량은 열풍 온도가 높아질수록 낮았고 지방은 microwave 건조에서 가장 높았으며 단백질은 microwave 건조에서 가장 낮았고 회분 함량은 큰 차이가 없었음. 동애등에는 건조방법별 영양성분의 차이가 없었으며 메뚜기목 곤충은 단백질 함량이 60% 이상으로 높았고 거저리과 곤충은 지방 함량이 30% 이상으로 높은 경향을 보임.

○곤충자원의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선발

- 부화시기 조절기술(휴면타파기술, 부화촉진 온습도 설정 등)
- 발육단계 및 영양원별 먹이 선발(주사료, 보조사료 선발)

●연구결과

1. 풀무치의 부화촉진에 알맞은 온습도 설정

- (1) 처리가용: 온도 : 20℃, 24℃, 28℃, 32℃
 습도 : 40%, 60%, 80%
- (2) 조사항목: 부화일수, 부화율, 생존율 등

표. 풀무치 부화촉진을 위한 온도별 부화율 (%)

60%	8day	9day	10day	11day	12day	평균
32℃	2.37±2.95	34.11±8.79	31.91±7.90	7.17±4.14	0.6±0.71	76.17±9.49

표. 풀무치 사육온도에 따른 생존율 (%)

구분		1주	2주	3주	4주	5주	6주	7주
개체	20℃	100	50	-	-	-	-	-
	24℃	100	100	83	67	50	50	50
	28℃	100	100	100	100	100	100	100
	32℃	100	100	100	100	50	33	
집단	20℃	100	20	-	-	-	-	-
	24℃	100	100	40	40	40	40	40
	28℃	100	100	100	100	100	100	100
	32℃	100	100	100	100	60	60	60

표. 풀무치 사육온도에 따른 생육특성 조사 (8주 경과)

구분	사육온도(°C)	약충기간(일)	탈피횟수	생체중	체장	체폭
개체	20°C	-	2	0.07	10.19	2.12
	24°C	진행중	3.33	0.78	34.44	5.81
	28°C	36.3	5	2.00	42.57	7.04
	32°C	25	5	2.45	44.42	7.36
집단	20°C	-	2	0.05	10.86	2.60
	24°C	진행중	3.33	0.85	35.67	5.44
	28°C	34.8	5	1.88	35.86	6.98
	32°C	26.7	5	1.45	26.71	6.41

(3) 풀무치 사육 시 28°C 에서 생존율이 가장 높았으며 약충 기간은 32°C 25~26.7일, 28°C 34.8~36.3일이었음

2. 풀무치의 먹이원 선발

- (1) 처리내용 : 밀, 옥수수, 수단그라스 등
- (2) 조사항목 : 경과별 발육량, 생체중, 생존율 등

표. 풀무치 먹이원 선호도 조사 (%)

먹이원	옥수수	수단그라스	밀	보리	귀리
선호도	9.09	9.09	40.90	36.36	4.54

표. 풀무치 사육온도에 따른 생육특성 조사 (8주 경과)

구분	사육온도(°C)	밀 생엽				밀 생엽+밀기울			
		생존율	생체중	체장	체폭	생존율	생체중	체장	체폭
개체	20°C	0	0.07	10.19	2.12	0	-	-	-
	24°C	50	0.78	34.44	5.81	16	0.76	31.05	5.27
	28°C	100	2.00	42.57	7.04	83	1.92	41.29	6.66
	32°C	33	2.45	44.42	7.36	83	1.79	42.12	6.93
집단	20°C	0	0.05	10.86	2.60	0	-	-	-
	24°C	40	0.85	35.67	5.44	60	0.80	33.75	6.11
	28°C	100	1.88	35.86	6.98	100	2.00	43.80	7.23
	32°C	60	1.45	26.71	6.41	80	1.61	41.67	6.50

(3) 풀무치 먹이원 선호도는 밀>보리>옥수수=수수>귀리였으며, 밀 급여, 밀+밀기울 급여시 개체 사육은 밀 급여, 집단사육은 밀+밀기울 급여의 생육이 좋았음

나. 2차 년도 연구내용 및 결과

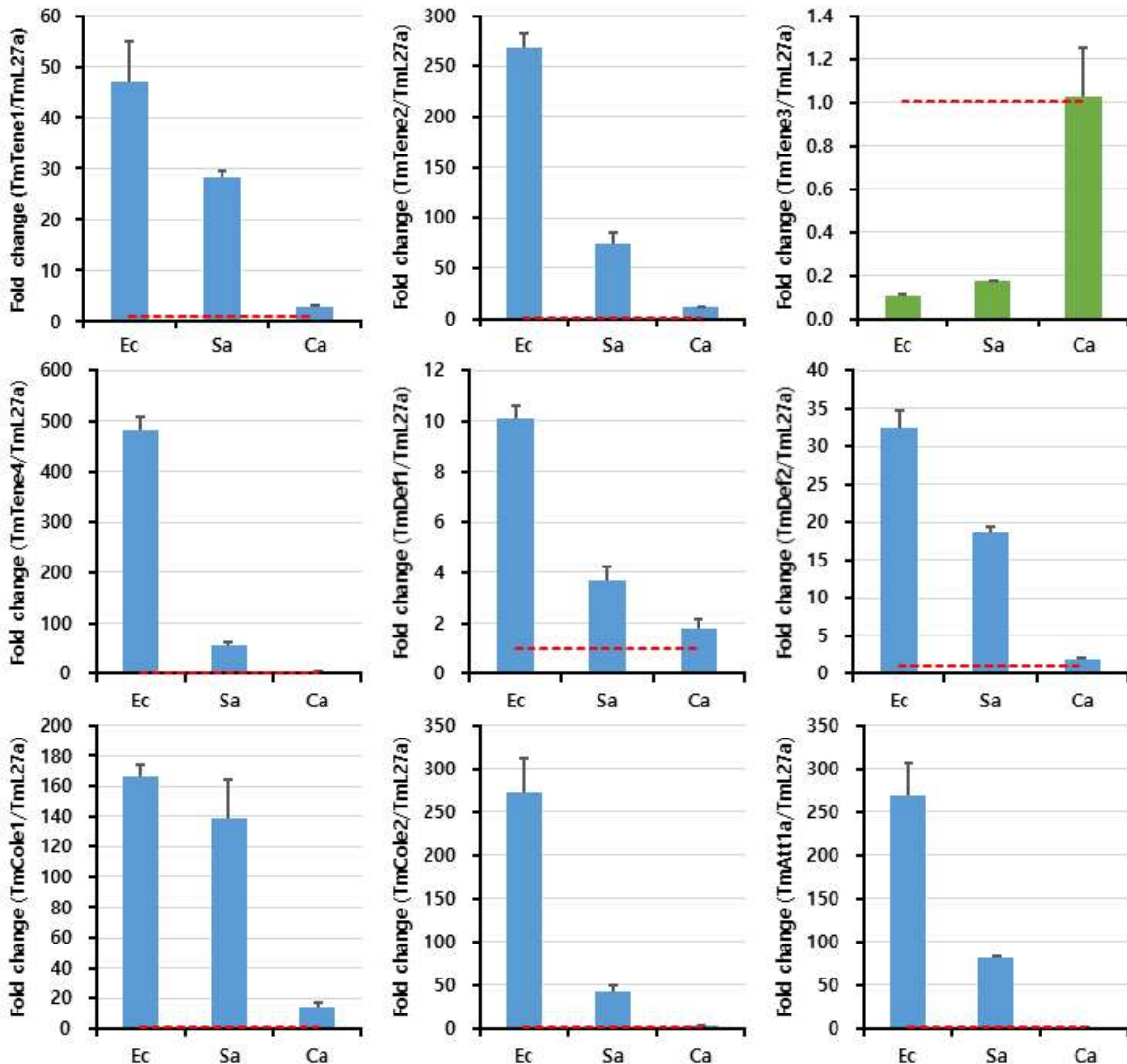
○선택된 대상곤충의 최적 면역 유도기술 개발

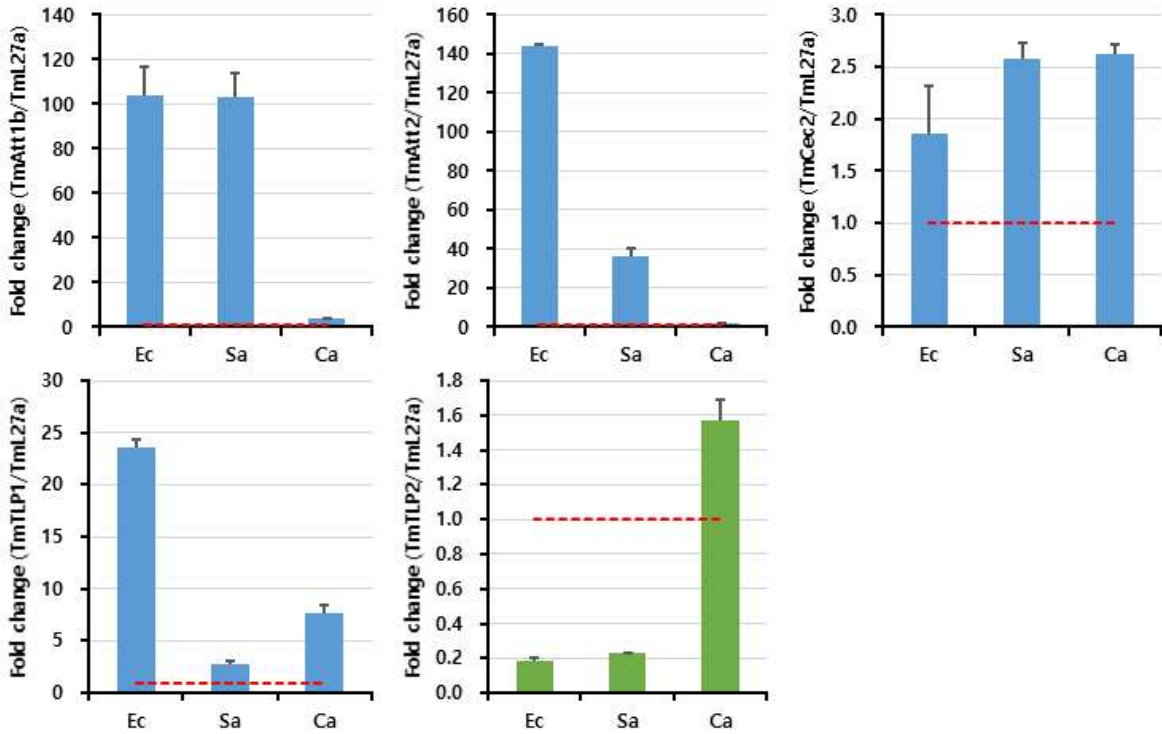
- 선택된 대상곤충에서 발현되는 항균펩타이드 탐색 및 최적 발현조건 조사
- 1년차에 발굴한 면역유도물질을 이용한 항균활성 유도능력 검증

●연구결과

1. 병원균 주사에 따른 항균펩타이드 유전자의 발현양상 비교

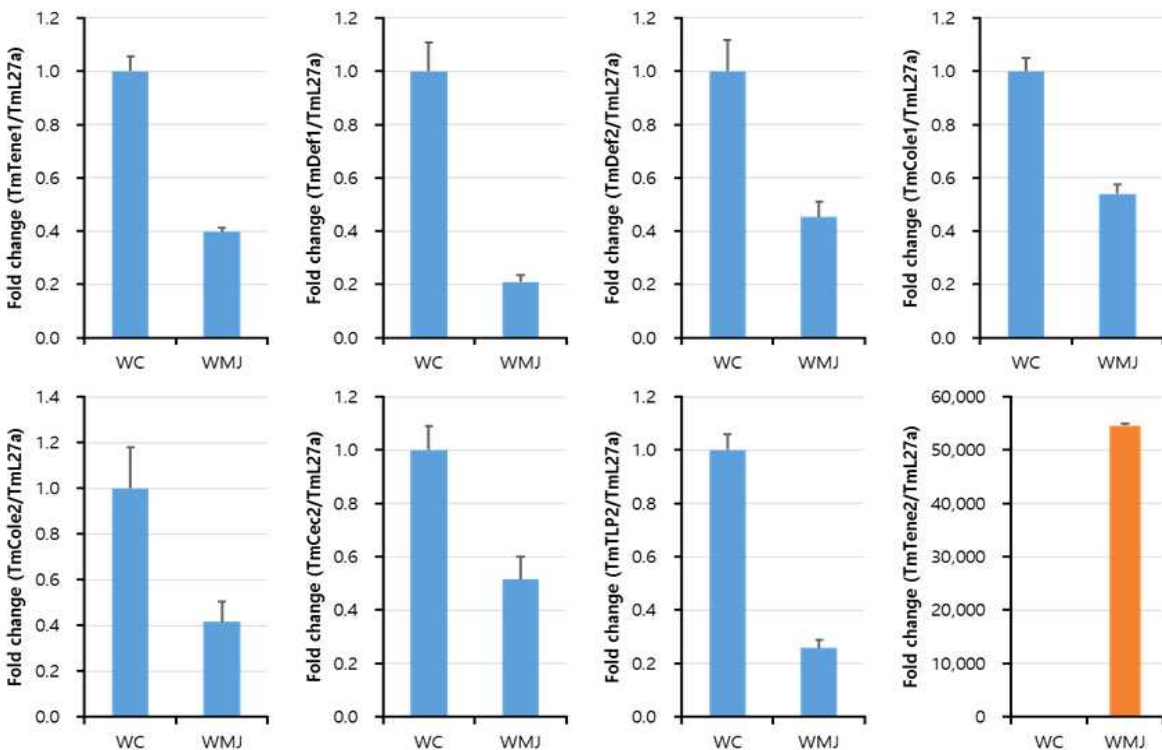
(1) 그람 음성균인 *E. coli*, 그람 양성균인 *S. aureus*, 곰팡이인 *C. albicans*를 주사 후 PBS 주사 군 대비 14개의 갈색거저리 항균펩타이드 유전자의 발현양상 비교분석 결과, TmTenecin3, TmTLP2 두 개의 항균펩타이드 유전자를 제외한 모든 유전자의 발현이 강하게 유도됨을 확인함.

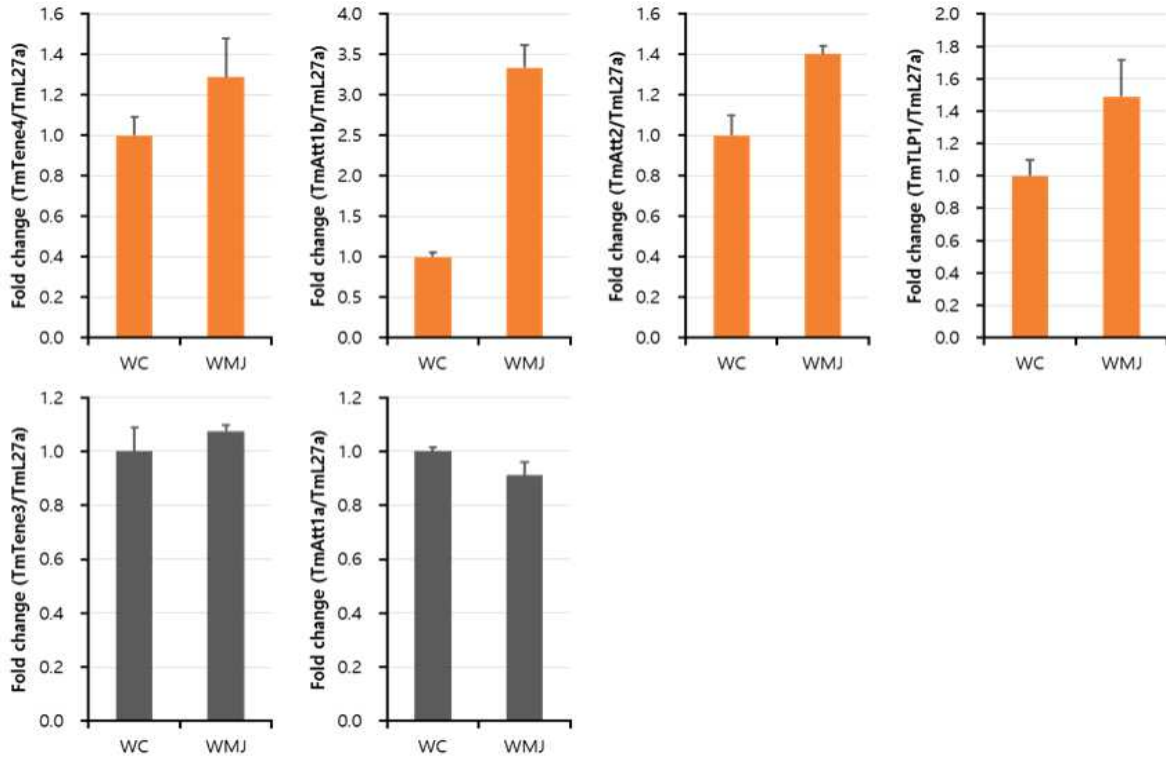




2. 미생물젤리를 이용한 면역유도능력 검증

(1) 미생물기반으로 젤리를 만들어 급식 (feeding)을 통한 면역유도능력을 14개의 갈색거저리 항균펩타이드 유전자를 이용하여 검증함. 그 결과 5개의 항균펩타이드 유전자 (TmTenecin2, TmTenecin4, TmAttacin1b, TmAttacin2, 그리고 TmTLP1)의 발현이 유도됨을 확인함.





3. 갈색거저리 항균펩타이드인 *TmThaumatin-like protein 1 and 2* 유전자(*TmTLP1* and *2*)의 기능을 구명하여 Entomological research 저널에 투고함 (2016년 11월호, 2017년 1월호)

(1) *TmTLP1*과 *TmTLP2* 유전자의 genomic organization을 분석한 결과



Figure. Genomic organization of *TmTLP* genes. *TmTLPs* contain three exons, two introns and a 1.5 kb spacer between the two *TmTLP* genes.

(2) *TmTLP1*과 *TmTLP2* 유전자의 염기서열 및 도메인 분석 결과

A

ATG ATT ATT AAA CTT TTC TTG TTG ATC ACA TGT CTT GCG ACA TGT TTT GCG GTG GAG TTT CAA ATT TTG AAC AGA GAA ATT GGC GAC ATA	90
M I I K L F L L I T C L A T C F A V E F Q I L N R E I G D I	30
TGG GTC GGA ATC CAA GGA AAC CCT GGT CAT CCT CAC CTC AAC GAA GGC GGA TTT GTT CTT CGA CCA GGA CAG AAA ACG GTA ATA CAG GCC	180
W V G I Q G N P G H P H L N E G G F V L R P G Q K T V I Q A	60
CCT TCT AAC TGG GCC GGT CGC TTC TGG GCA AGA ACT TGG TGC AAC CCC AAC AAC AAC CAT TGC GAC ACC GGA GAC TGC GGC AAC AAA TTA	270
P S N W A G R F W A R T W C N P N N N H C D T G D C G N K L	90
AAA TGT AAC GGC GCC GGC GGT GTT CCG CCA GCA TCC TTG GCA GAA ATC ACT CTC AAA GGA CAC GCA GGA CTC GAT TAT TAC GAC ATC TCA	360
K C N G A G G V P P A S L A E I T L K G H A G L D Y Y D I S	120
CTA GTT GAC GGG TTT AAC ATC ATG GCG GCT ATC GAG CCT ATA GGC GCA ACA GGC GAC GGT GGT CAA TAC AGT TGC AAG AAA TCT GCT TGT	450
L V D G F N I M A A I E P I G A T G D G G Q Y S C K K S A C	150
CAA GTT CGT CTG AAT GAT AAC TGT CCC GAG AAG CTC AAA GTG AGA AAT GGC AAC GGT GTT ATT GCG TGC AAT TCC GCT TGC AAC GCT TTC	540
Q V R L N D N C P E K L K V R N G N G V I A C N S A C N A F	180
AAC ACT GAT CAG TAT TGC TGT CGT GGG GCT TAT GGC AGA CCT GAA ACT TGT AGC TCT TCC GAC TGG CCT GAA AAT TAT CCA CAA TAT TTC	630
N T D Q Y C R G A Y G R P E T C S S S D W P E N Y P Q Y F	210
AAA AGT CGA TGC CCC GAC GCG TAC AGC TAT GCT TAT GAC GAC CAC AAA AGT ACC TTC ACT TGT AAG GCC GAA ACT TAT TTG ATC ACA TTC	720
K S R C P D A Y S Y A Y D D H K S T F T C K A E T Y L I T F	240
GGA GGT TAA	729
G G *	242

B

```

ATG TTC GCG TTC GTT ACT CTC TTC GCT CTG CTT GCC GCA GCA CAA GCA↓GTG GAA TTC GAA GTT ATC AAC AAT GAA GGT GGA CCC GTC TGG 90
M F A F V T L F A L L A A A Q A V E F E V I N N E G G P V W 30

CTA GGA GTT CTG GGA AAT CCG GGA CAC ACT AAC CTT AAC AAC GGT GGA GTT ATT CTC AAT CAA GGC CAG AGT GTG ACT CTG CAA GCC GAA 180
L G V L G N P G H T N L N N G G V I L N Q G Q S V T L Q A E 60

GAA GAC TGG GCG GGA CGT TTC TGG CCT AGA ACT TGG TGC AAC CCC GAC ACA AAC CAC TGC GAC ACC GGT GAC TGT GGA AAT GTG CTA GAA 270
E D W A G R F W P R T W C N P D T N H C D T G D C G N V L E 90

TGT AAC GGA GCT GGA GGA GTG CCA CCC GGT GTC TCT GGC CGA GAT CAC CCT CAA AGG TTG GGG CAA CCT CGA TTA TTA CGA TAT TTC CCT 360
C N G A G G V P F G V S G R L G Q P R L G Q P R L L R Y F P 120

TGG TGG ACG GTT ACA ATA TCC GGA TAT CTT TGG AGC CGA TTA ATG GAC AAG GTG ACG GGT AGC GAG TAC AGC TGC AGG AAA TGC GAG TGT 450
W W T V T I S G Y L W S R L M D K V T G S E Y S C R K C E C 150

GCC GTC AAC CTT CTT GAT AGT TGT CCG CAA GAA CTC AAG GTT ACC AAC GGC GAA GGG GCC GTC GTA GCT TGT AAC TCC GCT TGT GGT GCT 540
A V N L L D S C P Q E L K V T N G E G A V V A C N S A C G A 180

TTC AAC ACT GAT GAG TAT TGT TGT CGT GGA GAT CAC GGT ACT CCA GAA ACT TGC AAG TCT TCC GAC TGG CCT GTC GAC TAT CCG GCT TTC 630
F N T D E Y C R G D H G T P E T C K S S D W P V D Y P A F 210

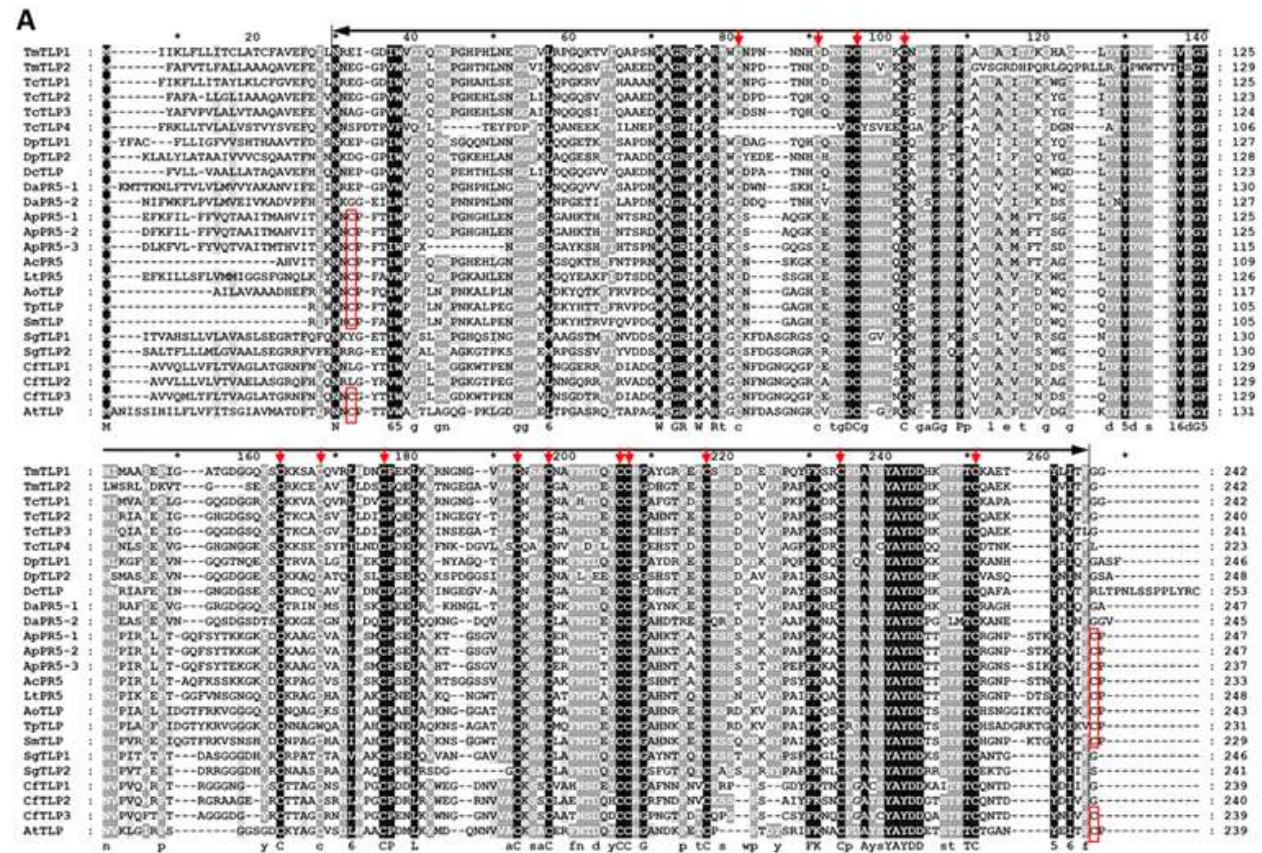
TTC AAG CAG AAT TGC CCT GAT GCT TAC AGT TAC GCT TAT GAT GAC CAC AAG AGT ACC TTC ACT TGC CAA GCC GAA AAA TAT GTC ATC ACC 720
F K Q N C P D A Y S Y A Y D D H K S T F T C Q A E K Y V I T 240

TTC GGT TAA 729
F G * 242

```

Figure. Nucleotide and deduced amino acid sequences of *TmTLPI* and *2*. Open reading frame (ORF) sequences of both *TmTLPI* (A) and *TmTLR2* (B) contained 729 nucleotide stretches encoding 242 amino acid sequences. The signal peptide cleavage region marked by an arrow (↓) and thaumatin-like domains marked with an open box are shown. Fourteen cysteine residues are underlined.

(3) *TmTLPI*과 *TmTLPI2* 유전자의 multiple alignment 및 계통학적 분석 결과



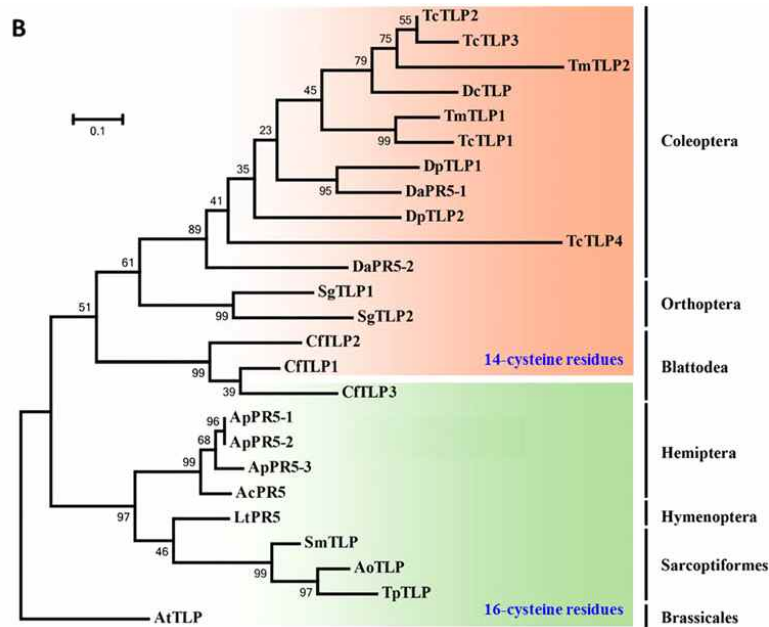


Figure. (A) Multiple alignment of amino acid sequences of TmTLPs were aligned with representative TLPs of insects. The highly conserved thaumatin family domain (\leftrightarrow) is shown. Identical and chemically equivalent amino acid residues are labeled by black or gray underlay. Fourteen cysteine residues and additional two cysteine residues are marked by a red arrow and red box, respectively. (B) Phylogenetic analysis of TmTLPs with insect TLPs. A bootstrap consensus tree (1000 replications) was constructed using the maximum likelihood method and was based on the JTT matrix model in the MEGA 6 program. *Arabidopsis thaliana* TLP was used as an outgroup. TmTLPs were marked by red arrows and two groups shaded orange and green were separated depending on the number of cysteine residues.

(4) TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 3D 구조 예측 결과

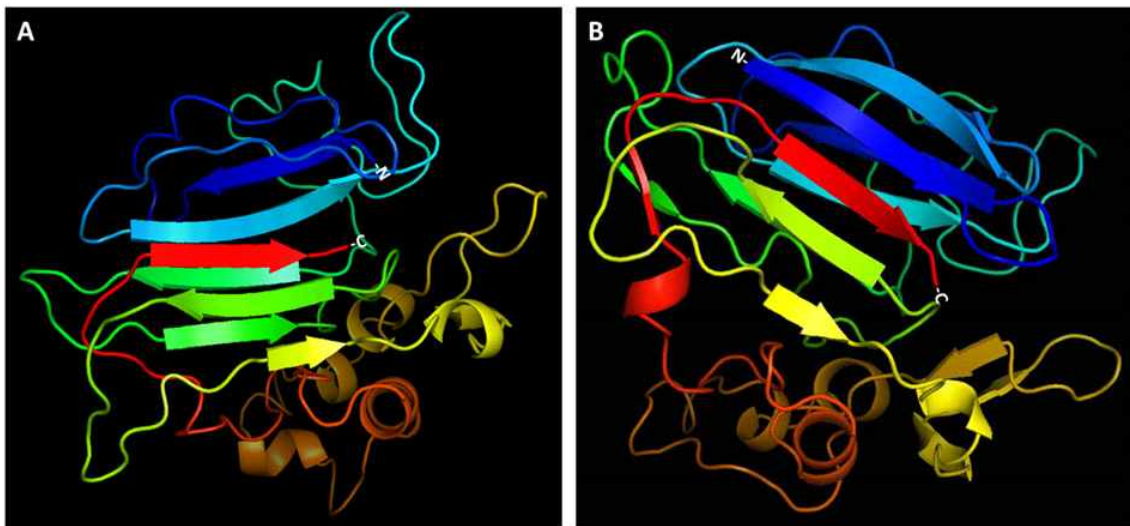


Figure 4 Homology-based modeling of the predicted 3D structure of TmTLPs. A Swissmodel workspace under the automated mode was used to predict the 3D structure of TmTLP1 (A) and TmTLP2 (B).

(5) *TmTLP1*과 *TmTLP2* 유전자의 발생과정에서 발현양상 조사 결과

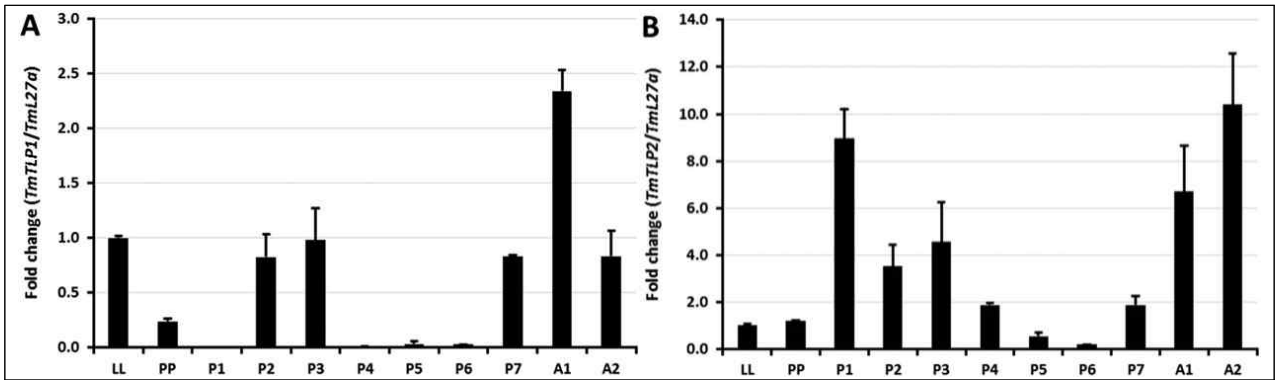


Figure 5 Stage-specific expression of *TmTLP* mRNA. Relative expression of *TmTLP1* (A) and *TmTLP2* (B) transcripts during development of *T. molitor*. Ribosomal protein L27a from *T. molitor* (*TmRpL27a*) served as the internal control to normalize the RNA levels between samples. LL, late instar larvae; PP, prepupae; P1-P7, pupae days 1-7; A1 and A2, adults days 1 and 2. Vertical bars represent standard errors (n=3).

(6) *TmTLP1*과 *TmTLP2* 유전자의 조직 특이적 발현양상 조사 결과

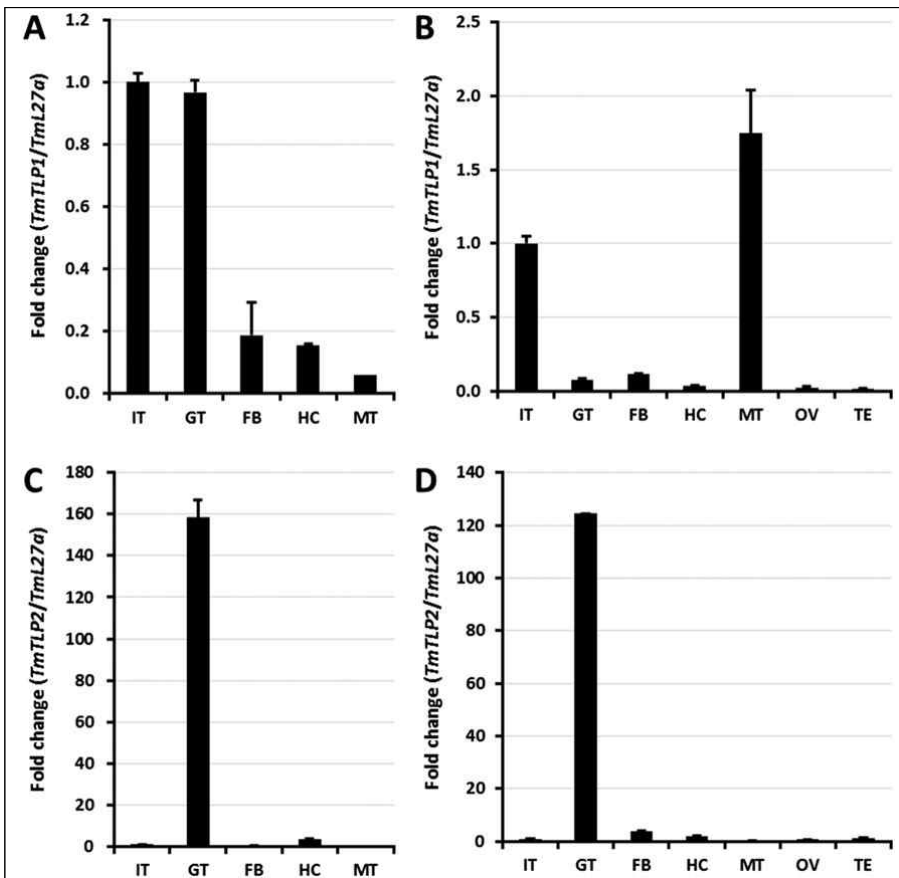


Figure Tissue specific expression of *TmTLP* mRNA in late instar larvae and adults of *T. molitor*. Relative expression of *TmTLP1* was determined in the last-instar larval (A) and 5-day old adult tissues (B) using qPCR; relative expression of *TmTLP2* in the last-instar larval (C) and 5-day old adult tissues (D). *TmRpL27a* served as the internal control to normalize the RNA levels between samples. IT, integument; GT, gut; FB, fat body; HC, hemocytes; MT, Malpighian tubules; OV, ovary; Te, testis. Vertical bars represent standard errors (n=3).

(7) TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 발생과정에서 발현양상 조사 결과

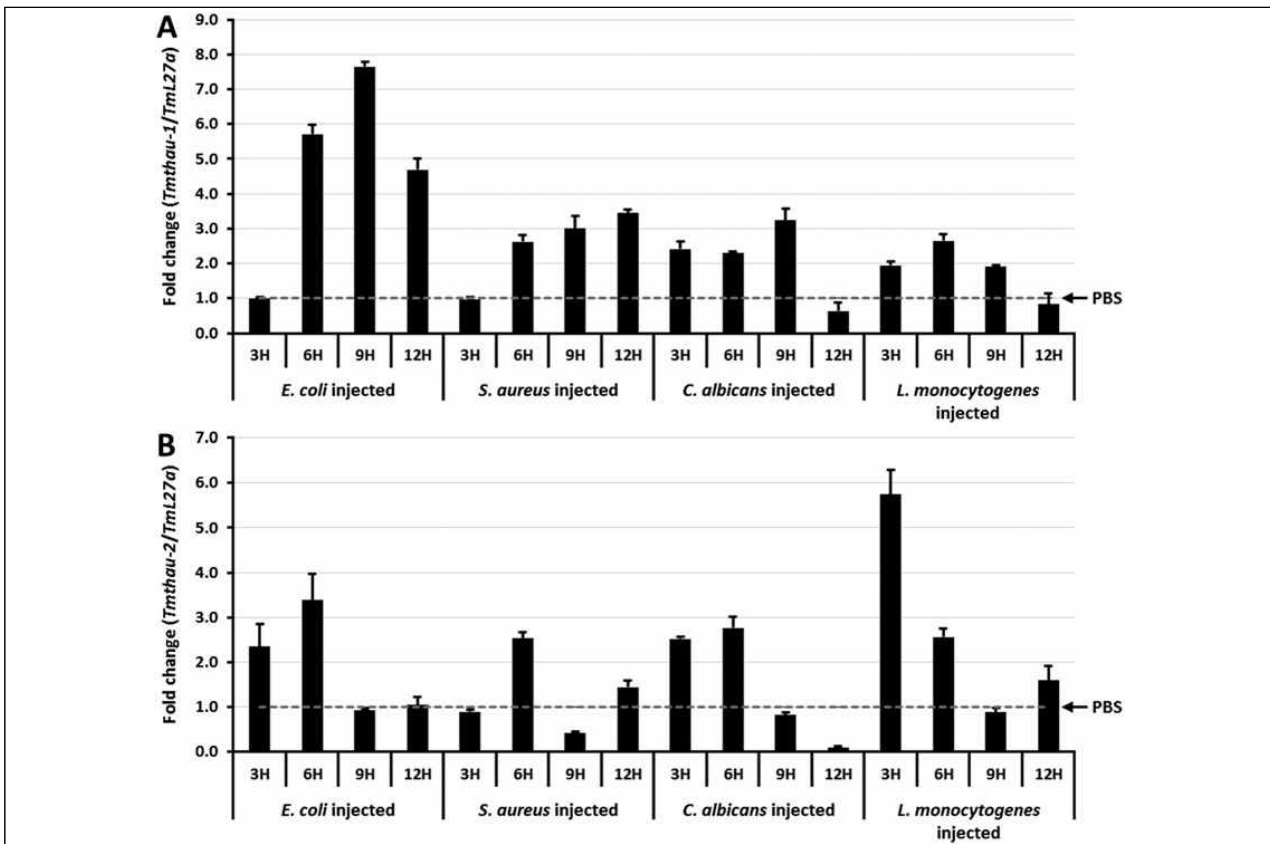


Figure 7 Time-course expression profiles of *TmTLP* mRNA after challenge with microorganisms *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans* and *L. monocytogenes*, which were injected into 12–13th instar larvae of *T. molitor*. Total RNA was extracted from the whole body 3, 6, 9 and 12 h postinjection and measured by qPCR. (A) Relative expression of *TmTLP1* (A) and *TmTLP2* (B) are shown. Phosphate buffered saline (PBS) injection was used as an injection control. *TmRpL27a* served as the internal control to normalize the RNA levels between samples. Vertical bars represent standard errors (n=3).

●결론

- (1) 그람 음성균인 *E. coli*, 그람 양성균인 *S. aureus*, 곰팡이인 *C. albicans*를 주사 후 PBS 주사군 대비 14개의 갈색거저리 항균펩타이드 유전자의 발현양상 비교분석 결과, TmTenecin3, TmTLP2 두 개의 항균펩타이드 유전자를 제외한 모든 유전자의 발현이 강하게 유도됨을 확인함.
- (2) 미생물기반으로 젤리를 만들어 급식 (feeding)을 통한 면역유도능력을 14개의 갈색거저리 항균펩타이드 유전자를 이용하여 검증함. 그 결과 5개의 항균펩타이드 유전자 (TmTenecin2, TmTenecin4, TmAttacin1b, TmAttacin2, 그리고 TmTLP1)의 발현이 유도됨을 확인함.
- (3) 갈색거저리 항균펩타이드인 TmThaumatococcal protein 1 and 2 유전자(TmTLP1 and 2)의 기능을 구명하여 Entomological research 저널에 투고함(2016년 11월호, 2017년 1월호)

○Chitinase 최적 활성화 조건 탐색

- 생산된 chitinase를 이용하여 곤충탈피각에 대한 최적 활성화 조건 탐색
- 실제 사료가공공정에 반영하기 위하여 생산된 chitinase를 이용하여 곤충분말에 대한 최적 활성화 조건 탐색

•연구결과

1. 곤충(갈색거저리-유충 및 유충 탈피각)로부터 키틴과 키토산의 생산

(1) 갈색거저리-식용유충 전체로부터 키틴과 키토산의 생산

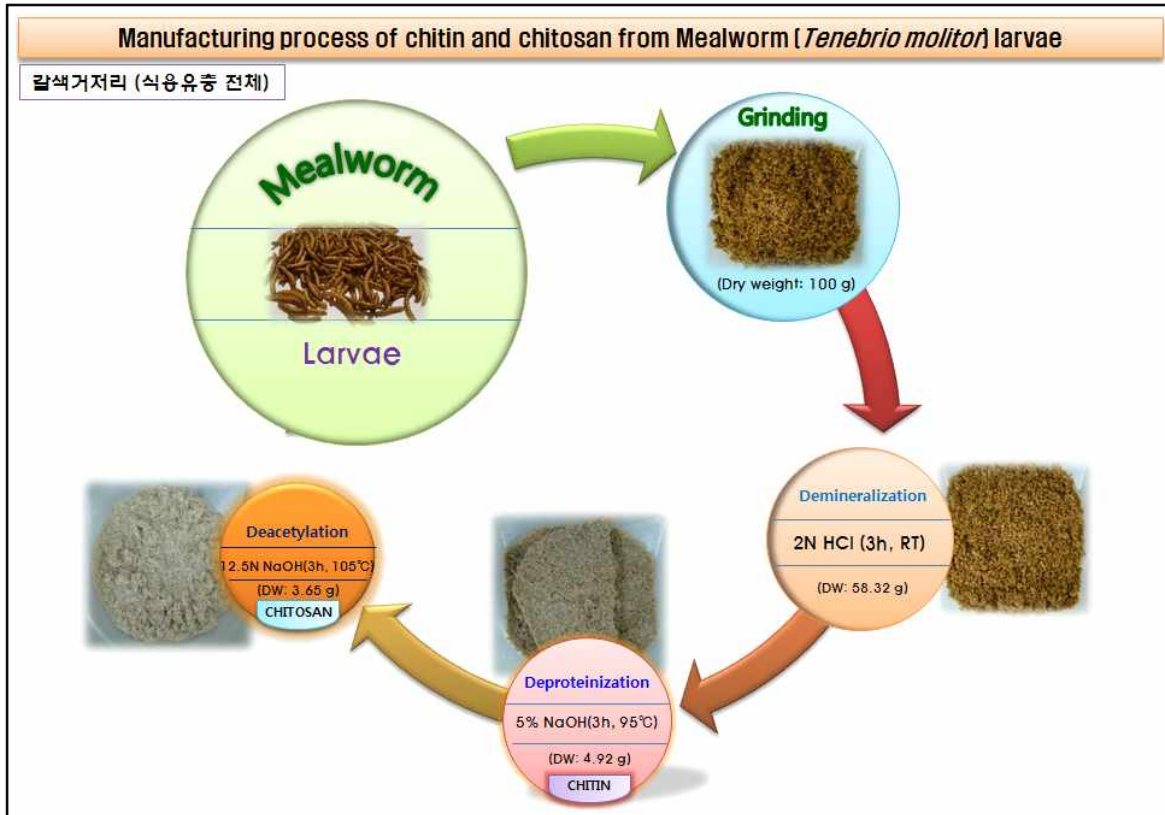


Table. Demineralization (DJ), deproteinization (DP), and yield after treating Mealworm (*Tenebrio molitor* L.) with HCL and NaOH

Items	<i>T. molitor</i> whole DW (g) ¹⁾	Acid treatment DW (g) ²⁾	Yield ³⁾ (%)	DM ⁴⁾ (%)	DP ⁵⁾ (%)
Test A	100	55.80	55.80	44.20	91.20
Test B	100	61.87	61.87	38.13	92.16
Test C	100	53.72	53.72	46.28	90.97
Test D	100	61.90	61.90	38.10	91.79
Avg.	100	58.32	58.32	41.68	91.53

¹⁾DW; Dry weight of *T. molitor* whole body

²⁾Dry weight of the *T. molitor* exoskeleton Acid treatment with 2N HCl at room temperature for 3 h

³⁾Yield (%) means on dry weight base on *T. molitor*

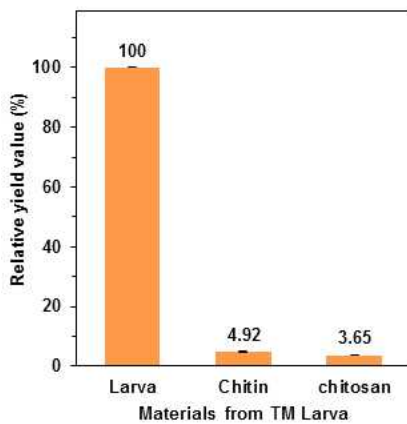
⁴⁾DM (%) = [1 - (DW after 2N HCl treatment / DW of *T. molitor*)] × 100

⁵⁾DP (%) = [1 - (DW after 5% NaOH treatment / DW after 2N HCl treatment of *T. molitor*)] × 100

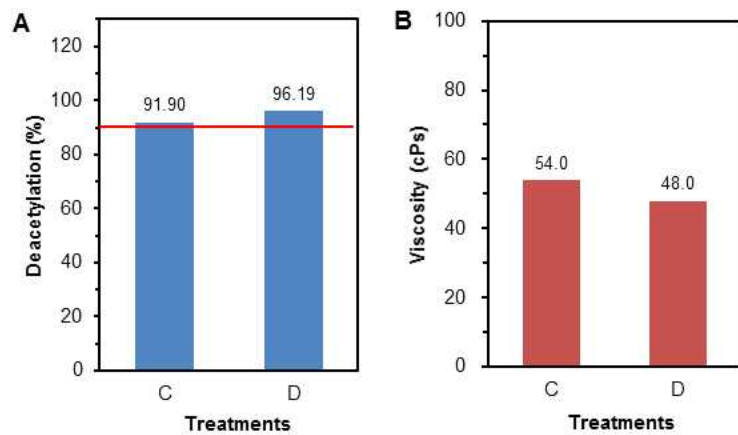
Table. Manufacturing process of chitin and chitosan after treatment of Mealworm (*T. molitor* L.) with acid and alkali

Items		Manufactural process and products		Treatment condition for chitosan
Test	Whole body			
A	DW 100 g	Chitin DW 4.91 g	-	-
B	DW 100 g	Chitin DW 4.85 g	-	-
C	DW 100 g	Chitin DW 4.85 g	Chitosan DW 3.65 g	40% HaOH (w/w) at 105°C for 3h
D	DW 100 g	Chitin DW 5.08 g	Chitosan DW 3.65 g	50% HaOH (w/w) at 105°C for 3h

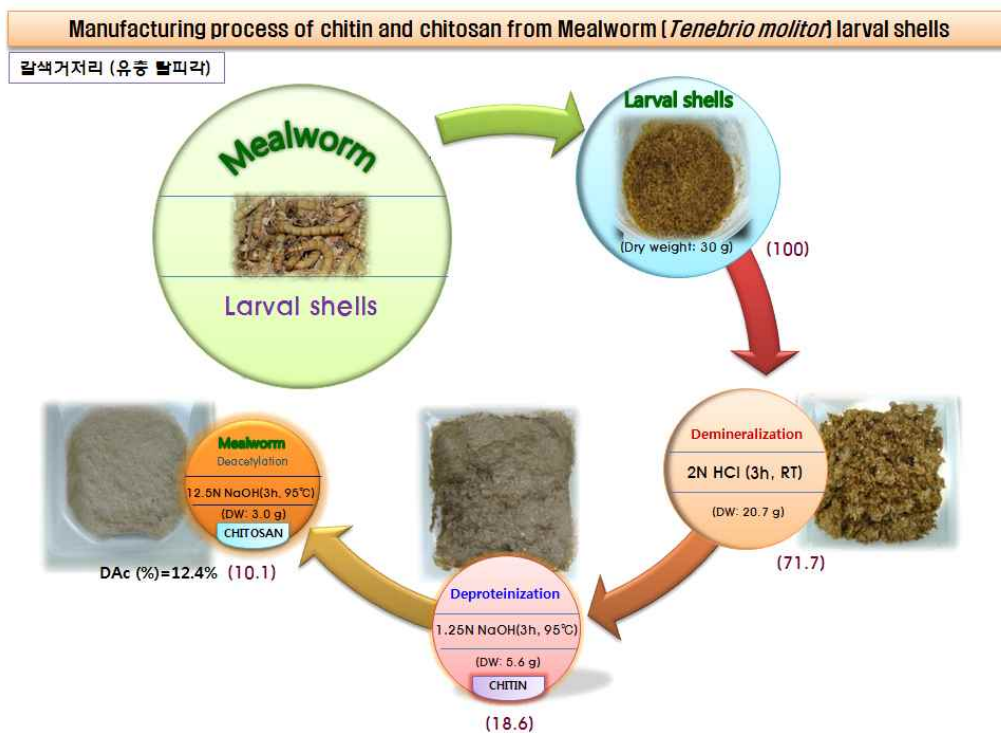
Relative yield value (%) of chitin and chitosan

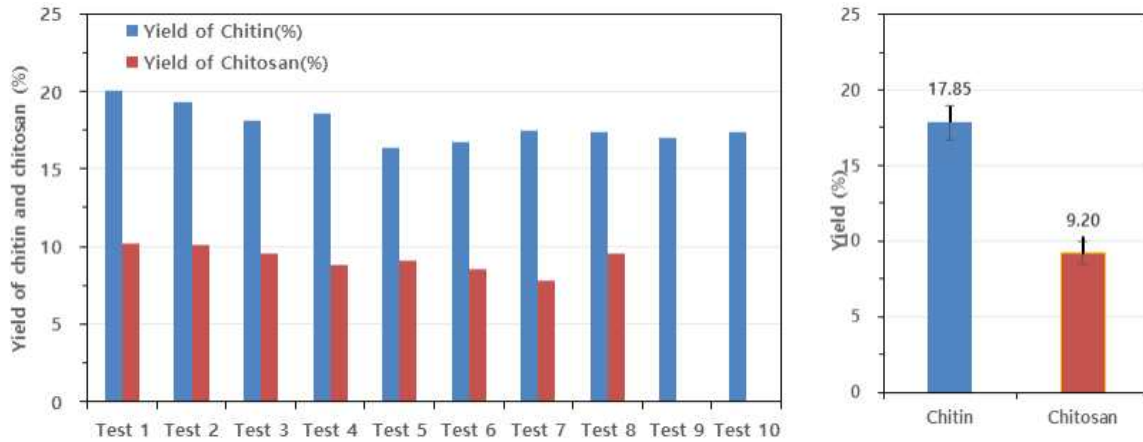


Degree of deacetylation (%) and viscosity (cPs) of chitosan

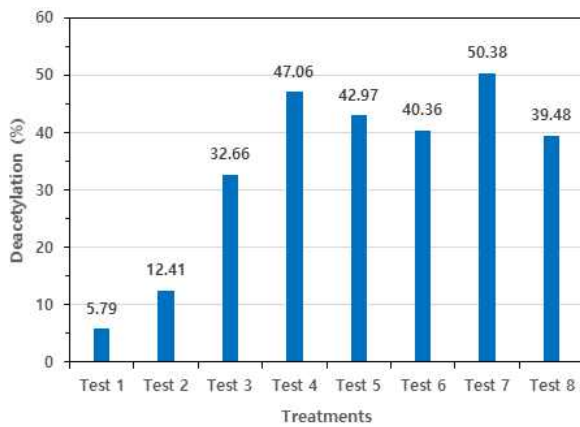


(2) 갈색거저리-유충 탈피각으로부터 키틴과 키토산의 생산





Yield of chitin and chitosan *Tenebrio molitor* larval shells



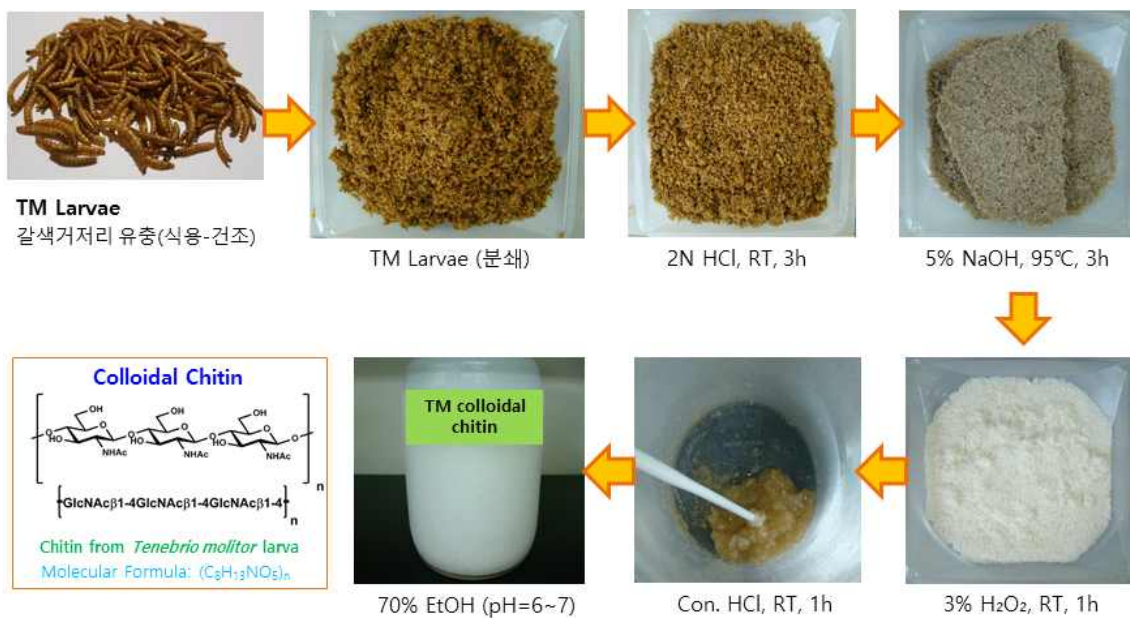
	DAC (%)	Reaction condition
Test 1	5.79	50% NaOH (w/v), 3h, 95°C
Test 2	12.41	50% NaOH (w/v), 3h, 105°C
Test 3	32.66	50% NaOH (w/w), 3h, 95°C
Test 4	47.06	50% NaOH (w/w), 3h, 105°C
Test 5	42.97	50% NaOH (w/w), 5h, 105°C
Test 6	40.36	50% NaOH (w/w), 5h, 105°C
Test 7	50.38	55% NaOH (w/w), 5h, 105°C
Test 8	39.48	60% NaOH (w/w), 5h, 105°C

Degree of deacetylation (%) and viscosity (cPs) of chitosan

2. Chitinase를 이용하여 곤충탈피각에 대한 최적 활성화 조건 탐색

(1) 갈색거저리 유충으로부터 Colloidal chitin의 제조

TM (*Tenebrio molitor*) larva colloidal chitin



1) 갈색거저리 탈피각보다 유충으로부터 얻어진 키틴으로부터 효소의 최적 활성화에 대한 연구를 수행하였음. 키틴분해효소는 곤충(이질바퀴)으로부터 분리된 *Serratia marcescens* NK-1으로부터 얻어졌음.

(2) 분리된 키틴분해미생물로부터 갈색거저리 colloidal chitin의 분해 패턴

키틴분해효소에 의한 키틴의 분해패턴

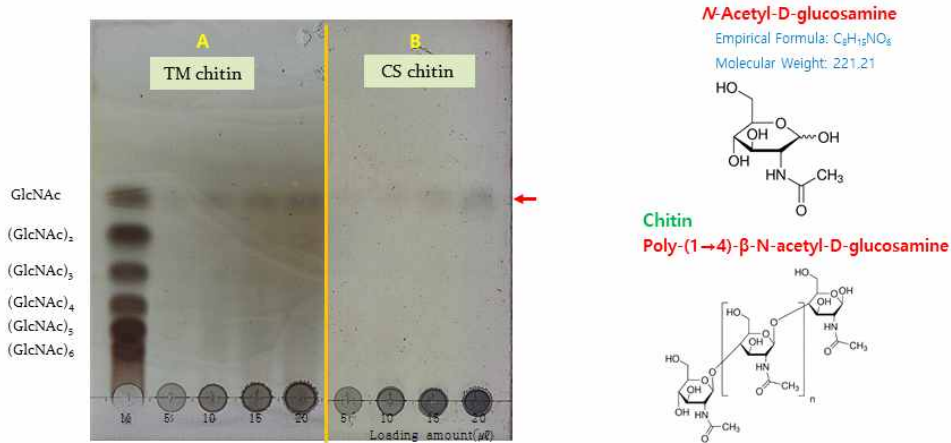


Figure. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소50 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질(A, B)과 1시간 반응, 상등액 각각 5, 10, 15, 20 μ l씩 TLC상에 점적. TM chitin (*Tenebrio molitor* larva) ; B: CS chitin (Crab shell). M: GlcNAc~(GlcNAc)₆.

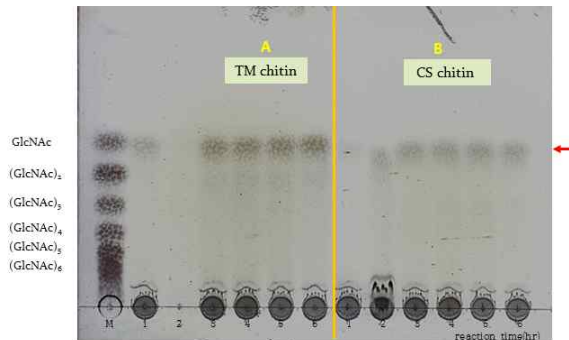


Figure. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소50 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질(A, B)과 1~6시간 반응, 상등액을 각각 20 μ l(5 μ l x4)씩 점적. A: TM chitin (*Tenebrio molitor* larva) ; B: CS chitin (Crab shell). M: GlcNAc~(GlcNAc)₆.

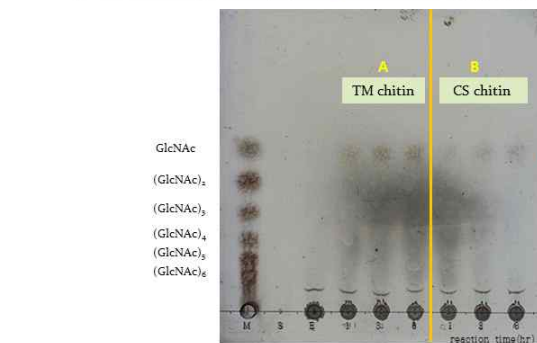


Figure. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소 50 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질과 1, 3, 6시간 동안 반응시킨 후, 상등액을 각각 10 μ l(2 μ l x5)씩 점적. A: TM chitin (*Tenebrio molitor* larva) ; B: CS chitin (Crab shell). M: GlcNAc~(GlcNAc)₆; S: 효소 없이 기질과 버퍼만 넣고 2시간 동안 반응시킨 샘플; E: 기질 없이 효소 50 μ l와 버퍼 450 μ l, 증류수 500 μ l를 넣은 샘플(no reaction).

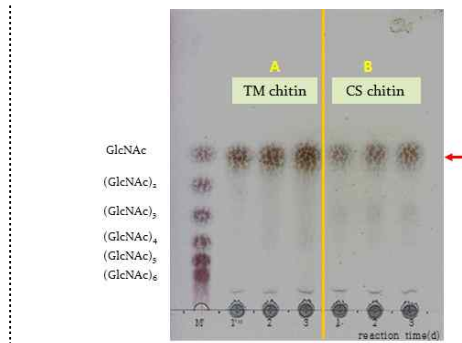


Figure. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소50 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질과 1~3일 동안 반응시킨 후, 상등액을 각각 10 μ l(2 μ l x5)씩 점적. A: TM chitin (*Tenebrio molitor* larva) ; B: CS chitin (Crab shell). M: GlcNAc~(GlcNAc)₆(4 μ l = 2 μ l x2).

[HPLC Works]

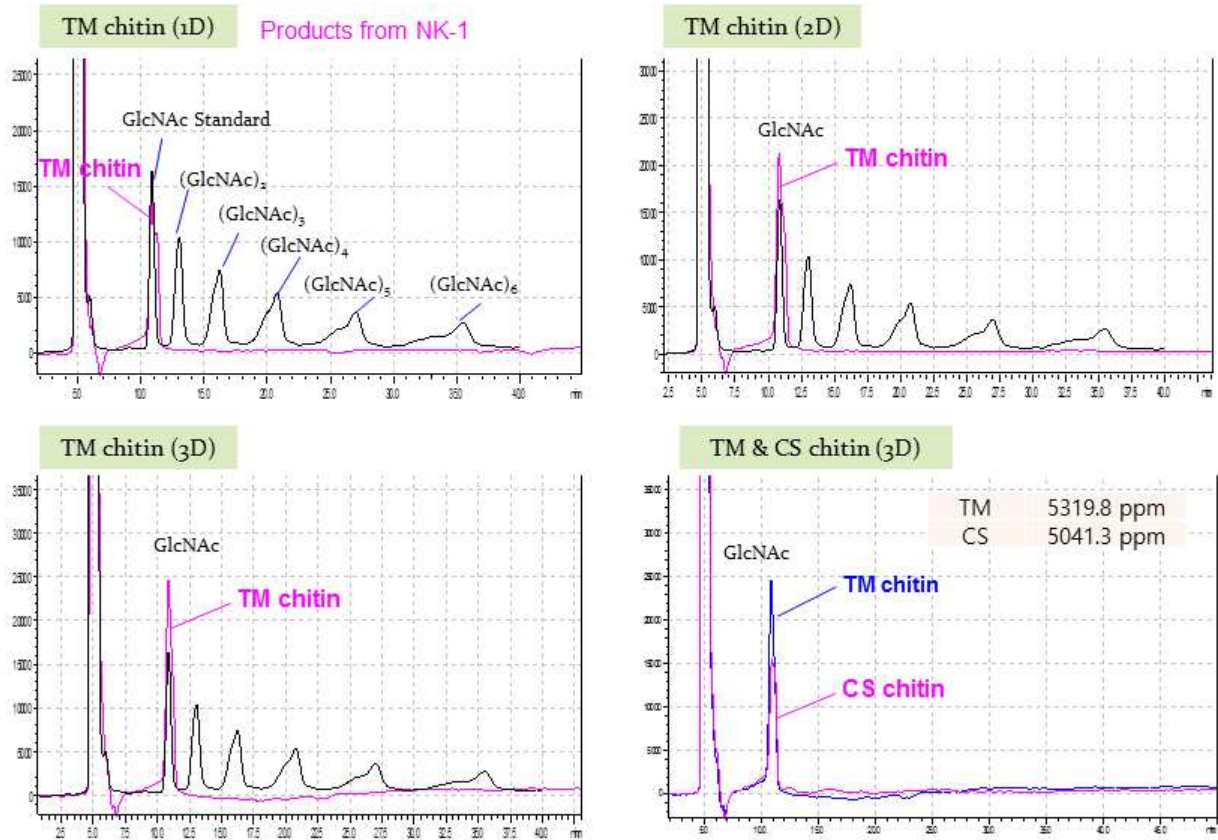


Figure. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소50 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질과 1~3일 동안 반응시킨 후, 상등액을 HPLC분석 결과

1) 이상의 결과로부터 *Serratia marcescens* NK-1가 생산한 chitinase에 의해 갈색거저리 유충에서 키틴 모노머를 생산함을 TLC와 HPLC 상에서 확인하였음.

키틴분해효소에 의한 키틴의 분해패턴

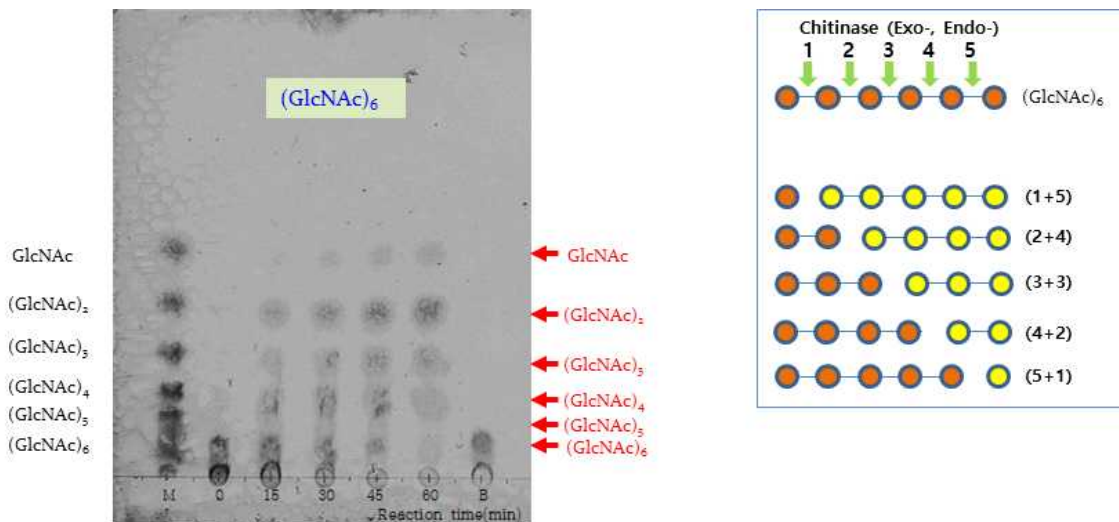
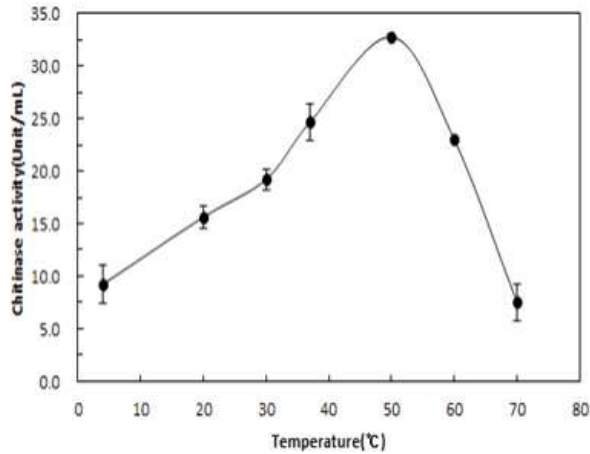


Fig. *Serratia marcescens* NK-1로 부터 부분정제 효소에 의한 키틴6당[(GlcNAc)₆] 분해 패턴. 효소 1 μ l를 37 $^{\circ}$ C에서 기질과 반응시킨 후, 샘플을 각각 6 μ l(2 μ l x3)씩 점적. M: GlcNAc부터 (GlcNAc)₆까지의 혼합당(4 μ l[2 μ l x2]); B: 효소를 첨가하지 않은 샘플.

온도별 chitinase 활성변화



Temp. (°C)	Chitinase activity (Unit/mL)
4	9.246 ± 1.831
20	15.624 ± 1.073
30	19.234 ± 0.973
37	24.672 ± 1.782
50	32.781 ± 0.227
60	22.991 ± 0.086
70	7.515 ± 1.738

Fig. *Serratia marcescens* NK-1 부분 정제 효소의 온도별 chitinase activity 변화. 각 온도 조건에서 100rpm으로 1hr 동안 반응. 4°C: cold lab chamber; 20-70°C: water bath에서 진행.

2) 온도별 chitinase 활성변화를 조사한 결과 최적온도가 50°C임을 확인하였음.

키틴 분해효소에 의한 키틴 4당[(GlcNAc)₄]의 분해패턴

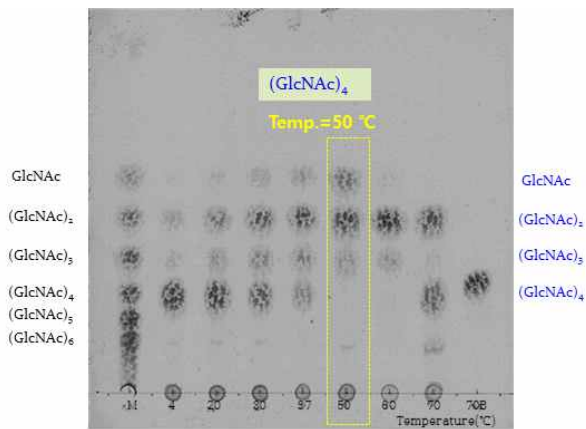
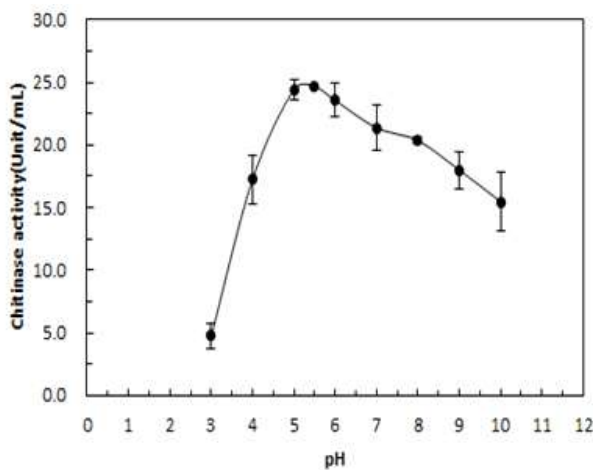


Fig. *Serratia marcescens* NK-1 부분 정제 효소의 온도별 키틴4당[(GlcNAc)₄] 분해 패턴. 효소 1μ를 각 온도로 기질과 반응시킨 후, 샘플을 각각 6 μl(2 μl x 3)씩 점적. M: GlcNAc부터 (GlcNAc)₆까지의 혼합당(4 μl[2 μl x 2]); 70B: 효소를 첨가하지 않고 70°C에서 반응시킨 샘플.

pH별 chitinase 활성변화



pH	Chitinase activity (Unit/mL)
3	4.747 ± 1.010
4	17.256 ± 1.936
5	24.425 ± 0.826
5.5	24.673 ± 0.193
6	23.557 ± 1.353
7	21.381 ± 1.790
8	20.349 ± 0.256
9	17.998 ± 1.456
10	15.476 ± 2.366

Fig. 6. *Serratia marcescens* NK-1 부분 정제 효소의 pH별 chitinase activity 변화. pH3.0: 50mM citrate buffer; pH4.0-5.5: 50mM sodium acetate buffer; pH6.0-8.0: 50mM potassium phosphate buffer; pH9.0-10.0: 50mM sodium carbonate buffer.

3) pH별 chitinase 활성변화를 조사한 결과 최적 pH는 5.5임을 확인하였음.

키틴 분해효소에 의한 키틴 4당[(GlcNAc)₄]의 분해패턴

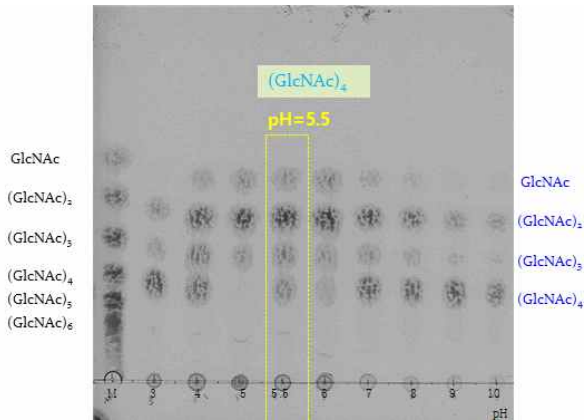


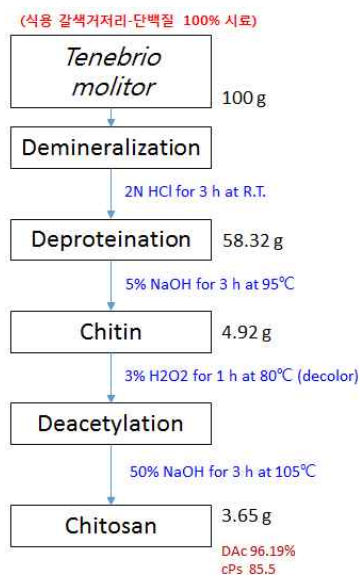
Fig. *Serratia marcescens* NK-1 부분 정제 효소의 pH별 키틴4당[(GlcNAc)₄] 분해 패턴. 효소 1 μ 를 37 $^{\circ}$ C에서 각 pH별 버퍼와 함께 기질과 반응시킨 후, 샘플을 각각 6 μ l (2 μ l x3)씩 점적. M: GlcNAc부터 (GlcNAc)₆까지의 혼합당(4 μ l [2 μ l x2]).

3. 식용갈색거저리로부터 얻어진 폐박 내 키틴, 키토산 함량 분포

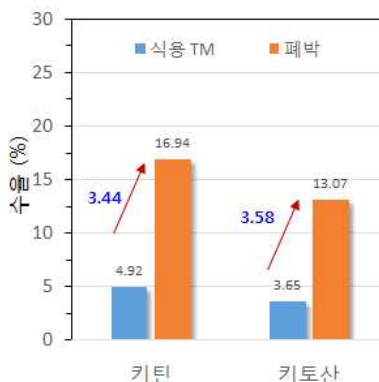
Table. Chitin and chitosan content of *Tenebrio molitor*

Sample	Whole body (Control)		By-products	
	Dry	Dry	Dry	Wet (Moisture: 57.33%)
	100.00g	50.00 g	50.01 g (21.34 g)	
Demineralization	58.32g	25.76 g	11.38 g	
Yield	58.32%	51.52%	53.33%	
Deproteinization	4.92g	8.66 g	3.62 g	
Yield	8.44%	34.57%	32.00%	
Chitin	4.92%	17.32%	7.23% (16.94%)	
Deacetylation (Chitosan)	3.65g	7.24g (50%NaOH w/v)	2.79g (13.07%) (50%NaOH w/v)	
Yield	74.19%	83.60%	77.07%	
DAc (%)	96.19%	5.13 \pm 0.51 %	86.64 \pm 0.18 %	
Viscosity (cPs)	85.5	-	44.1	

1. Whole body (Control): 식용 갈색거저리-단백질 100% 시료
2. By-products: 식용 갈색거저리로부터 80% 단백질 제거된 폐박



	식용 TM (WB)	폐박	Yield ratio
키틴	4.92%	16.94%	3.44
키토산	3.65%	13.07%	3.58



(1) 식용갈색거저리의 전체 키틴 함량은 4.92%, 키토산 함량은 3.65%였고, 단백질을 80% 제거한 폐박의 경우 키틴 함량이 16.94%, 키토산 함량이 13.07%임을 확인함으로써 폐박의 경우 키틴은 3.44배, 키토산은 3.58배의 수율이 높음을 확인하였음.

●결론

- (1) 곤충(갈색거저리 유충 및 유충탈피각)으로부터 키틴 분해물을 이용하여 키토산 제작
- (2) 유충의 탈피각에서 키틴은 17.85%로 얻어지나 키토산은 50% 이하의 낮은 탈아세틸화를 보이므로 키토산 제작에 어려움이 있음.
- (3) 식용유충 전체에서는 키틴은 4.92%로 얻어지고, 키토산은 탈아세틸화도가 90%이상으로 3.65%의 수율을 얻을 수 있었음.

○식용곤충을 활용한 반려동물 간식 제품개발

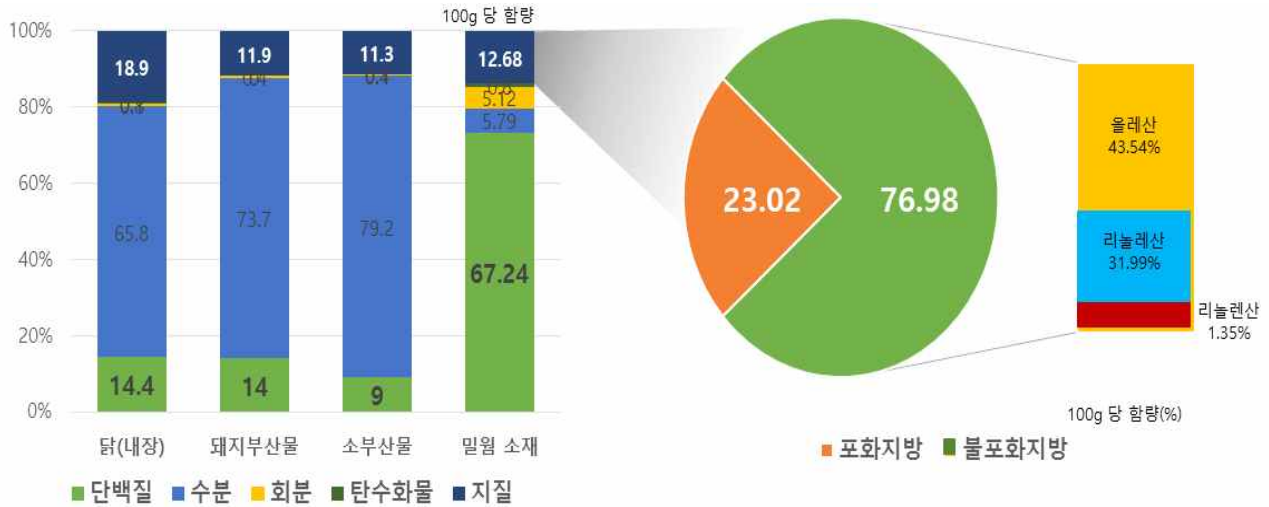
- 식용곤충인 갈색거저리가 포함된 연어 또는 갈치 기반 반려동물 간식의 제형 연구
- 식용곤충인 갈색거저리가 포함된 연어 또는 갈치 기반 반려동물 간식의 성분분석 및 기호성 테스트
- 생산된 반려동물 간식의 유통전략 수립

●연구배경

1. 곤충 소재로 만들어진 간식은 일반 부산물 원료로 가공된 일반 저가 간식으로 인한 많은 부작용들이 개선 가능함



2. 곤충 소재는 일반 부산물 원료에 비하여 단백질함량 67%, 불포화지방산 함량 76%로 영양학적 우수성이 입증되었음

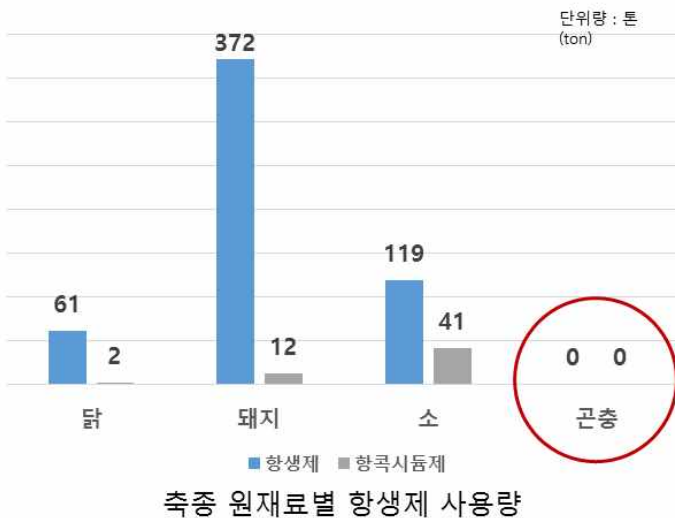


타 육류부산물에 비하여 단백질함량 4~5배 높음

밀웜소재 유지 내 심혈관계 질환 예방 불포화지방산 함량 76.98%

자료출처 : 식품성분표 제8개정판(농촌진흥청), 부경대학교 분석센터

3. 곤충 소재는 일반 부산물 원료에 비하여 안전성이 입증되었음



- 국내 축산부산물 재료의 우려사항으로 지나친 항생제의 사용이 문제로 불거지고 있음
 - 항생제의 사용량은 돼지>소>닭의 수준이나 각축종당 사용량으로 보면 닭>돼지>소로 볼 수 있으며, 이는 최송 섭취대상인 반려동물의 체내 축적이 우려됨
 - 곤충의 경우 현재까지 항생제, 농약, 성장촉진제의 사용이 전무한 형태로 축산원재료 중 청정재료 및 소재로 볼 수 있음
- * 항콕시토크제 : 콕시토크 예방 및 치료제

자료출처 : 2013년도 국가항생제 사용 및 내성 모니터링(식품의약품안전처)

●연구결과

1. 반려동물 간식 핵심 기술 개발 및 적용

- (1) 식용곤충 반려동물 간식 개발의 핵심기술은 곤충과 영양적 시너지가 나는 원물을 선택과 상품성, 경제성을 모두 만족시키는 제품개발을 목표로함.

곤충을 활용한 반려동물 간식개발 대전제



01

곤충의 영양학적 우수성의 시너지 효과

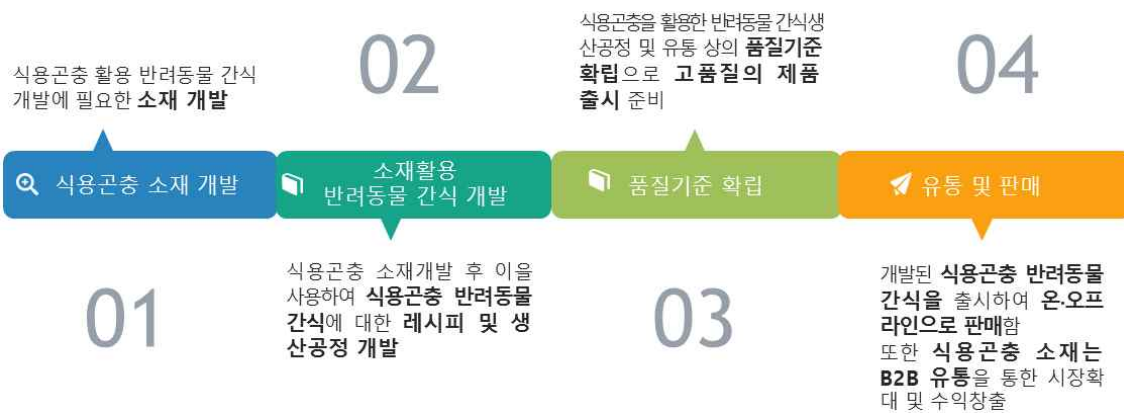
- 식용곤충 유래의 60%이상의 고단백과 등푸른 생선유래의 DHA, EPA 영양시너지 효과

02

곤충 단백질 고함량 및 경제적 우위성의 간식 개발

- 갈치(폴치)와의 혼합으로 아미노산 증가 및 경제적 원물 사용으로 가격경쟁력 확보
- 제품 다양성을 고려한 연어, 갈치 2종 개발

(2) 연구수행과정



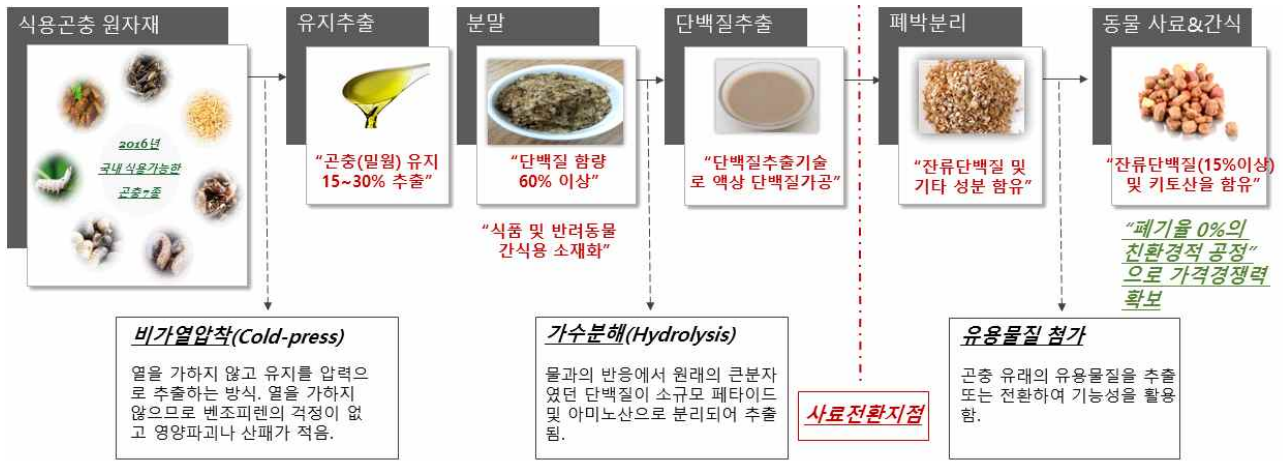
(3) 연구수행일정

Agenda	R&R	issue	2016			2017						
			10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
진행 방향 점검												
- 제품개발 컨셉 설정	KEIL	- 함유 소재 선택 - 제품 특징점 설정										
- 내부 회의 및 스케줄 점검	KEIL											
제품 개발												
- 밀일분말 사용 레시피 개발	개발팀	- 함량별 제형테스트 - 부재료 및 만족형상 점검										
- 공정 및 제형 개발	개발팀	- 유통기한 설정실험										
- 성분분석 및 등록설정	개발팀											
패키지 개발												
- 제품 판매 중량 설정	KEIL	- 제품 포장형태 결정 - 포장에 맞는 디자인 개발										
- 패키지 디자인 개발 및 인쇄	디자인팀											
유통 및 마케팅												
- 유통 구조 확립	사업부	- 유통사 설정 - 마케팅 플랜 기획										
- 마케팅 수립 및 판매	사업부											
판매	케일	- 유통사 납품										✓출시

■ 수행시점 ■ 완료시점

(4) 식용곤충 식품 이용 공정도

케일에서는 식용곤충 식품활용에서 식품에 이용가능한 성분을 추출하고 남은 폐박은 반려동물의 간식 및 사료화하여 폐기율 0%의 공정을 기획



자료출처 : KEIL

(5) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 제형 연구 결과

지속적인 제형 연구로 곤충분말이 들어간 반려동물간식을 개발하였음. 시제품은 관능성, 기호성이 높았음. 또한 Gluten-free와 같은 친환경적 상품성을 가지는 제품의 제형을 추가 연구중임



(6) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 성분분석

식용곤충을 포함한 반려동물 간식의 성분을 분석한 결과, 기존 저키형 간식 대비 높은 조단백질 함량과 낮은 조지방 함량을 보여 일반제품보다 프리미엄 고급간식으로의 인식이 좋아질 것으로 기대됨

의뢰성분 (%)	시중제품 (H사)	기존제품 ¹⁾	명가의 숨씨 갈치 1 차	명가의 숨씨 연어 1 차	명가의 숨씨 갈치 2 차	명가의 숨씨 연어 2 차
조단백질	15.0	19.57	26.24	21.69	23.88	22.29
조회분	7.0	5.6	3.69	3.39	3.72	3.36
조지방	0.7	8.27	8.14	10.71	2.99	4.01
조섬유	3.0	1.72	1.36	1.38	0.97	0.52
칼슘	0.03	1.14	0.05	0.05	0.02	0.02
인	0.06	1.09	0.58	0.52	0.52	0.46
수분	14.0	-	23.28	22.75	27.97	31.64

¹⁾ 기존 연구된 식용곤충 분말 포함 반려동물 저키형 간식

(7) 식용곤충인 갈석거저리 기반 반려동물 간식 유통기한 설정

저장기간 3개월간의 유통기한 속성 실험결과에서 세균수, 대장균군의 값이 사료기준치* 이하이므로, 18개월의 권장 유통기간이 충족되었음

시료A		수분 (%)	산가	생균수 (CFU/ml)	곰팡이	VBN (mg/100)	살모넬라	대장균군
0일차 (9/21)	25°C	20	6.98	<15	0	2.6200	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
1주차 (9/28)	25°C	18	4.15	<15	0	2.7233	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	16.5	4.77	<15	0	3.0250	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	9	3.87	<15	0	3.7000	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
2주차 (10/05)	25°C	16	12.05	<15	0	3.7283	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	14	10.95	<15	0	3.6233	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	8	10.96	<15	0	4.8267	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
3주차 (10/12)	25°C	19	12.85	<15	0	3.9600	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	13	10.04	<15	0	4.3450	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	12	10.46	<15	0	4.3483	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
4주차 (10/19)	25°C	18	9.25	<15	0	4.4633	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	11	7.5	<15	0	4.8100	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	11	7.54	<15	0	5.6200	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
5주차 (10/26)	25°C	16	12.42	<15	0	4.7250	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	12	9.26	<15	0	4.8100	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	11	9.16	<15	0	5.9183	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
6주차 (11/02)	25°C	13	12.42	<15	0	4.6000	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	13	9.26	<15	0	4.8100	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	7	9.16	<15	0	4.9833	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
7주차 (11/09)	25°C	10	8.8	<15	0	5.0200	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	12	9.9	<15	0	5.0333	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	8	5.61	<15	0	6.4117	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
8주차 (11/16)	25°C	18	10.41	<15	0	6.0150	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	14	7.95	<15	0	7.0100	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	13	10.43	<15	0	7.8067	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
9주차 (11/23)	25°C	19	8.41	<15	0	8.2233	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	9	8.47	<15	0	8.3550	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	5	7.28	<15	0	8.3367	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
10주차 (11/30)	25°C	10	9.00	<15	0	9.4333	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	35°C	8	8.40	<15	0	9.0100	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)
	45°C	6	8.41	<15	0	9.0700	불검출	불검출 (0.0.0.0.0)

* 세균수 : n=5, c=2, m=100,000, M=500,000 대장균군 : n=5, c=2 m=10, M=100

(8) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 기호성 테스트

연어제품의 기호성 테스트 결과 기호도가 높은 것으로 나타났으며, 구매의사도 높게 나타났음

1차 급여 반응		2차 급여 반응	
아주 잘먹음	6	아주 잘먹음	12
고민 후 섭취	6	고민 후 섭취	
냄새맡고 안먹음		냄새맡고 안먹음	
섭취 후 뱉어냄		섭취 후 뱉어냄	

가루발생	가루가 많음		구매가	5,000 원 미만	6
	깨끗하게 급여	11		5,000~6,000	
입자크기	적당함	11	구매가	6,000~7,000	2
	크지만 무리없음	1		7,000~8,000	
구매의사	너무 큼		구매가	8,000~9,000	
	매우높음	4		9,000~10,000	
	높음	8		10,000 원 이상	
	낮음	0			
	전혀없음	0			

견종	나이	성별	체중 (kg)	급여사료	간식급여 여부	급여간식종류	평소 식성
보스턴테리어	1	수	8.5	프로플랜	○	비스킷, 저키, 식품	간식만
푸들	3	암	4.8	로얄캐닌	△	식품	까탈스러움
포메라니안	1.5		5	이즈칸 퍼포먼스	○	비스킷, 저키, 식품	안가림
푸들	4		7	나우	○	저키	간식만
말티즈	8		2		○	저키	간식만
믹스	8		6.2				안가림
믹스	2	수	6.5	이즈칸	○	저키	까탈스러움
말티즈	8	수	2.5	웰츠 어덜트	○	저키, 식품	까탈스러움
요크셔테리어	5	수	4	이즈칸 퍼포먼스	○	저키	까탈스러움
말티즈	3	암	3	이즈칸	○	식품	까탈스러움
비글	4	암	7	이즈칸 퍼포먼스	○	비스킷, 저키	안가림
비글	5	암	15	이즈칸	○	저키	안가림

1) 테스트견 견종, 식성과는 관계없이 연어제품의 기호가 높게 나타났음

2) 1차에서 섭취를 망설이던 견들도 2차 급여시 "아주 잘먹음" 으로 나타나 기호성 평가에서 높은 점수를 받음

(9) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 기호성 테스트 (비교)

해외 식용곤충 포함 반려동물간식과의 비교를 통한 기호성 테스트 결과, 본 연구팀에서 개발한 제품이 기호성, 구매의사가 높게 나타남

제조사	제품명	사료형태	사용원료	타입	단백질	지방
	연어간식	저키형	연어, 곤충분말 등	소프트	22%	4 %
Entomo	BugBites	쿠키형	귀뚜라미분말, 사과, 크랜베리 등	하드	23%	8%
Entomo	Chirpies	반습식/쿠키형	메밀, 고구마, 귀뚜라미 등	세미 소프트	8%	13%



- 1) 기호성 (괄호안의 숫자는 급여전 중 섭취 비율임, ex 80% : 테스트견의 80%가 섭취함)
 Entomo chirpies(60%) ≥ 곤충분말 + 연어(57%) > BugBites(25%)
- 2) 구매의사
 곤충분말 + 연어(29%) > Chirpies(20%) >>> BugBites(0%)
 소비자의 구매의사는 기호성과 유사한 순위를 보였으며, KEIL 연어가 가장 높았음

●반려동물 간식 출시 및 유통전략

1. 반려동물 간식의 산업화 전략

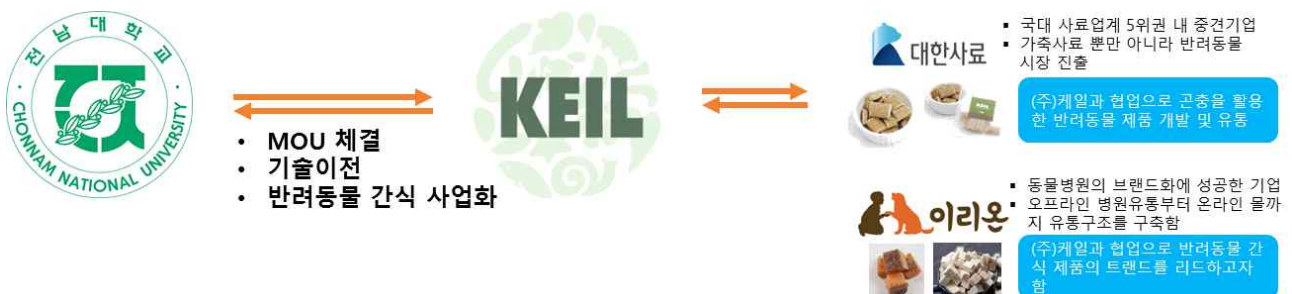
(1) KEIL 현황: (주)케일은 **식용곤충의 소재**를 활용하여 **다수의 식품기업들과 제품개발**을 진행

세계식용곤충식량기구(WEIFO) 구축

<p>KEIL</p> <p>식용곤충 유래 단백질 소재 전문기업 - 소재 6종 이상, - 완제품 5종 이상</p>	<p>케일과 협업 중인 국내 식품기업</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 주식회사 케일과 연구 협업 ✓ 케일 제조제품에 대한 유통 논의중 ✓ 주식회사 케일과 연구 및 제품 생산 협업 ✓ 반려동물용 신규사업 확장 논의 ✓ 주식회사 케일과 공동제품, 공동브랜드 출시확정 ✓ 밀원함유 프리미엄 반려동물 간식 출시 예정 ✓ 주식회사 케일과 곤충유래 물질소재 납품 협의중 ✓ 주식회사 케일과 곤충활용 제품 개발 및 유통협의중 ✓ 주식회사 케일과 곤충활용 제품 개발 및 유통협의중 	<p>케일과 협업 중인 해외 식품기업</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 캐나다 곤충 기업으로 연구 및 수출 논의 중 ✓ 단백질 전문 가공 기업으로 수출입을 통한 업무협력 ✓ 곤충단백질을 활용한 신규 라인 구축 준비중 ✓ 폴란드 곤충기업으로 곤충단백질 및 사육 연구협업 ✓ 멕시코 곤충 기업 ✓ 이베이 베스트셀러 ✓ 케일을 통한 제품 수출입 협력 구축 ✓ 주식회사 케일과 곤충활용 제품 개발 및 유통협의중 ✓ 이스라엘 곤충 기업으로 케일과 제품 연구 협약
---	---	---

(2) 반려동물 사업화 전략

- 국내 곤충산업을 주도하고 있는 (주)케일(KEIL)과 MOU 및 기술이전을 통하여 산업화



2. 식용곤충 반려동물 간식 패키지 개발 시안

- (1) 프리미엄 간식 이미지에 맞는 패키지가 개발 되었으며, 시안 B를 기본으로 소비자 인지도 증가를 위한 수정을 하였음



- (2) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 패키지 최종시안 확정
프리미엄 간식 이미지에 맞는 패키지가 개발되었으며, 기본시안을 바탕으로 소비자 인지도 증가를 위한 포인트를 밀웬의 캐릭터화와 글루텐 프리 강조로 나타내었음



밀웬함유 간식 연어·갈치 2종 기획

- 1) 식용곤충 함유 강조 및 캐릭터화를 통한 친근감 강조
 - 밀웬을 캐릭터화 표기
 - 10% 함유량으로 기존보다 함유량 극대화
- 2) 글루텐 프리·휴먼그레이드의 강조로 고품격 프리미엄 간식 강조
 - 밀가루를 사용하지 않아 알러지 최소화
 - 일반 사람용식품 소재의 사용으로 고품질 유지

3. 반려동물 간식 마케팅 및 유통전략

- (1) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 유통 계획
프리미엄 간식 이미지를 구축하여, 온·오프라인으로 유통망을 확립할 계획임

2015년 매출액 3,000억
매년 40%이상 성장시장

온라인 유통망 확립

1. 전문몰 입점

- 이리온, 펫스미스 등 반려동물 전문 쇼핑몰 입점



2. 오픈마켓 입점

- 11번가, G마켓, 네이버, 쿠팡 등 온라인 오픈마켓 입점



밀원함유 프리미엄 반려동물 간식
“명가의 솜씨” 2종

오프라인 유통망 확립

1. 동물병원 입점

- 동물병원 이리온(15개 점포) 입점



2. 전문용품점 입점

- 이마트 몰리스펫샵 및 대한사료 전문대리점 납품



(2) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 마케팅 계획
프리미엄 간식 이미지를 구축하여, 온·오프라인으로 마케팅 실행

6월 말 출시 후 본격적인 마케팅 실시

식용곤충밀원함유 간식 “명가의 솜씨” 출시

관능성 증가, 흡수를 증가, 유엔그레이트, 글루텐 프리

온라인 마케팅 플랜

SNS 스타 마케팅

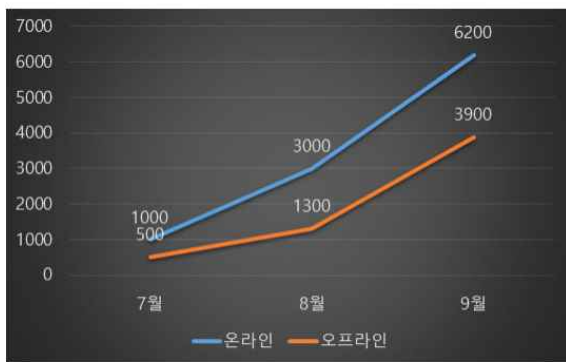
- 인스타그램들에게 “명가의 솜씨” 를 현물지원하여 페이스북, 인스타그램 등의 SNS 마케팅

오프라인 마케팅 플랜

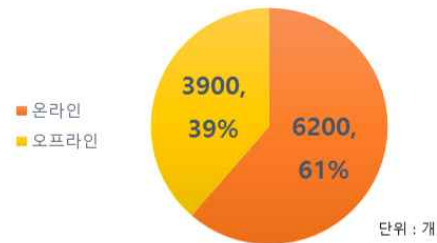
행사 매대를 이용한 마케팅

- 동물병원 이리온 및 이마트 3곳 등의 오프라인 마켓에서 행사매대를 통한 마케팅 실시

(3) 식용곤충인 갈색거저리 기반 반려동물 간식 예상판매량
식용곤충 함유 반려동물 간식 “명가의 솜씨”는 온·오프라인 매장입점비율에 따라 60%(온라인), 40%(오프라인)의 비율로 3개월 내에 초도물량 1만개의 판매를 목표로 하고 있음



밀원 함유 반려동물 간식 “명가의 솜씨” 예상 판매 추이



밀원 함유 반려동물 간식 “명가의 솜씨” 예상 판매 비중

- 온라인 : Gmarket, 11ST, TMON, WEMAKEPRICE, coupang
- 오프라인 : 이리온mall, 이리온, 대한사료, Molly's PET SHOP

○육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험

- 유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 면역력 및 육질개선에 대한 육계, 오리 실증 시험
- 육용 실용계, 육용오리에 대한 육질기능개선 및 면역력 증강을 위한 조사 및 분석

●연구목적

1. 키토산을 이용한 육계 및 오리에 대한 곤충사료의 육질개선 및 생산성 향상에 대한 실증시험

- (1) 키토산을 이용한 유용곤충자원 기반 맞춤형 기능성 사료에 대한 효능 오리와 육계의 육질개선 및 생산성 증가에 대한 실증 시험
- (2) 육계 및 오리(백색육용오리 Penkin종)에 대한 키토산의 농도별에 따른 맞춤형 기능성 사료급여에 대한 성장능력 개선(일당증체량 개선 및 출하기간 단축)에 따른 최적 농도 규명

●연구결과

1. 키토산을 이용한 육용오리 (Penkin 종) 기능성 곤충사료의 육질개선 및 생산성 향상에 대한 실증 시험



실증연구를 위한 오리 개체관리용 발찌 번호표



공시축의 체중 측정



혈액샘플



키토산 농도별 생산성 개선 실증시험

- (1) 공시재료 : 육용오리(Peking duck 종) 100수, 3반복, 42일 전기간 처리
- (2) 시험장소 : 전남대학교 가금류 제한사양 실험사육사
- (3) 실험방법 : A사의 육용오리 사양매뉴얼 기준으로 시기별 무제한 급여 사양관리

(4) 처리구별 사양실험 내용

1) 키토산 음용수 제공기간 : 14일령 ~ 42일령

1) 키토산 농도 : 무처리 포함 4단계로 구분: 대조구 (무처리), T1(10ppm), T2(25ppm), T3(50ppm)

1) 사료급여 형태 : 2주령부터 펠렛 형태 사료 급여

(5) 표본조사: 시기별 증체량, 사료섭취율, 출하일령

(6) 통계분석: 통계분석 프로그램 Statistical Analysis System (SAS 9.4)를 이용

(7) 유산균 주사에 의한 항균활성 (antimicrobial activity) 연구결과 벼메뚜기에서는 항균활성이 거의 유도되지 않고 있음을 확인함.

Table. 키토산 음용수를 이용한 유용곤충 기능성 사료 처리구별 일령별 오리체중 비교(1차)

(단위 : g)

처리	무처리	T1	T2	T3
14일령	700.00±50.99	716.25±64.79	700.00±42.43	725.56±46.67
21일령	3,301.43±76.03 ^b	1,415.00±69.28 ^a	1,360.00±109.36 ^{ab}	1,414.44±80.79 ^a
28일령	2,028.57±152.36	2,046.25±99.70	2,056.67±144.18	2,024.44±114.14
35일령	2,611.43±282.40	2,885.00±329.07	2,790.00±180.44	2,881.11±141.55
42일령	3,255.71±152.63 ^b	3,405.00±184.93 ^{ab}	3,445.00±229.85 ^{ab}	3,554.44±222.27 ^a

Table. 키토산 음용수를 이용한 유용곤충 기능성 사료 처리구별 일령별 오리체중 비교(2차)

(단위 : g)

처리	무처리	T1	T2	T3
14일령	635.29±55.07	626.67±64.52	607.00±46.02	601.40±72.70
21일령	1,218.43±89.51	1,220.17±132.23	1,204.00±74.18	1,204.80±123.26
28일령	1,840.00±133.24	1,855.00±180.28	1,774.29±151.46	1,877.00±167.80
35일령	2,438.21±199.73	2,462.25±210.17	2,490.43±151.46	2,567.90±194.18
42일령	2,906.86±232.09	3,020.42±181.18	3,090.21±178.15	3,211.50±257.18

Table. 키토산 음용수를 이용한 유용곤충 기능성 사료 처리구별 오리 일당증체량

(단위 : g)

형질	무처리	T1	T2	T3
일당증체량(1차)	91.28±5.51 ^b	96.03±4.61 ^{ab}	98.04±7.12 ^{ab}	101.03±7.14 ^b
일당증체량(2차)	81.13±7.69 ^c	85.49±4.95 ^{bc}	88.69±5.66 ^{ab}	93.22±8.35 ^a

●결론

(1) 본 연구의 목적은 오리에서 키토산을 다른 농도로 구분하여 곤충기반 기능성 사료에 추가적으로 음용수로 공급할 경우, 생산성 개선에 영향을 미치는 여부를 구명하기 위하여 2차에 걸쳐 키토산 음용수 급수시험을 실시한 결과를 보면, 일당증체량에서 T1 (키토산 10ppm)에서 무처리구에 비하여 개선효과를 나타내기 시작하였으나 통계적으로 유의적 차이를 나타낸 처리구는 T3(키토산 50ppm)으로 조사됨

(2) 키토산을 음용수로 공급할 경우 무처리구에 비하여 증체효과가 확실하게 나타나기에 향후 오리의 생산성 개선을 위하여 키토산 50ppm 이상이 함유된 음용수를 오리에 제공할 경우

생산성 개선이 유의적 나타날 것으로 사료됨

Table 4. 키토산 음용수를 이용한 유용곤충 기능성 사료 처리구별 일령별 육계 체중 비교(1차)

(단위 : g)

처리	무처리	T1	T2	T3
1일령	44.765±3.38	44.74±3.81	46.71±3.28	44.81±3.72
8일령	111.60±11.73 ^a	110.00±8.59 ^{ab}	113.80±9.86 ^{ab}	102.20±9.16 ^b
15일령	166.80±19.28 ^b	200.20±20.03 ^a	206.20±23.86 ^a	189.60±16.49 ^a
22일령	306.40±40.76	312.60±38.26	335.80±37.86	309.40±27.91
29일령	426.60±52.61 ^b	421.90±60.59 ^b	483.80±55.66 ^a	446.00±44.31 ^{ab}
32일령	482.60±57.53 ^b	499.80±66.54 ^b	559.60±63.48 ^a	514.60±58.38 ^{ab}

Table 5. 키토산 음용수를 이용한 유용곤충 기능성 사료 처리구별 육계 일당증체량

(단위 : g)

형질	무처리	T1	T2	T3
일당증체량	13.68±1.73 ^b	14.22±2.00 ^b	16.03±1.90 ^a	14.68±1.79 ^{ab}

●결론

- (1) 본 연구의 목적은 키토산을 육계에서 다른 농도로 구분하여 곤충기반 기능성 사료에 추가적으로 음용수로 공급할 경우, 생산성 개선에 영향을 미치는 여부를 구명하기 위하여 육계에서 키토산 음용수 급수시험을 실시한 결과를 보면, 일당증체량에서 T1 (키토산 10ppm)에서 무처리구에 비하여 개선효과를 나타내기 시작하였으나 통계적으로 유의적 차이를 나타낸 처리구는 T2(키토산 25ppm)으로 조사됨. 오히려 키토산 50ppm을 급여할 경우 키토산 25ppm을 급여한 것보다 생산능력이 저하되는 효과를 나타냄.
- (2) 육계에서 키토산을 음용수로 공급할 경우 무처리구에 비하여 증체효과가 있는 것으로 조사되었으나 키토산의 농도가 25ppm일 경우가 가장 최적화된 농도로 나타남.

○곤충자원 활용을 위한 사료 영양 성분 분석

- 단일곤충 사료 영양학적 가치 판단을 위한 곤충별 성분분석
- 혼합곤충종의 최적 배합비율에 따른 사료학적 성분분석
- 곤충 사료 유해미생물 제거를 위한 공정 개선 연구

●연구결과

1. 1차년도에 곤충소재로 평가 받았던 곤충 3종에 대하여 아미노산을 중심으로 사료영양학적 분석을 실시
2. 곤충 3종에 대하여 건조방법의 차이 등을 고려하여 분석 실시.
 - (1) 곤충을 활용한 사료에 관련하여 필요한 영양성분을 List up하여 이중 중요한 요소를 선정하고 분석
 - (2) 분석처리구

곤충박 분석(5종) : 마이크로웨이브건조 갈색거저리, 마이크로웨이브건조 동애등애, 열풍건조 갈색거저리, 열풍건조 동애등애, 열풍건조 귀뚜라미 (분석 중, 2017년 6월 중 분석 완료 예정)

No.	영양소	단위	분석 순위	No.	영양소	단위	분석 순위
1	Arginine	%	1순위	21	Magnesium	%	2순위
2	Histidine	%	1순위	22	Iron	mg/kg	2순위
3	Isoleucine	%	1순위	23	Copper	mg/kg	2순위
4	Leucine	%	1순위	24	Manganese	mg/kg	2순위
5	Lysine	%	1순위	25	Zinc	mg/kg	2순위
6	Methionine-Cysteine	%	1순위	26	Iodine	mg/kg	2순위
7	Phenylalanine-Tyrosine	%	1순위	27	Selenium	mg/kg	2순위
8	Threonine	%	1순위	28	VitaminA	IU/kg	3순위
9	Tryptophan	%	1순위	29	Vitamin D	IU/kg	3순위
10	Valine	%	1순위	30	Vitamin E	IU/kg	3순위
11	Taurine	%	1순위	31	Vitamin K (Menadione)	mg/kg	3순위
12	Linoleic acid	%	3순위	32	Thiamine	mg/kg	3순위
13	alpha-Linoleic acid	%	3순위	33	Riboflavin	mg/kg	3순위
14	Arachidonic acid	%	3순위	34	Panthenic acid	mg/kg	3순위
15	EPA/DHA	%	3순위	35	Niacin	mg/kg	3순위
16	Calcium	%	2순위	36	Pyridoxine	mg/kg	3순위
17	Phosphorus	%	2순위	37	Folic Acid	mg/kg	3순위
18	Potassium	%	2순위	38	B12	mg/kg	3순위
19	Sodium	%	2순위	39	Choline	mg/kg	3순위
20	Chloride	%	2순위				

●결론

- (1) 귀뚜라미, 동애등애, 갈색거저리의 건조방법과 가공방법에 따른 사료 영양학적 성분 분석 진행 중
- (2) 곤충 3종의 사료원료 영양학적 성분분석 진행 중

○항균력 유도 곤충 현장 적용 시험을 위한 제형 연구

- 활용용도별 사료흡수효율을 증진 최적 제형 연구
- 가금류, 반려견의 선호성을 증진시킬 수 있는 최적 제형 연구
- 항균 유도 곤충의 가축사육단계별 최적 제형 연구 및 사료 제품 생산

●연구결과 및 결론

- 1. 활용용도별 사료흡수효율을 증진 최적 제형 연구
 - (1) 사료흡수효율을 증진하기 위하여 사료의 표면면적 증가 필요
 - (2) 지름 3mm, 길이 2cm의 펠렛을 길이 0.2~0.5cm의 크럼블형태로 제형화

2. 가금류, 반려견의 선호성을 증진시킬 수 있는 최적 제형 연구

- (1) 옥수수, 대두박, 곤충원료 등 사료 원료 선정
- (2) 식물성사료원료, 곤충원료 비율 개발

3. 항균 유도 곤충의 가축사육단계별 최적 제형 연구 및 사료 제품 생산

- (1) 오리병아리에 3mm펠렛 사료 급이시 서료섭취가 어려워 강도가 약한 크럼블형태로 제형화
- (2) 길이 0.2~0.5cm의 강도가 약한 크럼블형태로 시제품 사료 제작

○곤충 기능성사료 제품 조건별 사료(오리) 시제품 생산

- 배합조건 및 항균력 증진 조건별 시험용 시제품 생산
- 곤충별 항균력 극대화를 위한 유도시스템 적용 연구
- 키틴 분해 미생물 첨가 사료 시제품 생산
- 현장실증 예비시험을 위한 곤충 사료 시제품 생산

●연구결과

1. 곤충의 폐박을 활용한 함유량 1%, 5%, 10%의 오리사료 펠렛을 제작

- (1) 곤충활용 오리 사료 원료: 옥수수, 대두박, 곤충박, 소맥피, 밀기울, 대두유, 종합비타민, 미네랄



<사료용 파쇄 옥수수>



<소맥피, 밀기울 등>

(1) 곤충활용 사료 실험구

- 1) 각각의 실험구는 전기 26kg, 후기 54kg을 제작하여 활용

구분		무처리구	곤충1%	곤충5%	곤충10%	계
처리량	전기	26kg	26kg	26kg	26kg	104kg
	후기	54kg	54kg	54kg	54kg	216kg
	계	80kg	80kg	80kg	80kg	320kg

2. 오리 육성 사료 제작

- (1) 원료의 준비: 곤충원료와 혼합이 잘되게 하기 위하여 옥수수를 포함한 모든 원료는 10mesh 이하로 가늘게 분쇄하여 활용



<갈색거저리 폐박>

- (2) 수분함유량 조절: 분쇄하고 혼합된 원료는 수분의 함유량을 측정하고 최종수분함유량 13%~15%로 조절



<원료의 분쇄 혼합>

<수분측정>

(3) 펠렛 성형

- 1) 수분함유량 조절 후 이송기로 이송 및 펠렛 성형
- 2) 육성오리 전기사료는 크럼블 형태, 후기사료는 펠렛 형태(지름3mm, 길이 1cm~2cm)로 성형하였음
- 3) 크럼블 형태의 경우 제형 성형 시 분진이 발생하여 10mesh 체로 분진을 제거 활용



<크럼블 제형 성형>

<펠렛 제형 성형>

(4) 포장

- 1) 보관 중 오염 및 변질을 막기 위하여 종이포대를 활용하여 각 처리구 별로 개별포장



<처리구 포장 및 수량확인>

●결론

- (1) 곤충 폐박을 이용한 곤충사료 함유비율에 따른 시험용 시제품 생산
- (2) 처리구 4종(곤충함유 : 대조구, 1%, 5%, 10%)의 시험용 시제품 320kg 생산

○대상곤충의 대량생산 시설 체계 및 자동화 장치 구축

- 생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 장치 개발
- 곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설 체계 구축
- 곤충사육 자동화 대량생산 기술 경제성 분석

●연구결과

1. 생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 장치 개발

(1) 갈색거저리 채란판 개발

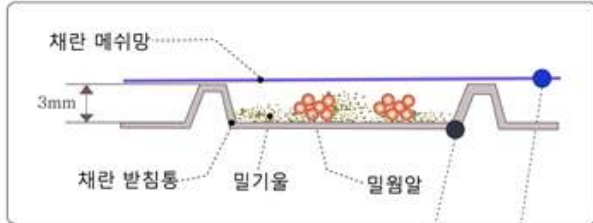


■ 본 채란통의 특징

본 제품은 채란통의 받침용과 사육전용 사육통으로 동시에 사용할 수 있도록 제작된 제품으로 밀웜(갈색거저리) 채란시 편리하게 바로 분통이 용이하게 만들어져 있습니다.

(기존 방법은 채란시 종이를 하단에 깔아 매번 꺼내는 번거로움이 있었으나 이제 본사의 사육통(백색)으로 사용시 종이 불필요함)

■ 본 제품의 채란시 단면도



■ 성충채란시 사진

성충 약 350~400g



본사 사육통에 채란체를 넣고 체망위에 (1)밀기울 약 400그램 정도 먼저 넣고(가운데에 산처럼) (2)산란용 성충을 약 350~400g 넣고 채란을 한다. 알은 체망사이로 알과 밀기울이 떨어지고 받침대에 떨어진 알은 3일 한번씩 계속 받침대를 교체하며 채란한다

그림. 최근 판매중인 채란판 종류 (출처. www.alranga.com)

밀웜 알반이 체망통

(갈색거저리용-알체망)

본 제품은 선주문받아 제작합니다

제품 규격(외경) : 53.0cm x 33.5cm x H 5.0cm



스테인레스 0.4mm 체망을 사용하여 녹이 잘 나지 않고 아주 튼튼하게 만들었습니다.

- 후레임 : 알루미늄
- 체망 : 스테인레스

채란방법

- 1) 체망위에 약간의 밀기울을 체망 가운데에 2~3일 먹울 양을 산처럼 쌓아 놓고
- 2) 밀웜성충을 350g 정도 넣는다.
- 3) 성충들은 약 1달 가까이 지속적으로 산란을 한 후 체망 밑으로 떨어진 알을 격리시켜 알을 채취한다.



채란 단면도



결합 이미지

- 채란통
- 본사 사육통



(2) 곤충건조장치



【요약서】

【요약】

개시된 본 발명에 따른 곤충 건조 장치는, 건조실 내부에 다단으로 설치되는 상자 지지구에 유충 상자를 각각 수납하여 마이크로파에 의해 유충을 손쉽고, 용이하게 건조시킬 수 있으며, 상기 상자 지지구를 회전시켜 유충 상자 내부의 유충이 균일하게 건조될 수 있음은 물론, 건조실 내부에서 유충의 건조시 발생하는 수분이 원뿔 형상의 수분 유입부에 대부분 포집하여 건조실 외부로 용이하게 배출하고, 이에 따라 상기 건조실은 항상 건조 하면서 청결한 상태를 유지할 수 있다.

【도 1】

【도 2】

【도 3】

【부호의 설명】

【0031】 100...곤충 건조 장치	110...건조기 본체	310...수분 유입부	320...환풍팬
120...건조실 개폐용 도어	130...바퀴	330...수분 배출통로	340...필터망
140...조정용 지지대	200...마이크로파 건조실	400...마이크로파 발생부	410...전원부
210...유충 상자	220...지지대	500...마이크로파 작동부	510...동작버튼
230...상자 지지구	240...회전축	600...제어부	700...동작타이머
250...회전판	300...건조실 제습부	800...전류계	M...모터

(3) 곤충선별장치

밀웜분리용 흔들체

곤충전문 사유장용

스틸레스 채집으로
완전 분리의 흔들체

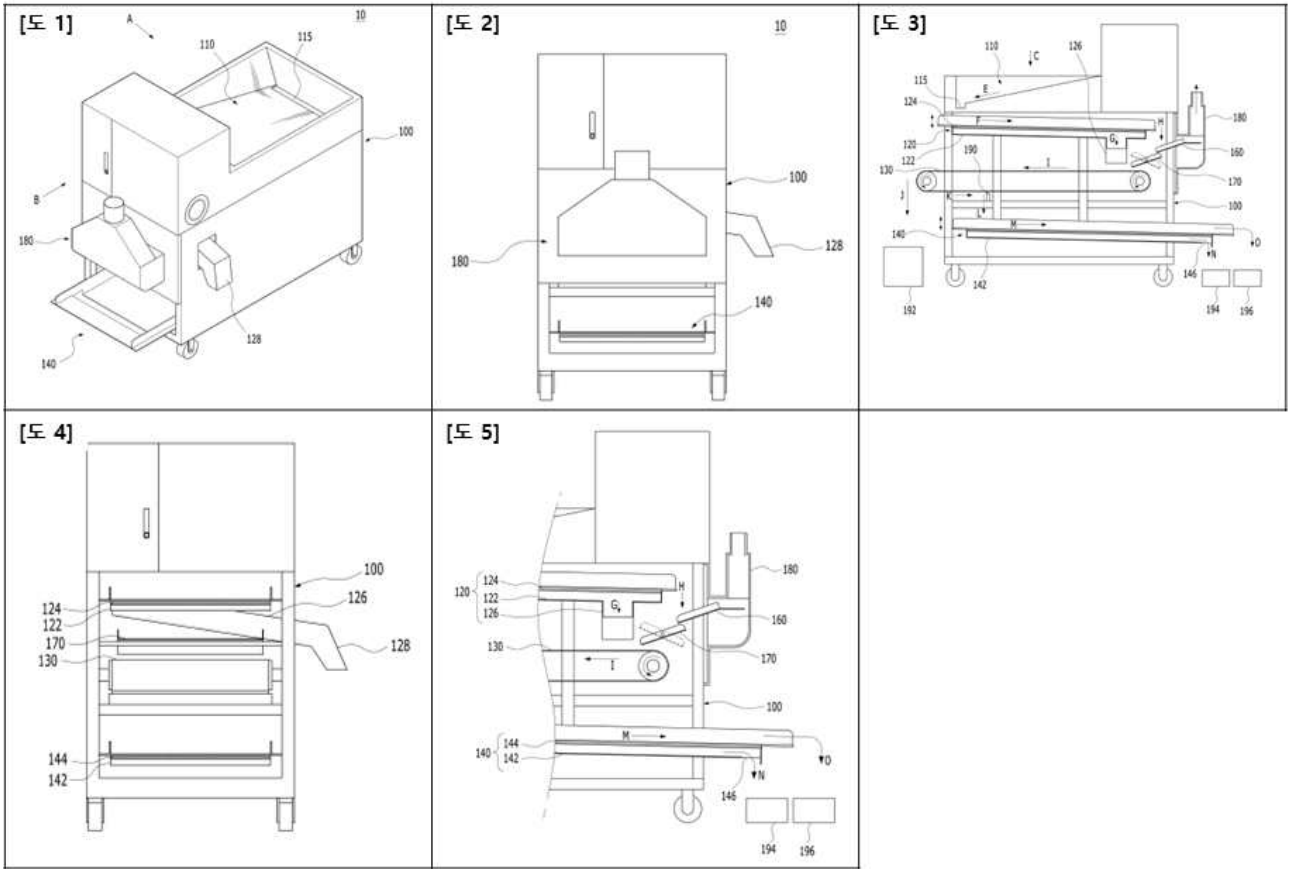
한국그린텍
(T: 070-8909-0993)

선주문, 후제작 납품합니다

밀웜 자동선별기 기능표시

www.alranga.com

그림. 현재 판매중인 선별기 종류. 한국그린텍(좌), www.alranga.com (좌), (우)



2. 곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설 체계 구축: 대상곤충 대량생산 시설 가동

- (1) 갈색거저리 대량사육실: 면적(165㎡), 일 생산량(생체 3~9kg), 총 사육량(900사육상, 약 150kg) 사육인력: 1~2명, 연간 2,000~3,000kg 생산규모
- (2) 쌍별귀뚜라미 대량사육실: 면적(66㎡), 일 생산량(생체 1~3kg), 총 사육량(250사육상, 약 100kg) 사육인력: 1~2명



3. 곤충사육 자동화 대량생산 기술 경제성 분석

(1) 채란판 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ● 증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 채반(나무): 100채란상(22,000원/개) - 채란수 감소: 통계적인 차이 없음 - 계(A) : 2,200,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 125원/개 - 100채란상/농가: 12,500원/일 × 20일(1개월) = 250,000원 * 12개월 - 계(B) : 3,000,000원
<ul style="list-style-type: none"> ● 추정 수익액(B-A) = 1년차 800,000원/년 2년차 이후 연간 3,000,000원 이익 	

- 1) 갈색거저리 성충 약 2,700개체로 일반적인 채란방법과 채반을 이용해 채란한 결과 채란상 (45 × 27 × 12 cm)에서 각각 평균 2,188개와 2,060개가 채란되었다(통계적 차이 없음).
- 2) 채반을 이용한 경우 하루에 채란 받을 수 있는 채란상의 수가 체를 쳐서 산란받는 것보다 7.4배(8시간 근무 기준) 많았으며 인건비는 비례하여 감소하였다.

표. 갈색거저리 채란방법에 따른 산란수 비교

채란방법	투입 성충수 (mean±SD)	부화유충수 (mean±SD)
체로 치는 방법	2,748±103	2,188±572
채반이용		2,060±385

- 3) 각각의 방법을 이용하여 10개 채란상을 대상으로 2일간 채란 받아 조사함
- 4) 평균 부화유충수는 채란 후 60일 동안 발육한 유충의 수를 조사함
- 5) 25±5℃, 65±10%RH 실내사육실 조건
- 6) 2012년 영농활용 갈색거저리 채란용 채반 참고

표. 갈색거저리 채란방법에 따른 인건비 비교

채란방법	채란 소요시간 (초/채란상)	채란상 수/일	인건비/채란상
체로 치는 방법	59±2	500개	150원/개
채반 이용	8±4	3,000개	25원/개

- 7) 25±5℃, 65±10%RH 사육실 조건에서 1년 이상 갈색거저리를 사육한 숙련자를 대상으로 조사함
- 8) 인건비는 월 1,500,000원으로 월 20일 하루 8시간 근무(일당 75,000원)하는 것으로 계산함
- 9) 2012년 영농활용 갈색거저리 채란용 채반 참고

(2) 건조기

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로웨이브 건조기 구매가격(A): 10,000,000원~15,000,000원 - 60kg/마이크로건조 비용: $12\text{kW} \times 3.3\text{hr} \times 42\text{원} \times 60\text{kg} = 99,792\text{원}$ 계(A) : 99,792원 ※ 건조기 용량: 2~3kg/1회 × 5~10분 ※ 전기료: 12kW × 42원/hr 	<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 60kg/동결건조 비용 : $18\text{kW} \times 48\text{hr} \times 42\text{원} \times 60\text{kg} = 2,177,280\text{원}$ 계(B) : 2,177,280원 - 60kg/열풍건조 비용 : $3.5\text{kW} \times 24\text{hr} \times 42\text{원} \times 60\text{kg} = 211,680\text{원}$ 계(B) : 211,680원 × 10회/월 = 2,116,800원
●추정 수익액(B-A) = 수익액 111,888원/회 × 10회/월 = 1,118,880원 × 12월 = 13,426,560원	

- 1) 갈색거저리 건조방식으로 동결건조는 장비 및 활용 비용이 고가이므로 효율적이지 못한 실정이다. 열풍건조에 비해 식감 및 형태, 색깔 등 상품성을 고려하여 마이크로웨이브 방식이 선호되어지고 있다. 하지만 초기 제작비용이 고가이며 1회 건조할 수 있는 시료의 양이 적은 단점이 있다.
- 2) 소규모 사육농가에서는 유통협회를 구성하여 대용량 마이크로웨이브 건조기를 공동 활용할 수도 있으나 각 개별농가에서 1차적인 건조 또는 완제품의 제작을 위해서는 건조기의 확보도 필요하다.
- 3) 본 연구를 통해 개발된 건조기는 전자파 차단 및 전자파의 균일한 작용을 위한 기술적인 단점을 보완하여 완성도를 높인 제품으로 제작 및 보급되어지고 있다.

(3) 선별기

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> 마이크로웨이브 건조기 구매가격(A) : 10,000,000원~15,000,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 100유충상 × 1일 × 1~2인 - 100유충상/일: 75,000원/일 × 20일(1개월) = 1,500,000원 * 12개월 - 계(B) : 18,000,000원
●추정 수익액(B-A) = 1년차 3,000,000원/년 2년차 이후 연간 18,000,000원 이익	

- 1) 갈색거저리 유충과 번데기의 분리를 기계적인 장치로 자동화하는 것은 매우 까다로운 기술로서 이미 중국에서 제작된 제품과 국내 제품, 특허출원제품 등이 있으나 완성도가 미흡한 경우가 많아 최근까지 보완, 수정을 거듭하고 있다.
- 2) 소규모 사육농가에서 갈색거저리 번데기의 분리에 많은 노력과 시간이 소요되므로 번데기에서 우화한 성충을 분리하는 보다 편리한 방법을 사용하기도 한다.
- 3) 본 연구를 통해 개발된 선별기는 기술적인 단점을 보완하여 완성도를 높인다면 농가에서 노동력 1인의 역할을 충분히 할 것으로 기대되어진다.

●결론

- (1) 갈색거저리 채란판 제작
- (2) 곤충건조장치 제작: 3kg/회 (12kW 마이크로웨이브식)

- (3) 갈색거저리 선별기 설계 및 특허 등록
- (4) 갈색거저리: 사육실면적 165㎡, 14단 선반, 총 900사육상, 생산량: 3 ~ 9kg/일
- (5) 쌍별귀뚜라미: 사육실면적 165㎡, 3단 선반, 총 250사육상, 생산량: 1 ~ 3kg/일
- (6) 재료비, 인건비, 기타비용 포함 갈색거저리 생산단가: 생체기준 11,000 ~ 14,000원/kg

○곤충사육 자동화를 통한 공정개선 기술 농가보급 및 현장 실증 적용

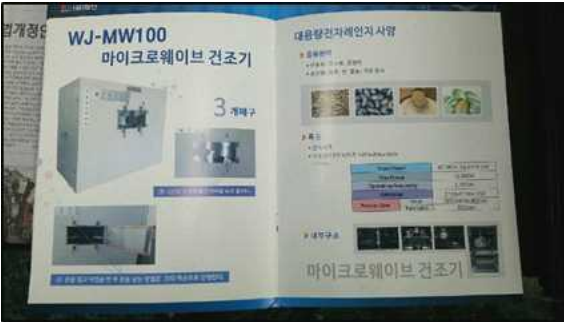
- 곤충사육농가에 곤충사육 자동화 생산시설 농가보급
- 대상곤충 보급 및 생산기술 컨설팅
- 농가별 대량생산 자동화 기술 경제성 분석

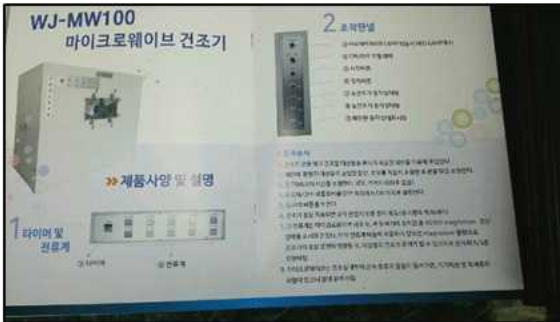
●연구결과

1. 곤충사육농가에 곤충사육 자동화 생산시설 농가 보급: 신규농가에 자동화 생산시설에 대한 필요성과 구매방법, 구매처 정보를 공유하여 시군 보조사업을 통해 보급하도록 하였음.

(1) 전남 고흥 김00농가:

- 1) 고흥군 보조사업을 통하여 선별기와 건조기 구매예정
- 2) 구매예정인 건조기 구성 및 사양





견 적 서

견적일자 2017년 1월 23일
수 신 자 농 동 농 특 마이크로웨이브 건조기
발 달 지 관동농촌진흥청

시업자등록번호	411-01-00315
상 호	(주)원천 (대표이사) 박봉수
사업장주소	전라남도 화순군 도곡면 도곡농공단지 4번
업 태	제조업/업 종 목 기계설비제조업
연 락 처	061-304-1516 팩 스 0307-3130-3316
발 달 지	

아래와 같이 견적합니다.

합계금액(부가세포함)							일천오백만 원정 (₩ 15,000,000)	
NO	품 목	단위	수량	단가	공급가격	비고		
1	곤충 건조기(12kg)	대	1	대체으로 제작비용	15,000,000			
	MAIN MCCB	EA	1					
	주파 BLCBPI	EA	1					
	TRANS	EA	1					
	CAPACITOR	EA	10					
	MAGNETRON	EA	10					
	MAGNETRON COOLER	EA	10					
	TRANS COOLER	EA	10					
	회전모터	EA	1					
	회전모터 감속기	EA	1					
	합계				15,000,000			

견 적 서

견적일자 2017년 1월 23일
수 신 자 농 동 농 특 마이크로웨이브 건조기
발 달 지 관동농촌진흥청

시업자등록번호	411-01-00315
상 호	(주)원천 (대표이사) 박봉수
사업장주소	전라남도 화순군 도곡면 도곡농공단지 4번
업 태	제조업/업 종 목 기계설비제조업
연 락 처	061-304-1516 팩 스 0307-3130-3316
발 달 지	

아래와 같이 견적합니다.

합계금액(부가세포함)							일천만 원정 (₩ 10,000,000)	
NO	품 목	단위	수량	단가	공급가격	비고		
1	곤충 건조기(12kg)	대	1	대체으로 제작비용	10,000,000			
	MAIN MCCB	EA	1					
	주파 BLCBPI	EA	1					
	TRANS	EA	1					
	CAPACITOR	EA	5					
	MAGNETRON	EA	5					
	MAGNETRON COOLER	EA	5					
	TRANS COOLER	EA	5					
	회전모터	EA	1					
	회전모터 감속기	EA	1					
	합계				10,000,000			

(2) 전남 곡성 박00농가

- 1) 곡성군 보조사업을 통해 선별기 구매예정
- 2) 구매예정인 선별기



출처. www.alranga.com

2. 대상곤충 보급 및 생산기술 컨설팅

(1) 신규농가

- 1) 전남 곡성 박문원농가: 갈색거저리 증충 분양, 사육법 컨설팅

곤충분양증

아래의 실험곤충을 분양하였기에 이를 확인 합니다.

번호	품목	충대	수량	용도
1	갈색거저리 (<i>Tenebrio molitor</i>)	성충, 유충	5kg	증식용

2017년 5월 일

분양자: 한국유용곤충연구소(인) 

인수자: 미래곤충

주소: 전남 곡성군 석곡면 엄곡길 31-6

성명: 박문원 (인) 


기술보급계약서

사업명	농업생산기술개발사업	연구과제번호	213024-3	
연구개발과제 현황	연구과제명	초리와 번데기권의 생산성 및 번데기 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화		
	연구기관명	농업회사법인(주)한국유용곤충연구소	연구책임자	박영규
연구기간		2015.08.17. ~ 2018.08.12.		
기술실시제약 및 일회할용 현황	계약(활동)명	갈색거저리 사육시설 설계 및 사육기술 컨설팅		
	계약(활동)일	2017. 5	실시(활동)기간	2015년 5월부터
	계약의 종류	노하우, 사육기술	실시의 유형	계정일시
	* 계약변경 계약(활동)종류 인 경우	명칭	번호	일자
	실시(활동)기관	상호명	미래곤충	기관유형
	주소	전남 곡성군 석곡면 엄곡길 31-6	대표자	박문원
	사업자번호		전화번호	010-3876-3771
			e-mail	pkw@naver.com
기술교과장대기	계약사항 없음			
기타특기사항				

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정에 따라 위와 같이 기술실시
계약이 체결되었음을 보고합니다.

붙임 1. 갈색거저리 증충 분양 증명서
2. 갈색거저리 대량사육 매뉴얼 및 사육노하우

2017년 5월 일

농업회사법인(주)한국유용곤충연구소의 대표 양명 


2) 전남 고흥 김연규농가: 갈색거저리 분양, 사육장 시설, 사육법 컨설팅




곤충분양증

아래의 실험곤충을 분양하였기에 이를 확인 합니다.





번호	품목	상태	수량	용도
1	갈색거저리 (<i>Tenebrio molitor</i>)	성충, 유충	5kg	증식용

2017년 5월 일

분양자 한국유용곤충연구소 (인) 

인수자 상호: 
주소: 
성명: 


기술보급계약서

사업명	농업혁신기술개발사업	연구과제번호	315034-3
연구개발과제명	고령화 반려자간의 생산성 및 경제적 제약을 위한 곤충기반 맞춤형 사육재질 및 단량화	연구책임자	박영규
연구기관명	농업회사법인(주)한국유용곤충연구소	연구기간	2017.08.13. - 2018.08.12.
계약(발용)명	갈색거저리 사육시설 설계 및 사육기술 컨설팅	계약(발용)일	2017. 5.
계약(발용)기간	노하우, 사육기술	실시(발용)기간	2017년 5월부터
지재권 종류	노하우, 사육기술	실시권/유형	직접실시
기술실시계약 및 결과물물 현황	명칭: 갈색거저리 사육시설 설계 및 사육기술 컨설팅 번호:  상호명:  주소:  사업자번호: 	일가	기관유형
기술보급영역	해당사항 없음		
기타특기사항			

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정에 따라 위와 같이 기술실시 계약이 체결되었음을 보고합니다.

붙임 1. 갈색거저리 종충 분양 증명서
2. 갈색거저리 대량사육 메뉴얼 및 사육노하우

2017년 5월 일

농업회사법인(주)한국유용곤충연구소의 대표 

(2) 갈색거저리 사육장 신규시설에 대한 컨설팅 실시

- 1) 갈색거저리 사육장 시설기준 작성 및 컨설팅 실시(2016. 6월)
- 2) 갈색거저리 사육장 시설 기준 매뉴얼 작성

갈색거저리 사육장 시설 기준
2017. 6

1. 갈색거저리 사육실 설계

갈색거저리 사육시설의 구성은 이미 실내에서 누대 사육되어 적응된 갈색거저리를 사육하는 경우에 해당하므로 그동안 축적된 사육기술과 노하우를 바탕으로 사육의 효율을 높이기위해서 항온, 항습 및 일정한 인공사육 환경조건을 유지하게 된다. 사육의 경제성 및 효율성을 위해 자연 상태와는 전혀 다른 비정상적인 높은 밀도로 사육될 수밖에 없으므로 갈색거저리 각각의 경쟁, 자연사망률과 스트레스를 억제하며 질병이 발생하지 않는 조건이 필요하다.

대상 갈색거저리의 대량증식을 위해서는 갈색거저리의 사육(생산)설비는 갈색거저리 사육이 지속적으로 성공할 수 있도록 적절한 조건을 맞춰 설계되고 제작되어야 한다. 잘못 설계된 건축물은 결점의 보완이 어렵고 설계오류가 지속적인 곤충의 사육에 영향을 미칠 수 있다.

곤충사육시설은 일반적인 건축물과 유사하나 매우 전문화된 건물이며 이러한 시설을 설계하는 것은 매우 어려운 일이기 때문에 많은 사육경험을 바탕으로 세세한 부분까지 고려되어야 한다. 일반적인 곤충의 사육방법과는 달리 특정한 곤충종(갈색거저리)에 따라 사육설비는 특징이 있으며 대부분의 사육시설들은 곤충 연구자들에 의해 자체 제작되는 경우가 많으므로 정형화되거나 제품으로 완성된 사육시설들은 거의 없는 실정이다.

그러나 갈색거저리사육을 위한 국공립연구소(농촌진흥청 농업과학원)나 대학 그리고 곤충관련 소규모회사(식용곤충회사, 체험학습장, 애완곤충사육농가 등)에서 사육하는 유형의 예를 소개하려한다.

2. 갈색거저리 사육기준

가. 사육 관리

- (1) 갈색거저리의 생육상태 등을 고려한 적절한 사육시설 또는 관리시설을 갖추고 그에 알맞은 환경을 조성, 제공하여야한다.
- (2) 사육, 관리하는 갈색거저리가 다른 사람에게 공포감을 조성하거나 소리, 냄새 등으로 인하여 피해를 주지 않도록 해야 한다.

나. 사육 시설

- (1) 시설형태: 콘트리트, 비닐하우스, 조립식판넬, 컨테이너, 일반사육사(재배사, 가축사육사, 버섯사, 창고 등)

* 여름과 겨울철 사육실의 냉, 난방이 용이한 구조의 시설이 필요함

(2) 사육실

- ① 기본적으로 온도, 습도, 광조절(광조절은 필수적이 아님)이 필요함
- ② 사육실로 유입되는 공기는 필터를 통할 수 있도록 설비함
- ③ 사육실마다 냉, 난방기, 가습기 및 광조절 장치를 설비함
- ④ 방의 넓이를 너무 크게 하는 것보다 10~13㎡ 정도가 용이함
- ⑤ 작은 사육실을 여러 개 만들어 단계별로 사육하는 것이 유리함

(3) 작업실

- ① 사료의 조제, 채란, 알 또는 부화유충의 접종, 유충 또는 번데기의 작업
- ② 사육용기의 세척 및 소독 작업
- ③ 제품선별 및 분리실(진동체분리기, 충태별 선별기, 공업용닥트 등)
- ④ 제품단계의 건조작업(열풍, 마이크로식 건조기)

(4) 저장실

- ① 사료저장실: 기주식물, 조제된 인공사료 또는 사료성분을 저장(2~5℃ 유지)
- ② 갈색거저리저장실: 곤충 발육단계의 조절이나 휴면, 유충의 보관(5~15℃ 유지), 냉동보관용 저장실(영하 20℃)

다. 사육환경 제어 및 병해충 관리

- (1) 온도: 사육 목적에 따라 다르지만, 20~30℃ 정도를 유지하는 것이 좋다
- (2) 습도: 사육실의 상대 습도는 50~70% 수준으로 조절하여 65%정도를 유지하는 것이 좋으며 사육용기내에는 사료의 부패를 막기위해 건조하게유지하는 것이 좋다.
- (3) 광조건
 - ① 갈색거저리의 일반적인 광주기는 16시간, 암주기는 8시간 유지
 - ② 저장곡물 곤충이므로 광이 필수적으로 필요하지는 않는다
- (4) 병원균 예방: 갈색거저리는 곰팡이성 및 세균성 질병이 발생할 수 있으므로 예방에 철저한 관리를 하며 질병발생시 전문가에게 의뢰하과 확산을 막을 수 있도록 철저히 관리한다(소각, 폐기 등)

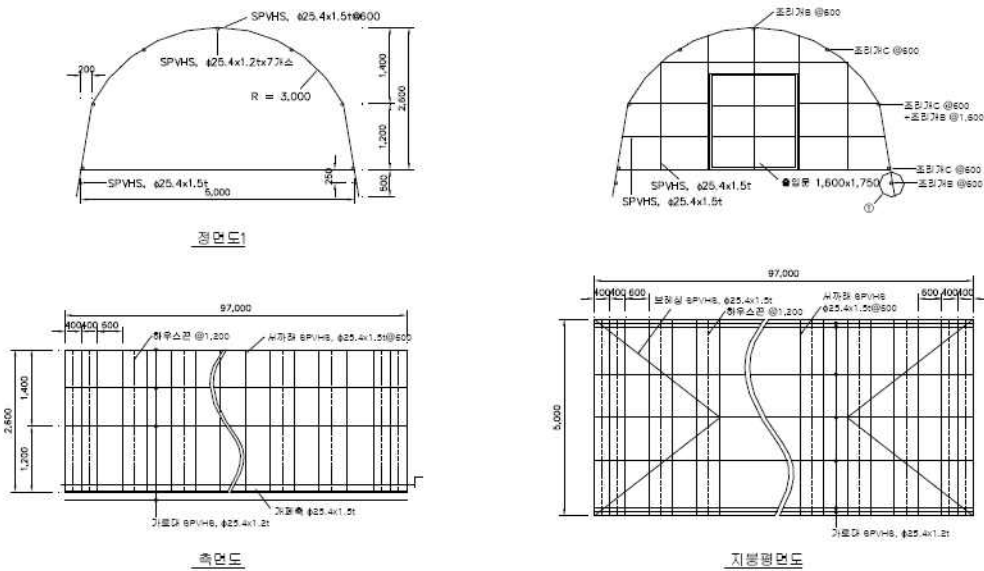
(5) 병해충 관리

- ① 병충, 해충으로부터의 예방을 위하여 정기적으로 곤충의 특성에 따른 사육용기 및 사육실의 진단, 소독 등 예방조치를 수행
- ② 곤충에 질병이 발생하여 확산된 우려가 있는 경우는 즉시 격리 등 필요한 조치 수행

3. 일반적인 곤충 사육실 구조(공통)

가. 하우스 구조

* 하우스구조를 활용할 경우 특히 내부의 온도 및 습도 조절이 가능할 수 있는 조치를 확보하여야함



농림수산식품부 농촌진흥청	공사명 PROJECT	단동비닐하우스	설계 DESIGNED BY	야촌진(농청)	축척 SCALE	도면구분 SERIAL No.	07-단동-1행
	도면명 TITLE	정면도, 측면도, 지붕평면도	승인 APPROVED BY		날짜 DATE	도면번호 SHEET No.	1

그림. 기본 하우스 구조 사육실 외부형태

출처: 원예특작시설 내재해형 규격설계도, 시방서[농림수산식품부 고시 제 2010-128호 (2010. 12. 7)] 참고

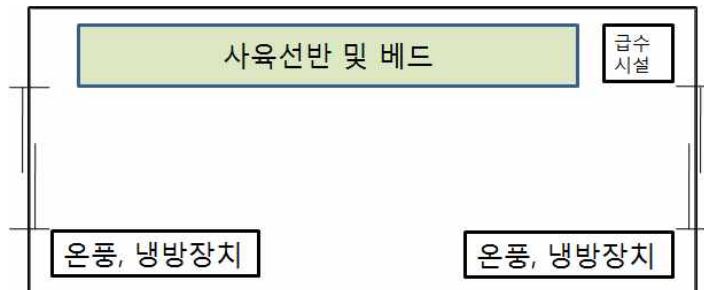


그림. 기본적인 하우스구조 사육실의 내부

나. 조립식 판넬

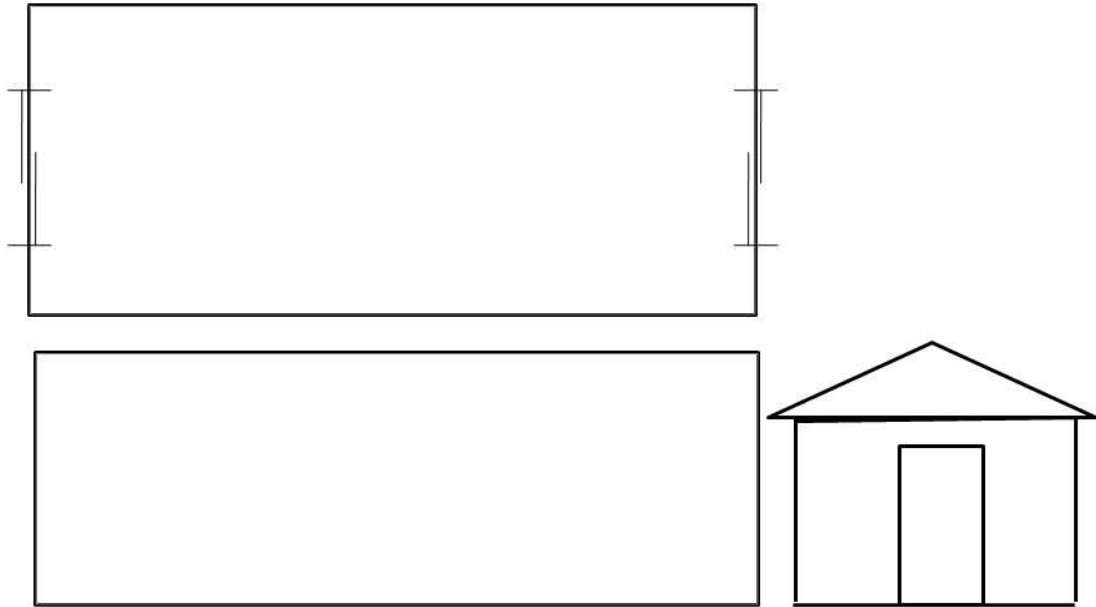


그림. 기본 조립식 판넬 구조 사육실 외부형태

기본사양

- 골조: 50~100mm 조립식 난연 판넬
- 창호: 자연채광, 밀폐
- 공기순환: 환기구, 후드 등

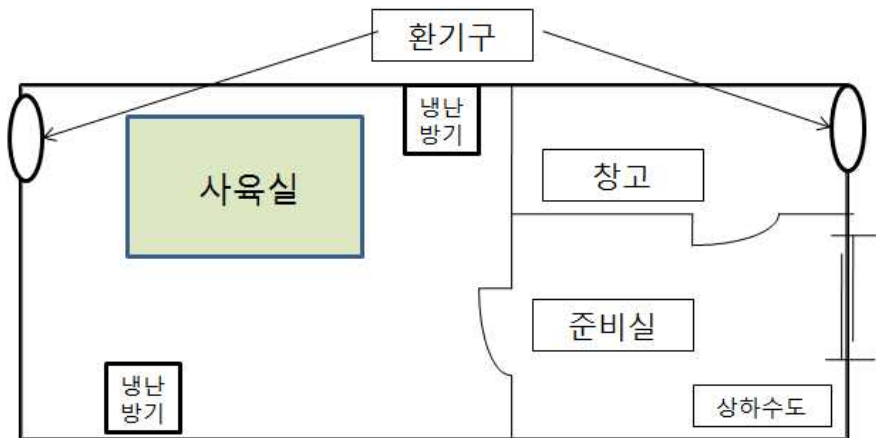


그림. 기본적인 조립식 판넬 구조 사육실의 내부

4. 갈색거저리 사육실의 구성

갈색거저리의 대량사육에 성공하기 위해서는 곤충사육에 많은 경험을 가진 사육농가 및 전문가의 자문을 통해 사육시설 및 장비의 적절한 구성요소를 선택하여 설계하여야한다.

가. 구조적 요소

건축물의 재료에 해당하는 다양한 재질이 구조적인 요소로서 중요하다. 건축물의 재료 및 내부, 표면, 창호, 바닥 등이 포함 된다.

(1) 벽과 천장: 갈색거저리는 유충 및 성충을 서로 격리하여 키우는 것이 좋고 실외보다는 실내에서 사육하는 것이 효율적이므로 벽과 천장은 사육실의 가장 기본이 되는 요소이다. 사육하는 거저리의 탈출을 막으려 외부로부터의 천적(조류, 鳥類) 및 유해곤충의 침입을 막을 수 있어야 한다. 따라서 벽과 모서리, 벽과 천장의 접합지점은 아귀가 잘 맞고 밀봉되어야 한다. 일반적으로 마감재의 선택이 중요하며 수시로 외부와의 격리를 조사하여야 한다. 벽과 천장은 사육중인 곤충이 기어오르거나 불순물이 쌓이지 않도록 매끈하여야 한다. 전선 및 콘센트 등은 벽속에 설치되어야 하며 밀봉하여 곤충이 침입하지 못하도록 제작되어야 한다. 또한 갈색거저리가 건조한 조건에 취약하여 국내 환경조건에서는 겨울철에 가습기를 사용할 경우가 많으므로 습도에 약한 재질은 피해야 한다. 콘크리트재질이나 목재, 금속, 위에 덧붙인 석고보드 재질인 경우는 방수재질의 페인트칠을 해야 한다. 방수 코팅에는 여러 종류가 있으며 세제, 표백제 또는 고압분무기에도 견딜 수 있어야 한다. 코팅제로는 비닐시트와 플라스틱페널이 포함되는데 이음새가 매끄럽고 불침투성 표면이어야 한다. 일반적으로 바닥처리재로 사용하는 에폭시페인트도 항균성분, 고풍택, 냄새가 적고 충격 저항이 크며 균열을 방지 할 수 있는 기능을 포함할 수 있어 좋은 재료이다.

수성 라텍스페인트는 주기적으로 물로 세척하지 않는 공간에서 사용이 가능하다. 기본적으로 곤충사육을 위해서는 독성이 없으며 냄새가 적은 제품을 사용하여야 한다.

(2) 바닥: 바닥은 매끄럽고 물청소가 가능하면 좋으며 불 침투성으로 세제나 염소계 소독제와 같은 화학물질에 대한 저항성이 강해야 한다. 미끄럽지 않으며 일체형이면 좋다. 거저리가 파고들거나 물어뜯지 못하도록 단단해야 한다. 일반적으로 에폭시 수지(catalyzed epoxy resin)을 사용하면 튼튼한 바닥을 만들 수 있다. 표면은 미끄럽지 않게 처리되어야 하며 물걸레질을 할 수 있을 정도로 매끄러워야 한다. 비닐시트도 이음새가 매끄럽게 잘 연결되어 붙이면 좋은 바닥재가 될 수 있다. 만약 콘크리트로만 바닥을 쓰려면 먼지 발생을 줄이고 청결함을 유지하기 위해 페인트칠을 해야만 한다.

배수로는 곤충 사육실 내벽과 바닥을 물로 청소할 때 유용하다. 배수로는 사용하지 않을 경우에는 하수구에서 가스가 올라오지 않도록 덮개로 덮어놔야 한다. 흙이나 찌꺼기를 자주 씻어내야 하는 곳의 배수로에는 거름 장치를 설치하는 것이 좋다. 바닥 배수로 설치의 결정은 가능한 설계 초기에 하는 것이 좋다. 바닥 배수로는 미생물과 곤충오염원들과 같은 유기물질이 생기지 않도록 자주 청소해주어야 한다.

벽과 벽이 만나는 지점에 몰딩(cove molding)을 대지 않는 것이 바람직하다. 만약 틈이 있게 되면 곤충이나 먼지가 쌓이게 되는 원인이 되기 때문이다. 일반적인 사육실에서는 바퀴벌레, 초파리, 개미, 딱정벌레, 진드기(토양성, 부식성 응애 등) 그리고 외부에서 유입된 거미 등이 사육실을 오염시킨다. 코브 몰딩 대신에 바닥 포장재를 10cm정도 벽으로 올려붙여 부드러운 곡선으로 이어지게 하면 청소가 쉬워질 수 있다. 에폭시 바닥의 경우 바닥재를 벽에 올려붙이고 벽 페인트를 올려붙여진 곳 2cm까지 덧칠해서 틈을 메꾸어 바닥과 벽 사이에 틈을 제거한다. 곤충사육실로 통하는 바닥물 틀은 카트나 바퀴가 달린 선반의 동선을 어렵게 하거나 먼지가 쌓이거나 곤충과 미생물들로 오염의 문제를 유발할 수 있다. 왁스나 다른 바닥마감재는 사육실로 곤충과 장비들이 들어가기 전에 처리되어야 한다. 몇몇의 바닥마감재는 곤충과 식물에 영향을 줄 수 있는 유독한 냄새를 낸다. 공간이 비어있을 때 바닥처리를 하게 되면 이러한 문제를 제거할 수 있다.

(3) 문: 문은 안전하고 부드럽게 작동해야 한다. 문은 시설 내 오염원 전파의 경로가 될 경우가 많으므로 문이 닫혔을 때는 잘 봉해져야 한다. 곤충사육실에서는 종종 속이 빈 철제문이 사용되기

도 하는데 이러한 문은 튼튼하고 나무문과 달리 습도에 영향을 받지 않아 효과적일 수 있다. 문 넓이는 카트 및 선반이 이동할 수 있는 크기로 공간에서의 작업, 장비의 크기, 문을 이용하는 통행량과 종류에 따라 정해져야 한다. 주 출입구의 경우 최소 1.2m 넓이어야 한다.

자동개폐식 문은 물건이나 재료가 자주 옮겨지는 사육실이나 사료보관실등에 매우 유용하다. 자동문은 보통 도보 통행량이 많은 복도쪽으로 열리는 경우에는 불편할 수 있으며 문이 필요이상 자주 열리게 되면 곤충 사육실이 오염원에 더 많이 노출됨으로 주 출입구에 자동문을 설치하지 않는 것이 좋다. 냉장고 문에 있는 것과 비슷한 자석 게스켓은 금속재 문 둘레에 작은 틈새를 메우고 근접한 방들 사이의 오염원이 오가는 것을 줄이기 위해 자주 사용된다. 이러한 틈새 메우기는 근접한 복도나 방으로부터 차가운 공기의 흐름을 제한함으로써 실내 온도를 조절하는데 도움을 준다. 실링(seals)은 문 밀을 통한 곤충의 이동과 다른 오염원의 확산을 막는데 도움이 된다. 미닫이문은 경첩에 달린 문 설치가 용이하지 않는 곳에서 좋다 이러한 미닫이문은 일반적인 문과는 다른 실링을 필요로 한다. 예를 들면, 브러시타입의 실링은 오염원이 공간의 내부와 외부로 오가는 것을 막을 수 있어 좋다. 부득이한 안전문제가 있지 않으면 창문이 있는 문은 갈색거저리 사육실에는 좋지 않을 수 있다. 특히 열방이 밤에도 불이 켜져 있다면 더욱 사육 곤충에게 좋지 않다. 야간주기에 빛이 사육실에 들어오면 정상적인 광주기에 영향을 주어 곤충의 행동을 바꿀 수도 있기 때문이다. 곤충이 없는 작업실 및 휴게실과 같은 공간에서는 문에 창문을 다는 것이 좋을 수도 있다.

자주 이용하는 외부출입문은 바람에 의해 낙엽, 먼지, 외부곤충 그리고 다른 잔재물이 바람에 날려 들어오는 방향으로 설치되어서는 안 된다. 문을 벽 표면 레벨에서 조금 들어오게 설치하는 것은 강한 바람이 불어서 문사용이 어려워지는 것과 비가 안으로 들어치는 것을 막을 수 있다. 사육실이 내부와 외부에 식물을 키우는 것은 제한해야 한다. 식물에는 사육시설내의 사육곤충에 영향을 줄 수 있는 진딧물, 총채벌레, 진드기, 포식자, 기생자, 병원균에 감염된 곤충 또는 다른 생물들이 자주 발생할 수 있기 때문이다.

보안은 문이 설치된 모든 곳에 고려되어야 한다. 주 사육시설로의 접근은 시설 내로 오염원이 유입되는 것을 최소화하기 위해 관계자외의 외부 인력은 철저히 제한되어야 한다. 일반적인 열쇠와 자물쇠, 키 카드나 버튼을 사용하는 자기 판독기, 번호입력 자물쇠 등으로 해결된다. 위에 어떠한 것을 쓰던지 비상시 내부에서 문을 쉽게 여닫을 수 있어야 한다. 출입구 보안과 사육시설로의 접근을 제한시키게 되면, 특별히 더 강한 조치가 필요하지 않는 한 시설 내부의 여러 공간들을 잠그고 다닐 필요가 없다. 제한구역의 경우 문에 표시를 해두어야 한다. 제한구역 표시는 사육시설 내 담당자 연락처와 비상시 연락처가 반드시 포함되어야 한다. 곤충사육시설의 주요 출입구의 근처나 문 옆에 전화를 설치하면 출입 통제를 하는데 도움이 된다.

(4) 조명: 조명기구는 방습, 방충이되어 세척이 가능한 것이 좋다. 직부조명(flush mount light)이 깨끗이 유지하는데 가장 쉽다. 유리섬유 형광 조명기구는 높은 습도가 유지되는 공간에서 매우 유용하게 사용된다. 이 조명기구는 천정과 맞닿은 부분을 실링 함으로 해서 곤충이 숨을 장소가 없다. 어느 조명기구 던지 전구를 바꾸기 쉬워야 한다. LED등기구 등 습도에 약한 등기구는 효율적이지 않다.

(5) 창문: 갈색거저리 사육장에 창문은 필요하지 않으나 작업실이나 복도의 창문은 자연광이 들어오게 하고 사육인원들로 하여금 반복적인 일에서 벗어나 휴식을 취하는데 도움을 준다. 모든 창문은 결로현상과 곰팡이가 자라는 것을 방지하도록 단열처리 되어야 한다. 고정식 창문 오염원이 침투를 막기 위해 설치되어야 한다. 남향 창문은 종종 차양, 천막 또는 반사막이 필요한데, 이는 태양광의 자외선이 시설 내로 들어오는 것을 조절하기 위함이다. 갈색거저리 사육실의 창문은

설치하지 않는 것이 좋은데, 이유는 온도 조절과 통풍, 일정한 광주기를 유지하는데 어렵기 때문이다. 게다가, 곤충 사육실의 창문은 원치 않는 곤충의 행동을 유발할 수 있다.

- (6) 싱크: 싱크는 곤충사육실 전반에 걸쳐 다양한 범위의 작업에 사용된다. 벽에 설치되거나, 바닥에 혹은 작업대 안에 설치될 수도 있다. 싱크는 스테인레스, 에폭시 그리고 플라스틱으로 만들어지고, 작업대와 한 세트의 제작되기도 한다. 안쪽의 둥근 모서리는 싱크 청소를 용이하게 한다. 싱크 안에서 벌어지는 작업 과정의 유형은 싱크 보울(bowl)의 개수와 크기를 결정짓는다. 작업에 맞지 않게 너무 작은 싱크는 비효과적이고 쉽게 어지럽혀지고 쓰기에 매우 불편하다. 설거지/세척용 싱크는 크고, 한 개에서 세 개까지 싱크 보울이 포함된다. 이것들은 사육장(cages)이나 다른 큰 장비들을 세척할 때 유용하다. 청소용 싱크는 청소도구가 보관되는 장소에 같이 설치될 수 있다. 이 싱크는 바닥에 설치되며 깊이는 그리 깊지 않아서 대걸레 버킷을 비우는데 들어 올리는 높이를 최소화한다. 싱크 주변에 스폰지, 비누, 핸드크림 등을 놓아두도록 작은 공간이 있어야 한다.

냉·온수 수도꼭지는 물 온도 조절이 중요한 곳에 설치되어야 한다(예, 곤충 알 표면 소독처리). 호스가 필요하지 않다면, 분사기(aerator)가 적은 압력에서도 유수량이 더 좋아 곤충사육시설에서 더 유용하다. 수도꼭지는 용도에 맞는 다양한 형태의 제품을 선택하여 사용할 수 있다.

- (7) 단열 처리: 곤충이 있는 공간의 벽과 천장은 공기 처리 시스템 고장이나 정전 시에 몇 시간 동안 온도를 유지할 수 있도록 단열 처리되어야 한다. 남향의 벽이 있는 공간이나 극단적인 기상 조건이 자주 발생하는 곳에서는 좀 더 좋은 단열처리가 필요하다. 바닥 단열처리는 따뜻한 온도와 높은 습도로 유지되는 사육실에서 겨울 동안 결로현상이 발생하는 것을 방지한다. 또한 차가운 바닥에 의해 발생하는 온도성층(temperature stratification)을 줄여준다.

(8) 기타 사육관련 시스템

- (가) 경보기와 같은 안전 장비: 화재와 긴급피난 경보기, 비상시 보조 조명기구, 소화기, 눈 세척기, 안전 샤워기, 흡 후드(fume hood)는 반드시 필요한 곳에 설치되어야 한다. 위에서 마지막 세가지는 포름알데히드나 그 외에 다른 위험한 화학물질이 사용되는 곳에서 특히 중요하다.

- (나) 가스: 압축 공기는 곤충을 옮기거나 사육장 청소를 하거나 인공사료 분배기를 운영할 때 필요로 한다. 이산화탄소는 곤충을 잠시 기절시켜 다루기 편하게 하기 위해 자주 사용된다. 천연 가스는 가스스토브나 버너를 위해 필요하다.

- (다) 통신: 유무선 인터넷과 지역 네트워크의 컴퓨터 연결은 고객, 재료 공급자와 소통할 수 있게 하고 정보를 얻을 수 있게 한다. 인터콤은 사육시설 내에서 내부 소통에 사용된다. 이들 통신 수단은 효율을 높이고 오염의 가능성을 낮춘다.

- (라) 전력: 국내에서는 일반적으로 단상 220v가 사용된다. 이보다 강한 3상 전력은 마이크로건조기, 열풍건조기, 선별기 및 멸균기 오토클레이브(autoclave)를 사용하는데 필요하다. 각 방마다 최소한 두개의 분리된 전기 서킷을 설치해서 한 서킷이 사용불가능이 되었을 경우 다른 하나는 사용 가능해야 한다. 각 전기소켓마다 어느 전기 서킷에 연결된 것인지 번호로 표시를 해둬야 한다.

누전 차단기는 전력 누수가 탐지되면 곧바로 전기 흐름을 차단한다. 전기 소켓이 물 가까이 설치되어 있는 곳에서는 필수적인 안전장치이다. 몇몇 곤충사육시설은 모든 전기 서킷에 누전 차단기를 설치해서 보호되고 있다. 방수커버는 벽과 바닥을 세척할 때 누전이 되는 것을 막아준다.

냉장고, 냉동고, 분진제거기, 사육실 그리고 조명기구 같은 필수 장비를 위해 비상 전력(동력 발전기 등)이 필요하다. 시설 전체에서 여러 개의 전기소켓은 이 비상 전력 시스템에 연결해서

정전 시에도 환풍기나 히터 그리고 휴대용 조명기구를 사용할 수 있도록 한다. 이런 소켓에는 표시를 해두어야 비상시에 쉽게 찾을 수 있다. 전력이 끊어졌을 때 자동으로 켜지는 조명은 사육시설 노동자들로 하여금 시설 내를 안전하게 움직여 다닐 수 있게 하고 전력이 차단되는 동안에도 작업이 계속 되어야 하는 곳에서는 충분한 조명을 제공한다.

- (마) 분변 및 부산물 퇴비장: 곤충사육시 발생하는 곤충의 분변 및 탈피각, 사체 등은 적합한 용도로 활용할 수 있으며 용도가 없을 경우 퇴비화하여 사용할 수 있다.
- (바) 물: 곤충사육에 필수적인 물은 일반적으로 수돗물이나 지하수를 사용할 수 있다. 멸균된 상태의 인공사료를 만들기 위해서는 증류기를 통하여 생산된 증류수를 사용할 수 있다. 지하수의 경우 살충제등과 같은 화학물질, 중금속등에 오염이 될 수 있으므로 정기적인 검사를 통해 안정성을 확보해야 한다. 특히 보일러를 사용할 경우 지하수에 의한 부식이 빨리 진행될 수 있으므로 각별히 주의하여야 한다.

(9) 환경 조절 시스템

대기 조절 시스템(HVAC: heating, ventilating, and air conditioning)은 온도와 상대습도뿐만 아니라 공기순환 속도, 흐름의 유형, 공기의 청결한 정도, 공기 교환율, 공기의 압력성층 등을 유지한다.

적절한 HVAC 시스템을 선택하는 것은 고비용으로 매우 어려운 일인데, 사육시설에 관련된 경험을 가진 엔지니어들 간의 의견이 달라서 더더욱 어렵다. 예를 들어, 어떤 이는 각 곤충 사육실 마다 개별 에어컨디셔닝 시스템을 달아야 한다는 반면에 다른 이는 중앙통제식 냉난방 시스템을 권하기도 한다.

- (가) 사육실 환경 자동화 시스템 (Information & Communication Technology): 이 시스템은 최근 개발되고 있는 ICT기법으로 사육실내의 배양기, 냉동고, 냉장고 같은 중요한 장비를 비롯해서 시설내부의 전반적인 온도와 습도를 모니터링 할 수 있고 변화를 스마트폰과 같은 장비로 전송할 수 있는 기술이다. 곤충사육장에서는 아직 연구 개발중이나 시설하우스 작물에서는 이미 활용하고 있는 기술이므로 필요에 의해서 응용하여 활용할 수 있다.

- (나) 온도: 갈색거저리의 체온은 주변 환경의 온도에 따라 변화하는 변온동물이다. 그 결과로, 온도가 올라가면 비례하여 곤충의 발육율도 올라간다. 곤충이 정상적으로 발육하여 성장하려면 정확한 양의 누적된 온도가 필요하다(적산온도). 일반적인 곤충의 알은 부화하는데 필요한 유효적산온도에 도달하면 부화가 시작되므로 온도에 따라 부화시기가 서로 달라질 수 있다. 유충의 발육과 번데기의 숙성에 필요한 적산온도도 마찬가지이다. 사육실의 사육온도가 높을수록 그 필요한 온도(적산온도) 양에 빨리 도달하여 발육기간을 단축시킬 수 있다.

갈색거저리 사육과 관련된 온도는 사육실내의 설정온도는 하루 중 온도편차, 사육실내의 위치에 따른 온도 편차 등을 고려하여 설정온도를 결정하여야 한다. 설정온도는 곤충이 사육실에서 사육기간에 노출되어질 평균 온도이다. 이것은 보통 곤충 사육실 내부의 자동온도조절장치(난방보일러 및 냉방장치 등의 센서)에 세팅된다. 사육 온도는 각각의 사육곤충 사육 목적에 따라 사육 프로그램에 맞게 설정하여 발육속도를 안정적으로 조절 할 수 있다. 일반적으로 대부분의 곤충사육시설에서 설정온도는 25~27℃이다. 이 설정온도를 유지하기 위해서는 각 방마다 개별적인 온도조절 장치가 있어야 하며 온도가 원하는 한계점을 넘어갈 때를 위해 고온과 저온 차단 기능이 HVAC 시스템에 반드시 같이 설치되어야 한다. 온도 변동은 원하는 설정 온도 부근의 온도 변화다. 대부분의 사육시설에서는 ±2℃가 적당하고 사육목적에 따라 온도 편차를 더 줄 수도 있다.

사육실내의 온도층(temperature stratification)이 생겨나는 것은 따뜻하고 가벼운 공기는 천장 부근에 모이게 되는 반면, 차갑고 무거운 공기는 바닥 부근에 모일 때 형성된다. 이러한 온도층

은 곤충을 올려놓은 선반의 꼭대기와 바닥 부근에 온도차이를 주게 되는데, 선반의 상부에 가까이 위치할수록 곤충이 더 빨리 자라게 된다. 2~3℃ 차이는 곤충생산 품질에 영향을 줄 수 있을 정도의 다른 곤충발육 속도를 유발한다. 온도층은 찬공기가 제대로 실링되지 않은 문이나 창문, 단열처리 되지 않은 바닥에서 유입될 때 심화된다.

(다) 습도: 상대습도는 일정 온도에서 공기 중에 포함된 습도의 %를 말한다. 습도는 습도계로 측정할 수 있다. 시설 내의 상대습도는 계절적 요인, 외부에서 유입되는 공기량, 사육실내 공기의 온도, 설정 온도 그리고 가습 장치에서 더해지는 습도량 등에 따라 달라진다.

습도는 모든 곤충에서 매우 중요한 생육조건으로 습도에 민감한 곤충은 사망률과 직접적으로 매우 큰 연관이 있다.

온도와 더불어 적절한 습도는 곤충 발육을 위해 최소한의 변동으로 일정하게 유지되어야 한다. 갈색거저리는 효율적인 산란율과 수정률을 얻기 위해서는 60~70% 상대습도를 필요로 한다. 겨울동안에 곤충사육에 적합한 온도(약 25~27℃)로 난방을 하면서 상대습도를 유지하는 것은 매우 어려운 일이다. 외부의 차갑고 건조한 공기가 사육실로 유입되기 전에 가열될 때 습도가 한자리수로 떨어질 수 있다(일반적인 가습기가 없는 사육실은 10~20%까지 낮아진다). 따라서 각 방마다 요구되는 설정 습도에 맞출 수 있도록 자동습도조절계가 있어야 한다.

습도 변동은 설정습도 근처에서 변화하는 습도량이다. 대부분의 사육시설에서는 ±5%가 적당하다. 상하 한계를 포함하는 설정습도 가능 범위가 필요할 수도 있다. 이 범위에 따라 설치되는 가습기 혹은 제습기의 가동량이 결정될 수 있기 때문이다. 일반적인 범위는 40~80% 이다. 시장에는 여러 가지 가습기들이 있으나 진동자가습기나 스팀 가습기가 가장 안정적이고 효율적이다. 스팀은 필요한 공간으로 직접 혹은 HAVC 덕트 시스템을 통해 유입될 수 있다.

(라) 빛: 조명 시스템은 전자적인 환경의 주기성, 강도와 빛의 질을 조절한다. 빛은 곤충 발육과 행동에 영향을 주며, 광원은 각 방마다 설치되어야 한다. 빛의 강도는 광원으로부터 일정 거리에서의 측정된 밝기이다. 다양한 종류를 기르는 사육시설 내에서의 형광등 빛의 강도는 설치 위치 등에 따라 달라진다. 높은 천장 혹은 더 강한 빛의 강도를 요구하는 곳에서는 형광등이 한판에 여러 개 달린 구조를 벽과 수직이 되도록 설치한다. 더불어 각 선반의 카트는 개별적으로 조명이 되면 좀 더 개선된 조명을 할 수 있다. 또는 필요에 따라 조명기구를 높이거나 낮추기 좋게 높낮이 기능이 달린 구조에 설치하는 것이 좋다.

광주기는 24시간 동안 낮(조명이 켜져 있는 시간)과 밤(조명이 꺼져있는 시간) 시간의 길이를 말한다. 각 곤충사육실은 천장이나 벽에 붙어있는 조명기구에 광주기를 조절할 수 있는 타이머가 설치되어 있어야 한다.

(마) 공기 조절: 공기 조절은 각 방과 시설 전체 내부의 공기 움직임, 신선한 공기와의 혼합, 다른 기압 그리고 공기로 전파되는 오염물질을 줄이기 위한 필터링으로 구성된다.

① 공기 흐름의 유형: 공기 흐름의 유형은 공간 내를 조절된 공기가 지나가는 경로이다. 공기가 천장의 통풍구로부터 방으로 유입되고 바닥이나 양 벽에 설치된 덕트(return duct)로 빠져나가는 것이 이상적이다. 천장의 환풍기는 부드러운 하강기류를 만들어 공간 내부의 온도성층을 최소화한다. 이 환풍기는 높고 매끄러운 천장에 설치해서 안전위험요인을 최소화해야 한다. 휴대용 환풍기 역시 좀 더 일정한 온도와 습도를 위한 보다 나은 공기 흐름을 만드는데 사용할 수 있다.

② 통풍: 통풍은 공기의 희석, 오염된 공기 제거, 냄새 제거, 습도와 결로 조절, 방 내부 공기압 조절, 시설 내 공기 흐름 조절 과정이다. 통풍은 시간당 환기횟수(air changes/hour)로 측정된다. 시간당 10~30회의 환기횟수는 원하는 환경조건, 신선한 공기 공급 그리고 사육실 내부의 공기를 통해 전파되는 오염원의 제거에 도움이 되기 때문에 권유된다. 환기횟수가 클수록 방 내부의 오염원을 제거하는데 더 적은 시간이 든다.

③ 기압 차이: 공기 조절 시스템으로부터 유입되는 공기는 기압을 생성한다. 한 방에서의 기압이

근접한 복도의 기압보다 높으면 공기는 방에서 복도로 흘러갈 것이다. 방의 기압이 낮은 경우는 그 반대가 될 것이다. 두 공간의 기압이 같다면 두 공간 사이에 공기 흐름은 없을 것이다. 기압 차이는 공기로 전파되는 미생물의 확산을 막는데 이용될 수 있다.

- ④ 공기의 청결함: 곤충사육시설에서 나오는 미생물과 입자들은 곤충과 노동자들에게 유해한 영향을 줄 수 있다. 박테리아나 곰팡이 같은 오염원들은 곤충과 영양원을 두고 경쟁을 하게 된다. 박테리아, 곰팡이, 원생동물, 그리고 바이러스 같은 병원균들은 사육 곤충의 품질, 생산 효율 그리고 조건이 맞을 경우 누대사육 전체를 망칠 수 있다. 갈색거저리 분진, 사료 및 분변 분말 그리고 곰팡이 포자 같은 입자들은 노동자들에게 건강상 해롭다. 미생물과 입자들은 작고 쉽게 공기 중으로 확산되며 보통 공기의 흐름을 통해 시설 내로 퍼진다. 이러한 오염원들을 조절하는 장비는 반드시 이러한 오염원이 발생하는 과정이 일어나는 장소에 가능한 한 가까이 설치되어야 한다.

나. 갈색거저리 사육실의 기타 장비

장비들은 사육자로 하여금 사육 과정의 안전하고 효율적인 수행을 하도록 돕는다. 새 시설에 설치될 모든 주요 장비에 대한 목록을 작성해야 한다. 목록에는 장비의 자세한 스펙(모델명, 생산번호, 설치 위치), 원하는 사용용도, 크기 및 규격, 보조 전력, 통풍 그리고 요구되는 유틸리티 등이 포함되어야 한다. 시설의 실측도면은 장비를 위치시키는 과정을 단순화 한다. 다음은 곤충 사육시설 내에서 흔히 설치되는 장비들이다.

- (1) 건조기: 열풍건조기, 마이크로건조기, 동결건조기 등이 있으나 일반적으로 마이크로웨이브 건조기를 선호하는 경향이다. 마이크로웨이브 건조기는 마이크로파로 거저리를 신속히 건조시켜 형태 및 색깔을 유지하고 식용곤충으로서의 식감도 우수하다. 열풍건조기는 건조시간이 많이 소요되는 단점도 있다.
- (2) 선별기: 갈색거저리 유충과 번데기, 분변 등을 분리하는 장치로 간단한 분리체(진동체분리기)와 고가의 번데기 선별기 등이 있다. 하지만 기계장치로서 완벽한 분리가 가능한 장치인지 검토 후 제작하여야 한다. 선별기는 사육환경에 맞도록 자체제작 및 주문제작하거나 기존의 완성품을 구매하는 방법이 있다. 최근 다양한 제품이 개발되고 있어 완성도가 높은 선별기가 보급될 것으로 기대된다.
- (3) 냉동창고: 냉동고는 생체 또는 건조된 상태의 갈색거저리 상품을 저장보관할 때 활용할 수 있으며 기타 사육용품중 냉동이 필요한것을 보관하여 사용할 수 있다.
- (4) 냉장창고: 냉장창고는 갈색거저리의 생육을 중지시키거나 지연할 수 있는 공간으로 활용할 수 있다 보통 2~15℃정도로 조절할 수 있는 창고로서 사료 및 기타 사육용품을 저장할 수 있도록 필요하다.
- (5) 사료혼합기(교반기): 혼합기는 인공사료의 재료를 혼합하는데 사용한다. 소형의 믹서기를 비롯하여 대형의 사료 교반기를 구입 및 제작하여 사용할 수 있다. 갈색거저리의 사료배합 및 조제를 위해 사용할 수 있다.
- (6) 멸균기, 오토클레이브(autoclave): 증기를 이용하는 오토클레이브는 미생물을 고온 고압으로 죽인다. 재사용 가능한 사육도구, 용기 그리고 다른 실험용품을 멸균시키는데 사용된다. 그 밖에도 사료에 사용되는 먹이, 곤충제품 제작 전처리 등 다양한 목적으로 사용된다.

(7)분진제거기 (dust collector): 거저리 분변 및 사료의 가루나 다른 미세한 입자들은 노동자들에게 알러지를 유발할 수 있는 인자여서 곤충 사육실 내에서 제거되어야 한다. 일반적으로 선별기 및 진동체 분리기와 함께 활용할 수 있도록 이동식이나 거치식으로 제작해야한다.

(8) 소독실(passthrough): 필수적인 요소는 아니나 필요한 경우는 제작할 수 있다. 소독실은 방으로 통하는 문이 양쪽에 설치되어 있는 박스형태의 통로이다. 오염원의 전파를 최소화 하면서 곤충, 사육장, 용기들을 한 방에서 다른 방으로 옮길 때 사용된다. 소독실은 종종 문이 동시에 열리는 것을 방지하도록 연동되어 있고, 이동 후에 내부 표면을 살균하도록 UV 라이트가 설치되어 있다. 벽을 세울 때 불박이식으로 설치하거나 미리 완성된 제품을 사서 벽 사이에 끼워 넣을 수도 있다. 주로 순간적인 에어샤워로 몸에 붙은 미생물 및 곤충을 떨어뜨리는 기능을 한다.

3. 농가별 대량생산 자동화 기술 경제성 분석

(1) 자동화 장치를 통한 노동력감소 효과산정

- 1) 채란관을 사용할 경우 연간 3,000,000원의 인건비 감소효과 발생
- 2) 건조기를 사용할 경우 연간 13,000,000원의 전기료 절감효과 발생
- 3) 선별기를 사용할 경우 연간 18,000,000원의 인건비 감소효과 발생

※농가당 주 5일 작업(60kg/일)하여 월간 1200kg생산(연간 14,400kg) 및 판매할 경우로 산정함

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 채란(나무): 100채란상(22,000원/개) - 채란수 감소: 통계적인 차이 없음 - 계(A) : 2,200,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 125원/개 - 100채란상/농가: 12,500원/일 × 20일(1개월) = 250,000원 × 12개월 - 계(B) : 3,000,000원
●추정 수익액(B-A) = 1년차 800,000원/년 2년차 이후 연간 3,000,000원 이익	
<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로웨이브 건조기 구매가격(A): 10,000,000원~15,000,000원 - 60kg/마이크로건조 비용 : 12kw × 3.3hr × 42원 × 60kg = 99,792원 - 계(A) : 99,792원 * 건조기 용량: 2~3kg/1회 × 5~10분 * 전기료: 12kw × 42원/hr 	<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 60kg/동결건조 비용 : 18kw × 48hr × 42원 × 60kg = 2,177,280원 - 계(B) : 2,177,280원 - 60kg/열풍건조 비용 : 3.5kw × 24hr × 42원 × 60kg = 211,680원 - 계(B): 211,680원 × 10회/월 = 2,116,800원
●추정 수익액(B-A) = 수익액 111,888원/회 × 10회/월 = 1,118,880원 × 12월 = 13,426,560원	
<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로웨이브 건조기 구매가격(A): 10,000,000원~15,000,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ●증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 100유충상 × 1일 × 1~2인 - 100유충상/일: 75,000원/일 × 20일(1개월) = 1,500,000원 * 12개월 - 계(B) : 18,000,000원
●추정 수익액(B-A) = 1년차 3,000,000원/년 2년차 이후 연간 18,000,000원 이익	

※ 전국 거저리류 사육농가 (약 500여 개소이상)

(2) 건조 갈색거저리 생산비 분석

- 1) 30kg/일(=600kg/월) 생산
- 2) 총 3,000 ~ 5,000유충 사육상 사육

표. 갈색거저리 1kg 사육에 필요한 사육경비를 통한 단가 산정

항목	단가(원)	수량(kg)	합계(원)	비고
거저리 먹이(밀기울) ¹	400/kg	5	2,000	
채소(무 등) ²	500원/개	1	500	
인건비 ³	1,500,000원/월	1	2,500	생산량: 600kg/월
건조비용 ⁴	100,000원/60kg	1	1,700	마이크로웨이브
소계			7,950	
기타(이윤 등) ⁵	기타		3,000~6,000	시설유지 및 냉난방비용
판매가격			11,000~14,000	

* 건조기, 선별기, 채란판 및 기타 기자재의 구매비용은 산정하지 않음

¹ 거저리먹이(밀기울, 소맥피)는 2016년 구매가격(구매처, 기영축산)을 기준으로 함(390원/kg)

² 채소(무 등)는 구매하거나 직접 재배하여 사용할 수 있다.

³ 월 1인 1일 8시간 주 5일 근무하여 급여 1,500,000원 책정으로 월 600kg 생산 기준으로 산정

⁴ 마이크로웨이브(12kw) 기준, 2 ~ 3kg/1회, 건조시간(10분) 산정하여 100,000원

⁵ 각종 재료비용, 시설유지비용, 냉난방비용, 감가상각비용 등

●결론

(1) 신규농가

- 1) 전남 고흥 김OO농가: 생산시설컨설팅 및 자동화 생산장비 채란판, 분리기, 건조기 컨설팅
- 2) 전남 곡성 박OO농가: 자동화 생산장비 채란판, 분리기, 건조기 컨설팅

(2) 신규농가

- 1) 전남 고흥 김OO농가: 종충 갈색거저리 보급, 사육장 시설, 사육법 컨설팅
- 2) 전남 곡성 박OO농가: 종충 갈색거저리 보급, 사육법 컨설팅

(3) 자동화 장치를 통한 노동력감소를 통한 비용절감 효과: 연간 생산량

7,200kg(30kg/일(=600kg/월))일때 연간 34,000천원 절감

○곤충자원의 기능성분 분석 및 효능평가 후 적정 수확시기 설정

- 기능성분 분석(아미노산류, 지방산류, 무기성분 등)
- 효능평가(항산화활성-전자공여능 측정, 항염증활성-아질산염소거능 측정 등)
- 성충 채취시기별 영양성분 및 기능성분 분석

●연구결과

표. 갈색거저리의 건조방법에 따른 아미노산 함량 (%)

건조조건	냉풍 10℃	마이크로 웨이브건조	열풍 40℃	열풍 50℃	열풍 60℃	열풍 70℃	동결 건조
Phosphoserine	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
Taurine	0.06	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05
Phosphoethanolamine	0.01	0.09	0.06	0.04	0.04	0.02	0.06
Urea	0.04	0.06	0.17	0.13	0.14	0.07	0.17
Aspartic Acid	0.50	0.00	0.17	0.09	0.04	0.00	0.17
Threonine	0.21	0.00	0.30	0.10	0.07	0.03	0.30
Serine	0.18	0.00	0.38	0.06	0.00	0.00	0.38
Asparagine	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Glutamic Acid	0.57	0.02	0.80	0.72	0.44	0.19	0.24
Sarcosine	0.09	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Alpha Amino adipic Acid	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Proline	0.80	0.31	0.84	0.77	0.70	0.42	0.73
Glycine	0.28	0.03	0.35	0.36	0.24	0.11	0.10
Alanine	1.30	0.07	1.88	1.51	0.90	0.47	0.22
Citrulline	0.05	0.01	0.06	0.07	0.04	0.01	0.03
Alpha Aminobutyric Acid	0.05	0.00	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00
Valine	0.50	0.07	0.74	0.55	0.35	0.20	0.18
Cystine	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
Methionine	0.10	0.01	0.12	0.11	0.07	0.03	0.03
Cystathionine	0.01	0.00	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01
Isoleucine	0.30	0.02	0.45	0.35	0.21	0.10	0.09
Leucine	0.52	0.01	0.80	0.59	0.37	0.18	0.15
Tyrosine	0.05	0.09	0.13	0.12	0.09	0.06	0.10
β -Alanine	0.06	0.01	0.13	0.14	0.13	0.04	0.01
Phenylalanine	0.20	0.01	0.24	0.22	0.16	0.08	0.07
Homocystine	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
Gamma Aminobutyric Acid	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
Ethanolamine	0.08	0.02	0.07	0.10	0.08	0.02	0.09
Hydroxylysine	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00
Ornithine	0.30	0.01	0.36	0.14	0.10	0.02	0.02
Lysine	0.24	0.04	0.50	0.25	0.24	0.08	0.04
Histidine	0.13	0.05	0.13	0.16	0.13	0.07	0.08
Tryptophan	0.06	0.03	0.06	0.06	0.05	0.04	0.06
Arginine	0.03	0.07	0.04	0.00	0.00	0.11	0.18

표. 풀무치 암컷의 건조방법에 따른 아미노산 함량 (mg/100g)

아미노산명	열풍40℃	열풍60℃	열풍80℃	동결건조
Phosphoserine	19.84	12.41	9.58	9.90
Taurine	139.39	157.92	131.01	182.55
Phosphoethanolamine	2.01	14.97	18.59	0.00
Aspartic Acid	179.44	146.83	137.65	116.93
Threonine	212.15	196.05	140.38	113.03
Serine	143.31	135.43	100.35	125.77
Asparagine	9.30	0.00	0.00	0.00
Glutamic Acid	541.19	451.10	308.63	475.35
Sarcosine	27.65	13.61	9.17	0.00
Alpha Amino adipic Acid	41.70	35.93	27.34	16.44
Prolin	903.14	628.20	610.88	395.01
Glycine	156.16	184.87	174.05	224.66
Alanine	577.60	533.68	325.25	341.35
Citrulline	429.79	112.48	112.45	374.74
Alpha Aminobutyric Acid	38.06	17.57	15.08	31.37
Valine	498.21	310.73	231.82	210.30
Cystine	57.87	20.89	16.03	9.52
Methionine	200.25	120.41	93.58	99.27
Cystathionine	215.54	28.81	106.17	106.90
Isoleucine	435.00	236.23	182.59	176.75
Leucine	602.99	437.61	319.73	269.51
Tyrosine	189.26	129.90	164.73	105.22
β -Alanine	79.59	65.87	95.49	67.36
Phenylalanine	291.61	217.70	156.71	157.62
Homocystine	0.97	7.01	3.79	0.00
Gamma Aminobutyric Acid	72.08	66.99	60.65	135.43
Ethanolamine	91.07	84.70	91.09	103.01
Hydroxylysine	37.16	77.80	105.10	109.66
Ornithine	136.17	114.49	94.74	64.82
Lysine	404.46	400.72	249.62	255.54
1-Methylhistidine	12.55	9.45	7.75	1.00
Histidine	66.75	73.95	58.44	75.67
Tryptophan	45.33	27.88	30.66	19.60
3-Methylhistidine	0.00	1.62	3.70	0.00
Anserine	2.52	0.00	1.21	0.00
Arginine	18.90	254.40	209.90	15.27
총아미노산	7,129.61	5,680.34	4,815.89	4,748.62
필수아미노산	2,690.00	1,947.33	1,405.10	1,301.62

표. 풀무치 수컷의 건조방법에 따른 아미노산 함량 (mg/100g)

아미노산명	열풍40℃	열풍60℃	열풍80℃	동결건조
Phosphoserine	32.07	24.69	23.01	41.94
Taurine	126.26	154.46	149.74	102.58
Phosphoethanolamine	2.31	11.30	16.81	17.04
Aspartic Acid	232.51	234.68	95.02	277.81
Threonine	287.50	247.01	121.70	15.48
Serine	189.37	200.41	106.52	14.14
Asparagine	7.47	5.49	0.00	7.70
Glutamic Acid	632.51	620.18	282.73	0.00
Sarcosine	19.97	15.69	30.67	801.10
Alpha Amioadipidic Acid	28.35	34.65	13.60	5.23
Prolin	559.48	691.61	399.34	52.72
Glycine	214.42	251.06	160.75	909.16
Alanine	733.90	667.33	325.28	394.16
Citrulline	502.98	163.53	49.78	691.52
Alpha Aminobutyric Acid	18.51	17.30	6.01	71.51
Valine	589.67	387.57	210.75	107.19
Cystine	15.96	12.34	10.71	735.45
Methionine	173.85	146.46	102.11	13.44
Cystathionine	169.10	49.44	120.20	333.48
Isoleucine	489.12	276.61	183.65	72.68
Leucine	699.72	529.45	306.78	593.77
Tyrosine	193.83	128.61	149.66	821.50
β -Alanine	61.78	98.19	108.56	299.50
Phenylalanine	340.63	137.61	166.17	424.82
β -AminoisobutyricAcid	0.00	0.00	0.00	0.00
Homocystine	2.17	28.60	3.56	7.37
Gamma Aminobutyric Acid	98.79	82.87	72.23	84.07
Ethanolamine	153.20	41.12	80.36	86.41
Hydroxylysine	208.06	25.94	131.43	105.59
Ornithine	203.99	84.83	32.50	80.07
Lysine	596.85	451.69	223.38	749.07
1-Methylhistidine	7.62	13.65	2.22	17.51
Histidine	97.16	78.51	54.22	123.68
Tryptophan	52.96	37.50	20.55	129.46
3-Methylhistidine	4.46	1.06	1.10	5.53
Anserine	0.66	0.96	0.00	0.00
Carnosine	0.00	0.00	0.00	0.00
Arginine	26.97	324.94	312.78	16.17
총아미노산	8,057.59	6,599.35	4,364.61	8,208.83
필수아미노산	3,230.30	2,213.90	1,335.08	3,801.69

표. 귀뚜라미의 건조방법에 따른 아미노산 함량 (mg/100g)

아미노산명	열풍 40℃	열풍 50℃	열풍 60℃	열풍 70℃	동결건조	microwave
Phosphoserine	5.13	5.91	6.84	6.59	분석중	4.75
Taurine	86.63	77.58	105.10	97.16		63.98
Phosphoethanolamine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Aspartic Acid	19.97	22.46	27.02	25.51		7.14
Threonine	24.73	31.55	33.42	31.74		7.32
Serine	29.99	41.22	47.55	39.22		18.93
Asparagine	17.46	8.42	19.47	24.22		8.54
Glutamic Acid	95.14	92.11	93.61	96.85		55.73
Sarcosine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Alpha Amino adipic Acid	3.04	3.07	3.50	4.13		4.86
Glycine	87.01	64.59	78.47	63.97		31.33
Alanine	71.60	62.18	58.62	63.29		32.45
Citrulline	169.57	168.44	147.26	145.05		65.18
Alpha Aminobutyric Acid	12.94	3.78	6.54	12.20		4.74
Valine	8.79	0.00	0.00	0.00		0.00
Cystine	53.25	49.39	49.87	48.91		15.80
Methionine	0.00	0.00	0.00	1.84		0.00
Cystathionine	9.29	10.00	8.79	10.24		1.19
Isoleucine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Leucine	31.95	30.26	30.89	32.14		7.53
Tyrosine	54.96	56.08	56.89	61.09		14.31
β -Alanine	4.05	10.14	3.38	7.90		0.00
Phenylalanine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
β -Aminoisobutyric Acid	22.47	26.25	24.75	22.74		4.63
Homocystine	0.00	0.00	0.00	0.00		2.75
Gamma Aminobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Ethanolamine	25.63	11.62	7.60	7.61		0.00
Hydroxylysine	12.38	10.10	9.14	8.09		7.68
Ornithine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Lysine	21.96	3.28	4.48	2.18		1.43
1-Methylhistidine	37.92	50.26	56.60	54.67		18.36
Histidine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Tryptophan	16.42	16.28	17.29	17.67		6.57
3-Methylhistidine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Anserine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Carnosine	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Arginine	75.56	108.35	109.58	102.88		48.38
총아미노산	962.28	904.97	957.08	955.01		385.2

표. 집파리번데기 건조방법에 따른 아미노산 함량 (mg/100g)

아미노산명	열풍 40℃	열풍 50℃	열풍 60℃	열풍 70℃	동결건조	microwave
Phosphoserine	3.82	5.12	6.05	분석중	28.45	2.18
Taurine	82.80	65.67	73.29		312.56	4.69
Phosphoethanolamine	11.33	3.40	24.76		100.10	9.09
Aspartic Acid	0.94	2.46	0.87		7.76	1.16
Threonine	1.40	6.57	0.86		9.34	3.11
Serine	2.25	14.25	1.95		3.54	3.87
Asparagine	2.25	10.76	52.36		87.88	0.00
Glutamic Acid	1.79	42.12	1.13		52.83	3.99
Sarcosine	12.20	38.63	4.70		74.48	0.00
Alpha Amino adipic Acid	2.61	10.26	1.84		46.83	3.94
Glycine	225.15	120.28	197.65		267.54	0.00
Alanine	186.67	102.33	14.16		216.48	2.20
Citroline	16.47	70.29	1.09		69.51	16.54
Alpha Aminobutyric Acid	28.81	137.34	22.90		30.90	0.00
Valine	269.34	131.26	218.81		380.16	0.00
Cystine	2.38	72.84	8.37		14.52	8.28
Methionine	86.78	109.77	90.15		393.55	0.00
Cystathionine	8.38	41.31	2.38		139.82	0.00
Isoleucine	150.93	180.18	24.11		483.39	0.00
Leucine	218.20	97.80	117.54		168.79	0.00
Tyrosine	27.78	20.37	188.70		159.10	8.00
β -Alanine	52.71	48.06	32.42		210.40	0.00
Phenylalanine	67.42	75.67	83.51		85.93	0.00
β -Aminoisobutyric Acid	10.48	1.44	70.91		71.83	0.00
Homocystine	0.18	0.21	0.23		25.90	0.00
Gamma Aminobutyric Acid	36.12	26.38	0.14		72.43	0.00
Ethanolamine	6.93	5.44	4.28		8.07	34.22
Hydroxylysine	26.32	40.22	49.25		50.78	0.00
Ornithine	41.89	42.88	44.34		77.65	0.00
Lysine	41.29	45.96	59.85		94.50	0.00
1-Methylhistidine	1.81	1.51	102.37		30.03	3.88
Histidine	0.67	1.11	1.29		5.40	0.00
Tryptophan	0.96	2.12	2.49		3.80	2.37
3-Methylhistidine	1.25	2.89	3.37		17.44	0.00
Anserine	0.67	5.68	10.69		19.34	0.00
Carnosine	0.28	2.45	3.40		17.09	0.00
Arginine	0.21	0.41	0.65		3.80	0.00
총아미노산	1,671.26	1,635.03	1,582.21		3,838.12	107.52

표. 동애등에 건조방법에 따른 아미노산 함량 (mg/100g)

아미노산명	열풍 40℃	열풍 50℃	열풍 60℃	열풍 70℃	동결건조	microwave
Phosphoserine	3.93	2.94	3.24	3.29	3.23	3.87
Taurine	1.25	0.00	0.00	1.90	1.62	1.90
Phosphoethanolamine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.36
Aspartic Acid	0.00	0.00	1.76	11.88	0.00	3.88
Threonine	0.00	0.00	1.92	10.29	0.00	2.97
Serine	0.00	0.00	1.19	9.24	0.00	4.78
Asparagine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Glutamic Acid	0.00	4.38	10.70	57.19	0.00	26.48
Sarcosine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alpha Amino adipic Acid	3.97	3.01	3.35	4.74	3.37	3.49
Glycine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alanine	0.00	6.75	3.37	11.02	5.24	3.71
Citroline	0.00	20.55	12.97	43.31	0.00	30.84
Alpha Aminobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	8.56	0.00	4.29
Valine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cystine	0.00	12.26	6.39	16.88	9.45	5.92
Methionine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cystathionine	0.00	1.23	0.00	7.68	0.00	0.00
Isoleucine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Leucine	0.00	4.45	0.00	9.17	0.00	0.00
Tyrosine	0.00	9.68	7.13	18.81	6.96	8.42
β -Alanine	0.00	0.00	2.45	11.21	0.00	0.00
Phenylalanine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
β -Aminoisobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	0.00
Homocystine	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00
Gamma Aminobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethanolamine	32.25	30.52	32.18	30.10	36.71	38.65
Hydroxylysine	0.00	0.00	0.00	23.80	19.18	35.10
Ornithine	162.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lysine	0.00	0.00	0.00	3.87	0.00	0.00
1-Methylhistidine	0.00	0.00	0.00	16.93	0.00	6.12
Histidine	0.00	0.00	0.00	1.77	0.00	0.00
Tryptophan	0.00	0.00	0.00	9.27	0.00	7.41
3-Methylhistidine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Anserine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carnosine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arginine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
총아미노산	244.11	145.77	146.65	388.7	85.76	192.19

●결론

(1) 곤충의 건조온도가 낮을수록 아미노산 함량 증가함

(2) 곤충 건조조건에 따른 무기성분 변화 크지 않음

○연중생산에 알맞은 최적 환경 설정 및 대량생산 시설체계 개발

●연중생산을 위한 사육밀도 및 최적 환경 구명, 대량생산을 위한 사육 모델 설정

●연구결과

1. 아메리카왕거저리의 수확시기별 성분분석 및 효능 평가

표. 아메리카왕거저리 수확시기별 일반성분 함량 (%)

구분	수분	단백질	지방	회분
9령	1.36±0.24	54.21±1.41	35.75±0.43	분석중
10령	2.17±0.09	52.88±2.94	33.20±0.53	분석중
11령	4.75±0.15	55.72±1.06	32.33±0.14	분석중
12령	5.06±0.69	52.42±2.76	30.64±0.38	분석중

표. 아메리카왕거저리 수확시기별 항산화활성 (%)

구분	100% 증류수	70% 에탄올	100% 에탄올
9령	분석중	분석중	분석중
10령	분석중	분석중	분석중
11령	분석중	분석중	분석중
12령	분석중	분석중	분석중

표. 아메리카왕거저리 수확시기별 항염증활성 (%)

구분	100% 증류수	70% 에탄올	100% 에탄올
9령	분석중	분석중	분석중
10령	분석중	분석중	분석중
11령	분석중	분석중	분석중
12령	분석중	분석중	분석중

2. 풀무치 연중생산을 위한 사육밀도 설정

표. 풀무치 사육밀도별 생육 조사 (8주경과)

마리/m ²	약충기간 (일)	생존율 (%)	성충기간 (일)	체장 (mm)	두폭 (mm)	무게 (g)	산란횟수 (회)
400	32	82	조사중	38.24±2.92	5.95±0.53	0.95±0.09	조사중
600	32	88	조사중	35.55±1.21	6.47±0.72	0.84±0.30	조사중
800	32	90	조사중	37.37±3.08	6.11±0.47	0.99±0.17	조사중
1000	32	90	조사중	36.48±2.70	5.56±0.35	0.94±0.07	조사중

3. 풀무치 연중생산을 위한 최적 산란처 구명



표. 풀무치 산란특성

구분	난괴길이 (mm)	난괴수 (개)	부화수 (개)	생존율 (%)
오아시스	49.62	5	63.8	조사중
상토	46.43	5	54.2	조사중
모래+상토	조사중	조사중	조사중	조사중
흙	조사중	조사중	조사중	조사중

4. 풀무치 실내사육을 위한 사육틀 표준화

표. 풀무치 사육틀 종류별 생육 조사

구분	약충기간(일)	약충생존율(%)	체장(mm)	두폭(mm)	무게(g)
아크릴	36	64±2.1	36.38±2.92	6.75±0.45	1.14±0.11
알루미늄	32	99±0.6	39.27±3.30	7.22±0.46	1.25±0.24
그물망	33	97±1.7	35.8±2.72	7.33±0.55	1.18±0.09

구분	성충 생존율(%)	체장 (mm)		두폭 (mm)		무게 (g)	
		암	수	암	수	암	수
아크릴	10±4.1	44.04±2.2	39.8±2.78	8.02±0.69	7.11±0.45	2.38±0.14	1.53±0.09
알루미늄	80±6.1	45.14±2.1	40.6±3.1	8.28±0.44	7.05±0.46	3.05±0.08	1.56±0.14
그물망	73±7.1	45.21±3.2	41.4±2.49	7.85±0.6	7.21±0.4	2.69±0.14	1.56±0.10

풀무치 사육상자



아크릴

그물망

알루미늄

●결론

- (1) 풀무치 최적 산란처 : 오아시스>상토
- (2) 메뚜기목 곤충 사육상자 재질 : 알루미늄>그물망>아크릴

다. 3차 년도 연구내용 및 결과

○사료공장 현장 적용

- 항균활성이 극대화된 고기능성 곤충대량 생산기술 현장적용
- 곤충기반 사료 가공공정에 chitinase 처리 조건 확립 및 현장적용

●연구결과

1. 항균활성이 극대화된 고기능성 곤충대량 생산기술 현장적용

- 산업화 규모로 밀워대상으로 면역을 유도하는 기술 미정착
- 면역력증진을 위하여 키토산/제독유황으로 대체하여 수행함

(1) 연구방법

1) 시축종: 토종(청둥)오리 및 육용(백)오리



토종(청둥)오리(좌) 및 육용(백)오리(우)

시험장(상), 시험오리(하)

1일 1회 사료잔량(상) 및 음수체크 후 기록 (하)

2) 급여실험 방법:

- 토종오리 대상 처리방법

구분	처리내용	
	사료	음용수
C	관행시판사료	일반 상수도
T1	관행시판사료	0.01% 곤충유래 키토산 음용수
T2	관행시판사료	0.005% 곤충유래 키토산 음용수
T3	관행시판사료	0.001% 곤충유래 키토산 음용수
T4	관행시판사료	0.01% 제독유황 음용수
T5	관행시판사료	0.005% 제독유황 음용수
T6	관행시판사료	0.001% 제독유황 음용수
T7	관행시판사료	0.005% 곤충유래 키토산 음용수 + 0.005% 제독유황 음용수

◦육용오리 대상 처리방법

구분	처리내용	
	사료	음용수
C1	관행시판사료	일반 상수도
C2	관행시판혼합사료	일반 상수도
T1	관행시판사료	0.001% 곤충유래 키토산 음용수
T2	관행시판사료	0.001% 제독유황 음용수
T3	관행시판사료	0.005% 제독유황 음용수
T4	관행시판사료	0.001% 곤충유래 키토산 음용수 + 0.001% 제독유황 음용수
T5	관행시판사료	0.001% 곤충유래 키토산 음용수 + 0.005% 제독유황 음용수
T6	생후 7일령 곤충사료	일반 상수도

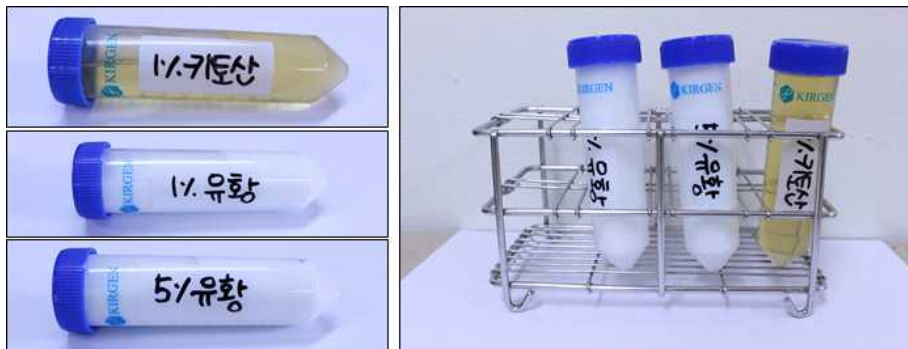
◦실험에 사용한 관행 시판사료 및 밀웬폐박 기반 사료(OEM사료 시제품)



대조군으로 사용한 관행시판사료

대주산업 협약을 통해 제작한 곤충기반 오리사료(OEM사료) 시제품

◦키토산 및 제독유황 기반 오리 음용수 시제품(1,000배 희석용)



3) 조사내용

◦생산성 관련 : 사료섭취량, 증체량(일당증체량), 음수량

◦혈액 분석 (적혈구 및 백혈구 관련항목)

-적혈구 : 평균 적혈구 용적(MCV, Mean Corpuscular Volume), 평균 적혈구 혈색소량(MCH, Mean Corpuscular Hemoglobin), 평균 적혈구 혈색소 농도(MCHC, Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration), 적혈구 분포 폭(RDW, Red Cell Distribution Width), 적혈구 용적률(Hct, Hema-tocrit), 헤모글로빈(HGB, Hemoglobin)

-백혈구 : 백혈구 과립구(Granula), 백혈구 단핵구(Monocyte),림파구(Lymphocyte)



토종 오리 혈액 채취

사료섭취량 산출을 위한 사료잔량 측정

음용수량 및 체중 측정

(2) 연구결과

1) 토종오리 혈액분석 결과

	처리구							
	Cont	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
WBC	22.22 ±12.88 ^a	26.54 ±3.64 ^a	21.11 ±6.62 ^{ab}	25.56 ±7.33 ^a	14.05 ±9.70 ^{bc}	21.96 ±7.78 ^a	18.94 ±2.78 ^{ab}	8.44 ±1.78 ^c
LYM(%)	69.81 ±5.91 ^c	68.20 ±3.22 ^c	73.13 ±1.83 ^{bc}	69.10 ±4.55 ^c	79.84 ±8.71 ^a	76.42 ±9.17 ^{ab}	75.74 ±1.21 ^{ab}	72.77 ±4.62 ^{bc}
MONO(%)	9.69 ±0.66 ^a	9.46 ±0.80 ^a	7.41 ±0.86 ^{bc}	8.20 ±0.57 ^b	6.04 ±2.40 ^d	6.84 ±2.07 ^{cd}	7.43 ±0.79 ^{bc}	9.51 ±0.53 ^a
GRAN(%)	20.50 ±5.43 ^{abc}	22.34 ±2.56 ^{ab}	19.46 ±2.18 ^{abc}	22.70 ±4.38 ^a	14.12 ±6.36 ^d	16.74 ±7.20 ^{cd}	16.84 ±1.16 ^{cd}	17.72 ±4.45 ^{bcd}
HGB	14.76 ±5.24 ^b	18.24 ±1.14 ^a	17.29 ±3.87 ^{ab}	16.96 ±0.79 ^{ab}	14.26 ±5.72 ^b	18.42 ±0.57 ^a	16.77 ±2.22 ^{ab}	8.32 ±0.26 ^c
HCT	23.02 ±8.78 ^{ab}	28.04 ±1.48 ^a	27.20 ±6.22 ^{ab}	25.76 ±1.48 ^{ab}	22.17 ±9.25 ^b	28.31 ±0.60 ^a	25.20 ±3.41 ^{ab}	12.36 ±0.54 ^c
RBC	1.56 ±0.59 ^{ab}	1.92 ±0.12 ^a	1.87 ±0.43 ^{ab}	1.81 ±0.09 ^{ab}	1.52 ±0.64 ^b	1.94 ±0.06 ^a	1.74 ±0.22 ^{ab}	0.84 ±0.06 ^c
MCV	147.09 ±1.12 ^a	146.23 ±1.84 ^{ab}	144.78 ±1.11 ^b	141.88 ±1.69 ^c	146.37 ±1.49 ^{ab}	145.98 ±2.01 ^{ab}	147.15 ±1.84 ^a	146.96 ±3.38 ^a
MCH	95.01 ±2.67 ^{ab}	95.12 ±1.50 ^{ab}	92.49 ±1.93 ^c	93.64 ±2.45 ^{bc}	93.85 ±4.27 ^{abc}	95.07 ±1.56 ^{ab}	96.15 ±1061 ^{ab}	96.33 ±2.39 ^a
MCHC	65.03 ±2.58 ^{bc}	65.02 ±1.40 ^{bc}	63.87 ±1.60 ^c	65.96 ±2.14 ^{ab}	65.15 ±2.93 ^{bc}	65.09 ±0.93 ^{bc}	65.31 ±1.11 ^{bc}	67.20 ±1.34 ^a
RDW(%)	8.63 ±0.57 ^a	7.91 ±0.55 ^b	7.66 ±0.35 ^b	7.80 ±0.25 ^b	7.53 ±0.64 ^b	7.49 ±0.07 ^b	7.55 ±0.18 ^b	8.73 ±0.62 ^a

2) **육용오리** 혈액분석 결과

	처리구						
	Cont	T1	T2	T3	T4	T5	T6
WBC	18.87 ±3.36 ^c	25.65 ±2.47 ^a	14.48 ±1.43 ^c	19.31 ±3.56 ^b	16.47 ±1.41 ^{bc}	25.20 ±4.49 ^a	22.76 ±4.21 ^a
LYM(%)	83.32 ±4.43 ^{ab}	71.60 ±1.18 ^d	86.86 ±1.06 ^a	81.48 ±4.64 ^b	82.07 ±4.25 ^b	77.17 ±1.80 ^c	74.89 ±7.54 ^{cd}
MONO(%)	6.24 ±1.37 ^c	9.18 ±0.40 ^a	5.03 ±0.25 ^d	7.09 ±1.81 ^{bc}	6.76 ±0.69 ^{bc}	7.84 ±0.68 ^b	7.72 ±1.17 ^b
GRAN(%)	10.44 ±3.30 ^c	19.22 ±0.91 ^a	8.11 ±1.08 ^c	11.43 ±2.86 ^c	11.18 ±3.67 ^c	14.99 ±1.70 ^b	17.39 ±6.40 ^{ab}
HGB	16.89 ±0.81 ^b	17.07 ±0.88 ^b	17.56 ±0.35 ^{ab}	17.58 ±0.93 ^{ab}	17.11 ±0.86 ^b	18.06 ±0.47 ^a	17.48 ±0.61 ^{ab}
HCT	27.09 ±1.08 ^c	27.55 ±1.22 ^{bc}	27.45 ±1.08 ^{bc}	29.22 ±1.09 ^a	28.18 ±1.88 ^{abc}	29.32 ±1.18 ^a	28.60 ±1.42 ^{ab}
RBC	1.84 ±0.10 ^c	1.91 ±0.03 ^{bcd}	1.87 ±0.10 ^{cd}	2.03 ±0.07 ^a	1.99 ±0.14 ^{ab}	2.03 ±0.09 ^a	1.96 ±0.08 ^{abc}
MCV	146.86 ±4.42 ^a	144.47 ±5.17 ^{abc}	147.04 ±2.31 ^a	143.53 ±0.70 ^{bc}	141.66 ±1.36 ^c	144.61 ±1.41 ^{abc}	145.86 ±2.30 ^{ab}
MCH	91.66 ±3.35 ^{ab}	89.58 ±4.03 ^{bc}	94.32 ±4.09 ^a	86.40 ±3.30 ^c	86.23 ±3.24 ^c	89.29 ±2.75 ^{bc}	89.44 ±5.50 ^{bc}
MCHC	62.38 ±1.29 ^{ab}	61.97 ±0.92 ^{ab}	64.09 ±2.00 ^a	60.16 ±2.50 ^b	60.86 ±2.52 ^b	61.73 ±2.03 ^b	61.31 ±3.59 ^b
RDW(%)	7.76 ±0.26 ^c	8.62 ±0.56 ^{ab}	9.11 ±1.78 ^a	8.02 ±0.12	8.63 ±0.37 ^{ab}	8.33 ±0.66 ^{bc}	7.64 ±0.29 ^c

3) **토종오리**에 유황과 키토산을 각기 다른 비율의 사료첨가제로 급여한 처리구별 일당증체량

일당증체량	처리구							
	Cont	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
전기간	53.07 ±4.79	55.56 ±3.21	53.94 ±1.89	55.53 ±3.00	53.98 ±2.01	54.38 ±2.78	54.15 ±2.38	56.43 ±2.74
초기 35일	35.36 ±2.82	36.41 ±2.37	36.06 ±1.42	37.60 ±2.19	35.34 ±1.81	34.42 ±2.81	34.85 ±1.37	35.89 ±3.21
후기 7일	62.38 ±6.20 ^{bc}	69.09 ±5.65 ^{ab}	66.57 ±6.73 ^{abc}	65.02 ±4.86 ^{abc}	61.20 ±6.83 ^c	64.48 ±6.20 ^{abc}	65.80 ±4.43 ^{abc}	70.89 ±4.84 ^a

4) **육용오리**에 유황 0.005%와 키토산 0.001%를 사료첨가제로 급여한 처리구별 일당증체량

일당증체량	처리구							
	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5	T6
전기간	64.95 ±4.45 ^{bc}	72.27 ±3.61 ^a	64.26 ±3.95 ^{bc}	64.41 ±3.86 ^{cd}	68.68 ±5.95 ^{ab}	64.46 ±5.14 ^{bc}	59.92 ±5.46 ^d	72.30 ±6.25 ^a
초기 33일	59.28 ±4.93 ^d	78.97 ±5.61 ^a	63.37 ±3.72 ^{cd}	61.51 ±5.79 ^{cd}	66.19 ±6.10 ^c	62.39 ±5.65 ^{cd}	51.49 ±4.95 ^e	74.42 ±6.40 ^b
후기 10일	76.86 ±8.72 ^{ab}	58.19 ±9.50 ^d	66.12 ±10.44 ^c	70.45 ±6.30 ^{abc}	73.91 ±9.26 ^{abc}	68.81 ±8.90 ^{bc}	77.62 ±8.98 ^a	67.84 ±9.17 ^{ab}

유황 0.005%와 키토산 0.001%를 다양한 조건으로 단일 또는 복합으로 급여실험을 실시한 결과를 살펴보면, 다음과 같다.

전 기간 일당증체량은 유험 0.005%와 키토산 0.001%를 첨가한 사료를 초기 7일간과 출하 전 7일간을 급여한 T6 처리구에서 가장 높게 나타났다. 또한 곤충기반 오리전용 사료를 전 기간 급여한 처리구(C2) 역시 일당증체량이 T6 처리구와 마찬가지로 가장 높게 나타났다. 이는 유험 0.005%와 키토산 0.001%를 첨가한 사료가 성장에 유의적 영향을 미치지만 특히, 전 기간을 급여하는 것보다 입추 초기 1주일 정도 급여할 경우 효과가 우수한 것으로 조사되었다.

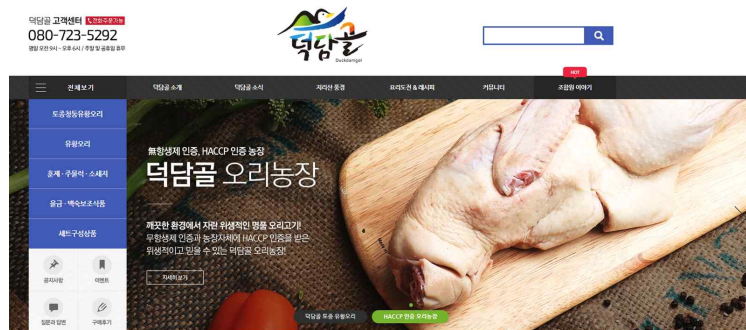
그러나 전 기간에 유험 0.005%와 키토산 0.001%를 첨가한 사료를 급여하면 출하 15일전부터 급여한 처리구인 T5 처리구에서 일당증체량이 가장 높은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 입추 후 33일령까지의 일당증체량을 조사한 전기 33일령까지의 성장은 곤충기반 오리전용 사료 처리구가 가장 높았다.

2. 곤충기반 오리사료 현장실증 실험결과

조사 형질	처 리	
	관행 시판사료 (서* 사료)	곤충기반 오리사료
일당증체량(g) (출하 전 20일간)	580.63 ± 30.76 ^a	626.25 ± 30.21 ^b

(1) 곤충기반 오리사료의 실용화 검증을 위하여 오리브랜드 농장을 대상으로 현장 실증시험 실시

1) 공시축 : 전남 구례에 위치한 『덕담골』 오리 브랜드에 사육중인 토종 청둥오리 3,000마리를 대상으로 실증 실험을 수행하였음



현장실증연구를 담당한 『덕담골』 오리사육 농가

- 대조군: 관행사료 급여
- 곤충기반 오리사료(OEM사료) 급여



대주산업 협약을 통해 제작한 곤충기반 오리사료 (OEM사료)

2) 실험기간 : 출하일령 52일령 중 출하 전 20일간 [9월 7일(32일령) ~ 9월 27일(52일령)]

표. 토종 청둥오리 및 육용오리 출하조건 비교

품종	출하	
	체중(kg)	일령
토종 청둥오리	2.8	49 ~ 52
육용 오리	3.4	41 ~ 43

3) 실험방법:

관행사료(서* 사료)와 곤충기반 오리사료(OEM사료) 급여에 따른 성장능력을 오리사육농가에서 직접 비교실험 수행

4) 조사항목: 일당증체량(출하 전 20일 ~ 출하 시)

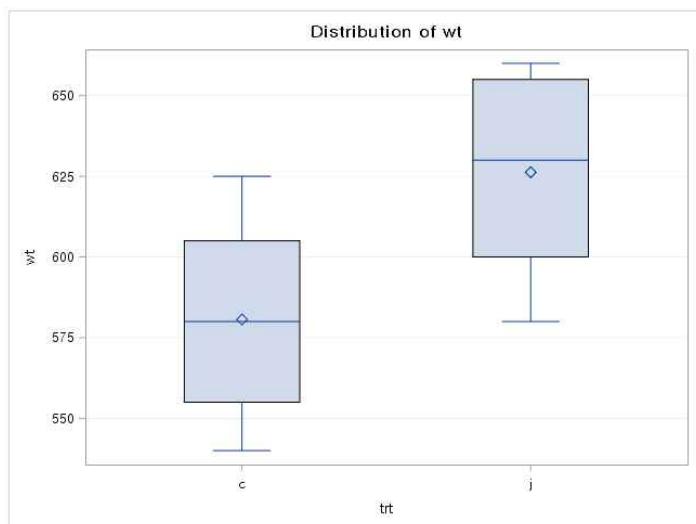
5) 분석결과:

◦ 관행사료에 비하여 **곤충기반 오리사료가 일당증체량이 7.86% 더 우수한 것으로 나타남**

◦ 차별화된 곤충먹은 오리 브랜드화에 대한 현장요구

- 본 현장실증연구를 수행한 『덕담골』 오리사육 농가에서는 현 시점의 문제점으로 오리사육농가의 차별화된 오리제품의 확보에 있다고 함

- 본 실증연구를 통한 연구결과는 곤충폐박이 첨가된 오리사료의 일당 증체량이 기존 관행사료보다 높게 나타났으며, 유행오리와 같은 타 농장이 가지고 있지 않은 오리제품으로써 브랜드화 가치가 높게 평가하였음



관행사료(c)와 곤충기반 사료(j)에 대한 일당증체량 비교실험

6) 기대효과

◦ 곤충기반 오리사료의 상품화가 가능함

◦ 기존 관행사료 대비 사료비 절감효과로 인한 생산성 개선효과를 입증함

◦ 차별화 및 명품화가 가능한 오리브랜드 기반조성에 기여가 가능함 (사료통일)

◦ 곤충기반 오리사료 급여효과 규명을 위하여 육질분석을 실시하여 품질차별화 입증이 필요함

3. 곤충기반 오리사료 경제성 분석 결과

(1) 관행적으로 오리 1마리 출하 시 까지 사료 섭취량을 약 7kg/마리로 잡고 있으며, 현재 오리사료 1포(25kg) 가격은 약 15,000원대에 형성되어 있음. 일부

(2) 국제적으로 고급사료에 들어가는 어분 가격이 kg당 약 1,500 - 3,600원대를 형성하고 있으며, 국내에서도 고급오리사료의 가격이 20,000 - 25,000원 수준에 형성되어 있음.

표. 토종 청둥오리 및 육용오리 출하조건 비교

구분	단위	가격(원)	원산지
오리사료	1포(25kg)	약 15,000	국산
프리미엄 오리사료	1포(25kg)	약 20,000 - 25,000	국산
건조밀웜	1kg	15,000 - 55,000	국산
건조밀웜	1kg	약 5,000	중국
밀웜단백질	1kg	약 84,590	국산
건조밀웜박	1kg	약 30,000	국산
건조밀웜폐박	1kg	약 5,000	국산
GMO 대두	1kg	약 400	미국
Non GMO 대두	1kg	약 600	미국
GMO 옥수수	1kg	약 250	미국
Non GMO 옥수수	1kg	약 285	미국
어분	1kg	1,500 - 3,600	칠레, 페루, 알래스카 등

(3) 건조밀웜 1% 포함 시 오리사료 1포 당 약 4,000-14,000원의 가격이 인상됨. 이는 원 사료가격의 2배에 달하는 차이가 생기게 되어 경제성이 없는 것으로 판단됨.

(4) 하지만, 건조밀웜으로부터 착유한 '건조밀웜박'을 1% 가미된 사료의 경우 약 7,500원, 밀웜박으로부터 아미노산 추출 후 남은 '건조밀웜폐박'의 경우 약 1,250원의 가격상승이 예상되고 있음. 따라서 '건조밀웜폐박'이 오리사료에 포함된 제품의 경우 프리미엄급 사료로서 충분한 가격경쟁력이 있는 것으로 판단됨

4. 곤충기반 사료 가공공정에 chitinase 처리 조건 확립 및 현장적용

(1) *Bacillus thuringiensis* PRC- II로부터 분리한 *Bt*chitinase와 재조합 키틴아제인 *rBt*chitinase에 의한 키틴의 분해에 의한 올리고당 생성

1) *Bacillus thuringiensis* PRC- II의 chitinase (*Bt*chitinase)와 유전자 발현된 *Bt* chitinase (*rBt*chitinase)의 온도와 pH에 따른 키틴분해활성 비교 및 TLC 상 *N*-acetyl-chito hexamer의 분해패턴

◦표준당: *N*-acetyl-D-glucosamine (Sigma-Aldrich), *N*-acetyl-chitooligosaccharides [(GlcNAc)_n(n=2-6); Megazyme]

◦TLC Silica gel 60 F₂₅₄, Merck

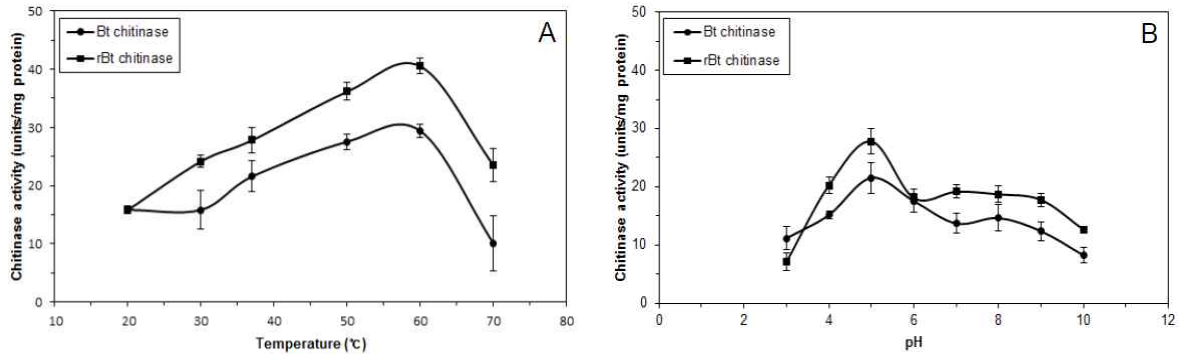


Figure. Btchitinase and rBtchitinase activity at different temperatures (A) and pHs (B). Btchitinase and rBtchitinase were treated at different temperatures (20, 30, 37, 50, 60, and 70 °C) (A) and pH values (pH 3–5: 50 mM sodium acetate buffer; pH 6–8: 50 mM potassium phosphate buffer; pH 9–10: 50 mM sodium carbonate buffer) (B) for 1 h at 37 °C and 100 rpm.

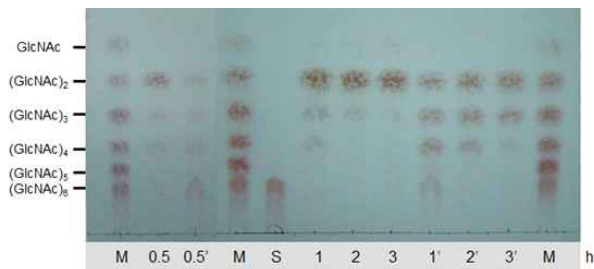
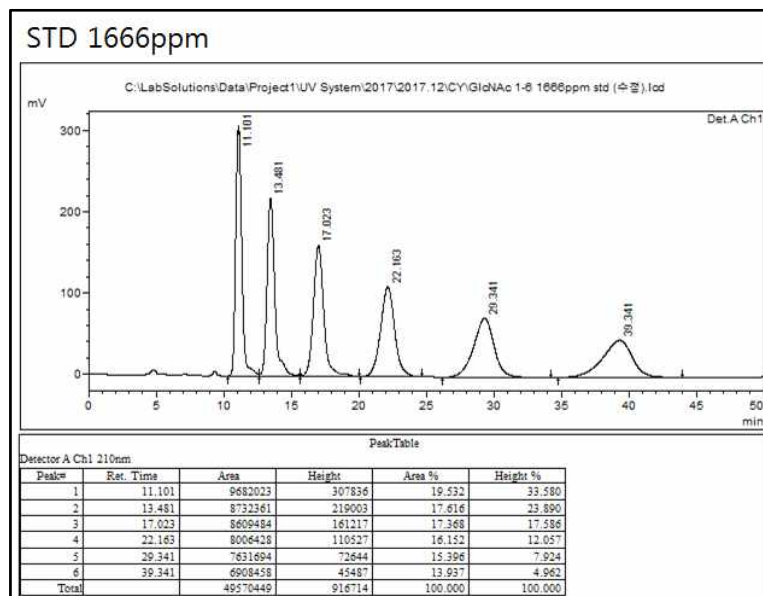


Figure. Thin-layer chromatography degradation patterns of N-acetyl-chito hexamer [(GlcNAc)₆] by Btchitinase (0.5, 1, 2, and 3) and rBtchitinase (0.5, 1', 2', and 3'). Reaction conditions were 37 °C for 0.5, 1, 2, and 3 h at 50 rpm. Abbreviations are: S: Substrate, N-acetyl-chito hexamer [(GlcNAc)₆], M: N-acetyl-oligomers standard [(GlcNAc)₁₋₆].

2) *Bacillus thuringiensis* PRC-II 의 chitinase (*Btchitinase*)와 유전자 발현된 *Bt chitinase* (*rBtchitinase*) 의 HPLC 상 N-acetyl-chito hexamer의 분해패턴 및 키틴기질별 TLC 상 키틴올리고당 생성 패턴

◦ 표준당: N-acetyl-D-glucosamine (Sigma-Aldrich), N-acetyl-chitooligosaccharides [(GlcNAc)_n(n=2-6); Megazyme]

◦ HPLC 분석: Shimadzu LC-10, Shodex Asahipak NH2P-50 칼럼



Reaction time	N-acetyl-chitooligosaccharide (ppm)						Total	Recovery yield (%)
	(GlcNAc)	(GlcNAc) ₂	(GlcNAc) ₃	(GlcNAc) ₄	(GlcNAc) ₅	(GlcNAc) ₆		
0	0	0	0	0	0	949.6	949.6	94.96
0.5	28.6	558.0	118.8	278.0	18.4	140.7	1142.5	120.3
1	42.2	804.1	92.8	28.5	0.0	0.0	967.5	101.9
2	55.9	949.6	60.5	0.0	0.0	0.0	1066.1	112.3
3	63.6	913.6	39.2	0.0	0.0	0.0	1016.5	107.0

Reaction time	N-acetyl-chitooligosaccharide (ppm)						Total	Recovery yield (%)
	(GlcNAc)	(GlcNAc) ₂	(GlcNAc) ₃	(GlcNAc) ₄	(GlcNAc) ₅	(GlcNAc) ₆		
0	0	0	0	0	0	949.6	949.6	94.96
0.5	24.6	151.4	109.5	128.0	17.7	406.1	837.3	88.2
1	26.7	338.0	234.3	217.6	26.8	135.9	979.3	103.1
2	32.0	501.2	283.6	120.8	0.0	0.0	937.6	98.7
3	40.3	714.9	340.4	46.1	0.0	0.0	1141.6	120.2

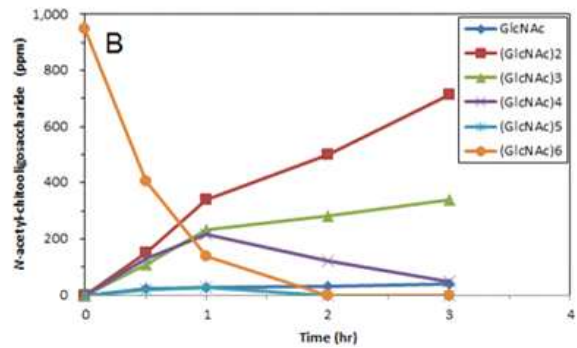
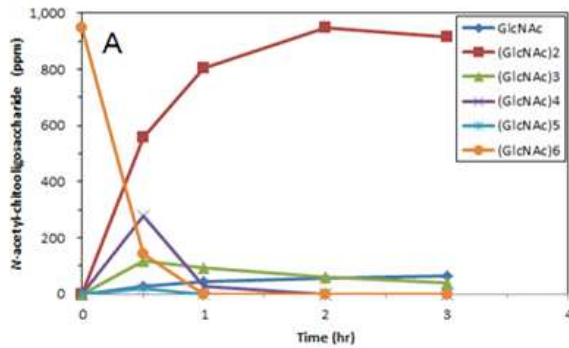


Figure. HPLC determination of the changes in the amount of N-acetyl-oligomers [(GlcNAc)_n, n=1-6] from degradation of N-acetyl-chito hexamer [(GlcNAc)₆] by Btchitinase (A) and rBtchitinase (B) via HPLC. Reaction conditions were 37 °C for 0.5, 1, 2, and 3 h at 50 rpm.

3) *Bacillus thuringiensis* PRC-II의 chitinase (*Btchitinase*)와 유전자 발현된 Bt chitinase (*rBtchitinase*)의 HPLC 상 N-acetyl-chito hexamer의 분해패턴 및 키팅기질별 TLC 상 키팅올리고당 생성 패턴

- 바실러스 튠링지엔시스(*Bacillus thuringiensis* PRC-II) 균주의 키팅분해효소(*Btchitinase*와 *rBtchitinase*)가 게 껍질 콜로이달 키틴, 갑오징어 널 콜로이달 키틴과 갈색거저리 콜로이달 키틴을 각각 기질로 사용하여 일자별(1, 2, 3일)로 생성한 키팅올리고당의 TLC 분석결과
- 바실러스 튠링지엔시스균주의 키팅분해효소 (*Btchitinase*와 *rBtchitinase*)가 게 껍질 콜로이달 키틴, 갑오징어 널 콜로이달 키틴과 갈색거저리 콜로이달 키틴을 각각 기질로 사용하여 효소량별 (0.05, 0.1, 0.2 unit)로 생성한 키팅올리고당을 TLC로 분석한 결과

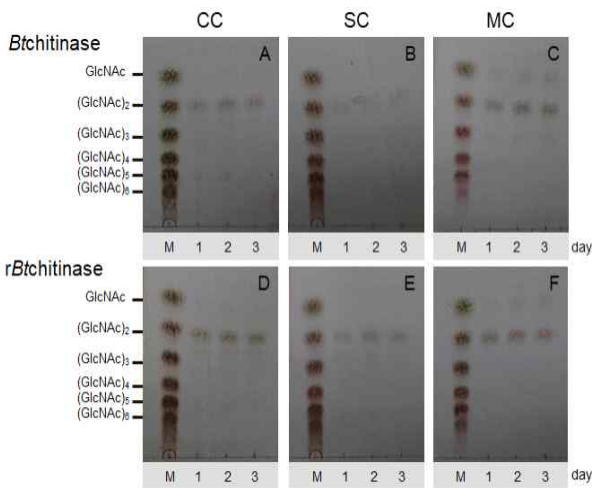


Fig. 4. Thin-layer chromatography degradation patterns of colloidal chitin substrates [crab shell (CC; A and D), squid pen (SC; B and E), and mealworm (MC; C and F)] by Btchitinase (A, B, C) (0.1 unit/400 μL) and rBtchitinase (D, E, F) via TLC. Reaction conditions were 37 °C for 1, 2, and 3 days at 50 rpm.

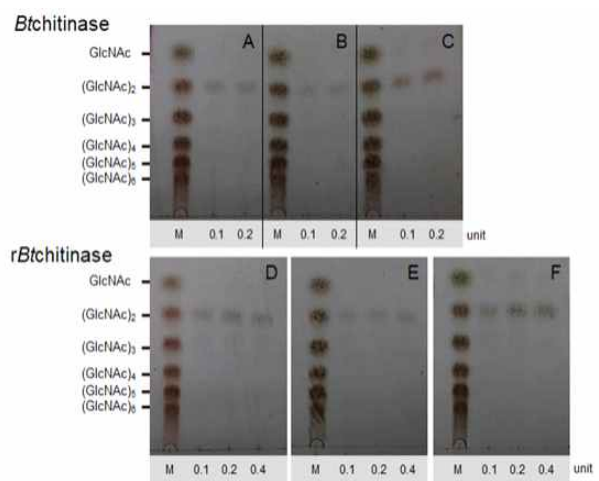
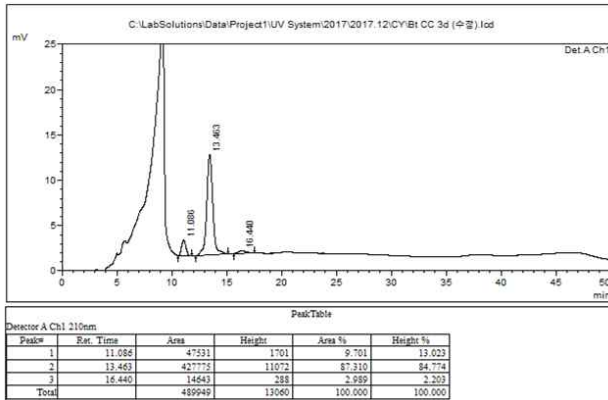


Fig. 5. Thin-layer chromatography degradation patterns of colloidal chitins [crab shell (A and D), squid pen (B and E), and mealworm (C and F)] by various amounts of Btchitinase (0.1 and 0.2 unit/400 μL) (A, B, C) and rBtchitinase (0.1, 0.2, and 0.4 unit/400 μL) (D, E, F) via TLC. Reaction conditions were 37 °C for 1 day at 50 rpm.

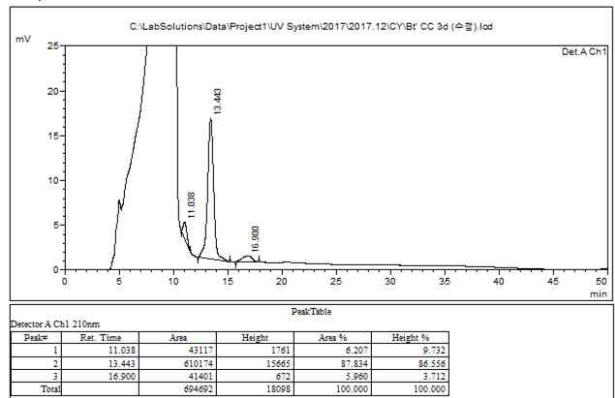
4) *Bacillus thuringiensis* PRC-II의 chitinase (*Btchitinase*)와 유전자 발현된 Bt chitinase (*rBtchitinase*)

의 키틴기질별[Crab shell (CC), Squid pen (SC), mealworm (MC)] 3일차 배양 후 HPLC 분석결과

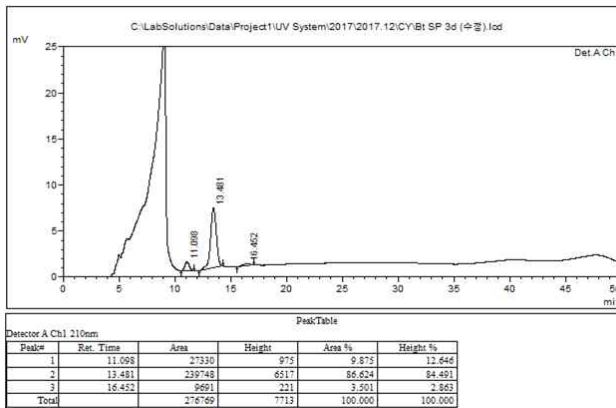
Bt CC 3D



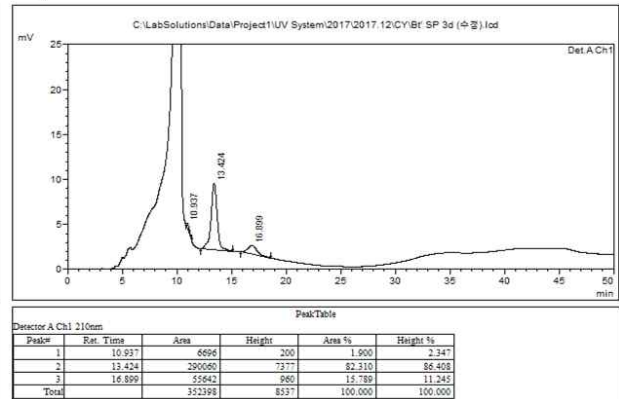
Expressed Bt CC 3D



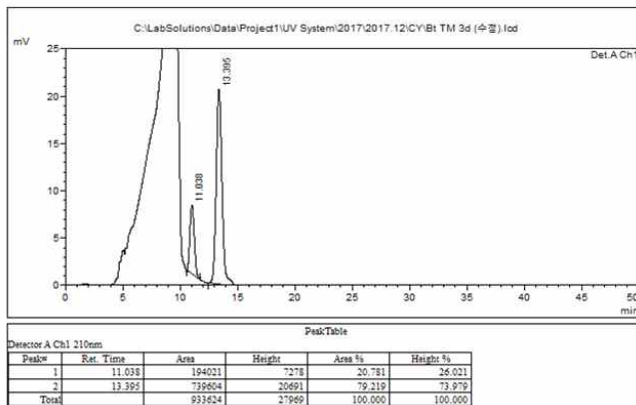
Bt SP 3D



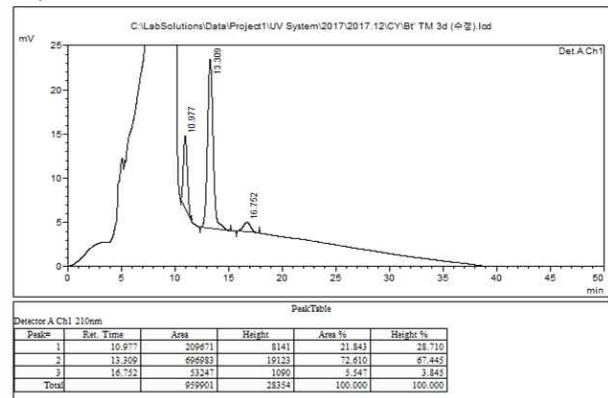
Expressed Bt SP 3D



Bt TM 3D



Expressed Bt TM 3D



◦바실러스 튠지엔시스(*Bacillus thuringiensis* PRC-II) 균주의 키틴분해효소(*Bt*chitinase와 *rBt*chitinase)가 게 껍질 콜로이드 키틴, 갑오징어 널 콜로이드 키틴과 갈색겨저리 콜로이드 키틴을 각각 기질로 사용하여 일자별(1, 2, 3일)로 생성한 키틴올리고당의 HPLC 분석결과

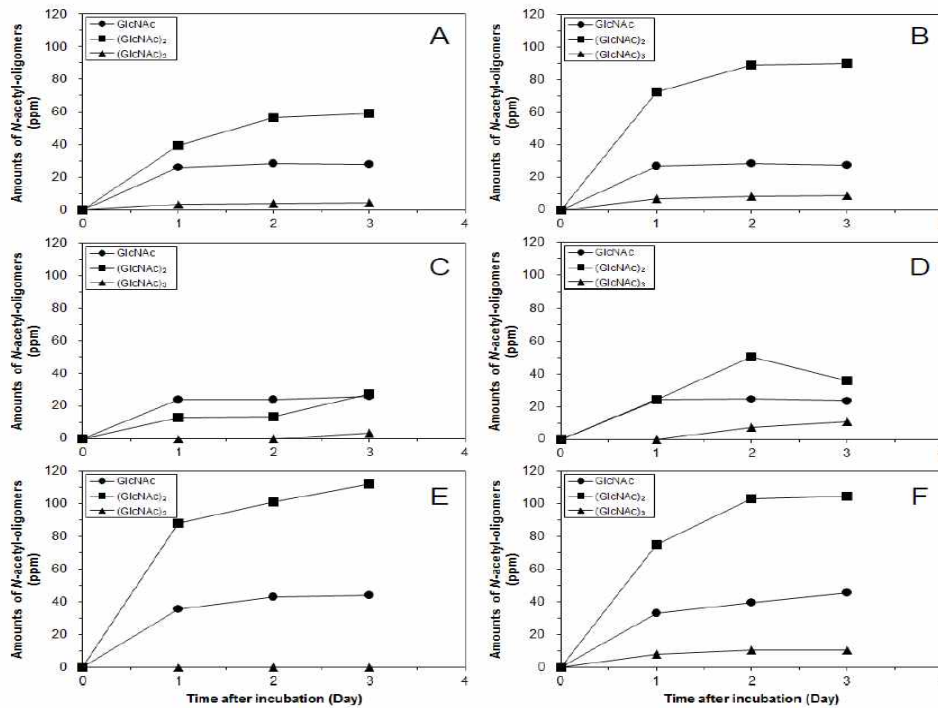


Fig. 6. High-performance liquid chromatography monitoring of the changes in the amounts of chitin oligomers from degradation of colloidal chitins [crab shell (A and B), squid pen (C and D), and mealworm (E and F)] by Btchitinase (A, C, E) and rBtchitinase (B, D, F) via HPLC. Reaction conditions were 37 ° C for 1, 2, and 3 days at 50 rpm.

◦바실러스 튜린지엔시스균주의 키틴분해효소 (*Btchitinase*와 *rBtchitinase*)가 게 껍질 콜로이달 키틴, 갑오징어 널 콜로이달 키틴과 갈색거저리 콜로이달 키틴을 각각 기질로 사용하여 효소량별 (0.05, 0.1, 0.2 unit)로 생성한 키틴올리고당을 HPLC로 분석한 결과

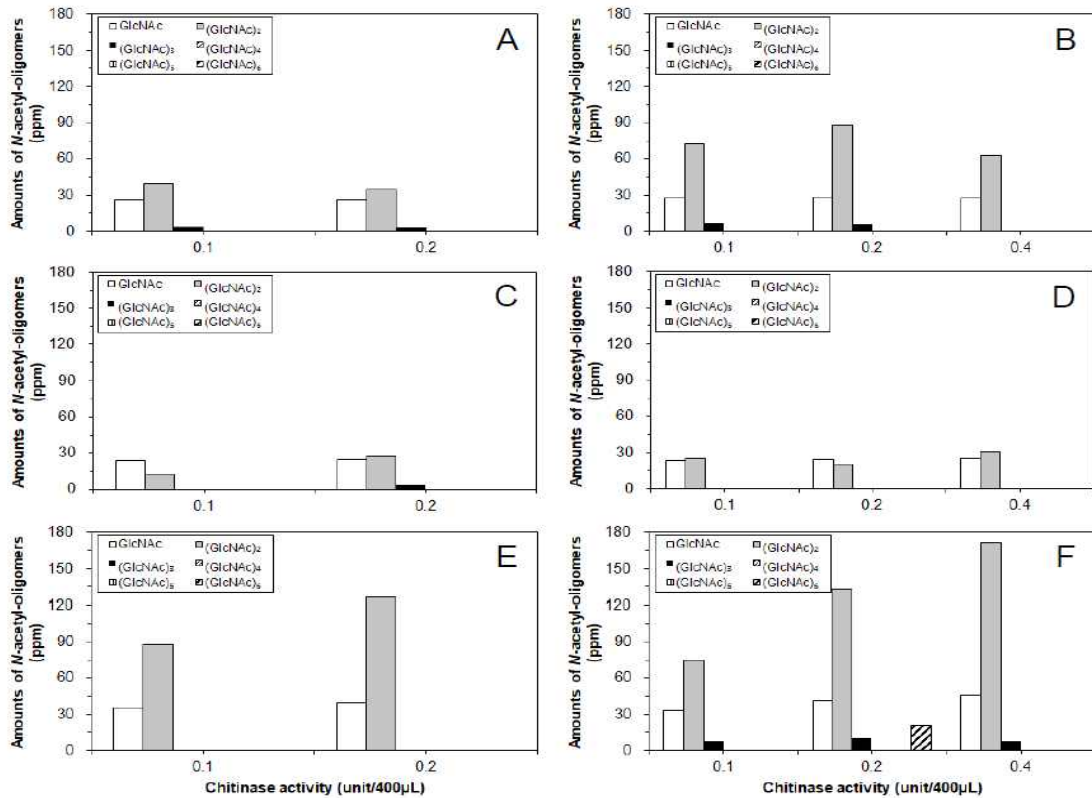


Fig. 7. High-performance liquid chromatography monitoring of the production of chitin oligomers from the degradation of colloidal chitins [crab shell (A and B), squid pen (C and D), and mealworm (E and F)] by various amounts of Btchitinase (0.1 and 0.2 unit/400 μ L) (A, C, E) and rBtchitinase (0.1, 0.2, and 0.4 unit/400 μ L) (B, D, F) via HPLC. Reaction conditions were at 37 ° C for 1 day at 50 rpm.

●결론

(1) *Bacillus thuringiensis* PRC- II 의 키틴분해효소 (*Btchitinase*와 *rBtchitinase*)가 게 껍질 콜로이달 키틴, 갑오징어 널 콜로이달 키틴과 갈색거저리 콜로이달 키틴을 키틴올리고당으로 분해할 수 있음을 확인함

○반려견에 대한 곤충사료의 면역력 증강에 대한 실증 시험

- 유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 면역력 개선 사료에 대한 반려견 자견실증 시험
- 반려견 자견에 대한 생후 6주령부터 실시하는 예방백신(홍역 및 파보바이러스)1~5차 접종(2주간격 접종)에 따른 면역력 개선 효과 분석

●연구결과

1. 곤충 5종에 대한 사료 적용 분석

(1) 곤충 5종에 대한 생산단가 분석을 통해 관련 곤충 종별 사료 적용 가능성에 대한 판단 기준 설정 필요

곤충 종	kg당 판매가격	가격	기호성	문제점
갈색거저리	25,000원	고가	가능	영양 성분 및 현재 사육농가의 수가 증가 추세에 있으나 가격부분에 대한 경쟁력이 떨어짐
메뚜기	150,000원	고가	가능	대량사육농가 수가 부족하며 고가의 가격을 유지하고 있어 사료로의 적용이 어려움
동애등애	8,000원	적합	협오	가격경쟁력이 장점이고 대량생산공급이 가능한 곤충이나 파리류라는 선입견으로 인해 사료의 적용성이 떨어짐
귀뚜라미	마리당 50원	고가	가능	다양한 효능을 가질 것으로 판단되나 가격이 고가인 관계로 산업화를 하기 위해서는 어려움이 있음
파리 번데기	가격 파악 안됨	적합	협오	가격 부분이나 대량공급이 가능하지만 냄새 및 민원의 소지가 있으며 파리를 먹인다는 선입견으로 인해 사료 적용성이 떨어짐

- (2) 곤충 5종에 대한 사료적용 가능성을 분석한 결과 각 곤충 종마다 산업화 및 사료의 적용 가능성에 있어 장단점을 가지고 있음.
- (3) 산업화를 위한 가격 경쟁력 및 대량공급 가능한지에 대한 판단을 진행한 결과
- 1) 갈색거저리에서 식용으로 사용가능한 단백질을 추출한 폐박을 사용하여 사료의 소재로 활용하여 진행하였음.



갈색거저리 폐박1



갈색거저리 폐박2

2. 사료의 영양학적 분석

- (1) 곤충 3종에 대하여 건조방법의 차이 등을 고려하여 분석 실시.
- 1) 곤충을 활용한 사료에 관련하여 필요한 영양성분을 List up하여 이중 중요한 요소를 선정하고 분석
 - 2) 분석처리구
 - 곤충박 분석(5종): 마이크로웨이브건조 갈색거저리, 마이크로웨이브건조 동애등애, 열풍건조 갈색거저리, 열풍건조 동애등애, 열풍건조 귀뚜라미

No.	영양소	단위	분석순위	No.	영양소	단위	분석순위
1	Arginine	%	1순위	21	Magnesium	%	2순위
2	Histidine	%	1순위	22	Iron	mg/kg	2순위
3	Isoleucine	%	1순위	23	Copper	mg/kg	2순위
4	Leucine	%	1순위	24	Manganese	mg/kg	2순위
5	Lysine	%	1순위	25	Zinc	mg/kg	2순위
6	Methionine-Cysteine	%	1순위	26	Iodine	mg/kg	2순위
7	Phenylalanine-Tyrosine	%	1순위	27	Selenium	mg/kg	2순위
8	Threonine	%	1순위	28	VitaminA	IU/kg	3순위
9	Tryptophan	%	1순위	29	Vitamin D	IU/kg	3순위
10	Valine	%	1순위	30	Vitamin E	IU/kg	3순위
11	Taurine	%	1순위	31	Vitamin K (Menadione)	mg/kg	3순위
12	Linoleic acid	%	3순위	32	Thiamine	mg/kg	3순위
13	alpha-Linoleic acid	%	3순위	33	Riboflavin	mg/kg	3순위
14	Arachidonic acid	%	3순위	34	Panthenic acid	mg/kg	3순위
15	EPA/DHA	%	3순위	35	Niacin	mg/kg	3순위
16	Calcium	%	2순위	36	Pyridoxine	mg/kg	3순위
17	Phosphorus	%	2순위	37	Folic Acid	mg/kg	3순위
18	Potassium	%	2순위	38	B12	mg/kg	3순위
19	Sodium	%	2순위	39	Choline	mg/kg	3순위
20	Chloride	%	2순위				

3. 곤충 조건별 건조 방법 설정

(1) 곤충의 건조 방법에 사용되는 다양한 건조방법이 적용되며 다음과 같은 장단점이 있음

건조방법	장점	단점
마이크로웨이브	짧은 건조시간, 많은 양 수행 가능	대중적으로 사용하지만 약간의 영양소가 파괴됨
열풍건조기	2~3일의 건조시간	영양소의 파괴 없이 사용할 수 있음
동결건조기	3~4일의 건조시간	비용이 비쌈

(2) 본 실험에서는 열풍건조기를 활용하여 영양소의 파괴 없이 갈색거저리 폐박을 활용하여 사료의 소재로 활용함



대형 열풍건조기



열풍건조 폐박

4. 가금사료 생산을 위한 분쇄 작업

(1) 원료의 준비

1) 곤충원료와 혼합이 잘되게 하기 위하여 옥수수를 포함한 모든 원료는 10mesh 이하로 가

늘게 분쇄하여 활용



(2) 수분함유량 조절

1) 분쇄하고 혼합된 원료는 수분의 함유량을 측정하고 최종수분함유량 13%~15%로 조절



수분측정

5. 시제품 개발을 위한 혼합



사료용 파쇄 옥수수

소맥피, 밀기울 등

조성	옥수수	대두박	소맥피	밀기울	대두유	비타민	미네랄
함유량	54.7	24	10	8	3		0.3

(1) 위와 같은 오리사료 생산 조성비에 곤충 폐박 1%, 5%, 10%를 첨가하여 사료 생산



혼합

6. 제품 생산을 위한 펠렛 성형

- (1) 수분함유량 조절 후 이송기로 이송 및 펠렛 성형
- (2) 육성오리 전기사료는 크럼블 형태, 후기사료는 펠렛 형태(지름3mm, 길이 1cm~2cm)로 성형하였음



크럼블 제형성형

- (3) 크럼블 형태의 경우 제형 성형시 분진이 발생하여 10mesh 체로 분진을 제거 활용

7. 시제품 생산

- (1) 곤충의 폐박을 활용한 함유량 1%, 5%, 10%의 오리사료 펠렛을 제작

- 1) 곤충활용 오리 사료 원료:

옥수수, 대두박, 곤충박, 소맥피, 밀기울, 대두유, 종합비타민, 미네랄

- 2) 곤충활용 사료 실험구:

각각의 실험구는 전기 26kg, 후기 54kg을 제작하여 활용

구분		무처리구	곤충1%	곤충5%	곤충10%	계
처리량	전기	26kg	26kg	26kg	26kg	104kg
	후기	54kg	54kg	54kg	54kg	216kg
	계	80kg	80kg	80kg	80kg	320kg

- 3) 보관 중 오염 및 변질을 막기 위하여 종이포대를 활용하여 각 처리구 별로 개별포장



처리구 포장 및 수량확인



포장 및 수량확인

○곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발

- 항균물질이 증대된 축종별(반려견) 곤충 사료 시제품 개발
- 현장실증시험을 위한 곤충 사료 시제품 생산

○시제품 디자인 및 제품 포장 연구

- 제품의 고객선호도 향상을 위한 고급화 디자인 연구
- 제품 저장 및 유통을 원활하게하기 위한 포장 규격 연구
- 제품 판매활성화를 위한 다양한 제품 구성 연구

●연구결과

(1) 본 과제를 통하여 새로 개발된 반려동물 간식제품의 산업화

1) 개발된 반려동물 간식의 스티커 및 포장지



본 연구결과를 기반으로 한 기술이전을 통하여 신규 출시된 반려동물 간식 제품 4종

2) 개발된 반려동물 간식의 판매 현황

- (주)케일과 협업을 통한 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식 명가의숨씨(갈치, 연어), 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 총 6종의 제품을 출시/유통
- 식용곤충기반 반려동물 간식인 명가의숨씨(갈치, 연어) 2종을 판매하여 약 16,000,000원의 매출 실적을 올림
- 식용곤충기반 반려동물 간식인 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 판매하여 약 124,000,000원의 매출 실적을 올림

견 적 서

형성공벤이마을 귀중

No. 201804230001

견적 일자 :	2018-04-23	등록번호	839-88-00459				
납품장소 :		상호명 (법인명)	㈜케일	대표자	김용욱(*)		
납기 일자 :	계약금 입금 후 20일 이내	주 소	서울시 중구 동호로 191, 4층 403호 (선일빌딩)				
지불방식 :	입금	업 태	도소매	종 목	식품		
견적 유효기간 :	발행일로부터 15 일 간	전화번호	070-4645-3700	택 스	0303-0954-3300		
합 계 금 액	사전사안 원整 (₩ 40,040,000 VAT 포함)						
품 명	단 위	수 량	단가	공급가액	세액	합계	비고
팻스미스 블랙라벨 (연어)	g	1150	3,800	3,972,727	397,273	4,370,000	
팻스미스 블랙라벨 (장어)	g	1150	3,800	3,972,727	397,273	4,370,000	
팻스미스 블랙라벨 (고구마)	g	1150	3,800	3,972,727	397,273	4,370,000	
팻스미스 블랙라벨 (호박)	g	1150	3,800	3,972,727	397,273	4,370,000	
명가의 숨씨 (연어)	g	1500	5,000	6,818,182	681,818	7,500,000	
명가의 숨씨 (갈치)	g	1500	5,000	6,818,182	681,818	7,500,000	
개일 에너지바 오리지날	g	2520	1,500	3,436,364	343,636	3,780,000	
개일 에너지바 리즈베리	g	2520	1,500	3,436,364	343,636	3,780,000	
합 계				36,400,000	3,640,000	40,040,000	
특 이 사 항							
5만 원 이상 배송비 무료.							
계좌번호	우리은행 1005-402-972082 (예금주: ㈜케일)						

전자세금계산서				승인번호	20171106-10000000-27415482				
등록번호	839-88-00459	중사업장번호		등록번호	224-81-66344	중사업장번호		등록번호	
상호명 (법인명)	주식회사 케일	성명	김용욱	상호명 (법인명)	농협회사법인 형성공벤이마을 주식회사	성명	김진석	상호명 (법인명)	
사업장 주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호(선일빌, 선일빌)	사업장 주소	강원도 횡성군 강천면 강천로10번길 78-28	사업장 주소		사업장 주소		사업장 주소	
업태	서비스업	종목	식품군충활용식품,신약,화장품류 연구개발	업태	농업	종목	곤충	업태	
이메일	keil.account@keilab.org	이메일		이메일	cys52113@naver.com	이메일		이메일	
작성일자	공급가액	세액	수량사유	비고					
2017-11-06	90,910,000	9,091,000	해당없음						
월 일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고		
11 06	케일에너지바오리지날	개	5,540	1,500	8,310,000	831,000			
11 06	팻스미스 영양저키 1	개	3,000	6,000	18,000,000	1,800,000			
11 06	팻스미스 영양저키 2	개	3,000	6,000	18,000,000	1,800,000			
11 06	팻스미스 영양쿠키	개	3,100	6,000	18,600,000	1,860,000			
11 06	슈퍼파워 저키 1	개	2,800	5,000	14,000,000	1,400,000			
11 06	슈퍼파워 저키 2	개	2,800	5,000	14,000,000	1,400,000			
합계금액	원금	수표	이음	외상미수금	이 금액을 (영수) 함				
	100,001,000								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다. 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 '조회/발급'전자세금계산서' 제3차 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서				승인번호	20171127-10000000-27703915				
등록번호	839-88-00459	중사업장번호		등록번호	130-85-63827	중사업장번호		등록번호	
상호명 (법인명)	주식회사 케일	성명	김용욱	상호명 (법인명)	주식회사 가민채(삼동점)	성명	전주성, 김광순	상호명 (법인명)	
사업장 주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호(선일빌, 선일빌)	사업장 주소	경기도 부천시 원미구 길주로 118(상동, 홀마트부천시점 동점3층)	사업장 주소		사업장 주소		사업장 주소	
업태	서비스업	종목	식품군충활용식품,신약,화장품류 연구개발	업태	음식	종목	편식	업태	
이메일	keil.account@keilab.org	이메일		이메일	03180229600@galincae.com	이메일		이메일	
작성일자	공급가액	세액	수량사유	비고					
2017-11-27	45,456,000	4,545,600	해당없음						
월 일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고		
11 27	케일에너지바오리지날	개	10,304	1,500	15,456,000	1,545,600			
11 27	팻스미스 영양저키 1	개	2,500	6,000	15,000,000	1,500,000			
11 27	팻스미스 영양저키 2	개	2,500	6,000	15,000,000	1,500,000			
합계금액	원금	수표	이음	외상미수금	이 금액을 (영수) 함				
	50,001,600								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다. 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 '조회/발급'전자세금계산서' 제3차 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서				승인번호	20180423-10000000-32523383				
등록번호	839-88-00459	중사업장번호		등록번호	224-81-66344	중사업장번호		등록번호	
상호명 (법인명)	주식회사 케일	성명	김용욱	상호명 (법인명)	농협회사법인 형성공벤이마을 주식회사	성명	김진석	상호명 (법인명)	
사업장 주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호(선일빌, 선일빌)	사업장 주소	강원도 횡성군 강천면 강천로10번길 78-28	사업장 주소		사업장 주소		사업장 주소	
업태	서비스업	종목	식품군충활용식품,신약,화장품류 연구개발	업태	농업	종목	곤충	업태	
이메일	keil_lab@naver.com	이메일		이메일	cys52113@naver.com	이메일		이메일	
작성일자	공급가액	세액	수량사유	비고					
2018-04-23	36,400,000	3,640,000	해당없음						
월 일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고		
04 23	팻스미스 블랙라벨(연어) 제7종				36,400,000	3,640,000			
합계금액	원금	수표	이음	외상미수금	이 금액을 (영수) 함				
	40,040,000								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다. 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 '조회/발급'전자세금계산서' 제3차 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

거 래 명 세 서

DATE 2018-03-31 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 261-81-04819 상호 ㈜트루커뮤니케이션 성명 강병준 주소 서울시 강남구 테헤란로34길 21-8 업태 서비스 업종 판매업
--	--

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 (갈치)	ea	11	5,000	50,000	5,000		
2	명가의습씨 (연어)	ea	29	5,000	131,818	13,182		
3	수피파원(닭가슴살)	ea	16	6,000	87,273	8,727		
4	수피파원(라이스)	ea	3	6,000	16,364	1,636		
5	수피파원(머병)	ea	4	6,000	21,818	2,182		
6	수피파원(황태)	ea	24	6,000	130,909	13,091		
소 계					₩	438,182	₩	43,818
합 계					₩		₩	482,000

특 이 사 항

경원상표권 매출

거 래 명 세 서

DATE 2018-02-28 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 104-86-36968 상호 11번가 성명 이인찬 주소 경기도 성남시 분당구 판교로 264 (상정동) 업태 통신판매업 업종 통신판매업
--	--

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 (갈치)	ea	3	5,000		1,364		
소 계					₩	13,636	₩	1,364
합 계					₩		₩	15,000

특 이 사 항

거 래 명 세 서

DATE 2018-07-11 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 220-81-62517 상호 네이버페이 성명 한성숙 주소 경기도 성남시 분당구 불정로 6 그린렉트리 업태 서비스업 업종 온라인정보제공업
--	---

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 2종	ea	10	5,000	50,000	5,000		
소 계					₩	50,000	₩	5,000
합 계					₩		₩	55,000

특 이 사 항

거 래 명 세 서

DATE 2018-07-31 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 613-85-13292 상호 갤러리아백화점 성명 김은수 주소 경상남도 진주시 진주대로 1095(방안동) 업태 도, 소매 업종 백화점, 일반음식
--	---

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 2종	ea	32	5,000		14,545		
소 계					₩	145,455	₩	14,545
합 계					₩		₩	160,000

특 이 사 항

거 래 명 세 서

DATE 2018-06-30 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 613-85-13292 상호 갤러리아백화점 성명 김은수 주소 경상남도 진주시 진주대로 1095(방안동) 업태 도, 소매 업종 백화점, 일반음식
--	---

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 2종	ea	12	5,000	54,545	5,455		
소 계					₩	54,545	₩	5,455
합 계					₩		₩	60,000

특 이 사 항

거 래 명 세 서

DATE 2018-07-31 (공급자 보관용)

등록번호 839-88-00459 상호 ㈜케이일 성명 김용욱 주소 서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩) 업태 제조업 업종 식용곡중합물 식품 제조업	등록번호 120-87-52227 상호 위메프 성명 박은상 주소 서울특별시 강남구 압동대로 502 (상정동) 위메프빌딩 업태 서비스 외 업종 데이터베이스 외
--	---

NO	품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액		
1	명가의습씨 2종	ea	12	2,300		2,509		
소 계					₩	25,091	₩	2,509
합 계					₩		₩	27,600

특 이 사 항

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-06-30	DATE	2018-07-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	120-87-55227			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	위메프 성명 박은상			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	서울특별시 강남구 영동대로 502 (삼성동) 위메프빌딩			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	서비스 외 업종 데이터베이스 외			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 2종	ea	48	2,300	100,364	10,036
소계				₩	100,364	₩ 10,036
합계				₩	110,400	
특이사항						

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-07-31	DATE	2018-07-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	101-81-52964			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	㈜롯데닷컴 성명 김경호			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	서울특별시 중구 을지로158(을지로4가, 삼풍빌딩0층)			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	도소매 업종 통신판매			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 2종	ea	16	4,500	65,455	6,545
소계				₩	65,455	₩ 6,545
합계				₩	72,000	
특이사항						

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-06-30	DATE	2018-07-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	101-81-52964			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	㈜롯데닷컴 성명 김경호			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	서울특별시 중구 을지로158(을지로4가, 삼풍빌딩0층)			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	도소매 업종 통신판매			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 2종	ea	4	4,500	16,364	1,636
소계				₩	16,364	₩ 1,636
합계				₩	18,000	
특이사항						

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-07-31	DATE	2018-07-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	101-81-52964			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	㈜롯데닷컴 성명 김경호			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	서울특별시 중구 을지로158(을지로4가, 삼풍빌딩0층)			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	도소매 업종 통신판매			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 2종	ea	4	4,500	16,364	1,636
소계				₩	16,364	₩ 1,636
합계				₩	18,000	
특이사항						

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-05-31	DATE	2018-05-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	220-81-62517			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	네이버페이 성명 한성숙			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	경기도 성남시 분당구 불정로 6 그린팩토리			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	서비스업 업종 온라인정보제공업			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 (연어)	ea	3	5,000	13,636	1,364
소계				₩	13,636	₩ 1,364
합계				₩	15,000	
특이사항						

거래명세서		(공급자 보관용)				
DATE	2018-05-31	DATE	2018-05-31			
등록번호	839-88-00459	등록번호	613-85-13292			
상호	㈜케일 성명 김용욱	상호	갤러리아백화점 성명 김은수			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	경상남도 진주시 진주대로 1095(팔안동)			
업태	제조업 업종 식품군총합용 식품 제조업	업태	도소매 업종 백화점, 유통업			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습세 2종	ea	26	5,000	118,182	11,818
소계				₩	118,182	₩ 11,818
합계				₩	130,000	
특이사항						

거래명세서						
DATE 2018-04-30		(공급자 보관용)				
등록번호	839-88-00459	등록번호	613-85-13292			
상호	(주)계일 성명 김용욱	상호	갤러리아백화점 성명 김은수			
주소	서울특별시 중구 동호로 191, 4층 403호 (신당동, 선일빌딩)	주소	경상남도 진주시 진주대로 1095(평안동)			
업태	제조업 업종 식용곤충활용 식품 제조업	업태	도, 소매 업종 백화점, 유통점			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액
1	명가의습씨 2종	ea	28	5,000	127,273	12,727
소계					127,273	12,727
합계						140,000
특이사항						

○곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설체계 모델 제시

- 생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 대량생산 기술 확립
- 농가별 대량사육 자동화 기술 확립 및 구축
- 대량생산 곤충 수매를 통한 농가 소득증대
- 농가별 대량생산 체계 경제성 분석

●연구결과

1. 생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 대량생산 기술 확립

(1) 갈색거저리 자동화 대량생산 기술

1) 본 연구과제를 통한 자동화 기술 종합

◦종충선발 및 성충 짝짓기

-본과제 수행을 위한 대상곤충으로서는 영양성분분석 결과, 대량사육의 효율성 및 경제성을 바탕으로 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미, 아메리카동애등을 선정하였으며 그중 갈색거저리는 갈색거저리 탈지후 분말 및 식품원료를 추출한 거저리박을 활용하여 반려동물 및 오리의 사료로 개발

-갈색거저리 종충은 2010년도부터 한국유용곤충연구소에서 누대사육하던 개체를 대량사육 시스템을 구축하여 사육규모 300㎡월 100~300kg 생산규모로 구축하여 가동중이며 생산된 갈색거저리는 오리사료 및 양어사료의 소재, 가금류 사료로 적용

-갈색거저리 번데기를 분리하여 사육실에 놓아두면 온도조건에 따라 10~20일 사이에 성충으로 우화한다. 성충을 분리하기위해서는 계란판, 키친타올, 신문 등 거저리가 잘 달라붙는 재질을 이용하여 우화한 성충을 쉽고 안전하게 분리할 수 있음

-성충 짝짓기: 성충은 과일 또는 인공먹이를 공급하면 수명연장, 산란수 증가를 기대



그림. 갈색거저리 성충의 과일 섭식모습 및 산란판의 성충들



그림. 번데기에서 우화한 성충의 손쉬운 분리방법

- 채란: 갈색거저리는 일반적인 사료인 밀기울과 미강에 단백질을 추가하면 성충의 수명, 산란기간 및 산란수가 증가하는 것으로 조사된바 있음(김 등, 2015). 단백질을 어분, 분유 등을 활용할 수 있을 것으로 생각되었다. 또한 성충에게 과일 및 당성분과 단백질 성분을 성충먹이로 공급하면 수명 및 산란수 증대에 기여할 것으로 기대
- 대량사육을 위해서는 채란판을 이용하여 인건비를 절감하는 방식으로 사육하였으며 채란 기간은 사육환경 및 생산량에 따라 1~2일 간격으로 조절하였음
- 채란판은 자체 제작하는 것보다 기성품을 구매하는 것이 저렴하였으며 사육규모와 생산량에 맞게 선반을 이용하여 적재하면 효율적으로 활용할 수 있음

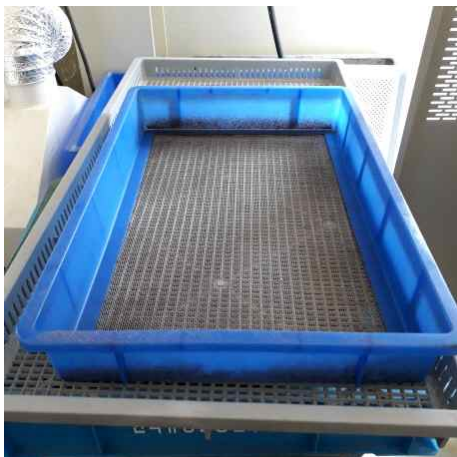


그림. 채란판과 채란판에서 산란중인 갈색거저리 성충



그림. 선반에 적재된 유충사육상(종이상자, 플라스틱 규격 상자)

◦유충관리

- 유충의 먹이로 흔히 알려진 밀기울, 미강 외에 맥주박, 막걸리박, 어분 등을 활용할 수도 있으며 과일과 채소를 공급하면 더욱 건강히 사육할 수 있다.



◦번데기관리

- 번데기와 유충을 분리하기위해 선별기를 활용할 수 있으나 선별기를 이용할 경우 기계적 운동에 의한 거저리의 손상이 유발될 수 있으므로 주의하여야함. 갈색거저리를 판매하기 위한 경우는 번데기가 되기 직전에 흔들채(진동체)를 이용하여 분변을 분리한 후 바로 세척하여 상품으로 활용할 수 있으며 종종으로 사육하기위해서는 충분한 먹이와 서식공간을 유지하여 최대한 큰 개체로 사육한 후 번데기를 선별기로 분리하여 적당한 번데기 보관 상자에 넣어 우화하기전까지 보관. 일반적으로 번데기 보관상자는 키친타올 등으로 덮어 수분의 증발 및 번데기의 안정을 유지하는 것이 좋음(선별기-1년차 결과 참고)
- 우화한 성충은 즉시 분리하여 다른 번데기에 피해를 발생하지 않도록 함. 우화한 성충은 성충이 잘 달라붙는 재질을 이용하여 우화한 성충이 손상되지 않도록 조심스럽게 분리하는 것이 좋음

◦생산물 관리

- 분리기(진동체) 활용: 갈색거저리 유충과 분변을 분리하기위해 손쉽게 사용하는 진동체

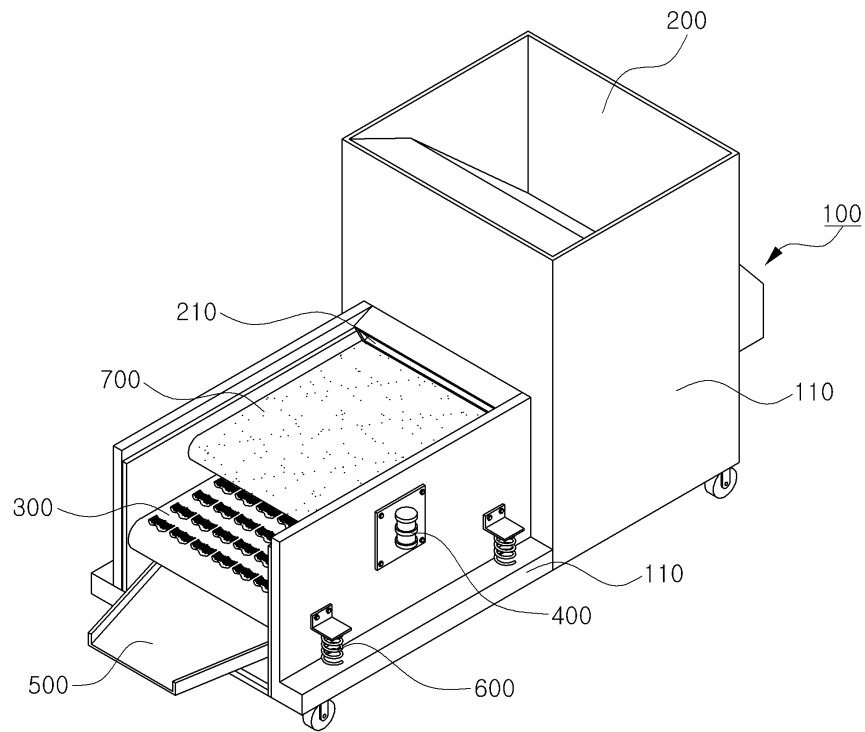


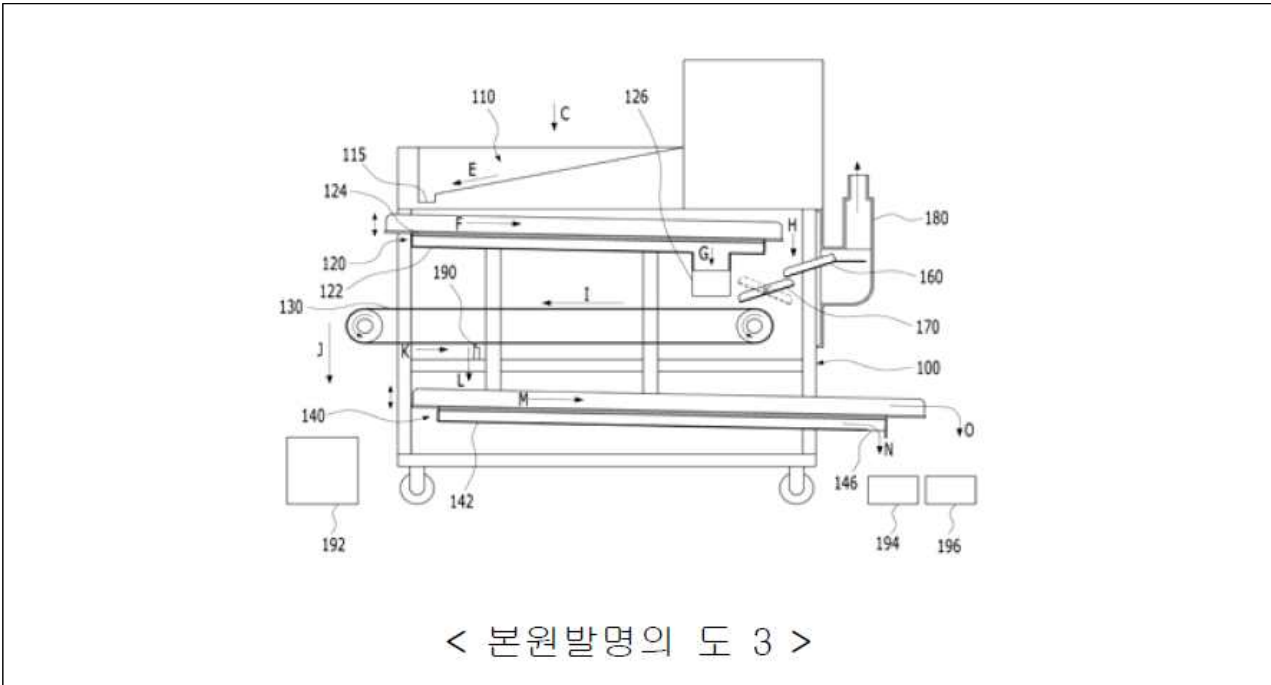
그림. 진동체(유충분리)



그림. 선별기(유충과 먼데기 분리)

선별기 등록특허 내용





-건조기(마이크로웨이브) 활용



그림. 컨베이어벨트형 건조기와 본과제로 개발된 건조기(2단)

-착유기 활용: 사료용 곤충을 가축의 사료로 활용할 경우 오일의 함량이 많아 착유과정을 거쳐 적정량의 오일만 함유하도록 할 수 있음. 갈색거저리는 오일이 30%내외로 많아 그 중 약 20%를 착유하여 다양한 용도로 활용할 수 있음. 거저리 오일은 최근에는 화장품 소재개발에 이용하기도 함.



그림. 곤충 착유기(압착 착유방식)



그림. 갈색거저리 착유후 오일

-분쇄기 활용: 착유후 사료곤충은 적당한 크기로 분쇄하여 사료의 원료 및 첨가사료로 제작 가능

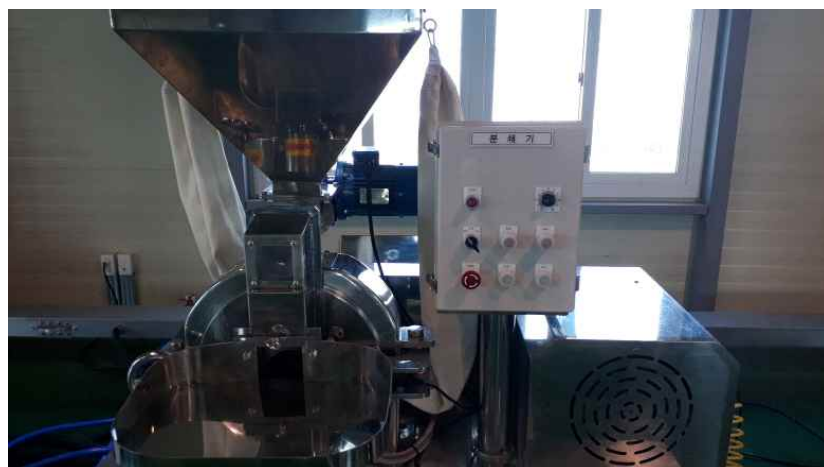


그림. 곤충 분쇄기(냉풍방식)

사료용 곤충의 탈지 후 영양성분표

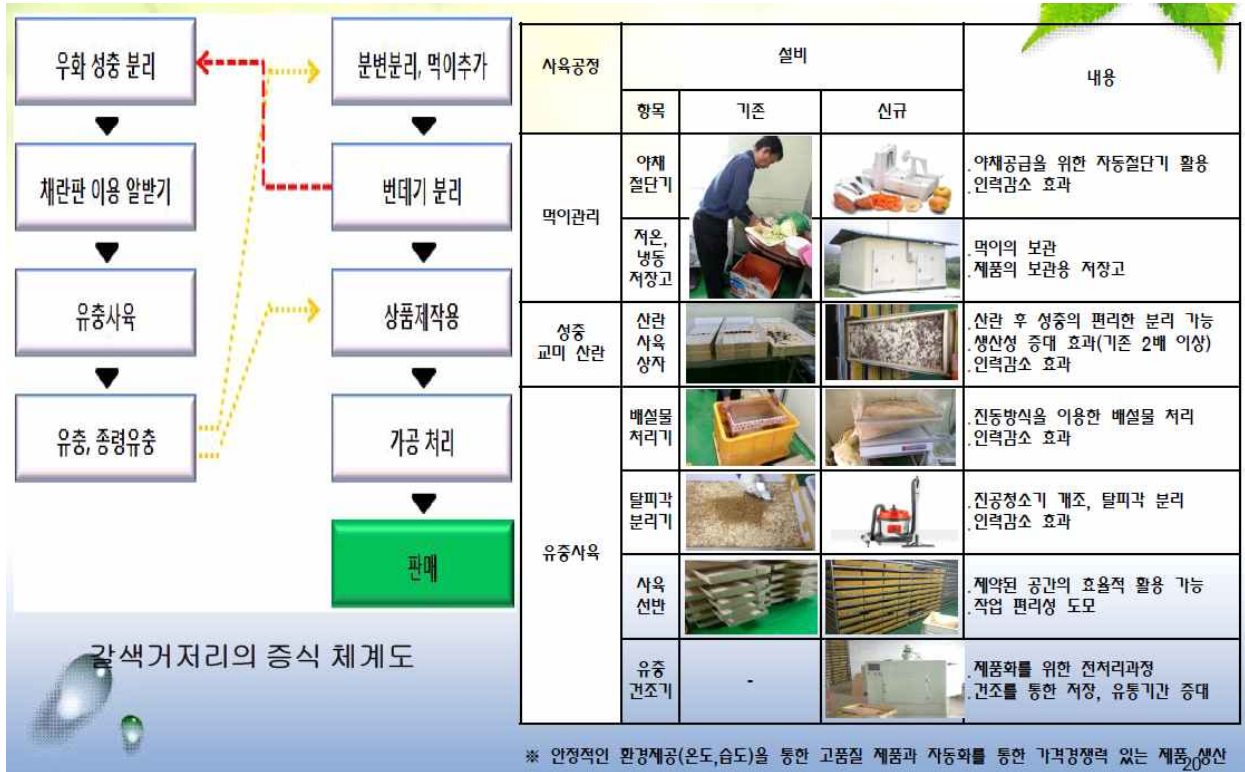
성분(%)	동애등에분말	거저리분말	성분(%)	동애등에분말	거저리분말
수분	3.74	4.43	조회분	13.18	1.58
조단백질	60.23	69.98	염분	0.48	0.50
조지방	2.79	1.95	cal (cal/g)	4,273	5,004
조섬유	12.83	7.28			
성분(mg/kg)	동애등에분말	거저리분말	성분(mg/kg)	동애등에분말	거저리분말
마그네슘(Mg)	4688.36	1564.39	아연(Zn)	94.32	28.45
망간(Mn)	276.34	48.38	비소(As)	0.00	0.00
나트륨(Na)	2197.48	49.30	카드뮴(Cd)	0.00	0.00
인(P)	7987.64	3510.59	수은(Hg)	0.13	0.14
크롬(Cr)	0.00	0.00	납(Pb)	0.00	0.00
무기성분(mg/kg)	동애등에분말	거저리분말	무기성분(mg/kg)	동애등에분말	거저리분말
칼슘(Ca)	4003.70	315.67	철(Fe)	82.27	15.81
구리(Cu)	12.86	4.32	칼륨(K)	10386.61	3708.26
아미노산(%)	동애등에분말	거저리분말	아미노산(%)	동애등에분말	거저리분말
시스테인(CYS)	0.395	0.578	이소루신(Ile)	2.383	2.744
메치오닌(MET)	1.078	0.883	루신(Leu)	4.272	5.195
아스파르트산(ASP)	5.656	5.832	타이로신(Tyr)	3.868	5.128
트레오닌(THR)	2.447	2.847	페닐알라닌(Phe)	2.578	2.780
세린(SER)	2.671	3.276	라이신(Lys)	3.542	3.698
글루탐산(GLU)	6.412	8.260	히스티딘(His)	1.836	2.225
글리신(GLY)	3.301	3.624	아르기닌(Arg)	3.096	3.750
알라닌(ALA)	3.639	4.956	프롤린(Pro)	3.730	4.658
발린(VAL)	2.971	3.712			

◦생산 목적별 대량생산 기술 확립

-중식용(우점증개발용) 대량사육 생산 시스템

갈색거저리는 생산량 증대 및 사육효율을 높여 대량생산의 경제성을 확보하고 사료로 활용하기 위한 연구들이 진행되어져 왔다(김 등 2015). 이러한 선행연구를 바탕으로 대량생산된 거저리를 식용의 소재로 활용하고 남은 폐박을 오리사료 및 반려동물 간식으로 개발할 수 있어 경제성을 확보할 수 있다.

-판매용 대량사육 생산 시스템



-곤충 자동화 대량생산 기술 분석

최근 국내특허 및 국제특허에서 산업곤충을 대량사육 할 수 있는 시스템에 대한 특허들이 출원되고 있다. 곤충은 각각의 종류별로 형태학적특징, 사육환경 및 먹이조건 등이 다르기 때문에 각각의 곤충에 대한 사육시스템이 구축되어야 하지만 산업곤충을 대량사육하기 위해서는 일반적으로 선반형 및 자동 컨베어 시스템이 포함된 자동화 사육시스템을 개발 할 수 있다.

자동사육시스템은 주로 식용곤충인 갈색거저리와 흰점박이꽃무지, 쌍별귀뚜라미등에 적용되며 사료곤충인 아메리카동애등에도 반자동시스템을 이용하여 인건비를 절감하여 생산성을 높일 수 있다. 아메리카동애등에 자동화사육시스템은 (주)씨아이이에프에서 이미 시설을 구축하여 일 5톤 규모로 연중사육시스템을 가동중에 있다.

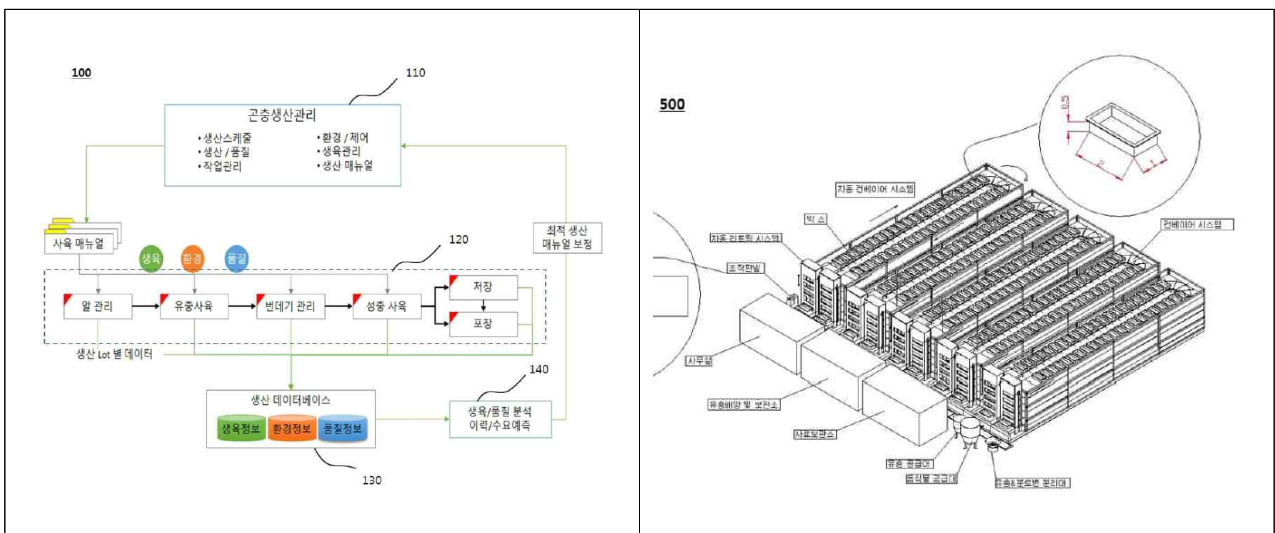


그림. 국내 곤충사육 자동화와 관련된 특허기술(10-1865044)

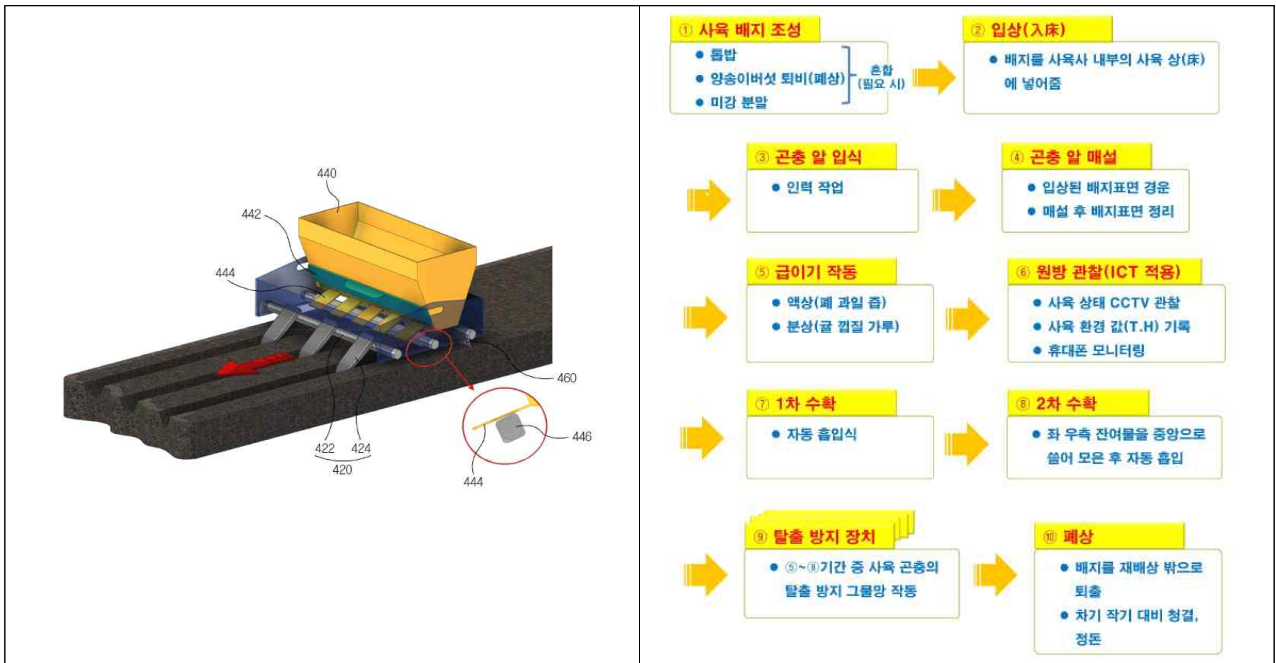


그림. 국내 곤충사육 자동화와 관련된 특허기술(10-2018-0047041)

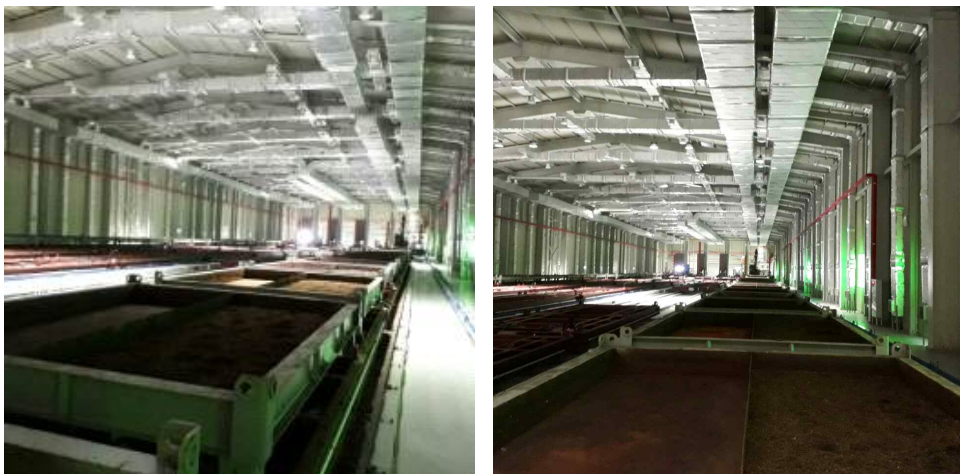


그림. 사료곤충 아메리카동애 자동화 사육 시스템((주)씨아이이에프)

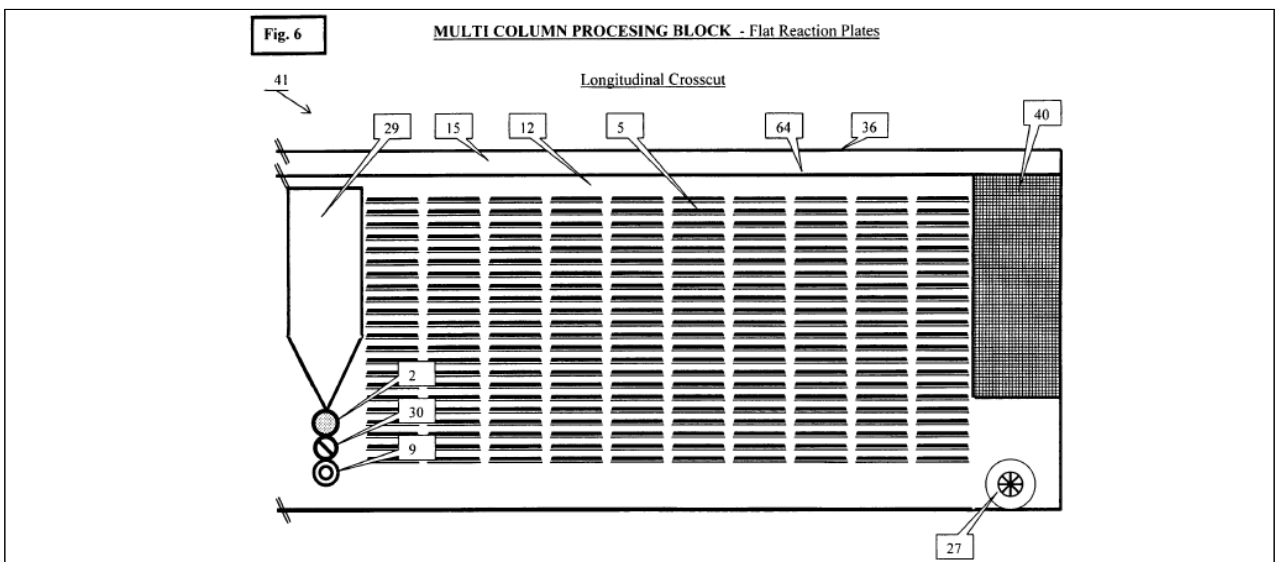


그림. 국제특허(PCT/CA2008/000825) System for processing organic waste using insect larvae

◦생산비 절감 방법

-대상곤충의 생산비 절감을 위해서는 각 곤충의 생태학적 특징을 고려하여 사육단계별로 자동화 및 반자동화 할 수 있는 장치 및 사육법을 개발하여야한다. 최근까지 가장 잘 알려진 방법으로 곤충종별로 절감할 수 있는 비용부분과 내용 및 관련 장치와 방법을 간략히 정리하였다.

표. 갈색거저리 생산비 절감을 위한 사육방법

	내용	비용	비용절감법	관련 장치, 장비(재료)
1	알받기	인건비	성충분리	채란판
2	유충관리	인건비	분변분리	분리기(진동체)
		재료비	부산물(맥주박 등) 활용	부산물 건조장치
3	번데기관리	인건비	유충, 번데기 분리	선별기
4	종령유충관리	인건비	생산물	건조기

표. 쌍별귀뚜라미 생산비 절감을 위한 사육법

	내용	비용	비용절감법	관련 장치, 장비(재료)
1	알받기	인건비	알받이 활용	채란판
		재료비	산란매지 재활용	원예용상토
2	약충관리	인건비	먹이, 물 공급	먹이판, 물통
		재료비	부산물활용 사료배합	미강, 밀기울, 어분 등
3	성충분리	인건비	습성 및 행동 활용	깔대기, 종이상자
4	생산물 관리	인건비	세척, 건조	세척통, 건조기

표. 아메리카동애등에 생산비 절감을 위한 사육법

	내용	비용	비용절감법	관련 장치, 장비(재료)
1	알받기	인건비	저렴한 소재	골판지채란판
2	유충관리	인건비	집단사육	부화유충사육통
		재료비	부산물 활용	남은음식물 건조사료, 폐기용 식자재 등
3	유충, 번데기분리	인건비	사육매지 습도조절	분리기(진동체)
4	생산물 관리	인건비	건조, 착유, 분쇄	건조기, 착유기, 분쇄기

1. 농가별 대량사육 자동화 기술 확립 및 구축

창조경제 혁신센터 곤충 교육, 전남 생물방제센터, 시군 농업기술센터의 산업곤충 교육을 통해 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미, 동애등에 등에 대한 자동화 대량사육 기술을 위한 환경관리 및 시설, 장치에 대한 내용의 교육을 실시하였다.

- (1) 2016년, 2017년 3회, 2018년 현재 1회에 걸쳐 고소득 농어가 농장실습제((재)전남창조경제 혁신센터)를 통해 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미, 동애등에 등 산업곤충의 사육을 실습함



그림. 2018년 7월 18일 고소득 농어가 실습모습(한국유용곤충연구소 세미나실 및 생물방제센터)

(2) 산업곤충 사육 및 자동화 대량사육 기술 보급

2017년부터 현재까지 전국 산업곤충 강의를 통해 본 연구과제를 통해 연구된 자동화 기술을 농가에 보급함

연도	시군, 소속	날짜	강의내용
2017	고흥군농업기술센터	5.23/ 6.13	쌍별귀뚜라미사육기술 1, 2
2017	고양시농업기술센터	4.26	귀뚜라미, 땅강아지, 벼메뚜기
2017	고흥군농업기술센터	7.26/ 11.1	쌍별귀뚜라미, 충질위생 등
2017	곡성군농업기술센터	3.14/ 3.21/ 5.16	쌍별귀뚜라미, 아메리카동애등에 등
2017	대전시농업기술센터	3.31	쌍별귀뚜라미, 동애등에 생태 및 사육

연도	시군, 소속	날짜	강의내용
2017	양주시농업기술센터	6.9	쌍별귀뚜라미 생태 및 사육
2017	카톨릭상지대학교	11.18	산업곤충의 이해 및 사육
2017	해남군농업기술센터	3.14	흰점박이꽃무지 생태 및 사육
2017	전라남도농업기술원	4.6/ 7.4~5	산업곤충의 이해 및 사육, 현장실습
2017	장성군 곤충잡업연구소	2.6~7	산업곤충담당자 역량강화 사육 실습: 쌍별귀뚜라미, 아메리카동애등에
2018	보성군농업기술센터	5.9/ 5.16/ 5.23	산업곤충의 이해, 산업곤충 사육 및 종류
2018	양주시농업기술센터	5.17	쌍별귀뚜라미, 땅강아지 생태 및 사육기술
2018	옥천군농업기술센터	3.20	산업곤충의 이해 및 종류
2018	제천시농업기술센터	5.29	식용곤충사육법(갈색거저리, 쌍별귀뚜라미 대량사육)
2018	천안시농업기술센터	3.16	쌍별귀뚜라미, 산업곤충 사육기준 및 종충관리
2018	화순군나눔세상	7.2~26	곤충산업의 이해 및 산업곤충 종류별 생태 및 사육

(3) 소상공인시장진흥공단 교육에서 산업곤충의 이해 및 전망 및 사육에 대해 교육함
 2016년부터 현재까지 소상공인을 대상으로 산업곤충 강의를 통해 본 연구과제를 통해 연구된 자동화 기술을 교육함

(4) 곤충소재 제형화 장비 조사
 경남진주 곤충산업화 센터의 곤충가공장비를 모델로 하여 제형화 장비



내부 전경



과립기



분쇄기



건조기



적외선 건조기



포장기



착유기



포장기

(5) 자동화 기술 농가보급 및 활성화를 위한 2018년 신활력 플러스 사업 추진 내용

I 사업개요

○ 추진배경

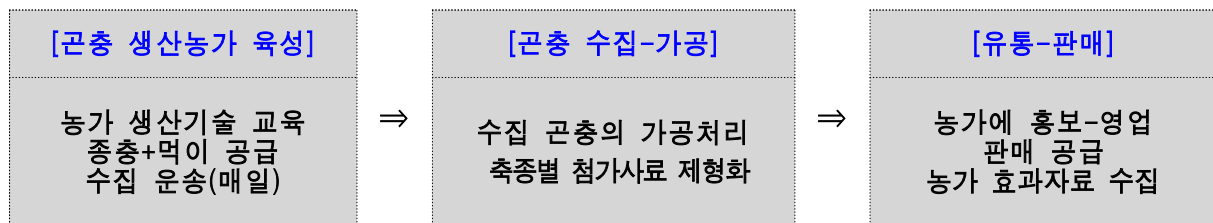
- 곤충산업은 21세기 신 성장 동력산업으로
- 곤충산업을 통한 귀농·귀촌인의 자립과 지역경제 활성화 도모



○ 사업개요

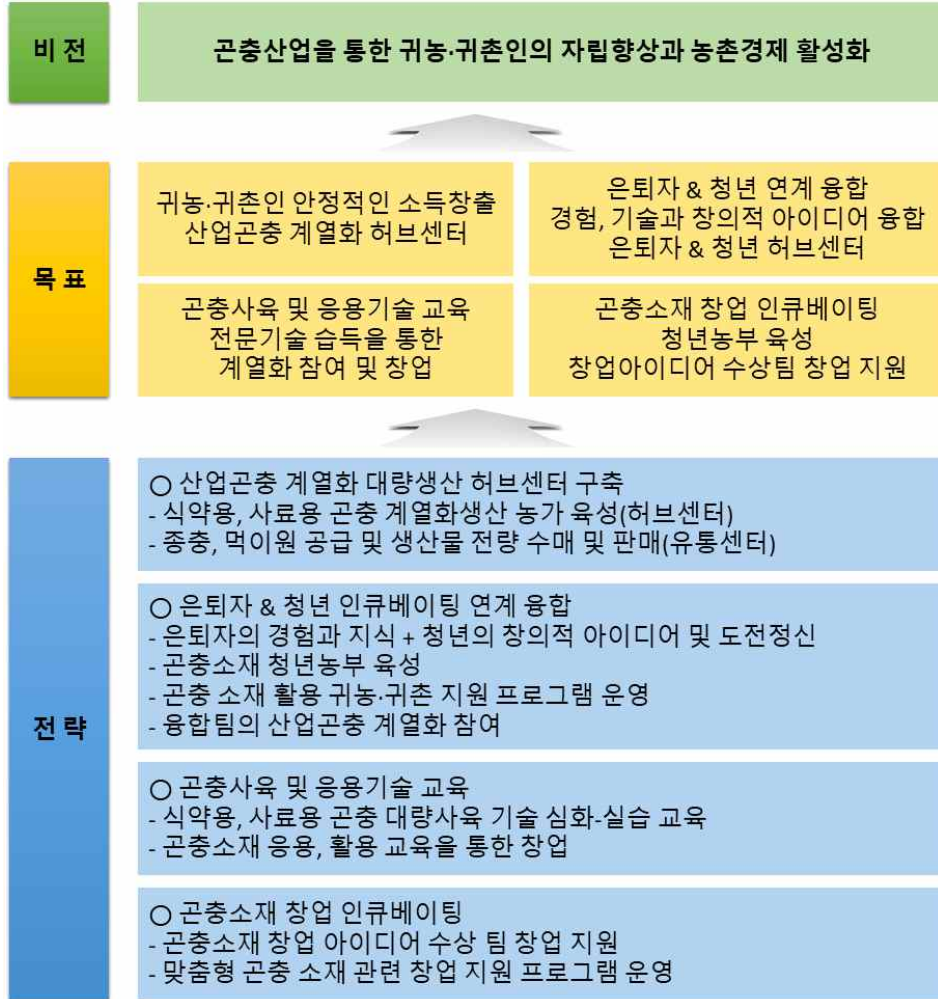
- 사업주체 : 곡성군(‘벅스라이프’ 신활력플러스사업 추진단)
- 사업권역 : 곡성군 옥과권역(옥과면, 입면, 검면, 오산면)
- 사업비 : 70억 원(국비 49억 원, 지방비 21억 원)
- 사업내용 : ‘벅스라이프’ 귀농·귀촌 곤충산업 육성

○ 곤충산업분야 중 빠른 시간에 자립형 수익구조로 만들어 갈 수 있는 분야를 특화하여 지역 곤충산업 모델을 구축함.



II 기본구상

○ 비전 및 발전목표

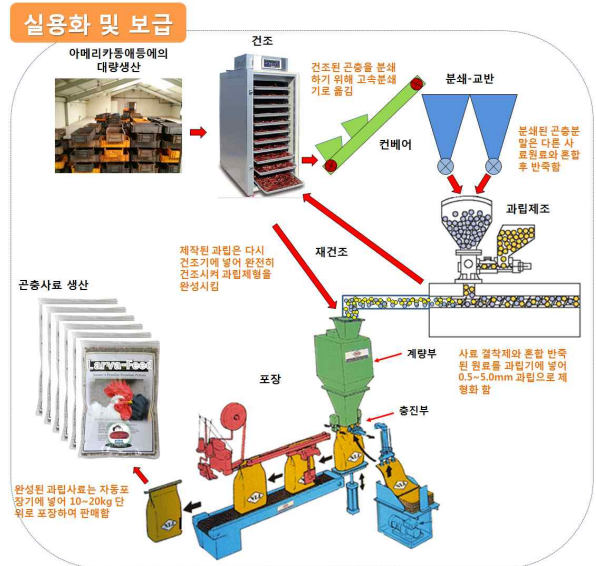
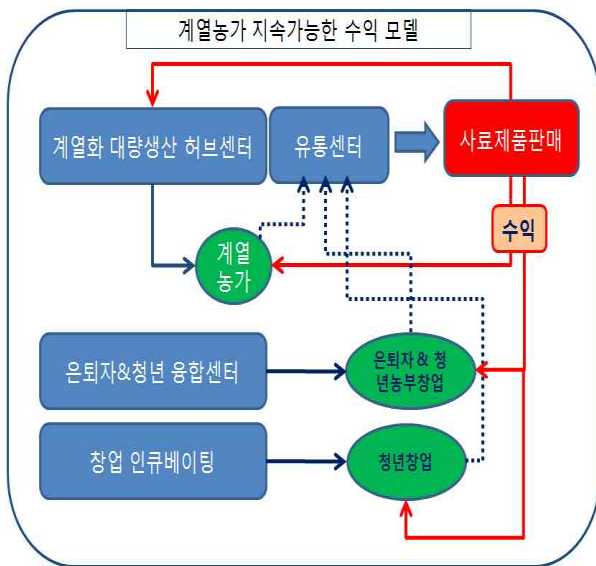


○ 사업 연계도 및 자립적 발전역량 강화



II 기본구상

○ 사업 연계도 및 자립적 발전역량 강화



III 기대효과

- 산업곤충 계열화 대량생산 허브 및 유통센터 건립
 - ☞ 일자리 창출 : 관리직 1명, 전문직 3명, 생산직 5명, 영업직 5명 등
- 계열화 곤충 사육농가 육성 : 자립구조 농가 50호 육성
- 은퇴자 & 청년 융합 허브센터 구축 : 귀농·귀촌인 유치
- 곤충소재 창업 아이디어 발굴 및 육성 : 연중 3팀
- 곤충산업 클러스터의 메카로 자리매김
- 고령인, 귀농, 귀촌인의 안정적인 수입원 확보
- 곡성군내 곤충사육 희망 농가 이주로 귀농·귀촌 인구 유입 효과
- 청년 창업 인구 유입 및 창업활성화 기대
- 곤충산업 발전의 토대마련과 이를 통한 지역경제 활성화

(6) 농가소득 증대를 위한 수매가격 안정화 및 대책

- 1) 2018년 현재 사료곤충을 양어사료용으로 실험중이며 결과에 따라 갈색거저리 및 쌍별귀뚜라미의 수요가 증가하여 기술이전 농가로부터 수매하여 공급할 수 있을 것으로 생각됨.
- 2) 2019년 아메리카동애등에 분말의 가금류(산란계 등)용 판매량이 증가할 것으로 생각되어 계열화 농가 육성이 가능할 것으로 생각됨.
- 3) 반려동물 간식 재료 확보를 위한 수매가격 안정화 및 대책을 통해 갈색거저리 생산농가로부터 적절한 가격에 수매하는 시스템일 구축할 필요가 있음.

3. 대량생산 곤충 수매를 통한 농가 소득증대: 본 과제를 통하여 제품을 개발하는 과정에 건조 곤충 또는 곤충가공물 구매를 위한 곤충을 구매하여 사용하였음(약 35,000,000여원 수매). 이후 제품의 사업화를 통하여 곤충사육농가에 대한 곤충수매가 지속적으로 이루어질 것으로 기대하고 있음

거 래 명 세 서								
DATE : 2016. 12.28			(공급받는자 보관용)					
공급자	등록번호	129-18-77498		공급자	등록번호	129-18-77498		
	상호	㈜케일	성명		김용복	상호	전남대학교	성명
주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			
업태	도소매	업종	식품	업태		업종		
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액		
1	건조밀웜	kg	13	35,910	466,830	46,683		
2	밀웜박	kg	21	38,000	798,000	79,800		
3	밀웜 단백질분말	kg	16	89,700	1,435,200	143,520		
					0	0		
					0	0		
					0	0		
					0	0		
계					2,700,030	270,003		
특이사항		백원미만 결사						
합계금액		₩2,970,000						

거 래 명 세 서								
DATE : 2017.01.23			(공급받는자 보관용)					
공급자	등록번호	129-18-77498		공급자	등록번호	129-18-77498		
	상호	㈜케일	성명		김용복	상호	전남대학교	성명
주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			
업태	도소매	업종	식품	업태		업종		
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액		
1	건조밀웜	kg	57	35,910	2,046,870	204,687		
2	밀웜박	kg	16	38,000	608,000	60,800		
			0		0	0		
					0	0		
					0	0		
					0	0		
계					2,654,870	265,487		
특이사항		백원미만 결사						
합계금액		₩2,920,000						

거 래 명 세 서										
DATE : 2017. 02. 02 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	15	35,910	538,650	53,865				
2	밀원박	kg	55	38,000	2,090,000	209,000				
3	밀원 단백질분말	kg	1	89,700	89,700	8,970				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,718,350	271,835				
특이사항		백원미만 절사								
합계금액		₩2,990,000								

거 래 명 세 서										
DATE : 2017.02.15 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	13	35,910	466,830	46,683				
2	밀원박	kg	21	38,000	798,000	79,800				
3	밀원 단백질분말	kg	16	89,700	1,435,200	143,520				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,700,030	270,003				
특이사항		백원미만 절사								
합계금액		₩2,970,000								

거 래 명 세 서										
DATE : 2017.03.03 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	17	35,910	610,470	61,047				
2	밀원박	kg	20	38,000	760,000	76,000				
3	밀원 단백질분말	kg	14	89,700	1,255,800	125,580				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,626,270	262,627				
특이사항		천원이하 절사								
합계금액		₩2,880,000								

거 래 명 세 서										
DATE : 2017.03. 10 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	13	35,910	466,830	46,683				
2	밀원박	kg	21	38,000	798,000	79,800				
3	밀원 단백질분말	kg	16	89,700	1,435,200	143,520				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,700,030	270,003				
특이사항		백원미만 절사								
합계금액		₩2,970,000								

거 래 명 세 서										
DATE : 2017.03.31 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	15	35,910	538,650	53,865				
2	밀원박	kg	55	38,000	2,090,000	209,000				
3	밀원 단백질분말	kg	1	89,700	89,700	8,970				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,718,350	271,835				
특이사항		백원미만 절사								
합계금액		₩2,990,000								

거 래 명 세 서										
DATE : 2017.04. 18 (공급받는자 보관용)										
공급 자	등록번호	129-18-77498			등록번호					
	상호	㈜케일	성명	김용득	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님		
	주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호			주소					
	업태	도소매	업종	식품	업태					
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조밀원	kg	18	35,910	646,380	64,638				
2	밀원박	kg	17	38,000	646,000	64,600				
3	밀원 단백질분말	kg	15	89,700	1,345,500	134,550				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,637,880	263,788				
특이사항		천원이하 절사								
합계금액		₩2,900,000								

거래명세서										
DATE : 2017.04.07					(공급받는지 보관용)					
등록번호	129-18-77498				등록번호	409-82-11942				
상호	위계일	성명	김용득	업태	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님	업태	
주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호				주소					
업태	도소매	업종	식품	업태		업종				
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조알뜰	kg	20	35,910	718,200	71,820				
2	밀원박	kg	21	38,000	798,000	79,800				
3	밀원 단백질분말	kg	13	89,700	1,166,100	116,610				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,682,300	268,230				
특이사항		전원이하 절사								
합계금액		₩2,950,000								

거래명세서										
DATE : 2017.10.31					(공급받는지 보관용)					
등록번호	383-97-00255				등록번호	409-82-11942				
상호	덕동분교 친환경농업	성명	황진하	업태	상호	전남대학교	성명	한연수 교수님	업태	
주소	충청북도 제천시 백운면 덕동로2길 20				주소	광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)				
업태	농업	업종	농업	업태	서비스	업종	연구개발업			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	일색거저리쌀	kg	23	26,000	598,000	0				
2	장수풍뎡이 유충	kg	11	20,000	220,000	0				
3	원점박이꽃무지 유충	kg	3	200,000	600,000	0				
4	배뚜기(냉동)	kg	5	180,000	900,000	0				
5	귀뚜라미	kg	4	150,000	600,000	0				
					0	0				
계					2,918,000	0				
특이사항		*영양확인 1,000원								
합계금액		₩2,917,000								

거래명세서										
DATE : 2017.12.01					(공급받는지 보관용)					
등록번호	129-18-77498				등록번호	409-82-11942				
상호	위계일	성명	김용득	업태	상호	전남대학교산학협력단	성명	송진규	업태	
주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호				주소	광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)				
업태	도소매	업종	식품	업태	서비스	업종	연구개발업, 학술연구용역			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	밀원박	kg	36	38,000	1,368,000	136,800				
2	밀원 단백질분말	kg	15	89,700	1,345,500	134,550				
3					0	0				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,713,500	271,350				
특이사항										
합계금액		₩2,984,850								

거래명세서										
DATE : 2017.12.12					(공급받는지 보관용)					
등록번호	129-18-77498				등록번호	409-82-11942				
상호	위계일	성명	김용득	업태	상호	전남대학교산학협력단	성명	송진규	업태	
주소	서울시 중구 동호로 191번지, 4층 403호				주소	광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)				
업태	도소매	업종	식품	업태	서비스	업종	연구개발업, 학술연구용역			
NO	품명	규격	수량	단가	공급가액	세액				
1	건조알뜰	kg	13	35,910	466,830	46,683				
2	밀원박	kg	21	38,000	798,000	79,800				
3	밀원 단백질분말	kg	16	89,700	1,435,200	143,520				
					0	0				
					0	0				
					0	0				
계					2,700,030	270,003				
특이사항		전원이하 절사 : 총액 2,970,000원								
합계금액		₩2,970,000								

4. 농가별 대량생산 체계 경제성 분석

농가별로 자동화장치 및 사육법을 병행하면 비용 절감을 통해 경제성을 확보할 수 있다.

표. 갈색거저리 사육 자동화에 따른 비용절감효과

내용	관련 장치, 장비(재료)	비용절감효과	경제성분석
1 알받기	채란판	높음	연 3,000,000원 절감
2 유충 및 번데기 관리	분리기(진동체), 선별기	매우높음	연 18,000,000원 절감
3 생산물 관리	건조기	매우높음	연 13,000,000원 절감

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> • 증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 채반(나무): 100채란상(22,000원/개) - 채란수 감소: 통계적인 차이 없음 - 계(A) : 2,200,000원 	<ul style="list-style-type: none"> • 증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 125원/개 - 100채란상/농가: 12,500원/일 × 20일(1개월) = 250,000원 * 12개월 - 계(B) : 3,000,000원
<ul style="list-style-type: none"> • 추정 수익액(B-A) = 1년차 800,000원/년 2년차 이후 연간 3,000,000원 이익 	

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 선별기 구매가격(A): 10,000,000원~15,000,000원 	<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 100유충상 × 1일 × 1~2인 - 100유충상/일: 75,000원/일 × 20일(1개월) = 1,500,000원 * 12개월 - 계(B) : 18,000,000원
<ul style="list-style-type: none"> •추정 수익액(B-A) = 1년차 3,000,000원/년 2년차 이후 연간 18,000,000원 이익 	
<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로웨이브 건조기 구매가격: 10,000,000원~15,000,000원 - 60kg/마이크로건조 비용 : 12kw × 3.3hr × 42원 × 60kg = 99,792원 - 계(A) : 99,792원 * 건조기 용량: 2~3kg/1회 × 5~10분 * 전기료: 12kw × 42원/hr 	<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 60kg/동결건조 비용 : 18kw × 48hr × 42원 × 60kg = 2,177,280원 - 계(B) : 2,177,280원 - 60kg/열풍건조 비용 : 3.5kw × 24hr × 42원 × 60kg = 211,680원 - 계(B) : 211,680원 × 10회/월 = 2,116,800원
<ul style="list-style-type: none"> •추정 수익액(B-A) = 수익액 111,888원/회 × 10회/월 = 1,118,880원 × 12월 = 13,426,560원 	

표. 쌍별귀뚜라미 사육 자동화에 따른 비용절감효과

	내용	관련 장치, 장비(재료)	비용절감효과	경제성분석
1	알받기	채란판, 원예용상토	있음	-
2	약충관리	먹이판, 물통	매우 높음	연 24,000,000원 절감
3	생산물 관리	건조기	높음	연 18,000,000원 절감

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 물통: 1000 사육상(1,000원/개) - 채란수 감소: 통계적인 차이 없음 - 계(A) : 1,000,000원 	<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 인건비: 100원/개 - 1000 사육상/농가: 100,000원/일 × 20일(1개월) = 2,000,000원 * 12개월 - 계(B) : 24,000,000원
<ul style="list-style-type: none"> •추정 수익액(B-A) = 1년차 23,000,000원/년 2년차 이후 연간 24,000,000원 이익 	
<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 비용: <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로웨이브 건조기 구매가격: 10,000,000원~15,000,000원 - 60kg/마이크로건조 비용 : 12kw × 3.3hr × 42원 × 60kg = 99,792원 - 계(A) : 99,792원 * 건조기 용량: 2~3kg/1회 × 5~10분 * 전기료: 12kw × 42원/hr 	<ul style="list-style-type: none"> •증가되는 이익 <ul style="list-style-type: none"> - 60kg/동결건조 비용 : 18kw × 48hr × 42원 × 60kg = 2,177,280원 - 계(B) : 2,177,280원 - 60kg/열풍건조 비용 : 3.5kw × 24hr × 42원 × 60kg = 211,680원 - 계(A) : 211,680원 × 10회/월 = 2,116,800원
<ul style="list-style-type: none"> •추정 수익액(B-A) = 수익액 111,888원/회 × 10회/월 = 1,118,880원 × 12월 = 13,426,560원 	

- 건조 쌍별귀뚜라미 생산비 분석
 - 10kg/일(=300kg/월) 생산
 - 총 1,000(50L기준) 사육상 사육

표. 쌍별귀뚜라미 건조분말 200g 생산에 필요한 사육경비를 통한 단가 산정

항목	단가(원)	수량(kg)	합계(원)	비고
쌍별귀뚜라미 먹이(사료)1	500/kg	5	2,500	
채소(무 등)2	1,000원/개	5	5,000	
인건비3	1,800,000원/월	2	10,000	생산량: 300kg/월
건조비용4	100,000원/60kg	1	1,700	마이크로웨이브
소계			19,200	
기타(이윤 등)5	기타		5,000~10,000	시설유지 및 냉난방비용
판매가격			24,000~30,000	건조채 200g 기준

- * 건조기, 선별기, 채란판 및 기타 기자재의 구매비용은 산정하지 않음
- 1 귀뚜라미먹이(사료)는 2018년 구매가격(구매처, 대불사료)을 기준으로 함(500원/kg)
 - 2 채소(무 등)는 구매하거나 직접 재배하여 사용할 수 있다.
 - 3 월 1인 1일 8시간 주 5일 근무하여 급여 1,800,000원 책정으로 월 300kg 생산 기준으로 산정
 - 4 마이크로웨이브(12kw) 기준, 2 ~ 3kg/1회, 건조시간(10분) 산정하여 100,000원
 - 5 각종 재료비용, 시설유지비용, 냉난방비용, 감가상각비용 등

○고효율·고기능 곤충사료제품의 마케팅전략 수립

- 곤충사료 효과 및 효능에 대한 홍보를 통한 전남 HACCP인증 오리농가에 보급판매
- 반려견 관련 국내외 전시회, 박람회 참석 곤충사료 브랜드 홍보 및 판매
- 국내 반려동물 제품 유통망을 활용 애완동물병원 납품/판매전략 수립

●연구결과

1. 곤충사료 효과 및 효능에 대한 홍보를 통한 전남 HACCP인증 오리농가에 보급판매

- (1) 아메리카동애등에 분말(라바 피드)을 전남 나주의 산란계농장에 판매함
- (2) 전남 곡성군 오리사육농가에서 자체적으로 사육한 갈색거저리 및 분변을 사료로 공급한 결과 생육이 우수하였으나 안정적인 갈색거저리의 공급이 어려워 지속적으로 급여하지 못하였음
- (3) 오리 작목반 협의 결과 사료비용이 적정하면 사료용곤충을 활용할 용의가 있는 것으로 판단되어 농가에 부담되지 않는 가격으로 공급할 수 있는 시스템이 확립되어야 할 것으로 생각됨
- (4) 본 과제 결과를 바탕으로 전남지역 HACCP인증 오리농가에 보급판매 계획을 수립하며 동시에 보조사업 및 지원사업을 통해 농가에서 효과를 우선적으로 검증할 수 있는 방향으로 전략 수립이 필요함

2. 마케팅 및 판로 확보 계획

- (1) 곤충소재의 필수아미노산, 조희분, 곤충 키틴의 기능성 및 기술제품의 효능효과에 근간한 표적시장인 가금류(오리, 산란계 등), 애완동물, 전복치패배합사료, 양어사료의 마케팅 프로세스 진행
 - 1) 핵심경쟁요인
 - 산업화 협력기업(케일, 한국식용곤충연구소 등)을 통한 기술제품의 현장전파와 산업화지원 기관(생물방제센터, 전남대학교 산학협력단 등)을 통한 기술제품의 효능분석으로 제한된

사료공급시장의 진입을 확대함.

2) 목표 시장 구조

- 경쟁기업 현황: 국내외 가금류(오리, 산란계 등), 애완동물, 반려견 사료 및 간식 제조회사
- 경쟁구조 및 시장규모
 - 반려동물 사료의 경우 국내 식품업체들이 치열한 경쟁을 벌이고 있음. 하림그룹 및 CJ제일제당 등은 각각 “하림펫푸드”와 “오프레시”를 런칭 했으며 사람이 먹어도 문제가 없는 홍보 전략으로 곡물원료를 사용하지 않는 출시하기도 했음. CJ제일제당은 2013년 반려견, 2014년 반려묘 사료제품 2종을 출시하였고 현재는 반려견 사료 7종과 반려묘 사료 2종을 판매하고 있다(매일경제 2018. 01. 01. 참조)
 - CJ제일제당의 2017년 매출은 200억원에 달하며 동원F&B는 최근 반려묘 사료시장에 참치가 함유된 특화제품 개발에 “튜트리플랜”을 내놓기도 했음
 - 반려동물의 사료에 곤충을 함유한 제품이 최근 개발되어 출시되고 있으며 곤충의 기능성을 홍보한 제품에 대한 기대가 증가하고 있음

3) 수익 확보 전략

- 주요 고객군: 가금류(오리, 산란계), 애완동물(반려견 등) 등 국내 표적 시장 공략
- 마케팅 모델의 수익창출 방안
 - 기술분야별 자문위원 네트워크를 활용하여 본 사업의 수행기간 동안 기술성, 시장성, 사업성 등 자문을 구할 계획
 - 아메리카동애등을 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 출시된 “라바피드” 제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림



라바피드 제품

-판매실적 1: 산란계 농장에 라바피드(아메리카동애등에 분말) 판매 실적

영세율전자세금계산서				승인번호		20180528-10000000-53329153				
공급자	등록번호	125-81-45116	중사업장번호		공급받는자	등록번호	671006-1655320	중사업장번호		
	상호(법인명)	농업회사법인(주) 한국유형곤충연구소	성명	양영철		상호(법인명)		성명	남상현	
	사업장주소	전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38				사업장주소	전라남도 나주시 공산면 자미로 278-107			
	업태	축산	종목	천적및곤충류사육		업태		종목		
	이메일	kbil@kbil.co.kr				이메일				
작성일자	공급가액	세액		수정사유	비고					
2018-05-28	9,000,000	0		해당없음						
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고		
05	28	라바피드(동애등에유충분말사료)	kg	600	15,000	9,000,000	0			
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금		이 금액을(청구)함			
9,000,000										

본 인쇄물을 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다.
 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" > 전자세금계산서 > 제3자 발급사실 조회 "를 이용하시기 바랍니다.

영세율전자세금계산서				승인번호	20180528-10000000-53327759							
공급자	등록번호	125-81-45116		종사업장번호			등록번호	720929-1652621		종사업장번호		
	상호(법인명)	농업회사법인(주) 한국유봉근충연구소		성명	양영철		상호(법인명)			성명	김경호	
	사업장주소	전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38						사업장주소	전라남도 나주시 노안면 양천리 304-9			
	업태	축산	종목	천적및근충류사육		업태		종목				
	이메일	kbil@kbil.co.kr						이메일				
작성일자	공급가액		세액		수정사유		비고					
2018-05-28	7,500,000		0		해당없음							
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고				
05	28	라바피드(동애동에유충분말사료)	kg	500	15,000	7,500,000	0					
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금		이 금액을 (청구) 함					
7,500,000												

본 인쇄물을 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다.
 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급>전자세금계산서> 제3자 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

-판매실적 2: 양어사료개발 소재로 갈색거저리(탈지분말) 판매실적

전자세금계산서				승인번호	20180822-10000000-22179634							
공급자	등록번호	125-81-45116		종사업장번호			등록번호	602-82-06349		종사업장번호		
	상호(법인명)	농업회사법인(주) 한국유봉근충연구소		성명	양영철		상호(법인명)	한국해양대학교산학협력단		성명	경갑수	
	사업장주소	전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38						사업장주소	부산광역시 영도구 태종로727(동상동, 한국해양대학교 내)			
	업태	축산	종목	천적및근충류사육		업태	학교	종목	산학협력단			
	이메일	kbil@kbil.co.kr						이메일	wjtdjdahr1@gmail.com			
작성일자	공급가액		세액		수정사유		비고					
2018-08-22	1,140,000		114,000		해당없음		입금계좌 농협 317-0001-5540-11 농업회사법인(주)한국유봉근충연구소					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고				
08	22	갈색거저리 탈지분말	kg	6	60,000	360,000	36,000					
08	22	쌍별귀뚜라미 분말	kg	6	130,000	780,000	78,000					
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금		이 금액을 (청구) 함					
1,254,000												

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다.
 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급>전자세금계산서> 제3자 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서					승인번호	20180727-10000000-95464449			
공급자	등록번호	125-81-45116	중사업장번호		수령인	등록번호	602-82-06349	중사업장번호	
	상호(법인명)	농업회사법인(주) 한국유통근충연구소	성명	양영철		상호(법인명)	한국해양대학교산학협력단	성명	경갑수
	사업장주소	전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38				사업장주소	부산광역시 영도구 태종로727(동삼동, 한국해양대학교내)		
	업태	축산	종목	천적및근충류사육		업태	학교	종목	산학협력단
	이메일	kbil@kbil.co.kr				이메일	wjdtdahr1@gmail.com		
작성일자	공급가액	세액		수정사유	비고				
2018-07-27	1,350,000	135,000		해당없음	입금계좌 농협 317-0001-5540-11				
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고	
07	27	갈색거저리 탈지분말	kg	3	60,000	180,000	18,000		
07	27	쌍별귀뚜라미(건조분말)사료용	kg	9	130,000	1,170,000	117,000		
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (청구) 함			
1,485,000									

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다.
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" <전자세금계산서> 제3자 발급사실 조회 "를 이용하시기 바랍니다.

-판매실적 3: 식용 소재로 갈색거저리(탈지분말) 판매실적

수정전자계산서					승인번호	20180910-10000000-36174563			
공급자	등록번호	125-81-45116	중사업장번호		수령인	등록번호	414-83-01725	중사업장번호	
	상호(법인명)	농업회사법인(주) 한국유통근충연구소	성명	양영철		상호(법인명)	장흥군농업기술센터	성명	길영모
	사업장주소	전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38				사업장주소	전라남도 장흥군 장흥읍 원도1길11		
	업태	축산	종목	천적및근충류사육		업태		종목	
	이메일	kbil@kbil.co.kr				이메일	aaa63@korea.kr		
작성일자	공급가액	수정사유		비고					
2018-09-10	369,500	기재사항착오정정		당초 승인번호 (20180910-10000000-36137591)					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	비고		
09	10	갈색거저리(유충)	통	15	4,000	60,000			
09	10	쌍별귀뚜라미(생충)	1쌍	15	4,000	60,000			
09	10	아메리카왕거저리(충테별)	세트	1	100,000	100,000			
09	10	흰점박이꽃무지(충테별)	세트	1	100,000	100,000			
09	10	갈색거저리(식용)	kg	1	49,500	49,500			
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (청구) 함			
369,500									

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다.
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" <전자세금계산서> 제3자 발급사실 조회 "를 이용하시기 바랍니다.

-동애등에 탈지유층분말의 산란계 급여에 따른 계란 비교
농업기술실용화재단 분석 성적서

□ 시험 성적서
발급번호 제 18-C-0512 호 ■ 분석


① 의뢰인	성명	농업회사법인(주)한국 유용곤충연구소	사업자등록번호 (법인등록번호)	125-81-45116
	주소	57507 전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38		
② 의뢰내용	대상물품명	계란 6점		
	시험개요	난각두께, 난각강도, 하우유니트, 난황색, 지방산 시험방법에 준함		
	용도	시험연구		

③ 분석(시험) 성적: 분석결과는 불입과 같음

* 이 성적서는 신청인이 제출한 시료를 분석한 것으로 관련사항 이외의 광고, 선전, 소송 등 증거자료로 사용하실 수 없습니다.

「농업기술실용화재단 분석검정 의뢰 및 처리규정」 제4조의 규정에 의하여
2018년 02월 27일 자료 의뢰한 시료에 대한 분석(시험) 성적입니다.

2018년 03월 07일

농업기술실용화재단 이사 

분석결과

○ 이화학적 특성

분석항목명	시료명	곤충사료 급여구-1	곤충사료 급여구-2	곤충사료 급여구-3	곤충사료 비급여구-1	곤충사료 비급여구-2	곤충사료 비급여구-3
난각두께(mm)		0.381	0.376	0.390	0.389	0.379	0.364
난각강도(N)		40.67	41.40	37.58	42.70	42.18	42.53
하우유니트		97.0	94.8	91.6	82.5	80.9	85.7
난황색		7.0	6.2	6.1	12.3	11.0	10.4

○ 지방산

(단위:%)

지방산	시료명	곤충사료 급여구-1	곤충사료 급여구-2	곤충사료 급여구-3	곤충사료 비급여구-1	곤충사료 비급여구-2	곤충사료 비급여구-3
Myristicacid(C14:0)		0.51	0.51	0.50	0.28	0.36	0.33
Palmiticacid(C16:0)		25.55	25.14	24.96	24.10	24.65	24.69
Palmitoleicacid(C16:1n7)		3.94	3.68	1.66	3.27	3.31	3.59
Stearicacid(C18:0)		9.15	9.21	9.32	9.02	9.55	8.39
Oleicacid(C18:1n9)		48.36	48.39	48.73	48.18	44.97	45.56
Vaccenicacid(C18:1n7)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Linoleicacid(C18:2n6)		10.10	10.44	12.06	12.50	14.37	14.66
γ-Linolenicacid(C18:3n6)		0.10	0.08	0.11	0.11	0.16	0.14
Linolenicacid(C18:3n3)		0.19	0.20	0.24	0.17	0.20	0.21
Eicosenoicacid(C20:1n9)		0.35	0.41	0.41	0.31	0.29	0.31
Arachidonicacid(C20:4n6)		1.76	1.95	2.00	2.07	2.13	2.11
Eicosapentaenoicacid(EPA)(C20:5n3)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosatetraenoicacid(C22:4n6)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Docosahexaenoicacid(DHA)(C22:6n3)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
합계		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
포화지방산		35.21	34.85	34.78	33.40	34.56	33.41
불포화지방산		64.79	65.15	65.22	66.60	65.44	66.59
-단가		52.65	52.48	50.80	51.76	48.57	49.47
-다가		12.14	12.67	14.41	14.84	16.87	17.12

1 / 2

18-C-0512

2 / 2

18-C-0512

표. 국내 식용곤충 판매업체 및 가격(인터넷 쇼핑, 2018)

판매가격(원)

업체명	단위(g)	JC농장	MG 내츄럴	SH 라이프	다운	서울농장 남남 귀뚜라미	올바른 농장	이더블	토탈 프린트
건조누에	20							8,000	
고소애	50							6,300	
	100		8,000						
	180							15,800	
	500		30,000						
고소애 분말	80							12,000	
	400		59,000						
꽃병이	20						9,900		
꽃병이 즙	2박스		158,000						
쌍별이	50						10,000	9,500	
	80								
	100	20,000				16,000			17,500
	200								32,500
	250		26,000						
	500				30,000				
쌍별이분말	100		13,000						
	200					50,000			36,500
쌍별이젤리	200			6,000					

4) 판매경로: 사금류(오리, 산란계 등)의 사료로 판매경로는 시군 축산과에서 농가의 수요조사를 통해 보조사업으로 진행하고 있으며 2019년도 전라남도 축산과에서 각시군의 농가에 보급하는 사업을 진행중임

5) 시장현황

- 국제 어분가격의 인상으로 국내사료시장에서 동물성단백질원인 어분이 차지하는 비중이 커지고 있으며 이에따라 사료용 곤충의 적극적인 활용이 기대
- 어분가격의 상승은 2005년 이후 급증하였으며 앞으로도 수산자원의 고갈 및 양식어업의 증가로 인해 급속히 증가할 것으로 예상

6) 국제 어분가격(도표)



Description: Fishmeal, Peru Fish meal/pellets 65% protein, CIF, US Dollars per Metric Ton

출처. www.indexmundi.com

2. 반려견관련 국내외 전시회, 박람회 참석 곤충사료 브랜드 홍보 및 판매

(1) 2017 생명산업과학기술대전 참석하여 출시된 반려동물 간식 홍보



- 주최: 농림축산식품부
- 주관: 농림식품기술기획평가원, 농촌진흥청, 산림청, 농림축산검역본부, 국립종자원, 한국식품연구원, 농업기술실용화재단
- 기간 2017.12.05 - 2017.12.07
- 장소 제1 전시장
- 시간 10:00 - 17:00
- 입장료 무료
- 담당자 이윤희 연구원
- 행사문의 031-420-6733
- 팩스 031-425-6411
- 홈페이지 <http://www.agribioexpo.org/2017/>



(2) 반려견 사료 및 간식의 국내 전시회 및 박람회 현황

1) 2018년 펫쇼 출품회사중 사료 및 간식관련 업체

제 2회 대전 **PET SHOW** | 9.28(금) - 30(일) 대전무역전시관

전시소개 | 참가안내 | 관람안내 | 이벤트 | 커뮤니티



대전PET SHOW

뒤져봐도 간식없다
대전펫쇼 다녀올개

9. 28(금) ~ 30(일) 대전무역전시관 주최 | 이앤에드
후원 | 한국애견협회, K-1독스클

BICAS

제6회 2018부산국제 반려동물산업박람회
Busan International Companion Animal Show

일시: 2018. 10. 18 (목) ~ 20 (토) / 3일간
장소: **bexco** 제2전시장 4AB홀
(엑스코 전시관본관에서)



PREMIUM PET SHOW

전시안내 | 전시미리보기 | 참가기업 안내 | 관람안내 | 커뮤니티



펫쇼 갤러리

—

2018년 11월 2일(금) ~ 4일(일)/3일간

PREMIUM PET SHOW
고양꽃전시관 (실내전시관)에서 최대 규모의 반려동물 박람회가 열립니다. 프리미엄 펫쇼는 항상 다채로운 볼거리와 풍성한 이벤트로 준비 되어 있습니다. 여러분의 많은 참여와 관심 부탁드립니다.

I ♥ pets 부산/경남 반려동물 박람회 | 전시개요 | 참가안내 | 관람안내 | 공지사항



2018 부산반려동물박람회
Busan Companion Animal Fair
07. 13(금) - 07. 15(일)
벅스코 (BEXCO)

2018

2018 상반기/하반기 경남반려동물박람회
Gyeongnam Companion Animal Fair
[제3회] 06. 01(금) - 06. 03(일)
[제4회] 11. 02(금) - 11. 04(일)
창원세코 (CECO)

사료			간식, 영양제					
카길애그리 퓨리나	뉴트리나건강백서	뉴트리나 펫케어	IRIWA (CHANNEL PET)	요거트, 츄러스	펫즈루트			
	원데이케어 사료	원데이케어		저키, 사시미	스위트키스			
IRIWA (동원F&B)	뉴트리플랜 흰살 참치와 치즈	동원F&B 뉴트리플랜	카길애그리 퓨리나	덴탈간식	자연애			
	뉴트리플랜 흰살 참치와 닭가슴살			메디웍스 아나브러쉬	메디웍스			
	뉴트리플랜 흰살 참치와 멸치			원데이케어 영양제	원데이케어			
IRIWA (CHANNEL PET)	Active line (처방식 사료)	FORZA10	오복누리	생유산균 배양액 스틱, 동결건조제품	오복누리			
	FORZA10 BIO (유기농사료)							
	LINEA DIET (일반사료)					(주)YN푸드	동결건조 닭가슴살 파우더	멍아맘마
	WET DIET (습식사료)					지오위즈	다이니포타이니 수제간식	다이니포타이니
IRIWA (PURINA)	PRO PLAN	NESTLEPURINA 네슬레퓨리나	펫파더	동결건조 사료, 간식	펫파더			
	VETERINARY DIET					IRIWA(오션)	동결건조 간식	오션
	BEYOND					IRIWA(펫즈코)	바우와우간식	바우와우
	PURINA ONE					호천펫코리아	수제간식	강쥐님수라상
	ALPO					펫데이즈	동결건조 과일간식	에프디트릿
	PUPPY CHOW							
펫허그	반려동물 사료	펫허그	건강한펫	동결건조 간식	건강한펫			
호천펫코리아	수제사료	강쥐님수라상	비피코리아	파티쉐리 요거트	마이펫 파티쉐리			

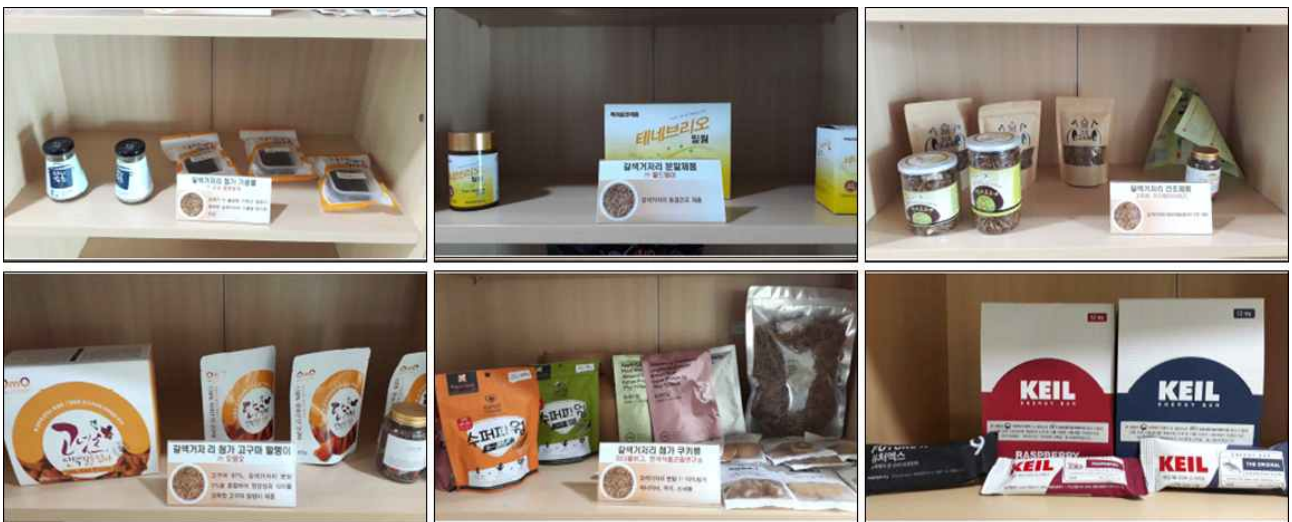


그림. 국내 출시된 갈색거저리 시제품 및 제품



그림. 국내 출시된 반려동물 사료, 간식 시제품

3. 국내 반려동물 제품 유통망을 활용 애완동물 병원 납품/ 판매전략 수립

(1) 현재 반려동물 사료 및 간식제품의 유통망 구성

국내 반려동물 시장은 해마다 증가하고 있다. 농림축산식품부와 산업연구원에 따르면 국내 반려동물 보유가구 비율은 2010년 17.4%에서 2015년 21.8%로 5년간 4.4% 증가했고 그에 따른 관련 시장 규모도 2016년 2조 9000억원에서 2020년에는 5조 8100억원에 이를 전망이다. 반려동물 사료시장에는 식품업체들도 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 현재까지 수입사료가 차지하는 비중이 70%로 높지만 성장가능성을 기대하는 국내 식품회사들이 반려동물 사료시장에 뛰어들고 있다(매일경제 2018. 01. 01.).

식용곤충활용 국내 산업동향(국립농업과학원. 2016)

기관	연구개발 내용
(주)농심 (주)정식품	•(주)농심은 개발단계, (주)정식품은 관심단계로 현재 농심은 식용곤충 활용 조미료 개발 등 정부 R&D과제를 진행하고 있음
(주)이더블버그	•곤충과자 판매회사로 에너지바 3가지, 쿠키 5가지, 양갱 1가지, 메뚜기와 대추 등으로 만든 한방메뚜기차를 판매하고 있음 •견과류와 함께 고소애를 통째로 넣은 제품 ‘넛츠앤벅스’ 2종을 선보임 •2016년 2월 오트밀과 초코 쿠키 위에 고소애를 얹은 제품을 출시함
인섹트비전(주)	•유용곤충 식약용, 사료용 가공단지 조성을 추진
예천곤충나라	•갈색거저리 유충과 흰점박이꽃무지 유충 등 식용곤충의 대량사육을 시작 •흰점박이꽃무지 유충을 이용한 팝콘과 쿠키, 갈색거저리 유충을 이용한 약과를 출시한 바 있음
(주)글로벌 푸드	•청주시농업기술센터와 (주)클로벌푸드가 전국 최고의 식용곤충 갈색거저리를 재료로 한 곤충 순대 ‘고소애 순대’를 개발하고 시판함 •또한, 최근 곤충이 함유된 순대 제조법에 대한 특허도 출원한 바 있음
녹색곤충(주)	•전남지역 38농가가 직접 주주로 참여하여 곤충을 사육하며, 가축 및 어류용 사료소재로 개발 및 활용 중
(주)MG내츄럴	•곤충을 이용한 단백질 식품 및펫사료 공장 가동식을 갖고, 식용곤충을 이용한 단백질 보충제를 본격 생산하기 시작함

식용곤충활용 국내 산업동향(국립농업과학원. 2016)

기관	연구개발 내용
(주)CJ제일제당	<ul style="list-style-type: none"> •미래 식량자원 ‘식용곤충’ 연구개발 착수 •2016년 CJ제일제당 식품연구소는 한국식용곤충연구소와 식용곤충과 관련하여 공동연구에 대한 양해각서를 체결한 바 있음
(주)정풍	<ul style="list-style-type: none"> •종합식품 기업(주) 대상 자회사로, 한국식용곤충연구소와 고소애 등을 활용한 실험을 진행한 바 있으며, 2015년 12월 식용곤충을 활용한 단백질 소재개발 공동연구에 대한 양해각서(MOU)를 맺음 •고소애(갈색거저리 유충)에서 추출한 단백질 농축액을 넣은 리토르트 스프 개발 (2016. 05) •또한 식용곤충을 활용한 아이스크림도 제조한 바 있음
(주)KEIL	<ul style="list-style-type: none"> •식용곤충 전문 식품회사 •(주)케일 산하 식용곤충 전문 레스토랑 뼈뼈용의 키친과 식용곤충 반려동물 간식 및 사료 브랜드로 ‘네이처펫’ 이 있음 •한국식용곤충연구소와 연계하여 푸드 사이언스를 통한 최고의 품질과 영양, 그리고 맛을 지향하고 있음
한국마쓰다니(주)	<ul style="list-style-type: none"> •전문업계의 최선두기업으로 식용곤충 쿠키류 생산업체 •식용곤충(밀웻) 파우더 및 천연당을 활용한 뼈뼈용의 쿠키 2종 ‘코카초코칩’, ‘더블 초코칩’ 을 개발 및 생산 •국내 177개 프랜차이즈점을 보유한 ‘커피니’ 커피전문점 내 13개 직영점에 총 168개의 식용곤충 쿠키를 납품하였으며, 총 54일 판매하여 시장 가능성을 타진한 바 있음
(주)뉴트리라이스	<ul style="list-style-type: none"> •기능성 쌀 곡류가공 전문회사로, 식용곤충 쌀 ‘고단백미’ 생산 •식용곤충(밀웻) 단백질 및 파이토케미컬을 함유한 고단백 쌀 ‘고단백미’ 2종 (강황, 홍국)을 개발함 •밀웻 단백질을 함유한 고단백미는 유통망에 따라 50g, 500g, 및 1kg 등 다양한 패키지로 구성 •식용곤충 전문 기업 (주)케일에서 밀웻의 단백질을 개발하여 HACCP기준에 준하는 (주)뉴트리라이스의 공장에서 최종 생산함
(주)intoCNS	<ul style="list-style-type: none"> •국내 동물병원 IT시스템 및 유통 산업계 1위 회사로 식용곤충 활용 프리미엄 반려동물 간식을 생산하고 있음 •전국 동물병원에서 출시된 제품을 시판하고 있음

※출처: 식용곤충산업의 현재와 발전전망, 한국식용곤충연구소, 2016

(2) 반려동물시장규모

반려동물 시장은 해마다 두배 이상 급증하는 경향을 보이고 있으며 앞으로도 계속 증가할 것으로 기대하고 있다. 따라서 반려동물과 관련된 연관 산업 중 사료, 간식 등에 곤충소재를 활용할 경우 기능성의 향상을 통해 시장에서 중요한 분야를 차지하게 될 것이다.



반려동물 시장에 진출한 업체들

업체	사업·제품	특징
하림	하림펫푸드	사람도 섭취 가능한 '100% 휴먼그레이드'
CJ제일제당	사료 브랜드 '오프레시'	고품질 닭고기 원료 사용
동원F&B	고양이 사료 브랜드 '뉴트리플랜'	고양이가 선호하는 참치 함유
LG생활건강	애완용품 브랜드 '시리우스'	애완용 샴푸·컨디셔너·미스트
에경	위생용품 브랜드 '휘슬'	반려동물 전문기업 '이리온'과 협업
이마트	애완동물 전문매장 '몰리스 펫샵'	미용·수제간식 구입·장난감 쇼핑 가능
롯데백화점	펫 비즈니스 프로젝트팀	반려동물 종합컨설팅 전문매장 사업화 추진

※ 자료=각 사

출처. 매일경제 2018. 01. 01

표. 국내 반려동물 사료 시장 규모분석(국립농업과학원, 2016)

(단위: 억 달러, 억 원)

개요	년도	선별 건수				CAGR(%) (2011-2017)
		2011	2012	2016(E)	2017(E)	
세계시장		586	610	719	748	4.2%
국내시장		2,000	2,500	6,351	8,019	26.3%

※ 출처: 'Pet Food Market - Global Scenario, Trends, Industry Analysis, Size, Share And Forecast 2011-2017', Transparency Market Research, 애완동물 관련시장 동향과 전망(2013), 농협경제연구소
국내 시장 전망치의 경우, 농협경제연구소 보고서의 국내 애완동물 시장의 성장률 전망치로 사료 시장에 적용하여 KISTI 자체 분석 내용

3. 기술적성과: 특허출원 3건

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2015.12.31
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2015-0191271 (접수번호 1-1-2015-1294008-71)
출원인명칭 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소(1-2003-012743-9) 외 2명
대리인성명 정성종(9-2006-000773-3)
발명자성명 강승호 양영철 박영규 오기석 서봉수 송현식
발명의명칭 곤충 선별 장치

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2015.12.31
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2015-0191332 (접수번호 1-1-2015-1294175-87)
출원인명칭 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소(1-2003-012743-9) 외 2명
대리인성명 정성종(9-2006-000773-3)
발명자성명 강승호 양영철 박영규 오기석 서봉수 송현식
발명의명칭 곤충 건조 장치

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2018.07.31
특기사항 심사청구(무) 공개신청(무)
출원번호 10-2018-0089589 (접수번호 1-1-2018-0759264-51)
출원인명칭 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소(1-2003-012743-9)
대리인성명 정상일(9-2010-001289-8)
발명자성명 양영철 박영규
발명의명칭 전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법

(1) 2018년 3차년도 특허출원을 위한 연구과정



그림. 사료용 곤충을 이용한 전복치패 사료 생산 시스템 개발

1) 시장현황

- 전복치패 배합사료는 일본, 중국, 남아프리카공화국 등에서 생산되어 수입되고 있음
- 외국산 사료는 국내 총판을 통해 농가에 샘플로 공급된 후 활용여부가 결정되는 방식으로 영업활동을 하고 있음(전복은 최초 섭취한 사료를 지속적으로 공급하는 먹이 공급 방식이 일반적임)
- 외국에서 사용중인 배합사료



2) 경쟁기관 현황

- 일본의 배합사료는 물속에서 분해되는 시간이 48시간으로 길어 농가에서 선호하였으나 가격이 고가여서 최근 점유율이 감소하고 있다: 배합사료의 녹는 시간을 증가시키기 위한 점결제를 선별하여 경쟁할 수 있는 제품을 개발할 수 있다.
- 중국의 저가 사료를 대상으로 경쟁이 불가피함: 제품의 안전성과 기능성을 향상하여 소비자의 선호도를 높이는 마케팅 전략 수립이 가능하다.

3) 특허내용

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법{ARTIFICIAL FEED FOR ABALONE AND MANUFACTURING PROCESS OF THE SAME}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 동물성 단백질을 먹이로 하는 전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 단백질을 어분을 대체하여 곤충을 사용함으로써 원료 공급을 원활히 하고, 전복치패의 증체량(각장 크기) 및 중량을 증가시키고 전복치패의 치사율을 감소시킬 수 있는 전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법에 관한 것이다.

【0044】 아래 표 1은 동애등에 및 거저리 분말을 열풍건조하여 제조된 곤충 분말의 조성 및 열량을 나타낸 표이다.

【0045】 【표 1】

구분(wt%)	동애등에 분말	거저리 분말	갈색어분(멸치류)	오징어분
수분	3.74	4.43	9.74	9.28
조단백질	60.23	69.98	68.32	74.60
조지방	2.79	1.95	7.31	3.83
조섬유	12.83	7.28	0.73	2.07
조회분	13.18	1.58	12.70	10.96
염분	0.48	0.50	3.12	1.72
열량(cal/g)	4,273	5,004	4,553	4,533

【0052】 【표 2】

구분(mg/kg)	동애등에 분말	거저리 분말
칼슘(Ca)	4,003.70	315.67
구리(Cu)	12.86	4.32
철(Fe)	82.27	15.81
칼륨(K)	10,386.61	3,708.26
마그네슘(Mg)	4688.36	1,564.30
망간(Mn)	276.34	48.38
나트륨(Na)	2,197.48	49.30
인(P)	7,987.64	3,510.59
아연(Zn)	94.32	28.45

【0054】 【표 3】

아미노산(%)	동애등에 분말	거저리 분말
시스테인(CYS)	0.395	0.578
메치오닌(MET)	1.078	0.883
아스파르트산(ASP)	5.656	5.832
트레오닌(THR)	2.447	2.847
세린(SER)	2.671	3.276
글루탐산(GLU)	6.412	8.260
글리신(GLY)	3.301	3.624
알라닌(ALA)	3.639	4.956
발린(VAL)	2.971	3.712
이소류신(Ile)	2.383	2.744
류신(Leu)	4.272	5.195
타이로신(Tyr)	3.868	5.128
페닐알라닌(Phe)	2.578	2.780
라이신(Lys)	3.542	3.698
히스티딘(His)	1.836	2.225
아르기닌(Arg)	3.096	3.750
프롤린(Pro)	3.730	4.658

【0067】 아래 표 4는 곤충오일에 함유된 지방산을 나타낸 표이다.

【0068】 【표 4】

지방산(%)	동애등에 분말	거저리 분말
Myristic acid(C14:0)	10.01	3.24
Palmitic acid(C16:0)	23.60	17.99
Palmitoleic acid(C16:1n7)	3.95	2.55
Stearic acid(C18:0)	5.95	2.68
Oleic acid(C18:1n9)	28.78	41.98
Linoleic acid(C18:2n6)	20.78	30.17
Linolenic acid(C18:3n3)	2.71	1.26
Eicosenoic acid(C20:1n9)	1.74	0.14
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.49	0.00
Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3)	1.97	0.00
계	100.00	100.00
포화지방산	39.57	23.92
불포화 지방산	60.43	76.08

4) 사료용곤충소재는 전복치패외에 양식새우, 해삼 및 해양양식어류, 민물고기 및 다슬기 등 다양한 분야에서 적용가능할것으로 생각되며 추가적인 연구를 통하여 곤충소재의 기능성을 분석하고 규명하는 것이 중요할 것으로 생각됨.

특허등록 1건



발명의 명칭 Title of the Invention

곤충 선별 장치

특허권자 Patentee

등록사항란에 기재

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청

Korean Intellectual
Property Office

2017년 06월 09일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



4. 경제적성과

(1) 사업화성과 및 매출실적

1) 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	2000만원	
			향후 3년간 매출	3억원	
		관련제품	개발후 현재까지	-	
			향후 3년간 매출	-	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 50% 국외 : 0 %	
			향후 3년간 매출	국내 : 5% 국외 : %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			-
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			-

2) 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1~2년 소요될 것으로 생각됨		
	소요예산(백만원)	5,000		
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후
		-	50	1,000
		현재까지	3년후	5년후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후
국내		-	10	20
국외		-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	양돈, 양계, 애완동물 등의 사료제품개발		
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)	-	1,000	3,000
	수 출	-	-	-

○곤충자원의 기능성 및 안전성, 유해성 평가

- 영양 및 면역강화 기능성분 분석
- 안전성 평가(세포독성평가, 동물실험(rat)-단회투여독성평가, 반복투여독성평가)
- 유해성 평가(유해가스, 중금속 검사)

●연구방법

1. 시험장소 : 곤충잡업연구소
2. 시험곤충 : 갈색거저리
3. 처리내용:
 - (1) 곤충시료 : 농가 및 자체 사육한 동일시기의 곤충
 - (2) 먹이원 : 농가 및 자체 재배 먹이식물
4. 조사항목 : 세포독성평가, 중금속 측정 등

●연구결과

1. 농가에서 사육한 갈색거저리의 세포독성을 측정한 결과 모든 시료구의 100ug/mL의 농도에서 90% 이상의 생존율을 보여 인체에 무해하고 식품의 원료로 사용가능

표. 농가에서 사육한 갈색거저리의 세포독성 측정 결과

농도 (ug/mL)	A	B	C	D	E	F (대조구)
대조구	0.2082±0.007	0.2082±0.007	0.2082±0.007	0.2082±0.007	0.2082±0.007	0.2082±0.007
10	0.2049±0.006 (98)	0.2052±0.004 (99)	0.2063±0.006 (99)	0.2064±0.006 (99)	0.2030±0.005 (97)	0.2042±0.004 (98)
100	0.2018±0.001 (97)	0.2020±0.003 (97)	0.1950±0.004 (94)	0.1982±0.007 (95)	0.1956±0.004 (94)	0.1928±0.001 (93)
1000	0.1838±0.004 (88)	0.1933±0.006 (93)	0.1865±0.001 (90)	0.1871±0.001 (90)	0.1871±0.000 (90)	0.1883±0.000 (90)

2. 농가에서 사육한 갈색거저리의 중금속 함량을 측정한 결과 건조물의 차이와 측정기기에 따라 검출함량이 다르게 나타나 추가 검사를 진행하였음

표. 농가에서 사육한 갈색거저리의 중금속 1차 측정 결과

구분		유도결합플라즈마분석기(ICP)			원자흡광분광기(AAs)		
농가	종류	납	카드뮴	비소	납	카드뮴	비소
A	먹이원	0.09	0.06	-1)	-	-	-
	갈색거저리	0.01	-	-	-	-	-
	분변	0.1	0.14	-	-	-	-
B	먹이원	0.45	0.09	-	-	-	-
	갈색거저리	0.02	0.07	-	-	-	-
	분변	-	-	-	-	-	-
C	먹이원	0.11	0.05	-	-	-	-
	갈색거저리	0.25	0.05	-	-	-	-
	분변	0.05	0.03	-	-	-	-

표. 농가에서 사육한 갈색거저리의 중금속 1차 측정 결과

구분		유도결합플라즈마분석기(ICP)			원자흡광분광기(AAs)		
농가	종류	납	카드뮴	비소	납	카드뮴	비소
D	먹이원	0.06	0.05	-	-	-	-
	갈색거저리	0.04	0.04	-	-	-	-
	분변	0.15	0.07	-	-	-	-
E	먹이원	0.12	0.04	-	-	-	-
	갈색거저리	0.03	0.06	-	-	-	-
	분변	-	-	-	-	-	-
F (대조구)	먹이원	0.17	0.04	-	-	-	-
	갈색거저리	0.02	0.03	-	-	-	-
	분변	0.19	0.07	-	-	-	-

1) 불검출

※ 식용곤충(건조물) 사용기준 : 납 0.1 ppm, 카드뮴 0.05 ppm, 비소 0.1 ppm 이하

3. 농가에서 사육중인 갈색거저리 유충을 확보하여 동결건조 처리하여 영양성분과 중금속 함량을 측정한 결과 중금속은 기준치 이하로 검출되어 식용으로 가능하였고, 단백질 함량은 44~57%, 지방 함량은 23~36% 로 농가별로 큰 차이를 보여 가공과 제품 생산시에는 품질 균일화가 반드시 필요할 것으로 생각됨

표. 농가에서 사육한 갈색거저리의 일반성분 및 중금속 2차 측정 결과

구분		수분	단백질	지방	회분	납	카드뮴	비소
농가	종류	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
A	먹이원	9.98±0.66	17.41±0.12	2.47±0.03	3.49±0.02	0.0009	0.0006	-
	갈색거저리	5.31±0.21	57.41±0.24	28.97±0.53	3.95±0.21	0.0001	-	-
	분변	9.68±0.11	22.81±0.67	1.51±0.01	6.56±0.04	0.001	0.0014	-
B	먹이원	12.26±0.24	16.62±0.29	2.68±0.12	4.48±0.08	0.0045	0.0009	-
	갈색거저리	4.49±0.26	50.21±0.52	33.88±0.16	3.21±0.08	0.0002	0.0007	-
	분변	-	-	-	-	-	-	-
C	먹이원	10.24±1.03	16.64±0.24	2.65±0.05	4.41±0.08	0.0011	0.0005	-
	갈색거저리	15.30±0.49	55.13±0.89	23.82±0.75	2.97±0.08	0.0025	0.0003	-
	분변	9.70±0.03	20.22±0.41	1.95±0.01	5.57±0.02	0.0005	0.0003	-
D	먹이원	12.59±0.17	16.58±0.10	2.96±0.02	4.44±0.04	0.0006	0.0005	-
	갈색거저리	22.03±0.43	44.11±0.39	25.64±2.90	2.36±0.03	0.0004	0.0004	-
	분변	19.83±0.58	17.54±0.17	1.02±0.03	6.67±0.10	0.0015	0.0007	-
E	먹이원	11.90±0.07	16.20±0.34	2.84±0.03	4.30±0.06	0.0012	0.0004	-
	갈색거저리	4.28±0.27	54.92±0.76	36.22±0.59	3.28±0.06	0.0003	0.0006	-
	분변	-	-	-	-	-	-	-
F (대조구)	먹이원	12.27±0.27	15.64±0.14	2.70±0.03	4.03±0.08	0.0017	0.0004	-
	갈색거저리	5.13±0.23	53.28±0.17	33.51±1.33	3.25±0.03	0.0012	0.0005	-
	분변	8.59±1.99	18.64±0.11	1.61±0.04	7.43±0.06	0.0019	0.0007	-

○연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발

●연중 사육 가능한 시스템 구축 및 농가규모별 생산체계 경제성 분석

●연구방법

1. 시험장소 : 곤충잡업연구소 유리온실, 비닐하우스
2. 시험곤충 : 풀무치
3. 처리내용
 - (1) 산란처 : 흙, 장판+상토, 장판+오아시스
 - (2) 사육장 : 180*180*180, 알루미늄 재질
4. 조사항목 : 생육특성, 생산량, 생산단가 등

●연구결과

1. 풀무치의 대량사육을 위한 환경 조성 조건으로 유리온실과 비닐하우스 안에 대형 알루미늄 사육상자를 제작하여 풀무치를 사육하였음 풀무치는 바닥 흙에 산란하여 연중 사육시기 조절이 곤란하므로 난피를 쉽게 채취하기 위하여 바닥에 장판을 깔고 오아시스를 배치하거나 상토를 3cm 두께로 깔아 난피를 채취하였음. 유리온실과 비닐하우스 모두 오아시스를 배치한 곳에서 폐사율과 노동시간이 낮았고 수확량이 증가하였으며 산란수는 더 많은 경향을 보였다. 사육상자당 수확량은 12 kg 이었고, 사육시설 100 m²(30평) 기준으로 대형 사육상자 20개 설치가능하며 1회 예상수확량은 240 kg이었음

표. 풀무치 사육환경에 따른 생육특성

(기준 : 100마리)

	유리온실		비닐하우스	
	상토	오아시스	상토	오아시스
폐사율 (%)	6.75	4.25	13.25	3.5
산란수 (개)	112.5	191.7	105.5	155
수확시기 (일)	53	49	49	49
수확량 (g)	193.25	195.75	186.75	196.5
노동시간 (min)	12.3	10	13.3	11.5



그림. 풀무치 대량사육 모형

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 1세부 (주관): 곤충자원의 고효율·고기능성 최적화 기술개발
 - 곤충의 체액성 면역유도를 극대화하여 천연항균물질(Antimicrobial peptides)의 최대 발현유도 조건을 탐색하기 위한 안전한 면역유도물질 발굴을 통하여 사료에 응용하고자 함
 - 본 연구팀이 확보한 chitinase를 활용한 곤충사료의 소화율 개선
- 2세부: 가금류 및 반려동물에 대한 고효율·고기능성 곤충사료의 동물실증 및 안전성 연구
 - 곤충자원을 이용하여 개발된 기능성 사료의 효능에 대한 동물 실증 시험
 - 육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험
 - 반려견에 대한 곤충사료의 면역력 개선에 대한 실증 시험
- 1협동: 항생제 대체 곤충자원 가공·추출·제형화 기술개발
 - 항생제 대체 가능한 사료용 곤충 가공법 및 추출기술 개발
 - 항균물질 보존 곤충 가공 방법 연구
 - 사료 첨가제 제형 연구
 - 항생제 대체 가능 사료 곤충 추출조건 연구
 - 항생제 대체 사료 시제품 생산
 - 항균물질 유도 사료 시제품 생산
 - 항균 미생물 첨가 사료 시제품 생산
 - 키틴 분해 미생물 첨가 사료 시제품 생산
- 2협동: 곤충자원 대량사육 자동화기술 개발 및 산업화 전략
 - 곤충 생산농가 규모별 곤충생산 체계 개발
 - 곤충사육 자동화 대량생산기술 개발
 - 자동화 곤충대량생산기술 농가보급을 통한 소득 증대
 - 가금류 HACCP인증농가 및 반려동물 대상 고효율, 고기능 곤충사료 제품판매
- 3협동: 곤충자원 기능성분 분석 및 메뚜기목 대량사육기술 개발
 - 곤충자원의 기능성분 분석 및 안전성 평가
 - 대상곤충: 갈색거저리, 아메리카왕거저리, 귀뚜라미, 벼메뚜기, 풀무치, 집파리번데기 등
 - 곤충자원의 대량사육기술 개발
 - 대상곤충: 벼메뚜기, 풀무치

3-2. 목표 달성여부

연차	연구개발목표	연구개발내용	달성도
1년차	곤충 AMP 발현 최적화 및 극대화 조건 확립	곤충의 AMP 생산 극대화를 유도하기 위한 다양한 Biosafe Immune Elicitor 탐색/발굴	100%
		발굴된 최적 Biosafe Immune Elicitor를 Target insect에 주사하여 항균활성의 유도능력 교차 검증	100%
		곤충 종별 키틴 분해물의 2차 키토산 제작 시도 (경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)	100%
		우수 항균활성 키토산 분해조건 시도 (경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)	100%
	곤충의 chitin을 효과적으로 분해 할 수 있는 chitinase 저가 생산기술개발	곤충에 대한 chitin 분해 활성이 좋은 chitinase 탐색 및 발굴	100%
		발굴된 최적 chitinase의 저가 발현시스템구축	100%
		단백질 분해효소 프로테아제(Protease), 펩티다아제(Peptidase)의 곤충 종별 가소화 조건 확립 시도 (경제성 분석 후 차년도 계획에 반영여부 결정)	100%
	육계 및 오리에 대한 곤충사료의 생산성 향상에 대한 실증 시험	유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 효능 육계와 오리 실증 시험	100%
		육계 및 오리(백색육용 오리 Penkin종)에 대한 맞춤형 기능성 사료 급여에 대한 성장능력 개선(일당증체량 개선 및 출하기간 단축)을 위한 성장능력 조사 및 분석	100%
	곤충자원사료 활용 전처리 조건 설정	사용목적에 따른 곤충의 추출용매별 최적 추출조건 연구	100%
		건조시간 별 수분함유량 측정에 따른 최적 사료 수분함유량 조건 연구	100%
		사료효율성을 고려한 적정 곤충분말 입자 크기 연구	100%
	곤충 활용 사료 생산 환경 연구	활용용도에 따른 단일곤충 및 혼합곤충종의 최적 배합비율 연구	100%
		곤충별 활용용도에 따른 혼합방법 및 최적조성비 연구	100%
		곤충 종류별 투입량 및 수분함유율에 따른 최적 배합비 연구	100%
	곤충사육 자동화 대량사육 기술 개발	국내외 곤충사육 자동화 대량사육 기술 자료 수집	100%
		경제적 자동화 대량사육 기술 및 환경기준 개발	100%
		곤충사육 자동화 대량생산 시스템 매뉴얼 작성	100%
	곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 기준 확립	농가면적(생산시설)에 따른 생산 기준 확립 생산량, 생산인력에 따른 생산 기준 확립	100%
		곤충사육 위생적 관리 및 공급을 표준화 관리지침을 확립	100%
	곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정	영양가치 평가(수분, 단백질, 지방, 회분 함량 등 측정), 건조방법(냉풍건조, 열풍건조 40~80℃, 동결건조, microwave건조)	100%
	곤충자원의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선발	부화시기 조절기술(휴면타파기술, 부화촉진 온습도 설정 등), 발육단계 및 영양원별 먹이 선발(주사료, 보조사료 선발)	100%

연차	연구개발목표	연구개발내용	달성도
2년차	선택된 대상곤충의 최적 면역 유도기술 개발	선택된 대상곤충에서 발현되는 항균펩타이드 탐색 및 최적 발현조건 조사	100%
		1년차에 발굴한 면역유도물질을 이용한 항균활성 유도능력 검증	100%
	Chitinase 최적 활성화 조건 탐색	생산된 chitinase를 이용하여 곤충탈피각에 대한 최적 활성화 조건 탐색	100%
		실제 사료가공공정에 반영하기 위하여 생산된 chitinase를 이용하여 곤충분말에 대한 최적 활성화 조건 탐색	100%
	육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험	유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 기능성 사료에 대한 면역력 및 육질개선에 대한 육계, 오리 실증 시험	100%
		육용 실용계, 육용오리에 대한 육질기능개선 및 면역력 증강을 위한 조사 및 분석	100%
	곤충자원 활용을 위한 사료 영양 성분 분석	단일곤충 사료 영양학적 가치 판단을 위한 곤충별 성분분석	100%
		혼합곤충종의 최적 배합비율에 따른 사료학적 성분분석	100%
		곤충 사료 유해미생물 제거를 위한 공정 개선 연구	100%
	항균력 유도 곤충 현장 적용 시험을 위한 제형 연구	활용용도별 사료흡수효율을 증진 최적 제형 연구	100%
		가금류, 반려견의 선호성을 증진시킬 수 있는 최적 제형 연구	100%
		항균 유도 곤충의 가축사육단계별 최적 제형 연구 및 사료 제품 생산	100%
	곤충 기능성사료 제품 조건별 사료(오리) 시제품 생산	배합조건 및 항균력 증진 조건별 시험용 시제품 생산	100%
		곤충별 항균력 극대화를 위한 유도시스템 적용 연구	100%
		키틴 분해 미생물 첨가 사료 시제품 생산	100%
		현장실증 예비시험을 위한 곤충 사료 시제품 생산	100%
	대상곤충의 대량생산 시설 체계 및 자동화 장치 구축	생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 장치 개발	100%
		곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설 체계 구축	100%
		곤충사육 자동화 대량생산 기술 경제성 분석	100%
	곤충사육 자동화를 통한 공정 개선 기술 농가보급 및 현장 실증 적용	곤충사육농가에 곤충사육 자동화 생산시설 농가보급	100%
대상곤충 보급 및 생산기술 컨설팅		100%	
농가별 대량생산 자동화 기술 경제성 분석		100%	
곤충자원의 기능성분 분석 및 효능평가 후 적정 수확시기 설정	기능성분 분석(아미노산류, 지방산류, 무기성분 등)	100%	
	효능평가(항산화활성-전자공여능 측정, 항염증활성-아질산염소거능 측정 등)	100%	
	성충 채취시기별 영양성분 및 기능성분 분석	100%	
연중생산에 알맞은 최적 환경 설정 및 대량생산 시설체계 개발	연중생산을 위한 사육밀도 및 최적 환경 구명, 대량 생산을 위한 사육 모델 설정	100%	

연차	연구개발목표	연구개발내용	달성도
3년차	사료공장 현장 적용	항균활성이 극대화된 고기능성 곤충대량 생산기술 현장적용	100%
		곤충기반 사료 가공공정에 chitinase 처리 조건 확립 및 현장적용	100%
	반려견에 대한 곤충사료의 면역력 증강에 대한 실증 시험	유용곤충자원을 이용하여 개발된 맞춤형 면역력 개선 사료에 대한 반려견 자견실증 시험	60%
		반려견 자견에 대한 생후 6주령부터 실시하는 예방백신(홍역 및 파보바이러스)1-5차 접종(2주간격 접종)에 따른 면역력 개선 효과 분석	50%
	곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발	항균물질이 증대된 축종별(반려견) 곤충 사료 시제품 개발	100%
		현장실증시험을 위한 곤충 사료 시제품 생산	100%
	시제품 디자인 및 제품 포장 연구	제품의 고객선호도 향상을 위한 고급화 디자인 연구	100%
		제품 저장 및 유통을 원활하게하기 위한 포장 규격 연구	100%
		제품 판매활성화를 위한 다양한 제품 구성 연구	100%
	곤충사육 자동화를 통한 대량 생산 시설체계 모델 제시	생산비 절감을 위한 곤충사육 자동화 대량생산 기술 확립	100%
		농가별 대량사육 자동화 기술 확립 및 구축	100%
		대량생산 곤충 수매를 통한 농가 소득증대	100%
		농가별 대량생산 체계 경제성 분석	100%
	고효율·고기능 곤충사료제품의 마케팅전략 수립	곤충사료 효과 및 효능에 대한 홍보를 통한 전남 HACCP인증 오리농가에 보급판매	80%
		반려견 관련 국내외 전시회, 박람회 참석 곤충사료 브랜드 홍보 및 판매	100%
국내 반려동물 제품 유통망을 활용 애완동물병원 납품/판매전략 수립		100%	
연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발	연중 사육 가능한 시스템 구축 및 농가규모별 생산체계 경제성 분석	100%	

○제1세부

- 선택된 대상곤충의 최적 면역 유도기술 탐색 완료: SCI(E)논문 2편 출판 완료
 - Kim, D. H., Noh, M. Y., Park, K. B. & Jo, Y. H. Expression profiles of two thaumatin-like protein (TmTLP) genes in responses to various micro-organisms from *Tenebrio molitor*. *Entomol Res* 47, 35-40, doi:10.1111/1748-5967.12197 (2017).
 - Noh, M. Y. & Jo, Y. H. Identification and sequence analysis of two thaumatin-like protein (TmTLP) genes from *Tenebrio molitor*. *Entomol Res* 46, 354-359, doi:10.1111/1748-5967.12198 (2016).
- Chitinase 최적 활성화 조건 탐색 완료:
 - SCI(E)논문 3편 출판 완료
 - Kim, M.-W. et al. Extraction of chitin and chitosan from housefly, *Musca domestica*, pupa shells. *Entomol Res* 46, 324-328, doi:10.1111/1748-5967.12175 (2016).

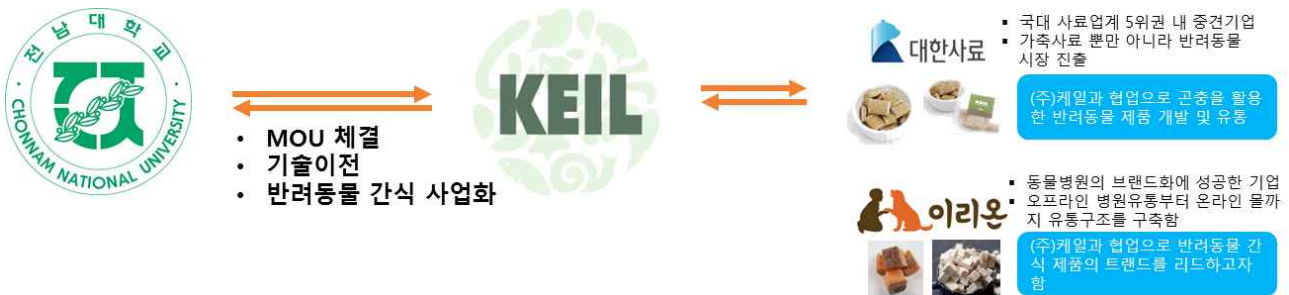
- Yong-Su S, Min-Woo K, Chaeyeong M, Dong-Jun S, Soo HY, Hun JY, Young NM, Young-Kyu P, Sun-Am K, Wook KY, Woo-Jin J (2018) Extraction of chitin and chitosan from larval exuvium and whole body of edible mealworm, *Tenebrio molitor*. *Entomol Res* 48: 227-233
- Kim M-W, Song Y-S, Han YS, Jo YH, Choi MH, Park Y-K, Kang SH, Kim S-A, Choi C, Jung W-J (2017) Production of chitin and chitosan from the exoskeleton of adult two-spotted field crickets (*Gryllus bimaculatus*). *Entomol Res* 47: 279-285

◦국내논문 3편 출판 완료

- Kim MW, Song YS, Seo DJ, Han YS, Jo YH, Noh MY, Yang YC, Park YK, Kim SA, Choi C, and Jung WJ (2017) Extraction of Chitin and Chitosan from the Exoskeleton of the Cockroach (*Periplaneta americana* L.). *Journal of Chitin and Chitosan*. 22(2)
- Seo D-J, Moon C, Song Y-S, Choi S-H, Han YS, Jo YH, Noh MY, Jung W-J (2017) Production of N-acetyl-glucosamine by Chitinase from *Serratia marcescens* PRNK-1 Using Chitin Obtained from Edible *Tenebrio molitor* Larva. *Journal of Chitin Chitosan* 22: 149-155
- Jo YH, Song Y-S, Edosa TT, Seo D-J, Won R, Bang IS, Han YS, Jung W-J (2017) Characterization of Chitinase from *Bacillus thuringiensis* Isolated from the Dynastid Beetle, *Allomyrina dichotoma* L. *J Chitin Chitosan* 22: 264-270

• 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식개발 및 사업화

◦국내 곤충산업을 주도하고 있는 (주)케일(KEIL)과 MOU 및 기술이전을 통하여 산업화



◦본 연구결과를 기반으로 확보한 기술노하우 2건 기술이전

- 미생물 기반 밀웜 항균펩타이드의 발현조절 관련 기술 노하우
- 미생물 기반 먹이원을 이용한 밀웜 유충의 생산성 증진 관련 기술 노하우

◦(주)케일과 협업을 통한 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식 명가의숨씨(갈치, 연어), 수퍼과워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 총 6종의 제품을 출시/유통

- 제품 출시 이후 명가의숨씨(갈치, 연어) 2종을 판매하여 약 16백만원의 매출 실적을 올림
- 제품 출시 이후 수퍼과워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 판매하여 약 124백만원의 매출 실적을 올림

• 키토산 및 제독유황 기반 기능성 오리 음용수 시제품 개발

- 식용곤충을 포함한 프리미엄 반려동물 간식개발 및 사업화 관련 홍보 3건 수행
 - aT에서 주관한 2017 생명산업과학기술대전에 참가하여 “식용곤충을 활용한 반려동물 간식” 제품을 홍보
 - 농림축산식품부에서 주관한 제3회 곤충산업 활성화를 위한 민관합동 워크숍에서 “곤충기반맞춤형 사료개발” 의 주제로 홍보
 - iPET 농림수산식품기술기획평가원에서 주관한 제 12회 농림식품산업 미래창조포럼 - 고부가가치 곤충산업의 현황 및 과제에서 “곤충을 활용한 펫사료 개발” 의 주제로 홍보

- 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단” 제목으로 2건을 수주

- 특허출원 4건:
 - 갈색거저리를 이용한 N-아세틸글루코사민의 제조방법(10-2017-0115293)
 - 바실러스 튜린지엔시스 균주를 이용한 키틴분해효소 및 키틴올리고당 제조방법(10-2018-0098164)
 - 바이러스 RNA 추출용 조성물(10-2017-0125548),
 - 바이러스 RNA를 추출하는 방법(10-2017-0125547)

- 특허등록 2건:
 - 바이러스 RNA 추출용 조성물(10-1885039)
 - 바이러스 RNA를 추출하는 방법(10-1885038)

- 10건의 학술발표 수행
 - Identification, sequence analysis and expression profiles of two Thaumatin-like genes in responses to various pathogens in *Tenebrio molitor*
 - Identification, in silico analysis and expression analysis of attacin gene family in *Tenebrio molitor*
 - Production of polysaccharide extracted from housefly (*Muscadomestica*) pupa shells
 - Extraction of chitin and chitosan from the exoskeleton of adult two-spotted field crickets (*Gryllus bimaculatus*)
 - Cloning and overexpression of 71 kDa chitinase from the *Bacillus thuringiensis* GS2 strain
 - Cloning and expression analysis of serine protease inhibitor 22 (SPN22) in *Tenebrio molitor*
 - Production of N-acetyl-glucosamine from whole body of Mealworm (*Tenebrio molitor*) larva by chitinase
 - Production of polysaccharides from the exoskeleton of the Cockroach (*Periplaneta americana* L.)

- Manufacture of chitin and chitosan from exuvium and whole body of Mealworm (*Tenebrio molitor*) larva
- Isolation and Characterization of Chitinase-producing Bacterium, *Serratia marcescens* PRNK-1

- 본 과제를 통하여 석사 3명 및 학사 4명을 배출

○제2세부

- 키토산을 이용한 유용곤충자원 기반 맞춤형 기능성 사료에 대한 오리 및 육계의 육질개선 및 생산성 증가에 대한 실증시험 수행
- 제 1협동에서 생산된 저가 밀웬 폐박이 포함된 오리사료를 기반으로 오리 실증실험 수행
 - SCI(E)논문 1편 출판 완료
 - Jo YH, Lee JW (2016) Insect feed for animals under the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) regulations. *Entomol Res* 46: 2-4
- 1건의 학술발표수행
 - Insect feed for animals under the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) regulations

○제1협동

- 갈색거저리 폐박을 이용한 오리사료 시제품 3종 제작 완료
 - 식용곤충기반 오리사료#1(곤충폐박1% 함유),
 - 식용곤충기반 오리사료#2(곤충폐박5% 함유),
 - 식용곤충기반 오리사료#3(곤충폐박10% 함유)

○제2협동

- 아메리카동애등애를 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발
 - 이를 기반으로 출시된 “라바피드” 제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림
- 특허출원 3건 출원
 - 곤충선별장치(10-2015-0191271),
 - 곤충건조장치(10-2015-0191332)
 - 전복 치패용 배합사료 및 그 제조방법(10-2018-0089589)
- 특허등록 1건
 - 곤충선별장치(10-1747928-0000)
- 1건의 학술발표수행
 - 하늘소 천적 개미침벌과 *Dastarcus helophoroides*의 인공사육 및 활용

○제3협동

- 9건의 학술발표 및 1건의 영농활용수행

- 집파리번데기의 항균활성과 항산화 효과
- 사육 온도에 따른 풀무치의 생육특성
- 사육 온도에 따른 풀무치의 생육특성
- 동애등에 건조방법에 따른 영양 성분 분석
- 벼메뚜기 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향
- 벼메뚜기 분말을 급여한 육계의 품질 및 관능 특성 비교
- 풀무치 실내사육에 알맞는 사육상자 개발
- 아메리카왕거저리 건조온도에 따른 성분 분석
- 쌍별귀뚜라미(Gryllidae) 건조방법에 따른 영양성분 비교
- Breeding density and spawning place for annual production of *Locusta migratoria*
- 영농활용: 풀무치 최적 수확시기 설정
- 곤충자원의 건조방법에 따른 기능성분 분석 여부
 곤충별 열풍 40~60℃ 건조시 기능성분 우수, microwave 건조시 아미노산 감소
- 메뚜기목 곤충의 최적 산란처 구멍 및 실내사육 상자 개선
 풀무치 최적 산란처로 오아시스, 실내사육상자 재질은 알루미늄에서 생육 우수, 노동력 절감됨

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

1. 연구개발결과의 기여도

- (1) 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미, 아메리카동애등에 채란과 관련된 환경조건의 규명을 통해 연중사육시스템 구축이 가능하게 됨으로서 효율적이고 경제성 있는 방향의 사업화가 가능하도록 기여
- (2) 미국 및 중국에서의 동애등에 생산과 비교하여 차별화된 자동화 장치로서 가격경쟁력을 확보하여 수출도 가능하도록 발전하는데 기여
- (3) 갈색거저리 폐박을 반려견의 간식으로 응용 개발하여 사료용곤충으로서의 가능성을 확인하는데 기여함
- (4) 사료용곤충의 다양한 제형화를 통해 상품화가 가능한 제형으로 개발하는데 기여
- (5) 사료용곤충의 유효성분분석을 통해 다양한 사료 및 반려동물 간식용 소재를 위한 기초자료로 활용할 수 있을것으로 기대

2. 연구성과의 기여도(대량생산 시스템의 자동화시스템과 융합)

- (1) 갈색거저리와 동애등에를 기계적으로 수확하는 시스템으로서 대량화 및 자동화에 기여
- (2) 갈색거저리와 동애등에 사육과정에서 먹이의 성상 및 수분함량 등에 대한 연구를 통해 자동화 수확장치가 가능할 수 있도록 기여함

3. 연구결과 제품의 판매 및 시장 형성에 대한 기여도

- (1) 갈색거저리, 아메리카동애등에의 잠재적 수요처에 대한 꾸준한 홍보, 영업 마케팅을 통해 대량생산된 제품을 판매할 수 있는 사업화의 발판을 마련함
 - 1) 2018년 7, 8월: 강릉대 양어사료 소재로 판매 - 양어사료의 기능성 검증
 - 1) 2018년 5, 6월: 전남 나주 산란계 농가에 판매 - 2019년 사업 추진 중
- (2) 전라남도에서 산란계, 육계, 오리 등에 대한 곤충사료 보조사업을 추진하기 위해 곤충사료화 자료의 담당자 면담 및 자료 공유(2019년 전라남도 축산과 및 곡성군 축산계의 신규 지원사업 협의 중)

4. 연구결과 목표 미달성 사유 및 후속연구의 필요성

- (1) 전남 HACCP인증 오리농가에 보급 판매할 계획이었으나 실험과정 중 AI 및 오리관련 질병으로 인해 농가에 보급하는 것은 어려웠으며 2018년도 산란계에 적용하는 것으로 대체하였음. 과제 종료 후 본 실험결과를 바탕으로 전남 HACCP인증 오리농가에 개발 사료를 보급 판매할 계획임

5. 곤충(밀웜 등)의 향균펩타이드 발현극대화시 산업규모(Industrial Scale) 미달성

- (1) 추후 지속적인 연구를 통하여 밀웜 대량사육 후 특정시간 및 조건하에서 향균펩타이드 극대화 발현 조건을 최적화 시스템 구축을 하고자 함

6. 반려견에 대한 곤충사료(간식)의 면역력 증강에 대한 실증 시험

- (1) 반려견의 기호성에 초점을 맞추어 시급하게 출시하여 마케팅을 통하여 매출증진에 초점을
둠

4. 연구결과의 활용 계획 등

1. 사업화 추진 방안(농가 육성을 위한 계열화 사업으로 추진 중)
 - (1) 갈색거저리 계열화 농가 육성 및 수매 곤충을 반려동물 간식으로 개발
 - (2) 아메리카동애등에 대량생산 기술을 활용하여 (주)유용곤충 회사에 성충사육동과 부화유충사육 시설을 건축하고 오리, 육계, 산란계를 대상으로 첨가사료로 농가에 보급하는 사업을 추진
 - 1) 본사 사육시설 활용: 갈색거저리 사육 실습 및 교육을 통한 기술 보급, 종충 보급
 - 2) 동애등에 농가기술이전 및 5일령 종충을 공급: 50농가(농가별 100kg/일)
2. 사료용 곤충 사육용 먹이: 농업부산물과 주류부산물(맥주박 등)을 이용하는 기술의 활용
 - (1) 맥주박 등 부산물 건조사료를 활용하여 동애등에를 사육하는 기술을 바탕으로 갈색거저리, 동애등에 사육법으로 활용 추진
 - (2) 종충관리 및 자동화 장치를 활용한 경제성 있는 사육 시스템 구축
3. 수확기술: 선별기, 분리기(흔들체)를 활용하여 완전히 발육한 갈색거저리 유충, 아메리카동애등에 종령 및 번데기를 일시에 기계적으로 수확할 수 있는 기술
 - (1) 갈색거저리 유충 및 번데기와 분변 및 남은 배지의 입자크기에 따른 기계적인 분리 수확장치의 활용으로 계획적으로 생산 할 수 있는 방향으로 사업화 추진
 - (2) 동애등에 사육배지의 성상 및 입자를 조절한 사육기술과 대량 유충 컨베어 사육시스템으로서 최종적으로 발육한 동애등에를 동시에 수확하여 분리 수확 기간을 단축하고 수확된 원료를 건조 및 제형화 할 수 있어 산업화가 가능한 기술로 활용 추진
4. 사료용 곤충을 이용한 사료 시제품은 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨
 - (1) 오리, 산란계 등의 브랜드 상품, 면역증강을 통한 무항생제 축산품 생산
 - (2) 반려동물 반려견, 반려묘의 기능성 사료 및 간식으로 제품개발 및 생산
 - (3) 양식어류(민물, 해수) 및 전복, 해삼, 새우 등에 대한 안전하고 효율적인 단백질 먹이원으로 활용 확대
5. 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단” 제목으로 2건을 수주함
 - (1) 본 연구결과를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(명가의숨씨2종, 수퍼파워4종)과 “식용곤충 기반 반려동물 간식 수출연구사업단” 과제를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(펫스미스 블랙라벨 4종, 미로와로 2종)을 기반으로 식용곤충 기반 국내 반려동물 간식시장을 구축하여 수출대체효과 기대
 - (2) 기 개발된 총 12종의 식용곤충기반 반려동물 간식 제품의 해외 수출을 통해 신규시장 개척 및 식용곤충 사육농가 매출에 기여 가능

붙임. 참고문헌

- 김남정, 김재수, 김유용, 김동봉. 2015. 곤충자원을 이용한 양돈사료화 이용 기술 및 제품 개발. 농림축산식품부 연구보고서.
- 국립농업과학원. 2016. 곤충산업 연구동향 보고서. pp 150 ~ 170.
- A. Fajgelj, A. Ambrus (1999) Principles and Practices of Method Validation
- Arnold VH, Joost V, Itterbeeck H, Klunder E, Mertens A, Halloran, Giulia M, Paul V, 2013, Edible Insects. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1-9, Rome of Italy
- AOAC. 1990. Association of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Analytical Chemists. Washington D.C. USA.. 125-132.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181(26):1199-1200.
- Ghaly AE, 2009, The use of insects as human food in Zambia. OJBS 9(4):93-104.
- Joslyn MA, 1970, Methods in food analysis. Acad press, New York, USA, 710~711.
- Kato H, Lee C, Kim NV, Hayase SB, 1987, Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric Bio. Chem 51, 1333~1338.
- Korea Food and Drug Administration (2011) Food composition table. 8th ed. KFDA, Osong, Korea. 3~116.
- Korea Food and Drug Administration (2012) The standard for nonclinical demonstration management. Korea Food & Drug Administration Notice. 121.
- Korea Food and Drug Administration (2013) The standard of toxicity test for medicine and so on. Korea Food & Drug Administration Notice. 121.
- Ohara, I., Ariyoshi, S., 1979, Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. Agric. Biol. Chem., 43, 1473~1476.
- Yoo OS, Choi YC, Song HS. 2011. Breed and utilization of mealworm (*Tenebrio molitor*). National Academy of Agricultural Science. RDA. Suwon, Korea. 14~168.
- Yun SJ, 2007, Effect of blood sugar eating silkworm foods diabetes mellitus in clinical medicine. Master degree dissertation, Chosun University. Gwangju.
- Hwang SY, Bae GK, Choi SK, 2015, Preferences and Purchase Intention of *Tenebrio molitor*(Mealworm) according to Cooking Method The Korean Journal of Culinary Research, 21(1), 100~115.
- Whang HJ, Han WS, Yoon KR (2001) Quantitative analysis of total phenolic content in apple. Analytical Sci. Technol 14(5), 377~383.
- Wungaarden DV (1967) Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. Analytical Chem. 39, 848~850.

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화				
	(영문) Development and industrialization of the insect-based customized feeds for duck and puppy to improve productivity and immunity				
주관연구기관	전남대학교		주 관 연 구 (소속) 전남대학교		
참 여 기 업	(주)한국유용곤충연구소		책 임 자 (성명) 한연수		
총연구개발비 (1,260,000천원)	계	1,260,000,000	총 연 구 기 간	2015. 8. ~ 2018. 8.(3년)	
	정부출연 연구개발비	1,200,000,000	총 연 구 원 수	총 인 원	112
	기업부담금	60,000,000		내부인원	112
	연구기관부담금			외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

1. 연구개발 목표:

- (1) 면역력이 증진된 식용곤충 기반 반려동물 및 오리 사료 개발 및 산업화
- (2) 곤충자원 대량사육 자동화기술 개발 및 산업화

2. 연구개발 성과:

- (1) 식용곤충(밀웜)기반 반려동물 간식 6종 출시, 약 1.4억원의 매출실적 달성
- (2) 아메리카동애등애를 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발, 이를 기반으로 출시된 “라바피드” 제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림
- (3) 밀웜박 기반 오리사료 시제품 개발
(오리사육농가를 대상으로 사료 효율 검증 결과 증체율이 기존 사료 대비 약 7.86% 증가)
- (4) 키토산 및 체독유황 기반 오리음용수 시제품 개발 완료 - 혈액분석 결과 대조군 대비 면역력이 증가됨을 확인함
- (5) 갈색거저리(밀웜), 쌍별귀뚜라미, 아메리카동애등애의 사육자동화 시스템 구축 및 농가 현장교육
- (6) 풀무치의 연중사육기술 확립

○ 연구내용 및 결과

1. 식용곤충 기반 반려동물 간식 제품 출시 및 산업화

- (1) 본 연구를 통하여 도출된 연구결과를 (주)케일에 2건의 기술이전.
- (2) 이를 기반으로 명가의숨씨(갈치, 연어) 2종과 슈퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 포함한 반려동물 간식제품 6종을 개발하여 출시.
- (3) 이후 반려동물 간식제품을 판매하여 약 140백만원의 매출 실적을 올림

2. 식용곤충 기반 오리사료 개발 및 시제품 제작

- (2) 아메리카등애등애를 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발. 이를 기반으로 출시된 “라바피드” 제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림
- (2) 밀웜박 기반 오리사료 시제품 개발
(오리사육농가를 대상으로 사료 효율 검증 결과 증체율이 기존 사료 대비 약 7.86% 증가)
- (3) 키토산 및 제독유황 기반 오리음용수 시제품 개발 완료 - 혈액분석 결과 대조군 대비 면역력이 증가됨을 확인함

3. 정량적 성과목표 달성

- (1) SCI(E)급 저널에 6편의 논문을 국내 저널에 3편의 논문을 출판하였음.
- (2) 7건의 특허를 출원하였으며, 3건의 특허를 등록하였음.
- (3) 인력양성 부분에서 3명의 석사와 4명의 학사를 배출하였으며, 3인의 인력 채용하였음 (전남농업기술원 곤충잡업연구소)
- (4) 3년간의 연구기간 동안의 연구결과를 국내 학회에 총 21건 발표하였으며, 1건의 영농활용,
- (5) 3건의 홍보활동을 수행하였음
- (6) 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 지원하여 연계과제 2건을 수주하였음.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

1. 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단”제목으로 2건을 수주함

- (1) 본 연구결과를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(명가의숨씨2종, 슈퍼파워4종)과 “식용곤충 기반 반려동물 간식 수출연구사업단”과제를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(펫스미스 블랙라벨 4종, 미로와로 2종)을 기반으로 식용곤충 기반 국내 반려동물 간식시장을 구축하여 수출대체 효과 기대
- (2) 기 개발된 총 12종의 식용곤충기반 반려동물 간식 제품의 해외 수출을 통해 신규시장 개척 및 식용곤충 사육농가 매출에 기여 가능

2. 식용곤충의 가금류, 반려동물 이외 양식어류, 대형동물 등의 사료 활용에 대한 가능성 제시

- (1) 사료용 곤충을 이용한 사료 시제품은 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨
- (2) 본 연구를 통해 확립된 식용곤충 곤충사육 자동화모형을 식용곤충 사육농가에 교육함으로써 식용곤충 생산성 증대 및 생산비용 절감 기대

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	315034-3		
사업구분	농생명산업기술개발사업				
연구분야	곤충자원 개발 및 이용			과제구분	단위
사업명	생명자원 부가가치 제고기술사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화			과제유형	(개발)
연구기관	전남대학교			연구책임자	한연수
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2015.08.14.-2016.08.13	400,000,000	20,000,000	420,000,000
	2차연도	2016.08.14.-2017.08.13	400,000,000	20,000,000	420,000,000
	3차연도	2017.08.14.-2018.08.13	400,000,000	20,000,000	420,000,000
	4차연도				
	5차연도				
	계		1,200,000,000	60,000,000	1,260,000,000
참여기업	전남대학교, 생물방제연구센터, (주)한국유용곤충연구소, 전남농업기술원 곤충잡업연구소				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2018. 10. 16

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
전남대학교	교수	한연수

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	한연수
----	-----

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

1. 식용곤충 기반 반려동물 간식 제품 출시 및 산업화

- (1) 본 연구를 통하여 도출된 연구결과를 (주)케일에 2건의 기술이전.
- (2) 이를 기반으로 명가의숨씨(갈치, 연어) 2종과 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 포함한 반려동물 간식제품 6종을 개발하여 출시.
- (3) 이후 반려동물 간식제품을 판매하여 약 140백만원의 매출 실적을 올림

2. 식용곤충 기반 오리사료 개발 및 시제품 제작

- (2) 아메리카동애등을 기반으로 가금류 사료제형화 기술을 개발. 이를 기반으로 출시된 “라바피드” 제품을 판매하여 약 16.5백만원의 매출실적을 올림
- (2) 밀웜박 기반 오리사료 시제품 개발
(오리사육농가를 대상으로 사료 효율 검증 결과 증체율이 기존 사료 대비 약 7.86% 증가)
- (3) 키토산 및 제독유황 기반 오리음용수 시제품 개발 완료 - 혈액분석 결과 대조군 대비 백혈구 수치가 증가하는 등 면역력이 증가됨을 확인함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

1. 반려동물분야:

- (1) 본 연구결과를 통하여 반려동물 간식제품 6종을 출시하였음.
- (2) 또한 연계사업으로 수출전략기술개발사업의 일환으로 진행된 지정공모과제에 식용곤충기반 반려동물 간식 수출연구사업단에 선정되어 식용곤충분야 뿐만 아니라 반려동물 간식 분야 시장 점유를 통한 내수증진, 수입대체효과, 그리고 수출효과를 기대
- (3) 식용곤충 기반 고단백 반려동물 간식 제품의 기획을 통하여 반려동물의 건강 증진에 기여할 수 있으며, 펫푸드 시장의 고부가가치화에 기여 가능

2. 오리(가금류) 사육농가:

- (1) 밀웜폐박은 식용곤충 소재 중 가장 낮은 가격에 유통이 가능하여 가금류 사료 등 낮은 가격을 요구하는 사료시장에 곤충 기반 기능성 소재로 활용 가능함. 밀웜폐박기반 오리사료를 오리에 급여 시 기존 사료대비 증체율이 평균 7.86% 증가하는 것으로 나타나 기존 사료를 대체할 수 있을 것으로 기대.
- (2) 키토산 및 제독유황을 기반으로 오리 음용수 시제품을 개발하였음. 혈액분석 결과 백혈구 수치가 증가하는 등 오리의 면역 증진에 영향을 주는 것으로 나타났음.
- (3) 또한 오리 사육농가에서는 곤충 먹은 오리, 키토산오리, 제독유황오리 등 독자적 브랜드화가 가능하여 오리 사육농가의 특성화 및 매출증대에 기여 가능

3. 식용곤충 사육농가:

- (1) 식용곤충을 소재화하여 반려동물 간식 및 오리(가금류) 사료로 적용함에 따라 식용곤충 수요의 증대 및 관련시장의 확대를 기대할 수 있음. 이를 통하여 최종적으로 식용곤충 사육농가의 매출증대에 기여 가능
- (2) 식용곤충 사육 자동화를 통하여 노동집약적 산업에서 탈피하여 자본집약적 규모를 갖는 산업으로 발돋움 가능하며, 식용곤충 생산성의 증대를 기대할 수 있음. 또한 자동화된 사육시스템의 운영을 통하여 인건비 절감 등의 효과를 기대

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

1. 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 (1)“식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 (2)“식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단”제목으로 2건을 수주하여 연구 수행중임.
 - (1) 본 연구결과를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(명가의숨씨2종, 수퍼파워4종)과 “식용곤충 기반 반려동물 간식 수출연구사업단”과제를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(팻스미스 블랙라벨 4종, 미로와로 2종)을 기반으로 식용곤충 기반 국내 반려동물 간식시장을 구축하여 수출대체 효과 기대
 - (2) 기 개발된 총 12종의 식용곤충기반 반려동물 간식 제품의 해외 수출을 통해 신규 식용곤충 시장 개척 및 식용곤충 사육농가 매출에 기여 가능
2. 식용곤충의 가금류, 반려동물 이외 양식어류, 대형동물 등의 사료 활용에 대한 가능성 제시
 - (1) 사료용 곤충을 이용한 사료 시제품은 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨. 실제 본 연구 과정에 곤충폐박기반 오리사료를 오리사육농가에 현장검증을 수행한 결과 오리사육농가에서 브랜드화 하는 것에 대해 적극적인 반응을 보였음
 - (2) 본 연구를 통해 확립된 식용곤충 곤충사육 자동화모델을 식용곤충 사육농가에 교육함으로써 식용곤충 생산성 증대 및 생산비용 절감 기대

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

1. 2016년 이후 AI 조류 독감의 유행으로 오리사료를 확보하는데 애로사항이 있었지만, 최선을 다해 본 연구를 수행함
2. 곤충의 가격이 매우 높아 곤충기반 오리사료를 개발하여 기존 오리사료 시장을 공격적으로 마케팅 하는데 애로사항이 있었지만, 밀웜으로부터 유용한 오일, 아미노산 등 식품소재를 분리한 남은 최저가의 밀웜폐박을 활용하여 오리사료를 개발하였기에 우수하다고 판단함
3. 밀웜기반 반려견 간식 6종 개발할 뿐 아니라, 현재 온/오프라인 마케팅을 통하여 기존 시장에 곤충기반 간식제품을 적극적으로 판매하고 있다는 점에서 성실하게 수행하였다고 판단함

4. 반려견 간식제품 6종 출시하여 적극적으로 판매하여 구체적인 매출 실적이 있다는 점
5. 논문출판, 학술대회참가, 특허, 기술이전, 홍보 등 적극적으로 수행함
6. 본 과제를 통하여 개발된 제품을 기반으로 “수출사업단”을 유치하여 현재 곤충기반 프리미엄 반려견 간식 및 관련 제품을 외국에 수출하기 위하여 일본식품박람회, 중국상하이 Pet Fair, 중국베이징, 베트남, 대만, 홍콩의 Distributor 와 Vendor를 만나는 활동을 하고 있음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

1. 정량적 성과목표 초과 달성
 - (1) 기술이전 2건, 제품화 7건(반려동물 간식 명가의숨씨 2건, 반려동물 간식 수퍼과워4건, 아메리카동 애드에 건조 파우더 제품 ‘라바피드’ 1건) 시제품 3건 (밀웜폐막 기반 오리사료 시제품 1건, 키토산 및 제독유황 기반 음용수 2건 이상), 매출액 약 1.56억원 달성
(목표: 기술이전 2건, 제품화 2건)
 - (2) SCI(E)급 저널에 6편의 논문을 비SCI 저널에 3편의국내문을 출판하였음
(목표: SCI논문 4건, 비SCI논문 2건, 과제 종료 후 SCI논문 1건).
 - (3) 특허출원 7건, 특허등록 3건을 달성하였음
(목표: 출원 6건, 과제 종료 후 등록 4건).
 - (4) 인력양성 부분에서 3명의 석사와 4명의 학사를 배출하였으며, 3인의 인력 채용(전남농업기술원 곤충잡업연구소)하였음 (목표: 7명)
 - (5) 3년간의 연구기간 동안의 연구결과를 국내 학회에 총 21건 발표하였으며, 1건의 영농활용,
(목표: 15건)
 - (6) 홍보활동 3건을 수행하였음 (목표: 3건)
 - (7) 본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 지원하여 연계과제 2건을 수주하였음.
2. 정량적 성과목표 달성 미달성 항목
 - (1) 정책활용 2건이 연구기간 내 목표로 설정되어있었으나, 해당 부분을 달성하지 못함. 과제 종료 후 달성하고자 함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
곤충 AMP 발현 최적화 및 극대화 조건 확립	3.5	100	식용곤충 AMP발현 최적화 및 극대화 조건을 확립함
곤충의 chitin을 효과적으로 분해 할 수 있는 chitinase 저가 생산기술개발	3.5	100	저가 chitinase 생산기술개발 완료
육계 및 오리에 대한 곤충사료의 생산성 향상에 대한 실증 시험	4	100	곤충사료의 실증실험 수행
곤충자원사료 활용 전처리 조건 설정	3.5	100	곤충자원사료 전처리 조건 확립
곤충 활용 사료 생산 환경 연구	3.5	100	곤충 활용 사료 생산 환경확립
곤충사육 자동화 대량사육 기술 개발	4	100	곤충사육 자동화 대량사육기술 확립
곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 기준 확립	4	100	곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 표준화
곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정	4	100	곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 확립
곤충자원의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선발	4	100	곤충자원의 세대단축기술 확립 발육단계별 적정 먹이원 확립
선택된 대상곤충의 최적 면역 유도기술 개발	4	100	선택된 대상곤충의 최적 면역 유도기술 개발 완료
Chitinase 최적 활성화 조건 탐색	4	100	Chitinase 최적 활성화 조건 확립
육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선에 대한 실증 시험	4	100	육계 및 오리에 대한 곤충 사료의 육질기능 및 면역력 개선 실증
곤충자원 활용을 위한 사료 영양 성분 분석	4	100	곤충자원 활용을 위한 사료 영양 성분 분석 완료
항균력 유도 곤충 현장 적용 시험을 위한 제형 연구	4	100	항균력 유도 곤충 현장 적용 가능성 타진
곤충 기능성사료 제품 조건별 사료(오리) 시제품 생산	4	100	곤충 기능성사료 제품 조건별 사료(오리) 시제품 생산 완료
대상곤충의 대량생산 시설 체계 및 자동화 장치 구축	4	100	대상곤충의 대량생산 시설 체계 및 자동화 시스템 표준화
곤충사육 자동화를 통한 공정개선 기술 농가보급 및 현장 실증 적용	4	100	곤충사육 자동화를 통한 공정개선 기술 농가보급 및 현장 적용 수행
곤충자원의 기능성분 분석 및 효능평가 후 적정 수확시기 설정	4	100	곤충자원의 기능성분 분석 및 효능평가 후 적정 수확시기 표준화
연중생산에 알맞은 최적 환경 설정 및 대량생산 시설체계 개발	3.5	100	연중생산에 알맞은 최적 환경 설정 및 대량생산 시설체계 개발완료

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
사료공장 현장 적용	4	100	곤충폐박기반 오리사료, 키토산 및 제독유황기반 오리 음용수 시제품 개발 및 오리농가 현장적용
반려견에 대한 곤충사료의 면역력 증강에 대한 실증 시험	4	55	반려견에 대한 곤충사료의 기호성 검토/ 제품출시 및 사업화
곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발	4	100	곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발 및 오리농가 현장적용
시제품 디자인 및 제품 포장 연구	3.5	100	반려동물 간식 제품 6종 출시 및 산업화 완료
곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설체계 모델 제시	3.5	100	곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설체계 모델 구축 완료
고효율·고기능 곤충사료제품의 마케팅전략 수립	4	95	고효율·고기능 곤충사료제품의 마케팅전략 수립 완료
연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발	3.5	100	연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발 완료
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

1. 현재 대한민국은 애완동물산업이 빠르게 성장하고 있다. 그러나 대부분 외국산 제품들이 국내에 수입되고 있다는 점에서, 본 과제를 통하여 6종의 반려견 간식이 출시되어 현재 판매되고 있어, 기존 사료시장에 곤충기반 간식 시장에 정착한다면, 수입대체효과를 거둘 수 있다고 판단함.
2. 또한 본 과제를 통하여 출시된 6종의 반려견 간식제품은 해외수출을 하고자 최대한 노력하고 있어 향후 그 결과가 기대됨.
3. 현실적으로 고가의 식사료용곤충(밀웜)의 가격으로 오리사료를 생산할 때 가격경쟁력이 없으나, 그 고가 곤충의 폐박을 활용하여 가격경쟁력을 확보 할 수 있는 방안을 제시하였다는 점에서 향후 기대가 됨
4. 하지만 대한민국의 곤충산업의 진정한 활성화와 실질적인 진보를 위하여, 곤충의 대량사육시스템이 구축되어 저가로 곤충을 대량생산하여 제공하지 못하면 심각한 역풍이 불것으로 판단됨. 즉 외국산 곤충을 수입하여 제품이 생산된다면 기존의 곤충사육농가에 큰 피해를 줄 것으로 예측됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

1. 기술이전 2건, 제품화 7건(반려동물 간식 명가의숨씨 2건, 반려동물 간식 수퍼과워임4건, 아메리카동애 등에 건조 파우더 제품 '라바피드' 1건), 시제품 3건 (밀웜페박 기반 오리사료 시제품 1건, 키토산 및 제독유황 기반 음용수 2건 이상)을 달성하였음(목표: 기술이전 2건, 제품화 2건)
2. 개발된 반려동물 간식 제품 6종은 현재 온오프라인 마켓 및 백화점에서 판매중이며, 현재에도 지속적으로 매출이 발생(매출액 약 1.56억원 달성)하고 있음
3. 본 과제의 결과물을 기반으로 2개의 연계과제를 수주하여 국내는 물론 해외에 수출하기 위하여 최선의 노력을 하고 있는 점. 이를 통하여 식용곤충 기반 반려동물 시장을 개척하고, 선점함으로써 국내 식용곤충 사육농가의 실질적 소득에 기여할 수 있으며, 곤충산업의 성공사례가 될 수 있음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

1. 연구결과의 활용방안

- (1) 본 과제를 통하여 나온 제품은 수출사업단을 통하여 내수는 물론 해외 수출을 통하여 구체적인 매출실적 성과를 내는 데 최대한 활용되어질 것으로 판단됨
- (2) 본 과제를 통하여 확보된 바이러스분리법을 농작물 및 과수로부터 바이러스 분리하는데 활용하여 국내외에 수출하기 위하여 지속적인 노력을 하고자 함.

2. 연구결과의 향후조치에 대한 의견

- (1) 본 과제를 통하여 확보된 미생물 기반 식용곤충성장 촉진에 대한 후속연구가 필요하다고 판단됨

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	오리와 반려자견의 생산성 및 면역력 개선을 위한 곤충기반 맞춤형 사료개발 및 산업화			
주관연구기관	전남대학교	주관연구책임자	한연수	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,200,000,000	60,000,000		1,260,000,000
연구개발기간	2015. 08. 14 - 2018. 08. 13 (36개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①곤충 AMP 발현 최적화 및 극대화 조건 확립	<ul style="list-style-type: none"> • 면역유도물질을 곤충에 주사 후 혈림프를 centrifugation 및 boiling 방법을 이용하여 정제한 후 E. coli를 대상으로 CFU방법으로 AMP activity assay를 수행
②곤충의 chitin을 효과적으로 분해 할 수 있는 chitinase 저가 생산기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 대상곤충의 외골격 및 탈피각을 이용하여 chitin과 chitosan을 생산 후 수율 조사 • chitin 기질을 이용하여 chitinase 활성이 강한 균주 및 바이러스주 확보 • 재조합 chitinase를 pET28a(+) vector를 기반으로 한 bacterial expression system을 이용하여 대량생산
③육계 및 오리에 대한 곤충사료의 생산성 향상에 대한 실증 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 제한 사양실험에서의 대상 유용곤충자원을 활용한 기능성 사료 기호성 연구 • 처리구별 기능성 사료급여에 대한 성장능력 지수(일당증체량, 출하기간, 사료섭취율) 조사 와 상관관계 분석 및 유의성 검정
④곤충자원사료 활용 전처리 조건 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 펠렛성형을 위한 수분함유량 성분 조성 중요 • 건조 장비 활용을 통한 건조방법 설정 • 추출 조건별 추출을 조사를 위한 장비 조건 설정
⑤곤충 활용 사료 생산 환경 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 오리 기호성 및 저장 기간을 고려한 시험 수행
⑥곤충사육 자동화 대량사육 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 곤충사육농가 10여곳 이상 • 인터넷 자료 10여곳 이상: 유튜브, 구글자료 등 검색 • 실질적으로 활용가능한 장치 개발 • 수동 및 반자동에 효과적으로 활용할 수 있는 장치, 재료 개발 • 갈색거저리 자동화 사육장치를 포함한 대량사육매뉴얼 • 쌍별귀뚜라미의 자동화 사육장치를 포함한 대량사육매뉴얼

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
⑦곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 기준 확립	<ul style="list-style-type: none"> • 농가 1~2인이 월 200~300만원 소득기준으로 최종 생산물을 수확하기 위한 사육공간 및 재료를 조사함 • 생체를 공급하는 방법: 포장 및 유통법 개발 • 세균 및 병원균을 사멸, 차단할수 있는 멸균방법 조사
⑧곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 건조시간(냉풍 30일, 열풍 8~96시간, 동결 72시간, microwave 8분) 측정 • 동애등에-단백질50, 지방2, 회분10 • 갈색거저리-단백질52, 지방35, 회분2 • 귀뚜라미-단백질71, 회분4 • 메뚜기-단백질 70, 지방6~11, 회분4 • 집파리번데기-단백질60, 지방15, 회분5 • 아메리카왕거저리-단백질51, 회분2 • 풀무치-단백질77, 지방5, 회분5
⑨곤충자원의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선별	<ul style="list-style-type: none"> • 온도32℃, 습도65% 유지 시 76% 부화 • 탈피5회(26일/32℃, 36일/28℃) • 밀+밀기울 급여시 주사료 섭취율 감소
⑩곤충 AMP 발현 최적화 및 극대화 조건 확립	<ul style="list-style-type: none"> • 미생물 주사 및 미생물 기반 젤리 급여에 따른 갈색거저리 유래 14개 항균펩타이드 유전자의 유도양상을 PCR 기법을 활용하여 조사 • TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 염기서열 및 도메인 분석 • TmTLP1과 TmTLP2 단백질의 3D 구조 분석 • TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 발생학적, 조직 특이적 발현양상 조사 • 미생물 주사에 따른 TmTLP1과 TmTLP2 유전자의 유도양상 조사
⑪곤충의 chitin을 효과적으로 분해 할 수 있는 chitinase 저가 생산기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 곤충 갈색거저리 유충 전체 몸체 또는 유충탈피각을 이용하여 키틴, 키토산의 수율을 조사하고, 키틴으로부터 colloidal chitin을 제조하고 키토산의 점도와 탈아세틸화를 조사함. • 곤충으로부터 분리한 키틴분해미생물로부터 얻어진 chitinase를 이용하여 곤충탈피각을 기질로 하여 최적 온도 및 최적 pH를 조사함. • 곤충으로부터 분리한 키틴분해미생물로부터 얻어진 chitinase를 이용하여 키틴올리고머를 기질로 하여 온도와 pH에 따른 올리고머의 분해패턴을 조사함.
⑫육계 및 오리에 대한 곤충사료의 생산성 향상에 대한 실증 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 키토산을 이용한 유용곤충자원 기반 맞춤형 기능성 사료에 대한 오리 및 육계의 육질개선 및 생산성 증가에 대한 실증시험수행 • 키토산의 적정 농도에 따른 처리구별 사료급여에 대한 성장능력 지수 (일당증체량, 사료효율) 조사 및 분석과 조사형질간 상관관계 분석 완료
⑬곤충자원사료 활용 전처리 조건 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 건조 장비 활용을 통한 건조방법 설정(단백질, 아미노산 등의 변화 분석)
⑭곤충 활용 사료 생산 환경 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 수분함유율의 조정을 통하여 사료의 저장기간 증대 및 강도를 조절한 크럼블 제형화 조건 설정
⑮곤충사육 자동화 대량사육 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 갈색거저리 채란판 제작 • 곤충건조장치 제작: 3kg/회 • 갈색거저리 선별기 설계 및 특허등록

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
⑩ 곤충사육 규모에 따른 사육 시설 및 방법 기준 확립	<ul style="list-style-type: none"> • 대상곤충을 이용한 사료의 원료 확보 및 대량사육을 통한 사육기술(노하우) 습득을 위해 일반 농가 수준에 준하는 양을 연중 누대사육하는 체계를 구축하여 가동함 -사육실 면적(m²) -사육 선반, 사육상자(개) -일, 주간 생산량(kg) -필요인력(명) -각종 먹이 및 사육용품 • 재료비, 인건비, 기타비용 포함 • kg당 생산단가 분석 • 신규농가 발굴 -상담 및 컨설팅 -자동화장치 및 구매처 지원사업 등 -갈색거저리 사육시설기준 보급
⑪ 곤충자원의 영양가치 평가 및 단가절감형 곤충의 건조방법 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 아미노산 표준물질 43종 확인 • 용매별 자유라디칼 소거 확인 • 강산에서 염증활성 검정
⑫ 곤충자원의 세대단축기술 개발 및 발육단계별 적정 먹이원 선발	<ul style="list-style-type: none"> • 풀무치 인공산란을 위한 산란처 구명 • 알루미늄 상자 개발로 생육환경 개선, 노동력 절감
⑬ 사료공장 현장 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 오리브랜드 농장을 대상으로 현장 실증시험 수행 결과 곤충기반 오리사료가 일당증체량이 7.86% 더 우수한 것으로 나타남 • 키토산 및 제독 유효 기반 오리음용수를 기반으로 한 면역력 개선영향을 혈액분석으로 수행한 결과 키토산 및 제독 유효 기반 오리음용수가 대조군에 비해 높은 면역력을 나타내고 있음을 확인함 • <i>Bacillus thuringiensis</i> PRC-II의 키틴분해효소 (<i>Btchitinase</i>와 <i>rBtchitinase</i>)가 게 껍질 콜로이달 키틴, 갑오징어 널 콜로이달 키틴과 갈색거저리 콜로이달 키틴을 키틴올리고당으로 분해할 수 있음을 확인함
⑭ 반려견에 대한 곤충사료의 면역력 증강에 대한 실증 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 밀웜 폐박을 기반으로 영양성 분석 수행 완료 • 폐박 기반 오리사료 제작을 위한 기반 구축 완료
⑮ 곤충 항생물질 증대 기능성사료 시제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충(밀웜)기반 반려동물 간식제품 수퍼파워(황태저키, 닭가슴살저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 4종을 추가로 개발하여 출시함
⑯ 시제품 디자인 및 제품 포장 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 140,000천원의 매출 실적 달성
⑰ 곤충사육 자동화를 통한 대량생산 시설체계 모델 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 갈색거저리 및 쌍별귀뚜라미에 대한 곤충사육 자동화모델 확립 • 확립된 곤충사육 자동화모델 기반 곤충사육농가 현장교육 • 과제수행 중 약 35백만원 규모의 곤충 및 곤충가공물 구매 • 곤충사육 자동화모델 구축에 따른 경제성 분석 완료
⑱ 고효율·고기능 곤충사료제품의 마케팅 전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 아메리카동애등에 분말(라바 피드)을 전남 나주의 산란계농장에 판매 • 2017 생명산업과학기술대전 참석하여 출시된 반려동물 간식 홍보 • 반려동물 간식 제품을 백화점, 오픈마켓 및 온라인 마켓을 통하여 유통 중
⑳ 연중 사육체계 및 농가규모별 생산체계 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 풀무치 기반 연중 사육체계 구축 완료

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SCI	비 SCI						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	6	(4)		2		2					4(1)	2		15		7	2	3		
연구기간내 달성실적	7	3		2	10	7	156. 6630 01							21		10		3	2	
달성율(%)	117	75		100		350					120	150		140		143	0	100		

※최종목표 중 특허등록 4건과 SCI논문 1건은 과제 종료 후 1년차 성과 목표임

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	식용곤충 기반 반려동물 간식 제품 개발 및 산업화(명가의 솜씨 2종, 수퍼파워 4종)
②	아메리카동애등애를 기반으로 가금류 사료제형화 기술 ("라바피드"제품)
③	밀웜박 기반 오리사료 시제품 개발
④	키토산 및 제독유향 기반 오리음용수 시제품 개발
·	
·	
·	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술	v						v			
②의 기술		v					v			
③의 기술	v						v			
④의 기술		v					v	v		
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	본 과제를 기반으로 수출전략기술개발사업 지정공모과제에 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단 사전기획 연구” 및 “식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)반려동물 간식 수출연구사업단”제목으로 2건을 수주 (1) 본 연구결과를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(명가의숨씨2종, 수퍼파워 4종)과 “식용곤충 기반 반려동물 간식 수출연구사업단”과제를 통해 출시/판매중인 반려동물 간식 6종(펫스미스 블랙라벨 4종, 미로와로 2종)을 기반으로 식용곤충 기반 국내 반려동물 간식시장을 구축하여 수출대체효과 기대 (2) 기 개발된 총 12종의 식용곤충기반 반려동물 간식 제품의 해외 수출을 통해 신규시장 개척 및 식용곤충 사육농가 매출에 기여 가능
②의 기술	식용곤충의 가금류, 반려동물 이외 양식어류, 대형동물 등의 사료 활용에 대한 가능성 제시
③의 기술	성 제시
④의 기술	(1) 사료용 곤충을 이용한 사료 시제품은 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨 (2) 본 연구를 통해 확립된 식용곤충 곤충사육 자동화모델을 식용곤충 사육농가에 교육함으로써 식용곤충 생산성 증대 및 생산비용 절감 기대
·	
·	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		SCI	비SCI	논문 평균 IF			학술 발표	정책 활용		홍보 전 시
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	6	4		2		2					5	2		15		7	2	3		
연구기간내 달성실적	7	3		2	10	7	156.663001				6	3		20		10		3		
연구종료 후 성과창출 계획		<u>1</u>															<u>2</u>			

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	미생물 기반 밀웜 항균펩타이드의 발현조절 관련 기술 노하우		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	5,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	1년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	반려동물 간식 2종(명가의 숨썬-갈치, 연어) 출시 및 사업화		

핵심기술명 ¹⁾	미생물 기반 먹이원을 이용한 밀웜 유충의 생산성 증진 관련 기술 노하우		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	5,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	1년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	반려동물 간식 4종(수퍼파워-닭가슴저키, 황태저키, 라이스쿠키, 머랭쿠키) 출시 및 사업화		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)