

<제출문>

제 출 문

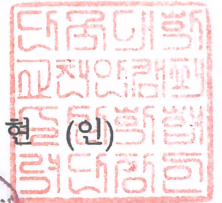
농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “동애등에를 침가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향 평가”(개발기간 : 2016. 12. ~ 2018. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 1. 4.

주관연구기관명 : 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단 김 철 현 (인)

참여기관명 : 농업회사법인 푸디웜(주) 김 태 훈



주관연구책임자 : 박 재 흥

참여기관책임자 : 김 태 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	116141-1	해 당 단 계 연구 기 간	2016.12~2018. 12	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	동애등에를 첨가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향 평가			
연구 책임자	해당단계 참여연구원 수	총: 12명 내부: 12명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:140,000천원 민간: 35,000천원 계:175,000천원	
	총 연구기간 참여연구원 수	총: 12명 내부: 12명 외부: 명	총 연구개발비	정부:140,000천원 민간: 35,000천원 계:175,000천원	
연구기관명 및 소속부서명	단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단			참여기업명 농업회사법인 푸디웜(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

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·기탁 번호											

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) 보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ※ 동애등을 첨가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향 평가 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 세계적으로 곤충 자원을 이용한 단백질 공급원에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있음 ▪ 국내 곤충 자원을 이용한 단백질 공급원의 연구가 선진국에 비해 미비한 상황임 ▪ 곤충자원의 이용이 경제동물에 맞추어져 연구가 진행 중에 있어 반려동물에 대한 연구는 미비함 ▪ 특히 애견용 기능성 사료원료로서의 곤충자원의 활용에 관한 연구가 최근에서야 진행 중에 있음 ▪ 비글견 사양시험을 통한 동애등에 파우더의 사료원료로서의 효능 평가와 국내 반려동물을 위한 기능성 애견사료의 사료원료로서의 가능성 및 기초자료를 수집하고자 함 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 동애등에 분말의 영양소 함량 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 높은 수준의 조단백질(53.64%), 조지방(13.43%), 조회분(11.02%) 함유 - 질적으로 우수한 아미노산 조성을 갖춤 - 동물의 건강에 유용한 지방을 높은 수준으로 함유 ▪ 동애등에 첨가 사료를 급여한 비글견의 생리학적 변화 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 혈중 albumin 농도 증가 - 건물 소화율과 단백질 소화율 개선 - 항산화효소(SOD와 GPx) 활성 증가 ◆ 동애등을 첨가한 반려동물 사료 및 간식의 효과와 관련된 가이드북 배포 ◆ 동애등을 활용한 다양한 반려동물의 사료개발 추진 ◆ 업체 브랜드 활성화 및 온·오프라인 판로 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 과학적인 데이터 자료 통해 ‘푸디웍’ 브랜드를 활성화 및 제품의 판로 확대와 매출 증가 ◆ 수출증가 <ul style="list-style-type: none"> - 동애등에 분말이 함유된 제품의 독일, 미국, 중국, 일본으로 수출 발생 및 영국과 벨기에에 수출 예정 ● 논문실적: SCI (Annals of Animal Science) 1편 게재 ● 학술대회 실적: 국내학술대회(한국식품영양과학회) 발표 1건 ● 기타실적: 팜플렛 제작 1건 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 곤충을 이용한 기능성 애견 사료 첨가제 개발 ▪ 타 연구에 응용 및 사업화 ▪ 고부가치 기능성 프리미엄 국산 사료 신시장 창출 ▪ 국내 기능성 애견사료 시장 발전에 기여 ▪ 사료 소재에 대한 산업화 기술 개발 및 신종 일자리 창출에 기여 ▪ 국내 고유 기술을 이용한 해외시장 개척 및 선진 연구로 활용 가능 ▪ 곤충농가의 활성화 및 매출증대 기대 				
<p>국문핵심어</p>	<p>곤충</p>	<p>동애등에</p>	<p>단백질</p>	<p>기능성</p>	<p>반려견</p>

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	
제 1절 연구개발 목적	6
제 2절 연구개발의 필요성	8
제 3절 연구개발 대상의 국내외 현황	10
제 4절 연구개발 범위	12
2. 연구수행 내용 및 결과	
제 1절 재료 및 방법	13
제 2절 연구 결과	16
제 3절 연구개발 성과	23
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	
제 1절 목표달성도	25
제 2절 관련분야에의 기여도	25
4. 연구결과의 활용 계획 등	
제 1절 연구성과의 활용분야 및 활용방안	26
제 2절 타 연구에의 응용 및 필요성	29
붙임. 참고 문헌	30

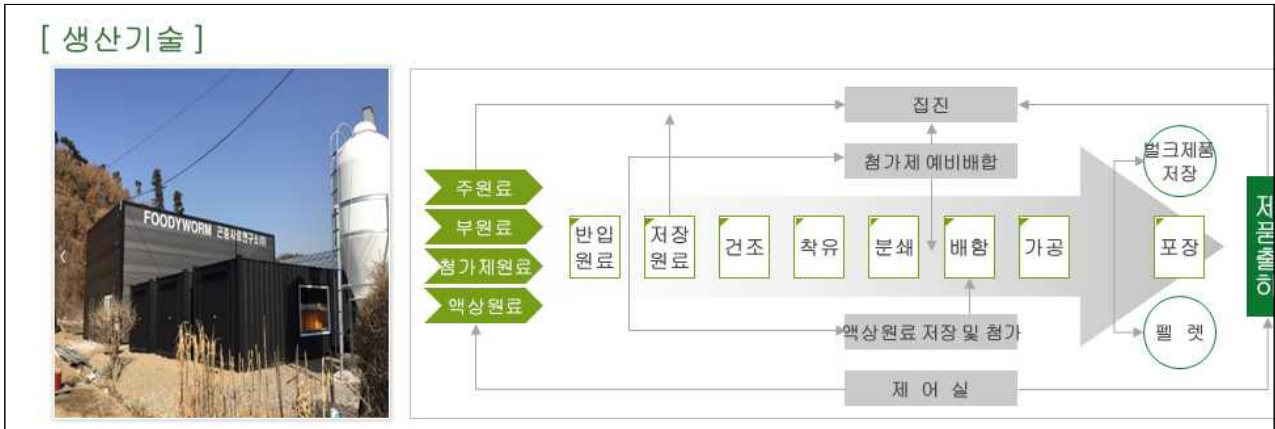
<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

제 1 장 : 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 목적

- 곤충을 먹는 행위를 식충성 (Entomophagy)이라고 하며, 거미, 도마뱀, 새와 같은 많은 동물과 다수의 곤충에는 식충성이 존재함
- 곤충은 지금까지 FAO를 포함한 세계적인 농업 연구 개발 기관의 안건으로 등장한 적이 없었으며, 식품 및 사료용 곤충에 대한 내용은 주로 이야깃거리로만 치부되어져 왔음
- 최근에 들어서는 번식이 매우 빠르고 유기물의 순환에 기여하여 대사과정에서 식물체의 단백질을 매우 효율적으로 동물성 단백질로 변환하여 축적이 가능하고, 식용이 가능한 곤충류의 단백질 함량은 약 44~70% 수준으로 사람이나 가축의 일반적인 동물성 단백질 섭취원인 육류 이상의 단백질을 함유하고 있다는 연구 결과들로 인하여 사료첨가제 시장에서의 연구가 매우 활발히 진행되고 있음
- 또한 곤충은 지방, 광물질 및 비타민 등의 공급원으로 활용이 가능하며 이러한 곤충의 영양적 가치는 현재까지 113개국에서 약 1,500종의 곤충이 식용으로 활용되고 있음
- 국내에서는 아직 사료용 곤충의 연구가 특히 경제동물에 국한되어 있으며, 애견사료에 대한 연구가 선진국에 비하여 매우 미비한 상태임
- 한국의 경제성장으로 국민소득증대와 여가시간 확대에 따른 반려동물의 개념이 중요시되어지고 있는 상황 속에서 사람과 더불어 살아가며 심리적으로 안정감과 친밀감을 주는 친구, 가족과 같은 의미로 국내 애견시장이 변화되고 있음
- 한국의 애견사료 시장은 해외유명브랜드 사료 회사들의 시장점유율이 높아 국내 제품의 활약이 매우 저조한 상황이며, 더욱이 국내 애견사료 중에서도 곤충을 이용한 기능성 사료 첨가제 기술은 연구가 미미함
- 최근 환경정화곤충인 동애등애가 이슈로 필수아미노산과 지방산을 포함한 42%의 단백질과 35%의 지방으로 구성돼 있어 동물성 영양사료로서의 가치를 인정받고 있음
- 곤충을 이용한 단백질 공급원으로서 동애등애를 기능성 애견 사료원료로서 이용하여 생산성 검증 및 영양소 소화율 등의 사양시험을 통한 동애등애의 효과 및 안정성을 검증하여 국내 프리미엄 기능성 국산사료로서 가능성 검증을 목표로 함

<제품 공정도>



<제품>



제 2절 연구개발의 필요성

- 곤충은 단백질 함유량 육류와 비슷하고, 2050년에는 세계 인구가 90억 달해 식량 부족 해결로 주목 받고 있음
- 곤충의 식품 이용 가능성 및 사료내 단백질 대체원료로서 곤충 단백질 주목
- 광우병으로 인해 반추동물 유래 단백질 수입 제한(북미, 유럽)
- 바이오약품·기능성 식품 등 다양한 부문서 활용 가능
- 국내 애견사료 중에서도 곤충을 이용한 기능성 사료 첨가제 기술은 연구가 미비함
- 대부분의 기술개발이 농촌진흥청을 중심으로 국가에서 연구됨
- 농촌진흥청 TOP5 융복합 프로젝트 (반려동물 산업화 지원 기술 개발)을 통해 향후 프리미엄 기능성 국산사료 개발 예정
- 국외 곤충을 이용한 기능성 사료 첨가제 기술은 선진국을 중심으로 여러 나라에서 진행 중임(캐나다 - Enterra feed 등)
- 기 연구 기술들이 대부분 경제동물, 양어 사료에 맞춰짐 (양어, 양계, 양돈 등)
- 반려견, 반려묘를 가족처럼 생각하고 사람들이 크게 늘었고, 농협경제연구소에 따르면 국내 반려동물 시장 규모는 2015년 1조8000억원에서 2020년 5조8000억원으로 3배 수준으로 늘어날 것으로 예상됨
- 국내 반려동물 사료 시장 또한 해마다 빠르게 성장하고 있으며, 현재 약 9000억원 시장 규모로 판단하고 있음. 또한 간식 등 기능성 사료 시장은 약 600억원 규모로 지속인 증가세에 있음
- 애견사료의 70% 이상을 수입 사료가 차지하고 있으며, 프리미엄 시장은 80% 이상이 수입 사료가 차지함
- 경기침체에도 불구하고 수입 사료는 꾸준히 2자리수 증가하고 있으며, 반려동물 사료 시장은 주요 3국이 전체의 68%를 차지함 : 미국(35%), 프랑스(18%), 중국(14%)
- 해외 주요 브랜드 (미국:푸리나, 힐스, 네츄럴 발란스, 마즈), 프랑스 (로얄캐닌)
 - 중국산은 사료보다는 간식류, 태국산은 주로 습식사료

- 주요 국내 제조사 : 대한사료, 대주사료, 이레본, 제일사료, 우성사료, 팜스코, OSP 등
 - 국내 제조 회사들의 수출 실적은 200억원(인도네시아, 말레이시아 등)

- 동애등에를 이용한 반려견 사료 개발에 대한 정보는 전무하기 때문에 사료화를 위해 반려견 대상 사양실험이 필수적임

제 3절 연구개발 대상의 국내외 현황

1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

- 기술현황
 - 국내 애견사료 중에서도 곤충을 이용한 기능성 사료 첨가제 기술은 연구가 미비함
 - 대부분의 기술개발이 농촌진흥청을 중심으로 국가에서 연구됨
 - 기 연구 기술들이 대부분 대가축 사료에 맞춰짐
 - 농촌진흥청 TOP5 융복합 프로젝트 (반려동물 산업화 지원 기술 개발)을 통해 향후 프리미엄 기능성 국산사료 개발 예정
- 시장현황
 - 국내 반려동물 사료 시장은 9000억원 규모이며, 간식 등 기능성 사료 시장은 600억원 규모임
 - 애견사료의 70% 이상을 수입 사료가 차지하고 있으며, 프리미엄 시장은 80% 이상이 수입 사료가 차지함
 - 경기침체에도 불구하고 수입 사료는 꾸준히 2자리수 증가
- 경쟁기관현황
 - 주요 국내 제조사 : 대한사료, 대주사료, 이레본, 제일사료, 우성사료, 팜스코, OSP 등
 - 국내 제조 회사들의 수출 실적은 200억원(인도네시아, 말레이시아 등)
- 지식재산권현황
 - 대부분의 곤충사료 관련 지식재산권은 농촌진흥청에 귀속됨
 - 기타 귀뚜라미, 밀웬 등을 이용한 사료의 지식재산권은 있으나 동애등에 관련 특허는 없음
- 표준화현황
 - 준비 중

2. 국외 기술 수준 및 시장 현황

- 기술현황
 - 국외 곤충을 이용한 기능성 사료 첨가제 기술은 선진국을 중심으로 여러 나라에서 진행 중임(캐나다 - enterra 등)
 - 주로 대가축 사료 위주로 연구됨(양어, 양계, 양돈 등)
 - 동애등에를 이용한 애견사료 개발에 대한 정보가 크게 없음
- 시장현황
 - 반려동물 사료 시장은 주요 3국이 전체의 68%를 차지함 : 미국(35%), 프랑스(18%), 중국(14%)

- 해외 주요 브랜드(미국:푸리나, 힐스, 네츄럴 발란스, 마즈), 프랑스(로얄캐닌)
- 중국산은 사료보다는 간식류, 태국산은 주로 습식사료
- 펫 푸드 시장, 미래 지향 사업으로 주목할 만함 ; 현재 미국 내 개와 고양이를 기르는 가구는 1억7000여 만 가구에 이르며, 미국 내 반려동물의 수는 계속 증가할 전망이다
- 특히 '반려동물 부모(Pet Parents)'라고 본인을 칭할 정도로 소비자들이 반려동물을 가족과 같이 생각하고, 그에 맞는 소비를 하는 경향이 더욱 증가하고 있음. 출산률이 감소함에 따라 반려동물을 기르는 것을 대안으로 삼음
- 프리미엄 펫 푸드(Pet Food)로 미국 시장 진출을 노릴 수 있음
- 화학적 합성첨가물을 넣지 않고 자연에서 추출한 원료로 만든 제품, 유기농 원료로 만든 제품의 시장규모는 더욱 커질 전망
- 반려동물의 건강 증진을 위해 기능성 원료를 첨가한 제품은 소비자에게 좋은 반응을 얻을 수 있음

▪ 경쟁기관현황

- 광우병으로 인해 반추동물 유래 단백질 수입 제한(북미, 유럽)
- 단백질 대체제로 곤충 단백질 주목

▪ 지식재산권현황

- 민간 기업을 중심으로 활발히 지식재산권 활동
- 동태등을 이용한 연구 및 기술개발은 아직 초기 단계여서 지식재산권 확보 및 회피가 용이함

▪ 표준화현황

- 없음

제 4절 연구개발 범위

1. 1차년도 (2016)

- 동애등에의 사료원료 가치평가
 - 일반성분 : 수분, 조단백질, 조지방, 회분 분석
 - 아미노산 조성 : 필수아미노산, 비필수아미노산 분석
 - 지방산 함량 평가 : 포화지방산, 불포화지방산, 필수지방산 분석

- 애견용 사료내 동애등에의 첨가 효과
 - 동애등에의 첨가가 비글견의 체중 변화 측정
 - 동애등에의 첨가가 혈액의 생화학적 특성 미치는 영향 평가
: 총단백질, 알부민, 글루코스, 글로불린, BUN, 빌리루빈, AST, ALT
 - 동애등에의 첨가가 혈중 지질대사물의 특성에 미치는 영향 평가
: 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤
 - 동애등에의 첨가가 혈액의 무기물 함량에 미치는 영향 평가
: 칼슘, 인, 나트륨, 칼륨, 염소, 마그네슘

2. 2차년도 (2017)

- 애견용 사료내 동애등에의 첨가 효과
 - 동애등에의 첨가가 비글견의 영양소 소화율에 미치는 영향 평가
: 건물, 에너지, 조단백질, 조지방, 조섬유

- 동애등에의 첨가가 LPS 공격접종 후 비글견의 면역력에 미치는 영향 평가
: Interleukin 6 (IL-6), Tumor necrosis factor-alpha (TNF- α)

- 동애등에의 첨가가 LPS 공격접종 후 비글견의 항산화효소 활성화에 미치는 영향 평가
: Superoxide dismutase (SOD), Glutathione peroxidase (GPx)

제 2 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

총 9마리의 4개월령 비글견 수컷(12.1 ± 1.76 kg)을 1주간 기초사육한 후 6주간 사양시험에 이용하였다. 동애등에 분말 (푸디웍)을 0, 1%, 2% 수준으로 기초사료 (CP 14%, 조지방 3.5%, 조섬유 7.0%, 조회분 8.0%, Ca 0.7%, P 0.4%)에 적용하였다. 실험 기간 중 사육실 환경조건은 실내 온도 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 10\%$, 환기회수 10-20회/hr으로 하였으며, 타이머를 이용하여 12시간씩 명암을 주기적으로 교환하고, 조도는 150-300 Lux로 하였다. 시험동물은 철망케이지 ($62 \times 42 \times 52\text{cm}$)에서 사육하면서 시험사료와 음수를 자유롭게 허용하였다. 시험에 이용된 기초사료(대조구) 및 동애등에 분말이 첨가된 처리구사료 배합비는 표 1에 제시하였다.

2. 동애등에의 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC (2000) 방법에 따라 수분은 상압가열건조법 (125°C , 3 hr), 조회분은 직접회화법 (550°C , 6 hr), 단백질은 자동조단백질분석기 (Kejltec system 2300, Sweden)로 분석하였으며, 지방은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 분석하였다.

3. 동애등에의 아미노산 분석

총아미노산의 분석을 위한 시료는 시료 2.0 g 에 6 N HCl 5mL를 넣고, 밀봉한 다음 heating block에서 가수분해 (110°C , 24시간) 한 후, glass filter로 여과, 감압 농축 및 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용하여 제조하였다. 아미노산의 분석은 전처리 시료의 일정량을 이온교환 수지 컬럼에 통과시켜 각종 아미노산들을 분리시키고, 고온에서 칼럼에서 분리된 아미노산은 ninhydrin과 반응하여 발색 화합물이 형성되면 이들은 2개의 파장(570nm , 440nm)에서 흡광도를 측정하는 방법으로 아미노산 자동분석기 (L-8900, Hitachi)를 이용하여 각 아미노산들을 정성 분석하였다.

4. 동애등에의 지방산 분석

총 지질 추출은 Bligh and Dyer (1959) 방법에 준하였고, 0.5 N NaOH-methanol 용액을 이용하여 검화한 후 BF_3 -methanol을 사용하여 methyl화 하였다. 이후, Isooctane을 이용하여 추출된 시료를 지방산 methyl ester 시료로 사용하였다. 지방산 분석에 사용하는 Gas Chromatography는 OmegawaxTM-320 (bonded poly-glycol phase) capillary column ($30 \text{ m} \times 0.32 \text{ mm} \times 0.25 \mu\text{m}$, I.D., SUPELCO, Supelco Park, PA, USA)를 장착한 Glarus 600 (Perkin Elmer, USA)를 이용하여 정성분석 하였다.

5. 체중의 변화 측정

체중은 시험 개시와 시험종료시에 측정하여 증체량을 측정하였다.

6. 혈액의 생화학적 성상 분석

시험종료시 모든 개체에서 혈액을 채취하여 총단백질, 알부민, 글로불린, 글루코스, 총콜레스테롤, AST, ALT, BUN, 빌리루빈은 혈액자동분석기 (ADVIA 1650, JEOL)을 이용하여 분석하였고, Ca, P, Mg, Na, K, Cl 등의 함량은 ICP (Perkin-Elmer, Optima 7000DV)를 통하여 분석하였다.

7. 영양소 소화율 평가

소화율은 시험 종료 시에 산화크롬(Cr_2O_3)을 표시물로써 0.2% 첨가하여 5일간 급여 후, 분을 각 펜당 분받이를 설치하여 채취하였다. 채취한 분은 60°C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(2000)의 방법에 준하여 분석하였고, DM, GE, CP, ash의 소화율을 분석하였다.

8. 면역성 및 항산화 조사

LPS 쉐린지 시험 : 공격접종시 혈액내 면역반응을 분석하기 위하여 LPS 공격접종 전, 접종 3, 6시간 후 각각의 개체에서 K_3EDTA Vacuum tube를 이용하여 혈액 3ml 채취하였다. 시료는 4°C에서 4,000 rpm으로 15분간 원심분리하고, IL-6, $TNF-\alpha$, SOD, GPx는 각각의 상업용 ELISA kit를 이용하여 분석하였다.



<비글견의 사양관리사 및 채혈>

Table 1. Composition of experimental diets (as fed-basis)

Ingredients	Black soldier fly powder		
	0	1%	2%
Corn	12.00	12.00	12.00
Rice	23.00	23.00	23.00
Wheat bran	30.74	30.74	30.74
SBM, 45%	3.00	2.00	1.00
Black soldier fly powder	-	1.00	2.00
Rapeseed meal, 38%	2.00	2.00	2.00
Corn gluten	1.50	1.50	1.50
DDGS, Corn	19.50	19.50	19.50
Flavor	0.90	0.90	0.90
Tallow	3.80	3.80	3.80
Limestone	2.45	2.45	2.45
Salt	0.90	0.90	0.90
Vitamin premix ¹	0.02	0.02	0.02
Mineral premix ²	0.10	0.10	0.10
Potassium solvate	0.10	0.10	0.10
	100	100	100
Nutrient values		Analysis	
Moisture	11.72	11.46	11.45
Protein	14.32	14.40	14.49
Fat	7.44	7.51	7.63
Fiber	5.56	5.57	5.59
Ash	6.91	6.93	6.99
Ca	1.00	1.01	1.03

¹Formulated to supply a minimum of 0.5 g of magnesium, 1.2 g of sodium, 8.0 g of potassium, 2.3 g of chloride, 165 mg of iron, 141 mg of zinc, 7.7 mg of copper, 13 mg of manganese, 0.2 mg of selenium, 1.5 mg of iodine, 0.2 mg of biotin, 1,226 mg of choline, 1.7 mg of folic acid, 45 mg of niacin, 15 mg of pantothenic acid, 7.8 mg of pyridoxine, 6.0 mg of riboflavin, 38 mg of thiamin, and 0.09 mg of vitamin B12/kg of diet and to supply 16.4 U of vitamin A, 1.0 U of vitamin D, and 0.18 U of vitamin E/g of diet.

제2절 연구 결과

1. 동애등에 분말의 일반성분 분석

- 건조 동애등에 분말의 일반성분 분석결과는 표 2에 제시하였다. 수분의 함량은 7.9%, 조단백질의 함량은 53.64%, 조지방은 13.43% 그리고 조회분은 11.02%를 함유하는 것으로 나타났다. 조단백질의 함량의 경우, 일반 곡류사료에 비하여 높은 함량을 나타내었고, 어분이나 육분의 단백질 함량과 비슷한 수준을 나타내었다.

2. 동애등에 분말의 아미노산 분석

- 건조 동애등에 분말의 아미노산 함량을 분석한 결과는 표 3에 나타내었다. Glutamic acid의 함량이 6.11%로 가장 높게 함유되어 있고, aspartic acid (4.85%), valine (3.68%), alanine (3.62%) 순으로 높은 함량을 나타내고 있다. 일반적으로 사료내 우수한 단백질원으로 평가 받는 대두박의 메치오닌(0.60%)과 라이신(2.65%)의 함량을 비교해 보았을 때 동애등에의 메치오닌(1.33%)과 라이신(3.42%) 함량이 더 높은 수치를 나타내고 있고, 전체적인 아미노산 조성이 대두박을 포함한 다른 곡류사료원 보다 우수한 것으로 평가되었다.

3. 동애등에 분말의 지방산 분석

- 표 4은 동애등에 분말의 지방산을 분석한 결과이다. 분석결과, 동애등에는 포화지방산을 55.92%, 불포화지방산을 40.78% 각각 함유하고 있다. 전체 지방산 중 중쇄 지방산인 라우르산 (Lauric acid; C12:0)과 불포화 지방산인 올레산 (Oleic acid; C18:1) 및 리놀산 (Linoleic acid; C18:2n6) 등 동물의 건강에 유용한 지방을 높은 수준으로 함유하고 있는 것으로 나타났다.

Table 2. chemical components of black soldier fly powder

Items	%
Moisture	7.93
Crude protein	53.64
Crude fat	13.43
Crude ash	11.02

Table 3. Amino acid profiles of black soldier fly powder

Items	%
Aspartic acid	4.85
Threonine	2.15
Serine	2.35
Glutamic acid	6.11
Proline	2.89
Glycine	2.69
Alanine	3.62
Valine	3.68
Isoleucine	2.06
Leucine	3.61
Tyrosine	3.08
Phenylalanine	2.19
Histidine	1.60
Lysine	3.42
Arginine	2.73
Cysteine	0.70
Methionine	1.33
Tryptophan	0.65

Table 4. fatty acids of black soldier fly powder

Items	%
Saturated fatty acids	
C8:0	0.01
C10:0	1.19
C12:0	29.61
C14:0	5.57
C15:0	0.12
C16:0	15.14
C17:0	0.26
C18:0	3.96
C20:0	0.06
Total	55.92
Unsaturated fatty acids	
C14:1	0.20
C15:1	0.15
C16:1	3.42
C17:1	0.19
C18:1	20.49
C18:2n6	13.07
C18:3n6	0.06
C18:3n3	2.43
C18:4n3	0.16
C20:1n9	0.61
Total	40.78

4. 비글견의 체중변화

- 사료 내 동애등에 분말 첨가 급여가 비글견의 체중변화에 미치는 영향은 표 5에 나타내었다. 체중은 전체 시험기간 6주 동안 일일 300g의 고정된 양의 사료를 급여하였을 때 동애등에 급여구가 대조구에 비하여 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서, 대규모 사양실험을 통하여 동애등에의 첨가수준을 이 연구에서 제시한 양보다 증가시키고, 사료섭취량을 제한하지 않는 등의 추후 연구가 필요하다.

Table 5. Effect of dietary supplementation of black soldier fly powder (BSF) on body weight in beagles

Items	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
Body weight, kg						
initial	12.05	12.28	12.04	1.68	0.9597	0.9398
wk 6	13.12	13.72	13.45	1.54	0.6814	0.7552
Body weight gain, kg	1.07	1.44	1.41	0.1	0.5647	0.6228
Average daily gain, g	25	34	33	8	0.1533	0.3024

¹Standard error of the mean

5. 비글견의 혈액 성분

- 사료 내 동애등에 분말 첨가 급여가 비글견의 생물학적 혈액성상에 미치는 영향을 알아보았다 (표 6). 혈중 albumin 농도는 사료내 동애등에 분말의 첨가수준이 증가할수록 1차 선상으로 유의하게 증가하였다. 다른 혈액의 성분 (protein, globulin, BUN, bilirubin, AST, ALT 등)들은 처리구 상호간 통계적인 차이는 발생하지 않았다. 이들은 급여물질에 대한 체내 독성 및 안전성을 평가하기 위해서 조사된 항목들이고, 간이나 신장의 이상, 감염증, 대사이상 등을 판단할 수 있는 직, 간접적인 수단이 된다 (Hochleithner, 1994; Hoffman and Solter, 2008; Kuttappan et al. 2013). 따라서 이들 조사항목에 대한 차이가 없었으므로 동애등에 분말은 비교적 안전한 사료원이라 판단할 수 있을 것이다.

Table 6. Effects of dietary black soldier fly powder (BSF) supplementation on blood profiles in beagles

Items	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
Protein, g/dL	6.5	6.3	6.2	0.10	0.2699	0.6638
Albumin, g/dL	2.8	3.2	3.7	0.13	0.0172	0.6090
Glucose, mg/dL	82.7	80.3	77.0	2.30	0.4560	0.9330
Globulin, g/dL	3.5	3.1	2.6	0.19	0.0620	0.8670
BUN ² , mg/dL	5.7	5.7	8.0	0.71	0.2899	0.4960
Bilirubin, mg/dL	0.1	0.1	0.1	0.01	0.8982	0.8756
AST ³ , U/L	26.3	33.7	33.0	2.29	0.3358	0.4642
ALT ⁴ , U/L	25.7	55.7	31.5	8.33	0.8011	0.1865

¹Standard error of the mean

²Blood urea nitrogen, ³Aspartate aminotransferase, ⁴Alanine aminotransferase

6. 비글견의 혈액내 지질대사물 함량

- 사료 내 동애등에 분말 첨가 급여가 비글의 혈액 내 지질성상에 미치는 영향을 알아보았다 (표 7). 전체 사양시험기간동안 혈중 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 동애등에 분말은 비교적 높은 수준 (13%)의 지방 함량을 함유하고 있으나 비글견 혈중 지질 농도에는 아무런 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

Table 7. Effects of dietary black soldier fly powder (BSF) supplementation on blood lipid profiles in beagles

Items, mg/dL	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
Cholesterol	179	154	184	7.95	0.8275	0.1757
Triglyceride	69.3	71.3	75.5	6.91	0.7923	0.9541
HDL/C ²	132	126	131	3.45	0.8713	0.5831
LDL/C ³	16.7	11.7	12.5	1.66	0.4148	0.4751

¹Standard error of the mean

²High-density lipoprotein cholesterol, ³Low-density lipoprotein cholesterol

7. 비글견의 혈액내 무기물 함량

- 사료 내 동애등에 분말 첨가 급여가 비글의 혈액 내 미네랄 함량에 미치는 영향을 조사하였다 (표 8). 그 결과, 비글견의 혈중 칼슘과 인의 농도는 사료내 동애등에 분말의 첨가수준에 영향을 받았고, 칼슘과 인의 농도는 첨가수준이 증가할수록 1차 선상으로 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 동애등에 번데기에 높게 함유되어 있는 칼슘과 인 (Park et al., 2003)의 흡수 이용률이 높기 때문이라고 여겨진다. 혈액 내 phosphorus, sodium, potassium 및 chloride의 함량에 있어서는 통계적인 차이는 없었으나 동애등에 분말의 첨가수준이 증가할수록 수치가 증가하는 경향을 보였다.

8. 비글견의 영양소 소화율

- 표 9은 동애등에 분말을 급여한 후 비글견의 영양소 소화율을 측정한 결과이다. 건물 소화율과 단백질 소화율은 동애등에 1%와 2%를 급여한 처리구에서 대조구에 비해 유의하게 증가하였다. 그러나 에너지 축적율과 조지방 및 회분 소화율은 동애등에 분말 급여에 영향을 받지 않았다. 동애등에 분말 급여에 의한 건물 소화율과 단백질 소화율의 증가는 동애등에 높은 수준으로 함유되어 있는 조단백질과 아미노산 함량에 기인한 것으로 생각되며, 또한 그 생물학적 이용성이 더 높았기 때문인 것으로 사료된다 (Park et al., 2003).

Table 8. Effects of dietary black soldier fly powder (BSF) supplementation on mineral profiles in beagles

Items	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
Calcium, mg/dL	8.9	12.0	13.5	0.14	0.020	0.660
Phosphorus, mg/dL	3.6	4.1	4.7	0.21	0.055	1.000
Sodium, mmol/L	146	148	149	0.50	0.070	0.656
Potassium, mmol/L	5.2	4.9	5.2	0.07	0.622	0.071
Chloride, mmol/L	107	110	108	0.53	0.386	0.051
Magnesium, mg/dL	1.9	2.1	2.1	0.04	0.108	0.809

¹Standard error of the mean

Table 9. Effects of dietary black soldier fly powder (BSF) supplementation on nutrient digestibility in beagles

Items, %	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
Dry matter	71.97	74.55	75.21	2.96	0.017	0.992
Nitrogen	73.16	77.06	78.51	2.64	0.039	0.825
Energy	72.03	72.24	73.22	2.28	0.717	0.890
EE ²	78.80	78.97	79.22	3.52	0.934	0.994
Ash	73.95	72.77	73.01	1.17	0.579	0.628

¹Standard error of the mean

²Ether extract

9. 비글견의 면역력 및 항산화효소

- 동애등을 포함한 곤충은 불량환경에서 오랜 진화의 역사를 통해 병원균 침입에 대해 강력한 항균 펩타이드를 발현하는 선천성 면역기전(innate immune system)을 보유하고 있어, 화학항생제를 대체 할 수 있는 천연항생제 개발 소재로써 매우 우수한 것으로 알려져 왔다 (Andreu와 Rivas 1998; Bulet 등 1999). 따라서 비글견에 LPS를 주입 후 면역관련 인자를 조사한 결과, IL-6와 TNF-a는 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 항산화효소인 SOD와 GPx는 동애등에 분말을 수준별로 급여한 비글견에서 2차 선상으로 증가하였다(표 10). 이는 아메리카동애등에 유충 및 번데기의 추출물이 라디칼 소거능 및 산화환원작용을 통하여 항산화 활성을 가지는 가진다는 박 등 (2014)의 보고와 유사하였으며, 따라서 동애등에 분말은 천연 항산화 소재로서의 활용가능성이 높은 것으로 기대된다.

Table 10. Effects of dietary black soldier fly powder (BSF) supplementation on inflammation response challenged with LPS in beagles

Items	BSF, %			SEM ¹	P-value	
	0	1	2		Linear	Quadratic
IL-6 ² , pg/mL						
before injection	15.72	17.84	15.20	16.13	0.091	0.290
after 3h	6634.54	6709.15	6394.44	145.84	0.314	0.312
after 6h	6560.12	6721.25	5593.96	460.14	0.213	0.291
TNF- α ³ , pg/mL						
before injection	4.55	5.53	5.65	3.19	0.563	0.550
after 3h	1776.73	1847.30	1846.70	45.26	0.342	0.537
after 6h	13.64	12.63	14.25	5.88	0.385	0.779
SOD ⁴ , U/mL						
before injection	1.78	1.94	2.32	0.78	0.239	0.692
after 3h	1.06	3.61	2.81	1.42	0.441	0.036
after 6h	1.05	1.67	0.89	0.39	0.798	0.196
GPx ⁵ , nmol/min/mL						
before injection	58.96	54.76	55.01	13.37	0.849	0.894
after 3h	3.64	6.72	3.11	24.24	0.989	0.034
after 6h	42.12	50.94	53.05	24.42	0.014	0.371

¹Standard error of the mean

²Interleukin 6, ³Tumor necrosis factor-alpha, ⁴Superoxide dismutase, ⁵Glutathione peroxidase

제3절 연구개발 성과

1. SCI 저널 논문 1건 (출판 중)

제목; Evaluation of supplementation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in beagle dogs

저널지; Annals of Animal Science

2. 학술대회 발표 1건

구분	학술발표 제목	학회명	발표일	개최장소
1	Nutritional Value of the Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i> L.) Powder and Its Application of Canine Feed	한국식품영양과학회	2017.11.9	경주화백컨벤션센터

3. 팜플릿 제작 1건

foody worm 푸디웜의 곤충 (*Hermetia illucens*)
 Premium & Natural VET MED - CZECH, SO논문투고

푸디웜의 곤충산업
사료로서의 효능을 입증했으며
 아이들의 간식에도 첨가 하였습니다.

식용곤충 사료곤충
 곤충간식

[특허기술]
 특허 제 10-1790794호 보조형 기질용 미생물 유래한 곤충사육 재배 방법
 출원 제 10-20158-0018179호 유충 사육 방법 및 장치
 출원 제 10-20123-0170042호 곤충 단백질 이용의 애완동물용 사료 조성물 및 이를 이용한 애완동물용 사료의 제조방법
 기술이전 제 10-2017-0000624호 동태동물 사육방법

foody worm 푸디웜의 곤충 (*Hermetia illucens*)
 Premium & Natural

푸디웜은 반려동물 먹이에 곤충 일기시 소화율, 면역반응, 단백질, 영양소 등 증가에 대해 단국대학교 동물자원학과와 협력하여 검증하였습니다.

푸디웜곤충을 간식에 첨가 시 양적으로나, 질적으로나 고단백이며 소화흡수가 잘되고 체내 흡수가 잘됨이 증명되었습니다!

- 1 소화율 증가 - Nitrogen, Dry matter**
 강아지의 건강한 소화와 원활한 배변 활동에 도움을 줍니다.
 * 강아지의 변에서 Nitrogen과 Dry matter가 증가함
- 2 면역반응 증가 - Glutathioneperoxidase**
 강아지의 항산화 효소를 증가시켜 면역력을 강화합니다.
 * 강아지의 혈액에서 항산화 효소인 GSH가 증가함
- 3 단백질 증가 - 알부민**
 세포의 영양 단백질 알부민의 증가로 강아지에게 활력을 줍니다.
 * 강아지의 혈액에서 알부민이 적당량 증가함
- 4 영양소 증가 - 칼슘, 인**
 강아지에게 필요한 영양소가 양적으로 질적으로 증가합니다.
 * 강아지의 혈액에서 칼슘, 인 함량이 증가함

4. 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	약 1억원
			향후 3년간 매출	약 20억원
		관련제품	개발후 현재까지	약 2억원
			향후 3년간 매출	약 30억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 5% 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 10% 국외 : 1%
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 5% 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 10% 국외 : 1%
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		10위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		1위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		1년		
	소요예산(백만원)		170		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			3	30	50
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	5	10	20
		국외	0	1	5
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		화장품 원료 개발, 항산화 및 천연 항생 물질 소재 개발, 바이오디젤연구, 키토산 추출 및 동물용 창상피복제 Bio-ink 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)				
	수 출		0.2	5	20

제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표달성도

구분 (연도)	과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년 도 (2016)	동애등에를 첨가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향 평가	•동애등에의 사료원료 가치 평가	100	- 동애등에의 일반성분 분석 - 아미노산 조성 분석 - 지방산 함량 분석 평가
		•애견용 사료내 동애등에의 첨가 효과 제시 및 안전성 평가	100	- 비글견의 체중변화 - 혈액의 생화학적 성상 - 혈액의 지질대사물 측정 - 혈액의 무기물 함량 조사
2차년 도 (2017)	동애등에를 첨가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향 평가	•동애등에의 첨가가 비글견의 영양소 소화율에 미치는 영 향 평가	100	- 비글견의 영양소 소화율 평가 : 건물, 에너지, 조단백질, 조 지방, 조섬유
		•동애등에의 첨가가 비글견의 면역력 및 항산화효소 활성 에 미치는 영향	100	- 혈중 Interleukin 6 (IL-6), Tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) 농도 평가 - 혈중 Superoxide dismutase (SOD), Glutathione peroxidase (GPx) 농도 평가

제 2 절 관련분야에의 기여도

- 본 제품은 동애등에 곤충 원료를 이용하여 기능성 애견 사료 첨가제 사양시험 검증을 통한 국내뿐만 아닌 글로벌 웰빙 애견 사료 첨가제 제품으로 상품화 가능
- 사양시험 결과를 통하여 데이터 베이스를 구축하고, 신뢰성 있는 데이터를 바탕으로 국제 저명 저널 SCI(E)급 논문 게재를 통한 동애등에의 기능성 애견 사료 첨가제로서의 신뢰성 확보
- 사양시험평가로 도출된 결과를 데이터를 통해 팜플렛 제작 및 협력업체에 국내 및 해외 시장 판매전략 및 마케팅 방향 제시

제 4장 연구결과의 활용 계획 등

제 1절 연구성과의 활용분야 및 활용방안

1. 고용창출 및 연구소확장

농업회사법인 푸디웍주식회사는 본 연구결과를 활용하여, 반려동물 사료 및 간식연구개발에 연구원 3명을 신규채용 하였으며, 2019년 연구원2명 추가 고용예정임.

번호	소속기관	성명	직책	생년 월일 (성별)	전공 및 학위				연구 담당 분야
					학교	취득 년도	전공	학위	
1	농업회사법인 푸디웍(주)	이유석	팀장	1989.10.13	충북대학교	2014	환경공학과	학사	곤충소재 분야 R&D
					충북대학교	2016	환경공학과	석사	
2	농업회사법인 푸디웍(주)	권민정	연구원	1993.12.12	숙명여자대학교	2018	생명시스템학부	학사	곤충소재 분야 R&D
3	농업회사법인 푸디웍(주)	이혜진	연구원	1993.08.21	건국대학교	2018	동물성식품소재 학	학사	곤충소재 분야 R&D


또한 농업회사법인 푸디웍주식회사는 본 연구결과를 활용하여 타 연구에 응용 및 사업화함으로써, 기업부설 연구소를 2018.09.02. 충북 오송으로 이전하였으며, 공장과 농장을 확장하였음.


푸디웍 기존 서울 연구소		오송기업부설연구소	진천농장	문백공장
 <p>8층</p>	연구성과 활용이후		 	

2. 동애등에 사료자원의 데이터베이스 및 가이드 북 제공

동애등에 사육(대량생산)시설과, 동애등에를 첨가한 반려동물 사료 및 간식의 효과를 가이드 북으로 만들어 배포함으로써, 진천 곤충농가의 활성화와 매출증대를 기대할 수 있음


교육기간	교육 및 컨설팅명 및 내용	참석대상	회	인원
2018.11.29.~2018.12.11	푸드웜 동애등에 사육가이드 동애등에가 첨가된 사료 및 간식 섭취시 반려동물의 성장 및 소화율에 관련 내용	충북곤충농가	3회	26명




동애등에 사육기술 전파교육 

일시 : 2018년 11월 29일 오후 2시
장소 : 푸드웜 기업부설연구소

성명	주소	전화	서명
김용학	충북 진천군 덕진면 국채로 87번지 영우 아파트 1기 103호 1802호	010-8455-3100	김용학 <i>김용학</i>
김종수	충북 진천군 덕진면 문화마을길 15-7번지	010-9944-4200	김종수 <i>김종수</i>






3. 온·오프라인 판로 확대

동애등에를 분석한 전문적인 데이터 자료를 이용해 '푸드웜' 브랜드를 활성화 시켰으며, 반려동물 식문화 창조 및 안전한 먹거리 제공을 통해 판로확대와 매출을 일으킴.

유통채널 입점현황



'푸드웜'에 대한 562개의 검색결과

✓ 쿠팡 랭킹순 Ⓞ 낮은가격순 높은가격순

1

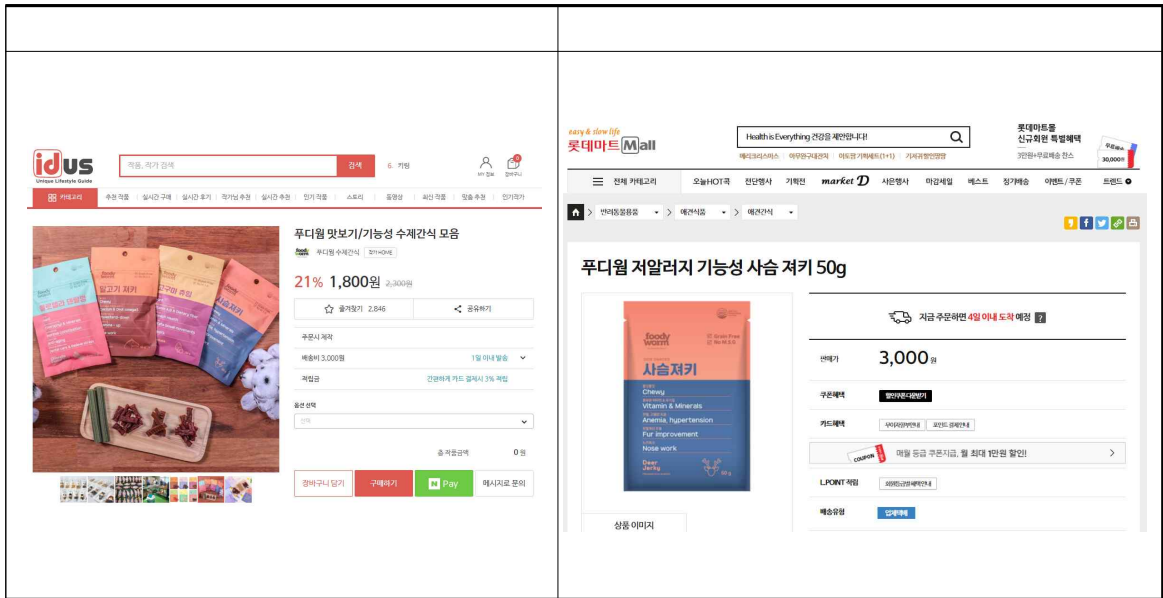


푸드웜 하이포알러제닉 기능성 수제 간식 10종, 1개, 사슴 저키

3,000원
(10g당 500원)

월요일 12/10 도착 예정

★★★★★ (4)



2018.01~2018.12		
	채널명	매출액(원)
1	오프라인 펫샵(반려동물, 소형동물, 파충류)	96,247,957 원
2	온라인매출(쿠팡, 위메프, 티몬, 아이디어스 등)	90,281,652 원
3	오프라인매출(전시회)	13,295,070 원
	계	199,824,679 원

4. 수출증가

동애등에 분말이 함유된 파충류 제품을 통해 독일, 미국, 중국, 일본으로 수출이 발생하였으며 영국 및 벨기에 2019년 수출 예정.

5. 전시회 참가 및 마케팅활용 자료

‘동애등에를 첨가한 애견용 사료의 성장 및 소화율 등 영향평가’연구 결과를 데이터화하여 홈쇼핑제안서, 전시회리플릿, 홈페이지게재, 상품제안서 등에 활용

<푸디웜 제품 리플릿>



6. 동애등에의 대규모 생산을 통한 단가 절감

제품 판매증가와 더불어 곤충농가의 활성화를 통해 곤충 단가를 지속적으로 절감시키고 있으며, 유충 사육자동화 장치 및 동애등에 산란유도장치 등의 생산성 개선 장치를 통해 곤충 원료의 단가를 낮출 수 있음

2절 타 연구에의 응용 및 필요성

- 동애등에의 사료로써 효능을 먼저 입증함으로써, 아래와 같은 사업 및 R&D분야에 응용 가능

사업기간	지원사업명	제안한 사업(아이디어)명	과제 책임자	지원 기관	지원금액
18.03-18.11	연구개발성과 사업화지원	곤충 단백질을 이용한 양어 및 치어사료 개발	김태훈	농업기술 실용화재단	64백만원
18.03-18.11	창업도약패키지 수출 및 유통아카데미3차	곤충단백질을 이용한 반려동물 사료 및 간식	김태훈	전북창조경제혁신센터	7백만원
18.08-20.07	지역주력산업 육성사업	곤충(동애등에 등)을 건조할 때 건조방식에 따라 달라지는 영양학적 가치를 실증분석하고, 최적의 사육환경을 제공하는 ICT기반의 보급형 IOT 컨테이너 사육시설 개발	김태훈	중소벤처기업부	400백만원
18.10-19.10	창업성장기술 개발 디딤돌 4차	곤충 외피 추출 키토산을 이용한 동물 창상 치료용 3D-printer bio ink 개발	김태훈	중소벤처기업부	160백만원

참고문헌

- 박관호, 최지영, 남성희, 김성현, 광규원, 이석현, 노시갑. 2014. 아메리카동애등애(*Hermetia illucens*) 추출물의 항산화 활성. 한국잡사곤충학회지 52:142-146.
- Andreu, D. and Rivas, L. 1998. Animal antimicrobial peptides: an overview. *Biopolymers* 47:415-433.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC. 17th Edition, Association of Official Analytical Chemists.
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917
- Bulet, P. Hetru, C. Dimarcq, J. L. and Hoffmann, D. 1999. Antimicrobial peptides in insects; structure and function. *Dev. Comp. Immunol.* 23:329-344.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry* 226:497-509.
- Hochleithner, M. 1994. Biochemistries. Pages 223-245 in *Avian Medicine: Principles and Application*. B. W. Ritchie, G. J. Harrison, and L. R. Harrison, ed. Wingers Publishing Inc., Lake Worth, FL.
- Hoffman, W. E., and P. F. Solter. 2008. Diagnostic enzymology of domestic animals. Pages 351-378 in *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. J. J. Kaneko, J. W. Harvey, and M. L. Bruss, ed. Academic Press, Burlington, MA.
- Kuttappan, V. A., Huff, G. R., Huff, W. E., Hargis, B. M., Apple, J. K., Coon, C., and Owens, C. M. 2013. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poult. Sci.* 92:339-345.
- Park, B. S., Kang, H. K., Lee, E. S., Park, T. J., and Yu, T. H. 2003 Feed nutritional value of fly larvae. *Annals of Animal Resources Science, Kangwon National University* 14:67-75.

<뒷면지>

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.