<표지>

(옆면) (앞면)

117004-1

과제명 자연식에배합된반려동물용종합영양제 최종보고서

2018 농림축산식품부 농림식품기술기획평가원

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호(○)

발간등록번호
11-1543000-002297-01

과제명 자연식에 배합된 반려동물용 종합 영양제 최종보고서

2018. . .

주관연구기관 / ㈜조앤김지노믹스
참 여 기 업 / 나샘

농 림 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

“자연식에 배합된 반려동물용 종합 영양제”(연구개발기간 : 2017. 04. 21. ~ 2018. 04. 20.) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2018. . .

주관연구기관명 : ㈜조앤김지노믹스 (대표자) 조 서 애
참 여 기 관 명 : 나샘 (대표자) 최 진 영

주관연구책임자 : 김 진 남
참여기관책임자 : 최 진 영

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>117004-1</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2017.04.21.~
2018.04.20</td><td>단 계 구 분</td><td>1/1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>단 위 사 업</td><td colspan="4">농식품기술개발사업</td></tr>
<tr><td>사 업 명</td><td colspan="4">농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">(해당 없음)</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">자연식에 배합된 반려동물용 종합 영양제</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">김 진 남</td><td>해당단계
참여연구원
수</td><td>총: 4명
내부: 2명
외부: 2명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부:50,000천원
민간:16,670천원
계:66,670천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여연구원
수</td><td>총: 4명
내부: 2명
외부: 2명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:50,000천원
민간:16,670천원
계:66,670천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">㈜조앤김지노믹스</td><td colspan="2">참여기업명:
나샘</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
</table>

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

요약	보고서 면수
1. 합성방부제 첨가 없이 보관이 가능한 살균 방법 개발 2. 합성방부제 첨가 없이 개봉 후, 밀봉과 냉장보관으로 2주 이상의 유통기한을 가능한 살균 방법 개발 3. 페이스트 제형 형태의 반려동물용 자연식 종합 영양제 개발	

<요약문>

<table>
<tr><td>연구의
목적 및 내용</td><td colspan="5">○ 합성 방부제 첨가 없이 밀봉과 냉장보관으로 반려동물 건강보조식품의 유통기한을 확보하기 위하여 전자선 살균에 의한 위생화 기술을 개발하고자 함

○ 해당 건강보조식품의 산패 및 병원성 미생물을 억제하기 위한 제조 기술을 확립함으로서 반려동물들의 질병발생을 방지하고 반려동물 사료의 발전을 위한 고부가 위생식품 개발 기술을 확립하고자 함</td></tr>
<tr><td>연구개발성과</td><td colspan="5">○ 합성방부제 첨가 없이 보관이 가능한 살균 방법 개발

○ 합성방부제 첨가 없이 개봉 후, 밀봉과 냉장보관으로 2주 이상의 유통기한을 가능한 살균 방법 개발

○ 페이스트 제형 형태의 반려동물용 자연식 종합 영양제 개발</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의
활용계획
(기대효과)</td><td colspan="5">○ 반려동물의 건강에 중점을 둔 국내 기술로서 활용되어 첨가물의 효능 증대

○ 국내 반려동물 식품 산업의 발전 및 수출 경쟁력 확보

○ 반려동물의 일상식사 개념의 페이스트의 규격화·다양화</td></tr>
<tr><td>국문핵심어
(5개 이내)</td><td>반려동물</td><td>종합 영양제</td><td>자연식</td><td>반려동물
식품</td><td></td></tr>
</table>

<본문목차>

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 6
2. 연구수행 내용 및 결과 ····· 16
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 27
4. 연구결과의 활용 계획 등 ····· 28
붙임. 참고 문헌 ····· 29

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

본 연구에서는 합성 방부제 첨가 없이 밀봉과 냉장보관으로 반려동물 건강보조식품의 유통기한을 확보하기 위하여 전자선 살균에 의한 위생화 기술을 개발하고자 함. 또한, 해당 건강보조식품의 산패 및 병원성 미생물을 억제하기 위한 제조 기술을 확립함으로서 반려동물들의 질병발생을 방지하고 반려동물 사료의 발전을 위한 고부가 위생식품 개발 기술을 확립하고자 함

나. 연구개발의 필요성

(1) 친환경적인 동물사료 살균의 필요성 증대

(가) 반려동물 사료 및 보조제의 가공, 저장, 위생화에 있어서 지금까지 이용되어온 화학약품과 훈증제 등은 잔류독성이나 오존층 파괴와 같은 부작용으로 그 사용이 세계적으로 이미 금지되었거나 점차 제한 받고 있음(Shin and Cho, 1990)

(나) 현행 사료의 살균방법으로 고압증기멸균법과 Ethylene Oxide(EO) 가스처리법이 이용되고 있음. 그러나 고압증기 멸균법은 펠릿상이나 분말상의 사료일 경우 경화 및 결착되는 현상과 기호성 및 성분의 변화가 생기기 때문에 반려동물의 발육에 영향을 미칠 수 있음. 한편 EO가스 처리법은 사료내부의 가스잔류 가능성 및 사용 후의 폐가스 처리가 대기오염의 원인이 될 수 있다는 단점이 있음

(2) 안전성이 확보되면서 품질유지가 가능한 전자선 살균법

(가) 전자선 살균은 감마선 조사와 달리 방사성동위원소를 사용하지 않고 전기를 사용하므로 소비자 수용성이 높으며, 처리시간이 빨라 신선식품, 냉동식품 등에 매우 효과적으로 이용가능함

(나) 안전한 반려동물 사료의 생산기반을 확립하고 식품이나 사료로부터 기인되는 질병을 예방하기 위한 새로운 가공기술로서 전자선 조사기술은 가장 유효한 대체기술로 평가됨

① 전자선 살균식품의 안전성 평가는 지난 50년간 국제적인 프로젝트 아래 발암성 등의 만성적 건강장해, 독성학적 안전성, 식품 본래의 영양학적 적합성 등이 지속적으로 연

구되고 검토되어 안전하고 건전한 방법으로 WHO/FAO에서 권장하는 방법임(Kim and Kim, 2002)

② 전자선 살균은 제품의 완전한 포장상태에서도 활용가능하며, 온도의 상승 없이 유해성분을 남기지 않는 살•멸균 기술임. 현재 전자선 기술을 활용하여 농산물의 해충 및 기생충 방제, 부패미생물의 살균 등 식량자원의 장기저장에 사용되고 있으며 우주식품, 구호식품 및 환자식 개발에도 이용되고 있음(Kim 등, 2013)

③ 현재 주로 이용되고 있는 가열처리법을 냉온살균방법인 전자선 살균처리법으로 변경한다면 살균효과 및 영양가 보존뿐만 아니라, 에너지 절약과 처리비용, 처리시간 및 처리용량 등 여러모로 절감효과가 있다고 보고됨

④ 반려동물 사료 산업 내에서도 전자선 조사 기술의 활용은 세계적으로 증가하고 있으나 국내에는 이에 관한 연구가 체계적으로 수행된 바 없음

(3). 국내 기술 수준 및 시장 현황

(가) 기술현황

① 1990년대부터 감마선 또는 전자선의 조사목적별로 발아억제식품에서부터 육가공제품의 살균, 위생화에 이르기까지 다양한 농수축산식품의 산업화 기반연구가 수행됨

② 최근 전자선 살균을 이용한 ready-to-eat 식품의 위생화, 발효식품의 저장 및 저염화, 특수식품의 제조, 기능성 소재의 개발, 화학독성물질의 저감화 분야의 연구가 광범위하게 진행되고 있음

(나) 시장현황

① 현재 총 24개 식품품목의 전자선 살균이 허가되어 주로 수출품에 대한 상업적 식품 조사처리가 이루어지고 있음(표 1)

표 1. 국내 식품조사 허가 품목

식품 조사허가 품목	허용선량	처 리 목 적
감자, 양파, 마늘 밤 버섯 (생 및 건조)	0.15 kGy 0.25 kGy 1 kGy	발아, 발근억제 발아, 발근억제 살충, 숙도조절
건조향신료	10 kGy	살균, 살충
가공식품 제조원료용 건조식육 및 어패류분말 된장, 고추장, 간장분말 조미식품제조원료용전분	7 kGy 7 kGy 5 kGy	살균, 살충 살균, 살충 살균, 살충
가공식품제조원료용 건조채소류 건조향신료 및 이들 조제품 효모, 효소식품 알로에분말 인삼(홍삼포함) 제품류 2차 살균이 필요한 환자식	7 kGy 10 kGy 7 kGy 7 kGy 7 kGy 10 kGy	살균, 살충 살균, 살충 살균, 살충 살균, 살충 살균, 살충 살균
난분 가공식품 제조원료용 곡류 및 두류 및 그 분말 조류식품 복합조미식품 소스류 분말차 침출차	5 kGy 5 kGy 7 kGy 10 kGy 10 kGy 10 kGy 10 kGy	살균 살균, 살충저장 살균, 살충, 물성개선 살균 살균 살균, 살충 살균, 살충

② 미국, EU 등의 선진국에서는 주로 살모넬라균의 살균목적으로 사료에 대한 전자선 조사를 법적으로 승인함

③ 포장된 동물사료 또는 사료원료, 벌크사료 및 애왕용 동물사료에 대해 최대 50kGy의 전자선 조사가 가능하며, 가금류 사료 또는 사료 원료에 대해 최소 2 kGy에서 25 kGy까지 전자선을 이용한 살균이 가능함. 또한 이미 사료원료가 전자선 조사처

리가 되었다 할지라도 완제품에 대해 5% 이하의 함량으로 첨가되었다면, 이 완제품은 다시 전자선 처리를 할 수 있으며, 이는 전자선 재조사의 개념으로 생각하지 않아도 됨

(다) 경쟁기관현황

① 2015년 우리가제약은 국내 최초로 반려견 전용 알약 형태의 영양제 ‘펫튼’을 개발함. 위 영양제는 종합비타민, 면역, 관절, 장, 피부 및 보질, 다이어트, 정신건강 7가지로 세분화 되고 반려견의 상황에 맞게 투여될 수 있음. 하지만 기호성이 떨어진다는 단점이 있음.

② 닥터독(Dr Dog)사는 천연 비타민, 미네랄을 원료로 한 겔 제형의 애견 종합영양제를 개발하였고 발효 및 숙성을 통하여 높은 효율성을 달성하였음. 튜브형 영양제로 제조되어 급여가 간편하다는 장점이 있으며 불고기향 첨가로 기호성이 높음. 하지만 제형의 유지를 위해 첨가된 당과 지방으로 인해 과다한 열량을 가짐.

▶ **닥터독 종합영양제**

① 칼슘 등 영양 보충제로 겔 제형
② 튜브형 영양제로 급여가 간편
③ 불고기향 첨가로 기호성이 높음
④ 제형 유지를 위해 첨가한 당과 지방으로 인해 열량과 지방 과다

③ 마이뷰(My beau) 에서 개발된 강아지마이뷰는 비타민과 다양한 기름을 이용하여 제조된 겔 제형의 영양제임. 튜브형으로 제조되어 급여가 간편하지만 하루 2-3회 급여해야 하므로 다소 번거롭다는 단점이 있음.

④ 뉴트리젠(Nutritgen) 사는 공기름을 첨가하여 겔형 제형을 유지한 영양제를 개발함. 하지만 제형이 지나치게 묽어 새는 것이 문제가 되고 있음.

▶ Nutri+gen

① 젤 제형의 영양제
② 튜브형 영양제로 급여가 간편
③ 기호성은 평균에 준함
④ 제형 유지를 위해 콩기름 등을 첨가
⑤ 제형이 지나치게 묽어 새는 것이 문제가 되고 있음

⑤ 미네스타 사는 물에 희석하여 급여하는 액상 제형의 영양제를 개발함. 이를 통해 반려견에게 균형적인 필수미네랄 섭취를 가능하게 함. 하지만 위 영양제는 물 섭취량에 따라 급여량이 제한됨.

▶ **미네스타**

① 액상 제형의 영양제

② 물에 희석하여 급여하는 형태

③ 필수미네랄을 균형 있게 섭취하도록 배합

④ 물 섭취량에 따라 급여량이 제한됨

(라) 지식재산권현황

① 2001년 분변으로 오염된 사료를 살균하기 위하여 개발된 “동물 사료용 살균제”에 관련된 특허가 출원됨.

② 2010년 개발된 “마이크로파를 이용한 사료 곰팡이제거 및 살균장치” 특허는 곰팡이 독소 제거를 위하여 개발됨.

(마) 표준화현황

① 사료의 살균처리 과정은 2016년 개정된 “사료의 멸균 및 살균처리 기준” (제8조 제6항) 에 따라 진행됨.

(바) 기타현황

① Byun (1988)등은 배합사료 원료에 대한 전자선의 살균효과를 확인하며 사료의 위생적인 생산을 하고자 하였으며, 전남대학교 김성호 교수는 본 기술을 응용한 어류양식용 위생사료 제조기술을 개발한 바 있음

② Byun (1987)등은 가금사료, 실험동물용 사료에 전자선을 조사하여 살균효과와 영양성분의 변화 및 폐사율 등을 확인한 결과, 사료의 종류, 오염미생물의 분포에 따라 정도의 차이는 있었으나, 전자선 조사에 의한 살균효과를 확인할 수 있었으며, 비타민함량 또한 전자선 조사에 의한 큰 변화가 없는 것으로 나타남

(4) 국외 기술 수준 및 시장 현황

(가) 시장현황

① ‘90년대 초반부터 안전성에 관한 과학적 결과와 데이터를 바탕으로 WHO/IAEA/FAO 등 국제기구와 선진국의 보건당국(FDA 등)이 주도하여 방사선을 이용한 식품 및 공중보건산물의 저장, 가공, 유통 및 위생화 기술을 개발하고 실용화 기반을 마련하고 있음(표 2)

표 2. 식품의 방사선 조사를 지지 또는 권고하는 국제기구 및 단체

세계보건기구(WHO)	미국의학협회(AMA)
국제식량농업기구(FAO)	미국수의학협회(AVMA)
미국농무성(USDA)	미국육류학회(AMI)
미국식품의약국(USFDA)	미국영양사협회(ADA)
국제원자력기구(IAEA)	식품공학자연구소(IFT)
국제식품안전센터(NCFS)	Kiplinger Agricultural Letter(KAL)
미국공중보건국(USPHS)	하버드보건레터(HHL)
미국질병통제센터(CDC)	Mayo 클리닉보건레터(MCHL)
농학기술회의(CAST)	Prevention Magazine

② 미국의 경우 자국에서 생산되는 화장품, 의료용품, 의약품 등의 각종 공중보건제품의 20%정도가 전자선이 조사되고 있는 것으로 보고되고 있음(IMRP report, 2003)

(나) 경쟁기관현황

① 버박 뉴트리플러스겔

▶ **버박 뉴트리플러스겔 (미국)**

① 겔 제형의 영양제
② 튜브형 영양제로 급여가 간편
③ 성장 필수인자인 칼슘, 철, 마그네슘, 망간의 함량이 높음
④ 기호성은 평균에 준함

② 마이뷰

▶ **마이뷰 (뉴질랜드)**

① 수입제품 중 가장 대중적인 제품
② 투브형 영양제로 급여가 간편, 냉장보관 필수
③ 천연식물 캐놀라에서 추출한 불포화지방산을 기초로 제조
④ 눈, 피부, 피모, 관절, 구강관리 등 제품군 다양

③ 비니백 플러스

▶ **비니백 플러스(미국)**

① 가루 타입의 영양제

② 소화를 돕기 위한 프리바이오틱 제품

③ 천연 유산균 제품

④ 일주일에 한번 급여 추천

④ 뉴트리벳

▶ **뉴트리벳 (미국)**

① 타블렛 타입의 영양제로 급여가 간편

② 증상별로 단계 구성

1단계 : 일반적인 뼈·관절 관리

2단계 : 대형견, 비민견, 초기관절 증상 관리

3단계 : 퇴행성, 수술, 악성관절 관리

③ 글루코사민 성분 다량 함유

(다) 지식재산권현황

① 2000년 돼지사료의 살균을 위한 감마선 및 이온화 조사를 통하여 "Used of modified ingredients and feed to improve performance and/or utilization of animals" 특허가 출헌됨.

(라) 표준화현황

① FEDIAF, European Pet Food Industry Federation 에 의해서 2001년부터 애완동물 식품의 영양, 안정성, 품질에 관련한 국제적인 표준이 정해짐. (EU Regulation (EC) No 183/2005 laying down requirements for feed hygiene 와 Regulation (EC) No 1831/2003 on additives for use in animal nutrition 등)

(마) 기타현황

① 특히, 미국, 캐나다, EU 등 선진국을 중심으로 방사선 식품·생명공학 연구개발과 관련산업이 계속 증가 추세에 있음. 현재 전 세계적으로 56개국에서 250여종의 식품군

에 대한 식품 방사선조사를 허가하고 있음(표 3). 또한, WHO/FAO/IAEA/CODEX는 모든 식품에 전자선 조사를 허가하였으며 미국은 2002년 방사선 조사 육류 및 가공품의 학교급식 사용을 허가하고 권고하고 있음

표 3. 식품조사 허가국가 및 목적별 허가품목수 (IAEA 제공자료, 2000년 5월)

허 가 국	목적별 허가품목	허 가 국	목적별 허가품목
아르헨티나	13	멕 시 코	102
방글라데시	21	네 델 란 드	19
벨 기 에	11	노 르 웨 이	3
브 라 질	27	파 키 스 탄	87
이 집 트	4	필 리 핀	3
캐 나 다	7	폴 란 드	5
칠 레	20	남아프리카공화국	89
중 국	23	스 페 인	2
쿠 바	18	시 리 아	20
체 코	2	태 국	25
덴 마 크	2	터 어 키	92
핀 란 드	2	영 국	43
프 랑 스	41	우 루 과 이	1
헝 가 리	13	미 국	47
인 도	23	배 트 남	8
인도네시아	22	유 고	23
이 란	1	일 본	1
이 스 라 엘	47	한 국	15
이 탈 리 아	6	러시아연방	52
코스타리카	12	우쿠라이나	47
크로아티아	72	가 나	172

다. 연구개발 범위

(1) 합성 방부제 첨가 없이 보관이 가능하도록 할 수 있는 살균 방법 개발

(2) 합성 방부제 첨가 없이 개봉 후, 밀봉과 냉장보관으로 2주 이상의 유통기한을 갖도록 할 수 있는 살균 방법 개발

(3) 페이스트 제형 형태의 자연식 종합 영양제 개발

2. 연구수행 내용 및 결과

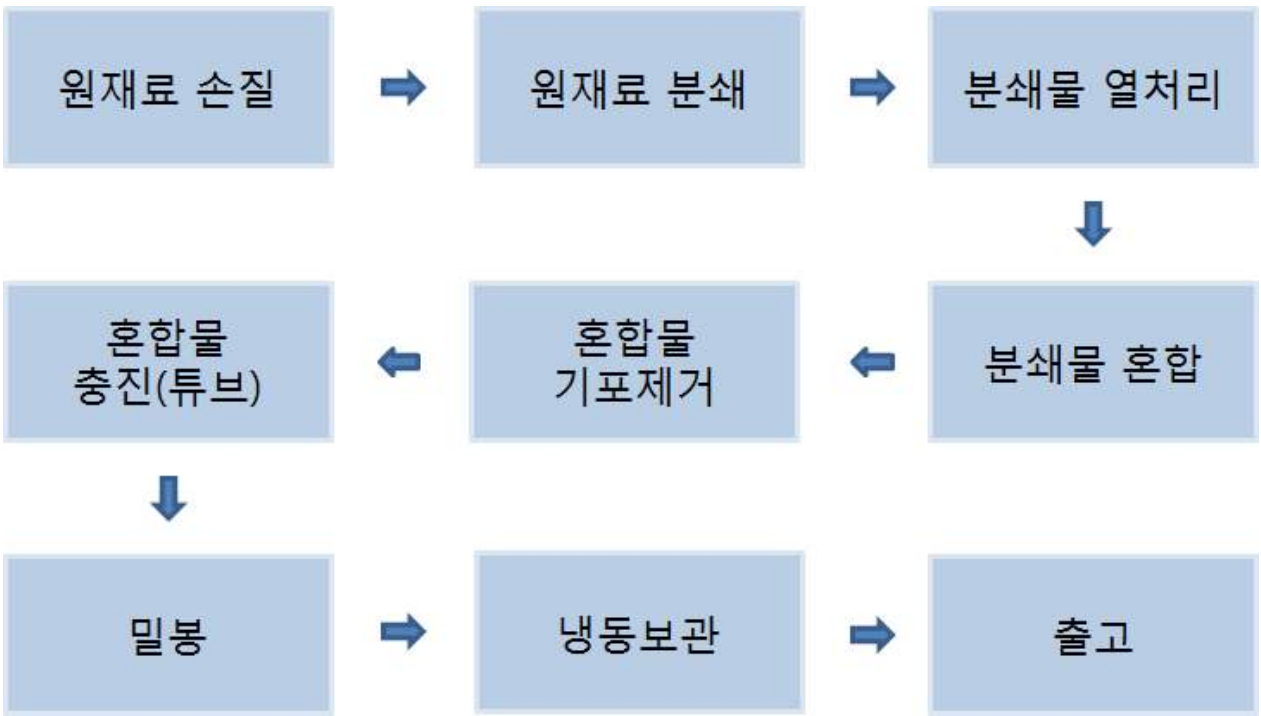
가. 시제품 제작 내용

(1) 공시재료

본 실험에 사용된 반려동물용 자연식 영양제는 나샘에서 제조하였다. 닭고기, 오리고기, 쇠고기를 기초로 각각 고구마, 브로콜리, 당근을 첨가하여 시제품을 제작하였다.

(2) 시제품 공정

닭고기 자연식 영양제 시제품은 닭고기, 브로콜리, 고구마, 당근을 손질한 후 각각의 원재료를 분쇄한다. 분쇄물을 열처리 한 후 혼합한다. 진공텀블러를 사용하여 혼합물 내 기포를 제거하고 기포를 제거한 혼합물을 튜브에 충진 후 밀봉한다. 완성된 시제품을 냉동 후 출고한다. 오리고기 자연식 영양제 시제품은 오리고기, 브로콜리, 고구마, 당근을 손질한 후 각각의 원재료를 분쇄한다. 분쇄물을 열처리 한 후 혼합한다. 진공텀블러를 사용하여 혼합물 내 기포를 제거하고 기포를 제거한 혼합물을 튜브에 충진 후 밀봉한다. 완성된 시제품을 냉동 후 출고한다. 쇠고기 자연식 영양제 시제품은 쇠고기, 브로콜리, 고구마, 당근을 손질한 후 각각의 원재료를 분쇄한다. 분쇄물을 열처리 한 후 혼합한다. 진공텀블러를 사용하여 혼합물 내 기포를 제거하고 기포를 제거한 혼합물을 튜브에 충진 후 밀봉한다. 완성된 시제품을 냉동 후 출고한다.



(3) 시제품 선정

본 실험에 사용된 반려동물용 자연식 영양제는 제조 시 유분리의 정도, 원가, 관능평가와

반려동물 기호도 테스트를 거쳐 오리고기를 최종 선정하였다.

	닭고기 영양제	오리고기 영양제	쇠고기 영양제
관능평가	★★★★	★★★	★★★★
유분리 정도	★★★★	★★★★★	★★★★
비용	★★★	★★★★	★★
기호도	★★★★	★★★★★	★★★★★

나. 연구개발수행 내용

(1) 공시재료

본 실험에 사용된 반려동물용 자연식 영양제는 나샘에서 제조된 시제품을 제공받아 실험에 이용하였다. 전자선 처리(0, 2.5, 5, 10 kGy)에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 일반성분 및 비타민함량의 변화를 측정하기 위해 전자선 처리 후 시료는 -80℃에서 분석 전까지 보관하였다. 또한 저장기간(0, 7, 14, 21일)에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 품질변화를 측정하기 위해 4℃에서 저장하면서 미생물학적, 이화학적 품질변화를 측정하였다.

(2) 일반성분

일반성분은 AOAC(1996)방법에 기초하여 실시하였다. 수분은 5 g의 샘플을 사용하여 상압 가열 건조법으로 측정하였다. 건조기(110℃)에서 미리 건조된 계량접시를 이용하여 칭량하고, 이를 건조기에서 16시간동안 두어 수분을 제거한 후 상온에서 방냉한 뒤 최종 무게를 칭량하여 계산하였다. 조단백은 Kjeldahl 법을 이용하여 측정하였다. 시료 1 g에 15 mL의 H_2SO_4 와 10 g의 촉매제(3.5 g K2SO4, 3.5 mg Se, 1000 Kjeltabs S 3/5, Foss Analytical AB, Sweden)를 넣고 450℃의 Heat block에서 1시간 분해시킨 후 상온에서 방냉하여 Kjeltec system(2200 Kjeltec Auto Distillation Unit, Foss Tecator, Sweden)을 이용하여 측정하였다. 조회분 함량은 550℃ 회화로(Isotemp muffle furnace 650 series, Fisher Scientific, USA)를 이용하는 건식 회화법으로 분석하였다. 조지방 함량은 Folch법을 이용하여 분석하였다. 샘플(5 g)에 Folch 용액(chloroform/methanol 2:1) 50 mL를 가하여 25℃에서 24시간동안 추출하였다. 추출물을 필터한 후 10 mL의 0.88% NaCl을 첨가하여 교반 후 원심분리기(Continent 512R, Hanil Co., Ltd., Korea)를 이용하여 10분간

원심분리(2,090×g)한 후 상층액만 취하였다. 분리된 상등액은 질소가스를 이용하여 건조시킨 뒤 남아있는 무게를 칭량하여 조지방 함량을 계산하였다.

(3) 비타민 B_1(thiamine) 함량

Thiamine은 Ndaw등(2000)의 방법에 따라 추출하여 측정하였다. 시료 5 g에 50 mL의 0.1 M HCl을 넣어 혼합한 뒤 30분 동안 고압멸균(121℃)하여 37℃의 교반기를 이용하여 18시간동안 추출하였다. 추출용액은 Volumetric flask를 이용하여 50 mL까지 희석하였으며 membrane filter(0.22 μm)로 여과하여 HPLC/MS를 이용하여 분석하였다.

HPLC/MS분석은 Ultimate 3000 RS system(Thermo fisher scientific Inc., Hennigsdorf, Germany)에 LTQ XL 질량분석기(Thermo fisher scientific Inc.)를 이용하여 정량분석하였다. Hypersil gold C18 column(50x2.1 mm, 1.9μm; Thermo fisher scientific Inc.)을 이용하여 분리하였으며 acetonitrile (0.1% formic acid)와 5 mM ammonium formate (0.1% formic acid)로 gradient 방법을 이용하여 분리하였다(injection volume: 2.5 μL, flow rate: 0.3 mL/min). HPLC/MS는 시료마다 15분 진행되었으며 Capillary 온도는 300℃, Voltage source는 3.5 kV(positive), 2.7kV(Negative), Sheet gas flow는 35 arbitrary units으로 분석하였다.

(4) pH

pH는 1 g의 시료에 9 mL의 증류수를 첨가하여 30초 동안 균질(T10 basic, Ika works, Germany)한 후 2,265×g로 10분간 원심분리(Continent 512R, Hanil Co., Ltd., Korea)한 다음 여과액을 pH meter(SevenGo, Mettler-Toledo Inc., Switzerland)로 측정하였다.

(5) 지방산패도 (2-Thiobarbituric acid reactive species: TBARS)

5 g의 시료에 7.2% BHT 용액 50 μL를 가한 후 30초간 균질(UltraTurrax T25, Ika works)한 후 2,265×g에서 10분간 원심분리(Continent 512R, Hanil Co., Ltd., Korea)하였다. 상등액 1 mL을 취하여 2 mL의 TBA(20 mM)용액과 혼합한 후 항온수조(90 ℃)에서 15분간 가열하였다. 실온에서 방냉한 후 다시 동일한 조건으로 원심분리하여 상등액을 spectrophotometer(X-ma 3100, Human Co. Ltd., Korea)에서 532 nm의 흡광도를 측정한 값에 5.58을 곱하여 보정한 후 지방산패도가를 산출하였다.

(6) 유화안정성(Emulsion stability)

유화안정성은 Ensor 등(1987)의 방법에 따라 측정하였다. 특별히 고안된 원심분리관에 철망(4×4 cm, 25 mesh)을 2겹으로 댄 후, 20g의 시료를 충전한 후 알루미늄 호일을 이

용하여 입구를 밀폐시켰다. 원심분리관을 항온수조(75℃)에서 30분간 가열한 후 다시 30분간 방냉한 다음 유리된 액의 양을 측정하여 g당 유리되는 지방과 수분의 양(mL)을 측정함으로써 유화안정성을 평가하였다.

(7) 통계분석

모든 실험군은 3회 반복하여 실시하였으며 결과의 분석은 SAS program(SAS 9.4, SAS Institute Inc., USA) general linear model procedure에 의해 one-way ANOVA 처리 후 측정결과관의 유의성 검정을 위해 Student-Newman-Keul's의 다중검정법을 이용하여 통계분석($P<0.05$)하였다.

다. 전자선 조사에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 품질변화

(1) 일반성분(Proximate composition)

전자선 조사선량에 따른 영양제의 일반성분조성의 변화를 분석해본 결과 10 kGy조사 처리구를 제외하고 대조구와 전자선 조사처리구간의 유의적인 차이를 나타나지 않았다. 10 kGy 조사 처리구의 수분함량은 대조구 및 2.5, 5 kGy 조사 처리구에 비해 낮게 나타났다.

표 1. 전자선 조사선량(0, 2.5, 5, 10 kGy)에 따른 반려동물용 자연식 종합영양제의 일반성분 조성의 변화

Proximate composition (%)	Irradiation dose (kGy)				SEM[1]
	0	2.5	5	10	
Moisture	77.16[a]	77.41[a]	77.03[a]	75.11[b]	0.264
Crude protein	17.67	17.45	17.64	18.98	0.338
Crude fat	3.80	3.86	3.76	3.82	0.169
Crude ash	1.36	1.28	1.57	2.10	0.134

[1]Standard error of the mean (n=12).

[a,b]Letters in the same row with different letters mean significant difference ($P<0.05$).

(2) Vitamin B_1의 함량 변화

Thiamine은 가열이나 전자선 조사시 가장 민감하게 반응하는 수용성 비타민으로 알려져 있다(Chung & Yook,2003). 본 연구에서 전자선 조사에 따른 반려동물용 자연식 영

양제의 thiamine함량을 분석한 결과, 2.5 kGy의 조사선량에서는 대조구와 유사한 (P>0.05) 값을 보였다(85% thiamine). 그러나, 5 kGy와 10 kGy의 조사선량에서 대조군에 비해 유의적으로 감소(34-37%)하는 것으로 나타났다. 하지만, 이는 통상적으로 사용되는 가열살균법과 비교해 볼 때 2.5 kGy 조사구의 thiamine 손실은 다소 적게 일어난 것이며, 5 및 10 kGy 조사구에서는 유사(30~40% 손실)하게 나타난 것이다(Ryley & Kajda, 1994).

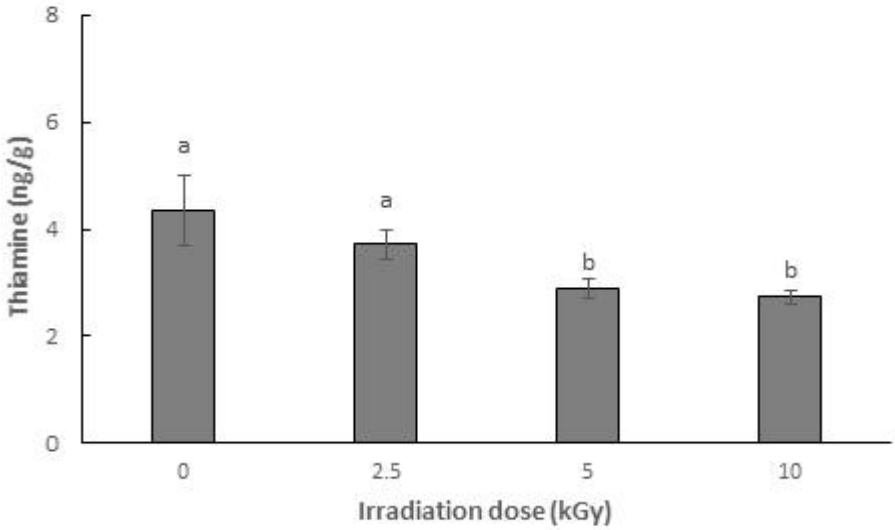


그림 1. 전자선 조사선량(0, 2.5, 5, 10 kGy)에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 thiamine함량 변화

라. 전자선 조사에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 냉장저장(4℃) 중 미생물학적 안전성 및 이화학적 특성 변화

(1) 총 호기성 미생물의 변화

전자선 조사/비조사 영양제의 총 호기성 미생물수를 측정한 결과, 저장기간이 길어짐에 따라 대조구에서의 총 호기성 미생물수가 가장 크게 증가하는 것으로 나타났으며 2.5 kGy조사구의 경우 저장 3일차까지 미생물수가 증가하다가 그 이후는 유의적으로 감소하는 것으로 확인되었다. 일반적으로 식품에서 총 균수가 7 Log CFU/g에 이르면 심한 부패로 더 이상 가식이 불가능한 것으로 판정한다. 대조구의 경우 저장 3일과 7일 사이, 2.5 kGy조사구의 경우 14일과 21일 사이에 7 Log CFU/g에 도달한 것으로 보아, 대조구의 경우 미생물학적 안전성이 확보되는 시점이 저장 7일 이전인 것으로 사료된다. 반면 2 kGy의 전자선을 조사하였을 때 대조구에 비해 약 7-8일, 5 및 10 kGy를 조사하였을 때 14일 이상의 미생물학적 안전성 확보기간을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

표 2. 전자선조사에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 냉장저장(4℃) 중 총 호기성 미생물(Log CFU/g)의 변화

Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				SEM[1]
	0	2.5	5	10	
1	4.69^{Ae}	3.86^{Bc}	3.83^{Bc}	3.83^{Bb}	0.035
3	5.92^{Ad}	5.86^{Ab}	3.89^{Bc}	3.56^{Cc}	0.066
7	8.03^{Ac}	5.69^{Bb}	5.46^{Bb}	5.55^{Ba}	0.204
10	9.42^{Ab}	4.72^{Bbc}	4.43^{Bc}	4.10^{Bb}	0.249
14	10.28^{Aa}	4.99^{Bbc}	3.00^{Cd}	2.73^{Cd}	0.346
21	10.57^{Aa}	7.86^{Ba}	6.23^{Ba}	4.04^{Cb}	0.554
SEM[2]	0.266	0.416	0.193	0.082	

[1]Standard error of the mean (n=12), [2](n=18).

[A-C]Letters in the same row with different letters mean significant difference (P<0.05).

[a-e]Letters in the same column with different letters mean significant difference (P<0.05).

(2) pH 변화

저장기간에 따른 전자선 조사/비조사 영양제의 pH를 측정한 결과, 대조구의 경우 저장기간이 경과함에 따라 pH가 유의적인 감소 특히 7일과 14일 사이에 급격히 낮아졌다. 전자선 처리구의 pH는 전자선조사선량에 영향을 받지 않았으며, 저장기간 동안에도 유의적인 변화가 나타나지 않았다.

표 3. 전자선조사에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 냉장저장(4℃) 중 총 pH의 변화

Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				SEM[1]
	0	2.5	5	10	
1	6.24^{a}	6.25	6.26	6.26	0.007
7	6.11^{Bb}	6.22^{A}	6.23^{A}	6.24^{A}	0.021
14	5.54^{Bc}	6.24^{A}	6.23^{A}	6.24^{A}	0.019
21	5.24^{Bd}	6.11^{A}	6.24^{A}	6.26^{A}	0.038
SEM[2]	0.030	0.035	0.012	0.009	

[1,2]Standard error of the mean (n=12).

[A-B]Letters in the same row with different letters mean significant difference (P<0.05).

[a-d]Letters in the same column with different letters mean significant difference (P<0.05).

(3) 지방산패도 변화

일반적으로 방사선 조사는 산소가 있는 조건하에서 지방의 산화를 야기하며 식품에서의 지방산화는 이취 등의 품질저하를 일으킬 수 있기 때문에 품질에 영향을 미치는 주요 인자 중 하나이다(O' Connell 등, 1983). 본 실험에서 반려동물용 영양제의 전자선 조사/비조사에 따른 저장기간 중 지방산패도를 측정한 결과, 대조구의 경우 저장 7일차까지 유의적으로 증가하다가 그 이후 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 전자선 조사구에서는 조사선량 및 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으며 저장기간 21일차에 대조구에 비해 유의적으로 높은 지방산패도를 나타내었다.

표 4. 전자선조사에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 냉장저장(4℃) 중 지방산패도 (TBARS; mg malondialdehyde/kg samples) 변화

Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				SEM[1]
	0	2.5	5	10	
1	1.24[b]	1.28	1.40	1.29	0.045
7	1.49[a]	1.34	1.26	1.10	0.048
14	1.14[b]	1.40	1.32	1.17	0.079
21	1.09[Bb]	1.38[A]	1.45[A]	1.28[A]	0.048
SEM[2]	0.054	0.069	0.080	0.063	

[1,2]Standard error of the mean (n=12).

[A,B]Letters in the same row with different letters mean significant difference ($P<0.05$).

[a,b]Letters in the same column with different letters mean significant difference ($P<0.05$).

(4) 유화안정성 소실의 변화

유화안정성은 유화물의 중요한 품질특성 중의 하나이며, 본 실험에서 전자선조사에 따른 영양제의 저장 중 유화안전성 변화를 측정하였다. 대조구의 경우 저장기간 초기에는 유화안정성이 높았으나 저장기간이 경과함에 따라 급격히 감소하는 경향을 보여줬다. 또한 영양제의 유화안정성은 전자선 조사선량 및 저장기간에 따른 유의적인 차이를 나타나지 않았다. 이는 시료(영양제)가 유화물보다는 입자형에 가까운 형태를 띠고 있었기 때문에 유화안정성 측정시 편차가 크게 나타났기 때문으로 사료된다.

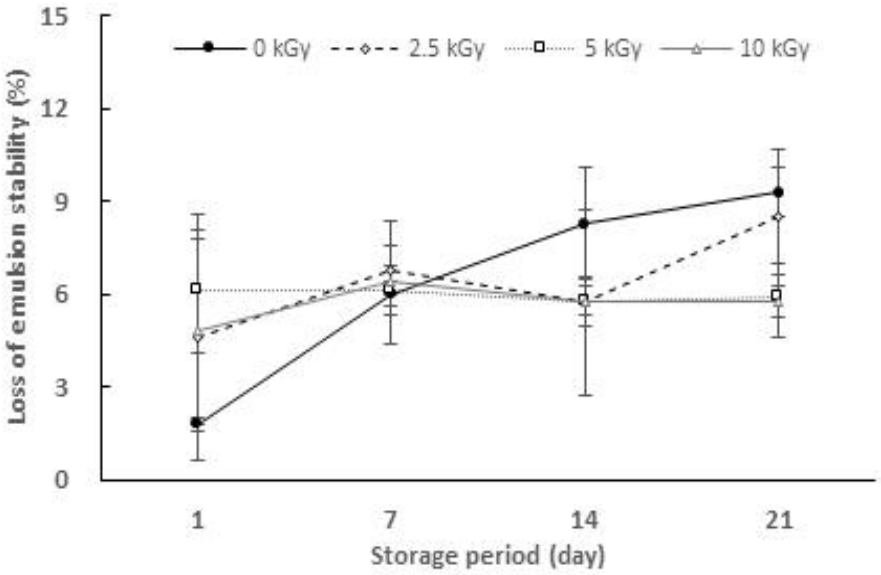


그림 2. 전자선조사(2.5, 5, 10 kGy)에 따른 반려동물용 자연식 영양제의 냉장저장(4℃) 중 유화안정성 소실의 변화

본 실험 결과, 반려동물용 자연식 종합영양제의 미생물학적 안전성을 증진시키기 위하여 전자선조사를 하였을 때 합성방부제 및 첨가제를 사용하지 않고도 저장성을 증대시킴을 확인할 수 있었다. 또한 모든 전자선 조사선량(2.5, 5, 10 kGy)에서 2주간의 저장기간 동안 미생물학적 안전성이 확보되었으며, 2.5 kGy를 조사한 경우 목표한 2주간의 미생물학적 안전성 뿐만 아니라 일반성분, thiamine함량 및 지방산패도 등의 품질특성 또한 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 5 kGy를 조사한 경우 thiamine 함량이 유의적 감소하였으며, 10 kGy를 조사한 경우에는 thiamine함량 및 수분이 유의적으로 감소함을 보였다.

따라서, 2.5 kGy의 전자선을 조사하였을 때 반려동물용 자연식 영양제의 이화학적 품질특성에 부정적인 영향을 주지 않고 저장기간 2주간의 미생물학적 안전성을 확보할 수 있을 뿐 아니라 통상가열살균법보다 비타민의 손실을 저하시킬 수 있을 것으로 사료된다.

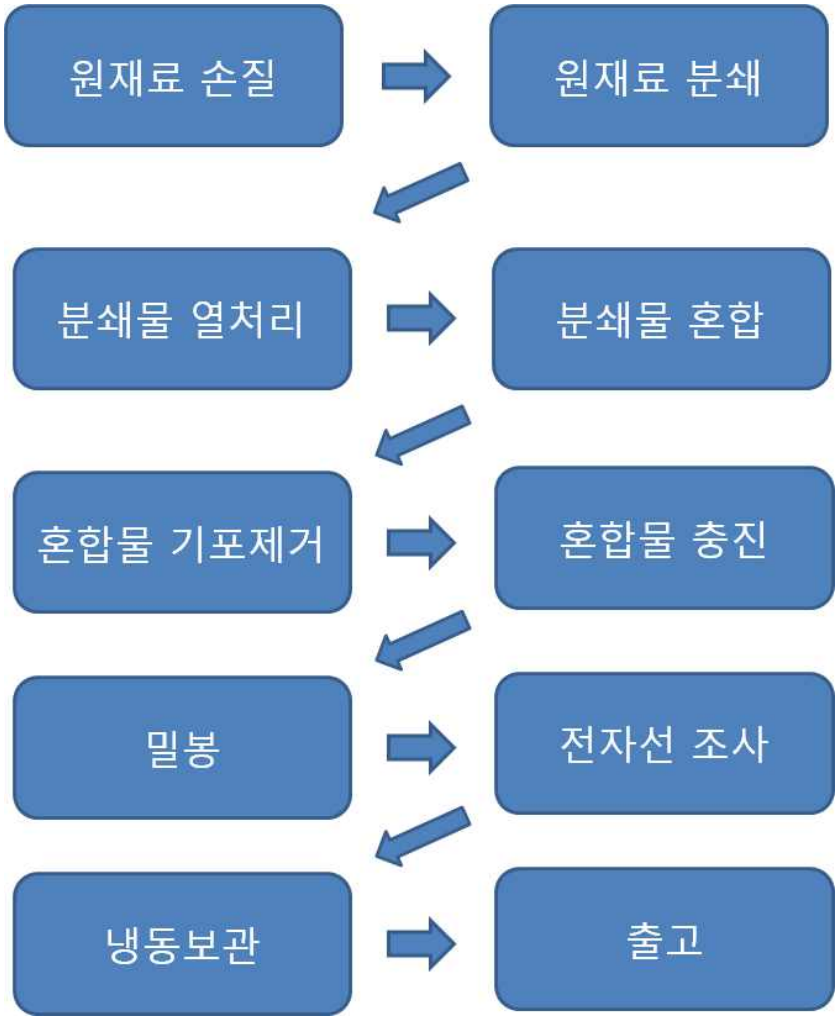
마. 사업화계획

(1) 종합 영양제 개발과정

기존의 반려동물 영양제는 반려동물의 건강보다는 반려인의 편의성에 집중되어 있다. 특히 보관 및 급여가 편리한 튜브 액상형 영양제의 경우 지방이 80% 이상으로 높은 열량을 지녀 반려동물의 비만을 촉진하였다. 반려동물의 건강만족도를 우선으로 하였으며, 또한 반려동물 자연식 영양제의 보관성을 높이는 것으로 본 과제는 전자선 조사를 통해

비타민 등의 파괴를 최소화하고 개봉 후 보존성을 높이는 방향으로 제품을 개발하였다. 개발된 제품의 판매시장에서의 유사제품 난립 및 개발 제품 보호를 위하여 변리사와 상담을 통하여 지적재산권 확보방안을 논의할 계획이다.

(2) 종합 영양제 공정



오리고기 자연식 영양제 시제품은 오리고기, 브로콜리, 고구마, 당근을 손질한 후 각각의 원재료를 분쇄한다. 분쇄물을 열처리 한 후 혼합한다. 진공텀블러를 사용하여 혼합물 내 기포를 제거하고 기포를 제거한 혼합물을 튜브에 충진 후 밀봉한다. 완성된 제품을 전자선 조사 처리한다. 전자선 조사를 마친 제품을 냉동 후 출고한다.

(3) 종합영양제 판매 유통계획

기존 반려동물용 자연식 사료를 판매하고 있는 유통망인 SSG 푸드마켓 청담점, 신세계백화점 강남점, 갤러리아백화점 압구정점, 내방 동물병원, 한남동 강아지, 펫 파라다이스, 파라다이스 독, 더 펫텔, SSG 푸드마켓 마린시티, 덕천 동물병원, 신세계백화점 센텀시티 등과 같은 기존 유통망에 제품을 유통할 계획이다. 또한, 신규 유통망을 개척하여 벤더

사를 통한 소매점, 동물병원으로 유통망을 추가적으로 확장할 예정이며, 기존 유통망을 활용하여 종합 온라인 쇼핑몰에 입점하여 개발 완료된 종합 영양제를 판매할 계획이다.

기존의 반려동물을 위한 자연식 전문 브랜드의 연장선임을 강조하는 광고 및 마케팅을 통하여 반려동물용 종합 영양제 제품을 홍보할 계획이다.

반려동물용 종합 영양제 시제품에 대한 고객 반응을 확인하여, 추후 수요 시장의 반응을 고려하여 제품을 개선 및 보완하여 다양한 수요층에 판매를 진행할 예정으로 앞으로의 사업화 계획은 다음과 같다.

구분		(2018년) 개발 종료 후 1년	(2019년) 개발 종료 후 2년	(2020년) 개발 종료 후 3년
국내	시장점유율(%)	0.01	0.015	0.02
	판매량(단위:개수)	7,800	11,700	15,600
	판매단가(원)	8,000	8,000	8,000
	국내매출액(백만원)	62	93	125
해외	시장점유율(%)	-	0.0001	0.0001
	판매량(단위:개수)	-	7,800	11,700
	판매단가($)	7	7	7
	해외매출액(만$)	-	5	7
당사 생산능력(단위:개수)		18,000	18,000	36,000

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

반려동물용 자연식 종합영양제 개발

나. 목표 달성여부

합성방부제 첨가 없이 살균 처리를 통해 보관과 유통이 가능한 페이스트 제형 형태의 반려동물용 자연식 종합 영양제 개발

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

4. 연구결과의 활용 계획 등

가. 반려동물의 건강에 중점을 둔 국내 기술로서 활용되어 국내 반려동물 식품에 포함된 기능성 비타민과 같은 첨가물의 효능을 증대시킬 것이며, 국내 반려동물 식품 산업의 발전 및 수출 경쟁력 확보에 기여할 것으로 예상된다.

나. 반려동물의 건강 유지 및 증진에 기여할 것이며 건강보조식품의 수요와 공급을 원활하게 만들어 반려동물 시장을 확대할 것으로 예상된다.

다. 개발된 기술을 기반으로 식단 관리를 통한 반려동물 건강 증진에 기여할 것이며 일상식사 개념의 페이스트를 규격화·다양화 시킴으로서 반려동물의 삶의 질 증진에도 기여할 것으로 예상된다.

붙임. 참고문헌

Ensor, S. A., Mandigo, R. W., Calkins, C. R., & Quint, L. N. (1987). Compatative evaluation of whey protein concentrate, soy protein isolate and calcium-reduced nonfat dry milk as binders in an emulsion type sausage. Journal of Food Science, 52(5), 1155-1158.

Chung, Y., & Yook, H. (2003). Effects of gamma irradiation and cooking methods on the content of thiamin in chicken breast and vitamin C in strawberry and mandarine orange. Journal of the Korean Society of Food Sicence and Nutrition, 32(6), 864~869.

Cunniff, P. (1996). Official methods of analysis of AOAC International (No. Sirsi) i9780935584547). Association of Official Analytical Chemists.

O' Connell M. J., & Garner, A. (1983). Radiation-induced generation and properties of lipid hydroperoxide in liposomes. International Journal of Radiation Biology, 44, 615-625.

Ryley, J., & Kajda, P. (1994). Vitamins in thermal processing. Food chemistry, 49(2), 119-129.

Ndaw, S., Bergaentzle, M., Aoude-Werner, D., & Hasselmann, C. (2000). Extraction procedures for the liquid chromatographic determination of thiamin, riboflavin and vitamin B 6 in foodstuffs. Food Chemistry, 71(1), 129-138.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처사업의 연구 보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.