

(옆면)

(앞면)

320033
-01

사료용 동물성단백질의 생물학적 안전성 확보를
위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구

2021
농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
농축산물안전유통소비기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003614-01

사료용 동물성단백질의 생물학적 안전성
확보를 위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구

2021. 07. 21

주관연구기관 / 서울과학기술대학교
제1협동연구기관 / 건국대학교
제2협동연구기관 /(주)미래생명자원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “사료용 동물성단백질의 생물학적 안전성 확보를 위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구”(개발기간 : 2020. 4. 29 ~ 2021. 4. 28)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 07. 21

주관연구기관명 : 서울과학기술대학교 산학협력단 (대표자) 권 용 재 (인)

제1협동연구기관명 : 건국대학교 산학협력단 (대표자) 송 창 선 (인)

제2협동연구기관명 : (주)미래생명자원 (대표자) 김 성 진 (인)

주관연구책임자 : 박 성 희

제1협동연구책임자 : 김 범 균

제2협동연구책임자 : 한 종 권

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		농축산물안전생산유통관리기술개발			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)		농축산물 신뢰성 강화기술			연구개발과제번호		320033-01
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0606	70 %	LB1602	30%	-	%
	농림식품 과학기술분류	AB0299	100%	-	-	-	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		사료용 동물성단백질의 생물학적 안전성 확보를 위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구					
전체 연구개발기간		2020. 4. 29. - 2021. 4. 28. (12개월)					
총 연구개발비		총 204,000 천원 (정부지원연구개발비: 153,000천원, 기관부담연구개발비 : 51,000 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		○ 사료 및 사료용 동물성단백질 원료사료의 생물학적 안전성 확보를 위한 다양한 비열처리 멸·살균 기술 개발			
		전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> - 사료 내 주요 생물학적 위해인자 규명, 접종 시험 및 열 동등성 평가 - 사료 내 생물학적 위해요소 제거를 위한 화학적(유기산 등) 및 물리적(초고압 처리, γ선 조사, 전자선 조사) 비열처리 기술개발 - 비열처리 멸균 사료의 열 동등성, 소화율, 단백질 변성, 지질산패도 및 비타민 조성 연구 - 비열처리 멸·살균 사료의 펠렛 제형 기술 개발, 포장 및 시제품화 연구 			
		1단계	목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료 및 사료용 동물성단백질 원료사료의 생물학적 안전성 확보를 위한 다양한 비열처리 멸·살균 기술 개발 - 사료 내 주요 생물학적 위해인자 규명, 접종 시험 및 열 동등성 평가 - 사료 내 생물학적 위해요소 제거를 위한 화학적(유기산 등) 및 물리적(초고압 처리, 감마선 조사, 전자선 조사) 비열처리 기술개발 - 비열처리 멸균 사료의 열 동등성, 소화율, 단백질 변성, 지질산패도 및 비타민 조성 연구 - 비열처리 멸·살균 사료의 펠렛 제형 기술 개발, 포장 및 시제품화 연구 			
		내용		○ 원료사료에 대한 다양한 비열처리 멸·살균 공정 개발 및 최적화조			

			<p>건 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 초고압처리, γ선 조사, 전자선 조사 및 UV LED 등의 신가공 기술 <p>○ 사료 내 생물학적 위해요소 분석 및 유해균 접종시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 「사료관리법」 고시 관리항목인 Salmonella, 세균, 대장균군, 곰팡이 독소에 대해 분석 및 유해균 접종 시험을 통한 비열처리 멸·살균 효과 검증 <p>○ 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건 별 열처리 동등성 평가 및 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 비열처리 멸·살균 기술(초고압 처리, γ선 조사, 전자선 조사 및 UV LED)의 열 동등성 평가 <p>○ 동물성 단백질 원료사료 및 완제품의 체외 소화율 측정 및 단백질 변성 확인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 비열처리 원료 사료의 in vitro 소화율 및 사료 품질 지표 연구 - 체외 회장 건물 소화율 및 단백질 변성, 아미노산 조성, 지질산 패도, 비타민 함량 등의 사료 품질 분석 <p>○ 비열처리 원료사료의 제형 및 시제품 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> - 비열처리 원료 사료를 이용한 펠렛 제형, 포장 및 완제품 품질분석을 통한 시제품 제작 연구
--	--	--	---

연구개발성과	<p>○ 정량성과: 연구기간 중 제품화 2건, 정책활용 1건, SCI 논문 1건, 비 SCI 1건, 학술발표 2건, 특허출원 1건, 인력양성 1명을 완료하였으며 추가적으로 기술실시 1건, SCI 논문 1건, 인력양성 1명, 매출액 발생을 예상함</p> <p>○ 정성성과는 연구 보고서에 요약 함</p>
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>○ 다양한 비열처리 공정을 통하여 안전성이 보장됨과 동시에 품질변화가 최소화 된 프리미엄 반려 동물 사료 생산 기술 개발</p> <p>○ 비열처리 기술의 열 동등성 기준 확립으로 사료의 비열처리 기준 확립을 위한 정책 제안</p> <p>○ 비열 처리 원료 사료 및 완제품 사료의 품질지표(pH, color, 이취발생, 조직감), 체외 소화율 측정, 단백질 변성도 및 아미노산 조성 확인을 통한 비열처리 사료의 품질 우수성 확인</p> <p>○ 비열처리 원료 사료의 실제 펠렛 제형 및 시제품 생산 연구를 통한 실현 가능성 제고</p>
---------------------	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	2	2										
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어	반려동물사료		사료안전성		비열살균처리		비열멸균처리		동물성단백질			

(5개 이내)					원료사료
영문핵심어 (5개 이내)	companion animal food	feed safety	non-thermal pasteurization	non-thermal sterilization	animal protein feed ingredients

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	5
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	12
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	29
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	76
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	78
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	79
별첨 자료 (참고 문헌 등)	79

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

(1) 최종목표

- 사료 및 사료용 동물성단백질 원료사료의 생물학적 안전성 확보를 위한 다양한 비열처리 멸·살균 기술 개발

(2) 세부목표

- 사료 내 생물학적 위해요소 분석
 - 사료 내 주요 식중독균, 곰팡이 독소 및 기타 위해인자 규명
 - 유해균 접종 시험 및 열동등성 평가
- 사료 내 생물학적 위해요소 제거를 위한 비열처리 기술개발
 - 화학적 처리 방법: 차아염소산수, 유기산
 - 물리적 처리 방법: 초고압 처리, 감마선 조사, 전자선 조사
- 비열처리 기술에 의한 사료 내 생물학적 위해요소 제거 효과 및 사료 품질 연구
 - 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건별 열처리 동등성 평가 및 모델 개발
 - 비열처리 멸·살균 사료의 단백질 변성, 소화율, 지질산패도 및 비타민 조성 연구
- 비열처리 멸·살균 사료의 제형 기술 개발, 포장 및 시제품화 연구
 - 비열처리 멸·살균 원료사료의 펠렛 제형화 및 포장 연구
 - 완제품 사료 개발을 위한 품질지표 분석 및 시제품화 연구

나. 연구개발의 필요성

(1) 사료의 생물학적 안전성 확보를 위한 비열처리 연구의 필요성

- 최근에는 반려동물을 키우는 가정의 증가로 애완동물 사료의 수요가 증가하였으며, 이로 인해 다양한 동물성 단백질류 단미사료가 사용되고 있음
- 최근 반려동물을 가족으로 인식하는 경향이 높아짐에 따라, 반려동물 사료도 사람이 섭취하는 식품 못지않게 맛과 영양을 중시하는 추세로 변화하고 있음
- 산업 매출액을 기준으로 애완동물 사료 시장 규모는 2014년에 약 5,000억 원으로 추정되었으며, 연평균 약 8.7%씩 증가하고 있음
- 국내 반려동물 사료의 위해요소 제어는 주로 열처리에 의존하여 왔는데 높은 온도로 인한 원료 고유의 영양 및 관능적 특성이 변화, 동물의 기호도 저하 및 낮은 소화 흡수율의 문제점을 나타내고 있음
- 특히 국내에서 반려동물 사료 및 간식의 경우 영양소 파괴 등의 이유로 비열처리 멸균 방법에 대한 필요성이 대두되고 있는데 식품에서 효과가 입증된 고압처리, 전자선과 감

마선 등의 방사선처리, 크세논 등의 가스 이용 처리, 고압 펄스 처리, 오존, 마이크로파 등의 비열처리 방법의 사용이 논의되고 있음

- 사료의 비열처리 멸·살균 공정 개발과 함께 처리조건에 따른 열 동등성 평가 모델의 개발 및 검증에 필요성도 계속 제기되고 있어서 본 연구를 통하여 이에 관한 기술을 개발하고 실제 적용하기 위한 방안에 대하여 연구하고자 함

(2) 열처리에 의한 사료의 멸·살균 기술

○ 사료의 멸·살균 기술

- 열처리 기술
 - 열처리를 통한 멸·살균 기술은 원료에 직접적으로 열을 가해 원료에 있는 위해 미생물을 제거하는 기술로 효과적인 멸·살균이 가능하나 가열로 인한 영양학적 및 관능적 특성의 변화가 크게 발생함
 - 원료사료의 영양성분 유지를 위한 반려동물 사료관련 업체의 비열처리 기술의 개발과 이에 관한 열동등성 인정 민원이 지속적으로 발생하고 있음
 - 사료의 열처리는 「사료 등의 기준 및 규격」에 의한 법적 기준이 명시되어 있으나 비열처리에 관해서는 구체적인 비열처리 기술 및 조건에 대해서는 아직 국내에서 연구가 진행된 바가 없음

(3) 비열처리 멸·살균 기술

○ 비열처리(non-thermal treatment) 기술

- 열을 가하지 않고 위해 미생물을 사멸하거나 효소 작용을 억제하는 기술로 식품에 적용되었을 경우에는 식품 고유의 영양학적 가치 및 관능적 특성의 변화를 최소화 할 수 있어 최소가공기술(minimal processing)등으로 불리기도 하며 화학적 처리와 물리적 처리로 구분 될 수 있음

○ 화학적 살균 기술

- 화학적 살균 기술은 일반적으로 보존료 사용, 살균제, 소독제 등으로 활용되며, 가장 일반적으로 사용되는 화학적 살균제(chemical disinfectant)는 차아염소산나트륨, 이산화염, 과산화수소, 에탄올, 오존 및 유기산 등이 사용됨
- 유기산제(organic acids)는 산성을 띄는 유기화합물로 미생물 성장을 억제하여 식품의 부패 방지와 저장기간 연장을 위한 보존제로 많이 사용되어 왔음

○ 물리적 살균 기술

- 물리적 살균 기술의 대표적 기술로는 초고압처리(high pressure treatment), 고전압 펄스(pulsed electric field treatment, PEF), γ -방사선 조사(γ -irradiation), 전자선 조사(electron beam irradiation) 및 UV LED(ultra violet LED)등이 널리 사용되고 있음
- 초고압 처리(high pressure treatment)는 정수압을 이용하여 대기압의 4,000-6000 배에 달하는 초고압을 이용 미생물의 사멸, 전분의 호화 및 효소의 비가역적 불활성화

등에 사용되는 대표적 비열처리 기술로 국내에도 즉석밥 및 착즙 주스 등의 상용화된 제품이 출시되어 있음



그림 1. 초고압 비열처리 생산장비.

- 방사선은 방사선 동위원소로부터 방출되는 파장에 따라 α , β , γ 선으로 구별되며 이중 γ -방사선 조사는 방사성 동위원소로부터 조사되는 에너지를 이용하여 생물체내의 물질분자를 이온화하고 들뜨게 함으로써 유전자 손상을 유발하여 미생물을 사멸함
- 전자선 조사(electron beam irradiation)는 열전자에 고전압을 가해 가속함으로써 높은 운동에너지를 가진 광속의 전자빔을 의료기기, 고분자 폴리머 등에 조사하여 멸균하거나 재질을 개발하는 기술로 공정제어, 신속·정확성, 에너지 효율성 및 소비자 수용성 등에서 장점이 있음
- 최근에는 UV LED (100-405 nm) 광원을 이용한 살균 기술이 크게 연구되고 있는데 물과 공기의 살균, 폐수처리, 탈취, 피부병 치료 및 의료용으로 생활 보건 분야에서 이용되고 있음

다. 연구개발 범위

(1) 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

○ 주관연구기관(서울과학기술대학교 산학협력단)

- 사료 원료에 대한 화학 및 물리적 비열처리 멸·살균 공정 최적화조건 확립
 - 화학적 처리: 차아염소산(~ 25 ppm)과 유기산의 농도(~0.2%) 및 조성에 따른 사료내 주요 위해 미생물 사멸 효과 시험
 - 물리적 처리: 초고압처리(400-600 MPa), γ 선 조사(0-10 MeV), 전자선 조사(0-10 kGy) 및 UV LED(405 nm, 출력 및 시간)의 비열처리 기술 및 처리 조건(조사장도, 조사시간, 출력)에 따른 위해 미생물 사멸 효과 시험

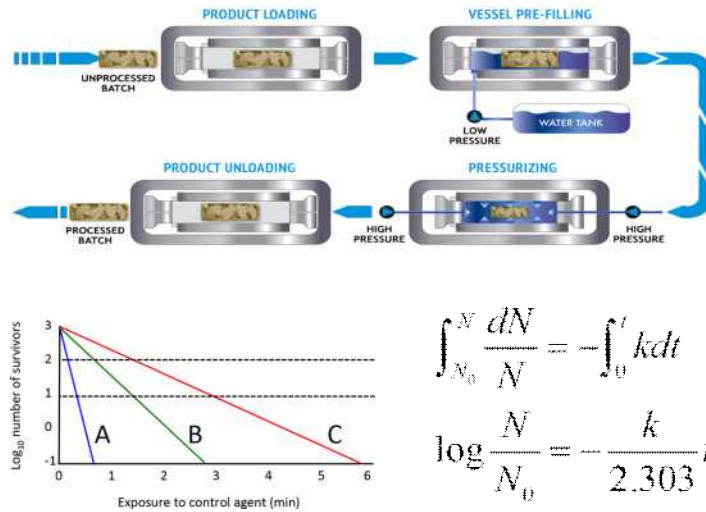


그림 2. 초고압 처리 공정 및 비열 처리 조건에 의한 열 동등성 산출.

- 열 동등성 평가 모델 개발을 위한 비열처리 주요 위해 미생물 저항성(D value) 시험
 - 열 동등성 평가의 기초자료가 되는 주요 비열처리(γ선 조사, 전자선 조사, 초고압 처리) 과정 중의 사료 내 주요 위해 미생물 저항성 D value 를 산출함

○ 주관위탁연구기관(숙명여자대학교 산학협력단)

- 사료 내 생물학적 위해요소 분석
 - 사료 내 주요 식중독균, 곰팡이 독소 및 기타 위해인자 규명을 위해 「사료관리법」 고시 관리항목인 살모넬라, 세균, 대장균군, 곰팡이 독소에 대해 분석
- 비열처리 위해인자 제어 시험을 위한 유해균 접종시험
 - 유해균(일반세균, 대장균군, 살모넬라)를 접종한 후 비열처리 멸·살균처리 후 생물학적 위해요소에 대한 정성 및 정량분석을 실시하여 사료 내 생물학적 위해요소 제거 기술을 검증함.
 - 이 때, 비열처리 멸·살균처리 방법 중 화학적 처리(유기산, 차아염소산수)는 동물성 단백질 사료 원료에 적용하며, 물리적 처리(초고압 처리, γ선 조사, 전자선 조사)는 사료 완제품과 동물성 단백질 사료 원료에 적용함.

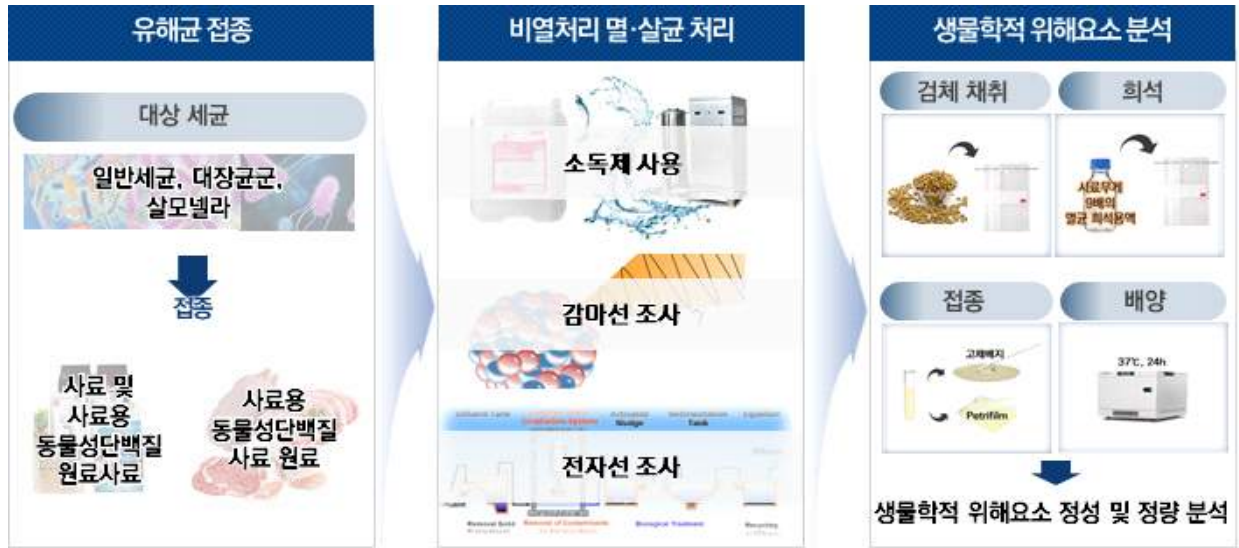


그림 3. 식중독균 집중 시험방법.

- 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건 별 열처리 동등성 평가 및 모델 개발
 - 개발된 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건을 열처리(습열기준 70℃에서 60분 이상, 90℃에서 60분 이상, 121℃에서 15분 이상 등)와 비교하여 동등한 효과를 나타내는 기술 및 처리 조건을 분석하고, 동등성 평가 및 모델을 개발함.

표 1. 열처리·개발된 비열처리 멸·살균기술의 동등성 검증(예시)

열처리 멸·살균기술		비열처리 멸·살균기술		
온도	시간	감마선	전자선	초고압
121℃	4분	7 kGy	8 MeV	400 MPa, 20분
	10분	8 kGy	9 MeV	500 MPa, 10분
	15분	9 kGy	10 MeV	600 MPa, 5분

110℃	40분	7 kGy	8 MeV	400 MPa, 30분
	60분	8 kGy	9 MeV	500 MPa, 20분
	90분	9 kGy	10 MeV	600 MPa, 10분

- 제1협동연구기관(건국대학교 산학협력단)
 - 동물성 단백질 원료사료의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율 측정 및 단백질 변성 확인
 - 주관기관(서울과학기술대학교 산학협력단)에서 비열 처리한 원료 사료(100 g 이상 확보)의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율 측정

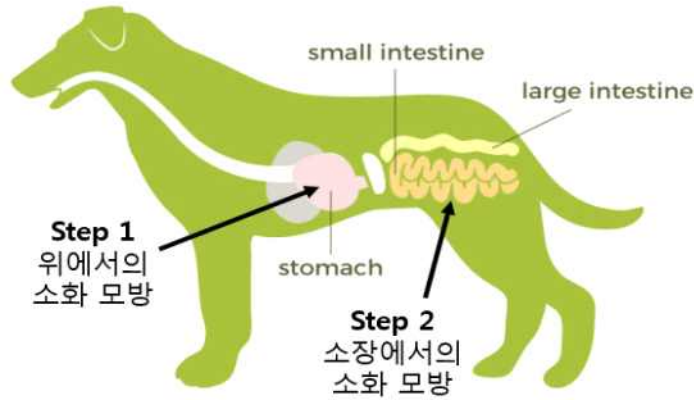


그림 4. 개의 소화과정을 모방한 체외소화율 측정단계(Hervera et al., 2007).

- 단백질 변성 측정을 위한 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율 평가방법 설정
- 동물성 단백질 원료사료의 열처리 진행
- 앞서 설정된 소화율 평가방법에 기반하여 열처리 및 비열처리된 원료의 체외 회장 영양소 소화율 평가

○ 제2협동연구기관((주)미래생명자원)

- 애견 사료의 단백질 원료와 완제품 사료를 사용하여 품질지표(지질산패도, 비타민 조성) 분석
 - 식품공전 시험법 및 액체크로마토그래프에 의한 비타민 정량법에 의한 분석
- 비열처리 원료사료의 펠렛 제형, 포장, 시제품 및 시판제품 제조
 - (주) 미래생명자원의 펫푸드 제조 노하우 및 신설 생산 장비(이천 제2공장)를 비열처리 원료 사료의 실제 제형(펠렛 형태)화된 시제품의 생산 및 포장 시험 진행



(a)



(b)

그림 5. (주)미래생명자원의 (a) 사료 제형 공정 및 (b) 시판 제품.

• 제품화 기술

- 소비자의 생고기 간식에 대한 요구도 상승

: 현재 판매중인 사료 및 간식 제품은 100% 가열처리가 된 제품이며, 이로 인해 인간이 먹는 생식은 동물에서는 거의 찾아 볼 수 없음.

: 영양 섭취는 반려동물의 건강을 유지하기 위해 필수적인 측면이며, 모든 생물은 몸에서 에너지를 만들어내고 균형잡힌 신진대사를 유지하기 위해 완전하고 고른 영양을 섭취해야 함. 동물도 마찬가지로 필요한 영양소에 따라 골고루 음식을 섭취하는 것이 아주 좋은 효과를 가져오며, 집에서 직접 준비하는 자연식 식단을 선택하는 주인들이 점차 늘어나는 추세임.

: 바프 식단 (BARF: Biologically Appropriate Raw Food) 은 반려동물에게 필요한 영양분을 공급하면서 유기농 자연식품을 우선으로 하는 자연식단임. 또한, 소화를 도우며, 면역 체계를 강화하고 구강 위생관리에 도움을 줌.

- 본 과제의 목표 역시 비열처리 멸살균된 사료 및 간식, 즉 생고기 및 생야채가 함유된 제품은 국내에서 새로운 컨셉의 제품이며 애견, 애묘인들의 선호도와 요구도에 부합하는 기술임.

• 마케팅 전략

- 미래생명자원은 현재 전국의 애견용품 판매점 및 대형 마트에 납품하고 있음

: 대형마트에 납품중이며 점진적으로 증가하고 있으며, 신규거래처 추가 입점이 활발히 진행 중임

- 본 연구과제의 성과로 인한 제품 출시 후 마케팅 전략

: 펫 저널 지면 광고 활용 - 추가적인 비용 지불 후 유명 펫 저널에 광고를 실어

‘비열처리 생고기 사료 제품’의 새로운 컨셉의 제품을 홍보 예정

: 5월 이내 자체생산 브랜드의 온라인 판매망인 ‘옵티펫 몰’을 오픈하며, 이 부분을 활용하여 온라인 쇼핑몰에 입점시킬 예정 (상세페이지 및 디자인 제작 완료)

: 현재 납품중인 롯데마트 17개 지점 외 전지점으로 확대하고 있으며, 코스트코 등 다른 마트에도 입점을 준비 중이며, 본 제품의 홍보 활동 후 기존 제품과 더불어 납품할 수 있도록 마트 실무자와의 협의 진행.

표 2. 시판 원료 종류 및 원가

항목	분쇄 생고기 - 소	분쇄 생고기 - 닭	비고
원가	4000원/kg	6000원/kg	수입
1회 판매량	60g	60g	6개입 PTP 포장(10g x 6)
첨가 분쇄 야채 5종	당근 4,000원/kg (유기농) 양파 3500원/kg (냉동 다진양파) 버섯 17,000원/kg (건표고버섯) 피망 2000원/kg 양배추 1500원/kg (수입)		첨가제 배합비 생고기 98.5% 야채 5종 2.5%(각 0.5%) 부형제 1% 100% (생산환경에 맞춰 건조야채 믹스 사용)

첨가비용(1kg)	<table border="1"> <tr><th>단가 (kg)</th><th>제품 1kg</th></tr> <tr><td>생고기</td><td>4,000</td></tr> <tr><td>당근</td><td>4,000</td></tr> <tr><td>양파</td><td>3,500</td></tr> <tr><td>버섯</td><td>17,000</td></tr> <tr><td>피망</td><td>2,000</td></tr> <tr><td>양배추</td><td>1,500</td></tr> <tr><td></td><td>4,080</td></tr> </table>	단가 (kg)	제품 1kg	생고기	4,000	당근	4,000	양파	3,500	버섯	17,000	피망	2,000	양배추	1,500		4,080	<table border="1"> <tr><th>단가 (kg)</th><th>제품 1kg</th></tr> <tr><td>생고기</td><td>6,000</td></tr> <tr><td>당근</td><td>4,000</td></tr> <tr><td>양파</td><td>3,500</td></tr> <tr><td>버섯</td><td>17,000</td></tr> <tr><td>피망</td><td>2,000</td></tr> <tr><td>양배추</td><td>1,500</td></tr> <tr><td></td><td>6,050</td></tr> </table>	단가 (kg)	제품 1kg	생고기	6,000	당근	4,000	양파	3,500	버섯	17,000	피망	2,000	양배추	1,500		6,050	포장 단위:60g PTP 포장 
	단가 (kg)	제품 1kg																																	
생고기	4,000																																		
당근	4,000																																		
양파	3,500																																		
버섯	17,000																																		
피망	2,000																																		
양배추	1,500																																		
	4,080																																		
단가 (kg)	제품 1kg																																		
생고기	6,000																																		
당근	4,000																																		
양파	3,500																																		
버섯	17,000																																		
피망	2,000																																		
양배추	1,500																																		
	6,050																																		
가공 비용	가공 비용 1,000원/kg 합계 : 소 - 5,080원/kg, 305원/60g 합계 : 닭 - 7,050원/kg, 425원/60g 60g PTP 원가 소 : 805원 닭 : 925원		부형제 300원/kg 제조경비 500원/kg 운송비 700원/kg 소계:1,000원/kg PTP 포장 500원/팩당																																
제품 가격	60 g 제품가격 <table border="1"> <thead> <tr> <th>제품명(가칭)</th> <th>러빔(raw-beef)</th> <th>러치(raw-chicken)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>원료 및 가공비용</td> <td>305</td> <td>425</td> </tr> <tr> <td>PTP 포장</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>인건, 판관비</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>소계</td> <td>1305</td> <td>1425</td> </tr> <tr> <td>마진</td> <td>100%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>합계(가격)</td> <td>2,600</td> <td>2,800</td> </tr> </tbody> </table>			제품명(가칭)	러빔(raw-beef)	러치(raw-chicken)	원료 및 가공비용	305	425	PTP 포장	500	500	인건, 판관비	500	500	소계	1305	1425	마진	100%	100%	합계(가격)	2,600	2,800											
제품명(가칭)	러빔(raw-beef)	러치(raw-chicken)																																	
원료 및 가공비용	305	425																																	
PTP 포장	500	500																																	
인건, 판관비	500	500																																	
소계	1305	1425																																	
마진	100%	100%																																	
합계(가격)	2,600	2,800																																	

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

제 1절 연구수행 내용

- 본 사료용 동물성 단백질의 비열처리 멸살균 기술 개발연구에는 주관연구기관(서울과학기술대학교 산학협력단), 주관위탁연구기관(숙명여자대학교 산학협력단), 제1협동연구기관(건국대학교 산학협력단), 제2협동연구기관((주)미래생명자원)의 4개 기관이 참여하였으며 기관별 연구 수행은 다음과 같이 진행하였음

가. 주관연구기관(서울과학기술대학교 산학협력단)

- 주관연구기관은 위해 미생물이 집중된 원료 사료에 대한 물리적 비열처리(초고압 처리, 방사선 처리, UV LED 조사)와 화학적 비열처리(젓산 및 차아염소산 처리)에 의한 살균 공정을 진행하였으며 처리 후 원료사료의 품질지표 분석을 수행하였음

(1) 물리적 비열처리

○ 초고압 처리

- 초고압 처리는 (주)미래생명자원에서 제공받은 냉동 분쇄계육을 원료사료로 하여 수행하였으며 냉동 분쇄계육을 4℃ 냉장실에서 24시간 해동한 후 주관 위탁 연구기관에서 *Salmonella* 혼합균주액을 6.54±0.56 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.74±0.2 Log CFU/

g, 일반세균을 7.13 ± 0.16 Log CFU/g 로 접종하였음

- 위해 미생물이 접종된 원료 사료는 폴리에틸렌 재질의 진공백(150×150 mm)에 50 g씩 정량 후 진공 포장기로 1차 진공 및 밀봉하였음
- 초고압 처리 중 고압에 의한 포장지의 파열을 방지하기 위하여 동일한 재질의 진공포장백(200×150 mm)로 2차 포장을 진행하였음



(a)



(b)

그림 6. (a) 초고압 처리를 위한 원료 사료 포장 (b) 산업용 300 liter 초고압 처리 장비.

- 초고압 처리는 초고압 처리식품 전문 제조 업체인 (주)우양식품의 300 L 산업용 스케일 초고압 처리장비(HP 300, Hiperbaric, Burgos, Spain)를 이용하였음

- 일반적으로 미생물 살균을 위하여 사용되는 500 MPa를 목표 압력으로 500 MPa 까지의 가압 소요 시간은 2분 20초 내외로 약 4.2 MPa/s로 가압하였음
- 초고압 처리를 위한 가압유체는 물을 사용하였으며 압력 형성 과정 중 단열 압축에 의한 온도상승을 방지하기 위하여 초고압 처리 전 분쇄 계육을 2℃까지 냉각시켜 500 MPa의 가압 후 최대 온도가 25℃ 이상에 도달하지 않도록 하여 비열살균 조건을 충족하였음
- 500 MPa 초고압에서의 유지 시간은 1, 3, 5, 7 min을 진행하였으며 초고압 처리 과정 중 초고압 챔버를 냉각수를 이용하여 지속적으로 냉각하여 온도 상승을 방지하였음
- 초고압 처리 후에는 시료를 얼음물에 급속 냉각하여 추가적인 품질 변화를 방지한 후 생존 집락을 계수하였음

○ 감마선 조사

- 전자선 조사는 (주)미래생명자원에서 냉동 분쇄계육을 원료사료로 하여 수행하였으며 냉동 분쇄계육을 4℃ 냉장실에서 24시간 해동한 후 *Salmonella* 혼합균주액을 6.05±0.75 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.80±0.14 Log CFU/g, 일반세균을 7.58±0.20 Log CFU/g 로 접종 하였음
- 전자선 처리는 (주) 미래생명자원으로부터 제공받은 냉동 분쇄 계육을 4℃에서 24시간 해동 후 50 g 씩 폴리에틸렌 백에 정량 후 밀봉하였음
- 감마선 조사는 한국원자력 연구원 기술지원 업체인 (주)그린피아 코발트 감마선원 자동 팔렛트기(Gamma FIT, Nordion Inc., Canada)을 이용 흡수선량 3, 5, 7, 10 kGy로 조사한 후 생존 집락을 계수하였음

○ 전자선 조사

- 전자선 조사는 (주)미래생명자원에서 냉동 분쇄계육을 원료사료로 하여 수행하였으며 냉동 분쇄계육을 4℃ 냉장실에서 24시간 해동한 후 *Salmonella* 혼합균주액을 6.05±0.75 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.80±0.14 Log CFU/g, 일반세균을 7.58±0.20 Log CFU/g 로 접종하였음
- 전자선 조사는 한국원자력 연구원 기술지원 업체인 (주)그린피아 기술의 고에너지 전자 가속기(Rhodotron TT-200, Ion Beam Applications s.a., Belgium)를 이용 흡수선량 3, 5, 7, 10 kGy로 조사한 후 생존 집락을 계수하였음



(a)

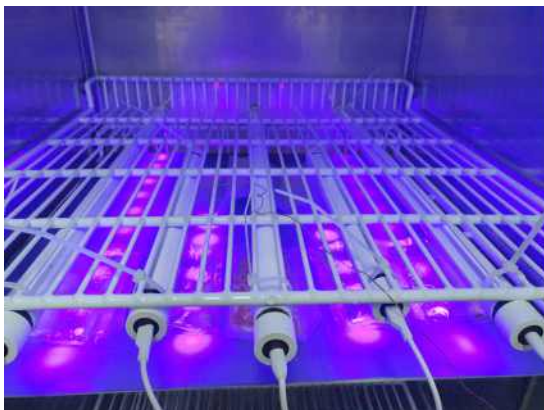


(b)

그림 7. 방사선 조사 비열 살균 장비: (a)감마선 조사기; (b)전자선 조사기.

○ 405 nm UV LED A 조사 시험

- UV LED 처리를 위해서 ㈜ 미래생명자원으로부터 제공받은 분쇄 계육에 *Salmonella* 혼합균주액을 6.05 ± 0.75 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.80 ± 0.14 Log CFU/g, 일반 세균을 7.58 ± 0.20 Log CFU/g 수준으로 접종 후 50 g 씩 투명 폴리에틸렌 재질의 백에 정량 후 밀봉하였음
- UV LED 조사는 4°C 600 × 600 mm 넓이의 냉장실에 5개의 405 nm UV LED lamp (12 Watt, SWL-V2650, Sunwave, Suwon, Gyeonggi-do)를 10 cm 간격으로 5열로 배열한 후 시료와의 거리를 5 cm으로 유지한 상태에서 30, 60, 90 및 120 분 간 조사한 후 생존 집락을 계수하였음



(a)



(b)

그림 8. (a) UV LED 조사 비열 살균 장비 및 (b) 온도 측정 시스템.

- UV LED 조사 시 복사에너지에 의한 시료 온도 상승 효과를 확인하기 위하여 매 시험마

다 K-type 열전대 써모커플을 위해 진공포장된 시료 표면에 부착 후 온도 상승 여부를 확인하였으며 온도제어는 PID 컨트롤러 안정기(ITC-100VH, INKBIRD, London, England)와 데이터 로거(Data logger, 34970 A, Keysight, USA)을 통하여 수행하였음

- UV LED 조사 강도를 계산하기 위하여 스펙트로미터(StellarNet BLK-C, Stellar Net Inc, FL, USA)를 이용하여 빛의 파장 및 방출도를 측정하였으며 405 nm에서의 방출도는 0.00156 W/cm²으로 계산되었음



그림 9. 스펙트로미터를 활용한 UV LED 방출도 측정.

- UV LED 단위 면적당 에너지 조사 강도는 측정된 방출도(0.00156 W/cm²)에 조사시간(30, 60, 90, 120 min)을 곱하여 계산하였으며 30 분 조사 시의 계산 예는 다음과 같음

$$\begin{aligned}
 E_{intensity} &= \varepsilon \times t \\
 &= \frac{0.00156 \text{ W}}{\text{cm}^2} \left| \frac{30 \text{ min}}{1 \text{ min}} \right| \frac{60 \text{ s}}{60 \text{ s}} \\
 &= \frac{0.00156 \text{ J}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2} \left| \frac{30 \text{ min}}{1 \text{ min}} \right| \frac{60 \text{ s}}{60 \text{ s}} \\
 &= 2.8 \text{ J/cm}^2
 \end{aligned}$$

- UV LED 조사 30, 60, 90, 120분에 해당하는 단위면적당 에너지 조사 강도는 2.8, 5.6, 8.4 및 11.2 J/cm²으로 계산되었음

(2) 화학적 비열처리

○ 차아염소산 처리

- 닭안심 표면에 *Salmonella* 혼합균주액을 6.05±0.75 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.80±0.14 Log CFU/g, 일반세균을 7.58±0.20 Log CFU/g 수준으로 오염된 균액에 3분간 침지하여 표면을 오염시킨 후 10분간 클린벤치에서 건조하였음
- 위해미생물에 오염된 닭안심을 100 ppm으로 희석된 차아염소산수에 1, 3 및 5 분간 침

지하여 처리하였으며 처리 중 온도 변화는 매 시험마다 K-type 열전대 써모커플이 연결된 데이터 로거(Data logger, 34970 A, Keysight, USA)를 이용하여 기록하였음

- 차아염소산 처리 후에는 시료를 믹서기(EV-GB8000, Gisan Electronics, Incheon, Korea)로 30초간 분쇄한 후 사멸효과를 분석하였음



(a)



(b)

그림 10. (a) 차아염소산수 처리 및 (b) 시료 온도 측정 시스템.

○ 유기산 처리

- 닭안심 표면에 *Salmonella* 혼합균주액을 6.05 ± 0.75 Log CFU/g, *E. Coli* 혼합균주액을 6.80 ± 0.14 Log CFU/g, 일반세균을 7.58 ± 0.20 Log CFU/g 수준으로 오염된 균액에 3분간 침지하여 표면을 오염시킨 후 10분간 클린벤치에서 건조하였음
- 젖산 처리는 90%의 젖산 용액을 증류수를 사용하여 2.5%로 희석하여 만든 용액 1 L에 오염된 닭 안심 50 g을 1, 3 및 5분간 침지 처리하였으며 처리 후 수돗물로 세척하여 5분간 건조하였음
- 젖산 처리를 한 시료를 건조 후에는 시료를 믹서기(EV-GB8000, Gisan Electronics, Incheon, Korea)로 30초간 분쇄한 후 사멸효과를 분석하였음

(3) 가열치사시간 산출

- 가열처리와 비열처리 살균의 열동등성 비교를 위하여 가열치사시간(D value)을 산출하였음

$$\log \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{D_T} \cdot t$$

N_0 : 초기 균수(cfu/ml), N : t시간 처리후의 균수(cfu/ml), t : 처리시간(min), D_T value: 가열치사시간(min)

(4) 품질특성 분석

- 물리적 비열처리(초고압, 전자선, 감마선, UV LED)된 시료의 품질 특성은 pH, 색도 및 조직감의 특성으로 분석하였음

○ pH

- 비열처리된 원료사료(분쇄 계육) 5.0 g을 증류수 20g와 함께 총 25 ml를 코니칼 튜브에 투입 후 8,000rpm에서 homogenization 한 후 pH meter(ORION STAR A211 pH meter, Thermo Scientific.)을 측정하였음

○ 색도

- 비열처리된 원료사료(분쇄 계육) petri dish에 9 mm 높이로 충전 후 Colorimeter (CR-10, Konica Minolta Sensing Inc., Sakai, Osaka, Japan)을 이용 후 L^* (백색도), a^* (적색도) 및 b^* (황색도)를 측정하였음

○ 조직감

- 조직감은 소시지형 완제품 사료의 초고압 처리(500 MPa, 7 min) 전후를 비교하였음
- 시료(\varnothing 130 * 250 mm)를 물성분석기(TA-XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Brewster, NY, USA)의 시료 거치대 위에 거치 후 편형 프로브(\varnothing 2 mm, P/2, Stable Micro Systems, Brewster, NY, USA)로 깊이 1 cm까지 침투하여 최대 경도를 측정하였음



그림 11. 초고압 처리 완제품 조직감 측정.

○ 전자코 이취 시험

- 전자코 이취 시험은 각 비열처리(초고압, 전후의 시료의 이취(냄새)를 분석하기 위하여 수행되었으며, 원료사료를 비열처리 후 6 g 씩 전자코 바이얼에 넣은 후 대조구 시료와의 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA), SIMCA(Soft Independent Modelling of Class Analogy, SIMCA) 및 SQC(Statistical Quality Control, SQC) 분석을 진행하였음
- PCA는 그룹별 차이를 나타내 주는 것으로 시료간의 차이 정도를 시각적으로 보여주며 서로 거리가 멀수록 차이가 있다고 판단할 수 있음

- SIMCA는 시료 중 하나를 기준으로 했을 때 다른 그룹이 기준에 포함되는지 아닌지를 보는 것으로 나머지 시료가 범위안에 있으면 같거나 비슷한 품질이라고 보고 범위를 벗어나면 품질 차이를 의미
- SQC는 제품평가, 등급별 비교, 품질관리 등에 쓰이는 자료로 시료 중 하나를 기준으로 했을 때 나머지 시료가 범위 안에 있으면 같거나 비슷한 품질이라고 보고 범위를 벗어나면 품질에 차이가 있는 것으로 판단

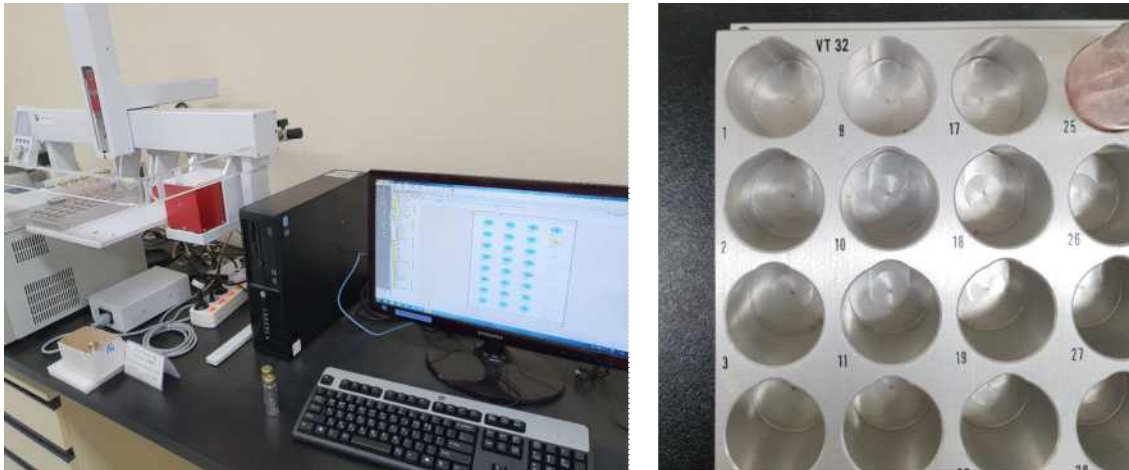


그림 12. 전자코 이취 시험.

나. 주관위탁연구기관(숙명여자대학교 산학협력단)

(1) 사료 내 생물학적 위해요소 분석

- 사료 내 생물학적 위해요소 분석을 위해 「사료관리법」 고시 관리항목인 *Salmonella*, *E. coli*, 세균, 곰팡이독소에 대해 오염도 조사를 진행하였음

○ *Salmonella* 분석

- 정량 시험 : 분쇄 닭고기 원료사료(Harim, Korea) 25 g을 소분하고 2% BD Difco™ buffered peptone water(BPW) 225 mL을 넣은 후 스토마커에서 1분간 균질화하여 희석 배수에 맞추어 선택배지인 BD Difco™ xylose lysine deoxycholate(XLD) agar에 도말 후 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 검은 집락을 계수하였음
- 정성 시험 : 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하고 2% BPW 225 mL을 넣은 후 스토마커에서 1분간 균질화하여 37℃ 인큐베이터에서 24시간 동안 증균시켰으며 24시간 후 MBcell rappaport vassiliadis(RV) broth에 시험용액 100 μ l를 도말하여 42℃ 인큐베이터에서 24시간 동안 배양하였음. 이후 BD Difco™ brilliant green(BG) sulfa agar에 희석도말하고 42℃에 24시간 동안 배양하여 분홍색 또는 붉은색 집락을 확인하였음

○ *E. coli* 분석

- 대장균군은 *E. coli*(*Escherichia coli*)을 비롯하여 *Citrobacter* 속, *Klebsiella* 속, *Enterobacter* 속 등이 포함되며 오염지표로 사용되고 병원성 유무 확인이 가능한 *E. coli* 을 분석하였음

- 정량 시험 : 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하고 2% BPW 225 mL을 넣은 후 스토마커에서 1분간 균질화하여 희석배수에 맞추어 선택배지인 3M™ Petrifilm™ coliform count plate에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였음
- 정성 시험 : 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하고 2% BPW 225 mL을 넣은 후 스토마커에서 1분간 균질화하여 발효관을 BD Difco™ EC Medium에 1 mL씩 도말하여 42℃에서 24시간 동안 증균시켰으며 24시간 후 발효관에 공기방울이 생긴 시료에 한하여 BD Difco™ eosin methylene blue(EMB) agar에 희선도말하고 37℃ 인큐베이터에서 24시간 동안 배양하여 녹색 금속 광택이 나는 집락을 확인하였음. 의심집락은 PowerChek™ Diarrheal *E. coli* 8-plex Detection Kit(Kogene biotech, Korea)을 이용하여 병원성의 유무를 확인하였음

○ 일반세균 분석

- 정량 시험 : 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하고 2% BPW 225 mL을 넣은 후 스토마커에서 1분간 균질화하여 희석배수에 맞추어 BD Difco™ plate count agar(PCA)에 도말하였다. 37℃에 24시간 배양 후 모든 흰색 집락을 계수하였음

○ 곰팡이독소 분석

- 표준용액의 조제 : 곰팡이독소의 표준품을 acetonitrile에 희석하여 표준용액을 제조하였으며 각 농도의 혼합표준용액 1 mL를 각각 취하여 50℃에서 질소 건조 시킨 후 유도체화 하였음. 이를 액체 크로마토그래프에 주입한 후 얻어진 크로마토그램상의 피크면적을 이용하여 검량선을 작성하였음
- 검정용액의 조제 : 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하여 70% methanol 100 mL로 30분간 추출하고 4℃에서 3,000 rpm 15분간 원심 분리하였으며 0.2 μm syringe filter로 여과하고 여액 10 mL에 0.01% tween phosphate buffer saline(PBS) 40 mL를 첨가하였음. 시료용액 20 mL를 면역컬럼에 주입한 후 컬럼에 있는 공기를 뺀 후 중력 하 또는 시료액이 분당 2 mL가 컬럼을 통과하도록 압력을 조절하였으며 시료액이 면역컬럼을 통과한 후 0.01% tween PBS 10 mL와 증류수 10 mL로 컬럼을 통과시켜 면역 컬럼을 세척하였음. Methanol 1 mL로 결합된 곰팡이독소를 용리시킨 후, 증류수 1 mL로 한번 더 용리시켰음
- 다음 계산식을 통하여 곰팡이독소의 기준을 계산하였음

$$\text{곰팡이 독소 농도}(\mu\text{g}/\text{kg}) = \frac{\text{측정농도}(\text{ng}/\text{mL}) \times \text{희석배수} \times \text{최종부피}(\text{mL})}{\text{검체 채취량}(\text{g})}$$

(2) 비열처리 위해인자 제어 시험을 위한 유해균 접종시험

- 유해균(*Salmonella*, *E. coli*, 일반세균)을 접종하여 비열처리 멸·살균처리 후 생물학적 위해요소에 대한 정성 및 정량분석을 실시하였으며 비열처리 멸·살균처리 방법 중 화학적 처리(유기산, 차아염소산수)는 동물성 단백질 원료 사료에 적용하며, 물리적 처리(초고압

처리, UV LED, γ선 조사, 전자선 조사)는 사료 완제품과 분쇄 닭고기 원료사료에 적용하였음

○ 열동등성 모델 개발을 위한 가열 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella* (NCCP12231, NCCP12236, NCCP12243, NCCP14544, NCCP10140), *E. coli* (NCCP14037, NCCP14038, NCCP14039, NCCP15661, ATCC43888) 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였으며 열처리를 각각 70℃(1분, 15분, 30분, 60분), 90℃(1분, 15분, 30분, 60분), 121℃(1분, 4분, 7분, 15분) 동안 실시한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였음. 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음
- 총 아플라톡신 solution(2.5ug/mL, Sigma-Aldrich Korea, Yongjin, Korea)과 오크라톡신A solution(10ug/mL, Sigma-Aldrich Korea)을 acetonitrile 2 mL에 10배 희석하여 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 접종하였으며 사료관리법(2020), 농림축산식품부 고시 제 2019-58호 사료 등의 기준 및 규격 제8조 제6항 관련 별표 9에 명시된 멸균 및 살균 처리 기준인 121℃에서 15분간 가열처리 실시한 후 곰팡이 독소를 검출하였음. 곰팡이독소 표준품을 acetonitrile에 희석하여 표준용액을 제조하였으며 각 농도의 혼합표준용액 1 mL를 각각 취하여 50℃에서 질소 건조 시킨 후 유도체화하였음. 이를 액체 크로마토그래프에 주입한 후 얻어진 크로마토그램 상의 피크면적을 이용하여 검량선을 작성하였음. 분쇄 닭고기 원료사료 25 g을 소분하여 70% methanol 100 mL로 30분간 추출하고 4℃에서 3,000 rpm으로 15분간 원심 분리 후 0.2 μm의 syringe filter로 여과하고 여액 10 mL에 0.01% Tween PBS 40 mL를 첨가하였음. 시료용액 20 mL를 면역컬럼에 주입한 후 컬럼에 있는 공기를 뺀 후 중력 하 또는 시료액이 분당 2 mL가 컬럼을 통과하도록 압력을 조절하였음. 시료액이 면역컬럼을 통과한 후 0.01% Tween PBS 10 mL와 증류수 10 mL로 컬럼을 통과시켜 면역 컬럼을 세척하였음. Methanol 1 mL로 결합된 곰팡이독소를 용리시킨 후, 증류수 1 mL로 한번 더 용리시켰으며 다음 계산식을 통하여 곰팡이독소의 기준을 계산하였음

$$\text{곰팡이 독소 농도}(\mu\text{g/kg}) = \frac{\text{측정농도}(\text{ng/mL}) \times \text{희석배수} \times \text{최종부피}(\text{mL})}{\text{검체 채취량}(\text{g})}$$

○ 유기산 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. 2.5% 젖산을 각각 1분, 3분, 5분간 처리한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가

형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

○ 차아염소산수 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. 100 ppm 차아염소산수를 각각 1분, 3분, 5분간 처리한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

○ 초고압 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. 초고압 처리식품 전문 제조 업체인 (주)우양식품의 300 L 산업용 스케일 초고압 처리장비(HP 300, Hiperbaric, Spain)를 이용하여 500 MPa에서 1분, 3분, 5분, 7분간 초고압 처리를 한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

○ UV LED 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. UV LED(기계 사진 첨부)를 405 nm의 파장으로 30분, 60분, 90분, 120분간 조사 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

○ 감마선 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. 한국원자력 연구원 기술지원 업체인 (주)그린피아기술 기업의 감마선 조사 기계를 이용하여 감마선 흡수선량이 3, 5, 7 및 10 kGy가 되도록 조사한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37℃에 24시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

○ 전자선 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료 25 g에 각각 *Salmonella*, *E. coli* 혼합균주액을 초기 균액 농도가 약 6-8 Log CFU/g 수준이 되도록 접종하였음. 한국원자력 연구원 기술지원 업체인 (주)그린피아기술 기업의 전자선 조사 기계를 이용하여 전자선 흡수선량이 3, 5, 7 및 10 kGy가 되도록 조사한 후 *Salmonella* 선택배지 XLD agar와 *E. coli* 선택배지 3M™ Petrifilm™ coliform count plate, 일반세균 확인배지 TSA에 도말하였으며 37°C에 24 시간 배양 후 *Salmonella* 의심집락의 경우, 검은 집락을 계수하였고, *E. coli* 의심집락의 경우, 가스가 형성된 푸른색 집락을 계수하였으며, 일반세균의 경우 흰색 집락을 계수하였음

(3) 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건 별 열처리 동등성 평가 및 비열처리 조건 검증

- 분쇄 닭고기 원료사료를 이용하여 개발한 비열처리 조건(초고압 500 MPa 7분; UV LED 120분; γ선 3 kGy; 전자선 3 kGy)을 사료 완제품에 적용하여 검증하였음

다. 제1협동연구기관(건국대학교 산학협력단)

- 제1협동연구기관은 열처리 및 비열처리된 사료 원료의 체외 회장 영양소 소화율 평가 방법 개발 및 평가를 진행하였음

(1) 외관상 회장 조단백질 소화율 추정식 개발

○ 추정식 개발

- 10개의 문헌으로부터 총 42개의 개사료에 대한 외관상 회장 조단백질 소화율 관측치 및 영양소 분석치를 수집하였음

표 3. 조단백질 (CP)의 외관상 회장 소화율 (AID) 추정을 위한 모델링 설정 시 관측치 내개의 외관상 회장 조단백질 소화율 및 개사료의 영양소 조성 (건물 기준)

Item, %	n	Average	SD ¹	Minimum	Maximum
AID of CP	42	78.7	7.4	61.8	90.5
CP	42	23.9	5.2	16.9	36.8
Fat	42	18.4	4.4	13.0	27.1
Organic matter	42	92.3	3.3	87.0	96.9
Ash	42	7.7	3.3	3.1	13.0

¹ SD = standard deviation.

- 외관상 회장 조단백질 소화율, 조단백질 함량, 조지방 함량, 유기물 함량 및 조회분 함량 간의 상관관계 (SAS CORR procedure)를 분석하였고 이를 기반으로 추정식 (SAS REG procedure)을 작성하였음

(2) 두 종의 체외 회장 소화율 실험방법 비교

○ 시중 개사료 선정 및 화학 분석

- 조단백질 농도가 다양한 시중 개사료 5개를 선정하였고, 개사료 내의 건물 (AOAC, 2005; method 930.15), 조단백질 (AOAC, 2005; method 990.03), 조지방(AOAC, 2005; method 920.39) 및 조회분 (AOAC, 2005; method 942.05)을 분석하였음

표 4. 시중 개사료 내 영양소 조성 (건물 기준)

Item, %	A	B	C	D	E
Dry matter	90.4	89.2	90.3	94.5	91.6
Crude protein	18.6	21.3	23.8	27.0	29.5
Ether extract	5.9	12.3	17.1	14.8	19.4
Ash	7.7	6.5	5.3	6.3	8.0

○ Step 1

- 분쇄된 시중 개사료 (< 1 mm) 1.0 g을 100 ml 삼각 플라스크에 투입하였고 각각의 반복마다 blank를 포함하여 실험하였음
- Step 1 에서는 위에서의 소화를 모방한 것으로 0.1 M의 완충용액 (pH 6.0) 25 ml 와 0.2 M의 HCl 10 ml를 시료가 들어있는 플라스크에 넣은 후, 1 M의 NaOH 용액과 HCl 용액을 이용하여 분석 시료를 pH 2.0으로 조절한 뒤, 미리 준비된 pepsin 용액 (10 mg of pepsin/1 ml of solution; porcine, \geq 250 units/mg, Sigma No. P7000)을 1 ml씩 넣었음
- 박테리아의 성장을 억제하기 위해 chloramphenicol 0.5 ml를 넣고, 뚜껑을 덮은 후 39°C로 예열된 교반 배양기에 넣고, 돼지의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서는 6시간 및 개의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서는 2시간 동안 교반시켰음

○ Step 2

- Step 2에서는 소장에서의 소화과정을 모방한 것으로 교반이 끝난 분석 시료에 0.2 M의 완충용액 (pH 6.8) 10 ml와 0.6 M의 NaOH 5 ml를 넣었음
- 그 후, 1 M의 NaOH 용액과 HCl 용액을 이용하여 분석 시료를 pH 6.8로 조절한 후, 미리 준비된 pancreatin 용액 (porcine, grade IV, Sigma No. P1750) 1 ml를 넣었음
- 돼지의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서의 pancreatin 농도는 50 mg of pancreatin/1 ml of solution였고, 개의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서의 pancreatin 농도는 100 mg of pancreatin/1 ml of solution이었음
- 뚜껑을 덮은 후 39°C로 예열된 교반 배양기에 넣고 돼지의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서는 18시간 및 개의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법에서는 4시간 동안 교반시켰음
- 위의 과정을 모두 거친 분석 시료의 잔유물을 소화되지 않고 배설되는 원료사료의 건물로 가정하였음
- 20% 설포살리실산을 각 플라스크에 5 ml씩 넣은 후, 상온에서 30분간 교반한 뒤, 이를 0.5 g의 Celite를 포함하는 glass filter crucible을 이용하여 조섬유 분석장치 (Fibertec

System M, Tecator, Sweden)를 통해 회수하였음

- 삼각 플라스크는 1% 설포살리실산으로 2회 세척하여 glass filter crucible에 투입하여 남아있는 잔유물이 없도록 하고, 에탄올과 아세톤을 10 ml씩 각각 2회 glass filter crucible에 주입하여, 남아있는 지방 성분을 용해하였음
- 잔유물의 회수를 마친 glass filter crucible은 건조기를 이용하여 80°C에서 24시간 동안 건조하였음
- 이렇게 회수된 잔유물의 무게와 분석된 원료사료와의 무게차를 이용하여 잔유물 건물 함량을 측정하였고, 이를 바탕으로 체외 회장 건물 소화율을 추정하였음
- 체외 회장 건물 소화율의 추정을 마친 잔유물을 유산지를 이용하여 수집 및 정량하였고, 이후 조단백질 함량을 측정하여 잔유물 내 조단백질 함량을 측정한 뒤, 이를 바탕으로 체외 회장 조단백질 소화율을 추정하였음
- 잔유물의 건물 및 조단백질 함량은 각 배치의 blank를 통해 보정하였고, 분쇄된 개사료의 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율은 아래와 같이 계산되었음

체외 회장 건물 소화율 (%)

$$= \frac{\text{원료사료 건물 함량 (g)} - \text{보정된 잔유물 건물 함량 (g)}}{\text{원료사료 건물 함량 (g)}} \times 100$$

체외 회장 조단백질 소화율 (%)

$$= \frac{\text{원료사료 조단백질 함량 (g)} - \text{보정된 잔유물 조단백질 함량 (g)}}{\text{원료사료 조단백질 함량 (g)}} \times 100$$

(3) 열처리 및 비열처리 된 동물성원료의 준비 및 체외 회장 영양소 소화율 측정

○ 열처리 및 비열처리 된 동물성원료 준비

- 실험에 사용된 냉동분쇄계육 및 냉동안심계육은 4 °C 냉장상태에서 24시간 동안 해동시킨 후 분석 및 실험에 사용하였음
- 열처리 및 비열처리는 모두 3반복으로 진행되었고, 모든 열처리 및 비열처리된 계육은 이후 일반성분분석 및 체외 회장 소화율 분석때까지 4 °C 냉장 상태에서 보관하였음
- 해동된 분쇄계육의 열처리는 우선 계육을 45개의 동일한 부분으로 나눈 후, 각각 나일론-폴리에틸렌 백에 진공포장기를 이용하여 개별 포장을 진행하였음
- 이후 30 개의 샘플은 70 °C 및 90 °C에서 0, 1, 15, 30 및 60분 동안 항온수조를 이용하여 열처리를 진행하였음
- 나머지 15 개의 샘플은 오토클레이브 (121 °C 및 1.2 atm)에서 0, 1, 4, 7 및 15분 동안 열처리를 진행하였음
- 비열처리 원료 (초고압, UV-LED, 전자선, 감마선, 차아염소산수 및 젖산)는 주관기관(서울과학기술대학교 산학협력단)에서 처리한 원료를 이용하여 분석을 진행하였음

○ 열처리 및 비열처리된 동물성원료의 체외 회장 영양소 소화율 측정

- 열처리 및 비열처리된 동물성원료의 건물 (AOAC, 2016; method 950.46) 및 조회분 (AOAC, 2016; method 942.05)을 분석하였고, 동물성원료 및 *in vitro* 분석 후 잔유물의 조단백질 (AOAC, 2016; method 990.03)을 분석하였음
- 열처리 및 비열처리된 동물성원료의 체외 회장 소화율 평가 방법 및 계산은 개의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법을 사용하였음
- 선형적 효과 및 곡선적 효과를 평가하기 위해 직교다항비교를 사용하였음

라. 제2협동연구기관(㈜미래생명자원)

(1) 사료 내 생물학적 위해요소 및 niacin (viratmin B3) 분석

- 생고기 사료를 함박스테이크 형태의 시제품을 제조하여 물리적 비열처리(초고압 처리, 방사선 처리, UV LED 조사)와 화학적 비열처리(젖산 및 차아염소산 처리)에 의한 살균 공정을 진행 후 niacin과 지질산패도를 분석하였음

(2) 생고기 원료의 포장

○ 본 연구에 사용된 원료사료 생고기는 분쇄 계육으로 선정

- 계육은 섬유질이 가늘고 지방이 근육섬유에 함유되어 있지 않아 소화흡수율이 높고 타 축종에 비해 단백질이 많이 함유되어 있으며 필수아미노산이 풍부함
- 닭고기는 지방도 풍부하여 타 축종과 달리 불포화지방산의 비율이 높아 콜레스테롤 섭취를 줄일 수 있음
- 본 연구에서 사용된 분쇄 계육은 1차년도 실험 과정 중 시료에 의한 차이를 최소화하기 위하여 냉동 상태의 생고기를 대량 구입하여 첨가제 첨가 및 포장시까지 냉동 보관하였음

○ 식품첨가물

- 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 식품 첨가물을 선정하여 원료 사료에 혼합함으로써 가공성 및 기호도를 증대하였으며 사용된 식품 첨가물은 다음과 같음
- 소브산(sorbic acid) : 대표적인 합성 보존료로서 가공식품의 보존에 흔히 사용되며, 각종 미생물의 생육 억제에 효과가 있지만 살균효과는 없으며 약간의 자극적인 냄새가 있어 소브산칼륨같은 염 형태로 사용함. 주로 고기나 어육의 가공 식품에 많이 사용되며 음식의 보존 기간을 연장하기 위하여 모든 가공식품에 거의 예외 없이 사용되는 식품첨가물 중의 하나임
- 폴리인산나트륨(sodium tripolyphosphate) : 품질계량제로 사용되며 축육햄, 소세지류의 품질개량, 노폐경육의 연화, 어육 연제품의 품질개량 등에 쓰임
- 엠비 시즈닝 : 갈비 등 육가공 제품에 사용하며 육류결착제, 갈비결착제 등으로 많이 알려져 있는 원료이고 육류의 물리적인 결착을 도와 작은 크기의 육류의 정형이나 잡육 등을 접합 할 때 주로 사용됨
- 아질산나트륨(sodium nitrite) : 햄, 소세지 등 식육가공품의 고기의 발색제로 사용되며 사용량은 아질산으로서 식품가공품 및 경육제품에서는 1kg에 대하여 0.07g, 어육 소세지류 및 어육 햄류에서는 0.05g이하를 사용함

○ 생고기 및 식품첨가물 혼합

표 5. 원료 사료 가공적성 및 기호도 증대를 위한 첨가제

생고기 원료사료 첨가제	식육가공품 사용기준 (%)	실제 첨가량 (%)
소브산 칼륨	0.2 이하	0.1
폴리인산 나트륨	0.3~1	0.5
엠비시즈닝	1.5~2	1.5
아질산나트륨	0.007 이하	0.005



○ 포장

- 포장 유형 : 시제품 제작 전에 다양한 형태의 포장 유형을 시험하였으며 용도에 맞게 다음과 같은 형태의 시험하였음

표 6. 포장 형태에 따른 시험

사진	대용량 소세지 타입	길고 가느다란 소세지 타입	함박스테이크 타입	짧고 짧은 소세지 타입
유형	대용량 소세지 타입	길고 가느다란 소세지 타입	함박스테이크 타입	짧고 짧은 소세지 타입
용도	대형견 사료용	중형견 사료용	소형견 및 고양이 사료용	소형견 및 고양이 사료용

(3) 시제품 제조

○ 비열처리 멸살균 시제품 제조

- 실제 비열처리 공정 시험에 사용될 시제품의 경우 대용량 소세지 타입과 긴 소세지 타입은 생고기의 무게 및 부피가 크기 때문에 테스트용으로 부적합하다고 판단이 되어 함박스테이크와 짧은 소세지 타입으로 선정하였음

○ 포장재 재질

- 함박스테이크 : 시판되고 있는 진공포장비닐 (별집엠보싱 필름)을 구입하여 진공포장기를 사용하여 제조하였고 개당 무게는 약 70g 으로 제조하였음
- 짧은 소세지 : 식품용 롤비닐을 구입하여 사용하였으며, 케이블 타이로 소세지의 양 끝을 묶어 제조하였고 개당 무게는 약 60g 으로 제조하였음



그림 13. 포장재 재질 및 모양에 따른 시제품 형태.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

가. 주관연구기관(서울과학기술대학교 산학협력단)

(1) 비열살균 과정 중 원료 사료 온도 변화

○ 초고압 처리

· 그림 14는 초고압 처리 과정 중 가압유체의 온도 변화를 보여주고 있음

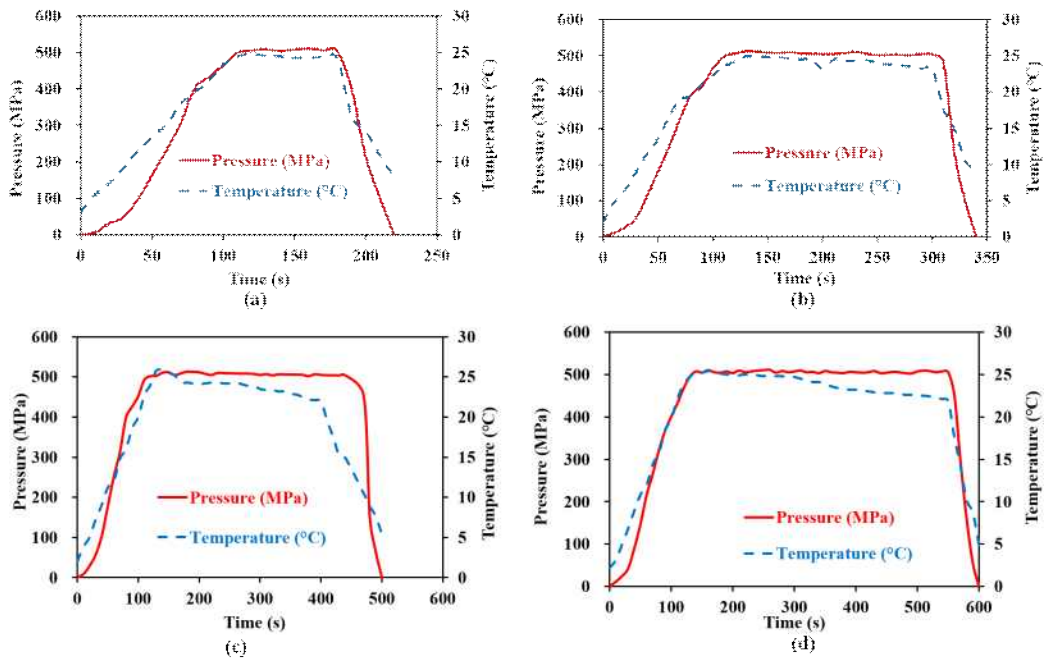


그림 14. 초고압 처리 과정 중의 원료사료의 온도 변화.

- 본 연구의 비열살균 목표 압력인 500 MPa까지 약 4.2 MPa/s 의 압력 상승률로 2분 내로 목표 압력에 도달하였으며 단열 압축에 의해 시료의 온도는 가압 과정 중 냉각된 시료 초기 온도 2-3°C에서 500 MPa 도달 시 약 24-25°C 상온으로 상승하였음
- 초고압 처리 중(1, 3, 5, 7 min) 가압유체와 외부와의 열전달로 온도는 약간 하강하였으며 대기압 0.1 MPa로 가압 해제 시 온도는 5-7°C로 단열팽창에 의하여 하강하였음
- 동물성 지방의 경우 초고압 처리 시 지방산의 사슬 구조에 온도상승이 커서 100 MPa 당 약 4-5°C의 온도 상승을 보여주어 과도한 온도 상승을 방지하기 위해서는 초고압 처리 전 식품을 최대한 냉각하여야 함(Rasanayagam et al., 2003)
- 본 연구에서는 초고압 처리 전 시료를 2-3°C로 냉각하여 500 MPa에서의 초고압 처리 시 원료 사료의 최대 온도가 25°C를 넘지 않아 비열처리 살균 조건을 충족시켰음

○ UV 405 nm LED 조사

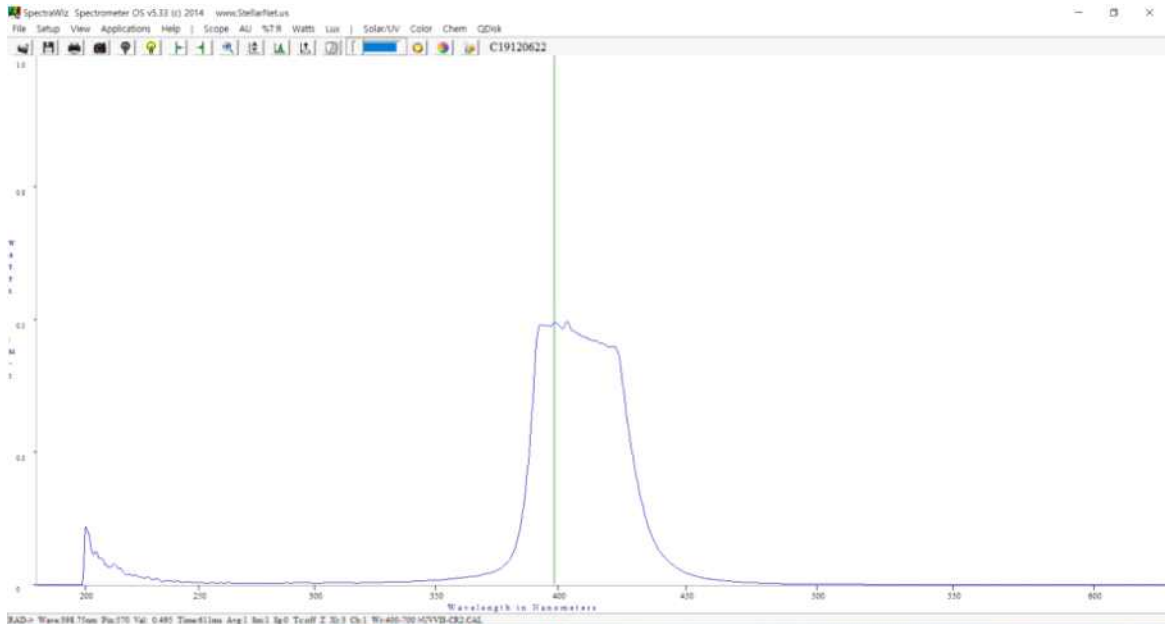
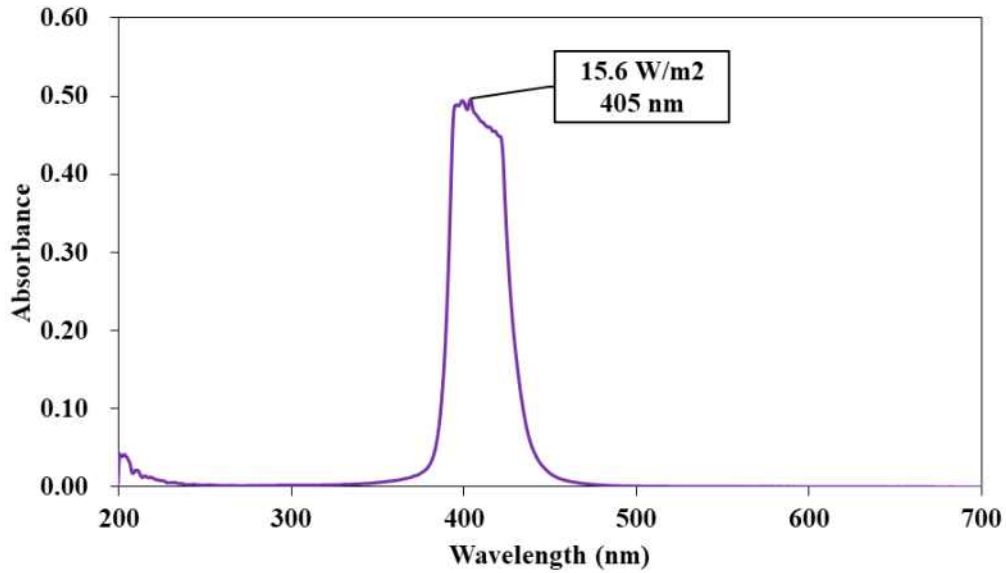


그림 15. Spectrometer 측정에 의한 UV LED 조사 방출도.

- UV LED 조사 강도를 계산하기 위하여 스펙트로미터(StellarNet BLK-C, Stellar Net Inc, FL, USA)를 이용하여 빛의 파장 및 방출도를 측정하였으며 그림 15에 제시된 바와 같이 405 nm에서의 방출도는 0.00156 W/cm^2 으로 계산되었음
- UV LED 단위 면적당 에너지 조사 강도는 측정된 방출도(0.00156 W/cm^2)에 조사시간 (30, 60, 90, 120 min)을 곱하여 계산하였으며 30, 60, 90, 120분에 해당하는 단위면적당 에너지 조사 강도는 2.8, 5.6, 8.4 및 11.2 J/cm^2 으로 계산되었음
- 그림 16-(a)는 상온에서 원료사료에 UV 405 nm LED를 조사 시 복사에너지에 의한 온도 상승을 보여주고 있는데 초기 온도 24°C 에서 최대 29°C 까지 온도가 상승되는 것

을 보여줌

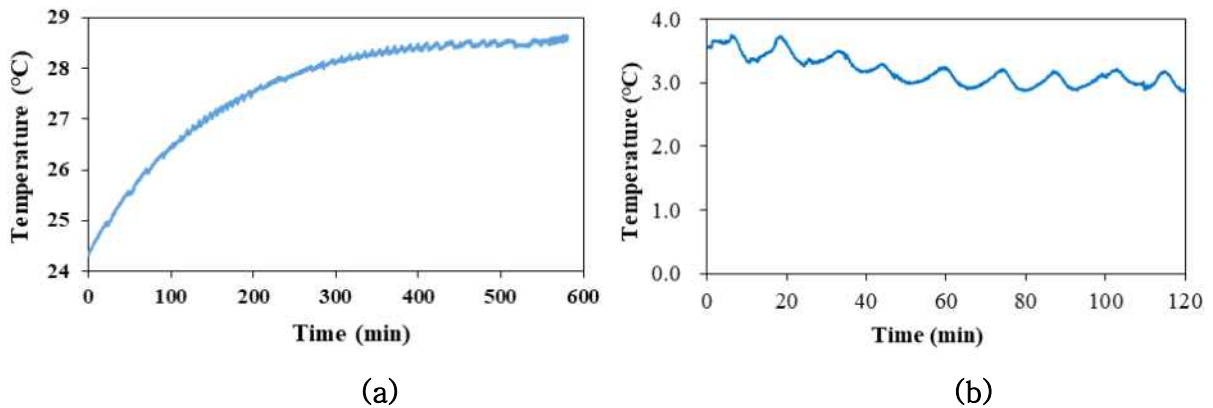


그림 16. UV LED 조사에 의한 원료 사료 온도 상승: (a) 상온조사; (b) 냉장실 조사

- 따라서 본 연구에서 계획한 상대적으로 긴 시간인 120 min 동안의 UV 405 nm LED 조사를 비열처리 수준에서 진행하기 위해서는 4°C 냉장실에서 진행한 결과 시료의 온도는 3-4°C를 유지해 비열처리 수준을 유지하였음(그림 16-b)

○ 전자선 및 감마선 조사

- 본 연구에서 전자선 및 감마선 조사 시의 원료 사료의 온도는 조사 시스템의 특성 상 직접 측정할 수는 없었지만 감마선, 전자선 및 X-t선을 활용한 방사선 조사 기술은 제품의 완전한 포장상태에서 온도의 상승없이 유해성분을 남기지 않는 냉온 살균 기술임이 널리 알려져 있음(Kawasaki et al., 2019)을 고려하여 상온이하의 비열처리 조건에서 진행된 것으로 결론지어짐

○ 차아염소산 및 젖산 처리

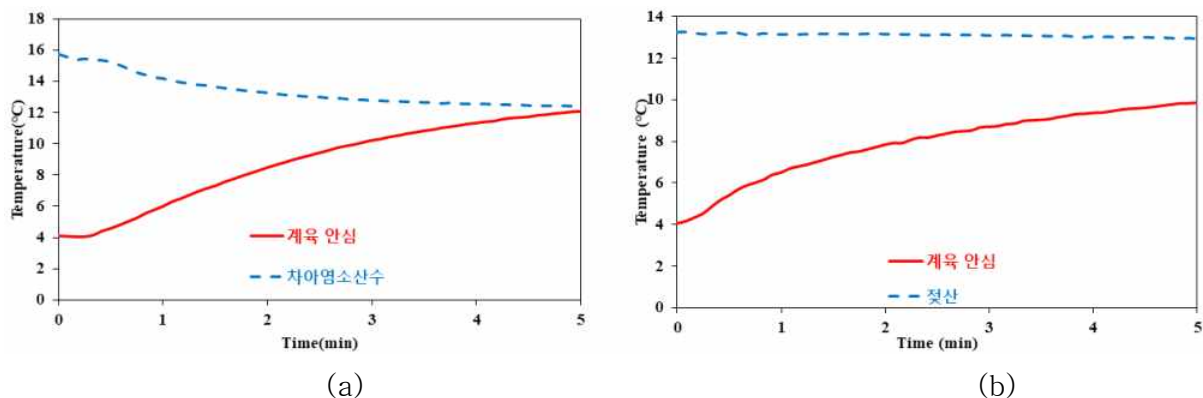


그림 17. (a) 차아염소산 및 (b) 젖산 처리 온도 그래프.

- 그림 17은 차아염소산 및 젖산 처리 시 원료사료의 온도 변화를 보여주고 있음
- 차아염소산 및 젖산 처리는 상온에서 진행되었으며 냉장상태에서 보관하던 계육 온도는

최대 5분 침지시간 동안 8-12℃로 상승되었음

(2) 가열치사시간 산출

- 본 연구에서 가열처리와의 열 동등성 비교가 가능하도록 살균 효과를 보여 준 처리는 초고압 처리, 감마선 조사 및 전자선 조사 였으며, 이 중 처리시간에 따른 살균 효과가 분석가능한 것은 초고압 살균 방법이었음
- 표 7는 121℃에서의 가열치사시간인 D_{121} 와 500 MPa에서의 초고압 처리의 가열치사시간인 D_{p500} 으로 나타냄

표 7. 121℃ 가열처리와 500 MPa 초고압 처리의 가열치사시간(D value) 비교

	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>	일반세균
D_{121} (min)	0.159	0.159	0.159
D_{p500} (min)	0.17	1.38	1.82

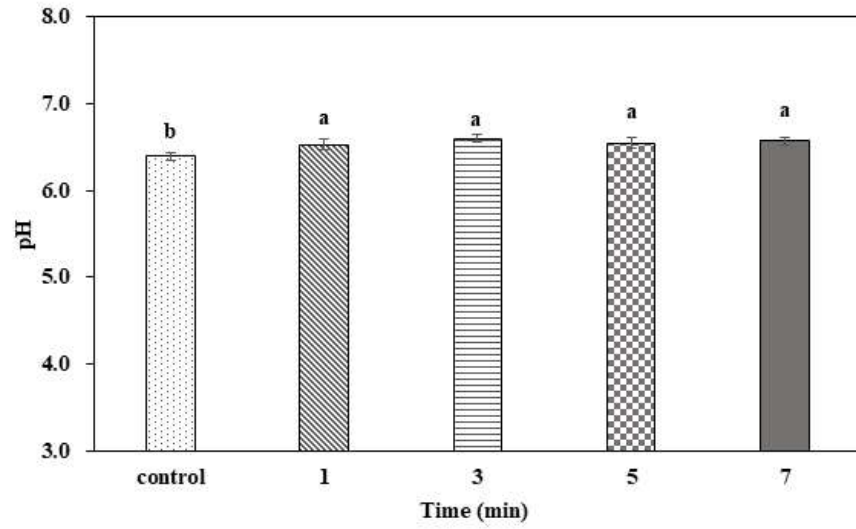
- 121℃에서의 가열처리의 경우 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 D value 가 0.159 min 으로 동일하게 산출되었으며 이는 시험된 모든 미생물이 내열성 미생물이 아니기 때문에 121℃에서 동일한 D value를 가진 것으로 판단됨
- 500 MPa에서의 초고압 처리의 경우 D_{p500} value는 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 경우 각각 0.17, 1.38, 1.82 min으로 다르게 산출되었으며 이는 초고압에 대한 미생물의 저항성이 각기 다르기 때문으로 판단됨
- 이는 *Salmonella* 가 다른 위해 미생물(*E. coli*, *Listeria*)등에 비하여 초고압 처리에 저항성이 낮다는 선행연구 결과와 일치함(González-Angulo et al. 2021)
- 본 연구의 결과 *Salmonella*의 경우 500 MPa에서의 초고압 처리는 121℃ 가열처리와 유사한 열 동등성을 보여주었으며 *E. coli*와 일반세균의 경우 *Salmonella*보다 초고압에 대한 저항성이 상대적으로 높기 때문에 초고압 처리 시간을 7 min 이상으로 하여야 미생물학적인 안전성을 보장할 수 있을 것으로 판단됨

(3) 비열처리 원료사료의 품질지표 변화

○ 초고압 처리

- 그림 18는 초고압 처리 원료사료의 pH 변화를 보여주고 있음
- 대조구의 pH는 6.39 ± 0.05 를 보여주었으며 초고압 처리 1분시 6.53 ± 0.06 으로 증가하였으며 초고압 처리시간에 의한 유의적 차이는 발견되지 않았음
- 선행연구에서도 초고압 처리에 의한 계속의 pH 상승이 보고되었으며 이는 증대된 압력에서 단백질 구조의 변화에 의해 아미노산의 산가가 감소되는 것에 기인함(Orel et al., 2020)
- 본 연구에서 초고압 처리에 의해 다소 증대된 ≈ 0.14 unit의 pH 증가는 기호도와 품질 지표 변화에 큰 영향을 주지 않을 것으로 예상됨

그림 18. 초고압 처리 원료사료의 pH 변화.



○ UV LED 조사

- 그림 19는 UV LED 처리 원료사료의 pH 변화를 보여주고 있음
- UV LED 조사는 대조구의 pH 6.90 ± 0.06 에 비하여 유의적 차이가 발견되지 않아 계속 이 pH에 영향을 주지 않는 것으로 판단되며 선행 연구와 유사한 결과를 보여 줌(Soro et al., 2021)

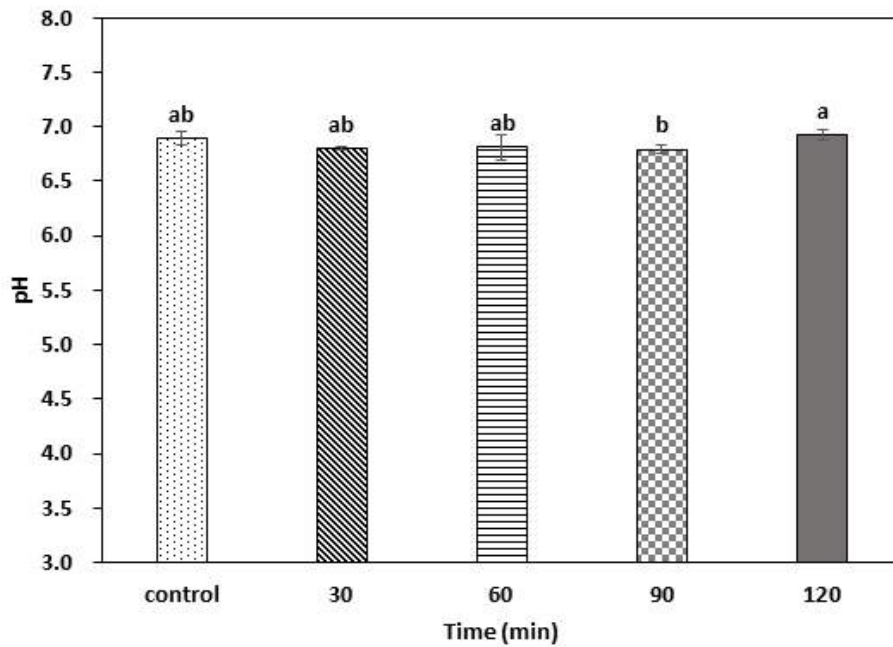


그림 19. UV LED 조사 원료사료의 pH 변화.

○ 감마선 및 전자선 조사

- 그림 20은 감마선 및 전자선 조사 원료사료의 pH 변화를 보여주고 있음

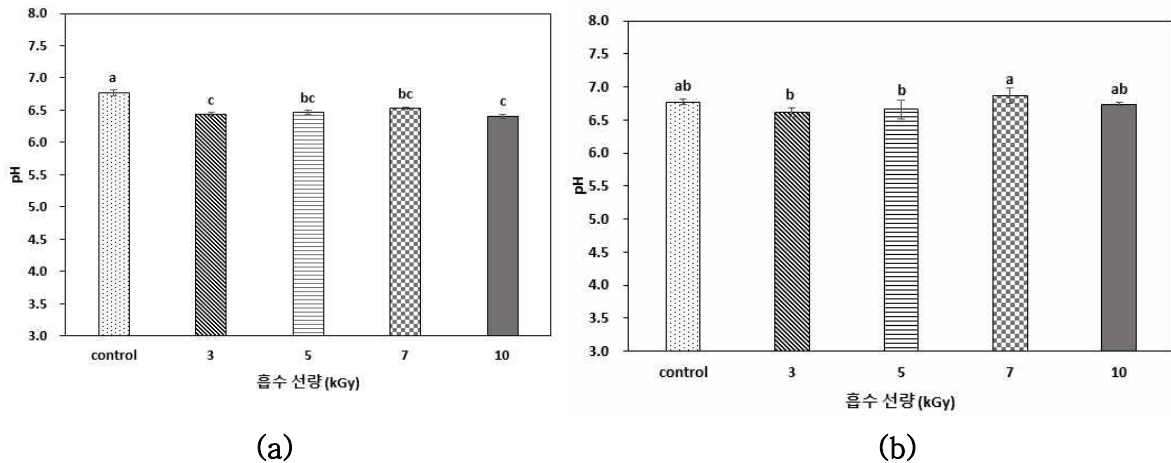
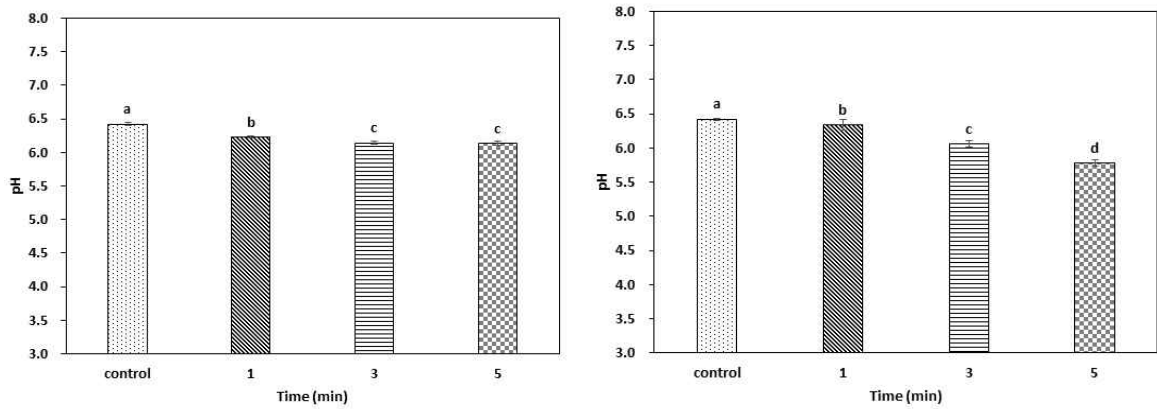


그림 20. 방사선 조사 원료사료의 pH 변화: (a) 감마선, (b) 전자선.

- 감마선 조사의 경우 대조구의 pH 값인 6.77 ± 0.05 에 비하여 0.2-0.3 unit 정도 감소한 다소 낮은 pH를 보여주었으며 흡수선량에 의한 유의적 차이는 없었음
- 전자선 조사의 경우 대조구와 비교 시 유의적인 차를 보여주지 않았음
- Ahn et al. (2008)은 감마선 처리가 계육의 pH를 다소 낮춘다고 보고하였으나, Kwak et al. (2002)의 경우 감마선 처리는 계육 가슴살의 pH에 유의적인 영향을 주지 않는다고 보고하였음
- 본 연구의 결과에서 감마선 및 전자선 조사는 계육의 pH와 관련된 품질지표에 특별한 영향을 주지 않는 것으로 판단됨

○ 차아염소산 및 유기산

- 그림 21은 차아염소산 처리 원료사료의 pH 변화를 보여주고 있음
- 차아염소산 및 유기산 처리의 경우 대조구의 pH 6.42 ± 0.02 에 비하여 침지 시간에 따라 pH가 유의적으로 감소하여, 유기산 5분 처리의 경우 5.78 ± 0.04 까지 감소되었음
- 본 연구에서는 시료인 계육 가슴살을 차아염소산 및 유기산에 침지 처리 후 pH 측정 전 수돗물을 이용하여 충분히 세척하였기 때문에 잔류된 차아염소산 또는 유기산에 의하여 pH가 감소한 것으로 판단되지는 않음
- 차아염소산 및 유기산 처리는 계육 가슴살의 근원 섬유에 영향을 주어 pH가 감소할 수 있는 것으로 예상되며 이에 관한 선행연구는 찾을 수 없었음
- pH와 관련된 계육 원료사료의 품질지표와 관련하여 차아염소산 및 유기산 처리에 의한 영향은 고려되어야 할 것으로 예상됨

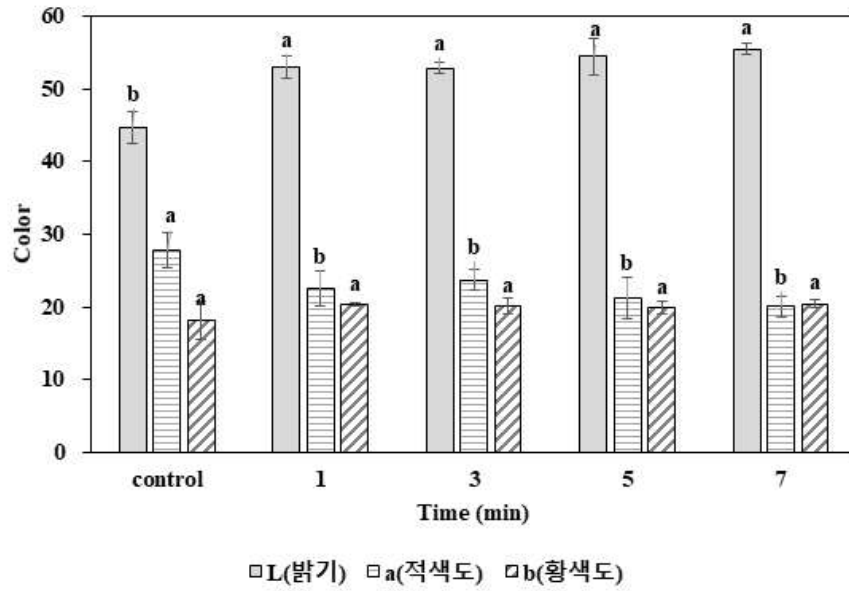


(a) (b)
 그림 21. (a)차아염소산 및 (b)유기산 처리 원료사료의 pH 변화.

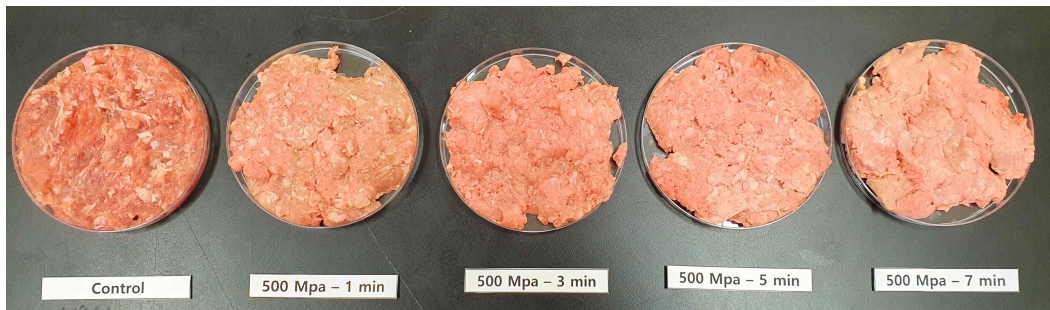
(3) 비열처리 원료사료의 색도(color 변화)

○ 초고압 처리

- 그림 22-(a)는 초고압 처리 원료사료의 백색도(L^*), 적색도(a^*) 및 황색도(b^*)의 변화를 보여주고 있음
- 대조구의 백색도는 44.6 ± 2.2 를 보여주었으며 초고압 처리 시간에 따라 유의 적으로 증가되어 7분 초고압 처리 시 최대 55.4 ± 0.8 까지 증대하였으며, 이는 그림 22-(b)에 제시된 바와 같이 육안으로도 비교 가능함
- Chai et al. (2021)의 연구에 따른 분쇄 계육을 350 MPa에서 초고압 처리 시 대조구의 L^* 값인 60.93에 비하여 77.22로 급격하게 증가함을 보고하였는데, 이는 마이오글로빈 변성과 헴 이온의 전위에 기인함
- 적색도의 경우 대조구는 27.7 ± 2.4 를 나타냈으며 초고압 처리 시 감소하여 7분간 가압 시 20.1 ± 1.4 까지 감소하였음
- 이는 초고압 처리에 의한 ferrous ion의 산화에 의한 ferric metmyoglobin 형성에 의하여 암적색을 띄게 됨(Kruk et al., 2011)



(a)



(b)

그림 22. 초고압 처리 원료사료의 색도 변화: (a) 색도계 측정 값; (b) 육안 비교.

- 황색도의 경우 대조구는 18.3 ± 2.6 을 나타내었으며 초고압 처리에 의하여 영향을 받지 않는 것으로 나타남

○ UV LED 조사

- 그림 23는 UV LED 조사 계육 원료사료의 색도 변화를 보여주고 있으며, 계육의 백색도, 적색도 및 황색도 모두 UV LED 조사에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 이는 선행 연구(Soro et al., 2021)와 일치함
- 본 연구에서 사용된 UV LED는 405 nm의 파장으로 0.00156 W/cm^2 의 낮은 방출도를 가졌으며 최대 120 min의 조사 시에 11.2 J/cm^2 으로 낮은 에너지 강도가 조사되었기에 색도에 영향을 주지 않은 것으로 판단됨

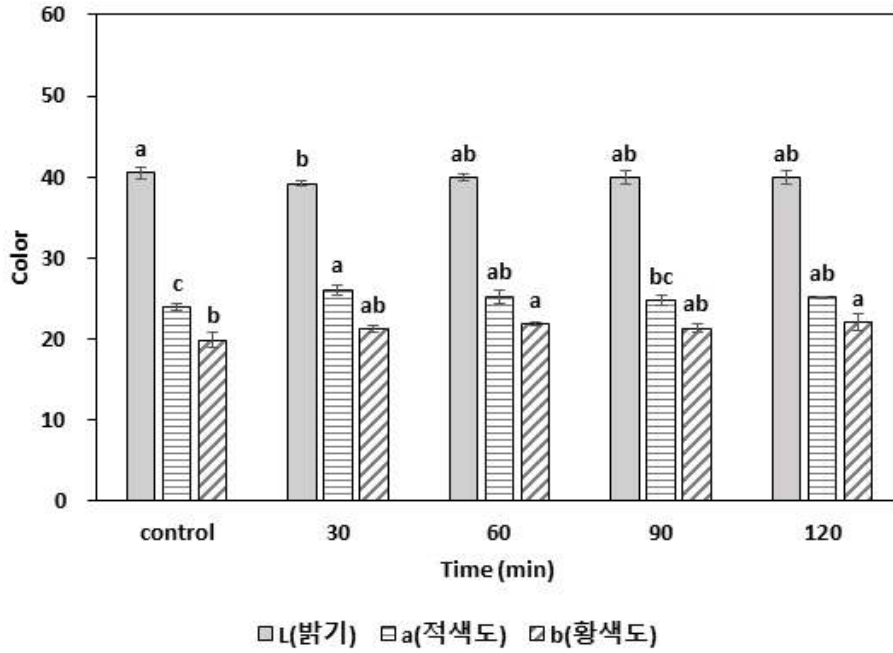


그림 23. UV LED 처리 원료사료의 색도 변화.

○ 감마선 및 전자선 조사

- 그림 24는 전자선 처리 원료사료의 색도 변화를 보여주고 있는데 감마선 및 전자선 조사 모두 원료 사료 계육의 색도에 유의적 영향을 미치지 않았음
- 반면 우육을 방사선 조사 처리한 선행 연구에 의하여 조사 강도가 증가함에 따라 백색도, 적색도 및 황색도가 모두 감소한다고 보고하였는데 이는 우육의 높은 마이오글로빈 함량에 기인함(Lee & Lee.,2003; Park et al., 2009)
- 본 연구에서 시험된 분쇄 계육의 색도가 감마선과 전자선 조사에 의해 영향을 받지 않은 것은 우육에 비하여 낮은 마이오글로빈 함량인 것으로 생각되며 감마선 및 전자선 조사는 분쇄 계육 원료사료의 색도와 관련하여 부정적 영향을 주지 않을 것으로 예상됨

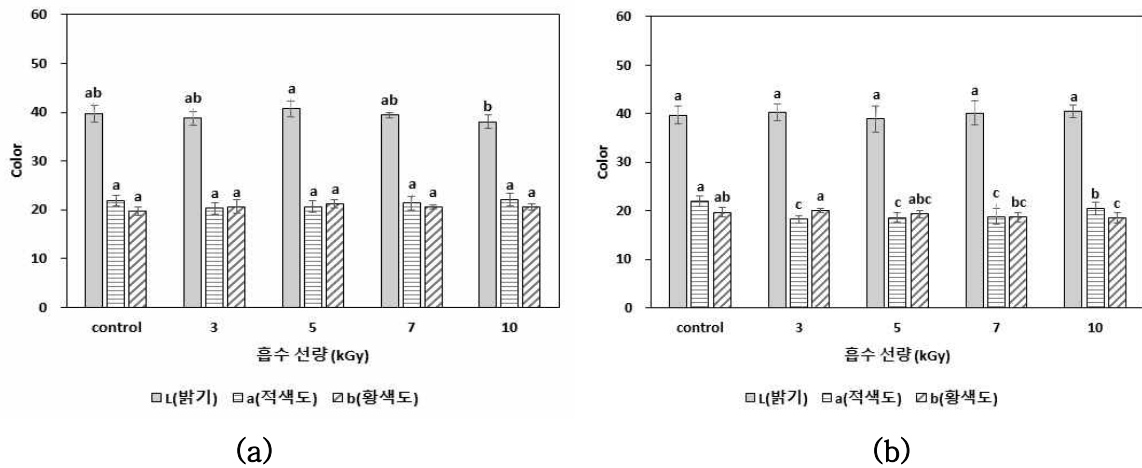


그림 24. (a)감마선 및 (b)전자선 처리 원료사료의 색도 변화.

○ 차아염소산수 및 유기산 처리

- 차아염소산수 및 유기산 처리에 사용된 시료는 계육 가슴살이며 처리 전 백색도, 적색도 및 황색도는 각각 38.1 ± 0.8 , 10.1 ± 0.3 , 16.6 ± 0.6 로 나타내었음
- 차아염소산수 및 유기산 처리는 모두 백색도를 유의적으로 증가시켰는데 젓산에 5분 침지하였을 경우 최대 46.0 ± 0.7 로 증가하였음
- 이는 pH 결과에서도 제시된 바와 같이 차아염소산수 및 유기산 처리는 계육 가슴살의 근원 섬유에 영향을 주는 것에 기인할 것으로 생각됨

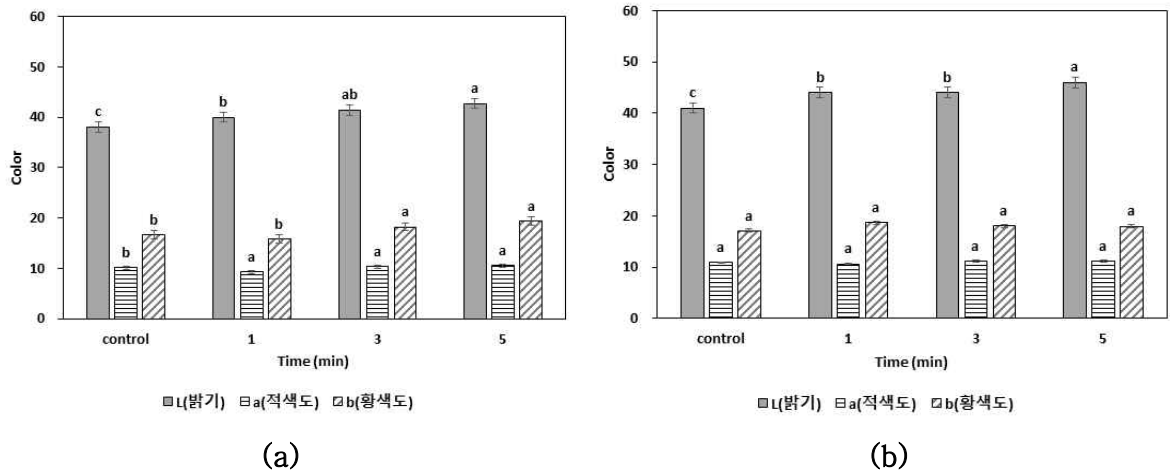
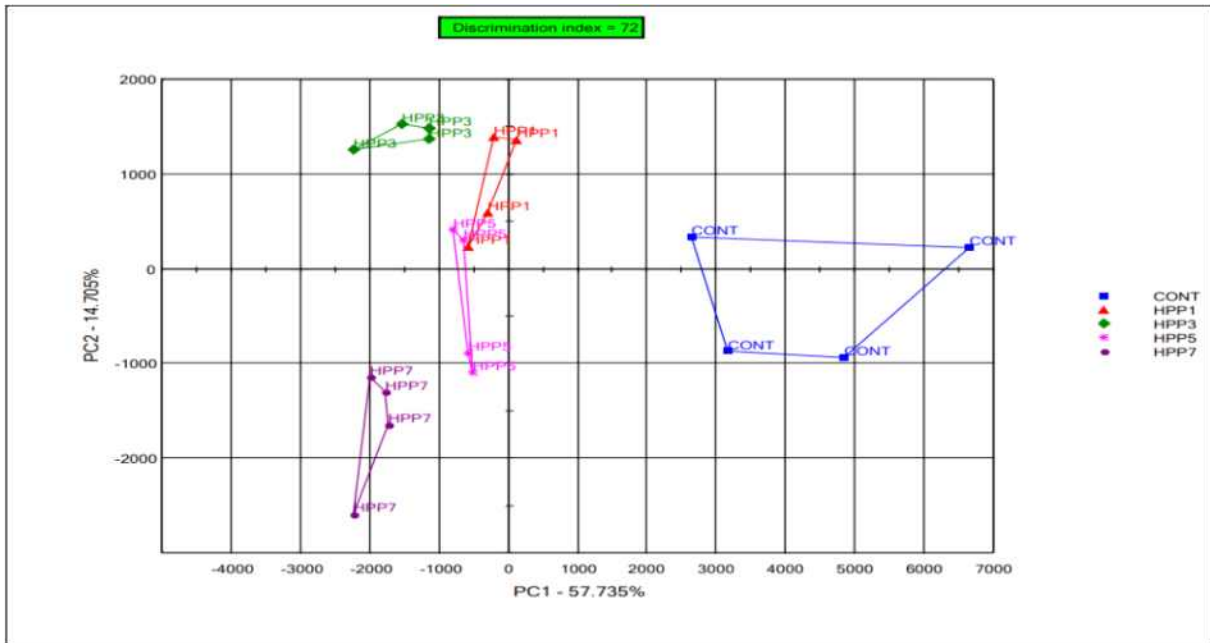


그림 25. (a)차아염소산수 및 (b)유기산 처리 원료사료의 색도 변화.

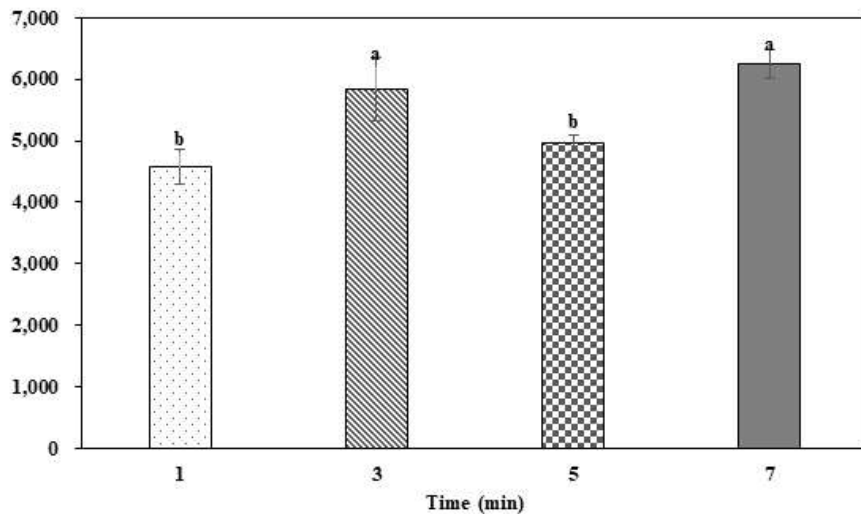
(4) 비열처리 원료사료의 전자코 이취 분석

○ 초고압 처리

- 그림 26은 초고압 처리된 계육 원료사료의 전자코 이취 분석 결과를 보여주고 있음
- 본 연구에서 전자코 시험은 비열 살균 처리된 원료사료의 이취 발생을 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA), SIMCA(Soft Independent Modelling of Class Analogy, SIMCA) 및 SQC(Statistical Quality Control, SQC) 분석을 진행하였으며, 가장 유의적인 차를 보여준 PCA 분석 결과를 이용하였으며 대조구와의 좌표상 거리를 수치화하여 제시하였음
- 그림 26-(a)에 제시된 PCA 분석에 의하면 초고압 처리 시료는 대조구에 비하여 PCA 좌표상 좌측으로 치우친 결과를 보여주었는데 수치 분석에 의하면 대조구와의 거리가 무차원수로 4,500-6,300의 결과를 보여주었으며 처리시간에 의한 유의차는 발견되지 않았음
- 초고압 처리에 의한 대조구와의 수치차이(4,500-6,300)는 다른 비열처리에 비하여 매우 낮은 값이었으며 시험 시 관능적인 이취도 감지할 수 없었음
- 초고압 처리는 향미성분과 관련된 품질지표에 영향을 주지 않는 것으로 판단되며 이는 초고압 처리가 육류의 이취 발생에 영향을 주지 않는다는 선행연구와 일치함(Simonin et al., 2012)



(a)



(b)

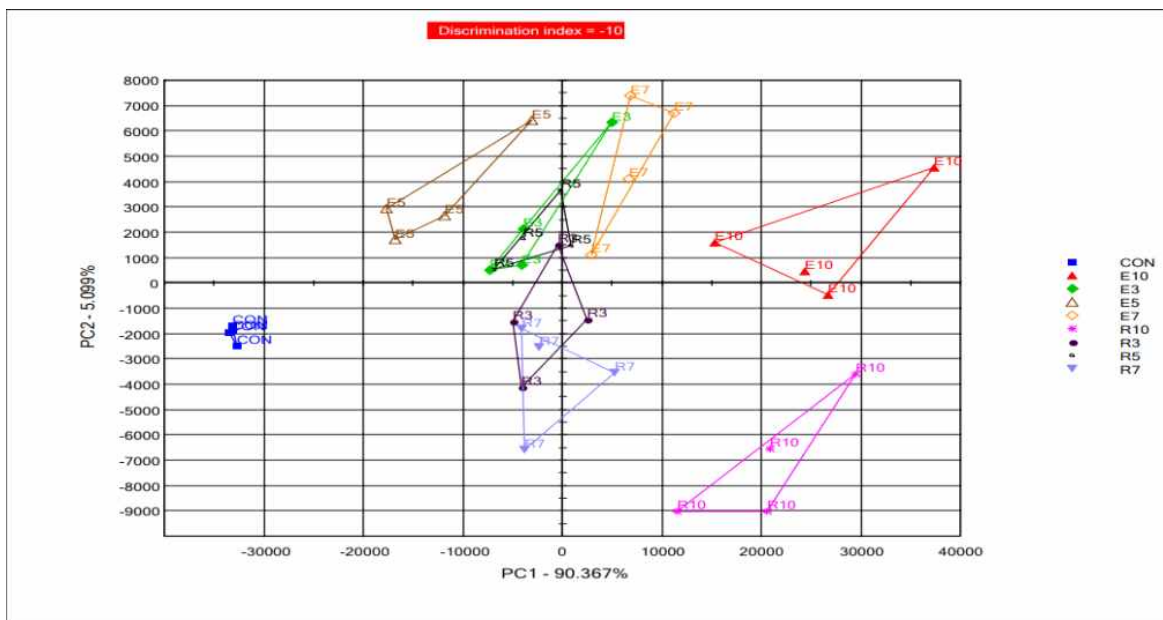
그림 26. 초고압 처리 원료사료 전자코 이취 분석: (a) PCA 분석; (b) PCA 좌표에 의한 대조구와의 수치 비교.

○ 감마선 및 전자선 처리

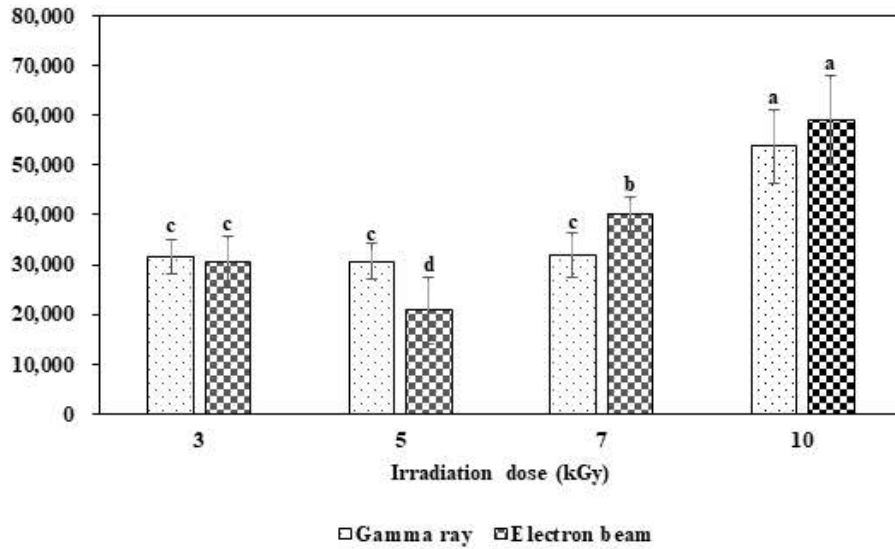
- 그림 27은 감마선 및 전자선 처리된 계육 원료사료의 전자코 이취 분석 결과를 보여주고 있음
- 그림 27-(a)에 제시된 PCA 분석에 의하면 감마선 및 전자선 처리 시료는 대조구에 비하여 PCA 좌표상 우측으로 상당히 치우친 결과를 보여주었는데 흡수선량 따라 유의적으로 수치분석 결과가 증가하였음
- 대조구 시료의 경우 제1주성분(PC1)은 -33,155에 위치하며 감마선 및 전자선 조사 시

양의 값으로 이동하여 10 kGy의 감마선 및 전자선 조사 시 최대 20,617 및 25,919의 수치를 보여주었음

- 좌표 수치 분석 결과는 감마선 3 kGy 처리시 $31,445 \pm 3469$ 를 나타냈으며 흡수선량의 증가에 따라 유의적으로 증대하여 10 kGy 흡수선량에서는 최대 $53,773 \pm 7,284$ 를 보여주었음
- 전자선 조사의 경우 3 kGy 조사 시 $30,547 \pm 5,303$ 을 나타냈으며 10 kGy로 흡수선량이 증가 시 최대 $59,074 \pm 8,999$ 수치를 나타내어 흡수선량에 따라 이취 발생이 증가함을 보여주었음
- 전자선 및 감마선 처리는 본 연구에서 진행한 비열처리 방법 중 가장 많은 이취 발생을 보여주었는데 이는 방사선 조사에 의한 육류의 지방산화와 휘발성 황화합물 형성에 기인하여 분쇄육의 경우 이러한 현상이 보다 심하게 발생된다고 보고되었음(Brewer, 2009; Kanatt et al, 1998; Ohene-Adjei et al., 2004)
- 따라서 전자선 및 감마선 조사는 계육 원료 사료의 이취 품질에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 실제 반려 동물의 사료 생산에 적용 시 이를 고려하여야 할 것으로 판단 됨



(a)

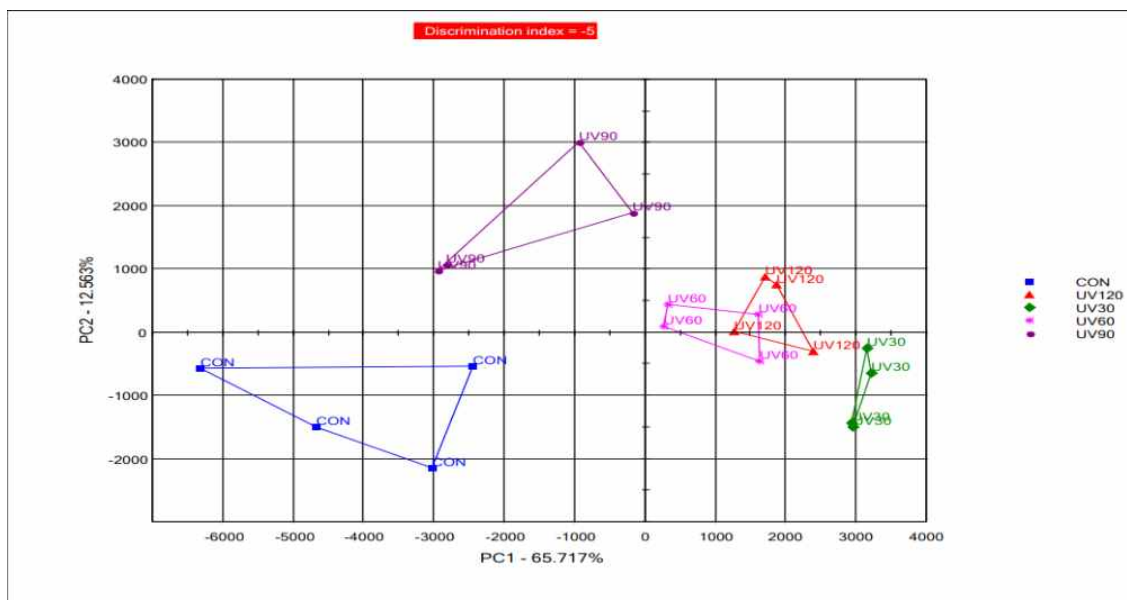


(b)

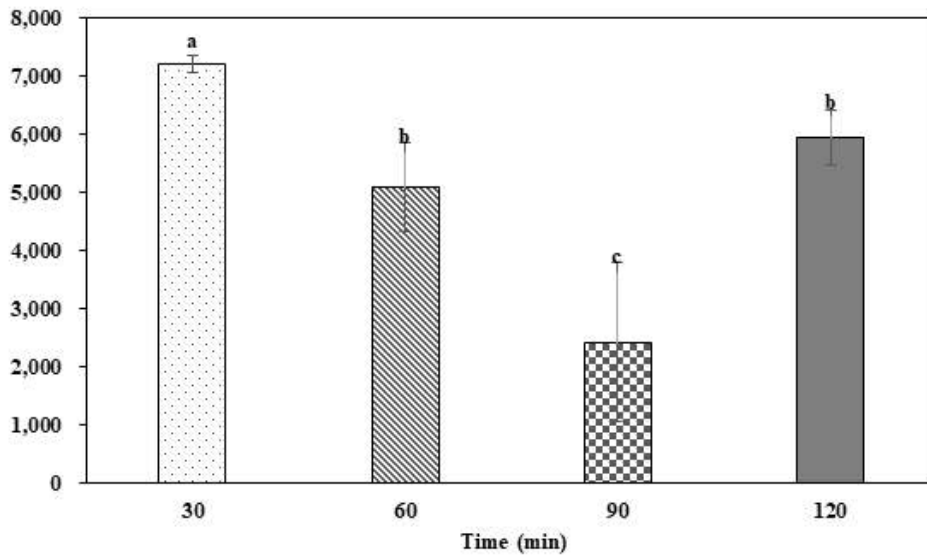
그림 27. 감마선 및 전자선 처리 원료사료 전자코 이취 분석: (a) PCA 분석; (b) PCA 좌표에 의한 대조구와의 수치 비교.

○ UV LED 처리

- 그림 28은 UV LED 처리 계육 원료 사료의 전자코 이취 분석 결과를 보여주고 있음
- UV LED 처리된 원료 사료의 경우 대조구에 비하여 PCA 분석에서 다소 우측으로 치우쳐진 경향을 보여주었는데 수치 분석에 의하면 대조구와의 거리가 무차원수로 분석결과 2,000-7,000 정도의 수치로 초고압과 유사한 값을 보여주었음
- UV LED 처리된 원료사료의 대조구 대비 수치 분석 결과 이취 발생은 매우 미약한 것으로 나타났으며 실험 시에도 이취를 실제로 감지할 수 없었음
- UV LED 처리는 계육 유래 원료 사료의 이취 관련 품질 변화에 영향을 주지 않는 것으로 판단됨



(a)

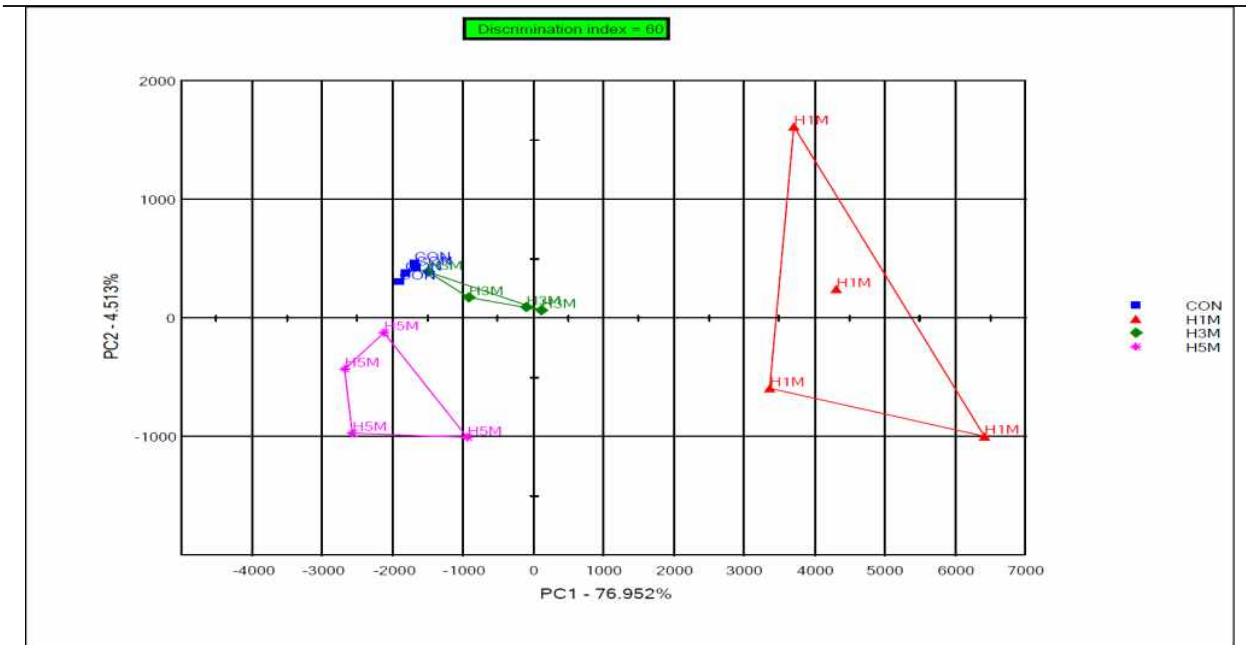


(b)

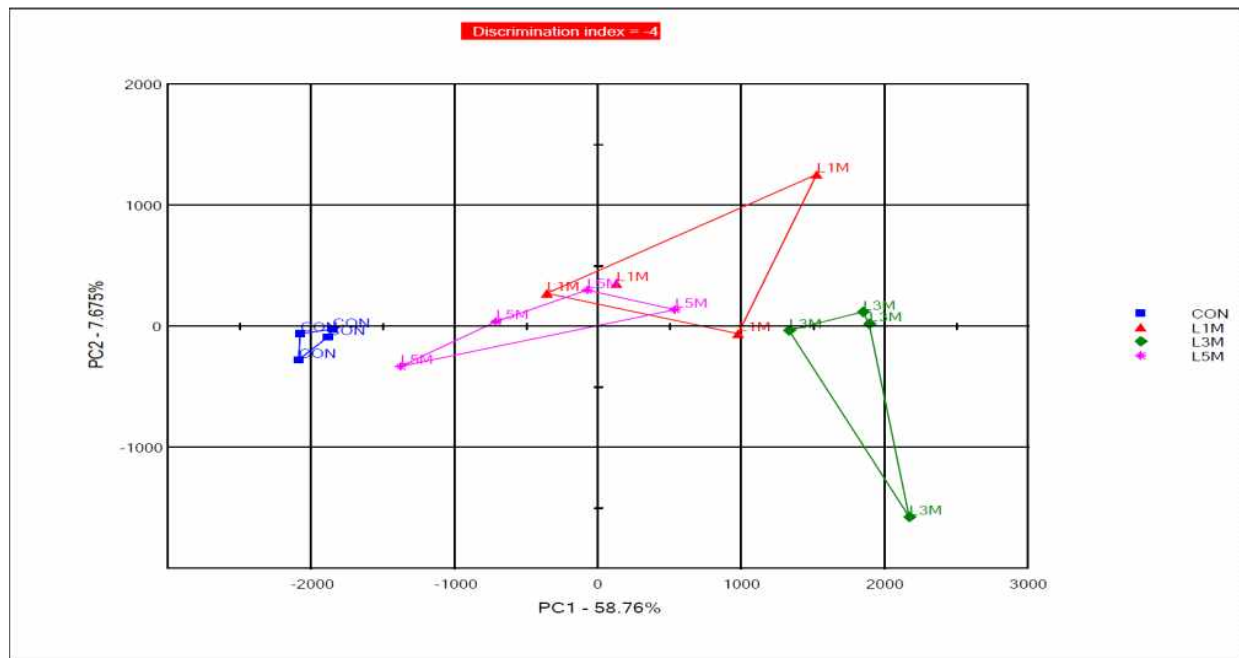
그림 29. UV LED 처리 원료사료 전자코 이취 분석: (a) PCA 분석; (b) PCA 좌표에 의한 대조구와의 수치 비교.

○ 차아염소산수 및 유기산 처리

- 그림 30은 차아염소산수 및 유기산 처리 후 계육 원료사료의 이취 분석 결과를 보여주고 있음
- 대조구와의 PCA 수치 비교 분석 결과 차아염소산수 처리는 무차원수로 분석결과 700-6,000을 보여주었고 유기산처리는 1,500-3,700으로 초고압 처리 및 UV LED 조사보다 이취 발생이 매우 미약한 것으로 나타났음
- 본 연구에서 회석된 차아염소산수 및 유기산을 이용하여 계육 표면을 살균 후 수돗물을 이용하여 충분히 세척하였기 때문에 이취 발생에는 영향을 미치지 않은 것으로 판단됨



(a)



(b)

그림 30. (a) 차아염소산수 및 (b) 유기산 처리 원료사료의 PCA 분석.

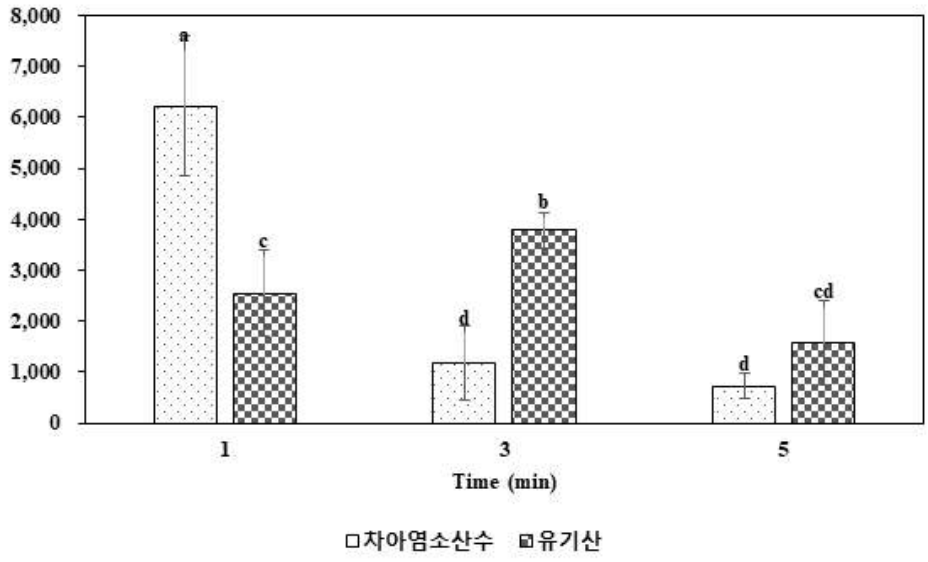
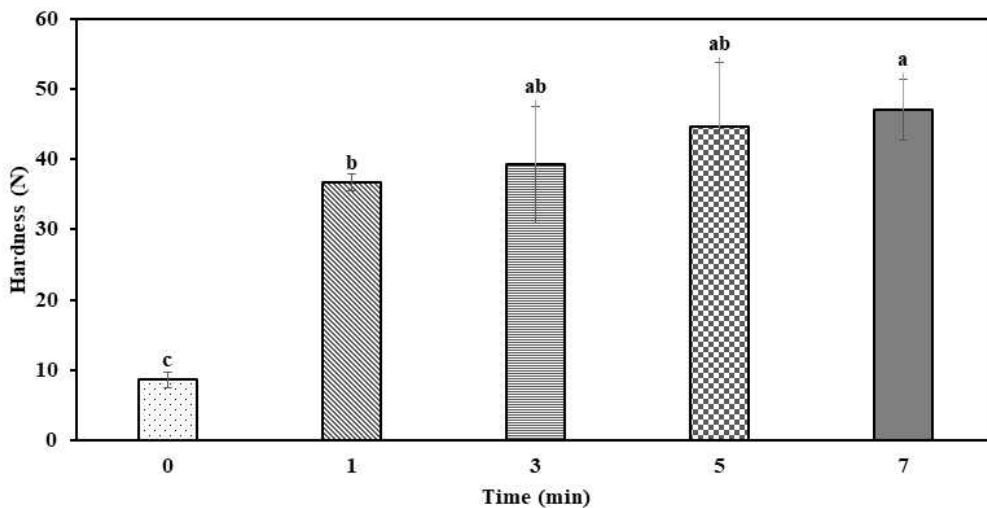


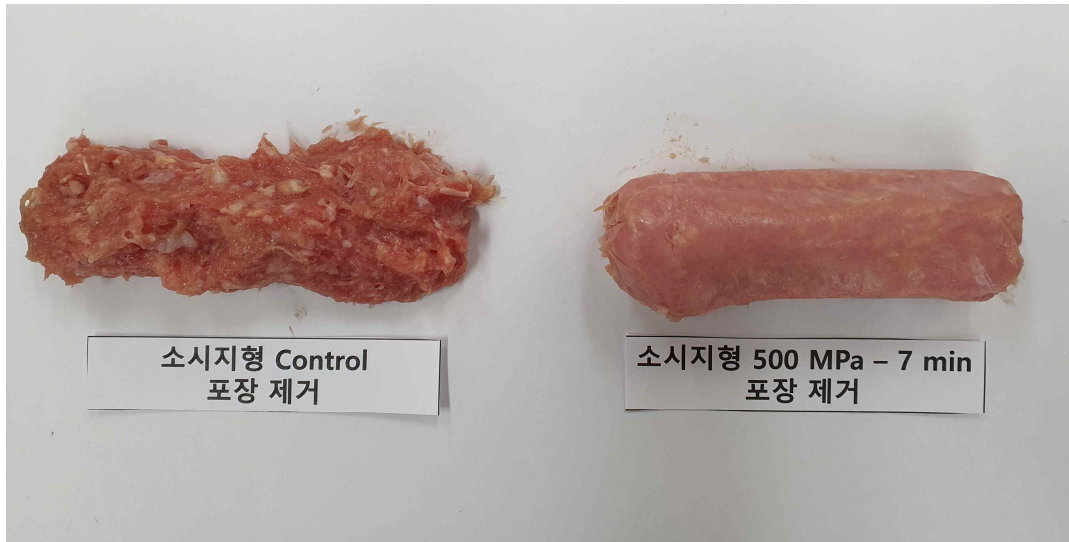
그림 31. 차아염소산수 및 유기산 처리 원료사료 PC1 분석에서 PCA 좌표에 의한 대조구와의 수치 비교.

4) 초고압 처리 완제품 사료의 물성(texture) 변화

- 그림 32는 초고압 처리 소시지 형 완제품 사료의 처리시간에 따른 물성 변화를 보여주고 있음
- 대조구의 경우 8.6 ± 1.1 N의 경도를 보여주었으며 처리시간에 따라 유의적으로 증가하여 7분간 초고압 처리 시 최대 47.1 ± 4.3 의 경도를 보여주어 초고압 처리가 분쇄육의 결합력과 조직감을 증대시킨 것으로 나타남
- Sukmanov et al. (2019)에 의하면 분쇄육을 초고압 처리 시 근섬유 단백질의 겔화를 촉진하여 물성이 증대된다고 보고하였음
- 그림 32-(b)에 제시된 바와 같이 초고압 처리 시 계육 분쇄육은 대조구에 비하여 압착에 의한 결합력이 외관 상 증대된 것을 확인할 수 있으며 이는 반려건 원료사료의 씹음성과 관련된 기호도에 매우 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대됨



(a)



(b)

그림 32. 초고압 처리 원료사료의 물성 변화: (a) 경도(Hardness); (b) 외관

나. 주관위탁연구기관(숙명여자대학교 산학협력단)

(1) 사료 내 생물학적 위해요소 분석

- 분쇄 닭고기 원료사료 내 주요 식중독균, 곰팡이독소 및 기타 위해인자 규명을 위해 「사료관리법」 고시 관리항목인 *Salmonella*, 세균, 대장균군, 곰팡이독소에 대해 분석한 결과 다음 표 8과 같음
- *Salmonella*의 경우 정량 시험에서 검출 한계를 나타내었고, 정성 시험에서 불검출되었음
- *E. coli*의 경우, 정량 시험에서 2.2 ± 0.5 Log CFU/g이 검출되었고, 정성 시험에서 모든 시료에서 검출되었으나, 비병원성인 것으로 나타났음
- 일반세균의 경우, 4.4 ± 0.1 Log CFU/g이 검출되었고, 곰팡이독소의 경우, 총 아플라톡신 (B1, G1, B2, G2)와 오크라톡신A가 모두 불검출된 것을 확인하였음

표 8. 분쇄 닭고기 원료사료 오염도 조사 결과(Mean±SD)

시료	미생물							곰팡이 독소
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균	
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정량 ($\mu\text{g/kg}$)
분쇄 닭고기 원료사 료 (n=6)	LOD*	ND**	7.4±0.1	Suspecte d*** (1/6)	2.2±0.5	Suspecte d (5/6)	4.4±0.1	ND

*LOD : Limit of detection

**ND : Not detected

***Suspected : 의심집락 발견됨

(2) 비열처리 위해인자 제어 시험을 위한 유해균 접종시험

○ 열동등성 모델 개발을 위한 가열 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료를 각 온도(70℃, 90℃, 121℃)에서 시간 별로 처리하였을 때의 실험 결과는 그림 33과 같음
- 유해균 접종 후 70℃에서 열처리 하였을 때 *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도가 6.8±0.3 Log CFU/g이었으며, 15분 가열 후 초기 접종농도에 비해 약 6 Log CFU/g이 감소하였고 60분 가열 후 검출 한계(0.5 Log CFU/g)를 나타내었음. *E. coli*의 경우, 초기 접종농도가 6.6±0.2 Log CFU/g이었으며 15분간 가열하였을 때 초기 접종농도에 비해 약 6 Log CFU/g이 감소하였고, 30분 가열 후 검출 한계를 나타내었음. 일반세균의 경우 초기 접종농도가 6.8±0.6 Log CFU/g이었으며 15분 가열 후 초기 접종농도에 비해 약 3 Log CFU/g이 감소하였고, 30분 가열 후 약 6 Log CFU/g이 감소하였으며 60분 가열 후 검출 한계를 나타내었음
- 유해균 접종 후 90℃에서 열처리 하였을 때, *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 초기 접종농도는 각 6.8±0.3 Log CFU/g, 6.6±0.2 Log CFU/g, 6.8±0.6 Log CFU/g을 나타내었으며 15분간 가열하였을 때 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균 모두 검출 한계를 나타내었음
- 유해균 접종 후 121℃에서 열처리 하였을 때, *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 초기 접종농도는 각 6.8±0.3 Log CFU/g, 6.6±0.2 Log CFU/g, 6.8±0.6 Log CFU/g을 나타내었으며 1분간 가열하였을 때 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균 모두 검출 한계를 나타내었음
- 곰팡이독소 접종 후 121℃에서 15분간 열처리 하였을 때, 총 아플라톡신, 오크라톡신A의 초기 접종농도는 각각 3.68 ppb, 13.03 ppb를 나타내었음. 열처리 후 총 아플라톡신 농도는 3.34 ppb로 파괴되지 않았고, 오크라톡신A의 농도는 6.41 ppb를 나타내어 초기 접종 농도 대비 약 6 ppb 차이를 보였으나 이는 시료를 채취하는 과정에서 발생할 수

있는 오차이며 독소는 파괴되지 않았음. 따라서 곰팡이독소의 경우, 121°C에서 15분 가열처리 후에도 파괴되지 않아 열동등성 비열처리 조건 개발이 불가능할 것으로 판단됨

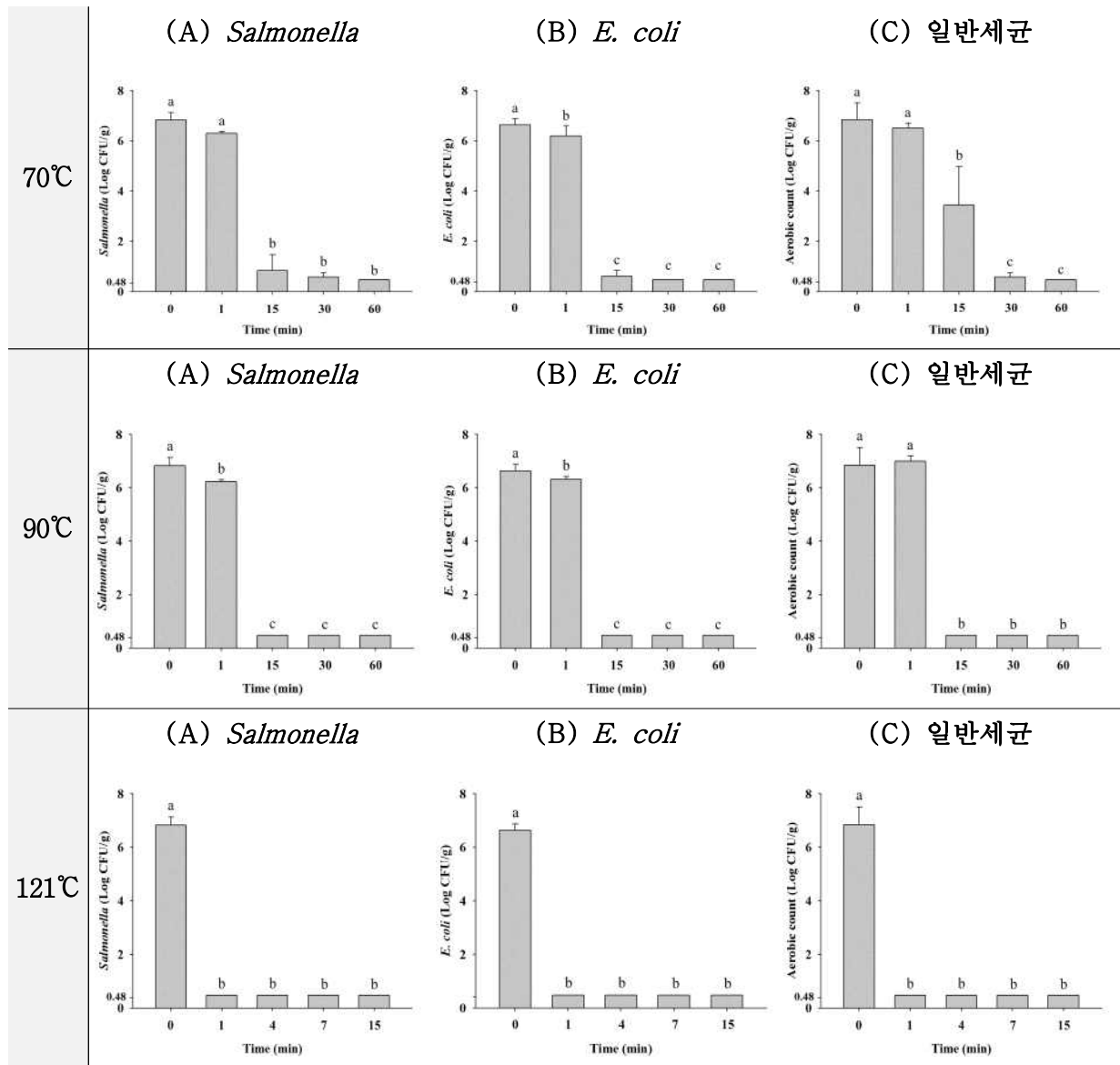


그림 33. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 가열 처리 후 세균 수 변화
소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄(p<0.05).

○ 유기산 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 2.5%의 젖산을 1, 3 및 5분간 처리한 실험 결과는 그림 34와 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 6.3 ± 0.6 Log CFU/g을 나타내었으며 젖산을 1분간 처리시 5.3 ± 0.6 Log CFU/g, 3분간 처리시 5.3 ± 0.5 Log CFU/g, 5분간 처리시 4.7 ± 0.6 Log CFU/g을 나타내었음
- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 6.9 ± 0.1 Log CFU/g을 나타내었으며 젖산을 1분간 처리시 6.3 ± 0.2 Log CFU/g, 3분간 처리시 6.2 ± 0.2 Log CFU/g, 5분간 처리시 6.3 ± 0.2

Log CFU/g을 나타내었음

- 일반세균의 경우, 초기 접종농도는 7.6 ± 0.5 Log CFU/g을 나타내었으며, 젖산을 1분간 처리시 6.6 ± 0.2 Log CFU/g, 3분간 처리시 6.4 ± 0.2 Log CFU/g, 5분간 처리시 6.6 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었음

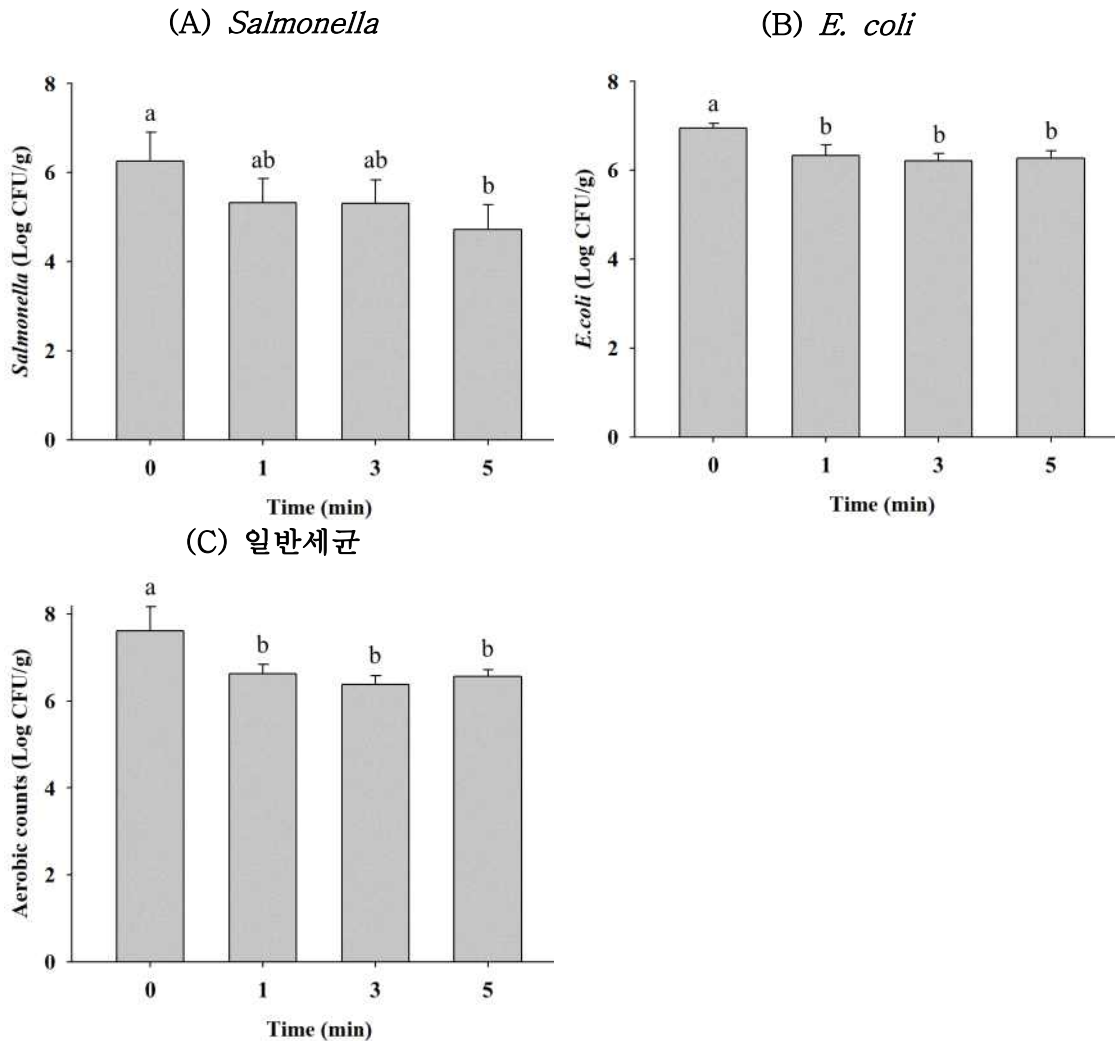


그림 34. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 젖산(2.5%) 처리 후 세균 수 변화

소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄($p < 0.05$).

○ 차아염소산수 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 100 ppm의 차아염소산수를 1, 3 및 5분간 처리한 실험 결과는 그림 35와 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 7.0 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 차아염소산수를 1분간 처리시 6.4 ± 0.3 Log CFU/g, 3분간 처리시 6.3 ± 0.2 Log CFU/g, 5분간 처리시 6.3 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었음
- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 7.1 ± 0.5 Log CFU/g을 나타내었으며 차아염소산수

를 1분간 처리시 6.4 ± 0.6 Log CFU/g, 3분간 처리시 5.9 ± 0.4 Log CFU/g, 5분간 처리시 5.6 ± 0.7 Log CFU/g을 나타내었음

- 일반세균의 경우, 초기 접종농도는 7.2 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 차아염소산수를 1분간 처리시 6.6 ± 0.3 Log CFU/g, 3분간 처리시 6.4 ± 0.4 Log CFU/g, 5분간 처리시 6.5 ± 0.4 Log CFU/g을 나타내었음

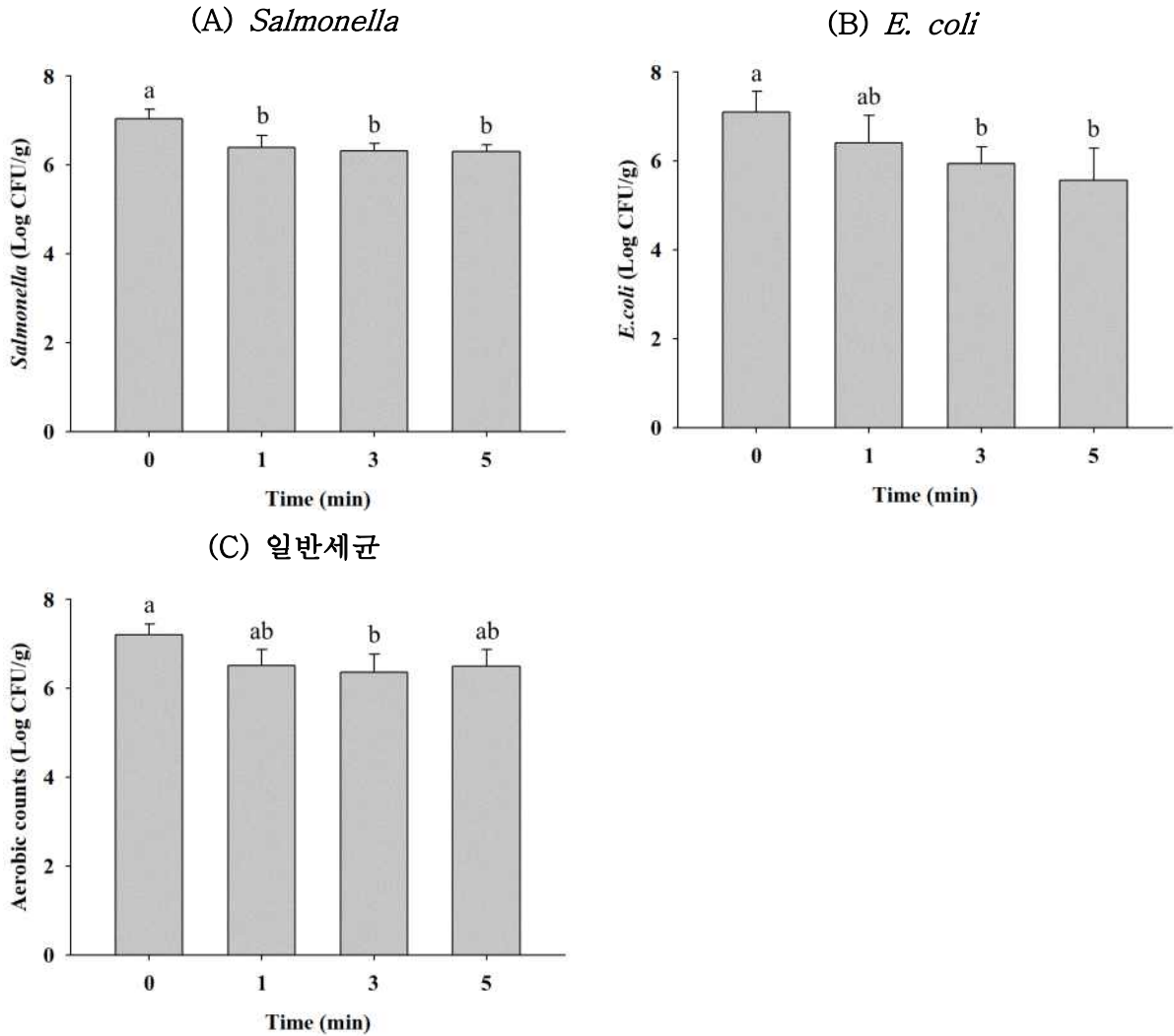


그림 35. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 차아염소산수(100 ppm) 처리 후 세균 수 변화

소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄($p < 0.05$).

○ 초고압 처리

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 500 MPa에서 1분, 3분, 5분, 7분간 초고압 처리한 실험 결과는 그림 36과 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 6.5 ± 0.5 Log CFU/g을 나타내었으며 초고압을 1분간 처리시 0.8 ± 0.5 Log CFU/g을 나타내었고 3분간 처리하시 검출 한계를 나타내었음
- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 6.7 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 초고압을 1분

간 처리시 4.8 ± 0.6 Log CFU/g, 3분간 처리시 3.4 ± 0.6 Log CFU/g, 5분간 처리시 2.7 ± 0.6 Log CFU/g, 7분간 처리시 0.9 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었음

- 일반세균의 경우, 초기 접종농도는 7.1 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 초고압을 1분간 처리시 4.6 ± 0.6 Log CFU/g, 3분간 처리시 4.1 ± 0.4 Log CFU/g, 5분간 처리시 3.3 ± 0.5 Log CFU/g, 7분간 처리시 2.2 ± 0.4 Log CFU/g을 나타내었음

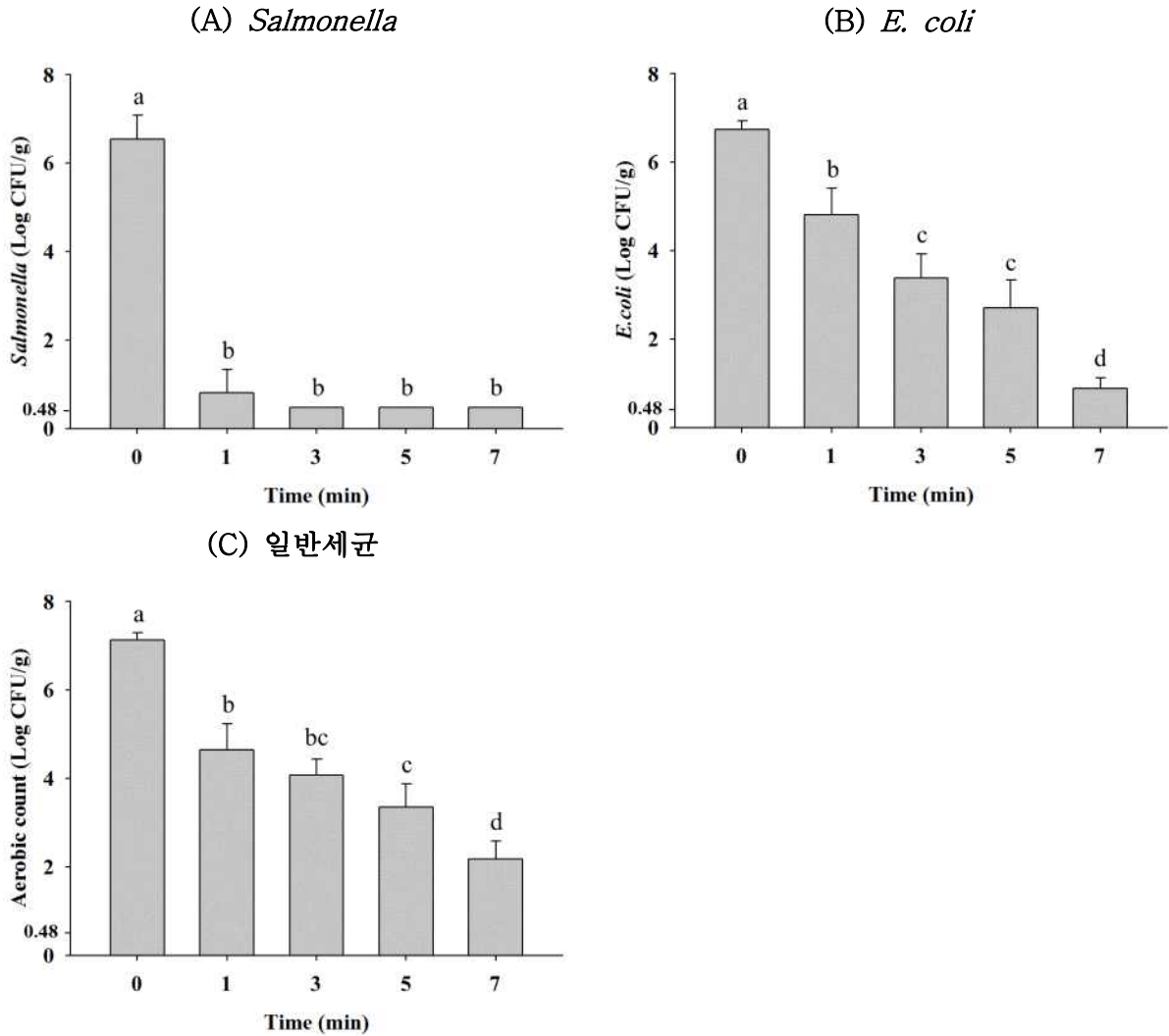


그림 36. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 초고압(500 MPa) 처리 후 세균 수 변화

소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄($p < 0.05$).

○ UV LED 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 UV LED를 30, 60, 90 및 120분간 조사한 실험 결과는 그림 37과 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 5.8 ± 0.3 Log CFU/g을 나타내었다. UV LED를 30분간 조사하였을 때 5.4 ± 0.5 Log CFU/g을 나타내었으며, 60분간 조사하였을 때 5.4 ± 0.4 Log CFU/g, 90분간 조사하였을 때 4.9 ± 0.4 Log CFU/g, 120분간 조사하였을 때, 5.0 ± 0.4 Log CFU/g을 나타내었음

- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 6.7 ± 0.1 Log CFU/g을 나타내었으며 UV LED를 30분 조사한 결과, 7.2 ± 0.5 Log CFU/g, 60분 조사 결과, 6.9 ± 0.2 Log CFU/g, 90분 조사 결과 6.9 ± 0.2 Log CFU/g, 120분 조사 결과 7.0 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었음. 원료 사료에 *E. coli* 접종 후 UV LED 조사 결과, 초기 접종농도와 비교하였을 때 균 수가 증가하였으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았음. Kim&Kang(2021)의 연구 결과에 따르면 UV LED의 에너지량 15 J/cm² 조사 시, *E. coli*가 1 Log CFU/mL 감소하였는데, 본 연구에서 사용한 기기의 에너지량 측정 결과, 30분 조사 시, 2.8 J/cm², 60분 조사 시, 5.6 J/cm², 90분 조사 시, 8.4 J/cm², 120분 조사 시, 11.2 J/cm²의 에너지량으로 측정되었으므로 *E. coli*의 사멸효과가 적은 것으로 판단됨
- 일반세균의 경우, 분쇄 닭고기 원료사료에서의 초기 접종 농도 7.4 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 UV LED를 30분 조사한 결과, 7.6 ± 0.6 Log CFU/g, 60분 조사 결과, 7.6 ± 0.6 Log CFU/g, 90분 조사 결과 7.5 ± 0.5 Log CFU/g, 120분 조사 결과 7.5 ± 0.4 Log CFU/g을 나타내었음. 원료 사료에 일반세균 접종 후 UV LED 조사 결과, 초기 접종농도와 비교하였을 때 유해균 수가 증가하였으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았음

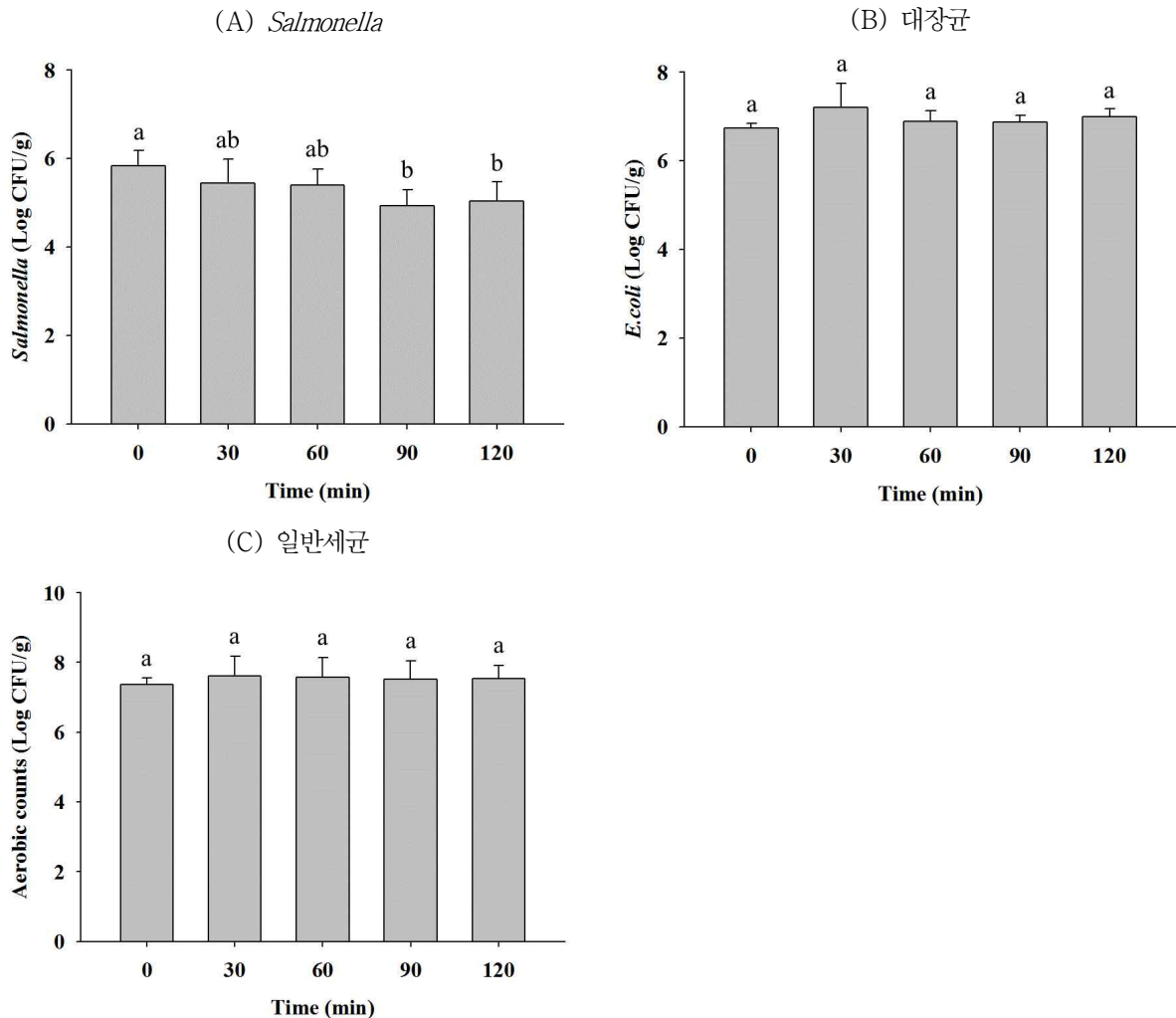
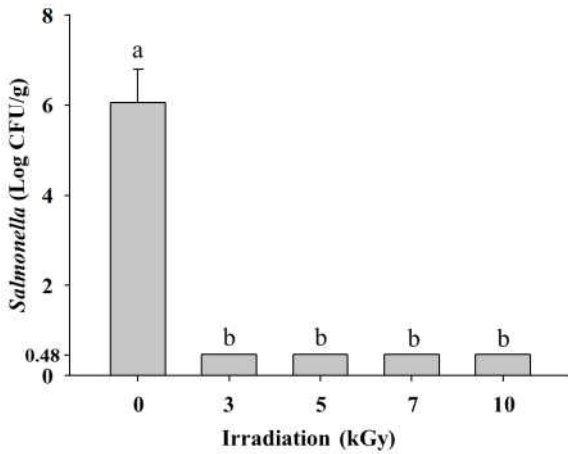


그림 37. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 UV LED(405 nm) 처리 후 세균 수 변화
 소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄($p < 0.05$).

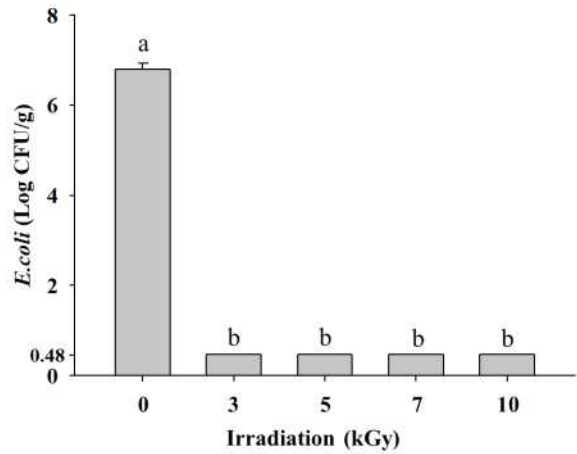
○ γ 선 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 γ 선의 흡수선량이 각각 3 kGy, 5 kGy, 7 kGy, 10 kGy 되도록 조사한 실험 결과는 그림 38과 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 6.1 ± 0.7 Log CFU/g을 나타내었으며 γ 선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음
- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 6.8 ± 0.1 Log CFU/g을 나타내었으며 γ 선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음
- 일반세균의 경우, 초기 접종농도는 7.6 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 γ 선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음

(A) *Salmonella*



(B) *E. coli*



(C) 일반세균

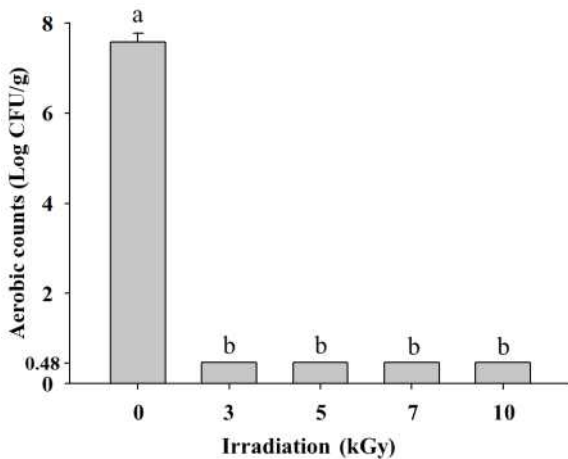


그림 38. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 γ 선 조사 후 세균 수 변화
 소문자 구분은 통계적으로 유의차를 나타냄($p < 0.05$).

○ 전자선 조사

- 분쇄 닭고기 원료사료에 유해균 접종 후 원료 사료에 전자선의 흡수선량이 각각 3 kGy, 5 kGy, 7 kGy, 10 kGy 되도록 조사한 실험 결과는 그림 39과 같음
- *Salmonella*의 경우, 초기 접종농도는 6.1 ± 0.7 Log CFU/g을 나타내었으며 전자선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음
- *E. coli*의 경우, 초기 접종농도는 6.8 ± 0.1 Log CFU/g을 나타내었으며 전자선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음
- 일반세균의 경우, 초기 접종농도는 7.6 ± 0.2 Log CFU/g을 나타내었으며 전자선 3 kGy 흡수선량에서 검출 한계를 나타내었음

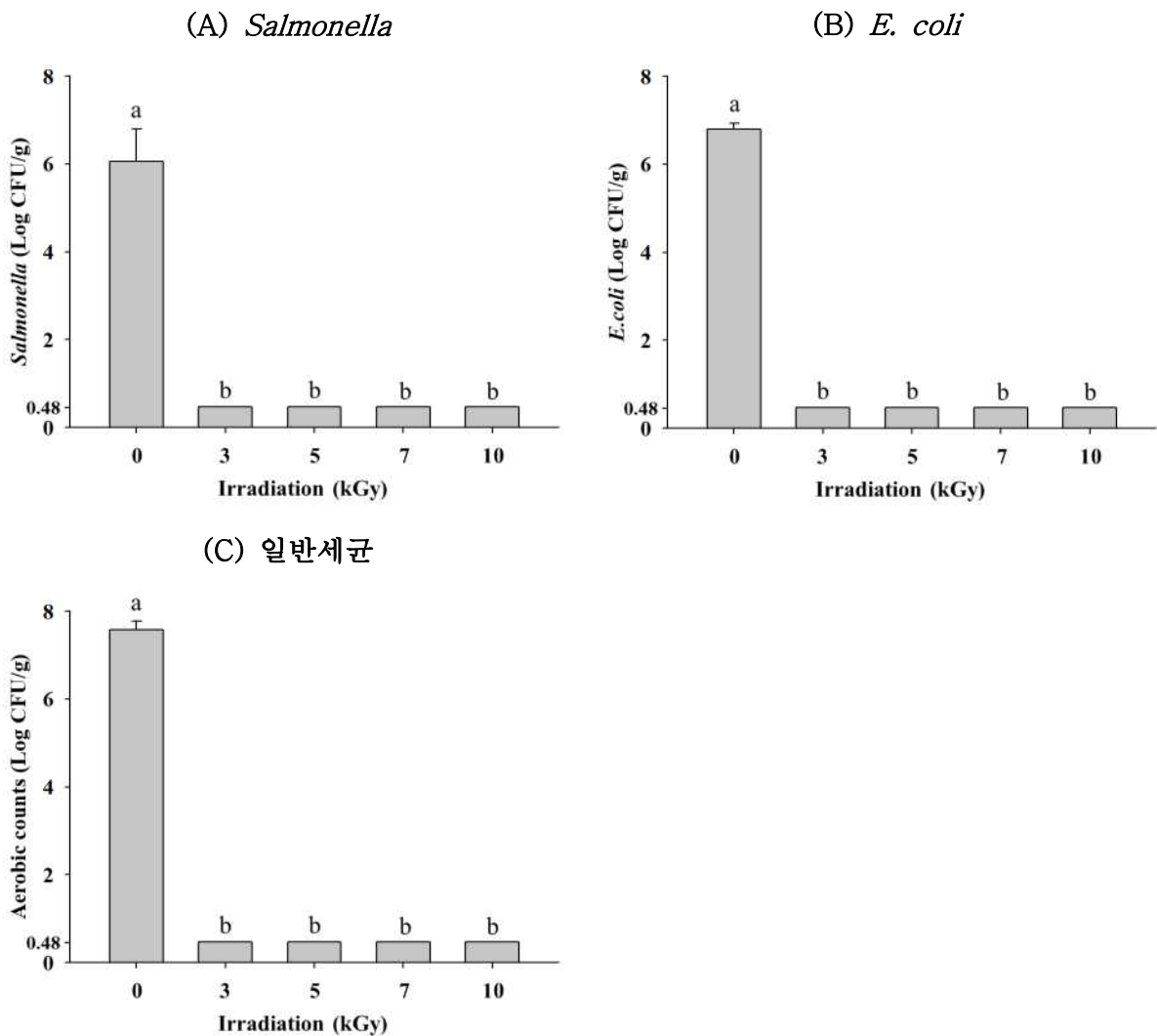


그림 39. 유해균 접종된 분쇄 닭고기 원료사료에 전자선 조사 후 세균 수 변화
 소문자의 다름은 통계적으로 유의함을 나타냄($p < 0.05$).

(3) 비열처리 멸·살균 기술 및 처리 조건 별 열처리 동등성 평가 및 모델 검증

- 개발된 비열처리 조건(초고압 500MPa 7분; UV LED 120분; γ 선 3 kGy; 전자선 3 kGy)의 검증을 위해 사료 완제품(소세지, 패티 형태)에 적용 전, 후 오염도 조사를 진

행한 결과는 아래와 같음

○ 비열처리 전

- 소세지 형태의 사료 완제품의 경우, 비열처리 전 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*의 경우, 정량 시험에서는 검출 한계를 나타내었고, 정성 시험에서는 불검출 되었음. *E. coli*의 경우, 정량 시험에서 검출 한계를 나타내었고, 정성 시험에서 모든 시료에서 검출되었으나 비병원성으로 나타났으며 일반세균의 경우, 4.3 ± 0.1 Log CFU/g 이 검출되었으며 곰팡이독소인 총 아플라톡신(B1, G1, B2, G2)과 오크라톡신A의 경우 모두 불검출되었음(표 9)
- 패티 형태의 사료 완제품의 경우, 비열처리 전 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*의 경우, 정량 시험에서는 검출 한계를 나타내었고 정성 시험에서는 불검출 되었음. *E. coli*의 경우, 정량시험에서는 1.1 ± 0.1 Log CFU/g이 검출되었고 정성 시험에서 모든 시료에서 검출되었으나 비병원성으로 나타났으며 일반세균의 경우, 5.7 ± 0.6 Log CFU/g이 검출되었으며 곰팡이독소인 총 아플라톡신(B1, G1, B2, G2)과 오크라톡신A의 경우 모두 불검출되었음(표 9)

표 9. 비열처리 전 사료 완제품의 오염도 조사 결과(Mean±SD)

시료	미생물							곰팡이 독소
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균	
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정량 (μg/kg)
소세지 (6개)	LOD*	ND**	LOD	Suspected*** (1/6)	LOD	Suspected (5/6)	4.3 ± 0.1	ND
패티 (6개)	LOD	ND	LOD	Suspected (1/6)	1.1 ± 0.1	Suspected (3/6)	5.7 ± 0.6	ND

*LOD : Limit of detection

**ND : Not detected

***Suspected : 의심집락 발견됨

○ 초고압 처리

- 소세지 형태의 사료 완제품의 경우, 500 MPa에서 7분간 초고압 처리 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 10)
- 패티 형태의 사료 완제품의 경우, 500 MPa에서 7분간 초고압 처리 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 10)

표 10. 초고압(500 MPa, 7분) 처리 후 사료 완제품의 오염도 조사 결과(Mean±SD)

시료	미생물						
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)
소세지 (6개)	LOD*	ND**	LOD	ND	LOD	ND	LOD
패티 (6개)	LOD	ND	LOD	ND	LOD	ND	LOD

*LOD : Limit of detection

**ND : Not detected

○ UV LED 조사

- 소세지 형태의 사료 완제품의 경우, 405 nm의 파장으로 UV LED를 120분간 조사 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*의 경우, 정량 시험에서는 검출 한계를 나타내었으나 정성 시험에서 의심집락이 확인되었음. *E. coli*의 경우, 정량 시험에서는 1.6±0.2 Log CFU/g이 나타났고 정성 시험에서 검출되었으나 비병원성으로 나타났다. 일반세균의 경우, 3.2±0.3 Log CFU/g이 검출되었음(표 11)
- 패티 형태의 사료 완제품의 경우, 405 nm의 파장으로 UV LED를 120분간 조사 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*, *E. coli*의 경우 정량 시험에서는 검출 한계를 나타내었으며 정성 시험에서는 불검출되었다. 일반세균의 경우, 3.6±0.4 Log CFU/g이 검출되었음(표 11)

표 11. UV LED(405 nm) 조사 후 사료 완제품의 오염도 조사 결과(Mean±SD)

시료	미생물						
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)
소세지 (6개)	LOD*	ND**	2.1±0.1	ND	1.6±0.2	Suspected*** (6/6)	3.2±0.3
패티 (6개)	LOD	ND	LOD	ND	LOD	ND	3.6±0.4

*LOD : Limit of detection

**ND : Not detected

***Suspected : 의심집락 발견됨

○ 감마선 조사

- 소세지 형태의 사료 완제품의 경우, γ선의 흡수선량이 3 kGy가 되도록 조사한 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 12)
- 패티 형태의 사료 완제품의 경우, γ선의 흡수선량이 3 kGy가 되도록 조사한 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 12)

표 12. γ선(3 kGy) 조사 후 사료 완제품의 오염도 조사 결과(Mean±SD)

시료	미생물						
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)
소세지 (6개)	LOD*	ND**	LOD	ND	LOD	ND	ND
패티 (6개)	LOD	ND	LOD	ND	LOD	ND	ND

*LOD : Limit of detection

**ND : Not detected

○ 전자선 조사

- 소세지 형태의 사료 완제품의 경우, 전자선의 흡수선량이 3 kGy가 되도록 조사한 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정

량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 13)

- 패티 형태의 사료 완제품의 경우, 전자선의 흡수선량이 3 kGy가 되도록 조사한 후 오염도 조사를 진행하였을 때 *Salmonella*(정성, 정량), *E. coli*(정성, 정량), 일반세균(정량)에서 모두 검출 한계를 나타내거나 불검출되었음(표 13)

표 13. 전자선(3 kGy) 조사 후 사료 완제품의 오염도 조사 결과(Mean±SD)

Sample	미생물						
	<i>Salmonella</i>		대장균군		<i>E. coli</i>		일반세균
	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)	정성	정량 (Log CFU/g)
소세지 (n=6)	LOD*	ND**	LOD	ND	LOD	ND	ND
패티 (n=6)	LOD	ND	LOD	ND	LOD	ND	ND

*LOD : Limit of detection

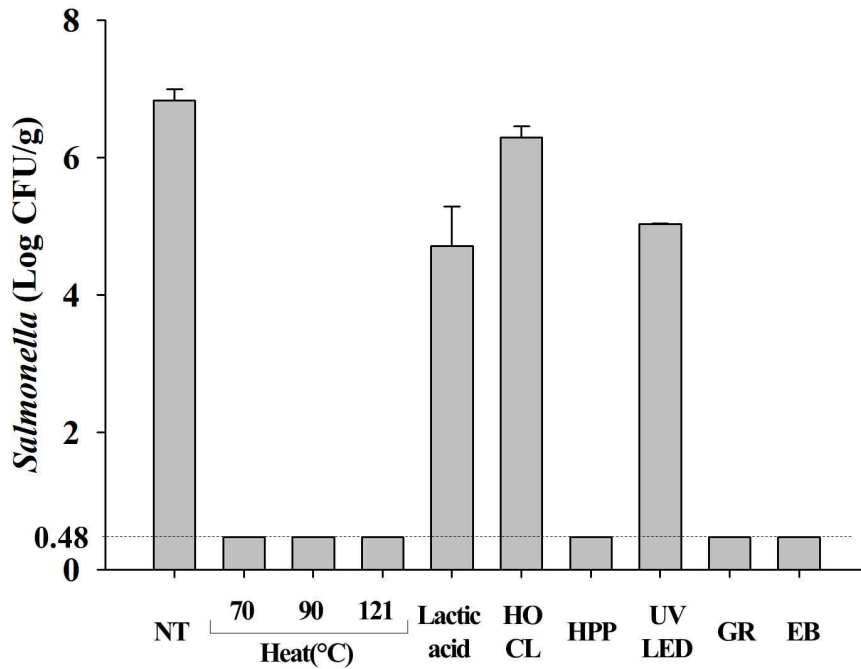
**ND : Not detected

[요약 및 결론]

(1) 분쇄 닭고기 원료사료에서 개발된 열동등성 비열처리 조건

○ *Salmonella*

- 다음 그림 40은 비열처리 후 *Salmonella*의 균 수를 나타낸 것임
- *Salmonella*의 경우, 가열 처리(70℃ 60분; 90℃ 60분; 121℃ 15분)와 비교하였을 때, 초고압(500 MPa, 7분) 처리와 γ선(3 kGy), 전자선(3 kGy) 조사에서 열동등성을 나타냈으며 차아염소산수(100 ppm) 처리, 유기산(2.5%) 처리, UV LED(405 nm) 조사에서는 열동등성을 나타내지 않았음

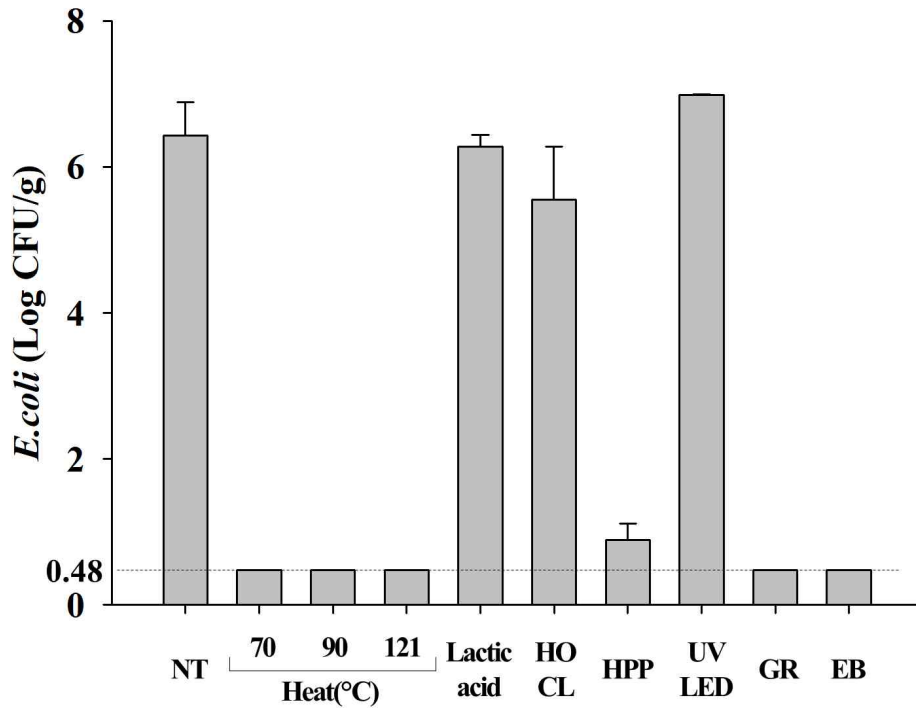


NT; Non-treated sample
 Heat: 70°C heating for 60 min
 90 °C heating for 60 min
 121 °C heating for 15 min
 HOCL: 100 ppm hypochlorous acid treatment for 5 min
 HPP: 500 MPa high pressure processing treatment for 1 min
 UV LED: 405nm UV LED treatment for 120 min
 GR: Gamma ray treatment by 3 kGy
 EB: Electron beam treatment by 3 kGy

그림 40. 분쇄 닭고기 원료사료에 원료육 비열처리 적용 후 *Salmonella* 균 수 변화.

○ *E. coli*

- 다음 그림 41는 비열처리 후 *E. coli*의 수를 나타낸 것임
- *E. coli*의 경우, 가열 처리(70°C 60분; 90°C 60분; 121°C 15분)와 비교하였을 때, γ선(3 kGy), 전자선(3 kGy) 조사에서 동등한 결과를 나타내었고, 초고압(500 MPa, 7분) 처리에서 비교적 동등한 결과를 나타내었으며 차아염소산수(100 ppm) 처리, 유기산(2.5%) 처리, UV LED(405 nm) 조사에서는 열동등성을 나타내지 않았음



NT; Non-treated sample
 Heat; 70°C heating for 60 min
 90 °C heating for 60 min
 121 °C heating for 15 min
 HOCL; 100 ppm hypochlorous acid treatment for 5 min
 HPP; 500 MPa high pressure processing treatment for 7 min
 UV LED; 405nm UV LED treatment for 120 min
 GR; Gamma ray treatment by 3 kGy
 EB; Electron beam treatment by 3 kGy

그림 41. 분쇄 닭고기 원료사료에 비열처리 적용 후 *E. coli* 수 변화.

○ 일반세균

- 다음 그림 42은 비열처리 후 일반세균 수를 나타낸 것임
- 일반세균의 경우, 가열 처리(70°C 60분; 90°C 60분; 121°C 15분)와 비교하였을 때, γ선(3 kGy), 전자선(3 kGy) 조사에서 동등한 결과를 나타내었고, 초고압(500 MPa, 7 분) 처리에서 비교적 동등한 결과를 나타내었으며 차아염소산수(100 ppm) 처리, 유기산(2.5%) 처리, UV LED(405 nm) 조사에서는 열동등성을 나타내지 않았음

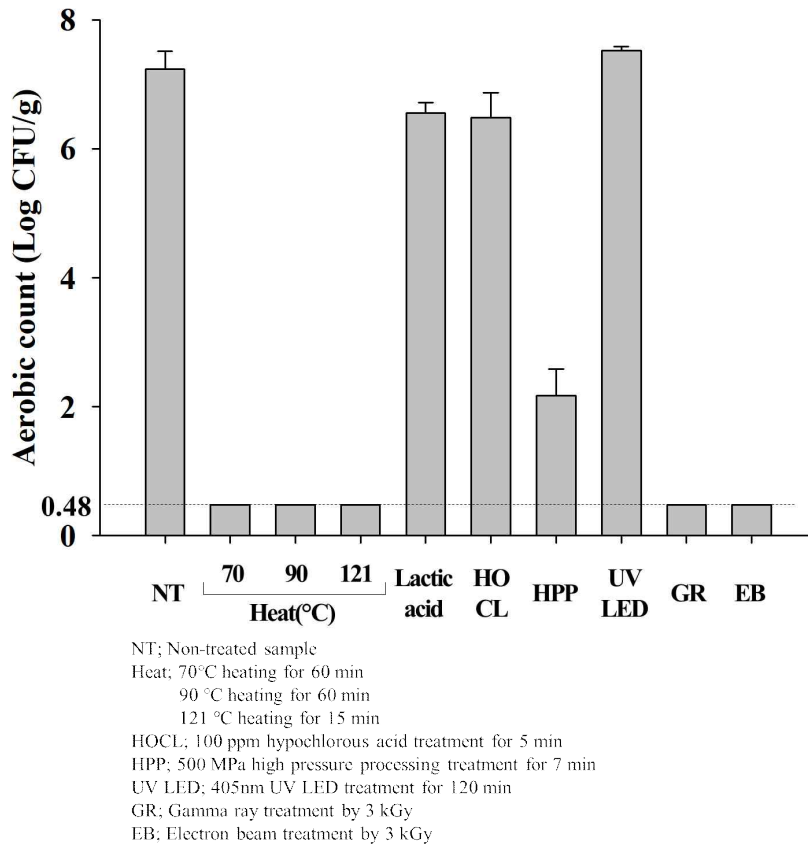


그림 42. 분쇄 닭고기 원료사료에 비열처리 후 일반세균 수 변화.

(2) 사료 완제품에서의 열동등성 비열처리 조건 검증

비열처리 조건 검증 결과, 분쇄 닭고기 원료사료에 대해 열동등성을 나타낸 비열처리 조건(초고압; 500 MPa 7분, γ선; 3 kGy, 전자선; 3 kGy)을 사료 완제품에 적용 시, 비교적 동일하게 유해균(*Salmonella*, *E. coli*, 일반세균) 사멸효과를 나타내었음

다. 재1협동연구연구기관(건국대학교 산학협력단)

(1) 외관상 회장 조단백질 소화율 추정식 개발

○ 추정식 개발

- 외관상 회장 조단백질 소화율은 사료 내 조단백질 농도와 양의 상관관계 ($r = 0.61$; $P < 0.05$)를 보였으나, 조지방 ($r = -0.38$; $P < 0.05$) 및 조회분 ($r = -0.46$; $P < 0.05$)과는 음의 상관관계를 보였음

표 14. 개사료의 조단백질(CP)의 외관상 회장 소화율(AID) 및 영양소 간의 상관계수 (건물 기준)

Item	CP	EE	OM	Ash
AID of CP	0.61*	-0.38*	0.46*	-0.46*
CP	-	0.19	-0.13	0.71*
Fat	-	-	-0.45*	0.44*
OM	-	-	-	-1.00*

* $P < 0.05$.

- 개사료 내 영양소 분석치를 통해 외관상 회장 조단백질 소화율을 추정하는 방정식은 외관상 회장 조단백질 소화율 (%) = $71.24 + 1.04 \times \text{조단백질} (\%) - 0.56 \times \text{조지방} (\%) - 0.91 \times \text{조회분} (\%)$; 모든 영양소는 배합사료 내 건물 기준)와 $R^2 = 0.75$ 및 $P < 0.05$ 였음

표 15. 개사료 내 영양소 조성을 기반으로 한 조단백질 (CP)의 외관상 회장 소화율 (AID) 추정식 (건물 기준)

Item	Estimate	Standard error	P-value
Intercept	71.24	3.52	< 0.001
CP	1.04	0.12	< 0.001
Ether extract	-0.56	0.16	< 0.001
Ash	-0.91	0.21	< 0.001

¹ P -value for model < 0.001; root mean square error = 3.85; and $R^2 = 0.748$.

(2) 두 종의 체외 회장 소화율 실험방법 비교

○ 시중 개사료의 체외 회장 조단백질 소화율

- 5 종류의 시중 개사료를 개의 소화를 모사한 체외 회장 소화 실험방법을 이용하여 체외 회장 조단백질 소화율을 평가한 결과, D 사료가 소화율이 가장 높았고, A 사료가 소화율이 가장 낮았음 ($P < 0.05$)
- 5 종류의 시중 개사료를 돼지의 소화를 모사한 체외 회장 소화실험법을 이용하여 체외 회장 조단백질 소화율을 평가한 결과, B 사료가 소화율이 가장 높았고, A 사료가 소화율이 가장 낮았음 ($P < 0.05$)

표 16. 시중 개사료 내 조단백질 (CP)의 체외 회장 소화율 (IVID)¹

Item, %	A	B	C	D	E	SEM ²	P-value
IVID of CP for dogs	77.9 ^e	82.6 ^c	81.3 ^d	87.3 ^a	85.2 ^b	0.3	< 0.001
IVID of CP for pigs	81.5 ^c	91.3 ^a	90.1 ^{ab}	88.7 ^b	90.8 ^{ab}	0.9	< 0.001

^{a~e}Least squares of means within a row without a common superscript letter differ ($P < 0.05$).

¹Each least squares means represent 4 observations.

²SEM = standard error of the means.

○ 시중 개사료의 소화율 추정 및 비교

- 앞서 개발된 추정식으로 계산한 시중 개사료의 외관상 회장 조단백질 소화율은 돼지의 소화기관을 모방한 소화실험법으로 측정된 돼지 회장 조단백질 소화율과는 비교적 낮은 상관관계를 보였으나 ($r^2 = 0.16$), 개의 소화기관을 모방한 돼지 회장 소화실험법으로 측정된 돼지 회장 조단백질 소화율과는 높은 상관관계를 보였음 ($r^2 = 0.83$)

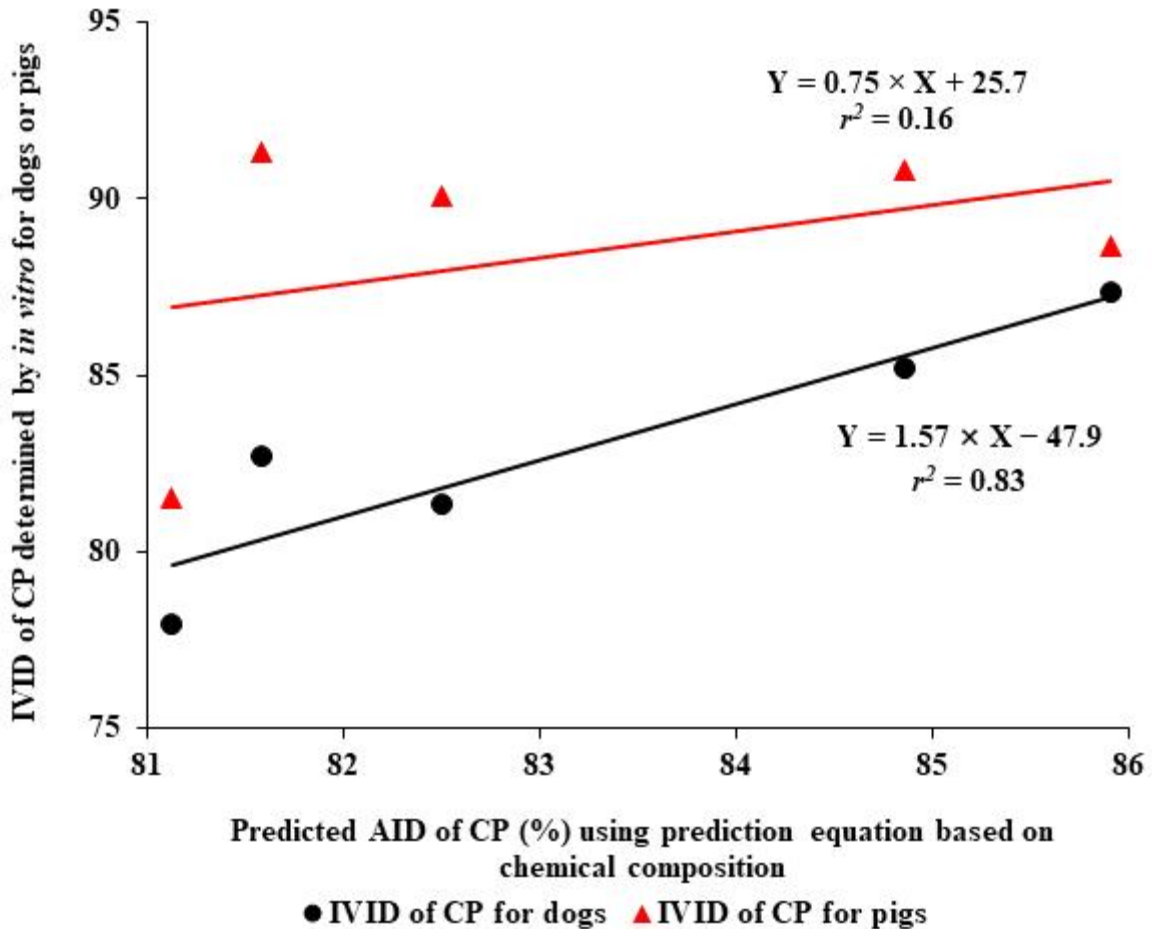


그림 43. 개사료 내 영양소 조성을 기반으로 한 조단백질 (CP) 외관상 회장 소화율 (AID) 추정식 (외관상 회장 조단백질 소화율 = $71.24 + 1.04 \times \text{조단백질} - 0.56 \times \text{조지방} - 0.91 \times \text{조회분}$; 건물 기준)과 개 또는 돼지의 소화를 모방한 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)과의 상관관계.

(3) 열처리 및 비열처리 된 동물성원료의 체외 회장 영양소 소화율

○ 열처리된 동물성 원료의 체외 회장 조단백질 소화율

- 70 °C로 열처리한 계육의 체외 회장 건물 소화율은 열처리 시간에 영향을 받지 않았지만, 체외 회장 조단백질 소화율은 열처리 시간이 증가함에 따라 선형적 및 곡선적으로 감소하였음 ($P < 0.05$)

표 17. 70 °C에서 항온 수조를 이용하여 열처리된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 70 °C에서 열처리된 계육에서 열처리 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Temp, °C: Time, min:	70					SEM ²	P-value	
		0	30	60	90	120		Linear	Quadratic
DM		29.8	28.9	30.3	31.1	31.5	-	-	-
CP		18.3	19.0	18.6	19.1	22.0	-	-	-
IVID of DM		87.7	86.6	86.6	86.5	87.2	0.80	0.992	0.403
IVID of CP		86.7	86.5	84.8	85.0	85.3	0.41	0.025	0.014

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

- 90°C 및 121°C로 열처리한 계육의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율은 열처리 시간이 증가함에 따라 선형적 및 곡선적으로 감소하였음 ($P < 0.05$)

표 18. 70 °C에서 항온 수조를 이용하여 열처리된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 70 °C에서 열처리된 계육에서 열처리 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Temp, °C: Time, min:	90					SEM ²	P-value	
		0	30	60	90	120		Linear	Quadratic
DM		29.7	29.6	30.4	30.8	29.4	-	-	-
CP		18.6	19.6	20.3	20.6	20.9	-	-	-
IVID of DM		87.3	84.5	83.3	78.3	77.5	0.60	< 0.001	0.002
IVID of CP		85.2	83.5	82.6	77.4	74.7	0.44	< 0.001	0.022

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

표 19. 121 °C에서 오토클레이브를 이용하여 열처리된 계육 내 건물(DM) 및 조단백질 (CP)의 농도(원물 기준) 및 121 °C에서 열처리된 계육에서 열처리 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율(IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Temp, °C: Time, min:	121					SEM ²	P-value	
		0	1	4	7	15		Linear	Quadratic
DM		30.3	36.6	34.9	37.2	38.6	-	-	-
CP		17.7	23.0	25.0	25.2	26.0	-	-	-
IVID of DM		86.2	78.6	77.9	74.9	73.8	0.86	< 0.001	< 0.001
IVID of CP		84.6	70.4	69.8	66.1	64.6	0.74	< 0.001	< 0.001

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

○ 비열처리된 동물성 원료의 체외 회장 조단백질 소화율

- 초고압 처리된 계육의 체외 회장 건물 소화율은 처리시간이 증가함에 따라 선형적으로 감소하였지만 ($P < 0.05$), 체외 회장 조단백질 소화율은 처리시간에 영향을 받지 않았음

표 20. 초고압 처리된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 초고압 처리된 계육에서 가공 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Processing time, min					SEM ²	P-value	
	0	1	3	5	7		Linear	Quadratic
DM	32.2	31.9	31.6	33.2	32.2	-	-	-
CP	18.9	20.3	20.5	19.5	18.9	-	-	-
IVID of DM	88.8	87.2	87.5	87.2	85.0	0.45	< 0.001	0.253
IVID of CP	85.9	85.5	86.7	84.4	84.1	0.85	0.105	0.339

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

- UV-LED 조사된 계육의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율은 조사시간이 증가함에 따라 영향을 받지 않았음

표 21. UV-LED 조사된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 UV-LED 조사된 계육에서 조사 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Radiation time, min					SEM ²	P-value	
	0	30	60	90	120		Linear	Quadratic
DM	31.8	32.3	30.7	31.5	32.4	-	-	-
CP	18.3	18.2	18.3	17.9	18.0	-	-	-
IVID of DM	80.5	80.9	80.6	82.0	80.1	1.54	0.962	0.613
IVID of CP	79.9	80.0	81.9	81.9	78.8	1.00	0.935	0.050

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

- 또한, 전자선 및 감마선 조사된 계육의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율은 조사 강도가 증가함에 따라 영향을 받지 않았음

표 22. 전자선이 조사된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 전자선이 조사된 계육에서 조사 강도가 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미

치는 효과¹

Item, %	Irradiation intensity, kGy					SEM ²	P-value	
	0	3	5	7	10		Linear	Quadratic
DM	30.0	28.7	29.8	30.3	28.6	-	-	-
CP	17.5	17.8	18.3	18.5	18.9	-	-	-
IVID of DM	87.7	88.0	88.9	85.2	87.1	0.91	0.234	0.831
IVID of CP	85.6	86.1	85.8	85.0	85.9	0.55	0.948	0.857

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

표 23. 감마선이 조사된 계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 감마선이 조사된 계육에서 조사 강도가 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Irradiation intensity, kGy					SEM ²	P-value	
	0	3	5	7	10		Linear	Quadratic
DM	31.5	31.0	31.1	31.2	30.6	-	-	-
CP	18.5	17.5	18.3	18.4	19.1	-	-	-
IVID of DM	86.7	86.0	87.1	86.6	84.8	1.00	0.282	0.347
IVID of CP	85.2	86.5	85.4	85.8	85.5	0.74	0.990	0.494

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

- 마지막으로, 차아염소산수 및 젖산이 처리된 안심계육의 체외 회장 건물 및 조단백질 소화율 또한 처리 시간이 증가함에 따라 영향을 받지 않았음

표 24. 차아염소산수 처리된 안심계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 차아염소산수 처리된 안심계육에서 처리 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에 미치는 효과¹

Item, %	Processing time, min				SEM ²	P-value	
	0	1	3	5		Linear	Quadratic
DM	25.2	24.9	25.2	25.0	-	-	-
CP	23.7	22.7	23.1	24.0	-	-	-
IVID of DM	79.0	80.6	79.4	79.3	0.90	0.817	0.520
IVID of CP	82.0	80.3	81.5	80.4	0.58	0.277	0.828

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

표 25. 젖산이 처리된 안심계육 내 건물 (DM) 및 조단백질 (CP)의 농도 (원물 기준) 및 젖산이 처리된 안심계육에서 처리 시간이 건물 및 조단백질의 체외 회장 소화율 (IVID)에

미치는 효과¹

Item, %	Processing time, min				SEM ²	P-value	
	0	1	3	5		Linear	Quadratic
DM	26.4	25.8	25.9	26.1	-	-	-
CP	24.2	22.8	23.5	23.4	-	-	-
IVID of DM	80.2	80.4	79.6	79.4	0.81	0.397	0.970
IVID of CP	81.9	81.2	80.4	81.6	0.63	0.617	0.118

¹Each least squares means represent 3 observations in duplicate.

²SEM = standard error of the means.

라. 제2협동연구기관(㈜미래생명자원)

(1) 결과

○ 감마선 조사

- 원료 사료에 감마선 3, 5, 7 및 10 kGy의 세기로 조사하고, niacin과 지질산패도를 분석하였음(그림 44)
- Niacin 분석 결과, 10 kGy 그룹에서 유의하게 감소하였으며, 지질산패도는 각 실험그룹에서 유의한 차이는 없었음

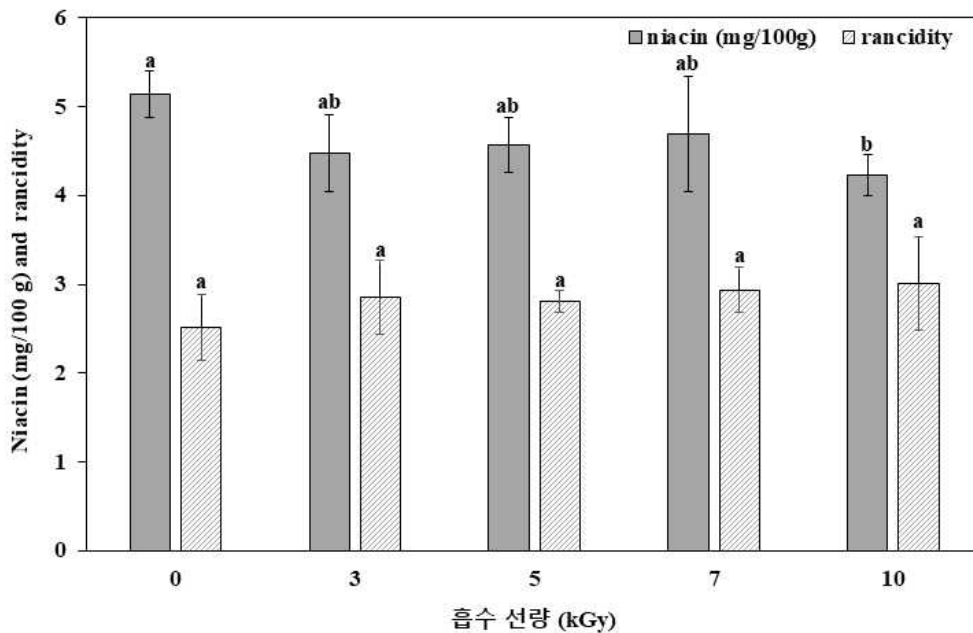


그림 44. 원료사료의 감마선 조사 시 흡수선량에 따른 niacin 함량 및 rancidity 변화.

Results are expressed as mean ± SD of three independent experiments, **p<0.01, Student's t-test, compared with the negative control.

○ 전자선 조사

- 원료 사료에 전자선 3, 5, 7 및 10 kGy의 세기로 조사하고, niacin과 지질산패도를 분석하였음(그림 45)

- niacin의 경우 대조그룹이 비해 모든 실험그룹에서 유의하게 감소하였으며 지질산패도의 경우 그룹별 유의한 차이는 나타나지 않았음

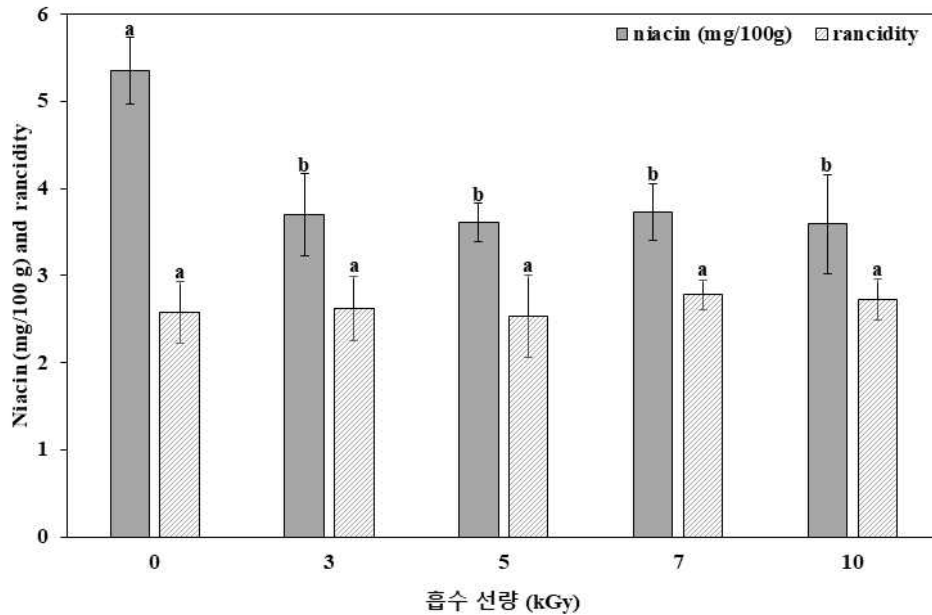


그림 45. 원료사료의 전자선 조사 시 흡수선량에 따른 niacin 함량 및 rancidity 변화.

Results are expressed as mean \pm SD of three independent experiments, * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$, Student's t-test, compared with the negative control.

○ UV LED 조사

- UV LED 조사 결과, 대조그룹에 비해 120분 조사 그룹에서 유의한 감소가 확인되었으며, 지질산패도 분석결과, 그룹별 유의한 차이는 나타나지 않았음(그림 46)

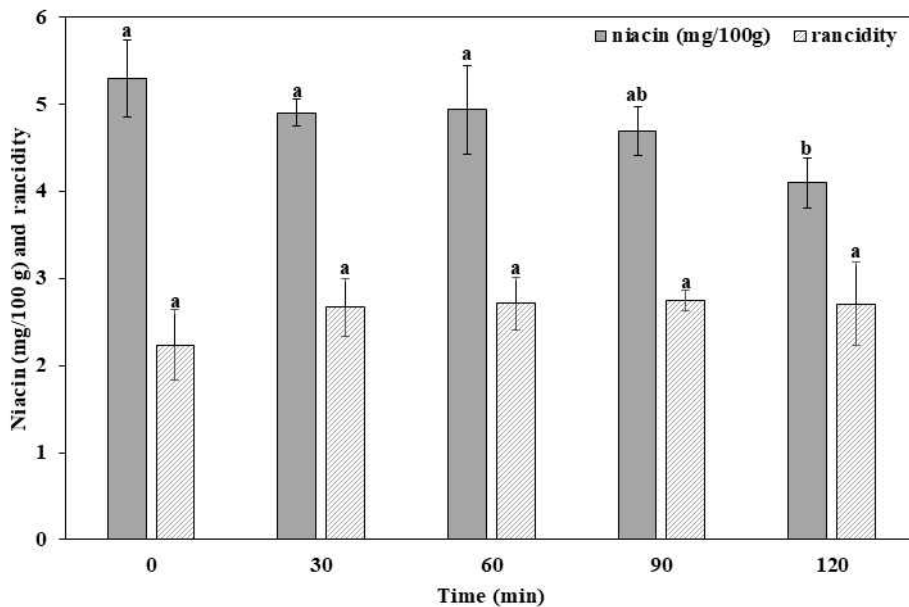


그림 46. 원료사료의 UV LED 조사 시간에 따른 niacin 함량 및 rancidity 변화.

Results are expressed as mean \pm SD of three independent experiments, ** $p < 0.01$, Student's t-test, compared with the negative control.

○ 초고압 처리

- 초고압 처리 결과, niacin과 지질산패도에서 모두 처리시간에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았음

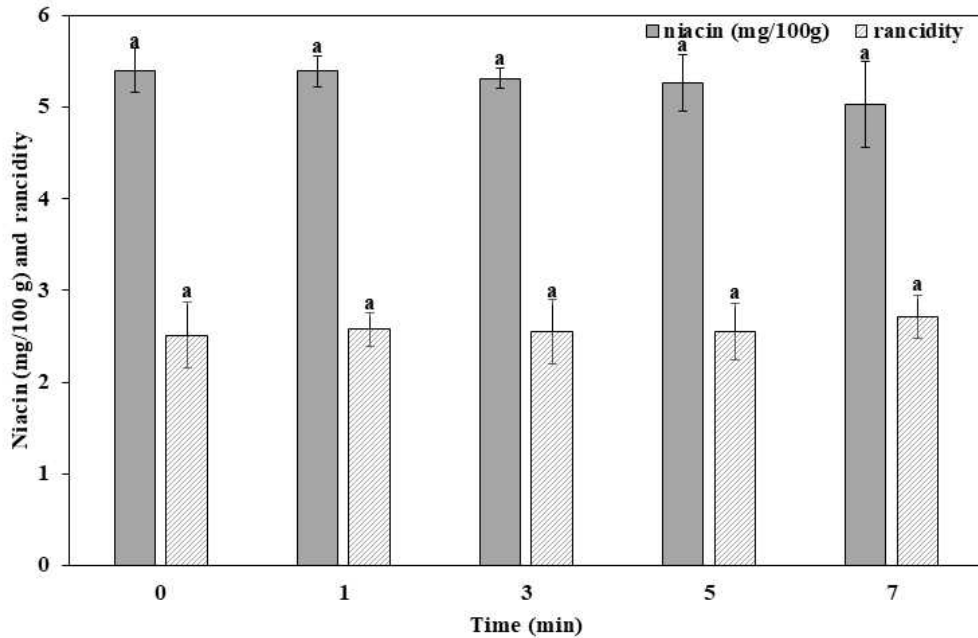


그림 47. 원료사료의 UV LED 조사 시간에 따른 niacin 함량 및 rancidity 변화.

(2) 종합 결과

- 감마선 조사 결과 niacin 분석 시, 10 kGy 그룹에서 유의하게 감소하였으나, 3, 5, 7 kGy 그룹들에서도 감소하는 경향이 나타났으며 지질산패도 분석결과 모든 그룹에서 수치의 유의한 차이는 나타나지 않았음
- 전자선 조사 결과 niacin 분석 시, 대조그룹에 비해 모두 유의한 감소를 나타냈음. 특히, 가장 낮은 세기인 3 kGy 그룹부터 큰 감소를 나타내었으며 지질산패도 분석결과 모든 그룹에서 수치의 유의한 차이는 나타나지 않았음
- UV LED 조사 결과 niacin 분석 시, 감마선과 비슷한 120분 그룹에서 유의하게 감소하였으며, 30, 60, 90분 그룹에서도 감소하는 경향이 나타났으며 지질산패도 분석결과 모든 그룹에서 수치의 유의한 차이는 나타나지 않았음
- 초고압 처리 결과, niacin과 지질산패도 분석 시, 모든 그룹에서 유의한 차이가 나타나지 않았음

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

성과지표	계획	1차년도 실 적	가중치	목표달성률	환산가중치	점수
특허 출원	1	2	0.0%	100.0%	0.0%	0.0
특허 등록				-	-	-
품종 등록				-	-	-
기술이전(건)	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0
기술료(백만원)				-	-	-
제품화(건)	1	2	60.0%	100.0%	60.0%	60.0
매출액(백만원)	125	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0
수출액(백만원)				-	-	-
고용창출(명)				-	-	-
투자유치(백만원)				-	-	-
기술인증				-	-	-
논문(SCI)	2	1	0.0%	50.0%	0.0%	0.0
논문(비SCI)	1	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0
논문평균 IF				-	-	-
학술발표	3	2	5.0%	66.7%	5.0%	3.3
교육지도				-	-	-
인력양성	3	1	5.0%	33.3%	5.0%	1.7
정책활용	1	1	30.0%	100.0%	30.0%	30.0
홍보전시				-	-	-
기타				-	-	-
계	138	10	100.0%		100%	95점

- 1차년도(과제 기간 내) 기준 실적 정량평가 95점 달성
- 현재 추가로 진행 중인 종료 1차년도 실적
 - 기술료(기술이전): 초고압 살균에 관한 기술이전을 (주)미래생명자원에 진행 중
 - 논문(SCI): 초고압 살균 관련 논문 1편 'Food Science of Animal Resources' SCIE 저널 투고 중
 - 인력양성: 2021년 8월 석사 학위 1명 배출 예정
 - 매출액: 2021년 시행 예정 정책활용 후 비열처리 생고기 사료 시판 허가이후 매출 발생 가능

2

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	In Vitro Protein Disappearance of Raw Chicken as Dog Foods Decreased by Thermal Processing, but Was Unaffected by Non-Thermal Processing	Animals	Hansol Kim	11	Switzerland	MDPI	SCIE	2021.04	2076-2615	100
2	감마선과 전자선 조사에 의한 분쇄 닭고기 펫푸드의 비열 살균 효과 및 품질 지표 분석	산업식품공학	강수왕	25	대한민국	한국산업식품공학회	비SCIE	2021.05	2288-1247	100

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	(사)한국축산학회 2020 학술발표회-"소비자 트렌드 변화에 맞춘 지속가능 축산"	김한솔, 장은정, 성정열, 김법균	2020.08	e-Conference(온라인 학회)	대한민국
2	(사)한국산업식품공학회 춘계 정기총회 및 학술대회	강수왕, 황정현, 정아현, 박은영, 박상은, 윤요한, 박성희	2021.05	aT center	대한민국

□ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
----	--------	-----	-------

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도
----	------------------------	----------	----------	-------

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	개 사료의 조단백질 외관상최장소화를 추정 방법	대한민국	건국대학 교 산학협력 단	2021.01 .27	10-2021 -001134 9				100	활용예 정	
2	식품의 초고압 살균 처리 방법	대한민국	서울과학 기술대학 교 산학협력 단, 숙명여자 대학교 산학협력 단	2021.03 .30	10-2021 -004128 0				100	기술이 전	

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
----	-----	----	------	------	------	-------	------	------	----	----

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
----	------	-----	------	-----	-------	-------	-----

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호
----	----	-----	-----	-------	-------

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)
(22쪽 중 8쪽)]

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자
----	--------------------	--------------------	-----	---------	------	--------------------	---------

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자
----	-----------------------	-----	---------------------	-------	-------------	--------------	--------------------------	-----	-----------	------

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	러칙(raw chick)-강아지 및 고양이 생고기 사료	2020.12.31	(주)미래생명자원	(주)미래생명자원	시제품	1년(정책활용 후 가능)		
2	비열 살균 러칙(raw chick)-강아지 및 고양이 사료	2021.3.16	(주)미래생명자원	(주)미래생명자원	시제품	1년(정책활용 후 가능)		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
----	-------------	-----------	----------------	--------------	--------------------	-------------

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
----	------------	-------	-------	----	-----------

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²))
(22쪽 중 9쪽)

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1년			
	소요예산(천원)	40,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		-	30,000	100,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	-	0.1 미만	0.1
국외		-	-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		현재 : 생고기 사료 향후 : 애견 식용 가능 채소 및 과일 혼합 제품 개발			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		현재 수입품 없음			
	수출	수출 계획 없음			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	4
		생산인력	5
	개발 후	연구인력	5(+1)
		생산인력	7(+2)

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 증질지(80g/m²)

(22쪽 중 10쪽)

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
1	제안	「사료관리법」에 따른 「사료의 멸균 및 살균처리기준」에 대한 '초고압 비열처리 살균 기준' 신설	농림축산식품부	2021.12	채택 예정

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	우수논문(포스터) 발표상	우수논문(포스터) 발표상	서울과학기술대학교, 숙명여자대학교	2021.05.21	(사)한국산업식품 공학회

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)
(22쪽 중 11쪽)]

[인프라 성과]

연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

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

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

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

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

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

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)
(22쪽 중 12쪽)]

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 정량성과 목표	○ 1차년도 기준 목표 정량성과의 95%를 달성하였으며 종료 1차년도 성과 고려 시 98%의 성과 달성이 가능함	○ 95

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

- 본 연구는 당초 목표하였던 정량 및 정성 성과를 충실하게 달성하여 성실하게 수행되었으며 그 결과는 다음과 같이 요약될 수 있음
 - 시험된 다양한 비열처리(초고압처리, 방사선 조사, UV LED 조사, 차아염소산수 처리, 유기산 처리) 중 시험된 위해미생물(일반세균, *E. coli*, *Salmonella*)에 실제 효과를 보여준 살균 방법은 초고압 처리와 방사선 조사이었음
 - *Salmonella*의 경우 초고압 처리의 경우 500 MPa 3분 처리 시 검출한계 이하로 감소시켰으며 이는 레토르트 멸균 121℃ 기준 1 분 처리와 동일한 열 동등성을 보여 줌
 - *E. coli*의 경우 초고압 7분 처리 시 초기 오염도 6.7±0.2 Log CFU/g에서 0.9±0.2 Log CFU/g로 감소시켜 *Salmonella*보다 높은 저항성을 보여주었으나 일반적인 식품의 초기 오염도에서는 121℃ 기준 1 분 처리와 동일한 열 동등성을 보여 줄 것으로 기대 됨
 - 방사선 조사의 경우 시험된 감마선 및 전자선 조사 모두 3 kGy의 저선량 조건에서 위해 미생물에 관한 충분한 사멸효과를 보여주어 121℃ 1분 처리와 동일한 열동등성을 보여 줌
 - UV LED 조사의 경우 장시간(120 min) 처리 시에도 살균효과를 보여주지 못하였는데 이는 UV LED의 복사에너지가 분쇄 계육 원료사료 중심부로 침투하지 못하기 때문이며 따라서 원료사료의 실제 비열 살균에는 활용하기 어려울 것으로 예상 됨
 - 차아염소산 및 유기산 처리의 경우도 식품공전 상 허용된 조건인 100 ppm과 2.5% 농도에서는 사멸효과를 보이지 못하였고 현행 규정 상 이보다 고농도의 처리는 불가하기 때문에 실효성이 없는 것으로 판단 됨
-

- 위해 미생물에 대한 살균 효과를 보여 준 초고압 처리와 방사선 조사의 품질지표와 관련하여서는 초고압 처리의 경우 분쇄 계육 원료 사료의 결합력을 증대시켜 반려견의 기호도가 증대된 프리미엄 사료의 개발에 활용이 가능할 것으로 판단됨
- 이취(냄새 발생) 품질 지표와 관련하여서는 초고압 처리의 경우 이취 발생이 되지 않는 거것으로 확인되었으나 방사선 조사의 경우 라디칼 형성에 의한 이취 발생이 전자코 분석으로 확인되었고 실제 관능적으로도 감지할 수 있었음
- 초고압 처리는 niacin 함량과 지질 산패도에 부정적 영향을 주지 않는 것으로 나타났음
- 체외 회장 조단백질 소화 흡수율과 관련하여서는 열처리의 경우 열처리 시간이 증대됨에 따라 소화율이 감소되었는데 초고압 비열 처리의 경우 7분간 처리 후에도 대조구와 동일한 우수한 소화율을 보여주었음
- 따라서 본 연구에서 시험된 다양한 비열처리 방법 중 초고압 처리가 살균 효과 및 품질 지표 측면에서 안전하고 고품질의 원료 사료를 생산할 수 있는 것으로 판단되며 경제성 측면에서도 kg당 1,000원 내외의 생산비용으로 프리미엄 비열처리 반려동물 사료의 생산에 실질적으로 활용가능할 것으로 판단됨
- 121°C에서의 가열처리의 경우 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 *D* value 가 0.159 min으로 동일하게 산출되었으며 이는 시험된 모든 미생물이 내열성 미생물이 아니기 때문에 121°C에서 동일한 *D* value를 가진 것으로 판단됨
- 500 MPa에서의 초고압 처리의 경우 D_{p500} value는 *Salmonella*, *E. coli*, 일반세균의 경우 각각 0.17, 1.38, 1.82 min으로 다르게 산출되었으며 이는 초고압에 대한 미생물의 저항성이 각기 다르기 때문으로 판단됨
- 이는 *Salmonella* 가 다른 위해 미생물(*E. coli*, *Listeria*)등에 비하여 초고압 처리에 저항성이 낮다는 선행연구 결과와 일치함(초고압 salmonella 약함)
- 본 연구의 결과 *Salmonella*의 경우 500 MPa에서의 초고압 처리는 121°C 가열처리와 유사한 열동등성을 보여주었으며 *E. coli*와 일반세균의 경우 *Salmonella*보다 초고압에 대한 저항성이 상대적으로 높기 때문에 초고압 처리 시간을 7 min 이상으로 하여야 미생물학적인 안전성을 보장할 수 있을 것으로 판단됨

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)

(22쪽 중 13쪽)

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 본 연구를 통하여 비열처리 원료사료의 살균 기술의 열동등성에 대한 입증 하였으며 살균효과와 더불어 반려 동물의 기호도와 관련된 품질지표, 소화율, 영양성분의 변화에 관한 기초 자료를 확보하였음
- 본 연구에서 프리미엄 비열처리 반려동물 사료의 생산에 실질적으로 적용 가능할 것으로 판단된 초고압 처리 기술은 반려동물 사료 제품의 다변화 연구에 활용 가능할 것으로 판단됨
- 본 연구에서 시험된 계육 원료 사료 외에도 우육, 돈육 및 어육 등의 다양한 원료유래 사료의 개발에 관한 연구에 적용 가능할 것으로 기대됨

-
- 반려 동물이 주식으로 섭취하는 사료 외에도 다양한 형태의 프리미엄 반려동물 간식의 개발에도 활용 가능할 것으로 판단됨
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 연구에서 가장 실용성 있는 비열처리 원료 사료 살균 기술로 입증된 초고압 살균에 관한 기술을 실용화하기 위하여 ‘초고압 살균 기술’에 대한 특허 출원을 완료하였음
- 완료된 특허 출원을 통하여 서울과학기술대학교와 숙명여자대학교와 공동으로 기술 실시체결의뢰를 통하여 기술이전을 추진 중이며, 위해 미생물의 특성에 따른 초고압 살균 조건과 품질지표에 관한 기술 지도를 지속적으로 제공 예정임
- 본 연구의 성과로 제출한 정책 활용이 시행되어 비열처리살균 원료 사료의 상용화가 가능하다면 기술이전을 통한 참여 기업의 매출 발생을 기대함
- 초고압 처리의 경우 국내 사료 생산 시장에 적용 시 생고기 원료 사료를 제형 및 포장 후에 최종단계에서 500 MPa 압력에서 7분 이상 처리하여 냉장상태로 유통하도록 초고압 처리 비열 사료 생산에 관한 공정을 설계할 예정임
- 본 연구의 후속 연구에 대한 기회가 주어진다면 초고압 및 방사선 조사 처리에 의해 비열 살균된 사료의 반려견 및 반려묘 급여 시험을 통한 실제 소화 흡수율 및 기호성 평가를 진행할 예정임
- 반려동물 외에도 고급육 시장 확대를 고려하여 돼지 등 경제 동물에 대한 비열처리 사료 공정 개발에 관한 연구에도 관심을 기울일 계획임
- 본 연구에서는 시험된 비열처리 방법의 경제성 분석을 진행하지는 않았지만 초고압 처리의 경우 kg 당 1,000 원 내외의 생산비용으로 프리미엄 비열처리 사료를 생산 가능하기 때문에 기존의 열처리와 비교하여 비용면에서 큰 차이가 발생하지 않는 것으로 나타남
- 후속 연구에 대한 기회가 주어진다면 경제성 분석, 초고압 챔버 용량 대비 일일 생산 가능 사료 양, 초고압 처리 장비의 초기 설치 및 유지 비용 분석 등 산업적 활용에 대한 연구를 보완할 계획임

참고 문헌

1. Ahn CN, Chae HS, Yoo YM, Yoo HS, Ham JS, Jung SG, Kim KY, Jang A. 2008. Effect of gamma irradiation on meat quality in chicken breast during cold storage. Korean Journal for Food Science of Animal Resources 28: 289-294
2. Brewer MS. 2009. Irradiation effects on meat flavor: A review. Meat Science 81: 1-14
3. Chai HE, Sheen S. 2021. Effect of high pressure processing, allyl isothiocyanate, and acetic acid stresses on *Salmonella* survivals, storage, and appearance color in raw ground chicken meat. Food Control 123: 107784

4. González-Angulo M, Serment-Moreno V, Clemente-García L, Tonello C, Jaime I, Rovira J. 2021. Assessing the pressure resistance of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* to high pressure processing (HPP) in citric acid model solutions for process validation. *Food Research International* 140: 110091
5. Kanatt SR, Paul P, D'Souza SF, Thomas P. 1998. Lipid peroxidation in chicken meat during chilled storage as affected by antioxidants combined with low-dose gamma irradiation. *Journal of Food Science*. 63: 198-200
6. Kawasaki S, Saito M, Mochida M, Noviyanti F, Seito H, Todoriki S. 2019. Inactivation of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* Enteritidis in raw beef liver by gamma irradiation. *Food Microbiology* 78: 110-113
7. Kim, DK, Kang DH. 2021. Efficacy of light-emitting diodes emitting 395, 405, 415, and 425 nm blue light for bacterial inactivation and the microbicidal mechanism. *Food Research International*. 141: 110105
8. Kruk ZA, Yun H, Rutley DL, Lee EJ, Kim YJ, Jo C. 2011. The effect of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet. *Food Control* 22: 6-12
9. Kwak HJ, Lee SO, Jung IC. 2002. Irradiation of chicken for the improvement of hygiene. *Korean Journal of Culinary Research* 8: 249-257
10. Orel R, Tabilo-Munizaga G, Cepero-Betancourt Y, Reyes-Parra JE, Badillo-Ortiz A, Pérez-Won M. 2020. Effects of high hydrostatic pressure processing and sodium reduction on physicochemical properties, sensory quality, and microbiological shelf life of ready-to-eat chicken breasts. *LWT-Food Science and Technology* 127: 109352
11. Ohene-Adjei S, Bertol T, Hyung Y, Ellis M, McKeith FK, Brewer MS. 2004. Effect of vitamin E, low dose irradiation and display time on the quality of pork. *Meat Science*. 68: 19-26
12. Park JG, Park JM, Han IJ, Kim WG, Song BS, Kim JH, Choi J, Yoon Y, Byun MW, Hwang HJ, Lee JW. 2009. Comparison of the effects of gamma ray and E-beam irradiation on the quality of minced beef during storage. *Journal of Radiation Industry* 3: 71-77
13. Rasanayagam V, Balasubramaniam VM, Ting E, sizer CE, Bush C, Anderson C. 2003. Compression heating of selected fatty food materials during high-pressure processing. *Journal of Food Science* 68: 254-259
14. Simonin H, Durantou F, de Lamballerie M. 2012. New insights into the high-pressure processing of meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11: 285-306
15. Soro AB, Whyte P, Bolton DJ, Tiwari BK. 2021. Application of a LED-UV based light technology for decontamination of chicken breast fillets: Impact on microbiota and quality attributes. *LWT - Food Science and Technology* 145: 111297
16. Sukmanov V, Hanjun M, Li Y. 2019. Effect of high pressure processing on meat and meat products. A review. *Food Technology* 8: 448-469
17. 이경애, 이윤진. 2004. 방사선 조사가 쇠고기 및 돼지고기의 물리화학적 특성에 미치는 영향. *한국생활과학회지* 13: 1031-1036

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 1]

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호		32033-01-1	
사업구분	농축산물안전유통소비기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	농축산물안전유통소비기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	사료용 동물성 단백질의 생물학적 안전성 확보를 위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구			과제유형	(기초, 응용, 개발)
연구개발기관	주관연구기관 : 서울과학기술대학교 산학협력단 주관위탁연구기관 : 숙명여자대학교 산학협력단 제1협동연구기관 : 건국대학교 산학협력단 제2협동연구기관 : (주)미래생명자원			연구책임자	주관연구책임자 : 박 성 희 주관위탁연구책임자 : 윤 요 한 제1협동연구책임자 : 김 법 균 제2협동연구책임자 : 한 종 권
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020. 04. 29 ~ 2021. 04. 28	153,000	51,000	204,000
	계		153,000	51,000	204,000
참여기업	(주)미래생명자원				
상대국				상대국연구개발기관	

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.06.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
서울과학기술대학교 산학협력단	부교수	박 성 희

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.

확 약	
-----	--

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 1]

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 우수
 - 본 연구를 통하여 초고압 처리 및 방사선 조사(감마선 및 전자선)가 분쇄 계육 원료 사료내 위해 미생물에 대한 비열 살균 효과를 입증하였으며 초고압 처리의 경우 생고기 원료 사료 고유의 향미 및 관능적 품질을 유지할 수 있음을 확인하여 당초 계획하였던 비열 살균을 통한 프리미엄 반려동물 사료의 생산에 적용할 수 있는 우수한 연구결과를 도출 함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 우수
 - 본 연구에서 프리미엄 비열처리 반려동물 사료의 생산에 실질적으로 적용가능할 것으로 판단된 초고압 처리 기술은 반려동물 다양한 반려 사료 제품 및 프리미엄 반려동물 간식의 개발에도 활용 가능하여 파급 효과가 우수할 것으로 기대됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 우수
 - 본 연구에서 가장 실용성 있는 것으로 판단된 초고압 비열 살균 기술은 특허 출원을 완료하여 참여기업인 (주)미래생명자원에 기술 이전을 추진 중이며 위해 미생물의 특성에 따른 초고압 살균 조건과 품질지표에 관한 기술지도를 지속적으로 제공 예정이며 실질적으로 산업적 활용이 가능함

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 우수
 - 본 연구의 수행기간 동안 다양한 물리적(초고압처리, 감마선 조사, 전자선 조사, UV LED 처리) 및 화학적 비열처리(차아염소산수, 유기산 처리) 공정에 의한 위해 미생물의 살균효과를 검증하였으며 비열 처리 후 원료 사료의 품질지표, 소화흡수율, 영양성분에 관한 심도있는 분석을 진행하여 성실하게 연구를 수행하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 우수

- 본 연구를 통하여 공개 발표는 연구 개발성과는 논문 2편(SCIE 1편, 비SCI 1편), 지적소유권 2건 출원, 학술발표 2회, 시제품 제작 2건, 인력양성 1명, 정책건의 1건을 달성하여 95점의 정량성과를 달성하였으며 추가적으로 종료 1차년도 성과가 발생될 예정임

[별첨 1]

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허출원	0	100	당초 목표 특허출원 1건 대비 특허출원 2건을 완료함
기술이전	0	0	당초 목표 기술이전 1건과 관련하여 기술이전을 추진 중이며 종료 1차년도 내에 달성 완료할 것으로 예상함
제품화	60	100	당초 목표 시제품 출시 1건 대비 시제품 출시 2건을 완료함
매출액	0	0	당초 목표 매출액과 관련하여서는 정책활용 후 초고압 비열 처리 사료의 시판이 가능하면 달성 완료할 것으로 예상함
논문(SCIE)	0	50	당초 목표 SCIE 논문 2편 출간과 관련하여 1편을 출간 완료하였고 종료 1차년도 내에 1편을 추가적으로 출간할 것으로 예상함
논문(비SCI)	0	100	당초 목표 비 SCI 논문 1편 출간과 관련하여 1편을 출간 완료함
학술발표	5	67	당초 목표 학술발표 3건과 관련하여 2건 발표 완료하였고 종료 1차년도 내에 1건을 추가적으로 발표 할 것으로 예상함
인력양성	5	33	당초 목표 인력양성 3명과 관련하여 1명을 양성하였고 종료 1차년도 내에 1명을 추가적으로 양성 할 것으로 예상됨
정책활용	30	100	당초 정책활용 1건 대비 정책활용 1건을 완료함
합계	100점		목표 성과 비중 및 달성도로 계산하여 정량평가 95점 달성

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구를 통하여 다양한 물리적(초고압처리, 감마선 조사, 전자선 조사, UV LED 처리) 및 화학적 비열처리(차아염소산수, 유기산 처리) 공정에 의한 위해 미생물의 살균효과를 검증하였음
- 이 중 초고압 처리 및 방사선 조사(감마선 및 전자선)가 분쇄 계육 원료 사료내 위해 미생물에 대한 살균 효용성을 보여 주었고 초고압 처리의 경우 생고기 원료 사료 고유의 향미 및 관능적 품질을 유지할 수 있음을 확인하여 당초 계획하였던 비열 살균을 통한 프리미엄 반려 동물 사료의 생산에 적용할 수 있음을 보여 주었음
- 초고압 처리의 경우 참여기업인 (주) 미래생명자원에 특허 출원 완료 후 기술이전을 진행 중이며 연구의 결과가 실제 산업적으로 활용될 수 있도록 하여 당초 목표였던 비가열처리 프리미엄 반려 동물의 생산이 가능하게 하였음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 연구를 통하여 초고압 비열처리를 통한 원료 사료의 생물학적 안전성 확보가 가능함을 확인하였고 초고압 처리 원료 사료의 우수한 품질지표, 소화흡수율 및 영양성분 보존을 입증하였음
- 현재 참여기업 인 (주) 미래생명자원에 초고압 처리를 통한 프리미엄 반려동물 사료 생산에 관한 기술이전을 추진중이며, 이를 통하여 실제 매출이 발생하기 위해서는 ‘초고압 처리를 통한 반려동물 사료 살균 기술’이 사료공정심의위원회의 심사를 통한 실제 판매가 가능하게 되어야 하며 이에 관한 지원이 필요할 것으로 판단됨

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 연구에서 가장 실용성 있는 것으로 판단된 초고압 비열 살균 기술은 특허 출원을 완료하여 참여기업인 (주)미래생명자원에 기술 이전을 추진 중임
- 위해 미생물의 특성에 따른 초고압 살균 조건과 품질지표에 관한 기술 지도를 지속적으로 제공 예정이며 이를 통하여 다양한 프리미엄 반려 동물 사료를 생산할 계획임

[별첨 1]

IV. 보안성 검토

- 해당없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

--

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

--

[별첨 2]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제		분야	
연구과제명	사료용 동물성단백질의 생물학적 안전성 확보를 위한 비열처리 멸·살균 기술 개발연구			
주관연구개발기관	서울과학기술대학교 산학협력단		주관연구책임자	박 성 희
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	153,000	51,000		204,000
연구개발기간	2020.04.29. ~ 2021.04.28.			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
특허출원	당초 목표 특허출원 1건 대비 특허출원 2건을 완료함
기술이전	당초 목표 기술이전 1건과 관련하여 기술이전을 추진 중이며 종료 1차년도 내에 달성 완료할 것으로 예상함
제품화	당초 목표 시제품 출시 1건 대비 시제품 출시 2건을 완료함
매출액	당초 목표 매출액과 관련하여서는 정책활용 후 초고압 비열 처리 사료의 시판이 가능하면 달성 완료할 것으로 예상함
논문(SCIE)	당초 목표 SCIE 논문 2편 출간과 관련하여 1편을 출간 완료하였고 종료 1차년도 내에 1편을 추가적으로 출간할 것으로 예상함
논문(비SCI)	당초 목표 비 SCI 논문 1편 출간과 관련하여 1편을 출간 완료함
학술발표	당초 목표 학술발표 3건과 관련하여 2건 발표 완료하였고 종료 1차년도 내에 1건을 추가적으로 발표할 것으로 예상함
인력양성	당초 목표 인력양성 3명과 관련하여 1명을 양성하였고 종료 1차년도 내에 1명을 추가적으로 양성 할 것으로 예상됨
정책활용	당초 정책활용 1건 대비 정책활용 1건을 완료함

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구 활용영역) (이면)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	0				0		60	0						5	5	30				
최종 목표	1				1		1	125				2	1	3	3	1				
당해 년도	목표	1			1		1	125				2	1	3	3	1				
	실적	1			0		2	0				1	1	2	1	1				
달성률 (%)	100				0		100	0				50	100	67	33	100				

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 2]

(22쪽 중 21쪽)

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	원료 사료의 초고압 처리 비열 살균 기술
②	
③	

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)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v	v	v	
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	‘원료 사료의 초고압 처리 비열 살균 기술’ 기술이전을 통한 실제 산업체 활용 가능 및 정책 활용을 통한 초고압 비열처리 프리미엄 반려 동물 사료의 시판 가능화
②의 기술	
③의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용액) (이전)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T 평 가 이 기	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	
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	0				0	60	0							5	5	30				
최종목표	1				1	1	125					2	1	3	3	1				
연구기간내 달성실적	1				0	2	0					1	1	2	1	1				
연구종료후 성과창출 계획					1		125					1			1					

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 2]

(22쪽 중 22쪽)

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	원료 사료의 초고압 처리 비열 살균 기술 (기술 이전 진행 중)		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	10,000천원
이전방식 ²⁾	<input checked="" type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	1년	실용화예상시기 ³⁾	2022년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

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)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산물안전유통소비기술개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 농축산물안전유통소비기술개발 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.