

119015-3

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

맞춤형혁신식품 및 천연안심소재기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004020-01

고령친화형 식육가공품 개발

2022. 04. 05.

주관연구기관 / (주)청산식품

협동연구기관 / (주)정담

협동연구기관 / (주)삼양사

협동연구기관 / 울산과학대학교

협동연구기관 / 경상국립대학교

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

고령친화형

식육가공품

개발

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

제출문

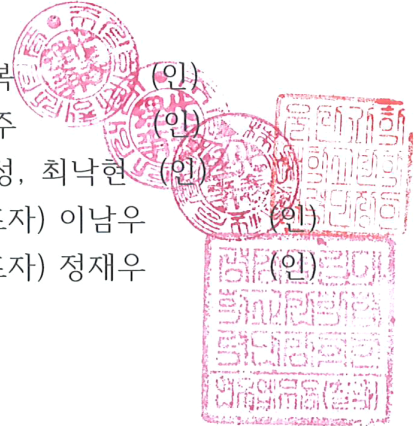
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고령친화형 식육가공품 개발”(개발기간 : 2019. 5. 20. ~ 2021. 12. 31.)
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 4월 5일

주관연구기관명 : (주)청산식품 (대표자) 안희복 (인)
협동연구기관명 : (주)정담 (대표자) 박효주 (인)
협동연구기관명 : (주)삼양사 (대표자) 강호성, 최낙현 (인)
협동연구기관명 : 울산과학기술대학교 산학협력단 (대표자) 이남우 (인)
협동연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단 (대표자) 정재우 (인)



주관연구책임자 : (주)청산식품 안원균
협동연구책임자 : (주)정담 박주효
협동연구책임자 : (주)삼양사 김시영
협동연구책임자 : 울산과학기술대학교 채영철
협동연구책임자 : 경상국립대학교 김현욱

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

최종보고서										보안등급				
										일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]				
중앙행정기관명			사업명			사업명								
전문기관명 (해당 시 작성)						내역사업명 (해당 시 작성)								
공고번호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			연구개발과제번호								
기술분류	국가과학기술 표준분류		LB1804	60%	LB1704	20%	LB0607		20%					
	농림식품과학기술분류		AB0204	60%	PA0103	40%			%					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)			국문											
			영문											
연구개발과제명			국문		고령친화형 식육가공품 개발									
			영문		Development of senior-friendly meat products									
주관연구개발기관			기관명		(주)청산식품		사업자등록번호		125-86-09319					
			주소		(우)17557 경기도 안성시 원곡면 기업단지로 293-4		법인등록번호		134611-0059217					
연구책임자			성명		안원균		직위		이사					
			연락처		직장전화 전자우편		휴대전화		국가연구자번호					
연구개발기간			전체		2019. 05. 20 - 2021. 12. 31(2년 8개월)									
			단계 (해당 시 작성)		1단계		2019. 05. 20 - 2020. 12. 31(1년 8개월)							
			n단계		2021. 01. 01 - 2021. 12. 31(1년 개월)									
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()		합계		연구개발비 외 지원금				
		현금		현금		현금		현금			합계			
총계		537,000		20,600		185,400		557,600		185,400	743,000			
1단계		1년차		140,000		5,800		52,200		145,800		52,200	198,000	
		2년차		187,000		6,800		61,200		193,800		61,200		255,000
2단계		1년차		210,000		8,000		72,000		218,000		72,000		290,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)			기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고 역할 기관유형	
공동연구개발기관			(주)정담		박주호		대표이사						수요 중소기업	
			(주)삼양사		김시영		책임연구원						수요 중견기업	
			울산과학대		채영철		교수						공동 대학	
			경상국립대		김현욱		부교수						공동 대학	
연구개발담당자 실무담당자			성명		안원균		직위		이사					
			연락처		직장전화 전자우편		휴대전화		국가연구자번호					

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

2022년 4월 5일

연구책임자: 안원균 (인)
 주관연구개발기관의 장: (주)청산식품 안희복 (직인)
 공동연구개발기관의 장: (주)정담 박주호 (직인)
 공동연구개발기관의 장: (주)삼양사 김호성, 최낙현 (직인)
 공동연구개발기관의 장: 울산과학대학교 산학협력단 이남우 (직인)
 공동연구개발기관의 장: 경상국립대학교 산학협력단 정재욱 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

사업명				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)				연구개발과제번호			
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB1804	60%	LB1704	20%	LB0607	20%
	농림식품 과학기술분류	AB0204	60%	PA0103	40%		%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명	고령친화형 식육가공품 개발						
전체 연구개발기간	2019. 05. 20 - 2021. 12. 31(2년 8개월)						
총 연구개발비	총 743,000천원 (정부지원연구개발비: 537,000천원, 기관부담연구개발비 : 206,000천원, 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(3) 종료시점 목표(9)		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구는 고령친화식품에 대한 사회적 관심과 수요가 증가함에 따라 우리나라 고령 인구의 원활한 섭식 활동과 고단백 영양소 공급을 위한 식육 연도 제어기술을 개발하고, 이를 적용한 고령친화형 식육가공품을 개발 및 상품화하고자 함. 궁극적으로 고령 인구의 균형 잡힌 영양소 섭취를 통한 국민건강 증진 및 고령친화식품 기반의 우리나라 농·축산·식품산업의 부가가치 창출에 기여하고자 함 				
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적(텀블링 및 고온증기 등) 식육가공품 연도 제어 가공 기술 개발 ○ 근육 단백질 가수분해 기반의 효소적 식육가공품 연도 제어 가공기술 개발 ○ 천연 식초 마리네이션 및 재구성 공법을 이용한 식육가공품 연도 제어 가공기술 개발 ○ 스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 가공기술 개발 ○ 단백질 열유도 상호작용 기반의 고령친화형 친수성 콜로이드 제조 공정 확립 				
	1단계 (해당 시 작성)	목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 텀블링 공정을 활용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발 ○ 고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발 ○ 천연 식초 마리네이션을 이용하여 고령친화 족발의 연도제어 가공기술 개발 ○ 재구성 공법을 활용한 돈족제품 연도 개선 및 고령친화형 제품 상품화 ○ 상용화 단백질 가수분해 효소 처리를 통한 식육 연도제어 가공 기술 개발 ○ 천연 단백질 가수분해 효소를 활용한 식육 연도 제어 가공기술 개발 				

		내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색 ○ 고령친화 단백질 식품의 단백질과 기호도 향상을 위한 농산물 식품소재 개발 ○ 저작 단계별 고령친화형 단백질 친수성 콜로이드 개발 및 공정 확립 ○ 단백질 친수성 콜로이드를 이용한 고령친화형 젤리푸드 개발
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 식육 종류별 부위별 기본 경도 분석 ○ 식육 가공품별 기본 경도 분석 ○ 텀블링 회전속도 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 분석 ○ 고온증기 가열처리 온도별 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도 변화 분석 ○ 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 돈육 및 계육 가공품 개발 및 상품화 ○ 시판 족발의 기본 경도 분석 ○ 천연 식초 마리네이션 조건별 경도 및 이화학적 분석 ○ 재구성 입자의 압착 압력에 따른 돈족제품의 연도 평가 ○ 재구성 가공기술을 활용한 고령친화형 돈족제품 개발 ○ 상용화 단백질 가수분해 효소 처리 조건별 연도 저감 수준 평가 ○ 천연 단백질 가수분해 효소 처리 조건별 연도 저감 수준 평가 ○ 딸기, 호박, 팥 등을 활용한 고령친화형 브라우니 개발 ○ 식육 분말을 활용한 단백질 강화 고령친화형 브라우니 개발 ○ 동·식물성 단백질 혼합 분말에 열처리 조건에 따른 친수성 콜로이드 형성 평가 ○ 동·식물성 단백질 9종에 대한 단백질 종류 및 첨가농도에 따른 친수성 콜로이드 형성에 미치는 영향 평가 ○ 단백질 열유도 상호작용 기반의 고령친화형 친수성 콜로이드 개발 ○ 젤리푸드 제조를 위한 천연색소 소재의 전처리 가공조건 확립 ○ 단백질 친수성 콜로이드 기반의 젤리푸드 가공기술 개발
2단계 (해당 시 작성)		목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발 및 상품화 ○ 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화 ○ 효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화 ○ 스틱형 및 디저트형 고령친화형 단백질 식품 개발 및 상품화 ○ 우리나라 재래 가축 유래 근육 단백질을 활용한 프리미엄 젤리푸드 개발
		내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온증기 가열처리 온도별 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도 변화 분석 ○ 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 가금육, 돈육, 우육가공품 개발 및 상품화 ○ 재구성 돈족제품의 품질특성 평가 및 개선 ○ 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화 ○ 효소적/물리적 조건에 따른 닭가슴살 햄의 연도 저감 수준 평가 및 상품화 ○ 스틱형 및 디저트형 고령친화형 단백질 식품 개발 및 상품화 ○ 흑염소 단백질을 활용한 한국형 프리미엄 젤리푸드 가공기술

○ 정량적 연구개발성과

성과 목표	사업화지표								연구기반지표						
	지식 재산권		기술 실시 (이전)		사업화				학술성과			인력 양성	정책 활용· 홍보	기타 (타연구 활용) (명)	
	특허 출원	특허 등록	건수	기술 료	제품 화	매출 액	고용 창출	투자 유치	논문		학술 발표				
									SCI	비 SCI		논 문 평 관 I F			
단위	건	건	건	백만 원	건	백만 원	명	백만 원	건	건		건	명	건	
가중치	10	10	10		30	30					10				
최종 목표	9	2	1	5	12	235	0	0	2	3	1	7	5	4	0
달성실적	10	2	3	6.6	12	3,765	13	2	2	3	4.35	8	5	8	3
달성률 (%)	100	100	100		100	100						100			

○ 정성적 연구개발성과(핵심 개발 기술명)

핵심 기술명
연도를 개선한 고령친화형 식육가공품의 제조 방법
산성 용액으로 마리네이션된 돈족을 이용한 족발의 제조방법 및 이로부터 제조된 족발
천연 단백질 가수분해 효소를 이용한 가금류 연화육의 제조방법
비타민 브라우니 제조방법, 이에 의해 제조된 비타민 브라우니
단백질 브라우니 제조 방법, 이에 의해 제조된 단백질 브라우니
저작이 용이한 고단백질의 젤리푸드 및 이의 제조방법
천연색소를 포함하는 고단백질의 젤리푸드 및 이의 제조방법
고령자의 영양섭취 개선을 위한 젤리푸드 및 이의 제조방법
고령친화형 육포 및 이의 제조방법

○ 연구개발 결과의 활용방안 및 계획

- 국내 고령층의 기호도를 고려한 한국형 고령친화 식육가공품에 관한 기초자료로 활용
- 국내 고령친화식품 개발을 위한 전문 연구 인력 양성
- 고령친화식품 관련 법/제도 개선을 위한 지표 연구자료 제공
- 물리적 및 효소적 식육가공품 연도 제어 가공기술 플랫폼 구축과 이를 적용한 제품 다양화
- 효소/물리적 조건에 따른 축종별 연도 저감 수준 표준화를 통한 고령친화형 식육가공품 제품 개발 확산
- 고령친화형 식육가공품의 제품 고도화 및 기술이전을 통한 산업화 촉진
- 유용 실험결과의 국내외 학술발표 및 논문 게재를 통한 관련 학문 분야 발전
- 고령친화형 식육가공품의 유용 가치 인식 확산을 위하여 식품산업 및 고령소비자 등을 위한 홍보 자료로 활용
- 우리나라 초고령사회 진입에 대비한 정부의 정책 수립 기초자료로 활용

○ 기대 효과

연구개발성과

연구개발성과
활용계획 및
기대 효과

- 고품질의 고단백 고령친화 식육가공품 판매를 통한 고령층의 식품 소비 만족도 향상 및 영양 불균형 해소
- 우리나라 고령층의 만족도가 우수한 젤리푸드의 조직감 형성을 위한 과학적 지표 자료 확보
- 다양한 한국형 고령친화식품 개발을 통한 국내 식품산업 성장 원동력 마련
- 저작 및 연하가 곤란한 고령층이 고단백 영양식을 쉽게 섭취할 수 있는 제품 상품화
- 식육가공품의 연도 제어 기술을 활용한 타 식품군에의 연도 개선 기술 활용
- 고단백 고령친화형 디저트 개발로 고령친화식품 시장 확대
- 신개념 고단백 식품과 한국형 젤리푸드 판매를 통한 식육가공산업 활성화
- 고령층과 더불어 일반 성인의 개별 기호도를 고려한 식육가공품의 다양화
- 상품화에 따른 신규 매출 발생으로 인한 참여기업의 고용 창출 기대

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
	5	12										
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	고령친화식품		연도		식육가공품		젤리푸드		고단백 식품			
영문핵심어 (5개 이내)	Senior-friendly food		Tenderness		Processed meat product		Jelly food		High-protein foods			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 인구 고령화에 따른 사회적 및 경제적 변화

- 출산을 감소와 평균 기대수명 증가로 우리나라의 인구 고령화가 빠르게 진행되고 있어 오는 2030년이 되면 65세 이상의 고령 인구 비율이 전체인구 중 24.4%에 달하는 초고령사회(super-aged society)로의 진입이 임박한 실정임(그림 1-1)
- 고령 인구 비율의 급격한 증가는 사회 전 분야에 걸쳐 상당한 동시다발적인 변화를 일으키는 “사회적 충격(social shock)”이 발생할 것으로 예상됨
- 한국농촌경제연구원은 2050년대 우리나라 전체 소비 중 50%가 60대 이상의 고령층에 의해 이루어질 것으로 전망하였고, 실제로 우리나라보다 먼저 초고령사회에 진입한 일본의 경우(그림 1-2) 국가 정책적 육성지원 및 기업들의 활발한 투자로 고령 인구를 주 소비 객체로 하는 고령친화산업이 빠르게 성장하고 있음
- 따라서, 우리나라의 초고령사회 진입에 적극적으로 대체하는 동시에 미래 먹거리 산업을 육성하기 위해서는 고령친화산업에 대한 관심과 지원이 필요함

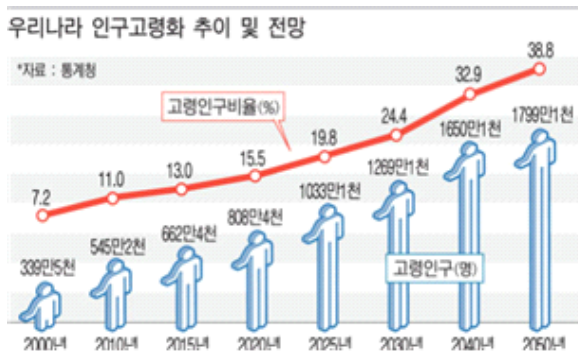


그림 1-1. 우리나라 인구고령화 추이 및 전망 (자료출처: 통계청)

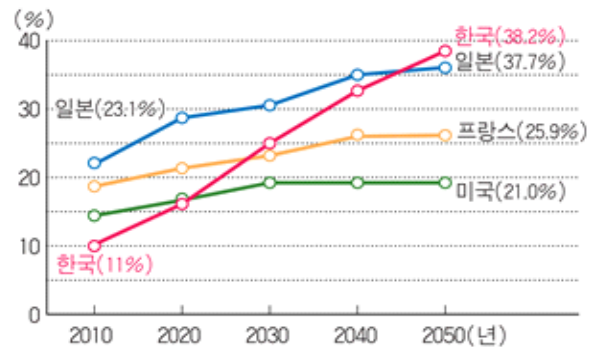


그림 1-2. 국가별 고령 인구 비율 변화 (자료출처: <http://study.zum.com/book/11476>)

2) 고령친화식품산업의 전망과 중요성

- 한국보건산업진흥원은 2011년 고령화 사회를 이끌어 갈 고령 친화 9대 세부산업 분야로 의약품, 의료기기, 식품, 화장품, 용품, 영양, 주거, 여가 및 금융을 선정함
- 2012년 기준 고령친화산업 시장규모는 27조 3천억 원에 달하였고, 연평균 13%대의 높은 성장률을 나타낸 결과 2020년에는 72조원의 시장규모를 형성함(한국보건산업진흥원, 2022)
- 특히 고령친화식품 분야는 고령층이 가장 필요로 하는 제품군으로 조사되었고, 한국농촌경제연구원의 자체 설문조사 결과 고령층의 55%가 향후 고령친화식품을 구매할 의사가 있다고 답하여 고령친화식품산업은 성장 가능성이 매우 크다고 평가됨
- 고령친화식품산업 시장규모는 2012년 6조 4천억 원으로 연평균성장률은 약 13.5%로 지난 2020년에는 시장 규모가 17조 6천억 원에 달하여 우리나라 전체 식품산업 중 약 19.6%를 차지함

3) 고령친화식품의 개념 및 필요성

- 미국 농무부(USDA)에서는 건강한 노후를 위한 관련 요인으로 유전, 식이, 사회적 활동, 운동 및 생산적인 소일거리라고 발표하여, 단순 건강을 넘어 고령자 삶의 전반에 있어 식품의 중요성이 강조되고 있음(그림 1-5)
- 고령층의 주된 신체적 변화는 대사 저하, 미각과 후각을 포함하는 감각 저하, 질병 발생 및 소화

능력 저하 등이 있음(University of Michigan Health System, Older Adult Nutrition, 2015)

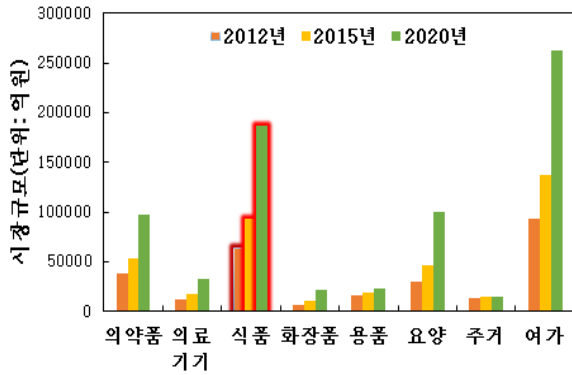


그림 1-3. 고령친화 세부산업별 시장규모 전망 (자료출처: 한국보건산업진흥원)

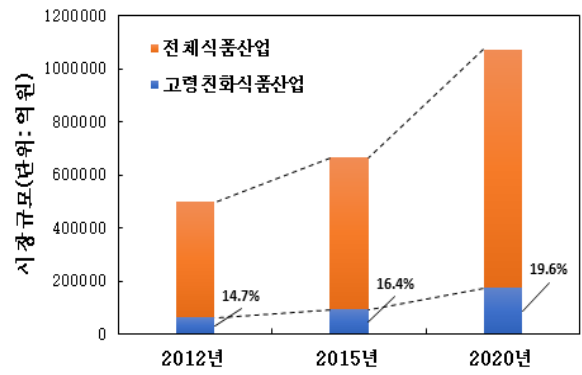


그림 1-4. 고령친화식품산업 시장규모 전망 (자료출처: 한국보건산업진흥원)

- 위와 같은 복합적 요인에 따른 체중 저하는 고령층에서 가장 유의해야 할 건강상의 적신호로 알려져 있으며, 특히 단기간 내 예기치 않은 체중 감소는 입맛의 변화, 식욕 감소, 구강과 치아 건강 문제, 이동의 문제 및 사회적 활동 감소 등이 원인으로 알려져 있음

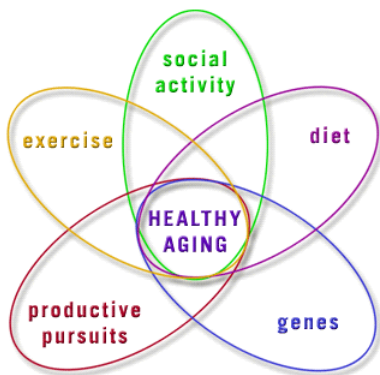


그림 1-5. 건강한 노후를 위한 관련 요인 (자료출처: Permission from Klurfeld D. USDA ARS. Presented at the 67th Annual Scientific Meeting of The Gerontological Society of America, Washington, DC; November 5, 2014.)



그림 1-6. 일본의 젤리형 고령친화식 (자료출처: The New York Times)

- 고령층에서 발생하는 구강 및 치아 건강 문제는 저작 문제, 연하 곤란 및 소화 장애와 직접적 연관이 있으며, 이는 결과적으로 식사량 감소에 따른 영양 섭취 불균형을 일으킴
- 고령층의 체중 감소를 개선하기 위해서는 단백질이 풍부한 영양가 높은 식단의 섭취가 필요하며, 소량을 자주 섭취하는 식사법과 함께 영양성분과 열량의 밀도가 높은 식품을 섭취함이 바람직하다고 알려짐
- 충분한 양의 단백질 섭취는 고령층의 근감소증(sarcopenia)과 골다공증(osteoporosis)을 예방 및 지연하는 데 필수적이므로 많은 연구에서 고령층의 충분한 단백질 섭취를 권장하고 있음
- 실제로 고령층이 일반 성인과 유사한 정도의 근육 단백질 합성 능력을 갖추기 위해서는 1일 약 10-15 g의 필수아미노산을 더 섭취하여야 한다고 보고되어, 단백질 섭취량을 늘릴 수 있는 고령친화형 단백질 식품개발이 필수적으로 요구되고 있음(Mak, T. N and Caldeira, S., 2014, The Role of Nutrition in Active and Healthy Ageing, JRC Science and Policy Reports in European Commission)

- 최근의 연구에 따르면 65세 이상의 고령층은 1일 체중 kg 당 약 1.0-1.2 g의 단백질 섭취(예, 70 kg 기준 70-84 g)가 필요한 것으로 보고됨(Bauer et al., J. Am. Med. Dir. Assoc., 2013, 14, 542-559)
- 뉴질랜드의 경우 51-70세 고령층은 1일 체중 kg 당 0.75 g(1일 권장 섭취량, 46 g) 및 70세 이상의 경우 1일 체중 kg 당 0.94 g(1일 권장 섭취량, 57 g)의 단백질 섭취가 필요하다고 권고함 (Ministry of Health. 2013. Food and Nutrition Guidelines for Healthy Older People: A background paper. Wellington: Ministry of Health)
- 그러나 우리나라 고령층의 경우 채식 위주의 식이 섭취와 더불어 식사량 감소 때문에 단백질 섭취량이 크게 부족한 것으로 알려져 있음
- 고령친화형 고밀도 영양식품에는 다른 식품과 비교하여 높은 함량의 비타민(비타민D 및 비타민K)과 미네랄 조성(칼슘, 마그네슘 및 칼륨 등)이 필요하며, 이는 고령층에서 발생 빈도가 높은 골다공증성 골절을 개선하는데 효과가 크다고 알려져 있음
- 따라서, 고령층의 육체적 및 정신적 건강과 함께 장수를 위한 고령친화식품은 초고령사회에서 필수적인 식품 개발군으로 인식되고 있으며, 영양 가치 측면에서 양질의 단백질을 기반으로 필수 지방산, 비타민 및 미네랄을 원활하게 공급해 줄 수 있는 고령친화형 단백질 식품의 개발이 필요함
- 일본의 경우 연도 조절을 통해 고령층의 섭식 제한(저작, 연하 및 소화)을 해결할 수 있는 다양한 형태의 연하식(그림 1-6)이 개발 및 시판되고 있으며, 나아가 일본 고령층의 입맛까지 고려하여 영양, 섭식 및 관능적 기호도 모두를 충족시킬 수 있는 고령친화식이 시판되고 있음
- 반면 현재 시판 중인 국내 고령친화식품은 영양적인 면을 강조한 유동식 형태 혹은 기존 반찬류의 연도 개선을 통한 단순 가정간편식 형태가 주를 이루고 있어, 국내 고령층의 소비를 유도할 수 있는 다양한 형태의 고령친화식품 개발이 필요한 실정임

4) 우리나라 고령친화식품 개발 방향

- 고령친화식품의 제품 특성에 대한 고령층 소비자 수요 조사한 결과(65세 이상 고령층 1,200명 대상), ‘먹기 좋고 영양이 풍부한 식품(34.%)’, ‘영양이 골고루 갖춰진 식품(20.6%)’, ‘소화가 잘되는 식품(19.9%)’, ‘저작 및 연하가 쉬운 식품(12.1%)’ 순으로 조사되어 고령친화식품 개발에 있어 가장 고려되어야 할 부분은 ‘영양적 가치’와 ‘저작·연하·소화를 포함한 섭취 용이성’이라고 조사됨
- 그러나 단순한 ‘부드러움’ 및 ‘연화’ 등의 개념을 이용한 고령친화식품의 개발은 제품 소비대상을 고령층으로 국한하고, 오히려 특수목적식품으로 오인되어 고령층의 소비를 제한하는 문제점이 발생할 수 있음
- 일본의 경우 고령자 전용 식품이라는 부정적 및 제한적 인식을 개선하기 위해 유니버설디자인푸드(Universal Design Food, UDF)로 고령친화식품을 명명하여 전 계층의 소비자들이 개인적 기호도에 맞춰 연도조절식품을 구매하도록 유도함(그림 1-7과 1-8)

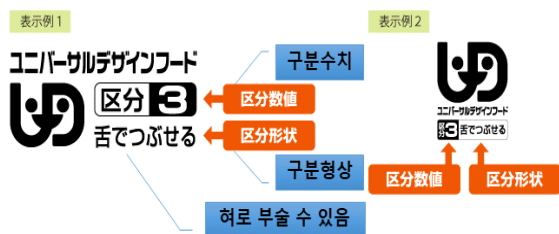


그림 1-7. 유니버설디자인푸드 표기 예시안

구 분	※1 容易にかめる	※2 細くでつぶせる	※3 舌でつぶせる	※4 かまなくてよい
かむ力の目安	かたいものや大きいものは やり食べづらい	かたいものや大きいものは 食べづらい	細かくてやわらかければ 食べやすい	固形物は小さくても 食べやすい
飲み込み力の目安	普通に飲み込める	飲み込みづらいことがある	飲み込みづらいことがある	飲み込みづらい
かたさの目安	ごはん ごはんーやわらかごはん	やわらかごはんー金がゆ	金がゆ	ペーストがゆ
	さかな 煮き魚	煮魚	魚のほくし煮(とろみあんかけ)	白身魚のうらごし
	たまご 厚焼き卵	だし巻卵	スクランブルエッグ	やわらかいわんげ(具なし)
調理例 (肉じゃが)				
物性規格	かたさ上限界 N/m ² 5×10 ⁴	5×10 ⁴	ゾル: 1×10 ⁴ ゲル: 2×10 ⁴	ゾル: 3×10 ⁴ ゲル: 5×10 ⁴
	粘着下限界 mPa·s		ゾル: 1500	ゾル: 1500

그림 1-8. 유니버설디자인푸드 경도 단계별 구분

- UDF는 씹힘성 기준 단단하거나 큰 것은 조금 먹기 힘들(1단계), 단단하거나 큰 것은 먹기 힘들(2단계), 부드러운게 아니면 먹기 힘들(3단계), 고형물은 작아도 먹기 힘들(4단계)으로 구분하며, 삼키는 힘 기준 평범하게 삼킴(1단계), 종류에 따라 삼키기 힘들 수 있음(2단계), 물이나 차도 삼키기 힘들 때가 있음(3단계) 및 물이나 차도 삼키기 힘들(4단계)으로 구분함
- 즉, 한국형 고령친화식품 개발에 있어 기존 제품의 연도를 단순 개선하기보다는 치아 및 구강 건강 상태에 따른 저작 단계별 맞춤형 식품의 개발이 필요함
- 우리나라의 경우 한국산업표준에서 고령친화식품의 품질기준을 제품의 경도 및 점도에 따라 저작 수준에 따라 3단계로 구분하고 있음(표 1-1)
- 따라서, 우리나라에서도 기존의 식품을 고령층의 구강 및 치아 건강 상태에 따라 선택적으로 소비할 수 있는 물성 제어 가공기술의 개발 및 고령친화식품의 다양화가 필요함

표 1-1. 한국산업표준(KS) 설정에 의한 고령친화식품의 품질기준

구분	기준		
성상	고유의 색택과 향미를 가지고 이미 및 이취가 없어야 한다.		
단계	1단계	2단계	3단계
	치아섭취	잇몸섭취	혀로 섭취
경도 (N/m ²)	500,000~50,000	50,000~20,000	20,000 이하
점도 (mPa·s)	-	-	1,500 이상

출처: <https://www.seniorfood.kr/bestPrdIntro>

5) 우리나라 식육가공품 시장 및 소비 특성

- 우리나라의 식육 소비 형태는 구이문화가 주를 이루고 있어 1인당 연간 식육 소비량 중 식육 가공품이 차지하는 비율은 다른 선진국에 비해 다소 실정이지만, 최근 1인 가구 증가, 캠핑 등 야외 활동 증가 및 간편식의 보편화 등으로 햄, 소시지류를 중심으로 한 소비량 증가가 나타나고 있음 (2018 가공식품 세분시장 현황(햄/소시지류), 농림축산식품부, 발간등록번호 11-1543000-002430-01)
- 2017년 판매액 기준, 소시지가 5,577억 원 그리고 햄이 9,530억 원의 시장규모를 형성함
- 최근의 우리나라 식육가공품 소비 트렌드는 안전성(위생, 합성첨가물 무첨가 등), 식감(섭식 시 조직감) 및 편의성(조리 및 가열 용이성) 모두를 고려한 제품이 주를 이루고 있으며, 해당 제품의 구매 및 소비가 꾸준하게 증가하고 있음
- 그러나 식육가공품의 제품별 특성이 다양화되고 있음에도 불구하고 우리나라 65세 이상 고령층의 식육가공품 소비량은 매우 낮은 것으로 조사되어 30-49세 성인 대비 65세 이상 남성의 경우 29%(햄류 기준)와 17.2%(소시지 기준) 및 여성의 경우 11.7%(햄류 기준)와 13.0%(소시지 기준)를 소비한다고 조사됨(그림 1-9)
- 외국의 경우 식육가공품은 고령층을 비롯한 전 연령층에서 양질의 고단백질을 포함하는 식육을 기호성에 맞춰 보다 간편하고 다양하게 섭취할 수 있는 식품으로 여겨지고 있는 점에 비춰볼 때 우리나라에서도 고령층의 고단백 영양 섭취를 위한 소비계층 맞춤형 식육가공품 개발 및 상품화가 필요함
- 더욱이 식육 가공산업에서 부정적 인식을 주는 상당수의 식품첨가물을 무첨가 혹은 천연 소재를 활용한 대체 가공기술들이 개발되었다는 점에서 현재까지 개발된 여러 유용기술을 접목하여 고령층의 요구를 만족하게 할 고령친화형 식육가공품의 개발 및 상품화는 사업화의 타당성과 함께 상당한 기술적 및 시장적 가치를 지닌다고 판단됨

6) 연구개발 대상의 국내·외 현황

(1) 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

- 현대 그린푸드는 기압과 진공상태를 활용해 포화증기 조리 방식(그림 1-10)으로 생선 및 스테이크 연화식 제조기술을 개발하고, 전문 제조시설을 갖추 (매일경제, 2017.10.19. 현대 그린푸드 국내 최초 '연화식' 개발...건강전문식 사업 본격화)
- 아워홈은 효소를 감압방식으로 식품에 침투시켜 연화하는 기술을 적용하여 가정간편식(HMR) 제품을 개발함
- 레오스푸드는 급속동결(속도: $-2.0^{\circ}\text{C}\sim-3.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$) 이후 식품을 해동시켜 감압하에서 효소를 침투시키는 방법으로 식품의 경도를 저하하는 기술을 개발함



그림 1-10. 포화증기 조리기

- 식품의 기준 및 규격에서 고령친화식품은 제품 100 g 당 단백질, 비타민 A, C, D, 리보플라빈, 나이아신, 칼슘, 칼륨, 식이섬유 중 3개 이상의 영양성분을 한국인 영양섭취기준(권장섭취량 또는 충분섭취량)의 10% 이상이 되도록 원료 식품을 조합하거나 영양성분을 첨가하여야 한다고 규정하였으며, 시판되는 제품 대부분이 미네랄 성분으로 기준을 충족시키는 실정임
- 가공기술 측면에서 영양 강화 혹은 영양소 파괴 최소화 기술이 주를 이루지만, 소비자의 관능적 욕구를 충족시키기 위한 관능 관련 기술 개발이 더딘 것으로 나타났음(고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안, 한국농촌 경제 연구원, 발간등록번호 979-11-6149-077-993520)

나. 시장현황

- 현재 고령친화식품으로 판매되는 제품의 형태(그림 1-11)는 유동식, 분말식, 점도증진제, 젤리식, 영양죽, 연화식으로 나뉘어 있으며, 주로 환자식 또는 치료식에 기초하여 단순히 섭취 편의성 혹은 영양보충을 고려한 제품이 주를 이루고 있음(고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안, 한국농촌 경제 연구원, 발간등록번호 979-11-6149-077-993520)



<유동식>



<분말식>



<점도증진제>



<젤리식>



<영양죽>



<연화식>

그림 1-11. 현재 국내에서 시판중인 고령친화식품 제품군

- 2015년 국내 식품 산업 규모는 52조 63억 원 중 고령친화식품이 차지하는 비중은 1.5% 수준으로 볼 수 있음
- 고령친화식품 시장규모(추정)는 2011년 5,104억 원에서 2015년 7,903억 원으로 5년간 약 54.8% 증가하였으며, 현재 1조 원을 넘는 것으로 추정됨(그림 1-12)
- 한국보건산업진흥원(2015년)에서 ‘고령친화산업 수요현황 분석’을 위해 실시한 설문(중복응답 가능)에서 만 65세 이상 고령자를 위해 필요한 제품으로 ‘노인용식품(70.2%)’, ‘의약품(53.3%)’ 순으로 나타남
- 고령친화식품 시장의 미래 성장 가능성은 크지만, 현재는 시장성 파악, 홍보 판촉 및 유통 판매 등의 어려움으로 시장 활성화가 정체된 상태라고 응답하는 기업이 77.5%이며, 활성화되었다고 응답한 기업은 전무한 실정임(고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안, 한국농촌 경제 연구원, 발간등록번호 979-11-6149-077-993520)

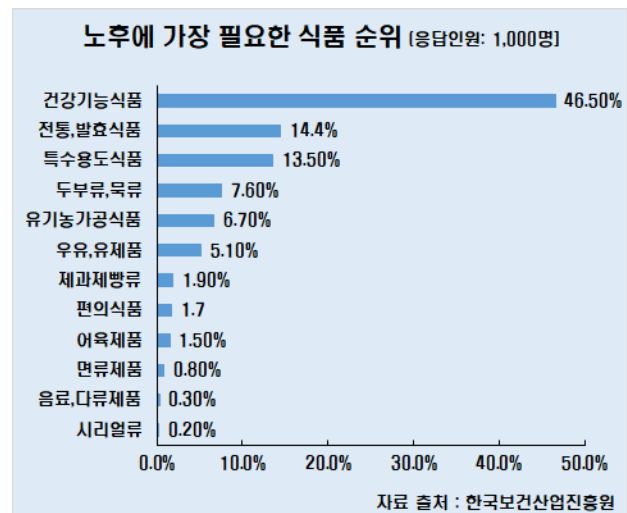
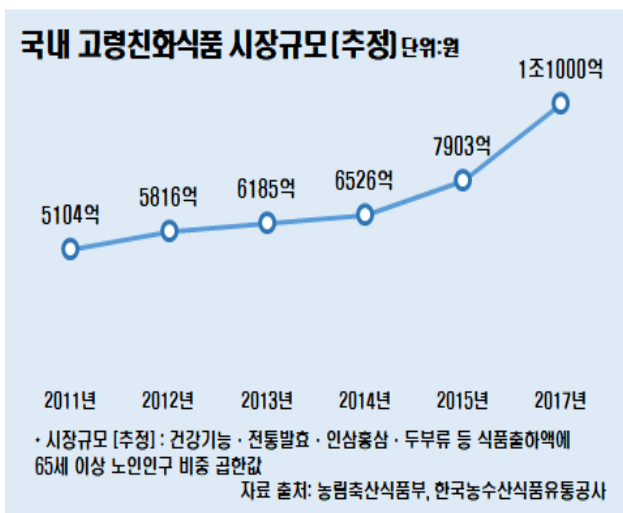


그림 1-12. 국내 고령친화식품 시장규모의 성장 그림 1-13. 노후에 가장 필요한 식품 순위

- 현재, 국내 고령친화식품은 환자식 중심으로 형성(B2B)되어 식품기업과 제약회사가 시장에 진출한 상태이며, 최근에는 가정간편식(HMR)을 기반으로 다양한 제품이 개발되고 있으나 고령친화식품으로 별도 명기된 품목은 미비한 실정임
- 소비주체로서 고령층의 역할은 증가하는 추세이며, 이들은 고령친화식품에 가장 필요한 요건으로 ‘필요 영양 성분 함유(48.8%)’, ‘소화성(26.5%)’, ‘부드러움(20.3%)’, ‘전통적으로 섭취해온 식품(4.2%)’을 꼽음(그림 1-13)

다. 경쟁기관현황

- 현재, 국내에 출시된 고령친화식품은 자체 연구체계를 확보한 중견기업 이상에서 주를 이루고 있어(그림 1-14), 연구 장비 및 인력이 부족한 일반 중소형 식육가공업체에서 고령친화식품의 개발은 상당히 제한적인 실정임
- CJ 제일제당은 고령친화식품을 ‘건강상의 이유로 맞춤형 식품이 필요한 사람들을 위한 차세대 가정간편식’으로 정의하고, ‘부드러운 불고기덮밥’, ‘구수한 강된장비빔밥’ 등 덮밥·비빔밥 소스류 5종을 개발하고 추가 9종을 개발함(농민신문, 대형 식품기업들 “고령친화식품시장 잡아라”)
- 아워홈은 ‘효소 활용 연화기술’로 육류, 떡, 견과류의 물성을 조절하여 ‘부드러운 간장소스 우불고기’, ‘부드러운 사태찜’ 등 연하식 양념육 4종을 출시함
- 현대 그린푸드는 국내 최초로 연화식 브랜드인 ‘그리팅 소프트’로 ‘더 부드러운 소갈비찜’, ‘뼈

까지 먹는 고등어 조림’, ‘씹기 편한 메주콩 조림’ 등 병원 환자식 제품으로 시작하여 가정간편식 제품을 출시함

- 푸드머스와 롱라이프그린케어는 ‘고령자 식생활 개선 및 급식 서비스 표준화’를 위한 업무협약을 체결하고, 고령자를 위한 표준화 급식 서비스를 구축할 예정임
- 대상웰라이프는 유동식 및 특수의료용 환자식 기반 사업을 확장하여 고령친화식품으로 점도 증진 식품 및 혈당 조절 제품을 출시함

기업명	기존 사업	진출 분야	대표제품	제품 형태
CJ 제일제당	종합식품	‘원밀(One Meal)’형 덮밥과 비빔밥 종류를 활용한 환자식	돼지불고기 덮밥소스, 닭가슴살 찜닭소스, 마파두부 덮밥소스 등	
현대 그린푸드	급식	포화증기 조리기술을 이용한 연화식품 활용 노인식·환자식	‘더 부드러운 소갈비찜’, ‘뼈까지 먹는 고등어 조림’, ‘씹기 편한 메주콩 조림’ 등	
아워홈	급식	감압처리를 이용한 식품내 효소 침투 기술을 이용한 연화식품 활용 노인식·환자식	‘부드러운 간장소스 우불고기’, ‘부드러운 사태찜’ 등	
풀무원 푸드머스	식자재 유통	급식 서비스 표준화	‘꽉 채움 한끼 죽’, ‘더 부드러운 멸치’, ‘더 부드러운 데친 뿌리채소’ 등	
대상웰라이프	건강기능식품	특수의료용 영양보충 환자식	‘뉴에어’ ‘뉴케어 토로미 퍼펙트’ 등	

그림 1-14. 현재 국내에서 시판 중인 고령친화식품

라. 지식재산권현황

- 전 세계적으로 건강기능·고령친화식품의 특허 11,296건 중 출원 규모는 한국이 6,292건(56%)로 가장 높은 점유율을 나타내며, 미국 1,794건(16%), 일본 1,794건(16%) 순임(중기이코노미, 2017. 03. 06. ‘특허 많은 고령친화식품, 다품종 소량 中 企 유리’)(그림 1-15)
- 아워홈은 2017년에 효소 및 감압 처리를 이용한 육류, 떡류, 견과류의 물성 감소 기술 3건을 특허 출원함
- 현대 그린푸드는 포화증기 가열을 이용하여 제조한 부드러운 생선 등 연화식 제조기술 2종에 대한 특허를 출원함

고령친화식품 세계특허 및 국내특허 동향

자료:중소기업 전략기술로드맵2016~2018

[세계특허 동향]

[국내특허 동향]

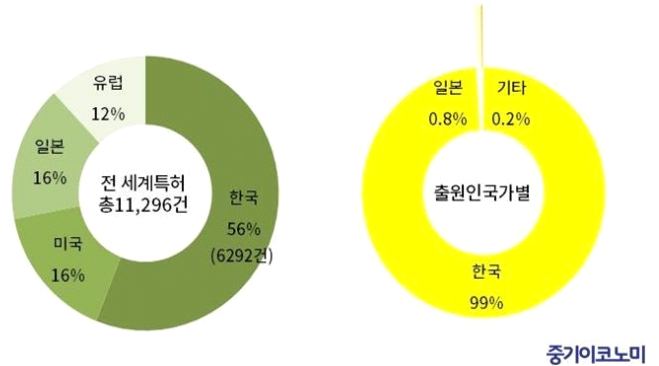


그림 1-15. 고령친화식품 세계 특허 및 국내특허 출원인 동향

마. 표준화현황

- 식품의약품안전처는 식품의 기준 및 규격에서 고령친화식품을 고령자의 식품 섭취나 소화 등을 돕기 위해 식품의 물성을 조절하거나, 소화에 용이한 성분이나 형태가 되도록 처리하거나, 영양 성분을 조정하여 제조·가공한 식품으로 규정함
- 한국산업표준(KS)에서 치아 부실, 소화기능 저하 등을 겪는 고령자의 신체적 특성을 감안하고 기호에 적합한 맛과 영양을 고려하여 고령자가 먹기 편하게 가공한 고령친화식품에 대하여 품질 기준 및 측정 방법을 규정함(표 1-1)
- 다양한 경도의 재료가 혼합되어 있을 경우에는 가장 경도가 높은 재료를 기준으로 함
 - 위생 요구 사항은 「식품위생법」에 적합해야 함

(2) 국외 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

- 일본의 히로시마 현에서는 효소와 감압기술을 이용하여 손가락으로 눌러서 부서질 때까지 모양을 유지하는 부드러운 식감의 새우를 개발함. 제품은 노인 환자들에게 시각적 즐거움을 제공함. 감압은 세포 사이 공간의 공기를 제거하고 제거된 자리에 효소 처리된 대체식품이 자리하게 됨(그림 1-16)
- 아사히 화성 파마社에서는 점도를 조정한 유동식을 개발하여 판매하고 있음
- 아사히미츠식품社는 푸딩 형태의 제품을 개발하여 저작이 어려운 고령자들을 위한 식품을 판매함
- 이에누 오오츠카 제약社에서는 점도를 조절하는 기술을 적용한 섭식 회복 지원용 식품을 개발함
- 오오츠카 제약 공장에서는 의료기관에 판매하는 용으로 개호식품을 개발하여 판매함
- 와코도社에서는 점도를 증진하는 기술을 이용하여 개호식을 개발함
- 구라나코社에서는 분말 건조기술을 이용하여 고흡화 보조 분말을 개발하였고, 또한 저작 기능이 약화된 고령자를 위한 푸딩을 개발하여 판매함
- 하우스식품社는 저작이 곤란한 고령자를 위한 부드러운 푸딩 제품을 개발함

- 아지노모토社は 종합식품 기업으로서 스프, 푸딩, 케익, 유동식, 젤리 등 식사 대용뿐만 아니라 디저트류도 개발, 판매하고 있음
- 유럽연합에서는 염증성 장질환 특수의료용도 식품, 암환자용 특수의료용도 식품, 유아용 소화 증진 특수목적분유 등이 개발되어 시판되고 있으며, 각 목적에 따른 기재를 의무화하고 있음
- 미국의 Fortimel社は 점도를 조절하는 기술을 적용하여 저작 기능이 약화된 고령자를 위한 푸딩과 영양보충 음료를 개발하여 판매하고 있음
- Clinutren社は 네슬레에서 제조하는 고령자용 식품으로 물성 제어기술을 통한 영양보충 음료와 푸딩, 고형제를 개발하여 판매함

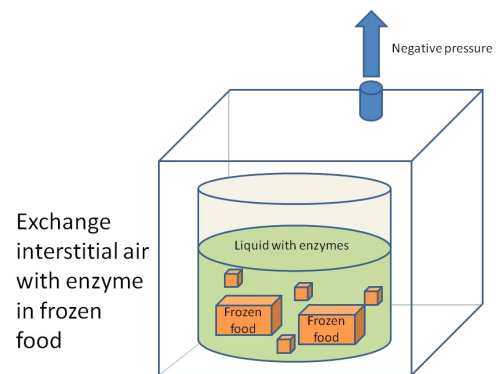


그림 1-16. 쉽게 부서지는 새우(좌)와 냉동 하에서 공기 대체를 위한 감압 적용의 도식(우)

나. 일본 시장현황

- 고령자 인구 : 2007년 초고령사회에 돌입 후 2015년 3.4천만 명 기록(약 26.6%)하였으며, 2060년에는 40% 이상으로 추정됨
- 개호식 시장규모 : 2015년 일본의 개호식품(물성 조절) 시장 규모는 가공식품이 전년대비 103.7 %인 991억 엔이며, 조리품이 전년대비 101.6 %인 4.9천억 엔 시장규모임. 특히 2000년 개호보험제도 도입 후 관련 개호식품산업이 급격히 성장함
- 최근 일본 시장에서 연하 장애자를 위한 소프트 무스식, 일상 식사로서 영양 섭취가 부족한 고령자를 위한 영양 보충형 식품 그리고 집에서 간단히 조리해서 먹을 수 있는 고령친화식품이 인기를 끌고 있음

다. EU 시장현황

- 소화 과정이나 대사 과정에 문제가 있거나 특수한 생리학적 상태에 있어 식품의 일부 성분의 섭취 관리를 받을 수 있는 사람을 대상으로 한 특수영양용도 식품 형태로 시장이 형성되어 있음
- 고령친화식품의 분류 : 유아용 식품, 다이어트식, 의료식, 스포츠식, 당뇨병환자식 등으로 구분되며, 법으로 “특수 의료 목적을 위한 식품” 또는 “질병 혹은 장애에 대한 식사 관리를 위함”이라고 하는 기재를 의무화하고 있음(그림 1-17)
- 스웨덴 : 1982년 사회서비스법에 근거하여 재택서비스에서부터 시설 서비스까지 노인의 지역 생활에 중점을 둔 고령친화산업이 발달
- 영국 : 1948년부터 국민보건서비스법 (National Health Service Act)에 따라 노인 방문간호, 건강 방문, 홈헬퍼서비스, 급식서비스 등이 제공되고 있으며 1980년에는 홈케어서비스가 추가됨



그림 1-17. EU 고령친화식품 사례

라. 미국 시장현황

- 65세 이상 인구가 2014년 4,625만 명에서 2060년 9,816만 명에 이를 것으로 전망되며, 1965년 미국고령자법(Older Americans Act)에 의해 60세 이상 노인에게 자립생활 지원을 위한 재택서비스를 제공하기 시작
- 특수용도식품(Food for Special Dietary Uses) : 질환과 회복기, 임신, 수유, 음식에 대한 알레르기 과민반응, 저체중·과체중 등의 육체적, 생리적, 병리학적 혹은 기타 조건을 이유로 필요한 특별한 식이를 공급하기 위함과 연령을 고려한 특별한 식이를 공급하기 위한 식품이라 정의되고 있음
- 고령자를 위한 저작용이, 연하용이, 영양보충 식품이 시판되고 있으며 힐 헤븐(Hill Heaven), 비버리 엔터프라이즈(Beverly Enterprises)등의 실버산업 전문 업체가 대기업으로 성장함

마. 지식재산권현황

- 건강기능·고령친화식품의 해외특허 주요 출원인의 출원 현황을 살펴보면, 전체적으로 미국 특허의 비중이 높고 미국 국적의 출원인의 활동이 두드러지는 것으로 분석
- 미국의 경우 외국 국적 출원인에 의한 출원이 활발하여 스위스 국적의 NESTEC SA(CH)가 최상위 출원인으로 나타났고, 일본 또한 네스텍 ソシエテ アノニム(CH)가 최상위 출원인이며, 유럽의 경우 NESTEC SA(CH)가 최상위 출원인으로 확인됨(중소기업 기술로드맵 2016-2018 (첨단융합 04 바이오), 중소기업청)

사. 일본 표준화현황

- 7가지 유형으로 분류되는데, 각각의 유형으로는 (1) 개호 예방을 위한 식품 (2) 약한 힘만으로 씹을 수 있는 식품 (3) 잇몸으로도 부술 수 있는 식품 (4) 혀로 으갠 수 있는 식품 (5) 페이스트 상태의 식품 (6) 무스 상태의 식품 (7) 젤리상태의 식품임(그림 1-18)
- 개호식으로 표기하던 것을 2014년에 농림수산성에서 ‘스마일케어식(Smile care foods)’으로 명칭을 변경함(그림 1-19)
- 유니버셜디자인푸드(Universal Design Food, UDF) : 먹기 쉽게 만들어진 식품을 의미하며, 일상적인 식사에서 개호식까지 폭넓게 사용할 수 있는 정의임(그림 1-20)
- 씹거나 마시는 정도에 따라 4가지 유형으로 구분되어 있으며, 점도조절식품 뿐만 아니라 냉동 식품이나 레토르트 같은 즉석조리식품도 포함되어 있음

아. 경쟁기관현황(일본)

기업명	기존 사업	진출 분야	대표제품	제품 형태
뉴트리	질병 단계에 맞는 식품의 제조 및 판매	젤리푸드 기능성 식이섬유 함유 식품	V CRESC 콜라겐함유 젤리	
오츠카제약 주식회사	제약	이소플라본을 활용한 콜라겐, 칼슘 및 유용성분 함유 젤리 식품	EQUELLE Gelee	
아사히 마츠 식품 주식회사	즉석조리식품	공이 가진 건강 기능성과 부드러운 식감을 살린 개호식	오목 콩	
안데르센	제빵	부드럽고 목 넘김이 용이한 식빵	라쿠라쿠 식빵	
일본수산	수산물 가공품	식자재 조직을 유지한 채 세포를 분리하는 특허기술을 사용	생선 가공식품 (혀로 으갠 수 있음)	

그림 1-18. 일본의 고령친화식품 사례

분류	마크	형태	씹는힘	삼키는 힘
개호예방을 위한 식품		영양상태를 양호하나 향후 개호 예방을 배려한 식품	문제 없음	문제 없음
약한 힘으로 부술 수 있는 식품		구운 두부 정도의 경도 및 부서지기 쉬운 정도를 가진 식품으로 약한 힘으로도 소화 가능한 형태로 부술 수 있음	다소 약함	다소 약함
잇몸으로 부술 수 있는 식품		생두부 정도의 경도 및 부서지기 쉬운 정도를 가진 식품으로 잇몸으로도 소화 가능한 형태로 부술 수 있음	약함	다소 약함
혀로 부술 수 있는 식품		연두부와 같이 원형은 그대로이지만 혀로 쉽게 부수어 소화할 수 있는 식품	매우 약함	약함
반죽 식품		손가락으로 떠먹을 수 있는 것, 입안에서 쉽게 넘길 수 있는 식품	매우 약함	매우 약함
무스 형태의 식품		젤리, 푸딩, 무스형태의 것. 소량을 손가락으로 떠서 소화할 수 있는 식품	매우 약함	매우 약함
젤리 식품		손가락으로 떠먹을 수 있는 얇은 슬라이스 형태의 식품	매우 약함	매우 약함

* 일본의 개호식품 산업 동향, 세계농업 제 197호, 2017.01

구분	구분1	구분2	구분3	구분4	
분류 기준	쉽게 씹을 수 있음 	잇몸으로 부술 수 있음 	혀로 부술 수 있음 	씹지 않아도 됨 	
씹는 힘의 기준	딱딱하거나 큰 것은 약간 먹기 어려움	딱딱하거나 큰 것은 먹기 어려움	잘게 자르거나 부드러우면 먹을 수 있음	고형물은 작게 잘라도 먹기 어려움	
삼키는 힘의 기준	보통 마시는 정도	종류에 따라 마시기 어려운 경우도 있음	물이나 차를 마시기 어려운 경우도 있음	물이나 차를 마시기 어려운 정도	
경도	밥  밥~부드러운 밥	부드러운 밥-미음(죽) 	미음(죽) 	아주 부드러운 미음(죽) 	
	생선 	살은 생선, 조림 	약간 걸쭉하게 삶은 생선 	생선 살코기를 채로 걸러낸 것 	
	달걀 	계란말이 	스크램블 	부드러운 계란찜 	
물성 규격	경도상한치 (N/m²)	5x10 ⁵	5x10 ⁴	1x10 ⁴ (졸 형태) 2x10 ⁴ (겔 형태)	3x10 ³ (졸 형태) 5x10 ³ (겔 형태)
	점도하한치 (mpas)	-	-	1,500(졸 형태)	1,500(졸 형태)
성상 등	-	-	고체는 혀로 씹을 수 있는 부드러운 상태	고체를 포함하지 않는 균질한 상태	
해당 식품					

* JAPAN CARE FOOD CONFERENCE/ 일본간호식품협회/ KMAC 재구성

1) 솟(sol)형태란 액체 또는 고체가 액체 중에 분산하여 유동성을 갖는 상태
겔(gel)형태란 유동성을 잃고 굳어진 상태

그림 1-19. 스마일케어식의 분류 7가지

그림 1-20. 유니버설 디자인푸드 자체 규격

자. 일본 기타현황(택배식 시장 동향)

- 민간사업자의 재택 배식 서비스가 인기를 끌며 안정적 성장세를 이어나가고 있음(그림 1-21)
- 최근에는 환자나 고령자가 재택 치료를 하는 경우도 늘어 시장 규모는 확대될 전망이다
- ‘야노경제연구소’의 의료급식시장 및 재택배식서비스 조사에 의하면 2016년도의 두 서비스를 합친 시장 규모는 전년보다 증가한 2조 2,011억 엔(약 20조 2,353억원)을 기록함
- 일본의 고령자들은 젊은 세대에 비해 금융자산 비율이 높아 향후 한국식품의 구매에 대한 영향력이 향상될 것으로 예상함
- 한국식품을 고령층에 친화적인 건강식품으로 차별화하여 홍보를 강화하고 관련 상품을 지속해서 개발해 나갈 필요성이 있음

메디컬급식·재택배식서비스 시장의분야별 시장규모추이

(단위 : 억 엔)

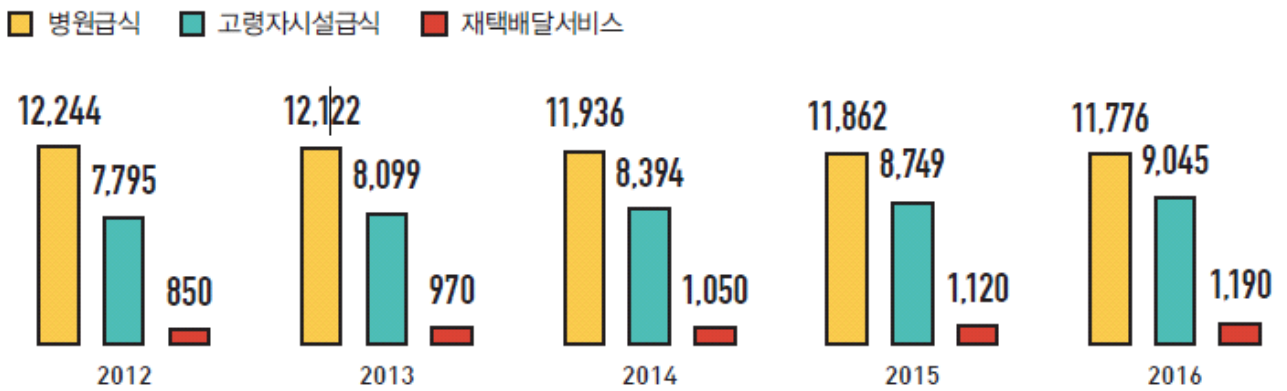


그림 1-21. 일본 고령자 대상 분야별 시장규모 추이(자료출처: 야노경제연구소)

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용
1차년도 (2019)	고령친화형 식육가공품 개발	· 텀블링 공정을 활용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발	· 식육 종류별 부위별 기본 경도 분석
			· 식육 가공품별 기본 경도 분석
			· 텀블링 회전속도 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 분석
	고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈죽제품(죽발)의 상품화	· 천연 식초 마리네이션을 이용하여 고령친화 죽발의 연도제어 가공기술 개발	· (주)정담 시판 죽발의 기본 경도 분석
			· 천연 식초 마리네이션 조건별 경도 및 이화학적 분석
	효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화	· 상용화 단백질 가수분해 효소 탐색 및 가공적성 기초 예비실험	· 문헌조사 · 상용화 단백질 가수분해 효소 탐색 · 실험조건 설정
			· 효소 처리 조건별 연도 저감 수준 평가
			· 효소 종류별 농도별 경도 평가 1차실험 0.05~0.3% 적용 2차실험 0.3~0.7% 적용 3차실험 0.3/0.7% 적용 4차실험 0.7/1.2% 적용
	스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색	· 호박, 고구마, 밤, 대두콩 등 기초소재 발굴 및 기초 예비실험	· 상용화 단백질 가수분해 효소 처리를 통한 식육 연도제어 가공기술 개발
			· 가공 공정 조건 수립 · 외관 유지 효소 적용 한국산업표준 고령친화식품 저작 1-2단계 평가
· 딸기, 호박, 팥, 고구마, 밤 등 다양한 소재 발굴 및 활용을 위한 문헌조사, 타당성 및 실현 가능성 검토			
· 소재에 따른 특성과 물성 평가	· 계절적 수급 요건 등을 감안하여 딸기는 국내산 냉동 딸기, 호박과 팥은 국내산으로 puree를 만들어서 사용하여 기본적인 가열감량(cooking loss), 비중측정(Specific gravity), 배합비 실험(Formula for protein brownie), 관능검사 등 실험		
	· 본 제품은 화학적 결합인 정밀화학제품이 아닌 “소재 결합 식품개발”이라 예비실험에 따른 결과로 상품화할 수 있다고 보여짐		

	고령친화형 젤리푸드 가공기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 단백질 소재 탐색 및 가공적성 기초 예비실험 · 단백질 소재 및 열처리 조건에 따른 친수성 콜로이드의 특성 평가 · 저작 단계별 고령친화형 단백질 친수성 콜로이드 개발 및 공정 확립 	<ul style="list-style-type: none"> · 문헌조사 · 젤라틴 및 동·식물성 단백질 소재 탐색 · 동·식물성 단백질 9종의 단백질 함량 분석 · 동·식물성 단백질 혼합 분말에 열처리 조건에 따른 친수성 콜로이드 형성 평가 · 동·식물성 단백질 9종에 대한 단백질 종류 및 첨가농도에 따른 친수성 콜로이드 형성에 미치는 영향 평가 · 단백질 열유도 상호작용 기반의 고령친화형 친수성 콜로이드 개발
2차년도 (2020)	고령친화형 식육가공품 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발 · 고령친화형 식육가공품 상품화 	<ul style="list-style-type: none"> · 고온증기 가열처리 온도별 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 분석 · 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 돈육 및 계육 가공품 개발 및 상품화
	고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	· 재구성 공법을 활용한 돈족제품 연도 개선 및 고령친화형 제품 상품화	<ul style="list-style-type: none"> · 원물 입자 크기에 따른 재구성 돈족제품의 연도 평가 · 재구성 입자의 압착 압력에 따른 돈족제품의 연도 평가 · 재구성 가공기술을 활용한 고령친화형 돈족제품 개발
	효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화	· 천연 단백질 가수분해 효소를 활용한 식육 연도 제어 가공기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 천연 단백질 가수분해 효소 탐색 및 가공적성 기초 예비실험 · 효소 처리 조건별 연도 저감 수준 평가 · 상용화 단백질 가수분해 효소 처리를 통한 식육 연도제어 가공기술 개발
	스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색	· 고령친화 단백질 식품의 단백질가와 기호도 향상을 위한 농산물 식품소재 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 닭발, 오리발, 다양한 종류의 육포를 이용 고단백 소재개발 탐색 · 기호도와 관능이 우수한 소재 개발 · 배합비, 제조시간 등에 따른 고단백 소재 개발 · 다양한 소재의 이화학적 평가와 기호도 평가

	고령친화형 젤리푸드 가공기술 개발	· 단백질 친수성 콜로이드를 이용한 고령친화형 젤리푸드 개발	· 한국형 젤리푸드 개발을 위한 농·축산물 소재 탐색 · 농·축산물 소재의 전처리 가공조건 확립 · 단백질 친수성 콜로이드 기반의 젤리푸드 가공기술 개발 · 저작 단계별 고령친화 한국형 젤리푸드 개발
3차년도 (2021)	고령친화형 식육가공품 개발	· 고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발 · 고령친화형 식육가공품 상품화	· 고온증기 가열처리 온도별 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 분석 · 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 가금육, 돈육, 우육가공품 개발 및 상품화
	고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	· 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	· 재구성 돈족제품의 품질특성 평가 및 개선 · 제4협동연구기관에서 개발된 젤리푸드의 산업적 생산을 위한 현장 최적화 · 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화
	효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화	· 효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화	· 닭가슴살 햄의 기초 예비실험 및 가공 공정 확립 · 효소적/물리적 조건에 따른 닭가슴살 햄의 연도 저감 수준 평가 · 고령친화형 닭가슴살 햄 개발 및 상품화
	스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색	· 스틱형 및 디저트형 고령친화형 단백질 식품 개발 및 상품화	· 1차, 2차년도 개발 소재를 활용한 스틱형 및 디저트형 시제품 제조 · 시제품의 이화학적 물성과 기호성 평가 · 한국형 프리미엄 스틱/디저트 시제품 제작과 상품화
	고령친화형 젤리푸드 가공기술 개발	· 우리나라 재래 가축 유래 근육 단백질을 활용한 프리미엄 젤리푸드 개발	· 우리나라 재래 가축 유래 단백질 추출공정 확립 · 우리나라 재래 가축 유래 단백질 품질평가 · 한국형 프리미엄 젤리푸드 가공기술 개발 및 상품화

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

가. 주관연구기관((주)청산식품) 주요 연구결과

텀블링 공정을 활용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발

○ 서론

일반 소비자들은 저작이 용이한 부드러운 식감의 식육 및 식육가공품을 선호하며, 특히 저작 장애를 겪는 고령층의 경우 일반제품과 비교하여 더 부드러운 식감의 식육가공품이 필요하다. Kim과 Lee(2016)에 따르면 수도권에 거주하는 65세 이상 고령자를 대상으로 한 설문조사 결과 선호식품은 육류(16.1%), 채소(14.1%) 및 국/탕(14.1%)의 순으로 나타났으나, 실제 섭취하는 식품의 빈도는 국/탕(16.0%), 채소(14.1%) 및 밥류(10.8%)로 조사되었다. 즉, 식육은 선호도에서 가장 높은 순위로 조사되었으나, 실제 섭취 빈도에서는 8.3%로 낮게 나타났고, 육류 섭취 시 느끼는 불편함은 주로 씹음성에 있다고 조사되었다(Kim and Lee, 2016). 따라서, 고령자에게 양질의 단백질을 공급하고 식품 섭취의 심미적 즐거움을 제공하기 위해서는 씹기가 편한 식육가공품의 개발이 필수적인 실정이다.

식육의 연도(meat tenderness)는 풍미 및 다즙성과 함께 식육가공품의 관능적 만족도에 영향을 미치는 주된 요인이다. 일반적으로 연도는 축종, 연령 및 부위 등에 따라 차이가 있으며, 도축 후 사후대사에 의한 생화학적 변화 및 각종 가공 방법에 의한 물리적 변화 그리고 소비자의 조리 방법에 따라 큰 영향을 받는다(Tornberg, 1996). 식육가공품은 원료육 분쇄 및 세절 여부에 따라 분쇄형(재구성) 식육가공품(comminuted meat product)과 서양의 햄과 같이 근육의 형태를 그대로 유지하는 근육형 식육가공품(whole muscle type meat product)으로 구분할 수 있다. 분쇄형 식육가공품의 경우 분쇄 및 세절과 같이 식육 입자 크기를 조절하거나 입자 간 결합 정도를 조절하여 연도의 조절이 용이하지만, 근육형 식육가공품은 연도를 개선할 수 있는 추가적인 가공공정이 필요하다. 특히 우리나라 전통 육제품 중 근육형 식육가공품에 속하는 보쌈, 수육 및 찜 요리의 고령층 선호도가 높다는 점에서 고령층의 섭취에 용이한 근육형 고령친화 식육가공품의 가공기술 개발이 필요하다.

텀블링(meat tumbling)은 근육형 식육가공품의 제조과정 중 염지액의 흡수 및 분산을 촉진하기 위해 보편적으로 실시하는 기계적 공정이다(Kim et al., 2019). 텀블링 실시에 따른 긍정적 효과는 근육 조직의 붕괴 및 염지 촉진에 의한 보수력과 조직감의 개선이다(Boles and Shand, 2002). Pietrasik과 Shand(2004)의 이전 연구결과에 의하면 로스트비프를 제조하면서 텀블링 시간을 각각 0, 2 및 16시간 실시한 경우 최종제품의 전단력이 57.1 N, 51.2 N 및 39.6 N으로 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 텀블링의 효과는 텀블링 조건(시간, 온도, 압력, 회전 속도 및 휴지 시간 등)과 염지액의 조성에 영향을 받는다고 알려져 있다(Kim et al., 2012). 이를 종합한다면 텀블링 공정의 조절을 통하여 근육형 식육가공품의 연도 제어가 가능할 것으로 기대되지만 아직 관련된 가공기술 확립 및 이를 활용한 부드러운 식감의 고령친화형 식육가공품 개발에 관한 연구는 미비한 실정이다. 또한, 국내에서는 고령친화형 식육가공품 뿐만 아니라 일반 전통육제품 제조에서도 서양의 유용 식육 가공기술을 효율적으로 접목하지 못하는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 텀블링 시간, 휴지 시간 및 회전속도를 조절하여 다양한 식육가공품의 연도개선 효과를 평가하고, 이를 기초로 고령친화형 식육가공품 개발을 위한 제품별 텀블링 공정을 확립하는 것이다.

○ 재료 및 방법

- 원료육

돼지고기(삼겹살, 등갈비, 등심), 오리고기 정육, 닭가슴살, 소고기(삼겹양지, 우둔살)는 전문유통 업체 및 시중 마트에서 구매하여 식육가공품 제조 및 분석에 사용하였다.

- 염지제 원료

정제소금(염화나트륨 99% 이상, 본소금, (주)한주, 울산, 대한민국), 복합인산염(폴리인산나트륨 50%, 피로인산나트륨(무수) 50%, 서도비엔아이(주), 경기 화성, 대한민국)을 생산업체로부터 구매하여 사용하였다.

- 염지제 조성

염지액은 시험에 사용한 원료육 중량 대비 정제수 10%에 정제소금 2% 및 복합인산염 0.4%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다.

- 근육형 고령친화 식육가공품 제조

(주)청산식품에서 제조 및 시판 중인 훈제 닭가슴살, 훈제오리, 폭립, 훈제 삼겹살, 삼겹살 보쌈을 이하의 조건으로 제조하여 고령친화형 식육가공품 제조 기준을 확립하기 위하여 분석에 사용하였다.

- 식육 원료의 가열 처리

식육 원료의 물성 및 이화학적 특성 분석을 위해 염지 및 텀블링을 실시하지 않은 원료육을 (주)청산식품의 생산공장에서 스모크하우스(2트롤리, 인터텍, 대전, 대한민국) 설비를 이용하여 고온증기 조건으로 가열하였고, 식육 종류 및 부위별 가열 공정은 아래의 Table 3-1-1과 같다.

Table 3-1-1. Manufacturing procedure and condition of processed meat products of CS Food

Product type	Process	Temperature (°C)	Time (min)
Pork belly	Drying	55	45
	Smoking	60	20
Beef brisket	Cooking	82	35-45
	Ventilation		3-5
Pork back rib	Drying	100	30
Pork loin	Smoking	60	5
	Cooking	100	60
Beef top round	Cooking	100	60
	Ventilation		3-5
Duck breast	Color development	50	15
	Drying	55	45
	Smoking	60	20
	Cooking	82	35-45
	Ventilation		3-5
Chicken breast	Color development	50	15
	Drying	50	30
	Smoking	55	20
	Cooking	78	40-50
	Ventilation		3-5
Pork belly II	Drying	55	50
	Smoking	60	8-12
	Cooking	88	35-45
	Ventilation		3-5

- 식육가공품의 제조

식육가공품의 제조에 텀블링 회전속도 및 공정시간이 이화학적 및 물리적 특성에 미치는 영향을 조사하기 위해 다음과 같은 텀블링 조건 및 가열처리 공정을 설정하였다.

- 식육가공품의 텀블링 공정

오리고기 정육, 돼지고기 삼겹살, 소고기(양지), 닭가슴살 원료육을 각각 텀블링 회전속도는 4 및 12 rpm과 공정시간은 30분, 120분 및 20분 가동 후 10분 휴지의 4회 반복을 구성하여 2×3 요인설계를 통하여 6가지 조건으로 Table 3-1-2와 같이 텀블링 공정을 실시하였다. 텀블링 공정은 (주)청산식품의 pilot형 텀블러(30L, TK글로벌, 서울, 대한민국)를 사용하여 실시하였다. 텀블링이 완료된 원료는 밀봉 후 3℃의 냉장 조건에서 12시간 이상 숙성하였다.

Table 3-1-2. Tumbling condition applied to various raw meat

Rotation speed (rpm)	Rotation time (min)
4	30
	120
	120 : {(20 min rotation - 10 min holding) × 4}
12	30
	120
	120 : {(20 min rotation - 10 min holding) × 4}

- 식육가공품의 가열처리 공정

숙성이 완료된 원료는 각 식육가공품의 특성에 맞게 개발된 (주)청산식품의 가열 공정에 따라 스모크하우스에서 고온증기로 가열되었으며, 식육가공품별 3회씩 반복실험을 실시하였다 (Table 3-1-3).

Table 3-1-3. Cooking condition applied to various raw meat

Product type	Process	Temperature (°C)	Time (min)
Smoked pork belly	Drying	55	45
	Smoking	60	20
Beef brisket	Cooking	82	35-45
	Ventilation		3-5
Duck breast ham	Color development	50	15
	Drying	55	45
	Smoking	60	20
	Cooking	82	35-45
	Ventilation		3-5
Chicken breast ham	Color development	50	15
	Drying	50	30
	Smoking	55	20
	Cooking	78	40-50
	Ventilation		3-5

- pH 측정

모든 시료의 pH는 삽입형 pH meter(HI99163, Hanna instruments, RI, USA)를 이용하여 3회씩 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다.

- 색도

가열 후 시료의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 가열감량

가열감량은 가열 전 시료의 무게에 대한 가열 후 시료의 무게 감소를 %로 산출하였다. 시료는 (원료육 공정품의 심부온도가 73℃에 도달한 후 13분간 유지되도록 설정된 (주)청산식품의 스모크 하우스(2트롤리, 인터텍, 대한민국)를 이용하여 가열하였다.

- 물성 측정

시료의 물성은 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)을 구하였고, 이를 활용하여 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)을 산출하였다(Bourne, 1978). 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s 및 compression 70%로 설정하였다.

- 통계처리(statistical analysis)

본 실험은 완전임의화설계법(completely randomized block design)을 이용하여 총 3회의 독립된 반복실험을 포함하여 설계하였다. 통계분석은 SPSS program(ver. 18.0)의 일반선형모형(general linear model, GLM)을 이용하여 분석하였다. 식육 원료 및 시판 식육가공품에 대한 분석 결과는 one-way ANOVA(analysis of variance)로 통계 검정을 실시하였다. 텀블링 조건에 따른 식육가공품의 분석 결과는 two-way ANOVA를 이용하여 텀블링 속도(4 vs 12 rpm) 및 텀블링 시간(30분, 120분 및 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 공정)의 주효과 및 이들의 상호작용에 대한 통계검정을 실시하였다. 처리구 평균 간의 유의성($p < 0.05$)은 독립표본 T검정(T-test) 및 Duncan의 다중범위 검정 방법을 통하여 사후검정을 실시하였다.

○ 결과 및 고찰

- 축종별 원료(돼지고기, 소고기, 닭고기, 오리고기)의 특성 파악

식육의 축종에 따른 가열 후 물리화학적 특성을 파악하기 위하여 pH, color 및 경도 분석을 실시하였다(Table 3-1-4). 식육의 축종에 따른 가열 후 pH는 닭가슴살(6.54)과 오리가슴살(6.53)이 돼지삼겹살(6.23)과 소양지삼겹(6.24) 보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 그러나 닭가슴살과 오리가슴살의 가열 후 pH는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 이와 유사한 연구 결과로 Zorba와 Kurt(2006)은 우둔의 pH는 5.55 및 닭가슴살의 pH는 6.16을 나타내었고, 이를 혼합하여 제조한 육 혼합물에서 닭가슴살의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 경향을 나타낸다고 하였다.

가열 후 표면 색도에서 명도(CIE L*)는 닭가슴살(59.78)이 다른 3가지 축종과 비교해서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었고, 돼지삼겹살(59.24)은 오리가슴살(35.44)과 소양지삼겹(33.11) 보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이는 상대적으로 백색근 비율이 높은 닭가슴살의 근섬유 조성에 따른 결과로 사료된다. 오리가슴살과 소양지삼겹의 명도는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 적색도(CIE a*)는 소양지삼겹(15.99)이 가장 높은 값을 나타내었으며, 오리가슴살(11.32)이 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 돼지삼겹살의 적색도(13.69)는 소양지삼겹 보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 닭가슴살(15.32)은 소양지삼겹과 유사한 값을 나타내었다($p > 0.05$). 황색도(CIE b*)는 닭가슴살(39.56)이 다른 축종에 비하여 유의적으로 가장 높게 나타내었으며, 돼지삼겹살(24.44)이 오리가슴살(14.17)과 소양지삼겹(14.40) 보다 높게 나타났($p < 0.05$). 오리가슴살과 소양지삼겹의 황색도는 서로 유사하여 유의적 차이가 없었다. 닭가슴살의 적색도와 황색도가 높은 이유는 가열 공정 중 훈연에 의한 결과로 판단되며, 이러한 현상은 닭가슴살의 명도가 높아 가열 공정 중 훈연 성분의 침착에 의한 적색도 및 황색도의 변화가 다른 축종에 비하여 크게 발생한 것으로 사료된다.

축종별 식육가공 원료육의 가열 후 경도는 Table 3-1-4에 나타내었다. 소양지삼겹(48.76 N/cm^2)이 다른 세 가지 축종보다 경도가 유의적으로 높게 나타났으며, 그 외의 축종들(닭가슴살(30.83 N/cm^2), 오리가슴살(33.04 N/cm^2) 및 돼지삼겹살(34.39 N/cm^2)) 사이에는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 본 실험에서 측정된 모든 원료육은 한국산업표준 고령친화식품 품질규격에서 경도 기준 1단계(치아 섭취)에 해당하는 수치로 조사되었다. 따라서, 식육은 오직 가열 처리에 의해서도 고령친화식품 1단계(치아 섭취)에 해당할 수 있다. 하지만, 우육의 경우 기준 한계치($50 \text{ N/cm}^2 = 500,000 \text{ N/m}^2$)에 가까운 수치를 나타내어, 고령자의 저작이 용이하도록 추가적인 연도 개선 공정을 통해 최종제품을 개발하는 노력이 필요하다고 판단된다.

Table 3-1-4. Comparison of pH, color, and hardness of cooked chicken breast, duck breast, pork belly, and beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket	SEM ¹⁾	p-value
pH	6.54 ^A	6.53 ^A	6.23 ^B	6.24 ^B	0.052	0.005
CIE L* (lightness)	59.78 ^A	35.44 ^C	49.24 ^B	33.11 ^C	1.091	0.000
CIE a* (redness)	15.32 ^A	11.32 ^B	13.69 ^{AB}	15.99 ^A	0.284	0.044
CIE b* (yellowness)	39.56 ^A	14.17 ^C	24.44 ^B	14.40 ^C	0.542	0.000
Hardness (N/cm ²)	30.83 ^B	33.04 ^B	34.39 ^B	48.76 ^A	2.354	0.003
Korean Industrial Standards for elderly foods ²⁾	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	-	-

^{A-C}Means sharing different letters within the same row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾1st grade for tooth ingestion ($50-5 \text{ N/cm}^2$), 2nd grade for gum ingestion ($5-2 \text{ N/cm}^2$), and 3rd grade for tongue ingestion ($< 2 \text{ N/cm}^2$).

- 시판중인 식육가공품의 물리적 특성

(주)청산식품에서 생산 및 시판 중인 5종(훈제 닭가슴살, 훈제 오리가슴살, 돈육 훈제삼겹살, 돈육 수육보쌈, 돈육 폭립)의 식육가공품의 경도를 측정하여 Table 3-1-5에 나타내었다. 모든 제품의 경도는 한국산업표준 고령친화식품 품질규격의 경도 기준 1단계($50-5 \text{ N/cm}^2$)의 범주에 해당하였다. 훈제 닭가슴살(13.69 N/cm^2)과 돈육 폭립(13.69 N/cm^2)은 다른 3종의 제품에 비하여 유의적으로 낮은 경도를 나타내었으며, 훈제 오리가슴살(26.67 N/cm^2), 돈육 훈제삼겹살(26.82 N/cm^2)과 돈육

보쌈수육(28.40 N/cm²)의 경도 차이는 유의적으로 인정되지 않았다. 훈제 오리가슴살은 훈제 닭가슴살보다 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 폭립은 같은 축종에 다른 부위인 돈육 훈제삼겹살 및 수육보쌈에 비하여 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 따라서, 유사한 제조 가공 공정을 거치더라도 원료육 자체의 특성(축종 및 부위)에 따른 조직감 차이가 최종제품의 물성 특성에 큰 영향을 미치는 요인이라고 사료된다. 탄력성은 5종의 시판 제품 중 돈육 보쌈수육(0.55)이 가장 높고, 훈제 닭가슴살(0.44)이 가장 낮게 나타났(p<0.05). 경도와 달리 돈육 폭립(0.49)은 훈제 닭가슴살보다 유의적으로 높은 탄력성을 나타내었다. 응집성은 경도와 유사한 경향으로 돈육 보쌈수육(0.27), 훈제 오리가슴살(0.27) 및 돈육 훈제삼겹살(0.25)가 훈제 닭가슴살(0.20) 및 돈육 폭립(0.19) 보다 유의적으로 높게 나타났. 2차 물성 지표인 검성과 씹음성은 경도, 탄력성 및 응집성의 결과에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서도 경도, 탄력성 및 응집성이 높은 돈육 보쌈수육, 훈제 오리가슴살 및 돈육 훈제삼겹살이 훈제 닭가슴살 및 돈육 폭립에 비해 검성과 씹음성이 높은 결과를 나타내었다(p<0.05).

Table 3-1-5. Comparison of textural properties of processed meat products commercially manufactured by CS Food

Trait	Smoked chicken breast	Smoked duck breast	Smoked pork belly	Boiled pork belly (suyuk)	Pork rip	SEM	p-value
Hardness (N/cm ²)	13.69 ^B	26.67 ^A	26.82 ^A	28.40 ^A	13.69 ^B	1.861	0.000
Springiness	0.44 ^C	0.51 ^{AB}	0.52 ^{AB}	0.55 ^A	0.49 ^B	0.010	0.004
Cohesiveness	0.20 ^B	0.27 ^A	0.25 ^A	0.27 ^A	0.19 ^B	0.010	0.001
Gumminess (N/cm ²)	2.80 ^B	6.96 ^A	6.76 ^A	8.08 ^A	2.65 ^B	0.642	0.000
Chewiness (N/cm ²)	1.29 ^B	3.67 ^A	3.62 ^A	4.60 ^A	1.39 ^B	0.382	0.000
Korean Industrial Standards for elderly foods ²⁾	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	-	-

^{A-C}Means sharing different letters within the same row are significantly different (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²), 2nd grade for gum ingestion (5-2 N/cm²), and 3rd grade for tongue ingestion (< 2 N/cm²),

가열 원료육과 시판 중인 3종의 식육가공품(훈제 닭가슴살, 돈육 훈제삼겹살 및 훈제 오리가슴살)의 경도를 비교한 결과는 Figure 3-1-1에 나타내었다. 단순 가열된 원료육에 비하여 현재 (주)청산 식품에서 시판 중인 훈제 닭가슴살, 돈육 훈제삼겹살 및 훈제 오리가슴살의 경도는 각각 55.58, 20.74 및 22.01% 낮은 수치를 나타내었다. 특히, 훈제 닭가슴살은 다른 제품에 비해 텀블링 공정에 의한 경도의 개선 효과가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 식육가공품의 제조에 있어서 기존 실시되는 염지 및 텀블링 공정에 의해 원료육의 연화가 충분히 가능하다는 점을 시사한다. 다만, 한국산업표준 고령친화식품 품질 규격의 경도 기준 1단계에는 충족되지만, 잇몸 및 혀로 섭취가 가능한 2-3단계의 기준에는 미치지 못하는 실정이다. 따라서, 더욱 부드러운 식감의 고령친화형 식육가공품 개발을 위해서는 기존의 생산 가공 공정과 함께 추가로 연도를 증진할 수 있는 가공기술 개발이 필요하다는 결과를 도출하였다. 나아가 텀블링 공정에 의한 원료육의 경도 저하 효과는 축종에 따라서 다소 차이가 날 수 있음을 시사한다.

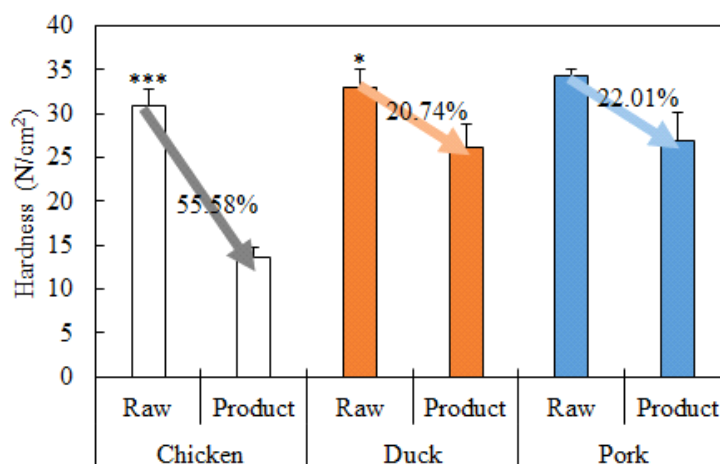


Figure 3-1-1. Comparison of hardness between raw and cooked chicken breast, duck breast, and pork belly. Asterisks indicate significant difference within the same meat group (***, $p < 0.001$; *, $p < 0.05$).

- 텀블링 회전속도(rotating speed) 및 공정시간(time) 조절에 따른 식육가공품의 연도 개선 연구
 텀블링 조건(회전속도와 공정시간)에 따른 4종의 식육가공품에 가열 후 pH는 Table 3-1-6에 나타내었다. 회전속도와 공정시간이 pH에 미치는 상호작용은 돼지 훈제삼겹에서만 나타났다($p < 0.05$).

Table 3-1-6. Effect of tumbling condition on pH of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	6.59	6.60 ^a	6.53	6.68
12 rpm	6.57	6.56 ^b	6.57	6.66
SEM ¹⁾	0.036	0.012	0.017	0.023
Tumbling time (T)				
A ²⁾	6.57	6.58	6.52	6.61 ^b
B	6.56	6.55	6.54	6.74 ^a
C	6.61	6.61	6.59	6.67 ^{ab}
SEM	0.036	0.012	0.017	0.023
Interaction (R×T)				
4A	6.54	6.60	6.52 ^{BC}	6.59
4B	6.60	6.55	6.45 ^C	6.83
4C	6.63	6.67	6.61 ^{AB}	6.67
12A	6.60	6.55	6.52 ^{BC}	6.63
12B	6.52	6.55	6.62 ^A	6.68
12C	6.58	6.57	6.57 ^{AB}	6.67
SEM	0.036	0.012	0.017	0.023
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.794	0.039	0.080	0.345
Tumbling time effect	0.888	0.084	0.070	0.049
Their interaction	0.768	0.228	0.009	0.174

^{a,b}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect ($p < 0.05$).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 회전속도와 공정시간은 닭 가슴살햄의 가열 후 pH에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 반면에 오리 가슴살햄은 텀블링 회전속도에 따라서 가열 후 pH가 다소 감소하는 경향을 나타내었고($p < 0.05$), 4 rpm 보다 12 rpm의 회전속도에서 오리 가슴살햄은 높은 가열 후 pH를 나타내었다. 돼지 훈제삼겹의 가열 후 pH는 텀블링 회전속도와 공정시간에 따른 유의적인 상호작용이 나타났다. 돼지 훈제삼겹은 12 rpm/120분 (회전속도/공정시간)조건에서 가장 높은 pH를 나타내었지만, 4 rpm/ 30분 조건에서 가장 낮은 pH를 나타내었다. 텀블링 공정시간은 돼지 훈제삼겹의 가열 후 pH에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 텀블링 회전속도는 소양지삼겹의 가열 후 pH에 유의적인 차이를 일으키지 않았고, 소양지삼겹은 120분 조건에서 가장 높은 pH를 나타내지만 30분 조건에서 가장 낮은 pH를 나타내었다($p < 0.05$). 즉, 본 연구결과는 텀블링 조건에 따라 최종제품의 pH 차이가 발생할 수 있으며, 텀블링 조건이 가열 후 pH에 미치는 영향은 축종 및 부위에 따라서 다를 수 있음을 보여준다.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 가열 후 명도는 Table 3-1-7에 나타내었다. 닭 가슴살햄과 오리 가슴살햄의 명도에서 텀블링 회전속도와 공정시간에 따른 상호작용 및 텀블링 공정시간에 따른 유의적 차이는 인정되지 않았다.

Table 3-1-7. Effect of tumbling condition on lightness (CIE L*) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	61.75 ^a	44.20 ^a	44.76	37.11
12 rpm	59.33 ^b	39.80 ^b	44.29	37.75
SEM ¹⁾	0.480	0.875	0.590	0.845
Tumbling time (T)				
A ²⁾	61.10	43.31	44.55	36.79
B	59.28	41.33	44.26	37.59
C	61.24	41.37	44.77	37.92
SEM	0.480	0.875	0.590	0.845
Interaction (R×T)				
4A	62.96	47.65	44.45	36.64
4B	60.44	43.07	44.79	37.99
4C	61.85	41.90	45.04	36.71
12A	59.23	38.97	44.65	36.95
12B	58.12	39.59	43.73	37.19
12C	60.63	40.83	44.50	39.12
SEM	0.480	0.875	0.590	0.845
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.004	0.004	0.742	0.748
Tumbling time effect	0.065	0.373	0.955	0.890
Their interaction	0.351	0.078	0.933	0.795

^{a,b}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect ($p < 0.05$).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

닭 가슴살햄과 오리 가슴살햄은 텀블링 회전속도에 따라 명도의 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 4 rpm 조건이 12 rpm 조건 보다 명도가 유의적으로 높은 것으로 조사되었다. 돼지 훈제삼겹과 소 양지삼겹은 텀블링 조건에 의한 명도의 차이는 발생하지 않았다. 식육의 보수력과 명도의 상관관계가 높은 것으로 알려졌다(Joo et al., 1995; Kim et al., 1997; Laack et al., 1994), 식육의 명도는 식육 표면에 수분이 많을수록 광산란(light scattering)이 많이 발생하여 명도가 높아지는 것으로 보고되었다(Offer, 1991). 본 연구에서 4 rpm 조건에서 12 rpm 조건보다 명도가 높은 이유는 텀블링 회전속도가 낮아 원료육에 염지육의 침투가 적게 되어, 식육 표면에 수분이 많으므로 명도가 높게 나타난 것으로 사료된다. 반면에 돼지 훈제삼겹과 소 양지삼겹은 표면의 지방층이 넓게 형성되어 있어 텀블링 조건이 명도에 미치는 영향이 미비한 것으로 추측된다.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 가열 후 적색도는 Table 3-1-8에 나타내었다. 닭 가슴살햄의 적색도는 텀블링 회전속도와 공정시간에 따른 상호작용은 나타나지 않았지만, 텀블링 회전속도가 적색도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 닭 가슴살햄에서 12 rpm 조건이 4 rpm 조건보다 적색도가 유의적으로 높았다. 오리 가슴살햄과 돼지 훈제삼겹은 텀블링 조건이 적색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 3-1-8. Effect of tumbling condition on redness (CIE a*) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	9.21 ^b	12.57	15.61	12.35 ^b
12 rpm	10.61 ^a	13.73	15.22	13.59 ^a
SEM ¹⁾	0.336	0.381	0.263	0.344
Tumbling time (T)				
A ²⁾	10.07	12.10	15.27	12.33
B	10.51	13.91	15.44	13.68
C	9.15	13.44	15.54	12.90
SEM	0.336	0.381	0.263	0.344
Interaction (R×T)				
4A	9.04	10.84	15.91	11.72 ^B
4B	9.61	13.68	15.56	12.15 ^B
4C	8.99	13.20	15.35	13.16 ^B
12A	11.11	13.36	14.62	12.93 ^B
12B	11.41	14.14	15.32	15.20 ^A
12C	9.31	13.68	15.72	12.63 ^B
SEM	0.336	0.381	0.263	0.344
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.030	0.106	0.518	0.032
Tumbling time effect	0.178	0.108	0.927	0.138
Their interaction	0.426	0.376	0.514	0.044

^{a,b}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

^{A,B}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

소 양지삼겹은 텀블링 회전속도와 공정시간에 의한 상호작용이 나타났다. 소 양지삼겹은 12 rpm/120분 조건이 다른 조건에 비하여 가장 높은 적색도를 나타내었으며(p<0.05), 그 외의 조건 사이에 적색도의 차이는 미비하였다(p>0.05). 또한, 텀블링 속도에 따른 소 양지삼겹의 적색도는 12 rpm 조건에서 4 rpm 조건보다 높은 것으로 나타났다,

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 가열 후 황색도는 Table 3-1-9에 나타내었다. 닭 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹 및 소양지삼겹의 황색도는 텀블링 공정이 황색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 오리 가슴살햄은 텀블링 회전속도와 공정시간에 의한 상호작용은 없었으며, 텀블링 회전속도가 황색도에 미치는 영향도 없었다. 반면 오리 가슴살햄의 황색도는 120분 조건에서 가장 높았으며(p<0.05), 30분 조건과 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건은 상호간에 차이는 나타나지 않았다(p>0.05).

Table 3-1-9. Effect of tumbling condition on yellowness (CIE b*) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	30.75	22.31	26.73	19.37
12 rpm	30.09	21.14	26.54	20.58
SEM ¹⁾	0.353	0.431	0.413	0.666
Tumbling time (T)				
A ²⁾	30.00	20.87 ^b	26.66	19.76
B	29.70	23.29 ^a	26.91	19.85
C	31.56	21.03 ^b	26.33	20.34
SEM	0.353	0.431	0.413	0.666
Interaction (R×T)				
4A	29.88	21.09	26.22	19.36
4B	30.41	24.83	28.04	19.52
4C	31.96	21.02	25.92	19.25
12A	30.12	20.64	27.10	20.16
12B	28.99	21.75	25.79	20.17
12C	31.16	21.03	26.74	21.42
SEM	0.353	0.431	0.413	0.666
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.322	0.080	0.838	0.443
Tumbling time effect	0.075	0.012	0.863	0.946
Their interaction	0.582	0.127	0.283	0.905

^{a,b}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 가열감량은 Table 3-1-10에 나타내었다. 닭 가슴살햄의 가열감량은 텀블링 회전속도와 공정시간의 상호작용에 유의적인 영향을 받았다. 닭 가슴살햄의 가열감량은 12 rpm/30분과 4rpm/120분 조건에서 다른 처리구들에 비해 낮은 가열감량을 나타

내었으며, 12 rpm/20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건이 다른 처리구들에 비하여 유의적 가장 높은 가열감량을 나타내었다. 텀블링 회전속도가 닭가슴살햄의 가열감량에 영향을 미치지 않았으나, 텀블링 공정시간은 닭 가슴살햄의 가열감량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 닭 가슴살햄의 가열감량에 텀블링 공정시간은 30분 및 120분 조건이 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건과 비교해 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, 두 조건 간에 유의적인 차이는 없었다. 오리가슴살의 가열감량은 텀블링 회전속도와 공정시간에 따른 상호작용이 유의적으로 인정되었다. 오리 가슴살햄은 4 rpm/120분 조건이 다른 처리구들에 비하여 낮은 가열감량을 나타내었으며($p < 0.05$), 그 외의 조건간에 가열감량의 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 오리 가슴살햄에 텀블링 회전속도에 따른 가열감량의 차이가 인정되었으며, 12 rpm조건에 비해 4 rpm 조건이 낮은 가열감량을 나타내었다. 또한, 텀블링 공정시간에 따른 오리 가슴살햄에 가열감량의 유의적 차이도 나타났으며, 30분 조건이 다른 조건들에 비해 높은 가열감량을 나타내었으며, 120분 조건이 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건보다 유의적으로 낮은 가열감량을 나타내었다. 따라서, 저속 장시간 텀블링 조건이 닭 가슴살햄과 오리 가슴살햄에 가열감량을 효과적으로 낮출 수 있는 것으로 사료된다.

Table 3-1-10. Effect of tumbling condition on cooking loss of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	2.23	7.48 ^b	7.51 ^a	7.28 ^a
12 rpm	2.44	8.42 ^a	6.21 ^b	3.57 ^b
SEM ¹⁾	0.286	0.313	0.472	0.833
Tumbling time (T)				
A ²⁾	1.77 ^b	9.10 ^a	8.80 ^a	8.85 ^a
B	1.66 ^b	6.90 ^c	4.98 ^c	3.90 ^b
C	3.58 ^a	7.84 ^b	6.80 ^b	3.84 ^b
SEM	0.286	0.313	0.472	0.833
Interaction (R×T)				
4A	2.48 ^{BC}	8.90 ^B	9.63	11.22 ^A
4B	1.25 ^C	5.67 ^C	5.38	3.91 ^{BC}
4C	2.96 ^{AB}	7.87 ^B	7.52	5.58 ^B
12A	1.06 ^C	9.31 ^A	7.98	5.29 ^B
12B	2.06 ^{BC}	8.13 ^{AB}	4.57	3.89 ^{BC}
12C	4.19 ^A	7.82 ^B	6.08	2.10 ^C
SEM	0.286	0.313	0.472	0.833
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.510	0.016	0.034	0.002
Tumbling time effect	0.000	0.001	0.000	0.001
Their interaction	0.008	0.022	0.813	0.029

^{a-c}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect ($p < 0.05$).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

돼지 훈제삼겹의 가열감량에 텀블링 공정에 따른 상호작용은 나타나지 않았으나, 12 rpm/120분 조건이 다른 텀블링 조건에 비하여 가열감량의 수치가 낮게 나타났다($p < 0.05$). 텀블링 회전속도와 공정시간은 각각의 조건에 따른 유의적 차이가 인정되었다. 돈육 훈제삼겹은 4 rpm 조건보다 12 rpm 조건이 유의적으로 낮은 가열감량을 나타내었다. 120분 조건이 다른 공정시간 조건에 비해 유의적으로 낮은 가열감량을 나타내었으며, 30분 조건이 가장 높은 가열감량을 나타내었다. 소 양지삼겹의 가열감량은 텀블링 공정에 따른 상호작용이 나타났으며, 4 rpm/30분 공정이 다른 조건에 비해 높은 가열감량을 나타내었고($p < 0.05$), 12 rpm/ 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 공정이 가장 낮은 가열감량을 나타내었다. 또한, 12 rpm 조건이 4 rpm 조건에 비해 낮은 가열감량을 나타내었고, 120분 공정이 30분 공정에 비해 가열감량이 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 결과적으로 돼지 훈제삼겹 및 소양지삼겹은 고속 장시간 텀블링 조건이 효과적으로 가열감량을 낮출 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 모든 식육가공품에서 텀블링 조건 중 120분 조건이 30분 혹은 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건에 비해 가열감량이 항상 낮은 것으로 나타났다. 결과적으로, 축종에 따라서 효과는 다소 상이 할 수 있으나 장시간의 텀블링 조건이 가열감량을 낮출 수 있는 것으로 판단된다. Pietrasik과 Shand(2004)는 roast beef에 가열감량은 텀블링 미실시와 텀블링 2시간 실시 공정간에 유의적 차이는 없었지만, 텀블링 16시간 실시 공정은 텀블링 미실시 및 2시간 실시 공정에 비하여 가열수율이 유의적으로 높게 나타난다고 보고하였다. 따라서, 식육가공품의 가열감량을 효과적으로 낮추기 위해서는 120분 이상에 텀블링 공정의 실시가 필요하다고 사료된다.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 경도는 Table 3-1-11에 나타내었다. 닭 가슴살햄의 경도는 텀블링 회전속도 및 공정시간에 따른 상호작용 및 텀블링 회전속도에 따른 유의적 차이는 인정되지 않았다. 반면 텀블링 공정시간에 따른 닭가슴살의 경도는 30분 조건이 가장 낮은 경도를 나타내었고, 120분 조건이 가장 높은 경도를 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 염지액 주입에 따른 가수효과에 의해 텀블링 공정이 짧은 30분 조건에서 경도가 낮았지만, 텀블링 시간이 증가하면서 단백질 용해성이 증가하여 근육 조직 간에 결합력이 증가되어 닭 가슴살햄의 경도가 증가한 것으로 추측된다. 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹 및 소양지삼겹의 경도는 텀블링 회전속도 및 공정시간에 따른 상호작용 및 텀블링 회전속도에 따른 유의적 차이는 인정되지 않았다. 한편 유의적 차이는 인정되지 않았지만, 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹 및 소양지삼겹에 경도가 텀블링 30분 조건보다 120분 조건에서 다소 낮아지는 경향을 나타내었다. Pietrasik과 Shand(2004)는 roast beef에 텀블링 시간에 따른 연화 효과에 대하여 텀블링 미실시와 2시간 공정에 따른 경도의 차이는 없지만, 전단력은 텀블링 2시간 공정이 유의적으로 낮아진다고 보고하였다. 또한, 텀블링 16시간 공정은 텀블링 미실시 및 2시간 공정에 비하여 경도 및 전단력이 유의적으로 낮아진다고 보고하였다. Kim 등(2012)은 재구성 닭가슴살 햄에서 텀블링 시간을 10분, 30분 및 60분으로 증가함에 따라 경도가 감소한다고 보고하였다. Boles와 Shand(2002)는 125% 인젝션된 로스트비프를 제조할 때 텀블링을 미실시 대조구(non-tumbled), 무휴지 텀블링 처리구(continuous tumbled) 및 휴지 텀블링 처리구(intermittent tumbled)의 전단력을 비교한 결과 유의적 차이는 나타나지 않았으나 지속적으로 텀블링한 처리구에서 가장 낮은 전단력을 나타낸다고 하였다. 따라서, 추후 연구에서는 텀블링 2시간 조건보다 장시간의 연속적인 텀블링(16시간 이상) 공정이 필요할 것으로 사료된다.

Table 3-1-11. Effect of tumbling condition on hardness (N/cm²) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	15.20	20.87	22.41	30.24
12 rpm	14.19	20.94	22.69	28.50
SEM ¹⁾	0.363	0.702	0.819	1.518
Tumbling time (T)				
A ²⁾	13.72 ^b	23.21	23.29	28.85
B	15.74 ^a	19.53	22.93	25.25
C	14.63 ^{ab}	19.97	21.43	32.22
SEM	0.363	0.702	0.819	1.666
Interaction (R×T)				
4A	14.28	22.19	22.87	28.97
4B	16.91	20.32	23.75	30.11
4C	14.42	20.10	20.61	31.65
12A	13.16	24.23	23.70	28.90
12B	14.57	18.74	22.12	23.79
12C	14.84	19.84	22.25	32.80
SEM	0.363	0.702	0.819	1.518
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.102	0.961	0.882	0.597
Tumbling time effect	0.043	0.079	0.694	0.427
Their interaction	0.187	0.535	0.758	0.609

^{a-c}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 탄력성은 Table 3-1-12에 나타내었다. 닭 가슴살햄의 탄력성은 텀블링 회전속도 및 공정시간에 따른 유의적인 상호작용이 나타났다. 텀블링 공정 중 12 rpm/30분 공정은 다른 텀블링 조건과 비교해 유의적으로 낮은 탄력성을 나타내었으며, 그 외의 텀블링 조건 간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. 닭 가슴살햄의 텀블링 회전속도에 따라서 4 rpm 조건이 12 rpm 조건보다 높은 탄력성을 나타내었다. 텀블링 공정시간에 따라서 30분보다 120분 및 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 조건에서 닭 가슴살햄의 탄력성이 높게 나타났다. 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹 및 소 양지삼겹에 다양한 텀블링 조건이 탄력성에 유의적인 차이를 발생시키지 않았다. 돼지 훈제삼겹과 소 양지삼겹은 4 rpm 조건보다 12 rpm 조건에서 탄력성이 수치적으로 다소 낮아졌다. 한편으로, 오리 가슴살햄과 돼지 훈제삼겹은 텀블링 30분 공정보다 120분 공정에 의해 탄력성이 수치적으로 증가 할 수 있음을 나타내었다. 이러한 결과를 종합하면 식육가공품의 가공공정에 있어서 고속의 텀블링 회전속도는 조직의 탄력성을 저하할 수 있지만, 장시간의 공정시간에 의해 탄력성이 향상될 수 있을 것으로 추측된다.

Table 3-1-12. Effect of tumbling condition on springiness (ratio) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Traits	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	0.45 ^a	0.39	0.50	0.51
12 rpm	0.35 ^b	0.39	0.49	0.46
SEM ¹⁾	0.027	0.019	0.010	0.014
Tumbling time (T)				
A ²⁾	0.29 ^b	0.36	0.49	0.49
B	0.47 ^a	0.44	0.51	0.46
C	0.43 ^a	0.37	0.47	0.49
SEM	0.027	0.019	0.010	0.013
Interaction (R×T)				
4A	0.42 ^b	0.37	0.49	0.47
4B	0.47 ^b	0.46	0.54	0.52
4C	0.45 ^b	0.34	0.46	0.54
12A	0.17 ^a	0.35	0.50	0.50
12B	0.47 ^b	0.42	0.48	0.44
12C	0.41 ^b	0.39	0.49	0.44
SEM	0.027	0.019	0.010	0.014
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.000	0.882	0.778	0.064
Tumbling time effect	0.000	0.172	0.365	0.968
Their interaction	0.000	0.563	0.251	0.110

^{a-c}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 응집성은 Table 3-1-13에 나타내었다. 닭 가슴살햄의 응집성은 텀블링 속도와 시간에 따른 유의적인 상호작용이 인정되었다. 닭 가슴살햄은 12 rpm/120분 조건이 다른 텀블링 조건에 비해 유의적으로 높은 응집성을 나타내었으며, 그 외의 텀블링 조건간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. 또한, 닭 가슴살햄은 텀블링 속도에 따라서 4 rpm 조건 보다 12 rpm 조건에서 높은 응집성을 나타내었으며, 텀블링 공정시간에서는 30분 공정에서 다른 시간 조건에 비해 높은 응집성을 나타내었다. 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹, 소 양지삼겹에 텀블링 조건이 응집성에 미치는 영향은 미비한 것으로 나타났다.

Table 3-1-13. Effect of tumbling condition on cohesiveness of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Traits	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	0.16 ^b	0.15	0.21	0.20
12 rpm	0.24 ^a	0.16	0.19	0.19
SEM ¹⁾	0.021	0.006	0.010	0.009
Tumbling time (T)				
A ²⁾	0.28 ^a	0.15	0.21	0.18
B	0.17 ^b	0.16	0.21	0.17
C	0.16 ^b	0.15	0.19	0.22
SEM	0.021	0.006	0.010	0.009
Interaction (R×T)				
4A	0.16 ^B	0.16	0.21	0.18
4B	0.15 ^B	0.15	0.21	0.20
4C	0.16 ^B	0.14	0.19	0.23
12A	0.39 ^A	0.15	0.20	0.18
12B	0.19 ^B	0.16	0.20	0.17
12C	0.15 ^B	0.16	0.19	0.21
SEM	0.021	0.006	0.010	0.009
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.000	0.616	0.647	0.394
Tumbling time effect	0.000	0.971	0.750	0.284
Their interaction	0.000	0.710	0.959	0.775

^{a-c}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 검성은 Table 3-1-14에 나타내었다. 닭 가슴살 햄의 검성은 텀블링 속도와 시간에 따른 상호작용이 인정되었다. 닭 가슴살햄은 12 rpm/30분 조건이 다른 텀블링 조건에 비해 유의적으로 높은 검성을 나타내었으며, 그 외의 텀블링 조건 간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. 또한, 닭 가슴살햄은 텀블링 속도에 따라서 4 rpm 조건이 12 rpm 조건 보다 낮은 검성을 나타내었으며, 텀블링 공정시간에서는 120분 공정과 20분 가동+10분 휴지 4회 반복 공정에서 30분 공정에 비해 낮은 검성을 나타내었다. 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹, 소 양지삼겹에 텀블링 조건에 의한 검성의 유의적 차이는 발생되지 않았다. 다만, 오리 가슴살햄과 소 양지삼겹에서 12 rpm/120분 조건이 다른 조건들에 비하여 다소 낮은 검성을 나타내었으며, 텀블링 공정시간에 따라서는 30분 조건에 비해 120분 조건이 다소 낮은 검성을 나타내었다. 따라서, 검성의 저하를 위해서는 단시간의 텀블링 공정보다 장 시간의 텀블링 공정이 효과적일 것으로 추측된다.

Table 3-1-14. Effect of tumbling condition on gumminess (N/cm²) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	2.39 ^b	3.09	4.75	6.14
12 rpm	3.38 ^a	3.27	4.55	5.39
SEM ¹⁾	0.273	0.130	0.368	0.408
Tumbling time (T)				
A ²⁾	3.77 ^a	3.45	4.78	5.13
B	2.58 ^b	3.11	5.01	4.37
C	2.30 ^b	2.98	4.17	7.03
SEM	0.273	0.130	0.368	0.405
Interaction (R×T)				
4A	2.34 ^B	3.34	4.87	5.07
4B	2.52 ^B	3.22	5.21	6.21
4C	2.32 ^B	2.70	4.18	7.13
12A	5.21 ^A	3.56	4.70	5.16
12B	2.64 ^B	3.00	4.80	4.09
12C	2.28 ^B	3.26	4.16	6.93
SEM	0.273	0.130	0.368	0.408
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.001	0.499	0.820	0.335
Tumbling time effect	0.001	0.362	0.713	0.093
Their interaction	0.000	0.516	0.981	0.448

^{a-c}Means sharing different letters are significantly different among each treatment in main effect (p<0.05).

^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

텀블링 조건에 따른 4종의 식육가공품에 씹음성은 Table 3-1-15에 나타내었다. 모든 식육가공품에 씹음성은 텀블링 속도와 공정시간에 따른 유의적인 상호작용은 나타나지 않았고, 텀블링 속도와 공정시간에 따른 씹음성의 차이도 나타나지 않았다. 다만, 텀블링 속도에 따라서 4 rpm 보다 12 rpm에서 씹음성이 낮아지는 경향이 나타났다.

Table 3-1-15. Effect of tumbling condition on chewiness (N/cm²) of commercial meat products prepared with chicken breast, duck breast, pork belly, or beef brisket

Trait	Chicken breast	Duck breast	Pork belly	Beef brisket
Rotating speed (R)				
4 rpm	1.13	1.34	2.46	3.29
12 rpm	1.04	1.35	2.32	2.60
SEM ¹⁾	0.060	0.094	0.215	0.245
Tumbling time (T)				
A ²⁾	0.95	1.33	2.44	2.72
B	1.27	1.46	2.68	2.12
C	1.03	1.25	2.06	3.52
SEM	0.060	0.094	0.215	0.217
Interaction (R×T)				
4A	1.03	1.35	2.48	2.53
4B	1.25	1.58	2.84	3.47
4C	1.09	1.10	2.07	3.88
12A	0.87	1.31	2.40	2.74
12B	1.30	1.34	2.51	1.89
12C	0.97	1.40	2.05	3.16
SEM	0.060	0.094	0.215	0.245
Significance of p value				
Rotating speed effect	0.484	0.979	0.765	0.147
Tumbling time effect	0.092	0.719	0.595	0.230
Their interaction	0.724	0.592	0.964	0.302

¹⁾SEM: standard error of the means.

²⁾Tumbling condition: A, 30 min operation; B, 120 min operation; C, 20 min operation and 10 min break with 4 repetition.

○ 결론 : 식육 축종별 및 가공품별 연도 제어를 위한 텀블링 가공조건 확립

식육가공품 생산에 있어 가공공정을 실시하지 않고 단순 가열한 축종별 원료(닭가슴살, 오리가슴살, 돼지삼겹살, 소양지삼겹)의 경도는 30.83-48.76 N/cm²으로 한국산업표준 고령친화식품 품질규격 기준 1단계에 속하는 것으로 조사되었다. 염지 및 텀블링 공정을 실시한 식육가공품(닭 가슴살햄, 오리 가슴살, 돼지 훈제삼겹)은 단순 가열 원료에 비하여 경도가 각각 13.69, 26.67 및 26.82 N/cm²로 나타났다. 따라서, 식육가공품의 산업적 제조에 있어서 텀블링 공정으로 식육가공품의 기본적인 연화가 가능하다고 사료된다. 텀블링 속도에 따른 효과는 축종 및 부위에 따라 연화의 효과가 다소 상이하게 나타날 수 있다. 본 연구에서 최대 120분의 텀블링 공정을 실시하였으며, 30분 공정에 비하여 가열감량을 효과적으로 감소시킬 수 있었고, 닭 가슴살햄을 제외한 오리 가슴살햄, 돼지 훈제삼겹 및 소 양지삼겹의 경도, 응집성, 검성의 저하 경향이 나타났으나, 추후 식육가공품의 산업적 생산 공정 중 연화 효과를 증진시키기 위해서는 장시간(16시간 이상)의 텀블링 공정이 필요하다고 판단된다.

고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도 제어 가공기술 개발 및 상품화

○ 서론

가열공정(cooking)은 식육가공품의 제조과정 중 식육제품에 바람직한 조직감과 풍미를 부여하고, 저장성의 향상을 목적으로 한다. 식육은 가열처리 조건과 방법에 의하여 연도(tenderness)가 변화하게 되며, 이는 단백질의 열변성과 밀접한 관계가 있다(식육·육제품의 과학과 기술, 2003). 이를 종합한다면 텀블링 공정의 적용과 가열처리 공정의 조절을 통하여 근육형 식육가공품의 연도 제어 및 개선이 가능하다고 기대되지만 해당 공정을 복합적으로 고려한 가공기술 확립 및 이를 활용한 부드러운 식감의 고령친화형 식육가공품 개발에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 텀블링 공정 조건(시간, 속도) 및 가열처리 조건(온도, 시간)을 조절하여 식육가공품의 연도 개선 효과를 평가하고, 고령친화형 식육가공품 기술 개발과 상품화에 있다. 가열처리 조건에 따른 기술개발을 위하여 축산물 원료육(소본갈비, 소등갈비 및 돼지갈비)을 1차 정형(정선) 후 정제소금, 복합인산염, 변성전분 및 조미식품(복합조미식품, 향신료조제품 등)을 주원료로 제조한 염지액과 함께 텀블링 공정(4 rpm-12 rpm)을 통하여 염지한 후 고온증기(76°C-100°C)로 가열처리하였을 때 식육가공품의 물성 변화를 관측하고 처리 공정 조건별 물성 수준을 평가하였다. 나아가 상기 조건에서 확립한 텀블링 공정 조건을 적용하여 고령친화식품의 품질규격 중 저작 1단계에 해당하며 고령층을 포함한 전 연령층을 소비대상으로 하는 편의점 냉장간편식인 로스트 치킨 오븐구이와 흡소핑 냉동간편식인 폭립(Pork Riblets)의 제품 개발 및 상품화를 진행하고자 본 연구를 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

쇠고기(본갈비, 등갈비), 돼지고기(갈비) 및 닭다리살을 전문유통업체 및 시중 마트에서 구매하여 시제품 개발 제조 및 분석에 사용하였다.

- 쇠고기 갈비 수육의 제조 준비

해당 시험에는 호주산 쇠고기 본갈비(JBS, 호주)를 원재료로 사용하였다. 염지제는 정제소금(염화나트륨 99%이상, 본소금, (주)한주, 울산, 대한민국), 복합인산염(폴리인산나트륨 50%, 피로인산나트륨(무수) 50%, 서도비엔아이(주), 경기 화성, 대한민국), 식품첨가물혼합제제(인산이전분 88%, 설탕분말12%, BANGKOK STARCH INDUSTRIALS, 태국), 복합조미식품(탄산수소나트륨, D-소르비톨, 트레 할로스, 아라비아검, 씨앤에스테크, 춘천, 대한민국)을 사용하였다.

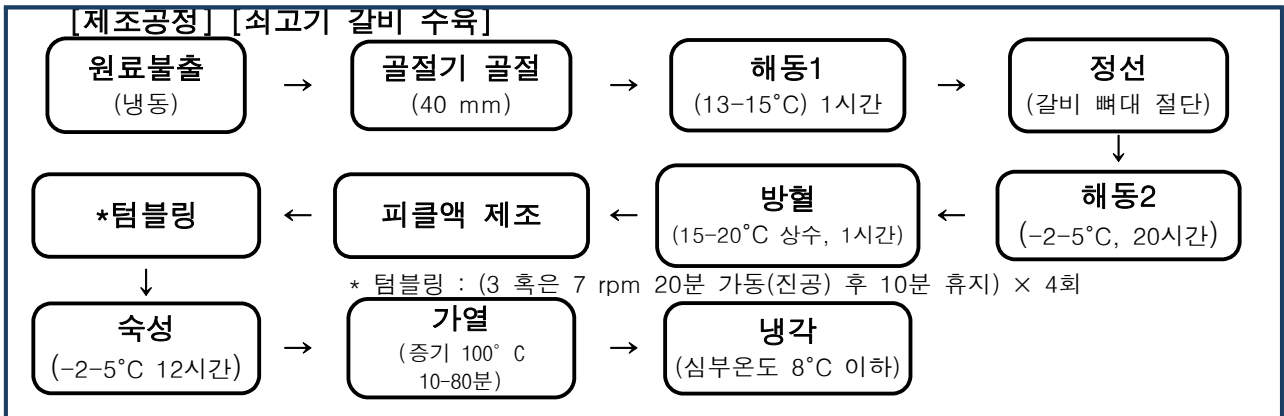
- 염지액 조성

염지액은 두 가지 배합비로 제조하였다. 염지액 1은 시험에 사용한 원료육 중량 대비 정제수 13%에 혼합제제 1%, 복합조미식품 0.7%, 정제소금 0.35% 및 복합인산염 0.20%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다. 염지액 2는 시험에 사용한 원료육 중량대비 정제수 10%에 혼합제제 0.75%, 복합조미식품 0.35%, 및 정제소금 0.30%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다.

- 쇠고기 갈비 수육의 제조공정

쇠고기 갈비 수육 제조에 염지-텀블링 처리 유무, 가열처리 온도와 시간에 따른 갈비 수육의 물성 및 관능학적 성상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험조건을 다르게 설계하여 갈비 수육을 제조하였다. 텀블링 공정은 (주)청산식품의 pilot형 텀블러(30L, TK글로벌, 서울, 대한민국)를 사용하여 실시하였다. 텀블링 조건은 2가지로 설정하였으며, 텀블링 조건 1은 7 rpm/20분 가동(진공) 후 10분 휴지 과정을 4회 반복으로 하였고, 텀블링 조건 2는 3 rpm/20분 가동(진공)

후 10분 휴지 과정을 4회 반복하였다. 텀블링이 완료된 원료는 밀봉 후 3°C의 냉장 조건에서 12시간 이상 숙성하였다. 숙성이 완료된 시료는 (주)청산식품의 스모크하우스(인터텍, 2트롤리)에서 고온증기로 가열하였다.



- 염지-텀블링 처리에 따른 물성 분석

쇠고기 갈비 수육의 염지-텀블링 처리에 따른 물성 변화를 평가하기 위하여 평가하기 위하여 Table 3-1-16과 같은 조건으로 실험하였다.

Table 3-1-16. Manufacturing conditions of slice beef rip(*suyuk*) product

Trait	Con	T1
Curing and tumbling process	Non processed	Processed
Composition of curing solution	13% water, 1% mixed formulation, 0.7% spice, 0.35% salt and 0.20% phosphate compared to 100% raw meat	
Tumbling condition	Four replication of operated with 7 rpm for 20 min on vacuum and purged for 10 min	
Cooking condition	Cooked with high temperature (100°C) steam for 80 minutes	

- 염지-텀블링 처리 및 고온증기 가열에 따른 물성 분석

쇠고기 갈비 수육의 염지-텀블링 처리와 고온증기 가열 조건에 따른 물성 변화를 평가하기 위하여 Table 3-1-17과 같은 조건으로 실험하였다.

Table 3-1-17. Manufacturing conditions of slice beef rip (*suyuk*) product with high temperature steam (100°C)

Trait	Con	HT1	HT2	HT3	HT4
Curing and tumbling process	Non processed	Processed	Processed	Processed	Processed
Curing solution ¹⁾	-	Composition 1	Composition 1	Composition 1	Composition 2
Tumbling condition	-	Four replication of operated with 3 rpm for 20 min on vacuum and purged for 10 min			
Cooking time	30 min when the core temperature 73°C	10 min	20 min	30 min	30 min when the core temperature 73°C

¹⁾Curing solution: Composition 1, 13% water, 1% mixed formulation, 0.7% spice, 0.35% salt and 0.20% phosphate compared to 100% raw meat; Composition 2, 10% water, 0.75% mixed formulation, 0.35% spice and 0.30% salt compared to 100% raw meat.

- 쇠고기 갈비 수육의 수비드 가열 온도 및 시간에 따른 성상 변화 분석

쇠고기 갈비 수육의 가열온도 및 시간에 따른 품질 변화의 관찰을 위하여 아래의 Table 3-1-18과 같은 조건으로 예비 실험을 실시하였다.

Table 3-1-18. Manufacturing conditions of slice beef rip (*suyuk*) product with sous-vide cooking

Trait	Con	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7
Curing and tumbling process	Non processed	Processed	Processed	Processed	Processed	Processed	Processed	Processed
Curing solution	-	13% water, 1% mixed formulation, 0.7% spice, 0.35% salt and 0.20% phosphate compared to 100% raw meat						
Tumbling condition	-	Four replication of operated with 3 rpm for 20 min on vacuum and purged for 10 min						
Sous-vide	Vacuum packed beef rip in PA/PE was cooked in water bath							
Cooking condition		240 min at 55°C	75°C/ reached at core temperature 71°C	360 min at 65°C	80 min at 100°C	90 min at 100°C	180 min at 100°C	270 min at 100°C

- 고온증기가열 시간에 따른 쇠고기 갈비 수육의 성상 변화 분석

예비실험 결과에 기초하여 쇠고기 갈비 수육을 100°C 고온증기로 가열하였다. 이때, 가열 시간에 따른 물성 변화를 관측하기 위해 Table 3-1-19와 같은 조건으로 실험을 실시하였다.

Table 3-1-19. Manufacturing conditions of slice beef rip (*suyuk*) product

Trait	ST100	ST140	ST180
Curing process	Processed		
Composition of curing solution	10% water, 0.75% mixed formulation, 0.35% spice, 0.21% salt, 0.15% ginseng flavor powder and 0.07% phosphate compared to 100% raw meat		
Tumbling condition	Double replication of operated with 3 rpm for 25 min on vacuum and purged for 5 min		
Cooking condition (Cooked with high temperature (100°C) steam)	for 100 minutes	for 140 minutes	for 180 minutes

- 쇠고기 왕갈비 수육 제조 준비

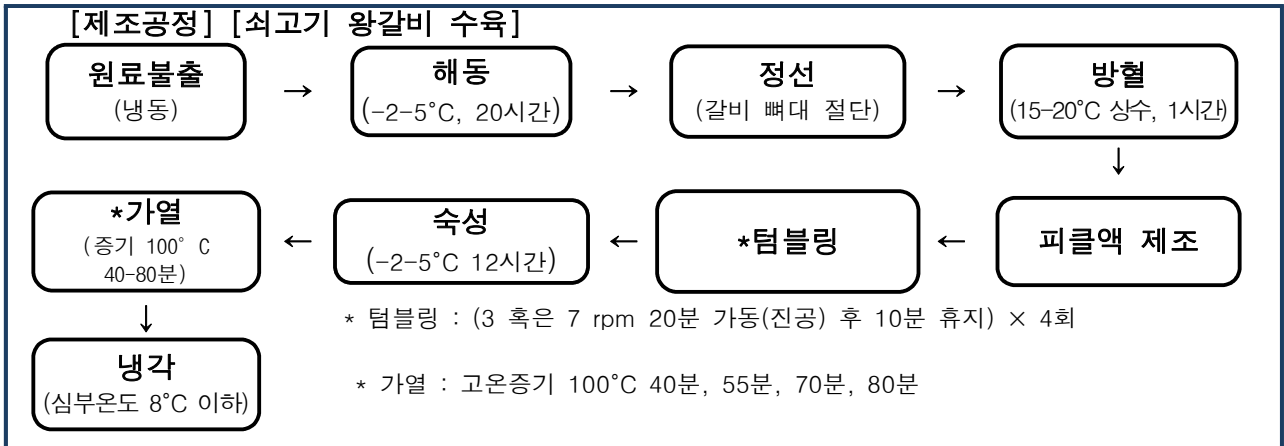
해당 시험에는 미국산 쇠고기 등갈비(Cargill Meat Solutions, 미국)를 원재료로 사용하였다. 정제소금(염화나트륨 99%이상, 본소금, (주)한주, 울산, 대한민국), 복합인산염(폴리인산나트륨 50%, 피로인산나트륨(무수) 50%, 서도비엔아이(주), 경기 화성, 대한민국), 식품첨가물혼합제(인산이전분 88%, 설탕분말12%, BANGKOK STARCH INDUSTRIALS, 태국), 복합조미식품(탄산 수소나트륨, D-소르비톨, 트레할로스, 아라비아검, 씨앤에스테크, 춘천, 대한민국)을 사용하였다.

- 염지제 조성 및 제조과정

염지액은 두가지 배합비로 제조하였다. 염지액 1은 시험에 사용한 원료육 중량대비 정제수 13%에 혼합제제 1%, 복합조미식품 0.7%, 정제소금 0.35% 및 복합인산염 0.20%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다. 염지액 조성 2는 시험에 사용한 원료육 중량대비 정제수 10%에 혼합제제 0.75%, 복합조미식품 0.35%, 및 정제소금 0.30%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다.

- 쇠고기 왕갈비 수육의 제조과정

쇠고기 왕갈비 수육 제조에 염지-텀블링 처리 유무, 가열처리 온도와 시간에 따른 왕갈비 수육의 물성 및 관능적 성상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험조건을 아래와 같이 설계하여 왕갈비수육을 제조하였다. 텀블링 공정은 (주)청산식품의 pilot형 텀블러(30L, TK글로벌, 서울, 대한민국)를 사용하여 실시하였다. 텀블링 조건은 2가지로 설정하였으며, 텀블링 조건 1은 7 rpm/20분 가동(진공) 후 10분 휴지 과정을 4회 반복으로 하였고, 텀블링 조건 2는 3 rpm/20분 가동(진공) 후 10분 휴지 과정을 4회 반복하였다. 텀블링이 완료된 원료는 밀봉 후 3°C의 냉장 조건에서 12시간 이상 숙성하였다. 숙성이 완료된 시료는 (주)청산식품의 스모크하우스(인터텍, 2트롤리)에서 고온증기로 가열하였다.



- 염지-텀블링 처리에 따른 물성분석

쇠고기 왕갈비 수육의 염지-텀블링 처리에 따른 물성 변화를 평가하기 위하여 평가하기 위하여 Table 3-1-20과 같은 조건으로 실험하였다.

Table 3-1-20. Manufacturing conditions of beef rip product

Trait	Con	T1
Curing and tumbling process	Non processed	Processed
Composition of curing solution	13% water, 1% mixed formulation, 0.7% spice, 0.35% salt and 0.20% phosphate compared to 100% raw meat	
Tumbling condition	Four replication of operated with 7 rpm for 20 min on vacuum and purged for 10 min	
Cooking condition	Cooked with high temperature (100°C) steam for 80 minutes	

- 염지-텀블링 처리 및 고온증기 가열 조건을 달리한 쇠고기 왕갈비 수육 제조

쇠고기 왕갈비 수육의 염지-텀블링 처리와 고온증기 가열 조건에 따른 물성 변화를 평가하기 위하여 Table 3-1-21과 같은 조건으로 실험하였다.

Table 3-1-21. Manufacturing conditions of beef rip product with high temperature steam (100°C)

Trait	Con	HT1	HT2	HT3	HT4
Curing and tumbling process	Non processed	Processed	Processed	Processed	Processed
Curing solution ¹⁾	-	Composition 1	Composition 1	Composition 1	Composition 2
Tumbling condition	-	Four replication of operated with 3 rpm for 20 min on vacuum and purged for 10 min			
Cooking time	30 min when the core temperature 73°C	10 min	20 min	30 min	30 min when the core temperature 73°C

¹⁾Curing solution: Composition 1, 13% water, 1% mixed formulation, 0.7% spice, 0.35% salt and 0.20% phosphate compared to 100% raw meat; Composition 2, 10% water, 0.75% mixed formulation, 0.35% spice and 0.30% salt compared to 100% raw meat.

- 로스트 치킨 오븐구이 제조 준비

해당 시험에는 브라질산 닭다리살(Sadia, 브라질)을 원재료로 사용하였다. 복합조미식품1(설탕, 마늘분말, L-글루탐산나트륨, 말토덱스트린, 양파분말, 정제소금, 흑후추 분말 외, 대원, 충북 진천, 대한민국), 식품첨가물혼합제제1(인산이전분 88%, 설탕분말12%, BANGKOK STARCH INDUSTRIALS, 태국), 식품첨가물혼합제제2(초산나트륨, 젖산나트륨, 이산화규소), 복합조미식품2(탄산수소나트륨, D-소르비톨, 트레할로스, 아라비아검, 씨앤에스테크, 춘천, 대한민국)을 사용하였다.

- 염지제 조성

염지액은 시험에 사용한 원료육 중량 대비 정제수 12%에 복합조미식품1 3.5%, 혼합제제1 1%, 혼합제제2 0-0.7% 및 복합조미식품2 0.5%를 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다.

- 제조공정

편의점 또는 온라인 채널의 전 연령층을 소비대상으로 할 수 있는 로스트 치킨 오븐구이 제품의 텀블링 조건 및 가열처리 조건 최적화 공정 개발을 위하여 아래와 같이 공정별 시험을 수행하였다.

- 로스트 치킨 오븐구이 텀블링 공정

텀블링 공정은 (주)청산식품의 pilot형 텀블러(30L, TK글로벌, 서울, 대한민국)를 사용하여 실시하였으며, 1차년도 연구수행을 통해 개발한 텀블링 공정 조건(4 rpm, 15분 회전(진공) 후 5분 휴지 공정의 3회 반복)을 적용하였다.

- 로스트 치킨 오븐구이 가열처리 공정 및 관능적 특성 개선

텀블링이 완료된 원료를 밀봉 후 3°C의 냉장 조건에서 12시간 이상 숙성하였다. 숙성이 완료된 시료는 Table 3-1-22와 같은 조건에서 가열하였다. 상품화를 위한 과정으로 관능평가 경험이 있는 리테일 유통채널 전문 유통사 및 (주)청산식품 임직원이 가열처리 공정에 따른 관능검사를 하였다.

Table 3-1-22. Manufacturing conditions of oven-cooked roast chicken

Trait	Heating method	Process	Temperature (°C)	Time (min)
Cooking method I	Smoke house	Color development	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	35-45
		Ventilation		2
		Baking	100	15
		Ventilation		2
Cooking method II	Smoke house	Color development	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	30-40
		Ventilation		3
	Combi-steam oven	Oven-cooking	200-250	3-5

- 로스트 치킨 오븐구이 개발

관능검사 결과를 반영하여 가열처리 공정 및 염지액 조성(Table 3-1-23)을 달리하여 제조한 로스트 치킨 오븐구이를 개발하였다.

Table 3-1-23. Manufacturing conditions of roast chicken products

Trait	Con	T1		
Curing and tumbling process	Processed	Processed		
Curing solution (compared to 100% raw meat)	Water	12.00%	12.00%	
	Spice 1	3.50%	3.50%	
	Mixed formulation 1	1.00%	1.00%	
	Mixed formulation 2	0.70%	-	
	Spice 2	0.50%	0.50%	
Tumbling condition	Three replication of operated with 4 rpm for 15 min on vacuum and purged for 5 min			
Cooking condition	Process	Temperature (°C)	Time (min)	
	Smoke chamber	Smoking	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	30
		Cooling	-	3
Combi-steam oven	Oven-cooking	200°C	3.5	

- 상품화를 위한 보존성 시험 분석

편의점 유통채널 상품화를 위한 시제품 제조 및 식육가공품 유통기한 설정시험 지표 미생물들의 보존 시험을 수행하였다. 보존 시험 시제품은 제조는 (주)청산식품의 pilot형 텀블러(30L, TK글로벌, 서울, 대한민국), 스모크하우스(2트롤리, 인터텍, 대한민국), 콤비스티머 오븐(40바트, 컨보텀, 독일), 열성형진공포장기(코마스, 대한민국) 및 2차가열기(세화엔지니어링, 대한민국)를 사용하였으며 제조조건은 아래의 Table 3-1-24와 같다.

보존성 시험을 위한 시제품은 (주)청산식품의 보존시험용 냉장고(JW-470R3, (주)진우전자, 대한민국)에서 10-15°C의 온도 범위에서 보관하였으며, (주)청산식품의 실험실에서 제조일로부터 58일까지 총 10회에 걸쳐 일반세균, 대장균군, 살모넬라 및 리스테리아 모노사이토제네스의 검출 여부를 평가하였다. 각각의 실험은 제조일로부터 2일, 7일, 16일, 22일, 30일, 37일, 42일, 44일, 49일 및 58일 차에 식품의약품안전처고시 식품의 기준 및 규격”의 제8.4. 미생물시험법에 따른 배지 및 시험법 적용에 따라 실시하였다.

Table 3-1-24. Manufacturing conditions of commercial roast chicken product

Trait		Commercial roast chicken		
		Water	12.00%	
		Spice 1	3.50%	
Curing solution (compared to 100% raw meat)		Mixed formulation 1	1.00%	
		Mixed formulation 2	0.70%	
		Spice 2	0.50%	
Tumbling condition		Three replication of operated with 4 rpm for 15 min on vacuum and purged for 5 min		
		Process	Temperature (°C)	Time (min)
Cooking condition	Smoke chamber	Smoking	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	30
		Cooling	-	3
Combi steam oven		Ovening	200°C	3.5
Packing		One pack was vacuum-packed on 100 g at PA/PE		
Secondary cooking for sterilization		20 min at 90°C		

- 영양성분 분석

고령친화식품 영양성분 규격 기준 달성을 위한 영양성분 첨가율 설계를 위하여 상품화 단계 이후의 양산형 제품의 영양성분을 전문시험검사기관 다솔식품분석연구소(경기 하남시, 대한민국)에 아래와 같이 위탁분석 의뢰하였다.

시험 검사 항목	열량 (kcal/100 g)	탄수화물 (g/100 g)	당류 (g/100 g)	단백질 (g/100 g)	지방 (g/100 g)	
	포화지방 (g/100 g)	트랜스지방 (g/100 g)	콜레스테롤 (mg/100 g)	나트륨 (mg/100 g)	칼슘 (mg/100 g)	총 식이섬유 (TDF, g/100 g)

- 로스트 치킨 오븐구이 상품화

고령친화식품 품질규격 중 저작 1단계의 물성을 구현한 편의점 유통채널의 냉장간편식 상품화를 위하여 아래와 같이 상품화 작업을 진행하였다.

내용	구분	연구개발 및 상품화 수행 일정											
		19. 11	19. 12	20. 01	20. 02	20. 03	20. 04	20. 05	20. 06	20. 07	20. 08	20. 09	20. 10
○원료육(닭다리살) 물성 분석		→											
○텀블링 조건별 물성 분석			→										
○조미식품소재 탐색 및 개발				→	→	→							
○가열공정 설계 및 개발						→	→						
○전문 유통업체 상품제안 및 관능 평가 진행 및 레시피 조절							→	→	→				
○보존시험 진행								→	→				
○리테일사 상품 입점 제안									→	→			
○상품 패키지 디자인 개발 및 포장재 규격 선정									→	→			
○시생산 및 제품화										→	→		
○상품화											→	→	→

* → 로 수행내용 표기

- 영양성분 개선 로스트 치킨 오븐구이의 물리적 특성 변화 분석

로스트 치킨 오븐구이의 영양성분 개선은 고령친화식품 영양성분 기준 규격에 부합하도록 식이섬유(2.75 혹은 3.00%) 및 칼슘(0.088 혹은 0.096%)을 첨가하였다. 또한, 로스트 치킨 오븐 구이의 저작성을 개선하기 위하여 가수량을 기존 12%에서 15%로 증가시켰으며, 텀블링 시간에 따른 변화 분석을 위해 기존 60분(T3) 혹은 210분(T4)으로 조정하였다. 단백질, 칼슘 및 식이섬유 함량은 전문시험검사기관 다솔식품분석연구소(경기 하남시, 대한민국)에 위탁분석을 실시하였다.

Table 3-1-25. Manufacturing conditions of roast chicken product which satisfying KS standard

Trait	Commercial roast chicken			
	Ingredient	T3	T4	
Curing solution (compared to 100% raw meat)	Water	15.00%	15.00%	
	Spice 1	3.50%	3.50%	
	Mixed formulation 1	1.00%	1.00%	
	Mixed formulation 2	0.70%	0.70%	
	Spice 2	0.50%	0.50%	
	Fiber	2.75%	3.00%	
	Calcium	0.088%	0.096%	
Tumbling condition	Operated with 4 rpm for 15 min on vacuum and purged for 5 min	Three replication	Seven replication	
	Total time (min)	60	210	
Cooking condition	Process	Temperature (°C)	Time (min)	
	Smoke chamber	Smoking	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	30
		Cooling	-	3
	Combi steam oven	Ovening	200°C	4.5
Packing	One pack was vacuum-packed on 100 g at PA/PE			
Secondary cooking for sterilization	20 min at 90°C			

- 큐브 치킨 개발

큐브 치킨은 상기 로스트 치킨 개발공정과 동일한 염지액 및 가열 조건을 적용하여 Table 3-1-26과 같은 조건으로 제조하였다.

Table 3-1-26. Manufacturing conditions of cube chicken product

Trait		Con	T1	
Curing and tumbling process		Processed	Processed	
Curing solution (compared to 100% raw meat)	Water	12.00%	12.00%	
	Spice 1	3.50%	3.50%	
	Mixed formulation 1	1.00%	1.00%	
	Mixed formulation 1	0.70%	-	
	Spice 2	0.50%	0.50%	
Tumbling condition	Three replication of operated with 4 rpm for 15 min on vacuum and purged for 5 min			
	Process	Temperature (°C)	Time (min)	
Cooking condition	Smoke chamber	Smoking	50	10
		Drying	50	5
		Cooking	78	30
		Cooling	-	3
Combi steam oven	Oven-cooking	200°C	3.5	

- 폭립(pork rib) 제조 준비

해당 실험에는 스페인산 갈비(Fribin / Bonarea, 스페인)를 원재료로 사용하였다. 복합조미식품 1(정제소금, 복합조미식품, 백설탕, 생강분말, 마늘분말 외 (주)아름터, 경기 평택, 대한민국), 식품첨가물혼합제제1(인산이전분 88%, 설탕분말12%, BANGKOK STARCH INDUSTRIALS, 태국), 소스(정제수, 액상과당, 액상포도당, 레몬식초, 정제소금 외, (주)오뚜기, 충북 음성, 대한민국), 복합조미식품2(탄산수소나트륨, D-소르비톨, 트레할로스, 아라비아검, 씨앤에스테크, 춘천, 대한민국), 마늘, 양파, 생강, 복합조미식품3(복합조미식품, 그릴향, (주)선그린, 경기 성남, 대한민국)을 사용하였다.

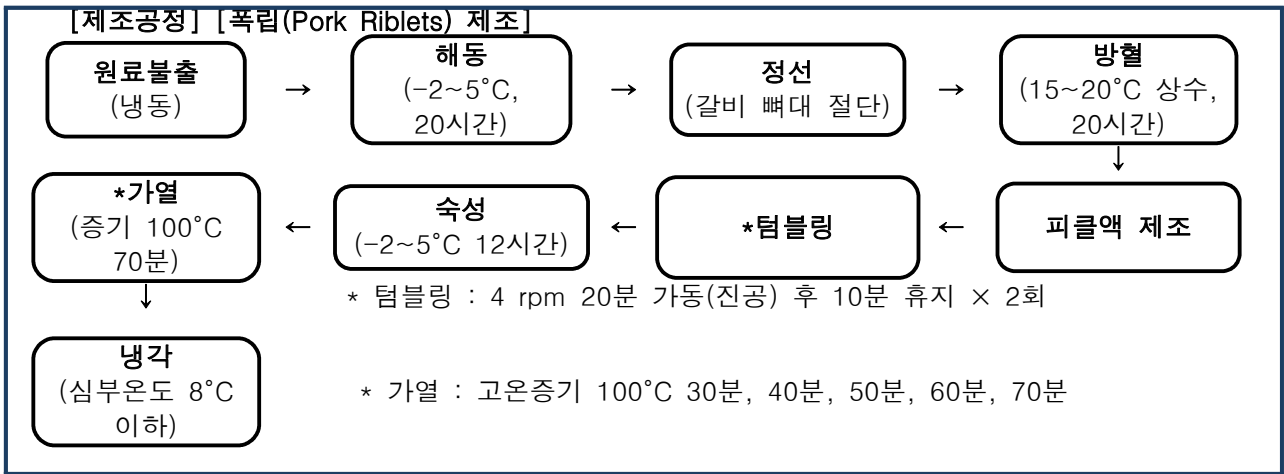
- 염지액 조성

염지액은 시험에 사용한 원료육 중량대비 정제수 10%에 복합조미식품1 1.4%, 혼합제제1 1%, 소스 0.8%, 복합조미식품2 0.5%, 마늘 0.4%, 양파 0.2%, 복합조미식품3을 첨가 후 완전히 용해하여 제조하였다.

- 폭립 제조공정

- 폭립 텀블링 공정

돈육 폭립의 텀블링 공정은 (주)청산식품의 양산형 텀블러(1,000L, Henneken, 독일)를 사용하여 실시하였다. 텀블링 조건은 4 rpm/20분 가동(진공) 후 10분 휴지 과정을 2회 반복으로 하였다.



- 폭립 가열처리 공정 설정

텀블링이 완료된 원료를 밀봉 후 3°C의 냉장 조건에서 12시간 이상 숙성하였다. 숙성이 완료된 시료는 가열 시간별 물성의 변화를 확인하기 위하여 (주)청산식품의 살균기준인 공정품의 심부 온도가 73°C에 도달한 시점부터 10분, 20분, 30분, 40분 및 50분까지 동일 열처리 온도에서 가열 하였다(Table 3-1-27). 상품화를 위한 과정으로 홈쇼핑 유통채널 전문 유통사 및 (주)청산식품 임직원이 가열처리 공정에 따른 관능검사를 실시하였고, 가열시간별 공정품의 물성을 평가하였다.

Table 3-1-27. Manufacturing conditions of pork rib product

Cooking method	Process	Cooking temperature (°C)	Time (total, min)	Holding time to core temperature over 73°C (min)
Smoke chamber	Cooking	100	20	Reached at 73°C
			30	10
			40	20
			50	30
			60	40
			60	40
			70	50

- 영양성분 분석

고령친화식품 영양성분 규격 기준 달성을 위한 영양성분 첨가율 설계를 위하여 100°C 70분 가열처리 시험구의 100g 당 단백질, 칼슘, 총 식이섬유 함량 및 상품화 단계(가열공정품+소스)에서 적용예정인 소스를 가열공정품에 버무린 상태(가열공정품 72% : 소스 28%)로 전문시험검사기관 다솔식품분석연구소(경기 하남시, 대한민국)에 아래와 같이 위탁분석을 의뢰하였다.

시험 검사 항목	열량 (kcal/100 g)	탄수화물 (g/100 g)	당류 (g/100 g)	단백질 (g/100 g)	지방 (g/100 g)	
	포화지방 (g/100 g)	트랜스지방 (g/100 g)	콜레스테롤 (mg/100 g)	나트륨 (mg/100 g)	칼슘 (mg/100 g)	총 식이섬유 (TDF, g/100 g)

- 색도

가열 후 시료의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 물성 측정

시료는 10 × 10 × 10 mm³로 절단한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○주요 결과

- 염지 조건 및 고온증기가열에 따른 쇠고기 갈비 수육의 물리적 특성

염지 및 고온증기가열을 실시한 쇠고기 갈비 수육의 물성은 Table 3-1-28에 나타내었다. 쇠고기 갈비 수육 원료의 경도는 50.49 N/cm², 탄력성은 0.29, 응집성은 0.14, 검성은 7.17 N/cm², 씹힘성은 2.44 N/cm²로 측정되었다. 쇠고기 갈비 수육을 염지하지 않고 가열한 대조구에 비하여 염지와 고온증기가열을 실시한 처리구(T1)의 경도, 검성 및 씹힘성이 유의적으로 낮게 나타났으며, 탄력성과 응집성은 유의적 차이가 없었다. 염지와 고온증기가열법을 병용하면 쇠고기 갈비 수육의 경도를 약 50% 감소시키고, 탄력성과 응집성의 변화는 나타나지 않았다.

Table 3-1-28. Comparison of textural properties on slice beef rip (*suyuk*) product

Trait	Raw meat	Con	T1	Significance of t-test ¹⁾
Hardness (N/cm ²)	50.49±6.89	32.43±1.11	16.73±1.07***	0.000
Springiness	0.29±0.03	0.46±0.03	0.44±0.01	0.335
Cohesiveness	0.14±0.02	0.27±0.02	0.30±0.03	0.176
Gumminess (N/cm ²)	7.17±2.01	8.70±0.32	5.06±0.38***	0.000
Chewiness (N/cm ²)	2.44±1.15	4.02±0.44	2.24±0.23**	0.003
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	-	1 grade	1 grade	

Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. **, p<0.01; ***, p<0.001.

¹⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²)

- 고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 갈비 수육의 색도 및 물성

고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 갈비 수육의 색도는 Table 3-1-29에 나타내었다. 쇠고기 갈비 수육의 명도와 황색도는 모든 처리구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 적색도는 고온 증기가열 10분 처리구(T1)에서 가장 높게 나왔으며, 대조구와 T4에서 유의적으로 낮은 적색도를 나타내었다.

Table 3-1-29. Comparison of color on slice beef rip (*suyuk*) products

Trait	Con	HT1	HT2	HT3	HT4	p value
CIE L*	44.38±5.22	39.36±0.63	37.29±3.05	39.55±2.51	42.29±0.13	0.095
CIE a*	4.75±0.96 ^b	7.05±1.14 ^a	5.88±0.30 ^a _b	6.14±0.23 ^a _b	5.10±0.87 ^b	0.035
CIE b*	14.72±1.10	12.29±0.41	10.68±0.66	13.38±2.92	13.82±0.89	0.059

^{a,b}Means sharing different letters within a row are significantly different (p<0.05).

고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 갈비 수육의 물성은 Table 3-1-30에 나타내었다. 쇠고기 갈비 수육의 경도는 염지를 실시하지 않은 대조구(44.37 N/cm²)가 가장 높게 나타났(p<0.05). 처리구들에서는 고온증기가열 10분 조건(HT1)이 14.96 N/cm²으로 나타나 다른 처리구들에 비하여 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 탄력성과 응집성은 모든 처리구에서 차이가 나타나지 않았다. 검성과 씹힘성은 경도에 영향을 받아 고온증기가열 10분 조건(T1)이 대조구 및 다른 처리구들에 비하여 가장 낮게 나타났(p<0.05). 결과적으로 단순 가열을 실시한 쇠고기 갈비 수육보다 염지를 실시하면 경도가 감소하게 되며, 100°C의 고온증기로 가열하는 경우 10분간 가열하는 것이 경도가 가장 낮았으며, 10분 이상 가열하면 경도가 증가하는 것으로 나타났. 염지 및 고온증기로 가열한 쇠고기 갈비 수육에 저작성을 평가한 결과는 고령친화식품 품질기준 중 저작 1단계에 부합하는 것으로 나타났.

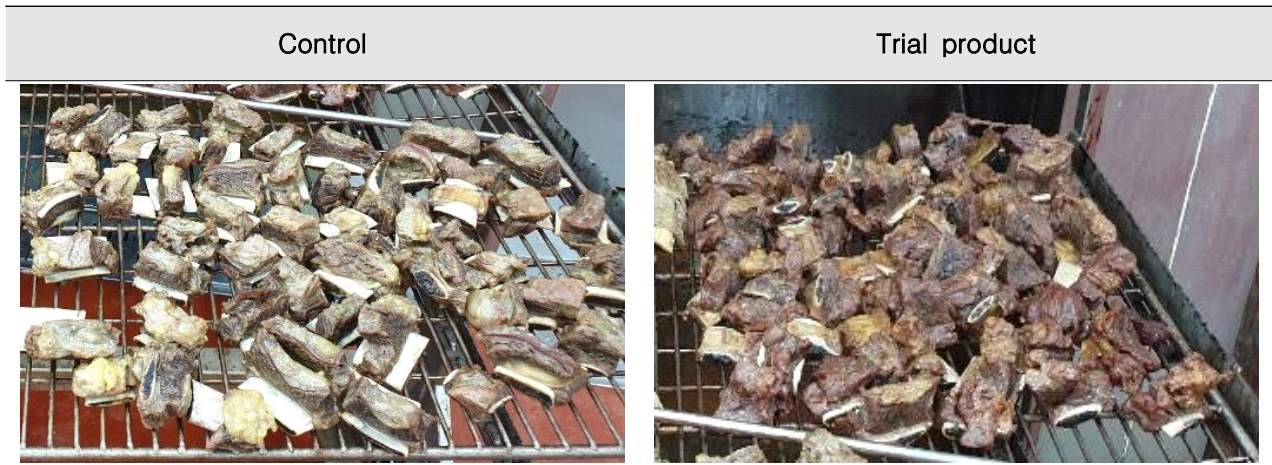
Table 3-1-30. Comparison of textural properties on slice beef rip (*suyuk*) product

Trait	Con	HT1	HT2	HT3	HT4	p value
Hardness (N/cm ²)	44.37±8.45 ^a	14.96±3.35 ^c	26.70±4.41 ^b	25.33±4.53 ^b	27.26±5.56 ^b	0.000
Springiness	0.57±0.06	0.52±0.07	0.52±0.04	0.53±0.06	0.44±0.03	0.034
Cohesiveness	0.32±0.05	0.33±0.08	0.33±0.01	0.37±0.03	0.36±0.02	0.137
Gumminess (N/cm ²)	14.38±2.34 ^a	5.20±1.84 ^c	8.74±1.42 ^b	9.43±0.90 ^b	9.99±2.40 ^b	0.023
Chewiness (N/cm ²)	8.61±1.88 ^a	2.95±1.21 ^b	4.63±1.09 ^b	5.10±0.27 ^b	4.62±1.29 ^b	0.043
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	

^{a-c}Means sharing different letters within a row are significantly different (p<0.05).

¹⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²).

- Trial product of slice beef rip (*suyuk*)



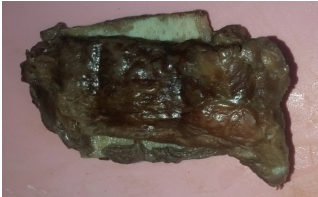



- 수비드 가열 조건을 달리한 쇠고기 갈비 수육 개발

수비드 가열 쇠고기 갈비 수육의 개발을 위하여 다양한 가열 조건을 적용하여 성상 변화를 평가하였다(Table 3-1-31). 모든 가열 조건에서 염지 공정을 실시하면 전단력이 낮아지는 것으로 나타났다. 전단력은 일반 가열을 실시한 쇠고기 갈비 수육은 염지 미실시 처리구는 7.70 kg으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 고령친화식품 품질 기준으로 저작 1단계에 부합하였다. 염지와 수비드 가열을 병용한 처리구들의 전단력은 2.34-3.54 kg으로 나타났다. 특히, 55°C에서 240분 동안 가열한 염지 처리구의 전단력이 2.34 kg으로 나타났고, 100°C에서 80분 동안 가열한 염지 처리구의 전단력이 2.95 kg으로 나타났다.

Table 3-1-31. Comparison on shear force of beef rip product with sous-vide cooking

Trait	75°C / core temperature 71°C		55°C / 240 min		65°C / 360 min		65°C / 720 min	100°C / 80 min	
	Non-cured	Cured	Non-cured	Cured	Non-cured	Cured	Cured	Non-cured	Cured
Shear force (kg)	7.70	6.77	4.05	2.34	6.82	3.54	3.17	3.95	2.95







- Trial product of beef rip products with sous-vide cooking

Trait	Non-cured	Cured
Conventional cooking (75°C / core temperature of 71°C)		
After sous-vide cooking	Exterior appearance	Internal characteristic
Sous-vide cooking (65°C / 360 min)		

모든 가열 조건에서 쇠고기 갈비 수육의 외관색은 염지 상태에 관계 없이 서로 유사하게 나타났다. 가열 상태는 75°C 및 100°C에서는 내부까지 모두 열변성이 되었지만, 65°C 가열 조건에서는 내부에 열변성이 나타나지 않아 레어(rare) 정도의 가열 상태를 나타내었다.

100°C에서 가열한 쇠고기 갈비 수육은 가열 시간에 따라서 조직의 파괴 정도가 달라지는 것으로 나타났다(Table 3-1-32). 90분 가열시 근육의 수축은 이루어지지만 촉감적으로 단단한 물성을 지니고 있었다. 그러나 염지 후 180분 및 270분 동안 가열한 쇠고기 갈비 수육은 촉감적으로 조직이 물러짐을 나타냈다. 특히, 100°C에서 270분 가열하면 가열 과정에서 뼈와 근막이 분리되고, 쉽게 으스러질 정도로 조직이 연화되었다.

Table 3-1-32. Effects of cooking temperature and curing on texture of beef rib product

Trait	100°C / 90 min	100°C / 180 min	100°C / 270 min
Non-cured			
Cured			

- 고온증기가열 시간에 따른 쇠고기 갈비 수육의 물성

고온증기가열 공정을 적용한 쇠고기 갈비 수육의 개발을 위하여 다양한 가열 시간을 적용하여 물성 변화를 평가하였다(Table 3-1-33). 쇠고기 갈비 수육의 경도는 모든 가열 조건에서 고령친화식품 품질규격 2단계에 부합하는 수치(2-5 N/cm²)를 나타내었으며, 가열 시간이 증가할수록 경도는 낮아지는 경향이 나타났다.

Table 3-1-33. Comparison of textural properties on beef rip (*su yuk*) product

Trait	100°C/100 min	100°C/140 min	100°C/180 min	p value
Hardness (N/cm ²)	3.89±0.31 ^a	3.22±0.03 ^{ab}	2.38±0.72 ^b	0.019
Springiness	0.52±0.03 ^{ab}	0.58±0.04 ^a	0.49±0.02 ^b	0.020
Cohesiveness	0.29±0.04 ^b	0.36±0.02 ^a	0.26±0.05 ^b	0.034
Gumminess (N/cm ²)	1.14±0.23 ^a	1.17±0.05 ^a	0.60±0.20 ^b	0.014
Chewiness (N/cm ²)	0.59±0.11 ^a	0.68±0.03 ^a	0.30±0.11 ^b	0.006
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	2 grade	2 grade	2 grade	

^{a,b}Means sharing different letters within a row are significantly different (p<0.05).

¹⁾2nd grade for gingiva ingestion (5-2 N/cm²).

특히, 100분 처리구(3.87 N/cm²)에 비하여 180분 처리구(2.38 N/cm²)가 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 탄력성과 응집성에서도 100분 및 140분 처리구에 비하여 180분 처리구가 낮은 수치를 나타내었다(p<0.05). 경도, 탄력성 및 응집성의 차이에 따라서, 검성 및 씹힘성에서 180분 처리구가 100분 및 140분 처리구 보다 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다.

- 염지 조건 및 고온증기가열에 따른 쇠고기 왕갈비 수육의 물리적 특성

왕갈비 수육의 원료 및 가열육의 물리적 특성은 Table Table 3-1-34에 나타내었다. 왕갈비 수육 원료의 경도는 31.20 N/cm², 탄력성은 0.47, 응집성은 0.25, 검성은 7.65 N/cm², 씹힘성은 3.85 N/cm²로 측정되었다. 쇠고기 왕갈비 수육을 염지하지 않고 가열한 대조구에 비하여 염지와 고온증기가열을 실시한 처리구(T1)의 경도, 탄력성, 검성 및 씹힘성이 유의적으로 낮게 나타났으며, 응집성은 유의적 차이가 없었다. 즉, 염지와 고온증기가열법은 왕갈비 수육의 경도를 약 62% 감소시키고, 탄력성의 저하로 씹힘성을 약 74% 감소시킬 수 있었다.

Table 3-1-34. Comparison of textural properties on long beef rip (*suyuk*) product

Trait	Raw meat	Con	T1	Significance of t-test ¹⁾
Hardness (N/cm ²)	31.20±0.59	17.97±0.70	6.83±0.59***	0.000
Springiness	0.47±0.10	0.50±0.04	0.41±0.01*	0.034
Cohesiveness	0.25±0.07	0.24±0.03	0.21±0.01	0.137
Gumminess (N/cm ²)	7.65±2.34	4.91±0.95	1.55±0.16**	0.023
Chewiness (N/cm ²)	3.85±1.57	2.72±0.75	0.70±0.05*	0.043
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	-	1 grade	1 grade	

Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. *, p<0.05; **, p<0.01; ***, p<0.001.
¹⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²)

- 고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 왕갈비 수육의 색도 및 물성

고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 왕갈비 수육의 색도는 Table 3-1-35에 나타내었다. 쇠고기 왕갈비 수육의 명도, 적색도 및 황색도는 모든 처리구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 적색도는 염지액 1에 고온증기가열 처리구(HT1-3)들이 다소 높게 나타났다.

Table 3-1-35. Comparison of color on long beef rip (*suyuk*) product

Trait	Con	HT1	HT2	HT3	HT4	p value
CIE L*	47.62±2.47	43.31±2.62	44.14±2.20	43.92±0.52	44.88±1.14	0.142
CIE a*	4.26±0.43	7.54±1.67	8.51±2.48	7.34±0.87	5.71±1.59	0.053
CIE b*	16.53±1.13	12.80±2.06	14.54±2.11	13.62±1.13	12.79±2.07	0.125

고온증기가열 조건을 달리한 쇠고기 왕갈비 수육의 물리적 특성은 Table 3-1-36에 나타내었다. 쇠고기 왕갈비 수육의 경도는 염지를 실시하지 않은 대조구(14.58 N/cm²)가 가장 높게 나타났다

($p < 0.05$). 처리구들에서는 고온증기가열 70분 조건이 6.65 N/cm^2 으로 나타나 다른 처리구들에 비하여 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 탄력성과 응집성은 모든 처리구에서 차이가 나타나지 않았다. 검성과 씹힘성은 경도에 영향을 받아 고온증기가열 70분 조건(T3)이 대조구 및 다른 처리구들에 비하여 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 결과적으로 단순 가열을 실시한 쇠고기 왕갈비 수육보다 염지를 실시하면 경도가 감소하게 되며, 100°C 의 고온증기로 가열하는 경우 70분간 가열하는 것이 경도를 가장 효과적으로 감소시킬수 있었다. 염지 및 고온증기 가열을 실시한 쇠고기 갈비 수육에 저작성을 평가한 결과는 고령친화 품질 저작 1단계에 부합하는 것으로 나타났다. HT3 처리구의 경우 염지 및 가열 이외의 연화 방법을 추가 적용하면 저작 2단계에 해당할 가능성이 있다고 판단된다.

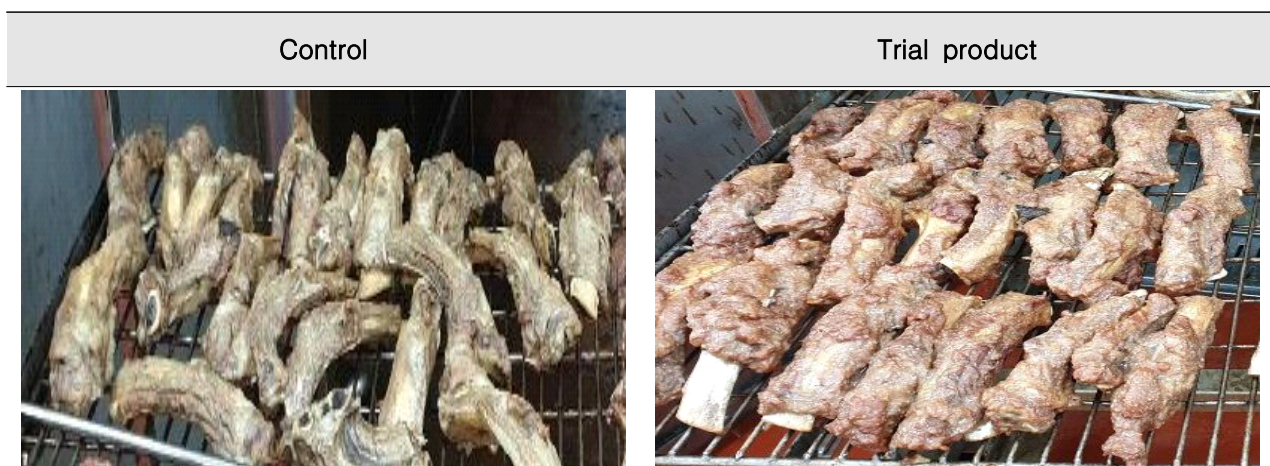
Table 3-1-36. Comparison of textural properties on long beef rip (*suyuk*) product

Trait	Con	T1	T2	T3	T4	p value
Hardness (N/cm^2)	14.58 ± 1.07^a	10.77 ± 0.90^b	8.55 ± 0.83^c	6.65 ± 0.57^d	8.26 ± 0.18^c	0.000
Springiness	0.54 ± 0.06	0.48 ± 0.05	0.45 ± 0.04	0.46 ± 0.06	0.49 ± 0.03	0.199
Cohesiveness	0.26 ± 0.01	0.27 ± 0.07	0.24 ± 0.04	0.28 ± 0.06	0.30 ± 0.04	0.671
Gumminess (N/cm^2)	3.78 ± 0.22^a	3.05 ± 0.86^{ab}	2.25 ± 0.16^{bc}	1.85 ± 0.30^c	2.45 ± 0.29^{bc}	0.003
Chewiness (N/cm^2)	2.12 ± 0.29^a	1.77 ± 0.78^{ab}	1.18 ± 0.16^{bc}	0.94 ± 0.27^c	1.25 ± 0.17^{bc}	0.029
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	1 grade	

^{a-d}Means sharing different letters within a row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾1st grade for tooth ingestion ($50-5 \text{ N/cm}^2$).

- Trial product of whole beef rip (*suyuk*)



- 염지 조건에 따른 로스트 치킨 오븐구이의 색도 및 물리적 특성

로스트 치킨 오븐구이의 색도는 Table 3-1-37에 나타내었다. 명도는 혼합제제2를 첨가한 대조구가 T1보다 유의적으로 높았으며, 적색도와 황색도는 두 처리구간에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

Table 3-1-37. Comparison of color on roast chicken product

Trait	Con	T1	Significance of t-test ¹⁾
CIE L* (lightness)	59.92±0.54*	56.92±1.13	0.014
CIE a* (redness)	9.69±0.54	9.24±1.50	0.649
CIE b* (yellowness)	29.35±0.61	27.83±1.16	0.117

¹⁾Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. *, p<0.05.

로스트 치킨 오븐구이의 물리적 특성은 Table 3-1-38에 나타내었다. 경도는 대조구가 T1 보다 유의적으로 높게 나타났으며, 탄력성, 응집성, 검성 및 씹힘성의 차이는 나타나지 않았다. 결과적으로 로스트 치킨 오븐구이의 저작성을 평가한 결과는 고령친화 품질 저작 1단계에 부합하는 것으로 나타났다.

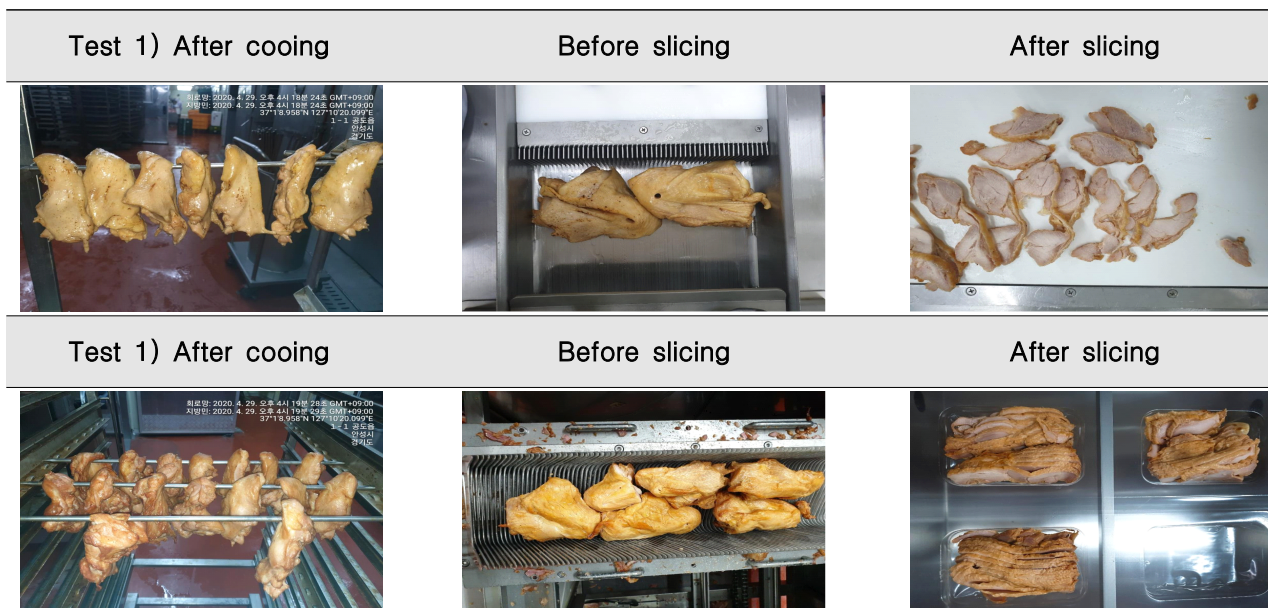
Table 3-1-38. Comparison of textural properties on roast chicken product

Trait	Con	T1	Significance of t-test ¹⁾
Hardness (N/cm ²)	9.24±0.34**	7.79±0.41	0.009
Springiness	0.30±0.06	0.27±0.06	0.534
Cohesiveness	0.15±0.03	0.12±0.03	0.237
Gumminess (N/cm ²)	1.42±0.34	0.91±0.23	0.100
Chewiness (N/cm ²)	0.51±0.22	0.27±0.13	0.184
Korean Industrial Standards for elderly foods ²⁾	1 grade	1 grade	

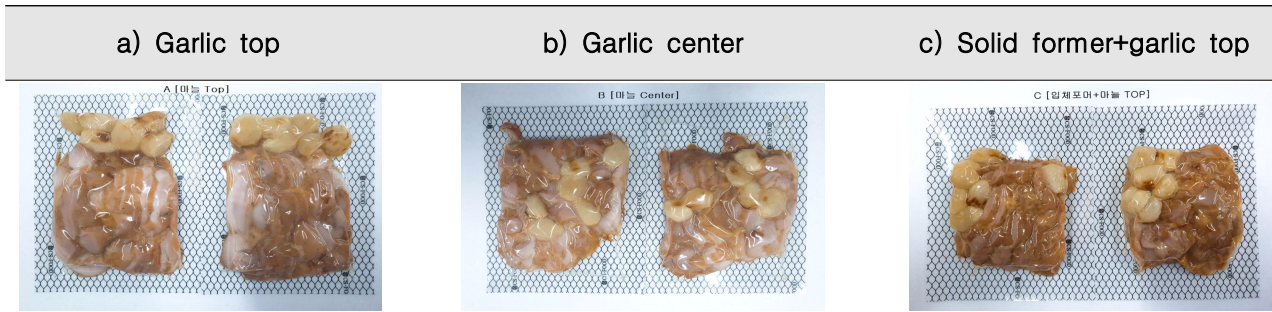
¹⁾Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. **, p<0.01.

²⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²).

- Change in appearance of roast chicken product at each processing step



- Trial product of roast chicken product



- 염지 조건에 따른 로스트 치킨 오븐구이 시제품의 보존성

로스트 치킨 오븐구이의 보존성 평가 결과는 Table 3-1-39에 나타내었다. 58일간의 저장 기간 동안 로스트 치킨 오븐구이의 일반세균은 4 log CFU/g 미만으로 나타났으며, 대장균군 (total Coliforms)은 모든 저장일에서 검출되지 않았다. 살모넬라균(*Salmonella* spp.) 및 리스테리아모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*)는 최초 2일차와 최종 58일차에 정성검사에서 모두 검출되지 않았다. 따라서 안전계수(0.7)를 고려하여 해당제품의 유통기한을 냉장 (-2℃~10℃) 보관 시 40일로 설정하였다.

Table 3-1-39. Shelf life test of commercial roast chicken product

Number of experiments	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10 th
Storage day	2 d	7 d	16 d	22 d	30 d	37 d	42 d	44 d	49 d	58 d
Total bacteria (cfu/g)	N.D ¹⁾	N.D	N.D	N.D	N.D	13,500 ²⁾	N.D	N.D	N.D	2,300
Total Coliforms (cfu/g)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	-
<i>Salmonella</i> spp.	Nega-tive	-	-	-	-	-	-	-	-	Nega-tive
<i>Listeria monocytogenes</i>	Nega-tive	-	-	-	-	-	-	-	-	Nega-tive

¹⁾Not detected.

²⁾Unexpected level probably due to uncontrolled contamination.

- 로스트 치킨 영양성분 분석 결과

상품화 완료한 로스트 치킨의 영양성분 분석결과는 Table 3-1-40에 나타내었다. 고령친화 식품 영양성분 기준 항목에 해당하는 단백질, 비타민 A, C, D, 리보플라빈, 나이아신, 칼슘, 칼륨, 식이섬유 중 단백질, 칼슘, 총 식이섬유 및 영양정보표시 9대 항목인 100 g당 열량, 탄수화물, 당류, 단백질, 지방, 포화지방, 트랜스지방, 콜레스테롤 및 나트륨 함량을 분석한 결과, 단백질은 추가적인 식품 및 식품첨가물의 활용 없이 고령친화식품 영양기준인 100 g당 6 g 이상을 충족하였고, 칼슘(100 g당 80 mg 이상)과 식이섬유(100 g당 2.5 g 이상)는 향후 해당 영양성분을 함유한 식품첨가물을 활용하여 추가적인 영양성분 강화가 필요함을 확인하였다.

Table 3-1-40. Nutrition data of commercial roast chicken product

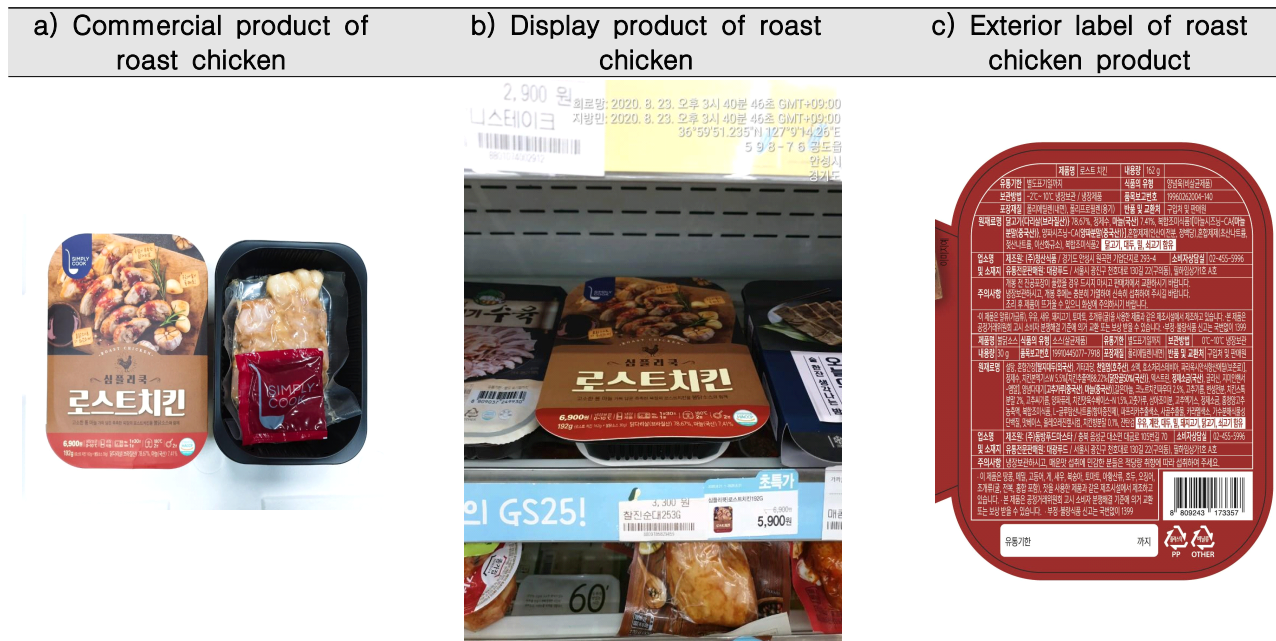
Trait	Calorie (kcal/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)	Sugars (g/100 g)	Protein (g/100 g)	Fat (g/100 g)	
	180.80	5.64	1.05	17.95	9.70	
				*6		
	Saturated fat (g/100 g)	Trans fat (g/100 g)	Cholesterol (mg/100 g)	Sodium (mg/100 g)	Calcium (mg/100 g)	Total dietary fiber (TDF, g/100 g)
3.24	0.10	84.79	693.77	5.76	0.43	
				*80	*2.5	

*Standard content of nutritional composition with senior friendly food

- 로스트 치킨 상품화

1차년도 과제 수행을 통해 개발한 텀블링 공정을 적용하여 고령친화식품 품질규격 저작 1 단계를 만족하며 전 연령층을 소비 대상으로 편의점 냉장간편식 또는 온라인 간편식 유통채널로의 상품화 과정을 수행하였다. 수행결과로써 20년 08월 03일 로스트 치킨 제품을 제품화하였고, 동월 11일부터 전국 편의점 및 온라인 몰에서 해당 제품 판매를 개시하여 162,705,785원 (20.11.30 기준)의 매출액을 달성하였으며, 지속적인 품질 향상 방안을 연구할 계획이다.

- Commercial product of roast chicken



- 영양성분 개선 로스트 치킨 오븐구이의 물리적 특성

고령친화식품 품질 및 영양성분 규격에 부합하는 로스트 치킨 오븐구이 제품 개발을 위하여 기존 염지 배합비율 및 텀블링 공정을 개선하였다. 그 결과, 경도에서 T3(텀블링 60분)는 고령친화식품 품질규격 2단계(2.13 N/cm²)에 부합하였으며, T4(텀블링 210분)의 경도는 고령친화식품 품질규격 3단계(1.09 N/cm²)에 부합하는 것으로 나타났다. 탄력성은 T3가 0.09 수준으로 나타났으며, T4는 0.35 수준으로 나타났다. 응집성, 검성 및 씹힘성의 차이는 나타나지 않았다(Table 3-1-41). 결과적으로 영양성분 개선 로스트 치킨 오븐구이는 고령친화 품질 저작 2-3단계별 제품을 산업적으로 생산이 가능할 것으로 판단된다.

Table 3-1-41. Comparison of textural properties on roast chicken product

Trait	T3	T4	Significance of T-test ¹⁾
Hardness (N/cm ²)	2.13±0.33**	1.09±0.14	0.007
Springiness	0.09±0.06	0.35±0.05**	0.004
Cohesiveness	0.11±0.05	0.18±0.04	0.136
Gumminess (N/cm ²)	0.23±0.09	0.20±0.06	0.566
Chewiness (N/cm ²)	0.03±0.02	0.07±0.03	0.094
Korean Industrial Standards for elderly foods ²⁾	2 grade	3 grade	

¹⁾Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. **, p<0.01.

²⁾2nd grade for gingiva ingestion (5-2 N/cm²); 3rd grade for tongue ingestion (under 2 N/cm²)

- 영양성분 개선 로스트 치킨 오븐구이의 영양성분 분석

고령친화식품 영양성분 규격 만족을 위해 칼슘 및 식이섬유를 염지액 제조 시 각 기준치 대비 T2(101.3%) 및 T3(110.3%) 추가 첨가하여 시제품을 제조하여 각 시험구별 단백질, 칼슘, 식이섬유 함량을 3반복 시험하여 시판 중인 로스트 치킨 제품과 비교 분석하였다. 칼슘은 T2(14.36±0.86 mg/100g)와 T3(14.37±1.93 mg/100g)로 분석되어 기준치(80 mg/100g) 대비 18% 수준으로 평가되었다. T2와 T3간에는 차이가 발생되지 않았고, 칼슘을 첨가하지 않은 시판 제품(5.76 mg/100g)과 비교하였을 때는 249% 증가하였다. 칼슘의 경우 염지액 조성단계에서 기준치 수준으로 영양성분을 강화하였을 때는 기준에 미달하였고, 기준치 대비 1,000% 이상 수준으로 영양성분 첨가하여 추가 분석이 필요할 것으로 판단되었다. 식이섬유는 T2(0.44±0.06 g/100g)와 T3(0.41±0.04 g/100g)로 분석되어 식이섬유를 첨가하지 않은 시판 제품(0.43 g/100g)과 비교하였을 때 더 낮은 결과값이 분석되어, 염지액 조성단계에서 식이섬유 영양성분 강화는 본 제조 조건에서는 기준 규격으로 설정하기에 부적합함이 판단되었다. 고령친화식품 영양성분 기준 규격 만족을 위해 식이섬유 대신 고령친화식품 영양성분 기준 규격 성분인 비타민 B2(리보플라빈), 비타민B3(나이아신) 및 비타민 C의 원료육별 식육가공품별 함유량을 분석하고, 함유량 결과값을 토대로 영양성분 첨가율 설계 및 추가 시험분석이 필요하다. 시판 제품과 칼슘 및 식이섬유를 추가 첨가한 영양성분 결과값은 Table 3-1-42에 나타내었다.

Table 3-1-42. Comparison of protein, calcium and fiber contents on roast chicken product

Trait	Control	T3	T4	Significance of T-test ¹⁾
Protein (g/100 g) *6	17.95	17.63±0.46	17.35±0.83	0.636
Calcium (mg/100 g) *80	5.76	14.36±0.86	14.37±1.93	0.994
Fiber (g/100 g) *2.5	0.43	0.44±0.06	0.41±0.04	0.414

*Standard content of nutritional composition with senior friendly food

- 염지 조건에 따른 큐브 치킨의 색도 및 물리적 특성

로스트 치킨 오븐구이의 색도는 Table 3-1-43에 나타내었다. 명도와 황색도에서 두 처리구간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. 적색도는 혼합제재2를 첨가한 대조구가 T1보다 유의적으로 높았다($p < 0.001$).

Table 3-1-43. Comparison of color on cube chicken product

Trait	Con	T1	Significance of t-test ¹⁾
CIE L* (lightness)	57.36±1.56	60.46±0.25	0.072
CIE a* (redness)	12.43±0.47***	8.43±0.28	0.000
CIE b* (yellowness)	27.77±1.00	24.90±1.54	0.053

¹⁾Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. ***, $p < 0.001$.

큐브 치킨의 물리적 특성은 Table 3-1-44에 나타내었다. 경도와 탄력성은 대조구가 T1보다 다소 낮았으나 유의적 차이는 인정되지 않았다. 응집성, 검성 및 씹힘성은 대조구가 T1보다 유의적으로 낮게 나타났었다($p < 0.05$). 결과적으로 큐브 치킨의 저작성을 평가한 결과는 고령친화 품질 저작 1단계에 부합하는 것으로 나타났었다.

Table 3-1-44. Comparison of textural properties on cube chicken product

Trait	Con	T1	Significance of T-test ¹⁾
Hardness (N/cm ²)	8.14±1.25	10.22±1.1	0.150
Springiness	0.26±0.05	0.31±0.01	0.148
Cohesiveness	0.13±0.01	0.16±0.01*	0.021
Gumminess (N/cm ²)	1.08±0.27	1.56±0.20*	0.019
Chewiness (N/cm ²)	0.32±0.13	0.51±0.12*	0.024
Korean Industrial Standards for elderly foods ²⁾	1 grade	1 grade	

¹⁾Asterisks mean the significance of t-test between Con and T1. *, $p < 0.05$.

²⁾1st grade for tooth ingestion (50-5 N/cm²).

- 고온증기가열 시간에 따른 폭립의 물리적 특성 변화

고온증기가열 시간을 달리한 폭립의 물리적 특성은 Table 3-1-45에 나타내었다. 폭립(돈육 갈비) 원료의 경도는 2.29 N/cm², 탄력성은 0.34, 응집성은 0.20, 검성은 0.43 N/cm², 씹힘성은 0.15 N/cm²로 측정되었다. 고온증기가열을 실시한 폭립의 경도는 1.57-1.73 N/cm²으로 나타내었으며, 가열 시간이 증가 할수록 경도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 탄력성과 응집성도 가열 시간에 따라 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 검성 및 씹힘성은 고온증기가열로 60-70분간 가열한 처리구가 다른 처리구들보다 낮은 수치를 나타내었다. 결과적으로 폭립의 저작성을 평가한 결과는 고령친화 품질 저작 3단계에 부합하는 것으로 나타났었다.

Table 3-1-45. Comparison of textural properties on slice pork rib product

Trait	Raw meat	PHT30	PHT40	PHT50	PHT60	PHT70	p value
Hardness (N/cm ²)	2.29±0.80	1.73±0.05	1.72±0.11	1.67±0.07	1.58±0.26	1.57±0.14	0.578
Springiness	0.34±0.09	0.47±0.02	0.55±0.04	0.50±0.06	0.48±0.01	0.53±0.01	0.120
Cohesiveness	0.20±0.02	0.28±0.02	0.31±0.03	0.30±0.04	0.29±0.04	0.29±0.03	0.607
Gumminess (N/cm ²)	0.43±0.11	0.53±0.08	0.54±0.05	0.51±0.07	0.45±0.05	0.45±0.06	0.321
Chewiness (N/cm ²)	0.15±0.05	0.25±0.05	0.30±0.04	0.27±0.07	0.23±0.02	0.24±0.04	0.364
Korean Industrial Standards for elderly foods ¹⁾	-	3 grade	3 grade	3 grade	3 grade	3 grade	

^{a-c}Means sharing different letters within a row are significantly different (p<0.05).

¹⁾3rd grade for tongue ingestion (under 2 N/cm²).

- Trial product of pork rib



- 폭립 제품 상품화

1차년도 과제 수행을 통해 개발한 텀블링 공정과 2차년도 과제 수행을 통해 개발한 고온증기 가열처리 공정을 병용 적용하여 고령친화식품 품질기준 중 저작 1단계를 만족하며 전 연령층을 소비 대상으로 홈쇼핑 유통채널로의 상품화 과정을 수행하였다. 20년 09월 01일 이해정의 깜짝 간편폭립 하와이안 제품을 제품화하였고, 동년 12월 중 방송런칭을 목표로 패키지 디자인 및 홈쇼핑 방송 인서트 영상 등의 준비하였다.

a) Trial product of pork rib



b) Package design



c) Exterior label



- 국제식품 박람회 전시 홍보

본 과제의 연구내용 및 개발제품과 고령친화식품의 홍보를 위해 부산 벡스코에서 개최된 부산 국제식품 박람회(20년 11월 26일부터 동월 29일까지 4일간, 21년 11월 25일부터 동월 28일까지 4일간)에 참석하였다. 박람회에 참석하여 참관객을 대상으로 당 과제의 연구내용 및 개발제품에 관하여 전시·홍보하였다. 리테일 유통업체 MD를 비롯한 창업 준비 업체들과 상담을 진행하였으며 개인 소비자를 대상으로 고령친화식품의 정의 및 기준에 대한 홍보를 진행하였다.

전시회 부스 전경



전시회 입구



2020년도 고령친화형 식육가공품 참가팀 부스

부스 전시 전경



2021년도 고령친화형 식육가공품 참가팀 부스











홍보용 카달로그



○ 결론

1-2차년도 시험·연구를 통해 물리적 공정제어{텀블링(회전속도 및 시간) 및 고온증기 가열(온도 및 시간)}를 통한 식육가공품의 연도를 고령친화식품 경도기준 단계별(1-3단계)로 구현할 수 있는 공정제어 가공기술을 개발하였다. 해당 연구결과를 적용하여 고령친화식품 1단계(치아섭취) 물성(경도)기준을 만족하는 식육가공품의 제품개발 및 상품화를 완료하였다. 고령층을 포함한 전 연령층을 소비 대상으로서 선정하여 상품화를 진행하였고, 개발한 제품은 편의점 냉장간편식, 온라인 간편식 및 TV홈쇼핑/온라인 라이브 방송 등의 유통채널을 통하여 판매를 진행하고 있다. 출시제품 및 상품화 완료한 제품의 현황은 Table 3-1-46과 같다. 고령친화식품 영양성분 기준 만족을 위한 원료육 종류별 및 식육가공품별 영양성분 수준 및 염지 공정 시 영양성분별 첨가율에 따른 완제품 영양성분 수준에 대한 시험분석을 진행하였다. 시험분석 및 연구결과, 3종의 영양성분(단백질, 리보플라빈, 비타민C)을 일부 염지 공정 중 첨가하거나, 식육 원료육 자체의 함유량만으로 기준 만족이 가능함을 확인하였다. 연구 수행을 통하여 KS고령친화식품 인증 규격을 만족할 수 있는 기술을 개발완료 하였고, 향후 고령친화형 식품 시장의 규모 확장단계에 맞춰 적기에 인증을 취득하여, 근육형 고령친화형 식육가공품의 우수한 공급자로서 자리할 계획이다.

Table 3-1-46. List of senior-friendly meat product developed through controlling technology of physical tenderization

No.	Product name	Product photo	Hard-ness grade	Release date	Distribution channel	Display and publicity photo	Sales(KRW) <As of 2021.12.3>
1	로스트 치킨		1단계 (치아 섭취)	20.08.11	편의점 (GS25)		355,388,210
2	이혜정의 깜짝 간편폭립 하와이완			20.10.12	TV 홈쇼핑 (NS)		166,667,940
3	소고기 바베큐 빅립			21.01.06	TV 홈쇼핑 (롯데)		1,055,571,953
4	로리스 자이언트 폭립			21.03.19	TV 홈쇼핑 (CJ), 라이브 방송 (배민)		107,659,200
5	핑크 테이블 바베큐 폭립			21.08.13	온라인 몰		16,702,630
6	오븐에 구운 로스트 닭갈비			21.08.24	온라인 몰 판매 준비중		

나. 제1협동연구기관((주)정담) 주요 연구결과

천연식초 마리네이션에 의한 돈피 연도개선 가공기술 개발

○ 서론

족발은 대중적 선호도가 높은 우리나라 전통 식육가공품으로 일반적으로 돈족을 간장 및 각종 향신료를 포함하는 염지액에 삶아서 제조한다(Lee et al., 2014). 돈족은 껍질층, 피하지방층 및 근육층으로 구성되어 있는데, 껍질층은 족발 특유의 쫄득한 식감을 제공한다. 또한, 껍질층에는 젤라틴(gelatin) 성분이 풍부하여 피부 건강에 긍정적 효과가 있다고 알려져 있다(Choi et al., 2016). 그러나 젤라틴은 용점 이하의 온도에서 가역적으로 겔화되어 강도가 증가하며, 가열한 족발은 식은 뒤 젤라틴을 포함하는 껍질층이 단단해져 질긴 식감을 나타낸다. 즉, 치아 및 구강 상태가 좋지 않은 고령자에게 족발 섭취는 상당한 어려움이 있지만, 고령층의 섭식이 용이한 족발 및 돈족 가공품에 관한 연구는 미비한 실정이다.

젤라틴은 포유류의 피부 조직을 구성하는 콜라겐(collagen)에서 유래된 열유도 단백질로 겔 형성능, 수분 결합능 및 유화 형성능이 우수하여 식품, 제약, 화장품 및 공업용 소재로 널리 사용된다(Gómez-Guillén et al., 2011). 젤라틴은 산 또는 알칼리 조건에서 팽윤되는 특성이 있는데, 산처리를 하는 경우 등전점 pH 8-9 정도의 gelatin A 및 알칼리 처리를 하는 경우 등전점 pH 4-5 정도의 gelatin B가 추출된다. 따라서, 산업적으로 젤라틴을 추출하는 경우 산처리 또는 알칼리 처리하여 팽윤한 뒤 가열 추출하는 것이 일반적이며, 이때 콜라겐 분자의 가교결합에 어떻게 영향을 미치는가에 따라 추출되는 젤라틴의 수율 및 특성에 차이가 난다(Gómez-Guillén et al., 2011). 젤라틴이 산 또는 알칼리에 팽윤되는 특성은 젤라틴을 함유하는 식품 제조 공정에도 널리 활용된다. Jang 등(2002)에 의하면 닭발을 산과 알칼리 처리하여 얻어진 젤라틴은 아미노산 함량 차이는 없었으나 수율의 경우 산에서 24시간 침지하거나 알칼리 조건에서 1주간 침지한 결과 가장 우수하다고 보고하였다. 따라서, 콜라겐 및 젤라틴을 함유하는 식품의 경우 산 혹은 알칼리 처리 공정을 통해 젤라틴의 가교결합 정도를 조절하여 겔화 및 이에 따른 연도의 조절이 가능하다고 사료된다.

돈피(pork skin)의 경우 젤라틴 추출을 위한 동물성 소재로 널리 활용되고 있으며, 주로 산성 조건 하에서 팽윤하여 젤라틴 추출에 활용한다(Jang et al., 2002). 즉, 돈족을 산처리 하여 콜라겐/젤라틴의 가교결합을 최소화 한다면 껍질층의 식감이 부드러운 족발을 제조함에 있어 핵심 공정이 될 수 있다고 기대된다. 그러나 아직까지 족발 가공 및 품질개선에 관한 과학적 연구는 미비한 실정이며, 이전의 몇몇 연구에서 천연 기능성 소재를 활용한 족발 가공기술에 대해 평가된 바 있다(Choi et al., 2016; Lee et al., 2014). 최근 식품산업에서는 건강을 중요시하는 소비자들의 니즈(needs)를 고려하여 상당 부분의 부재료 및 첨가물을 천연 물질로 부분 및 완전히 대체하는 추세이다. 따라서, 돈족의 껍질층 팽윤을 위하여 천연 발효 혹은 천연 양조 식초를 활용함이 향후 최종제품의 판매 및 마케팅에 유리할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 천연식초를 활용하여 산팽윤 돈족 껍질층의 이화학적 및 물성 특성을 평가하여, 향후 고령층의 선호도가 우수한 고령친화형 돈족 제품 개발을 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 원료육 및 식육가공품

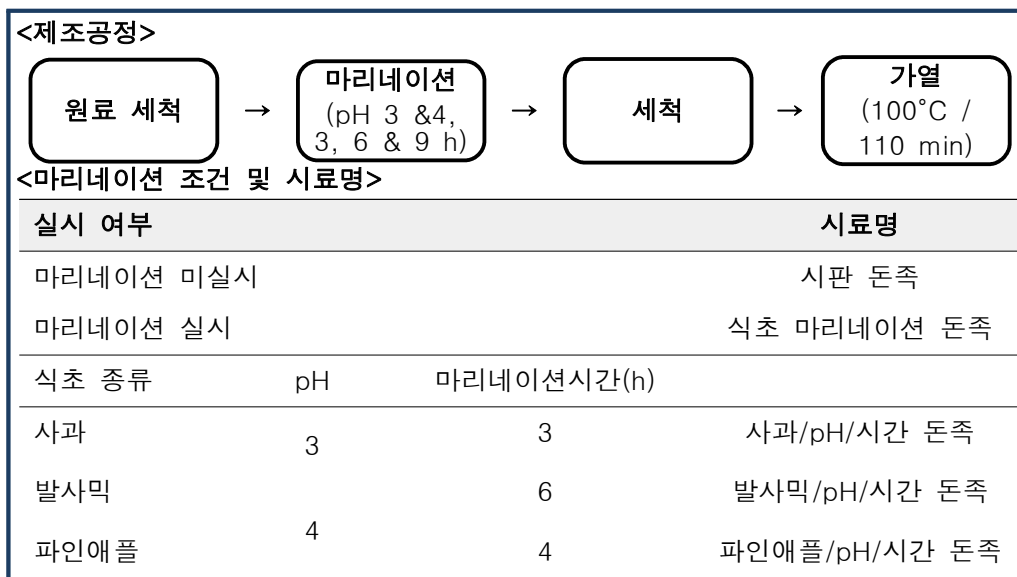
돼지고기(돈족)은 농업회사법인(주)이른아침에서 생산 판매되는 제품을 구입하여 표면의 잔털 제거 및 세척 후 족발 제조에 사용하였다. 산처리 효과 비교를 위한 시판 제품은 (주)정담에서 시판 중인 족발을 실험에 사용하였다.

- 산 마리네이션 용액 제조

돈족의 산 마리네이션(팽윤 공정)을 위해 사과 식초(오뚜기 2배 사과식초, 오뚜기, 서울, 대한민국; pH 2.7), 발사믹 식초(아리올리 모데나 발사믹 식초, Acetificio M. De Nigris, 이탈리아; pH 2.9) 및 파인애플 식초(파인애플식초, 정우당, 대한민국; pH 3.0)를 정제수에 희석하여 pH 3 및 pH 4의 산 마리네이션 용액을 제조하여 마리네이션 공정에 사용하였다.

- 돈족가공품 제조

마리네이션 처리조건에 따른 돈족의 물성 및 이화학적 특성 변화를 측정하기 위해 마리네이션 용액의 조성(식초 3종(사과 식초, 발사믹 식초, 파인애플 식초)×pH 조건(pH 3과 4))을 달리하여 시험을 실시하였다. 실험에 사용된 돈족의 대조구는 시판 제품(산 마리네이션 미실시)으로 사용하였으며, 처리구는 식초를 이용한 마리네이션 용액에 3, 6 및 9 시간 동안 돈족을 마리네이션하여 팽윤을 실시하였다. 마리네이션 공정이 완료된 돈족은 흐르는 물에 수세 후 가스가열장치를 이용하여 100°C로 가열 중인 족발 제조액에 침지하여 110분간 가열하였다. 가열된 족발은 상온에서 방냉한 이후 진공포장하여 4°C 냉장고에 보관하며, 분석에 사용하였다. 족발 제조를 위한 원료 세척, 마리네이션, 중화를 위한 세척 및 족발 제조액에서의 가열 순으로 진행된 전체 제조 공정도는 아래에 나타내었다.



- pH 측정

가열된 시료의 pH는 삽입형 pH meter(pH spear, Eutech, Singapore)를 이용하여 3회씩 측정하였다.

- 마리네이션 수율(marination yield)

마리네이션 수율은 원료의 무게에 대한 마리네이션 후 시료의 무게를 %로 산출하였다.

- 최종수율(processing yield)

최종수율은 원료의 무게에 대한 가열 후 시료의 최종 무게를 %로 산출하였다. 시료는 가스가열 장치로 가열되어 100°C로 예열된 수조에서 110분간 가열하였다.

- 물성 측정

시료의 물성은 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 통계처리(statistical analysis)

본 실험은 완전임의화설계법(completely randomized block design)을 이용하여 설계하였다. 통계분석은 SPSS program(Ver 18.0)의 일반선형모형(general linear model, GLM)을 이용하여 식초 종류(사과, 발사믹 및 파인애플), pH 조건(3 및 4)와 마리네이션 시간(3, 6 및 9시간)의 주효과 및 이들의 교호작용에 대해 통계검정을 실시하였다. 처리구 평균 간의 유의성($p < 0.05$)은 독립표본 T 검정(T-test) 및 Duncan의 다중범위검정 방법을 통하여 사후검정을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 천연식초를 이용한 마리네이션 공정이 돈족의 가열 후 pH 및 보수력에 미치는 영향

시판 돈족과 천연식초 종류와 마리네이션 조건이 돈족의 가열 후 pH 및 최종수율에 미치는 영향은 Table 3-2-1에 나타내었다. 시판 돈족은 천연식초로 마리네이션을 실시한 돈족(이하 식초 마리네이션 돈족)보다 유의적으로 높은 가열 후 pH를 나타냈으나, 최종수율은 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이러한 이유는 돈족 제품의 제조공정에 의해 발생한 것으로 추측된다. 식초 마리네이션 돈족은 산 평운을 위해 pH 3 혹은 4의 산성 조건에서 마리네이션 용액에 침지 후 가열하였다. 식초 마리네이션 돈족은 마리네이션 수율이 약 107.12%로 나타났으며, 식초 마리네이션 돈족은 마리네이션 과정 중 수분을 흡수하고 가열 중 다시 삼출시킨 것으로 판단된다. 따라서, 시판 돈족과 식초 마리네이션 돈족의 가열 후 pH가 유의적으로 차이가 남에도 불구하고 상호 간에 최종수율은 차이가 없는 것으로 판단된다.

식초 마리네이션 돈족의 가열 후 pH에 천연식초의 종류와 마리네이션 조건(pH 및 마리네이션 시간)에 따른 모든 상호작용은 나타나지 않았지만($p > 0.05$), 주효과 중 마리네이션 용액의 pH에 따라 돈족의 가열 후 pH가 영향을 받는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한, 마리네이션 용액의 pH 조성에 따라서 돈족의 가열 후 pH가 영향을 받는 것으로 나타났다. 돈족의 마리네이션 실시에 있어서 pH 3 용액은 pH 4 용액 보다 돈족의 가열 후 pH를 유의적으로 낮추는 효과가 있었다. 천연식초의 종류에 따라서 pH는 수치적(파인애플 6.39 > 발사믹 6.23 > 사과 6.19)으로 다소 차이는 있으나 유의적 차이는 인정되지 않았다. 마리네이션 시간이 돈족의 가열 후 pH에 미치는 영향은 나타나지 않았다. 결과적으로 천연식초 마리네이션 공정에 따른 돈족의 가열 후 pH는 마리네이션 용액의 pH에 가장 큰 영향을 받는 것으로 판단된다.

천연식초를 이용하여 마리네이션을 실시한 돈족의 마리네이션 수율에 식초 종류, pH조건 및 마리네이션 시간에 따른 상호작용은 나타나지 않았다($p > 0.05$). 식초 종류와 pH조건, 식초 종류와 마리네이션 시간 및 pH 조건과 마리네이션 시간에 따른 돈족의 마리네이션 수율에 대한 각각의 상호작용은 Figure 3-2-1(a-c)에 나타내었다. 식초 종류와 pH 조건에 따른 상호작용이 인정되었으며($p < 0.05$), 사과/pH 3 돈족이 다른 조건의 돈족들에 비하여 가장 높은 염지수율을 나타내었고, 발사믹/pH 4 돈족이 가장 낮은 마리네이션 수율을 나타내었다($p < 0.05$). 식초 종류와 마리네이션 시간에 따른 상호작용도 나타났으며($p < 0.05$). 사과/9 h 돈족이 가장 높은 마리네이션 수율을 나타내었고, 발사믹/3 h 돈족이 가장 낮은 마리네이션 수율을 나타내었다($p < 0.05$). pH와 마리네이션 조건에 따른 상호작용도 나타났으며, pH 3/6 h 조건과 pH 3/9 h

조건이 다른 처리구들에 비하여 가장 높은 마리네이션 수율을 나타내었고, pH 4/3 h 조건과 pH 4/6 h 조건이 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 마리네이션 수율을 나타내었다.

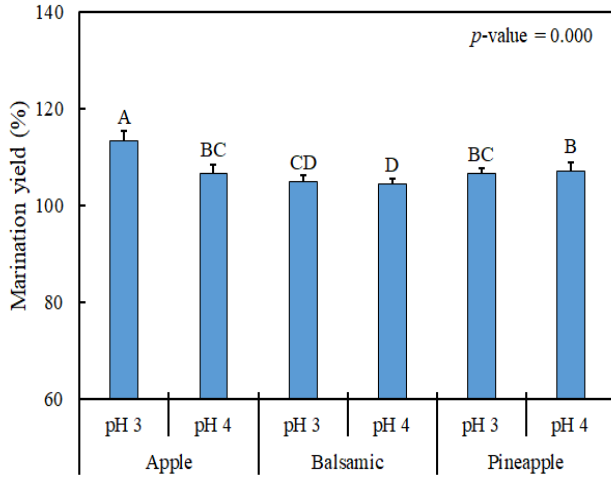
Table 3-2-1. Effects of vinegar type and marination condition on pH and water-holding capacity (marination and processing yield) of pettitoes (*jokbal*)

Treatments	pH	Marination yield (%)	Processing yield (%)
Commercial <i>jokbal</i>	6.88 ^a	–	63.00
Acid-marinated <i>jokbal</i>	6.27 ^b	107.12	62.73
SEM	0.074	–	0.655
Significance of t-test	0.000	–	0.600
<i>Vinegar type effect (V)</i>			
Apple	6.19	109.94 ^a	63.62
Balsamic	6.23	104.69 ^b	64.48
Pineapple	6.39	106.73 ^c	62.02
SEM ¹⁾	0.061	1.529	0.720
<i>pH effect (P)</i>			
3	6.06 ^b	108.26 ^a	59.56 ^b
4	6.48 ^a	105.99 ^b	65.90 ^a
SEM	0.210	1.137	3.171
<i>Marination time effect (T)</i>			
3	6.23	106.23 ^b	61.06 ^b
6	6.27	107.08 ^b	62.98 ^{ab}
9	6.30	108.05 ^a	65.76 ^a
SEM	0.018	0.426	0.962
Significance of p value			
<i>Vinegar type effect (V)</i>	0.301	0.000	0.124
<i>pH effect (P)</i>	0.000	0.000	0.000
<i>Marination time effect (T)</i>	0.900	0.001	0.018
Interactions			
V × P	0.446	0.000	0.203
V × T	0.532	0.046	0.358
P × T	0.300	0.038	0.066
V × P × T	0.546	0.560	0.372

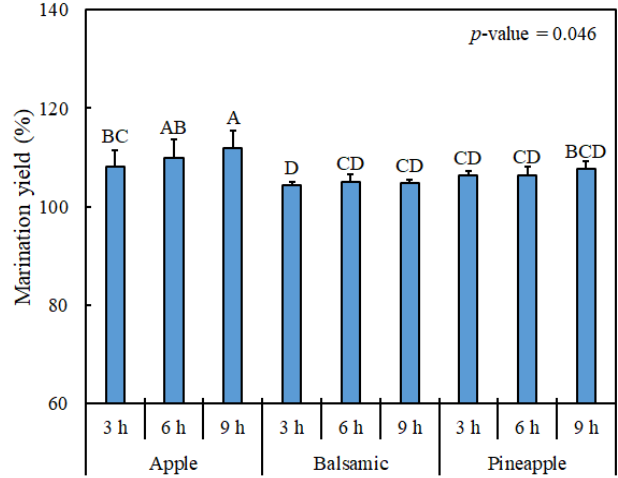
¹⁾SEM: standard errors of the mean.

^{a-c}Means sharing different letters in each column are significantly different among each treatments in main effect ($p < 0.05$).

(a) Vinegar type × pH effect



(b) Vinegar type × marination time effect



(c) pH × marination time effect

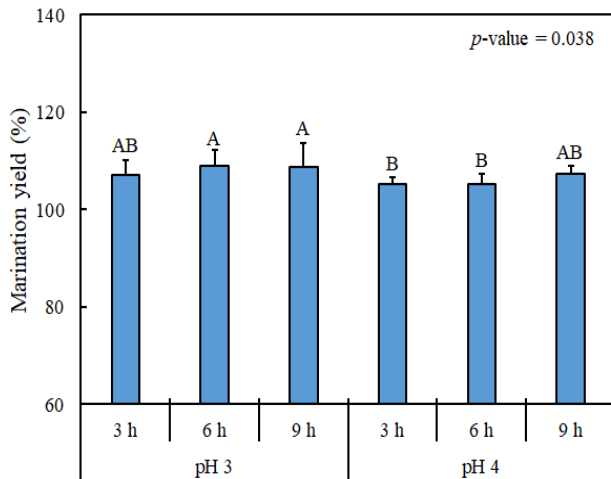


Figure 3-2-1. Effect of vinegar type and marination condition on marination yield of *jokbal*.

A-D Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

천연식초를 이용하여 마리네이션을 실시한 돈족의 마리네이션 수율에 각각의 주효과에 의한 차이가 인정되었다. 사과 식초 돈족이 다른 식초 돈족들에 비해 마리네이션 수율이 높았으며, 마리네이션 용액의 조성은 pH 4 용액보다 pH 3 용액에 의한 돈족의 마리네이션 수율이 우수하였으며, 3 혹은 6시간 보다 9시간 동안 마리네이션을 실시하는 것이 돈족의 마리네이션 수율을 높이는 것으로 나타났다.

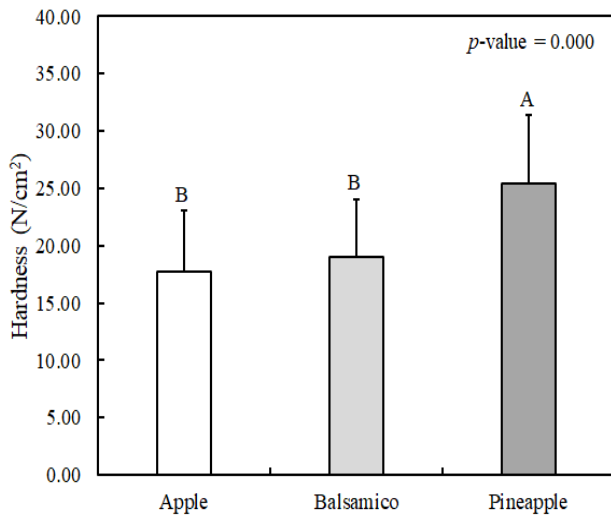
천연식초를 이용하여 마리네이션을 실시한 돈족의 최종 수율에 모든 상호작용은 나타나지 않았다(Table 3-2-1). 주효과 중에서는 마리네이션 용액의 pH와 마리네이션 시간이 최종수율에 영향을 미치는 것으로 나타났다. pH 3 조건에서 마리네이션을 실시한 돈족의 최종수율은 pH 4 조건의 돈족 보다 유의적으로 낮게 나타났다. 식육은 음전하군 혹은 양전하군의 수가 많아 질수록 단백질 구조가 넓어져 수분을 함유할 수 있는 공간이 넓어지게 되어 보수력이 증가한다고 알려졌다(Park et al., 2003). 본 연구에서는 식초 마리네이션을 실시 후 세척 및 가열을 실시하였다. 마리네이션 용액의 pH에 따라서 각각의 돈족에 pH는 3 혹은 4로 낮아지지만 가열에 의해 pH가 상승하면서 보수력의 저하가 일어났을 것으로 추측된다. 따라서, 최종적으로 pH가 높게 유지된 pH 4 조건의 돈족들의 수분 삼출이 적게 발생하여 최종수율이 높은 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 한편으로, 마리네이션 시간이 증가 할수록 돈족의 최종수율이 높아지는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 9시간 동안 마리네이션을 실시한 돈족은 다른 시간 처리구들 보다 최종수율이 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 이유는 장시간의 마리네이션에 의해

돈족은 수분을 흡수하여 마리네이션 수율이 높아진 것과 연관이 있는 것으로 판단된다. 산성 마리네이션은 콜라겐으로 구성된 결합조직이 과도한 식육 부위의 보수력 및 연도 개선을 위해 서양에서 널리 활용되는 가공방법이다. 최근의 연구에 따르면 우리나라 전통 간장은 pH 4.8 정도의 약산성을 띄는데, 이로 인해 식육을 염지할 경우 연도 개선이 가능하다고 보고된 바 있다 (Kim et al., 2013). 따라서, 즉발 제조에 전통적으로 사용한 간장의 돈피 연도 개선 효과에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

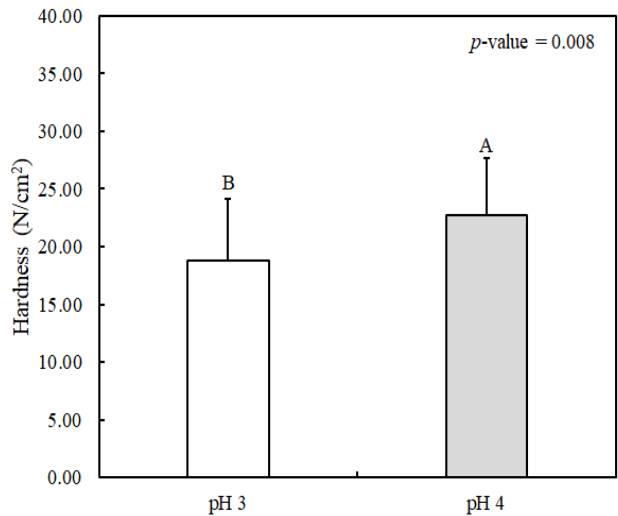
- 천연식초를 이용한 마리네이션 공정이 돈족의 경도에 미치는 영향

천연식초 종류와 마리네이션 조건이 돈족의 경도에 미치는 영향은 Figure 3-2-2(a-c)에 나타내었으며, 시판 돈족과 사과 식초로 마리네이션을 실시한 돈족의 경도 비교는 Figure 3-2-2(d)에 나타내었다. 돈족의 경도는 천연식초 종류와 마리네이션 조건에 따른 상호작용이 나타나지 않았지만, 주효과 중 천연식초 종류와 pH 조성에 따라 돈족의 경도가 영향을 받는 것으로 나타났다.

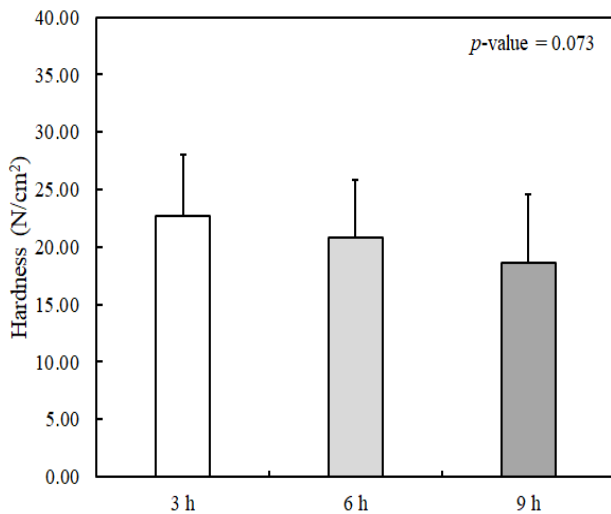
(a) Vinegar type effect



(b) pH effects



(c) Marination time effects



(d) Commercial vs apple vinegar treatment

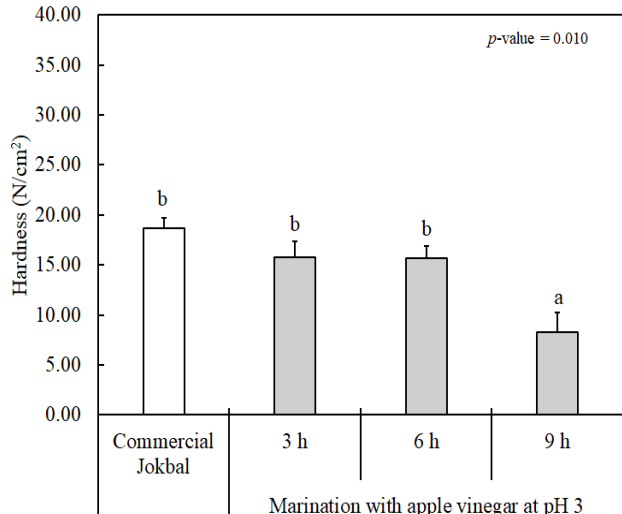


Figure 3-2-2. Effect of vinegar type and marination condition on marination yield of petittoes (*jokbal*). A,B Means sharing different letters are significantly different among treatments in main effects ($p < 0.05$). a,b Means sharing different letters are significantly different among each treatments ($p < 0.05$).

천연식초 중 사과 및 발사믹 식초는 파인애플 식초에 비해 돈족의 경도를 유의적으로 감소시키는 것으로 나타났으며, 사과 식초와 발사믹 식초에 의한 돈족의 경도 차이는 나타나지 않았다 ($p < 0.05$). 마리네이션 용액은 pH 3 조건이 pH 4 조건보다 돈족의 경도를 유의적으로 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 한편으로, 돈족의 경도는 마리네이션 시간이 경과 될수록 다소 낮아지는 것으로 나타났으나 유의적 차이는 인정되지 않았다.

시판 돈족에서 껍질층을 포함하는 표면층의 경도는 18.71 N/cm^2 로 측정되었으며, 이 수치는 고령친화식품 규격의 저작 1단계에 해당된다. 마리네이션을 실시한 돈족 중에서 사과/pH 3 처리구들은 시판 돈족에 비하여 경도가 낮아지는 것으로 나타났다. 특히, 사과/pH 3 조건에서 9시간 동안 마리네이션을 실시한 돈족의 경도는 시판 돈족에 비하여 경도가 약 55.9% 감소되었다. 결과적으로 돈족의 제조에 있어서 사과 식초를 활용하여 pH 3 조건에서 장시간의 마리네이션을 실시하면 최종제품의 경도를 감소시킬 수 있다고 판단된다.

○ 결론

본 연구는 고령친화형 식품 규격에 부합하는 돈족의 개발을 위해 수행되었다. 현재 시판 중인 돈족의 경도는 저작 1단계에 해당하는 수치를 나타내어, 저작 2-3 단계의 돈족 제품이 개발되기 위해서는 연도의 개선이 필요한 상황이다. 천연식초를 활용하여 마리네이션을 실시한 돈족은 시판 돈족과 비교하여 유사하거나 다소 높은 최종 수율을 나타낼 수 있다. 본 연구에서 돈족의 경도 개선 효과는 천연식초의 종류 및 마리네이션 조건에 따라 다소 상이하게 나타났다. 사과 식초는 돈족의 경도 저감화에 가장 효과적이고, 마리네이션 용액은 pH 3 이하로 조성되는 것이 돈족의 경도 저감 효과를 기대할 수 있다. 또한, 마리네이션은 장시간 실시하는 것이 돈족의 경도 저감에 효과적일 것으로 사료된다. 본 연구에서 산 마리네이션 효과에 의해 돈족의 경도는 시판 돈족보다 경도가 낮아질 가능성을 제시하였지만, 산 마리네이션 처리 이후에도 돈족의 경도는 저작 1단계 수준에 해당하였다. 따라서, 추후 저작 2-3단계의 돈족 제품을 개발하기 위해서는 돈피 콜라겐/젤라틴 분해의 촉진을 위한 화학적, 효소적 및 물리적 가공기술 개발이 필요하다고 판단되며, 2차년도 연구에서 산 마리네이션 후 재구성 공법을 이용하여 돈족 제품의 경도를 낮추는 방법에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

가수 비율과 압착조건을 달리한 재구성 돈족제품 이화학적 특성 평가

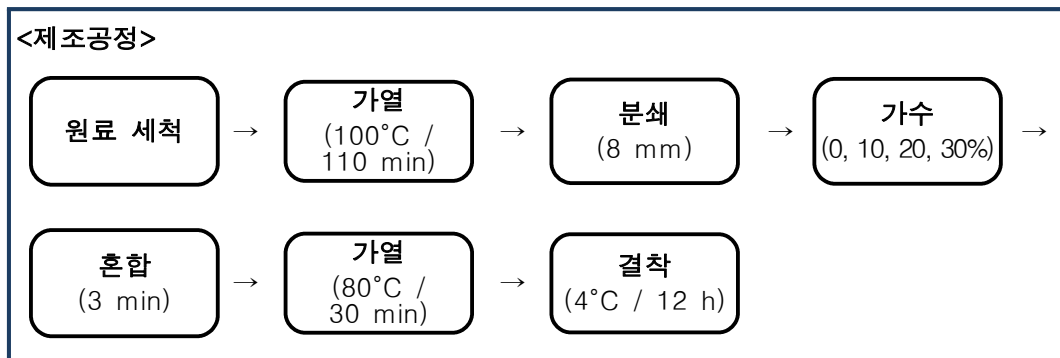
○ 서론

우리나라는 2017년 8월부터 65세 이상 인구가 전체 인구에서 14% 이상을 차지하는 ‘고령사회’로 진입한 상태이고, 2026년에 고령 인구의 비율이 20%를 넘는 ‘초고령사회’로 들어설 것으로 예상된다. 가계동향조사에서 소비지출 항목 중 필수재적 소비, 중립재적 소비와 오락, 문화, 교육, 음식, 숙박, 기타상품 및 서비스가 포함된 사치적 소비로 분류한다. 현재 노령층으로 새로이 진입하는 50대는 기존 고령층과는 달리 음식료품이나 주거비 등의 필수재적 소비지출에 치중하지 않고 외식, 오락, 여가, 문화 활동에 대한 사치재적 소비지출이 높다고 분석되었다. 식품산업에서도 고령 친화식품 분야를 활성화하기 위해서 양질의 영양공급과 기능성에 더불어서 소비계층의 기호성과 취향이 고려되어야 한다(동아비즈니스, 2020). 본 연구는 재구성 공법을 활용하여 고령친화형 돈족 제품을 개발하는데 목적이 있으며, 양질의 단백질 공급과 더불어 기호성과 취향이 고려된 고령친화형 식육가공품을 개발을 위해 수행되었다. 족발은 고령층에게 기호성이 높은 장점이 있지만 껍질 부분의 경도가 상당히 높아 고령층이 저작하기 어려움은 단점이 있었다. 이러한 문제를 개선하기 위해 천연식초 마리네이션 공법과 재구성 공법을 적용한 재구성 족발을 개발하고자 한다. 본 연구는 고령 인구가 쉽게 섭취할 수 있고 기호성이 우수한 재구성 족발을 개발하기 위해 수행되었다.

○ 재료 및 방법

- 재구성 족발 제조

원료는 돈육 뒷다리 사태 부위를 농업회사법인 (주)이른아침(충북 충주)에서 생산 판매되는 제품을 구입하여 표면의 잔털 제거 및 세척 후 재구성 족발 제조에 사용하였다. 족발은 1차년도에 개발된 천연식초 마리네이션 공법을 이용하여 제조하였다. 족발을 천연식초에 침지하여 팽윤시킨 후 흐르는 물에 수세하였다. 이후, 가스가열장치를 이용하여 100°C로 가열 중인 족발 제조액에 침지하여 110분간 가열하였다. 제조된 족발은 8 mm plate가 장착된 만육기(M-12S, Hankook fujee, Hwaseong, Korea)로 분쇄하여 재구성 족발의 원료로 사용하였다. 재구성 족발은 0, 10, 20 및 30% 가수처리와 각 가수 조건에 1 kg/cm²의 힘으로 압착 처리하여 8개의 처리구(4 가수조건×2 압착조건)를 제조하였다. 처리구는 Con은 일반 대조구, T1은 10% 가수 처리구, T2은 20% 가수 처리구, T2은 20% 가수 처리구, T3은 30% 가수 처리구, Pcon은 압력 대조구, PT1은 압력+10% 가수 처리구, PT2은 압력+20% 가수 처리구, PT3은 압력+30% 가수 처리구로 구분하였다. 재구성 족발의 제조는 분쇄 족발에 정제수를 가여 3분간 혼합하고 내경이 15×10×7 cm³(가로×세로×높이)인 사각틀에 옮긴 후 4°C 냉장고에 12 h 동안 결착시켜 분석에 사용하였다. 재구성 족발의 전체 제조 공정도는 아래에 나타내었다.



- pH 측정

재구성 족발의 pH는 electronic pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 6회 측정하였다.

- 색도 측정

재구성 족발의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 시료 당 6회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 제조수율

재구성 족발의 제조수율은 원료 및 최종 제품의 무게를 측정하여, 원료 무게에 대한 최종 제품의 최종 무게를 %로 산출하였다.

$$\text{제조수율(\%)} = [1 - \{(\text{원료 무게(g)} - \text{생산 제품 무게(g)}) / \text{원료 무게(g)}\}] \times 100$$

- 일반성분

재구성 족발의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 2006)에 명시된 방법으로 수분(105°C 상압가열 건조법), 지방(Soxxhlet 추출법), 회분(550°C 직접회화법) 함량을 측정하고, 단백질 함량은 질소 단백질 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Langensfeld, Germany)를 이용하여 측정하였다.

- 물성 평가

재구성 족발의 물성은 한국산업표준 물성 측정 기준에 근거하여 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 통계처리

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준편차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 재구성 족발의 외관

재구성 족발의 외관은 Figure 3-2-3에 나타내었다. 대조구에 비하여 가수 처리구들은 가수량이 증가할수록 결착이 치밀해지는 것으로 관찰되었다. 압력을 가한 처리구들은 일반 처리구들에 비해 더욱 결착이 치밀해졌으며, 지방과 젤리가 다소 분리되어 상층부에 응집되었다.

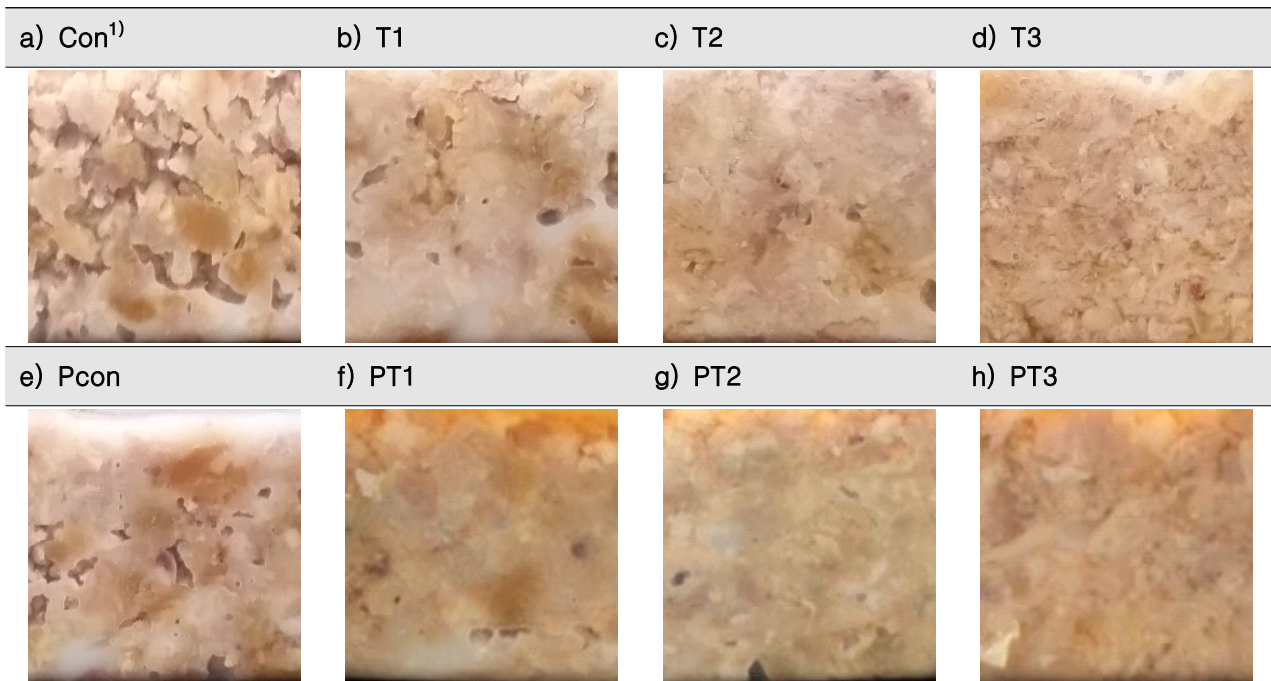


Figure 3-2-3. Appearance of restructured pettitoes (*jokba*). ¹⁾Treatments: Con, only restructured pettitoes; T1, restructured pettitoes with add 10% water; T2, restructured pettitoes with add 20% water; T3, restructured pettitoes with add 30% water; Pcon, restructured pettitoes with press; PT1, restructured pettitoes with press and add 10% water; PT2, restructured pettitoes with press and add 20% water; PT3, restructured pettitoes with press and add 30% water.

- 재구성 족발의 이화학적 특성

재구성 족발의 이화학적 특성은 Table 3-2-2에 나타내었다. 재구성 족발의 pH는 모든 처리구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 색도 중 명도는 가수량이 증가할수록 밝아지는 경향을 나타내었으며($p < 0.05$), 압착에 의한 명도의 변화는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

Table 3-2-2. Effects of adding water and press condition on pH, color and processing yield of restructured pettitoes (*jokba*)

Treatments ¹⁾	pH	CIE L*	CIE a*	CIE b*	Processing yield (%)
Con	6.04±0.07	50.13±0.70 ^{de}	6.01±0.10	16.42±0.43	99.21±0.12 ^a
T1	6.05±0.03	51.34±1.29 ^{de}	6.01±0.47	16.82±0.49	99.27±0.04 ^a
T2	6.10±0.02	54.02±1.77 ^c	5.89±0.17	17.48±1.11	99.45±0.05 ^a
T3	6.11±0.04	57.67±1.89 ^a	5.47±0.55	17.68±0.56	99.55±0.05 ^a
Pcon	6.06±0.03	49.08±0.48 ^e	6.34±0.16	17.18±0.46	97.03±1.42 ^b
PT1	6.10±0.07	52.58±1.94 ^{cd}	6.24±0.33	17.20±0.96	93.15±0.86 ^c
PT2	6.08±0.07	54.82±0.93 ^{bc}	6.04±0.02	18.04±0.69	87.68±0.29 ^d
PT3	6.09±0.10	56.69±1.76 ^{ab}	5.84±0.35	17.61±0.55	83.48±0.80 ^e

^{a-e}Means sharing the same letters within a column are not significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Treatments: Con, only restructured pettitoes; T1, restructured pettitoes with add 10% water; T2, restructured pettitoes with add 20% water; T3, restructured pettitoes with add 30% water; Pcon, restructured pettitoes with press; PT1, restructured pettitoes with press and add 10% water; PT2, restructured pettitoes with press and add 20% water; PT3, restructured pettitoes with press and add 30% water.

적색도는 가수량이 증가할수록 다소 낮아졌지만 유의적 차이는 인정되지 않았으며, 압착에 의한 적색도의 변화는 나타나지 않았다. 황색도는 가수량이 증가할수록 다소 높아졌지만 유의적 차이는 인정되지 않았으며, 압착에 의한 황색도의 변화도 나타나지 않았다.

제조수율은 일반 처리구들간에 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 모든 일반 처리구들이 모든 압착 처리구보다 제조수율이 유의적으로 높게 나타났다. 일반 처리구들은 가수량에 의한 차이가 나타나지 않지만($p>0.05$), 압착 처리구들은 가수량이 증가할수록 낮은 값을 나타내었다 ($p<0.05$). 이러한 결과는 재구성 촉발에 30% 가수를 실시하여도 수분을 충분히 흡수 할 수 있지만, 지속해서 가해지는 압력에 의해 압착 처리구들은 수분 및 지방이 삼출된 것으로 판단 된다.

- 재구성 촉발의 일반성분

재구성 촉발의 일반성분은 Table 3-2-3에 나타내었다. 재구성 촉발의 수분함량은 30% 가수 처리구(T3)가 가장 높았으며, 일반 대조구(Con)이 가장 낮았다($p<0.05$). 가수량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 한편으로 대조구와 10% 가수 처리구들에서 압착 처리구들이 일반 처리구들에 비해 수분함량이 높게 나타났으나, 20 및 30% 가수 처리구들에서는 일반 처리구들이 압착 처리구들보다 수분함량이 높게 나타났다($p<0.05$). 단백질 함량은 일반 대조구(Con)가 가장 높았으며, 30% 가수 처리구(T3)가 가장 낮았다($p<0.05$). 가수량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 지방함량은 일반 처리구들에서 가수량이 높아질수록 감소하는 경향을 나타내었으며($p<0.05$), 압착 처리구들은 압착 대조구(Pcon)에 비하여 압착+가수 처리구들(PT1-TP3)이 유의적으로 낮은 지방 함량을 나타냈으며($p<0.05$), 압착+가수 처리구들 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 회분 함량은 가수량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었으며($p<0.05$), 압착에 의한 회분 함량의 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$).

Table 3-2-3. Effects of adding water and press condition on proximate of restructured pettitoes (*jokbal*)

Treatments ¹⁾	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)
Con	53.93±0.88 ^f	28.67±0.55 ^a	17.71±0.83 ^a	1.34±0.04 ^{ab}
T1	58.24±0.49 ^d	25.02±0.29 ^c	15.75±1.68 ^{ab}	1.19±0.03 ^{bc}
T2	63.32±0.39 ^c	22.87±0.25 ^d	13.90±0.77 ^{bc}	1.06±0.04 ^{cd}
T3	67.53±0.99 ^a	19.68±0.60 ^f	12.80±1.22 ^c	0.96±0.02 ^d
Pcon	55.28±1.55 ^e	27.71±0.96 ^b	15.84±1.86 ^{ab}	1.43±0.13 ^a
PT1	60.86±0.48 ^c	25.44±0.31 ^c	12.38±1.03 ^c	1.28±0.18 ^{ab}
PT2	62.17±0.28 ^c	23.22±0.17 ^d	14.04±0.80 ^{bc}	1.07±0.05 ^{cd}
PT3	65.39±0.53 ^b	20.61±0.31 ^e	12.51±0.66 ^c	0.90±0.07 ^d

^{a-f}Means sharing the same letters within a column are not significantly different ($p<0.05$).

¹⁾Treatments: Con, only restructured pettitoes; T1, restructured pettitoes with add 10% water; T2, restructured pettitoes with add 20% water; T3, restructured pettitoes with add 30% water; Pcon, restructured pettitoes with press; PT1, restructured pettitoes with press and add 10% water; PT2, restructured pettitoes with press and add 20% water; PT3, restructured pettitoes with press and add 30% water.

- 재구성 족발의 물리적 특성

재구성 족발의 물리적 특성은 Table 3-2-4에 나타내었다. 재구성 족발의 경도는 압착 대조구 (Pcon)이 가장 높았으며, 30% 가수 처리구들(T3 및 PT3)가 가장 낮은 경도를 나타내었다. 대조구들에 비교하여 가수량이 증가할수록 경도는 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 압착 여부에 따라 압착 대조구는 일반 대조구에 비하여 경도가 증가하였으나($p < 0.05$), 가수처리구들 간에는 압착에 의한 경도의 변화가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 탄력성은 가수량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며($p < 0.05$), 압착에 의한 탄력성의 변화는 미비하였다. 응집성은 가수량이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으나 일반 대조구(con)와 30% 가수 처리구들(T3 및 PT3)에서만 유의적 차이가 인정되었다. 검성과 씹힘성은 가수량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 압착에 의한 유의적 차이는 인정되지 않았다.

결과적으로 고령친화식품 규격에 기준하여 대조구들은 저작 1단계에 속하였지만, 가수 처리구들은 저작 2단계에 근접하거나 기준을 충족하였다.

Table 3-2-4. Effects of adding water and press condition on texture of restructured pettitoes (*jokba*)

Treatments ¹⁾	Hardness (N/cm ²)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (N/cm ²)	Chewiness (N/cm ²)
Con	5.85±0.17 ^b	0.46±0.02 ^{ab}	0.15±0.01 ^a	0.85±0.05 ^a	0.42±0.02 ^a
T1	5.03±0.27 ^c	0.37±0.09 ^{bc}	0.13±0.02 ^{ab}	0.63±0.12 ^b	0.25±0.10 ^b
T2	3.33±0.28 ^d	0.17±0.04 ^{ef}	0.11±0.02 ^{abc}	0.37±0.07 ^{cd}	0.07±0.03 ^{cd}
T3	2.36±0.12 ^e	0.11±0.03 ^f	0.09±0.02 ^c	0.22±0.06 ^d	0.03±0.01 ^d
Pcon	7.24±0.39 ^a	0.50±0.14 ^a	0.12±0.01 ^{abc}	0.83±0.13 ^a	0.44±0.18 ^a
PT1	4.85±0.48 ^c	0.32±0.03 ^{cd}	0.12±0.02 ^{abc}	0.57±0.05 ^b	0.21±0.02 ^{bc}
PT2	3.32±0.43 ^d	0.24±0.07 ^{de}	0.11±0.02 ^{abc}	0.39±0.10 ^c	0.12±0.07 ^{bcd}
PT3	2.48±0.65 ^e	0.11±0.03 ^f	0.09±0.01 ^{bc}	0.23±0.04 ^d	0.03±0.01 ^d

^{a-f}Means sharing the same letters within a column are not significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Treatments: Con, only restructured pettitoes; T1, restructured pettitoes with add 10% water; T2, restructured pettitoes with add 20% water; T3, restructured pettitoes with add 30% water; Pcon, restructured pettitoes with press; PT1, restructured pettitoes with press and add 10% water; PT2, restructured pettitoes with press and add 20% water; PT3, restructured pettitoes with press and add 30% water.

○ 결론

본 연구는 재구성 공법을 활용하여 고령친화형 돈족 제품을 개발하기 위해 수행되었다. 재구성 족발은 가수량에 따라서 명도가 증가하여 밝은 외관을 나타내었다. 재구성 족발에 30% 가수를 하여도 보수력은 유지되었으나, 압착 때문에 보수력이 낮아졌다. 수분함량은 가수량이 높을수록 일반 재구성 족발이 압착 재구성 족발보다 높게 나타났다. 재구성 족발의 경도는 가수량이 증가할수록 낮아졌으며, 10% 이상의 가수를 하면 한국산업표준규격 저작 2단계에 해당하는 제품을 제조할 수 있다. 결론적으로, 재구성 족발의 제조 시 가수를 하면 부드러운 식감의 고령친화형 족발을 제조할 수 있었으며, 추후 생리활성 물질의 첨가를 통해 고령자에게 필요한 영양성을 보완하면 더욱 우수한 제품이 될 것으로 기대된다.

고령친화형 재구성 돈족제품 이화학적 특성 평가

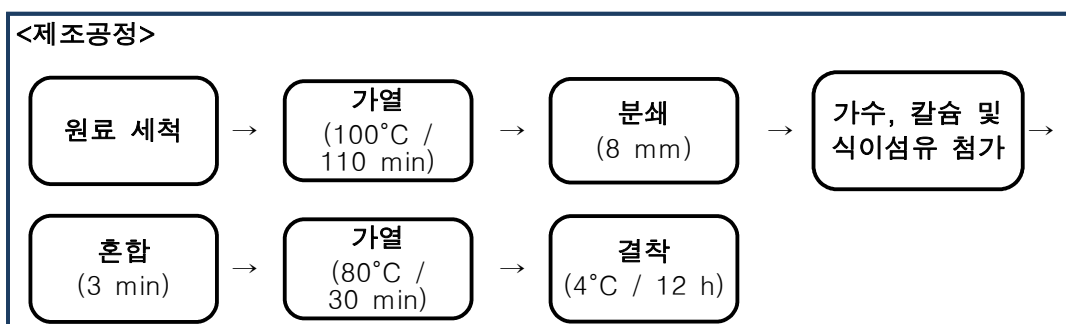
○ 서론

우리나라의 고령친화식품 인증을 위해서는 제품 100 g 당 단백질, 비타민 A, C, D, 리보플라빈, 나이아신, 칼슘, 칼륨, 식이섬유 중 3개 이상의 영양성분을 한국인 영양섭취기준(권장섭취량 또는 충분섭취량)의 10% 이상이 되도록 원료식품을 조합하거나 영양성분을 첨가하여야 한다. 돈족 제품은 단백질 식품으로 약 18-20% 단백질을 함유하고 있으며, 비타민 B₁₂ 등이 함유되어 있다 알려졌다(Park HG et al, 2003). 그러나 고령친화식품에서 요구하는 특정 영양성분은 다소 부족한 편으로 일반적인 돈족 제품으로 고령자가 필요로 하는 영양성을 충족시키기에는 어려움이 있다. 재구성 돈족은 원료를 분쇄하여 성형하는 과정에서 다양한 부재료를 혼합할 수 있는 장점이 있다. 염화칼슘은 식육가공품에 결착력 향상 및 짠맛 등 관능적 개선을 위해 사용 될 수 있으며, 칼슘 함량이 약 36%이다. 그러므로 염화칼슘의 활용은 재구성 돈족의 결착, 짠맛 개선 및 영양성 증진의 효과를 기대 할 수 있다. 한천은 해조류에서 추출한 수용성 식이섬유로 식육가공품에 첨가 되면 수율 증진 효과를 기대할 수 있으며, 고령자에게 식이섬유 공급이 가능한 소재이다. 그러나, 염화칼슘 및 한천의 병용사용이 식육가공품(재구성 돈족)의 물리적 특성에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 알려진 바가 없다. 그러므로 고령친화형 재구성 돈족제품의 개발을 위하여 재구성 돈족에 염화칼슘 및 한천의 첨가가 미치는 영향을 평가할 필요가 있다. 따라서, 본 연구는 염화칼슘 및 한천의 첨가가 재구성 돈족의 영양성 증진 및 물리적 특성 개선에 미치는 영향을 평가하였다.

○ 재료 및 방법

- 고령친화형 재구성 족발 제조

원료는 돈육 뒷다리 사태 부위를 농업회사법인 (주)이른아침(충북 충주)에서 생산 판매되는 제품을 구입하여 표면의 잔털 제거 및 세척 후 재구성 족발 제조에 사용하였다. 족발은 1차년도에 개발된 천연식초 마리네이션 공법을 이용하여 제조하였다. 족발을 천연식초에 침지하여 팽윤시킨 후 흐르는 물에 수세하였다. 이후, 가스가열장치를 이용하여 100°C로 가열 중인 족발 제조액에 침지하여 110분간 가열하였다. 제조된 족발은 8 mm plate가 장착된 만육기(M-12S, Hankook fujee, Hwaseong, Korea)로 분쇄하여 고령친화형 재구성 재구성 족발의 원료로 사용하였다. 고령친화형 재구성 재구성 족발은 70% 분쇄 돈복, 30% 가수처리 및 0.25% 염화칼슘을 첨가하고, 한천을 0, 2.5, 4.375 및 6.25%를 첨가하였다. 처리구는 Con은 대조구(70% 분쇄 돈족, 30%가수 및 0.25% 염화칼슘), 처리구는 2.5% 한천(2.5% agar) 처리구, 4.375% 한천(4.375% agar) 처리구, 6.25% 한천(6.25% gar) 처리구로 구분하였다. 고령친화형 재구성 족발의 제조는 분쇄 족발에 정제수를 가하여 3분간 혼합하고 80°C에서 30분간 가열하여 내경이 15×10×7 cm(가로×세로×높이)인 사각틀에 옮긴 후 1 kg/cm²의 힘으로 압착 처리하여 4개의 처리구를 제조하였다. 4°C 냉장고에 12 h 동안 결착한 뒤 분석에 사용하였다. 고령친화형 재구성 족발의 전체 제조 공정도는 아래에 나타내었다.



- pH 측정

고령친화형 재구성 족발의 pH는 electronic pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 6회 측정하였다.

- 색도 측정

고령친화형 재구성 족발의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 시료 당 6회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 제조수율

고령친화형 재구성 족발의 제조수율은 원료 및 최종 제품의 무게를 측정하여, 원료 무게에 대한 최종제품의 최종 무게를 %로 산출하였다.

$$\text{제조수율(\%)} = [1 - \{(\text{원료 무게(g)} - \text{생산 제품 무게(g)}) / \text{원료 무게(g)}\}] \times 100$$

- 일반성분

고령친화형 재구성 족발의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 2006)에 명시된 방법으로 수분(105°C 상압가열건조법), 지방(Soxxhlet 추출법), 회분(550°C 직접회화법) 함량을 측정하고, 단백질 함량은 질소단백질 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Langensfeld, Germany)를 이용하여 측정하였다.

- 칼슘 함량 측정

고령친화형 재구성 족발의 칼슘 함량은 시료 0.5 g에 38% 질산 4 mL를 가하여 고압력가열기(Ultrawave Microwave Synthesis Systems, Milestone Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 180°C에 30분간 분해를 실시하였다. 분해액은 3차 증류수를 가하여 50 mL로 정용(mass up)한 후 0.45 µm hydrophilic teflon 필터로 여과하였다. 여과액은 유도결합플라즈마 분광광도계(8300DV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 나트륨 함량을 구하였다.

- 식이섬유 함량 측정

고령친화형 재구성 족발의 식이섬유 함량은 식품공전에 명시된 효소 중량법을 이용하여 측정하였다. 건조된 시료 두 개를 준비하고 이를 내열성 α-아밀라아제(Thermophile α-amylase), 프로테아제, 아밀로글루코시다제 효소로 연속적으로 분해하여 전분과 단백질을 제거하였다. 총 식이섬유(TDF) 정량은 효소분해물에 녹아 있는 식이섬유를 에탄올로 처리하여 침전시켜 여과하고 에탄올과 아세톤으로 세척한 후, 건조하여 그 무게를 확인한다. 총 식이섬유 함량 계산 시 잔사(residue)의 무게 중 단백질 및 회분량은 보정하였다.

- 물성 평가

고령친화형 재구성 족발의 물성은 한국산업표준 물성 측정 기준에 근거하여 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 및 검성(gumminess)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression

70%로 설정하였다.

- 통계분석

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준편차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정($p < 0.05$)을 실시하였다.

- 고령친화형 재구성 족발의 외관

고령친화형 족발의 외관은 Figure 3-2-4에 나타내었다. 모든 처리구들의 결착은 수분 및 지방의 분리 없이 양호한 상태인 것으로 관찰 되었다. 2.5% 한천 처리구는 4.375 및 6.25% 처리구 보다 다소 어두운 갈색의 색상이 나타났다.

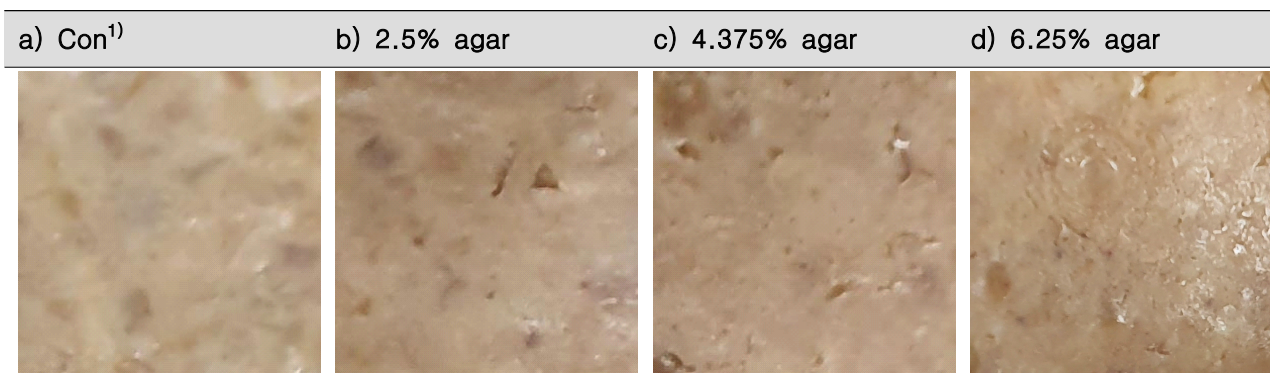


Figure 3-2-4. Appearance of senior-friendly restructured pettitoes (*jokba*). ¹⁾Treatments: Con, restructured pettitoes with 30% water and 0.25% calcium chloride; 2.5% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 2.5% agar; 4.375% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 4.375% agar; 6.25% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 6.25% agar.

- 고령친화형 재구성 족발의 이화학적 특성

고령친화형 재구성 족발의 이화학적 특성은 Table 3-2-5에 나타내었다. 고령친화형 재구성 족발의 pH는 한천의 첨가량 증가에 의존적으로 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 색도 중 명도는 대조구가 가장 높고, 2.5% 한천 처리구가 가장 낮게 나타났으며 한천 첨가량 증가에 따라서 다시 높아지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 적색도는 2.5% 한천 처리구가 가장 높고, 한천 첨가량 증가에 따라서 지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 황색도는 대조구와 2.5% 한천 처리구가 유의적인 차이가 없었으며($p > 0.05$), 대조구에 비하여 4.375% 및 6.25% 한천 처리구가 유의적으로 낮은 황색도를 나타내었다. 결과적으로 고령친화형 재구성 족발에 한천의 첨가가 최종제품의 명도를 증가시키고 적색도와 황색도를 감소에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

제조수율은 모든 처리구들간(98.74-99.30%)에 유의적 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 이전의 연구(제1장)에서 재구성 족발에 30% 가수를 하여도 가열수율이 수분을 충분히 흡수하여 약 99.21%로 나타난 결과와 유사하였다. 본 연구에서도 염화칼슘 및 한천의 첨가로 보수력이 안정적으로 유지되는 것으로 판단된다.

Table 3-2-5. Effects of adding agar level on pH, color and processing yield of senior friendly restructured pettitoes (*jokba*)

Treatments ¹⁾	pH	CIE L*	CIE a*	CIE b*	Processing yield (%)
Con	5.87±0.02 ^a	55.03±1.33 ^a	5.59±0.35 ^{ab}	20.12±0.95 ^a	98.74±0.18
2.5% agar	5.84±0.00 ^b	50.46±0.67 ^c	6.05±0.10 ^a	19.92±2.45 ^a	98.74±0.19
4.375% agar	5.83±0.01 ^{bc}	52.69±0.93 ^b	5.45±0.17 ^{bc}	17.18±0.40 ^b	99.30±0.33
6.25% agar	5.81±0.01 ^c	53.50±1.33 ^{ab}	4.93±0.45 ^c	16.47±0.48 ^b	99.04±0.42

^{a-c}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

¹⁾Treatments: Con, restructured pettitoes with 30% water and 0.25% calcium chloride; 2.5% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 2.5% agar; 4.375% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 4.375% agar; 6.25% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 6.25% agar.

- 고령친화형 재구성 족발의 영양성분

고령친화형 족발의 일반성분은 Table 3-2-6에 나타내었다. 고령친화형 재구성 족발의 수분 함량은 대조구가 가장 높았으며, 한천 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소하였다(p<0.05). 단백질 함량은 대조구가 가장 높았으며(p<0.05), 2.5% 및 4.375% 한천 처리구들은 대조구에 비하여 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 칼슘 및 식이섬유 함량은 대조구가 유의적으로 가장 낮았으며, 한천 첨가량이 증가할수록 칼슘 및 식이섬유 함량이 증가하는 경향이 나타났다(p<0.05). 결과적으로 고령친화형 족발의 제조에서 0.25% 염화칼슘과 2.5% 이상 한천을 첨가하면 단백질, 칼슘 및 식이섬유 함량을 고령친화식품 영양성분 규정의 기준치 이상으로 충족시킬 수 있었다.

Table 3-2-6. Effects of adding agar level on moisture, protein, calcium and total fiber contents of restructured pettitoes (*jokba*)

Treatments ¹⁾	Moisture (%)	Protein (%)	Calcium (%)	Total fiber (%)
Con	69.20±0.69 ^a	20.76±0.74 ^a	88.17±2.61 ^c	0.61±0.15 ^c
2.5% agar	66.24±0.60 ^b	19.16±0.62 ^b	105.91±4.87 ^b	4.17±1.20 ^b
4.375% agar	65.15±0.75 ^b	18.96±0.44 ^b	111.02±6.05 ^b	6.29±0.58 ^b
6.25% agar	63.43±0.11 ^c	20.07±0.51 ^{ab}	121.24±5.98 ^a	8.92±1.88 ^a

^{a-d}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

¹⁾Treatments: Con, restructured pettitoes with 30% water and 0.25% calcium chloride; 2.5% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 2.5% agar; 4.375% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 4.375% agar; 6.25% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 6.25% agar.

- 고령친화형 재구성 족발의 물리적 특성

고령친화형 재구성 족발의 물리적 특성은 Table 3-2-7에 나타내었다. 고령친화형 재구성 족발의 경도는 대조구(3.56 N/cm²)가 가장 낮았으며, 2.5%(4.21 N/cm²) 및 4.375%(4.49 N/cm²) 한천 처리구는 6.25% 한천 처리구(6.42 N/cm²)보다 낮게 나타났다(p<0.05). 대조구, 2.5% 및 4.375% 한천 처리구는 고령친화식품 품질규격의 경도기준으로 2단계(2-5 N/cm²)에 속하였으며, 6.25% 한천 처리구는 경도기준 1단계(5 N/cm² 이상)에 속하였다. 탄력성은 대조구가 유의적으로 가장 낮았으며, 한천 첨가량 증가에 따라서 탄력성이 유의적으로 높아지는

경향을 나타내었다. 응집성은 4.375% 처리구가 가장 높았으며, 대조구와 2.5% 및 6.25% 처리구에서 유의적 차이는 나타나지 않았다. 고령친화형 재구성 족발의 응집성은 한천의 첨가량에 따라 다른 효과를 나타내는 것으로 판단된다. 검성과 씹힘성은 경도, 탄력성, 응집성에 영향을 받는 2차 물리적 특성이다. 검성과 씹힘성에서 2.5% 한천 처리구는 대조구와 비교하여 유의적 차이를 나타내지 않았지만, 4.375% 및 6.25% 처리구는 대조구보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 결과적으로 고령친화형 재구성 족발의 개발에 있어서 0.25% 염화칼슘 및 4.375% 한천의 첨가하면 고령친화식품 품질규격의 경도에 2단계 부합하는 품질을 나타낼 수 있는 것으로 나타났다.

Table 3-2-7. Effects of adding agar level on texture of restructured pettitoes (*jokbal*)

Treatments ¹⁾	Hardness (N/cm ²)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (N/cm ²)	Chewiness (N/cm ²)
Con	3.56±0.24 ^c	0.14±0.03 ^c	0.09±0.01 ^b	0.31±0.04 ^b	0.05±0.02 ^b
2.5% agar	4.21±0.12 ^b	0.21±0.02 ^b	0.09±0.00 ^b	0.36±0.01 ^b	0.08±0.01 ^b
4.375% agar	4.49±0.16 ^b	0.24±0.03 ^{ab}	0.11±0.01 ^a	0.49±0.06 ^a	0.12±0.03 ^a
6.25% agar	6.42±0.28 ^a	0.27±0.03 ^a	0.08±0.01 ^b	0.51±0.05 ^a	0.14±0.02 ^a

^{a-d}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

¹⁾Treatments: Con, restructured pettitoes with 30% water and 0.25% calcium chloride; 2.5% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 2.5% agar; 4.375% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 4.375% agar; 6.25% agar, restructured pettitoes with 30% water, 0.25% calcium chloride and 6.25% agar.

○ 결론

본 연구는 부드러운 식감과 영양성분이 개선된 고령친화형 재구성 족발의 개발을 위해 수행되었다. 고령친화형 재구성 족발의 영양성분 개선을 위하여 0.25% 염화칼슘과 2.5-6.25% 한천(식이섬유)를 첨가하였다. 모든 고령친화형 재구성 족발의 제조수율은 98.74-99.30%로 나타났다. 한천의 첨가량이 높을수록 결착이 우수해지는 것으로 관찰되었다. 한국산업표준규격에서 제시한 경도 기준으로 고령친화형 재구성 족발의 품질을 판단하였을 때, 0.25% 염화칼슘 및 4.375% 한천을 첨가하면 경도 기준으로 저작 2단계에 속하며, 영양성분 함유량에서 단백질, 칼슘 및 식이섬유가 영양성분 품질기준에 부합 될 수 있었다. 결론적으로 염화칼슘 및 한천을 활용하여 고령친화형 재구성 족발의 영양성을 개선할 수 있으며, 저작 2 단계에 해당하는 최종제품을 제조할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 적용한 배합비에서 가수량을 다소 증가시키면 저작 3단계에 속하는 고령친화형 재구성 족발의 개발이 가능함을 시사한다.

고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화

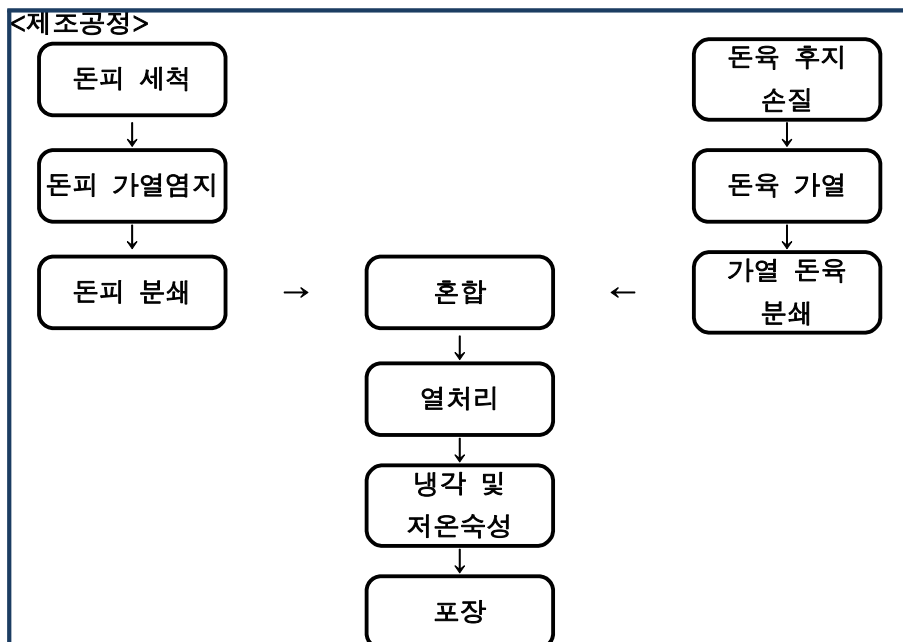
○ 서론

돈피(pork skin)를 구성하는 주성분은 콜라겐(collagen)으로 식품, 제약, 화장품 및 공업용 젤라틴을 위한 추출 소재로 널리 사용되고 있다(Gómez-Guillén et al., 2011). 젤라틴은 젤 형성능(gelling property), 수분결합능(water binding property), 유화능(emulsifying property) 및 기포형성능(foamability) 등이 우수하여 가공적성이 우수한 식품 소재이지만 영양적 가치는 다른 식품 단백질에 비해 뛰어나지 않다. 젤라틴은 기본적으로 Gly-X-Y의 아미노산 배열을 가지는데, X에 위치하는 아미노산은 주로 프롤린(proline)이고 Y에 위치하는 아미노산은 하이드록시프롤린(hydroxyproline)으로 알려져 있다(Asghar and Henrickson, 1982). 따라서, 젤라틴은 필수아미노산 함량이 낮아서 근육 단백질에 비해 생물가가 낮은 편이다. 비록 한국산업표준 고령친화식품(KS H 4897:2020)의 영양성분 기준에서 필수아미노산 함량의 충족기준은 마련되어 있지 않지만 단백질 함량 기준(6 g/100 g)을 충족하더라도 영양학적으로 필수아미노산의 보충이 필요하다. 앞서 돈피를 족발 맛을 내도록 염지하고 이를 응고시킨 경우 지나치게 높은 젤라틴 함량으로 높은 경도가 형성되었다. 즉, 고령층의 섭취가 용이한 수준의 경도 형성을 위해서는 기타 부재료와의 적절한 혼합을 통한 경도의 조절이 필요하다. 특히, 식육과 혼합을 해준다면 영양적 및 관능적 가치 모두가 개선된 고령친화형 돈족 가공품의 생산이 가능하다고 기대된다. 따라서, 본 연구에서는 족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 혼합 비율에 따른 물성 특성을 평가하고, 고령층의 섭취가 용이한 경도 기준 2단계에 비타민C와 식이섬유를 강화한 고령친화형 돈족 가공품을 개발하였다.

○ 재료 및 방법

- 돈피 가공공정

돈피와 돈육 후지는 ‘농업회사법인 이른아침’ 및 ‘주식회사 안양축산유통’에서 도축 이후 사후 48시간이 경과된 것을 사용하였다. 기타 첨가물은 시중 마트에서 구입하여 실험에 사용하였다. 구입한 돈피는 수돗물로 수세한 이후 일정 크기로 잘라 천연 식초를 이용한 마리네이션 과정을 거쳐 족발 가공용 육수를 이용하여 97°C에서 1시간 동안 가열하였다. 이때, 사용한 족발 가공용 육수는 간장, 물엿, 천연식초, 정제소금 등을 배합하여 사용하였다. 가열된 족발맛 돈피는 상온에서 1시간 동안 방냉한 이후 진공포장하여 냉장고(4°C)에 보관하며 돈족가공품 제조에 사용하였다. 족발 맛 돈피와 분쇄 돈육을 활용한 돈족가공품의 전체 개발공정도는 아래와 같다.



- 분쇄 족발맛 돈피 및 돈육의 준비

앞서 언급한 방법으로 제조한 족발맛 돈피는 진공포장하여 40°C의 항온수조에서 약 30분 동안 온도를 높여 유연성을 부여하였고, 일정한 크기(5×5 cm²)로 절단하여 6 mm 플레이트가 장착된 육분쇄기(meat grinder)로 분쇄하였다. 돈육 후지는 표면의 과도한 결체조직과 지방조직을 제거한 이후 진공포장하여 80°C의 항온수조에서 40분 동안 가열하고, 일정한 크기(5×5 cm²)로 절단하여 6 mm 플레이트가 장착된 육분쇄기(meat grinder)로 분쇄하였다.

- 돈족가공품의 제조

가열 돈육의 첨가 비율에 따른 돈족가공품의 물성 변화를 평가하기 위해, 앞서 준비한 분쇄 족발맛 돈피와 가열 돈육은 1:0(대조구), 2:1, 1:1 및 1:2의 비율로 혼합하였다(Table 3-2-8). 혼합 이후 족발맛 돈피와 가열 돈육의 결합을 위해 50°C에서 40분간 물중탕하여 젤라틴을 용출시키고, 24시간 동안 냉장 보관하여 시료를 젤화하였다.

Table 3-2-8. Formulation of pettitoes products with marinated pork skin and ground pork

Ingredient (g)	Mixing ratio (pork skin:pork ham)			
	1:0 (control)	2:1	1:1	1:2
Ground pork skin	900	600	450	300
Ground pork ham	0	300	450	600
Total	900	900	900	900

- 고령친화형 돈족가공품의 제조

앞서 언급한 방법으로 돈족가공품에서 족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 비율에 따른 물성 평가 결과 고령친화식품 경도 기준 2단계에 진입하기 위한 추가적인 물성 저하가 필요하였다. 본 실험에서는 족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 비율을 1:2로 구성하고, 추가적인 경도 저하를 위하여 족발맛 돈피의 10%를 정제수로 대체하였다. 그 결과 최종 배합비는 족발맛 돈피:정제수:원료육이 0.9:0.1:2의 비율이었다(대조구). 또한, 고령친화식품의 영양 기준 중 비타민C(10 mg/100 g 이상)와 식이섬유(2.5 g/100 g 이상) 충족을 위해 처리구는 500 mg/kg의 아스코르빈산(ascorbic acid)과 30 g/kg의 귀리 식이섬유를 첨가하였다. 혼합 이후 원재료들의 결합을 위해 50°C에서 40분간 물중탕하여 젤라틴을 용출시키고, 24시간 동안 냉장보관하여 시료를 젤화하였다.

- 물성(경도) 측정

시료의 물성은 한국산업표준 고령친화식품(KS, 2017)의 경도 측정 기준에 따라 측정하였다. 시료는 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 단백질, 식이섬유 및 비타민C 함량

돈족가공품의 단백질, 식이섬유 및 비타민C 함량은 전문시험검사기관 다솔식품분석연구소(경기 하남시, 대한민국)에 아래와 같이 위탁분석을 의뢰하였다.

- 통계처리(statistical analysis)

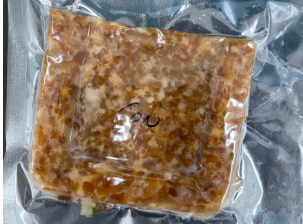
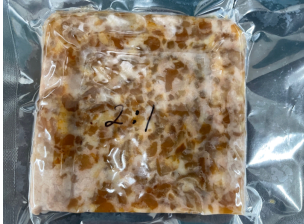


본 실험은 완전임의화설계법(completely randomized block design)을 이용하여 설계하였다. 얻어진 결과는 SPSS program(Ver 18.0)의 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 통해 유의성을 검정하였고, 처리구 평균 간의 유의성은 Duncan의 다중범위검정 방법으로 비교하였다($p < 0.05$). 고령친화형 돈족가공품에서 대조구와 처리구 평균 간의 유의성은 독립표본 T검정(T-test) 방법을 통하여 사후검정을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 혼합비율에 따른 돈족가공품의 외관

족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 혼합 비율에 따른 돈족가공품의 외관은 Table 3-2-9에 나타내었다. 족발맛 돈피만으로 제조한 돈족가공품의 외관은 짙은 갈색을 나타냈으나, 분쇄 돈육의 첨가 비율이 증가함에 따라 외관색이 다소 밝아지는 경향이 나타났다. 그러나 돈피와 돈육이 부분적으로 뭉쳐진 외관을 나타내어 향후 균일한 외관 및 품질을 위해 돈피와 돈육의 분산성 개선이 필요하다고 사료된다.

Table 3-2-9. Appearance of pettitoes products with marinated pork skin and ground pork

Mixing ratio (pork skin:pork ham)			
1:0 (control)	2:1	1:1	1:2
			

- 족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 혼합비율에 따른 돈족가공품의 물성 변화

족발맛 돈피와 분쇄 돈육의 혼합 비율에 따른 돈족가공품의 물성 변화는 Figure 3-2-5에 나타내었다. 돈족가공품의 경도(hardness)는 돈피와 돈육의 혼합 비율에 유의적인 영향을 받았는데, 돈피만으로 만들어진 대조구에서 가장 높은 경도 $149,150 \text{ N/m}^2$ 가 나타났다($p < 0.05$). 돈육의 첨가 비율이 증가함에 따라 돈족가공품의 경도는 감소하였고, 돈피와 돈육을 1:2의 비율로 혼합한 돈족가공품에서 가장 낮은 경도($72,250 \text{ N/m}^2$)가 관찰되었으나($p < 0.05$) 한국산업표준 고령친화식품의 경도 기준 대비 잇몸으로 저작이 가능한 2단계에는 해당하지 않았다. 돈족가공품의 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 돈육의 첨가 비율이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였고, 돈피만으로 제조한 돈족가공품에 비해 돈피와 돈육을 1:2로 혼합한 돈족가공품은 탄력성 약 44% 및 응집성 약 66%가 감소한 결과를 나타냈다. 이는 돈피의 첨가비율이 감소함에 따라 젤라틴 농도도 감소하여 입자 간의 더욱 약한 젤화가 일어났기 때문이라고 사료된다. 경도, 탄력성 및 응집성은 식육가공품의 물성을 결정하는 주요 1차 지표이며, 이들의 변화에 따라 2차 지표에 해당하는 검성(gumminess)과 씹음성(chewiness)이 영향을 받는다. 돈족가공품의 검성과 씹음성은 돈피와 돈육의 첨가비율에 따라 뚜렷한 변화를 나타냈다($p < 0.05$). 돈피만으로 제조한 돈족가공품의 검성과 씹음성은 각각 $80,948 \text{ N/m}^2$ 와 $74,717 \text{ N/m}^2$ 로 나타났다. 반면 돈피와 돈육을 1:2로 혼합하여 제조한 돈족가공품의 검성과 씹음성은 각각 $13,856 \text{ N/m}^2$ 및 $7,895 \text{ N/m}^2$ 를 나타내어 각각 약 83%와 89%가 감소한 수치를 나타냈다($p < 0.05$). 따라서, 본 실험 결과를 종합한다면 돈피와 돈육을 일정 비율로 혼합하여 돈족가공품의 경도를 포함한 물성을

낮출 수 있다고 기대된다. 그러나 본 연구에서 돈육의 첨가 비율이 가장 높았던 1:2(돈피:돈육)의 비율로 돈육가공품을 제조하여도 한국산업표준 고령친화식품의 경도 기준 2단계에는 미치지 못하여 더욱 부드러운 식감의 제품 제조를 위해서는 배합비의 조정이 필요하다고 사료된다.

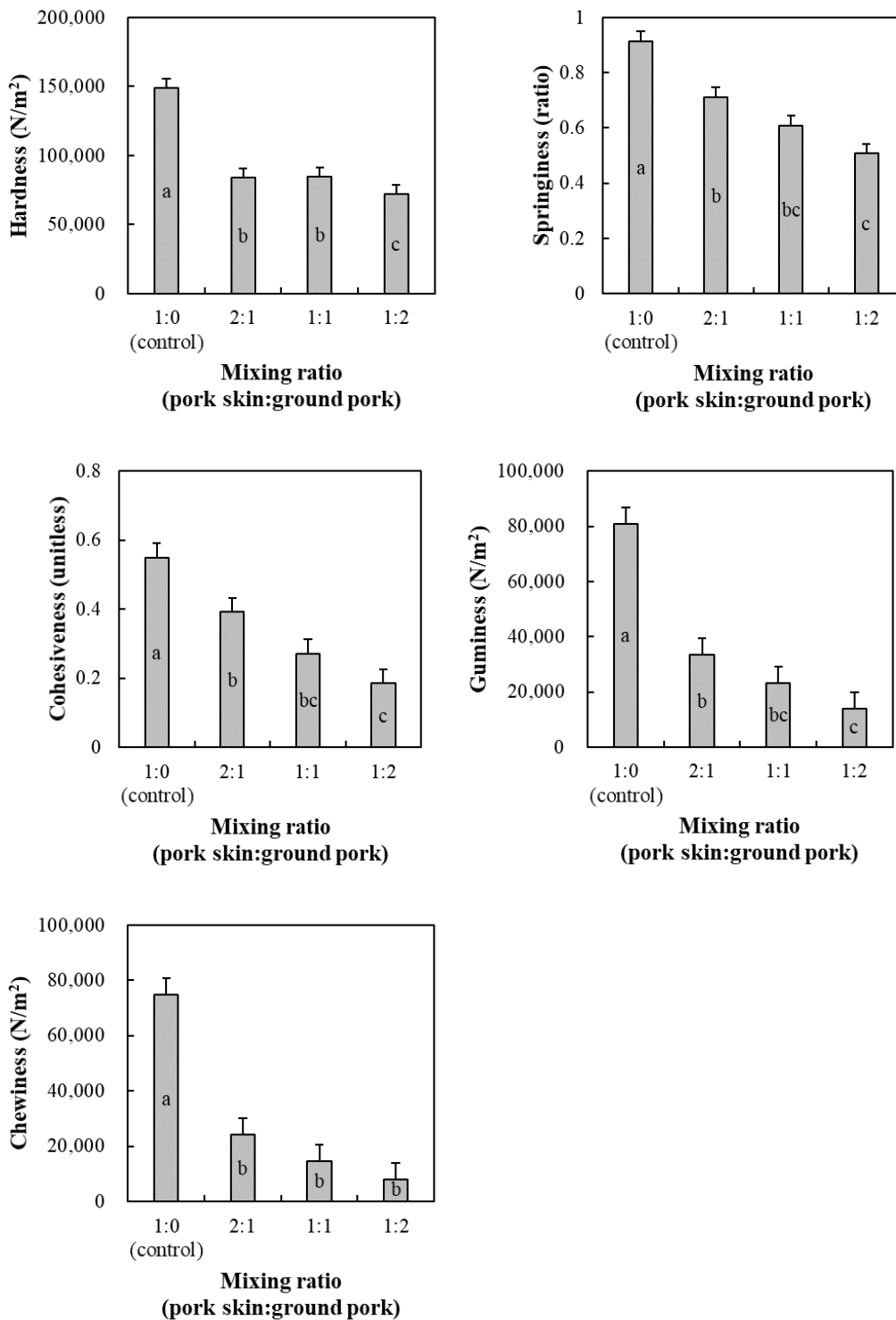
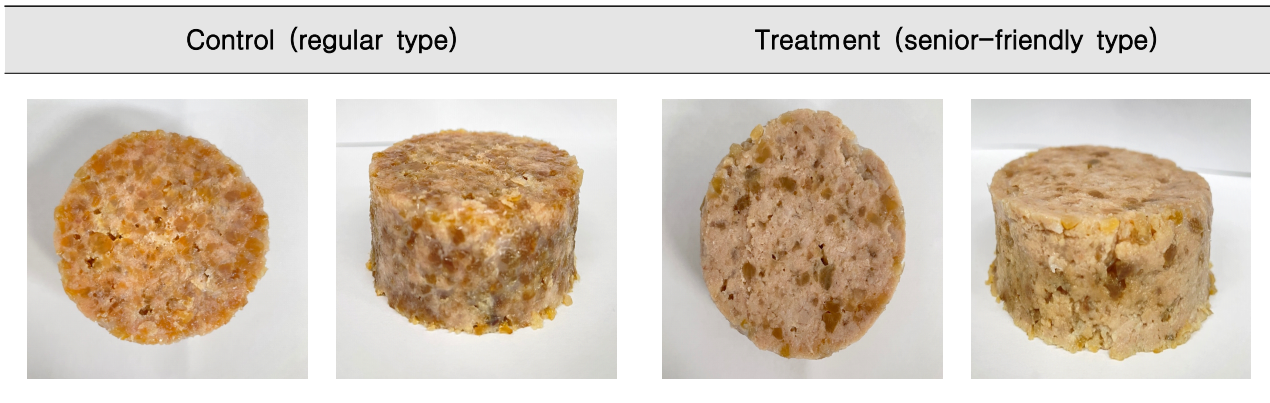


Figure 3-2-5. Textural properties of petitoe products with marinated pork skin and ground pork. a-c Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$). Error bars indicate the standard error of the means.

- 고령친화형 돈족가공품의 외관

족발맛 돈피와 돈육을 혼합한 고령친화형 돈족가공품의 외관은 Table 3-2-10에 나타내었다. 고령친화형 처리구는 족발맛 돈피 첨가량의 10%를 정제수로 대체하였기 때문에 육안상 대조구보다 돈피 비율이 적고 밝은 외관 특성을 나타내었다. 고령친화형 돈족가공품의 경우 돈피 비율 감소에 따른 젤화 약화로 외관 형태의 변형이 우려되었으나 형태 유지 측면에서 대조구와 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았다.

Table 3-2-10. Appearance of senior-friendly pettitoes products with marinated pork skin and ground pork



- 고령친화형 돈족가공품의 물성

족발맛 돈피와 돈육을 혼합한 고령친화형 돈족가공품의 물성은 Figure 3-2-6에 나타내었다. 대조구 돈족가공품의 경도는 86,383 N/m²로 한국산업표준 고령친화식품 경도 기준의 1단계에 해당하는 수치였으나, 돈피의 10%를 정제수로 대체하여 제조한 고령친화형 돈족가공품의 경도는 유의적으로 감소하여 경도 기준 2단계(50,000-20,000 N/cm²)에 해당하는 수치(49,283 N/m²)를 나타내었다. 고령친화형 돈족가공품의 탄력성은 0.27이었고, 대조구 돈족가공품과 탄력성의 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 고령친화형 돈족가공품의 응집성(0.51)은 대조구 돈족가공품(0.79)과 비교하여 유의적으로 감소하였고, 이는 돈피보다 돈육의 응집성이 낮기 때문이라고 사료된다. 경도와 응집성이 감소함에 따라 고령친화형 돈족가공품은 대조구 돈족가공품과 비교하여 유의적으로 낮은 검성과 씹음성을 나타내었다. 따라서, 위의 물성 측정 결과를 종합한다면 족발맛 돈피와 돈육을 1:2의 비율로 혼합한 돈족가공품의 경우 한국산업표준 고령친화식품 경도 기준의 1단계에 해당하는 물성 특성을 나타내었으나, 돈피의 10%를 정제수로 대체하고 500 mg/kg의 아스코르빈산과 3.0 g/100 g의 불용성 식이섬유를 첨가하여 제조한 고령친화형 돈족가공품은 경도 기준 2단계에 해당하는 물성 형성이 가능하다고 평가되었다. 경도 이외에도 검성과 씹음성이 뚜렷하게 감소함에 따라 고령친화형 돈족가공품은 고령자의 저작 및 섭식이 상당히 용이한 형태라고 기대된다.

- 고령친화형 돈족가공품의 영양성분 함량

족발맛 돈피와 돈육을 혼합한 고령친화형 돈족가공품의 영양성분 함량은 Table 3-2-11에 나타내었다. 고령친화형 돈족가공품은 대조구 돈족가공품에 비해 단백질 함량(26.61 vs 21.07 g/100 g)과 비타민C 함량(93.42 vs 82.07 mg/100 g)에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 식이섬유 함량에서도 고령친화형 돈족가공품은 대조구 돈족가공품에 비해 높은 경향을 나타내었다($p>0.05$). 따라서, 비타민C 500 mg/kg과 30 g/kg의 귀리 식이섬유 첨가가 단백질 함량이 강화된 고령친화형 돈족가공품의 식이섬유 및 비타민C 함량을 강화할 수 있다고 판단된다.

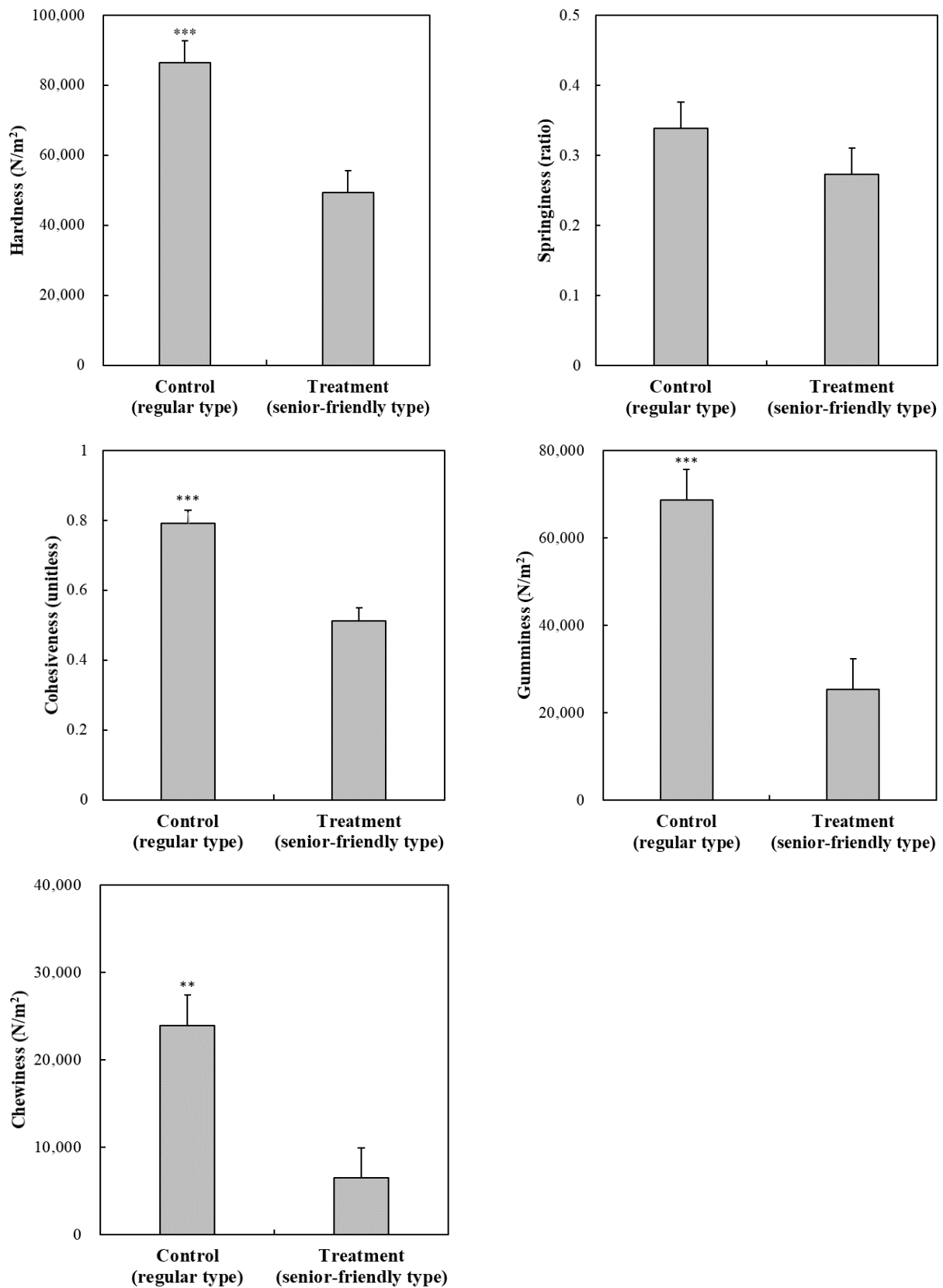


Figure 3–2–6. Textural properties of senior–friendly petittoes products with marinated pork skin and ground pork. Error bars indicate the standard error of the means. **, p<0.01; ***, p<0.001.

Table 3-2-11. Nutritional composition of senior-friendly pettitoes products with marinated pork skin and ground pork

Trait	Control (regular type)	Treatment (senior-friendly type)	Significance of Student t-test
Protein (g/100 g)	21.07±0.36	26.61±0.89	0.004
Dietary fiber (g/100 g)	1.22±0.09	1.40±0.07	0.058
Vitamin C (mg/100 g)	82.07±1.20	93.42±3.64	0.024

○ 결론

1-2차년도 시험·연구를 통해 ‘천연식초를 이용한 마리네이션’으로 돈피의 물리적 연도 개선 공법을 개발하여 제품개발 및 판매를 실시하였다. 추가적으로 재구성 족발을 개발하여 식육가공품의 연도를 고령친화식품 경도기준 단계별(1-3단계)로 구현할 수 있는 공정제어 기술을 개발하였다. 영양성분 또한 고령친화식품에 적합하도록 공정제어 기술을 개발하였다. 2022년 1월 27일 현재 제조시설에서 시제품 생산을 준비하고 있다. 생산 시제품을 활용하여 기호성을 평가하고, 소비자 만족도가 검증될 경우 양산형 제품의 생산을 계획하고 있다. 상품화 및 판매 현황은 Table 3-2-12와 같다.

Table 3-2-12. List of senior-friendly meat product developed by the participating companies


No.	Product name	Product photo	Release date	Distribution channel	Sales(KRW) <As of 2022.1.27>
1	THE부드러운 족발		20.06.12	프랜차이즈 본사 및 식자재 유통 회사	1,534,396,585
2	싸움의고수 1인 족발		21.06.11	프랜차이즈 본사 및 식자재 유통 회사	16,574,600
3	흠술흠밥 순살한입족발		20.12.08	온라인몰	18,520,330
4	정담 삼계탕맛 젤리푸드		21.11.11	온라인몰 판매 준비중	

고령친화형 젤리푸드 가공기술의 기술이전 및 상품화

○ 개요

제4협동 연구기관인 경상국립대의 개발 기술(고령자의 영양섭취 개선을 위한 젤리푸드 및 이의 제조방법, 출원번호 제10-2021-0022125호)을 활용하여 고령친화형 식육가공품을 상품화하고자 통상실시 기술이전 계약(2021년 10월 1일)을 체결하였다(Table 3-2-13). 나아가 해당 기술을 활용한 고령친화형 젤리푸드를 상품화하고자 품목 제조 보고를 실시하고, 2022년 1월 27일 현재 제조시설에서 시제품 생산을 준비하고 있다. 생산 시제품을 활용하여 기호성을 평가하고, 소비자 만족도가 검증될 경우 양산형 제품의 생산을 계획하고 있다.

Table 3-2-13. Technology transfer contract and items manufacturing report

Technology transfer contract	Items manufacturing report																																																																																				
<h3 style="color: red;">기술이전 계약서</h3> <p>계약명: 고령자의 영양섭취 개선을 위한 젤리푸드 및 이의 제조방법(출원번호 [redacted]) 상설시 계약</p> <p>2021년 10월 01일</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">대학</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">기업</td> </tr> <tr> <td>주 소: 경남 진주시 진주대로 501</td> <td>주 소: 경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)</td> </tr> <tr> <td>기 관: 경상국립대학교 산학협력단</td> <td>상 호: 주식회사 정담</td> </tr> <tr> <td>단 장: 강상수</td> <td>대 표: 박주효</td> </tr> </table> <p>연구책임자: 김현욱</p> <p>소 속: 생명과학대학 동물생명과학과</p> <p>성 명: 김현욱</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">담당자</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">담당자</td> </tr> <tr> <td>부 서: 산학협력단 기술비즈니스센터</td> <td>부 서: 주식회사 정담</td> </tr> <tr> <td>성 명: 김태경 / 임영진</td> <td>성 명: 박주효</td> </tr> </table> <p>1) 이 계약은 맞춤형혁신식품 및 천연안심소제기술개발사업(R&D), 고령친화형 젤리푸드 가공기술 개발 과정의 결과물입니다.</p>	대학	기업	주 소: 경남 진주시 진주대로 501	주 소: 경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)	기 관: 경상국립대학교 산학협력단	상 호: 주식회사 정담	단 장: 강상수	대 표: 박주효	담당자	담당자	부 서: 산학협력단 기술비즈니스센터	부 서: 주식회사 정담	성 명: 김태경 / 임영진	성 명: 박주효	<h3 style="color: red;">품목제조보고서</h3> <p>발급번호: MAMB-BB8Y-NCVZ-MWMB-YQTP</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>성명</td> <td colspan="2">생년월일</td> </tr> <tr> <td>(주)정담</td> <td colspan="2">1985년 03월 08일</td> </tr> <tr> <td>주소</td> <td colspan="2">전화번호</td> </tr> <tr> <td>경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)</td> <td colspan="2">[redacted]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>영향(상호)</td> <td>영입허가번호</td> </tr> <tr> <td>주식회사 정담</td> <td>20150262013</td> </tr> <tr> <td>소재지</td> <td></td> </tr> <tr> <td>경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>품목의 유형</td> <td>영양액</td> <td>등록요청/등록/제조보고번호</td> <td>2015026201351</td> </tr> <tr> <td>제품명</td> <td colspan="3">정담 삼계탕맛 젤리푸드</td> </tr> <tr> <td>유통기한</td> <td colspan="3">냉장 45일</td> </tr> <tr> <td>원재료명 또는 성분명, 배합비율</td> <td colspan="3">뫼장에 기재</td> </tr> <tr> <td>용도 용법</td> <td colspan="3">뫼장에 기재</td> </tr> <tr> <td>보관방법 및 포장재질</td> <td colspan="3">뫼장에 기재</td> </tr> <tr> <td>포장방법 및 포장단위</td> <td colspan="3">뫼장에 기재</td> </tr> <tr> <td>영양</td> <td colspan="3">고유와 색소를 의미, 비이 미취식품</td> </tr> <tr> <td>고열량·저열량 식품 해당 여부</td> <td colspan="3">[]예 []아니오 [0]해당없음</td> </tr> <tr> <td>영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부</td> <td colspan="3">[]예 []아니오 []해당없음</td> </tr> <tr> <td>알러·염류·지방의 해당 여부</td> <td colspan="3">[0]비알러 []알러 []염류 []지방</td> </tr> </table> <p>기타</p> <p>「육산물 위생관리법」 제25조 및 같은 법 시행규칙 제37조 제1항에 따른 위의 품목을 제조하였음을 보고합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 11월 11일 보고인 (주)정담</p> <p style="text-align: center;">경기도지사 귀하</p> <p>품목보고번호: 2015026201351</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>처리부서</td> <td>경기도 육산식품국 동물안전위생과</td> <td>처리자성명</td> <td>유진아</td> <td>처리일자</td> <td>2021년11월11일</td> </tr> </table> 	성명	생년월일		(주)정담	1985년 03월 08일		주소	전화번호		경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)	[redacted]		영향(상호)	영입허가번호	주식회사 정담	20150262013	소재지		경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57		품목의 유형	영양액	등록요청/등록/제조보고번호	2015026201351	제품명	정담 삼계탕맛 젤리푸드			유통기한	냉장 45일			원재료명 또는 성분명, 배합비율	뫼장에 기재			용도 용법	뫼장에 기재			보관방법 및 포장재질	뫼장에 기재			포장방법 및 포장단위	뫼장에 기재			영양	고유와 색소를 의미, 비이 미취식품			고열량·저열량 식품 해당 여부	[]예 []아니오 [0]해당없음			영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부	[]예 []아니오 []해당없음			알러·염류·지방의 해당 여부	[0]비알러 []알러 []염류 []지방			처리부서	경기도 육산식품국 동물안전위생과	처리자성명	유진아	처리일자	2021년11월11일
대학	기업																																																																																				
주 소: 경남 진주시 진주대로 501	주 소: 경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)																																																																																				
기 관: 경상국립대학교 산학협력단	상 호: 주식회사 정담																																																																																				
단 장: 강상수	대 표: 박주효																																																																																				
담당자	담당자																																																																																				
부 서: 산학협력단 기술비즈니스센터	부 서: 주식회사 정담																																																																																				
성 명: 김태경 / 임영진	성 명: 박주효																																																																																				
성명	생년월일																																																																																				
(주)정담	1985년 03월 08일																																																																																				
주소	전화번호																																																																																				
경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57, 2층 (고색동)	[redacted]																																																																																				
영향(상호)	영입허가번호																																																																																				
주식회사 정담	20150262013																																																																																				
소재지																																																																																					
경기도 수원시 권선구 평동로9번길 57																																																																																					
품목의 유형	영양액	등록요청/등록/제조보고번호	2015026201351																																																																																		
제품명	정담 삼계탕맛 젤리푸드																																																																																				
유통기한	냉장 45일																																																																																				
원재료명 또는 성분명, 배합비율	뫼장에 기재																																																																																				
용도 용법	뫼장에 기재																																																																																				
보관방법 및 포장재질	뫼장에 기재																																																																																				
포장방법 및 포장단위	뫼장에 기재																																																																																				
영양	고유와 색소를 의미, 비이 미취식품																																																																																				
고열량·저열량 식품 해당 여부	[]예 []아니오 [0]해당없음																																																																																				
영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부	[]예 []아니오 []해당없음																																																																																				
알러·염류·지방의 해당 여부	[0]비알러 []알러 []염류 []지방																																																																																				
처리부서	경기도 육산식품국 동물안전위생과	처리자성명	유진아	처리일자	2021년11월11일																																																																																

다. 제2협동연구기관((주)삼양사) 주요 연구결과

상용화 단백질 가수분해 효소를 이용한 식육 연도제어 플랫폼 구축

○ 서론

고령친화식품은 고령자의 3대 섭식장애인 저작, 섭식, 소화장애를 고려하고 다양한 기호를 충족시킬 수 있는 식품으로 정의할 수 있다. 고령자는 노화가 진행됨에 따라 미각, 후각, 시각 등 여러 감각기관의 저하와 더불어 신체활동 감소에 따른 근육 및 근력감소로 저작 장애 및 연하 장애를 겪게 된다. 노인실태조사 자료에 의하면 국내 고령자의 약 50%정도가 저작 장애에 시달리고 있으며, 영양 상태는 절반 정도만이 양호하고 초고령자는 약 22%만 양호한 것으로 나타나, 영양 문제가 심각한 수준으로 나타났다(Lee, 2019).

고령층에서 발생하는 구강 및 치아 건강 문제는 저작 문제, 연하 곤란 및 소화 장애와 직접적 연관이 있으며, 이는 결과적으로 식사량 감소에 따른 영양 섭취 불균형을 야기할 수 있다. 우리나라 고령층의 경우, 채식 위주의 식이 섭취와 더불어 식사량 감소에 의해 단백질 섭취량이 크게 부족한 것으로 알려져 있다. 고령친화형 고밀도 영양식품에는 다른 식품과 비교하여 높은 함량의 비타민(비타민D 및 비타민K)과 미네랄 조성(칼슘, 마그네슘 및 칼륨 등)이 필요하며, 이는 고령층에서 발생 빈도가 높은 골다공증성 골절을 개선하는데 효과가 크다고 알려져 있다. 따라서, 고령층의 육체적 및 정신적 건강과 함께 장수를 위한 고령친화식품은 초고령사회에서 필수적인 식품 개발군으로 분류되고 있으며, 영양가치 측면에서 양질의 단백질을 기반으로 필수 지방산, 비타민 및 미네랄을 원활하게 공급해 줄 수 있는 고령친화형 단백질 식품 개발이 필요한 실정이다.

일본의 경우 연도 조절을 통해 고령층의 섭식 제한(저작, 연하 및 소화)을 해결할 수 있는 다양한 형태의 연하식이 개발 및 시판되고 있으며, 나아가 일본 고령층의 입맛까지 고려하여 영양, 섭식 및 관능적 기호도 모두를 충족시킬 수 있는 고령친화식이 시판되고 있다. 반면 현재 시판중인 국내 고령친화식품은 영양적인 면을 강조한 유동식 형태 혹은 기존 반찬류의 연도 개선을 통한 단순 가정간편식 형태가 주를 이루고 있어, 국내 고령층의 소비를 유도할 수 있는 다양한 형태의 고령친화식품 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국산업표준에서 고령친화식품의 품질기준을 제품의 경도 및 점도에 따라 저작 수준을 3단계로 구분하고 있는 바, 상용화 단백질 가수분해 효소를 이용한 식육 연도제어 플랫폼을 구축하고자 하며, 이에 축종은 소고기 우둔살, 돼지고기 등심, 닭고기 가슴살을 공시재료로 선정하였다. 본 연구의 목적은 상용화 단백질 가수분해 효소를 이용하여 형태가 유지되는 고령친화식품의 품질기준 저작 1-2단계에 부합하는 제품을 개발하고자, 효소의 종류와 농도에 따른 식육가공품의 이화학적 특성을 평가하고자 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

소고기(한우 암소) 우둔살, 돼지고기(한돈) 등심 및 닭고기 가슴살은 지역 정육점(삼일축산, 경기 의왕, 대한민국)에서 구입하여 단백질 가수분해 효소 적용 실험에 사용하였다. 효소 4종(Alcalase, Neutrase, Flavourzyme, Protamex)은 Novozymes Korea co., ltd.(서울 용산구, 대한민국)에서 구입하여 실험에 사용하였다.

- 단백질 가수분해 효소 적용 원료육의 제조

단백질 가수분해 효소 적용 실험은 생산 현장의 조건을 고려하여 설비된 (주)삼양사의 pilot plant에서 진행하였다.

- 소고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

표면의 과도한 지방을 제거한 소고기 우둔살을 110 ± 15 g 으로 정선한 후 실험에 사용하였다. 식품제조에 상업적으로 활용되는 효소 4종을 농도별(0.7% 및 1.2%)로 증류수에 희석하여 syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 원물 무게 대비 20%(w/w)를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담겨진 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열 전 실험(pH 및 색도) 진행 후, 진공 포장하여 100°C에서 30 분간 가열공정을 진행하였다. 방냉을 실시한 후, 가열 후 실험을 진행하고 $10 \times 10 \times 10$ mm³로 절단하여 물성을 측정하였다.

- 돼지고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

표면의 과도한 지방을 제거한 돼지고기 등심을 110 ± 15 g 으로 정선한 후 실험에 사용하였다. 식품제조에 상업적으로 활용되는 효소 4종을 농도별(0.7% 및 1.2%)로 증류수에 희석하여 syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 원물 무게 대비 20%(w/w)를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담겨진 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열 전 실험(pH 및 색도) 진행 후, 진공 포장하여 100°C에서 30 분간 가열공정을 진행하였다. 방냉을 실시한 후, 가열 후 실험을 진행하고 $10 \times 10 \times 10$ mm³로 절단하여 물성을 측정하였다.

- 닭고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

닭고기 가슴살은 별도의 선육 및 정형 작업 없이 시료 제조에 사용하였다. 식품제조에 상업적으로 활용되는 효소 4종을 농도별(0.7% 및 1.2%)로 증류수에 희석하여 syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 원물 무게 대비 20%(w/w)를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담겨진 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열 전 실험(pH 및 색도) 진행 후, 진공 포장하여 100°C에서 30 분간 가열공정을 진행하였다. 방냉을 실시한 후, 가열 후 실험을 진행하고 $10 \times 10 \times 10$ mm³로 절단하여 물성을 측정하였다.

- pH 측정

원료육, 염지육 및 가열 후 pH는 탐침형 pH-meter(pH spear, Eutech, Singapore)를 이용하여 시료를 측정하였다.

- 색도 측정

원료육, 염지육 및 가열 후 단면의 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 보수력 측정

본 실험에서의 보수력 측정은 가열 감량으로 측정하였다. 가열감량(cooking loss)은 가열 전 시료의 무게 대비 가열 후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출하였다.

- 물성

가열 이후 방냉한 시료를 $10 \times 10 \times 10$ mm³의 큐브 형태로 절단한 후 texture analyzer(TA-XT

plus, Stable Micro Systems., Vienna Court, Godalming, UK)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이 때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test Speed 10 mm/s, strain 70 % compression으로 설정하였다.

- 근절소편화지수(myofibrillar fragmentation index, MFI)

효소 처리한 시료의 근절소편화지수는 Olson 등(1976)의 방법에 따라 측정하였다. 시료(4 g)를 균질기에 넣고 2°C로 냉각한 분리액(100 mM KCl, 20 mM K-phosphate, pH 7.0, 1 mM NaN₃)을 10배(v/w) 첨가하여 30초간 균질한 다음, 1,000×g에서 10분간 원심분리하고 잔사를 5배(v/w)의 분리액으로 다시 현탁시켜 1,000×g에서 원심분리하였다. 위와 같은 조작을 3회 반복한 후 5배(v/w)의 분리액으로 다시 현탁하여 18 mesh 눈금의 폴리에틸렌 체로 여과하여 결합 조직등을 제거한 다음 원심분리하였다. 3회 반복하여 분리액으로 현탁시켜 분리된 근원섬유 잔사의 단백질 농도를 BCA method를 이용하여 측정하였다. 현탁액의 단백질 농도를 0.5±0.05 mg/ml의 농도로 희석한 다음, 540 nm에서 흡광도를 측정하여 200을 곱하여 근절소편화지수(MFI)를 산출하였다.

- 단백질 전기영동

근원섬유 단백질의 패턴은 Laemmli(1970)의 방법에 따라 전기영동법(sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)을 이용하여 분석하였다. 시료는 단백질 농도가 50 mg/ml이 되도록 희석용액(100 mM KCl, 20 mM potassium phosphate, pH 7.0, 1 mM NaN₃)과 혼합한 뒤 85°C에서 1시간 동안 가열한 후 8,500×g(4°C)에서 5분간 원심분리하여 불용성 잔사를 제거하였다. 준비된 시료는 5× Laemmli 샘플버퍼(312.5 mM Tris-HCl (pH 6.8), 50% glycerol, 5% SDS, 5% β-mercaptoethanol, 0.05% bromophenol blue, EBA-1052, Elpisbiotech, Daejeon, Korea)와 4:1의 비율로 혼합하고 100°C에서 5분간 가열하였다. 분석에 사용된 acrylamide gel은 4-20% Mini-PROTEAN® precast protein gels (#4561095, Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)을 사용하였다. 준비된 시료 30 μl를 100 V의 조건에서 약 2시간 동안 로딩하였다. 로딩된 겔은 0.25% Coomassie Brilliant Blue R250 (B7920, Sigma, USA)용액을 사용하여 염색하였다. 각각의 시료는 표준 단백질 마커(pre-stained DokDo-MARK, EBM-1032, Elpisbiotech, Daejeon, Korea)에 준하여 분자량을 추정하고 시료 간의 단백질 패턴을 비교하였다.

- 통계처리(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 염지육의 pH 및 보수력(가열감량)

단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 소고기 우둔살의 pH값 및 가열감량을 Table 3-3-1에 나타내었다. 소고기 우둔살의 원료육, 가열 전 및 가열 후의 pH 값은 효소의 종류와 농도에 영향을 받아 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 가열감량은 40.51-46.95%로 나타났으며, 1.2% alcalase 처리구에서 유의적으로 높은 가열 감량이 나타났(p<0.05). 돼지고기 등심의 pH값 및 가열감량은 Table 3-3-2에 나타내었으며, 원료육의 pH에서는 1.2% protamex 처리구가 유의적으로 높은 pH를 나타냈으나(p<0.05), 가열 전·후의 pH값은 효소의 종류나 농도의 영향을 받지 않았다(p>0.05). 돼지고기 등심의 가열감량은 34.93-39.05%로 나타났으며, 효소의 종류와 농도에 영향을 받지 않았다(p>0.05).

Table 3-3-1. pH value and cooking loss of beef rump treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
pH	Raw	5.42± 0.04 ^{CD}	5.43± 0.05 ^{CD}	5.41± 0.03 ^D	5.46± 0.01 ^{ABCD}	5.54± 0.06 ^A	5.46± 0.03 ^{ABCD}	5.52± 0.02 ^{ABC}	5.54± 0.04 ^{AB}	5.44± 0.09 ^{BCD}
	Before cooking	5.81± 0.02 ^{AB}	5.83± 0.03 ^A	5.82± 0.02 ^{AB}	5.68± 0.07 ^{CD}	5.74± 0.03 ^{BC}	5.50± 0.06 ^E	5.61± 0.05 ^D	5.64± 0.02 ^D	5.66± 0.07 ^{CD}
	After cooking	6.07± 0.02 ^A	6.01± 0.03 ^{AB}	5.89± 0.01 ^{CD}	6.09± 0.01 ^A	5.97± 0.04 ^{BC}	5.93± 0.05 ^{BCD}	5.87± 0.05 ^D	5.93± 0.03 ^{CD}	5.87± 0.06 ^D
Cooking loss (%)	40.51 ±0.76 ^D	42.43 ±0.16 ^{CD}	46.95 ±1.03 ^A	44.11 ±0.45 ^{BC}	44.59 ±1.15 ^{BC}	41.90 ±1.47 ^D	44.89 ±1.37 ^B	44.71 ±0.50 ^B	44.13 ±0.94 ^{BC}	

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-E}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

Table 3-3-2. pH value and cooking loss of pork loin treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
pH	Raw	5.43± 0.13 ^D	5.59± 0.05 ^{ABC}	5.55± 0.05 ^{BC}	5.65± 0.04 ^{ABC}	5.63± 0.01 ^{ABC}	5.54± 0.03 ^{CD}	5.67± 0.02 ^{AB}	5.63± 0.02 ^{ABC}	5.69± 0.01 ^A
	Before cooking	5.59± 0.04	5.65± 0.04	5.64± 0.02	5.72± 0.04	5.67± 0.03	5.54± 0.12	5.55± 0.17	5.69± 0.02	5.70± 0.01
	After cooking	6.10± 0.02	6.07± 0.03	6.02± 0.02	5.68± 0.70	6.09± 0.05	6.07± 0.04	6.08± 0.04	6.11± 0.02	6.11± 0.01
Cooking loss (%)	35.23 ±0.50	37.60 ±2.48	37.54 ±0.62	38.96 ±3.93	35.71 ±1.38	34.93 ±1.02	39.05 ±1.78	38.38 ±1.19	38.92 ±1.40	

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-D}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

상용화 효소로 처리된 닭고기 가슴살의 pH값 및 가열감량을 Table 3-3-3에 나타내었다. pH값의 경우는 원료육과 가열 후의 pH값에서 유의차를 보였으나(p<0.05), 가열 전 pH 측정값에서는 효소의 종류와 농도에 영향을 받지 않았다(p>0.05). 닭고기 가슴살의 가열감량은 32.50-47.88%로 나타났으며, 1.2% alcalase 처리구에서 유의적으로 높은 가열감량을 나타내 다른 처리구에 비해 외관이 많이 수축하는 현상이 나타났다(p<0.05). 본 연구결과 pH가 높아짐에 따라 식육의 망상구조 내 공간의 확대로 보수력이 높아져 가열감량 정도가 낮아진 것으로 추측된다(Jin et al., 2003).

Table 3-3-3. pH value and cooking loss of chicken breast treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
pH	Raw	5.97±0.07 ^{CD}	6.04±0.06 ^{ABC}	6.13±0.05 ^A	5.97±0.03 ^{BC}	5.96±0.06 ^C	6.02±0.03 ^{ABC}	6.11±0.03 ^{AB}	6.04±0.06 ^{ABC}	6.12±0.11 ^A
	Before cooking	6.07±0.10	6.16±0.08	6.21±0.11	6.12±0.05	6.10±0.03	6.09±0.03	6.19±0.02	6.18±0.10	6.23±0.09
	After cooking	6.52±0.06 ^A	6.51±0.03 ^A	6.52±0.04 ^A	6.44±0.03 ^{AB}	6.37±0.04 ^B	6.48±0.04 ^A	6.47±0.03 ^A	6.47±0.01 ^A	6.50±0.05 ^A
	Cooking loss (%)	32.50±0.78 ^C	40.30±3.79 ^B	47.88±2.21 ^A	34.07±0.81 ^C	35.80±0.84 ^C	35.55±1.57 ^C	36.25±0.79 ^C	35.28±1.09 ^C	35.67±1.71 ^C

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-D}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 염지육의 색도

축종별 원료육, 염지 후 가열 전 및 가열 후의 색도를 측정하였다. 소고기 우둔살의 색도를 Table 3-3-4에 나타내었다. 소고기 우둔살은 가열 전·후의 명도(CIE L*)와 가열 전의 황색도(CIE b*)에서 효소의 종류 및 농도에 대해 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 돼지고기 등심의 색도는 Table 3-3-5에 나타내었다. 돼지고기 등심은 원료육의 적색도(CIE a*)와 황색도(CIE b*)와 가열 전의 황색도(CIE b*)에서 효소의 종류와 농도에 따라 유의차를 나타냈다(p<0.05). 닭고기 가슴살의 색도 결과는 Table 3-3-6에 나타내었다. 닭고기 가슴살의 경우에는 원료육의 황색도(CIE b*)에서 효소의 종류와 농도에 따라 유의차가 나타났다(p<0.05).

Table 3-3-4. Color characteristics of beef rump treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
CIE L*	Raw	35.58±0.93	35.14±1.19	35.45±0.86	35.18±0.93	36.56±0.97	37.33±1.20	34.25±0.49	34.18±0.49	37.10±1.89
	Before cooking	40.02±1.93 ^{AB}	39.65±1.40 ^{ABC}	36.75±1.34 ^{BCD}	35.12±1.10 ^D	38.39±0.75 ^{ABD}	41.15±2.13 ^A	36.73±1.82 ^{BCD}	36.23±1.74 ^{CD}	37.88±1.01 ^{ABD}
	After cooking	49.66±0.34 ^{CD}	52.85±0.18 ^A	51.40±0.62 ^{ABC}	52.35±0.37 ^A	48.91±0.21 ^D	53.27±0.93 ^A	51.90±2.17 ^B	50.09±0.65 ^{BCD}	51.37±1.16 ^{ABC}
	Raw	20.39±0.10	18.25±2.09	19.84±2.15	19.79±0.60	22.22±0.73	18.95±1.15	20.24±1.39	20.46±1.41	23.12±3.84
CIE a*	Before cooking	14.41±1.73	14.30±0.74	16.03±1.73	14.90±0.62	174.89±1.75	17.45±0.57	15.87±0.74	15.78±1.21	18.59±2.92
	After cooking	4.01±0.62	3.88±0.56	3.70±0.33	3.47±0.13	4.64±0.63	3.52±0.38	3.61±0.63	4.18±0.46	3.56±0.20
	Raw	10.97±0.21	8.60±1.97	10.01±1.83	9.81±0.73	11.74±0.48	9.30±0.28	9.92±0.76	10.30±1.16	12.34±3.06
CIE b*	Before cooking	8.10±1.25 ^B	8.70±0.22 ^{BC}	9.48±2.62 ^{ABC}	7.38±0.80 ^{BC}	10.22±2.63 ^{ABC}	11.49±2.19 ^{AB}	6.97±0.82 ^C	9.10±1.60 ^{BC}	13.18±1.93 ^A
	After cooking	14.55±0.81	14.76±0.42	14.26±0.51	14.34±0.37	14.26±0.14	14.41±0.31	14.03±0.48	14.47±0.29	14.04±0.24

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-D}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

Table 3–3–5. Color characteristics of pork loin treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
CIE L*	Raw	54.78	56.27	54.82	54.17	54.72	53.10	54.90	54.50	54.94
		±2.01	±1.13	±1.66	±0.41	±2.58	±0.90	±0.23	±0.64	±2.57
	Before cooking	60.24	61.63	60.97	57.45	57.36	57.69	58.06	57.92	57.26
	After cooking	73.13	75.10	73.70	74.70	73.82	73.96	72.26	70.83	72.18
		±0.59	±0.55	±1.14	±0.70	±1.43	±0.87	±2.41	±1.16	±1.66
CIE a*	Raw	4.03±	3.36±	3.72±	4.36±	3.63±	4.06±	5.76±	7.77±	6.45±
		0.31 ^{BC}	0.76 ^C	0.73 ^{BC}	0.19 ^{BC}	0.60 ^{BC}	0.29 ^{BC}	2.28 ^{AB}	0.88 ^A	0.62 ^A
	Before cooking	0.66±	0.35±	0.13±	1.55±	0.26±	0.36±	2.63±	2.88±	2.32±
	After cooking	0.28 ^B	0.64 ^B	0.73 ^B	0.44 ^{AB}	0.33 ^B	0.75 ^B	1.38 ^A	0.19 ^A	0.34 ^A
		±0.94	±0.14	±0.61	±1.52	±0.15	±0.33	±0.56	±0.18	±0.48
CIE b*	Raw	8.68±	7.90±	7.03±	8.10±	8.29±	7.92±	9.74±	10.33±	10.10±
		0.38 ^{ABD}	0.64 ^{CD}	0.61 ^D	0.78 ^{CD}	1.03 ^{BCD}	0.76 ^{CD}	1.24 ^{ABC}	0.89 ^A	0.76 ^{AB}
	Before cooking	8.66±	8.69±	8.07±	7.42±	7.50±	8.49±	8.40±	8.92±	9.61±
	After cooking	1.07	0.52	0.39	0.16	0.82	0.73	0.16	0.36	0.77
		±0.04	±0.51	±0.58	±0.62	±0.52	±0.28	±0.55	±0.98	±0.28

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-D}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

Table 3–3–6. Color characteristics of chicken breast treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Con	Treatments ¹⁾								
		Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
CIE L*	Raw	55.54	56.73	54.09	57.52	57.12	57.11	56.81	56.80	54.70
		±0.78	±0.69	±2.28	±1.79	±2.81	±1.49	±1.80	±3.40	±0.76
	Before cooking	59.09	58.15	56.16	58.53	57.09	57.92	57.12	56.13	54.13
	After cooking	80.50	80.28	78.42	79.64	79.04	80.38	79.52	74.98	77.76
		±1.16	±0.66	±2.75	±0.41	±1.80	±0.50	±1.94	±4.18	±0.14
CIE a*	Raw	-0.49	-0.26	0.54±	0.48±	-0.18	-0.24	-0.44	0.16±	0.41±
		±0.98	±0.57	1.18	1.07	±0.50	±0.17	±1.17	1.13	0.88
	Before cooking	-0.53	-0.66	0.06±	-0.76	-0.18	-1.01	-0.47	0.45±	0.28±
	After cooking	±0.56	±0.30	1.54	±0.77	±0.60	±0.10	±1.02	0.87	0.79
		±1.05	±0.48	±0.65	±0.60	±1.01	±0.15	±0.75	±0.70	±0.18
CIE b*	Raw	5.02±	7.07±	5.04±	8.22±	6.16±	6.02±	5.75±	4.88±	4.52±
		1.02 ^{BC}	0.49 ^{AB}	1.52 ^{BC}	1.36 ^A	0.79 ^{ABC}	1.20 ^{ABC}	0.30 ^{BC}	1.27 ^{BC}	0.48 ^C
	Before cooking	4.93±	6.28±	4.34±	7.57±	5.65±	5.00±	4.88±	3.85±	4.07±
	After cooking	0.88	0.30	1.42	1.86	0.77	1.23	0.51	1.16	1.12
		±0.45	±0.63	±1.12	±0.76	±1.09	±0.78	±0.89	±0.13	±0.70

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-C}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 염지육의 경도

효소의 종류와 농도에 따른 소고기 우둔살, 돼지고기 등심 및 닭고기 가슴살 염지육의 경도 (hardness)를 측정 한 결과, 소고기 우둔살의 경도 측정 결과를 Figure 3-3-1에 나타내었다. 증류수만을 주입한 Con 시료에서 48.95 N/cm²의 경도 값을 나타내어 다른 처리구보다 유의적으로 높은 경도를 나타내었다. 0.7% protamex 처리구의 경도값은 17.65 N/cm²로써 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다($p < 0.05$).

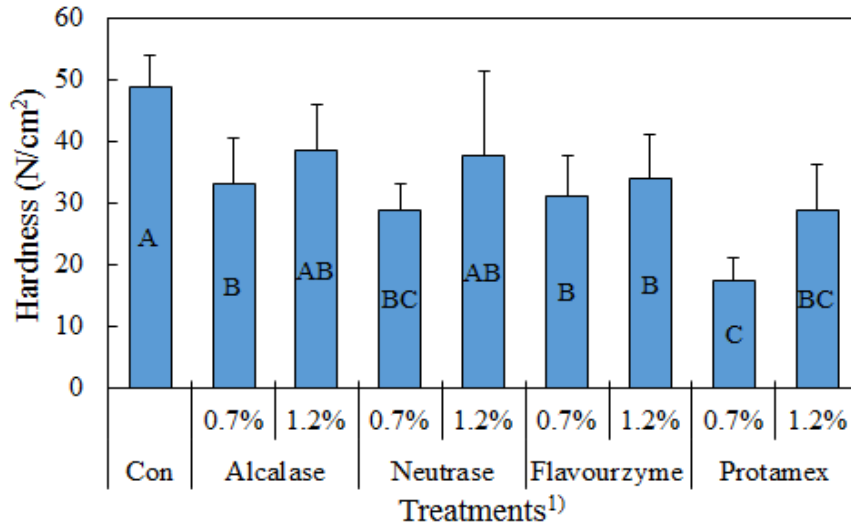


Figure 3-3-1. Hardness of beef rump treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases. ^{A-C}Means sharing different letters are significantly different among treatments within interaction effects ($p < 0.05$).

돼지고기 등심의 경도 측정 결과를 Fig 3-3-2에 나타내었다. 소고기 우둔살과 마찬가지로 Con 시료에서 44.17 N/cm²의 가장 높은 경도값을 나타내었고, 0.7% protamex 처리구에서 5.47 N/cm²으로 가장 낮은 경도값이 나타났다($p < 0.05$).

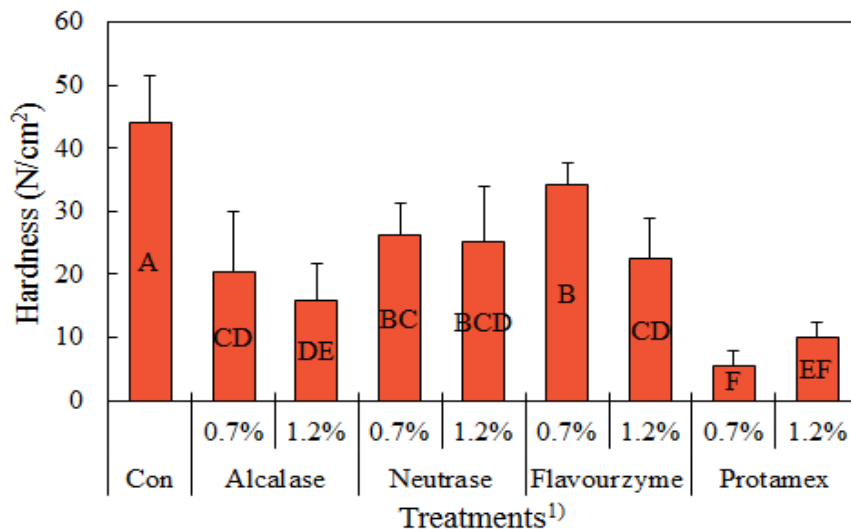


Figure 3-3-2. Hardness of pork loin treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases. ^{A-F}Means sharing different letters are significantly different among treatments within interaction effects ($p < 0.05$).

닭고기 가슴살의 경도 측정값을 Figure 3-3-3에 나타내었다. 닭고기 가슴살의 Con 시료에서 12.66 N/cm²의 값으로 가장 높은 값이 나타났으며, 1.2% protamex 처리구의 경도값이 4.06 N/cm²으로 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 본 연구결과 닭고기 가슴살의 경우에는 0.7% protamex 및 1.2% protamex 처리구들의 시료가 한국산업표준 고령친화식품 품질기준 저작 2단계(잇몸 섭취)에 포함됨을 알 수 있다. 이는 3차년도에 상품화 예정인 닭가슴살 햄의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

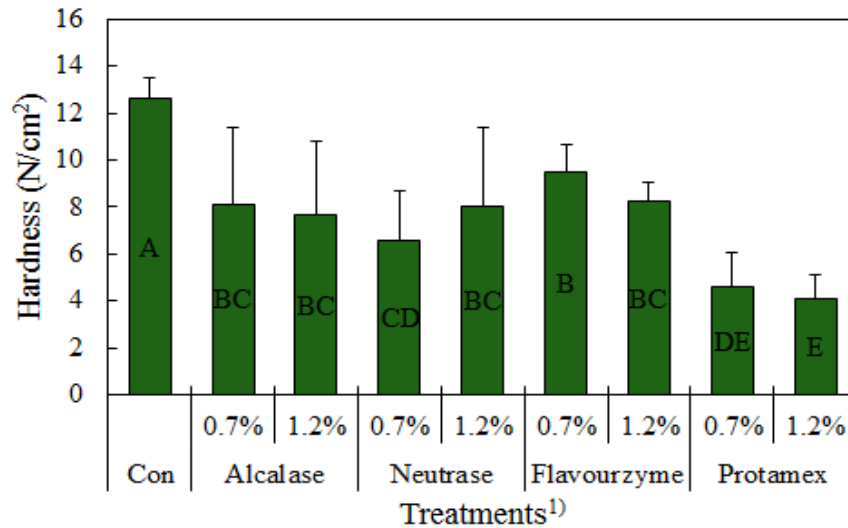


Figure 3-3-3. Hardness of chicken breast treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases. ^{A-E}Means sharing different letters are significantly different among treatments within interaction effects (p<0.05).

- 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 염지육의 근질소편화지수

축종별 근질소편화지수(MFI) 결과를 Table 3-3-7에 나타내었다. 소고기 우둔살의 근질소편화지수는 0.7% flavourzyme 처리구에서 122.82로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 0.7% protamex 처리구에서 68.13으로 가장 낮은 수치를 나타냈다. 돼지고기 등심과 닭고기 가슴살의 경우에는 Con에서 유의적으로 가장 높은 근질소편화지수를 나타냈으며, 0.7% alcalase 처리구에서 유의적으로 가장 낮은 근질소편화지수를 나타냈다(p<0.05). Koochmaraie 등(1988)은 0.3 M의 CaCl₂를 양과 소의 도체에 주입하면 사후 노화를 가속화하고 calpain protease를 활성화시켜 육류의 부드러움을 향상 시켰다고 보고하였다(Koochmaraie et al., 1988). 이와 같이 근육에 존재하는 내재적 단백질 가수분해 효소를 활용한 식육 연도 개선에 관한 다수의 연구가 진행되었으나, 상용화 단백질 가수분해효소 처리에 따른 식육 연도 개선 효과에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구 결과 상용화 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 근질소편화 및 연화 효과의 차이가 뚜렷한 것으로 나타나 향후 상용화 단백질 가수분해 효소를 고령친화형 식육가공품 개발에 활용할 경우 축종, 효소의 종류 및 농도에 대한 구체적인 기준 마련이 필요하다고 사료된다. 또한, 근육단백질의 가수분해에 따라 생성된 각종 펩타이드 및 유리 아미노산에 의해 최종제품의 산화 안정성 및 관능적 특성이 영향을 받을 수 있다는 점에서 연도를 포함한 최종제품의 포괄적 품질특성을 고려하여 상용화 단백질 가수분해 효소를 선정함이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 3-3-7. Myofibrillar fragmentation index (MFI) of beef rump, pork loins, and chicken breast treated with different levels of various commercial proteases

Trait	Treatments ¹⁾								
	Con	Alcalase		Neutrase		Flavourzyme		Protamex	
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	0.7%	1.2%
Beef rump	97.11±	109.09±	66.51±	79.40±	110.38±	122.82±	83.82±	68.13±	73.02±
	13.33 ^{BC}	3.01 ^{AB}	2.52 ^D	13.51 ^{CD}	13.17 ^{AB}	3.25 ^A	12.11 ^{CD}	5.40 ^D	3.38 ^D
Pork loin	86.96±	49.00±	61.38±	74.18±	63.58±	54.96±	66.82±	63.93±	53.51±
	21.23 ^A	4.83 ^C	6.14 ^{BC}	3.55 ^{AB}	3.92 ^{BC}	3.41 ^C	0.33 ^{BC}	5.20 ^{BC}	3.65 ^C
Chicken breast	85.67±	39.58±	40.02±	62.62±	74.02±	52.29±	74.53±	67.27±	63.07±
	14.69 ^A	4.45 ^D	3.67 ^D	7.14 ^{BC}	10.52 ^{AB}	5.84 ^{CD}	4.56 ^{AB}	7.52 ^{BC}	2.28 ^{BC}

¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

^{A-D}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 염지육의 단백질 분해 패턴(SDS-PAGE)

효소의 종류와 농도에 따른 소고기 우둔살, 돼지고기 등심 및 닭고기 가슴살의 단백질 분해 패턴(SDS-PAGE) 결과는 각각 Figure 3-3-4, Figure 3-3-5 및 Figure 3-3-6에 나타내었다. 소고기 우둔살의 경우(Figure 3-3-4), Con은 250 kDa 부근에서 myosin heavy chain(220 kDa)으로 추정되는 단백질 밴드가 뚜렷하게 나타났다. 반면 상용화 단백질 가수분해 처리구들은 해당 단백질 밴드의 강도가 약화되는 경향을 나타내었고, 특히 0.7% alcalase와 1.2% alcalase 처리구들에서 해당 단백질 밴드는 매우 낮은 강도를 나타내어 alcalase 처리가 myosin heavy chain을 분해하는데 기여한 것으로 추정된다. 또한, 효소 처리구들에서 150 kDa 부근에서 새로운 단백질 밴드가 출현하였는데, Con의 경우 해당 밴드가 나타나지 않은 점에서 myosin heavy chain의 분해에 의한 결과로 추정된다. 근원섬유단백질을 구성하는 주요 단백질 중 하나인 actin(42 kDa)으로 추정되는 밴드는 37-50 kDa 사이에서 나타났으나, Con 및 모든 처리구에서 유사한 강도를 나타내어 상용화 단백질 가수분해 효소 처리에 따른 actin 단백질의 가수분해 효과는 미비한 것으로 평가되었다. 돼지고기 등심(Figure 3-3-5) 및 닭고기 가슴살(Figure 3-3-6)의 단백질 분해 패턴에서도 소고기 우둔살과 유사한 단백질 밴드 패턴이 관찰되었다. 특히 myosin heavy chain의 분해 정도를 살펴본다면 alcalase를 처리한 처리구들에서 가장 뚜렷한 분해가 관찰되었고, 그 결과 150 kDa 부근의 분해 산물이 생성되는 형태도 상당히 유사하였다. Myosin은 6개의 폴리펩타이드 사슬이 결합되어 분자량 약 520 kDa의 거대 단백질로 220 kDa의 myosin heavy chain 2개와 20 kDa 정도의 myosin light chain 2쌍으로 구조를 이룬다(Ertbjerg and Puolanne, 2017). 특히 250-300개 정도의 myosin 분자들이 모여 근섬유 중 굵은 필라멘트를 형성하는데 이러한 근섬유 구조를 구성하는 근육단백질의 분해는 식육 연도 개선에 긍정적인 결과로 사료된다.

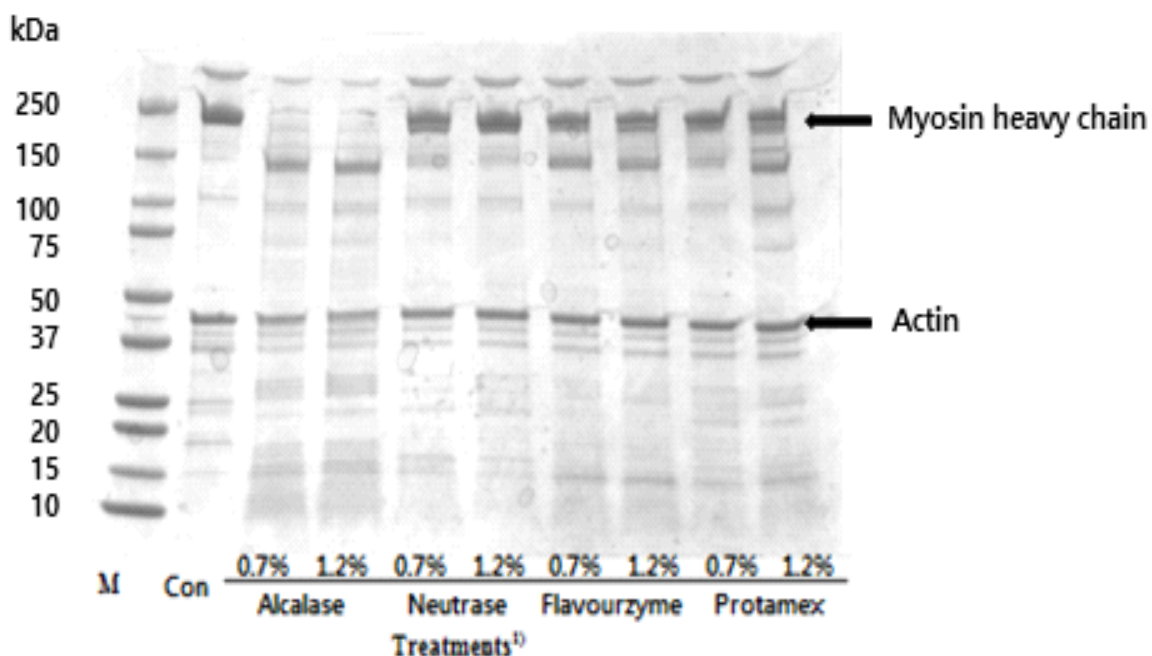


Figure 3-3-4. A representative photo of SDS-PAGE obtained from beef rump treated with different levels of various commercial proteases. M, protein standard marker. ¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

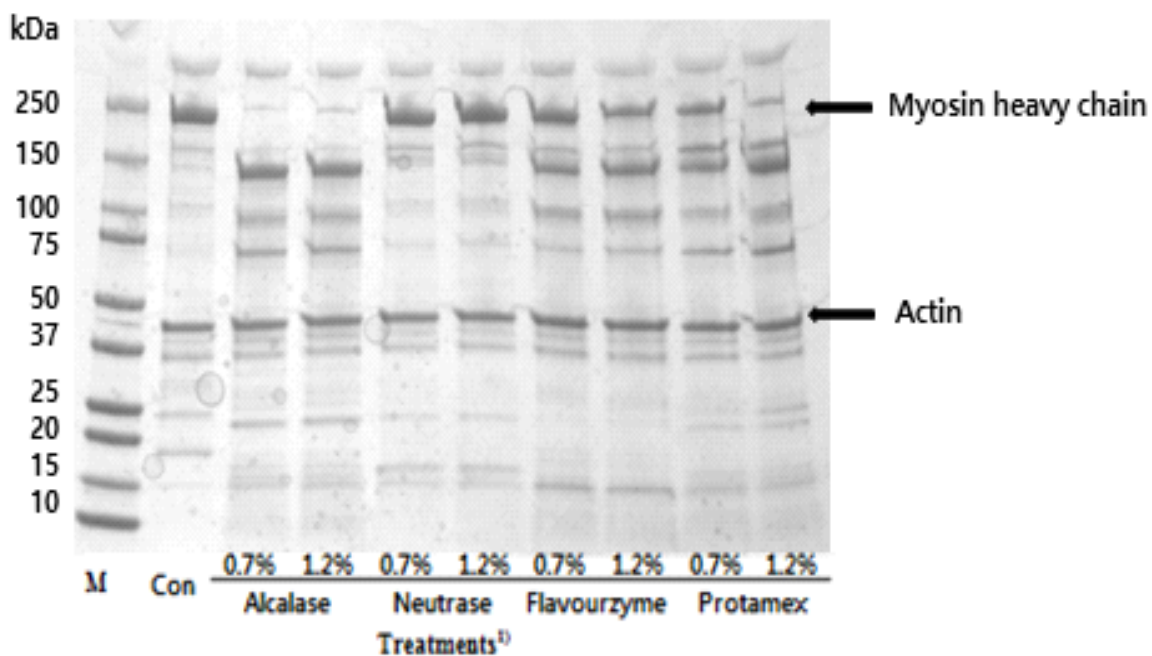


Figure 3-3-5. A representative photo of SDS-PAGE obtained from pork loin treated with different levels of various commercial proteases. M, protein standard marker. ¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

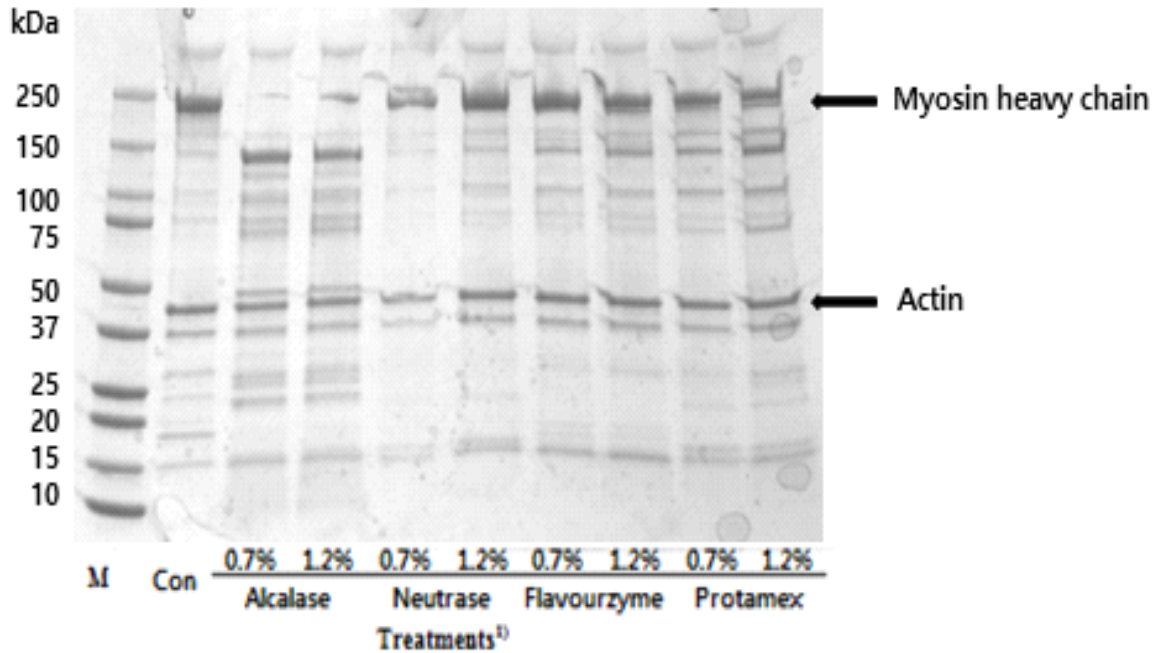


Figure 3-3-6. A representative photo of SDS-PAGE obtained from chicken breast treated with different levels of various commercial proteases. M, protein standard marker. ¹⁾Treatments: Con, without protease treatment; treatments were treated with 0.7% or 1.2% of various commercial proteases.

○ 결론

축종별 효소의 종류와 농도에 따른 식육 연도제어 플랫폼을 구축하고자 상용화 가수분해 효소인 alcalase, neutrase, flavourzyme, protamex를 사용하여 염지육의 연도 개선 효과를 평가하였다. pH와 가열감량의 경우에는 효소에 따라 유의차가 나타나긴 하였지만($p < 0.05$), 효소에 따른 영향 보다는 pH 수치에 따른 미세 조직구조의 변화에 따라 가열감량에 영향을 미친 것으로 판단된다. 경도는 상용화 단백질 가수분해 효소의 첨가가 대조구 보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈으며 ($p < 0.05$), 특히 닭고기 가슴살의 경우 protamex를 0.7% 및 1.2% 처리구한 경우 한국산업표준 고령 친화식품 품질기준 저작 2단계에 해당하는 수치를 나타내어 본 연구의 최종목표인 닭가슴살 햄의 상품화에 활용도가 높은 것으로 기대된다. 근질소편화지수는 돼지고기 등심과 닭고기 가슴살에서 효소처리 하지 않은 대조구가 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 0.7% alcalase 처리구가 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 단백질 전기영동 결과, alcalase 효소 처리는 축종에 관계없이 myosin heavy chain으로 추정되는 단백질을 가수분해하고 그 분해 산물로 150 kDa 부근에서 새로운 단백질 밴드가 형성되었다.

천연유래 단백질 가수분해 효소를 이용한 식육 연도 제어 가공기술 개발

○ 서론

일본, 미국, 유럽 등 고령화 사회에 먼저 들어선 국가에서는 고령노인들을 위한 식품의 개발이나 제품생산 기술이 상당히 높은 수준이다. 일본의 경우 개호식품(Care Food)이란 명칭으로 고령, 질병 등으로 저하된 고령자의 섭취기능에 맞게 물성을 조정하고 미각, 시각과 함께 영양도 고려한 고령자용식품이 판매되고 있다. 업계 자율규격인 유니버설 디자인푸드(UDF)로 통일하여 노인들이 자신의 씹는 힘과 삼키는 힘에 맞춰 1-4단계로 구분된 식품을 선택할 수 있도록 하였다. 최근 들어 일본 농림수산성에서는 개호식품의 새로운 명칭으로 스마일케어식(Smile Care Foods)이라는 용어를 선정하여 7가지 세부 유형으로 분류하고, 적색(삼키기 문제)·황색(씹기 문제)·청색(개호예방)의 3가지 색깔의 마크로 소비자가 상황에 따라 식품을 선택하고 적절히 섭취할 수 있도록 하고 있다. 우리나라에서는 한국산업표준(KS)에 고령친화식품에 대해 정의하고 식품경도 기준에 따라 1단계(치아섭취), 2단계(잇몸섭취), 3단계(혀로 섭취)로 구분하고 있다. 우리나라 고령층의 경우, 채식 위주의 식이 섭취와 더불어 식사량 감소에 의해 단백질 섭취량이 크게 부족한 것으로 알려져 있다. 고령층의 육체적 및 정신적 건강과 함께 장수를 위한 고령친화식품은 초고령사회에서 필수적인 식품 개발군으로 분류되고 있으며, 영양가치 측면에서 양질의 단백질을 기반으로 필수지방산, 비타민 및 미네랄을 원활하게 공급해 줄 수 있는 고령친화형 단백질 식품 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국산업표준에서 고령친화식품의 식품경도에 따라 3단계로 구분하고 있는 바, 천연 유래 단백질 가수분해 효소를 이용한 식육연도제어 가공기술을 개발하고자 하며, 공시재료로는 소고기 우둔살, 돼지고기 등심, 닭고기 가슴살로 선정하였다. 천연 단백질 가수분해 효소를 이용하여 형태가 유지되는 고령친화식품의 경도 기준 1-2단계에 부합하는 효소의 최적 농도를 찾아내고, 농도에 따른 제품 특성을 평가하고자 본 연구를 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

소고기(한우 암소) 우둔살, 돼지고기(한돈) 등심 및 닭고기 가슴살은 지역 정육점(삼일축산, 경기 의왕, 대한민국)에서 구입하여 단백질 가수분해 실험에 이용하였다. 천연유래 효소는 대중상사(Seoul, Korea)에서 판매하는 Bromelain, Papain을 구입하여 단백질 가수분해 실험에 사용하였다.

- 단백질 가수분해 효소 적용 원료육의 제조

단백질 가수분해 효소 적용 실험은 생산 현장의 조건을 고려하여 설비된 (주)삼양사의 pilot plant에서 진행하였다.

- 소고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

과도한 지방을 제거한 소고기 우둔살을 130 ± 15 g으로 정선한 후 준비시켰다. 효소 2종을 0.7% 및 1.2% 농도로 증류수에 희석시켜 준비시키고, 5 L mass cup에 3% NaCl수용액을 준비하였다. Syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 3% NaCl수용액 안에서 원물 대비 20%를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담긴 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열전 실험 진행 후, 포장지 진공을 잡고 100°C에서 30분간 가열하였다.

- 돼지고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

과도한 지방을 제거한 돼지고기 등심을 120 ± 15 g으로 정선한 후 준비시켰다. 효소 2종을 0.7% 및 1.2% 농도로 증류수에 희석시켜 준비시키고, 5 L mass cup에 3% NaCl 수용액을 준비하였다. Syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 3% NaCl수용액 안에서 원물 대비 20%를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담긴 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열전 실험 진행 후, 포장지 진공을 잡고 100°C 에서 30분간 가열하였다.

- 닭고기 단백질 가수분해 효소 적용 공정

닭고기 가슴살을 원물 그대로 준비시켰다. 효소 2종을 0.7% 및 1.2% 농도로 증류수에 희석시켜 준비시키고, 5 L mass cup에 3% NaCl수용액을 준비하였다. Syringe(Dosys® Premium Syringe 174 with Pistol-grip Handle, Wheaton, USA)를 이용하여 3% NaCl수용액 안에서 원물 대비 20%를 5회 이상으로 나누어 주입하였다. 포장지에 담긴 원료육을 over-night 염지를 진행하고, 다음날 가열 전 실험 진행 후, 포장지 진공을 잡고 100°C 에서 30분간 가열하였다.

- 보수력 측정

본 실험에서의 보수력 측정은 가열 감량으로 측정하였다. 가열감량(cooking loss)은 가열 전 시료의 무게 대비 가열 후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출하였다.

- pH 측정

원료육, 염지육 및 가열 후 pH는 탐침형 pH-meter(pH spear, Eutech, Singapore)를 이용하여 3회씩 측정하였다.

- 색도 측정

원료육, 염지육 및 가열 후 ksaus의 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값, b*값을 시료당 3회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 물성

시료는 $10 \times 10 \times 10$ mm³로 절단한 후 texture analyzer(TA-XT plus, Stable Micro Systems., Vienna Court, Godalming, UK)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 근원섬유소편화지수(MFI)

Olsen 등(1976)의 방법에 따라 4g의 시료를 균질기에 넣고 2°C 로 냉각한 분리액(100 mM, KCl 20 mM K-phosphate, 1 mM NaNO₃, pH 7.0) 10 v/w를 첨가하여 30초간 균질한 다음, $1000 \times g$ 에서 10분간 원심분리하고 잔사에 5 v/w의 분리액으로 다시 현탁시켜 $1000 \times g$ 에서 원심 분리하였다. 같은 조작을 반복한 후 5 v/w의 분리액으로 현탁하여 18 mesh 눈금의 폴리에틸렌 체로 여과하여 결합조직 등을 제거한 다음 원심분리하였다. 3회 반복하여 분리액으로 현탁시켜 단백질 농도를 BCA method에 의하여 측정하였다. 이렇게 얻어진 근원섬유를 분리액으로 0.5 ± 0.05

mg/mL의 농도로 희석한 다음, 540 nm에서 흡광도를 측정하여 200을 곱하여 MFI로 하였다.

- 단백질 전기영동

근원섬유 단백질-젤라틴 혼합물의 단백질 패턴은 Laemmli(1970)의 방법에 따라 전기영동법 (sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)을 이용하여 분석하였다. 시료는 단백질 농도가 50 mg/mL이 되도록 희석용액(25 mM sodium phosphate (pH 7.2), 1% SDS, 3.5 M urea)과 혼합한 뒤 85°C에서 1시간 동안 가열한 후 8,500×g (4°C)에서 5분간 원심 분리하여 불용성 잔사를 제거하였다. 준비된 시료는 5x Laemmli 샘플버퍼(312.5 mM Tris-HCl(pH 6.8) 50% glycerol, 5% SDS, 5% β-mercaptoethanol, 0.05% bromophenol blue, EBA-1052, Elpisbiotech, Daejeon, Korea)와 4:1의 비율로 혼합하고 100°C에서 5분간 가열하였다. 분석에 사용된 acrylamide gel의 농도에 있어 stacking gel은 4% 그리고 loading gel은 12%로 준비하였다. 준비된 시료 15 μl를 100 V의 조건에서 약 2시간 동안 로딩하였다. 로딩된 겔은 0.25% Coomassie Brilliant Blue R250(B7920, Sigma, USA)용액을 사용하여 염색하였다. 각각의 시료는 표준 단백질 마커(pre-stained DokDo-MARK, EBM-1032, Elpisbiotech, Daejeon, Korea)에 준하여 분자량을 추정하고 시료 간의 단백질 패턴을 비교하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 축종별 염지육의 pH 및 보수력

천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 소고기 우둔살의 pH값 및 가열감량을 Table 3-3-8에 나타내었다. 소고기 우둔살의 원료육 및 가열전의 pH 값은 효소의 종류와 농도에 따라 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 가열감량은 35.28-43.52%로 나타났으며, Con에서 감량이 유의적으로 낮게 나타났(p<0.05).

Table 3-3-8. pH value and cooking loss of beef rump treated with various natural origin proteases

Trait	Treatment ¹⁾					
	Con	Bromelain		Papain		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
Raw	5.66±0.02 ^B	5.71±0.04 ^A	5.73±0.03 ^A	5.70±0.01 ^{AB}	5.72±0.03 ^A	
pH	Before cooking	5.74±0.01 ^B	5.78±0.01 ^A	5.78±0.03 ^A	5.76±0.02 ^{AB}	5.77±0.01 ^A
	After cooking	6.17±0.01	6.16±0.03	6.18±0.04	6.17±0.03	6.13±0.03
Cooking loss(%)	35.28±1.72 ^B	39.61±0.37 ^A	40.00±3.04 ^A	41.50±1.07 ^A	43.52±1.90 ^A	

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were beef rump containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A,B}Means sharing different letter within a row are significantly different (p<0.05).

돼지고기 등심의 pH값 및 가열감량은 Table 3-3-9에 나타내었으며, 원료육, 가열 전 및 가열 후의 pH값은 효소의 종류와 농도에 영향을 받지 않았다($p>0.05$). 가열감량은 39.60-49.57%로 나타났으며, bromelain의 투입은 가열감량을 유의적으로 증가시켰다($p<0.05$).

Table 3-3-9. pH value and cooking loss of pork loin treated with various natural origin proteases

Trait	Treatment ¹⁾					
	Con	Bromelain		Papain		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
Raw	5.86±0.06	5.84±0.01	5.90±0.04	5.86±0.05	5.89±0.05	
pH	Before cooking	5.96±0.04	5.95±0.03	6.00±0.04	5.96±0.02	5.99±0.03
	After cooking	6.24±0.02	6.24±0.03	6.25±0.02	6.25±0.02	6.27±0.02
Cooking loss(%)	39.60±1.00 ^B	47.12±2.55 ^A	49.57±4.20 ^A	41.18±1.73 ^B	49.32±1.17 ^A	

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were pork loin containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A,B}Means sharing different letter within a row are significantly different ($p<0.05$).

닭고기 가슴살의 pH값 및 가열감량을 Table 3-3-10에 나타내었다. pH값의 경우는 가열 전 및 가열 후의 시료에서 유의적인 차이를 보였으나($p<0.05$), 원료육에서는 효소의 종류와 농도에 따른 유의차가 나타나지 않았다($p>0.05$). 가열감량은 31.45-53.44%로 차이가 크게 나타났으며, 효소가 투입된 시료가 Con보다 유의적으로 높은 가열감량을 나타내었다($p<0.05$). 이는 가수분해에 따라 과량의 수분이 삼출되어 가열감량 정도가 높아짐을 확인할 수 있었다.

Table 3-3-10. pH value and cooking loss of chicken breast treated with various natural origin proteases

Trait	Treatment ¹⁾					
	Con	Bromelain		Papain		
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%	
Raw	6.16±0.09	6.21±0.03	6.26±0.02	6.18±0.06	6.12±0.06	
pH	Before cooking	6.21±0.07 ^B	6.21±0.01 ^B	6.31±0.02 ^A	6.20±0.05 ^B	6.17±0.05 ^B
	After cooking	6.51±0.06 ^{AB}	6.53±0.03 ^A	6.50±0.03 ^{AB}	6.45±0.03 ^{BC}	6.41±0.03 ^C
Cooking loss(%)	31.45±2.06 ^B	53.44±3.05 ^A	52.08±4.98 ^A	47.58±2.21 ^A	49.91±0.53 ^A	

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were chicken breast containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A-C}Means sharing different letter within a row are significantly different ($p<0.05$).

- 천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 축종별 염지육의 색도(colour)

축종별 원료육, 염지 후 가열 전 및 가열 후의 색도를 측정하였다. 소고기 우둔살의 색도를 Table 3-3-11에 나타내었다. 소고기 우둔살은 가열 전의 적색도(CIE a*)와 가열 전, 후의 황색도(CIE b*)에서 효소의 종류와 농도에 대해 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 가열 전 백색도와 황색도의 경우, 효소의 첨가가 Con에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 소고기 우둔살의 백색도는 원료육, 가열 전 및 가열 후의 모든 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$).

Table 3-3-11. Color characteristics of beef rump treated with various natural origin proteases

Trait		Treatment ¹⁾				
		Con	Bromelain		Papain	
			0.7%	1.2%	0.7%	1.2%
CIE L*	Raw	40.13±2.44	42.28±1.92	35.69±2.91	33.72±1.58	36.14±2.32
	Before cooking	42.53±3.64	40.13±3.59	36.16±2.59	36.24±1.57	35.78±1.36
	After cooking	48.95±1.00	50.29±1.26	50.40±1.73	47.97±0.65	48.40±0.78
CIE a*	Raw	24.80±0.91	24.88±1.53	24.72±2.69	23.31±1.93	24.60±2.59
	Before cooking	23.02±0.51 ^A	21.75±0.06 ^B	21.88±0.79 ^B	21.40±0.34 ^B	21.32±0.26 ^B
	After cooking	10.89±0.23	11.13±0.04	11.24±0.22	11.15±0.18	11.07±0.27
CIE b*	Raw	13.02±0.45	12.91±0.59	11.76±2.08	10.43±1.75	11.82±2.45
	Before cooking	12.36±0.54 ^A	9.24±0.35 ^B	8.87±0.67 ^B	8.07±0.29 ^B	8.24±0.71 ^B
	After cooking	13.16±0.10 ^B	14.11±0.20 ^A	13.77±0.09 ^{AB}	13.44±0.29 ^B	13.56±0.44 ^{AB}

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were beef rump containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A,B}Means sharing different letter within a row are significantly different (p<0.05).

돼지고기 등심의 색도 결과를 Table 3-3-12에 나타내었다. 돼지고기 등심에 효소를 주입한 후, 가열을 마친 시료의 백색도(CIE L*)와 황색도(CIE b*)에서 효소의 종류와 농도에 따른 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 황색도의 경우에는 Papain효소의 첨가가 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 돼지고기 등심의 적색도(CIE a*)는 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p>0.05).

Table 3-3-12. Color characteristics of pork loin treated with various natural origin proteases

Trait		Treatment ¹⁾				
		Con	Bromelain		Papain	
			0.7%	1.2%	0.7%	1.2%
CIE L*	Raw	53.88±2.80	54.59±1.47	53.38±1.31	53.41±0.56	54.34±0.57
	Before cooking	58.20±0.89	56.30±0.64	55.10±1.21	56.29±1.05	57.04±0.55
	After cooking	74.99±0.90 ^{AB}	76.12±0.40 ^A	75.03±1.00 ^{AB}	73.42±0.58 ^B	75.69±0.41 ^A
CIE a*	Raw	7.89±0.32	8.16±0.37	8.46±0.32	7.84±0.24	7.84±0.14
	Before cooking	7.26±0.34	6.66±0.24	7.01±0.33	7.51±0.33	7.22±0.67
	After cooking	6.02±0.33	5.75±0.43	5.97±0.41	6.54±0.24	6.36±0.49
CIE b*	Raw	6.08±1.04	4.70±0.17	7.01±0.36	6.51±0.31	6.93±0.24
	Before cooking	5.37±0.15	5.55±0.16	5.78±0.47	5.63±0.25	5.89±0.09
	After cooking	11.40±0.10 ^B	11.19±0.19 ^B	10.90±0.30 ^B	11.98±0.39 ^A	12.09±0.05 ^A

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were pork loin containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A,B}Means sharing different letter within a row are significantly different (p<0.05).

닭고기 가슴살의 색도 결과를 Table 3-3-13에 나타내었다. 닭고기 가슴살의 가열 전 백색도 (CIE L*)에서 효소의 종류와 농도에 따른 유의적인 차이가 나타났다. 적색도(CIE a*)와 황색도 (CIE b*)에서는 원료육, 가열 전, 가열 후의 시료에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (p>0.05).

Table 3-3-13. Color characteristics of chicken breast treated using various natural origin protease

Trait		Treatment ¹⁾				
		Con	Bromelain		Papain	
			0.7%	1.2%	0.7%	1.2%
CIE L*	Raw	55.77±2.87	55.89±1.90	56.06±1.01	58.70±2.37	57.05±1.00
	Before cooking	59.77±2.13 ^A	57.12±0.61 ^B	55.97±0.74 ^B	60.57±0.92 ^A	58.18±0.33 ^{AB}
	After cooking	82.94±1.83	81.41±0.68	80.99±0.64	93.09±0.74	82.33±0.79
CIE a*	Raw	4.09±1.47	3.10±0.53	2.96±0.24	1.83±0.22	2.48±0.97
	Before cooking	3.83±1.72	2.37±0.36	3.02±0.29	1.82±0.42	2.65±1.03
	After cooking	3.89±0.85	3.92±0.45	4.89±0.54	3.75±0.12	4.07±0.36
CIE b*	Raw	6.07±0.45	3.84±0.50	4.81±0.34	6.20±1.70	5.00±1.25
	Before cooking	4.97±0.71	2.37±0.61	3.60±0.34	4.53±1.12	3.85±0.99
	After cooking	11.24±1.11	11.67±0.08	12.17±0.38	12.13±0.29	11.97±0.42

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were chicken breast containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A-D}Means sharing different letter within a row are significantly different (p<0.05).

- 천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 축종별 염지육의 경도(hardness)

축종별로 효소의 종류와 농도에 따른 경도(hardness)를 측정하였다. 소고기 우둔살의 경도 측정 결과는 Figure 3-3-7에 나타내었다. 종류수만을 주입한 대조구(Con)에서 31.28 N/cm²의 경도값을 나타내어 효소를 주입한 처리구보다 유의적으로 높은 경도를 나타내었다. 효소의 농도를 1.2 % 하였을 때, 한국식품표준 고령친화식품 저작 2단계 이상의 값을 나타내었으며, papain을 1.2% 주입한 처리구는 저작 3단계의 값을 나타내었다. 돼지고기 등심의 경도 측정 결과를 Figure 3-3-8에 나타내었다. 소고기 우둔살과 마찬가지로 대조구에서 52.46 N/cm²의 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). B1.2% 처리구와 P0.7% 처리구는 저작 2단계에 해당하는 값을 나타내었으며, P1.2% 처리구는 소고기와 같은 저작 3단계에 해당하는 경도값을 나타내었다. 닭고기 가슴살의 경도 측정값을 Figure 3-3-9에 나타내었다. 닭고기 가슴살도 대조구에서 13.88 N/cm²의 값으로 유의적으로 높은 수치를 나타냈으며, 각 효소별 0.7% 처리구는 저작 2단계, 1.2% 처리구는 저작 3 단계에 해당하는 값을 나타내었다(p<0.05). 본 실험 결과 특히 닭고기 가슴살에서의 0.7% 처리구가 한국식품표준 고령친화식품 저작 2단계에 해당할 수 있었으며, 이는 차년도에 제품개발을 통해 상품화 계획인 닭가슴살 가공품의 기초자료로 활용할 수 있다고 사료된다.

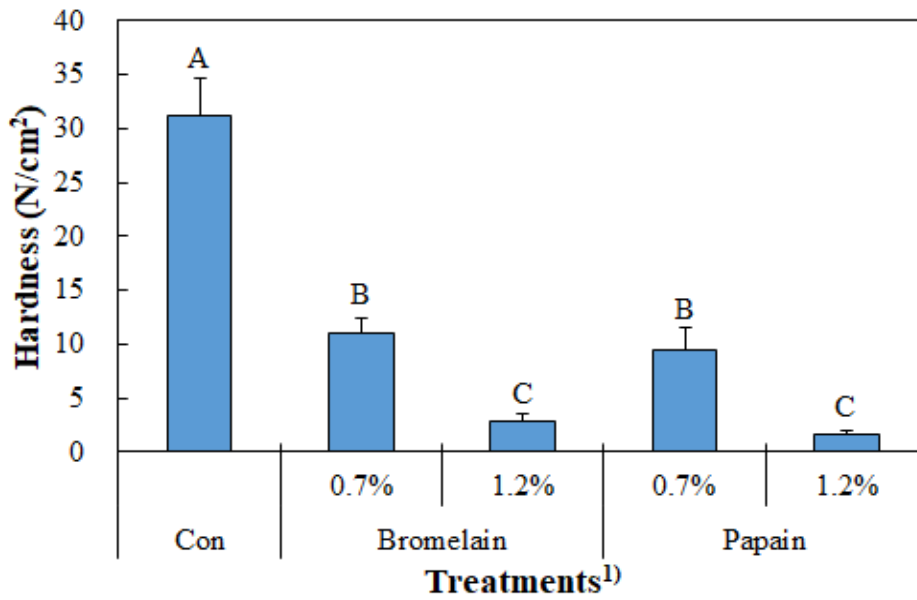


Figure 3-3-7. Hardness of beef rump treated with various natural origin proteases. ^{A-B}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

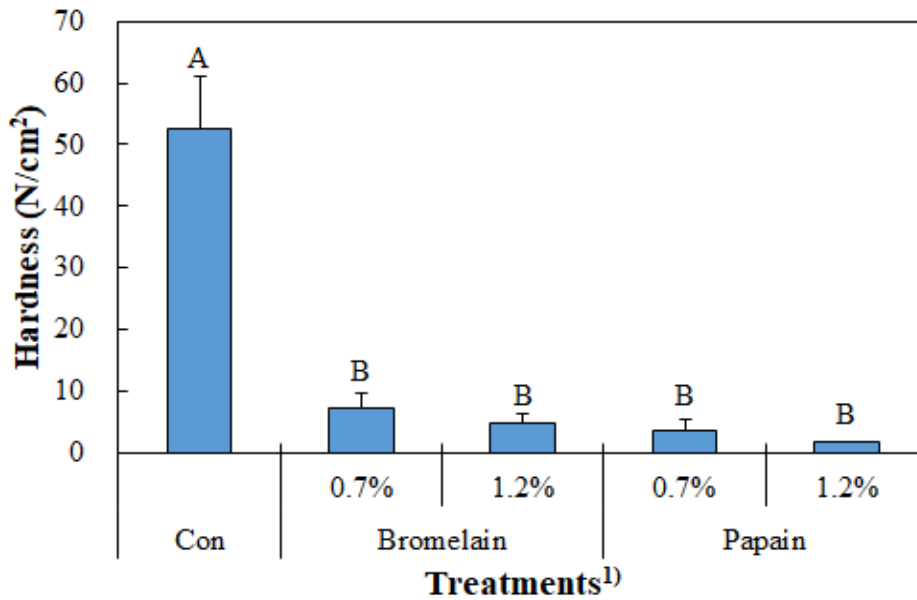


Figure 3-3-8. Hardness of pork loin treated with various natural origin proteases. ^{A-B}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

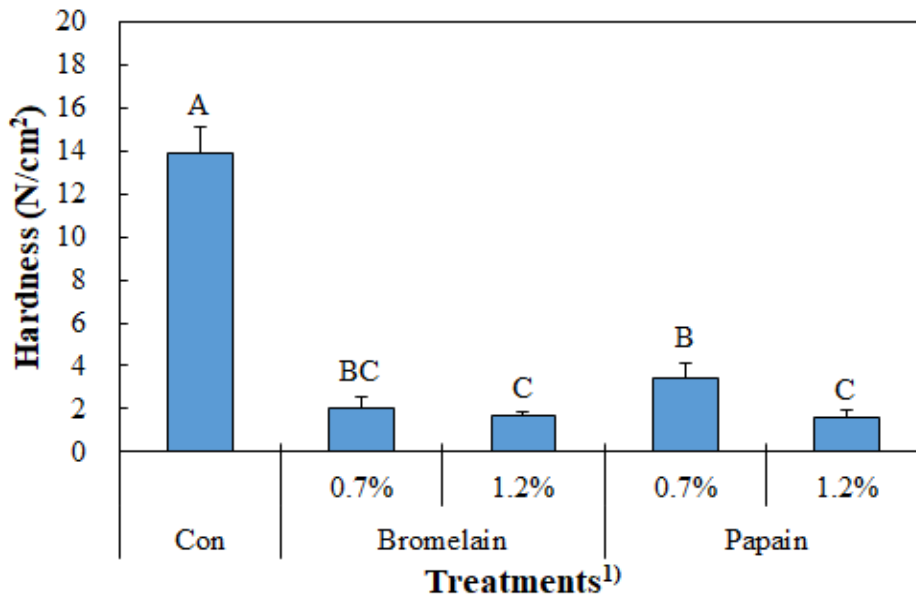


Figure 3-3-9. Hardness of chicken breast treated with various natural origin proteases. ^{A-B}Means sharing different letters are significantly different among treatments in interaction effects ($p < 0.05$).

- 천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 축종별 염지육의 근원섬유소편화지수
축종별 근원섬유소편화지수(myofibrillar fragmentation index, MFI) 결과를 Table 3-3-14에 나타내었다. 소고기 우둔살의 근원섬유소편화지수는 P1.2%처리구에서 109.48로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 증류수만을 투입한 대조구에서 62.76으로 가장 낮은 수치를 나타내었다($p < 0.05$). 돼지고기 등심의 근원섬유소편화지수는 P0.7% 처리구에서 95.32로 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었고, P1.2% 처리구에서 71.83으로 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 닭고기 가슴살의 근원섬유소편화지수는 P0.7% 처리구에서 100.33으로 유의적으로 가장 높은 값을 대조구에서 55.79로 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). Gerelt 등(2000)은 효소 처리된 고기의 근원섬유소편화지수의 증가는 Z-라인의 단백질 분해제거로 인한 근섬유 구조의 상당한 분해가 진행되어 수치가 증가한다고 하였다. 본 실험 결과에서도 소고기 우둔살과 닭고기 가슴살에서의 근원섬유소편화지수 결과값이 효소 투입에 따른 수치의 증가로 나타남을 알 수 있었다.

Table 3-3-14. Myofibrillar fragmentation index(MFI) of beef rump, pork loin and chicken breast treated with various natural origin proteases

Trait	Treatment ¹⁾				
	Con	Bromelain		Papain	
		0.7%	1.2%	0.7%	1.2%
Beef rump	62.76±0.61 ^E	85.51±0.60 ^C	88.89±0.40 ^B	66.11±0.39 ^D	109.48±0.56 ^A
Pork loin	93.88±0.43 ^B	78.01±0.34 ^D	82.03±0.41 ^C	95.32±0.57 ^A	71.83±0.37 ^E
Chicken breast	55.79±0.54 ^E	78.30±0.41 ^D	93.81±0.26 ^B	100.33±0.43 ^A	87.37±0.38 ^C

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; other treatments were beef rump, pork loin and chicken breast containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

^{A-E}Means sharing different letter within a row are significantly different ($p < 0.05$).

- 천연유래 단백질 가수분해 효소의 종류 및 농도에 따른 축종별 염지육의 전기영동(SDS-PAGE) 축종별 효소의 종류와 농도에 따른 전기영동(SDS-PAGE) 결과는 다음과 같다. 소고기 우둔살의 전기영동 결과를 Figure 3-3-10에 나타내었다. B1.2%처리구와 papain 처리구는 nebulin 혹은 titin으로 추정되는 단백질 밴드가 형성되지 않고, 분자량이 낮은 100 kDa에서 밴드가 형성되는 저분자화가 나타났다. Actin 부근에서는 papain 효소 처리구에서만 밴드가 나타났다. 돼지고기 등심의 전기영동 결과를 Figure 3-3-11에 나타내었다. B1.2% 및 P1.2% 처리구에서는 180 kDa에서의 밴드가 형성되지 않았다. 대신 다른 처리구에서 밴드를 형성하지 않은 desmin 부근에서의 밴드가 형성되었다. Papain 효소 처리구는 17 kDa부근에서 MLC(Myosin Light Chain)의 분해가 일어난 것을 볼 수 있었다.

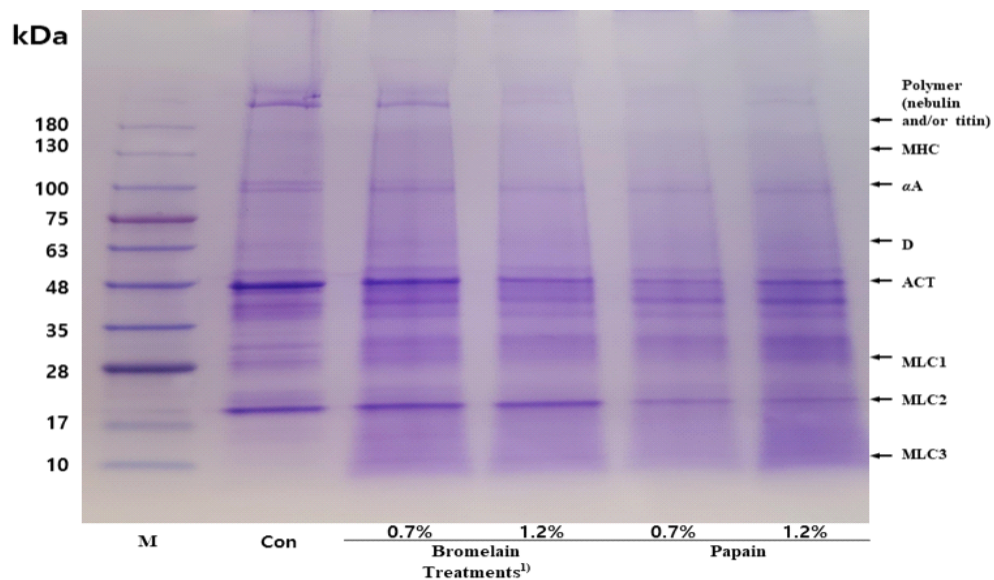


Figure 3-3-10. SDS-PAGE of beef rump treated with various natural origin proteases. ¹⁾Treatments : M, standard protein marker; Con, control only distilled water; other treatments were bromelain or papain containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

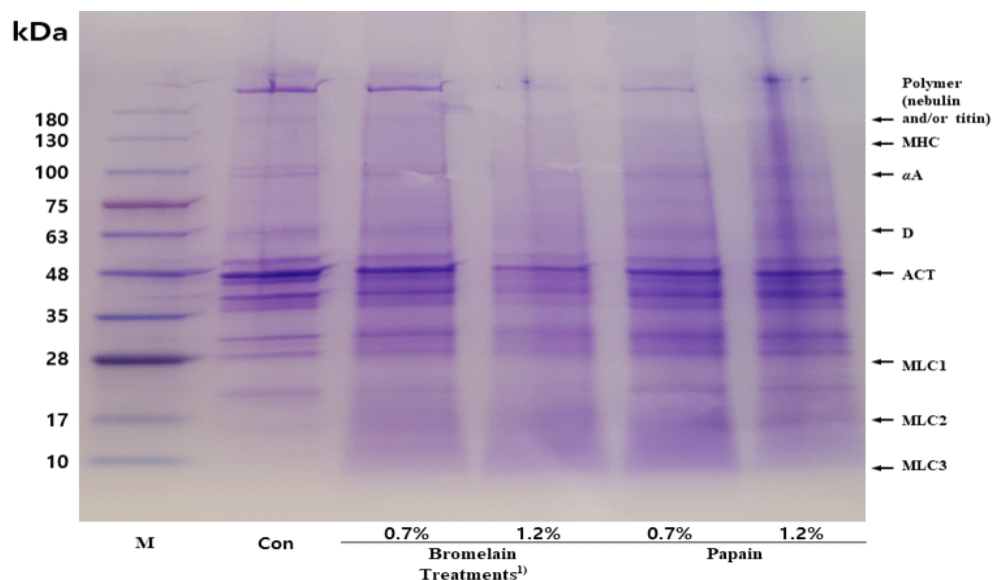


Figure 3-3-11. SDS-PAGE of pork loin treated with various natural origin proteases. ¹⁾Treatments : M, standard protein marker; Con, control only distilled water; other treatments were bromelain or papain containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

닭고기 가슴살은 papain 처리구의 경우 nebulin 혹은 titin으로 추정되는 단백질 밴드가 형성되지 않고, 분자량이 낮은 75 kDa desmin 부근에서의 밴드가 명확하게 나타났다(Figure 3-3-12). 돼지고기 등심과 마찬가지로, 17 kDa 부근에서의 MLC 분해가 일어난 것을 볼 수 있었으며, Con과 달리 효소를 처리한 처리구들에서 10 kDa 아래서 밴드가 관찰됨을 볼 수 있었다.

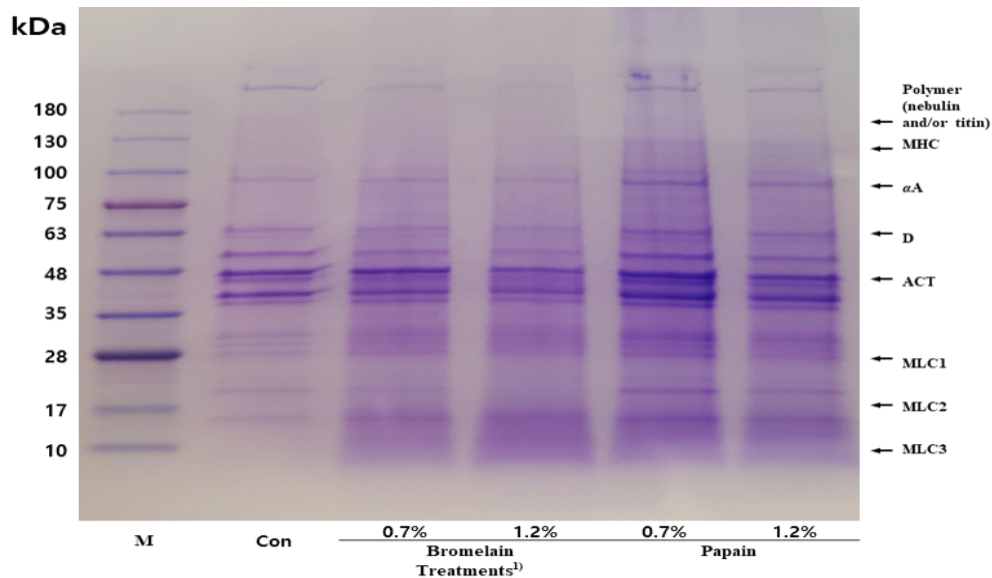


Figure 3-3-12. SDS-PAGE of chicken breast treated with various natural origin proteases.

¹⁾Treatments : M, standard protein marker; Con, control only distilled water; other treatments were bromelain or papain containing 0.7% or 1.2% enzyme solution.

○ 결론

축종별 효소의 종류와 농도에 따른 식육 연도제어 가공기술을 개발하고자 천연유래 단백질 가수분해 효소인 bromelain과 papain을 사용하여 실험을 진행하였다. 가열감량의 경우에는 효소 유무에 따른 명확한 차이가 나타났으며, 이는 효소의 투입으로 인한 단백질 구조의 끊김으로 인해 망상구조가 무너짐에 따른 영향으로 판단된다. 경도는 효소의 첨가가 Con에 비해 유의적으로 낮은 경도를 나타냈으며, 효소의 투입은 한국식품표준 고령친화식품 저작 2-3단계의 경도값을 가지는 것을 볼 수 있었다. 특히 닭고기의 경우는 효소의 농도에 따른 저작 단계가 명확히 구별되는 바, 차년도 과제의 목표인 닭가슴살 가공품의 제품 상품화에 기여할 것으로 생각된다. 근절소편화 지수는 소고기 우둔과 닭고기 가슴살의 대조구에서 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 단백질 전기영동을 실시한 결과 papain 처리구에서 nebulin이나 titin과 같은 고분자 단백질을 분해하는 것을 확인할 수 있었다. 천연유래 단백질 가수분해 효소를 적용하여 한국식품표준 고령친화식품 저작 2-3단계의 제품을 구현할 수 있음을 확인하였으며, 이를 토대로 본 연구결과는 향후 고령친화형 계육가공품 개발 및 상품화에 활용도가 높다고 사료된다.

고령친화형 닭가슴살 햄 개발 및 상품화

○ 서론

우리나라 65세 이상 노인인구는 2020년 기준 813만명으로 전체의 15.7%를 차지하고 있고, 지속적으로 증가하여 2025년에는 25%까지 증가할 것으로 전망된다(보건복지통계연보, 2020). 노인 인구의 증가로 인한 인구 고령화에 따라 노인의 영양, 건강 및 삶의 질에 대한 관심도 더욱 중요하게 여겨지고 있다. 국내에서는 한국산업표준과 식품의약품안전처가 ‘고령친화식품(Food for senior)’을 정의하고 기준 및 규격을 마련하였다. 한국산업표준에 따르면 고령친화식품이란, 치아 부실, 소화기능 저하 등을 겪는 고령자의 신체적 특성을 감안하고 기호에 적합한 맛과 영양을 고려하여 고령자가 먹기 편하게 가공한 식품으로 이에 적합한 물성 규격을 갖춘 식품이며(Korean Industrial Standard, 2017), 식품의약품안전처의 식품의 기준 및 규격에 따르면 고령자의 섭취, 소화, 흡수, 대사, 배설 등의 능력을 고려하여 제조·가공하여야 하며, 안전성, 영양성분, 물성에 대한 규격을 충족시켜야 하는 식품이다(Ministry of Food and Drug Safety, 2018). 예전에는 씹는 힘이 떨어지는 고령자들을 위해 음식을 믹서로 갈거나, 재료를 삶아서 젤리 형태나 걸쭉한 상태로 만들어 제공하였으나 식욕을 떨어뜨리는 외형 때문에 섭취를 거부하는 경우가 많아 부드러운 식감과 함께 외형의 균형을 맞춘 음식 제공이 요구된다. 농촌진흥청에서는 비빔밥과 고구마 간식에 대해 고령자의 씹는 능력을 고려한 1~3단계별 조리방법을 제안하였다(Lee, 2019).

고령자의 선호 음식과 고빈도 섭취 음식을 비교한 연구에서 선호하는 음식으로는 육류(16.1%), 채소류(14.1%), 국/탕/찌개류(14.1%) 등의 순으로 조사되었으며, 실제 자주 섭취하는 식품으로는 국/탕/찌개류(16.0%), 채소류(14.7%), 밥류(10.8%) 등의 순으로 조사되어 선호하는 음식과 고빈도 섭취 음식이 다른 결과를 나타내었다(Kim and Lee, 2016). 식생활과 고령친화식품에 대한 고령자의 기호도 조사에서도, 과반 이상(63.4%)이 육류를 선호하나(Jang and Lee, 2017), 치아 결손, 건강 문제 등으로 섭취가 어렵다는 의견이 많아 저작이 용이한 육류제품 개발이 필요하다고 볼 수 있다(Jang and Lee, 2017, Kim et al., 2015).

따라서 본 연구는 천연 유래 단백질 가수분해 효소 중 Papain을 이용하여 효소적 연도개선 가공 기술을 활용한 고령층을 위한 닭가슴살 햄을 만들하고자 하였으며, 또한 고령층이 걸쭉되기 쉬운 칼슘, 비타민C, 나이아신 등을 강화하여 고령층의 영양에도 도움을 주는 육가공품을 만들하고자 하였다. 본 연구의 목적은 천연유래 단백질 가수분해 효소를 이용하여 형태가 유지되는 고령친화식품 품질기준 저작 2단계에 부합하는 닭가슴살 햄을 개발하고자, 효소 투입량에 따른 식육가공품의 이화학적 특성을 평가하고자 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

닭고기 가슴살은 지역 정육점(삼일축산, 경기 의왕, 대한민국)에서 구입하여 닭가슴살 햄 제조에 이용하였다. 천연유래 효소는 대종상사(서울, 대한민국)에서 판매하는 Papain(papain T100MG, 비전바이오캡)을 구입하여 닭가슴살 햄 제조에 사용하였다.

- 단백질 가수분해 효소 적용 닭가슴살 햄의 제조

단백질 가수분해 효소 적용 실험은 생산 현장의 조건을 고려하여 설비된 (주)삼양사의 pilot plant에서 진행하였다. 본 실험에 사용된 재구성 햄은 Table 3-3-15에 나타난 배합비율에 따랐으며, 제조 공정은 Figure 3-3-13와 같다. 냉동 원료육 사용시 해동을 진행하며, 껍질을 제거한(Skin-off) 닭가슴살을 준비시켰다. 3-Hole plate(kidney plate)를 최종 플레이트로 그라인딩하여 육괴를 살린 원료육을 믹서에 넣고 여기에 소금 1.5%, 인산염 0.4%, NPS 0.2%를 넣고 염갈이를 진행하였다.

충분한 염갈이가 진행되었으면 준비된 부원료(설탕 1.0%, 부어스트시즈닝 0.3%, L-글루탐산 나트륨 0.2%, 백후추 0.15%, 비타민C 0.05%)등을 넣고 믹싱을 진행한다. 정제수 20%를 넣고 믹싱을 하여 흡수가 진행되었다고 생각되면 부형재(대두단백분말 1%)를 넣어 믹싱을 진행한다. 혼합시 효소를 투입하지 않은 처리구(Con)와 투입한 처리구(T1)로 나누어 배합을 진행하였다. Over-night 염지를 진행한 염지육을 Fibrous-casing에 충전하여 스모크하우스에서 건조-훈연-가열 공정을 진행하였다. 냉각을 실시한 후, 5mm 슬라이서에서 슬라이스를 진행하였다.

Table 3-3-15. Formula of Chicken Breast Ham treated using within/out papain

Ingredients (% , w/w)	Con	T1
Chicken Breast	80	80
I/W ¹⁾	20	20
Total	100	100
Salt	1.5	1.5
NPS ²⁾	0.2	0.2
Sodium tri-polyphosphate	0.4	0.4
Sugar	1.0	1.0
Seasoning	0.3	0.3
White Pepper	0.15	0.15
Sodium L-glutamate	0.2	0.2
Ascorbic acid	0.05	0.05
Concentrated Soy Protein	1.0	1.0
Papain	-	0.0002

¹⁾I/W : Ice Water.

²⁾NPS : Nitrite Pickling Salt.

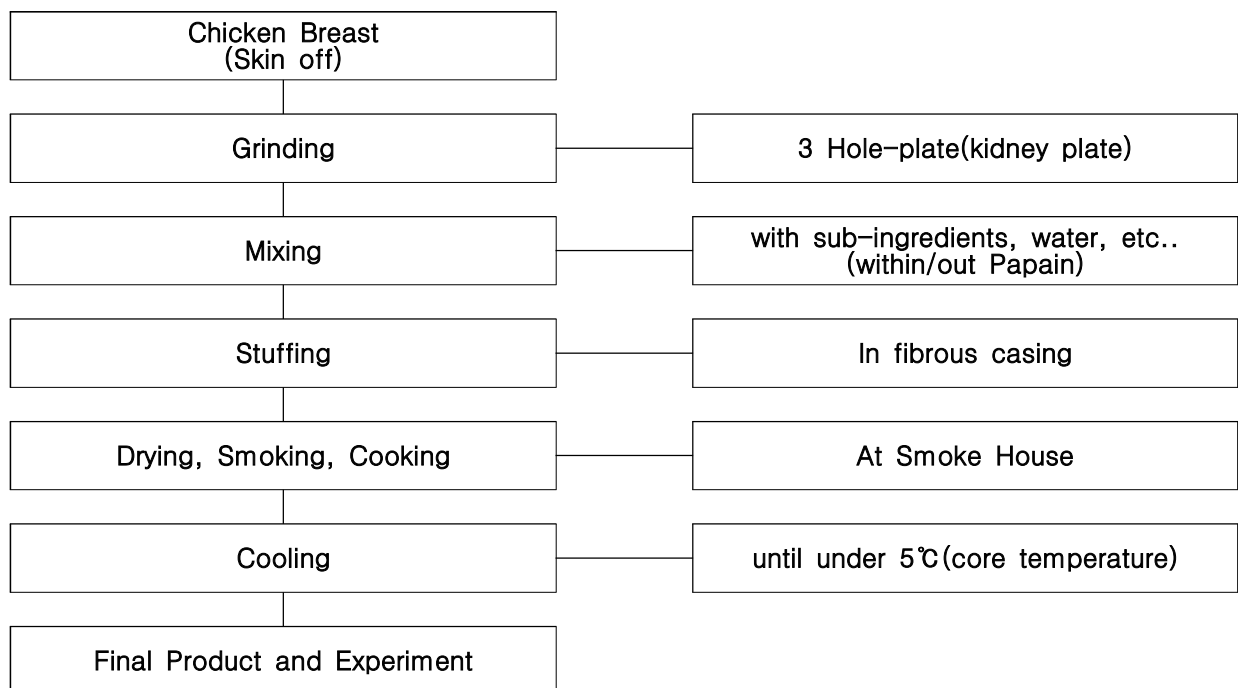


Figure 3-3-13. The diagram of Chicken Breast Ham treated using within/out papain

- 보수력 측정

본 실험에서의 보수력 측정은 가열 감량으로 측정하였다. 가열감량(cooking loss)은 가열 전 시료의 무게 대비 가열 후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출하였다.

- 물성

가열을 마치고 방냉을 거친 시료를 10 × 10 × 10 mm로 절단한 후 texture analyzer(TA-XT plus, Stable Micro Systems., Vienna Court, Godalming, UK)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm 의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(Hardness)를 구하였다. 이 때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, Test speed 2 mm/s, Post-test speed 10 mm/s, Strain 70% compression으로 설정하였다.

- 영양강화성분 분석

최종제품에 대한 영양강화성분[조단백질, 칼슘, 비타민B2(리보플라빈), 비타민C, 비타민B3(니아신)]에 대한 분석을 SGS Korea(Uiwang, Korea)에 의뢰하여 분석을 진행하였다.

- 통계처리(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

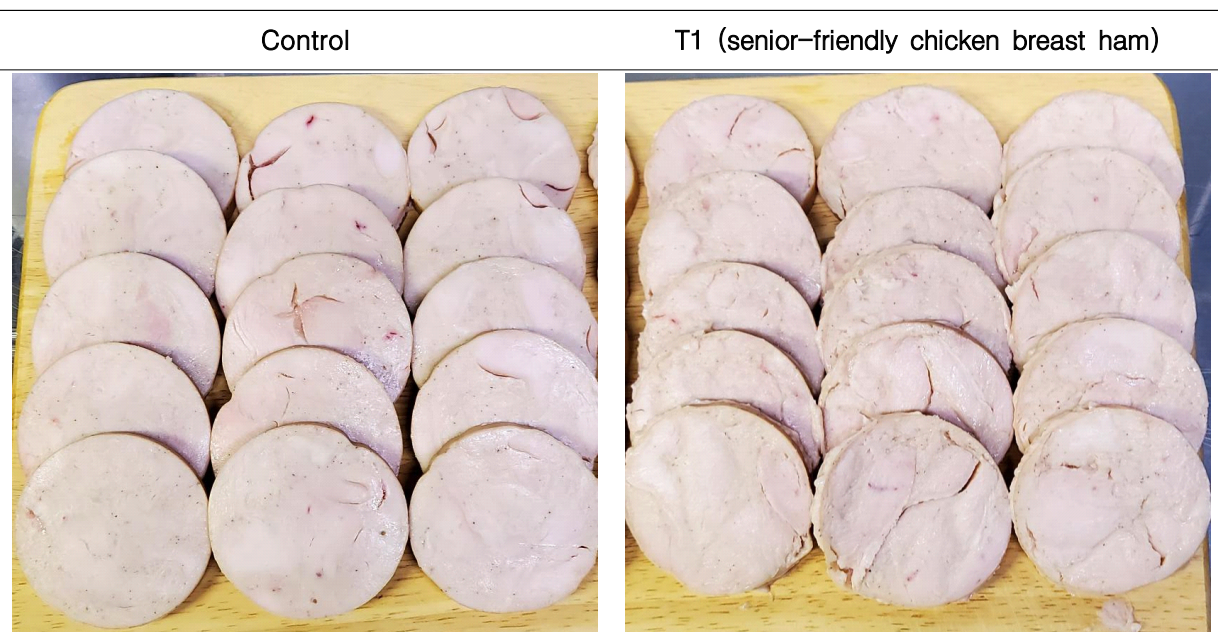


Figure 3-3-14. Exterior photos of senior-friendly sliced chicken breast hams.

- 고령친화형 닭가슴살 햄의 이화학적 및 물리적 특성

천연유래 단백질 가수분해 효소인 papain의 투입 유무에 따른 닭가슴살 햄의 가열감량을 Table 3-3-16에 나타내었다. 효소 비투입 처리구인 Con에서는 8.85-11.29%로 나타났으며 평균 9.59±0.88의 값을 나타내었으며, 효소 투입 처리구인 T1에서 8.87-10.42%로 평균 9.78±0.53의 값을 나타내었다. 두 처리구간의 유의차는 나타나지 않았다(p>0.05). 효소의 투입량이 적어 1차년도 및 2차년도의 경우처럼 가열감량의 유의차가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

Table 3-3-16. Cooking loss of chicken breast ham treated using within/out papain

Trait	Treatment ¹⁾	
	Con	T1
Cooking loss (%)	9.59±0.88	9.78±0.53

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; T1, treatments were chicken breast ham containing 0.0001% enzyme.

효소의 투입여부에 따른 닭가슴살햄의 경도(hardness)를 측정하여 결과를 Figure 3-3-15에 나타내었다. 효소를 투입하지 않은 Con 시료에서 12.01±1.15 N/cm²의 경도값을 나타내었으며, 효소를 투입한 처리구 T1은 4.15±1.25 N/cm²의 값을 나타내어 Con 시료가 T1처리구보다 유의적으로 높은 경도를 나타내었다(p<0.05). 효소를 투입하였을 때, 한국식품표준 고령친화식품 저작 2단계의 값을 나타내었다. 이는 본 실험배합비가 최종적으로 제품화 배합비로 적용되는 데에 결정적인 역할을 하게 되었다.

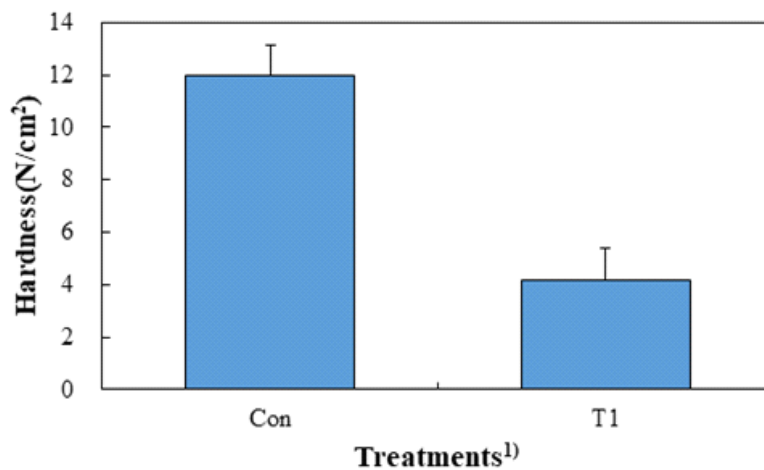


Figure 3-3-15. Hardness of Chicken Breast treated using various natural origin protease.

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; T1, treatments were chicken breast ham containing 0.0001% enzyme.

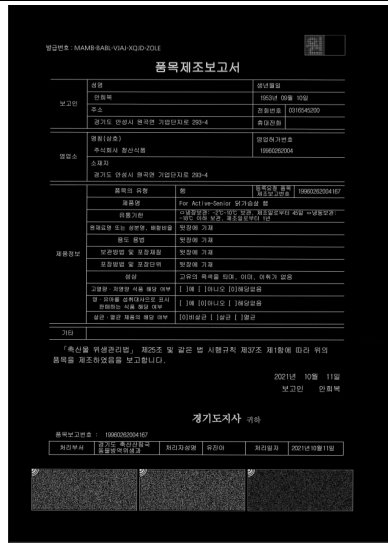
고령친화형 닭가슴살 햄의 영양강화성분 분석결과를 Table 3-3-17에 나타내었다. 고령친화식품의 품질기준으로 단백질은 100 g당 6 g 이상, 칼슘은 100 g당 80 mg 이상, 비타민B2는 100 g당 0.1 mg 이상, 비타민C는 100 g당 10 mg 이상, 비타민B3는 100g당 1.6 mg 이상의 값을 나타내어야 하며, 이 중 3종 이상이 항목기준을 충족하여야 한다. 효소를 투입하지 않은 Con 시료에서 조단백, 칼슘, 비타민C, 비타민B3 항목에서 기준치 이상의 값을 나타내어 고령친화식품의 영양성분 품질기준에 부합하였으며, 효소를 투입한 처리구 T1은 모든 항목에서 고령친화식품의 영양성분 품질기준을 충족하였다. 본 연구를 위해 개발된 배합비가 고령친화형 식육가공품 제조에 적합할 것으로 생각된다.

Table 3-3-17. Nutrition factors of chicken breast ham treated using within/out papain

Trait	Treatment ¹⁾	
	Con	T1
Crude Protein (g / 100 g)	20.27	19.59
Calcium (mg / 100 g)	122.2	124.1
Vit B2 (Riboflavin) (mg / 100 g)	0.09	0.11
Vit C (mg / 100 g)	29.43	32.62
Vit B3(Niacin) (mg NE / 100 g)	9.51	8.37

¹⁾Treatments : Con, control only distilled water; T1, treatments were chicken breast ham containing 0.0001% enzyme.

- For Active-Senior 닭가슴살 햄 품목제조보고서



발판번호 : MAMB-BABL-VJAJ-XQD-ZDLE

(원재료명 또는 성분명 및 배합비율)

No.	원재료명 또는 성분명	배합비율 (%)	No.	원재료명 또는 성분명	배합비율 (%)
1	생체소금	19.0475%			
2	감귤즙 [첨가수 미포함 시 94.170%]	76.1904%			
3	생체소금	1.4098%			
4	백당	0.9524%			
5	농축사탕액	0.9524%			
6	중화제 (포스포스-이베스)	0.3809%			
7	백도미사슬 (부어리스타인)	0.3809%			
8	중화제 (NPS)	0.1905%			
9	L-글루탐산나트륨	0.1905%			
10	카리다공 (제비황)	0.1905%			
11	천연합성 (벤조산)	0.1429%			
12	비타민 C	0.0476%			
13	포도당(아미다분말) (Papain T10 36%)	0.0017%			

발판번호 : MAMB-BABL-VJAJ-XQD-ZDLE

원재료명	■첨가제, 방부제 및 안주제 ■염료: 양분기, 잔류방부제에 대하여 가나 총량기준으로 총합한 기준치(이하에 석회)
보관방법 및 포장방법	4냉동보관(-2℃~10℃) 4냉동보관(-18℃ 이하)
품질방법	콜리데틸렌(PE)
밀 포장단위	콜리데틸렌(PE) 필름에 진공포장 / 100g±10g까지(실용량)

- 닭가슴살 햄 영양성분 성적서

닭가슴살 햄 영양성분 성적서

For Active-Senior
닭가슴살햄 영양성분분석서

영양강화성분 성적서

Con

T1

SGS
장고음 시험성적서
시험번호: 2021.08.25 (제1차) / 1 / 1

시험 항목	단위	시험방법	결과값	기준
단백질	g/100g	시중표준	1.01	1.01
지방	g/100g	시중표준	1.38	1.38
탄수화물	g/100g	시중표준	0.01	0.01
수분	g/100g	시중표준	73.15	73.15

SGS
장고음 시험성적서
시험번호: 2021.08.25 (제1차) / 1 / 1

시험 항목	단위	시험방법	결과값	기준
비타민 B1	mg/100g	시중표준	0.5	0.5
비타민 B2	mg/100g	시중표준	0.1	0.1
비타민 B6	mg/100g	시중표준	0.1	0.1

SGS
장고음 시험성적서
시험번호: 2021.08.25 (제1차) / 1 / 1

시험 항목	단위	시험방법	결과값	기준
비타민 B1	mg/100g	시중표준	0.5	0.5
비타민 B2	mg/100g	시중표준	0.1	0.1
비타민 B6	mg/100g	시중표준	0.1	0.1

○ 결론

천연유래 단백질 가수분해 효소를 이용하여 형태가 유지되는 고령친화식품 품질기준 저작 2단계에 부합하는 닭가슴살 햄을 개발하고자 papain을 사용하여 배합비를 작성하였다. 가열감량의 경우에는 효소 투입 유무에 따른 유의차가 나타나지 않았으며(p>0.05), 이는 효소의 투입량이 1차년도 및 2차년도 대비 상대적으로 미량 투입된 영향으로 판단된다. 경도는 효소의 첨가가 Con에 비해 유의적으로 낮은 경도를 나타냈으며, 효소가 투입된 처리구는 한국식품표준 고령친화식품 저작 2단계의 경도값을 가졌다. 본 배합비를 바탕으로 제작된 최종제품의 영양강화성분 분석결과는 효소 투입 유무에 관계없이 영양강화 성분 분석 5항목 중 4항목 이상을 충족시켰으며, 특히 효소가 투입된 처리구는 분석을 의뢰한 5가지 항목 모두를 충족시켜 금년도 개발 목표인 고령친화식품의 영양성분강화 제품을 개발하는데 기여하였다.

본 배합비를 확정하고 scale up 제조를 진행하여 영양성분 분석을 진행하였으며, 이를 토대로 품목 제조보고까지 진행하였다. 이에 효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화가 진행된 것으로 보인다.

라. 제3협동연구기관(울산과학대) 주요 연구결과

고령친화식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색

○ 서론

서양 사람들이 먹는 후식(디저트, dessert)에는 비스킷(biscuits), 케이크(cakes), 쿠키(cookies), 커스타드(custards), 젤라틴(gelatins), 아이스크림(ice creams), 페이스트리(pastries), 파이(pies), 푸딩(puddings), 스위트 수프(sweet soups), 타르트(tarts), 과일(fruits)등이 있다.

디저트 중 하나인 브라우니는 케이크보다 손쉽게 만들 수 있어서 20세기 시간에 쫓기는 가정주부들이 집에서 만들게 되면서 인기가 높아졌고 케이크와 퍼지의 중간형태의 특징을 갖는데 레시피는 소비자 취향에 따라 케이크처럼 가벼운 제품 혹은 쫄깃하고 쫘득한 식감 등 다양한 제품으로 만들어진다.

브라우니(brownie) 어원과 유래는 스코틀랜드 요정의 이름이라는 설(Lee, 2015)과 미국 시카고 사교계의 Bertha Palmer부인이 1893년 그의 남편이 소유한 Palmer House Hotel의 제과장에게 Chicago World's Columbian Exposition에 참석한 여성들 점심도시락에 케이크처럼 제공할 작은 후식(dessert)을 만들어 줄 것을 요청한 것이 브라우니의 유래라고 하는 등 유래에 대한 다양한 설이 있지만 인쇄 매체에 처음으로 "brownie"라는 단어가 등장한 것은 1896년 Fannie Farmer가 쓴 Boston Cooking-School Cook Book이며, 현대적 당밀(molasses)을 넣고 개별 틀(tin molds)에 구운 초콜릿 브라우니 레시피가 등장한 것은 1904년 발간된 Home Cookery(Laconia, NH)라고 한다(Wikipedia, 2019).

브라우니 원료인 초콜릿에는 항산화물질인 polyphenol, flavonoid가 풍부하고 코코아의 주 성분인 procyanidin은 심혈관질환, 피부노화와 항암효과가 있다고 한다.

단백질(protein)디저트는 아직 학문적으로 정립된 분야는 아니며, 기능성 식품이 다양하게 발달하면서 미국에서는 고객들의 기호도가 높은 건강기능성 성분을 추가해서 브라우니를 만들어 판매하기도 하지만 아직 국내에서는 건강기능성 브라우니에 대한 연구나 상업적인 판매 사례는 거의 전무한 상태이다.

브라우니에 대한 선행연구로 Bang(2012)은 장 건강과 혈액순환에 도움이 되는 생리활성 성분이 있는 마의 분말 10g, 20g, 30g과 초콜릿가루 25g, 45g, 65g을 믹스 형태로 제조하여 레시피 최적화에 대한 실험을 하였다.

Eva 등(2009)의 La Petite Brownie는 당근, 홍화오일, 대체 감미제를 이용한 채식브라우니에 관한 연구로 맛과 물성은 일반적인 브라우니에 비해 떨어지지만 건강·기능성 브라우니 제조에 대한 연구로 접근하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료
- 초콜릿(Chocolate)

초콜릿은 카카오 씨를 볶아 가루로 만든 것으로 오래전부터 음료, 과자 그리고 다양한 감미료로 사용되고 있다. 초콜릿 100g에는 탄수화물 59.4g, 지방 29.7g, 단백질 7.6g, 하루권장량의 25%인 0.3 mg의 riboflavin 외에 calcium(189 mg, 19%), iron(2.4 mg, 18%), magnesium(63 mg, 18%), manganese(0.5 mg, 24%), phosphorus(208 mg, 30%), zinc(2.3 mg, 24%)등이 풍부하게 들어있다. 본 실험에 사용된 초콜릿은 드롭 형 다크 초콜릿은 벨코라데사에서 제조한 Noir selection C501/ J Drop으로 코코아 함량은 55.7%로 100 g 당 탄수화물 48 g, 지방 35 g, 단백질 6 g에 칼로리 531 kcal 제품을 사용하였다.

- 계란(egg)

브라우니 제조에 사용된 계란은 시중 마트에서 국내산 계란으로 구입하여 사용하였다. 계란의 평균 가식부분과 비 가식부분으로 나눌 때 비 가식부 난각은 전체중량의 10.5%, 가식부 31.0%의 난황과, 58.5%의 난백으로 이루어지는데 계란의 영양성분 구성은 단백질 13%, 지질 11%, 탄수화물 1.1% 및 무기질 0.8-1.0%, 수분 75%로 이루어진다. 계란의 경우 콜레스테롤 섭취와 관련하여 항상 논란의 중심에 있으나 Kang 등(2013)에 따르면 1일 계란 2개를 1일 권장량으로 볼 때 브라우니 제조에 계란흰자 3개가 사용되고 1인분 제공 량도 완제품의 1/6정도 양이기 때문에 콜레스테롤에 대한 걱정은 하지 않아도 되겠다. 브라우니는 만드는 사람에 따라 전란을 사용하는 사람과 흰자만 사용하는 사람이 있는데 본 연구에서는 흰자만 사용하였다.

- 호박(pumpkin)

박과에 속하는 1년생 덩굴성 초본인 호박은 항암효과가 있는 β -carotene의 함량이 높고, 소화 흡수가 잘되며 섬유질이 풍부하고 저항력을 올려주는 효능까지 있는 우수한 식품으로 알려져 있다. 호박 100 g에는 수분 91.6 g, 탄수화물 6.5 g, 당 2.76 g, 식이섬유 0.5 g, thiamine(B1) 0.05 mg(하루권장량의 4%), riboflavin(B₂) 0.11 mg(하루권장량의 9%), vitamin C 9 mg(하루권장량의 11%), calcium 2 mg(하루권장량의 2%) iron 0.8 mg(하루권장량의 6%), potassium 340 mg(하루권장량의 7%) 등이 함유되어있다(USDA, 2019). 국내에서 호박을 이용한 제품들은 주로 떡, 호박죽(수프 포함), 양갱, 퓨레, 농축엑기스와 음료 등 여러 용도로 사용되고 있어서 우리나라 사람들이 부담 없이 즐길 수 있을 것으로 판단되어 호박을 소재로 채택했다. 실험에 사용한 단호박은 국내산 단호박을 스팀 오븐에 삶아 껍질과 속을 제거하고 1cm 전후로 잘라 냉동시켜 두었다가 뜨거운 물과 함께 갈아서 퓨레(puree)로 만들어 사용하였다.

- 딸기(strawberry)

딸기는 계절성이 강해 성수기를 제외하면 생과일로 구입이 쉽지 않고, 저장성도 떨어져 설정 식품(주)의 냉동딸기(국내산딸기 85%, 백설탕 15%)를 사용하였다. 딸기 100 g(3.5 oz)에 함유된 대표적인 성분은 수분 91%, 열량 32 kcal, 지방 0.3 g, 칼륨 153 mg, 탄수화물 7.68 g, 식이섬유 2 g, 탄수화물 7.68 g, 당류 4.9 g, 단백질 0.7 g, 비타민 C 58.8 mg, 칼슘 16 mg, 마그네슘 13 mg 등을 함유하고 있다. 특히 비타민C는 58.8 mg으로 하루권장량의 71%, 망간은 0.386 mg으로 하루권장량의 18%나 들어있다.

- 팥(red bean)

팥(adzuki bean, azuki)은 영어로 red mung bean이라고 불리는 1년생 냉쿨식물 열매로 길이가 5mm 정도로 한·중·일본지역과 네팥 및 부탄지역에서 즐겨 먹는다. 일본에서는 단팥을 삶아 걸쭉하게 졸여 우뚝가사리와 설탕을 넣고 굳혀먹는 Yōkan(羊羹)이 대표적이다. 일본은 임진왜란 전부터 일찍 서양 문물을 받아들여 빵 문화가 발달하게 되었는데 1800년대 말에 이미 단팥빵을 만들어 먹기 시작했다고 한다. 우리나라에서는 팥을 삶아 동짓날에 단팥죽에 넣어 먹거나 여름날 시원한 빙수에 주로 넣어 먹으며 근래 들어 빵 문화가 발달하면서 다양한 빵 류 제품에도 사용되고 있다. 팥은 100g 기준 칼로리 127 kcal, 수분 67%, 단백질 8.7 g, 탄수화물 22.8 g, 식이섬유 6.4 g, 지방 0.5 g 등을 함유하고 있다. 실험에 사용된 팥은 마트에서 국내산 팥을 구입하여 하룻밤 물에 불렸다가 삶아서 냉동 후에 뜨거운 물과 함께 블렌더로 갈아서 사용하였다.

- 고령친화형 디저트 제조

- 브라우니 제조방법

브라우니의 배합비는 Table 3-4-1과 같고, 제조과정은 Figure 3-4-1에 나타내었다. 배합비에 따라 계량을 마친 재료로 브라우니 반죽을 하기 위해 밀가루와 베이킹파우더를 골고루 섞어주어야 하므로 같이 체에 내려 거품기로 골고루 섞어주었다. 초콜릿은 중탕에 녹이고, 소재개발을 위해 준비한 딸기퓨레, 호박과 팥 페이스트는 뜨거운 물에 섞어 블렌더(Blender, Hamilton Beach 사, Model HBB908-CE)에 갈아서 소금, 바닐라 향과 같이 녹인 초콜릿에 넣어주었다. 계란흰자는 전기믹서(Kitchen aid 사, Model 5K5SS, 220~24V 50~60Hz)에 넣고 설탕 1/3을 넣고 2단에서 1분간 녹여준 후 2단으로 올리면서 설탕 1/3을 넣고 8단에서 2분을 돌리고, 나머지 설탕 1/3을 넣고 90 초 돌려 계란거품을 준비하였다. 계란거품의 1/3을 녹인 초콜릿에 넣고 알뜰 주걱으로 계란 흰자의 기포가 꺼지지 않게 섞어주고(조리용어로 folding, 접기) 차례로 3번에 나눠 섞는다. 계란 거품과 초콜릿을 섞은 반죽에 이번에는 체에 내린 밀가루를 3번에 나누어 넣고 기포가 꺼지지 않게 조심해서 섞어준다. 파이팬(Ø 22cm, 높이 3cm)에 버터를 바르고 반죽을 부어 165℃오븐에서 25분간 구워서 완전히 식힌 후 냉장(3~5℃)보관 후 실험에 사용하였다.

Table 3-4-1. Formula for protein brownie of red beans, pumpkin and strawberry

Chocolate brownies	CB ¹⁾	RB	PK	SB
180 g semisweet chocolate, chopped	180	180	180	180
1/2 cup boiling water	120	60	60	60
3 egg whites	75	75	75	75
1 teaspoon vanilla extract	7	7	7	7
2/3 cup white sugar	134	134	134	134
2/3 cup all-purpose flour	85	85	85	85
1 teaspoon baking powder	4	4	4	4
1 pinch salt	0.4	0	0.4	0.4
Red beans puree		60		
Pumpkin puree			60	
Strawberry frozen				60
Total	605.4	605.4	605.4	605.4

¹⁾CB: Chocolate Brownie; RB: Red beans; PK: Pumpkin; SB: Strawberry.

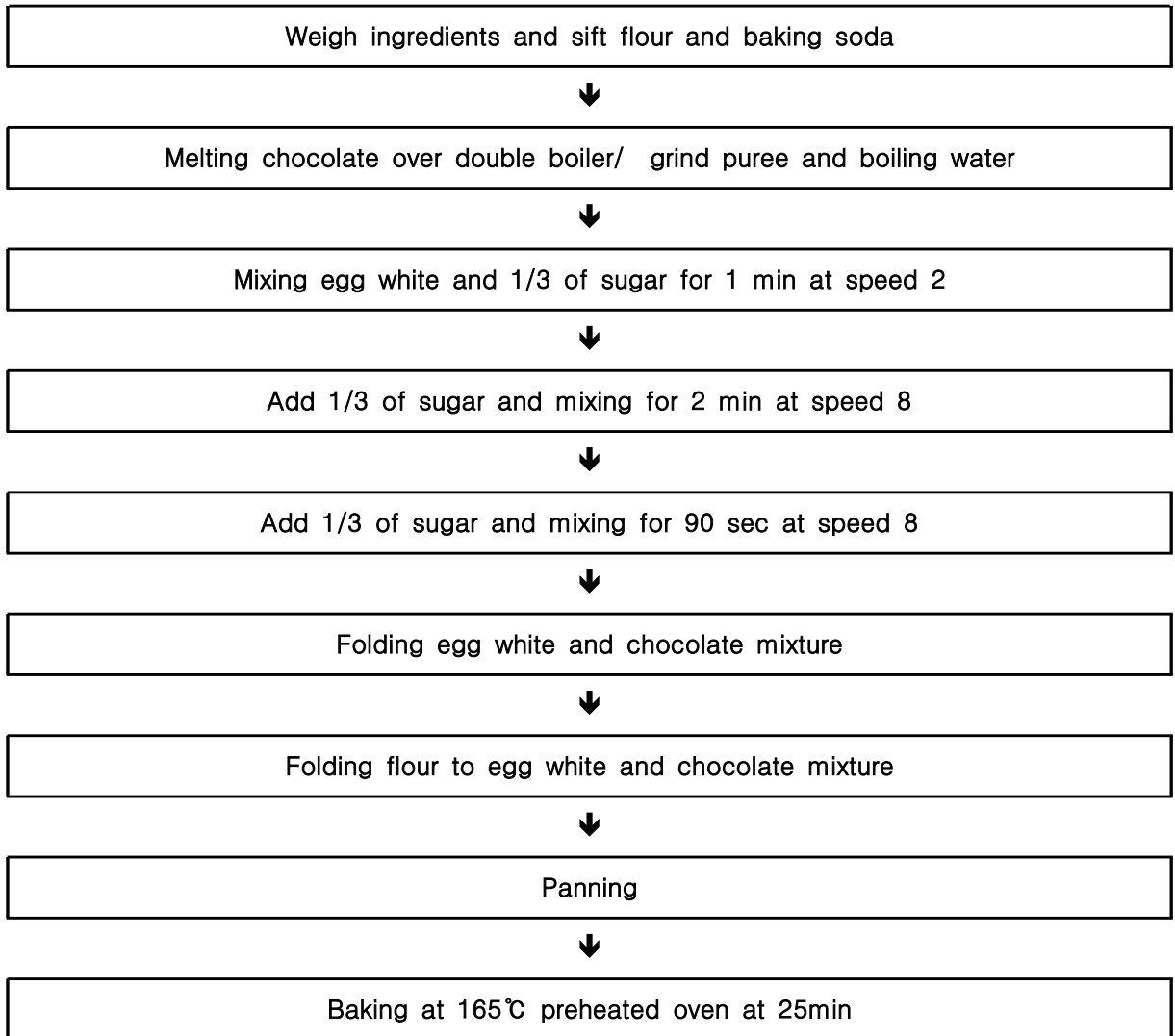


Figure 3-4-1. Manufacturing method of protein brownie.

- 비중측정

브라우니의 비중은 빈 컵에 물을 가득 채웠을 때 무게에 대한 완전한 반죽을 빈 컵에 채웠을 때 무게의 비율로 계산을 한다. 물의 비중 1을 기준으로 하며 비중이 가벼울수록 밀도가 낮아 반죽이 가벼워 브라우니가 잘 부풀고, 비중이 무거울수록 기포 혼입량이 적어 밀도가 높아 제품이 적게 팽창한다. 반죽을 마친 브라우니 반죽을 아래의 공식에 맞게 계량하여 비중을 측정하였다.

$$\text{Specific gravity (g/ml)} = \frac{C + B - C}{C + W - C}$$

C: Weight of cup

B: Weight of batter

W: Weight of water

- 수율

브라우니는 제조과정이 복잡해서 여러 공정을 거치는 동안 재료의 손실이 많아 수율이 떨어진다. 수율은 처음 원재료의 총 무게에 대한 최종제품 생산까지 발생 한 총 손실 비율로 계산했다. 브라우니 제조를 위해서는 계란 흰자를 그릇에 분리한 후 믹서에 넣고 계란 거품을 만든 다음 거품을 올린 계란을 녹인 초콜릿과 섞는 과정에서 손실이 발생하고, 밀가루를 섞는 과정, 그리고

최종적으로는 제품을 굽는 과정에서 가열감량까지 여러 과정을 거치면서 손실이 발생한다. 반죽과 재료를 옮길 때마다 손실을 줄이기 위해 알뜰 주걱으로 최대한 긁어서 손실을 방지하려고 하지만 물리적으로 손실을 완벽하게 방지 할 방법은 없다. 과정별로 손실을 따로 계산하는 것이 정확하겠지만 본 실험에서는 원재료 무게에 대한 과정별 전체손실을 계산해서 수율을 산출했다.

$$\text{수율(\%)} = \frac{(\text{가열 전 시료 무게} - \text{반죽 시 손실} - \text{혼합 시 손실} - \text{가열 감량(g)})}{\text{가열 전 시료 무게(g)}} \times 100$$

- 관능검사

관능검사는 일반 대학생들을 대상으로 실시하였다. 일반적으로 느낄 수 있는 색상, 풍미, 연도, 촉촉함, 전체적인 기호도에 대한 관능평가를 실시했다. 10점 척도법으로 관능검사를 실시하였으며 “10은 매우 좋다” 및 “1은 매우 싫다”를 의미한다.

○ 주요 결과

- 딸기, 호박, 팥을 첨가한 브라우니의 비중 특성

딸기, 호박, 팥을 첨가한 브라우니의 비중 특성은 Figure 3-4-2에 나타내었다. 일반적으로 계란만 거품을 올려 비중을 측정하면 0.45~0.55 정도 나온다. 본 실험에서는 밀가루 양의 약 70%에 가까운 소재를 넣어 비중이 다소 높아진 것으로 보인다. 전분 함량이 다소 높은 팥은 비중 변화가 많지 않았다. 수분함량이 약간 높은 호박과 딸기는 비중이 약간 높아졌다.

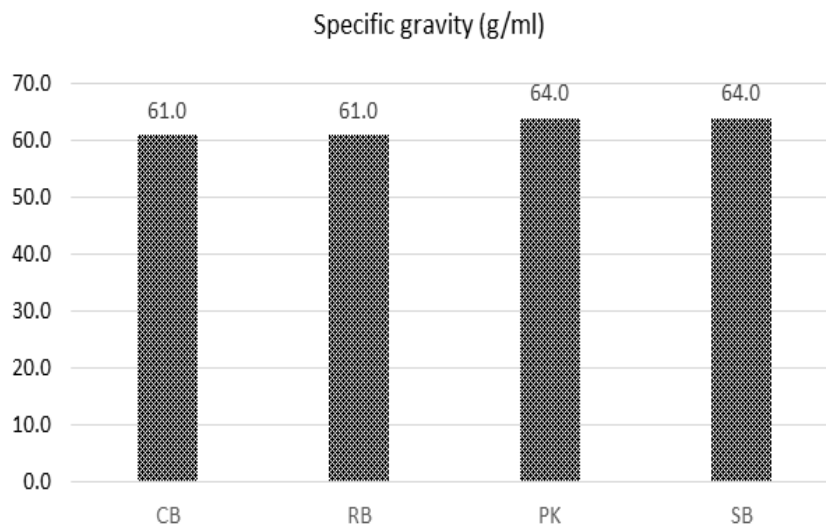


Figure 3-4-2. Specific gravity of chocolate brownie (g/ml). CB, Chocolate Brownie; RB, Red beans; PK, Pumpkin; SB, Strawberry.

- 딸기, 호박, 팥을 첨가한 브라우니의 수율 특성

브라우니 제품은 가열 전에 여러 단계의 옮겨 담는 과정을 거치면서 Table 3-4-2와 같이 수율 손실 즉 감량이 많이 발생한다. 여러 단계를 거친 감량은 최종적으로 9~14%가 발생했으나 이것은 어디까지나 소량생산에 의한 결과이므로 대량생산으로 제품을 생산할 경우 그 비율은 다소 줄어들 것으로 여겨진다. 딸기와 팥을 첨가한 제품의 수율이 90% 이상으로 상대적으로 높게 나타났고, 특히 팥의 수율이 가장 높아 소재사용으로 가장 적합해 보인다(Figure 3-4-3).

Table 3-4-2 Total yield of chocolate brownie using red bean, pumpkin and strawberry

Trait	CB ¹⁾	RB	PK	SB
Ingredient total weight (g)	605.4	605.4	605.4	605.4
Folding loss (g)	23.9	7.4	31.4	8.9
Panning loss (g)	46.4	18.9	43.4	18.4
Cooking loss (g)	80.9	54.9	83.4	58.4
Product weight (g)	524.5	550.5	522	547
Total yield (%)	87	91	86	90

¹⁾CB, Chocolate Brownie; RB, Red beans; PK, Pumpkin; SB, Strawberry.

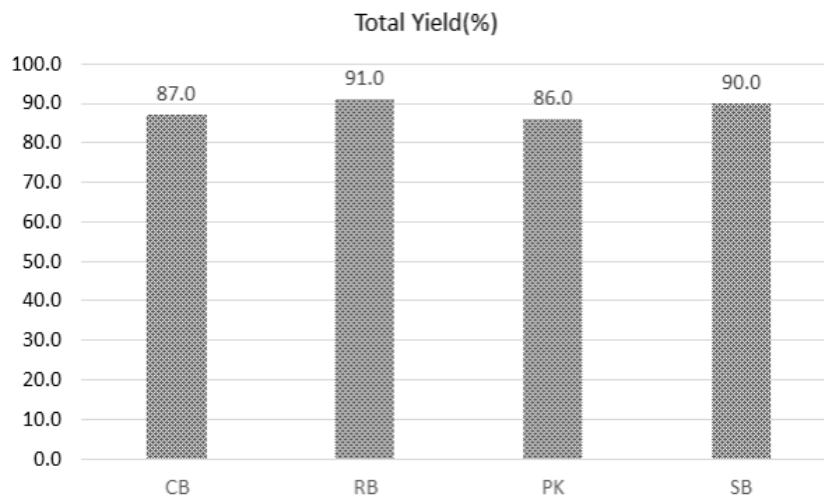


Figure 3-4-3. Total yield of chocolate brownie (%). CB, Chocolate Brownie; RB, Red beans; PK, Pumpkin; SB, Strawberry.

- 딸기, 호박, 팥을 첨가한 브라우니의 관능 특성

관능평가 결과는 Table 3-4-3과 같이 6.4~6.8로 나타났다. 단맛과 딸기향이 느껴지는 브라우니의 기호도가 가장 높게 나타났다. 일반적인 브라우니는 초콜릿 맛이 주가 되지만 딸기 브라우니는 딸기의 향과 당이 첨가되면서 기호도가 높아진 것으로 보여진다. 그다음으로 호박과 단팥의 기호도가 높게 나타나 전체적으로 일반적인 브라우니에 비해 소재를 첨가한 브라우니의 선호도가 높은 것으로 나타났다. 이는 일반 브라우니가 단순한 초콜릿 향이 주된 향이지만 소재개발을 위해 딸기와 팥 그리고 호박을 첨가한 브라우니는 소재의 맛과 향이 더해져 기호에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

Table 3-4-3. Preference score of original brownie, red bean paste, pumpkin and strawberry

Preference characteristics	CB ¹⁾	RB	PK	SB
Color ²⁾	7.0	7.1	7.3	7.3
Flavor	6.6	6.7	6.7	6.8
Softness	5.3	5.6	6.0	6.2
Moisture	5.4	6.0	5.8	6.4
Overall Acceptance	6.4	6.7	6.7	6.8

¹⁾CB, Chocolate Brownie; RB, Red beans; PK, Pumpkin; SB, Strawberry.

²⁾10 point hedonic scale (1: extremely dislike, 10: extremely like).



Figure 3-4-4. Sample photos of brownie with red bean paste, pumpkin and strawberry

○ 결론

초콜릿 브라우니 소재개발을 위한 기본적인 본 실험에서 비중은 0.61~0.64 사이로 측정이 되었다. 일반적인 초콜릿 브라우니의 비중이 0.61로 가장 가벼웠고 호박과 딸기의 비중이 0.64로 나타났으며 통계적으로 유의적인 차이는 아직 반복실험이 더 필요해 보인다. 수율은 최저 86~91%로 나타났으며 호박은 수율이 가장 낮게 나타났고, 단팥의 수율이 91%로 가장 높게 나타나서 소재개발로 적합한 것으로 여겨진다. 관능평가 결과 전체적인 평가에서 일반적인 브라우니보다 소재개발을 통해 만들어진 호박, 딸기, 단팥 브라우니의 평가가 높게 나타나 고단백 디저트 소재로 사용이 가능할 것으로 여겨진다. 비중, 수율, 관능 전체적인 평가를 보아도 일반 브라우니보다 소재개발을 통해 만들어진 브라우니의 상품성이 더 우수해 보여 소재개발 가능성을 확인할 수 있었다.

고령친화 단백질 식품의 단백질과 기호도 향상을 위한 농산물 식품소재 개발

○ 서론

우리나라는 65세 이상 고령 인구가 급증하여 이미 고령사회로 진입하였고 2026년경에는 초고령 사회가 될 것으로 예측하였다(Kim, 2018c). Kim(2018a)은 고령사회의 문제로 고령자들의 영양 섭취 부족과 저작 곤란으로 인한 노인들의 영양섭취 실태가 가장 열악한 것으로 보고하였다. Park 등(2013)은 저작이 불편한 노인들은 섭취 가능 식품이 제한되어 정상군에 비해 총 식품섭취량이 적으며, 특히 육류, 견과류, 과일과채소류 섭취가 유의적으로 낮다고 보고하였다. 영양섭취의 부족은 영양상태 불량으로 인해 전신 및 정신건강에 악영향을 주므로(Kim, 2018b) 저작능력이 떨어지는 고령자들에게 적절한 영양을 공급하는 중요성이 대두되고 있다. 나아가 핵가족화, 서구화가 빨라지면서 식품 중 빵과 케이크류의 소비가 증가하고 있다(Ha, Lee와 Kim, 1999). 케이크류에는 설탕과 버터 등 열량이 매우 높은 재료가 사용됨에도 불구하고 설탕과 버터가 주는 달콤하고 고소한 중독성 있는 맛으로 인해 소비량과 소비층이 점점 확산되는 추세이다(Alan과 Luci, 1995). 일반적인 디저트나 브라우니는 버터와 설탕 사용량이 높아 단맛과 기호도 만족에 치우친 제품이 대부분이라 1일 영양권장량을 충족시키지 못하는 문제점이 있다. 이에 따라 최근 연구는 단맛이 강하고 지방함량이 높은 기존의 베이커리 제품들과 차별화된 건강 지향적 고부가가치 기능성 재료를 이용한 제품 개발 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 계란의 기포성을 이용한 제품인 Cake 류에 대한 연구로는 새싹보리 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성(Park 과 Chung, 2020), 썩 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성(Choi, 2016), 천마 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성에 관한 Kang(2007)의 연구 그리고 Kwon과 Lee(2015)의 쌀겨 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 품질특성에 관한 연구가 있다. Batter type 반죽을 이용한 제품인 브라우니에 관한 선행연구로는 Bang(2012)의 반응분석법을 이용한 마 분말 첨가 브라우니의 최적화에 관한 연구, 두부 채소브라우니의 품질특성에 관한 Lee(2015)의 연구, 현미 식이섬유를 대체한 브라우니의 품질 및 관능적 특성에 관한 Yeom, Kim, Lee, Bae와 Chun(2016)의 연구와 반응표면분석법을 이용한 혼입나물 첨가 쌀 파운드 케이크의 품질특성 및 최적화에 관한 Kim, Jung과 Joo(2017)의 연구가 대표적이다.

Bae와 Lee(2004)는 우리나라 노인들에게 단백질, 식이섬유, 비타민 A, 비타민 C, 리보플라빈, 니아신이 부족하고, Kim과 Na(2001)는 단백질의 주요 급원식품은 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등의 육류라고 하였다. 한국산업표준의 고령친화식품 기준은 고령자들이 섭취, 소화, 흡수, 대사 및 배설이 용이하고 제품 100 g당 비타민 A, C, D, 리보플라빈, 니아신, 칼슘, 칼륨, 식이섬유 중 3개 이상의 영양성분을 영양섭취기준(권장섭취기준 또는 충분섭취량)의 10% 이상을 함유하고, 고령자가 섭취하기 용이하도록 경도 500,000 N/m² 이하가 되도록 원료식품을 조합하거나 첨가하여야 한다고 규정(foodnews.co.kr)하고 있다. 본 연구는 고령화 및 서구화로 인한 영양결핍과 영양 불균형 문제를 해결하기 위해 칼로리가 낮으면서 100 g당 1일 권장량의 10%에 해당하는 단백질 6 g, 칼슘 80 mg, 비타민C 10 IU 이상 함유하고 경도 500,000 N/m² 이하의 산업표준 규격에 부합한 제품을 개발하여 일반인뿐만 아니라 특히 고령층에게 필요한 단백질, 칼슘 및 비타민을 제공할 수 있는 영양학적으로 우수한 고령친화형 단백질 브라우니(protein brownie) 개발을 목적으로 수행되었다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

브라우니 재료에 사용되는 초콜릿(Noir selection, 벨코라데, 벨기에), 밀가루(중력, 큐원), 설탕(백설탕, 삼양), 계란 종란(홈플러스, 국내산), 소금(굵은소금, 백설), 바닐라엣상스(액상, 삼영

화성공업(주)), 베이킹파우더(분말, 신광식품), 칼슘(Ca(OH)₂, (주)이포트), 비타민C(99.6%, JUNSEI, 일본)을 사용하였다. 밀가루 대신 첨가한 소고기 방심(홈플러스, 국내산), 돼지고기 안심(홈플러스, 국내산), 닭 가슴살(홈플러스, 국내산)은 2 mm로 포를 떠서 55°C 오븐(Convotherm Geprüfte Qualität, 독일)에서 3일간 육포(수분 23%)로 건조하여 분쇄기(HRS Hallde VCB-61, 스웨덴)로 분말을 만들어 밀가루 체(flour sifter, 40 mash)로 2번 내려 사용하였다.

- 브라우니 제조

최근 음식에 포함된 지방에 대한 사회적 관심이 증가하고 있으며(Szafranski, Whittington와 Bessinger, 2005). 초콜릿이 주재료인 브라우니에 새로운 부재료를 첨가하거나 대체하는 연구로는 고구마를 이용한 고구마브라우니(Forrester, Brown, Wolpert와 Taylor, 2010), 완두콩 껍데를 첨가한 브라우니(Romanchik-Cerpovicz, Jeffords와 Onyenwoke, 2009) 등이 있다. 일반적인 브라우니는 밀가루 양의 100%에 해당 하는 많은 양의 버터와 200% 이상 다량의 초콜릿 함량으로 인해 “쫄득한 식감”의 특징을 가진 제품으로 제조법은 반죽형 케이크를 만드는 방법 중 크림법(creaming method)을 사용하여 제조하는 대표적인 제품이다. 크림법은 다량의 지방(쇼트닝, 버터, 마가린 등)을 믹서에 넣고 크림화 시킨 후 설탕과 소금을 서서히 첨가하면서 가벼운 크림이 되도록 한 후, 계란이 완전히 흡수되도록 3-4번에 나누어 넣어주면서 만드는 방법이다. 본 연구는 버터가 전혀 첨가되지 않은 건강 지향적, 고령친화형 브라우니를 만들기 위한 실험인 만큼 물 120 ml를 사용해 브라우니를 만든 Bang(2012)의 연구 방법과 계란을 거품형 반죽 방법으로 첨가한 Yeom, Kim, Lee, Bae와 Chun(2016)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 계란은 설탕 15 g을 넣어 반죽기(Model5K5SS, Kitchen Aid, 50/60Hz, 220~240V, 미국)로 speed 2에서 1분, speed 10에서 1분으로 머랭을 만들었고, 초콜릿은 85°C 중탕에서 물에 충분히 녹인 후 마지막에 소금, 칼슘, 비타민을 녹여 바닐라엣상스를 넣고 마무리하였다. 밀가루는 베이킹파우더, 나머지 설탕, 고기 분말을 믹싱 볼에 넣고 재료들이 균일하게 섞이도록 거품기로 잘 섞어 준 후 체에 2번 내렸다. 녹인 초콜릿에 계란 머랭을 3번에 나누어 folding 해서 섞어준 후, 밀가루 재료들을 3번에 나누어 folding 하여 반죽을 마무리한 후 비중을 측정하였다. 제품을 파이프(바닥지름 18 cm, 윗지름 22 cm, 높이 3.2 cm)에 담아 제조 감량(g) 측정 후 165°C로 20분간 예열된 오븐(Convotherm Geprüfte Qualität, OSP 10, 독일)에서 25분간 구워 가열감량과 중앙 높이를 버니어 캘리퍼스로 잴 후 실온에서 1시간 식힌 다음 다시 무게와 중앙높이를 측정한 후 실험에 사용하였다. 브라우니 제조 공정과 배합비는 Figure 3-4-5 및 Table 3-4-4와 같다. 비타민과 칼슘의 양은 첨가량이 1 g 미만이라 표 아래 따로 표기하였다.

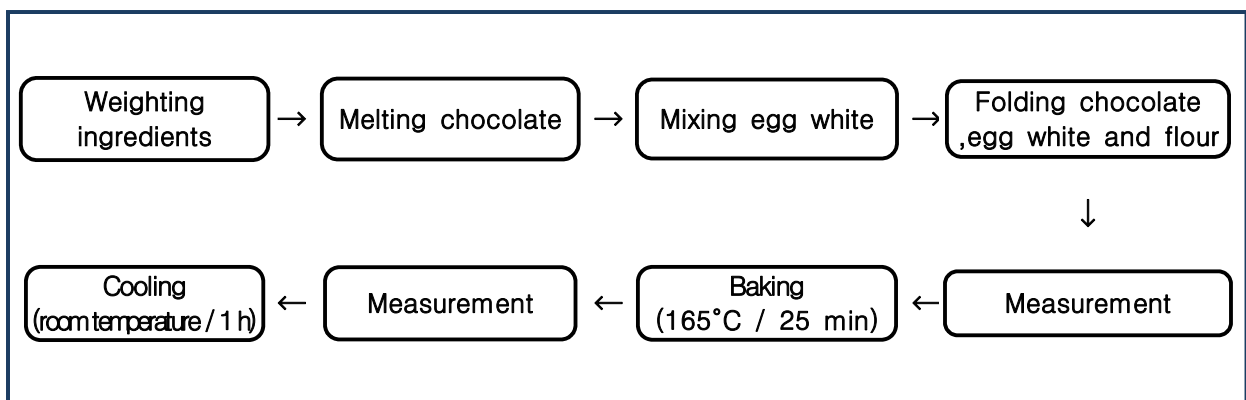


Figure 3-4-5. Production process of meat protein brownie.

Table 3-4-4. Meat protein brownie formula with beef, pork, and chicken

Ingredient (g)	Control	B	P	C
Chocolate, chopped	180	180	180	180
Boiling water	120	120	120	120
Egg whites	75	75	75	75
Vanilla extract	7	7	7	7
White sugar	134	134	134	134
All-purpose flour	85	55	55	55
Meat protein powder	0	30	30	30
Baking powder	4	4	4	4
Salt	0.4	0.4	0.4	0.4
Total (g)	605.4	605.4	605.4	605.4

- 1) Meat protein powder / control, B=beef, P=pork, C=chicken.
- 2) 110 mg Vit C is added in beef, pork and chicken brownie.
- 3) 610 mg Ca is added in beef, pork and chicken brownie.

- 비중

빈 컵에 물을 가득 채웠을 때 무게에 대한 완성된 반죽을 빈 컵에 채웠을 때 무게의 비율로 계산을 한다. 물의 비중 1을 기준으로 하며 비중이 가벼울수록 밀도가 낮아 반죽이 가벼워 브라우니가 잘 부풀고, 비중이 무거울수록 기포 혼입량이 적어 밀도가 높아 제품이 적게 팽창한다. CAS 저울(SW-1S, CAS Co, Korea)을 이용하여 한 처리구당 4회 반복 측정하였다.

$$\text{Specific gravity (g/ml)} = \frac{C + B - C}{C + W - C}$$

- C: Weight of cup
 B: Weight of batter
 W: Weight of water

- 단백질 함량

단백질분해를 위해 분해튜브에 황산 12 ml와 샘플을 넣고 420°C이상의 분해장치(Buchi, K-425, Swiss)에서 45-60분 이상 분해하여 분해액이 투명한 노란색이 되면 상온으로 냉각시킨다. 분해된 시험용액에 80 ml의 증류수와 32% 수산화나트륨 용액 65 ml를 첨가한다. 25 ml의 혼합지시약이 섞인 1% 붕산 포집용액을 담은 삼각플라스크를 받는 수기로 하여 3-5분간 증류하여 이 증류액을 0.1 N 염산용액으로 엷은 홍색으로 변할 때까지 30초간 적정하였다.

- 칼슘 함량

일정량의 샘플에 질산 6-8 ml와 과산화수소수 0.5-1 ml을 가하여 Microwave digestion system(Multi wave PRO, Anton Pear, Austria)에 넣고 분해하여 ICP-OES(Varian, 710-CS, USA)로 분석하였다.

- 비타민C 함량

샘플 3 g에 동량의 10% 메탄인산용액을 가하여 10분간 현탁 시킨다. 현탁액에 5% 메탄인산을

넣어 균질화하고, 이를 50ml 메스플라스크에 옮겨 정용하고 이를 3,000 rpm에서 10-15분간 원심분리(Labogene, 1248R, Korea) 하여 상등액을 취해 HPLC(Waters, 2695, USA)로 분석하였다.

- 수율과 높이

브라우니는 제조과정이 복잡해서 여러 공정을 거치는 동안 재료의 손실이 많아 수율이 떨어진다. 수율은 처음 원재료의 총 무게에 대한 최종제품 생산까지 발생 한 총 손실 비율로 계산했다. 브라우니 제조를 위해서는 계란 흰자를 그릇에 분리한 후 믹서에 넣고 계란 거품을 만든 다음 거품을 올린 계란을 녹인 초콜릿과 섞는 과정에서 손실이 발생하고, 밀가루를 섞는 과정, 그리고 최종적으로 제품을 굽는 과정에서 가열감량까지 여러 과정을 거치면서 손실이 발생한다. 본 실험에서는 원재료 무게에 대한 과정별 전체손실을 계산해서 수율을 산출했다. CAS 저울(SW-1S, CAS Co, Korea)로 한 처리구당 4회 반복하여 수율(%)을 산출하였다. 제품의 중앙부위 최고 높이는 Bang(2012)의 방법에 따라 자(미쓰도요 버니어 캘리퍼스, 일본)로 측정하였다. 제품을 오븐에서 꺼냈을 때 제품 높이에 대한 1시간 동안 완전히 식혔을 때 중앙 높이 비율을 산술평균하여 산출하였다.

$$\text{수율(\%)} = \frac{(\text{가열 전 시료 무게} - \text{반죽 시 손실} - \text{혼합 시 손실} - \text{가열 감량(g)})}{\text{가열 전 시료 무게(g)}} \times 100$$

- 수분 함량 및 pH

수분은 미리 가열한 칭량 접시에 샘플 3-5 g을 계량하여 3-5시간 건조한 후 데시케이터(AS ONE, SP-BGPTFN, Japan) 에서 약 30분간 식혀 계량하고, 다시 칭량 접시를 1-2시간 건조하여 항량이 될 때까지 반복하여 수분함량을 계산한다. pH는 샘플 25 g 정도를 취하여 증류수 100 ml를 부어준다. 37±2°C를 유지하며 교반 후 여과하여 pH meter(Hanna instrument, HI 9813-6, USA)로 측정하였다.

- 색도(color)

색도는 colorimeter를 사용하여 명도(lightness)인 L*, 적색도(redness)인 a* 및 황색도(yellowness)인 b*를 시료 당 6회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 물성(texture)

브라우니의 물성은 한국산업표준 물성 측정 기준에 근거하여 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 hardness(경도), cohesiveness(응집성), springiness(탄력성), gumminess(점성), chewiness(씹힘성)을 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 관능평가

관능검사는 일반 대학생들을 대상(여학생 4명, 남학생 4명)으로 3회 반복 실시하였다. 일반적으로 느낄 수 있는 색상, 풍미, 연도, 촉촉함, 전체적인 기호도에 대한 관능평가를 실시했다. 10점 척도법으로 관능평가를 실시하였으며, “10은 매우 좋다” “1은 매우 싫다”를 의미한다.

- 통계분석

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 단백질, 칼슘 및 비타민 C 함량

카카오 씨를 볶아 가루로 만든 초콜릿은 오래전부터 음료, 과자 그리고 다양한 감미료의 재료로 사용되는데 초콜릿 100 g에는 탄수화물 59.4 g, 지방 29.7 g, 단백질 7.6 g, 하루 권장량의 25%인 0.3 mg의 riboflavin 외에 calcium(189 mg, 19%), iron(2.4 mg, 18%), magnesium(63 mg, 18%), manganese(0.5 mg, 24%), phosphorus(208 mg, 30%), zinc(2.3 mg, 24%)등이 풍부하게 들어있다(wikipedia.org). 반응표면분석법을 이용한 마 분말 첨가 비율에 따른 브라우니의 최적화에 관한 연구에서 Bang(2012)은 장 건강과 혈액순환에 도움이 되는 생리활성 성분의 장점이 있는 마를 첨가한 제품이 기존 브라우니 제품과 비교했을 때 마의 사용량은 밀가루의 14.6%가 최적 조건이라고 하였다. 본 연구는 한국산업표준 고령친화식품 기준의 단백질, 칼슘, 비타민 함량을 충족하기 위해 Control에서 밀가루의 35.29%를 동물성 단백질로 대체하였다. Table 3-4-5에서처럼 한국산업표준에 미달했던 Control의 단백질 5.58 g은 beef, pork, chicken으로 대체한 제품 모두에서 9.17-9.44 g으로 증가하여(p<0.05) 한국산업표준 100 g당 6 g의 기준을 152-157%이상 충족하였다.

칼슘은 대부분 소장에서 흡수되는데 체중의 1.5-2.0%로 가장 많이 함유되어 있는 무기질이다. 이 중 99%의 칼슘이 뼈와 치아에 함유되어있고, 나머지 1% 정도가 혈액, 세포내·외액, 근육 등에 존재하면서 혈액응고, 신경전달, 근육 수축 및 이완, 세포내 대사 작용 등 중요한 생리조절 기능을 담당한다(Park, 1992). Table 4.2에서처럼 Control의 칼슘은 43.9 mg으로 권장량 80 mg에 미치지 못했다. 육류 단백질 beef, pork, chicken과 함께 Ca를 첨가한 샘플들은 모두 100 g당 80 mg의 기준을 beef는 256.9%, pork는 292.9%, chicken은 297% 충족했다. 다만 제품 생산 공정이 주걱으로 재료를 섞어주는 folding 작업 한계로 편차가 다소 크게 나타났으며 Control과 유의적인 차이를 보였으나 첨가된 육제품 간의 유의적 차이는 없었다(p>0.05).

거의 모든 음식물에 들어있을 정도로 가장 쉽게 접할 수 있는 비타민C는 상처 치료와 모세혈관에서의 출혈 예방, 콜라겐 합성과 효소 활성화에 필수성분이면서 산화예방 효과로 인해 식품 첨가물로도 매우 중요한 성분이다. Table 4.2에서처럼 비타민을 첨가하지 않은 Control에서는 비타민이 검출되지 않았으나 비타민C를 첨가한 제품에서는 권장량 10 IU보다 많은 beef 24.51 IU, pork 22.84 IU, chicken 38.69 IU의 비타민을 함유한 제품을 만들 수 있었다. 특히 열에 민감한 비타민C가 육류단백질을 첨가한 제품에서 안정적으로 검출되어 고령친화식품 제조에 적합한 것으로 보여진다. 제품 간 유의적인 차이는 없었으나 손으로 folding 하는 공정으로 인해 편차가 다소 높게 나타났다(p>0.05).

Table 3-4-5. Contents of protein, calcium, and vitamin C of meat protein brownie

Trait	Control	Beef	Pork	Chicken
Protein (g)	5.58±0.73 ^b	9.44±0.70 ^a	9.17±0.48 ^a	9.44±0.57 ^a
Calcium (mg)	43.90±16.80 ^a	112.89±50.72 ^b	128.61±62.46 ^b	130.45±63.43 ^b
Vit C (IU)	0.00±0.00 ^b	24.51±17.68 ^a	22.84±11.40 ^a	38.69±10.26 ^a

Values are mean±standard deviation (n=4).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different (p<0.05).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 비중 및 수분

육류단백질을 첨가한 브라우니의 비중과 수분함량은 Table 3-4-6과 같다. 반죽의 비중은 반죽 내 기포 형성 정도를 나타내는 것으로 적당한 기포 형성은 제품의 볼륨, 수율 및 식감에 많은 영향을 미치는 중요한 품질기준이다(Pyler, 1988). 스폰지 케이크의 비중은 텍스처 부피 형성에 영향을 주는 요소로 밀가루의 종류, 온도와 시간 등의 반죽 조건, 화학팽창제의 사용 유무, 반죽 속도 등 복잡하게 영향을 주고받는 것으로 알려져 있다(Baik, Marcotte와 Castaigne, 2000). 반죽에 많은 공기가 함유되어있어 비중이 낮으면 제품이 많이 부풀고 수율이 높아 부드러운 제품을 만들 수 있어 비중측정만으로도 제품의 성패를 예측할 수 있을 만큼 비중은 중요한 요인이다. 일반적인 스폰지 케이크 비중은 0.45-0.50(Mizukoshi, 1983)이고 Angel Food Cake 0.30, White or Yellow layer Cake 0.70, Pound Cake 0.80, Chocolate Cake의 비중은 0.90이다(Edoura, Roch, Irène, Gilles와 Jean, 2007).

Control의 초콜릿 브라우니의 비중은 일반적인 케이크 비중보다 다소 높게 나타났다. 칼슘과 비타민, 육류단백질인 beef, pork 그리고 chicken이 첨가된 단백질 브라우니는 비중이 0.64 이상으로 control보다 다소 높았다($p < 0.05$). 이는 쌀가루 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 비중이 높았다고 보고한 Nam(2005)과 증숙 마늘 분말 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 비중이 증가했다는 Shin, Choi와 Kwon(2007)의 결과 그리고 구운 검은콩 분말을 첨가한 스펀지케이크 반죽 비중은 0.65-0.72로 구운 검은콩 분말 첨가량이 증가할수록 비중이 증가했다는 Jung(2012)과 유사한 결과를 보였다. 육류단백질을 첨가한 단백질 브라우니와 Control의 비중이 차이가 나는 것은 첨가된 칼슘과 육류단백질의 콜라겐이 브라우니 제품의 겔 강도를 높여 비중이 높아지는데 영향을 미친 것으로 보인다. 수분은 Control이 24.27%로 가장 높았고($p < 0.05$) pork 22.28%, chicken 21.96% 그리고 beef 21.43% 간 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). Control보다 육류단백질을 첨가한 제품은 비중이 높고 수분 함유량이 낮아 제품의 수율과 볼륨을 낮추는 데 영향을 미친 것으로 보인다.

Table 3-4-6. Specific gravity and moisture content of meat protein brownie batter

Trait	Control	Beef	Pork	Chicken
Specific gravity (g/ml)	0.58±0.042 ^b	0.64±0.040 ^a	0.63±0.017 ^a	0.64±0.013 ^a
Moisture content (%)	24.27±1.32 ^a	21.43±0.84 ^b	22.08±0.57 ^b	21.96±1.22 ^b

Values are mean±standard deviation (n=5).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different ($p < 0.05$).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 수율 및 높이

육류단백질을 첨가한 브라우니의 공정별 수율 및 제품 중앙 높이는 Table 3-4-7과 같다. Control은 반죽 제조, 굽기, 굽고 나서 식히는 모든 과정에서 육류단백질을 첨가한 제품에 비해 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보일 만큼 95.57%로 수율이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 control이 제품 수율과 품질에 가장 많은 영향을 미치는 비중은 가장 낮았고, 밀가루 함량은 가장 높기 때문으로, 밀가루의 일부를 여러 가지 원료로 대체 한 경우 글루텐의 희석효과만큼 부피가 비례적으로 감소했다는 Song과 Ahn(1999), 김 분말의 첨가량이 증가할수록 기공의 형성이 억제 되어 케이크의 부피가 감소했다는 결과와 일치했다(Kwoon, Jeon과 Kim, 2003). 육류단백질과 함께 첨가된 칼슘은 염류의 작용에 의해 단백질 gel 강도를 높여 제조과정에서 비중과 손실을 높여 육류단백질을 첨가한 제품의 수율 및 볼륨이 낮게 나타난 것으로 보인다.

비중은 제품의 수율과 높이에 영향을 주고받는다. 공기 함량이 높아 비중이 낮은 Control은 수율이 높아 중앙 높이도 육류단백질을 첨가 제품에 비해 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보일만큼 높게

나타났다. 밀가루 함량을 줄이고 육류단백질을 첨가한 본 실험은 Whey Protein Isolate(WPI)첨가 비율이 스펀지 케이크 품질에 미치는 영향에서 밀가루에 비해 WPI 대체함량이 많아지면 단백질 함량 증가로 인해 기공을 유지하는 글루텐층의 힘이 약해지면서 용적이 작게 나타나고 스펀지 케이크가 찌그러져서 케이크가 부드럽기보다 무겁고 단단한 느낌을 준다고 보고한 Kim과 Ahn(2007), 케이크의 부피를 유지하기 위해서는 반죽 시 혼입되는 공기와 전분의 호화가 중요하며, 밀가루의 일부를 식이섬유원이나 곡물 가루로 대체할 경우 부피가 감소했다고 보고한 Kim(2003)의 결과와 일치한다.

Table 3-4-7. Yield of meat protein brownie by cooking process

Trait	Control	Beef	Pork	Chicken
Yield of mixing process (%)	95.57±0.94 ^a	92.40±1.29 ^b	92.57±1.13 ^b	91.38±1.42 ^b
Yield of baking process (%)	88.44±1.16 ^a	85.46±1.01 ^b	85.99±1.12 ^b	85.07±1.35 ^b
Yield of cooling process (%)	86.98±1.09 ^a	84.27±1.05 ^b	84.77±0.96 ^b	83.81±1.46 ^b
Hight of center (%)	93.03±2.86 ^a	74.92±9.29 ^b	73.85±9.55 ^b	74.39±10.12 ^b

Values are mean±standard deviation (n=5).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different (p<0.05).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 pH

스펀지케이크의 적정 pH 범위는 7.3-7.6인데(Lee 등, 2009) 육류단백질 첨가 브라우니의 pH 결과는 Table 3-4-8에서 보듯이 칼슘을 첨가하지 않은 control에 비해 칼슘을 첨가한 beef, pork, chicken 제품들은 통계적 수치만으로는 유의적 차이가 없었지만, 육류단백질을 첨가한 제품의 pH가 증가하는 경향을 보였다. pH는 제품의 맛과 품질에 영향을 미치는 요인이라 추후 관련 연구가 더 필요해 보인다.

Table 3-4-8. pH of meat protein brownie

Trait	Control	Beef	Pork	Chicken
pH	7.20±0.42	7.35±0.10	7.48±0.15	7.33±0.10

Values are mean±standard deviation (n=4).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different (p<0.05).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 색도(color)

육류단백질을 첨가한 브라우니의 색도는 Table 3-4-9과 같다. 명도(lightness) CIE L*값, 적색도(redness) a*값, 황색도(yellowness) b*값 전체에서 Control과 육단백질 첨가 제품인 beef, pork, chicken 사이의 유의적인 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 제품에 사용된 육단백질, 칼슘 및 비타민의 양이 전체 중량의 4.95%, 초콜릿 양의 16.6%가 사용되었지만 색도에 영향을 미치지 않은 것으로 보인다. 따라서 육류단백질을 첨가한 제품은 Hunter value 측정결과 L*값, a*값 및 b*값에서 통계적으로 Control과 동일한 제품(p>0.05)으로 보여진다.

Table 3-4-9. Color value of meat protein brownie

Hunter value	Control	Beef	Pork	Chicken
CIE L*	24.74±2.16	24.29±0.79	24.15±1.18	23.33±0.87
CIE a*	12.04±1.50	12.18±0.34	12.15±0.30	12.04±0.27
CIE b*	13.31±2.42	13.68±0.54	13.98±0.79	13.73±0.68

Values are mean±standard deviation (n=6).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different (p<0.05).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 물성(texture)

육류단백질을 첨가한 브라우니의 물성은 Table 3-4-10과 같다. control의 경도는 7.43 N/cm²(약 74,300 N/m²)를 나타내 고령친화식품 한국표준에서 제시한 품질기준 1단계 치아섭취 기준(500,000-50,000 N/m²)에 부합하는 것으로 나타났다. 육류단백질을 첨가한 beef, pork, chicken도 고령친화식품 한국표준에서 제시하는 품질기준 1단계인 치아섭취단계에 부합하는 것으로 나타났다. Control에 비해 육류단백질 첨가 제품의 경도가 높아지기는 했으나 통계적으로 유의적인 차이(p>0.05)는 없었다. 검은콩 첨가량이 증가할수록 hardness가 증가하는 것으로 나타난 Jeong과 Yoo(2010), 쌀가루 혼합분 첨가량이 증가할수록 hardness가 증가한 Ju, Nam과 Lee (2006)의 결과와 유사한 경향을 보여 밀가루 대신 첨가한 육류단백질과 칼슘은 브라우니의 점도와 비중을 높여 육류단백질을 첨가한 제품의 경도를 높이는 결과를 보였다. 고령친화식품표준에서 제시한 품질기준 2단계인 잇몸(50,000-20,000 N/m²)이나 3단계인 혀(20,000 N/m² 이하)로 섭취하는 기준을 충족하지는 못했지만 육류 단백질 첨가 브라우니 제품은 잇몸이나 혀로 녹여 섭취할 수 있으므로 고령친화식품으로 문제가 없음을 확인할 수 있었다. 구운 검은콩 분말을 첨가한 스펀지케이크의 texture 결과에서 cohesiveness와 gumminess는 구운 검은콩 분말 첨가량이 증가할수록 유의적인 차이가 없었다고 한 Jung(2012)의 결과와 일치 하였다. Cohesiveness(응집성), springiness(탄력성), gumminess(점성) 및 chewiness(씹힘성)에서는 Control과 처리구들 간의 유의적인 차이가 없었다(p>0.05).

Table 3-4-10. Textural properties of meat protein brownie

Traits	Control	Beef	Pork	Chicken
Hardness (N/cm ²)	7.43±2.84	8.37±1.12	10.22±0.67	9.89±0.46
Cohesiveness	0.15±0.03	0.14±0.01	0.13±0.01	0.13±0.01
Springiness	0.22±0.10	0.16±0.02	0.13±0.01	0.13±0.02
Gumminess (N/cm ²)	1.19±0.63	1.19±0.18	1.30±0.19	1.31±0.13
Chewiness (N/cm ²)	0.30±0.22	0.19±0.04	0.16±0.01	0.18±0.05

Values are mean±standard deviation(n=16).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different(p<0.05).

- 육류단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트의 관능검사

소비자들이 느끼는 관능실험 결과는 Table 3-4-11과 같다. 부드러움에 대한 기호도는 6.30-6.65 정도로 통계적인 차이(p>0.05)를 느끼지 못했다. 이는 Control과 육류단백질을 첨가한 제품에 대한 물성측정 결과 Hardness에서 가장 부드럽게 나타 난 Control 7.43(N/cm²)과 달리,

관능검사에서는 pork 단백질을 첨가한 샘플을 6.30 N/cm²으로 가장 부드럽다고 느껴 물성 실험과 기호도 실험에서 관능의 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 다만 물성 실험, 관능실험 모두 샘플 간 통계적 차이는 없었다($p > 0.05$). 촉촉함, 달콤함, 풍미, 전체적인 기호도에서도 Control과 육류 단백질을 첨가한 제품 간의 통계적인 차이는 나타나지 않아 영양학적으로 우수한 건강 지향적·고령 친화형 브라우니 제품 개발 가능성을 확인할 수 있었다($p > 0.05$).

Table 3-4-11. Sensory properties of meat protein brownie

Traits	Control	Beef	Pork	Chicken
Softness	6.48±2.00	6.65±1.99	6.30±1.26	6.61±1.50
Juiciness	6.04±2.01	6.78±1.88	6.43±1.73	6.96±1.43
Sweetness	6.39±1.41	6.70±1.18	6.00±1.35	6.00±1.54
Flavor	6.39±1.73	5.87±1.87	5.48±1.56	5.87±1.96
Overall acceptability	6.22±1.73	6.57±1.97	5.91±1.59	6.04±1.99

Values are mean±standard deviation (n=25).

Means with the same superscripts in a row are not significantly different ($p < 0.05$).

1=dislike, 10=like.

○ 결론

사람들이 즐겨 먹는 디저트의 한 종류인 브라우니는 설탕, 버터, 초콜릿 등을 많이 사용하여 단맛과 기호도는 높지만 에너지 과잉섭취로 인한 비만 등 건강에 악영향을 미치는 많은 문제점을 가지고 있다. 본 연구는 브라우니의 이러한 단점을 개선하기 위해 밀가루의 35.2%를 육류 단백질인 beef, pork, chicken 단백질로 대체하고 Ca과 비타민C를 첨가하여 건강 지향적·고령친화형 육류단백질 브라우니를 개발하기 위해 수행하였다. 실험결과 일반 브라우니인 Control보다 단백질 함량이 164.3–169.1% 높은 브라우니를 개발할 수 있었다($p < 0.05$). Ca은 Control에 비해 256.9–290%증가($p < 0.05$) 했고, 비타민C는 0 IU에서 22.8–38.6 IU로 증가하여($p < 0.05$) 칼슘과 비타민이 영양권장량을 충족한 우수한 제품의 브라우니를 만들 수 있었다. pH와 color value CIE L*, a* 및 b*값은 Control과 육류단백질을 첨가 브라우니 간 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 물성 측정을 통한 texture와 관능실험 결과도 Control과 육류단백질 첨가 브라우니 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 본 연구를 통해 단백질 5.58 g, 칼슘 43.90 mg, 비타민C 0.0 IU 함량으로 한국산업표준의 고령친화식품 기준(100 g당 1일 권장량의 10%에 해당하는 단백질 6 g, 칼슘 80 mg, 비타민C 10 IU)에 미치지 못했던 기존 브라우니는 단백질 9.17–9.44 g, 칼슘112.89–130.45 mg, 비타민C 22.84–38.69 IU로 한국산업표준의 고령친화식품 기준을 충족했다. 단백질은 164.3%, Ca은 256.9% 그리고 비타민은 최소 22.8 IU 이상 함유한 우수한 제품이면서도 물성과 관능은 일반적인 브라우니에 뒤지지 않는 건강지향적·고령친화형 제품개발 가능성을 확인할 수 있었다. 다만 육류단백질을 첨가한 제품 간 비중은 유의적인 차이는 없었으나 Control에 비해 약간 높아져서 제품의 부피와 수율이 낮아지게 했다($p < 0.05$). 육류단백질을 첨가한 제품이 Control에 비해 수분이 다소 낮게 나타나는 문제($p < 0.05$)와 pH가 제품에 어떤 영향을 미치는지는 추후 더 많은 연구를 통해 그 원인을 밝혀야 할 것으로 사료된다.



Raw meat material before drying



Raw meat material during hot-air drying



Milling of dried meat



Meat powder for brownie manufacturing



Food ingredients for brownie manufacturing



Brownie formulated with meat powder

Figure 3-4-6. Photos of manufacturing process of brownie formulated with meat powder

마. 제4협동연구기관(경상국립대) 주요 연구결과

동·식물성 단백질의 종류 및 농도에 따른 젤리푸드의 품질특성

○ 서론

유엔에서는 65세 이상의 고령인구 비율이 7%가 넘으면 고령화 사회, 14%가 넘으면 고령사회, 20%가 넘으면 초고령사회로 분류하고 있다. 통계청에서 조사한 주요 연령계층별 추계인구 자료에 의하면 우리나라의 65세 이상 고령인구 비율은 2018년에 14.3%로 이미 고령사회로 진입하였으며, 오는 2025년에는 고령인구 비율이 20.3%로 초고령사회로의 진입이 예상된다(KOSIS, 2019). 이에 경제 주체가 고령층으로 이동함에 대비하여 고령친화산업의 육성이 강조되고 있으며, 식품산업 분야에서도 고령친화식품의 개발을 위해 노력하고 있다.

고령자는 대사기능 저하, 구강 및 치아의 약화로 식사량이 감소하게 되고 이로 인해 영양섭취 불균형과 단백질 섭취 부족으로 신체 건강이 악화된다. 그 중에서도 특히 치아 약화와 소화능력 저하에 따른 섭식 장애는 고령자의 일반 식품 섭취에 제한을 줄 수 있다. 따라서, 우리나라도 고령자의 구강 및 치아 상태에 따라 저작 단계별 한국형 고령친화 식품 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 한국산업표준(KS; Korean Industrial Standards)에서는 고령친화식품의 품질기준을 치아 섭취가 가능한 1단계(경도 500,000–50,000 N/m²), 잇몸 섭취가 가능한 2단계(경도 50,000–20,000 N/m²) 및 혀로 섭취가 가능한 3단계(경도 20,000 N/m² 이하 또는 점도 1,500 mPa·S 이상)로 구분하고 있다(Korean Industrial Standard, 2019).

고령친화형 식품에는 분말식, 유동식, 연하식, 젤리푸드 및 점도증진제 등의 다양한 형태가 있으며, 우리나라의 경우 식품의 영양적 가치를 중심으로 생각하여 유동식 형태의 고령친화형 식품이 주로 시판되어 왔다. 그러나 고령친화형 식품은 영양적 가치뿐만 아니라 고령자의 치아약화 및 소화능력 저하로 인한 섭식 장애를 생각하여 섭취의 용이성 또한 고려되어야 한다. 고령친화형 식품의 다양한 형태 중에서 젤리푸드는 저작 및 섭취가 용이한 단백질 식품으로 제조 시에 젤라틴의 첨가 농도에 따라 젤리푸드의 경도 조절이 용이하다는 장점이 있다(Kim et al., 2014). 그러나 젤라틴은 아미노산 조성이 단순하고 필수아미노산 함량이 17.50%로(Karim and Bhat, 2008) 낮아 양질의 고단백 고령친화식품 개발에는 충분치 않은 소재이다. 또한, 서양의 경우 헤드 치즈(head cheese), 슐츠(sülze) 등의 젤리푸드가 이미 보편적인 육제품으로 자리 잡아 대중적인 섭취가 이루어지고 있다. 그러나 우리나라의 경우 젤리푸드는 주로 당절임 형태의 스낵류에 국한되어 있어, 고령층에게 양질의 영양소를 공급하기 위한 젤리푸드의 개발은 연구가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 젤라틴을 활용한 기존의 젤리푸드의 영양적 가치가 낮아 양질의 고령친화형 식품 개발에는 적합하지 않기에 상업적 활용도가 우수하거나 젤 형성능이 보고된 단백질 소재를 탐색하였으며, 그 결과 젤라틴을 포함한 동물성 단백질 6종(돈육 근원섬유단백질, 혈장단백질, 돈피 젤라틴, 카제인, 유청단백질 및 난단백질)과 식물성 단백질 3종(농축대두단백질, 분리대두단백질 및 완두단백질) 등 총 9종의 다양한 동·식물성 단백질 소재를 공시재료로 선정하였다. 각 단백질의 필수아미노산 함량은 다음과 같다(Douglas and Kalman, 2014; Karim and Bhat, 2008; Kinsella and Whitehead, 1989; Nishinari et al., 2014; Shimada and Matsushita, 1980; Trisha et al., 2010); 동물성 단백질 6종(돈육 근원섬유단백질: 52.40%, 혈장단백질: 36.33%, 돈피젤라틴: 17.50%, 카제인: 43.00%, 유청단백질: 46.90% 및 난단백질: 55.50%), 식물성 단백질 3종(농축대두단백질: 37.80%, 분리대두단백질: 37.20% 및 완두단백질: 41.67%).

동물성 단백질 중에서 근원섬유단백질(myofibrillar protein)은 근육 내 존재하는 염용성 단백질로 pH에 의존적인 젤 형성 특징이 있다(Sun and Holley, 2011). 혈장단백질(blood plasma)은 가축의 혈액에서 분리한 단백질로 단백질 용해성이 70℃ 이하에서는 서서히 감소하다가 70–80℃에서는

크게 감소하는 특성이 있다. 돈피 젤라틴(pork skin gelatin)은 상업적으로 돈피를 산팽윤 하여 젤라틴을 열수추출하며, 35℃의 비교적 낮은 온도에서도 젤 형성이 가능하다고 보고된 바 있다(Karim and Bhat, 2008). 카제인(casein)과 유청단백질(whey protein)은 유제품 제조공정에서 발생하는 대표적인 유단백질로 각각 등전점 침전 또는 막분리 방법으로 분리된다. 카제인은 열에 대한 안정성이 매우 뛰어나며, 유청단백질은 60℃ 이상에서 변성, 응고되어 80℃ 이상으로 가열 시 젤을 형성한다(Kinsella and Whitehead, 1989). 난단백질(egg white protein)은 전체 단백질의 약 70%가 열에 의해 응고되며, pH 7.0의 난백 중 ovotransferrin과 ovalbumin은 각각 65℃와 84℃에서 열변성이 일어난다(Kazuko and Matsushita, 1980).

식물성 단백질 중에서 대두단백질(soy protein)은 탈지대두단백질에서 비단백성 물질을 제거하여 농축한 것으로 대표적인 대두단백 소재 중 하나이다. 대두단백질은 단백질 함량에 따라 단백질 함량 90% 이상의 분리대두단백질(isolated soy protein, ISP) 및 단백질 함량 70% 이상의 농축대두단백질(concentrated soy protein, CSP)로 구분한다(Kim et al., 2009). 대두단백질은 콩에서 단백질만 정제하여 건조한 것으로 80℃ 이상에서 젤 형성이 시작되며, 염 농도가 높아질수록 젤 형성 시작 온도가 높아진다(Nishinari et al., 2014). 완두단백질(pea protein)은 젤 형성에 있어 온도에 의존적이거나 대두단백질과 비교하여 약한 열유도 젤을 형성하는 특징이 있다(Shand et al., 2007).

따라서, 본 연구는 다양한 동·식물성 단백질 소재를 활용하여 고단백의 고령친화형 젤리푸드를 개발하기 위해 단백질 종류와 농도에 따른 젤 형성능 및 열유도성 친수성 젤의 이화학적 및 물성 특성을 평가하고자 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료
- 단백질 분말 분석(조단백질 함량)

본 연구에 사용된 단백질은 총 9종이며, 단백질 분말의 조단백질 함량은 질소단백질 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Langensfeld, Germany)를 활용하여 측정하였다. 조단백질 함량은 측정된 질소 함량에 질소 계수는 곱하여 산출하였고, 이때 질속 계수는 돈육 근원섬유단백질 6.25, 혈장단백질 6.25, 돈피젤라틴 5.55, 카제인 6.38, 유청단백질 6.38, 난단백질 6.25, 농축대두단백질 5.52, 분리대두단백질 5.52 및 완두단백질 5.52를 사용하였다.

Table 3-5-1. Protein and moisture contents of various animal and plant proteins

Protein types	Protein content (g/100 g)	Moisture content (g/100 g)
Porcine myofibrillar protein	78.73±1.33	14.47±0.02
Blood plasma protein	75.28±0.43	7.35±0.02
Pork skin gelatin	91.12±0.52	5.83±0.00
Casein	89.31±0.80	9.12±0.05
Whey protein concentrate	77.02±0.91	7.36±0.03
Egg white protein	79.19±0.16	6.56±0.07
Concentrated soy protein	54.77±1.03	6.92±0.32
Isolated soy protein	76.65±0.18	4.31±0.82
Pea protein	70.28±0.29	6.36±0.23

분석한 결과에 따른 동·식물성 단백질 분말의 조단백질 함량은 다음과 같다(Table 3-5-1): 동물성 단백질 6종(돈육 근원섬유단백질: 78.73 g/100 g, 혈장단백질: 75.28 g/100 g, 돈피 젤라틴: 91.12 g/100 g, 카제인: 89.31 g/100 g, 유청단백질: 77.02 g/100 g 및 난단백질: 79.19 g/100 g), 식물성 단백질 3종(농축대두단백질: 54.77 g/100 g, 분리대두단백질: 76.65 g/100 g 및 완두단백질: 70.28 g/100 g). 수분 함량의 경우 돈육 근원섬유단백질을 제외한 모든 단백질 분말에서 10 g/100 g 이하의 수분 함량을 나타내었다.

- 단백질 젤의 제조

모든 시료는 조단백질 함량 측정 결과에 근거하여 최종 단백질 농도가 6-20%(2% 간격, w/w)가 되도록 증류수와 혼합하였고, 혼합물은 90°C에서 30분간 가열하였다(가열속도: 약 3.80°C/min). 가열된 시료는 상온에서 2시간 동안 방냉 후 무게를 측정하고 분석에 사용하였다.

- pH 측정

각 단백질 분말의 pH는 단백질 농도 10% 용액(w/v)을 만들어 electronic pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 3회 측정하였다. 가열 전과 후의 pH는 시료 3 g과 증류수 27 ml을 혼합하여 electronic pH-meter를 이용하여 시료 당 총 3회 측정하였다.

- 색도 측정

단백질 분말 및 가열 후 젤 단면의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 시료 당 6회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 가열 감량

단백질 젤의 가열 감량은 6-20%(2% 간격, w/w) 농도에 맞춰 단백질 분말과 증류수의 무게를 측정하며 제조된 혼합물을 90°C의 항온수조에서 30분간 가열하였다. 가열이 끝난 단백질 젤은 상온에서 2시간 동안 방냉하여 무게를 측정한 뒤 가열 전·후의 무게를 비교하여 가열 감량을 계산하였다.

- 젤 형성능 평가

단백질 젤 형성능 평가는 6-20%(2% 간격, w/w) 농도에 맞춰 제조한 단백질 혼합액을 가열 후 냉각시켜 젤 형성 유무 및 젤 상태를 시각적으로 관찰하였다.

- 물성 평가

단백질 젤의 물성은 한국산업표준 물성 측정 기준에 근거하여 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 단백질 전기영동 (SDS-PAGE)

시료의 단백질 전기영동은 Laemmli(1970)의 방법을 응용하여 실시하였다. 시료는 시료 2 g에 15 ml의 1.1 M potassium iodide를 포함하는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.2)를 가하고, 균질기(T25 basic ultra turrax, Ika works, Inc., Staufen, Germany)로 11,000 rpm에서 1분간 균질한 후, 4°C의 냉장고에서 하루 동안 보관하였다. 그 후, 1,500×g으로 4°C에서 20분간 원심분리하고, 상등액은 Whatman No. 1 여과지로 여과하였다. 여과된 상등액의 단백질 농도는 Biuret 방법(Gornall et al., 1949)으로 정량하여 분석에 사용하였다. 모든 시료의 단백질 농도는 증류수를 이용하여 3.125 ml/mL로 희석 후 sample buffer(Laemmli 5X, elpis, Deajeon, Korea)와 4:1 비율로 희석하여 모든 처리구의 단백질 농도가 2.5 mg/ml이 되도록 희석하였다. 완성된 샘플 용액은 100°C로 예열된 항온수조에서 5분간 가열하고 방냉 후 전기영동(mini protein tetra cell, Bio-Rad, CA, USA)을 실시하였다. 샘플 용액 20 µl를 12% polyacrylamide gel(4% stacking gel, 12% separating gel)에 주입하였다. 주입된 단백질은 15분간 70 V 전압으로 stacking gel을 통과시킨 후, 100 V로 120분 동안 separating gel을 통과시켰다. 전기영동이 완료된 gel은 staining 용액(0.25%(w/v) Coomassie blue R-250, 50%(v/v) methanol, 40%(v/v) distilled water, 10%(v/v) acetic acid)에 담가 염색 시킨 후 de-staining 용액(50%(v/v) methanol, 40%(v/v) distilled water, 10%(v/v) acetic acid)으로 탈색을 실시하였다. 분자량 확인을 위해 표준 물질(Dokdo-mark EBM-1032, elpis, Deajeon, Korea)을 사용하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 단백질의 종류 및 농도에 따른 친수성 콜로이드 단백질 젤의 이화학적 특성

각종 동·식물성 단백질의 pH는 10%(w/w) 단백질 농도에서 측정하였고, 가열 전·후 pH를 Table 3-5-2에 나타내었다. 가열 전 pH의 경우 난단백질(7.39), 유청단백질(7.33), 분리대두단백(7.30) 및 혈장단백질(7.19)이 pH 7 이상의 상대적으로 높은 pH를 나타내었고, 농축대두단백(6.94), 완두단백질(6.89) 및 돈육 근원섬유단백질(6.59)은 중성에 가까운 pH를 나타내었다.

Table 3-5-2. pH value of various animal and plant protein gels at 10% concentration (w/w)

Protein types	Protein solution before heating	Heat-induced gel
Porcine myofibrillar protein	6.59 ^E	6.60 ^D
Blood plasma protein	7.19 ^C	7.45 ^B
Pork skin gelatin	4.15 ^G	4.80 ^E
Casein	4.78 ^F	4.80 ^E
Whey protein concentrate	7.33 ^{AB}	7.67 ^A
Egg white protein	7.39 ^A	7.63 ^A
Concentrated soy protein	6.94 ^D	7.04 ^C
Isolated soy protein	7.30 ^B	7.64 ^A
Pea protein	6.89 ^D	7.08 ^C
SEM ¹⁾	1.13	1.09

^{A-G}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

¹⁾SEM: standard error of the means.

반면 카제인(4.78)와 돈피젤라틴(4.15)의 pH는 약산성을 나타냈는데, 이는 카제인과 젤라틴이 상업적으로 산 응고 및 추출 방법으로 제조되기 때문이라고 사료된다. 가열 이후 모든 단백질 시료의 pH는 증가하는 경향을 나타내었고, 돈육 근원섬유단백질, 돈피젤라틴 및 카제인 겔의 경우 pH 7 이하를 나타내었다. 단백질을 활용한 식품 제조에서 pH는 최종제품의 품질에 영향을 미치는 중요한 요인으로 특히 해당 단백질의 등전점(isoelectric point)에서 용해성이 급격히 감소하여 가공적성이 열악해지는 특성을 나타낸다.

각종 동·식물성 단백질의 가열 전·후 색도는 10%(w/w) 단백질 농도에서 측정하였다(Table 3-5-3). 가열 전 단백질 용액의 색도는 난단백질이 가장 높은 명도(CIE L*)를 나타내었고($p < 0.05$), 돈육 근원섬유단백질과 혈장단백질은 유의적으로 가장 낮은 명도를 나타내었다. 가열 이후 돈육 근원섬유단백질 겔의 명도는 증가한 반면 나머지 모든 단백질 겔의 명도는 감소하는 경향을 나타내었다. 단백질 겔의 적색도(CIE a*)는 가열 전 혈장단백질과 완두단백질에서 유의적으로 높게 나타났고, 가열 이후에도 완두단백질에서 가장 높은 적색도를 나타내었다($p < 0.05$). 황색도(CIE b*)의 경우 혈장단백질과 완두단백질이 가열 전·후 모두에서 비교적 높은 수치를 나타내었다. 전체적으로 가열 전 명도는 75.52-95.23, 적색도는 -2.48-2.80 및 황색도는 5.08-25.82의 범주를 나타내었고, 가열 후 명도는 26.65-80.75, 적색도는 -8.98-4.98 및 황색도는 3.16-21.40의 범주를 나타내었다. 따라서, 가열 이후 단백질 겔의 색도는 단백질 종류에 따라 크게 차이가 나는 것으로 평가되었고, 이러한 이유는 가열에 의한 단백질의 열변성 및 이에 따른 수분 손실 등이 발생하기 때문이라고 사료된다.

Table 3-5-3. Color characteristics of various animal and plant protein gels at 10% concentration (w/w)

Protein types	Protein solution before heating			Heat-induced gel		
	CIE L*	CIE a*	CIE b*	CIE L*	CIE a*	CIE b*
Porcine myofibrillar protein	75.58 ^E	1.41 ^B	17.21 ^C	80.75 ^A	-2.34 ^F	12.06 ^D
Blood plasma protein	75.52 ^E	2.80 ^A	25.82 ^A	61.63 ^E	2.59 ^C	18.79 ^B
Pork skin gelatin	91.07 ^B	-0.47 ^D	14.33 ^E	26.65 ^G	-1.05 ^E	5.28 ^F
Casein	90.43 ^B	-2.33 ^F	16.68 ^{CD}	77.06 ^B	-2.87 ^F	7.94 ^E
Whey protein concentrate	90.76 ^B	-0.97 ^E	5.35 ^{DE}	52.41 ^F	-4.80 ^G	3.16 ^G
Egg white protein	95.23 ^A	-2.48 ^F	17.17 ^C	71.25 ^C	-8.98 ^H	6.79 ^{EF}
Concentrated soy protein	90.21 ^B	0.66 ^C	5.08 ^{DE}	72.23 ^C	3.80 ^B	18.75 ^B
Isolated soy protein	87.93 ^C	0.59 ^C	6.70 ^{CD}	68.29 ^D	0.46 ^D	14.77 ^C
Pea protein	81.91 ^D	2.74 ^A	21.99 ^B	63.02 ^E	4.98 ^A	21.40 ^A
SEM ¹⁾	1.33	1.85	3.59	15.39	4.19	6.33

^{A-G}Means sharing the same letters within a column are not significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾SEM: standard error of the means.

각종 동·식물성 단백질 겔의 가열 수율은 10%(w/w) 단백질 농도에서 측정하였다(Figure 3-5-1). 가열 수율은 농축대두단백질(98.59%)과 유청단백질(98.17%)이 높은 수치를 나타내지만 카제인(38.03%)은 가장 낮은 가열수율을 나타내었다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 카제인 분말의 pH가 등전점에 가깝고, 실제 단백질 용액 제조 과정에서 용해도가 매우 낮아 수분 결합력과 흡수력이 낮기 때문이라고 사료된다.

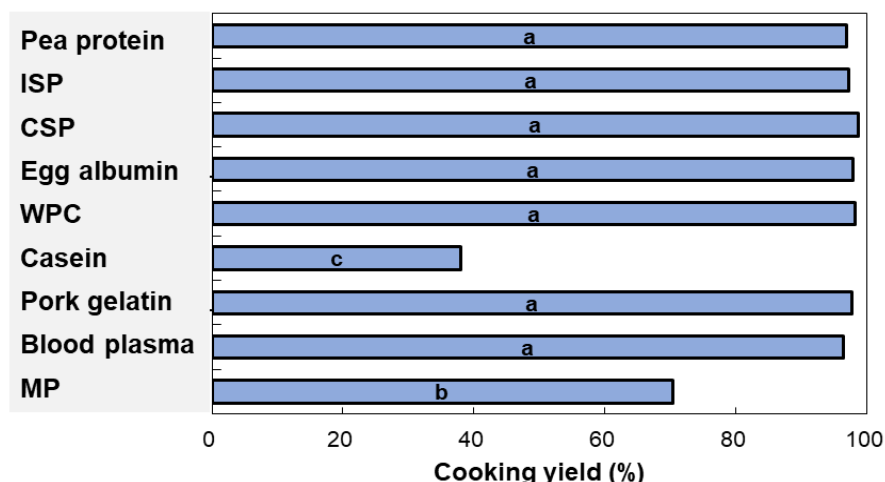


Figure 3-5-1. Cooking yield of various animal and plant proteins at 10% concentration (w/w). a-c Means with different letters are significantly different among treatments ($p < 0.05$). WPC, whey protein concentrate; CSP, concentrate soy protein, ISP, isolated soy protein. MP, porcine myofibrillar protein.

- 동·식물성 단백질의 종류 및 농도에 따른 열유도 친수성 단백질 겔의 물성 특성

각종 동·식물성 단백질의 열유도 겔화에 의한 시각적 겔 형성능은 Table 3-5-4에 나타내었다. 돈육 근원섬유단백질과 카제인은 6-20% 단백질 농도에서 가열 이후 부분적으로 응고되거나 침전된 형태의 단백질 입자를 형성하였다. 혈장단백질, 돈피젤라틴 및 난단백질은 6-20%의 모든 농도에서 열유도성 겔 형성이 가능한 것으로 평가되었다. 유청단백질, 농축대두단백, 분리대두단백 및 완두단백질은 농도에 따라 겔 형성능이 다르게 나타났는데, 각각 10%, 10%, 10% 및 16%에서 뚜렷한 열유도성 단백질 겔의 형성이 가능한 것으로 평가되었다.

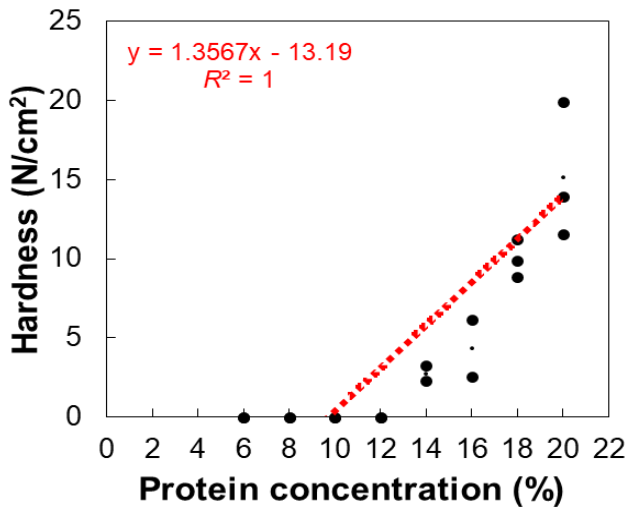
각종 동·식물성 단백질의 농도별 열유도성 단백질 겔의 경도는 Figure 3-5-2에 나타내었다. 대부분의 단백질 분말은 농도에 의존적으로 경도가 증가하는 경향을 나타내었다. 돈육 근원섬유단백질은 10% 농도부터 겔 형성이 가능하였고, 단백질 농도에 따른 경도의 선형적 증가를 나타내었다(Figure 3-5-2a). 혈장단백질, 돈피젤라틴, 유청단백질 및 난단백질은 6% 농도부터 겔 형성이 가능하였고, 단백질 농도에 따라 경도가 거의 선형적으로 증가하여 0.9 이상의 높은 설명계수를 나타내었다.

Table 3-5-4. Visual gelation of various animal and plant protein gels at different concentration (6-20%)

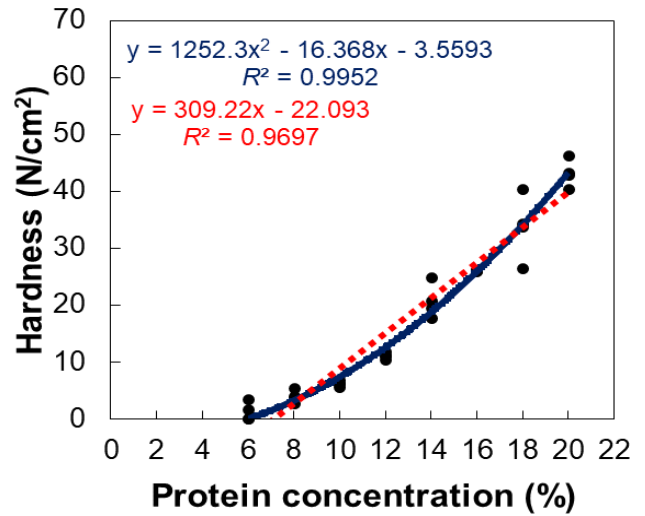
Protein types	Protein concentration (% , w/w)							
	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
Porcine myofibrillar protein	□	□	□	□	□	□	□	□
Blood plasma protein	○	○	○	○	○	○	○	○
Pork skin gelatin	○	○	○	○	○	○	○	○
Casein	□	□	□	□	□	□	□	□
Whey protein concentrate	×	×	○	○	○	○	○	○
Egg white protein	○	○	○	○	○	○	○	○
Concentrated soy protein	×	×	○	○	○	○	○	○
Isolated soy protein	△	△	○	○	○	○	○	○
Pea protein	×	×	×	×	×	○	○	○

×, no gelation without any changes; △, viscous solution; □, partially coagulated protein mass; ○, entirely distinct gelation.

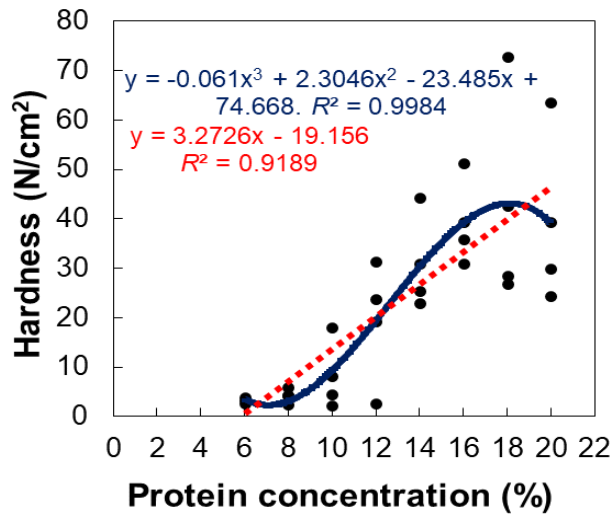
(a) Porcine myofibrillar protein



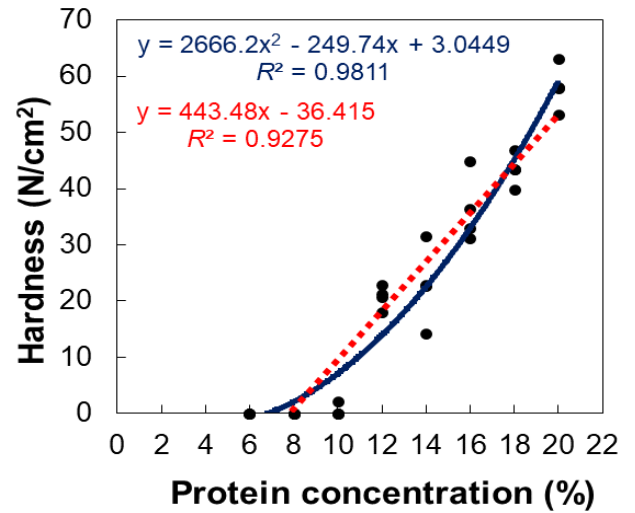
(b) Blood plasma protein



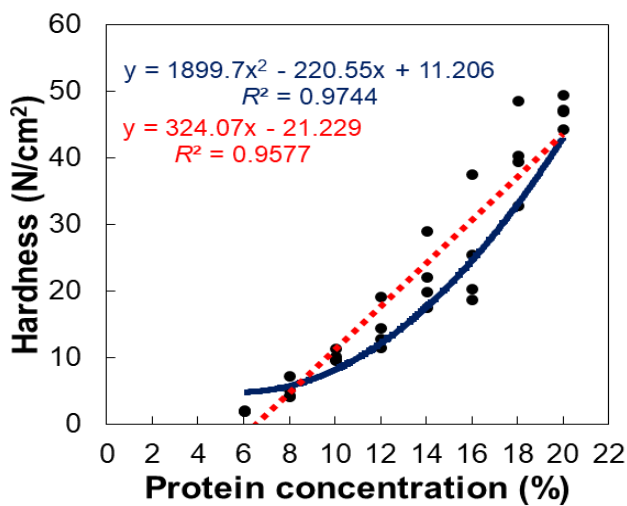
(c) Pork skin gelatin



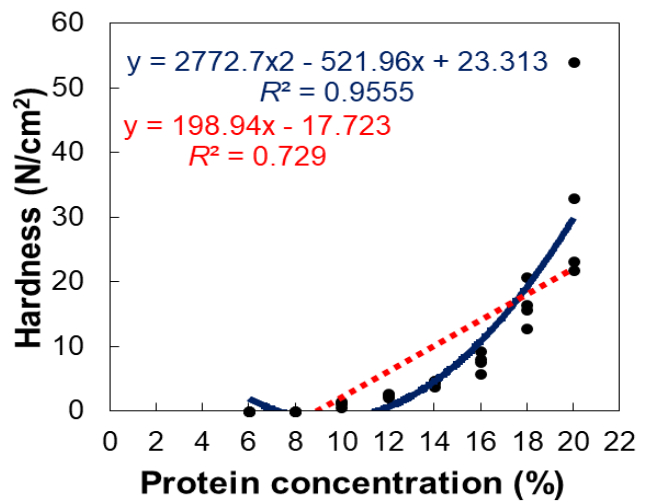
(d) Whey protein concentrate



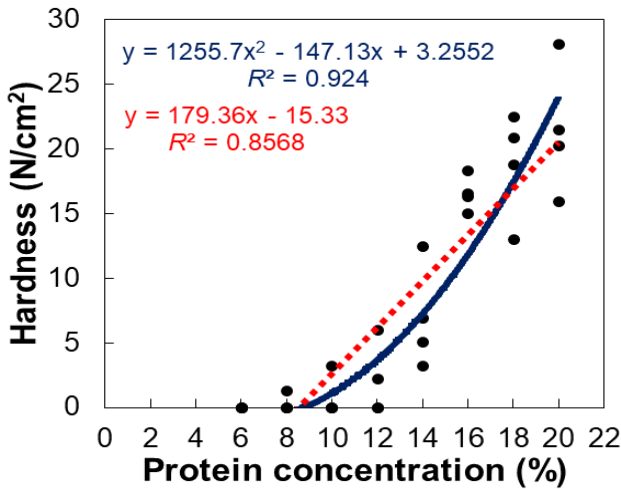
(e) Egg white protein



(f) Concentrated soy protein



(g) Isolated soy protein



(f) Pea protein

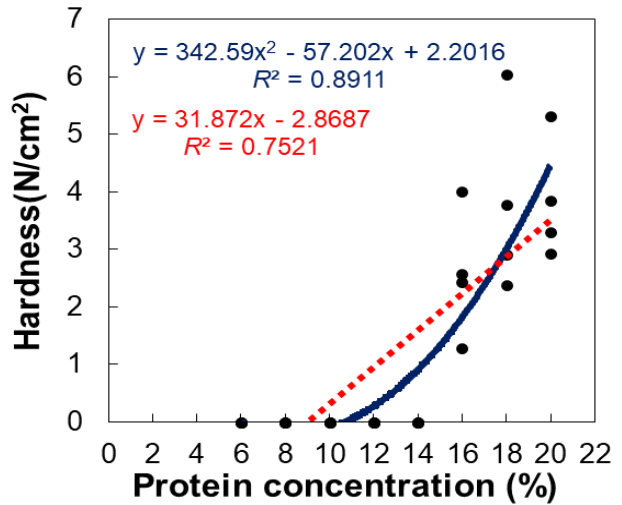


Figure 3-5-2. Changes in hardness of heat induced gels prepared with various animal and plant proteins at different concentrations (0-20%, 2% interval).

- 동·식물성 단백질의 종류에 따른 열유도 친수성 단백질 겔의 전기영동 패턴

각종 동·식물성 단백질을 활용한 열유도 단백질 겔의 단백질 전기영동 결과는 Figure 3-5-3에 나타내었다. 돈피젤라틴은 분자량 100-140 kDa 사이에서 alpha-subunit으로 추정되는 단백질 밴드들이 관찰되었고, 저분자 분획들이 광범위하게 나타났다. 난단백질의 경우 egg albumin(42.7 kDa)으로 추정되는 단백질 밴드가 35-50 kDa 사이 및 ovotransferrin(76 kDa)으로 추정되는 단백질 밴드가 70 kDa 부근에서 선명하게 나타났다. 유청단백질은 β-lactoglobulin(36.8 kDa) 및 α-lactalbumin(14.2 kDa) 등으로 추정되는 단백질 밴드가 나타났고, 50-70 kDa 사이의 단백질 밴드들은 bovine serum albumin, lactoferrin 및 immunoglobulin heavy chain 등으로 추정된다.

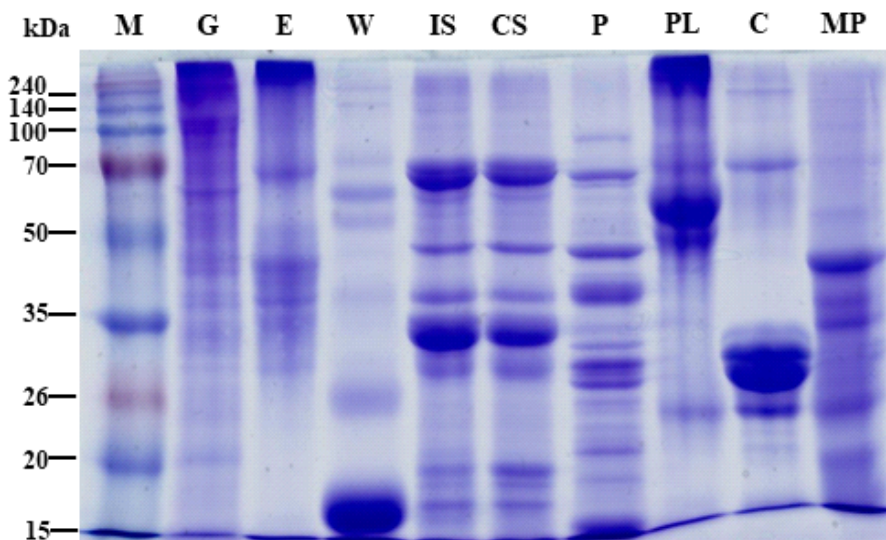


Figure 3-5-3. A representative photo of SDS-PAGE obtained from heat induced gels prepared with various animal and plant proteins. M, protein standard marker; G, pork skin gelatin; E, egg white protein, W, whey protein concentrate; IS, isolated soy protein; CS, concentrated soy protein; P, pea protein; PL, blood plasma protein; C, casein; MP, porcine myofibrillar protein.

농축대두단백과 분리대두단백은 매우 유사한 단백질 분해 패턴을 나타내었고, 완두단백질도 몇몇 단백질 밴드에서 대두단백과 유사한 분자량의 단백질 밴드들이 관찰되었으나 전반적인 분포 및 강도에서는 상당한 차이가 나타났다. 혈장단백질은 albumin(67 kDa)으로 추정되는 단백질 밴드가 50-70 kDa 사이에서 강한 강도를 나타내었다. 돈육 근원섬유단백질은 actin(42 kDa)으로 추정되는 강한 단백질 밴드가 관찰되었고, 근원섬유단백질은 주성분인 myosin을 구성하는 myosin heavy chain(220 kDa)의 경우 열변성이 진행된 결과를 나타내었다. 열유도 단백질 겔의 단백질 분해 패턴을 평가하여 가열에 따른 단백질 분자 간의 상호작용 및 열변성 관계를 규명하는데 중요한 연구 자료가 된다고 사료되며, 전반적으로 기존에 보고된 가열 단백질의 특성과 큰 차이를 나타내지 않았다.

○ 결론

본 연구는 섭취가 용이한 양질의 고단백 고령친화형 젤리푸드를 개발하기 위해 동·식물성 단백질의 종류와 농도에 따른 젤의 특성을 평가하였다. 결과적으로, 돈피 젤라틴, 난단백질, 혈장단백질, 유청단백질, 분리대두단백질, 농축대두단백질 및 완두단백질의 젤은 제조 시 첨가되는 단백질 농도에 따라 경도 조절이 가능하였고, 특히 난단백질과 유청단백질은 다른 단백질들에 비해 가열수율이 높고 단백질 농도에 따른 젤 형성 및 경도의 조절이 용이하여 향후 고령친화형 젤리푸드 개발에 활용도가 우수할 것으로 기대된다. 따라서, 기존에 젤리푸드 제조에 주로 사용되는 젤라틴과 난단백질 또는 유청단백질과의 상호작용에 관한 연구가 이루어진다면 이들 소재를 활용한 고단백의 고령친화형 젤리푸드 제조가 가능할 것으로 기대된다. 그러나 대부분의 식품 단백질이 단백질 농도 증가에 따라 선형적인 경도 증가를 나타내어, 단백질 함량을 높이기 위해 과도한 단백질 분말을 사용할 경우 지나친 경도의 증가가 발생할 수 있다는 문제점이 파악되었다.

단백질 열유도 상호작용 기반의 고령친화형 친수성 콜로이드 개발

○ 서론

최근 우리나라는 인구고령화가 빠르게 진행되고 있어 2025년에는 인구 중 65세 이상의 고령층 비율이 20% 이상인 초고령 사회로의 진입이 예상된다. 고령사회가 진행 될수록 사회적으로는 고령친화적 환경을 조성하는데 관심이 높아지고 있다. 특히, 경제력이 있는 베이비부머 세대가 고령층으로 진입하며 경제 주체가 점차 고령층으로 이동할 것으로 예상된다. 또한, 국가적 차원의 미래유망산업으로 고령친화산업에 육성이 강조되고 있으며, 식품산업 분야에서도 고령친화식품의 개발을 위한 노력이 지속되고 있다. 하지만 고령층은 신체 및 대사기능 저하로 영양섭취가 불균형해지고, 특히 치아 약화와 소화능력 저하에 따른 섭식 장애로 일반 식품의 섭취가 제한적일 수 있다. 이로 인해 고령층은 연령이 높아질수록 음식 섭취량이 줄어들며, 더욱이 단백질 섭취량 또한 감소하게 된다. 따라서, 고령층이 섭취하기 쉽고 소화가 잘 되는 식품이 필요하지만, 현재 시판되는 식품 중 고령층을 위한 식품은 미비한 실정이다.

고령친화식품의 개발에 고려할 점은 1) 고령층에게 부족하기 쉬운 영양성분(단백질, 칼슘, 식이섬유 및 비타민 등)을 풍부하게 함유, 2) 한국산업표준(최종제품의 성상 및 경도)에 부합하는 품질특성이다. 우리나라의 식품의 기준 및 규격에 의하면 고령친화식품은 제품 100 g당 단백질이 한국인 영양섭취기준의 10% 이상 함유되도록 설정되어있다. 이를 충족시키기 위해서는 성인기준으로 식품 100 g당 단백질 6 g이상이 함유되어야 한다. 한편으로, 65세 이상의 고령층은 1일 체중 kg 당 약 1.0-1.2 g의 단백질 섭취(예, 체중 70 kg 기준 일일 단백질 섭취량 70-84 g)가 필요한 것으로 보고되었다(Bauer et al., 2013). 충분한 양의 단백질 섭취는 고령층의 근감소증(sarcopenia)과 골다공증(osteoporosis)을 예방 및 지연시키는데 필수적이므로 고령층이 쉽게 저작 및 섭취가 가능한 단백질 식품의 개발이 요구되고 있다.

우리나라 한국산업표준에서는 고령친화식품의 품질기준을 저작 수준에 따라 3단계(치아, 잇몸 및 혀로 섭취)로 구분하고 있으며, 더욱 상세하게는 경도값을 기준으로 고령친화식품을 3단계로 구분하고 있다. 젤리푸드는 저작이 용이한 식품이며, 제조 시 젤라틴이나 한천의 첨가 농도에 따라 경도를 조절 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 젤라틴은 아미노산 조성이 단순하고 필수아미노산 함량이 낮아 양질의 고단백 고령친화식품 개발에는 충분치 않은 소재이다. 따라서 고령층에게 양질의 단백질을 공급 할 수 있는 젤리푸드의 개발이 요구된다. 그러나 저작성과 영양성을 고려한 고단백질의 고령친화형 젤리푸드에 관한 연구는 미비한 실정이다. 앞서 제1장의 연구 결과를 살펴보면 젤라틴의 경우 농도가 증가할 때 경도도 함께 증가하여 식감이 단단해지는 문제가 있어 기타 단백질과 혼용하여 젤리푸드의 강도를 조절함이 요구된다.

따라서, 필수아미노산이 풍부하고 저작이 용이한 고단백질의 고령친화형 젤리푸드의 개발에 관한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구는 고령친화형 젤리푸드 개발을 위해 다양한 동·식물성 단백질 소재를 활용하여 단백질 콜로이드의 이화학적 및 물리적 특성을 연구하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료
- 단백질 분말

원료는 Table 3-5-1에서 사용한 식품성 단백질 원료와 동일한 제품을 사용하였다.

- 다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 제조

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드는 젤라틴, 분리대두단백질, 난단백질 및 정제수를 다음과 같이 준비하였다(Table 3-5-5): 대조구는 6% 젤라틴, T1은 3% 젤라틴 및 3% 분리대두단백질, T2는

2% 젤라틴, 3% 분리대두단백질 및 1% 난단백질, T3는 2% 젤라틴, 2% 분리대두단백질 및 2% 난단백질, T4는 2% 젤라틴, 1% 분리대두단백질 및 3% 난단백질, T5는 3% 젤라틴, 3% 난단백질을 각각 정제수 94%와 혼합하였다. 혼합된 시료는 균질기(11,000 rpm / 1분)를 이용하여 균질하고, 90°C의 항온수조(JSIB-22T, JS Research Inc., Gongju, Korea)에서 30분간 가열하였다. 가열된 시료는 균질기로(11,000rpm / 1분) 다시 균질하고 4°C의 냉장고에서 2시간 동안 방냉하여 실험분석에 사용하였다. 젤라틴, 분리대두단백질 및 난단백질을 활용한 젤리푸드의 전체 제조 공정은 Figure 3-5-4에 나타내었다.

Table 3-5-5. Formula of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein

Treats (%)	Con	T1	T2	T3	T4	T5
Gelatin	6	3	2	2	2	3
ISP ¹⁾	-	3	3	2	1	-
Egg white protein	-	-	1	2	3	3
Water	94	94	94	94	94	94
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾ISP : Isolated soy protein.

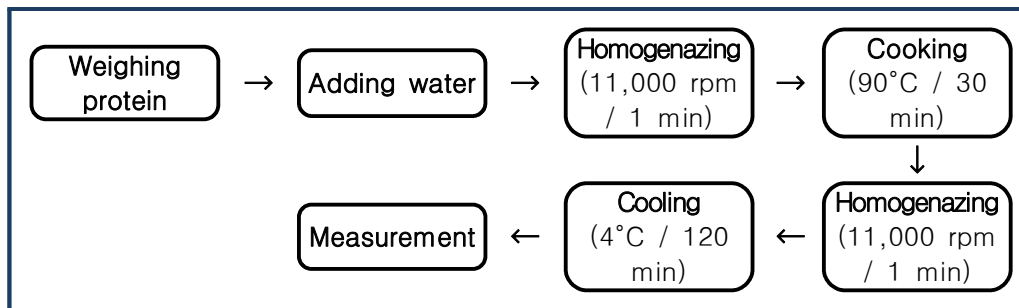


Figure 3-5-4. A diagram to illustrate manufacturing process of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein.

- pH 측정

단백질 겔의 pH는 electronic pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 3회 측정하였다.

- 색도 측정

단백질 겔의 표면 색도는 색차색도계(colorimeter)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE L*값, a*값 및 b*값을 시료 당 6회씩 측정하였다. 보정에 사용된 표준판의 CIE L*값은 97.83, a*값은 -0.43 그리고 b*값은 +1.98이었고, 광원은 illuminant C를 사용하였다.

- 최종 수율

시료의 최종 수율은 균질된 혼합물을 90°C의 항온수조에서 30분간 가열한 이후 냉장고에서 4°C의 2시간 동안 방냉하여 무게를 측정한 뒤 최초 무게와 방냉후의 무게를 비교하여 최종수율을 계산하였다.

- 일반성분

시료의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 2006)에 명시된 방법으로 수분(105°C 상압가열건조법), 지방(Soxxhlet 추출법), 회분(550°C 직접회화법) 함량을 측정하고, 단백질 함량은 질소단백질 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Langensfeld, Germany)를 이용하여 측정하였다.

- 구성아미노산 분석

시료의 구성아미노산은 AOAC법(AOAC, 2006)에 명시된 방법으로 뚜껑이 달린 시험관에 시료 1 g과 6 N HCl 15 ml을 정밀히 담은 후 질소가스를 충전하여 밀봉하고 110°C에서 24시간동안 가수분해를 실시하였다. 가수분해물은 glass wool로 거른 후 55°C에서 25분간 감압농축하여 건조를 실시하였다. 건조물은 0.02 N HCl 10 ml을 용해시키고, 용해액은 0.45 µm syringe filter(DISMIC-25CS, Advantec MFS Inc., Tokty, Japan).로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 시험용액은 nin하이드로법으로 단백질량을 측정하고 시험액을 1/30배 희석하여 구성아미노산 전용 분석기(L-8900 Amino Acid Analyzer, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 시험 용액에 대해 570 nm(프롤린은 440 nm)에서 흡광도를 측정하여 구성아미노산 조성을 분석하였다. 아미노산 전용분석기의 상세한 분석 조건은 Table 3-5-6에 나타내었다.

Table 3-5-6. HPLC conditions for analyzing amino acid profiles

Trait	Condition
Columns	Hitachi AAA PH column (#2622PH Column, 4.6 mm I.D.×60 mm, µm particles)
Sample injection	20 µl
Solution	Elution Buffer : KANTO HITACHI high speed amino acid analyzer buffer PH-1, 2, 3, 4, and RG Coloring solution: Wako ninhydrin coloring solution kit for HITACHI
Flow rate	0.4 ml/min
Absorbance	570 nm or 440 nm (only proline)
Temperature	57°C

- 단백질 전기영동 (SDS-PAGE)

시료의 단백질 전기영동은 Laemmli(1970)의 방법을 응용하여 실시하였다. 시료는 시료 2 g에 15 ml의 1.1 M potassium iodide를 포함하는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.2)를 가하고, 균질기(T25 basic ultra turrax, Ika works, Inc., Staufen, germany)로 11,000 rpm에서 1 분간 균질한 후, 4°C의 냉장고에서 하루 동안 보관하였다. 그 후, 1,500×g로 4°C에서 20분간 원심분리하고, 상등액은 Whatman No. 1 여과지로 여과하였다. 여과된 상등액의 단백질 농도는 Biuret 방법(Gornall et al., 1949)으로 정량하여 분석에 사용하였다. 모든 시료의 단백질 농도는 증류수를 이용하여 3.125 ml/ml로 희석 후 sample buffer(laemmli 5X, elpis, Deajeon, Korea)와 4:1 비율로 희석하여 모든 처리구의 단백질 농도가 2.5 mg/ml이 되도록 희석하였다. 완성된 샘플 용액은 100°C로 예열된 항온수조에서 5분간 가열하고 방냉 후 전기영동(mini protein tetra cell, Bio-Rad, CA, USA)을 실시하였다. 샘플 용액 20 µl를 12% polyacrylamide gel(4% stacking gel, 12% separating gel)에 주입하였다. 주입된 단백질은 15분간 70 V 전압으로 stacking gel을 통과시킨 후, 100 V로 120분 동안 separating gel을 통과시켰다. 전기영동이 완료된 gel은 staining 용액(0.25%(w/v) Coomassie blue R-250, 50%(v/v) methanol, 40%(v/v) distilled water, 10%(v/v) acetic acid)에 담가 염색한 후 de-staining 용액(50%(v/v) methanol, 40%(v/v)

distilled water, 10%(v/v) acetic acid)으로 탈색을 실시하였다. 분자량 확인을 위해 표준물질 (Dokdo-mark EBM-1032, elpis, Deajeon, Korea)을 사용하였다.

- 시차주사 열량분석 (differential scanning calorimetry, DSC)

시료는 동결건조하여 분말화를 실시하고, 분말상의 시료의 열변성 온도는 DSC 전용분석기 (Q200, TA Instrument, New Castle, NJ)를 이용하여 측정하였다. 시료는 알루미늄 팬에 5 mg을 칭량하고, 빈 팬을 공실험으로 사용하였다. 열량분석을 위한 시료의 가열은 -80°C 에서 160°C 까지 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 일정한 속도로 실시하였다. 흡열반응 피크의 온도는 제조사의 지침에 따라 Universal Analysis 2000 프로그램(TA Instruments, New Castle, NJ)을 사용하여 분석하였다.

- X-선 회절분석 (X-ray diffraction, XRD)

시료는 동결건조하여 2 mm 높이로 절단을 실시하고, 시료의 미세구조는 X-선 회절분석기 (Ultima IV, Rigaku Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 시료의 측정 조건은 Cu-K α radiation (40 kV/30 mA)에 의한 반사식 측정법을 사용하여 $2\theta = 10-90^{\circ}$ 에서 $2^{\circ}/\text{min}$ 의 스캐닝 속도로 실시하였다.

- 미세조직 관찰 (Field emission scanning electron microscope, FE-SEM)

시료는 동결건조하여 가로·세로·높이를 각각 $7\times 7\times 2$ mm로 절단하고, ion sputter coater (108auto, Cressington Sci. Instr., Watford, England)를 이용하여 시료 위에 얇게 백금을 이온 코팅하였다. 코팅된 시료는 전계방사형 주사전자현미경(Mira3 LM, Tescan, Brno-Kohoutovice, Czech Republic)를 이용하여 $\times 350$ 배율로 미세조직을 관찰하였다.

- 물성 평가

단백질 젤의 물성은 한국산업표준 물성 측정 기준에 근거하여 시료를 가로·세로·높이를 10 mm의 길이로 자른 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 10 mm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도(hardness)를 구하였다. 이때의 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post test speed 10 mm/s, compression 70%로 설정하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정($p < 0.05$)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 이화학적 특성

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 pH 및 색도는 Table 3-5-7에 나타내었다. 대조구(젤라틴 단독)는 분리대두단백질 및 난단백질이 혼합된 처리구들에 비하여 pH가 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 본 실험에 사용된 돈피젤라틴의 경우 pH 4.15로 분리대두단백질(pH 7.3) 및 난단백질(pH 7.39) 보다 pH가 낮기 때문이라고 사료된다. 젤라틴/분리대두단백질 혼합 처리구는 젤라틴/난단백질 혼합 처리구보다 pH가 유의적으로 높게 나타났다. 단백질 3종(젤라틴, 분리대두단백질 및 난단백질) 혼합 처리구들이 단백질 2종(젤라틴/분리대두단백질 혹은 젤라틴/난단백질) 혼합 처리구보다 pH가 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 젤리푸드의 제조에 첨가된

젤라틴 농도가 높을수록 pH는 감소하는 경향을 나타낸 것으로 판단된다.

색도 중 명도는 대조구가 분리대두단백질 및 난단백질이 혼합된 처리구들에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다. 젤라틴/난단백질 혼합 처리구가 가장 높은 명도를 나타내었다. 단백질 3종(젤라틴, 분리대두단백질 및 난단백질)을 혼합한 젤리푸드는 난단백질의 함량이 높아질수록 명도가 낮아지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 반면에 적색도와 황색도는 대조구가 단백질 혼합 처리구들에 비하여 유의적으로 높았다. 또한, 단백질 혼합 처리구들간에 적색도와 황색도의 유의적 차이가 인정되었지만, 수치적인 차이는 크지 않았다.

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 최종수율은 모든 처리구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다 (Table 3-5-7). 젤라틴, 분리대두단백질 및 난단백질은 식육가공품 제조시에 첨가하면 보수력을 높이는 소재이며(Park et al., 2003), 본 연구에서 모든 처리구의 단백질 농도가 6%로 일정하여 가열에 의한 보수력의 차이는 서로 미비한 것으로 사료된다.

Table 3-5-7. Physicochemical properties (pH, color and processing yield) of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein

Trait	Con ¹⁾	Gelatin/ISP/egg white protein mixtures					SEM ²⁾
		T1	T2	T3	T4	T5	
pH	4.80 ^D	6.60 ^B	6.95 ^A	6.88 ^A	6.90 ^A	6.41 ^C	0.335
CIE L*	37.22 ^E	64.57 ^{BC}	66.53 ^B	63.00 ^C	59.18 ^D	70.92 ^A	4.868
CIE a*	0.24 ^A	-3.10 ^B	-3.81 ^C	-4.00 ^D	-3.97 ^D	-4.05 ^D	0.687
CIE b*	6.89 ^A	-2.78 ^C	-0.89 ^B	-2.57 ^C	-3.94 ^D	-3.20 ^C	1.646
Processing yield (%)	97.14	96.89	97.00	96.70	96.43	95.81	0.199

^{A-E}Means sharing different letters within a row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Treatments: Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

²⁾SEM : standard error of the means.

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 일반성분

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 일반성분은 Table 3-5-8에 나타내었다. 대조구(93.48%)는 단백질 혼합 처리구(93.05-93.25%)보다 유의적으로 높은 수분 함량을 나타내었으며, 단백질 함량은 대조구와 젤라틴/난단백질 혼합 처리구가 다른 처리구들에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 지방 함량은 모든 처리구에서 차이가 없었다($p > 0.05$). 반면에 회분 함량은 대조구(0.03%)가 단백질 혼합 처리구들(0.14-0.37%)에 비하여 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 일반성분 항목별로 모든 처리구들의 수치적 차이는 미비하였다. 이러한 결과는 젤리푸드의 제조 시 단백질 종류에 따른 단백질 계수를 감안하여 모든 처리구의 최종 단백질 농도를 6%가 되도록 혼합하였으므로, 처리구간에 일반성분의 수치적 차이가 미비한 것으로 사료된다. 본 연구결과 모든 처리구의 단백질 함량은 6% 이상으로 나타나 고령친화식품의 기준(제품 100 g당 단백질이 한국인 영양 섭취기준의 10% 이상 함유되도록 설정)에 적합한 것으로 판단된다. 또한, 모든 처리구의 회분 함량이 낮은 것은 젤리푸드의 제조 시 사용된 원료는 정제된 단백질이므로 기본적인 무기질 성분이 낮고, 젤리푸드에 수분 함량이 높은 특성에 의한 것으로 판단된다. 그러나 고령층에게 부족하기 쉬운 영양성분(비타민, 칼슘, 칼륨, 및 식이섬유 등) 3종 이상을 충분히 공급해야 하므로, 이를 충족시키기 위해서는 젤리푸드의 제조시 단백질원 이외의 부재료를 첨가하여

영양성분의 보완 및 강화가 필요하다고 사료된다. 젤리푸드의 경우 분말 및 고형상의 부재료와 혼합력이 우수하여 추가적인 부재료의 첨가는 용이할 것으로 예상된다.

Table 3-5-8. Proximate composition of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein

Trait (g/100 g)	Con ¹⁾	Gelatin/ISP/egg white protein mixtures					SEM ²⁾
		T1	T2	T3	T4	T5	
Moisture	93.48 ^A	93.06 ^B	93.05 ^B	93.06 ^B	93.12 ^B	93.25 ^B	0.069
Protein	6.47 ^A	6.23 ^B	6.21 ^B	6.24 ^B	6.26 ^B	6.45 ^A	0.048
Fat	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.003
Ash	0.03 ^D	0.14 ^C	0.37 ^A	0.26 ^B	0.35 ^A	0.21 ^{BC}	0.053

^{A-D}Means sharing different letters within a row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Treatments: Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

²⁾SEM : standard error of the means.

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 아미노산 조성

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 구성아미노산 조성은 Table 3-5-9에 나타내었다. 대조구는 단백질원 혼합 처리구들에 비하여 필수아미노산이 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며, 젤라틴 함량이 적고 분리대두단백질/난단백질 함량이 높을수록 필수아미노산 함량이 높은 것으로 나타났다. 특히, 분리대두단백질 보다 난단백질에 의해 필수아미노산 함량이 더욱 높아지는 경향을 나타내었다. 반면에 젤라틴은 다른 처리구에 비하여 필수아미노산 함량이 낮고, 비필수아미노산 중 글리신 및 프롤린의 함량이 높은 것으로 조사되었다. 결과적으로 총 구성아미노산 함량은 모든 처리구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이전의 연구에서 단백질원에 따라서 필수아미노산 조성은 난단백질이 약 55.5%, 분리대두단백질은 약 37.2%, 젤라틴은 17.5%로 보고되었다 (Kalman, 2014; Karim and Bhat, 2008; Shimada and Matsuhita, 1980). 따라서, 본 연구에서도 젤라틴을 대체하여 분리대두단백질/난단백질의 첨가 함량에 따라서 필수아미노산 조성이 높아진 것으로 판단된다. 젤라틴의 아미노산 서열은 gly-x-y가 반복되는 형태로 x에는 proline 및 y에는 hydroxyproline 흔히 위치한다(Gómez-Guillén et al., 2011). 젤라틴은 아미노산 서열에 따라서 항산화, 항균 및 ACE(angiotensin converting enzyme) 억제 효과와 같은 기능적 특성이 나타나는 것으로 보고되어왔다(Gómez-Guillén et al., 2011). 따라서, 추후 기능적 특성이 강화된 젤라틴과 분리대두단백질 및 난단백질을 혼합하여 고령친화형 젤리푸드를 제조하면 최종 제품의 필수아미노산 함량과 기능성 특성이 더욱 증진될 것으로 사료된다.

Table 3-5-9. Amino acid profile of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein

Trait (%)	Con ¹⁾	Gelatin/ISP/egg white protein mixtures					SEM ²⁾
		T1	T2	T3	T4	T5	
Essential amino acids							
Lys	0.24 ^B	0.31 ^A	0.33 ^A	0.33 ^A	0.34 ^A	0.31 ^A	0.015
Leu	0.18 ^C	0.33 ^B	0.38 ^A	0.37 ^{AB}	0.39 ^A	0.33 ^B	0.032
Val	0.15 ^D	0.22 ^C	0.26 ^B	0.27 ^{AB}	0.30 ^A	0.27 ^{AB}	0.022
Thr	0.12 ^C	0.17 ^B	0.20 ^A	0.20 ^A	0.21 ^A	0.19 ^A	0.014
Phe	0.13 ^C	0.23 ^B	0.26 ^A	0.26 ^A	0.27 ^A	0.24 ^{AB}	0.021
Iso	0.08 ^C	0.18 ^B	0.21 ^A	0.21 ^A	0.22 ^A	0.18 ^B	0.022
Met	0.06 ^D	0.07 ^D	0.08 ^C	0.12 ^B	0.14 ^A	0.14 ^A	0.015
Try	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	0.96 ^D	1.49 ^C	1.73 ^{AB}	1.76 ^{AB}	1.87 ^A	1.66 ^{BC}	0.134
Non-essential amino acids							
His	0.05 ^C	0.10 ^{AB}	0.11 ^A	0.11 ^A	0.11 ^A	0.09 ^B	0.010
Arg	0.52 ^A	0.49 ^{AB}	0.46 ^{BC}	0.43 ^C	0.41 ^C	0.41 ^C	0.018
Gly	1.52 ^A	0.87 ^B	0.65 ^C	0.64 ^C	0.64 ^C	0.83 ^B	0.138
Pro	0.77 ^A	0.55 ^B	0.45 ^C	0.44 ^C	0.43 ^C	0.48 ^{BC}	0.053
Ala	0.56 ^A	0.40 ^C	0.36 ^C	0.38 ^C	0.40 ^C	0.44 ^B	0.029
Glu	0.65 ^D	0.91 ^C	0.92 ^A	0.84 ^{AB}	0.79 ^{BC}	0.69 ^{CD}	0.046
Asp	0.36 ^C	0.53 ^{AB}	0.57 ^A	0.54 ^{AB}	0.54 ^{AB}	0.47 ^B	0.031
Ser	0.22 ^D	0.26 ^C	0.29 ^{BC}	0.30 ^{AB}	0.32 ^A	0.30 ^{AB}	0.014
Tyr	0.03 ^C	0.12 ^B	0.14 ^A	0.14 ^A	0.15 ^A	0.12 ^B	0.018
Cys	<0.01 ^E	0.04 ^D	0.05 ^C	0.07 ^B	0.09 ^A	0.08 ^B	0.013
Ammonia	0.05 ^D	0.09 ^{AB}	0.10 ^A	0.09 ^{AB}	0.08 ^{BC}	0.07 ^C	0.007
Total	5.67	5.86	5.82	5.74	5.82	5.62	0.038

*Tryptophan: not measured.

^{A-E}Means sharing different letters within a row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Treatments: Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

²⁾SEM : standard error of the means.

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 단백질 전기영동

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 단백질 전기영동 결과는 Figure 3-5-5에 나타내었다. 단백질 전기영동에 나타난 젤라틴(G), 분리대두단백질(S) 및 난단백질(E)의 주요 단백질 밴드는 큰 차이가 있다. 젤라틴의 경우 100 kDa의 alpha chain과 200 kDa의 beta chain이 뚜렷하게 관찰된 반면 분리대두단백은 7S α subunit, 7S β subunit 및 glycinin으로 추정되는 단백질 밴드들이 관찰되었다. 난단백질의 경우 ovalbumin(43 kDa) 및 ovomucoid(28 kDa)로 추정되는 단백질 밴드들이 나타났다. T1과 T2처리구들은 분리대두단백질에서 유래된 것으로 추정되는 단백질 밴드들이 혼재된 형태의 단백질 패턴을 나타내었고, T2 \rightarrow T6처리구의 방향으로 난단백질의 첨가량이 증가함에 따라 분리대두단백질의 농도가 감소한 결과로 7S α subunit, 7S β subunit 및 glycinin로 추정되는 단백질 밴드의 강도가 약화되었다. Mine 등(1990)은 난단백질을 단독으로 90°C에서 가열하면 설프히드릴기(-SH)의 변화가 발생한다고 하였다. 그러나 본 연구에서 T2 \rightarrow T6 처리구는 난단백질에서 유래된 것으로 추정되는 단백질 밴드 이외의 추가적인 단백질 밴드는 관찰

되지 않아 3가지 단백질 간의 화학적 상호작용은 크지 않은 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 해당 단백질 겔에서 2-3종의 단백질 성분 간의 상호작용에 의한 추가적인 강도 증가는 발생하지 않음을 의미한다.

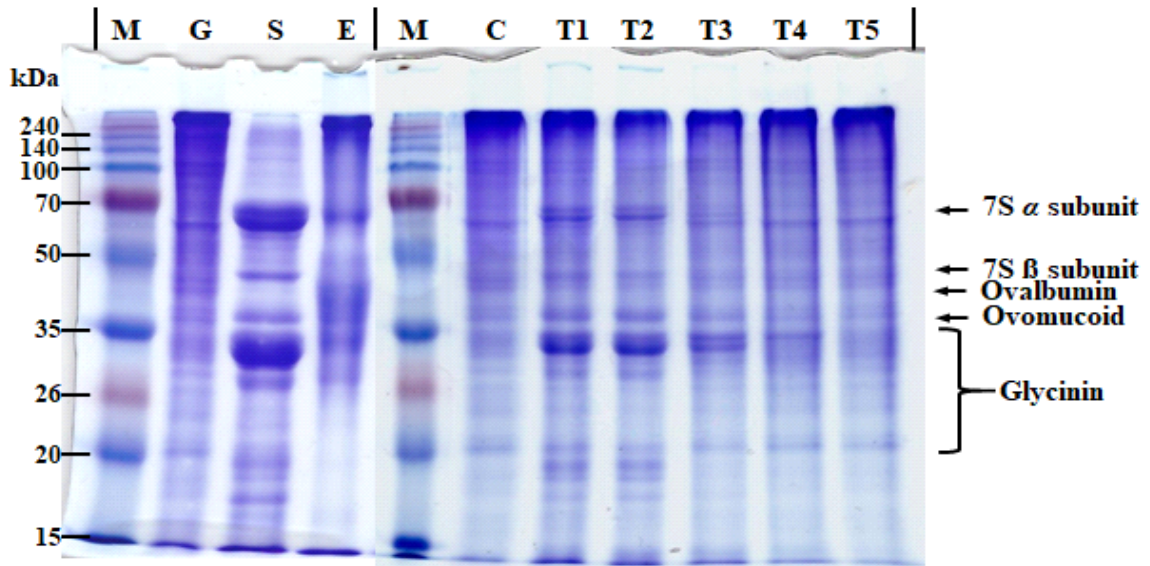
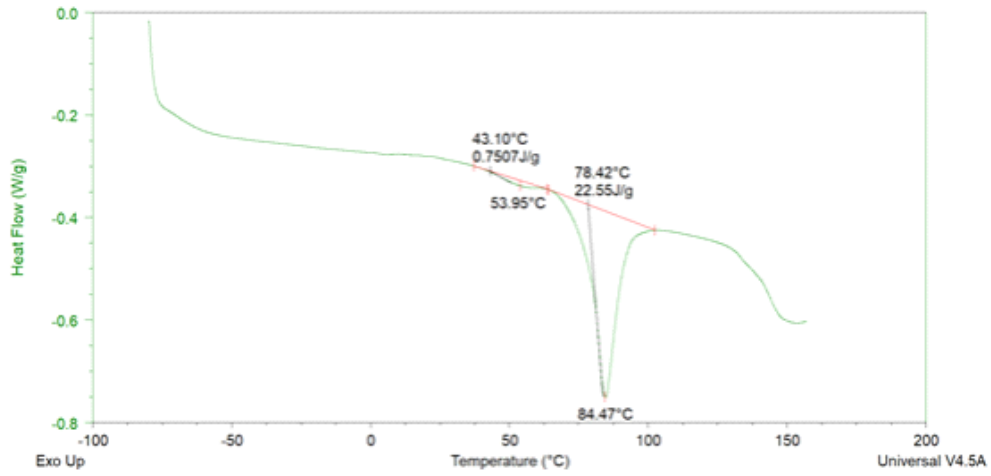


Figure 3-5-5. A representative SDS-PAGE photo of colloid Coomassie blue-stained 12% polyacrylamide gel of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein. M, standard protein marker; G, raw gelatin; S, raw isolated soy protein; E, raw egg white protein; C, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin, 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein. 7S α subunit, probably 7S globulin from soy protein; 7S β subunit, probably 7S β -conglycinin from soy protein.

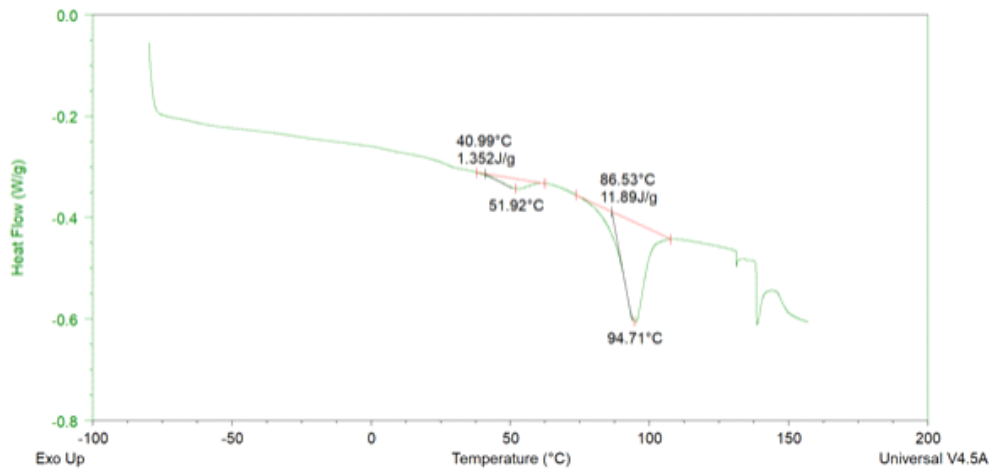
- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 열변성

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 열변성 특성을 평가하기 위하여 시차주사 열량분석을 측정한 결과는 Figure 3-5-6에 나타내었다. 대조구 및 모든 처리구들은 전형적인 흡열 반응을 열특성을 나타내었고, 젤라틴 6%로 제조된 대조구에서는 크게 2곳에서 열변성 지점이 나타났다. 첫 번째 열변성 지점은 43.10°C에서 열변성이 시작되어 53.95°C에서 최대 온도를 나타내었고, 두 번째 열변성 지점은 78.42°C에서 열변성이 시작되어 84.47°C에서 최대 온도를 나타내었다 (Figure 3-5-6a). 나머지 모든 처리구들에서도 이와 유사한 형태의 열변성 특성이 나타났는데, 특히 첫 번째 열변성 지점은 개시 온도 및 최대 온도가 T1처리구부터 T4로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 난단백질의 첨가량이 증가함에 따라 젤라틴의 가열 중 열변성에 영향을 미친 결과로 사료된다.

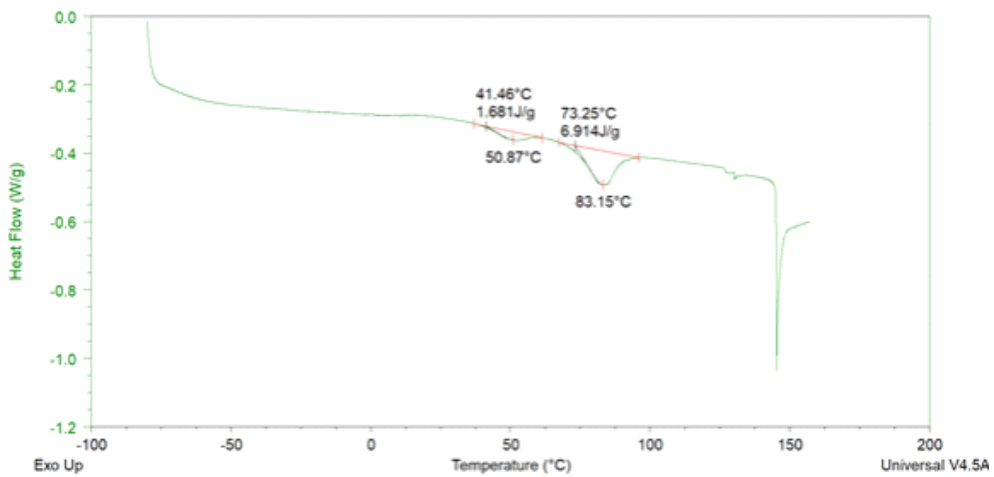
(a) Con (gelatin:ISP:egg white protein = 6:0:0)



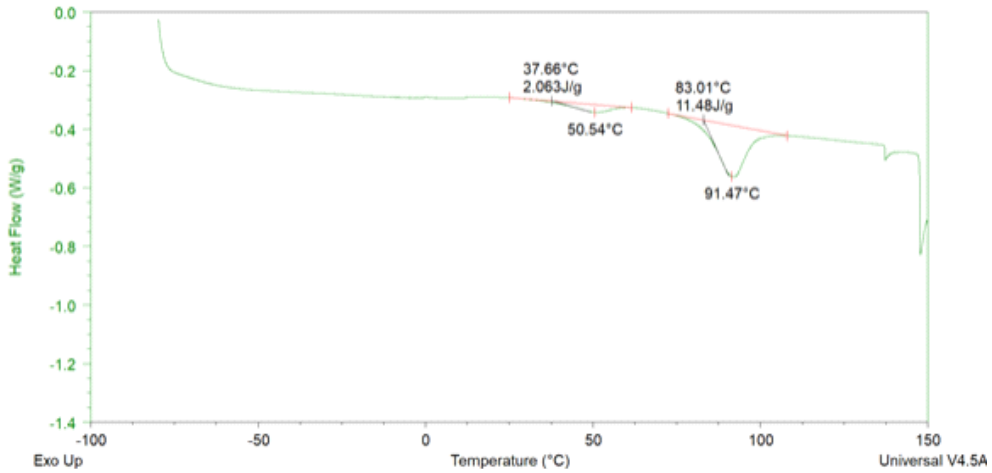
(b) T1 (gelatin:ISP:egg white protein = 3:3:0)



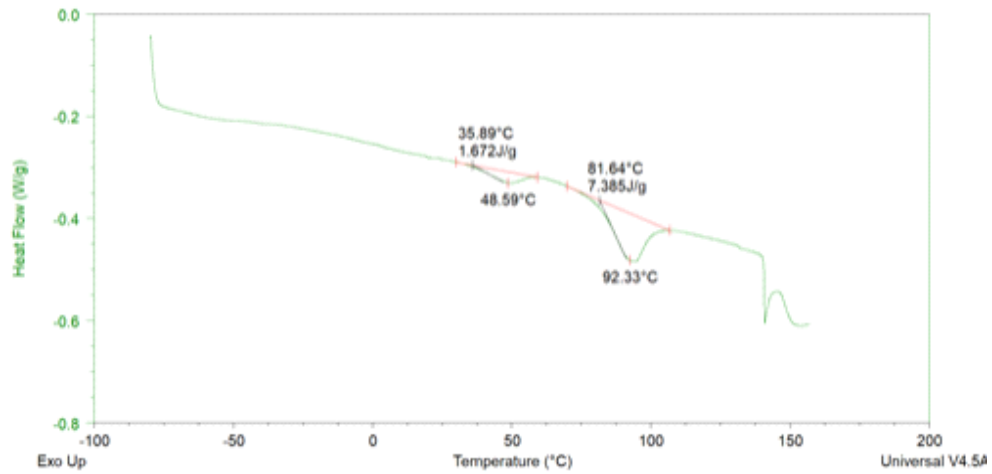
(c) T2 (gelatin:ISP:egg white protein = 2:3:1)



(d) T3 (gelatin:ISP:egg white protein = 2:2:2)



(e) T4 (gelatin:ISP:egg white protein = 2:1:3)



(f) T5 (gelatin:ISP:egg white protein = 3:0:3)

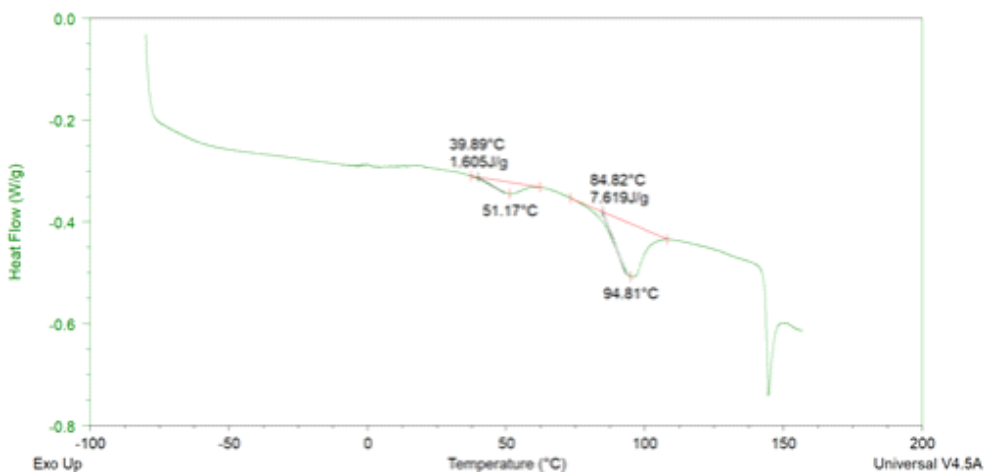


Figure 3–5–6. DSC thermogram of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein. Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin, 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 X-선 회절

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 미세구조를 평가하기 위하여 X-선 회절을 측정한 결과는 Figure 3-5-7에 나타내었다. 대조구 및 모든 처리구들은 $2\theta = 37^\circ$ 부근에서 가장 높은 피크가 나타났으며, $2\theta = 43^\circ, 63.5^\circ, 77^\circ$ 및 81° 에서 피크가 나타났다. 동일한 2θ 지점에서 X-선 회절에 의한 피크가 발생하는 것으로 보아 대조구와 모든 처리구는 유사한 결정형 구조를 갖는 것으로 추측된다. 한편으로, 동일 지점을 기준으로 피크 높이는 대조구와 모든 처리구에서 서로 다르게 나타났다. T3 처리구를 제외하고, 대조구(a)에 비하여 처리구들에 모든 2θ 지점의 피크 높이가 감소하는 경향을 보였다. 특히, T4 처리구(e)는 다른 처리구들에 비하여 가장 낮은 피크 높이를 나타내었다. 이와 같은 결과는 젤라틴이 젤리 결정 구조에 결정적인 영향을 미치며, 젤라틴 함량이 낮을수록 구조의 강도가 약해질 수 있는 것으로 판단된다. 또한, 피크 강도의 감소에 따라서 젤리푸드에 단백질원의 구성인 젤라틴, 분리대두단백질 및 난단백질의 함량이 2:1:3에서 가장 약한 구조적 강도를 나타낼 것으로 판단된다.

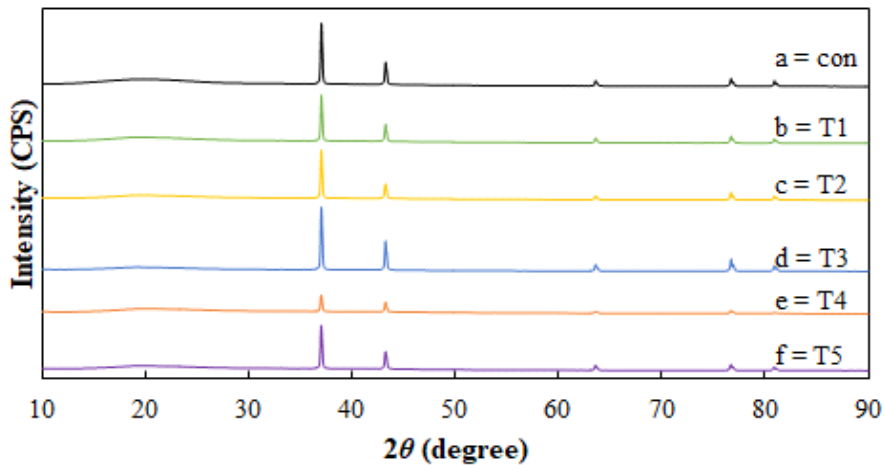
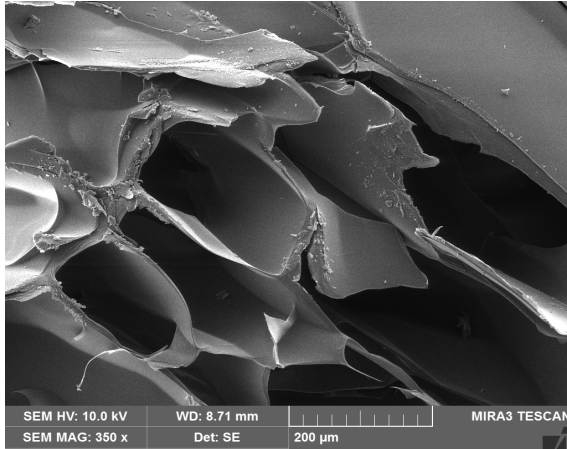


Figure 3-5-7. X-ray diffraction of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein. Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin, 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

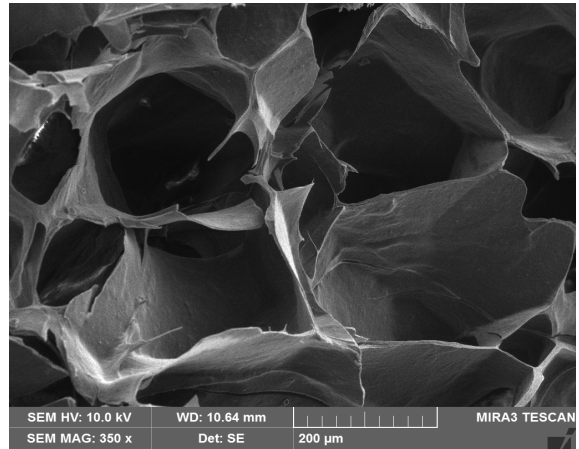
- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 미세구조 관찰

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드에 주사전자현미경을 이용한 미세구조 관찰 결과는 Figure 3-5-8에 나타내었다. 젤라틴만 이용하여 제조된 대조구는 사각형의 규칙적인 결정 구조를 보였으나, 분리대두단백질과 난단백질을 혼합한 처리구들은 타원형 혹은 사각형의 구조가 혼합되어 불규칙적인 결정 구조를 보였다. 또한, 대조구는 구조의 격벽이 형성되어 있으나, 처리구들의 격벽은 불완전하게 형성된 모습을 부분적으로 나타내고 있다. 대조구에 비하여 처리구들의 불완전한 구조적 특성은 젤리푸드의 경도가 감소하는데 영향을 미칠 것으로 추측된다.

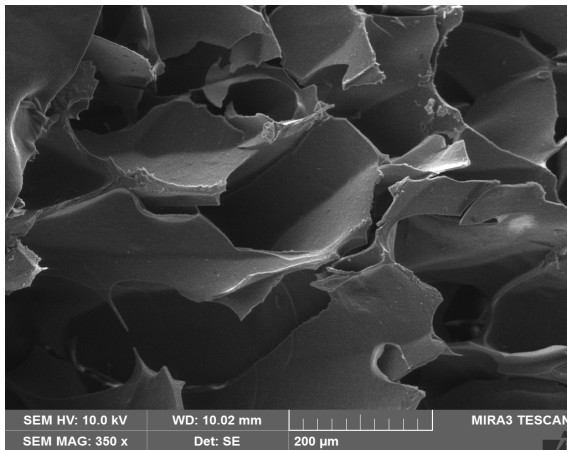
(a) Con



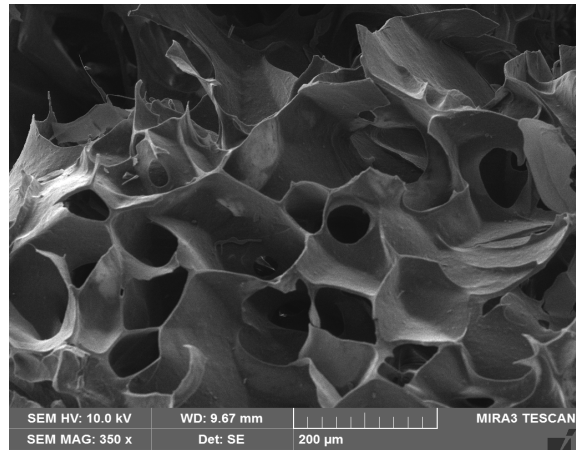
(b) T1



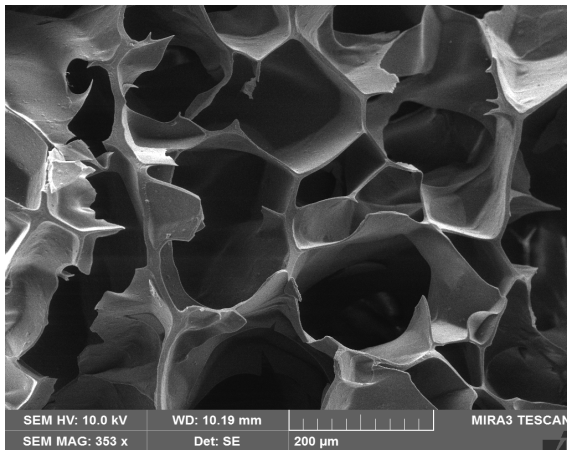
(c) T2



(d) T3



(e) T4



(f) T5

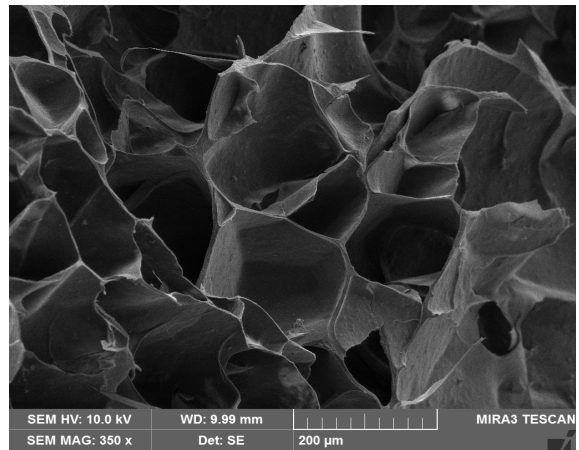


Figure 3-5-8. Scanning electron micrograph (SEM) of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein. (a) Con, jelly with 6% gelatin; (b) T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; (c) T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; (d) T3, jelly with 2% gelatin, 2% ISP and 2% egg white protein; (e) T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; (f) T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

- 다양한 단백질원의 종류 및 혼합 농도가 젤리푸드의 경도

다양한 단백질원을 혼합한 젤리푸드의 경도를 측정한 결과는 Figure 3-5-9에 나타내었다. 대조구는 처리구들에 비하여 유의적으로 높은 경도를 나타내었고, 단백질 2종 혼합 처리구보다 단백질 3종 혼합 처리구들이 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 이러한 결과는 젤라틴의 함량이 적을수록 경도를 낮추기 용이한 것으로 사료된다. 한편, 수치적으로는 대조구는 3.38 N/cm^2 (약 33,800

N/m²)을 나타내었지만 대조구를 제외한 젤라틴과 분리대두단백질/난단백질을 혼합한 처리구들은 2 N/cm²(20,000 N/m²)보다 낮은 경도를 나타내었다. 이는 처리구들의 경도가 고령친화식품 한국산업표준에서 제시한 품질기준 3단계에 부합하는 수치이며, 대조구는 품질기준 2단계에 부합하는 수치이다.

단백질 2종을 혼합한 처리구들은 서로 유사한 경도를 나타내었으며, 수치적으로는 젤라틴/난단백질 혼합 처리구가 젤라틴/분리대두단백질 혼합 처리구보다 다소 높은 값을 보였다. 반면에 단백질 3종을 혼합한 처리구들은 유의적 차이가 인정되지 않았지만, 분리대두단백질 함량이 3%보다 낮은 1-2%로 첨가되면 경도가 다소 낮아지는 결과를 나타내었다. 이전의 연구에서 어류에서 추출한 젤라틴과 난단백질의 젤 형성은 단독으로 형성 할 때보다 혼합 겔을 형성 할 때 단백질 응집이 저해되어 이루어진다고 보고되었다(Bauer et al., 2013). 본 연구에서도 유사하게 젤라틴 단독 젤과 2종의 단백질 혼합 겔에 비해 3종의 단백질을 혼합 겔의 단백질 응집이 저해되어, 3종의 단백질을 혼합한 젤리푸드의 경도가 낮게 형성된 것으로 사료된다. 따라서, 고단백질의 고령친화형 젤리푸드를 제조하기 위해서는 단백질 함량이 증가함에 따라 경도가 함께 증가하는 현상을 제어해야 하는데, 본 연구 결과에서 확인된 2-3종의 단백질 간의 열유도 상호작용에 기반하여 단백질 함량이 높은 동시에 적절한 강도를 형성하여 섭취가 용이한 젤리푸드의 제조가 가능하다고 기대된다.

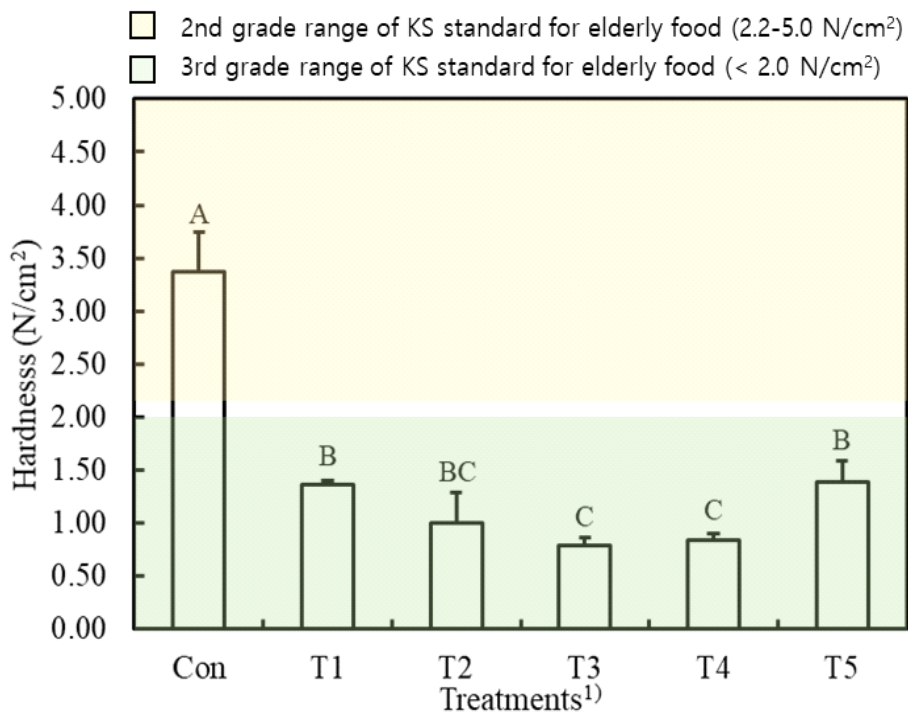


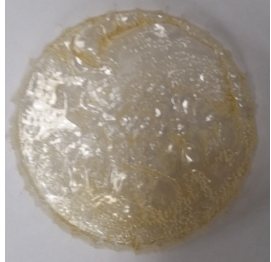


Figure 3-5-9. Hardness of gelatin gels prepared with isolated soy protein and egg white protein. ^{A-C}Means sharing different letters are significantly different ($p < 0.05$). ¹⁾Treatments: Con, jelly with 6% gelatin; T1, jelly with 3% gelatin and 3% ISP; T2, jelly with 2% gelatin, 3% ISP and 1% egg white protein; T3, jelly with 2% gelatin, 2% ISP and 2% egg white protein; T4, jelly with 2% gelatin, 1% ISP and 3% egg white protein; T5, jelly with 3% gelatin and 3% egg white protein.

○ 결론

젤리푸드 제조에 있어서 최종제품의 색도, pH, 아미노산 조성 및 경도는 단백질 종류와 혼합 농도에 따른 영향을 받았다. 젤라틴 단독으로 젤리푸드를 제조하면 안정적인 젤을 형성 할 수 있지만, 필수아미노산 함량이 낮았다. 단백질 혼합에 따른 단백질 응집의 저하는 젤리푸드의 경도에 영향을 미치는 것 결과를 나타내었다. 본 연구결과 제조된 단백질 겔의 강도는 모두 2단계 이하에 해당하였고, 특히 2-3종의 단백질의 혼합하여 제조된 단백질 겔의 경우 잇몸 섭취가 가능한 1 단계에 해당하였다. 나아가 필수아미노산 함량에 기초한 영양적 가치를 고려한다면 젤라틴:분리 대두단백질:난단백질의 비율이 2:1:3으로 제조된 단백질 겔이 고단백질의 고령친화형 젤리푸드 제조가 이상적인 배합비라고 사료된다. 그러므로 고령친화형 젤리푸드의 개발에 있어서 젤라틴을 기반으로 분리대두단백질 및 난단백질을 활용하여 필수아미노산 함량이 높고 저작이 용이한 제품을 산업적으로 개발 할 수 있을 것으로 판단된다. 추가적으로 본 연구에서 단백질 겔을 다양한 최종 제품(단백질 겔, 건조 스낵바 및 건조 스낵칩)의 형태로 제조한 외형 사진은 Table 3-5-10에 나타내었다. 식품의 최종형태는 섭취 시 느끼게 되는 강도에 영향을 미칠 뿐만 아니라 식품 섭취에 따른 심미적 만족도에도 영향을 미친다. 따라서, 고령친화형 젤리푸드의 형태를 다양하게 연구 및 개발하여, 고령층의 전반적인 만족도가 우수한 형태로의 제품개발이 필요하다고 판단된다.

Table 3-5-10. Various types of jelly foods using gelatin/ISP/egg white protein gels

Trait	Jelly foods	Snack bar	Snack chip
Form			
Drying method	-	Freeze-drying	Hot-air drying

단풍잎 유래 항산화 성분(안토시아닌 등)의 열수 추출 조건 확립

○ 서론

사람은 노화가 진행될수록 생리활성 및 혈중 항산화능이 감소하여 체내 활성산소의 증가가 발생한다(Andriollo et al., 2005; Touyz, 2003). 체내 활성산소 증가는 산화적 스트레스를 야기하여 노화의 가속, 뇌허혈, 동맥경화, 관절염 및 치매를 일으키는 주요한 원인으로 지목되었다(Finkel and Holbrook, 2002; Lee et al., 1997). 따라서, 체내 활성산소 생성 억제에 대한 연구가 이루어져 왔으며(Kim et al., 2007; Lee and Seo, 2010; Kim et al., 2014), 항산화제의 섭취가 체내 혈중 항산화능을 증가시키고, 지방세포에서 생성된 활성산소를 유의적으로 소거하여 체내 산화적 손상에 대한 보호 효과가 있다고 보고되었다(Kim et al., 2007; Lee and Seo, 2010).

식품산업에서 널리 사용되던 항산화제 중 BHT (butylated hydroxy toluene)와 BHA (butylated hydroxy anisol)는 강력한 항산화능이 있지만 심각한 독성 작용 및 발암유발 등의 부작용이 보고되어 식품에 사용하는 것이 규제되었다(Lim et al., 1996). 한편으로 식물체에서 추출한 토코페롤, 카로테노이드 및 비타민 C 등과 같은 천연 항산화제가 있지만 합성 항산화제에 비해 체내 항산화능이 낮은 것으로 알려졌다(Kwon et al., 2019). 따라서, 식물성 소재를 활용하여 다양한 기능을 지닌 천연 항산화제의 개발 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

자연계에 존재하는 식물들은 다양한 항산화 성분과 생리활성 물질들을 함유하고 있다(Choi et al., 2002; Lim et al., 1996). 적색, 자색 및 청색 식물체에 존재하는 안토시아닌은 수용성 플라보이드 화합물로 항산화능이 있으며 열수 및 유기용매를 사용하여 추출할 수 있다(Kim et al., 2008; Kim et al., 2017, Jang et al., 2014). 검정콩, 블루베리 및 자색 당근 등 존재하는 안토시아닌은 항산화능 및 항암, 항염, 항알러지, 항바이러스 및 면역증강 등 체내 생리활성 기능이 있다고 보고되었다(Jun et al., 2019; Kang et al., 2016; Kim et al., 2008, Jang et al., 2014). 또한, Jang 등(2014) 자색고구마에서 추출한 안토시아닌은 산화스트레스에 대한 간세포 보호 효과가 있다고 하였다. 단풍잎은 세포막이 파괴되면 안토시아닌이 드러나 붉은색이 나타나게 되며, 안토시아닌 함량은 푸른잎보다 붉은잎이 약 4배가량 높은 것으로 알려졌다(Schaberg et al., 2017). Van den berg와 Perkins(2007)는 붉은 단풍잎이 푸른 단풍잎보다 안토시아닌 함량이 높으며, 단풍잎에 항산화능인 라디칼 소거능(DPPH)이 있다고 하였다. 그러나 대부분의 단풍잎은 활용되지 못하고 폐자원으로 버려지는 실정이다. 따라서, 단풍잎으로부터 안토시아닌을 추출하여 천연 항산화제로 활용하면 고부가가치를 창출해 낼 수 있을 것이다. 그러나 아직까지 우리나라 단풍잎의 항산화능에 관한 연구는 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 단풍잎에서 안토시아닌을 추출하기 위하여 다양한 조건으로 이산화탄소 초임계 추출과 열수추출 방법을 적용하여 최적 추출 조건을 확립하고, 각 추출 조건에 따른 안토시아닌의 항산화 능력을 평가하고자 수행하였다. 최종적으로 단풍잎 안토시아닌을 고령친화 식품 개발에 활용하기 위한 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 단풍잎 항산화 물질 추출
- 이산화탄소 초임계 추출

단풍나무 잎(*Acer palmatum* Thunb.)은 수세 후 50°C로 설정된 가열건조기(OF-22 GW, Jelo tech., Daejeon, Korea)에서 3시간 동안 건조하였다. 건조된 단풍잎은 이산화탄소 초임계 추출장치(ISA-SCCO-S-1000-500, Ilshin autoclave, Daejeon, Korea)를 이용하여 50°C에서 200 bar의 압력 조건으로 안토시아닌 추출하였다.

- 열수추출

단풍잎은 수세 후 50°C로 설정된 가열건조기(OF-22 GW, Jelo tech., Daejeon, Korea)에서 3시간 동안 건조하였다. 건조된 단풍잎은 종량 대비 40배의 증류수를 가하여 60°C에서 30, 60, 120, 180 및 360분 동안 유용성분을 열수추출하였다. 추출물은 1,000×g 속도로 10분간 원심분리하고 Whatman no. 4 여과지에 여과하여 여과액을 포집하였다. 여과액은 동결건조기(PVTFD10R, Ilshin biobase, Deajeon, Korea)를 이용하여 분말화하고 폴리에틸렌/나일론 포장지에 포장하여 냉장보관(4°C)하였다. 이후, 단풍잎 열수추출물은 메탄올에 50, 100, 200, 400 및 800 ppm의 농도로 희석하여 실험하였다.

- 안토시아닌 함량 측정

각 시료의 안토시아닌 함량은 0.025 M potassium chloride buffer (pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer (pH 4.5)에 각각 5배 희석하여 15분 동안 평형상태로 둔다. 그 다음 두 희석액을 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 A 값을 구하여 안토시아닌 함량 계산에 적용하였다:

$$A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH 1.0}} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH 4.5}}$$

안토시아닌 함량은 다음 공식을 사용하여 계산하였다:

$$\text{Anthocyanin content (mg / L)} = (A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

이때, 표준물질인 cyanidin-3-glucoside의 분자량(MW)은 484.83, DF는 희석배수, 몰흡광계수(ϵ)는 26,900를 적용하였다.

- 총 페놀 함량 측정

각 시료의 총 페놀 함량은 시료 0.1 mL에 증류수 2.8 mL, 2% Na₂CO₃ 2 mL 및 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.1 mL을 혼합하여 실온에서 30분간 반응 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(0-200 mg/L)를 사용하였으며, 표준물질로부터 표준선을 구하여 시료의 흡광도 측정값을 대입하여 총 페놀 함량을 계산하였다.

- DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 메탄올 4 mL에 시료 0.1 mL와 200 μ M DPPH 시약 0.5 mL를 혼합하여 30분 동안 암실에서 반응 후 517 nm에서 흡광도를 측정한 뒤 IC₅₀ 값을 구하였다. 표준물질로는 ascorbic acid를 사용하였으며, Control은 시료 대신 메탄올을 첨가하였다. DPPH 라디칼 소거능은 다음 공식을 사용하여 구하였다:

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = [(Control - Sample) / Control] \times 100$$

- Ferric reducing antioxidant power (FRAP) 측정

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)는 0.3 M acetate buffer (pH 3.6), 20 mM ferric trichloride hexahydrate (FeCl₃·6H₂O) 및 10 mM 2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ)를 10:1:1 비율로 혼합하여 37°C에서 60분간 반응 시켜 FRAP 시약을 제조한다. 그 다음 시료 0.1 mL에 증류수 0.3 mL 및 FRAP 시약 3 mL을 혼합하여 4분간 반응 시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정한다. 표준물질로 FeSO₄·7H₂O를 사용하였으며, 표준물질로부터 표준선을 구하여 시료의 흡광도 측정값을 대입하여 FRAP 값을 계산하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였

고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준오차로 나타내었다. 추출시간과 희석농도에 따라서 각각 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정 ($p < 0.05$)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 단풍잎 안토시아닌 추출

단풍잎으로부터 안토시아닌을 추출하기 위하여 이산화탄소 초임계 추출법과 열수추출법을 적용한 결과는 Figure 3-5-10에 나타내었다. 단풍잎에서 추출된 성분은 추출방법에 따라서 외관상 차이가 나타났다. 이산화탄소 초임계 추출물은 노란색의 점액성 성질을 나타내었으며, 열수추출물은 진한 붉은색을 나타내었다. 이전의 연구에 따르면 단풍잎의 붉은색은 수용성 색소인 안토시아닌에 의해 나타나는 것으로 보고되었다(Lee et al., 2005, Kim et al., 2008). 이산화탄소 초임계 추출은 지용성 성분의 추출에 효과적이므로 수용성 성분인 안토시아닌은 추출되지 않는 것으로 판단된다. 따라서, 단풍잎의 안토시아닌 추출은 열수추출 방식이 적합한 것으로 판단된다.

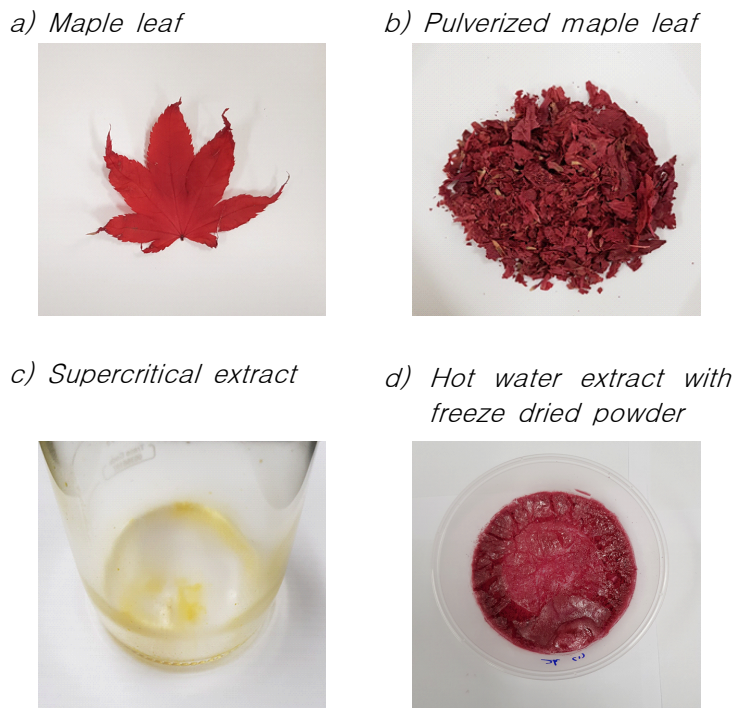


Figure 3-5-10. Supercritical and freeze dried maple leaf extract.

- 단풍잎 열수추출물의 안토시아닌 함량

단풍잎 열수추출물의 추출 시간 및 희석 농도에 따른 안토시아닌 함량을 측정하여 Table 3-5-11에 나타내었다. 추출 시간에 따른 안토시아닌 함량은 30-180분 추출물간에 서로 유의적 차이가 없었으나 다소 감소하는 경향이 나타났으며, 360분 추출물에서 30-180분 추출물들에 비하여 유의적으로 낮은 안토시아닌 함량을 나타내었다. 본 연구의 결과는 아로니아의 안토시아닌 함량이 가열 시간에 의존적으로 감소한다는 이전의 연구결과와 유사하였다(Kim et al., 2017). 모든 추출물은 추출시간과 관계없이 희석 농도가 증가할수록 안토시아닌 함량이 증가하였다.

Table 3-5-11. Anthocyanin content of maple leaf extract prepared by hot-water extraction

Extraction time (min)	Maple leaf extract concentration (ppm)					SEM ¹⁾
	50	100	200	400	800	
30	1.10 ^{Ea}	2.24 ^{Da}	4.45 ^{Ca}	8.59 ^{Ba}	17.80 ^{Aa}	1.620
60	1.17 ^{Ea}	2.22 ^{Da}	4.36 ^{Ca}	8.68 ^{Ba}	16.94 ^{Aa}	1.537
120	1.07 ^{Ea}	2.15 ^{Da}	4.34 ^{Ca}	8.47 ^{Ba}	16.72 ^{Aa}	1.519
180	1.04 ^{Da}	2.15 ^{Da}	4.18 ^{Ca}	8.26 ^{Ba}	16.43 ^{Aa}	1.508
360	0.74 ^{Db}	1.64 ^{CDb}	3.21 ^{Cb}	6.56 ^{Bb}	12.87 ^{Ab}	1.195
SEM	0.049	0.069	0.141	0.258	0.532	

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{A-E}Means sharing the same letters within a row are not significantly different ($p < 0.05$).

^{a,b}Means sharing the same letters within a column are not significantly different ($p < 0.05$).

- 단풍잎 열수추출물의 총 페놀 함량

단풍잎 열수추출물의 추출 시간 및 희석 농도에 따른 총 페놀 함량은 Table 3-5-12에 나타내었다. 총 페놀 함량은 추출 시간에 따른 유의적 차이는 인정되지 않았지만 30-120분까지 증가하다가 120분 이후에 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 희석 농도에 따른 총 페놀 함량은 단풍잎 추출물의 농도가 증가할수록 총 페놀 함량의 수치가 증가하였다. 이전의 연구에서 옷나무 추출물의 총 페놀 함량이 추출 시간에 따라 3시간까지는 증가하였으나 이후에는 감소한다고 보고하였다 (Park et al., 2013). Park 등(2013)은 추출 시간이 지남에 따라서 총 페놀 중 탄닌 등의 물질이 장시간의 열처리에 불용화 되어 추출액으로 이행이 감소되며, 열 변성에 의해 항산화 활성이 감소된다고 하였다. 본 연구에서도 가열 시간이 120분 이상으로 증가하면서 단풍잎으로부터 추출되는 페놀 성분보다 이미 추출되어 있던 페놀 성분이 장시간의 가열에 의해 파괴되는 것으로 판단하였다. 따라서, 높은 총 페놀 함량을 나타내는 단풍 추출물을 제조하기 위해서 열수추출을 120분 이내로 실시함이 바람직하다고 사료된다.

Table 3-5-12. Total phenol contents of various maple leaf extraction time and various dilution concentration

Extraction time (min)	Maple leaf extract concentration (ppm)					SEM ¹⁾
	50	100	200	400	800	
30	16.96 ^D	25.30 ^{CD}	45.30 ^C	84.00 ^B	160.85 ^A	14.307
60	18.07 ^D	29.56 ^{CD}	48.26 ^C	91.22 ^B	170.48 ^A	15.000
120	17.70 ^D	26.96 ^D	50.30 ^C	92.70 ^B	179.37 ^A	15.782
180	17.52 ^D	27.33 ^D	48.63 ^C	92.52 ^B	171.78 ^A	15.178
360	17.52 ^E	27.33 ^D	47.52 ^C	88.82 ^B	163.82 ^A	14.277
SEM	0.367	0.678	1.174	2.281	3.838	

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{A-E}Means sharing the same letters within a row are not significantly different ($p < 0.05$).

- 단풍잎 안토시아닌과 항산화 물질의 항산화능

단풍잎 열수추출물의 추출 시간 및 희석 농도에 따른 라디칼 소거능은 Figure 3-5-11a에 나타내었다. 각 추출 시간별 단풍잎 열수추출물의 IC₅₀ 값에 해당하는 농도는 180(576.03 ppm)

< 120(599.66 ppm) < 60(603.54 ppm) < 30(611.22 ppm) < 360분(617.88 ppm) 순서로 나타났다. 이는 단풍잎 열수추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 180분 추출물이 가장 높으며 360분 추출물이 가장 낮은 것을 의미한다. 이전의 연구에 따르면 페놀 함량과 항산화활성 사이에 고도의 상관관계가 있으며(Kim et al., 2019), 장시간 가열은 항산화 물질의 변성을 야기시켜 항산화 활성을 감소시킨다고 보고되었다(Kim et al. 2004). 본 연구에서도 단풍잎 열수추출물의 라디칼 소거능은 안토시아닌과 총 페놀 함량에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 180분 이상 가열은 항산화 물질의 파괴를 야기하여 라디칼 소거능이 감소하는 것으로 판단된다.

단풍잎 열수추출물에 추출 시간 및 희석 농도에 따른 환원력(ferric reducing antioxidant power (FRAP))은 Figure 3-5-11b에 나타내었다. 단풍잎 열수추출물의 환원력은 120분 추출물이 다른 시간의 추출물들보다 높은 경향을 보였으며, 특히 200 ppm 농도에서 120분 추출물은 180분 추출물보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 하지만, 나머지 농도에서는 추출 시간에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 모든 단풍잎 열수추출물은 희석 농도가 증가할수록 단풍잎 추출물의 FRAP 수치도 의존적으로 증가하였다. 이러한 결과는 추출 시간의 증가에 따라 총 페놀 함량이 증가하다 감소하는 경향과 일치하였으며, 단풍잎 열수추출물의 환원력은 총 페놀 함량과 연관성이 높은 것으로 사료된다.

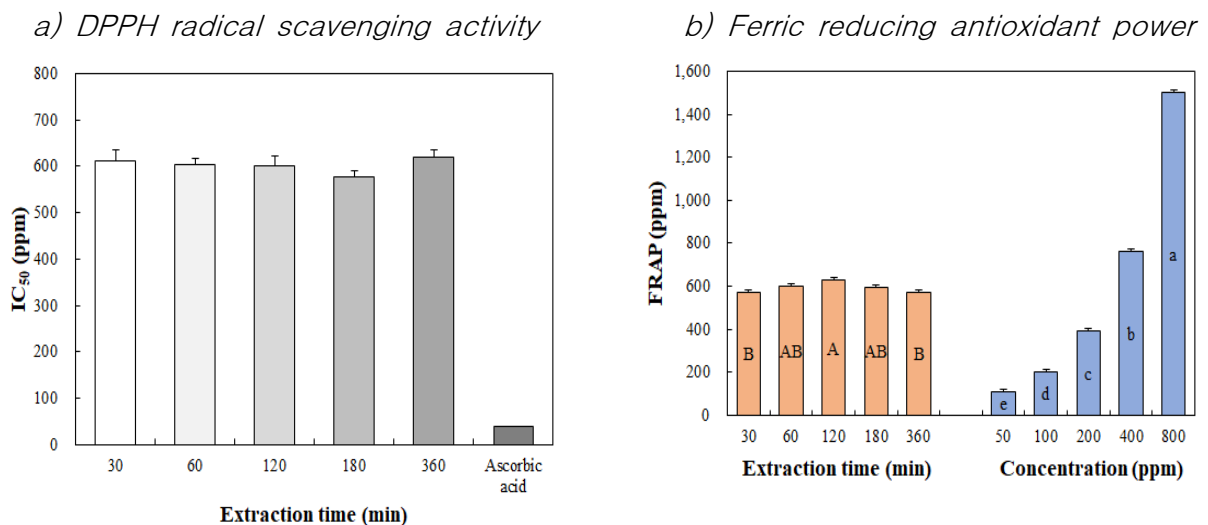


Figure 3-5-11. DPPH radical scavenging activity and FRAP of various maple leaf extraction time and various dilution concentration. A,B Means sharing the same letters within extraction time are not significantly different ($p < 0.05$). a-e Means sharing the same letters within concentration are not significantly different ($p < 0.05$).

○ 결론

본 연구는 단풍잎을 활용한 생리 활성 물질의 식품 소재화를 위해 최적 열수추출 조건을 확립하여 단풍잎의 안토시아닌과 항산화 물질을 추출하는데 목적이 있다. 단풍잎의 안토시아닌을 추출하기 위해서는 초임계 추출법보다 열수추출이 적합하다. 단풍잎 열수추출 시간에 따라서 안토시아닌 함량은 30분 추출시 수치적으로 가장 높았고 180분까지 유지되었으며, 총 페놀 함량은 120-180분 추출 조건에서 높은 수치를 보였다. 항산화능 중 DPPH는 180분 추출물이 가장 우수하였고, FRAP는 120분 추출물이 가장 우수하였다. 따라서, 단풍잎 안토시아닌 및 항산화 물질 추출에 있어서 우수한 항산화능을 기대 할 수 있는 열수추출 조건은 120-180분으로 판단된다. 추후, 단풍잎 안토시아닌 및 항산화 물질을 고령친화형 젤리푸드에 활용하면 생리기능이 저하된 고령자의 생리활성 증진에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

단풍잎 추출물을 활용한 젤리푸드의 생리활성 증진 가공기술 연구

○ 서론

우리나라의 고령인구는 의학의 발달과 생활수준 및 환경 개선 등에 의해 급속하게 증가하고 있다(Shin et al., 2016). 우리나라는 정부차원에서 고령자의 삶을 질 향상을 위해 의료, 주택 및 여가 등 다양한 분야를 지원하고 있다(Kwak et al., 2013). 그러나 우리나라의 고령친화 산업의 발달은 의료, 복지 및 요양산업에 한정되어 성장해왔으며, 고령자를 대상으로 하는 식품 개발 및 영양관리산업의 발달은 아직 미비하다(Kwak et al., 2013). 고령자는 점진적으로 노화가 진행됨에 따라서 저작 장애와 소화 능력 저하 등의 문제가 야기되며 결과적으로 영양섭취에 어려움이 발생한다(Shin et al., 2016). 고령자는 영양상태 향상을 위해 소량으로 자주 섭취할 수 있는 간식이 권장된다(Cho et al., 2017). Cho 등 (2017)은 간식의 섭취가 고령자의 영양 섭취를 높이지만, 주로 섭취하는 간식이 곡류와 과일에 편중되어 있으므로 영양적 측면에서 개선이 필요하다고 하였다. 따라서, 고령자를 위한 영양성 및 저작성이 개선된 간식의 개발이 필요하다(Shin et al., 2016, Cho et al., 2017).

젤리푸드는 치아가 약한 고령자나 어린이도 쉽게 저작이 가능하며(Choi et al., 2007), 간식으로 많이 섭취되는 식품이다. 또한 제조공정과 겔화제의 종류에 따라서 다양한 조직감 및 기능적 특성을 부여할 수 있다(Lee et al., 2010). 최근 젤리푸드의 기능적 특성 향상을 위해 포도, 오미자, 인삼, 유자 및 약재 등 생리활성 물질을 함유하는 기능성 젤리 개발에 관한 연구가 이루어져 왔다(Lee et al., 2010; Lee et al., 2020). 젤리 제조에 레몬 머틀(*Backhousia citriodora*)의 첨가는 최종제품의 폴리페놀 함량 증가에 따라 라디칼 소거능이 나타난다고 하였다(Lee et al., 2020). Lee와 Ji(2015)는 크랜베리 농축액을 6% 첨가한 젤리에서 항산화 활성, 관능적 특성 향상 및 건강기능성 효과를 기대 할 수 있다고 보고한 바 있다.

식품에 첨가된 항산화 물질은 식품의 산화 방지 기능뿐만 아니라 체내의 노화에 관여하는 활성 산소를 제거하는 등 신체에 유익한 효과가 있는 것으로 알려졌다(Jun et al., 2019). 노화는 혈액 내 중성 지방과 콜레스테롤 농도를 증가시키며, 동맥경화 및 심혈관 질환 등 만성질환의 위험성을 증가시킨다. 이러한 만성질환은 체내 산화 스트레스 처리 능력과 관계가 있으며, 식생활과 영양에 많은 영향을 받는다고 보고되었다(Lim et al., 2006). 항산화 능력을 갖춘 식품의 섭취로 고령자의 혈중 지질 농도, 면역기능 등의 개선이 가능하다는 연구가 있다(Lim et al., 2006). 따라서, 고령 친화형 젤리푸드의 제조시 천연 항산화 물질을 활용하면 고령자의 건강에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

앞서 수행된 연구에서 단풍잎 추출물은 천연 항산화 물질인 안토시아닌 및 페놀류를 다량 함유하는 것으로 조사되었다. 그러므로 고령친화형 젤리푸드에 천연 항산화제로 단풍잎 추출물의 활용이 가능할 것이다. 따라서, 본 연구는 생리활성 물질을 함유한 고단백 젤리푸드의 개발을 위하여 단풍잎 추출물을 첨가한 젤리푸드의 이화학적 품질을 평가하고자 수행되었다.

○ 재료 및 방법

- 단풍잎 추출물을 첨가한 단백질 젤리푸드 제조

단백질 젤리푸드는 단백질 농도와 단풍잎 추출물 첨가에 따라 6개의 처리구로 제조하였다. 단백질 젤리푸드는 돈피젤라틴 분말의 조단백질 함량(91.12%)에 근거하여 최종제품의 단백질 농도가 6, 18 및 30% (w/w)가 되도록 증류수를 가하였고, 단풍잎 추출물은 각 농도별 단백질 젤리푸드에 무첨가 혹은 1,000 ppm을 첨가하였다. 처리구는 단백질 함량+단풍잎 추출물 첨가에 따라서 나타내었다; 6%+단독, 18%+단독, 30%+단독, 6%+단풍잎, 18%+단풍잎 및 30%+단풍잎. 혼합된 단백질 겔은 90°C의 항온수조에서 30분간 가열 후 상온에서 2시간 동안 방냉하였다.

Table 3-5-13. Formula of gelatin and whey protein jelly prepared with maple leaf extracts

Ingredient (%)	6 % gelatin		18 % gelatin		30 % gelatin	
	Con ¹⁾	Maple	Con	Maple	Con	Maple
Gelatin	6.585	6.585	19.755	19.755	32.925	32.925
Maple leaf extracts	-	0.010	-	0.010	-	0.010
Water	93.415	93.405	80.245	80.235	67.075	67.065
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾Treatment: Con, only gelatin jelly without maple leaf extract; Maple, gelatin jelly with 1,000 ppm maple leaf extract.

- 단풍잎 추출물을 활용한 단백질 혼합 젤리푸드 제조

단풍잎 추출물을 활용한 단백질 혼합 젤리푸드는 단백질 종류와 단풍잎 추출물 첨가에 따라 4개의 처리구로 제조하였다. 단백질 혼합 젤리푸드는 돈피젤라틴 분말의 조단백질 함량(91.12%)과 유청단백질 분말의 조단백질 함량(77.02%)에 근거하여 최종제품의 단백질 농도가 18%(w/w)가 되도록 증류수를 가하였고, 단풍잎 추출물은 각 종류별 단백질 혼합 젤리푸드에 무첨가 혹은 1,000 ppm을 첨가하였다. 처리구는 단백질 함량+단풍잎 추출물 첨가에 따라서 나타내었다; 18% 젤라틴, 9% 젤라틴+9% 유청단백질, 18% 젤라틴+단풍잎, 9% 젤라틴+9% 유청단백질+단풍잎. 혼합된 단백질 겔은 90°C의 항온수조에서 30분간 가열 후 상온에서 2시간 동안 방냉하였다(Table 3-5-14).

Table 3-5-14. Formula of gelatin and whey protein jelly prepared with maple leaf extracts

Ingredient (%)	Control		Adding maple leaf extracts	
	Gelatin ¹⁾	Mixed protein	Gelatin	Mixed protein
Gelatin	19.755	9.875	19.755	9.875
Whey protein	-	11.685	-	11.685
Maple leaf extracts	-	-	0.010	0.010
Water	80.245	78.440	80.245	78.440
Total	100	100	100	100

¹⁾Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mix protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

- 색도 측정

젤리푸드의 색도는 시료의 단면을 측정하였으며, colorimeter(Chroma meter, CR 210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness, CIE L*), 적색도(redness, CIE a*) 및 황색도(yellowness, CIE b*)를 측정하였다.

- 유리 안토시아닌 함량 측정

젤리푸드의 안토시아닌 함량은 시료 1 g과 1 % HCl 12 mL을 혼합하여 4°C에서 48시간 반응 후 4,000 rpm (4°C)에서 15분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상등액을 이용하여 5.1.2.1. 안토시아닌 함량 측정방법과 동일하게 실험을 수행하였다.

- 물성 측정

시료는 $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ 로 절단한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 던컨의 다중 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정($p < 0.05$)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 단풍잎 추출물이 젤라틴 젤리푸드의 이화학적 특성에 미치는 영향
- 단풍잎 추출물이 첨가된 젤리푸드의 외형 및 색도

단풍잎 추출물 첨가와 젤라틴 농도를 달리한 단백질 젤리푸드의 외형과 색도를 각각 Figure 3-5-12와 Table 3-5-15에 나타내었다.

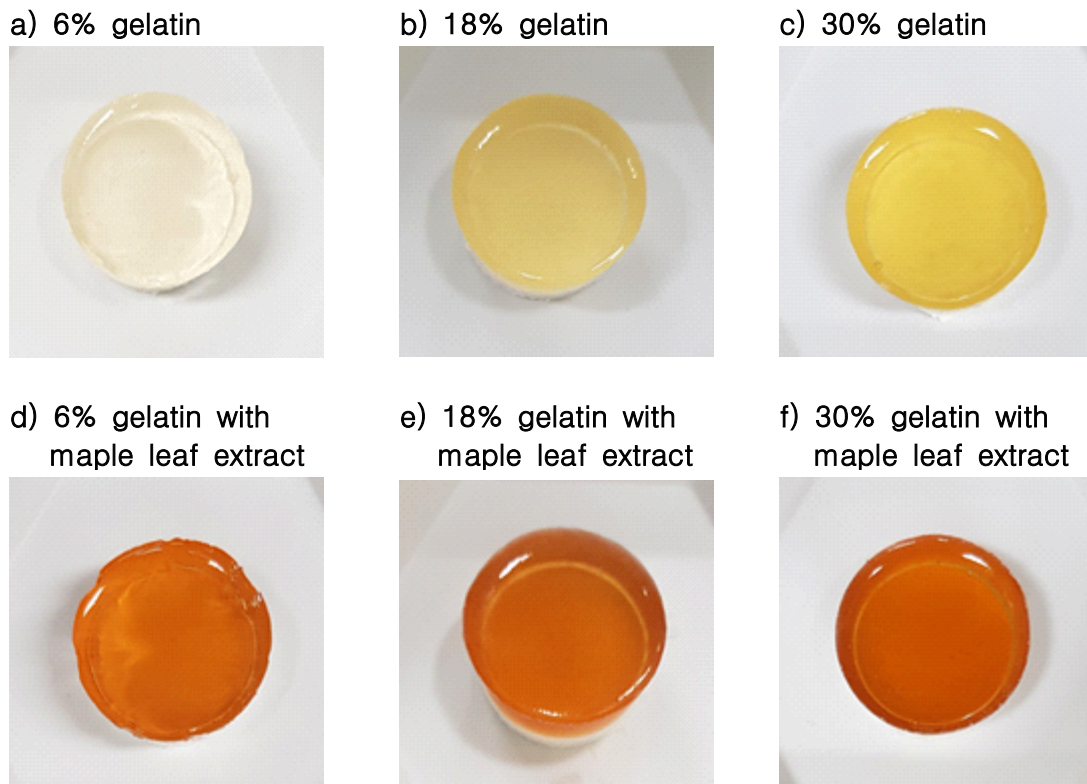


Figure 3-5-12. Appearance of gelatin jelly with maple leaf extract.

명도(CIE L^*)는 단백질 농도의 증가에 따라 점진적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 젤라틴 단독 처리구들에 비해 단풍잎 처리구들의 명도가 유의적으로 낮게 나타났다. 모든 처리구에서 6%+단독 처리구의 명도가 가장 높았으며, 30%+단풍잎 처리구의 명도가 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 적색도(CIE a^*)는 단풍잎 처리구들에서 단백질 농도가 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 동일 단백질 농도에서는 젤라틴 단독 처리구에 비해 단풍잎 처리구의 적색도가 유의적으로 높게 나타났다. 모든 처리구 중 적색도는 30%+단풍잎 처리구가 가장 높았으며, 18%+단독

처리구가 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 안토시아닌의 색 안정성은 바이오 폴리머와 결합을 통해 향상될 수 있다고 알려졌다(Chung et al., 2015). 따라서 젤라틴 농도가 높을수록 안토시아닌이 안정적으로 결합하여 동량의 안토시아닌을 젤리푸드에 첨가하여도 상대적으로 적색도가 높아지는 것으로 사료된다. 황색도(CIE b^*)의 경우 젤라틴 단독 처리구들은 단백질 농도 증가에 의존적으로 황색도가 증가하였다($p < 0.05$). 그러나, 단풍잎 처리구들에서 6% 처리구가 18 및 30% 처리구보다 유의적으로 낮은 황색도를 나타내었으며, 18%와 30% 처리구의 황색도는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 모든 단백질 농도에서 단풍잎 처리구가 젤라틴 단독 처리구보다 유의적으로 높은 황색도를 나타내었다. 다른 처리구들에 비하여 18%+단풍잎 및 30%+단풍잎 처리구의 황색도가 유의적으로 높으며 6%+단독 처리구의 황색도가 유의적으로 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 3-5-15. Color characteristics of gelatin jelly with maple leaf extract

Trait	6% gelatin		18% gelatin		30% gelatin		SEM ²⁾	p value
	Con ¹⁾	Maple	Con	Maple	Con	Maple		
CIE L*	65.02 ^a	41.93 ^d	62.16 ^b	41.16 ^{de}	50.62 ^c	38.80 ^e	2.526	0.000
CIE a*	-1.10 ^b	11.17 ^a	-2.29 ^b	10.73 ^a	-1.21 ^b	11.10 ^a	1.532	0.000
CIE b*	4.57 ^c	25.46 ^b	16.04 ^a	26.36 ^a	22.41 ^a	25.66 ^a	1.937	0.000

¹⁾Treatment: Con, only gelatin jelly without maple leaf extract; Maple, gelatin jelly with 1,000 ppm maple leaf extract.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-f}Means sharing the same letters within a row are not significantly different ($p < 0.05$).

- 단풍잎 추출물을 첨가한 젤리푸드의 유리 안토시아닌 함량

단풍잎 추출물 첨가한 단백질 젤리푸드의 유리 안토시아닌 함량은 Figure 3-5-13에 나타내었다. 젤리푸드의 유리 안토시아닌 함량은 처리구의 단백질 농도가 높을수록 유의적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). Betz 등(2011)은 유청단백질과 안토시아닌의 안정성에 관한 연구에서 단백질의 농도가 증가할수록 안토시아닌의 방출속도가 감소한다고 보고되었다. 그러므로, 동량의 단풍잎 추출물을 첨가한 젤리푸드에 단백질 농도가 높아질수록 안토시아닌은 안정적인 형태로 결합하여 방출되지 않은 것으로 판단된다.

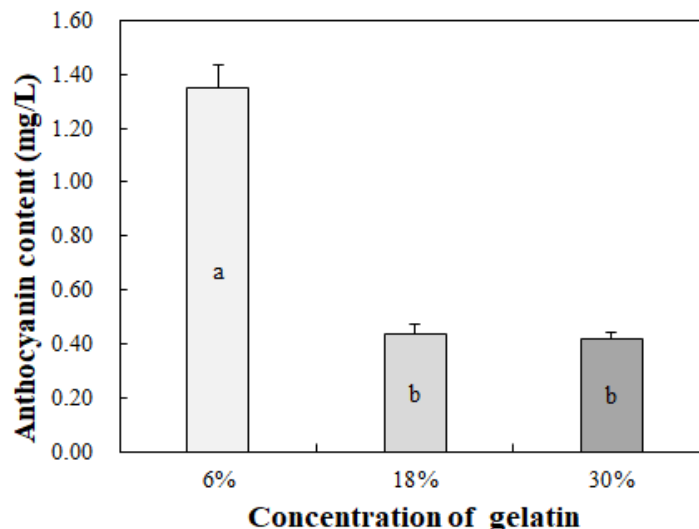


Figure 3-5-13. Anthocyanin contents of protein jelly with maple leaf extracts. a,b Means with different letters are significantly different among treatments ($p < 0.05$).

- 단풍잎 추출물을 첨가한 젤리푸드의 물성

단풍잎 추출물 첨가와 젤라틴 농도를 달리한 단백질 젤리푸드의 경도는 Figure 3-5-14에 나타내었다. 젤리푸드의 경도는 젤라틴 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 단풍잎 추출물의 첨가가 젤리푸드의 경도를 향상시키는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 모든 처리구 중에서 30%+단풍잎 처리구가 가장 높은 경도를 나타내었으며, 6%+단풍잎 처리구가 가장 낮은 경도를 나타내었다 ($p < 0.05$). Tongmai 등(2019)는 안토시아닌이 풍부한 젤리의 제조를 위해 Thai mulberry 분말을 13-26% 첨가하면 무첨가구에 비하여 젤리의 경도가 유의적으로 높아진다고 보고하였다. Hwang과 Nhuan(2015)는 젤라틴 젤리에 첨가하는 아로니아 과즙량이 증가할수록 젤리의 경도가 유의적으로 증가하며, 이러한 이유는 아로니아에 함유된 유기산에 의해 젤리의 pH 감소 및 총산 증가로 펙틴 젤 조성이 증가할 수 있으며, 아로니아 과즙에 함유된 당류가 가열에 의해 겔화되어 젤리의 경도가 증가한다고 보고하였다. 단풍잎에는 탄수화물이 약 8% 내외가 함유되어 있고, sucrose는 약 2% 내외 함유되어 있다(Liu et al., 1997). 본 연구에서 사용된 단풍잎 추출물의 pH는 3.00으로 측정되었다. 따라서, 이전의 연구와 유사하게 단풍잎 추출물의 첨가가 젤리푸드의 pH 감소를 야기하고 당류가 젤리푸드의 경도를 증가시킨 것으로 사료된다.

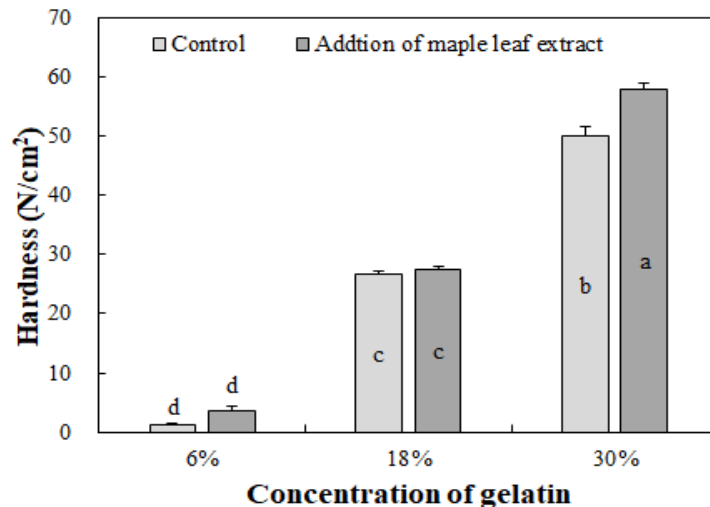


Figure 3-5-14. Hardness of protein jelly with maple leaf extracts. a-d Means with different letters are significantly different among all treatments ($p < 0.05$). Treatment: Con, only gelatin jelly without maple leaf extract; Maple, gelatin with 1,000 ppm maple leaf extract.

- 단풍잎이 추출물이 단백질 혼합 젤리푸드의 이화학적 특성에 미치는 영향
- 단풍잎 추출물을 활용한 단백질 혼합 젤리푸드의 pH 및 색도

단백질 혼합 젤리푸드의 pH 및 색도는 Table 3-5-16에 나타내었다. 단백질 혼합 젤리푸드의 pH는 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며 ($p < 0.05$), 단풍잎 추출물 첨가 유무에 따른 pH 변화는 없었다. 젤라틴의 pH는 약 4.15이며, 유청단백질의 pH는 7.33이다(1차년도 연구 결과). 따라서, 젤라틴 단독 사용에 비하여 유청 단백질의 혼합 사용에 따라서 pH의 변화가 야기된 것으로 판단된다. 명도(CIE L^*)는 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 높게 나타났으며($p < 0.05$), 단풍잎 추출물 처리구의 명도가 더 낮게 나타났다. 적색도(CIE a^*) 및 황색도(CIE b^*)는 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.05$), 단풍잎 추출물 처리구의 적색도와 황색도가 더 높게 나타났다($p < 0.05$).

Table 3-5-16. pH and color of gelatin and whey protein jelly with maple leaf extract

Traits	Control		Adding maple leaf extracts		SEM ²⁾	p value
	Gelatin ¹⁾	Mix protein	Gelatin	Mix protein		
pH	4.87 ^a	5.95 ^b	4.87 ^a	5.92 ^b	0.091	0.000
CIE L*	64.85 ^a	59.73 ^b	43.94 ^c	55.94 ^b	1.271	0.000
CIE a*	-2.20 ^c	-4.65 ^d	10.42 ^a	0.23 ^b	0.748	0.559
CIE b*	14.82 ^b	0.49 ^d	27.38 ^a	4.38 ^c	1.368	0.000

¹⁾Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mix protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-d}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 단풍잎 추출물을 활용한 단백질 혼합 젤리푸드의 안토시아닌 함량

단백질 혼합 젤리푸드의 단풍잎 추출물 첨가에 따른 안토시아닌 함량은 Figure 3-5-15에 나타내었다. 단백질 혼합 젤리푸드의 안토시아닌 함량은 젤라틴 단독 처리구와 젤라틴 유청 혼합 처리구간에 유의적 차이는 없었으나 젤라틴 유청 혼합 처리구의 수치가 더 낮게 나타났다 (p>0.05). 이는 유청단백질이 안토시아닌 안정성에 적합하다는 Betz 등(2011)의 보고에 따라 젤라틴 유청 혼합 처리구의 안토시아닌이 젤라틴 단독 처리구에 비해 안정적인 형태로 결합하여 방출되지 않았기에, 안토시아닌 함량이 낮게 평가된 것으로 생각된다.

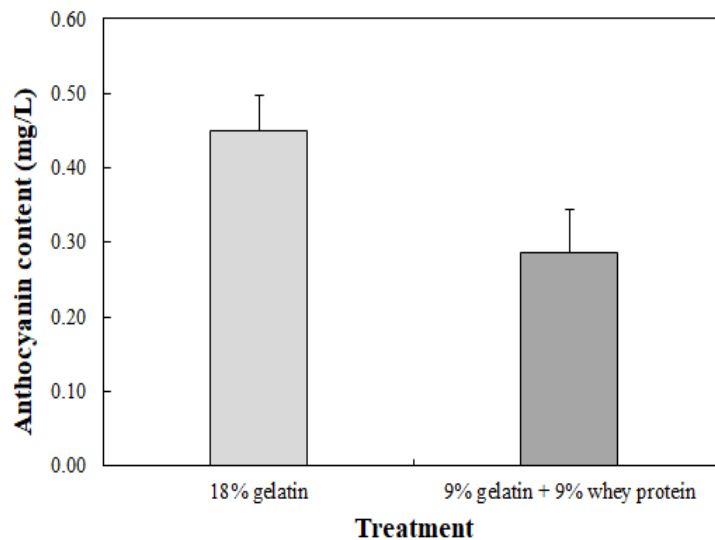


Figure 3-5-15. Anthocyanin content of gelatin and whey protein jelly with maple leaf extract.

Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mixed protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

- 단풍잎 추출물을 활용한 단백질 혼합 젤리푸드의 물성

단백질 혼합 젤리푸드의 단풍잎 추출물 첨가에 따른 경도는 Figure 3-5-16에 나타내었다. 단백질 혼합 젤리의 경도는 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 경도가 더 높게 나타났다. Bauer 등(2013)은 어류에서 추출한 젤라틴과 난단백질을 혼합한 젤은 단일 단백질 젤보다 단백질 응집이 저해되어 이루어진다고 보고하였다. 단풍잎 추출물의 첨가는 젤라틴 단독 처리구의 경도를 유의적으로 증가시켰으나(p<0.05), 젤라틴 유청 혼합 처리구의 경도는 단풍잎 추출물 첨가에 따른 유의적인 변화가 나타나지 않았다(p>0.05).

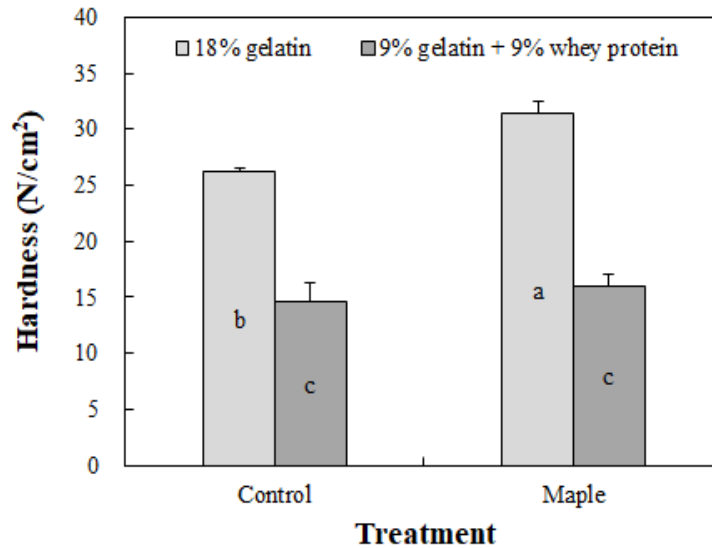


Figure 3-5-16. Hardness of gelatin and whey protein jelly with maple leaf extract. a-c Means with different letters are significantly different among all treatments ($p < 0.05$). Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mixed protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

○ 결론

본 연구는 단풍잎으로부터 추출된 안토시아닌과 천연 향산화 물질의 첨가가 고단백질 젤리 푸드에 이화학적 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행하였다. 제1절에서 6, 18 및 30%의 젤라틴 단백질에 단풍잎 추출물의 첨가에 따른 색도, 안토시아닌 함량 및 경도의 변화를 측정하였다. 결과적으로, 젤리푸드에 단풍잎 추출물의 첨가는 젤라틴 단독 젤리푸드에 비하여 명도를 낮추고 적색도와 황색도를 증가시켰다. 안토시아닌 함량은 단백질 농도가 높을수록 낮게 측정되었다. 경도는 단백질 함량이 높을수록 증가하였으며, 모든 단백질 농도에서 젤라틴 단독 젤리 푸드 보다 단풍잎 추출물 첨가 젤리푸드의 경도가 높았다. 결론적으로 단풍잎 추출물은 단백질 젤리푸드의 색도 및 경도에 영향을 미치며, 단백질 농도가 높을수록 안토시아닌의 결합이 더욱 안정적으로 이루어진다.

젤라틴과 유청 단백질 혼합 단백질에 단풍잎 추출물의 첨가에 따른 pH, 색도, 안토시아닌 함량 및 경도의 변화를 측정하였다. 결과적으로, 젤리푸드에 유청단백질의 혼합 첨가는 젤라틴 단독 사용에 비하여 pH를 증가시키고, 단백질 혼합 젤리푸드에 단풍잎 추출물의 첨가에 따른 pH 변화는 나타나지 않았다. 색도는 젤라틴 단독에 비하여 유청단백질 혼합 첨가가 명도, 적색도 및 황색도를 낮추었으며, 단백질 혼합 젤리푸드에 단풍잎 추출물 첨가에 따라서 적색도는 증가하고 황색도는 감소하는 것으로 나타났다. 안토시아닌 함량은 젤라틴 단독 사용보다 젤라틴과 유청 단백질 혼합시 낮게 측정되었다. 경도는 젤라틴 단독 사용보다 단백질 혼합 첨가에 따라 감소하였으며, 젤라틴 단독 젤리푸드는 단풍잎 추출물 첨가에 의해 경도의 상승이 있었으나, 단백질 혼합 젤리푸드는 단풍잎 추출물 첨가에 의한 경도의 변화가 나타나지 않았다. 결론적으로 젤라틴 유청단백질 혼합은 단백질 젤리푸드의 pH, 색도, 안토시아닌 함량 및 경도에 영향을 미치며, 젤리 푸드의 경도를 감소시킬 수 있는 유용한 기술이다.

앞으로 고령친화형 젤리푸드를 개발함에 있어서 젤라틴, 유청단백질 및 단풍잎을 비롯하여 석류, 귤, 생강 및 블루베리 등의 추출물을 혼합하여 생리활성 물질을 갖는 고단백질 젤리푸드의 개발이 가능할 것으로 생각된다.

천연색소를 함유하는 단백질 혼합 젤리푸드의 품질특성

○ 서론

식품의 색도는 소비자의 관능적 기호성에 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 젤리푸드는 색소의 종류에 따라서 다양한 색감을 나타내기 용이한 식품이다. 최근 가공식품에 첨가되는 인공합성 색소의 유해성이 알려지면서 건강한 먹거리를 추구하는 소비자 요구 충족을 위해 천연색소의 활용성이 높아지고 있다(Kang et al., 2017).

식물에 함유된 천연색소(carotenoids, xanthophyll, carotenoid, phycoerythrin, anthocyanin, beta-cyanin, chlorophyll 및 Monascus)는 비타민 A 전구체, 체내 활성산소 제거, 면역기능 활성화 등 다양한 항산화성 및 생리활성 물질을 함유하고 있다(Jung and Park, 2008; Cho et al., 2019). 현재 젤리푸드의 품질 향상을 위해 천연색소를 함유하는 식물성 추출물의 활용성에 관한 연구가 지속되고 있다. 그러나, 식물로부터 추출된 천연색소가 고령친화형 젤리푸드의 물리적 특성에 미치는 영향에 관한 연구는 미비한 실정이다.

젤리푸드는 단백질원의 혼합은 단백질의 겔 형성 능력 및 단백질 원료들의 상호작용에 따라서 젤리푸드의 경도가 낮아 질 수 있다. 앞서 젤리푸드 제조에 단백질원 혼합(1차년도) 및 단풍잎 추출물의 활용에 관한 연구에서 젤라틴의 영양성을 충족하고 젤리푸드의 경도를 감소시키기 위하여 단백질원을 혼합하는 것이 효과적이지만, 단풍잎 추출물 첨가가 젤리푸드의 경도를 상승시키는 것으로 평가되었다. 따라서, 고령친화형 젤리푸드에 활용하기 적합한 천연색소 소재 탐색 연구에 관한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 천연색소와 단백질원 혼합에 따른 고령친화형 젤리푸드의 이화학적 특성 변화를 평가하였다.

○ 재료 및 방법

- 천연색소를 활용한 단백질 혼합 젤리푸드 제조

천연색소를 활용한 단백질 혼합 젤리푸드는 단백질 종류와 천연 색소 첨가에 따라 14개의 처리구로 제조하였다. 단백질 젤리푸드는 돈피젤라틴 분말의 조단백질 함량(91.12%)과 유청 단백질 분말의 조단백질 함량(77.02%)에 근거하여 최종 제품의 단백질 농도가 18%(w/w)가 되도록 증류수를 가하였고, 천연 색소는 각 종류별 단백질 젤리푸드에 1,000 ppm을 첨가하였다. 처리구는 단백질 함량에 천연 색소 첨가에 따라서 나타내었다. 18% 젤라틴에 빨간색, 주황색, 노란색, 초록색, 파란색, 남색, 보라색의 천연 색소를 첨가한 7가지 처리구와 9% 젤라틴+9% 유청단백질에 위의 천연 색소를 첨가한 7가지 처리구. 혼합된 단백질 겔은 90°C의 항온수조에서 30분간 가열 후 상온에서 2시간 동안 방냉하였다. 배합비는 Table 3-5-17에 나타내었다.

Table 3-5-17. Formula of gelatin and whey protein jelly prepared with various natural pigments

Ingredient (%)	Gelatin ¹⁾	Mixed protein
Gelatin	19.755	9.875
Whey protein	-	11.685
Pigment	0.010	0.010
Water	80.245	78.440
Total	100	100

¹⁾Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mix protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

- pH 측정

단백질 젤리푸드의 pH는 시료가 졸(sol) 상태일 때 pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 3회 측정하였다.

- 색도 측정

단백질 젤리푸드의 색도는 시료의 단면을 측정하였으며, colorimeter(Chroma meter, CR 210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness, CIE L*), 적색도(redness, CIE a*) 및 황색도(yellowness, CIE b*)를 측정하였다.

- 물성 측정

시료는 10 × 10 × 10 mm³로 절단한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 통계분석

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준오차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 천연색소를 활용한 단백질 혼합 젤리푸드 외관 및 품질특성

천연색소를 첨가한 단백질 젤리푸드의 pH 및 색도는 Table 3-5-18에 나타내었다. 천연색소가 첨가된 단백질 젤리푸드의 pH는 천연 색소의 종류와 관계없이 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 낮게 나타났다. 빨강색 천연색소의 첨가는 젤라틴 단독 및 젤라틴 유청 혼합 처리구에서 가장 낮은 pH를 나타내었다(p<0.05). 명도(CIE L*)는 모든 천연 색소에서 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 낮게 나타났다. 그러나 적색도(CIE a*) 및 황색도(CIE b*)는 모든 천연 색소에서 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 높게 나타났다. 천연색소를 첨가한 단백질 젤리푸드의 경도는 Figure 3-5-17에 나타내었다. 경도는 천연색소의 첨가와 관계없이 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 더 높았다. 젤라틴 단독 처리구의 경도는 보라색 천연색소 첨가구가 유의적으로 가장 높았다(p<0.05). 젤라틴 유청 혼합 처리구의 경도는 주황색 및 노랑색 천연색소 첨가구들이 유의적으로 가장 낮았다(p<0.05). 천연색소를 첨가한 단백질 젤리푸드의 외관은 Figure 3-5-18에 나타내었다. 천연색소의 첨가에 따른 시각적 채도는 젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비하여 높은 것으로 관찰되었다. 이는 유청단백질의 불투명도가 채도에 영향을 미치는 것으로 추측된다.

Table 3–5–18. pH and color of gelatin and whey protein jelly with various natural pigments

Trait		pH		CIE L*		CIE a*		CIE b*	
Color	Ingredient	Gelatin ¹⁾	Mixed protein	Gelatin	Mixed protein	Gelatin	Mixed protein	Gelatin	Mixed protein
Red	Lac color	4.84 ^c	5.81 ^c	27.97 ^d	42.56 ^e	28.60 ^a	16.69 ^a	18.01 ^b	-7.35 ^d
Orange	Paprika, Lac color	4.87 ^{ab}	5.88 ^{abc}	45.46 ^b	56.72 ^a	4.29 ^c	-0.62 ^c	18.52 ^b	1.29 ^c
Yellow	Gardenia yellow color	4.85 ^{bc}	5.87 ^{bc}	51.10 ^a	57.73 ^a	-5.37 ^f	-8.94 ^f	43.42 ^a	21.18 ^a
Green	Gardenia yellow, gardenia blue color	4.84 ^c	5.94 ^{ab}	34.20 ^c	48.99 ^c	-8.30 ^g	-11.31 ^g	19.87 ^b	7.69 ^b
Blue	Gardenia blue color	4.85 ^{bc}	5.97 ^a	27.73 ^d	46.23 ^d	-0.94 ^e	-5.10 ^e	-5.59 ^d	-11.46 ^f
Bluish violet	Gardenia blue, cochineal color	4.85 ^{bc}	5.94 ^{ab}	29.45 ^d	46.63 ^c	0.64 ^d	-3.38 ^d	-3.45 ^d	-11.21 ^f
Violet	Gardenia blue, cochineal color	4.88 ^a	5.95 ^{ab}	34.41 ^c	48.12 ^b	11.82 ^b	5.07 ^b	9.57 ^c	-8.45 ^e
	SEM ²⁾	0.003	0.015	1.910	1.174	2.593	1.968	3.435	2.511
	p value	0.001	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

¹⁾Treatment: Gelatin, protein jelly with 18% gelatin; Mix protein, protein jelly with 9% gelatin and 9% whey protein.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-g}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

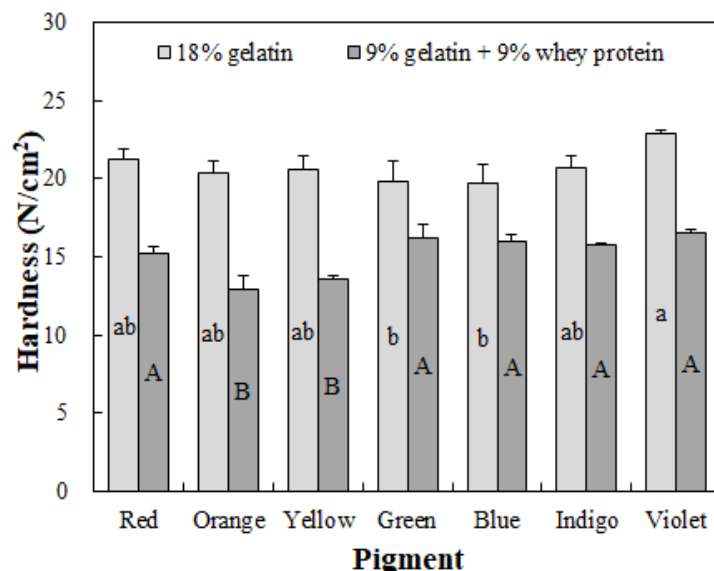


Figure 3–5–17. Hardness of gelatin and whey protein jelly with various natural pigments. a,b Means with different letters are significantly different among all treatments (p<0.05). A,B Means with different letters are significantly different among all treatments (p<0.05).

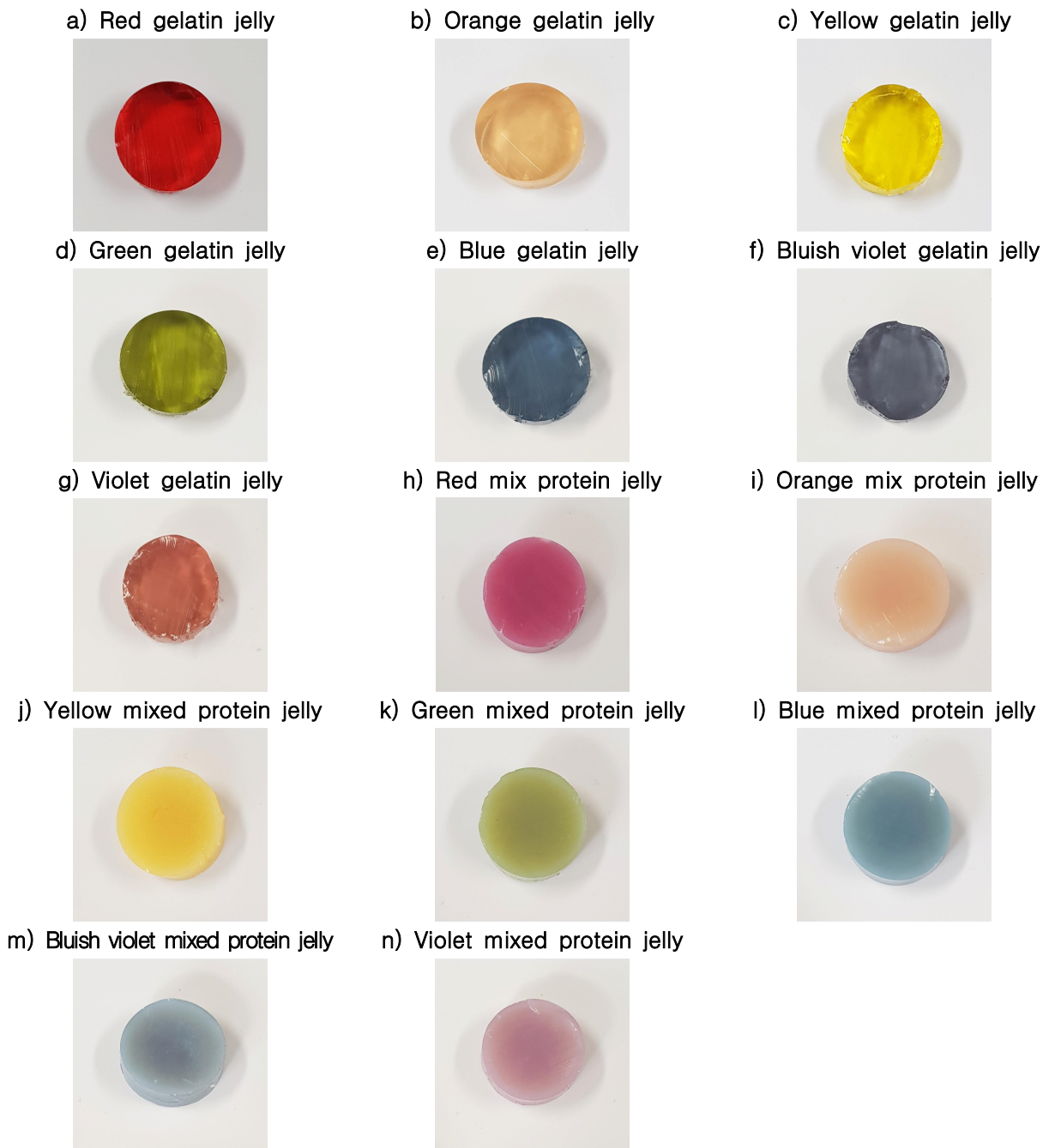


Figure 3-5-18. Appearance of gelatin and whey protein jelly with various natural pigments.

○ 결론

본 연구는 천연색소가 고령친화형 젤리푸드에 미치는 영향을 평가하기 위해 실시하였다. 젤라틴 단독 및 젤라틴 유청 혼합 젤리푸드에 천연색소 성분에 따라 pH, 색도, 외관 및 경도의 변화를 측정하였다. 천연색소의 종류에 따라서 젤리푸드의 pH에 변화가 나타나며, 젤라틴 단독 젤리푸드보다 젤라틴 유청 혼합 젤리푸드의 pH가 높아졌다. 천연색소의 첨가에 따라 젤리푸드의 색상의 조절이 용이하였으며, 젤라틴 단독 젤리푸드보다 젤라틴 유청 혼합 젤리푸드의 채도가 낮게 나타났다. 경도는 천연젤라틴 단독 처리구가 젤라틴 유청 혼합 처리구에 비해 더 높았으며, 젤라틴 유청 혼합 젤리푸드는 주황색 및 노랑색 천연색소를 첨가하면 경도가 가장 낮았다($p < 0.05$). 앞으로 고령친화형 젤리푸드를 개발하는데 있어서 천연색소를 활용하여 다양한 색감을 갖는 고단백질 젤리푸드의 개발이 가능할 것으로 생각된다. 추후 젤리푸드의 색도와 소비자 기호성에 관한 연구의 수행이 필요할 것이다.

단백질 가수분해물을 활용한 고단백 고령친화형 젤리푸드 가공기술 연구

○ 서론

현재 우리나라는 고령사회에 진입해 있으며 2025년에 고령인구가 전체인구의 20%가 넘는 초고령사회로 진입이 예상된다(Kostat, 2019). 고령인구비율의 급격한 증가는 사회·경제·정책 분야에 걸쳐 동시다발적인 변화를 초래하고 있다. 특히, 정부차원에서 고령친화 9대 산업(요양, 의약품, 식품, 화장품, 의료기기, 용품, 금융, 주거 및 여가)에 관한 정책 및 규정이 마련됨에 따라서 관련 산업이 나아갈 방향이 제도적으로 제시되고 있다.

한국보건산업진흥원(2015)에서 실시한 설문조사에 따르면 고령자들이 가장 필요로 하는 고령친화제품은 식품군이며, 영양이 고루 갖춰진 식품, 소화가 잘되는 식품 및 저작하기 편한 식품에 대한 선호도가 높은 것으로 조사되었다. 고령자는 건강한 삶을 영유하기 위하여 하루에 여성은 1,600 kcal와 남성은 2,000 kcal 정도의 영양 섭취가 권장되고 있으며(KCDC, 2012), 일일 체중 1kg 당 약 1.0-1.2 단백질 섭취가 필요하다고 알려졌다(Bauer et al., 2013). 그러나 고령자들은 연령이 증가 할수록 저작 곤란에 의해 육류 섭취가 감소함에 따라 단백질 섭취량이 점진적으로 감소한다(Sin et al., 2016, 한국농촌경제연구원, 2017). 고령자의 체내영양 부족은 점진적인 건강 악화를 야기하므로 고령자가 섭취하기 편리한 단백질 식품의 개발이 시급한 실정이다.

젤리푸드는 씹기 쉬운 물성으로 유아나 고령자용 식품에 적합한 것으로 평가받고 있다(Kim, 2006; Lee et al., 2020). 젤리푸드 제조에 사용되는 겔화제로 젤라틴, 펙틴, 한천 및 전분 등이 있으며, 겔화제에 따라서 젤리푸드의 식감이 다양하게 나타난다(Lee, et al., 1991; Lee et al., 2020). 단백질 소재인 젤라틴을 활용한 젤리푸드는 질감, 투명도, 씹힘성 등의 소비자 기호성이 높다(Lee et al., 2020). 하지만, 젤라틴은 소화흡수율 및 필수아미노산 함량이 낮은 단점이 있으며, 젤리푸드 제조에 있어서 젤라틴 함량이 증가 될수록 겔 강도와 씹힘성이 높아져 고령자가 저작하기 어려워지는 문제가 발생한다. 따라서, 고령친화형 젤리푸드를 개발하기 위해서 영양성이 우수한 단백질 소재의 발굴 및 최종제품의 물성을 낮출 수 있는 방법을 모색해야 한다.

단백질의 영양성은 필수아미노산 조성을 기준으로 평가하며, 완전단백질인 난단백질이나 우유단백질이 기준이 된다. 난단백질의 필수아미노산 조성은 인체가 필요로 하는 필수아미노산 함량과 거의 일치한다고 알려졌다(Yang et al., 2014). 난단백질과 우유단백질로부터 각각 난단백질과 유청단백질을 정제하여 가공식품의 원료로 사용할 수 있다. 난단백질은 영양적으로 필수아미노산이 풍부하며(FAO, 1970), 가공적 특성으로 유화성, 열응고성, 거품성 및 결합성 등이 있으며(Mine, 1995), 젤라틴과 단상 구조의 젤 형성이 가능한 것으로 알려졌다(Ziegler, 1991). 유청단백질은 영양적으로 류신(leucine), 이소류신(isoleucine), 발린(valine)과 같은 소수성 필수아미노산을 다량 함유하고 있으며(Kim, 2010), 가공적 특성으로 겔형성능, 용해성, 분산성, 계면활성능 및 단백질간에 우수한 결합성질이 있어 가공식품의 기능성 원료로 활용 될 수 있다(Kim and Ahn, 2007; Yang and Lee, 2003). 계란찜의 품질을 향상시킨다. 그러나 아직까지 난단백질 및 유청단백질을 활용한 고단백질 젤리푸드의 연구는 미비하다.

단백질 가수분해효소(protease)는 펩신, 트립신, 파파인 및 브로멜라인 등이 있으며, 상업적으로 다양한 제품으로 판매되고 있다. 단백질 가수분해효소를 활용하여 얻어진 단백질 가수분해물은 가공식품의 보수력 향상, 소화·흡수·용해성 증가, 항알러지성 및 항고혈압 효과 등을 가진 기능성 식품 가공 소재로 활용이 가능하다고 알려졌다(Cumby et al., 2008; Kim et al., 2007). 난단백질 가수분해물은 용해성이 높은 것으로 알려졌으며,(Yoo et al., 1999), Garcés-Rimón 등(2016)은 난단백질 가수분해물을 활용하여 저작 및 소화 기능에 불편을

겪는 사람이 섭취하기 적합한 제품(크림, 고타카 치즈 및 정킷(Junket))의 개발이 가능하다고 제안하였다. 유청단백질 가수분해물은 거품형성능 및 용해성 등과 같은 가공적성이 증가하지만 (Yang and Lee, 2003), 반대로 겔 형성능이 약화 된다고 알려졌다(Huang et al., 1999). Jeewanthi 등(2015)은 단백질 가수분해효소를 활용하여 유청단백질의 겔형성능 및 강도를 조절할 수 있다고 제안하였다. 따라서, 단백질 가수분해물의 높은 용해도와 저하된 겔 형성능을 활용하면 기존의 젤리푸드에 비해 겔 강도가 낮은 고단백질 젤리푸드의 제조가 가능 할 것으로 기대된다.

본 연구는 고령친화형 젤리푸드에 활용 가능한 단백질 소재의 다양화를 위해 젤라틴, 난백 단백질 및 유청단백질 가수분해물을 제조하였으며. 최종적으로 물리적 특성 조절이 가능한 고령친화형 젤리푸드를 개발하기 위해 수행되었다.

○ 재료 및 방법

- 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드 제조

본 연구에 사용된 단백질 분말은 돈피젤라틴(Italgel, Italgelatine S.P.A., Cuneo, Italia), 유청 단백질(WPC, Sewoo INC., Seoul, Korea) 및 난백단백질(Egg white protein-high gel, Sewoo INC., Seoul, Korea)을 사용하였다. 이때, 각 조단백질 함량은 돈피 젤라틴 91.12%, 유청단백질 77.02% 및 난단백질 79.19%이다. 단백질 가수분해효소는 Protamax®(Nobozyms, Bagsværd, Denmark)를 사용하였다. 처리구는 모두 12개(단백질 4종 × 단백질 가수분해효소 첨가량 3단계)로 설정하였다. 단백질 종류에 따라서 젤라틴, 유청단백질, 난백단백질 및 3종 혼합 단백질(비율 1:1:1) 처리구로 구분하였으며, 단백질 가수분해효소 첨가량에 따라서 대조구, 0.1% 및 1%(w/w) 첨가구로 구분하였다. 모든 젤리푸드는 조단백질 함량에 근거하여 최종 단백질 농도가 18%가 되도록 단백질 분말에 정제수와 단백질 가수분해효소를 혼합하였다(Table 3-5-19). 혼합물은 37°C의 배양기(IB-15G, Jeio Tech., Kimpo, Kyonggido, Korea)에서 30분마다 재혼합하며 2시간 동안 단백질의 가수분해를 실시하고, 이후 90°C로 예열된 항온수조에서 30분간 가열하였다. 가열된 시료는 상온에서 2시간 동안 방냉 후 무게를 측정하고 분석에 사용하였다.

Table 3-5-19. Formula of various protein jellies prepared with enzymatically hydorlyzed food protein

Ingredient (%)	Con	0.1% Enzyme	1% Enzyme
Protein powder	18	18	18
Water	72	72	72
Total	100	100	100
Protease	-	0.1	1

- 색도 측정

단백질 가수분해물 젤리푸드의 색도는 시료의 단면을 색도계(Chroma meter, CR 400, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L*값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b*값을 측정하였다. CIE L*값이 +93.01, CIE a*값이 -0.25, CIE b*값이 +3.50인 백색 표준판을 이용하여 보정하였다.

- 가열감량

단백질 가수분해물 젤리푸드의 가열 감량은 가열 전·후의 시료 무게를 측정하여, 가열 전 시료

무게에 대한 가열 후 시료의 무게 감소를 %로 산출하였다.

$$\text{가열 감량(\%)} = [\text{가열 전 시료 무게(g)} - \text{가열 후 시료 무게(g)}] / \text{가열 전 시료 무게(g)} \times 100$$

- 물성 평가

시료는 10 × 10 × 10 mm³로 절단한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 통계분석

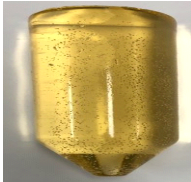
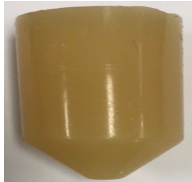

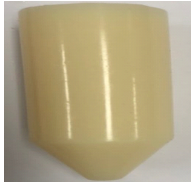


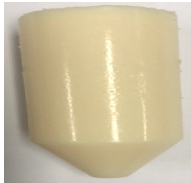
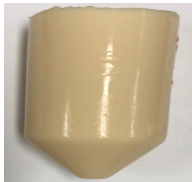
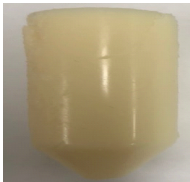

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준오차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 젤 형성 및 외관

단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 젤 형성과 외관은 Table 3-5-20에 나타내었다. 젤라틴은 0.1% 이상 단백질 가수분해효소 처리시 젤 형성이 되지 않았으며 단백질 가수분해효소 첨가량이 높아질수록 점성이 높은 액상 형태를 나타내었다. 유청, 난백 및 혼합 단백질 처리구들은 단백질 가수분해효소 첨가량이 높아질수록 고유의 색보다 백색도가 높아지는 현상이 나타났다. 촉각으로 평가한 결과, 모든 단백질 종류와 상관없이 단백질 가수분해효소 첨가량이 높아질수록 점진적으로 부드러운 젤을 형성하는 것으로 판단된다.

Table 3-5-20. Appearance of protein gels after enzymatic hydrolysis

Trait	Gelatin	Whey	Egg white	Mix
Con				
0.1% Enzyme	Not aggregation			
1% Enzyme	Not aggregation			

- 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 색도

단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 색도는 Table 3-5-21에 나타내었다. 백색도는 단백질 종류에 따라서 혼합, 난백, 유청, 젤라틴 순으로 나타났다. 단백질 가수분해효소 농도에 따라서는 모든 단백질처리구들이 단백질 가수분해효소 첨가량이 증가할수록 백색도가 높아지는 경향을 나타내었다. 단백질 혼합 젤리는 단백질 가수분해효소 첨가량이 증가할수록 백색도가 높아졌다. 특히, 유청단백질 처리구 중 대조구에서 50.58를 나타내었으나 1% 첨가구에서 82.91로 급격히 상승한 것으로 나타났다. 적색도는 단백질 종류에 따라서 젤라틴, 유청, 혼합, 난백 순으로 나타났다. 단백질 가수분해효소 첨가량에 따라서는 모든 단백질 종류에서 단백질 가수분해효소 첨가량이 증가할수록 적색도가 높아지는 것으로 나타났다. 황색도는 대조구들 중 젤라틴 처리구가 다른 단백질 처리구들보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 그러나, 1% 첨가구에서는 유청단백질 처리구가 다른 처리구들에 비하여 황색도가 유의적으로 높게 나타났다. 단백질 가수분해효소 첨가량의 증가에 따라서 모든 단백질의 황색도가 높아지는 경향을 나타내었다.

Table 3-5-21. Effects of protein type and enzyme level on color of protein gels

Trait		CIE L*	CIE a*	CIE b*
Gelatin	Con	43.66 ^h	-1.05 ^a	15.83 ^b
	0.1% Enzyme	-	-	-
	1% Enzyme	-	-	-
Whey	Con	50.58 ^g	-4.65 ^c	5.09 ^h
	0.1% Enzyme	63.84 ^f	-5.81 ^d	5.67 ^h
	1% Enzyme	82.91 ^c	-1.10 ^a	16.57 ^a
Egg white	Con	70.40 ^e	-8.68 ^f	6.46 ^g
	0.1% Enzyme	74.31 ^d	-8.61 ^f	7.58 ^f
	1% Enzyme	81.74 ^c	-5.76 ^d	12.94 ^d
Mix	Con	74.86 ^d	-6.30 ^e	7.74 ^f
	0.1% Enzyme	83.54 ^b	-4.43 ^c	11.26 ^e
	1% Enzyme	86.03 ^a	-3.26 ^b	13.38 ^c
SEM ¹⁾		2.551	0.467	0.748
p value		0.000	0.000	0.000

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{a-h}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

- 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 가열감량

단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 가열감량은 모든 젤리푸드에서 0.68-1.20%로 나타났으며, 유의적 차이는 인정되지 않았다(data not show). 모든 젤리푸드는 단백질 농도가 18%가 되도록 제조하여 보수력이 우수하게 나타난 것으로 사료된다. 또한, 단백질 가수분해 효소 처리를 실시한 단백질 가수분해물들은 기존의 보수력을 잃지 않고 유지한 것으로 판단된다. 본 연구에 사용된 단백질 분말들은 보수력이 우수한 특성이 있어 가공식품의 결착제 및 증진제로 활용이 된다. 본 연구에서 대조구와 단백질 가수분해효소 첨가구들의 가열감량의 차이가 없는 것은 동일한 수분을 첨가하였기에 나타난 결과로 판단된다. Barbut(2007)는 계육 유탄물의 보수력 향상에 유청단백질 가수분해물이 유청단백질보다 우수한 효과를 보인다고 보고한 바 있다.

- 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 물리적 특성

단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 물리적 특성은 Table 3-5-22에 나타내었다. 젤라틴 가수분해물은 겔을 형성하지 않았기 때문에 단백질 가수분해효소 처리에 의한 물리적 특성의 변화를 판단할 수 없었다. 물리적 특성 변화에서 경도는 대조구들 중 유청단백질 처리구(43.31 N/cm²)가 가장 높은 수치를 나타내었고, 혼합단백질 처리구(21.93)가 가장 낮은 수치를 나타내었다(p<0.05). 0.1% 첨가구들의 경도는 유청단백질 처리구(34.25 N/cm²) 가장 높고, 혼합단백질 처리구(6.90 N/cm²)가 가장 낮게 나타났(p<0.05). 그러나 1% 첨가구들 중 유청단백질 처리구(2.35 N/cm²)가 다소 낮은 수치를 나타내었지만 다른 단백질 처리구(3.02-3.54)의 경도와 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 유청단백질은 0.1% 단백질 가수분해효소 처리시 경도의 변화가 난백 및 혼합 단백질에 비하여 미비하였지만, 1% 단백질 가수분해효소 처리에서는 경도가 급격히 낮아진 것으로 나타났다. 본 연구에 사용된 단백질 분해효소는 endopeptidases로 단백질 분자의 내부(중심) 결합을 절단하는 효과가 있다. 유청 및 난백단백질은 0.1% 단백질 가수분해효소에 의해 절단되어도 젤 형성 및 결합이 강하게 이루어지지만 1% 단백질 가수분해효소 처리에 의해 젤형성능이 낮아져 경도가 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

Table 3-5-22. Effects of protein type and enzyme levels on texture of protein gels

Trait		Hardness (N/cm ²)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (N/cm ²)	Chewiness (N/cm ²)
Gelatin	Con	36.72 ^{ab}	0.80 ^{bc}	0.55 ^a	15.78 ^b	12.75 ^b
	0.1% Enzyme	-	-	-	-	-
	1% Enzyme	-	-	-	-	-
Whey	Con	43.31 ^a	0.91 ^a	0.45 ^b	19.16 ^a	17.52 ^a
	0.1% Enzyme	34.25 ^b	0.80 ^{bc}	0.33 ^c	11.64 ^c	9.37 ^c
	1% Enzyme	2.35 ^d	0.07 ^e	0.07 ^d	0.16 ^e	0.01 ^e
Egg white	Con	37.86 ^{ab}	0.86 ^{ab}	0.45 ^b	17.21 ^{ab}	14.86 ^b
	0.1% Enzyme	18.61 ^c	0.76 ^c	0.29 ^c	5.61 ^d	4.32 ^d
	1% Enzyme	3.54 ^d	0.10 ^e	0.08 ^d	0.27	0.03
Mix	Con	21.93 ^c	0.76 ^c	0.25 ^c	5.38 ^d	4.19 ^d
	0.1% Enzyme	6.90 ^d	0.22 ^d	0.11 ^d	0.73 ^e	0.17 ^e
	1% Enzyme	3.02 ^d	0.06 ^e	0.07 ^d	0.22 ^e	0.02 ^e
	SEM ¹⁾	2.943	0.065	0.032	1.366	1.211
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{a-e}Means sharing the same letters within a column are not significantly different (p<0.05).

탄력성은 대조구 및 0.1% 첨가구들에서 유청 및 난백단백질 처리구가 혼합 단백질 처리구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 그러나, 1% 첨가구들(0.06-0.07 N/cm²)에서는 유청, 난백 및 혼합 단백질 처리구간에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

응집성은 대조구들에서 젤라틴 처리구가 0.55 N/cm²로 가장 높고, 유청 및 난백단백질 처리구들이 0.45 N/cm²로 유사하게 나타났다. 그러나 혼합 단백질 처리구는 0.25 N/cm²로 다른 단백질 처리구들에 비하여 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 3종 단백질의 혼합에 의한 단백질-단백질간의 결합에 방해가 일어났으며, 특히, 유청과 난백단백질의 결합이 일어나지 않는 것으로 추

측된다. 한편 단백질 가수분해효소 처리는 모든 단백질 젤의 응집성을 감소시켰다.

검성과 씹힘성은 2차 물리적 특성으로 1차 물리적 특성인 경도, 탄력성 및 응집성의 영향을 받는다. 검성과 씹힘성은 대조구들에서 유청단백질 처리구가 다른 단백질 처리구들에 비하여 가장 높게 나타났으나, 1% 첨가구들에서는 단백질 종류에 따른 검성과 씹힘성의 차이가 나타나지 않았다.

결과적으로 젤리푸드의 물리적 특성은 단백질 종류에 따라서 다소 차이가 나타날 수 있지만 1% 단백질 가수분해효소 처리를 실시하면 서로 유사한 물성을 갖는 것으로 나타났다. 또한, 한국산업표준규격 기준으로 고령자가 잇몸으로 씹을 수 있는 품질의 고령친화형 고단백질 젤리푸드의 제조가 가능하였다.

○ 결론

본 연구는 고령자를 위한 고단백질 젤리푸드를 개발하기 위하여 단백질 가수분해물을 활용한 젤리푸드의 이화학적 특성을 분석하였다. 젤리푸드는 젤라틴, 유청단백질, 난백단백질 및 3종 혼합단백질과 각 단백질에 0.1 및 1% 단백질 가수분해효소(endopeptidases) 처리를 실시한 단백질 가수분해물로 제조하였다. 모든 단백질 종류에서 1% 단백질 가수분해효소 처리를 실시하면 젤리푸드는 외관적으로 서로 유사한 색상이 되었으며 우수한 보수력을 유지하였다. 고농도의 단백질을 함유하는 젤리푸드를 제조하였음에도 물리적 특성은 단백질 가수분해효소 처리에 의해 현저히 감소하는 결과를 나타내었다. 한국산업표준규격에서 제시한 경도 기준으로 젤리푸드의 품질을 판단하였을 때, 젤리푸드의 품질은 0.1% 단백질 가수분해효소 처리시 저작 1단계에 속하지만, 1% 단백질 가수분해효소를 처리하면 저작 2단계($2.35\text{--}3.54\text{ N/cm}^2$)에 속하게 되었다. 결론적으로 단백질 가수분해효소를 활용하여 단백질 젤의 특성을 변화시킬 수 있음을 확인하였으며, 저작 2단계에 해당하는 고단백질 젤리푸드를 제조 할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 적용한 단백질 가수분해효소의 첨가량을 다소 증가시키면 저작 3단계에 속하는 고단백질 젤리푸드의 개발이 가능함을 시사한다.

단백질 친수성 콜로이드 기반의 한국형 젤리푸드 가공기술 개발

○ 서론

우리나라 고령친화식품 인증을 위해서는 최종제품에 3종 이상(단백질, 비타민 A, C, D, 리보플라빈, 나이아신, 칼슘, 칼륨, 식이섬유)의 영양성분이 제품 100 g당 한국인 영양섭취 기준의 10% 이상이 함유 되어야하며, 경도는 50 N/cm² 이하가 되어야 한다(KS H 4897). 고령친화식품의 개발에 있어서 영양성 개선을 위해 원료식품의 조합 및 영양성분 첨가가 허용된다. 젤라틴을 활용한 젤리푸드는 단백질 함량이 높지만, 단백질 외의 영양성분을 원료식품을 조합하여 개선해야 한다. 젤라틴을 활용한 젤리푸드는 제조 공정에서 식육 및 야채류와 같은 다양한 식품을 첨가하기 용이하다. 따라서, 단백질 젤리푸드 제조시 젤라틴을 기반으로 식이섬유, 칼슘, 비타민 등 원료식품을 혼합하면 영양성이 개선된 고령친화형 단백질 젤리푸드의 개발이 가능하다.

현대인의 식생활은 동물성 식품의 섭취가 증가하고 식물성 식품의 섭취가 감소함에 따라서 식이섬유 섭취량이 저하되었다(Shin, 2019). 식이섬유의 섭취는 사람의 장내 미생물의 먹이원이 되며, 장내미생물이 식이섬유를 소화 후 배출한 분해산물이 신체의 생리기능에 긍정적인 역할을 한다. 식이섬유 섭취량이 줄어들면 장내세균의 유익 기능이 저하되어 장내 이상이 나타날 수 있다(Shin, 2019). 그러므로 소화기능이 저하되는 고령자에게 충분한 식이섬유의 섭취가 중요하다. 카라기난은 홍조류에서 뜨거운 물로 추출되어 수용성 식이섬유 함량이 높다. 카라기난의 종류는 κ (Kappa)-카라기난, ι (Iota)-카라기난, λ (Lambda)-카라기난으로 구분된다. 식품가공산업에서 카라기난은 주로 점증제로 사용되는 소재이고, 젤리푸드 제조에는 0.15-2.0% 카라기난을 첨가한다고 알려졌다(Lee et al., 2007). Athaillah 등(2015)은 고령자의 골다공증 예방을 위해 칼슘 공급원을 첨가한 카라기난 젤리의 개발을 제안한 바 있다.

칼슘은 뼈와 치아의 주요 구성성분이고, 체내에서 혈액응고, 근육수축, 신경세포 자극전달 등 다양한 조절 기능을 수행하는 것으로 알려졌다(Paik et al., 2016). 한국인의 칼슘 하루 섭취량은 남성 800 mg 및 여성 700 mg으로 권장되고 있지만, 칼슘 섭취가 부족한 성인은 남성 84% 및 여성 73.5%로 조사되었다(Hur et al., 2018). 칼슘의 부족은 골다공증을 야기하는 주요한 원인이며, 성인의 키가 감소하는 것은 골다공증 초기를 의심 할 수 있다(Paik et al., 2016). 따라서, 고령자에게 칼슘이 함유된 식품의 공급이 시급한 실정이다. 식품산업에서 칼슘 공급원으로 활용 될 수 있는 원료로 대표적인 것은 염화칼슘이 있다. 염화칼슘은 36.11% 칼슘을 함유하고 있으며, 염화나트륨 대체재로 활용되고 있다. Jeong 등(2015)는 염화칼슘의 활용은 쓴맛으로 인해 식품의 관능적 특성을 저하 시킬 수 있으므로 물리적 및 영양적인 효과를 개선할 수 있는 최소량의 사용을 권장하였다. 염화칼슘에 함유된 칼슘이온은 κ -카라기난을 용해하여 겔화가 가능하게 하는 기능적 특성이 있으므로 젤리푸드 개발에 유용한 소재이다(MacArtain et al., 2003).

젤라틴과 카라기난은 첨가량에 따라서 젤리푸드의 물성에 영향을 미치며, 염화칼슘은 젤라틴과 카라기난을 용해함으로써 젤리푸드의 품질에 영향을 미칠 것이다. 이들 원료의 첨가 비율에 따라 젤리푸드의 품질 특성이 상이하게 나타날 것으로 예상된다. 그러나, 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘을 혼합한 겔 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 고령친화형 단백질 젤리푸드에 부드러운 식감 형성 및 영양성 개선을 위해 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 첨가량 확립에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 고령친화형 단백질 젤리푸드의 영양성 충족과 경도 조절을 위해 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 최적 조건 배합 비율을 설정하기 위해 수행되었다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료

본 연구는 돈피젤라틴(Italgel, Italgelatine S.P.A., Cuneo, Italia), 카라기난(Kappa carrageenan, ES Food, Gunpo, Korea) 및 염화칼슘(94% CaCl₂, ES Food, Gunpo, Korea)을 사용하였다.

- 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘을 활용한 단백질 젤리푸드의 영양성분 및 물성 최적화 비율 선정을 위한 실험계획

단백질 젤리푸드의 제조에 대한 최적 조건을 선정하기 위해 Minitab(ver. 19, Minitab Inc., State College, PA, USA)을 사용하여 반응표면분석법(response surface methodology; RSM) 중 면중심합성법으로 실험 설계를 수립하였다. 단백질 젤리푸드에 영향을 미치는 요인인 돈피젤라틴(X₁), 카라기난(X₂), 염화칼슘(X₃)을 독립변수(X)로 하고, -1, 0, +1의 3단계로 부호화하였다(Table 3-5-23). 돈피젤라틴 분말의 첨가량은 조단백질 함량(91.12%)에 근거하여 최종 제품의 단백질 농도가 6, 18, 30% (w/v)가 되도록 설정하였다. 카라기난 및 염화칼슘의 첨가량에서 최소량은 고령친화식품 영양성분 규격(수용성 식이섬유 2.5 g/100 g 이상 및 칼슘 80 mg/100 g 이상)에 기준하고, 최대량은 일일권장섭취량(수용성 식이섬유 6.25 g/100 g 및 칼슘 800 mg/100 g)을 기준으로 각각 2.5, 4.75, 6.25%(w/v) 및 0.235, 1.293, 2.351% (w/v)로 설정하였다.

Table 3-5-23. Formula of jelly food for optimizing the addition levels of gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Experiment No.	Experimental factor					
	Code values			Real value (%)		
	X ₁	X ₂	X ₃	Gelatin	Carrageenan	Calcium chloride
1	-1	-1	-1	6.60	2.50	0.235
2	1	-1	-1	33.00	2.50	0.235
3	-1	1	-1	6.60	6.25	0.235
4	1	1	-1	33.00	6.25	0.235
5	-1	-1	1	6.60	2.50	2.351
6	1	-1	1	33.00	2.50	2.351
7	-1	1	1	6.60	6.25	2.351
8	1	1	1	33.00	6.25	2.351
9	-1	0	0	6.60	4.375	1.293
10	1	0	0	33.00	4.375	1.293
11	0	-1	0	19.80	2.50	1.293
12	0	1	0	19.80	6.25	1.293
13	0	0	-1	19.80	4.375	0.235
14	0	0	1	19.80	4.375	2.351
15	0	0	0	19.80	4.375	1.293
16	0	0	0	19.80	4.375	1.293
17	0	0	0	19.80	4.375	1.293
18	0	0	0	19.80	4.375	1.293
19	0	0	0	19.80	4.375	1.293
20	0	0	0	19.80	4.375	1.293

- 단백질 젤리푸드 제조

모든 단백질 젤리푸드의 제조는 면중심 합성 계획법에 따라 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘을 첨가하였다. 모든 젤리푸드는 돈피젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘 혼합 분말에 예열된 정제수 (65°C)를 가하여 혼합하였다. 혼합물은 11,000 rpm으로 2분간 균질하고, 65°C의 배양기 (IB-15G, Jeio Tech., Kimpo, Kyonggido, Korea)에서 30분마다 재혼합하며 90분 동안 가열하였다. 가열된 시료는 4°C 냉장고에서 하루 동안 방냉 및 겔화하여 분석에 사용하였다.

- 고령친화형 젤리푸드 제조

고령친화형 젤리푸드의 제조는 앞서 실시된 반응표면분석법의 최적화 제형에 따라서 실시하였다. 대조구는 젤라틴만 사용하였고, 처리구는 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 혼합비율이 고령친화식품 품질 규격 중 물성의 기준에 따라서 2 N/cm² 혹은 5 N/cm²가 되는 최적조건으로 제조하였다(Table 3-5-24).

Table 3-5-24. Formula of senior friendly jelly food based on the Korean standard

Ingredient (%)	Con	Hardness 2 N/cm ²	Hardness 5 N/cm ²
Gelatin	6.600	6.605	11.331
Carrageenan	0.000	2.737	6.250
Calcium chloride	0.000	0.235	0.235
Water	93.400	90.423	82.184

- pH 측정

단백질 젤리의 pH는 시료가 졸 상태일 때 pH-meter(Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Scientific, USA)를 이용하여 시료 당 총 3회 측정하였다.

- 색도 측정

단백질 젤리의 색도는 시료의 단면을 측정하였으며, colorimeter(Chroma meter, CR 210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness, CIE L*), 적색도(redness, CIE a*) 및 황색도(yellowness, CIE b*)를 측정하였다.

- 물성 측정

시료는 10 × 10 × 10 mm³로 절단한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 시료를 plate 중앙에 놓고 직경 1 cm의 probe로 두 번 눌러 나타난 curve를 분석하여 경도를 구하였다. 분석 조건은 pre-test speed 1 mm/s, test speed 2 mm/s, post-test speed 10 mm/s, strain 70% compression으로 설정하였다.

- 일반성분 측정

단백질 젤리의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 2006)에 명시된 방법으로 수분(105°C 상압가열 건조법), 지방(Soxxhlet 추출법), 회분(550°C 직접회화법) 함량을 측정하고, 단백질 함량은 질소 단백질 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Langenselbold, Germany)를 이용하여 측정하였다. 각 성분 함량은 시료 100 g 당 g으로 나타내었다.

- 칼슘 함량 측정

단백질 젤리의 칼슘 함량은 시료 0.5 g에 38% 질산 4 mL을 가하여 고압력가열기(Ultrawave Microwave Synthesis Systems, Milestone Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 180°C에 30분간 분해하였다. 분해액은 3차 증류수를 가하여 50 mL로 정용(mass up)한 후 0.45 µm hydrophilic teflon 필터로 여과하였다. 여과액은 유도결합플라즈마 분광광도계(8300DV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 나트륨 함량을 구하고, 시료 100 g 당 mg으로 나타내었다.

- 식이섬유 함량 측정

단백질 젤리의 식이섬유 함량은 식품공전에 명시된 효소 중량법을 이용하여 측정하였다. 건조된 시료 두 개를 준비하고 이를 내열성 α-아밀라아제(Thermophile α-amylase), 프로테아제, 아밀로 글루코시다제 효소로 연속적으로 분해하여 전분과 단백질을 제거하였다. 총 식이섬유(TDF) 정량은 효소 분해물에 녹아 있는 식이섬유를 에탄올로 처리하여 침전시켜 여과하고 에탄올과 아세톤으로 세척한 후, 건조하여 그 무게를 확인한다. 총 식이섬유 함량 계산 시 잔사(residue)의 무게 중 단백질 및 회분량은 보정하였다. 식이섬유 함량은 시료 100 g 당 g으로 나타내었다.

- 통계분석

단백질 젤리푸드 최적화에 대한 통계분석은 Minitab(ver. 19.0, Minitab Inc., State College, PA, USA)를 이용하여 실시하였다. 고령친화형 젤리푸드에 대한 통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준오차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과 유의성을 나타낸 실험항목에 있어, 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 반응표면분석에 의한 단백질 젤리푸드 배합비 개발

면중심합성법에 따른 단백질 젤리푸드에 반응표면설계 분석 결과를 Table 3-5-25에 나타내었다. pH, 색도 및 물리적 특성의 수정된 R²은 60.27-96.39%이며, F-value는 4.20-57.13으로 나타났다. 모든 분석항목에서 유의성(p<0.05)이 있는 것으로 나타났다.

- 반응표면분석에 따른 단백질 젤리푸드의 pH 및 색도

면중심합성법에 따라 제조된 단백질 젤리푸드에 반응표면설계 분석 결과를 Table 3-5-26에 나타내었다. 단백질 젤리푸드의 pH는 4.70-5.92의 범위를 나타내었다. 젤라틴 19.80%, 카라기난 4.375%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $4.9065 - 0.01084 X_1 + 0.0047 X_2 - 0.0498 X_3 + 0.000358 X_1 * X_1 + 0.00082 X_2 * X_2 + 0.00555 X_3 * X_3 - 0.000213 X_1 * X_2 - 0.001870 X_1 * X_3 + 0.00336 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-25). 단백질 젤리푸드의 pH는 젤라틴 함량이 6.60%에서 19.8%로 이동하면 감소하지만, 19.8%에서 33.0%로 이동하면 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량은 2.5%에서 6.25%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 2.351%로 이동할수록 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-19). 결과적으로 단백질 젤리푸드의 pH는 모든 젤라틴 농도에서 카라기난 `첨가량 증가에 따라 높아지며, 염화칼슘 첨가량 증가에 따라 낮아지는 것으로 나타났다.

Table 3-5-25. Final polynomial equations in terms of coded factors calculated by RSM program on the jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Response	R^2 -squared ¹⁾	F-value	p value	Polynomial equation ²⁾
pH	0.9170	24.13	0.000	$Y_1 = 4.9065 - 0.01084 X_1 + 0.0047 X_2 - 0.0498 X_3 + 0.000358 X_1 * X_1 + 0.00082 X_2 * X_2 + 0.00555 X_3 * X_3 - 0.000213 X_1 * X_2 - 0.001870 X_1 * X_3 + 0.00336 X_2 * X_3$
CIE L*	0.6014	4.19	0.018	$Y_2 = 77.0 - 0.14 X_1 - 10.1 X_2 + 10.2 X_3 + 0.0251 X_1 * X_1 + 1.42 X_2 * X_2 - 12.07 X_3 * X_3 - 0.121 X_1 * X_2 + 0.321 X_1 * X_3 + 1.86 X_2 * X_3$
Color CIE a*	0.6834	5.56	0.007	$Y_3 = -0.130 - 0.0154 X_1 - 0.147 X_2 - 0.222 X_3 + 0.000221 X_1 * X_1 + 0.0179 X_2 * X_2 + 0.2289 X_3 * X_3 - 0.00072 X_1 * X_2 - 0.00749 X_1 * X_3 - 0.0303 X_2 * X_3$
CIE b*	0.8971	19.40	0.000	$Y_4 = -1.02 + 0.448 X_1 - 0.81 X_2 + 3.84 X_3 - 0.00025 X_1 * X_1 + 0.146 X_2 * X_2 - 1.146 X_3 * X_3 - 0.0111 X_1 * X_2 - 0.0111 X_1 * X_3 - 0.087 X_2 * X_3$
Hardness (N/cm ²)	0.9638	57.19	0.000	$Y_5 = -16.86 + 0.019 X_1 + 9.31 X_2 - 2.90 X_3 + 0.01297 X_1 * X_1 - 1.155 X_2 * X_2 + 1.23 X_3 * X_3 + 0.1048 X_1 * X_2 + 0.0924 X_1 * X_3 - 0.140 X_2 * X_3$
Springiness	0.8446	10.92	0.000	$Y_6 = 0.283 + 0.0789 X_1 - 0.553 X_2 + 0.808 X_3 - 0.001114 X_1 * X_1 + 0.0627 X_2 * X_2 - 0.2746 X_3 * X_3 + 0.00001 X_1 * X_2 - 0.00112 X_1 * X_3 + 0.0004 X_2 * X_3$
Texture Cohesiveness	0.8233	12.36	0.000	$Y_7 = 0.786 + 0.0283 X_1 - 0.553 X_2 + 0.464 X_3 + 0.000076 X_1 * X_1 + 0.0643 X_2 * X_2 - 0.1511 X_3 * X_3 - 0.00105 X_1 * X_2 - 0.00185 X_1 * X_3 + 0.0001 X_2 * X_3$
Chewiness (N/cm ²)	0.9494	40.62	0.000	$Y_8 = 6.70 - 0.883 X_1 - 2.61 X_2 + 5.13 X_3 + 0.03718 X_1 * X_1 + 0.242 X_2 * X_2 - 1.89 X_3 * X_3 + 0.0527 X_1 * X_2 + 0.0509 X_1 * X_3 + 0.021 X_2 * X_3$
Gumminess (N/cm ²)	0.9551	45.88	0.000	$Y_9 = 8.15 - 0.894 X_1 - 3.26 X_2 + 5.07 X_3 + 0.03697 X_1 * X_1 + 0.317 X_2 * X_2 - 2.016 X_3 * X_3 + 0.0454 X_1 * X_2 + 0.0442 X_1 * X_3 + 0.068 X_2 * X_3$

¹⁾ $0 < R^2 < 1$, close to 1 means more significant.

²⁾ X_1 is gelatin content, X_2 is carrageenan content, X_3 is calcium chloride content and Y_1 - Y_9 are intensity score of the attributes.

Table 3-5-26. pH and color of jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Exp. No.	Experimental factor			Response factor			
	Real value (%)			pH	CIE-L*	CIE-a*	CIE-b*
	Gelatin	Carrageenan	Calcium chloride				
1	6.60	2.50	0.235	4.85	63.70	-0.66	0.47
2	33.00	2.50	0.235	4.90	72.96	-0.72	12.26
3	6.60	6.25	0.235	4.90	61.55	-0.52	2.69
4	33.00	6.25	0.235	4.92	78.98	-1.02	11.79
5	6.60	2.50	2.351	4.78	28.93	0.00	3.51
6	33.00	2.50	2.351	4.72	76.29	-0.85	13.08
7	6.60	6.25	2.351	4.85	61.73	-0.47	3.45
8	33.00	6.25	2.351	4.78	76.93	-1.02	13.51
9	6.60	4.375	1.293	4.81	66.05	-0.50	3.37
10	33.00	4.375	1.293	4.86	74.23	-1.11	12.40
11	19.80	2.50	1.293	4.76	66.86	-0.76	8.24
12	19.80	6.25	1.293	4.79	74.66	-0.79	8.64
13	19.80	4.375	0.235	4.86	69.87	-0.76	8.37
14	19.80	4.375	2.351	4.70	34.64	-0.40	4.91
15	19.80	4.375	1.293	4.76	68.00	-1.10	8.19
16	19.80	4.375	1.293	4.76	71.58	-1.09	7.76
17	19.80	4.375	1.293	4.77	70.64	-1.10	9.11
18	19.80	4.375	1.293	4.76	69.49	-1.08	8.82
19	19.80	4.375	1.293	4.75	71.39	-1.06	8.83
20	19.80	4.375	1.293	4.77	71.40	-1.02	8.71

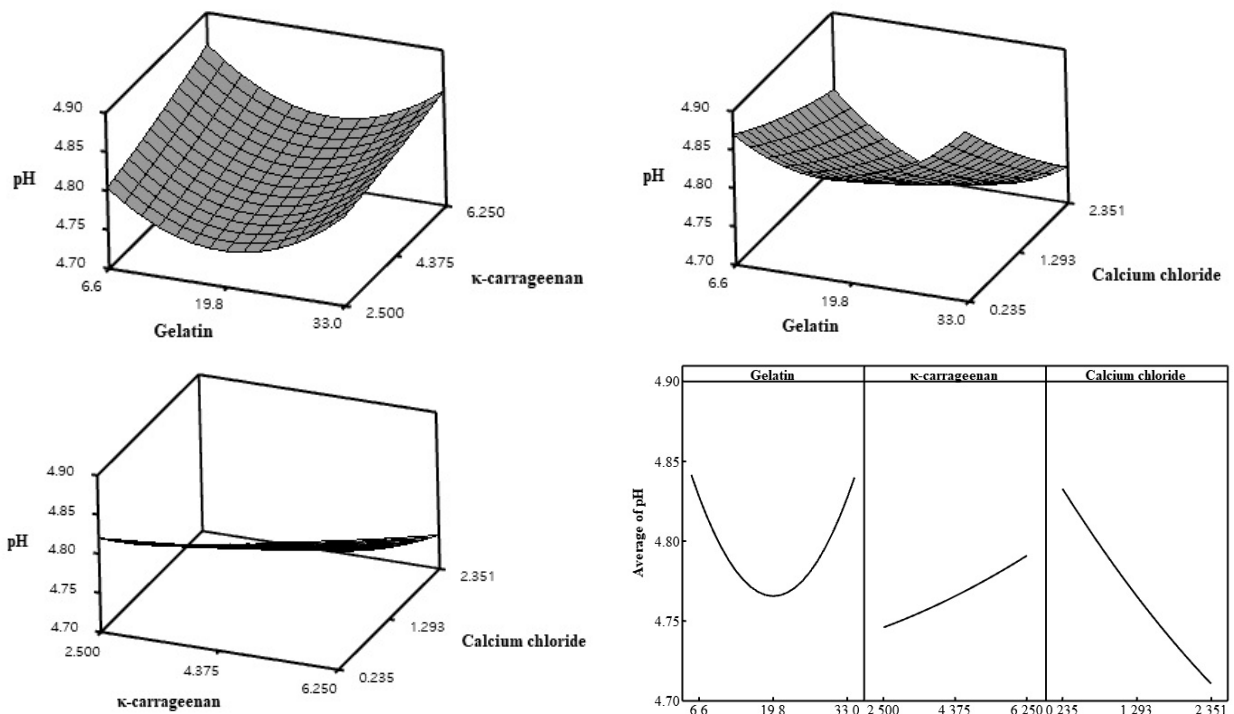


Figure 3-5-19. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the pH.

단백질 젤리푸드의 명도(CIE-L*)는 28.93-76.29의 범위를 나타내었고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $77.0 - 0.14 X_1 - 10.1 X_2 + 10.2 X_3 + 0.02510 X_1 * X_1 + 1.42 X_2 * X_2 - 12.07 X_3 * X_3 - 0.121 X_1 * X_2 + 0.321 X_1 * X_3 + 1.86 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-25). 단백질 젤리푸드의 명도는 젤라틴 함량과 카라기난 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타지만, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동하면 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-20).

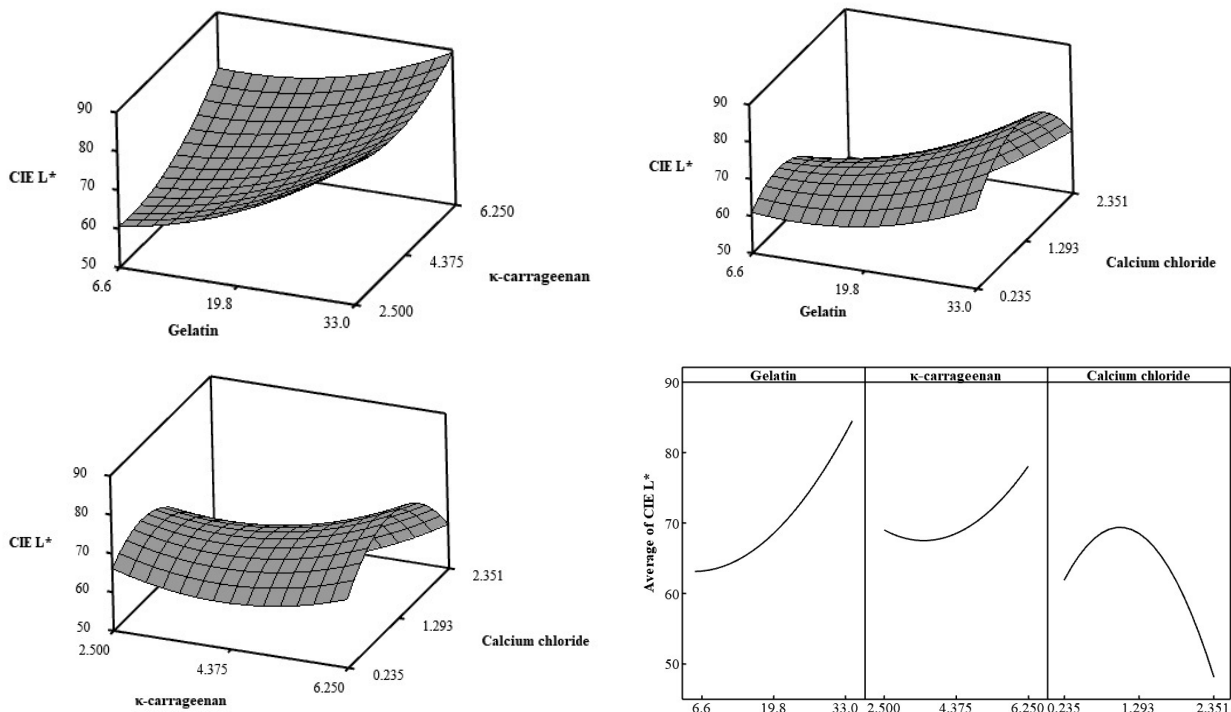


Figure 3-5-20. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the lightness.

단백질 젤리푸드의 적색도(CIE-a*)는-1.11-0.00의 범위를 나타내었고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 4.375%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $-0.130 - 0.0154 X_1 - 0.147 X_2 - 0.222 X_3 + 0.000221 X_1 * X_1 + 0.0179 X_2 * X_2 + 0.2289 X_3 * X_3 - 0.00072 X_1 * X_2 - 0.00749 X_1 * X_3 - 0.0303 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-25). 단백질 젤리푸드의 적색도는 젤라틴 함량과 카라기난 함량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동하면 감소하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-21).

단백질 젤리푸드의 황색도(CIE-b*)는 0.47-13.51의 범위를 나타내었고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $-1.02 + 0.448 X_1 - 0.81 X_2 + 3.84 X_3 - 0.00025 X_1 * X_1 + 0.146 X_2 * X_2 - 1.146 X_3 * X_3 - 0.0111 X_1 * X_2 - 0.0111 X_1 * X_3 - 0.087 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-25). 단백질 젤리푸드의 황색도는 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 4.375%로 이동할수록 약간 감소하다가 4.375%에서 6.25%로 이동하면 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동하면 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-22).

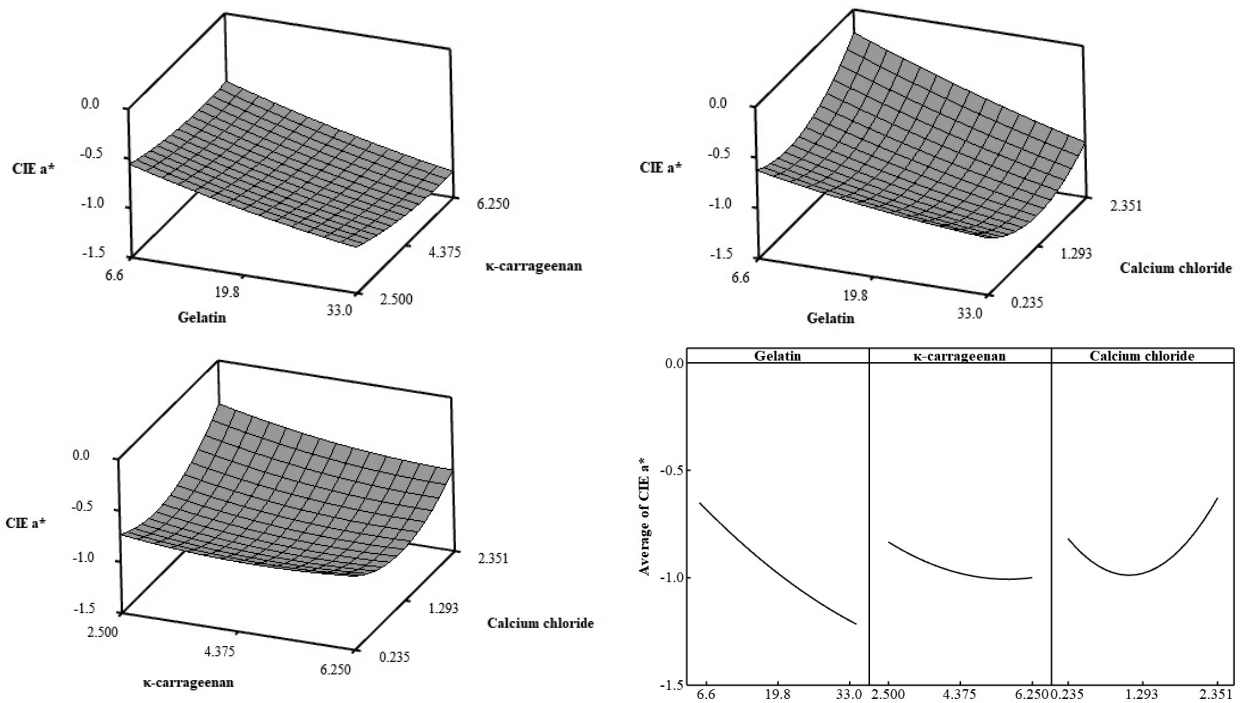


Figure 3-5-21. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the redness.

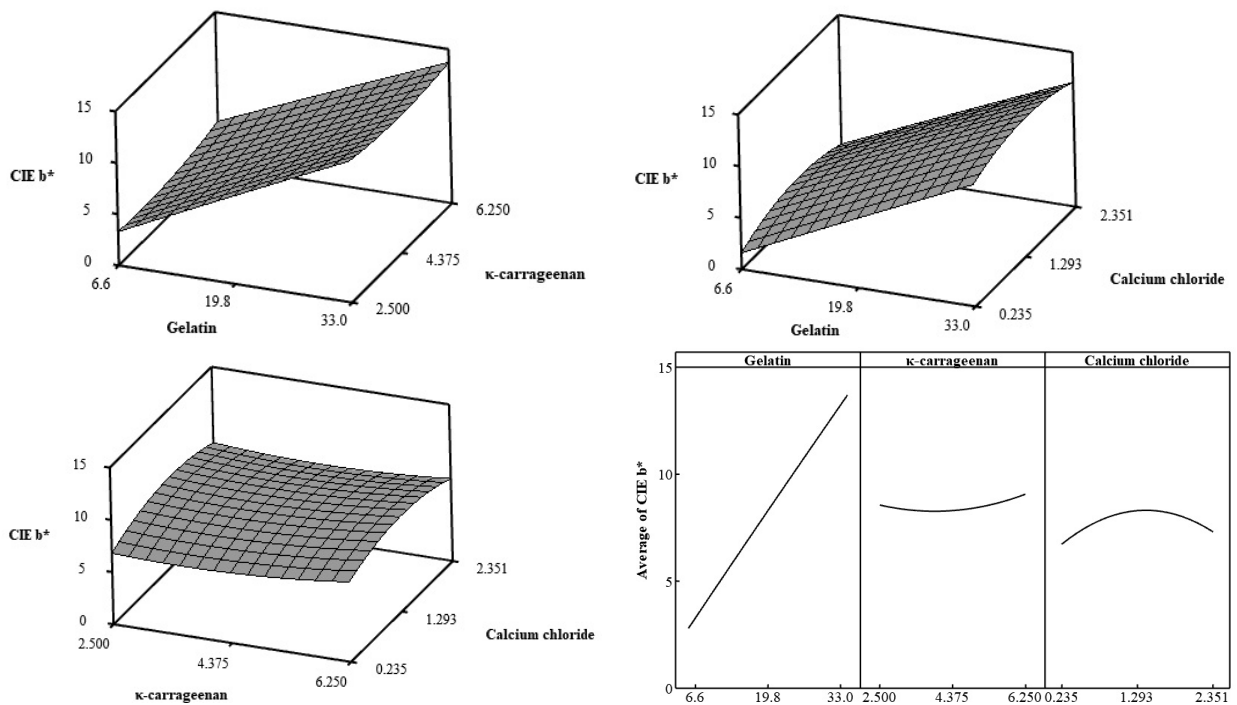


Figure 3-5-22. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the yellowness.

결과적으로 단백질 젤리푸드의 명도는 젤라틴 첨가량 증가에 따라서 상승하였으며, 젤라틴 보다 카라기난과 염화칼슘 첨가량 변화에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. 적색도는 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 첨가 비율이 달라도 수치적인 변화는 크지 않았으며, 이러한 이유는 본 연구에서 사용된 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘이 모두 백색 분말이기 때문에 나타난 결과로 판단된다. 황색도는 젤라틴 첨가량의 증가에 따라서 상승하는 것으로 나타났으며, 카라기난과 염화칼슘의 첨가량이 변화여도 황색도의 변화는 미비한 것으로 판단된다.

- 반응표면분석에 따른 단백질 젤리푸드의 물리적 특성

면중심합성법에 따라 제조된 단백질 젤리푸드에 반응표면설계 분석 결과를 Table 3-5-27에 나타내었다. 단백질 젤리푸드의 경도는 1.21-37.40 N/Cm²의 범위를 나타내었고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $-16.86 + 0.019 X_1 + 9.31 X_2 - 2.90 X_3 + 0.01297 X_1 * X_1 - 1.155 X_2 * X_2 + 1.23 X_3 * X_3 + 0.1048 X_1 * X_2 + 0.0924 X_1 * X_3 - 0.140 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-27). 단백질 젤리푸드의 경도는 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 4.375%로 이동할수록 약간 증가하다가 4.375%에서 6.25%로 이동하면 감소하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 2.351%로 이동할수록 다소 증가하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-23).

탄력성은 0.01-0.95의 범위를 나타내었고, 젤라틴 19.80%, 카라기난 4.375%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $0.283 + 0.0789 X_1 - 0.553 X_2 + 0.808 X_3 - 0.001114 X_1 * X_1 + 0.0627 X_2 * X_2 - 0.2746 X_3 * X_3 + 0.00001 X_1 * X_2 - 0.00112 X_1 * X_3 + 0.0004 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-27). 단백질 젤리푸드의 탄력성은 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 4.375%로 이동할수록 감소하다가 4.375%에서 6.25%로 이동하면 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동할수록 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-24).

응집성은 0.06-0.87의 범위를 나타내었고, 젤라틴 19.80%, 카라기난 4.375%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $0.786 + 0.0283 X_1 - 0.553 X_2 + 0.464 X_3 + 0.000076 X_1 * X_1 + 0.0643 X_2 * X_2 - 0.1511 X_3 * X_3 - 0.00105 X_1 * X_2 - 0.00185 X_1 * X_3 + 0.0001 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-27). 단백질 젤리푸드의 응집성은 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 4.375%로 이동할수록 감소하다가 4.375%에서 6.25%로 이동하면 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동할수록 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-25).

씹힘성은 0.12-0.87 N/Cm²의 범위를 나타내었고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $6.70 - 0.883 X_1 - 2.61 X_2 + 5.13 X_3 + 0.03718 X_1 * X_1 + 0.242 X_2 * X_2 - 1.89 X_3 * X_3 + 0.0522 X_1 * X_2 + 0.0498 X_1 * X_3 + 0.021 X_2 * X_3$ 로 나타났다(Table 3-5-27). 단백질 젤리푸드의 씹힘성은 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 6.25%로 이동하면 약간 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동할수록 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 다소 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-26).

검성은 0.002-24.92 N/Cm²의 범위를 나타내었고, 젤라틴 6.60%, 카라기난 2.50%, 염화칼슘 0.235% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내고, 젤라틴 33.0%, 카라기난 6.25%, 염화칼슘 2.351% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 수식은 $8.15 - 0.894 X_1 - 3.26 X_2 + 5.07 X_3 + 0.03697 X_1 * X_1 + 0.317 X_2 * X_2 - 2.016 X_3 * X_3 + 0.0454 X_1 * X_2 + 0.0442 X_1 * X_3 + 0.068 X_2 * X_3$ 로 나타났다. 단백질 젤리푸드의 검성은 젤라틴 함량이 6.60%에서 33.0%로 이동할수록 증가하는 것으로 나타났고, 카라기난 함량이 2.5%에서 6.25%로 이동하면 약간 증가하는 것으로 나타났고, 염화칼슘 함량이 0.235%에서 1.293%로 이동할수록 증가하다가 1.293%에서 2.351%로 이동할수록 다소 감소하는 것으로 나타났다(Figure 3-5-27).

Table 3-5-27. Texture properties of jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Exp. No.	Experimental factor			Response factor				
	Real value (%)			Hardness (N/cm ²)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (N/cm ²)	Gumminess (N/cm ²)
	Gelatin	Carrageenan	Calcium chloride					
1	6.60	2.50	0.235	1.51	0.02	0.08	0.12	<0.01
2	33.00	2.50	0.235	21.92	0.95	0.87	18.98	17.94
3	6.60	6.25	0.235	1.21	0.02	0.14	0.17	<0.01
4	33.00	6.25	0.235	32.48	0.92	0.74	23.83	21.88
5	6.60	2.50	2.351	2.37	0.08	0.17	0.41	0.04
6	33.00	2.50	2.351	28.43	0.92	0.77	21.69	19.89
7	6.60	6.25	2.351	1.45	0.06	0.15	0.21	0.01
8	33.00	6.25	2.351	37.40	0.92	0.73	27.13	24.92
9	6.60	4.75	1.293	1.65	0.05	0.12	0.20	0.01
10	33.00	4.75	1.293	34.50	0.93	0.76	26.33	24.48
11	19.80	2.50	1.293	10.58	0.91	0.70	7.33	6.70
12	19.80	6.25	1.293	12.93	0.90	0.62	7.95	7.14
13	19.80	4.75	0.235	15.56	0.01	0.06	0.71	0.61
14	19.80	4.75	2.351	18.81	0.75	0.46	8.64	6.49
15	19.80	4.75	1.293	12.13	0.72	0.29	3.53	2.61
16	19.80	4.75	1.293	17.50	0.82	0.36	6.41	5.34
17	19.80	4.75	1.293	19.55	0.81	0.44	8.52	7.31
18	19.80	4.75	1.293	17.36	0.87	0.48	8.27	7.18
19	19.80	4.75	1.293	14.68	0.80	0.30	4.43	3.57
20	19.80	4.75	1.293	17.30	0.74	0.35	6.09	4.69

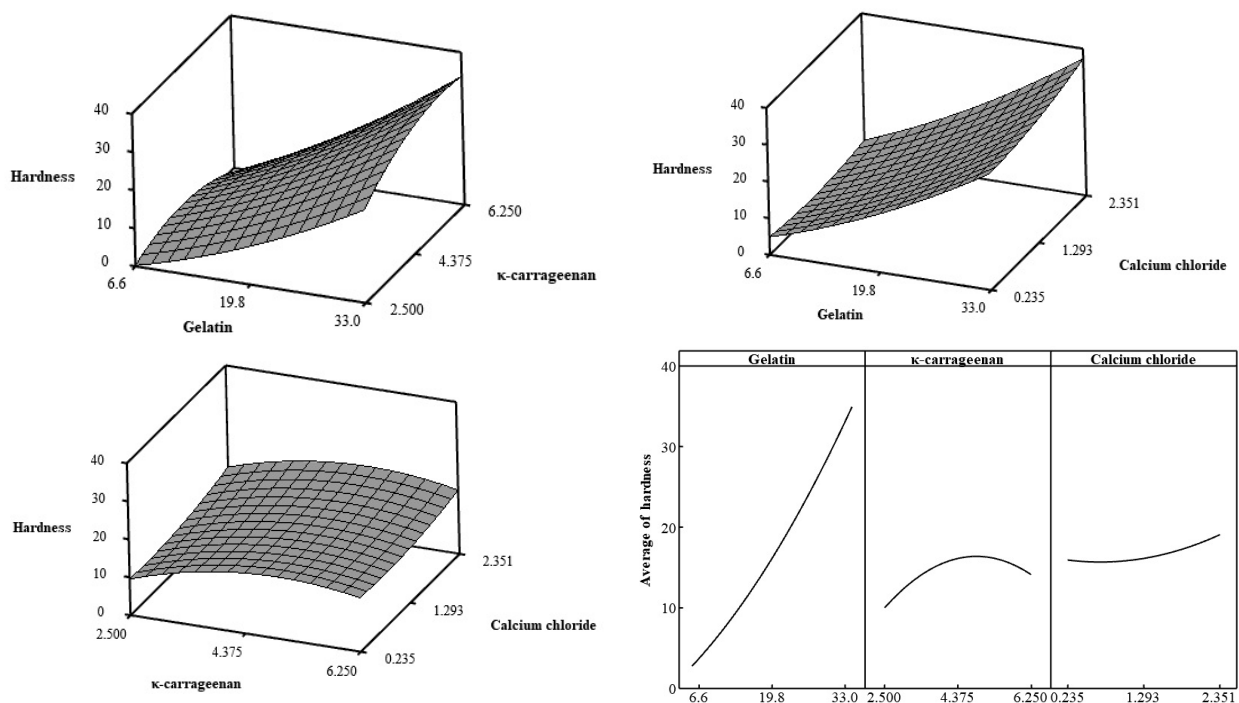


Figure 3-5-23. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the hardness.

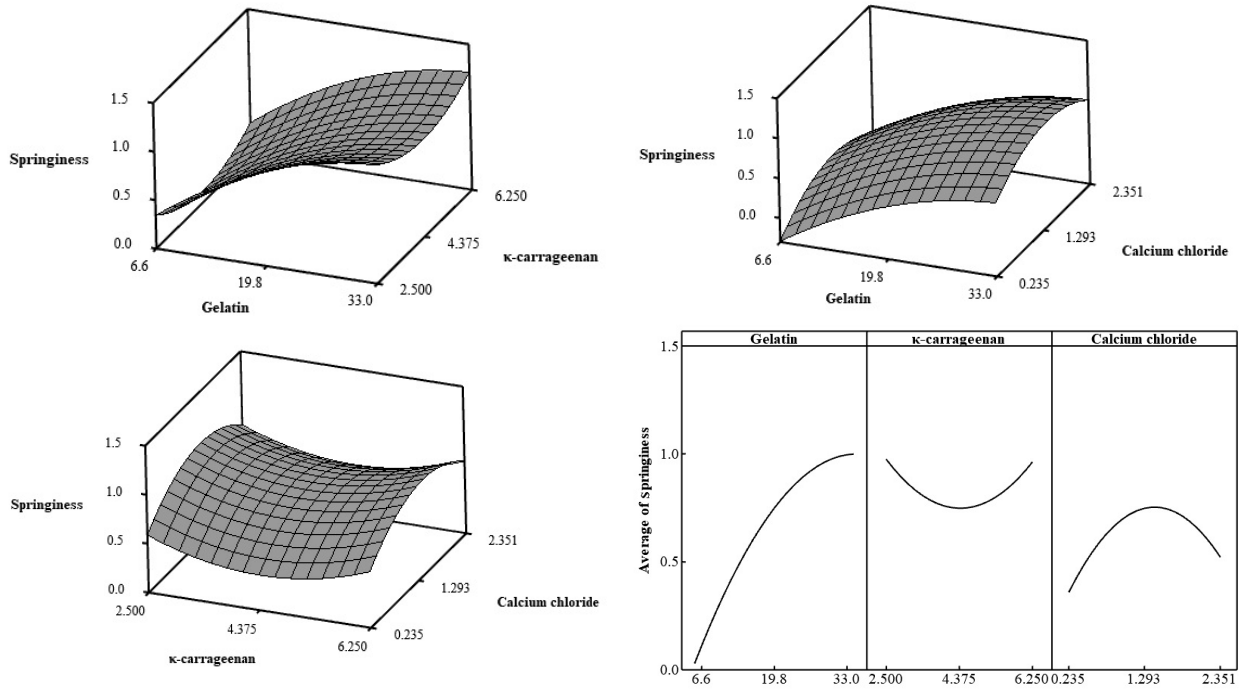


Figure 3-5-24. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the springiness.

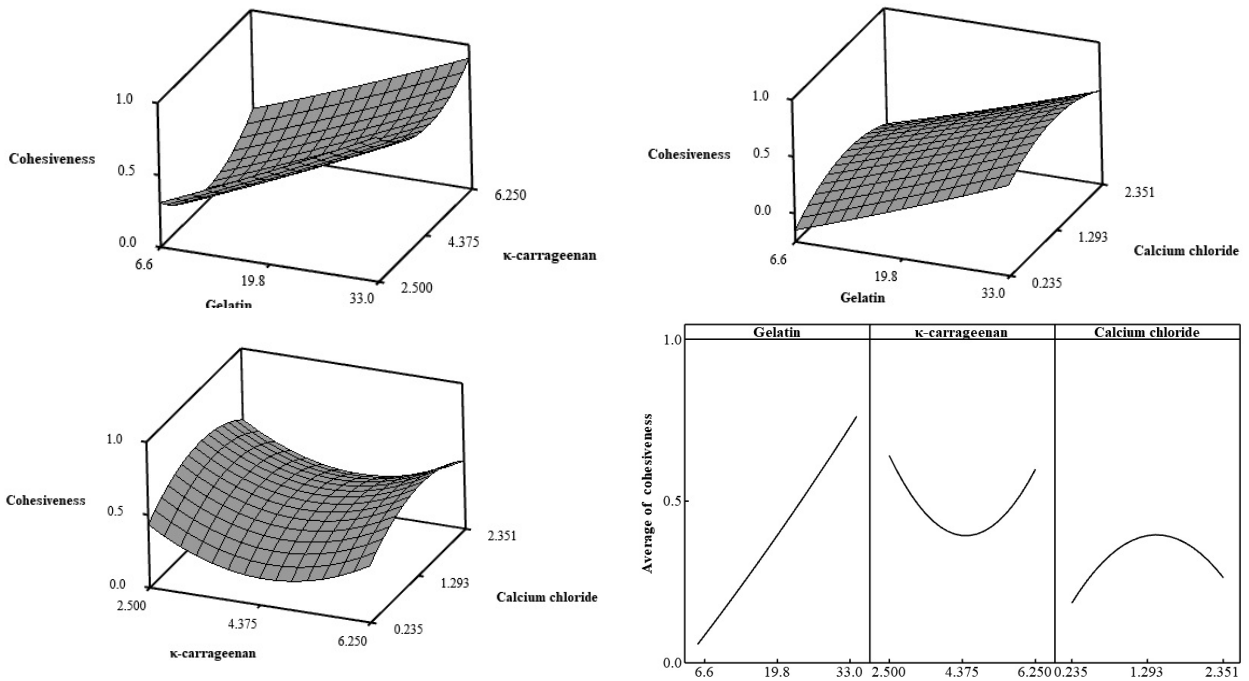


Figure 3-5-25. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the cohesiveness.

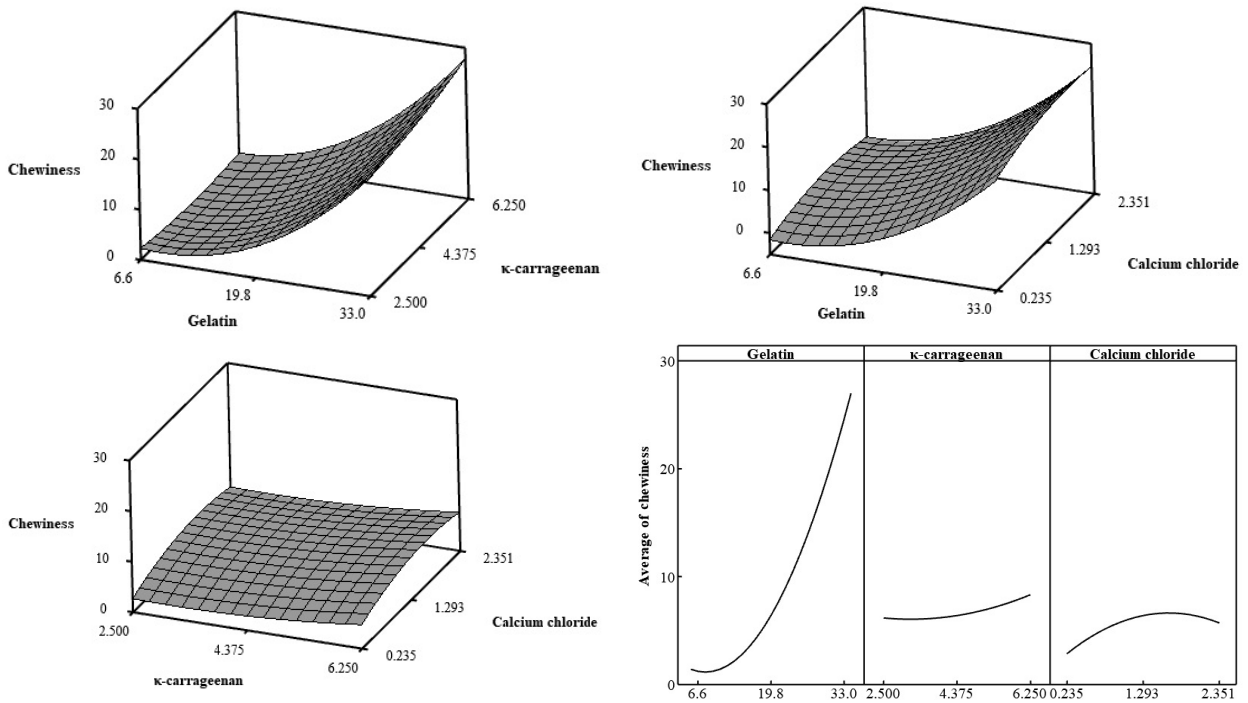


Figure 3-5-26. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the chewiness.

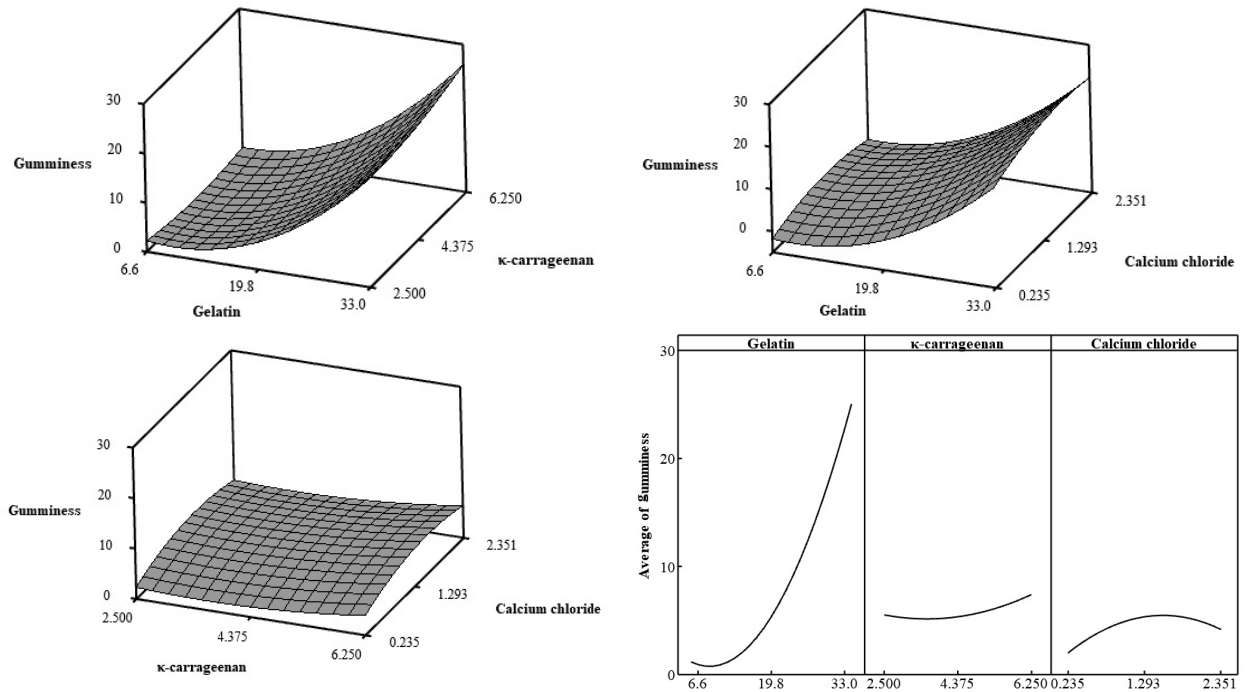


Figure 3-5-27. Response surface results for the effect of gelatin, carrageenan, calcium chloride on the gummyness.

결과적으로 단백질 젤리푸드에 경도, 탄력성 및 응집성은 젤라틴 함량이 높아질수록 증가하는 것으로 나타났으며, 카라기난은 2.5-4.375% 첨가하면 경도, 탄력성 및 응집성을 감소시키지만, 4.375-6.25%를 첨가하면 다시 증가하는 것으로 나타났다. 단백질 젤리푸드에 염화칼슘 함량의 증가는 경도를 다소 상승시키지만, 탄력성 및 응집성은 염화칼슘 첨가량이 0.235-1.293%에서 증가하지만 1.293-2.351%에서 감소하는 것으로 나타났다.

- 반응표면분석에 따른 단백질 젤리푸드의 경도 조절을 위한 반응 최적화 분석

고령친화식품 품질 규격 중 경도에 따라서 품질은 5 N/cm² 이상은 저작 1단계(이로 저작), 2-5 N/cm²는 저작 2단계(잇몸으로 저작), 2 N/cm² 이하는 저작 3단계(혀로 저작)로 구분된다. 고령친화형 젤리푸드의 영양성 개선 및 저작단계별 제품 개발을 위해 반응표면분석의 최적화 제형에 따라서 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘 첨가량에 대한 첨가 조건 분석을 실시하였다. 고령친화형 젤리푸드의 경도가 2 N/cm²이 되는 경우는 6.605% 젤라틴, 2.740% 카라기난 및 0.235% 염화칼슘 첨가 조건으로 나타났으며, 경도가 5 N/cm²이 되는 경우는 11.331% 젤라틴, 2.740% 카라기난 및 0.235% 염화칼슘 첨가 조건으로 나타났다. 최적화된 결과는 고령친화형 젤리푸드의 제조 배합비 확립 및 상품화를 위한 시제품 개발에 활용하였다.

- 최적화 배합비로 제조된 고령친화형 젤리푸드의 pH 및 색도

최적화 배합비로 제조된 고령친화형 젤리푸드의 pH 및 색도는 Table 3-5-28에 나타내었다. 고령친화형 젤리푸드의 pH는 대조구가 경도 조절 처리구들보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 본 연구에 사용된 카라기난의 pH는 약 6.70으로 측정되어, 카라기난의 첨가에 의해 경도 조절 처리구들의 pH가 대조구 보다 높아진 것으로 판단된다.

고령친화형 젤리푸드의 명도는 Hardness 5 N/cm² 처리구가 가장 높았으며(p<0.05), 대조구와 Hardness 2 N/cm² 처리구의 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 젤라틴과 카라기난 첨가량의 증가에 따라서 명도가 높아지는 것은 앞서 단백질 젤리푸드의 반응표면 분석 연구에서 젤라틴 첨가량 증가 혹은 4.375% 이상의 카라기난 첨가시에 명도가 높아지는 것과 유사한 결과이다. 적색도는 대조구가 가장 높고 Hardness 2 N/cm² 처리구가 가장 낮게 나타났으나, 수치적인 차이가 미비하였다. 황색도는 대조구에 비하여 경도 조절 처리구들이 유의적으로 낮았으며, Hardness 5 N/cm² 처리구는 Hardness 2 N/cm² 처리구 보다 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 카라기난과 염화칼슘이 첨가가 고령친화형 젤리푸드에 황색도를 감소시켰지만, 카라기난 및 염화칼슘의 첨가와 관계 없이 젤라틴 함량이 높을수록 황색도 형성에 미치는 영향이 더욱 큰 것으로 판단된다.

Table 3-5-28. pH and color of senior friendly jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Trait	Con ¹⁾	Hardness 2 N/cm ²	Hardness 5 N/cm ²	SEM ²⁾
pH	4.83 ^b	4.92 ^a	4.93 ^a	0.016
CIE L*	44.15 ^b	44.63 ^b	61.21 ^a	2.814
Color CIE a*	-0.50 ^a	-1.20 ^c	-0.81 ^b	0.103
CIE b*	9.11 ^a	-6.96 ^c	6.23 ^b	2.476

¹⁾Treatment: Con, jelly food with only 6.60% gelatin; Hardness 2 N/cm², jelly food with 6.605% gelatin, 2.737% carrageenan and 0.235 calcium chloride; Hardness 5 N/cm², jelly food with 11.331% gelatin, 6.250% carrageenan and 0.235 calcium chloride.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-c}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 고령친화형 젤리푸드의 일반성분, 칼슘 및 식이섬유

최적화 배합비로 제조된 고령친화형 젤리푸드의 영양성분은 Table 3-5-29에 나타내었다. 고령친화형 젤리푸드의 수분 함량은 대조구가 가장 높았으며, 경도 조절 처리구들은 젤라틴 및 카라기난 첨가량 증가에 따라서 수분 함량이 감소하였다(p<0.05). 고령친화형 젤리푸드에 단백질 함

량은 젤라틴 함량이 높은 Hardness 5 N/cm² 처리구가 가장 높았으며, Hardness 2 N/cm² 처리구가 대조구 보다 단백질 함량이 높았다(p<0.05). 지방 함량은 모든 처리구에서 0.01-0.02g/100 g으로 나타났다(p>0.05). 회분 함량은 대조구에서 0.05g/100 g으로 가장 낮았으며, 경도 조절 처리구에서 카라기난 첨가량 증가에 따라서 유의적으로 높아지는 것으로 나타났다. 칼슘함량은 염화칼슘 첨가에 따라서 대조구 보다 경도 조절 처리구들이 유의적으로 높아졌으며, 카라기난 함량이 높은 Hardness 5 N/cm²가 Hardness 2 N/cm² 보다 칼슘 함량이 높았다(p<0.05). 이러한 결과는 카라기난에 칼슘이 함유되어 영향을 받은 것으로 추측된다. 식이섬유 함량은 카라기난 첨가량에 의존적으로 높아지는 경향을 나타내었다(p<0.05). 고령친화형 젤리푸드의 일반성분은 각 원료의 주성분에 따라서 영향을 받는 것으로 나타났다. 젤라틴은 단백질 함량에 영향을 미치며, 카라기난은 회분, 칼슘 및 식이섬유 함량에 영향을 미치고, 염화칼슘은 회분 및 칼슘 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 고령친화형 젤리푸드의 영양성분이 최종제품 100 g 당 단백질 6 g, 칼슘 80 mg 및 식이섬유 2.5 g 이상이 함유되도록 조절하는 것을 목표로하였다. 결과적으로 Hardness 5 N/cm² 처리구는 3 종의 영양성분 모두 충족시키는 것으로 나타났다. Hardness 2 N/cm² 처리구는 식이섬유 함량이 목표 수치 보다 다소 부족하여 카라기난 함량을 약 2.35배 증가시키거나 다른 식이섬유와 혼합 첨가가 필요하다고 사료된다(예상작성). 최적화 분석에서 6.60% 젤라틴 및 0.235% 염화칼슘 첨가를 제한 조건으로 고령친화형 젤리푸드의 경도가 2 N/cm²이 되는 카라기난 첨가량은 2.74-5.90% 범위로 나타났다. 결과적으로 고령친화형 젤리푸드의 영양성분은 원료 배합비율에 따라서 조절이 가능하며, 젤라틴 6.60% 이상, 카라기난 5.88% 이상 및 0.235% 염화칼슘을 혼합한 고령친화형 젤리푸드는 제품 100 g 당 단백질 6 g, 식이섬유 2.5 g, 및 칼슘 80 mg 이상이 함유하는 것으로 나타났다.

Table 3-5-29. Proximate, calcium and fiber content of senior friendly jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Trait	Con ¹⁾	Hardness 2 N/cm ²	Hardness 5 N/cm ²	SEM ²⁾
Moisture (g/100 g)	93.39 ^a	90.45 ^b	82.09 ^c	1.694
protein (g/100 g)	6.45 ^c	6.65 ^b	11.36 ^a	0.802
Fat (g/100 g)	0.02	0.01	0.01	0.002
Ash (g/100 g)	0.05 ^c	1.21 ^b	2.35 ^a	0.332
Calcium (mg/100 g)	0.72 ^c	162.50 ^b	257.20 ^a	37.521
Fiber (g/100 g)	0.05 ^c	1.08 ^b	3.18 ^a	0.463

¹⁾Treatment: Con, jelly food with only 6.60% gelatin; Hardness 2 N/cm², jelly food with 6.605% gelatin, 2.737% carrageenan and 0.235 calcium chloride; Hardness 5 N/cm², jelly food with 11.331% gelatin, 6.250% carrageenan and 0.235 calcium chloride.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-c}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

- 고령친화형 젤리푸드의 물성

최적화 배합비로 제조된 고령친화형 젤리푸드의 물성은 Table 3-5-30에 나타내었다. 고령친화형 젤리푸드의 경도는 대조구에서 6.34 N/cm²으로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 경도 조절 처리구 들은 각각 1.93 및 4.97 N/cm²으로 목표로 설정한 수치(2 내지 5 N/cm²)와 유사하게 나타났다. 탄력성과 응집성은 대조구에 비하여 Hardness 2 N/cm² 처리구는 유의적 차이가 나타나지 않았고, Hardness 5 N/cm² 처리구는 대조구 보다 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 씹힘성은 대조구와 Hardness 5 N/cm² 처리구는 서로 유사하였지만(p>0.05), Hardness 2 N/cm² 처리구는 대조구

보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 검성은 Hardness 5 N/cm² 처리구가 대조구보다 유의적으로 높고, Hardness 2 N/cm² 처리구의 검성은 대조구보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. Hardness 5 N/cm² 처리구가 대조구보다 경도가 낮음에도 불구하고 탄력성과 응집성이 높기 때문에 검성이 유사해진 것으로 판단된다. 결과적으로 고령친화식품 경도기준에서 Hardness 2 N/cm² 처리구는 저작 3단계에 부합하고, Hardness 5 N/cm² 처리구는 저작 2단계에 부합하였다. 카라기난의 첨가가 젤라틴의 겔 형성능을 약화시켜 젤리푸드의 경도 및 탄력성의 저하를 초래할 수 있다고 판단된다.

Table 3-5-30. Texture properties of senior friendly jelly food containing gelatin, carrageenan, and calcium chloride

Trait	Con ¹⁾	Hardness 2 N/cm ²	Hardness 5 N/cm ²	SEM ²⁾
Hardness (N/cm ²)	6.34 ^a	1.93 ^c	4.97 ^b	0.663
Springiness	0.07 ^b	0.04 ^b	0.21 ^a	0.027
Cohesiveness	0.09 ^b	0.10 ^b	0.12 ^a	0.004
Chewiness (N/cm ²)	0.59 ^a	0.18 ^b	0.57 ^a	0.068
Gumminess (N/cm ²)	0.04 ^b	0.01 ^c	0.12 ^a	0.018

¹⁾Treatment: Con, jelly food with only 6.60% gelatin; Hardness 2 N/cm², jelly food with 6.605% gelatin, 2.737% carrageenan and 0.235 calcium chloride; Hardness 5 N/cm², jelly food with 11.331% gelatin, 6.250% carrageenan and 0.235 calcium chloride.

²⁾SEM: standard error of the means.

^{a-c}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

○ 결론

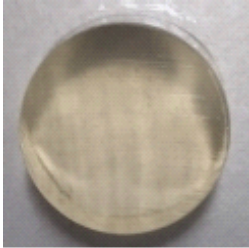








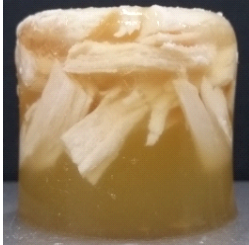
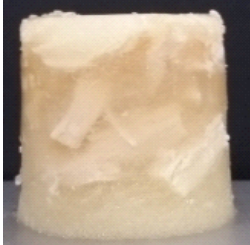

본 연구는 단백질 친수성 콜로이드를 활용하여 고령친화형 젤리푸드의 물성 조절 및 영양성 충족을 위해 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 최적화 비율 설정에 관하여 수행되었다. 고령친화형 젤리푸드의 물성 조절을 위해 반응표면분석법으로 6.60-33.3% 젤라틴, 2.50-6.25% 카라기난 및 0.235-2.351% 염화칼슘의 최적 배합비를 분석하였다. 단백질 젤리푸드의 pH는 젤라틴 함량이 증가함에 따라서 낮아진다고 19.8%부터 높아졌으며, 카라기난 함량 증가가 pH를 높이고, 염화칼슘의 함량 증가가 pH를 낮추는 것으로 나타났다. 색도에서 명도는 젤라틴 첨가량 증가에 따라서 상승하며, 카라기난과 염화칼슘 첨가량 변화에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. 적색도는 젤라틴, 카라기난 및 염화칼슘의 첨가 비율에 따른 변화가 크지 않았으며, 황색도는 젤라틴 첨가량의 증가에 따라서 상승하는 것으로 나타났으며, 카라기난과 염화칼슘의 첨가의 영향은 미비하였다. 단백질 젤리푸드의 경도, 탄력성 및 응집성은 젤라틴 함량이 높아질수록 증가하며, 카라기난 함량이 2.5-4.375%인 경우에 경도, 탄력성 및 응집성 감소에 영향을 미치고 4.375-6.25% 첨가시에는 증가에 영향을 주는 것으로 나타났다. 염화칼슘 함량 증가는 경도를 다소 상승시키지만, 탄력성 및 응집성은 염화칼슘 첨가량에 따라서 0.235-1.293%에서 증가되지만 1.293-2.351%에서 감소하는 것으로 나타났다. 고령친화형 젤리푸드의 경도가 2 내지 5 N/cm²가 되는 배합비율은 6.605-11.331% 젤라틴, 2.74-6.25% 카라기난 및 0.235% 염화칼슘 혼합 조건으로 나타났다. 이 조건으로 제조된 고령친화형 젤리푸드는 젤라틴 단독 젤리푸드 보다 pH가 높았다. 색도는 젤라틴 단독 젤리푸드에 비교하여 카라기난과 염화칼슘 첨가에 따라서 명도는 유사하지만 적색도와 황색도가 낮아진다. 젤라틴과 카라기난 함량이 증가하면 명도가 높아지고, 적색도와 황색도의 감소가 완화되는 것으로 나타났다. 고령친화형 젤리푸드의 영양성분은 원료 배합비율에 따라서 조절이 가능하며, 제품 100 g 당 단백질 6 g, 식이섬유 2.5 g, 및 칼슘 80 mg 이상이 함유되기 위해서 젤라틴

6.60% 이상, 카라기난 5.88% 이상 및 0.235% 염화칼슘의 혼합이 필요한 것으로 나타났다. 고령친화형 젤리푸드는 젤라틴 단독 사용보다 젤라틴과 카라기난의 혼합에 따라 겔 형성이 약화되어 경도 및 탄력성이 낮아지는 것으로 나타났으며, 목표로 설정한 경도 2 및 5 N/cm²에 유사하게 나타났다. 결과적으로 본 연구에서 6.605-11.331% 젤라틴 함량, 2.74-6.25% 카라기난 및 0.235% 염화칼슘의 혼합으로 고령친화형 젤리푸드의 저작 2-3단계에 해당하는 경도로 조절이 가능하였다. 영양적 측면에서 6.60-11.33% 젤라틴 함량, 5.88-6.25% 카라기난 및 0.235% 염화칼슘을 혼합하면 최종제품 100 g 당 단백질 6 g, 칼슘 80 mg 및 식이섬유 2.5 g 이상 함유가 가능한 것으로 나타났다.

○ 고령친화형 젤리푸드의 제품화 및 제언

본 연구에서 개발된 고령친화형 젤리푸드는 고령자가 섭취하기에 저작이 용이하고 영양성분을 충족하는 것으로 나타났다. 특히 식품단백질, 식이섬유 및 칼슘 강화제를 활용하여 부드러운 동시에 고령친화식품의 영양기준을 충족시킬 수 있었고, 이러한 기초자료를 바탕으로 향후 형태적으로 다양한 제품을 개발할 수 있을 것으로 기대된다(Table 3-5-31).

Table 3-5-31. Appearance of senior friendly jelly food with cooked chicken breast

Trait	Con ¹⁾	Hardness 2 N/cm ²	Hardness 5 N/cm ²
Basic type			
Jelly food with chicken stock (basic type)			
Chicken sulz ²⁾ (stick & round type)			
Samgyetang jelly food ³⁾ (Pudding type)			

¹⁾Treatment: Con, jelly food with only 6.60% gelatin; Hardness 2 N/cm², jelly food with 6.605% gelatin, 2.737% carrageenan and 0.235 calcium chloride; Hardness 5 N/cm², jelly food with 11.331% gelatin, 6.250% carrageenan and 0.235 calcium chloride.

²⁾Chicken sulz was manufactured with adding 25% ground chicken meat to jelly food.

³⁾Samgyetang jelly food was manufactured with adding 25% Chicken breast and chicken stock to jelly food.

고령친화형 젤리푸드에 젤라틴과 카라기난 함량이 높아짐에 따라 탄력성과 응집성이 증가하였고, 이는 씹힘성과 검성의 증가를 야기하였다. 고령친화식품의 품질은 경도를 기준으로 저작 단계를 구분하고 있지만, 식품의 물성은 경도, 탄력성 및 응집성에 따라서 씹힘성과 검성이 달라질 수 있다. 특히, 식품의 경도가 낮음에도 탄력성과 응집성이 높음에 따라서 씹힘성과 검성이 높아질 수 있다는 것은 실질적으로 고령친화식품의 저작 단계 구분과 무관하게 고령자가 음식을 저작함에 있어서 더 많은 에너지를 필요로 할 수 있다는 점을 시사한다.

따라서, 고령친화식품산업에서 활용이 가능한 고령친화형 젤리푸드의 개발 방향은 1)고령친화형 젤리푸드의 관능적 기호도 향상을 위하여 치킨스톡(chicken stock) 혹은 삼계탕 추출물 등을 혼합하여 식사 대용의 삼계탕 맛의 고령친화형 젤리푸드를 개발하는 것이다. 삼계탕은 우리나라의 전통 식품으로 고령자들에게 친숙한 맛을 제공할 수 있다. 2)고령자가 고령친화형 젤리푸드를 섭취함과 동시에 저작 훈련이 가능하도록 분쇄육 혹은 효소 처리육을 첨가한 제품의 개발이 가능하다고 기대된다. 3)저작이 불가하거나 연하 곤란자를 위하여 젤리푸드에 단백질 및 탄수화물 분해 효소 처리를 통해 액상형 스틱 제품으로의 형태 다양화가 가능할 것이다. 이와 같은 형태 다양화는 추후 우리나라 고령층의 치아 및 소화 장애 현상 등을 실질적으로 고려하여 제품 개발 계획을 수립함이 바람직할 것이다.

흑염소 근육단백질 및 스킨 젤라틴 가수분해물의 생리활성 평가 및 프리미엄 한국형 젤리푸드 개발

○ 서론

우리나라의 GDP 증가로 인해 1일 육류 섭취량은 130 g으로 1998년 68g에 비해 크게 증가하였다(국민건강영양조사, 2018). 이러한 식습관의 변화 및 노령인구의 증가로 인해 건강식품에 대한 소비자들의 관심 및 수요가 증가하게 되어(이상윤, "건강기능식품 시장 현황과 향후 전망." 식품과 학과 산업 40.2 (2007): 16-20), 건강식품의 시장 매출액이 2018년 2014년 대비 약 2조 5천억원으로 54.6% 증가하는 꾸준한 상승세를 나타내었다(식품의약품 안전처, 2018).

흑염소는 지방함량이 적고 단백질, 칼슘 및 비타민E가 풍부하여 임산부, 회복기 환자 및 어린이에게 좋은 식품으로 알려져 있다(Gil 등 2001). 흑염소는 고기 자체를 먹거나 증탕하여 추출액의 형태로 소비되는데 우리나라 흑염소의 80% 이상이 증탕추출액으로 가공되어 유통되어 왔다(Song 등 2015). 흑염소 증탕추출액은 건강식품으로 알려져 고가에 유통되는데 반해 증탕추출액의 흑염소 단백질을 활용한 가공식품 개발은 미비한 실정이다. 흑염소 증탕추출액의 대한 선행연구로는 무기질 함량, 아미노산 조성, 저장 기간 및 온도에 따른 지방산 조성 및 지방산화(Kim 등 1998; Park 등 2000a; Park 등 2000b) 같은 기본적인 육질 특성만 주로 보고되어 있다. 최근에 흑염소 증탕추출액이 조골세포 증식과 파골세포 형성에 미치는 영향과 같은 효능에 관련된 연구(Song 등 2015)가 이루어졌지만 어떠한 성분이 이러한 효과를 나타내는지 명확하지 않은 실정이다. 따라서, 흑염소의 소비 형태 다양화를 위해서는 기능성 성분을 규명하고 이를 효과적으로 가공할 수 있는 제조기술의 개발이 필요하다.

동물의 신체를 구성하는 주요 성분 중 하나인 단백질은 가열과 같은 조리과정이나 효소에 의해 가수분해되어 펩타이드를 형성하는데(Bauchart 등 2006), 최근 연구에 따르면 이러한 펩타이드는 항산화, 항균, 항고혈압과 같은 생리 활성을 나타낸다고 보고되었다(Kitts 등 2003; Korhonen 등 2003). 일반적으로 흑염소 증탕추출액의 제조는 고온에서 이루어지므로 단백질의 가수분해가 진행되어 생리 활성을 나타내는 펩타이드가 생성될 수 있다. 따라서 본 연구는 흑염소의 근육 단백질인 근원섬유 단백질과 근장 단백질 및 스킨에서 유래한 젤라틴의 최적 열처리 조건을 확립하고, 해당 조건을 활용하여 한국형 프리미엄 젤리푸드를 개발하고자 수행하였다.

○ 재료 및 방법

- 공시재료
- 흑염소

전북지역의 육류가공업체에서 구매한 흑염소 앞다리를 발골하여 과도한 결합조직과 지방을 제거한 후 근육단백질 추출 시료로 사용하였다. 껍질은 2×2cm² 크기로 자른 후 껍질 안쪽에 붙어있는 잔여물을 제거한 후 젤라틴 가수분해물 추출에 사용하였다.

- 흑염소 근육단백질 추출
- 근원섬유 단백질 추출

흑염소의 근원섬유 단백질은 Wu 등(2009)의 방법에 따라 10 mM sodium phosphate(pH 7.0)에 0.1 M NaCl, 2 mM MgCl₂ 및 1 mM EGTA를 첨가한 추출용액을 사용하여 추출하였다. 흑염소 앞다리 부위의 과도한 지방과 결합조직을 제거한 후 4배(w/v)의 추출용액을 첨가하여 90초간 균질화하고 3,000 ×g, 4°C에서 15분간 원심분리(Combi 514R, Hanil, Seoul, Korea) 하였다. 원심분리 후 상등액을 버리고 위의 과정을 추가로 2회 반복하였다. 마지막 원심분리 후 상등액을 버리고 남은 침전물에 초기 시료 무게 대비 4배의 0.1 M NaCl을 첨가하여 90초간 균질화하고, 1 N HCl을 첨가하여 pH를 6.2로 조정하였다. pH가 조정된 시료는 3,000 ×g, 4°C에서 15분간

원심분리하였고, 상등액을 버린 후 위의 과정을 1회 반복하여 최종적으로 얻은 침전물을 근원섬유 단백질 시료로 사용하였다.

- 근장 단백질 추출

흑염소의 근장 단백질은 Marino 등(2014)의 방법을 응용하여 0.003 M sodium phosphate buffer(pH 7.0)를 추출용액으로 하여 추출하였다. 흑염소 앞다리 부위의 과도한 지방과 결체조직을 제거한 후 3배(w/v)의 추출용액을 첨가하여 3분간 균질화하고 8,000 ×g, 4°C에서 20분간 원심 분리(Combi 514R, Hanil, Seoul, Korea) 하였다. 원심분리 후 상등액을 glass wool을 이용하여 부유물을 제거하고 근장 단백질 시료로 사용하였다.

- 흑염소 근육 단백질 열추출 가수분해물 제조

흑염소 근육 단백질의 증탕추출액은 근원섬유 단백질의 경우 단백질과 증류수를 1:3의 비율로 혼합 후 가열하였고 근장 단백질은 추출액을 그대로 가열하였다. 처리구는 가열 온도 및 시간에 따라서 나타내었다; 60°C(6시간, 24시간, 48시간), 80°C(6시간), 100°C(6시간), 121°C(6시간). 60°C, 80°C, 100°C 처리구의 경우 항온수조(JSIB-22T, JS Research Inc., Gongju, Korea)에서 해당 온도를 설정 후 가열하였고 121°C 처리구는 고온고압가열기를 이용하여 처리하였다.

- 흑염소 스킨 유래 젤라틴 가수분해물 제조

흑염소 스킨 젤라틴 가수분해물의 추출은 1:4(v:w)의 비율로 흑염소 껍질과 증류수를 혼합하여 가열하였다. 처리구는 가열 온도 및 시간에 따라서 나타내었다. 60°C(6시간, 24시간, 48시간), 80°C(6시간), 100°C(6시간), 121°C(6시간). 60°C, 80°C, 100°C 처리구의 경우 항온수조(JSIB-22T, JS Research Inc., Gongju, Korea)에서 해당 온도를 설정 후 가열하였고 121°C 처리구는 고온고압가열기를 이용하여 가수분해물을 추출하였다.

- 펩타이드 함량 측정

각 시료의 펩타이드 함량은 Liu 등(2017)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 0.1 mL에 40 mg/mL *o*-phthaldialdehyde 2 mL과 0.1 M sodium tetraborate 50 mL, 20% (w/v) sodium dodecyl sulfonate 5 mL, β -mercaptoethanol 200 μ L 및 탈이온수 42.8 mL을 혼합한 OPA mixture 2 mL을 첨가하여 실온에서 2분간 반응 후 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 펩타이드의 함량은 casein을 표준물질로 하여 표준선을 구하고 시료의 흡광도 측정값을 대입하여 계산하였다. 이후, 측정된 펩타이드 함량을 바탕으로 추출된 시료를 증류수에 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/mL의 농도로 희석하여 실험하였다.

- DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Sascha 등(2014)의 방법에 따라 측정하였다. 0.1 M citrate phosphate buffer(0.3% (v/v) Triton X-100)를 이용하여 추출된 시료의 농도를 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/mL로 희석한 시험준비액을 준비하고 시험준비액 1,235 μ L에 99.5% 메탄올에 용해시킨 2 mM DPPH 시약 65 μ L를 혼합하여 1시간 동안 암실에서 반응 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. Control은 시료 대신 메탄올을 첨가하였으며, Blank는 DPPH 용액 대신 메탄올을 첨가하였다. DPPH 라디칼 소거능은 다음 계산식을 사용하여 산출하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = [\text{Control} + (\text{Blank} - \text{Sample}) / \text{Control}] \times 100$$

- Fe²⁺-chelating ability 측정

Fe²⁺-chelating ability는 Zhu 등(2014)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 2 mM FeCl₂ 0.05 mL을 넣고 10분간 반응시킨다. 반응이 끝나고 5 mM ferrozine 0.2 mL을 첨가하여 10분간 반응시키고 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. Control은 시료 대신 증류수를 첨가하였다. Fe²⁺-chelating ability는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Fe}^{2+}\text{-chelating ability (\%)} = [(\text{Control} - \text{treatment}) / \text{Control}] \times 100$$

- Ferric reducing antioxidant power (FRAP) 측정

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)는 0.3 M acetate buffer (pH 3.6), 20 mM ferric trichloride hexahydrate (FeCl₃·6H₂O) 및 10 mM 2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ)를 10:1:1 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켜 FRAP 시약을 제조하였다. 그 후 시료 0.1 mL에 증류수 0.3 mL 및 FRAP 시약 3 mL을 혼합하여 37°C의 암실에서 30분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. FeSO₄·7H₂O를 표준물질로 설정하고 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 μM의 농도로 준비하여 흡광도를 측정 후 표준선을 구한다. 표준선에 시료의 흡광도 측정값을 대입하여 FRAP 값을 계산하였다.

- 수산화 라디칼 소거능 측정

수산화 라디칼 소거능은 You 등(2010)의 방법으로 측정하였다. 5mM 1,10-phenanthroline 600 μL, 5 mM FeSO₄ 600 μL와 15 mM ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 600 μL를 400 μL의 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 7.4)와 혼합한다. 혼합된 시약(2.2 mL)에 시료 600 μL와 0.01% 과산화수소 800 μL를 첨가하여 37°C에서 60분간 반응시킨 후 536 nm에서 흡광도를 측정한다. Control은 혼합된 시약에 증류수 600 μL와 0.01% 과산화수소 800 μL를 첨가하여 제조하고 Blank는 혼합된 시약에 시료 600 μL과 증류수 800 μL을 첨가하여 제조하였다. 수산화 라디칼 소거능은 측정된 흡광도를 다음 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{수산화 라디칼 소거능 (\%)} = [(\text{Treat} - \text{Control}) / (\text{Blank} - \text{Control})] \times 100$$

- 단백질 전기영동 (Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)

희석한 시료(0.8 mg/mL)를 sample buffer(Laemmli 5×, elpis, Daejeon, Korea)와 4:1 비율로 혼합하였다. 완성된 샘플 용액을 100°C로 예열된 항온수조에서 5분간 가열하고 방냉 후 전기영동 (mini protein tetra cell, Bio-Rad, CA, USA)을 실시하였다. 샘플 용액 25 μL를 15% polyacrylamide gel(4% stacking gel, 15% separating gel)에 주입하였다. 주입된 단백질은 10분간 70 V 전압으로 stacking gel을 통과시킨 후, 100 V로 90분 동안 separating gel을 통과시켰다. 전기영동이 완료된 gel은 staining 용액(0.25%(w/v) Coomassie blue R-250, 50%(v/v) methanol, 40%(v/v) distilled water, 10%(v/v) acetic acid)에 담가 염색시킨 후 de-staining 용액 (50%(v/v) methanol, 40%(v/v) distilled water, 10%(v/v) acetic acid)으로 탈색을 실시하였다. polyacrylamide gel에 나타난 단백질 밴드의 분자량은 표준물질(Dokdo-mark EBM-1032, elpis, Daejeon, Korea)을 사용하여 확인하였다(Laemmli, 1970)

- 통계분석(statistical analysis)

통계분석은 SPSS Ver. 18.0(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 실시하였고, 실험 결과는 평균값과 평균의 표준오차로 나타내었다. 일반선형모형(general linear model, GLM)을 이용하여 주효과 및 이들의 교호작용에 대한 통계검정을 실시하였다. 처리구 간의 평균값 차이는 던컨의 다중 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 유의성 검정(p<0.05)을 실시하였다.

○ 주요 결과

- 온도 및 시간에 따른 흑염소 근육단백질 유래 가수분해물의 항산화 활성 변화

흑염소 근원섬유 단백질의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 DPPH 라디칼 소거능, 철이온 킬레이팅 능력 및 하이드록실 라디칼 소거능의 IC50 값은 Table 3-5-32에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 IC50 값은 80°C에서 6시간 가열한 처리구에서 가장 낮은 수치를 나타내어 가장 우수한 소거능을 나타냈다. 철 이온 킬레이팅 능력은 100°C 이상의 고온 가열을 한 경우에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내어, 일반 가열보다는 고온에서 가열하여 열추출물의 생성을 유도한 경우 우수한 철 이온 킬레이팅 능력을 기대할 수 있다고 사료된다. 하이드록실 라디칼 소거능은 60°C에서 48시간 혹은 80°C에서 6시간 가열한 경우 가장 낮은 IC50 값을 나타내었다. 이를 종합하면 100°C 이상으로 고온 가열한 경우 전반적으로 우수한 항산화 활성을 기대할 수 있었다.

Table 3-5-32. Effect of thermal extraction condition on IC50 value of black goat myofibrillar protein extract

Trait	60°C/6h	60°C/24h	60°C/48h	80°C/6h	100°C/6h	121°C/6h	SEM ¹⁾
DPPH radical scavenging activity	1.757 ^c	1.939 ^b	2.110 ^a	1.180 ^f	1.322 ^e	1.439 ^d	0.082
Fe-chelating ability	3.957 ^c	3.888 ^c	5.528 ^a	4.802 ^b	0.400 ^e	0.797 ^d	0.472
Hydroxyl radical scavenging activity	1.378 ^a	0.944 ^{cd}	0.796 ^e	0.884 ^{de}	0.998 ^c	1.187 ^b	0.049

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{a-f}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

흑염소 근장 단백질의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 DPPH 라디칼 소거능, 철이온 킬레이팅 능력 및 하이드록실 라디칼 소거능의 IC50 값은 Table 3-5-33에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 IC50 값은 가열온도 및 시간이 증가함에 따라 높은 수치를 나타내어, 근장 단백질은 가열 시 항산화 활성이 감소하는 경향을 나타내었다. 철 이온 킬레이팅 능력은 100°C에서 6시간 가열한 처리구에서 가장 낮은 수치를 나타내어 가장 우수한 킬레이팅 능력을 나타냈다 (p>0.05). 하이드록실 라디칼 소거능은 가열 처리한 모든 처리구들에서 대조구보다 낮은 수치를 나타내어, 가열에 의해 근장 단백질 분획의 하이드록실 라디칼 소거능이 증가할 수 있음을 확인하였다.

Table 3-5-33. Effect of thermal extraction condition on IC50 value of black goat sarcoplasmic protein extract

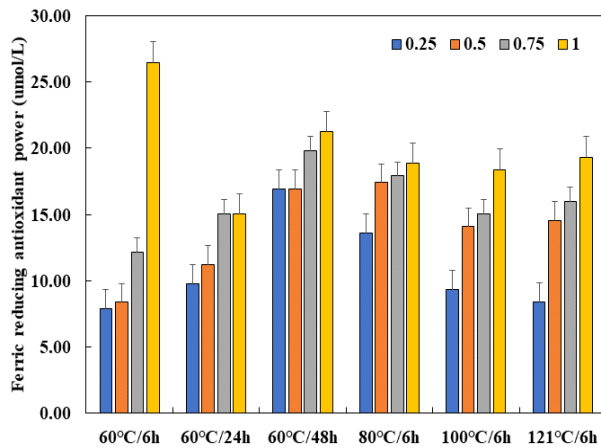
Trait	60°C/6h	60°C/24h	60°C/48h	80°C/6h	100°C/6h	121°C/6h	SEM ¹⁾
DPPH radical scavenging activity	3.224 ^c	5.045 ^b	10.443 ^a	9.600 ^a	6.165 ^b	1.940 ^c	0.768
Fe-chelating ability	4.698 ^{bc}	4.476 ^{cd}	6.008 ^a	4.393 ^d	2.755 ^e	4.811 ^b	0.233
Hydroxyl radical scavenging activity	1.268 ^a	1.083 ^b	0.855 ^d	0.931 ^c	0.589 ^e	0.578 ^e	0.061

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{a-f}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

흑염소 근장 단백질의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 철 이온 환원능력은 Figure 3-5-28에 나타내었다. 100°C 이상의 가열온도에서 근원섬유 단백질 유래 열추출 가수분해물의 철 이온 환원능력은 감소하는 경향을 나타냈으나, 근장 단백질 유래 열추출 가수분해물의 경우 121°C 이상의 가열 온도에서 철 이온 환원능력이 증가하는 결과를 나타냈다. 따라서, 근원섬유 단백질 유래 열추출 가수분해물에서 약 80-100°C 가열한 경우 우수한 철 이온 환원능력을 기대할 수 있다고 판단된다.

(a) Myofibrillar protein



(b) Sarcoplasmic protein

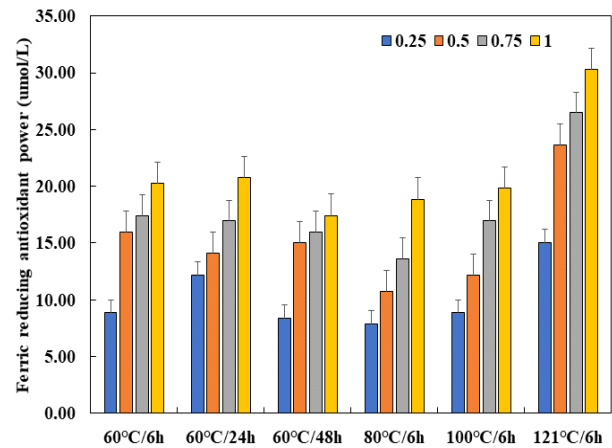
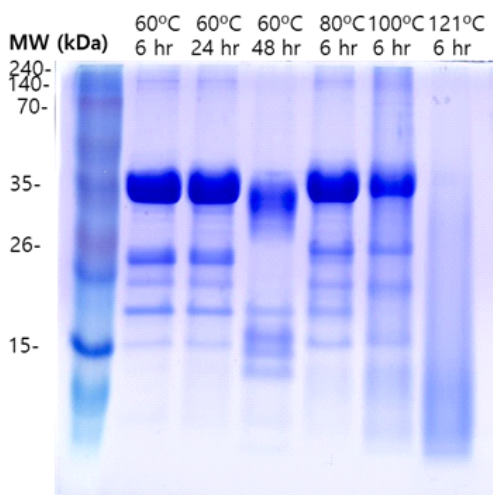


Figure 3-5-28. Effect of thermal extraction condition on ferric reducing antioxidant power of black goat myofibrillar protein (a) and sarcoplasmic protein (b) extracts

흑염소 근장 단백질의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 단백질 분해 패턴을 확인한 결과는 Figure 3-5-28에 나타내었다. 60°C에서 24시간 추출까지는 단백질 분해 패턴의 뚜렷한 변화가 나타나지 않았으나, 48시간에는 근원섬유 단백질에서 뚜렷한 저분자화 경향이 나타났다. 80°C 이상의 가열온도는 근원섬유와 근장 단백질 모두의 저분자화를 초래하였으나, 저온에서 장시간 가열한 경우와는 상이한 단백질 분해 패턴을 나타냈다.

(a) Myofibrillar protein



(b) Sarcoplasmic protein

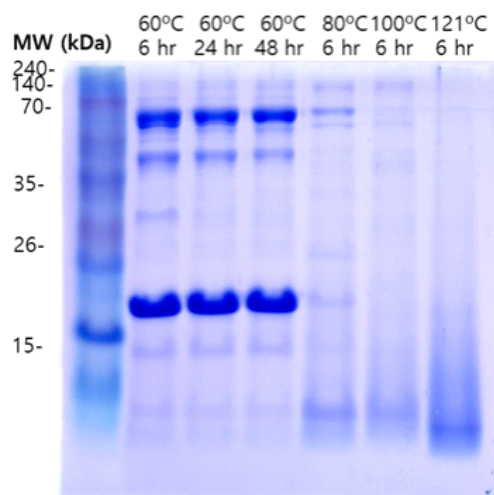


Figure 3-5-29. Photograms of SDS-PAGE of black goat myofibrillar protein (a) and sarcoplasmic protein (b) as affected by thermal extraction condition.

흑염소 스킨 젤라틴의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 DPPH 라디칼 소거능, 철이온 킬레이팅 능력 및 하이드록실 라디칼 소거능의 IC50 값은 Table 3-5-34에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 IC50 값은 가열온도 및 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내어 121°C에서 6시간 가열한 경우 가장 우수한 소거능을 나타냈다. 반면 철 이온 킬레이팅 능력은 60°C에서 48시간 가열한 경우 가장 낮은 IC50 값을 나타내어 저온에서 장시간 가열하는 경우 가장 우수한 킬레이팅 능력을 기대할 수 있었다. 하이드록실 라디칼 소거능 또한 철 이온 킬레이팅 능력과 유사한 결과를 나타내어 저온 장시간 가열이 효과적임을 알 수 있었다.

Table 3-5-34. Effect of extraction condition on IC50 value of black goat skin gelatin hydrolysate

Trait	60°C/6h	60°C/24h	60°C/48h	80°C/6h	100°C/6h	121°C/6h	SEM ¹⁾
DPPH radical scavenging activity	2.897 ^a	2.195 ^b	1.971 ^c	2.017 ^c	2.090 ^{bc}	1.276 ^d	0.116
Fe-chelating ability	1.216 ^d	1.232 ^c	0.710 ^f	1.082 ^e	1.490 ^b	2.189 ^a	0.110
Hydroxyl radical scavenging activity	2.110 ^b	2.062 ^b	1.035 ^c	2.967 ^a	1.185 ^c	2.057 ^b	0.165

¹⁾SEM: standard error of the means.

^{a-f}Means sharing the same letters within a row are not significantly different ($p < 0.05$).

흑염소 스킨 젤라틴 가수분해물의 가열 온도 및 시간에 따른 열추출물의 철 이온 환원능력은 Figure 3-5-30에 나타내었다. 100°C 이하의 가열온도에서 스킨 유래 젤라틴 열가수분해물의 철 이온 환원능력을 큰 차이가 없었으나($p > 0.05$), 121°C에서 6시간 가열한 경우 고농도에서 뚜렷한 효능 증가를 나타내었다($p < 0.05$).

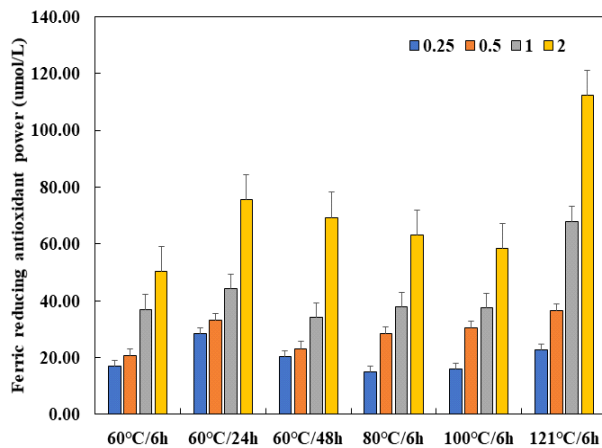


Figure 3-5-30. Effect of thermal extraction condition on ferric reducing antioxidant power of black goat skin gelatin hydrolysate

○ 재료 및 방법

- 흑염소 스킨 젤라틴 추출

흑염소 스킨 젤라틴은 약 pH 13의 수산화나트륨 용액에 흑염소 스킨을 48시간 동안 팽윤한 이후 증류수로 pH 7이 되도록 중화하였다. 팽윤된 흑염소 스킨은 탈색을 위한 2 M의 과산화수소로 24시간 처리한 이후 세척하였다. 탈색을 마친 흑염소 스킨은 70°C에서 열수 추출한 이후 5일간 동결건조하여 분말화 하였다.

- 흑염소 스킨 젤라틴의 품질특성 평가

흑염소 스킨 젤라틴의 품질은 시판되는 80 bloom의 우피 젤라틴과 200 bloom의 돈피 젤라틴의 pH, 색도, 이취, 보수력 및 젤 강도를 비교하여 평가하였다.

- 흑염소 스킨 젤라틴을 활용한 프리미엄 젤리푸드 제조

분말화한 흑염소 스킨 젤라틴을 증류수 100 g 당 3 g을 용해하고, 젤리의 물성 개선을 위해 한천 대비 감미료의 종류 및 농도에 따른 물성 변화를 평가하였다. 한천과 감미료의 비율은 1:1로 설정하였고, 감미료의 종류는 대조구로 설탕 및 처리구로 대체 감미료의 일종인 알룰로스를 선택 하였다. 한천과 감미료의 첨가량은 증류수 100 g 당 2 g, 6 g 및 10 g으로 설정하였다. 약 40°C에서 물중탕하며 젤라틴, 한천 및 감미료를 용해한 뒤 성형 용기에 담아 4°C에서 방냉한 이후 경도 측정을 위한 시료로 사용하였다.

- 흑염소 스킨 젤라틴을 활용한 프리미엄 젤리푸드의 경도 측정

분말화한 흑염소 스킨 젤라틴을 증류수 100 g 당 3 g을 용해하고, 젤리의 물성 개선을 위해 한천 대비 감미료의 종류 및 농도에 따른 물성 변화를 평가하였다. 한천과 감미료의 비율은 1:1로 설정하였고, 감미료의 종류는 대조구로 설탕 및 처리구로 대체 감미료의 일종인 알룰로스를 선택 하였다. 한천과 감미료의 첨가량은 증류수 100 g 당 2 g, 6 g 및 10 g으로 설정하였다. 약 40°C에서 물중탕하며 젤라틴, 한천 및 감미료를 용해한 뒤 성형 용기에 담아 4°C에서 방냉한 이후 경도 측정을 위한 시료로 사용하였다.

○ 주요 결과

- 흑염소 스킨 젤라틴의 품질특성

흑염소 스킨 젤라틴과 시판 젤라틴의 색도와 이취를 비교한 결과는 Table 3-5-35에 나타내었다.

Table 3-5-35. Instrumental color and sensory property (off-flavor) of gels produced from black goat skin, pig skin, and bovine hide gelatins

Traits	Black goat gelatin	Pig skin gelatin	Bovine hide gelatin	p value
CIE L* (lightness)	32.18±0.95 ^c	37.65±1.20 ^b	48.08±1.26 ^a	<0.001
CIE a* (redness)	-0.22±0.07 ^a	-0.82±0.05 ^b	-1.87±0.07 ^c	<0.001
CIE b* (yellowness)	3.28±0.17 ^c	5.97±0.38 ^b	11.90±0.32 ^a	<0.001
Off-flavor ¹⁾	4.92±1.64 ^a	4.33±1.11 ^a	1.67±0.47 ^b	0.001
Water-holding capacity	18.93±3.69 ^b	19.53±3.23 ^b	40.96±2.45 ^a	0.026

¹⁾High off-flavor score indicates the strong intensity of unexpected and undesirable flavor. Mean±standard deviation (n = 3).

^{a-c}Means sharing the same letters within a row are not significantly different (p<0.05).

흑염소 젤라틴과 시중 우피 및 돈피 젤라틴은 색도와 이취에서 뚜렷한 품질차이를 나타냈다. 흑염소 젤라틴은 시판 젤라틴에 비해 유의적으로 낮은 명도와 황색도를 나타낸 반면 다소 높은 적색도를 나타내었다($p < 0.05$). 이취는 돈피 젤라틴과 유사한 수준으로($p > 0.05$), 우피 젤라틴에 비해 높은 수준의 이취를 나타낸 것으로 평가되었다. 흑염소 젤라틴의 보수력은 시판 돈피 젤라틴과 유사한 수준이었고($p > 0.05$), 우피 젤라틴에 비해 보수력이 낮은 특성을 나타내었다($p < 0.05$).

흑염소 젤라틴 젤의 pH와 경도는 Figure 3-5-31에 나타내었다. 흑염소 젤라틴 젤의 pH는 시판 돈피 젤라틴에 비해 높은 수준이었으나 우피 젤라틴보다는 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 경도의 경우 흑염소 젤라틴 젤은 시판 돈피 젤라틴과 비슷한 수준이었고($p > 0.05$), 우피 젤라틴 젤보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 젤라틴을 젤화제로 활용하는 경우 젤 강도는 젤라틴의 품질을 나타내는 중요한 요인이며, 상업적 식품 제조에 가장 많이 활용되는 돈피 젤라틴 젤과 유사한 젤 강도를 나타낸 점에서 흑염소 젤라틴 젤의 품질은 상업적 활용이 가능한 수준으로 평가되었다.

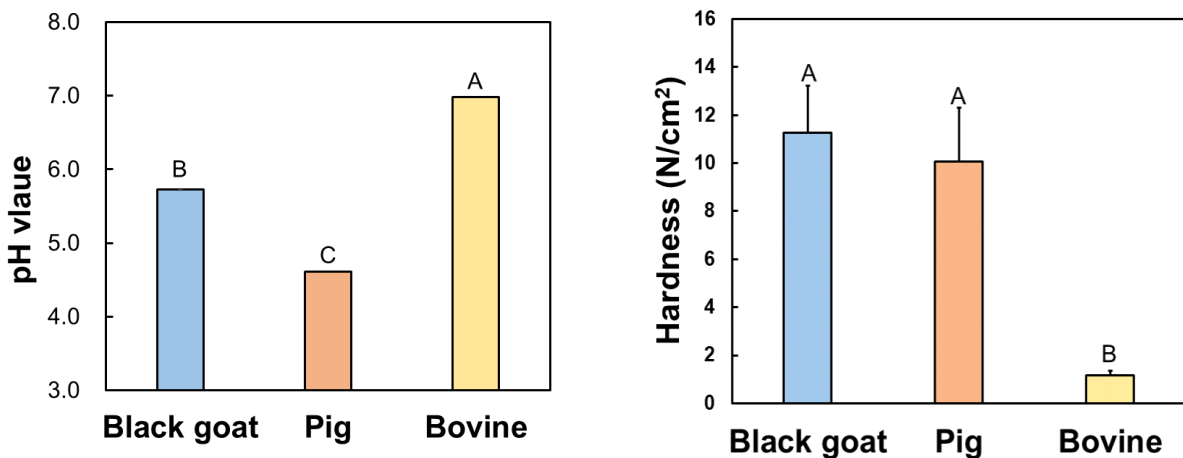


Figure 3-5-31. pH value and hardness of gels prepared from black goat skin, pig skin, and bovine hide gelatins. A-C Means with different letters are significantly different among treatments ($p < 0.05$).

흑염소 젤라틴과 한천+감미료 혼합제로 제조한 프리미엄 고령친화형 젤리푸드의 경도는 Table 3-5-36에 나타내었다. 최근 감미료 시장에서 저열량 및 저당에 대한 소비자 니즈를 반영할 수 있는 대체 감미료의 선호도가 증가하고 있다. 본 연구에서도 선호 대체 감미료로서 알룰로스를 선정하여 젤라틴 젤 형성에 미치는 영향을 설탕과 비교하였다. 흑염소 젤라틴 젤의 경도는 감미료의 종류에 따른 차이는 나타나지 않았고, 한천+감미료 혼합제의 양이 증가함에 따라 단단해지는 특성을 나타냈는데, 2% 수준에서는 고령친화식품 경도 기준 2단계에 해당한 반면 6%와 10% 수준에서는 3단계의 경도에 해당하였다.

Table 3-5-36. Hardness of premium senior-friendly jelly food prepared with 3% black goat gelatin, agar and sweetener mixture

Trait	Agar+sugar mixture (1:1)			Agar+allulose mixture (1:1)		
	2%	6%	10%	2%	6%	10%
Hardness (N/m ²)	46,769 ±3,240 ^c	253,571 ±10,419 ^b	361,054 ±3,897 ^a	44,048 ±2,946 ^c	237,755 ±2,551 ^b	394,218 ±16,692 ^a

Mean ± standard deviation ($n = 3$).

^{a-c}Means sharing the same letters within a row are not significantly different ($p < 0.05$).


○ 결론

본 연구에서는 흑염소 단백질의 프리미엄 고령친화형 젤리푸드 개발을 위한 유용 소재로의 활용도 및 이를 활용한 제품화를 진행하였다. 흑염소 근육 단백질 및 젤라틴의 생리활성 특성은 열처리 조건에 따라 큰 영향을 받았고, 가열 온도와 시간을 통해 소비자가 선호하는 생리활성을 지닌 흑염소 단백질 유래 열가수분해물 분획을 얻을 수 있다고 판단된다. 젤리푸드 제조의 핵심 요소인 젤라틴을 흑염소 스킨에서 추출하여 시판 젤라틴과 비교한 결과 상업적으로 가장 널리 활용되는 시판 돈피 젤라틴과 유사한 특성을 나타내어 상업적으로 충분한 활용 가능성이 있다고 판단된다. 나아가 흑염소 젤라틴과 한천 및 감미료를 활용하여 프리미엄 고령친화형 젤리푸드의 제조가 가능하였고, 설탕과 알룰로스가 젤라틴 젤의 경도에 미치는 영향이 크지 않아 기호성의 차이가 크지 않다면 열량을 저감하기 위한 목적으로 알룰로스의 활용이 우수할 수 있다는 결론을 도출하였다.

○ 흑염소를 활용한 한국형 프리미엄 젤리푸드의 제품화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과제명	고령친화형 식육가공품 개발			
주관연구기관	(주)청산식품	참여기관	국립경남과학기술대	
연구책임자	김현욱	연구기간	19년 05월 ~ 21년 12월(27개월)	
총 정부재원금	203,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
케이알반 티약는 흑염소		간식 및 영양 보충용	21.11.11	50%
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식용R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 12월 14일

연구책임자 : 김 현 욱 (서명) 

<붙임1> 신제품 품목제조보고서(품목제조보고번호:2015026201352)

발급번호 : MAMB-88BY-EUAS-PQJM-DBUS

품목제조보고서

보고인	성명	생년월일		
	(주)청산	1985년 03월 08일		
	주소	전화번호		
	경기도 수원시 권선구 권동로8번길 57, 2층 (그레프)	01094301236		
		휴대전화		
		01094301236		
영양소	영양(상호)	영양허가번호		
	주식회사 청산	20150262013		
	소재지			
	경기도 수원시 권선구 권동로9번길 57			
제품정보	품목의 유형	양념료	발급번호 품목 제조보고번호	2015026201352
	제품명	케이알반 티약는 흑염소		
	유형기간	냉동 45일		
	원재료명 또는 성분명, 배합비율	맛장미 기재		
	용도 용법	맛장미 기재		
	보관방법 및 포장재질	맛장미 기재		
	포장방법 및 포장단위	맛장미 기재		
	성상	고유색 색택을 띠며, 이미 이취없음		
	그늘말·저온살·식품 해당 여부	[]예 []아니오 []해당없음		
	영·유아용 섭취(의사조리 표시) 금지하는 식품 해당 여부	[]예 []아니오 []해당없음		
살균·열균 처리의 해당 여부	[]비살균 []살균 []열균			
기타				

「축산물 위생관리법」 제25조 및 같은 법 시행규칙 제37조 제1항에 따라 위의 품목을 제조하였음을 보고합니다.

2021년 11월 11일
보고인 (주)청산

경기도지사 귀하

품목보고번호 : 2015026201352

처리부서	경기도 축산진흥국 동물방역위생과	처리지성명	유진아	처리일자	2021년11월11일
------	-------------------	-------	-----	------	-------------



(2) 정량적 연구개발성과

○ 정량적 연구개발성과표

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계	2단계	계	가중치 (%)	
			(2019~2020)	(2021)			
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허 출원	목표(단계별)	4	5	9	10	
		실적(누적)	4	6	10	-	
	특허 등록	목표(단계별)	-	2	2	10	
		실적(누적)	-	2	2	-	
	논문(SCI)	목표(단계별)	1	1	2	-	
		실적(누적)	1	1	2	-	
	논문(비SCI)	목표(단계별)	1	2	3	-	
		실적(누적)	2	1	3	-	
	학술발표	목표(단계별)	4	3	7	10	
		실적(누적)	5	3	8	-	
	연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시(이전)	목표(단계별)	-	1	1	10
			실적(누적)	2	1	3	-
기술료		목표(단계별)	-	5,000	5,000	-	
		실적(누적)	1,600	5,000	6,600	-	
제품화		목표(단계별)	3	9	12	30	
		실적(누적)	3	9	12	-	
매출액		목표(단계별)	70,000	165,000	235,000	30	
		실적(누적)	1,051,389	2,714,064	3,765,454	-	
고용창출		목표(단계별)	2	2.5	4.5	-	
		실적(누적)	9	4	13	-	
투자유치		목표(단계별)	-	-	-	-	
		실적(누적)	2	-	2	-	
인력양성		목표(단계별)	3	2	5	-	
		실적(누적)	1	4	5	-	
홍보(전시)		목표(단계별)	1	3	4	-	
		실적(누적)	9	1	8	-	
포상 및 수상		목표(단계별)	-	-	-	-	
		실적(누적)	3	-	3	-	
계							

* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구 시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신 품종 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자 유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

○ 연구개발 성과지표

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거	
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2019-2020)	2단계 (2021)		
1	경도	N/m ²	100	북미, 유럽, 일본	90	60	70	80	기계적 연도 개선

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(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	Effects of gelatin hydrolysates addition on technological properties and lipid oxidation of cooked sausage	Food Science of Animal Resources	Ham, Y. K.	40(6)	대한민국	(사)한국축산 식품학회지	SCIE	2020.12.31.	2636-0772	50
2	Quality characteristics of senior-friendly gelatin gels formulated with hot water extract from red maple leaf as a novel anthocyanin source	Foods	Song, D. H.	10	스위스	MDPI	SCIE	2021.12.10.	2304-8158	100
3	고령친화형 젤리푸드 개발을 위한 동·식물성 단백질의 농도별 젤 형성능 및 경도	한국식품 조리과학 회지	구태완	36(4)	대한민국	(사)한국식품 조리과학회	비SCIE	2020.08.31.	2287-1780	100
4	육류 단백질을 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트 품질 특성에 관한 연구	Culinary Science & Hospitality Research	채영철	26(10)	대한민국	(사)한국 조리학회	비SCIE	2020.10.30.	2466-0752	100
5	비타민 C, 차킨!파우더를 첨가한 고령친화형 브라우니 디저트 품질 특성에 관한 연구	Culinary Science & Hospitality Research	채영철	27(8)	대한민국	(사)한국 조리학회	비SCIE	2021.08.27.	2466-0752	100

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2019년 (사)한국식품조리과학회 추계학술대회	구태완	2019.10.18.	서울교육대	대한민국
2	KoSFoP 2020 41 th international symposium & annual meeting	구태완	2020.08.21.	여수시 디오션리조트	대한민국
3	KoSFoP 2020 41 th international symposium & annual meeting	송동헌	2020.08.21.	여수시 디오션리조트	대한민국
4	2020 한국식품조리과학회 추계학술대회	김시영	2020.10.16.	aT센터(온라인)	대한민국
5	2020 (사)한국조리학회 정기추계학술대회 제82차	채영철	2020.11.21.	해전대학교	대한민국
6	2021년 (사)한국식품저장유통 학회	문지웅	2021.08.26.	무주리조트	대한민국
7	(사)한국조리학회 제85차 정기 추계학술대회	채영철	2021.11.20.	비대면 온라인	대한민국
8	2021년 한국식품조리과학회 추계학술대회	김시영	2021.11.19.	비대면 온라인	대한민국

[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	저작이 용이한 고단백질의 젤리푸드 및 이의 제조방법	대한민국	경상국립대 산학협력단	2019. 11.28.	10-2019- 0156018				100		
2	천연색소를 포함하는 고단백질의 젤리푸드 및 이의 제조방법	대한민국	경상국립대 산학협력단	2020. 10.12.	10-2020- 0131317				100		
3	단백질 브라우니 제조 방법, 이에 의해 제조된 단백질 브라우니	대한민국	울산과학대 산학협력단	2020. 12.14.	10-2020- 0174076	울산과학대 산학협력단	2021. 11.03.	10-2324124	100		
4	천연 단백질 가수분해 효소를 이용한 가금류 연화육의 제조방법	대한민국	(주)삼양사	2020. 12.30.	10-2020- 0187483				100		
5	비타민 브라우니 제조 방법, 이에 의해 제조된 비타민 브라우니	대한민국	울산과학대 산학협력단	2021. 10.20.	10-2021- 0007915	울산과학대 산학협력단	2021. 11.03.	10-2324125	100		
6	고령자의 영양섭취 개선을 위한 젤리푸드 및 이의 제조방법	대한민국	경상국립대 산학협력단	2021. 02.18.	10-2021- 0022125				100	Y	
7	고령친화형 육포 및 이의 제조방법	대한민국	경상국립대 산학협력단	2021. 11.09.	10-2021- 0152805				100		
8	연도를 개선한 고령친화형 식육가공품의 제조 방법	대한민국	(주)청산식품	2021. 11.19.	10-2021- 0160557				100		
9	산성 용액으로 마리네이션된 돈육을 이용한 족발의 제조방법 및 이로부터 제조된 족발	대한민국	(주)정담	2021. 12.31.	10-2021- 0194654				100		
10	천연 단백질 가수분해 효소를 이용한 포유류 연화육의 제조방법	대한민국	(주)삼양사	2021. 08.26.	10-2021- 01-13078				100		

○ 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
1				√						
2				√						
3				√						
4	√			√						
5				√						
6				√						
7						√				
8	√									
9	√									
10	√			√						

[경제적 성과]

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	내부 자금	식육 연도 제어 가공기술 개발	직접실시	2020년 10월30일	1,008천원	1,008천원
2	내부 자금	연도개선 돈육 식육가공품 개발	직접실시	2020년 10월30일	602천원	602천원
3	내부 자금	고령자의 영양섭취 개선을 위한 젤리푸드 및 이의 제조방법(출원번호 제10-2021-0022125호) 통상실시 계약	영리법인 제3자 실시	2021년 10월31일	5,000천원	5,000천원

* 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	자기실시	신제품 개발	국내	로스트 치킨(The 연한 Poultry Meat)	1차년도에 연구 수행한 텀블링 공정을 통한 연도제어 가공기술을 적용	(주)청산 식품	372,042	-	2020 ~ 2021	3년
2	자기실시	신제품 개발	국내	이해정의 감짜 간편 폭립 하와이완	1차년도에 연구 수행한 텀블링 공정을 통한 연도제어 가공기술과 2차년도 연구 수행한 고온증기 가열처리 공정을 통한 연도제어 가공기술을 병용 적용	(주)청산 식품	160,893	-	2020 ~ 2021	3년
3	자기실시	신제품 개발	국내	소고기 바베큐 빅립 제품화	1차년도에 연구 수행한 텀블링 공정을 통한 연도제어 가공기술과	(주)청산 식품	814,749	-	2021	3년

					2차년도 연구 수행한 고온증기 가열처리 공정을 통한 연도제어 가공기술을 병용 적용					
4	자기 실시	신제품 개발	국내	로리스 자이언트 폭립 제품화	1차년도에 연구 수행한 텀블링 공정을 통한 연도제어 가공기술과 2차년도 연구 수행한 고온증기 가열처리 공정을 통한 연도제어 가공기술을 병용 적용	(주)청산 식품	118,469	-	2021	3년
5	자기 실시	신제품 개발	국내	핑크데이 블 바베큐 폭립 제품화	1차년도에 연구 수행한 텀블링 공정을 통한 연도제어 가공기술	(주)청산 식품	5,395	-	2021	3년
6	자기 실시	신제품 개발	국내	THE부드러운 족발	1차년도에 연구 수행한 천연 식초 마리네이션을 이용한 연도제어 가공기술을 활용	(주)정담	2,277,329	-	2020 ~ 2021	5년
7	자기 실시	신제품 개발	국내	싸움의고수 1인족발	1차년도에 연구 수행한 천연 식초 마리네이션을 이용한 연도제어 가공기술을 활용	(주)정담	16,574	-	2021	5년

- * 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)		
고령친화형 식육가공품 개발	2020~2021	1,471,550		1,471,550	연구개발 신제품의 매출액 기준
고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	2020~2021	2,293,904		2,293,904	연구개발 신제품의 매출액 기준
합계		3,765,454		3,765,454	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2019~2020년	2021년	
1	고령친화형 식육가공품 개발	(주)청산식품	6	2	8
2	고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	(주)정담	3	2	5
합계			9	4	13

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	4
		생산인력	23
	개발 후	연구인력	6
		생산인력	19

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	고령친화형 식육가공품 개발			364,506		2.67	
	고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈육제품(족발)의 상품화			764,634		1.67	
기대 목표							

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	인력양성	2019~2021		1	4		4	1			5		

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	Internet/PC통신	경남도민신문	경남과기대 동물생명과학과 최우수논문상	2019.10.22.
2	Internet/PC통신	경남신문	경남과기대 동물생명과학과, (사)한국 식품조리과학회 추계 학술대회 최우수논문상 수상	2019.10.22.
3	Internet/PC통신	뉴스프리존	경남과기대, 동물생명과학과 2019년(사)한국식품조리 과학회 추계 학술대회 최우수논문상 수상	2019.10.22.
4	Internet/PC통신	베리타스알파	경남과기대, 한국식품조리과학회 추계 학술대회 최우수논문상	2019.10.22.
5	Internet/PC통신	진주신문	"우리나라 전통식품을 활용한 식육가공품 다양화 필요"	2019.10.22.

6	Internet/PC통신	부산일보	한국식품조리과학회 추계 학술대회 최우수논문상 수상	2019.10.22.
7	Internet/PC통신	프레시안	경남과기대 동물생명과학과 추계 학술대회 최우수 논문상	2019.10.23.
8	Internet/PC통신	경기뉴스통신	청산식품, 고령친화형 식육가공품 개발 국가과제 수행	2019.08.26.
9	박람회	2020년 부산 국제식품 박람회	고령친화형 식육가공품	2020.11.26.
10	박람회	2021년 부산 국제식품 박람회	고령친화형 식육가공품	2021.11.28.

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	우수포스터상	우수포스터상	구태완 외	2019.10.18.	(사)한국식품조리 과학회
2	수상	우수논문상	우수논문상	송동현 외	2020.08.21.	(사)한국식품저장 유통학회
3	수상	우수상	우수상	채영철	2020.11.21.	(사)한국조리학회

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

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

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 텀블링 공정을 활용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공기술 개발	○ 식육 종류별 부위별 기본 경도 평가 - Table 3-1-4 참조 ○ 식육 가공품별 기본 경도 평가 - Table 3-1-5 참조 ○ 텀블링 회전속도 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 평가 및 최적 공정 도출 - Table 3-1-11 ~ 3-1-15 참조	○ 100% ○ 100% ○ 100%
○ 고온증기를 이용한 근육형 고령친화 식육가공품의 연도제어 가공 기술 개발 및 상품화	○ 고온증기 가열처리 온도별 및 시간별 시험에 따른 식육별 연도변화 평가 및 최적 공정 도출 - Table 3-1-28, 3-1-30, 3-1-33, 3-1-34, 3-1-36, 3-1-38, 3-1-41, 3-1-44, 3-1-45 참조 ○ 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 돈육 및 계육 가공품 개발 및 상품화 - Table 3-1-46 참조 ○ 텀블링 공정과 고온증기 병용처리 기술을 활용한 고령친화형 가공육, 돈육, 우육가공품 개발 및 상품화 - Table 3-1-46 참조	○ 100% ○ 100% ○ 100%
○ 천연 식초 마리네이션을 이용하여 고령친화 족발의 연도제어 가공 기술 개발	○ (주)정담 시판 족발의 기본 경도 평가 - Figure 3-2-2 참조 ○ 천연 식초 마리네이션 조건별 경도 및 이화학적 특성 평가 및 최적 공정 도출 - Figure 3-2-2 참조	○ 100% ○ 100%
○ 재구성 공법을 활용한 돈족제품 연도 개선 및 고령친화형 제품 상품화	○ 원물 입자 크기에 따른 재구성 돈족제품의 연도 평가 및 가공 가능한 원물 입자 크기 도출 - 기기적 제한에 따른 족발 분쇄물의 입자 크기 비교 불가 ○ 재구성 입자의 압착 압력에 따른 돈족제품의 연도 평가 및 고령친화식품 기준 경도 구분 - Table 3-2-4 참조 ○ 재구성 가공기술을 활용한 고령친화형 돈족제품 개발 - Figure 3-2-4 참조	○ 95% ○ 100% ○ 100%
○ 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화	○ 재구성 돈족제품의 품질특성 평가 및 개선 - Figure 3-2-5, 3-2-6, Table 3-2-11 참조 ○ 제4협동연구기관에서 개발된 젤리푸드의 산업적 생산을 위한 기술이전 실시 - Table 3-2-13 참조 ○ 고령친화형 젤리푸드 및 재구성 돈족제품(족발)의 상품화 - Table 3-2-12 참조	○ 100% ○ 100% ○ 100%
○ 상용화 단백질 가수분해 효소 처리를 통한 식육 연도제어 가공기술 개발	○ 상용화 단백질 가수분해 효소 탐색 및 효소 종류 및 농도별 경도 변화 평가에 따른 한국산업표준	○ 100%

	고령친화식품 저작 1-2단계 달성을 위한 최적 상용화 효소 처리 공정 도출 - Figure 3-3-1, 3-3-2, 3-3-3 참조	
○ 천연 단백질 가수분해 효소를 활용한 식육 연도제어 가공기술 개발	○ 천연 단백질 가수분해 효소 탐색 및 효소 종류 및 농도별 경도 변화 평가에 따른 한국산업표준 고령친화식품 저작 1-2단계 달성을 위한 최적 천연 효소 처리 공정 도출 - Figure 3-3-7, 3-3-8, 3-3-9 참조	○ 100%
○ 효소적 연도 개선 가공기술을 활용한 계육가공품의 개발 및 상품화	○ 효소적/물리적 조건에 따른 닭가슴살 햄의 연도 저감 수준 평가 및 고령친화형 닭가슴살 햄 개발 및 상품화 - Table 3-3-16, 3-3-19, 3-3-20, Figure 3-3-13, 3-3-14 참조	○ 100%
○ 스틱형 및 디저트형 고령친화 단백질 식품 개발을 위한 한국형 로컬(Local)농산물 식품소재 탐색	○ 호박, 고구마, 밤, 대두콩 등 기초소재 발굴 및 소재별 특성과 물성 평가에 따른 고령친화형 브라우니 제조를 위한 우수 활용 소재 도출 - Figure 3-4-2, 3-4-3, Table 3-4-2, 3-4-3 참조	○ 100%
○ 고령친화 단백질 식품의 단백질가와 기호도 향상을 위한 농산물 식품소재 개발	○ 동물성 단백질을 활용한 고령친화형 브라우니 개발 및 가공공정 확립 - Table 3-4-6, 3-4-7, 3-4-8, 3-4-9, 3-4-10, 3-4-11 참조	○ 100%
○ 스틱형 및 디저트형 고령친화형 단백질식품 개발 및 상품화	○ 스틱형 및 디저트형 고령친화형 단백질식품의 이화학적 특성과 기호성 평가 및 시제품 제작 - Figure 3-4-6 참조	○ 100%
○ 저작 단계별 고령친화형 단백질 친수성 콜로이드 개발 및 공정 확립	○ 동·식물성 단백질 9종에 대한 단백질 종류 및 첨가농도에 따른 친수성 콜로이드 형성에 미치는 영향 평가 및 고령친화식품 경도 기준 단계별 농도 제안 - 참조	○ 100%
○ 단백질 친수성 콜로이드를 이용한 고령친화형 젤리푸드 개발	○ 농·축산물 유용 소재와 단백질 친수성 콜로이드를 활용한 고령친화형 한국형 젤리푸드 가공기술 개발 - 참조	○ 100%
○ 우리나라 재래 가축 유래 근육 단백질을 활용한 프리미엄 젤리푸드 개발	○ 흑염소 유래 젤라틴의 추출공정 확립 - 참조 ○ 흑염소 유래 근장, 근원섬유 및 콜라겐 단백질의 품질 및 기능성 평가 - 참조 ○ 흑염소 유래 가용성 단백질을 활용한 한국형 프리미엄 젤리푸드 개발 및 제품화 - 참조	○ 100%

4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 본 연구개발 과제를 통한 총 12품목의 연도 증진 식육가공품의 제품화가 가능하였고, 해당 제품들은 연구 기간 중 약 37억 원의 달하는 매출액을 나타내어 식육가공산업의 시장 활성화에 크게 기여한 것으로 판단됨

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 연구개발 과제는 수행기간(2019년-2021년) 중 계획한 연구개발성과를 100% 달성하였고, 추가적으로 유용 단백질 추출 및 젤리푸드 가공기술에 관한 미활용 연구 결과 중 일부를 SCIE급 국외논문 1건 및 국내 특허출원 1건으로 활용하고자 함

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	1
	비SCIE	
	계	1
특허출원	국내	1
	국외	
	계	1

<참고문헌>

1. Andriollo, S. M., Hininger, F. I., Meunier, N., Venneria, E., O'Connor, J. M., Maiani, G., Coudray, C., and Roussel, A. M. (2005) Age-related oxidative stress and antioxidant parameters in middle-aged and older European subject: the ZENITH study. *Eur. Journal Clin. Nut.*, 59, 58–62.
2. AOAC. (2006) Official Methods of Analysis. 18th eds., Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, TX., USA.
3. Athaillah, Z. A., Eviana, I., Pudjiharti, S., and Haryono, A. (2017) Optimization of carrageenan-based jelly products added with nutrients for reducing osteoporosis risks. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1904, No. 1, p. 020051). AIP Publishing LLC.
4. Badii, F. and Howell, N. K. (2006) Fish gelatin: Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. *Food Hydrocoll.*, 20, 630–640.
5. Barbut, S. (2007) Effect of hydrolyzed and regular dairy proteins on the texture, color and microstructure of poultry meat emulsions. *Br. Poult. Sci.*, 48, 655–660.
6. Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Styart, P., Sieber, C., Stehle, P., Teta, D., Visvanathan, R., Volpi, E., and Boirie, Y. (2013) Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, 14, 542–559.
7. Betz, M. and Kulozik, U. (2011) Whey protein gels for the entrapment of bioactive anthocyanins from bilberry extract. *Int. Dairy. J.*, 21, 703–710.
8. Boles, J. A. and Shand, P. J. (2002) Tumbling regime effects on the processing characteristics and tenderness of cooked roast beef. *J. Muscle Food.*, 13, 25–35.
9. Bortz, W. M. (1982) Disuse and aging. *J. Am. Med. Association* 24, 1203–1208.
10. Bourne, M. C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol.* 32, 62–66.
11. Cho, E. B., Park, H. A., Kang, J. H., Kim, K. W., Cho, Y. G., and Choi, D.H. (2017) Snack consumption patterns and its nutritional significance in Korean Elderly Population: from the 2013–2014 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J. Health Promot.*, 17, 80–90.
12. Cho, G. S., Kim, K. W., and Park, W. J. (2019) Development of New Edible Pigments using *Monascus* spp. *Korean J. Food Nutr.*, 32, 41–49.
13. Choi, E. J., Lee, J. E., and Oh, M. S. (2007) The quality characteristics of grape jelly made with various gelling agents for consumption by Elderly Women. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 23, 891–898.
14. Choi, O. K., Kim, Y. S., Cho, G. S., and Sung, C. K. (2002) Screening for antimicrobial activity from Korean plants. *Korean J. Food Nutr.*, 15, 300–306.
15. Chung, C., Rojanasasithara, T., Mutilangi, W., and McClements, D. J. (2015) Enhanced stability of anthocyanin-based color in model beverage systems through whey protein isolate complexation. *Food Res. Int.*, 76, 761–768.
16. Cumby, N., Zhong, Y., Naczek, M., and Shahidi, F. (2008) Antioxidant activity and water-holding capacity of canola protein hydrolysates. *Food Chem.*, 109, 144–148.
17. Finkel, T. and Holbrook, N. J. (2002) Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, 239–247.
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1970) Nutritional studies: amino-acid content of foods and biological data on proteins. *FAO Nutr. Stud.*, 24, 1–285.
19. Garcés-Rimón, M., Sandoval, M., Molina, E., López-Fandiño, R., and Miguel, M. (2016) Egg

- protein hydrolysates: New culinary textures. *Int. J. Gastron Food Sci.*, 3, 17–22.
20. Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. (2001) Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, 10, 1–13.
 21. Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., and Montero, M. P. (2011) Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocoll.*, 25, 1813–1827.
 22. Huang, X. L., Catignani, G. L. and Swaisgood, H. E. (1999) Modification of rheological properties of whey protein isolates by limited proteolysis. *Nahrung.*, 43, 79–85.
 23. Hur, J. E., Park, J. H., Kim, Y. R., Kim, H. K., Lee, M. S., Kim, J. H., and Ko, K. S. (2018) Analysis of consumption status of calcium with related factors in a Korean population: Based on data from the 2013–2015 Korean national health and nutritional examination survey (KNHANES). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 47(3), 328–336.
 24. Hwang, E. S. and Nhuan, D. T. (2015) Quality characteristics of jelly containing Aronia (*Aronia melanocarpa*) juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 47, 738–743.
 25. Jang, H. H., Nam, S. Y., Jung, M. J., Kim, J. B., Kim, H. R., and Lee, Y. M. (2014) Antioxidant activity and protective effects of anthocyanins-rich fraction from Korean purple sweet potato variety, “Shinjami” against oxidative stress in HepG2 Cell. *Korean J. Food Nutr.*, 27, 1090–1095.
 26. Jeewanthi, R. K. C., Lee, N. K., and Paik, H. D. (2015) Improved functional characteristics of whey protein hydrolysates in food industry. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 35, 350–359.
 27. Jeong, E. J., Lee, N. K., Yum, E. J., Nam, K., Oh, J., Kim, Y. S., Park, J. Y., Kim, S. H., and Jeong, Y. S. (2015) Effect of calcium chloride on the texture of pickled radish wrap. *Korean J. Food Preserv.*, 22(3), 452–457.
 28. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C., and Kim, C. J. (1995) The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods*, 6, 211–226.
 29. Jun, H. I., Jang, S. W., Oh, H. H., Jeong, D. Y., and Song, G. S. (2019) Antioxidant activity and anthocyanin analysis of blueberry with different extraction conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 48, 1223–1232.
 30. Jung, D. W. and Park, J. S. (2008) Characterization of pigment-producing *Pseudoalteromonas* spp. from marine habitats and their optimal conditions for pigment production. *J. Life Sci.*, 18(12), 1752–1757.
 31. Kalman, S. (2014) Amino acid composition of an organic brown rice protein concentrate and isolate compared to soy and whey concentrates and isolates. *Foods*, 3, 394–402.
 32. Kang, H. S., Kim, M. J., Rho, J. O., Choi, H. I., Han, M. R., Myung, J. H. (2017) Quality characteristics of care food (jelly) prepared with wild carrot (*Daucus carota* L.) juice. *J. Korean Diet. Assoc.*, 23(4), 337–349.
 33. Kang, S. A., Lee, S. H., Shim, Y. N., Oh, M. J., Lee, N. R., and Park, S. M. (2016) Antioxidant capacity of anthocyanin-rich fruits and vegetables and changes of quality characteristics of black carrot added pudding according to storage. *J. Appl. Biol. Chem.*, 59, 273–280.
 34. Karim, A. A. and Bhat, R. (2008) Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. *Trends Food Sci. Tech.*, 19, 644–656.
 35. KCDC (Korea Centers for Disease Control and Prevention). Korea national health and nutrition examination survey. (2012) https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_02_02.do.
 36. Kim C. J., Park, H. Y., Jung, Y. C., and Kang, J. O. (1997) Color and Water Holding Capacity of PSE, RSE, RFN and DFD Pork. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 1138–1143.

37. Kim, B. M., Lee, K. M., and Jung, I. C. (2017) Changes in anthocyanin content of aronia (*Aronia melanocarpa*) by processing conditions. *Korea J. Plant Res.*, 30, 152–159.
38. Kim, B. R. (2006) Characteristics and optimization of the mulberry jelly manufacturing condition. Master's Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea.
39. Kim, C. H. and Ahn, M. S. (2007) Physicochemical properties of whey protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 39, 50–54.
40. Kim, E. A. (2007) Phytochemicals and beauty food. *Food Sci. Int.*, 40, 3–9.
41. Kim, H. W., Choi, J. H., Choi, Y. S., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Shim, S. Y., and Kim, C. J. (2009) Effects of wheat fiber and isolated soy protein on the quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Food Sci. Anim. Resour.*, 29, 475–481.
42. Kim, H. W., Park, J. H., Yeo, E. J., Hwang, K. E., Song, D. H., Kim, Y. J., Ham, Y. K., Jeong, T. J., Choi, Y. S., and Kim, C. J. (2014) Effect of duck feet gelatin concentration on physicochemical, textural, and sensory properties of duck meat jellies. *Food Sci. Anim. Resour.*, 34, 387–394.
43. Kim, J. H., Son, M. H., and Cho, J. S. (2007) Purified protein and oligopeptide mixture preparation from pork meat and evaluation of their nutritive value: true digestibility, biological value, and net protein utilization. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 23, 644–649.
44. Kim, J. K., Roh, SK, and Shin, Y. O. (2007) Effects of vitamin C & E supplementation on plasma free oxygen radical, total antioxidant capacity, and C-reactive protein after acute aerobic exercise. *Exercise Science*, 16, 243–252.
45. Kim, M. Y. and Lee, Y. N. (2016) Analysis of food preference, recognition and experience of elderly foods among elderly people. *Korean J. Food Nutr.*, 29, 971–977.
46. Kim, N. S., Shon, M. S., Kim, G. N., and Hwang, Y. I. (2014) Anti-obese and antioxidant activities of spica prunellae extract in 3T3-L1 and HepG2 cells. *Food Eng. Prog.*, 18, 413–418.
47. Kim, S. J., Kim, H. I., Hur, Y. Y., Im, D. J., Lee, D. H., Park, S. J., Jung, S. M., and Chung, K. H. (2019) Anthocyanin and polyphenol analysis and antioxidant activity of small fruit and berries in Korea. *Korean J. Plant Res.*, 32, 407–414.
48. Kim, S. Y., Choi, J. H., Choi, Y. S., Kim, H. Y., Ahn, K. I., Kim, H. W., Kim, T. H., Song, D. H., and Kim, C. J. (2012) Effects of low-temperature tumbling on the quality characteristics of restructured Chicken breast ham. *Food Sci. Anim. Resour.*, 32, 268–273.
49. Kim, S. Y., Song, D. H., Ham, Y. K., Choi, Y. S., Choi, J. H., and Kim, H. W. (2019) Efficacy of tumbling in soy sauce marination of Pork loins: effects of tumbling time and temperature. *J. Food Sci. Technol.*, 56, 5282–5288.
50. Kim, Y. H., Kim, D. S., Woo, S. S., Kim, H. H., Lee, Y. S., Kim, H. S., Ko, K. O., and Lee, S. K. (2008) Antioxidant activity and cytotoxicity on human cancer cells of anthocyanin extracted from black soy bean. *Korean J. Crop. Sci.*, 53, 407–412.
51. Kim, Y. K., Lee, H. Y., and Oh, D. H. (2004) Changes in antioxidative activity and total polyphenols of crude and defatted grape seed extract by extraction condition and storage. *Korean J. Food Preserv.*, 11, 455–460.
52. Kinsella, J. E. and Whitehead, D. M. (1989) Proteins in whey: chemical, physical, and functional properties. In *Advances in food and nutrition research*. Academic press. Amsterdam. Netherlands. 33, 343–438.
53. Korean Industrial Standard. (2019). Korean Agency for Technology and Standards. <http://www.kats.go.kr>.
54. KOSIS. 2019. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA003.
55. Kwak, T. K., Kim, H. A., Paik, J. K., Jeon, M. S., Shin, W. S., Park, K. H., Park, D. S., and Hong, W. S. (2013) A study of consumer demands for menu development of senior-friendly

- food products – Focusing on seniors in Seoul and Gyeonggi area. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 29, 257–265.
56. Kwon, H. Y., Lee, S. M., Choi, S. I., Cho, B. Y., Choi, S. H., Sim, W. S., Han X, Jang, G. W., Lee, O. H., and Park, D. W. (2019) Antioxidant activities of *B. campestris* var. *chinensis* and *B. juncea* L. Czern var. *Laciniata* Makino baby leaf extracts. *Korean J. Food Preserv.*, 26, 336–342.
 57. Laemmli, U. K. (1970) Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680–685.
 58. Lee, E. S., Lee, Y. J., Kim, J. H., and Chun, S. S. (2020) Quality characteristics of jelly with Lemon Myrtle (*Backhousia citriodora*) extracts. *Korean J. Food Nutr.*, 33, 131–141.
 59. Lee, J. E., Choi, E. J., and Oh, M. S. (2007) Studies on quality characteristics of Jeju mandarin orange jelly for the aged. *Korean J. Food Culture.*, 22(4), 475–481.
 60. Lee, J. H. and Ji, Y. J. (2015) Quality and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with cranberry concentrate. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 44, 1100–1103.
 61. Lee, J. Y., Yoon, H. Y. and Kim, M. R. (2010) Quality characteristics of jelly with black garlic. *Korean J. Food Culture.*, 25, 832–838.
 62. Lee, J., Durst, R. W. and Wrolstad, R. E. (2005) Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J. AOAC Int.*, 88, 1269–1278.
 63. Lee, K. P., Eun, H. G., and Lim, I. S. (1997) Potentially harmful effects and effect of antioxidant by oxygen free radical during maximal exercise. *Korean J. Phys. Educ.*, 36, 243–255.
 64. Lee, O. H. and Seo, H. C. (2010) Inhibitory effect of antioxidant on brain diseases related reactive oxygen species (ROS) in adipocytes. *J. Brain Edu.*, 6, 1–18.
 65. Lee, S. P. and Moon, J. D. (2005) Dyeability and antibacterial activities of maple leaves extracts. *J. Korean Soc. Color Stud.*, 19, 13–19.
 66. Lee, T. W., Lee, Y. H., Yoo, M. S., and Rhee, K. S. (1991) Instrumental and sensory characteristics of jelly. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 336–340.
 67. Lim, D. K., Choi, U., and Shin, D. H. (1996) Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 83–39.
 68. Lim, J. Y., Kim, O. H. and Kim, J. H. (2006) Effects of antioxidant supplementation on lipid profiles in elderly women. *Korean J. Community Nutr.*, 11, 133–142.
 69. Lin, J. Y. and Tang, C. Y. (2007) Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem.*, 101, 140–147.
 70. Liu, X., Ellsworth, D. S. and Tyree, M. T. (1997) Leaf nutrition and photosynthetic performance of sugar maple (*Acer saccharum*) in stands with contrasting health conditions. *Tree Physiol.*, 17, 169–178.
 71. MacArtain, P., Jacquier, J. C., and Dawson, K. A. (2003) Physical characteristics of calcium induced κ -carrageenan networks. *Carbohydrate Polymers*, 53(4), 395–400.
 72. Mine, Y. (1995) Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends Food Sci. Technol.*, 6, 225–232.
 73. Mine, Y., Noutomi, T., and Haga, N. (1990) Thermally induced changes in egg white proteins. *J. Agr. Food Chem.*, 38, 2122–2125.
 74. Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S., and Phillips, G. O. (2014) Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food Hydrocoll.*, 39, 301–318.
 75. Offer, G. (1991) Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling

- regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.*, 30, 157–184.
- 76.Ok, J. U., Lee, S. M., Lim, J. H., Lee, S. J., Moon, Y. H., and Lee, S. S. (2006) Effects of plant-origin biological active materials on the activities of pathogenic microbes and rumen microbes. *J. Anim. Sci. Technol.*, 45, 709–718.
- 77.Othman, A., Ismail, A., Ghani, N. A., and Adenan, I. (2007) Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chem.*, 100, 1523–1530.
- 78.Paik, H. Y., Lee, S. Y., An, Y. J., Sim, J. E., Jung, J. Y., Song, Y. J., Kim, H. J., Kim, J. H., Park, E. M., and Kim, D. W. (2016) Nutrition and diet for health. Powerbook. Go-Yang, Korea. pp 141–157.
- 79.Park, H. G., Oh, H. R., HA, J. O., Kang, J. O., Lee, K. T., and Chin, G. B. (2003) The science and technology of meat and meat products. Sun Jin Mun Hwa Sa, Seoul, Korea. pp. 326–344.
- 80.Park, H. J., Yoon, G. M., Lee, S. H., Jang, G. Y., Kim, M. Y., Li, M., Lee, J., and Jeong, H. S. (2013) Effects of extraction temperature and time on antioxidant activities of *Rhus verniciflua* extract. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.*, 42, 1776–1782.
- 81.Pietrasik, Z. and Shand, P. (2004) Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Sci.*, 66, 871–879.
- 82.Pownall, T. L., Udenigwe, C. C. and Aluko, R. E. (2010) Amino acid composition and antioxidant properties of pea seed (*Pisum sativum* L.) enzymatic protein hydrolysate fractions. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 4712–4718.
- 83.Schaberg, P. G., Murakami, P. F., Butnor, J. R., and Hawley, G. J. (2017) Experimental branch cooling increases foliar sugar and anthocyanin concentrations in sugar maple at the end of the growing season. *Canadian J. Forest Res.*, 47, 696–70.
- 84.Shand, P. J., Ya, H., Pietrasik, Z., and Wanasundara, P. (2007) Physicochemical and textural properties of heat-induced pea protein isolate gels. *Food Chem.*, 102, 1119–1130.
- 85.Sharma, O. P. and Bhat, T. K. (2009) DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem.*, 113, 1202–1205.
- 86.Shimada, K. and Matsushita, S. (1980) Thermal coagulation of egg albumin. *J. Agric. Food Chem.*, 28, 409–412.
- 87.Shin, D. H. (2019) General concept of dietary fiber and its functionality. *Food Sci. Ind.*, 52(1), 84–99.
- 88.Shin, K. J., Lee, E. J. and Lee, S. J. (2016) Study on demand elderly foods and food preferences among elderly people at senior welfare centers in Seoul. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 26, 1–10.
- 89.Son, J. Y., Son, H. S., and Cho, W. D. (1998) Antioxidant effect of onion skin extract. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14, 16–20.
- 90.Song, D. H., Ham, Y. K., Hwang, K. E., Chin, K. B., and Kim, H. W. (2019) Effects of glasswort and pepsin-soluble collagen on processing characteristics of low-salt pork patties. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 35, 187–197.
- 91.Sun, X. D. and Holley, R. A. (2011) Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. *Compr. Rev. In Food Sci.*, 10, 33–51.
- 92.Sung, Y. W., Chang, M. J., Choi, Y. K., Song, H. J., Shim, S. Y., Yoon, J. Y., Kim, K. J., and Kim, H. J. (2019) Seasonal variation of anti-oxidant and anti-bacterial activities in *Acer palmatum* extract. *Asian J. Beauty Cosmetol.*, 17, 421–430.
- 93.Tongmai, J., Chupeeruch, C., Suttisansanee, U., Chamchan, R., Khemthong, C., and Nattira, O. N. (2019) Development of anthocyanin-rich jelly by Thai mulberry (*Morus alba*) fruit powder.

- Walailak Procedia, 2019:IC4IR.68.
- 94.Tornberg, E. (1996) Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Sci.*, 43, S175-S191.
- 95.Touyz, R. M. (2003) Reactive oxygen species in vascular biology: role in arterial hypertension. *Expert Rev. Cardiovas Therl.*, 1, 91-106.
- 96.van den Berg, A. K. and Perkins, T. D. (2007) Contribution of anthocyanins to the antioxidant capacity of juvenile and senescing sugar maple (*Acer saccharum*) leaves. *Funct. Plant Biol.* 34, 714-719.
- 97.van Laack, R. L., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., and Pinheiro, J. C. (1994) Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle?. *Meat Sci.*, 38, 193-201.
- 98.Yang, E. J., Lee, Y. E., and Moon, H. K. (2014) Nutritional roles and health effects of eggs. *J. Nutr. Health*, 47, 385-393.
- 99.Yang, H. J. and Lee, S. W. (2003) Emulsifying properties of whey protein hydrolysates. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 23, 63-69.
- 100.Yu, I. J., Park, U. M., Jeon, G. H., Choe, S. H., and Choe, S. Y. (1999) Hydrolysis of egg protein by animal proteases. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 19, 72-80.
- 101Ziegler, G. R. (1991) Microstructure of mixed gelatin-egg white gels: Impact on rheology and application to microparticulation. *Biotechnol. prog.*, 7, 283-287.
- 102Zorba, Ö. and Kurt, Ş. (2006) Optimization of emulsion characteristics of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design. *Meat Sci.*, 73, 611-618.
- 103Zorba, Ö. and Kurt, Ş. (2006) Optimization of emulsion characteristics of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design. *Meat Sci.*, 73, 611-618.
- 104농림축산식품부 한국식품연구원. (2019) 고령친화식품 국가표준(KS H 4897). https://e-ks.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSH4897&tmprKsNo=KS_H_NEW_2017_1067&reformNo=02
- 105통계청 (Kostat). (2019) 장래인구특별추계: 2017-2067년. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&aSeq=373873
- 106한국농촌경제연구원:김상효, 이용선, 허성윤. (2017) 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안. 한국농촌경제연구원. 발간등록번호 979-11-6149-077-993520. 연구보고 R811. pp 1-24.
- 107한국보건산업진흥원. (2015) 고령친화산업 소비자 수요 현황 분석. SFI R 2015-2.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 맞춤형 혁신식품 및 천연안심소재기술개발사업 고령친화형 식육가공품 개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 맞춤형 혁신식품 및 천연안심소재기술개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.