

317040-05

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

발간등록번호

11-1543000-004062-01

식물성 대체고기 제조 기술 및 이를 활용한 수출 전략형 한식기반 제품 개발

2022.04.11

주관연구기관 / 대상주식회사
협동연구기관 / 세종대학교
협동연구기관 / 건국대학교
협동연구기관 / 전주대학교

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

이를 활용한 수출 전략형 한식기반 제품 개발
식물성 대체고기 제조 기술 및

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “식물성 대체고기 제조 기술 및 이를 활용한 수출 전략형 한식기반 제품 개발”(개발기간 : 2017. 6. ~ 2021. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 04. 11.

주관연구기관명 : 대상주식회사
협동연구기관명 : 세종대학교 산학협력단
협동연구기관명 : 건국대학교 산학협력단
협동연구기관명 : 전주대학교 산학협력단

임 정 배
송 진 우
송 창 선
김 상 진



주관연구책임자 : 김 유 환
협동연구책임자 : 김 용 휘
협동연구책임자 : 최 미 정
협동연구책임자 : 신 정 규

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

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	고부가가치식품기술개발사업	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	
내역사업명 (해당 시 작성)		연구개발과제번호	317040-05
기술분류	국가과학기술 표준분류	식품	%
	농림식품 과학기술분류	농림수산식품	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		식품공학	%
연구개발과제명	식물성 대체고기 제조 기술 및 이를 활용한 수출 전략형 한식기반 제품 개발		
전체 연구개발기간	2017. 06. 15 - 2021. 12. 31(4년 6개월)		
총 연구개발비	총 3,433,340천원 (정부지원연구개발비: 2,060,000천원, 기관부담연구개발비 : 1,373,340천원)		
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]	기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준() 종료시점 목표()
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)			
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)			
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<input type="checkbox"/> 식물성 대체고기의 품질 경쟁력 확보 <input type="radio"/> 식물성 단백질 원료 활용 식육의 조직, 색소 및 향미 모방 <input type="radio"/> 식물성 지방을 활용한 동물성 지방의 모방 <input type="radio"/> 향미, 첨가물의 식물성화 <input type="checkbox"/> 식물성 대체고기 활용도 증대를 위한 다양한 레시피 개발 <input type="radio"/> 수출 대상국가 별 소비자 기호도를 고려한 최적 레시피 개발 <input type="radio"/> 자체 상품화를 위한 가공적성 부여 및 대체고기 제조 방법의 개선	
	전체 내용	<input type="checkbox"/> 식물성 대체고기 및 응용 제품화를 위한 기존 제조 방법 및 소재의 분석 <input type="radio"/> 콩단백질의 문제점 보완을 위한 새로운 단백질 원료 활용: mycoprotein, mankhai, 쌀단백질의 가공적성 평가 및 최적 배합비 확립 <input type="radio"/> 압출성형 제조방법의 문제점 보완을 위한 다즙성 향상 방안: 변성 전분의 특성 평가 <input type="radio"/> 향미 및 색소 부여를 위한 최적 대체 식물성 소재 확보 <input type="radio"/> 대체고기의 객관적 품질 평가를 위한 지표 분석 방법 확립 <input type="checkbox"/> 조직 콩단백질을 활용한 대체고기의 품질 개선 및 활용 기술 확립 <input type="radio"/> 최적 다즙성 부여를 위한 수분결착제의 첨가 배합비 확립 <input type="radio"/> 대체 지방 개발 및 제품 적용을 통한 식감 및 기호도 향상 <input type="radio"/> 가열과정 중 육색 변화를 모방한 최적 색소 적용 및 가열 변색 과정의 재현 <input type="checkbox"/> 조직 최적화 및 향미 부여를 통한 식물성 고기 대체물 생산 기술 개발 <input type="radio"/> 압출성형 기술을 대체할 수 있는 비분쇄형 고기 조직 모방 기술 확립 <input type="radio"/> 단백질 최적 중합 기술 확립 및 향미/색소 적용 방안 확립 <input type="radio"/> 중합 단백질의 milling 조건 및 인공 조직 부여 공정의 최적화 <input type="radio"/> 적층 두께, 적층 접착 및 모양 형성을 위한 사후 처리 기술 확립 <input type="radio"/> 대체 지방의 조직 내 적용 방안 확립: 마블링형 vs 지방조직형	

	<ul style="list-style-type: none"> □ 조직 및 향미 적용을 통한 대체고기 활용 한식기반 분쇄형 제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 분쇄형 한식기반 최적 식품 유형 선정 및 기술 적용을 통한 시제품 생산 ○ 한식기반 활용을 위한 수출대상국가별 다양한 레시피 개발: 레시피 북 개발 ○ 시제품의 영양학적, 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성 평가 ○ B2C용 제품 소스의 최적 식물성 원료 선정 및 배합비, 디자인 확립 ○ 대량생산 시스템을 이용한 제품 생산 실시 □ 식물성 대체고기의 가공적성 평가 및 비분쇄형 한식기반 제품화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비분쇄형 대체고기의 원료 활용을 위한 가공 적성 평가 ○ 한식기반 제품 응용을 위한 최적 형태 확립 ○ 다양한 레시피 발굴 및 시제품의 품질 특성 평가 ○ 대량 생산 체제 구축 및 제품 생산 실시
--	--

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> □ [사업화]K-Food 기반 제품화 5건 실시를 통한 수출액 발생 <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 제품의 홍보 전시를 통한 마케팅 실시 ○ 과제 수행기간 중 수출용 제품화 5건, 매출 발생 2.6억원, 과제 종료 후 누적매출 170억원 및 수출 115억원 달성 목표 ○ 과제 수행 기간 중 특허 출원 4건, 등록 3건 □ [연구기반]과제 수행 기간 중 SCI 6편, 비SCI 5편 등재 및 레시피북 1건 발간 실시 <ul style="list-style-type: none"> ○ 전문 연구인력 28인 육성(박사급 2인, 석사급 15인, 학사급 11인)
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> □ K-Food의 해외 수출을 통한 인지도 향상 □ 소재 원료, 향미, 색소, 수분결착제 등의 복합 활용을 통한 DIY 제품화 □ 식물성 대체고기의 품질규격 제도화 기반 마련 □ 인공 근섬유 유사 조직 개발의 기술 확보 □ 콩고기의 문제점을 보완하기 위한 새로운 식물성 단백질 소재 발굴 □ 국산 식물성 원료 사용을 통한 농가 수익 창출 □ 새로운 시장 창출을 통한 경제 활성화 및 일자리 창출

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문			연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	논문	특허	보고서 원문					생명 정보	생물 자원		정보	실물
	11	3										
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)	대체고기		식물성 단백질		식육 향미		조직감		한식기반 식품			
영문핵심어 (5개 이내)	Meat alternative		Plant proteins		Meat flavor		Texture		K-Foods			

최종보고서										보안등급			
										일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]			
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명	사업명		고부가가치식품기술개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)							
공고번호					총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)								
					연구개발과제번호		317040-05						
기술분류	국가과학기술 표준분류	식품	%	식품공학	%	식품가공·공정		%					
	농림식품과학기술분류	농림수산식품	%	기타 농림수산식품	%	달리 분류되지 않는 농림수산식품		%					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문											
		영문											
연구개발과제명		국문	식물성 대체고기 제조 기술 및 이를 활용한 수출 전략형 한식기반 제품 개발										
		영문	Development of vegetable meat and applied K-Food products for exploration										
주관연구개발기관		기관명	대상주식회사			사업자등록번호		109-81-14886					
		주소	(우)03130 서울특별시 종로구 창경궁로 120, 6층			법인등록번호		110111-0327125					
연구책임자		성명	김유환			직위		부장					
		연락처	직장전화			휴대전화							
			전자우편			국가연구자번호							
연구개발기간		전체		2017. 06. 15 - 2021. 12. 31(4년 6개월)									
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2017. 06. 15 - 2021. 12. 31(4년 6개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체		기타()		합계		연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		현금		현금		현금			
총계		2,060,000		178,535		1,194,805				2,238,535		1,194,805	3,433,340
1단계	1년차	260,000		22,535		150,805				282,535		150,805	433,340
	2년차	450,000		39,000		261,000				489,000		261,000	750,000
	3년차	450,000		39,000		261,000				489,000		261,000	750,000
	4년차	450,000		39,000		261,000				489,000		261,000	750,000
	5년차	450,000		39,000		261,000				489,000		261,000	750,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
		세종대학교		김용휘		교수						역할	
		건국대학교		최미정		교수						기관유형	
		전주대학교		신정규		교수						공동 대학	
위탁연구개발기관		(주) 선제		이성환		부장						공동 대학	
연구개발담당자 실무담당자		성명		안두현		직위						과장	
		연락처	직장전화			휴대전화							
			전자우편			국가연구자번호							

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

2022 년 4월 7일

연구책임자: 김 유 환



주관연구개발기관의 장:

임 정 배 (직인)

협동연구개발기관(세종대학교 산학협력단)의 장:

송 진 우 (직인)

협동연구개발기관(건국대학교 산학협력단)의 장:

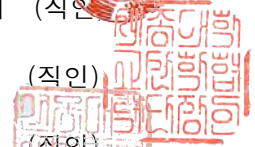
송 창 선 (직인)

협동연구개발기관(전주대학교 산학협력단)의 장:

김 상 진 (직인)

위탁연구개발기관의 장:

전 연 태 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

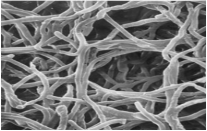



< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

1. 연구개발과제의 개요






□ 기존 제품의 문제점을 개선한 식물성 대체 고기 조직감 형성 기술 개발

- 기존 콩/밀단백질 대체고기 제품의 문제점 분석을 통한 제품 개선 및 활용 식품 유형 확대
- 식물성 대체고기의 다즙성 개선을 위한 대체 소재 확립 및 최적 조직화 기술 개발
- 식육의 향미/색소 모방 기술 적용을 통한 식육의 imitation 기술 확립
- 원료로 활용이 가능한 인공 조직화 기술 적용 대체고기 개발
 - 한우안심과 유사한 물성 적용(80% 이상): 경도 40 N 이상(texture profile analysis 80% compression 기준), 전단력 30 N 이상 (Warner-Blatzler shear force 기준)
 - 보수력 60% 이상(expressible moisture 기준)
 - 관능평가 비교: 한우안심의 90% 이상(7점 척도의 전반적 기호도 기준)
- 동물성 지방을 모방한 지용성 영양 강화 식물성 지방 조직 제조 기술 개발
 - 마블링형 대체 지방(쇠고기 근내지방 기준 특성 적용): 융점 30-40°C 이내, 불포화/포화 지방산 비 1.1-1.3 이내
 - 대체 지방 조직(돼지 등지방 기준 특성 적용): Firmness 1 N 이상, cohesiveness 2.5 이하, 75°C에서 형태 유지 여부

소재 개선을 통한 분쇄 조직화 기술	식물성 단백질 중합을 통한 비분쇄형 조직화 기술	식육의 향미 및 색소 모방 기술	동물성 지방 대체를 위한 식물성 지방 제조 기술
			
<ul style="list-style-type: none"> • 개선 소재: 버섯균사체, myoprotein, Mankhai 단백질, 변성전분 활용 • 인체 유사 식물성 단백질 자원 활용: 쌀 단백질 	<ul style="list-style-type: none"> • 중합 효소를 활용한 단백질 film 제조 • 조직 결 부여 및 적층 기술 도입을 통한 동물성 조직 형성 	<ul style="list-style-type: none"> • 식물성 향미 소재를 통한 식육 향의 최적화 • 식물성 소재 보유 이취의 제거 기술 개발 • 적색소 대체 소재 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 동물성 지질의 물리적 특성을 고려한 식물성 유지 원료 확립 • 유지별 최적 배합비 및 가공 안정화 기술 확립

□ 한식기반 식물성 대체 식육 제품 개발: B2C 제품화

- 개발 대체고기를 원료로 활용한 식육가공 제품: 원료의 2차 가공품
- 한식기반 식육제품의 수출 대상국 별 소비자 기호도 조사를 통한 수출 전략형 상품화
- 최적 소재 및 조직화 기술을 적용한 원료육, 지방, 첨가물의 식물성화: Vegan diet 및 Halal 식품화
- 대체고기 활용성 제고를 위한 표준 레시피북 개발

떡갈비	만두	불고기	산적	육포
				
<ul style="list-style-type: none"> • 분쇄조직형 제품 • 혼합육 풍미 부여 • 다즙성 강화 • 기존 제품의 품질 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 분쇄조직형 제품 • 돈육의 풍미 강화 • 가열과정 중 지질 유출 억제기술 부여 	<ul style="list-style-type: none"> • 분쇄형/비분쇄형 • 우육 풍미 강화 • 다즙성 부여 • 식육의 저작 물성 모방 	<ul style="list-style-type: none"> • 비분쇄형 조직제품 • 우육의 풍미 및 다즙성 부여 • 탄성 부여를 통한 식감 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 비분쇄형 조직제품 • 우육의 풍미 강화 • 결방향에 따른 분리도 향상 • 우육의 색도 모방

가. 연구개발 추진전략 및 방법

□ 기술정보 수집 전략

- 본 연구 수행과 관련하여 구성된 모든 연구팀은 해당분야의 폭넓은 경험과 노하우를 보유하고 있으며, 방대한 선행 연구 자료를 확보하고 있기에 이를 모든 연구팀이 공유함
- 각 연구팀의 선행 연구 결과를 최대한 활용하여 데이터베이스를 구축하며, 연구팀 간의 정보 수단으로 활용함
- 기타 인터넷과 도서관을 이용하여 관련 자료를 최대한 획득 분석하고, 관련 학회 및 국제 식품 박람회 참가를 통하여 다양한 정보를 교류하며, 연구 방향을 보다 명확하게 유도하고자 함

□ 전문가 확보 및 타 기관과의 협조 전략

- 각 분야별 전문가 확보를 위한 연구 네트워크를 구성하였음
- 주관(제1세부) 연구기관인 대상주식회사는 국내 대표적인 종합식품 기업으로 본 기술 연구를 적용한 제품 개발에 가장 적합한 기관임
 - 본 연구기관은 신선식품 뿐만 아니라 육가공, 냉동 축육, 조미료, 기능성 소재 등 본 연구 결과물의 상품화를 자체적으로 수행할 수 있는 능력을 보유하고 있음
 - 연구 최종목표인 개발 제품의 수출 달성 측면에서 본 연구기관은 해외 계열사를 보유하고 있으며, 따라서 목표 달성 측면에서 가장 유리한 위치를 차지하고 있음
 - 본 연구기관에서는 식물성 대체고기 관련 제품 개발 경험이 있으며, 문제점 분석을 통한 개선사항을 협동연구기관과의 연계를 통하여 해결하고자 하며, 이를 통한 해외 수출 달성의 의지를 가지고 있음
 - 또한 현재 본 연구기관과 협력관계가 있는 소스 제조업체 선제에 B2C 제품의 식물성 소스 제조에 관한 위탁연구를 실시하여 참여업체간의 비즈니스 연계성을 강화시키고자 함
- 본 연구에서는 연구 영역별 전문성을 보유한 3개 대학교와 1개 기업체를 통해 주관 연구기관의 제품 개발을 기술적으로 지원하고자 함
- 제1협동 연구기관인 세종대학교에서는 본 연구의 핵심 개발 기술인 고기 모방 기술 개발에 집중하고자 하며, 본 연구기관의 역할은 고기의 향미, 색도 및 조직감의 완벽한 모방 기술을 확립하고자 함
 - 고기의 향미와 색도는 기존 제품의 문제점으로 지적되고 있는 조미 불고기 향미를 배제하고, 식육 자체의 향미와 색도부여를 최종 목표로 함
 - 고기의 조직감 모방은 이미 정립된 콩단백질 제품의 문제점을 적극 개선하기 위해 새로운 식물성 소재를 적용하는 한편, 식물성 단백질의 압출 성형을 탈피한 새로운 조직 모방기술을 적용하여 향후 대체고기를 식육제품의 주 원료로 활용하고자 함
- 제2협동 연구기관인 건국대학교에서는 동물성 지방을 모방한 식물성 지방 제조 기술을 목표로 하며, 이는 제1협동기관에서 개발된 식물성 대체고기에 적용하고자 함
 - 고기의 맛과 향에서 가장 중요한 요소인 지방을 식물성화 하기 위하여 본 연구에서는 유화기술과 식물성 유지의 특성에 대한 선행연구 경험이 풍부한 본 연구기관을 협동 연구기관으로 활용하고자 함
 - 본 연구에서는 기존 지방대체제품의 문제점을 개선하며, 동물성 지방의 물리적 특성을 모방한 식물성 대체 지방을 개발할 계획이며, 본 연구 결과물은 식물성 대체고기분야 외에도 돼지 등지방 활용 식품에 활용이 가능할 것으로 기대됨
- 제3협동 연구기관인 전주대학교에서는 다양한 한식 메뉴 개발 및 RTC, RTE 제품개발에 대한 연구 경험이 풍부하며, 본 연구에서는 식물성 대체고기를 활용한 다양한 표준 레시피 개발 연구를 수행할 계획임
 - 본 연구에서는 수출용과 내수용 제품을 위한 차별화된 레시피를 개발할 계획이며, 수출용 레시피는 주관기관의 주도아래 해당국가 소비자 관능평가를 통해 문제점을 feedback 받아 개선시킬 계획임
 - 특히 고기를 활용한 수출대상국가별 주요 식품 레시피를 참고로 보다 현지화 할 수 있는 레시피를 제시하고자 하며, 주관기관에서 생산하고자 하는 대체고기 활용 소스류 생산을 위해 참여기업인 선제와 기술 및 정보 공유를 실시할 계획임

□ 연구 추진 방법

(1) 식육의 향미 모방

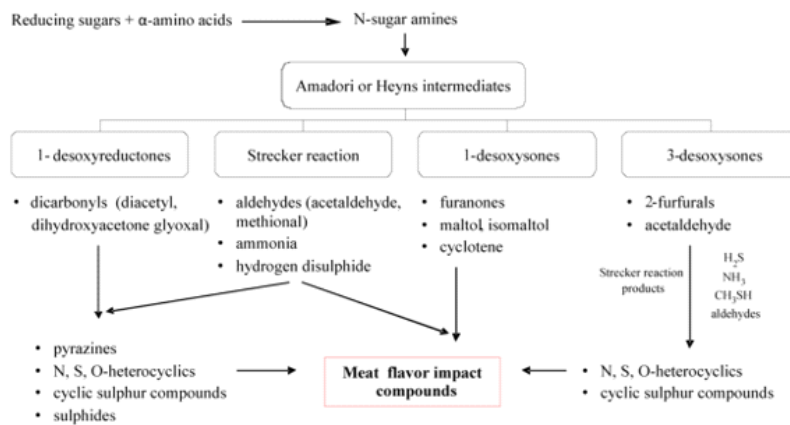
- 고기향미 재현 및 천연 meat flavor 생산을 위한 reaction flavor 생산 기반 기술 개발
 - 식품의 향기는 개별 휘발성분뿐만 아니라 전체적인 휘발 성분의 결합과 조합에 의해 결정되기 때문에 flavor 성분에 대한 개별적인 정성 및 정량분석과 함께 종합적인 profiling이 필요
 - 고기를 조리할 때의 발생하는 향미 성분을 분석하여 개별적인 flavor chemical의 구성을 확인하고, 각각의 flavor chemical은 비율과 전체 향기에 가장 큰 영향을 주는 impact chemical의 규명을 통해 향미 물질의 전구체를 확인하고 flavor substance의

생산 기작 연구

- 가열 조리 된 고기의 휘발성 향기 성분의 추출 : 수증기증류법, 감압증류법, headspace 법, 용매추출법 등
- meat flavor의 분석: gas chromatography(GC), GC-MS
- meat flavor의 impact chemical 규명: Aroma extraction dilution analysis
- 분석 결과를 바탕으로 한 meat flavor 재현
- meat flavor 관능적 묘사 용어 개발

○ Meat flavor 전구물질 탐색 및 reaction flavor 생산을 위한 전구물질 최적화

- 고기향은 복잡한 생화학적 변화를 거쳐 전구체가 생성되고 조리 중 아미노산, 펩타이드, 핵산, 당 등과 같은 비지방성분과 지방성분이 가열 반응을 통하여 특유의 고기향미가 생산되는 것으로 알려져 있음
- 이에 따라 개별적으로 첨가되는 원부자재의 화학적 구성 성분 및 농도에 의하여 실질적인 화학반응물의 생성에 많은 영향을 미치게 되어, 개별 원부재의 특성에 따른 flavor chemicals을 확인하여, 대체 원부자재를 이용한 특징적인 flavor substance의 생성을 통한 상업용 meat flavor 생산을 위한 개별 전구물질을 선별하고 이를 이용하여 반응 향미를 구현



<Reaction flavor 구현 방법론>

- 반응 전구물질 탐색 : 개별 전구물질을 반응시켰을 때 생성되는 향의 관능적 특성 평가
 - **아미노산, 펩타이드, 핵산 함유 전구체**: 식물성 단백질 가수분해물(밀, 대두, 쌀, 옥수수 등), 효모 추출물, 버섯 등
 - **당 전구체**: ribose와 같은 5탄당, glucose와 같은 6탄당을 비롯한 감자 전분과 같은 전분류
 - **지방 전구체**: 팜유, 코코넛오일 등
 - **함황 전구체**: 마늘, 양파, cysteine, methionine 등
 - **기타 전구체**: thiamine, lysine 등

- Reaction flavor 생산을 위한 전구물질 최적화

- 반응기를 이용한 고기 향미 생성
- 전구물질의 비율에 따른 고기 향미 생성 및 분석
- Omission test를 이용한 전구물질 조성 최적화

○ Batch type과 연속식 반응기에서 reaction flavor 생산을 위한 반응 최적화를 통한 천연 meat flavor 생산 기술 개발

- **Natural Chemical Reaction Process Development**: 천연 Flavor Chemical production을 위한 미국 FDA 기준의 천연 Chemical Reaction Process 개발

- 반응 온도에 따른 meat flavor 생산 및 profile 분석
- 교반 속도에 따른 meat flavor 생산 및 profile 분석
- 반응 시간에 따른 meat flavor 생산 및 profile 분석
- 수분 함량에 따른 meat flavor 생산 및 profile 분석
- pH에 따른 meat flavor 생산 및 profile 분석

○ 생산된 meat flavor를 적용한 제품화 기술 개발

- 천연 meat flavor 적용화 기술
 - 천연 reaction flavor를 이용한 meat flavor formulation
 - 천연 meat flavor가 적용된 식물고기의 sensory evaluation

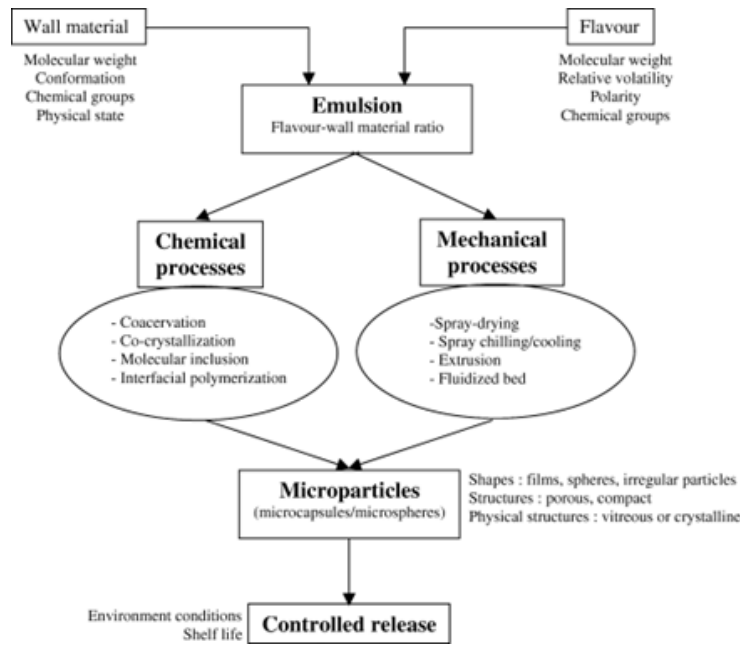
- 천연 savory flavor 생산 기술

- 분말화기술: 휘발성의 향료제품의 분말형태로 가공하는 제조공정
- 유화기술: 가공식품내에서의 flavor 손실최소화 및 안정화 공정
- 가용화기술: 가공식품의 성상에 따라 적합한 solubility를 부여하는 공정

○ 향미 안정화 및 조리 과정 중 flavor activation 기술 개발

- Meat flavor의 controlled release를 위한 encapsulation system의 디자인

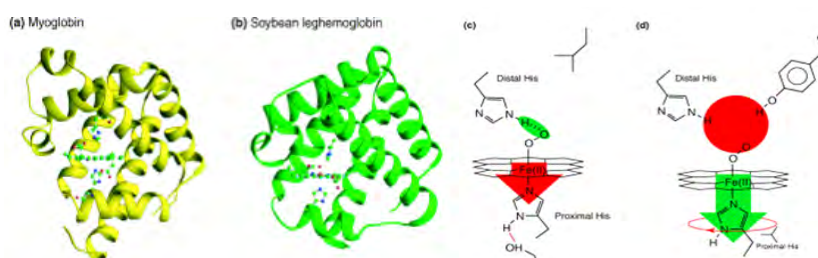
- Coating material 선정 : maltodextrin, cor syrup solid, modified starch, gum 등
- Chemical techniques(simple coacervation, complex coacervation, molecular inclusion 등) vs. Mechanical techniques(spray-drying, spray chilling, extrusion, fluid bed drying 등)

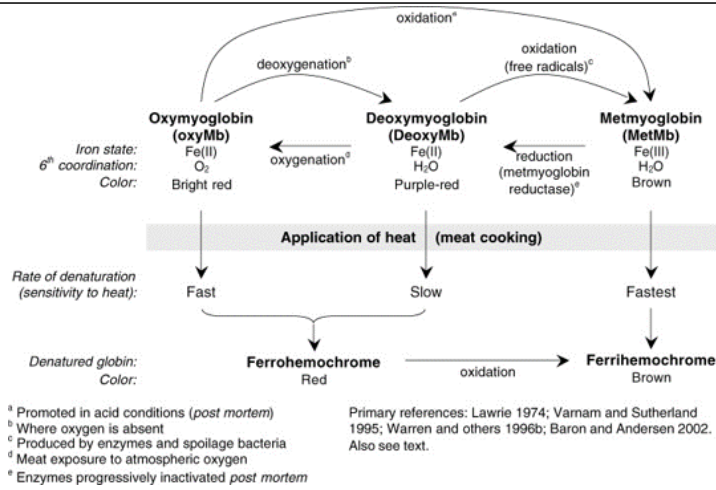


<Flavor activation 기술 적용의 방법론>

(2) 가열 조리에 따른 식육의 변색 모방

- 적색 사탕무우, 파프리카, 잇꽃, 적양배추, 자색고구마, 수수, 모나스쿠스 등의 천연 식물성 또는 모나스쿠스(홍국) 등 미생물성 적색 색소를 이용한 개별 식물성 단백질의 착색을 통한 식물 단백질 염착성 평가
- 적색 색소의 formulation을 통한 육색 모방
- 가열 조리에 따른 식육의 변색 모방 기술 개발
- 가열 조리 중 고기 색 변화 모방을 위한 식물성 heme protein 추출 및 식육 적용
 - Heme protein을 가진 식물 선별 및 확보
 - 식물성 heme protein 추출 및 식육 착색 평가 및 가열 조리에 따른 육색 평가
 - 식물성 heme protein 추출 최적화
 - 식물성 heme protein과 천연 식용 식물성 또는 동물성 색소를 이용한 육색 모방 최적화
- 가열 정도에 따른 식육의 변색 및 육즙의 색 평가
- 냉장 및 냉동 저장 과정 중 색소 안정성 평가





<식육의 변색 모방을 위한 식물성 myoglobin 유사구조체 선정 및 모방화 방안>

(3) 콩단백질 기반 식물성 대체고기의 문제점 개선

- 기존 제품의 다즙성 부여 및 조리 중 보수성 향상을 통한 드립 손실 억제
 - 보수력 증진을 위한 식품 첨가물 소재별 특성 비교 분석: 전분, 변성전분, 식이성 다당체 함유
 - 소재별 단독 및 조합 적용을 통한 적용 배합비 최적화: 통계적 RSM 모델 제시
 - 온도별 안정성 평가 및 제품 적용 시 드립 함량 비교 평가
- 새로운 식물성 단백질 소재의 특성 비교 분석을 통한 최적 소재 발굴
 - 소재 별 식육 유사 조직 형성 가능성 평가: mycoprotein, mankhai 단백질 및 미강단백질
 - 제조 공정을 고려한 소재별 이화학적 특성 및 가공적성 평가
 - DSC 분석을 통한 열 안정성 평가 및 열 안정성 저하방안 확립: 이온강도 및 pH 조절
 - 압출성형을 통한 조직 형성도 평가: SEM을 이용한 미세구조 관찰
- 대체 지방 적용 방안 확립
 - 지방 분리 억제를 위한 유화제 선정: 식품 첨가물 수준의 식물성 유화제 발굴
 - 대체고기 제조 과정 중 유화안정성 평가
 - 온도별 유화안정성 평가: 식육제품의 조리 과정에 기반을 둔 가열 온도 설정
 - 냉동 저장 중 안정성 평가
- 개발 대체고기의 활용: 떡갈비와 만두 등 분쇄 식육가공 제품 및 불고기류 제품화

(4) 새로운 식물성 단백질 조직 형성 기술

- 안정적인 단백질 film 제조 방법 최적화
 - 비열처리 단백질 젤 형성 능력 비교 평가: transglutaminase, 칼슘소재, glucono-delta-lactone 등의 단독 혹은 조합 처리
 - 단백질의 전처리 가열 온도별 젤 형성 능력 비교 평가: DSC 분석을 통한 열안정성 평가 자료 기준
 - 젤 형성과정 중 특성 평가: 수분함량, 단백질 중합도 및 점탄성 변화 평가
 - 순간 압착 가열에 의한 film 제조 효율 평가
 - 젤의 조직적 특성 및 가공적성 평가
 - 점탄성 개선을 위한 hydrocolloid 첨가 조건 확립: gelation 능력 보유 colloid류 선별
- 단백질 film의 원료 최적화
 - 주 원료인 분리콩단백의 활용을 통한 film의 물성 평가
 - 대체 식물성 단백질 소재(mycoprotein, mankhai 및 미강단백질)의 활용을 통한 film의 물성 평가
 - 콩단백과 대체 식물단백질 소재의 조합 활용을 통한 film의 물성 평가
 - 콩단백과 대체 식물단백질의 최적 배합비 확립
- Film의 인공조직 부여 기술 확립
 - 최적 milling 조건 확립: 간극 두께, drum 홈의 수 및 회전 속도 확립

- Drum 형태별 적층 대체고기의 조직적 특성 비교 평가: sawtooth형, triangle형, saw-triangle 형 비교
- 적층 film의 크기, 형태 및 사후 접착 방법 확립
- 식물성 대체고기 조직물의 가공 적성 평가
 - 염지액 주입 및 열처리에 따른 보수력 평가 및 안정성 향상
 - 대체고기 세질에 따른 유화안정성 평가
 - 대체고기의 가공/조리 적성 평가: 조미 첨가소재의 분산도 및 조리 안정성 평가
- 식물성 대체고기 조직물의 대체지방 적용 방안 확립
 - 마블링 형태 주입 및 적층 형태별 대체고기 제조 및 가공/조리 적성 평가
 - 지방 적용 대체고기의 최적 활용 및 제품화 형태 확립: **“산적 및 불고기 제품화”**
- 식물성 대체고기 조직물의 최적 건조 공정 확립 및 재수화 특성 평가
 - 열풍 및 적외선 1차 건조 속도 평가
 - Hot-press를 이용한 순간 건조 효율 평가
 - 건조 조직물의 재수화 능력 및 이화학적 특성 평가
 - 대체고기 조직물 활용 건조 육포 제조 공정 확립: **“식물성 육포 제품화”**

(5) 동물성 지방 모방

- 동물성 지방의 물리적 특성 및 지방산 조성의 분석을 통한 모방 조건 확립
- 대체고기 적용 방법에 따른 최적 형태의 동물성 지방 모방
 - 마블링형 적용: 쇠고기 근내 지방의 융점, 지방산 조성 및 향미 모방 기술 확립 및 injection 주입 조건 최적화
 - 지방 조직형 적용: 돼지 등지방 모방을 위한 식물성 조직체(한천, 도토리 활용) 제조 기술 확립(가열 시 형태 유지를 위한 조직화 최적 조건 확립)
- 식물성 지질의 선정 및 최적 배합비 확립
 - 포화지질(팜유 등)과 불포화 유지(식물성 유 선별)의 배합비 조절을 통한 물리적 특성 변화 평가: Melting point 분석
 - 유지배합물의 물성 조절 방안 확립: W/O emulsion 적용 및 water droplet의 물성 조절을 위한 colloid 활용
 - 지용성 비타민 함량 산출 및 보강 필요 비타민의 첨가량 확립
- 동물성 지방 향미 profile 분석 및 대체 소재 발굴
- 식물성 대체지방의 저장 및 조리 안정성 평가
 - 냉장 및 냉동 저장 과정 중 안정성 및 지용성 비타민 함량 변화 산출
 - 조리과정 중 이화학적 특성 평가

(6) 식물성 대체고기 제품화

- 기존 한식기반 제품 중 외국인 선호 품목의 선정을 통한 대체고기 적용 품목 설정
- 지방 적용 식물성 대체고기의 자체 상품화 방안 마련을 통한 제품 다양화 추진: 가공적성 평가 결과 기반 최적 상품 유형 선정
- 대체고기 활용 개발 레시피 활용: 시제품의 수출 대상 국가 소비자 대상 기호도 평가 실시
 - 국내 거주 수출대상 국가별 소비자 기호도 평가: 관능평가 전문 업체 의뢰를 통한 test 패널 모집
 - 위탁 연구를 통한 식물성 소재 베이스의 소스 개발 및 대체고기 활용 제품과의 친화성 평가
- 기호도가 높은 제품의 선정 및 대량생산을 통한 수출 실시
 - 북미 수출: 채식주의자를 위한 vegan diet(식물성 원·부재료만으로 제조)
 - 동남아 수출: 할랄 식품(돼지고기를 활용하는 한식기반 전통식품 대체용으로 활용)



2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

가. 1차년도(2017년)

□ 개발 목표: 식물성 대체 고기 및 응용 제품화를 위한 기존 소재와 제조 방법의 분석 및 개선사항 확립

- 주관연구기관 (대상) : 기존 식물성 대체식육 제품 분석 및 개발 기술 적용 식품의 형태 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교) : 상용화 식물성 대체고기 제품 분석 및 대체 식물성 단백질 소재 활용 방안 확립
- 협동연구기관 2 (건국대학교) : 기존 동물지방 대체제의 문제점 분석 및 식물성 대체 지방 제조 기술 수집
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 한식기반 식육제품의 레시피 조사 및 기존 대체고기의 관능특성 연구
- 참여기관 1 (선제) : 대체고기 제품 식물성 향미 소재 수집

□ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관 (대상)
 - 기존 생산 식물성 대체 식육 제품의 소비자 기호도 및 개선점 분석
 - 개발기술을 적용할 수 있는 최적 식품 형태 확립: 한식기반 식육제품 기준
 - 기존 생산 라인을 통한 식물성 대체 식육 제품의 공정 활용 가능성 분석 및 개선사항 파악
- 협동연구기관 1 (세종대학교)
 - 식육과 대체고기의 비교를 위한 지표 품질 평가 분석 방법 확립: 영양지표, 색도, 향미, 조직감, 다즙성 평가 방법별 지표 설정
 - 기존 대체고기 제품의 품질 평가 및 보완점 분석: 시판 제품의 구입 및 평가를 통한 개선 방안 확립
 - 대체 식물성 단백질 소재의 정보 수집 및 특성 평가를 통한 screening: 균사단백질, Mycoprotein, Mankhai 단백질 등
 - 고기 색소 모방을 위한 천연 색소의 탐색 및 선정
 - 고기의 향미 성분 분석 및 조합을 통한 고기 향미 재현 및 천연 meat flavor 생산을 위한 reaction flavor 생산기반 기술 개발
 - 기존 대체고기의 제조공정 분석 및 개선사항 확립
 - 단백질 중합 기술의 정보 수집 및 중합 기술 별 특성 평가를 통한 과제 적용 최적 기술의 선정
- 협동연구기관 2 (건국대학교)
 - 동물 지방 대체제 정보 수집 및 문제점 분석
 - 식물성 대체고기 제품에 활용하는 지방 성분의 정보 수집 및 개선사항 확립
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 한식기반 식육제품의 레시피 조사 및 기존 대체고기의 관능특성 연구
 - 한식기반 식육제품의 레시피 조사
 - 한식기반 식육제품 조미 소스의 레시피 조사
 - 수출 대상국별 유사제품의 레시피 비교 분석
 - 관능검사 요원의 선발 및 훈련
 - 고기와 기존 대체고기(콩고기)의 조리 및 관능특성 비교
- 참여기관 1 (선제): 위탁 연구
 - 자체생산 제품의 조미 엑기스 소재 분석 및 대체 가능한 식물성 향미 소재 발굴
 - 대체고기 제품 활용 향미의 식물성화 가능 소재 발굴

나. 2차년도(2018년)

□ 개발 목표: 조직 콩단백 활용 대체고기의 품질 개선 및 활용 기술 확립

- 주관연구기관 (대상) : 식물성 대체고기의 일반성분 및 배합비 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교) : 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립
- 협동연구기관 2 (건국대학교) : 동물 지방 대체를 위한 식물성 지방 조직 확립
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 식물성 조미액 개발 및 대체고기 적용 연구
- 참여기관 1 (선제) : 식물성 엑기스 향미 배합비 최적화 확립

□ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관 (대상)
 - 식육(우육, 돈육)의 일반성분 분석
 - 식육 제품의 제조 공정 별 식육 원료의 일반성분 변화 비교 평가
 - 식물성 대체고기 적용을 위한 최적 수분, 단백질, 지방 함량 확립
 - 수출 대상국 소비자 기호도 향상을 위한 식물성 대체고기 적용 한식기반 제품화 형태 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교)
 - 새로운 대체 단백질 소재 별 가공 적성 평가 및 분쇄형 식물성 대체고기 조직화 기술 확립
 - 분쇄형 제품의 다즙성 향상을 위한 수분 결합제 선정 및 특성 비교 평가: 첨가수준 별 수분결착도 및 이화학적 특성 변화
 - Meat flavor 생산을 위한 전구물질 탐색 및 reaction flavor 생산을 위한 전구 물질 최적화
 - 고기 색소 모방 및 육즙 재현을 위한 heme protein 보유 식물 탐색 및 확보
 - 비가열 조직 모방을 위한 단백질 중합 기술 확립: 원료 소재별, 중합 기술 별 특성 및 조리 안정성 평가
 - 비가열 조직 모방을 위한 원료 단백질 film 제조를 위한 최적 원료 배합비 및 처리 공정 확립
- 협동연구기관 2 (건국대학교)
 - 동물성 지방의 물리적 특성, 지방산 조성 및 지용성 비타민 함량 분석: melting point 분석
 - 지방의 향미 profile 분석 및 지용성 대체 향미 소재 선정
 - 최적 식물성 유지 선정 및 개별 유지별 이화학적 특성 분석
 - 최적 배합비 선정 및 대체 지방의 물리적 특성 평가
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 식물성 조미액 개발 및 대체고기 적용 연구
 - 조미 액기스의 식물성 대체 소재 적용 및 최적 배합비 도출
 - 기존 조미액기스와 식물성 조미액기스의 관능비교평가
 - 식물성 조미액의 일반 식육제품 적용 평가 및 관능평가
 - 식물성 조미액의 기존 대체고기 적용을 통한 조미 액기스 활용제품과의 비교 관능 특성 평가
- 참여기관 1 (선제) : 위탁연구
 - 선정 식물성 액기스 소재의 향미 분석 및 screening
 - 제품의 혼합 향미 최적 배합비 산출
 - 향미 배합 첨가물을 적용한 제품의 관능평가 실시 및 개선 방향 확립

다. 3차년도(2019년)

□ 개발 목표: 조직 최적화 및 향미 부여를 통한 식물성 고기 대체물 생산 기술 개발

- 주관연구기관 (대상) : 분쇄형 제품 생산 기술 적용 및 기호도 평가
- 협동연구기관 1 (세종대학교) : 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립
- 협동연구기관 2 (건국대학교) : 식물성 지방 대체제의 안정성 평가
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 식물성 대체고기 적용(분쇄형) 한식기반 제품 개발 및 관능특성 비교
- 참여기관 1 (선제) : 분쇄형 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립

□ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관 (대상)
 - 분쇄형 조직화 기술(협동연구기관 1)을 적용한 기존 제품의 품질 개선 및 소비자 기호도 평가
 - 수출 대상국 별 소비자 기호도 향상을 위한 제품 개선방안 확립

- 협동연구기관 1 (세종대학교)
 - 분쇄형 제품의 다즙성 부여를 위한 최적 수분 결합제 선정 및 최적 배합비 확립
 - 냉장/냉동 저장조건 및 가열 조기 조건에 따른 제품의 이화학적 특성 평가
 - Batch type과 연속식 reactor에서의 reaction flavor 생산을 위한 반응 조건 최적화를 통한 천연 Meat flavor 생산을 위한 reaction flavor 적용 및 생산 기술의 개발
 - 식물 원료로부터 heme protein 추출 방법 확립
 - 최적화된 식육 향미를 적용한 단백질 film 제조 및 특성 평가
 - 단백질 film의 인공결 부여 조건 산출: miller 용 drum 가동 조건 및 drum 인공 결의 최적 형태 확립
 - 결을 부여한 단백질 film의 적층 기술 확립 및 공정 최적화: rolling 조건 및 단순 적층 방법의 비교
 - 비분쇄형 식물성 대체고기 조직의 최종 형태 확립 및 이화학적, 관능적 특성 평가
- 협동연구기관 2 (건국대학교)
 - 대체 식물성 지방의 저장 조건별 안정성 평가: 저장 온도 및 기간 별
 - 대체 지방의 공정별 안정성 평가: 세절, 가열온도 및 매체 별
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 식물성 대체 고기 적용(분쇄형) 한식기반 제품 개발 및 관능특성 평가
 - 분쇄형 대체고기 및 식물성 조미액을 활용한 한식기반 제품 개발(3종)
 - 일반고기와 대체고기를 활용한 제품의 관능 특성 비교
 - 제품 적용 제품별 표준 레시피 개발 (RTC 또는 RTE type의 제품 개발) - 레시피북 제작용 레시피 개발
- 참여기관 1 (선제) : 위탁 연구
 - 분쇄형 식물성 대체고기 제품 유형별 최적 복합 향신료 배합비 확립
 - B2C 분쇄용 제품 활용을 위한 최적 배합비 적용 및 관능적 특성 비교 평가

라. 4차년도(2020년)

□ 개발 목표: 조직 및 향미 적용을 통한 대체고기 활용 한식기반 분쇄형 제품 개발

- 주관연구기관 (대상) : 분쇄형 대체고기 활용 제품의 대량 생산 체제 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교) : 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립
- 협동연구기관 2 (건국대학교) : 식물성 지방 대체제의 제품 적용 기술 확립
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 비분쇄형 대체 고기 적용 레시피 개발 및 관능특성 평가
- 참여기관 1 (선제) : 비분쇄형 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립

□ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관 (대상)
 - 원료 분쇄형 제품의 시제품 생산 및 소비자 관능평가: 실제 고기 활용 제품과 비교 평가
 - 원료 분쇄형 제품의 개선사항 반영 및 대량생산 체제 확립
 - 제품의 유통 조건을 고려한 최적 유통기한 산출 및 가치 증대를 위한 포장 형태 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교)
 - 분쇄형 제품 내 대체지방의 분산 및 적용 방안 확립
 - 천연 reaction process를 이용하여 생산된 천연 meat flavor를 적용한 제품화 기술 개발
 - Heme protein의 대체고기 적용을 통한 기존 색소와의 배합비 확립
 - 향미 및 색소의 분쇄형 제품 적용
 - 적층 비분쇄형 조직물의 대체지방 적용 방안 확립: 마블링형 vs 지방조직형
 - 지방 적용 조직물의 사후 film 접착 조건 확립
 - 식물성 대체고기/대체 지방 혼합체의 저장 및 가열 안정성 평가: 안정화 최적 조건 확립

- 협동연구기관 2 (건국대학교)
 - 분쇄형 대체고기 조직 내 대체지방 분산 기술 확립: 세절지방 및 입자형 지방 형태
 - 완전 세절형 제품 내 대체지방 분산 조건 확립: 식물성 유화제 선별 및 배합비 산출
 - 재구성 조립 제품 내 대체지방 분산 조건 확립
 - 대체 지방의 활용 방안 모색: 기존 식육 가공품의 지방대체제로의 활용성 평가
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 비분쇄용 대체고기 적용 레시피 개발 및 관능특성 평가
 - 비분쇄형 대체고기 적용 식품 유형 선정
 - 비분쇄형 대체고기 제품 레시피 개발 및 최적 소스 배합비 확립
 - 일반고기와 비분쇄형 대체고기를 활용한 제품의 관능특성 비교
 - 비분쇄형 대체고기 활용제품의 표준 레시피 개발 (RTC 또는 RTE type의 제품개발) - 레시피복용 레시피 개발
- 참여기관 1 (선제) : 위탁 연구
 - 비분쇄형 식물성 대체고기 제품 유형별 최적 복합 향신료 배합비 확립
 - B2C 비분쇄용 제품 활용을 위한 최적 배합비 적용 및 관능적 특성 비교 평가

마. 5차년도(2021년)

□ 개발 목표: 식육제품 대체를 위한 식물성 대체고기의 가공 적성 평가 및 비분쇄형(재구성) 한식기반 제품 개발

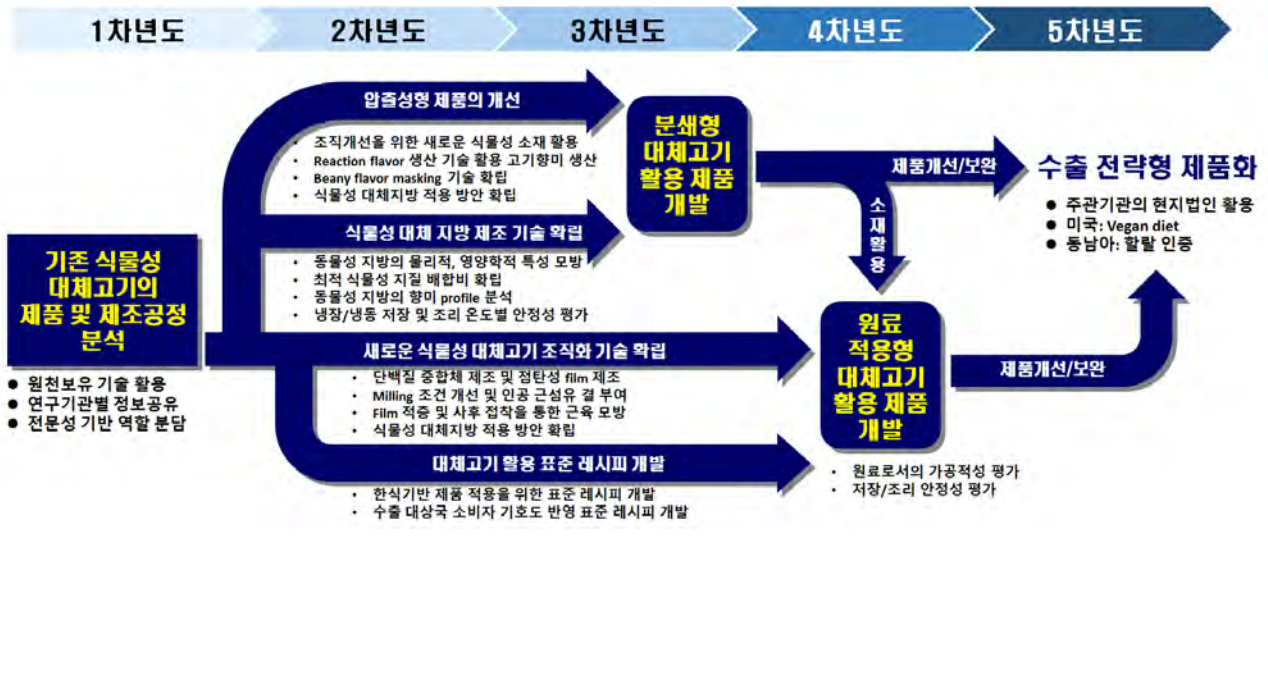
- 주관연구기관 (대상) : 비분쇄형 대체고기 활용 제품의 대량 생산 체제 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교) : 식물성 대체고기 자체 상품화를 위한 최적 건조 기술 개발
- 협동연구기관 2 (건국대학교) : 원료 활용을 위한 식물성 지방고기의 가공 적성 평가
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 수출 전략형 제품개발 지원 및 표준 레시피복 제작
- 참여기관 1 (선제) : 제품 유형별 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립

□ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관 (대상)
 - 원료 분쇄형 제품의 할랄 인증 실시 및 동남아 진출을 위한 현지 조사 실시(인도네시아 법인 활용)
 - 원료 비분쇄형 제품 및 재구성 제품의 시제품 생산을 통한 품질 및 소비자 관능평가: 식육적용 제품과 비교 평가
 - 비분쇄형 식물성 대체고기 활용제품의 개선사항 반영 및 대량생산 체제 확립
 - 제품의 유통조건별 유통기한 산출 및 최적 포장 형태 확립
- 협동연구기관 1 (세종대학교)
 - Flavor encapsulation 기술을 이용한 향미 안정화 및 소비자 조리 과정 중 flavor activation 기술 개발
 - 식육과 대체고기의 조리 전후 색상 및 육즙 관능평가
 - 향미 및 색소의 비분쇄형 제품 적용
 - 비분쇄형 식물성 단백질 조직의 탈수 및 건조 조건 확립 및 재수화 품질 평가
 - 비분쇄형 식물성 단백질 조직의 생산 시스템 확립 가능성 평가 및 생산 공정 수립
- 협동연구기관 2 (건국대학교)
 - 식물성 식육 imitation의 원료 활용을 위한 가공 적성 평가
 - 재구성 제품 원료로서 적용 가능성 평가
 - 비분쇄형 대체고기 자체 상품화 방안 모색
- 협동연구기관 3 (전주대학교) : 수출전략형 제품 개발 지원 및 레시피복 제작
 - 대체고기를 활용한 표준 레시피복 제작
 - 수출 전략형 제품 개발 지원(분쇄형 및 비분쇄형 제품)

○ 참여기관 2 (선제) : 위탁 연구

- 개발 레시피 유형별 B2B화를 위한 조미 배합비 확립
- B2C 제품 적용을 위한 소스의 포장 및 형태 확립
- 유통기한 평가를 통한 생산 시스템 구축



3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

(1) 정성적 연구개발성과

1. 식육 모방 기술을 적용한 식물성 대체고기 개발

1) 식육과 대체고기의 비교를 위한 품질 지표 및 품질 평가 방법 설정

- 식육과 대체고기의 품질 평가 지표 분석 방법 확립
 - 영양지표
 - 색 및 향미
 - 조직감 및 다즙성
- 상용화 식물성 대체고기 제조 기술 및 제품의 품질 분석
 - 식물성 대체고기 제조 기술 분석
 - 상용화 식물성 대체고기 제품의 관능 및 이화학적 특성 비교 분석

2) 식육 색 및 향미 모방 기술 개발

- 식육 모방을 위한 식물성 색소 부여 기술 개발
 - 식물성 및 미생물성 commercial pigment를 이용한 식육의 색 모방
 - 식육 색 모방을 위한 heme-protein의 역할 규명
 - 식물 원료로부터 heme protein 추출 방법 확립 및 생산
 - 식물 원료로부터 대체 적색소 추출 및 적용
- 식육 모방을 위한 향미 부여 기술 개발
 - 고기 및 한식 양념에 사용되는 원료의 향미 성분 분석 통한 향미 재현 기반 기술 개발
 - 동물성 지방 대체 소재 분석을 통한 식물성 전구체 확보
 - 식육 향미 모방을 위한 반응향 생산 기술 개발
 - Batch type reaction flavor 생산을 통한 base-note (향미유 type) 생산 기술 개발
 - 연속식 reaction flavor 생산을 통한 top-note의 생산 기술 개발
 - Flavor encapsulation 기술을 적용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술 개발
 - Emulsion 기술을 활용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술 개발
 - Alginate beads를 이용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술 개발
 - 탄수화물 소재를 활용한 flavor encapsulation을 통한 향미 성분의 안정화 기술 개발

3) 식육조직 모방 기술 개발

- 분쇄형 육제품 모방 기술 개발
 - 분쇄형 제품의 다즙성 부여를 위한 수분 결착제 선정 및 최적 배합비 확립
 - 냉장/냉동 저장조건 및 조리 환경에 따른 수분 결착도 및 관능평가
 - 분쇄형 제품 내 대체지방의 분산 및 적용 방안 확립
 - 분쇄형 육제품 모방을 위한 신규 단백질 원료(조류 단백질)의 적용
 - Yellow chlorella 첨가를 통한 식물성 고기의 물성 및 단백질 함량 평가
 - 조류 단백질을 이용한 분쇄형 육제품 개발
 - 분쇄형 육제품 모방을 위한 식물성 단백질 조직화 기술을 이용한 조직화 단백질 제조 및 적용
 - Barrel 온도에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가
 - Screw speed에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가
 - 원료의 수분함량에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가
 - 신규 단백질(Yellow chlorella)을 이용한 조직화 단백질의 품질특성 평가
 - 비분쇄형 육제품 모방을 위한 식물성 단백질 중합 기술을 이용한 필름제조
 - 효소적, 화학적, 물리적 중합기술의 정보수집 및 중합 기술별 특성 평가
 - 중합 단백질의 필름화 조건 및 인공결 부여 공정의 최적화
 - 최적 원료 배합비 및 향미/색소 적용 방안 확립
 - 비분쇄형 육제품 모방을 위한 인공결 부여 식물성 단백질 제조 기술 공정 수립
 - 비분쇄형 육제품 모방을 위한 적층 기술
 - 인공결 부여 단백질 필름의 적층 기술 확립
 - 근막 모방 기술의 최적 배합비 및 공정화
 - 적층 비분쇄형 조직물의 대체지방 적용 방안 확립: 마블링형 vs 지방조직형
 - 적층 두께, 적층 접착 및 모양 형성을 위한 지방적용 조직물의 사후 필름 접착조건 확립
 - 비분쇄 식물성 조직 단백질의 탈수 및 건조 조건
 - 비분쇄형 식물성 단백질 조직의 인공결 및 전처리에 의한 탈수 및 건조 조건 최적화
 - 재수화 개선에 의한 양념 적용 최적화
-

가. 식물성 대체고기의 품질 평가 지표 분석 방법 확립

1) 영양지표

- 식육은 주요 구성성분이 수분과 단백질이며, 부위별로 지질 함량이 다양하게 존재하고 있으며, 탄수화물은 미량 존재함. 영양학적 측면에서 식육은 비타민 B 그룹과 철분 등 무기물의 주요 급원임.
- 식물성 대체고기 제조의 주원료인 콩에는 철분과 칼슘, 비타민 A와 C가 함유되어 있지만, 전반적으로 단백질 추출과정에서 제거되어 순수한 단백질이 주를 이루고 있음.

표. 쇠고기와 콩의 영양성분 비교

영양소	쇠고기	대두
단백질	26 g	36 g
탄수화물	0 g	30 g(식이섬유 9 g, 당류 7 g)
지방	15 g	20 g
비타민 A	0 IU	22 IU
비타민 B	B6: 0.4 mg, B12: 2.6 μg	B6: 0.4 mg, B12: 0 μg
비타민 C	0 mg	6 mg
비타민 D	7 IU	0 IU
칼슘	18 mg	277 mg
철분	2.6 mg	15.7 mg
나트륨	72 mg	2 mg

- 제품의 식육 유사 조직 형성을 위해 단백질이 매우 중요한 역할을 담당하는데, 일반적으로 콩 단백질은 구형 단백질로 약 80%의 globulin과 20%의 albumin으로 구성되며, globulin은 60%의 glycinin(11S)과 40%의 conglycinin(7S)으로 분류됨. 섬유상 구조 형성에서는 globulin의 역할이 매우 중요하지만, 이들의 열 변성온도가 매우 높으므로 효과적인 조직화는 고온의 압출성형에 전적으로 의존하고 있음.
- 식육의 조직 모방 측면에서 최종 제품의 수분, 단백질 및 지질 함량은 실제 식육을 기준으로 설정되어야 함. 보편적으로 쇠고기의 단백질 함량은 20~30%, 지방함량은 10~40% 수준을 보이며 식육의 부위별로 지질 함량이 다양하므로 최종 식물성 대체식품의 활용 측면을 고려하여 모델 부위를 선정할 것을 제안함.

표. 쇠고기의 부위별 단백질 및 지질 함량

성분	갈비	등심	양지	안심	채끝	분쇄육
단백질(%)	22	25	21	24	27	14
포화지방(%)	18	8	2.6	10	6	11
불포화지방(%)	20.5	9.9	3.7	11	6.5	15.5

2) 색

- 식육 색의 주성분
- 식육의 색소는 크게 근육의 myoglobin과 혈액의 hemoglobin으로 이루어져 있음. Hemoglobin은 혈액에서 산소를 운반하고, myoglobin은 근육세포 안에서 산소를 잡는 역할을 함.
- 도축시 피를 잘 제거한 동물은 혈액 내 hemoglobin 색소가 대부분 제거되므로 식육을 도축하면 보통 myoglobin이 80 ~90 %, hemoglobin이 10~20% 함유되어 있음. 생고기가 붉은색인 주된 이유는 myoglobin에 의한 것이며, 육즙이 붉은 색인 이유도 hemoglobin의 영향이라기보다는 myoglobin에 의한 것임.
- 소고기가 돼지고기 보다 더 붉은 것은 미오글로빈 함량이 더 높기 때문임. 근육 내 미오글로빈 양은 나이와 함께 증가하는 것으로 알려져 있으며, 식육의 주된 색은 근육의 육색소인 미오글로빈에 의한 것이며 동물의 종류와 부위, 연령 등에 따라 다름.
- 식육의 색은 myoglobin의 화학적 상태에 좌우되며, 구조는 heme(ferroprotoporphyrin, Fe²⁺)과 globin에서 histidine의 imidazole ring의 N 원자와 결합된 complex protein임(그림).

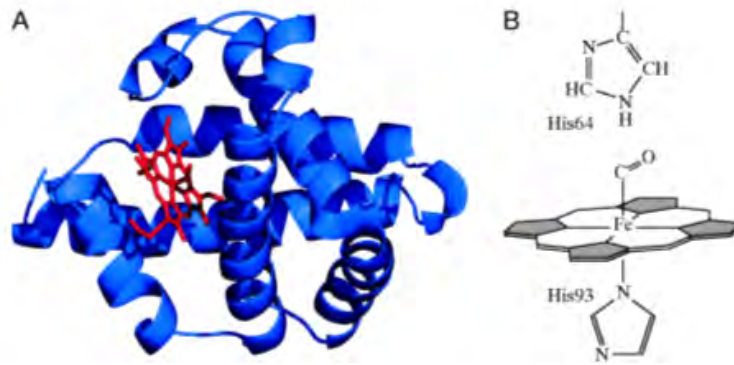


그림. Myoglobin의 구조

□ Myoglobin의 화학적 변화에 따른 식육의 색도

○ 신선육의 갈색화 현상은 선홍색의 oxymyoglobin(Fe^{2+})이 갈색의 metmyoglobin(Fe^{3+})으로 산화됨으로써 나타나며(Renerre와 Labas, 1987; Renerre, 1990), metmyoglobin이 선홍색의 식육이 소비자의 선호도가 가장 높은 것으로 알려져 있으며(Govindarajan, 1973), 신선육 표면 총색소의 30~40%에 도달되면 소비자들이 구매하지 않는 것으로 알려져 있음(Greene 등, 1971).

○ 식육의 조리 방법에 따른 효과는 특징적인 식육의 풍미와 조직감 뿐만 아니라 시각적 효과를 얻기 위함. 조리에 의해 육색의 변화 요인은 크게 두 가지로 나눌 수 있음.

- 미오글로빈의 변성에 따른 색의 변화: 조리 전의 식육은 붉은 색을 띠지만 미오글로빈이 조리시 변성되어 글로빈 헤미크롬으로 변성되기 때문에 갈색을 띠게 되는데, 즉 이 글로빈 헤미크롬은 heme ring 안의 산화된 철원자의 다섯 번째 위치에 변성된 글로빈이 결합되어 있고, 여섯 번째 위치에는 물 분자가 결합되어 있는 것으로 알려져 있음. 가열을 하게 되면 heme ring을 절단하여 철 원자가 유리되고, 결국 heme 단백질 함량의 감소를 일으켜 식육의 색을 변화시킴. 이 미오글로빈은 비교적 열에 안정한 단백질임. 쇠고기의 경우 심부 온도가 60°C일 경우엔 여전히 선홍색이며, 60~70°C에서는 안쪽이 핑크색을 보이고, 70~80°C에서는 회갈색이 됨. 이는 미오글로빈이 60°C 이하에서는 거의 변성되지 않고 65°C에서 빠르게 변성이 시작되어 75°C에서는 거의 완전히 변성되기 때문임.

- 조리과정 중의 발생하는 Maillard reaction에 의한 색의 변화: 식육의 가열로 인해 생성된 환원당과 아미노산의 아미노기의 반응으로 식육을 갈변화 시킴(그림).

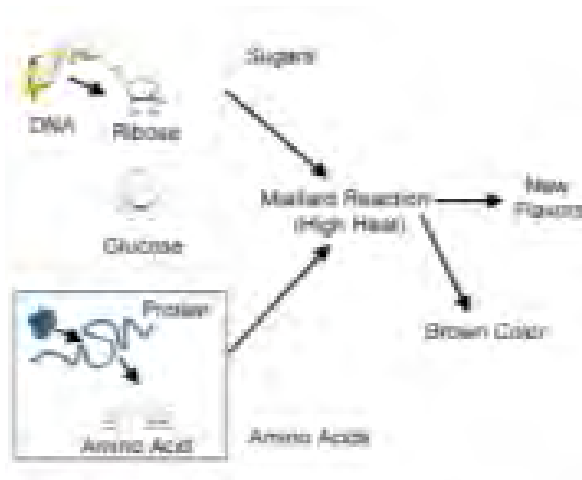


그림. The Maillard reaction (browning) and flavor production

☞ 식육의 가열로 인한 변화는 myoglobin의 변성과 Maillard reaction이 함께 작용하기 때문에 발생하게 됨.

○ 식육의 색은 소비자의 기호도를 결정하는 중요한 품질특성 중 하나로 등급에 따라 색도의 차이가 있기도 하지만(표), 조리 전과 후의 myoglobin의 화학적 변화가 식육의 색을 결정하는데 중요한 요소임.

표. 소고기 등급별 색도 비교

Meat Color	Meat Quality Grade						
	1++		1+		1		2
	Soft	Tough	Soft	Tough	Soft	Tough	Tough
Lightness (L*)	28.5	26.9	28.4	30.3	27.9	27.1	26.6
Redness (a*)	13.2	13.8	13.1	14.4	13.0	13.8	13.7
Yellowness (b*)	4.94	5.18	5.01	5.83	4.71	5.04	5.13

① 색도 분석 방법

□ 색의 객관적 분석 방법

- 분광 광도계: 일반적으로 빛이 물체에 닿으면 그 빛은 물체의 표면에서 반사, 물체의 표면에서 조금 내부로 들어간 후 반사, 물체에 흡수 또는 물체를 통과하는 빛으로 나누어짐. 식품의 색은 식품이 가시광선인 380-770nm의 복사에너지에 접촉하였을 때 일어나는 반사와 흡수 정도에 의해 결정됨. 빛이 조사되면 물체는 특정 파장의 빛을 선택적으로 흡수하고 이때 그것에 해당 하는 보색을 나타냄.
- CIE 색체계: 모든 색이 적색, 녹색, 청색의 (빛의) 삼원색을 적당히 혼합함으로써 재현될 수 있다는 원리를 바탕으로, 가시광선의 파장에 대하여 인간의 망막이 반응하는 정도를 측정하여 적색(X), 녹색(Y), 청색(Z)에 대한 관계를 보여줌.
- Munsell 색체계 : 모든 색은 색상(hue), 채도(chroma), 명도(value)의 3요소로 구성되어 있음. Muncell 색체계에서는 색을 HV/C로 나타냄. 즉, 색상(H)을 나타내는 숫자와 영문, 명도(V), 채도(C)를 숫자로 나타내 색을 표시함. 사람이 인식하는 색을 정확히 나타내기 위해 CIE 체계를 보완해서 개발됨.
- Hunter 색체계 : L(lightness; white-black, 100-0) a(red-green), b(yellow-blue) 값으로 표시하며, Hunter 색체계의 값들은 수식에 따라 CIE 표준 색체계의 X, Y, Z 로 환산할 수 있음.

② 식육 색도 분석 방법

- 일반적으로 색을 표시하는 경우 색입체에 의해 명도, 채도, 색상으로 색의 위치를 결정하는데, 색차계로 색을 측정한 후 이것을 숫자로 표시하여 시료간의 색의 차이를 측정함. 식육의 색은 독일에서 많이 쓰고 있는 게포(Gefo)수치, EEL 반사도 수치, 밝기와 색을 동시에 표현하는 CIE L*, a*, b* 수치 등을 이용하여 분석함.
- 게포 수치는 그 범위가 47.2~65.0(높을수록 어두운 색깔)이며 표준편차는 11 임. EEL-반사도 수치의 범위는 19.5~25.6(높을수록 백색)이며 표준편차는 4 임. CIE L*a*b* 색도 표현은 L*은 명도를 나타내며 그 범위는 0(흑색)~100(백색)이며, a*는 적색과 녹색을 표현하며, b*는 황색과 청색을 표현함. 본 연구에서는 색도계(CR-400, Minolta Camera Co., Japan)을 이용하여 국제조명위원회(Commission Internationale de l'Eclairage)의 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하여 나타냄으로써 식육의 색도를 비교 평가하였음.
- Myoglobin, oxymyoglobin, met-myoglobin의 함량에 따른 색도는 식물성 대체고기의 조리 전과 후의 색도를 색도계로 측정하여 CIE L*, a*, b* 수치 등을 이용하여 평가함.
- Myoglobin, oxymyoglobin, met-myoglobin의 함량에 따른 색도를 측정하기 위하여 근육에서 crude myoglobin을 추출하여 식물성 대체고기에 적용하고 473, 525, 572, 730nm에서의 반사율을 측정하여(Krzywicki, 1979), 반사율을 $2-\log(\%reflectance)$ 로 전환하여 아래의 식에 의해 상대적인 함량(%)을 산출하도록 함(Demos 등, 1996).

$$\text{Metmyoglobin}(\%) = \{1.395 - [(A572 - A730)/(A525 - A730)]\} \times 100$$

$$\text{Myoglobin}(\%) = \{2.375 [1 - (A473 - A730)/(A525 - A730)]\} \times 100$$

$$\text{Oxymyoglobin}(\%) = 100 - [\text{Metmyoglobin}(\%) + \text{Myoglobin}(\%)]$$

3) 향미

① 식육 향미 성분 생성 기작

- 조리 전의 식육은 향기 성분이 거의 없고 특유의 비린내가 남. 그러나 조리 중에는 가열로 식육의 여러 가지 성분들이 복잡한 물리적, 화학적 변화를 거치게 됨.
- 식육이 조리되면 제일 먼저 지방이 용해되어 반응하기 쉬운 상태가 되며, 지방함량이 낮은 부분에서는 microfibrillar protein이 수축하고 육즙이 빠져나와 지방과 혼합됨.
- 가열에 의한 일차적 반응은 amino acids와 peptides의 열분해, 탄수화물의 분해, sugar와 amino acids 또는 peptides의 반응, ribonucleotide의 분해, thiamine의 분해, 지방의 가열에 의한 unsaturated acyl chain의 산화 등에 의해 향기 성분이 생성됨.

이후에는 풍미 성분들이 서로 반응하여 더욱 복잡한 반응을 거치면서 독특한 향기가 생성됨.

- 가열 조리할 때 식육 표면에서 수분이 제거되며 '마이야르 반응(Maillard reaction)'이라는 화학반응이 일어남으로써 큰 분자들이 작고 다양한 분자로 변하면서 맛과 향이 풍부해짐. 마이야르 반응은 130~200°C 사이에서 격렬하게 반응이 일어나고 수많은 향기 물질이 만들어짐(그림)



그림. Maillard reaction showing the formation of flavor compounds (van Boekel, 2006)

표. Flavor compounds formed from the Maillard reaction (van Boekel, 2006)

Flavor class	Characterized flavor notes	Remark
Pyrazines	Cooked, roasted, toasted, baked cereals	
Alkylpyrazines	Nutty, roasted	
Alkylpyridines	Green, bitter, astringent, burnt	Unpleasant flavor
Acetylpyridines	Cracker-like	
Pyrroles	Cereal -like	
Furan, furanones, pyranone	Sweet, burnt, pungent, caramel-like	
Oxazoles	Green, nutty, sweet	
Thiophenes	Meaty	Formed from heated meat by the reaction of ssystem and ribose

- 피하조직이나 지방층에 있는 지질의 역할에 대하여 쇠고기, 돼지고기, 그리고 양고기 등의 국물을 가열하였을 때 서로 매우 유사한 향기가 나지만 이들의 지질을 가열하였을 때는 종류별로 독특한 냄새가 난다는 일부 연구 결과가 있음. 따라서 지질은 동물의 종류별 특징적인 냄새를 주는 휘발성 성분을 생성하며 지방함량이 낮은 육질 부위에서는 육류의 공통적인 향기 성분을 생성하는 것으로 보임. 따라서 지방은 식육의 향기 성분 생성에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 생각됨(그림).
- 최근 식육 내 인지질을 제거한 후 조리를 하게 되면 향기에 크게 영향을 미쳐 탄 냄새 또는 비스킷과 비슷한 냄새로 전환이 되어 인지질이 식육의 가열 조리 시에 발생하는 향기 성분의 생성에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀짐.

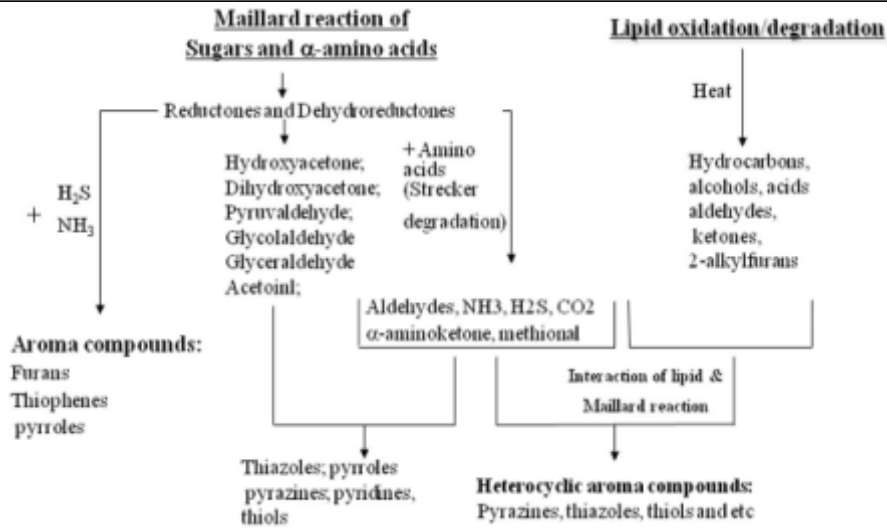


그림. The interaction between lipid-oxidized products with Maillard products

② 식육 향미 분석 방법

- 향미 성분의 채취: 조리 가열할 때 향기 성분을 제대로 채취하는 과정은 식육의 향기 성분의 key compounds를 정확히 알아내기 위해 매우 중요한 과정임. 가장 일반적으로 행해지고 있는 수증기를 이용한 증류 방법은 대량의 시료를 처리하는 데는 적합하나, 시료가 수증기와 접촉 시 향기 성분이 변성되거나 오염의 우려가 있음. 감압 증류법의 경우 향기 성분의 열 손상이 적고 대량의 시료를 처리할 수 있는 장점이 있으나 수용성 시료만 사용 가능하며 끓는점이 낮은 성분은 제거될 가능성이 있음. 최근 고안된 headspace 방법은 휘발성 성분을 흡착제로 흡착시킨 후 가열하여 향기 성분을 탈착시킨 다음 분석하는 방법으로 가열 조리할 때 또는 섭취할 때에 직접 사람의 코가 느끼는 성분 비율을 분석하는 데 적합함.
- 향미 성분의 분석: 일반적으로 향기 성분은 다양한 휘발성 화합물의 혼합물로 극미량으로도 분리 능력이 우수한 capillary column이 장착된 gas chromatography(GC)가 사용됨. 그러나 분석기기의 검출기와 사람의 코의 특성이 반드시 일치하는 것은 아니므로 이를 보완할 필요가 있음. 따라서 본 연구에서는 GC-OPD 장치를 사용하여 특정 compounds의 향의 특성과 강도를 동시에 묘사분석 함(그림)

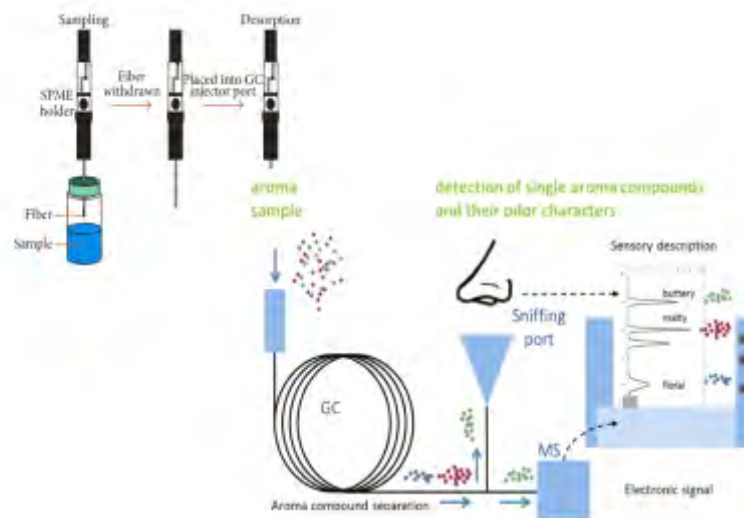


그림. Identification of the volatile and aroma-active compounds by SPME, GC/MS and GC-O

4) 조직감 및 다즙성

(1) 조직감

① 조직감 분석 방법

□ Warner-Blatzler shear force

- 일반적으로 식육의 연도 평가 방법으로 가장 널리 사용되는 방법으로, 식육 재료는 전처리 과정으로 가열처리를 실시함. 측정

시 시료는 근섬유 방향과 평행한 형태로 직경 1 cm cork를 이용하여 원통형으로 정형되며, 상온에서 tempering 과정을 거쳐 전단력 평가에 활용됨.

- 사용하는 장비는 texture analyzer와 instron이 대표적으로 적용되고 있으며, 이 때 73° 각도의 약 3 mm 직경의 V형 나이프를 사용하여 시료를 완전히 절단하는데 소요된 힘을 산출하고 있음.
- 측정결과는 전단력 혹은 연도의 용어로 표현되며, 수치가 클수록 낮은 연도를 의미함. 결과치는 일반적으로 연도를 관능적으로 평가한 결과와 양의 상관관계를 보이는 것으로 보고되고 있으며, texture profile analysis와도 밀접한 상관성을 보이고 있음. 반면 일부 연구문헌에서는 가열 전 생육의 전단력을 측정하 사례도 관찰되지만, 생육 상태와 가열 상태간의 상관성에 관한 보고는 이루어지지 않고 있음.

표. 전단력 수치에 따른 소비자 관능 평가와의 상관성

구분	전단력 분석		소비자 패널의 연도 지각률(%)				
	수치(N)	연도	Very tough	Tough	Intermediate	Tender	Very tender
1	>62.6	Very tough	22.8	39.1	27.2	7.6	3.26
2	52.8~62.6	Tough	18.6	30.9	35.1	10.3	5.15
3	42.9~52.7	Intermediate	0.76	35.1	26.7	26.7	10.69
4	33.0~42.8	Tender	6.47	12.4	29.4	35.8	15.92
5	<33.0	Very tender	-	-	16.8	50.5	32.67

출처: Destefanis et al. (2008).

- 반면 very tough와 tough, tender와 very tender 간에는 소비자 관능평가에 의한 구분이 어렵고, 특히 intermediate에서도 질감, 중간 및 연함에 대한 응답이 고르게 분포되고 있기에 이 부분이 식물성 고기의 기준 전단력으로 설정될 필요가 있음.
- 본 연구에서는 식육의 전단력에 따른 식물성 대체고기의 전단력 비교 평가가 반드시 병행되어야 하지만, 본 연구에서 개발하고자 하는 식물성 대체고기는 주로 가열 후 식육의 조직을 모방하게 되며, 이에 따라 생육 상태의 전단력 평가는 의미가 없을 것으로 판단되며, 가열 후 식육의 연도를 기준으로 수치 비교가 적용될 필요가 있음.

□ Texture profile analysis(TPA)

- 식육 원료를 2회 압착시키는 과정에서 소요되는 힘의 변화를 분석함. 일반적으로 TPA 분석 과정에서는 근섬유의 결방향은 무시하는 경향이 있으며, 따라서 현재 보고된 연구문헌들을 살펴볼 때 결방향이 TPA에 미치는 영향에 대한 연구보고는 없는 실정임.

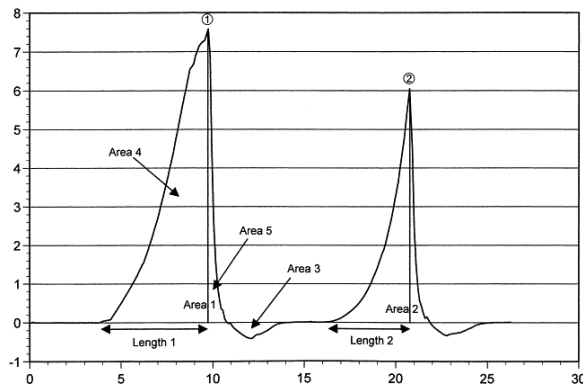


그림. TPA 분석 중 압착과정에서 야기되는 힘의 변화

- TPA의 정보는 전단력보다 보다 상세한 정보 확보가 가능하며, 최근 연구 문헌에 의하면 TPA 결과와 Warner-Blatzler shear force 및 조직감 관능평가 결과치에서는 높은 상관관계를 보여주는 결과들이 보고되고 있음. 특히 전단력은 질기고 연한 정도만의 표현으로 tough와 brittle, mushy와 rubbery 등의 복잡한 연도의 비교가 불가능하기에, 실제 식육과 식물성 대체고기간의 조직감 기준 설정에 오류를 야기할 수 있음.

표. TPA 분석에서 제공하는 물성학적 정보 및 쇠고기에서의 측정 범위

항목	의미	산출법	범위
경도(kg)	원하는 변형에 도달하는데 필요한 힘	높이1	4.1~8.4
응집성	물체가 형태를 유지하려는 힘	면적2/면적1	0.4~0.5
탄성	변형된 시료가 원상복구하려는 성질	길이2/길이1	0.6~0.8
섬힘성(kg)	시료를 삼킬수 있는 상태로 만드는 성질	경도×응집성×탄성	1.0~2.5
점착성(kg·s)	저작 중 시료가 떨어지는데 필요한 힘	면적 3	-0.8~-3.3

출처: Caine et al. (2003).

- 특히 본 연구에서 개발하고자 하는 분쇄형 제품의 조직 특성은 TPA 분석을 반드시 실시할 필요가 있으며, 실제 식육에서 산출된 결과와의 비교를 통해 조직감을 개선해야 함.

② 지표 조직감 분석 방법의 설정

- 일부 연구 문헌에서 활용하는 조직감 측정 방법으로 Kramer shear force는 다수의 시료를 1회 압착하면서 그 과정에서 야기되는 정보를 수집하여 조직감을 분석함. Kramer shear cell을 사용하여 다수의 시료를 동시에 압착하며, 이에 따라 각 시료의 미세한 크기로 야기되는 편차수준을 낮출 수 있는 장점이 있음.
- 반면 본 측정방법은 스펙류의 바삭함이나 견고함 등에 적용하거나, 혹은 과채류 및 생선에 일부 적용되고 있지만, TPA에 비하여 제공하는 조직감 정보는 제한적임.



그림. 식품의 조직감 측정 방법(좌) 및 측정 결과 비교(우).

- 각 평가 방법의 분석결과 식품의 조직감을 묘사하기 위한 다양한 정보가 제공되고 있지만, 본 연구목표인 식육 모방 조직감 형성 측면에서 이들 방법은 식육 분석 측면에 있어 제한적인 연구 결과만이 제공되고 있으며, 따라서 기존에 주로 활용된 Warner-Blatzler shear force와 TPA의 분석 결과를 reference로 활용할 필요가 있음.

(2) 다즙성

① Filter paper press 방법

- 전통적인 보수력 측정 방법으로 두장의 플레이트로 식육을 눌러서 유출되는 수분의 면적을 고기 면적 대비 백분율로 표현하는 방법으로 수치가 높을수록 낮은 보수력을 의미함. 면적 산출은 주로 planimeter, reticular 또는 caliper를 사용하며, 각 산출 방법에 따른 오차는 미미한 수준임. 최근에는 소프트웨어를 활용한 자동 면적 계산기를 적용하고 있음.

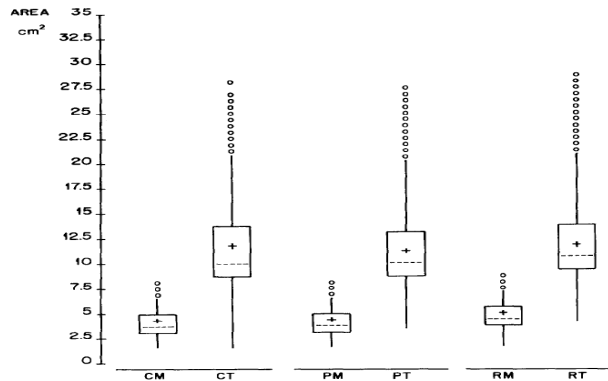


그림. 각 측정 방법에 따른 식육과 수분의 면적 비교(Zamorano and Gambaruto, 1997).

- 쇠고기의 경우 측정된 근육, 숙성도, 처리 조건 및 연구자간에 다소 차이가 있지만 전반적으로 20~30% 범위의 수치들을 보이고 있음. 현재도 일부 연구문헌에서 식육의 보수력 측정 방법으로 활용되고 있지만, 측정자들 간에 압착 압력 및 시간이 일치하지 않아 식육의 보수력에 대한 객관적 참고자료로 활용하기에는 다소 제한적인 기술임.

② 원심분리법

- 압착법에 비하여 편차수준이 낮은 식육의 보수력 측정이 가능. 식육을 1,000~2,000 rpm으로 원심분리 시킨 후 유출된 수분의 함량을 시료 중량 대비 백분율로 표현하는 방법으로, 결과 수치는 drip loss 함량과 높은 상관관계를 보임.

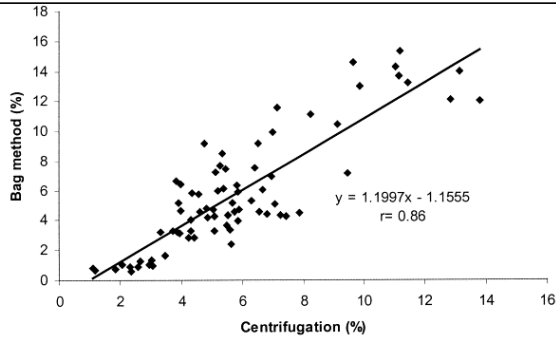


그림. 원심분리법과 drip loss법에 의한 돈육의 보수력 상관도(Bertram et al., 2001).

- 반면 적용한 원심력과 온도에 대한 기준 규격이 마련되지 않았기에, 현재 보고되고 있는 논문상에서의 수치들을 직접적으로 비교하기에는 한계가 있음. 돈육에 적용한 결과 전반적으로 1~14% 범위의 수치를 보이고 있음.
- 반면 수치가 높으면 보수력이 낮음을 의미하며, 일부 문헌에서는 산출된 수치를 100에서 빼준 값으로 보수력 수치를 보정하고 있으며, 이 경우 돈육 기준 최저 86%의 수치를 야기함.

③ Drip loss 산출법

- 식육의 저장 중 발생하는 drip의 양을 초기 식육 중량대비 백분율로 표현하는 방법으로, 보수력 산출의 기본적인 방법으로 사용됨.
- Drip loss는 처리 조건에 따라 상이하지만, 전반적으로 식육은 냉장 저장되기 때문에, 각 문헌간의 수치를 직접적으로 비교할 수 있음. 발표된 문헌상에 나타나는 돈육의 drip loss 수치는 0.56~15.3% 범위의 수준을 보여줌.
- 반면 drip loss는 저장 기간의 적용이 필요하며, 식육 자체의 보수력 및 다즙성 기반의 지표로 활용하기에는 한계가 있음. 따라서 식물성 대체고기의 보수력 지표 분석 방법으로는 활용하기 어려움.
- 최근에는 NMR의 장비를 활용하여 식육의 보수력을 예측하는 분석 방법이 소개되고 있음. Low-field NMR은 식육에서 특정 샘플링 과정이 필요하지 않고, 단시간 내에 측정이 가능한 장점이 있지만, 장비의 활용성 측면에서 제한적인 분석 방법임.
- NMR relaxation은 0.47 tesla의 자기장에서 23.2 MHz의 양자 공명 주파수를 활용하며, 90과 180° 펄스간의 시간을 산출하고 있음. 측정 결과는 drip loss 측정법 및 원심분리법과 높은 상관관계를 보임.

④ 지표 다즙성 측정 방법의 설정

- 콩단백질을 이용한 식물성 대체고기는 압출성형으로 야기되는 다즙성 저하가 실제 식육과의 큰 차이로 제시될 수 있으며, 이를 보완하기 위하여 수분바인더를 첨가하고 있음. 전분이 널리 활용되고 있으며, 기타 다양한 다당류들이 적용될 수 있음.
- 이들 다당류는 저장 과정 중 수분 결합력이 매우 뛰어나기에 제품에서 유리되는 drip의 양을 산출하는 평가방법은 활용하기 어려움. 따라서 다즙성 측정 방법은 관능평가, 수분함량 평가와 더불어 원심분리법을 적용할 필요가 있음.
- 일반적인 원심분리 조건을 고려하였을 때, 원심력은 1,000×g(약 1,500 rpm)가 적당한 수준으로 판단되며, rpm 단위는 장비에 따라 다른 원심력을 야기하기 때문에 rcf 기반의 측정단위가 적용되어야 함. 원심분리 시간은 10분이 적합하며, 그 이상에서는 보수력의 수치상에 큰 차이가 발생하지 않음. 이때 원심분리기는 냉장상태인 4°C를 유지시킬 필요가 있음.

나. 기존 대체고기 제품 분석

(1) 식물성 대체고기 제조 기술 분석

- 극히 최근 식물성 대체고기 제조 공정을 개선하기 위한 새로운 가공 기술을 적용하는 사례가 보고되지만, 전통적인 제조 공정은 압출 성형에 의존적임. 반면 압출성형 과정 중 원료의 수분함량 조절, 압출 온도, 원료 조성비가 최종 제품의 조직감 형성을 위한 중요 인자로 평가되고 있음.
- 일부 제조 공정에서는 압출 성형과정에 회전형 screw를 활용하여 회전 속도에 따른 조직 형성을 시도하고 있음.
- 제조 공정 분석 결과 압출 성형에 의한 식물성 단백질의 조직은 분쇄형 제품 적용에 바람직 한 반면, 식육과 유사한 섬유 배합은 압출성형으로는 한계가 있다고 판단되며, 이에 대한 개선 방안 마련이 요구됨.

표. 식물성 대체고기 제조 기술 비교 분석

원료명	제조방법	효과	문헌
대두	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분리대두단백과 밀전분을 9:1 비율로 혼합한 후, twin-screw extruder를 이용하여 압출. ○ 수분함량 : 60, 65, 70% ○ 압출온도 : 137.8, 148.9, 160℃ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수분함량은 제조온도보다 제품 조직감에 중요한 요인으로 작용함. ○ 낮은 수분함량은 단단한 조직감과 낮은 총 단백질 용해성을 야기함. 	Lin et al. (2000)
대두	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분리대두단백, 밀 글루텐, 밀전분을 60:40:5 비율로 혼합한 후, 압출 ○ 가열과 냉각과정을 통해 gel로 제조. <ul style="list-style-type: none"> - 가열온도 : 85, 95℃ - 냉각온도 : 상온(25℃) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 압출시료는 가열로 유도된 대두단백 겔 보다 10배 단단한 조직감을 보임. ○ 냉각으로 유도된 겔은 가장 부드러운 조직감을 보임. ○ 단백질 농도는 겔의 정도에 영향을 주어 농도에 따라 경도가 증가함. 	Liu et al. (2007)
대두	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분리대두단백, 밀 글루텐, 밀전분을 60:40:5 비율로 혼합한 후, 높은 수분 조건에서 압출. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 명확한 섬유 구조를 보임. ○ 외관과 미각면에서 실제 육제품과 비슷. 	Ranasinghesagara et al. (2005)
버섯	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동결건조된 버섯균사를 대두, 글루텐 등과 함께 혼합하여 패티로 성형. 패티는 150℃ 전기오븐에서 조리함. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 버섯균사를 이용하여 제조한 대체육은 대두를 이용한 시료보다 경도, 탄력성, 씹힘성에서 우수한 조직감을 보임. ○ 전형적인 펠렛 구조보다 섬유질 구조를 보임. 	Kim et al. (2011)
땅콩	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탈지한 땅콩 분말과 땅콩분리단백을 혼합한 후, single-screw를 이용하여 압출. ○ 수분함량 : 40-90% ○ 압출온도 : 100-190℃ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 압출조건은 60-65% 단백질 함량, 50-55% 수분함량, 160-165℃ 온도일 때 최적임. ○ 대두육에 비교했을 때, 향, 조직감, 이취, 전반적인 기호도에서 높은 점수를 보임. 	Rehrah et al. (2009)
대두, 땅콩	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분리대두단백과 땅콩 분말을 물을 넣고 stearyl-2-lacylate와 함께 혼합. 혼합물은 single-screw extruder를 이용하여 압출함. ○ 수분함량 : 18, 22, 26% 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수분함량은 제품의 조직감 형성시 가장 크게 영향을 미침. ○ 22% 수분함량을 가진 시료는 수분 흡수 지수, L값에서 가장 높은 값을 보임. ○ 최적 조건은 수분함량 22%, screw speed 140RPM, 온도 150-160℃로 나타남. 	Parmer et al. (2004)

- 현재 생산되고 있는 식물성 대체고기 제품은 압출성형과정을 거쳐서 망상 구조의 조직을 형성시키고 있는데, 제조 공정 중 수분의 함량은 최종 제품의 조직화에 중요한 인자로 적용됨.

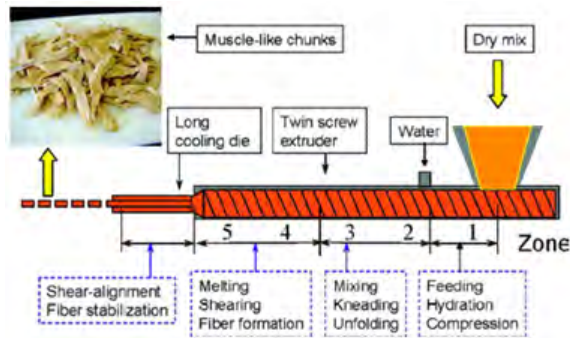


그림. 콩고기 제조를 위한 압출성형 공정. (출처, Liu & Hsieh, 2008)

- 압출성형 단계에서는 원료의 1차 건조가 요구되며, 스크류에 의한 압출 과정에서 망상 구조가 확립됨. 최종 단계에서는 섬유상을 재배열시켜 식육의 조직 모방을 이루고 있음. 이 자체를 제품화하여 texturized soy protein으로 판매하며, 제품의 형태는 주로 granule, strip, slice, chunk 형태로 생산됨.

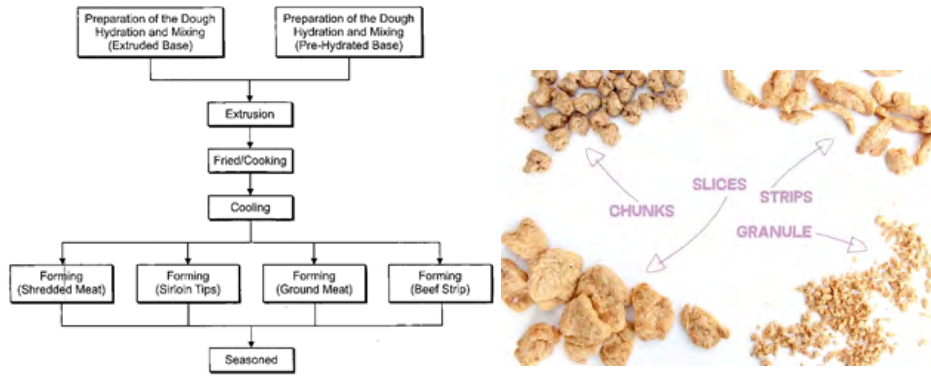


그림. 콩고기의 제조 공정(좌) 및 최종 제품의 형태(우). (출처, www.elephantasticvegan.com)

- 압출 성형을 통해 망상구조의 일부 재배열이 이루어지며, 그 결과 식육의 섬유와 유사한 형태를 보이기는 하지만, 섬유 방향이 불규칙하기에 분쇄형 육제품 형태인 햄버거 패티 혹은 떡갈비류로 제품화를 적용하고 있음. 반면 회전형 스크류 압출 성형에서는 규칙적인 섬유 배열이 어려운 문제가 있음. 이를 해결하기 위한 방안으로 게맛살 제품 제조 공정을 일부 모방한 인위적인 섬유 형성 공정을 추가로 활용할 필요가 있음.
- 현재 게맛살 제품은 단백질 필름의 제조 후 필름에 인위적으로 결을 부여한 후 필름을 말아 근육의 형태를 만들어주며, 따라서 식물성 단백질 필름을 제조한 후 인공 조직의 부여 방안을 본 연구에 적용하고자 함.

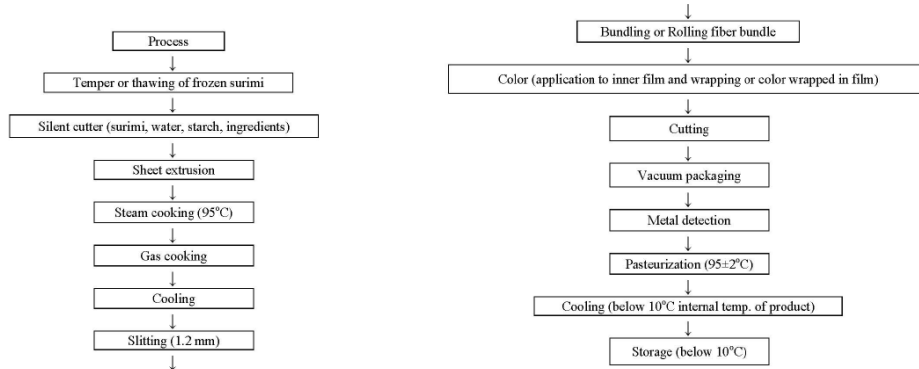


그림. 게맛살 제품의 제조 공정. (Jin et al., 2011)

- 따라서 식물성 단백질 필름 자체는 식육과 유사한 조성, 색도 및 향미가 부여되어야 하며, 인공 결 부여를 위한 롤러의 간격 조절이 요구되고 있음.

(2) 상용화 식물성 대체고기 제품의 관능 및 이화학적 특성 비교 분석

① 비교 대상 제품의 선정 및 제품 분석

- 본 연구에서는 시중에 판매되고 있는 3종의 식물성 대체고기 제품을 구입하여 떡갈비 육제품과 비교 평가를 실시함. 대조군으로 사용한 떡갈비 육제품은 제1세부기관에서 생산되고 있는 제품으로 선정하였으며, 동일한 떡갈비형 식물성 대체고기 제품을 3개 업체로부터 구입하였음.

표. 비교 평가를 위해 선정한 제품

시료 코드	회사명	종류	저장법
Control	대상, 서울, 대한민국	동물성	냉동
A	소이마루, 남양주시, 경기도, 대한민국	식물성	냉동
B	베지푸드, 남양주시, 경기도, 대한민국	식물성	냉동
C	러빙헛 코리아, 아산시, 충청남도, 대한민국	식물성	냉동

- 각 제품별 포장지에 제시된 첨가물의 종류 및 함량은 다음 표와 같음. 기본적인 조미 소재는 떡갈비 육제품과 유사한 반면, 식물성 제품 중 사용된 동물성 원료는 발견되지 않음. 일부 첨가물은 미생물 유훈 원료가 사용되고 있음.

표. 선정 제품의 첨가물 분석

Code	첨가물	외형
Control	<p>돼지고기 55.98(갈비살 35.41%: 국산, 지방 33.62%:국산, 전지 30.97%:스페인산), 닭고기 14.86%(국산/기계발골육), 정제수, 양파 3.5%(국산), 전분, 조식대두단백, 흑설탕, 불고기양념장, 대파 1.99%, 양조간장, 마늘1%, 숯불갈비맛엑기스, 조미오일, 정제소금, 혼합제제(포리믹스CS:폴리인산나트륨, 피로인산나트륨(무수), 메타인산나트륨), 흑후추분말, 콩단백발효물, 된장소스 코치닐색소, 카라멜색소</p>	
A	<p>vetex1400n(두류가공품), 쏘이마루콩단백(두류가공품), 유청단백, 대두유, 설탕, 떡갈비막페이스트, 물엿, 간장, 글루텐, 참기름, 분리대두단백, 팜중은식물성시즈닝, 천일염, 카카오색소, 후추</p>	
B	<p>두류가공품(대만) (대두분리단백, 밀전분, 밀글루텐, 밀섬유, 대두유), 표고버섯줄기(중국산), 옥배유, 분리대두단백, 물엿, 밀글루텐, 간장(대두, 밀), 정백당, 타피오카전분, 베지시즈닝, 죽염0.66%, 후추, 카카오색소</p>	
C	<p>두류가공품 39%(대만산·분리대두단백, 탈지대두분, 밀글루텐, 전분), 표고버섯줄기 21%, 해바라기유, 글루텐(프랑스), 분리대두단백(미국산), 양파, 설탕, 타피오카전분(태국산), 마늘, 커드란, 천연효모분, 양조간장, 구운소금, 비건시즈닝(말레이시아산·표고버섯분, 소금, 설탕, 가루간장, 백후추, 효모추출물, 식물성발효단백질), 홍국, 잔탄검, 후추</p>	

- 선정 제품의 영양 성분 분석은 각 제조사별로 제공되는 정보에 기인하여 확보하였음. 반면 대조구와 C 제품의 경우 영양 성분에 대한 정보가 제공되지 않았기에 쇠고기와 “The Beyond Burger” 제품의 정보로 각각 대체함.
- 쇠고기와 식물성 대체고기 제품의 단백질 함량은 19-20 g/100 g으로 유사하게 나타남. Saturated fat은 우육보다 식물성 대체고기제품이 낮은 수준이지만 제품에 따라 다양하게 나타남. Cholesterol 함량은 식물성 대체고기제품에서 0~20 mg/100 g 수준으로 쇠고기의 80 mg/100 g에 비하여 현저하게 낮았음. Total fat 함량은 식물성 대체고기제품 A, B의 경우 각각 6~8 g/100 g이었지만, the beyond burger와 쇠고기의 경우 22~23 g/100 g으로 A, B, 제품의 경우 지방함량이 현저히 낮은 것으로 조사됨.

표. 제품 100 g당 영양 성분 함량 비교

영양성분	쇠고기	선정제품		
		A	B	Beyond burger
Protein (g)	19	20	19	20
Saturated fat (g)	9	0.7	1.2	5
Cholesterol (mg)	80	19	0	0
Total fat (g)	23	6	8	22
Calories (kcal)	287	116	185	290

② 이화학적 및 관능적 특성 평가에 따른 제품 분석

□ 색도 분석

- 본 연구에서는 각 제품을 떡갈비와 동일한 가열 조건(fan frying)으로 조리하기 전과 후의 색도를 색차계(CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)로 Lightness (L, white +100 ~ 0 black), redness (a, red +100 ~ -80 green), yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)를

표. 선정 제품의 color analysis 결과

Sample		Hunter's Color value		
		L	a	b
Rwa	Control	54.46±0.38 ^a	2.38±0.14 ^a	17.09±1.05 ^a
	A	55.92±0.82 ^a	1.83±0.29 ^b	18.58±0.18 ^b
	B	40.84±1.22 ^b	3.62±0.39 ^c	16.36±0.59 ^a
	C	57.85±0.78 ^c	4.92±0.40 ^d	21.11±0.68 ^c
Cooked	Control	50.38±1.06 ^a	4.05±0.39 ^a	20.24±0.29 ^a
	A	57.17±0.08 ^b	1.32±0.24 ^b	19.46±0.14 ^b
	B	44.21±0.33 ^c	2.57±0.26 ^c	18.64±0.24 ^c
	C	56.40±0.57 ^b	5.78±0.29 ^d	20.42±0.16 ^a

- 관능평가에서 가장 낮은 선호도를 보인 C는 조리후 b(yellowness)는 대조구와 유사하였으며 L(lightness)는 시료 A와 유사함. 그러나 a(redness)가 가장 높아 붉은색을 띄고 있으며, 이는 대조구 그리고 시료 A, B와 유의적으로 차이가 있음.

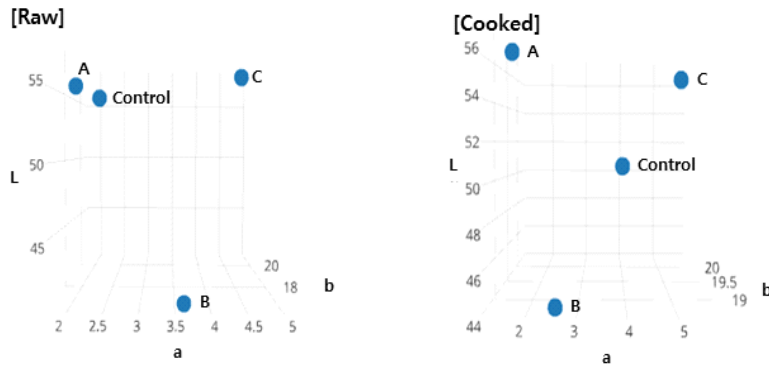


그림. 선정 제품의 color analysis 결과 비교

- 대조구는 조리 전과 후의 색 변화 (특히, a 값)가 뚜렷한 반면, 시판 식물성 대체고기는 색변화가 크게 나타나지 않았음. 이는 식육을 사용하여 제조된 대조구는 myoglobin의 가열에 의한 화학적 변화에 의한 색 변화에 의한 것이며, 시판 식물성 대체고기는 콩을 주원료로 사용하여 식용 색소를 첨가한 제품으로 색소의 열안정성 등에 따라 큰 변화를 보이지 않은 것으로 판단됨. 따라서 현재까지 국내에서는 myoglobin의 색 변화를 모방에는 한계가 있는 것으로 생각됨.
- 대조구의 조리 전과 후 a값의 변화가 가장 크다는 점과 시료 C와 같이 적색도가 지나치게 높으면 관능적으로 나쁜 영향을 줄수 있는 것으로 볼 때 적색도는 관능적으로 중요하게 판단되는 요소라 생각됨.

□ 향미 분석

- 본 연구에서는 각 제품을 떡갈비와 동일한 가열(fan frying) 온도인 180℃에서 휘발되는 향기성분을 SPME fiber(SPME fiber assembly, 50 μm DVB/CAR/PDMS, Sigma aldrich, USA)로 흡착하여 GC-MS/MS(TSQ 8000, Thermo Scientific, USA)로 분석함.

표. Headspace GC-MS/MS 분석 조건

Instrument	GC-MS/MS(TSQ 8000, Thermo Scientific, USA)
Column	VF-624 MS 60m x 0.25mm x 1.4μm
Carrier gas	He
Detector	Tandem EI mode
Split	Splitless
Oven temp.	40℃

Detector temp.	270℃
Injector temp.	270℃
Ramp	40℃, 7min holding 120℃, 50℃/min 180℃, 5℃/min 200℃, 2℃/min, 5min holding 265℃, 10℃/min
Final temp.	265℃
Final time	15 min

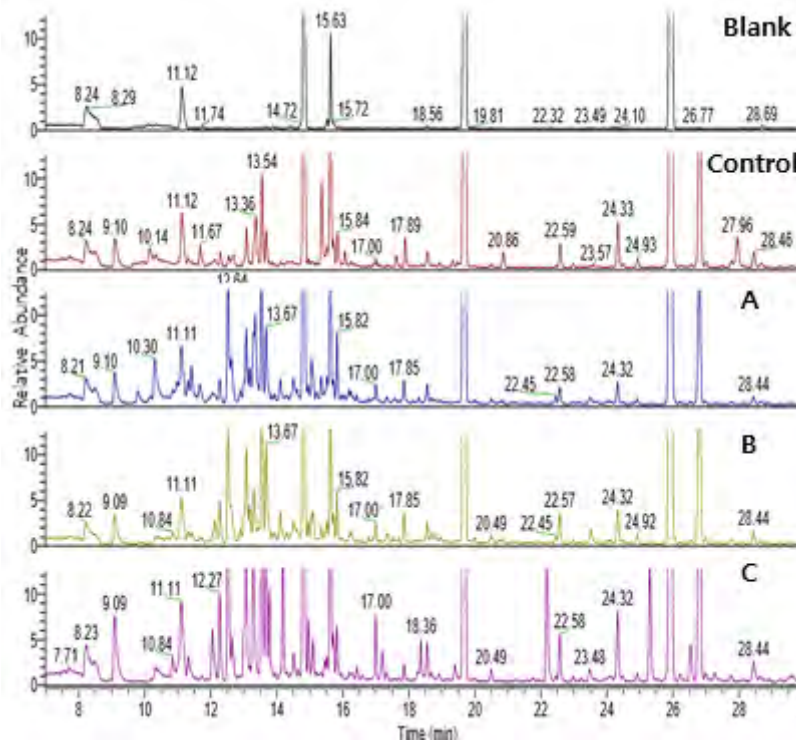


그림. 선정 제품의 flavor profile analysis 결과 비교.

표. 선정 제품의 flavor compounds와 개별 compound의 flavor character

R.T.	Compounds	Characteristics of Flavor	area %			
			Control	A	B	C
13.54	Decane,_2,6,7-trimethyl		17.9051	16.9572	26.3117	22.0690
13.36	Trisulfide,_dimethyl	sulfurous, alliaceous, gassy, savory, meaty, fresh, vegetable	17.1643	24.0636	19.3311	13.2691
15.36	Benzeneacetaldehyde	sweet, honey	8.6419	1.5914	1.0820	0.1822
26.80	caryophyllene	sweet, woody, spice, clove, dry, pepper-like	5.0497	2.3550	3.5999	2.3723
20.86	1,4-Dioxane-2,5-dione,_3,6-dimethyl-		4.3651	1.1215	1.4784	0.1754
13.37	2-oxazolinethione***	ripe, onion, gassy, meaty, sulfurous, pungent, brothy, chicken, egg yolk, rich mouth feel	3.6822	0.1230	0.0074	0.0037
27.95	5-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-2H-pyridine		3.1957	0.0532	0.0004	0.0004
13.54	dl-limonene	citrus, herbal, terpenic, camphrous	2.3618	2.3489	3.6159	2.8368
9.11	Hexanal	green, fatty, green, aldehydic, grass,	2.0343	1.4566	1.4574	1.4776

		leafy, fruity, sweet, woody, vegetative, apple				
13.08	delta-3-carene	citrus, sweet, terpenic, fir, needle	2.0297	2.2254	3.1548	1.9168
13.68	p-cymene	terpenic, fresh, citrus, woody, spicy, pepper, cumin, lemon	1.9718	1.4109	2.0442	4.1577
24.34	alpha-copaene**	woody, spicy, honey	1.5564	0.4972	0.8269	0.7823
11.68	Disulfide,_methyl_2-propenyl-		1.4392	0.4117	0.0081	0.0027
8.51	toluene	sweet	1.3439	0.7756	0.1622	0.3524
37.26	Pentadecanal-	fresh, waxy	1.2910	0.3423	0.2400	0.1436
13.31	Benzaldehyde	nutty, sweet, roasted, baked	1.1426	2.0722	1.7224	1.5034
41.78	Hexadecanoic_acid,_methyl_ester	waxy, oily, fatty, orris	1.0963	0.1687	0.0813	0.0079
17.88	carbitol_acetate		1.0864	0.0054	0.0043	N/A
22.58	delta-elemene**		1.0459	0.4736	0.8612	0.6354
12.65	Heptane,_2,2,4,6,6-pentamethyl-		0.8096	3.0159	2.4702	0.7659
10.33	p-Xylene		0.7756	1.5842	0.2577	0.2350
12.29	beta-myrcene	spicy, peppery, terpenic, balsamic, plastic, herbal, woody, rose, celery, carrot	0.7293	0.7286	1.4255	1.3633
13.08	alpha-phellandrene	terpenic, citrus, herbal, green, woody, pepper, lime, fresh	0.6810	0.9007	1.3024	0.9143
12.53	Furan,_2-pentyl-	fruity, green, earthy, beany, vegetable, metallic	0.4899	8.7825	11.1954	7.9019
17.87	2-Nonenal,(E)-	fatty, green, cucumber, aldehydic, citrus	0.0456	0.2866	0.4077	0.1096
19.32	2-methoxy-4-methylphenol	spicy, vanilla, leather	0.4026	0.0077	0.0008	0.2541
19.32	4-methyl-1,2,3-trithia-cyclopentane		0.4026	0.0079	N/A	0.2541
21.92	Undecanal	sweet, pungent, green	0.2675	0.5777	0.4169	13.4897
10.32	1-Hexanol	woody, cut grass, chemical-winey, fatty, fruity	0.2467	1.7749	0.1374	0.1661
13.79	beta-phellandrene		0.1760	0.1358	0.1992	1.5295
9.85	Pyrazine,_methyl-	cabbage, onion	0.1594	1.5916	0.1852	0.0489
13.38	2,3,5-trimethylpyrazine	nutty, musty, earthy, powdery, cocoa, peanut, potato	0.1043	3.6866	0.2271	0.1423
24.48	clovene**		0.1132	0.0413	0.0806	0.0617
15.07	3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	burnt, popcorn, roasted, cocoa	0.0664	1.1662	0.2050	0.1328
22.58	2,4-Decadienal,(E,E)-	fatty, oily, cucumber, melon, citrus, pumpkin, nutty, chicken, fried, brothy, aldehyde, green, fried, potato	0.0649	0.0660	37.6889	0.0573
18.31	2-Decanone	fruity, musty, orange, floral, fatty, peach, fermented cheese	0.0123	0.1592	0.0499	0.1000
17.61	1-nonanol	fresh, clean, fatty, floral, rose, orange, dusty, wet, oily, aldehydic, waxy, citrus, tart, sweet	0.0114	0.0947	0.1011	0.0232
14.52	exo-isocamphanone***	cambhoreous, minty, phenolic, herbal, woody, medicinal, mentholic, cooling, green	0.0071	0.2858	0.3258	0.2744
12.51	1-Heptanol	fragrant, woody, oily, green, fatty winey, sap, musty, leafy, violet, herbal, sweet, pungent, vegetable, fruity, apple, banana, solvent, fermented, nutty, aldehydic	N/A	0.1922	0.1288	0.0889

19.39	cresol	phenolic	N/A	0.0078	0.0015	0.2528
24.04	2-methoxy-4-vinylphenol **	sweet, spicy, clove, smoky odour, sweet taste, smoky bacon	N/A	0.1322	0.0830	0.0352

○ 표에서 붉은색으로 표시된 compounds는 대조구가 시판 식물성 고기 시료보다 상대적으로 많은 함량을 가진 flavor compounds이며, 파란색으로 표시된 compounds는 시판 식물성 고기 시료가 대조구 보다 상대적으로 많은 함량을 가진 flavor compounds임.

○ 특히, 대조구에서는 meaty, rich mouth feel flavor compounds 인 2-oxazolinethione이 시판 식물성 고기 시료 보다 많이 함유되어 있어 aroma active compounds 일 것으로 판단됨.

○ 시판 식물성 고기에서는 beany flavor인 furan, 2-pentyl- 이 대조구 보다 많이 함유되어 있어 특유의 콩 비린내로 인하여 기호도가 떨어지는 것으로 생각됨.

□ 조직감 및 다즙성 분석

○ 본 연구에서는 각 제품을 떡갈비와 동일한 가열 조건(fan frying)으로 조리한 후 이화학적 특성 및 관능평가를 실시함. 이화학적 특성으로는 TPA, 수분함량 및 보수력을 측정함. TPA는 texture analyzer(CT3, Brookfield, USA)를 사용하였으며, trigger load는 10 g, test speed는 1 mm/s의 조건으로 실시하였고, compression rate는 시료 높이의 60%로 설정함. 보수력은 1,000 ×g에서 10분간 원심분리 후 유출되는 수분의 양으로 산출하였음.

○ 조직감 분석 결과 식물성 대체고기 제품들은 대조구에 비하여 경도, 점성 및 씹힘성이 높은 특성을 보인 반면, 탄력성, 응집성 및 회복성은 낮은 특성을 보임. 따라서 시판중인 식물성 대체고기 제품은 다소 질긴 질감과 더불어 쉽게 부셔지는 특성을 보여주는 것으로 분석되며, 결합 소재의 활용을 통한 개선이 요구됨.

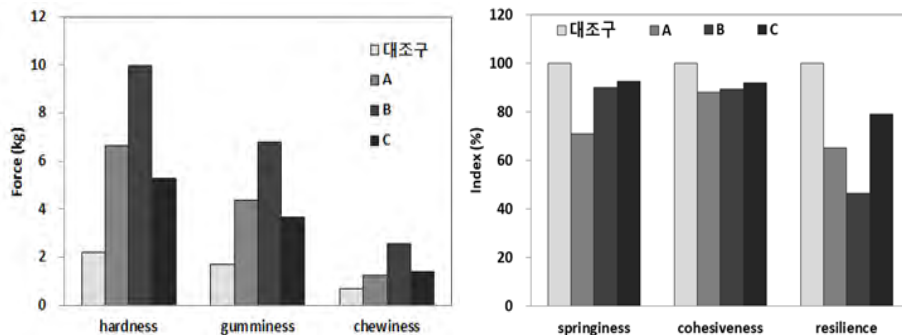


그림. 선정 제품의 texture profile analysis 결과 비교.

○ 수분함량과 보수력은 제품 간에 다소 차이를 보임. 수분함량은 대조구와 유사하거나 ±5% 안팎으로 측정되었음. 보수력은 식물성 대체고기 제품이 대조구와 유사하거나 높게 나타남.

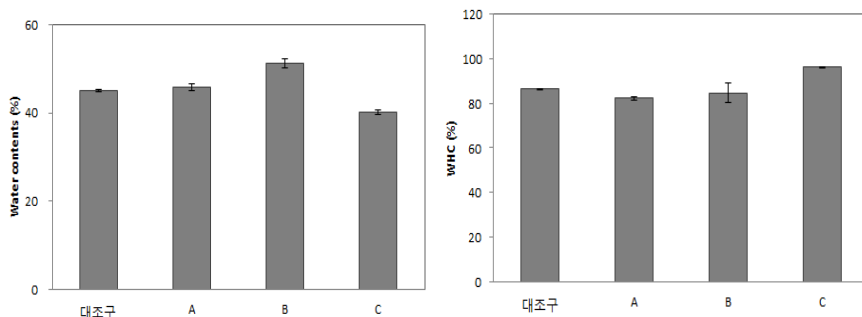


그림. 선정 제품의 수분함량(좌) 및 보수력(우).

□ 식물성 대체고기 기호도에 대한 관능검사

○ 대조구 대비 식물성 대체고기 기호도 평가에서 두드러지는 감소를 나타낸 항목은 향과 다즙성으로 파악됨. 색과 외관에 대한 기호도 항목에서는 식물성 대체고기의 종류에 따라 기호도가 다양하게 나타남. 식물성 대체고기의 조직감과 전반적인 기호도는 식육 떡갈비보다 낮은 기호도로 파악됨.

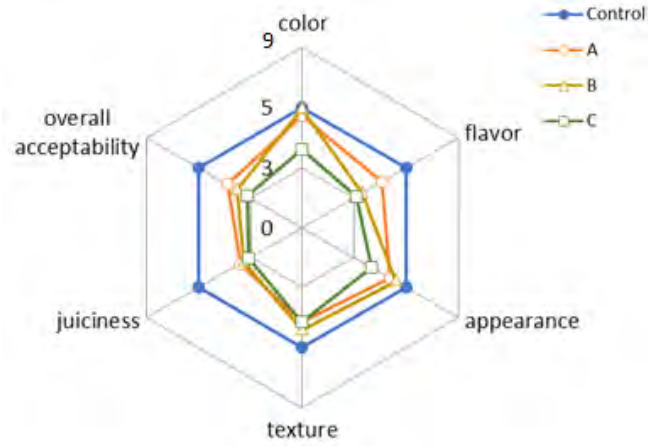


그림. 선정 제품의 관능검사 결과

- 관능평가에서 향에 대한 낮은 기호도에 대한 GC-MS에 의한 이화학 평가와의 관련성을 살펴보면, 식육 떡갈비 제품과 분명하게 구분되는 beany flavor 향미 성분들이 관능적으로 구별되는 것으로 판단됨.
- 관능평가 다즙성에 대한 낮은 기호도 평가는 제품의 수분함량 또는 보수력과 관련성이 낮은 것으로 사료됨. 수분함량과 보수력 측정 결과, 식육 떡갈비 제품을 기준으로 식물성 대체고기 제품과 비교 시 제품에 따라 유사하거나 ±10%이내의 차이를 나타냄. 반면, 지방 함량에 있어서 식물성 대체고기 제품은 6-8%인 반면 식육 떡갈비 제품은 20%내외로 조사되고 있음. 따라서 다즙성에 대한 관능적 기호도는 수분함량보다는 지방 함량에 대한 영향이 클 것으로 생각됨.
- 관능평가 조직감에 대한 낮은 기호도 평가를 texture profile analysis 결과와 관련성을 살펴보면, 식육 떡갈비 제품의 물성은 경도가 낮고, 탄력 있는 식감으로 표현할 수 있음. 반면 식물성 대체고기 제품은 식육 떡갈비 제품보다 경도가 높고 탄력성은 낮은 식감으로 표현할 수 있음. 이러한 차이에 대한 관능적 구분이 기호도 평가결과로 도출된 것으로 판단됨.
- 식물성 대체육의 조리방식과 제품형태 결정하기 위하여 시판 식물성 대체육을 구매하여 추가로 평가를 실시하였음.



그림. 식물성 대체육 시판 제품

식물성 대체고기 관능평가

아래 평가 기준에 따라 1-15 사이의 점수를 부여해 주세요.

20.10.26
기호성식품연구실

외관의 수분정도 (1=매우 촉촉하다 8=보통 15=매우 건조하다), 연도(1=매우 부드럽다 8=보통 15=매우 단단하다), 다즙성(1=매우 푹푹하다 8=매우 촉촉하다), 씹힘성(1=매우 무석하다, 7=매우 좋기하다), 풍 냄새(1=매우 약하다, 8=보통 15=매우 강하다), 후미(1=매우 나쁘다 8=보통 15=매우 좋다), 전반적인 선호도(1=매우 싫다 8=보통 15=매우 좋다)

	A	B	C	D	E	F
외관의 수분정도						
연도						
다즙성						
씹힘성						
풍 냄새						
후미						
전반적인 선호도						
전반적 평가 (향로 적어주세요)						

그림. 식물성 대체고기 관능평가지

표. 식물성 대체육 시중제품 관능평가 결과

	A	B	C	D	E	F
외관의 수분정도	9.81	3.81	5.64	4.18	6.64	10.82
연도	9.63	2.81	6.91	5.82	6.09	9.55
다즙성	3.27	6.64	4.27	5.27	5.64	3.36
씹힘성	4.36	4.27	4.27	5.27	5.91	3.55
콩 냄새	6.90	4.18	4.18	3.55	7.0	6.0
후미	6.0	6.73	5.55	8.18	7.64	7.45
전반적인 선호도	5.18	4.09	3.36	1.82	2.82	3.73

관능평가 인원수 : 11명
 A : 언리미트 B : 제로미트 베지함박 C : 고기대신 함박스테이크, D : 고기대신 베지 떡갈비 E : 고기대신 베지 치킨너겟
 F : 고기대신 비건 한입까스

<전반적인 관능평가 내용>

- A : 육포같음. 불고기향이 강해서 콩 이취가 안느껴짐, 너무 질기고 건조함, 식감과 맛이 좋지 않음, 쫄깃하고 이취가 적지만 후미가 진하게 남음, 텍스처가 좋음
- B : 함박스테이크 재현성이 높음, 맛과 향이 다 좋지만 씹힘성이 부족함, 이질적인 향과 맛이 별로임, 후추맛이 강함, 연하고 다즙성이 좋음, 부드럽고 소스와 함께 먹으면 좋음
- C : 건조해서 입안에 계속 남음, 전반적인 콩의맛과 향이 가려져서 좋음, 떡갈비 같음, 씹힘성이 나쁘지 않음
- D : 진짜 떡갈비와 유사함, 씹힘성이 좋고 단맛과 고기맛이 많이남, 떡갈비 특유의 쫄깃함이 좋음
- E : 치킨너겟과 유사함, 전반적으로 괜찮음, 부드럽고 후미가 좋음, 치킨너겟 같이 바삭함
- F : 고소함이 강함, 약간의 분유맛이 느껴짐, 돈가스 같은 식감임, 식감은 좋음



그림 . 식물성 대체육 시중제품 관능평가 결과 (10.26)

식물성 대체고기 관능평가

아래 평가 기준에 따라 1~15 사이의 점수를 부여해 주세요.

20.11.13
 기능성식품연구실

외관의 수분정도 (1=매우 축축하다 8=보통 15=매우 건조하다), 다즙성(1=매우 퍽퍽하다 8 보통 15=매우 축축하다),
 씹힘성(1=매우 무식하다 8 보통 15=매우 쫄깃하다), 초미/후미(1=매우 나쁘다 8 보통 15=매우 좋다),
 콩 냄새(1=매우 약하다, 8=보통 15=매우 강하다), 전반적인 선호도(1= 매우 싫다 8=보통 15=매우 좋다)

	1	2	3	4
외관의 수분정도				
다즙성				
씹힘성				
초미 / 후미	/	/	/	/
콩 냄새				
전반적인 선호도				
전반적 평가 (말로 적어주세요)				

그림 . 식물성 대체고기 관능평가지 (11/13)

표. 식물성 대체육 시중제품 관능평가 결과

	1	2	3	4
외관의 수분정도	8	8.25	7.44	8.25
다즙성	8	8.88	8.75	10.56
씹힘성	8	11	9.44	11.44
초미	8	10.38	10.31	10.25
후미	8	11.13	10.13	10.81
콩 냄새	8	4.81	5.19	5.56
전반적인 선호도	8	10.81	9.63	11.19

1 : control / 2 : 고기대신 함박스테이크 / 3 : 고기대신 베이직 떡갈비 / 4 : 고기대신 베이직 치킨너겟

<전반적인 관능평가 내용>

- 1 : 딱딱함, 끝 맛이 텁텁함, 콩 냄새가 나는 거 같음, 달콤한 맛이 인위적임, 콩 향이 강함
- 2 : 촉촉함, 맛없음, 기존 패티와 비슷함, 가장 고기와 비슷함, 조직감이 좋고 식감이 좋음, 쫄깃함, 딱딱함
- 3 : 나쁘지 않지만 사서 먹을 정도는 아님, 푸석함, 심심하고 씹힘성이 좋지만 고기 같지 않음, 먹을만함
- 4 : 기름기가 많음, 콩 냄새보다 기름 냄새가 강함, 시중에 판매하는 돈까스 느낌임, 쫄깃함, 맛이 좋음, 씹힘성이 좋고 맛있음



그림. 식물성 대체육 시중제품 및 control

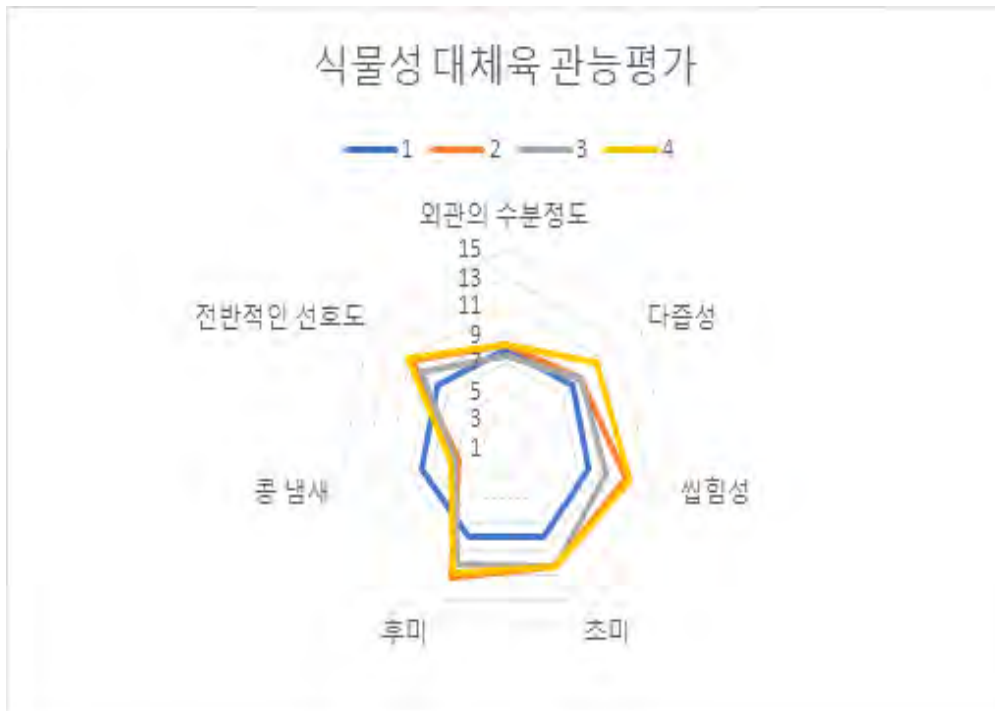


그림. 식물성 대체육 관능평가 결과 (11/13)

○ 1차 관능평가를 진행하여 얻은 결과를 기반으로 하여 가장 점수가 높았던 제품 3가지를 선정하여 실험실에서 가공한 식물성 대체육과 2차 관능평가를 진행하였음. 2차 관능평가(11월13일 진행)결과 2번과 4번 제품의 전반적인 선호도가 높은 것으로 나타났으며 초미와 후미 부분에서도 선호도가 높은 것을 확인할 수 있었음.

다. 식육 색 및 향미 모방 기술 개발

1) 식육 모방을 위한 식물성 색소 부여 기술 개발

(1) 식물성 및 미생물성 commercial pigment를 이용한 식육의 색 모방

○ Commercial pigment는 (주)엠에스씨의 도움을 받아 식물성 그리고 미생물성 색소 샘플을 수집하였음(표)

표. 수집된 식물성 그리고 미생물성 색소와 색소의 특징

색소	특징
치자 적색소	<ul style="list-style-type: none"> • 치자나무 과실로부터 황색, 청색, 적색 3종류의 색소를 얻을 수 있음 • 일반적으로 사용되는 것은 황색이며 이것은 밝은 황색이 특징임. 주색소원은 카로티노이드계의 클로신(Crocine), 클로세틴(Crocetin)으로 카로티노이드계에서는 보기드문 수용성임. 치자황색소는 단백질에 대한 염착성이 비교적 좋아 면류, 절임류, 스낵류 등에 이용됨 • 치자청색소는 치자를 효소반응 시켜 생성되어지는 색소로서 단독으로 사용되는 경우가 적고 주로 치자황색소나 홍화황색소와 배합하여 녹색으로 사용되는 경우가 많음
치자 청색소	
치자 황색소	
카카오 색소	<ul style="list-style-type: none"> • 카카오의 껍질에서 추출 • 푸라보노이드계 • 약산성 이상의 영역에서 내열성, 내광성이 우수
홍화황 색소	<ul style="list-style-type: none"> • 잇꽃을 물로 추출해서 얻는 황색소 • 산성, 중성영역에서 밝은 황색 • 주성분은 후라보노이드계 • 산성에서 내광성이 우수 • 음료를 중심으로 과자, 면 등에 폭넓게 사용
비트레드칼라	<ul style="list-style-type: none"> • 적색 사탕무우 뿌리에서 추출한 적색 색소 • 주성분은 베타닌 • 중성, 약산성에 주로 사용 • 단백질등에 대한 염착성 양호 • 내광성, 내열성이 약함
홍국 적색소	<ul style="list-style-type: none"> • 모나스커스종의 균이 생산하는 수용성 적색 색소 • 주성분은 모나스쿨부린과 루블로판크타친
자색고구마색소	<ul style="list-style-type: none"> • 고구마의 형질 전환시킨 자주색 고구마에서 추출 • 주성분은 안토시아닌
적양배추 색소	<ul style="list-style-type: none"> • 적양배추 잎에서부터 추출해서 얻어지는 적색 또는 적자색의 색소 • 주성분은 안토시아닌 • 수용액의 pH에 따라 색이 변함 (산성: 적색, 중성: 자주색, 알칼리성: 암녹색) • 산성에서는 빛, 열에 비교적 안정하고 내열성이 있음

○ 수집된 식물성 및 미생물성 commercial 색소를 콩단백질에 0.1%를 적용하여 색차계(CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)로 Lightness (L, white +100 ~ 0 black), redness (a, red +100 ~ -80 green), yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)를 분석하였음. 색소는 조리 전과 후의 색 변화에 큰 차이가 없었기 때문에 조리 후 색도만을 평가하였음.

○ 가루 형태인 색소의 색차값을 얻기 위하여 soy protein에 물을 첨가하여 반죽을 만들어서 중량 대비 0.1%의 색소를 첨가한 후 끓는 물에 10분간 쪄낸 후 색차를 측정함.



표. 개별 Commercial pigment가 첨가된 콩단백질의 color analysis 결과

Pigment	L	a	b
소고기 패티	51.39	6.38	12.36
Blank	60.20	-0.48	+15.08
치자적색소-A	50.08	+10.34	+3.65
비트레드칼라	56.23	+2.70	+13.04
홍화황색소-200	59.50	-2.21	+19.79
카카오색소-C	45.92	+3.87	+7.59
치자청색소-50	53.58	-4.68	+5.57
자주색고구마색소-BP	51.67	-0.15	+6.61
치자황색소-150	61.56	-2.94	+28.00
홍국적색소-200	47.60	+19.90	+16.38
적양배추색소-M	53.62	-0.83	+4.08

- 한가지 색소만으로는 조리 후 식육의 색을 모방하는데는 한계가 있는 것으로 생각됨. 따라서 식육의 색에서 분석결과 중요하게 생각되는 a값을 기준으로 대조구와 가장 a값이 유사한 카카오색소 0.075%에 나머지 색소 0.025%를 각각 섞어 콩단백질에 적용하여 색도를 분석함.
- 간 소고기를 패티의 형태로 만들어 스팀 후 control로 하고 색을 비교하였을 때 카카오색소-C의 redness (a, red +100 ~ -80 green)와 yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)의 비율이 소고기 패티의 비율과 가장 유사함. 카카오색소-C를 바탕으로 하여 카카오색소-C와 다른 색소의 비율을 3:1로 혼합하여 부족한 색을 보완함.



그림. 카카오색소(0.075%)와 다른 색소(0.025%)로 염색한 콩단백질

표. 카카오색소(0.075%)와 다른 색소(0.025%)로 염색한 콩단백질의 color analysis 결과

Pigment	L	a	b
소고기 패티	51.39	+6.38	+12.36
카카오색소-C + 치자적색소-A	49.21	+4.71	+8.37
카카오색소-C + 비트레드칼라	50.43	+3.02	+6.82
카카오색소-C + 홍화황색소-200	49.23	+2.39	+9.76
카카오색소-C + 치자청색소-50	52.08	+2.42	+9.56
카카오색소-C + 자주색고구마색소-BP	47.98	+3.08	+7.39

카카오색소-C + 치자황색소-150	51.02	+2.37	+13.33
카카오색소-C + 홍국적색소-200	48.99	+6.67	+10.36
카카오색소-C + 적양배추색소-M	47.95	+2.76	+8.47

- 최종 선정된 색소의 비율은 카카오색소-C와 치자황색소-A를 3:1로 혼합한 것이며, 전체 식물고기 배합비의 0.1% 첨가했을 때 가장 control과 유사하게 나타남.
- 저장 및 조리 조건에 따라 색의 안정성을 평가하였을 때, 식용 색소는 산소와의 반응성이 낮아서 저장조건이나 기간, 조리 조건에 따른 색차 값의 변화가 미미하지만, 수분함량에 따라 L값이 비례적으로 증가하였음. 스팀 직후에는 L값이 증가하지만 방냉시키면 점차 감소함.
- 천연 색소가 가루 형태이기 때문에 TVP와 배합했을 때 균일하게 염색되지 않고 뭉치는 문제점이 있어 제품 내 분산 방법을 확립할 필요가 있음. 이를 해결하기 위해 물에 용해하는 방법을 사용하면 되지만, 물을 추가로 사용하기에는 제품의 물성에 직접적으로 영향을 줄 수 있음. 따라서, 식물고기의 제조 단계 중 염지 단계에 추가하여 천연 색소를 양념장에 먼저 녹인 다음 첨가하는 것이 TVP를 균일하게 염색하는 데 효과적임.
- 개별 색소로 인하여 카카오 색소의 L, a, b 값이 영향을 받기는 했으나 두 개의 조합으로는 식육의 색을 모방하는데 한계가 있음. 따라서 여러 색소의 조합을 통한 식육 모방을 진행하면서 근육의 색소인 myoglobin을 추출 및 적용하는 연구 실시하였음.

(2) 식육 색 모방을 위한 heme-protein의 역할 규명

- 육색 모방을 위한 heme protein의 역할 규명을 위하여 호주산 소고기 등심 부위를 갈아 crude myoglobin을 추출하고 추출된 고기의 가열 전후의 향미 및 색 특성 분석을 실시함.

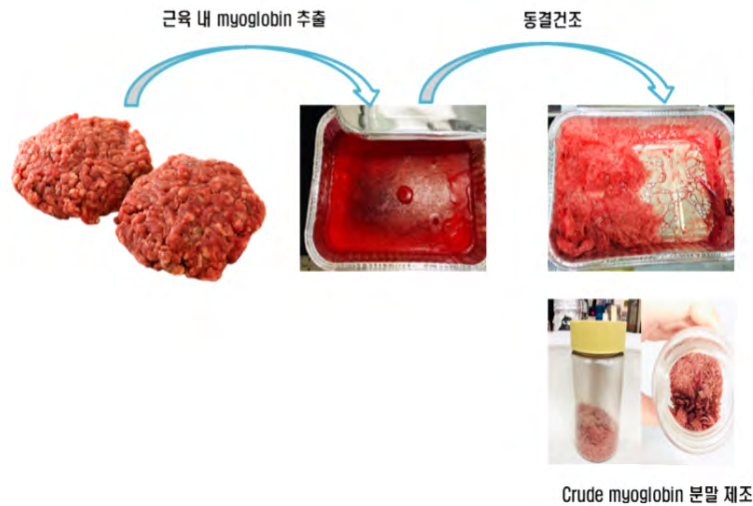


그림. Crude myoglobin 분말 제조 과정

- Myoglobin의 식육내의 색과 향미에 미치는 영향을 확인하기 위하여, myoglobin 제거 전후의 소고기에 NaCl 1%를 첨가하여 일정한 크기(60*15*10 mm)의 패티형태로 만들어 팬에 굽기 전과 후의 색변화를 측정하고 식용유를 두른 팬에 표면이 노릇해질 때까지 구워 관능평가를 실시하였음. 또한 myoglobin 첨가에 의한 색과 향미 변화를 확인하기 위하여 myoglobin을 제거하지 않은 소고기를 positive control로하고 myoglobin을 첨가한 시료와 myoglobin을 제거한 소고기를 negative control로하고 myoglobin을 첨가하여 동일한 방법으로 소금간만하고 각각 팬에 굽기 전후의 색변화를 측정하였음 (그림 4-2).

표. Myoglobin 추출 전과 후의 육색 변화

	Raw		Cooked	
	Control	Mb 용출	Control	Myoglobin 용출
L	34.05±18.05	28.25±6.49	51.39±1.48	44.77±1.28
a	24.82±16.67	20.13±13.66	6.38±0.45	7.53±0.54
b	21.35±17.11	26.44±14.46	12.36±0.56	10.49±0.50

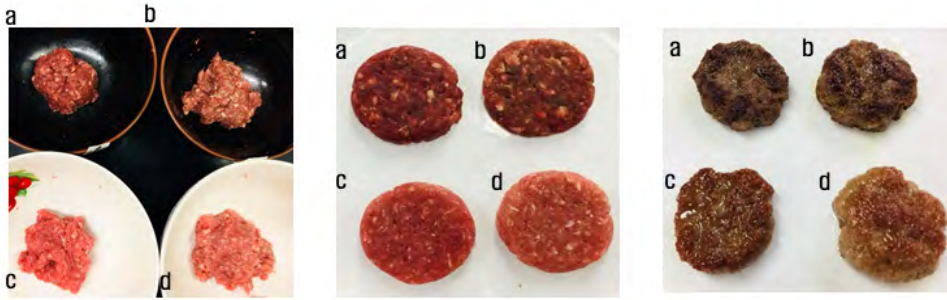


그림. Myoglobin이 육색에 미치는 영향

- Myoglobin 제거하면 조리 전 lightness (L, white +100 ~ 0 black), redness (a, red +100 ~ -80 green)가 감소하고, yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)가 증가하였으며, 조리 후에는 L, b가 감소하고 a가 다소 증가함.
- Myoglobin 제거 전과 후의 향미를 비교하고자, 전문 묘사분석 패널을 활용하여 myoglobin이 제거되지 않은 소고기와 myoglobin이 제거된 소고기를 패티 형태로 만든 다음 팬에 구어 색, 향, 맛, 질감을 출현하는 순서대로 묘사하도록 하였음.

표. Myoglobin 제거 전과 후 조리된 소고기의 향미 묘사

	Myoglobin 제거 전	Myoglobin 제거 후
색	<ul style="list-style-type: none"> • 색이 노릇하다. • 먹음직스러워 보인다. • 색이 진하다. • 갈색빛이 돈다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 허옇다.
향	<ul style="list-style-type: none"> • 고기냄새가 난다. • 소고기향이 난다. • 고기향이 진하다. • 플레인 요거트의 향이 난다. • 특유의 냄새가 강하다. • 향이 강하다. • 고소한 향과 맛이 있다. • 햄버거 패티향과 비슷하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 고기향이 아니다. • 고기냄새가 나지 않는다. • 고기향보다 연하다. • 물에 한번 데친 고기향이다. • 감자냄새가 난다. • 구운 알감자 냄새가 난다. • 껍질 벗긴 감자냄새가 난다. • 감자튀김 냄새가 난다. • 기름에 골려진 감자향이 난다. • 콩비린내와 기름냄새가 심하다. • 기름진 냄새가 난다. • 두부향이 난다. • 콩비린내가 난다. • 고소한 냄새가 난다. • 싱거운 향이다. • 크림수프같이 고소한 향이난다. • 냄새가 좋지 않다.
맛	<ul style="list-style-type: none"> • 짜다. • 간이 잘 배어 있다. • 간이 더 짰다. • 감칠맛이 있다. • 고기의 감칠맛이 있다. • 맛이 풍부하다. • 풍미가 짙다. • 단맛이 있다. • 고기맛이 강하다. • 선지의 맛이 강하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 고기 맛이 약하다. • 고기의 깊은 맛이 적다. • 고기 맛이 아니라 멍멍하다. • 고기 특유의 맛이 없다. • 감칠맛이 약하다. • 고기의 감칠맛이 없다. • 사골 육수 맛이 느껴진다. • 단백하다. • 후미가 깔끔하다. • 먹을수록 느끼하다.

- 후미에 째째한 피맛이 있다.
- 후미에 비릿한 맛이 있다.
- 사골육수같은 맛이 있다.
- 후미에 마른오징어 맛이 난다.
- 구수하다.
- 씹을수록 고소하다.
- 침이 고인다.
- 느끼하다.
- 버터 맛이 살짝 난다.
- 기름 맛이 강하다.
- 고등어 비린맛이 난다.
- 느끼하다.
- 동그랑땡 같은 맛이다.
- 침이 생기지 않는다.

질감

- 육즙이 있다.
- 육즙이 많다.
- 수분감이 많다.
- 기름이 잘 섞여진 느낌이 있다.
- 찰기가 있다.
- 질기다.
- 씹을 때 잘 뭉쳐진다.
- 결합력이 좋다.
- 쫄득하다.
- 씹는 느낌이 강하다.
- 조직이 단단하다.
- 질감이 거칠다.
- 퍽퍽하다.
- 단단하다.
- 촉감이 거칠지만 좋다.
- 씹으면서 부드러워진다.
- 씹을 때 잘 부서진다.
- 부서지는 느낌이 난다.
- 식감이 퍼석하다.
- 퍽퍽한 느낌이다.
- 잘 부서지면서 질기다.
- 질기다.
- 육즙이 별로 없다.
- 육즙이 없다.
- 뻣뻣하다.
- 치아에 째째 달라붙는다.
- 부드럽다.
- 콩고기 같다.
- 고기를 먹는 것 같지 않다.
- 두부로 만든 동그랑땡을 먹는 것 같다.
- 사료 같은 느낌이다.
- 질감이 사료를 뭉쳐놓은 느낌이다.
- 햄버거 패티 같다.

- Myoglobin이 제거된 고기는 붉은색이 상대적으로 약하게 느껴졌으며, 콩고기나 두부와 같은 질감과 향을 나타냄. 또한, 고기 특유의 감칠맛 또한 감소함에 따라 myoglobin은 식육의 색과 향 그리고 맛을 모방하는 데 매우 중요한 요소일 것으로 생각됨.
- 묘사분석 결과를 바탕으로 관능검사 항목 8가지를 선정하고 5점법을 이용하여 관능평가를 하였음.

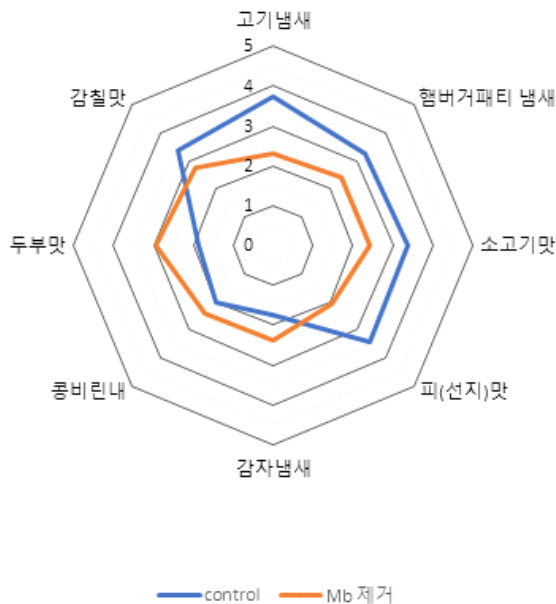


그림. Myoglobin 제거 전과 후의 소고기의 향미 특성

- Myoglobin을 제거한 고기는 제거하기 전 소고기보다 색, 고기냄새, 햄버거 패티 냄새, 소고기 맛, 피(선지) 맛, 감칠맛이 감소하였으며, 감자냄새, 콩비린내, 두부맛이 증가하였음(그림 4-3). Myoglobin을 제거한 소고기는 제거 전의 소고기보다 전체적인 선호도가 낮게 나타났음. 따라서 Myoglobin은 식육의 색뿐만 아니라 고기에서 느껴지는 맛과 향에 매우 큰 영향을 끼치는 것으로 사료됨.

표. 추출된 crude myoglobin 첨가에 따른 육색의 변화

	Raw				Cooked			
	control+Mb	control	Mb제거 후 Mb 첨가	control-Mb	control+Mb	control	Mb제거 후 Mb 첨가	control-Mb
L	31.03±1.17	33.82±1.25	37.40±0.67	42.61±0.89	44.15±0.73	45.11±0.50	48.40±2.85	52.55±0.61
a	12.63±1.11	12.32±0.32	14.60±0.19	11.44±0.67	7.70±0.12	8.07±0.26	7.84±0.70	6.18±0.35
b	7.92±0.63	9.34±0.68	9.28±0.18	9.88±0.91	9.02±0.24	9.54±0.31	10.79±0.45	10.96±0.08

- Myoglobin을 첨가하면 lightness (L, white +100 ~ 0 black)가 감소하고, redness (a, red +100 ~ -80 green)는 증가, yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)가 감소함.
- 추출된 crude myoglobin 분말의 단백질 함량은 5.1%였으며, 이를 조직대두단백을 이용한 식물성 대체고기제조에 적용하여 색 변화를 관찰하였음.



그림. Myoglobin 제거 전과 후의 소고기의 향미 특성

표. 추출된 crude myoglobin 첨가에 따른 조직단백의 색 변화

	Raw					Cooked				
	control	blank	1% Mb	2% Mb	4% Mb	control	blank	1% Mb	2% Mb	4% Mb
L	46.81±0.45	65.39±0.37	61.68±1.14	57.76±0.67	53.02±0.61	46.00±0.43	61.64±0.49	61.14±0.79	54.94±0.67	53.64±1.38
a	18.41±0.57	1.79±0.08	5.73±0.51	9.46±8.95	12.42±0.26	12.99±0.52	2.31±0.07	3.33±0.10	4.75±0.11	5.58±0.24
b	13.39±0.16	15.34±0.48	14.79±0.14	14.15±0.15	13.61±0.31	13.24±0.63	18.47±0.39	14.18±0.31	14.49±0.51	14.27±0.47

- 조직대두단백(blank)에 myoglobin 첨가량이 증가할수록 lightness (L, white +100 ~ 0 black)는 감소하고, redness (a, red +100 ~ -80 green)는 증가, yellowness (b, yellow +70 ~ -80 blue)가 감소함.
- 기존 식물성 식용 색소를 이용하였을때는 조리 전과 후의 색변화가 거의 없었으나, myoglobin을 적용하였을 때는 식육을 조리했을때와 같이 조리 전후의 색 변화가 뚜렷하게 나타났으며 특히 redness(a)의 변화가 뚜렷함.
- 1차년도 연구결과에 따르면, 기존 식물성 대체 고기는 식용 색소를 이용하여 색모양의 한계가 있으며, 적색도가 지나치게 높으면 관능적으로 나쁜 영향을 주는 것으로 확인됨에따라 현재 식육 색 모방에는 적색도가 중요한 평가 요소임.
- Myoglobin의 적용은 식육 색 모방의 핵심 요소가 될 것으로 생각되며, 식물성 heme protein 확보 및 대량생산이 필수적임.

(4) 식물 원료로부터 heme protein 추출 방법 확립 및 생산

- 글로빈은 박테리아, 원생 동물, 균류, 식물 및 동물에서 모두 존재하는 단백질임. 식물성 heme protein은 콩과 식물의 공생하는 *Rhizobium* 속 박테리아에 의해 생성되는 것으로 알려져 있으며 leghemoglobin(LegHb)으로 불림.
- 매우 높은 농도의 콩과 식물 뿌리 결절에서 생성됨. 결절의 가용성 식물 단백질의 최대 30 %는 레그 헤모글로빈이며 활성 결절의 특징적인 붉은 색을 담당하는 것으로 알려짐. Leghemoglobin은 산소 결합 단백질로서 자유 산소를 해리 상수와 일치하는 낮은 농도로 완충시킴과 동시에, 동물 근육세포의 미오글로빈과 같이 레그 헤모글로빈은 자유 산소 농도가 매우 낮지만, 박테리아 함유 세포 내에서 높은 속도로 산소 확산을 촉진하는 것으로 알려짐. Leghemoglobin은 뿌리 결절에서 질소 고정 세균 주위의 O₂ 장력을 감소시키고 박테리아 호흡을 허용하기 위해 리간드의 신속한 방출로 O₂ 확산을 촉진시키기 위해 진화했음.
- Leghemoglobin과 myoglobin은 모두 공통적인 fold를 공유하며 산소의 촉진 된 확산을 조절하는데, Leghemoglobin은 산소 친화성을 낮추는 새로운 주머니 아미노산의 새로운 조합을 사용하여 myoglobin과 다른 메커니즘을 통해 산소 친화성을 조절하는 것으로 밝혀짐.
- Impossible food에서 제조한 버거의 핵심 물질을 LegHb으로 홍보하고 있으며, 이는고기 색뿐만 아니라 맛을 결정하는 주요성분으로 효모에 유전자를 삽입하여 생산하고 있음. 2018년 7월 LegHb에 대한 안전성이 입증되어 FDA의 허가를 받았음.
- 본 연구에서는 식물성 소재인 콩의 뿌리에 존재하는 적색소 Leghemoglobin을 생산하는 sequence를 pBHA에 삽입하고 E.coli를 이용하여 배양하였음.

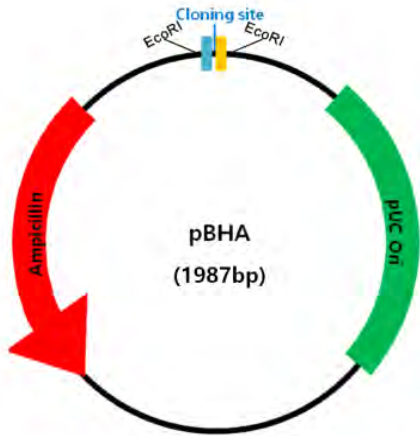


그림. Plasmid pBHA (size : 1987bp)

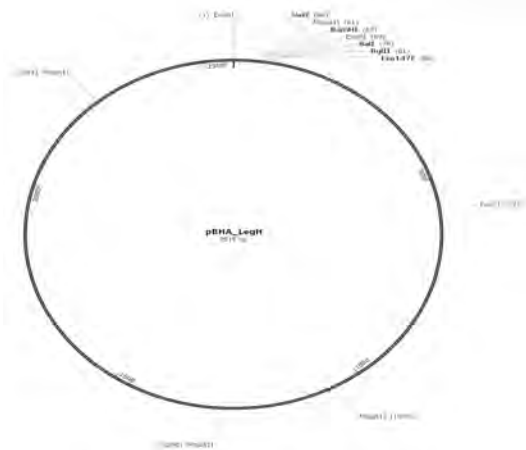


그림. Plasmid pBHA(with LegH) 와 제한효소 (size : 2515bp)



그림. Plasmid pJan 와 제한효소 (size : 4329bp)



그림. Plasmid pET-24a(+) 와 제한효소 (size : 5310bp)

- 배양 결과, 항생제 ampicillin이 포함된 배지에서 E.coli(with pBHA)가 성장하는 것을 확인하였고, 21일차부터 적색을 나타내는 것을 확인하였음.



그림. e.coli(with pBHA) 배양 결과
(순서대로) 배양 7일 후, 배양 21일 후, 배양 30일 후

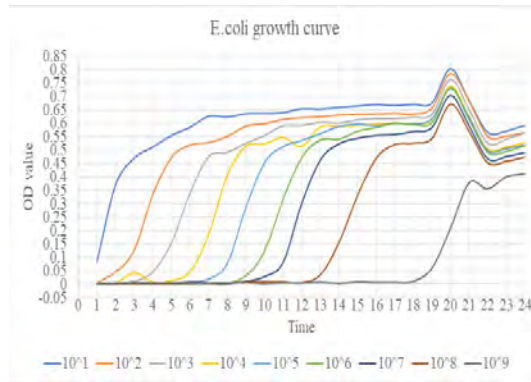


그림. E.coli(with pBHA) growth curve
 $10^1 \sim 10^9$ 으로 희석하여 균을 접종한 후 24시간 동안 매시간마다 OD를 측정하였음

○ pBHA를 삽입한 *E.coli* 48시간 배양 후 plasmid를 추출하여 전기영동을 이용하여 결과를 확인하였음.

Ladder Ladder Ladder

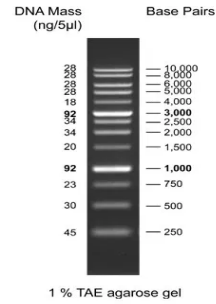
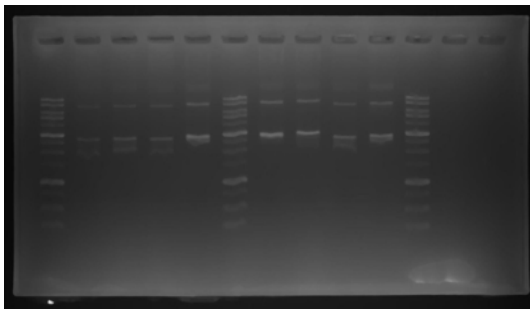


그림. pBHA 전기영동 (Ladder - 1kb)
(좌) pBHA 전기영동 결과, (우) 1kb ladder

- *E.coli*(with pBHA) 에서 추출 후 gel purification을 이용하여 pBHA를 확보하였음.
- pBHA에서 leghemoglobin 생산 sequence를 pJAN에 transformation 진행하였음.
- pJAN을 효모 *pichia pastoris*에 삽입하여 YPD(with Amp)에서 배양하였음.



그림. *Pichia pastoris* 배양 결과
Leghemoglobin을 생산하며 ampicillin(항생제)내성을 갖고있는 pJAN을 포함한 *pichia pastoris* 배양결과 (좌)
pJAN이 포함되지 않은 *pichia pastoris* 배양결과 (우)

(2) 식물 원료로부터 대체 적색소 추출 및 적용

- 식물원료인 감정콩 껍질에서 안토시아닌을 추출하여 동물성 육색소인 마이오글로빈을 동결건조한 분말형태로 준비하여 농도 차이(3%와 5%)로 비교실험 진행하였음. 안토시아닌과 마이오글로빈을 식물성 대체육에 첨가하여 before steam, after steam and after cook 3단계로 구분하여 색도를 비교하였고 물성분석을 진행하였음.

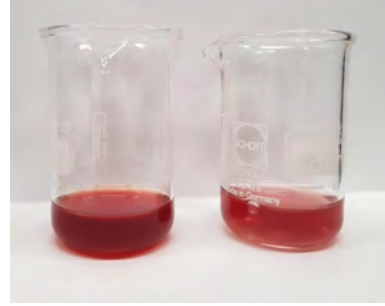


그림. 검정콩에서 추출한 적색소와 마이오글로빈
(각각 3%(좌)와 5%(우)의 농도로 만든 샘플임)



그림. 식물성 대체육에 안토시아닌, 마이오글로빈과 색소미첨가 적용 비교
안토시아닌을 첨가한 샘플 / 마이오글로빈을 첨가한 샘플 / negative control(색소없는 샘플)



그림. 식물성 대체육에 안토시아닌, 마이오글로빈과 색소미첨가 적용 비교 (after steam)
안토시아닌을 첨가한 샘플 / 마이오글로빈을 첨가한 샘플 / negative control(색소없는 샘플)



그림. 식물성 대체육에 안토시아닌, 마이오글로빈과 색소미첨가 적용 비교 (after cook)
안토시아닌을 첨가한 샘플 / 마이오글로빈을 첨가한 샘플 / negative control(색소없는 샘플)

표. 색도 측정 결과 (before steam)

	안토시아닌	마이오글로빈(control)	Negative control
L value	47.79±0.82	51.77±1.17	55.02±0.64
a value	2.51±0.23	6.06±0.14	4.64±0.24
b value	11.51±0.53	21.81±0.41	19.90±0.45

○ before steam 단계에서 색도를 측정한 결과 각 샘플들의 L value, 적색도와 황색도의 경우 유의적 차이가 있음(p < 0.05).

표. 색도 측정 결과 (after steam)

	안토시아닌	마이오글로빈(control)	Negative control
L value	35.08±1.16	41.66±0.89	42.66±1.27
a value	5.92±0.25	5.41±0.27	6.29±0.44
b value	11.60±1.37	18.04±0.72	20.66±0.32

- after steam 단계에서 색도를 측정한 결과 L value는 control 과 negative control 은 유사하였음 (p > 0.05)
- 안토시아닌 샘플은 control들과 유의적 차이가 있었음.(p < 0.05)
- 적색도의 경우 유의적 차이가 없었음 (p > 0.05)
- 황색도의 경우 control들과 안토시아닌 샘플은 유의적 차이가 있었음 (p < 0.05)

표. 색도 측정 결과 (after cook)

	안토시아닌	마이오글로빈(control)	Negative control
L value	39.59±0.45	39.39±2.46	41.05±1.26
a value	8.43±0.36	7.82±0.88	10.20±1.29
b value	18.00±0.62	19.02±2.13	22.50±1.07

- L value과 적색도의 경우 세 샘플간 유의적 차이가 없었음 (p > 0.05)
- 황색도는 안토시아닌 샘플과 control은 유의적 차이가 없었음 (p > 0.05)
- negative control과는 유의적 차이가 있음 (p < 0.05)

표. TPA 결과

Treatment	Teture Profile					
	Chewiness (mJ)	Hardness (N)	Gumminess (N)	Springiness (mm)	Cohesiveness (%)	Resilience (%)
안토시아닌	4.13±0.64	3.72±0.48	1.60±0.18	2.57±0.17	0.43±0.02	0.18±0.01
마이오글로빈	16.87±1.13	11.23±0.26	5.09±0.28	3.31±0.05	0.45±0.04	0.19±0.01
Negative control	5.10±0.87	4.54±0.64	1.89±0.25	2.68±0.12	0.42±0.01	0.17±0.01

- Cohesiveness와 Resilience항목을 제외한 모든 항목에서 안토시아닌과 마이오글로빈은 유의적 차이가 존재하였음 (p < 0.05)
- negative control과 안토시아닌은 모든 항목에서 유의적 차이가 존재하지 않음 (p > 0.05)

2) 식육 모방을 위한 향미 부여 기술 개발

(1) 향미 재현 기반 기술 개발을 위한 식육 향미 성분분석

- 한식 육류 조리에서 많이 이용되는 소고기(같은 것)와 간장, 설탕을 이용하여 가열 조리할 때 생성되는 향기 성분과 개별 전구 물질에서 생성된 flavor substance를 비교하여 반응 생성물을 분석하였음.

□ Roasted beef 유리 flavor compounds

- 고기향은 복잡한 생화학적 변화를 거쳐 전구체가 생성되고 조리 중 아미노산, 펩타이드, 핵산, 당 등과 같은 비지방성분과 지방 성분이 가열 반응을 통하여 특유의 고기 향미가 생산되는 것으로 알려져 있음.
- Meat flavor 생산을 위한 전구물질 선정을 위해 beef와 beef에 부재료(간장, 설탕, 배즙, 양파, 마늘, 생강, 후추, 참기름)를 각각 하나씩 첨가하여 roasting한 다음 향기 성분을 분석하여 고기와 개별 부재료에서 유래하는 향기 성분 규명을 함.

표. Roasted beef의 향기 성분

chemical name	oder description
Aldehyde	
Acetald	pungent, fresh, aldehydic, refreshing, green
Propanal	earthy,alcoholic,winey,whiskey,cocoa,nutty
Butanal	pungent,cocoa,musty,green,malty,bready
n-Valerald	fermented,bready,fruity,nutty,berry
2-Methyl butyl ald	pungent,cocoa,musty,green,malty,bready
Isovalerald	fruity, dry, green, chocolate, nutty, leafy, cocoa
Hexanal	green, woody, vegetative, apple, grassy, citrus and orange with a fresh, lingering aftertaste
Heptanal	green, aldehydic, oily, cortex, grassy, clover, cilantro
t-2-Heptenal	pungent,green,vegetable,fresh,fatty,oily,fruity,appleskin
Octanal	aldehyde, green with a peely citrus orange note
Nonanal	effervescent, aldehydic citrus, cucumber and melon rindy, with raw potato and oily nutty and coconut like nuances
Decanal	waxy, fatty, citrus and orange peel with a slight green melon nuance

Alcohol		
Isopropyl alcohol		dry, alcoholic, woody, musty
Ethyl alcohol		alcoholic, ethereal, medicinal
Amyl alcohol		intense fusel, fermented, bready and cereal with a fruity undertone
1-Penten-3-ol		green vegetable, fruity
Butyl alcohol		banana, fusel
Hexanol		green, fruity, apple-skin and oily
1-Octen-3-ol		mushroom, earthy, fungal, green, oily, vegetative, umami sensation and savory brothy
Heptanol		
2-Ethyl hexanol		green, fruity, apple-skin, oily
Linalool		citrus, orange, lemon, floral, waxy, aldehydic and woody
Octanol		waxy, green, citrus, orange and aldehydic with a fruity nuance
Furfuryl alcohol		burnt, sweet, caramellic, brown
Acid		
Acetic acid		pungent sour overripe fruit
Formic acid		acetic, astringent, fruity, mustard, bready, with a pyruvic acid nuance
Propionic acid		acidic, dairy with a pronounced fruity lift
Isobutyric acid		acidic sour cheesy limburger cheese dairy creamy
Butyric acid		acidic sour, cheesy, dairy, creamy with a fruity nuance
2-Methyl butyric acid		cheese, sweat
Valeric acid		acidic, dairy-like with milky and cheese nuances
Hexanoic acid		
Ketone		
2-Butanone		acetone, ethereal, fruity, camphoreous
Diacetyl		sweet, buttery, creamy, milky
2,3-Pentandione		pungent, sweet, buttery, creamy, caramellic, nutty, cheesy
3-Heptanone		ketonic, with a cheese-like creamy character
2-Heptanone		cheese, fruity, coconut, waxy, green
2-Octanone		earthy, weedy, natural, woody, herbal
3-Octanone		mushroom, ketonic, cheesy and moldy with a fruity nuance
Acetoin		creamy, dairy, sweet, oily, milky, buttery
2-Octanone		dairy, waxy, cheese, woody, mushroom, yeast
1-Octen-3-one		herbal, mushroom, earthy, musty, dirty
6-Methyl 5-hepten-2-one		citrus, green, musty, lemongrass, apple
1-Hydroxy 2-propanone		pungent, sweet, caramellic, ethereal, green, burnt
x Acetophenone		
Ester		
Et O ace		etherial, fruity, sweet, with a grape and cherry nuance
Et O Pp		etherial, fruity, sweet, winey, bubble gum, apple and grape nuances
Bt O Ace		sweet, ripe banana, tutti frutti, tropical and candy-like with green nuances
Isoamyl acetate		sweet fruity, banana-like with a green ripe nuance
1-Hydroxy 2-propanone acetate		fruity, buttery, dairy, nutty
vinyl hexanoate		
Et O Hex		apple peel, fruit
Nitrogen		
Pyrazine		pungent, sweet, corn like, roasted hazelnut, barley
2,5-Dimethyl pyrazine		musty, potato, cocoa and nutty with a fatty and oily nuance
2-Methyl pyrazine		nutty, brown, roasted, musty, astringent
2,3-Dimethyl pyrazine		musty, nut skins, cocoa powdery, roasted coffee and bready
2-Ethyl pyrazine		nutty, musty, casky, woody, potato, earthy and cocoa with a fishy nuance
2-Ethyl 6-methyl pyrazine		
2-Ethyl 5-methyl pyrazine		
2-Ethyl 3,6-dimethyl pyrazine		
Furan		
2-Pentyl furan		green, waxy, with musty, cooked caramellic nuances

	Furfural	brown, sweet, woody, bready,	nutty, caramellic with a burnt astringent nuance
	gamma-Crotonalactone		buttery
Aromatic			
	Benzene		aromatic
	Toluene		sweet
	Ethyl benzene		
	m-Xylene		
	p-Xylene		
	2-Methyl 2-butenal + o-Xylene		
	Benzald	sweet, oily, almond, cherry,	nutty and woody
	Naphthalene		pungent dry tarry
sulfur			
	Methyl mercaptan	sulfurous, alliaceous, creamy	with a surface-ripened cheese topnote and a clean savory meaty depth
	Dimethyl sulfide	sulfurous, vegetative tomato,	corn and asparagus with a dairy creaminess and a slight minty afternote
	Methyl propyl sulfide		alliaceous, creamy, green, leek
	Allyl methyl sulfide		sulfurous, alliaceous, onion, savory
	Dimethyl disulfide		sulfurous cabbage, malt, cream
	Dimethyl trisulfide	sulfurous, alliaceous, gassy,	savory and meaty with a fresh, vegetative nuance
Terpene			
	Limonene	citrus,herbal,terpenic,camphoreous	

○ Roasted beef의 향기 성분은 aldehyde 12, alcohol 12, acid 8, ketone 13, ester 8, nitrogen 8, furan 3, aromatic 9, sulfur 6, terpene 1종류로 분석되었음.

□ 양념으로 사용되는 부재료에서 유래되는 flavor compounds

표. 양념으로 사용되는 부재료에서 유래되는 향기 성분

chemical name	oder description	Area (%)									
		w-soy sauce	w- pear juice	w- sugar	w- onion	w- garlic	w- ginger	w- leek	black pepper	w- sesame seed oil	
Aldehyde											
2-Propenal	almond cherry					v					
t-2-Octenal	fresh cucumber fatty green herbal banana waxy green leafy		v	v		v			v		
trans-2-Nonenal	fatty green cucumber aldehydic citrus						v		v		
2-methyl 2-pentenal	green grassy fruity gassy				v						
Phenyl acetald	honey, sweet, floral, chocolate and cocoa, with a spicy nuance	v									
2,4-Decadienal	fatty, oily, chicken, fried, with a slight rancid tallow nuance						v		v		
Alcohol											
Isobutyl alcohol	fusel whiskey	v									
Allyl alcohol	pungent mustard					v					
Acetol	pungent sweet caramellic ethereal			v	v	v	v	v	v	v	
Phenyl ethyl alcohol	floral rose rose dried rose	v									
alpha-Terpineol	citrus woody lemon lime soapy						v				
2,4-Dimethyl oxazoline 4-methanol		v				v					
Dihydro myrcenol	fresh citrus lime floral clean cologne weedy								v		

Acid												
Ethyl lactate	sweet, fruity, creamy, pineapple-like with a caramellic brown nuance	v										
Ethyl levulinate	fruity, green, waxy and melon	v										
Ketone												
3-methyl 2-butanone	camphor											v
1-Hydroxy 2-butanone	sweet coffee musty grain malty butterscotch	v										
alpha-Angelica lactone	sweet, creamy, coconut, vanilla hay and coumarin-like nuances	v										
gamma-Valerolactone	sweet tonka coumarinic tobacco cocoa dark chocolate coconut	v										
2-Undecanone	waxy, fruity with creamy cheese like notes								v			
2-Furyl methyl ketone	sweet balsamic almond cocoa caramellic coffee	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1-Methyl cyclopenten-3-one		v										
tetrahydro thiophene-3-one												v
Ester												
Methyl acetate	green, ethereal, fruity, fresh, rum and whiskey-like	v								v		
Acetyl acetate	fruity buttery dairy nutty	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Nitrogen												
2-methyl pyrazine	nutty, brown, roasted, musty and astringent								v			
2,6-Dimethyl pyrazine	nutty coffee cocoa musty bready meaty	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
2,3,5-Trimethyl pyrazine	raw, musty, nutty, potato	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Propyl pyrazine												v
2-Vinyl pyrazine	green burnt nutty	v										v
2,6-Diethyl pyrazine	nutty hazelnut	v										v
2-Ethyl-3,5-dimethyl pyrazine	coffee beany nutty grassy roasted				v	v	v			v		v
Methyl propyl pyrazine		v										
Methyl vinyl pyrazine	caramellic chocolate nutty roasted	v			v	v			v	v		v
Acetyl methyl pyrazine												v
2-Acetyl pyrazine	roasted, nutty, bready and yeasty, with popcorn and corn chip nuances											v
2-Methyl pyridine	astringent hazelnut nutty											v
Pyrrrole	sweet warm nutty ethereal											v
3-Methoxy pyridine												v
1-Methyl 2-formyl pyrrole												v
2-Acetyl pyrrole	sweet, musty, nutty	v								v		v

and tea-like									
Furan									
2-Methyl furan	ethereal green cocoa nutty almond coffee								v
2-Vinyl 5-methyl furan									v
Allyl furan									v
2-Methyl tetrahydro furan-3-one		v		v					
2-Acetyl 5-methyl furan			v						v
Maple lactone	sweet caramellic maple sugar coffee woody	v							
gamma-butyrolactone	milky, creamy with fruity peach-like afternotes	v	v	v	v	v		v	v
5-Methyl furfural	sweet, brown, caramellic, grain, maple-like		v		v				
5-Methyl furfuryl alcohol	burnt, sweet, caramellic, brown								v
Aromatic									
Benzyl acetate	fruity, sweet, with balsamic and jasmin floral undertones		v	v				v	v
Phenol	phenolic plastic rubber						v	v	v
p-alpha-Dimethyl styrene	phenolic spicy styrene clove guaiacol								v
Guaiacol	phenolic smoky spicy vanilla woody	v							v
beta-Caryophyllene	spicy clove woody nut skin powdery peppery								v
alpha-Humulene									v
Sulfur									
Propyl mercaptan	cabbage natural gas sweet onion				v	v		v	
Allyl mercaptan	alliacious onion, garlic and leek. it has meaty bouillon savory nuances				v	v			
cis-1-propenyl methyl sulfide					v			v	
trans-1-propenyl methyl sulfide								v	
Thiophene									v
Methyl propenyl sulfide					v	v			
Methyl thioacetate	sulfurous overripe rotten roasted	v			v	v		v	v
2-Methyl thiophene	sulfurous roasted green cabbage onion bitter								v
3-Methyl thiophene	fatty winey							v	v
1-Methylpyrrole	sulfurous onion							v	
Methyl ethyl disulfide									v
propyl thioacetate	onion, garlic sulfurous, alliacious with a fresh green nuance							v	
1-Ethyl pyrrole	burnt								v
Methyl propyl disulfide	onion, garlic, tomato, potato, alliacious and vegetative				v			v	
2-Methyl thiazole	green vegetable								v
Thiazole	pyridine nutty meaty								v

4-Methyl thiazole	green, vegetative, meaty, with an alliaceous nuance									v
2,4-Dimethyl Thiazole	coffee tea beefy roasted barley									v
Methyl 1-propenyl disulfide									v	
Dipropyl disulfide	alliaceous, sulfurous, green, vegetative and asafetida nuances		v						v	
Allyl propyl disulfide	alliaceous garlic green onion		v	v						
trans-1-propenyl propyl disulfide									v	
Diallyl disulfide									v	
Furfuryl methyl sulfide	sulfuraceous, garlic, eggy with a horseradish mustard nuance									v
Diallyl trisulfide	sulfurous onion green onion								v	
Dimethyl sulfone									v	v
1-Methyl thio 2-propane	ripe onion gassy meaty sulfurous		v							v
2-Acetyl thiazole	corn chip with a slight musty background								v	v
Dipropyl trisulfide	alliaceous, sulfurous, green and garlic-like with a tin-like metallic undertone and with minty and tropical nuances		v						v	
1-Methyl thio 2-butanone	mushroom garlic oily fishy									v
Allyl ether									v	
2-Acetyl thiazoline		v	v							
2,5-Dithiahexane	sulfurous dairy									v
3-Vinyl 1,2-dithia-4-ene									v	
Terpene										
alpha-Pinene	fresh camphoreous sweet pine earthy woody								v	v
Camphene	camphoraceous, cooling, minty, with citrus and green spicy nuances								v	
Sabinene	woody, spicy and camphoreous									
alpha-Phellandrene	terpenic, citrus lime with a fresh green note								v	v
Myrcene	woody, vegetative, citrus, fruity with a tropical mango and slight leafy minty nuances								v	v
gamma-Terpinene	terpy, citrus, lime-like, oily, green with a tropical fruity nuance									v
Cymene	fresh citrus terpenic woody spicy	v							v	v
Terpinolene	woody, terpy, lemon and lime-like with a slight herbal and floral nuance								v	v
Citronellal	floral, green, rosy and citrus lemon								v	
Borneol	pine woody camphoreous balsamic								v	

alpha-Cubebene	herbal waxy	V	V
alpha-Zingiberene	spice fresh sharp	V	
beta-Sesquiphellandrene	herbal fruity woody	V	

○ 양념으로 사용되는 부재료 유래 향기 성분은 aldehyde 7, alcohol 8, acid 2, ketone 8, ester 2, nitrogen 16, furan 9, aromatic 6, sulfur 34, terpene 13종류로 분석되었음. 부재료마다 생성되는 물질의 종류가 다르게 나타났으며, 참기름을 첨가한 소고기구이에서 nitrogen, furan, sulfur compounds가 많이 생성되었음. 생강이 첨가된 소고기구이는 terpene류의 compounds를 많이 생성하였음.

□ 동물성 지방 대체 소재 분석을 통한 식물성 전구체 확보

○ Reaction flavor 생산 기술을 이용한 meat flavor 생산을 위하여 다양한 전구물질이 필요함. 일반적으로 meat flavor 생산에 사용되는 전구체는

- 아미노산, 펩타이드, 핵산 함유 전구체: 식물성 단백질가수분해물(밀, 대두, 쌀, 옥수수 등), 효모추출물, 버섯 등
- 당 전구체: ribose와 같은 5탄당, glucose와 같은 6탄당을 비롯한 감자 전분과 같은 전분류
- 지방 전구체: 팜유, 코코넛 오일, 돈지, 우지 등
- 함황 전구체: 마늘, 양파, cysteine, methionine 등
- 기타전구체: thiamine, lysine 등

○ 상업용 meat flavor 생산을 위하여 식물성 개별 전구물질의 확보가 요구되며, 우지를 대체하기 위한 소재가 필요함에 따라 우지의 향기 성분분석을 통해 대체 소재 마련 방안을 마련하고자 하였음.

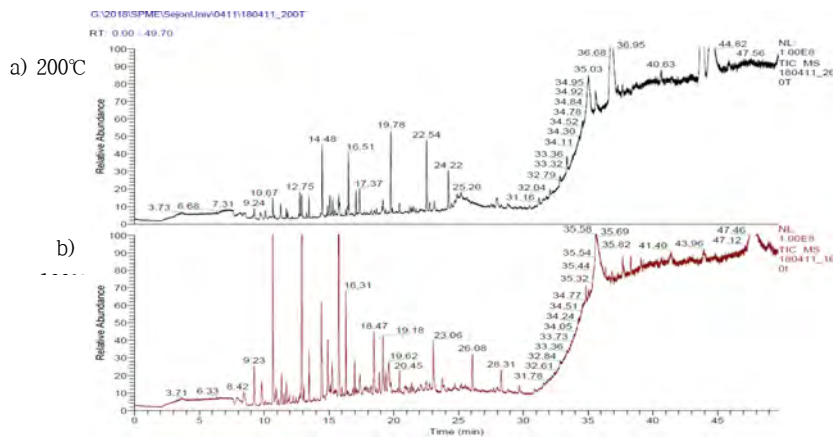



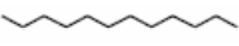

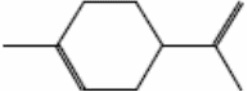



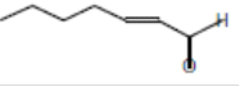



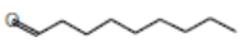

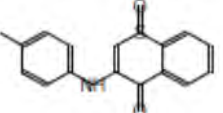

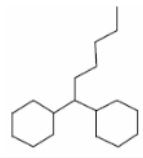





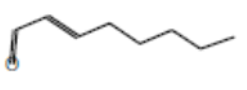



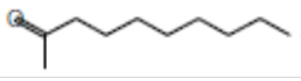

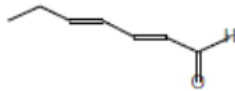

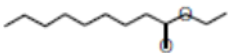



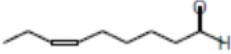

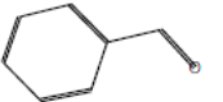


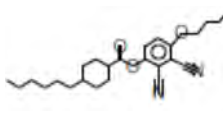





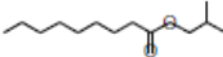



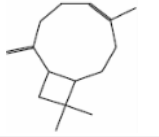



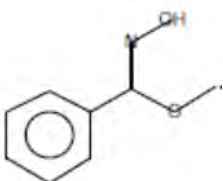

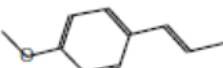



그림. 가열 온도에 따른 우지의 SPME-GC/MS 크로마토그램

표. 온도에 따른 우지의 향기성분 분석

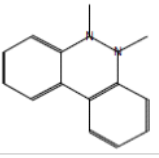
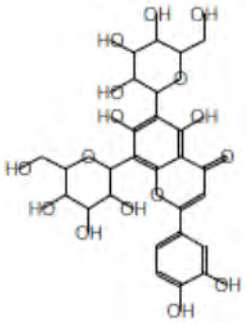
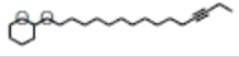
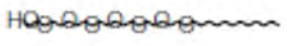
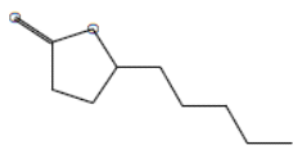
RT	Compound Name	Area %		description	strength	structure
		100°C	200°C			
7.56	N,2-Dimethyldodecylamine		0.58			<chem>CCCCCCCCCCCCN(C)C</chem>
9.72	2-Butenal		0.71	[odor] flower		<chem>CCCC=O</chem>
9.81	2-Butanone, 3,3-dimethyl-1-(methylsulfonyl)-,O-[(methylamino)carbonyl]oxime(CAS)	1.65				<chem>CC(C)(C)C(=O)N(C)C(S(=O)(=O)C)O</chem>
10.09	Hexanal (CAS)		0.69	[Odor] fresh green fatty aldehydic grassy leafy fruity sweaty [Taste] green woody vegetable apple grassy citrus orange fresh	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	<chem>CCCCCC=O</chem>
10.93	Benzene,1,4-dimethyl-	0.78				<chem>Cc1ccc(C)cc1</chem>

						
11.28	Heptanal		0.94	[Odor] fresh aldehydic fatty green herbal wine-lee ozone [Taste] green aldehydic oily cortex grassy clover cilantro	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
11.35	Dodecane	1.35				
11.72	dl-Limonene	0.8				
12.75	Octanal		1.00	[Odor] aldehydic waxy citrus orange green fatty [Taste] aldehydic green peely citrus orange	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
13.46	2-Heptenal, (E)- (CAS)		0.78	[Odor] pungent green vegetable fresh fatty oily fruity [Taste] green sweet fresh fruity apple skin fatty	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
14.42	Tetradecane	4.8				
14.48	Nonanal (CAS)		2.99	[Odor] waxy aldehydic rose fresh orris orange fatty citrus fresh green lemon cucumber [Taste] aldehydic citrus cucumber melon rindy potato raw potato oily nutty coconut	high, recommend smelling in a 10.0% solution or less	
14.91	4H-3-(p-methyl anilino)- 1-benzothiopyr an-4-one1-oxid e		0.52			
14.91	Cyclohexane,1, 1'-hexylidenebi s-	2.83				
15.08	1-Heptanol (CAS)		0.92	[Odor] musty leafy violet herbal green sweet woody peony pungent vegetable fruity apple banana [Taste] solvent fermented oily nutty fatty green aldehydic		
15.24	1-Hexadecanol	1.75				
15.29	2 OCTENAL		0.74	[Odor] aldehydic waxy citrus orange peel green fatty [Taste] aldehyde green with a peely citrus orange note	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
15.83	2,4-Heptadienal , (E,E)-		0.52	[Odor] fatty green oily aldehydic vegetable cinnamon [Taste] fatty green oily greasy	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
16.31	2-Decanone	3.22				
16.51	2,4 HEPTADIENAL		2.43			

						
16.99	Nonanoic acid, ethyl ester	1.09				
17.09	1-Octanol		0.97	[Odor] waxy green orange aldehydic rose mushroom citrus floral sweet fatty coconut [Taste] waxy green citrus orange aldehydic fruity	medium, recommend smelling in a 10.00% solution or less	
17.36	NONENAL		1.39	[Odor] fatty green cucumber aldehydic citrus [Taste] green soapy cucumber melon aldehydic fatty	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
17.4	Benzaldehyde(CAS)	1.5				
17.74	Docosane(CAS)	0.5	1.35	[odor] waxy		
17.88	Cyclohexanecarboxylic acid, 4-hexyl-, 4-butoxy-2,3-dicyanophenylester	0.53				
18.04	5-Octadecenal	0.53				
18.47	Hexadecane	3.27				
18.89	Nonanoic acid, 2-methylpropylester	0.98				
19.38	1-Nonanol(CAS)	0.83				
19.62	Caryophyllene	2.77				
19.78	2-Decenal, (E)-		3.76	[Odor] waxy fatty earthy coriander green mushroom aldehydic chicken pork fatty [Taste] waxy fatty earthy coriander mushroom green pork fatty	high, recommend smelling in a 0.10% solution or less	
20.44	Oxime-, methoxy-phenyl-		0.49			
20.45	Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-(CAS)	0.97				
21.53	8-Heptadecene		0.43			

22.11	Octatriacontylpentafluoropropionate	0.73				
22.52	2-Undecenal	0.7	3.69			
23.06	Azulene(CAS)	2.66				
23.76	Octadecane (CAS)	0.88	2.47			
24.22	2,4-Decadienal, (E,E)- (CAS)		2.18	[Odor] oily cucumber melon citrus pumpkin nutty fatty chicken fried fat coriander brothy [Taste] fatty chicken aldehydic green fried potato	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
25.24	Oleic Acid	0.59				
25.64	Tetratetracontane	4.97	0.97			
26.08	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediylester	2.04				
28.31	1-Dodecanol(CAS)	1.18				
28.80	Heptanoic acid (CAS)		0.46	[Odor] rancid sour cheesy sweaty waxy fermented pineapple fruity [Taste]waxy cheesy fruity dirty fatty	high, recommend smelling in a 1.00% solution or less	
29.7	1,4-Methanobenzocyclodecene 1,2,3,4,4a,5,8,9, 12,12a-decahydro-	0.56				
31.23	Heptaethylene glycol monododecyl ether	0.5	0.66			
31.55	Octaethylene glycol monododecyl ether		0.41			
32.06	2(3H)-Furanone dihydro-5-pentyl-	0.47				

32.83	Octaethylene glycol monododecyl ether		0.93			
34.66	Octaethylene glycol monododecyl ether	0.57				
34.83	9-Heptadecanone	0.91				
35.58	Octaethylene glycol monododecyl ether		2.34			
35.59	Octacosane	3.21	15.86			
36.86	1-Decanol,2-hexyl-	0.53				
37.31	9,10-DIDEUTERO OCTADECANAL		0.48			
37.66	Heptaethylene glycol monododecyl ether		0.83			
37.68	5,6-dihydro-5,6-dimethylbenzo[c]cinnoline	0.97				
37.78	1,1'-Biphenyl,3,4-diethyl-	0.51				
38.31	2-Allyl-5-tert-butylhydroquinone	0.85				
38.45	Heptaethylene glycol monododecyl ether		0.64			
38.71	Octaethylene glycol monododecyl ether		0.51			
39.1	5,6-dihydro-5,6-dimethylbenzo[c]cinnoline	0.78				

					
40.66	Lucenin2	0.54			
41.4	2H-Pyran, tetrahydro-2-(12-pentadecynyl oxy)-	1.21			
42.44	Heptaethylene glycol monododecyl ether		0.44		
43.96	2(3H)-Furanone 5-dodecyldihydr	1.14			

- 고온에서 우지를 가열하였을 때 지방의 열분해에 의해 저분자의 휘발성 향미물질이 생성되며, 생성된 향미물질이 당, 아미노산과 반응하여 다양한 향미 물질이 생성됨.
- 일반적으로 향미물질의 추출방법에는 비휘발성 또는 휘발성 용매를 사용한 추출방법이 사용되며 우지는 비휘발성 용매가 되어 소고기 특유의 향미를 포집하여 특유의 소고기 향미를 가지게 되며, 이를 식물성 지방으로 대체하는 데는 어려움이 있음. 따라서 전구체를 전처리함으로써 우지를 대체할 소재를 개발할 필요가 있음.

(2) 식육 향미 모방을 위한 반응향 생산 기술 개발

- Batch type의 reactor에서 reaction flavor 생산을 통한 base-note의 개발(향미유)
- 식물성 오일을 이용한 향미유를 제조하기 위하여 동물성 및 식물성 오일의 지방산 조성을 비교 분석하여, 향미유 제조에 적합한 식물성 오일을 선정하였음.

표. 동물성 및 식물성 오일의 지방산 조성

원료유지	지방산(%)							기타	포화지방산 비율(%)
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3		
돈지	2	23	3	11	46	13	-	2	36
우지	5	29	3	16	42	1	1	3	50
대두유	-	10.4	-	3.7	21.2	57	7.6	0.1	14.1
팜유	1	44.3	-	4.6	38.7	10.5	-	0.9	49.9

- 동물성 지방의 포화지방산 비율은 식물성 기름과 비교하면 매우 높음. 본 연구에서는 오일 자체 냄새가 적고 상대적으로 포화지방산 비율이 높은 식물성 오일인 팜유를 사용하여 향미유를 제조하였음.

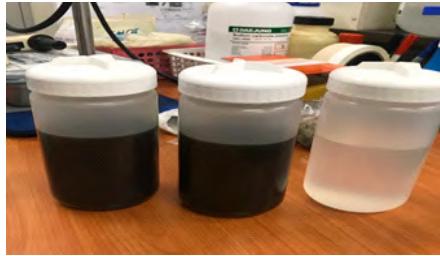


그림. Batch type reaction flavor 생산

○ 팜유 1 liter (비중 0.9210 ~ 0.9240)에 마늘분말, 양파분말, 표고버섯분말, 효모추출물, 간장분말을 각각 300 g 넣고 96±1℃에서 3시간 동안 반응시킨 다음 celite로 filtering 하여 향미유를 제조하였으며 개별 향미유에 대한 관능평가를 실시하였음.



그림. Palm oil을 사용하여 제조된 향미유

표. Palm oil extraction을 통해 제조된 향미유의 관능적 특성

마늘	양파	표고버섯	yeast extract	간장
건조취 식용유 냄새 고소한 냄새 마늘 냄새 마늘의 매운 냄새 열은 고깃국 냄새 쿼퀴한 냄새 요리하고 난 후 기름 냄새 치킨집 오래된 기름 냄새 매우면서 고소한 냄새 치즈스(과자) 매운맛 스낵류 냄새 튀김집 후드에 엉겨붙은 기름 냄새 쿼퀴한 마른 버섯 냄새 오일의 이취가 느껴짐 마늘향이 짙음 마늘향과 양파향이 섞인	시즈닝 없는 양파링 냄새 조금 고소하고 단 냄새 기름에 튀긴 스낵 냄새 볶은 양파 냄새 고깃집 양파소스 냄새 파 기름 냄새 양파와 야채를 고아낸 육수 향 약간의 화장품 냄새 시큼한 향 감초 냄새 특 쏘는 향이 짙음	마른 버섯 냄새 기름냄새는 없음 양파 단내 고깃국 냄새 생크림과 설탕을 같이 끓인 냄새 카라멜 끓인 냄새 달달한 냄새 팝콘 향 눅눅한 새우깡 느낌 옛 냄새 식초냄새(신 내) 대추 향 수정과 냄새 누룽지 냄새(고소한 냄새) 자극적이지 않음	해산물 스낵냄새 짭조름한 냄새 단조롭지 않고 풍미가 있음 새우깡 냄새 소금기 있는 기름 냄새 새우깡 기름 냄새 독특한 조미료(새우분말) 냄새 기름과 소금이 섞인 잔내 자갈치(과자) 맛 까나리 액젓 비린향 볶은 귀뚜라미 냄새 새우깡 감자냄새 자갈치(과자) 향 푹푹한 냄새 고기 비린내가 느껴짐	간장 냄새 짭조름하고 단 냄새 꽃고추 냄새 익힌 피망냄새 짭짤한 과자 냄새 해산물 향 기름에 잔 냄새 소금기 가득한 냄새 국간장 냄새 단내 갈비 끓인 향 잔내 전 찍어먹는 간장 냄새 간장양념 향 양념갈비 향 불고기양념 소스와 흡사 간장 냄새와 단 냄새가 느껴짐

냄새 냄새가 약함				
--------------	--	--	--	--

○ 향미유의 배합비율을 달리하여 100℃에서 20분간 혼합한 다음, 관능평가를 하였음.

표. Palm oil extraction을 통해 제조된 개별 향미유의 배합 비율에 따른 관능적 특성

sample1	sample2	sample3	sample4
간장:양파:마늘:효모추출물:표고 4 : 1 : 1 : 1 : 1	간장:양파:마늘:효모추출물:표고 6 : 1 : 1 : 1 : 1	간장:양파:마늘:효모추출물:표고 4 : 2 : 2 : 1 : 1	간장:양파:마늘:효모추출물:표고 4 : 2 : 2 : 1 : 0
<ul style="list-style-type: none"> 새우깡 냄새 감칠맛 나는 기름내 냄새가 가볍다 배지냄새가 난다 양파향이 가볍게 느껴진다. 신선한 기름 냄새 꽃게 튀긴 냄새 파전 기름 냄새 	<ul style="list-style-type: none"> sample 1에 간장이 더해진 향 간장양념 냄새 향이 깊다 Sample 3 보다 짠내가 덜 남 간장 줄이는 냄새 건버섯향이 약하게 남 sample1보다 간장냄새가 더 나고 무거움 	<ul style="list-style-type: none"> sample 1에 소금의 짠내가 더해짐 잡채 냄새 양파향이 많이 난다 쇠, 철 비린내가 난다 짠내가 많이 난다 sample 2보다 시즈닝 냄새가 많이 남 기름 짠내 	<ul style="list-style-type: none"> sample1과 가장 비슷함 고자의 기름향이 더 진함 액젓 냄새 생선가스 튀긴 냄새 다른 sample보다 양파향이 감소 간장 짠내가 감소 비교적 고소한 기름 냄새 냄새가 제일 조화로우며 다른 것보다 단내가 조금 더 남 sample1과 비슷한데 좀 더 조화롭고 가벼움

○ Sample 2가 가장 불고기 향과 비슷하다고 평가되었으며, 전체적으로 불고기 향의 단내가 부족하다고 느껴지고 오히려 과자의 시즈닝의 느낌이 강한 것으로 나타남.

○ 향미유는 Base note로 활용될 수 있으며, 최종 제품의 특성에 맞게 비율을 조절하여 향미유를 생산하여 적용이 가능함.

□ 연속식 reactor에서의 reaction flavor 생산을 통한 top-note의 개발

○ 연속식 reactor에서의 reaction flavor 생산을 위해 표의 배합비로 reaction flavor를 생산하였음.

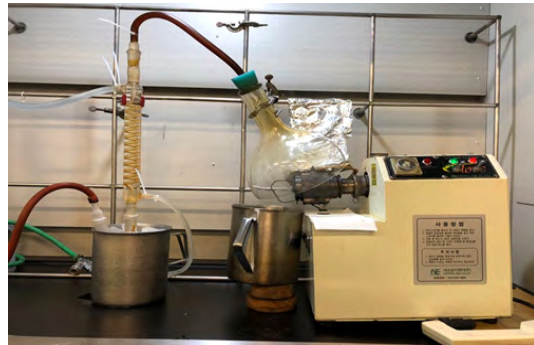


그림. 연속식 reactor에서의 reaction flavor 생산

표. 연속식 반응향 생산을 위한 원료 배합 비율

원료	%	원료	%
카놀라유	30.0	우지	14.8
정백당	14.8	물엿	5.0
간장	24.9	생강엑기스	0.5
양파분말	5.0	마늘분말	5.0

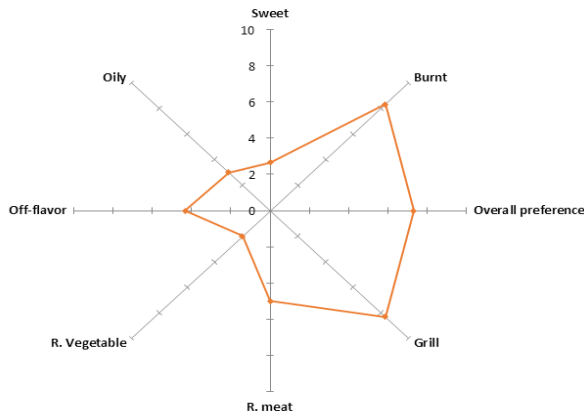


그림. 연속식 반응기에서 생산된 flavor의 관능적 특성

○ Top note는 강하지 않지만, burnt하고 grill 한 향이 대체로 조화가 잘 되어 한국식 소고기 제품의 향미 적용에 적합하다고 생각됨.

(3) Flavor encapsulation 기술을 적용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술 개발

□ Emulsion 기술을 활용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술개발

○ 건국대에서 진행 중인 emulsion 기술을 생산된 향미유에 적용하여 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방에 대한 영향에 관한 연구를 시행하였음.

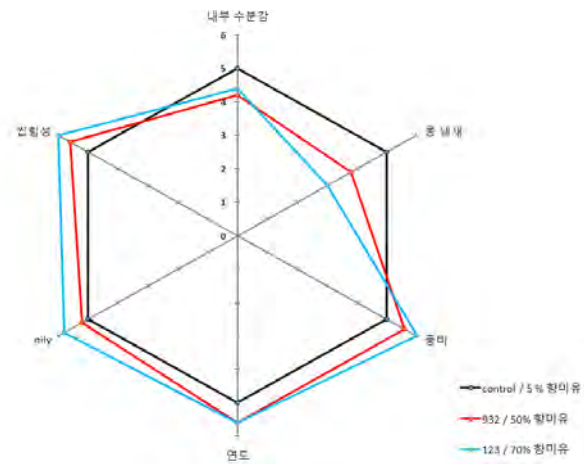


그림. 향미유 함량이 증가된 emulsion이 첨가된 식물성 분쇄육의 관능적 특성

○ 향미유를 첨가한 emulsion을 지방대체제 사용한 결과 사용량이 증가함에 따라 씹힘성과 풍미가 증가하였으며, 기름진 특성과 내부수분함량이 감소하였음. 그러나 70%를 향미유로 사용한 것은 50%를 사용한 것에 비교하여 풍미가 다소 감소하였으며 오히려 기름진 특성으로 인하여 전체적인 관능적 특성이 다소 감소하였음.

표. 향미유 함량이 증가된 emulsion이 첨가된 식물성 분쇄육의 texture profile

	Hardness	Adhesiveness	Resilience	Fracturability	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
control	59.47±4.28 ^c	0.02±0.04	0.09±0.00 ^b	59.47±4.28 ^c	0.39±0.03 ^b	2.61±0.16 ^b	23.31±1.59 ^c	60.88±6.25 ^c
50%향미유	58.28±2.87 ^a	0.10±0.20	0.09±0.01 ^a	58.28±2.87 ^a	0.39±0.01 ^a	2.44±0.20 ^a	22.71±1.14 ^a	55.50±6.23 ^a
70%향미유	48.78±4.98 ^b	ND	0.11±0.01 ^a	48.78±4.98 ^b	0.46±0.02 ^a	2.66±0.19 ^a	22.54±2.83 ^b	60.34±11.37 ^b

○ 향미유 첨가량이 증가할수록 hardness, gumminess는 감소하고 cohesiveness는 증가하는 경향이 나타남.

○ 따라서 50% 이상의 과도한 향미유의 사용은 바람직하지 않은 것으로 생각됨.

○ Alginate beads를 이용한 향미 성분의 안정화 및 육즙 모방 기술개발

○ 식물성 분쇄육의 조직감 및 다즙성 그리고 육즙을 모방하기 위하여 alginate 기반의 탄수화물소재를 사용한 향미유 beads를 만들어 분쇄육에 적용하였음.

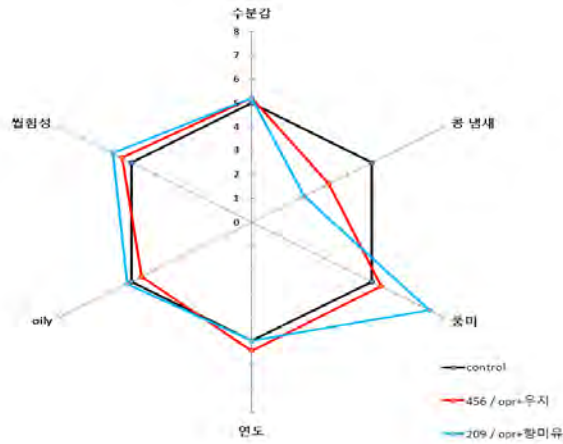


그림. 향미유가 포함된 alginate bead를 사용한 식물성 분쇄육의 관능적 특성

- 새로운 탄수화물 소재를 사용한 식물성 분쇄육 제품에서 풍미의 기호도가 큰 폭으로 증가하였으며, 이에 따라 공기냄새는 감소하였음.
- 관능검사결과 씹힘성은 증가하였으나, Hardness, Adhesiveness, Resilience, Fracturability, Cohesiveness, Springiness, Gumminess, Chewiness가 모두 감소하였음.

표. 향미유가 포함된 alginate bead를 사용한 식물성 분쇄육의 texture profile

	Hardness	Adhesiveness	Resilience	Fracturability	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
control	59.47±4.28 ^c	0.02±0.04	0.09±0.00 ^b	59.47±4.28 ^c	0.39±0.03 ^b	2.61±0.16 ^b	23.31±1.59 ^c	60.88±6.25 ^c
opr+우지	38.26±2.45 ^a	0.06±0.13	0.07±0.01 ^a	38.28±2.45 ^a	0.30±0.03 ^a	1.71±0.17 ^a	11.57±1.44 ^a	19.94±4.32 ^a
opr+향미유	48.06±2.55 ^b	0.08±0.13	0.07±0.01 ^a	48.06±2.55 ^b	0.31±0.02 ^a	1.89±0.09 ^a	15.10±0.88 ^b	28.52±2.80 ^b

□ 탄수화물 소재를 활용한 Flavor encapsulation을 통한 향미 성분의 안정화 기술개발

○ zebra powder(Ingredion Korea) 0.45 g과 flavor chemical 0.15 g을 혼합하여 flavor를 포집하고, 20, 40, 60, 80°C에서 flavor의 방출정도를 SPME-GC로 분석함.

○ aroma compound recovery 정도를 측정하기 위하여 증류수 1 mL을 첨가하고, 20, 40, 60, 80°C에서 SPME-GC로 분석함.

표. Encapsulation을 통한 flavor의 열 안정성

20°C / essential oil 0.15 g		20°C/ powder 0.50 g		20°C/ powder 0.50 g + DW 1 mL	
RT	Area	RT	Area	RT	Area
17.309	88.437				
18.555	208.224				
22.226	256.344				
		21.67	178.644		
		27.83	72.735		
		28.54	23.404	28.54	30.424
28.362	72.351				
29.034	48.031				
30.878	4503.416	30.30	3737.339	30.02	1214.934
36.241	1984.982	35.73	1485.325	35.65	266.749
37.975	59.829	37.52	69.045	37.51	90.315
				38.75	13.339
				40.92	28.326
41.340	23.395	40.92	25.949		
42.154	25.088	41.76	8.810		
43.203	1100.710	42.21	5.883	42.21	9.874
43.806	96.159	42.78	801.917	42.73	211.866
44.550	56.148	43.41	85.963	43.41	87.017
44.859	40.279	44.19	35.242	44.34	6.372
45.169	108.563	44.48	36.688	44.48	38.997
48.835	129.322	44.79	97.401	44.79	103.562
49.232	202.026	48.50	94.435	48.52	51.634
		48.91	147.513	48.92	82.728
				50.72	7.108
66.868	177.095	66.76	278.950	66.62	16.979
총합	9180.399	총합	7185.242	총합	2260.224

40°C / essential oil 0.15 g	
RT	Area
17.973	260.043
21.659	189.708
30.336	4260.155
35.730	1602.470
37.518	31.561
42.849	1801.644
43.423	78.892
44.150	131.907
44.794	75.763
48.492	350.005
48.905	446.602
57.469	174.834
67.287	2916.738
총합	12320.323

40°C / powder 0.50 g	
RT	Area
22.593	46.419
28.706	21.773
29.339	105.872
31.107	3306.032
36.552	1480.433
38.298	24.647
41.663	13.338
42.490	117.128
42.898	6.132
43.602	1452.937
44.137	85.724
44.874	100.619
45.189	35.755
45.497	94.617
49.192	231.095
49.596	306.991
53.827	79.726
65.348	33.888
67.598	1618.946
총합	9162.073

40°C / powder 0.50 g + D.W 1mL	
RT	Area
28.683	24.870
30.253	1904.840
35.771	633.921
37.622	92.169
38.855	12.743
41.015	37.526
42.288	17.421
42.859	669.551
43.506	136.276
44.248	64.263
44.567	67.840
44.883	221.361
47.101	7.066
48.571	217.588
48.975	283.111
50.756	26.893
53.305	6.942
66.828	420.180
총합	4844.562

60°C / essential oil 0.15 g	
RT	Area
17.895	250.532
21.625	100.437
30.246	3768.090
35.624	950.751
42.725	910.055
43.372	30.508
44.094	76.902
44.749	20.985
48.445	189.890
48.849	277.330
56.186	124.326
57.661	872.744
59.644	73.514
68.142	11150.576
68.469	66.738
총합	18863.378

60°C / powder 0.50 g	
RT	Area
28.996	29.852
30.602	2847.297
36.061	734.869
37.910	11.273
41.285	7.411
42.108	16.744
43.145	919.564
43.771	39.012
44.498	86.886
44.704	26.650
45.133	39.535
48.832	222.330
49.234	303.934
53.525	9.370
56.164	97.650
57.840	241.828
68.148	8129.804
68.558	60.169
총합	13824.178

60°C / powder 0.50 g + DW 1 mL	
RT	Area
28.565	18.147
30.103	1686.177
35.660	487.300
37.534	16.541
42.795	836.647
43.440	51.964
44.167	100.181
44.497	36.159
44.812	96.304
48.532	401.831
48.949	491.835
50.714	27.460
55.852	89.791
56.738	18.278
67.255	2393.281
총합	6751.895

80°C / essential oil 0.15 g	
RT	Area
17.860	221.739
30.254	3904.195
35.612	846.856
42.699	746.557
43.363	33.823
44.086	71.208
44.746	26.225
48.433	149.228
48.835	214.329
56.259	151.752
57.669	958.662
59.633	62.955
68.413	15170.406
68.862	160.567
총합	22718.503

80°C / powder 0.50 g	
RT	Area
28.509	17.639
30.181	3001.615
35.611	657.648
37.478	10.966
40.890	8.451
41.727	7.616
42.726	768.853
43.379	29.556
44.101	108.751
44.411	17.710
44.752	42.952
48.455	188.974
48.861	251.377
56.198	195.326
57.582	469.906
68.440	15253.061
68.919	172.197
총합	21202.598

80°C / powder 0.50 g + D.W 1 mL	
RT	Area
28.934	18.350
30.424	1253.860
36.011	314.751
43.065	473.700
43.728	30.277
44.466	50.007
44.649	23.146
45.096	43.488
48.782	176.553
49.184	233.412
56.330	196.030
57.761	68.001
67.908	5888.906
68.902	287.307
총합	9039.438

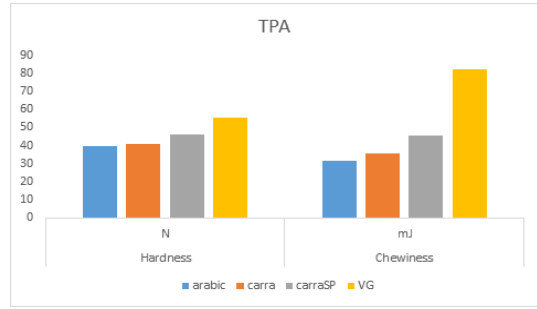
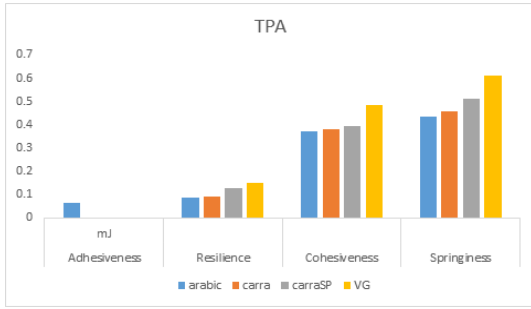


그림. 기존 선정된 수분 결합제 TPA 분석결과

- 기존 수분 결합제 TPA 분석 결과, VG가 모든 항목에서 가장 높은 값을 보였으며 씹힘성은 타 수분 결합제에 비해 약 2배 이상 높아 질기다는 의견이 많았음. 따라서 탄성과 씹힘성이 적절한 카라기난 SP를 수분결착제로 고정하였음.

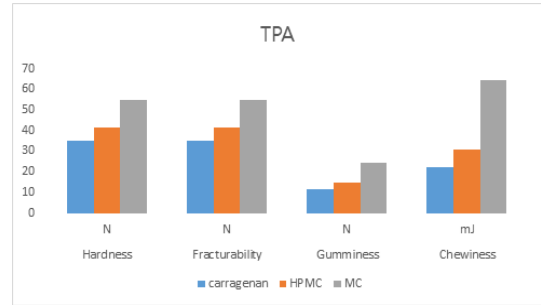
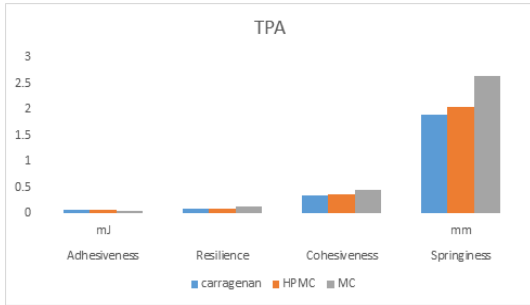


그림. 카라기난 SP와 HPMC, MC에 대한 TPA 분석

- 카라기난 SP와 HPMC, MC의 TPA 분석 결과, 부착성을 제외한 모든 항목에서 MC가 가장 높은 값을 나타내어 최적 배합비 결합제는 MC를 사용하였음.

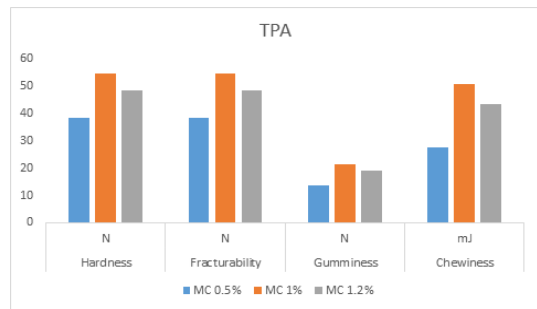
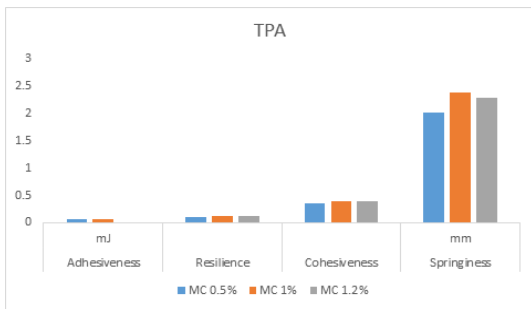


그림. MC의 농도별 TPA 분석

- MC 농도가 0.5%에서 1%로 증가하면서, TPA 모든 항목에서 증가하였으나 1.2% 농도에서는 다소 감소하는 경향을 보였으며, 1% 농도에서 가장 우수한 조직감을 나타내었음.

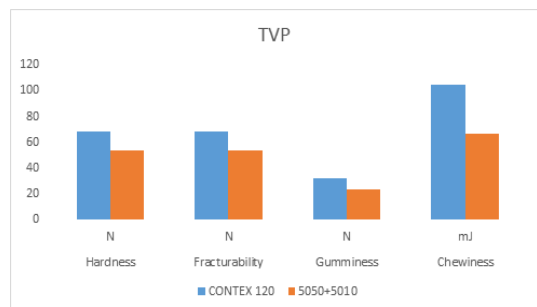
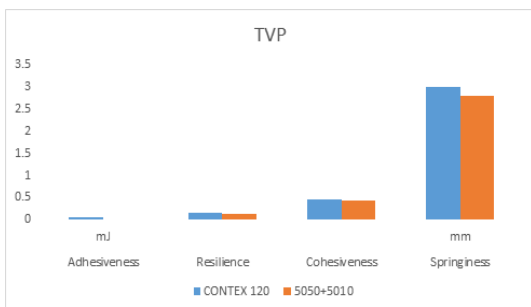


그림 4. 100% CONTEX 120과 50% 비율로 섞은 5050+5010 TPA

- CONTEX 120 첨가 후 모든 항목에서 값이 증가하였으며 씹힘성에서 큰 개선 효과를 보였음. 이를 통해 식물성 고기 배합에 100% CONTEX 120 첨가 시 조직감이 개선될 것으로 기대하였음.

표. 식물성 고기의 최적 배합비

원료	함량 (%)	특징
조직대두단백	54	5050 - 18% (고기믹서 중 큰 tool) 5010 - 18% (고기믹서 중 작은 tool) CONTEX 120 - 18%
표고버섯	10	
분리대두단백	2.50	바디감 향상
밀 글루텐	3.50	바디감 향상, 조직단백 결합
타피오카전분	2.50	바디감 향상
양념장	9	육풍미 부여, 청정원 소불고기 양념 사용
에멀전	12	
정제염	0.20	
시즈닝	0.40	육두구 파우더 - 0.20 후추 - 0.20
MC	1.00	조직단백 결합
마늘	0.50	
양파	3.80	
향	0.50	공중떡갈비 시즈닝, ES 식품 제품 사용
색소	0.10	카카오색소 - 0.075% 치자적색소 - 0.025%
정제수	단백원료의 3배	가수용

(2) 냉장/냉동 저장조건 및 조리 환경에 따른 수분 결합도 및 관능평가

- 저장 및 조리 환경을 스팀오븐과 찜기로 선정하여 실험을 진행하였음. 스팀오븐의 수분감이 없고 겉표면 crack이 생기는 단점을 보완하기 위해 찜기를 사용하여 실험을 진행하였고 조직감 개선효과를 보였음.

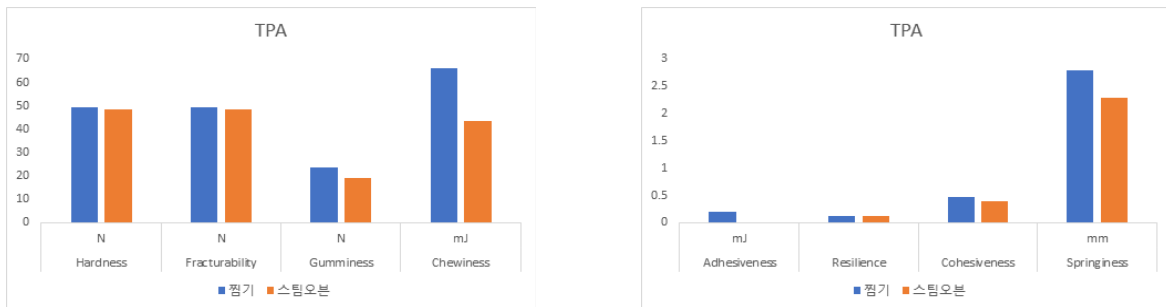


그림. 스팀오븐과 찜기를 사용한 수분 결합도 비교

- 동일한 수분 결합제(MC)를 이용하여 동일한 배합비로 제조한 식물성 고기의 조리 환경을 다르게 하여 TPA를 분석하였음. 그 결과, 찜기로 조리한 식물성 고기의 씹힘성과 탄력성이 크게 증가하여 조직감 개선 효과를 보였음.

(3) 분쇄형 제품 내 대체지방의 분산 및 적용 방안 확립

- 대체지방 증점제로 Curdlan과 HPMC를 사용하여 농도별 물리적 특성을 평가하였음. 평가결과 Hardness의 경우 Curdlan 2% 샘플이 다른 샘플들과 비교했을 때 높은 결과값을 보였음. HPMC 2% 샘플의 경우 Chewiness와 Adhesiveness에서 높은 결과값이 나왔음.

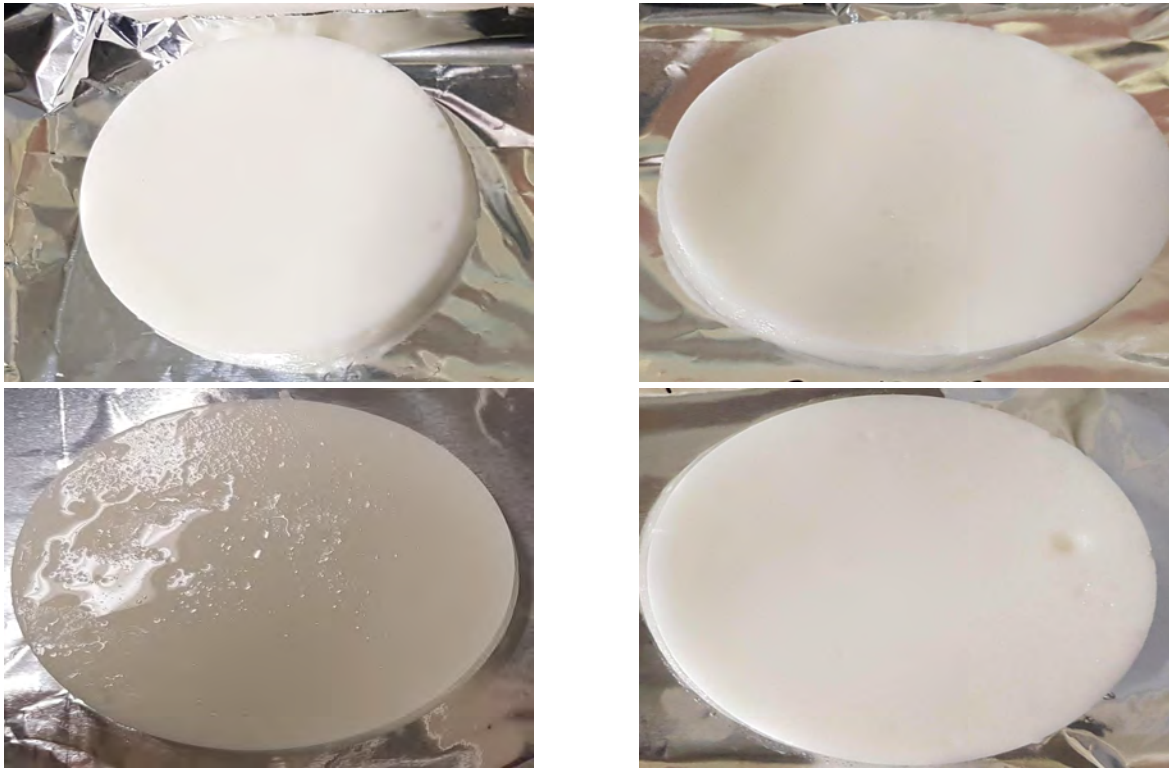


그림. Curdlan과 HPMC를 첨가한 대체지방
(왼쪽 상단부터 시계방향으로 HPMC 1% / HPMC 2% / Curdlan 2% / Curdlan 1% 샘플임)

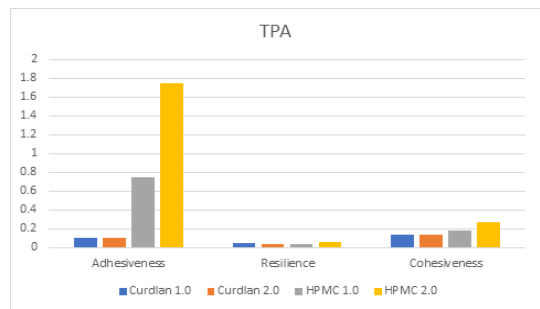
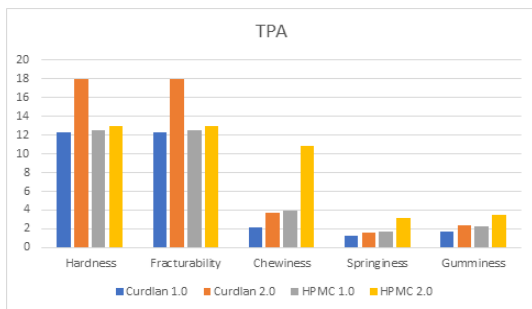


그림. Curdlan과 HPMC에 대한 농도별 TPA 분석 결과

○ Curdlan 1% 샘플이 Hardness 부분에서 가장 높은값을 나타냄. hardness를 제외한 항목들에서는 HPMC 2% 샘플이 가장 높은 값을 나타냄.

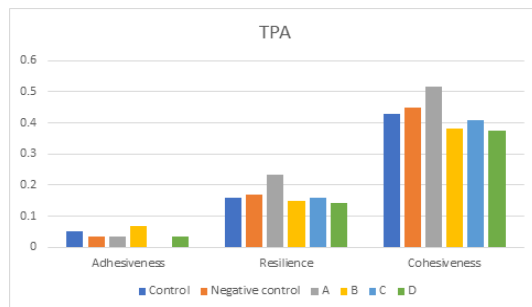
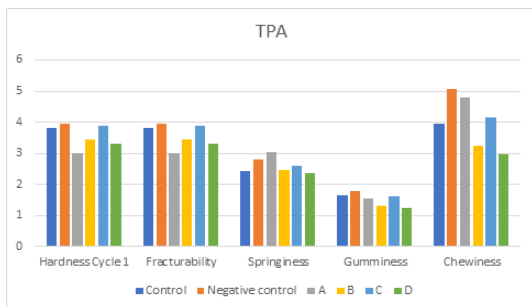


그림. 연근가루와 소프 농도별 TPA 분석 결과

A : 연근가루로 TVP 대체 (양념:물 = 3:1), B : 연근가루로 TVP 대체 (양념:물 = 4:1), C : 대체지방에 연근가루를 증점제로 사용 (양념:물 = 3:1), D : 대체지방에 연근가루를 증점제로 사용 (양념:물 = 4:1)

○ 식물고기의 배합비중 TVP와 대체지방의 증점제를 연근가루로 대체하여 식물성 대체육을 가공하였음. 가공한 식물성 대체육간의 물성을 비교분석한 결과 chewiness와 cohesiveness의 경우 negative control과 TVP의 일부분을 연근가루로 대체한 샘플이 다른 샘플들에 비해 높은 결과값을 보였음. TPA 실험결과 연근가루의 첨가 유무에 따른 유의적 차이가 존재하지 않아 새로운 증점제 또는 TVP를 대체하는 성분으로 이용하지 않는 것으로 결정하였음.

표. 식물고기 배합비

	A	B	C	D	Control
TVP 大	16.5	16.5	17.5	17.5	20
TVP 中	16.5	16.5	17.5	17.5	20
TVP 小	12	12	13.6	13.6	12
버섯	14	14	14	14	10
ISP	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
밀글루텐	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
타피오카 전분	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
에밀전	12	12	12	12	12
넛맥	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
후추	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
연근	3.6	3.6			0.2
MC	1	1	1	1	1
마늘	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
양파	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
색	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
감칠맛 소스	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
훈제향	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
비프향	1	1	1	1	1.3

2) 분쇄형 육제품 모방을 위한 신규 단백질 원료 적용

□ Yellow chlorella 첨가를 통한 식물성 고기의 물성 및 단백질 함량 평가

- Yellow Chlorella(YC)를 이용한 식물성 고기의 물성 및 단백질 함량 평가를 진행하였음. 조단백 분석 결과 YC는 56.76%로 높은 단백질 함유량을 보였으며, YC의 농도를 다르게 하여 동일한 배합비로 식물성 고기를 제조한 결과, YC의 농도가 증가함에 따라 단백질 함량이 증가하였음. 이를 통해, 고단백 조류인 Yellow Chlorella 첨가 시 식물성 고기의 단백질 함량이 기존보다 개선될 수 있음을 확인하였음.

No. : D2018111583

Certificate of Analysis

Date of Application : 2018-11-13	Date of Manufacture : 2018-10-29
No. of Sample : D2018111583	Expiration Date :
Lot No. :	
Inspection Purpose : Reference only	
Commodity : NCR-P	
Applicant Name : DAESANG LIM JUNGRAB, JEONG HONGEUN	
Company address : 26, Cheonho-daero, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea(02568)	
Analytical Result	
Calorie(Kcal/100g)	417.24 Kcal/100g
Carbohydrate(%)	28.83 %
Crude protein(%)	56.76 %
Crude fat(%)	8.32 %
Moisture(%)	2.29 %
Ash(%)	3.80 %

그림. Yellow Chlorella 일반성분

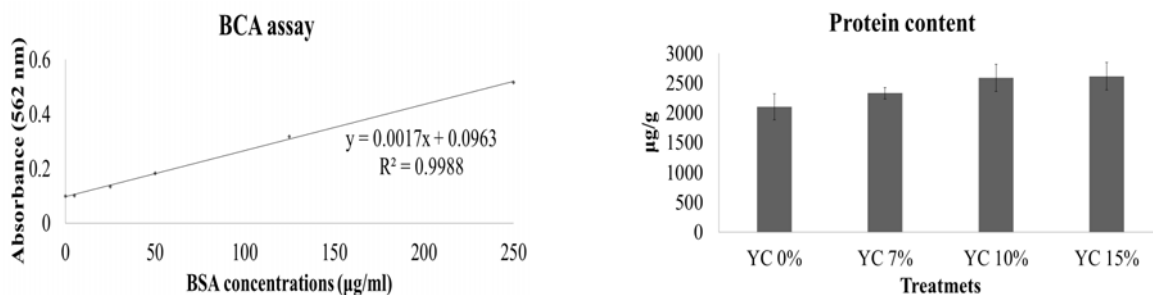


그림. Yellow Chlorella 함량 별 단백질 농도

- YC 농도별 TPA 분석 결과, YC를 첨가한 식물성 고기가 기존 식물성 고기보다 모든 항목에서 낮은 값을 나타내었음. 조직감은 YC 농도에 비례하지 않았으며 YC 7%에서 가장 높은 조직감을 보였음.

표. Yellow Chlorella 함량 별 TPA 분석

	Hardness (N)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)	Fracturability (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Resilience	Adhesiveness (mJ)
Control	65.72±2.18 ^a	43.59±1.56 ^a	144.8±6.98 ^a	61.28±9.54 ^a	0.66±0.01 ^a	3.32±0.04 ^a	0.25±0.02 ^a	0.03±0.06 ^a
YC 0%	41.40±3.77 ^d	15.13±1.17 ^c	32.87±2.05 ^c	41.40±3.77 ^c	0.37±0.01 ^c	2.17±0.06 ^c	0.12±0.02 ^b	ND
YC 7%	56.52±7.49 ^b	21.04±2.56 ^b	54.27±8.93 ^b	56.52±7.49 ^{ab}	0.37±0.02 ^b	2.57±0.13 ^b	0.11±0.02 ^b	ND
YC 10%	47.52±2.68 ^d	14.74±1.22 ^c	29.17±2.75 ^c	47.52±2.68 ^{bc}	0.31±0.01 ^c	1.98±0.31 ^d	0.07±0.00 ^c	0.03±0.06 ^a
YC 15%	51.41±5.27 ^{bc}	15.013±1.32 ^c	27.90±2.61 ^c	51.42±5.27 ^{abc}	0.29±0.02 ^c	1.86±0.13 ^d	0.06±0.01 ^c	0.07±0.06 ^a

○ TVP를 YC로 대체하여 실험을 진행함. YC의 농도는 0%, 7%, 10%, 15%로 설정함.

□ 조류단백질을 이용한 분쇄형 육제품 개발

- 일반적으로 대체 육류는 비용해성 섬유질을 이용하여 질감과 식감을 향상하게 함으로써 고기와 유사한 느낌을 부여하는 조직화한 식물성 단백질(textured vegetable protein, TVP)과 지방과 수분 유지력 및 유흥을 증진하여 결합력을 높이기 위하여 사용되는 비조직화된 식물성 단백질(nontextured vegetable protein)을 사용하고 있음.
- 조류는 약 40%의 단백질을 함유하고 있으며, 토지 사용량을 비교할 때 대두보다 7배가량 많은 단백질을 생산함. 또한, 불포화 지방산 및 베타카로틴 등 다양한 비타민을 함유하고 있어, 식품 및 사료와 화학산업에서 활용될 수 있음.
- 특히, 조류와 같은 수생생물은 다른 식물 농업 작물의 자원(토지 및 담수 요건 등)과 경쟁하지 않기 때문에 동물성 단백질을 대체하여 사용할 경우 환경에 긍정적인 영향이 기대됨.
- 우뭇가사리(*Gelidium amansii*)는 우뭇가사리과에 속하는 홍조류의 식용 해조류로 일 년 내내 구매할 수 있으며 적색을 띰. 주로 한천의 원료로 사용됨. 본 연구에서는 우뭇가사리를 분쇄형 육제품 모방을 위한 원료로 사용하여 그 품질특성을 평가하였음.

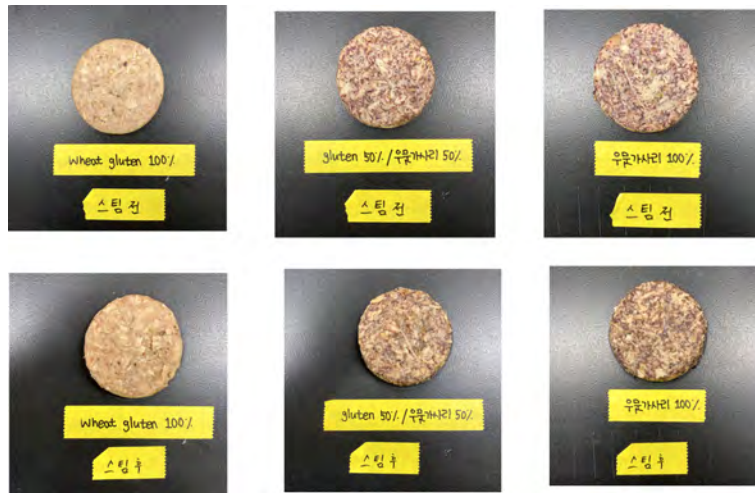


그림. 우뭇가사리를 첨가하여 제조된 분쇄육 제품

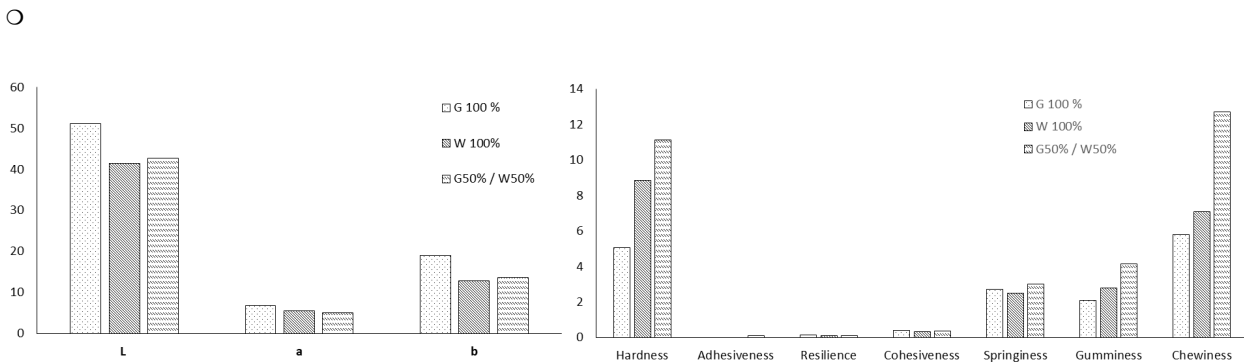


그림. 우뭇가사리를 첨가하여 제조된 분쇄육 제품의 color 및 texture profile

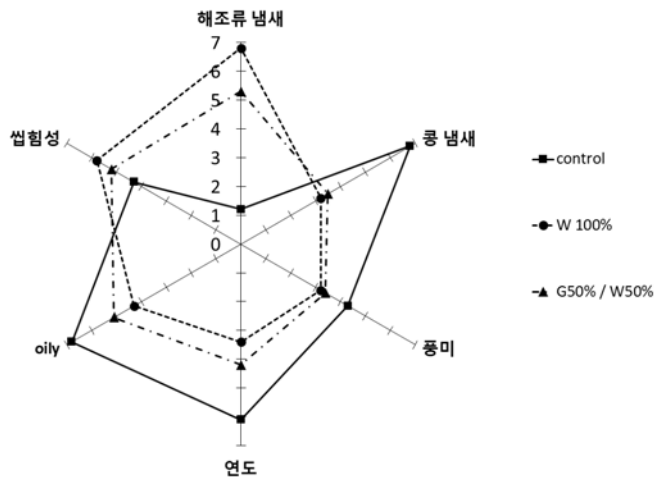


그림. 우뭇가사리를 첨가하여 제조된 분쇄육 제품의 관능평가 결과

3) 분쇄형 육제품 모방을 위한 식물성 단백질 조직화 기술 개발

- 식육 내 치밀하게 구조화된 근섬유조직과 결합조직을 가지고 있어, 식물성 대체 고기는 이러한 식육의 조직을 모방하기 위해 재료들을 배합하여 유화한 다음 무결성의 식물성 단백질을 조직화하는 단계로 나눌 수 있음. 분쇄형 육제품을 모방하기 위해서 식물성 단백질을 조직화 기술로는 spinning process를 이용하는 방법과 압출성형을 이용하는 방법이 있음.
- spinning process는 1954년 Boyer에 의해 개발된 방법으로, 레이온 등을 방적할 때 사용되는 spinnerate와 같은 다공성 막을 통해 단백질을 분산시켜 산성용액 속에 통과시킨 다음 적당한 강도를 갖도록 늘여 실과 같은 형태로 만들고 다시 binder를 통과시켜 수천 가닥의 섬유를 묶어 다발을 만드는 방법으로 조직화하는 기술임. 이후 Dudman은 binder 대신 열과 압력을 가해 단백질섬유를 결합시키는 방법을 고안함. Spinning process는 육류와 유사한 조직을 얻을 수 있고 단백질 섬유의 굵기를 조절하면 원하는 조직감을 얻을 수 있다는 장점이 있으나, 공정의 복잡성으로 인하여 경제성이 떨어지고 산업적으로 이용하기 어렵다는 단점이 있음.
- 분쇄형 육제품 모방은 고기와 유사한 조직감을 갖도록 식물성 단백질의 중합성 및 섬유 형성 능력과 같은 기능적 특성을 이용하여 제조공정이 경제적이고 다양한 모양과 크기로 만들 수 있는 압출성형이라는 가공 기술로 제조된 식물성 조직 단백질 (texturized vegetable protein, TVP)을 주로 활용하고 있음.
- 식물성 조직 단백질을 제조하는 방법은 가수 하여 반죽 상태가 된 원료가 나선형 screw를 따라 이동하면서 순간적인 압축으로 발생하는 열과 기계적 응력에 의해 고온 고압 조건에서 용융상태로 변하고 사출구를 통해 압출되면서 급격한 압력 강하로 인해 팽창될 때 단백질이 중합되고 재조합되면서 섬유상 구조를 갖게 됨.
- 압출성형기 barrel 내부에서 식물성 단백질이 screw 회전에 의한 전단력, 수분과 온도의 영향으로 변성이 일어나 단백질의 3차원 구조가 파괴되어 변성된 단백질이 사출구를 통과하면서 사출 간의 amide 결합, disulfied 결합 등에 의해 새로운 가교가 형성되면서 사출구 길이 방향으로 층을 형성함. 이러한 단백질의 조직화는 원료의 조성 and 함께 압출성형의 공정변수의 조절에 따라 다양한 조직 형성을 유도할 수 있음.
- 압출성형 공정을 이용하여 식물성 단백질이 조직화 되어 섬유상의 구조를 형성하기 위해서는 수분함량, barrel 온도, screw speed, 사출구 압력과 같은 압출성형 공정변수 등이 영향을 미침.
- 본 연구에서는 분쇄형 육제품을 모방하기 위한 식물성 단백질 조직화 기술을 개발하기 위해, barrel 온도 및 screw speed에 따른 조직화 단백질의 품질특성을 평가하고, 원료의 수분함량에 따른 조직화 단백질의 특성을 평가하였음.
- 식물성 조직 단백(TVP)은 주로 탈지대두(defatted soy flour, 약 50% 단백질) 및 농축대두단백(soy protein concentrate, 약 70% 단백질), 분리대두단백(soy protein isolate, 약 90% 단백질) 등의 원료를 압출 성형하여 외관, 형태, 조직 및 촉감이 육류와 유사하도록 만들어짐.
- 대두는 단백질 함량이 30~45% 정도로 다른 두류(20~30%)나 곡류(8~15%)보다 높은 것으로 알려져 있고, 전 세계의 oil seed로 50% 이상이 작황 되고 있어, 상업적 가치 측면에서 식물성 단백질을 조직화하는 원료로 콩이 주로 사용됨. 콩단백을 이용하여 조직화한 제품의 경우에는 콩에서 유래하는 beany flavor 등으로 설명되는 특유의 이취로 인하여 문제가 되고 있음. 따라서, 본 연구에서는 신규 단백질 원료로 Yellow chlorella를 활용하여 조직화 단백질을 제조하고 meat-ball 제품에 적용하여 품질특성을 평가하였음.

(1) Barrel 온도에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가

- ISP 45.0 g, sugar 2.8 g을 water 27.7 g 과 함께 1차 혼합하고, flavor 0.4 g, oil 3.5 g을 넣고 2차 혼합한 다음 16 mesh로 걸러준 다음, wheat gluten 20.7 g을 넣고 3차 혼합하여 반죽을 만들.
- 반죽의 feeding rate는 7로 하였고, extruder speed는 200rpm으로 고정하였음. Barrel 온도를 80, 90, 100, 110, 120, 130℃로 하여 조직화 단백질을 생산하였음.

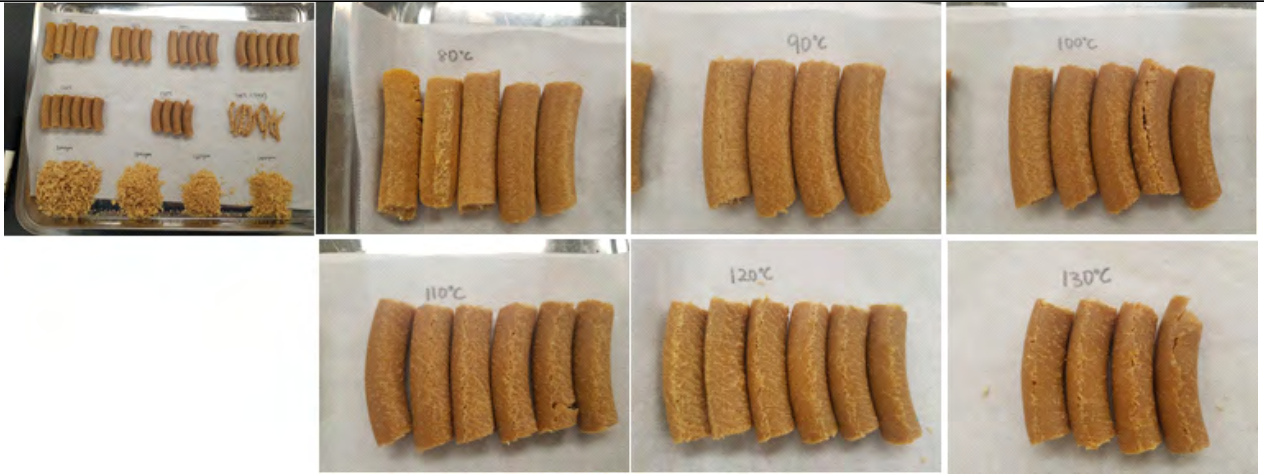


그림. Barrel의 온도를 달리해서 제조된 식물성 조직화 단백질

- 130°C에서는 feeding이 원활하지 못했으며, 기름이 최종 조직화 단백질의 표면에 용출되었음.
- 온도가 상승할수록 표면이 매끄럽고 조직이 치밀해지는 것을 관찰할 수 있었음. 온도가 높아질수록 표면의 질감은 변했지만, 색의 변화는 약간 짙어진 정도로 큰 차이가 없음.

(2) Screw speed에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가

- ISP 45.0 g, sugar 2.8 g을 water 27.7 g 과 함께 1차 혼합하고, flavor 0.4 g, oil 3.5 g을 넣고 2차 혼합한 다음 16 mesh로 걸러준 다음, wheat gluten 20.7 g을 넣고 3차 혼합하여 반죽을 만들.
- 반죽의 feeding rate는 7로 하였고, barrel 온도를 130°C로 고정하고, extruder speed를 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 rpm으로 하여 조직화 단백질을 제조하였음.

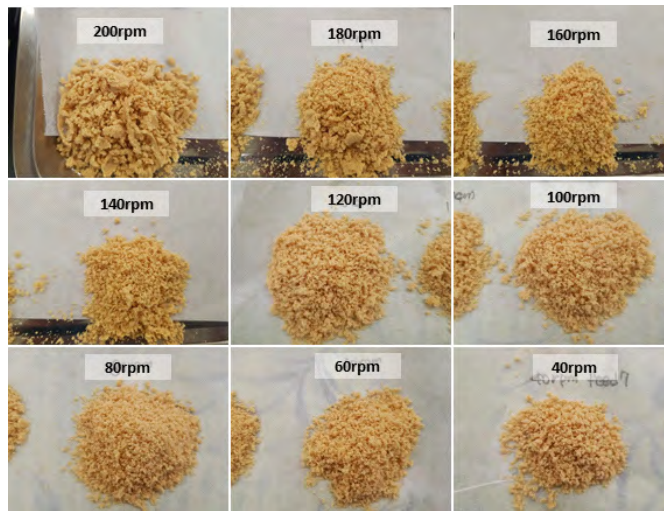


그림. Extruder speed를 달리하여 제조된 식물성 조직화 단백질 (수화 전)

- Extruder speed를 달리하여 생산된 식물성 조직화 단백질의 외관적 차이는 육안으로 구분하기 어려움. 조직화 단백질은 사용할 때에 충분한 수화단계를 거치게 되므로, 수화시켜 조직화 단백질의 품질특성을 평가하였음.

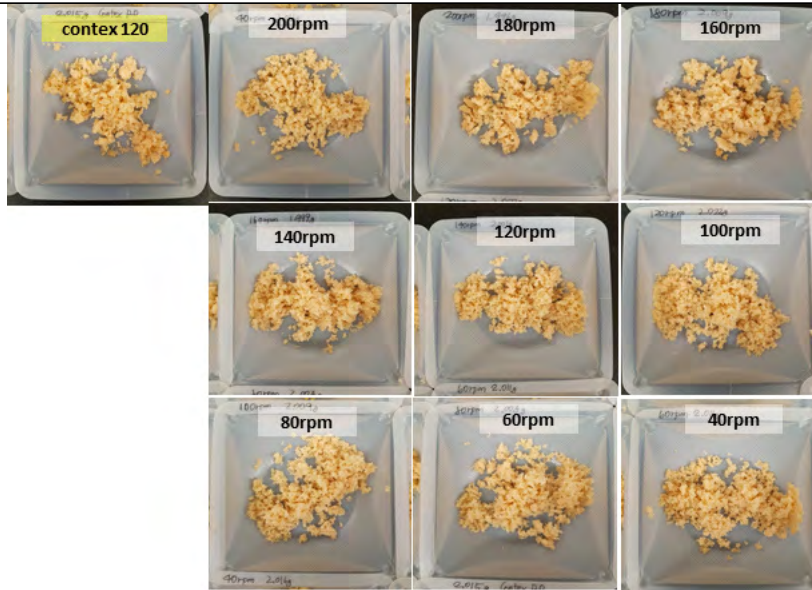


그림. Extruder speed를 달리하여 제조된 식물성 조직화 단백질 (수화 후)

- 수화시킨 식물성 조직화 단백질의 extruder speed에 따른 관능적 물성의 차이는 거의 느껴지지 않음.
- context 120(control 조직화 단백질)과 관능적으로 질감이 유사하였으며 입안에 남는 잔여감도 비슷하였으나, 입자의 크기가 조금 더 크게 느껴짐.

(3) 원료의 수분함량에 따른 조직화 단백질의 품질특성 평가

- 표와 같은 배합비로 반죽을 제조하여, feeding rate 7, 120℃, extruder speed를 300 rpm으로 하여 식물성 조직화 단백질을 제조하였음.

표. 식물성 조직화 단백질 제조를 위한 원료 배합비

SPI	WG	sugar	water	oil	flavor	수분함량(%)
65	30	4	40	5	0.6	27.7
			35			25.1
			30			22.3
			25			19.3

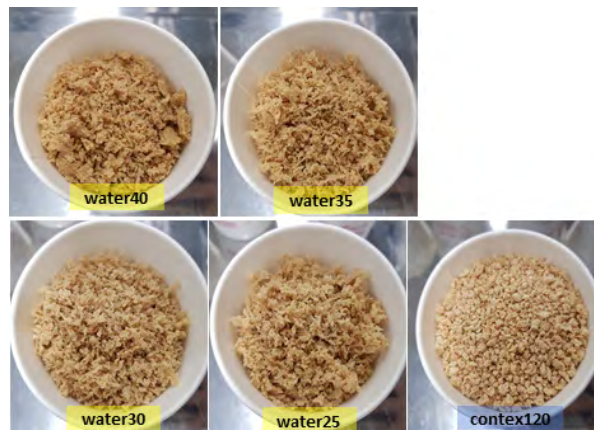


그림. 수분함량을 달리하여 제조된 식물성 조직화 단백질

- 수분함량이 27.7%인 경우 extruder에서 배출시 뭉쳐져서 나왔으며, 그 이하의 수분함량에서는 부서진 형태로 배출되었음.
- context 120(control 조직화 단백질)과 비교하였을 때, 제조된 조직화 단백질의 입자 모양은 납작하고 날카로운 형태임.
- 19.3, 22.3, 25.3%의 수분함량을 가진 배합비로 제조된 조직화 단백질의 입자 간의 차이는 육안으로 확인이 불가하였음.

(4) 신규 단백질(Yellow chlorella)를 이용한 조직화 단백질의 품질특성 평가

○ 표와 같은 배합비로 반죽을 제조하여, feeding rate 7, 120℃, extruder speed를 300 rpm으로 하여 식물성 조직화 단백질을 제조하였음.

표. Yellow chlorella를 첨가 식물성 조직화 단백질(YC-TVP) 제조를 위한 원료 배합비

SPI	YC	WG	sugar	water	oil	flavor	YC함량(%)
65.0	0.0	30	4	25	5	0.6	0.0
48.8	16.3						12.5
32.5	32.5						25.1
16.3	48.8						37.6
0.0	65.0						50.2

○ yellow chlorella를 첨가하여 제조한 식물성 조직화 단백질을 이용하여 표와 같은 배합비율로 식물성 meat-ball을 만들어 생산된 식물성 조직화 단백질의 품질평가를 하였음.

표. meat-ball 제조를 위한 원료의 비율

Ingredients	YC0	YC12	YC25	YC37	YC50
YC-TVP	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31
water	47.54	47.54	47.54	47.54	47.54
NaCl	1	1	1	1	1
lactate	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
소불고기양념장(대상)	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
표고버섯분말	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
K-카라기난	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435
로커스트 롱검	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435
paprika powder	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
galic powder	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
context 120	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08
coconut oil	11.42	11.42	11.42	11.42	11.42
canola oil	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
향미유	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77

○ Yellow chlorella 첨가량이 증가할수록 수분함량과 지방함량이 증가하였으며, 단백질 및 탄수화물과 회분의 함량은 감소하였으나, 식이섬유의 함량이 증가하였음. 수분함량 및 지방함량의 증가는 물리적 특성에 영향을 줄 것으로 생각됨.

표. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 이화학적 성분 조성

(%)	YC0	YC12	YC25	YC37	YC50
수분	8.99±0.25	18.15±0.0.21	19.68±0.13	20.61±0.19	20.38±0.11
조단백	63.50±0.99	55.35±0.67	52.61±0.51	50.38±0.95	49.53±0.00
조지방	2.66±0.18	4.75±0.37	5.83±0.40	6.99±0.35	7.45±0.64
회분	4.97±0.27	2.49±0.24	2.11±0.16	1.80±0.04	1.48±0.11
탄수화물	1.69±0.35	1.49±0.30	1.20±0.25	1.53±0.31	0.87±0.18
식이섬유	1.41±0.09	1.81±0.03	2.46±0.05	3.12±0.07	3.21±0.04

○ 단백질의 함량뿐만 아니라 아미노산 조성도 식물원료로 제조된 육류의 품질평가에 중요한 지표임. 따라서 yellow chlorella를

첨가하여 제조된 식물성 조직화 단백질을 이용하여 제조한 meat-ball의 아미노산 조성을 비교하였음.

- Yellow chlorella의 첨가량이 증가할수록 aspartic acid를 제외한 개별 아미노산이 모두 증가하는 경향을 나타내었음. 따라서 yellow chlorella의 첨가량이 증가할수록 단백질 함량은 감소하지만, 유리 아미노산 함량의 증가로 맛과 영양적 측면에서 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대됨.

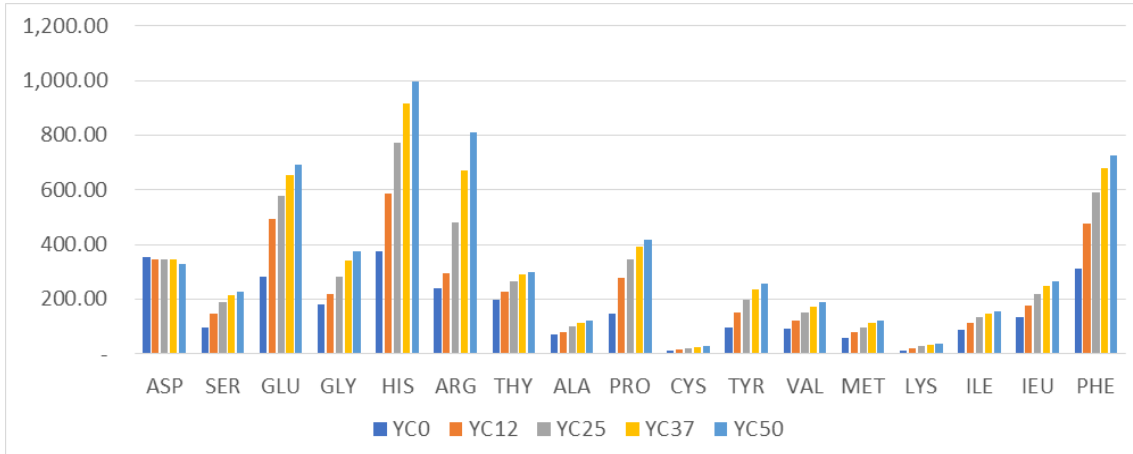


그림. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 아미노산 조성

- Yellow chlorella(YC)의 첨가량이 증가할수록 meat-ball의 WHC가 감소하였으며, 12% YC가 함유된 조직화 단백질은 OHC가 다소 증가하였으나 25% 이상에서는 첨가량이 증가할수록 OHC가 감소하는 경향을 보였음.

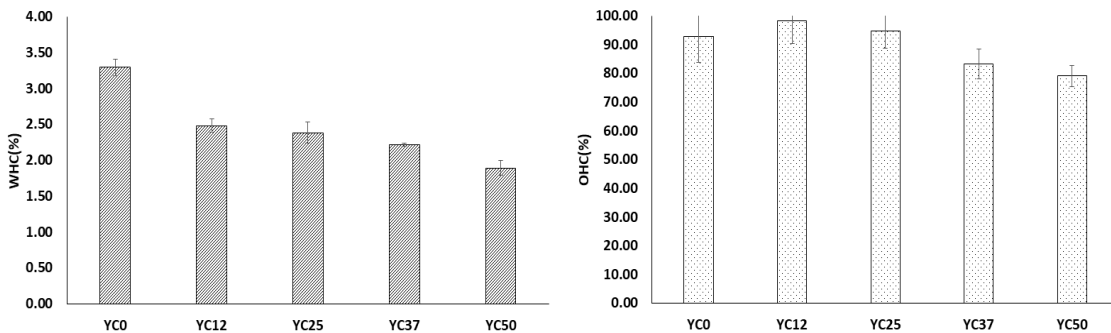
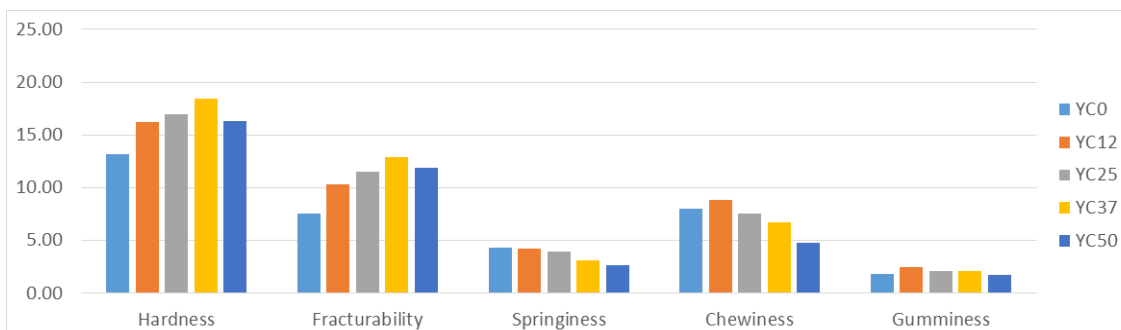


표. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 water holding capacity(WHC)와 oil holding capacity(OHC)

- Yellow chlorella(YC)가 0, 12, 25, 37% 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 경우, 첨가량이 증가할수록 hardness와 fracturability가 증가하였으나, 50% YC가 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball은 hardness와 fracturability가 감소하였음.
- 0, 12, 25% YC를 첨가하여 제조된 식물성 조직화 단백질의 springiness는 유사하였으나, 그 이상이 첨가된 경우(37%와 50% YC를 첨가하여 제조된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball)에는 다소 감소하였음.



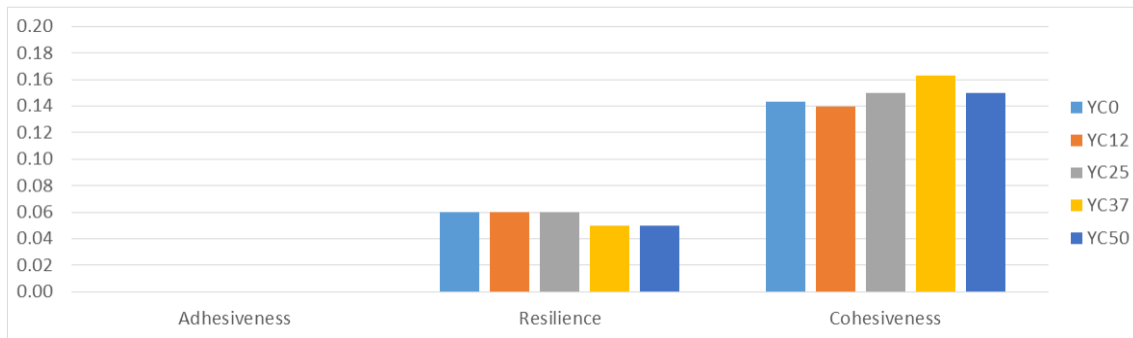


그림. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 texture profile

- 12% YC가 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 chewiness와 gumminess가 증가하였으나, 그 이상이 첨가되면 chewiness와 gumminess가 감소하는 경향을 나타내었음.
- 0, 12, 25% YC를 첨가하여 제조된 식물성 조직화 단백질의 resilience는 유사하였으나, 그 이상이 첨가된 경우(37%와 50% YC를 첨가하여 제조된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball)에는 다소 감소하였음.
- YC가 0, 12, 25, 37% 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 경우, 첨가량이 증가할수록 cohesiveness가 증가하였으나, 50% YC가 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball은 cohesiveness가 감소하였음.

표. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 color

	YC0	YC12	YC25	YC37	YC50
L	55.60±1.70	55.77±1.31	54.30±1.29	52.27±0.83	49.29±1.05
a	8.24±0.53	7.94±0.51	8.21±0.41	9.30±0.50	8.01±1.01
b	19.06±0.93	18.46±0.36	18.50±0.42	20.19±1.24	16.79±2.11

- Yellow chlorella(YC) 첨가량이 증가할수록 L값(명도)은 감소하였으며, a값(redness)과 b값은(yellowness)은 37% YC를 첨가하여 제조한 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball을 제외하고 감소하는 경향으로 나타남.

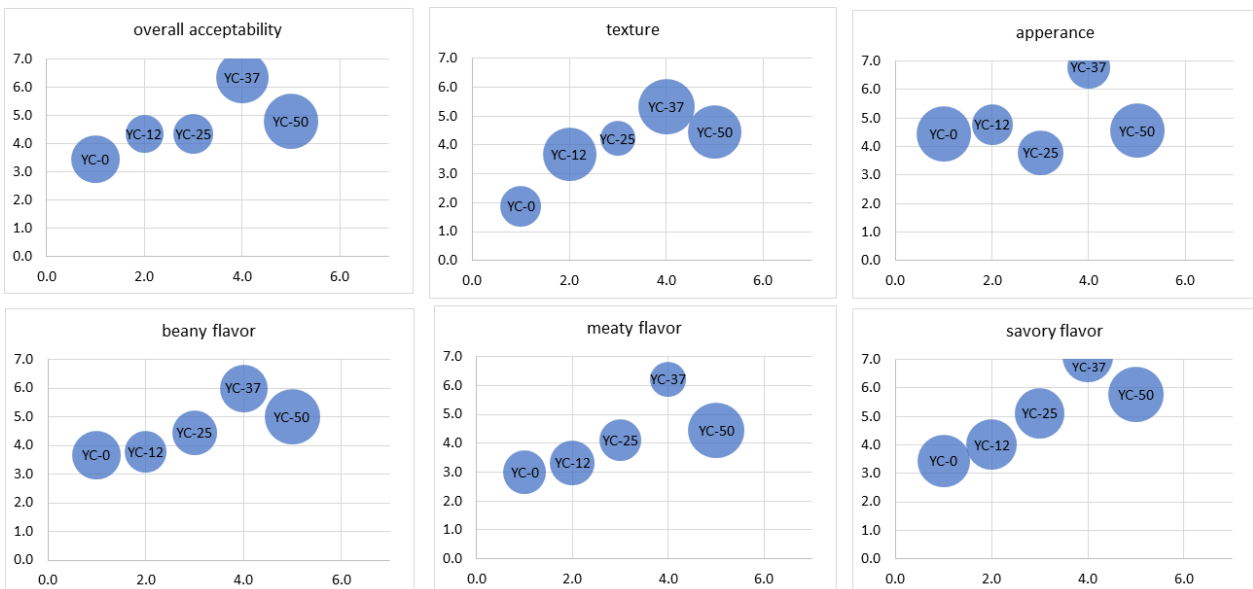


그림. 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 관능적 특성

- Yellow chlorella(YC)가 첨가된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball의 관능적 특성은 0, 12, 25, 37% YC가 함유된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball은 YC의 함량이 증가할수록 전반적인 선호도와 외관 및 texture와 flavor가 향상되는 것으로 나타났으나, 50% YC가 함유된 식물성 조직화 단백질로 제조된 meat-ball은 평가된 모든 관능적 품질 특성이 감소하는 것으로 나타남.

○ 본 연구결과에 따르면, 30~40% 가량의 yellow chlorella를 첨가하여 식물성 조직화 단백질을 제조하는 것이 바람직 할 것으로 생각됨.

3) 비분쇄형 육제품 모방기술 개발

(1) 식물성 단백질 종합기술

① 효소적 종합기술

□ 효소적 종합 연구 현황

- 대표적인 종합기술로 미생물 유래 transglutaminase(TGase)가 활용되고 있음. 상업적으로 판매되는 TGase는 다소 높은 단가 수준을 보이지만, 실제 활용량은 매우 낮으며, 종합 효과가 우수하기 때문에 활용 가능성이 매우 높음. 일반적으로 모든 식품 단백질에 종합효과가 뛰어난 것으로 평가되고 있으며, 저온에서도 효과를 발휘하고 있음.
- 일부 연구 문헌에서는 TGase의 단독 활용보다는 화학적 종합기술과의 병용 처리를 통하여 식품의 물성 개량 혹은 점탄성 젤 제조 측면으로 활용하고 있음. TGase에 의한 단백질 종합은 단백질간의 결합력 증가에 의하여 일부 수분을 손실하는 결과를 야기함. 기존 식물성 대체고기의 문제점으로 제시되는 다즙성 향상을 위하여 TGase 활용에 따른 수분 손실을 억제할 수 있는 방안 마련이 필요함.

표. 종합효소를 사용한 단백질 cross-linking

원료	처리 조건	효과	문헌
카제인 콩 글로불린	<ul style="list-style-type: none"> ● 추출: 트랜스-글루테미네이즈(기니피그의 간), 카제인(우유에서 zittle and custer 방법), 콩 글로불린(아지노모토사의 제품) ● 단백질 용해용으로 5 mM CaCl₂ 과 10 mM dithiothreitol이 든 0.1 mol Tris-HCl buffer 준비해 겔을 형성함 	<ul style="list-style-type: none"> ● α-카제인: 3% 이상에서 투명한 겔 형성 ● 콩 글로불린: 8% 이상에서 단단한 겔 형성 ● EDTA(트랜스 글루타민 억제제): 형질 전환 효소와 기질 단백질의 농도는 단단한 겔 형성에 필수 	Nio et al. (1985)
밀가루 단백질	<ul style="list-style-type: none"> ● 원료: 트랜스-글루테미네이즈(TGase, 아지노모토), 밀가루(스페인산), 글루코스 옥시다아제(GO, 스페인산) ● 제분: 600 g 밀가루를 15.5%의 수분을 주고 쇼팡 컨디셔너 이용 ● 효소 반응: 온도에 따른 확인 ● 물리적 척도: 알베오그래프 	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀가루의 GO 처리에서 유의적인 물리 변화를 보였으나 단백질 특성은 보이지 않음. 이는 산소 때문인 것으로 예상 ● 단백질 전기영동을 한 결과 TGase 처리에서 효과가 나타남. 	Rosell et al. (2003)
곤약 가루	특정 소금 농도 하에서(0.1, 0.3, 0.6 M) 곤약 가루를 첨가하거나 하지 않고, 카제인 나트륨을 포함한 미생물 트랜스 글루타미나아제(TGase) 처리된 돼지 근원섬유 단백질을로부터 제조된 겔의 특성을 분석	곤약 가루와 TGase는 모두 겔화 특성과 물 결합을 향상시켰으며, NaCl의 농도가 증가할수록 근원섬유 단백질을 겔화시키는 동안 조리 손실을 줄이는 모습을 보임	Chin et al. (2009)
수리미 겔	0~20%의 젤라틴 농도와 0-1.2 units g-1 수리미 농도를 적절히 배합해 만들어진 겔의 특성(TPA, 부서짐 정도, 수분 함량, 백색도, SDS 등)을 분석	젤라틴을 10%까지 올린 1.2 units TGase/g 수리미가 AA 등급을 받음. 적절한 젤라틴은 수리미의 콜라겐 파생물이 될 수 있으나 젤라틴을 포함한 겔은 관능검사에서 불호를 보이는 경향이 있었음	Kaewudom et al. (2013)
우유 단백질	시료 -우유단백질 파우더 -transglutaminase 효소 실험 조건 -단백질 용액 제조 및 용해 -효소 첨가 및 반응촉진 -점도, 종합반응(SDS-page) 측정	점도 증가 효소반응에 의한 반응 촉매는 고분자 종합물을 형성함. 이는 분자내부와 분자간 단백질 분자 사이에서 결합으로 인한 것으로 판단됨. 효소에 의한 교차반응 비율은 각 단백질 기질의 고분자 구조에 따라 달라지는 것으로 봄. 공정 단순화 우유단백질은 전처리가 필요없이 효소와 반응하며, 최적 반응 조건은 (효소 50U/단백질g)이고 36도에서 240분일 때가 가장 좋음. 용액의 고분자는 우유단백질의 농도지수를 증가시킴	Gauche et al, (2008)

□ 효소에 의한 대두단백질 종합 효과

○ 본 연구에서는 Ajinomoto사에서 판매되는 microbial transglutaminase(TGase)를 사용하여 단백질 종합 효과를 평가하였음. 사

용된 TGase는 Activa[®] supercurd (type I), Activa[®] TG-B (type II)의 2종을 구입하여 비교하였으며, 분리대두단백을 20% 및 25% 물에 현탁하여 1%의 TGase를 처리를 실시하였음.

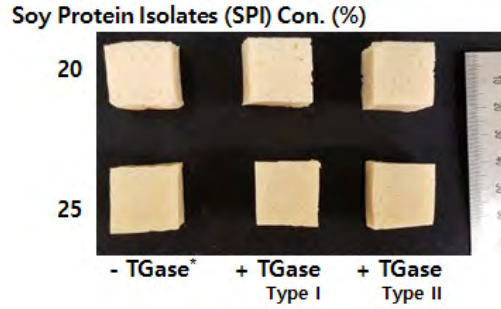


그림. TGase 처리에 따른 분리대두단백질의 비열처리 겔 제조.

- 각 중합체의 TPA 분석 결과 TGase 처리는 경도, 점착성, 씹힘성, 검성을 향상시킨 반면, 응집성과 회복성에는 영향을 미치지 않는 특성을 보였음. 이상의 특성은 시판 식물성 대체고기 제품의 물성을 고려할 때, 향후 제품의 물성 향상에 효과적으로 적용이 가능할 것으로 기대됨.
- 콩단백질 농도를 증가시킨 결과 경도, 검성, 씹힘성, 점착성은 증가하는 반면, 응집성, 탄력성, 회복성은 큰 변화를 보이지 않았음. 따라서 보다 우수한 점탄성 부여를 위해 수분함량과 바인더의 활용이 요구됨.

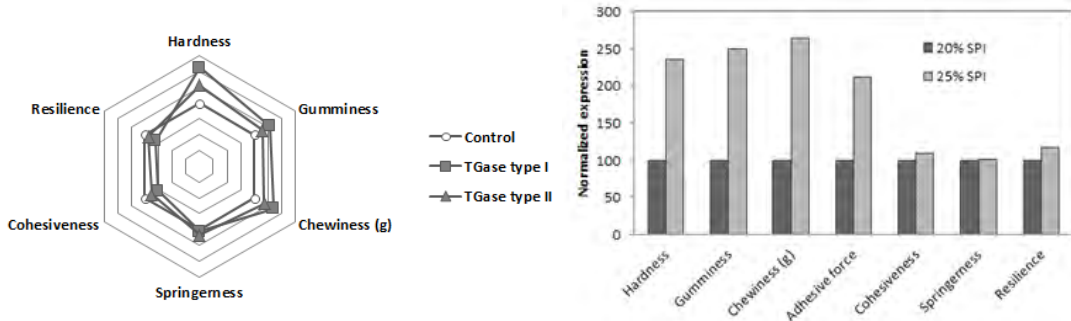


그림. TGase 종류(좌) 및 분리대두단백 농도(우)에 따른 겔의 물성 변화.

② 화학적 중합기술

□ 화학적 중합 연구 현황

- 화학적으로 단백질을 중합하는 기술로는 isoelectric precipitation(pH 조절)을 적용하는 방법과 Ca 이온을 적용하는 방법으로 분류됨.
- pH 조절 기술 측면에서는 일반적으로 glucono-delta-lactone(GdL)이 주로 사용되고 있는데, 유기산을 활용하는 경우 효과적인 중합보다는 단백질 침전이 현저하게 발생하는데 반하여, GdL의 느린 pH 저하는 효과적으로 단백질 겔을 제조할 수 있는 것으로 보고됨.
- 특히 콩 단백질의 경우 칼슘이온에 의한 바인딩 효과가 우수한 것으로 판단되며, 칼슘 이온의 급원으로 CaCl₂, CaSO₄ 및 CaHCO₃ 등이 활용되고 있음. 각 급원의 비교 측면에서 CaHCO₃는 칼슘 이온의 해리 속도가 느리고, pH 조절제가 병행될 필요가 있는 반면, CaCl₂는 제품의 맛에 영향을 미칠 수 있는 한계가 있음. 따라서 이를 제어할 수 있는 조합 첨가가 요구됨. 특히 GdL과 칼슘 이온의 조합 활용은 식물성 대체고기 원료로 콩단백질을 사용하는 경우 우수한 효과를 야기할 것으로 기대됨.
- 기타 화학적 중합을 효과적으로 달성하기 위해 콩단백질을 예비 가열시키는 방안과 pH-shifting 처리에 관한 연구 문헌이 있으며, 개별적인 효과는 향후 중합체 제조 과정 중 제품의 특성을 평가하면서 적용 방안을 강구할 필요가 있음.

표. 화학적 중합 기술을 적용한 단백질 cross-linking

원료	처리 조건	효과	참고문헌
탈지 우유	질소 하에서 밀봉한 탈지 분유와 GDL을 사용하여 산성화된 우유를 혼합하여 가열 교반한 뒤 비처리군, 공기 주입, N ₂ 주입, N ₂ H ₂ 주입 처리군으로 나누어 관찰	주입한 기체에 따른 산화-환원 전위의 변형이 우유의 구조에 영향을 미치게 되어 낙농 제품의 이화학적 특성을 조정하는 데 활용 가능	Martin et al. (2009)
대두	마이크로웨이브를 사용하여 대두에서 추출한	SHPP는 갈락토오스, 자일로오스, 갈락투론	Liu

추출 펙틴 다당류	펙틴 다당류의 조성비를 먼저 분석하고, 이후 겔화 가교 성분으로서의 대두 추출 펙틴 다당류(SHPP)의 특성을 연구	산으로 이루어져 있으며 이는 겔 결합에 유의미한 효과를 줄 수 있음으로 나타났고, 이러한 특성이 필요한 분야에 적용할 수 있음을 파악	et al. (2013)
근원 섬유 단백질	GDL을 사용하여 근원섬유 단백질을 산성화하고, 이후 염화나트륨과 피로인산나트륨을 첨가하여 대조군과 관찰 및 비교	영의 계수와 탄력성을 토대로, 염화나트륨을 첨가할 경우 낮은 GDL 농도에서도 근원섬유 단백질의 네트워크가 형성되었으나 피로인산나트륨은 유의미한 결과값을 보이지 않음	Ngapo et al. (1996)
대두 단백질	콩 단백질 분리물(SPI)과 CaSO ₄ 에 의해 형성된 SPI 에멀전 겔의 특성을 분석	SPI는 겔의 네트워크 구조에 영향을 미치고, 에멀전의 안정화 및 방울 결정의 크기를 감소시켜 높은 점탄성 계수를 보이게 만들어 균질도를 높임	Wang et al. (2017)
연두부	0.4% GDL과 0~4%의 콩 단백질 분리 농축 두유를 혼합 및 가열하여 겔화시킨 뒤, 이눌린을 첨가한 것과 첨가하지 않은 대조군을 분석 및 비교	이눌린이 두부의 점탄성을 향상시켰고, 현재 프리바이오틱스 성분으로서의 부가적 이점을 얻을 수 있음을 알았음 평가되어야 한다.	Tseng et al. (2009)
대두 단백질	Ca ²⁺ 유도 응집과 GAD를 사용하여 가교시켜 나노 입자를 제조하여 2% 단백질 농도에서 Ca ²⁺ 를 0에	Ca ²⁺ 유도 나노 입자는 유화 안정성뿐 아니라 입자의 크기, 표면 소수성과 전하 등에서 특성화되었는데, 이는 가교 결합이 더욱 강화됨을 알 수 있었음.	Liu et al. (2017)

□ 화학적 방법에 의한 대두단백질 중합 효과

- 본 연구에서는 중합체로 CaCl₂와 glucono-delta-lactone(GdL)의 농도별 효과를 규명하기 위해 실시됨. 각 중합체는 0~2% 범위에서 다양한 농도로 분리대두단백 현탁액에 첨가하여 겔을 형성시켰음.

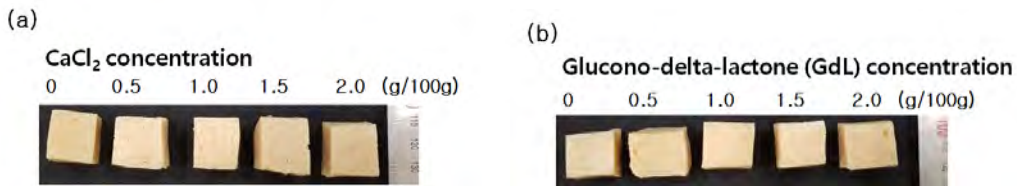


그림. 화학적 중합체를 통해 제조한 분리대두단백 겔.

- 각 중합체가 겔의 물리적 특성에 미치는 효과는 서로 상반된 결과를 보여주었는데, CaCl₂의 경우 농도가 증가함에 따라 전반적인 물성학적 parameter들이 감소하는 결과를 보여준 반면, 탄력성에는 영향을 미치지 않음. 반면 GdL의 첨가수준을 1% 이상으로 높임에 따라 경도, 점성, 씹힘성이 크게 증가한 반면, 탄력성, 응집성 및 회복성은 변화가 없거나 다소 감소하는 경향을 보임. 따라서 GdL이 단백질 겔의 조직감에 미치는 효과는 TGase와 다소 유사한 것으로 관찰됨.

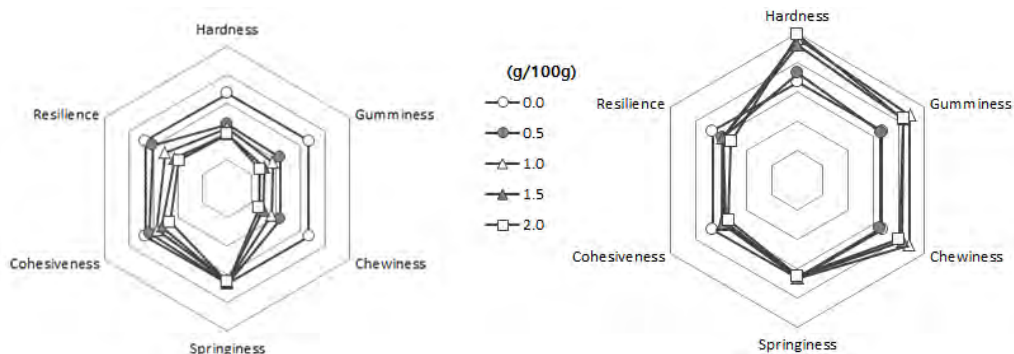


그림. CaCl₂(좌) 및 GdL(우) 첨가수준에 따른 분리대두단백 겔의 물성 변화.

□ 화학적 대두단백 중합을 이용한 필름제조

- 5% ISP 현탁액의 Ca²⁺에 의해 중합된 단백질을 hot-press (100°C, 10 N) 압착하여 필름 제조하여 hot-press 압착 시간에 따른 전단력, TPA, 수분함량, 보수력 등을 측정함.

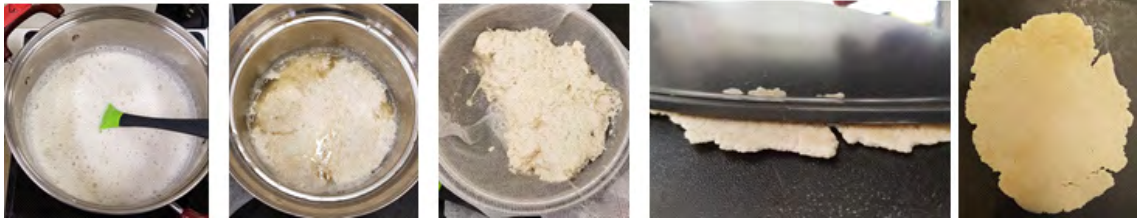


그림 . ISP 필름 제조를 위한 현탁액 단백질 중합처리 및 hot-press 방법

- Hot-press 압착 시간(0-120 sec.) 증가에 따라 두께가 유의적으로 감소하였음.
- Hot-press 압착 시간에 따른 전단력과 TPA 변화는 그림 5-19에 나타냄. 전단력은 압착시간 증가에 따라 유의적으로 상승하였고, TPA의 경우 hardness, gumminess, chewiness는 press 시간이 증가함에 따라 증가하는 패턴으로 일정 시간 이상의 처리에서는 120 sec. 처리와 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타남. 즉 hardness, gumminess, chewiness는 각각 90, 60, 45 sec. 이상의 처리에서 120 sec. 처리와 유사하게 나타남. Resilience와 cohesiveness는 압착 시간 증가에 따른 유의적 변화가 관찰되지 않았지만 hot-press 압착에 의해 0 sec.에 비해 감소한 것으로 나타났고, springiness 압착 시간에 따른 유의적 변화는 관찰되지 않았음.

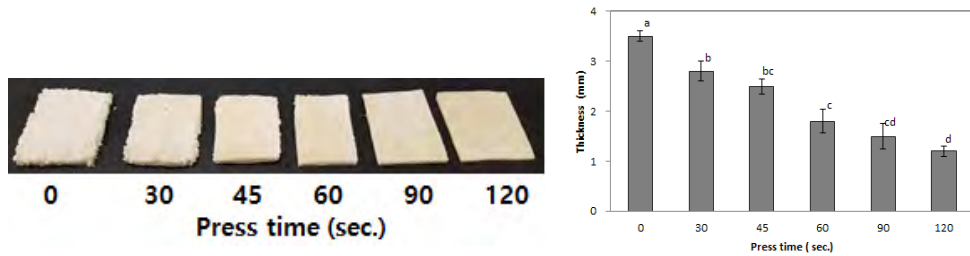


그림 . ISP 필름 제조 시 hot-press 처리 시간에 따른 외관 사진(좌)과 두께 변화(우)

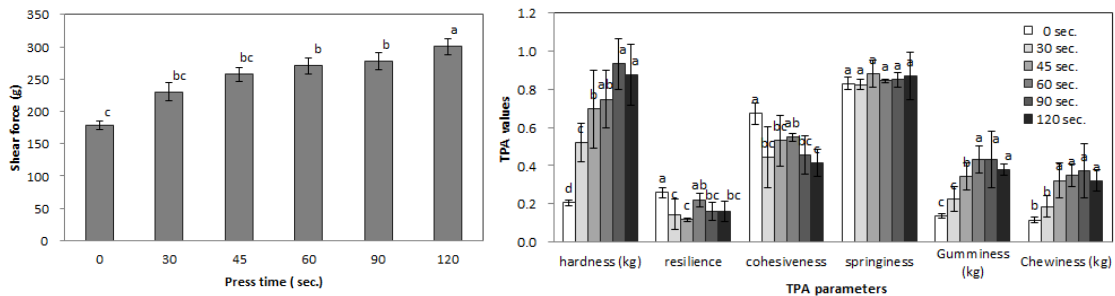


그림 . ISP 필름 제조 시 hot-press 처리 시간에 따른 전단력(좌)과 TPA(우) 변화

- ISP 중합 단백질 필름제조를 위한 hot-press 압착에 의한 수분함량은 유의적으로 감소하였고, 처리시간 30-120 sec.까지 증가에 따른 감소는 유의적이지 않았음. 그러나 보수력은 처리시간 증가에 따라 유의적으로 증가함. 이는 압착 처리에 의해 자유수가 먼저 분리되어 원심분리에 의한 무게손실이 줄어들어 보수력 증가의 결과로 나타난 것으로 판단됨.

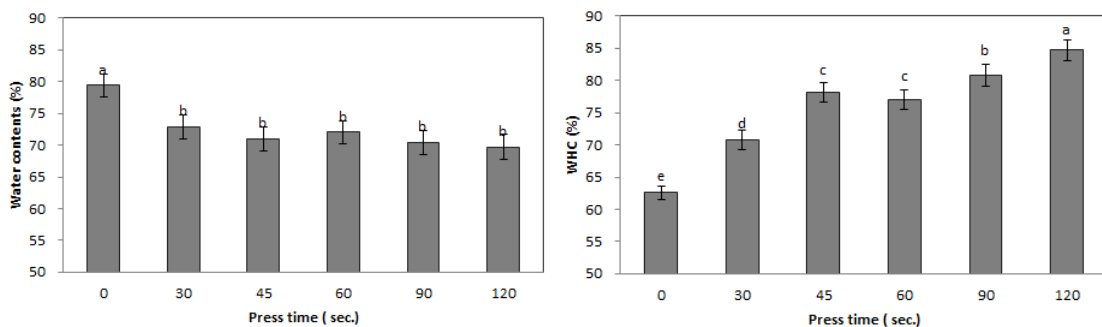


그림 . ISP 필름 제조 시 hot-press 처리 시간에 따른 수분함량(좌)과 보수력(우) 변화

- ISP 중합 단백질 필름제조를 위한 hot-press 압착에 따른 필름의 절단면 SEM 이미지를 살펴보면, 압착시간이 증가함에 따라 조직화된 단백질의 공극이 가시적으로 줄어들어 가는 것으로 나타났고 절단면도 점차 매끄러워지는 것으로 나타남.

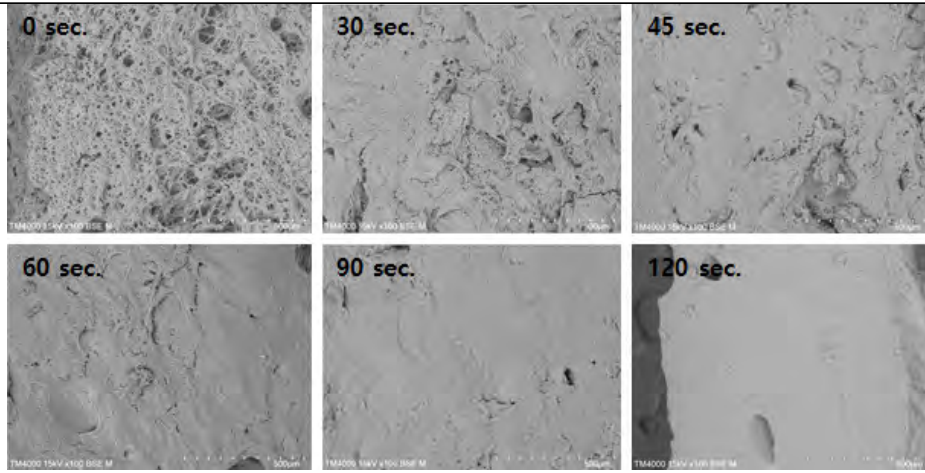


그림 . ISP 필름 제조 시 hot-press 처리 시간에 따른 SEM 이미지변화

- 동물성 식육의 조직감과 제조된 식물성 필름의 전단력과 TPA 값을 비교하기 위해, Hot-press 압착 ISP 필름을 적층하여 측정된 전단력과 TPA 값을 sous-vide (75°C 30 min) 열처리 돈육안심과 닭가슴살과 비교하였음. ISP 필름의 전단력은 닭가슴살과 유사하게 나타났고 돈육등심의 전단력은 ISP 필름보다 2.5배 가량 높게 나타남.
- TPA value의 hardness도 전단력과 유사한 패턴이었지만, gumminess와 chewiness는 ISP 필름이 닭가슴살 보다 높게 나타남. 이는 ISP 필름의 resilience, cohesiveness, springiness가 닭가슴살에 비해 크게 증가한 것에 기인하는 것으로 사료됨. 따라서 ISP 필름의 육 조직감 모방을 위해서는 resilience, cohesiveness, springiness 가 감소될 수 있는 공정이나 ingredient의 첨가가 요구 되는 것으로 사료됨.

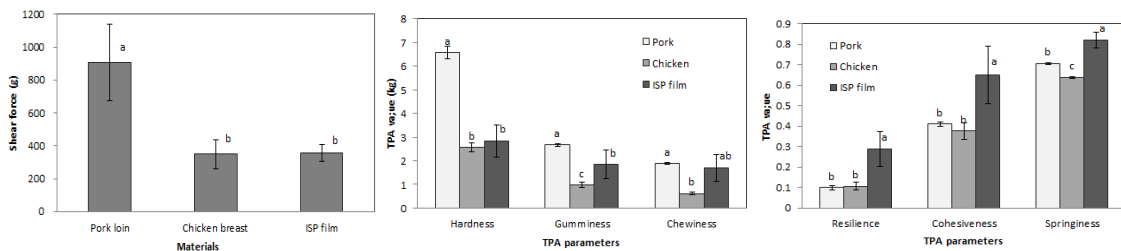


그림 . 돈육등심, 닭가슴살, ISP 필름의 전단력(좌)과 TPA (중, 우) 비교

③ 물리적 중합기술

□ 표면주조방법에 의한 필름 제조 방법

- 5% ISP 현탁액의 증탕에 의한 표면에서 형성되는 필름을 이용한 방법을 (표면주조방식) 적용함. 표면주조방식은 형성되는 순서에 따라 색도 및 조직감이 달라지고, 원료에 따른 차이가 나타남. 따라서 원료 2가지 경우를 적용하여 두유 또는 ISP 현탁액을 이용했을 때의 필름의 조직학적 특성과 형성되는 순서에 따른 변화를 관찰하였음.



그림 . 표면주조방법에 의한 필름 제조 공정

- 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 외관 사진을 보면 두유 원료의 경우 ISP 원료에 비해 노란색을 띠며, 두가지 원료에서 형성 순서가 증가함에 따른 색의 변화가 관찰됨.



그림 . 표면주조방법에 의한 필름의 형성순서에 따른 외관 사진. 두유 원료(좌) ISP 원료(우)

○ 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 색도 변화를 살펴보면 형성순서가 증가함에 따라 L값은 감소하고 a값은 증가하는 패턴이며 이러한 변화의 폭이 두유보다는 ISP 원료에서 더 크게 나타났다. b값은 두유를 사용한 경우 형성순서 증가에 따라 감소하였고, ISP를 사용한 경우 점차 증가하는 양상으로 나타남.

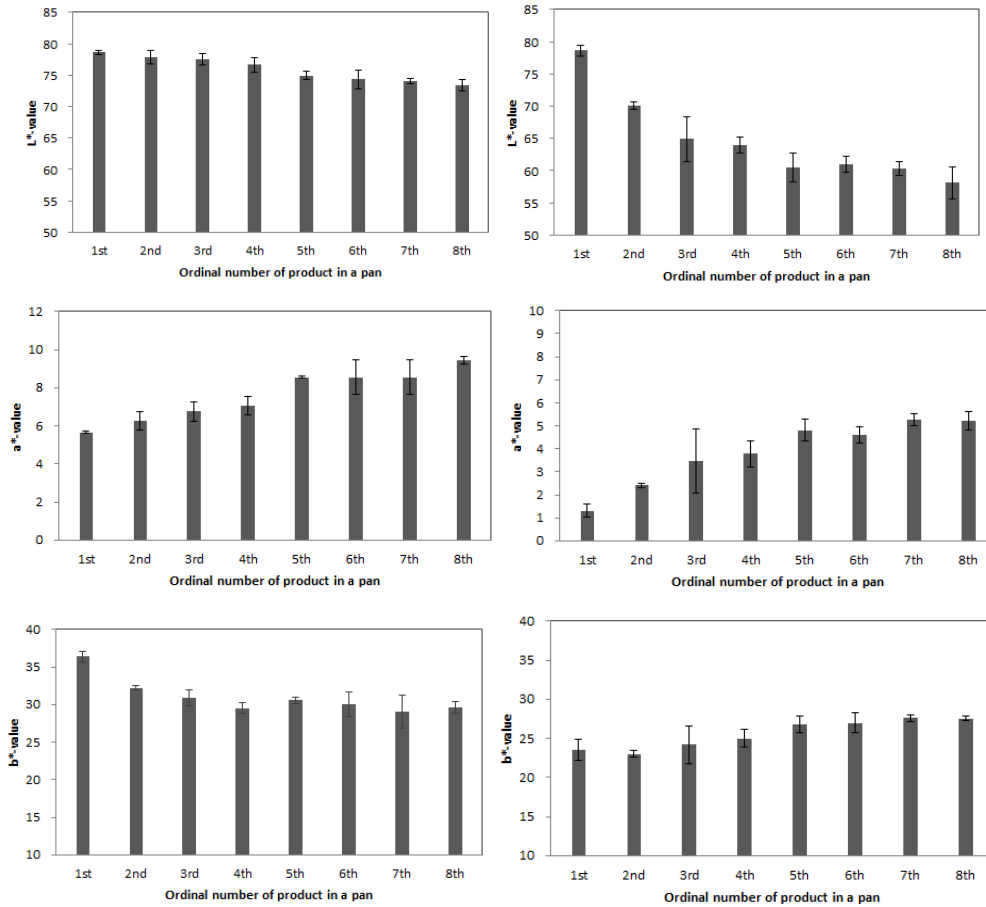


그림 . 표면주조방법에 의한 필름의 형성순서에 따른 색도 변화. 두유 원료(좌) ISP 원료(우)

○ 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 두께와 무게의 변화를 살펴보면, 두유를 사용한 경우 형성순서에 따른 두께의 유의적 변화가 관찰되지 않았고 150 um 내외로 측정되었음. 반면 ISP를 이용한 경우 첫 번째 형성된 필름이 약 500 um로 두껍게 측정되었고 그 이후 형성된 필름은 250 um 전후로 나타났으며 형성순서에 따른 유의적 차이는 관찰되지 않았음.

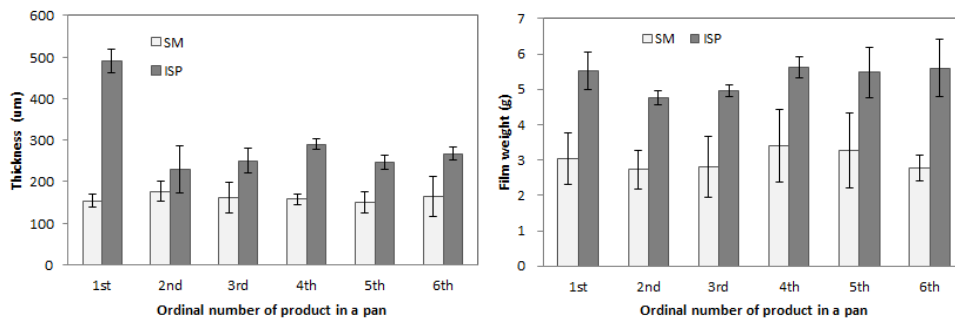


그림 . 표면주조방법에 의한 필름의 형성순서에 따른 두께(좌)와 무게(우) 변화.

○ 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 TPA의 변화를 돈육의 TPA value를 기준으로 하여 비교함. 필름 형성 순서가 증가함에 따라 hardness가 점차 증가하였고 hardness와 비례관계에 있는 gumminess도 필름 형성 순서에 따라 증가함. 두유 원료 필름에 비해 ISP 원료 필름에서는 springiness와 resilience 가 높게 나타났고 형성순에 따른 증가 추세도 강하게 나타남. 이는 동물성 육조직 모방을 위해서 ISP 필름의 물성학적 특성에서 개선되어야 할 점으로 사료됨.

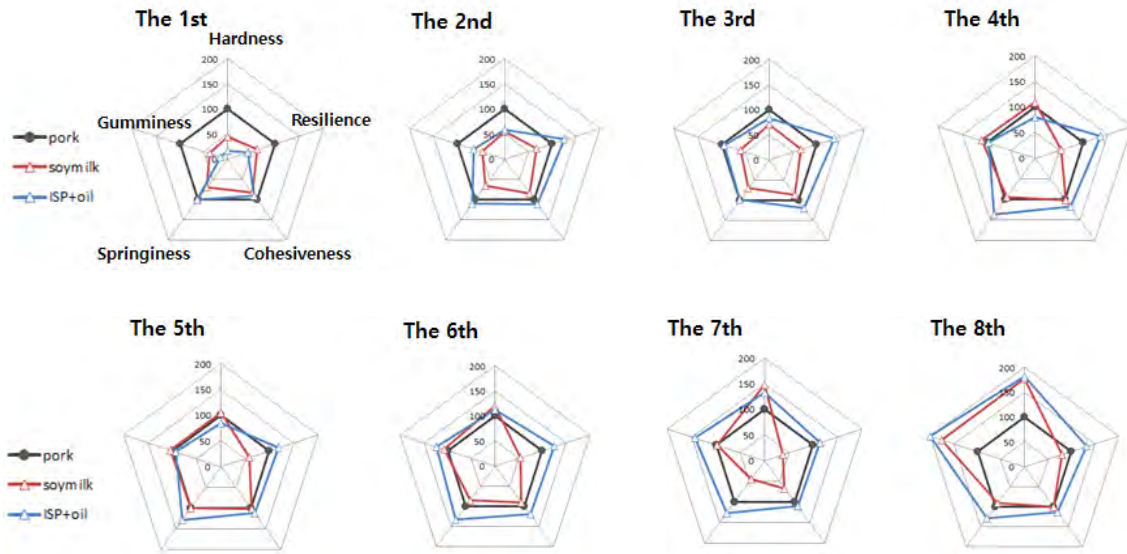


그림 . 원료에 따른 조직화 단백질의 TPA 분석 결과

○ 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 조단백질과 조지방 함량 분석 결과를 보면, 두유를 사용한 경우 형성순서에 따른 조단백질 함량은 점차 증가하였으나 증가폭은 ISP 원료를 사용한 경우보다 적었음. 조지방의 경우 필름 형성순서에 따라 감소하였고 ISP를 이용한 경우 첫 번째 필름에 대부분의 조지방 함량이 60%를 차지하고 그 이후 10% 이하로 나타나 급격한 조단백질의 감소를 나타냄.

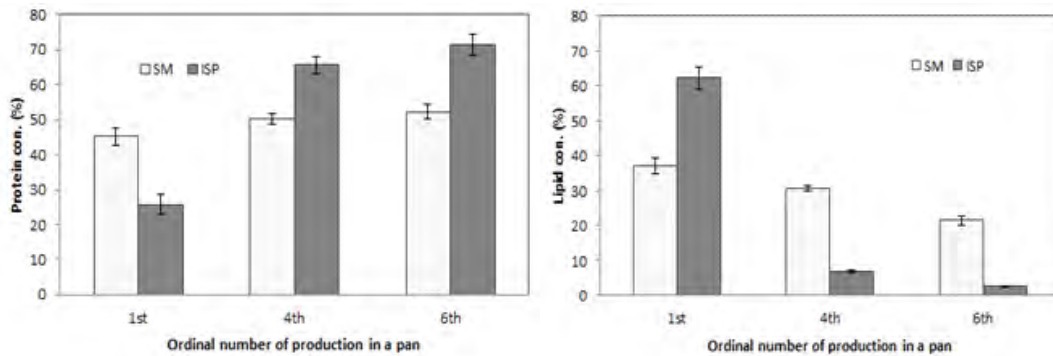


그림 . 원료에 따른 조직화 단백질의 조단백질과 조지방 함량 분석 결과

○ 표면주조방식 필름의 형성 순서에 따른 SEM 이미지를 살펴보면 두유 원료의 경우 ISP 원료에 비해 얇고 짙은 색으로 나타나는 oil body가 균일한 것으로 관찰됨. 반면 ISP를 이용한 oil body는 1st와 2nd에 대부분 분리되어 나오고 형성순서가 증가함에 따라 급격히 감소한 것으로 관찰되었음. 표면주조방식으로 필름이 형성된 직후 번들로 수거 시 필름 간 interaction으로 특이적 융기된 부분이 형성되어 side-to-side interaction으로 번들형태 유지에 효과가 있는 것으로 사료됨.

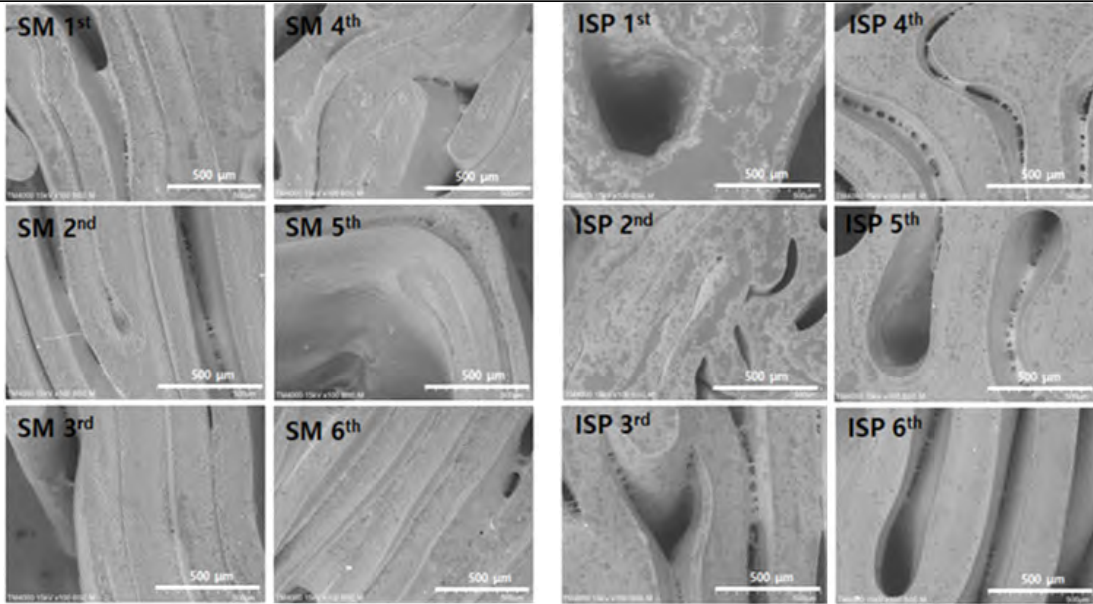


그림 . 두유(SM)(좌) 또는 ISP(우)를 이용한 표면 구조방식 필름의 형성 순서에 따른 SEM 이미지.

- 표면구조방식 필름의 형성 순서에 따른 남아있는 원료액의 surface hydrophobicity를 측정하였고, 원료액의 8 M urea-SDS buffer (pH 7)에 의한 단백질 용해도와 SDS-PAGE에 의한 단백질 패턴을 분석함. 필름 수거가 진행될수록 남아있는 원료액의 surface hydrophobicity는 두유와 ISP 원료에서 다소 증가하는 것으로 나타났고, non-covalent bond와 관련이 있는 8 M urea 용해성이 두유에서는 증가하였고 ISP에서는 유지되는 것으로 나타남. 8 M urea 용해 단백질 SDS-PAGE 패턴을 보면 두유액의 단백질 밴드 density 증가에 기인하고 패턴 변화에 의한 것은 아닌 것으로 관찰됨.

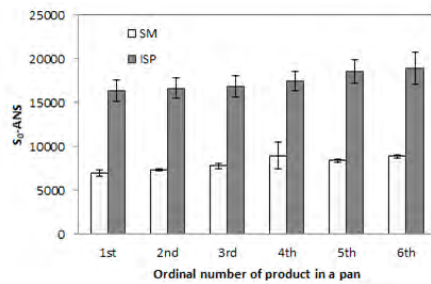


그림 . 표면구조방식에 의한 필름 형성에 따른 원료 현탁액의 surface hydrophobicity

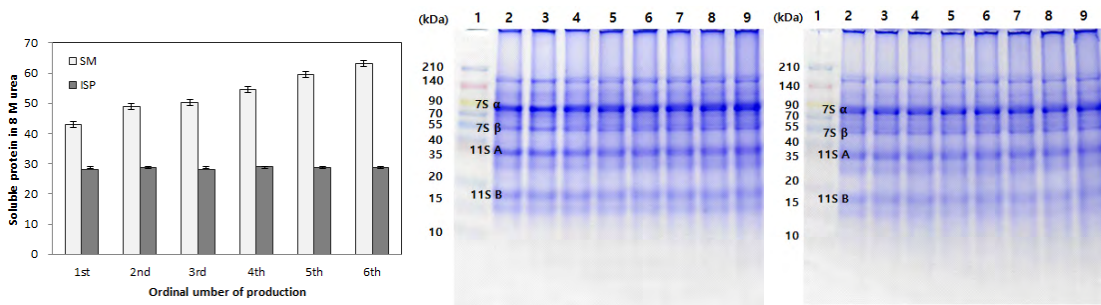


그림 . 표면구조방식에 의한 필름 형성에 따른 8 M urea 단백질 용해도(좌) 및 두유액(중), ISP (우)의 8M urea 용해 단백질 패턴 (1 line은 std. marker, 2-7 line은 각각 1st- 6th 필름의 단백질 패턴임.)

- 표면구조방식 필름의 형성 순서에 따른 필름의 disulfide bond 관련 단백질 SDS-PAGE 패턴 결과를 나타냄. 두유액의 경우 1st-, 2nd-film의 7s α, 11s B 단백질의 density가 3rd~6th-film의 것보다 낮게 나타남. 11s A는 disulfide bond 주요 단백질로 필름 형성순서에 관계없이 일정한 양이 유지됨. ISP 원료의 경우 disulfide bond에 관여한 단백질 패턴은 필름 형성순서에 따른 변화가 관찰되지 않음.

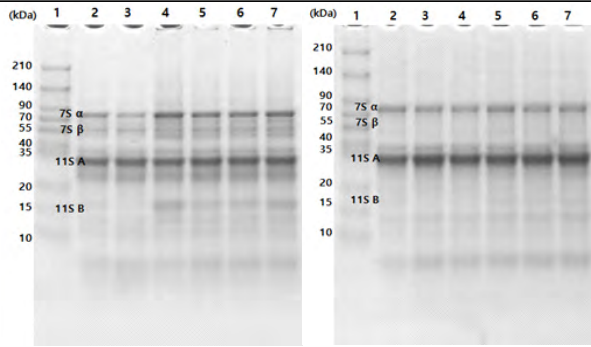


그림 . 표면구조방식에 의한 형성순서에 따른 필름의 disulfide bond 관련 단백질 패턴. 두유원료 필름(좌) ISP 원료 필름(우) (1 line은 std. marker, 2-7 line은 각각 1st- 6th 필름의 단백질 패턴임.)

- 표면구조방식 필름을 모두 수거하여 번들로 묶어 40% 간장 용액에 침지 가열하여 육모방 시제품 제조를 시도하였고 이를 돈육의 (75°C, 30 min, sous-vide cooking) TPA와 비교하였음. 그 결과 hardness는 유사하였으나 resilience가 특이적으로 높게 나타나 향후 개선점으로 사료됨.
- 필름번들의 SEM 이미지를 살펴보면 두유(SM) 원료의 경우 얇은 필름이 균일하게 밀착되어있는 것이 관찰되었고, ISP 원료의 경우 두유 원료보다 필름은 두껍고 필름 간 특이적 돌기가 형성되어 번들 모양을 유지하고 있는 것으로 관찰됨.

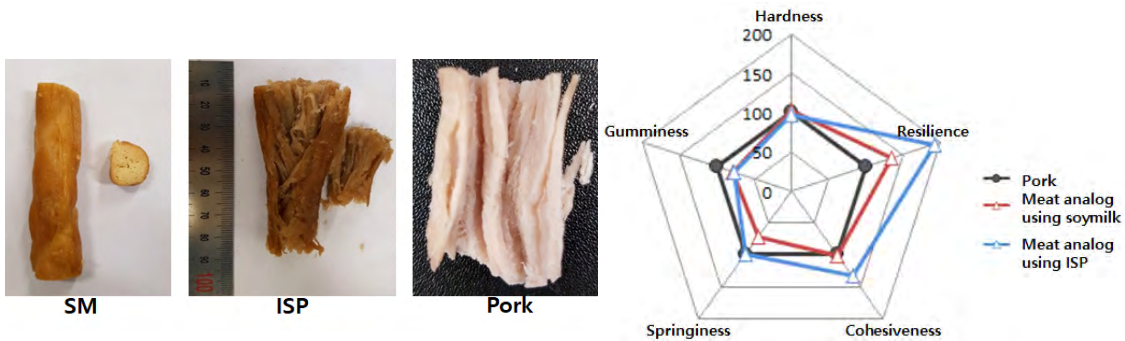


그림 . 표면구조방식으로 제조된 필름 번들을 이용한 meat analog 제조 및 돈육과 비교 사진(좌)과 TPA값(우)

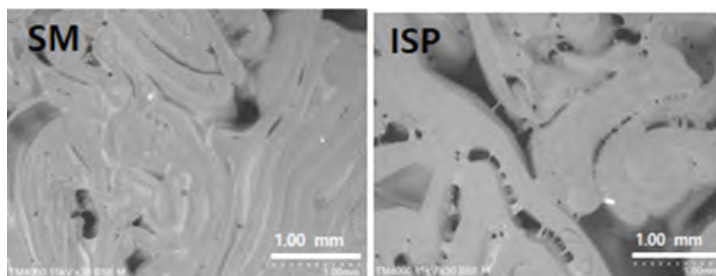


그림 . 표면구조방식으로 제조된 필름 번들을 이용한 meat analog의 SEM 이미지. 두유 원료(좌) ISP 원료(우)

□ 콩취 저감용 소재를 이용한 필름의 특성

- 대두 가공품의 풀냄새, 콩비린내 등의 특징적 향미 저감을 위한 방법으로 콩취나 전구체 제거방법, 비린내 생성 주 효소인 lipoxygenase 불활성화 또는 억제, 양념을 이용한 마스킹 방법이 있음.
- cyclodextrin(CD)은 분자 내부에 소수성 cavity 영역을 통해 여러 휘발성 성분이나 불안정 물질 복합체를 형성함. 따라서 물성 개선, 향미 포접 기능이 있어 식품, 의약품, 화장품 제조 영역에서 다양하게 활용되고 있음. D-glucose 중합도에 따라 α-CD(6개), β-CD(7개), γ-CD(8개)형이 있고 주로 향미 포접에는 β-CD를 활용함.
- 대두의 lipoxygenase(L)는 3가지의 동질 효소를 가지고 있고 이를 각각 L-1, L-2, L-3로 명명함. lipoxygenase는 열처리나 유기용매 처리로 불활성화가 가능하나 대두단백질의 용해성 감소와 같은 기능성 저하를 초래함. 따라서 lipixygenase 결핍 대두 종자 사용을 효과적 방법으로 제시 가능함.
- 표면구조방식 필름 제조용 ISP 현탁액에 cyclodextrin(0-2%) 첨가량에 따른 물성과 향미를 분석함. cyclodextrin 함량이 증가함에 따라 hardness가 증가하였고, gumminess와 chewiness는 cyclodextrin 농도에 따른 차이는 관찰되지 않았지만 무침가균 보다 증가함. 반면, resilience는 cyclodextrin 함량 증가에 따라 감소하여 표면구조방식 필름의 물성에서 resilience 감소에

cyclodextrin이 효과적이었음.

- 색도에서는 cyclodextrin 함량이 증가함에 따라 L-value가 증가하고 a-value 가 감소하였으며 b-value에는 영향이 미미하였음.

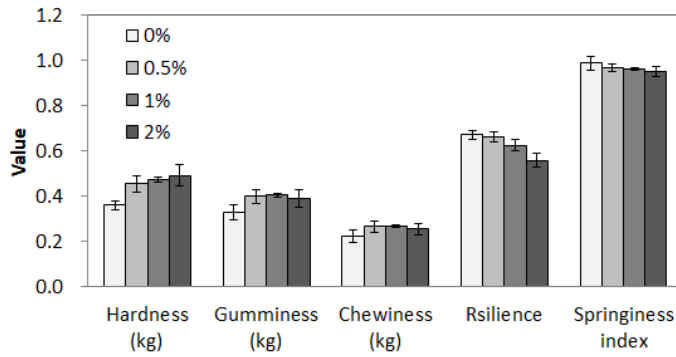


그림 . 표면구조방법에 의한 조직화 단백질의 cyclodextrin 함량에 따른 TPA 변화

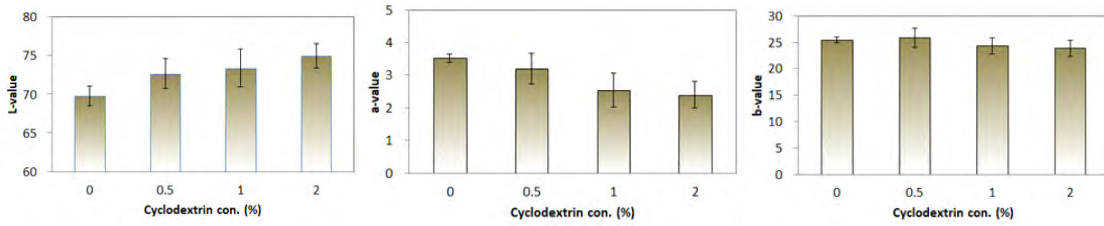


그림 . 표면구조방법에 의한 조직화 단백질의 cyclodextrin 함량에 따른 색도 변화

- SEM 이미지 관찰 결과, cyclodextrin함량이 증가함에 따라 표면구조방식 필름에 원형의 입자 분산도가 증가되는 것을 확인할 수 있었음. 입자는 필름 단면에도 고르게 분포되는 것으로 관찰됨 (그림 1-3).

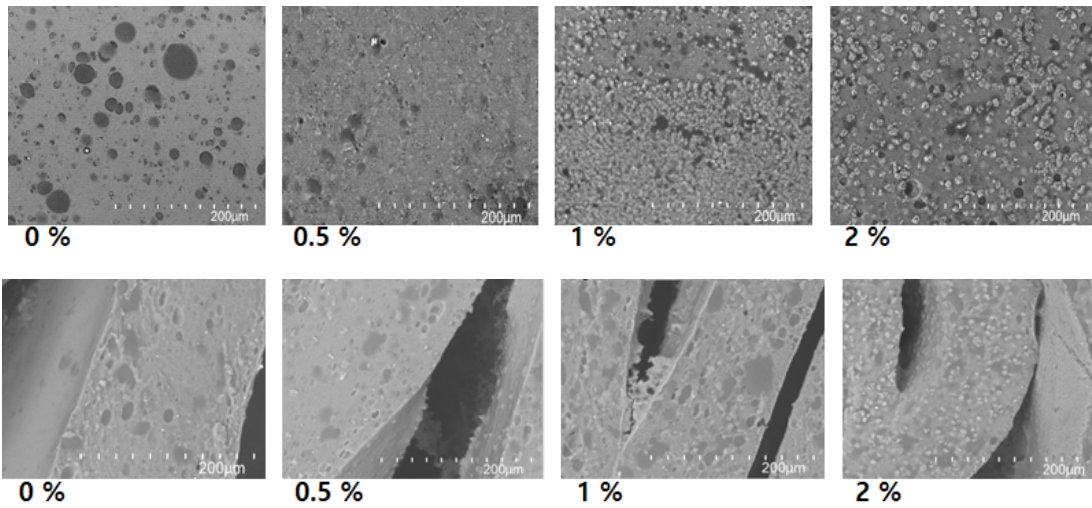


그림 . 표면구조방법에 의한 조직화 단백질의 cyclodextrin 함량에 따른 SEM 이미지 변화

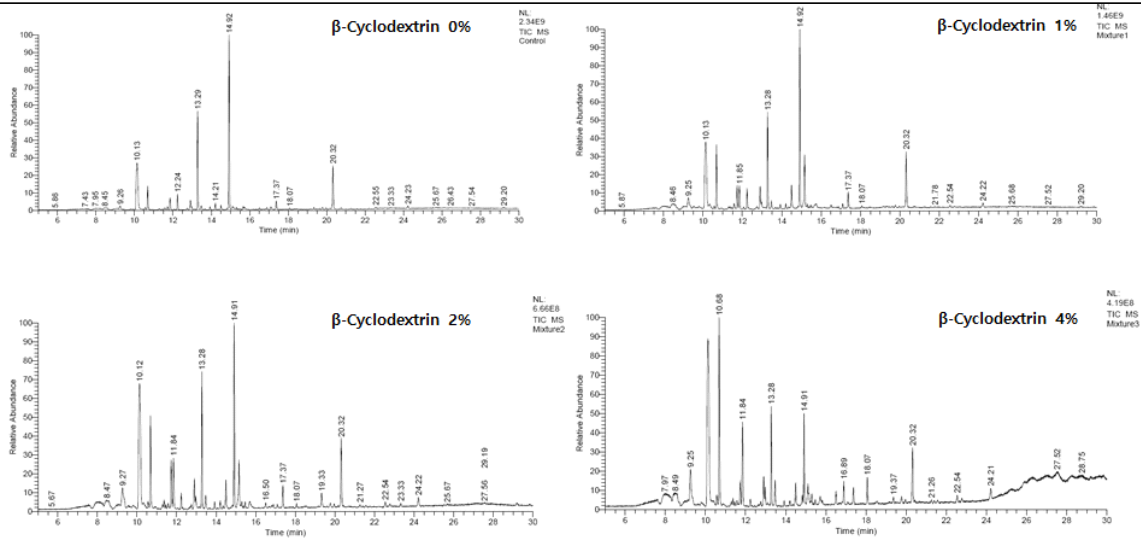


그림 . 두유의 cyclodextrin 첨가량에 따른 GC-MS 크로마토그램 변화

○ 분리대두단백(ISP)의 향미개선을 위하여 친수성 외벽과 소수성 cavity로 복합체를 형성할 수 있는 β -cyclodextrin(CD)을 적용하였음. ISP suspension을 CD와 함께 가열처리하여 교질액화 하여 과량의 CD 제거 유무에 따른 휘발성 화합물 변화를 관찰함. CD 유래의 alkanes과 alkenes 류의 화합물이 CD 첨가량과 함께 증가하였지만, 제거 공정에 의해 제거가 가능하였음. beany flavor 관련 물질로 1-octen-3-ol, benzaldehyde, hexanal, 2-heptanone, 2-pentylfuran 등의 CD 첨가에 의한 저감효과를 확인할 수 있었고 특히 4%의 CD 첨가 후 제거공정 시 콩취 저감효과가 가장 뛰어났음.

표. β -cyclodextrin(CD)을 첨가한 분리대두단백(ISP) 교질액의 GC-MS에 의한 휘발성성분 분석 결과

RT ⁽²⁾	RI ⁽³⁾	Compound Name	Natures File Name	+CD Group ⁽⁴⁾				-CD Group			
				0 ⁽⁵⁾	1	2	4	0	1	2	4
Alkanes											
8.39	800>	2,4-Dimethylheptane		0.1 ^{dE} ₍₆₎	1.4 ^{cC}	1.9 ^{bB}	4.7 ^{aA}	0.1 ^{bE}	0.9 ^{aD}	0.9 ^{aD}	0.8 ^{aD}
14.58	1047	2,5,6-Trimethyldecane		0.0 ^{dF}	0.6 ^{cC}	0.9 ^{bB}	2.6 ^{aA}	0.0 ^{cF}	0.4 ^{aD}	0.2 ^{bDE}	0.2 ^{bE}
5.95	800>	2-Methyl-2-methoxypropane		0.2 ⁽⁷⁾	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0
7.26	800>	2-Methylheptane		0.0 ^{dE}	0.1 ^{cC}	0.2 ^{bB}	0.5 ^{aA}	0.0 ^{bDE}	0.1 ^{aCD}	0.1 ^{aC}	0.1 ^{aC}
14.75	1051	4-Methyldecane		0.0 ^{dF}	0.6 ^{cC}	1.1 ^{bB}	3.1 ^{aA}	0.1 ^{cF}	0.4 ^{aCD}	0.3 ^{abDE}	0.2 ^{bcEF}
7.38	800>	4-Methylheptane		0.0 ^{dD}	0.1 ^{cD}	0.2 ^{bB}	0.5 ^{aA}	0.0 ^{cD}	0.2 ^{abBC}	0.1 ^{bBCD}	0.2 ^{aB}
9.7	819	4-Methyloctane		0.1 ^{dD}	0.5 ^{cC}	0.8 ^{bB}	2.1 ^{aA}	0.1 ^{bD}	0.4 ^{aC}	0.4 ^{aC}	0.4 ^{aC}
16.24	1093	5-Methyldecane		0.0	0.1	0.2	0.6	0.0	0.1	0.1	0.1
14.34	1040	Decane		0.3 ^{dD}	1.8 ^{cC}	3.9 ^{bB}	10.6 ^{aA}	0.5 ^{bD}	1.6 ^{aC}	1.4 ^{aC}	1.6 ^{aC}
21.89	1244	Dodecane		0.1 ^{dD}	0.8 ^{cC}	2.4 ^{bB}	8.9 ^{aA}	0.1 ^{bD}	0.8 ^{aC}	0.7 ^{aC}	0.9 ^{aC}
15.88	1083	Tetradecane		0.0 ^{dE}	0.7 ^{cC}	1.0 ^{bB}	2.6 ^{aA}	0.0 ^{cF}	0.4 ^{aD}	0.2 ^{bDE}	0.2 ^{bcDF}
23.51	1288	Hexadecane		0.0 ^{dE}	0.8 ^{cC}	1.5 ^{bB}	5.4 ^{aA}	0.0 ^{cE}	0.4 ^{aD}	0.2 ^{abDE}	0.2 ^{bcDE}
8.13	800>	Octane		0.0 ^{dE}	0.3 ^{cD}	0.5 ^{bB}	1.2 ^{aA}	0.1 ^{cE}	0.2 ^{bD}	0.3 ^{abCD}	0.4 ^{aBC}
15.68	1077	Tridecane		0.0 ^{dF}	1.5 ^{cC}	2.2 ^{bB}	6.5 ^{aA}	0.1 ^{cF}	0.7 ^{aD}	0.4 ^{bDE}	0.3 ^{bcDE}
17.68	1131	Undecane		0.0 ^{dF}	0.6 ^{cC}	1.1 ^{bB}	3.4 ^{aA}	0.0 ^{cF}	0.4 ^{aD}	0.2 ^{bE}	0.2 ^{bE}
		Total alkanes		0.8^{dE}	10.0^{cC}	17.9^{bB}	52.7^{aA}	1.2^{bE}	7.1^{aD}	5.6^{aD}	5.8^{aD}
Alkenes											
27.5	1401	1,2-Dimethyl-4-ethylbenzene		0.2 ^{cE}	0.6 ^{cC}	1.1 ^{bB}	1.7 ^{aA}	0.2 ^{bE}	0.6 ^{aC}	0.5 ^{aCD}	0.4 ^{abCD}
26.41	1370	1,3,5-Trimethylbenzene		0.2 ^{cC}	0.4 ^{bcC}	0.6 ^{abB}	0.7 ^{aA}	0.2 ^{abC}	0.3 ^{abC}	0.2 ^{bC}	0.1 ^{bC}
29.62	1464	1,3-Di-tert-butylbenzene		1.5 ^{dD}	8.5 ^{aA}	4.6 ^{bB}	3.0 ^{cC}	1.5 ^{cD}	8.1 ^{aA}	3.5 ^{bC}	1.2 ^{cD}
10.18	831	2,4-Dimethyl-1-heptene		0.1 ^{bE}	0.3 ^{bDE}	0.6 ^{aAB}	0.8 ^{aA}	0.1 ^{cE}	0.5 ^{abBCD}	0.4 ^{bCD}	0.6 ^{aABC}
21.05	1222	dl-Limonene		0.0 ^{cC}	1.7 ^{cC}	5.7 ^{bB}	12.8 ^{aA}	0.0 ^{bC}	1.5 ^{aC}	1.7 ^{aC}	1.6 ^{aC}
15.06	1060	Methylbenzene		0.2 ^{bbC}	0.2 ^{bbC}	0.4 ^{abB}	0.6 ^{aA}	0.1 ^{bC}	0.2 ^{abBC}	0.2 ^{abBC}	0.3 ^{aBC}
		Total alkenes		2.2^{cD}	11.7^{bb}	13.0^{bb}	19.6^{aA}	2.1^{dD}	11.2^{aB}	6.5^{bC}	4.2^{cD}
Alcohols											
29.46	1459	1-Octen-3-ol		2.9 ^{aB}	1.4 ^{bC}	1.1 ^{cD}	0.9 ^{cDE}	3.6 ^{aA}	1.5 ^{bC}	1.1 ^{cD}	0.6 ^{dE}
22.45	1260	1-Pentanol		0.5 ^{aB}	0.2 ^{bC}	0.1 ^{cDE}	0.1 ^{cE}	0.7 ^{aA}	0.2 ^{bCD}	0.1 ^{bcDE}	0.1 ^{bDE}
30.92	1502	2-Ethyl-1-hexanol		1.4 ^{aA}	0.4 ^{cB}	0.4 ^{cB}	0.3 ^{cB}	1.5 ^{aA}	0.5 ^{bB}	0.4 ^{bB}	0.2 ^{cC}
		Total alcohols		4.8^{aA}	2.0^{bB}	1.6^{cBC}	1.3^{cC}	5.8^{aA}	2.2^{bB}	1.6^{bcBC}	0.9^{cC}
Aldehydes											
26.17	1363	2-Ethylhexenal		0.7 ^{aB}	0.5 ^{bCD}	0.5 ^{bcDE}	0.4 ^{cDEF}	0.9 ^{aA}	0.6 ^{bC}	0.3 ^{cEF}	0.2 ^{cF}
39.14	1676	4-Methylbenzaldehyde		4.4 ^{aA}	0.6 ^{bCD}	0.5 ^{bCD}	0.6 ^{bCD}	1.5 ^{aB}	1.3 ^{abC}	0.6 ^{bCD}	0.3 ^{bD}
32.86	1549	Benzaldehyde		3.8 ^{aA}	2.2 ^{bbC}	1.6 ^{cCD}	1.3 ^{cDE}	4.1 ^{aA}	2.4 ^{bb}	1.5 ^{cD}	0.9 ^{cE}
16.65	1104	Hexanal		10.0 ^{aA}	7.8 ^{bb}	6.5 ^{bcBC}	5.7 ^{cC}	10.0 ^{aA}	8.0 ^{bb}	6.8 ^{bbC}	6.5 ^{bbC}
40.05	1692	p-Propylbenzaldehyde		1.0 ^{aA}	0.8 ^{bb}	0.6 ^{cCD}	0.4 ^{dE}	1.0 ^{aA}	0.7 ^{bC}	0.5 ^{cDE}	0.2 ^{dF}

Total aldehydes			19.9 ^{aA}	11.9 ^{bBC}	9.7 ^{bCD}	8.4 ^{cD}	17.5 ^{aA}	13.0 ^{bB}	9.7 ^{cCD}	8.1 ^{cD}
Ketones										
38.32	1661	1-(3-Butyl-2-oxiranyl)ethanone	1.7 ^{aA}	0.7 ^{bB}	0.5 ^{bBC}	0.2 ^{cD}	1.6 ^{aA}	0.6 ^{bB}	0.4 ^{cCD}	0.2 ^{cD}
20.44	1205	2-Heptanone	13.8 ^{aA}	10.9 ^{abB}	8.0 ^{bcC}	5.2 ^{cD}	15.9 ^{aA}	9.1 ^{bBC}	7.2 ^{cCD}	5.2 ^{dD}
28.04	1417	2-Nonanone	0.2 ^{BC}	0.4 ^A	0.4 ^A	0.3 ^{AB}	0.3 ^{aAB}	0.4 ^{aA}	0.2 ^{bBC}	0.1 ^{cC}
34.85	1597	3,5-Octadien-2-one	0.9 ^{ab}	0.8 ^{abC}	0.7 ^{abCD}	0.5 ^{bCD}	1.3 ^{aA}	0.6 ^{bCD}	0.6 ^{bCD}	0.4 ^{bD}
28.65	1435	3-Octen-2-one	1.1	1.3	1.1	0.9	1.1	1	0.9	0.7
Total ketones			17.7^{aA}	14.1^{abB}	10.7^{bcC}	7.1^{cD}	20.2^{aA}	11.7^{bBC}	9.3^{cCD}	6.6^{dD}
Furan										
22.27	1255	2-Pentylfuran	6.2 ^{cD}	15.0 ^{bC}	20.9 ^{abB}	22.4 ^{aA}	7.4 ^{bD}	13.2 ^{aC}	7.1 ^{bD}	4.7 ^{cD}
Total furans			6.2^{cD}	15.0^{bC}	20.9^{abB}	22.4^{aA}	7.4^{bD}	13.2^{aC}	7.1^{bD}	4.7^{cD}

⁽¹⁾ Identification of volatile compounds was carried out by comparing the MS spectrum. In the comparison of MS spectrum, SI should be more than 800. The results were obtained based on the relative peak ratio of each compound based on the internal standard. ⁽²⁾RT means the retention time (min) of each compound. ⁽³⁾RI was calculated in relation to the retention time of n-alkane series. ⁽⁴⁾ The +CD and -CD groups indicate the presence (+) or absence (-) of excessive flavor-entrapped CD, respectively. ⁽⁵⁾ Numbers 0-4 represent the concentrations of CD (% (w/w)) in ISP colloids. ⁽⁶⁾ Data with different capital and small letters of superscript are significantly different ($p < 0.05$) within the same line and group, respectively. ⁽⁷⁾ Data without superscript letters are not significantly different ($p > 0.05$) among the samples.

○ GC-MS에 의한 휘발성 성분 결과를 주성분 분석 (PCA)으로 정리하였음. CD 무첨가 ISP 교질액은 1사분면에 위치한 반면, CD 첨가군은 3,4 사분면에 위치한 것으로 향미관련 휘발성 성분이 유의미 하게 달라진 것을 알 수 있었음. 특히 CD 첨가에 의해 aldehydes, ketones, alcohol 등에서 주된 차이가 도출되었음. furan류는 특이한 패턴을 보였는데 CD 함량이 증가함에 따라 검출량이 증폭되었지만, 4% CD 첨가 후 제거공정에 의해서 유의적 저감 효과를 확인할 수 있었음.

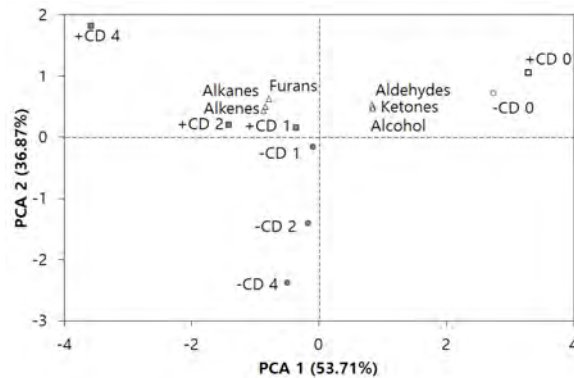


그림. CD 첨가 ISP 교질액의 GC-MS에 의한 휘발성 성분의 주성분 분석

○ 관능평가 결과를 살펴보면 CD 첨가량이 증가할수록 향미의 강도와 풍취가 점차 약해지는 것으로 파악되었음. 달콤한 향의 경우 4% 첨가군에서만 유의적으로 낮게 나옴. 즉 CD는 관능적 향미 강도, 풍취 등의 저감에 효과적이었고, CD 제거 공정이 더해진 경우가 보다 효율적으로 저감 가능한 것으로 나타남.

표. ISP 교질액의 CD 첨가에 따른 향미 관능평가

Group ⁽²⁾	CD con.	Parameters		
		Flavor Strength	Beany Flavor	Sweetness
+CD	0	5.0 ± 0.0 ^{Aa(3)}	5.0 ± 0.0 ^{aAB}	5.0 ± 0.0 ^{aA}
	1	4.9 ± 0.7 ^{abAB}	4.9 ± 0.6 ^{aAB}	4.9 ± 0.2 ^{aA}
	2	4.3 ± 0.8 ^{abABC}	4.5 ± 0.6 ^{aABC}	4.7 ± 0.4 ^{aAB}
	4	3.8 ± 1.4 ^{bC}	3.9 ± 0.5 ^{bC}	4.4 ± 0.5 ^{bB}
-CD	0	5.3 ± 0.4 ^{aA}	5.5 ± 0.5 ^{aA}	4.9 ± 0.2 ^{aA}
	1	4.7 ± 0.5 ^{abABC}	4.7 ± 0.4 ^{aAB}	4.8 ± 0.4 ^{aAB}
	2	4.1 ± 0.7 ^{bBC}	4.3 ± 0.6 ^{bBC}	4.4 ± 0.5 ^{bB}
	4	2.9 ± 0.7 ^{cD}	3.1 ± 0.7 ^{cD}	3.9 ± 0.5 ^{cC}

⁽¹⁾ Data are means ± standard deviations (n = 10). The score of +CD was 5 as a standard for panelists. ⁽²⁾ Here, +CD and -CD indicate the presence or absence of excessive flavor-entrapped CD, respectively. Numbers 0-4 represent the concentrations of CD (% (w/w)) in ISP colloids. ⁽³⁾ Data with different capital and small letters of superscript are significantly different ($p < 0.05$) within the same line and group, respectively.

○ CD 적용 ISP 교질액을 이용하여 단백질조조직화인 yuba film을 제조함. CD의 첨가에 의해서 yuba film 색은 L, a, b values 의 전반적 상승을 유도하여 전반적으로 하얗고 밝아진 film의 모습이었음. puncture test 결과 필름에 CD 복합체가 많을수록 강도와 인장력은 약해지는 것으로 나타났으나 CD 제거 공정으로 제거가 가능함.

○ yuba film의 단면 SEM 이미지를 살펴보면 200 um내외의 두께로 필름이 형성되었고 CD 첨가에 의해 특이한 입자모양의 구조

체가 필름 내외부에 분포한 것을 확인할 수 있었음. 또한 CD 함량이 증가함에 따라 yuba film 형성 하층부에 CD 복합체 농축되었고 4%로 높아지면 fim 상부와 하부에 CD 복합체가 농축되어 분포한 것을 확인할 수 있었음. CD 제거 공정에 의해 과량의 CD 복합체 형성 제어가 SEM 이미지에서도 확인 되었음. 이러한 CD 복합체의 농축이 film 색도와 강도에 영향을 미치기 때문에 휘발성 물질 inclusion complex 형성 후 제거공정이 beany flavor의 효율적 저감 및 film 강도 유지에 도움이 되는 것으로 확인됨.

표. CD 첨가 ISP 교질액을 이용한 yuba film의 색도 및 강도 평가

Group ⁽²⁾	CD con.	Parameters				
		L-value	a-value	b-value	Puncture Strength (N)	Puncture Deformation (mm)
+CD	0	50.8 ± 1.67 ^{cC} ⁽³⁾	2.03 ± 0.54 ^{cC}	18.9 ± 1.38 ^{bC}	3.08 ± 0.33 ^{aA}	7.19 ± 1.15 ^{aA}
	1	51.9 ± 0.73 ^{cC}	3.00 ± 0.59 ^{bB}	19.9 ± 1.39 ^{bBC}	2.71 ± 0.49 ^{aA}	6.51 ± 1.94 ^{aA}
	2	62.7 ± 0.88 ^{bB}	4.13 ± 0.57 ^{aA}	25.2 ± 0.93 ^{aA}	1.62 ± 0.23 ^{bB}	3.23 ± 0.87 ^{bB}
	4	71.8 ± 1.77 ^{aA}	4.10 ± 0.22 ^{aA}	24.4 ± 0.67 ^{aA}	1.12 ± 0.22 ^{bB}	1.23 ± 0.18 ^{cB}
-CD	0	50.5 ± 2.30 ^{bC}	1.75 ± 0.13 ^{cC}	18.9 ± 0.47 ^{cC}	2.87 ± 0.60 ^{aA}	7.15 ± 2.12 ^{aA}
	1	51.8 ± 1.69 ^{bC}	2.98 ± 0.28 ^{bB}	21.0 ± 0.40 ^{bB}	3.07 ± 0.25 ^{aA}	6.99 ± 3.49 ^{aA}
	2	60.4 ± 0.80 ^{aB}	4.23 ± 0.33 ^{aA}	25.3 ± 1.24 ^{aA}	2.83 ± 0.44 ^{aA}	6.37 ± 2.03 ^{aA}
	4	61.4 ± 2.05 ^{aB}	4.15 ± 0.25 ^{aA}	25.4 ± 0.26 ^{aA}	2.84 ± 0.44 ^{aA}	6.21 ± 2.04 ^{aA}

⁽¹⁾ Data are means ± standard deviations (n = 5 of each triplicate determination). ⁽²⁾ Here, +CD and -CD indicate the presence or absence of excessive flavor-entrapped CD, respectively. Numbers 0-4 represent the concentrations of CD (% (w/w)) in ISP colloids. ⁽³⁾ Data with different capital and small letters of superscript are significantly different (p < 0.05) within the same line and group, respectively.

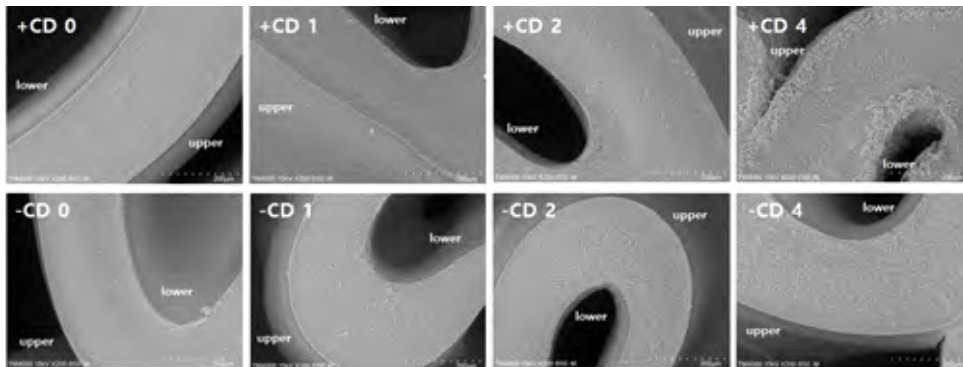


그림. CD 첨가 ISP 교질액을 이용한 yuba film의 SEM 이미지

□ 콩취 저감용 원료를 이용한 필름의 특성

- 콩 품종 대원과 lipoxxygenase-free 품종인 A, B를 대상으로 두유, 두부, 표면구조방식 필름을 제조하였고 각각의 단백질 패턴을 분석하였음. A와 B 품종은 lipoxxygenase 1, 2, 3 protein-free 품종으로 이에 따른 물성학적 특성 평가 목적임.
- 두유 SDS-PAGE 패턴을 살펴보면 대원콩의 경우 loading well에 남아있는 고분자 단백질 밴드양이 A와 B 품종보다 높다는 차이점은 있었지만 두부나 표면구조방식 필름의 SDS-PAGE 패턴에서는 특이점 도출이 어려웠음. 따라서 물성에 영향을 미치는 주요 단백질의 패턴의 유사성으로 품종에 따라 제조된 두부와 필름의 물성에 미치는 영향은 미미할 것으로 사료됨.

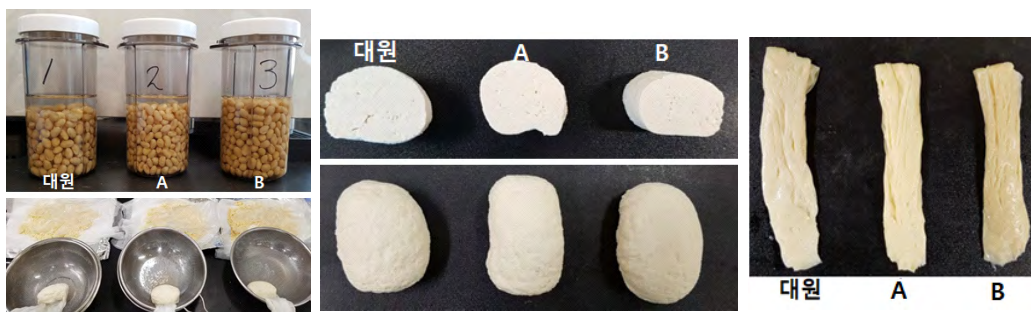


그림 . 콩 품종에 따른 두부제조 사진과 표면구조방식 필름. (A와 B는 lipoxxygenase-free 품종)

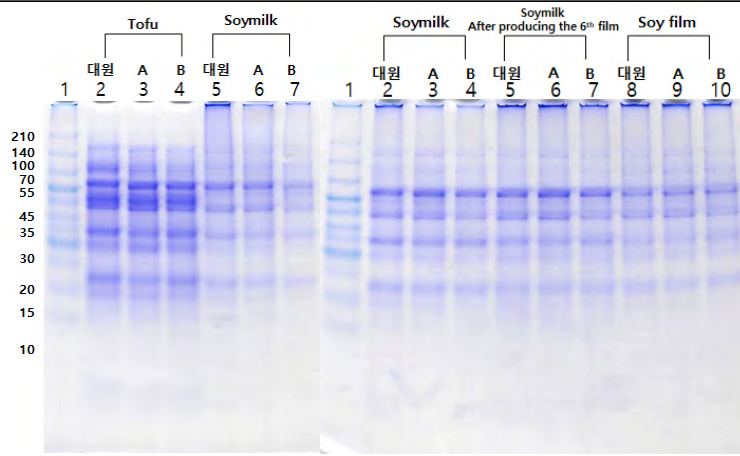


그림 . 콩 품종에 따른 두유, 두부, 및 표면주조방식 필름의 단백질 패턴. (A와 B는 lipoxygenase-free 품종)

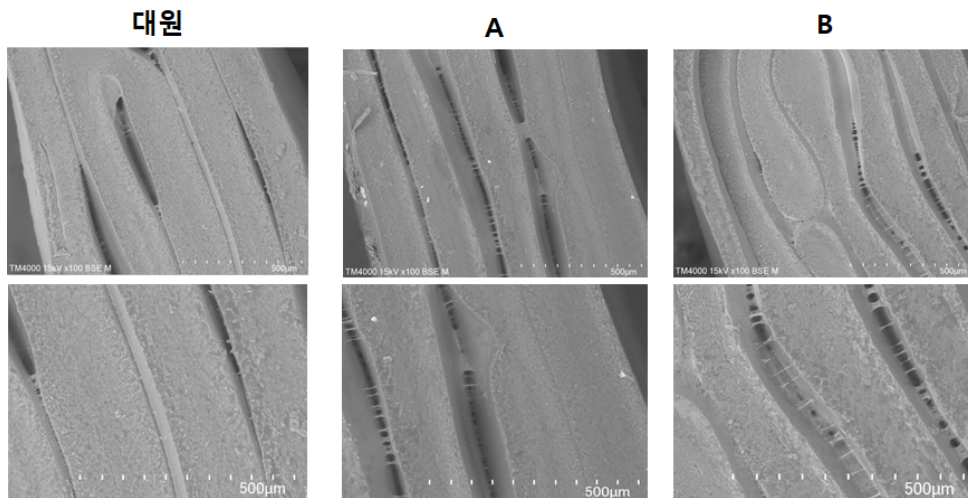


그림 . 콩 품종에 따른 표면주조방식 필름의 SEM 이미지. (A와 B는 lipoxygenase-free 품종)

□ 대두단백 도우의 롤링에 의한 필름 제조 방법



그림 5-13. ISP dough 롤링에 의한 필름 제조 방법

- ISP는 단백질 90% 이상 함량의 분말제형으로 가수하여 15-20% ISP농도로 제조하면 dough 형태로 제조됨.
- 15, 17.5, 20% ISP dough를 롤러에 통과시켜 두께 0.2 cm 필름을 제조하였고 (그림 5-13) 이를 1cm 높이로 적층하여 shear force를 측정하였음.
- ISP dough에 oil의 첨가가 전단력에 미치는 효과를 평가하기 ISP와 oil 간의 비율에 따른 전단력을 측정하였음 (그림 5-14).
- 15%ISP dough에서는 oil 첨가에 의해 전단력이 감소하였고, 17.5% ISP dough에서는 10:1 비율에서는 oil 무첨가군과 전단력이 유사한 반면 5:1 비율에서는 무첨가군보다 전단력이 증가하였음. 20% ISP dough에서는 오일 첨가비율에 따른 전단력은 유사한 것으로 판단됨.

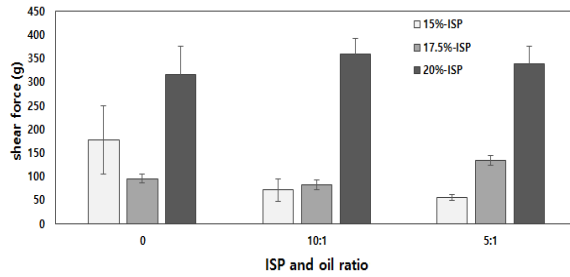


그림 5-14. ISP 농도별 (15-20%) 오일 함량에 (10:1, 5:1) 따른 전단력 변화

- ISP dough에 바인더 중 육제품 제조에 일반적으로 활용되고 있는 meatline (Grindsted® meatline 2714)을 선정하여 바인더 함량에 따른 ISP dough의 전단력(그림 5-15)과 TPA(그림 5-16) 변화를 측정함 .
- ISP dough 17.5, 20%에서는 meatline 첨가에 의해 전단력이 상승하였고, 시료 100 g당 0.6-1.8 g meatline 첨가량 범위에서는 첨가량 증가에 따른 일관성 있는 전단력 변화는 도출되지 않았음. 이는 17.5, 20% ISP dough 상태에서는 공정상 수화 및 필름 두께의 균일성 유지의 어려움이 있었기 때문으로 사료됨.
- ISP dough 17.5, 20%에서는 meatline 첨가에 의한 TPA 변화를 살펴보면, hardness, gumminess, chewiness는 meatline 첨가에 의해 상승하였고, resilience, cohesiveness, springiness는 영향이 미미한 것으로 사료됨.

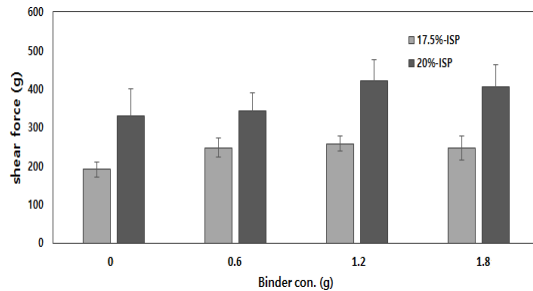


그림 5-15. ISP 농도별 (17.5, 20%) 바인더(Grindsted® meatline 2714) 함량에 따른 전단력 변화

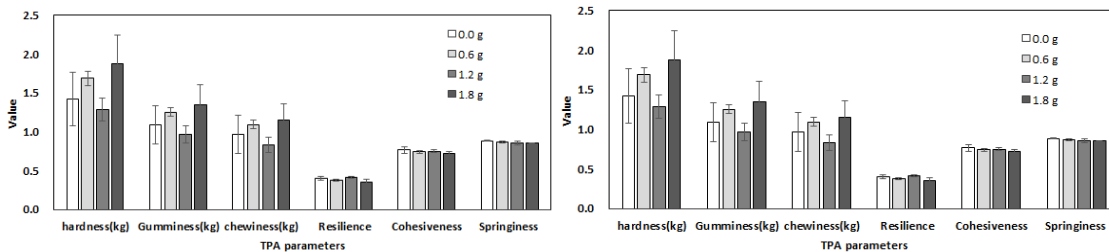


그림 5-16. ISP 농도별 (17.5%(좌), 20%(우)) 바인더(Grindsted® meatline 2714) 함량에 따른 TPA 변화

④ 인공결 부여 단백질 필름의 제조

□ 인공결 부여 단백질 필름 제조 공정도

- 식물성 단백질 소재를 이용한 단백질 필름제조 및 인공결 부여기술을 이용한 육조직 모방의 공정도와 공정변수는 다음 그림과 같고, 각 공정에 대한 개괄적 내용은 다음과 같음.
- 단백질 원료배합 공정에서 단백질 원료는 ISP를 기반으로 다당류 또는 gluten 등의 함량 변화와 고형분 함량 변화에 따른 반죽의 응집성 및 수화용이성 등이 중요한 공정 변수로 작용할 수 있고, 지방을 함유한 풍미소재 적용 시 단백질 필름 특성 변화의 변수로 작용할 수 있음.
- 단백질 중합과정에서는 dough 형태의 원료 배합물을 얇은 필름형태로 성형하여 중합과정이 진행되도록 함. 중합 방법은 TG를 첨가한 효소적 방법, 2가 양이온 또는 pH 강하를 이용한 화학적 방법, 물리적 press 방법 등이 고려될 수 있음.
- 단백질 고정화 단계를 열처리로 구현하였는데, 열처리 방법 (hot-press와 steam), 온도, 시간 등이 공정 변수로 고려될 수 있음.
- 인공결 부여 공정은 일정 간격으로 컷터가 배열된 롤러를 통과함으로써 구현될 수 있으며, 단백질 필름의 판형은 유지되면서 결에 의한 찢어짐의 방향성과 식육조직의 모방 효과를 부여하고자 함.
- 필름 적층은 인공결 부여 공정 이후에 진행되었고, 필름간의 부착력은 가공공정과 제품 상태에서 적층 형태가 유지되나 일정 힘 이상에서는 서로 분리 가능한 부착력 유지기술의 구현이 요구됨. 식물성 단백질 간 적층 형태 유지 기능과 더불어 육조직의 근막 모방의 효과구현 가능소재 수집 및 평가가 요구됨.
- 조미 공정은 필름 적층 이후로 공정도에 나타내었지만, 원료배합 공정 또는 필름 적층 전 단계에서도 고려 가능할 것으로 예측되어 가변적인 상황임.

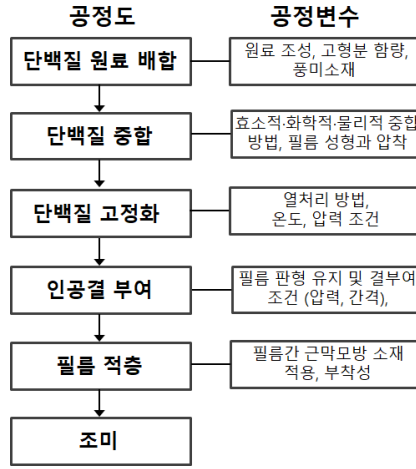


그림. 육조직 모방 식물성 단백질 조직화 공정

□ 단백질 원료 배합과 중합 공정

- 기 진행된 단백질 필름 제조 공정으로 효소적, 화학적, 물리적 방법에 의한 단백질 필름 중합 기술을 적용하여 각각의 필름을 제조하여 조직감 분석을 진행하였음. 효소적 중합은 transglutaminase (TG, Ajinomoto Co., Inc.)를 화학적 중합은 glucono-delta-lactone (GdL)과 CaCl_2 를 각각 이용하였고 물리적 방법은 첨가물 없이 10 N의 압력의 평판형 철판으로 누르는 것 (control)을 진행하였고, 각각의 결과물을 그림으로 나타냄.
- 효소적 중합의 단백질 필름 강도가 가장 높았고, 화학적 중합의 강도가 가장 낮게 나타남. 물리적 중합 필름의 강도는 효소적 중합 보다는 강도가 낮았지만, 보조 첨가물이 없다는 장점과 후속 공정으로 진행될 열에 의한 단백질 고정화 공정에서의 보완이 가능하다고 사료됨. CaCl_2 의 화학적 중합은 수분 분리 현상이 두드러지게 나타났고, 단백질 결합의 견고성이 떨어져 인공결 부여 공정 후 단백질 필름 형태유지가 불가능한 것으로 나타나 ISP dough 에 화학적 중합과정은 적합성이 결여되는 것으로 판단됨.

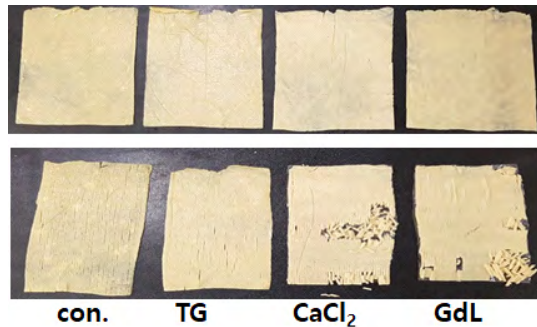


그림. 단백질 필름의 중합방법에 따른 필름 외관 (위)과 인공결 부여 후 모습 (아래)

- 화학적 중합 방법의 경우, ISP dough를 이용한 필름공정 보다는 ISP suspension을 가열 처리하여 구상단백질 내부의 반응기 활성화를 유도하여 용해도를 높은 상태에서 화학적 중합을 진행하고 수분을 제거한 curd 부분의 분리·압착과정을 이용하여 단백질 필름을 제조하는 방법이 유리한 것으로 판단됨. 또는 ISP dough의 화학적 중합 방법의 열고정 방법으로 hot press 를 적용할 경우 인공결 부여가 가능한 필름을 얻을 수 있었음.

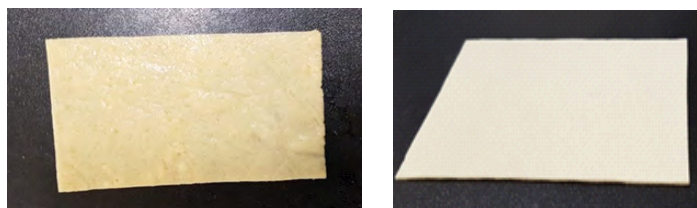


그림. 제조방식에 따른 단백질 필름. ISP 도우 제조(좌)와 ISP suspension의 화학적 중합 제조 (CaCl_2 활용) (우)

- 단백질필름의 물성 개선을 위해서, 고형분 함량 (20, 25, 30%)과 gluten 첨가 (0, 5, 10 %)에 따른 반죽의 특성 및 hot press 처리 후 형상을 관찰함.
- 고형분 함량이 20%인 경우 반죽의 퍼짐성은 우수하였지만, hot press (10 N, 100°C, 1 min) 처리 시 필름의 두께가 얇고 수분 함량이 높아 단백질 간 결합력이 약하고 호일과의 부착성이 증가해 필름 형태의 조직을 분리할 수 없었음. 이의 경우 다른 열처리 방법의 고려가 요구됨.

- 25, 30% 고형분 함량은 hot press 처리 후 조직화된 필름 분리가 가능했고 고형분 함량이 높을수록 두껍고, 단면적이 좁아짐.
- 중합된 단백질 고정화를 위한 hot press 방법은 수분의 증발과 단백질 필름이 견고해 지는 특성이 있으나 필름의 표면과 내부의 온도와 수분 증발 속도의 차로 인해서 표면 고화가 진행되는 현상이 있음. 이러한 현상을 줄이기 위해서는 hot press 온도를 낮추거나, 필름의 온도 상승 속도를 점진적으로 하는 방안으로 개선이 가능할 것으로 판단됨. 또는 hot press 처리 시간을 단축하고 횟수를 조정하는 것도 고려할 수 있음.

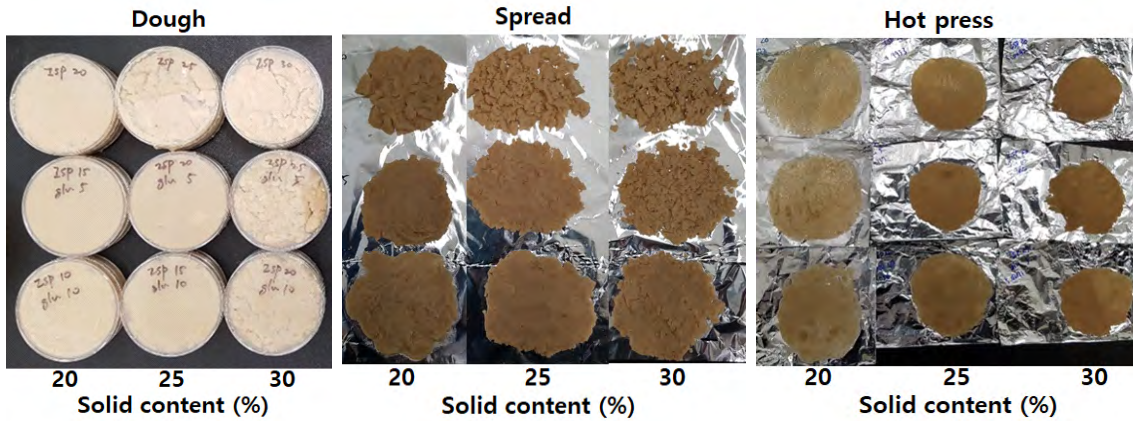


그림. 단백질 필름 물성개선을 위한 ISP 함량과 gluten 첨가량에 따른 dough, spread, hot press 외관.

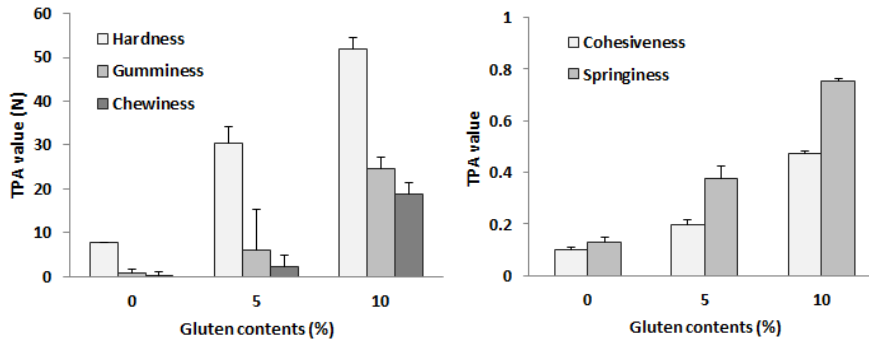
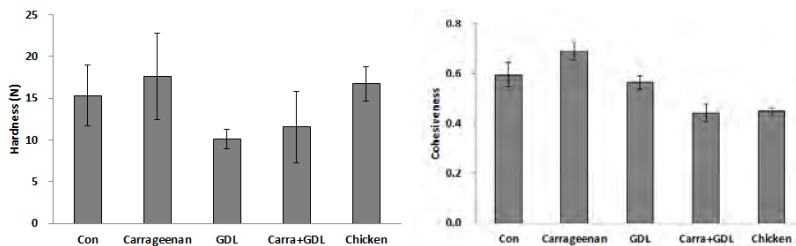


그림. ISP dough에 첨가한 gluten 함량에 따른 TPA 변화

- ISP dough 에 글루텐 첨가량에 따른 조직감 결과 hardness, gumminess, chewiness, cohesiveness, springiness 가 증가하여 gluten 첨가가 ISP dough의 조직감 증진에 효과가 있었음. 글루텐은 식물성 조직화 단백질의 조직감 향상에 기여하는 기능적 특성이 있지만, 글루텐 프리 제품 생산의 필요성이 있어서 글루텐을 대체할 대용 첨가물을 이용한 효과 평가의 필요성이 있음.
- 글루텐 대체 대용 첨가물로 ISP dough의 결합력을 증가시키면서 조직감을 증진시킬 수 있는 물질로 k-carrageenan, GdL에 의한 영향을 평가하였음.
- ISP dough에 k-carrageenan 첨가 시 단단하고 응집성있고 탄력적인 조직감이 부여되는 효과가 있었음. GdL의 경우 조직감의 경도를 비롯하여 응집성이 낮아지는 효과가 있었고, k-carrageenan과 GdL 병용 처리에도 경도와 응집력 회복은 관찰되지 않았음.
- 닭가슴살의 TPA를 살펴보면, hardness에 비해 gumminess와 chewiness는 낮아지는 경향이 관찰되었는데, 이는 cohesiveness와 springiness가 낮은 특성에 의한 영향으로 판단됨. 식육모방 인공결 부여 단백질 필름 제조를 위한 조직감 증진 전략은 hardness의 증가와 cohesiveness와 springiness의 감소가 요구되는 것으로 판단되지만 향후 관능검사와 더불어 면밀한 전략 수립이 필요할 것으로 사료됨.



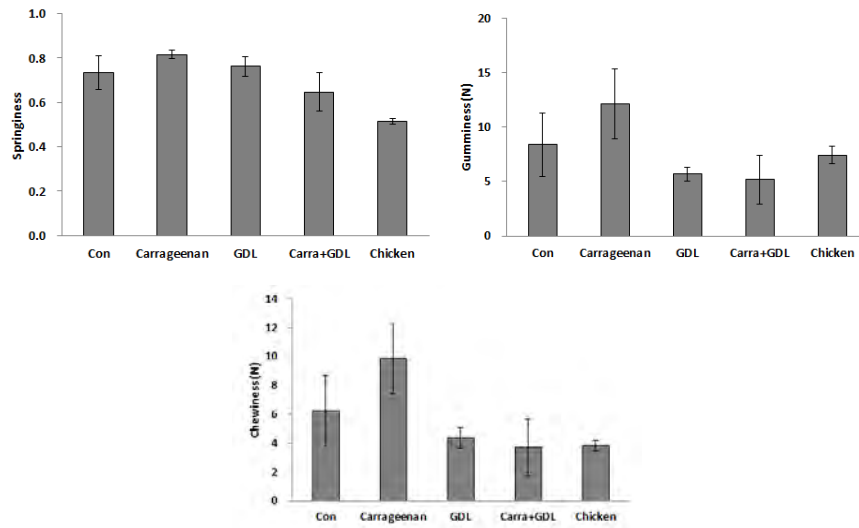


그림. ISP dough 첨가물에 따른 TPA 변화

□ 단백질 필름 인공결 부여 공정

- 단백질 film 인공결 부여를 위해서 2 mm 간격의 cutter가 배열된 롤러를 제작하여 단백질 필름의 인공결 구현 특성을 관찰함.
- 단백질 필름 열 고정화 단계 시 열 처리 조건을 steam 80, 100 °C 각각 2분 처리하여 제작된 컷터 롤러 (10 N) 통과 후 인공결 확인 결과 80°C 2분 처리 시 균일하고 효과적으로 인공결이 부여된 반면, 100°C 2분 처리시 단백질 변성과 구조적 치밀성으로 인공결 부여가 효과적으로 진행되지 않아서 압력의 증가가 요구되는 것으로 파악함.
- ISP suspension 화학적 중합에 의한 단백질 필름의 인공결 부여 시 판형은 유지되면서 인공결 부여가 가능했음.
- 단백질 필름 인공결 부여는 필름의 판형이 유지되면서 인공결이 부여되는 적정 압력으로 공정 진행이 요구되며, 필름의 수분함량, 두께, 경도에 따라 롤러와 컨베이어 사이의 간격과 압력이 중요한 변수로 작용할 수 있음.
- 단백질 필름의 수분함량이 높고 탄력적인 경우 인공결 부여 롤러 통과 시 필름의 밀림과 길이신장 현상이 있음. 따라서 롤러 진입 전 필름과 컨베이어 접촉 속도 조절 등으로 롤러 진입 후 필름과 컨베이어 사이의 들뜸 현상을 제어할 필요성이 있음.



그림. 단백질 필름 인공결 부여를 위한 컷터 롤러

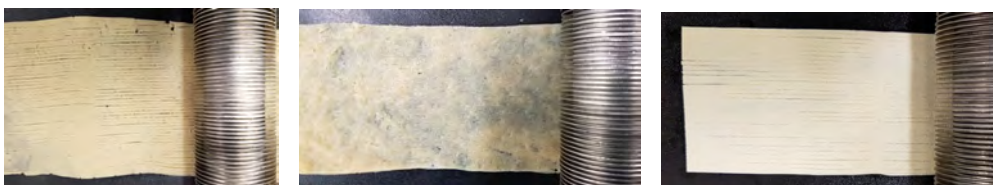


그림. 단백질 필름 조건에 따른 인공결 부여 특성. 80°C 2분 steam (좌), 100°C 2분 steam (중) ISP suspension 화학적 중합 (우)

- ISP suspension 화학적 중합으로 제조된 단백질 필름을 활용하여, 인공결 부여 여부에 따른 전단력과 TPA를 비교함.
- 적층 필름 개수에 따른 전단력 측정 결과, 필름 적층 개수가 (8~11) 증가함에 따라 전단력은 증가하였으나, 인공결 부여 여부에 따른 전단력의 유의적인 변화는 관찰되지 않음.
- 그러나 TPA 측정 결과 인공결 없는 적층 필름의 hardness, gumminess, chewiness, cohesiveness, springiness를 100으로 설정했을 때 인공결 부여 적층 필름은 각각 44, 29, 19, 66, 66 %의 수치를 나타내어 인공결 부여 시 조직 간 결합력을 높일 수 있는 방법이 제시되어야 하는 것으로 나타남.

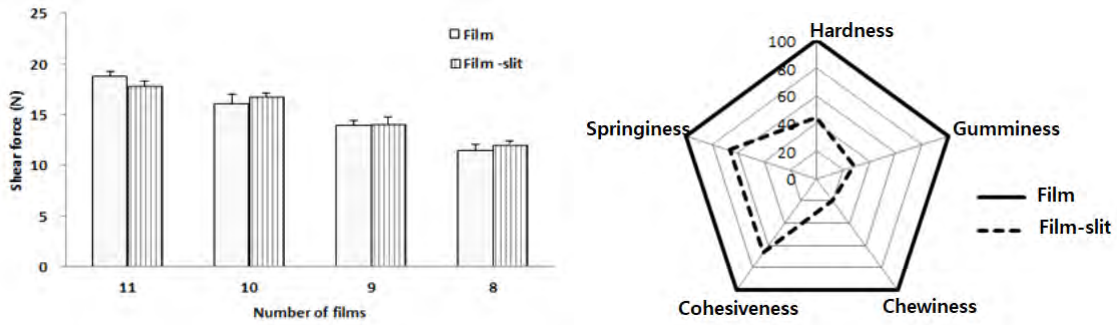


그림. 인공결 부여와 film 개수에 따른 전단력 측정과 (좌) TPA (우) (Film: 인공결 없는 필름, Film-slit: 인공결 부여 필름)

(2) 근막 모방 기술

① 근막 모방을 적용한 식물성 단백질 필름

- ISP 필름 사이에 0.2-1% alginate 용액을 넣으면 ISP 필름에 함유된 Ca^{2+} 에 의해 alginate 용액은 투명한 필름이 형성됨. 이를 육조적모방을 위한 식물성 근막으로 활용가능성이 높을 것으로 기대함. 따라서 ISP 필름 사이 alginate 농도에 따른 전단력, TPA, 수분함량, 보수력 등을 측정함.
- ISP 필름 사이 적층한 alginate 농도에 따른 전단력 변화에서 alginate 농도가 증가함에 따라 증가하였고 0.6-1%함량 범위에서는 alginate 필름이 절단되지 않아 전단력이 설정된 test target distance까지 증가하여 전단력이 310 g 내외로 나타남. 이를 근거로 0.5% alginate를 가식가능 한계범위로 채택함. TPA 변화에서는 alginate 적층에 의한 hardness, gumminess, chewiness의 유의적 변화가 관찰되지 않았는데, 이는 alginate 필름은 두께가 50 um 내외로 ISP 필름 사이에 적층되어 있어도 원통형 probe의 수직으로 작용하는 힘에 영향을 주지 않았기 때문으로 사료됨.
- ISP 필름 사이에 적층된 alginate의 SEM 이미지에서 나타내듯 얇은 막이 ISP 필름 사이에 형성된 것을 관찰할 수 있었음.

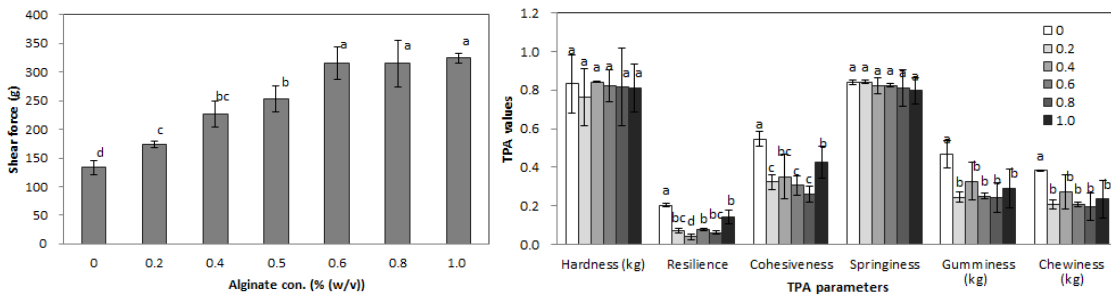


그림 . ISP 필름 사이에 적층한 alginate 농도에 따른 전단력(좌)과 TPA(우) 변화

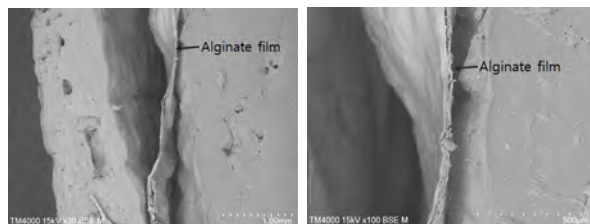


그림 . ISP 필름 사이에 적층한 alginate 필름의 SEM 이미지.

- ISP 필름 사이 적층을 위한 alginate의 농도는 그림에 제시된 전단력을 근거로 하여 0.5%로 설정하였고, ISP 현탁액과 혼합에 의한 전단력과 TPA를 측정함.
- ISP 필름 사이 적층한 전단력은 alginate 첨가에 의해 증가하였고, ISP 첨가량이 증가함에 따라 증가하였음.
- SEM 이미지 결과에 의하면 alginate와 ISP 혼합에 의한 층은 구상형과 망상형이 공존하는 모습을 띰. ISP 현탁액에 분산된 alginate는 필름 중의 Ca^{2+} 과 반응하여 hydrogel을 형성하여 망상형의 ISP와 구형의 alginate가 공존하는 것으로 사료됨. ISP 현탁액만 적층한 경우 공극이 있는 망상구조로 필름 간의 결합력을 형성한 것으로 관찰됨.

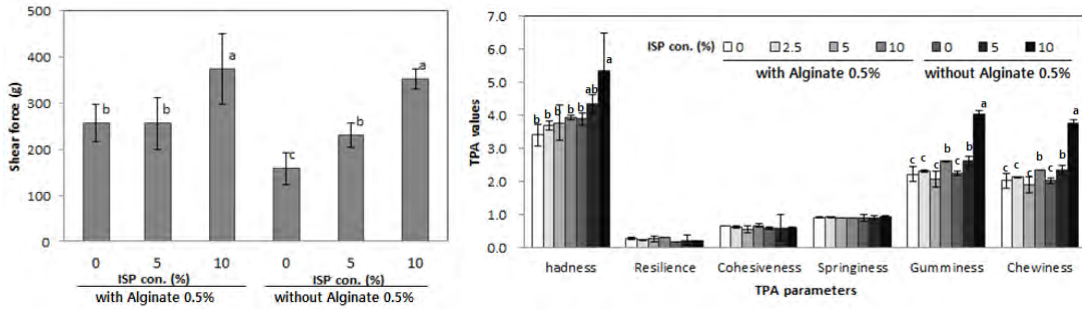


그림 . ISP 필름 사이에 적층한 alginate와 ISP 혼합비에 따른 전단력(좌)과 TPA(우) 변화

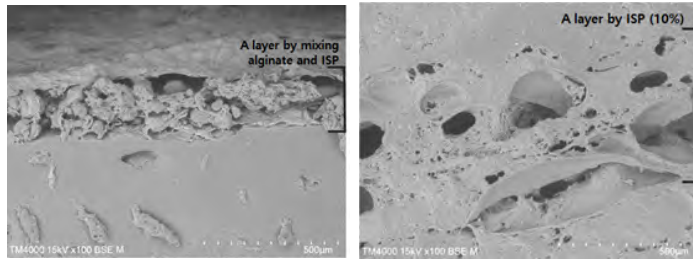


그림 . ISP 필름 사이에 적층한 alginate와 ISP 혼합물의 SEM 이미지.

② 근막 모방 소재 적용 효과

- 육조직 모방을 위한 인공결 부여 식물성 비분쇄육 제조의 주요 기술 중 하나는 인공근막모방 기술로 이에 대한 소재 발굴 및 적용 기술 개발 연구가 진행되었음.
- Alginate (AL)의 경우 Ca²⁺과의 연결망을 형성하여 열안정성이 높고 비가역적인 겔을 형성하는 갈조류 추출물로서 근막모방 물질로서의 적합성을 지닌 소재임. transglutaminase (TG)는 AL과 더불어 결합제로 lysine과 glutamine 사이의 공유결합을 촉진시킴으로써 고분자 단백질 형태 유지에 기여하는 효소임.
- 이 두 소재에 의한 조직화 식물성 단백질의 결합효과와 망구조 형성 유도로 근막모방 소재로서의 가능성을 평가하였고, 이를 위한 원료 조성은 표로 나타내었음.

표. 식물성 조직화 단백질 결합력 평가를 위한 원료 조성

Ingredients	Treatment			
	Control	TG	AL	TG+AL
Hydrated-TSP	65.0	65.0	65.0	65.0
ISP	6.0	6.0	6.0	6.0
NaCl	1.1	1.1	1.1	1.1
CaCl ₂	0.4	0.4	0.4	0.4
TG	-	0.5	-	0.5
AL	-	-	0.5	0.5
Water	27.5	27.0	27.0	26.5

TSP, texturized soy protein; ISP, isolated soy protein; TG, microbial transglutaminase; AL, alginate

- AL 첨가는 수분 결합력을 증진시켜 가열 감량에 의한 수분 손실을 최소화 하였고, extractable moisture로 손실되는 수분량을 최소화하였음. TG는 가열감량에 의한 수분 손실은 대조군과 유사하였지만 보수력 측면에서는 개선이 요구됨. AL와 TG의 병용 처리는 TG의 약한 수분결합력을 AL에 의해 보완되는 효과가 있음이 확인됨.

표. 식물성 조직화 단백질 결합제 (TG, AL) 첨가에 따른 가열감량과 보수력

Parameters	Treatments			
	Control	TG	AL	TG+AL
Cooking loss (%)	7.27±0.74 ^a	7.73±0.54 ^a	2.72±0.69 ^b	2.98±0.63 ^b
EM (%)	17.3±0.57 ^b	21.1±2.67 ^a	14.3±1.34 ^c	13.4±0.45 ^c

Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05)

- 조직감 결과를 살펴보면 수분 결합력이 우수한 AL 첨가군의 강도가 낮아지고 응집성과 탄력성이 감소되는 것을 확인할 수 있었음.

반면, TG의 경우 대조구보다 월등하게 강도를 올리는 효과가 있었으며, AL 첨가에 의한 조직감 강도 감소를 복원해주는 역할을 할 수 있었음.

표. 식물성 조직화 단백질의 microbial transglutaminase (TG), alginate (AL) 첨가에 의한 TPA 평가

Parameters	Treatments			
	Control	TG	AL	TG+AL
Hardness (N)	36.1±0.29 ^b	51.9±1.02 ^a	26.3±0.79 ^c	34.1±3.88 ^{bc}
Cohesiveness	0.51±0.07 ^b	0.62±0.04 ^a	0.30±0.01 ^d	0.40±0.01 ^c
Springiness	0.81±0.01 ^b	0.91±0.01 ^a	0.67±0.04 ^c	0.79±0.02 ^b
Chewiness (N)	15.0±0.51 ^b	29.2±1.09 ^a	5.20±0.53 ^d	10.8±1.02 ^c
Gumminess (N)	18.3±0.60 ^b	32.1±0.71 ^a	7.90±0.59 ^d	13.7±1.21 ^c

Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05)

- 식물성 조직화 단백질에 결합제 사용에 따른 미세구조를 SEM으로 관찰하여 그림으로 나타냄. 대조구의 경우 두꺼운 ISP 조직이 식물성 조직화 단백질과 연결되는 것으로 관찰되었고, TG의 경우 섬세한 망구조를 이루며 연결된 것이 확인되었음. AL은 겔을 형성하여 ISP 조직망을 따라 연결되어 있음이 확인되었음. 이러한 미세 망구조가 수분을 가두어 보수력을 증진시키고 조직화 단백질 사이의 결합효과를 부여하는 것으로 판단됨.

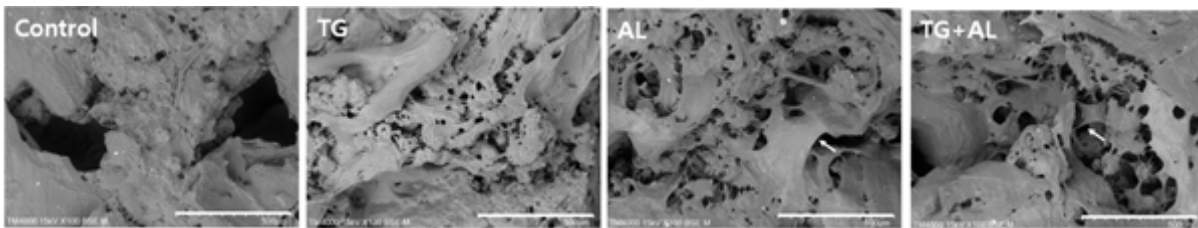


그림. 결합제 종류에 따른 식물성 조직화 단백질 간의 미세구조

- 팬 프라이 조리는 제품 섭취 전 마지막 단계로 소비자 기호도에 영향을 주는 일반적인 조리법임. 팬 프라이 조리 시 기름 흡수는 조리 조건과 제품 특성에 따라 달라질 수 있음. 식물성 조직화 단백질을 이용한 제품은 고온 조리 시 타는 것을 방지하기 위해 충분한 오일 사용의 경향이 있어 과도한 오일흡수의 문제점이 있음.
- TG 또는 AL의 결합제 사용이 팬 프라이 조리 시 오일 흡수에 미치는 영향을 평가하기 위해 조리용 오일을 sudan Red dye로 착색해서 흡수된 오일층을 관찰함. 그림과 같이 흡수된 suda Red dye로 착색된 오일층 깊이는 TG와 AL 첨가에 의해 알아지는 경향이 있음이 확인되었고, 표에서 제시한 바와 같이 일반성분 분석 시 지방 함량도 유의적으로 낮아지는 것으로 확인됨.

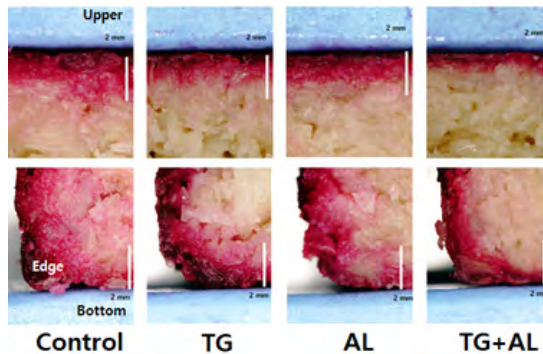


그림. 팬 프라이 조리 후 지방 흡수 층 비교 사진

표. 팬 프라이 조리 후 일반성분 함량

Parameters	Treatments			
	Control	TG	AL	TG+AL
Protein (%)	24.1±0.69	23.7±0.51	23.2±0.48	23.3±1.02
Moisture (%)	63.3±1.58 ^a	61.9±1.10 ^b	64.6±0.41 ^a	63.5±0.62 ^a
Lipid (%)	8.02±0.20 ^a	6.48±0.38 ^c	7.36±0.39 ^b	5.99±0.16 ^c

Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05)

○ 따라서 AL은 식물성 단백질에서 Ca²⁺ 존재 시 열안정성이 우수하고 비가역적인 미세 망구조를 형성하여 수분 결합력을 증진시키고, 팬 프라이 조리 시 기름 흡수를 지연시킴으로써 품질 향상에 기여하는 것으로 확인되었음. SEMdp 의한 미세구조 사진에서와 같이 AL의 미세 망구조는 비분쇄육 인공근막 모방 소재로서 적합할 것으로 사료됨.

(3) 비분쇄 대체고기의 적층 적용 기술

① 단백질 필름 간 적층용 부착소재 효과

□ 필름 간 부착 소재 탐색

- 단백질 필름의 적층 시 필요한 기술은 육조직 근막모방과 더불어 필름 간 결합력 증진 효과 유도임.
- 근막모방용으로 alginate를 이용하여 Ca²⁺과의 이를 위해서 CaCl₂를 이용한 화학적 중합으로 만들어진 단백질 필름을 대상으로 단백질 필름 간 다당류 및 효소 적용을 고려하였고, 사용된 다당류는 다음과 같음. 한천 (agar), alginate (AL), k-carrageenan (k-Carra), hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), methyl cellulose (MC)이 적용되었고, 대조구는 다당류 적용 없이 적층만 한 필름으로 설정함.
- 다양한 다당류를 적용하여 전단력과 TPA 조직감을 평가한 결과, agar, AL, k-carra는 전단력이 대조구 보다 감소하였고, 이는 TPA의 결과에서도 나타남. 위 3개의 다당류의 경우 수분 결합력이 우수하여 단백질 필름 간 적층 소재로 적용할 경우 수분함량량이 높아져 경도가 낮아지는 효과가 있었던 것으로 사료됨.
- HPMC와 MC를 단백질 필름 사이에 도포하고 스프레이로 가수하여 적용 시 대조구와 전단력과 TPA 조직감이 유사하게 나타났고, 필름 간 부착성에서 유의미한 변화가 관찰되지 않았음. 두 소재의 경우 보편적으로 쓰이는 증점제, 점착성 증진용 소재로 본 연구에서 두 소재의 장점을 이용하기 위해서는 적용 방법의 변화가 고려되어야 할 것으로 사료됨.

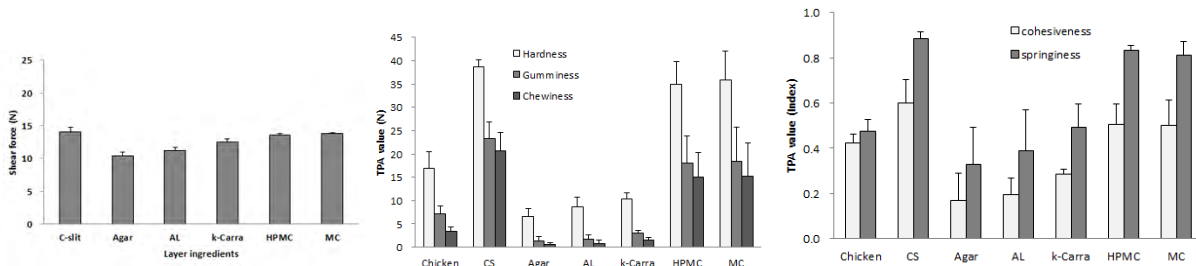


그림. 인공결 부여 film에서 적층용 다당류에 따른 전단력(좌) 및 TPA(중, 우) 변화

- 단백질 적층용 소재로 단백질 결합 유도 효과적 방법으로 쓰이는 TG와 다당류 중 수분 결합력이 우수한 AL 소재의 적용을 평가하였음.
- 식물성 단백질 필름 적층 소재에 따른 식육 모방 특성 평가를 위해 닭가슴살 조직감과 비교를 진행하였음.
- TG를 적층용 소재로 적용할 경우 단백질 간의 교차결합이 증진되어 전단력과 hardness, gumminess, chewiness의 증가로 나타남.
- AL 적용 시 우수한 수분 결합 효과가 나타났으며, CaCl₂의 화학적 중합으로 만들어진 필름에 적용 시 Ca²⁺으로 AL의 구조망이 유도되어 근막 모방 소재로의 적합성을 나타낸 것으로 평가됨. AL 적용 시 hardness, gumminess, chewiness의 감소가 도출되었으나, AL을 TG와 병용 처리 시 대조구 수준으로 상승한 것으로 나타남.
- 식육모방 단백질 필름의 전단력과 조직감을 닭가슴살과 비교한 결과, 전단력은 필름 적층 무처리구(C)와 유사한 수준이었으나 TPA에 의한 hardness는 크게 증가하였음. 이는 필름 적층 무처리구의 강도에 비해서 밀도가 높아 압착에 의해 측정되는 TPA hardness 증가로 나타난 것으로 판단됨. 따라서 AL 첨가군의 TPA hardness의 감소는 조직감에서 긍정적인 요소로 작용될 것으로 판단됨.

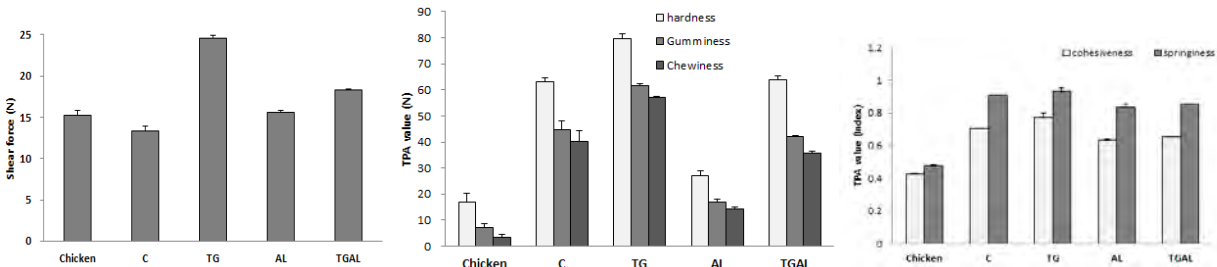


그림. 적층용 소재에 따른 전단력 (좌)과 TPA parameters (중, 우) 변화 (인공결 없는 필름 사용)

□ 필름 간 부착성 평가

- 필름 간 부착성 평가를 위한 방법으로 적층 필름을 그림과 같이 세워서 TPA 측정을 수행함. 필름 간 부착성이 우수할수록 TPA의 2번째 bite의 hardness가 증가하여 cohesiveness와 springiness의 증가가 유도될 것으로 예측하였고, TG의 경우 springiness의 증가가 관찰됨. 반면 AL의 첨가는 TG와 병용 처리로 적층하더라도 필름간 부착성은 감소하는 것으로 나타남.

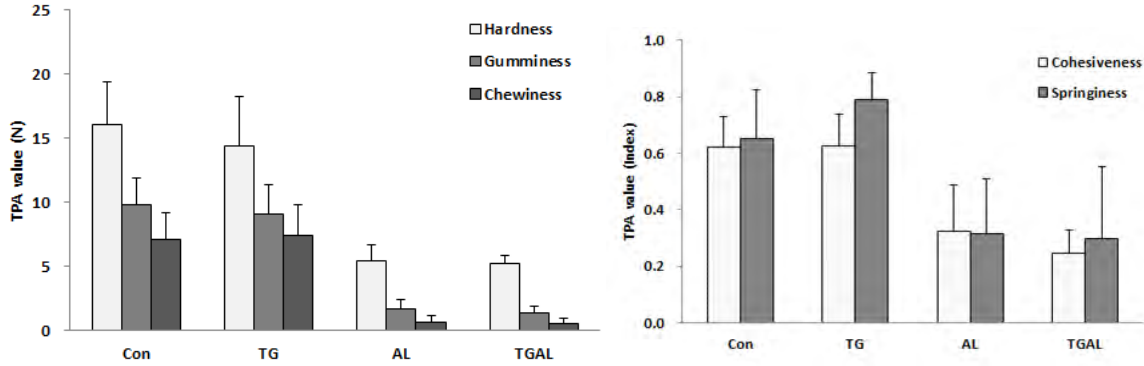
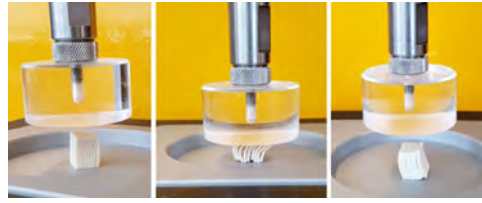


그림. 적층필름의 부착성 평가를 위한 TPA 측정 사진 (상)과 결과 (하)

- 식물성 단백질 필름의 적층기술은 적층필름의 형태유지가 가능하면서 일정 힘 이상에서는 분리될 수 있는 필름 간의 부착성 유지 기술임.
- 식물성 단백질 필름의 열처리에 의한 변성과 표면 고화 현상은 필름 간 부착력 감소에 영향을 줌. 따라서 hot press에 의한 열고정화 공정으로 단백질 필름 표면 고화가 진행되면 필름 간 부착력을 강화할 수 있는 방법이 요구됨.
- 가식 부착제로써 변성전분 3종에 (A: Acetylated distarch adipate (A.A., 대상), B: Phosphated distarch phosphate (AvebeSNS2, Siam modified starch co., Ltd., Thailand), C: Hydroxypropyl starch (HeatSTA, 대상))의한 효과가 평가됨.
- 변성전분을 이용한 단백질 필름 간 부착성 부여 방법으로는 3가지의 적용 방법을 고려할 수 있음. 분말 도포 후 가수 및 열처리 방법, 변성전분 호화액의 단백질 필름 간 도포 후 press 밀착 방법, 변성전분 호화액의 건조 필름 제조 후 이용 방법 등이 있음.
- 위 3가지 방법 중 건조필름 제조 방법 적용 시, 변성전분 필름의 부서짐성 개선과 필름 간 부착성에서 조직감의 기능적 특성 부여하기 위해 k-carrageenan 또는 glycerol 적용을 평가함. 두 첨가물을 각각 적용 시 필름 성형가공에서의 부서짐성이 감소되고 유연한 필름 제조가 가능했음.
- 그림에서 제시한 것과 같이 필름 간 부착성 평가가 진행되었음. 변성 전분 3종의 단백질 필름 간 부착성에 대한 기여도가 확인되었고, 롤링에 의한 성형 시에도 형태 유지 기능이 있음이 확인되었음.

▶ Modified starch [5%]



▶ Modified starch [5%] + carrageenan [0.5%]



▶ Modified starch [5%] + glycerol [0.5%]

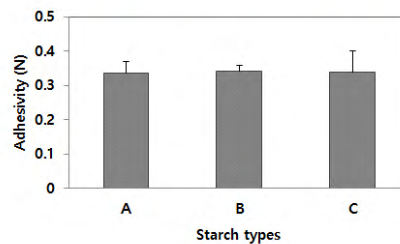


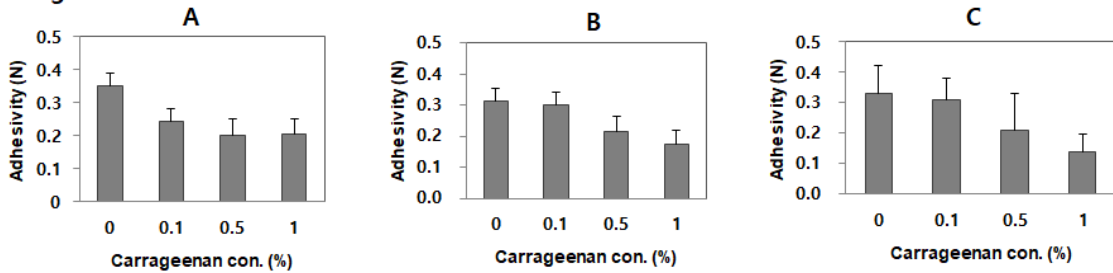
그림. 첨가물을 달리한 변성전분 3종의 필름 (좌) 및 단백질 필름 간 부착성 평가 사진과 부착성 (우).



그림. 부착필름을 적용하여 롤링한 단백질 필름

- 변성전분 필름에 glycerol 첨가 시 변성전분건조필름의 유연성이 확보되었고 변성 전분에 의한 단백질 필름 간 부착성에 영향을 주지 않은 것으로 측정되었음. 그러나 k-carrageenan 첨가 시 변성전분건조필름의 씹힘성이 부여된 반면 부착성은 다소 감소되는 경향이 나타남.
- 변성전분의 식물성 단백질 필름 간 부착성 효과가 확인되어 필름 적층 기술 소재로 활용 가능하다고 사료됨. 적층 시 변성전분 적용 방법은 위에서 제시한 3가지 방법 중 공정 상 효율성을 확보할 수 있는 방법으로 진행하고자 함.

Carrageenan addition



Glycerol addition

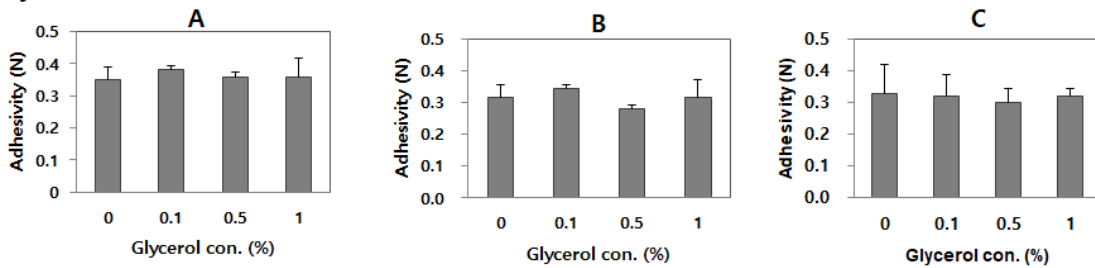


그림. 단백질 film간 부착 film의 재질과 첨가물에 의한 adhesivity 측정 결과

- 단백질 표면이 열처리에 의해 변성된 경우 적층에 의한 부착력이 매우 낮기 때문에 부착용 필름을 적용하였음. 부착용 필름은 변성전분 호화액 건조 필름을 적용한 경우 부착력이 우수한 것으로 나타났음. 부착 필름의 조직감 부여 및 근막모방의 기능을 부여하고자 카라기난을 첨가한 결과 부분적 부착력 감소로 인한 분리현상이 관찰됨. 향후 근막모방의 기능과 부착력 증진 기능 향상을 위한 개선이 요구됨.

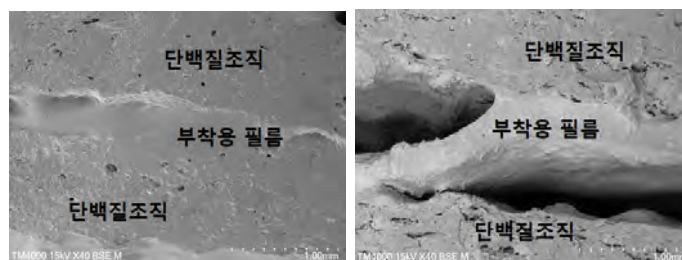


그림. 부착용 필름에 의한 단백질 적층구조 (변성전분 부착필름 (좌) 카라기난 함유 부착필름 (우))

- 단백질 필름 고정화 단계에서 steam을 이용한 경우 단백질 필름 표면의 고화 현상이 방지되어 탄력적이고 수분함량이 높은 필름 제조가 가능함. 이의 경우 적층 필름의 형태 유지가 가능한 부착력이 유지될 수 있는 장점이 있지만, 단백질 필름의 경도가 낮아 표에서 제시한 바와 같이 gluten 또는 TG의 첨가로 경도 보완이 요구됨.



그림. 인공결 부여 단백질 필름 적층 후

표. 글루텐 또는 TG 첨가에 의한 인공결 부여 단백질 필름 적층 후 조직감 변화

	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness	Gumminess (N)	Chewiness (N)
ISP -slit	17.6±0.2	0.73±0.04	0.92±0.01	12.7±0.4	11.7±0.4
ISP + gluten-slit	19.8±0.9	0.79±0.03	0.92±0.01	18.7±4.5	17.2±3.8
ISP + TG-slit	20.5±1.2	0.85±0.01	0.93±0.01	17.4±1.2	16.2±1.3

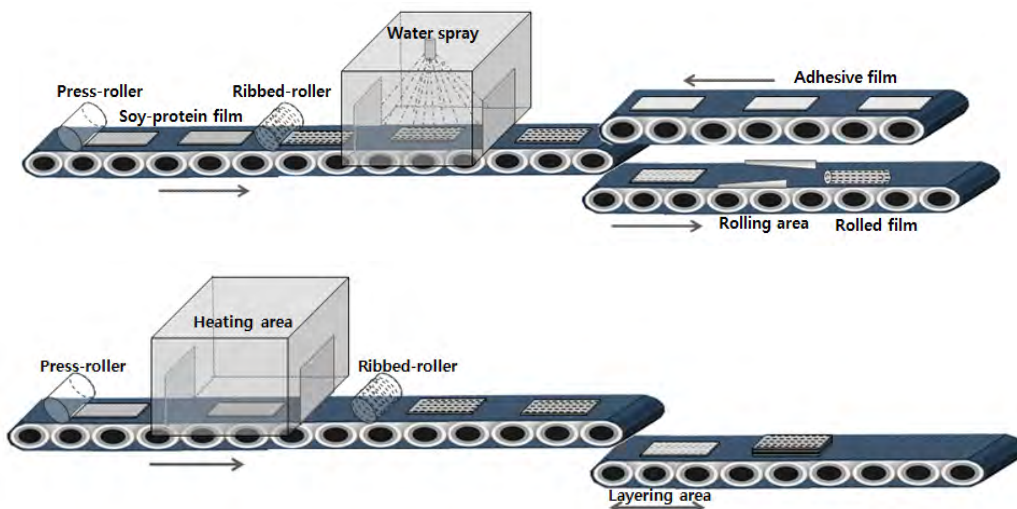
- ISP dough를 이용한 단백질 필름의 인공결 부여 후 적층화한 소재의 열풍건조에 의한 외관 변화를 살펴봄. 열풍 건조 후 적층 필름의 분리는 관찰되지 않았지만, 조직감의 관능적 기호도 향상을 위한 소재 적용 및 건조 조건 등의 후속 연구진행의 필요성이 있음.
- 또한 조미액, 향미 적용 시 건조에 의한 이화학적 변화 및 조직감에 미치는 영향 등 다각적 분석의 필요성이 고려되었음.



그림. 인공결 부여 단백질 필름 건조 전 (좌) 후 (우)

□ 인공결 부여 식물성 단백질 필름 제조 공정화

- 인공결 부여 식물성 단백질 필름제조 공정을 위한 공정도의 이미지는 다음과 같음.
- ISP suspension 화학적 중합에 의한 필름제조 시에는 화학적 중합과정에서 열처리 공정이 포함됨. 따라서 성형공정에서 별도의 열처리공정이 요구되지 않아 프레스롤러로 필름 형태로 압축성형하고, 인공결 롤러로 결을 부여함. 필름의 적층 또는 롤링을 위한 부착성 부여공정은 가수 공정과 부착 필름 적층으로 이어질 수 있음.
- ISP dough를 이용한 효소적 중합이나 물리적 중합 공정의 경우 프레스롤러에 의한 필름 판형의 성형 후 단백질 고정을 위한 열처리 공정이 요구됨. 이 후 인공결 롤러를 통과하게 되고, 좌우로 움직이는 컨베이어에 의해 필름 적층 공정을 진행하는 순서로 공정 화할 수 있음.



② 대체지방 적용을 위한 단백질 조직 개선

- 대체지방 적용을 위한 단백질조직 개선 연구는 가열처리 방법과 수분함량 조절의 방법으로 진행되었음. 가열처리는 증기, 오븐, hot-press, 과열증기 등의 방법이 적용되었고, 열풍건조로 수분함량 조절이 진행되었음. 또한 인공결 개선안과 끈약 등 다당류에 의한 조직에 미치는 영향평가가 진행되었음.

□ 열처리 방법에 따른 조직 특성

- 다음 그림과 같은 단백질 필름 제조 및 증기 열처리 공정은 단백질 필름 간 결합력은 우수했으나 증기에 의한 열처리로 수분함량이 높고 인공결이 약화되어 육조직 모방에서 개선점으로 논의됨.



그림. 단백질필름의 증기 열처리에 의한 접합 과정

- 오븐가열에 의해 단백질 필름의 인공결은 유지가 되고 증기 열처리에 비해 수분의 감소가 진행되지만 적층 두께의 조절 필요성이 있었음. 적층 필름 개수가 늘어나면 외부와 내부의 오븐가열에 의한 가열 온도와 건조 속도의 차이 발생. 적층 필름 개수를 3장으로 조절하고 180°C에서 10분간 진행 시 층간 결합력 유지 및 필름 외부와 내부의 차이를 경감시킬 수 있었음.



그림. 증기 열처리 단백질필름의 인공결 부여 및 적층 후 오븐가열

- Hot-press를 이용한 공정은 다음과 같이 진행됨. 수분함량 70%의 배합된 반죽을 1차-hot-press(70°C, 1분) 공정으로 필름으로 제조한 후 적층하여 2차-hot-press(110°C, 3분) 공정으로 필름 간 부착력 증진을 부여하는 과정으로 진행함.
- 본 공정과정으로 제조된 단백질 조직에 대한 조미공정을 위해 협동 기관인 전주대에 발송함. 단백질 조직의 치밀성으로 인해 조미공정에서 조미액 침투력 약화의 문제점이 있었고 이에 대한 개선안이 요구되었음.



그림. Hot-press에 의한 조직 고정화 공정에 의한 필름 제조

- Hot-press 공정 시 조미액의 침투력 약화의 문제점을 보완하기 위하여 반죽 배합에 2.5% 베이킹파우더를 첨가하였고 단백질 고정화를 위한 열처리공정으로 과열증기를 적용함. 식육 소불고기의 TPA profile 과 비교에서 식물성 단백질조직의 hardness, gumminess, chewiness, springiness가 다소 높았지만, 공정제어를 통해 조절 가능한 수준으로 판단됨.



그림. 과열증기에 의한 단백질 조직화

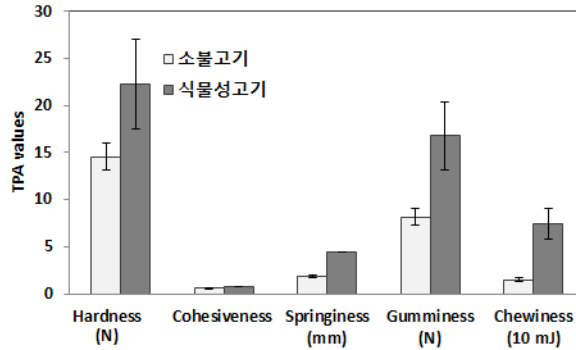


그림. 과열증기 처리된 단백질조직의 조직감

□ 단백질 조직의 수분함량 조절 방법

- 수분 함량의 감소 및 씹힘성 증진을 위한 추가공정이 요구되어 기존의 공정인 반죽제작, 평판작업, 증기 가열, 인공결 작업 후 추가로 건조 공정(70°C 열풍)을 진행함. 건조 공정으로 단백질 조직의 수분함량이 낮아짐으로써 인공결 분리가 개선되었으나 필름 간 결합력 및 인공결 간의 결합력 약화로 구조 안정성 저하의 단점이 있었음.

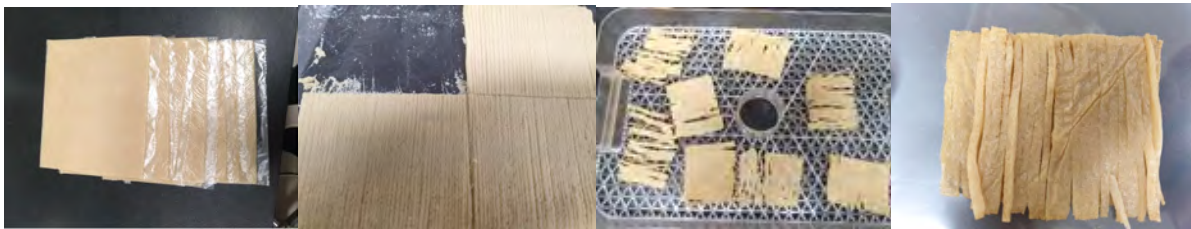


그림. 증기 열처리 단백질필름의 건조과정 및 건조 후 조직

- 앞에서 살펴본 가열방법에 따른 조직감 변화를 소불고기와 비교한 결과는 다음과 같았음. hot-press에 의한 가열처리는 hardness의 상승과 springiness의 증가로 chewiness가 월등히 높은 결과를 나타냈고, 과열증기와 오븐에 의한 열처리는 불고기에 비해 springiness는 높고, hardness, gumminess, chewiness는 낮게 나타남. 열풍건조는 소불고기 조직감 지표와 유사한 수치였으나 구조적 안정화 문제가 있었음. 조직감 지표 상 소불고기와 가장 유사한 profile을 보이는 가열방법으로 과열증기가 가장 가능성 있는 것으로 판단되었고, 배합비, 과열증기조건 및 전처리 공정의 추가 보완이 필요함.

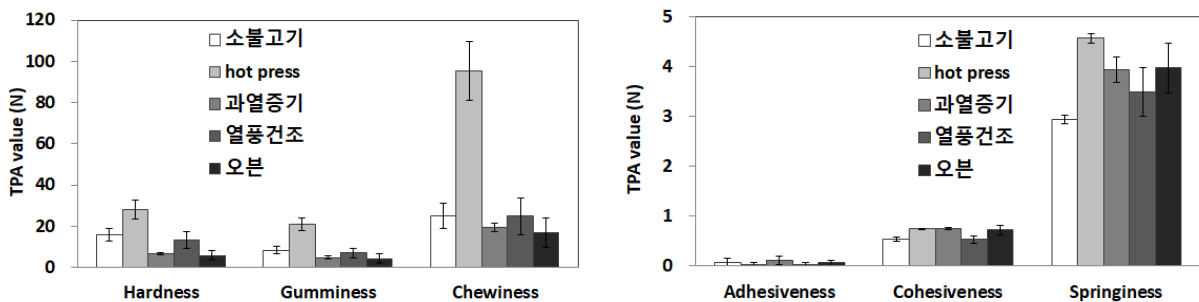


그림. 가열방법에 따른 조직감 변화와 소불고기와 비교

□ 다당류 첨가에 의한 조직 특성

- Hot-press 공정을 위한 반죽의 배합비에서 기존의 ISP (20%)와 글루텐 (5, 10%) 외에 곤약을 추가함. 곤약은 구약감자 근경부분에서 분리한 수용성 식이섬유로 보수력이 뛰어나고 결합력이 우수한 소재임. 따라서 곤약의 첨가로 (1.0-7.5%) 단백질조직의 수분결합력을 조절할 수 있고 반죽의 결합력 증진 효과가 기대되어 첨가하였음. 곤약 함량이 증가함에 따라 반죽에서 수분 결합

과 결착의 효과로 반죽의 점성이 낮아져 hot-press 판에 반죽의 부착성이 경감되어 공정제어에 유리하였으며, hot-press로 제조된 필름의 색이 밝아졌음.





배합비	분리대두단백20 곤약1 글루텐5	분리대두단백20 곤약1 글루텐10	분리대두단백20 곤약2 글루텐5	분리대두단백20 곤약2 글루텐10
조직사진				
배합비	분리대두단백20 곤약5 글루텐5	분리대두단백20 곤약5 글루텐10	분리대두단백20 곤약7.5 글루텐5	분리대두단백20 곤약7.5 글루텐10
조직사진				

그림. 반죽의 배합에 따른 hot-press 조직화 필름

③ 대체단백질과 대체지방 적층 기술

- 제2협동연구기관으로 제공받은 OPR 소재에 의한 지방조직의 가열에 의한 가역적 겔화는 일어나지 않았고 지방만 조직으로부터 유출되는 바람직한 구조물이었음. 본 소재를 이용하여 대체단백질 조직에 대체지방 적용을 위해 마블링형, 적층형, 흡착형의 방법 적용 연구를 진행함.

□ 대체지방 적용 전략-마블링형

- 육조직 내 침투 지방조직을 마블형으로 침투하기 위해서는 단백질 조직체 내에 침투 가능한 공간이 확보되어야 하고, 지방 유화물은 침투 가능한 액상형이 요구됨. 마블링형 지방조직 적용을 위한 단백질조직 구조개발은 배합비와 가열방법 연구로 진행되었음.
- 단백질 조직은 베이킹파우더를 2.5% 첨가한 배합비에 과열증기 열고정화로 조직을 형성하였고 단백질 조직체 내의 공간에 injector를 이용하여 액상형 지방유화물(oil:water:OPR = 23:75:2)을 주입하였음. 유화물 주입 후 과열증기 가열처리 후 유화물이 조직에 흡수되어 마블형 외관이 관찰되지 않았는데 이는 유화물의 고형분 함량이 낮은 것에 기인됨.



그림. 지방 유화물 단백질 내 침투 (좌) 및 과열증기 가열처리 후 (우)

□ 대체지방 적용 전략-지방조직 적층형

- 지방조직의 OPR 비율을 2%로 하여 판형 지방조직을 제조한 후 단백질조직과 적층 후 가열증기 열처리를 진행하였음.
- 가열 후에도 지방조직의 고형분이 유지되었으나 부착이 유지되지 않는 단점이 있었음.



그림. 단백질조직과 지방조직의 적층 결합형태

- OPR 2%의 지방 조직의 경우 단백질조직과 부착력이 없는 단점을 보완하기 위하여 지방조직에 ISP 5%를 첨가하여 단백질 결합에 의한 부착력을 평가하였으나 만족할만한 결과물을 얻기 어려웠음. 열처리로 표면변성이 완료된 단백질조직 표면의 반응기 부재로 부착이 불가능한 것으로 판단됨.



그림. 단백질을 함유한 지방조직과 단백질조직의 적층 결합

□ 대체지방 적용 전략-지방조직 흡착형

- 단백질조직에 지방조직을 흡착하는 방법의 전략을 평가해 보았음. 이를 위해서는 지방조직이 유화물제작 초기단계에서 유체형태의 흐름성에 의해 단백질조직 틈으로 흡착되고 시간이 지남에 따라 점도가 상승하여 지방조직이 고체로 전환되는 물성이 요구됨. 지방유화물 제조에 사용된 OPR은 이와 같은 성질에 부합되지만 흡착이 원활히 이루어지기 위해 OPR 농도 조절과 감압 및 고압의 병행처리가 필요함. 흡착이 원활히 이루어지면 단백질조직과 지방조직 사이에 단백질-지방 혼합구조가 완충형으로 구성되어 다층구조물 형성이 가능할 것으로 판단됨.



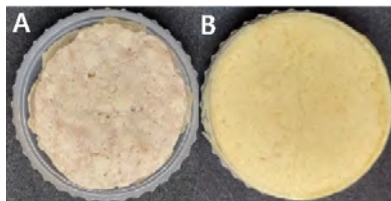
그림. 다공성 단백질조직에 지방조직 흡착에 의한 다층구조물

(4) 식물성 대체 식육 제품 개선을 위한 배합비 조건

① 식물성 단백질 소재 배합

□ 식물성 소재 배합비

- 식육기반 미트볼(A)과 식물성 단백질 기반 미트볼(B)의 가열 후 제시된 외관사진을 살펴보면, A에서는 다량의 가열감량에 의한 수분손실과 수축이 진행된 반면, B에서는 가열감량이 미미하고 수축현상이 없는 특성이 관찰되었음. 즉, 식육은 단백질 변성 온도가 75°C 이하로 낮아서 90°C 가열에 의한 수축 및 조직감의 변화가 크게 나타남. 반면 식물성 단백질 소재인 SPI를 비롯한 콩과 작물의 단백질의 변성온도는 100°C 전후로 보고되고 있음. 따라서 B는 90°C 가열에 의해 충분한 단백질 변성이 진행되지 못하는 조건임.
- 구조적 조직감 모방 구현에 초점을 두고 기존의 soy protein isolate(SPI) 기반의 조성에서 mungbean protein isolate(MPI)의 적용에 의한 구조적 조직감 모방에 기여효과를 연구하기 위해 우측 표와 같은 SPI와 MPI의 비율을 조절하여 미트볼을 제조하였음. 식물성단백질 소재함량을 27%로 고정하여 MPI의 함량을 0~20%로 조절한 배합비를 적용하였음.



Material	Concentration (%)				
	M 0 ¹⁾	M 5	M 10	M 15	M 20
SPI	27.0	22.0	17.0	12.0	7.0
MPI	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Canola oil	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Water	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

그림. 식육기반 미트볼과 식물성단백질 기반 미트볼의 비교사진(좌)과 mungbean protein isolate 적용을 위한 배합비(우)

- 식물성 미트볼의 수분함량은 배합비에서 62%로 제어하였고 실제 수분함량도 62%내외로 측정되었고 가열감량에 의한 손실은 미미하게 나타났음. 식육 미트볼(C1)의 수분함량은 74%로 높았으나 가열감량에 의한 수분손실이 28% 정도 발생하기 때문에 조리 후 C1의 수분함량기준으로 식물성 미트볼의 수분함량을 조절할 필요가 있음.
- C1의 압출수분함량(24%)에 비하여 식물성 미트볼의 압출수분함량은 유의적으로 낮은 값이나, MPI 함량이 증가함에 따라 압출수분량도 M0의 2.8%에서 M20의 11.7%로 점차 증가하는 추세로 측정되었음.

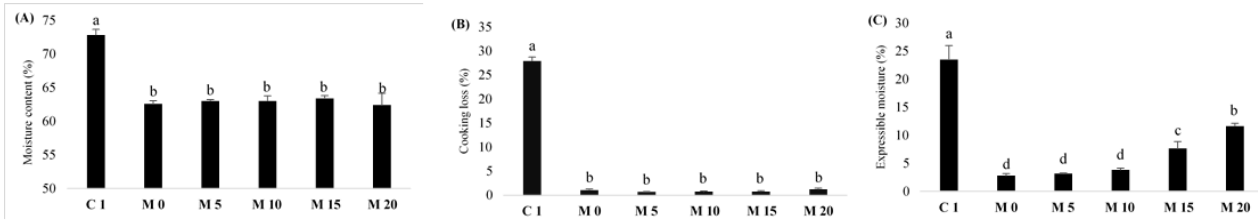


그림. 식육기반미트볼(C)과 SPI 와 MPI 비율을 조절한 식물성 대체 미트볼의 수분함량(좌), 가열감량(중), 압출수분(우) 측정값

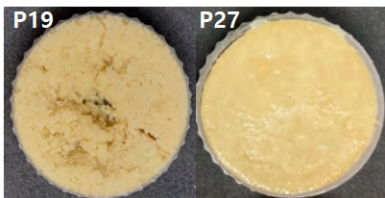
- C1의 조직감 분석을 SPI-MPI 기반 식물성 대체 미트볼(M0~M20)과 비교함. M0의 경우 C1보다 hardness, adhesiveness, springiness가 낮은 반면, cohesiveness, chewiness는 높게 측정됨. 이러한 경향성은 배합비에서 MPI의 비율이 올라갈수록 개선되었음. 즉, MPI 함량이 증가함에 따라 hardness 값은 유사하게 나타났지만, cohesiveness와 chewiness가 C1의 수준으로 낮아지는 경향이 측정되었음. 조직감에서 C1과 식물성 미트볼 간의 차이는 adhesiveness와 cohesiveness의 차이가 주요한 것으로 판단하였고, MPI의 함량 변화로 위 두 항목의 값이 근접해 가는 것으로 확인됨.
- 따라서, C1과 비교하여 식물성 대체 미트볼에서 SPI와 MPI의 최적 비율은 M15와 M20 범위로 판단되었음.

표. 식육기반미트볼 (C1)과 SPI와 MPI 비율을 조절한 식물성 대체 미트볼의 조직감

Treatment ¹⁾	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Chewiness (mJ)
Control 1	6.56 ± 1.09 ^a	0.13 ± 0.09 ^a	0.51 ± 0.03 ^c	4.78 ± 0.18 ^a	16.06 ± 3.03 ^c
M 0	5.87 ± 0.58 ^b	0.05 ± 0.05 ^b	0.82 ± 0.01 ^a	4.62 ± 0.05 ^b	22.33 ± 2.04 ^a
M 5	5.92 ± 0.37 ^b	0.02 ± 0.04 ^b	0.79 ± 0.02 ^b	4.53 ± 0.06 ^c	21.14 ± 1.48 ^a
M 10	6.37 ± 0.3 ^{ab}	0.03 ± 0.05 ^b	0.73 ± 0.02 ^c	4.48 ± 0.02 ^c	20.97 ± 1.16 ^a
M 15	6.45 ± 0.38 ^{ab}	0.03 ± 0.05 ^b	0.64 ± 0.03 ^d	4.38 ± 0.04 ^d	17.98 ± 1.24 ^b
M 20	5.88 ± 0.38 ^b	0.02 ± 0.04 ^b	0.48 ± 0.05 ^f	4.29 ± 0.06 ^d	12.07 ± 2.05 ^d

□ 식물성 소재 혼합물의 농도 설정

- SPI와 MPI의 비율에 있어서 M15 (SPI:MPI=12:15), M20 (SPI:MPI=7:20)의 범위로 판단되어, M15와 M20의 중간 비율인 SPI:MPI=10:17을 도출함.
- SPI와 MPI 10:17 비율로 혼합한 단백질 원료의 최적 농도를 도출하기 위해서 다음 그림과 같은 배합비를 선정함. 즉, 단백질 원료의 농도를 각각 19, 23, 27, 31% (각각 P19, P23, P27, P31)로 하여 소금과 카놀라오일의 농도를 고정하고 나머지 비율을 물로 채웠음.



Material	Concentration (%)			
	P 19 ¹⁾	P 23	P 27	P 31
SPI	7.0	8.5	10.0	11.5
MPI	12.0	14.5	17.0	19.5
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0
Canola oil	10.0	10.0	10.0	10.0
Water	70.0	66.0	62.0	58.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

그림. 식물성 단백질소재 함량에 따른 식물성 미트볼 사진(좌)과 식물성 단백질소재 함량 별 배합비(우)

- 단백질원료배합의 농도에 따른 수분함량은 배합비에서 가수량을 달리하여 그림에 나타난 것과 같이 배합비에 따른 수분함량에 예측치에 맞게 제어된 것이 확인됨. 단백질 함량의 19%에서 23%로의 증가는 가열감량에서의 감소로 나타났지만, 23% 이상의 단백질 농도에서는 가열감량의 차이가 나타나지 않음. 그러나 압출수분량은 단백질 함량 증가에 따라 점차 감소하는 경향이 분명하게 나타나서 단백질 함량과 수분결합의 상관관계가 높은 것이 확인됨.

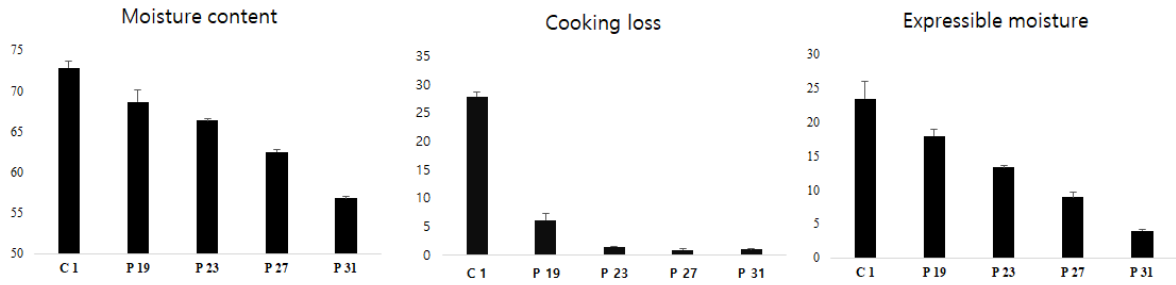


그림. 식육기반미트볼(C1)과 SPI와 MPI 혼합물(10:17)의 농도에 따른 식물성 대체 미트볼의 수분함량(좌), 가열감량(중), 압출수분(우) 측정값

- 식물성단백질소재 함량 19~23%의 식물성 미트볼에서 압출수분량이 높아서 관능적 다즙성 향상에 기여할 것으로 예상되며, C1의 adhesiveness에서 유사한 수치를 도출하였음. 그러나, hardness, cohesiveness, springiness에서 급격한 감소가 나타나 chewiness가 C1보다 감소되었음. 19~23%는 식물성 단백질의 thermal gel network formation을 위한 최소한의 단백질 함량 이상의 범위이나 염 첨가에 의한 약한 gel 형성의 영향이 있어서 단백질소재 함량의 제어만으로 조직감 조절은 달성하기 어려운 조건임.
- SPI와 MPI의 비율이 10:17인 단백질소재 함량에 따른 결과로부터, 최소한 27%의 함량이 요구될 것으로 판단됨.

표. 식육기반미트볼 (C1)과 SPI와 MPI의 혼합물(10:17)의 농도에 따른 식물성 대체 미트볼의 조직감

Treatment ^{d)}	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Chewiness (mJ)
Control 1	6.56 ± 1.09 ^a	0.13 ± 0.09 ^a	0.51 ± 0.03 ^c	4.78 ± 0.18 ^a	16.06 ± 3.03 ^c
P 19	1.30 ± 0.20 ^e	0.08 ± 0.09 ^{abc}	0.37 ± 0.05 ^c	3.82 ± 0.21 ^d	1.89 ± 0.54 ^d
P 23	2.49 ± 0.42 ^d	0.08 ± 0.06 ^{ab}	0.41 ± 0.05 ^b	4.04 ± 0.07 ^c	4.20 ± 1.21 ^d
P 27	5.82 ± 1.17 ^c	0.04 ± 0.05 ^{bc}	0.54 ± 0.04 ^a	4.23 ± 0.04 ^b	13.28 ± 3.03 ^c
P 31	12.17 ± 1.12 ^a	0.02 ± 0.04 ^c	0.52 ± 0.06 ^a	4.31 ± 0.05 ^b	27.48 ± 5.38 ^a

② 식물성 첨가물 소재 배합

□ 첨가물 별 조직감 특성

- 식육 미트볼과의 조직감의 유사점을 도출하기 위해서, adhesiveness 평가자료로 단백질소재 함량에서의 27%를 도출하였지만, 여전히 제어되어야 할 요소가 존재함. 따라서 다음 표에서 제시한 바와 같이 첨가물에 의한 조직감 제어 요소를 도출하고자 함.

Material	Concentration (%)					
	NA	PS	CR	MC	KJ	PP
SPI	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
MPI	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Potato starch (PS)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrageenan (CR)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Methylcellulose (MC)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
Konjac (KJ)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Potato protein (PP)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Canola oil	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Water	62.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

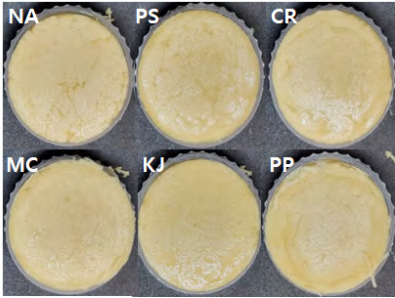


그림. 첨가물 소재에 따른 식물성 미트볼 사진(좌)과 첨가물 소재 별 배합비(우)

- 선정된 소재들에 의한 식물성 대체 미트볼의 수분함량과 가열감량은 C2(식육기반 미트볼) 보다 낮게 나타났음, 압출수분량에서는 첨가물 종류에 따라 다르게 나타남. PS를 비롯하여 다당류인 CR, MC, KJ은 무첨가군(Af) 보다 낮은 압출수분량이 측정되었고, MC와 KJ의 압출수분량은 더 낮게 나타남. 반면, PP 첨가는 압출수분량의 변화에 영향이 거의 없는 것으로 나타남.

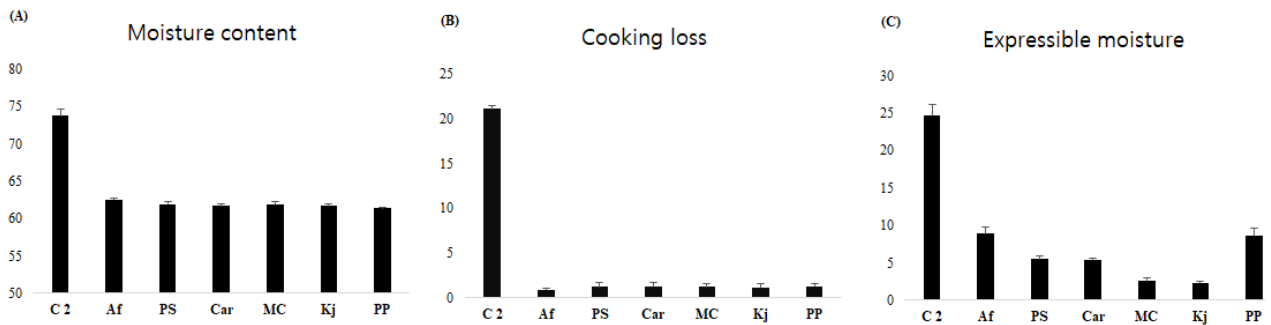


그림. 식육기반미트볼(C2)과 첨가물 소재에 따른 식물성 대체 미트볼의 수분함량(좌), 가열감량(중), 압출수분(우) 측정값

- 식물성 대체 미트볼에서 Af(무첨가군)은 식육미트볼 (C2) 보다 hardness, springiness, chewiness가 높았고, adhesiveness는 낮게 나타남. Potato starch(PS)는 Af 보다 hardness가 증가한 반면, adhesiveness, cohesiveness, springiness에서는 유사하게 나타남. Carrageenan(Car) cohesiveness 와 springiness 가 Af 보다 낮게 나타남. Methylcellulose(MC)의 첨가는 hardness, cohesiveness, springiness 감소를 야기했고, C2보다 chewiness가 감소되었음. Konjac(KJ)는 식육제품에서도 지방 대체제나 조직감 조절제로 쓰이는 원료로써 KJ의 첨가는 hardness 증가없이 cohesiveness, springiness의 감소 효과를 유도함.
- 단백질 첨가물이 potato protein (PP)는 첨가에 의해 cohesiveness의 감소 효과가 나타나고 이로 인해 chewiness가 낮아짐. 이는 식물성 대체 미트볼이 식육 미트볼의 조직감과 유사해지기 위한 핵심요소임.

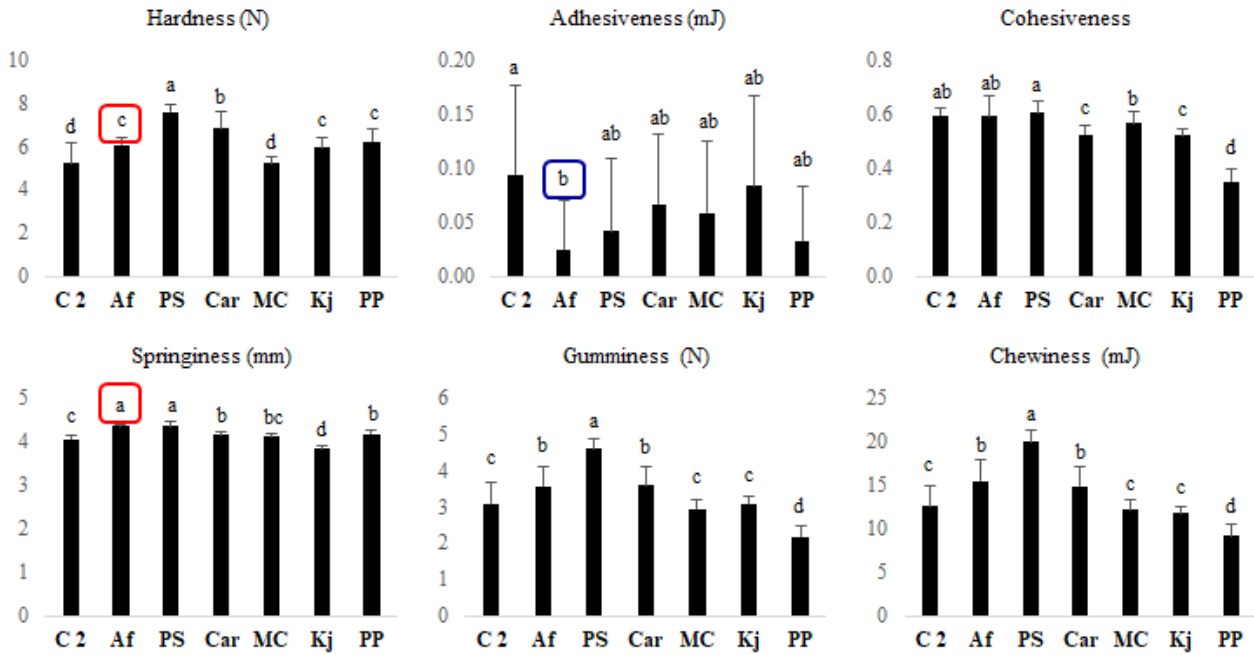
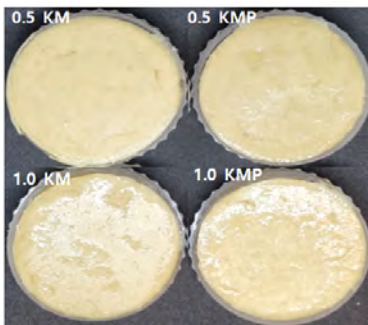


표. 식육기반미트볼 (C2)과 첨가물 소재에 따른 식물성 대체 미트볼의 조직감

□ 첨가물의 배합비에 따른 조직감 특성

○ 앞서 단일 첨가물 소재에 의한 식물성 대체 미트볼의 조직감에서 식육 미트볼의 조직감과 유사해 지기 위한 가능성 있는 소재 konjac(K), methylcellulose(M), potato protein(P)를 선정함.



Material	Concentration (%)				
	NA	0.5 ¹⁾ KM	0.5 KMP	1.0 KM	1.0 KMP
SPI	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
MPI	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Konjac (K)	0.0	0.5	0.5	1.0	1.0
Methylcellulose (M)	0.0	0.5	0.5	1.0	1.0
Potato protein (P)	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Canola oil	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Water	62.0	61.0	60.5	60.0	59.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

그림. 첨가물 소재 조합에 따른 식물성 미트볼 사진(좌)과 첨가물 소재 조합 배합비(우)

○ C2 보다 식물성 대체 미트볼의 수분함량은 낮은 수준이고 배합비에 따라 제어되었음. 가열감량은 Af(무첨가군)보다 첨가군이 유의적으로 낮게 나타났고, 압출수분량에서도 유사한 결과가 나타남.

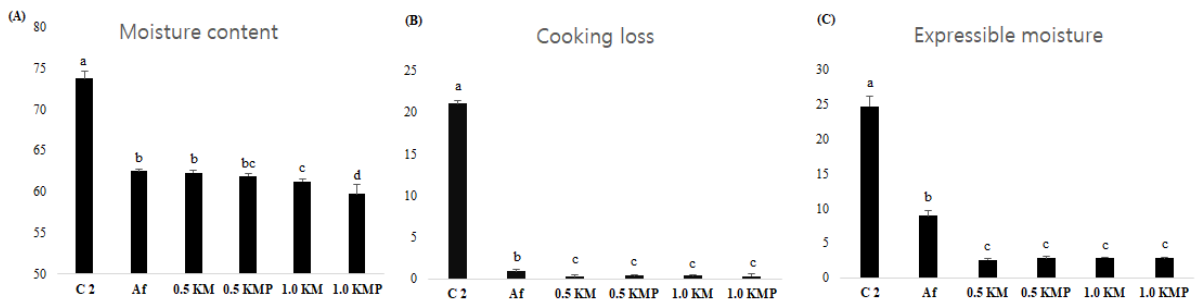


그림. 식육기반미트볼(C2)과 첨가물 소재 조합과 함량에 따른 식물성 대체 미트볼의 수분함량(좌), 가열감량(중), 압출수분(우) 측정값

- 조직감 결과에서 KM 및 KMP 첨가물 조합에 의해 adhesiveness는 C2와 유사성을 도출할 수 있었음. MC와 KJ 간의 수소결합의 상호작용에 의해 조직감에 영향을 미침. potato protein의 경우 알부민을 다량 함유한 구성성분으로 겔의 결합력을 약화시키는데 역할이 있는 것으로 판단됨. 본 연구에서 적용한 배합과 농도 중 0.5 KM의 조합에서 C2의 조직감과 가장 유사하게 측정되었음.

표. 식육기반미트볼 (Control2)과 첨가물 소재 조합과 함량에 따른 식물성 대체 미트볼의 조직감

Treatment ¹⁾	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Chewiness (mJ)
Control 2	5.22 ± 0.96 ^d	0.09 ± 0.08 ^a	0.59 ± 0.03 ^a	4.05 ± 0.09 ^b	12.52 ± 2.45 ^b
NA	6.04 ± 0.39 ^c	0.03 ± 0.05 ^b	0.59 ± 0.08 ^a	4.35 ± 0.05 ^a	15.49 ± 2.37 ^a
0.5 KM	4.96 ± 0.27 ^d	0.03 ± 0.07 ^b	0.52 ± 0.05 ^b	3.78 ± 0.12 ^c	9.84 ± 1.58 ^{cd}
0.5 KMP	7.04 ± 1.5 ^{ab}	0.11 ± 0.07 ^a	0.43 ± 0.03 ^{cd}	3.71 ± 0.11 ^{cd}	11.33 ± 2.85 ^{bc}
1.0 KM	7.58 ± 1.36 ^a	0.13 ± 0.05 ^a	0.44 ± 0.03 ^c	3.66 ± 0.11 ^d	12.42 ± 2.85 ^b
1.0 KMP	6.31 ± 0.9 ^{bc}	0.09 ± 0.07 ^a	0.41 ± 0.03 ^d	3.49 ± 0.18 ^e	8.88 ± 1.26 ^d

③ 국산소재 추출물의 효과

□ 단백질 추출 공정 (감자, 토란)

- 감자와 토란 원물 중 존재하는 소량의 단백질(약 2%) 추출 공정을 실시함. 낮은 함량이지만, 특이적 기능성 구명 시 고급 소재화 가능성이 있음. 수율을 높이기 위해 공정을 최소화하여 위 그림과 같이 설계함.
- 오른쪽 그림의 추출된 단백질의 분자량 패턴을 살펴보면, 제품은 시판 감자단백질의 패턴이고, 감자와 토란은 추출공정에 의해 분리된 단백질의 패턴임.
- 분리된 감자 단백질의 패턴은 시판감자단백질 패턴보다 다양한 분자구조의 단백질이 분리되었고, 시판감자단백질은 환원제(DDT)에 의해 30 kDa 부근의 밴드가 분해된 반면, 추출감자단백질은 DDT에 의한 패턴의 변화가 관찰되지 않았음. 이는 단백질 정제 공정의 단순화에 의한 것인지 품종의 차이에 의한 것인지는 추가적인 연구가 요구됨.
- 분리된 토란 단백질은 단백질 농도가 낮아 약한 밴드 강도를 나타냈고, DDT에 의한 밴드 패턴의 변화가 관찰되지 않았음.

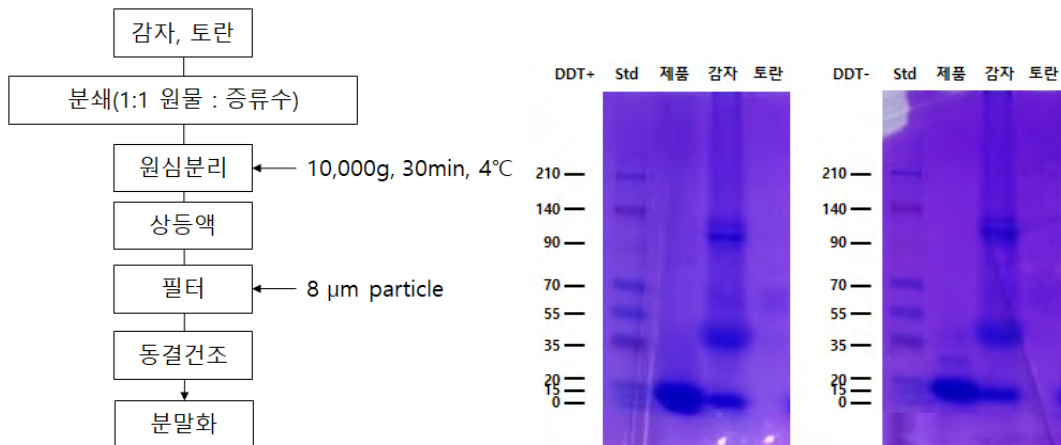
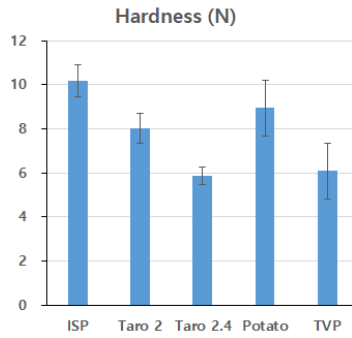


그림. 감자와 토란 단백질 추출공정(좌), 추출된 단백질의 분자량 패턴(우)

□ 추출된 단백질 효과

- 감자와 토란 추출물 및 대두분리단백(ISP), 감자단백질 제품(Potato)의 배합비에 따른 hardness 측정 결과를 살펴보면, ISP 첨가 시 hardness가 가장 높게 나타났음. 토란 단백질(taro) 추출물은 함유량이 2에서 2.4로 증가함에 따라 오히려 hardness는 감소하였고, 감자단백질의 경우 5% 배합비를 적용한 결과 ISP 첨가 배합비보다 hardness가 감소하였음.



ingredients	TVP	extraction	salt	D.W.
ISP	45	2	1	52
Taro 2	45	2	1	52
Taro 2.4	45	2.4	1	51.6
Potato	45	5	1	52
TVP	47	0	1	52

그림. 감자와 토란 단백질 추출물 첨가 배합비 및 조직감 hardness 측정 결과

- 감자단백질 단독 heat-set gel의 강도 및 glucono delta lactone(G)와 salt(S) 등의 첨가물에 의한 강도 변화를 살펴봄. 그 결과, G 첨가에 의해서 감자단백질 gel 강도는 증가하였고, G 첨가 시 S 첨가유무에 따른 강도 변화는 관찰되지 않았음.

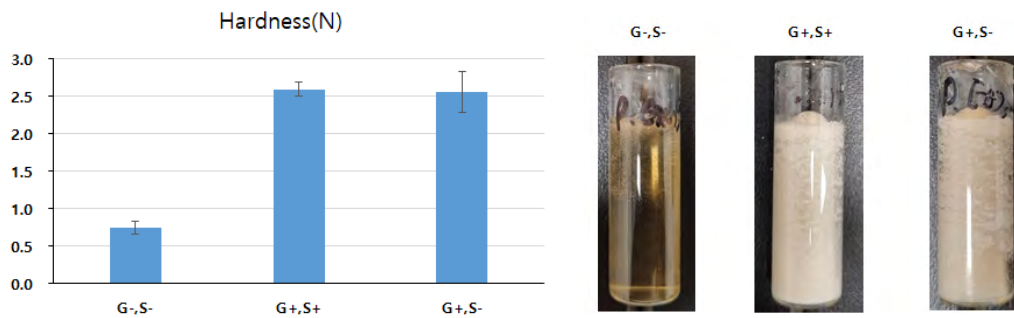


그림. Glucono delta lactone(G) 및 salt(S) 첨가에 따른 감자 단백질 추출물 heat-set gel의 강도(좌) 및 gel 사진.

(5) 비분쇄형 식물성 조직 단백질의 탈수 및 건조 조건

① 인공결 부여 및 전처리 효과

□ 두부를 이용한 조직화

- 두부를 기반으로 한 가공식품으로 중국에서는 얼린 두부 (주로 사브사브용으로 섭취), 모두부 (황산 특산품), 양두부 (광동 특산품), 두화 (중국식 순두부탕), 마파두부, 취두부, 간두부 (말린 두부, 채를 썰거나 볶아서 먹음), 유부 등이 있음. 우리나라에서도 두부를 이용한 스낵, 소시지, 유부 등이 있고, 전통식품으로써 소비자 수용도가 높기 때문에 다양한 제품군 확대의 필요성이 있음. 따라서 두부를 이용한 식물성 대체 육포 제조를 위한 공정설계를 진행함.
- 섬유화 공정을 위해 제조된 다중 나이프의 간격을 3mm로 조정하며 두부조직을 분쇄하였고, 간장과 올리고당을 15:5 비율의 조미액을 준비하였음. 분쇄두부 80g에 조미액 20 g을 넣어 혼합하였고, 조미 분쇄두부 20g을 계량하여 틀에 넣고 열풍건조 (60°C, 16 h)로 수분을 제거하여 조미육포 스틱의 모양을 제조하였음.
- 이렇게 제조된 식물성 대체육포는 시중에 판매 중인 식육 육포(3종) 전단력의 1/2 수준으로 측정되어, 강도 증가를 위한 추가 연구가 필요한 것으로 판단되지만, 두부를 이용한 식물성 대체 육포 제조의 가능성을 확인할 수 있었음.



그림. 두부를 이용한 식물성 대체 육포

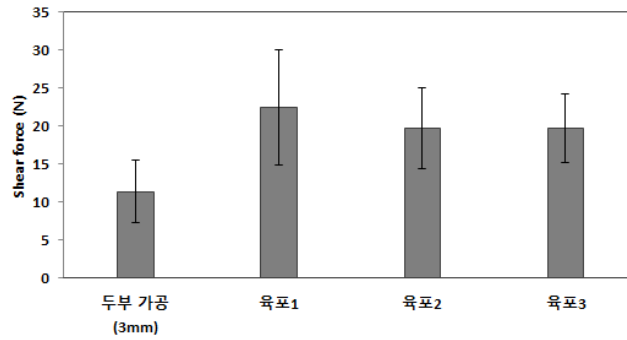


그림. 두부가공 대체육포와 시판 식육 육포의 전단력 비교

□ 인공결 부여 기술

- 인공결 부여는 조직의 표면적을 확대할 수 있으며, 이방성의 식육조직 모방의 가시적 효과를 얻을 수 있음. 그림에 제시된 바와 같이 다중칼날이 적용된 롤러를 제작하여 조직 표면에 인공결 부여에 활용하였음. 제작한 다중칼날 롤러는 컨베이어와 롤러 사이에 간격을 조절할 수 있어서 조직의 절단 없이 표면에 인공결 효과를 낼 수 있음.

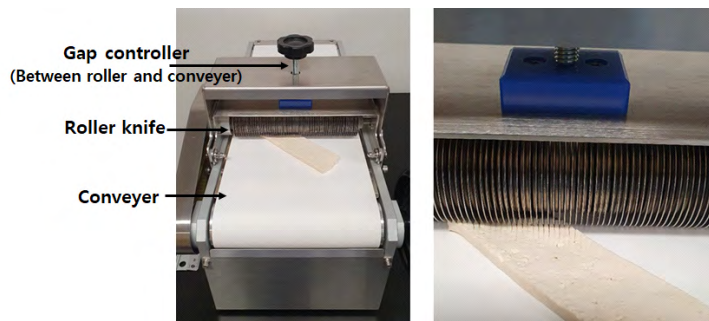


그림. 단백질 조직 인공결 부여를 위해 제작한 다중칼날 롤러 사진(좌)과 확대 사진(우)

- 조직의 인공결 부여 방식을 그림과 같이 무처리구(FT-non), 한쪽 면 부여(FT-SS), 양면 부여 등의 방법(FT-BS)이 적용되었고, 양면의 경우 상단과 하단의 결방향의 각도 차가 각각 45도 90도인 경우(각각, FT-BS-45, FT-BS90)를 적용해 봄.
- 또한, 인공결 유무에 따라 조직의 냉해동에 의한 조직의 수분함량 변화 및 조직감을 측정함.

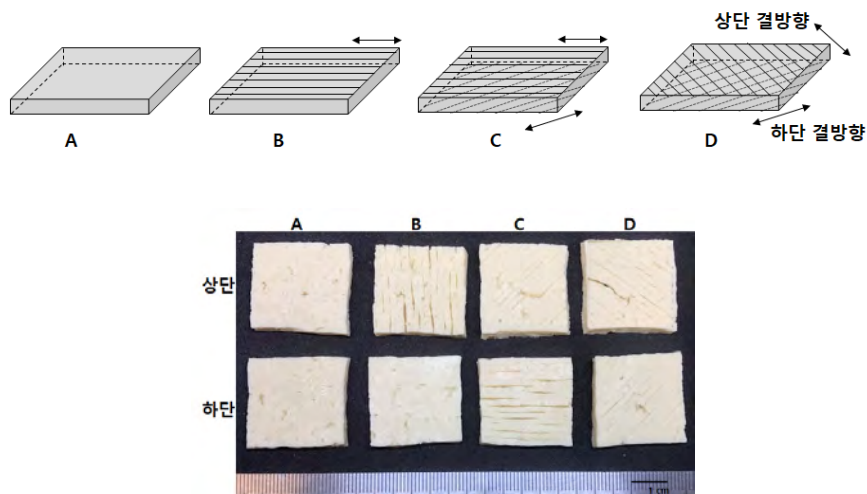


그림. 다중칼날 롤러를 이용한 단백질 조직 상단과 하단 인공결 부여 방향 모식도(상)와 인공결 부여 조직 사진(하)
A: FT-non, B: FT-SS, C: FT-BS45, D: FT-BS90

- 조직의 인공결 부여 방식에 따라 냉해동에 의한 건물기준 수분함량과 해동감량을 측정된 결과는 다음과 같음. 양면에 인공결 부여 시 수분함량이 무처리 또는 단면 부여보다 유의적으로 낮았고 해동감량도 유의적으로 높았음. 따라서 양면 인공결 부여는 적용된 인공결 상하단의 각도 차이에 상관없이 냉해동에 의한 수분손실이 더 크게 나타났음.

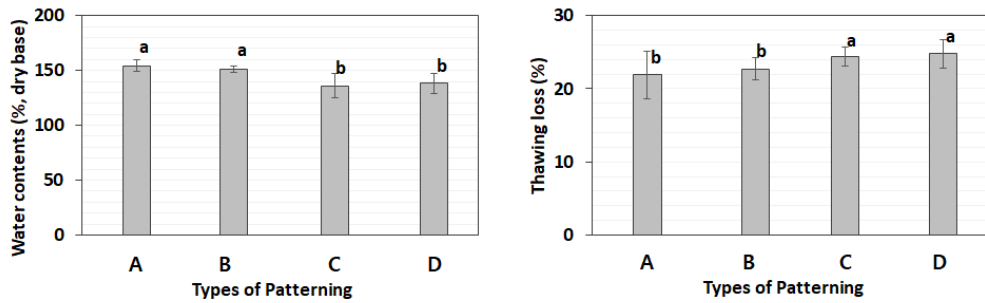


그림. 단백질 조직 인공결 부여 방향에 따른 냉해동 후 건식수분함량(좌)과 해동감량(우)

- 인공결 부여방식에 따른 조직감 변화 결과를 살펴보면, 인공결 부여에 의해서 hardness, gumminess, chewiness가 낮아지는 경향이 관찰되었고, cohesiveness와 springiness는 큰 차이가 관찰되지 않았음.

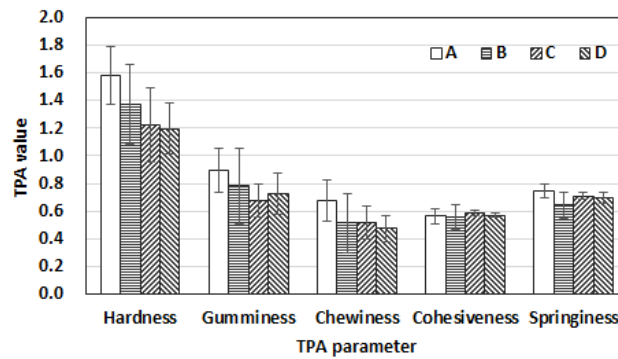


그림. 단백질 조직 인공결 부여 방향에 따른 조직감 분석

□ 건조공정에서 전처리 효과

- 인공결 부여 조직의 건조에 의한 부피 수축에서 냉해동 전처리가 미치는 영향을 살펴보았음. 건조 조건은 열풍건조 방법으로 55°C에서 진행되었음. 다음 그림에서 A는 인공결 부여 조직 사진이고 B는 A를 상기 조건으로 3시간 건조한 외관임. C는 인공결 부여 조직을 냉해동 처리한 시료이고 D는 C를 상기 조건에서 3시간 건조한 외관임.
- 표면 사진 상 조직의 냉해동 전처리를 거치지 않은 경우 (A와 B), 건조에 의해서 상당한 표면수축 및 cross-section 상 두께수축이 관찰되었고, 인공결에 의한 무늬가 약화되었음. 색상의 변화에서도 흰색의 A에 비해 B는 어두운 갈색으로 변화했음.
- 냉해동 전처리를 거친 경우 (C와 D), 냉해동 전처리에 의해 A에 비해 C에서 황색도가 증가한 색을 띄었고, 건조에 의해 색이 균일하게 갈색화 되었지만 B와 비교 시 밝은 색을 나타냄. cross-section 상 두께 변화도 B에 비해 D의 두께가 크게 나타남.

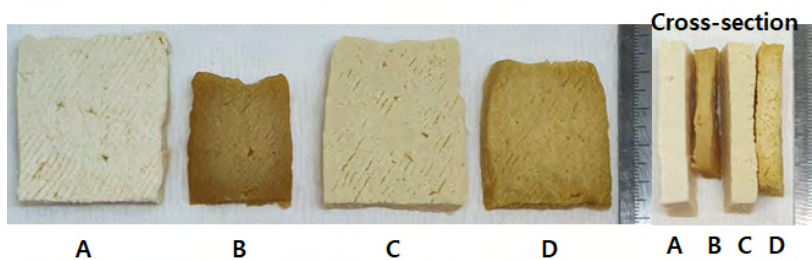


그림. 단백질 조직의 냉해동 전처리에 따른 건조 후 외관변화 표면(좌)과 절단면(우) 사진

- 냉해동 전처리 유무에 따른 건조 시간 별 조직 단면의 SEM 이미지를 나타낸 그림을 나타냄. 냉해동 무처리(non)의 경우, 건조가 진행됨에 따라 조직이 치밀하고 균일해 지는 것이 관찰됨. 특히 어둡게 나타난 부분은 조직 중에 분포했던 지방의 응집이 일어난 것으로 사료됨. 반면, 냉해동 전처리 시료(FT)는 분화구 모양이 특징적으로 관찰되는데 이는 냉동에 의한 빙핵이 형성되고 해동에 의해 빙핵이 제거됨에 따라 비가역적으로 형성된 조직으로 판단됨. 이와 같은 스폰지형 조직구조로 인해 건조 시 수분 증발이 원활해지고, 수축 현상 완화효과가 있었던 것으로 판단됨.

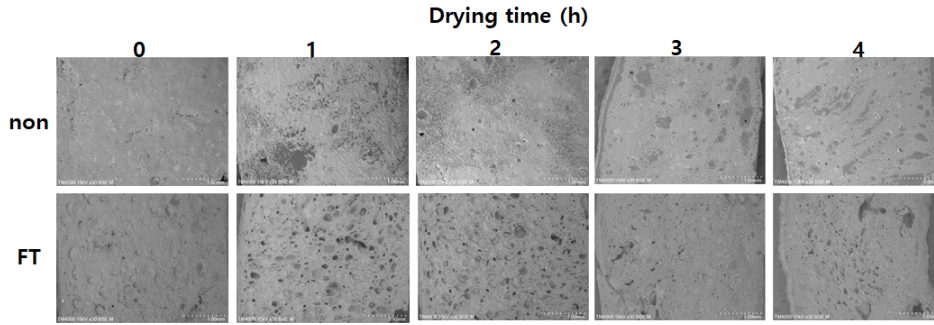


그림. 단백질 조직의 냉해동 전처리에 따른 건조시간에 따른 조직의 SEM 이미지 변화 (non: 냉해동 무처리, FT: 냉해동 처리)

② 양념 첨가 효과

□ 조직 탈수에 의한 양념 흡수도 평가

- 단백질 조직은 냉해동에 의해 형성된 다공질 구조 및 해동드립에 의한 수분함량 감소로 수분 흡수력이 향상되었음.
- 제시된 그림은 냉해동 단백질 조직에 조직 무게 대비 10~30% 비율로 양념액을 첨가한 사진임. 양념액은 간장과 설탕을 1:1로 혼합한 조성임.
- 해동드립에 의해 21% 내외의 감량이 진행된 단백질 조직은 25%의 양념액 비율까지 흡수 가능한 것으로 확인되었음.

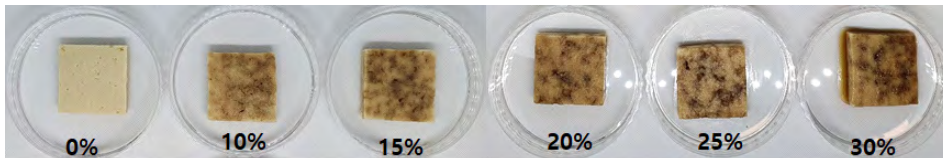


그림. 냉해동 전처리 식물성 조직의 양념액 비율 별 적용 사진

□ 양념 첨가에 의한 식물성 조직 특성 평가

- 단백질 조직의 냉해동에 따른 양념 건조 후 조직 사진을 그림에 제시함. 냉해동 무처리군(A, B, C)에서 B와 C는 건조 후 조직으로 C는 양념 첨가 후 건조 조직의 사진임. A에 비해 B와 C의 눈에 띄는 수축이 확인되었고 B의 경우 색상이 테두리에 비해 안쪽으로 갈수록 밝아져 불균일한 건조가 진행됨을 예측할 수 있음.
- 냉해동 처리군(D, E, F)의 경우 E, F의 건조에 의한 수축이 B, C 보다 완화된 상태이고, 냉해동에 의한 조직의 불균일함이 가시화됨. 따라서 건조에 의한 수분함량의 감소가 테두리에만 집중되는 현상이 방지되고, 조직의 스펀지화로 인해 건조 효율이 증가되는 효과가 기대됨. 또한 양념 첨가 시 양념의 침투력이 향상되어 균일한 양념액 적용이 가능하였음.

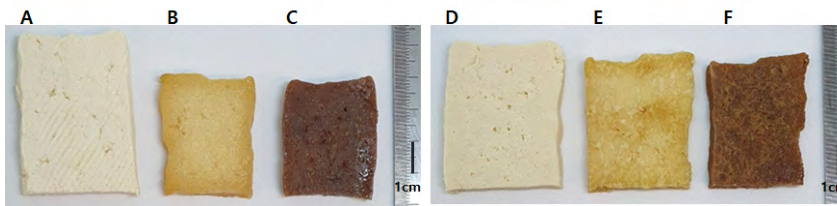


그림. 단백질 조직의 냉해동 전처리에 따른 양념 건조 후 사진

- 냉해동 전처리에 따른 단백질 조직의 TPA 결과를 다음 표에 제시함.
- 건조 전에는 무처리군(non)과 냉해동처리군(FT)의 수분함량은 건량기준으로 각각 337.9%와 228.3%로 측정되었고, FT의 hardness, gumminess, chewiness가 non에 비해 상승한 것으로 나타났음. 반면 cohesiveness와 springiness의 의미있는 수치변화는 관찰되지 않음.
- 열풍건조기 55°C 조건에서 2시간 건조를 진행하였고, non과 FT의 수분함량은 건량기준으로 각각 127.9%와 81.4%로 측정되었음. hardness는 non과 FT 간 유사하게 측정되었고, gumminess와 chewiness는 FT보다 non에서 높은 값이 측정되었음. 반면, cohesiveness와 springiness는 FT가 non 보다 낮은 값으로 측정되었음.
- 양념액 처리 후 건조 시 건량기준 수분함량은 non과 FT에서 각각 153.7%와 106.5%로 측정되었음. 양념건조 non 시료의 hardness는 18.27 N으로 양념없는 건조 조직보다 월등히 높은 값을 나타냈고, gumminess와 chewiness도 양념무처리보다 높은 값으로 측정되었음. 반면 FT 그룹에서 양념첨가 후 건조 시료는 양념무첨가보다 hardness, gumminess, chewiness 가 각각 증가하였으나 양념 첨가 건조 non 시료보다는 낮은 값으로 측정됨. 양념 첨가 건조 FT의 cohesiveness와 springiness는 non 보다 낮은 값으로 측정되었음.

표. 단백질 조직의 냉해동 전처리에 따른 건조 전후 및 양념 건조 전후 조직의 texture profile analysis

Process	Treatment	Hardness (N)	Gumminess (N)	Chewiness (N)	Cohesiveness (-)	Springiness (-)
Before drying	Non-treatment	1.26±0.09	0.80±0.03	0.60±0.05	0.64±0.02	0.74±0.04
	FT treatment	2.56±0.19	1.67±0.16	1.30±0.15	0.65±0.03	0.78±0.02
After drying	Non-treatment	9.02±0.45	6.41±0.36	5.32±0.39	0.71±0.02	0.83±0.02
	FT treatment	9.18±1.84	5.10±1.05	3.74±0.79	0.56±0.04	0.73±0.02
Drying after seasoning	Non-treatment	18.27±1.60	11.75±1.25	9.22±1.07	0.64±0.02	0.78±0.03
	FT treatment	11.72±1.69	6.87±1.21	4.97±1.04	0.58±0.04	0.72±0.03
	Pork jerky	25.52±4.00	10.55±2.74	7.78±2.12	0.41±0.04	0.74±0.03

③ 비분쇄형 식물성 조직 생산 시스템 확립 가능성 평가 및 생산 공정 수립

- 식물성 단백질 조직의 냉해동 공정으로 구조적 특성 변화를 유도하여 개선된 조직감과 재수화 향상에 의한 양념 흡수도 증진으로 제품의 효율적 염도 및 당도 제어가 가능한 조직구조로 개선됨.
- 개선된 식물성 단백질을 활용하여, 양념 건조포, 양념 구이, 튀김 등의 제품 생산 공정도 제안이 가능함.

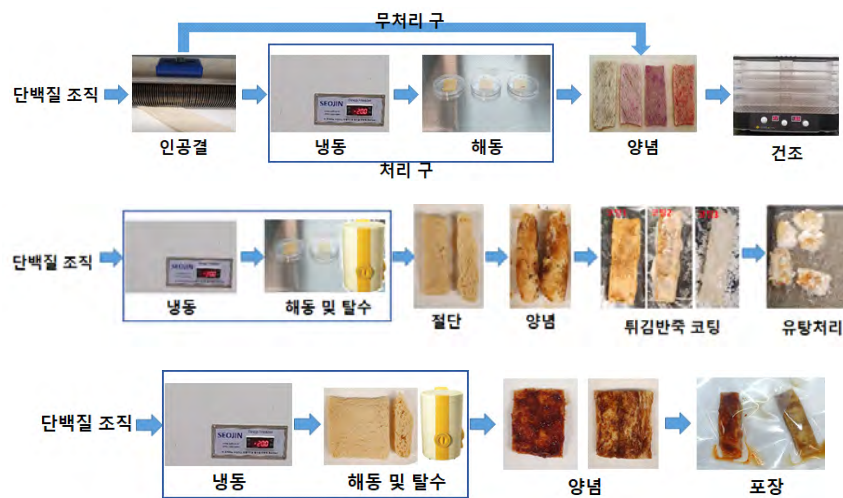


그림. 비분쇄형 식물성 단백질 조직을 이용한 제품 공정 모식도

3.2 동물지방 모방기술을 적용한 식물성 대체지방 개발

가. 국내외 식물성 대체식품 시장 분석

1) 국내외 시장규모 및 동향

- (국내) 국내에서 식물성 단백식품의 시장은 매출규모가 매우 적어 현재 집계된 자료가 없으나, 연간 매출액은 약 60~70억원 규모로 예측되고 있고, 콩고기를 찾는 사람들로 호황을 누리며 매출액이 전년도 같은 기간에 비해 2배 정도 증가 하는 것으로 보아 콩고기 시장은 점차 커지는 것을 예측할 수 있음 (Kim MR et al. 콩고기의 관능적 특성 및 소비자 기호도 분석, 2014).
- (국외) 채식 인구 증가와 함께 건강관리 및 가공 식품에 대한 수요가 증가하면 완두 단백질 시장 수요가 증가 할 것으로 전망되고, 완두 단백질 시장 가격 추세 또한 소비 증가에 기여할 것으로 추정됨. 이는 완두 단백질이 운동 후에 근육의 쇠약을 줄이는 데 도움이 되는 사슬 아미노산을 포함한 9 가지 필수 아미노산을 모두 가지고 있는데, 그것은 황색 완두콩에서 압출 과정을 통해 추출되므로 다른 소스 보다 채식주의자들의 선호도에 영향을 받은 것으로 보임(Pea Protein Market Size By Product, Global Market Insights. 2016).
- (국외) 증가하는 건강 인식 및 완전 채식에 대한 식이선호도의 변화는 육류 대체물 시장을 주도 할 것으로 예상됨. 대체 고기는 최근 몇 년간 육류 소비 및 여러 동물 질병 발생과 관련하여 건강 문제가 증가 하면서 글로벌 시장을 견인 할 수 있는 중요한 요소가 되었고, 이러한 추세는 앞으로 7년 동안 계속될 것으로 예상됨(Meat Substitutes Market Analysis By Product, Grand View Research. 2016).

Global meat substitutes market revenue, by raw material, 2012 - 2022 (USD Million)

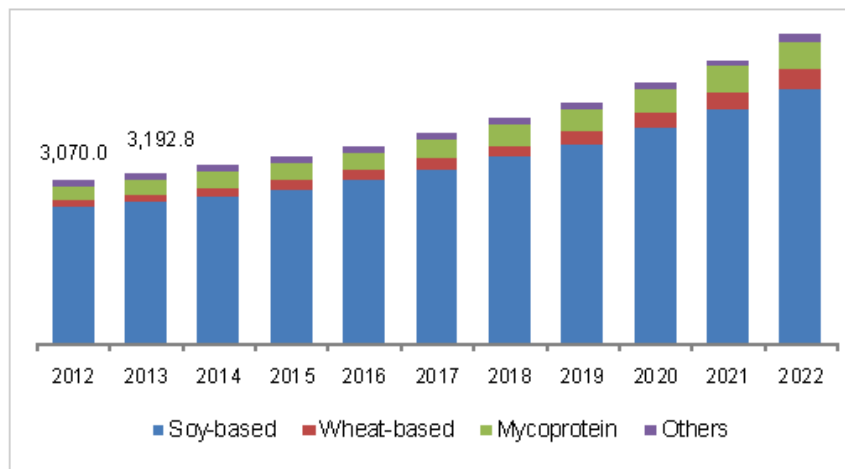


그림 1. 세계 고기대체시장 규모. 2012~2022

2) 소비층의 규모

- (국내) 한국 채식연합 등에 따르면 국내 채식주의자 규모는 전체 인구의 약 2%로 약 100~150만명에 이릅니다. 업계 추산으로도 채식 레스토랑과 채식 베이커리가 300곳으로 5년 전보다 두배 이상으로 늘어난 것으로 추정됨. 최근 제품 판매에서도 비건푸드 판매량이 꾸준히 늘어나 콩고기의 경우 70% 가까이 증가함(이새봄, 매일경제, 2016.11.23.). 이와 같이 국내에서도 채식주의가 늘어나면서 진짜 고기를 대신할 수 있는 식물성 고기에 대한 관심이 증가하고 있음. 하지만 이에 대한 연구와 제품은 많이 부족함.
- (국외) 최근 유럽에서 비건(Vegan) 인구가 증가함에 따라 2012년부터 2016년까지 비건 식품(vegan food)에 대한 수요가 3배 이상 증가한 것으로 나타나며, 이들 시장의 성장비율은 14% 이상 증가한 것으로 나타남. 이들은 동물성 원료를 사용하지 않고 육류의 색과 식감을 재현하는 것을 주요 선택 기준으로 제시함(Oscar Rousseau. Food colours target bvegan meat substitutes. Globalmeat news. 2017).
- (국외) 네덜란드의 한 대학에서 발표한 2015년 자료에 따르면, 전체 고령 인구의 46%가 선호하는 단백질의 주요급원으로 식물성 대체고기를 선택한 것으로 나타남. 고령자들은 영양소 섭취에 불균형이 있고 저작이 용이하지 않다는 특성이 있으므로 이를 개선하면서 육류와 비슷한 맛을 내는 육류대체 식품의 수요가 증가하는 것으로 보임(Yasmine. Novel foods for elderly consumers. Food science & technology. 2015.).

3) 식물성 고기 제품

- (국외) 해외 식물성 고기 제품은 고기 패티 또는 소시지의 형태로 생산되고 있으며, 각종 향신료 및 색소첨가제를 넣어 실제 고기의 형태와 유사하게 만들어 판매되고 있음.
- (국내) 국내 식물성고기 제품 또한 해외 제품과 유사하게 패티 및 소시지 형태로 생산되고 있지만, 불고기와 같이 우리나라 음식 특성에 맞는 형태의 식물성 고기제품을 출시하고 있음.

나. 국내외 식물성 대체식품 연구 동향

1) 소재 대체

(1) Plant fat replacers

표 1. 온도에 따른 기름 및 지방의 성상

종류	영문명	녹는점/어는점(℃)	발연점(℃)	인화점(℃)	연소점(℃)
겨기름	rice bran oil	-5 ~ -10	213	324	368
들기름	perilla seed oil		170	250	
땅콩기름	peanut oil, groundnut oil	0 ~ 3	230 ~ 232	290 ~ 334	360
레드팜 기름	red palm oil	31 ~ 35	265	320	335
마가린	margarine	35	150	150	
마카다미아넛 기름	macadamia nut oil	12 ~ 13	199	326	
목화씨기름	cottonseed oil	10 ~ 15.5	216 ~ 232	319	360
바나스파티	vanaspati	37 ~ 39			
버터	butter	28 ~ 35	127	150	
쇼트닝	shortening	46	182	329	
스프레드	spread				
아마씨유	flax seed oil, linseed oil	-20 ~ -24	160	309	360
아보카도 기름	avocado oil	38 ~ 46	270 ~ 271	265	
옥수수기름	corn oil, maize oil	-11	230 ~ 238	325 ~ 326	354 ~ 371
올리브기름	olive oil	-6	199 ~ 243	321	361
유채기름	rapeseed oil	-5			
참기름	sesame oil	-6	160	229	
카놀라기름	canola oil	-10	220 ~ 230	326	350
코코넛기름	coconut oil	25	204	295	330
코코아버터	cocoa butter	34 ~ 38	230	300	
콩기름(정제)	soybean oil	-16	234	317 ~ 330	342 ~ 360
팜기름	palm oil	30.8 ~ 37.6	232 ~ 254	324	340 ~ 354
팜핵기름	palm kernel oil	23 ~ 30	232	242	251
포도씨유	grape seed oil	-10	216	218	
피마자기름	castor oil	-10 ~ -17	200	298	335
호박씨 기름	pumpkin seed oil	15			
홍화씨기름	safflower oil	-17	266	229	
해바라기씨유	sunflower seed oil	-17	227	316	341
헴프시드 기름	hemp seed oil	-8	165	315	371
돼지기름	lard	32 ~ 38	190	330	360
뼈기름	Bone oil	39 ~ 41			
쇠기름	beef tallow	44 ~ 55	250	266 ~ 316	344

(2) Fat mimetics (carbohydrate)

- (Cellulose) 지방 대체제로서 Cellulose는 주로 육류 식품에서 저지방 제품을 연구에 주로 사용되고 있으며, 주로 carboxymethyl celluloses, Microcrystalline cellulose에 관한 연구가 많이 이루어지고 있음.
- (Starch) 지방대체제로서의 starch (곤약, 이눌린, 올리고 프락토오스, 폴리 덱스트로오스, Agave angustifolia fructans, sodium octenyl succinate starch 등)는 마요네즈, 요구르트, 쿠키, 케이크, 아이스크림 등의 제품에 대한 저지방 연구가 많이 이루어지고 있음.
- (Gum) 지방대체제로서 gum류(Basil seed gum, carrageenan, κ-carrageenan, locust bean gum, guar gum과 xanthan gum 등)를 적용한 연구들이 다수 발표된 바 있으며, carrageenan, locust bean gum, xanthan gum, pectin, guar gum, gum arabic 등이 사용됨.

(3) Fat mimetics (Protein)

- 지방대체제로서 protein류에 관련된 연구는 대부분 유청단백질인 Simplex를 사용하여 연구가 이루어지며 조직감변화에 대한 연구가 많았음.

2) 처리 방법

- (유화형) 일반적인 유화형 소시지는 돈육을 첨가물 첨가 및 분쇄 과정을 통해서 유화물을 제조 하며, 제조 공정에 따라 가열 처리 후 충전기를 사용하여 포장재에 포장하여 제조함 (Kim IS et al., J. Agric. Life Sci., 2015, 88-97).
- (인공 마블링) 소고기 채끝살에 공액 리놀레산(Conjugated linoleic acid; CLA)을 needle injection 기술을 통하여 삽입해 인공마블링을 형성하였고, 관능적인 변화를 일으키지 않으면서 마블링이 우수한 인공 마블링 육제품을 제조하였음. 또한 섭취 시 CLA의 첨가로 인한 추가적인 영양강화 효과가 기대되었음 (Baublits RT et al., Meat Sci., 2007).

3) 관능 및 물성 관련

(1) 향 (지용성 향)

- 버섯 균사체는 섬유상의 탄수화물로 구성되고, 글루탐산의 함량이 높아 입안에서의 느낌과 향미를 증강시키는 효과가 있으므로, 이를 이용하여 육류의 조직감과 향미가 뛰어난 인조육 및 천연 육고기향 향미제를 제조함(등록특허 10-0762848).
- 소맥글루텐 산가수분해물, 리보오스 및 향미료를 혼합하여 고기 향 향미제를 제조함 (공개특허 10-2012-0075005)
- 초기 향미를 지속적으로 유지시킬 수 있는 별도의 향을 함유한 향료 칩(chip)을 포함하여, 섭취 초기의 향미를 더욱 살려주고, 그 향미를 지속할 수 있는 제과제품 제조(공개특허 10-2011-0004286).
- 1인용 커피와 감미제가 첨가된 가용성 음료를 섞어 감미된 가용성 음료 성분 및 음료 카트를 제조 (공개특허 10-2017-0105521)
- 식용유에 볶은 참깨를 넣어 혼합 분쇄한 후 교반 및 정제하여 맛과 참깨의 고소한 향미를 가진 향미유를 제조함(등록번호 10-0655184)

(2) 맛

- 콩단백에 두부, 당근, 양파, 우리밀, 표고버섯, 홍피망, 메뚜기 분말 등을 혼합하여 육류의 식감과 풍미는 살리되 지방은 적어 다이어트 및 육류의 섭취를 제한하는 소비자들을 대상으로 한 떡갈비가 제조됨 (공개특허 10-2017-0075842).
- 고소한 풍미를 느끼게 할 수 있는 해바라기유, 들기름, 소량의 깨향, 시즈닝 오일, 피너츠 오일을 첨가함으로써 다양한 영양성분을 포함하면서 참기름 맛을 나타내는 기름을 제조함 (공개특허 10-2005-0072285)

4) 기타 관련 기술

- 천연 항산화제를 사용하여 튀김유의 산화 안정성을 증진시키며, 핫도그 반죽에 미강팽화분말 및 미강추출물을 첨가하여 유지 산화안정도를 증진시켜 핫도그의 산화방지를 극대화시킴 (등록특허 10-1406912)
- 코코넛유를 포함함으로써 화학첨가물 EDTA의 양을 줄이고 산화안정성을 향상시켜 마요네즈의 유통기한을 늘림(공개특허 10-2014-0125251)

다. 결론

- **(식물성 유지의 대체제로의 적용 현황)** 국내외 시장, 제품 및 연구현황 조사 결과, 식물성 기름을 활용한 식물성 단백질에 적용시키기 위한 근본적인 기술에 대한 시도가 전무하고, 오로지 육제품에 인공마블링 제품만 시도되어 제작됨.
- **(식물성 유지 사용 한계점)** 식물성 단백질을 활용하여 식물성 인조 모방 고기를 제조할 경우 유지 성분의 유출이 발생하고 또한 식물성 단백질이 흡수하여 실제 식품의 육가공의 식감과 맛을 구현하기 어려운 부분이 있을 것으로 판단됨. 또한 식물성 단백질 성분에서 동시 재현 시 발생하는 문제점 (예: 다량의 기름 흡수 및 유출 등) 해결을 위한 새로운 기술 방법을 모색해야함.
- **(식물성 지질 복합체의 저장실험 필요성)** 식물성 기름 외 hydrocolloid 물질들과 multi 복합체 구조로 된 모방고기 구현 시 저장 기간에 따른 지방 산화에 대한 연구가 필요함.
- **(코팅, 첨가제 활용 적용 기술 필요)** 코팅 방법 및 기타 첨가제를 활용 적용한 관련 기술이 없어 이에 대한 충분한 기초 실험과 응용 전계가 필요할 것으로 사료됨.
- **(적층형 원료육 형성 기술 부족)** 본 과제가 궁극적으로 추구하는 삼겹살 형태의 적층형 고기 원료육 형성에 대한 연구를 위한 관련 기술이 현저하게 부족함. 그 외에도 순수 단백질로 구성된 균일한 조직의 고기 부위에 대체 식물성 유지를 injection 법으로 삽입 후 인공 마블링 제작에 준하는 방식으로 1차 성형 시도가 필요함.
- **(지방 대체제 적용 가능성)** 동물성 지방 대체제(Fat mimetics) 로 많이 사용되는 carbohydrate, protein 등은 저지방 식품의 질감 및 물성 개선에는 효과적임. 하지만 지방대체제의 종류에 따라 적합한 식품이 다르며, 같은 지방대체제라도 식품의 조건에 따라 수분 보유력이 다름.
- **(최신 연구 및 기술 동향 확인)** 29가지의 식물성 유지의 지방의 온도별 성상을 동물성 지방과 비교하고 각각의 식물성 유지의 특성을 통해 활용가능한 지방성분 선정하고 식물성유지를 식물성고기에 혼합 또는 주입 하는 방법을 확인하고, 산화방지를 위한 기술을 확인함.

2.1.2. (2차 년도) 동물 지방 대체를 위한 식물성 지방 조직 확립

가. 동물성 지방의 물리적 특성, 지방산 조성 및 지용성 비타민 함량 분석: melting point 분석

1) 동물성 지방의 특성 분석

① Melting point

- 동물성 지방은 대체로 상온에서 고체형태로 존재하며 melting point는 종류에 따라 다르게 나타나며, 돼지 지방에 비해 쇠기름의 melting point가 높게 나타남.

표 2. 동물성 지방의 녹는점

Fat	Melting point (°C)
Lard	32 ~ 38
Beef tallow	44 ~ 55

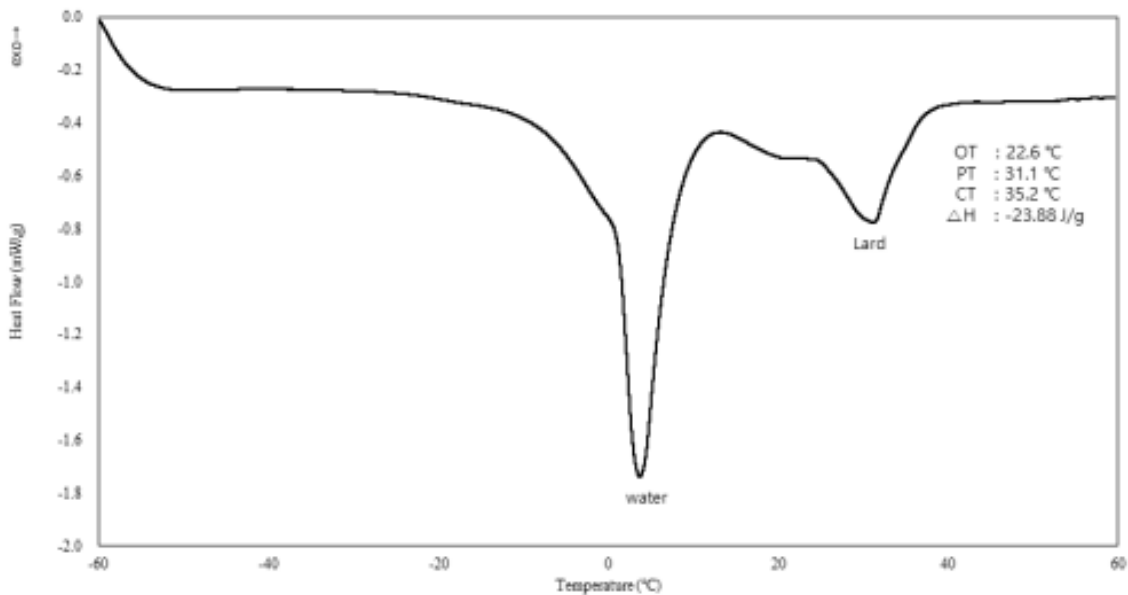


그림 2. 돼지 지방의 시차 온도 곡선

OT: onset temperature, PT: peak temperature, CT: conclusion temperature,
 ΔH: enthalpy (heating rate of 10.0°C min⁻¹ (exothermal up))

② 지방산 조성

- 쇠기름은 돼지지방보다 포화지방산과 단불포화지방산이 많으며, 돼지지방은 쇠기름 보다 불포화 지방산과 다불포화지방산이 많은 것으로 나타났으며, 이러한 결과로 동물성 지방간의 melting point에 차이를 보임.
- Oleic acid(C18:1)는 쇠기름이 돼지지방보다 함량이 높았으나, linoleic acid(C18:2)는 쇠기름에 비해 돼지지방의 함량이 높은 것으로 나타남.

표 3. 동물성 지방의 지방산 조성

Arreivation	Common Name	Unit	Beef tallow	Lard
C4:0	Butyric acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C6:0	Caproic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C8:0	Caprylic acid	g/100 g	0.005±0.001	0.032±0.042
C10:0	Capric acid	g/100 g	0.036±0.002	0.070±0.000
C11:0	Undecanoic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C12:0	Lauric acid	g/100 g	0.060±0.002	0.119±0.001
C13:0	Tridecanoic acid	g/100 g	0.005±0.000	0.002±0.000
C14:0	Myristic acid	g/100 g	2.769±0.026	1.356±0.007
C14:1	Myristoleic acid	g/100 g	1.085±0.019	0.020±0.001
C15:0	Pentadecanoic acid	g/100 g	0.234±0.001	0.046±0.001
C15:1	Pentadecanoic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C16:0	Palmitic acid	g/100 g	21.861±0.015	20.320±0.019
C16:1	Palmitoleic acid	g/100 g	3.205±0.038	1.671±0.012
C17:0	Margaric acid	g/100 g	1.264±0.004	0.352±0.261
C17:1	Heptadecenoic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C18:0	Stearic acid	g/100 g	9.764±0.051	11.504±0.024
C18:1, trans	Oleic acid	g/100 g	0.542±0.160	0.144±0.010
C18:1, Cis		g/100 g	40.290±0.218	33.168±0.184
C18:2, trans	Linoleic acid	g/100 g	0.518±0.015	0.110±0.004
C18:2, Cis		g/100 g	1.356±0.004	12.533±0.150
C20:0	Arachidic acid	g/100 g	0.112±0.002	0.250±0.007
C18:3n-6	Gamma-Linolenic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.000±0.000
C18:3n-3	Linolenic acid	g/100 g	0.083±0.001	0.594±0.009
C20:1	Gadoleic acid	g/100 g	0.432±0.005	0.772±0.003
C21:0	Heneicosanoic acid	g/100 g	0.284±0.001	0.069±0.000
C20:2	Eicosadiennoic acid	g/100 g	0.040±0.001	0.577±0.009
C22:0	Behenic acid	g/100 g	0.014±0.001	0.015±0.001
C20:3n-6	Dihomo-gamma-linolenic acid	g/100 g	0.083±0.001	0.113±0.001
C22:1n-9	Erucic acid	g/100 g	0.008±0.001	0.048±0.006
C20:3n-3	Eicosatrienoic acid	g/100 g	0.006±0.000	0.092±0.002
C20:4n-6	Arachidonic acid	g/100 g	0.022±0.001	0.224±0.003
C23:0	Tricosanoic acid	g/100 g	0.012±0.001	0.002±0.001
C22:2	Brassic acid	g/100 g	0.006±0.000	0.015±0.000
C24:0	Lignoceric acid	g/100 g	0.010±0.001	0.007±0.001
C20:5n-3	EPA	g/100 g	0.000±0.000	0.005±0.000
C24:1	Nervonic acid	g/100 g	0.000±0.000	0.011±0.000
C22:6n-3	DHA	g/100 g	0.000±0.000	0.014±0.000
	SFA	g/100 g	36.430±0.015	34.144±0.269
	UFA	g/100 g	47.676±0.021	50.110±0.067
	MUFA	g/100 g	45.561±0.033	35.835±0.196
	PUFA	g/100 g	2.114±0.012	14.275±0.170
	MUFA/SFA		1.251±0.001	1.050±0.008
	PUFA/SFA		0.058±0.000	0.418±0.008

③ 지용성 비타민 함량

○ 지용성 비타민의 경우 전체적으로 돼지기름에 많은 것으로 나타났고, 비타민 A의 함량이 높은 것으로 나타남.

표 4. 동물성 지방의 지용성 비타민 함량

Fat soluble vitamine	Unit	Beef tallow	Lard
Vitamin A, RAE	µg/100 g	0	26
Retinol	µg/100 g	0	26
Carotene, beta	µg/100 g	0	0
Carotene, alpha	µg/100 g	0	0

Cryptoxanthin, beta	µg/100 g	0	0
Vitamin A, IU	IU/100 g	0	86
Lycopene	µg/100 g	0	0
Lutein + zeaxanthin	µg/100 g	0	0
Vitamin E (alpha-tocopherol)	mg/100 g	2.7	0.42
Vitamin E, added	mg/100 g	0	0
Vitamin D (D2 + D3)	µg/100 g	0.7	1.7
Vitamin D3 (cholecalciferol)	µg/100 g	0.7	1.7
Vitamin D	IU/100 g	28	69
Vitamin K (phylloquinone)	µg/100 g	0	0

④ 향미성분 조성

- 일반적으로 향미는 휘발성 물질의 방출로 인해 다양한 화학성분을 가지게 되며, 동물성 고기 중에 특이한 뒷맛을 가지는 고기(타조, 멧돼지 등)에서 휘발성 물질이 더 많이 발생하며, 타조 고기의 경우 pH가 낮은 조직 내의 지방 때문에 특유의 향미가 강하게 나타나는 것으로 알려짐.
- 이 같은 휘발성 물질 생성은 쇠고기와 돼지고기에서는 매우 드물게 나타나고, 신선한 지방 자체에는 향이 거의 없음.

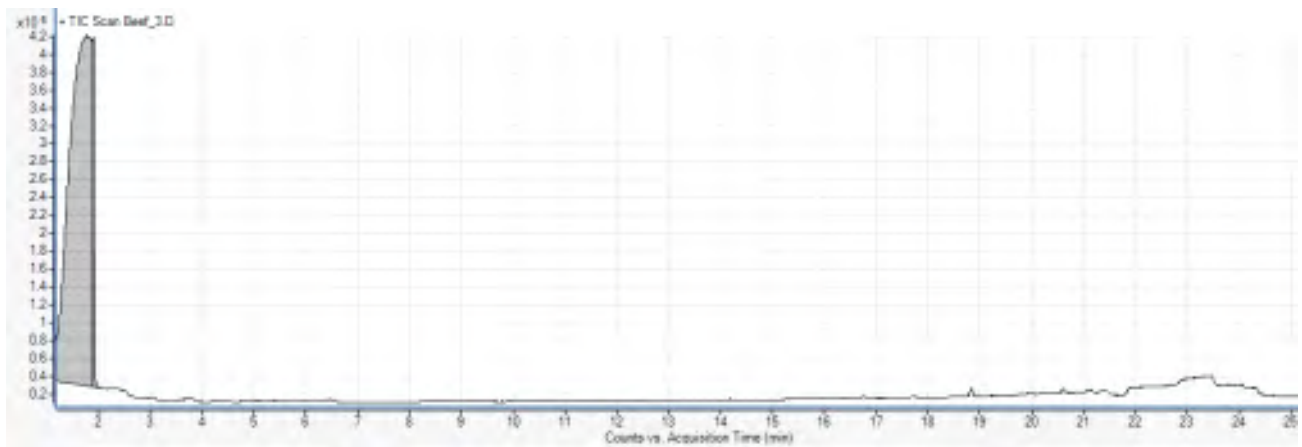


그림 3. 쇠기름의 향미분석 (SPME)

- 각각의 향에는 그 향을 대표하는 화합물이 존재하게 되며, 고기류에 주로 사용되는 화합물로, butenal, cyclobutanol은 구운 향(roasted), 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)benzene은 조리된 쇠고기향(cooked beef)을 가지는 것으로 알려져 있음.
- 또한, *sec*-butanamine, 1-heptanol, 3-octen-2-one 등은 고기에 많이 사용되는 야채, 버섯, 허브에 포함되는 향미이기 때문에 이와 같은 화합물 적절히 활용하는 것도 고려될 부분임.

표 5. 육류 및 육류에 사용되는 향미 성분

Compound name	Characteristic flavor/aromas
Benzaldehyde	Volatile almond oil, bitter almond, burning aromatic taste
Benzene	Pleasant, distinct
sec-Butanamine	Seafood, green, onion
Butanal	Malty, green, roast
n-Caproic acid	Goaty
3-Carene	Sweet and pungent odor but more agreeable than turpentine, orange peel, lemon, resin
Cyclobutanol	Roasted
2,2,6-Trimethylcyclohexanone	Mint, acetone
2,4-Decadienal	Deep fat flavor, chicken flavor at 10 ppm, citrus/orange/grapefruit flavor at lower dilutions
Decanal	Powerful, waxy, aldehydic, orange, citrus peel
2-Decenal	Tallow, orange
1,3-Bis(1,1-dimethylethyl)benzene	Cooked beef
2,3-Dimethylimidane	No reference
N,N-Dimethyl 1,2-ethanediamine	Ammonia
5-Ethylcyclopent-1-enecarboxaldehyde	Fragrant, perfume
2-Pentylfuran	Green bean, butter
2,4-Heptadienal	Nut, fat
Heptanal	Oily, fatty, rancid, unpleasant, penetrating fruity odor in liquid
5-Methyl 2-heptanamine	No reference
1-Heptanol	Fragrant, woody, oily, green, fatty, waxy, sap, herb
2-Heptanone	Fruity, spicy, cinnamon, penetrating fruity odor in liquid
6-Methyl 2-heptanone	Cloves, menthol, eugenol
2-Heptenal	Soapy, fatty, almond, fishy, unpleasant
3-Ethyl-2-methyl 1,3-hexadiene	No reference
Hexanal	Fatty-green, grassy, strong green, tallow, fat, unripe fruit when dilute
Hexane	Faint peculiar odor
Hexanol	Woody, cut grass, chemical-waxy, fatty, fruity, weak metallic
2-Ethyl 1-hexanol	Resin, flower, green
2-Hexen-1-ol	Green, sharp, leafy, fruity, unripe banana
Hydroxymandelic acid	No reference, catecholamine metabolic
Limotene	Pleasant lemon-like, turpentine, citrus, fruity, fresh, light
Bis(2-trimethylsilyloxyethyl) malonic acid	No reference
3-Methylbutanal	Pungent apple-like odor, malt
Methyl salicylate	Cooling sensation, wintergreen, gaultheria
2,4-Nonadienal	Fat, wax, green, watermelon, geranium, pungent
Nonanal	Floral, citrus, fatty, grassy, waxy, green
2-Nonanone	Hot milk, soap, green, fruity, floral
2-Nonenal	Cardboardy, orn, fat, cucumber, paper
Octadecanal	Oil
Octanal	Harsh, fatty, orange peel, soapy, lemon, green, honey
1-Octanol	Penetrating aromatic odor, fatty, waxy, citrus, oily, walnut, moss, chemical, metal, burnt
2-Methyl 3-octanone	Herb, butter, resin, gasoline
2-Octenal	Green, nut, fat
(Z)-3-Octene	Fruity, old apples
1-Octen-3-ol	Mushrooms, compound excreted by many insects
2-Octen-1-ol	Green citrus
3-Octen-2-one	Nut, crushed bug, earthy, spicy, herbal, sweet, mushroom, hay, blueberry
Hexadecyl oxirane	No reference
Pentanal	Almond, milk, pungent, acrid
Pentane	Very slight warmed-over flavor, oxidized
1-Pentanol	Mild odor, fusel oil, fruit, balsamic
5-Amino 1-pentanol	Mild
α -Pinene	Piney, fruity, citrus, turpentine
β -Pinene	Pine, citrus, fruity, resin, turpentine
Piperazine	Salty
N-Methyl 1,3-propanediamine	No reference
Propanol	Alcoholic
Styrene	Penetrating odor, sweet smell
Tetradecane	Alkane
Tridecane	Alkane
2-Tridecanal	Sweet, strong, spicy
Undec-4-enal	No reference, animal pheromone

나. 지방의 향미 profile 분석 및 지용성 대체 향미 소재 선정

1) 카놀라 오일 및 코코넛 오일 혼합에 대한 melting point 변화 분석

○ 식물성 지방 및 기름을 식물성 고기에 주입하고, 주입한 기름을 주입한 곳에 안정적으로 위치시키기 위해 필요한 요인과 해당 요인의 분석 조건을 찾기 위하여 본 실험을 실시함.

(1) 실험 방법

1) 혼합 오일 제조

- ① 표 6를 참고하여 카놀라 오일과 코코넛 오일을 혼합함.
- ② DSC(Differential Scanning Calorimetry)와 rheometer 측정을 통해 오일 혼합 비율과 온도에 따른 열적 특성, 점성, 탄성, 점탄성을 측정함.

표 6. 카놀라오일 (Ca)과 코코넛 오일 (Co)의 혼합 비율

Canola oil : Coconut oil (w%)	
Ca	10 : 0
Ca (8) + Co (2)	8 : 2
Ca (6) + Co (4)	6 : 4
Ca (4) + Co (6)	4 : 6
Ca (2) + Co (8)	2 : 8
Co	0 : 10

2) 특성 분석

① DSC(Differential Scanning Calorimetry)

조건: -60 ~ 60°C (Rate : 10°C/min)

② Rheometer

Rheometer (MCR 302, Anton Paar, AustriaDenmark) 측정을 통해 혼합 오일의 점성, 탄성, 점탄성을 측정함. 조건: 표 7 참조.

표 7. Rheometer 측정 조건

Conditions	Viscosity	Storage Modulus	Viscoelasticity
Probe	CP50-2-SN26585	PP25-SN27130	
Shear Rate (1/s)	0.1~300	-	-
Angular Frequency (Hz)	-	10	0.4 ~ 100
Temperature (°C)	20 ~ 40	50 →10(Rate:1°C/min) 10 (5 min) 10 →50(Rate:1°C/min)	10 ~ 50
Strain %	-	-	1
Gap (mm)	0.2		0.25

(2) 실험 결과

① 열적 특성

- 카놀라 오일과 코코넛 오일을 혼합하여 열적 특성을 분석한 결과 카놀라 오일과 코코넛 오일의 녹는점은 각각 -15.2°C와 25.7°C로 분석되었음.
- 코코넛 오일의 함량이 높아질수록 Onset 온도는 올라가며, 카놀라 오일에 의한 Peak 1의 peak 온도는 코코넛 오일 함량이 증가할수록 낮아지고, 코코넛 오일을 나타내는 Peak 2의 peak 온도는 카놀라 오일의 함량이 증가할수록 감소함 (그림 4, 표 8).

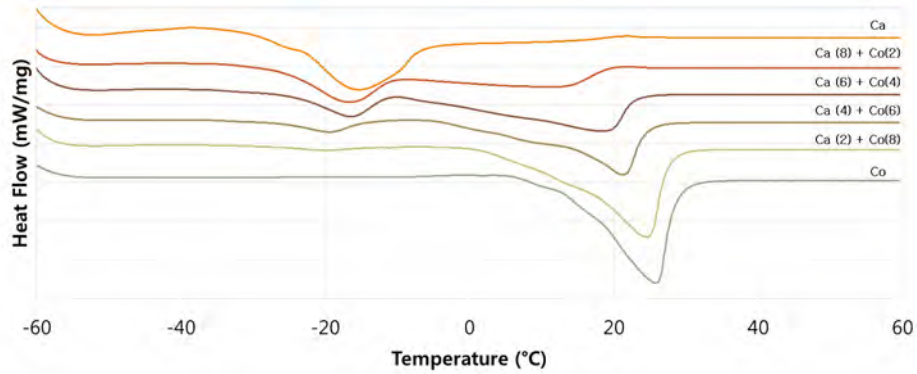


그림 4. -60 ~ 60°C 구간의 카놀라 오일, 코코넛 오일 및 혼합오일 DSC 곡선
(Ca: 카놀라 오일, Co: 코코넛 오일)

표 8. 카놀라 오일과 코코넛 오일의 열적 특성

Treatments	Peak 1				Peak 2			
	OT ¹⁾ (°C)	PT (°C)	CT (°C)	ΔH (J/g)	OT (°C)	PT (°C)	CT (°C)	ΔH (J/g)
Ca ²⁾	-31.1	-15.2	-4.3	-187.2	-	-	-	-
Ca(8) + Co(2)	-29.2	-16.6	-9	-74.68	-9	11.3	20.9	-79.5
Ca(6) + Co(4)	-27.1	-16.4	-10.3	-47.56	-10.3	18.5	25.1	-184.9
Ca(4) + Co(6)	-28.5	-19.4	-14.1	-19.42	-5.3	21.2	30	-202.3
Ca(2) + Co(8)	-28.3	-20	-9.1	-9.32	0.1	24.5	31.5	-313.7
Co	-	-	-	-	4.7	25.7	33.3	-306.3

¹⁾ OT: onset temperature, PT: peak temperature, CT: conclusion temperature, ΔH: enthalpy

²⁾ Ca: canola oil, Co: coconut oil

② 탄성

- 온도를 50°C → 10°C → 50°C으로 변화시키면서 탄성계수를 분석한 결과 코코넛 오일은 22°C에서 부터 증가하기 시작하며 10°C에서 온도를 상승시키면 10.4°C에서 급격하게 낮아지는 것으로 나타났고, 코코넛 오일의 비율이 낮아질수록 탄성계수의 변화는 더 낮은 온도에서 일어남(그림 5-b).
- 카놀라 오일 80% 이하일 경우, 탄성 계수 값의 변화가 없는 것으로 나타남(그림 5-b).

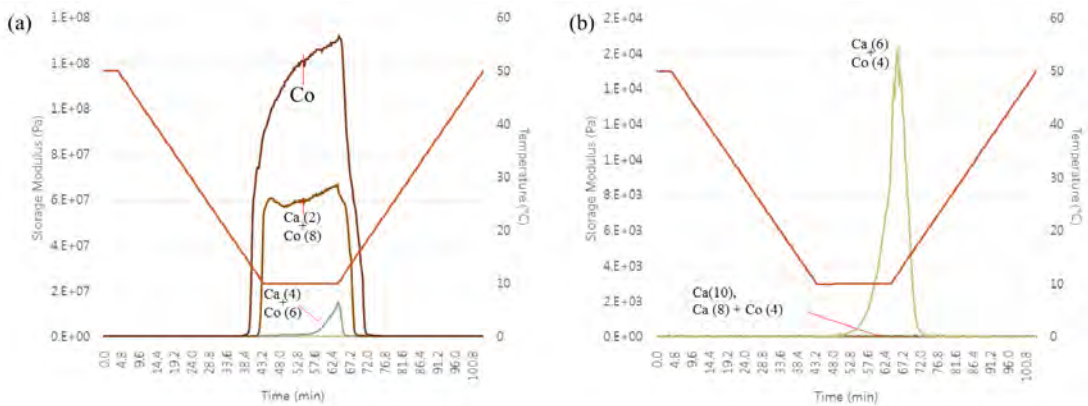


그림 5. 온도 변화에 따른 혼합유의 탄성계수

(a) Ca:Co 10:0, 2:8, 4:6, 6:4, 8:2, 0:10 ; (b) Ca:Co 10:0, 2:8, 4:6

- 온도와 혼합비율에 대한 점도는 온도가 감소할수록, 카놀라 오일의 함량이 높을수록 증가함. 하지만 코코넛오일 80% 이상, 20°C에서 점도가 증가하며, 이는 코코넛 오일이 고체가 되는 과정에서의 값으로

보임(표 9).

표 9. 혼합 비율 및 온도에 따른 카놀라 오일 및 코코넛 오일의 점도 (Pa·s)

Temperature	Ca ¹⁾	Ca(8) + Co(2)	Ca(6) + Co(4)
40°C	0.0336±0.0001 ^{cA2)}	0.0319±0.0001 ^{cB}	0.0303±0.0001 ^{cC}
30°C	0.0483±0.0001 ^{bA}	0.0461±0.0000 ^{bB}	0.0438±0.0000 ^{bC}
20°C	0.0727±0.0002 ^{aB}	0.0696±0.0001 ^{aB}	0.0661±0.0000 ^{aB}
Temperature	Ca(4) + Co(6)	Ca(2) + Co(8)	Co
40°C	0.0289±0.0001 ^{cD}	0.0275±0.0001 ^E	0.0259±0.0006 ^{bF}
30°C	0.0419±0.0000 ^{bD}	0.0400±0.0001 ^E	0.0385±0.0006 ^{bF}
20°C	0.0661±0.0000 ^{aB}	0.1225±0.057 ^{4B}	0.5325±0.1011 ^{aA}

¹⁾ Ca: canola oil, Co: coconut oil

²⁾ Mean±SD. Means with different superscript capital letters in the same row and small letters in the same column were significantly different between groups at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

③ 점도

○ 카놀라 오일과 코코넛 오일의 점도는 각각의 혼합 비율에 의한 영향보다는 온도 변화에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 나타남

표 10. 혼합비율과 온도에 대한 요인(점도와 전단응력)의 영향성 평가

		F-values	P-value
Mixing ratio	Viscosity	696.008	***
	Shear Stress	644.555	***
Temperature	Viscosity	32567.435	***
	Shear Stress	30150.904	***
Mixing ratio *	Viscosity	16.856	***
temperature	Shear Stress	16.159	***

¹⁾ *** $p < 0.001$

④ 점탄성

○ 혼합 비율과 온도에 따른 점탄성 값의 경우 30, 40°C에서는 혼합 비율에 대해 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타남.

○ 20°C의 경우 코코넛 오일의 함량이 증가할수록 점탄성 값은 증가하는 것으로 나타남.

○ 20°C에서 카놀라 오일 40%, 코코넛 오일 60%일 때 탄성계수가 점성계수 보다 높게 나타남. 이 같은 결과는 다른 유지와는 다르게 고체적 특성을 보인다고 볼 수 있기 때문에 추가적인 조사가 필요할 것으로 보임.

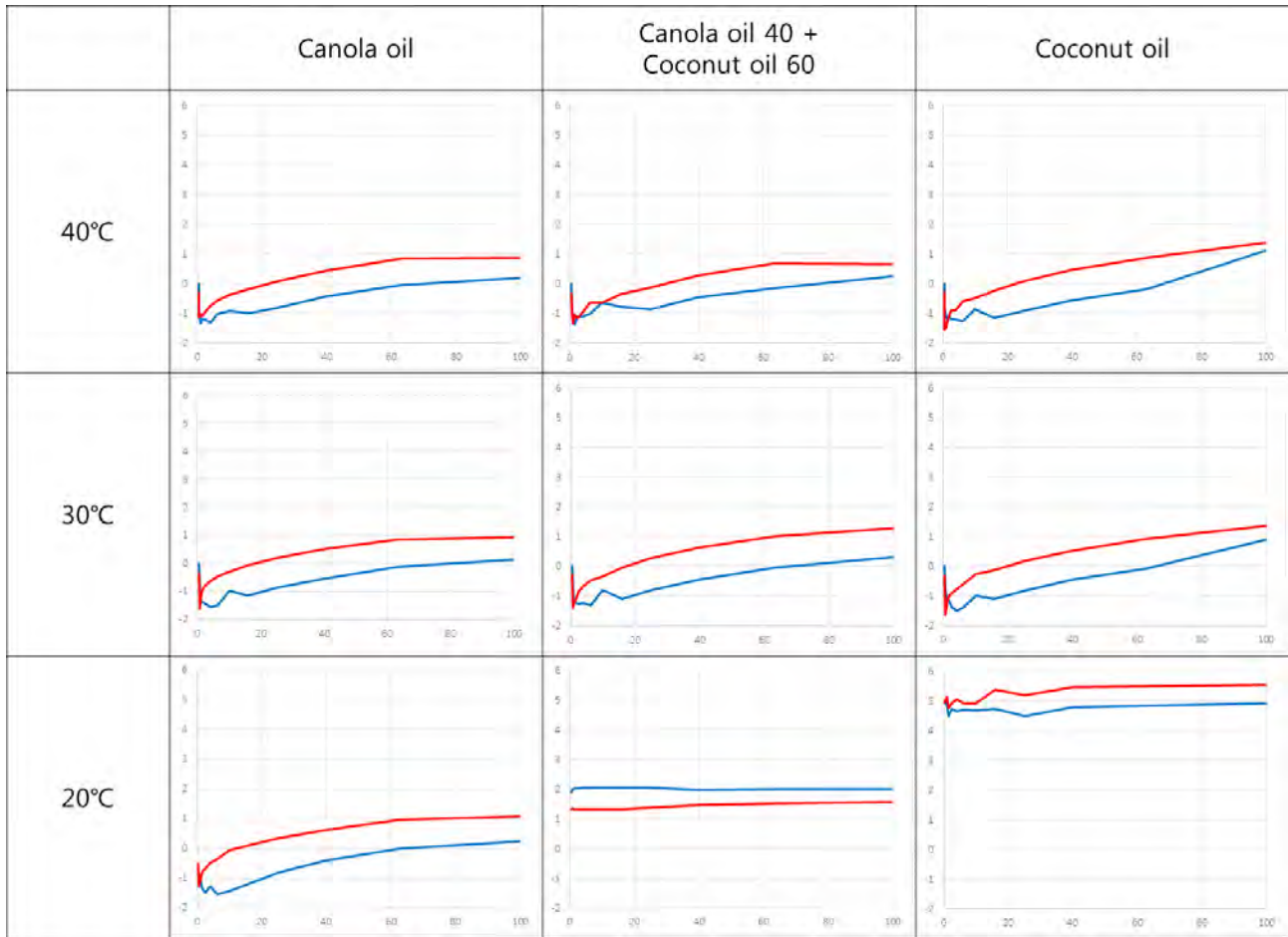


그림 6. 혼합 비율과 온도에 대한 카놀라오일, 코코넛 오일 혼합유의 점탄성
(column: log G''(Pa), row: angular frequency (Hz)) - Storage modulus(G'), - Loss modulus(G'')

2) 땅콩 오일 및 코코넛 오일 혼합에 따른 melting point 변화 분석

- 동물성 지방의 melting point가 일반 식물성 고기보다 높기 때문에 식물성 기름 중 상온에서 고체상태로 존재하는 코코넛 오일(coconut oil), 팜오일(Palm Oil), 코코아 버터(cocoa butter) 등을 사용하기로 함.
- 하지만 팜오일의 경우 포화지방이 많아 몸에 좋지 않다는 인식이 있고, 코코아 버터의 경우 특유의 향미로 인해 대체 동물성 지방으로 사용하기에는 부적절하여 코코넛 오일을 사용함.
- 또한 현재 선정되지 않은 향미 성분을 대신하여 육류의 향미와 유사하다고 알려진 땅콩오일을 사용하여 코코넛 오일과 혼합하여 사용함.

(1) 실험 방법

- ① 땅콩 오일과 코코넛 오일의 혼합 비율을 다르게 한 혼합 오일을 제조함.
- ② DSC 측정하여 혼합 오일의 녹는점을 측정함.

(2) 실험 결과

- Melting point는 코코넛 오일은 26.7°C 땅콩오일은 -13°C이었으며, 혼합 오일의 경우 코코넛 오일의 함량이 증가 할수록 melting point가 증가하는 것으로 나타났고, 반대로 땅콩 오일이 증가할수록 melting point는 감소하는 것으로 나타났음.
- 혼합오일은 두 개의 오일이 혼합되어 있어 melting point peak가 두 개로 나타나야 하지만 코코넛 90% 이상, 땅콩오일 60% 이상일 때는 peak가 두 개로 뚜렷하게 구분되지 않는 것으로 나타남. 때문에 오일의 활용 방법에 따라 혼합오일을 사용할 경우 melting point peak를 확인할 필요가 있음.

표 11. 혼합오일의 열적 특성

Co : Pe ¹⁾	Peak 1				Peak 2			
	OT (°C)	PT (°C)	CT (°C)	ΔH (J/g)	OT (°C)	PT (°C)	CT (°C)	ΔH (J/g)
10 : 0	-	-	-	-	11.5	26.7	29.5	-104.1
9 : 1	-	-	-	-	13.1	26.1	28.8	-83.33
8 : 2	-32.8	-21.3	-11.1	-2.15	10.9	25.0	27.9	-79.55
7 : 3	-33.6	-21.5	-12.6	-5.17	8.0	22.7	25.9	-85.52
6 : 4	-33.4	-20.3	-12.1	-8.15	-4.2	21.4	24.8	-86.27
5 : 5	-31.6	-19.4	-11.9	-9.74	-5.8	19.6	23.4	-78.11
4 : 6	-20.7	16.7	21.5	-90.49	-	-	-	-
3 : 7	-12.2	12.3	19.0	-92.58	-	-	-	-
2 : 8	-23.4	2.4	16.9	-66.17	-	-	-	-
1 : 9	-22.8	-10.0	3	-60.82	-	-	-	-
0 : 10	-22.5	-13	-0.1	-71.41	-	-	-	-

¹⁾ Co: Coconut oil, Pe:Peanut oil, OT: onset temperature, PT: peak temperature, CT: conclusion temperature, ΔH: enthalpy.

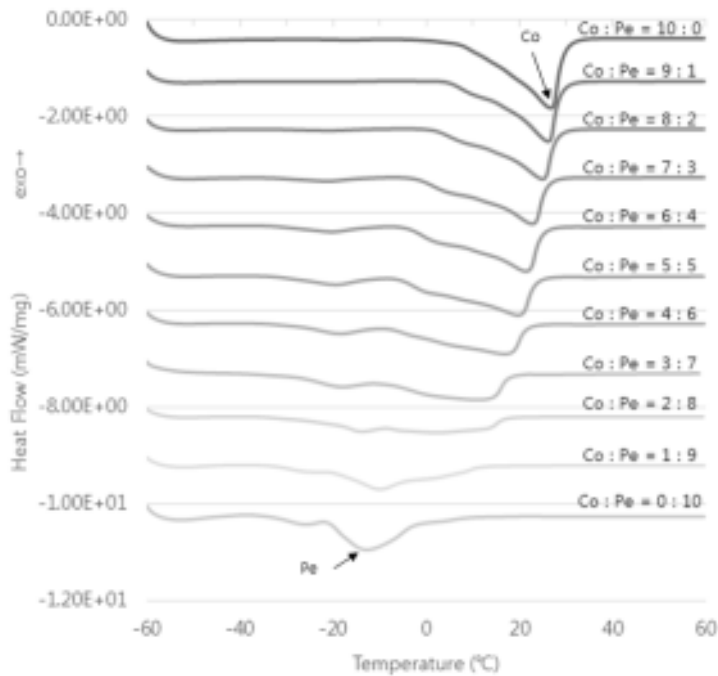


그림 7. 혼합 오일의 시차 온도 곡선(heating rate of 10.0°C min⁻¹ (exothermal up).
(Co:Coconut oil, Pe:Peanut oil)

(3) 결론

○ 현재 생산되는 식물성 고기에는 대체로 식물성 기름만을 사용하지만, 단순 기름을 대체하여 에멀전을 동물성 고기에 혼합할 경우 지방만 넣었을 때와 비교하여 지방함량이 적어지고, 지방의 산화를 방지, 식감변화, fat loss 등의 영향을 주는 것으로 알려져 있으나, 식물성 고기에 적용된 연구는 아직까지 없음. 이에 에멀전이 식물성 고기에 혼합되었을 때의 적합성 여부에 대한 확인이 필요함.

다. 최적 식물성 유지 선정 및 배합비 확립

1) 식물성 고기 제조 및 동물성 대체지방의 다즙성 평가

○ 식물성 고기 내에서의 동물성 대체지방의 다즙성을 평가하기 위하여 식물성 고기의 일반적인 제조과정에서 불필요한 공정을 제거하여 그림 8와 같은 공정으로 식물성 고기를 제조함.

(1) 실험방법

1) Sample preparation

- ① 조식대두단백 TVP(Supromax 5050[®], Supromax5010[®])를 1:2 비율로 하여, 증류수에서 2시간 동안 수화시키고, 빨래망에 넣어 5분간 탈수함.
- ② 처리구의 비율에 맞춰서 각 재료를 표 12와 같이 계량하여 15초간 blending하고, 지름 30±1mm인 성형틀을 이용하여 높이가 25mm가 되도록 반죽을 성형함.
- ③ 이전 실험에서 사용한 땅콩오일이 알레르기의 요인이 될 수 있기 때문에 카놀라 오일(canola oil)로 변경하였음.
- ④ 성형된 반죽의 무게를 측정하고 180℃의 오븐에서 앞뒤 각각 7분씩 총 14분 동안 조리하고 상온에서 30분간 방냉하여 실험에 사용함.

표 12. 혼합오일의 영향에 대한 식물성 고기 배합 비율

Sample	Ingredient						
	TVP* (g)	SPI (g)	Binder (g)	Water (g)	Canola oil (g)	Coconut oil (g)	
Water	3	100	4.30	3.23	5.56	-	-
	6	100	4.30	3.23	11.11	-	-
	9	100	4.30	3.23	16.67	-	-
	12	100	4.30	3.23	22.22	-	-
	15	100	4.30	3.23	27.78	-	-
Canola oil	3	100	4.30	3.23	-	5.56	-
	6	100	4.30	3.23	-	11.11	-
	9	100	4.30	3.23	-	16.67	-
	12	100	4.30	3.23	-	22.22	-
	15	100	4.30	3.23	-	27.78	-
Coconut oil	3	100	4.30	3.23	-	-	5.56
	6	100	4.30	3.23	-	-	11.11
	9	100	4.30	3.23	-	-	16.67
	12	100	4.30	3.23	-	-	22.22
	15	100	4.30	3.23	-	-	27.78
Mixed oil A**	3	100	4.30	3.23	-	4.17	1.39
	6	100	4.30	3.23	-	8.33	2.78
	9	100	4.30	3.23	-	12.50	4.17
	12	100	4.30	3.23	-	16.67	5.56
	15	100	4.30	3.23	-	20.83	6.94
Mixed oil B***	3	100	4.30	3.23	-	2.78	2.78
	6	100	4.30	3.23	-	5.56	5.56
	9	100	4.30	3.23	-	8.33	8.33
	12	100	4.30	3.23	-	11.11	11.11
	15	100	4.30	3.23	-	13.89	13.89
Mixed oil C****	3	100	4.30	3.23	-	1.39	4.17
	6	100	4.30	3.23	-	2.78	8.33
	9	100	4.30	3.23	-	4.17	12.50
	12	100	4.30	3.23	-	5.56	16.67
	15	100	4.30	3.23	-	6.94	20.83

* The TVP ratio of Supromax 5050[®] to Supromax 5010[®] is 1 to 2.

** The ratio of canola oil to coconut oil is 3 to 1.

*** The ratio of canola oil to coconut oil is 5 to 5.

**** The ratio of canola oil to coconut oil is 1 to 3.

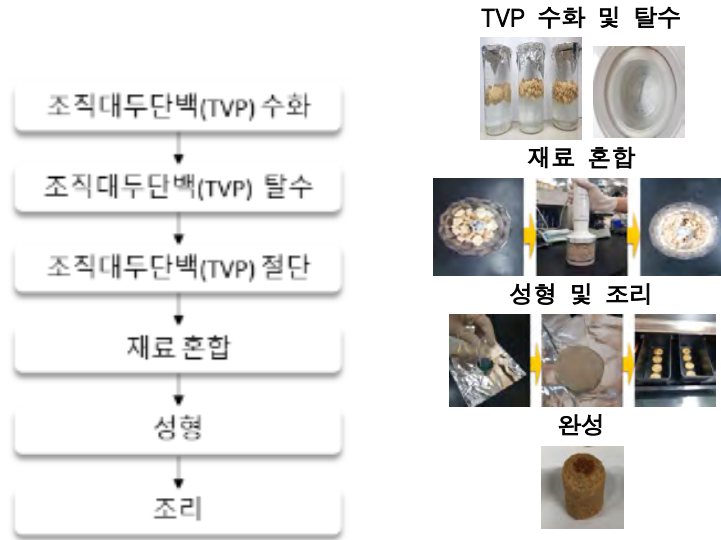


그림 8. 식물성기름의 다즙성 평가를 위한 식물성 고기 샘플 공정도

2) 특성 분석

○ 식물성 고기의 다즙성을 비교하기 위하여 물, 카놀라오일, 코코넛오일, 혼합오일을 식물성 고기에 혼합하여 cooking loss, TPA, liquid holding capacity(LHC)를 측정함.

① Cooking loss

30분간 방냉시킨 식물성 고기의 무게를 측정하여 cooking loss를 계산함.

$$\text{Cooking loss} = (\text{반죽 무게} - \text{조리 후 무게}) / \text{반죽 무게} * 100$$

② TPA

Cooking loss를 측정한 식물성 고기의 원기둥 모양 그대로 높이 25mm 지름 30mm로 측정

TPA(% Deformation 50% , Trigger load 100g , Test speed 1mm/s , Probe TA4/1000 , Fixture TA-SBA)를 측정함.

③ Liquid holding capacity

15ml conical tube에 멸균거즈와 반죽 상태의 식물성 고기와 오븐에서 조리 된 식물성 고기를 각각 약 1.9g 씩 conical tube에 넣고, Centrifuge에 3000rpm, 10min, 35°C 조건에서 돌린 후 고기의 무게를 측정하여 계산함.

표 13. Liquid holding capacity(LHC) 계산식

	전체 liquid	빠져나간 liquid	LHC
반죽 LHC	(사용한 liquid 무게 + 탈수 고기 수분함량) / (반죽 전체 무게) * (원심분리 전 샘플 무게)	원심분리 전 샘플 무게 - 원심분리 후 샘플 무게	(전체 Liquid - 빠져나간 Liquid) / 전체 Liquid *100
조리 후 LHC	(사용한 liquid 무게 + 탈수 고기 수분함량) / (반죽 전체 무게)	cooking 전 반죽 무게 * (전체 Liquid - 빠져나간 Liquid) / 전체 Liquid * 100	

$$\text{무게)} * (\text{조리 전 반죽 무게}) \left\{ \frac{\text{cooking loss \%}}{100} + (1 - \text{cooking 후 LHC \%} / 100) * (1 - \text{cooking loss \%} / 100) \right\} 100$$

(3) 실험결과

① Cooking loss

- O일을 혼합할 때에 비해 water를 혼합했을 경우 전반적으로 높은 cooking loss 값을 나타나고, water 첨가량이 증가 할수록 cooking loss 가 증가하는 경향을 보이거나 oil 첨가량이 증가할수록 cooking loss가 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타남.
- 특이점은 canola oil의 경우 9g, coconut oil의 경우 12g까지 cooking loss가 급격히 감소하는 것으로 나타났으며, mixed oil에서는 경향성을 찾을 수 없었음.

표 14. 물, 기름 혼합 기름을 혼합한 식물성 고기 cooking loss

Sample contents (g)		Cooking loss (%)		
Water	3	12.54	±	0.32 ^{ab}
	6	11.81	±	0.19 ^a
	9	12.94	±	0.41 ^{bc}
	12	12.92	±	0.62 ^{bc}
	15	13.49	±	0.35 ^d
Canola oil	3	11.28	±	0.21 ^a
	6	9.53	±	0.23 ^b
	9	8.40	±	0.15 ^c
	12	8.07	±	0.26 ^c
	15	8.36	±	0.25 ^c
Coconut oil	3	11.34	±	0.16 ^a
	6	9.84	±	0.14 ^b
	9	8.79	±	0.40 ^c
	12	7.84	±	0.33 ^d
	15	7.97	±	0.23 ^d
Mixed oil A*	3	11.67	±	0.56 ^a
	6	9.69	±	0.12 ^b
	9	9.07	±	0.40 ^b
	12	8.00	±	0.27 ^c
	15	7.95	±	0.38 ^c
Mixed oil B**	3	12.33	±	0.36 ^a
	6	10.35	±	0.42 ^b
	9	9.19	±	0.18 ^c
	12	8.49	±	0.51 ^c
	15	8.59	±	0.61 ^c
Mixed oil C***	3	10.87	±	0.20 ^a
	6	9.69	±	0.34 ^b
	9	9.15	±	0.22 ^{bc}
	12	8.45	±	0.56 ^{cd}
	15	8.08	±	0.67 ^d

^{abc} Means within a column with different letters are significantly different (p < 0.05).

* The ratio of canola oil to coconut oil is 3 to 1.

** The ratio of canola oil to coconut oil is 5 to 5.

*** The ratio of canola oil to coconut oil is 1 to 3.

② TPA

- Water와 oil 모두 함량이 증가함에 따라 TPA 값이 감소하는 경향성을 보였으며, water의 경우 3g씩 증가함에 따라 Hardness 및 Chewiness 값이 크게 감소해 고기의 조직감에 큰 영향을 미치는 것으로 나타남.
- TPA에서도 cooking loss 및 liquid holding capacity에서와 마찬가지로 canola oil의 경우 9g, coconut oil의 경우 12g에서 Hardness 및 Chewiness 등의 값이 크게 감소하는 경향성을 보이며, Mixed oil의 경우 A는 9g B는 12g 이후에서 크게 감소했으나 C에서는 전반적으로 계속 감소하기 때문에 경향성을 보기 어려움.

표 15. 물, 기름 및 혼합 기름을 혼합한 식물성 고기의 물성측정

Sample contents (g)	Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mJ)	
Water	3	7384±499 ^a	0.15±0.07 ^a	0.42±0.01 ^a	9.83±0.14 ^a	3062±198 ^a	295.3±23.3 ^a
	6	4862±669 ^b	0.00±0.00 ^b	0.36±0.01 ^b	8.52±0.49 ^b	1710±272 ^b	143.5±31.1 ^b
	9	4406±240 ^{bc}	0.00±0.00 ^b	0.32±0.01 ^{bc}	7.74±0.14 ^b	1379±101 ^{bc}	104.6±5.7 ^{bc}
	12	4107±252 ^{bc}	0.05±0.07 ^{ab}	0.31±0.02 ^c	7.78±0.93 ^b	1251±177 ^{bc}	96.3±25.0 ^{bc}
	15	3305±275 ^c	0.15±0.07 ^a	0.29±0.03 ^c	6.38±0.25 ^c	975±175 ^c	61.2±13.3 ^c
Canola oil	3	Not measurement					
	6	8312±721 ^a	0.05±0.07 ^a	0.36±0.02 ^b	9.91±0.02 ^{ab}	2966±78 ^a	288.1±6.9 ^a
	9	7334±355 ^a	0.00±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a	10.27±0.00 ^a	2937±170 ^a	295.8±17.1 ^a
	12	5401±391 ^b	0.10±0.00 ^a	0.37±0.00 ^{ab}	9.67±0.37 ^b	2016±156 ^b	191.4±22.1 ^b
	15	5324±368 ^b	0.00±0.00 ^a	0.36±0.02 ^b	9.92±0.11 ^{ab}	1897±8 ^b	184.6±1.3 ^b
Coconut oil	3	Not measurement					
	6	7175±166 ^a	0.00±0.00 ^a	0.38±0.00 ^a	9.87±0.04 ^a	2735±69 ^a	264.7±7.8 ^a
	9	6741±509 ^a	0.05±0.07 ^a	0.36±0.00 ^a	10.02±0.01 ^a	2438±163 ^a	239.6±16.3 ^a
	12	6619±96 ^a	0.00±0.00 ^a	0.39±0.03 ^a	10.13±0.29 ^a	2590±221 ^a	257.4±29.3 ^a
	15	4749±355 ^b	0.00±0.00 ^a	0.37±0.03 ^a	10.18±0.16 ^a	1763±270 ^b	176.3±29.6 ^b
Mixed oil A*	3	7729±1427 ^a	0.10±0.14 ^a	0.38±0.01 ^b	9.92±0.56 ^{ab}	2933±669 ^{ab}	287±81 ^{ab}
	6	6779±224 ^{ab}	0.15±0.21 ^a	0.37±0.00 ^b	9.56±0.17 ^b	2490±67 ^b	233±2 ^b
	9	7188±130 ^a	0.05±0.07 ^a	0.52±0.08 ^a	10.56±0.18 ^a	3703±464 ^a	383±42 ^a
	12	5012±252 ^c	0.00±0.00 ^a	0.45±0.00 ^{ab}	10.17±0.26 ^{ab}	2248±126 ^b	224±18 ^b
	15	5109±131 ^{bc}	0.05±0.07 ^a	0.48±0.06 ^{ab}	10.25±0.04 ^{ab}	2427±411 ^b	244±42 ^b
Mixed oil B**	3	9157±886 ^a	0.10±0.14 ^a	0.45±0.02 ^a	10.56±0.22 ^{ab}	4110±603 ^a	425±54 ^a
	6	6949±332 ^b	0.00±0.00 ^a	0.41±0.02 ^a	10.07±0.05 ^b	2809±245 ^{bc}	277±26 ^{bc}
	9	6606±98 ^b	0.00±0.00 ^a	0.49±0.05 ^a	10.05±0.13 ^b	3224±372 ^{ab}	318±33 ^b
	12	6579±853 ^{bc}	0.05±0.07 ^a	0.43±0.01 ^a	10.83±0.18 ^a	2815±300 ^{bc}	299±37 ^{bc}
	15	4977±549 ^c	0.00±0.00 ^a	0.44±0.04 ^a	10.35±0.39 ^{ab}	2168±74 ^c	220±16 ^c
Mixed oil C***	3	9693±489 ^a	0.15±0.07 ^a	0.41±0.00 ^b	10.18±0.13 ^a	397±12 ^a	3976±175 ^a
	6	8927±1814 ^{ab}	0.15±0.07 ^a	0.40±0.02 ^b	10.17±0.24 ^a	356±98 ^{ab}	3559±898 ^a
	9	7609±305 ^{abc}	0.10±0.00 ^a	0.51±0.06 ^a	10.50±0.25 ^a	394±42 ^a	3821±322 ^a
	12	7275±368 ^{bc}	0.05±0.07 ^a	0.44±0.01 ^{ab}	10.25±0.08 ^a	317±24 ^{ab}	3155±213 ^{ab}
	15	5661±84 ^c	0.05±0.07 ^a	0.42±0.02 ^b	10.43±0.02 ^a	240±16 ^b	2351±153 ^b

^{abcd} Means within a column with different letters are significantly different (p < 0.05).

* The ratio of canola oil to coconut oil is 3 to 1. ** The ratio of canola oil to coconut oil is 5 to 1. *** The ratio of canola oil to coconut oil is 1 to 3.

③ Liquid holding capacity

- LHC의 경우 오일에 비해 water에서 비교적 낮은 값을 보이며, canola oil과 coconut oil 간에 값의 유의적 차이는 없으나 cooking loss와 마찬가지로 canola에서는 9g, coconut에서는 12g에서 급격히 감소하는 경향성을 보임
- Mixed oil A,B는 canola와 coconut oil의 경향성을 보이거나 mixed oil C는 특이한 결과를 보여 A, B, C 간에 경향성을 찾기 힘들.

표 16. 물, 기름 및 혼합 기름을 혼합한 식물성 고기의 액상 보유력

Sample contents (g)		Liquid holding capacity (%)		
Water	3	98.06	±	0.32 ^a
	6	97.68	±	0.47 ^{ab}
	9	97.30	±	0.32 ^b
	12	97.29	±	0.35 ^b
	15	96.51	±	0.50 ^c
Canola oil	3	99.02	±	0.16 ^a
	6	98.84	±	0.05 ^{ab}
	9	98.62	±	0.12 ^b
	12	97.77	±	0.24 ^c
	15	96.02	±	0.31 ^d
Coconut oil	3	99.11	±	0.10 ^a
	6	99.02	±	0.06 ^{ab}
	9	98.79	±	0.11 ^{ab}
	12	98.47	±	0.10 ^b
	15	95.94	±	0.77 ^c
Mixed oil A*	3	98.63	±	0.30 ^a
	6	98.60	±	0.04 ^a
	9	98.92	±	0.21 ^a
	12	97.67	±	0.24 ^c
	15	98.08	±	0.15 ^b
Mixed oil B**	3	98.62	±	0.12 ^a
	6	98.50	±	0.25 ^a
	9	98.69	±	0.10 ^a
	12	98.46	±	0.25 ^a
	15	96.38	±	0.59 ^b
Mixed oil C***	3	99.16	±	0.13 ^a
	6	99.10	±	0.11 ^a
	9	98.62	±	0.32 ^b
	12	97.93	±	0.33 ^c
	15	96.68	±	0.33 ^d

^{abcd} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* The ratio of canola oil to coconut oil is 3 to 1.

** The ratio of canola oil to coconut oil is 5 to 5.

*** The ratio of canola oil to coconut oil is 1 to 3.

- canola oil과 coconut oil이 melting point가 차이가 있는데도 LHC의 차이가 거의 없어서 coconut oil의 melting temperature 이하의 온도에서 centrifuge할 경우를 비교해본 결과 경향성을 찾기 어려웠으며 이를 통해 오일간 LHC 차이는 없는 것으로 나타남.

표 17. 온도에 따른 코코넛 오일 보유력 평가

Sample contents (g)	Lluid holding capacity (%)					
	4°C (cooling 3h)			25°C		
Coconut oil	3	98.80	± 0.23 ^b	99.09	± 0.17 ^a	
	6	99.09	± 0.12 ^a	99.10	± 0.35 ^a	
	9	99.07	± 0.05 ^a	99.03	± 0.16 ^a	
	12	98.99	± 0.10 ^{ab}	98.79	± 0.32 ^{ab}	
	15	99.04	± 0.14 ^a	98.49	± 0.30 ^b	

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

(3) 결론

- Shear force와 juiciness 와의 상관관계가 반대로 나타난다는 연구결과를 봤을 때 hardness가 낮을수록 juiciness가 좋다고 볼 수 있음. 따라서 oil보다 water를 많이 넣는 것이 juiciness를 높이는데 더 좋을 것으로 판단됨. 그러나 water는 oil에 비해 loss가 많을 뿐만 아니라 본 연구의 목적과도 맞지 않아서 에멀전 첨가를 고려해야 할 것으로 보임.

2) 에멀전을 첨가한 식물성 고기의 다즙성 평가

(1) 실험 방법

1) 식물성 고기 제조

- ① Emulsion의 경우 canola oil에 lecithin 1%를 DW에 SPI 1%를 녹인 후 oil : water를 4 : 6 비율로 homogenizer 14,000rpm에서 5분, ultrasonicate 75W에서 1분간 처리하여 제조하였고, emulsion control은 emulsion과 동일한 oil과 water를 emulsion을 제조하지 않은 채 같은 비율로 처리함.
- ② 에멀전을 첨가한 식물성고기의 다즙성을 비교하기 위한 식물성 고기 배합 비율은 표 18과 같이 배합함.
- ③ Emulsion 제조에 사용되는 SPI 및 lecithin이 식물성 고기에 미치는 영향을 보기위해 1% SPI water 만 첨가한 것과 1% lecithin oil 만 첨가하여 실험을 진행함.

표 18. 오일과 에멀전 영향에 대한 식물성 고기 배합비

Sample	Ingredient						
	TVP* (g)	SPI (g)	Binder (g)	Water (g)	Canola oil (g)	Coconut oil (g)	
Water	A	100	4.5	3.0	5	-	-
	B	100	4.5	3.0	10	-	-
	C	100	4.5	3.0	15	-	-
	D	100	4.5	3.0	20	-	-
	E	100	4.5	3.0	25	-	-
Canola oil	A	100	4.5	3.0	-	5	-
	B	100	4.5	3.0	-	10	-
	C	100	4.5	3.0	-	15	-
	D	100	4.5	3.0	-	20	-
	E	100	4.5	3.0	-	25	-
Coconut oil	A	100	4.5	3.0	-	-	5
	B	100	4.5	3.0	-	-	10
	C	100	4.5	3.0	-	-	15
	D	100	4.5	3.0	-	-	20
	E	100	4.5	3.0	-	-	25
Emulsion*	A	100	4.5	3.0	3	2	-
	B	100	4.5	3.0	6	4	-
	C	100	4.5	3.0	9	6	-
	D	100	4.5	3.0	12	8	-
	E	100	4.5	3.0	15	10	-
Water + canola oil* + 1% lecithin and SPI	A	100	4.5	3.0	3	2	-
	B	100	4.5	3.0	6	4	-
	C	100	4.5	3.0	9	6	-
	D	100	4.5	3.0	12	8	-
	E	100	4.5	3.0	15	10	-
Water + 1% SPI	A	100	4.5	3.0	5	-	-
	B	100	4.5	3.0	10	-	-
	C	100	4.5	3.0	15	-	-
	D	100	4.5	3.0	20	-	-
	E	100	4.5	3.0	25	-	-
Canola oil + 1% lecithin	A	100	4.5	3.0	-	5	-
	B	100	4.5	3.0	-	10	-
	C	100	4.5	3.0	-	15	-
	D	100	4.5	3.0	-	20	-
	E	100	4.5	3.0	-	25	-

① Cooking loss, LHC

- 첨가한 water가 증가할수록 cooking loss가 증가하는 것으로 나타났으며, water를 넣었을 때 13.86~15.54%의 cooking loss를 보였고, 1% SPI를 넣을 경우 12.89~13.92%로 감소하는 것으로 나타났고, Oil은 첨가량이 증가할수록 cooking loss는 감소하는 경향을 보였고, lecithin을 넣어도 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타남.
- Emulsion과 homogenization 이전상태를 넣었을 경우 11.62~12.65, 11.77~13.30의 cooking loss값을 나타내는 것으로 나타남.
- 이러한 결과를 종합해 봤을 때 cooking loss에 큰 영향을 주는 것은 물인 것으로 판단 되며, 지방양이 많아 질수록 수화된 TVP 양이 줄어들어서 반죽이 함유하고 있는 물이 적기 때문에 cooking loss도 같이 낮아지는 것으로 판단됨. 또한 Emulsion과 homogenization 이전상태의 경우 oil에 비해서 cooking loss가 증가하지만, 넣은 양이 늘어나도 값은 거의 일정하게 유지 되는 것을 확인할 수 있으며, SPI와 lecithin 때문인 것으로 보여짐.
- water만을 넣을 때 반죽상태의 LHC는 63.89~78.72%로 첨가량이 많아 질수록 LHC 값이 감소하는 경향을 보였고, 조리 후 63.43~65.11%로 유의적인 차이가 없었음. 향을 보였고, 조리 후 63.43~65.11%로 유의적인 차이가 없었음.
- oil을 넣을 때는 반죽에서 약 90%의 LHC 값을 가지게 되며, 조리 후에는 70.53~76.27%의 값을 가지게 되는데 E(25g) 첨가량이 들어갈 때 감소하는 경향을 보임.
- 에멀전으로 넣을 때와 homogenization 이전상태를 넣을 경우 반죽의 상태에서 82.85~88.49%, 79.16~88.90%로 나타났고, 조리 후에서 에멀전은 69.00~74.62%, homogenization 이전상태에서는 54.73~69.06%로 큰 차이를 보이는 것으로 나타났음. 때문에 homogenization 과정이 LHC에 큰 영향을 주는 것으로 판단됨.

표 19. 에멀전 관련 시료의 cooking loss와 liquid holding capacity

Sample contents (g)		Water	Water + 1% SPI	canola oil	Canola oil + 1% lecithin	Water +	Emulsion*
						Canola oil + 1% lecithin and SPI	
Cooking loss (%)	5	13.86±0.25 ^{cA}	12.89±0.36 ^{bB}	12.05±0.04 ^{aCD}	11.48±0.34 ^{aD}	12.70±0.31 ^{abB} c	12.65±0.35 ^{aBC}
	10	14.69±0.10 ^{bA}	12.27±0.37 ^{bB}	10.53±0.29 ^{bC}	9.33±0.15 ^{bD}	11.77±0.12 ^{bB}	11.84±0.32 ^{bB}
	15	15.69±0.11 ^{aA}	12.50±0.39 ^{bB}	9.31±0.14 ^{cC}	9.09±0.22 ^{bC}	11.95±0.65 ^{bB}	11.75±0.46 ^{bB}
	20	15.34±0.14 ^{aA}	13.99±0.29 ^{aB}	8.46±0.04 ^{dE}	8.75±0.38 ^{bE}	12.54±0.28 ^{bC}	11.73±0.32 ^{bC}
	25	15.54±0.11 ^{aA}	14.03±0.50 ^{aB}	8.84±0.16 ^{dD}	9.44±0.75 ^{bD}	13.30±0.12 ^{aB}	11.62±0.43 ^{bC}
LH C (%)	doug 5	78.72±1.83 ^{aE}	86.55±0.73 ^{aC}	89.12±1.12 ^{cBC}	92.21±1.01 ^{aA}	88.90±1.07 ^{aBC}	82.85±3.32 ^{bD}
	10	74.49±2.27 ^{aD}	84.13±0.19 ^{aC}	91.66±0.76 ^{aA}	92.33±1.09 ^{aA}	86.82±0.75 ^{aB}	86.34±0.69 ^{abB} c
	h 15	75.89±3.76 ^{aB}	76.38±0.91 ^{bB}	89.58±1.14 ^{bcA}	90.10±3.02 ^{aA}	87.60±0.87 ^{aA}	88.49±0.4 ^{9aA}
	20	64.86±1.12 ^{bE}	76.57±0.88 ^{bD}	91.05±1.59 ^{abA}	89.78±0.49 ^{aA}	81.87±1.04 ^{bC}	86.49±1.36 ^{abB}
	25	63.89±3.76 ^{bC}	64.98±1.09 ^{bC}	91.13±0.99 ^{abA}	85.01±0.23 ^{bB}	84.96±1.52 ^{abB}	85.59±0.93 ^{abB}
cooki ng	5	64.80±1.78 ^{aC}	68.61±1.02 ^{aB}	71.69±0.73 ^{bA}	72.12±0.16 ^{aA}	68.50±0.58 ^{aB}	69.00±0.26 ^{bB}
	10	64.52±1.70 ^{aC}	67.42±1.77 ^{aB}	74.35±0.48 ^{aA}	72.51±0.35 ^{aA}	69.06±1.32 ^{aB}	74.62±2.57 ^{aA}
	15	63.50±1.38 ^{aC}	66.24±4.12 ^{aC}	74.69±2.11 ^{aAB}	72.23±0.15 ^{aB}	65.33±0.86 ^{abC}	73.72±1.82 ^{aAB}
	20	65.11±1.03 ^{aD}	64.26±0.11 ^{aD}	76.27±1.03 ^{aA}	68.99±1.95 ^{bC}	56.79±1.58 ^{bE}	72.51±1.58 ^{aB}
	25	63.43±2.48 ^{aB}	63.10±1.05 ^{aB}	71.24±1.74 ^{bA}	61.47±0.63 ^{cB}	62.62±0.30 ^{abB}	74.50±1.13 ^{aA}

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

* The ratio of canola oil to water oil is 4 to 6.

- 또한 SPI, lecithin이 각각 LHC에 영향을 주는지에 대한 영향을 알아보았으며, 조리 후 시료에 대한

LHC의 효과는 SPI의 경우 큰 영향은 없는 것으로 보여지며, lecithin의 경우 D 이상의 첨가량이 들어가면서 떨어지는 것으로 나타났음.

- Lecithin이 LHC에 일부 영향을 주지만, 에멀전 상태의 영향이 가장 큰 것으로 보임.

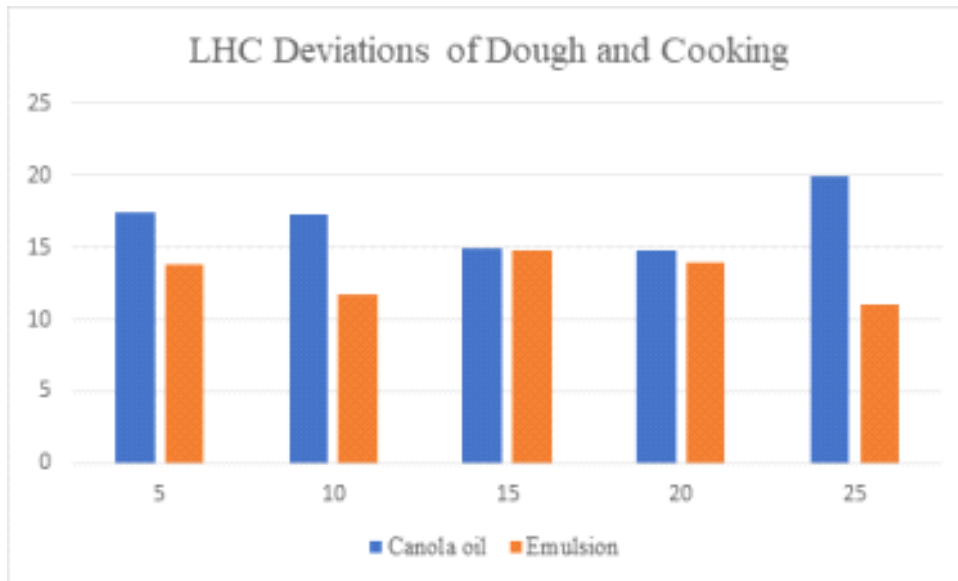


그림 9. Liquid holding capacity (LHC) 편차

- Canola oil 과 emulsion의 dough LHC 와 cooking LHC의 편차를 비교해 본 결과 emulsion의 편차가 더 적은 것을 확인되며, 반죽 상태의 고기가 조리 과정을 거치면서 holding 능력이 감소하는 것을 emulsion을 첨가함으로써 바람직한 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단됨.

② TPA

- 표 20의 TPA 결과를 보면 SPI는 hardness를 다소 증가시키지만 lecithin은 hardness를 크게 감소시키는 것을 확인함.
- Emulsion 대조군에 비해 emulsion의 hardness가 낮은 값을 보였으며 1% lecithin oil 과 비교했을 때는 큰 차이를 보이지 않음. 그러나 시중에 있는 식물성고기의 지방함량이 약 10%인 점을 감안할 때 oil 25g은 18.9%를 차지 하지만 emulsion 25g의 oil 함량은 7.5%를 차지 한다는 점을 볼 때 emulsion이 식물성 고기의 liquid additive로 적합하다고 판단됨.
- SPI 및 lecithin이 식물성고기의 물리적 특성에 영향을 미치는 것으로 보이므로 emulsion의 SPI 및 lecithin 농도별 식물성고기의 물리적 특성 분석을 통해 emulsion의 최적 배합비 선정이 필요함.

표 20. 기름 및 에멀전을 혼합한 식물성 고기의 물성비교

Sample contents (g)	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)	
Water	5	7384±499 ^a	0.15±0.07 ^a	0.42±0.01 ^a	9.83±0.14 ^a	3062±198 ^a	295.3±23.3 ^a
	10	4862±669 ^b	0.00±0.00 ^b	0.36±0.01 ^b	8.52±0.49 ^b	1710±272 ^b	143.5±31.1 ^b
	15	4406±240 ^{bc}	0.00±0.00 ^b	0.32±0.01 ^{bc}	7.74±0.14 ^b	1379±101 ^{bc}	104.6±5.7 ^{bc}
	20	4107±252 ^{bc}	0.05±0.07 ^{ab}	0.31±0.02 ^c	7.78±0.93 ^b	1251±177 ^{bc}	96.3±25.0 ^{bc}
	25	3305±275 ^c	0.15±0.07 ^a	0.29±0.03 ^c	6.38±0.25 ^c	975±175 ^c	61.2±13.3 ^c
Water + 1% SPI	5	7988±22 ^a	0.00±0.00 ^b	0.39±0.01 ^a	9.68±0.40 ^a	3065±31 ^a	290.9±15.1 ^a
	10	6522±301 ^b	0.03±0.06 ^{ab}	0.34±0.01 ^b	9.75±0.50 ^a	2225±110 ^b	213.0±21.0 ^b
	15	5175±215 ^c	0.10±0.00 ^a	0.32±0.01 ^c	8.45±0.43 ^b	1663±123 ^c	138.0±17.3 ^c
	20	4272±126 ^d	0.00±0.00 ^b	0.31±0.00 ^c	8.09±0.49 ^b	1338±45 ^d	106.3±10.1 ^{cd}
	25	4163±392 ^d	0.00±0.00 ^b	0.31±0.01 ^c	7.53±0.11 ^b	1293±197 ^d	95.6±16.0 ^d
Canola oil	5	Not measurement					
	10	8312±721 ^a	0.05±0.07 ^a	0.36±0.02 ^b	9.91±0.02 ^{ab}	2966±78 ^a	288.1±6.9 ^a
	15	7334±355 ^a	0.00±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a	10.27±0.00 ^a	2937±170 ^a	295.8±17.1 ^a
	20	5401±391 ^b	0.10±0.00 ^a	0.37±0.00 ^{ab}	9.67±0.37 ^b	2016±156 ^b	191.4±22.1 ^b
	25	5324±368 ^b	0.00±0.00 ^a	0.36±0.02 ^b	9.92±0.11 ^{ab}	1897±8 ^b	184.6±1.3 ^b
Canola oil + 1% lecithin	5	7219±368 ^a	0.00±0.00 ^a	0.38±0.01 ^{ab}	9.80±0.15 ^a	2727±113 ^a	262.2±13.0 ^a
	10	5790±314 ^b	0.00±0.00 ^a	0.37±0.01 ^{ab}	9.62±0.12 ^{ab}	2143±69 ^b	202.1±5.0 ^b
	15	4320±352 ^c	0.05±0.07 ^a	0.36±0.02 ^b	9.19±0.17 ^b	1520±212 ^c	137.2±21.7 ^c
	20	3674±187 ^c	0.00±0.00 ^a	0.37±0.01 ^b	9.60±0.32 ^{ab}	1342±63 ^{cd}	126.4±10.1 ^{cd}
	25	2732±325 ^d	0.00±0.00 ^a	0.40±0.03 ^a	9.75±0.23 ^a	1090±197 ^d	104.5±21.3 ^d
Water + Canola oil + 1% lecithin and SPI	5	8122±506 ^a	0.13±0.12 ^a	0.38±0.03 ^a	10.35±0.21 ^a	3101±489 ^a	315.5±54.9 ^a
	10	6460±330 ^b	0.17±0.15 ^a	0.33±0.02 ^b	9.70±0.12 ^a	2123±173 ^b	201.9±15.8 ^b
	15	4571±322 ^c	0.03±0.06 ^a	0.31±0.02 ^b	8.59±0.92 ^b	1393±194 ^c	118.5±28.6 ^c
	20	4076±325 ^c	0.03±0.06 ^a	0.29±0.03 ^b	8.35±0.75 ^b	1188±198 ^c	98.2±25.4 ^c
	25	3243±177 ^d	0.03±0.06 ^a	0.29±0.03 ^b	8.53±0.35 ^b	952±96 ^c	79.7±9.9 ^c
Emulsion*	5	8730±1119 ^a	0.15±0.07 ^a	0.39±0.03 ^a	9.94±0.41 ^a	3384±232 ^a	330.3±36.2 ^a
	10	5363±1032 ^b	0.00±0.00 ^b	0.33±0.01 ^b	8.41±0.40 ^b	1764±366 ^b	146.2±37.1 ^b
	15	3887±211 ^{bc}	0.00±0.00 ^b	0.33±0.01 ^b	8.59±0.25 ^{ab}	1265±78 ^{bc}	106.7±9.8 ^{bc}
	20	3483±33 ^c	0.05±0.07 ^{ab}	0.30±0.03 ^b	7.52±0.88 ^{bc}	1034±84 ^c	76.6±15.2 ^c
	25	2604±165 ^c	0.00±0.00 ^b	0.29±0.00 ^b	6.64±0.62 ^c	753±62 ^c	49.2±8.6 ^c

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

* The ratio of canola oil to water oil is 4 to 6. ** A:5g, B:10g, C:15g, D:20g, E:25g

라. 대체지방의 물리적 특성 평가

1) Oil 및 lecithin 농도별 식물성 고기 특성 분석

(1) 실험 결과

① Cooking loss 및 liquid holding capacity

○ Lecithin이 cooking loss에는 영향을 주지 않는 것으로 보이며 liquid holding capacity는 dough와 cooking 모두 lecithin 농도가 1% 이상일 때 다소 감소하는 경향을 보임

표 21. 오일과 레시틴을 혼합한 반죽과 조리 후 식물성 고기의 cooking loss와 liquid holding capacity

Sample	Lecithin concentration (%)	Cooking loss (%)		Liquid holding capacity (%)					
				Dough			Cooking		
Canola oil + lecithin	0	8.84	± 0.16 ^a	91.13	± 0.99 ^a	71.24	± 1.74 ^a		
	0.5	9.54	± 0.30 ^a	91.20	± 0.67 ^a	70.02	± 0.01 ^{ab}		
	1	9.44	± 0.75 ^a	85.01	± 0.23 ^c	61.47	± 0.63 ^d		
	2	9.48	± 0.47 ^a	89.30	± 0.15 ^b	67.08	± 1.90 ^c		
	3	9.69	± 0.71 ^a	89.96	± 0.24 ^{ab}	63.91	± 0.37 ^d		
	4	9.42	± 0.57 ^a	89.55	± 0.60 ^{ab}	63.38	± 0.48 ^d		
	5	8.83	± 0.57 ^a	89.10	± 0.93 ^b	68.05	± 0.68 ^{bc}		

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

② TPA

○ 특히 lecithin은 TPA의 Hardness에 크게 영향을 주는데 lecithin의 농도가 증가할수록 감소하지만, lecithin 농도가 0~0.5% 사이에서 급격히 감소함.

표 22. 오일과 레시틴을 혼합한 반죽과 조리 후 식물성 고기의 물성차이

Sample	Lecithin (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)
Canola oil + lecithin	0	5324±368 ^a	0.00±0.00	0.36±0.02 ^b	9.92±0.11 ^{ab}	1897±8 ^a	184.6±1.3 ^a
	0.5	3189±121 ^b	0.00±0.00	0.37±0.01 ^{ab}	10.09±0.01 ^a	1157±28 ^b	114.4±2.5 ^b
	1	2732±325 ^{bc}	0.00±0.00	0.40±0.03 ^a	9.75±0.23 ^{abc}	1090±197 ^b	104.5±21.3 ^{bc}
	2	2327±39 ^{cd}	0.00±0.00	0.36±0.02 ^b	9.52±0.02 ^{bc}	828±25 ^{cd}	77.3±2.2 ^{de}
	3	2607±169 ^c	0.00±0.00	0.37±0.01 ^{ab}	9.68±0.08 ^{abc}	959±93 ^{bc}	91.0±8.1 ^{cd}
	4	2416±182 ^{cd}	0.00±0.00	0.34±0.01 ^b	9.50±0.15 ^c	807±84 ^{cd}	75.2±9.0 ^{de}
	5	2004±32 ^d	0.00±0.00	0.36±0.00 ^{ab}	9.04±0.31 ^d	727±16 ^d	64.4±0.8 ^e

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

(2) 결론

○ Lecithin 농도에 따라서 emulsion 및 emulsion control은 cooking loss, LHC, TPA 데이터 모두에서 큰 변화를 보이지는 않아서 lecithin농도와 LHC의 관련성은 적은 것으로 판단됨.

○ 하지만 LHC는 emulsion과 emulsion control의 lecithin농도와 관계 없이 약 9~10%정도 emulsion혼합 식물성 고기가 높은 것으로 나타났음.

2) 에멀전을 첨가한 식물성 고기의 특성 분석: Lecithin 농도에 따라

(1) 실험 결과

① Cooking loss 및 liquid holding capacity

표 23. Lecithin의 농도에 따른 식물성 고기 cooking loss와 liquid holding capacity

Sample	Lecithin (%)	Cooking loss (%)			Liquid holding capacity (%)					
					Dough		Cooking			
Water + Canola oil + 1% SPI and lecithin	0.5	12.56	±	0.70 ^{ab}	77.65	±	5.28 ^b	63.52	±	1.51 ^a
	1	13.30	±	0.12 ^a	84.96	±	1.52 ^a	62.62	±	0.30 ^a
	2	11.78	±	0.21 ^b	77.15	±	1.81 ^b	63.92	±	0.38 ^a
	3	12.10	±	0.39 ^b	80.68	±	2.75 ^{ab}	63.23	±	0.22 ^a
	4	12.04	±	0.16 ^b	78.80	±	3.48 ^{ab}	64.49	±	1.57 ^a
Emulsion*	5	11.81	±	0.36 ^b	80.18	±	2.03 ^{ab}	62.27	±	1.24 ^a
	0.5	11.84	±	0.23 ^a	71.50	±	1.49 ^c	72.78	±	0.87 ^b
	1	11.62	±	0.43 ^a	85.59	±	0.93 ^b	74.50	±	1.13 ^a
	2	12.00	±	0.30 ^a	70.11	±	1.87 ^c	73.22	±	0.66 ^{ab}
	3	11.69	±	0.47 ^a	91.21	±	0.42 ^a	73.12	±	0.52 ^{ab}
Emulsion*	4	11.86	±	0.18 ^a	91.19	±	1.74 ^a	73.05	±	0.54 ^{ab}
	5	12.82	±	1.36 ^a	91.83	±	0.74 ^a	72.80	±	0.87 ^b

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* The ratio of canola oil with lecithin to water with 1% SPI is 4 to 6.

② TPA

표 24. Lecithin 농도에 따른 식물성 고기의 물성변화

Sample	Lecithin (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)
Water + Canola oil + 1% SPI and lecithin	0.5	2757±105 ^b	0.00±0.00 ^a	0.27±0.01 ^{ab}	7.75±0.48 ^b	731±52 ^b	55.6±7.4 ^b
	1	3243±177 ^a	0.03±0.06 ^a	0.29±0.03 ^a	8.53±0.35 ^a	952±96 ^a	79.7±9.9 ^a
	2	2621±46 ^b	0.05±0.07 ^a	0.25±0.01 ^b	6.88±0.05 ^c	651±6 ^b	43.9±0.1 ^{bc}
	3	2633±177 ^b	0.05±0.07 ^a	0.26±0.00 ^{ab}	6.83±0.23 ^c	693±41 ^b	46.3±1.1 ^{bc}
	4	2699±139 ^b	0.00±0.00 ^a	0.24±0.01 ^b	5.95±0.28 ^d	643±54 ^b	37.6±4.9 ^c
Emulsion*	5	2470±173 ^b	0.05±0.07 ^a	0.25±0.01 ^b	6.09±0.39 ^{cd}	605±31 ^b	36.1±0.4 ^c
	0.5	2957±25 ^a	0.00±0.00 ^a	0.27±0.01 ^a	6.95±0.23 ^a	784±40 ^a	53.5±4.5 ^a
	1	2604±165 ^a	0.00±0.00 ^a	0.29±0.00 ^a	6.64±0.62 ^a	753±62 ^a	49.2±8.6 ^a
	2	2816±170 ^a	0.00±0.00 ^a	0.29±0.03 ^a	8.13±0.70 ^a	817±130 ^a	65.6±15.9 ^a
	3	2812±400 ^a	0.00±0.00 ^a	0.24±0.03 ^a	6.71±1.30 ^a	681±158 ^a	45.8±19.1 ^a
Emulsion*	4	2696±169 ^a	0.00±0.00 ^a	0.24±0.01 ^a	6.07±0.03 ^a	641±84 ^a	38.1±4.8 ^a
	5	2483±93 ^a	0.00±0.00 ^a	0.29	7.10±2.19 ^a	751	63.7

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

* The ratio of canola oil with lecithin to water with 1% SPI is 4 to 6.

3) 에멀전을 첨가한 식물성 고기의 특성 분석: SPI 농도에 따라

○ SPI 농도에 따라서 emulsion 및 emulsion control은 cooking loss에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, LHC에서는 어느정도 차이를 보이는 것으로 나타남. 특히 조리 후 SPI 농도 1% 이상에서는 LHC의 차이가 적은 것으로 나타났음.

○ 또한, 조리 후의 LHC는 emulsion을 만들면서 약 8~13% 정도 증가하는 것으로 나타남.

표 25. 다양한 SPI 농도의 에멀전이 적용된 식물성 고기 cooking loss와 liquid holding capacity

Sample	SPI (%)	Cooking loss (%)	Liquid holding capacity (%)	
			Dough	Cooking
Water + Canola oil + SPI and 1% lecithin	0.5	12.72±0.70 ^a	85.6±1.25 ^a	61.53±1.55 ^d
	1	11.44±0.25 ^b	77.52±1.46 ^{bc}	64.27±1.21 ^c
	2	10.89±0.05 ^b	75.3±1.02 ^c	66.18±0.58 ^{ab}
	3	11.38±0.58 ^b	79.1±1.83 ^{bc}	65.9±0.36 ^{abc}
	4	10.68±0.14 ^b	76.86±0.63 ^{bc}	66.82±0.87 ^a
Emulsion*	5	11.5±0.43 ^b	78.18±3.10 ^{bc}	64.64±0.66 ^{bc}
	0.5	11.95±0.34 ^a	86.35±0.78 ^{ab}	74.52±1.17 ^c
	1	11.22±0.16 ^b	84.45±0.85 ^b	76.05±0.26 ^{ab}
	2	11.43±0.14 ^b	85.19±1.88 ^{ab}	74.89±0.39 ^{bc}
	3	11.43±0.33 ^b	86.96±1.46 ^{ab}	75.95±0.78 ^{abc}
	4	10.47±0.29 ^c	87.47±1.85 ^a	77.30±0.85 ^a
	5	10.65±0.21 ^c	87.26±0.48 ^a	76.39±0.84 ^a

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* The ratio of canola oil with lecithin 1% to water with SPI is 4 to 6.

○ 물성 측정의 경우 SPI 농도가 증가할수록 hardness와 gumminess가 높아지는 경향을 보였으며, 다른 값에는 경향성을 보이지 않았음.

표 26. 다양한 SPI 농도의 에멀전이 적용된 식물성 고기의 물성 차이

Sample	SPI (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)
Water + Canola oil + SPI and 1% lecithin	0.5	2884±62 ^{bc}	0.05±0.07 ^a	0.26±0.00 ^{ab}	6.99±0.63 ^{ab}	746±8 ^b	51.1±4.0 ^b
	1	2559±134 ^c	0.00±0.00 ^a	0.25±0.01 ^b	6.25±0.17 ^b	641±66 ^b	39.3±5.1 ^b
	2	3398±28 ^{ab}	0.00±0.00 ^a	0.29±0.01 ^a	7.45±0.33 ^a	980±34 ^a	71.6±5.7 ^a
	3	2615±175 ^c	0.00±0.00 ^a	0.26±0.02 ^b	6.03±0.60 ^b	657±98 ^b	39.1±9.6 ^b
	4	3010±270 ^{bc}	0.00±0.00 ^a	0.26±0.00 ^{ab}	5.95±0.59 ^b	778±76 ^b	45.6±9.0 ^b
Emulsion*	5	3739±416 ^a	0.05±0.07 ^a	0.27±0.00 ^{ab}	7.78±0.17 ^a	1016±106 ^a	77.7±9.8 ^a
	0.5	3117±62 ^c	0.05±0.07 ^a	0.24±0.01 ^{bc}	6.34±0.28 ^a	745±67 ^c	46.4±6.2 ^a
	1	3203±38 ^{bc}	0.00±0.00 ^a	0.24±0.01 ^c	5.82±0.33 ^a	759±36 ^{bc}	43.3±4.5 ^a
	2	3410±28 ^{abc}	0.10±0.00 ^a	0.27±0.00 ^a	7.08±0.48 ^a	917±25 ^{abc}	63.8±6.2 ^a
	3	3693±18 ^{abc}	0.05±0.07 ^a	0.27±0.01 ^a	6.54±1.06 ^a	998±51 ^a	64.3±13.6 ^a
	4	3913±477 ^a	0.05±0.07 ^a	0.26±0.00 ^{ab}	6.59±0.06 ^a	1010±115 ^a	65.2±6.8 ^a
	5	3744±306 ^{ab}	0.10±0.00 ^a	0.26±0.01 ^{abc}	6.23±0.31 ^a	960±125 ^{ab}	58.8±10.6 ^a

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* The ratio of canola oil with lecithin 1% to water with SPI is 4 to 6.

4) 동물성 지방을 대체할 식물성 지방의 물리적 특성

○ 현재 조건에서 다즙성에 관련된 값을 객관적으로 판단할수 있는 값은 liquid holding capacity(LHC)값으로 단순히 oil만 사용할 경우에 비해 emulsion을 사용할 경우 약 10% 높은 LHC 값을 가지는 것으로 나타남.

○ Emulsion에 사용되는 lecithin의 경우 소량 만으로도 경도를 크게 낮추고, SPI 첨가는 식물성 고기의 경도를 증가시키는 경향을 보였으며, lecithin과 SPI를 각각 1% 이상부터는 LHC값에 큰 차이는 없었음.

○ 따라서, 식물성 고기에 사용할 동물성 지방 대체 식물성 지방은 lecithin과 SPI 각각 1%를 넣는

emulsion의 형태로 혼합하는 것이 가장 적합한 것으로 판단됨.

- 선전된 emulsion의 경우 육안상으로 흰색을 띄고 있으며, 색도는 L, a, b 값이 각각 84.25, -1.17, 4.99로 나타났음.



그림 10. 동물성 지방 대체 식물성 emulsion (1% SPI and Lecithin).

표 27. Emulsion의 색

	L*	a*	b*
Emulsion (1% SPI and Lecithin)	84.25 ± 0.13	-1.17 ± 0.02	4.99 ± 0.04

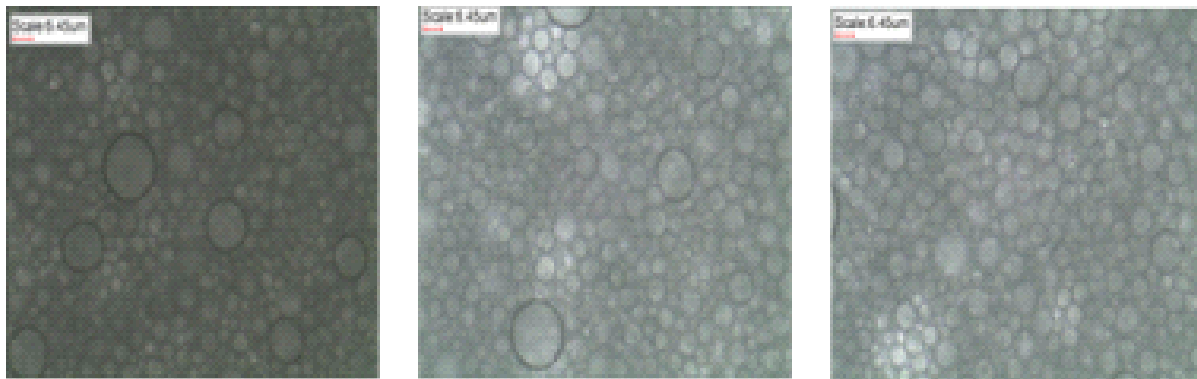


그림 11. Emulsion의 현미경 사진 (x1000) (1% SPI and Lecithin).

- 열적 특성은 표 28, 그림 12와 같으며, water와 oil이 혼합되어 있는 상태여서 peak가 2개 형성됨.

표 28. Emulsion의 열적 특성

Treatments	Peak 1				Peak 2			
	OT (°C)	PT (°C)	CT (°C)	△H (J/g)	OT (°C)	PT (°C)	CT (°C)	△H (J/g)
Emulsion (1% SPI and Lecithin)	-25.1	-16.4	-8.0	-26.21	0.6	10.0	15.6	-197.3

OT : onset temperature, PT : peak temperature, CT : conclusion temperature, △H: enthalpy

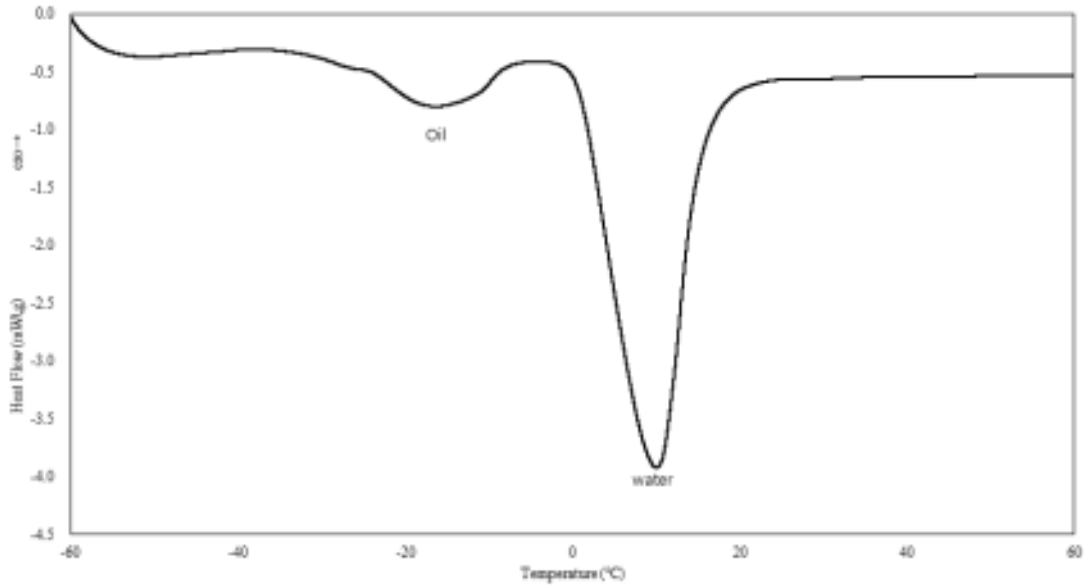


그림 12. Emulsion의 시차 온도 곡선 (1% SPI and Lecithin).

OT: onset temperature, PT: peak temperature, CT: conclusion temperature,

ΔH : enthalpy (heating rate of $10.0^{\circ}\text{C min}^{-1}$ (exothermal up)).

마. 결론

- 현재 생산되는 식물성 고기에는 대체로 식물성 기름만을 사용하지만, 단순 기름을 대체하여 에멀전을 동물성 고기에 혼합할 경우 지방만 넣었을 때에 비해 지방함량이 적어지고, 지방의 산화를 방지, 식감변화, fat loss 등의 영향을 주는 것으로 알려져 있으나, 식물성고기에 적용된 연구는 아직까지 없음. 이에 에멀전이 식물성 고기에 혼합 되었을 때의 적합성 여부 대해 확인이 필요함.
- 당해연도의 과제 목표는 ‘동물성 지방 대체를 위한 식물성 지방 조직 확립’으로 식물성 유지를 사용한 emulsion을 동물성 지방 대체 식물성 지방 조직으로 선정함.
- 하지만 emulsion의 경우 온도 및 물리적인 충격에 의해 안정성에 영향을 많이 받기 때문에 3차년도에 실시하는 식물성 지방의 저장조건 및 공정별 안정성을 평가하는 과정에서 당해연도에 선정한 배합 비율이 일부 변경될 것으로 생각됨.

2.1.3. (3차 년도) 식물성 지방 대체제의 안정성 평가

가. 대체 식물성 지방의 저장 조건별 안정성 평가 : 저장 온도 및 기간 별

1) 더블에멀전 겔을 적용한 식물성고기의 저장조건 및 기간에 따른 이화학적 특성 분석

(1) 실험 방법

1) 처리구 선정

- Double emulsion (DE); 카라기난 0.5% gelled double emulsion (Car); MC 3% gelled double emulsion (MC); 카라기난 0.5% MC 3% complex gelled double emulsion (Com); 그리고 4가지 처리구 모두 균질화 하지 않고 비율에 맞춰 넣어준 처리구를 control 로 설정하였음 (DEC, CarC, MCC, ComC).

2) 온도 및 저장 조건

- 냉동조건 -20°C , -60°C , 냉장조건 4°C
- 냉동기간 0, 1, 3, 6, 12개월, 냉장기간 0, 1, 2, 4, 8주

3) GDE 및 식물성고기 제조 방법

○ Gelled double emulsion 제조

1% NaCl을 녹인 W1, 5% PGPR을 녹인 oil phase, 1% tween80을 녹인 W2 제조하고 W1 : O = 3 : 7 비율로 하여 oil phase를 비커에 넣고 프로펠러 균질기로 700rpm에서 3분간 균질한 후, High speed homogenizer로 10,000 rpm에서 5분간 2차 균질하여 W1/O emulsion을 제조함. 이어서 W1/O emulsion : W2 = 1 : 1 비율로 하여 W2를 비커에 넣고 프로펠러 균질기로 700rpm에서 3분간 균질하고 High speed homogenizer로 10,000 rpm에서 5분간 2차 균질하여 W1/O/W2 더블에멀전을 제조함.

○ 식물성고기 제조 방법

Textured vegetable protein (TVP)를 2시간 수화시킨 후 1,140 rpm 식품탈수기에서 5분간 탈수하여 사용함. 반죽 혼합비에 맞춰서 각 처리구별로 반죽을 혼합한 다음 60초 동안 블렌딩하여 지름 55 mm 높이 12 mm 인 틀로 성형함. 진공포장기를 이용하여 일부 진공포장 후 water bath; 94°C , 40 min간 멸균 후, 온도 및 기간조건 별로 식물성고기 반죽을 저장함. 분석 전 반죽을 4°C 해동고에서 해동하고 180°C 까지 예열된 오븐으로 12분간 조리 후 분석에 사용함.

4) 특성 분석

- Drip loss
- Cooking loss
- TPA
- Liquid holding capacity
- Color difference
- 총균수 및 대장균
- VBN
- TBA

(3) 실험 결과

① 이화학적 분석 결과

- 이화학적 분석 결과 1개월 저장함으로써 0개월 대비 cooking loss가 증가하고 liquid holding capacity가 감소하는 경향을 보였음.
- 그러나 complex GDE의 경우 0개월 에서도 cooking loss가 낮고 liquid holding capacity가 높았으며, 1개월에서도 같은 경향을 보임.
- 그러나 아직 저장기간에 따른 뚜렷한 경향을 볼 수 없으며, 추후 저장기간이 증가함에 따른 이화학적 변화를 분석할 예정임.

표 29. GDE를 적용한 식물성고기의 저장조건 및 기간별 이화학적 특성 분석

Storage period	Storage Temp.	Treatments	Cooking loss (%)	Liquid hold capacity (%)	Color		
					L*	a*	b*
0M		DEC	13.69±1.48	96.19±0.62	49.80±0.59	5.18±0.14	17.71±0.29
		MCC	11.55±1.29	99.15±0.15	54.07±0.60	5.20±0.17	19.02±0.05
		CarC	12.91±2.37	96.92±0.24	51.11±0.39	5.02±0.19	17.53±0.34
		ComC	12.47±1.13	94.98±0.50	51.08±0.52	4.89±0.08	17.60±0.17
		DE	12.31±2.04	97.27±0.44	51.08±0.59	5.53±0.05	17.55±0.21
		MC	12.39±1.56	97.26±0.31	58.48±2.26	4.18±0.40	18.49±0.25
		Car	12.99±1.31	97.50±0.43	52.06±1.11	5.54±0.26	18.78±0.37
		Com	12.19±1.01	97.62±0.25	52.13±0.85	5.18±0.21	17.95±0.11
1M	-20	DEC	13.35±0.47	92.05±0.69	56.04±0.73	3.63±0.17	16.89±0.10
		MCC	13.80±0.79	94.67±0.43	52.60±0.40	4.13±0.18	17.24±0.04
		CarC	13.50±0.25	92.91±0.92	51.06±0.27	4.50±0.20	17.15±0.20
		ComC	14.46±0.95	95.18±0.47	52.52±1.28	4.16±0.02	17.12±0.37
		DE	14.10±1.19	94.93±0.84	51.06±0.21	4.67±0.05	17.09±0.32
		MC	13.30±2.22	93.79±1.16	51.24±0.48	4.59±0.20	17.24±0.10
		Car	14.06±0.62	95.65±0.75	51.31±0.35	5.18±0.02	17.31±0.08
		Com	15.11±1.21	96.68±0.53	52.56±0.65	4.66±0.05	17.71±0.08
	-60	DEC	14.22±1.41	92.19±0.20	49.58±0.13	5.01±0.11	16.70±0.26
		MCC	14.55±1.27	94.85±0.38	48.41±0.43	5.11±0.09	17.11±0.16
		CarC	18.13±0.54	95.38±0.86	47.45±0.37	5.68±0.10	17.44±0.38
		ComC	19.15±1.16	95.89±0.34	48.85±0.57	4.99±0.20	17.28±0.13
		DE	12.93±0.66	95.80±0.61	50.84±0.15	5.13±0.09	17.01±0.09
		MC	13.53±1.20	95.96±0.29	50.08±0.79	5.04±0.22	17.40±0.06
		Car	13.72±2.19	96.06±0.11	49.21±0.73	5.21±0.27	16.93±0.02
		Com	13.41±1.46	97.15±0.42	51.16±0.85	4.82±0.22	17.41±0.24

② TPA

○ TPA 분석 결과 GDE 처리구간에 차이는 볼 수 없었으나, 1개월 저장하는 동안 control 처리구에서 hardness가 다소 증가하였음. 그러나 뚜렷한 경향성을 보이지는 않음.

표 30. GDE를 적용한 식물성고기의 저장조건 및 기간별 TPA 분석

Storage period	Storage Temp.	Treatments	Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mJ)
0M		DEC	2090±184	0.09±0.06	0.41±0.02	5.09±0.14	852±100	43.01±6.25
		MCC	3536±191	0.01±0.04	0.45±0.03	5.06±0.03	1672±227	83.23±11.55
		CarC	1983±271	0.01±0.04	0.39±0.03	5.02±0.11	781±108	38.11±5.47
		ComC	2292±209	0.08±0.09	0.43±0.01	4.93±0.09	981±110	47.39±5.36
		DE	2023±128	0.01±0.04	0.38±0.01	4.74±0.11	777±65	36.13±3.03
		MC	1895±179	0.01±0.04	0.41±0.02	4.84±0.09	797±135	39.30±7.73
		Car	2236±131	0.06±0.07	0.46±0.05	4.67±0.07	1014±107	46.43±5.43
		Com	1966±101	0.04±0.05	0.33±0.02	4.44±0.12	641±63	27.97±1.10
1M	-20	DEC	2442±177	0.00±0.00	0.48±0.02	5.07±0.11	1196±148	59.43±7.01
		MCC	2438±166	0.00±0.00	0.45±0.01	5.18±0.03	1090±84	55.48±1.78
		CarC	2320±132	0.03±0.05	0.44±0.01	4.94±0.09	1016±62	49.19±3.43
		ComC	2097±217	0.08±0.07	0.44±0.01	4.67±0.11	897±78	40.52±1.93
		DE	2059±154	0.11±0.08	0.41±0.02	4.76±0.09	844±83	40.79±5.78
		MC	2394±206	0.03±0.05	0.45±0.02	5.06±0.06	1084±101	53.80±5.31
		Car	2506±119	0.05±0.05	0.38±0.01	4.82±0.07	966±10	45.36±2.22
		Com	1739±118	0.04±0.05	0.35±0.01	4.34±0.13	622±74	26.48±3.43
	-60	DEC	2570±36	0.08±0.05	0.47±0.02	5.07±0.03	1184±27	59.81±2.35
		MCC	2518±326	0.05±0.11	0.44±0.01	5.12±0.11	1099±142	55.23±7.72
		CarC	2398±177	0.05±0.11	0.45±0.01	5.12±0.06	1046±53	52.54±0.73
		ComC	2468±217	0.04±0.05	0.50±0.04	4.90±0.03	1205±63	56.64±4.75
		DE	2296±260	0.03±0.05	0.40±0.02	5.04±0.02	925±134	45.51±6.89
		MC	2162±167	0.01±0.04	0.40±0.02	4.85±0.08	877±105	41.96±5.25
		Car	2222±163	0.05±0.05	0.39±0.02	4.68±0.15	875±67	40.23±3.86
		Com	2172±84	0.05±0.05	0.39±0.02	4.67±0.11	855±71	39.36±3.39

③ 선도 평가

○ 비교적 GDE 처리구들에 비해 control 처리구들에서 VBN 및 일반세균의 값이 높게 나왔으나, 처리구간에 뚜렷한 경향성은 보이지 않음. 1개월 -60℃에서 저장한 식물성고기의 VBN 값이 가장 낮았음.

○ 결론적으로 아직 짧은 기간 저장했기 때문에 저장기간 및 온도에 따른 뚜렷한 경향성을 보기는 힘들었으며, 추후 저장기간이 증가함에 따른 변화가 생길 것으로 예상됨.

표 31. GDE를 적용한 식물성고기의 저장조건 및 기간별 VBN, TBA 및 미생물 분석

Storage period	Storage Temp.	Treatments	VBN (mg%/100g)	TBA (mg/kg)	미생물(CFU/ml)	
					일반세균	대장균군
0M		DEC	16.34±4.04	0.38±0.02	180	0
		MCC	21.01±9.90	0.31±0.02	47	0
		CarC	14.01±0.00	0.37±0.02	927	0
		ComC	23.35±8.09	0.35±0.01	570	0
		DE	17.51±4.95	0.41±0.01	223	10
		MC	16.34±4.04	0.44±0.01	63	0
		Car	14.01±0.00	0.40±0.02	110	30
		Com	16.34±4.04	0.39±0.02	50	15
1M	-20	DEC	21.01±7.00	0.25±0.00	317	70
		MCC	21.01±7.00	0.31±0.03	880	33
		CarC	18.68±4.04	0.32±0.02	340	37
		ComC	18.68±8.09	0.34±0.01	353	63
		DE	17.51±4.95	0.33±0.01	127	23
		MC	16.34±4.04	0.36±0.02	87	37
		Car	18.68±8.09	0.37±0.01	167	23
		Com	16.34±4.04	0.38±0.03	100	3
	-60	DEC	14.01±0.00	0.33±0.05	427	27
		MCC	14.01±0.00	0.39±0.02	217	233
		CarC	14.01±0.00	0.34±0.01	190	33
		ComC	14.01±0.00	0.31±0.02	503	67
		DE	16.34±4.04	0.36±0.03	330	3
		MC	14.01±0.00	0.35±0.02	397	13
		Car	14.01±0.00	0.32±0.01	343	73
Com	14.01±0.00	0.32±0.02	87	17		

나. 대체 지방의 공정별 안정성 평가 : 세질, 가열온도 및 매체 별

1) Emulsion을 적용한 식물성고기의 저장온도 및 기간에 따른 경도 변화

○ Canola oil 및 기존의 O/W emulsion을 적용한 식물성고기의 25℃, 4℃, -20℃ 및 -60℃ 에서의 14일간 경도의 변화를 TPA를 통해 측정함.

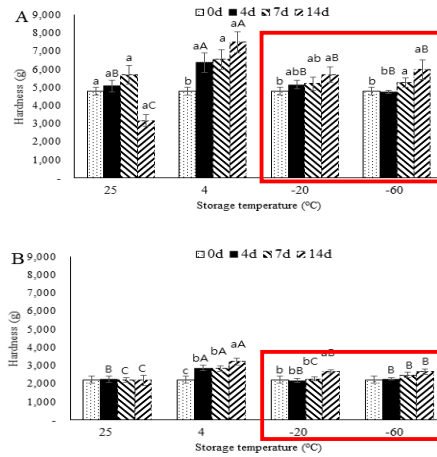


그림 13. 카놀라유(A)와 emulsion(B)를 적용한 식물성고기의 저장온도 및 기간에 따른 경도 변화

○ 저장기간에 따른 canola oil을 첨가한 식물성고기의 경도가 비교적 크게 증가하였으나 emulsion을 첨가한 식물성 고기의 경도도 다소 증가하는 것으로 나타남.

○ Emulsion의 경우 온도 및 기간에 따라 안정성이 감소하여 분리되는 영향으로 보이며, 이를 확인하기 위해 emulsion의 크기에 따른 안정성을 비교함.

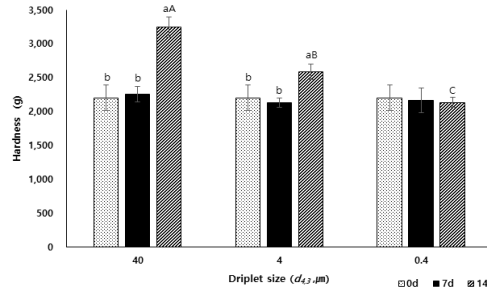


그림 14. Emulsion의 사이즈가 식물성고기의 경도 변화에 미치는 영향

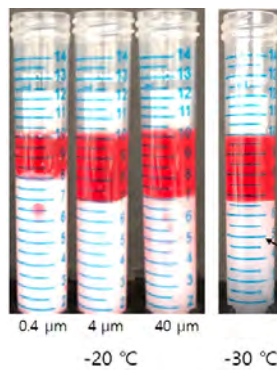


그림 15. Emulsion의 사이즈 및 냉동 온도 (-20℃ 및 -30℃)에 따른 외관

○ Emulsion의 크기가 작을수록 식물성고기의 경도 변화가 감소했고, 0.4 μm emulsion은 14일 동안 식물성고기의 경도 변화를 보이지 않은 것으로 보아 emulsion의 안정성이 식물성고기의 경도변화에 중요한 요인으로 보임. 따라서 O/W emulsion으로는 안정성을 확보할 수 없으며 안정성 확보를 위해 점도 증가가 필요하다고 판단됨.

2) rpm 조건 및 카라기난 농도에 따른 더블에멀전의 안정성

○ 염이 첨가된 더블에멀전의 점도가 높고 emulsion의 안정성이 크게 증가한다고 알려져 있으며, 카라기난의 경우 육류의 결착제 및 증점제로 사용되는 일반적인 열가역적 겔화제로 알려져있어 카라기난 0%, 0.5%, 1%, 2% 첨가한 더블에멀전을 제조함.

(1) 실험 방법

○ 더블에멀전 제조는 water에 1% NaCl을 녹여 W_1 을 제조하였고, canola oil에 5% PGPR을 녹여 oil phase를 제조하였음. $W_1:O = 3:7$ 비율로 하여 oil phase를 비커에 넣고 프로펠러 균질기로 700rpm에서 3분간 균질하면서 W_1 을 천천히 넣어주어 1차 균질하였고, high speed homogenizer로 10,000 rpm에서 5분간 2차 균질하여 W_1/O emulsion을 제조함. 그 후 water에 1% tween80 및 카라기난을 첨가한 W_2 를 비커에 넣고 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분간 균질하면서 W_1/O emulsion을 1:1 비율로 천천히 넣어주어 1차 균질하였고, high speed homogenizer로 10,000 rpm에서 2분간 2차 균질하여 $W_1/O/W_2$ 더블에멀전을 제조함.

○ 랩실에서 사용하는 homogenizer는 산업체에서 homomixer라는 용어 사용하고 있으며, 산업체에서 높은 rpm 구현이 어려운 까닭에, 랩실의 homogenizer rpm 최소 조건인 4,000 rpm에서의 더블에멀전 안정성을 같이 비교함.

(2) 실험 결과

① 카라기난 농도에 따른 더블에멀전 겔의 온도 변화에 따른 점도 측정

○ 더블에멀전을 75°C에 5분간 방치 후 5°C까지 3°C/min 속도로 내려가며 점도를 측정하였고, probe CC27-SN25813을 사용하여 전단속도 5/s로 고정하여 측정함.

○ 카라기난을 첨가한 gelled double emulsion (GDE)의 경우 온도가 감소함에 따라 다소 온도가 증가하는 모습을 보였고, 16°C (0.5%카라기난), 24°C (1%), 33°C (2%)에서 gel point를 형성한 반면에 카라기난을 첨가하지 않은 double emulsion (DE)의 경우 온도가 감소함에 따른 점도 변화가 없었고, gel point를 형성하지도 않았음.

○ 카라기난 2% GDE의 gel point 33°C는 입안의 온도와 거의 비슷하여 입안에서 흐름성을 갖지 않는 gel 형태로 존재할 것으로 예상되며, 이에 따라 juiciness 및 texture에 영향을 줄 것으로 보임.

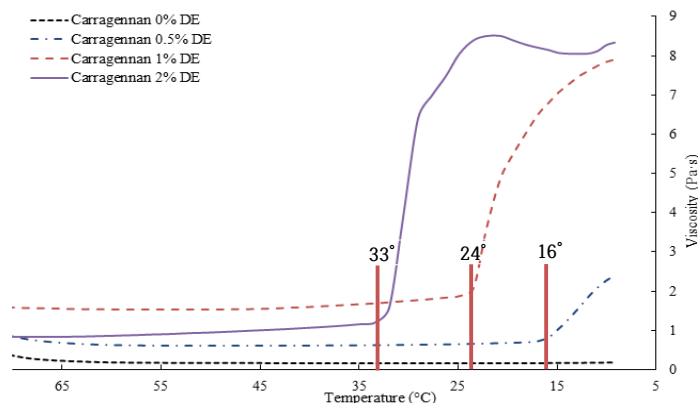


그림 16. 카라기난 농도에 따른 더블에멀전 겔의 점도 및 gel point

② 카라기난 농도 및 homogenizer rpm 조건에 따른 GDE의 가열 및 냉해동 creaming index 측정

○ rpm 조건은 4,000 rpm, 10,000 rpm 으로 설정하여 GDE를 제조하였고, creaming index (CI) 측정 온도조건은 식물성고기의 제조 공정과정을 고려하여 80°C water bath에서 30 min 가열 직후와 1일 경과 후 CI를 측정하였고, -18°C, -100°C에서 1일간 냉동, 1시간 해동 직후와 1일 경과 후 CI를 각각 측정함.

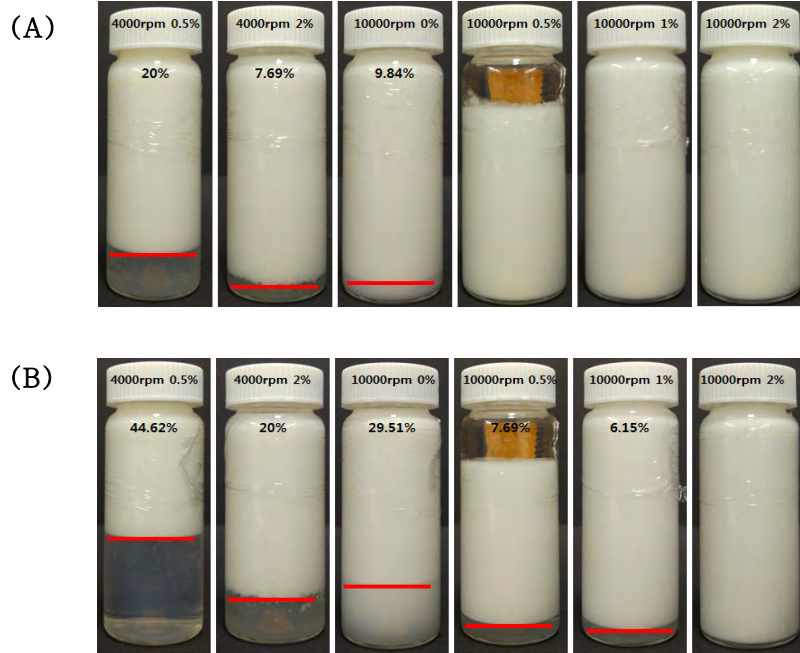
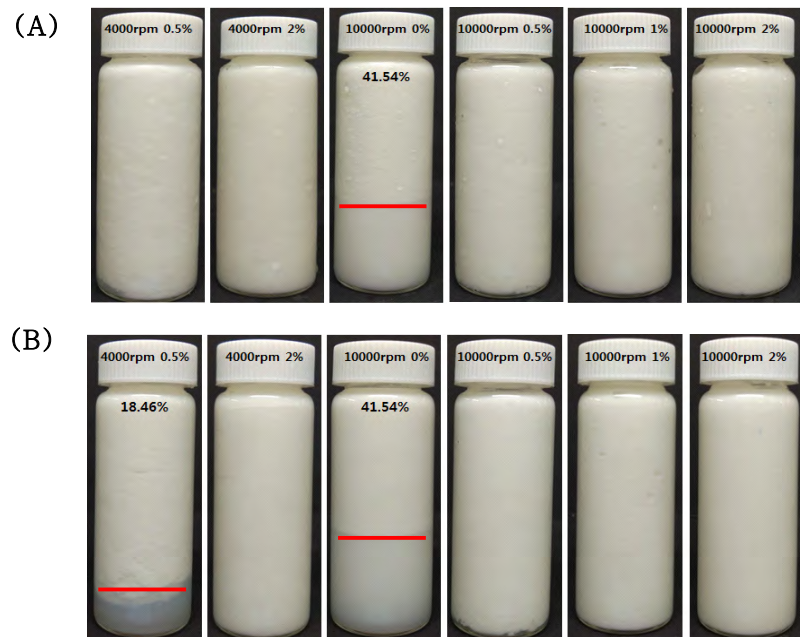


그림 17. 균질 rpm 조건 및 카라기난 농도에 따른 80℃ 가열 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index.

○ 4,000rpm GDE의 경우 제대로 균질화 되지 않아 가열 직후 및 1일 경과 후 CI 값이 크게 나타났고, 10,000 rpm 조건의 카라기난을 첨가하지 않은 DE의 경우에서도 CI 값이 크게 나타나 열적 안정성이 낮은 것을 알 수 있음.

○ 반면에 10,000 rpm 조건의 GDE의 경우 카라기난이 0.5%만 첨가되어도 CI가 크게 발생하지 않으며, 2% 첨가된 경우 전혀 분리되지 않은 것으로 보아 카라기난의 첨가가 더블에멀전의 열적 안정성을 크게 높이는 것으로 보임.



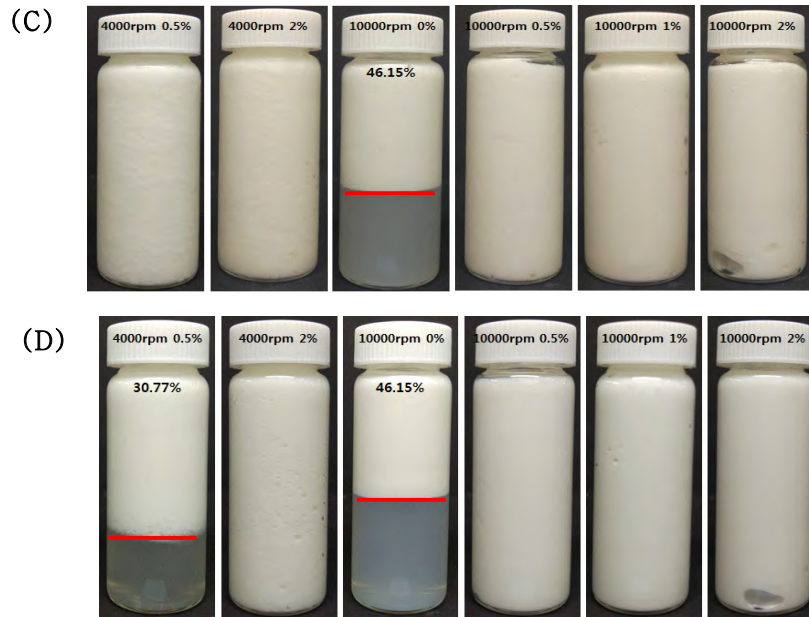


그림 18. 균질 rpm 조건 및 카라기난 농도에 따른 -18°C (A, B), -100°C (C, D) 냉해동 직후 및 1일 경과 후 creaming index.

- DE의 경우 -18°C , -100°C 모두 40% 이상의 Ci값을 보였고, 특히 canola oil이 어는 온도인 -100°C 에서는 물층이 완전히 분리 된 것으로 보임.
- 반면에 카라기난 0.5% 이상 첨가된 GDE의 경우 온도와 상관없이 냉해동 결과 전혀 분리되지 않았으며, 이는 카라기난의 첨가가 냉해동 안정성을 크게 증가시키는 것으로 나타남.

3) Oil phase MC, HPMC concentration dependent double emulsion stability

(1) Experimental method

○ MC and HPMC have high water solubility, so they are not dispersed in oil phase. Therefore, water phase is not dispersed in oil phase, so the double emulsion is not formed.

① Oil phase MC, HPMC concentration dependent double emulsion stability measurement

○ The measurement was performed under the same conditions as the previous experiment, and MC, HPMC concentrations of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% were dispersed in canola oil, and GDE was prepared.

○ MC gel point is generally known to be 50 ~ 55°C, and the strength of gel is strong, and HPMC gel point is 60 ~ 65°C, so soft gel is formed, as known. However, the results of this experiment show that HPMC applied GDE is 62°C, and the viscosity of all samples decreases sharply, and gel is not formed. On the other hand, MC applied GDE is about 50 ~ 60°C, and gel is formed, and after that, hard gel is formed, so the probe is difficult to measure, so the gel point is not measured.

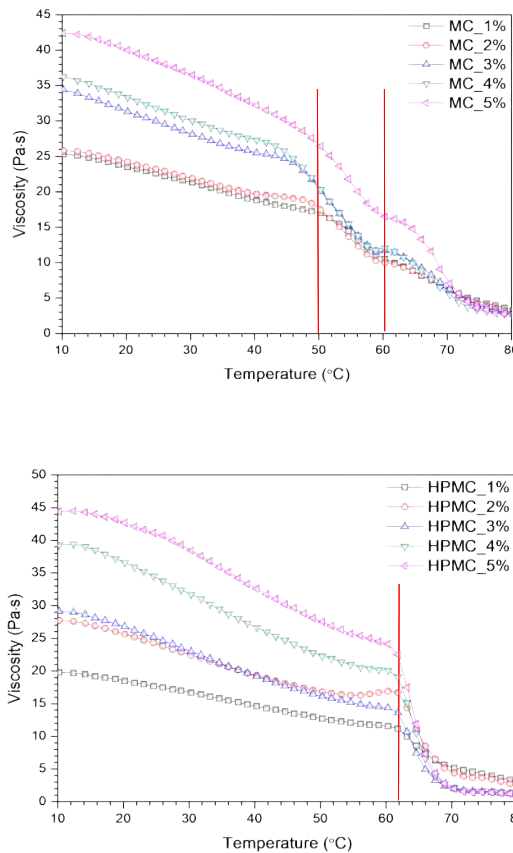


그림 19. Oil phase MC, HPMC 농도에 따른 더블에멀전 겔의 점도 및 gel point

② Oil phase MC, HPMC concentration dependent GDE heating and cooling creaming index measurement

○ Oil phase MC and HPMC emulsions do not have high viscosity, so W1/O and W2 are not dispersed. Therefore, the creaming index increases as the concentration increases. Therefore, the creaming process is well performed, and the creaming index increases as the concentration increases.

○ In the case of MC, the creaming index is high up to 3% concentration, but when the concentration is 4% or higher, hard gel is formed, so the creaming index is low. On the other hand, HPMC is soft gel, so the creaming index is high, and the creaming index increases as the concentration increases.

○ At -18°C and -100°C, the creaming index of MC and HPMC is 4.62% or lower, so they are not dispersed. In the case of 3% concentration, the creaming index decreases as the concentration decreases.

○ MC에 비해 HPMC의 CI 값이 전반적으로 다소 낮은 값을 보였으나, HPMC는 겔을 형성하지 않았기 때문에 식물성고기에 적용했을 때의 조리 손실 및 texture 에 있어서 MC가 적합할 것으로 판단됨.

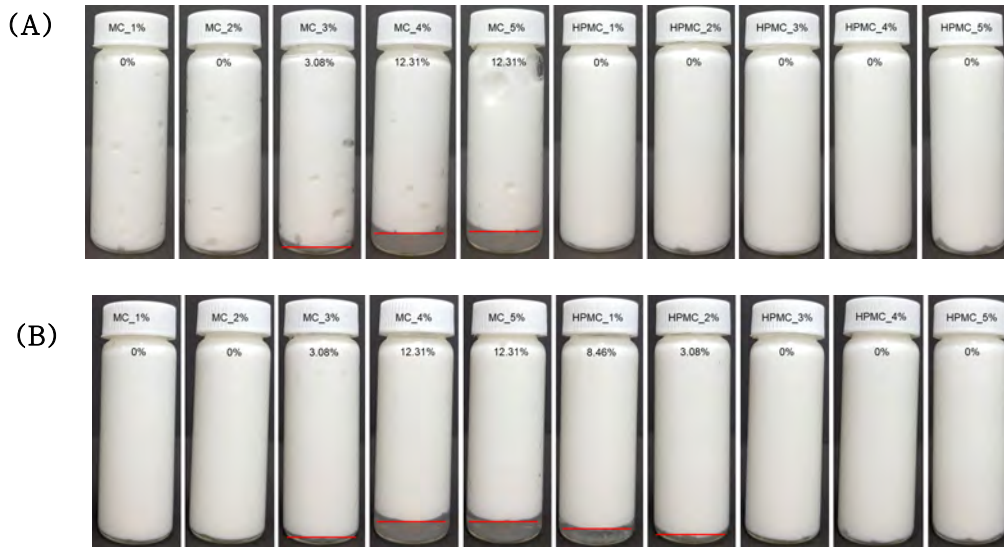


그림 20. Oil 층에 녹인 MC, HPMC 농도에 따른 80°C 가열 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index

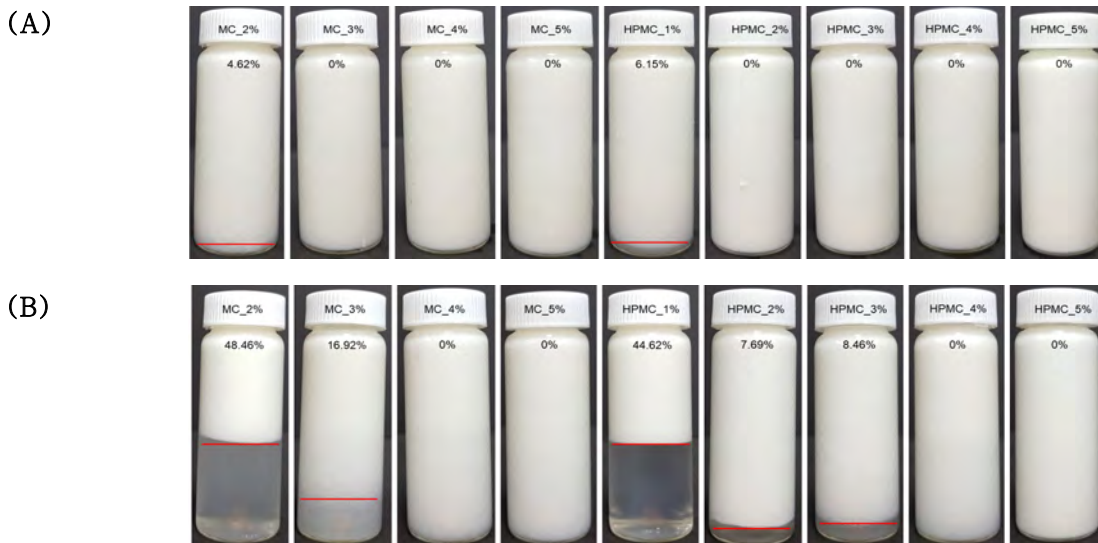


그림 21. Oil 층에 녹인 MC, HPMC 농도에 따른 -18°C 냉해동 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index

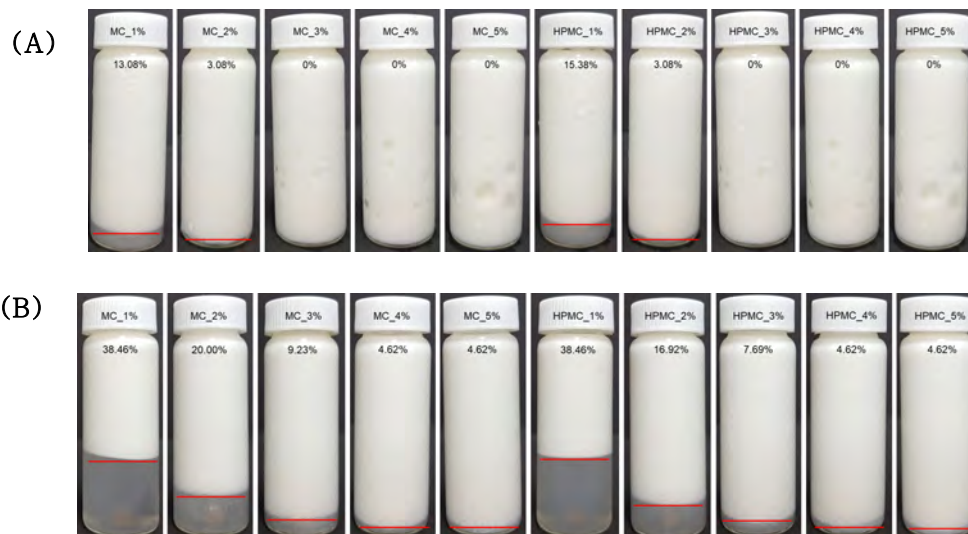


그림 22. Oil 층에 녹인 MC, HPMC 농도에 따른 -100°C 냉해동 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index

4) 카라기난과 MC가 혼합된 더블에멀전 겔의 안정성

○ 저온에서 겔이 되는 특성을 가진 카라기난과 고온에서 겔이 되는 특성을 가진 MC를 혼합하여 저장 및 조리 과정에서 액상 손실 및 안정성이 확보되는 complex GDE의 효과를 기대함.

(1) 실험 방법

- oil 층에는 MC를 3%, 4%, 5%를 녹였고, W2 층에는 카라기난을 0.5%, 1% 녹여 complex GDE를 제조한 후 creaming index를 측정함.
- 실제 공정은 가열 과 냉해동이 따로 일어나지 않으며 연속적으로 일어난다는 점을 감안하여 1차 증숙 가열 → 냉동 저장 → 2차 조리 가열의 과정을 모방한 가열 (water bath; 80°C, 30 min) → 냉동 (-18°C 냉동고 3일) → 재가열 (water bath; 80°C, 30 min) 에 따른 GDE의 creaming index를 측정함.
- 또한 제조한 GDE 또는 GDE를 적용한 식물성고기를 제조하는 과정 또는 저장, 유통 과정 등에서 작용할 수 있는 물리적인 힘에 대한 안정성을 간접적으로 평가하기 위하여 원심분리 조건 25°C, 10,000 rpm, 20 min 처리 후 분리되는 정도를 비교함.

(2) 실험 결과

① 가열 및 냉해동 creaming index 측정

○ MC가 4% 와 5% 첨가된 complex GDE에서는 MC의 hard gel 형성에 의한 syneresis 현상으로 물 층이 다소 분리되는 경향을 보였으며, 카라기난이 0.5% 첨가된 GDE에 비해 1% 첨가된 경우 더 많이 분리되었음. 이는 카라기난과 MC에 의한 겔 구조가 서로 충돌되는 것으로 해석됨.

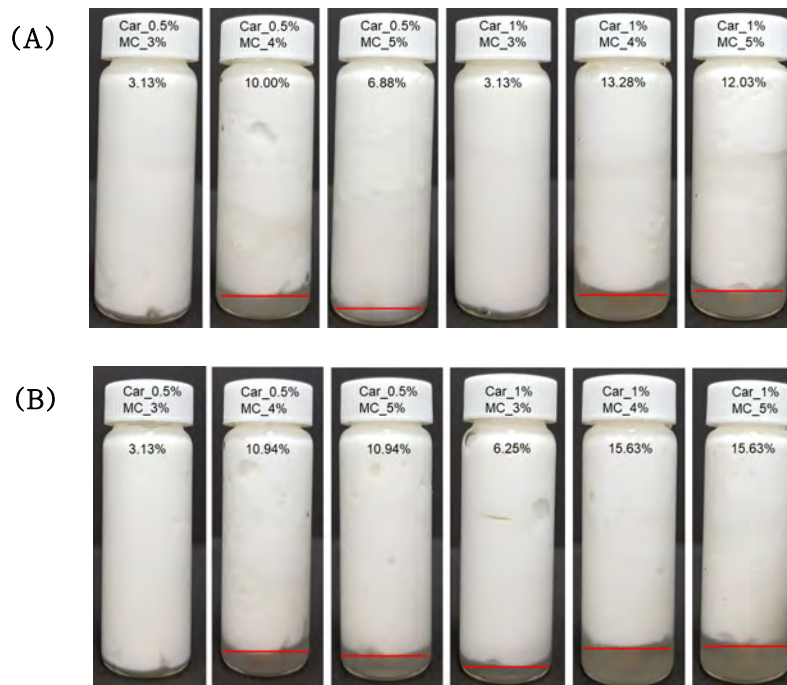


그림 23. 카라기난과 MC의 혼합 농도에 따른 80°C 가열 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index

○ 냉해동 안정성에 있어서는 온도와 상관없이 모든 처리구에서 분리되지 않았음.
○ 따라서 GDE의 가열 및 냉해동 안정성에 있어서는 카라기난 0.5% MC 3% complex GDE가 가장 안정했음.

② 원심분리 안정성 측정

○ 재가열 CI 측정 결과 DE 및 카라기난만 첨가된 GDE의 경우 물 층과 완전히 분리되었으며, MC가 3%

이상 첨가된 GDE의 경우 비교적 안정한 것을 확인함. 이는 가열 과정이 2번 적용되면서 고온에서 겔이 풀리게 되는 카라기난의 경우 안정성이 크게 떨어지는 것으로 보이는 반면에 고온에서 겔이 되는 MC의 경우 재가열 직후에는 물 층을 포함한 3개의 층으로 분리되었지만 시간이 지나면서 2개의 층으로 합쳐졌고 비교적 안정적이었다.

- MC만 첨가된 GDE에 비해 카라기난을 함께 첨가한 complex GDE의 creaming index 값이 다소 낮았고, 이는 냉해동 과정에서 카라기난에 의한 안정성이 증가했기 때문으로 보임.
- 원심분리 처리 결과 DE와 카라기난 0.5% 첨가한 GDE는 다소 분리된 것을 볼 수 있었으나, MC 3% GDE와 복합 겔의 경우 원심분리에 의한 분리가 일어나지 않은 것으로 보아 물리적인 힘에 대한 안정성은 매우 높다는 것을 나타냄.

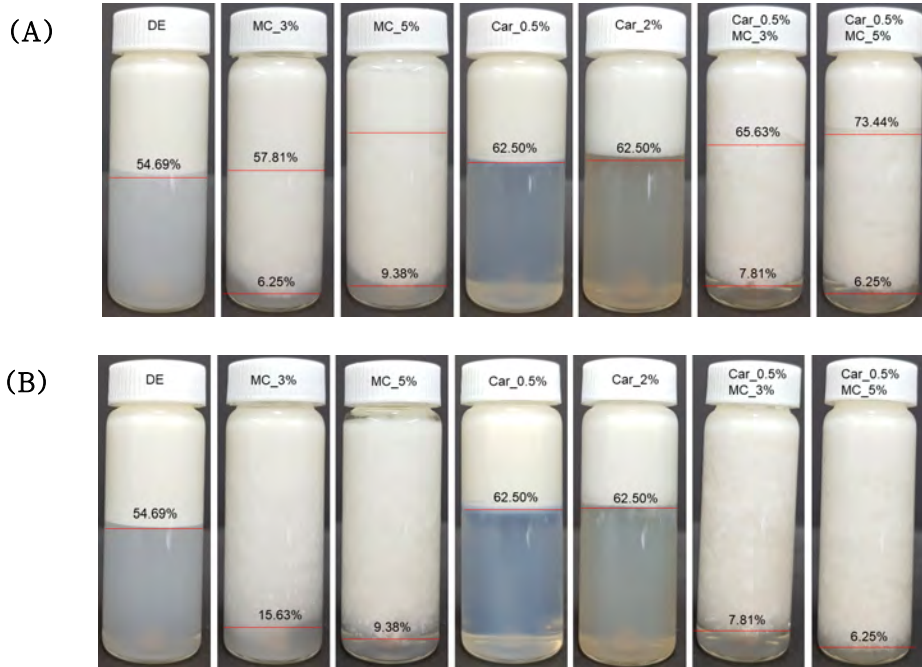


그림 24. GDE의 재가열 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index

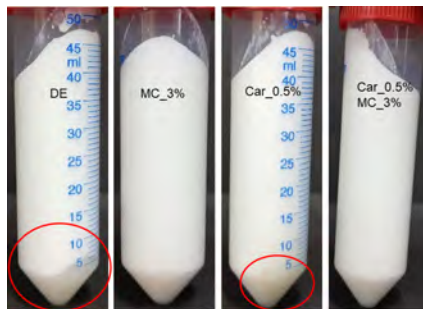


그림 25. GDE의 원심분리 처리 후 외관

(3) 결론

- 결론적으로 가열 및 냉해동, 재가열 및 원심분리 안정성을 비교했을 때 카라기난 0.5% 와 MC 3% 첨가한 complex GDE가 가장 적합했으나 식물성고기에 적용했을 때의 카라기난 및 MC의 영향을 알 수 없기 때문에 식물성고기의 이화학적 분석이 필요함.

5) 카라기난, MC 그리고 복합겔 더블에멀전을 적용한 식물성고기의 이화학적 특성

(1) 실험 방법

- 더블에멀전 제조는 기존과 동일하게 제조 하였고, 처리구는 카라기난 0.5%, 2% GDE, MC 3%, 5% GDE 그리고 카라기난 0.5%와 함께 MC 3%, 5% 첨가한 complex GDE를 제조하였고, control로 겔화제를 넣지 않은 DE, 그리고 homogenizer를 하지 않은 채 DE비율로 W₁, O, W₂를 맞추어 넣어준 처리구를 control로 설정하였음.
- 식물성고기 제조는 TVP, SPI, binder 그리고 더블에멀전을 비율에 맞게 넣은 후 blender로 1분간 믹싱 하였고, 지름 55 mm 높이 12mm 인 틀로 성형한 후 steam oven 180℃ 7 min간 1차 증숙 및 살균함. 그 후 -18 ℃ 냉동고에 1일간 저장 후 oven 180 ℃ 12min 간 2차 조리함.
- 이화학적 분석으로 가열 감량, 액상 보수력, 수분함량, texture profile analysis 등을 측정함.

(2) 실험 결과

① 이화학적 분석 결과

- 1차 증숙 과정에서 control 대비 DE 및 GDE의 cooking loss 값이 비교적 낮았고, 조리된 식물성고기의 liquid holding capacity가 GDE에서 높은 값을 보였음. 이는 균질화 되지 않은 액상 채로 넣어주거나 겔화제를 넣지 않은 DE 처리구보다 겔화제가 첨가된 GDE가 액상을 holding 하는 능력이 높다는 것을 의미함.
- 그러나 카라기난 및 MC의 종류 또는 농도에 따른 cooking loss, liquid holding capacity 및 수분함량에는 경향성을 찾을 수 없었음.
- 또한 TPA 결과 MC를 넣어준 식물성고기는 control 및 DE와 비교했을 때 유의적 차이를 보이지 않았으며 이는 MC가 texture에 영향을 주지 않는다는 것을 나타냄.
- 그러나 카라기난을 넣어준 식물성고기의 경우 hardness, gumminess 및 chewiness에서 비교적 높은 값을 보이며 texture에 영향을 주는 것으로 보임.

표 32. GDE를 적용한 식물성고기의 이화학적 분석

Treatments	Cooking loss		Liquid holding capacity		Moisture contents	
	Steam	cooking	dough	cooking	dough	cooking
control	9.38±0.44 ^a	8.66±0.48 ^{ab}	96.42±0.23	94.29±0.97 ^d	58.77±0.16	56.42±3.61
DE*	8.79±0.38 ^b	8.75±0.43 ^{ab}	96.47±0.97	94.57±0.72 ^d	56.63±1.38	54.25±0.53
MC** 3% DE	8.70±0.39 ^b	8.06±0.24 ^c	96.67±0.58	96.74±0.19 ^{abc}	57.72±1.40	53.03±0.66
MC 5% DE	8.45±0.49 ^b	8.84±0.40 ^a	95.74±0.49	97.01±0.51 ^{ab}	57.39±1.61	54.00±1.19
Car*** 0.5% DE	8.31±0.39 ^{bc}	8.29±0.37 ^{bc}	96.51±1.06	96.19±0.43 ^{bc}	58.23±0.68	54.08±0.74
Car 2% DE	8.41±0.57 ^{bc}	8.47±0.65 ^{abc}	96.05±0.57	96.02±0.45 ^c	58.12±0.43	53.64±0.58
Car 0.5%, MC 3% DE	8.46±0.39 ^b	8.59±0.45 ^{ab}	95.55±1.65	97.12±0.11 ^a	57.55±0.52	54.06±0.32
Car 0.5%, MC 5% DE	7.95±0.48 ^c	8.46±0.42 ^{abc}	96.63±0.48	96.91±0.27 ^{ab}	56.94±0.93	53.78±2.05

Treatments	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)
control	307±45 ^c	0.06±0.07 ^{ab}	0.57±0.04 ^a	2.87±0.16 ^b	175±34 ^{bc}	4.96±1.19 ^b
DE	323±73 ^{bc}	0.10±0.08 ^a	0.55±0.03 ^{ab}	2.91±0.25 ^b	178±50 ^{abc}	5.19±1.90 ^b
MC 3% DE	308±54 ^c	0.06±0.05 ^{ab}	0.52±0.03 ^{bc}	3.65±2.39 ^b	162±31 ^{bc}	5.39±2.18 ^b
MC 5% DE	280±48 ^c	0.00±0.00 ^b	0.49±0.09 ^c	2.44±0.68 ^b	135±36 ^c	3.40±1.54 ^b
Car 0.5% DE	378±45 ^{ab}	0.04±0.07 ^{bc}	0.50±0.02 ^c	2.84±0.16 ^b	189±28 ^{ab}	5.30±1.02 ^b
Car 2% DE	410±93 ^a	0.09±0.06 ^a	0.53±0.03 ^{abc}	5.50±3.63 ^a	218±59 ^a	11.56±7.88 ^a
Car 0.5%, MC 3% DE	321±70 ^{bc}	0.05±0.08 ^{ab}	0.50±0.03 ^{bc}	2.73±0.27 ^b	162±40 ^{bc}	4.41±1.49 ^b
Car 0.5%, MC 5% DE	305±47 ^c	0.10±0.00 ^a	0.50±0.04 ^c	3.89±2.25 ^{ab}	152±31 ^{bc}	5.63±2.76 ^b

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* DE; double emulsion, MC; methyl cellulose, Car; carrageenan.

6) 향미유를 첨가한 더블 에멀전 겔의 안정성 및 이를 적용한 식물성 고기의 이화학적, 관능적 특성 분석

○ $W_1/O/W_2$ 더블에멀전의 이점 중 하나는 향미유를 oil층에 포집할 수 있다는 것이며, W_2 층에 겔화제를 첨가함으로써 향미 포집 능력을 더욱 증진시킬 수 있을 것으로 기대됨. 따라서 세종대에서 제공받은 향미유를 더블에멀전의 oil층에 일부 대체하여 제조하게 됨으로써 GDE의 안정성에 미치는 영향 및 이화학적 특성에 미치는 영향에 대한 분석이 필요함.

(1) 실험 방법

- 기존의 더블에멀전 제조 방법과 동일한 방법으로 oil 층에 5%를 향미유로 대체하여 GDE를 제조하였고, 가열 (water bath; 80°C, 30 min) → 냉동 (-18°C 냉동고 3일) → 재가열 (water bath; 80°C, 30 min) 에 따른 GDE의 creaming index를 측정함.
- 향미유를 5% 대체한 MC 3%, 카라기난 1% GDE 그리고 카라기난 0.5% MC 3% complex GDE를 제조하였고 겔화제를 넣지 않은 DE를 control로 설정하였음.
- 식물성고기 제조 방법은 기존의 방법과 다르게 세종대에서 설정한 배합비로 맞추어 세종대에서 직접 제조 후 관능검사 및 이화학적 분석을 실시함.
- Cooking loss는 반죽 성형 후 steam oven 180°C, 7 min 간 1차 조리중 중량감소(steam)와 냉동 후 oven 180°C 12 min 간 2차 조리중 중량감소(cooking)를 측정하였고 liquid holding capacity는 2차 조리된 식물성 고기를 원심분리 3,000 rpm 25°C 10 min간 처리후 중량감소를 측정하였으며, TPA는 가로, 세로 2 cm 높이 1.2 cm 로 성형 후 40% deformation으로 측정하였음.

(2) 실험 결과

- ① 향미유를 첨가한 더블에멀전 겔의 재가열 creaming index
- 실험 결과 1일 경과 후의 향미유를 첨가하지 않은 GDE와 향미유를 첨가한 GDE의 CI 값을 비교 했을 때 DE (54.69% → 57.81%), MC 3% (15.63% → 20.31%), 카라기난 0.5% MC 3% complex GDE (7.81% → 9.38%) 모두 CI 값이 약간 증가하는 것을 볼 수 있음. 이는 향미유가 더블에멀전 겔의 안정성에 다소 부정적인 영향을 줄 수 있음을 나타냄.

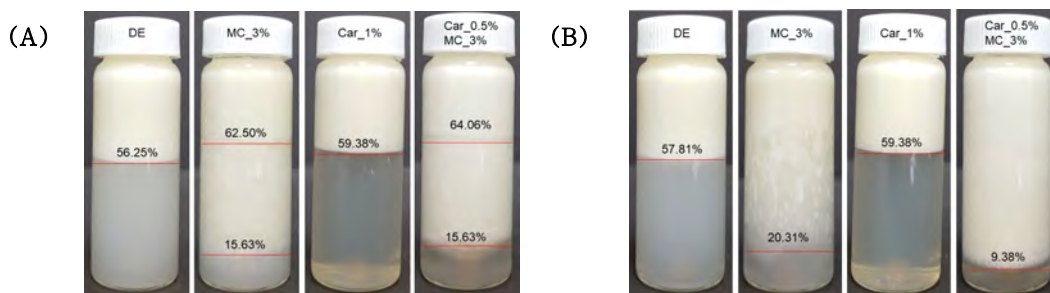


그림 26. 향미유를 첨가한 GDE의 재가열 직후(A) 및 1일 경과 후(B) creaming index.

② 향미유를 첨가한 더블에멀전 겔을 적용한 식물성고기의 이화학적, 관능적 분석

- 2차 조리 과정 중 DE에 비해 GDE의 cooking loss 값이 다소 낮았고 complex GDE는 DE와 유의적으로 낮은 값을 나타냄. 그러나 1차 조리 과정 중 cooking loss에서는 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았고, liquid holding capacity에서도 뚜렷한 차이를 볼 수 없었음.
- 반면에 TPA 결과에서는 DE 및 MC 3% 첨가한 GDE에 비하여 카라기난이 첨가된 두 처리구에서 낮은 hardness 값을 보였음.
- 이러한 경향은 관능검사에서도 동일하게 나타났으며, 각 항목의 기호도에 있어서는 DE와 GDE 및 complex GDE간 선호도를 판별할 수 없었으나 전반적인 기호도는 DE보다 GDE 및 complex GDE에서 높은 점수를 보였음. 이는 측정 항목 이외의 다른 요인들에 의한 차이로 보여짐.

표 33. 향미유를 첨가한 GDE를 적용한 식물성고기의 이화학적 분석

Treatments	Cooking loss		Liquid holding capacity
	Steam	cooking	cooking
DE	7.26±0.58	10.84±0.89 ^a	97.72±0.40 ^a
MC 3% DE	7.05±0.19	10.29±0.73 ^{ab}	97.26±0.82 ^{ab}
Car 1% DE	7.07±0.49	9.65±0.85 ^{ab}	96.44±0.40 ^b
Car 0.5%, MC 3% DE	7.43±0.14	8.67±1.81 ^b	97.18±0.28 ^{ab}

Treatments	Hardness (g)	Adhesiveness (mj)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mj)
DE	3948±793 ^a	0.03±0.06	0.27±0.02 ^a	3.01±0.53	1070±256 ^a	32.30±13.15 ^a
MC 3% DE	3612±693 ^{ab}	0.00±0.00	0.24±0.00 ^b	2.71±0.20	861±158 ^{ab}	22.90±4.97 ^{ab}
Car 1% DE	2869±299 ^b	0.08±0.05	0.27±0.01 ^a	2.87±0.17	767±65 ^b	21.63±2.72 ^{ab}
Car 0.5%, MC 3% DE	2632±340 ^b	0.03±0.06	0.24±0.02 ^b	2.63±0.39	647±120 ^b	16.97±5.61 ^b

^{a-b} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

표 34. 향미유를 첨가한 GDE를 적용한 식물성고기의 관능적 분석

Treatments	강도				기호도				전반적인 기호도
	경도	다즙성	두취	풍미	경도	다즙성	두취	풍미	
DE	5	4.8	3	5.6	5.8	4.5	6.3	5.4	4.7
MC 3% DE	5.2	3.9	3.1	3.8	5.3	4.5	6.2	4.6	5.4
Car 1% DE	3.9	5.4	3.9	5.2	4.1	5.4	5.7	5.2	5.4
Car 0.5%, MC 3% DE	4.6	4.9	3.6	3.7	4.7	5.8	6.1	4.7	5.5

(3) 결론

○ 결론적으로 겔화제를 첨가한 더블에멀전의 안정성은 카라기난 0.5%와 MC 3%를 혼합한 complex GDE가 가장 좋았으며, 이를 적용한 식물성고기의 이화학적, 관능적 특성에 있어서 부정적인 영향을 볼 수 없었음. 따라서 complex GDE를 동물지방 대체제로써 선정하였음.

2.1.4. (4차 년도) 식물성 지방 대체제의 제품 적용 기술 확립

가. 분쇄형 대체고기 조직 내 대체지방 분산 기술 확립: 세절지방 및 입자형 지방 형태

1) 알지네이트 및 칼슘 농도별 비드의 특성 분석

- 식물성 고기에 식물성 오일 또는 에멀전을 첨가하는 경우 조리 시 loss가 발생한다는 단점을 줄이기 위하여 입자형 지방을 적용하였으며, 이에 대한 소재로써 알지네이트를 사용하여 에멀전 비드를 제조함.
- 알지네이트를 포함하는 O/W 에멀전을 다양한 농도의 칼슘 용액과 반응하여 비드를 형성함에 따른 비드의 물리적 특성을 파악하고 가열 전후 변화 특성을 관찰하여 비드의 최적 조건을 선정함. 칼슘과 반응하며 일어나는 syneresis와 물리적인 힘에 의해 일어나는 mechanical syneresis를 측정하여 비드의 다즙성을 평가하고자 함(Chunrui et al., 2012).

(1) 실험방법

1) 에멀전 제조방법

- ① 알지네이트 0.5% 또는 1%, Tween 80 1%, 메틸렌블루 0.05%를 포함하는 W층을 제조함.
- ② W : MCT 오일 = 6 : 4 비율로 하여 프로펠러 균질기(HT-50DX, Daihan, Korea)로 700 rpm에서 3분, high speed homogenizer (T25 digital ULTRA-TURRAX®, IKA, Staufen, Germany)로 15,000 rpm에서 5분간 균질함.
- ③ 제조된 에멀전을 다양한 농도의 칼슘 용액(0.5%, 1%, 2%)에 한 방울씩 떨어뜨려 30분간 반응시킨 후 증류수로 세척하여 표면 칼슘을 제거하여 비드를 제조함.

2) 특성분석

① Syneresis 측정

비드를 형성하며 생성된 물의 양을 측정하기 위하여, 생성된 비드를 제거한 칼슘 용액을 원심분리기(Micro-12, Hanil science industrial, Kimpo, Korea)를 이용하여 2,500 rpm, 10분, 25℃에서 원심분리한 후 UV-spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany)를 사용하여 664 nm에서 흡광도를 측정하였음.

$$\text{Syneresis (\%)} = \frac{\text{방출된 메틸렌블루의 양}}{\text{전체 메틸렌블루의 양}} \times 100$$

② TPA (texture profile analysis) 분석

제조된 비드를 50 ml 비커에 담아 텍스처 분석기(CT3, Brookfield Engineering Labs Inc., Stoughton, USA)로 hardness를 측정하였으며, 조건은 TA4/1000 cylinder (38.1 mm diameter), test speed 1 mm/s, trigger load 50 g, deformation 30%로 설정하였음.

③ Mechanical syneresis 측정

TPA측정 시 비드 내부에서 빠져나온 수분의 양을 측정하기 위해 664 nm에서 흡광도 측정하여 mechanical syneresis를 측정함.

$$\text{Mechanical syneresis (\%)} = \frac{\text{방출된 메틸렌블루의 양}}{\text{전체 메틸렌블루의 양}} \times 100$$

④ Cooking loss 측정

70℃에서 30분간 가열 후 빠져나온 수분의 양을 측정하기 위해 664 nm에서 흡광도 측정하여 cooking loss를 측정함.

(2) 실험결과

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{방출된 메틸렌블루의 양}}{\text{전체 메틸렌블루의 양}} \times 100$$

- 알지네이트 및 칼슘 농도별 비드의 가열 전후 특성 변화는 표 35에 나타냄. Nussinovitch et al. (1990)에 따르면 압축으로 인한 mechanical syneresis가 입안에서 씹이 많은 느낌과 관련이 있을 수 있는 매개변수라고 하였으므로, 본 실험에서의 mechanical syneresis가 비드의 다즙성과 연관이 있을 것으로 사료됨.
- 가열 전 syneresis와 mechanical syneresis는 알지네이트가 고농도로 첨가되었을 때 감소하는 경향을 나타내었으며, 반대로 칼슘이 고농도일수록 증가하는 경향을 나타내었음.
- 가열 전 비드의 hardness는 처리구간 유의적인 차이가 없었으며, 80°C 워터베스에서 30분간 가열한 후 알지네이트 0.5% 첨가한 시료군에서 칼슘 농도에 따른 경향성을 나타내지 않음. 그러나, 알지네이트 1%에서는 고농도의 칼슘일수록 비드의 hardness가 증가하는 것으로 관찰됨.

표 35. 가열 전후 비드의 이화학적 특성

Treatment	Physicochemical properties before heating		
	Syneresis (%)	Mechanical syneresis (%)	Hardness (N)
Al 0.5% + Ca 0.5%*	60.65±1.83 ^b	4.61±0.47 ^b	20.62±0.19
Al 0.5% + Ca 1%	64.64±2.57 ^a	4.63±0.63 ^b	18.68±1.62
Al 0.5% + Ca 2%	66.87±1.16 ^a	7.77±1.18 ^a	18.54±3.32
Al 1% + Ca 0.5%	49.55±1.37 ^c	2.20±0.04 ^c	18.10±4.18
Al 1% + Ca 1%	58.40±3.89 ^b	2.14±0.22 ^c	17.55±4.88
Al 1% + Ca 2%	60.81±0.86 ^b	2.39±0.23 ^c	16.76±4.91

Treatment	Physicochemical properties after heating		
	Cooking loss (%)	Mechanical syneresis (%)	Hardness (N)
Al 0.5% + Ca 0.5%*	20.96±0.72 ^{bc}	5.40±1.78 ^{ab}	17.95±3.35 ^{bc}
Al 0.5% + Ca 1%	21.89±0.70 ^b	5.63±1.92 ^{ab}	20.63±1.41 ^{abc}
Al 0.5% + Ca 2%	20.41±0.37 ^c	6.56±1.69 ^a	15.19±4.45 ^c
Al 1% + Ca 0.5%	24.52±1.12 ^a	2.66±0.46 ^c	19.58±2.83 ^{abc}
Al 1% + Ca 1%	21.71±0.44 ^b	2.80±0.33 ^c	22.61±0.07 ^{ab}
Al 1% + Ca 2%	21.31±0.68 ^{bc}	4.26±1.50 ^{bc}	25.56±2.54 ^a

*Sodium alginate and calcium chloride concentration.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

- 조리시 loss가 가장 적으면서, mechanical syneresis가 높아 관능적인 면에서 다즙성에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 기대되는 Al 0.5% + Ca 2%를 비드의 최적 조건으로 선정하였음.

2) 알지네이트 농도별 피로인산나트륨 첨가 에멀전의 안정성

○ 피로인산나트륨은 비드의 겔화 속도를 조절하여 내부의 수분을 겔화되지 않은 액상으로 유지함과 동시에 비드의 다즙성을 더욱 증가시킬 수 있을 것으로 사료됨. 이와 같은 효과를 평가하기 위하여 1.1의 최적 조건에 피로인산나트륨을 농도별로 첨가하여 에멀전의 안정성 실험을 진행함.

(1) 실험 방법

1) 에멀전 제조 방법

- ① W층과 O를 표 36과 같이 준비하였음.
- ② 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분, high speed homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 균질화하여 O/W 에멀전을 제조하였음.

표 36. 피로인산나트륨 농도에 따른 에멀전 배합비율

Treatment	Water phase				MCT oil (%)	Total (%)
	Sodium alginate (%)	Sodium pyrophosphate (%)	Tween 80 (%)	DW (%)		
P 0*	0.30	-	0.60	59.10	40.00	100.00
P 0.25	0.30	0.15	0.60	58.95	40.00	100.00
P 0.5	0.30	0.30	0.60	58.80	40.00	100.00
P 1	0.30	0.60	0.60	58.50	40.00	100.00

*Sodium pyrophosphate concentration.

2) 특성 분석

- ① 입자 크기 측정
- ② 제타 전위 측정
- ③ Creaming index 측정

(2) 실험 결과

- 비드의 겔화 속도를 늦추기 위해 피로인산나트륨을 첨가한 0.5% 알지네이트 에멀전이 제조시 거품을 생성하며 유화가 잘 이루어지지 않는 모습을 보임 (그림 27). 피로인산나트륨의 첨가에 따라 에멀전의 안정성이 감소하는 문제가 확인됨.
- 비드 제조 이전에 에멀전의 안정성을 확보하기 위한 실험을 진행하여 배합비 산출 후 에멀전 및 비드의 특성을 분석해야 할 것으로 생각됨.

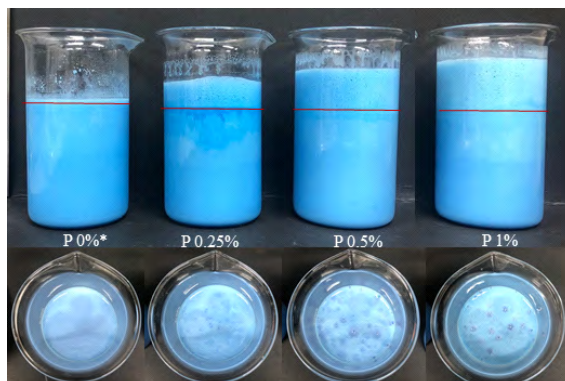


그림 27. 에멀전 제조시 피로인산나트륨 첨가 영향. *피로인산나트륨 농도.

3) 물과 오일 비율, 유화제 농도별 에멀전의 안정성

○ 비드 제조 이전에 에멀전 자체의 안정성을 확보하기 위해 피로인산나트륨을 첨가하지 않고 물과 오일 비율, 유화제 농도, 알지네이트 농도별 에멀전의 안정성을 확인함. 가장 안정한 에멀전을 기준으로 배합비 산출 또는 피로인산나트륨의 사용 여부 확인 후 보완하여 사용하고자 함.

(1) 실험 방법

1) 에멀전 제조 방법

- ① W층과 O를 표 37에 나타난 대로 준비함.
- ② 1.1.1의 에멀전 제조와 동일한 방법으로 에멀전을 제조함.

표 37. 물과 오일 비율 및 유화제 농도별 에멀전 배합비

Treatment	Water phase				Oil (%)	Total (%)
	Sodium alginate (%)	Sodium pyrophosphate (%)	Tween 80 (%)	DW (%)		
6:4_1*			0.60	58.80	40.0	100.0
6:4_2	0.30	0.30	1.20	58.20	40.0	100.0
6:4_3			1.80	57.60	40.0	100.0
7:3_1			0.70	68.60	30.0	100.0
7:3_2	0.35	0.35	1.40	67.90	30.0	100.0
7:3_3			2.10	67.20	30.0	100.0

*Water and oil ratio and surfactant concentration.

2) 특성 분석

- ① 입자 크기 측정
- ② 제타 전위 측정
- ③ Creaming index 측정

(2) 실험 결과

① 입자 크기 및 제타 전위

- 물과 오일 비율 및 유화제 농도별 에멀전의 안정성을 표 38에 나타냄. 에멀전의 입자 크기는 처리구 별로 큰 차이는 없으나 유화제 농도가 높아질수록 입자 크기가 감소하였으며, 제타 전위도 마찬가지로 유화제 농도가 높아질수록 감소하였음.
- 물과 오일의 비율에 따른 에멀전의 안정성은 물의 비율이 높을 때 입자 크기도 증가하였으며 제타 전위가 감소함. 따라서 6:4 비율의 에멀전이 7:3 비율의 에멀전보다 안정한 것으로 보임.

표 38. 물과 오일 비율 및 유화제 농도별 에멀전의 입자크기 및 제타전위

Treatment	Droplet size (µm)		[-] ζ-potential (mV)
	D [3,2]	D [4,3]	
6:4_1*	3.75±0.06 ^b	4.63±0.04 ^b	44.17±0.21 ^a
6:4_2	3.32±0.04 ^d	4.18±0.40 ^c	36.67±0.81 ^b
6:4_3	3.26±0.03 ^d	3.83±0.02 ^d	25.77±0.81 ^c
7:3_1	3.92±0.04 ^a	4.96±0.07 ^a	33.47±0.50 ^c
7:3_2	3.48±0.02 ^c	4.25±0.01 ^c	31.60±0.17 ^d
7:3_3	3.32±0.02 ^d	4.01±0.05 ^{cd}	26.93±1.08 ^e

*Water and oil ratio and surfactant concentration.

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

② Creaming index

- 물과 오일의 비율별 컨트롤은 알지네이트를 첨가하지 않은 동일한 물과 오일의 비율 에멀전에 유화제 1%를 첨가한 에멀전으로 설정함. 제조된 에멀전의 creaming index를 그림 28에 나타냄. 모든 처리구에서 12시간 이내에 분리가 일어났으며 6:4 비율 에멀전보다 7:3 비율 에멀전이 더 단시간에 층분리가

심하게 일어나는 것이 확인됨.

- 이는 물과 오일 농도 및 유화제의 농도에 따라 변화한 제타 전위의 경향과 일치하는 결과로 제타 전위가 클수록 안정한 에멀전이 제조된다는 결과를 보여줌.

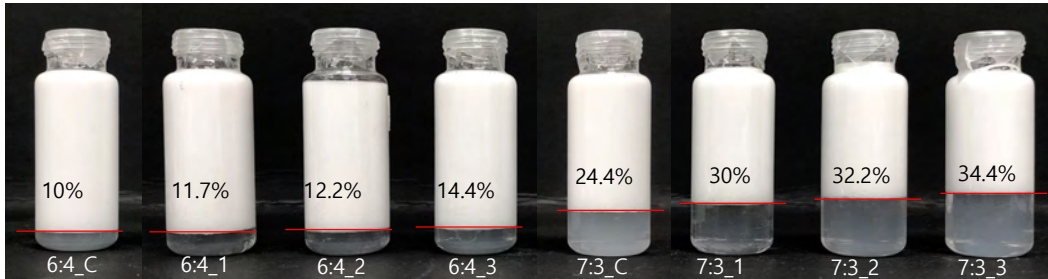


그림 28. 물, 오일, 유화제 농도별 creaming index.

- 따라서 물과 오일 비율 및 유화제의 농도는 기존의 6:4_1%로 하되 다른 안정화 방법을 확보할 필요가 있어 알지네이트 농도별 에멀전의 안정성을 확인함. 이전 실험 결과 고농도의 알지네이트일수록 mechanical syneresis가 감소하면서 다즙성이 감소할 것을 고려하여 알지네이트 농도 0%, 0.5%, 1% 에멀전 세가지 처리구를 제조하여 비교함. 에멀전 제조 방법과 측정 항목들은 동일하게 진행하여 표 39에 나타냄.
- 알지네이트 농도가 증가할수록 입자 크기가 감소하고 제타전위가 증가하여 0.5% 알지네이트 에멀전보다 1%에서 더 안정한 것으로 보임.
- 그림 29과 같이 알지네이트 0% 및 0.5% 에멀전은 12시간 이내에 층 분리가 일어난 반면 1% 에멀전은 24시간 동안에도 분리되지 않았음. 이전 실험의 결과와 마찬가지로 제타 전위가 증가하는 경향과 층 분리되는 경향이 일치하는 것으로 보임.

표 39. 알지네이트 농도별 에멀전의 입자크기 및 제타전위

Treatment	Droplet size (μm)		[-] ζ -potential (mV)
	D [3,2]	D [4,3]	
Al 0%*	7.01±0.17 ^a	9.98±0.46 ^a	34.17±0.40 ^c
Al 0.5%	3.59±0.02 ^b	10.47±0.40 ^a	39.57±0.23 ^b
Al 1%	2.99±0.03 ^c	3.38±0.05 ^b	41.30±1.21 ^a

*Sodium alginate concentration in O/W emulsion.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

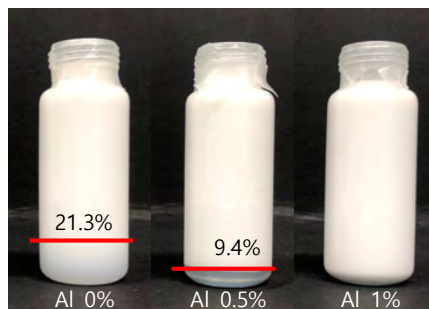


그림 29. 알지네이트 농도별 creaming index.

(3) 결론

- 결론적으로, 알지네이트 농도를 1%로 하였을 때 가장 안정한 에멀전이 제조되는 것으로 관찰되었으며, 이후 모든 실험에서 알지네이트 농도를 1%로 한 최적조건으로써 Al 1% + Ca 2%로 실험을 진행하였음.

나. 완전 세절형 제품 내 대체지방 분산 조건 확립: 식물성 유화제 선별 및 배합비 산출

1) 합성 유화제 Tween 80과 식물성 유화제 변성 SPI를 사용한 에멀전의 안정성 비교

○ 최종 선정했던 알지네이트 에멀전 비율에서 합성 유화제인 Tween 80을 대체할 식물성 유화제로서 열변성 SPI를 선정하여 최적 비율 산출을 위한 실험을 진행함. 식물성 유화제로 변경과 함께 오일의 종류도 MCT 오일에서 카놀라유로 변경함.

(1) 실험 방법

1) 에멀전 제조 방법

Soy protein isolate (SPI) 2% 용액을 30분간 stirring한 후 90℃ 워터베스에서 30분동안 가열한 후 상온에서 방냉함. 물을 첨가하여 농도를 각각 0.5%, 1%, 1.5%로 조절한 후 표 40과 같이 배합함. 이전 실험과 동일한 방법으로 에멀전을 제조함.

표 40. 에멀전 제조 방법

Treatment	Water phase (%)					Oil (%)	Total (%)
	Sodium alginate	Sodium pyrophosphate	Tween 80	SPI*	DW		
T 1% ¹	1.0	1.0	1.0	-	57.0	40.0	100.0
S 0.5% ²	1.0	1.0	-	0.5	58.5	40.0	100.0
S 1% ³	1.0	1.0	-	1.0	57.0	40.0	100.0
S 1.5% ⁴	1.0	1.0	-	1.5	57.5	40.0	100.0

¹Tween 80 1%, ²SPI 0.5%, ³SPI 1%, ⁴SPI 1.5%.

*Soy protein isolate

2) 특성 분석

① 입자 크기 측정

② 제타 전위 측정

③ Creaming index 측정

④ 점도 측정 :레오미터 (MCR 302, Anton Paar, Graz, Austria)를 이용하여 측정함. Probe CP50-2 사용, 측정온도 25℃, Shear rate 0.1-100 1/s, 20 Meas. Pts. (Meas. Pt. Duration 0.2 min).

(2) 실험 결과

① 입자 크기, 제타 전위 및 점도

○ 유화제 종류 및 농도에 따른 에멀전의 특성을 표 41에 나타냄. 기존의 최적 조건이었던 Tween 80 1% 첨가 에멀전과 가장 유사한 처리구를 찾고자 하였으나, 단백질 기반 유화제의 특성상 에멀전 내 입자들끼리의 응집에 의해 입자크기가 증가한 것을 확인할 수 있었음(Duanquan, 2020). 또한 제타전위값 또한 Tween 80을 사용했을 때보다 감소하는 것이 확인됨.

표 41. Tween 80 및 변성 SPI 사용 에멀전의 안정성

Treatment	Droplet size (µm)		[-] ζ-potential (mV)	Viscosity (Pa-s)
	D [3,2]	D [4,3]		
T 1% ¹	3.59	4.57	40.35	1.89
S 0.5% ²	8.1	12.2	19.30	7.35
S 1% ³	6.52	9.66	23.40	4.25
S 1.5% ⁴	6.68	10.8	24.93	3.01

¹Tween 80 1%, ²SPI 0.5%, ³SPI 1%, ⁴SPI 1.5%.

② Creaming index

- 앞선 실험 결과들에서는 제타전위 증가로 에멀전 층 분리가 감소하며 안정해지는 경향을 확인할 수 있었으나 SPI가 첨가된 에멀전의 특성상 제타 전위는 낮지만 에멀전의 점도가 증가함으로 인해 에멀전의 안정성이 확보됨. 그러나 Duanquan (2020)의 실험에 따르면 시간이 지남에 따라 SPI간의 응집으로 인한 coalescence가 발생한다고 하였는데, 본 실험에서도 마찬가지로 그림 30과 같이 층이 분리되는 것이 관찰됨.

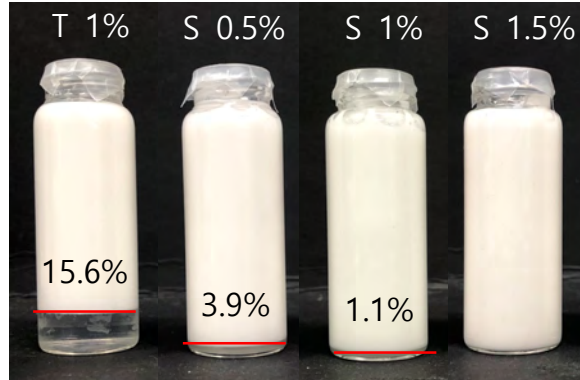


그림 30. Tween 80 및 변성 SPI 사용 에멀전의 creaming index.

- SPI를 열 변성하여 유화제로 사용하는 방법은 점도 증가로 인한 에멀전의 안정성이 확보될 수는 있으나 입자의 크기가 증가함으로 인해 응집되고 에멀전이 분리가 되는 것이 관찰됨.
- 단독으로 사용하는 방법 외에 유화제를 혼합하여 사용하는 방법 등을 고려해볼 필요가 있음.

2) 레시틴, SPI 혼합 사용한 에멀전의 안정성 비교

○ 변성 SPI를 단독으로 사용했을 때 점도 증가하였으나 입자크기나 제타 전위 같은 특성들을 보완하기 위해 co-surfactant의 사용을 고려해볼 필요가 있어 레시틴과 SPI의 혼합 사용에 따른 에멀전의 안정성을 확인하기 위해 레시틴 : SPI의 비율을 세분화하여 총 여섯가지 처리구를 제조함.

(1) 실험 방법

○ 표 42과 같이 에멀전을 배합하여 이전 실험과 동일한 방법으로 에멀전을 제조함.

표 42. 에멀전 제조 방법

Treatment	Water phase (%)				Oil phase (%)		Total (%)
	Sodium alginate	Sodium pyrophosphate	Soy protein isolate	DW	Canola oil	Soy lecithin	
L0S1*	0.6	0.6	1.0	57.8	40.0	0.0	100.0
L2S8	0.6	0.6	0.8	58.0	39.8	0.2	100.0
L4S6	0.6	0.6	0.6	58.2	39.6	0.4	100.0
L6S4	0.6	0.6	0.4	58.4	39.4	0.6	100.0
L8S2	0.6	0.6	0.2	58.6	39.2	0.8	100.0
L1S0	0.6	0.6	0.0	58.8	39.0	1.0	100.0

*Lecithin and soy protein isolate ratio.

2) 특성 분석

- ① 입자 크기 측정
- ② 제타 전위 측정
- ③ Creaming index 측정
- ④ 점도 측정

(2) 실험 결과

① 입자 크기, 제타 전위 및 점도

- 레시틴과 SPI 혼합사용에 따른 에멀전의 특성을 변성 표 43에 나타냄. SPI를 단독 사용했을 때와 마찬가지로 SPI의 농도가 높아질수록 SPI간의 응집에 의해 입자크기가 증가하였으며 레시틴 농도가 증가함에 따라 입자크기가 감소함.
- 제타전위는 L1S0 처리구에서 가장 높았으나 레시틴과 SPI의 농도별 경향성은 확인되지 않았으며 레시틴이 SPI보다 비율이 높을 때 입자 크기와 제타 전위가 더 안정한 값을 나타내는 것을 볼 수 있음. 반면 레시틴보다 SPI 비율이 높을 때는 에멀전의 점도가 높아짐에 따라 입자의 이동이 저해되어 에멀전의 안정성이 향상됨.

표 43. 레시틴과 SPI 혼합사용에 따른 에멀전의 안정성

Treatment	Droplet size (μm)		[-] ζ-potential (mV)	Viscosity (Pa·s)
	D [3,2]	D [4,3]		
L0S1*	8.35±0.29 ^b	40.12±2.88 ^a	62.10±0.17 ^{bc}	2.15
L2S8	9.93±0.58 ^a	40.48±4.62 ^a	57.80±1.18 ^c	2.02
L4S6	8.59±0.31 ^b	30.08±1.49 ^b	57.70±1.49 ^c	1.88
L6S4	6.32±0.13 ^c	28.68±2.74 ^b	61.87±2.25 ^{bc}	2.1
L8S2	5.49±0.08 ^d	18.60±2.62 ^c	59.50±0.90 ^{bc}	1.97
L1S0	5.12±0.05 ^d	7.22±0.08 ^d	84.43±2.80 ^a	1.79

*Lecithin and SPI ratio.

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

② Creaming index

○ L1S0은 12시간 이내에 분리가 시작되었으며 L1S0과 L8S2는 오일 내 lecithin 사용량 1% 넘어가면서 층 분리되며 응집되는 것이 관찰됨(그림 31). 나머지 처리구에서는 24시간 동안 분리되지 않았음. 에멀전 내 레시틴 사용량은 1% 미만으로 하여 처리구를 세분화하여 실험할 필요가 있음. 표 42와 같이 비율을 세분화한 총 다섯가지 처리구를 제조하여 동일한 실험을 진행함.

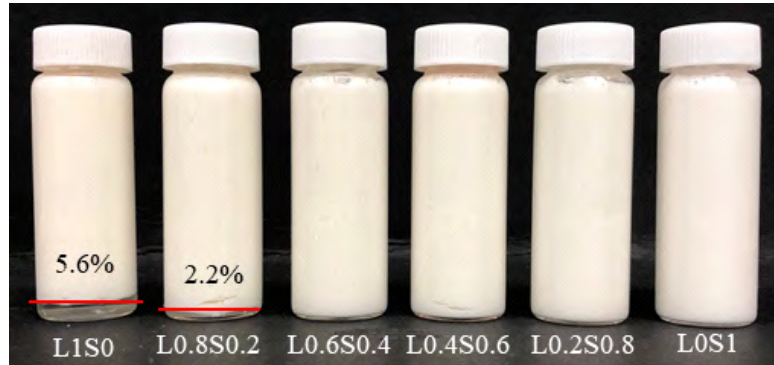


그림 31. 레시틴과 SPI 혼합사용에 따른 에멀전의 안정성.

3) 레시틴, SPI 혼합 사용한 에멀전의 안정성 비교

(1) 실험 방법

1) 에멀전 제조 방법

○ 표 44와 같이 배합하여 2.2.1과 동일한 방법으로 에멀전을 제조함.

표 44. 에멀전 제조 방법

Treatment	Water phase (%)				Oil phase (%)		Total (%)
	Sodium alginate	Sodium pyrophosphate	Soy protein isolate	DW	Canola oil	Soy lecithin	
L3S7*	0.60	0.60	0.42	58.38	39.82	0.18	100.00
L4S6	0.60	0.60	0.36	58.44	39.76	0.24	100.00
L5S5	0.60	0.60	0.30	58.50	39.70	0.30	100.00
L6S4	0.60	0.60	0.24	58.56	39.64	0.36	100.00
L7S3	0.60	0.60	0.18	58.62	39.58	0.42	100.00

*Lecithin and SPI ratio.

2) 특성 분석

○ 입자 크기, 제타 전위, 점도를 2)과 동일한 방법으로 측정함.

(2) 실험 결과

○ 레시틴과 SPI의 비율에 따른 에멀전의 특성을 표 45에 나타냄. 이전 실험의 결과와 마찬가지로 SPI 농도가 높은 처리구에서는 레시틴 농도가 높은 처리구에 비해 입자 크기가 크게 측정되고 제타 전위가 낮았으며 점도가 낮게 측정됨. 유화제를 혼합 사용할 때 SPI보다는 레시틴의 농도가 높은 것이 에멀전 안정성을 증가시킬 것으로 생각되어, L4S6 처리구가 가장 적절하다고 판단됨.

표 45. 레시틴과 SPI 혼합비율에 따른 에멀전의 안정성

Treatment	Droplet size (μm)		[-] ζ -potential	Viscosity (Pa-s)
	D [3,2]	D [4,3]		
L3S7*	8.42 \pm 0.18 ^a	25.47 \pm 1.85 ^{ab}	57.96 \pm 0.70 ^c	1.98
L4S6	8.33 \pm 0.17 ^a	27.36 \pm 2.14 ^a	58.72 \pm 0.33 ^c	1.88
L5S5	7.75 \pm 0.20 ^b	26.90 \pm 2.86 ^a	61.33 \pm 0.94 ^b	1.89
L6S4	6.73 \pm 0.05 ^c	23.00 \pm 1.15 ^b	60.54 \pm 1.80 ^b	1.81
L7S3	6.35 \pm 0.13 ^d	18.50 \pm 3.85 ^c	65.76 \pm 0.93 ^a	1.82

*Lecithin and SPI ratio.

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

(3) 결론

○ 결론적으로, SPI를 단독으로 사용할 때보다 레시틴과 SPI를 혼합 사용한 경우 각 유화제의 유화 특성을 보완하면서 상호작용하여 에멀전의 안정성을 높이는 것으로 보임. 입자 크기, 제타 전위, 점도 등 에멀전의 안정성에 영향을 미치는 요인들을 종합적으로 판단하였을 때 오일에 레시틴 0.6%, 물에 SPI 0.4%를 각각 첨가하여 유화제로 사용하는 것이 적절한 것으로 생각됨.

다. 재구성 조립 제품 내 대체지방 분산 조건 확립

1) 입자형 지방을 적용한 식물성 고기의 비드 함량별 이화학적 특성

○ 에멀전 비드를 첨가한 식물성고기의 함량별 다즙성을 비교하기 위하여 기존 첨가되는 오일을 3차년도에 사용했던 더블에멀전과 에멀전 비드로 대체하여 식물성고기를 제조함.

(1) 실험 방법

1) W1/O/W2 더블에멀전 제조 방법

- ① 증류수에 1% NaCl을 녹인 W1층, 카놀라유에 5% polyglycerol oleyl sebacate (PGPO), 3% methylcellulose (MC)를 녹인 O층, 증류수에 1% Tween 80, 0.5% κ-carrageenan을 녹인 W2층을 제조함.
- ② W1 : O = 3 : 7 비율로 하여 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분, high speed homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 균질하여 W1/O 에멀전을 제조함.
- ③ W1/O emulsion : W2 = 1 : 1 비율로 하여 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분간 균질, high speed homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 균질하여 W1/O/W2 더블에멀전을 제조함.

2) 에멀전 비드 제조 방법

- ① 증류수에 1% sodium alginate, 1% sodium pyrophosphate, 1% Tween 80을 녹인 W층을 제조함.
- ② W : canola oil = 6 : 4 비율로 하여 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분, high speed homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 균질하여 에멀전을 제조함.
- ③ 2% calcium chloride 용액에 떨어뜨려 30분간 반응 후 건져 증류수로 세척함.

3) 식물성고기 제조 방법

- ① Textured vegetable protein (TVP)을 2시간 수화시킨 후 1,140 rpm 식품탈수기에서 5분간 탈수함.
- ② 표 46과 같이 모든 재료를 계량하여 1분간 믹서로 혼합된 반죽에 비드를 넣고 1분간 블렌딩함.
- ③ 반죽을 30 g 씩 직경 5.5 cm, 높이 1.2 cm인 원통형 틀에 넣고 성형하여 180℃ 오븐에서 앞, 뒷면 각각 7분씩 baking함. 약 30 g의 반죽을 원통형 틀(5.5 × 1.2 cm, 직경 × 높이)에 넣어 성형한 후, 180℃ 오븐에서 14분간 익힘.

표 46. 식물성고기 제조 방법

Treatment	Mixing ratio				
	TVP (g)	SPI (g)	Binder (g)	Fat replacement	
				Double emulsion (g)	Bead (g)
C	100	4.5	3.0	30.0	0.0
B10*	100	4.5	3.0	25.0	5.0
B15	100	4.5	3.0	22.5	7.5
B20	100	4.5	3.0	20.0	10.0
B25	100	4.5	3.0	17.5	12.5
B30	100	4.5	3.0	15.0	15.0

*The content of bead.

3) 특성 분석

① 외관

② 색도 측정

색도계를 사용하여 색도를 측정함. CIE 명도 77.1, 적색도 2.1, 황색도 2.2의 백색판을 사용하여 색도를 측정함.

③ Baking loss 측정

오븐 조리 전후 무게차이를 측정함.

$$Baking\ loss\ (\%) = \frac{\text{조리 전 무게} - \text{조리 후 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

④ Cooking loss 측정

반죽을 30 g씩 진공포장하여 80℃ 워터베스에서 30분간 조리 후 상온에서 방냉하여 전과 후 무게차이를 측정함.

$$Cooking\ loss\ (\%) = \frac{\text{조리 전 무게} - \text{조리 후 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

⑤ liquid holding capacity 측정

시료를 1.5 g씩 멸균 거즈를 넣은 15 ml conical tube에 넣어 centrifuge 2,500 rpm, 10분, 25℃ 후 전과 후 무게차이로 측정함.

$$Water\ holding\ capacity\ (\%) = \frac{\text{원심분리 전 무게}}{\text{원심분리 후 무게}} \times 100$$

⑥ 수분함량 측정

105℃ 드라이 오븐에서 24시간 건조 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{수분함량}(\%) = \frac{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{건조 후 무게}}{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{칭량병 무게}} \times 100$$

⑦ TPA 분석

가로 × 세로 × 높이를 2 cm × 2 cm × 2 cm로 제형하여 TPA 분석함. Cylinder probe TA4/100(직경 38.1 mm) 사용, trigger load 10 g, test speed 2.5 mm/s, 40% deformation 조건으로 설정함.

(2) 실험결과

① 외관

- 비드의 분산은 반죽 내에 골고루 잘 되지만 일정량 초과시 잉여 비드가 그림 32와 같이 관찰되어 최적의 첨가량이 필요할 것으로 판단됨. B25부터 반죽 대비 잉여 비드가 다량 발생함에 따라 식물성 고기 반죽 내의 총 오일의 양이 감소하기 때문에 오일에서의 loss가 발생한다고 생각됨. 분산의 정도로 보았을 때 B25 (약 9%)부터 잉여 비드가 발생하였으므로 최대 분산 양은 B20 (약 7%)로 생각됨.
- 비드 표면이 매끄럽기 때문에 반죽과 잘 밀착되지 않아 성형하면서 반죽에서 이탈할 우려 있었으나 조리시에 빠져나오지는 않음. 또한, 고온 조리시 고기 표면의 비드가 증발하거나 수축하지 않고 형태와 위치를 잘 유지함(그림 33). 오일이 알지네이트 겔 비드가 수축하는 것을 방지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 추정됨 (Duanquan et al, 2020).

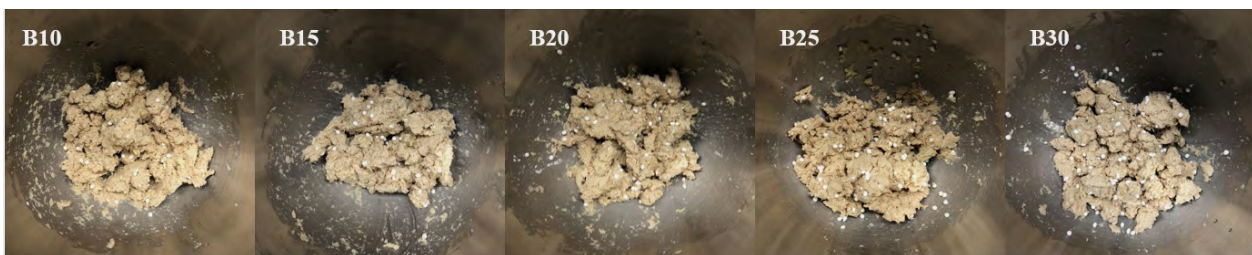


그림 32. 식물성 고기 반죽 내 비드 잔여량.

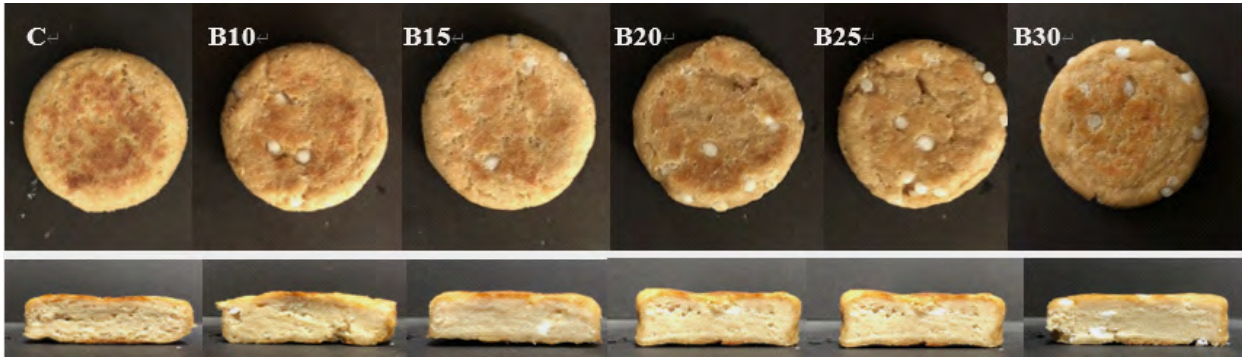


그림 33. 입자형 지방 적용 식물성고기 외관.

② 이화학적 특성

- 비드 함량별 패티의 특성을 표 47에 나타냄. 비드 첨가 전과 비교하여 비드를 첨가했을 때 baking loss 와 cooking loss가 감소했으며, 첨가된 비드에 의해 식물성 고기의 결합력이 감소하여 보수력이 감소하는 경향을 보였으나, 컨트롤과 비교하여 큰 유의적 차이는 없었음.
- 컨트롤과 비교하여 비드를 첨가했을 때 수분함량이 증가하였는데, 이는 비드 자체가 수분을 함유하고 있으므로 오일을 대체하여 비드를 첨가했을 때 식물성 고기의 수분함량이 더 증가하는 것으로 생각됨.

표 47. 에멀전 비드를 적용한 식물성고기의 함량별 이화학적 특성 분석

Treatment	Physicochemical properties			
	Baking loss (%)	Cooking loss (%)	Liquid holding capacity (%)	Moisture contents (%)
C	19.75±0.28 ^a	0.89±0.06 ^a	98.51±0.01 ^a	50.61±0.26 ^c
B10*	17.79±0.69 ^b	0.92±0.04 ^a	98.22±0.68 ^a	52.57±0.34 ^a
B15	17.33±0.53 ^{bc}	1.00±0.08 ^a	98.29±0.31 ^a	51.37±0.55 ^{bc}
B20	17.30±0.91 ^{bc}	0.64±0.09 ^b	97.20±0.33 ^c	52.03±0.68 ^{ab}
B25	16.63±0.73 ^{bc}	0.68±0.13 ^b	97.29±0.33 ^{bc}	51.98±0.28 ^{ab}
B30	16.19±1.39 ^c	0.68±0.16 ^b	98.00±0.51 ^{ab}	52.24±0.37 ^{ab}

*The content of bead.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

③ 색도

- 비드 함량별 식물성고기 패티의 색도는 표 48에 나타냄. 색도 측정 결과 유의적 차이가 있었으나 큰 차이를 보이지 않았으며, 비드 첨가에 따른 색도의 경향성은 보이지 않음.

표 48. 에멀전 비드를 적용한 식물성고기의 조리 후 색도

Treatment	Color		
	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]
C	40.33±0.04 ^{ab}	1.38±0.03 ^a	5.76±0.02 ^d
B10	40.10±0.24 ^b	1.35±0.03 ^{ab}	6.18±0.03 ^c
B15	40.17±0.44 ^b	1.32±0.05 ^b	6.69±0.03 ^a
B20	39.45±0.40 ^c	1.34±0.01 ^{ab}	6.53±0.12 ^b
B25	40.71±0.14 ^a	1.20±0.02 ^d	6.48±0.06 ^b
B30	40.08±0.42 ^b	1.24±0.03 ^c	6.15±0.06 ^c

*The content of bead.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

④ TPA 분석

- 비드 함량별 식물성고기 패티의 TPA 분석을 표 49에 나타냄.
- 식물성고기의 문제점은 씹는 질감이 부족하고 hardness가 낮다는 것인데 비드가 첨가됨으로써 hardness가 증가하여 개선되는 모습을 보임. Gumminess나 chewiness도 함께 증가하여 씹힘성이 개선

될 것으로 보임.

- 이 전에 언급했던 대로 반죽 내 최대 분산 양으로 생각되었던 B20을 기준으로 보았을 때 loss를 다소 감소시켰고, 수분함량이 증가하였으며 씹힘성이 개선될 것으로 생각됨.

표 49. 에멀전 비드를 적용한 식물성 고기의 함량별 TPA 분석

Treatment	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
C	16.96±1.52 ^b	0.01±0.04	0.87±0.04 ^a	3.72±0.12	14.17±1.12 ^b	51.35±3.79 ^b
B10*	26.14±3.12 ^a	0.01±0.04	0.76±0.02 ^{bc}	3.73±0.03	21.00±2.40 ^a	77.17±9.80 ^a
B15	25.79±2.37 ^a	0.00±0.00	0.79±0.03 ^b	3.73±0.04	20.99±2.43 ^a	78.40±9.25 ^a
B20	28.29±3.34 ^a	0.01±0.04	0.79±0.03 ^b	3.74±0.04	20.29±4.12 ^a	81.10±7.02 ^a
B25	25.81±3.86 ^a	0.01±0.04	0.76±0.03 ^c	3.70±0.03	18.50±3.79 ^a	75.20±8.54 ^a
B30	26.34±2.10 ^a	0.03±0.05	0.79±0.03 ^b	3.71±0.06	20.72±1.32 ^a	77.14±4.88 ^a

*The content of bead.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

(3) 결론

- 이후 진행되는 모든 실험에서 비드는 총 반죽의 7% 이내로 사용하며, 식물성 고기에 적용시 수분 손실을 감소시키고 수분함량을 증가시켜 식물성 고기의 다즙성에 좋은 영향을 미칠 것으로 기대됨.
- 또한 hardness, gumminess, chewiness를 증가시켜 육가공 제품에 비해 씹는 질감이 부족한 식물성 고기의 텍스처를 향상시킬 수 있을 것으로 보임.

라. 대체 지방의 활용 방안 모색: 기존 식육 가공품의 지방대체제로의 활용성 평가

1) 입자형 지방을 적용한 포크패티의 이화학적 특성

○ 선행 연구에서 사용했던 지방 대체제인 오일 및 에멀전과 비교하여 입자형 지방을 적용한 포크패티의 특성을 분석하고 입자형 지방의 활용성을 평가하기 위한 실험을 진행함.

(1) 실험 방법

1) 에멀전 및 패티 제조 방법

- ① 알지네이트 1%, 피로인산나트륨 1%, Tween 80 1%를 포함하는 W층을 제조함.
- ② W : O = 6 : 4 비율로 하여 프로펠러 균질기로 700 rpm에서 3분간 1차 균질 후 high speed homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 2차 균질하여 에멀전을 제조함.
- ③ 이를 2% 칼슘 용액에 한 방울씩 떨어뜨려 30분간 반응시켜 비드를 제조함.
- ④ 반응 후 건조 비드를 증류수로 세척하여 실험에 사용함.
- ⑤ 패티는 표 50의 혼합 비율로 하여 반죽기로 3분간 혼합 후 페트리 디쉬 (90 × 15 mm)에 약 95 g씩 소분하여 성형함.
- ⑥ 성형한 패티는 180°C 오븐에서 앞, 뒷면 각각 7분씩 조리 후 사용함.

표 50. 포크패티 시료의 혼합 비율

Treatment	Main ingredients (%)				Ingredients of fat replacement (%)					Total
	Meat	Pork fat	Water	Salt	Oil	Water	Tween 80	Alginate	TSPP*	
C ¹	74.00	20.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	100.00
O ²	74.00	10.00	5.00	1.00	10.00	-	-	-	-	100.00
EC ³	74.00	10.00	5.00	1.00	4.00	6.00	-	-	-	100.00
E ⁴	74.00	10.00	5.00	1.00	4.00	5.94	0.06	-	-	100.00
BC ⁵	74.00	10.00	5.00	1.00	4.00	5.88	-	0.06	0.06	100.00
EB ⁶	74.00	10.00	5.00	1.00	4.00	5.82	0.06	0.06	0.06	100.00

¹control, pork fat; ²fat replaced with canola oil; ³fat replaced with emulsion control; ⁴fat replaced with emulsion; ⁵fat replaced with hydrogel bead; ⁶fat replaced with bead produced by oil-in-water emulsion, *Sodium pyrophosphate.

2) 특성 분석

① 외관

② 색도 측정

색도계를 사용하여 색도를 측정함. 명도 77.1, 적색도 2.1, 황색도 2.2의 백색판을 사용하여 색도를 측정함.

③ Baking loss 측정

오븐 조리 전후 무게 차이를 측정함.

$$\text{Baking loss (\%)} = \frac{\text{조리 전 무게} - \text{조리 후 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

④ Cooking loss 측정

반죽을 30 g씩 진공포장하여 80°C 워터베스에서 30분간 조리 후 상온에서 방냉하여 전과 후 무게 차이를 측정함.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{조리 전 무게} - \text{조리 후 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

⑤ Liquid holding capacity 측정

시료를 1.5 g씩 멸균 거즈를 넣은 15 ml conical tube에 넣어 centrifuge 2,500 rpm, 10분, 25°C 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{Liquid holding capacity (\%)} = \frac{\text{원심분리 전 무게}}{\text{원심분리 후 무게}} \times 100$$

⑥ 수분함량 측정

105℃ 드라이 오븐에서 24시간 건조 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{건조 후 무게}}{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{칭량병 무게}} \times 100$$

⑦ TPA 분석

가로 × 세로 × 높이를 2 cm × 2 cm × 2 cm로 제형하여 TPA 분석함. Cylinder probe TA4/100(직경 38.1 mm) 사용, trigger load 10 g, test speed 2.5 mm/s, 40% deformation 조건으로 설정함.

(2) 실험 결과

① 외관

○ 지방 대체제 종류별 포크패티의 외관은 그림 34에 나타내었음. 외관은 육안으로 큰 차이가 없었으며 기존 지름 9 cm에서 평균 6.5 cm 사이로 직경이 감소했고 단면의 경우 대체적으로 균일한 반면에 오일로 대체된 시료가 상대적으로 단면이 거친 모습을 볼 수 있었음.

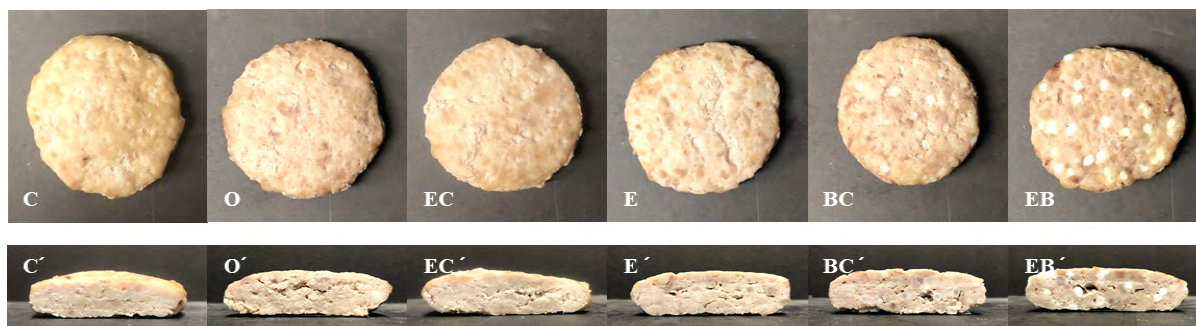


그림 34. 지방 대체제 종류별 포크 패티의 외관 및 단면 사진.

② 이화학적 특성

- 결과는 표 51에 나타내었으며 O를 제외한 모든 처리구에서 수분 손실을 감소시킴. 이는 식물성 오일의 직접적인 대체가 제품의 다즙성에 부정적인 영향을 미친다고 한 Barbut 등(2019)의 연구 결과와 일치함. 또한, 가장 효과적으로 수분 손실을 감소시킨 지방 대체제는 에멀전이었음.
- 보수력은 EB에서 가장 높은 값을 보이며 가장 다즙성이 높을 것으로 생각되었으며, EB를 제외한 나머지 처리구에서는 유의적으로 감소하였음. O를 제외한 모든 처리구는 수분함량이 증가하였는데, C와 O 이외의 처리구는 에멀전 또는 에멀전 비드 내에 물이 포함되어 있으므로 높은 수분함량은 함유하고 있는 물의 영향을 받은 것으로 생각됨.

표 51. 지방대체제 종류별 포크패티의 이화학적 특성 분석

Treatment	Physicochemical properties			
	Baking loss (%)	Cooking loss (%)	Liquid holding capacity (%)	Moisture content (%)
C ¹	46.37±2.51 ^b	42.61±0.83 ^b	83.84±1.13 ^a	60.53±0.32 ^c
O ²	60.74±5.32 ^a	50.87±2.46 ^a	78.89±1.59 ^{bc}	54.06±0.30 ^d
EC ³	38.78±5.21 ^c	36.81±4.06 ^c	72.80±2.23 ^d	60.26±0.10 ^c
E ⁴	29.42±3.48 ^d	42.32±4.01 ^b	73.18±2.71 ^d	64.56±0.40 ^a
BC ⁵	42.41±2.15 ^{bc}	36.93±1.68 ^c	76.06±1.97 ^{cd}	61.89±0.08 ^b
EB ⁶	41.98±3.91 ^{bc}	35.30±4.13 ^c	81.86±2.65 ^{ab}	62.13±0.31 ^b

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($P < 0.05$).

¹C: pork fat, ²O: canola oil, ³EC: emulsion control, ⁴E: emulsion, ⁵EB: bead control without emulsion, ⁶EB emulsion bead

③ TPA 분석

○ 지방 대체제 종류에 따른 패티의 물성 측정 결과는 표 52에 제시되었으며 C, O, BC, EC, EB, E 순서로 hardness 값이 측정됨. 표 52에서 E는 패티의 수분 손실을 가장 효과적으로 감소하였으나, C에 비하여 유의적으로 낮은 hardness를 나타내며 패티를 지나치게 부드럽게 만들어 저작감을 감소시킴.

표 52. 지방 대체제 종류별 포크패티의 TPA 분석

Treatment	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
C ¹	35.45±2.79 ^a	0.03±0.05	0.58±0.01 ^a	6.68±0.14 ^a	20.19±2.34 ^a	134.05±16.15 ^a
O ²	29.49±4.21 ^{bc}	0.07±0.08	0.57±0.02 ^b	6.31±0.24 ^{bc}	18.15±2.99 ^{bc}	114.57±23.34 ^b
EC ³	21.23±5.28 ^c	0.08±0.20	0.51±0.02 ^c	6.14±0.35 ^c	11.17±3.01 ^c	65.72±18.87 ^d
E ⁴	13.92±3.31 ^d	0.08±0.10	0.48±0.03 ^d	5.42±0.37 ^d	6.51±1.74 ^d	35.26±10.69 ^a
BC ⁵	22.63±2.23 ^c	0.08±0.09	0.55±0.04 ^b	6.48±0.27 ^{ab}	12.76±1.31 ^c	82.42±10.56 ^e
EB ⁶	21.54±2.48 ^c	0.07±0.10	0.51±0.03 ^c	6.36±0.17 ^{bc}	11.18±1.51 ^c	71.32±10.17 ^{cd}

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($P < 0.05$).

¹C: pork fat, ²O: canola oil, ³EC: emulsion control, ⁴E: emulsion, ⁵EB: bead control without emulsion, ⁶EB emulsion bead.

④ 미세구조

○ 결과는 그림 35와 같고 비드를 함유하는 시료(BC, EB)의 구조가 C와 유사함. 조리 후 물과 기름이 빠져나가면서 구조가 촘촘하게 형성된 것을 볼 수 있고 O와 EC는 구조가 무질서하고 물과 오일이 있던 자리가 크게 형성된 것을 확인할 수 있음.

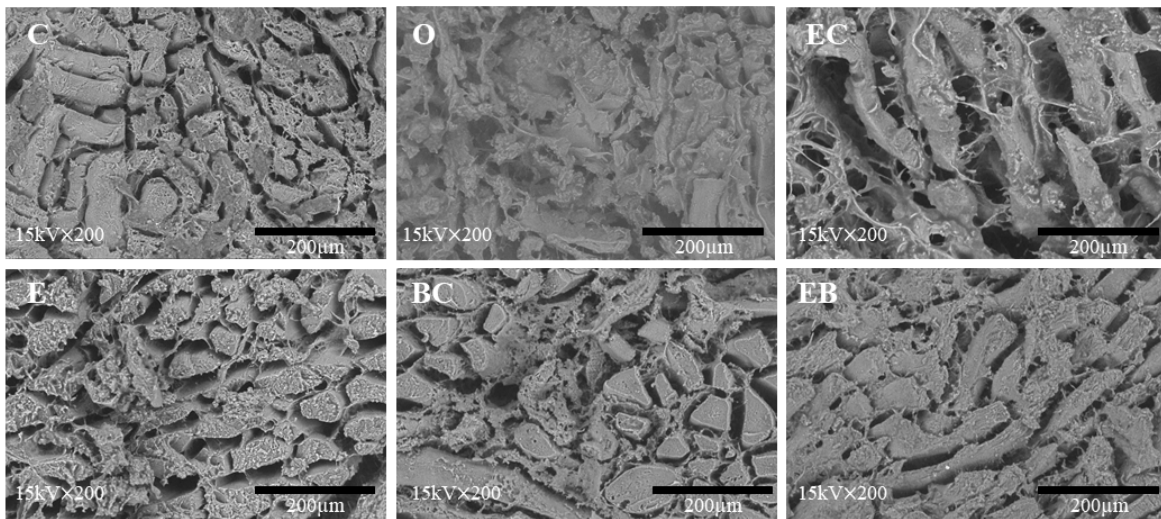


그림 35. 지방 대체제 종류별 포크패티의 미세구조.

○ 에멀전 비드 형태로 제조된 대체지방의 기존 식육 가공품인 포크패티에 지방대체제로의 활용 가능성을 평가하기 위한 실험을 진행했으며 결과적으로 control과 oil로 대체한 포크패티에 비해 에멀전 또는 에멀전 비드로 대체시 cooking loss와 baking loss가 감소하고 수분함량이 증가하는 경향성을 보임.

(3) 결론

○ 에멀전은 패티의 수분 손실을 방지할 수는 있으나, 패티의 hardness, gumminess, chewiness를 감소시키며 패티의 품질 특성을 저하시킬 수 있으므로 에멀전으로 대체하는 것보다 에멀전 비드로 대체하는 것이 제품 특성을 좋게 할 것으로 생각됨.

2) 입자형 지방을 적용한 식물성 고기의 이화학적 특성

○ 이전 실험에서 반죽 대비 비드를 분산할 수 있는 최대 용량을 설정한 후 오일 및 에멀전과 비교하여 비드가 함유된 식물성고기의 특성을 분석하고자 함.

(1) 실험방법

○ 식물성 고기의 제조 방법 및 실험은 라-1)과 같이 제조함.

표 53. 식물성고기 제조 방법

Samples	Base ingredients (%)			Treatments contents (%)
	TVP*	SPI**	Binder	
O ¹	100	4.5	3.0	7.0
EC ²	100	4.5	3.0	7.0
E ³	100	4.5	3.0	7.0
BC ⁴	100	4.5	3.0	7.0
EB ⁵	100	4.5	3.0	7.0

*Textured vegetable protein **Soy protein isolate.

¹C: canola oil, ²EC: emulsion control, ³E: emulsion, ⁴BC: bead control, ⁵EB: emulsion bead.

(2) 특성분석

○ 라-1)과 동일하게 진행함.

(3) 실험결과

① 외관

○ O, EC, E는 조리 과정 중 겉면이 부풀어 오르면서 반죽 형태를 유지하지 못했으며 균일하지 못한 모양인 반면 비드가 함유된 BC, EB는 반죽의 형태를 잘 유지함.

○ 에멀전이 함유되지 않은 알지네이트 비드는 오븐에서 고온 조리시 증발하여 비드 형태를 유지하지 못한 반면 에멀전 비드는 오일과 물이 혼합된 상태이므로 에멀전의 수분이 증발하더라도 형태를 유지하였으며 표면에 있는 비드는 압착시 오일이 용출됨.

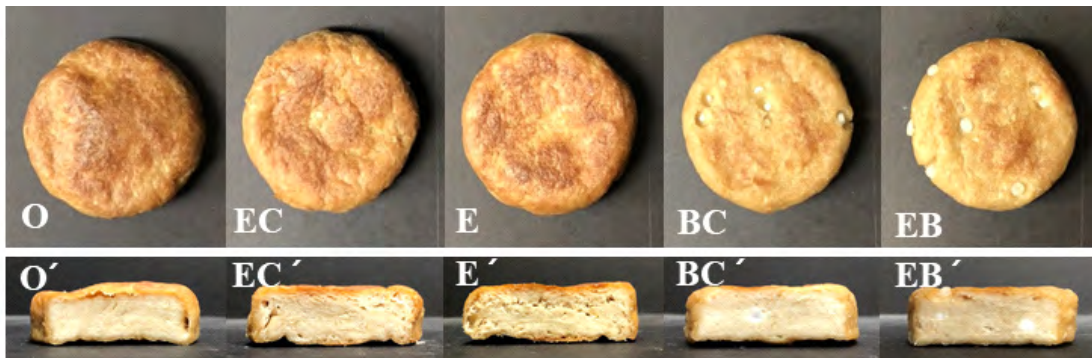


그림 36. 입자형 지방 적용 식물성 고기 외관.

○ 입자형 지방을 적용한 식물성 고기의 이화학적 특성 분석은 표 54에 나타냄. 에멀전 처리구는 컨트롤에 비해 보수력과 수분함량이 증가하였으나 오븐조리 또는 워터베스에 따른 baking loss와 cooking loss가 증가함. 그러나 오일에 비해 에멀전은 60%의 물을 함유하고 있기 때문에 cooking loss가 증가했을 것으로 생각됨.

○ 에멀전 비드 처리구는 컨트롤과 비교했을 때 비슷한 수준의 water loss 값을 보임으로 오일과 비슷한 loss가 발생함. 이는 에멀전과 마찬가지로 에멀전 비드도 물을 함유하고 있으나 비드 제조시 에멀전의

water 층을 겔화함으로써 loss를 감소시킴. 에멀전 비드는 식물성고기에 보수력과 수분함량을 증가시키면서 식물성 고기의 다즙성에는 좋은 영향을 미치는 것으로 생각됨.

표 54. 입자형 지방을 적용한 식물성고기의 이화학적 특성 분석

Treatment	Physicochemical properties			
	Baking loss (%)	Cooking loss (%)	Liquid holding capacity (%)	Moisture contents (%)
C ¹	12.95±0.77 ^c	0.39±0.02 ^c	97.81±0.58 ^b	41.39±0.38 ^e
EC ²	16.00±0.62 ^b	0.47±0.05 ^c	98.83±0.11 ^a	43.52±0.20 ^d
E ³	17.38±0.19 ^a	0.60±0.13 ^b	98.37±0.40 ^{ab}	44.39±0.12 ^c
BC ⁴	13.49±0.18 ^c	0.71±0.06 ^a	98.29±0.65 ^{ab}	46.94±0.44 ^a
EB ⁵	12.63±0.57 ^c	0.45±0.02 ^c	98.39±0.06 ^{ab}	44.99±0.13 ^b

¹C: canola oil, ²EC: emulsion control, ³E: emulsion, ⁴BC: bead control, ⁵EB: emulsion bead.

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

- 식물성고기의 TPA 분석 결과를 표 55에 나타냄. E는 에멀전이 첨가됨에 따라 hardness 값이 C에 비하여 상당히 감소함. C의 문제점인 hardness에 비해 현저히 낮은 값을 나타냈으므로 에멀전의 첨가가 부정적인 영향을 미치는 것으로 사료됨.
- EB는 반죽에 비드가 첨가됨으로 인해 C와 비교했을 때 hardness가 유의적으로 증가되었고 gumminess와 chewiness도 비슷하거나 다소 증가하는 것을 확인할 수 있음. BC는 오일이 첨가되지 않은 100% 물이기 때문에 비드 전체가 겔화되어 단단한 비드가 형성된 반면, EB는 40%의 오일을 함유하고 있어 오일은 겔화되지 않고 물만 겔화된 비드를 형성하기 때문에 BC에 비해 낮은 hardness를 나타냄.

표 55. 입자형 지방을 적용한 식물성 고기의 TPA 분석

Treatment	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
C	36.19±6.3 _{8^b}	0.04±0.05 ^{ab}	0.81±0.04 ^a	5.50±0.13 ^b	29.96±4.93 ^a _{5^b}	172.75±18.64 _{ab}
EC	36.82±7.1 _{2^b}	0.06±0.05 ^a	0.78±0.03 ^a	5.42±0.09 ^b	27.23±4.41 ^b	145.02±26.82 _{5^b}
E	25.68±4.3 _{0^c}	0.00±0.00 ^b	0.82±0.04 ^a	5.49±0.13 ^b	20.62±3.19 ^c	105.23±26.21 _{5^c}
BC	52.15±3.2 _{3^a}	0.01±0.04 ^b	0.71±0.08 ^b	5.52±0.12 ^b	33.95±4.36 ^a	187.65±24.78 _{5^a}
EB	48.55±3.4 _{6^a}	0.03±0.05 ^{ab}	0.60±0.08 ^c	6.34±1.37 ^a	29.80±2.55 ^a _{5^b}	187.04±52.49 _{5^a}

¹C: canola oil, ²EC: emulsion control, ³E: emulsion, ⁴BC: bead control, ⁵EB: emulsion bead

^{a-c} Means within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

(4) 결론

- 에멀전은 식물성 고기에서 보수력과 수분함량을 증가시켜 다즙감에 좋은 영향을 준다는 장점이 있으나 조리 과정 중에서 손실될 우려가 있고, 제품의 텍스처에 부정적인 영향을 줄 수 있음. 반면, 에멀전 비드는 조리시 에멀전보다는 수분을 손실할 수 있으나 보수력과 수분함량 증가에 효과적이며, 최종 제품에서 품질을 저하시키지 않음.
- 따라서 식물성 고기에 여러 지방 대체제를 적용하여 비교했을 때 에멀전 비드가 가장 효과적이라고 할 수 있음.

마. 적층 비분쇄형 조직물의 대체지방 적용 방안 확립: 마블링형 vs 지방조직형

○ 기존에 제공받은 Sigma OPR® (OPR) 제품을 이용한 조직형 지방 제조를 진행하기 위해 먼저 단순 혼합과 균질화 공정의 차이에 따른 지방의 특성을 분석하여 적합한 제조 방법 선정을 위한 실험을 진행함.

1) Sigma OPR®을 적용한 조직형 지방의 농도별 특성

(1) 실험 방법

1) 조직형 지방 제조 방법

○ 조직형 지방 제조는 OPR 혼합 농도에 따른 지방의 특성을 분석하기 위해 표 56과 같은 비율로 하여 초고속 균질기로 10,000 rpm에서 3분간 균질 후 페트리 디쉬 (60 × 15 mm)에 15 g 부어 성형 후 2시간 이상 굳힌 후 사용함.

표 56. 시료 혼합 비율

Treatment*	Water phase (%)	Oil phase (%)	
		Canola oil	OPR
A	75.00	23.75	1.25
B	75.00	22.50	2.50
C	75.00	21.25	3.75
D	75.00	20.00	5.00

* OPR concentration (A: 1.25%; B: 2.5%; C: 3.75%; D: 5.0%).

2) 특성 분석

① 점탄성 측정

제조 직후 겔화되기 전 시료를 로딩하여 시간에 따른 점탄성의 변화를 측정함. 측정 조건은 PP25-S probe를 사용하여 측정 높이 d=1 mm, strain=0.5%, angular frequency=10 rad/s로 측정함.

② TPA 분석

제조 후 상온에서 2시간 이상 겔화한 시료를 가로, 세로 1.5 cm, 높이 0.8 cm로 성형하여 TPA를 측정함. 측정 조건은 probe (TA40/1000)를 사용하여 30% deformation, trigger load 10 g, test speed 2.5 mm/s로 설정하여 측정함.

③ Syneresis 측정

제조된 시료를 4℃와 -18℃에서 24시간 저장 후 상온에서 전·후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출함.

$$\text{Syneresis (\%)} = \frac{\text{저장 전 시료 무게} - \text{저장 후 시료 무게}}{\text{저장 전 시료 무게}} \times 100$$

④ Cooking loss 측정

4℃와 -18℃에서 24시간 저장 후 시료를 사용하여 프라이팬에 앞, 뒤 각 3 min 간 총 6 min 조리 전·후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출함.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{조리 전 시료 무게} - \text{조리 후 시료 무게}}{\text{조리 전 시료 무게}} \times 100$$

(2) 실험결과

① 점탄성

○ 점탄성 결과로 확인한 겔 형성 시간은 그림 37에 나타내었으며 OPR 농도가 증가함에 따라 겔 형성 시간이 감소할 것으로 예상하였고 실제로 A: 22분, B: 11분, C: 6분, D: 2분대로 감소함. 겔 형성 시간이 감소함에 따라 지방을 성형할 시간이 부족해진다는 문제점이 발생했고 이는 산업체 적용 시 공정상에서도 문제가 될 가능성이 존재하기 때문에 3.75%, 5% 농도는 배제하고 그 이하로 사용하는 것이 적절하다고 판단됨.

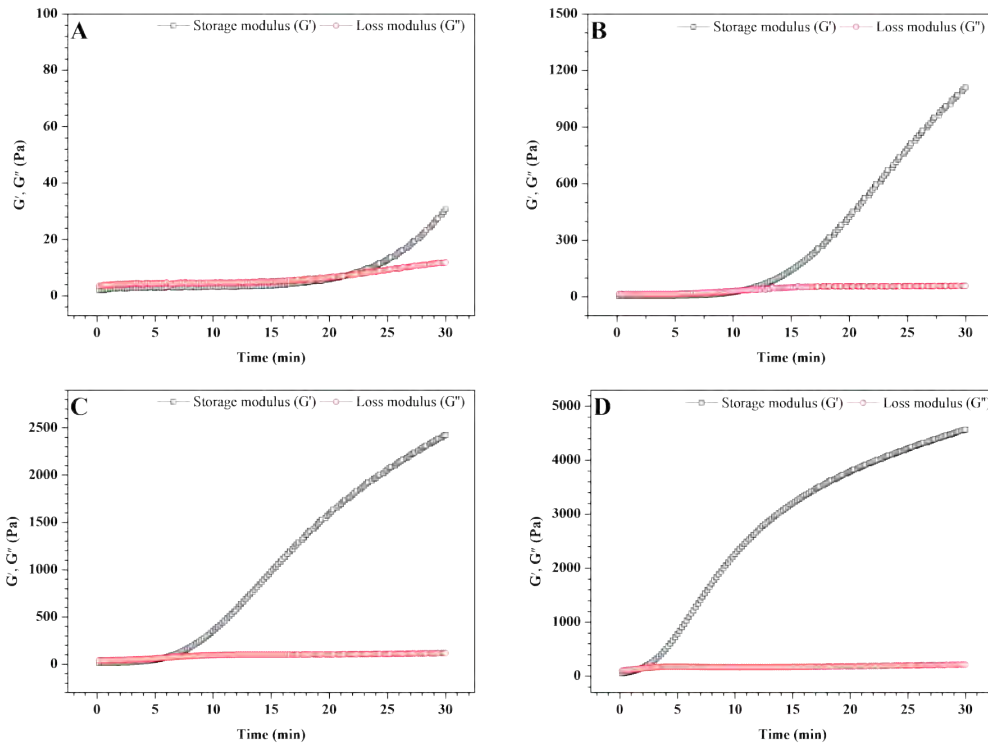


그림 37. OPR 혼합 농도(A: 1.25%; B: 2.5%; C: 3.75%; D: 5.0%)에 따른 조직형 지방의 겔화 시간.

② TPA 분석

○ OPR 혼합 농도에 따른 TPA 결과는 표 57에 제시됨. OPR 첨가 농도가 증가함에 따라서 hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness 값이 유의적으로 증가함. 이는 OPR 내부 성분이 조직을 더욱 단단한 겔이 되도록 작용하는 것으로 판단됨.

표 57. OPR을 적용한 조직형 지방의 OPR 혼합 농도에 따른 TPA 결과

Treatment*	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
A	3.60±0.48 ^d	0.30±0.06	0.13±0.01 ^d	1.13±0.10 ^c	0.46±0.12 ^d	0.54±0.16 ^d
B	19.17±2.30 ^c	0.31±0.15	0.28±0.05 ^c	3.43±0.15 ^b	5.04±0.93 ^c	21.23±6.64 ^c
C	35.65±15.83 ^b	0.20±0.11	0.37±0.09 ^b	3.42±0.29 ^b	13.21±6.62 ^b	52.49±18.67 ^b
D	52.35±8.97 ^a	0.26±0.08	0.50±0.06 ^a	3.73±0.08 ^a	26.53±3.45 ^a	97.87±12.20 ^a

* OPR concentration (A: 1.25%; B: 2.5%; C: 3.75%; D: 5.0%)

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($p < 0.05$).

③ 이화학적 분석 결과

○ 해당 결과는 표 58에 나타냄. OPR 첨가 농도가 증가함에 따라 냉동, 냉장 조건에서의 syneresis, cooking loss 양이 유의적으로 감소함. OPR 내부 성분에 의해 에멀전 안의 물이 겔화되면서 syneresis

와 cooking loss가 감소한 것으로 보임.

표 58. OPR을 적용한 조직형 지방의 OPR 혼합 농도에 따른 이화학적 분석

Treatment*	Syneresis (%)		Cooking loss (%)	
	4°C	-18°C	4°C	-18°C
A	4.79±0.43 ^a	13.74±0.99 ^a	22.40±1.03 ^a	47.24±4.96 ^a
B	1.57±0.56 ^b	4.62±0.01 ^b	19.63±0.80 ^{bc}	23.93±1.30 ^b
C	0.72±0.36 ^c	2.48±0.92 ^c	21.30±1.04 ^{ab}	26.23±1.55 ^b
D	0.50±0.29 ^c	1.84±0.36 ^c	20.69±0.86 ^c	24.20±2.61 ^b

* OPR concentration (A: 1.25%; B: 2.5%; C: 3.75%; D: 5.0%).

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($p < 0.05$).

Pork fat: 48.42±9.82 (cooking loss after storage at -18°C for 24 hours).

④ 외관과 맛

○ 실제 돼지고기 지방과 조리 후 외관을 비교했을 때(그림 38), 돼지고기는 지방조직 내에서 물과 기름 등이 빠져나가는 것이 확인되었고 이것이 관능적(시각, 맛 등)으로 긍정적이라고 판단됨. 반면에 제조된 OPR 지방을 섭취했을 때, OPR 농도가 높아질수록 실제 고기 지방과 같은 다즙성이나 기름 맛을 느끼기 어려웠고 오히려 텁텁하고 삶은 계란 흰자와 같은 식감을 나타냄.



그림 38. -18°C 냉동 후 조리 중인 돼지고기 지방과 OPR 2.5% 농도로 제조된 조직형 지방.

(4) 결론

○ 결과적으로 OPR 첨가 농도가 증가함에 따라 조직의 hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness 값이 증가하고 냉, 해동 시 loss의 양이 감소하는 것은 긍정적이나 겔화 시간의 급격한 감소와 cooking loss에서 나타나는 실제 돼지고기와의 차이를 고려했을 때 OPR 첨가 농도 1.25%, 2.5% 사이에서 적절한 농도를 선택하여 조직적인 특성을 보완하는 실험이 추가로 필요함. 이어서 같은 조건으로 OPR 농도를 1.25%에서 2.5% 사이로 세분화하여 재실험 진행함.

2) 다당류 종류별 조직형 지방의 특성

(1) 실험 방법

1) 조직형 지방 제조 방법

- OPR을 적용한 조직형 지방의 안정성 및 조직적인 특성을 보완하기 위해 겔화되는 특성 및 식품에 적용 시 안정한 다당류 4가지(k-carrageenan, methyl cellulose, inulin, xanthan gum)를 선정하여 첨가물 종류별 물성학적 특성 및 안정성 비교 실험을 진행함.
- 조직형 지방 제조는 마)-1과 같이 진행하고 다당류 종류에 따른 혼합 비율은 아래 표 59과 같음. 다당류의 첨가량은 0.5%로 동일하게 사용함.

표 59. 시료 혼합 비율

Abbreviation	Additives	Water phase (g)		Oil phase (g)		Total (g)
		Distilled water	Additives	Canola oil	OPR	
Cont 1	-	112.50	-	34.50	3.00	150.00
Cont 2	OPR	112.50	0.75	33.75	3.00	150.00
OKC	k-carragennan	111.75	0.75	34.50	3.00	150.00
OMC	Methyl cellulose	111.75	0.75	34.50	3.00	150.00
OIN	Inulin	111.75	0.75	34.50	3.00	150.00
OXG	Xanthan gum	111.75	0.75	34.50	3.00	150.00
Total (g)		112.50		37.50		150.00

2) 특성분석

① 점탄성 측정

① TPA 분석

② Syneresis 측정

③ Cooking loss 측정

② Emulsion stability 측정

- ① Emulsion 제조 직후, 15 g을 50 mL centrifuge tube에 넣고 각 시료를 water bath 80°C, 30 min 처리 후 2,500 rpm, 1 min 원심분리하고 삼출물 제거 후, 전·후 시료의 무게 차이를 백분율로 산출함.

(2) 실험결과

① 외관

○ 외관은 그림 39와 같으며 다당류 종류에 따른 유의적인 차이를 보이지 않음.

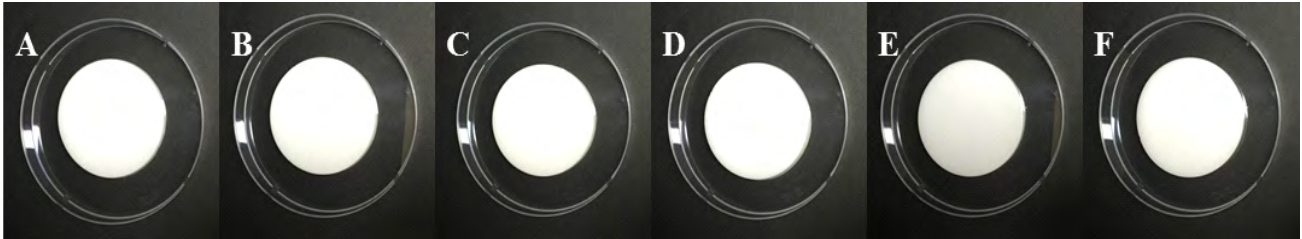


그림 39. 첨가물 종류에 따른 조직형 지방의 외관 사진.
(A: Cont 1; B: Cont 2; C: OKC; D: OMC; E: OIN; F: OXG).

② 점탄성

○ 결과는 그림 40에 나타냄. linear viscoelastic range (LVE) 결과에 따라 strain을 0.5%로 설정하여 측정함. 다당류를 첨가한 조직형 지방 모두 저장 탄성계수 (G')가 손실 탄성계수 (G'')보다 높은 값을 나타냄. Cont2가 가장 저장 탄성계수가 높게 나타났으며 OIN, OMC, Cont1, OKC 순서로 결과나 나타나지만 큰 차이는 보이지 않았음. 다당류의 첨가가 탄성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각됨.

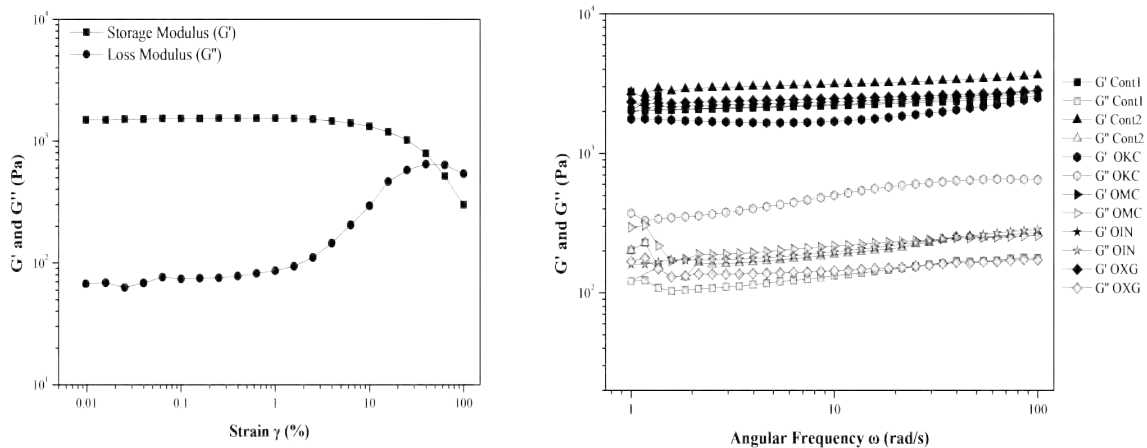


그림 40. linear viscoelastic range (LVE) γ 한계점과 각 진동수 (angular frequency)에 따른 저장 탄성률 G' 과 손실 탄성률 G'' .

③ TPA 분석

○ TPA 결과는 표 60에 나타냄. 초기에는 첨가물을 넣은 처리구 모두 Cont1, Cont2에 비해 hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness 값이 유의적으로 높았고 반면에 냉장, 냉동 처리 후에는 Cont2, OMC, OKC, OIN, Cont1, OXG 순서로 나타남. Cont1, 2를 제외했을 때 OMC가 유의적으로 높게 나타났으며 초기, 냉동, 냉장 조건에 변화 없이 값이 유지되는 경향이 나타남.

표 60. 다당류 첨가물 종류에 따른 조직형 지방의 TPA 결과

Treatment	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
<i>Initial</i>						
Cont1	9.55±0.53 ^d	0.28±0.12 ^d	0.10±0.01 ^d	1.95±0.60 ^{bc}	1.00±0.18 ^{bc}	1.62±0.33 ^e
Cont2	15.16±1.72 ^{cd}	0.24±0.07 ^d	0.11±0.02 ^d	1.57±0.31 ^c	1.69±0.35 ^c	2.98±1.42 ^d
OKC	35.10±2.12 ^a	0.44±0.13 ^{bc}	0.12±0.01 ^{cd}	2.74±0.13 ^a	4.23±0.56 ^a	11.34±2.13 ^b
OMC	18.56±0.76 ^b	0.80±0.23 ^a	0.19±0.02 ^a	2.99±0.46 ^a	3.42±0.51 ^a	10.40±2.72 ^c
OIN	35.94±4.14 ^a	0.33±0.05 ^{cd}	0.14±0.02 ^{bc}	2.23±0.32 ^b	5.04±1.23 ^b	11.50±4.17 ^a
OXG	19.08±0.88 ^b	0.53±0.11 ^b	0.16±0.02 ^{bc}	2.73±0.16 ^a	2.95±0.26 ^a	8.54±1.14 ^c
<i>Chilling storage (4°C)</i>						
Cont1	33.58±4.27 ^c	0.30±0.13 ^c	0.12±0.01 ^c	2.27±0.15 ^{cd}	4.12±0.60 ^d	9.64±2.21 ^{bc}
Cont2	52.92±1.58 ^a	0.28±0.13 ^c	0.19±0.02 ^b	2.76±0.09 ^b	10.12±1.33 ^a	27.48±4.96 ^a
OKC	38.57±2.35 ^b	0.45±0.08 ^b	0.13±0.01 ^c	2.66±0.66 ^{bc}	4.93±0.44 ^{cd}	13.06±2.84 ^b
OMC	36.60±2.01 ^b	0.91±0.11 ^a	0.24±0.02 ^a	3.20±0.10 ^a	8.88±1.13 ^b	28.40±3.92 ^a
OIN	39.52±2.09 ^b	0.45±0.11 ^b	0.14±0.02 ^c	2.17±0.28 ^b	5.43±1.00 ^c	11.94±3.43 ^b
OXG	21.90±2.29 ^d	0.50±0.19 ^b	0.14±0.02 ^c	2.48±0.48 ^{bc}	2.98±0.31 ^e	7.42±1.75 ^d
<i>Frozen storage (-18°C)</i>						
Cont1	27.46±4.92 ^c	0.34±0.12 ^b	0.13±0.01 ^c	2.47±0.07 ^{abc}	3.59±0.84 ^b	8.56±2.07 ^b
Cont2	45.45±3.81 ^a	0.34±0.16 ^b	0.17±0.05 ^b	2.54±0.29 ^{ab}	7.04±1.78 ^a	17.62±5.19 ^a
OKC	30.13±3.25 ^b	0.39±0.11 ^b	0.10±0.01 ^c	2.33±0.57 ^{bc}	3.06±0.39 ^b	7.28±2.47 ^b
OMC	35.33±5.44 ^b	0.57±0.27 ^a	0.21±0.07 ^a	2.82±0.13 ^a	7.69±3.08 ^a	22.43±9.82 ^a
OIN	29.87±6.56 ^b	0.25±0.14 ^b	0.12±0.02 ^c	2.02±0.48 ^c	3.28±0.31 ^b	7.04±1.89 ^b
OXG	23.29±6.23 ^d	0.38±0.14 ^b	0.11±0.03 ^c	2.15±0.60 ^{bc}	2.54±1.11 ^b	6.90±4.68 ^b

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within all columns ($p < 0.05$).

④ 이화학적 분석 결과

○ 결과는 표 61에 나타냄. Syneresis는 첨가물 종류에 관계 없이 Cont2보다 유의적으로 loss가 적었고 OXG가 가장 loss가 적게 나타났으며 OMC, OKC 순서로 감소하는 것을 확인할 수 있음. Cooking loss의 경우 OIN 제외하고 모두 control보다 유의적으로 loss가 적으며 OXG, OKC, OMC 순서로 감소함. Emulsion stability는 OMC, OXG가 다른 처리구들 보다 안정하다는 결과를 보여줌.

표 61. 다당류 첨가물 종류에 따른 조직형 지방의 이화학적 분석

Treatment	Syneresis (%)		Cooking loss (%)		Emulsion stability (%)
	4 °C	-18 °C	4 °C	-18 °C	
Cont1	4.78±0.24 ^b	6.86±0.55 ^a	9.46±0.63 ^a	7.16±0.30 ^a	3.36±0.53 ^a
Cont2	6.75±0.97 ^a	4.79±0.40 ^b	7.22±0.17 ^c	6.26±0.70 ^b	2.93±0.09 ^{ab}
OKC	4.72±0.45 ^b	4.55±0.73 ^b	6.58±0.11 ^d	5.23±0.19 ^c	3.12±0.10 ^{ab}
OMC	3.90±0.83 ^c	2.02±0.49 ^c	7.23±0.37 ^c	5.33±0.25 ^c	1.91±0.15 ^c
OIN	5.20±0.19 ^b	6.81±0.95 ^a	8.20±0.41 ^b	6.70±0.75 ^{ab}	3.22±0.21 ^{ab}
OXG	1.34±0.12 ^d	1.38±0.13 ^c	4.90±0.33 ^e	5.12±0.18 ^c	2.39±1.32 ^{bc}

^{a-d} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($p < 0.05$).

(4) 결론

○ 결과적으로, 다당류 첨가에 따라 control과 비교했을 때 물리적으로 큰 변화는 없으나 냉동, 냉장 처리 후 TPA 결과 값이 유의적으로 상승하며 OMC 처리구에서 syneresis, cooking loss, emulsion stability 값이 유의적으로 가장 안정적임. 따라서 OPR로 제조된 지방조직에 methyl cellulose를 첨가할 경우 냉

장, 냉동 조건에서 안정성을 유지할 수 있음을 확인함. 하지만 조직형 지방의 물성적인 측면을 보완하기 위한 emulsion gel 내부의 지지체가 필요할 것으로 판단됨. 또한 첨가물만으로 물성을 완벽하게 지방에 가깝게 모방하는 것에 한계가 있었음. 따라서 이후 실험에서는 다른 물리적인 방법을 활용하거나 OPR 이외의 소재를 탐색할 필요성이 있음.

바. 결론

- 육가공품 또는 식물성 고기에 동물 지방을 대체하여 식물성 오일을 사용할 때의 단점을 보완하기 위해 식물성 오일 기반 에멀전을 제조하고 에멀전을 고체 특성을 갖는 물질로 개발하는 연구를 수행함. 식물성 고기의 다즙성 및 식감 개선을 목적으로 알지네이트를 포함하는 에멀전을 이용한 입자형 지방 대체제를 제조하여 최적 조건 실험 및 적용한 제품의 특성을 분석함.
- 다즙성을 중점적으로 고려하였을 때 1% 알지네이트, 1% 피로인산나트륨, 1% Tween 80을 포함하는 에멀전을 2% 칼슘 용액으로 비드를 제조하는 것을 최적 조건으로 선정함. 피로인산나트륨은 비드의 겔화 속도를 조절하여 내부의 수분을 겔화되지 않은 액상으로 유지함과 동시에 비드의 다즙성을 더욱 증가시킬 수 있을 것으로 사료됨.
- 합성 유화제를 대체할 식물성 유화제로 레시틴과 SPI를 혼합하여 사용할 수 있으며, 레시틴과 SPI를 혼합한 유화제는 합성 유화제인 Tween 80보다 높은 제타 전위를 부여하며 안정한 에멀전을 제조할 수 있음. SPI의 비율보다 레시틴의 비율이 높을 때 입자크기가 감소되며, 입자 크기, 제타 전위 및 점도 등 에멀전 안정성에 영향을 미치는 여러 요인들을 복합적으로 고려할 때 1% Tween 80을 0.6% 레시틴과 0.4% SPI로 대체하여 사용하여 에멀전의 안정성을 유지할 수 있을 것으로 사료됨.
- 에멀전은 식물성 고기에서 보수력과 수분함량을 증가시켜 다즙감에 좋은 영향을 준다는 장점이 있으나 조리 과정 중에서 손실될 우려가 있고, 제품의 텍스처에 부정적인 영향을 줄 수 있음. 반면, 에멀전 비드는 조리시 보수력과 수분함량 증가에 효과적이며, 씹는 질감이 부족하고 hardness가 낮다는 식물성 고기의 문제점을 비드가 첨가됨으로써 최종 제품에서 품질을 개선할 수 있음.
- 따라서 식물성 고기에 여러 지방 대체제를 적용하여 비교했을 때 에멀전 비드가 가장 효과적이라고 할 수 있음. 결론적으로, 알지네이트를 이용한 에멀전 비드는 식물성 오일을 함유하고 있어 식물성 고기 내에서 지방대체제로서의 역할을 수행할 수 있으며, 질감과 다즙성 개선, 수분 손실을 감소시킨다는 점에서 식물성 고기의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 생각됨.
- 지방 조직형 대체지방은 OPR을 활용한 에멀전 겔 형태로 제조하여 제조 방법 및 최적 조건 실험을 진행함. 초고속 균질기로 제조하는 방법을 선택하여 더 단단한 조직감을 형성할 수 있고 냉동 조건에서 syneresis가 안정한 조직형 지방을 제조함. OPR 첨가 농도는 실제 돼지고기 지방과의 섭취 시 차이를 고려하여 2%로 선정하고 안정성 및 조직적인 특성을 보완하기 위해 다당류 및 단백질을 첨가하여 그 특성을 확인함.
- OPR을 적용한 조직형 지방에 0.5% methyl cellulose를 첨가했을 때 물리적으로 큰 변화는 없으나 냉동, 냉장 보관시 TPA 매개변수 값이 유의적으로 상승하며 syneresis, cooking loss, emulsion stability에서도 유의적으로 가장 안정성을 유지할 수 있음. 또한, gluten을 농도별로 지방조직에 첨가함에 따라 cohesiveness와 springiness가 유의적으로 증가하고 WHC 및 cooking loss를 감소시켜 내구성 향상을 위한 조직을 형성할 수 있을 것으로 판단됨. 하지만 OPR의 정확한 성분과 특성을 정확히 파악할 수 없었으며 첨가물만으로 물성을 완벽하게 지방에 가깝게 모방하는 것에 한계가 있어 이후 실험에서는 다른 물리적인 방법을 활용하거나 OPR 이외의 소재를 탐색할 필요성이 있음.

2.1.5. (5차 년도) 원료 활용을 위한 식물성 지방고기의 가공적성 평가

가. 식물성 식육 imitation의 원료 활용을 위한 가공적성 평가

1) 지방대체제 종류별 돼지고기 패티에서의 이화학적 및 관능 특성 평가

(1) 실험방법

1) 에멀전 및 에멀전 비드 제조

1%(w/w) 피로인산나트륨과 1%(w/w) Tween 80[®]을 증류수에 분산시켜 water phase를 제조함. Water phase와 카놀라유를 6:4 비율로 혼합하고 15,000 rpm에서 5분간 고속 균질하여 에멀전을 제조함. 1%(w/w) 알긴산나트륨, 1%(w/w) 피로인산나트륨, 1%(w/w) Tween 80[®]을 증류수에 분산시켜 water phase를 제조함. Water phase와 카놀라유를 6:4 비율로 혼합하고 15,000 rpm에서 5분간 고속 균질하여 에멀전 비드를 제조할 에멀전을 준비함. 다음으로 2%(w/w) 칼슘용액에 위의 제조한 에멀전을 한 방울씩 떨어뜨려 에멀전 비드를 제조하고, 20분간 반응한 후 건져 증류수로 2회 세척함.

2) 돈육 패티 제조

표 62을 참고하여 각각의 재료를 개량한 후 혼합 반죽기로 3분간 반죽함. 패티 반죽 80±1 g을 원형틀(지름: 90 mm, 높이:15 mm)로 성형하고 미리 예열된 180℃ 오븐에서 14분간 조리함. 상온에서 충분히 방냉한 후 분석 시료로 사용함.

표 62. 돈육 패티 구성 재료 및 함량

Treatments	Patty ingredients (g)				Additive ingredients (g)				
	Fresh meat	Pork fat	Sater	Salt	Sodium alginate	Sodium pyrophosphate	Tween 80 [®]	DW	Canola oil
C	74.0	20.0	5.0	1.0	-	-	-	-	-
O	74.0	20.0	5.0	1.0	-	-	-	-	10.0
EC	74.0	20.0	5.0	1.0	-	-	0.1	5.9	4.0
E	74.0	20.0	5.0	1.0	0.1	-	0.1	5.9	4.0
LF	74.0	20.0	5.0	1.0	-	-	-	-	-
BC	74.0	20.0	5.0	1.0	0.1	0.1	-	9.9	-
EB	74.0	20.0	5.0	1.0	0.1	0.1	0.1	5.9	4.0

C: control, O: oil, EC: composed with water, oil, and emulsifier, E: emulsion, LF: low fat, BC: bead control without emulsion, EB: alginate emulsion bead.

3) 특성분석

① 외관

돈육 패티의 외관은 시료를 검은색 판 중앙에 놓고 카메라(EOS 100D, Canon, Tokyo, Japan)를 이용하여 윗면과 단면을 측정함.

② 색도

돈육 패티의 색도는 표준 백색판(L*=96.06, a*=-0.38, b*=1.23)으로 보정된 색차계(CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정함.

③ 조리특성

돈육 패티를 80℃ 워터베스에서 30분간 조리 후 상온에서 방냉하여 조리 전과 후 무게를 측정하고 아래의 식을 이용하여 cooking loss를 계산함. 직경 및 두께 감소율은 조리 전 후 패티의 직경 및 두께를 측정하고 아래의 식을 이용하여 계산함.

- Cooking loss

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{조리 전 패티의 무게 (g)} - \text{조리 후 패티의 무게 (g)}}{\text{조리 후 패티의 무게 (g)}} \times 100$$

- 직경감소율

$$\text{직경감소율 (\%)} = \frac{\text{조리 전 패티의 직경 (cm)} - \text{조리 후 패티의 직경 (cm)}}{\text{조리 후 패티의 직경 (cm)}} \times 100$$

- 두께감소율

$$\text{두께감소율 (\%)} = \frac{\text{조리 전 패티의 두께 (cm)} - \text{조리 후 패티의 두께 (cm)}}{\text{조리 전 패티의 두께 (cm)}} \times 100$$

④ 보수력

돈육 패티의 보수력은 멸균 거즈가 들어있는 15 ml 튜브에 시료 1±1 g을 넣고, 원심분리기(LaboGane 1736R, CYROGEN, Daejeon, Korea)를 이용하여 4℃에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 한 후 원심분리 전과 후의 시료 무게를 측정하고, 아래의 식을 이용하여 계산함.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{\text{원심분리 후 시료의 무게 (g)}}{\text{원심분리 전 시료의 무게 (g)}} \times 100$$

⑤ 수분 및 지방 함량

돈육 패티의 수분함량은 AOAC 방법에 따라 105℃ 상압가열건조법을 이용하여 측정하였으며, 지방함량은 AOAC 방법에 따라 산분해법을 이용하여 측정함.

⑥ Texture profile analysis (TPA)

2 cycle test: TA4/1000 probe 사용, trigger load 10 g, 40% deformation, test speed 2.5 mm/s.

⑦ 관능검사

7점 척도법으로 표면 수분감(surface moisture), 단면의 밀집도(compactness), 씹힘성(chewiness), 다즙성(juiciness), 부드러움 정도(tenderness), 입에서 느껴지는 지방의 느낌(fat feeling) 및 삼킬 때의 거칠기(roughness)의 강도와 외관(appearance)과 전반적인 기호도(overall acceptance)를 포함한 기호도를 평가함.

(2) 실험결과

① 외관

- BC와 EB에 포함된 하이드로겔 비드와 에멀전 비드는 조리 과정에서 용해되거나 분해되지 않아 고온에서 안정한 지방대체제로 활용될 수 있을 것으로 사료됨.
- 조리 후 모든 처리구에서 조리 전에 비해 부피 변화가 발생하였으며, 액상 지방대체제가 첨가된 O, EC, E는 대조구에 비해 크게 수축된 반면, 비드가 첨가된 BC와 EB에서는 비교적 수축이 덜 일어난 것을 확인할 수 있음.

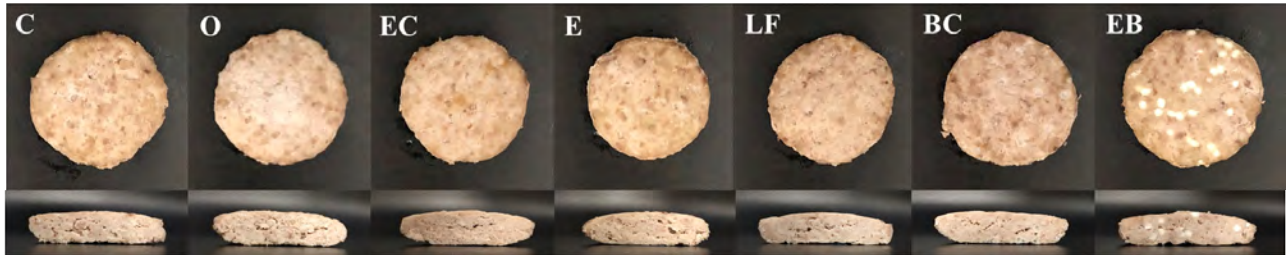


그림 40. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 외관 및 단면.

② 색도

- 식물성 유지를 첨가한 O, EC, E에서 대조구보다 모든 색상 변수가 증가하였으며, 동물성 지방의 droplet보다 식물성 유지의 droplet size가 작아 빛을 더 많이 반사하는 영향을 받은 것으로 사료됨.
- 대조구와 비교했을 때 LF, BC의 명도가 감소하였으며, 이는 패티 내의 지방함량이 감소된 영향인 것으로 사료됨. EB도 동일하게 동물성 지방의 함량이 감소되었으나 명도가 비교적 높은 것은 에멀전 비드의 흰색에 영향받은 결과인 것으로 사료됨.

표 63. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 색도

Treatments*	L*	a*	b*
C	43.88±2.43 ^a	8.14±1.68 ^c	5.61±0.88 ^b
O	44.80±2.46 ^a	9.57±1.04 ^{abc}	6.65±0.56 ^a
EC	44.59±2.25 ^a	9.73±0.38 ^{abc}	6.54±0.16 ^a
E	44.57±0.52 ^a	10.18±0.34 ^a	6.85±0.30 ^a
LF	39.33±0.45 ^b	8.42±0.42 ^{bc}	5.00±0.37 ^b
BC	41.86±0.84 ^b	8.11±0.58 ^b	5.11±0.45 ^b
EB	43.06±3.25 ^a	8.65±1.88 ^{bc}	5.50±0.84 ^b

^{a-c} Means with different superscripts in a column are significantly different ($p < 0.05$).

③ 조리특성

- 조리 수축은 돈육 패티의 조리 과정에서 발생하는 가장 중요한 물리적 품질 변화 중 하나로 여겨지며, 단백질의 변성, 지방 및 수분 방출의 영향을 받는 것으로 알려져 있음. 조리 과정 중 열에 의해 단백질이 변성되면서 네트워크가 수축하고, 이로 인해 물이 손실되고 지방이 녹아 제품 밖으로 유출되어 cooking loss가 발생함.
- 대조구와 비교했을 때 식물성 유지를 첨가한 O, EC, E의 직경 감소율이 유의적으로 증가하였으며, 이로 인해 액체의 특성을 갖는 식물성 유지가 조리 과정 중 외부로 유출되었음을 시사함.
- 반면 BC와 EB는 낮은 직경 감소율을 나타냈는데, 이는 그림 41에서도 관찰할 수 있듯이 비드가 단백질 네트워크 사이에 존재하며 조리 중 용해되지 않고 본래의 형태를 유지하였기 때문에 직경 감소를 방지한 결과인 것으로 사료됨.
- 대조구와 비교했을 때 식물성 유지를 첨가한 O, EC, E의 cooking loss는 유의적인 차이가 없었으며, LF, BC, EB에서는 cooking loss가 현저히 감소함. Cooking loss의 주요 원인이 조리과정에서 방출되는 수분과 기름의 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, LF, BC, BC는 비교적 수분과 기름을 적게 함유하기 때문에 수분 손실이 감소했을 것으로 사료됨.

표 64. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 직경 및 두께 감소율

Treatments*	Diameter reduction (%)	Thickness reduction (%)
C	7.78±1.43 ^d	20.07±1.16 ^{ab}
O	10.48±3.87 ^{bcd}	21.07±2.24 ^a
EC	13.04±2.06 ^{abc}	20.04±1.42 ^{ab}
E	17.97±6.07 ^a	20.14±2.41 ^{ab}
LF	15.49±2.49 ^{ab}	19.16±1.10 ^{ab}
BC	5.52±3.10 ^d	19.98±1.78 ^{ab}
EB	8.55±4.19 ^{cd}	18.05±0.96 ^b

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different ($p < 0.05$).

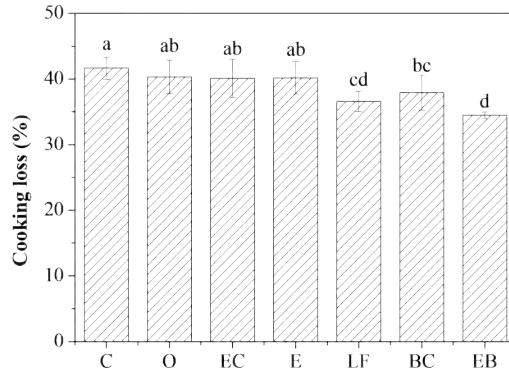


그림 41. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 cooking loss.

④ 보수력

- 보수력은 수분을 유지하는 고기의 능력으로 정의되며, 육류 에멀전의 안정성을 결정하는 가장 중요한 매개변수 중 하나임. Cooking loss의 차이는 보수력의 차이에서 기인할 수 있으며, 앞선 cooking loss의 결과와 유사하게 cooking loss가 낮았던 처리구에서 높은 보수력을 나타냄.
- 또한 보수력의 감소는 pH에 의해 영향받는 것으로 알려져 있는데, 많은 연구를 통해 패티에 식물성 유지로 동물성 지방을 대체하는 비율이 증가할수록 pH가 감소하여 이에 따라 보수력이 감소하는 경향이 보고되었음. 본 실험에서도 식물성 유지를 첨가함에 따라 pH가 변화하여 단백질 변성을 유발하고, 단백질과 수분 및 지방과의 결합이 약해져 분리된 결과인 것으로 사료됨.

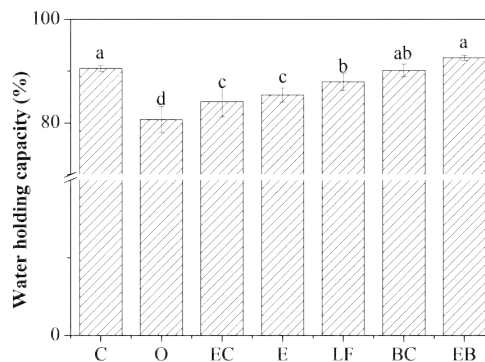


그림 42. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 보수력.

⑤ 수분 및 지방함량

- 대조구와 비교했을 때 O의 수분함량은 55.01%에서 52.63%로 감소했으며, 이는 돼지 등 지방은 17%의 수분을 포함하며, 카놀라유는 8.1%의 수분을 포함하기 때문에 동물성 지방과 식물성 유지 자체의 수분 함량 차이에서 기인한 결과인 것으로 사료됨.
- 반면 EC와 E의 수분함량은 각각 57.25%와 53.89%로 O보다 높았는데, 이는 제형에 물이 추가된 만큼 패티의 수분이 증가했기 때문임. 또한, 물과 유지를 유화한 후 첨가한 E가 EC보다 수분함량이 낮은 것으로 나타났음.

- 전반적으로 cooking loss가 낮았던 처리구는 패티 내 보유하고 있는 수분잉 양이 증가함에 따라 수분함량도 높은 경향을 나타냈으며, 수분 첨가량이 가장 많았던 BC의 수분함량이 가장 높았음.
- 식물성 유지를 첨가했을 때 지방함량이 증가하였으며, 육류 제품에 식물성 유지의 유화 능력이 높은 것을 시사함. 반면 돼지 등 지방 첨가 함량이 감소된 LF, BC는 대조구보다 지방 함량이 감소함.
- 첨가된 지방의 종류에 따라 수분 및 조지방 함량에서 차이가 발생하였으며, 동일한 유지를 사용하여도 유지의 함량 및 형태에 따른 유의적 차이가 발생함.

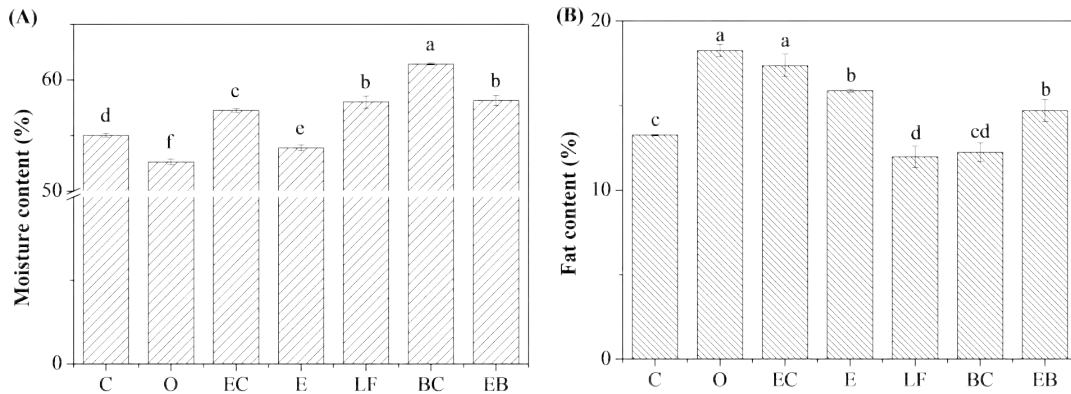


그림 43. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 수분함량(A) 및 지방함량(B).

⑥ Texture profile analysis (TPA)

- TPA 측정 결과 돼지 등 지방의 대체는 패티의 hardness, gumminess 및 chewiness에 영향을 미치는 것으로 나타남. 모든 처리구에서 대조구보다 hardness가 유의적으로 감소하였으며, 이에 따라 계산되는 gumminess와 chewiness도 함께 감소함.
- Hardness가 가장 많이 감소된 처리구는 EC로, 반죽에 물이 첨가되면서 hardness뿐만 아니라 springiness가 유의적으로 감소하였으며, 이에 따라 gumminess와 chewiness가 현저하게 감소됨.
- 비드가 첨가된 BC와 EB는 비드를 제외한 모든 구성 성분 비율이 동일했음에도 물성에 차이가 발생하였는데, 이는 BC의 하이드로겔 비드는 100% 수분으로 구성되어 조리 과정에서 내부까지 모두 겔화된 반면, 에멀전 비드는 수분과 유지가 혼합되어 있기 때문에 조리 시 유지는 겔화되지 않고 액체 상태로 보존되어 하이드로겔에 비해 비교적 단단하지 않은 결과인 것으로 사료됨.
- 돈육 패티에 식물성 지방대체제 첨가를 통해 기존 패티보다 부드러운 패티를 제조할 수 있을 것으로 사료됨.

표 65. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 기계적 특성

Treatments*	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
C	66.28±6.16 ^a	0.02±0.04 ^b	0.43±0.03 ^c	6.44±0.18 ^a	27.20±1.55 ^a	184.56±20.36 ^a
O	43.42±9.04 ^{bc}	0.03±0.05 ^b	0.47±0.02 ^b	6.19±0.22 ^{bc}	19.89±4.72 ^{bc}	127.76±29.75 ^b
EC	28.86±8.28 ^d	0.07±0.08 ^b	0.46±0.03 ^b	6.09±0.25 ^c	13.32±4.56 ^d	74.68±26.00 ^d
E	42.67±13.41 ^{bc}	0.02±0.04 ^b	0.54±0.02 ^a	6.32±0.29 ^{ab}	22.87±8.05 ^{ab}	138.74±46.17 ^b
LF	50.33±2.78 ^b	0.04±0.05 ^b	0.48±0.03 ^b	6.39±0.11 ^{ab}	23.96±1.99 ^{ab}	152.95±21.16 ^b
BC	49.87±6.27 ^b	0.05±0.05 ^b	0.40±0.04 ^d	6.25±0.18 ^{abc}	20.62±5.08 ^{bc}	130.60±25.08 ^b
EB	39.98±5.85 ^c	0.15±0.19 ^a	0.40±0.03 ^d	6.44±0.15 ^a	16.80±4.51 ^{cd}	101.22±13.17 ^c

^{a-c} Means with different superscripts in a column are significantly different (p<0.05).

⑦ 관능검사

- 7점 척도법으로 표면 수분감(surface moisture), 단면의 밀집도(compactness), 씹힘성(chewiness), 다즙성(juiciness), 부드러움 정도(tenderness), 입에서 느껴지는 지방의 느낌(fat feeling) 및 삼킬 때의 거칠기(roughness)의 강도와 외관(appearance)과 전반적인 기호도(overall acceptance)를 포함한 기호도를 평가함.

- 각 평가 항목의 강도 및 기호도 검사 결과 O는 씹힘성, 다즙성, 지방의 느낌, 부드러움에서 낮은 점수를 나타냈으며, 대조구에 비해 유의적으로 낮은 점수를 기록함.
- E는 씹힘성, 다즙성, 부드러움에서 O보다는 높은 점수를 받았으나 대조구보다는 낮은 점수를 기록하였으며, 식물성 유지를 첨가하여 제조한 저지방 패티의 전체적인 기호도가 대조구보다 대체로 낮은 경향을 보였다고 보고한 이전의 실험들과 유사한 경향인 것으로 나타남.
- 반면 EB는 씹힘성, 다즙성, 지방의 느낌, 부드러움에서 가장 높은 점수를 기록하며 전반적 기호도가 가장 높은 것으로 나타남.
- 일반적으로 다즙성은 육제품의 수분 손실 및 보수력과 밀접한 연관성이 있기 때문에, 높은 보수력은 지닌 EB에서 다즙성의 선호도가 높게 나타났을 것으로 사료됨.
- 따라서 본 실험에서 식물성 유지를 직접 사용했을 때보다 에멀전 형태로 첨가했을 때 기호도가 더 높았으며, 에멀전보다 에멀전 비드로 첨가했을 때 다즙성 및 전반적인 기호도가 높은 것으로 확인됨. 에멀전 비드는 저지방 돈육 패티에서 동물성 지방의 질감을 잘 모방하고 다즙성을 보완할 수 있는 지방 대체제로 사용될 수 있을 것으로 기대됨.

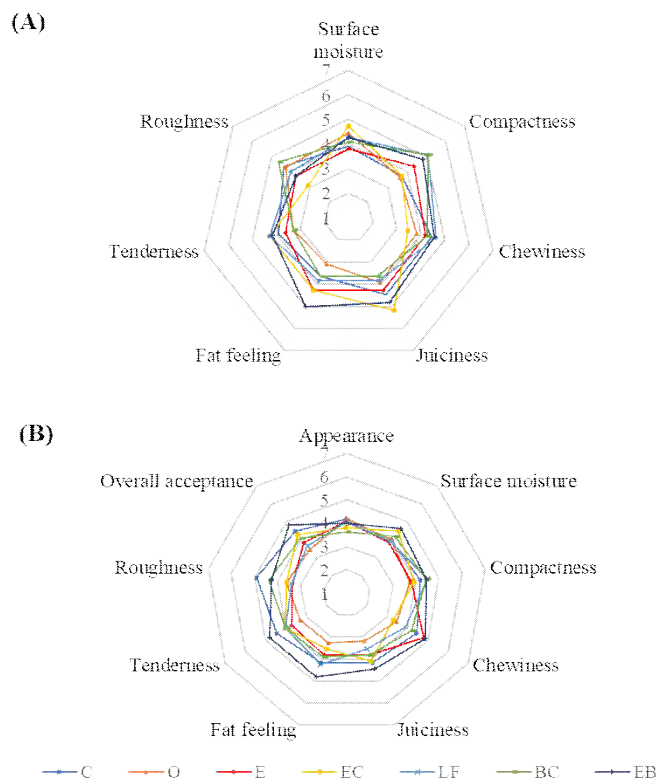


그림 44. 다양한 지방대체제가 첨가된 돈육 패티의 강도(A) 및 기호도(B) 관능 검사.

(3) 결론

- 식물성 유지 또는 에멀전은 액체 특성을 갖기 때문에 조리 과정 중 외부로 유출될 수 있으며, 이는 높은 cooking loss와 낮은 보수력에 영향을 미치며 최종 제품에서 다즙성을 저하시키는 문제점이 있음. 실험 결과, 식물성 유지 및 에멀전은 패티의 수축률을 증가시키며 수분 특성이 저하되는 것으로 나타남.
- 반면 에멀전 비드는 고온의 조리 조건에서도 용해되지 않아 비드 내부에 유지를 보유할 수 있으며, 조리 시 패티의 수축을 방지할 수 있는 것으로 확인됨. 또한 높은 수분 특성과 관능검사 결과 전반적으로 높은 기호도를 나타내며 새로운 지방 대체제로써 활용될 가능성을 확인함.

2) 지방대체제 종류별 소시지에서의 이화학적 및 관능 특성 평가

○ 기존 돼지고기 소시지가 다량 함유하는 동물성 지방의 함량을 줄이고 식물성 지방으로 대체하기 위해 돼지고기 지방과 에멀전, 에멀전 비드를 첨가하여 각 지방 대체제별 물리·화학적 특성을 평가하여 그 차이와 적용 가능성을 확인함.

(1) 실험 방법

1) 소시지 제조방법

① Treatment 제조

표 66의 배합비로 소시지에 첨가되는 지방대체제를 제조함(에멀전, 에멀전 비드 등). 본 지방대체제의 배합비율은 4차년도 연구에 기반하여 설정됨.

표 66. 식물성 지방 대체제의 배합비

Treatments	Alginate (%)	Tween 80 (%)	Tetrasodium pyrophosphate(%)	D.W (%)	Canola oil (%)	Total (%)
E	-	0.6	-	59.4	40.0	100.0
EB	0.6	0.6	0.6	58.2	40.0	100.0
BC	1.0	-	1.0	98.0	-	100.0

② 소시지 제조

표 67의 배합비로 소시지를 제조함. 배합 비율대로 재료를 넣고 믹서를 사용하여 10분간 혼합을 진행함. 이때 반죽의 온도가 4°C를 넘어서지 않도록 주의함. Bead가 들어간 처리구는 1분을 남기고 추가하여 1분 동안 혼합함. 혼합된 반죽을 소시지 메이커에 넣고 젤라틴 케이싱(2.8 mm)을 이용하여 각 처리구당 15 cm씩 3줄 성형하고, 향온수조 75°C에서 30분간 가열, 빙수 냉각 10 분 후, 4°C에 보관하여 실험에 사용함.

표 67. 식물성 지방 대체제를 포함한 소시지의 배합비

Samples	Meat	Pork fat	Water	Salt	Treatments	Total
C	320.0	100.0	70.0	10.0	-	500.0
LF	320.0	50.0	70.0	10.0	-	500.0
LO	320.0	50.0	70.0	10.0	50.0	500.0
LE	320.0	50.0	70.0	10.0	50.0	500.0
LF+BC	320.0	50.0	70.0	10.0	50.0	500.0
LF+EB	320.0	50.0	70.0	10.0	50.0	500.0

2) 특성 분석

① 색도 측정

색도계를 사용하여 색도를 측정함. CIE 명도 77.1, 적색도 2.1, 황색도 2.2의 백색판을 사용하여 색도를 측정함.

② Cooking loss 측정

반죽을 30 g씩 진공포장하여 75°C 향온수조에서 30분간 조리 후 상온에서 방냉하여 전과 후 무게차이를 측정함.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{조리 전 무게} - \text{조리 후 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

③ Liquid holding capacity 측정

시료를 1.5 g씩 멸균 거즈를 넣은 15 ml conical tube에 넣어 centrifuge 2,500 rpm, 10분, 25°C 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{Liquid holding capacity (\%)} = \frac{\text{원심분리 전 무게}}{\text{원심분리 후 무게}} \times 100$$

④ 수분함량 측정

105°C 드라이 오븐에서 24시간 건조 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{건조 후 무게}}{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{칭량병 무게}} \times 100$$

⑥ Texture profile analysis 측정

조리 후 방냉한 소시지의 케이싱을 제거하고 높이 2 cm, 직경 2.6 cm로 제형하여 TPA 분석함. Cylinder probe TA4/100(직경 38.1 mm) 사용, trigger load 10 g, test speed 2.5 mm/s, 50% deformation 조건으로 설정함.

⑦ Shear force

Blade를 사용하여, 시료(cylinder shape, 높이 20 mm, 지름 20 mm)를 5 g trigger force, 1 mm/s조건으로 8회 반복 측정 진행함.

⑧ Emulsion stability

소시지 반죽(batter)의 유화 안정성을 평가하기 위한 방법으로, 반죽 25 g을 50 mL conical tube에 담은 후, 3000 rpm에서 1분간 원심분리하고, 항온수조 70°C에서 30분간 가열함. 그 후, 4000 rpm에서 3분 원심 분리하고, 무게를 미리 측정한 수기에 빠져나온 액체를 담고 데시케이터에서 25°C로 냉각한 후, 105°C에서 16시간 건조를 진행함. 건조 전과 후의 무게를 측정하여 빠져나온 수분과 기름의 양을 계산함.

⑨ Rheological properties (frequency sweep, temperature sweep)

- Frequency sweep : 0.1-100 Hz, 10 pa (LVE), 4°C, 2 min
- Temperature sweep : 25-75°C, 1 Hz, 60 pa, gap 1.5-2.0 mm

⑩ Scanning electron microscope (SEM)

시료를 1 mm 두께로 성형한 뒤, 24시간 이상 동결하고, 동결건조하여 SEM 측정 시료를 제조함. 측정 조건은 15 kV, BSE detector, 200배율로 설정함.

(2) 실험결과

① Rheological properties

- (A) 소시지 반죽의 점탄성은 저장 탄성률(G')이 손실 탄성률(G'')보다 높아 고체 거동을 띄며, 진동수의 증가에 따라 탄성계수가 증가하는 경향성을 나타냄.
- (B) 온도가 증가함에 따라 저장 탄성률(G')이 급격하게 증가하는 경향을 보이며, 75°C에서 가장 저장 탄성률(G')이 높은 것은 LO, LEC, 그다음이 LF, LF+EB, LF+BC, C, LE로 나타남.

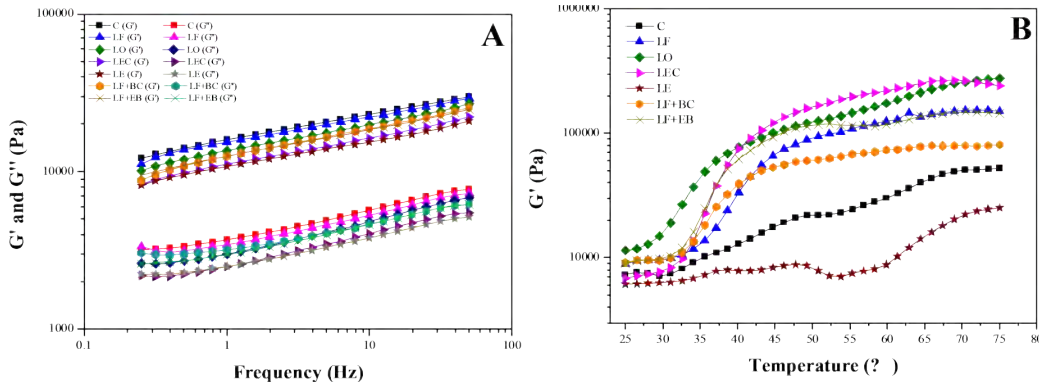


그림 45. (A) Frequency sweep test에서 저장 탄성률(G')과 손실 탄성률(G''). (B) 25–804°C 가열과정에서의 저장 탄성률(G')과 손실 탄성률(G'').

② 색도, pH

- LO, LEC의 밝기가 유의적으로 가장 높았으며, LE가 유의적으로 가장 낮고 황색도가 유의적으로 가장 높게 나타남.

표 68. 지방 대체제별 소시지의 pH와 색도

Treatments	pH	Color		
		L*	a*	b*
C	6.02±0.07 ^{bc}	66.31±0.87 ^{bc}	2.20±0.19 ^{ab}	7.85±0.46 ^b
LO	6.05±0.01 ^{bc}	70.01±1.80 ^a	2.23±0.72 ^{ab}	7.95±0.02 ^b
LEC	6.06±0.01 ^{ab}	70.44±1.49 ^a	2.12±0.36 ^{ab}	7.78±0.20 ^b
LE	6.01±0.00 ^c	65.66±2.13 ^c	2.09±0.19 ^{ab}	8.86±0.75 ^a
LF	6.05±0.01 ^{bc}	65.03±1.16 ^c	2.58±0.44 ^a	7.62±0.48 ^b
LF+BC	6.06±0.01 ^{ab}	66.83±0.94 ^{bc}	1.97±0.44 ^b	7.81±0.69 ^b
LF+EB	6.11±0.01 ^a	67.48±1.17 ^{bc}	2.32±0.25 ^{ab}	8.13±0.81 ^b

^{a-c} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($p < 0.05$). Formulations : C (20% pork back fat), LO (10% pork back fat and 10% canola oil), LEC (10% pork back fat, 6% water and 4% canola oil), LE (10% pork back fat and 10% o/w emulsion), LF (10% pork back fat), LF+BC (10% pork back fat and 10% alginate beads) and LF+EB (10% pork back fat and 10% emulsion beads).

③ Cooking loss (%), Emulsion stability (%), Liquid holding capacity (%)

- LO, LEC는 조리손실이 감소하고, 유화 안정성이 증가함. 특히, LO는 보유력이 가장 높은 것으로 나타남. LE는 조리손실이 유의적으로 가장 높고 유화 안정성이 유의적으로 가장 낮게 나타났으며, 다른 결과에서도 pH가 유의적으로 감소하며, 황색도가 증가하며, 미세구조에서도 큰 기공을 나타냄. 이와 같은 결과는 Tween® 80(유화제)의 HLB 값이 소시지의 원료로 사용되는 돼지고기의 Myofibril protein의 HLB 값보다 높아서 단백질-지질 상호작용을 방해함으로써 발생한 것으로 사료됨(Paglarini C. d. S. et al., 2019).
- LF+EB의 경우, 조리손실과 유화 안정성이 C과 가장 유사한 결과를 나타냄.

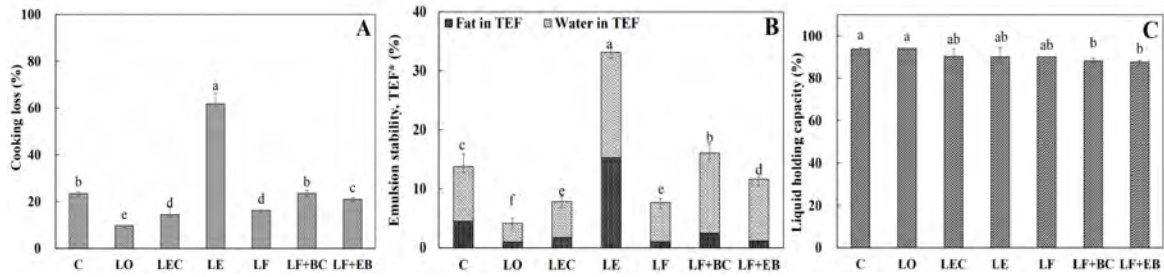


그림 46. 지방 대체제별 소시지의 조리손실(Cooking loss), 유화 안정성(Emulsion stability), 액체 보유력(Liquid holding capacity).

④ Texture profile analysis, shear force

○ LO, LEC (물이 첨가된 처리구)에서 C보다 높은 Hardness를 갖는 것으로 나타남. 온도 스위프 테스트 최종 점탄성결과에서와 동일한 경향을 보임. 그 다음으로, Bead를 함유한 처리구인 LF+BC와 LF+EB와 C과 유사한 결과를 나타냄.

표 69. 지방 대체제별 소시지의 TPA 특성 분석

Treatments	Texture profile analysis					
	Hardness (N)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mJ)
C	61.21±5.01 ^c	0.99±0.36	0.48±0.06 ^b	8.29±0.29 ^c	30.19±5.08 ^b	251.30±49.3 ^b
LO	67.47±6.90 ^b	1.20±0.54	0.55±0.04 ^a	8.53±0.16 ^{ab}	36.52±4.82 ^a	312.17±44.0 ^a
LEC	71.50±8.54 ^b	1.36±0.66	0.55±0.04 ^a	8.63±0.08 ^a	38.16±6.43 ^a	328.52±57.2 ^a
LE	24.83±2.75 ^c	0.87±0.65	0.50±0.02 ^{ab}	7.81±0.28 ^d	11.82±1.78 ^d	92.16±13.40 ^d
LF	78.13±3.83 ^a	1.47±0.71	0.52±0.07 ^{ab}	8.39±0.07 ^{bc}	39.51±5.62 ^a	332.98±49.00 ^a
LF+BC	52.34±5.25 ^d	0.82±0.52	0.51±0.04 ^{ab}	8.27±0.12 ^c	26.42±4.43 ^{bc}	217.78±39.20 ^{bc}
LF+EB	54.76±7.21 ^d	1.28±0.74	0.47±0.04 ^b	8.33±0.24 ^c	25.13±4.36 ^c	209.40±37.00 ^c

^{a-c} values followed by different superscripts are significantly different within the table ($p < 0.05$).

Formulations : C (20% pork back fat), LO (10% pork back fat and 10% canola oil), LEC (10% pork back fat, 6% water and 4% canola oil), LE (10% pork back fat and 10% o/w emulsion), LF (10% pork back fat), LF+BC (10% pork back fat and 10% alginate beads) and LF+EB (10% pork back fat and 10% emulsion beads).

⑤ 미세구조(SEM)

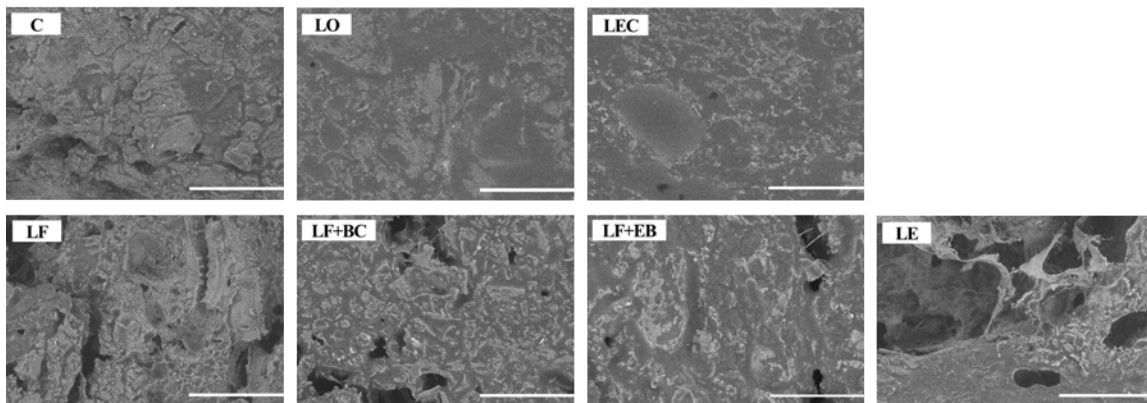


그림 47. 지방 대체제별 소시지의 미세구조.

(3) 결론

○ 결과적으로, 식물성 오일과 물을 첨가한 LO, LEC 처리구는 유화가 잘 일어나 탄성이 높고, 유화 안정성, 조리 시 수분 감소가 적게 일어남. 하지만 LE의 경우 오일과 물 그리고 유화제가 혼합되어 있음에도 불구하고 Tween® 80(유화제)의 영향으로 소시지의 유화에 작용하는 Myofibril protein과 경쟁적으로 작용하여 유화를 방해하고 pH, 색, 조리손실 등 이화학적 품질 특성을 저하하는 것으로 나타남. Emulsion

- 을 동물성 제품에 대체지방으로 사용할 경우, 유화제 사용에 있어서 HLB값에 유의하여 사용해야 함.
- LF+EB는 C과 비교하였을 때, Hardness를 제외한 모든 Texture 특성에서 유의적인 차이가 없었고, 조리손실, 유화 안정성에서 가장 유의적 차이가 적게 나타남. 따라서 유화형 육가공 제품인 소시지에 식물성 대체지방을 적용할 경우, 돼지 지방의 물성적인 특성을 유지하면서, 저지방의 건강적인 이점을 가진 소시지를 제조할 수 있는 것으로 사료됨.

3) 조직형 대체지방의 최적 조건 선정 및 적용 방안

- 곤약은 천연 고분자 소재로 다양한 식품에서 겔화제 및 점증제로 사용됨. 곤약은 글루코오스와 만노오스의 β-1,4 결합으로 이루어지며, 아세틸기를 약 5-10% 함유하고 있음. 곤약에 약 알칼리와 열을 가하면, 아세틸 그룹이 제거되어 제거된 부분의 소수성 상호작용이 증가하여 겔 강도가 증가하고 열에 안정한 특성을 가짐. 이러한 특성을 활용하여 조직형 대체 지방에 활용하기 위해 곤약의 탈 아세틸화를 진행하고 탈 아세틸화 정도에 따라 겔화 및 열 비가역적 특성을 조사함.
- 초기 저장 탄성률(G')과 가열 후 저장 탄성률(G')을 비교하였을 때 여전히 차이는 존재하지만 비가역적인 경향을 보이며, DD 20%대에서 유사한 결과, 가장 높은 탄성률을 갖는 등의 결과를 통해 탈 아세틸화 정도와 알칼리 첨가량을 DD 20%대로 고정하고 점증제 등의 혼합을 통해 탄성률 및 비가역성을 보완하는 방향으로 실험을 진행하려고 함.
- 곤약과 점증제를 모두 혼합한 용액과 식물성 유지를 유화하여 제조하였을 때 탄성 겔을 형성하고 재가열 과정에서 더욱 단단해지며 동물성 지방과 유사한 변화를 가지는 것으로 나타남. 따라서, emulsion gel 형태의 조직형 지방 제조에 대한 곤약과 메틸셀룰로오스의 최적 비율을 설정을 위한 실험을 진행함.

(1) 실험방법

1) 조직형 지방(Emulsion gel) 겔 제조

탈 아세틸화 된 곤약은 1% 용액으로 제조하여 2시간 이상 수화 후 사용하였다. 메틸셀룰로오스는 2.5% 용액으로 제조하여 2시간 이상 수화 후 사용함. 제조된 용액을 아래 배합비 표 70에 따라 2:8, 4:6, 5:5, 6:4, 8:2 비율로 혼합하고 카놀라 오일을 25% 첨가하여 고속 균질기(IKAT25, Digital ULTRA-TURRAX®, Staufen, Germany)를 이용하여 1,2000 rpm으로 3분 균질화함. 균질화를 진행한 에멀전 형태의 지방은 페트리 디쉬(가로 X 세로, 6 X 1.5 cm)에 15 g 붓고 80°C 항온 수조에서 30분간 가열한 후, 상온에 방치하여 12 시간 겔화 한 시료를 사용하여 분석함.

표 70. 조직형 지방(Emulsion gel) 겔 배합비율

Treatments	Composition (%)				
	Canola oil	1% deacetylated konjac solution		2.5% methylcellulose solution	
		D.W.	Deacetylated konjac	D.W.	Methylcellulose
2:8		14.850	0.150	58.500	1.500
4:6		29.700	0.300	43.875	1.125
5:5	25.000	37.125	0.375	36.563	0.938
6:4		44.550	0.450	29.250	0.750
8:2		59.400	0.600	14.625	0.375

2) 조직형 지방과 식물성 고기 접합 시료 제조

TG 효소는 아지노모토사의 TG Activa-B 제품(효소단위, 60 unit/g)을 사용함. Textured vegetable protein (TVP)을 2시간 수화시킨 후 1,140 rpm 식품 탈수기에서 5분간 탈수함. 다음으로 제조된 조직형 지방과 TVP 사이에 TG를 적용하고 50°C에 30분 방치하여 효소 반응 시킨 후, 시료의 접합 여부, 외관 등을 확인함.

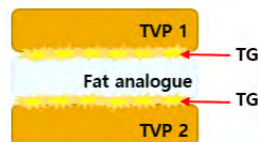


그림 48. TVP와 조직형 지방 접합 예시

3) 특성분석

① 외관

외관은 겔화한 시료를 가로 X 세로 X 높이, 1.5 cm X 1.5 cm X 0.5 cm로 성형하고 윗면과 측면을 각각 측정함.

② Rheological properties (temperature sweep, frequency sweep test)

레오미터(MCR 302, Anton Paar, Austria)를 이용하여 가열 전, 시료를 20°C에서 80°C까지 가열하고 다시 80°C에서 20°C로 냉각하고 재 가열(20°C - 80°C) 했을 때의 점탄성 변화를 측정함. 조건은 다음과 같음.

Temperature sweep : PP25 probe, 20-80-20-80°C (3 °C/min), Strain 1%, 1 Hz, gap 1.0 mm

Frequency sweep testsms 80°C로 가열된 시료를 strain 1%, 1 mm gap으로 하여 주파수 변화 (0.01-10 Hz)를 주어 점탄성을 측정함.

③ 겔 강도와 점착성

상온(25°C)에서의 조직 강도와 점착성은 시료를 블록 형태(가로 X 세로 X 높이, 1.5 cm X 1.5 cm X 5 cm)로 제형하고 Textrue profile analyzer(CT3, Brookfield engineering Labs Inc., USA)를 사용하여 분석함. 분석 조건은 deformation 10%, trigger load 2 g, test speed 1.0 mm/s, probe (TA4/1000)으로 각 시료는 8회 반복 측정함.

고온(80°C)에서 가열된 시료의 조직 강도는 시료를 실린더 형태(직경 X 높이, 1 cm X 5 cm)로 제형하고 30분 동안 항온수조에 가열한 직후 Puncture test를 진행함. 조건은 deformation 30%, trigger load 5 g, test speed 1.0 mm/s, probe (TA44)으로 8회 반복 측정함.

④ Liquid holding capacity, LHC

시료 1.5 g을 멤브레인을 동반하는 원심분리 전용 튜브에 넣은 후, 원심분리기(LaboGene 1736R, GYROGEN, Daejeon, Korea)를 이용하여 5,000 g에서 20분간 원심분리 한다. 보수력은 원심분리 전과 후의 튜브 내 시료의 무게차를 이용하여 계산함.

(3) 실험결과

① 외관

○ 모방 지방의 외관은 그림 49과 같음. 곤약 첨가 비율이 증가할수록(5:5, 6:4, 8:2) 지방 형태 유지가 잘 되고 표면 점착성이 줄어드는 것을 확인할 수 있음.

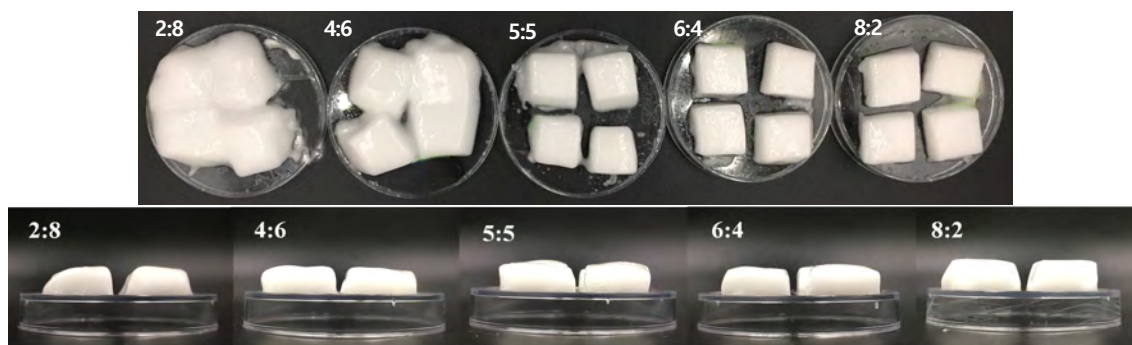


그림 49. 조직형 모방 지방(Emulsion gel)의 윗면, 측면 외관 사진

② Rheological properties (temperature sweep)

○ 탈 아세틸화 곤약과 메틸셀룰로오스의 혼합 비율을 달리하여 제조한 에멀전 단계의 시료의 온도에 따른 점탄성 변화를 측정한 결과를 그림 50. 에 나타냄. 온도 변화는 각각 가열(20-80°C), 냉각(80-20°C), 재가열(20-80°C) 과정으로 측정함. 첫 번째 가열 과정에서 졸 상태에 가까운 시료가 온도가 증가함에 따라 50-60°C 부근에서 저장 탄성률(G') 값이 급격하게 증가하며 겔화되는 것을 확인하였으며, 메틸셀룰로오스 첨가 비율이 높을수록 저장 탄성률(G') 값이 높게 나타남.

- 냉각 과정에서는 40-30°C 부근에서 저장 탄성률의 감소가 일어나지만 그 변화가 크지 않았음. 재가열 과정에서는 첫 번째 가열에서 보다 저장 탄성률(G') 값이 최대 20배 이상 증가함. 모든 혼합비율에서 가열 후 냉각에서 겔 형태가 졸 상태로 돌아가지 않았으며, 재가열시 더욱 단단한 겔을 형성하는 비가역적인 특성을 확인함.

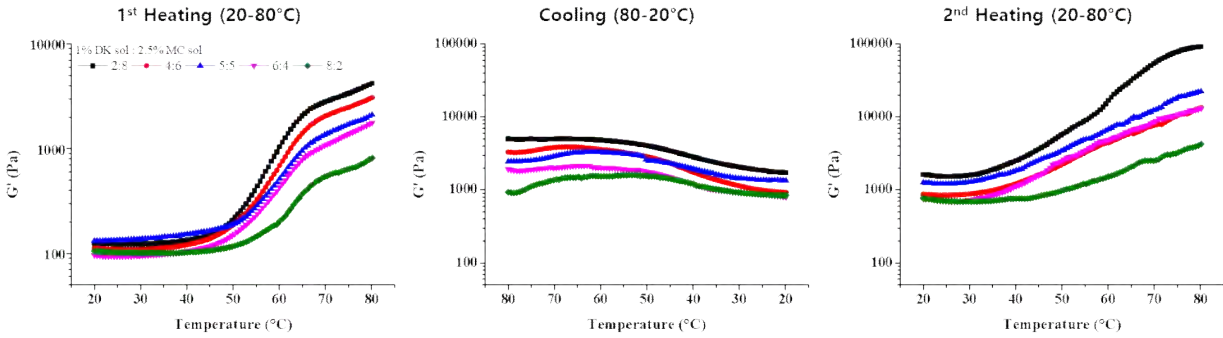


그림 50. 조직형 지방(emulsion gel)의 온도 조건에 따른 저장 탄성률(G') 변화.

③ Rheological properties (frequency sweep test)

- 육류 모방 지방의 재가열(20-80°C) 후, 겔의 안정성을 확인하기 위해 진동수(0.01-10 Hz)에 따른 점탄성 변화를 확인함. 모든 혼합 비율은 측정된 진동수 범위에서 $G' > G''$ 인 것으로 나타나 80°C에서 겔의 형태를 유지하는 것을 확인함.
- 진동수가 증가함에 따라 점탄성이 일정하게 유지되는 것은 겔의 안정성을 의미하는 것으로 6:4, 5:5 비율을 제외하고 높은 주파수 범위(5-10 Hz)에서 저장 탄성률(G')이 증가하며 변형되는 특징이 나타나 6:4, 5:5 비율이 가장 안정성이 높은 것으로 확인됨.

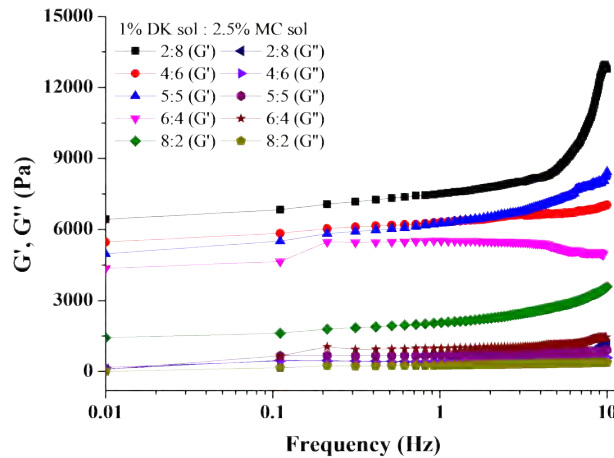


그림 51. 조직형 지방(emulsion gel)의 frequency에 따른 점탄성의 변화.

④ Gel strength (hardness)

- 다양한 비율의 육류 모방 지방의 온도별 (a) 25°C, (b) 80°C 조직 강도를 그림 51에서 확인할 수 있음. 상온 (a)에서 육류 모방 지방의 조직 강도는 탈 아세틸화 곤약의 첨가 비율이 6:4 비율까지 증가하다 감소하는 경향을 나타냄.
- 반면에 가열 직후 80°C (b)에서의 조직 강도는 메틸셀룰로오스 첨가 비율이 증가할수록 높게 나타났으며, 이는 가열에 따른 저장 탄성률 변화 결과와 동일한 경향을 보임. 메틸셀룰로오스가 가열 과정에서 조직의 탄성과 강도를 높이는 겔화제로 작용하였으며, 이 과정에서 곤약은 낮은 온도 조건에서 겔의 형태 유지와 조직 강도에 영향을 주어 비가역적인 형태를 유지할 수 있는 겔화제로 작용한 것으로 사료됨.

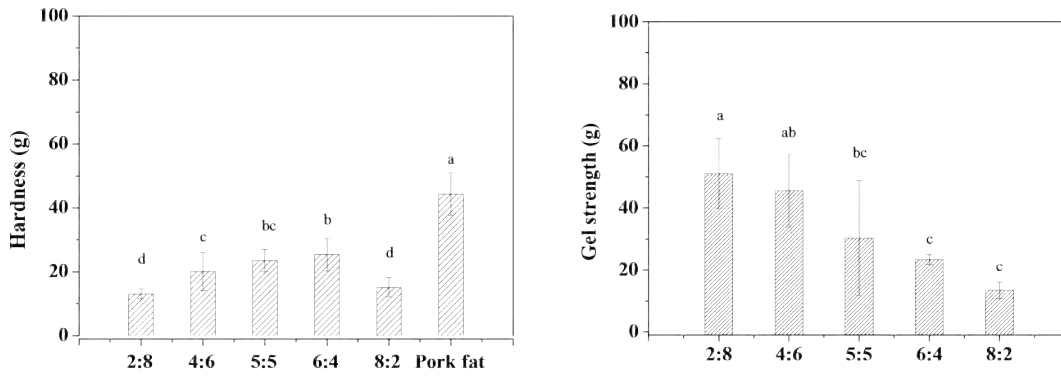


그림 52. 조직형 지방(emulsion gel)의 온도별(25°C, 80°C) 조직 강도.

⑤ 점착성

○ 상온(25°C)에서 점착성 결과는 그림 53에 나타내었다. 육류 모방 지방의 점착성은 탈 아세틸화 곤약의 첨가 비율이 증가할수록 감소한다. 이는 그림 53 외관에서 탈 아세틸화 곤약 첨가 비율이 낮은 2:8과 4:6 시료가 서로 점착하고 무너지는 모습으로 나타났으며 탈 아세틸화 곤약의 첨가 비율이 형태 유지와 제형이 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

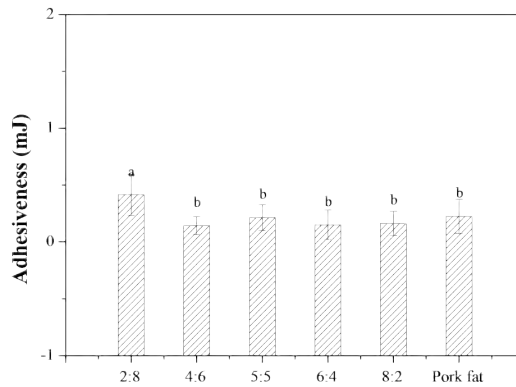


그림 53. 조직형 지방(emulsion gel)의 점착성 (25°C)

⑥ Liquid holding capacity, LHC

○ 육류 모방 지방의 보수력은 그림 54에 나타내었다. 대부분 99% 이상으로 높게 나타남. 그중에서도 탈 아세틸화 곤약 첨가 비율이 높은 6:4, 8:2에서 유의적으로 높은 보수력을 가지는 것으로 확인됨. 육류에서 보수력은 식육이 수분을 유지하려는 성질을 의미하고 이는 맛과 수분 손실 등 품질에 영향을 미치는 중요한 지표임. 이에 따라, 제조된 육류 모방 지방의 높은 보수력은 육류의 수분을 유지하려는 특성을 모방하며 관능적으로 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사함.

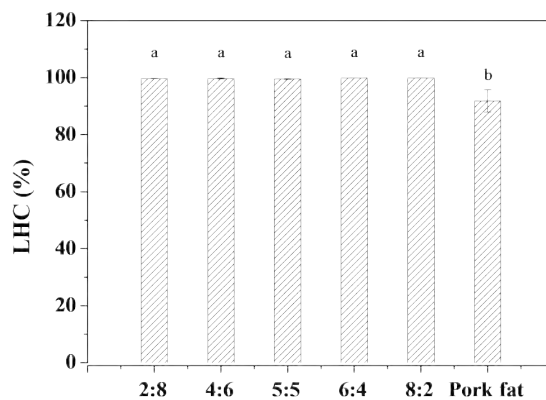


그림 54. 조직형 지방(emulsion gel)의 보수력

① TVP와 조직형 지방 접합

- TG효소의 사용으로 단백질 조직과 지방 조직간의 접합 가능성을 확인함.
- 그림 55(b)에서 가열시에도 접합이 유지되며 형태를 유지하는 것을 확인함.

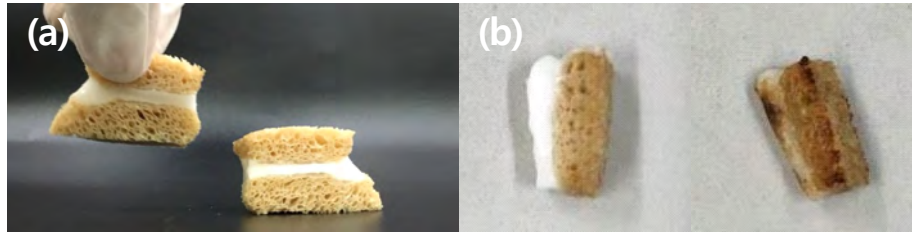


그림 55. 적층 비분쇄형 모방 조직.

(a) 식물성 단백질 조직과 모방 지방의 접합 형태와 (b) 돼지고기 모방 조직의 가열 전, 후 외관 사진.

(3) 결론

- 본 실험에서는 식물성 소재인 곤약을 알칼리화를 통해 저온, 고온에서의 열적 안정성을 높이고 메틸셀룰로오스와 최적 비율 확인을 통해 Emulsion gel 형태의 조직형 지방을 제조함. 탈 아세틸화 곤약과 메틸셀룰로오스 비율에 따라 육류 모방을 제조하여 그 특성을 확인한 결과, 메틸셀룰로오스 첨가 비율이 높을수록 가열 조건에서 저장 탄성계수가 증가하며, 조직 강도가 높아짐. 반면에 탈 아세틸화 첨가 비율이 높을수록 저온에서 조직 강도가 높아지고 점착성이 감소하며 안정한 조직 형태를 유지하는 것을 확인함. 고온에서 주파수에 따라 점탄성이 일정하게 유지되며, 저온에서 조직강도, 보수력이 유의적으로 가장 높았던 6:4를 최적 비율로 선정함.
- 결과적으로, 구조화된 고체 형태의 모방 지방을 개발함에 따라, 기존 분쇄형 대체육 뿐만 아니라 비분쇄 형태의 대체육 개발 및 적용 가능성을 확인함.

나. 재구성 제품 원료로서 적용 가능성 평가

1) 지방대체제로서 에멀전이 첨가된 식물성 고기의 장기 저장시 유화 및 미생물 안정성 평가

○ 4차년도 결과 보완 요구사항 중, 대체 지방 에멀전 제조 시 사용되는 수분에 대한 미생물 안정성 및 유화 안정성 등이 고려되어야 함을 토대로 지방 대체제로서 식물성 기반 에멀전이 첨가된 식물성 고기의 냉동(-18°C) 및 급속 냉동(-60°C)으로 장기간 보관할 시 미생물 안정성과 저장 기간 및 온도에 따른 물리·화학적 평가를 진행함.

(1) 실험방법

1) 식물성 고기 제조방법

① Treatment 제조

표 71의 배합비로 식물성 고기에 첨가되는 지방대체제를 제조함(에멀전). 본 지방대체제의 배합비율은 4차년도 연구에 기반하여 설정됨.

표 71. 식물성 고기의 배합비(%)

Treatments	Meat analogue ingredients (%)			Fat replacer ingredients (%)		
	TVP	SPI	Binder	DW	Canola oil	Tween®80
O	74.67	3.00	2.33	-	20.00	-
EC	74.67	3.00	2.33	11.88	8.00	0.12
E	74.67	3.00	2.33	11.88	8.00	0.12

2) 식물성 고기 저장방법

시료를 진공포장하고 -18°C, -60°C 냉동고에 각각 6개월간 저장함.

(2) 특성분석

① 외관 측정

시료의 외관은 검은색 판 중앙에 놓고 카메라(EOS 100D, Canon, Tokyo, Japan)를 이용하여 윗면을 측정함.

② 색도 측정

색도계를 사용하여 색도를 측정함. CIE 명도 77.1, 적색도 2.1, 황색도 2.2의 백색판을 사용하여 색도를 측정함.

③ Drip loss (%)

진공포장 상태로 냉동 저장된 식물성 고기를 상온에서 해동하여 전과 후 무게 차이를 측정함.

$$Drip\ loss\ (\%) = \frac{\text{냉동저장 전 무게} - \text{냉동저장 후 무게}}{\text{냉동저장 전 무게}} \times 100$$

④ 보수력 (%)

1 g씩 제형된 시료를 멸균 거즈를 넣은 15 ml conical tube에 넣어 centrifuge 3,000 rpm, 10분, 4°C 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{보수력} (\%) = \frac{\text{원심분리 전 무게}}{\text{원심분리 후 무게}} \times 100$$

⑤ 수분함량 (%)

105°C 드라이 오븐에서 24시간 건조 후 전과 후 무게 차이로 측정함.

$$\text{수분함량} (\%) = \frac{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{건조 후 무게}}{\text{시료 및 칭량병 무게} - \text{칭량병 무게}} \times 100$$

⑥ Texture profile analysis

Sample: Bolock type 가로×세로×높이, 2.0 cm×2.0 cm×1.0 cm

Condition: TA4/1000 probe 사용, trigger load 10 g, 50% deformation, test speed 2.5 mm/s

⑦ 미세구조(SEM)

시료를 1 mm 두께로 성형한 뒤, 24시간 이상 동결건조하여 SEM 측정 시료를 제조함. 측정 조건은 15 kV, BSE detector, 200배율과 500배율로 설정하여 각각 최소 10회 이상씩 측정함.

⑧ VBN

50 ml conical tube에 조각난 시료 4g과 DW 20 mL를 넣고 30sec동안 vortexing한 후 필터에 거름. 걸러서 내려진 용액을 취하여 sample을 제조함. Sample 1 mL와 50% K₂CO₃ 1 mL을 conway의 외실에 넣고, 내실에는 황산 1 mL가한 후 25℃에서 1시간 정치함. 정치한 후 brunswik용액을 10 µl씩 내실에 넣고 0.01N NaOH를 적정하며 값을 구함.

⑨ TBARS

시료 0.5 mL과 미리 제조된 TBA 시약 4.5 mL을 넣고 vortexing 후, 94.5℃ 항온수조에서 15분 반응하고 15분 방냉 후 원심분리하여 UV spectrophotometer ()을 이용하여 UV 535 nm 조건에서 측정함.

⑩ 미생물 (일반세균)

식품공전 고시 제 2021-97호의 표준평판법을 사용하여 정량시험을 실시함.

⑪ 미생물 (대장균)

식품공전 고시 제 2021-97호의 대장균 건조 필름법을 사용하여 정량시험을 실시함.

(2) 실험결과

① 외관

- 저장 기간 및 저장 온도에 따른 식물성 고기의 외관은 아래 표 72와 같음. 각 처리구간 외관은 큰 차이가 없으며, 기간에 따라서는 냉동 저장 중, 삼투압 등에 의한 수분의 외부로의 이동 또는 해동 시 영향 등으로 인해 외관 색상이 연해지고 밝아지는 경향이 파악됨. 또한 일부 표면이 수축하고 찌그라드는 모습도 보임. 이러한 외관의 변화는 색도에서 수치적으로 확인할 수 있음.
- 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 72. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 외관

Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
		0	0.5	1	3	6
-18	O					
	EC					
	E					

Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
		0	0.5	1	3	6
-60	O					
	EC					
	E					

② 색도 (Color)

○ 색도에서는 외관에서 나타난 경향을 확인할 수 있었음 (표 73). 처리구간에서는 유의적인 차이가 거의 나타나지 않았으며, 저장 기간에 따른 변화는 밝기에서 0일차 시료에 비해 모든 기간에서 밝기가 유의적으로 증가한 것을 확인할 수 있음. 황색도에서는 EC가 저장 기간에 따라 다른 처리구(O, E)에 비해 유의적으로 감소하는 경향을 나타냄.

○ 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 73. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18° C, -60° C)에 따른 식물성 고기의 색도

Storage temperature (°C)	Color	Treatments*	Storage (month)				
			0	0.5	1	3	6
-18	Lightness (L*)	O	48.47±1.23 ^D	63.58±4.62 ^{aA}	63.86±1.05 ^A	58.72±0.86 ^{aB}	56.11±1.52 ^C
		EC	48.74±1.28 ^C	56.82±1.84 ^{bAB}	53.33±2.20 ^B	58.10±0.53 ^{abA}	56.34±1.85 ^{AB}
		E	48.62±2.02 ^D	65.72±3.48 ^{aA}	64.49±1.83 ^A	57.38±1.54 ^{bB}	55.44±0.95 ^C
	Redness (a*)	O	5.50±0.40 ^{ab}	5.82±0.12 ^b	7.73±0.79 ^{aA}	5.12±1.97 ^B	3.89±0.14 ^{abC}
		EC	5.19±0.33 ^{bA}	3.82±0.49 ^{bB}	5.24±1.65 ^{bA}	5.63±2.12 ^A	3.82±0.22 ^{bB}
		E	5.56±0.12 ^{ab}	5.82±0.08 ^b	7.68±0.46 ^{aA}	4.56±1.28 ^C	4.08±0.24 ^{aC}
	Yellowness (b*)	O	17.02±0.36 ^{BC}	17.71±0.18 ^{aA}	17.64±1.42 ^{AB}	16.73±0.73 ^C	17.32±0.10 ^{aAB}
		EC	17.52±0.87 ^A	16.33±0.69 ^{cB}	16.75±0.74 ^B	16.41±0.71 ^B	16.61±0.45 ^{bB}
		E	17.40±0.92 ^{AB}	17.74±0.15 ^{bAB}	17.88±1.32 ^A	17.08±0.97 ^B	17.16±0.27 ^{aAB}
-60	Lightness (L*)	O	48.47±1.23 ^C	58.98±3.61 ^{bA}	56.58±2.83 ^B	56.16±2.40 ^B	56.72±2.57 ^{aB}
		EC	48.74±1.28 ^D	56.46±2.27 ^{bC}	58.79±0.37 ^A	55.99±0.74 ^B	53.31±1.93 ^{bC}
		E	48.62±2.02 ^D	64.04±4.69 ^{aA}	57.09±2.84 ^B	55.26±3.27 ^{BC}	54.26±0.60 ^{bC}
	Redness (a*)	O	5.50±0.40 ^{ab}	5.92±0.15 ^{aA}	3.49±0.35 ^E	4.48±0.86 ^{aC}	4.01±0.26 ^{bD}
		EC	5.19±0.33 ^{bA}	3.61±0.45 ^{bC}	3.60±0.16 ^C	3.50±0.13 ^{bC}	4.59±0.71 ^{aB}
		E	5.56±0.12 ^{aA}	5.84±0.12 ^{aA}	3.24±0.37 ^C	4.48±0.84 ^{aB}	4.66±0.24 ^{aB}
	Yellowness (b*)	O	17.02±0.36 ^B	17.84±0.24 ^{aA}	15.98±0.66 ^C	16.52±1.05 ^{aB}	17.06±0.63 ^{bB}
		EC	17.52±0.87 ^A	16.28±1.20 ^{bB}	16.12±0.48 ^B	15.54±0.35 ^{bB}	17.61±0.69 ^{abA}
		E	17.40±0.92 ^{AB}	17.77±0.18 ^{aAB}	15.74±0.85 ^C	17.13±1.09 ^{aB}	17.83±0.60 ^A

^{a-c}Means within a column with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{A-E}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

③ Drip loss (%)

- 해동 후, 시료에서 빠져나온 드립 감소율을 확인함(표 74). 처리구간에서 유의적 차이는 나타나지 않음.
- 기간에 따라서도 통계적인 차이는 나타나지 않았으나, 수치적으로 -18°C에서 저장된 시료는 14일차 저장 시료와 비교하였을 때 증가하는 경향을 나타냄. -60°C에서 저장된 시료는 O 처리구를 제외하고 수치적으로 증가하는 경향을 나타냄.
- 온도에 따라 비교하였을 때, -18°C에서 저장한 EC와 E 시료는 각각 1개월, 3개월까지 증가하고 감소하는 경향이 나타나 -60°C에서 저장한 시료가 비교적 수치가 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있음. 이러한 차이는 저장 온도가 높을수록 초기 어는점 등의 차이로 인해 상대적으로 큰 얼음 결정을 형성하여 해동 시 더 많은 드립을 생성하는 것 때문으로 사료됨.

표 74. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 Drip loss(%)

Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
		0	0.5	1	3	6
-18	O	-	0.52±0.19	0.52±0.17	0.52±0.11	0.59±0.04
	EC	-	0.42±0.27 ^B	0.78±0.11 ^A	0.60±0.07 ^{AB}	0.58±0.08 ^{AB}
	E	-	0.53±0.29	0.62±0.26	0.68±0.21	0.51±0.11
-60	O	-	0.48±0.05	0.40±0.09	0.33±0.19	0.47±0.22
	EC	-	0.45±0.24	0.52±0.21	0.43±0.13	0.54±0.27
	E	-	0.37±0.20	0.34±0.05	0.55±0.2	0.66±0.17

^{A-B}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

④ 보수력 (Water holding capacity, WHC)

- 보수력은 물리적인 힘을 가했을 때 식육이 수분을 유지하려고 하는 성질을 의미하고 본 시료는 식육을 모방한 식물성 고기임으로 보수성을 확인하여 그에 따른 품질변화를 확인함(표 75).
- 처리구별 차이는 0 일차에서는 나타나지 않았으나 저장 기간에 따라 -18°C(0.5, 1개월), -60°C(0.5, 1, 3개월) 모두 O 처리구의 보수력이 유의적으로 감소하는 경향이 나타남. 이에 따라 장기 저장 시 식물성 오일만을 대체 지방으로 첨가한 식물성 고기가 에멀전 또는 유화하지 않은 에멀전을 첨가한 처리구보다 낮은 보수력을 갖는 것을 확인함. 이에 따른 차이는 식물성 고기가 보유하고 있는 유리 수분의 차이인 것으로 판단됨. 에멀전은 완전히 유화된 형태로 첨가되어 수분이 유리되는 것을 방지하고 유화하지 않은 에멀전의 경우 유화제를 첨가하여 고기 제조 시 반죽과 직접 작용하여 수분이 유리되는 것을 방지한 것으로 사료됨.
- 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 75. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 보수력(%)

Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
		0	0.5	1	3	6
-18	O	98.17±0.89 ^A	97.10±0.14 ^{bAB}	97.02±0.38 ^{bAB}	97.15±0.39 ^{AB}	96.25±1.35 ^B
	EC	98.16±0.07 ^{AB}	98.00±0.29 ^{aAB}	98.28±0.29 ^{aA}	97.79±0.29 ^B	96.51±0.29 ^C
	E	97.95±0.36 ^A	97.86±0.19 ^{aAB}	97.35±0.23 ^{bB}	97.56±0.54 ^{AB}	96.09±0.35 ^C
-60	O	98.17±0.89 ^A	97.23±0.17 ^{bB}	96.92±0.35 ^{bB}	97.06±0.21 ^{bB}	95.67±0.27 ^{bC}
	EC	98.16±0.07 ^{AB}	98.19±0.31 ^{aAB}	98.45±0.17 ^{aA}	97.88±0.15 ^{aB}	96.95±0.22 ^{aC}
	E	97.95±0.36 ^{AB}	98.26±0.0 ^{aA}	97.51±0.60 ^{bB}	97.42±0.38 ^{bB}	96.10±0.30 ^{bC}

^{a-b}Means within a column with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{A-C}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

⑤ 수분함량

- 처리구간에는 E와 EC의 수분 첨가량이 높기 때문에 E와 EC가 O보다 높게 나타남.
- 기간에 따라 유의적 차이가 크게 나타나지 않았으며, 모든 처리구에서 수분함량이 큰 차이 없이 유지되는 경향을 나타냄.
- 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 76. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 수분함량(%)

Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
		0	0.5	1	3	6
-18	O	48.98±0.69 ^{bA}	48.40±0.22 ^{bA}	46.74±0.26 ^{cB}	48.56±0.30 ^{bA}	48.58±1.04 ^{bA}
	EC	60.75±1.52 ^a	61.14±0.86 ^a	61.10±0.93 ^a	61.87±0.53 ^a	62.12±0.14 ^a
	E	60.22±0.25 ^{aAB}	60.79±1.49 ^{aAB}	58.80±1.29 ^{bB}	59.83±3.31 ^{aAB}	62.28±0.36 ^{aA}
-60	O	48.98±0.69 ^{bB}	47.84±0.48 ^{cCD}	47.52±0.34 ^{cD}	48.55±0.79 ^{bBC}	49.97±0.12 ^{bA}
	EC	60.75±1.52 ^{aA}	58.98±0.50 ^{aB}	59.65±0.64 ^{aAB}	60.90±0.18 ^{aA}	60.58±0.90 ^{aA}
	E	60.22±0.25 ^{aB}	57.23±1.09 ^{bC}	58.06±0.35 ^{bC}	61.01±0.58 ^{aAB}	61.35±0.48 ^{aA}

^{a-c}Means within a column with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{A-D}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

⑥ Texture profile analysis

- 처리구간에는 hardness에서 O이 유의적으로 가장 높고, EC 그다음에 E 순서로 나타남. 수분을 첨가한 시료의 hardness가 감소 되었으며, 에멀전으로 첨가하였을 때 물과 오일을 따로 첨가한 것보다 부드러운 식물성 고기를 제조할 수 있음. 이는 4차년도 실험 결과와도 동일한 경향을 나타냄.
- 저장 기간에 따른 변화는 0일차 시료와 비교했을 때 E 처리구를 제외하고 hardness가 유의적으로 증가하는 경향을 나타냄. 또한, 이러한 차이는 -60°C보다 -18°C에서 저장한 시료에서 수치가 더 큰 것으로 확인됨.

표 77. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 TPA 특성

Storage temperature (°C)	TPA	Treatments*	Storage (month)				
			0	0.5	1	3	6
-18	Hardness (N)	O	60.85±6.99 ^{ab}	62.53±7.51 ^{aB}	61.19±4.18 ^{aB}	65.27±5.88 ^{aB}	75.31±5.21 ^{aA}
		EC	44.65±4.01 ^{bd}	56.54±3.77 ^{aB}	52.26±4.17 ^{bBC}	62.78±7.83 ^{ba}	48.89±4.64 ^{bCD}
		E	37.67±4.27 ^c	36.64±5.54 ^b	35.64±7.42 ^c	39.20±5.66 ^b	44.07±13.1 ^b
	Cohesiveness	O	0.71±0.03 ^{aA}	0.58±0.02 ^{aBC}	0.61±0.06 ^{aB}	0.54±0.04 ^{aD}	0.54±0.04 ^{aCD}
		EC	0.59±0.03 ^{ba}	0.45±0.03 ^{cb}	0.46±0.02 ^{bb}	0.44±0.02 ^{bb}	0.45±0.03 ^{bb}
		E	0.51±0.04 ^{ca}	0.50±0.01 ^{baB}	0.48±0.02 ^{bBC}	0.47±0.01 ^{bc}	0.47±0.02 ^{bBC}
	Springiness (mm)	O	5.49±0.05 ^{aA}	5.26±0.04 ^{aC}	5.28±0.12 ^{aBC}	5.33±0.06 ^{aBC}	5.35±0.09 ^{aB}
		EC	5.05±0.11 ^{ba}	4.57±0.05 ^{bc}	4.48±0.11 ^{abC}	4.51±0.14 ^{bc}	4.71±0.09 ^{bb}
		E	4.62±0.14 ^{ca}	4.46±0.07 ^{cbC}	3.87±1.38 ^{bc}	4.52±0.15 ^{baB}	4.50±0.08 ^{caBC}
	Chewiness (mJ)	O	236.48±30.3 ^{aA}	201.14±14.9 ^B	175.28±75.9 ^{aB}	196.00±20.1 ^{aB}	218.34±14.5 ^{aA}
		EC	132.56±13.3 ^{ba}	117.63±3.99 ^A	107.58±9.45 ^{bc}	125.36±19.8 ^{ba}	109.90±19.0 ^{bb}
		E	88.45±16.6 ^c	80.88±14.8	73.44±12.6 ^b	77.48±16.9 ^c	87.43±28.4 ^b

Storage temperature (°C)	TPA	Treatments*	Storage (mon)				
			0	0.5	1	3	6
-60	Hardness (N)	O	60.85±6.99 ^a	61.01±9.25 ^a	60.05±5.67 ^a	67.07±5.73 ^a	61.71±10.2 ^a
		EC	44.65±4.01 ^b	46.24±6.99 ^b	46.86±4.77 ^b	51.28±11.3 ^b	49.19±3.54 ^b
		E	37.67±4.27 ^{caB}	35.53±5.19 ^{caB}	32.71±4.11 ^{cb}	33.46±4.98 ^{cb}	40.60±7.33 ^{ba}
	Cohesiveness	O	0.71±0.03 ^{aA}	0.57±0.02 ^{aB}	0.59±0.09 ^{aB}	0.57±0.03 ^{aB}	0.55±0.06 ^B
		EC	0.59±0.03 ^{ba}	0.44±0.02 ^{cb}	0.45±0.03 ^{bb}	0.45±0.04 ^{aB}	0.43±0.02 ^{bb}
		E	0.51±0.04 ^{ab}	0.49±0.02 ^{bb}	0.61±0.02 ^{aA}	0.46±0.02 ^{aC}	0.45±0.02 ^{bc}
	Springiness (mm)	O	5.49±0.05	5.27±0.06 ^a	5.32±0.07 ^a	5.32±0.06 ^a	5.37±0.04 ^a
		EC	4.50±1.59 ^A	4.36±0.14 ^{bb}	5.06±0.15 ^{aB}	4.26±0.15 ^{bb}	4.29±0.08 ^{bb}
		E	4.62±0.14	4.13±0.10 ^c	4.33±0.07 ^b	4.16±0.18 ^b	4.31±0.16 ^b
	Chewiness (mJ)	O	236.48±30.3 ^{aA}	189.54±24.2 ^{aB}	197.30±24.90 ^a	203.89±16.9 ^{aB}	178.65±15.95 ^a
		EC	132.56±13.3 ^{ba}	95.53±12.5 ^{bb}	91.90±12.78 ^{bb}	98.39±24.0 ^{bb}	91.80±10.50 ^{bb}
		E	88.45±16.6 ^{caB}	72.94±12.5 ^{cd}	94.64±13.73 ^{ba}	60.09±6.92 ^{cd}	79.30±15.72 ^{bc}

^{a-c}Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

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

*O, oil; EC, emulsion control without emulsifier; E, emulsion.

⑦ 미세구조(SEM)

- 처리구 간에는 O이 조직 결 자체가 두껍고 뭉쳐 있는 모습이라면, EC와 E는 조직 결이 더 얇고 결 사이 Linking이 촘촘하게 나타나는 것을 확인할 수 있음. 이는 수분함량의 차이로 EC와 E의 수분함량이 더 높기 때문에 단백질 매트릭스 사이사이의 수분층이 얇게 나타난 것으로 사료됨. 또한 이와 같은 특징은 조직의 결이 작고 많은 수의 기공을 가질수록 hardness 결과에 영향을 미쳐 강도가 낮아지는 등의 특징이 나타남.
- 기간에 따라서 얼음의 재결정화 등에 의해 보수력이 감소함에 따라 동결건조 과정에서 더 많은 승화가 이루어지고 이에 따라 기공이 커지고, 조직결이 두꺼워지는 경향성을 관찰함. 또한 결이 두꺼워짐에 따라 hardness도 증가하는 경향을 보임. 온도 간의 차이는 크게 나타나지 않음.

표 78. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 미세구조

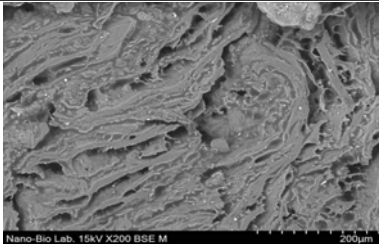
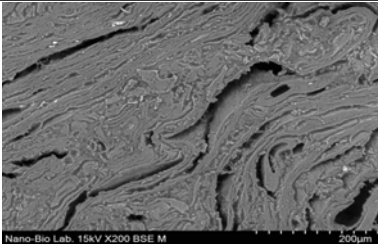

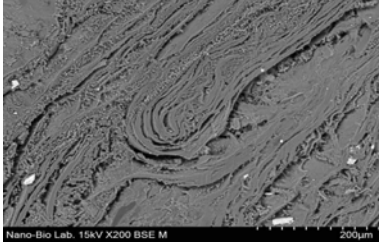
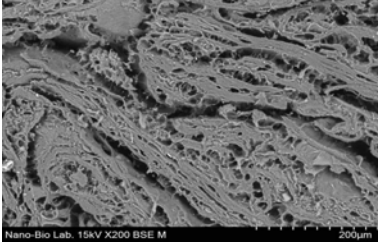
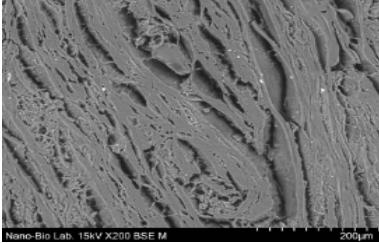
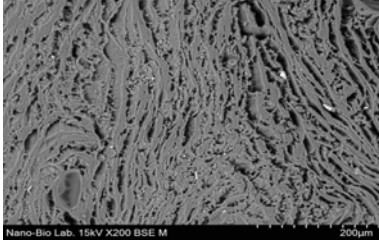
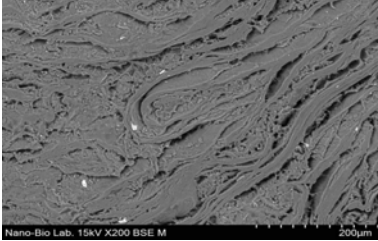
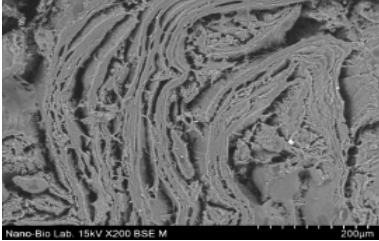
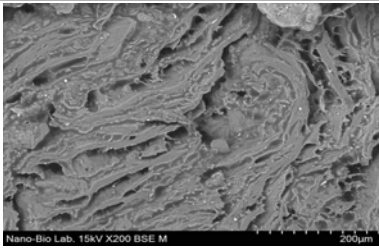
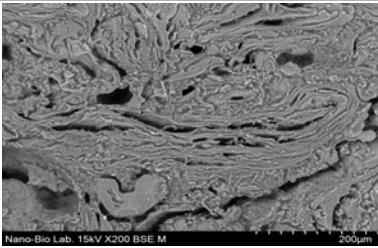
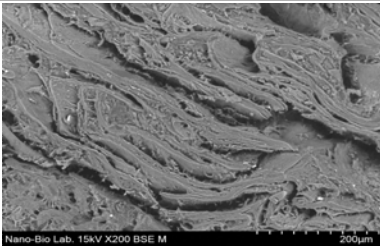
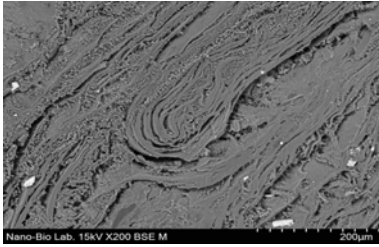
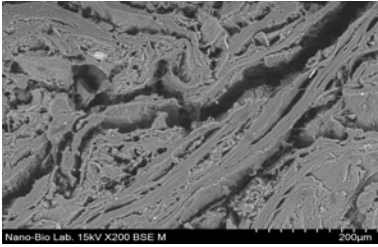
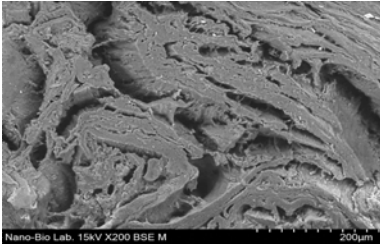
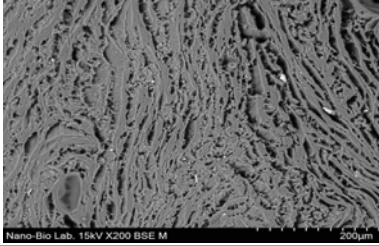
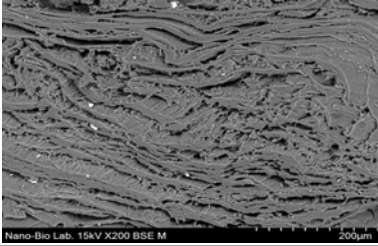
Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (mon)		
		0	1	3
-18	O			
	EC			
	E			

표 79. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 미세구조

Storage temperature (°C)	Treatments	Storage (mon)			
		0	1	3	
-60	O				
		EC			
			E		

⑧ VBN

- 식물성 단백질로 제조된 식물성 고기의 장기저장에 따른 화학적 변화를 확인하기 위해 휘발성 염기 질소를 확인함. 휘발성 염기 질소란 암모니아 질소와 트리메틸 아민 등 휘발성 아민의 총칭으로, 미생물의 효소작용에 의해 단백질이 분해되어 나타남. 이에 대한 결과는 표 80에서 확인할 수 있음.
- 처리구간의 유의적인 차이는 발생하지 않았으며, 모든 기간에서 VBN이 소량 확인되거나 대부분 0으로 나타나 장기저장 시 단백질의 부패와 같은 변화는 일어나지 않은 것으로 판단됨.
- 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 80. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18° C, -60° C)에 따른 식물성 고기의 VBN(mg/%)

	Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
			0	0.5	1	3	6
VBN (mg/%)	-18	O	0.00±0.00	0.00±0.00	0.06±0.14	0.12±0.00	0.00±0.00
		EC	0.06±0.14	0.06±0.14	0.00±0.00	0.12±0.00	0.00±0.00
		E	0.06±0.14	0.06±0.14	0.00±0.00	0.12±0.00	0.00±0.00
	-60	O	-	0.00±0.00	0.00±0.00	0.12±0.00	0.00±0.00
		EC	-	0.00±0.14	0.06±0.14	0.12±0.00	0.00±0.00
		E	-	0.06±0.14	0.00±0.00	0.12±0.00	0.00±0.00

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

⑨ TBARS

- 식물성 단백질로 제조된 식물성 고기의 장기저장에 따른 화학적 변화를 확인하기 위해 TBARS 함량을 조사함. TBARS는 지질의 산화 시 지질이 분해되어 나타나는 malonaldehyde 함량을 측정하는 실험으로 2차 산화 생성물의 양을 의미함.
- 처리구간의 차이는 1개월 이후부터 발생하며, 상대적으로 수분이 많이 첨가된 EC와 E가 O보다 유의적으로 높게 나타남. 그중, 3개월 이후부터는 EC가 E보다 증가하여 지질 산패가 더욱 많이 일어난 것으로 보임. 이는 보수력 등에서 나타난 유리 수분의 차이로 발생했을 것으로 사료됨. 하지만 일반적인 지질의 산패 기준인 1.2 mg/kg에 비교하면 산패가 거의 일어나지 않았다고 판단됨.
- 저장 온도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않음.

표 82. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18° C, -60° C)에 따른 식물성 고기의 TBARS(mg/kg)

	Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
			0	0.5	1	3	6
TBARS (mg/kg)	-18	O	0.18±0.01 ^{BC}	0.18±0.02 ^{BC}	0.18±0.01 ^C	0.19±0.01 ^{cB}	0.24±0.01 ^{bA}
		EC	0.19±0.01 ^B	0.18±0.01 ^B	0.18±0.01 ^B	0.39±0.01 ^{aA}	0.39±0.02 ^{aA}
		E	0.18±0.01 ^C	0.19±0.02 ^C	0.17±0.01 ^C	0.32±0.03 ^{bb}	0.43±0.07 ^{aA}
	-60	O	0.18±0.01 ^{BC}	0.17±0.01 ^{BC}	0.16±0.01 ^{bc}	0.19±0.00 ^{cB}	0.33±0.04 ^{cA}
		EC	0.18±0.01 ^C	0.17±0.01 ^C	0.18±0.01 ^{aC}	0.39±0.01 ^{aB}	0.50±0.03 ^{aA}
		E	0.18±0.00 ^C	0.17±0.00 ^C	0.17±0.01 ^{bc}	0.30±0.01 ^{bb}	0.45±0.05 ^{bA}

^{a-c}Means within a column with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{A-C}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

⑩ 미생물 안정성(일반세균, 대장균)

- 식물성 고기에 첨가된 Emulsion의 수분에 따른 미생물 안정성 여부에 대해 실험을 진행함. 그에 따른 결과는 표 82에서 확인할 수 있음.
- 대장균은 모든 처리구와 전체 기간, 온도에서 검출되지 않았음.
- 일반 세균의 경우 처리구간의 유의적 차이는 1개월, 6개월 동안 -18°C에서 저장한 시료에서 발생했으며, EC가 O, E보다 높게 나타난 것으로 확인됨. 이는 앞서 설명한 유리 수분 차이 등에 따른 영향으로 사료됨.
- 저장 기간에 따라서는 유의적 차이로 증가하지만 그 변화가 크게 나타나지 않음.
- 저장 온도(-60°C -18°C)에 따라 유의적으로 차이는 없지만 -60°C가 초기(0.5, 1, 3개월) 저장 기간에서는 더 안정적인 것으로 판단됨.
- 식품공전에 따르면, 냉동식품(가열하여 섭취)의 일반 세균 부패기준은 n=5, c=2, m=100,000, M=500,000으로 저장 기간 동안 모든 시료의 미생물이 5 logCFU/mL ~ 5.5 logCFU/mL의 기준보다 낮게 확인되어, 냉동조건에서 장기저장 시 수분이 다량 첨가된 Emulsion 지방 대체제를 첨가한 식물성 고기 또한 미생물 안정성을 보장할 수 있음을 확인함.

표 82. 저장 기간(6개월) 및 저장 온도(-18°C, -60°C)에 따른 식물성 고기의 미생물 안정성

	Storage temperature (°C)	Treatments*	Storage (month)				
			0	0.5	1	3	6
Total Viable Counts (log CFU/mL)	-18	O	1.26±0.24 ^{AB}	1.00±0.00 ^B	1.12±0.16 ^{bAB}	1.00±0.00 ^B	1.58±0.35 ^{aA}
		EC	1.28±0.27	1.30±0.00	1.35±0.50 ^a	1.15±0.21	1.43±0.13 ^{ab}
		E	1.53±0.14	1.15±0.21	1.37±0.29 ^b	1.26±0.24	1.15±0.30 ^b
	-60	O	1.26±0.24 ^A	1.10±0.17 ^{aA}	1.15±0.21	0.00±0.00 ^B	1.31±0.38 ^A
		EC	1.28±0.27 ^{AB}	0.00±0.00 ^{bc}	1.00±0.00	1.00±0.00 ^B	1.63±0.13 ^A
		E	1.53±0.14 ^A	1.00±0.00 ^{ab}	1.40±0.3	1.00±0.00 ^B	1.37±0.31 ^{AB}
<i>Escherichia coli</i> (log CFU/mL)	-18	O	ND	ND	ND	ND	ND
		E	ND	ND	ND	ND	ND
		EC	ND	ND	ND	ND	ND
	-60	O	ND	ND	ND	ND	ND
		E	ND	ND	ND	ND	ND
		EC	ND	ND	ND	ND	ND

^{a-c}Means within a column with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{A-B}Means within a row with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

*Treatments: meat analogues with different fat replacers, O (oil); EC (non-emulsified emulsion control); E (emulsion).

(3) 결론

- 본 실험에서는 식물성 오일, 에멀전 등으로 제조된 식물성 고기를 냉동 저장하여, 장기간 저장했을 때의 물리·화학적 및 미생물 안정성에 대해 조사함.
- 결과적으로, 냉동 저장 시 장기간 저장 시, 보수력과 경도 등의 변화를 나타내었으나, 물과 식물성 오일을 따로 첨가한 시료와 비교하였을 때, 유리 수분 등에 대한 차이로 수분이 동일하게 첨가되었음에도 불구하고 에멀전 형태의 지방 대체제를 첨가한 시료가 더 물리·화학적인 변화에 안정적인 것으로 나타남. 화학적 변화(VBN, TBARS)에서도 6개월 저장 기간 동안 부패하지 않았으며, 미생물 안정성 평가(일반세균, 대장균)에서도 6개월 저장 기간 동안 0 일차 시료와 비교하였을 때 크게 증가하지 않고 부패기준 이하로 안정적으로 유지됨을 확인할 수 있었음.
- 따라서, 에멀전을 대체 지방 소재로 제품에 적용했을 때 전반적인 품질 및 안정성 유지를 확인함.

다. 비분쇄형 대체고기 자체 상품화 방안 모색

1) 결합제 소재 선정

- 기존의 식물성 고기 제조에 결합제로 사용되었던 Binder X 제품은 대두 외에도 난백 등의 성분을 포함하고 있기 때문에 완전 식물성 제품으로 보기 어렵다는 문제가 있음. 그러나 식물성 고기 제조에 결합제를 제외할 경우 성분 간의 결합력이 감소하여 씹는 질감이 부족해지며, 보수력 감소로 인한 다즙성 부족해지는 문제가 발생함.
- 따라서 기존의 결합제를 사용하지 않으면서 패티형 식물성 고기 최종 제품의 질감, 보수력 및 다즙성 등의 품질을 향상시킬 수 있는 새로운 비동물성 결합제를 탐색하고, 최적 배합 실험을 통해 최종 제품을 고도화할 수 있는 전략을 수립하고자 함.

2) 바인더 혼합 비율에 따른 식물성 고기의 이화학적 특성 분석

- GdL은 수용액 상에서 글루콘산으로 전환되고 시간이 지남에 따라 서서히 수소이온으로 해리되는 약산성 물질이며, 온도에 따라 pH의 변화 속도가 가속화됨. TG 활성화를 위해 50°C에서 정치하는 시간 동안 GdL에 따른 pH 변화가 최종 패티의 품질에 영향을 미칠 것으로 판단되어 1차 가열 조건인 50°C에서 1시간 이후의 pH가 단백질 등전점인 pH 4.5에 이르는 양을 선정하여 실험함.

(1) 실험 방법

1) 식물성 고기 제조 방법

TVP는 증류수에 2시간 수화한 후 식품 탈수기로 탈수하고 1%(w/w) SPI를 포함하는 water phase와 카놀라유를 6:4 비율로 혼합하고 15,000 rpm에서 3분간 균질하여 에멀전을 제조함. 표 83의 비율대로 결합제를 첨가한 후 30초간 추가 균질함. 이어서 표 83을 참고하여 TVP, SPI, 결합제가 포함된 emulsion을 계량하고, 푸드 믹서로 5분간 혼합하고 제조된 식물성 고기 반죽을 원기둥 모양으로 성형함. TG의 활성화를 위해 50°C에서 1시간 동안 정치 후, 80°C 워터배스에서 30분간 가열함. 실온에서 방냉 후 4°C에서 냉장 보관한 후 실험에 사용함.

표 83. 식물성 고기 패티의 구성 재료 및 함량

Treatments*	TVP ¹⁾ (g)	SPI ²⁾ (g)	GdL ³⁾ (g)	TG ⁴⁾ (g)	DW (g)	Oil (g)
C	100.0	8.2	-	-	27.2	18.5
G0T10	100.0	8.2	- (0%)	1.5 (100%)***	27.2	18.5
G3T7	100.0	8.2	4.7 (30%)	1.1 (70%)	27.2	18.5
G5T5	100.0	8.2	7.8 (50%)	0.8 (50%)	27.2	18.5
G7T3	100.0	8.2	10.1 (70%)	0.4 (30%)	27.2	18.5
G10T0	100.0	8.2	15.6 (100%)**	- (0%)	27.2	18.5

¹⁾Textured vegetable protein. ²⁾Soy protein isolate. ³⁾Glucono- δ -lactone. ⁴⁾Transglutaminase.

*C, control; G0T10, GdL:TG=0:10; G3T7, GdL:TG=3:7; G5T5, GdL:TG=5:5; G7T3, GdL:TG=7:3; G10T0, GdL:TG=10:0.

**Required amount of GdL to deserve the highest hardness to meat analogue.

***Required amount of TG to deserve the highest hardness to emat analogue.

2) 특성분석

① 외관

② 색도 측정

식물성 고기의 색도는 표준 백색판(L*=96.06, a*=-0.38, b*=1.23)으로 보정된 색차계(CR-400, Konica

Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정함.

③ 수분특성

- Cooking loss 측정
- 보수력 측정

④ 기계적 특성 분석

냉장보관 되었던 식물성 고기를 실온에서 보관하다가 블록 형태 (가로×세로×높이, 2×2×1.2 cm)로 제형한 후 texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Labs Inc., Stoughton, USA)를 이용하여 측정함.

- 절단-전단 테스트: TA-SBA-13 probe 사용, trigger load 10 g, compression distance 30 mm, test speed 2.5 mm/s

- Texture profile analysis(TPA): 2 cycle test. TA4/1000 probe 사용, trigger load 10 g, 40% deformation, test speed 2.5 mm/s

⑤ 미세구조 분석

⑥ 관능검사

7점 척도법으로 색(color), 향(flavor), 단단함(hardness), 탄력성(elasticity), 밀집도(compactness) 및 다즙성(juiciness)에 대한 강도와 육류와의 유사성(meat similarity), 전반적인 기호도(overall acceptance)를 평가함.

(2) 실험결과

① 외관

- TG 농도가 높은 처리구는 결합제가 포함되지 않은 대조구보다 외관이 밝은 경향을 나타냈고, GdL 농도가 높은 처리구는 어둡고 노란색을 띠는 경향을 나타냄.
- TG 첨가량이 많은 패티는 조직이 견고하여 열처리 후에도 열처리 전의 패티 모양을 그대로 유지하였으며, 반면 GdL 농도가 높은 처리구는 열처리 후 납작하고 평평해지는 것으로 나타남.
- 결합제가 단독으로 첨가된 패티의 단면은 단백질이 밀집되어 보이고 응집력이 향상되어 단면이 매끄럽게 절단된 반면, 혼합하여 첨가한 패티의 단면은 비교적 거칠게 절단됨.



그림 56. 다른 종류의 결합제를 첨가한 식물성 고기의 외관 및 단면.

② 색도

- TG의 첨가는 식물성 고기의 색상에 유의적 영향을 미치지 않았으며, GdL의 첨가는 식물성 고기의 명도를 크게 감소시키고, 황색도 및 적색도를 증가시킴. 이는 GdL의 첨가로 단백질의 응집이 유도되고 이로 인해 형성된 단백질 응집체의 반사 특성을 변화시킴으로써 색상 변화에 영향을 미친 것으로 사료됨. GdL의 비율이 감소할수록 식물성 고기 패티의 명도는 대조구와 유사하게 변하는 것을 확인하였으며, GdL이 색상 변화에 큰 영향을 미치는 것으로 사료됨.

표 84. 다른 종류의 결착제를 첨가한 식물성 고기의 색도

Treatments*	L*	a*	b*
C	69.81±1.15 ^b	2.50±0.41 ^c	17.01±0.62 ^b
G0T10	71.26±1.32 ^b	2.42±0.14 ^{cd}	17.05±0.59 ^b
G3T7	74.30±0.74 ^a	2.13±0.11 ^d	16.38±0.51 ^b
G5T5	73.67±0.94 ^a	2.55±0.31 ^c	16.99±0.84 ^b
G7T3	64.30±1.51 ^c	3.10±0.27 ^b	17.96±0.38 ^a
G10T0	58.98±1.84 ^d	3.62±0.19 ^a	17.99±0.33 ^a

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different ($p < 0.05$).

③ 수분특성

- 결착제를 단독으로 첨가할 경우 식물성 고기의 cooking loss가 감소함. 결착제를 혼합할 경우에는 비율에 따라 다른 결과를 나타냈으며, G3T7을 제외한 나머지 처리구에서는 대조구보다 cooking loss가 감소됨.
- 보수력 측정 결과 결착제의 첨가는 보수력 향상에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타남. 결착제를 혼합하여 첨가했을 때는 보수력이 감소하였으며, 결착제를 혼합하여 첨가할 때 단백질 네트워크 내에서 물을 고정시키는 식물성 고기 젤의 능력이 감소되었음을 시사함. 이는 GdL이 고농도로 함유되면서 TG의 최적 pH인 pH 7보다 더욱 산성 환경을 조성하여 오히려 TG의 효소 작용을 방해한 결과 일 수 있을 것으로 사료됨.
- 본 실험에서는 결착제의 첨가가 조리된 식물성 고기의 수분함량 및 보수력을 증가시키지는 않았으나 일반적으로 총 cooking loss를 감소시킨 것을 보여줌. 이에 따라 관능 평가에서의 다즙성의 강도 및 기호도에 미치는 영향을 분석할 필요성이 제기됨.

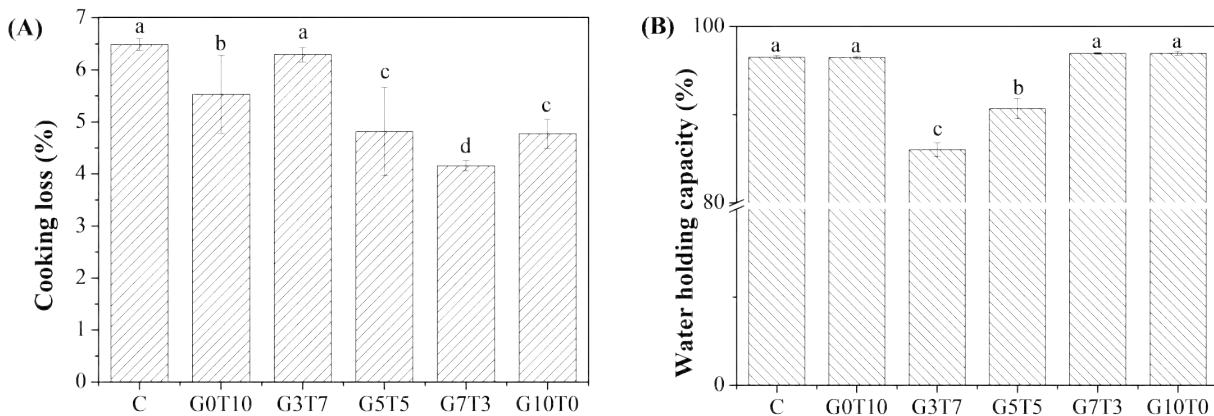


그림 57. 다른 종류의 결착제를 첨가한 식물성 고기의 cooking loss(A) 및 보수력(B).

④ 기계적 특성

- TPA 측정을 통해 식물성 고기의 기계적 특성을 확인하였으며, 예외적으로 hardness는 부착성이 높은 시료의 특성상 압착 후 프로브에 달라붙어 순 hardness를 측정할 때 방해될 것으로 사료되었으며, 결착제의 비율에 따라 물성의 편차가 크기 때문에 같은 변형률로 정확한 테스트를 수행하기 어려울 것으로 판단하여 절단-전단 시험을 수행함.
- Hardness 측정 결과 결착제 첨가에 따라 모든 처리구에서 대조구보다 높은 hardness를 나타냈으며,

TG보다 GdL의 첨가가 유의적으로 hardness를 증가시킴. 또한 결착제를 단독으로 첨가할 때보다 혼합하여 첨가했을 때 긍정적 시너지 효과를 나타내는 것으로 확인됨. 이는 첨가된 GdL이 단백질의 folding 구조를 변형하여 TG에 의한 가교결합 형성을 더욱 유도한 결과인 것으로 사료됨.

- TPA 측정 결과 TG의 첨가는 식물성 고기의 springiness를 유의적으로 증가시켰으며, 이에 따라 gumminess와 chewiness의 향상을 야기함. 반면 GdL의 첨가는 springiness를 감소시켰으며, gumminess 및 chewiness의 감소를 야기함. TG와 GdL의 혼합 비율 중 가장 큰 시너지 효과를 나타낸 G3T7은 대조구에 비해 hardness와 chewiness가 3배 이상 증가함.
- 결과적으로 TG를 단독으로 첨가하거나 TG와 GdL을 혼합 비율이 7:3일 때 식물성 고기의 조직감에 긍정적 영향을 미쳤으며, 향상된 hardness와 chewiness는 씹는 질감이 부족한 식물성 고기에 바람직한 식감을 부여하여 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료됨.

표 85. 다른 종류의 결착제를 첨가한 식물성 고기의 기계적 특성

Treatments*	Hardness ¹⁾	Adhesiveness ²⁾	Cohesiveness ²⁾	Springiness ²⁾	Gumminess ²⁾	Chewiness ²⁾
	(N)	(mJ)		(mm)	(N)	(mJ)
C	5.64±0.74 ^c	12.63±4.20 ^a	0.10±0.02 ^c	2.19±0.52 ^c	6.40±1.17 ^d	12.88±4.13 ^b
G0T10	7.61±0.67 ^d	0.61±0.32 ^c	0.15±0.01 ^b	3.71±0.11 ^a	13.07±1.66 ^b	53.63±7.02 ^a
G3T7	20.47±2.35 ^a	2.31±0.53 ^{bc}	0.18±0.01 ^a	3.14±0.33 ^b	15.98±1.25 ^a	52.80±9.58 ^a
G5T5	13.88±1.00 ^c	3.63±0.53 ^b	0.11±0.01 ^c	1.69±0.10 ^d	6.88±0.49 ^d	11.25±0.68 ^b
G7T3	15.65±2.40 ^b	4.77±0.40 ^b	0.08±0.03 ^c	1.19±0.34 ^c	8.20±1.62 ^{cd}	11.57±5.06 ^b
G10T0	13.56±1.46 ^c	5.20±2.55 ^b	0.11±0.02 ^c	1.34±0.08 ^{dc}	9.34±1.78 ^c	12.55±3.04 ^b

¹⁾ Analyzed by cutting-shearing test.

²⁾ Analyzed by 2-cycle compression test.

^{a-c} Means with different superscripts in a column are significantly different ($p < 0.05$).

⑤ 미세구조

- 결착제 첨가에 따른 보수력 및 기계적 특성 변화의 원인을 알기 위해 결착제를 첨가한 식물성 고기를 수직으로 절단한 후 미세구조를 관찰함. 관찰된 영역은 그림 58에 화살표와 원으로 표시하였으며, 화살표는 단백질 응집체를, 원은 섬유구조를 나타냄.
- TG와 GdL은 각기 다른 메커니즘에 따라 단백질 구조의 변화를 유도하였으며, 결착제 첨가에 따라 모든 처리구에서 대조구에 비해 기공이 조밀해진 것을 관찰할 수 있음. TG에 의해서는 선형의 섬유구조가 관찰되었으며, GdL에 의해 단백질이 응집되어 큰 응집체를 형성하고 단백질 간의 기공이 좁아진 것을 확인할 수 있음. 첨가된 결착제 중 비율이 높은 결착제의 영향을 받아 G7T3에서는 GdL의 영향이 더 크게 관찰되고, G3T7에서는 TG의 영향이 더욱 크게 관찰되었으며, G5T5에서는 두 구조 모두 관찰되었음.
- 식물성 고기 제품에서 모방해야 하는 색심 속성은 육류 및 육류 유래 제품의 많은 질감 특성을 발생시키는 근육 조직의 섬유 구조임. 따라서 섬유구조가 형성된 처리구에서 육류와 유사한 질감을 낼 수 있을 것으로 기대되며 식물성 고기의 관능 특성에 긍정적 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대됨.

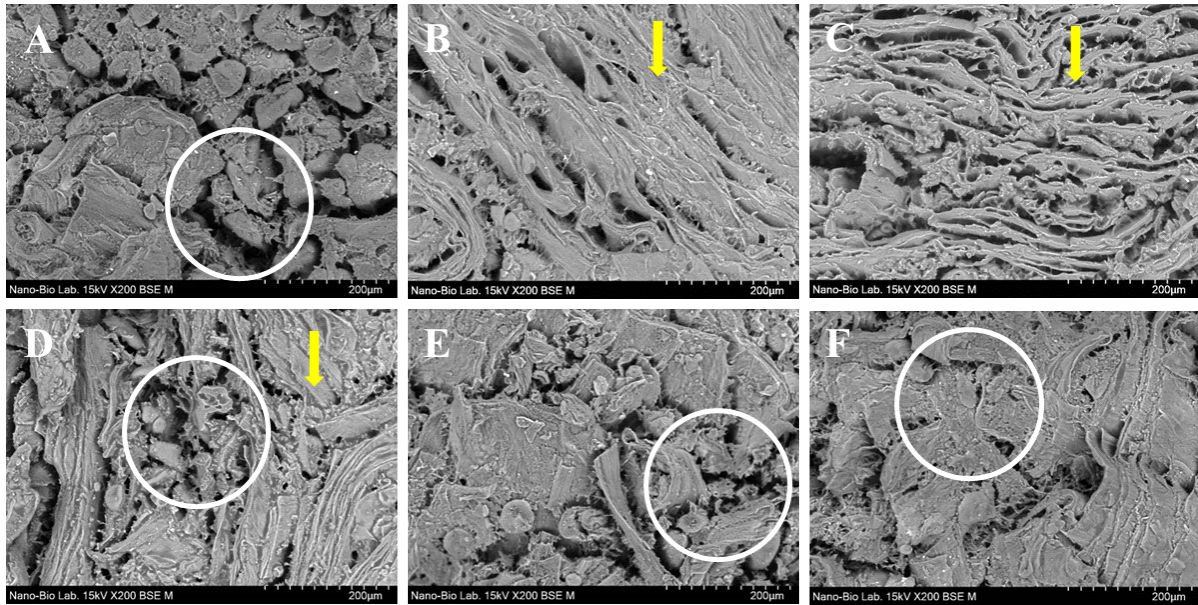


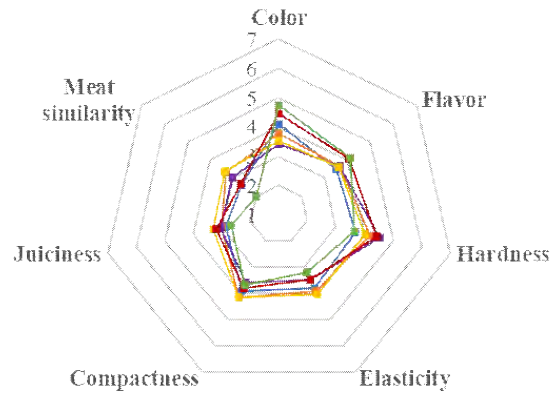
그림 58. 다른 종류의 겔착제를 첨가한 식물성 고기의 미세구조 (200배율).

A: control, B: G0T10, C: G3T7, D: G5T5, E: G7T3, F: G10T0.

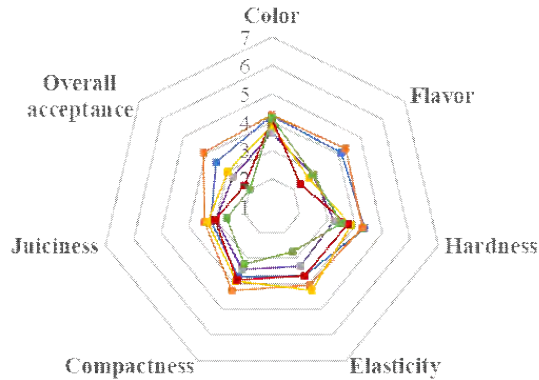
⑥ 관능검사

- 대조구는 경도와 탄성력이 낮고 다즙성이 부족하여 육류와의 유사성에서 2.61을 기록함. 이에 TG를 첨가했을 때 경도, 탄성력, 밀집도 및 다즙성에서 높은 점수를 기록하며 육류 유사성은 3.32점으로 높은 점수를 기록함.
- GdL이 첨가된 처리구는 단백질이 점차적으로 산성화되면서 공취와 더불어 신 냄새와 맛이 발생하여 향기호도가 매우 낮은 것으로 나타남. 또한, 경도와 다즙성에서도 낮은 점수를 기록하며 종합적인 기호도가 가장 낮은 것으로 나타남.
- 다즙성이 육제품의 수분 손실 및 보수력과 연관성을 가지기 때문에 앞서 보수력이 낮았던 제품의 다즙성이 매우 감소하였을 것으로 예상한 바와 달리 관능검사 결과에서는 보수력 결과와 관계없이 겔착제를 혼합한 패티에서 다즙성을 느낄 수 있던 것으로 나타남.
- 대체적으로 TG가 패티에 경도를 부여하는 것으로 나타났으며, GdL의 첨가는 경도를 부여하였으나 신 냄새와 맛으로 인해 기호도가 감소하는 것으로 나타남. 또한 겔착제를 혼합함으로써 다즙성을 보완하여 전반적 기호도 및 육류와의 유사성을 증가하는데 효과가 있는 것으로 나타남.

(A)



(B)



— C — G0I10 — G3I7 — G5I5 — G7I3 — G10I0

그림 59. 다른 종류의 결착제를 첨가한 식물성 고기의 강도 (A) 및 기호도 (B) 관능평가.

(3) 결론

- 본 실험에서는 결착제의 첨가가 조리된 식물성 고기의 수분함량 및 보수력을 증가시키지는 않았으나 일반적으로 총 cooking loss를 감소시킨 것을 보여줌. 이에 따라 관능 평가에서의 다즙성의 강도 및 기호도에 미치는 영향을 분석할 필요성이 제기됨.
- 결과적으로 TG를 단독으로 첨가하거나 TG와 GdL을 혼합 비율이 7:3일 때 식물성 고기의 조직감에 긍정적 영향을 미쳤으며, 향상된 hardness와 chewiness는 씹는 질감이 부족한 식물성 고기에 바람직한 식감을 부여하여 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료됨.
- 대체적으로 TG가 패티에 경도를 부여하는 것으로 나타났으며, GdL의 첨가는 경도를 부여하였으나 신냄새와 맛으로 인해 기호도가 감소하는 것으로 나타남. 또한 결착제를 혼합함으로써 다즙성을 보완하여 전반적 기호도 및 육류와의 유사성을 증가하는데 효과가 있는 것으로 나타남.
- 식물성 고기에서 가장 중요한 관능 요소는 육류 제품의 근육 질감을 모방하는 것이므로 TG의 첨가가 질감 개선에 효과가 있었으며, TG와 GdL의 혼합 비율에 따라 조직 특성을 더욱 향상할 수 있을 것으로 사료됨. 본 실험의 결과는 식물성 고기의 질감 특성 개선 및 섬유구조 형성에 대한 새로운 방향성을 제시할 수 있을 것으로 기대됨.

라. 결론

- 5차 년도에서는 1-4차년도까지 진행한 대체지방 원료 활용을 위한 식물성 지방고기의 가공적성 평가를 진행함. 다양한 지방 대체제 (식물성 오일, 에멀전, 하이드로겔 비드, 에멀전 비드)가 분쇄형 패티와 소시지에 적용하여 물리·화학적 품질 특성을 평가하였으며, 비분쇄형 지방 조직 개발을 위한 소재 선정과 최적 비율 선정 그리고 비분쇄형 조직의 적용 등을 확인하였고, 에멀전 형태의 대체지방이 적용된 재구성 제품의 저장 안정성을 확인하기 위한 냉동 6개월 장기저장을 진행하고 그에 따른 안정성 및 품질 평가를 진행함. 마지막으로 육류제품의 근육 질감 모방을 위한 결합제 소재에 따른 식물성 고기의 이화학적 품질 특성을 확인함.
- 다양한 대체지방을 적용한 패티, 소시지의 물리·화학적 특성을 비교한 결과 패티에서 식물성 유지 또는 에멀전은 조리 과정 중 외부로 유출될 수 있으며, 이는 높은 cooking loss와 낮은 보수력에 영향을 미치며 최종 제품에서 다즙성을 저하시키고 패티의 수축률을 증가시키며 수분특성이 저하되는 것으로 나타남. 반면 에멀전 비드는 고온의 조리 조건에서도 용해되지 않아 비드 내부에 유지를 보유할 수 있으며, 조리 시 패티의 수축을 방지할 수 있는 것으로 확인됨. 또한 높은 수분 특성과 관능검사 결과 전반적으로 높은 기호도를 나타내며 새로운 지방 대체제로써 활용될 가능성을 확인함. 소시지에 적용한 결과는 비드를 첨가 한 시료가 대조구와 비교하였을 때, Hardness를 제외한 모든 Texture 특성에서 유의적인 차이가 없었고, 조리손실, 유화 안정성에서 가장 유의적 차이가 적게 나타남. 따라서 유화형 육가공 제품인 소시지에 식물성 대체지방을 적용할 경우, 돼지 지방의 물성적인 특성을 유지하면서, 저지방의 건강적인 이점을 가진 소시지를 제조할 수 있는 것으로 사료됨.
- 식물성 소재인 곤약을 알칼리화를 통해 저온, 고온에서의 열적 안정성을 높이고 메틸셀룰로오스와 최적 비율 확인을 통해 Emulsion gel 형태의 조직형 지방을 제조함. 탈 아세틸화 곤약과 메틸셀룰로오스 비율에 따라 육류 모방을 제조하여 그 특성을 확인한 결과, 메틸셀룰로오스 첨가 비율이 높을수록 가열 조건에서 저장 탄성계수가 증가하며, 조직 강도가 높아짐. 반면에 탈 아세틸화 첨가 비율이 높을수록 저온에서 조직 강도가 높아지고 점착성이 감소하며 안정한 조직형태를 유지하는 것을 확인함. 돼지고기 지방과 비교한 결과에서 가열조건에서의 점탄성 변화 등이 유사하고, 보수력은 유의적으로 더 높게 나타남. 결과적으로, 구조화된 고체형태의 모방 지방을 개발함에 따라, 기존 분쇄형 대체육 뿐만 아니라 비분쇄 형태의 대체육 개발 및 적용 가능성을 확인함.
- 식물성 오일, 에멀전을 적용한 식물성 고기의 장기 저장식 안정성 및 품질 확인을 위해 냉동조건에서 6개월간 저장했을 때, 6개월 저장시 미생물 및 지질, 단백질 산화에 대한 안정성이 유지되는 것으로 나타남. 품질 특성에서도 큰 차이를 나타내지 않았으므로, 에멀전을 대체지방 소재로 실제 제품에 적용했을 때에도 장기 저장시 전반적인 품질 및 안정성 유지에 영향을 미치지 않을 것으로 기대됨.
- 기존의 동물성 결합제를 대체할 소재로 선정된 TG와 GdL이 식물성 고기에 미치는 영향을 분석한 결과, 수분특성 향상에 큰 영향을 미치지 않았으나 cooking loss 감소에 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료됨. 결합제의 첨가는 식물성 고기의 조직감에 긍정적 영향을 미쳤으며, 향상된 hardness와 chewiness는 씹는 질감이 부족한 식물성 고기에 바람직한 식감을 부여하여 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료됨. 결과적으로, 식물성 고기에서 가장 중요한 관능 요소는 육류 제품의 근육 질감을 모방하는 것이므로 TG의 첨가가 질감 개선에 효과가 있었으며, TG와 GdL의 혼합 비율에 따라 조직 특성을 더욱 향상할 수 있을 것으로 사료됨. 본 실험의 결과는 식물성 고기의 질감특성 개선 및 섬유구조 형성에 대한 새로운 방향성을 제시할 수 있을 것으로 기대됨.

3.3 식물성 대체고기 활용도 증대를 위한 다양한 레시피 개발

<한식기반 식육제품의 레시피 조사 및 기존 대체고기의 관능특성 연구>

1. 한식기반 식육제품의 레시피 조사

가. 고조리서를 통한 근대 식육제품 조리법 조사

○ 1400년 ~ 1900년대 고조리서

- 조선시대 「시의전서(是議全書)」에서는 ‘갈비’를 ‘가리’라 칭하며, ‘가리를 두치 삼사푼 길이씩 잘라 정히 빨아 가로 결로 매우 잘게 안팎 굵어 하고 세로도 어히고 가운데를 타 좌우로 젓히고 갖은 양념하여 새우젓국에 함담 맞추어 주물러 재어 구어 쓰라.’고 다른 조리서와는 달리 특징적인 재료로 갈비양념을 새우젓국으로 하라고 하였음.

- 「거가필용(居家必用)」에서는 ‘鷄每隻治淨, 煉香油三兩炒肉, 入葱絲、塩半兩, 炒七分熟, 用醬一匙, 同研爛胡椒、川椒、茴香, 入水一大椀下鍋, 煮熟為度。如 加好酒些少尤好’ - 닭을 깨끗이 손질하여 달군 참기름 3냥으로 고기를 볶고, 파채[蔥絲], 소금 반 냙을 넣어 7푼 정도 익게 볶는다. 간장 1숟가락에 후추, 천초(川椒), 회향(茴香)을 함께 짓찧어 물 1큰사발에 섞어 노구솔[鍋]에 부은 다음 익도록 삶는다. 좋은 술을 조금 첨가하면 더욱 좋다고 쓰여 고기의 냄새를 제거하고 향을 좋게 하기위해 천초나 회향, 후추, 술을 사용하였음.

- 「산림경제(山林經濟)」에는 ‘설야먹(雪夜覓)’에 대하여 ‘소고기를 저며 칼등으로 두들겨 연하게 한 다음 대나무 꼬챙이에 꿰어 기름과 소금을 바른다. 충분히 스며들면 뭉근한 불에 구워 물에 담갔다다 다시 굽는다. 이렇게 세 차례 하고 참기름을 발라 숯불에 다시 구우면 아주 연하고 맛이 좋다’고 하였으며 해동죽지(海東竹枝)에서도 ‘설야적(雪夜炙)’이 나오는데, 개성부(開城府)의 명물로서, 소갈비나 염통을 기름과 훈채로 조미하여 굽다가 반쯤 익으면 찬물에 잠깐 담갔다다 센 숯불에 다시 굽는다. 눈 오는 겨울 밤의 안주로 좋고 고기가 매우 연하여 맛이 좋다’고 하여 고기의 연육작용을 위해 물에 담갔다다 다시 굽는 방법을 사용하였음.

- 분쇄육의 조리법에서 규합총서(閩閩叢書)의 장볶이를 들 수 있으며, 현대의 약고추장과 같은 음식이며 ‘고추장을 세옹에나 남비나 담아 물 조금 치고 만화로 볶으되 파 생강 고기 다져 넣고 꿀 기름을 많이 넣어 볶아야 맛이 좋고 윤이 나되 불을 싸게 말고 자로 저어야 눈지 아니하나니라.’라고 해서 다진 쇠고기와 파, 생강을 함께 다져넣어 향을 좋게 하고, 특이한 점은 꿀과 기름을 함께 넣고 볶는 방법을 사용했음.

- 시의전서(是議全書)의 몽치구이는 ‘정육을 다져 갖은 양념에 재어 다식 만치씩 몽치 구어 쓰되 혹 두부 섞어 하고 잣가루는 무슨 아무 구이든지 육종에는 다 뿌리라.’고 쓰여 있으며 현대의 완자전과 비슷한 형태로 볼 수 있으나 완자전은 달걀을 씌워 번철에 지저내는데 몽치구이는 석쇠에 구워내는 것이 차이가 있으며, 잣가루의 용도에 대해 언급함.

- 음식법(飲食法)에서 제편은 ‘제육을 생으로 곱게 다져 힘줄 다 가리고 도드미에 걸러 여러 가지 양념을 넣고 잣가루 많이 넣고 기름장 맞추어 치되 빛 묽은 장을 쳐 체에 보자기를 깔고 반드시 염정하여 다져 놓고 보자기채 사기그릇에 담아 증탕하거나 체에 담아 술에 물을 붓고 올려놓아 찌면 떡 찌듯 하되 제육 물이 다 빠지니 그릇을 받쳐 받아 다른 음식에 섞어도 해롭지 아니하고 버릴 것이 아니니라. 다 익거든

죽편 베듯 하여 제육찜에도 넣고 그저 초장에 먹드니 심히 아릿한 맛이 나고 조출 하나라.’라고 하고 양념장에는 현대와 같이 다진파, 다진 마늘, 다진 생강, 후춧가루를 넣어 고기의 잡내를 없앴으며, 잣가루와 기름장을 사용하여 조리함.

○ 1400년 ~1900년대 고조리서에서 조사된 육류 사용 빈도 및 조리법상의 특징

- 쇠고기 35건, 닭고기 18건, 돼지고기 13건으로, 쇠고기를 이용한 조리법이 가장 많았고, 닭고기는 꿩고기의 대체 재료로 사용하였으며, 건조육 제조 시에는 쇠고기를 주로 사용하였고, 조리법은 주로 볶거나 숯불에 굽는 조리법이 일반적으로 나타남.

○ 1400년 ~1900년대 고조리서에서 조사된 조미소스의 특징

- 간장 45건, 소금 16건, 고추장 5건으로 간장을 이용한 조미소스가 가장 많았고, 주로 사용하는 향신채로는 마늘, 파, 생강으로 조사되었으며, 조미소스의 부재료로는 후춧가루, 잣가루, 참기름, 참깨의 사용빈도가 높게 나타남.

2. 현대 식육제품의 조리법 및 동향 연구

가. 식품관련 연구기관을 통한 식육제품 조리법 조사

- 현대 식육제품의 조리법 동향연구를 위해 식품관련 서적을 1차적으로 조사하고, 레시피의 검증을 위해 식품연구기관의 레시피와 비교하여 조사하였음. 식품관련 연구기관은 농촌진흥청과 한식재단을 이용함.
- 현대 식육제품 조리에서 비분쇄 우육의 경우에는 양념에 다진 마늘과 다진 파를 사용하는 조리법이 일반적이며, 고조리서와는 달리 ‘쇠고기 산적1’을 제외한 조리법에서 생강을 사용하지 않았음. 다진 생강이나 생강즙은 장뚝뚝이와 같은 조림이나, 내장, 족의 조리에서 사용하는 것으로 나타남.
- 현대 식육제품 조리에서 비분쇄 우육의 경우에는 양념장으로 재우거나 조리하기 전, 배즙에 담가 연육작용을 하는 조리법이 많았으며 소스는 간장이 95%이상으로 나타남.
- 현대 식육제품 조리에서 비분쇄 돈육의 경우에는 생강과 청주를 사용하여 고기의 잡내를 제거하는 조리법이 다수를 이루며 다진 마늘과 다진 파를 사용하는 양념장을 만들고 된장과 고추장의 사용이 우육에 비해 빈도가 높음.
- 현대 식육제품 조리에서 비분쇄 계육의 경우에는 생강의 사용빈도가 높았으며 우육, 돈육과 비교하여 고추장 양념의 빈도가 높게 나타남.

나. 시판 육가공 제품의 조리법 조사 및 관능을 통한 제품제조 동향 연구

- 시판되고 있는 한식기반 육가공 제품 중 우육제품(비분쇄육 4종, 건조육 9종), 돈육제품(비분쇄육 3종, 분쇄육 17종), 계육 제품(비분쇄육 4종, 건조육 1종), 혼합육 제품(분쇄육 5종) 총 43제품의 성분비 및 조미소스를 조사함.
 - 43종의 시판 식육제품 조사 결과, 비분쇄육에는 배푸레나 사과푸레 등 연육을 위한 성분이 첨가되어 있었으며, 분쇄육제품 너비아니와 산적, 완자, 동그랑땡, 떡갈비의 모든 제품에 자사에서 제조한 간
-

장베이스 양념을 사용하였고 올반‘궁중식 맥적구이’(신세계 푸드)는 맥적이라는 이름에 걸맞게 된장이 추가되어 있었으나, 소고기와 돼지고기를 이용한 분쇄육제품은 95% 이상이 간장베이스의 양념을 사용하고 있음.

3. 수출 대상국별 최적 레시피 개발을 위한 수출 대상국 식육제품의 조리법 연구

가. 미국 식육제품의 조리법 연구

- 미국 고기요리의 특성은 다양한 이민문화로 인해 여러 나라의 이주자들이 미국에서 구해지는 식자재를 이용해 여러 가지 방법으로 자신들의 전통에 비슷한 조리법을 개발했으며 특히 프랑스 요리를 기반으로 외국음식들이 많이 발전했음.
- 유럽과 미국의 기후적 특징과 여러 인종들의 차이로 인해 전통적인 방법에서 벗어난, 미국인들의 입맛에 맞는 요리들로 발전해 왔으나, 최근에는 입맛 중심의 발전 과정을 지나 모두가 공통적으로 건강하고 맛있게 즐길 수 있는 고단백 저칼로리 식단에 대한 고민이 반영된 메뉴들이 등장하고 있음.
- 최근 CIA에서 제안한 미국 외식트렌트를 한눈에 분수 있는 “2017 Great American Culinary Camp”에서는 기름이 적으면서 부드럽고 가볍게 즐길 수 있는 스테이크 조리법과, 전통 방식의 무거운 소스보다 건강하게 즐길 수 있는 소스의 응용법이 늘어나고 있으며 특히 안심 스테이크는 기름기가 거의 없어서 고단백 저칼로리 식단에 최적화되어 있다고 발표했음.
- 그 외 다양한 인종과 문화가 공존하는 미국에서 에스닉 전통 요리가 지속적인 인기를 끌고 있으며, 세계적인 에스닉 요리로 손꼽히는 한국의 발효음식을 활용해 깊은 맛과 풍미를 내며 유산균 등의 건강유익물질 등 긍정적인 요소를 더한다는 측면에서 관심은 지속될 것이라고 예상했음.

나. 베트남 식육제품의 조리법 연구

- 베트남 식육제품의 조리법은 미국식 스테이크와 같이 두꺼운 고기를 이용한 조리보다는 잘게 썰고, 얇게 포를 떠서 조리하거나, 다져서 햄버그스테이크나 완자 스타일로 조리하는 방법이 주로 이용됨.
- 고기의 양념방법에 있어서는 간장, 설탕, 소금, 후추와 파, 마늘의 기본적인 재료 외에 느억맘, 느억마우 등을 혼합하여 마리네이드 하기도 하며 베트남고추, 피쉬소스, 레몬그라스, 라임즙을 추가하기도 하며 민트, 고수 등의 허브류의 사용이 많은 편에 속함.

4. 관능검사 요원의 선발

가. 관능검사 지원자의 자격 요건

- 전주대학교 한식조리학과 1~3학년 재학 학부생 남성·여성 모두 지원 가능하게 하였으며, 4학년의 경우 졸업학기로서 관능검사 요원 활동기간이 짧으므로 교육, 훈련 후 활용이 불가능 하여 관능검사 요원 선발에서 제외하였음.
 - 월 2회 이상 참석이 가능하고, 12 ~ 24개월 이상 지속적으로 참석 가능한 학부생을 대상으로 하였으며, 군 입대를 앞둔 자의 경우 1년 이상 요원 활동이 불가능한 경우 선발 대상에서 제외하였음.
-

- 관능평가에 관심이 있고 맛에 대한 기본 지식 및 감각을 가지고 있는 학부생을 대상으로 하였음.
- 흡연자 및 심한 음주자는 관능평가 요원 선발 자격대상에서 제외하였음.

나. 관능검사 요원 모집인원

- 관능검사 요원 선발인원은 개인적 사유로 불참자가 있을 수 있을 것을 고려하여 실제 활용할 20명보다 많은 25-30명으로 제한하였음.

다. 관능검사 요원 선발을 위한 테스트 진행 절차 및 내용

- 위의 관능검사 지원자의 자격 요건을 충족한 자를 대상으로 하여 선발 테스트를 진행하였음.
- 우선적으로 기본 맛 인지 검사와 순위 강도 검사 2가지를 실시하였음.
- 기본 맛 인지 검사는 Sucrose 용액을 이용한 단맛 인지, NaCl 용액을 이용한 짠맛 인지, Water를 이용한 무미 인지 검사를 실시하였음.
- 관능검사 시 제공되는 모든 시료에는 시료의 번호에 다른 편견이 없도록 임의의 난수를 이용하여 구분하였고, 시료를 담은 종이컵은 무색의 종이컵을 사용하여 색이나 무늬에 의한 오차가 없도록 하여 진행하였음.
- Sucrose 용액은 설탕물 0.40% 농도로 준비하였고, NaCl 용액은 소금물 0.05%로 관능검사 테스트를 진행하였으며, 인지한 맛을 짠맛, 단맛, 무미로 구분하여 기술하도록 하였음.
- 순위 강도 검사에서 짠맛 강도 평가는 삼육식품의 삼육두유A를 사용하여 시료제조를 하였음. 두유에 NaCl을 넣어 0.05%, 0.08%, 0.12%, 0.15%의 용액을 제조하여 순위를 맞추도록 하였으며, 짠맛이 강한 시료를 1위로 정하도록 하고 짠맛이 가장 약한 시료를 4위로 정하도록 하였음. 단맛 강도 평가는 오렌지 주스에 Sucrose를 넣어 0%, 0.3%, 0.7%, 1%의 용액을 제조하여 순위를 맞추도록 하였으며, 짠맛 강도 평가와 마찬가지로 단맛이 가장 강한 시료를 1위, 가장 약한 시료를 4위로 하여 순위를 표시하게 하였음.
- 이상과 같은 테스트를 통해 기본 맛을 인지하지 못하는 자는 선발인원에서 제외하였음.
- 기본 맛 인지 검사는 아래 표와 같이 배점하였으며, 최종적으로 A+ ~ B 이상의 점수 획득자 선발하였음. 선발자가 target 인원 미치지 못할 경우 C단계 일부 허용하겠으나 D단계는 허용하지 않음.





단계 구분	내용
A+	70~65점
A	65~55점
B+	55~45점
B	45~35점
C	35점 미만
D	25점 이하

5. 식육제품과 기존대체고기(콩고기)의 조리 및 관능특성 비교

가. 임파서블 푸드(임파서블 버거) 관능 및 국내 프랜차이즈 버거와의 비교 연구

- 콩고기 패티를 사용한 임파서블 버거와 식육 패티를 사용한 일반적인 버거의 관능특성을 비교함.
- 임파서블 버거는 미국 뉴욕에서 구매하였으며, 국내 프랜차이즈 버거는 버거킹 전주점 구매 상품임.

표 223. 임파서블 버거 국내 프랜차이즈 버거 비교 관능

구분	임파서블 버거	국내 프랜차이즈 버거(버거킹)
제품		
단면		
외관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고기의 두께가 국내보다 다소 얇고 육안으로 확인했을 때, 육즙의 양, 질감 등 고기인지 대체고기인지 구분 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소고기 패티는 평범하고, 육즙이 거의 없다. 육안으로 보았을 때, 전형적인 쇠고기 다짐육 형태
질감	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 입자가 큰 소고기가 지방질과 섞여 단단하지 않고, 부드러운 고기의 질감 ▪ 일반 고기와 차이를 못 느낄 정도이고, 입안에 남아있는 섬유소가 고기의 힘줄 같은 느낌을 주며 얇고 부드러운 함박스테이크의 느낌 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 임파서블 버거에 비해 곱게 다져진 고기가 단단하게 뭉쳐있는 질감이고, 지방질이 거의 없게 느껴져 딱딱하고, 질김
냄새	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 처음 입에 넣었을 때 콩 냄새가 약간 있으나, 그릴에서 구운 패티에 기름진 훈연의 향에 가려짐 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 임파서블 버거에 비해 훈연향이 강함
맛	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 콩으로 만든 패티라고 의식하지 않고 먹음 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 한 입 베어 물자마자 불 향이 깃든 소고기

	면 식감, 육즙, 훈연 향 등 소고기 패티와 흡사하지만, 패티의 양이 많아지면 콩의 향과 쓴맛이 후미에 남음	맛이 입안에 강렬하게 나면서, 고기의 감칠맛이 퍼짐
--	--	------------------------------

나. 시판용 콩고기의 사전 관능평가를 통한 관능특성 조사

○ 관능검사 패널 대상의 관능평가 전 시판 대체고기 제품의 현황 분석과 기호도 연구를 위해 대체고기 제품 판매 순위 사이트에서 판매 상위 생산업체 3곳을 선정하여 사전 연구원 대상의 관능평가를 실시함.

표 224. 대체고기 제품구입 업체

회사명	비고
베지푸드	완전 채식전문기업, 다양한 콩고기와 대체육 보유
쏘이마루	콩고기 전문 브랜드, 다양한 가공 콩고기 보유
러빙헛	비건 채식 쇼핑몰



그림 538 . 대체고기 제품 전체 사진



그림 539. 대체고기 제품 전체 사진

표 225. 콩단백 고기류 7종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
Soy maru	쌀 콩단백				콩 비린내가 심하게 나며, 질감이 좋지 못함
	참좋은 콩불구이				콩비린 맛이 나며 기름기가 많으며 짜장 후레이크 질감을 가지고 있음
	쏘이마루 콩단백				씹을수록 쓴맛이 올라옴
베지푸드	양념 콩불구이				질감자체가 마른고기를 씹는 느낌이며 양념 맛이 강하여 콩의 향은 가려지나 고기 질감과는 많이 다름
	현미 콩불구이				고기 질감보다는 마른 버섯을 불린 식감과 비슷하였으며 기름을 너무 많이 먹고 있어 느끼한 맛이 강함
	콩 살로만				질감이 질겨 넘기기 힘들었으며 콩의 향이 강하게 남
러빙햇코리아	비건 콩불구이				스모크 향이 너무 강하며 조리시 기름흡수가 너무 많아 씹을 때 마다 기름이 배어나와 넘기기 힘들

표 226. 콩단백 고기류 7종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
러빙 헛 코리아	무오신채 비건만두				콩 비린내가 심하게 나며 고기와 유사한 풍미는 전혀 느낄 수 없음
베지푸드	우리밀 채식만두				밀가루 향이 강하며 콩 비린내가 같이 올라오며 느끼함
Soy maru	참 좋은 채식만두				밀가루 향이 나며 다른 향 신채들의 향이 강하게 올라옴 너무 여러 향이 섞이다 보니 먹기 힘들

표 227. 스테이크 3종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
러빙 헛 코리아	비건 한입 스테이크				갈아서 만든 함박스테이크와 유사한 제품이지만 식감이 떨어지며 씹을수록 콩 향이 너무 강함
베지푸드	비건 스테이크				말린 버섯 불린 식감과 유사하며 표고버섯 향이 강함
Soy maru	참 좋은 쏘이 스테이크				질척이는 질감을 가지고 있으며 콩 비린내와 스모키향이 섞인 듯한 맛이 남

표 228. 동그랑땡 1종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
러빙 헛 코리아	비건 동그랑땡				표고향이 너무 강하게 나며 질감은 질척거리면서 불린 버섯을 먹는 듯한 식감

표 229. 너비아니 2종 관능평가







브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
Soy maru	참 좋은 쏘이 너비아니				동물 사료 맛이 나며 질감 자체가 많이 떨어짐
베지푸드	비건 너비아니				단맛이 강하며 얇게 밀어 여러 겹을 겹쳐놓아 씹을 때 층별로 분리되며 씹을 수록 콩의 향이 강하게 나옴

표 230 . 돈가스& 너겟류 4종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
베지푸드	베지너겟				콩 비지의 맛이 나며 돈가스라고 표현하기에는 부적절 하다고 사료됨
베지푸드	쏘이 커틀렛				콩 향과 함께 밀가루 향이 강하게 남
러빙 헛 코리아	비건 살까스				돈가스라고 하기에 너무 딱딱한 식감이며, 맛 자체가 불량식품처럼 저렴한 맛
Soy maru	참 좋은 쏘이스틱				질감이 매우 질감

표 231. 햄 3종 관능평가

브랜드	제품명	패키지 사진	조리 전	조리 후	총 평
베지푸드	콩 살들이				콩 비린내가 강하며 햄이라고 하기 힘든 질감을 지니고 있음
Soy maru	참 좋은 쏘이 M				쓴맛이 나며 콩비린내가 강하며 햄이라고 하기에는 너무 질김
러빙 헛 코리아	비건 햄				비교적 햄제품 중에 제일 양호 하지만 씹을수록 콩비린내는 다른 제품과 비슷하게 올라옴

○ 종합평가

- 관능검사 이후 조사대상자들의 평가는 매우 부정적으로 콩비린내와 쓴맛에 대한 의견이 가장 많았으며, 질감 또한 딱딱하고 질기다는 의견이 주를 이루었음.

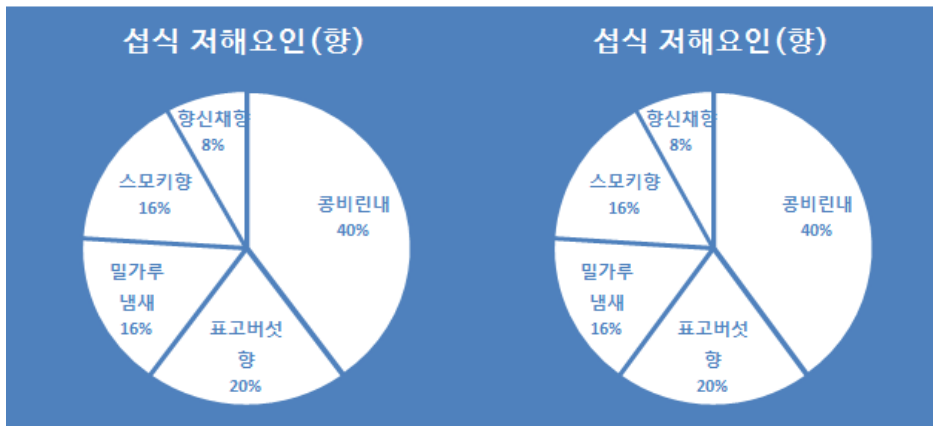


그림 540. 대체고기 관능 시 섭취 저해요인

다. 관능검사 패널 대상 평가방법

- 선정된 패널을 대상으로 시중에 판매되고 있는 식육제품 1종과 기존 대체고기 제품 2종을 제시하여 각 시료별 기호도 검사를 진행한 후 시료 전체를 비교하여 강도평가를 진행하였음. 기호도 검사는 9점 척도로 진행하였으며 강도평가는 15cm 라인스케일로 진행하였음.

라. 제품선택

- 관능검사에 사용한 기존 대체고기 시료는 분쇄육 형태로 개발되어 냉동상태로 유통되는 제품을 선정하였음. 조리 방식과 형태에 따라 햄, 패티, 떡갈비로 시료를 구성하였고 각각의 제품을 주재료에

따라 콩단백 제품과 밀단백 제품으로 구분하였다. 식육제품은 일반적으로 먹는 제품이며, 기존 대체고기 시료의 조리 방식과 유사한 제품을 선택하였음.

마. 시료의 제조

- 관능검사 24시간 전 냉동 상태인 시료를 냉장실로 옮겨 천천히 해동시킨 후 제품에 기재된 조리법을 참고하여 조리. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 필요한 최소의 기름 양을 <콩고기의 관능적 특성 및 소비자 기호도 분석> 을 참고하여 사용하였음. 햄과 패티 시료는 사방 2cm, 높이 1cm로 재단하여 제공하였으며 떡갈비 시료는 반으로 잘라 비슷한 크기로 제공하였음.



그림 541. 관능평가 모습과 제공되는 시료

바. 햄 제품의 기호도 및 강도 평가

- 기호도 검사의 거의 모든 항목에서 식육제품이 선호되는 결과가 확인됨. 기존 대체고기 제품 중에서는 콩단백 제품보다 밀단백 제품이 선호되는 결과를 보였음.
- 향은 식육제품과 밀단백 제품의 선호도가 비슷하였으며, 탄력성에서는 밀단백 제품이 식육제품보다 선호되었음. 강도평가에서 밀단백 제품의 탄력성이 더 강하다고 평가되었음.
- 햄 제품은 기존 대체고기가 식육제품보다 선호도가 낮아 개선의 여지가 많다고 생각됨.

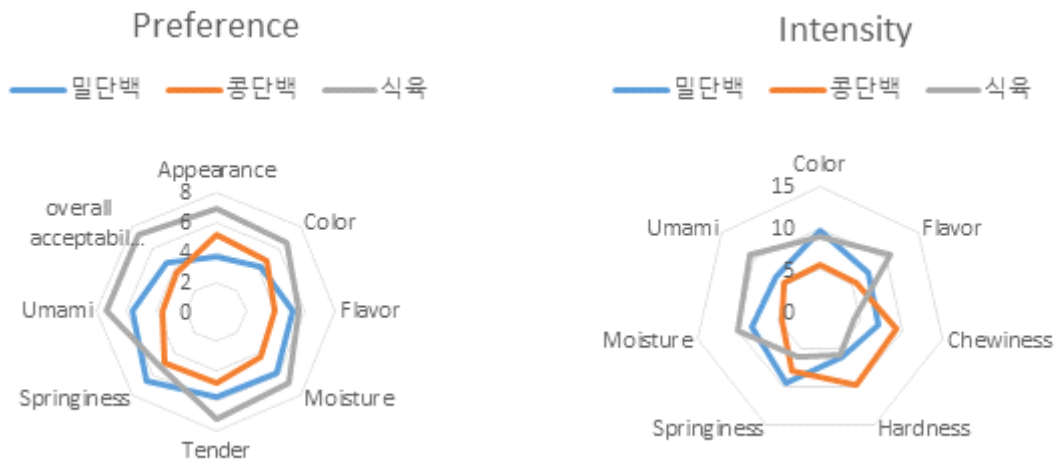


그림 542. 햄 제품별 기호도 및 강도평가 비교



그림 543. 햄 제품 시료 제공 모습

사. 패티 제품의 기호도 및 강도 평가

- 콩단백 제품이 식육제품과 밀단백 제품보다 외관, 색, 수분감, 부드러움, 전반적 기호도에서 가장 선호되었음. 이는 식육제품이 향에서 이취를 느껴 전반적으로 선호도가 낮아지는 결과를 나타냈다 생각됨. 강도평가에서는 식육제품이 향이 제일 강하다고 평가됨.
- 식육제품이 감칠맛 항목에서는 기존 대체고기 제품보다 선호되는 결과를 보였음. 강도평가에서는 시료들이 비슷한 수준을 보여 다양한 맛 측면에서 기존 대체고기의 개선 필요.

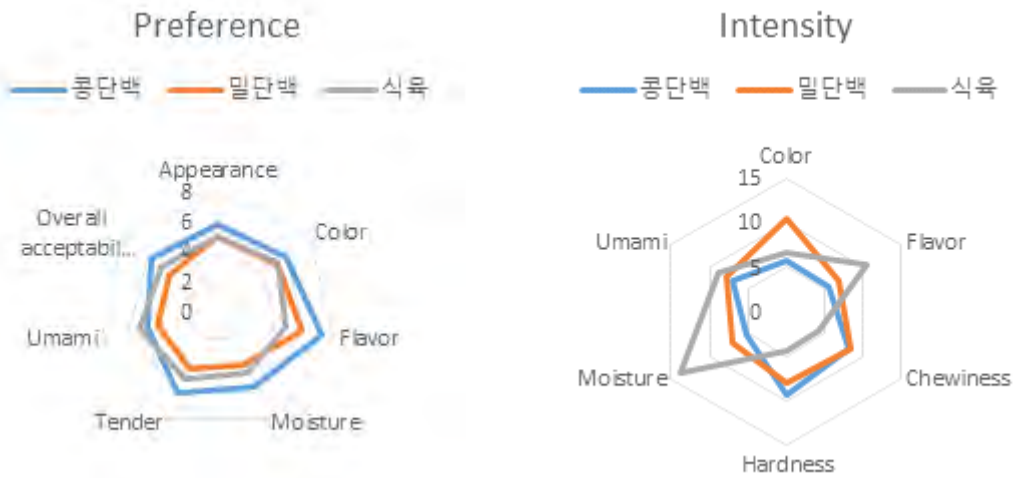


그림 544. 패티 제품별 기호도 및 강도평가 비교



그림 545. 패티 제품 시료 제공 모습

아. 떡갈비 제품의 기호도 및 강도 평가

- 외관과 색에서는 밀단백 제품이 선호되었으며, 나머지 항목에서는 식육제품이 선호되었음. 강도평가에서 색에서 밀단백 제품이 가장 낮은 값으로 중간 정도의 강도를 보였음.
- 수분감과 부드러움, 감칠맛 항목에서 특히 식육제품이 선호되었는데 강도평가에서 콩단백 제품과 밀단백 제품이 식육제품보다 씹힘성과 단단함이 강하다고 평가됨. 이를 바탕으로 기존 대체고기 제품의 개선점을 파악할 수 있다고 생각됨.

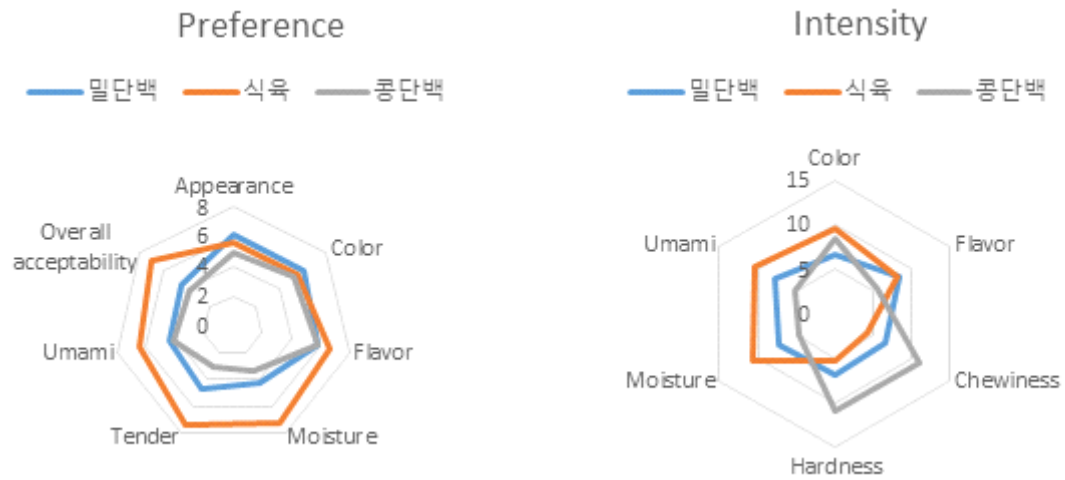


그림 546. 떡갈비 제품별 기호도 및 강도평가 비교



그림 547. 떡갈비 제품 시료 제공 모습

자. 결론

- 본 연구를 통해서 식육제품과 비교하여 기존 대체고기의 문제점을 확인 할 수 있었으며, 식감과 맛에 대한 개선점을 포착하여 새로운 대체고기 제품 개발에 도움을 줄 수 있을 것이라 기대함.
- 기존 대체고기 제품의 수분감이 부족하여 딱딱한 식감을 나타내며 이러한 점의 개선이 필요함.
- 분쇄육 제품의 경우 제품에 조미를 직접 넣어 혼합하여 맛 자체를 조절할 수 있음. 따라서 조미 레시피가 분쇄육 제품의 중요한 요소로 레시피 선정이 필요함.

<식물성 조미액 개발 및 대체고기 적용 연구>

1. 조미 액기스의 식물성 대체소재 적용 및 최적 배합비 도출

가. 소고기 적용 가능한 간장베이스 소스 조사

- 시중에서 소고기에 적용 가능한 간장베이스 소스 28종 중 소불고기에 적용 가능한 소스는 17종, 갈비찜에 적용 가능한 소스는 11종으로 조사됨.

나. 시판용 소고기 적용 간장베이스 소스 원재료 빈도

- 시판용 소스 28종에 가장 많이 사용된 원재료는 정제수와 백설탕으로 나타남. 간장베이스 소스임에도 불구하고 간장의 경우 7위 혼합간장 13위 양조간장으로 나타났는데 이는 소스별 사용된 간장의 종류가 틀려서 빈도수는 높지 않았음.
- 식물성 소스 제조시 문제가 되는 원재료로 정확한 재료의 구성의 알수 없었던 혼합간장과 L- 글루타민산나트륨의 원천재료에 대한 정보가 필요할 것으로 보임.

다. 조리 문헌에 나타난 간장소스 재료 및 제조 방법

- 소스 제조에 대한 정보가 실린 7권의 조리 문헌에서 나타난 재료 및 제조방법을 참고 하여 식물성 조미 액기스 제조에 참고함.

라. 조미 액기스의 식물성 대체 소재 적용 및 최적 배합비 도출

- 시판용 소스 제품의 원재료와 문헌을 참고하여 재료와 조리법을 도출하여 테스트 키친 후 연구원들 대상으로 사전 관능을 진행해 수정 보완 작업을 통해 최적의 배합비를 도출함.
- 1차 조미액 배합비의 경우 양조간장 701의 단가 및 끝에 남는 약간의 산미로 인하여 양조간장 701에서 양조간장 501제품과 진간장으로 대체하여 배합비 도출
- 당의 경우 사전 관능에서 당 100의 시료의 선호도가 높아 당 100으로 채택함

표 232. 1차 조미액기스 배합비

재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)
양조간장 701(당50)			양조간장 701(당75)			양조간장 701(당100)			양조간장 701(당125)		
간장	500	25.9	간장	500	25.5	간장	500	25.2	간장	500	24.9
설탕	50	2.6	설탕	75	3.8	설탕	100	5.0	설탕	125	6.2
물엿	400	20.7	물엿	400	20.4	물엿	400	20.2	물엿	400	19.9
청주	100	5.2	청주	100	5.1	청주	100	5.0	청주	100	5.0
미향	100	5.2	미향	100	5.1	미향	100	5.0	미향	100	5.0
배	200	10.3	배	200	10.2	배	200	10.1	배	200	10.0
사과	200	10.3	사과	200	10.2	사과	200	10.1	사과	200	10.0
양파	200	10.3	양파	200	10.2	양파	200	10.1	양파	200	10.0
생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0
다진파	80	4.1	다진파	80	4.1	다진파	80	4.0	다진파	80	4.0
다진마늘	80	4.1	다진마늘	80	4.1	다진마늘	80	4.0	다진마늘	80	4.0
미원	2	0.1	미원	2	0.1	미원	2	0.1	미원	2	0.1
후춧가루	2	0.1	후춧가루	2	0.1	후춧가루	2	0.1	후춧가루	2	0.1

- 양조간장 501, 진간장으로 2가지 간장으로 배합비를 도출하였으며 정종과 미향의 비율을 다르게 하여 식육제품 및 식물성 대체 고기에 적용하였을 때 특유의 누린내 및 콩취 억제에 효과가 높은 소스를 채택 할 수 있게 함.
- 1차 양념에 비해 후춧가루 양을 증가하였으며 감칠맛을 더하기 위해 미원을 증가하였음.

표 233. 조미액기스 배합비

재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)	재료	분량 (g)	비율 (%)
양조간장 501			양조간장 501(1:1)			진간장			진간장(1:1)		
간장	500	25.2	간장	500	25.2	간장	500	25.2	간장	500	25.2
설탕	100	5.0	설탕	100	5.0	설탕	100	5.0	설탕	100	5.0
물엿	400	20.1	물엿	400	20.1	물엿	400	20.1	물엿	400	20.1
청주	200	10.1	청주	100	5.0	청주	200	10.1	청주	100	5.0
미향	-	-	미향	100	5.0	미향	-	-	미향	100	5.0
배	200	10.1	배	200	10.1	배	200	10.1	배	200	10.1
사과	200	10.1	사과	200	10.1	사과	200	10.1	사과	200	10.1
양파	200	10.1	양파	200	10.1	양파	200	10.1	양파	200	10.1
생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0	생강즙	20	1.0
다진파	80	4.0	다진파	80	4.0	다진파	80	4.0	다진파	80	4.0
다진마늘	80	4.0	다진마늘	80	4.0	다진마늘	80	4.0	다진마늘	80	4.0
미원	4	0.2	미원	4	0.2	미원	4	0.2	미원	4	0.2
후춧가루	4	0.2	후춧가루	4	0.2	후춧가루	4	0.2	후춧가루	4	0.2

2. 기존 조미액기스와 식물성 조미액기스의 관능비교평가

가. 시료의 제조

- 소스의 배합비는 표12에 나타냈음. 시료 제조에는 진간장(샘표), 양조간장 501(샘표), 설탕(CJ 제일제당), 물엿(오뚜기), 청주(백화수복), 미향(오뚜기), 미원(대상), 후춧가루(오뚜기)를 사용하였음.

배, 사과, 양파, 생강, 대파, 마늘은 로컬마트에서 구입하였음. 시판되는 배, 사과, 양파, 마늘은 매 회 당도를 측정하여 사용하였음(그림 2). 시료는 청주만 들어간 것과 청주와 미향이 1:1 비율로 들어 가는 것으로 나뉘는데, 전자는 진간장, 501, 후자는 진간장 1:1, 501 1:1이라 명칭 하였음.

표 234. 식물성 조미액기스의 재료 배합비

재료(g)							
진간장		진간장 1:1		501		501 1:1	
진간장	500	진간장	500	501	500	501	500
설탕	100	설탕	100	설탕	100	설탕	100
물엿	400	물엿	400	물엿	400	물엿	400
청주	100	청주	100	청주	100	청주	100
배	200	미향	100	배	200	미향	100
사과	200	배	200	사과	200	배	200
양파	200	사과	200	양파	200	사과	200
생강즙	20	양파	200	생강즙	20	양파	200
다진파	80	생강즙	20	다진파	80	생강즙	20
다진마늘	80	다진파	80	다진마늘	80	다진파	80
미원	4	다진마늘	80	미원	4	다진마늘	80
후춧가루	4	미원	4	후춧가루	4	미원	4
		후춧가루	4			후춧가루	4

○ 소스 제조 공정은 그림 11에 나타냈음. 소스 시료는 간장, 설탕, 물엿, 청주, 미향, 배, 사과, 양파, 생강즙, 다진 파, 다진 마늘, 미원, 후춧가루를 직경이 28cm, 높이가 8.5cm인 냄비(Lotty cook, Seoul, Korea)에 넣어 모든 재료가 잘 섞이도록 충분히 혼합한 다음, 가스레인지(PGC-B464H, Paseco, Seoul, Korea)에 7분간 센 불로 가열한 후 끓어 넘치지 않게 한번 저어준 후 센 불로 2분 더 가열하였음. 이후 15분간 중불에서 가열한 후 염도계(Pocket refractometer, Atago, Tokyo, Japan)와 당도계(Portable brix meter, Kyoto electronics manufacturing, Kyoto, Japan)를 이용하여 염도(30±1.5%)와 당도(40±2 Brix)를 확인하고 식혀 사용하였음. 염도와 당도는 그림 12와 그림 13으로 나타냄.

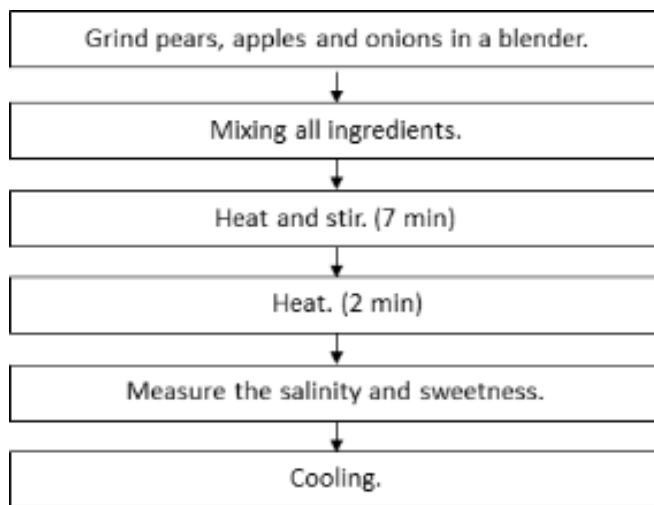


그림 548. 식물성 조미액기스의 제조 과정

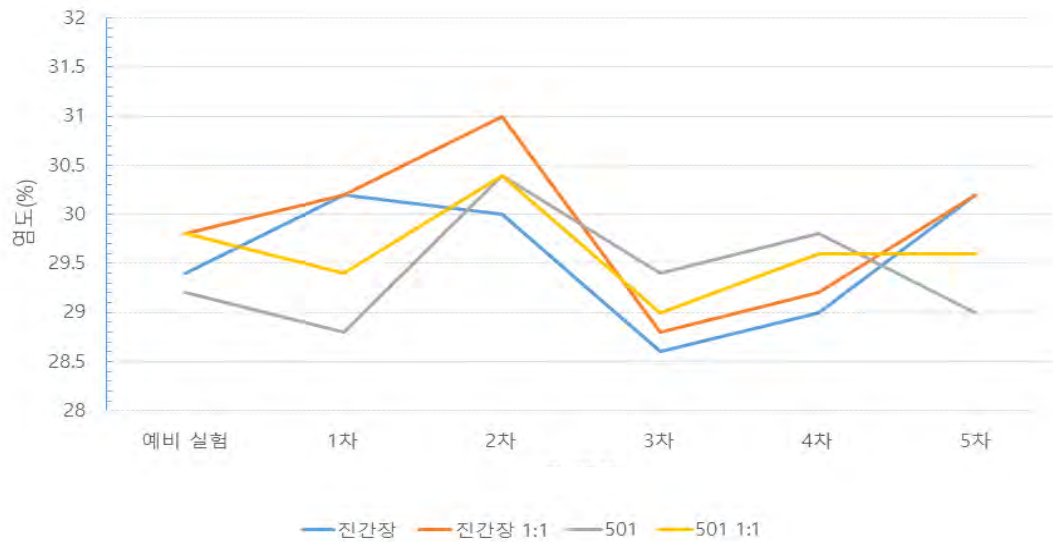


그림 549. 식물성 조미액기스의 염도 측정값



그림 550. 식물성 조미액기스의 당도 측정

○ 소스는 관능평가 전 날 제조하여 냉장보관 하였다가 시료 1시간 전에 꺼내놓았고, 시료는 Koo 등 (2014)을 참고하여 직경 7cm, 높이 3cm 폴리스티렌 재질의 소스컵에 20ml씩 제공하였음.



그림 551. 소스 시료 제공 모습

나. 소스의 기호도 평가

- 기호도 평가는 4차에 걸쳐 진행하였음. 떡갈비 소스 시료들의 기호도 평가를 위한 평가 항목은 예비 조사와 불고기와 관련된 선행연구들(Nam 등, 2010; Park & Byun, 2014; Jung 등, 2015)을 참고하여 선정하였음
- 외관에 있어서는 색, 윤기, 소스 점도, 향미 평가 항목으로는 간장 냄새, 파, 마늘향, 소스 농도, 짠맛, 단맛, 감칠맛, 전반적 기호도로 10항목을 측정함.
- 1차에서는 진간장 1:1의 기호도가 가장 좋았고, 진간장, 501 1:1이 다음으로 좋았음. 청정원과 501이 기호도 평가가 가장 낮았음. 윤기와 소스 점도는 청정원의 기호도가 가장 높았음. 청정원 시료가 가장 소스 제형 같다는 의견이 많았음. 진간장 1:1과 501 1:1의 결과로 봐서 미향이 들어간 시료가 기호도가 높은 것으로 예상됨.
- 2차에서는 501:1의 기호도가 가장 높았고 다음으로 501과 진간장 1:1의 기호도가 좋았음. 청정원의 기호도가 낮았음. 1차에서 예상한 것과 같이 미향 첨가 시료의 기호도 결과가 좋은 것으로 생각됨. 청정원의 경우 감칠맛의 기호도가 높고 파, 마늘향에 대한 기호도가 낮았는데 불고기, 떡갈비 등 간장베이스의 양념에서 자주 접하는 파, 마늘의 향이 적기 때문에 기호도가 낮은 것으로 생각됨.
- 3차는 진간장 1:1의 기호도가 가장 좋았고, 501 1:1이 다음이었음. 진간장 1:1의 기호도가 501 1:1보다 좀 더 높았지만 확실한 결과를 위해 1차 추가실험을 진행함
- 4차에서 3차에서의 결과와 같이 진간장 1:1의 기호도가 가장 좋았음. 양조간장 501의 후미에오는 감칠맛보다 진간장의 첫 입에 확 느껴지는 짠맛과 단맛이 기호도 결과에 영향을 미친 것으로 생각됨.
- 1차에서 4차까지의 결과를 합하여 분석해본 결과, 진간장 1:1 501 1:1, 진간장, 501, 청정원 순서로 기호도가 좋았음.

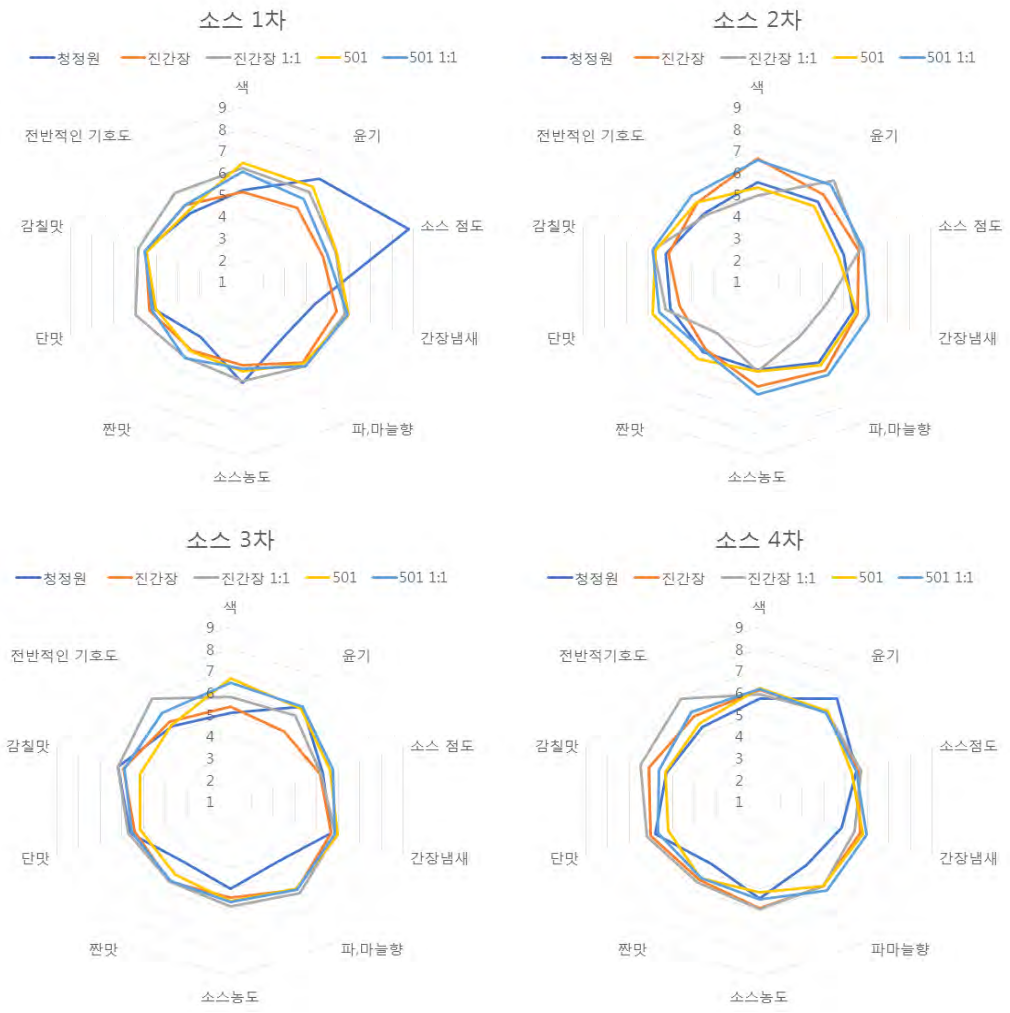


그림 552. 식물성 조미액기스 1-4차 기호도 평가

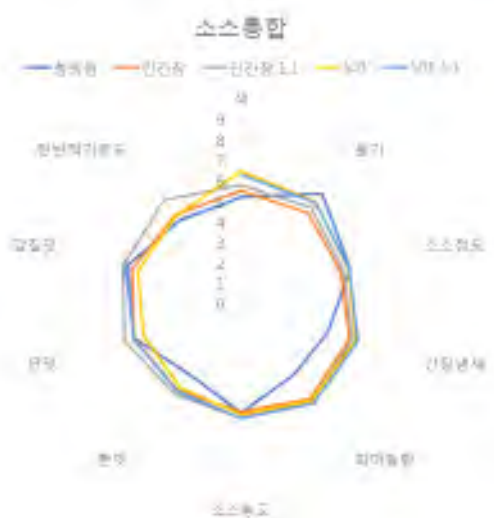


그림 553. 식물성 조미액기스 기호도 평가

3. 식물성 조미액의 일반 식육제품 적용 평가 및 관능평가

가. 식물성 조미액기스를 적용한 떡갈비의 사전 관능평가를 통한 관능특성 조사

- 관능검사 패널 대상의 관능평가 전 식물성 조미액의 기호도 연구를 위해 연구원 대상의 사전 관능평가를 실시함. 위의 개발된 식물성 조미액을 일반 식육제품에 적용하여 떡갈비를 시료로 평가함.
- 위의 식물성 조미액기스의 개발과 마찬가지로 떡갈비도 3차례 사전 관능평가를 진행함. 1차는 단맛 재료의 함량을 달리한 시료군, 2차는 간장의 종류를 달리한 시료군과 청주와 미향의 배합비를 달리한 시료군, 3차는 스모크 향을 첨가한 시료군과 고기부위를 달리한 시료군으로 나누어 진행하였음.
- 1차의 경우 단맛 재료가 많이 들어갈수록 고기의 육질이 단단해지고 육즙이 잘 보존되는 경향이 있었음. 그러나 설탕과 물엿이 많이 들어감에 따라 단맛도 증가되어 단맛 재료의 양은 다른 재료들과 맛이 어우러지는 정도로 결정함.
- 식물성 조미액과 마찬가지로 양조간장 701에서의 산미가 떡갈비에서도 표출되어 701간장은 제외시킴. 또한 1,2차에는 가스레인지 조리법을 택하였는데 고기의 구워지는 정도가 균일하지 않고 모양이 일정하지 않다고 판단되어 3차에는 오븐조리와 몰드에 넣는 방식으로 수정하게 되었음.
- 스모크향을 첨가한 시료는 간장 베이스의 떡갈비와 스모크향이 어우러지지 않는다고 판단되었고 향에 있어서 햄과 소시지가 연상되어 제외시켰음. 또한 3차에서는 호주산 척아이롤과 호주산 갈빗살 부위로 나누어 조리했는데, 척아이롤은 딱딱하고 심줄이 씹히는 반면 갈빗살이 시판 떡갈비와 비슷한 식감이라 판단되어 갈빗살을 사용하기로 함.



그림 554. 연구원 대상 사전 관능평가 시료

나. 기호도 평가 패널 대상 평가방법

- 선정된 패널을 대상으로 청정원 떡갈비 소스로 만든 떡갈비 1종과 식물성 조미액 4종으로 만든 떡갈비를 제시하여 각 시료별 기호도 검사를 진행하였으며 기호도 검사는 9점 척도로 5차례 진행하였음. 입안의 잔여 감을 없애기 위해 한 시료 평가 후 물과 흰 쌀밥(햇반, CJ)으로 입 안을 헹귀 이전의 시료에 의한 차이를 최소화함.



그림 555. 관능평가 모습

다. 시료의 제조

- 떡갈비 시료 또한 소스 시료와 마찬가지로 진간장, 501, 진간장 1:1, 501 1:1이라 명칭하였음.
- 떡갈비 제조 과정 및 공정은 그림 19과 그림 20으로 나타냄. 떡갈비용 고기는 호주산 와규 갈비살(구이용)로 사용하였는데, 해동된 생고기를 민쯔기로 간 것을 구입하였음. 고기를 상온상태로 오래 놔두면 지방이 녹아 혼합 시에 지방의 분리가 일어나 무른 떡갈비가 나오므로 냉장상태의 고기를 사용함. 예비실험을 통하여 갈비살과 소스의 비율은 10:3으로 하였고, 반죽기(Kenwood, Chef premier)를 사용하여 반죽 속도는 2단계, 반죽시간은 4분, 골고루 섞은 다음 1분으로 총 5분간 떡갈비 반죽을 하였음. 반죽 상태의 고기를 지방과 잘 혼합한 뒤 26g씩 계량하여 1구의 크기 5, 4×2(윗지름, 밑지름×높이)인 20구짜리 미니 머핀틀에 채워 넣었음. 채워 넣은 떡갈비를 직경 4cm로 주문 제작한 아크릴 판으로 강하게 눌러준 뒤 몰드 주변으로 용출된 반죽은 잘 정리하여 하나로 뭉치도록 성형하였음. 전기용데크오븐(Choice, Daeyung)에 하부온도 200℃, 상부온도 220℃ 로 예열하여 미니 머핀틀 하단에 알루미늄 타공팬을 깔고 6분간 굽고, 팬의 위치를 돌려 5분간 구웠음. 구운 떡갈비는 틀에서 분리하여 스테인리스 사각바구니 체에 걸치지 않게 펴놓고 1분간 여분의 기름을 뺐음.

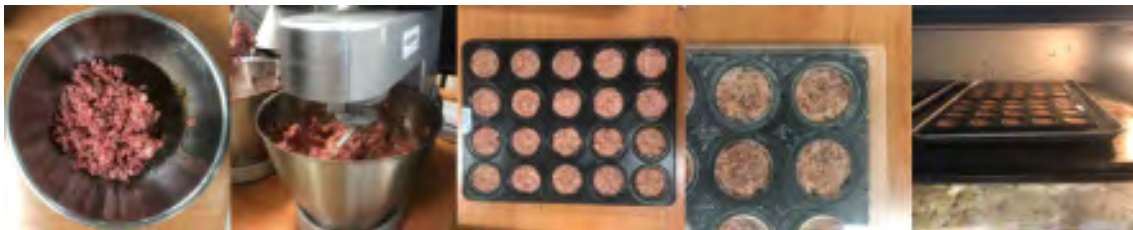


그림 556. 떡갈비 제조과정

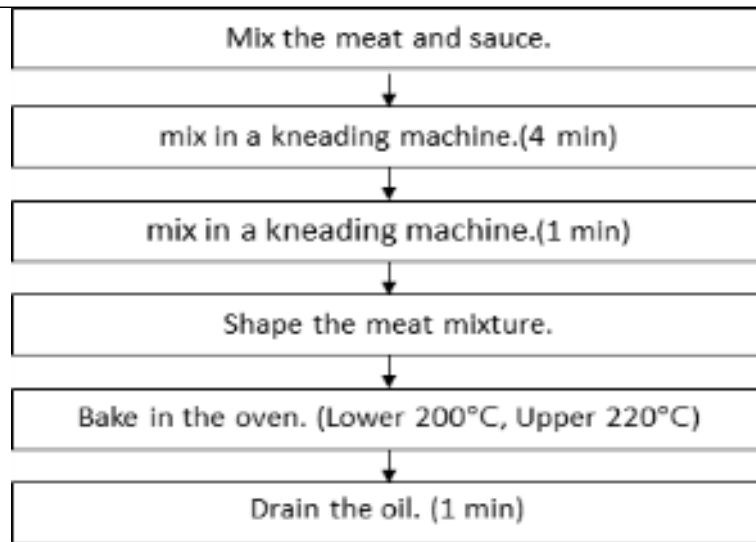


그림 557. 식물성 조미액을 적용한 떡갈비 제조과정

- Koo 등(2014)을 참고하여 떡갈비는 관능평가 1시간 전에 구웠으며, 구운 떡갈비는 직경 7cm, 높이 4cm 폴리스티렌 재질의 소스컵에 담아 60°C의 온장고에 보관 하였다가 1개 씩 제공하였음. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 온장고에서 1시간 이내로 보관된 시료를 제공하였음.



그림 558. 떡갈비 시료 제공 모습

라. 떡갈비의 기호도 평가

- 기호도 평가는 4차에 걸쳐 진행하였음. 떡갈비 소스 시료들의 기호도 평가를 위한 평가 항목은 예비 조사와 불고기와 관련된 선행연구들(Nam 등 2010, Park & Byun 2014, Jung 등 2015)을 참고하여 선정하였음.
- 외관에 있어서는 색, 윤기, 향미 평가 항목으로는 간장 냄새, 파,마늘향, 누린내, 짠맛, 단맛, 감칠맛, 전반적 기호도로 9항목을 측정함.
- 1차에서는 시료끼리 유의적 차이가 없었음.
- 2차의 경우 501 1:1의 기호도가 가장 좋았고, 진간장 1:1이 다음으로 좋았음. 소스에서의 관능평가와 비슷하게 미향 첨가군의 기호도가 좋은 것으로 생각됨.

- 3차는 진간장 1:1의 기호도가 가장 좋았고, 501이 다음이었음. 진간장 1:1의 기호도가 501 1:1과 비슷하여 확실한 결과를 위해 1차 추가실험을 진행함.
- 4차에서 진간장 1:1의 기호도가 가장 좋았음. 양조간장 501의 후미에오는 감칠맛보다 진간장의 첫 입에 확 느껴지는 짠맛과 단맛이 기호도 결과에 영향을 미친 것으로 생각됨.
- 1차에서 4차까지의 결과를 합하여 분석해본 결과, 진간장 1:1 501 1:1, 진간장, 501, 청정원 순서로 기호도가 좋았음.

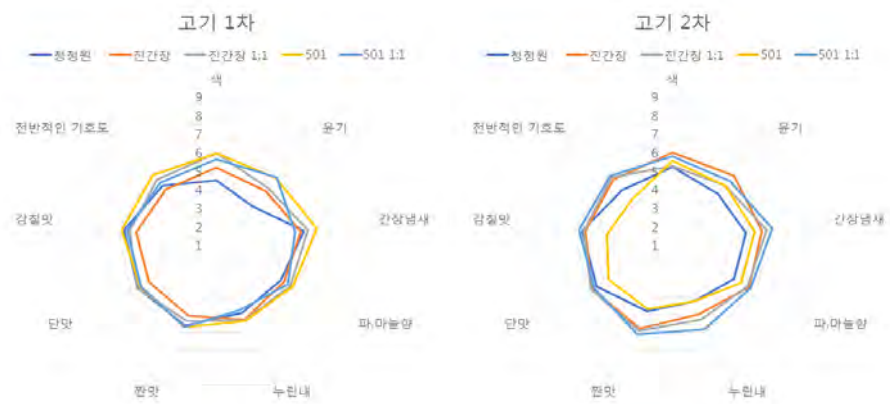


그림 559. 식물성 조미액을 적용한 떡갈비의 1-2차 기호도 평가



그림 560. 식물성 조미액을 적용한 떡갈비의 3-4차 기호도 평가

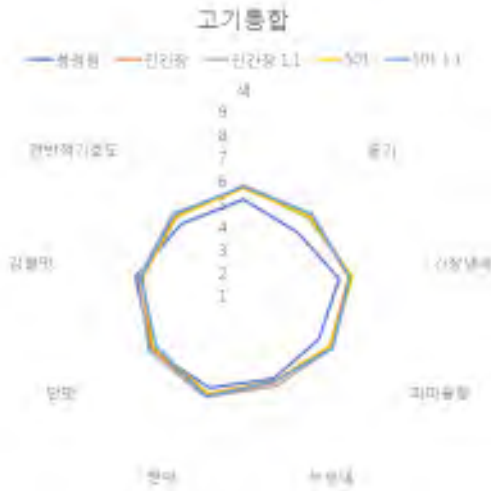


그림 561. 식물성 조미액을 적용한 떡갈비 기호도 평가

4. 식물성 조미액의 기존 대체고기 적용을 통한 조미 액기스 활용 제품과의 비교 관능 특성 평가

가. 식물성 조미액기스를 적용한 조직대두단백 떡갈비의 사전 관능평가를 통한 관능특성 조사

- 관능검사 패널 대상의 관능평가 전 식물성 조미액을 적용한 조직대두단백 떡갈비의 기호도 연구를 위해 사전 연구원 대상의 관능평가를 실시함. 위의 개발된 식물성 조미액을 조직대두단백 떡갈비에 적용하여 평가함.
- 위의 조직대두단백 떡갈비의 경우 콩취를 잡는 것이 중요했기 때문에, 사전 관능평가에서는 스모크 향과 후추향을 첨가했음. 위의 소스 평가에서 기호도가 좋았던 진간장 1:1과 501 1:1 시료에 스모크 향과 후추향을 첨가하여 평가한 결과 후추향보다 스모크향이 콩취를 잘 잡는다고 판단됨.

나. 기호도 평가 패널 대상 평가방법

- 선정된 패널을 대상으로 시판되고 있는 프로틴볼 떡갈비맛(미쳤콩, 더베네푸드)과 식물성 조미액을 적용한 조직대두단백 떡갈비 5종을 제시하여 각 시료별 기호도 검사를 진행하였음. 기호도 검사는 9점 척도로 5차례 진행하였으며 입안의 잔여감을 없애기 위해 한 시료 평가 후 물과 흰 쌀밥(햇반, CJ)으로 입 안을 헹귀 이전의 시료에 의한 차이를 최소화함.

다. 시료의 제조

- 조직대두단백 떡갈비는 사전 관능평가를 통해 결정된 프로틴볼(시판용 콩고기), 진간장 1:1, 스모크 진간장 1:1, 501 1:1, 스모크 501 1:1를 시료로 정하였음.
- 조직대두단백 떡갈비 제조 과정은 그림 25와 그림 26으로 나타냄. 조직대두단백(Spromax 5050, Solae)을 사용하였고, 식용 카카오색소를 사용하여 고기의 색상을 구현하였음. 조직대두단백에 카카오색소를 섞은 물을 넣어 조직대두단백을 30분간 불리는데 카카오색소가 염색되는 과정임. 불리는 과정에서 조직대두단백을 1cm 정도 두께로 찢고 30분이 되면 조직대두단백에서 물기가 나오지 않게

손으로 째 째. 물기를 짰 조식대두단백은 다시 5mm정도 두께로 찢고 블랜더믹서(SB-4L-2, Hallde)로 30초 동안 갈았음. 예비실험을 통하여 콩고기와 소스의 비율은 10:3으로 하였고, 반죽기(Kenwood, Chef premier)를 사용하여 반죽 속도는 2단계, 반죽시간은 4분, 골고루 섞은 다음 1분으로 총 5분간 조식대두단백 떡갈비 반죽을 하였음. 반죽 상태의 고기를 지방과 잘 혼합한 뒤 20g씩 계량하여 1구의 크기 5, 4×2(윗지름, 밑지름×높이)인 20구 미니 머핀틀에 1구당 기름 1ml를 넣고 반죽을 채워 넣었음. 채워 넣은 떡갈비를 직경 4cm로 주문 제작한 아크릴판으로 강하게 눌러준 뒤 몰드 주변으로 용출된 반죽은 잘 정리하여 하나로 뭉치도록 성형하였음. 전기용데크오븐(Choice, Daeyung)에 하부온도 170℃, 상부온도 220℃ 로 예열하여 미니 머핀틀 하단에 알루미늄 타공팬을 깔고 4분간 굽고, 팬의 위치를 돌려 4분간 구웠음. 구운 떡갈비는 틀에서 분리하여 스테인리스 사각 바구니 체에 겹치지 않게 펴놓고 1분간 여분의 기름을 뺐음.



그림 562. 조식대두단백 떡갈비를 만드는 과정

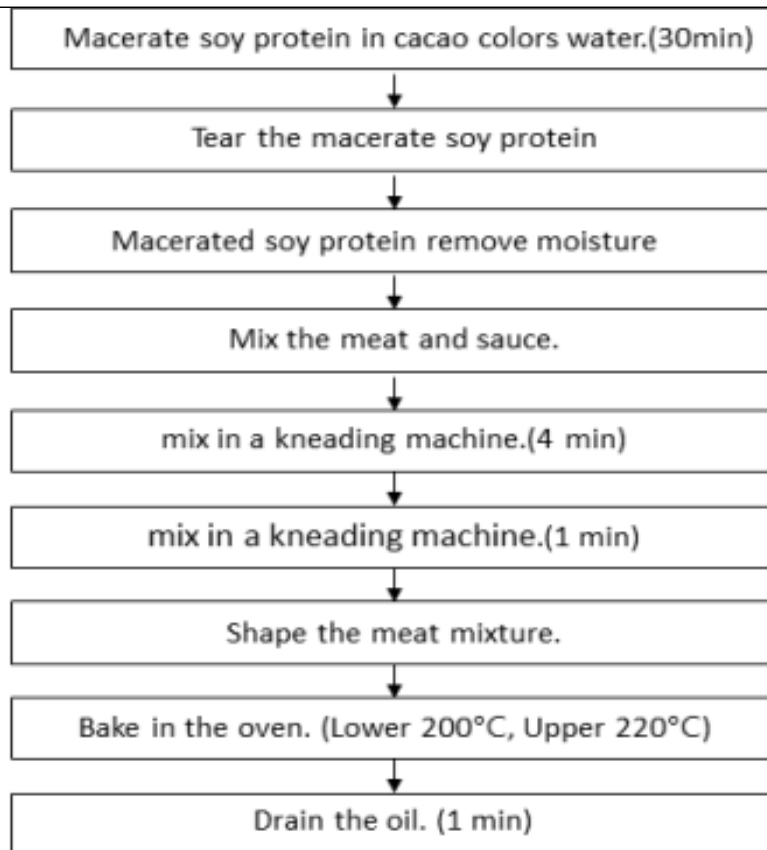


그림 563. 식물성 조미액을 적용한 조식대두단백 떡갈비의 제조과정

- Koo 등(2014)을 참고하여 조식대두단백 떡갈비는 관능평가 1시간 전에 구웠으며, 구운 떡갈비는 직경 7cm, 높이 4cm 폴리스티렌 재질의 소스컵에 담아 60°C의 온장고에 보관 하였다가 1개씩 제공하였음.



그림 564. 조식대두단백 시료 제공 사진

라. 조식대두단백 떡갈비의 기호도 평가

- 조식대두단백 떡갈비의 기호도 평가를 1회 실시하였음.
- 조식대두단백 떡갈비의 기호도 평가 결과, 청정원소스를 적용시켰을 때 기호도가 가장 높았음. 청정원소스의 강한 감칠맛과 간장향이 콩고기의 콩취와 콩 비린내를 커버했다고 생각됨.

- 시료를 틀에 넣어 성형을 하다 보니 고기의 거친 표면이 표현되지 않아, 다음 실험에서는 반죽을 손으로 빚어 팬프라이로 조리법을 수정하고자 함.
- 조직대두단백 떡갈비를 씹었을 때 소스 맛과 함께 콩취, 콩비린내가 올라오므로 이러한 점의 개선이 필요함.
- 조직대두단백 떡갈비의 경우 분쇄형이라 직접 조미를 넣고 혼합하여 맛 자체를 조절할 수 있으므로 개선 가능성이 보임.

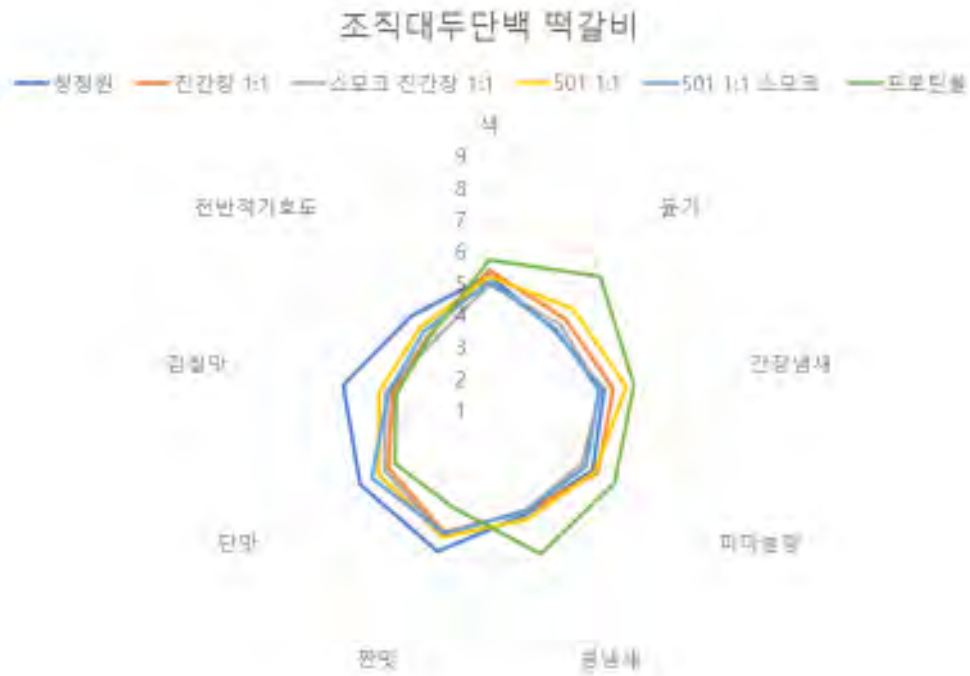


그림 565. 식물성 조미액을 적용한 조직대두단백 떡갈비 기호도 평가

<식물성 대체고기 적용(분쇄형) 한식기반 제품 개발 및 관능특성 연구>

1. 분쇄형 대체고기 및 식물성 조미액을 활용한 한식기반 제품개발(3종)

1-1. 떡갈비

가. 시판되고 있는 떡갈비의 제품조사

- 식물성 떡갈비의 제품 형태와 원재료를 선정하기 위하여 현재 마트 온라인몰(홈플러스, 이마트, 롯데마트)에서 시판되고 있는 떡갈비 판매량 10순위를 조사함.
- 다수의 떡갈비는 냉동으로 유통되고 있었으며, 몇몇 제품은 냉장 유통이 되고 있음. 큰 덩어리의 떡갈비 제품도 있었으나 빠른 조리가 가능한 점에서 5cm 이내의 한입 떡갈비 제품이 많았음.
- 떡갈비는 돼지고기를 주재료로 하여 양념, 양파, 대파, 후춧가루, 식용색소 등을 넣어 반죽한 형태로 간장, 불고기 양념장 등 간장 베이스의 양념이 떡갈비 반죽에 섞여 성형되어있는 기본적인 형태의 떡갈비가 대부분이었으나, 마늘, 불향, 치즈 등이 첨가된 떡갈비도 있었음.
- 이를 바탕으로 식물성 떡갈비는 반죽에 양념을 섞어 한입 크기로 성형하고, 냉동 후 재가열하여 섭취하는 형태로 방향을 잡음. 개발 과정에서 양념의 맛이 강하게 필요하다고 판단될 경우 따로 뿌리거나 찍어 먹는 소스를 제공할 계획임.

나. 시판용 떡갈비의 원재료 빈도

- 시판 떡갈비 13종에 사용된 원재료의 빈도수를 확인하여 빈도수가 높은 원재료를 식물성 떡갈비의 재료로 선정하였음.
- 식물성 떡갈비 재료 선정에서 동물성 원재료인 돼지고기와 쇠고기는 제외하였고, 불고기 양념장과 숯불갈비맛 엑기스, 혼합제제는 원재료의 정확한 재료 구성을 알 수 없어서 제외함.
- 카라멜색소를 대신하여 카카오색소와 치자적색소를 사용하였으며, 흑설탕을 제외하고 백설탕만을 사용함. 또한 육제품 제조 시 사용되는 산도조절제도 제외하였고, 이 밖의 재료는 모두 사용하였음.

다. 조리 문헌에 나타난 떡갈비의 재료 및 제조 방법

- 떡갈비와 섭산적은 고기와 갖은 양념, 다진 파와 마늘 등을 섞어 모양을 잡아 구워내는 방식이며, 장산적은 떡갈비, 섭산적과 제조 방법이 비슷하나 다진 고기를 굽다가 마지막에 간장 양념을 넣어 졸이는 방법임.

라. 분쇄형 대체고기를 이용한 식물성 떡갈비의 배합비 도출 및 개발

- 시판용 제품의 원재료와 조리 문헌, 세종대학교 개발 레시피를 참고하여 재료와 조리법을 선정하였고, 테스트 키친 후 연구원들 대상으로 사전관능검사를 진행하여 수정 보완 작업을 통해 배합비 도출하였음.

- 세종대학교 제조법을 바탕으로 식용 카카오색소와 치자적색소를 3:1 비율로 사용하여 고기의 색상을 구현함.
- 조직대두단백(TVP)는 Supro®Max 5010(Dupont, Delaware, USA), Supro®Max 5050,(Dupont, Delaware, USA), Contex-120(Dupont, Delaware, USA), Texta pois 65/70 Pea Protein(Sotexpro, France) 4종류가 사용되었고, 소고기 향은 Signature Beef Oxtail(F43K482, Firmenich), Signature BBQ(F91W992, Firmenich)을 첨가함.

표 13. 식물성 떡갈비의 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
TVP (Supro®max 5010)	174	<양념>	
TVP (Supro®max 5050)	200	간장	156
TVP (Contex-120)	192	설탕	67
TVP (Texta pois 65/70)	180	열풍건조 파	6
표고버섯(기둥)	150	마늘농축액	9
양파	90	참기름	21
밀글루텐	150	깨소금	3
ISP	75	Signature Beef Oxtail	0.5
타피오카 전분	75	Signature BBQ	0.5
Emulsion	450	<TVP (Texta pois 65/70) 양념>	
정제염	6	간장	22
색소	3	설탕	4
후추	6	물	22
식용유	13	합계	2095

○ 식물성 떡갈비 제조 방법

- Preparation

① TVP 1

- 1) Supro®Max 5010, Supro®Max 5050은 부피 4배의 물을 넣어 상온(25℃)에서 30분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수함.
- 2) 탈수한 TVP는 블랜더믹서기로 30초 동안 갈아냄.

② TVP 2

- 1) Contex-120은 부피 4배의 물을 넣어 상온(25℃)에서 30분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수함.

③ TVP 3

- 1) 간장, 설탕, 물을 섞어 만든 양념에 Texta pois 65/70을 30초간 섞음.
- 2) 프라이팬에 식용유를 두르고 가스레인지 센 불로 1분 40초간 볶음.

④ 야채

- 1) 건표고버섯(기둥)은 상온(25℃)에서 30분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수함.
- 2) 블랜더믹서기로 양파와 함께 30초간 갈아냄.

⑤ 양념장

- 1) 간장, 설탕, 열풍건조파, 마늘농축액, 참기름, 깨소금, Signature Beef Oxtail, Signature BBQ을 섞어 양념장을 제조함.

⑥ Emulsion

- 1) 건국대학교의 제조 방법을 사용함.

- 식물성 떡갈비의 구체적인 제조 방법은 다음과 같음.

- 1) TVP 1, TVP 2, TVP 3은 반죽기를 사용하여 강도 2단계로 5분간 섞음.
- 2) 섞인 반죽에 갈아낸 표고버섯, 양파, 밀글루텐, ISP, 감자전분, 정제염, 후추, 색소를 넣고 반죽기를 사용하여 강도 2단계로 5분간 섞어줌.
- 3) Emulsion과 양념장을 추가로 넣고 반죽기를 사용하여 강도 2단계로 5분간 섞어줌.
- 4) 완성된 반죽은 30g씩 계량하여 5cm, 4cm×2cm(윗지름, 밑지름×높이)인 틀에 기름 1ml를 넣고 반죽을 채운 후, 직경 4cm로 주문 제작한 아크릴판으로 강하게 눌러 성형함.
- 5) 온도가 200℃인 전기용데크오븐에 5분간 굽고 팬을 180도 돌린 후 5분간 더 구워준다.



① 조식대두단백 수침



② 조식대두단백 분쇄



③ 조식대두단백 반죽



④ 조식대두단백 반죽 양념



⑤ 성형



⑥ 굽기

그림 566. 식물성 떡갈비 제조과정

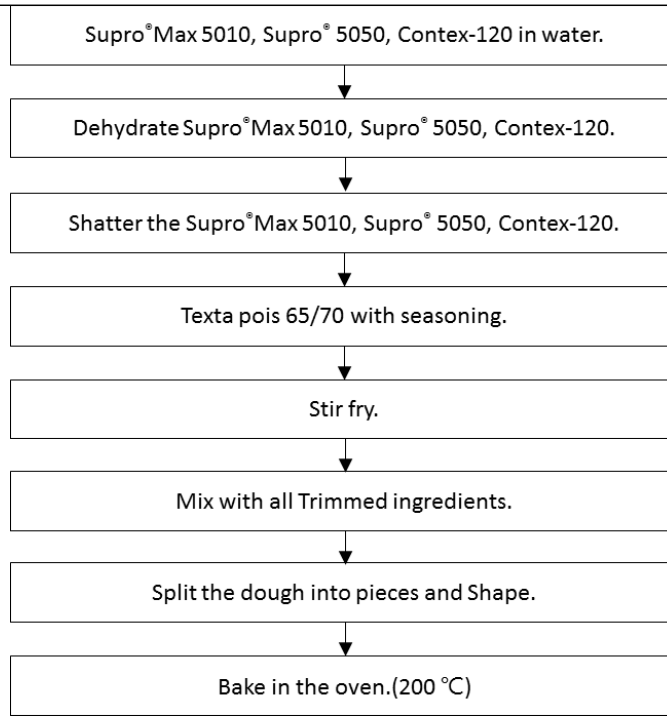


그림 567 . 식물성 떡갈비 제조과정

1-2. 만두 (고기만두, 김치만두)

가. 시판되고 있는 고기만두, 김치만두의 제품조사

- 식물성 만두의 제품 형태와 원재료를 선정하기 위하여 현재 마트 온라인몰(홈플러스, 이마트, 롯데마트)에서 시판되고 있는 고기만두, 김치만두 판매량 10순위를 각각 조사함.
- 다수의 만두는 냉동으로 유통되고 있었으며, 모양을 달리하여 교자만두, 왕만두, 손만두, 군만두 형태로 판매되고 있음. 소수의 만두는 만두 안의 육즙이 흐르는데, 이는 동물성 원재료인 젤라틴으로 하여 육즙을 구현해 냄.
- 만두는 돼지고기를 주재료로 하여 양념, 두부, 당면, 양파, 대파, 후춧가루 등으로 소를 만들어 빚은 형태로, 만두소에 들어가는 부재료에 따라 만두의 맛이 달라질 수 있음.
- 이를 바탕으로 식물성 고기만두는 교자만두 형태로 구워 먹거나 찜먹을 수 있도록 하고, 식물성 김치만두는 손만두 형태로 만들어 냉동하여 재가열하여 섭취하는 형태로 개발 방향을 결정함.

나. 시판용 만두의 원재료 빈도

- 시판되고 있는 만두에 사용된 원재료의 빈도수를 확인하여 빈도수가 높은 원재료를 식물성 만두의 재료로 선정하였음.
- 식물성 만두 재료 선정에서 동물성 원재료인 쇠고기맛 베이스는 제외하였고, 혼합제제는 원재료의 정확한 재료 구성을 알 수 없어서 제외함.

다. 조리 문헌에 나타난 만두의 재료 및 제조 방법

- 돼지고기 또는 소고기에 두부, 야채, 양념을 섞어 소를 만든 후, 만두피로 감싸 찌거나 굽는 방법으로 재료에 따라 다양한 맛의 만두를 개발할 수 있음.

라. 분쇄형 대체고기를 이용한 식물성 고기만두, 김치만두 배합비 도출 및 개발

- 시판용 제품의 원재료와 조리 문헌을 참고하여 재료와 조리법을 선정하였고, 테스트 키친 후 연구원들 대상으로 사전관능을 진행하여 수정 보완 작업을 통해 배합비 도출하였음.

- 식물성 고기만두의 제조 방법

- 조직대두단백은 별도의 침지 작업 없이 바로 양념하여 가열하는 방식으로 진행함.
 - 조직대두단백(Texta pois 65/70, Exeller)을 사용하였으며, 식물성 고기만두 제조과정은 그림 III - 2-1과 같음.
 - 식물성 고기만두의 구체적인 제조 방법은 다음과 같음.
 - 1) 간장, 설탕, 물을 섞어 만든 양념에 Texta pois 65/70을 30초간 섞은 후, 프라이팬에 식용유를 두르고 가스레인지 센 불로 1분 40초간 볶음.
 - 2) 두부와 숙주는 각각 끓는 물에 2분간 데친 후, 식품 탈수기로 30초간 탈수함.
 - 3) 당면은 30분간 20℃의 물에 수화 시킨 후, 끓는 물에 10분간 삶음.
 - 4) 두부는 칼등으로 으깨고, 숙주, 당면, 표고버섯, 무말랭이, 양파, 부추는 0.5cm 크기로 잘게 절단함.
 - 5) 전분 10g에 물 60g을 섞어줌.
 - 6) 위의 재료들과 만두양념, 전분물을 넣고 1분간 버무린 뒤, 냉장 만두피에 만두소 24g을 넣고 규아상 모양으로 빚어 김이 오른 찜기에 10분간 찜냄.
-

표 14. 식물성 고기만두의 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
TVP(Texta pois 65/70)	40	<만두양념>	
두부	100	다진 마늘	10
숙주	100	다진 파	10
당면	60	맛소금	0.5
불린 표고버섯	20	소금	3
불린 무말랭이	20	설탕	3
양파	50	L-글루탐산나트륨	0.5
부추	20	참기름	16
결착제	10	후춧가루	0.2
냉장 만두피(종갓집)	240	청양고추 후레이크	1
감자전분	60	<TVP(Texta pois 65/70) 양념>	
물(전분용)	60	간장	15
식용유(TVP 볶음용)	7	설탕	4
합계	865.2	물	15

○ 식물성 김치만두의 제조법

- 고기만두와 같이 조직대두단백은 별도의 침지 작업 없이 바로 양념하여 가열하는 방식으로 진행함.
- 조직대두단백(Texta pois 65/70, Exeller)을 사용하였으며, 식물성 고기만두 제조과정은 그림 III - 3-1과 같음.
- 식물성 김치만두의 구체적인 제조 방법은 다음과 같다.
 - 1) 간장, 설탕, 물을 섞어 만든 양념에 Texta pois 65/70을 30초간 섞은 후, 프라이팬에 식용유를 두르고 가스레인지 센 불로 1분 40초간 볶음.
 - 2) 두부와 숙주는 각각 끓는 물에 2분간 데친 후, 식품 탈수기로 30초간 탈수함.
 - 3) 당면은 30분간 20℃의 물에 수화 시킨 후, 끓는 물에 10분간 삶음.
 - 4) 두부는 칼등으로 으깨고, 숙주, 당면, 표고버섯, 무말랭이, 양파, 부추, 맛김치는 0.5cm 크기로 잘게 절단함.
 - 5) 위의 재료들과 만두양념을 넣고 1분간 버무린 뒤, 냉장 만두피에 만두소 24g을 넣고 또아리 모양으로 빚어 김이 오른 찜기에 10분간 찜냄.

표 15. 식물성 김치만두의 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
TVP(Texta pois 65/70)	40	<만두양념>	
두부	100	다진 마늘	10
숙주	100	다진 파	10
당면	60	맛소금	0.5
불린 표고버섯	20	고춧가루	2
불린 무말랭이	20	설탕	3
양파	50	L-글루탐산나트륨	0.5
부추	20	참기름	16
맛김치(종갓집)	100	후춧가루	0.2
결착제	20	청양고추 후레이크	1
식용유(TVP 볶음용)	7	<TVP(Texta pois 65/70) 양념>	
냉장 만두피(청정원)	240	간장	15
		설탕	4
합계	847.2	물	15



① 조식대두단백 양념



② 조식대두단백 가열



③ 갖은 재료와 섞음



④ 만두소 채우기



⑤ 모양 성형



⑥ 찌기

그림 568. 식물성 만두 제조과정

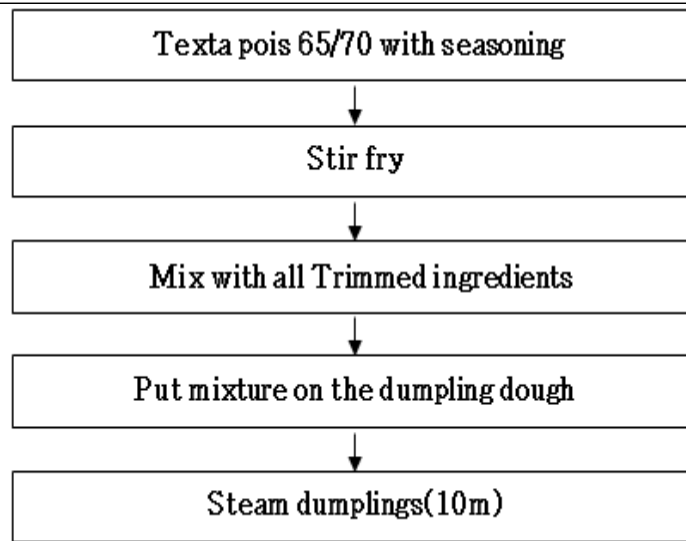


그림 569. 식물성 만두 제조과정

1-3. 너겟

가. 시판되고 있는 너겟의 제품조사

- 식물성 너겟의 제품 형태와 원재료를 선정하기 위하여 현재 마트 온라인몰(홈플러스, 이마트, 롯데마트)에서 시판되고 있는 너겟 판매량 10순위를 조사함.
- 다수의 너겟은 냉동으로 유통되고 있었으며, 공룡, 동물, 별 모양 등 여러 도형으로 성형되어 판매됨. 튀김옷의 형태는 빵가루가 있는 형태와 배터만 묻은 형태로 나누어지며, 고기의 형태는 분쇄육과 통살 두 형태로 나뉘어 판매되고 있었음.
- 너겟은 닭고기를 주재료로 하여 주로 닭가슴살 부위가 많이 사용되며, 정제 소금, 향신료, 마늘 등과 함께 반죽하여 튀겨냄. 튀김옷에 카레 등 향신료를 첨가하면 식물성 너겟의 공취를 마스킹할 수 있을 것으로 판단 됨.
- 이를 바탕으로 식물성 너겟은 반죽을 타원형으로 성형하고, 냉동 후 재가열하여 섭취하는 형태로 배터에 카레 가루를 첨가하는 것으로 방향을 잡음.

나. 시판용 너겟의 원재료 빈도

- 시판되고 있는 너겟에 사용된 원재료의 빈도수를 확인하여 빈도수가 높은 원재료를 식물성 너겟의 재료로 선정하였음.
 - 식물성 너겟의 재료 선정에서 동물성 원재료인 닭고기는 제외하였고, 혼합제제, 배터믹스, 프리더스트, 너겟 시즈닝, 브레더, 치킨용인핸서는 원재료의 정확한 재료 구성을 알 수 없어 제외함.
 - 예비 실험을 통하여 튀김옷의 형태를 정하는데 빵가루는 미니 돈가스 와 외형이 비슷하여 사용하지
-

양기로 결정 하였고, 마늘과 양파도 불필요한 맛을 냈기 때문에 제외함.

다. 조리 문헌에 나타난 너겟의 재료 및 제조 방법

○ 너겟은 닭고기의 닭가슴살 부위를 다지거나 한입 크기로 썰어 간을 한 뒤, 모양을 잡아 튀김옷을 입혀 튀겨내는 방식임. 간은 보통 소금, 후춧가루로 하며 마늘과 양파를 넣기도 함.

라. 분쇄형 대체고기를 이용한 식물성 너겟의 배합비 도출 및 개발

○ 시판용 제품의 원재료와 조리 문헌을 참고하여 재료와 조리법을 선정하였고, 테스트 키친 후 연구원들 대상으로 사전관능을 진행하여 수정 보완 작업을 통해 배합비 도출

○ Texta pois 65/70(Exeller)은 물에 수화시킨 뒤 탈수하여 사용하였음.

○ TVP에 치킨향을 부여하기 위해 Signature Chicken Boiled(F31K255, Firmenich), Chicken Flavor (KH- 800728, Givaudan)을 첨가함.

○ 배터에 치자황색소(AF치자황600, (주)이에스기술연구소)를 첨가하였음.

표 16. 식물성 너겟의 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
Texta pois 65/70	100	튀김가루(백설)	10
물(수화용)	500	<배터>	
맛소금	0.5	튀김가루(백설)	50
순후추	0.5	파프리카가루	0.5
감자전분	10	카레가루	0.5
식용유	2	치자황색소	0.5
결착제	10	물	200
Chicken Flavor	1	합계	877.5
Signature Chicken Boiled	2		

○ 식물성 너겟의 제조 방법

- 식물성 너겟의 구체적인 제조 방법은 다음과 같다.

- 1) Texta pois 65/70은 60℃의 물에 15분 동안 수화시킨 후 식품탈수기로 5분간 탈수시킴.
- 2) 탈수한 Texta pois 65/70, 맛소금, 감자전분, 순후추, 식용유, 결착제, signature chicken boiled, chicken flavor을 섞어 4~5분 동안 치댄 후 12g씩 분할하여 삼각형 모양으로 빚어 튀김가루(백설)를 빚은 반죽에 앞뒤로 묻힘.
- 3) 튀김가루(백설), 카레가루, 파프리카가루, 치자황색소를 섞어 배터를 만들어 튀김가루를 묻힌 반죽

에 배터를 입혀 170℃의 기름에 1분 30초 동안 튀겨냄.



① TVP 수화



② TVP 탈수



③ 반죽



④ 모양 성형



⑤ 튀김옷 입히기



⑥ 튀기기

그림 570. 식물성 너겟 제조과정

2. 일반고기와 대체고기를 활용한 제품의 관능특성 비교

가. 관능평가 진행

- 관능평가에 영향을 끼칠 수 있는 구강 청결제 사용, 전날 과음 금지, 강한 향수와 화장품 사용 금지와 30분 전에 음식을 섭취하는 행위 금지는 사전에 공지하여 진행하였음.
- 관능검사 시 제공되는 모든 시료에는 시료의 번호에 다른 편견이 없도록 임의의 난수를 사용하여 구분하였고, 시료를 담는 용기는 무색의 일회용 종이 트레이를 사용하여 색이나 무늬에 의한 오차가 없도록 하여 진행하였음. 평가 중간에 입을 헹굴 수 있는 생수와 동반 식품을 제공하였으며, 기호도 검사는 9점 척도로 평가하도록 하였으며 별도로 의견을 적는 칸을 제시해 주었음.
- 기호도 평가는 총 3회에 걸쳐 진행되었음. 식물성 개발제품을 단독으로 제시했을 때와 식육 제품과 같이 제시했을 때의 결과 차이를 보기 위하여 1차에서는 식물성 개발제품으로만 관능검사, 2차, 3차에서는 식육 제품을 비교 시료로 비교 관능평가를 진행하였음. 1차 기호도 평가에서는 대두단백질을 이용하여 만든 시료라는 것을 패널들에게 공지해 주었음.

표 239. 비교 관능평가 제품

시료명	개발제품	비교제품 1	비교제품 2
-----	------	--------	--------

<p>식물성 떡갈비</p>		 <p>청정원 숯불맛떡갈비</p>	 <p>비비고 한입떡갈비</p>
<p>식물성 고기만두</p>		 <p>청정원 민속왕교자</p>	 <p>비비고 왕교자</p>
<p>식물성 김치만두</p>		 <p>청정원 민속김치손만두</p>	 <p>백설 김치손만두</p>
<p>식물성 너겟</p>		 <p>청정원 크런치통살 치킨너겟</p>	 <p>고메 너겟</p>

2-2. 떡갈비

가. 식물성 떡갈비의 기호도 평가

- 시료는 관능평가 전날 제조하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하였음. 종이재질의 트레이17×11.5cm에 담아 1개씩 제공함. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 조리한 지 15분 이내의 시료를 제공하였음.
- 기호도 검사는 외관(Appearance): 겉면, 외관(Appearance): 단면, 색(Color): 겉면, 색(Color): 단면, 향(Flavor), 식감(Texture): 단단함, 식감(Texture): 씹힘성, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타의견을 평가함. 떡갈비에 대한 평가 항목은 떡갈비와 관련된 선행연구(Kim 등 2016, Jeong 등 2016)를 참고하여 선정하였음.
- 떡갈비의 기호도 평가는 3차에 거쳐 진행됨. 1차는 식물성 떡갈비 단독으로 기호도 평가를 진행하였고, 2차는 대상 청정원 숯불맛 떡갈비를 비교 시료로 식물성 떡갈비와 관능 비교평가를 진행함. 3차는 식물성 떡갈비와, 대상 청정원 숯불맛떡갈비, CJ 비비고한입 떡갈비로 관능 비교평가를 진행하였음.
- 1차에서 식물성 떡갈비의 전반적인 기호도와 맛은 각각 4.88 ± 1.85 , 4.77 ± 1.85 로 나타났으며, 색에 대해 고기와 비슷하다는 의견이었으나 TVP 특유의 맛이 낮은 기호에 영향을 준 것으로 판단됨. 조직감은 단단하고 조밀하다는 의견이 많았고 고기의 식감보다는 멍쳐진 종이를 씹는 질감이라는 의견도 있었음.

표 18. 1차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

Samples	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성 떡갈비	5.09 ± 1.86	5.72 ± 1.69	6.09 ± 1.70	6.21 ± 1.60	4.79 ± 2.23	5.42 ± 1.62	5.72 ± 1.61	4.77 ± 1.95	4.88 ± 1.85



그림 571. 1차 식물성 떡갈비 관능검사 시료

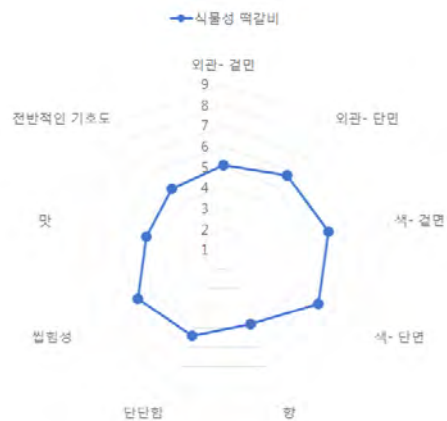


그림 572. 1차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

- 2차 관능검사의 모든 항목에서 식물성 떡갈비와 청정원 떡갈비 두 시료 간의 유의적인 차이가 나타남. 청정원 떡갈비의 조직감은 육즙으로 인해 촉촉하고 부드럽고 고기 향이 강해 떡갈비라는 느낌이 강하다는 의견이었음. 반면 식물성 떡갈비의 조직감은 단단하고 부스러진다는 의견이 많았고 향에있

어서 콩취, 곡물 향이 난다는 의견이 있었음. 식물성 떡갈비의 외관 겉면은 인위적이고 정형화된 모양으로 청정원 떡갈비가 조금 더 자연스러운 고기 모양이었음. 외관 단면의 식물성 떡갈비는 한데 뭉쳐지지 않고 따로따로 찢어져 뭉쳐진 느낌으로, 수제 떡갈비의 느낌이었음. 맛과 전반적인 기호도는 각각 청정원 떡갈비가 7.35 ± 1.36 , 7.40 ± 1.14 로 식물성 떡갈비 4.81 ± 1.80 , 4.67 ± 1.80 보다 높은 기호도를 나타냄. 맛과 전반적 기호도의 연관성이 큰 것으로 보임.

표 19. 2차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

Sample	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성 떡갈비	4.95 ± 1.66^a	5.53 ± 1.64^a	5.30 ± 1.81^a	5.70 ± 1.41^a	5.02 ± 1.81^a	5.35 ± 1.69^a	5.56 ± 1.75^a	4.81 ± 1.80^a	4.67 ± 1.80^a
청정원 떡갈비	7.00 ± 1.21^b	7.02 ± 1.28^b	6.93 ± 1.28^b	6.95 ± 1.23^b	7.56 ± 1.31^b	7.28 ± 1.40^b	7.51 ± 1.40^b	7.35 ± 1.36^b	7.40 ± 1.14^b



그림 573. 2차 식물성 떡갈비 관능검사 시료

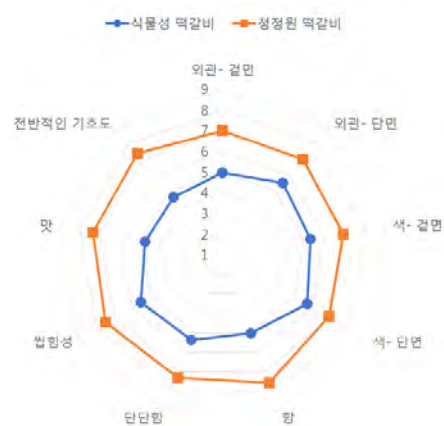


그림 574. 2차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

○ 3차에서 전반적인 기호도는 CJ 비비고 함박스테이크가 7.56 ± 1.55 로 가장 높았으며, 청정원 떡갈비가 7.05 ± 1.31 로 두 시료 간의 유의적 차이는 나타나지 않음. 외관은 CJ 비비고 함박스테이크가 가장 좋게 평가되었고, 식물성 떡갈비의 외관은 가장 낮게 평가됨. 전체적인 항목에서 식물성 떡갈비는 가장 낮은 값을 보임.

○ 실제 고기 떡갈비의 육향과 육즙, 부드러운 식감, 감칠맛을 식물성 소재로는 재현이 미흡한 것으로 보임.

표 20. 3차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

Sample _s	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성 떡갈비	4.49±1.59 ^a	4.91±1.44 ^a	4.88±1.80 ^a	5.49±1.52 ^a	4.60±1.92 ^a	4.70±1.77 ^a	4.74±1.48 ^a	4.14±1.60 ^a	4.09±1.51 ^a
청정원 떡갈비	6.86±1.08 ^b	6.91±1.29 ^b	6.81±1.16 ^b	6.74±1.43 ^b	7.21±1.17 ^b	6.98±1.41 ^b	7.49±1.20 ^b	7.09±1.44 ^b	7.05±1.31 ^b
비비고 떡갈비	7.95±1.00 ^c	7.37±1.18 ^b	7.60±1.16 ^c	7.28±1.40 ^b	7.47±1.64 ^b	7.47±1.22 ^b	7.58±1.16 ^b	7.77±1.60 ^c	7.56±1.55 ^b



그림 575. 3차 식물성 떡갈비 관능검사 시료

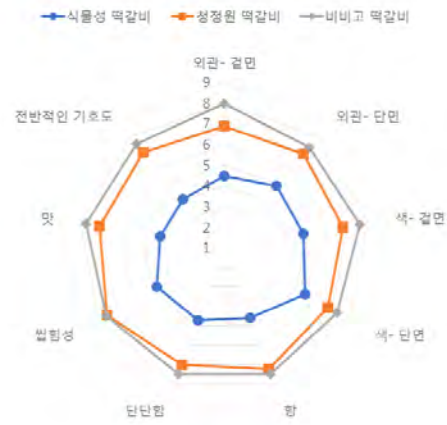


그림 576. 3차 식물성 떡갈비 관능검사 결과

2-3. 만두

가. 고기만두

- 시료는 관능평가 전날 제조하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하였음. 종이 재질의 트레이(17×11.5cm)에 담아 1개씩 제공됨. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 평가 전 10분 이내로 조리된 시료를 제공하였음.
- 기호도 검사는 외관(Appearance): 단면, 색(Color): 단면, 향(Flavor), 식감(Texture): 응집 정도, 식감(Texture): 수분 정도, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타의견을 평가함. 만두에 대한 평가 항목은 만두와 관련된 선행연구(Kang 등 2016)을 참고하여 선정하였음.
- 고기만두의 기호도 평가는 3차에 걸쳐 진행됨. 1차는 식물성 고기만두 단독으로 기호도 평가를 진행하였고, 2차는 대상 청정원 교자만두를 비교 시료로 식물성 고기만두와 관능 비교평가를 진행하였으며, 3차는 식물성 고기만두와, 대상 청정원 교자만두, CJ 비비고 교자만두로 관능 비교평가를 진행함.
- 1차 기호도 평가에서 식물성 고기만두 단면의 외관과 색은 각각 7.78±0.86, 7.52±1.33로 보통의 고기 만두와 비슷하다는 의견이 다수였음. 향은 별다른 콩취 없이 만두의 향이 난다는 의견이었음. 표고버섯 등 부재료가 콩취를 마스킹한 것으로 생각됨. 수분 정도에서는 촉촉한 느낌보다 건조한 느낌이라는 의견이 많았음. 맛과 전반적인 기호도는 각각 7.22±1.23, 7.24±1.12로 보통 이상의 기호도를 보임.

표 21. 1차 식물성 고기만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집 정도	수분 정도	맛	전반적인 기호도
식물성 고기만두	7.78±0.86	7.52±1.33	6.74±1.82	6.94±1.45	6.40±1.47	7.22±1.23	7.24±1.12

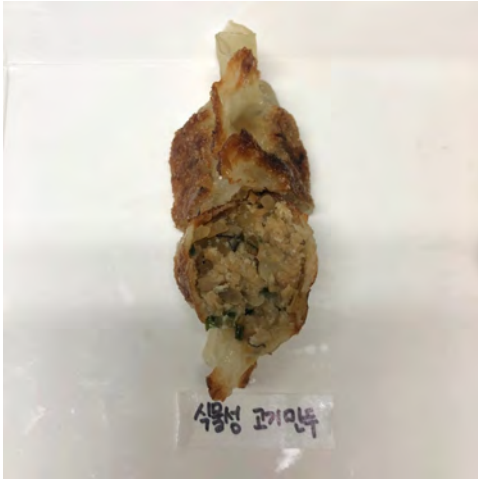


그림 577. 1차 식물성 고기만두 관능검사 시료



그림 578. 1차 식물성 고기만두 관능검사 결과

○ 2차에서 식물성 고기만두와 청정원 만두의 외관-단면과 색-단면은 유의적 차이가 없었음. 외관에 있어서 만두소에 야채, 당면 등 부재료가 섞여 있고, 만두에 들어가는 TVP의 전처리 과정에서 간장양념이 고기의 색과 비슷하게 구현되어 차이가 적은 것으로 판단됨. 하지만 향에 있어서 식물성 고기만두는 청정원 만두보다 육향이 적고 조직감에 있어서는 촉촉함이 훨씬 낮다는 의견이 많았으며 청정원 만두에서는 육즙으로 인해 촉촉하고 감칠맛이 좋다는 의견이었음.

표 22. 2차 식물성 고기만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집정도	수분정도	맛	전반적인 기호도
식물성 고기만두	7.46±1.23 ^a	7.20±1.46 ^a	6.56±1.47 ^a	6.52±1.25 ^a	6.24±1.38 ^a	6.58±1.53 ^a	6.58±1.31 ^a
청정원 왕교자	7.32±1.17 ^a	6.82±1.41 ^a	7.38±1.32 ^b	7.08±1.35 ^b	7.88±1.10 ^b	7.84±1.17 ^b	7.78±1.09 ^b



그림 579. 2차 식물성 고기만두 관능검사 시료

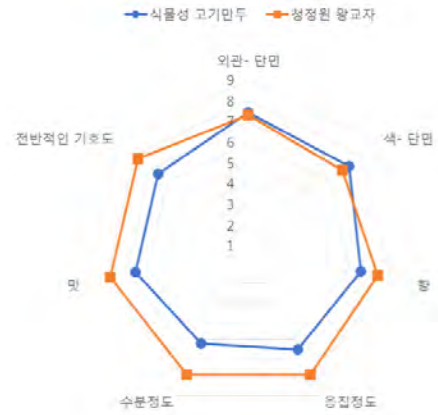


그림 580. 2차 식물성 고기만두 관능검사 결과

- 3차에서 3가지 만두의 식물성 고기만두와 청정원 만두의 외관-단면과 색-단면은 유의적 차이가 없었으며, 응집 정도에서도 유의적 차이가 보이지 않았음. 향은 비비고, 청정원, 식물성 고기 만두 순으로 좋았으며, 맛과 전반적인 기호도에 있어서 청정원이 기호도가 좋았고 식물성 고기 만두의 기호도가 가장 낮았음. 식물성 떡갈비에서 소의 수분감이 적어 건조하다는 의견이 많았고 수분감과 향이 전반적인 기호도에 영향을 많이 끼친 것으로 판단됨.
- 식물성 고기만두에 지방을 첨가하면 육즙이 구현되어 촉촉함이 보충될 것이고 고기 향을 첨가하면 고기만두의 전반적인 기호도가 개선될 것으로 생각됨. 식물성 고기만두와 시판되는 있는 채식만두를 비교했을 때, 식물성 고기만두의 기호도가 높을 것이라고 예상됨.

표 23. 3차 식물성 고기만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집정도	수분정도	맛	전반적인 기호도
식물성 고기만두	6.98±1.36 ^a	7.18±1.37 ^a	6.02±1.71 ^a	6.92±1.37 ^a	6.32±1.67 ^a	6.46±1.80 ^a	6.58±1.72 ^a
청정원 왕교자	7.00±1.36 ^a	6.74±1.47 ^a	6.64±1.69 ^b	6.92±1.52 ^a	7.00±1.77 ^{ab}	7.02±1.62 ^{ab}	6.86±1.73 ^{ab}
비비고 왕교자	7.42±1.37 ^a	6.98±1.56 ^a	7.26±1.10 ^c	6.98±1.46 ^a	7.34±1.32 ^b	7.44±1.40 ^b	7.36±1.24 ^b

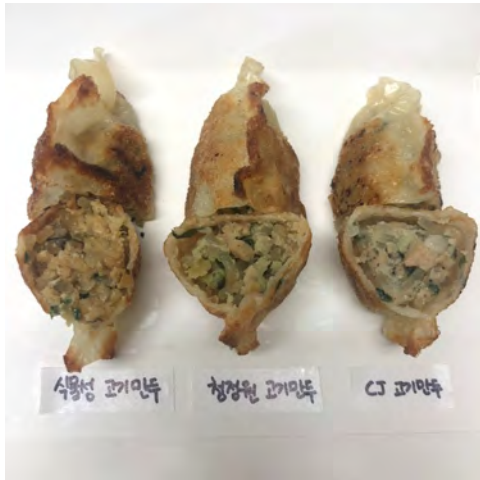


그림 581. 3차 식물성 고기만두 관능검사 시료

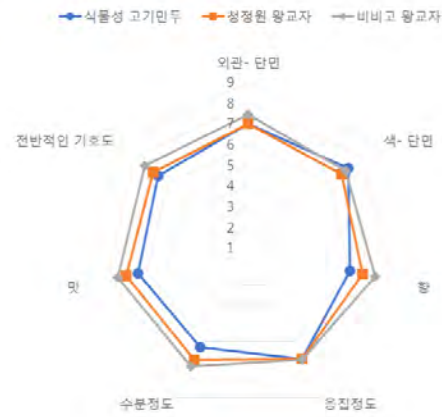


그림 582. 3차 식물성 고기만두 관능검사 결과

나. 식물성 김치만두의 기호도 평가

- 시료는 관능평가 전날 제조하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하였음. 종이 재질의 트레이 17×11.5cm에 담아 2개씩 제공됨. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 평가 전 10분 이내로 조리된 시료를 제공하였음.
- 기호도 검사는 외관(Appearance): 단면, 색(Color): 단면, 향(Flavor), 식감(Texture): 응집정도, 식감(Texture): 수분정도, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타의견을 평가함. 김치만두에 대한 평가 항목은 만두와 관련된 선행연구(Kang 등 2016)을 참고하여 선정하였음.
- 김치만두의 기호도 평가에서 1차는 식물성 김치만두 단독으로 기호도 평가를 진행하였고, 2차는 대상 청정원 민속 김치손만두를 비교 시료로 식물성 떡갈비와 관능 비교평가를 진행함. 3차는 식물성 김치만두와, 대상 청정원 민속 김치손만두, CJ 백설 김치손만두로 관능 비교평가를 진행함.
- 1차에서 식물성 김치만두의 전반적인 기호도는 7.04 ± 1.38 로 비교적 높은 기호도를 보임. 외관과 색은 실제 김치만두와 크게 다르지 않다는 의견이 많으며, 기호도가 높게 나타남. 전체적으로 간이 부족하다는 의견이 있으나, TVP 특유의 향과 맛이 느껴지지 않는다는 의견이 많아 기호도가 높게 나타남.

표 24. 1차 식물성 김치만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집정도	수분정도	맛	전반적인 기호도
식물성 김치만두	7.54 ± 1.28	7.26 ± 1.60	7.17 ± 1.30	6.65 ± 1.57	6.37 ± 1.54	6.96 ± 1.48	7.04 ± 1.38



그림 583. 1차 식물성 김치만두 관능검사 시료



그림 584. 1차 식물성 김치만두 관능검사 결과

○ 2차에서 식물성 김치만두의 외관은 청정원 김치만두와 유사하다는 의견이 많았으며, 색은 청정원 김치손만두소의 붉은 색이 더 진해 기호도에 영향을 미친 것으로 보임. 향에 있어 청정원 김치만두는 고기 특유의 향이 느껴진다는 의견이 있었으며, 그 때문에 식물성 김치만두의 기호도가 더 높은 것으로 보임. 맛에 있어서 식물성 김치만두에 비해 청정원 김치손만두가 김치 맛이 더 잘 느껴지고 김치의 식감이 잘 느껴진다는 의견이 많음. 전반적인 기호도는 청정원 김치손만두가 6.80 ± 1.64 로 식물성 김치만두 6.46 ± 1.41 보다 높은 기호도를 보임.

표 25. 2차 식물성 김치만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집정도	수분정도	맛	전반적인 기호도
식물성 김치만두	6.98 ± 1.50^a	6.65 ± 1.61^a	6.85 ± 1.43^a	6.43 ± 1.70^a	6.37 ± 1.66^a	6.72 ± 1.49^a	6.46 ± 1.41^a
청정원 김치손만두	7.17 ± 1.29^a	7.35 ± 1.62^b	6.26 ± 1.82^a	6.48 ± 1.55^a	7.20 ± 1.41^b	7.02 ± 1.76^a	6.80 ± 1.64^a



그림 585. 2차 식물성 김치만두 관능검사 시료

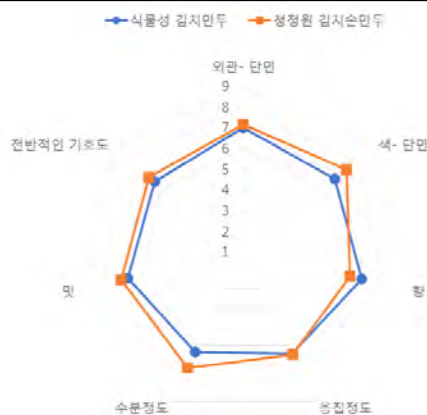


그림 586. 2차 식물성 김치만두 관능검사 결과

○ 3차에서는 청정원 김치손만두가 7.17 ± 1.54 로 전반적인 기호도가 가장 높고, CJ 김치손만두가

5.43±1.89로 가장 낮았음. 향은 CJ 김치손만두에서 다른 만두에 비해 신김치의 향과 맛이 느껴진다는 의견이 많았으며, 향과 맛의 기호도가 가장 낮았음. 향에 있어서 식물성 김치만두는 고소한 향과 전체적으로 재료들이 서로 어우러진 향이 난다는 의견이 있으며 기호도가 가장 높았음. 수분정도에서는 식물성 김치만두가 두 만두에 비하여 딱딱하다는 의견이 있으며 수분정도가 6.07±1.50로 가장 낮았음. 이 또한 식물성 고기만두와 비슷하게 소에 지방 에멀전을 추가하면 수분정도가 개선될 것으로 보임.

- 전체적으로 실제 김치만두와 유사하다고 판단되며 전체적으로 간이 부족하다는 의견과 식감 부족이라는 의견이 있었으나 기존 양념을 조절하고 김치의 양과 크기를 조절하면 개선의 여지가 보임.



그림 587. 3차 식물성 김치만두 관능검사 시료

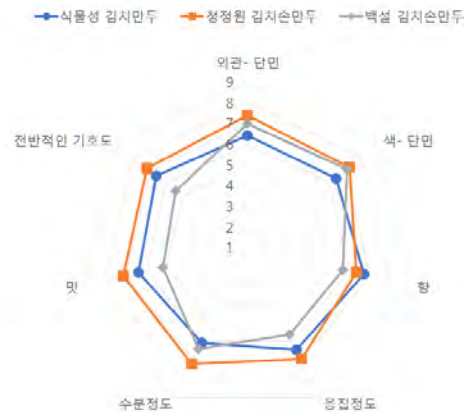


그림 588. 3차 식물성 김치만두 관능검사 결과

표 26. 3차 식물성 김치만두 관능검사 결과

Samples	외관-단면	색-단면	향	응집정도	수분정도	맛	전반적인 기호도
식물성 김치만두	6.43±1.31	6.41±1.54	6.72±1.11	6.43±1.50	6.07±1.50	6.37±1.78	6.59±1.56
청정원 김치손만두	7.41±1.22	7.24±1.70	6.35±1.58	6.93±1.20	7.20±1.39	7.11±1.58	7.17±1.54
백설 김치손만두	7.00±1.63	7.09±1.55	5.70±2.09	5.65±1.90	6.41±1.83	5.15±2.11	5.43±1.89

2-4. 너겟

가. 식물성 너겟의 기호도 평가

- 시료는 관능평가 전말 제조하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하였음. 종이 재질의 트레이(17×11.5cm)에 담아 2개씩 제공됨. 시료의 맛에 변화를 주지 않기 위해 평가 전 10분 이내로 조리된 시료를 제공하였음.

- 기호도 검사는 외관(Appearance): 겉면, 외관(Appearance): 단면, 색(Color): 겉면, 색(Color): 단면, 향(Flavor), 식감(Texture): 단단함, 식감(Texture): 씹힘성, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타의견을 평가함. 너겟에 대한 평가 항목은 너겟에 관련된 선행연구(Kim 등 2016)

를 참고하여 선정하였음.

- 너겟의 기호도 평가에서 1차는 식물성 너겟 단독으로 기호도 평가를 진행하였고, 2차는 대상 청정원 크런치통살 치킨너겟을 비교 시료로 식물성 너겟과 관능평가를 진행함. 3차는 식물성 너겟과, 대상 청정원 크런치통살치킨너겟, CJ 비비고 고메너겟으로 관능 비교평가를 진행함.
- 1차에서 식물성 너겟의 전반적인 기호도는 5.78 ± 1.82 로 보통 이상의 값을 보임. 외관 겉면과 색 겉면은 시중의 치킨너겟과 유사하다는 의견이 많았음. 향에 있어서 TVP 특유의 향이 강하다는 의견이 많았고, 조직감에서는 고기의 질감과 비슷하나 수분감이 부족하여 딱딱하다는 의견이 있었음.



그림 589. 1차 식물성 너겟 관능검사 시료



그림 590. 1차 식물성 너겟 관능검사

표 27. 1차 식물성 너겟 관능검사 결과

Samples	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성 너겟	6.94 ± 1.58	5.50 ± 1.37	7.16 ± 1.39	5.46 ± 1.59	5.24 ± 1.44	5.84 ± 1.88	6.26 ± 1.83	5.64 ± 2.10	5.78 ± 1.82

- 2차에서 식물성 너겟은 수분감이 적어 딱딱하고, 청정원 너겟에 비해 식물성 너겟은 잘게 다져진 고기같아 씹힘성이 부족하다는 의견이 있음. 그 때문에 씹힘성에 대한 기호도가 청정원 치킨너겟에 비하여 낮은 것으로 보임. 1차와 마찬가지로 식물성 너겟은 TVP 특유의 향이 강하다는 의견과 감칠맛이 부족하다는 의견이 많아 향과 맛에 대한 기호도가 청정원 치킨너겟보다 낮은 것으로 보임. 외관과 색의 겉면은 실제 치킨 너겟과 같다는 의견이 많았고, 청정원 치킨너겟보다 기호도가 높게 나타남. 외관과 색의 단면은 실제 치킨너겟에 비하여 어두워 청정원 치킨너겟 보다 기호도가 낮게 나타남. 전반적인 기호도는 청정원 치킨너겟이 7.96 ± 1.64 로 식물성 너겟 5.20 ± 1.16 보다 높은 기호도를 나타냄.

표 28. 2차 식물성 너겟 관능검사 결과

Samples	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성	6.60 ± 1.80^a	5.26 ± 1.50^a	6.60 ± 1.85^a	4.94 ± 1.67^a	4.74 ± 1.44^a	5.84 ± 1.86^a	5.56 ± 1.21^a	5.20 ± 1.30^a	5.20 ± 1.16^a

너겟

청정원 너겟	6.24±1.59 ^a	7.4±1.38 ^b	6.34±1.51 ^a	7.14±1.66 ^b	7.76±1.55 ^b	6.76±1.60 ^b	7.66±1.70 ^b	7.94±1.59 ^b	7.96±1.64 ^b
--------	------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------



그림 591. 2차 식물성 너겟 관능검사 시료

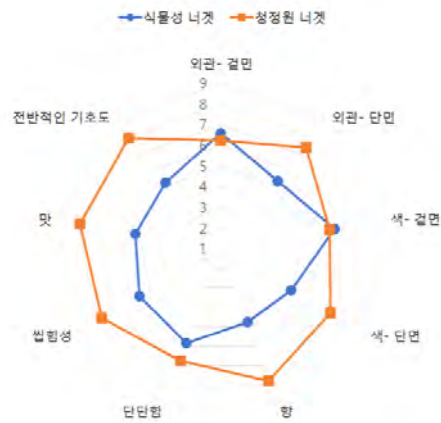


그림 592. 2차 식물성 너겟 관능검사 결과

- 3차에서는 CJ 비비고 치킨너겟이 향을 제외한 모든 항목에서 기호도가 가장 높게 나타났고, 식물성 너겟이 모든 항목에서 기호도가 낮게 나타남. 1, 2차와 마찬가지로 특히, 향과 맛 두 가지 항목에서 두 비교 시료보다 기호도가 낮아 치킨 향과 양념 등을 첨가하여 개선이 필요하다고 사료됨. 전반적인 기호도는 CJ 비비고 치킨너겟이 7.88±1.32로 가장 높았으며, 청정원 치킨너겟이 7.56±0.86으로 두 시료 간의 유의적 차이는 나타나지 않음.
- 외관과 색에 있어서는 실제 치킨너겟과 유사하다고 판단됨. 치킨향 등을 첨가하여 향을 마스킹하고, 수분감을 조절하면 개선의 여지가 보임. 또한 너겟과 머스타드, 칠리소스와 곁들여 먹으면 치킨과 유사할 것으로 생각 됨.

표 29. 3차 식물성 너겟 관능검사 결과

Sample s	외관-겉면	외관-단면	색-겉면	색-단면	향	단단함	씹힘성	맛	전반적인 기호도
식물성 너겟	5.76±1.66 ^a	5.16±1.31 ^a	5.92±1.75 ^a	4.70±1.18 ^a	4.22±1.34 ^a	5.78±1.40 ^a	5.20±1.58 ^a	4.42±1.65 ^a	4.56±1.72 ^a
청정원 너겟	6.26±1.40 ^a	7.14±1.48 ^b	6.52±1.45 ^a	7.02±1.65 ^b	7.30±0.91 ^b	6.70±1.52 ^b	7.34±1.38 ^b	7.48±1.13 ^b	7.56±0.86 ^b
비비고 너겟	7.39±1.51 ^b	7.36±1.12 ^b	7.24±1.49 ^b	7.24±1.13 ^b	7.22±1.46 ^b	6.80±1.70 ^b	7.56±1.62 ^b	7.80±1.44 ^b	7.88±1.32 ^b



그림 593. 3차 식물성 너겟 관능검사 시료



그림 594. 3차 식물성 너겟 관능검사 결과

<비분쇄형 대체고기 적용 레시피 개발 및 관능특성 평가>

1. 비분쇄형 대체고기 적용 식품

가. 너비아니

- 너비아니는 고기를 얇게 썰어 비분쇄육으로 조리한 식품이나, 현재 시판 중인 동물성 제품은 모두 분쇄육을 이용하여 제조되어 있으며 떡갈비와 유사한 형태임.
- 식물성 제품은 비분쇄육을 이용하여 제조되고 있으나, 시판 제품의 수가 현저히 낮음.
- 이에 비분쇄 형태로 제조된 너비아니의 개발이 필요하다 판단하여 대체고기를 적용한 식물성 너비아니를 선정함.

나. 불고기

- 불고기는 우리나라를 대표하는 음식 중 하나로, 지역의 이름을 딴 광양식불고기, 언양식 불고기, 한양식불고기로 구분되기도 함.
- 고기를 주재료로 시판되고 있는 HMR 식품 중 많은 비중을 차지하기도하며, 한식의 대표 음식 중 하나인 불고기를 대체고기 적용 식품으로 선정함.

다. 제육볶음

- 옛 궁중에서부터 우리나라 고유의 장인 고추장을 이용하여 만든 양념을 발라 구워먹던 음식으로, 고기로 만든 구이 음식으로 떠오름.
- 불고기와 함께 고기를 주재료로 시판되고 있는 HMR 식품 중 많은 비중을 차지하기도하며, 한식의 대표 음식 중 하나인 제육볶음을 대체고기 적용 식품으로 선정함.

2. 비분쇄형 대체고기 및 식물성 조미액을 활용한 한식기반 제품개발(3종)

2-1. 너비아니

가. 자료조사

- 식물성 너비아니 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 너비아니 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 너비아니 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 너비아니 조리법을 조사함.

1) 제품형태

- 대다수 냉동으로 유통되고 있으며, 이를 재가열하여 섭취하는 형태임. 너비아니의 크기는 5~7×5~7×0.5~1cm이며, 직사각형 모양임.
- 이를 바탕으로 식물성 너비아니는 냉동형태를 재가열하여 섭취하는 형태로 직경 7cm의 세종대 개발 시료를 절단 없이 사용하여 개발을 진행함.

2) 재료 선정

- 식물성 너비아니 재료 선정을 위하여 시판 동물성(13종) 및 식물성(3종) 너비아니의 원재료 빈도수(상위 20개)를 조사함.
- 대다수 간장, 설탕, 소금, 참기름 등의 양념과 대파, 마늘, 양파 등의 채소를 주로 사용하였으며, 카라멜색소, 홍국색소, 치자적색소, 스모크향분말 등을 첨가한 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 동물성재료인 돼지고기, 닭고기, 난백 등과 너비아니 양념장, 떡갈비양념장 등 정확한 재구성을 알 수 없는 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

3) 조리문헌에 나와있는 너비아니 조리법

- 너비아니는 0.5cm두께의 고기에 잔칼집을 넣어 간장베이스의 양념장을 만들어 양념이 베이도록 30분 정도 재워둔 뒤 달궈진 팬에 올려 앞뒤로 뒤집어가며 구워주는 방식임.

나. 식물성 너비아니 개발

- 시판 너비아니의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)을 control로 하여 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 이용한 식물성 너비아니를 개발함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)는 콩단백A, 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 콩단백B로 표기함.
- 콩단백A는 50g의 콩단백을 채소육수(피코크 간편한 채소육수)와 물을 1:1로 섞은 36℃ 수화액 300g에 20분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수하여 사용함.
- 콩단백B는 냉동상태로 보관 후 사용하기 1시간 전에 실온에서 해동하여 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출함. 테스트키친 후 콩단백B의 조밀도가 높아 양념이 안까지 스며들지 않고 식감이 너무 쫄쫄하여 고기가 아닌 어묵의 식감과 유사하여 콩단백B의 조밀도 수정이 필요하다 판단됨. 또한 색이 고기와 유사하지않아 카카오색소 등의 첨가를 통하여 고기의 색 구현을 협동연구기관1(세종대학교)에 요청함.
- 콩취 마스크링과 숯불향을 구현하기 위하여 숯불향분말(Smoke Fl.XP7, ES식품원료)을 양념에 넣어 사용함.

1) 식물성 너비아니의 배합비

- 콩단백A 및 콩단백B 식물성 너비아니의 배합비를 도출하여 각각 표7, 표8에 나타냄.

표 252. 콩단백A 식물성 너비아니 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
콩단백A	110	참기름	2
찹쌀가루	100	다진마늘	7
식용유	20	다진생강	1
간장	40	소금	0.5
설탕	40	후추	0.5
배푸레	40	숯불향분말	1
		합계	362

표 253. 콩단백B 식물성너비아니 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
콩단백B	90	참기름	2
찹쌀가루	100	다진마늘	7
식용유	20	다진생강	1
간장	40	소금	0.5
설탕	40	후추	0.5
배푸레	40	숯불향분말	1
		합계	342

2) 식물성 너비아니의 제조법

- 식물성 너비아니의 제조과정 및 공정은 각각 그림1, 그림2에 나타냄.
- 식물성 너비아니의 제조법은 다음과 같음.

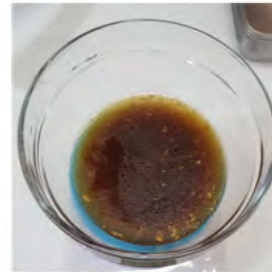
- ① 콩단백A/B에 찹쌀가루를 앞뒤로 고루 묻힌다.
- ② 식용유 10g을 두른 프라이팬을 가스렌지 약불로 1분간 달군 뒤 찹쌀가루를 묻힌 콩단백A/B을 앞뒤로 30초씩 약불에서 1분간 구워낸다.
- ③ 분량의 간장, 설탕, 배푸레, 참기름, 다진마늘, 다진생강, 소금, 후추, 숯불향분말을 섞어 양념장을 만든다.
- ④ 구워낸 콩단백A/B에 양념장을 앞뒤로 바른다.
- ⑤ 식용유 10g을 두른 프라이팬을 가스렌지 약불로 1분간 달군 뒤 양념한 콩단백A/B을 약불에서 1분씩 앞뒤로 2분간 구워낸다.



① 찹쌀가루 코팅



② 1차 굽기



③ 양념장 제조



④ 양념장 바르기



⑤ 2차 굽기



⑥ 세종대/콩단백

그림 595. 식물성너비아니 제조과정

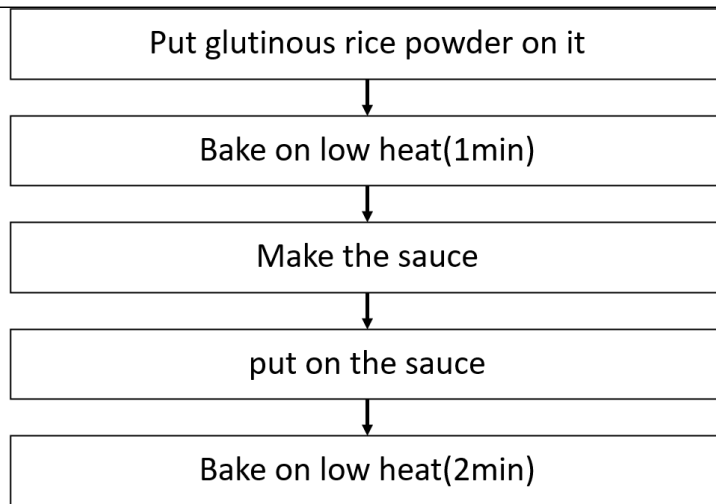


그림 596. 식물성 너비아니 제조과정

2-2. 불고기

가. 자료조사

○ 식물성 불고기 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스,쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 너비아니 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.

○ 식물성 불고기 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 불고기 조리법을 조사함.

1) 제품형태

○ 대다수 냉동으로 유통되고 있으며, 이를 재가열하여 섭취하는 형태임.

○ 동물성 불고기는 광양식, 언양식, 한양식 불고기로 나뉘어 판매되고 있으며, 동물성 및 식물성 모두 대체적으로 소스의 양이 많지 않음.

○ 이를 바탕으로 식물성 불고기는 냉동형태를 재가열하여 섭취하는 형태이며, 수분을 흡수하는 콩단백의 특성을 고려하여 전처리한 콩단백과 불고기소스를 별도로 포장하여 개발을 진행함.

2) 재료 선정

○ 식물성 불고기 재료 선정을 위하여 시판 동물성(14종) 및 식물성(6종) 불고기의 원재료 빈도수(상위 20개)를 조사함.

○ 간장, 물엿, 설탕, 참기름, 후추 등의 양념과 마늘, 양파, 대파, 생강 등의 채소를 주로 사용하였으며, 배푸레나 배즙을 이용한 제품도 다수 있음.

○ 이를 바탕으로 동물성 재료인 소고기, 돼지고기 등과 복합조미식품, 베지시즈닝 등 정확한 재구성을 알 수 없는 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

3) 조리문헌에 나와있는 불고기 조리법

○ 불고기는 고기를 얇게 썰어 양념장에 재운뒤 불에 구워내는 방식으로, 야채를 함께 볶아내기도 함.

나. 식물성 불고기 개발

- 시판 불고기의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)을 control로 하여 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 이용한 식물성 불고기를 개발함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)는 콩단백A, 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 콩단백B로 표기함.
- 콩단백A는 50g의 콩단백을 채소육수(피코크 간편한 채소육수)와 물을 1:1로 섞은 36℃ 수화액 300g에 20분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수하여 사용함.
- 콩단백B는 냉동상태로 보관 후 사용하기 1시간 전에 실온에서 해동하여 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출함. 테스트키친 후 콩단백B의 조밀도가 높아 양념이 안까지 스며들지 않고 식감이 너무 쫄쫄하여 고기가 아닌 어묵의 식감과 유사하여 콩단백B의 조밀도 수정이 필요하다 판단됨. 또한 불고기의 두께가 0.2-0.3cm인 점을 생각하여 더 얇게 두께조절과 카카오색소 등의 첨가를 통하여 고기 색구현을 협동연구기관1(세종대학교)에 요청함.
- 콩치 마스킹과 감칠맛 부여를 위하여 양념에 채소육수를 사용하고 표고버섯 등의 채소를 함께 볶아 개발을 진행함.

1) 식물성 불고기의 배합비

- 콩단백A 및 건제품 콩단백B 식물성 불고기의 도출된 배합비를 각각 표14, 표15에 나타냄.

표 254. 콩단백A 식물성 불고기 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)	
콩단백A	110	채소육수	150	
다진마늘	20	물엿	25	
참기름	8	야채		
소금	4		대파(어슷썰기)	60
후추	0.5		양파(채)	100
간장	150		홍고추(어슷썰기)	20
배푸레	150		표고버섯(채)	20
설탕	50	합계	847.5	

표 255. 콩단백B 식물성 불고기 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)	
콩단백B	135	채소육수	150	
다진마늘	20	물엿	25	
참기름	8	야채		
소금	4		대파(어슷썰기)	60
후추	0.5		양파(채)	100
간장	150		홍고추(어슷썰기)	20
배푸레	150		표고버섯(채)	20
설탕	50	합계	872.5	

2) 식물성 불고기의 제조법

- 식물성 불고기의 제조과정 및 공정은 각각 그림3, 그림4에 나타냄.

○ 식물성 불고기의 제조법은 다음과 같음.

- ① 콩단백A/콩단백B에 다진마늘, 참기름, 소금, 후추를 넣고 섞어 10분간 밀간한다.
- ② 분량의 간장, 배푸레, 설탕, 물엿, 채소육수를 섞어 양념장을 만든다.
- ③ 프라이팬에 양념장을 넣고 센 불로 3분간 끓이다가 끓어오르면 콩단백A/콩단백B을 넣고 중간 불에서 2분간 끓인 뒤 야채를 넣고 다시 2분간 끓여준다.

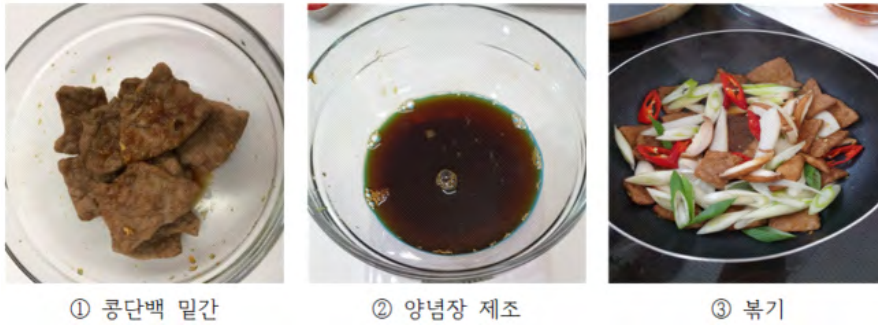


그림 597. 식물성 불고기 제조과정

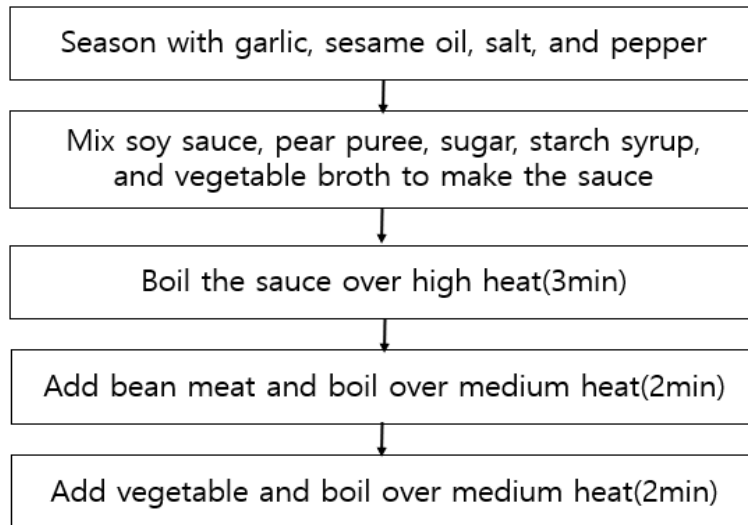


그림 598. 식물성 불고기 제조과정

2-3. 제육볶음

가. 자료조사

- 식물성 제육볶음 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 제육볶음 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 제육볶음 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 제육볶음 조리법을 조사함.

1) 제품형태

- 대다수의 제품이 냉동으로 유통되고 있으며, 이를 재가열하여 섭취하는 형태이며, 야채를 별도로 첨가하여 섭취하는 형태임.
- 이를 바탕으로 식물성 제육볶음은 냉동형태를 재가열하여 섭취하는 형태로, 별도의 야채첨가 없이 개발을 진행함.

2) 재료 선정

- 식물성 제육볶음 재료 선정을 위하여 시판 동물성(11종) 및 식물성(3종) 제육볶음의 원재료 빈도수(상위 20개)를 조사함.
- 고추장, 고춧가루, 간장, 물엿, 설탕 등의 양념과 마늘, 양파, 대파, 생강 등의 채소를 주로 사용하였으며, 배푸레, 사과푸레, 카라멜색소를 이용한 제품도 다수 있음.
- 이를 바탕으로 동물성 재료인 돼지고기와 베지시즈닝, 혼합제제 등 정확한 재구성을 알 수 없는 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

3) 조리문헌에 나와있는 제육볶음 조리법

- 제육볶음은 고기를 썰어 고추장베이스 양념장을 발라 불에 구워내는 방식임.

나. 식물성 제육볶음 개발

- 시판 제육볶음의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)을 control로 하여 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 이용한 식물성 제육볶음 개발함.
- 시판 건조 콩단백(쏘이마루)는 콩단백A, 협동연구기관1(세종대학교)에서 개발한 대체고기를 콩단백B로 표기함.
- 콩단백A는 50g의 콩단백을 채소육수(피코크 간편한 채소육수)와 물을 1:1로 섞은 36℃ 수화액 300g에 20분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수하여 사용함.
- 콩단백B는 냉동상태로 보관 후 사용하기 1시간 전에 실온에서 해동하여 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출함. 테스트키친 후 콩단백B의 조밀도가 높아 양념이 안까지 스며들지 않고 식감이 너무 쫄쫄하여 고기가 아닌 어묵의 식감과 유사하여 콩단백B의 조밀도 수정이 필요하다 판단됨. 또한 제육볶음의 두께가 0.3-0.4cm인 점을 생각하여 두께조절과 카카오색소 등의 첨가를 통하여 고기 색 구현을 협동연구기관1(세종대학교)에 요청함.
- 콩취마스킹과 감칠맛 부여를 위하여 양념에 채소육수와 사과푸레를 사용함.

1) 식물성 제육볶음의 배합비

- 콩단백A 및 콩단백B 식물성 제육볶음의 배합비를 도출하여 각각 표21, 표22에 나타냄.
-

표 256. 콩단백A 식물성 불고기 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
콩단백(수화)	110	다진마늘	7
고추장	50	간장	7
고춧가루	15	참기름	2
설탕	20	후추	0.5
사과퓨레	50	채소육수	40
소금	1	식용유	10
		합계	312.5

표 257. 콩단백B 식물성 불고기 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
세종대 개발시료	90	다진마늘	7
고추장	50	간장	7
고춧가루	15	참기름	2
설탕	20	후추	0.5
사과퓨레	50	채소육수	40
소금	1	식용유	10
		합계	292.5

2) 식물성 제육볶음 제조법

- 식물성 제육볶음의 제조과정 및 공정은 각각 그림5, 그림6에 나타냄.
- 식물성 제육볶음의 제조법은 다음과 같음.

- ① 분량의 고추장, 고춧가루, 설탕, 사과퓨레, 소금, 간장, 다진마늘, 참기름, 후추, 채소육수를 섞어 양념장을 만든다.
- ② 양념장은 냉장(4±2℃)에서 24시간 숙성한다.
- ③ 콩단백A/콩단백B에 양념장을 앞뒤로 고루 바른뒤 냉장(4±2℃)에서 1시간 재워둔다.
- ④ 식용유 10g을 두른 프라이팬을 가스렌지 약불로 1분간 달군 뒤 재워둔 콩단백A/콩단백B을 중불에서 3분간 앞뒤로 구워낸다.



① 양념장 제조 및 숙성 ② 시료 재우기 ③ 굽기

그림 599. 식물성 제육볶음 제조과정

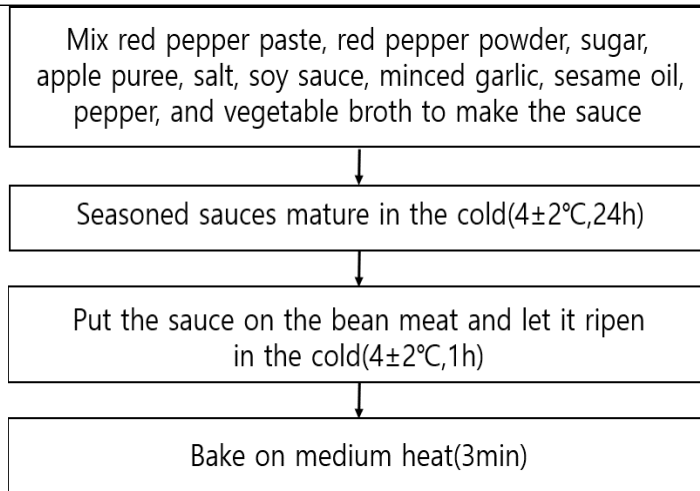


그림 600. 식물성 제육볶음 제조과정

3. 비분쇄형 대체고기를 활용한 제품의 관능특성

3-1. 기호도평가 패널

- 전주대학교 한식조리학과 1~3학년에 재학 중인 월 4회 이상 참석이 가능하며 6개월 이상 참석이 가능한 학부생을 대상으로 기호도평가 패널을 모집함.
- 맛에 대한 기본 지식과 감각을 가지고 있으며 관능평가에 관심이 있는 학부생을 대상으로 함.
- 흡연자 및 심한 음주자는 맛에 대한 인지가 떨어져 기호도평가 패널 선발 대상에서 제외함.
- 위의 자격조건을 충족한 학부생을 대상으로 부정확한 평가 및 개인적 사유로 불참자가 있을 것을 고려하여 실제 활용할 50명보다 많은 60명을 선발함.

3-2. 기호도평가 진행

- 관능평가에 영향을 끼칠 수 있는 구강 청결제 사용, 평가 하루 전 과음, 강한 향수와 화장품 사용, 평가 30분 전 음식물 섭취에 대한 주의사항은 사전에 공지 후 기호도평가를 진행함.
- 코로나19 확산방지를 위하여 평가 시간대를 나누어 패널을 분산하여 평가를 진행함. 입구에 손소독제를 비치하고 패널은 테이블마다 1명을 배치하였으며, 한 타임 평가가 끝난 후에는 공간환기 및 테이블, 시료제공트레이, 평가볼펜을 소독하여 평가를 진행함.
- 시료 제공은 무색의 지름 7cm, 높이 3cm의 플라스틱 용기에 담아 제공하여 용기의 색이나 무늬에 의한 오차가 없도록하였으며, 용기에 난수표를 붙여 기호도평가를 진행함.
- 기호도평가는 Likert 9점 척도를 사용하여 평가함.(1:매우 싫다 ~ 9:매우 좋다)
- 기호도평가의 시료는 control인 콩단백A, 비교 시료로 콩단백B와 시판 동물성제품 총 3가지로 시료 제공 순서는 패널마다 임의로 제공되어 시료에 대한 편견이 없도록 함.
- 시료 평가 사이에 입을 헹굴 수 있는 생수와 헷반을 동반식품으로 제공함.



그림 601. 기호도평가 진행모습 및 시료제공

3-3. 결과

가. 식물성 너비아니

1) 시료준비

- 식물성 너비아니는 기호도평가 전날 제조하여 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 콩단백A은 시료를 원형 트레이에 하나씩 담아 제공하였으며, 콩단백B는 반으로 잘라 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.
- 시판 동물성제품은 청정원 REAL불맛 직화 너비아니를 구입하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 제품설명서 조리방법에 따라 조리하여 반으로 잘라 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.



콩단백A

콩단백B

청정원

그림 602. 식물성 너비아니 시료

2) 평가항목

- 식물성 너비아니의 평가항목은 너비아니와 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 식감(Texture):수분함량, 식감(Texture): 부드러운 정도, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

3) 결과

- 식물성 너비아니의 기호도평가 결과를 각각 표23, 그림9에 나타냄.

표 258. 식물성 너비아니 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	식감 -수분 함량	식감 -부드러운정도	맛	전반적인 기호도
콩단백A	6.46±1.33	6.89±1.29	6.39±1.65	4.53±1.50	4.79±1.81	4.95±1.97	5.14±1.62
콩단백B	4.33±1.69	4.81±1.80	5.91±1.87	4.54±1.91	5.07±1.88	5.39±1.84	5.09±1.65
청정원	6.96±1.64	6.63±1.57	8.05±1.11	7.75±1.37	8.12±1.01	8.02±1.02	7.93±0.99

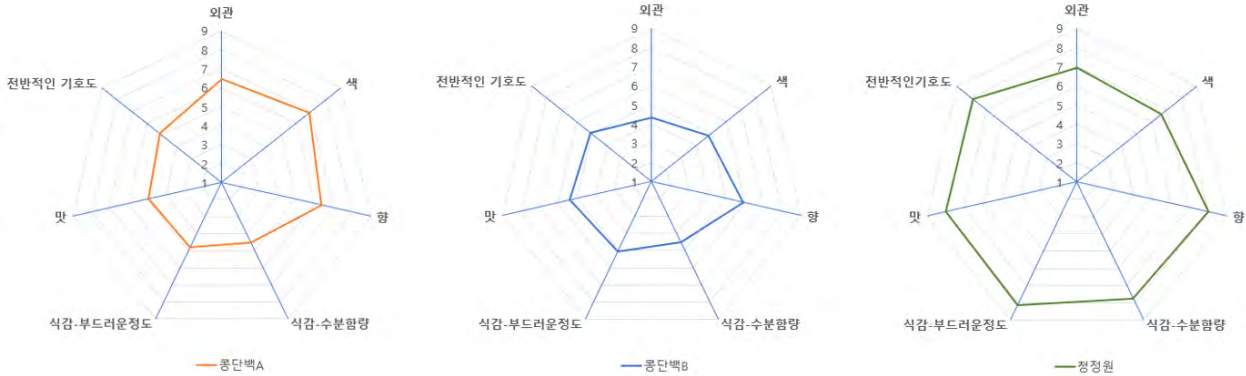


그림 603. 식물성 너비아니 기호도

- 콩단백A는 외관과 색은 각각 6.46±1.33, 6.89±1.29로 너비아니와 유사하나, 향은 6.39±1.65로 기호도가 낮진않으나 특유의 콩취가 강하고 간장 양념 향과 어우러지지 않는다는 의견이 있음. 식감은 고기와 유사하지 않으며 너무 쫄깃함이 강하여 질기고 고무를 씹는 것 같다는 의견이 있음. 이는 시간이 지남에 따라 단단해지는 콩단백 특성에 의한 것으로 판단됨.
- 콩단백B의 외관은 4.33±1.69로 외관의 모양이 인위적이며 전이나 호떡과 유사하고 수분감이 없어 건조해 보인다는 의견이 많은데 이는 시료가 양념의 수분을 흡수하여 외관이 건조해보이는 것으로 판단됨. 식감의 수분함량과 부드러운정도는 각각 4.54±1.91, 5.07±1.88으로 고기의 식감과 유사하지 않고, 스펀지와 유사하다는 의견이 있음. 맛과 전반적인 기호도는 각각 5.39±1.84, 5.09±1.65로 간장양념맛을 제외하면 시료 자체의 맛이 느껴지지않아 아쉽다는 의견이 있음.
- 청정원은 식감의 수분함량, 부드러운 정도는 각각 7.75±1.37, 8.12±1.01으로 전체적으로 촉촉하며 식감이 씹는맛이 있으나 부드럽다는 의견이 많음. 맛은 8.02±1.02로 양념의 맛이 자극적이지 않고 고기의 감칠맛이 양념과 조화를 이룸.
- 결과를 토대로 콩단백B는 원형모양이 아닌 사각형 등의 모양으로 성형하여 고기와 유사할 수 있도록 하며, 제조과정에서 간을하면 시료자체에 감칠맛이 생겨 입안에 남는 맛이 있어 기호도 개선에 도움을 줄 것으로 보임. 또한 스펀지같은 식감은 시료의 조밀도를 조절한다면 개선될 것으로 판단됨.

나. 식물성 불고기

1) 시료준비

- 식물성 불고기는 기호도평가 전날 제조하여 밀간한 콩단백A/콩단백B는 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였으며, 양념장은 냉장(4±2℃)에서 보관함. 시료는 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.

- 콩단백A은 시료를 원형 트레이에 하나씩 담아 제공하였으며, 콩단백B는 반으로 잘라 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.
- 기호도에 영향을 끼칠 수 있는 야채는 제외하고 시료를 제공함.
- 시판 동물성제품은 청정원 불고기브라더스 집으로 ON 광양식 돼지불고기를 구입하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 제품설명서 조리방법에 따라 조리하여 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.



콩단백A

콩단백B

청정원

그림 604. 식물성 불고기 시료

2) 평가항목

- 식물성 불고기의 평가항목은 불고기와 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 식감(Texture):수분함량, 식감(Texture): 부드러운 정도, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

3) 결과

- 식물성 불고기의 기호도평가 결과를 각각 표24, 그림11에 나타냄.

표 259. 식물성 불고기 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	식감	식감	맛	전반적인 기호도
				-수분함량	-부드러운정도		
콩단백A	6.14±1.70	6.53±1.63	5.25±1.84	5.44±1.51	4.95±1.69	4.40±1.76	4.72±1.61
콩단백B	4.70±5.57	4.82±2.03	5.56±1.54	6.04±2.38	6.32±1.84	4.32±1.87	4.32±1.78
청정원	7.54±1.38	7.40±1.52	7.61±1.54	6.95±1.63	7.07±1.54	7.96±1.21	8.00±1.06

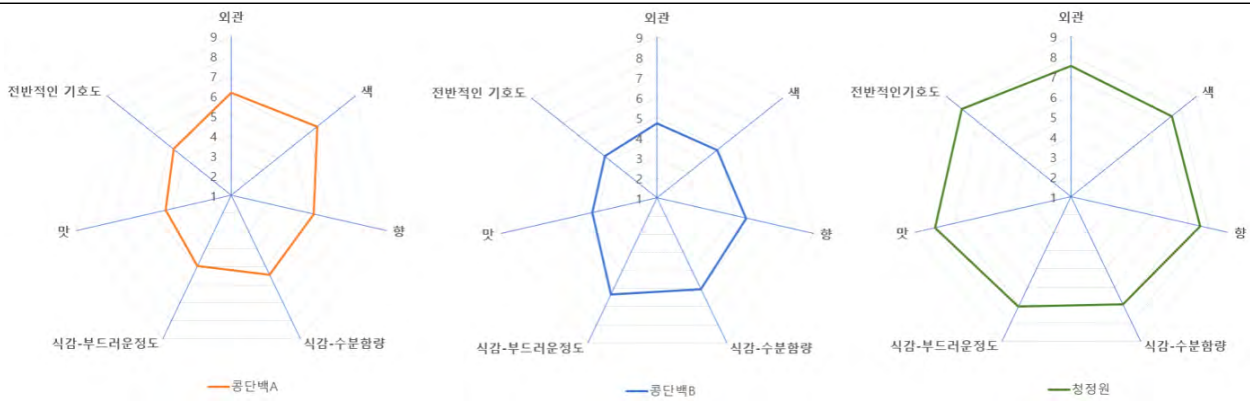


그림 605. 식물성 불고기 기호도

- 콩단백A의 외관과 색은 각각 6.14 ± 1.70 , 6.53 ± 1.63 로 외관과 색이 불고기와 유사하다는 의견이 많으며, 향은 5.25 ± 1.84 로 버섯향이 강하게 느껴진다는 의견이 있음. 이는 콩취를 마스킹하기 위하여 버섯을 사용하여 버섯향이 강하게 느껴진 것으로 판단됨. 식감은 전체적으로 질기고 고기와 유사하지 않으며, 부드러운 식감이었다며 좋을 것 같다는 의견이 많음, 맛과 전반적인 기호도는 각각 4.40 ± 1.76 , 4.72 ± 1.61 로 콩단백 특유의 맛이 낮은 기호도에 영향을 준 것으로 판단됨.
- 콩단백B의 외관과 색은 각각 4.70 ± 5.57 , 4.82 ± 2.03 로 외관의 일정한 모양이 불고기와 유사하지 않고, 색이 많이 어두우며 투명한 느낌이 강함. 이는 카카오색을 입힌 세종대 개발시료에 간장양념장이 더해지며 색이 많이 어두워지고 시료의 빈공간에 양념장이 스며들어 겉으로 투명하게 보인 것으로 판단됨. 식감의 수분함량과 부드러움 정도는 각각 6.04 ± 2.38 , 6.32 ± 1.84 로 수분함량이 높아 식감이 부드러워 좋다는 의견이 있으나 반대로 식감이 너무 부드러워 씹는 맛이 없고 수분감이 너무 많아 불고기와 유사하지 않다는 의견도 있음. 맛 또한 4.32 ± 1.87 로 짠맛이 강하다는 의견이 많았는데, 전체적으로 시료가 양념을 흡수한 정도가 커서 양념의 맛이 짜게 느껴진 것으로 판단됨.
- 청정원은 외관과 색, 향이 일반적으로 생각하는 불고기와 일치하며 먹음직스러워보인다는 의견이 많았으나 돼지 누린내가 난다는 의견이 있음. 식감은 전체적으로 촉촉하게 느껴지며, 씹는 맛이 있어 좋다는 의견이 많음.
- 결과를 토대로 콩단백B는 일정한 원형모양이 아닌 불규칙한 형태의 모양으로 성형하고 두께를 조절하여 고기와 유사할 수 있도록 하며, 시료의 조밀도를 조절하여 양념이 흡수되는 것을 막고 씹는 맛이 부여된다면 기호도가 개선될 것으로 보임.

다. 식물성 제육볶음

1) 시료준비

- 식물성 제육볶음은 기호도평가 전날 제조하여 진공포장 후 급속냉동 보관하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 콩단백A은 시료를 원형 트레이에 하나씩 담아 제공하였으며, 콩단백B는 반으로 잘라 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.
- 시판 동물성제품은 청정원 불고기브라더스 집으로 ON 매콤제육볶음을 구입하여 냉동보관 하였으며, 제공하기 15분 전에 제품설명서 조리방법에 따라 조리하여 원형 플라스틱 용기에 담아 제공함.



콩단백A

콩단백B

청정원

그림 606. 식물성 제육볶음 시료

2) 평가항목

- 식물성 제육볶음의 평가항목은 제육볶음과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 식감(Texture):수분함량, 식감(Texture): 부드러운 정도, 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

3) 결과

- 식물성 불고기의 기호도평가 결과를 각각 표25, 그림13에 나타냄.

표 260. 식물성 제육볶음 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	식감	식감	맛	전반적인 기호도
				-수분함량	-부드러운정도		
콩단백A	5.37±1.64	5.77±1.64	5.15±1.80	5.03±2.03	4.82±2.19	4.80±1.80	4.73±1.75
콩단백B	3.75±1.67	4.23±1.75	5.35±1.76	5.90±2.26	6.22±2.19	4.78±1.84	4.55±1.82
청정원	6.87±1.91	6.82±1.93	6.77±2.05	6.33±1.82	5.92±1.96	7.13±1.75	6.92±1.87

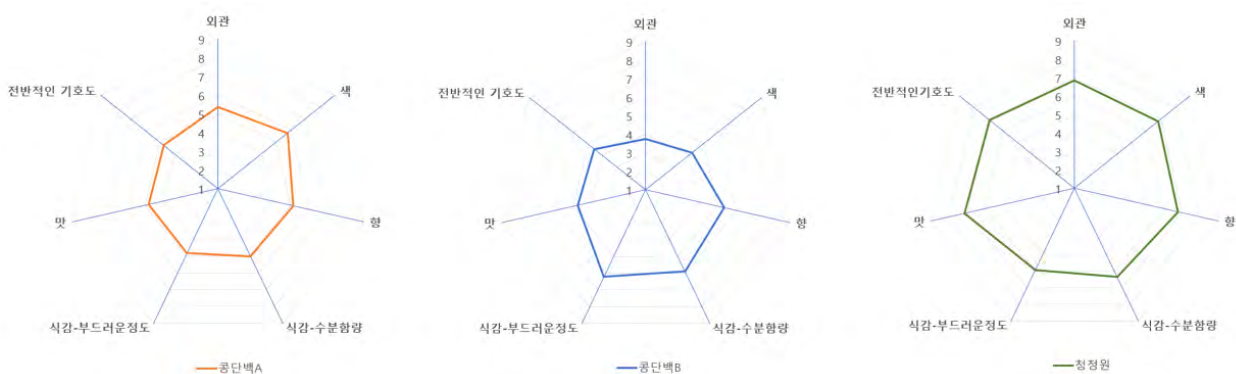


그림 607. 식물성 제육볶음 기호도

- 콩단백A의 외관과 색은 먹음직스러우나 제육볶음과는 유사하지않고, 어묵에 양념을 발라놓은 것 같다는 의견이 많음. 향은 5.15±1.80으로 콩단백 특유의 콩취가 강하여 고추장 양념과 조화롭지 않고,

식감의 수분함량, 부드러운 정도는 각각 5.03 ± 2.03 , 4.82 ± 2.19 로, 전체적으로 질기며 말린 어묵같은 수분함량이 적어 뻣뻣한 느낌이 강하다는 의견이 많음. 맛과 전반적인 기호도는 각각 4.80 ± 1.80 , 4.73 ± 1.75 로 콩단백 특유의 맛이 고추장 양념맛과 조화롭지 않다는 의견이 많은데 이는 향에서와 마찬가지로 콩단백 특유의 향과 맛에 영향을 받은 것으로 판단됨.

- 콩단백B의 외관과 색은 각각 3.75 ± 1.67 , 4.23 ± 1.75 로 외관이 고기와 유사하지 않고 김치전같으며 수분감이 없이 매우 건조해보인다는 의견이 많음. 또한 양념의 색이 너무 어둡고 윤기가 없어 먹음직스럽지 않다는 의견이 있는데 이는 양념의 수분을 시료가 흡수하여 외관이 말라보이는 것으로 판단됨. 이러한 영향으로 기호도가 낮게 나온 것으로 보임, 식감의 수분함량, 부드러운 정도는 각각 5.90 ± 2.26 , 6.22 ± 2.19 로 건조해보이는 외관과 달리 수분함량이 높아 식감이 부드럽다는 의견이 많음. 그러나 씹는 맛이 없고 너무 물렁하여 고기의 식감과 유사하지 않다는 의견도 있음. 맛과 전반적인 기호도는 각각 4.78 ± 1.84 , 4.55 ± 1.82 로 수분함량이 높아 양념과 시료가 서로 조화롭지 않아 낮은 기호도에 영향을 준 것으로 판단됨.
- 청정원은 외관과 색은 각각 6.87 ± 1.91 , 6.82 ± 1.93 으로 기름의 윤기와 양념의 색이 먹음직스러워보임. 맛은 7.13 ± 1.75 로 고기 특유의 감칠맛이 양념과 조화롭게 이루어진다는 의견이 많음.
- 결과를 토대로 콩단백B는 일정한 원형모양이 아닌 불규칙한 형태의 모양으로 성형하고 시료의 조밀도를 조절하여 씹는 맛이 부여된다면 기호도가 개선될 것으로 보이며, 또한 지방을 첨가하면 윤기가 생겨 먹음직스러워 보일 것으로 판단됨.

<수출 전략형 제품개발 지원 및 표준 레시피북 제작>




1. 수출 전략형 제품 개발 지원(분쇄형 및 비분쇄형 제품)

1-1. 대체고기를 활용한 제품 품목 선정

- 3차년도 개발 메뉴(떡갈비, 고기만두, 김치만두, 너겟), 4차년도 개발 메뉴(너비아니, 불고기, 제육볶음) 외 메뉴 13종을 선정함.
- 메뉴 벤치마킹을 위해 분쇄형, 비분쇄형으로 나눠 고기를 주재료로 사용한 찜, 구이, 전골, 조림, 전 등을 조사함.
- 분쇄형 6종, 비분쇄형 7종으로 총 13종의 메뉴를 선정하여 표39에 나타냄.

표 261. 추가 메뉴 13종(분쇄형 6종, 비분쇄형 7종)

형태	음식명	사진	음식명	사진
분쇄형	동그랑땡		미트볼	
	섭산적		고로케	
	빈대떡		김부각	

비분쇄형	육개장		귀바로우	
	잡채		강정	
	김말이		또띠아	
	장조림			

1-2. 대체고기를 활용한 메뉴 개발(13종)

가. 동그랑땡

1) 자료조사

- 식물성 동그랑땡 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 동그랑땡 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 동그랑땡 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 동그랑땡 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 및 식물성 동그랑땡은 각각 표40, 표41로 나타냄.
- 대부분의 제품이 약 지름 5cm 이내의 한입 크기이며, 야채가 곁에 잘 들어나 있음.
- 이를 바탕으로 지름 5cm의 한입크기로 개발을 진행함.

표 262. 시판 동물성 동그랑땡 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
비비고 도톰 동그랑땡			노브랜드 한입 동그랑땡		
곰곰 동그랑땡			피코크 고기 동그랑땡		
동원 동그랑땡			올반 동그랑땡		
오뚜기 동그랑땡			청정원 동그랑땡		
롯데 의성마을 동그랑땡			사조대림 육즙팜 동그랑땡		

표 263. 시판 식물성 동그랑땡 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
베지푸드 비건 동그랑땡			러빙헛코리아 비건 동그랑땡		

나) 재료 선정

- 식물성 동그랑땡 재료 선정을 위하여 시판 동물성(10종) 및 식물성(2종) 동그랑땡의 원재료 빈도수

(상위 20개)를 각각 표42, 표43에 나타냄.

- 당근, 양파, 대파 등의 채소를 사용하였으며, 양념으로는 간장, 설탕, 후추 등이 사용됨.
- 동그랑땡 결착력을 높이기위해 옥수수전분, 밀전분 등이 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 264. 시판 동물성 동그랑땡 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	대두단백	10	11	정제소금	9
2	두부	10	12	참기름	8
3	당근	10	13	간장	7
4	양파	10	14	복합조미식품	7
5	대파	10	15	깨잎	6
6	후추	10	16	생강분말	6
7	L-글루탐산나트륨	10	17	정제수	5
8	돼지고기	9	18	양배추	4
9	마늘	9	19	옥수수전분	4
10	설탕	9	20	부추	3

표 265. 시판 식물성 동그랑땡 원재료빈도수(2종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	분리대두단백	2	11	머스타드소스	1
2	후추	2	12	베지시즈닝	1
3	죽염	2	13	건대파	1
4	양파	2	14	황설탕	1
5	해바라기유	2	15	효모엑기스	1
6	당근	2	16	현미가루	1
7	밀글루텐	1	17	양배추	1
8	밀전분	1	18	버섯기둥	1
9	대두유	1	19	정제수	1
10	밀섬유	1	20	두류가공품	1

2). 식물성 동그랑땡 개발

- 시판 동그랑땡의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) CONTEX 240, CONTEX 120을 사용함.
- 색의 조화를 생각하여 재료로 대파, 당근, 표고버섯. 양파, 양배추를 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표44에 나타냄.

가) 식물성 동그랑땡의 배합비

표 266. 식물성 동그랑땡 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
CONTEX 240	30	표고버섯	20
CONTEX 120	70	간장	15
다진 파	16	소금	5
다진 마늘	28	설탕	12
당근	30	후추	0.2
양파	20	감자전분	30
양배추	15	식용유	6.5
		합계	297.7

나) 식물성 동그랑땡의 제조법

○ 식물성 동그랑땡의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP1, TVP2는 각각 상온의 물에 30분, 20분간 수화시킨 후 식품탈수기로 5분간 탈수한다.
- ② 당근, 양파, 양배추, 표고버섯은 다진다.
- ③ 달궈진 프라이팬에 식용유 1.5g을 두르고 다진 파, 다진 마늘, 당근, 양파, 양배추, 표고버섯을 넣고 수분이 날라가도록 5분간 볶는다.
- ④ 탈수한 TVP1,2에 볶은 채소, 간장, 소금, 설탕, 후추, 감자전분을 넣고 치댄 후 지름 3cm, 높이 1cm 원형으로 성형한다.
- ⑤ 프라이팬에 식용유를 5g 두른 후 약불에서 앞뒤로 뒤집어가며 2분간 굽는다.

나. 섭산적

1) 자료조사

















- 식물성 섭산적 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 동물성 섭산적 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 현재 시판 중인 식물성 섭산적은 없는 것으로 확인됨.
- 식물성 섭산적 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 섭산적 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성은 각각 표45로 나타냄.
- 대부분의 제품이 가로가 약 5-7cm, 세로가 약 7-10cm 사이 크기가 많으며 직사각형 모양임.
- 이를 바탕으로 가로 5cm, 세로 7cm 크기의 직사각형 모양으로 개발을 진행함.

표 267. 시판 동물성 섭산적 제품조사

제품명	제품 사진	제품명	제품사진
-----	-------	-----	------

청정원 섭산적			오뚜기 갈비산적		
청정원 리얼불맛 섭산적			종가집 아이사랑 두부섭산적		
삼양 고기산적			한성기업 고기산적		
곰곰 고기산적			풀무원 궁중 섭산적		

나) 재료 선정

- 식물성 섭산적 재료 선정을 위하여 시판 동물성(8종) 섭산적의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표46에 나타냄.
- 마늘, 양파, 대파 등의 채소를 사용하였으며, 양념으로는 간장, 설탕, 후추 등이 사용됨.
- 섭산적의 결착력을 높이기위해 옥수수전분이 사용됨.
- 고조리서에는 두부를 사용하여 만든 것을 섭산적이라 하였는데 시판 제품에는 두부를 사용한 제품이 적음.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 268. 시판 동물성 섭산적 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	돼지고기	8	11	흑후추분말	5
2	대파	8	12	산도조절제	5
3	마늘	8	13	카라멜색소	5
4	양파	8	14	흑설탕	4
5	정제소금	8	15	설탕	4
6	대두단백	7	16	닭고기	4
7	양조간장	7	17	참기름	3
8	정제수	6	18	난백	3
9	옥수수전분	5	19	생강	3
10	물엿	5	20	두부	1

2) 식물성 섭산적 개발

- 시판 섭산적의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) CONTEX 240을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표47에 나타냄.

가) 식물성 섭산적의 배합비

표 269. 식물성 섭산적 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
CONTEX 240	50	다진 마늘	8.5
두부	100	소금	2
옥수수전분	20	후추	0.3
간장	17	참기름	1.7
설탕	5	깨소금	0.5
다진 파	8.5	식용유	5.5
		합계	219

나) 식물성 섭산적의 제조법

- 식물성 섭산적의 제조법은 다음과 같음.
 - ① TVP는 30분간 수화시킨 후 식품탈수기로 5분간 탈수한다.
 - ② 두부는 면보에 넣어 으깨면서 탈수한다.
 - ③ 볼에 탈수한 TVP, 두부, 옥수수전분, 간장, 설탕, 다진 파, 다진 마늘, 소금, 후추, 참기름, 깨소금을 넣고 치댄다.
 - ④ 치댄 반죽을 5×7×0.5cm 직사각형 모양으로 성형한다.
 - ⑤ 프라이팬에 식용유를 5.5g 두른 후 약불에서 앞뒤로 1분씩 뒤집어가며 4분간 굽는다.

다. 빈대떡

1) 자료조사

- 식물성 빈대떡 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 동물성 빈대떡 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 현재 시판 중인 식물성 빈대떡은 없는 것으로 확인됨.
- 식물성 빈대떡 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 빈대떡 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 빈대떡은 각 표48로 나타냄.
- 대부분의 제품이 가로가 약 5-7cm, 세로가 약 7-10cm 사이 크기가 많으며 직사각형 모양임.
- 이를 바탕으로 가로 5cm, 세로 7cm 크기의 직사각형 모양으로 개발을 진행함.

표 270. 시판 동물성 빈대떡 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
피코크 순희네 빈대떡			박가네빈대떡 고기빈대떡		
백설 재료 준비없이 바로 부쳐먹는 녹두빈대떡			배상면주가 느린마을 녹두전		
사용원 부침명장 녹두빈대떡			쉐푸드 공덕동전골목 녹두빈대떡		

나) 재료 선정

- 식물성 빈대떡 재료 선정을 위하여 시판 동물성(6종) 빈대떡의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표49에 나타냄.
- 녹두, 숙주, 김치 등이 사용되었으며, 양념은 정제소금 외에 분말간장, 설탕, 후추 등이 사용된 제품도 있음.
- 반죽간의 결합력을 위해 찹쌀가루가 들어간 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 동물성 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 271. 시판 동물성 빈대떡 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	녹두	6	11	대두유	3
2	숙주	6	12	고사리	2
3	정제소금	6	13	옥수수유	2
4	L-글루탐산나트륨	6	14	찹쌀가루	2
5	마늘	5	15	설탕	2
6	복합조미식품	5	16	배추	1
7	김치	4	17	분말간장	1
8	대파	4	18	곡류가공품	1
9	정제수	4	19	옥수수전분	1
10	돼지고기	3	20	후추	1

2) 식물성 빈대떡 개발

- 시판 빈대떡의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행

함.

- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPERTEX P1760, CONTEX 120을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표50에 나타냄.

가) 식물성 빈대떡의 배합비

표 272. 식물성 빈대떡 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
TVP 1 (SUPERTEX P1760)	50	TVP 2 (CONTEX 120)	50
녹두	300	식용유	12
찹쌀	150	TVP 1 양념	
고사리	30	간장	17
숙주	60	설탕	13
김치	90	다진 마늘	5
쪽파	80	다진 파	4
홍고추	7	후추	0.3
풋고추	7	TVP 2 양념	
소금	4	간장	17
후추	0.5	설탕	6.5
참기름	1.5	합계	892.8

나) 식물성 빈대떡의 제조법

○ 식물성 빈대떡의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP 1은 뜨거운 물에 30분간 수화한 뒤 식품탈수기로 7분간 탈수하여 곁대로 찢는다.
- ② 곁대로 찢은 TVP 1에 분량의 TVP1 양념재료를 넣어 섞은 후 100℃로 예열된 오븐에서 약 20분간 말린다.
- ③ TVP 2는 상온의 물에 20분간 수화한 후 식품탈수기로 5분간 탈수하여 분량의 TVP2 양념재료를 넣어 섞는다.
- ④ 녹두와 찹쌀은 5시간 이상 불린 뒤 푸드프로세서로 간다.
- ⑤ 고사리, 숙주, 쪽파는 5cm 썰고 김치는 다진다.
- ⑥ 같은 녹두에 TVP1,2, 고사리, 숙주, 쪽파, 김치, 소금, 후추, 참기름을 넣어 섞는다.
- ⑦ 홍고추, 풋고추는 어슷썬다.
- ⑧ 프라이팬에 식용유 12g을 두른 후 빈대떡 반죽을 올린다.
- ⑨ 홍고추, 풋고추를 고명으로 얹은 후 중불에서 앞뒤로 3분간 부친다.

라. 미트볼

1) 자료조사

○ 식물성 미트볼 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡, 쏘이마루,

베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 미트볼 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.

○ 식물성 미트볼 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 미트볼 조리법을 조사함.

가) 제품형태

○ 시판 동물성 및 식물성 미트볼은 각각 표51, 표52로 나타냄.





○ 대부분의 제품이 약 직름 4cm의 한입크기가 많으며 구형임.

○ 이를 바탕으로 한입사이즈의 직경 4cm로 구형 모양으로 개발을 진행함.

표 273. 시판 동물성 미트볼 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
오뚜기 3분 미트볼			삼양 촉촉한 육즙이 가득한 미트볼		
탐욕 토마토미트볼			피코크 스모크블랙 미트볼		
삼립 그릭슈바인 비프미트볼			노브랜드 바비큐 미트볼		
CJ 고메 토마토미트볼			존쿡 델리미트 미트볼 그라탕		

표 274. 시판 식물성 미트볼 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
베지푸드 베지믹스볼			베지가든 속이 꽉찬 한입완자		

비건팜 비밀 콩 미트볼			가딘 클래식 미트레스 미트볼		
이케아 후부드롤 베지터블 볼					

나) 재료 선정

- 식물성 미트볼 재료 선정을 위하여 시판 동물성(8종) 및 식물성(5종) 미트볼의 원재료 빈도수(상위 20개)를 각각 표53, 표54에 나타냄.
- 마늘, 양파, 당근 등의 채소 등이 사용되었으며, 빵가루, 옥수수전분, 오레가노분말 등이 사용된 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 동물성 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 275. 시판 동물성 미트볼 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	돼지고기	8	11	혼합제제	5
2	마늘엑기스	8	12	생강분말	4
3	설탕	8	13	토마토페이스트	4
4	양파	8	14	간장	3
5	정제소금	7	15	마늘분말	3
6	정제수	7	16	너트맥분말	3
7	후추	7	17	농축대두단백	3
8	소고기	5	18	갈비양념	3
9	빵가루	5	19	물엿	2
10	L-글루탐산나트륨	5	20	오레가노분말	2

표 276. 시판 식물성 미트볼 원재료빈도수(5종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	양파	5	11	천일염	2
2	후추	5	12	밀글루텐	2
3	마늘	4	13	옥수수전분	2
4	정제수	4	14	참기름	2
5	분리대두단백	4	15	밀가루	2
6	정제소금	3	16	식초	2
7	설탕	3	17	완두단백	2
8	생강	3	18	합성향료	2

9	메틸셀룰로스	3	19	효모추출물	2
10	당근	2	20	해바라기유	2

2) 식물성 미트볼 개발

- 시판 미트볼의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) CONTEX 240을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표55에 나타냄.

가) 식물성 미트볼의 배합비

표 277. 식물성 미트볼 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
토마토 소스		미트볼	
홀토마토	200	TVP	100
파프리카	70	양파	140
양파	140	다진 마늘	15
다진 마늘	15	양송이버섯	40
올리브오일	6	옥수수전분	10
레몬즙	25	빵가루	20
설탕	28	소금	4
소금	5	후추	0.3
후춧가루	0.5	올리브오일	10
오레가노분말	0.5		
		합계	829.3

나) 식물성 미트볼의 제조법

- 식물성 미트볼의 제조법은 다음과 같음.

- ① 홀토마토, 양파, 파프리카는 잘게 다진다.
- ② 프라이팬에 올리브오일을 6g 두른 후 다진 마늘, 양파를 볶다가 홀토마토, 파프리카를 넣고 볶는다.
- ③ 야채가 볶아지면 레몬즙, 설탕, 소금, 후춧가루, 오레가노분말을 넣고 저어가면 졸인다.
- ④ TVP는 30분 수화시킨 후 식품탈수기로 5분간 탈수시킨다.
- ⑤ 양파, 양송이버섯은 잘게 다진다.
- ⑥ 프라이팬에 올리브오일을 5g 두른 후 다진 마늘, 양파, 양송이버섯을 볶아 식힌다.
- ⑦ TVP에 볶은 채소, 옥수수전분, 빵가루, 소금, 후추를 넣고 치대 직경 3cm 크기의 원형으로 성형한다.
- ⑧ 프라이팬에 올리브오일 5g을 두른 후 미트볼을 굴러가며 굽는다.
- ⑨ 미트볼 겉면이 다 구워지면 토마토소스를 넣고 7분간 졸인다.

마. 고로케

1) 자료조사

- 식물성 고로케 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 동물성 고로케 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 현재 시판 중인 식물성 고로케는 없는 것으로 확인됨.
- 식물성 고로케 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 고로케 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 고로케는 표56으로 나타냄.
- 직사각형 모양은 약 8×5cm의 크기가 많으며 원형은 약 직경 5cm 크기임.
- 이를 바탕으로 8×5cm 크기의 직사각형 모양으로 개발을 진행함.

표 278. 시판 동물성 미트볼 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
모노키친 한우고로케			식자재왕 고기야채 고로케		
사조오양 야채고로케			오뚜기 고기듬뿍 고로케		
동원 야채고로케			삼양 야채고로케		
아워홈 감자고로케			집으로ON 감자고로케		

나) 재료 선정

- 식물성 고로케 재료 선정을 위하여 시판 동물성(8종) 고로케의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표57에 나타냄.
- 양파, 감자, 당근 등의 채소 등이 사용되었으며, 옥수수전분 등이 사용된 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 동물성 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 279. 시판 동물성 고로케 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	양파	7	11	돼지고기	3
2	설탕	7	12	난백	3
3	감자	7	13	마가린	3
4	정제소금	6	14	밀가루	3
5	빵가루	6	15	당근	2
6	정제수	5	16	대파	2
7	후추	5	17	대두단백	2
8	식물성유지	5	18	복합조미식품	2
9	L-글루탐산나트륨	5	19	옥수수전분	2
10	마늘	4	20	양배추	1

2) 식물성 고로케 개발

- 시판 고로케의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) CONTEX 240, CONTEX 120을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출함.

가) 식물성 고로케의 배합비

표 280. 식물성 고로케 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
CONTEX 240	55	소금	1
CONTEX 120	20	후추	0.3
양파	20	튀김가루	50
당근	5	물	80
피망	5	TVP 2 양념	
양배추	10	간장	7
감자	50	설탕	5
빵가루	50	물	7
식용유	11	합계	376.3

나) 식물성 고로케의 제조법

- 식물성 고로케의 제조법은 다음과 같음.
 - ① TVP 1, TVP2는 각각 30분, 20분 간 수화시킨 후 식품탈수기로 5분씩 탈수시킨다.
 - ② 프라이팬에 식용유를 4g 두른 후 TVP 1을 5분간 볶는다.
 - ③ 프라이팬에 식용유를 3g 두른 후 TVP 2와 분량의 TVP2 양념을 넣고 약불에서 5분간 볶는다.
 - ④ 감자는 삶은 후 껍질을 제거하여 체에 내려 으갠다.

- ⑤ 양파, 당근, 피망, 양배추는 다진 뒤 프라이팬에 식용유를 4g 두르고 약불에서 채소를 5분간 볶는다.
- ⑥ 볶은 TVP 1,2에 감자, 볶은 채소, 소금, 후추를 넣고 섞은 후 5×3.5×1cm의 타원형으로 성형한다.
- ⑦ 튀김가루, 물을 섞어 튀김옷을 만든다.
- ⑧ 성형한 반죽에 반죽물, 빵가루를 순서대로 묻혀 180℃로 예열된 기름에 3분간 앞뒤로 튀긴다.

바. 김부각

1) 자료조사

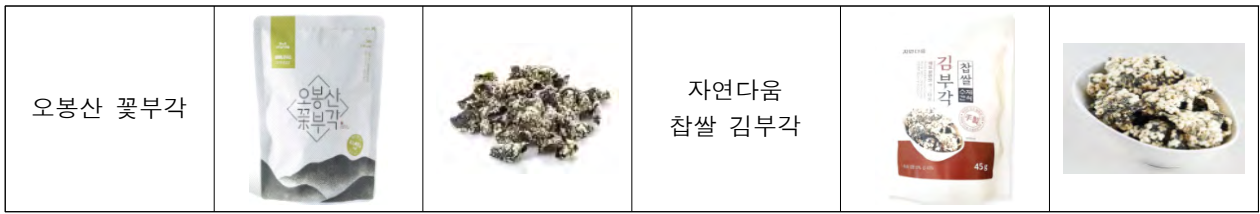
- 식물성 김부각 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 김부각 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 김부각 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 김부각 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 김부각은 표59로 나타냄.
- 직사각형 모양은 약 8×5cm의 크기가 많으며 원형은 약 직경 5cm 크기임.
- 이를 바탕으로 8×5cm 크기의 직사각형 모양으로 개발을 진행함.

표 281. 시판 김부각 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
동원 F&B 동원 양반 김부각			김총각네 김부각		
하늘바이오 오희숙전통부각 찰쌀 김부각			자주 명인이만든 김부각		
대상 집으로 ON 찰쌀김부각			채곡당 한선생 남원통김부각		
티각태각 김부각			부각마을 김부각		



나) 재료 선정

- 김부각 재료 선정을 위하여 시판 김부각(8종)의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표60에 나타냄.
- 건새우, 양파분말, 다시마분말 등이 들어간제품도 있음.
- 이를 바탕으로 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 282. 시판 김부각 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	김	10	11	육수	2
2	찹쌀	10	12	전분	2
3	식물성기름	6	13	파래분말	2
4	소금	6	14	다시마분말	1
5	설탕	5	15	대두유	1
6	참깨	5	16	라이스페이퍼	1
7	건새우	2	17	멸치분말	1
8	멥쌀	2	18	생강가루	1
9	양파분말	2	19	소맥분	1
10	올리고당	2	20	건로즈마리	1

2) 식물성 김부각 개발

- 시판 김부각의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) CONTEX 120을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표61에 나타냄.

가) 식물성 김부각의 배합비

표 283. 식물성 김부각 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
CONTEX 120	150	대파	180
김	10	마늘	30
참깨	15	무	150
찹쌀가루	30	물	400
양파	300	합계	1,258

나) 식물성 김부각의 제조법

○ 식물성 김부각의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP는 20℃의 물에 20분간 수화하여 식품탈수기로 5분간 탈수한다. 냄비에 양파, 대파, 마늘, 무, 물을 넣고 끓여 육수가 끓어오르면 30분간 더 끓인 뒤 면포로 맑은 국물만 거른다.
- ② 찹쌀가루와 육수 200g을 섞어 약불에서 2분간 휘퍼로 저어가며 끓이다가 육수 200g을 추가로 넣어 5분간 저어가며 끓여 찹쌀풀을 만든다.
- ③ 김은 7×2 cm로 자른다.
- ④ 찹쌀풀에 탈수한 TVP를 넣어 섞는다.
- ⑤ 김 위에 ④를 1mm 두께로 바르고 김을 그 위에 한 장 더 올린 뒤 ④를 다시 바르고 깨를 전체적으로 뿌린다.
- ⑥ 50℃로 설정된 건조기에 넣어 6시간 건조한다.
- ⑦ 말린 김부각은 냉동보관하며 180℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 뒤집어가며 1분 이내로 빠르게 튀긴다.

사. 육개장




1) 자료조사

- 식물성 육개장 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 육개장 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 육개장 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 육개장 조리법을 조사함.

가) 제품형태

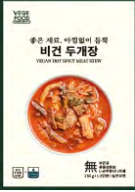

- 시판 동물성 및 식물성 육개장은 각각 표2, 표3으로 나타냄.
- 대부분의 제품이 국물에 기름기가 많이 보임.
- 고기는 결대로 찢겨서 있으며 두께가 매우 얇고, 파, 토란줄기, 고사리가 눈에 잘 띄며 모두 5-7cm 길이임.
- 이를 바탕으로 고기는 얇은 두께로 결대로 찢어 사용하고, 채소의 길이를 7 cm 이내로 개발을 진행함.

표 284. 시판 동물성 육개장 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
비비고 육개장			올반 얼큰한 육개장		

오뚜기 옛날 육개장			곰곰 육개장		
대상 집으로온 대구식 파육개장			교동식품 교동 육개장		
동원 양반 차돌육개장			아워홈 푸짐한 육개장		
피코크 진한 육개장			청우식품 이음식 육개장		

표 285. 시판 식물성 육개장 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
베지푸드 비건 두개장			식탐대첩 버섯얼큰개장		
채식사랑 채식 두개장					

나) 재료 선정

- 식물성 육개장 재료 선정을 위하여 시판 동물성(10종) 및 식물성(3종) 육개장의 원재료 빈도수(상위 20개)를 각각 표64, 표65에 나타냄.
- 토란, 고사리, 대파, 무 등의 채소를 사용하였으며, 식물성 육개장은 느타리버섯, 새송이 버섯 등의 버섯류가 많이 사용됨.
- 동물성 육개장은 사골농축액을 많이 사용하였으며, 식물성 육개장은 채소육수가 사용됨.
- 양념으로는 간장, 고추기름, 고춧가루, 정제소금, 후추가 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 286. 시판 동물성 육개장 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수
1	사골농축액	10
2	소고기	10
3	마늘	9
4	고춧가루	9
5	대파	8
6	정제수	8
7	L-글루탐산나트륨	8
8	토란줄기	7
9	정제소금	7
10	후추	6

순위	재료명	빈도수
11	간장	5
12	양파	5
13	무	4
14	파프리카추출색소	4
15	고사리	3
16	숙주	3
17	옥수수유	3
18	느타리버섯	2
19	생강	2
20	참기름	2

표 287. 시판 식물성 육개장 원재료빈도수(3종)

순위	재료명	빈도수
1	간장	3
2	고사리	3
3	느타리버섯	3
4	배추	3
5	정제소금	3
6	토란	3
7	두류가공품	3
8	고추기름	2
9	새송이버섯	2
10	복합조미식품	2

순위	재료명	빈도수
11	홍고추	2
12	후춧가루	2
13	고춧가루	1
14	무	1
15	숙주	1
16	콩나물	1
17	채소육수	1
18	표고버섯	1
19	된장	1
20	깻잎	1

2) 식물성 육개장 개발

- 시판 육개장의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPERTEX P1760을 사용함.
- 감칠맛을 위하여 채소육수를 사용하였으며, 토란대, 고사리, 느타리버섯을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표66, 표67에 나타냄.

가) 식물성 육개장의 배합비

표 288. 채소육수 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
당근	200	무	70
양배추	200	대파	100
우엉	150	양파	300
연근	70	물	1000
마늘	25	합계	2115

표 289. 식물성 육개장 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPERTEX P1760	50	참기름	10
양파	50	소금	1.5
대파	100	후추	0.5
토란대	75	채소육수	1000
고사리	55	TVP 양념	
느타리버섯	60	다진 마늘	5
무	90	다진 파	4
다진 마늘	15	간	15
고추기름	6	설탕	5
고춧가루	12	참	1
국간장	45	합계	1600

나) 식물성 육개장의 제조법

○ 식물성 육개장의 제조법은 다음과 같음.

- ① 냄비에 분량의 채소육수 재료를 넣고 끓어오르면 30분간 더 끓인 뒤 면포로 맑은 국물만 거른다.
- ② TVP는 30℃ 물에서 30분간 수화한 후 식품탈수기로 5분간 탈수하여 결대로 찢는다.
- ③ 분량의 TVP 양념재료를 섞어 찢은 TVP와 섞는다.
- ④ 오븐팬에 양념한 TVP를 고루 펼친 뒤 100℃로 예열된 오븐에서 20분간 건조한다.
- ⑤ 양파는 6 cm로 채 썰고 대파는 반으로 갈라 6cm길이로 썬다.
- ⑥ 무는 3×3×0.5 cm로 나박썬다.
- ⑦ 건조한 TVP, 고사리, 토란대에 고춧가루, 국간장, 참기름, 소금, 후추를 넣고 버무린다.
- ⑧ 냄비에 고추기름, 다진마늘을 볶다가 양파, 느타리버섯, 무, 채소육수를 넣고 끓인다.
- ⑨ 끓어오르면 버무려둔 재료와 대파를 넣고 한 번 더 끓인다.

아. 잡채

1) 자료조사

- 식물성 잡채 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 동물성 잡채 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 현재 시판 중인 식물성 잡채는 없는 것으로 확인됨.
- 식물성 잡채 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 잡채 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 잡채는 표68로 나타냄.
- 재료의 길이가 6 cm이내가 많고, 당근, 시금치 등 색의 조화가 잘 어우러짐.
- 제품 설명서대로 조리 시 당면의 색이 너무 진하지 않음.
- 이를 바탕으로 재료의 길이는 6 cm 이내로 개발하며 색의 조화를 위하여 당근, 시금치, 목이버섯 등을 사용하여 재료와 양념을 버무리는 형태로 개발을 진행함.

표 290. 시판 동물성 잡채 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
CJ 비비고 잔치집 모듬잡채			집반찬연구소 채소 햇당면 잡채		
오뚜기 옛날잡채			시아스 모듬 일품잡채		
한우물 소고기 궁중잡채			사용원 바로먹는 한기잡채		
곰곰 간편한 잡채			피코크 오색 잔치잡채		

나) 재료 선정

- 식물성 잡채 재료 선정을 위하여 시판 동물성(8종) 잡채의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표69에 나타냄.
- 양파, 마늘, 당근, 부추, 시금치 등의 채소 등이 사용되었으며, 목이버섯, 표고버섯이 많이 사용됨.
- 양념은 간장, 물엿, 설탕, 참기름이 많이 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 291. 시판 동물성 잡채 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	당면	8	11	표고버섯	6
2	설탕	8	12	양조간장	5
3	양파	8	13	정제수	5

4	참기름	8	14	L-글루탐산나트륨	5
5	당근	7	15	돼지고기	4
6	마늘	7	16	부추	4
7	혼합간장	7	17	정제소금	4
8	목이버섯	6	18	시금치	4
9	물엿	6	19	느타리버섯	2
10	식물성 기름	6	20	참깨	1

2) 식물성 잡채 개발

- 시판 잡채의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPERTEX 3669를 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표70에 나타냄.

가) 식물성 잡채의 배합비

표 292. 식물성 잡채 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPERTEX 3669	60	설탕	13
당면	30	참기름	5
당근	50	깨	5
시금치	80	TVP 양념	
양파	50	간장	7
목이버섯	30	설탕	5
식용유	6	참기름	1.5
간장	18	합계	360.5

나) 식물성 잡채의 제조법

- 식물성 잡채의 제조법은 다음과 같음.
- ① TVP는 30℃ 물에 20분간 수화한 후 식품탈수기로 5분 간 탈수한다.
- ② 분량의 TVP 양념을 섞어 탈수한 TVP와 섞어 마른 팬에 약불로 3분간 볶는다.
- ③ 당면은 20분간 불린 뒤 삶아 물기를 제거한다.
- ④ 당근, 양파는 5cm 길이로 채 썰어 각각 프라이팬에 식용유를 3g 두른 후 2분 간 볶는다.
- ⑤ 목이버섯은 한입크기로 썬다.
- ⑥ 시금치는 소금물에 데친 후 물기를 제거하여 5 cm 길이로 썬다.
- ⑦ 볼에 당면, TVP, 채소, 목이버섯, 간장, 설탕, 참기름, 깨를 넣고 섞는다.

자. 김말이

1) 자료조사

- 식물성 김말이 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 김말이 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 김말이 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 김말이 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 김말이는 표 71로 나타냄.
- 길이가 6 cm, 두께가 직경 3 cm 이내의 제품이 많음.
- 이를 바탕으로 길이 5 cm, 직경 2.5 cm 크기의 기둥 모양으로 개발을 진행함.

표 293. 시판 김말이 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
CJ 쉐프솔루션 바삭 통김말이			노브랜드 바삭 고추김말이		
CJ 밀당의 고수 바삭한 김말이			롯데 야채잡채김말이		
오뚜기 바삭 김말이튀김			사용원 튀김공방 김말이튀김		
사용원 피코크 불고기치즈 김말이			롯데 요리하다 바삭야채 김말이		

나) 재료 선정

- 김말이 재료 선정을 위하여 시판 김말이(8종)의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표72에 나타냄.
- 대부분의 재료가 식물성으로 이루어졌으나 돼지고기가 사용된 제품도 있음.
- 튀김 색을 위해 치자황색소가 사용되기도 함.
- 이를 바탕으로 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 294. 시판 김말이 원재료빈도수(8종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	김	8	11	당근	6
2	당면	8	12	튀김가루	6
3	대두유	8	13	밀가루	5

4	마늘	8
5	설탕	8
6	정제소금	8
7	향미증진제	8
8	후춧가루	8
9	혼합간장	7
10	부추	7

14	참기름	5
15	정제수	4
16	옥수수전분	3
17	치지방색소	2
18	고추	1
19	돼지고기	1
20	양파	1

2) 식물성 김말이 개발

- 시판 김말이의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPROMAX 5050을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표73에 나타냄.

가) 식물성 김말이의 배합비

표 295. 식물성 김말이 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPROMAX 5050	80	김	15
당면	80	튀김가루(덧가루용)	30
파프리카	40	식용유(튀김용)	1000
청피망	20	TVP 양념	
양파	30	간장	35
청양고추	2	물	500
튀김반죽		설탕	20
튀김가루	100	소금	3
물	250	청양고추	10
치자색소	0.5	페페로치노	1
		합계	2,201.5

나) 식물성 김말이의 제조법

- 식물성 김말이의 제조법은 다음과 같음.

- ① 분량의 TVP 양념 재료를 모두 섞어 TVP를 넣고 국물이 모두 사라질 때 까지 졸여 식힌다.
- ② 식은 TVP는 식품탈수기로 7분간 탈수한다.
- ③ 탈수한 TVP는 1×1×1 cm로 썰어 100℃로 예열된 오븐에서 15분간 말린다.
- ④ 말린 TVP에 덧가루용 튀김가루 15g을 묻혀 180℃로 예열된 기름에서 30초간 빠르게 튀긴다.
- ⑤ 당면은 물에 20분간 불린뒤 삶아 5 cm 길이로 썬다.
- ⑥ 파프리카, 피망, 청양고추는 씨를 제거한 뒤 5 cm 길이로 채썬다.
- ⑦ 양파는 5 cm 길이로 채썬다.
- ⑧ 김은 10×5 cm 크기로 자른다.

- ⑨ 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다.
- ⑩ 김 위에 TVP, 당면, 채소를 넣고 말아 덧가루용 튀김가루를 묻힌다.
- ⑪ 김말이는 튀김옷을 묻힌 뒤 180℃로 예열된 기름에서 3분간 골고루 튀긴다.

차. 장조림

1) 자료조사

- 식물성 장조림 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쏘이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 장조림 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 장조림 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 장조림 조리법을 조사함.

가) 제품형태





- 시판 동물성 및 식물성 장조림은 각각 표74, 표75로 나타냄.
- 대부분의 동물성 제품은 메추리알이 함께 들어있음.
- 동물성 제품은 고기를 결대로 얇게 찢은 형태가 많고, 식물성 제품은 고기가 통으로 이루어진 형태임.
- 이를 바탕으로 고기는 얇은 두께로 결대로 찢어 사용함.

표 296. 시판 동물성 장조림 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
CJ 비비고 소고기 장조림			샘표 썩썩삭삭 밥도둑 쇠고기 장조림		
본죽 본쇠고기 장조림			동원 양반 소고기 장조림		
대상 종가집 쇠고기 메추리알 장조림			잇츠올레 소고기 장조림		
곰곰 소고기 장조림			샘표 버터 장조림		

아워홈 소고기 장조림			교동 소고기 장조림		
----------------	---	---	---------------	---	---

표 297. 시판 식물성 장조림 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
베지푸드 비건 장조림			베지푸드 채식 장조림		

나) 재료 선정

- 식물성 장조림 재료 선정을 위하여 시판 동물성(10종) 및 식물성(2종) 장조림의 원재료 빈도수(상위 20개)를 각각 표76, 표77에 나타냄.
- 메추리알, 파리고추가 많이 사용되었으며, 대부분의 제품이 야채엑기스를 사용함.
- 식물성 장조림에는 새송이버섯, 표고버섯이 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 298. 시판 동물성 장조림 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	소고기	9	11	양조간장	3
2	설탕	8	12	천일염	3
3	정제수	8	13	파리고추	2
4	메추리알	7	14	향미증진제	2
5	야채엑기스	6	15	근약	1
6	과당	5	16	돼지고기	1
7	혼합간장	5	17	카라멜색소	1
8	진간장	4	18	후추가루	1
9	주정	3	19	마늘	1
10	생강	3	20	복합조미식품	1

표 299. 시판 식물성 장조림 원재료빈도수(2종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	간장	2	8	야채엑기스	2
2	파리고추	2	9	포도당	2
3	두류가공품	2	10	표고버섯	2
4	레몬즙	2	11	갈색설탕	1
5	베지시즈닝	2	12	정제소금	1

6	새송이버섯	2	13	정제수	1
7	식초	2	14	청양고추	1

2) 식물성 장조림 개발

- 시판 장조림의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPERTEX P1760을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표78에 나타냄.

가) 식물성 장조림의 배합비

표 300. 식물성 장조림 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPERTEX P1760	80	양파	300
물	1500	대파	100
간장	200	마늘	20
설탕	40	청양고추	15
통후추	3	무	150
		합계	2,408

나) 식물성 장조림의 제조법

- 식물성 장조림의 제조법은 다음과 같음.
 - ① 냄비에 TVP를 제외한 모든 재료를 넣고 끓인 뒤 끓어오르면 불을 끄고 면포에 양념 국물만 거른다.
 - ② TVP는 30℃ 물에 30분간 수화시킨 후 식품탈수기로 3분간 탈수하여 결대로 찢는다.
 - ③ 거른 장조림 양념 400g에 TVP를 넣고 양념이 모두 사라질 때까지 줄여서 식힌다.
 - ④ 식힌 TVP는 식품탈수기로 5분 간 탈수한다.
 - ⑤ 탈수한 TVP는 100℃로 예열된 오븐에서 30분간 말린다.
 - ⑥ 말린 TVP는 냉장에서 12시간 이상 식힌다.
 - ⑦ TVP에 장조림 양념을 붓는다.

카. 꺾바로우

1) 자료조사

- 식물성 꺾바로우 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡 등)에서 시판 중인 꺾바로우 판매량 8순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 현재 시판 중인 식물성 탕수육 제품은 있으나 식물성 꺾바로우는 없는 것으로 확인됨.
- 식물성 꺾바로우 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 꺾바로우 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 꺾바로우(시판)는 표79에 나타냄.
- 대부분이 튀김과 소스가 따로 동봉되어 있음.
- 대부분의 제품이 10 cm 이내의 넓은 형태가 많음.
- 이를 바탕으로 10 cm 이내의 넓은 형태로 개발을 진행함.

표 301. 시판 꺾바로우 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
사옹원 튀김공방 꺾바로우			대상 집으로ON 꺾바로우		
신세계 올반 꺾바로우			오뚜기 오즈키친 꺾바로우		
피코크 정통 꺾바로우			초록마을 꺾바로우		
하림 안심 꺾바로우			세미원 참쌀 꺾바로우		
곰곰 참쌀 꺾바로우			사조대림 참쌀 꺾바로우		

나) 재료 선정

- 식물성 꺾바로우 재료 선정을 위하여 시판 꺾바로우(10종)의 원재료 빈도수(상위 20개)를 표80에 나타냄.
- 찹쌀가루, 감자전분이 튀김옷 재료로 많이 사용됨.
- 꺾바로우 소스는 설탕, 간장, 발효식초가 많이 사용되었으며, 과채주스, 사과농축액이 사용된 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 동물성 재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 302. 시판 동물성 꺾바로우 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	찹쌀가루	10	11	옥수수전분	5
2	정제수	10	12	생강엑기스	5
3	설탕	10	13	혼합제제	4
4	간장	10	14	양파	4
5	돼지고기	9	15	물엿	4
6	대두유	9	16	구연산	3
7	감자전분	8	17	과채주스	3
8	정제소금	7	18	향미증진제	3
9	변성전분	7	19	잔탄검	3
10	발효식초	7	20	사과농축액	3

2) 식물성 꺾바로우 개발

- 시판 꺾바로우의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPROTEX P1760을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표81에 나타냄.

가) 식물성 꺾바로우의 배합비

표 303. 식물성 꺾바로우 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPROTEX P1760	30	식용유(튀김용)	1000
소금	1.5	꺾바로우 소스	
후추	0.3	감자전분	12
식용유	7	생강	2
튀김반죽		진간장	18
감자전분	100	설탕	50
찹쌀가루	50	식초	40
탄산수	400	물	90
소금	2	대파	15
후추	0.5	당근	20
		합계	1,846.3

나) 식물성 꺾바로우의 제조법

○ 식물성 꺾바로우의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP는 30℃ 물에서 30분간 수화한 후 식품탈수기로 7분간 탈수한다.
- ② 탈수한 TVP에 소금, 후추로 밀간한다.
- ③ 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김반죽을 만들어 밀간한 TVP에 튀김반죽을 묻혀 170℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 뒤집어가며 3분간 튀긴다.

- ④ 1차 튀김한 TVP는 190℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 뒤집어가며 1분 30초간 2차 튀김한다.
- ⑤ 대파와 당근은 4 cm 길이로 채썰고 생강은 편으로 썬다.
- ⑥ 감자전분과 물 45g을 섞어 전분물을 만든다.
- ⑦ 프라이팬에 식용유 7g을 두르고 생강을 볶다가 채소를 제외한 분량의 껌바로우 소스 양념 재료를 넣고 끓인다.
- ⑧ 소스가 끓어오르면 대파와 당근을 넣고 전분물을 넣어 농도를 맞춘다.
- ⑨ 튀겨놓은 TVP에 껌바로우 소스를 버무린다.

타. 콩고기강정

1) 자료조사

- 콩고기강정 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡, 쓱이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 강정 판매량 10순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 콩고기강정 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 닭강정 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 및 식물성 강정은 각각 표82, 표83으로 나타냄.
- 대부분의 제품이 5 cm 이내의 한입 크기이며 모양은 일정하지 않음.
- 대부분의 제품이 통살 형태를 유지하고 있으나 분쇄육 형태인 제품도 있음.
- 이를 바탕으로 통살 형태로 한입크기가 될 수 있도록 5 cm 이내로 개발을 진행함.

표 304. 시판 동물성 닭강정 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
중양닭강정			사웅원 튀김공방 매콤바삭 닭강정		
하림 매콤 닭강정			교촌 리얼닭강정		
CJ 숯불향 닭강정			모노마트 씨앗품은 닭강정		

오뚜기 화끈한 닭강정			피코크 매콤 닭강정		
삼양 불닭닭강정			쿠즈락앳홈 닭강정		

표 305. 시판 콩고기강정 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
베지푸드 비건 양념강정			러빙헛 비건 양념강정 스틱		

나) 재료 선정

- 콩고기강정 재료 선정을 위하여 시판 동물성(10종) 및 식물성(2종) 강정의 원재료 빈도수(상위 20개)를 각각 표84, 표85에 나타냄.
- 양념으로는 물엿, 토마토케첩, 간장, 고춧가루가 많이 사용되었으며, 사과퓨레, 딸기잼이 사용된 제품도 있음.
- 튀김반죽에는 밀가루, 옥수수전분, 빵가루가 많이 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 306. 시판 동물성 닭강정 원재료빈도수(10종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	닭고기	10	11	밀가루	6
2	설탕	10	12	고춧가루	5
3	정제소금	10	13	대두유	5
4	정제수	10	14	빵가루	5
5	물엿	10	15	식물성유지	5
6	토마토케첩	8	16	후추가루	5
7	마늘	7	17	혼합제제	5
8	옥수수전분	7	18	주정	4
9	L-글루탐산나트륨	7	19	생강가루	4
10	간장	6	20	고추장	3

표 307. 시판 콩고기강정 원재료빈도수(2종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	대두조적단백	2	11	ISP	1
2	고춧가루	2	12	생강	1
3	베지시즈닝	2	13	양파	1
4	설탕	2	14	정제소금	1
5	죽염	2	15	토마토페이스트	1
6	정제수	2	16	해바라기유	1
7	후추가루	2	17	구연산	1
8	튀김가루	2	18	월계수잎분말	1
9	간장	1	19	기타과당	1
10	물엿	1	20	발효식초	1

2) 콩고기강정 개발

- 시판 강정의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPROMAX 5050을 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표86에 나타냄.

가) 콩고기강정의 배합비

표 308. 콩고기강정 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPROMAX 5050	100	땅콩	5
찰쌀가루	40	강정소스 양념	
소금	3	올리고당	80
후추	0.5	다진마늘	25
카레가루	1	토마토케첩	35
박력분(덧가루용)	80	설탕	22
튀김반죽		고추기름	5
튀김가루	80	고춧가루	20
옥수수전분	30	간장	14
물	150	물	45
		합계	735.5

나) 콩고기강정의 제조법

○ 콩고기강정의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP는 30℃ 물에 40분간 수화한 후 식품탈수기로 10분간 탈수하여 사방 5 cm로 자른다.
- ② 탈수한 TVP에 찹쌀가루, 소금, 후추, 카레가루를 섞어 밀간한다.
- ③ 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김반죽을 만든다.
- ④ 밀간한 TVP에 덧가루용 박력분 30g을 묻힌 후 튀김반죽에 넣어 냉장에서 시간 숙성한다.

- ⑤ 숙성한 TVP는 건져 덧가루용 박력분 50g을 묻힌 뒤 170℃로 예열된 기름에서 1차 튀김한다.
- ⑥ 1차 튀김한 TVP는 190℃로 예열된 기름에서 2차 튀김한다.
- ⑦ 분량의 강정소스 양념재료를 모두 섞어 끓인다.
- ⑧ 강정소스가 가운데까지 끓어오르면 튀겨놓은 TVP를 넣고 버무린다.
- ⑨ 완성된 콩고기강정에 땅콩분태를 뿌린다.

파. 또띠아

1) 자료조사

- 식물성 또띠아 개발 벤치마킹을 위하여 현재 온라인몰(이마트, 롯데마트, 홈플러스, 쿠팡, 소이마루, 베지푸드 등)에서 시판 중인 동물성 및 식물성 또띠아 판매량 순위를 종합하여 제품형태 및 원재료를 조사함.
- 식물성 또띠아 조리법 도출을 위하여 조리문헌에 나와있는 또띠아 조리법을 조사함.

가) 제품형태

- 시판 동물성 및 식물성 또띠아는 각각 표87, 표88로 나타냄.
- 채소가 곁에 위치하여 고기를 감싸고 있는 형태임.
- 고기 외에는 따로 조리된 재료는 없으며 고기는 대체로 불고기 양념임.
- 이를 바탕으로 불고기를 채소가 감싸고 있는 형태로 개발을 진행함.

표 309. 시판 동물성 또띠아 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
샐러드보울 다웃트 불고기체다치즈 랩			스윗밸런스 폴드포크 바비큐 샐러드랩		
샐러드판다 샐러드랩 비프타코					

표 310. 시판 식물성 또띠아 제품조사

제품명	제품 사진		제품명	제품사진	
스윗밸런스 콩불고기 이탈리안 샐러드랩			엘리샤코이 에이치 브리또		
영국) 애너벨 브리또 멕시칸맛					

나) 재료 선정

- 식물성 또띠아 재료 선정을 위하여 시판 동물성(3종) 및 식물성(3종) 또띠아의 원재료 빈도수(상위 20개)를 각각 표89, 표90에 나타냄.
- 적양배추, 양상추, 양파, 마늘 등의 채소가 사용됨.
- 소스 재료로는 간장, 마요네즈, 설탕 등이 사용됨.
- 이를 바탕으로 동물성재료를 제외하고 빈도수가 높은 재료를 토대로 개발을 진행함.

표 311. 시판 동물성 또띠아 원재료빈도수(3종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	또띠아	3	11	양조간장	1
2	돼지고기	2	12	참기름	1
3	적양배추	2	13	토마토	1
4	양상추	2	14	감자	1
5	양파	2	15	느타리버섯	1
6	파프리카	2	16	당근	1
7	절임식품	2	17	로메인	1
8	마요네즈	2	18	치커리	1
9	체다치즈	2	19	마늘	1
10	소고기	1	20	바베큐소스	1

표 312. 시판 식물성 또띠아 원재료빈도수(3종)

순위	재료명	빈도수	순위	재료명	빈도수
1	또띠아	3	11	토마토	2
2	대두단백	3	12	곡류가공품	1
3	당근	2	13	대파	1
4	마늘	2	14	배즙	1
5	새송이버섯	2	15	강낭콩	1
6	사과농축액	2	16	양상추	1

7	설탕	2	17	고추	1
8	양파	2	18	양조간장	1
9	올리고당	2	19	적양배추	1
10	정제소금	2	20	올리브유	1

2) 식물성 또띠아 개발

- 시판 또띠아의 원재료 빈도수를 토대로 재료를 선정 후, 조리문헌의 조리법을 참고하여 개발을 진행함.
- 조직대두단백(Texture Vegetable Protein, TVP) SUPETEX 3669를 사용함.
- 테스트 키친과 내부관능평가를 통하여 배합비와 조리법을 수정 보완하여 최적의 배합비와 조리법을 도출하여 표91에 나타냄.

가) 식물성 또띠아의 배합비

표 313. 식물성 또띠아 배합비

재료	분량(g)	재료	분량(g)
SUPERTEX 3669	20	식용유	3
양상추	30	TVP 양념	
적양배추	30	간장	17
파프리카	20	올리고당	8
또띠아	10	설탕	6
머스타드	10	다진 마늘	3
식물성 마요네즈	10	후추	0.3
케첩	10	합계	177.3

나) 식물성 또띠아의 제조법

- 식물성 또띠아의 제조법은 다음과 같음.

- ① TVP는 30℃ 물에 30분간 수화한 후 식품탈수기로 5분간 탈수한다.
- ② 분량의 TVP 양념 재료를 섞어 탈수한 TVP에 양념한다.
- ③ 또띠아는 마른팬에 앞뒤로 굽는다.
- ④ 팬에 식용유를 두르고 양념한 TVP를 약불에서 5분간 볶는다.
- ⑤ 양상추는 한 장씩 뜯고 적양배추, 파프리카는 채썬다.
- ⑥ 또띠아에 기호에 맞게 소스를 바른 후 양념한 TVP, 채소를 올린 뒤 감싼다.

1-3. 대체고기를 활용한 제품의 관능특성

- 대체고기를 활용한 메뉴의 기호도를 알아보기 위하여 6종의 품목을 선정하여 기호도평가를 진행함.
- 재료 중 고기의 비율이 높은 동그랑땡, 섭산적, 미트볼, 육개장, 장조림, 꺾바로우를 평가 품목으로

선정함.

가. 기호도평가 패널

- 전주대학교 한식조리학과에 재학 중이며 월 4회, 6개월 이상 참석이 가능한 학부생을 대상으로 기호도평가 패널을 모집함.
- 맛에 대한 기본 지식과 감각을 가지고 있으며 관능평가에 관심이 있는 학부생을 대상으로 함.
- 흡연자 및 심한 음주자는 맛에 대한 인지가 떨어져 기호도평가 패널 선발 대상에서 제외함.
- 위의 자격조건을 충족한 학부생을 대상으로 부정확한 평가 및 개인적 사유로 불참자가 있을 것을 고려하여 실제 활용할 50명보다 많은 60명을 선발함.

나. 기호도평가 진행

- 관능평가에 영향을 끼칠 수 있는 구강 청결제 사용, 평가 하루 전 과음, 강한 향수와 화장품 사용, 평가 30분 전 음식물 섭취에 대한 주의사항은 사전에 공지하였으며, 관능평가 목적과 검사방법을 설명한 후 진행함.
- 코로나19 확산방지를 위하여 평가 시간대를 나누어 패널을 분산하여 평가를 진행함. 입구에 손소독제를 비치하고 패널은 테이블마다 1명을 배치하였으며, 한 타임 평가가 끝난 후에는 공간환기 및 테이블, 시료제공트레이, 평가볼펜을 소독하여 평가를 진행함.
- 시료 제공은 무색의 지름 7cm, 높이 5cm 원형컵과 가로 12cm, 세로 7cm, 높이 2.5cm 종이 트레이 용기에 담아 제공하여 용기의 색이나 무늬에 의한 오차가 없도록 하였으며, 용기에 난수표를 붙여 기호도평가를 진행함.
- 기호도평가는 Likert 7점 척도를 사용하여 평가함.(1:매우 싫다 ~ 7:매우 좋다)
- 시료 평가 사이에 입을 헹굴 수 있는 생수와 헷반을 동반식품으로 제공함.



식물성 동그랑땡



식물성 첩산적



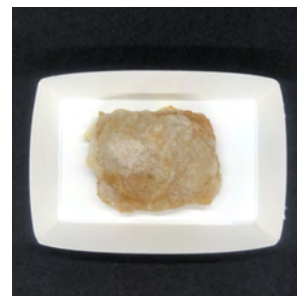
식물성 미트볼



식물성 육개장



식물성 장조림



식물성 껌바로우

그림 71. 대체고기 기호도평가 시료

다. 결과

1) 식물성 동그랑땡

가) 시료준비

- 식물성 동그랑땡은 기호도평가 전날 제조하여 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 시료는 절단없이 종이트레이에 1개씩 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추가 제공함.

나) 평가항목

- 식물성 동그랑땡의 평가항목은 동그랑땡과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 동그랑땡의 기호도평가 결과를 각각 표 92, 그림73에 나타냄.

표 314. 식물성 동그랑땡 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
동그랑땡	5.44±1.23	5.32±1.31	5.68±1.14	5.24±1.39	4.36±1.35	5.32±1.18

- 외관은 5.44±1.23으로 높은 수준의 기호도를 나타냈다. 외관에 대한 의견으로는 고기와 매우 유사하다는 평이 많았으며, 한입사이즈로 먹기 좋다는 의견도 있었음. 색도 외관과 마찬가지로 5.32±1.31로 높은 수준의 기호도를 나타냈으며, 색이 고기와 유사하며 채소의 색이 조화로워 먹음 직스럽다는 의견이 대다수였음.
- 향은 5.68±1.14로 기호도가 높게 나타났고 콩취가 전혀 느껴지지 않는다는 의견이 대다수였음. 맛은 5.24±1.39로 높은 값을 보였으며, 씹을수록 고소한 맛과 담백하다는 의견이 대다수였고 감칠맛이 느껴진다는 의견이 많음.
- 씹힘성은 4.36±1.35로 다른 항목에 비하여 보통 수준의 기호도를 나타냈는데 육즙이 없어서 딱딱하다는 의견이 있었으며 너무 부드러워 고기의 씹힘성이 느껴지면 좋을 것 같다는 의견도 있었음.
- 이를 바탕으로 TVP 종류의 비율을 수정하여 씹는 식감을 부여하여 씹힘성이 개선된다면 전반적으로 식물성 동그랑땡의 기호도가 높아질 것으로 생각됨.

2) 식물성 섭산적

가) 시료준비

- 식물성 섭산적은 기호도평가 전날 제조하여 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였으며, 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
 - 시료는 절단없이 종이트레이에 1개씩 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추가 제공함.
-

나) 평가항목

- 식물성 섭산적의 평가항목은 섭산적과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도 (Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 섭산적의 기호도평가 결과를 각각 표 93, 그림74에 나타냄.

표 315. 식물성 섭산적 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
섭산적	4.65±1.07	4.61±1.31	5.43±1.08	5.04±1.40	4.87±1.22	4.91±1.35

- 식물성 섭산적의 외관과 색은 각각 4.65±1.07, 4.61±1.31로 보통 수준의 기호도를 나타냄. 콩고기의 색이 연하여 고기처럼 색이 더 진하면 좋을 것 같다는 의견이 있어 TVP 등에 카카오 색소 등을 첨가하여 전체적으로 고기와 유사한 색을 표현하면 기호도가 개선될 것으로 생각됨.
- 향은 5.43±1.08로 높은 수준의 기호도를 나타냈으며, 콩취가 느껴지지않아 거부감이 들지않는다는 의견이 대다수였음, 맛은 5.04±1.40으로 향과 마찬가지로 높은 값을 나타냄. 감칠맛이 느껴져 씹을 수록 식욕을 증진시킨다는 의견도 있었음.
- 식물성 섭산적의 씹힘성은 4.87±1.22로 보통 수준의 기호도를 나타냄. 이는 수분감이 많아 쉽게 으스르져 씹힘성이 부족하다는 의견을 미루어보아 TVP 탈수정도, 전분의 양 등을 조절하여 수분감을 줄이고 결착력을 높여 씹힘성을 개선하면 기호도가 높아질 것으로 생각됨.
- 전반적인 기호도는 4.91±1.35로 보통 수준의 기호도를 나타냄. 이를 바탕으로 외관, 색, 씹힘성을 개선한다면 전반적인 기호도 또한 높아질 것으로 판단됨.

3) 식물성 미트볼

가) 시료준비

- 식물성 미트볼과 소스는 기호도평가 전날 제조하여 미트볼은 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였으며, 소스는 냉장에서 보관 후 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 시료는 절단없이 종이트레이에 1개씩 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추가 제공함.

나) 평가항목

- 식물성 미트볼의 평가항목은 미트볼과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도 (Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 미트볼의 기호도평가 결과를 각각 표 94, 그림75에 나타냄.

표 316. 식물성 미트볼 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
미트볼	5.92±0.95	5.76±1.05	6.12±0.88	5.52±1.29	4.44±1.23	5.16±1.31

- 식물성 미트볼의 외관은 5.92±0.95, 색은 5.76±1.05로 높은 수준의 기호도를 나타냄. 외관과 색이 고기 미트볼과 매우 유사하며 소스와 조화가 잘 이루어져 먹음직스럽다는 의견이 많음.
- 향은 6.12±0.88로 매우 높은 수준의 기호도를 나타냈으며, 맛도 5.52±1.29로 높은 값을 나타냄. 콩취가 전혀 느껴지지 않았으며 토마토 소스와 맛이 적절하게 잘 어울린다는 의견이 많음.
- 식물성 미트볼의 씹힘성 기호도는 4.44±1.23로 보통 수준의 기호도를 나타냄. 이는 TVP 자체의 씹힘성이 부족하여 전체적으로 고기의 씹힘성과 유사하지 못하여 기호도가 높게 나타나지 않은 것으로 생각됨. 따라서 TVP의 종류를 2가지 이상으로 섞어 씹힘성을 부여한다면 기호도가 개선될 것으로 판단됨.
- 전반적인 기호도는 5.16±1.31로 높은 기호도를 나타냈으나 씹힘성이 개선된다면 식물성 미트볼의 전반적인 기호도가 더 높게 나타날 것이라 판단됨.

4) 식물성 육개장

가) 시료준비

- 식물성 육개장은 기호도평가 전날 제조하여 냉장에서 보관 후 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 시료는 원형컵에 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추가 제공함.

나) 평가항목

- 식물성 육개장의 평가항목은 육개장과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 육개장의 기호도평가 결과를 각각 표 95, 그림76에 나타냄.

표 317. 식물성 육개장 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
육개장	6.39±0.99	6.04±1.02	5.70±1.15	4.52±1.62	4.70±1.99	5.09±1.31

- 식물성 육개장의 외관과 색은 각각 6.39±0.99, 6.04±1.02로 매우 높은 수준의 기호도를 나타냄. 외관과 색이 고기 육개장의 매우 유사하다는 의견이 대다수였으며, 콩고기 외관의 질감이 고기와 매우 유사하다는 의견이 많음.
- 식물성 육개장의 향은 5.70±1.15로 높은 기호도를 나타냈으며 고기 육개장의 향과 매우 유사하다는 의견이 대다수였으나 마늘향이 강하다는 의견도 있음. 맛은 4.52±1.62로 보통 수준의 기호도를 나타냈는데 고기 육수같은 진한 맛이 부족하다는 의견이 있었으며 약간 싱겁다는 의견도 있음. 이는 국물의 감칠맛을 높이기 위하여 채소육수를 사용하였으나, 고기 자체에서 나오는 감칠맛이 TVP에는 없

어 고기 육수의 진한 맛 구현이 어려워 기호도가 높게 나타나지 않은 것으로 생각됨.

- 씹힘성의 기호도는 4.70 ± 1.99 로 보통 수준의 기호도를 나타냈는데, 고기와 식감이 유사하다는 의견도 있었으나 대다수의 의견이 TVP 특유의 물컹거리는 식감은 없으나 버섯과 식감이 유사하다는 의견이 많아 기호도가 높게 나타나지 않은 것으로 생각됨.
- 식물성 육개장의 전반적인 기호도는 5.09 ± 1.31 로 높은 수준의 기호도를 나타냈으나 맛과 씹힘성이 개선된다면 전반적인 기호도가 높게 나타날 것으로 판단됨.

5) 식물성 장조림

가) 시료준비

- 식물성 장조림은 기호도평가 전날 제조하여 냉장에서 보관 후 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 시료는 원형컵에 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추가 제공함.

나) 평가항목

- 식물성 장조림의 평가항목은 장조림과 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도(Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 장조림의 기호도평가 결과를 각각 표 96, 그림77에 나타냄.

표 318. 식물성 장조림 기호도평가 결과

samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
장조림	6.12 ± 1.20	6.28 ± 0.98	5.92 ± 1.00	5.20 ± 1.12	4.72 ± 1.31	5.32 ± 1.25

- 식물성 장조림의 외관과 색의 기호도는 각각 6.12 ± 1.20 , 6.28 ± 0.98 로 매우 높은 값을 나타냄. 외관과 색은 고기와 매우 유사하며 먹음직스러워 보인다는 의견이 많음.
- 향은 5.92 ± 1.00 , 맛은 5.20 ± 1.12 로 향과 맛 모두 높은 수준의 기호도는 나타냈으며 고기와 매우 유사하며 감칠맛이 느껴진다는 의견이 많음.
- 식물성 장조림의 씹힘성 기호도는 4.72 ± 1.31 로 보통 수준의 기호도를 나타냈는데 식감이 쫄깃하여 고기보다 버섯의 식감과 유사하다는 의견이 많음. 따라서 TVP의 탈수정도, 조리시간 등을 수정하여 식감 개선이 필요한 것으로 생각됨.
- 식물성 장조림의 전반적인 기호도는 5.32 ± 1.25 로 높은 값을 나타냈으나 씹힘성이 개선된다면 전반적인 기호도가 더 높아질 것으로 판단됨.

6) 식물성 꺾바로우

가) 시료준비

- 식물성 꺾바로우와 소스는 기호도평가 전날 제조하였으며, 꺾바로우는 진공포장하여 급속냉동 후 보관하였고, 소스는 냉장에서 보관 후 제공하기 15분 전에 조리하여 시료 맛 변화를 최소화함.
- 시료는 절단없이 종이트레이에 1개씩 담아 제공하였으며, 시료의 양을 추가로 원하는 패널에게는 추

가 제공함.

나) 평가항목

- 식물성 꺾바로우의 평가항목은 꺾바로우와 관련된 선행연구를 참고하여 선정하였음.
- 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 식감(Texture):씹힘성, 전반적인 기호도 (Overall acceptability), 기타 의견을 평가함.

다) 결과

- 식물성 꺾바로우의 기호도평가 결과를 각각 표 97, 그림 78에 나타냄.

표 319. 식물성 꺾바로우 기호도평가 결과


samples	외관	색	향	맛	씹힘성	전반적인 기호도
꺾바로우	6.22±0.67	6.26±0.75	6.17±1.23	5.74±1.32	5.30±1.82	5.70±1.40

- 식물성 꺾바로우의 외관은 6.22±0.67, 색은 6.26±0.75로 외관과 색 모두 매우 높은 기호도를 나타냄. 외관과 색이 콩고기인줄 몰랐을 정도로 고기와 매우 유사하다는 의견이 대다수였음.
- 향은 6.17±1.23으로 매우 높은 수준의 기호도를 나타냈는데 콩취가 전혀 느껴지지 않아 거부감이 들지않는다는 의견이 대다수였으며 고소한 향이 느껴져 식욕을 자극한다는 의견도 있었음. 식물성 꺾바로우 맛의 기호도는 5.74±1.32로 높은 값을 나타냄. 전반적으로 튀김과 소스의 맛이 조화로우며 잘 어울리고 씹을수록 고소하다는 의견이 많음.
- 식물성 꺾바로우의 씹힘성은 5.30±1.82로 높은 수준의 기호도를 나타냈으며 튀김과 콩고기가 분리되지않아 식감이 조화롭고 고기와 매우 유사하다는 의견이 많음.


2. 대체고기를 활용한 표준 레시피북 제작

2-1. 대체고기활용 제품의 레시피북용 조리방법 정리


1) 육개장

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 50g, 양파 1/2개, 대파 1대, 토란대 75g, 고사리 55g, 느타리버섯 60g, 무 90g, 다진마늘 1큰술, 고추기름 1큰술, 고춧가루 2큰술, 국간장 3큰술, 참기름 2큰술, 소금 약간, 후추 약간, 채소육수 1L</p> <p>대체고기 양념 다진마늘 1작은술, 다진파 1작은술, 간장 1큰술, 설탕 1작은술, 참기름 1/2작은술</p> <p>채소육수 당근 1개, 양배추 1/4개, 우엉 1개, 연근 1/2개, 무 1/4개, 대파(뿌리포함) 1대, 양파 1개, 마늘 6알, 물 1L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에서 약 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한 뒤 결대로 찢는다. 3. 분량의 대체고기 양념 재료를 섞어 양념장을 만든다. 4. 찢은 대체고기에 양념장을 넣고 섞는다. 5. 100℃로 예열된 오븐에 양념한 대체고기를 넣고 약 20분간 건조한다. 6. 냄비에 분량의 채소육수 재료를 넣고 약 30분간 끓인 뒤 면포로 맑은 국물만 거른다. 7. 양파는 6cm로 채썰고 대파는 반으로 갈라 6cm로 썬다. 8. 토란대, 고사리, 느타리버섯은 6cm로 썬다. 9. 무는 3cm×3cm×0.5cm로 썬다. 10. 볼에 건조한 대체고기, 고사리, 토란대를 넣고 고춧가루, 국간장, 참기름, 소금, 후추를 넣고 버무린다. 11. 냄비에 고추기름, 다진마늘을 넣고 볶다가 양파, 느타리버섯, 무, 채소육수를 넣고 끓인다. 12. 끓어오르면 버무려둔 재료와 대파를 넣고 한번 더 끓인다.


2) 불고기

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 30g, 채소육수(수화용) 3컵, 대파 1/3대, 양파 1/2개, 표고버섯 2개, 홍고추 1개</p>
	<p>대체고기 양념 다진 마늘 1큰술, 참기름 1작은술, 소금 약간, 후추 약간 불고기 양념 간장 3큰술, 배푸레 2큰술, 설탕 1+1/2큰술, 채소육수 1/4컵, 물엿 1+1/2작은술 채소육수 당근 1개, 양배추 1/4개, 우엉 1개, 연근 1/2개, 무 1/4개, 대파(뿌리포함) 1대, 양파 1개, 마늘 6알, 물 1.5L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 냄비에 분량의 채소육수 재료를 넣고 약 30분간 끓인 뒤 면포에 걸러 맑은 국물만 따로 둔다. 2. 대체고기는 뜨거운 채소육수에 약 20분간 불린다. 3. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 7분간 수분을 제거한다. 4. 분량의 대체고기 양념 재료를 섞어 대체고기 양념장을 만든다. 5. 대체고기에 대체고기 양념장을 섞어 실온에서 10분간 재운다. 6. 분량의 불고기 양념 재료를 섞어 불고기 양념장을 만든다. 7. 대파, 양파, 표고버섯은 5cm 길이로 채썰고 홍고추는 어슷썬다. 8. 프라이팬에 불고기 양념장을 넣고 끓이다가 끓어오르면 재워둔 대체고기, 채소를 넣고 한번 더 끓인다.


3) 제육볶음

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 30g, 채소육수(수화용) 3컵, 양파 1/4개, 식용유 1큰술</p>
	<p>제육볶음 양념 고추장 1+1/2큰술, 고춧가루 1큰술, 설탕 1큰술, 사과푸레 2큰술, 간장 1작은술, 다진 마늘 1큰술, 채소육수 1큰술, 참기름 1작은술, 소금 약간, 후추 약간 채소육수 당근 1개, 양배추 1/4개, 우엉 1개, 연근 1/2개, 무 1/4개, 대파(뿌리포함) 1대, 양파 1개, 마늘 6알, 물 1.5L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 냄비에 분량의 채소육수 재료를 넣고 약 30분간 끓인 뒤 면포에 걸러 맑은 국물만 따로 둔다. 2. 대체고기는 뜨거운 채소육수에 약 20분간 불린다. 3. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 7분간 수분을 제거한다. 4. 분량의 제육볶음 양념 재료를 섞어 제육볶음 양념장을 만든다. 5. 대체고기에 제육볶음 양념장을 섞어 실온에서 1시간 재운다. 6. 양파는 5cm 길이로 채썬다. 7. 프라이팬을 가열한 후 식용유를 두르고 재워둔 대체고기와 양파를 넣고 볶는다


4) 너비아니

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 30g, 채소육수(수화용) 3컵, 찹쌀가루 1컵, 식용유 2큰술</p> <p>너비아니 양념 간장 2큰술, 설탕 1큰술, 배푸레 1작은술, 다진 마늘 1작은술, 참기름 1작은술, 다진 생강 1/3작은술, 소금 약간, 후추 약간</p> <p>채소육수 당근 1개, 양배추 1/4개, 우엉 1개, 연근 1/2개, 무 1/4개, 대파(뿌리포함) 1대, 양파 1개, 마늘 6알, 물 1.5L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 냄비에 분량의 채소육수 재료를 넣고 약 30분간 끓인 뒤 면포에 걸러 맑은 국물만 따로 둔다. 2. 대체고기는 뜨거운 채소육수에 약 20분간 불린다. 3. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 4. 대체고기에 찹쌀가루를 앞뒤로 묻힌다. 5. 프라이팬에 식용유 1큰술을 두르고 찹쌀가루를 묻힌 대체고기를 약 불에서 뒤집어가며 1분간 굽는다. 6. 분량의 너비아니 양념 재료를 섞어 너비아니 양념장을 만든다. 7. 구운 대체고기에 너비아니 양념장을 앞뒤로 바른 뒤 프라이팬에 식용유 1큰술을 두르고 약불에서 앞뒤로 노릇해질까지 굽는다.


5) 떡갈비

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기1(CONTEX 240) 150g, 대체고기2(CONTEX 120) 50g, 양파 1/5개, 건 표고버섯 5개, 감자전분 1컵g, 밀가루 1컵, 소금 약간, 후추 약간</p> <p>떡갈비 양념 간장 5큰술, 설탕 3큰술, 다진 대파 1/2큰술, 다진 마늘 1큰술, 참기름 1큰술, 깨소금 1/3큰술</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기1, 대체고기2는 미지근한 물에 각각 30분, 20분간 불린다. 2. 불린 대체고기1, 대체고기2는 식품탈수기로 각각 5분씩 수분을 제거한다. 3. 건표고버섯은 뜨거운 물에 불려 식품탈수기로 약 3분간 수분을 제거한 뒤 잘게 다진다. 4. 양파는 곱게 다진다. 5. 분량의 떡갈비 양념 재료를 섞어 떡갈비 양념장을 만든다. 6. 볼에 대체고기1, 대체고기2, 다진 표고버섯, 양파, 떡갈비 양념장, 감자전분, 밀가루, 소금, 후추를 넣고 치대가며 섞는다. 7. 떡갈비 반죽을 약 직경 5cm, 높이 2cm의 한입크기로 빚어 200℃로 예열한 오븐에서 10분간 굽는다.


6) 섭산적

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 240) 50g, 두부 100g, 감자전분 2큰술, 식용유 1큰술</p> <p>섭산적 양념 간장 1큰술, 설탕 1작은술, 다진 파 1큰술, 다진 마늘 2/3큰술, 소금 약간, 후추 약간, 참기름 1/2작은술, 깨소금 약간</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 뿌연 물이 나오지 않을 때까지 행군다. 3. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 4. 두부는 면포로 으깨가며 수분을 제거한다. 5. 볼에 대체고기, 두부, 감자전분, 섭산적 양념 재료를 넣고 치댄다. 6. 치댄 반죽을 5cm×7cm×0.5cm의 직사각형 모양으로 빚는다. 7. 프라이팬에 식용유 1큰술을 두른 후 약불에서 섭산적을 앞뒤로 노릇하게 굽는다.


7) 동그랑땡

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기1(CONTEX 240) 30g, 대체고기2(CONTEX 120) 70g, 당근 20g, 양파 1/5개, 양배추 15g, 표고버섯 3개, 다진마늘 2큰술, 다진대파 2큰술, 감자전분 3큰술, 식용유 1+1/2큰술</p> <p>동그랑땡 양념 간장 1큰술, 소금 1작은술, 설탕 1큰술, 후추 약간</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기1, 대체고기2는 미지근한 물에 각각 30분, 20분 간 불린다. 2. 불린 대체고기1, 대체고기2는 식품탈수기로 각각 5분씩 수분을 제거한다. 3. 당근, 양파, 양배추, 표고버섯은 다진다. 4. 프라이팬에 식용유 1/2큰술을 두르고 다진마늘, 다진대파, 당근, 양파, 양배추, 표고버섯을 넣고 수분이 날아갈 때까지 약 5분간 약불에서 볶는다. 5. 볼에 대체고기1, 대체고기2, 볶은 채소, 감자전분, 동그랑땡 양념 재료를 넣고 치댄다. 6. 치댄 반죽을 약 직경 3cm, 높이 1cm의 원형으로 빚는다. 7. 프라이팬에 식용유 1큰술을 두르고 약불에서 동그랑땡을 앞뒤로 굽는다.


8) 빈대떡

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기1(SUPERTEX P1760) 50g, 대체고기2(CONTEX 120) 50g, 녹두 2컵, 찹쌀 1컵, 고사리 30g, 숙주 60g, 김치 90g, 쪽파 80g, 홍고추 1개, 풋고추 1개, 소금 1작은술, 후추 약간, 참기름 1작은술, 식용유 2큰술</p> <p>대체고기1 양념 간장 1큰술, 설탕 1큰술, 다진 마늘 1작은술, 다진 파 1작은술, 후추 약간</p> <p>대체고기2 양념 간장 1큰술, 설탕 1/2큰술</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 녹두와 찹쌀은 5시간 이상 불린 뒤 믹서로 곱게 간다. 2. 대체고기1은 뜨거운 물에 30분간 불린다. 3. 대체고기2는 미지근한 물에 20분간 불린다. 4. 불린 대체고기1은 식품탈수기로 7분간 수분을 제거한 뒤 걸대로 짫는다. 5. 분량의 대체고기1 양념 재료를 섞어 대체고기1 양념장을 만든다. 6. 대체고기1에 대체고기1 양념장을 섞은 후 100℃로 예열된 오븐에서 약 20분간 건조한다. 7. 불린 대체고기2는 식품탈수기로 5분간 수분을 제거한 뒤 대체고기2 양념 재료를 넣고 섞는다. 8. 고사리, 숙주, 쪽파는 5cm로 썰고 김치는 다진다. 9. 홍고추, 풋고추는 어슷썬다. 10. 같은 녹두와 찹쌀에 대체고기1, 대체고기2, 고사리, 숙주, 쪽파, 김치, 소금, 후추, 참기름을 넣어 섞는다. 11. 프라이팬에 식용유를 두르고 빈대떡 반죽을 올린다. 12. 홍고추, 풋고추를 고명으로 얹은 후 중불에서 앞뒤로 노릇하게 부친다.

9) 고기만두

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 120) 100g, 당면 30g, 두부 100g, 숙주 100g, 양파 50g, 부추 20g, 건표고버섯 15g, 건무말랭이 15g, 감자전분 2큰술, 물 4큰술, 만두피(냉장)</p> <p>양념 다진 마늘 1큰술, 다진 대파 1큰술, 맛소금 1/3작은술, 소금 1/2작은술, 설탕 1/2작은술, 참기름 1큰술, 후추 약간, 청양고추 분말 약간</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 당면은 불린 뒤 삶아 0.5cm로 썬다. 4. 두부는 면포로 으깨가며 수분을 제거한다. 5. 숙주는 데친 후 다진다. 6. 양파, 부추는 다진다. 7. 건표고버섯, 건무말랭이는 뜨거운 물에 각각 불려 수분을 제거한 뒤 다진다. 8. 감자전분과 물을 섞어 전분물을 만든다. 9. 볼에 대체고기, 채소, 전분물, 분량의 양념재료를 모두 넣고 고루 섞어 만두소를 만든다. 10. 냉장 만두피에 만두소를 채우고 모양을 빚어 김이 오른 찜기에 약 10분간 찐다.


10) 김치만두

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 120) 80g, 당면 30g, 두부 100g, 숙주 100g, 양파 50g, 부추 20g, 맛김치 100g, 건표고버섯15g, 건무말랭이 15g, 만두피(냉장)</p> <p>양념 다진 마늘 1큰술, 다진 대파 1큰술, 맛소금 1/3작은술, 설탕 1/2작은술, 참기름 1큰술, 후추 약간</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 당면은 불린 뒤 0.5cm로 썬다. 4. 두부는 면포로 으깨가며 수분을 제거한다. 5. 숙주는 데친 후 다진다. 6. 양파, 부추, 맛김치는 다진다. 7. 건표고버섯, 건무말랭이는 뜨거운 물에 각각 불려 수분을 제거한 뒤 다진다. 8. 감자전분과 물을 섞어 전분물을 만든다. 9. 볼에 대체고기, 채소, 전분물, 분량의 양념재료를 모두 넣고 고루 섞어 만두소를 만든다. 10. 냉장 만두피에 만두소를 채우고 모양을 빚어 김이 오른 찜기에 약 10분간 찐다.


11) 잡채

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX 3669) 60g, 당면 30g, 당근 50g, 시금치 80g, 양파 50g, 목이버섯 30g, 식용유 1큰술</p> <p>잡채 양념 간장 2큰술, 설탕 1큰술, 참기름 1큰술, 통깨 약간 대체고기 양념 간장 1작은술, 설탕 1작은술, 참기름 1작은술</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 20분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 분량의 대체고기 양념 재료를 섞어 대체고기 양념장을 만든다. 4. 대체고기에 대체고기 양념장을 섞어 프라이팬에 볶는다. 5. 당면은 약 20분간 불린 뒤 삶는다. 6. 당근, 양파는 5cm 길이로 채썬다. 7. 목이버섯은 한입크기로 썬다. 8. 시금치는 소금물에 데친 후 5cm 길이로 썬다. 9. 프라이팬에 식용유를 두르고 당근, 양파를 볶는다. 10. 볼에 당면, 대체고기, 채소, 버섯, 잡채 양념을 넣고 섞는다.


12) 콩고기 강정

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPROMAX 5050) 100g, 찹쌀가루 2큰술, 소금 1작은술, 후추 1/3작은술, 카레가루 1/2작은술, 박력분(덧가루) 1컵, 땅콩분태(생략가능)</p> <p>튀김반죽 튀김가루 1컵, 옥수수전분 1/4컵, 물(탄산수) 1컵 강정소스 양념 울리고당 3큰술, 다진마늘 1+1/2큰술, 케첩 2큰술, 설탕 2큰술, 고추기름 1작은술, 고춧가루 1큰술, 진간장 1+1/2큰술, 물 3큰술</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 40분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 10분간 수분을 제거한 뒤 한입크기로 자른다. 3. 대체고기에 찹쌀가루, 소금, 후추, 카레가루를 섞어 밀간한다. 4. 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다. 5. 밀간한 대체고기에 박력분을 묻힌 뒤 튀김옷에 넣어 3시간 숙성한다. 6. 숙성된 대체고기는 건져 박력분을 묻힌 뒤 170℃로 예열된 기름에서 튀긴다. 7. 1차 튀김한 대체고기는 190℃로 예열된 기름에서 2차 튀김한다. 8. 분량의 강정소스 양념 재료를 섞어 강정소스를 만들어 끓인다. 9. 강정소스가 가운데까지 끓어오르면 튀겨놓은 대체고기를 넣어 버무린다. 10. 완성된 강정에 땅콩분태를 뿌린다.


13) 장조림

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 80g</p> <p>장조림 양념 물 1.5L, 간장 1컵, 설탕 1/4컵, 통후추 5알, 양파 1개, 대파 1단, 마늘 4개, 청양고추 3개, 무 1/4개</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 냄비에 분량의 장조림 양념 재료를 넣고 끓인 뒤 끓오르면 불을 끄고 양념 국물만 거른다. 2. 대체고기는 미지근한 물에서 약 30분간 불린다. 3. 불린 대체고기는 결대로 찢어 체에 받쳐 물기를 뺀다. 4. 대체고기에 끓여놓은 장조림 양념 2컵을 넣고 양념이 없어질 때까지 졸인다. 5. 졸인 대체고기는 한김 식힌 후 식품탈수기로 5분간 수분을 제거한다. 6. 대체고기는 100℃로 예열된 오븐에서 약 30분간 건조한다. 7. 말린 대체고기는 냉장고에서 하루 식힌다. 8. 대체고기에 만들어둔 장조림 양념을 붓는다.


14) 너겟

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 240) 100g, 감자전분 1큰술, 식용유 1/2작은술, 맛소금 1/4작은술, 후추 1/4작은술, 튀김가루(덧가루) 1큰술, 식용유(튀김용)</p> <p>튀김반죽 튀김가루 1컵, 카레가루 1작은술, 물(탄산수) 1.5컵</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 볼에 대체고기, 감자전분, 식용유, 맛소금, 후추를 섞어 끈기가 생길 때까지 치댄다. 4. 반죽을 직경 3cm의 한입크기로 빚는다. 5. 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다. 6. 빚은 너겟에 덧가루용 튀김가루, 튀김옷 순으로 묻혀 170℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 골고루 튀긴다.


15) 미트볼

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 240) 100g, 다진마늘 1큰술, 양파 1/2개, 양송이버섯 3개, 옥수수전분 1큰술, 빵가루 2큰술, 소금 1작은술, 후추 1/2작은술, 올리브오일 2큰술</p> <p>토마토소스 홀토마토 2개, 파프리카 1개, 양파 1/2개, 다진 마늘 1큰술, 올리브오일 1큰술, 레몬즙 2큰술, 설탕 2큰술, 소금 1/2큰술, 후추 1/2작은술, 오레가노 분말 1/2작은술</p>
	<p>토마토소스 만드는법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 홀토마토, 양파, 파프리카는 잘게 다진다. 2. 프라이팬에 올리브오일을 두르고 다진마늘, 양파를 볶다가 다진 토마토, 파프리카를 넣고 볶는다. 3. 볶아지면 레몬즙, 설탕, 소금, 후추, 오레가노 분말을 넣고 저어가며 졸인다. <p>미트볼 만드는법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 양파, 양송이버섯은 잘게 다진다. 4. 프라이팬에 올리브오일을 1큰술 두르고 다진마늘, 양파, 양송이버섯을 볶아 식힌다. 5. 대체고기에 볶은 채소, 옥수수전분, 빵가루, 소금, 후추를 넣고 치댄다. 6. 미트볼 반죽은 직경 3cm 크기의 원형으로 빚는다. 7. 프라이팬에 올리브오일 1큰술을 두르고 미트볼을 굴러가며 굽는다. 8. 미트볼의 겉면이 다 구워지면 토마토 소스를 넣고 졸인다.


16) 꺾바로우

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX P1760) 30g, 소금 1/2작은술, 후추 약간, 식용유 1큰술, 식용유(튀김용)</p> <p>튀김반죽 감자전분 1컵, 찹쌀가루 1/2컵, 물(탄산수) 2.5컵, 소금 약간, 후추 약간</p> <p>꺾바로우 소스 감자전분 2큰술, 다진 생강 1/2큰술, 진간장 1큰술, 설탕 5큰술, 식초 5큰술, 물 6큰술, 대파, 당근</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에서 약 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 7분간 수분을 제거한다. 3. 대체고기는 소금, 후추로 밀간한다. 4. 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다. 5. 밀간한 대체고기에 튀김옷을 입혀 170℃로 예열된 기름에 앞뒤로 골고루 튀긴다. 6. 1차 튀김한 대체고기는 190℃로 예열된 기름에 2차 튀김한다. 7. 대파와 당근은 4cm 길이로 채썬다. 8. 감자전분, 물 3큰술을 섞어 전분물을 만든다. 9. 프라이팬에 식용유를 두르고 다진 생강을 볶다가 진간장, 설탕, 식초, 물 3큰술을 넣고 끓인다. 10. 소스가 끓어오르면 대파와 당근을 넣고 전분물을 넣어 농도를 맞춘다. 11. 소스에 튀겨놓은 대체고기를 넣고 버무린다.


17) 고로케

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기1(CONTEX 240) 55g, 대체고기2(CONTEX 120) 20g, 당근 5g, 양파 1/5개, 양배추 10g, 피망 5g, 감자 1개, 소금 1/4작은술, 후추 약간, 빵가루 1컵, 식용유 2큰술, 식용유(튀김용)</p> <p>튀김반죽 튀김가루 1컵, 카레가루 1/2작은술, 물 1.5컵 대체고기2 양념 간장 1작은술, 설탕 1작은술, 물 1작은술</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기1, 대체고기2는 미지근한 물에 각각 30분, 20분 간 불린다. 2. 불린 대체고기1, 대체고기2는 식품탈수기로 각각 5분씩 수분을 제거한다. 3. 대체고기2에 대체고기 양념 재료를 넣고 섞는다. 4. 프라이팬에 식용유 1큰술을 두르고 대체고기1을 약불에서 약 5분간 볶는다. 5. 프라이팬에 식용유 1/2큰술을 두르고 양념한 대체고기2를 넣고 약불에서 약 5분간 볶는다. 6. 당근, 양파, 양배추, 피망은 다진다. 7. 프라이팬에 식용유를 두르고 당근, 양파, 양배추, 피망을 약불에서 약 5분간 볶는다. 8. 감자는 삶은 후 반은 체에 곱게 내리고 반은 덩어리지게 으갠다. 9. 볶은 대체고기1, 대체고기2, 감자, 채소, 소금, 후추를 넣고 섞은 후 5cm×3.5cm×1cm의 타원형 모양으로 빚는다. 10. 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다. 11. 빚은 반죽은 튀김옷, 빵가루 순으로 묻힌 뒤 180℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 노릇하게 튀긴다.


18) 김말이

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPROMAX 5050) 80g, 김 4장, 당면 80g, 파프리카 40g, 피망 20g, 양파 30g, 청양고추 2개, 튀김가루(덧가루) 1/2컵, 식용유(튀김용)</p> <p>튀김반죽 튀김가루 1컵, 물 1.5컵, 치자색소(생략가능) 약간 대체고기 양념 간장 2큰술, 물 2컵, 설탕 2큰술, 소금 1작은술, 청양고추 1개, 페페로치노 3-4개</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 분량의 대체고기 양념재료에 대체고기를 넣고 30분간 끓이며 졸인 뒤 식품탈수기로 수분을제거한다. 2. 대체고기는 1cm×1cm×1cm로 썰어준 뒤 100℃로 예열된 오븐에 15분간 건조한다. 3. 건조한 대체고기에 튀김가루를 묻혀 180℃로 예열된 기름에 넣어 30초간 튀긴다. 4. 당면은 삶아 5cm 길이로 썬다. 5. 파프리카, 피망, 양파, 청양고추는 5cm 길이로 채썬다. 6. 김은 10cm×5cm 크기로 자른다. 7. 분량의 튀김반죽 재료를 섞어 튀김옷을 만든다. 8. 김 위에 대체고기, 당면, 채소를 넣고 말아 김말이를 만든다. 9. 김말이에 튀김가루, 튀김옷 순으로 묻힌 뒤 180℃로 예열된 기름에서 3분간 골고루 튀긴다.

19) 또띠아

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(SUPERTEX 3669) 20g, 양상추, 적채 30g, 파프리카 1개, 또띠아, 식용유 1/2큰술, 케첩, 머스타드, 식물성 마요네즈</p> <p>대체고기 양념 간장 1큰술, 올리고당 1/2큰술, 설탕 1/2큰술, 다진마늘 1/2작은술, 후추 약간</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 30분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 탈수하여 대체고기 양념 재료를 넣어 양념한다. 3. 양념한 대체고기는 프라이팬에 식용유 1/2큰술을 두르고 약불에서 약 5분간 볶는다. 4. 또띠아는 마른 팬에 굽는다. 5. 적채, 파프리카는 채 썬다. 6. 양상추는 한 장씩 뜯어 준비한다. 7. 또띠아에 기호에 따라 소스를 바른 후 양념한 대체고기, 채소를 올린 뒤 감싼다.

20) 김부각

재료 및 분량	조리방법
	<p>대체고기(CONTEX 120) 150g, 김, 참깨 1큰술, 찹쌀가루(건식) 1/2컵</p> <p>육수 양파 1개, 대파 1단, 마늘 6개, 무 150g, 물 2컵</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대체고기는 미지근한 물에 20분간 불린다. 2. 불린 대체고기는 식품탈수기로 약 5분간 수분을 제거한다. 3. 냄비에 육수 재료를 넣고 끓인다. 육수가 끓어오르면 30분간 더 끓인다. 4. 면포에 맑은 국물만 거른다. 5. 찹쌀가루와 육수 1컵을 섞어 약불에서 2분간 휘퍼로 저어가며 끓이다가 육수 1컵을 추가로 넣어 5분간 저어가며 더 끓여 찹쌀풀을 만든다. 6. 김은 7cm×2 cm 크기로 자른다. 7. 찹쌀풀 1/2컵에 대체고기를 1/4컵을 섞는다. 8. 김 위에 7을 1mm 두께로 바르고 김을 한 장 더 올린 뒤 7을 바르고 깨를 전체적으로 뿌린다. 9. 50℃로 설정된 건조기에 6시간 건조한다. 10. 말린 김부각은 냉동 보관하며 먹을 때 180℃로 예열된 기름에서 앞뒤로 빠르게 튀긴다.



Contents Table

□ 조사 개요	2
□ 주요 조사 결과	7
Part 01 푸드 관련 Target 특성	8
Part 02 육류 및 육가공 제품에 대한 인식	13
Part 03 식물성 대체육에 대한 인식 및 경험	21
Part 04 신제품 컨셉 수용도 평가	35
Part 05 제품력 수용도 평가	46
□ 결론 및 제언	70

spring table

조사 개요

조사 목적

- 최근 환경 및 동물 복지에 대한 관심이 높아지고, 채식에 대한 관심이 커지고 있어 식물성 대체육 시장은 향후 더욱 성장할 것으로 예상됨
- 이에 따라 식물성 대체육에 대한 소비자 인식 및 니즈를 확인하고 시판 제품 및 신제품에 대한 제품력 수용도 확인을 통해 신제품의 경쟁력을 하고자 함
- 이를 통해 향후 성공적인 제품 출시 전략 수립의 기초 자료로 활용하고자 본 조사 진행

식물성 대체육에 대한 인식 및 향후 성장 가능성 파악

신제품 컨셉 수용도 평가

신제품 제품력 수용도 평가 및 개선 사항 도출

조사 설계

- 조사 방법** ● Hybrid Gang (1시간 30분 진행)
- 조사 대상** ● **25 ~ 50세 여성**
 - 가정에서 식품 및 생활용품 의사결정권자
 - 환경 또는 동물 복지 문제에 관심이 많은 자
 - 식물성 대체육에 대한 관심이 높고, 식물성 대체육 제품 경험자 및 미 경험자
 - 비건 및 플렉시테리언 등 다양한 채식주의자 포함
 - 푸드 신제품 및 새로운 음식에 대한 호기심이 많고, 구매, 섭취자 (푸드 얼리어답터)
- 표본 구성** ● **120명**

	샘플 특성		진행 일정
Cell 1	비건 및 플렉시테리언 등 채식주의자	30명	11월 26일 (화) ~ 28일 (목)
Cell 2	푸드 얼리어답터	30명	
Cell 3	식물성 대체육에 관심 높고, 대체육 경험자	30명	
Cell 4	식물성 대체육에 관심 높으나 대체육 미 경험자	30명	

spring table

4

조사 진행 순서

STEP 1.

Discussion을 통한 정성 조사 (1시간 진행)

육류, 육가공 제품에 대한 인식 및 식물성 대체육에 대한 태도 파악

주요 조사 내용

- 육류 및 육가공 제품에 대한 소비 변화
 - 과거 대비 변화 요인 확인
- 식물성 대체육에 대한 소비자 인식
 - 구입 경험 및 구입 제품에 대한 만족도
 - 비 구입자는 비구입 이유 확인
- 향후 대체육 제품 구입 의향 및 이유 확인

육류 및 육가공 제품, 식물성 대체육에 대한 인식 확인을 통해 소비자 기대 사항 확인

STEP 2.

설문지를 통한 정량 설문 (30분 진행)

신제품 컨셉 평가 기존 제품 및 신제품 제품력 평가

주요 조사 내용

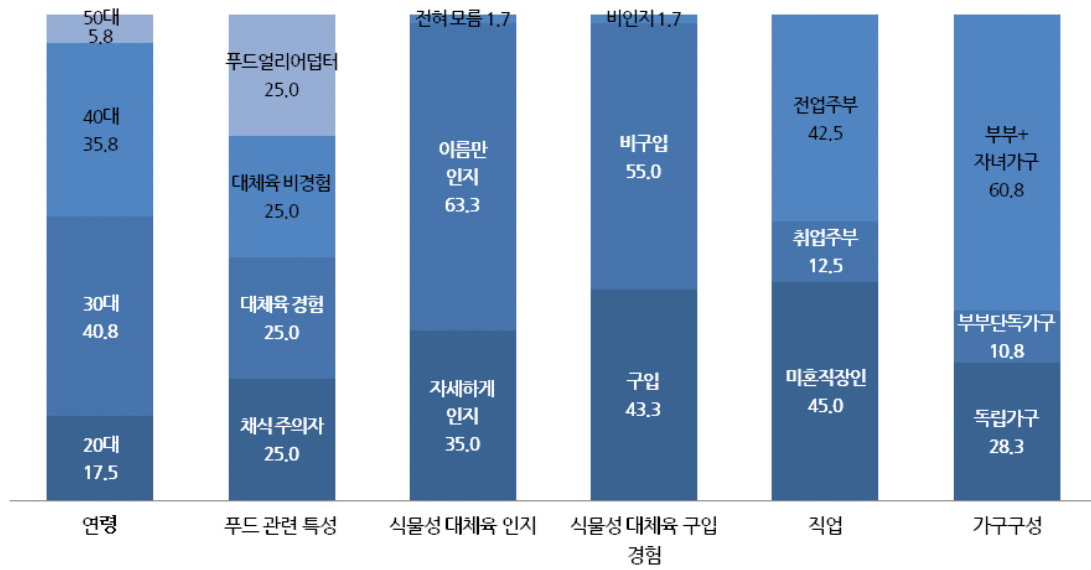
- 신제품 컨셉 수용도 평가
 - 컨셉 호감도, 구입의향, 차별성, 가격대비가치 등
 - 호감도 이유, 구입 의향 이유 확인
- 신제품 제품력 수용도 평가
 - 시식 후 구입 의향 및 이유 확인
 - 제품에 대한 세부 속성별 평가
 - 기존 제품과 신제품 비교 평가 및 개선 사항 확인

신제품 컨셉 및 제품력 확인을 통해 기존 제품 대비 강, 약점 및 개선 사항 도출

spring table

5

응답자 프로파일 (N=120)



주요 조사 결과

Part

01

푸드 관련 Target 특성

spring table

주요 Target 그룹별 특성

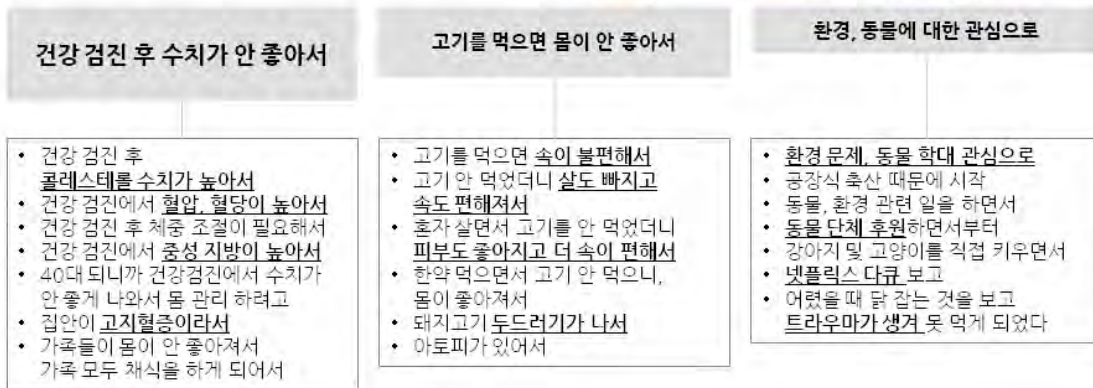
채식 주의자 (N=30)	대체육 구입자(N=30)	대체육 비 구입자(N=30)	푸드 얼리어답터(N=30)
<ul style="list-style-type: none"> 최근 6개월 이상 채식 주의를 유지, 육류 및 육가공 제품에 대한 거부감 높은 편 비건: 4명 플렉시테리언: 4명 그 외에 락토, 오보, 폴로, 페스코 등 다양한 편 다른 그룹 대비 해외 거주 경험 많은 편 - 해외 생활 시 채식의 불편함 적음 대부분 환경, 동물 복지에 관심 높음 (미관심자 - 5명) 	<ul style="list-style-type: none"> 육류 및 육가공 제품을 선호하나, 너무 많이 먹는 것 같아 줄여야 한다는 생각, 먹으면서도 죄책감 느낌 식물성 대체육 인지 & 식물성 대체육에 대한 관심 높음 지금까지 식물성 대체육 2회 이상 구입자 최근 6개월 이내 식물성 대체육 구입 경험자 (최근 8개월 이내 구입 - 1명) 환경, 동물 복지에 관심 높은 편 (미 관심자 - 7명) 	<ul style="list-style-type: none"> 육류 및 육가공 제품 선호 첨가물이 많아 염려되나, 간편하면서도 에너지원이 되는 제품으로 인식하고 있음 식물성 대체육 인지 & 식물성 대체육에 대한 관심 높음 최근 1년 이내 식물성 대체육 비 구입자 환경, 동물 복지에 관심 높은 편 (미 관심자 - 9명) 	<ul style="list-style-type: none"> 육류 및 육가공 제품은 맛있으면서 편리하고 우리 몸의 에너지원으로 필수 제품으로 인식 신제품, 새로운 음식에 대한 호기심 높고, 새로운 방법으로 먹는 것에 관심 높은 편 식품 박람회, 신제품 마켓 방문 경험 있음 대부분 환경, 동물 복지에 관심 높음 (미 관심자 - 5명) <p>최근 푸드 트렌드 및 신제품</p> <ul style="list-style-type: none"> 마장면, 마라 등 강한 향신료 간편식 제품 종류가 다양 새로운 디저트, 해외 디저트 건강관련 식품: 씨앗, 곡류 등 배달 음식, 쿠팡박스, 새벽 배송 유튜버의 영향력이 높아짐

* 전체 120명 중 환경 관심자: 40명 / 동물 복지 관심자: 6명 / 환경 & 동물 복지 관심자: 48명 / 해당 없음: 26명

spring table

채식주의자 : 채식 시작 계기

- 채식주의자들의 채식 시작 계기는 대부분 건강 관련 이유를 언급하고 있으며,
- 이외 환경이나 동물에 대한 관심으로 인해 시작하게 됨



spring table

10

채식주의자 : 채식의 장, 단점

- 채식주의자들의 채식 만족도 높은 편이나, 본인의 채식으로 인해 주변 사람들이 불편해 한다고 인식
- 전반적으로 건강해지고, 체중 감소 등이 채식의 장점으로 언급되고 있으며 반면에 영양 불균형, 아무데서나 먹을 수 없는 점, 모임 및 회식에서 메뉴 선정 시 불편함 등은 단점으로 언급 (다른 사람과 함께하는 활동 시 어려움)

채식 만족도 8, 9점 (10점 기준)으로
 “대부분 만족, 다른 사람들이 불편할 뿐”

Positive

전반적으로 건강해짐

- 아침에 피로감이 덜하다
- 건강해지는 느낌이 든다
- 간병치레가 줄어든 것 같다

체중 감소

- 몸이 가볍다/ 살이 빠진다
- 고기 먹을 때보다 과식을 안 하게 된다

위, 장이 건강해짐

- 속이 편하다
- 소화가 잘 되고, 배변 활동이 좋아진다

- 죄책감이 덜하다

영양 불균형 대체 방법 : 두부, 콩, 견과류, 곡류 (렌틸콩, 낫또, 병아리콩 등), 단백질 보충제, 영양제 (칼슘, 비타민, 오메가3 등)



Negative

영양 불균형 염려

- 단백질 수치가 낮다
- 근육이 부족하다
- 칼슘이 부족하다고 나온다

아무데서나 편하게 먹을 수 없음

- 레스토랑에 메뉴가 상세한 설명이 없어서 내가 먹을 수 있는 건지 알아보기 어렵다
 - 배고플 때 아무데서나 먹을 수 없다
 - 외식할 때 한계가 있다

모임, 회식 시 메뉴 선정 불편

- 친구들과 모임, 회식에서 불편하다
- 주변 사람들이 나를 신경 써주는 게 불편하다
- 고기를 자꾸 강요하는 게 싫다

spring table

채식주의자 : 필요 음식

- 채식할 때 필요한 음식은 씹는 육구를 충족해줄 수 있는 식품, 영양 보충 식품, 채식주의자들을 위한 계란 및 유제품, 편의성이 강화된 식품 등을 필요로 함

씹는 육구 충족 (식감대체)

씹는 식감이 있는 음식, 고기와 비슷한 식감

식감이 좋은 프로틴 바

영양 보충 (단백질 보충)

좋은 단백질, 좋은 지방을 사용한 식품

채식주의자들을 위한 유산균 음료

단백질 보충제

계란 및 유제품

치즈

버터

계란

편의성 강화된 음식

시판 검정 콩가루

배고플 때 편의점에서 바로 사서 먹을 수 있는 비건 식품

spring table

12

Part

02

육류 및 육가공 제품에 대한 인식

spring table

육류 Free Association

- 육류에 대해서 대체육 구입자, 대체육 비 구입자, 푸드 얼리어답터는 '맛있다', '영양', '든든함', '영양' 등 긍정적인 연상 나타나고 있으나 채식주의자들은 '죄책감', '거북함', '먹지 않는 음식' 등 부정적 연상 많이 나타나고 있음

채식 주의자	육류 취식자		
<p>탐욕 동물의 시체 잔인하다</p> <p>열악한 사육 환경</p> <p>양심에 찔린다</p> <p>죄책감</p> <p>먹지 않는 것</p> <p>거북하다</p> <p>주변 사람들의 강요</p> <p>Heavy하다</p>	<p><u>Common Keywords</u></p> <p>맛있다 영양/ 단백질 든든하다</p> <p>몸에 해롭다 살 찐다 느끼하다</p>		
	대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
	<p>지방</p> <p>즐거움/ 기쁨</p> <p>필수</p> <p>보양식</p> <p>힘이 난다</p>	<p>회식</p> <p>친숙하다</p> <p>아이들 성장</p> <p>소화가 잘 안 된다</p> <p>가격이 비싸다</p> <p>족식</p>	<p>생명</p> <p>필수</p> <p>밥상에 꼭 있는</p> <p>에너지원</p> <p>도록 과정이 좋지 않음</p>

spring table

14

육가공 제품 Free Association

- 전반적으로 육가공 제품은 육류 대비 부정적인 연상 더 많은 편이며 몸에 좋지 않고, 인공 첨가물이 많은 제품으로 인식하고는 있으나, '간편함', '편리함' 등 편의성 관련 연상 또한 크게 나타나고 있고, 맛에 대한 연상도 긍정적으로 나타나고 있음
- '많이 먹지 않아야 하지만 그래도 자꾸 먹게 되는 음식'으로 연상

채식 주의자	육가공 취식자		
<p>불량식품</p> <p>병이 되는 음식</p> <p>몸에 해롭다</p> <p>첨가물 무관심</p> <p>발암물질</p> <p>안 좋은 재료 사용</p> <p>기름기</p> <p>쓰레기</p> <p>맛이 없다</p>	<p><u>Common Keywords</u></p> <p>건강에 안 좋은 첨가물이 많다 짜다</p> <p>간편하다 비상 식량 맛있다</p>		
	대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
	<p>가족들이 모두 좋아하는</p> <p>구입이 편하다</p> <p>가격이 저렴하다</p> <p>인공적이다</p> <p>MSG</p>	<p>요리가 쉽고, 빠르다</p> <p>살찐다</p> <p>비상 식량</p> <p>야식</p> <p>느끼하다</p>	<p>보관이 쉽다</p> <p>필수</p> <p>보물</p> <p>다이어트의 적</p> <p>질린다</p> <p>식감이 덜 하다</p>

spring table

육류 및 육가공 제품 Meaning

- 채식 주의자들은 육류나 육가공 제품을 동물, 환경에 좋지 않고 몸에 해가 되는 식품이라고 인식하고 있으며
- 대체육 비구입자, 푸드 얼리어답터는 다른 그룹 대비 육류에 대해서 긍정적으로 연상하는 편임

	채식 주의자	대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
육류	동물 학대	힐링	행복	건강하다
	환경에 좋지 않다	보양/영양	기운이 나는 음식	힘이 나는 음식
	먹는 게 아니다	기름진 식사	에너지	신선한 재료
	없어도 되는 것이다	몸에 좋지 않은	메인 요리	쉽게 만드는 한 끼 식사
육가공	멀리해야 한다	간편하다	간편한 한끼	냉동실의 보물
	몸에 해가 되는 식품	쉽게 살 수 있는	요리가 편하다	패스트 푸드
	플라스틱 같은 느낌	맛있는 죄책감	건강에 안 좋은	안 사야 하는데 사는 제품
	정크 푸드	인스턴트	첨가물이 많다	첨가물이 의심스럽다

spring table

16

육류 및 육가공 제품 취식 빈도 (채식 주의자 제외)

- 육류 및 육가공 제품의 취식 빈도가 증가하는 경우는 육가공 제품 종류가 다양해지고 품질이 좋아져 편하게 요리할 수 있어서 임
- 그 외에 가족들이 좋아하고, 야식, 운동, 캠핑 등을 통해 취식 빈도 증가한다고 응답
- 반면에 감소하고 있는 경우에는 육류 및 육가공 제품이 건강에 좋지 않아서 즐기고 있다고 응답

대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
주 7회 정도	주 15회 정도	주 10회 정도
증가 요리가 빠르고, 편리해서 <ul style="list-style-type: none"> • 빨리 요리할 수 있어서 • 조리하기 간편하다 • 점점 편리한 요리 찾게 되어서 가족들이 좋아하고, 외식으로 <ul style="list-style-type: none"> • 결혼하고 나서 • 가족들이 모두 좋아해서 • 밖에서 고기 외식 자주 해서 야식, 운동 하면서 <ul style="list-style-type: none"> • 야식, 술안주로 • 운동하면서 닭 가슴살 많이 먹게 되어서 	증가 제품 종류가 다양 <ul style="list-style-type: none"> • 새로운 제품들이 많이 나와서 • 가공 식품의 종류가 다양해서 운동하게 되면서 <ul style="list-style-type: none"> • 운동하면서 육류가 늘었다 • 근육량 채우려고 온 가족이 모두 좋아하고, 외식으로 <ul style="list-style-type: none"> • 온 가족들이 너무 좋아해서 • 아이들이 커가니까 양도 늘고 빈도도 늘게 되어서 • 외식을 많이 하는데 거의 고기 먹는다 	증가 제품 종류가 다양, 품질이 좋아짐 <ul style="list-style-type: none"> • 육가공 제품 종류가 다양해져서 • 육가공 제품의 품질이 좋아져서 • 첨가물 없이 믿고 먹을 수 있어서 <ul style="list-style-type: none"> • [캠핑] 캠핑다니면서 많이 먹게 되어서 • [독립] 혼자 살아서 간편식 많이 먹어서
감소 건강이 안 좋아서 <ul style="list-style-type: none"> • 기름지고, 콜레스테롤 수치가 높아서 • 살이 너무 많이 찌서 • 육가공 제품은 몸에 안 좋아서 <ul style="list-style-type: none"> • 혼자 살다 보니 자꾸 남아서 	감소 다이어트, 건강을 위해 <ul style="list-style-type: none"> • 다이어트 때문에 • 나이가 들면서 소화가 잘 안 되서 	감소 건강이 안 좋아서 <ul style="list-style-type: none"> • 지금보다 더 먹으면 몸에 안 좋을까봐 • 소화가 잘 안 되서 육류 대신 야채를 늘림 <ul style="list-style-type: none"> • 해산물, 야채를 늘렸다 • 야채 등 건강에 좋은 것을 먹으려고

spring table

육가공 제품 만족도 및 불만족 이유 (채식 주의자 제외)

- ▶ 육가공 제품의 만족도는 대체육 비구입자 가장 높은 편이며, 대체육 구입자와 푸드 얼리어답터는 보통 수준임
- ▶육가공 제품의 불만족 이유는 건강에 좋지 않고, 인공적이고 자극적인 맛, 재료와 위생 염려로 인한 것임

대체육 구입자 - "60"

대체육 비 구입자 - "80"

푸드 얼리어답터 - "70"



불만족 이유

건강에 안 좋아서

- 발암 물질이 있다고 해서
- 합성 착향료 등 화학 성분이 있어서
- 방부제가 염려 된다
- 나트륨이 많아서
- 인공적인 맛과 염분이 높아서 건강하지 못하다
- 먹고 나서 소화가 잘 안된다
- 살 찔까봐

인공적이고, 자극적인 맛

- 자극적인 맛
- 인공적인 그런 맛이 별로다
- 맛에 대한 만족도가 점점 떨어지는 것 같다 예전만큼 맛이 좋지 않다

재료, 위생 염려

- 잡 고기 등 좋은 고기를 사용하지 않으니깐
- 나쁜 고기, 나쁜 기름을 쓸 것 같다
- 위생적으로 안심하고 먹을 수 없다

spring table

18

육류나 육가공 제품이 없다면? (채식 주의자 제외)

- ▶ 육류, 육가공 제품이 없으면 먹는 즐거움이 없고, 마음이 허전하고 허할 것 같은 심리적인 어려움과 요리시 번거로움, 영양 불균형 등의 어려움이 있을 것으로 예상함

“허전하다”

“마음이 허할 것 같다”

“한숨이 나온다”

“힘이 안 난다”

“즐거움이 없다”

“상상이 안 된다”

“화가 난다”

“불편하고, 번거롭다”



먹고 싶은 걸 못 먹어서 살기 힘들 것 같음

- 먹고 싶은 걸 못 먹으니깐 화가 난다
- 힘이 안 날 것 같고, 상상이 안 된다
- 고기를 못 먹으면 살기 힘들다

먹는 즐거움이 줄어 든다

- 먹는 즐거움이 줄어 든다
- 아이들이 밥을 잘 안 먹을 것 같다

메뉴 고민, 요리시 번거로움

- 반찬을 뭘 해줘야 하나 걱정이 된다
- 메뉴 고민이 많아질 것 같다
- 요리하기 불편하고 번거롭다
- 요리를 더 다양하게 해야 해서 손이 많이 간다

영양 불균형, 다이어트

- 살이 좀 빠질 것 같다
- 영양 불균형이 올 것 같다

spring table

19

육류 및 육가공 제품 구입 시 동물 전염병 영향 정도

- 동물 전염병 발생 시 육류 구입시에는 약간 영향이 있으나, 육가공 제품 구입 시에는 영향 적은 편임
- 전염병 발생 기간 동안에는 해당 고기를 덜 먹거나, 먹지 않으려고 노력함



육류구입 시 “영향 있다”

그 기간 동안에는 덜 먹거나, 먹지 않으려고 노력

- 전염병이 있으면 해당 육류를 그 기간 동안은 먹지 않는다
- 해당 고기를 덜 먹게 된다
- 전염이 안 된다고 해도 꺼려진다
- 100% 무해한지 모르겠어서 그럴 땐 안 먹는다
- 돼지고기가 문제가 있으면 닭고기나 소고기를 먹는다
- 닭고기에 문제가 있으면 닭고기를 안 먹으려고 한다

육가공제품 구입 시 “영향 없다”

- 육가공 제품은 크게 영향 없이 그냥 먹는다
- 어떤 고기를 사용했는지 몰라서 그냥 먹는다

spring table

Part

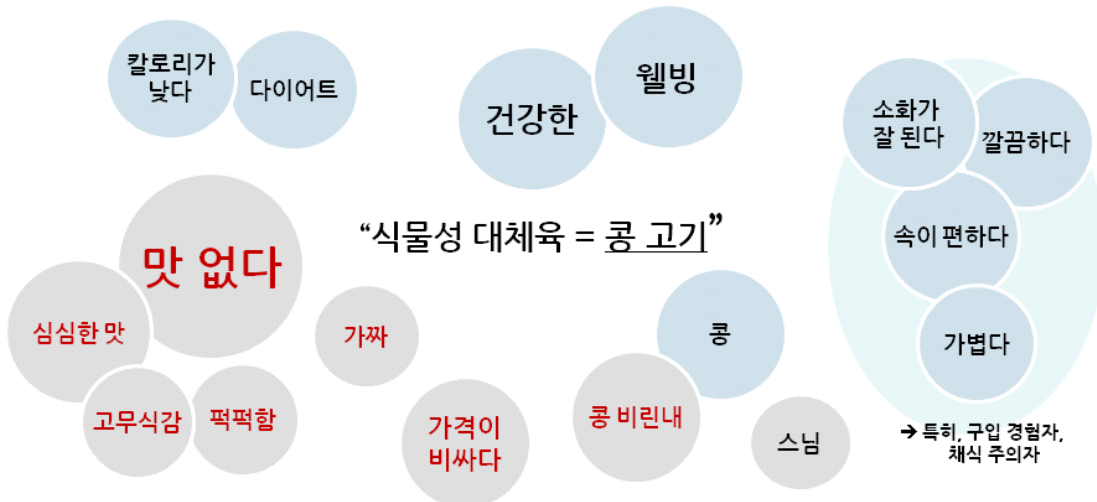
03

식물성 대체육에 대한 인식 및 경험

spring table

식물성 대체육 Free Association

- ▶ 식물성 대체육은 대부분 콩고기로 연상하고 있으며 건강, 다이어트 등의 긍정적인 연상과 함께 '맛없다'는 인식이 가장 강하게 연상되고 있음
- ▶ 채식주의자, 대체육 구입 경험자의 경우에는 속이 편하고, 소화가 잘 되는 음식으로 긍정적인 연상 나타남



식물성 대체육 Meaning

- ▶ 채식주의자, 대체육 구입자들은 필요한 식품, 미래식품으로 향후 더 다양해지고 늘어났으면 하는 바램이 나타나고 있으나, 대체육 비 구입자, 푸드 얼리어답터는 포만감이 적고, 맛이 없으며, 정보가 적다 등의 부정적인 연상도 함께 나타남

	채식 주의자	대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
多	미래 식품	고기 대체 식품	건강하다	신기하다
	안전하다	미래 식품	미래 식품	음식의 새로운 장르
	지구를 사랑하는 방법	속을 편하게 해주는 것	포만감이 적다	정보가 적다
	요리를 편하게 해주는 것	필요한 식품	2% 부족	맛 보다는 건강을 챙기는
	지금보다 더 다양해져야 한다	다이어트	독소 제거, 다이어트	미래 식품
	앞으로 더 늘어날 것 같다	환경 보호	맛이 없어서 손이 안 가는	다이어트에 도움이 된다
少				

식물성 대체육 인지 및 인지 경로

- ▶ 식물성 대체육을 자세하게 알고 있다고 응답하는 사람은 35% 정도로 나타나고 있으며, 이름만 인지가 63.3%로 대부분을 차지하고 있음, 또한 채식주의자의 경우도 식물성 대체육을 정확하게 인지하고 있다는 비중이 43% 정도로 나타남
- ▶ 대부분 식물성 대체육은 채식 부페 등의 식당, 방송 프로그램, 기사, 유기농 매장, 해외 등에서 인지하게 됨



구분	채식 주의자	시례 수	정확하게 인지	이름만 인지	비인지
푸드 관련 특성	채식 주의자	(30)	43.3	53.3	3.3
	대체육 구입	(30)	60.0	40.0	0.0
	대체육 비구입	(30)	13.3	86.7	0.0
	푸드 얼리어답터	(30)	23.3	73.3	3.3
환경 & 동물복지 관심	(48)	47.9	52.1	0.0	

(Base: 전체 N=120, %)

인지 경로

채식 부페, 두부 전문점 등 식당에서

- 20년 전에 채식 부페에서 먹어봤는데 맛이 없었다
- 10년 전에 채식 부페에서 먹어봤다
- 너무 옛날이었는데, 두부 전문점 식당 가서 고기가 나와서 먹어봤다
- 4~5년 전에 식당가서 먹었는데 맛이 너무 없었다
- 사할음식 파는 데서 먹었는데 맛있어서 사했다

방송 프로그램, 기사, 유튜브 등

- 정보 알려주는 방송 프로그램에 나와서
- 웹프롬이 올리하는 방송 프로그램
- 기사를 보고 알게 되었다 / 네이버에서 기사에 떠서
- 빌 게이츠가 비욘드 미트에 투자한다고 해서 최근에 알았다
- 먹방 유튜브에서 본 것 같다
- 외국 연예인이 관련 사업 한다고 뉴스에서 보고

한살림, 생협 등의 유기농 매장에서

- 한살림에서 보고 알았다
- 생협가서 보고 알게 되었다

해외에서

- 미국에 있을 때 인파서블 버거 먹었는데 너무 맛있었다
- 외국에 살 때 그 가족들이 채식주의자라서 알게 되었다
- 독일에 이모가 보내줘서 알았다

비건 친구를 통해

- 남편이 비건이어서 비건 페스티벌가서 먹어봤다
- 라면 고기도 콩 고기라고 들었고 비건 친구가 있어서

spring table

식물성 대체육에 대한 관심

- ▶ 대부분 식물성 대체육에 대해서는 일반 소비자 보다는 관심도 높은 편으로 건강, 다이어트에 도움이 되고 다양한 식단에 대한 기대로 인해 관심도 높아졌다고 응답함
- ▶ 다른 그룹 대비 푸드 얼리어답터의 관심도 가장 낮은 편임

채식 주의자	대체육 구입자	대체육 비 구입자	푸드 얼리어답터
<p>높음</p> <p>지금보다 다양한 식단에 기대</p> <ul style="list-style-type: none"> • 식단이 다양해지고 더 많은 요리를 할 수 있다 • 고기가 생각날 때 좋은 대안이 된다 <p>주변사람들에게 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주변에도 알려주고, 소개해주고 싶다 • 주변사람들과 같이 즐기고 싶다 	<p>높음</p> <p>건강, 다이어트에 도움</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고기 좋아하는데 건강을 생각해서 • 고기 먹으면 속이 더부룩하고 안 좋아서 • 다이어트에 도움이 될 것 같아서 <ul style="list-style-type: none"> • 한살림 콩고기 맛있어서 • 환경에 도움이 되서 	<p>높음</p> <p>건강, 다이어트에 도움</p> <ul style="list-style-type: none"> • 콜레스테롤 수치가 높다고 하니 • 건강에 좋을 것 같아서 • 살이 빠질 것 같다 <p>환경에 도움</p> <ul style="list-style-type: none"> • 환경에 좋을 것 같아서 • 다류 봤는데, 이런 것이 미래로 가는 한 부분인 것 같다 	<p>높음</p> <ul style="list-style-type: none"> • 건강에 더 좋을 것 같아서 • 편의점에서 콩 불고기 먹었는데 맛있어서 관심이 생긴다
<p>보통</p> <ul style="list-style-type: none"> • 굳이 이렇게 고기를 먹고 싶지 않다 • 유전자 변형이 염려된다 • 첨가물이 많아서 또 먹을 것 같지 않다 	<p>보통</p> <ul style="list-style-type: none"> • 먹어보니, 맛이 없다 • 고기 양을 줄이면 될 것 같다 	<p>보통</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고기를 줄이고 있는데 굳이 이렇게까지 먹지 않을 것 같다 	<p>낮음</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지금 식생활도 만족한다 • 고기 좋아해서 이렇게 먹을 것 같지 않다 • 이것도 가공이 되어 있어서 불안하다 • 유전자 변형, 첨가물이 염려된다

“메뉴, 식단의 다양화 가능”
“일반인과 함께 할 수 있음”

“건강에 안 좋은 육류를
대체할 수 있음”

spring table

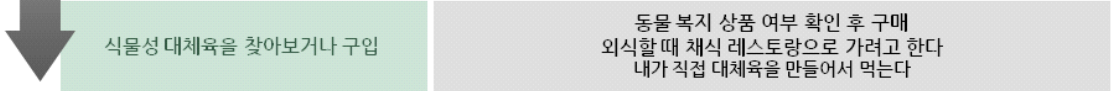
식물성 대체육 관심 계기 및 행동

- 건강, 다이어트, 환경 관심 등으로 인해 식물성 대체육에 대한 관심 높은 편임
- 그러나 이런 관심 대비 구입하는 경우는 많지 않은 편으로 구매 편의성, 제품 정보 부족, 낮은 신뢰감, 비싼 가격 등으로 인해 구입하고 있지 않음

관심 계기

- 건강 염려로 인해**
 - 가족들이 너무 고기 많이 먹어서
 - 콜레스테롤 염려
 - 성인병있는 식구들이 많아서
- 다이어트 관심**
 - 다이어트에 관심 많아서
 - 고기보다는 건강하게 다이어트 하고 싶어서
- 환경에 관심**
 - 환경 오염이 걱정된다
 - 바른 먹거리 양성과정 이후
 - 환경에 도움이 되는 새로운 식품이라서
- 동물 복지에 관심**
 - 넷플릭스, TV다큐 보고
 - 돼지가 울상해서
 - 항생제 걱정이 되니까
- 지인, 주변 권유**
 - 친구가 비건이라서
 - 딸이 비건이라서
 - 남편이 비건이라서
 - 부모님이 비건이라서
- 제품을 통해**
 - 편의점에서 샀는데 맛있어서
 - 빵집에 갔는데 비건 빵집이라서

관심으로 인한 행동 - 일부는 식물성대체육을 찾고, 경험하고 있으나 구매 행동은 소극적, 또한 특별한 행동 없이 관심만 갖고 있는 경우도 많음

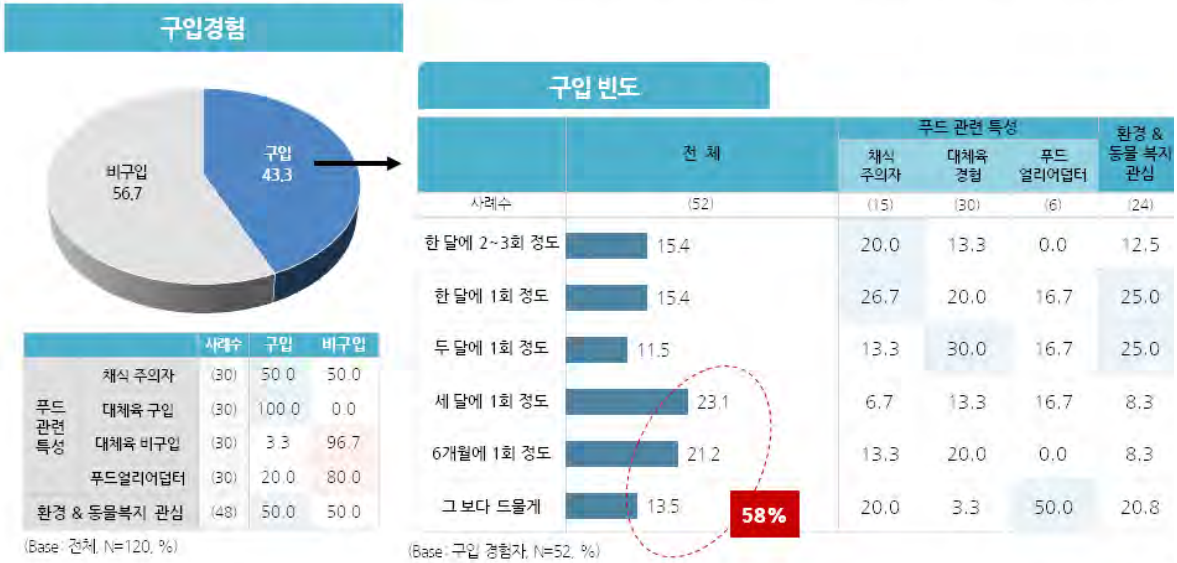


식물성 대체육 구매 Barrier

“구매하기 불편” / “홍보 및 정보 부족” / “신뢰감 낮음” / “비싼 가격”
 아무데서나 쉽게 구입할 수 없다 / 검색을 해보았지만 정보가 적어서 선뜻 구매하게 되지 않는다 / 홍보가 덜 되고, 대기업 제품이 없어서

식물성 대체육 구입 경험

- 식물성 대체육 제품은 전체 응답자의 43.3% 구입 경험 나타나고 있으며, 채식주의자의 경우도 식물성 대체육 구입 경험이 50% 정도로 높지 않은 편
- 구입 빈도는 3개월에 1회 미만인 58%로 자주 구입하지 않는 경향이 나타나고 있으며, 다른 그룹 대비 채식 주의자, 대체육 구입자의 경우는 구입주기가 비교적 짧게 나타남



구입 시 중요 고려 요인

➢ 대체육 구입 시 중요 고려 요인으로는 전반적인 맛 > 주 재료의 함량 > 첨가를 여부 > 주 재료 종류 순으로 고려하여 구매함

1순위 기준

구입 시 중요 고려 요인 ■ 1+2+2순위 ■ 1순위	전 체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심	식물성 대체육 구입 경험	
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터		Ever 구입	Ever 비구입
사태수	(120)	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)	(52)	(68)
전반적인 맛	27.5 61.7	26.7	33.3	20.0	30.0	29.2	34.6	22.1
주재료/원재료의 함량	21.7 45.0	13.3	23.3	36.7	13.3	29.2	19.2	23.5
첨가물 여부	11.7 40.8	33.3	0.0	10.0	3.3	16.7	7.7	14.7
주 재료 종류	10.0 26.7	16.7	13.3	3.3	6.7	8.3	13.5	7.4
맛 종류/ 제품 종류	9.2 17.5	6.7	10.0	3.3	16.7	4.2	7.7	10.3
원산지	5.8 19.2	3.3	13.3	0.0	6.7	6.3	7.7	4.4
식감/ 질긴 정도	4.2 22.5	0.0	3.3	10.0	3.3	0.0	1.9	5.9
브랜드	4.2 15.8	0.0	0.0	10.0	6.7	2.1	1.9	5.9
가격	3.3 33.3	0.0	0.0	3.3	10.0	2.1	1.9	4.4

(Base: 전체, N=120, %)

spring table

구입 장소 및 구입 경험 브랜드

- 구입자의 구입 장소는 대형 마트, 온라인 푸드 마켓, 소셜커머스 온라인 물, 온라인 쇼핑물 등으로 나타나고 있으며
- 비구입자의 향후 구입 의향 장소는 대형 마트, 온라인 푸드 마켓, 대형마트 온라인 물, 소셜 커머스 온라인 물, 백화점 등으로 나타남
- 구입 경험 브랜드는 비온드 미트, 한살림, 소이마루 등이 높게 나타남

구입 장소	전 체	구입 장소 (경험자)	구입 의향 장소 (비경험자)	구입 경험 브랜드
사태수	(120)	(52)	(68)	
대형 마트	67.5	34.6	92.6	비온드미트 19.2
프리미엄 온라인 푸드 마켓	45.8	26.9	60.3	한살림 19.2
대형마트 온라인물	41.7	9.6	66.2	소이마루 11.5
소셜커머스 온라인물	39.2	25.0	50.0	종블구이 9.6
온라인 쇼핑물	38.3	30.8	44.1	베지푸드 9.6
백화점 식품 매장 및 SSG	36.7	19.2	50.0	삼육 9.6
기업형 슈퍼마켓	30.8	11.5	45.6	플무원 9.6
계산대 2대 이상 동네 슈퍼마켓	17.5	3.8	27.9	올가 7.7
한살림	3.3	7.7	0.0	종고기 7.7
비건마트 (삼육)	3.3	7.7	0.0	비건푸드 5.8
생활	1.7	3.8	0.0	진선푸드 3.8
				콩소시지 3.8
				수입브랜드 3.8

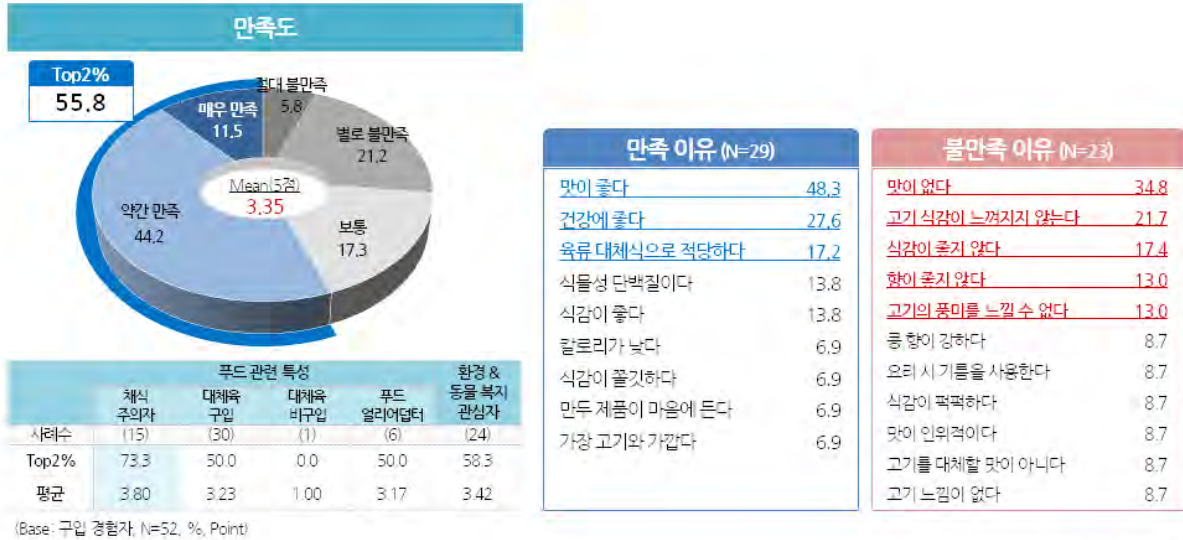
(Base: 전체, N=120, %)

(Base: 구입 경험자, N=52, %)

spring table

식물성 대체육 만족도 및 이유

- ▶ 식물성 대체육의 만족도는 Top2% 55.8%로 채식주의자 그룹 외 다른 그룹에서는 만족도 높지 않은 편
- ▶ 맛이 좋고, 건강에 좋고, 육류 대체식으로 적당하다는 점은 만족 이유로 나타나고 있으며 맛이 없고, 고기의 식감이 느껴지지 않고, 향이 좋지 않다 등은 불만족 이유로 나타남



spring table

30

식물성 대체육 구입 제품 및 만족도

- ▶ 식물성 대체육 구입 제품은 콩 고기, 비욘드 미트, 임파서블 버거 등의 버거, 함박 스테이크, 만두, 콩까스 등 다양한 종류 나타남
- ▶ 식물성 대체육에 대해서 채식주의자들은 만족하는 편이나 구입 경험자, 푸드 얼리어답터는 맛이 없고, 첨가물로 인해 불만족하는 편임

식물성 대체육 경험 제품

콩 고기	비욘드 미트	임파서블 버거 / 버거	함박 스테이크	만두	탕수육
콩까스/쌀까스	비건 샌드위치	너비아니	불고기	소시지	비건 도시락

만족

채식 주의자

- 비욘드 미트는 상차보다 맛있다
- 비욘드 미트는 다양하게 활용할 수 있어서 요리를 다양하게 해준다 (스파게티 등)
- 진성푸드 만두는 방종실에 상비한다
- 타경농산 패티는 탄력하고 관함다
- 사찰음식점에서 파는 콩까스 맛있다

구입 경험자

- 한살림에서 파는 쌀까스는 입맛에 맞는다
- 아이들이 너무 고기만 먹어서, 아이들 주기에는 관함다 (틀무원, 쏘이마루 등)

푸드 얼리어답터

- 버거 먹어봤는데 육류 구현한 게 신기하고 맛있었다
- 편의점 콩 불고기 도시락 맛있다

불만족

채식 주의자

- 비욘드 미트 너무 고기 냄새가 강하고 소화도 못 시키겠다
- 비욘드 미트는 비리고, 우리나라 입맛에 안 맞는다
- 콩고기는 **식감이 안 좋고, 맛이 없다**
- 콩고기는 싸구려 등그랑 땀 맛이 나고 별로다

구입 경험자

- **너무 맛이 없어서** 자주 먹지 못하겠다 (**딱딱/육즙이 없다 / 고기 식감이 아니다**)
- 질리는 맛이다
- 첨가물이 많이 들어 있다

푸드 얼리어답터

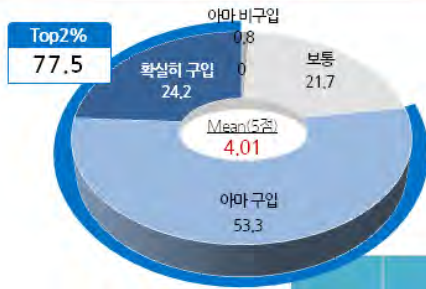
- **맛이 없었고**, 소스 맛으로 먹었다 / 너무 밍밍하다
- 고기만 못하고 재 구매는 못 할 맛이였다

spring table

식물성 대체육 향후 구입의향

- ▶ 식물성 대체육 향후 구입 의향은 Top2% 77.5%로 높게 나타나고 있으며 푸드얼리어답터 그룹 외 다른 그룹의 경우 모두 식물성 대체육 구입의향 높게 나타남

향후 구입 의향



	푸드관련 특성				환경 & 동물복지 관심	직업			식물성대체육 인지			식물성대체육 구입 경험	
	채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터		미혼 직장인	취업 주부	전업 주부	자세히 인지	이름만 인지	전혀 모름	ever 구입	ever 비구입
사려수	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)	(54)	(15)	(51)	(42)	(76)	(2)	(52)	(68)
Top2%	76.7	90.0	83.3	60.0	81.3	74.1	73.3	82.4	85.7	73.7	50.0	82.7	73.5
평균	4.13	4.13	4.00	3.77	4.10	4.02	3.87	4.04	4.21	3.91	3.50	4.13	3.91

(Base: 전체, N=120, %, Point)

spring table

식물성 대체육에 대한 기대 방향

- ▶ 식물성 대체육에 대한 기대 방향은 채식주의자와 그 외 그룹 다소 차이 나타남
- ▶ 성분, 첨가물, 칼로리는 공통적으로 건강하게 만드는 제품으로 공통적으로 기대하고 있음 그러나 맛에 대해서는 채식주의자는 건강한 식재료 맛, 담백한 맛을 기대하고 있으나, 그 외 그룹은 고기와 비슷한 식감으로 촉촉한 육즙의 제품을 기대함

- 고기와 비슷한 식감과 맛
- 콩 비린내가 나지 않아야 한다
- 퍽퍽하지 않고, 촉촉한 육즙

채식주의자

- 건강한 식재료의 맛
- 담백한 맛
- (일부) 고기와 비슷한 식감과 맛

- 채식주의자
 - 지금 제품보다 낮았으면 좋겠다
- 대체육 구입자
 - 고기와 비슷했으면 좋겠다
- 대체육 비 구입자
 - 고기 보다는 싸고, 육가공 제품보다는 조금 비싼 정도의 가격
- 푸드 얼리어답터
 - 육가공 제품과 비슷한 가격



- GMO 아닌 안전한 성분
- 순수한 식물성 성분으로 만들 수 있어야 한다
- 단백질 성분이 높아야 한다
- 나트륨이 적어야 한다
- 지방, 기름기가 적어야 한다

- 인공적인 첨가물은 적어야 한다
- 맛있게 하면서, 첨가물은 최소로 하던 좋겠다
- 방부제, 화학 첨가물이 적어야 한다
- 인공적인 맛이 나지 않아야 한다

- 대부분, 첨가물 보다는 맛 중요

- 칼로리는 낮아야 한다
- 칼로리는 낮았으면 좋겠다

spring table

식물성 대체육으로 나오면 좋을 것 같은 제품

- 식물성 대체육으로 나오면 좋을 것 같은 제품은 현재 육가공 제품, 고기가 들어 있는 레토르트, 반찬류, 라면 등 다양하게 나오기를 기대함



spring table

34

Part

04

신제품 컨셉 수용도 평가

spring table

Test Concept

지구 환경과 동물복지를 생각한
100% 식물성 단백질로 만든 햄버그스테이크(Hamburg steak)



총 중량 : 380g

지구와 지구 환경을 생각한 햄버그스테이크!
100% 식물성 성분으로 만들어 깔끔하고 순수한 맛의 햄버그 스테이크!
순 식물성 햄버그스테이크로 지구 환경보호에 동참하세요.

- ▶ 식용 가죽 시육을 억제하고, 식물 재배를 촉진해 환경보호와 동물복지에 앞장섭니다.
- ▶ 콩, 원두, 표고버섯의 순수 식물성 단백질 성분으로 고기 고유의 식감과 육즙을 구현했습니다.
- ▶ 동물의 전염병으로부터 안전해 안심하고 건강하게 드실 수 있습니다.
- ▶ 더욱 건강한 식물성 단백질로 트랜스지방은 Zero!, 콜레스테롤은 Down!, 식이섬유는 Up!
: 식물성 단백질 섭취로 건강 밸런스를 생기세요.
: 엄선된 콩단백(Non-GMO)으로 만들어 믿고 드실 수 있습니다.
- ▶ 부드러운면서도 고기랑 똑같은 식감으로 남녀노소 편하게 즐길 수 있습니다.
- ▶ 자극적이지 않아 우리가족 밥반찬, 영양간식으로 좋습니다.
- ▶ 4무(無)첨가!
: 아질산나트륨, 인산염, 보존료, 산화방지제를 넣지 않은 제품으로 더욱 건강하게 즐기세요.
- ▶ 후라이팬 또는 전자레인지, 에어프라이어를 이용하면 맛있게 드실 수 있습니다.

spring table

컨셉 전반적 평가

- 신제품 컨셉 전반적으로 긍정적인 수용도 나타나고 있음
- 특히 호감도, 구입 의향, 필요도 높게 나타남



(Base: 전체, N=120, %, Point)

spring table

호감도·구입의향·필요도 - 응답자 특성

- 호감도, 구입의향, 필요도 전반적으로 긍정적인 평가 나타나고 있으며
응답자 특성별로도 큰 차이 없이 긍정적인 수준으로 평가됨

	전체	푸드관련 특성				환경 & 동물복지 관심	직업			식물성대체육 인지			식물성대체육 구입		
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터		미혼 직장인	취업 주부	전업 주부	자세히 인지	이름만 인지	전혀 모름	ever 구입	ever 비구입	
사례수	(120)	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)	(54)	(15)	(51)	(42)	(76)	(2)	(52)	(68)	
호감도	Top2%	94.2	96.7	96.7	93.3	90.0	95.8	94.4	93.3	94.1	97.6	93.4	50.0	96.2	92.6
	평균	4.37	4.40	4.33	4.50	4.23	4.38	4.33	4.53	4.35	4.48	4.33	3.50	4.38	4.35
구입의향	Top2%	85.8	80.0	93.3	96.7	73.3	89.6	79.6	80.0	94.1	85.7	86.8	50.0	88.5	83.8
	평균	4.13	3.97	4.20	4.40	3.93	4.15	4.06	3.87	4.27	4.17	4.13	3.00	4.17	4.09
필요도	Top2%	81.7	76.7	83.3	93.3	73.3	83.3	75.9	66.7	92.2	85.7	80.3	50.0	80.8	82.4
	평균	4.08	3.93	4.20	4.33	3.87	4.10	3.98	3.87	4.25	4.29	3.99	3.50	4.13	4.04

(Base: 전체, N=120, %, Point)

spring table

38

호감/ 비호감 이유

- 컨셉의 호감 이유는 엄선된 콩단백, 4무첨가, 건강에 좋음 등으로 나타나고 있으며
- 비호감 이유는 없다는 응답이 70.8%임

호감 이유	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사례수	(120)	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)
【성분/안전성/건강】	86.7	80.0	86.7	90.0	90.0	81.3
엄선된 콩단백(Non-GMO)으로 만들었다	38.3	56.7	30.0	40.0	26.7	45.8
4무첨가 제품이다	38.3	33.3	40.0	33.3	46.7	31.3
건강에 좋다	25.8	16.7	23.3	33.3	30.0	29.2
100% 식물성이다/순수 식물성이다	15.0	6.7	16.7	13.3	23.3	12.5
식물성 단백질이다	9.2	3.3	10.0	3.3	20.0	10.4
콜레스테롤을 낮춘다	9.2	6.7	10.0	13.3	6.7	4.2
트랜스 지방이 없다	6.7	10.0	3.3	3.3	10.0	8.3
안심하고 먹을 수 있다	5.8	6.7	3.3	10.0	3.3	8.3
동물 전염병으로부터 안전하다	5.8	3.3	3.3	6.7	10.0	4.2
【제품/브랜드】	32.5	36.7	30.0	30.0	33.3	41.7
환경보호에 앞장선다	13.3	13.3	10.0	10.0	20.0	18.8
동물복지에 앞장선다	10.8	16.7	6.7	10.0	10.0	18.8
신뢰감이 든다	9.2	6.7	13.3	6.7	10.0	10.4
【식감/질긴정도】	13.3	10.0	3.3	23.3	16.7	8.3
고기 고유의 식감을 재현했다	10.0	3.3	3.3	20.0	13.3	6.3
【재료】	10.8	10.0	10.0	3.3	20.0	8.3
콩, 완두, 콩고버섯을 사용한다	5.0	3.3	3.3	0.0	13.3	4.2
【수분/육즙】	8.3	0.0	6.7	20.0	6.7	4.2
고기 육즙이 느껴진다	7.5	0.0	6.7	16.7	6.7	2.1

(Base: 전체, N=120, %)

비 호감 이유	전체
사례수	(120)
【컨셉】	19.2
동물복지, 환경보호 컨셉이 와 닿지 않는다	4.2
맛, 식감이 대한 평가가 부족하다	3.3
건강, 영양소 등 관련 언급이 구체적이지 않다	2.5
컨셉이 특색이 없다	2.5
달리리 표기가 없다	1.7
주재료 성분 표기가 없다	1.7
식용가속 사용 목적 의미가 명확하지 않다	1.7
【식감/질긴정도】	4.2
고기 식감이 느껴지지 않을 것 같다	1.7
고기와 같은 식감이 좋지 않을 것 같다	1.7
없다	70.8

spring table

구입/비구입 이유

- 신제품 구입 이유는 건강에 좋고, 육류 대체식으로 적당할 것 같으며, 호기심으로 인해 구입하고 싶다고 응답함
- 반면에 비 구입 이유는 맛에 대한 확신이 없으며, 가격 표기가 없어서 구입하고 싶지 않다고 응답

구입 이유	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사태수	(103)	(24)	(28)	(29)	(22)	(43)
【성분/안전성/건강】						
건강에 좋다	54.4	29.2	53.6	72.4	59.1	48.8
식물성 단백질이다	37.9	20.8	25.0	51.7	54.5	34.9
4무첨가 제품이다	10.7	4.2	17.9	13.8	4.5	14.0
【제품/브랜드】						
호기심이 든다	26.2	20.8	21.4	27.6	36.4	25.6
환경보호에 앞장선다	16.5	12.5	14.3	17.2	22.7	16.3
【유용성/활용성】						
환경보호에 앞장선다	4.9	0.0	0.0	6.9	13.6	4.7
은 가격이 함께 먹기 좋다	24.3	29.2	25.0	27.6	13.6	20.9
아이들이 먹기 좋다	10.7	20.8	7.1	10.3	4.5	7.0
밥 반찬으로 먹기 좋다	4.9	0.0	7.1	3.4	9.1	2.3
【맛】						
맛이 좋다	3.9	4.2	3.6	3.4	4.5	2.3
맛이 궁금하다	12.6	16.7	14.3	13.8	4.5	18.6
간편하다	5.8	4.2	10.7	6.9	0.0	4.7
【사용편리성】						
간편하다	4.9	12.5	3.6	3.4	0.0	9.3
【기타】						
구입이 용이할 경우 구매를 고려한다	10.7	12.5	10.7	6.9	13.6	7.0
육류 대체식으로 적당하다	5.8	8.3	3.6	3.4	9.1	2.3
구입이 용이할 경우 구매를 고려한다	33.0	41.7	25.0	31.0	36.4	32.6
육류 대체식으로 적당하다	20.4	25.0	10.7	24.1	22.7	20.9
구입이 용이할 경우 구매를 고려한다	5.8	0.0	10.7	6.9	4.5	2.3

(Base: 구입의향자, N=103, %)

비구입 이유	전체
사태수	(17)
【맛】	
맛에 대해 확신이 없다	47.1
맛이 없다	41.2
【컨셉】	
가격대 표기가 없다	5.9
/ 저음의 가격이 따라 구매자가 달라진다	35.3
칼로리 표기가 없다	5.9
간략한 문구가 없다	5.9
【식감/질긴정도】	
고기 식감이 느껴지지 않는다	11.8
【제품/브랜드】	
기존 제품과 차별적이지 않다	11.8
대중적이지 않다	5.9
【성분/안전성/건강】	
100% 식물성 문구가 신뢰감이 안된다	5.9
【재료】	
원재료에 대해 신뢰감이 안된다	5.9
【사용편리성】	
구입처가 다양하지 않다	5.9
【기타】	
마케팅이 미흡하다	23.5
육류 대체식을 선호하지 않는다	5.9
햄버거 스테이크를 선호하지 않는다	5.9
퍼키지를 보고 구매를 결정하고 싶다	5.9

(Base: 비구입의향자, N=17, %)


spring table

선호 문구 (discussion)

- 콩, 완두, 표고 버섯의 순수 식물성 단백질 성분, 엄선된 콩 단백질, 고기와 똑같은 식감, 4무 첨가 등의 문구 선호됨

지구 환경과 동물복지를 생각한

100% 식물성 단백질로 만든 햄버그스테이크(Hamburg steak)



총 중량 : 380g

지구와 지구 환경을 생각한 햄버그스테이크!
100% 식물성 성분으로 만들어 깔끔하고 순수한 맛이 햄버그 스테이크! 순 식물성 햄버그스테이크로 지구 환경보호에 동참하세요.

- ▶ 식용 가죽 사육을 억제하고, 식물 재배를 촉진해 환경보호와 동물복지에 앞장섰습니다.
- ▶ 콩, 완두, 표고버섯의 순수 식물성 단백질 성분으로 고기 고유의 식감과 육즙을 구현했습니다.
- ▶ 동물의 전염병으로부터 안전에 안심하고 건강하게 드실 수 있습니다.
- ▶ 더욱 건강한 식물성 단백질로 트랜스지방은 Zero!, 콜레스테롤은 Down!, 식이섬유는 Up!
: 식물성 단백질 성취로 건강 밸런스를 챙기세요.
: 엄선된 콩단백(Non-GMO)으로 만들어 믿고 드실 수 있습니다.
- ▶ 부드러운면서도 고기랑 똑같은 식감으로 남녀노소 편하게 즐길 수 있습니다.
- ▶ 자극적이지 않아 우리가족 법번찬, 영양간식으로 좋습니다.
- ▶ 4무(無)첨가!
: 아질산나트륨, 인산염, 보존료, 산화방지제를 넣지 않은 제품으로 더욱 건강하게 즐기세요.
- ▶ 후라이팬 또는 전자레인지, 에어프라이어를 이용하면 맛있게 드실 수 있습니다.

선호 문구

- **엄선된 콩 단백질**으로 믿을 수 있다
- **순수한 식물성 단백질**만 사용하는 걸 몰랐는데 이렇게 보니 괜찮다
- **고기랑 똑같은 식감**이라 기대가 된다
- 첨가물이 걱정이었는데 **4무 첨가**가 좋다

비선호 문구

- 지구 환경 보호에 동참을 강요하는 것 같아서 별로다
- 환경 보호까지는 와 닿지 않고, 식품보다는 그린피스 활동 느낌이다
- 동물의 전염병이 있어서 부정적인 느낌이 든다
- 전염병은 거부감이 든다

spring table

선호 문구

➢ 선호 문구는 엄선된 콩 단백질 > 4무첨가 > 순수 식물성 단백질 성분으로 고기의 식감과 육즙 구현 순으로 선호됨

(선호 문구 기준)

사례수	선호 문구		전체 (120)	푸드 관련 특성				환경 & 동물복지 관심 (48)
	* 선호 문구	최선호 문구		채식 주의자 (30)	대체육 구입 (30)	대체육 비구입 (30)	푸드 얼리어답터 (30)	
엄선된 콩단백(Non-GMO)으로 만들어 믿고 드실 수 있습니다	22.5	86.7	22.5	96.7	90.0	86.7	73.3	93.8
4무(無)첨가 아질산나트륨, 인산염, 보존료 산화방지제를 넣지 않은 저염	20.0	88.3	20.0	90.0	80.0	86.7	96.7	85.4
콩, 완두, 콩고버섯의 순수 식물성 단백질 성분으로 고기 고유의 식감과 육즙 구현	20.0	79.2	20.0	76.7	90.0	66.7	83.3	75.0
100% 식물성 성분으로 만들어 깔끔하고 순수한 맛의 햄버그 스테이크	11.7	70.8	11.7	83.3	70.0	53.3	76.7	70.8
식용 가죽 사용을 억제하고, 식물가베를 촉진해 환경보호와 동물 복지에 앞장	10.0	68.3	10.0	66.7	76.7	70.0	60.0	75.0
동물의 전염병으로부터 안전하게 안심하고 건강하게 드실 수 있습니다	5.8	55.0	5.8	63.3	43.3	60.0	53.3	62.5
부드러우면서도 고기랑 똑같은 식감으로 남녀노소 편하게 즐길 수 있습니다	3.3	50.0	3.3	40.0	53.3	53.3	53.3	50.0
식물성 단백질 섭취로 건강 밸런스를 챙기세요	2.5	41.7	2.5	60.0	30.0	33.3	43.3	45.8
트랜스지방은 Zero!	1.7	62.5	1.7	63.3	50.0	63.3	73.3	58.3
콜레스테롤은 Down!	0.8	57.5	0.8	50.0	46.7	70.0	63.3	50.0
식이섬유는 Up!	0.8	45.8	0.8	46.7	33.3	56.7	46.7	43.8

(Base: 전체, N=120, %)

spring table

42

컨셉 속성별 평가

- 신제품은 건강에 좋고, 좋은 재료로 만들었으며, 칼로리가 낮고, 온 가족이 먹기에 좋을 것 같은 제품으로 예상하고 있으며
- 환경 보호, 동물 복지에 앞장서는 제품으로 평가하고 있음

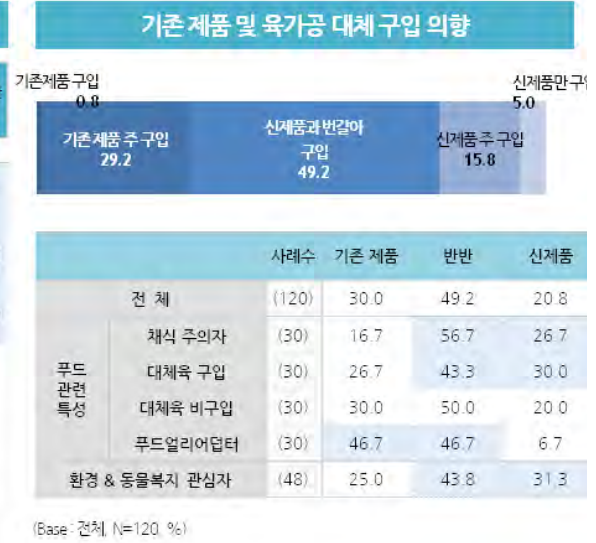
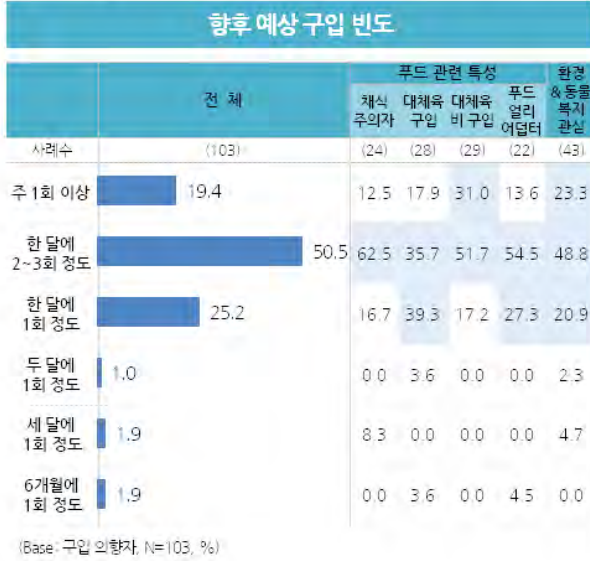
사례수	전체 (120)	Mean (120)	푸드 관련 특성				환경 & 동물복지 관심 (48)
			채식 주의자 (30)	대체육 구입 (30)	대체육 비구입 (30)	푸드 얼리어답터 (30)	
건강에 좋은	94.2	4.46	90.0	100.0	100.0	86.7	93.8
좋은 재료로 만든	90.8	4.28	86.7	93.3	93.3	90.0	91.7
칼로리가 낮은	80.0	4.11	66.7	80.0	83.3	90.0	75.0
온 가족이 먹기 좋은	70.0	3.94	46.7	83.3	76.7	73.3	68.8
믿을 수 있는	68.3	3.87	63.3	83.3	63.3	63.3	70.8
맛있을 것 같은	58.3	3.63	63.3	83.3	46.7	40.0	60.4
고급스러운(프리미엄의)	52.5	3.49	50.0	70.0	53.3	36.7	56.3
자주 먹고 싶은	40.0	3.35	40.0	46.7	43.3	30.0	39.6
환경 보호에 앞장서는	90.8	4.44	90.0	93.3	93.3	86.7	97.9
동물 복지에 앞장서는	88.3	4.48	83.3	90.0	93.3	86.7	93.8

(Base: 전체, N=120, %, Point)

spring table

향후 예상 구입 빈도 및 대체 구입의향

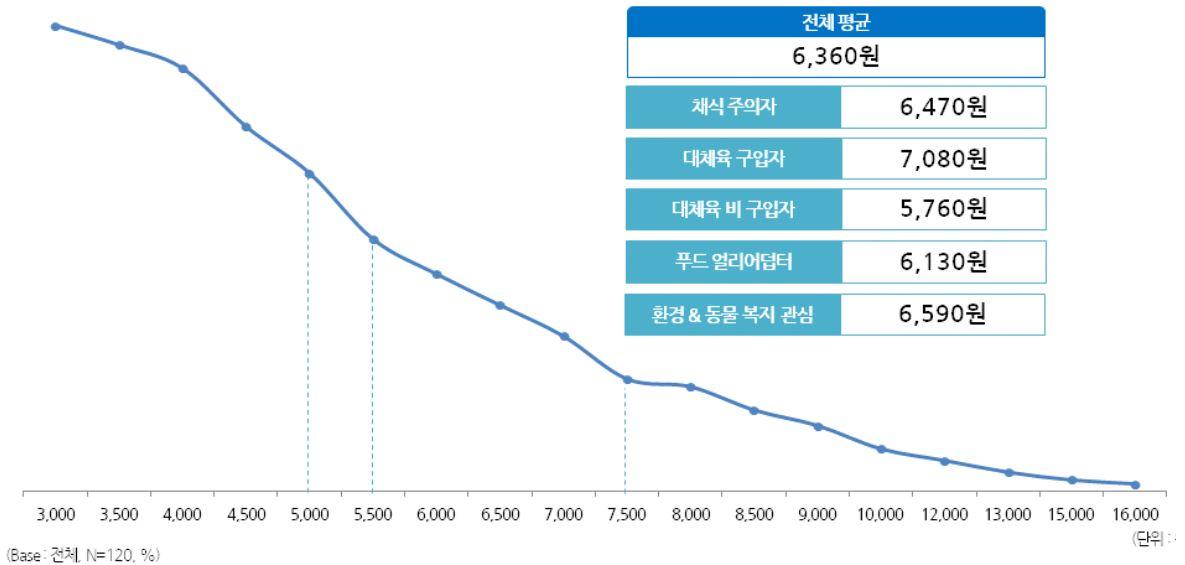
- ▶ 대부분 한 달에 1회 이상 구입하겠다고 응답, 특히 대체육 비구입자의 경우 주 1회 이상 구입하겠다는 비중이 가장 높게 나타남
- ▶ 기존 육가공 제품 및 식물성 대체육 제품 대체 구입 의향은 번갈아 구입하겠다는 응답 49% 정도로 나타나고 있으며 신제품 중심으로 구입하겠다는 응답은 21% 정도로 나타남



spring table

적정 예상 가격

- ▶ 신제품의 적정 예상 가격은 평균 6,360원으로 나타나고 있으며 대체육 구입자들은 이보다 다소 높은 7,080원 정도로 예상하고 있고, 대체육 비 구입자들은 이보다 다소 낮은 5,700원 정도로 예상함



spring table

Part
05

제품력 수용도 평가

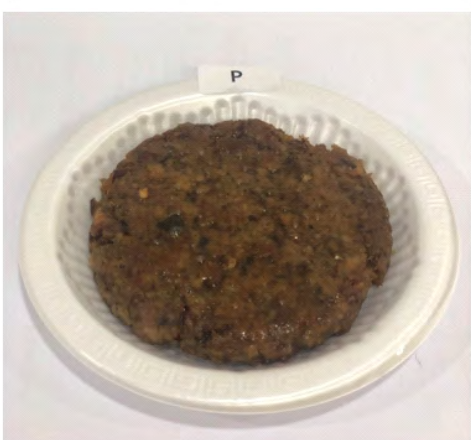


spring table



Test Product

신제품



비윤드 미트



spring table

제품 외관 평가

- ▶ 제품 외관 평가 시 전반적으로 신제품 보다 비온드 미트 제품의 평가 높게 나타나고 있으며 전반적 외관, 색상, 먹음직스러움 평가는 유의미한 수준으로 비온드 미트 제품이 긍정적으로 평가됨



제품 외관 평가 (discussion)

- ▶ 신제품보다 비온드 미트의 외관 긍정적인 평가 나타나고 있는 가운데
- ▶ 진짜 고기로 만든 패티 느낌으로 색상, 두께 선호되고 있으며, 촉촉하고 먹음직스러워 보이는 외관이라고 평가할 반면에 신제품은 스테이크보다는 동그람땡, 전 느낌으로 딱딱하고 푸석한 느낌이며, 두께가 너무 얇다고 평가함

신제품

스테이크 보다는 동그람땡, 전 연상

- 큰 동그람땡 같다
- 스테이크보다는 전 느낌이다
- 짝갈비 느낌이 들어서 스테이크 같지 않다
- 종이 보여서 데우 느낌이 든다

딱딱하고 푸석한 느낌

- 건조해보이고 딱딱할 것 같다
- 갈라보이고 푸석한 느낌이 든다
- 촉촉한 느낌이 없어서 맛이 없어 보인다

고기 느낌의 색상이 아님

- 색상이 밝고 고금스러운 고기 색상이 아니다
- 색상이 고기 같지 않고, 이상하다

두께가 너무 얇다

- 너무 얇고 납작하다
- 납작하고 두께가 얇다



비온드 미트

진짜 고기로 만든 패티, 함박 스테이크 느낌 (색상, 두께 포함)

- 두툼해서 더 패티 느낌이다
- 색감, 두께가 패티 같다
- 기존의 고기 스테이크와 비슷한 외관이다
- 고기로 만든 함박 스테이크 느낌이다
- 색상도 고기처럼 먹음직스럽고 괜찮다
- 드물하고 고기와 비슷하고 마음에 든다

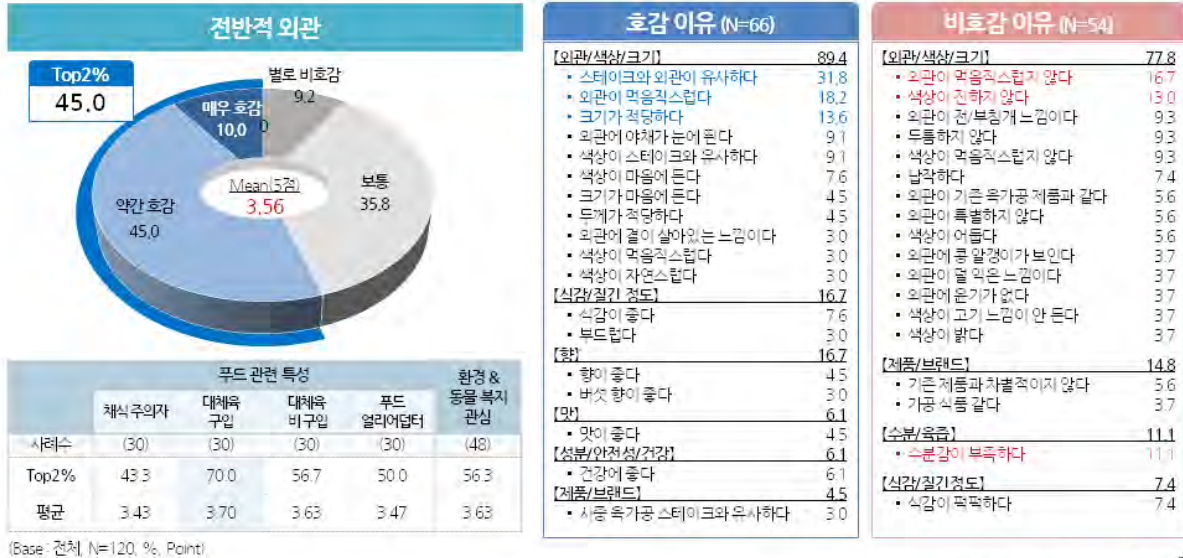
촉촉하고 먹음직스러워 보임

- 촉촉하고 먹음직스러운 느낌이 든다
- 촉촉해 보이고 진짜 고기 같다
- 육즙 같이 촉촉해서 마음에 든다

spring table

전반적 외관 평가 - 신제품

- ▶ 신제품의 전반적인 외관 호감도는 45%로 보통 수준이며, 다른 그룹 대비 대체육 구입자들의 평가 높은 편임
- ▶ 호감 이유는 스테이크와 유사한 외관으로, 먹음직스러워 보인다는 것이며 반면에 비호감 이유는 외관이 먹음직스럽지 않고, 색상이 진하지 않으며, 수분감이 부족하다는 것임

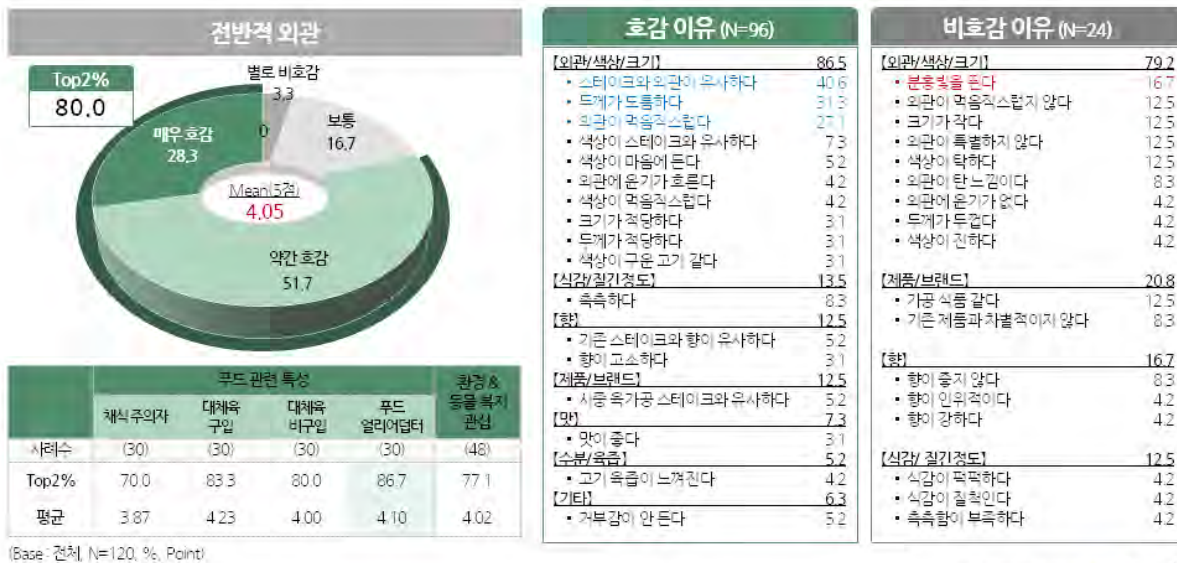


spring table

50

전반적 외관 평가 - 비욘드 미트

- ▶ 비욘드 미트의 전반적 외관 평가는 긍정적인 수준임
- ▶ 호감 이유는 스테이크와 유사한 외관으로 두께가 도톰하고 먹음직스러워서 응답이 높은 비율을 보임

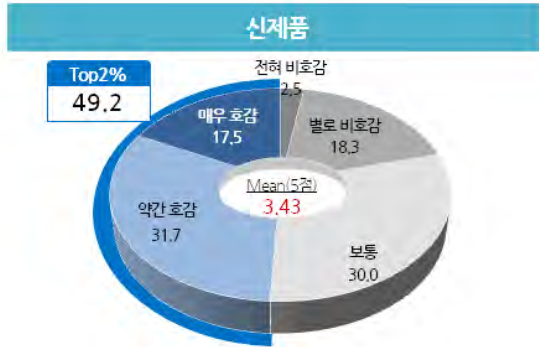


spring table

전반적인 맛

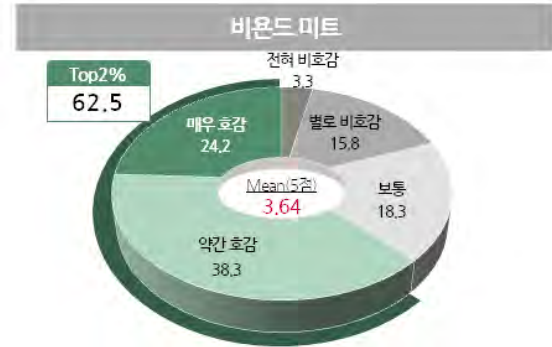
- ▶ 전반적인 맛에 대해서 두 제품간 차이는 크지 않으며
신제품은 채식주의자의 호감도 높고, 비욘드 미트는 대체육 구입자/ 비 구입자의 호감도 높은 편임

* 차이 없음



	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
	채식주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사려수	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)
Top2%	63.3	50.0	50.0	55.5	56.3
평균	3.70	3.53	3.50	3.00	3.60

(Base: 전체 N=120, %, Point)



	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
	채식주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사려수	(30)	(30)	(30)	(30)	(48)
Top2%	56.7	76.7	66.7	50.0	66.7
평균	3.43	3.67	3.93	3.53	3.75

(Base: 전체 N=120, %, Point)

* 95% 신뢰구간 유의도 검증 결과

spring table

전반적인 맛 만족이유

- ▶ 신제품의 전반적인 맛 만족 이유는 맛이 고소하고, 부드러워서 좋으며, 버섯 향이 좋아서 만족한다고 응답
- ▶ 비욘드 미트의 전반적인 맛 만족 이유는 고기 고유의 식감으로 즐겼다고, 고기 육즙이 느껴져 만족스럽다고 응답함

	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사려수	(59)	(19)	(15)	(15)	(10)	(27)
【맛】	67.8	73.7	66.7	60.0	70.0	70.4
맛이 좋다	16.9	31.6	6.7	13.3	10.0	22.2
맛이 고소하다	13.6	15.8	6.7	20.0	10.0	11.1
간이 적당하다	11.9	10.5	13.3	0.0	30.0	14.8
버섯의 풍미를 느낄 수 있다	8.5	10.5	6.7	6.7	10.0	7.4
맛이 담백하다	5.1	5.3	6.7	6.7	0.0	3.7
고기 풍미를 재현했다	5.1	5.3	6.7	6.7	0.0	3.7
【식감/질긴정도】	59.3	36.8	60.0	80.0	70.0	59.3
부드럽다	23.7	10.5	26.7	40.0	20.0	22.2
식감이 좋다	15.3	21.1	13.3	20.0	0.0	22.2
고기 고유의 식감을 재현했다	13.6	0.0	6.7	13.3	50.0	3.7
촉촉하다	10.2	0.0	13.3	20.0	10.0	11.1
식감이 즐겼하다	6.8	5.3	6.7	6.7	10.0	3.7
【향】	28.8	10.5	53.3	40.0	10.0	25.9
버섯 향이 좋다	16.9	5.3	26.7	26.7	10.0	14.8
【사용편리성】	8.5	15.8	6.7	6.7	0.0	11.1
별도의 스스가 필요치 않다	5.1	10.5	6.7	0.0	0.0	7.4
【수분/육즙】	5.1	10.5	0.0	6.7	0.0	7.4
육즙이 풍부하다	3.4	10.5	0.0	0.0	0.0	7.4

(Base: 신제품 만족응답자, N=59, %)

	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리어답터	
사려수	(75)	(17)	(23)	(20)	(15)	(32)
【식감/질긴정도】	76.0	58.8	87.0	85.0	66.7	81.3
고기 고유의 식감을 재현했다	32.0	17.6	54.8	35.0	40.0	31.3
식감이 즐겼하다	18.7	5.9	17.4	35.0	13.3	21.9
식감이 좋다	17.3	5.9	26.1	20.0	13.3	12.5
촉촉하다	9.3	5.9	13.0	10.0	6.7	6.3
부드럽다	8.0	11.8	13.0	5.0	0.0	9.4
【맛】	56.0	58.8	60.9	45.0	60.0	59.4
맛이 고소하다	14.7	11.8	21.7	15.0	6.7	18.8
간이 적당하다	12.0	11.8	17.4	15.0	0.0	9.4
맛이 좋다	9.3	5.9	0.0	15.0	20.0	9.4
풍미가 좋다	6.7	11.8	8.7	0.0	6.7	6.3
고기 풍미를 재현했다	5.3	0.0	0.0	5.0	20.0	3.1
【수분/육즙】	17.3	0.0	21.7	40.0	0.0	18.8
고기 육즙이 느껴진다	13.3	0.0	13.0	35.0	0.0	9.4
【향】	17.3	23.5	26.1	5.0	13.3	15.6
불향이 좋다	6.7	11.8	4.3	5.0	6.7	6.3
【성분/안전성/건강】	5.3	0.0	0.0	15.0	6.7	9.4
건강에 좋다	5.3	0.0	0.0	15.0	6.7	9.4

(Base: 비욘드 미트 만족응답자, N=75, %)

spring table

전반적인 맛 만족이유

- ▶ 신제품의 전반적인 맛 만족 이유는 맛이 고소하고, 부드러워서 좋으며, 버섯 향이 좋아서 만족한다고 응답
- ▶ 비온드 미트의 전반적인 맛 만족 이유는 고기 고유의 식감으로 즐기고, 고기 육즙이 느껴져 만족스럽다고 응답함

신제품						
	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리 어답터	
사례수	(59)	(19)	(15)	(15)	(10)	(27)
【맛】	67.8	73.7	66.7	60.0	70.0	70.4
맛이 좋다	16.9	31.6	6.7	13.3	10.0	22.2
맛이 고소하다	13.6	15.8	6.7	20.0	10.0	11.1
간이 적당하다	11.9	10.5	13.3	0.0	30.0	14.8
버섯의 풍미를 느낄 수 있다	8.5	10.5	6.7	6.7	10.0	7.4
맛이 담백하다	5.1	5.3	6.7	6.7	0.0	3.7
고기 풍미를 재현했다	5.1	5.3	6.7	6.7	0.0	3.7
【식감/질긴정도】	59.3	36.8	60.0	80.0	70.0	59.3
부드럽다	23.7	10.5	26.7	40.0	20.0	22.2
식감이 좋다	15.3	21.1	13.3	20.0	0.0	22.2
고기 고유의 식감을 재현했다	13.6	0.0	6.7	13.3	50.0	3.7
촉촉하다	10.2	0.0	13.3	20.0	10.0	11.1
식감이 끌기 좋다	6.8	5.3	6.7	6.7	10.0	3.7
【향】	28.8	10.5	53.3	40.0	10.0	25.9
버섯 향이 좋다	16.9	5.3	26.7	26.7	10.0	14.8
【사용편리성】	8.5	15.8	6.7	6.7	0.0	11.1
별도의 소스가 필요치 않다	5.1	10.5	6.7	0.0	0.0	7.4
【수분/육즙】	5.1	10.5	0.0	6.7	0.0	7.4
육즙이 풍부하다	3.4	10.5	0.0	0.0	0.0	7.4

(Base: 신제품 만족응답자, N=59, %)

비온드 미트						
	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리 어답터	
사례수	(75)	(17)	(23)	(20)	(15)	(32)
【식감/질긴정도】	76.0	58.8	87.0	85.0	66.7	81.3
고기 고유의 식감을 재현했다	32.0	17.6	34.8	35.0	40.0	31.3
식감이 끌기 좋다	18.7	5.9	17.4	35.0	13.3	21.9
식감이 좋다	17.3	5.9	26.1	20.0	13.3	12.5
촉촉하다	9.3	5.9	13.0	10.0	6.7	6.3
부드럽다	8.0	11.8	13.0	5.0	0.0	9.4
【맛】	56.0	58.8	60.9	45.0	60.0	59.4
맛이 고소하다	14.7	11.8	21.7	15.0	6.7	18.8
간이 적당하다	12.0	11.8	17.4	15.0	0.0	9.4
맛이 좋다	9.3	5.9	0.0	15.0	20.0	9.4
풍미가 좋다	6.7	11.8	8.7	0.0	6.7	6.3
고기 풍미를 재현했다	5.3	0.0	0.0	5.0	20.0	3.1
【수분/육즙】	17.3	0.0	21.7	40.0	0.0	18.8
고기 육즙이 느껴진다	13.3	0.0	13.0	35.0	0.0	9.4
【향】	17.3	23.5	26.1	5.0	13.3	15.6
불 향이 좋다	6.7	11.8	4.3	5.0	6.7	6.3
【생분/안전성/건강】	5.3	0.0	0.0	15.0	6.7	9.4
건강에 좋다	5.3	0.0	0.0	15.0	6.7	9.4

(Base: 비온드 미트 만족응답자, N=75, %)

spring table

53

전반적인 맛 불만족이유

- ▶ 신제품의 전반적인 맛 불만족 이유는 맛이 짜고, 버섯 향이 강하다는 것임
- ▶ 비온드 미트의 전반적인 맛 불만족 이유는 식감이 질기고, 부드러워 않으며, 향이 좋지 않다는 것임

신제품						
	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리 어답터	
사례수	(61)	(11)	(15)	(15)	(20)	(21)
【맛】	54.1	72.7	40.0	46.7	60.0	42.9
맛이 짜다	19.7	9.1	26.7	13.3	25.0	19.0
고기 풍미를 느낄 수 없다	6.6	18.2	6.7	0.0	5.0	0.0
맛이 없다	4.9	18.2	0.0	6.7	0.0	0.0
맛이 고소하지 않다	4.9	9.1	0.0	6.7	5.0	4.8
맛이 인위적이다	4.9	9.1	0.0	6.7	5.0	0.0
기름기가 많다	4.9	0.0	6.7	6.7	5.0	0.0
【식감/질긴정도】	54.1	27.3	60.0	60.0	60.0	47.6
식감이 좋지 않다	9.8	18.2	13.3	6.7	5.0	4.8
식감이 질척하다	9.8	0.0	13.3	13.3	10.0	19.0
식감이 딱딱하다	6.6	0.0	6.7	13.3	5.0	9.5
식감이 부드럽다	4.9	0.0	6.7	0.0	10.0	4.8
고기 식감이 느껴지지 않는다	4.9	9.1	6.7	0.0	5.0	0.0
【향】	41.0	45.5	53.3	26.7	40.0	28.6
버섯 향이 강하다	13.1	9.1	33.3	6.7	5.0	4.8
향이 인위적이다	6.6	9.1	6.7	0.0	10.0	9.5
특유의 향이 강하다	6.6	18.2	0.0	0.0	10.0	14.3
【수분/육즙】	8.2	0.0	13.3	13.3	5.0	9.5
수분감이 부족하다	6.6	0.0	13.3	6.7	5.0	4.8
【기타】	13.1	0.0	20.0	13.3	15.0	14.3
등그랑 떼면 느낌이 다르다	8.2	0.0	6.7	13.3	10.0	9.5

(Base: 신제품 불만족응답자, N=61, %)

비온드 미트						
	전체	푸드 관련 특성				환경 & 동물 복지 관심
		채식 주의자	대체육 구입	대체육 비구입	푸드 얼리 어답터	
사례수	(45)	(13)	(7)	(10)	(15)	(16)
【식감/질긴정도】	62.2	46.2	57.1	60.0	80.0	50.0
식감이 질기다	28.9	15.4	42.9	30.0	33.3	25.0
식감이 딱딱하다	13.3	15.4	14.3	20.0	6.7	12.5
식감이 부드러워진다	13.3	7.7	0.0	20.0	20.0	12.5
식감이 좋지 않다	8.9	0.0	14.3	10.0	13.3	12.5
식감이 거칠다	4.4	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0
식감이 부족하다	4.4	7.7	0.0	0.0	6.7	0.0
【맛】	53.3	69.2	42.9	50.0	46.7	62.5
맛이 없다	13.3	23.1	14.3	0.0	13.3	12.5
맛이 인위적이다	11.1	23.1	0.0	0.0	13.3	25.0
맛이 짜다	4.4	0.0	0.0	20.0	0.0	12.5
맛이 조화롭지 않다	4.4	7.7	0.0	0.0	6.7	0.0
기름기가 많다	4.4	7.7	14.3	0.0	0.0	0.0
맛이 합당하다	4.4	0.0	0.0	10.0	6.7	0.0
【향】	37.8	23.1	100.0	40.0	20.0	56.3
향이 좋지 않다	15.6	15.4	42.9	20.0	0.0	18.8
향이 강하다	6.7	7.7	28.6	0.0	0.0	12.5
【수분/육즙】	6.7	0.0	0.0	10.0	13.3	6.3
수분감이 부족하다	6.7	0.0	0.0	10.0	13.3	6.3

(Base: 비온드 미트 불만족응답자, N=45, %)

spring table

시식 후 맛 평가 (discussion)

- 신제품은 채식 주의자들이 특히 선호하고 있으며 건강한 식재료의 맛, 재료의 씹는 맛 등으로 인해 긍정적인 평가 나타나고 있으며
- 비욘드 미트는 대체육 구입자들이 특히 선호할 고기 식감, 기름진 맛, 육즙 등으로 인해 선호되고 있음

신제품



비욘드 미트

채식주의자

- 버섯 맛이 강하게 나서 좋다
- 식감이 좋고 뒷맛이 고소하다
- 재료의 씹는 맛이 느껴져서 마음에 든다
- 인위적인 맛이 덜 나고 부드러운 식감이 좋다
- 고소한 맛이 나고 맛있다

구입자/ 비구입자

- 버섯 향, 맛이 많이 나서 좋다
- 버섯의 톡톡 씹는 맛이 고소하다
- 후추 맛이 너무 강하고 톡톡이는 식감이다
- 텁텁하고 식감이 질척이는 느낌이라서 별로다
- 씹는 맛이 좋지 않다

푸드 얼리어답터

- 중량, 버섯향이 너무 강하다
- 건강하다는 느낌은 들지만 너무 부드럽고 질척거리는 맛이다
- 후추 맛이 강하고 간이 짜다
- 간이 세고, 뒤에 쓴 맛이 올라온다

채식주의자

- 이취, 인공적인 향이 강하다
- 원재료 보다는 인위적인 느낌이 든다
- 너무 고기 느낌이어서 별로다
- 끈뭇한 느낌은 좋지만 니글거린다

비구입자 / 푸드 얼리어답터

- 씹을 수록 통미가 좋다
- 통미가 좋고 기름진 맛이 고기 같다
- 육즙이 좋고, 향긋한 식감이 마음에 든다
- 고기와 비슷한 식감으로 톡톡하고 달백하다
- 식감이 너무 질리고, 인공적인 맛이 난다
- 냄새가 비릿하고 첨가물이 있는 느낌이다

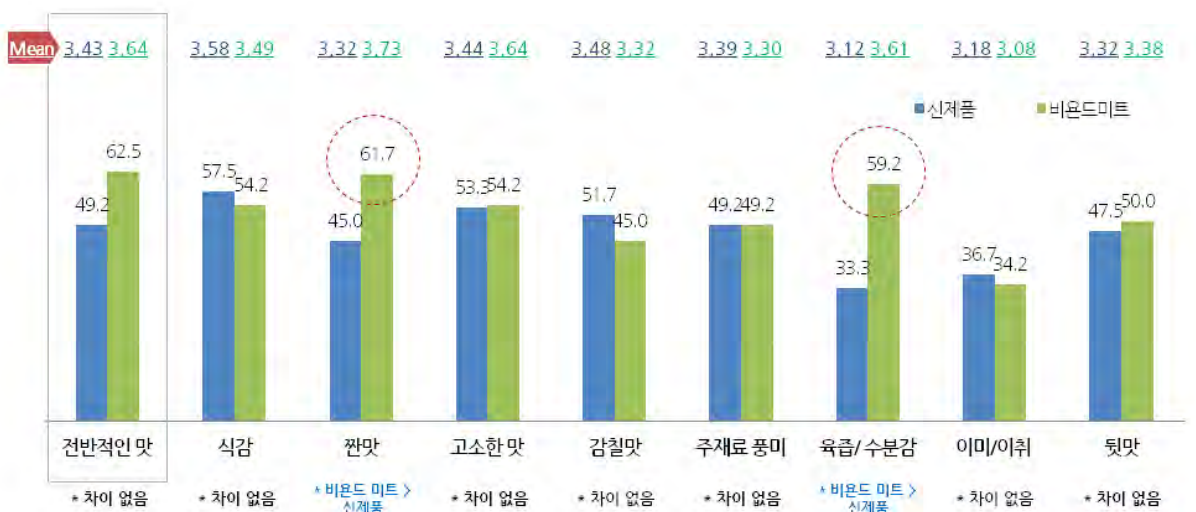
구입자

- 고기 식감으로 톡톡하다
- 육즙이 많고 식감이 고기 느낌이라서 좋다
- 햄버거 패티랑 비슷하고 감칠맛이 느껴진다
- 건강한데 고기 느낌이 들어서 괜찮다

spring table

제품 속성별 만족도

- 제품력 속성별로는 큰 차이 없이 유사한 수준으로 평가되고 있음
- 그러나 짠맛, 육즙/수분감 관련해서 신제품보다 비욘드 미트가 긍정적으로 평가되고 있음



(Base: 전체, N=120, %)

* 95% 신뢰구간 유의도 검증 결과

spring table

<식물성 대체고기 적용 공정 개발 및 제품 출시>

1. 식물성 대체고기 적용 만두 제조공정도

분류	공정명		사용설비명	공정내용	
	순서	세부 공정			
원료 입고	1	입고	파렛트/지게차/온도계/지울	- 입고검사 후 적함품만 입고한다.	
	2	보관	냉장/냉동/실온정고	- 원,부재료별 보관기준에 따라 해당정고에 보관한다.	
전처리	3	해동	해동실/수침통	- 별도의 해동공간에서 냉동원료를 해동한다.	
	4	세척, 선별	선별대/채,망	- 원료를 선별대에 올려 육안으로 이물감사한다. (냉동야채, 대두단백 등) - 야채원료를 세척 및 전수선별한다. - 첨가물류는 채,망 등을 이용 이물선별한다.	
	5	초핑, 절단, 탈수	초파기/ 슬라이스 커터기/ 다이서/ 탈수기	- 각 원재료별 세척 규격에 따라 세척한다. 사일런스 커터 : 무, 당근, 청양고추, 새송이버섯 온수에 삶은 뒤(15min) 초핑 : 당면	
	6	원료 계량	저울/분동	- 생산계획 및 제품배합비에 의거 표준 계량한다. - 선별 된 대두조식단백 및 당면은 정제수와 함께 계량하여 삶기 및 수화시킨다.	
배합	7-1	만두피 제조	만두피 배합	만두피 배합기	- 밀가루,전분,유화제,정제염,용수 등을 투입하여 혼합/반죽한다. - 3단계로 나누어 Pre-mixing → 가수 → 진공 Mixing 한다.
	7-2		숙성(보관)	피롤 보관대	- 만두피를 비닐로 감싸 후 숙성실로 이동한다. - 30 분 이상 숙성 후 사용(30 분 ~ 3시간 이내 만두피 사용)
	7-3	만두속 제조	만두속 배합	만두소 배합기	- 조식대두단백,조미양념유,야채유 등을 순서에 따라 투입 혼합한다. 당면, 정제염→ 분말원료 → 액상원료 (간장, 대두유 등) → 대두단백 및 야채유 →밀가루
성형	8	성형	스크류 성형기/ 저울/온도계	- 만두성형기를 이용 온도형태에 따라 모양과 중량을 달리하여 성형한다.	
증자	9	증자(증숙)	증자기/온도계/초시계	- 증자온도, 증자시간, 제품의 중심온도를 제품별 기준에 맞게 증자한다.	
동결	10	에냉	쿨러	- 쿨러를 이용하여 제품을 자연 냉각 시킨다.	
	11	급속동결	급냉터널/온도계/초시계	- 동결 온도, 시간, 제품의 중심온도를 제품별 기준에 맞게 급속동결 시킨다.	
포장 및 출하	12	선별	선별컨베어	- 동결 후 성형불량 및 형태불량 제품 등을 육안 선별한다.	
	13	X-ray검출기	X-ray검출기	- 이물혼입 유무를 검사한다. * Fe:1.5 mm이상, Sus:2.0 mm이상 불검출(x) * sus ball 0.8mm이상, glass 4mm이상, ceramic 4mm이상 불검출(o)	
	14	금속검출(날일)	금속검출기	- 금속혼입 유무를 검사한다. * Fe:1.5 mm이상, Sus:2.0 mm이상 불검출	
	15	내포장(계량/살링)	포장기	- 용기에 개수에 맞춰 투입 후 자동포장기에서 포장한다 (일부인은 잉크젯 프린터 날인)	
	16	금속검출(제품)	금속검출기 자동중량선별기	- 제품의 중량 및 금속혼입 유무를 검사한다.	
	17	외포장(박스포장)	T/P Machine 잉크젯 프린터 띠 밴딩기	- 제품을 지하박스에 담아 Taping 및 일부인 날인 후 파렛트에 적재한다.	
	18	냉동보관	제품냉동창고	- 로트표 부착 후 제품냉동창고에 보관한다.	
19	출하	냉동차량	- 냉동차량으로 배송한다.		

2. 식물성 대체고기 적용 만두 제품

(1) 수출용 만두류 5종 개발





현대자산운용

중소기업신문
전국 660만 중소기업의 대변지

편집 : 2022-02-04 15:20 (금) | 이슈모아보기

종합 | 산업 | 중소기업 | 금융·증권 | 건설·부동산 | IT·바이오 | 유통·서비스 | 에너지 | 농림축수산

홈 | 농림축수산

농기평, 대두 기반 식물성 대체육 개발에 성공

스승원태 기자 | © 입력 2021.11.11 11:40 | 댓글 0



사진/농림식품기술기획평가원

농업뉴스

홈 > 농업정보 > 농업뉴스

식물성 대체고기를 활용한 수출전략형 K-만두 7개국 수출 성공

육류 함유 식품 수출 제한 해소 및 K-Food 세계화 기반 마련

이명우 mwlee85@newsam.co.kr | 등록 2021.11.12 15:13:58



농림식품기술기획평가원(원장 오병석, 이하 농기평)은 대상주식회사(연구책임자 김유환)와 “대두 기반 식물성 단백질을 활용한 수출전략형 육류 대체 식물성 K-만두 개발에 성공하였다”고 밝혔다.

(2) 정량적 연구개발성과

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (레시피북)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자 유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	15		10		20	10						10	10			15		
수행기간 중 목표	3	3		3	98	3	1,500					5	2		25	7		4	1
수행기간 중 실적	4	3				5	265					6	5		37	7		8	1
달성율(%)	133	100		0	0	167	18					120	250		148	100		200	100
종료 1차년도						2	1,500	1,000											
종료 2차년도						1	2,500	1,500											
종료 3차년도							3,500	2,000											
종료 4차년도							4,500	3,000											
종료 5차년도							5,000	4,000											
종료 후 목표 소계						3	17,000	11,500											
목표 합계	3	3		3	98	6	18,500	11,500				5	2		25	7		4	1

(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	Effect of phenotypic variation on the microbial hydroxylation of fatty acid by <i>Pseudomonas</i> sp. NRRL B-2994	Journal of Bioscience and Bioengineering	Taeun Kwon, Augustine YH Kim	129(1)	Japan	Elsevier	SCI	2019.7.30	1389-1723	50%
2	Effect of microbial transglutaminase and alginate on the water-binding, textural and oil absorption properties of soy patties	Food Science and Biotechnology	Eun-Jung Lee, Geun-Pyo Hong	29	Korea	Springer	SCI	2019.11.28	1226-7708	100%
3	Strategies for sustainable substitution of livestock meat	Foods	Guihun Jiang, Geun-Pyo Hong	9	Swiss	MDPI	SCI	2020.9.03	2304-8158	100%
4	β -cyclodextrin-mediated beany flavor masking and textural modification of an isolated soy protein-based yuba film	Foods	Eun-Jung Lee, Geun-Pyo Hong	9	Swiss	MDPI	SCI	2020.6.22	2304-8158	100%
5	Health functionality of dietary oleogel in rats fed high-fat diet: A possibility for fat replacement in foods	Journal of Functional Foods	Utthapon Issara, Sungkwon Park	70	UK	Elsevier	SCI	2020.5.1	1756-4646	50%

6	동물성 지방 대체재로 첨가된 액상 재료에 따른 식물성 고기의 이화학적 특성 및 관능검사	산업식품공학	김흥균	Vol. 23, No. 1.	대한민국	한국산업식품공학회	비SCI	2019.2.20		100%
7	Evaluation of the Physicochemical and Structural Properties and the Sensory Characteristics of Meat Analogues Prepared with Various Non-Animal Based Liquid Additives	Foods	Gihyun Wi	Vol. 9, No. 4.	Switzerland	MDPI	SCI	2020.04.08	2304-8158	100%
8	식물성 지방 비드가 돈육 패티의 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향	산업식품공학	김해산나	25권 3호	대한민국	한국산업식품공학회	비SCI	2021.08		100%
9	조리문헌에 수록된 소고기 건열조리법의 문헌적 고찰 (1800년대 말 ~ 1990년대 조리서 중심으로)	한국식생활문화학회지	이윤화	Vol. 33, No. 6	대한민국	한국식생활문화학회	비SCI	2018.12	2288-7148	100%
10	K-카라기난과 메틸셀룰로스를 결합제로 사용한 식물성 패티의 냉장저장 중 품질특성	산업식품공학	김진원	Vol. 24, No. 4	대한민국	한국산업식품공학회	비SCI	2020.11	2288-1247	100%

11	조리방법 을 달리한 식물성 떡갈비의 품질 및 관능특성	산업식품 공학	유제희	Vol. 25, No. 4	대한민국	한국산업식 품공학회	비SCI	2021.11	2288-1247	100%
----	--	------------	-----	-------------------	------	---------------	------	---------	-----------	------

□ 국내 및 국제 학술대회 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국식품산업공학회 추계학술대회	이은정, 황수인, 선민지, 홍근표	2017.11.2	강릉	대한민국
2	한국식품영양과학회 국제학술대회	황수인, 이은정, 선민지, 홍근표	2017.11.9	경주	대한민국
3	한국식품영양과학회 국제학술대회	권태은, 신우진, 김용휘	2017.11.9	경주	대한민국
4	한국식품산업공학회 춘계학술대회	황수인, 이은정, 홍근표	2018.4.27	서울	대한민국
5	50 th KoSFA International Symposium and Annual Meeting 2018 KoSFoST	이은정, 황수인, 홍근표	2018.5.24.-26	제주	대한민국
6	International Symposium and Annual Meeting 2018 KFN	Sivasu Bramanian Ramani 외 5인	2018.6.27.-29	부산	대한민국
7	International Symposium and Annual Meeting 2019년	권태은, 김용휘	2018.10.31.-11.2	부산	대한민국
8	한국식품과학회	이은정	2019.06.28	송도	대한민국
9	2019년 한국산업식품공학회	이은정	2019.10.25	양재	대한민국
10	2019년 한국축산식품과학회	박주희	2019.05.23	광주	대한민국
11	2019년 한국식품과학회	박주희	2019.06.28	송도	대한민국
12	2019년 한국식품과학회	박성권	2019.06.27	송도	대한민국
13	2020식품외식산업전망대회	홍근표	2019.11.28	서울	대한민국
14	2020년 한국식품영양과학회	홍근표	2020.10.22	제주	대한민국
15	2020년 한국식품영양과학회	이종엽	2020.10.22	제주	대한민국
16	2020년 한국식품영양과학회	오청명, 권태은, 김용휘	2020.07.02	광주	대한민국
17	2020년 한국식품과학회	박성권	2020.07.01.	광주	대한민국
18	2020년 한국축산식품학회	박성권	2020.10.29	온라인	대한민국
19	(사)한국산업식품공학회 2017년도 추계 학술대회 및 심포지엄	김홍균 외 10명	2017.11.02	강릉	대한민국
20	2018 한국식품영양과학회 정기 학술대회	위기현 외 13명	2018.11.01	부산	대한민국
21	2019 한국산업식품공학회 춘계 정기총회 및 학술대회	배준환 외 14명	2019.4.26	세종대학교	대한민국
22	2019 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회	위기현 외 5명	2019.6.27	인천	대한민국

23	2019 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회	김홍균, 최미정	2019.6.27	인천	대한민국
24	2019 한국식품영양과학 회 국제심포지엄, 정기학술대회 및 정기총회	위기현 외 7명	2019.10.23	제주	대한민국
25	2020 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회	김해산나 외 4명	2020.07.02	광주	대한민국
26	2020 한국산업식품공학 회 춘계 학술대회	위기현 외 2명	2020.08.21	온라인	대한민국
27	2020년도 한국식품영양과학 회 국제심포지엄, 정기학술대회 및 정기총회	김해산나 외 2명	2020.10.22	제주	대한민국
28	2021 IFT, FIRST—Food Improved by Research, Science, and Technology	김해산나 외 3명	2021.07.19	온라인	미국
29	2021 IFT, FIRST—Food Improved by Research, Science, and Technology	정혜승 외 3명	2021.07.19	온라인	미국
30	2021년도 한국산업식품공학 회 추계 학술대회 및 심포지엄	김해산나 외 2명	2021.10.14	강릉	대한민국
31	2021년도 한국식품영양과학 회 국제심포지엄, 정기학술대회 및 정기 총회	정혜승 외 3명	2021.10.29	부산	대한민국
32	4차산업혁명 시대의 트렌드 변화와 생활 과학	이윤화, 정혜정	2017.12.01	충북대학교	대한민국
33	한국지역생활과학 회	이윤화 외 4명	2018.11.09	전주 농촌진흥청	대한민국
34	한국산업식품공학 회	김진원	2019.10.25	서울	대한민국
35	한국식품과학회	김진원	2020.07.02	광주	대한민국
36	한국식품영양과학 회	김진원	2020.10.21	제주도	대한민국
37	한국산업식품공학 회	유제희	2021.05.21	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	모방 근막이 형성된 식물성 고기 및 그 제조방법	대한민국	홍근표 외	18.10.30	제 10-2018-0130798호	-	홍근표 외	20.06.10	제10-2123662호	100%	
2	식물성 지방이 첨가된 식물성 고기 및 이의 제조방법	대한민국	건국대학교 산학협력단	18.10.29	10-2018-0129793	-	건국대학교 산학협력단	20.02.05	10-22154070000	100%	
3	육류 지방대체물로서 에멀전이 첨가된 식물성 고기 및 이의 제조방법	대한민국	건국대학교 산학협력단	19.09.10	10-2019-0111976	-	건국대학교 산학협력단	21.10.21	10-23179260000	100%	
4	탈아세틸화 곤약 및 메틸셀룰로오스를 포함하는 동물성 지질 모방체	대한민국	건국대학교 산학협력단	21.10.21	10-2021-0141083	-	-	-	-	100%	

[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	인력 양성	2017											
2		2018		2	3		1	4	3			2	
3		2019	1	2	4		5	2	5			2	
4		2020	1	4	1		3	3	3			3	
5		2021		7	3		3	7	1			9	

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	2020 한국산업식품공학 회 춘계 학술대회 2021년도	우수논문(포스터) 발표상		위기현 외 2명	2020.08.21	한국산업식품공학회
2	한국식품영양과학 회 국제심포지엄, 정기학술대회 및 정기 총회	우수포스터발표상		정혜승	2021.10.29	한국식품영양과학회

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전문가 컬럼	식품외식과 경제	대체육 연구 활성화 필요	2019.10.08
2	시식회	한국산업식품공학회 추계학술대회 (aT센터 3층 부스)	식물성 대체고기 시식회	2019.10.25
3	학회지 기고문	식품산업과 영양	대체 단백질 식품 기술 동향	2019.12
4	학회지 기고문	식품산업과 영양	육류 대체식품의 발면과 변화	2019.12
5	전문가 컬럼	식품외식경제	대체 단백질, 대체육의 연구 장기적 전략이 필요	2020.05.13
6	전문가 컬럼	식품외식경제	대체식품·메디푸드 등 고부가가치식품기술개발사 업 재개에 대한 기대	2021.05.17
7	전문가 컬럼	국민과 영양	2021년 지속 가능한 새로운 식품트렌드: 대체 단백질을 이용한 고단백질 대체 식품 개발	2021.07
8	신문 기사	중소기업신문	농기평, 대두 기반 식물성 대체육 개발에 성공	2021.11.11
9	신문 기사	식품음료신문	'K-만두' 미국 등 7개국 수출	2021.11.11

□ 기타

번호	연도	성과 구분	성과 내용	교육자	교육 대상	장소
1	2017	교육지도	Legume의 구조, 가열 특성에 따른 식물성 고기 원료 적용 이해	홍근표	대상중앙연구소 연구원	대상중앙연구소 중강당
2	2018	교육지도	4차 산업혁명시대, Food tech.이란 무엇인가?	신정규	대상중앙연구소 연구원	대상중앙연구소 세미나실
3	2018	교육지도	식물성 단백질(TVP, ISP)를 활용한 기준 배합비 및 제조 공정 지도	안두현	세종대학교, 건국대학교, 전주대학교 연구원	대상중앙연구소 중강당
4	2018	교육지도	에멀전의 식품 적용 기초	최미정	대상중앙연구소 연구원	대상중앙연구소 세미나실
5	2019	교육지도	분쇄, 비분쇄 가공육 제조공정 확인 및 공정별 세부조건 교육	안두현	세종대학교, 건국대학교, 전주대학교 연구원	대상주식회사 단양공장
6	2020	교육지도	대체식육 제품의 미래식품으로의 전략 및 과제	신정규	대상중앙연구소, 세종대학교, 건국대학교, 전주대학교 연구원	화상강의
7	2021	교육지도	미래 식품산업과 식품안전 -대체육 안전성(식물성 고기 중심으로)-	권태은	대상중앙연구소, 세종대학교, 건국대학교, 전주대학교 연구원	화상강의

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 식물성 대체 고기 및 응용 제품화를 위한 기존 소재와 제조 방법의 분석 및 개선사항 확립	○ 기존 식물성 대체식육 제품 분석 및 개발 기술 적용 식품의 형태 확립 - 상용화 식물성 대체고기 제품 분석 및 대체 식물성 단백질 소재 활용 방안 확립 - 기존 동물지방 대체제의 문제점 분석 및 식물성 대체 지방 제조 기술 수집 - 한식기반 식육제품의 레시피 조사 및 기존 대체고기의 관능특성 연구 - 대체고기 제품 식물성 향미 소재 수집	○ 100%
○ 조직 콩단백 활용 대체고기의 품질 개선 및 활용 기술 확립	○ 식물성 대체고기의 일반성분 및 배합비 확립 - 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립 - 동물 지방 대체를 위한 식물성 지방 조직 확립 - 식물성 조미액 개발 및 대체고기 적용 연구 - 식물성 엑기스 향미 배합비 최적화 확립	○ 100%
○ 조직 최적화 및 향미 부여를 통한 식물성 고기 대체물 생산 기술 개발	○ 분쇄형 제품 생산 기술 적용 및 기호도 평가 - 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립 - 식물성 지방 대체제의 안정성 평가 - 식물성 대체고기 적용(분쇄형) 한식기반 제품 개발 및 관능특성 비교 - 분쇄형 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립	○ 100%
○ 조직 및 향미 적용을 통한 대체고기 활용 한식기반 분쇄형 제품 개발	○ 분쇄형 대체고기 활용 제품의 대량 생산 체제 확립 - 식물성 대체고기의 식육 조직 모방 기술 확립 - 식물성 지방 대체제의 제품 적용 기술 확립 - 비분쇄형 대체고기 적용 레시피 개발 및 관능특성 평가 - 비분쇄형 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립	○ 100%
○ 식육제품 대체를 위한 식물성 대체고기의 가공 적성 평가 및 비분쇄형(재구성) 한식기반 제품 개발	○ 비분쇄형 대체고기 활용 제품의 대량 생산 체제 확립 - 식물성 대체고기 자체 상품화를 위한 최적 건조 기술 개발	○ 50%

	<ul style="list-style-type: none"> - 원료 활용을 위한 식물성 지방고기의 가공 적성 평가 - 수출 전략형 제품개발 지원 및 표준 레시피북 제작 - 제품 유형별 식물성 대체고기 식물성 향미 배합비 최적화 확립 	
--	--	--

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 본 연구과제 수행을 통해 연구진은 국내외 유수의 학술기관으로의 논문 등재와 특허 출원·등록을 통해 기술의 신규성 및 진보성을 인정 받았고, 이를 활용한 육고기를 대체하는 ‘분쇄 가공육 형태 대체육’을 개발하여 한식에 어울리는 만두 5종을 개발/출시하여 미국, 호주 등 7개국에 수출하는 성과를 이루었음.
- 그러나, 비분쇄 육형태의 관능구현 및 대량생산을 위한 소재 발굴이 미흡하여 본과제에서 목표로한 ‘21년 제품출시까지는 도달하지 못함.
 - COVID-19의 환경에서 국내/외시장 분석 및 전문가/전문영역과의 적극적인 협업이 사실상 불가능했음.

2) 자체 보완활동

- ‘22년 1월 현재 해당 내용의 개선이 이루어져 ‘22년 하반기 중 제품화 계획

3) 연구개발 과정의 성실성

- 목표 미달부분을 개선하기 위한 작업으로 백색육 형태의 근섬유결을 자체구현하였고 이를 활용한 제품을 ‘22년 中 내수와 수출용으로 출시할 예정임

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 본 연구진의 연구성과를 바탕으로 향후 대체육을 활용한 제품을 개발 할 경우 ① 육류의 근섬유결이 구현된 모조 육조직 구현, ② 육류 고유의 지방질 구현, ③ 대체육을 활용한 한식 레시피를 제안함으로써 대체육 기술에서의 가장 큰 기술적 장벽을 해결하고, 현재 불고 있는 K-Culture 분야에서 K-Foods로써의 위상 발전에 기여할 것으로 사료됨

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

< 연구개발성과 활용계획표 >		
구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
사업화	상품출시	매년 목표치(제품출시 3건) '22년 4월 떡갈비, 너겟, 너비아니 출시 예정
제품개발	시제품개발	'22년 하반기 불고기, 닭강정, 다진고기 출시 예정 매년 목표치(제품출시 3건)

● 2022년 4월 제품 출시 예정



떡갈비



너겟



너비아니

● 2022년 하반기 비분쇄가공육 및 원료 제품출시 예정



불고기



닭강정



다진고기

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.