

320013-02

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
맞춤형혁신식품 및 천연 안심소재 기술개발 사업
2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004061-01

국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발

2022.5.2.

주관연구개발기관 / 인테이크(주)

공동연구개발기관 / (주)쏘이마루

서울대학교 산학협력단

국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발

2021

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발”(개발기간 : 2020.04.01 ~ 2021.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022.04.13

주관연구개발기관명 : 인테크(주) (대표자) 한 녹 엽

공동연구개발기관명 : (주)쏘이마루 (대표자) 문 석 우

서울대학교 산학협력단 (대표자) 최



주관연구책임자 : 노 석 우

협동연구책임자 : 문 석 우


최 영 진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서							보안등급				
							일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]				
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명	사업명		맞춤형혁신식품 및 천연 만심소재 기술개발 사업			
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)					
공고번호		농축 2020-39호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		연구개발과제번호		320013-02		
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB1704	60%	LB1801	30%	LB1804	10%				
	농림식품과학기술분류	PA0103	60%	PA0105	20%	PA0204	20%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
연구개발과제명		국문	국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발								
		영문	Development of Alternative Food for K-Food Using Domestic Agricultural Products								
주관연구개발기관		기관명	인테이크(주)			사업자등록번호	119-86-68123				
		주소	(우)06859 서울시 서초구 명 달로 116.6층			법인등록번호	110111-6070662				
연구책임자		성명	노석우		직위	본부장					
		연락처	직장전화	02-1644-1567		휴대전화	010-8811-7656				
			전자우편	nota@intakefoods.kr		국가연구자번호	12472680				
연구개발기간		전체	2020. 04. 01 - 2021. 12. 31 (21개월)								
		단계 (해당 시 작성)	1단계	2020. 04. 01 - 2021. 12. 31 (21개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금		
			현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	합계	
총계		580,000	193,660						580,000	193,660	773,660
1단계	1년차	250,000	83,660						250,000	86,660	333,660
	2년차	330,000	110,000						330,000	110,000	440,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
공동연구개발기관		㈜쏘이마루	문석우	대표이사	031-569-9 009	soy9009@harm ail.net	공동연구 책임자	기업			
		서울대학교 산학협력단	최영진	교수	02-880-48 51	choiyj@shu.ac kr	공동연구 책임자	대학			
연구개발담당자 실무담당자		성명	김정훈		직위	프로					
		연락처	직장전화	02-1644-1567		휴대전화	010-6220-4766				
			전자우편	david@intakefoods.k r		국가연구자번호	12423543				

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

2022년 2월 20일

연구책임자: 노석우 
 주관연구개발기관의 장: 인테이크(주) 한석엽
 공동연구개발기관의 장: ㈜쏘이마루 문석우
 공동연구개발기관의 장: 서울대학교산학협력단

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



< 요약 문 >

사업명		맞춤형혁신식품 및 천연안심소재 기술개발 사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)				연구개발과제번호		320013-02	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB1704	60 %	LB1801	30 %	LB1804	10%
	농림식품 과학기술분류	PA0103	60 %	PA0105	20 %	PA0204	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발					
전체 연구개발기간		2020. 04. 01 - 2021. 12. 31 (21개월)					
총 연구개발비		총 773,860 천원 (정부지원연구개발비: 580,000 천원, 기관부담연구개발비 : 193,860 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		○ 국내산 농산물을 활용하여 한식에 사용하기 적합한 형태 및 질감, 맛의 대체 육류 개발 및 사업화			
		전체 내용		○ 지역기반의 농산물 발굴 및 소재 표준화 - 지역에 기반을 둔 농산물 소재의 향미적, 가공적 특성을 바탕으로 대체 육류 원료로의 적합성 선별 - 양산 및 사업화 등을 위한 소재 표준화 및 전처리 공정 표준화 기술 개발 ○ 대체육에 육류 재질을 부여하기 위한 공정기술 개발 - 국내산 농산물에서 식이섬유 분리한 조식단백을 통한 대체 육류 제조공정 개발 - 고밀도 조식단백 기반의 대체 육류 제조공정 개발 ○ 국내산 농산물을 이용한 한식형 대체 육류 개발 - 선별된 농산물 소재를 활용하여 적합한 배합비 개발 - 구이용 용도에 적합한 식감, 형태의 대체 육류를 제조하기 위한 공정 개발 - 찌개용 용도에 적합한 식감, 형태의 대체 육류를 제조하기 위한 공정 개발 ○ 용도별 최적 조미 소재 개발, 적용 및 사업화 - 구이용 용도에 적합한 향미를 가진 조미 소재의 개발 및 적용 - 찌개용 용도에 적합한 향미를 가진 조미 소재의 개발 및 적용			
		1단계 (해당 시 작성)	목표				
		내용					

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 특허 출원 2건, 등록 1건 - 학술 발표 4건 - 기술 실시 1건(500 만원) - 제품화 5건(구이용, 찌개용 포함) - 매출액 4억원 - 고용창출 5건 - 인력양성 2건 - 홍보 2건 - 수상 1건
--------	---

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p><원천 기술 확보></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 한식용 대체육 개발을 통한 학문적 기초 강화 ○ 고밀도 식물성 대체육 개발 기술(지적재산권) 확보 ○ 친환경적 대체육 개발을 통한 미래식품산업 기반기술 확보 <p><상품화></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제를 통해 개발된 기술을 이용하여 한식 맞춤형 대체육 제품 생산 ○ 기존 대체육의 질감, 맛, 향 향상을 통한 제품 경쟁력 강화 ○ 영양성분 강화 대체육 개발 <p><사업화></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 기술을 기타 제품군 물성 조절에 응용 ○ 질감, 맛, 향을 확보한 고품질 한식용 대체육제품을 구현함으로써 K-food의 글로벌 경쟁력 강화 <p><현행 문제점 극복></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 수입에 의존하는 대체육 원료의 국산화 및 가공 기술 개발 ○ 상품성이 떨어지는 국내산 농산물 신규 활용처 마련 및 고부가가치화 ○ 농산 폐기물 감소에 기여
---------------------------	--

연구개발성과의
비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	-	2(1)	1	N	N	N	N	N	N	N	N	N
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)	대체육		한식		국내산 농산물		압출기		분리기			
영문핵심어 (5개 이내)	Meat analogue		K-food		Domestic agricultural products		Extruder		Separator			

< 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

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1-1) 연구 배경 및 필요성

- 대체육 (Meat analogue)은 전세계적으로 주목받는 대체 단백질 식품으로 시장 가치 소비가 높은 식품임.
- 일반 육류의 생산과정 중에 발생하는 전염병, 생태계 파괴 및 기후변화 등의 문제로 대안 식품에 대한 관심 증가.
- 세계적으로 소비자들의 건강 관리 및 채식 섭취 수요 증가로 인하여 일반 육류 섭취를 줄이려는 대안으로 대체육에 대한 관심 및 시장 형성.
- 전세계적으로 대체육 시장은 꾸준한 성장률을 보이며 2026년에는 'statista' 통계자료를 통해 약 166억 5,400만 달러의 시장 전망을 예측함.
- 기존 제품과 차별성을 가지는 대체육은 실제 소비자 인식과 품질에서도 질감, 맛 부분에서 다른 한계를 가지고 있음.
- 현재 대체육을 제조하는 원료는 대부분의 수입에 의존하고 있어 수급 확보의 어려움.

○ 사회적 측면

- 지구온난화, 식량부족, 동물복지 등의 문제를 해결하기 위해 식물성고기, 대체육의 관심이 높아지고 있음.
- 대한민국의 식품 소비 형태의 경우 90년대 이후 가족 형태, 경제산업, 사회문화적 요인 등에 의해 식육, 육가공품, 유가공품 등 육식 위주의 식생활이 꾸준히 증가하고 있으며, 세계적으로도 육류 소비량은 크게 증가하고 있음.
- 또한, 국제연합 식량농업기구(FAO)의 보고에 따르면, 전 세계 인구는 매년 0.6%씩 증가하여 2050년에는 약 92억 명에 이를 것으로 예상되며, 육류 소비량은 1990년도 육류 섭취량의 3배에 달하는 455만 톤에 달할 것으로 전망하고 있음.
- 2018년 영국 옥스퍼드대 '식량의 미래에 대한 옥스퍼드마틴 프로그램'소속 연구원들은 지구가 2050년 예상인구인 100억 명을 수용하려면 육류 섭취를 90% 줄여야 한다는 내용의 보고서를 네이처를 통해 발표함.
- 가축사육이 온실가스 배출의 주요 요인으로 꼽혀왔으며, 가축사육이 줄어들 경우 농경지 확대, 토양 침식 감소, 수질오염 방지 등의 효과를 기대할 수 있음.
- 육류를 생산하는 과정에서 지적되어온 비윤리적인 문제들을 대체육으로 일정부분 감소시킬 수 있다는 믿음이 존재.

- 세계적으로 소비자들의 건강에 대한 관심 증가와 함께, 채식 인구 증가로 최근 대체육에 대한 관심도 증가하여 다양한 대체육 제품의 개발 및 출시가 활발하게 이루어지고 있으며 관련 시장이 지속적으로 성장하고 있음.
- 한국 농촌 경제 연구원은 아프리카 돼지 열병, 고병원성 조류 독감, 구제역 등의 전염성 가축 질병이 발병할 경우 육류 시장에 큰 위협이 될 수 있음을 기술한 바 있음. 뿐만 아니라, 코로나 19등의 인간의 전염병을 통한 물류 공급망의 마비 등은 육류를 통한 식품 공급의 위협 요소로 존재함.
- 코로나19 이후 건강과 환경 등 사회, 환경 부문의 지속가능성에 대한 관심이 증대됨. 특히 미국의 경우 2020년 코로나로 인한 주요 육류 가공공장-카길(Cargill), 타이슨푸드(Tyson Foods) 등-의 작업 중단을 통해 육류의 공급 부족과 가격 인상이 식물성 단백질 소재에 대한 관심을 크게 높이는 계기가 되었음.
- 국내도 미국, 유럽과 마찬가지로 대체육에 대한 관심 및 관련 식품 소비가 증가하고 있으나 현재 생산되는 대체육은 주요 원료를 수입에 의존하고 있어 이를 국내산 농산물로 대체하는 연구가 필요함.

○ 경제적 측면

- 세계적으로 소비자들의 건강에 대한 관심 증가와 함께, 채식 인구 증가로 최근 대체육에 대한 관심도 증가하여 다양한 대체육 제품의 개발 및 출시가 활발하게 이루어지고 있으며 관련 시장이 지속적으로 성장하고 있음.
- 해외 대체육 시장은 푸드테크 기업 선도로, 국내 시장은 채식주의와 맞물려 성장할 것으로 예상됨.
- 한국농수산물유통공사의 조사에 따르면 세계 대체식품 시장규모는 2017년 9억 달러, 2018년 96.2억 달러이며, 2019년부터 연평균 9.5%씩 성장하여 2023년에는 60억 달러 규모로 전망됨(그림 1).

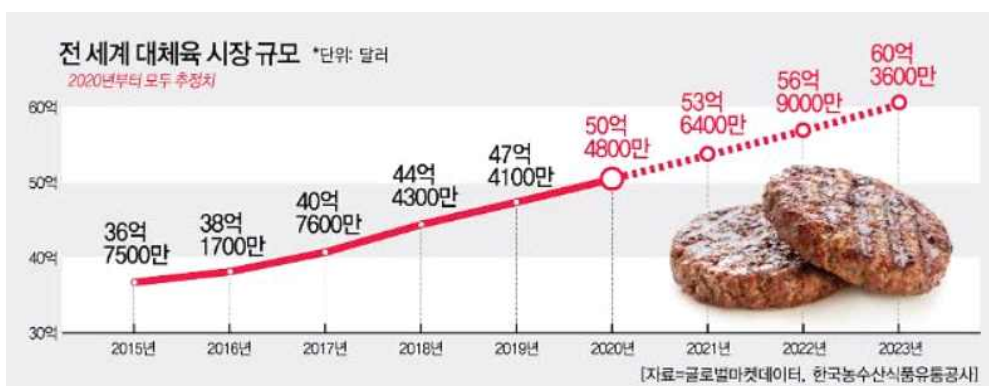


그림 3. 세계 대체육 시장규모(2019-2023)

- 미국 시장조사 전문기관 얼라이드 마켓 리서치(Allied Market Research)는 전 세계 대체육 시장규모가 2026까지 81억 달러 규모로 성장할 것으로 전망함.
- 국가별로는 미국이 약 10억 달러(21.0%) 규모로 가장 큰 시장을 형성하고 있고 영국이 6.1억 달러(12.9%), 중국이 2.8억 달러(6.0%), 독일이 2.6억(5.5%), 일본이 2.2억(4.7%), 우리나라는 0.2억 달러로 38번째를 차지함(그림 2).

글로벌 대체육시장 규모 (단위 : 만달러)

자료 : KOTRA



그림 4. 글로벌 대체육 시장 규모.

- 한국채식연합의 조사에 따르면 2018년 국내 채식 인구는 약 150만 명(국내인구의 약 3%)으로, 10년 전인 2008년 대비 10배 가량 증가함.
- 기존 국내 시장은 채식주의자를 위한 콩고기 판매 위주로 이루어졌고, 최근 스타트업 회사에서 국내 대체육 기술 개발이 본격화되고 있지만, 여전히 국내 대체육 기술 수준은 선도국과 비교하여 4~5년 늦은 것으로 평가받고 있음.
- 시장 규모는 2019년 기준 1740만 달러로 미국 시장(9억 9500만 달러)의 1/57 정도로 매우 작게 나타나고 있으며, 시장은 성장세지만 소비자들의 수요가 아직 적어 국내 식품기업들이 시장 추이를 살피며 적극적으로 나서지 않고 있음.
- 특히, 국내의 기술력은 해외에서 개발된 원천 소재 및 기술을 단순 배합하는 수준의 식물성 대체육이 대부분이며, 조직감과 풍미 등의 육류 특성 모방 기술은 부족하다고 평가되고 있음.
- 국내에서는 2017년 이후 롯데푸드, 동원 F&B, CJ제일제당, 풀무원, 지구인컴퍼니 등의 업체들이 대체육 시장에 진출하고 있으며, 정부에서도 대체육 산업 육성을 위한 기반을 마련 중임(표 1).

표 1. 국내 대체육 시장 식품 현황

롯데푸드	롯데리아	동원 F&B	CJ	지구인컴퍼니
				
통밀에서 추출한 단백질로 닭고기 대체육 개발	대체육 패티를 활용해 미라클버거 출시	미국 비욘드미트사와 독점공급계약	농출대두단백업체 '셀렉타'를 인수하여 사료용대체육 생산착수	우리나라 대표 푸드테크 스타트업으로 견과류 활용 대체육 생산

- 국내 단백질 기반 제품의 유형별 시장규모는 미트볼이 32%로 가장 많고, 버거 패티 21.5%, 너겟류 17.8% 등의 순서로 확인됐음.
- 한국의 식물기반 대체 육류 수출액은 2019년 전년 대비 47.4% 증가한 115만여 달러로 성장 중임(표 2).

표 2. 한국산 식물기반 대체 육류 식품 연도별 미국 수출 현황

금액 단위: US\$ 천, 물량 단위: Ton

품목 (HS Code)	2017		2018		2019		전년대비 증가율		2020.1~6월 누계	
	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량
식물기반 대체 육류 2106.10.9030	533	101	778	131	7147	2020	0.474	0.547	784	144

- 본 연구를 통해 대체육 제조 기술을 개발하고, 한식에 적합한 제품을 출시하여 국내 시장을 확대하고 나아가 신규 해외 시장을 개척하고자 함.

○ 기술적 측면

- 전 세계적으로 식물성 재료 기반 대체육, 3D 프린터를 이용한 대체육, 배양육 등 다양한 기술을 이용한 대체육 개발이 이루어지고 있음(표 3).

표 3. 국내·외 대체육 기술 현황

No.	기업명	기업개요	보유기술
1	임파서블푸즈 (Impossible Foods)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미국을 대표하는 대체육 제조기업 ◦ 최근 쇠고기 중심의 대체육 제조로 사업영역 확장 	<ul style="list-style-type: none"> - 콩의 뿌리혹에서 레그헤모글로빈(Leghemoglobin)을 추출하여 생산한 식물성 유기 철분인 헴(Heme)을 기반으로 실제 고기의 육즙과 맛을 구현 - 최근 FDA로부터 식물성 소고기에 들어가는 주요 성분인 헴(Heme)에 대한 안전성 승인 획득 - 코코넛 오일, 해바라기 오일을 통해 지방을 구현함
2	리디파인미트 (Redefine Meat) (3D 프린터를 기반)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이스라엘 푸드테크 기업 ◦ 3D 프린팅 기술을 통해 식물성 스테이크 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 콩 단백질, 코코넛 오일, 해바라기 오일 등 식물 소재를 활용하고 있으며, 다양한 풍미와 질감의 맞춤형 대체육 제공 - 3D 프린터를 통해 대체근육, 대체지방, 대체혈액 등을 구성하여 실제 스테이크 덩어리와 유사한 질감과 조직감 구현
3	비욘드미트 (Beyond Meat)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미국의 식물성 재료 기반 대체육 제조기업 	<ul style="list-style-type: none"> - 완두콩, 녹두, 현미 등으로 단백질 구성 - 코코아 버터, 코코아 오일로 마블링을 구현하고 비트 주스로 육즙 모방
4	퀸 (Quorn)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 영국의 대체육 기업 ◦ 버섯곰팡이류가 만들어 내는 마이코프로틴을 기반으로 닭고기 대체육 생산에 주력 	<ul style="list-style-type: none"> - 버섯 곰팡이류인 섬유형 균류로 만든 단백질인 마이코프로틴(Mycoprotein)이 가지는 실처럼 가느다란 조직 구성이 닭가슴살과 유사해 고기와 같은 식감으로 평가받고 있음
5	롯데 제로미트	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 밀 단백질 기반 대체육 	<ul style="list-style-type: none"> - 대두와 밀에서 식이섬유와 단백질을 추출하여 제조 - 메틸셀룰로스 저온 믹싱 공법을 개발해 식물성 단백질의 결합력 강화

6	디보션 푸드	◦ 국내 대체육 스타트업	- 귀리 등의 곡류를 고온고압으로 팽창시켜 식물성 조직단백질(TVP)을 만들고 적색 근채소류의 즙으로 식물성 피, 식물성 기름을 응고시켜 식물성 지방을 구현
7	타이슨 푸드 레이즈드 & 루티드	◦ 미국의 최대 식품 가공 기업	- 완두 분리 단백질과 아마씨유를 이용해 100% 식물성 고기 제품, 동물성과 식물성 성분을 혼합한 블렌딩(Blending) 고기 등을 내세워 시장 공략, 너겟과 다짐육, 패티, 소시지 등을 제조
8	농심 베지가든	◦ 대체육 다짐육, 패티를 비롯하여 떡갈비, 완자, 너비아니, 탕수육 등의 냉동 제품 제조	- HMMA 공법으로 만들어 고기와 비슷한 맛, 식감, 육즙을 구현 - 농심연구소와 태경농산이 독자 개발한 식물성 대체육 제조기술을 가정간편식(HMR)에 접목한 식물성 대체육 브랜드 '베지가든'을 론칭.
9	지구인컴퍼니	◦ 국내 푸드테크 스타트업 ◦ 상품성이 떨어지는 농산물을 활용해 식물성 고기 및 가공식품 제조	- 육류를 구울 때 발생하는 마이야르 반응(표면이 캐러멜화되며 고기와 유사한 향, 색깔 발현)을 구현하는 기술을 적용한 제품 개발
10	프레시지	◦ 국내 밀키트 제조 전문 업체	- 글로벌 대체육 기업 브이투푸드(v2food)와 협업하여 대체육을 밀키트와 결합해 소비 접근성을 높인다는 계획
11	CJ제일제당		- 첨가물이나 인위적 공정 없이 식물성 대체육의 고기 식감 및 향 구현에 필요한 차세대 조미소재를 개발 - 맛 소재 분야에서 '테이스트엔리치(TasteNrich)', 향 소재 분야에서 '플레이버엔리치(FlavorNrich)'에 집중
12	멤피스 미트 (배양육)	◦ 동물세포 배양을 통한 '실험실 고기' 생산	- 동물의 자기복제 세포를 배양해 인공고기 생산 - 실험실 배양의 공장화 단계로 '21년 소비자 대상 제품 출시 예정
13	잇저스트 (배양육)	◦ 비상장 유니콘 기업으로 '17년 배양육 기술 최초 상용화에 성공	- 실험실에서 배양된 닭고기 싱가포르 식품청의 판매승인 획득('20.12)
14	알레프팜스 (배양육)	◦ 이스라엘 배양육 기업	- 국제우주정거장에 3D바이오프린터를 이용한 세포배양 성공

- 전세계적으로 대체육의 질감을 실제 육류와 동일하게 구현하는 연구가 진행 중임. 대체육의 질감은 식물성 단백질을 분리하여 압출·성형하는 공정이 핵심기술임. 하지만 압력, 온도, 속도를 조절해서 식물성 단백질을 원하는 육류 질감으로 구현하는 것은 매우 큰 난제로 여겨짐.
- 미국, 대만을 비롯한 국외에서는 대두, 완두, 밀 등에서 단백질을 고압으로 성형 압출하여 조직단백질을 만드는 기술이 발전하였으나 아직 국내에서는 관련 연구가 부족한 실정임.
- 대체육 질감의 핵심인 조직단백질을 대부분 수입에 의존하고 있어 육류의 질감 구현에 대한 독자적 기술 개발이 필요함.
- 전 세계적으로 육류의 풍미를 완전히 대체할만한 수준의 대체육을 만들지 못하고 있으며. 곡물 특유의 이취가 존재함. 이를 마스킹하기 위해 다양한 첨가물이 사용되어 이에 대한 건강 이슈도 제기됨.
- 본 연구과제에서 국내산 농산물소재의 탐색 및 표준화를 통하여 대체육에 적합한 질감, 맛, 향을 부여하고 차세대 대체육 가공공정기술을 개발함. 이를 바탕으로 한식에 적합한 대체육을 구현함으로써 K-food 경쟁력을 강화하고자 함.

1-2) 연구개발의 목표

- 한식에 적합한 대체육을 개발하기 위해 구이 및 찌개 각각의 용도에 적합한 곡류(쌀, 보리, 밀, 메밀, 옥수수 등), 서류(감자, 고구마, 토란 등), 콩류(대두, 녹두, 완두 등), 견과류(밤, 호두, 잣, 땅콩 등), 종실류(참깨, 해바라기씨, 호박씨 등), 과실류, 채소류 등 국내산 농산물 소재를 대체육에 적합한 질감, 맛, 향을 기준으로 탐색하고, 탐색된 소재를 적용한 대체육 개발.
 - 지역에 기반을 둔 농산물 소재의 향미적, 가공적 특성을 바탕으로 대체 육류 원료로의 적합성 선별 양산 및 사업화 등을 위한 소재 표준화 및 전처리 공정 기술개발.
- 대체육의 질감을 부여하기 위한 국내산 농산물의 식이섬유 분리기 연구 및 제작.
 - 국내산 농산물에서 식이섬유 분리하기 위한 분리기 개발
 - 개발된 분리기를 통한 대체 육류 질감 부여 제조공정 개발
- 최종적으로 선정된 소재 및 차세대 대체육 가공공정 기술(식이섬유 분리기 및 압출기)을 이용하여 한식에 적합한 구이용(떡갈비, 불고기 또는 너비아니 2건), 찌개용(육개장용 소고기 1건) 대체육 개발.
 - 선별된 농산물 소재를 활용하여 적합한 배합비 개발
 - 구이용 용도에 적합한 식감, 형태의 대체 육류를 제조하기 위한 공정 개발
 - 찌개용 용도에 적합한 식감, 형태의 대체 육류를 제조하기 위한 공정 개발

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

○ 연구개발과제 수행의 개요

표 4. 연구 개요표

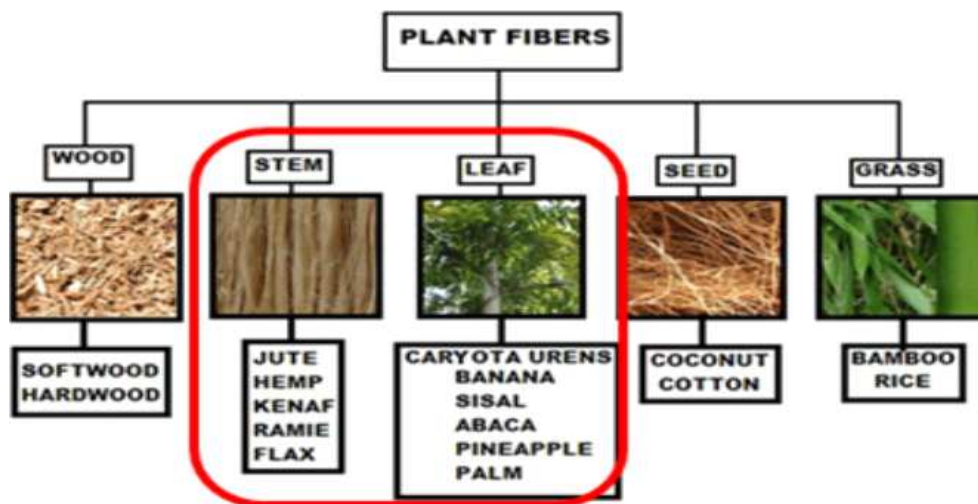
국내산 농산물을 활용하여 한식에 사용하기 적합한 형태 및 질감, 맛의 대체 육류 개발 및 사업화	
연구의 필요성 및 연구 방향	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기존 식물성 단백질 소재를 단독으로 하여 제조된 TVP는 동물성 육류의 전반적 부분(질감, 맛·향, 외관)의 한계점 존재 ■ TVP를 적용한 대체육의 제조시 첨가되는 결착제, 식물성 식이섬유의 적용을 통한 구이용 대체육의 품질 개선 및 개발 ■ 국내산 농산물 기반 대체육 개발 필요 ■ 한식용(구이용·찌개용) 대체육 개발 필요
연구 목표 및 내용	<p>1. 구이용 대체 육류 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성 식이섬유를 활용한 구이용 대체육의 질감 개선 <ul style="list-style-type: none"> ● 식물성 식이섬유 분리기 제작 ● 식물성 식이섬유 소재 선정 ○ 색 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 색 개선 <ul style="list-style-type: none"> ● 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색 ● 색 소재를 활용한 구이용 대체육의 제조 ● 색 소재를 활용한 구이용 대체육의 색도 측정 ○ 국내산 농산물 분말을 활용한 구이용 대체육의 맛·향 개선 <ul style="list-style-type: none"> ● 구이용 대체육의 맛·향 대체소재 탐색 ● 맛·향 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 제조 ● 맛·향 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 관능검사 ○ 구이용 대체육의 물리화학적 특성 및 관능검사 ○ 구이용 대체육 시제품 개발 <p>2. 찌개용 대체 육류 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 익스트루더(Extruder) 기기 고안 및 설비 과정 ○ 유사 습식 대체육 제조 기술 개발

기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대체육의 국내산 식물성 식이섬유 적용 <ul style="list-style-type: none"> ● 식물성 식이섬유를 적용한 대체육 소재의 다양화 ● 식물성 식이섬유를 적용한 대체육 소재의 국산화 ● TVP를 적용한 대체육의 제조 시 첨가되는 요소(결착제, 식물성 식이섬유)의 적용을 통한 구이용 대체육의 품질 개선 및 개발 ○ 고수분 대체육의 유사기술을 적용한 공정 간소화 <ul style="list-style-type: none"> ● 유사 습식 기술을 통한 고수분 TVP(찌개용 대체육)의 활용 가능성 기대 ● 유사 습식 기술 국산화 기대 ○ 익스트루더(Extruder)를 이용한 고수분 대체육 연구 <ul style="list-style-type: none"> ● 고수분 TVP 제조시 한식 육류 (K-Food)의 적용 다양화 ● 고수분 TVP에 적합한 기기 제조 및 생산 국산화 기대
------	--

- 표 4는 연구개발과제의 수행과정 및 수행 내용의 전반적인 연구 개요표다.

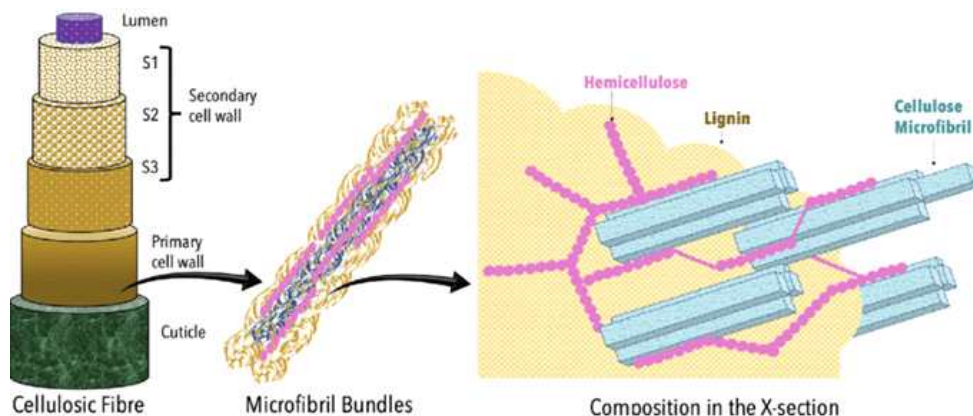
- 식물성 기반의 단백질만을 단독으로 사용하여 동물성 육류를 모사하는 것은 두 종류의 단백질의 구조적 차이로 인해 질감 특성 측면에서 한계가 있다. 따라서 식물성 대체육 제조 시 조직대두단백(TVP) 외에 동물성 육류와 유사한 질감을 부여할 수 있는 전분 또는 섬유질, 하이드로콜로이드와 같은 소재의 첨가에 대한 중요성이 증가하고 있다.
- 식물성 대체육 제조에 이용하는 TVP는 저수분 TVP로, 압출성형기(extruder)에 의해 생산되며 식물성 대체육의 기반이 되는 재료다. 저수분 TVP는 압출성형 공정 중 갑작스러운 온도 변화에 의해 순간적으로 팽화하여 뽕튀기와 유사한 특성을 나타내므로 수화처리를 통해 식물성 대체육에 사용한다. 하지만, 수화 처리한 TVP의 경우 고기와 다른 다공성(air cell) 구조를 나타내기 때문에 고기의 결을 구현하는 데 한계가 있다.
- TVP의 다공성 구조의 이질적인 결의 형성은 주로 결착제를 사용하여 해결한다. 그중 난백 분말은 소량으로도 TVP 간에 결착 구조를 형성하여 반죽 성형에 도움을 줄 수 있으며, 조리 직후 섭취 시 치킨 너겟과 같은 식감을 구현할 수 있다. 하지만, 시간이 경과함에 따라 단단한 특성이 강해지면서 열처리를 통해 부드러워지는 육류와는 이질적인 질감 특성을 나타낸다.
- 기존 TVP 단독으로 적용하였을 때의 문제(그 자체로는 결착이 없어 스펀지 같은 질감, 결착제를 적용하였을 때는 조직이 너무 단단해짐)를 해결하기 위해 식물성 소재를 이용하여 결착제를 첨가하였을 때의 단단한 조직을 식물성 식이섬유(Thread-like fibers)가 조직 사이를 끊는 역할을 하여 육류와 유사한 품질을 기대하였다.

- 식물성 식이섬유는 수분 보유력이 높아 조리 손실을 개선하거나 영양성분 프로파일을 향상하는 데 사용된다. 식물성 식이섬유는 주로 분말 형태로 사용되는데, 이를 줄기 원물의 형태로 대체육에 사용하면 TVP 간 과도한 결합 구조 형성을 방해하여 시간이 경과함에 따라 단단하게 굳는 것을 방지할 수 있다. 또한, 줄기 원물의 질기던 특성이 육류의 질긴 섬유를 모사하여 실제 육류와 유사한 질감을 구현할 수 있다(그림 3, 그림 4, 그림 5).
- 1차년도 연구는 TVP를 이용한 구이용 대체육류 2종(떡갈비, 너비아니)과 찌개용 대체육류(육개장)의 질감 개선을 목표로 하였다.



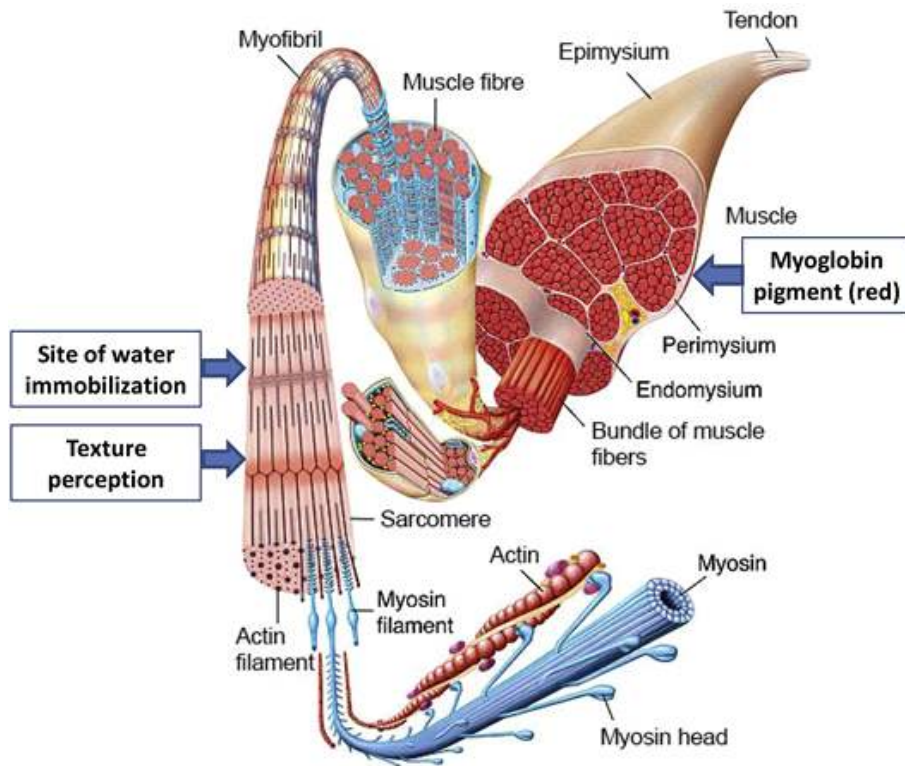
Source: Shetty, R., Pai, R., Barboza, A. B., & Gandhi, V. P. K. (2018). Processing, mechanical characterization and its tribological study of discontinuously reinforced caryota urens fibre polyester composites. *ARPJ. Eng. Appl. Sci.* 13, 3920-3928.

그림 3. 식물성 섬유의 분류.



Source: Shuvo, I. I. (2020). Fibre attributes and mapping the cultivar influence of different industrial cellulosic crops (cotton, hemp, flax, and canola) on textile properties. *Bioresources and Bioprocessing*, 1(1), 1-28.

그림 4. 식물성 식이섬유의 구조.



Source: Sha, L., & Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 51-61.

그림 5. 동물성 섬유의 구조.

- 따라서 본 연구에서는 건식 TVP를 이용한 구이용 대체육 제조에 난백 분말을 사용하여 결합성을 부여하였으며, 식물성 식이섬유를 사용하여 조리 후 시간이 경과 함에 따라 단단하게 굳는 것을 방지하고 실제 육류의 질긴 섬유를 모사하였다(그림 6).

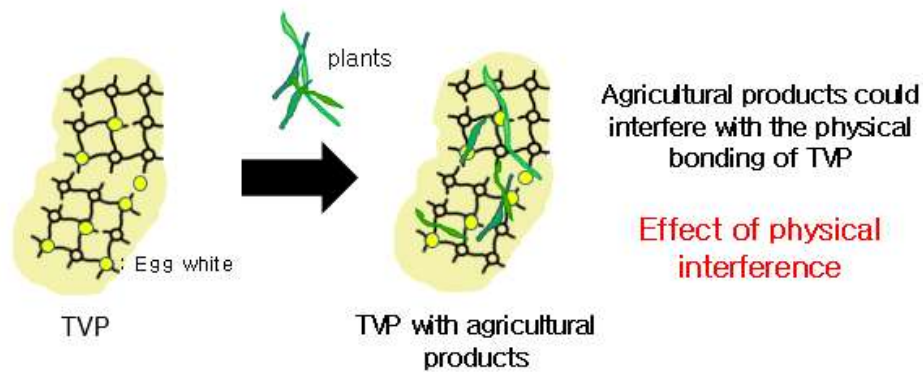


그림 6. 식물성 식이섬유가 수화 TVP에 미치는 영향

- 찌개용 대체육은 건식 TVP가 찌개(물)에 첨가되었을 때, 다공성 구조로 인해 과도하게 수화되어 육류와 전혀 다른 질감을 나타낸다. 본 연구에서는 이를 습식 TVP의 사용으로 해결하고자 하였다. 따라서 찌개용 육류의 소재 탐색 및 개발을 목표로 extruder를 이용한 습식 TVP를 제조하였다.

2-1) 구이용 대체육류 2종(떡갈비, 너비아니) 개발

2-1-1) 식물성 식이섬유를 활용한 구이용 대체육의 질감 개선

○ 식물성 식이섬유 소재 탐색

- 국내산 식물성 식이섬유 소재를 탐색하기 위해 농촌진흥청 농업경영종합정보 시스템의 데이터베이스·지역별 농산물의 정보, 식품의약품안전처의 식품영양성분 데이터베이스의 정보를 활용하였으며(그림 7, 그림 8), 가격, 생산량, 식이섬유 함량 등을 고려하여 국내산 식물성 식이섬유 소재 탐색 후보군 10종(고사리, 새송이버섯, 시래기, 고려엉겅퀴, 고구마순, 공심채, 호박잎, 토란대, 마, 시금치, 토마토)을 선정하였다(그림 9).

도매 가격(중도매인 판매가격)				상품, 분		소매 가격			
식품차별	채소종	특수차별	과일류	수산물	식품차별	채소종	특수차별		
물품	단위	가격(02.26)	동차별	현행	1개월전	1년전	물품	단위	가격(02.26)
고사리	20kg	49,000	▼ 0.4%	47,125	47,000	49,340	고사리	20kg	51,057
고사리(단면)	40kg	110,000		110,000	109,600	133,400	고사리(단면)	1kg	8,871
고구마순	20kg	177,000	▼ 1.4%	173,900	179,600	188,800	고구마순	500g	4,710

그림 7. 농촌진흥청 농업경영종합정보 시스템 홈페이지.

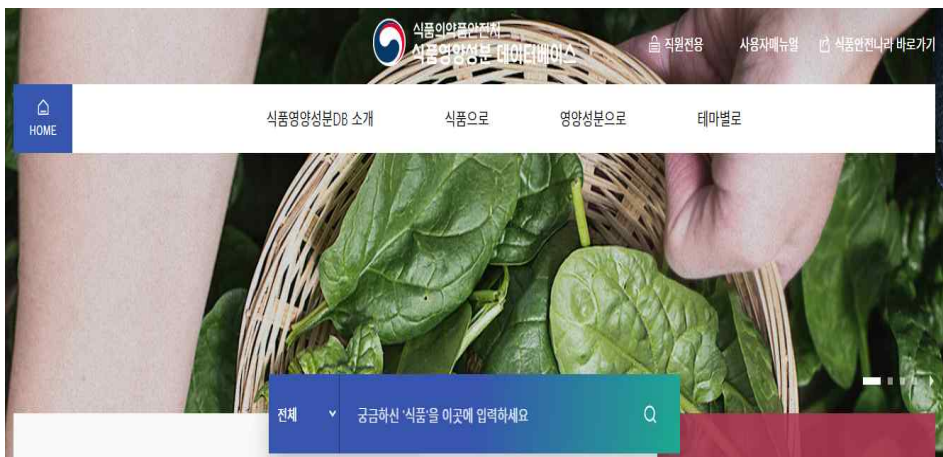


그림 8. 식품의약품안전처 홈페이지.



그림 9. 식물성 식이섬유를 활용한 구이용 대체육.

- 국내산 식물성 식이섬유 소재 탐색 후보군 10종을 일정한 길이(1-2cm)로 자르고 각 시료의 외관 및 질감 특성을 고려하여 열처리, 혼합, 테어링 공정을 통하여 균질화하였다. 외관으로 판단하였을 때 사전 공정에 의해 외부로 노출되는 섬유질의 균일한 정도와 원료 손실 정도를 파악함으로써 구이용 대체육에 사용하기 적합한지 확인하였다.

● 고사리(Bracken)

- 고사리(*Pteridium aquilinum*)는 열대지방에서부터 온대 지방에 이르기까지 광범위하게 분포하는 고사릿과의 여러해살이 양치식물로서, 우리나라 전국 산야의 어디에서도 잘 자라며 자생하고 있고, 우리의 일상식생활에서 즐겨 애용되고 있는 산채로서 봄철에 나오는 어린싹을 건조 시킨 후 저장해서 사계절 이용하고 있다. 데치는 과정을 거침으로써 나물에 함유된 아린맛과 쓴맛 그리고 독성분을 제거할 수 있다. 또한, 영양성분 중 비타민 B1의 경우 삶을 시 오히려 티아민 억제제의 활성을 낮추기 때문에 영양성분을 안정화할 수 있는 역할을 할 수 있다.
- 다발로 이루어진 고사리 줄기는 사전 공정으로 섬유질이 균질화되었으며, 공정 중 원료 손실이 적어 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 10).



그림 10. 고사리의 사전 공정처리 결과.

● 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*)

- 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*)은 분류학적으로 느타리버섯과(*Pleurotaceae*) 느타리버섯속(*Pleurotus*)에 속하는 식용버섯의 일종으로 원산지는 유럽 남부, 남아프리카, 중앙아시아 등의 건조성 초원지대이다. 자실체의 군사 조직이 치밀하여 육질이 뛰어나고, 자연산 송이버섯과 비슷한 맛을 낸다. 다른 버섯에 비해 수분 함량이 적기 때문에 비교적 저장 기

간이 길며, 이로 인해 짧은 유통 기한을 늘일 수 있다는 것이 장점이라 할 수 있다. 논문 ‘Sensory and Physicochemical Characteristics of Jeungpyun with *Pleurotus eryngii* Powder’를 통해 새송이버섯 가루를 활용한 증편의 관능적, 물리·화학적 품질 특성 변화를 확인하였다. 새송이버섯의 α -amylase가 전분의 입자의 분해에 영향을 주어 새송이버섯의 함량이 증가할수록 hardness(견고성) 값이 감소하고, cohesiveness(응집성) 값이 증가했다.

- 새송이버섯은 사전 공정으로 섬유질이 균질화될 수 있으며, 공정 중 원료 손실이 거의 없기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 11).



그림 11. 새송이버섯의 사전 공정처리 결과.

● 무청 시래기

- 무청 시래기는 무의 줄기와 잎 부분은 삶은 후 건조 시켜 말린 것을 말한다. 이는 보통 겨울철에 부족할 수 있는 비타민과 미네랄 식이 섬유소를 체내에 보충하기 위한 채소로서 사용되고 있다. 과거에는 단순히 겨울철 부식 재료로서 가치를 인정받았지만 무청 시래기에 함유된 비타민 A 및 C와 섬유질에 대한 가치를 인정받아 식품으로서 수요가 급속히 증가하고 있다. 무 잎은 수분함량이 많아 보관이 어려우나 건조할 경우 부피와 무게가 감소되어 저장성이 향상되기 때문에 장기 보관이 가능하다. 무청 시래기는 주로 11월에 가을 무를 수확하고 난 후 잎을 이용하였지만, 최근에 무청 시래기 자체를 상품화하여 농가 소득을 올리고 있다.
- 무청 시래기는 사전 공정으로 섬유질이 균질화될 수 있으므로 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 12).



그림 12. 무청 시래기의 사전 공정처리 결과.

● 고려엉겅퀴(곤드레)

- *Cirsium* 속에 속하는 *Cirsium setidens Naka*(고려엉겅퀴)는 ‘곤드레’라 불리기도 하며 폴리페놀 성분을 비롯하여 식이섬유, 무기질 및 비타민 등이 함유되어 있어 항암 활성을 비롯한 다양한 생리활성이 보고된 바 있다. 고려엉겅퀴는 매월 5월에 채취하여 식용으로 사용되고 있으며, 봄에 돋아나는 연한 어린잎과 부드러운 줄기는 살짝 데쳐서 나물이나 국으로 이용하고 말려서 묵나물로 쓰기도 하며 줄기는 껍질을 벗겨내어 튀김, 무침, 볶음, 데침 등으로 요리하며 특유의 향미가 있고 촉감이 좋아 차로도 사용한다. 또한, 고려엉겅퀴를 이용한 두부 제조를, 떡을 제조한 바 있으며 고려엉겅퀴를 이용한 양조간장의 개발 및 건강음료 등의 개발이 시도된 바 있다.
- 고려엉겅퀴는 잎과 줄기의 섬유질이 질기나, 열처리 후에는 부드러운 질감을 나타내기 때문에 이질감이 적으며, 공정 중 원료 손실이 거의 없으므로 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 13).



그림 13. 고려엉겅퀴의 사전 공정처리 결과.

● 고구마순

- 고구마순은 고구마의 줄기를 말하는 것으로 보통 여름-초가을에 섭취하는 채소류로 원재료 자체로는 질긴 특성을 보이기 때문에 걸썩질을 제거한 후 열처리(데치기)를 통해서 섭취하거나, 열처리 및 건조 후 보관을 통해 섭취할 수 있는 연중 식품이다. 열량이 낮고 식이 섬유소가 2.00 g/100 g 기준으로 식이섬유가 풍부하다. 또한, 삶는 정도에 따라 시료의 강도조절이 가능할 것으로 본 시료를 탐색하였다. 고구마순은 비타민과 단백질이 많이 함유되어 있다. 여러 무기질 중 특히 칼슘과 철분이 함유되어 골다공증과 빈혈을 예방할 수 있는 효과도 있다. 이 밖에도 고구마순은 비타민 A가 풍부하여 기름에 볶아 섭취하면 그 흡수율을 높일 수 있다. 고구마순은 부산물로 인식되고 있어 사용률이 적으며, 해외 식품군에서의 고구마순 사용에 대한 조리 방법 및 연구가 미비하다.
- 고구마순은 사전 공정으로 섬유질의 균질화가 매우 수월하며, 데침 이후에도 구조가 쉽게 파괴되지 않고, 공정 중 원료 손실이 적기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 14).



그림 14. 고구마순의 사전 공정처리 결과.

● 공심채(모닝글로리)

- 공심채는 ‘Water spinach’라고 불리면 반수생 열대 식물로 국내의 시금치와 유사한 식감을 가지고 있으며 주로 중국·동남아시아권에서 주로 섭취한다. 공심채는 생으로 섭취하면 박테리아나 기생충이 함유될 위험이 있기에 주로 데쳐서 섭취하도록 알려져 있다. 공심채는 데친 후에도 줄기의 구조가 유지될 정도의 견고한 것이 특징이다.
- 공심채는 사전 공정처리에 의해 섬유질이 균질화될 수 있으며, 공정 중 원료 손실이 적기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 15).



그림 15. 공심채의 사전 공정처리 결과.

● 토란대

- 토란대(*Colocasia esculenta(L.) Schott stem*)는 토란(*Colocasia esculenta(L.) Schott*)에서 자라는 줄기로써, 무기질과 식이섬유가 풍부하다고 알려져 있으며, 우리나라에서는 주로 9월 말에서 10월 중순 사이에 수확한다. 토란대는 아린 맛이 있어 물에 불려서 아린 맛을 제거한 후 데쳐서 사용한다. 조직이 비교적 열에 강한 특성이 있으므로 오랜 시간 열처리에도 기존의 식물성 줄기의 식이섬유를 얻을 수 있다.
- 토란대는 사전 공정으로 섬유질이 균질화되기는 어려우나, 공정 중 원료 손실이 거의 없다(그림 16).



그림 16. 토란대의 사전 공정처리 결과.

● 호박잎

- 호박잎은 박과에 속하는 덩굴성 1년생 채소이다. 주로 호박잎은 찌거나 삶아서 쌈으로 활용한다. 호박잎은 넓고 털이 많은 호박잎은 섬유소와 비타민이 풍부하고 칼로리가 낮아 다이어트 식품으로 활용된다. 호박잎이 함유한 성분 중 두드러지게 많은 베타카로틴은 피부와 점막을 튼튼히 하고 저항력을 높여주고 눈의 피로를 풀어주며 활성산소를 제거해 암세포 발생을 막아주는 항산화 작용을 한다.
- 호박잎은 사전 공정처리에 의해 섬유질이 균질화될 수 있으며, 공정 중 원료 손실이 적기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 17).



그림 17. 호박잎의 사전 공정처리 결과.

● 마

- 마는 마과(*Dioscoreaceae*) 마속(*Dioscorea* spp.) 의 덩굴성 다년생 단자엽 초본으로, 일반적으로 가식부의 뿌리가 원기둥 모양이며, 내부는 유백색 혹은 황갈색을 띠고, 끈끈한 점질 다당류를 다량 함유하고 있다. 마는 세계적으로 10속 650여 종이 주로 열대 및 아열대 지역에 널리 분포하며 50여 종이 식용으로 이용되고 있다. 마의 주성분은 전분질이며, 생물가가 우수한 당단백질, 무기질, 비타민 C와 B1 등을 함유하고 있고, 점질 성분인 glycoprotein의 일종인 ‘mucin’이 있어 점성이 높다. 이는 위와 장을 보호하고 자양강장의 효과가 탁월하여 ‘산에서 나는 장어’라는 이름을 가지고 있다. 마는 생으로 먹어야 그 효능을 제대로 얻을 수 있지만, 특유의 미끄러운 점성 때문에 여러 식품과 같이 혼합하여 섭취하는 것이 대부분이다. 논문 ‘동결건조 및 열풍건조 방법에 따른 마의 성분과 물리적 성질 변화’에서 생마의 텍스처 및 물성을 측정된 연구 결과 약간의 견고성과 탄력성이 확인되었으며, 일부 섬유질과 점액성 물질에 의한 응집성과 부착성이 있는 것으로 나타났다. 해당 논문에서는 이러한 생마의 점액성 물질이 다량 함유되어 있기에 이를 이

용하여 가공 제품을 개발할 경우, 생마 균질물의 물리적 특징으로서 부착성, 응집성 등의 성질을 검토할 필요성을 강조하였다.

- 마는 사전 공정처리에 의해 섬유질이 균질화될 수 있으나, 수분이 많아 구이용 대체육의 낮은 견고성과 원료 손실이 우려된다(그림 18).



그림 18. 마의 사전 공정처리 결과.

● 도라지

- 도라지는 섬유질이 많고 비타민과 무기질이 풍부한 알칼리성 식품으로 산성 음식을 많이 섭취하는 현대인들에게 꼭 필요한 식재료 중 하나이다. 도라지의 사포닌은 기침, 가래, 염증을 삭혀주는 등 기관지 및 호흡기 건강에 좋고, 혈당 조절과 콜레스테롤 저하 기능이 있다. 또한, 칼슘이 다량 함유되어 있어 골다공증 예방과 성장기 어린이들의 뼈 건강에 좋다.
- 도라지는 사전 공정으로 섬유질이 균질화될 수 있으며, 사전 공정처리 시 식이섬유가 끊어지지 않고 작은 단위로 분리되며, 공정 중 원료 손실이 적기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다(그림 19).

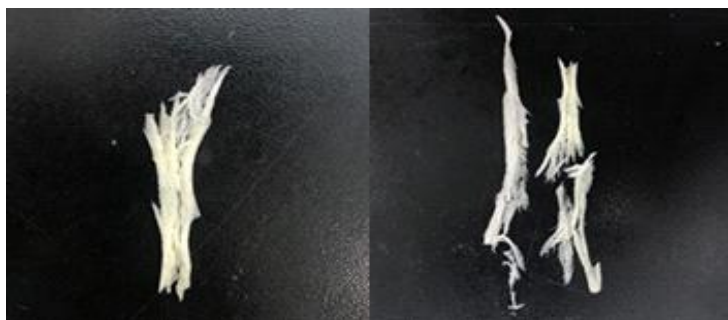


그림 19. 도라지의 사전 공정처리 결과.

● 시금치

- 시금치(spinach)는 명아주과에 속하는 일년생 또는 이년생 초본식물로 섬유질이 적어 완화제로 이용되며 빈혈, 신장병과 어린이들의 골반 발육에 특효가 있는 채소로 알려져 있으며 여성 미용에 효과적이다. 시금치는 국내 전통 식품 소재로서 찌개류, 무침 등으로 섭취하고 있다.
- 시금치는 줄기가 질겨 사전 공정으로 섬유질이 균질화가 어려우나, 열처리에 의해 조직이

쉽게 연해지며, 공정 중 원료 손실이 거의 없기 때문에 구이용 대체육 제조에 사용하기 적합하다.



그림 20. 시금치의 사전 공정처리 결과.

○ 식물성 식이섬유 분리기 제작

● 식물성 식이섬유 분리기 제작

- 물리적 식이섬유 분리(타장) 처리는 식물 소재의 식이섬유에 물리적인 힘을 가하는 소재 전처리 공정이다. TVP 기반 구이용 대체육의 어묵 질감의 한계를 극복하고자 본 연구에서는 식물체 식이섬유를 섬유질의 결 방향을 유지하면서 작은 단위체로 확보하여 육류의 질긴 질감을 모사하는 전략을 세웠다. 이에 따라 식물의 식이섬유를 가늘고 얇게 펼 수 있는 식이섬유 분리기(일명 타장기)를 고안하고 자체 제작하였으며, 식이섬유 소재를 활용한 구이용 대체육 제조 시 본 기기를 사용하였다(그림 21, 그림 22).

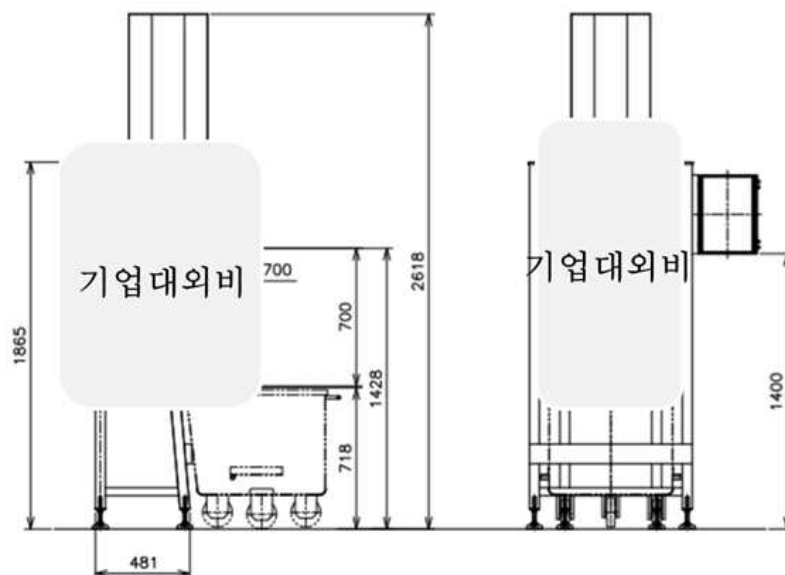


그림 21. 식이섬유 분리기 도면.



그림 22. 식이섬유 분리기.

● 식물성 식이섬유의 전처리(타장 처리)

- 타장 처리를 통하여 소재의 식이섬유 다발 단위를 최소화하면서 끊어지지 않도록 하였다. 궁극적으로 타장 처리된 식물 소재를 식물성 대체육에 적용 시, 육류의 미세 근육 질감을 구현할 수 있을 것이라 판단하였다.
- 타장 처리에 따른 식물성 식이섬유 4종 중 대표로 고구마순의 외관 차이를 그림 23과 그림 24에 나타내었으며, 식물성 식이섬유는 타장기 배치 안에 100kg에 해당하는 시료를 넣고(일정 함량 이상 첨가하지 않으면 타장 처리에 어려움이 있음) 처리한 결과, 처리 시간 30분 이상부터는 유사한 외관을 보이며 차이가 나타나지 않았기 때문에 30분을 최적 처리 시간으로 설정하였다.



그림 23. 고구마순의 타장 처리에 따른 외관.
 (왼쪽) 생 고구마순 (가운데) 데친 고구마순 (오른쪽) 물리적 섬유화 처리된 고구마순



그림 24. 고구마순의 처리에 따른 슬라이드글라스 외관.
(왼쪽) 물리적 섬유화를 하지 않은 고구마순 (오른쪽) 물리적 섬유화 처리된 고구마순.

○ 식물성 식이섬유 소재 선정

● 식물성 식이섬유 소재 4종 선정

- 앞서 선정된 10종의 식이섬유 소재를 첨가하여 구이용 대체육 시료를 제조한 후, 물성 측정기(CT3 Texture analyzer, Brookfield, USA)를 이용하여 Probe type: TA25/1000, 60% deformation, pretest speed: 2.00 mm/s, return speed: 2.00 mm/s의 조건으로 물성 특성을 분석하였으며, 해당 결과를 바탕으로 4종을 선별하였다.

● 식물성 식이섬유 소재 최종 선정

- 앞서 선정된 식물성 식이섬유 소재 4종을 이용하여 표 5와 같이 구이용 대체육을 제조한 후, 서울대학교 식품공학실 연구원 10명을 대상으로 간이 선호도 조사를 실시하여 최종 1종을 선정하였다(그림 25).

표 5. 식물성 식이섬유 소재를 첨가한 구이용 대체육 시료의 배합비

시료명	TVP(%)	식물성 식이섬유(%)	부가재료 (분말,%)	부가재료 (액상,%)
control	55	0	10	35
10	PS	49.5	5.5	10
	NPS			
20	PS	44	11	10
	NPS			
30	PS	38.5	16.5	10
	NPS			
40	PS	33	22	10
	NPS			
50	PS	27.5	27.5	10
	NPS			

Graph에서 타장 처리를 하지 않은 식물성 식이섬유군(NPS, Not physical fibrillated sweet potato stem)은 검은색(Black)으로, 타장 처리한 식물성 식이섬유군(PS, Physical fibrillated sweet potato stem)은 회색(Gray)으로 구분했다.

Appearance of 4 kinds of meat analogues with agricultural products



Sweet potato stem



Good Smoothness
(Soft materials)



High moisture



Weak taste & flavor

Platycodon



Rigid structure



Modest moisture



Strong taste & flavor

Bracken



Modest structure



Relatively low moisture



Weak taste & strong flavor

Siraegi



Weak structure



High moisture



Stong taste & flavor

그림 25. 최종 선정된 소재 탐색 후보군에 대한 구이용 대체육 제조.

- 구이용 대체육의 제조과정

- 제조과정은 그림 26에서의 순서와 동일하게 진행되었으며 그림 27에서 시각화하였다.

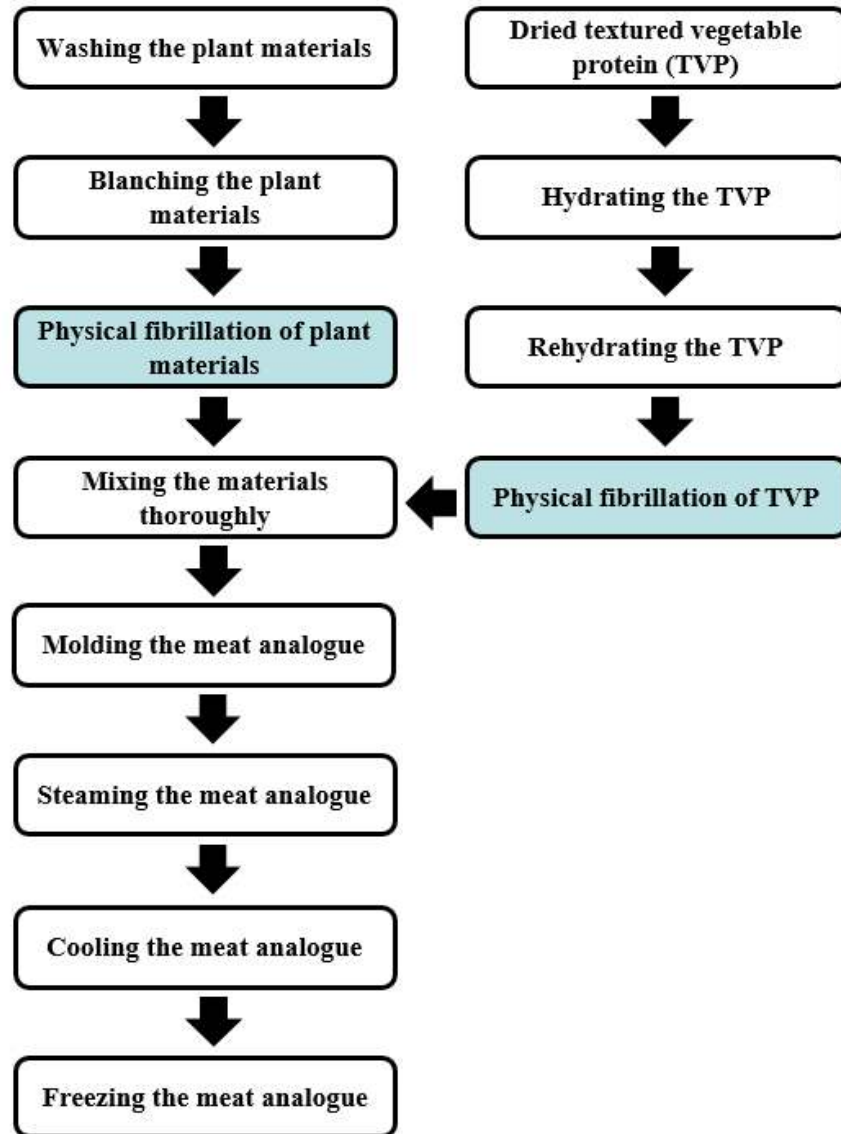


그림 26. 구이용 대체육 제조과정 흐름도.



그림 27. 구이용 대체육 제조과정.

● 타겟 떡갈비 시제품(대조군) 선정

- 구이용 대체육과 구이용 떡갈비를 비교, 분석하기 위하여 타겟 떡갈비 시제품을 선정하였다 (그림 28).



그림 28. 대조군(주부 9단 오븐구이 떡갈비, 목우촌).

- 대조군의 성분은 돼지고기(국산) 39.56%, 닭고기(국산) 15.48%으로 육류가 혼합되어 있으며 (그림 28), 실제 서울대학교 식품공학실 10명의 연구원의 간이 관능평가를 통해 타장 처리한 고구마순을 활용하여 제조한 구이용 대체육이 대조군과 유사한 식감을 가지고 있음을 확인하였다(그림 29).



그림 29. 대조군 외관(주부 9단 오븐구이 떡갈비, 목우촌).

2-1-2) 색 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 색 개선

- 색은 가시광선의 명암과 분광 구성에 대한 시각각 또는 색 감각, 색 감각을 일으키는 빛 또는 색 자극, 색 자극을 일으키는 물체의 특성이다. 색 감각은 색 자극과의 대응에는 개인차가 있으나 표준관측자의 대응을 규정함으로써 공통적인 심리 물리적 표시를 정할 수 있다.
- 색 감각에는 명암(측광적 성질)에 대응하는 밝기와, 분광 구성(측색적 성질)에 대응하는 감각 색도가 있으며 후자는 색의 종류 즉, 색상과 선명도(깊이) 즉 채도로 나뉜다. 이 세 가지 속성에 따라 색의 시료를 여러 개 배열한 색표계로 표시하는 방법을 발색계의 표색 계법(color system)이라고 한다.
- 이 체계를 통해 색을 측정하고 계량하는 것이 가능하며, 색을 질서 있게 표시하는 체계 중 현색계는 색 샘플 모음이나 색 지도에 의해 시각화된다. 물리학적 빛의 혼합에 기초한 혼색계는 색을 측색하여 빛을 반사하는 파장역에 따라 색의 특성을 나타내는 방법이다.
- CIE L*,a*,b*이 대표적 혼색계로, 명확성과 색 차이 측정에 유용하여 과학, 산업 분야에서 널리 활용된다.
- 기존의 TVP는 연한 황토색을 나타내어 갈색 색소를 이용하여 색을 보다 쉽게 구현할 수 있지만, 대부분의 갈색 원료로 카라멜 색소를 이용하기 때문에 수입원료의 의존성이 높을 뿐더러, 카라멜 단일 색소로 육류의 색을 구현하는 것에는 한계가 있다.
- 수입원료의 공급 불안정 및 대체육의 수요증가 등의 이유로 국내산 농산물을 이용하여 천연소재에서 육류의 색을 구현할 수 있는 원료를 탐색하였다.

○ 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색

- 구이용 대체육의 색은 한식 육류 특유의 색이 진갈색임을 고려하여 진갈색을 목표로 선정하였다(그림 30).

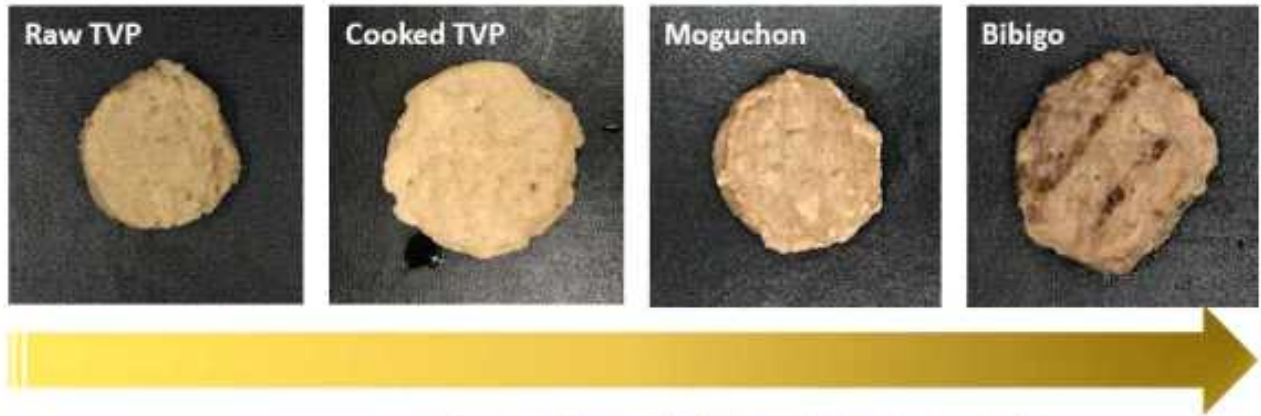


그림 30. 구이용 대체육과 시제품의 색 외관.

- 연구에서 모사하고자 하는 대조군은 육류 떡갈비 2종으로, ‘Moguchon(목우촌)’ 떡갈비와, ‘bibigo(비비고, CJ제일제당)’ 떡갈비 제품을 선정하였다.

● 구이용 대체육의 색 대체소재(단일 원료) 탐색

- 첫 번째 방안으로는 단일 색소로 이용되는 카라멜 색소를 대체하고자 단일 소재를 이용하는 방안을 설정하였으며, 단일 원료로 국내산 농산물 총 6종(우엉, 연근, 제피, 영지버섯, 느릅나무 가루)을 선정하였다.

• 우엉(Greater burdock)

- 우엉은 국화과에 속하는 풀로 껍질은 붉은 갈색이고 국내에서 주로 재배된다. 최근 식이 섬유 급원으로 우엉에 대한 관심이 높아지고 있으며, 우엉의 탄수화물 대부분은 이눌린으로 구성되어 당뇨 및 신장에 좋은 알칼리 식품으로 알려져 있다. 식이섬유가 풍부하고 생리활성 기능을 가진 우엉은 현대인의 건강 증진에 도움을 줄 수 있다.

- 우엉의 붉은 갈색은 우리가 목표로 하는 떡갈비 색에 도달할 수 있을 것으로 예상하여 시료 중의 하나로 선정하였다.

• 연근(Lotus root)

- 연근은 수련과에 속하는 다년생 식물로 연근의 주성분은 탄수화물이며, 식물성 섬유가 풍부하게 들어있고 체내의 콜레스테롤 수치를 떨어뜨리는 작용을 한다. 주로 생식하거나 요리에 사용되고 차로 이용하는 등 다양하게 활용되고 있다.

- 우엉 특유의 연한 갈색은 우리가 목표로 하는 떡갈비 색과 유사한 특징을 가지고 있기 때문에 시료로 선정하게 되었다.

- **마(Yam)**

- 마는 뮤신이라는 점액 물질이 매우 풍부하며, 단백질의 흡수를 촉진해 단백질로 이루어진 위벽의 분해를 억제해 위를 보호하고 장내 윤활제 역할을 해 위산과다와 위궤양 예방에 효과적인 성분으로 알려져있다.

- 마의 내부에 다량 함유된 황갈색을 띠는 끈끈한 점질물은 건강에 이점이 많을 뿐만 아니라, 우리가 목표로 하는 떡갈비 색과 유사한 특징을 가지고 있어 시료로 선정하게 되었다.

- **제피(Sichuan pepper)**

- 제피는 제피나무의 열매껍질을 이용한 것으로 우리나라에서 향신료로서 제피의 소비는 주로 요리의 비린내를 없애기 위해 사용하고 있다.

- 제피는 특유의 검은색을 띠고 있어 연한 갈색을 띠는 TVP와 혼합될 경우 본 연구에서 목표로 하는 떡갈비 색과 유사한 특징을 나타낼 수 있어 시료로 선정하게 되었다.

- **영지버섯(Reishi mushroom)**

- 영지버섯은 우리나라에서 일반적으로 불로초라고 불리며 약용버섯으로써 이용되고 있다. 항암효과를 비롯하여 항알레르기 작용, 혈압강화작용 등의 효능을 가지고 있으며, 국내외적으로 많은 연구가 이루어지고 있다.

- 영지버섯은 밝은 갈색의 색을 띠고 있으므로, 우리가 목표로 하는 떡갈비 색과 유사한 특징을 나타낼 수 있어 시료로 선정하게 되었다.

- **느릅나무(Japanese Elm)**

- 느릅나무의 껍질은 한방에서 유평이라는 약재로 사용하는데 치습, 이뇨제, 소종독에 주로 사용되고 있다.

- 느릅나무의 껍질은 진한 갈색으로 떡갈비 색과 매우 유사하며, 소량으로도 목표하는 색에 근접할 수 있을 것으로 예상하여 시료로 선정하게 되었다.

● 구이용 대체육의 색 대체소재(혼합 원료) 탐색

- 두 번째 방안으로는 혼합 원료를 이용하여 한식용 갈색을 구현하도록 하였으며, 혼합 원료로 국내산 농산물 3종(백년초, 단호박, 썩 가루)을 선정하여 혼합하였다.

• 백년초(Prickly pear)

- 백년초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 손바닥 선인장이라고도 불리며, 건조한 기후에서 자생하는 다년생 식물로 우리나라에서는 제주도 지역에서 주로 재배되고 있다. 일반적으로 4.24%의 단백질과 1.35%의 지방 그리고 3.79%의 조섬유로 구성되어 있다.
- 백년초는 영양소 및 기능성 성분을 다른 식품에 비해 다량 함유하고 있어 기능성 식품 소재로서 충분히 활용할만한 가치가 있으며 최근 백년초의 이뇨효과, 변비 치료, 장운동의 활성화 및 식욕 증진 등의 약리 효과들이 밝혀짐으로써 앞으로 이를 이용한 기능성 식품의 개발이 활발해질 것으로 전망된다.
- 백년초의 붉은 색은 천연발색제 중 하나로 알려진 레드비트와 유사한 베타시아닌(betacyanin)과 베타잔틴(betaxanthin)을 함유하고 있다. 이들 중 특히 베타시아닌 성분은 pH에 의한 변색으로부터 매우 안정하며, 미국 식품의약청(FDA)의 허가 아래 현재 육제품 및 빙과류 등 다양한 식품의 색소로 이용되고 있다.
- 논문 'Thermal Stability of Selected Natural Red Extracts Used as Food Colorants'에서 붉은색을 나타내는 추출물 6가지 샘플의 온도를 조절하여 빛의 파장을 측정함으로써 백년초의 붉은 색소 성분은 열에 대해 안정함을 증명했다. 따라서 목표로 하는 열안정성에 부합하는 시료로 선정되었다.

• 단호박(Sweet green pumpkin)

- 단호박은 서양계 호박에 속하며 일반 호박보다 크기가 작으며 항산화와 항암 등의 효과를 나타내는 β -carotene이 다량 함유되어 있으며, 비타민 A, 비타민 B1, 비타민 C와 Na, P, Ca 등의 무기질도 풍부하다.
- 풍부한 섬유질이 부종을 가라앉게 하여 임산부에게 좋을 뿐만 아니라 식욕을 개선해 주는 효능이 있어 건강식품으로 각광을 받고 있다. 단호박은 푸레, 스펀지케이크, 스톱, 된장 소스, 쿠키, 젤리 등 다양한 식품에 기능성 부재료로 성공적으로 사용되었으나, 현재까지 대체육에 적용된 연구는 보고된 바가 없다. 따라서 본 실험의 탐색 대상으로 선정하였다.

• 썩(Mugwort)

- 썩(*Artemisia princeps* Pampan.)은 국화과(*Compositae*)에 속하는 다년생 초본으로 지금까지 보고된 약 400 여종의 *Artemisia* 속 식물 중 약 300 여종이 우리나라에 자생하고 있으며 약초로 주로 이용된다. 썩은 우수한 녹엽 단백질원으로서 지방 성분 중에는 필수

지방산이 많아 영양학적 측면에서 매우 우수한 식품이며, 섬유소량과 회분량이 많아 체중 조절을 위한 식품으로 많이 알려져 있다.

- 썩 가루를 식품에 첨가한 연구는 많으나, 대체육에 적용된 연구는 아직 보고된 바가 없다. 따라서 본 실험의 탐색 대상으로 선정하여 대체육에 적용하고자 하였다.

○ 색 소재를 활용한 구이용 대체육의 제조

● 단일 원료 분말을 이용한 구이용 대체육 제조

- 단일 원료 분말을 이용한 구이용 대체육은 단일 원료 분말 6종(우엉, 연근, 마, 제피, 영지버섯, 느릅나무)의 함량을 구이용 대체육 100g 중 각각 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 1.0%, 2.0%로 달리하여 제조하였으며, 전기스팀쿠커(ST-KS03, BEAR ELECTRIC APPLIANCE CO., LTD., 중국)로 8분간 처리한 후 테스트를 진행하였다.

● 혼합 원료 분말을 이용한 구이용 대체육 제조

- 색 대체소재(혼합 원료)를 활용한 구이용 대체육은 백년초와 단호박, 썩을 표 6과 같이 배합하여 천연색소 분말을 구성하였고, 전체 구이용 대체육 100g 중 천연색소 분말의 함량을 각각 1.0 %, 2.0 %, 3.0 %, 4.0 %로 달리하여 제조하였으며(그림 31)., 전기스팀쿠커(ST-KS03, BEAR ELECTRIC APPLIANCE CO., LTD., 중국)로 8분간 처리한 후 테스트를 진행하였다.

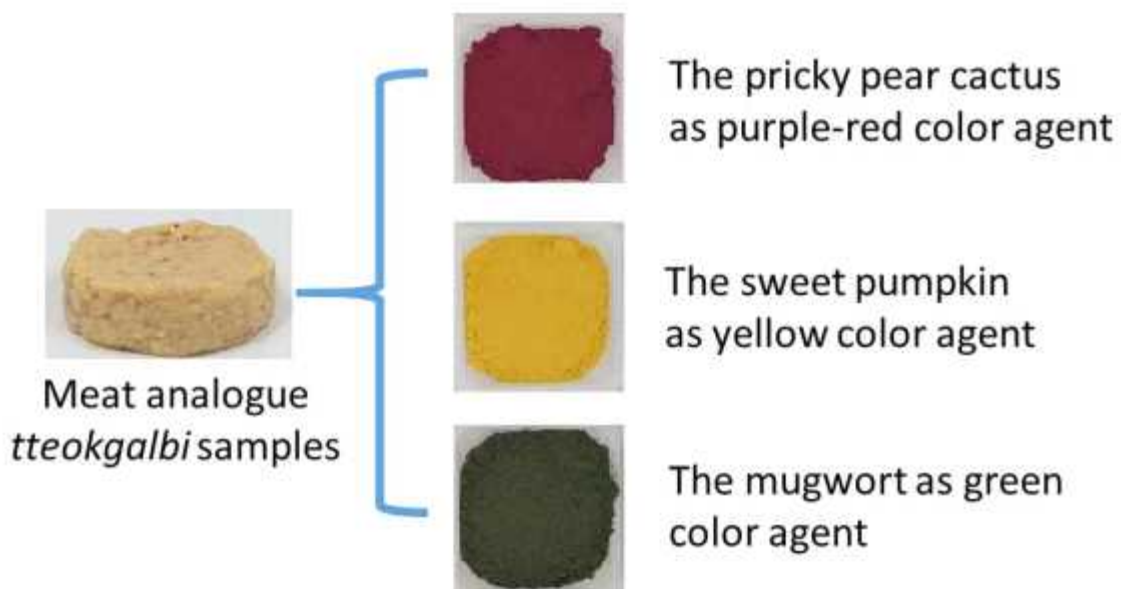


그림 31. 천연 색소 분말 첨가 예시.

표 6. 천연색소 분말의 배합

비율	백년초	단호박	썩
1:1:3	0.2	0.2	0.6
1:3:1	0.2	0.6	0.2
3:1:1	0.6	0.2	0.2
2:1:2	0.4	0.2	0.4
2:2:1	0.4	0.4	0.2
1:2:2	0.2	0.4	0.4

○ 색 소재를 활용한 구이용 대체육의 색도 측정

- 천연 색소를 첨가하지 않은 구이용 대체육(Raw TVP, Cooked TVP)과 대조군 2종의 색도를 측정한 결과를 바탕으로 Raw TVP 및 Cooked TVP와 비교하여 천연 색소를 첨가한 구이용 대체육의 색도 측정 결과가 L*(명도, Lightness) 값은 감소하고, a*(붉은 정도, Redness) 값은 증가하고, b*(황토색 정도, Yellowness)는 유지하는 방향으로 본 목표를 설정하였다(그림 32).

	L*	a*	b*
Raw TVP	67.64±1.19	4.17±0.27	23.50±0.40
Cooked TVP	75.05±0.56	2.24±0.26	20.59±0.60
비비고	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
목우촌	50.65±5.12	8.86±0.99	22.52±2.11



그림 32. 구이용 대체육의 색도 측정 및 시제품의 색도 측정.

- 매회 색도 측정 시 20 g의 식물성 대체육을 Chroma meter CR-400 색차계를 이용하여 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*), 황색도(yellowness, b*)로 나타내었고, 시료를 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 실험 데이터는 색차 값을 구하는 식을 사용하여 대조군인 육류 떡갈비 시제품과 색 차이를 비교하였다.
- 매회 10회 색도 측정을 수행하였고, 이 과정을 실험마다 3 반복 수행하였으며, 실험 데이터는 SPSS 통계처리 프로그램을 이용하여 Duncan 법으로 통계처리 하여 유의적인 차이가 나타나는지 결과를 비교할 수 있도록 하였다.

2-1-4) 구이용 대체육의 맛·향 대체소재 탐색

○ 구이용 대체육의 맛·향 대체소재 탐색

- 구이용 대체육에서 고기의 맛과 향을 구현하기 위해 실제 육류의 조리 시 나타나는 마이야르 반응(Maillard reaction)에 의한 육향을 구현하고자 하였다.
- 농촌진흥청 농업경영종합정보 시스템(KAMIS 농산물 유통정보), 식품의약품안전처의 식품 영양성분 데이터베이스 및 각종 국내산 농산물 가공(분말화, 농축액 제조) 식품회사 제품을 조사하여 1차 스크리닝을 진행하였으며, 한식 육류에 사용하는 조미 소재를 기준으로 국내산 소재 11종을 선정하였다. 2차 스크리닝으로는 내부 연구진의 예비실험을 통해 시료 별 최적 함량을 시험하여 3종의 원료를 선정하였다. 마지막으로 '인테이크' 내부 패널의 관능평가를 통해 선정된 3종 원료의 특징 및 선호도를 조사하였다(그림 33).

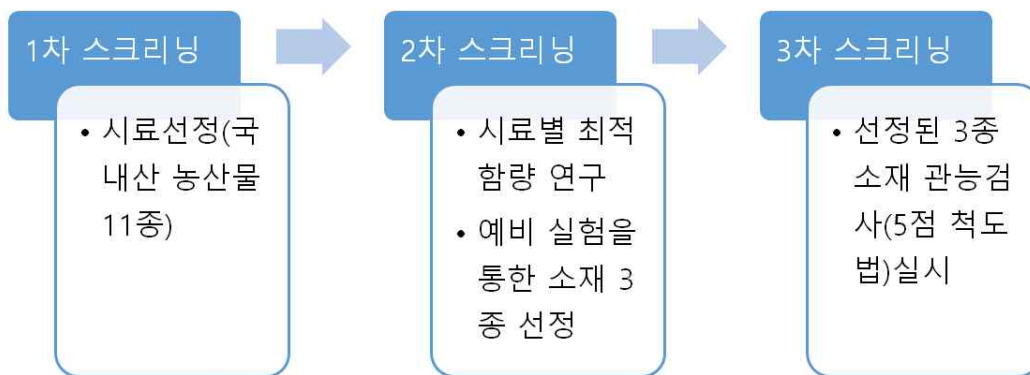


그림 33. 맛·향 소재 스크리닝 과정.

● 1차 스크리닝(시료 선정)

- 대체육의 맛과 향을 국내산 농산물로 대체하기 위한 원료 선정을 위해 농촌진흥청 농업경영 종합정보 시스템(KAMIS 농산물 유통정보), 식품의약품안전처의 식품 영양성분 데이터베이스 및 각종 국내산 농산물 가공(분말화, 농축액 제조) 식품회사 제품 리스트를 조사하였다. 또한, 농협 하나로 마트, GS마트, 이마트 등 대형 매장을 직접 방문하여 시장조사를 실시하였다. 그 결과 다음의 11종 국내산 농산물을 1차 스크리닝하였다.

● 매실청(Japanese apricot)

- 매실(Japanese apricot)은 매화나무의 열매를 말하며, 주로 일본, 중국, 한국에 분포하고 있다. 매실의 약 85% 이상이 수분이며 그 이외에 무기질, 비타민, 유기산이 풍부하고 특히 매실은 대표적인 알칼리 식품으로 알칼리성 식품은 무기물 중 Na, K, Ca, Mg와 같은 알칼리성 원소를 많이 함유하고 있다.
- 매실의 효능은 다음과 같다. 첫 번째, 매실의 신맛은 소화액을 촉진하여 소화불량을 해소하고 위장장애를 치료하는 효능을 가지며 한의학에는 약재로 널리 이용되고 있어 많은

연구가 진행되었다. 동의보감에서는 매실은 맛이 시고 독이 없으며, 갈증과 설사를 멈추게 하고 근육과 맥박이 활기를 찾게 한다고 말한다.

- 시트르산의 경우 당질의 대사를 촉진하고 이는 피로회복, 식욕증진 및 해독 등의 효과가 있어 민간약으로서 많이 이용한다. 두 번째, 매실은 향균력이 뛰어나서 오래 보관하여 먹는 매실주나 매실청 등의 저장식품으로서 주로 섭취한다. 이러한 특징을 이용하여 매실 추출물을 이용한 연구가 다양하게 진행되고 있다.
- 연구 '매실 추출물을 함유한 기능성 음료 개발(2000)'에서는 매실 함유량을 달리하여 제조 후 암세포에 배양하므로써 나타나는 증식억제효과를 측정하였고, '매실 농축액 첨가 고추장 소스의 품질 특성(2011)'에 따르면, 염도 및 당도와 관능검사를 통한 연구에서는 매실 농축액의 첨가 수준을 2%로 한 고추장 소스의 외관, 맛, 텍스처 및 전체적으로 우수한 고추장 소스를 제조할 수 있다.
- 청매실에는 '아미그달린'이라는 독성이 있으며 이는 효소작용으로 인해 시안화수소산(HCN)으로 전환되어 이에 노출되는 경우 갑산성중이나 중추신경학적 장애 등을 유발하는 것으로 알려져 있다.

• 배도라지 농축액

- 도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 보통 3~5년 정도 재배하는 초롱꽃과에 속하는 다년생 채소로 진정, 해열, 진통 및 항염증 효과가 알려져 있으며, triterpenoid계 사포닌과 당질, 섬유질을 상당히 함유하고 있어 만성 질환 예방, 항암효과 간 기능 강화 등에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.
- 배는 대표적인 알칼리성 식품이다. 또한, 도라지와 마찬가지로 기관지 질환에 효과가 있어 감기 해소, 천식 등에 좋으며, 배변과 이뇨작용을 돕는다.
- 배도라지는 도라지 특유의 쓴맛이 배의 단맛과 조합으로 인하여 쓴맛을 완화할 수 있으면서도 둘의 효능이 시너지 효과로 인하여 거부감 없이 다양한 가공식품으로서 소비되고 있다.

• 발효콩분말

- 콩은 식물성 단백질 식품으로 우수한 영양적 가치뿐만 아니라, 식이섬유, 이소플라본 등의 다양한 생리활성물질을 함유한 건강기능성 식품으로 동물성 단백질에 대한 효율적인 대체식품으로 알려져 있다.
- 콩이 가지고 있는 특유의 비린 냄새, 트립신의 소화 작용을 방해하는 트립신 저해제 등에 의한 낮은 소화성, 식감의 기호도가 떨어지는 단점 등이 있다. 콩 비린내를 감소하기 위해 분리 대두의 효소처리와 발효를 통해 콩 비린내를 감소시키고 기능성 향상에 도움을 주는 단백질 음료, 아이스크림 등의 가공식품을 연구해왔다.
- 콩 아이스크림의 품질 향상을 위한 연구의 발체 내용 중, 종합적인 기호도는 삶은 대두분말 발효 베이스가 콩 특유의 비린 맛과 냄새가 약하면서 상큼한 풍미가 많고 입안의 질감이 부드러워서 관능적인 품질이 양호한 것으로 나타났다. 종합적인 기호도는, 우유 아

이스크림과 유의한 차이는 보이지 않았음에도 불구하고, 삶은 대두분말 발효 베이스 아이스크림이 가장 양호한 평가를 받았다.

- 양배추

- 양배추는 고대 그리스 시대부터 즐겨 먹던 채소로 미국의 타임지가 선정한 서양 3대 장수식품 중 하나이다. 양배추는 부위별로 영양소 함유량이 다른데, 겉잎에는 비타민 A와 철분, 칼슘이 풍부하고 속잎에는 비타민 B군과 비타민 C의 함량이 많다. 또한, 지혈작용을 하는 비타민 K와 항궤양성의 비타민 U가 풍부하게 함유되어 있어 위궤양 등의 치료에 효과적이다.

- 양배추는 잘게 썰어 샐러드 또는 즙이나 주로 삶는 등의 방법을 많은 요리에 사용하고 있다. 또한, 양배추 분말을 첨가한 연구로는 쿠키, 케이크, 그리고 떡에 분말을 첨가하고 그 품질 특성을 보았다. 따라서 분말형태의 양배추 분말은 대체육 제조시 특유의 단맛을 얻을 수 있을 것이라 판단했다.

- 파프리카

- 파프리카(paprika)는 과채류로 영양이 매우 풍부하고, 색깔별로 영양과 효능도 달라 다양한 용도로 활용되고 있다. 피망에 단맛을 더하고 과육이 많도록 개량한 파프리카는 특히 비타민이 풍부해 피부에 좋다고 보고되고 있다.

- 파프리카를 이루고 있는 토코페롤, 카로티노이드, 비타민 C 등은 항산화 물질로도 높게 평가받고 있으며 카로티노이드는 적색, 황색 혹은 자색을 띠는 천연색소군으로 의약품, 식품, 사료 등 다양한 분야에서 산업적 이용이 활발하게 이루어지고 있다.

- 시금치

- 시금치(spinach)는 명아주과에 속하는 일년생 또는 이년생 초본식물로 섬유질이 적어 완화제로 이용되며 빈혈, 신장병과 어린이들의 골반 발육에 특효가 있는 채소로 알려져 있으며 여성미용에 효과적이다.

- 시금치는 국내 전통소재로써 일반 재배 작물 중에서도 항산화 능력이 높다고 알려져 있다. 비타민 A의 전구체인 카로틴과 아스코르브산을 다량으로 함유하고 있어 항산화 효과가 뛰어날 것으로 보고되고 있다.

- 동굴레

- 동굴레는 전국의 산지에서 잘 자라는 여러해살이풀이며, 길이는 30~50cm 가량이고, 약재로 쓰는 뿌리는 주로 말려서 이용한다.

- 동굴레의 근경은 씹었을 때 단맛이 있고 끈적끈적한 특성을 지니고 있으며, 볶음 처리를 하면 구수한 송늬 맛이 있어 오래전부터 전통차로 애용되었으며, 동굴레 근경에는 점액성 당질, 아미노산, 알칼로이드 등을 함유하고 있다.

- **표고버섯**

- 표고버섯은 느타리과에 속하는 버섯으로 밤나무와 떡갈나무 등 죽은 나무에 기생하여 자란다. 향과 맛이 좋아 각종 음식의 재료로 널리 이용되며, 생으로 이용하거나 말려서 사용하기도 한다.
- 표고버섯은 여러 가지 영양분을 함유하고 있으며, 최근 그 성분 중에 항암물질과 혈압 상승 억제 물질 등 각종 약리 작용 물질들이 발견되어 건강 증진 식품으로도 각광 받게 되었다.
- 또한, 표고버섯의 섬유소를 많이 포함하고 있기 때문에 대변량을 증가시켜 장암 예방에 효과가 있으며, 변비와 숙변을 예방하고 혈중 콜레스테롤을 저하하는 작용이 있어서 동맥경화를 막아준다. 또한, 표고버섯의 섬유소는 당뇨병을 예방하는데 유효하며 비만 예방에 효과가 있고 혈압 저하의 작용이 있다.
- 표고버섯의 독특한 향과 맛을 내는 주성분인 구아닐산과 글루탐산 등의 유리 아미노산을 다른 버섯류보다 많이 함유하고 있어 맛을 더욱 강하게 느끼게 한다. 일본이 우아미 즉 감칠맛을 만들어낸다. 또한, 이를 이용한 많은 연구가 진행되고 있다.
- '표고버섯가루 분말 첨가 식빵의 일반성분 및 품질 특성' 논문에서는 표고버섯가루 첨가량과 아미노산 함량은 비례함을 확인하였다. 또한, 맛에 대한 선호도는 표고버섯가루 2% 첨가 식빵에서 가장 높게 나타났으며, 이취 및 잔류감이 가장 낮게 나타났다.

- **감초**

- 감초(甘草, Chinese Liquorice)는 콩과에 속하는 여러해살이풀로 시베리아, 중국 북동부, 몽골 등에서 서식한다. 감초의 뿌리는 한약재로 주로 사용되며, 그 단맛 때문에 감초라 불린다.
- 감초는 글리시리진, 글라브릭산, 슈크로즈, 글루코즈, 리퀴리틴, 리코리시딘 등의 약용성분을 함유하고 있다. 글리시리진은 디프테리아 독소, 뱀독, 복어독 등의 독소에 대한 치료효과를 내는 것으로 알려져 있으며 파상풍의 치료약으로도 사용된다(L Barfod, 2002).
- 감초의 단맛은 대체육의 제조에 있어서 풍미를 끌어내고 감칠맛을 향상시킬 것이라 기대하였다.

- **팥**

- 한해살이풀로 그 키가 약 30~50 cm이다. 팥의 열매는 소두(小豆) 또는 적두(赤豆)라고도 불리며, 팥의 원산지는 인도와 아시아 극동지역으로 알려져 있다. 현재는 한국, 중국, 일본 등에서 주로 섭취하기 때문에 많이 재배되고 있다.
- 팥은 비타민 B1이 풍부하며 각기병 치료, 피로 회복에 효과가 있다. 단백질은 글리시닌(glycinin), 발린(valine)을 제외한 필수아미노산이 풍부하다. 팥은 사포닌이 많으며 섬유질 또한 많으며, 해독 및 배변 촉진 등의 효능을 가진다(Sik, 2016).

- 팔은 사포닌과 필수아미노산이 많아서 대체육에 감칠맛을 제공할 수 있을 것으로 기대되며, 열처리에 의한 아미노산이 환원당과 함께 마이야르 반응을 통해 고기 특유의 불향을 구현할 것이라 기대하였다.

- 토마토

- 토마토는 전 세계적으로 소비가 높은 채소로서 조리 방법 또한 다양하다. 대표적인 붉은색 채소로서 각종 몸에 좋은 영양소도 많을뿐더러 토마토에 함유된 성분에는 구연산, 사과산, 호박산, 아미노산, 루틴, 단백질, 당질, 회분, 칼슘, 철, 인, 비타민 A, 비타민 B1, 비타민 B2, 비타민 C, 식이섬유 등이다. 비타민 C의 경우 토마토 한 개에 하루 섭취 권장량의 절반 가량이 들어있다. 토마토에는 라이코펜, 베타카로틴 등 항(抗)산화 물질이 많다.
- ‘Nutritional characteristics of tomato fibers as a useful ingredient for food industry’에서 발췌한 내용 중에 토마토 섬유가 식품 산업의 재료로서 나타나는 영양학적 특성을 나타낸 연구로, 토마토는 껍질 부분에 영양성분이 많기에 껍질을 이용한 많은 연구가 이어지고 있다. 하지만 실제 산업에서는 이를 사용하지 않고 버리는 경우가 많음을 확인할 수 있었다.
- ‘Assessment of different dietary fibers(tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the manufacture of chopped cooked chicken products’에서 발췌한 내용 중, 이 논문은 토마토 껍질을 이용한 섬유화를 통하여 다진 닭고기에 첨가함으로써 얻을 수 있는 이화학적 효과를 본 연구다. 이는 토마토 껍질의 섬유질이 물성에 기여 하는 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

- 2차 스크리닝

- 맛·향 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 제조

- 구이용 대체육의 제조는 기존 구이용 대체육의 함량을 이용하여 TVP와 난백 분말, 해바라기유, 양념 소스(간장, 설탕, 양파, 마늘, 참기름, 후추)를 배합하였으며. 각각 첨가된 원료의 특징분석을 위해 향과 맛에 주영향을 미치는 각종 분말 및 액상 시즈닝 및 색소 등은 배제하였다.
- 1차 스크리닝으로 선정된 11종의 원료를 각각 구이용 대체육 함량의 0.5%, 1% 비율로 첨가하여 배합하였으며, 11종 원료 중 원물의 맛 또는 향이 강한 발효콩 분말, 시금치, 표고버섯, 감초 4종은 추가로 0.2% 첨가하여 테스트를 진행하였다. 배합된 원료는 전기 스팀쿠커(ST-KS03, BEAR ELECTRIC APPLIANCE CO., LTD., 중국)로 8분간 처리한 후 테스트를 진행하였다.

- 맛·향 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 관능검사

- 2차 스크리닝을 통해 연구원 5인이 순위법을 통해 전체 선호도가 가장 높은 것을 1순위, 가장 선호도가 낮은 것을 3순위(시료가 4종인 경우 1~4순위)로 하여 평가하였고, 단맛, 짠맛, 감칠맛, 이미/이취 항목은 강도가 가장 낮은 순으로 1~3순위(시료가 4종인 경우 1~4순위) 평가를 실시하였다(그림 34).

설문지

시료를 왼쪽부터 오른쪽 순서대로 맛보신 후 각각의 강도가 낮은 순서대로 번호(1~3)를 적어주세요.
(강도가 낮은 것을 1로 하세요.)

	198	466	239
1. 단맛	()	()	()
2. 짠맛	()	()	()
3. 감칠맛	()	()	()
4. 이미/이취	()	()	()
5. 전체선호도 (전체선호도는 제일 좋은 것을 1로 하세요.)	()	()	()
* 기타의견			

그림 34. 2차 스크리닝 설문지(소비자선호도조사).

- 1차 스크리닝 시 소재의 기본 향이 강하다고 평가된 발효콩분말, 시금치분말, 표고버섯분말, 감초분말 4종의 0.2% 첨가 예비 테스트 결과 4종 모두 원물의 향이나 맛이 거의 느껴지지 않고, TVP 특유의 콩 특유의 비린맛을 낮춰주고, 전반적인 맛이 상승한다는 평가로 4종의 시료 모두 0.5%로 함량을 증량하여 추가적으로 평가를 하도록 하였다(표 7).

표 7. 발효콩, 시금치, 표고버섯, 감초분말을 첨가한 시료의 평가 의견

시료	평가 의견
발효콩분말 0.2%	감칠맛이 더욱 잘 느껴짐, 콩비린내 감소함.
시금치분말 0.2%	신선한 맛, 수분감이 높게 느껴짐, 시금치 향 안 느껴짐.
표고버섯분말 0.2%	감칠맛 상승, 콩비린내 감소함. 버섯 특유의 향이 잘 안 느껴짐.
감초분말 0.2%	전반적인 맛을 등글게 함, 무난한 맛.

- 한식에 적합한 대체육의 국내산 맛 소재 스크리닝을 위해 설문 항목을 단맛, 짠맛, 감칠맛, 조식감, 전반적 기호도, 시료 선호도, 기타 의견의 총 7가지 문항을 선택하였다.
- 단맛, 짠맛, 감칠맛 항목은 5점 척도(1점 매우 약함, 2점 약함, 3점 보통, 4점 강함, 5점 매우 강함)로 측정하였고, 조식감과 전반적 기호도 항목은 5점 척도(1점 매우 싫음, 2점 싫음, 3점 보통, 4점 좋음, 5점 매우 좋음)로 측정하였다. 시료 선호도 항목은 4가지 시료를 선호하는 순서대로 1~4번으로 표기하도록 하였다. 기타 의견 항목은 자유롭게 작성하도록 하였다.

- 한식에 적합한 대체육의 국내산 향 소재 스크리닝을 위해 설문 항목을 단맛, 짠맛, 감칠맛, 불맛, 전반적 기호도, 시료 선호도, 기타 의견의 총 7가지로 선정하였다.
- 단맛, 짠맛, 감칠맛, 불맛 항목은 5점 척도(1점 매우 약함, 2점 약함, 3점 보통, 4점 강함, 5점 매우 강함)로 측정하였고, 전반적 기호도 항목은 5점 척도(1점 매우 싫음, 2점 싫음, 3점 보통, 4점 좋음, 5점 매우 좋음)로 측정하였다. 시료 선호도 항목은 4가지 시료를 선호하는 순서대로 1~4번으로 표기하도록 하였다. 기타 의견은 자유롭게 작성하도록 하였다.

● 3차 스크리닝

- 한식에 적합한 대체육의 국내산 맛 소재 스크리닝을 위해 설문 항목을 단맛, 짠맛, 감칠맛, 조직감, 전 반적 기호도, 시료 선호도, 기타 의견의 총 7가지 문항을 선택하였다. 단맛, 짠맛, 감칠맛 항목은 5점 척도(1점 매우 약함, 2점 약함, 3점 보통, 4점 강함, 5점 매우 강함)로 측정하였고, 조직감과 전반적 기 호도 항목은 5점 척도(1점 매우 싫음, 2점 싫음, 3점 보통, 4점 좋음, 5점 매우 좋음)로 측정하였다. 시 료 선호도 항목은 4가지 시료를 선호하는 순서대로 1~4번으로 표기하도록 하였다. 기타 의견 항목은 자유롭게 작성하도록 하였다.
- 한식에 적합한 대체육의 국내산 향 소재 스크리닝을 위해 설문 항목을 단맛, 짠맛, 감칠맛, 불맛, 전반 적 기호도, 시료 선호도, 기타 의견의 총 7가지 문항을 선택하였다. 단맛, 짠맛, 감칠맛, 불맛 항목은 5 점 척도(1점 매우 약함, 2점 약함, 3점 보통, 4점 강함, 5점 매우 강함)로 측정하였고, 전반적 기호도 항목은 5점 척도(1점 매우 싫음, 2점 싫음, 3점 보통, 4점 좋음, 5점 매우 좋음)로 측정하였다. 시료 선 호도 항목은 4가지 시료를 선호하는 순서대로 1~4번으로 표기하도록 하였다. 기타 의견은 자유롭게 작성하도록 하였다(그림 35).

설문지(A)							설문지(B)						
설문지(A) 상세: 2020년 11월 25일, 연령: 남/여, 각 항목의 해당 점수(1점~5점)에 ○ 표기해주세요.							설문지(B) 상세: 2020년 11월 25일, 연령: 남/여, 각 항목의 해당 점수(1점~5점)에 ○ 표기해주세요.						
1. 맛	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음		1. 맛	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음	
425	1	2	3	4	5		425	1	2	3	4	5	
912	1	2	3	4	5		912	1	2	3	4	5	
337	1	2	3	4	5		337	1	2	3	4	5	
172	1	2	3	4	5		172	1	2	3	4	5	
2. 향	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음		2. 향	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음	
425	1	2	3	4	5		425	1	2	3	4	5	
912	1	2	3	4	5		912	1	2	3	4	5	
337	1	2	3	4	5		337	1	2	3	4	5	
172	1	2	3	4	5		172	1	2	3	4	5	
3. 감칠맛	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음		3. 감칠맛	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음	
425	1	2	3	4	5		425	1	2	3	4	5	
912	1	2	3	4	5		912	1	2	3	4	5	
337	1	2	3	4	5		337	1	2	3	4	5	
172	1	2	3	4	5		172	1	2	3	4	5	
4. 조직감	매우싫음	싫음	보통	좋음	매우좋음		4. 조직감	매우악함	악함	보통	좋음	매우좋음	
425	1	2	3	4	5		425	1	2	3	4	5	
912	1	2	3	4	5		912	1	2	3	4	5	
337	1	2	3	4	5		337	1	2	3	4	5	
172	1	2	3	4	5		172	1	2	3	4	5	
5. 전반적 기호도	매우싫음	싫음	보통	좋음	매우좋음		5. 전반적 기호도	매우싫음	싫음	보통	좋음	매우좋음	
425	1	2	3	4	5		425	1	2	3	4	5	
912	1	2	3	4	5		912	1	2	3	4	5	
337	1	2	3	4	5		337	1	2	3	4	5	
172	1	2	3	4	5		172	1	2	3	4	5	
6. 시료를 선호하는 순서대로 번호(1~4)를 적어주세요.	425	912	337	172			6. 시료를 선호하는 순서대로 번호(1~4)를 적어주세요.	425	912	337	172		
	()	()	()	()	()	()		()	()	()	()	()	()
7. 기타의견(자유롭게 작성해주세요.)							7. 기타의견(자유롭게 작성해주세요.)						

그림 35. 3차 스크리닝 설문지.

- 인테이크 내부 직원 26명을 대상으로 예비실험을 통해 선정된 감초 0.2%, 둥글레 0.5%, 토마토 1% 3종과 신규 소재를 물로 대체한 대조군 총 4종 관능평가를 실시하였다. 수집된 설문지 26부 가운데 부실하게 응답한 설문지는 0부로 최종 26부를 분석에 이용하였다.

2-1-5) 구이용 대체육의 물리화학적 특성 및 관능검사

- 대체육 질감의 소재 탐색을 통해 고구마순을 최종적으로 선정하였고, 식이섬유 분리기를 통해 처리에 따른 비교를 위해 물리화학적 특성 및 관능검사를 진행하였다.

표 8. 구이용 대체육의 관능검사 시료

시료명	TVP(%)	고구마순(%)	부가재료 (분말,%)	부가재료 (액상,%)
control	60	0	10	35
(N)PS10	54	6	10	35
(N)PS20	48	12	10	35
(N)PS30	42	18	10	35

- 시료 제조는 표 8에 따라 진행되었다.
- 물리화학적 특성으로는 TPA (Texture Profile Analysis)를 통해 Compression test와 Cutting force인 Warner-Bratzler Shear Force (WBSF), 총유출량 (TEF, Total Expressible Fluids)를 확인하였다.
- Compression Test의 실험 조건은 시료의 크기는 45mm diameter, 10mm height으로 제조되었으며, Micro Stable System 사의 TA.XT plus기기를 이용하였다. 각 조건은 60% deformation과 P/75 compression platen을 이용하였고 pre-test 2mm/s, test-speed 2 mm/s, post-speed 2mm/s, trigger force 5g를 이용하였다.
- Warner-Bratzler Shear Force (WBSF) Test의 실험 조건은 시료의 크기는 25mm diameter, 30mm height으로 제조되었으며, V-shaped blade(60 degree angle, 1mm thickness)을 이용하였고 250 mm/min cross head speed를 이용하였다.
- 수분함량 측정의 경우 식품공전에 나온 규정을 따랐다.
- 총유출량 (TEF, Total Expressible Fluids) Test의 실험 조건은 대체육 반죽의 25g을 센트리 튜브에 넣은 후 5000 rpm으로 15분간 처리 후 water bath에서 30분간 처리해주었다. 이후 다시 5000 rpm으로 30분간 처리하여 상층액을 aluminium dish에 넣어 dry oven에 105℃로 24시간 처리 후 무게를 측정하여 함량 비율을 계산하였다.
- 관능검사는 종합적으로 시료에 대한 특성을 확인하는 묘사분석을 통해 확인하였다.
- 인간을 대상으로 진행하는 연구에 대해서는 반드시 IRB(Institutional Review Board, 의학 연구윤리심의위원회)를 승인받아야 하며, 이는 연구 대상자의 권리·안전·복지를 위하여 인간을 대상으로 모든 생명과학연구의 윤리적, 과학적 측면을 심의하여, 연구계획을 승인할 수 있는 독립된 합의제 의결기구다(그림 36).
- 서울대학교 식품공학실 최영진 교수님의 연구실은 관능검사를 진행하기 위해 IRB 수업을 이수하였다(그림 36).

The Trusted Standard in Research, Ethics, and Compliance Training

The Collaborative Institutional Training Initiative (CITI Program) is dedicated to serving the training needs of colleges and universities, healthcare institutions, technology and research organizations, and governmental agencies, as they foster integrity and professional advancement of their learners.

그림 36. CITI PROGRAM을 통한 IRB 승인 과정.



그림 37. IRB 승인 인증서.

- IRB 승인을 받고 50명의 후보자를 선정하여 차이식별검사를 통해 최종 10명의 패널을 선정하였고, 한 달간의 패널 훈련을 통해 최종 4번의 관능검사를 실행하였다(IRB No. 2105/001-011).
- 관능평가 묘사분석을 진행하기 전에 패널 선정을 위해 패널 모집공고를 진행하였다(그림 37, 그림 38).
- 음료의 기본 맛 검사 패널을 모집하여 기본맛 식별 검사를 첫 번째로 진행하여 패널을 선정하고자 하였다.
- 서울대학교 내부 학생 및 교직원 50명을 대상으로 예비 관능평가를 진행하였고, 단맛, 짠맛, 신맛, 그리고 쓴맛을 기준 맛으로 선정하여 차이식별 검사를 진행하였다.
- 차이식별 검사를 통해 정답률 75% 이상인 패널을 선정하여, 관능검사 훈련에 참여 가능한 최종 10명의 패널을 선발하였다.

<기본맛 검사 패널 모집문>

음료의 기본 맛 검사 패널 모집

다음과 같은 연구에 참여하실 분을 모집합니다.

<p>연구 과제명 국내산 농산물을 활용한 한식음 대체식품 개발</p> <p>연구 책임자명 최 영 진 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부</p>

연구 목적 : 육가공제품의 특성 평가를 위한 패널 선발

참여자 선정조건 : 20-30대 여성 및 남성

참여 내용 : 음료를 맛보고 설문에 응답

참여일시 및 장소

1) 일시 : 2021년 6월 9일 수요일 14:00-18:00 (1회 참여, 소요시간 20분 내외)

2) 장소 : 농생대 200동 1021호

참여 시 사례 : 5천원 상당의 음료상품권 1매 (품목 변동 가능)

참여 방법 : 아래 번호로 문자로 신청 (희망시간, 이름, 나이, 성별 명시)

※주의: 음식섭취 또는 양치질 직후는 삼가, 향 진한 화장품 삼가

본 연구의 내용에 관한 문의는 다음 연구 담당자에게 하십시오.

이름 : 식품생명공학전공 이 유 영 전화번호: 010-2662-4919



그림 37. 기본맛 검사 패널 모집문.

<Recruitment of participants for the taste of basic beverages>

We are looking for people to participate in the following research.

Research project name:

Development of meat analogues for Korean food (K-food) using domestic agricultural products

Researcher director name:

Prof. Young Jin Choi

Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

The purpose of this research: The selection of panels for characterization of processed meat products

- The participant selection conditions: Male and Female in their 20s and 30s
- Participation content: Questionnaires answer about beverages

Participation date and place

- Participation date: 14:00-18:00, Wednesday, June 9, 2021
(once, required less than 20 minutes)
- Participation place: 200-1021, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Reward for participation: Beverage vouchers (worth about 5 dollars)

How to participate?

Please send your participation letter to our email address :

lyy@snu.ac.kr / microyoon@snu.ac.kr

*** Cautions**

Refrain from eating food or cosmetics with strong fragrance before the test.

Inquiries regarding the contents of this research should be directed to the following researchers.

You Young Lee (lyy@snu.ac.kr) / Suyoon Lee (microyoon@snu.ac.kr)

그림 38. 기본맛 검사 패널 모집문(영문판).

- 단맛은 설탕을 희석한 설탕물 7.9%, 짠맛은 염화소듐 1.2%, 신맛은 시트르산 0.25·1%, 마지막으로 쓴맛은 카페인을 희석한 용액 0.2·0.4%를 이용하여 차이식별검사를 진행하였다(표 9).

표 9. 차이식별검사에 이용한 시료 정보

	Sweet	Salty	Sour	Bitter
Standard material	Sugar	NaCl	Citric acid	Caffeine
Low con. % (w/v)	7	1	0.25	0.2
High con. % (w/v)	9	2	1	0.4

- 차이식별검사 설문지는 그림 39와 같다.

ID: _____

- 먼저 컵에 있는 물로 입을 완전히 헹궈 주십시오.
- 회색 칸에 시료의 번호를 왼쪽부터 순서대로 적으십시오.
- 앞에 놓인 3종류의 시료 중 2개는 동일한 시료이고 1개는 다른 시료입니다.
- 시료를 왼쪽부터 순서대로 맛을 본 후 다르다고 생각되는 시료에 V표 하십시오.
- 한 시료와 다음 시료 사이에는 물로 입을 헹궈 주십시오.

- 물로 입을 헹궈고 잠시 휴식시간을 가진 후 두 번째 세트를 위와 같은 방법으로 왼쪽부터 순서대로 번호를 적고, 순서대로 맛 본 후 다르다고 생각되는 시료에 V표 하십시오.

- 물로 입을 헹궈고 잠시 휴식시간을 가진 후 두 번째 세트를 위와 같은 방법으로 왼쪽부터 순서대로 번호를 적고, 순서대로 맛 본 후 다르다고 생각되는 시료에 V표 하십시오.

- 물로 입을 헹궈고 잠시 휴식시간을 가진 후 두 번째 세트를 위와 같은 방법으로 왼쪽부터 순서대로 맛 본 후 다르다고 생각되는 시료에 V표 하십시오.

그림 39. 차이식별검사 설문지.

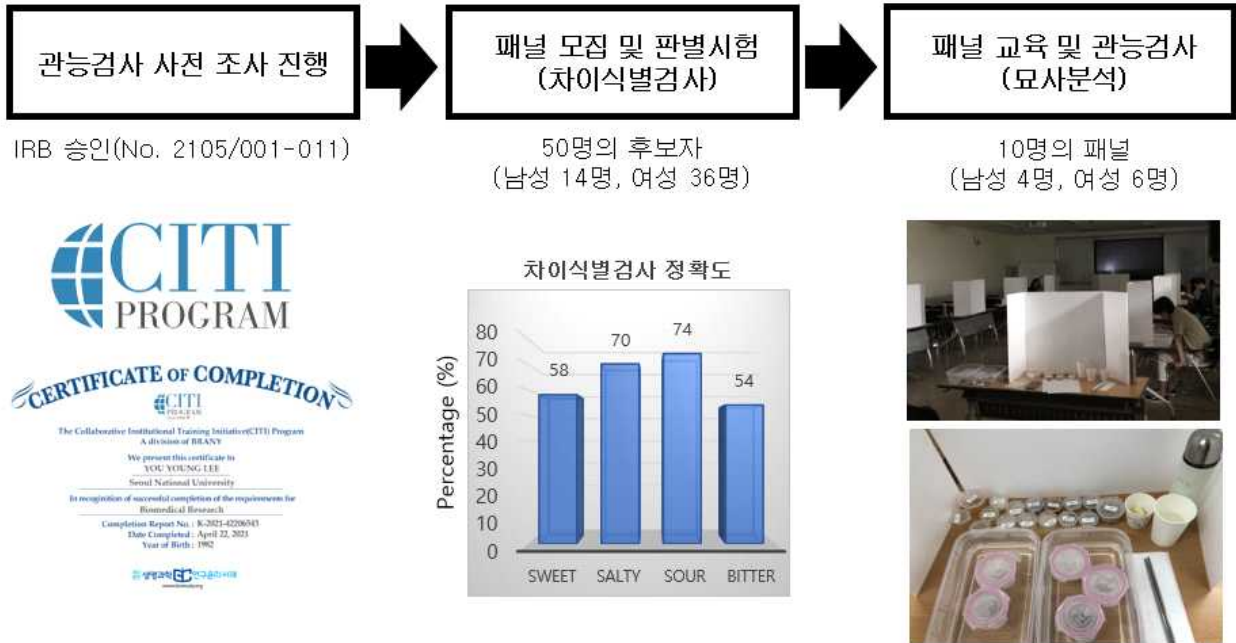


그림 40. 관능검사 시험 계획 및 실험 절차.

- 관능검사 시험 계획 및 실험 절차는 그림 40과 같이 설명하였다.
- 6주 동안 1일 한 시간씩 총 28회의 훈련을 하였고, 실시 전 패널들에게 관능검사의 정의, 방법, 묘사분석의 절차 및 본 연구의 목적을 설명한 후 훈련을 진행하였다.
- 시료는 대조군(고구마순을 첨가하지 않은 대체육), PS10(물리적 식이섬유처리를 한 고구마순을 TVP중량의 10%를 대체하여 제조한 대체육), PS20(물리적 식이섬유처리를 한 고구마순을 TVP중량의 20%를 대체하여 제조한 대체육), NPS20(물리적 식이섬유처리를 하지 않은 고구마순을 TVP중량의 20%를 대체하여 제조한 대체육), 돼지고기로 만든 떡갈비 패티로 구성하였다.
- 5가지 시료를 반복적으로 시식하며 토론을 통해 향(flavor), 냄새(odor), 맛(taste), 질감(texture), 외관(appearance)에 대한 묘사용어를 제시하고, 용어의 정의를 합의하는 과정을 거쳐 최종적으로 29가지 묘사용어를 선정하였다.
- 각 시료의 특성에 따라 나타난 묘사용어와 그에 따른 표준시료를 선정하여 평가의 기준을 마련하였다. 묘사용어의 특성, 정의, 평가방법에 대한 정보는 표 10과 같다.

표 10. 기술적인 감각 속성, 정의 및 기술

특성		정의	평가방법
냄새(Odor)	단냄새(Sweet)	캐러멜화 된 당 등에서 나는 특징적인 냄새	코로 시료 냄새를 마시며 평가
	간장냄새(Soy sauce)	간장에서 나는 특징적인 냄새	
	익은 돼지고기냄새(Cooked pork)		
	익은 야채냄새(Cooked vegetable)	데치거나 볶은 야채의 냄새	
	마른 풀냄새(Dried grass)		
향미(Flavor)	후추향미(Pepper)	후추의 향	시료를 맛보면서 평가
	단향미(Sweet)	캐러멜화 된 당 등에서 나는 특징적인 향미	
	두부향미(Tofu)	데친 두부의 향	
	마늘향미(Garlic)	익힌 마늘의 향	
	인공향미(Artificial)	제품에서 기대되지 않는 인공적인 향미나 이취	
맛(Taste)	단맛(Sweetness)	당에 의해 느껴지는 맛의 특성	시료를 맛보면서 평가
	짠맛(Saltiness)	염에 의해 느껴지는 맛의 특성	
	감칠맛(Umami)	조미료 등에 의해 느껴지는 맛의 특성	
질감(Texture)	경도(Firmness)	시료를 앞니로 완전히 깨무는데 드는 힘	
	탄성(Springiness)	시료가 혀와 입천장 사이에서 부분적으로 압착된 후 원래 크기/모양으로 되돌아오는 정도	
	질긴정도(Toughness)	앞니를 분리하는데 드는 힘	
	매끄러운정도(Smoothness)	시료에서 느껴지는 표면의 매끄러운 정도	
	섬유질(Fibrousness)	쉽게 분리가능한 필라멘트 구조가 느껴지는	
	균일한(Uniformity)	시료가 전체적으로 균일한 정도	
	촉촉한(Juiciness)	시료 표면에서 감지되는 수분의 양	
	조밀도(Density)	어금니로 시료를 완전히 씹은 후 시료 단면이 조밀한 정도	
	용집성(Cohesiveness)	시료가 흩어지지 않고 덩어리로 모이는 정도	
	씹힘성(Chewiness)	시료를 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 씹음수	
	후미(After taste)	쓴맛(Bitterness)	
외관(Appearance)	표면의 매끄러운 정도(Smooth surface)		눈으로 보면서 평가
	갈색도(Brown color)		
	단면의 섬유질(Fiber in the cross-section)		
	단면의 조밀도(Density of the cross-section)		

- 묘사용어 냄새(Odor)의 종류 중 단냄새(Sweet)는 캐러멜화된 된 당 등에서 나는 특징적인 냄새, 간장냄새(Soy sauce)는 간장에서 나는 특징적인 냄새를 말한다. 익은돼지고기냄새(cooked pork)는 돼지고기 삼겹살과 구운 부위를 구웠을 때 나는 냄새, 익은 야채냄새(Cooked vegetable)는 버섯, 양파, 고구마순, 가지를 구웠을 때 나타나는 냄새, 마른 풀냄새(Dried grass)는 건초 등에서 나는 냄새로 정의하였으며 코로 시료 냄새를 마시며 평가했다.
- 묘사용어 냄새(Odor)의 종류 중 후추향미(Pepper)는 후추의 향을 말하며, 두부향미(Tofu)는 데친 두부의 향, 마늘향미(Garlic)는 익힌 마늘의 향, 인공향미(Artificial)는 제품에서 기대지 않는 인공적인 향이나 이취를 말하며 시료를 맛보면서 평가했다.
- 묘사용어 맛(Taste)의 종류 중 단맛(Sweetness)은 당에 의해 느껴지는 맛의 특성, 짠맛(Saltiness)은 염에 의해 느껴지는 맛이 특성, 감칠맛(Umami)은 조미료 등에 의해 느껴지는 맛의 특성을 말하며 시료를 맛보면서 평가했다.

- 묘사용어 질감(Texture)의 종류 중 경도(Firmness)는 시료를 앞으로 완전히 깨무는데 드는 힘, 매끄러운정도(Smoothness)는 시료에서 느껴지는 표면의 매끄러운 정도, 섬유질(Fibrousness)는 쉽게 분리 가능한 필라멘트 구조가 느껴지는 정도, 균일함(Uniformity)은 시료가 전체적으로 균일한 정도, 촉촉한(Juiciness)은 시료 표면에서 감지되는 수분의 양, 조밀도(Density)는 어금니로 시료를 완전히 씹은 후 시료 단면이 조밀한 정도, 응집성(Cohesiveness)은 시료를 흩어지지 않고 덩어리로 모이는 정도, 씹힘성(Chewiness)은 시료를 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 씹음수에 대한 정도를 말한다.
- 후미(After taste)는 혀 뒤와 목구멍으로 넘어갈 때 느껴지는 맛을 말한다. TVP는 특유의 콩취가 느껴졌기 때문에 쓴맛(Bitterness)이 느껴지는 정도를 파악했다.
- 묘사용어 외관(Appearance)의 종류 중 표면의 매끄러운 정도(Smooth surface), 갈색도(Browness), 단면의 섬유질(Fiber in the cross-section), 그리고 단면의 조밀도(Density of the cross-section).
- 정량적 묘사분석에서 10명의 패널에게 5개 시료를 1 cm X 1 cm X 1 cm 크기로 절단하여 동일한 모양과 뚜껑이 있는 유리 용기에 담아 제시하였고, 시료에 대해 미리 예측하거나 편견을 가지는 것을 막기 위해 난수표에서 추출한 3가지 숫자를 표기하였다.
- 시료는 랜덤 방식으로 제시하였고, 시료와 생수(55°C 이상 따뜻한 물), 식빵(1 cm X 1 cm)을 함께 제공하여 각 평가 사이에 입을 헹구어 내도록 유도하였다. 패널들은 평가 진행 2시간 전부터 생수를 제외한 음료, 음식물 섭취를 제한하였고, 구강세척제 사용과 향수, 향이 진한 화장품의 사용도 제한하였다.
- 묘사용어에 대한 특성 강도 분석은 15점 척도를 사용하였다(그림 41).

<Descriptive sensory analysis of meat analogues>

ID: _____

Enter the sample number on the questionnaire, and taste the presented samples from the left to right.

Check the strength of each sample according to the strength of characteristics.

Odor

Soy sauce

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Sweet

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Garlic

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Cooked pork

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

그림 41. 관능검사 설문지.

- 평가는 4회 반복하여 실시하였다.

2-1-6) 구이용 대체육 시제품 개발

- 구이용 대체육 질감의 식물성 식이섬유 소재 탐색을 통해 고구마순을 최종적으로 선정하였고, 식이섬유 분리기(일명 타장기)를 통해 처리에 따른 비교를 위해 관능검사를 진행하여 확인하였다. 시료 제조는 앞 공정에 따라 진행하였다.
- 국내산 농산물인 고구마순의 식이섬유를 이용하여 구이용 떡갈비를 만들었으며, 여러 농산물 중 식감이나 보수력이 좋아 콩단백 조직과 결합하여 만든 대체육 시제품을 개발하였다(그림 42).

- 고구마순의 섬유질을 타장기로 잘게 분쇄한 후 커터기를 이용하여 먹기 좋은 식감으로 절단하고, 이와 비슷하게 가공한 TVP와, 결착을 주는 부재료, 떡갈비 맛이 나는 원료(떡갈비맛 페이스트)로 맛을 낸 후 증숙기를 이용하여 고형화하였다.
- 해당 방법으로 만든 시제품은 구울수록 마이야르 반응이 일어나고, 고구마순이 더욱 부드러워지면서 수분감과 조직감, 식감이 기존 떡갈비와 유사한 식감을 낸다.



그림 42. 고구마순 활용 구이용 대체육 떡갈비 시제품 개발.

- 유사한 방법으로 고구마순 함박 스테이크로써 조직감을 내는 고구마순과 TVP를 배합비율상 더 첨가함으로써, 부드러운 떡갈비보다 단단한 조직감과 저작감을 가진 제품을 구현하기 위해서 제품 개발을 진행했다(그림 43).



그림 43. 고구마순 활용 구이용 함박스테이크 대체육 시제품 개발.



그림 44. 새송이버섯을 활용한 구이용 대체육류 시제품 개발.

- 실험 외에 국내산 농산물을 활용한 대체육류 개발의 일환으로 버섯류 중 단단함과 수분 함유량이 높은 새송이버섯을 이용하여 고수분의 대체육 패티 시제품을 개발하였다. 새송이를 적당한 크기로 분쇄한 후 TVP와 양념의 적절한 배합으로 성형한 후 증숙기를 통해 고형화하여 냉동보관하는 제품이다. 조리시 재가열하여 섭취하는데 대체육의 일반적인 식감에 수분감이 높고 쫄깃한 식감의 새송이가 질감을 그대로 가지고 있어 식감과 목넘김이 부드러워 햄버거 패티로 사용하기 좋았다(그림 44, 그림 45).



그림 45. 새송이 버섯을 활용한 커틀릿형 대체육류 시제품 개발.

2) 찌개용 대체육 개발

2-2-1) 유사 습식 대체육 제조 기술 개발

- 실험에 사용된 건식 TVP는 ‘쏘이마루’로부터 BR, BL 두 종류의 제품을 제공받았다(그림 46).
- 건식 TVP는 2시간 동안 수화하여 수분함량이 약 69~75%가 되도록 조절하였으며, 수화된 건식 TVP는 진공 포장지에 진공 포장하여 오토클레이브에서 5분, 10분, 15분간 처리하였다.
- 오토클레이브에 의한 열처리의 유무 차이를 확인하였고 그 특성을 비교하였다.
- 수분함량, 밀도 변화, 주사전자현미경(SEM) 이미지, 외관, 밀도 변화, 조직화 정도, 단백질 2차 구조, 이황화 결합과 같은 물리 화학적 특성들의 차이를 확인하였다.



그림 46. 건식 TVP (BR-TVP/BL-TVP) 외관.
(왼쪽) BR-TVP (오른쪽) BL-TVP

2-2) 익스트루더(Extruder) 기기 고안 및 설비 과정

○ 익스트루더를 활용한 TVP의 특성 분석 연구의 필요성

- 익스트루더를 이용하여 TVP를 생산하는 과정은 배합 조건과 온도 및 속도 등의 다양한 변수가 복합적으로 작용하여 재료 및 용도별 최적화 연구가 필요하다.
- 최근의 익스트루더를 이용해 TVP를 제조하는 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 국내에서는 공주대학교 류기형 교수, 경기대학교 김현석 교수, 고려대학교 한재준 교수가 이와 관련한 논문 및 특허를 다수 보유하고 있다.
- 가장 큰 어려움은 부적절한 조건으로 인해 단백질 원료가 기기 내부에 막히게 되는 jam (잼)현상이다.
- TVP용 익스트루더의 twin screw는 원료에 열과 압력이 가해질 때 단백질의 변성 및 재배열의 중요한 역할을 한다. Twin screw로 구성된 익스트루더는 분말 원료의 사용이 적합하며, 조작 시 맞물림 정도의 조절이 가능해야 하고, 배럴을 조합하여 추후 수정이 가능하도록 개폐형으로 설계해야 한다. 현재 Twin screw의 구성 요소인 니딩 블록(kneading

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

3-1) 연구수행 결과

3-1-1) 정성적 연구개발성과

○ 개요

- 본 연구는 구이용 대체육과 찌개용 대체육을 구분하여 부합하는 목표를 개별적으로 설정하였다. 구이용 대체육의 경우 현재까지 건식 TVP에 대한 연구개발 및 시제화는 활발히 진행되었으나, 고수분 TVP에 대해서는 아직 연구과 활발하지 않으며 그 쓰임새 또한 모호하다.
- 이는 고수분 TVP를 단독으로 사용하여 제품화하였을 경우 실제 육류를 모사하는 것과는 질감적인 측면에서 큰 차이가 있었기 때문이다. 하지만 단순한 구이용 대체육이 아니라 주로 국류, 찌개류에 첨가되는 한식형 육류(K-food)의 특징을 고려했을 때 대체육으로의 전환이 보다 용이할 것으로 판단되었다.
- 앞서 수행 과정에서 언급하였듯이 구이용 대체육에 이용하는 TVP는 수화과정을 통해 육류의 질감을 얻는다고 하였다. 하지만 찌개용 대체육에서의 수화는 적합하지 않다. 실제 고기와는 다른 특성을 보이기 때문이다. 이에 찌개용 대체육을 개발하기 위해서 습식 extruder의 역할은 필수적이었다.
- 기기를 고안 및 제작하는 과정에서 시간이 지체됨에 따라 찌개용 대체육에 관한 소재탐색 및 개발에 대한 부분에 관한 연구를 진행하기가 어려웠다. 따라서 본 연구는 구이용 대체육 위주로 구성되었다.

○ 주요 변경사항

- 선정평가('20년 3월) 시의 최초 연구과제인 '습식 TVP 개발용 extruder 개발 및 제작'은 기기 고안 과정(제작업체 선정) 중 소요기간이 당초 계획보다 지연되었다. 이에 따라 1차년도는 업체를 선정하고 '20년 하반기부터 기기 설비 제작을 시작하여, 다음단계로 계획된 연구(찌개용 대체육에 적합한 소재 탐색 및 표준화)는 2차년도 과제로 수행하게 되었다.
- 이에 따라 1차년도에는 2차년도 연구과제인 '구이용 대체육에 적합한 조미 및 향미소재'를 우선적으로 수행하였다(2차년도 변경사항).
- 세부 연구개발의 목표, 실제 연구 진행사항 및 변경사항은 표 11과 같다.

표 11. 주요 연구변경사항

구분	연도	연구개발의 목표 및 방향	실제 연구 진행사항
1차년도	2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 질감 구현을 위한 기기 고안 <ul style="list-style-type: none"> - 질감 부여를 위한 식이섬유 분리기의 스펙 구성 및 특성 검토 - 국내 농산물 소재에서 대체육 질감 구현하기 위한 차세대 식이섬유 분리기(소형) 고안 ● 대체육 구성요소(향, 색)의 소재 탐색 및 소재 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 구이용 대체육의 맛과 향 대체소재 탐색 및 개발(불향) - 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색 및 개발(한식 육류 특유의 진갈색 부여) ● 대체육 제조기기 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 습식 TVP 제조용 extruder 개발 및 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 질감을 구현하기 위한 기기 고안 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 질감 부여를 위한 식이섬유 분리기의 스펙 구성 및 특성 검토 - 국내 농산물 소재에서 대체육 질감 구현하기 위한 차세대 식이섬유 분리기(소형) 고안 ● 대체육 구성요소(향, 색)의 소재 탐색 및 소재 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 구이용 대체육의 맛과 향 대체소재 탐색 및 개발(불향) - 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색 및 개발(한식 육류 특유의 진갈색 부여)
<p>※ 변경 사항 및 사유:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 질감을 구현하기 위한 국내 농산물 식이섬유 분리기기 고안 및 설비 진행을 1차년도에 최종적으로 마침 - 습식 TVP 개발용 extruder 기기 고안 및 제작은 기기개발업체 변경으로 인하여 2차년도로 이월됨 			
2차년도	2021	<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품 2종 최적화(부재료 및 배합비 최적화) - Pilot-scale 대체육 시생산 - 대체육 기반의 찌개용 제품 1종 최적화(부재료 및 배합비 최적화) - Pilot-scale 대체육 시생산 - 시제품 관능검사 	<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품 2종 최적화(부재료 및 배합비 최적화) - Pilot-scale 대체육 시생산 - 대체육 기반의 찌개용 제품 1종 최적화(부재료 및 배합비 최적화) - Pilot-scale 대체육 시생산 수행 - 시제품 관능검사

		<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 제품 개발 및 소비자 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품 (HMR) 2종 개발 - 대체육 기반의 찌개용 제품 (HMR) 1종 개발 - 개발 제품 관능검사 ● 대체육 제품 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품 (HMR) 2종 생산 - 대체육 기반의 찌개용 제품 (HMR) 1종 생산 	<ul style="list-style-type: none"> ● 대체육 제품 개발 및 소비자조사 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 2종 개발 ● 대체육 제품 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 2종 생산 ● 대체육 제조 기기 제작 고안 <ul style="list-style-type: none"> - 습식 TVP 제조용 extruder 개발 및 제작 ● 유사습식 TVP 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 건식 TVP를 수화시킨 패키징 처리 공정을 통한 유사습식 TVP 생산 기술 제안
		<p>※ 변경 사항 및 사유:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시제품의 관능검사는 시제품 전 단계에서 진행하였으며 구이용 대체육의 향미소재 탐색 및 개발 과정, 질감소재 개발 과정 총 2번 수행 - 대체육 제품 개발 및 소비자 조사의 경우 구이용 제품 생산을 우선적으로 진행 - 습식 TVP를 제작하는 것에 한계가 있어 유사습식 TVP를 구현할 수 있는 기술을 새로 제안 	

● 1차년도 연구과정

- 1차년도에는 국내 농산물 소재에서의 식이섬유를 활용한 대체육 질감 개선을 목표로 하여 연구를 진행하였다. 연구의 진행은 국내 농산물 소재를 탐색하고 이후 해당하는 농산물 소재를 대상으로 식이섬유 기기를 고안 및 확보하여 해당 기기를 통해 처리한 시료를 구이용 대체육 제조 간 적용하였다.
- 질감 소재의 탐색 및 개발을 위해 총 10종의 식물성 식이섬유 원료를 이용하여 대체육을 제조, 평가하였으며, 질감, 색도 등의 평가를 통해 고구마순을 대표 시료로 선정하였다. 이후 고구마순을 이용한 대체육 시제품 개발을 진행하였으며, 해당제품에 대한 소비자 관능검사를 실시하였다.
- 색 소재의 탐색 및 개발은 산업현장에서 분말 형태를 이용한다는 것에 착안하여 국내 농산물 소재 분말 10종을 스크리닝하였다. 이 중 7종은 단일 색상으로 첨가하였고 나머지 3종은 색상을 혼합하여 한식 특유의 진갈색을 얻고자 하였다.

- 향미 소재의 탐색 및 개발은 기존에 사용되고 있는 향미 페이스트(paste)의 이질감을 줄이기 위하여 분말과 액상 시료 10종을 선정하였고, 이를 활용하여 구이용 대체육을 제조하였다. 색과 마찬가지로 향미는 맛과 향의 복합적인 인자로서 소비자 선호도 조사를 통해 산업에서도 적용 가능한 소재를 탐색하고자 하였다.

● 2차년도 연구과정

- 2차년도 연구과정은 대체육 시제품 개발 및 제품 생산을 목적으로 하여 과제를 수행하였다.
- 시제품의 개발은 구이용 대체육 연구 결과에 기초하여 진행하였으며, 제시한 ‘떡갈비’, ‘너비아니’는 다짐육 구이용 육류임을 고려하여 비슷한 형태의 ‘함박스테이크’나 ‘커틀릿’의 형태로도 일부 대체하였다.
- 대체육 TVP를 생산하기 위한 Extruder의 설비는 전년도(`20년) 과제 계획으로 예정되어 있었으나, 실제 설치가 `21년 하반기 완료됨에 따라 전반적인 연구 진행이 지연되었다.
- 최초 계획한 습식 TVP를 생산하기 위해 관련 연구결과를 참고하였다. 이를 통해 원료의 배합, feed rate, screw rate, temperature 등의 변수를 고려하여 실험 scale에서 습식 TVP 제작을 진행하였다.
- Extruder를 이용한 습식 TVP를 대체할 수 있는 방안(유사 습식 TVP)을 제시하기 위하여 건식 TVP를 패키징 및 후처리하였으며, 이 방법을 통해 습식 TVP와 유사한 특성 및 형상을 구현할 수 있는 기술을 제안하였다.

3-1-2) 구이용 대체육류 2종(떡갈비, 너비아니) 개발

○ 식물성 식이섬유를 활용한 구이용 대체육의 질감 개선

● 식물성 식이섬유 소재 탐색

- 식물성 식이섬유는 TVP가 가지고 있는 뻣뻣한 질감을 개선하기 위해 사용되었다. 식물체는 TVP의 결착을 방해하였으며, 이를 통해 구이용 육류를 씹었을 때와 비슷한 질감을 모사하였다.
- 질감 특성은 식품의 물성을 확인하는 가장 대표적인 실험장비인 texture analyzer를 이용하여 측정하였다(표 12).

표 12. 선정된 10종의 국내산 소재를 첨가한 구이용 대체육의 질감 특성 결과

sample	Hardness (kg)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Chewiness (mJ)
control (+)	6.04±0.30 ^b	0.51±0.01 ^b	6.81±0.24 ^f	204.68±4.91 ^{bc}
control (-)	8.43±1.50 ^{de}	0.45±0.11 ^b	6.34±0.44 ^{def}	277.51±47.43 ^{ef}
Sweet potato stem	6.94±0.80 ^{bc}	0.53±0.01 ^b	6.23±0.29 ^{cde}	226.73±19.43 ^{bcd}
Bracken (<i>Pteridium</i>)	8.58±0.10 ^e	0.48±0.01 ^b	6.22±0.13 ^{cde}	251.05±4.43 ^{cdef}
<i>Siraegi</i>	8.70±0.40 ^e	0.47±0.09 ^b	6.14±0.17 ^{bcd}	250.06±28.43 ^{cdef}
Platycodon (<i>Platycodon grandiflorus</i>)	7.21±0.60 ^{bcd}	0.53±0.08 ^b	5.36±0.16 ^a	203.96±11.43 ^{bc}
Chinese yam	4.79±0.50 ^a	0.16±0.11 ^a	5.62±0.42 ^{ab}	156.40±14.43 ^a
Taro stem	6.78±0.70 ^{bc}	0.13±0.16 ^a	5.75±0.13 ^{abc}	238.66±15.43 ^{bcd}
Oyster mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	6.61±1.30 ^{bc}	0.13±0.05 ^a	5.70±0.33 ^{abc}	217.73±41.43 ^{bc}
Pumpkin leaves	7.15±0.50 ^{bcd}	0.10±0.17 ^a	5.95±0.52 ^{bcd}	231.56±12.43 ^{bcd}
King oyster mushroom (<i>Pleurotus eryngii</i>)	6.93±0.70 ^{bc}	0.10±0.04 ^a	6.68±0.22 ^{ef}	272.73±26.43 ^{def}
Water spinach (<i>Ipomoea aquatica</i>)	5.90±0.50 ^{ab}	0.10±0.03 ^a	6.14±0.02 ^{bcd}	202.13±18.43 ^b
<i>Gondre</i> (<i>Cirsium setidens</i>)	7.92±0.60 ^{cde}	0.06±0.12 ^a	6.46±0.07 ^{def}	284.8±27.24 ^f

- 해당실험에서 대조군(-)는 기존 대체육으로만 제조한 구이용 대체육이며, 대조군(+)는 시제품으로 목표군에 해당한다.
- 모든 시료에서 hardness는 대조군(+)에 가까운 방향으로, springiness와 gumminess는 유지, 그리고 chewiness는 감소하는 경향을 보였다. 하지만 cohesiveness에서는 시료마다 다른 경향을 나타냄을 알 수 있었다.
- 대조군(-)는 대조군(+)보다 월등히 높은 hardness 값을 나타내었다. 이에 따라 그 차이를 줄이는 방안 도출을 목표로 설정하였으며, 식물성 식이섬유를 첨가한 대체육의 경우 모두 대조군(-)보다 낮음을 확인하였다. 하지만 cohesiveness을 나타내는 지표에서는 두 대조군 사이의 차이를 확인하기 어려웠기에 유지하는 방향으로서 목표를 설정하였으나 4종(고구마순, 도라지, 고사리, 시래기)의 경우를 제외한 나머지 후보군들은 응집력이 낮아 통계적으로 유의한 차이를 나타내었기에 물리적 물성을 판단하는 과정에서 선정되지 못하였다.
- 선정된 4가지 시료를 이용하여 함량을 10~40%, 10~50%(TVP 대체)로 달리하여 물성을 확인하였고, 새로운 타장 공정 (crushing)을 통해 얻은 시료를 위와 같은 방법으로 첨가 및 제조 후 물성을 확인하여 두 방법 사이의 상관관계에 대해 알아보았다.
- 이후 식물성 식이섬유 첨가 구이용 대체육의 타장 여부에 따른 물성 변화를 측정하였다. 하단 Graph에서 타장 처리를 하지 않은 식물성 식이섬유군 (black)과 타장 처리를 한 식물성 식이섬유군 (gray)으로 구분하여 타장에 따른 변화를 확인했다.
- 고구마순의 섬유질은 TVP의 단단한 결착 구조를 방해하여 부드러움 식감을 부여하면서

동시에 실제 구이용 육류제품과 비슷한 질감을 줄 수 있도록 하였다.

- 또한 타장 처리를 통해 고구마순의 식이섬유가 겉으로 드러내게 하여 시료의 균질성뿐만 아니라 구이용 육류제품을 섭취하였을 때 느껴지는 질기찬 식감을 구현할 수 있을 것으로 예상하였다.

● 고구마순 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정

- Hardness는 식품의 물성 중 단단한 정도(경도)를 확인하는 지표로서 측정값이 증가할수록 시료에 힘이 가해지는 정도가 큼을 설명할 수 있다. hardness 측정 결과 기존 TVP의 단단한 특성은 대조군(-)이 가장 큰 것으로 확인되었다(그림 48).

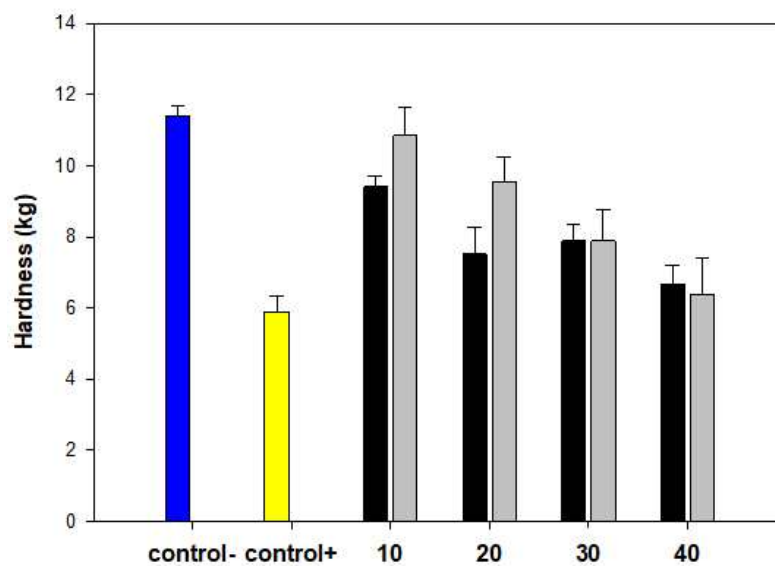


그림 48. 고구마순 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정
_Hardness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고구마순으로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고구마순으로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고구마순으로 대체한 샘플).

- Cohesiveness는 식품의 결착 정도를 나타내는 지표로 고구마순의 타장 여부에 따른 유의적 차이를 확인하기 어려웠다(그림 49).

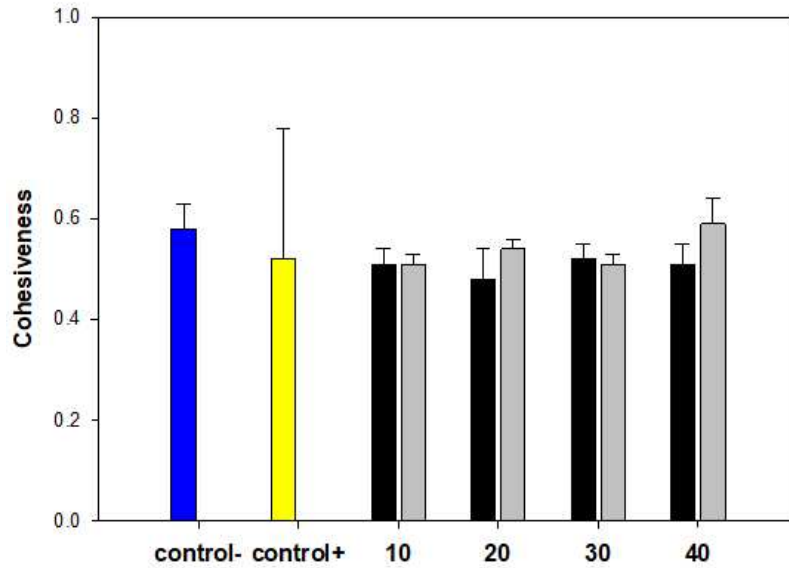


그림 49. 고구마순 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 _Cohesiveness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고구마순으로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고구마순으로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고구마순으로 대체한 샘플).

- Springiness는 식품에 일정한 힘을 가해주었을 때 회복하는 정도를 확인한다. 타장을 하지 않은 샘플군은 모든 시료 중에서 가장 높은 탄성을 나타내었는데, 고구마순 식물체의 원래 특성을 그대로 가지고 있으며, 일정 힘을 가해주더라도 이에 대한 구조체의 파괴는 이루어지지 않았기 때문이다(그림 50).

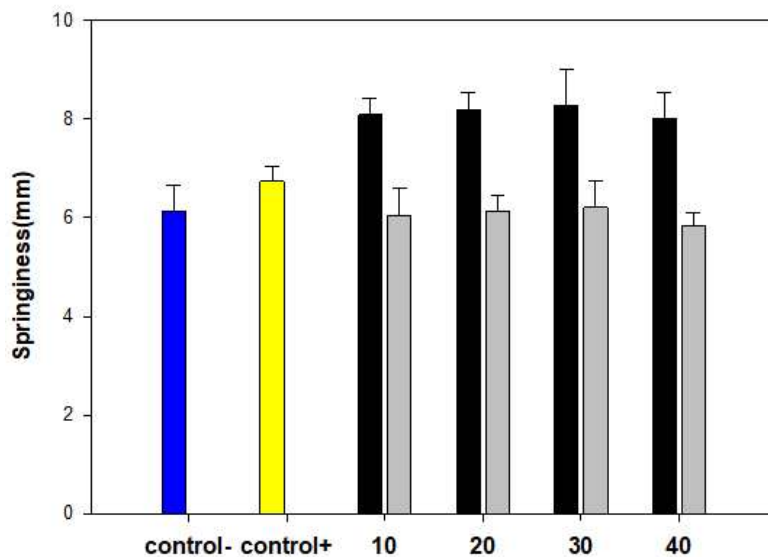


그림 50. 고구마순 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 _Springiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고구마순으로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고구마순으로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고구마순으로 대체한 샘플).

- Chewiness는 hardness, cohesiveness, 그리고 springiness를 합친 복합적인 지표이며 씹었을 때 느껴지는 기계적 측정값을 말한다. 이는 hardness 그래프와 유사하게 나타났으며, 고구마순을 첨가하였을 때에 대조군(-)값보다 낮은 값을 나타내었다. 이는 기존 TVP의 문제점인 일반 육류제품과 차이나는 단단함의 정도를 줄이는 것에 도움이 되었다(그림 51).

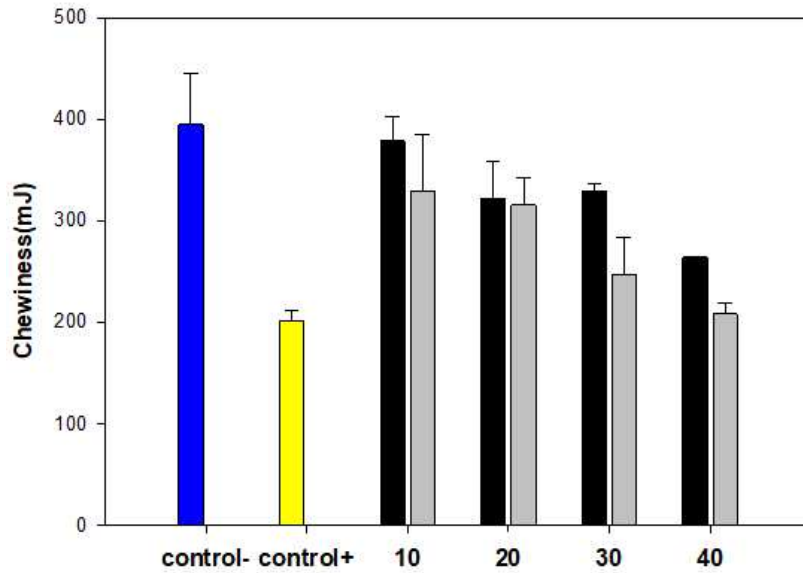


그림 51. 고구마순 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정
 _Chewiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고구마순으로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고구마순으로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고구마순으로 대체한 샘플).

● 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정

- 본 실험 결과는 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정을 그래프로 나타내었다(그림 52, 그림 53, 그림 54, 그림 55).
- 전반적으로 고사리의 타장 유무에 따른 경향은 hardness에서 TVP함량의 40%를 대체한 고사리로 대체한 샘플(타장처리를 진행)이 TVP조직 내에 더 단단한 결합을 확인하였다(그림 52).

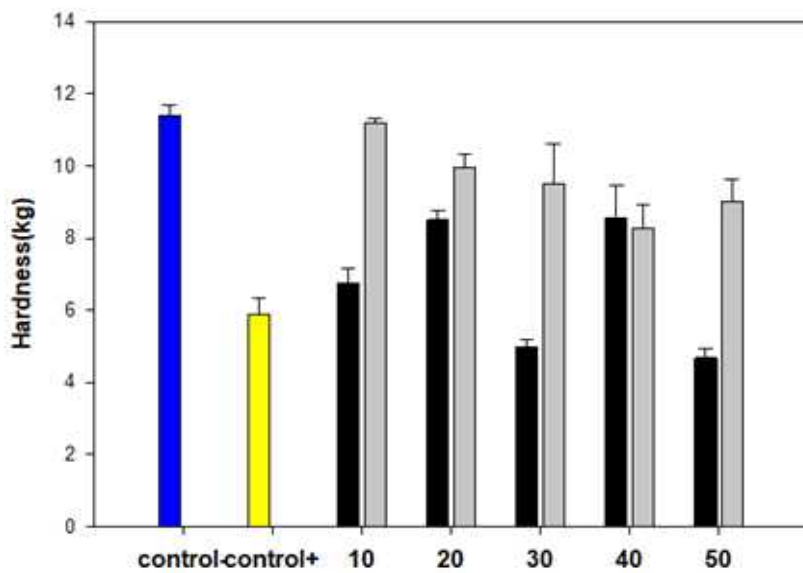


그림 52. 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정
 _Hardness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고사리로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고사리로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고사리로 대체한 샘플).

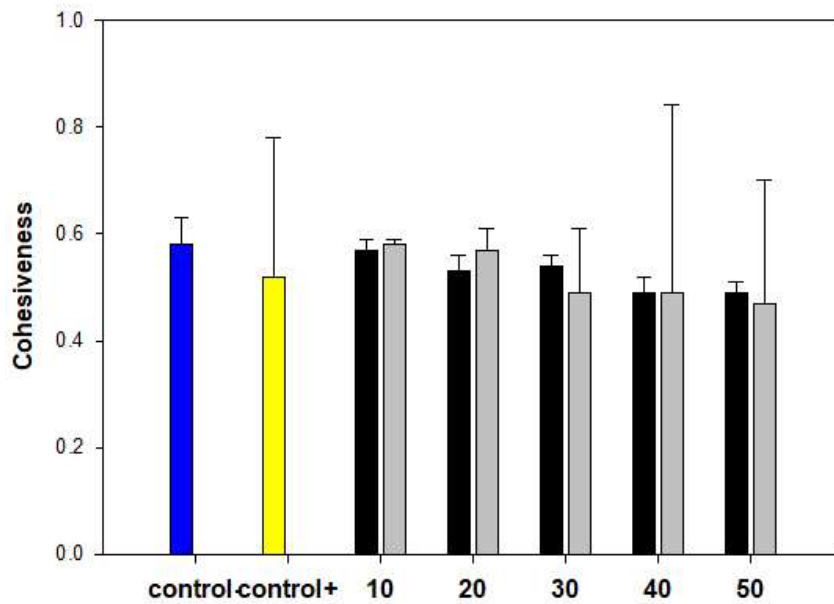


그림 53. 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 _Cohesiveness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고사리로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고사리로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고사리로 대체한 샘플).

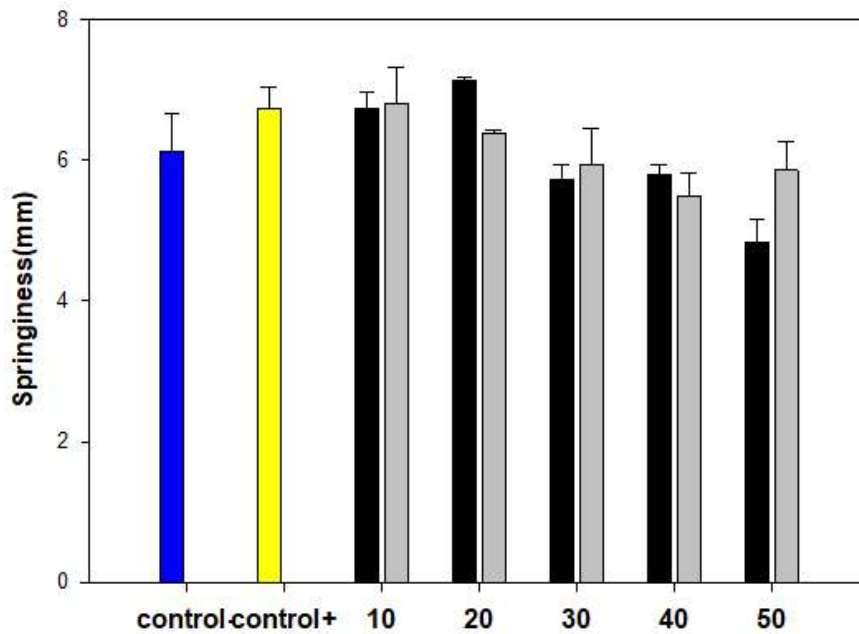


그림 54. 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 _Springiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고사리로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고사리로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고사리로 대체한 샘플).

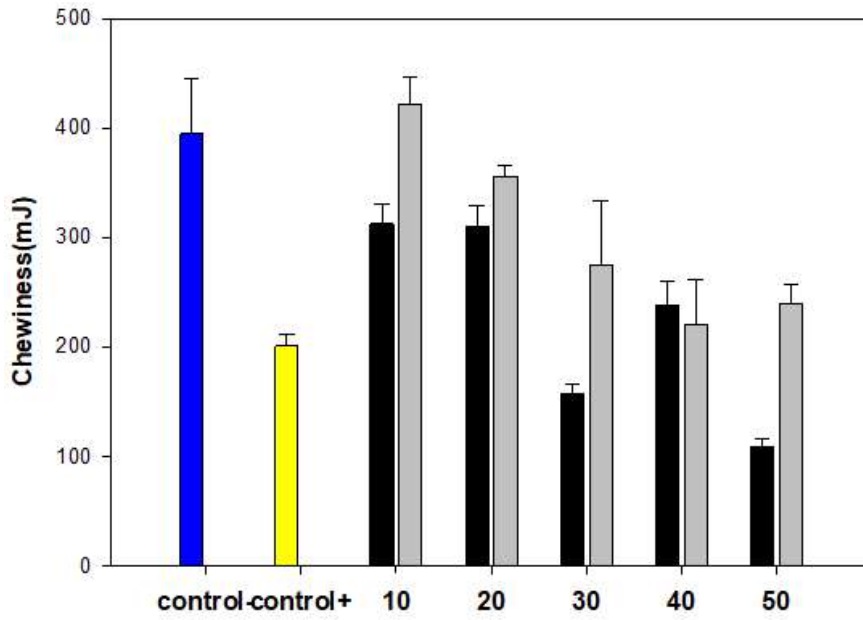


그림 55. 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 _Chewiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 고사리로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 고사리로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 고사리로 대체한 샘플).

● 무청시래기 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정

- 본 실험 결과는 고사리 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정을 그래프로 나타내었다(그림 56, 그림 57, 그림 58, 그림 59).

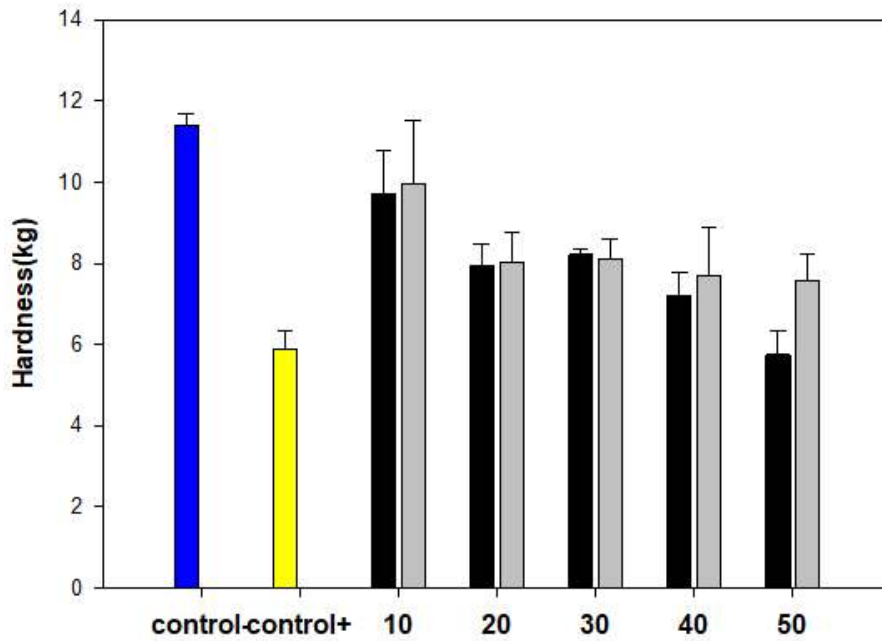


그림 56. 무청시래기 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 Hardness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 무청시래기로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 무청시래기로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 무청시래기로 대체한 샘플).

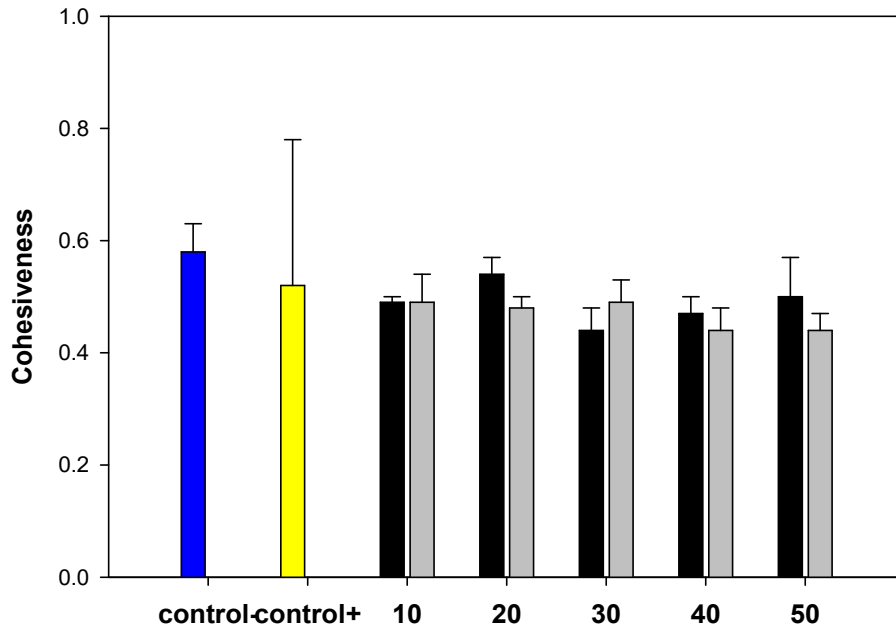


그림 57. 무청시래기 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 Cohesiveness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 무청시래기로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 무청시래기로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 무청시래기로 대체한 샘플).

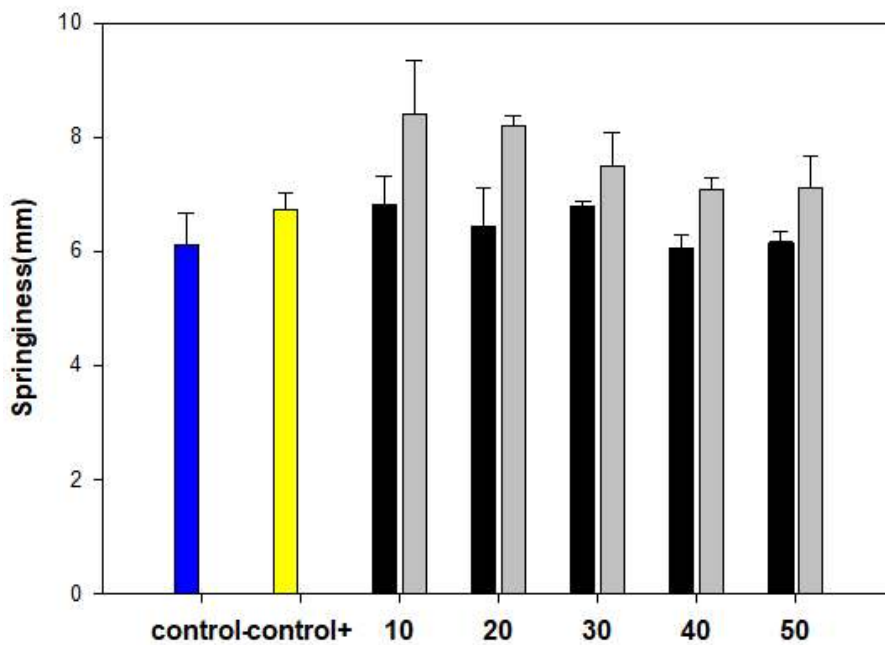


그림 58. 무청시래기 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 Springiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 무청시래기로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 무청시래기로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 무청시래기로 대체한 샘플).

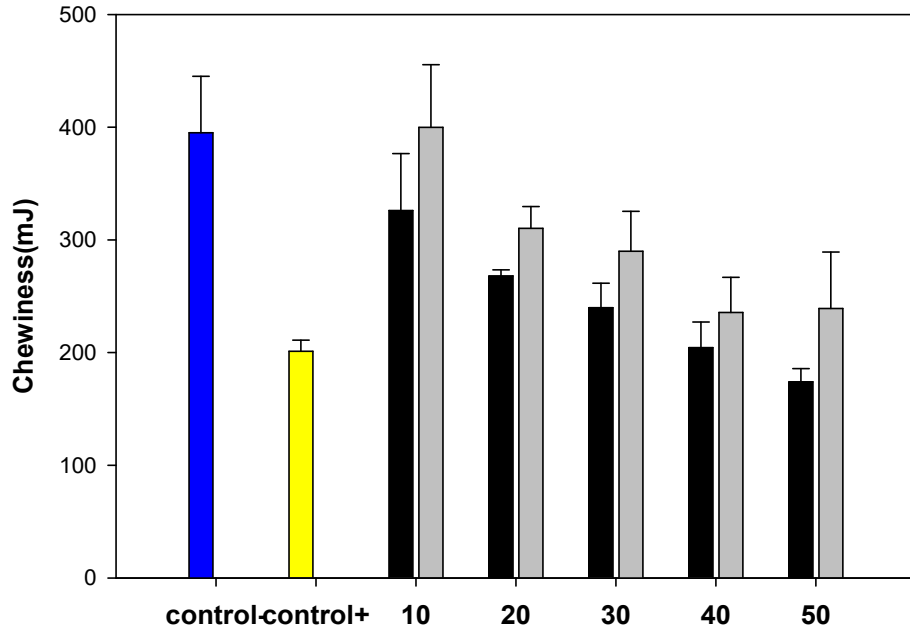


그림 59. 무청시래기 전처리에 따른 구이용 대체육의 물성 측정 Chewiness(control-: TVP, control+: 목우촌떡갈비, 10: TVP함량의 10%를 무청시래기로 대체한 샘플, 20: TVP함량의 20%를 무청시래기로 대체한 샘플, 30: TVP함량의 30%를 무청시래기로 대체한 샘플).

- 간이 선호도 조사 결과, 고구마순의 섬유질의 질감이 고기의 근섬유 조직의 질감과 가장 유사하고 이미·이취가 적어 선호도가 가장 높았기 때문에 고구마순이 본 소재로 최종 선정되었다.

3-1-3) 색 대체소재를 활용한 구이용 대체육의 색 개선

○ 구이용 대체육의 색 대체소재(단일 원료) 탐색

● 우엉 분말(Greater burdock)

- 각각의 우엉 분말 비율별 TVP(그림 60, 61)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 9에 나타내었다. 전체적으로 보았을 때 분말의 비율이 높아짐에 따라 L, b 값이 감소하고 a 값은 감소하다가 다시 1.0%에서 증가하는 경향을 보였다.
- 그림 60, 61을 보면, 0.1~0.5% 범위에서는 우엉 분말 비율에 따른 TVP의 유의적인 색 변화는 존재하지 않음을 알 수 있으며, 눈으로 보기에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 1% 이상 범위에서는 낮은 범위(0.1~0.5%)와 비교했을 때 차이가 존재했다.
- 표 13의 색차값 데이터를 보면, 대조군과 1.5%의 차이가 3.52로 가장 낮은 값을 보여 대조군과 가장 가까운 색도 값을 나타냈다.

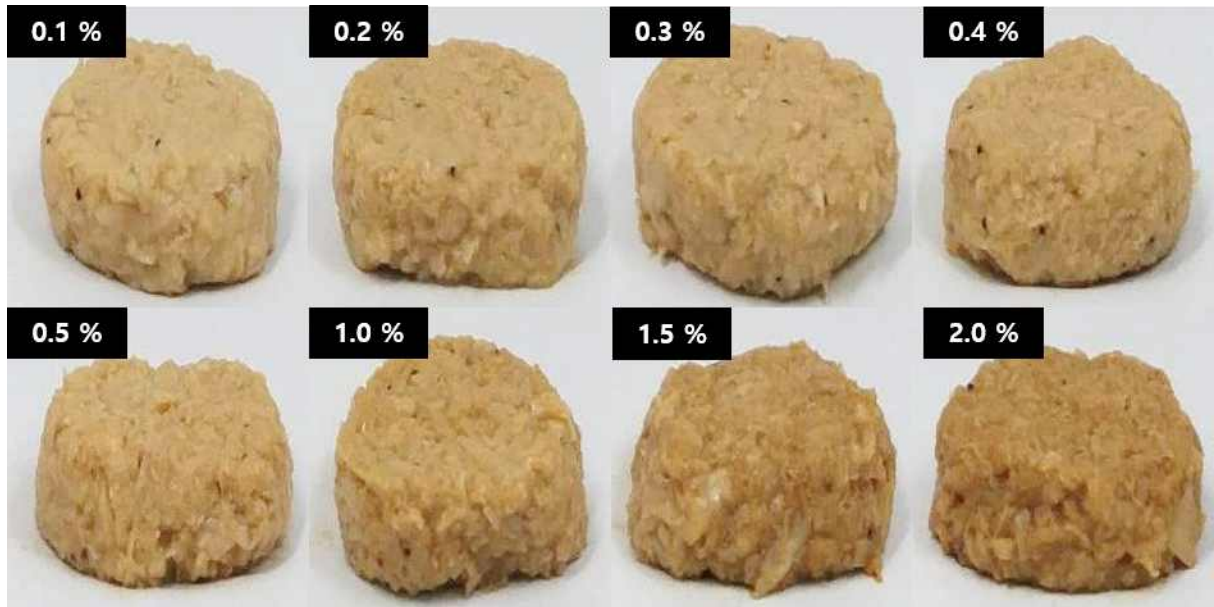


그림 60. 우유 분말 비율에 따른 증숙 전 TVP.

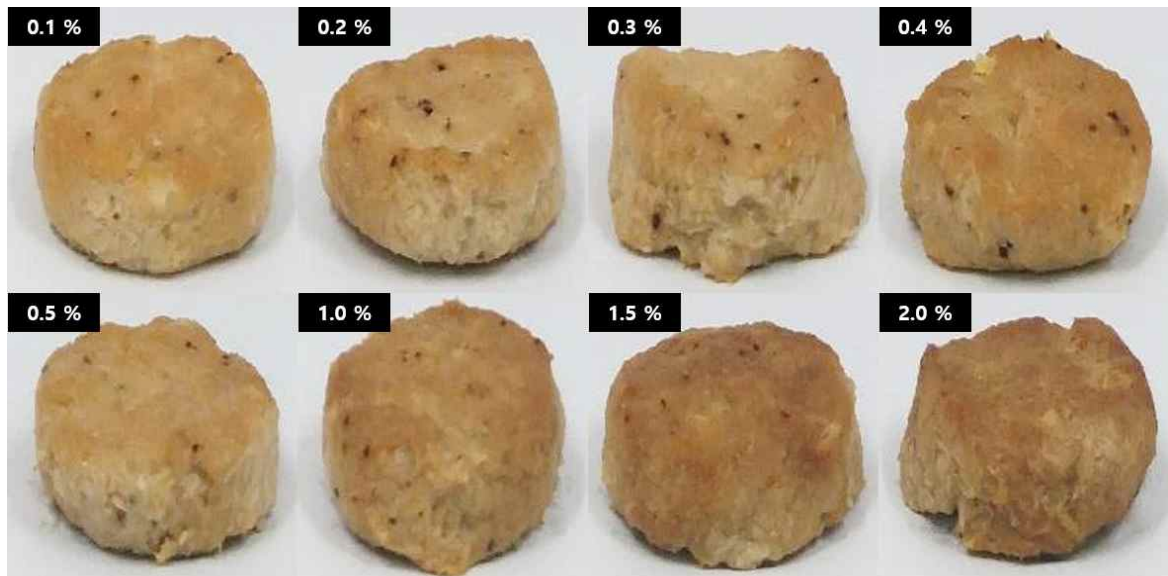


그림 61. 우유 분말 비율에 따른 증숙 후 TVP.

표 13. 우엉 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	65.77±1.38	5.16±0.73	27.11±1.21
0.2 %	65.76±2.88	4.75±0.36	22.96±1.07
0.3 %	69.19±1.81	3.81±0.78	21.69±1.04
0.4 %	63.42±1.65	5.38±0.68	23.63±1.59
0.5 %	65.75±1.14	4.83±0.50	24.06±0.80
1.0 %	59.41±1.20	6.26±0.59	22.50±1.07
1.5 %	54.62±0.73	6.90±0.19	19.57±0.91
2.0 %	55.01±1.60	6.54±0.46	21.96±0.20

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄.

● 연근(Lotus root)

- 각각의 연근 분말 비율별 TVP(그림 62, 63)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 14에 나타내었다. 연근 분말 비율이 증가함에도 육안으로 관찰했을 때 뚜렷한 변화는 관측되지 않았다.
- L*, a*, b* 값을 비교했을 때, 0.1~2.0%까지의 범위에서 미세한 변화가 있었지만 큰 차이를 찾기는 어려웠다. 또한, 대조군과의 색차값은 비율이 증가할수록 점차 줄어들었지만 가장 색차값이 작은 2.0%의 경우에도 9.62로 대조군과는 큰 차이가 있었다.



그림 62. 연근 분말 비율에 따른 증숙 전 TVP.

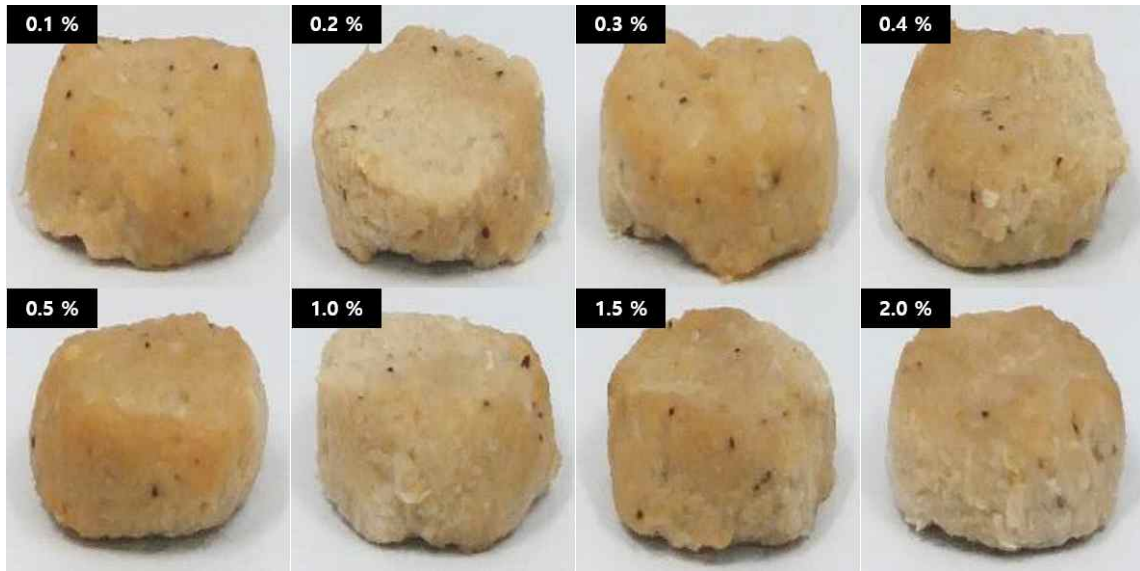


그림 63. 연근 분말 비율에 따른 증숙 후 TVP.

표 14. 연근 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	69.70±1.29	3.33±0.27	21.42±0.85
0.2 %	72.26±2.48	2.85±0.45	20.25±0.44
0.3 %	68.78±0.70	4.09±0.35	22.97±0.56
0.4 %	67.05±1.79	3.65±0.30	21.56±1.53
0.5 %	66.08±1.46	4.01±0.33	22.07±1.42
1.0 %	70.63±1.92	2.80±0.58	19.81±1.04
1.5 %	66.59±1.70	3.78±0.29	20.16±1.80
2.0 %	65.39±2.45	3.77±0.36	21.05±2.05

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄.

● 마(Yam)

- 각각의 마 분말 비율별 TVP(그림 64, 65)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 15에 나타내었다. 전체적으로 보았을 때 마 분말의 비율에 따른 큰 차이가 없었다. 이는 마 분말의 색이 TVP의 색과 유사했기 때문이다.



그림 64. 마 분말 비율에 따른 증숙 전 TVP.

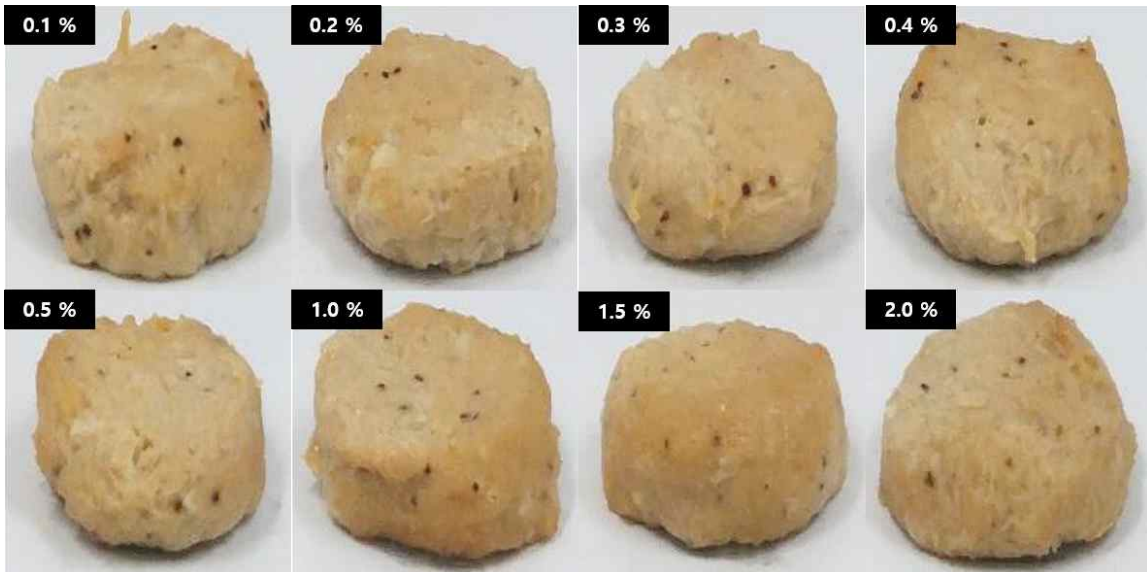


그림 65. 마 분말 비율에 따른 증숙 후 TVP.

표 15. 마 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	71.14±0.27	3.51±0.08	23.54±0.64
0.2 %	70.52±1.73	3.76±0.38	22.70±0.80
0.3 %	70.57±2.34	3.58±0.63	22.86±1.71
0.4 %	68.23±0.92	3.99±0.38	23.62±0.75
0.5 %	72.67±0.75	3.00±0.48	21.19±0.89
1.0 %	70.25±1.38	3.25±0.36	21.20±0.79
1.5 %	68.91±2.11	4.03±0.42	22.78±1.32
2.0 %	68.68±2.07	3.36±0.57	22.14±0.45

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄.

● 제피(Sichuan pepper)

- 각각의 제피 분말 비율별 TVP(그림 67, 68)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 16에 나타내었다. 명도인 L 값은 2.0%에서 50으로 대조군인 떡갈비와 가장 유사한 값을 나타내었다. 적색도인 a 값은 분말의 비율과 관계없이 2~3의 범위로 나타나 큰 변화가 없었으며, 황색도 b 값은 분말의 비율이 증가할수록 점차 감소했다. 제피의 검은 색으로 인해 a, b 값의 변화가 크게 영향을 미치지 않았던 것으로 추정된다.

- 그림 66, 67를 보면, 1.0% 이상부터는 제피의 고유한 색이 많이 도출돼 검은 색에 가까움을 볼 수 있다. 이로 인해 대조군인 떡갈비의 색과는 큰 차이를 보였다.



그림 66. 제피 분말 비율에 따른 증숙 전 TVP.

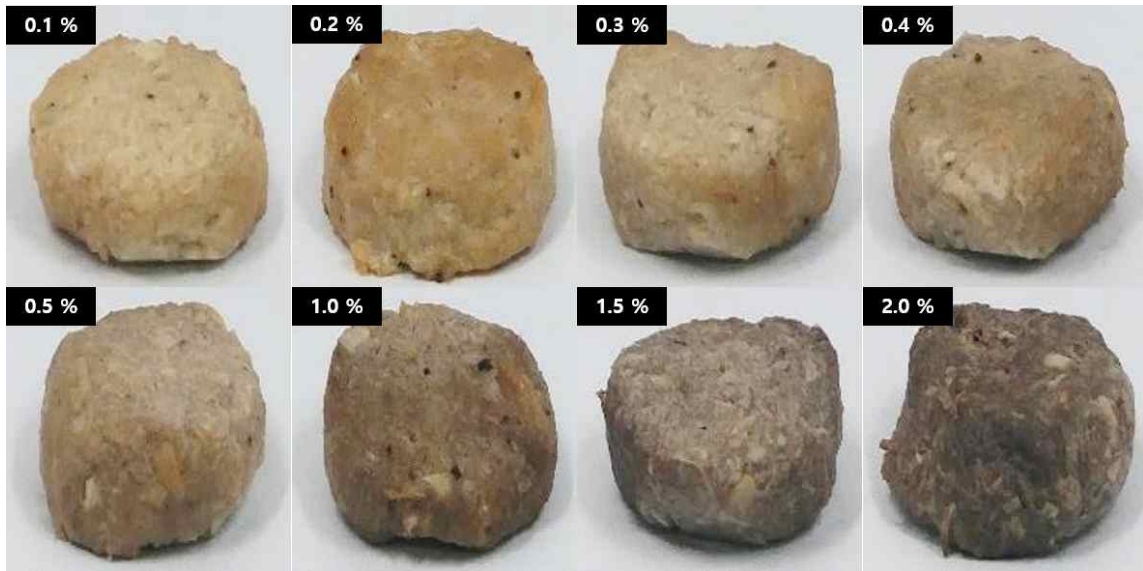


그림 67. 제피 분말 비율에 따른 증숙 후 TVP.

표 16. 제피 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	71.79±1.07	2.39±0.23	18.61±0.49
0.2 %	66.66±1.00	3.06±0.29	19.20±0.59
0.3 %	67.08±2.35	2.43±0.56	16.97±0.77
0.4 %	62.02±1.52	2.75±0.24	15.98±0.76
0.5 %	65.04±1.49	2.08±0.22	15.09±0.17
1.0 %	58.11±2.83	2.31±0.30	12.15±0.26
1.5 %	58.55±0.99	2.02±0.13	11.57±0.80
2.0 %	50.44±2.29	2.48±0.34	10.18±0.73

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄.

● 영지버섯(Reishi mushroom)

- 각각의 영지버섯 분말 비율별 TVP(그림 68, 69)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 16에 나타내었다. 그림 70, 71을 보면, 영지버섯의 분말이 TVP와 잘 섞이지 못하고 그 입자가 육안으로도 확연히 구분되었다. 그중 1.0%와 1.5%가 대조군에 가장 유사함을 보였다.

- 표 17의 색도 변화를 보면, 명도인 L 값은 비율이 증가함에 따라 감소하여 1.5%에서 53으로 대조군 값에 가장 가까워졌고, 적색도인 a 값은 점차 증가했지만 대조군 값인 7에 크게 미치지 못하는 5로 나타났다. 황색도인 b 값은 평균적으로 대조군에 유사함을 보였다.

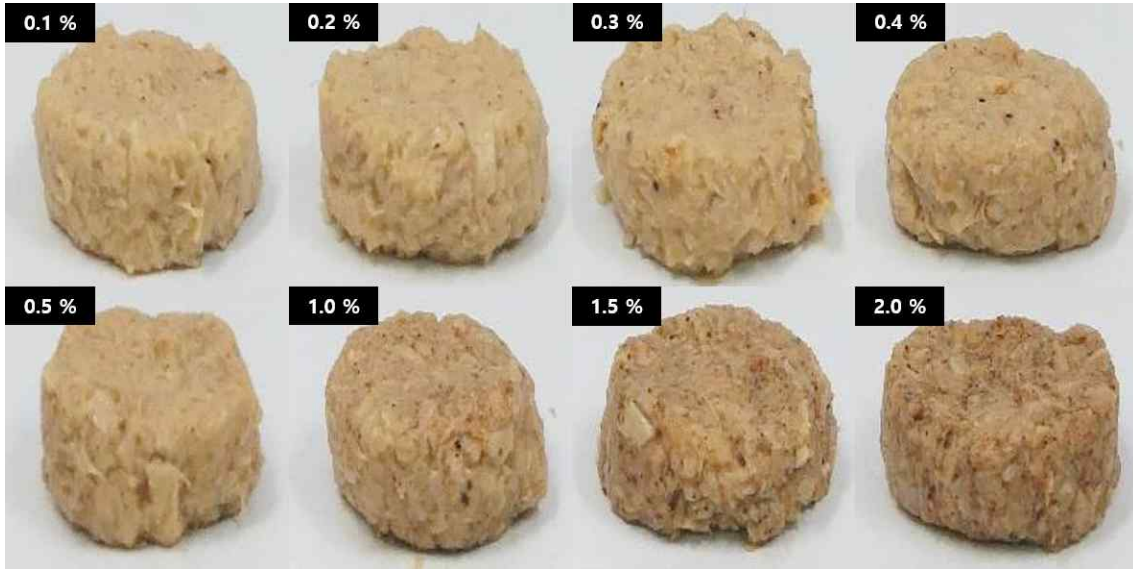


그림 68. 영지버섯 분말 비율에 따른 증속 전 TVP.

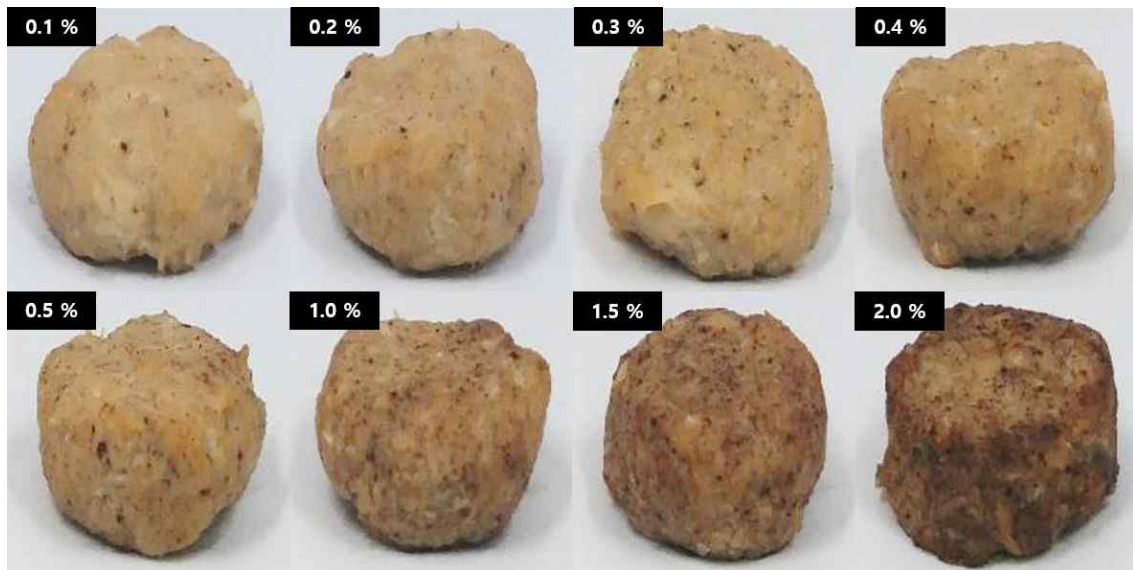


그림 69. 영지버섯 분말 비율에 따른 증속 후 TVP.

표 17. 영지버섯 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	70.18±1.49	3.90±0.51	22.02±1.13
0.2 %	66.33±1.51	4.47±0.29	23.26±0.78
0.3 %	64.94±1.72	4.80±0.27	22.98±1.38
0.4 %	64.62±0.99	4.81±0.37	21.88±0.76
0.5 %	63.10±0.83	4.92±0.45	21.78±1.81
1.0 %	58.47±2.81	5.32±0.61	19.28±0.89
1.5 %	53.12±1.45	5.91±0.74	16.94±0.94
2.0 %	56.27±2.22	5.35±0.12	19.07±1.22

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄.

● 느릅나무(Japanese Elm)

- 각각의 느릅나무 분말 비율별 TVP(그림 70, 71)의 색도 변화를 측정하여 그 결과를 표 18에 나타내었다. 육안으로 보았을 때 1.5% 이상부터는 대조군인 떡갈비와 거의 유사한 것으로 확인할 수 있었다.
- 표 18의 명도인 L 값과 황색도인 b 값은 비율이 증가할수록 점차 값이 낮아지는 경향을 보였고, 적색도인 a 값은 점차 값이 증가하는 것을 알 수 있었다. 색차값 데이터를 보면 2.5%에서 2.49로 가장 낮은 색차값을 보였지만 다른 1.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% 비율에서도 2.5의 낮은 값으로 큰 차이가 나지 않는 것을 보였다.
- 느릅나무의 비율별 색도 변화 시 visual quality test 결과와 색도 변화를 함께 분석했을 때, 비율이 증가함에 따라 L 값은 감소했고 a 값은 증가했고 b 값은 약간 감소하면서 대조군인 색에 흡사해졌다.
- 대조군과의 색도 차이를 비교했을 때, 2.5~3.5%에서 2.5의 낮은 값을 보였다. 또한 색차값을 바탕으로 visual quality test를 비교하였을 때도 대조군인 떡갈비와 유사한 모습을 확인하였다. a 값이 2 정도 차이를 보이지만 전체적인 색도 값에서 2.5~3.5% 느릅나무 비율이 가장 적합하다는 결론을 얻었다.



그림 70. 느릅나무 분말 비율에 따른 증숙 전 TVP.

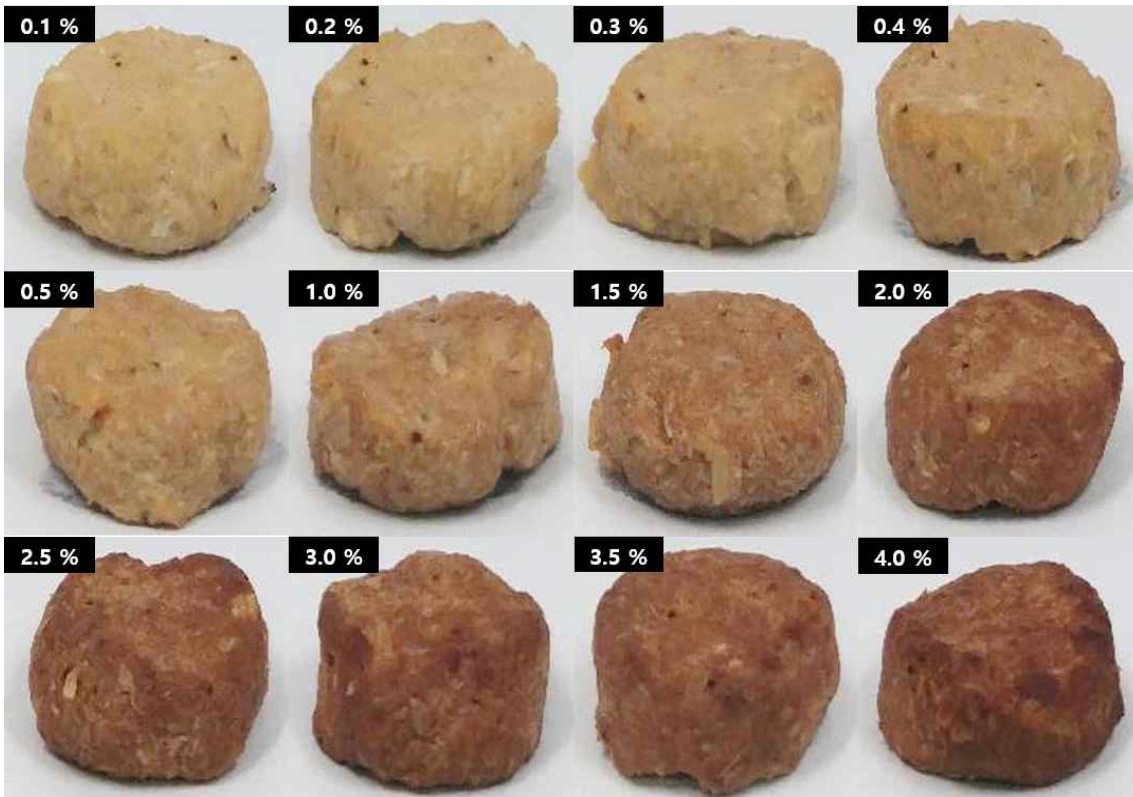


그림 71. 느릅나무 분말 비율에 따른 증숙 후 TVP.

표 18. 느릅나무 분말 비율에 따른 TVP의 색도 변화

비율(%)	L* ¹	a*	b*
Control	51.37±1.43	7.48±0.52	18.35±0.72
0.1 %	70.49±0.85	3.88±0.41	22.59±1.40
0.2 %	69.50±0.88	4.18±0.40	21.93±0.32
0.3 %	67.49±0.57	4.62±0.29	21.93±0.98
0.4 %	66.08±1.39	5.21±0.62	21.24±1.52
0.5 %	64.11±1.64	5.98±0.50	21.60±1.03
1.0 %	60.67±1.30	6.87±0.58	21.03±0.81
1.5 %	55.11±0.17	9.17±0.15	20.36±0.61
2.0 %	56.78±1.65	8.71±0.69	19.40±0.37
2.5 %	52.22±1.41	9.70±0.47	19.11±0.48
3.0 %	52.27±0.85	9.82±0.31	18.76±0.79
3.5 %	51.16±0.49	9.99±0.54	18.22±0.90
4.0 %	50.45±1.43	9.90±0.60	18.19±0.95

¹L*, a*, b* 는 각각 lightness, redness, yellowness를 나타냄

● 색도 비교분석 결과

- 단일 원료를 이용하여 육제품의 갈색을 구현할 수 있는 색 대체소재로서 총 6종에 대해 분석한 결과 느릅나무 분말을 이용한 구이용 대체육이 가장 대조군의 색을 잘 구현할 수 있었다. 하지만 단가가 높아 다른 분말과 비교 시 가격경쟁력이 낮은 점은 보완책이 필요했다.

○ 혼합 원료를 활용한 스크리닝 결과

- 국내산 색 소재로서 다양하게 활용되고 있는 백년초, 단호박, 썩 분말을 이용하여, 일반 육류제품과 가장 유사한 색도를 나타내는 구성비를 구현하고자 하였다.
- 구이용 대체육의 제조공정 중 증숙을 거친 후의 색을 기준으로 결과 값을 비교하였다. 이는 기존 한식형 구이용 육류제품 제조업체들이 균의 살균 및 조리 기능을 위해 증숙 후 냉동 처리를 공정으로 포함하고 있기 때문이다.
- 그림 72는 천연색소의 각 함량과 비율에 따른 구이용 대체육 반죽의 외관을 확인한 결과이다.

- 실제 백년초, 단호박, 썩가루는 모두 친수성 천연색소로 구성되어 있어 물에 잘 용해되지만 증숙 과정을 거치게 되면 그림 73과 같이 색 빠짐 현상이 나타남을 확인할 수 있었다.
- 표 19, 20, 21은 색에 대한 L*, a*, b* 값을 나타낸 것이다. 반죽의 결과는 색 빠짐을 고려하여 따로 통계적 차이를 나타내지 않았다.

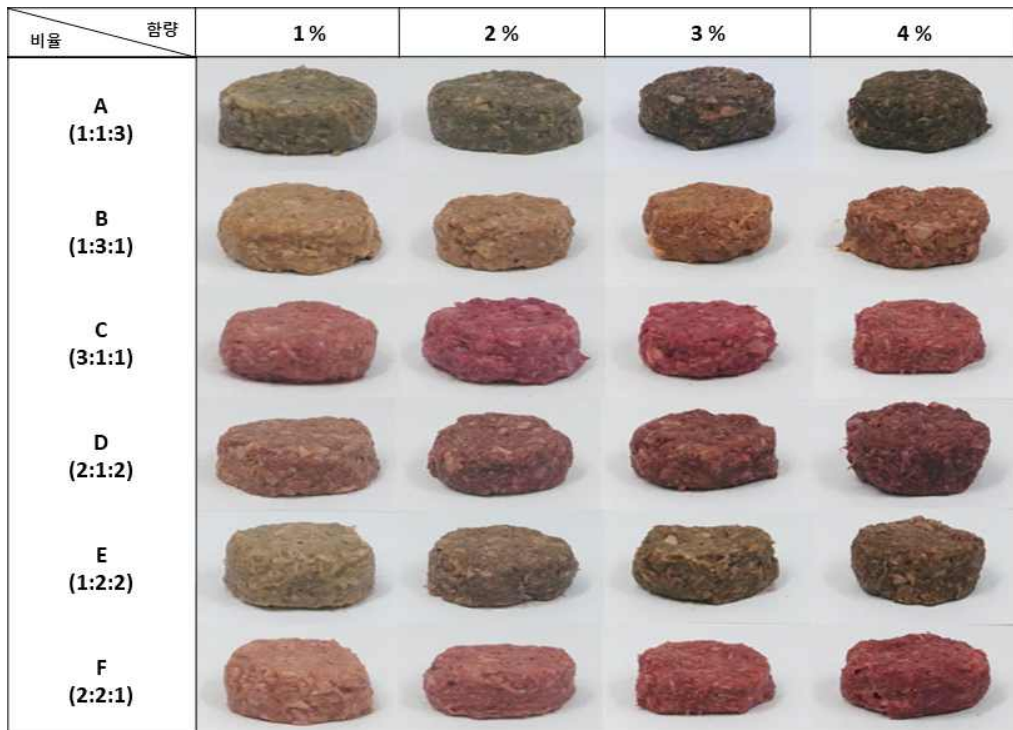


그림 72. 각 성분, 함량에 따른 반죽 대체육 떡갈비의 외관.

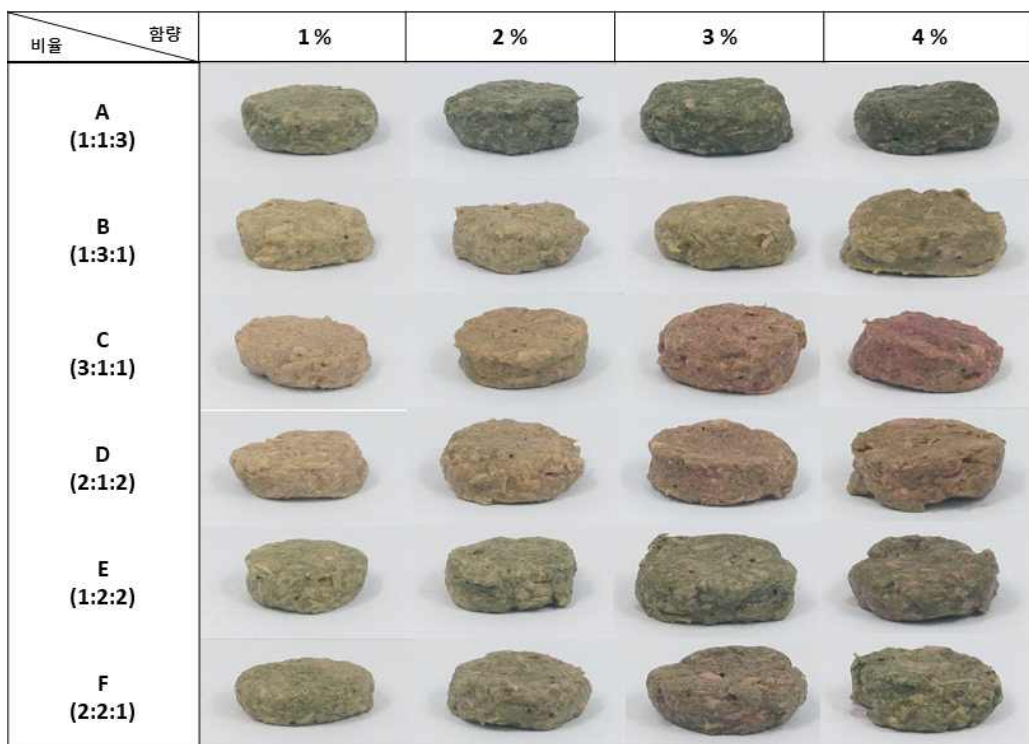


그림 73. 각 성분, 함량에 따른 해동 이후의 대체육 떡갈비의 외관.

(A1=1% of 1:1:3 sample, A2=2% of 1:1:3 sample, A3=3% of 1:1:3 sample, A4= 4% of 1:1:3 sample, B1=1% of 1:3:1 sample, B2=2% of 1:3:1 sample, B3=3% of 1:3:1 sample, B4=4% of 1:3:1 sample, C1=1% of 3:1:1 sample, C2=2% of 3:1:1 sample, C3=3% of 3:1:1 sample, C4= 4% of 3:1:1 sample, D1=1% of 2:1:2 sample, D2= 2% of 2:1:2 sample, D3=3% of 2:1:2 sample, D4=4% of 2:1:2 sample, E1=1% of 1:2:2 sample, E2=2% of 1:2:2 sample, E3=3% of 1:2:2 sample, E4=4% of 1:2:2 sample, F1=1% of 2:2:1 sample, F2=2% of 2:2:1 sample, F3=3% of 2:2:1 sample, and F4=4% of 2:2:1 sample).

표 19. 반죽 대체육 떡갈비의 L* 값

Lightness(L*)	1%(1)	2%(2)	3%(3)	4%(4)
A(1:1:3)	56.82±0.86	49.33±1.43	44.87±0.81	41.88±1.27
B(1:3:1)	60.87±0.65	53.44±0.80	51.06±0.57	48.60±0.81
C(3:1:1)	60.52±0.59	49.26±1.42	46.67±3.29	39.18±1.65
D(2:1:2)	55.68±0.80	48.80±0.90	43.97±2.02	41.21±1.42
E(1:2:2)	59.40±1.24	52.74±1.41	47.94±1.12	45.32±1.18
F(2:2:1)	57.90±0.63	51.82±1.19	48.98±0.63	44.70±0.56

표 20. 반죽 대체육 떡갈비의 a* 값

Redness(a*)	1%(1)	2%(2)	3%(3)	4%(4)
A(1:1:3)	3.03±0.22	2.55±0.36	3.10±0.34	2.91±0.28
B(1:3:1)	6.25±0.26	9.03±0.44	9.10±0.21	9.75±0.59
C(3:1:1)	11.73±0.49	21.02±0.50	21.81±0.54	21.80±1.37
D(2:1:2)	10.29±0.80	12.01±0.49	12.34±0.49	12.62±0.53
E(1:2:2)	4.89±0.35	6.60±0.50	5.98±0.35	5.62±0.24
F(2:2:1)	13.24±0.31	17.03±0.94	16.78±0.49	17.64±0.73

표 21. 반죽 대체육 떡갈비의 b* 값

Yellowness(b*)	1%(1)	2%(2)	3%(3)	4%(4)
A(1:1:3)	16.40±0.46	14.66±0.69	13.77±0.56	13.64±0.74
B(1:3:1)	20.20±0.70	19.52±1.04	18.97±0.79	18.05±0.86
C(3:1:1)	17.30±0.49	12.04±0.43	12.04±0.43	10.39±0.86
D(2:1:2)	14.51±0.44	13.07±0.84	12.43±0.72	12.25±0.62
E(1:2:2)	17.98±0.73	16.29±0.30	16.21±0.43	15.85±0.75
F(2:2:1)	16.90±0.44	15.47±1.15	14.42±0.69	13.74±0.72

3-1-4) 국내산 농산물 분말을 활용한 구이용 대체육의 맛·향 개선

- 구이용 대체육의 맛·향 대체소재 탐색

- 육향에 대한 기준은 매우 다양하여 한 가지 항목으로 평가되기 어렵지만 그 기작에 대해서는 공통적으로 마이야르 반응(Maillard reaction), 즉 고온에서 환원당과 아미노 화합물에 의한 갈색화 반응이 고기의 향에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.
- 맛 소재 스크리닝 시 이취가 적고, 감칠맛이 풍부한 소재가 결국 고기의 향(불맛)에도 영향을 줄 것으로 예측하였다. 이에 2차 스크리닝을 통해 선정된 3종의 국내산 농산물을 함유한 대체육을 고온에서 굽고, 이때의 향을 기준으로 관능검사를 실시하였다.
- 이와 같이 예비실험을 통해 시료별 최적 함량을 확인하였고, 맛 비교를 통해 최초 26가지(국내산 농산물 소재 활용 0.5%, 1% 각 11종 + 0.2% 4종) 소재 중 10가지를 스크리닝하였고, 이를 다시 3가지 그룹으로 나누어 순위를 평가하였다(표 22).

표 22. 맛&향의 소재별 최적 첨가량 (O: 가능, X: 첨가 시 이미, 이취 발생)

NO	국내산 농산물 원료	0.2%	0.5%	1.0%
1	매실청		X	X
2	배도라지 농축액		X	X
3	발효콩 분말	O	X	X
4	양배추 분말		X	X
5	파프리카 분말		O	O
6	시금치 분말	O	X	X
7	토마토 분말		O	O
8	등굴레 분말		O	O
9	표고버섯 분말	O	X	X
10	감초 분말	O	X	X
11	팥 분말		X	X

- 1그룹은 발효콩 분말 0.2%, 표고버섯 분말 0.2%, 감초 분말 0.2% 3종으로 전체 선호도 1위는 감초 분말 0.2% (1.67), 2위는 표고버섯 분말 0.2%(2.0), 3위는 발효콩 분말 0.2%(2.33)으로 나타났다. 이미/이취 강도 비교 결과도 동일한 순서대로 이취가 낮은 것으로 평가되어 최종적으로 감초 분말 0.2%가 선정되었다.
- 2그룹은 시금치 분말 0.2%, 0.5%, 등굴레 분말 0.5% 3종으로 전체 선호도면에서는 시금치 분말 0.2%, 등굴레 분말 0.5%가 평균 1.67로 동점이었지만, 이미/이취 부문에서 시금치 0.2%의 이취가 더욱 강하고, 감칠맛에서도 등굴레 분말의 감칠맛이 더 높은 것으로 평가되

어 종합적으로 둥글레 분말 0.5%의 맛이 우수하여 최종 선정되었다.

- 3그룹은 파프리카 0.5%, 파프리카 1%, 토마토 0.5%, 토마토 1% 총 4종으로 전체 선호도에서 토마토 분말 1%가 1위로 선정되었다(토마토 분말 1%: 1.33, 토마토 분말: 0.5% 2.33, 파프리카 분말 0.5%, 1%: 각각 2.67).
- 조사 대상자의 연령은 모두 20~30대 성인이며, 남녀의 비율이 각각 38.46%, 61.54%로 구성되었다.

● 맛 소재 탐색 표준화를 위한 관능평가 결과

- 국내산 농산물 중 한식 구이용 대체육의 맛 소재 3종의 인테이크 사내 관능평가 결과는 다음과 같다. 단맛은 대조군이 3.35 ± 1.20 점으로 가장 단맛이 강하다고 응답하였으며, 토마토 분말 1%가 3.0 ± 0.80 , 감초 분말 0.2% 2.96 ± 0.77 , 둥글레 분말 0.5% 2.81 ± 0.90 점 순으로 응답하였다(그림 74).

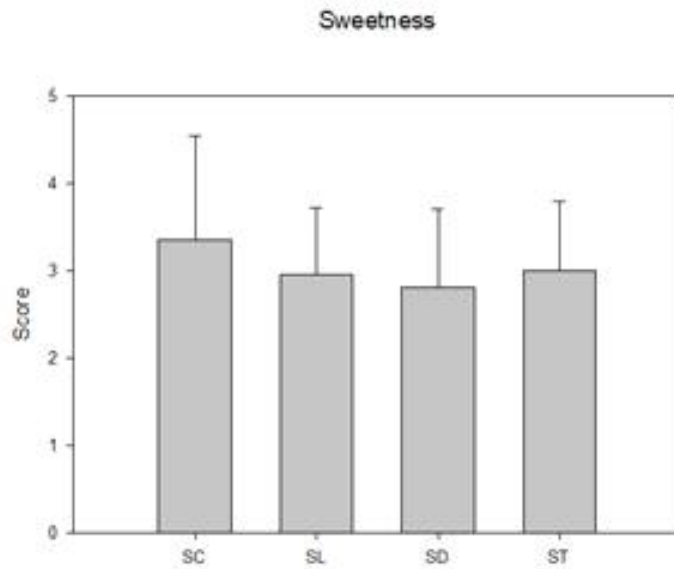


그림 74. 맛 소재 스크리닝_단맛 강도(SC : 대조군, SL : 감초 0.2%, SD : 둥글레 0.5%, ST : 토마토 1%)

- 짠맛의 경우 토마토 분말 1% 2.77 ± 0.59 , 감초 분말 0.2% 2.54 ± 0.86 , 둥글레 분말 0.5% 2.50 ± 0.81 , 대조군 1.69 ± 0.68 순으로 나타났다(그림 75).

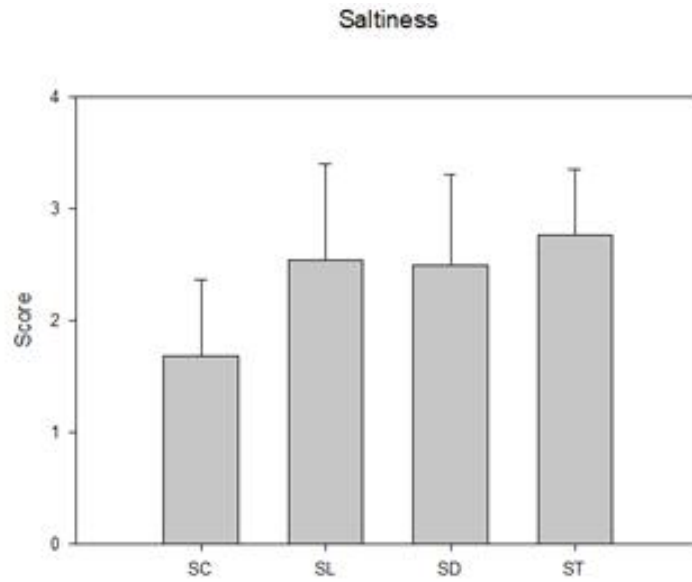


그림 75. 맛 소재 스크리닝_짠맛 강도(SC : 대조군, SL :감초 0.2%, SD : 둥글레 0.5%, ST : 토마토 1%)

- 감칠맛은 토마토 분말 1%가 3.12 ± 0.91 로 가장 높은 강도를 보였고, 다음으로 둥글레 분말 0.5% 와 감초 분말 0.2% 는 각각 2.69 ± 1.01 , 2.69 ± 0.93 으로 감칠맛에 대한 강도가 유사하게 나타났다. 대조군은 2.12 ± 0.82 로 감칠맛에 대한 강도가 가장 낮았다(그림 76).

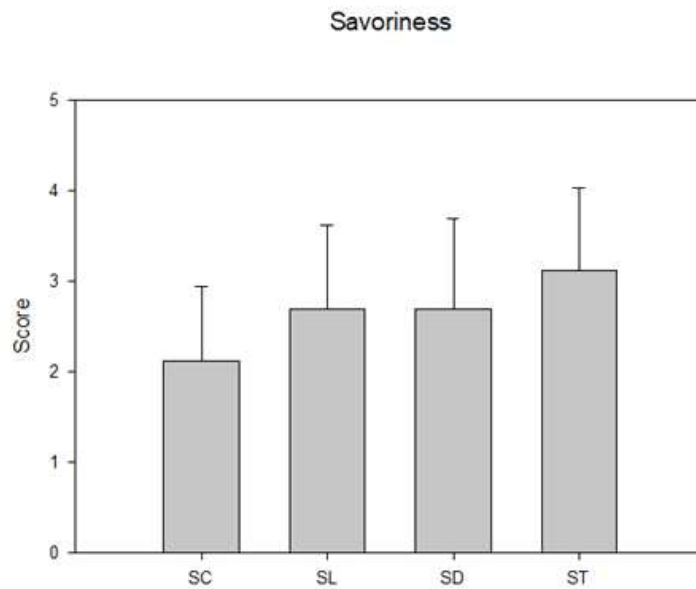


그림 76. 맛 소재 스크리닝_감칠맛 강도(SC : 대조군, SL :감초 0.2%, SD : 둥글레 0.5%, ST : 토마토 1%)

- 조직감에 대한 기호도 측정 결과 토마토 분말 1%가 3.85 ± 0.73 점으로 선호도가 가장 높았고, 둥글레 분말 0.5%는 3.69 ± 0.84 , 감초 분말 0.2%는 3.65 ± 0.75 점 순이었다. 대조군은 3.35 ± 0.80 점으로 조직감에 대한 선호도가 가장 낮았다(그림 77).

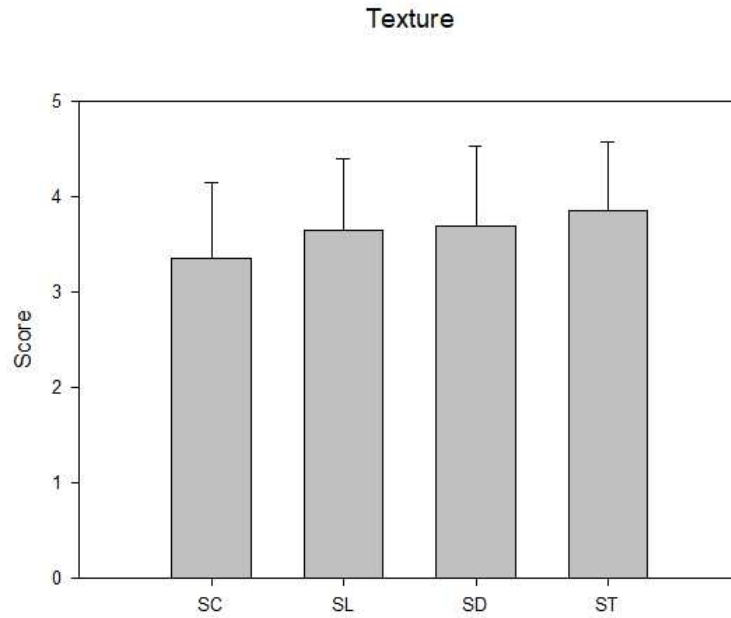


그림 77. 맛 소재 스크리닝_조직감 선호도(SC : 대조군, SL : 감초 0.2%, SD : 둥글레 0.5%, ST : 토마토 1%)

- 대체육의 맛 성분을 대체할 국내산 원료 스크리닝 결과 전반적 기호도 항목에서 토마토 분말 1%가 3.35 ± 0.69 점으로 가장 기호도가 높았다. 다음은 감초 분말 0.2% 3.23 ± 0.91 , 둥글레 분말 0.5% 3.04 ± 0.96 순으로 기호도가 높은 것으로 조사되었다. 대조군은 2.65 ± 0.94 로 전반적인 기호도가 가장 낮았다(그림 78).

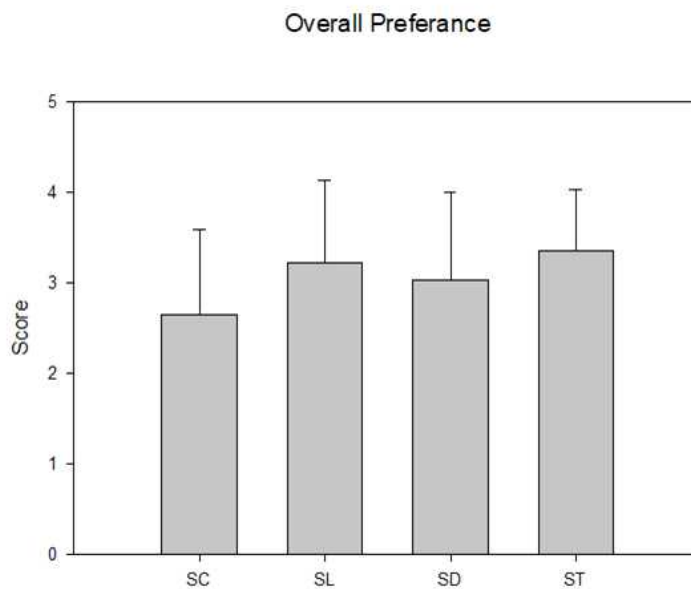


그림 78. 맛 소재 스크리닝_전반적 선호도(SC : 대조군, SL : 감초 0.2%, SD : 둥글레 0.5%, ST : 토마토 1%)

- 4종 시료의 선호도 순위 테스트를 실시한 결과 토마토 분말 1% (2.12 ± 1.07), 감초 분말 0.2% (2.23 ± 0.91), 둥글레 분말 0.5% (2.31 ± 1.05), 대조군 (3.35 ± 1.06) 순으로 토마토 분말 1%에 대한 선호도가 가장 높았다.

- 관능평가 결과 토마토 분말을 1% 함유한 대체육이 감칠맛이 강하며, 조직감이 좋고, 전반적 기호도, 순위법 항목에서 모두 가장 높은 평가를 받았다. 따라서 3차 스크리닝 결과 11종 국내산 농산물 중 토마토 분말이 대체육의 맛과 향의 소재로 가장 적합한 것으로 조사되었다(그림 74~78).

● 향 소재 탐색 표준화를 위한 관능검사 결과

- 국내산 농산물 중 한식 구이용 대체육의 향 대체 소재 3종의 인테이크 사내 관능평가 결과는 다음과 같다. 단맛의 강도를 측정한 결과 대조군이 3.42 ± 1.24 점으로 가장 단맛의 강도가 높다고 응답하였고, 다음으로 감초 분말 0.2%가 3.23 ± 0.76 , 둥글레 분말 0.5%가 3.0 ± 0.75 , 토마토 분말 1%가 2.92 ± 0.74 점 순으로 나타났다(그림 79).

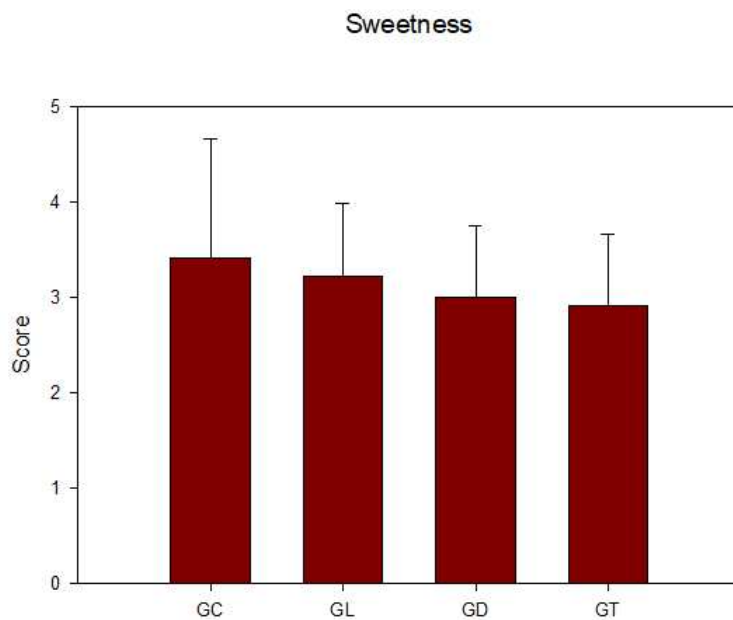


그림 79. 향 소재 스크리닝_단맛 강도(GC : 대조군, GL : 감초 0.2%, GD : 둥글레 0.5%, GT : 토마토 1%)

- 짠맛의 강도를 측정한 결과 둥글레 분말 0.5%가 2.85 ± 0.61 점으로 가장 짠맛이 강하게 느껴졌고, 토마토 분말 1%가 2.69 ± 0.79 , 감초 분말 0.2%가 2.65 ± 0.94 , 대조군이 1.85 ± 1.08 점 순이었다(그림 80).

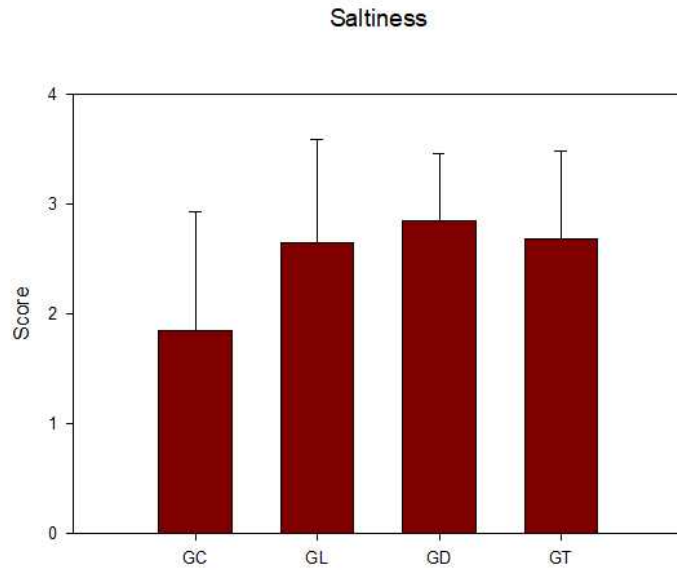


그림 80. 향 소재 스크리닝_짠맛 강도(GC : 대조군, GL :감초 0.2%, GD : 둥글레 0.5%, GT : 토마토 1%)

- 감칠맛의 경우 토마토 분말 1%가 3.15 ± 0.78 점으로 감칠맛 강도가 가장 높았으며, 다음으로 둥글레 분말 0.5%가 3.08 ± 0.89 , 감초 분말 0.2%가 2.88 ± 0.82 점 순으로 나타났다. 대조군은 2.08 ± 0.84 로 감칠맛 강도가 가장 낮은 것으로 조사되었다(그림 81).

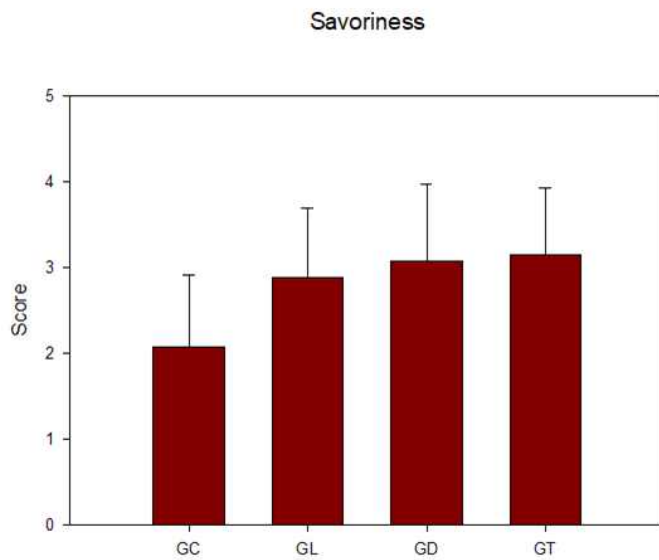


그림 81. 향 소재 스크리닝_감칠맛 강도(GC : 대조군, GL :감초 0.2%, GD : 둥글레 0.5%, GT : 토마토 1%)

- 불맛에 대한 관능평가 결과 둥글레 분말 0.5%가 2.73 ± 1.0 점으로 가장 높았고, 토마토 분말 1%가 2.50 ± 0.99 , 감초 분말 0.2%가 2.27 ± 0.92 순으로 응답하였다. 대조군은 1.77 ± 0.82 로 불맛이 가장 약하게 느껴지는 것으로 조사되었다(그림 82).

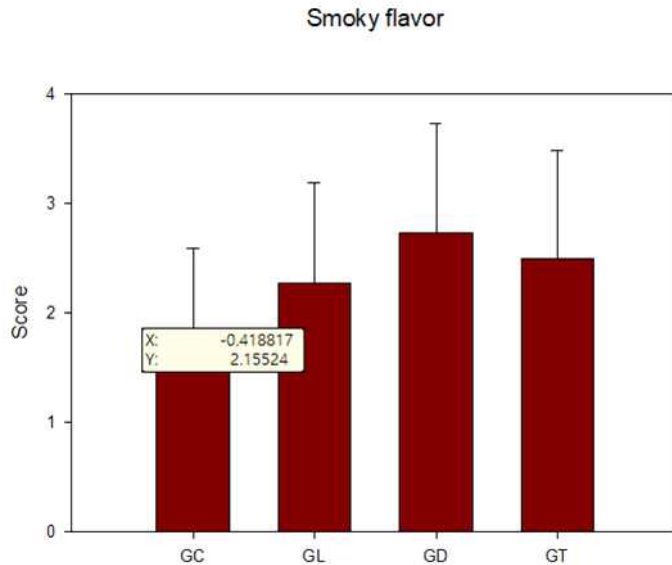


그림 82. 향 소재 스크리닝_불맛 강도(GC : 대조군, GL : 감초 0.2%, GD : 둥글레 0.5%, GT : 토마토 1%)

- 국내산 농산물을 이용하여 대체육의 향 소재를 대체하는 원료 스크리닝 결과 전반적 기호도는 둥글레 분말 0.5%가 3.58 ± 0.99 로 가장 높았고, 토마토 분말 1%가 3.50 ± 0.76 , 감초 분말 0.2%가 3.15 ± 0.92 순으로 평가되었다. 대조군은 2.23 ± 1.11 점으로 현저하게 기호도가 낮았다(그림 83).

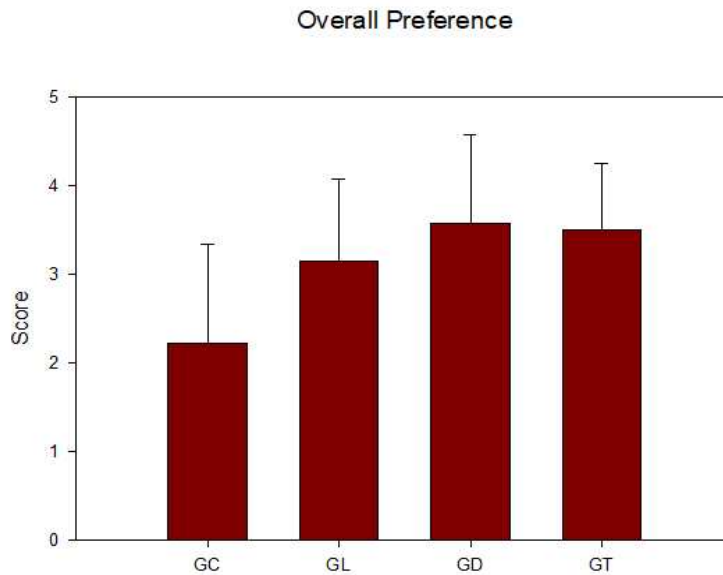


그림 83. 향 소재 스크리닝_전반적 기호도(GC : 대조군, GL : 감초 0.2%, GD : 둥글레 0.5%, GT : 토마토 1%)

- 관능평가 결과 토마토 분말 1%를 함유한 대체육이 감칠맛이 강하며, 조직감이 좋고, 전반적 기호도, 순위법 항목에서 모두 가장 높은 평가를 받았다. 따라서 3차 스크리닝 결과 11종 국내산 농산물 중 토마토 분말 대체육의 맛과 향의 소재로 가장 적합한 것으로 조사되었다(그림 79~83).

3-1-5) 국내산 농산물을 활용한 구이용 대체육 개발 및 최적화

- 위의 연구들을 통해 대체육의 질감 및 색 개선, 조미소재에 대한 탐색 및 최적 방법을 탐색하였다.
- 실제 대체육에서 가장 많이 개선되어야 할 것은 질감이었고, 위의 연구 결과 식이섬유 처리를 통해 얻은 고구마순이 구이용 대체육의 질감과 가장 유사할 것으로 판단되어 해당 소재를 기반으로 한 구이용 대체육에 대한 특징을 파악하였다.
- 물리적 섬유화가 대체육에 미치는 영향을 확인하기 위하여 타장 처리 여부에 따른 비교 분석을 진행했다.
- 마지막으로 위의 방법으로 생산된 구이용 대체육의 관능검사를 실시하여 본 연구 결과의 실제 제품화 적용 가능 여부를 확인하였다.

● 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 특징

고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 외관

- 물리적 섬유화를 통해 얻은 대체육의 경우 그림 84에서 보는 바와 같이 고구마순을 첨가할 수록 짙은 초록색이 강해지는 외관상의 변화가 나타났다.



그림 84. 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 외관.

(SP는 고구마순을 말하며, 숫자는 TVP 중량을 %로 대체한 것을 의미한다.)

- 고구마순을 첨가한 대체육의 함량을 확인하였을 때 30% 수준이 가장 적합하다고 판단하였으며, 추가적으로 물리적 섬유화 처리에 따른 비교를 진행하였다.

- 고구마순을 첨가하지 않은 대체육과 TVP의 중량비 10~30%를 고구마순으로 대체한 대체육의 외관을 그림 85에 나타내었다.
- 외관상 물리적 처리를 한 고구마순의 경우 TVP에 고르게 분포되어있는 것을 확인할 수 있었다.







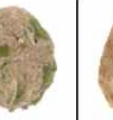




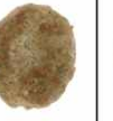




	Control	PS10	NPS10	PS20	NPS20	PS30	NPS30	Meat
Raw								
Cooked								

그림 85. 제조한 대체육 외관 (Control: 대조군, 10: TVP의 10%를 고구마순으로 대체한 대체육, 20: TVP의 20% 고구마순으로 대체한 대체육, 30: TVP의 30% 고구마순으로 대체한 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비).

- 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 질감(물리적 특성)
 - 질감이란 고기의 특성을 파악하는 중요한 지표로 작용하는데, 주로 기계적 시험을 통해 진행하는 것으로 알려져 있다.
 - 각 시료는 대조군, 고구마순을 TVP 함량의 10-30% 대체하였으며 고구마순의 물리적 섬유화 처리에 따른 실험군, 돼지고기를 이용하여 만든 떡갈비를 제조하여 실험을 진행하였다.

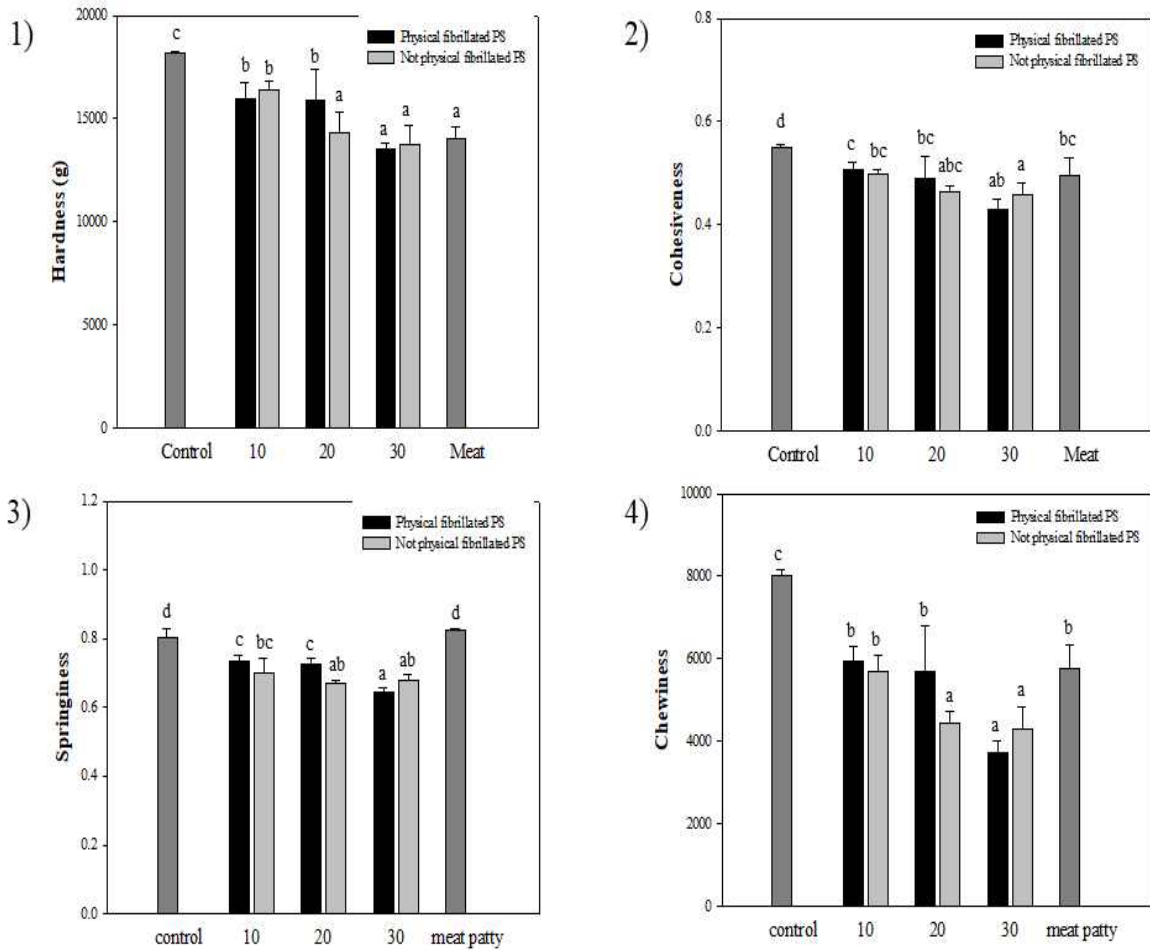


그림 86. 고구마순을 첨가한 대체육의 물성 특성.
 (Control: 대조군, 10: TVP의 10%를 고구마순으로 대체한 대체육,
 20: TVP의 20% 고구마순으로 대체한 대체육,
 30: TVP의 30% 고구마순으로 대체한 대체육,
 Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델).

- 그림 86-1과 같이 hardness는 단단한 정도를 나타내는 지표로서, 대조군이 가장 높음을 확인할 수 있었다(18,166.23±121.43g).
- 떡갈비의 hardness 값은 14,031.37± 579.23g을 가지며 전반적으로 대조군에 비해 낮은 값을 나타내었으며 전반적으로 낮은 hardness 값을 확인할 수 있다.
- 그림 86-2와 같이 cohesiveness 값은 대조군이 0.55±0.01 (단위없음)을 나타내었으며 고구마순을 첨가할수록 그 값이 낮아졌다(0.43-0.51).
- 실제 돼지고기의 경우 10~20% 고구마순을 첨가한 시료와 유의적 차이가 없음을 확인하였다.
- 그림 86-3과 같이 springiness 값에 대해서는 대조군이 돼지고기 시료와 유의적 차이가 없었으며, 고구마순을 첨가하였을 때 0.73-0.64 (단위없음)로 감소함을 확인하였다.

- chewiness는 경도, 내부결착력, 그리고 탄성력을 나타내는 복합 지표로서 그림 86-4와 같이 전반적으로 함량에 따른 차이가 낮으며 비율이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났다.
 - 물리적 섬유화의 유무에 따른 chewiness의 차이는 고구마순 20%를 기점으로 하여 발생했다.
 - 앞선 결과를 통해 전반적으로 고구마순이 TVP를 10~20% 대체하였을 때 비슷한 값을 나타냄을 확인되었다.
- 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 질감(이화학적 특성)

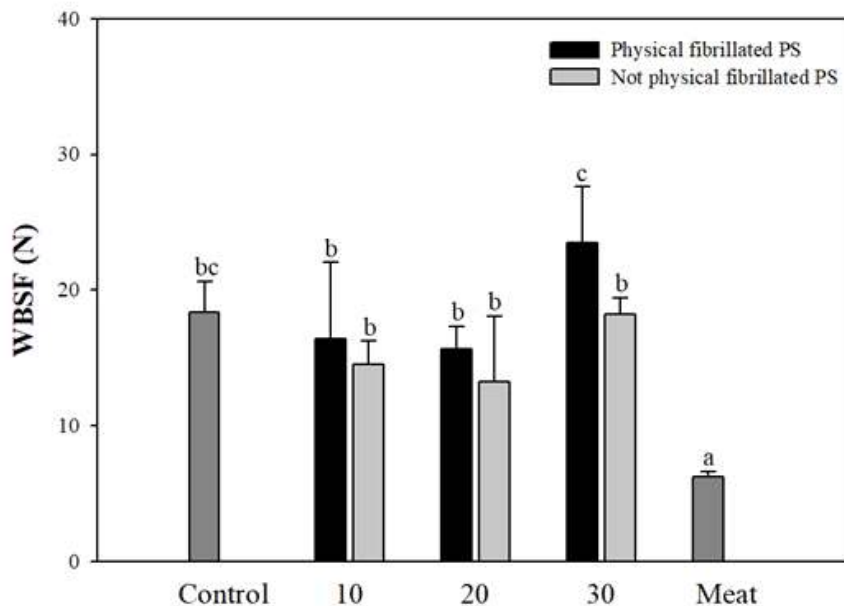


그림 87. 고구마순을 첨가한 대체육의 Warner-Bratzler Shear Force (WBSF)
 *Note: 10, 20, 30 indicate the group of SP contents substituted for TVP.

- 실험 결과는 그림 87에서 확인할 수 있다.
- 실제 고기에서는 절단면이 매끄럽게 잘리는 반면, 대체육의 경우 찢눌리게 되어 함량과 타장에 따른 경향을 확인하기에는 어려웠다.
- 기존의 대체육의 TVP는 기본적으로 질긴 특성을 가지고 조직이 약한 고구마순의 경우 옆 단면에 분포되어있는 정도 등을 고려해 적용하기 어려운 것으로 판단된다.

- 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 질감(이화학적 특성)

표 23. 고구마순을 첨가한 대체육의 수분함량

	Moisture content (%)
Control	63.75±0.28a
Meat	50.73±2.98b
PS10	67.17±0.17cd
PS20	66.43±0.18c
PS30	68.93±1.08d
NPS10	66.87±0.38cd
NPS20	66.94±0.85cd
NPS30	67.44±0.37cd

- 실험 결과는 표 23에서 확인할 수 있다.
- 실제 떡갈비의 경우 50.73±2.98%의 수분함량을 가지며 전반적으로 다른 대체육 시료보다 낮은 수분함량을 가짐을 확인할 수 있었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육의 경우 통계적 차이를 보기는 어려웠다. 그 이유로는 TVP가 가공 중에서도 수분을 잘 포집하는 능력이 높기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 실제 육류의 경우 높은 열에 의해 단백질이 변성되면서 유수분이 유출되는 현상이 나타났다.

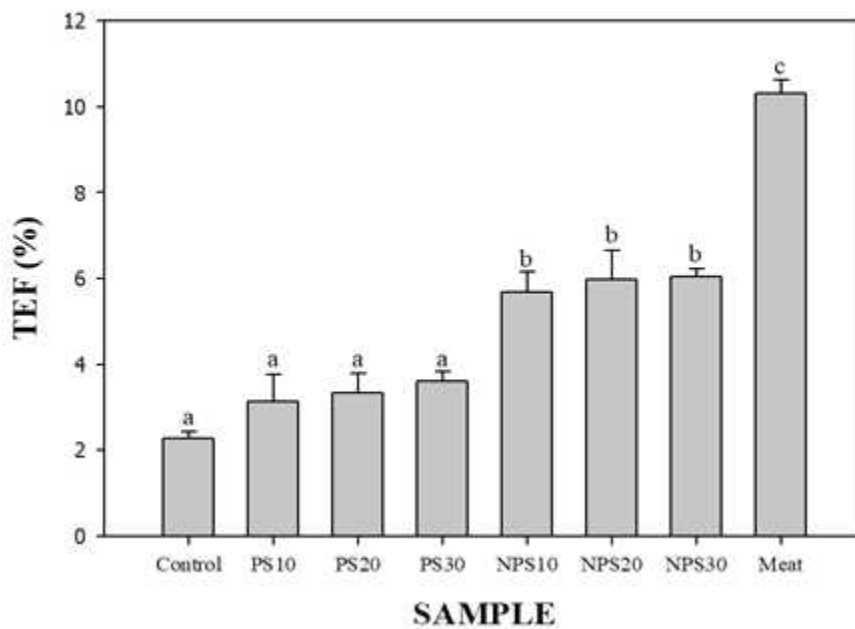


그림 88. 고구마순을 첨가한 대체육의 총유출량.

- 실험 결과는 그림 88에서 확인할 수 있다.
- 각 샘플 간에 유의적 차이가 있음을 확인했다. control(-)의 경우 2.27 ± 0.17 %의 유출량을 보였고 샘플 중 가장 낮은 값을 나타냈다.
- 콩단백질(TVP)의 친수성이 수분을 hold하고 끈끈한 매트릭스를 가져와 반죽 에멀전의 안정화를 가져온다고 추측된다.
- 타장과 타장하지 않은 고구마순을 넣은 대체육의 유의적 차이는 없음을 확인했다.
- control (-)에 비해 TEF는 증가함을 알 수 있다. 이러한 이유는 콩단백질의 함량이 고구마순으로 일부 대체되어 제조가 되었기 때문이라고 추측된다.
- 떡갈비(진짜고기모델)의 경우 샘플 중 유출량이 가장 많음을 알 수 있다 (10.30 ± 0.31 %). 이것은 같은 함량 (60% 진짜 고기) 를 넣은 모델에서도 비슷한 값(9.67 ± 1.32 %)이 나옴을 확인할 수 있다.
- 고기의 결합이 되는 부분은 근원 섬유 (액틴, 미오신으로 구성된 필라멘트)와 콜라겐으로 구성되어 있고 약 75%의 수분을 함유하고 있다. 고기의 요리 과정 중 물리, 화학적인 과정을 통해 단백질의 열변성이 일어나게 되고 단백질-물의 상호 작용에도 변화가 있는데 이는 열의 정도와 처리 시간에 따라 큰 변화가 있음을 알 수 있다.
- 따라서 단백질의 변성에 의한 유출할 수 있는 갭이 커지게 되고 수분과 유분이 유출되면서 고기 자체는 수축의 형성을 나타나게 된다.

○ 고구마순을 첨가한 구이용 대체육의 관능검사

● 관능검사 개요 및 훈련 방법

- 차이식별검사는 총 50명의 지원자가 참여했으며 여성 36명, 남성 14명으로 진행되었다.
- 총 5문제로 진행되었으며 문제당 25점으로 설정하여 100점 만점으로 진행했다(표 24).

표 24. 점수별 인수와 퍼센트

Score	No.(사람)	%
0	1	2
25	5	10
50	20	40
75	13	26
100	11	22

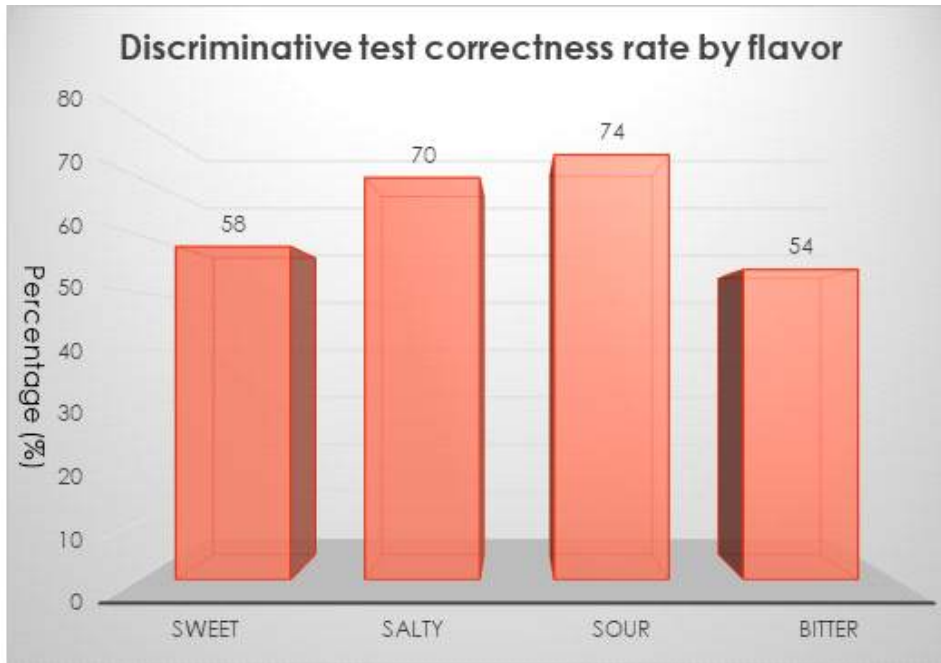


그림 89. 차이식별검사에 대한 결과.

- 차이식별결과 정답률은 단맛 58%, 짠맛 70%, 신맛 74%, 그리고 쓴맛 54%로 나타났다(그림 89).
- 2021년 6월 21일부터 2021년 7월 30일까지 총 28번의 주말을 제외한 평일 한 시간씩 관능 훈련을 진행하였다(그림 90, 91).



그림 90. 관능검사 진행 과정.



그림 91. 관능검사 준비 시료.

- 본 실험의 특성 지표는 총 29가지로 각각의 특성에 맞는 표준시료를 이용하여 15점 척도로 측정했다(그림 92).

<Descriptive sensory analysis of meat analogues>

ID: _____

Enter the sample number on the questionnaire, and taste the presented samples from the left to right.

Check the strength of each sample according to the strength of characteristics.

Odor

Soy sauce

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Sweet

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Garlic

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Cooked pork

Not detected

very strong

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

그림 92. 관능검사 훈련지 및 최종 관능평가지.

● 향미 평가 결과

- 그림 93는 향미에 대한 6가지 결과를 나타내었다.
- 그림 93-1)의 간장향(soy sauce)은 Meat가 13.6 ± 1.82 로 가장 높았으며 조미 소재 흡수 및 그 자체의 맛으로 인한 가장 강한 특징을 가질 수 있었다.
- 간장향의 각 특징은 Control(8.1 ± 2.84), PS10(7.2 ± 2.54), PS20(7.4 ± 2.88), NPS(5.0 ± 3.08)로 측정되었으며 기존 대조군과 고구마순을 첨가한 대체육의 유의적 차이를 확인하기 어려웠다.

- 같은 함량의 물리적 섬유화의 유무에 따른 결과에는 유의적 차이가 나타남을 확인하였으며, 처리하지 않은 고구마순의 경우 가장 낮은 값을 나타내었다.
- 그림 93-2) 단향(sweet)의 경우 각각 대조군(6.5 ± 3.03), PS10(3.4 ± 1.98), PS20(7.3 ± 2.98), NPS20(5.6 ± 3.11)을 나타내며 전체적으로 모든 시료에 대해 유의적인 차이가 없음을 확인하였다.
- 단향의 경우 실제 돼지고기 Meat(13.7 ± 1.73)의 조미 소재 흡수 및 그 자체의 맛에 의해 가장 강한 특징을 가지게 되었다.
- 그림 93-3)의 마늘 향미(garlic)는 각각 대조군(4.0 ± 3.08), PS10(3.8 ± 2.62), PS20(4.5 ± 2.47), NPS20(3.2 ± 1.94), Meat(3.8 ± 2.96)을 나타내며 전체적으로 모든 시료에 대해 유의적인 차이가 없음을 확인하였다.
- 그림 93-4)의 후추향(pepper)은 각각 대조군(3.6 ± 2.00), PS10(3.4 ± 1.98), PS20(3.7 ± 2.51), NPS20(2.8 ± 2.15), Meat(4.1 ± 3.79)을 나타내며 전체적으로 모든 시료에 대해 유의적인 차이가 없음을 확인하였다.
- 그림 93-5)의 두부향(tofu)은 기존 Control이 10.7 ± 2.83 로 가장 높았으며 대체육의 조직대 두단백이 콩 소재를 사용하였기 때문에 가장 강한 값을 나타내었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.5 ± 3.26), PS20(5.7 ± 3.20), NPS20(4.7 ± 2.59)을 나타내며 함량에 따른 유의적 차이는 존재하였으나 물리적 섬유화에 따른 유의적 차이는 확인하기 어려웠다.
- 하지만 Meat의 경우 가장 낮은 값(0.2 ± 0.36)의 두부향을 가지고 있음을 알 수 있었으며 기존 대체육의 인공향을 완전히 개선하는 것에는 어려움이 있었다.
- 그림 93-6)의 인공향(artificial)은 기존 Control이 7.7 ± 3.49 로 가장 높았으며 기존 조직대 두단백의 문제 특성이 강함을 알 수 있었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육은 유의적 차이가 없었으며 각각 PS10(4.5 ± 2.59), PS20(4.5 ± 2.82), NPS20(4.3 ± 2.93)을 나타내었다.
- 하지만 Meat의 경우 가장 낮은 값(0.2 ± 0.38)의 인공향을 가지고 있음을 알 수 있었으며 기존 대체육의 인공향을 완전히 개선하는 것에는 어려움이 있었다.

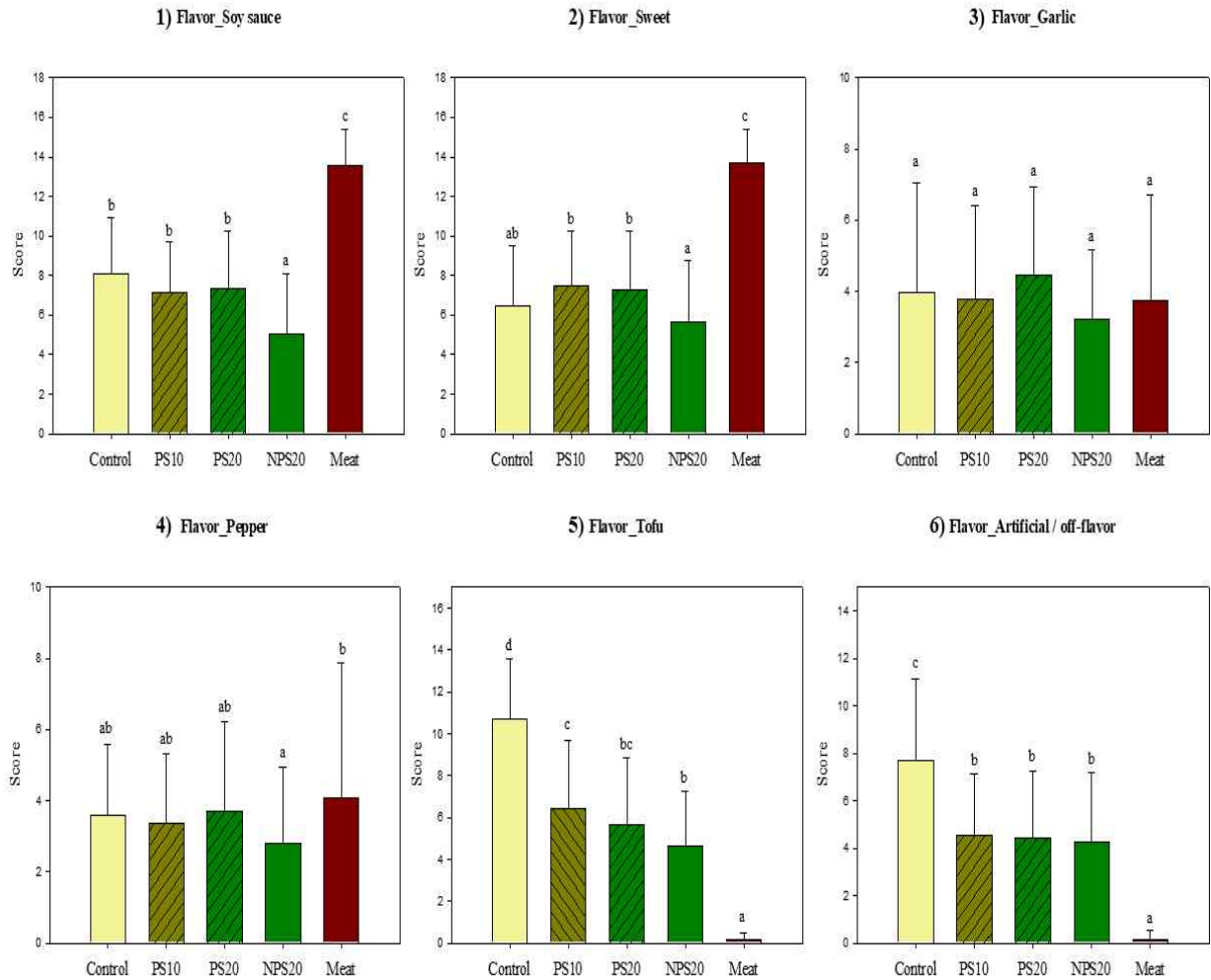


그림 93. 향미의 종합적 분석.

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델).

● 냄새 분석결과

- 그림 94은 냄새에 대한 5가지 결과를 나타내었다.
- 그림 94-1의 간장냄새(soy sauce)는 Meat가 13.9 ± 1.01 로 가장 높았으며 조미소재 흡수 및 방출이 가장 강한 특징을 가질 수 있었다.
- 간장 냄새의 각 특징은 Control(8.2 ± 2.53), PS10(7.2 ± 2.53), PS20(7.7 ± 2.32), NPS20(5.90 ± 3.10)으로 측정되었으며 기존 대조군과 고구마순을 첨가한 대체육의 유의적 차이는 함량의 차이에서 나타나지 않았다.
- 같은 함량의 물리적 섬유화의 유무에 따른 결과에는 유의적 차이가 나타남을 확인하였으며, 처리하지 않은 고구마순의 경우 가장 낮은 값(NPS20)을 나타내었다.
- 그림 94-2의 단 냄새(sweet)는 Meat가 13.6 ± 1.21 로 가장 높았으며 조미 소재 흡수 및 방출이 가장 강한 특징을 가질 수 있었다.

- 단 냄새의 각 특징은 Control(6.1 ± 3.08), PS10(6.7 ± 2.32), PS20(7.3 ± 2.6), NPS20(6.1 ± 2.80)으로 측정되었으며 기존 대조군과 고구마순을 첨가한 대체육의 유의적 차이는 함량의 차이에서 나타나지 않았다.
- 같은 함량의 물리적 섬유화의 유무에 따른 결과에는 유의적 차이가 나타남을 확인하였으며, 처리하지 않은 고구마순의 경우 가장 낮은 값(NPS20, 6.1 ± 2.80)을 나타내었다.
- 그림 94-3의 익은 채소 냄새(cooked vegetable)는 Control보다 고구마순을 첨가한 대체육의 값이 큼을 알 수 있다.
- 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.6 ± 2.24), PS20(8.6 ± 3.39), NPS20(9.7 ± 3.74)을 나타내며 대체적으로 20% 고구마순을 첨가한 대체육의 수치가 가장 큼을 알 수 있다.
- Meat의 경우 기존의 채소가 첨가되지 않은 점을 고려하여 가장 낮은 값(0.3 ± 0.99)을 나타내었다.
- 그림 94-4의 마른 풀냄새(grassy)는 지푸라기와 같은 풀 냄새를 말하며, 기존 Control이 고구마순을 첨가한 대체육보다 더 높은 grassy값을 가짐을 확인할 수 있었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.6 ± 3.08), PS20(5.4 ± 3.23), NPS20(6.0 ± 4.04)을 나타내며 조직대두단백의 특징으로 나타내는 마른 풀 냄새의 강도를 낮출 수 있었다.
- 하지만 Meat의 경우 기존의 채소가 첨가되지 않은 점을 고려하여 가장 낮은 값(0 ± 0.16)을 나타내었다.
- 그림 94-5의 익은 돼지고기(cooked pork)는 실제 육류를 모델로 한 Meat에서 가장 큰 값(14.4 ± 0.98)을 나타내었다.
- 기존 대체육의 경우 고구마순의 첨가 여부와 관계없이 유의적인 차이를 보기는 어려웠다.
- 대체육의 시료는 각각 Control(0.4 ± 1.38), PS10(0.7 ± 2.21), PS20(0.7 ± 2.31), NPS20(0.5 ± 1.68)을 나타내었다.

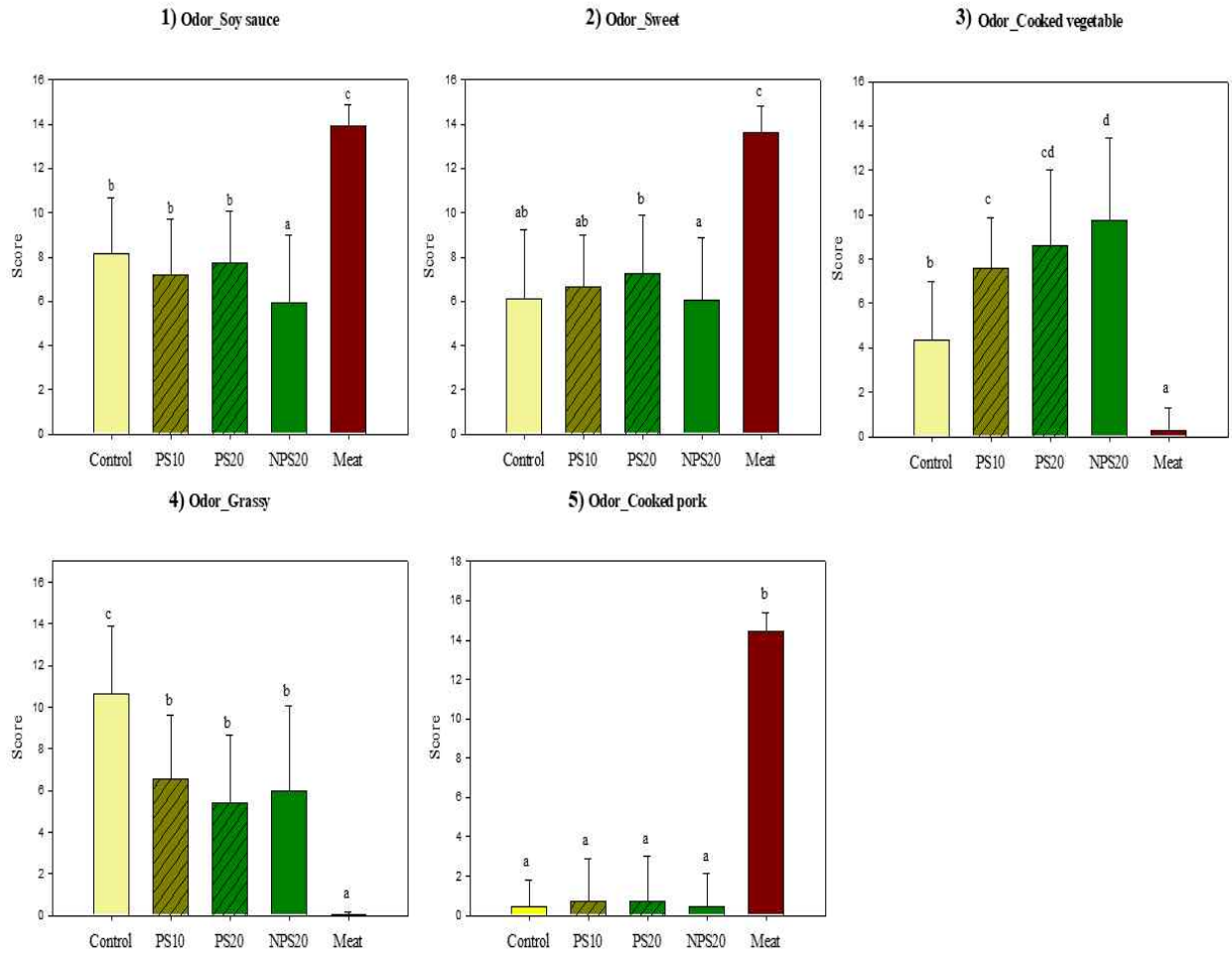


그림 94. 냄새의 종합적 분석.

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델)

● 맛 평가 결과

- 그림 95-1의 단맛(sweet)은 설탕 2.9%용액을 이용하여 당에 의해 느껴지는 특성을 확인하였다.
- 대조군 Control(6.8 ± 3.33), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.1 ± 2.74), PS20(7.1 ± 3.04), NPS20(5.5 ± 2.90)을 나타내며 전체적인 대체육의 유의적 차이를 확인하기에는 어려웠다.
- 하지만 Meat의 경우 13.5 ± 1.97 의 높은 값을 나타내었으며, 전체적으로 단맛의 방출이 가장 강함을 확인하였다.
- 그림 95-2의 짠맛(salty)은 NaCl 0.5% 용액을 이용하여 염에 의해 느껴지는 특성을 확인하였다.

- 대조군 Control(7.2 ± 3.08), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.9 ± 2.90), PS20(7.5 ± 2.59), NPS20(4.6 ± 2.61)을 나타내며 물리적 섬유화에 대한 유의적 차이를 확인하였다.
- 하지만 Meat의 경우 13.4 ± 1.41 의 높은 값을 나타내었으며, 전체적으로 짠맛의 방출이 가장 강함을 확인하였다.
- 그림 95-3의 감칠맛(umami)은 MSG 0.05% 용액을 이용하여 MSG에 의해 느껴지는 특성을 확인하였다.
- 대조군 Control(6.9 ± 3.49), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.8 ± 2.33), PS20(7.1 ± 3.01), NPS20(5.5 ± 2.74)을 나타내며 물리적 섬유화에 대한 유의적 차이를 확인하였다.
- Meat의 경우 14.1 ± 0.99 의 높은 값을 나타내었으며, 기존 특성과 더불어 감칠맛의 방출이 가장 강함을 확인하였다.

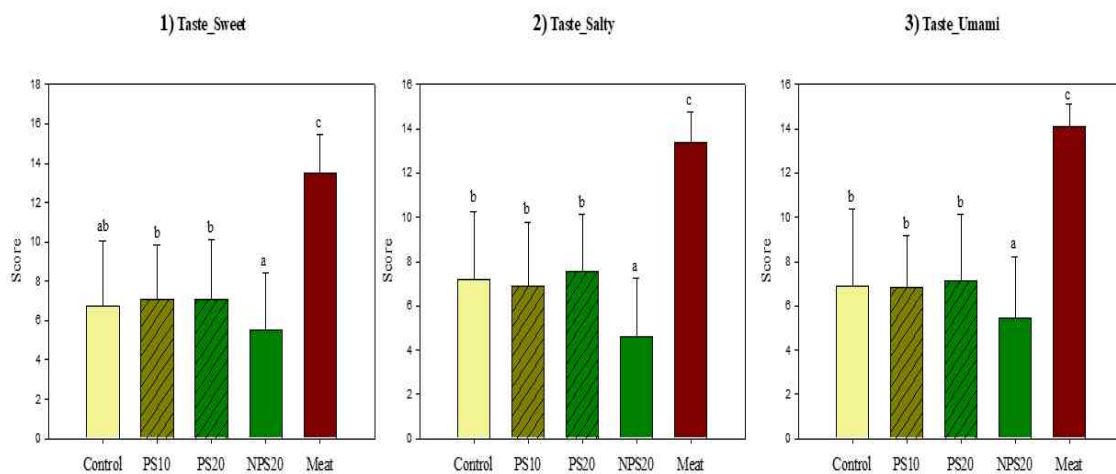


그림 95. 맛의 종합적 분석.

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델)

● 질감 평가 결과(1)

- 그림 96-1의 경도는 시료를 앞니로 완전히 깨무는데 드는 힘으로 정의한다.
- 대조군 Control(11.4 ± 1.72), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.1 ± 2.42), PS20(6.5 ± 2.29), NPS20(5.9 ± 2.28)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 1.7 ± 0.86 의 가장 낮은 값을 나타내며 기존 조직대두단백과 비교하였을 때 약한 경도를 가짐을 확인하였다.

- 대조군 control의 경우 내부 밀집 정도가 크고 연한 질감의 고구마순을 첨가함으로써 전반적으로 질감의 경도가 낮아지는 특성을 가질 수 있었다.
- 그림 96-2의 질긴 정도는 앞니로 시료를 분리하는데 드는 힘으로 정의하였다.
- 대조군 Control(11.0 ± 2.17), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.5 ± 2.73), PS20(6.9 ± 2.44), NPS20(6.1 ± 2.47)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 1.2 ± 0.85 의 가장 낮은 값을 나타내며 기존 조직대두단백과 비교하였을 때 약한 질긴 정도를 확인하였다.
- 그림 96-3의 탄성은 시료가 혀와 입천장 사이에서 부분적으로 압착된 후 원래크기/모양으로 되돌아오는 정도를 말한다.
- 대조군 Control(11.8 ± 1.86), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.7 ± 2.88), PS20(6.4 ± 2.46), NPS20(5.6 ± 2.61)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 2.1 ± 1.66 의 가장 낮은 값을 나타내며 기존 조직대두단백과 비교하였을 때 약한 탄성을 가짐을 확인하였다.
- 그림 96-4의 응집성은 시료가 흩어지지 않고 덩어리로 모이는 정도를 말한다.
- 대조군 Control(11.1 ± 2.95), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.3 ± 2.69), PS20(7.3 ± 2.71), NPS20(6.3 ± 3.25)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 1.3 ± 0.76 의 가장 낮은 값을 나타내며 기존 조직대두단백과 비교하였을 때 약한 응집성을 확인하였다.
- 그림 96-5의 씹힘성은 시료를 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 씹은 횟수로 정의하였다.
- 대조군 Control(10.0 ± 3.30), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.5 ± 2.05), PS20(9.1 ± 2.94), NPS20(9.2 ± 2.85)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 2.1 ± 0.87 의 가장 낮은 값을 나타내며 기존 조직대두단백과 비교하였을 때 연한 조직감을 가짐을 확인하였다.

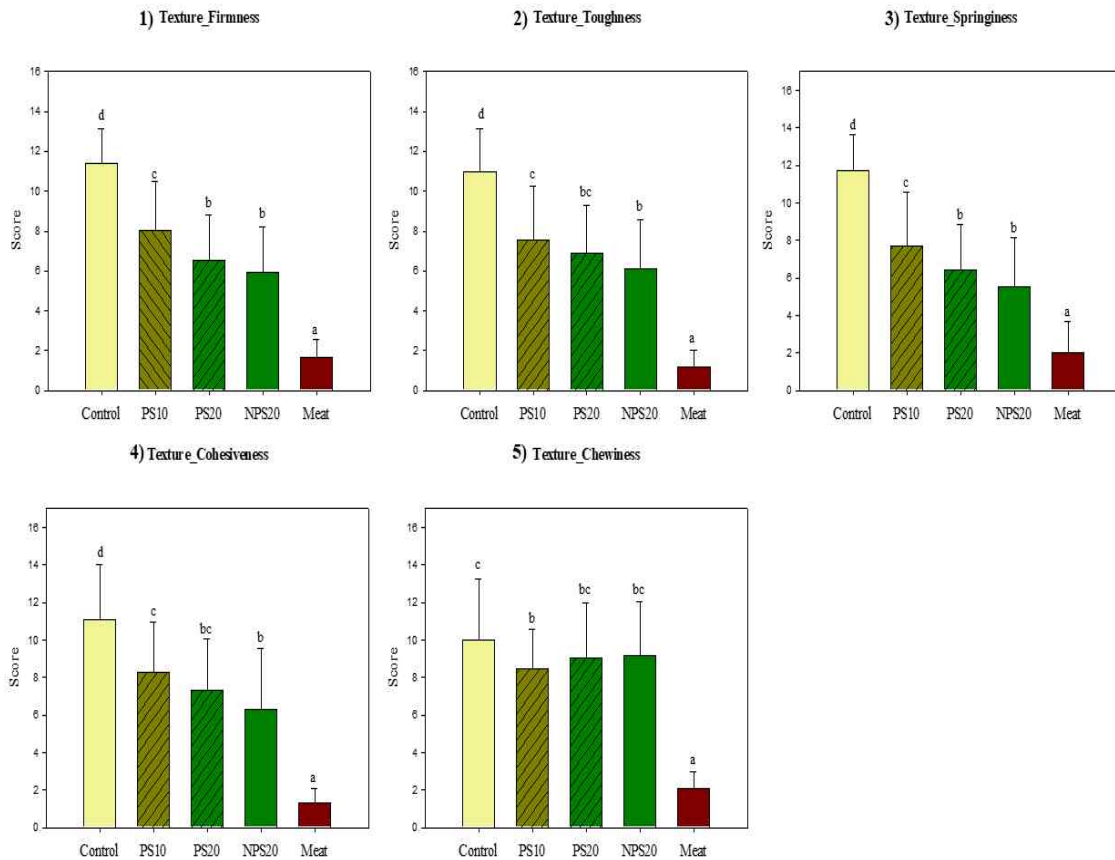


그림 96. 질감의 종합적 분석(1).

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델)

● 질감 평가 결과(2)

- 그림 97-1의 매끄러운 정도(smoothness)는 시료에서 느껴지는 표면의 매끄러운 정도로 정의한다.
- 대조군 Control(12.4 ± 1.31), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.2 ± 2.32), PS20(6.3 ± 2.51), NPS20(4.7 ± 2.19)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 4.9 ± 2.7 의 값을 가지며 NPS20과 유의적 차이가 없음을 확인하였다.
- 그림 97-2의 섬유질(fibrousness)는 쉽게 분리 가능한 필라멘트 구조가 느껴지는 정도로 정의한다.
- 대조군 Control(5.4 ± 2.97), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.2 ± 2.00), PS20(9.4 ± 3.21), NPS20(10.8 ± 2.50)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).

- Meat의 경우 0.4 ± 0.66 의 값을 가지며 다짐육임을 고려하여 기존의 섬유질의 구조와는 차이가 있음을 확인하였다.
- 그림 97-3의 균일한 정도(uniformity)는 시료가 전체적으로 균일한 정도로 정의한다.
- 대조군 Control(12.7 ± 1.29), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.9 ± 2.40), PS20(5.6 ± 2.44), NPS20(3.6 ± 1.66)을 나타내며 모든 샘플에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$).
- Meat의 경우 7.2 ± 2.81 의 값을 가지며 PS10과 유의적인 차이가 없음을 확인하였다.
- 그림 97-4의 촉촉한 정도(moistness)는 시료 표면에서 감지되는 수분의 양으로서 정의한다.
- 대조군 Control(7.0 ± 3.02), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.0 ± 2.11), PS20(9.5 ± 2.82), NPS20(10.2 ± 3.07)을 나타내며 고구마순을 첨가하였을 때 입안에서 느껴지는 수분감은 증가함을 확인하였다.
- Meat의 경우 4.4 ± 2.44 의 값을 가지며 조리 과정 중에 빠지는 수분에 의해 상대적으로 적은 값을 나타내었다.
- 그림 97-5의 조밀한 정도(density)는 어금니로 시료를 완전히 씹은 후 시료 단면이 조밀한 정도로서 정의한다.
- 대조군 Control(12.6 ± 1.38), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(8.7 ± 2.47), PS20(6.6 ± 2.16), NPS20(4.9 ± 2.37)을 나타내며 기존의 조직대두단백이 다소 밀집된 구조를 가진 반면 고구마순을 첨가하였을 때 입안에서 느껴지는 조밀한 정도는 낮아짐을 확인하였다.
- Meat의 경우 3.6 ± 2.51 의 값을 가지며 가장 낮은 값의 조밀함을 가졌다.

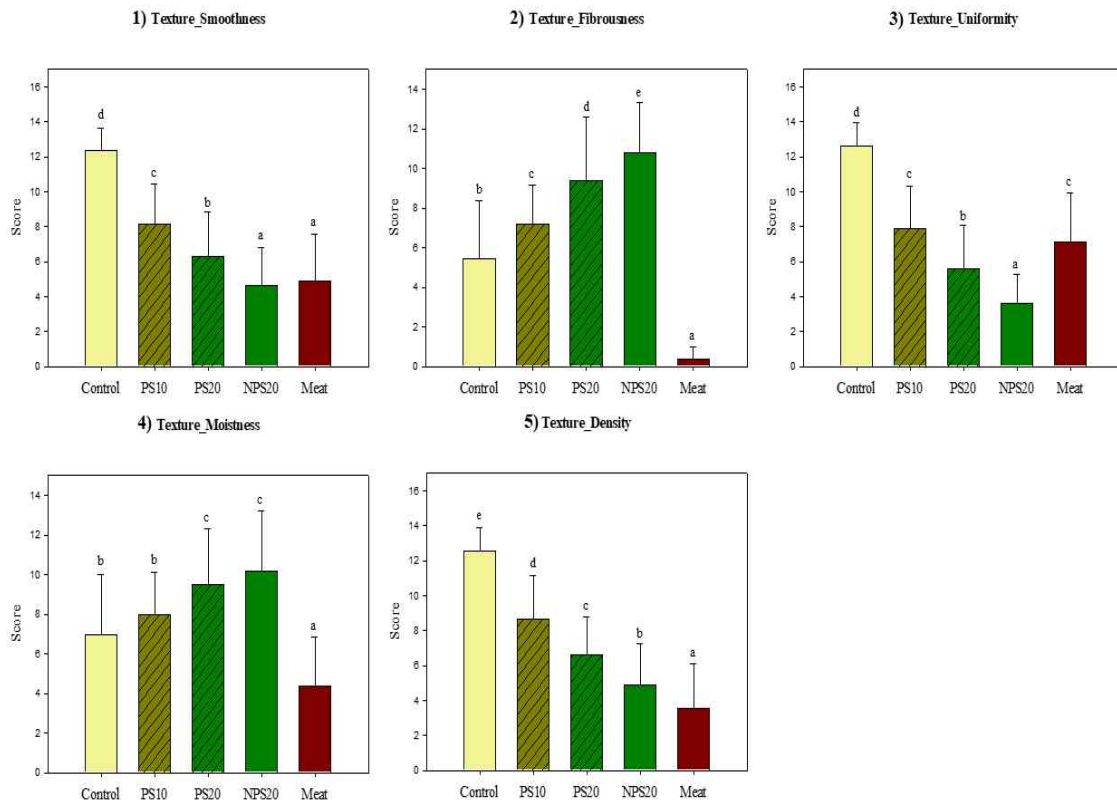


그림 97. 질감의 종합적 분석(2).

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델)

● 외관 평가 결과

- 그림 98-1의 쓴맛의 정도(bitter)는 시료를 삼키기 직전에 느껴지는 쓴맛으로서 정의한다.
- 대조군 Control(7.9 ± 3.70), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(5.3 ± 3.14), PS20(5.0 ± 2.95), NPS20(4.4 ± 3.00)을 나타내며 조직대두단백의 쓴맛이 시료에 영향을 주었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육의 경우 함량과 물리적 섬유화와 유의적 차이가 없음을 확인하였다.
- Meat의 경우 0.3 ± 0.51 의 값으로 가장 감지가 적은 것을 알 수 있었다.
- 그림 98-2의 표면의 매끄러운 정도(smoothness of surfacr)는 눈으로 보면서 평가하였다.
- 대조군 Control(11.7 ± 1.95), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.7 ± 1.56), PS20(5.4 ± 1.58), NPS20(3.3 ± 1.80)을 나타내며 조직감이 강한 대조군이 가장 높았다.

- 고구마순을 첨가한 대체육의 경우 함량에 따른 유의적 차이를 확인할 수 있었다.
- 하지만 같은 함량의 고구마순은 물리적 섬유화의 유무에 대해 유의적 차이가 없었다.
- Meat의 경우 9.6 ± 3.83 의 값으로 가장 감지가 적은 것을 알 수 있었다.
- 그림 98-3의 단면의 조밀도(compactness of cross-section)는 시료를 반으로 나눴을 때 옆표면의 조밀한 정도로 정의하였다.
- 대조군 Control(11.3 ± 2.29), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.9 ± 1.62), PS20(4.8 ± 1.79), NPS20(2.9 ± 1.65)을 나타내며 전체적인 조직감은 고구마순을 첨가할수록 낮아짐을 확인할 수 있었다.
- 고구마순을 첨가한 대체육의 경우 함량과 물리적 섬유화의 유무의 차이를 확인할 수 있었다.
- Meat는 가장 높은 단면의 조밀도를 가졌으며(11.8 ± 1.44), 고기의 복잡한 조직을 확인할 수 있었다.
- 그림 98-4의 갈색도(brownness)는 대조군 Control(5.4 ± 4.01), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(6.5 ± 1.92), PS20(8.2 ± 2.89), NPS20(8.9 ± 3.68)을 나타내며 고구마순을 첨가한 대체육이 대조군보다 높은 갈색도를 가졌다.
- Meat는 10.5 ± 2.82 의 값을 가지며 가장 갈색도가 높았음을 확인하였다.
- 그림 98-5의 단면의 섬유질 정도는 시료를 반으로 나눴을 때 옆표면의 섬유질의 정도로 정의하였다.
- 대조군 Control(4.4 ± 2.05), 고구마순을 첨가한 대체육은 각각 PS10(7.6 ± 2.27), PS20(10.1 ± 2.82), NPS20(11.1 ± 3.17)을 나타내며 고구마순을 첨가할수록 옆면에서 느껴지는 섬유질 또한 증가함을 알 수 있다.
- Meat는 가장 낮은 단면의 섬유질 정도를 가졌다(0.6 ± 1.13).

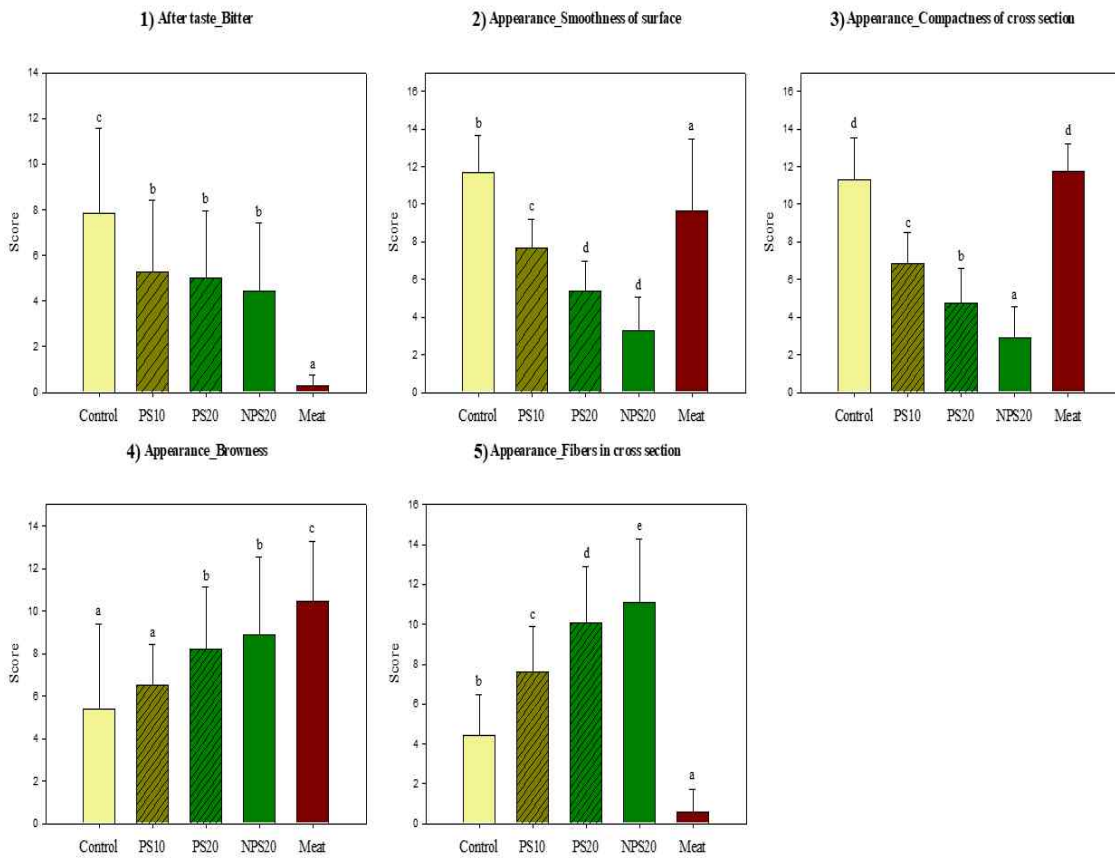


그림 98. 외관의 종합 특성 분석.

(Control: 대조군, PS10: 물리적 섬유화 10% 고구마순이 첨가된 대체육, PS20: 물리적 섬유화 20% 고구마순이 첨가된 대체육, NPS20: 물리적 섬유화를 진행하지 않은 고구마순을 첨가된 대체육, Meat: 돼지고기를 이용한 실제 떡갈비 모델)

● 최종 평가 결과

- 대체육의 정량적 묘사분석 과정에서 도출된 특성을 토대로 주성분 분석(PCA)을 실시한 결과를 그림 99에 나타내었다.
- 분석 결과 시료의 특성에 따라 제1 주성분과 제2 주성분이 추출되었고, 각각 48%, 46%를 설명하며 총 변동의 94%를 설명하였다.
- 시료의 부하된 위치와 관능적 특성의 분포 양상을 살펴보면 제1주성분에서 density, springiness, firmness, cohesiveness, toughness, smoothness, tofu, grassy, artificial and bitter이 양(+)의 방향으로 강하게 부하되었고, 제2주성분에서는 compactness, soy flavor, soy odor, salty, umami, sweet flavor, pork, sweet odor 등이 양(+)의 방향으로 강하게 부하되었다.
- 각 시료들의 부하된 위치를 살펴보면 제 1주성분에서 Control, PS10은 양(+)의 방향에 위치하며 compactness, soy flavor, soy odor, salty, umami, swee flavor, pork, sweet odor의 특성으로 설명되었고, PS20, NPS20, Meat는 해당 특성에 대해 음(-)의 방향에 위치하였다.

- 고구마순을 20% 첨가한 것이 meat와 가까운 위치에 자리하고 있어 유사한 특징으로 설명되었다. 이를 통해 TVP는 compactness, smoothness, odor and flavor intensity를 제외한 대부분의 특성이 meat와 멀리 떨어져 있으며, 고구마순의 첨가 시 texture characteristics of firmness, toughness, and cohesiveness 특성이 meat와 가까워지는 것으로 나타났다.

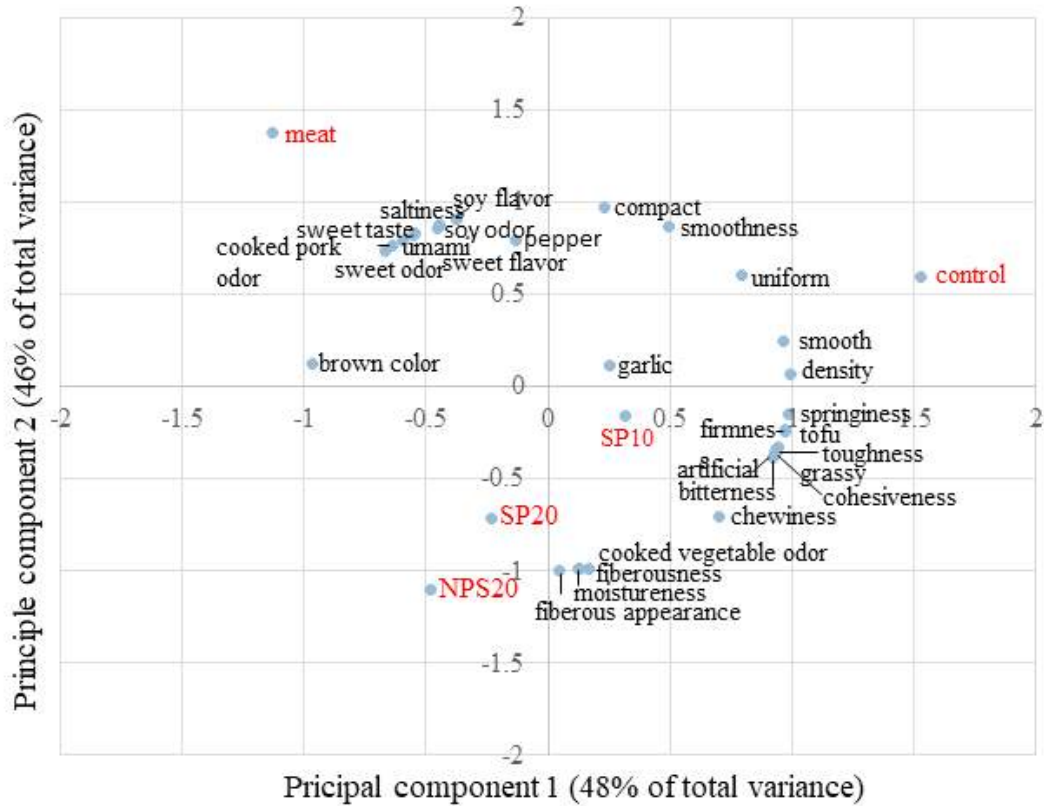


그림 99. 관능적 특성에 대한 주성분 분석(PCA) 로딩.

● 결과 고찰

- 본 연구 결과 고구마순을 첨가한 대체육은 대조군에 비해 물성 특성에서 낮은 값을 나타내어 전반적으로 고기의 값과 유사하였다.
- 하지만 맛의 경우 조직대두단백의 함량을 낮추고 고구마순의 함량을 증가시키는 것으로는 기존의 고기 맛을 개선하기에는 어려웠다.
- 조직대두단백이 가지고 있는 특성 중 쓴맛, 인공향미 등은 고구마순을 일부 첨가함으로 인하여 개선되는 것을 확인하였다.

3-1-6) 찌개용 육류 표준화

○ 유사 습식 대체육 제조 기술 개발

- 수분함량은 BL-TVP의 경우 72.35~75.55%를 나타내었고, BR-TVP의 경우 68.93~69.25%를 나타내었다(그림 100).
- 수분함량은 진공포장으로 인해 수분의 이동을 제한하였으므로 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

	Samples									
	BR-V0	BR-V5	BR-V10	BR-V15	BR-W	BL-V0	BL-V5	BL-V10	BL-V15	BL-W
Moisture content (%)	69.25	69.09	69.61	69.24	68.93	74.82	75.40	72.35	73.08	75.55
	±0.54a	±1.10a	±0.82a	±0.59a	±0.79a	±3.26a	±1.98a	±0.87a	±0.92a	±1.86a

그림 100. 유사 습식 대체육의 수분함량.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분 처리)

- 수분과 열에 의한 밀도 변화를 확인하기 위해 90°C의 온도에서 90분간 15분 간격으로 밀도 변화를 확인하였다.
- V0와 W 실험군은 0.14~0.35 g/mL의 밀도 변화가 나타나는 반면, V5/V10/V15 실험군은 0.01~0.05 g/mL의 밀도 변화를 나타내었다(그림 101).
- 구조상 치밀해지는 양상을 나타내어 V5/V10/V15 실험군이 V0 보다 밀도가 증가하는 경향을 나타냄을 볼 수 있었다.

Samples	Time (min)						
	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	75 min	90 min
BR-V0	1.08±0.03b	1.09±0.01b	1.18±0.02a	1.20±0.00a	1.19±0.01a	1.22±0.02a	1.22±0.01a
BR-V5	1.30±0.03a	1.28±0.02a	1.24±0.02a	1.28±0.02a	1.26±0.03a	1.27±0.03a	1.29±0.03a
BR-V10	1.33±0.03a	1.29±0.02a	1.25±0.03a	1.30±0.03a	1.27±0.04a	1.29±0.03a	1.28±0.03a
BR-V15	1.33±0.04a	1.31±0.03a	1.31±0.03a	1.29±0.03a	1.25±0.03a	1.29±0.01a	1.28±0.04a
BR-W	1.04±0.01c	1.10±0.03bc	1.15±0.01ab	1.19±0.06ab	1.14±0.01ab	1.13±0.02abc	1.21±0.06a
BL-V0	1.06±0.03c	1.16±0.03b	1.21±0.03bc	1.22±0.02bc	1.23±0.03bc	1.19±0.02bc	1.26±0.02a
BL-V5	1.32±0.02ab	1.32±0.01ab	1.29±0.01b	1.32±0.02ab	1.33±0.01ab	1.29±0.01b	1.33±0.02ab
BL-V10	1.37±0.00a	1.33±0.00a	1.32±0.02a	1.32±0.00a	1.30±0.03a	1.31±0.02a	1.31±0.01a
BL-V15	1.29±0.01a	1.32±0.04a	1.31±0.01a	1.33±0.04a	1.31±0.02a	1.31±0.01a	1.27±0.02a
BL-W	1.01±0.01d	1.22±0.03c	1.33±0.04ab	1.29±0.01abc	1.28±0.00bc	1.38±0.03a	1.36±0.06ab

그림 101. 유사 습식 대체육의 밀도 변화.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분 처리)

- 외관을 확인하였을 때, BR-V5/V10/V15 실험군은 섬유가 뭉쳐져 더 큰 섬유로 변하는 것을 볼 수 있다.
- BL-V5/V10/V15 실험군은 오토클레이브 처리가 진행됨에 따라 V0에서 나타나던 다공성 구조가 점차 사라졌다(그림 102).
- 그리고 W 실험군은 외관상으로 V0 실험군과 큰 차이가 나타나지 않았는데 이는 충분한 열이 전달되지 않음에 따라 구조상의 변화가 나타나지 않았다.



그림 102. 유사 습식 대체육의 외관.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분 처리)

- SEM 구조에서도 오토클레이브 처리가 진행됨에 따라 큰 공기 세포 구조가 열과 압력에 의해 단백질 응집이 일어나 더 작은 공기 세포 구조로 변화하는 것을 볼 수 있다(그림 103).
- 이는 단순히 크기만 작아질 뿐만 아니라, 더 균일한 구조를 나타내었고 이러한 변화 TVP의 조직감 정도에 영향을 미쳤을 것이다.

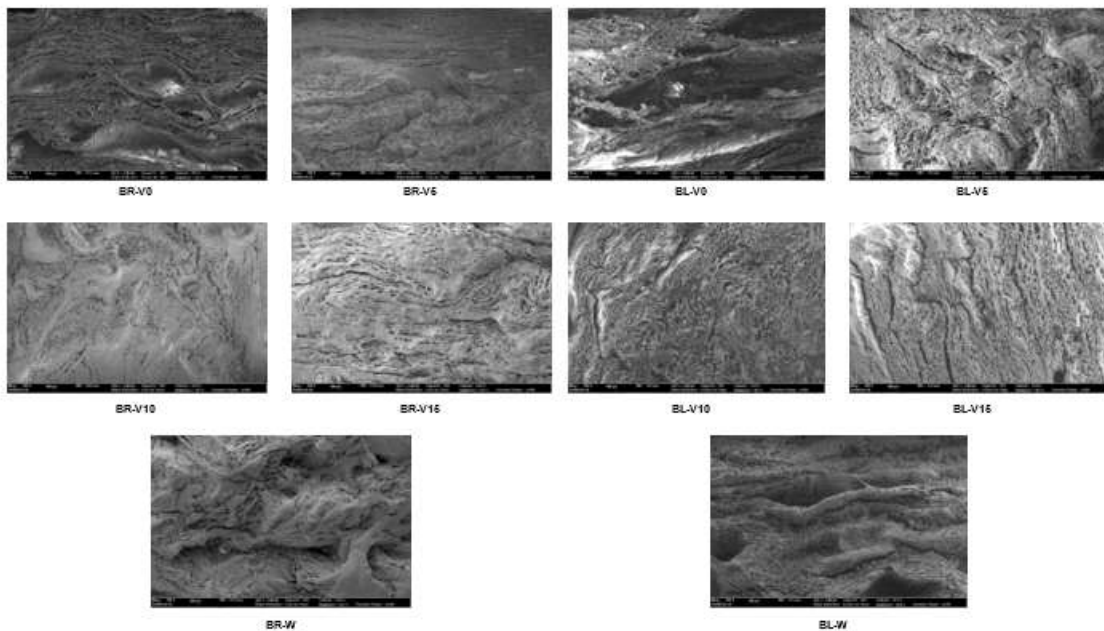


그림 103. 유사 습식 대체육의 SEM 구조.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분 처리)

- 대체육의 조직화 정도는 섬유질 구조의 형성을 나타내는 중요한 척도이므로, 이를 통해 유사 습식 대체육의 닭가슴살과의 유사도를 확인하였다.
- 유사 습식 대체육의 조직화 정도는 오토클레이브 처리를 진행함에 따라 1.34~1.71로 유의하게 감소하는 경향을 나타냈다(그림 104).
- 이러한 감소는 공기 세포 구조가 더 균일하고 조밀하게 바뀌면서 나타내는 것으로 생각된다.
- 이러한 조직화 정도는 닭가슴살과 유사한 수치를 나타내었으며, 이전에 보고된 습식 대체육의 조직화 정도와도 유사한 결과를 나타내었다.

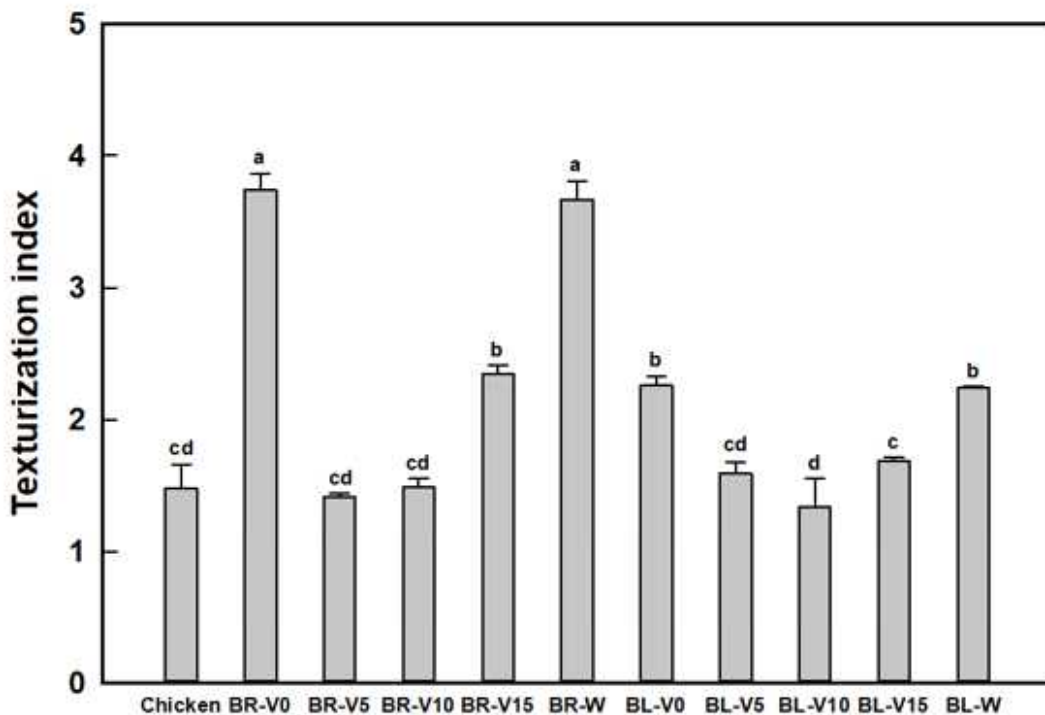


그림 104. 유사 습식 대체육의 조직화 정도.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분 처리)

- 단백질 간의 결합을 통한 TVP의 내부 구조적 변화를 확인하기 위해 단백질의 2차 구조를 확인하였을 때, 오토클레이브 처리가 진행됨에 따라 α -helix와 β -sheet 구조가 유의하게 증가하는 경향을 확인하였다(그림 105).
- 이러한 특정 2차 구조의 증가는 단백질의 응집과 더 단단한 구조를 만들게 하는 결과를 나타낸다.

Samples	Relative percent content of each conformation of the secondary protein structure (%)				
	Intramolecular β -sheet	β -sheet	Random coil	α -helix	β -turn
BR-V0	18.50±0.75a	27.44±1.10b	5.41±0.22b	34.46±1.25b	14.19±1.37b
BR-V5	5.97±0.25b	44.50±0.16a	1.22±0.01c	43.21±0.10a	5.10±0.01c
BR-V10	7.54±0.12b	43.98±0.06a	1.24±0.00c	41.78±0.04a	5.46±0.02c
BR-V15	6.08±0.10b	44.90±0.03a	1.21±0.00c	42.77±0.05a	5.04±0.02c
BR-W	16.39±1.44a	25.32±1.62b	6.55±0.24a	34.75±0.07b	16.99±0.00a
BL-V0	21.30±1.34a	26.04±0.68c	6.99±0.54a	32.51±1.03c	13.15±0.18a
BL-V5	2.76±0.54d	46.58±0.31a	1.07±0.04b	45.72±0.52a	3.86±0.29d
BL-V10	6.86±1.30c	45.18±0.73a	1.46±0.08b	40.74±0.57b	5.75±0.07c
BL-V15	4.11±0.18cd	45.16±0.36a	1.07±0.02b	44.52±0.57a	5.14±0.37c
BL-W	13.91±0.01b	33.36±0.07b	1.14±0.08b	43.47±0.23a	8.11±0.07b

그림 105. 유사 습식 대체육의 단백질 2차 구조.

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분처리)

- 2차 구조뿐만 아니라 이황화 결합을 통해 단백질 구조변화를 확인하였을 때, TVP의 이황화 결합은 오토클레이브 처리가 증가함에 따라 유의하게 증가하는 경향을 나타내었다(그림 106).
- 이러한 이황화 결합의 증가는 섬유구조 형성에 중요할 뿐만 아니라, 조밀한 구조를 갖게 하는 결과를 뒷받침할 수 있다.

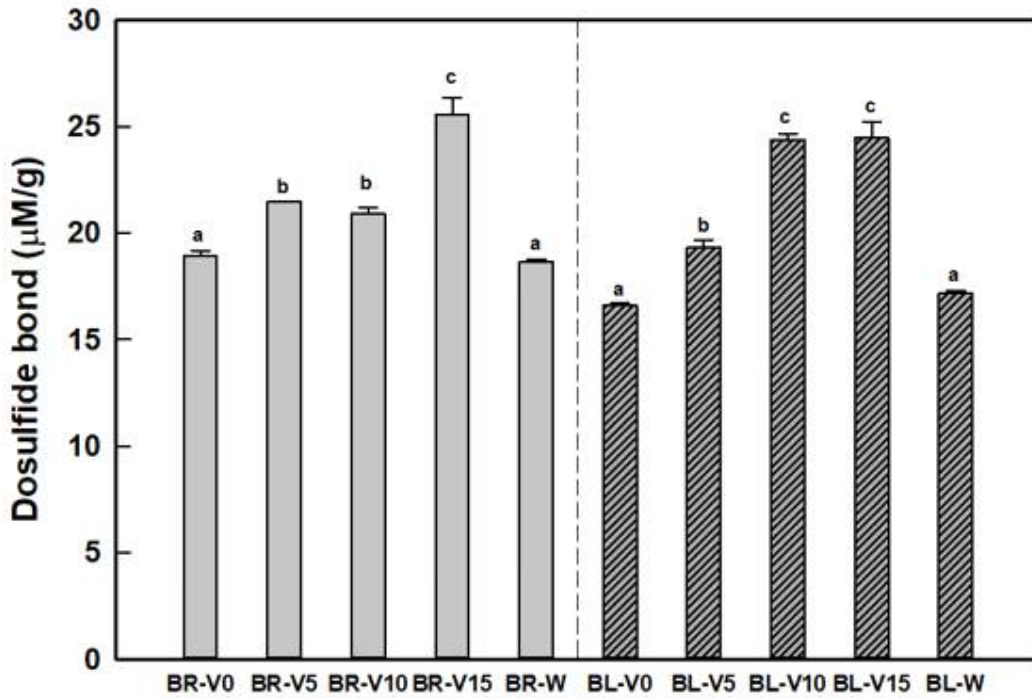


그림 106. 유사 습식 대체육의 이황화결합

(V0: 컨트롤, V5: 오토클레이브 5분 처리, V10: 오토클레이브 10분 처리, V15: 오토클레이브 15분 처리, W: 습식 가열 15분처리)

- 이처럼 새롭게 제안된 오토클레이브 기술은 단백질 응집을 유도하여 조밀한 구조를 생성하는 것을 볼 수 있다.
- 이로 인해 수분의 이동이 제한이 생겨 밀도 변화량이 감소했으며, 조밀한 공기 세포 구조로 인하여 조직화 정도가 감소하는 경향을 나타냈다.
- α -helix와 β -sheet 구조의 증가와 이황화결합의 증가로 단백질 구조가 더 응집됨을 나타냈다.
- 이러한 새롭게 제안된 진공 오토클레이브 처리 기술은 습식 TVP의 질감을 흉내 낼 뿐만 아니라 저수분 TVP의 생산성을 활용할 수 있어 식물성 대체육의 새로운 공정을 제시할 수 있다.

3-1-7) 고수분 압출성형 공정을 통한 고수분 대체육 개발

- 밀링산업을 통하여 고수분 대체육 제조에 필요한 압출성형장치를 구입하였고, cooling die를 제작하였다(그림 107, 그림 108).



그림 107. 압출성형기(서울대학교 식품공장).

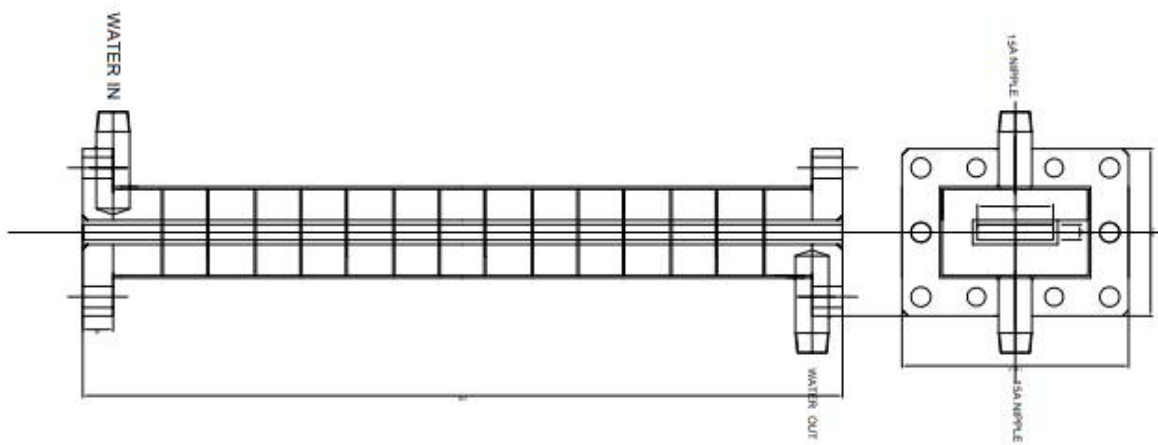


그림 108. Cooling die 도면.

- 압출성형공정을 통하여 고수분 TVP 생산을 진행하였다.
- 압출성형공정 조건은 수분함량 69%, 온도는 휘다부터 사출구까지 70-90-120-90℃, screw speed는 300rpm, feed rate는 100rpm으로 조절하였다.

- SPI:Wheat gluten=8:2로 압출성형 하였을 때, 결을 나타내는 대체육 질감을 얻을 수 있었다 (그림 109, 그림 110).
- PPI:Wheat gluten으로 제조된 습식 조직대두단백의 경우 수분감이 느껴지나 다소 결을 구현하는 것에는 어려움이 있었다(그림 109).
- SPI:Wheat gluten으로 제조된 습식 조직대두단백의 경우 고무와 같은 잘 뭉쳐져 쫄쫄한 질감을 가지며 결을 구현하는 것에 도움이 됨을 확인하였다(그림 110).



그림 109. PPI:Wheat gluten=8:2로 압출 성형한 습식 조직대두단백.



그림 110. SPI:Wheat gluten=8:2로 압출 성형한 습식 조직대두단백.

○ 결론 및 요약

- 본 연구는 크게 구이용 대체육류, 찌개용 대체육류를 목표로서 이에 대한 질감, 맛, 향에 대한 연구로 진행되었다. 1차 과제 중 구이용 육류 2종(떡갈비, 너비아니)에 대한 질감 개선 방법으로 식물성 식이섬유를 적용하였고, TVP의 단단한 질감을 개선하는 방안으로서 식물 식이섬유의 질기한 식감을 구현할 수 있도록 하였다. 식물성 식이섬유의 전처리 공정은 식이섬유 분리기를 고안 및 제작을 통해 식물 원료를 물리적으로 자르고 으깨는 공정(타장)을 통해 진행되었다. 두 번째로는 구이용 대체육의 색 소재 탐색을 통해 한식 특유의 진갈색을 부여할 수 있도록 천연색소를 첨가하는 방향을 제시하였는데, 실제로 식품 산업에서 발색, 착색제로서 분말을 사용하게 되는 점에서 생각해보았다. 진갈색의 천연색소 분말을 이용하는 방법, 진갈색이 아닌 붉은, 노랑, 그리고 초록색의 천연색소 분말을 혼합하여 최종적으로 진갈색을 부여할 수 있도록 하였다. 현재 한식형 구이용 육류에 주로 사용하는 카카오 색소는 착색뿐만 아니라 다른 천연색소 가루와 가격경쟁에서는 우위에 있다. 하지만, 원료에 대한 수입의존도를 낮추고 국내산 원료 쓰임의 다양화를 통해 대체육에 적용하였을 때 나타나는 기대효과로 본다면 마냥 부정적인 측면만을 바라보지 않을 수 있다고 판단한다.
- 찌개용 대체육에 사용되는 고수분 TVP를 생산하기 위해 차세대 압출기(Extruder)는 사전 조사와 기업미팅에도 불구하고 제작 기간이 길어짐에 따라 우선으로 할 수 있는 조미 소재의 탐색 및 표준화 부분을 하게 되었고 이에 대한 방법은 실제 한식형 육류에서 많이 이용되는 재료를 고려하여 총 10종 탐색하였고 총 3단계를 거쳐 최종적으로 토마토 가루가 대체육의 조미 소재에 긍정적 영향을 주었음을 관능평가 소비자 기호도 측정을 통해 확인할 수 있었다. 하지만 계획 보고서 중 국내산 농산물 원료 중 철분 성분이 많다고 하여 이것이 피의 맛을 구현할 수 있다는 논리적 오류에 대한 해결방법으로 예를 들면, 실제 피의 성분 중 헴(Heme) 추출물을 국내산 농산물을 통해 얻는 추후 연구가 필요하다. 습식 연구를 조사하는 과정 중 압축 포장을 통해 실제 습식 TVP를 생산하는 전략을 통해 기존 계획서에는 나와 있지 않은 추가연구를 진행하였다. 따라서 유사 습식 대체육을 제조하는 방안에 대해서도 제시하였다.
- 마지막으로 고수분 압출성형 공정을 통한 고수분 대체육의 개발을 통해 저수분(건식) TVP에서는 볼 수 없는 고기의 결을 구현할 수 있었지만, 찌개용에 적합한 대체육을 개발하는 것에는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 구체적으로 맛과 향 연구에 있어서 객관적 데이터를 확보하기 위해서 전자코, 전자혀 등 기계적 관능 특성을 활용할 필요가 있다. 객관적 관능을 통하여 확보된 색, 맛, 향 소재들을 탐색하고 이들을 기존 색소(카카오 색소 등) 및 맛, 향 소재(시즈닝 등)를 일부 또는 전부 대체 가능성을 타진하는 연구 또한 필요할 것으로 사료된다.

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표(예시) >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도		1단계 (2020~2021)	계	가중치 (%)
	특허(출원)	실적(누적)			
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허(출원)	실적(누적)	2	2	10
	특허(등록)	실적(누적)	1	1	10
	학술발표	실적(누적)	4	4	10
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시 (건수)	목표(단계별)	1	1	5
		실적(누적)	1		
	기술실시 (기술료)	목표(단계별)	5,000	5,000	5
		실적(누적)	5,000		
	제품화	목표(단계별)	4	5	20
		실적(누적)	5		
	매출액	목표(단계별)	250,000	400,000	10
		실적(누적)	400,000		
	고용창출	목표(단계별)	2	5	10
		실적(누적)	5		
	인력양성	목표(단계별)	4	2	10
		실적(누적)	2		
	홍보	목표(단계별)	1	2	10
		실적(누적)	2		
포상 및 수상	목표(단계별)	-	1	한식연 기술대상 장려상	
	실적(누적)	1			
계					

< 연구개발성과 성능지표(예시) >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1								
2								

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	Screening and application of the vegetable dietary fibers for improving texture of the meat analogue <i>tteokgalbi</i>	Suyoon Lee ¹⁾ , Jungwoo Hahn ³⁾ , Euiji Lee ¹⁾ , Seung Hwan Ham ¹⁾ , Young Jin Choi ^{1),2),3)} §	2020.11.06.	온라인, 한국영양학회	대한민국
2	Screening and application of the natural pigment for meat analogues	Suyoon Lee ¹⁾ , Jungwoo Hahn ³⁾ , Seung Hwan Ham ¹⁾ , You Young Lee ¹⁾ , Euiji Lee ¹⁾ , Young Jin Choi ^{1),2),3)} §	2020.11.27.	온라인, 한국산업식품공학 학회	대한민국
3	Improving the texture of meat analogues by using dietary fiber applied with physical fibrillation process	Suyoon Lee ¹⁾ , Mingyu Lee ¹⁾ , Hyun Woo Choi ¹⁾ , Seung Hwan Ham ¹⁾ , Jungwoo Hahn ³⁾ , Young Jin Choi ^{1),2),3)} §	2021.07.07.-2021.07.09.	대전컨벤션센터, 한국식품과학회	대한민국
4	Descriptive sensory analysis of meat analogues applied with sweet potato stem	Suyoon Lee ¹⁾ , You Young Lee ¹⁾ , Hyun Woo Choi ¹⁾ , Seung Hwan Ham ¹⁾ , Mingyu Lee ¹⁾ , Jungwoo Hahn ³⁾ , Young Jin Choi ^{1),2),3)} §	2021.10.27.-2021.10.29.	부산백스코, 한국식품영양과 학회	대한민국

기술 요약 정보

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

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

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

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 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	식이섬유가 포함된 대체 다짐육의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 식이섬유가 포함된 대체 다짐육의 개발기술	대한민국	인테크(주)	2021-02-10	10-2021-0019058	10-2279246	인테크(주)	2021-07-13	10-2279246	100%	Y
2	유사 습식 조직대두단백의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유사 습식 조직대두단백	대한민국	인테크(주)	2021-12-15	10-2021-0179869					100%	

○ 지식재산권 활용 유형

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

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√		√							

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

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

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자
1	비건인증	인증	비건인증	한국비건인증원	인테크(주)	신규	2021-04-19

○ 국제표준

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

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	고구마순 너비아니	2020년 12월8일	(주)쏘이마루			1년		
2	고구마순 함박스테이크	2021년 02월18일	(주)쏘이마루			1년		
3	새송이버섯 패티	2020년 11월30일	(주)쏘이마루			1년		
4	새송이버섯 커틀렛	2021년 5월12일	(주)쏘이마루			1년		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	노하우 이전	고구마순을 함유한 대체 떡갈비 제조방법	인테크(주)	2021-12-31	5,000,000	

□ 사업화 투자실적

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

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품개발	국내	국산농산물을 활용한 대체육	농부가 씨를 뿌린 고기	(주)쏘이마루	20370	0	2021~2022	
2	자기실시	신제품개발	국내	국산농산물을 활용한 대체육	농부가 씨를 뿌린 팜까스	(주)쏘이마루	20019	0	2021~2022	
3	자기실시	신제품개발	국내	이노센트 베지블	이노센트 베지블 개발	인테크(주)	177,318,854		2020	
4	자기실시	신제품개발	국내	이노센트 비건만두 2종	비건 만두 2종 개발	인테크(주)	88,000,000		2020	
5	자기실시	신제품개발	국내	이노센트 팔라펠	이노센트 팔라펠 개발	인테크(주)	128,737,162		2021	
6	자기실시	신제품개발	국내	고구마순 너비아니	고구마순 활용 너비아니 제조	(주)쏘이마루	-		2021	

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
국산농산물을 활용한 대체육	2020~2021	40,389		40,389	내부 SCM 기준
이노센트 베지블	2020	177,318		177,318	내부 SCM 기준
이노센트 베지만두 2종	2020	88,000		88,000	내부 SCM 기준
이노센트 팔라펠	2021	128,737		128,737	내부 SCM 기준
합계		434,444		434,444	

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		제품화를 통한 사업화 진행			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	즉시			
	소요예산(천원)	300,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		394,055	1,000,000	1,500,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	5%	10%	15%
국외			2%	5%	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		국내 소재를 활용한 식물성 식품 추가 제품개발 및 제품화 진행			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		100,000	300,000	500,000	
	수출		100,000	300,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	기술 자가 실시 기반 사업화	(주)쏘이마루	3	2	5
2	기술 자가 실시 기반 사업화	인테크(주)	1	0	1
합계			4	2	6

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	6
		생산인력	8
	개발 후	연구인력	9
		생산인력	13

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	기술 기반 신제품 개발의 건	100,000		394,055		5 (2)	
기대 목표	기술 기반 신제품 개발의 건	200,000	100,000	1,000,000		8 (4)	

(단위: 천원/년)

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

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

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

[사회적 성과]

□ 법령 반영

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

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

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

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	인력양성	2021		2					2	2				

□ 산업 기술 인력 양성

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

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	Internet/PC통신	벤처스퀘어	푸드테크 '인테이크'식물성 대체육 제품 마켓컬리 출시	2021-04-08
2	Internet/PC통신	그린포스트코리아	인테이크, 식물성 대체육 제품 출시...“지속가능한 환경 중요”	2021-04-08

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	한국식품연구원 식품기술대상	장려상	이노센트 베지블	2020.11.18	한식연

[인프라 성과]

연구시설·장비

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

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

--

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

<ul style="list-style-type: none"> - 식물성 제품화를 통한 식물성 시장 개척(다양한 식물성 제품 개발 진행중) - 식물성 제품 비건 인증을 통한 표준화 확산 - 식물성 제품 개발에 대한 산업 인력 양성 - 식물성 시장에 대한 투자 시장 검토 및 투자 진행
--

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 대체육 질감의 소재탐색 및 소재 표준화	○ 구이용 육류 2종(떡갈비, 너비아니)에 대한 질감대체 국내산 농산물 소재탐색 및 표준화 ○ 찌개용 육류 1종(육개장)에 대한 질감대체 국내산 농산물 소재탐색 및 표준화	○ 100
○ 대체육 질감을 구현하기 위한 기기 고안 및 설비	○ 국내 농산물 소재에서 대체육 질감을 부여하기 위한 차세대 식이섬유 분리기(소형) 고안 및 제작 ○ 높은 밀도의 대체육을 제작하기 위한 차세대 압출기(소형) 고안 및 제작(냉각장치를 통한 온도 및 압력 조절)	○ 100
○ 대체육 구성요소(색, 향, 맛)의 소재탐색 및 소재 표준화	○ 구이용 대체육의 맛과 향 대체소재 탐색 및 표준화(아미노산을 활용한 감칠맛, 불맛, 그리고 철분을 활용한 피맛 제어) ○ 대체육이 포함된 한식 찌개(육개장)의 맛 대체소재 탐색 및 표준화(육수 맛 제어) ○ 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색 및 표준화(한식 육류 특유의 진갈색 부여)	○ 100
○ 대체육에 맞는 조미소재의 소재탐색 및 소재 표준화	○ 구이용 대체육에 적합한 향미를 가진 조미소재 탐색 및 표준화 ○ 찌개용 대체육에 적합한 향미를 가진 조미소재 탐색 및 표준화	○ 100
○ 대체육 개발 및 최적화	○ 구이용 대체육 2종 개발(부재료 및 배합비 최적화) ○ 찌개용 대체육 1종 개발	○ 100
○ 대체육 시제품 개발	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품 최적화(부재료 및 배합비 최적화) ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품 최적화(부재료 및 배합비 최적화)	○ 100
○ 대체육 제품 개발 및 소비자조사	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 개발 ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품(HMR) 개발 ○ 개발 제품 관능평가	○ 100
○ 대체육 제품 생산	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 생산 ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품(HMR) 생산	○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

전 세계적으로 대체 식품에 대한 관심의 증가로 인해 이전에도 대체 식품에 관한 연구가 있었으나 사회적 이슈, 관심 등의 이유로 시대의 흐름에 의해 연구의 다양성에 대한 중요도가 나날이 높아지고 있다. 본 연구는 기존 식물성 단백질 소재로 구성된 대체 육류의 문제점을 개선하기 위해 개발 노하우를 가진 산업계(쏘이마루, 인테이크)와 서울대학교로 팀을 구성하여 이에 대한 해결책을 세워 과제를 성실히 수행하였다. 실제 대체 육류는 질감, 맛, 향 등에 대한 전반적인 기호도가 실제 육류와 차이가 크며 높은 수요에 대한 만족도가 낮다. 하지만, 식물성 소재를 탐색 및 표준화함으로써 제조한 식물성 기반의 대체육을 연구 개발에서 그치는 것이 아닌 산업에 적용하여 제품화가 진행되는 수준에 이르게 된 점을 고려하였을 때 본 과제 수행은 충분히 가치가 있음이 분명하다. 추가적으로 진행되어야 하는 과제 내용은 고수분 대체육(찌개용 대체육)에 대한 연구가 아직 미흡하며 기간 내에 식물성 대체육을 제조하는 익스트루더(압출성형기) 기기 고안 및 설비의 시간 제약에 의해 지연됨에 따라 기간 내의 다양한 연구를 진행해 볼 수 없는 한계가 있었기에 다양한 소재를 이용하여 고수분 대체육에 걸맞는 소재를 표준화할 필요가 있다. 하지만 이러한 한계점을 대체할 수 있는 유사 습식을 제조하는 기술을 과제 수행 기간 동안 도입하였으며 현재 이러한 아이디어를 이용하여 대체육 제조에 적용한 사례는 최초이며, 실제 산업에 적용하였을 때도 간편성과 실용성에 도움이 되는 점을 고려해 앞으로 연계된 연구를 통해 본 연구 결과는 다양하게 활용될 수 있을 것이라 예상된다.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	매년 목표치	
	비SCIE	매년 목표치	
	계	매년 목표치	
국내논문	SCIE	매년 목표치	
	비SCIE	매년 목표치	
	계	매년 목표치	
특허출원	국내	매년 목표치	
	국외	매년 목표치	
	계	매년 목표치	
특허등록	국내	매년 목표치	
	국외	매년 목표치	
	계	매년 목표치	
인력양성	학사	매년 목표치	
	석사	매년 목표치	
	박사	매년 목표치	
	계	매년 목표치	
사업화	상품출시	매년 목표치	
	기술이전	매년 목표치	
	공정개발	매년 목표치	
제품개발	시제품개발	매년 목표치	
비임상시험 실시		해당없음	
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	해당없음
		2상	해당없음
		3상	해당없음
	의료기기	해당없음	
진료지침개발		해당없음	
신의료기술개발		해당없음	
성과홍보		매년 목표치	
포상 및 수상실적		해당없음	
정성적 성과 주요 내용		제품화 개발	

< 별첨 자료 >

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

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 맞춤형혁신식품 및 천연안심소재기술개발 연구개발사업 국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 맞춤형혁신식품 및 천연안심소재기술개발 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호	320013-2		
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	맞춤형혁신식품 및 천연안심소재기술개발 사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품 개발			과제유형	(개발)
연구개발기관	인테이크(주)			연구책임자	노석우
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020.04.20.~20 20.12.31	250,000	83,860	333,860
	2차년도	2021.01.01.~20 21.12.31	330,000	110,000	440,000
	계		580,000	193,860	773,860
참여기업	쏘이마루(주)				
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2022.02.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
인테이크(주)	본부장	노석우

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	노석우
----	-----

[별첨 1]

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

기존에 존재하지 않던 새로운 분야에 대해서, 국내산 농산물을 활용하여 제품화를 하기 위한 연구개발로서의 의의가 있음. 연구를 통하여 다양한 국내산 소재의 식물성 대체 식품에 활용하기 위한 연구를 진행하였으며, 이를 개발하여, 제품화까지 연결할 수 있었으므로, 연구 개발의 사업화의 좋은 사례라고 판단함. 만들어진 제품은 앞으로 다양한 내용으로 활용할 수 있을 것으로 보임.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

연구개발을 통하여, 새로운 대체 식물성 식품 제품 소재를 다양하게 테스트하였으며, 이를 기반으로 제품화를 통해 시장에 제시하였음. 비건 인증을 통한 표준화를 진행하였으며, 기존에 존재하지 않던 새로운 제품을 제시함으로써, 국내에서 새로운 카테고리가 생성되는데 일조함. 또한, 개발된 제품으로 비건 인증을 진행함으로써 식물성 식품 표준화를 진행.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

연구개발을 통해, 제품화를 진행하였으며 사업화를 진행하고 있음. 6건의 제품화가 이루어졌으며 연구개발기간 동안 4억원 이상의 매출을 달성하였음, 향후 추가적인 연구개발을 통해 추가적인 제품화를 진행하며, 시설을 확충하여, 기술을 활용한 제품화를 진행하고자 함. 또한, 연구개발 결과를 활용하여 앞으로 좋은 개발 성과를 낼 수 있을 것으로 보임.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

다양한 소재를 스크리닝하여, 국내산 소재를 활용하여 대체식품에 쓸 소재들을 발굴하였으며, 새로운 가공공정을 개발하여 연구 목표를 달성하기 위한 새로운 물성을 가진 소재를 발굴할 수 있었음. 연구개발을 통해서 제품화를 진행하였으며, 학술 발표와 인력양성, 홍보 및 포상, 표준화까지 다양하게 수행한 것으로 보아, 연구개발을 성실히 진행하였다고 할 수 있음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

1년 9개월 동안 4건 이상의 학술발표를 진행하였으며, 2건 이상의 특허를 출원하고 그 중 1건은 특허 등록이 완료되었음. 또한, 연구 개발을 통한 제품화를 통해 한국 식품 연구원에서 진행한 식품 기술 대상에서 장려상을 수상하였음. 현재, 1건의 논문이 투고되어 있으며, 한 건의 논문이 준비 중임으로, 연구개발된 성과를 다양하게 활용 가능할 것으로 보임.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 대체육 질감의 소재탐색 및 소재 표준화	10	100	○ 구이용 육류 2종(떡갈비, 너비아니)에 대한 질감대체 국내산 농산물 소재탐색 및 표준화 ○ 찌개용 육류 1종(육개장)에 대한 질감대체 국내산 농산물 소재탐색 및 표준화
○ 대체육 질감을 구현하기 위한 기기 고안 및 설비	10	100	○ 국내 농산물 소재에서 대체육 질감을 부여하기 위한 차세대 식이섬유 분리기(소형) 고안 및 제작 ○ 높은 밀도의 대체육을 제작하기 위한 차세대 압출기(소형) 고안 및 제작(냉각장치를 통한 온도 및 압력 조절)
○ 대체육 구성요소(색, 향, 맛)의 소재탐색 및 소재 표준화	10	80	○ 구이용 대체육의 맛과 향 대체소재 탐색 및 표준화 (아미노산을 활용한 감칠맛, 불맛, 그리고 철분을 활용한 피맛 제어) ○ 대체육이 포함된 한식 찌개(육개장)의 맛 대체소재 탐색 및 표준화(육수 맛 제어) ○ 구이용 대체육의 색 대체소재 탐색 및 표준화(한식 육류 특유의 진갈색 부여)
○ 대체육에 맞는 조미소재의 소재탐색 및 소재 표준화	10	80	○ 구이용 대체육에 적합한 향미를 가진 조미소재 탐색 및 표준화 ○ 찌개용 대체육에 적합한 향미를 가진 조미소재 탐색 및 표준화
○ 대체육 개발 및 최적화	10	100	○ 구이용 대체육 2종 개발(부재료 및 배합비 최적화) ○ 찌개용 대체육 1종 개발
○ 대체육 시제품 개발	10	100	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품 최적화(부재료 및 배합비 최적화) ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품 최적화(부재료 및 배합비 최적화)
○ 대체육 제품 개발 및 소비자조사	10	90	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 개발 ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품(HMR) 개발 ○ 개발 제품 관능평가
○ 대체육 제품 생산	10	100	○ 2종의 대체육 기반의 구이용 제품(HMR) 생산 ○ 1종의 대체육 기반의 찌개용 제품(HMR) 생산
합계	100점	95점	전반적인 연구성과를 잘 달성함.

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

기존에 존재하지 않던 분야에 대한 연구개발을 통해서 새로운 분야에 대한 개척이 이루어졌으며, 이를 통해서 개발된 소재를 활용하여, 다양한 제품화가 진행되어 시중에서 판매되고 있는 점으로 볼 때, 본 연구개발은 성공적으로 수행되었다고 평가할 수 있음. 또한, 개발 노하우를 가진 산업계와 이론적인 지식이 탄탄한 학계와 제품화 및 기획 판매 마케팅 역량이 뛰어난 연구팀의 조합을 통해서, 실제로 노하우 수준에 있던 기술들을 이론적으로 규명하여, 새로운 공정과 소재를 개발해 내었으며, 이를 통해 지적재산권까지 취득되었다는 점에서 바람직한 산학의 연계라고 할 수 있음. 본 연구개발과 맞물려서, 다양한 제품들이 개발됨을 통해서 세계적으로 관심이 주목되고 있는 식물성 대체식품 시장에 새롭게 제품을 제시하고, 새로운 카테고리를 개척하였음. 또한, 전문 인력이 양성되었으며, 관련연구과제의 연구 결과를 논문으로 발표를 통해, 다양한 연구에 추가적으로 활용할 수 있게 준비 중이며, 다양한 형태로 활용될 수 있도록 지적재산권을 진행하여 제품화를 진행하고 있음. 또한, 홍보실적과 수상실적 학술 발표 등에서 다양하게 연구결과를 활용하였으므로, 앞으로도 연계된 연구개발에 다양하게 활용될 수 있을 것으로 보임.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

-연구의 내용의 충실성
-개발의 결과
-제품화 및 사업화 성과

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

연구 개발 결과를 통하여 얻은 성과를 통해서, 추가적인 제품화와 마케팅을 통하여 사업화에 적용할 예정이며, 생산에 필요한 신규 설비를 2022년 2월 확충하여 신규제품에 대한 시생산도 2022년 3월부터 진행 예정. 또한 지속적으로 제품 개발과 상업화를 통해서, 신규 고용을 창출하고, 전문 능력을 갖춘 인력을 양성할 예정임. 또한, 향후 목표는 냉동제품의 수출을 통해서 국내 식물성 대체 식품을 해외에도 판매하여, 해외에서도 국내산 농산물을 활용한 식품을 지속적으로 판매하여 매출을 증대시킬 예정.

[별첨 1]

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

보안성이 필요하지 않음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

보안성이 필요하지 않음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	국내산 농산물을 활용한 한식용 대체식품의 개발			
주관연구개발기관	인테크(주)	주관연구책임자	노석우	
연구개발비 (천원)	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	580,000	193,860		773,860
연구개발기간	2020.04.20.~2021.12.31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전(자가실시) <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 대체육 질감의 소재탐색 및 소재 표준화	목표달성
② 대체육 질감을 구현하기 위한 기기 고안 및 설비	목표달성
③ 대체육 구성요소(색, 향, 맛)의 소재탐색 및 소재 표준화	목표달성
④ 대체육에 맞는 조미소재의 소재탐색 및 소재 표준화	목표달성
⑤ 대체육 개발 및 최적화	목표달성
⑥ 대체육 시제품 개발	목표달성
⑦ 대체육 제품 개발 및 소비자조사	목표달성
⑧ 대체육 제품 생산	목표달성

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI	논 문 평 관 I F						
단위	건	건	건	평가단위	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10			5	5	20	10		10				10		10		10		
최종 목표	2	1			1	5	4	250		2		2		2.0	2	4		1		
당해 년도	목표	2	1		1	5	4	250		2				2	4			1		
	실적	2	1		1	5	6	430		6				4	2			2		
달성률 (%)	100	100			100	100	150	170		300				200	50			200		

[별첨 2]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	식이섬유가 포함된 대체 다짐육의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 식이섬유가 포함된 대체 다짐육의 개발기술
②	유사 습식 조직대두단백의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유사 습식 조직대두단백
③	식이섬유 분리기 및 압출 냉각 시스템 설비 구축

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장으로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v	v				v				
②의 기술		v				v				
③의 기술		v					v			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	제품화에 활용하여 매출 발생
②의 기술	차후 제품화에 반영하여 HMR 제품 개발 예정
③의 기술	생산 설비에 활용하여 대량생산에 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구 활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논 문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	평 단 위 건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10			5	5	20	10		10				10		10		10		
최종목표	2	2			1	5	7	2,3 50		5				3		4		1		
연구기간내 달성실적	2	1			1	5	6	430		6				4		2		2		
연구종료후 성과창출 계획		1					1	1,9 20							2					

[별첨 2]

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	식이섭유가 포함된 대체 다짐육의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 식이섭유가 포함된 대체 다짐육의 개발기술		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	5,000 천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3개월	실용화예상시기 ³⁾	2022년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	없음(연구팀 자체 실시 예정)		

핵심기술명 ¹⁾	유사 습식 조직대두단백의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유사 습식 조직대두단백		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3개월	실용화예상시기 ³⁾	2022년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	없음(연구팀 자체 실시 예정)		

핵심기술명 ¹⁾	식이섭유 분리기 및 압출 냉각 시스템 설비 구축		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3개월	실용화예상시기 ³⁾	2022년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	없음(연구팀 자체 실시 예정)		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행조건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)