

120004-02

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( ) 발간등록번호( O )  
농식품 기술융합 창의 인재 양성 사업  
2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004216-01

# 두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발

2022.11.14.

주관연구개발기관 / 인테이크(주)

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

전분첨가를 통한 기능성 단백질 건면의  
두부를 활용한 식물성 단백질 건면의  
뿌리채소

2021

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “두부를 활용한 식물성 단백질 건명의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발”(개발기간 : 2020 . 01. 29 ~ 2022 . 01. 28)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 11. 14.

주관연구기관명 : 인테크(주) (대표자) 한 녹 업



주관연구책임자 : 김 정 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

# 최종보고서

보안등급  
일반[  ], 보안[  ]

중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명		농식품 기술융합 창의 인재 사업							
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)									
공고번호		농축 2019-516호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)									
				연구개발과제번호		120004-2							
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB1704	60%	LB1801	30%	LB1804	10%						
	농림식품과학기술분류	PA0103	60%	PA0201	20%	PA0204	20%						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문											
		영문											
연구개발과제명		국문		두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발									
		영문		Development of Functional Noodles by addition of Root Vegetable Starch of Vegetable Protein Dried Noodle Using Tofu.									
주관연구개발기관		기관명		인테크(주)		사업자등록번호		119-86-68123					
		주소		(우)06659 서울시 서초구 명달로 116 6층		법인등록번호		110111-5070662					
연구책임자		성명		김정훈		직위		프로					
		연락처		직장전화		02-1644-1567		휴대전화					
				전자우편				국가연구자번호		12423543			
연구개발기간		전체		2020. 01. 29 - 2022. 01. 28 ( 24개월 )									
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2020. 01. 29 - 2022. 01. 28 ( 24개월 )							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체		기타( )		합계		연계 발의 지원 금	
		현금		현금		현물		현금		현물			합계
총계		200,000		3,400		64,600				3,400		64,600	268,000
1단계	1년차	100,000		3,400		30,600				3,400		30,600	34,000
	2년차	100,000				34,000						34,000	34,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고 역할 기관유형	
공동연구개발기관													
연구개발담당자 실무담당자		성명		김정훈		직위		프로					
		연락처		직장전화		02-1644-1567		휴대전화					
				전자우편				국가연구자번호		12423543			

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

2022년 3월 25일

연구책임자: 김정훈  
주관연구개발기관의 장: 인테크(주)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

## < 요약 문 >

사업명	농식품 기술융합 창의 인재 사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)				연구개발과제번호		120004-2	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB1704	60 %	LB1801	30 %	LB1804	10 %
	농림식품 과학기술분류	PA0103	60 %	PA0201	20 %	PA0204	20 %
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명 <b>두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발</b>							
전체 연구개발기간 2020. 01. 29 - 2022. 01. 28 ( 24개월)							
총 연구개발비 총 268,000 천원 (정부지원연구개발비: 200,000 천원, 기관부담연구개발비 : 68,000 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)							
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ <input checked="" type="checkbox"/> ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		○ 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발				
	전체 내용		<p>○ 전분 함유 기능성 뿌리 채소 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 문헌조사를 통해 식용 가능한 뿌리 채소 탐색</li> <li>- 탐색된 뿌리 채소중 기능성과 전분 함량이 높은 소재 선정</li> </ul> <p>○ 뿌리채소 분말 함유 식물성 단백질 건면 제면 특성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 뿌리채소 분말을 함유 한 식물성 단백질 건면의 제면 진행</li> <li>- 제면 적성 / 상용화 가능성 / 식품 소재로써의 활용 가능성 판단 하여 소재 선정</li> <li>- 선정된 소재의 비율 변경하여 제품의 내부 관능을 통한 첨가 비율 결정(조직감 색도 물성 분석)</li> </ul> <p>○ 소재의 항산화능 평가 및 유통기한 연장을 위한 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전분 함유 뿌리채소 4종의 항산화능(RNS, ROS 소거능) 평가</li> <li>- 유통기한 연장의 효과를 측정하기 위하여 제면된 뿌리</li> </ul>				

		채소면의 가속실험 - 뿌리채소 전분과 활용 시제품 향산화 능력 평가  ○ 식물성 단백질 건면의 전분 소화 흡수율 우수성 평가 - 식물성 건면 중 연근을 함유한 건면의 전분 소화 흡수율 평가 - 식물성 건조면의 GI 측정 및 개선 연구
--	--	---

연구개발성과	- 특허 출원 2건, 등록 1건 - 학술 발표 2건 - 기술 실시 1건(자체실시) - 제품화 4건(식물성 단백질 건면) - 매출액 3,800만원 - 고용창출 3건(이승민, 김지수, 김경환) - 논문 1건 - 인력양성 2건
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<상품화> ○ 본 과제를 통해 개발된 기술을 이용하여 식물성 단백질 소재 기능성 면류 개발 ○ 기존 시장과 다른 다양한 형태의 제품 개발 가능 ○ 뿌리채소 및 식물성 소재 분석을 통한 확대되는 식물성 시장에 적합한 제품 개발  <산업화> ○ 기술 개발을 통한 새로운 제품 카테고리의 개발 ○ 고단백, 저 탄수화물 새로운 식단 제시 ○ 중소기업 기술 기반 신규 제품 개발 ○ 산학 연계를 통한 푸드테크 벤처 기업 양성 모델 제시  <창의인재 육성> ○ 기업의 경영진의 기술 기반 교육을 통한 푸드테크 기업 성장 가능 ○ 동일 사업의 계약학과 과정 참여를 통한 융복합 시너지 최대화 ○ 기능성 식품에 대한 전문적인 이해와 이를 바탕으로 한 사업화 진행 ○ 푸드테크에 대한 이해를 바탕으로 융복합적 사고 기반 사업화 가능 ○ 전문적인 식품 기술을 통한 연구 설계와 지식 재산권 확보 가능 ○ 식품 가공에 대한 전반적인 이해와 산업 교육을 통한 지식 습득 ○ 최신 기술 교육을 통한 식품 분야 접목 가능(AI, 화학공학, 생물공학) ○ 식품 소재에 대한 넓은 이해를 바탕으로 다양한 식물성 소재 개발 가능
---------------------	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	
--------------------	--

연구개발성과의 등록·기탁 건 수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프 트 웨 어	표준	생명자원		화합 물	신품종	
								생 명 정 보	생 물 자 원		정 보	실 물

	1	2(1)	1	N	N	N	N	N	N	N	N	N
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시 설·장 비명	규격 (모델 명)	수 량	구입 연월일	구입가 격 (천원)	구입 처 (전화)	비고 (설치장 소)	ZEUS 등록번 호			
국문핵심어 (5개 이내)	식물성 식품		고단백 식품		건면		뿌리채소		기능성 식품			
영문핵심어 (5개 이내)	Plant base food		High protein food		Dried noodle		Root vegetable		Functional food			

## < 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



그림 1. 국내외 환경 변화 및 시장 현황

- 대체식품은 기술의 발전과 식물성 식품에 대한 관심과 함께 주목 받고 있는 분야.
- 그 중 고단백 식품은 탄수화물 섭취가 많은 현대 사회에서, 탄수화물의 비중을 줄이면서도 관능을 유지할 수 있다는 측면으로 높은 관심.
- 식물성 단백질은 콩류를 가장 많이 사용해왔으며, 이는 높은 단백질 함량 뿐만 아니라, 지방과 탄수화물의 함량이 적은데서 기인함, 두류는 유지류를 산업화하는 핵심 소재일 뿐만 아니라, 부산물 또한 단백 소재로 개발 되어 다양하게 산업화.

Source	Animal	Legumes				Nuts		Seeds			Pseudo-cereals	Cereals		
	Milk	Soy	Chickpea	Pea	Lupine	Coconut milk	Almond	Sunflower seed	Hemp seed	Sesame	Quinoa	Rice	Oat	
Macro-nutrients (dry mass %)	Protein	200%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	
	Carb	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	
Main functional compounds	Funct. peptides													
	Phytohormones		Lunasin											
	Vitamin B	Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B1,2,6</sub>	Vit <sub>B3,6</sub>	Vit <sub>B1,2</sub>	Vit <sub>B1,2,6</sub>			Vit <sub>B1,2,6</sub>	Vit <sub>B1,2</sub>	Vit <sub>B1,6</sub>		Vit <sub>B3</sub>	
	Vitamin C		Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B12</sub>			Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B12</sub>	Vit <sub>B12</sub>		Vit <sub>B12</sub>	
	Vitamin E													
	Unsaturated FA													
	Polyphenols													
	Phytosterol													
	Limiting factors	Protein and AA		Cys Met	Leu Met	Cys Met	Cys Met				Met Lys			
		Anti-nutrients												
Minerals		Ca <sup>2+</sup>		Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>		Fe <sup>2+</sup> Ca <sup>2+</sup>							
Sensory profile											Color			
Processing											Gelation	Gelation	Gelation	

● Relatively rich    ● Limited quantity

그림 2. 식물성 소재 급원별 영양소 비율



- 두류 가공품 중 두부는 높은 단백질 섭취원으로써 동아시아 국가 전반으로 다양하게 활용되고 있으며, 다양한 형태로 조리되어 사용되고 있음.
- 면류는 일상에서 빈번하게 섭취되는 식품의 유형으로써, 건조면, 유탕면, 생면 등의 다양한 형태의 면이 개발되고 있으며, 제품의 종류 또한 다양하게 개발되고 있는 품목.
- 본 연구과제는 이러한 면류를 두부를 활용하여 개발한 제품에 뿌리채소를 사용하여 기능성을 강화 하는 연구로서, 탄수화물이 낮으면서 Low GI를 가진 식품으로써 두부 등의 식물 단백을 소재로 한 건면에 기능성을 추가함으로써, 제품의 매력도를 높일 수 있을 것으로 판단.
- 뿌리채소는 폴리페놀 형태의 다양한 기능성 유효성분을 포함하고 있으며, 이를 통한 항산화 능력을 가지고 있어, 건강에 좋은 영향을 줄 뿐만 아니라, 제품의 품질 유지에도 도움을 줄 수 있을 것으로 판단.

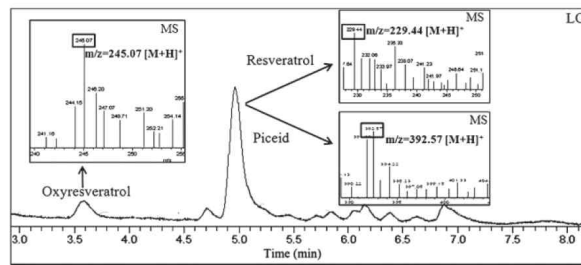


Figure 1. Identification of bioactive components (oxyresveratrol, resveratrol, and piceid) in 50% ethanol extract of *Smilax china* root by using UPLC-PDA-ESI-MS/MSn.

### 그림 3. 전분 함유 뿌리 채소 중 토복령의 기능성 평가 데이터

- 이러한 기능성이 포함된 면 제품은 세계적인 비건 트렌드나 식물성 대체 식품 시장에 빠르게 적용가능할 것으로 판단되며, 최근 도입된 기능성 표시 일반 식품에도 활용 가능할 것으로 보이며, 국내 뿐만 아니라 해외에서의 매출도 기대할 수 있을 것.

### ○ 사회적 측면

- COVID-19 이후 건강에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서, 일상적으로 소비하는 식품에 대한 기능성 부여가 중요한 이슈로 주목. 또한, 두부와 두부 활용 제품의 경우 포스트 코로나 시대 4배 이상 수출이 급증.<sup>1)</sup>
- 한국의 식단은 탄수화물이 높은 형태이며, 이는 당류의 섭취가 늘어나면서 다양한 대사과련 질환의 원인이 되는 것으로 여러 보고가 제기됨, 일상적으로 자주 소비되는 소재인 아 면류에 단백질량을 강화함으로써, 국민 보건 증진에 기여 가능.
- 한국채식연합의 조사에 따르면 2018년 국내 채식 인구는 약 150만 명(국내인구의 약 3%)으로, 10년 전인 2008년 대비 10배 가량 증가함. 이는 단순한 채식과 비건에 대한 관심을 넘어서 건강한 식단의 측면으로 각광 받고 있음.
- 식물성 대체식품 시장이 빠르게 성장하고 있으며, 이는 식물성 소재를 활용한 다양한 제품의 선호 및 기존에 부정적으로 판단되는 소재를 줄이는데 목표가 있음. 두부는 보편적

1) 한국 무역협회 무역뉴스, “식품업계, 포스트 코로나 시대 ‘두부’ 주목…수출 4배 급증”, 2020

으로 선호되는 소재로써 두부를 활용하고 밀가루 등의 활용을 줄여 선호도 증진 가능.



- 일반 식품 기능성 적용의 경우, 2020년부터 본격적으로 적용되어 여러 제품들이 출시됨. 당사는 해당하여 다양한 제품에 대한 적용을 검토하고, 제품화를 진행하였음. 뿌리 채소를 활용한 식물성 단백질 면은 일반 식품 기능성 강화 소재로 활용 가능하여, 저변 확대 가능.


○ 경제적 측면

- 세계적으로 소비자들의 건강에 대한 관심 증가와 함께, 식물성 단백 소재 및 적용 제품에 대한 관심도 증가하여 다양한 고단백 제품의 개발 및 출시가 활발하게 이루어지고 있으며 관련 시장이 지속적으로 성장하고 있음.
- 해외에서도 면류는 다양하게 개발되고 있으며, 고단백과 기능성에 집중한 여러 가지 종류의 제품화가 진행되고 있음. 제품화를 통하여 빠르게 해외 시장에 적용

세계 면류 시장은 아시아 시장을 중심으로 성장하고 있으며 16년 기준 약 122억 달러로 2012년 112억 달러에 비해 9.6% 증가함. 전반적으로 면류 시장은 상승세를 나타내고 있는 상황이며, 2021년에는 185억 달러의 규모를 형성할 것으로 전망. 빠르게 성장하는 면류 시장에 새로운 제품으로 개척할 수 있을 것으로 판단.

표 1. 국내외 본 연구 개발 제품 경쟁제품

제품명 (제조사)	외형	기술특징	한계점
면두부 (라라스팜, 풀무원)		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 압착 두부를 면의 형태로 성형</li> <li>● 납작면 형태</li> <li>● 저장수(水)에 보관</li> <li>● 고단백</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 유통기한 31일 이하(풀무원 두부면의 경우 약 18일 전후)</li> <li>● 냉장 보관</li> <li>● 제품의 부피가 큼</li> <li>● 단백질 간의 소수성 결합이 커서 잘 엉김</li> <li>● 면이 쉽게 끊어지는 관능을 보임</li> <li>● 전분을 사용하지 않았기에 면이 소스를 잘 흡착하지 못함</li> </ul>
포두부 (농다원)		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 콩을 통째로 사용하여 두부 제조</li> <li>● 두부를 압착 포 형태로 성형</li> <li>● 진공 포장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 유통기한 90일 이내</li> <li>● 냉장 및 냉동 보관</li> <li>● 콩 함유량 많아서 비릿한 향 존재</li> <li>● 질기면서 끊어지는 식감을 보임</li> </ul>
Tofu (Shirataki)		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 곤약 및 두부를 이용한 반죽 기반 면 제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 냉장 보관</li> <li>● 제품의 부피가 큼</li> </ul>

	조, 일명 곤약면 ● 국수면 형태 ● 저장수(水)에 보관	● 낮은 두부 함량으로 제품의 총단백질 함량이 낮음
---	---------------------------------------	------------------------------

- 특히, 국내에서는 풀무원의 두부면이 출시되면서 다양한 제품화를 진행중이나, HMR의 카테고리라 아닌 두부의 카테고리라는 측면에서 새롭게 제품화를 제시할 경우 기존에 존재 하지 않는 새로운 카테고리 개척 가능
- 풀무원사는 2020년도 미국 두부의 수요가 급증하면서 미국 동서부 3곳의 두부공장을 모두 100% 가동하고 있으며, 현지 생산량 부족으로 한국에서 매당 100만 모 이상의 두부를 수출하는 상황. 이를 볼 때 두부라는 소재는 아시아를 넘어서 서구 국가에서도 새롭게 각광받는 소재로 적용 가능.

○ 기술적 측면

- 전 세계적으로 식물성 재료 기반 면류 개발은 다양한 형태로 이루어 지고 있으며 주요 특허는 다음과 같음.

표 2. 국내·외 관련 지식재산권 현황

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 냉동 두부를 이용한 면의 제조 방법	호서대학교 산학협력단	한국/1020160159559
분석: 두부를 냉·해동 시켜서 수분을 제거 제안기술과의 차별성: 건면 제조를 위한 건조를 냉·해동 과정을 통하여 진행함. 이 과정에 따른 기공이 발생하고, 그에 따른 양념과의 조화가 잘됨. 본 기술은 마이크로웨이브 및 감압건조 방법을 사용하기 때문에 건조방법에 차이가 있음.		
② Noodles containing tofu puree	Morinaga Milk Industry Co., Ltd.	미국/US6641855B1
분석: 두부 퓨레를 함유한 우수한 식감 및 맛을 제공하는 면 제시 제안기술과의 차별성: 두부 퓨레 함유한 반죽의 특정 점도, dynamic storage modulus, dynamic loss modulus를 제공함. 본 기술은 두부건조면 제조 시 함유하는 소재(뿌리채소류 전분, 천연 산화방지제 등)이 달라서 식감 및 맛이 다를 것으로 예상됨.		
③ Method for the preparation of noodles containing tofu puree	Morinaga Milk Industry Co., Ltd.	유럽/EP1177727B1
분석: 두부면 제조하기 위한 부드러운 식감의 두부 퓨레 제조 방법 제시 제안기술과의 차별성: 면에 함유하는 두부의 입자 크기를 2~15 μm로 하기 위한 분쇄 방법 제시함. 본 기술은 두부의 입자 크기를 작게 하는 기술 대신, 첨가물 처리에 의한 식감 및 맛을 제어하기 때문에 차이가 있음.		
④ Method of producing thin and long noodle-like bean curd	Kaneshiro Takeshi	일본/JP12232861

분석: 두부의 보존기간을 늘릴 방법으로 얇고 긴 국수 종류의 두부 생산 방법 제시  
 제안기술과의 차별성: 압착 두부를 국수면 틀에 넣어서 면의 형태를 만들고 동결 건조하는 방식임. 본 기술은 건조의 방법을 마이크로웨이브 및 저온감압 방식을 채택하기 때문에 차이가 있음.

- 기능성 면류의 관능 및 선호도 증진을 위해서 다양한 소재들이 활용되고 있으며, 이를 기능에 따라서 분석한 내용은 다음과 같음. 이 분석은 또한 콩류 및 콩류의 가공식품에 대해서 조사함으로써, 식물성 단백질 소재로서 다양한 콩류를 활용할 방안을 모색.

표 3. 기능성 및 선호도 증진 소재 관련 기술 분류

대분류	중분류	소분류	기술요지
기능성 면 소재 (A)	글루텐 대체 소재 (AA)	전분(AAA)	- 기능성 면 제조 시 글루텐 대체 소재로 전분을 적용한 기술 - 고구마 전분, 감자 전분, 타피오카 전분 등
		그 외 식품첨가제 (AAB)	- 글루텐 대체 소재로 변형 글루텐, 해조류, 계란, 셀룰로오스, 계란, 씨앗(치아씨드) 등을 적용한 기술
	밀가루 대체 소재 (AB)	글루텐 저감 밀가루 (ABA)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 대체 소재로 글루텐 함량을 낮추거나 글루텐이 생성되지 않는 밀가루를 적용한 기술
		밀가루 대체 곡물 (콩류 제외) (ABB)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 대신 쌀, 현미, 메밀 등을 적용한 기술 - 대두, 완두콩 등 콩을 사용한 경우는 콩류 및 콩 가공식품(AC)으로 분류하였으며, 곡물과 함께 전분을 적용한 경우엔 전분(AAA)으로 분류함)
	콩류 및 콩 가공식품 (AC)	콩류 (ACA)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 및 글루텐 대체 소재로 대두, 완두콩, 이집트콩 등 콩가루를 적용한 기술
		두부 (ACB)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 및 글루텐 대체 소재로 두부를 적용한 기술
		분리콩단백 (ACC)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 및 글루텐 대체 소재로 분리콩단백을 적용한 기술
		그 외 콩 가공식품 (ACD)	- 기능성 면 제조 시 밀가루 및 글루텐 대체 소재로 콩비지, 청국장, 낫토 등을 적용한 기술

- 전세계적으로 식물성 단백질 면과 기능성 면과 관련한 연구가 이루어지고 있으며, 일본과 중국을 비롯한 동아시아 국가 뿐만 아니라 미국과 EU 등의 서구 국가에서도 다양한 목적과 형태로 특허가 출원.

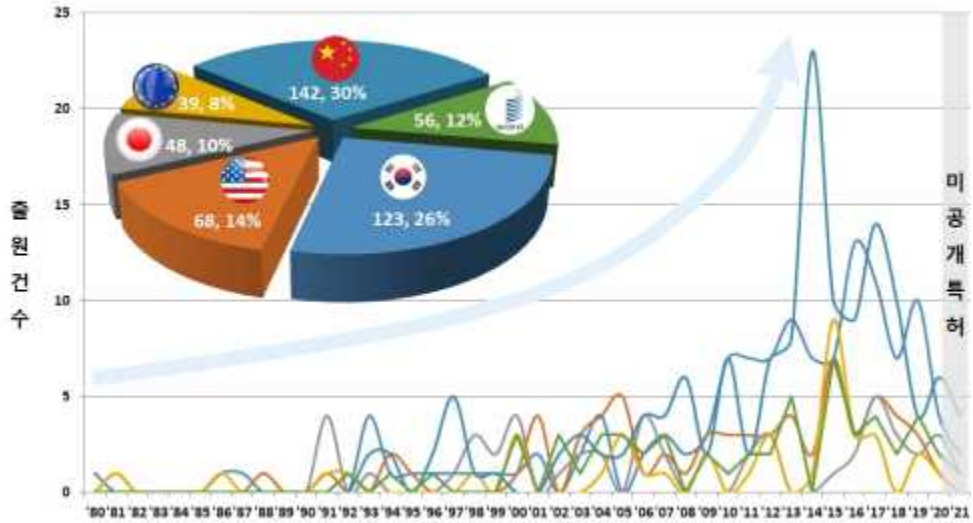


그림 4. 주요 시장국 연도별 관련 특허 동향

- 최초 출원은 1980년에 진행 되었으며, 2013년부터 한국 및 중국에서 관련한 특허가 빠르게 성장. 기술 시장 성장 단계 평가로 보았을 때 해당 기술은 '성장' 단계로 판단.

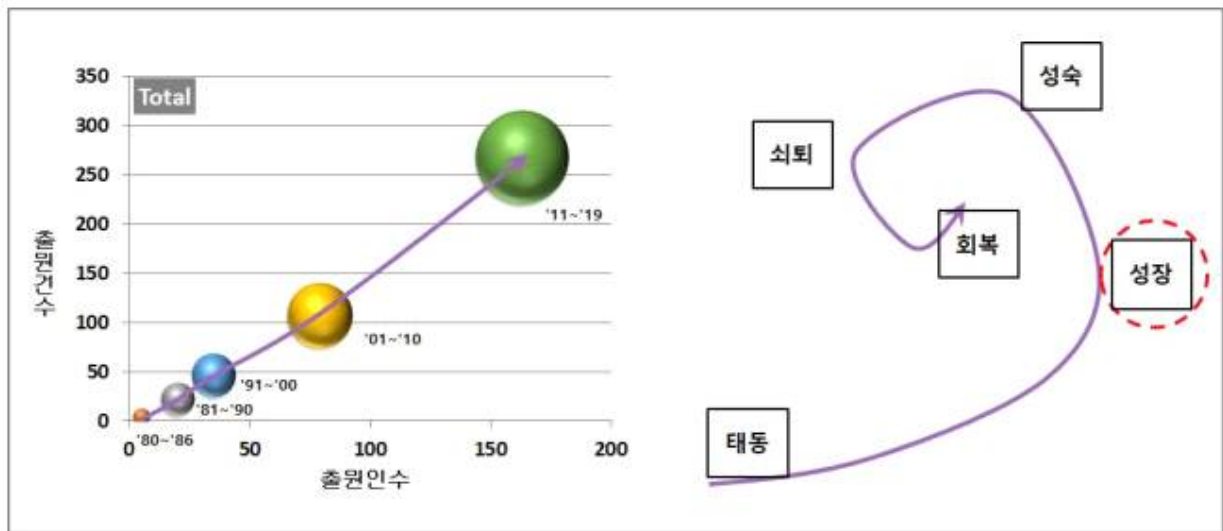


그림 5. IP 포트폴리오 기반 기술 시장 성장 단계 분석 및 판단의 근거

- 주요 국가에서는 출원 건수와 출원 인수가 급격하게 증가하고 있으며, 최근 출원인과 출원건수가 크게 증가하며, 출원인수가 빠르게 증가하는 모습을 볼 때 최근 새롭게 시장에 진입한 개인과 업체가 많음을 확인 할 수 있음.
- 주요 국가의 경장자들과 각각의 주력기술 분야는 각각 콩류 및 콩류 가공품 첨가 및 밀가루 대체품이 많으며 그 외 각종 첨가제를 기능성을 높이기 위한 기술관련 지식 재산권이 다수 등록. 그중 일본의 FUJI OIL(콩류 및 콩류 가공품, 분리 대두 단백질, 두부)과 미국의 GEN MILLS(전분 분야 집중 및 글루텐 대체 소재), 스위스의 NESTEC(전분, 콩류, 밀가루 대체소재)등은 PCT를 포함하여 다양한 형태의 지식재산권을 보유.
- 한국에서는 전남대학교에서 많은 연구를 진행하였고, 전남대학교의 경우 쌀을 글루텐 없이 생면으로 제조한다는 점에서, 폴무원의 경우 두부를 면형태로 잘라서 만드는 제품 관련하여 제조 및 포장 방법 특허를 1건 출원한 것으로 확인됨으로, 본 연구는 이와 차별화 됨을 확인할 수 있었음.

표 4. 주요 경쟁 업체와 지식재산권 등록 현황

상위 Top11 출원인	기술분류											총합계
	글루텐 대체 소재 (AA)			밀가루 대체 소재 (AB)			콩류 및 콩 가공식품 (AC)					
	전분 (AAA)	그 외 식품 첨가제 (AAB)	합계	글루텐 저감 밀가루 (ABA)	밀가루 대체 곡물 (콩류 제외) (ABB)	합계	콩류 (ACA)	두부 (ACB)	분리 콩단백 (ACC)	그 외 콩 가공식품 (ACD)	합계	
FUJI OIL	0	1	1	0	0	0	0	6	10	0	16	17
GEN MILLS	7	0	7	4	4	8	0	0	0	0	0	15
INST CHINESE OF AGRICULTURAL SCIENCES	9	2	11	0	0	0	1	1	0	0	2	13
NESTEC	2	6	8	0	2	2	2	0	0	0	2	12
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	0	0	0	1	11	12	0	0	0	0	0	12
UNIV CHONNAM NATIONAL	0	0	0	0	8	8	0	0	1	0	1	9
CHEF LOW CAL FOODS	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
PRISCILA F KIMES	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
CARGILL	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
EIDGENOESSIS CHE TECHNISCHE HOCHSCULE ZUERICH	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
LIU JIMING	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	6	6

- 요약하면, 기능성 면 소재 분야는 지속적으로 증가하고 있으며, 기술 혁신의 주체가 증가하고 있는 추세. 또한, 소수의 출원인이 아닌 다수의 출원인에 의한 연구개발이 이루어진다는 점에서 향후에도 신규 기술 분야 및 시장 형성이 활발할 것으로 예상되며, 경쟁자들의 포트폴리오 구축이 견고하지 않은 것으로 판단되어 새롭게 진입 가능성 큰 것으로 분석.

## 1-2) 연구개발의 목표

### 1-2-1) 연구 목표



그림 6. 연구개발의 목표

#### ○ 식물성 단백질 면에 뿌리채소 전분 도입을 통한 기능성 향성 기술 개발

- 다양한 뿌리 채소 전분의 문헌 분석을 통한 식용가능한 뿌리 채소 탐색
- 뿌리 채소 중 기능성과 제면 가공 특성 기반으로 소재 1차 선별
- 시제품 적용을 통한 소재 선택
- 소재 적용 및 내부 관능을 통한 최적 첨가 비율 확인 및 적용
- 물성 측정 및 색도 분석

#### ○ 소재의 항산화능 평가 및 유통기한 연장을 위한 연구

- 전분 함유 뿌리채소 4종의 항산화능(RNS, ROS 소거능) 평가
- 유통기한 연장의 효과를 측정하기 위하여 제면된 뿌리채소면의 가속 실험
- 뿌리채소 전분 활용 시제품 한상화 능력 평가

#### ○ 식물성 단백질 건면의 궤전분 소화 흡수율 우수성 평가

- 식물성 건면 중 연근을 함유한 건면의 전분 소화 흡수율 평가
- 식물성 건조면의 GI 측정 및 개선 연구

### 1-2-2) 인력양성 전략 및 목표

#### ○ 본 과제는 산업 기반 연구지원 사업으로써, 기업의 연구 역량 제고를 위한 연구 인력의 재교육 및 기술 전문가 활용을 사업의 목표로 함. 이에 본 연구팀은

- 학위 과정을 통한 전문가 양성
- 산업 및 학계 전문가 멘토링 및 내부 교육
- 관련 전문 인력 단기 채용



등을 통하여, 기업의 연구 역량을 제고하기 위한 재교육과 기술 전문가 활용을 진행함. 연구 성과의 목표는 식품 R&D에 대한 기획, 수행, 결론 도출 가능 역량을 함양하는 것을 목표로 잡고 진행하였다.

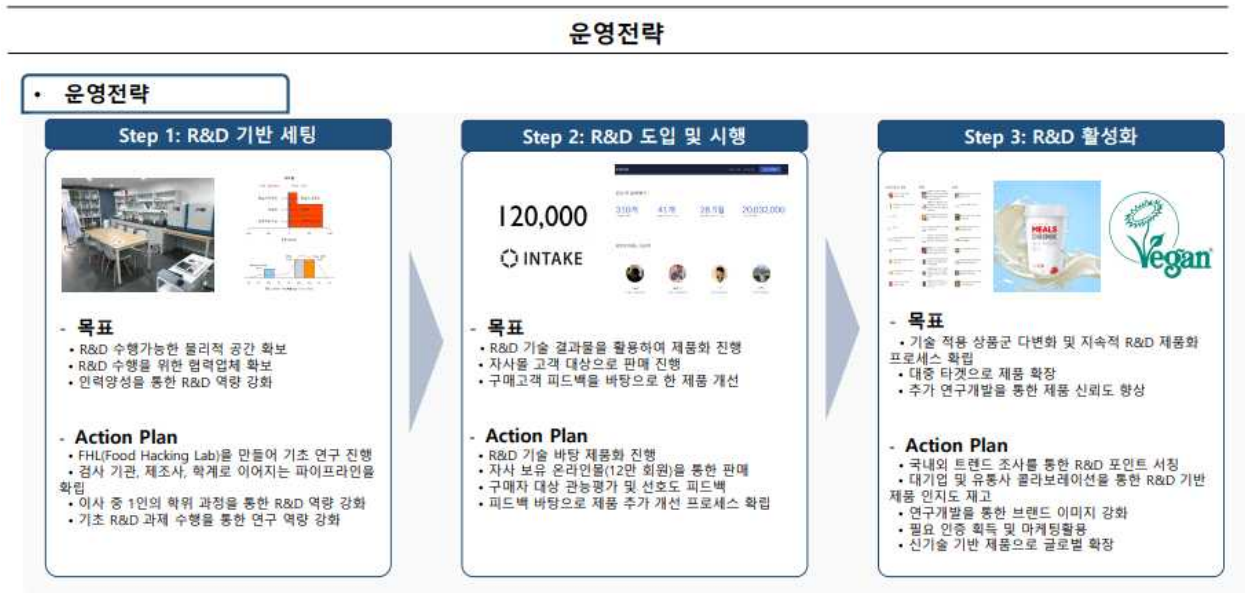


그림 7. 인력양성 전략 및 목표

○ 동일 사업 교육 훈련과 연계된 전문가 교육

- 본 연구진은 농식품 기술융합 창의 인재양성 사업 중 교육 훈련 과정의 계약학과와 연계하여 전문성을 강화하고자 함.
- 해당 프로그램은 각계의 전문가를 모집하여 진행하는 프로그램으로, 회사단위로 진행하는 개별 기술 개발 사업보다 더욱 체계적으로 전문 지식을 습득할 수 있다는 장점이 존재함.
- 또한, 전문가와의 협업을 통해 추가적인 기술 개발을 위한 네트워크를 구성할 수 있다는 장점이 있음.
- 동사업과 동시에 진행된 동물 감염병, 스마트농업분야는 제외하고, 연말에 진행된 농식품부 진행 사업에 참여 하여 식품의 기능성과 기술적인 부분과 연계된 전문화된 교육을 진행하는 것에 초점을 둠
- 사업을 통한 효과를 극대화 하기 위하여, 본 연구진은 경영진의 교육을 통해 회사 전체의 연구 역량을 증가시키며, R&D 마인드를 함양하고자 함.

○ 연구 과제 연계 전문가 양성 목표

- 연구 과제의 주제와 동일하게, 기능성 식품, 기능성 표시 일반식품, 푸드테크, 식물성 식품등에 초점을 맞추어 교육을 진행하였으며, 해당 분야의 전문가를 육성하고자 함.
- 해당 분야에 대한 산학계의 전문가의 멘토링 및 실습을 통하여 목적을 달성하고자 함.
- 또한, 연구 과제 및 지적 재산권의 핵심이 되는 특허에 대한 교육을 통해 지적 재산권을 자체적으로 확보할 수 있는 역량을 갖추고자 함.
- 양성은 짧은 기간의 멘토링으로 끝나는 것이 아니라, 해당 분야의 전문가의 경우 양성된 연구기획 및 추진 역량을 활용, 산학 연계를 통하여 전문성을 더욱 강화하고자 함.

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### ○ 연구개발과제 수행의 개요

표 5. 연구 개요표

<b>두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발</b>	
연구의 필요성 및 연구 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 식물성 단백질 및 식품에 대한 관심이 늘어남에 따라, 일상에서 자주 접할 수 있는 면류를 통해 고단백 식품 개발 필요</li> <li>■ 다양한 생리 활성 기능을 가진 뿌리채소를 포함함으로써 기능성을 추가한 식물성 단백질 면 제조 기술 개발</li> <li>■ 뿌리 채소 첨가 식물성 단백질 면의 기능성 및 관능 특성 분석</li> </ul>
연구 목표 및 내용	<p style="text-align: center;"><b>식물성 단백질 건면 뿌리채소 전분 첨가를 통한 기능성 면 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전분 함유 기능성 뿌리 채소 탐색               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 문헌조사를 통해 식용 가능한 뿌리 채소 탐색</li> <li>- 탐색된 뿌리 채소중 기능성과 전분 함량이 높은 소재 선정</li> </ul> </li> <li>○ 뿌리채소 분말 함유 식물성 단백질 건면 제면 특성 분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 뿌리채소 분말을 함유 한 식물성 단백질 건면의 제면 진행</li> <li>- 제면 적성 / 상용화 가능성 / 식품 소재로써의 활용 가능성 판단 하여 소재 선정</li> <li>- 선정된 소재의 비율 변경하여 제품의 내부 관능을 통한 첨가 비율 결정(조직감 색도 물성 분석)</li> </ul> </li> <li>○ 소재의 항산화능 평가 및 유통기한 연장을 위한 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전분 함유 뿌리채소 4종의 항산화능(RNS, ROS 소거능) 평가</li> <li>- 유통기한 연장의 효과를 측정하기 위하여 제면된 뿌리채소면의 가속 실험</li> <li>- 뿌리채소 전분과 활용 시제품 항산화 능력 평가</li> </ul> </li> <li>○ 식물성 단백질 건면의 전분 소화 흡수율 우수성 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물성 건면 중 연근을 함유한 건면의 전분 소화 흡수율 평가</li> <li>- 식물성 건조면의 GI 측정 및 개선 연구</li> </ul> </li> </ul>

기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술 개발을 통한 새로운 제품 카테고리의 개발</li> <li>○ 고단백, 저 탄수화물 새로운 식단 제시</li> <li>○ 개발된 기술을 이용하여 식물성 단백질 소재 기능성 면류 개발을 통한 기능성 표시 일반 식품 제시</li> <li>○ 기존 시장과 차별화 되는 기능의 제품 개발 가능</li> <li>○ 뿌리채소 및 식물성 소재 분석을 통한 확대되는 식물성 시장에 적합한 제품 개발 및 향후 제품 개선 가능</li> </ul>
------	--

- 표 5는 연구개발과제의 수행과정 및 수행 내용의 전반적인 연구 개요표다.

- 먼저 문헌 연구를 통하여 다양한 형태의 뿌리채소에 대한 분석을 진행하였으며, 식용으로 사용 가능한 식품 소재를 확인하였다. 이후, 이를 활용한 식물성 단백질 건면을 개발하고, 각각의 관능을 내부적으로 비교함으로써, 어떤 소재를 활용하여 식물성 단백질 건면에 적용할지에 대한 모색을 진행하였다.
- 해당 과정을 통해 선별된 4개의 뿌리채소 전분들은 각각 항산화 능력에 대하여 평가하였고, 항산화 효과를 통한 산패 억제 효과가 기대되었다. 두류 및 두류 가공품의 가장 큰 유통상의 어려움은 Lipoxygenase의 작용을 통한 지방의 분해 혹은 산화로 인한 이미, 이취가 발생한다는 점이다(ex. 콩취)본 연구진은 이를 통해, 산패 억제를 통한 유통기한의 연장이 가능할 것으로 기대하였다. 이를 위해 유통기한 가속 실험을 진행하여 유통기한에 대한 연장효과를 측정하고자 하였다.
- 뿌리 채소중 뮤신등이 포함된 소재들이 존재하고, 이런 채소를 활용함으로써, 소화율에도 영향을 줄 수 있을 것으로 판단하였다. 대표적으로 ‘마’의 경우 주성분이 전분질이며, 생물가가 우수한 당단백질, 무기질, 비타민 C와 B1 등을 함유하고 있고, 점질 성분인 glycoprotein의 일종인 ‘mucin’이 있어 점성이 높다. 이는 위와 장을 보호하고, 소화에도움을 주는 것으로 알려진 식품 원료로써, 이런 뿌리 채소의 첨가를 통해 추가 될 수 있는 기능성 중의 하나로 보고, 해당 연구를 진행하였다.



그림 8. 마의 사전 공정처리 결과.

- 또한, 교육을 통하여 뿌리 채소 및 전분, 콩류와 두부등의 식물성 단백질로 만들어진 건면에 대하여 교육을 진행하였으며, 제품화를 위하여 산업적으로 필요한 공정 및 관련한 기기에 대하여서도 교육을 진행하였으며, 업체를 방문하고 기기를 설계하는 것에 대한 교육을 통해, 제품을 개발하기 위한 산업적인 지식을 획득하고자 하였다.

2-1) 식물성 단백질 건면 뿌리채소 전분 첨가를 통한 기능성 면 개발

2-1-1) 뿌리채소의 선별 및 기능성 탐색

○ 전분 함유 뿌리 채소의 문헌 조사

- SCI(E)급 논문과 국내논문의 문헌조사를 통해 전분이 함유된 뿌리채소의 성분과 전분 함량, 섭취 방법 등을 조사하였음.
- 국내산 유래 전분함유 뿌리채소 5종을 대상으로 조사 결과 전분이 풍부하고 항산화 효능을 나타내는걸로 보고된 최종 4종(토복령, 연근, 마, 토란)의 뿌리채소를 선별하여 후속 연구를 진행함

표 6. 전분함유 뿌리채소 문헌조사

전분 함유 뿌리 채소		
마	Dioscoreaea과 Dioscorea속에 속하는 마(Yam)는 다년생 초본으로 고구마의 형태와 비슷하나 덩이 줄기를 이루며 전분이 풍부한 저장근을 가지고 있다. 참마과에는 사포닌 성분을 많이 함유하고 있다. 마는 일반성분으로 수분함량 74%, 총지질 0.92%, 총질소함량 0.40%, 회분 1.25%, 그리고 전분 19.5%를 함유하고 있다.	Onayami et al, 1986 최일숙 외 1992
	마는 건량 기준으로 81.6-84.6%의 탄수화물, 10.2-14.5%의 조단백질, 0.3-1.2%의 조지방과 4.8-5.3%의 조회분의 일반성분으로 구성되어 있고 총 탄수화물 중 전분은 평균적으로 43.7%정도 함유하고 있다.(고구마 전분 10.6%, 토란 전분 10.32%, 칡 전분 16.1% 보다 높은 수치)	Chung er al, 1995 Shujun et al, 2006 이현정 외 2018
	주성분은 전분질이고, 단백질, 무기질, 비타민 C, 그리고 비타민 B1등의 영양 성분을 함유하고 있고 mutin질이 있어서 점성이 높다.	김일혁 외 1988
	봄, 가을에 덩이 뿌리를 채취하여 생으로 먹거나 찌서 먹고, 빵, 비스킷 과자 등의 각종 요리 재료로 쓰인다. 일본에서는 많이 식용되는 전분성 부식품의 하나로 알려져 있다.	Ketiku et al, 1973
	마는 점질성 당단백질인 뮤신, diosin, diosgenin, batasin, steroidal saponin, arginin과 choline 등의 약리 성분들을 함유하고 있어 혈당강화, 콜레스테롤저하, 항종양, 면역조절, phospholipase A 저해, 골다공증 억제, 항궤양 등의 효능들을 보이는 것으로 보고되었다.	Chen et al, 2003 Choi et al, 2004 Kim et al, 2004 McAnuff et al, 2005 Sugimoto et al, 2006 Jang et al, 2009 Park et al, 2014 Kim et al, 2016
	마는 낮은 저장성을 가져 대부분 건조하여 미분화한 마 분말 형태로 유통된다. 건조된 마분말은 고유의 점질특성이 사라지며 수용액에서 분산성이 낮고, 갈변, 이미, 이취가 발생하여 단순 섭취가 어렵다. 동결건조공법은 마 고유의 특성 변화를 최소화시킬 수 있는 건조 방법이지만 이미 마는 열풍건조를 통해 건조되어 상업적으로 판매되고 있다.	Kim et al, 2006 Lee et al, 2013

연근	연근은 수련과에 속하는 다년생 수생 식물이다. 연근의 주성분은 탄수화물로 식물성 섬유가 풍부하게 들어 있으며, 이는 장벽을 적당히 자극하여 장내의 활동을 활발하게 해준다.	박복희 외 2010
	풍부한 식이 섬유는 장내의 활동을 촉진시키고, 당단백질인 뮤신이 함유되어 혈압 강하 및 체내 콜레스테롤 수치를 저하시킨다. 연근에 함유된 탄닌은 각종 출혈증에 효과가 좋으며, 정신안정과 피로회복, 니코틴 해독, 심장병 예방 등에 효과가 있는 것으로 보고된다. 또한 체내의 콜레스테롤 수치를 떨어뜨리는 작용을 한다. 연근의 껍질이나 마디에 함유되어 있는 탄닌은 점막 조직의 염증을 억제하는 작용을 한다.	표현구 외 1995 황안국 외 1998 Park et al, 2005
	연근의 주성분은 전분이며 이외에 비타민과 무기질 함량이 높아서 생채로 먹거나 조림 등으로 조리하여 섭취하였다. 연근의 성분은 조단백질 1.9%, 조지방 0.1%, 조섬유소 0.6%, 회분 0.5%이었고 전분은 10.7%이었다.	양희천 외 1985
토란	토란은 Araceae과 다년생 초본으로서 열대 및 온대지방에서 널리 재배되며, 전세계적으로 100속, 1,500품종이 재배되고 있다.	Jeong et al 2002
	식용 가능한 토란은 Colocasia와 xanthosoma 속이 있다. 토란은 구근류 중 칼로리가 가장 낮다.	Kim et al, 1998
	주성분은 70~83%인 수분을 제외하면 전분으로 dextrin과 sucrose 등이 들어 있어 고유의 단맛을 내고, 끈적이는 점질물 성분으로 galactan이 있다.	kim et al, 1995
	감자류 중에서는 비교적 단백질이 많이 함유되어 있고 필수 아미노산과 식이 섬유소가 풍부하다, 또한 칼륨과 인, 칼슘 등의 무기질과 비타민 C가 풍부하여 영양면으로 이용가치가 높은 구황작물이다. 토란의 녹말은 입자가 작기 때문에 가루로 만들어 음식으로 먹으면 소화가 매우 잘되는 것으로 알려져 있다.	Kim et al, 1995 Kim et al, 1998
	최근에는 주로 토란탕, 토란병, 토란단자 및 토란 김치 등으로 이용되고 있으나, 현재 우리나라에서 토란의 주요 소비 형태는 생과 형태이다.	kim et al, 1995
	일반적으로 토란은 가공 시에 수분함량이 많고 점질 물질이 있어서 가공하는데 어려움이 많으며, 장기간 저장이 불가능하기 때문에 수확 후 전처리 및 저장성이 문제로 대두되고 있다. 토란 가공의 가장 보편적인 방법은 건조하여 분말화하는 것이다. 주요 사용되는 건조방법은 동결건조법, 열풍건조법, 천일 건조법 등이 있다.	kim et al, 1998 Jeong et al, 2002
	토란의 품종별 전분, 식이섬유 및 비타민 C 함량을 비교한 결과 전분 함량은 조생종 토란이 56.04%로, 알토란과 재래종이 약 49%정도인 것으로 나타났다. 식이섬유 함량은 알토란이 17.60%로 다른 품종들과 비교하여 높았다. 또한 전분이 가장 많은 조생종 토란은 12.97%로 가장 낮았다.	Jane et al, 1992 문지혜 외 2010
	청미래덩굴은 백합과의 덩굴 식물로 명감나무, 망개나무, 매발톱 가시라고도 불린다. 청미래 덩굴의 뿌리는 이뇨, 거풍 효능이 있으며, 특히 수은 중독에 대한 해독 효능이 우수한 것으로	Jeong et al, 2011

	알려져 있으며, 관절염, 요통, 종기 등에 사용한다.	
	청미래덩굴은 사포닌, 플라보노이드, 아미노산, 폴리페놀, 유기산 및 다당류와 같은 다양한 활성 성분과 다량의 전분이 포함되어 있다.	Huang et al, 2009 Zhang et al, 2012
	청미래덩굴의 성분을 보면 전분 중 수분은 11.7%, amylose 함량은 28%였다.	Fujimoto et al, 1981
	청미래덩굴의 주요 성분은 사포닌과 탄닌으로 알려져 있다.	이창현 외 2009
칩	칩은 두과에 속하는 다년생 덩굴 식물로서 뿌리는 13~16%의 전분을 함유하고 있다. 칩은 구황작물로 애용되었을 뿐만 아니라 발한, 해열제, 감기, 고혈압, 협심증, 당뇨병, 숙취제거 등에 활용되어 왔다.	김관 외 1098 이영순 외 2000
	칩뿌리의 일반성분은 수분 65.8%, 조단백질 5.7%, 조섬유 9.9%, 조지방 0.45%, 회분 2.0%이었다. 칩 전분의 호화 온도와 관련된 특성은 곡류 전분에 가까운 성질을 갖고 있다.	Suzuki et al, 1981
	일본에서는 연간 300톤 정도의 칩 전분이 생성되며, 전통적인 과자제품이나 면류의 제조 등에 사용되고 있다. 칩은 구황식품 중 하나로 칩을 생식하거나 밥이나 죽, 떡, 과자 등에 혼합하여 먹기도 하였다. 우리나라에서도 칩뿌리 가루를 이용한 제면이 전래되고 있다.	AOKI et al, 1975 이석원 외 2009

## ○ 뿌리채소의 항산화능 평가

### - 소재의 항산화능 평가방법

DPPH 활성산소 소거능을 측정하기 위해서 2,2-디페닐-1-피크릴하이dra질(DPPH)의 50 μM 이 50% (v/v) EtOH에 용해시켜 빛을 차단한 후 사용하였다. DPPH의 농도는 517 nm에서 흡광도가 0.70이 될 때까지 희석하여 사용하였고 시료 40 μL와 DPPH 용액 160 μL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 마이크로플레이트를 사용하여 517nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 활성산소 소거능은 건조 중량 당 μmol 트롤록스 등가량으로 계산하였다. 퍼옥실 라디칼(ROO•) 소거능은 형광 방법을 사용하여 산소 라디칼 소거능(ORAC)을 측정했다.

10mg의 샘플을 에탄올/증류수 (1:1, v/v) 10 mL에 녹이고 FL 작업용액 50 μL 희석한 시료용액과 혼합하여 30분간 37 °C로 예열한 후 221 mM 2,2-아조비스(2-아미디노프로판) 디하이드로염화물(2-아미디노프로판)을 25 μL 혼합한 후, 마이크로 플레이트를 사용하여 5분마다 측정하였다. 흡수와 방출 파장은 484nm와 520nm로 설정되었다. ORAC에 의한 항산화능은 건조 중량 당 μmol 트롤록스 등가량으로 계산하였다. 질소 라디칼 소거능은 건조 분말을 에탄올/물(1:1, v/v)에 용해하여, 2,20-아지노비스(3-ethyl-benzotiazoline-6-sulfon acid) 다이모늄염 7 mM을 증류수에 용해시키고, 그 후 과황산칼륨 2.45 mM이 혼합하였다. 혼합물은 실온에서 빛 노출 없이 16시간 동안 반응시켰다. ABTS 용액의 농도는 734 nm에서 0.70 ± 0.02에 도달할 때까지 증류수로 희석하여 사용하였고 734nm에서 흡광도를 마이크로플레이트 리더로 측정했다. 트롤록스는 표준품으로 사용되었으며 질소 라디칼 소거능은 건조 중량의 g당 μmol 트롤록스 등가량으로 계산하였다.

총 페놀산 함량(TPC)은 Folin-Ciocalteu 방법을 사용하여 측정되었다. 뿌리 채소의 건조 분말 10 mg을 에탄올/물 10 mL(1:1, v/v)에 용해하여 사용하였다. 시료 100μL 에 Folin-Ciocalteu 시약 500 μL, 탄산나트륨 7.5%(w/v) 400 μL와 혼합한 뒤 상온에서 1시간

동안 반응시킨 후, 마이크로플레이트를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정했으며 갈산을 standard로 사용하였다. 총 페놀산 함량(TPC)은 건량 g당 mg 갈산 등가량(GAE)으로 계산하였다. 총 플라보노이드 함량(TFC)은 염화알루미늄 색도법을 사용하여 측정하였다. 뿌리 채소의 건조 분말(5mg)을 DMSO 5 mL에 용해하여 사용하였다. 용액의 액상(2 mL)을 아세트산나트륨 100  $\mu$ L와 혼합한 후 실온에서 6분간 반응시켰다. 혼합물에 10%(w/v)의 염화알루미늄 100  $\mu$ L를 첨가하여 5 mL까지 증류수를 채운 후, 혼합물을 실온에서 30분 동안 반응한 다음 마이크로플레이트를 사용하여 415nm에서 흡광도를 측정하였다. 퀴세틴을 표준품으로 사용하였으며 총 플라보노이드 함량(TFC)은 건조 중량 당 mg 퀴세틴 등가(QUE)로 계산하였다.

- 다양한 라디칼 소거능 (유기질소 라디칼(RN&#8226;), 퍼옥시 라디칼(ROO&#8226;), 활성 산소(Reactive Oxygen Species, ROS))비교 평가 및 총 항산화능을 나타내는 것으로 알려진 대표 폴리페놀/플라보노이드 함량을 분석함.
- ORAC 시험법을 이용하여 항산화 물질의 퍼옥시 라디칼에 의한 산화의 억제 및 억제 시간 정도를 측정하였고 ABTS 시험법을 이용하여 항산화 물질의 유기질소 라디칼에 대한 소거 효능을 측정하였고 DPPH 시험법을 이용하여 활성 산소 소거 효능을 측정하였음.
- 퍼옥시 라디칼에 대한 억제 시간 정도를 상대형광광도(%)를 통해 확인한 결과, 토복령이 퍼옥시 라디칼에 대해 유의적으로 긴 산화 억제 시간을 가지며 연근, 토란, 마 순으로 산화 억제 시간이 줄어들었음(그림 1).
- 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 라디칼 소거능을 음성 대조군과 비교한 결과 활성 산소 소거 활성은 토복령, 연근, 토란, 마 순으로 증가하였음(그림 2)
- 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 유기질소 라디칼 소거 활성은 토복령, 연근, 마, 토란 순으로 증가하지만 토란과 마의 활성 정도는 유의적 차이가 없음을 보임(그림 2).
- 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 항산화 활성은 대표적 항산화제인 비타민 E 유도체, 트롤록스 1  $\mu$ mol과 비교하여 트롤록스 당량으로 표시함.
- 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 유기질소 라디칼 소거능 실험 결과, 항산화 활성은 1426.3 $\pm$ 10.1  $\mu$ mol TE/ g dw으로 토복령이 유의적으로 높았으며, 연근 331.13 $\pm$ 10.2  $\mu$ mol TE/ g dw과 마 121.5 $\pm$ 2.4  $\mu$ mol TE/ g dw, 토란 128.9 $\pm$ 2.9  $\mu$ mol TE/ g dw의 활성화 활성을 나타냄(그림 3).
- 전분 함유 뿌리채소 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 활성 산소 소거능에 대한 실험 결과, 항산화 활성은 923.1 $\pm$ 9.7  $\mu$ mol TE/ g dw으로 토복령이 유의적으로 높았으며, 연근 277.7 $\pm$ 21.6  $\mu$ mol TE/ g dw과 마 100.4 $\pm$ 22.7  $\mu$ mol TE/ g dw, 토란 21.1 $\pm$ 34.1  $\mu$ mol TE/ g dw의 항산화 활성을 나타냄(그림 3).
- 4종 시료(연근, 마, 토란, 토복령)의 퍼옥시 라디칼 소거능 실험 결과, 항산화 활성은 1292.8 $\pm$ 4  $\mu$ mol TE/ g dw으로 토복령이 유의적으로 높았으며, 연근 530.6 $\pm$ 18.7  $\mu$ mol TE/ g dw과 토란 278.1 $\pm$ 8.8  $\mu$ mol TE/ g dw, 마 168.4 $\pm$ 27.2  $\mu$ mol TE/ g dw의 항산화 활성을 나타냄 (그림 3).
- 총 폴리페놀 함량은 gallic acid (갈산)의 당량수로 나타내었고 총 플라보노이드 함량은 quercetin (퀴세틴)의 당량수로 나타냄.
- 총 폴리페놀 함량은 244.8 $\pm$ 4.0 mg GAE/ g dw으로 토복령의 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 높았으며 연근, 마, 토란 순으로 총 폴리페놀 함량이 증가하였음(그림 4).
- 총 플라보노이드 함량은 575.98 $\pm$ 33.7 mg GAE/ g dw으로 토복령의 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 높았으며 토란, 마, 연근 순으로 총 플라보노이드 함량이 증가하였음(그림 4).
- 전분 함유 뿌리 채소의 항산화 활성 평가 결과 토복령의 항산화 활성 정도가 유의적으로 높게 나타났지만 토복령 수급의 어려움과 토복령 첨가시 제면 형성에 어려움 등의 문제로 인해 토복령을 제외한 나머지 3종의 시료 중 항산화 활성이 가장 높은 연근으로 선정함.

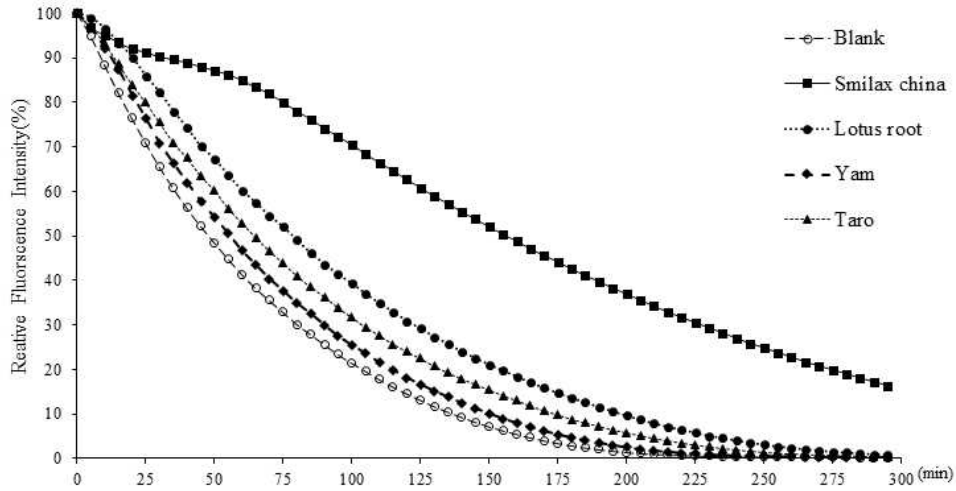


그림 9. 4종 시료(토복령(Smilax china), 연근(Lotus root), 마(Yam), 토란(Taro))의 퍼옥시 라디칼에 대한 상대 형광 강도 (%)

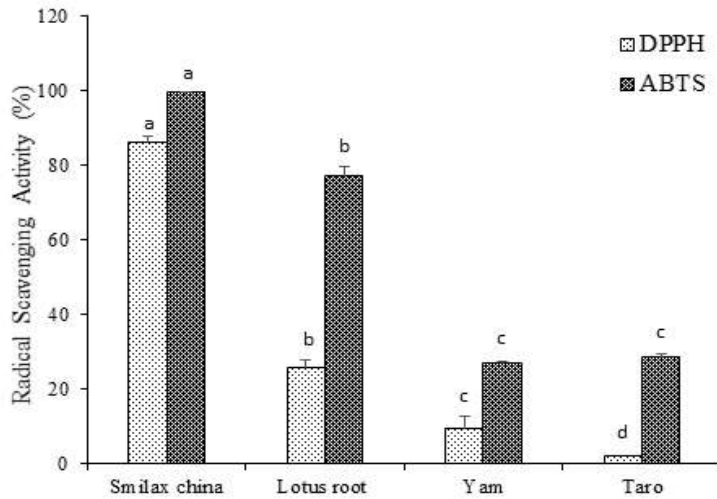


그림 10. 4종 시료(토복령(Smilax china), 연근(Lotus root), 마(Yam), 토란(Taro))의 라디칼 소거 활성 (%)

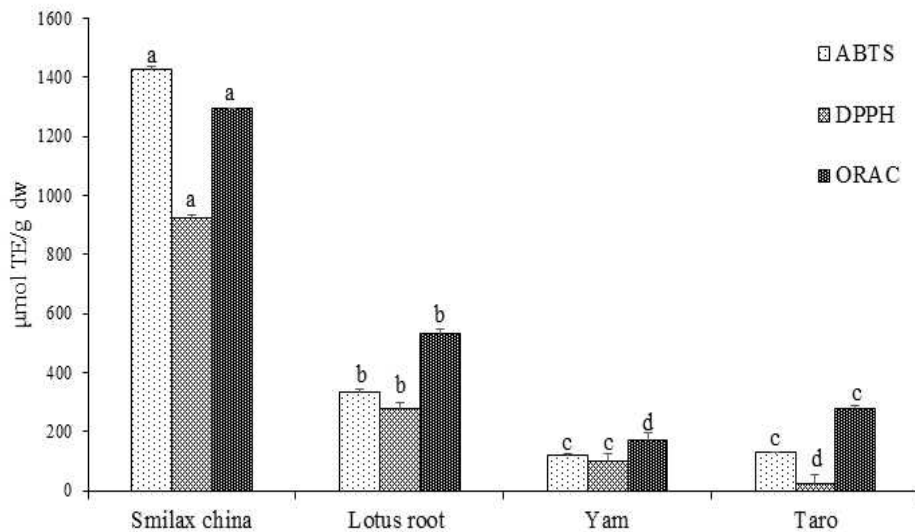


그림 11. 4종 시료(토복령(Smilax china), 연근(Lotus root), 마(Yam), 토란(Taro))의 유기질소 라디칼과 퍼옥시 라디칼, 활성 산소 소거 활성



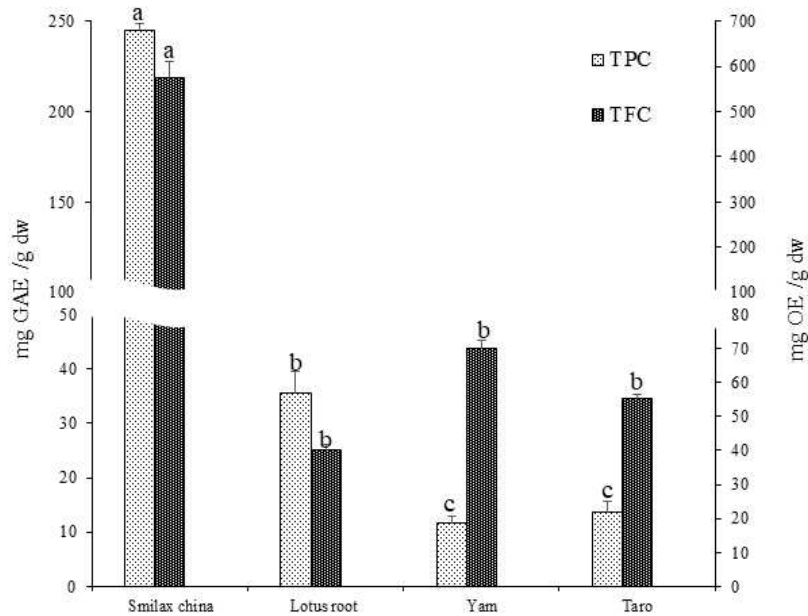


그림 12. 4종시료(토복령(Smilaxchina), 연근(Lotus root), 마(Yam), 토란(Taro))의 총 폴리페놀/플라보노이드 함량

- 항산화 실험결과에 대한 상관관계분석

- 피어슨 상관계수를 이용하여 항산화 시험 결과에 대한 각 항산화 시험 결과와 총 폴리페놀/플라보노이드 함량 실험결과에 대한 상관분석을 실시함.
- 피어슨 상관계수가 1 또는 -1에 가까울수록 양 또는 음의 선형상관관계가 있음을 의미하고 0은 선형상관관계 없음을 의미함.
- 항산화 측정 3종 및 플라보노이드/페놀릭 함량 등 총 5가지의 연구결과 모두 0.939이상으로 1에 가까운 피어슨 상관계수를 나타내며, 모든 실험결과가 양의 선형상관관계가 있음을 의미함.

표 7. 항산화 실험 결과에 대한 피어슨 상관계수 분석

	Total phenolic content	Total flavonoid content	DPPH	ORAC	ABTS
Total phenolic content	1				
Total flavonoid content	0.99	1			
DPPH	0.98	0.95	1		
ORAC	0.96	0.93	0.97	1	
ABTS	0.99	0.98	0.99	0.97	1

○ 뿌리 채소 제품 적용 및 제면 특성에 맞는 소재 선별

- 4종의 뿌리채소로 식물성 단백질 건면 제면을 진행함.
- 토복령은 목질의 식이섬유질로 제면시 반죽의 결합성을 저해하여 제면 형성이 되지 않음. 또한 이물감을 부여할 수 있는 소재로 아직 식품 원료로 승인되지 않은 원료임으로

시료에서 제외함

- 토란의 경우 제면 특성은 마와 유사하였으나, 특유의 맛과 알러지 이슈로 다수의 대중이 먹는 제품에는 적합하지 않다고 판단하여, 시료에서 제외함
- 마와 연근 두 시료는 제면 특성과 식품원료로서의 사용에 문제가 없어 두 견면을 통해 일차적인 항산화능 평가를 진행
- 각 시료는 식품에서 부원료로 사용되는 기준인 10% 이하를 기준으로 절반인 5%, 10%로 진행하였음.
- 항산화능의 평가는 제면이후 동결 건조한 샘플을 70% EtOH로 추출한 것으로 진행하였으며, TPC(Total phenolic Compound)와 DPPH Assay 두가지 방법으로 진행
- Standard로는 Garlic acid를 활용하였음.

## 2-1-2) 선별된 소재 활용 제품의 기능성 관능적 특성 및 유통기한 평가

### ○ 선별된 소재 활용 항산화능 평가

- 연근 함유 제면 제품의 조리 전, 후 항산화 활성의 비교를 위해 진행한 실험에서 연근 분말 첨가량 증가에 의존하여 항산화 활성이 증가하는 경향을 보임(그림 13, 14).
- 활성산소 소거능을 이용한 항산화 활성 평가에서 연근 0% + 두부 30% 실험군의 항산화 활성이 조리 전과 후 사이에 유의적인( $p < 0.001$ ) 차이를 보여 이 실험군의 항산화 활성이 조리 후 변화하였다는 것을 확인함(그림 6).
- 활성산소 소거능을 이용한 항산화 활성 평가에서 연근 5% + 두부 30% 실험군과 연근 10% + 두부 30% 실험군의 항산화 활성이 조리 전과 후 사이에 유의적인 차이가 없음을 보임(그림 6).
- 유기질소 라디칼 소거능을 이용한 항산화 활성 평가에서 연근 0% + 두부 30% 실험군의 항산화 활성이 조리 전과 후 사이에 유의적( $p < 0.05$ ) 차이를 보여 이 실험군의 항산화 활성이 조리 후 변화하였다는 것을 확인함(그림 7).
- 유기질소 라디칼 소거능을 이용한 항산화 활성 평가에서 연근 10% + 두부 30% 실험군의 항산화 활성이 조리 전과 후 사이에 유의적( $p < 0.001$ ) 차이를 보여 이 실험군의 항산화 활성이 조리 후 변화하였다는 것을 확인함(그림 7).
- 유기질소 라디칼 소거능을 이용한 항산화 활성 평가에서 연근 5% + 두부 30% 실험군의 항산화 활성이 조리 전과 후 사이에 유의적인 차이가 없음을 보임(그림 7).

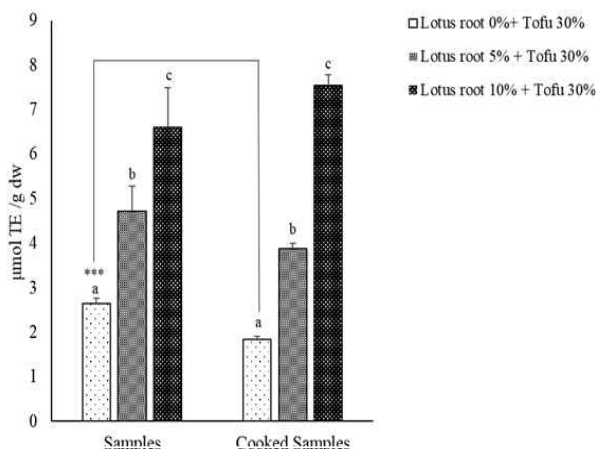


그림 13. 연근 함유 두부 견면의 활성산소 소거능

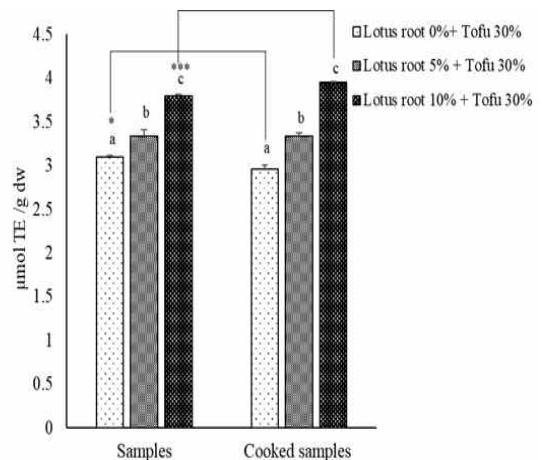


그림 14. 연근 함유 두부 견면의 유기질소 라디칼 소거능

표 8. 두부 건면 구성 비율

	Sample 1	Sample 2	Samples 3
두부	30%	30%	30%
연근가루	0%	5%	10%
밀가루	70%	65%	60%

○ 소재 적용 제면 제품 관능적 특성 평가

관능평가의 경험이 있는 세종대학교 식품생명공학과 대학원 학생 및 인테이크 직원 14명을 선정하여 관능평가를 실시하였다. 패널들이 공복감을 느끼는 3시 이후에 진행하였으며, 관능검사용 국수는 두부건면, 5% 연근 첨가 두부건면, 10% 연근첨가 두부건면 3가지로 선정하였다. 100g의 국수를 1000mL이상의 끓는물에 10분간 조리한 후 5분간 상온에서 식힌 후 패널들에게 제공하였다. 평가 항목은 외관(색상), 식감 및 형태 (냄새, 숙성, 풍미, 총식감), 맛(단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛)과 조직감 (두께, 경도, 점착성, 탄력성, 씹힘성, 부착성)등의 척도를 이용하여 평가되었으며, 평가항목은 표 9과 같다.

표 9. 관능평가 항목과 척도

척도	질문
특성차이(항목척도)	맛 유형(향) 본 제품이 어떤 유형(타입, 종류)에 얼마나 가까운지(뚜렷한지)를 평가양을 표시는 특성의 방향을, 숫자는 5에 가까울 수록 해당 특성에 대단히 강하다는 의미
color	> □ 면의 색으로만 볼 때, 이 제품은 어느 쪽에 얼마나 가깝습니까?
smell	> □ 맛(향)의 강한 정도로 볼 때, 이 제품은 어느 쪽에 얼마나 가깝습니까?
ripen	> □ 맛의 숙성정도로 볼 때, 이 제품은 어느 쪽에 얼마나 가깝습니까?
flavor	> □ 맛의 풍부한 정도로 볼 때, 이 제품은 어느 쪽에 얼마나 가깝습니까?
total mouthfeel	> □ 입안의 느낌으로 볼 때, 이 제품은 어느 쪽에 얼마나 가깝습니까?
특성차이(항목척도)	맛 품질 1에 가까울 수록 전혀 만족스럽지 못하다는 것이고 9에 가까울 수록 매우 만족스럽다는 의미
total score	> □ 외관, 향미, 입안느낌, 뒷맛 등을 모두 고려했을 때, 맛 본 제품의 감각적 특징은 얼마나 만족스럽습니까?
특성차이(항목척도)	기본 맛특성이 느껴지지 않으면 0이고, 느껴지면 1에 가까울 수록 매우 약하게 느껴지고 9에 가까울 수록 매우 강하게 느껴진다는 의미
sweetness	> 단맛의 강한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
salty	> 짠맛의 강한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
sourness	> 신맛의 강한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
bitter	> 쓴맛의 강한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
umami	> 감칠맛의 강한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
특성차이(항목척도)	맛 특징특성이 느껴지지 않으면 0이고, 느껴지면 1에 가까울 수록 매우 약하게 느껴지고 9에 가까울 수록 매우 강하게 느껴진다는 의미
thickness	> 면의 굵은정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
hardness	> 면의 단단한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
gumminess	> 면의 쫄깃한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
elasticity	> 면의 탱탱한 정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
adhesiveness	> 면이 이에 달라 붙는 정도(부착성)은 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
chewiness	> 면의 씹힘성(씹어 삼키는 데 걸리는 시간)은 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
off-flavor	> 어미/이취의 강한정도는 어떻습니까? - 인지강도(느낌)
서술의견(문자기술척도)	앞에서 평가했던 특성 이외에 이 제품에서 느껴진 "특징적인 맛"에 대해서 응답해주세요. > "기본 맛"과 "주요 맛" 특성 이외에 느껴지는 맛 특징에 대해 자유롭게 적어주세요 (예, 삼키고 나서, 짠맛이 느껴진다).

○ 소재 적용 제면 제품 유통기한 가속시험

- 유통기한 평가를 진행할 연근 함유 제면 제품의 시험군은 1. 연근 0%, 두부 30% 두부 건면, 2. 연근 5%, 두부 30% 두부 건면, 3. 연근 10%, 두부 30% 두부 건면 제품 총 3가지임.
- 연근 함유 제면 제품에 대한 유통기한은 항산화 활성의 변화 정도를 척도로 하며 유기질소

라디칼과 활성산소 소거능에 대한 비교를 통해서 평가됨.

- 연근 함유 제면 제품에 대한 유통기한 가속실험은 ‘식품, 식품첨가물, 축산물 및 건강기능 식품의 유통기한 설정 기준’에 따라 유통온도인 25℃와 15℃, 35℃에서 진행하였고 상대습도는 75%로 설정하였고 최종 제품의 유통기한이 6개월로 총 실험 기간은 3개월로 설정하여 기간 내에 20~25%에 해당하는 간격으로 총 6번의 실험을 진행할 예정임.
- 유통기한 평가를 위한 유통기한 가속실험은 2020년 11월 18일부터 진행하였고 기간 내에 16일 간격으로 총 6번의 실험을 진행하였으며, 2021년 1월 30일에 종료 (그림 15).
- 유통기한 가속실험의 유통기한 평가는 항산화 측정법인 ABTS 시험법을 이용하여 진행되었으며, ABTS에 의해 측정된 항산화능은 3개월 이후 대조군과 실험군 모두에서 유의적으로 감소함 (표 10,  $p < 0.05$ ).
- 표 10은 두부건면의 저장기간 중 항산화능의 변화를 나타낸 것으로, 두부건면의 항산화능은 저장기간 및 저장온도에 따라 유의적 변화를 보이는 것으로 나타남 ( $p < 0.05$ ).
- 두부건면의 항산화능의 변화는 저장온도에 따라 비교하였을 경우, 저장온도에 의존하지 않고 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며, 두부건면의 항산화능은 온도 변화에 영향을 받지 않았음.
- 연근 10%가 포함된 실험군 (Lotus root 5%, tofu 30%)의 경우, 35℃의 저장온도에서 보관한 시료가 15℃의 저장온도에서 보관한 시료보다 유의적으로 높은 값을 가지는 것을 확인함 ( $p < 0.05$ ).
- 최종 저장기간인 3개월 후의 값을 비교하였을 경우, 항산화능의 수치는 25℃의 저장온도에서 보관한 10% 연근이 포함된 실험군 (Lotus root 10%, tofu 30%)에서 다른군과 비교하여 유의적으로 높았음 ( $p < 0.05$ ).



그림 15. 유통기한 평가를 위한 가속실험 진행 일정

표 10. 두부건면 저장기간 중 항산화능의 변화

Sample	Temperature (°C)	Month						
		0	0.5	1.0	1.6	2.3	3.0	
Lotus root 0%, tofu 30%	15°C	3.09 ± 0.01	2.56 ± 0.03 <sup>ab</sup>	2.60 ± 0.03 <sup>ab</sup>	2.61 ± 0.01 <sup>ab</sup>	2.66 ± 0.00 <sup>ab</sup>	2.07 ± 0.02 <sup>ab</sup>	
	25°C		2.67 ± 0.02 <sup>ab</sup>	2.47 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.59 ± 0.06 <sup>ab</sup>	2.45 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.93 ± 0.02 <sup>b</sup>	
	35°C		2.55 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.55 ± 0.02 <sup>ab</sup>	2.42 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.51 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.90 ± 0.01 <sup>b</sup>	
Lotus root 5%, tofu 30%	15°C	3.33 ± 0.07 <sup>#</sup>	2.42 ± 0.03 <sup>ab</sup>	2.19 ± 0.05 <sup>bc</sup>	2.21 ± 0.12 <sup>ab</sup>	2.25 ± 0.07 <sup>ab</sup>	1.69 ± 0.09 <sup>ab</sup>	
	25°C		2.02 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.17 ± 0.13 <sup>bc</sup>	2.09 ± 0.02 <sup>ab</sup>	2.04 ± 0.14 <sup>ab</sup>	1.81 ± 0.12 <sup>ab</sup>	
	35°C		2.49 ± 0.07 <sup>ab</sup>	2.47 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.86 ± 0.04 <sup>bc</sup>	1.81 ± 0.04 <sup>bc</sup>	1.95 ± 0.09 <sup>ab</sup>	
Lotus root 10%, tofu 30%	15°C	3.79 ± 0.01 <sup>#</sup>	2.37 ± 0.01 <sup>cd</sup>	1.96 ± 0.01 <sup>cd</sup>	1.95 ± 0.10 <sup>cd</sup>	1.98 ± 0.01 <sup>cd</sup>	1.42 ± 0.01 <sup>cd</sup>	
	25°C		2.50 ± 0.07 <sup>ab</sup>	2.66 ± 0.04 <sup>ab</sup>	2.21 ± 0.13 <sup>bc</sup>	2.16 ± 0.13 <sup>bc</sup>	2.40 ± 0.16 <sup>ab</sup>	
	35°C		2.99 ± 0.01 <sup>ab</sup>	2.42 ± 0.16 <sup>ab</sup>	2.63 ± 0.12 <sup>ab</sup>	2.58 ± 0.12 <sup>ab</sup>	2.17 ± 0.11 <sup>ab</sup>	

\*은 t-검정에 따라 초기값과 저장기간동안 측정된 값 사이의 유의적 차이를 나타내며, 다른 알파벳은 일원산분석법에 따라 온도별 유의적 차이를 나타냄 ( $p < 0.05$ ). #은 대조군 (Lotus root 0%, tofu 30%)와 실험군 사이의 유의적 차이를 나타내고, \$은 실험군 간의 유의적 차이를 나타냄 ( $p < 0.05$ ).





그림 18. 총 53만개 이상의 업체 정보에 대해서 수집 분류 하여 제공하는 당사 공공서비스

● **식품 전반에 대한 전문 교육**

- 독성학, 위생학, 물성학, 식품 공학, 육가공학 등의 다양한 커리큘럼을 통해서, 이론적으로 미비한 부분에 대한 교육을 진행하고, 이를 통한 업무에 적용 방안을 모색함.

Texture profile analysis (TPA)

- Attempts to imitate mastication ( 저작 ) by instruments (imitative test)
- Compresses a bite-size piece of food TWO times in a motion that imitates the action of the jaw
- Analysis of the force-time curve leads to the extraction of different textural parameters

## Noodle/물성 및 텍스처 측정

반죽(dough) / extensograph / farinograph / mixograph

**extensograph : 인장강도 와 신장률 특성, 밀가루 와 첨가물의 영향 인식**

- Farinograph : 2% 식염, 500BU, 150g, 원추상 성형 후 45분 대기(x3)
- 신장률(E) / 인장응력(F) / 전면적(A-에너지)

그림 19. 식품 물성학 관련 교육중 일부

- 특히, 물성학을 통해서, 실제적으로 실험실에서 이루어지는 다양한 스테이터스에 대한 정의와 실제적인 사용법에 대해서 다시 한번 정립하여, 제품 카테고리에 적합한 물성 분석 방법을 실험 설계과정에 적용할 수 있었음. 또한, 실제적으로 식물성 단백질 건명을 제조하는 다양한 실험 과정에서 활용 되었음.
- 또한 식품 공학적으로 다양한 방법을 통하여 본 연구과제에 적용이 가능한 방안을 모색 하였음, 면류의 생산은 주로 압연 형태와 압출 형태로 진행이 되는데, 식물성 단백질 소재를 기반으로 만든 제품의 경우 탄성이 부족할 수 있다는 점이 있고, 이를 압출 형태의 면으로 해결 가능할 것으로 판단되어, 압출 성형기에 대해서 다양하게 조사하여, 개발과정에 검토하여, 내용을 보고서 형태로 작성하여 내부 교육하였음.

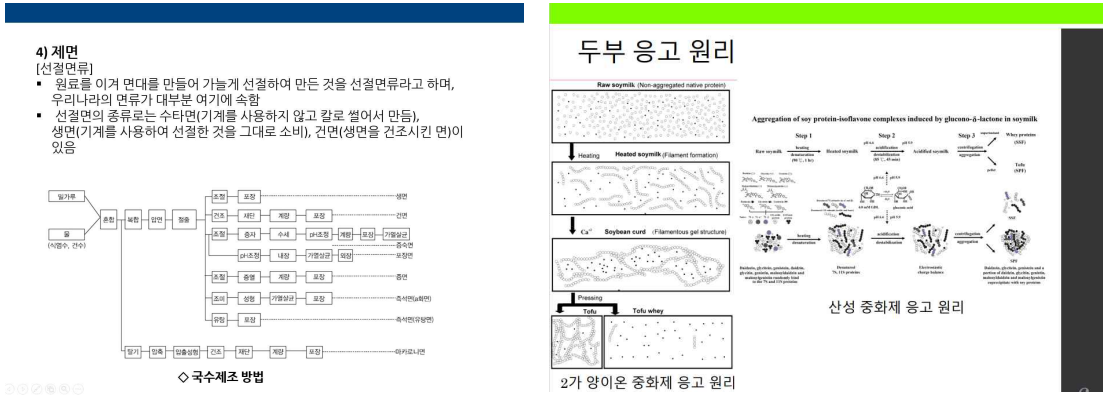


그림 20. 식품공학 제면 및 두부의 제조 원리 등의 자료의 일부

- 또한, 과정 진행 중 실험실 소속으로 농림축산식품부가 주최하고 서울대학교와 농림수산식품교육 문화 정보원이 함께 주관한 2020년 서울대학교 청년 푸드테크 창업 교육을 7주간 진행하였으며, 이를 통하여 실험실 창업에 관심이 있는 다양한 연구진과 함께 프로그램을 진행하며, 네트워킹을 진행하였고, 다양한 푸드테크 사업화 모델의 실질적인 사업화로 이어지는 과정을 현장에서 확인하며, 기술 기반 사업화에 대한 프로세스에 대한 교육을 진행. 또한 투자 유치 전략에 대한 모델링과 스타트업의 비즈니스 모델링등의 실질적인 업무에 대한 이해도를 높일 수 있는 다양한 프로그램을 수강함.



그림 21. 청년 푸드테크 창업교육 관련 자료

○ 기능성식품학과(한양대학교)

● 기능성 식품 전반에 대한 포괄적 교육

- 본 교육과정은 동일 사업(농식품 기술융합 창의 인재양성 사업)의 교육 훈련 과정으로 진행된 교육으로 기능성 식품에 대한 이론 전반을 다룰 뿐만 아니라 실무 담당자를 교육 함으로써, 실무에 이론을 반영할 수 있는 것을 목표로 함. 이에 본 연구진은 향후 성장하고 있는 기능성 식품 시장 및 기능성 표시 일반 식품에 대한 이해를 높이고 본연구를 통한 개발 제품에 반영하는 것을 목표로 하여 기업 임원진의 교육 훈련을 진행함.



그림 22. 한양대학교 기능성 식품학과 관련 소개 및 언론 자료

- 본 학과의 교육내용은 한국건강기능식품협회 및 회원사들의 의견을 수렴, 산업 현장에서 필요로 하는 기능성식품학, 공정공학, 인허가 관련 교육을 필수과목으로 포함하고 빅데이터, 오믹스 분석, 기능성식품 개발, 기능성식품 생리활성 평가, 기능성식품 관계법규등 대학별 특화된 선택 교과목으로 운영되고 있음.

## 2. 연구의 계획 및 수행

- 문제 착상 -> 계획 수립 -> 자료 수집 -> 자료 처리/분석 -> 결과 해석 -> 결론 도출

(표 1-1) 연구 계획의 구성항목

구성 항목	내용
연구 문제	무엇을 연구할 것인가?
연구 배경과 중요성	이 연구가 왜 중요한가?
연구 설계	연구는 기술적인가? 분석적인가? 기술적인 연구라면 수집된 자료는 질적인가? 양적인가? 분석적인 연구라면 구체적으로 어떤 설계인가?
대상자	연구대상은 누구이며, 어떻게 선정할 것인가?
변수	조사하고자 하는 항목, 측정값이 무엇인가? 분석적 연구라면 독립변수(예측변수), 종속변수(결과변수), 교란변수는 무엇인가?
통계처리	연구의 크기, 기술, 분석방법은 어떠한가?

[출처] 영양연구방법론, 한국영양교육평가원

그림 23. 연구 방법론 관련 강의 및 분석법 교육 관련 자료

- 특히, 기능성 식품 개발론을 통하여, 기능성 식품의 개발에 관한 전반적인 내용을 학습하고 이를 기반으로 한 산업체에서 발생할 수 있는 문제해결을 통해 실무능력을 함양하고자 하였음. 이를 통해 원료부터 제조과정, 임상실험, 인허가에 관한 전반적인 이론과 특정 기능을 가진 식품에 대한 개발 기술 및 방법에 대해서 전반적으로 다루었음. 특별히 고령 친화 식품과 3D 프린팅등 국내에서 이슈가 되고 있는 기능성 식품과 새로운 공정에 대해서 습득할 수 있었음.

**2. 고령친화산업의 동향배경**

첫째, 고령화 사회의 도래  
둘째, 노인의 경제적 능력의 향상  
셋째, 핵가족화와 노인단독세대 증가와 가족구조 변화  
넷째, 전통적인 가치관의 약화  
다섯째, 삶의 질 변화

고령친화식품, 국가인증제로 전환...3단계 구분

**식품 3D 프린팅  
기술이 가져오는  
장점**

기 존 식품의 형태와 질감 등을 자유롭게 디자인함으로써 개인의 취향과 목적에 따라 자유롭게 식품을 제작할 수 있다는 것

그림 24. 기능성 식품 개발론 및 3D프린팅 활용 개발 방법 중 일부



● 기업 애로 기술 해결 프로젝트 수행

- 교육에 참여한 기업을 대상으로, 기업에서 느끼는 애로점에 대해서 연구 계획을 설계하고, 제시하여 함께 연구를 진행함으로써, 문제를 해결하는 형태의 프로젝트를 전공교수진과 함께 수행함. 이 수행 내용은 ‘식물성 단백질 및 식이섬유 활용 제품화(베이커리류 등)’ 있었으며, 이를 통해 다양한 아이디어를 확보하고 제품 개발을 위한 지식을 습득함.

**[서식]**

**식품외식산업 현장 애로기술 해결과제 참가 신청서**

기업명	인테이크즈	대학명	한양대학교
교육생명	한복엽	연락처	류대현화 010-2121takefoods.kr 이예일
과제명	동물성원료를 포함하지 않은 식물성 비건 스낵 개발		
사업기간	2020년 12월 0일 ~ 2021년 7월 31일		
과제 및 수행내용 요약	<ul style="list-style-type: none"> <li>당사는 비건시장의 성장과 함께, Very easy vegan이라는 슬로건으로 비건 브랜드인 '이노베트'를 런칭하여 각종 HMR을 개발하고 있음.</li> <li>당사는 보다 쉽게 비건을 실천할 수 있도록 비건빵, 비건스낵에 대한 출시를 하고자 하는 목적으로 브랜드를 확장중.</li> <li>쿠키와 같은 스낵류는 건식에서도 비건 선당기를 넣혀주는 제품이나 우유, 버터 등 동물성 원료를 함유하지 않은 순식물성 비건 제품을 만드는 데에 어려움이 있음.</li> <li>이에, 본 과제를 통해 일반적으로 베이커리에서 필수적으로 함유하는 우유와 버터와 같은 동물성 원료를 함유하지 않으나, 뛰어난 관능의 순식물성 건식 스낵 포플레이션 개발을 위한 소재개발과 가공기술을 개발하고자함.</li> </ul>		
성과목표	순식물성 원료로 만든 비건 스낵 포플레이션 및 가공기술 개발		
기업부담금	한정		

**3. 수행 내용**

◇ 식물성 기반(Plant-based) 소재 탐색

- 동물성 원료(계란, 우유, 버터 등)의 대체소재로서 식물성 소재 탐색: 좋은 양질의 식물성 단백질 공급으로, 지방 올레인산과 리놀산 등이 풍부하며 천연 항암물질인 이소플라본과 치매 예방, 지방간 예방에 탁월한 콜린을 다량 함유, 최근 동물성 원료(계란, 우유, 버터 등)를 식물성 원료로 대체하고자 하는 기업 및 소비자 수요가 전 세계적으로 증가하는 추세. 팜이러프의 증가율을 의미하는 아쿠아파바(aqua+faba)로 만든 머랭, 쿠키 및 머핀, 마요네즈 등과 관련된 연구는 이미 상당히 많지만, 아쿠아파바 분말을 동물성 원료의 대체제로서 식품에 적용한 연구는 부족한 것이 실상. 따라서 영양학적으로도 우수하고 유향 및 거품 형성 능력 등 기능적 특성이 뛰어난 아쿠아파바를 계량과 유향이 비교적 간편하도록 파우더화 후, 이를 새로운 제품 개발에 적용시키는 연구의 필요성이 대두됨.
- 식물성 대체소재별 이화학적 특성 분석 및 소재 선별 아쿠아파바 파우더(분무 건조 또는 동결 건조)의 이화학적 특성을 분석하기 위해 용해도, WHC, OHC, 유화성, 거품성 실험을 진행. 모든 실험은 3반복이 원칙.
- 용해도 : 파우더 샘플 0.5g + H<sub>2</sub>O 20mL을 4,000rpm에서 30분 동안 원심분리 후 침전물의 무게 측정.
- WHC : Falcon 무게(M) 측정. 파우더 샘플 0.5g(M1) + H<sub>2</sub>O 7mL을 1,000rpm에서

그림 25. 현장 애로 기술 해결 과제 세부계획서

○ 푸드테크학과(서울대학교)

● 다양한 산업과의 융합 교육 및 산학 전문가를 통한 교육

- 본 교육과정은 동일 사업(농식품 기술융합 창의 인재양성 사업)의 교육 훈련 과정으로 진행된 교육으로 계약학과 푸드테크학과는 「서울대학교의 학산(學産) 문제해결 플랫폼」을 기반으로 식품분야에 IT·인공지능 등 다양한 기술을 접목한 푸드테크 산업의 기업 수요 맞춤형 융합식품 교육을 제공함으로써 푸드테크 종사자의 직무능력 향상 및 푸드테크 산업체의 기업역량 강화를 교육 목표로 함. 교육과정은 식품 산업체 재직자를 대상으로 한 재교육형 석사과정으로 운영되며, 푸드테크학, 푸드테크 융합기술, 식품관계법규 등의 전공이론과 푸드테크 디자인, 현장탐방 등 전공실습으로 구성되어 있다. 더불어 산업체에서 해결을 원하는 현장 애로기술 해결방안 모색을 위해 기업(교육생) 대상 과제공모 및 푸드테크 기술사업화를 통한 투자계획 및 유치 등 현장과 연계한 프로젝트도 진행을 목표로 하고 있음.

4차 산업 혁명에 따른 소비재/유통 산업계 변화상

Data 중심으로 업의 특성이 변화하면서 **맞춤화** 가치의 중요성이 증가하고 있으며, 플랫폼 중심의 경쟁구조 변화 및 AI 기반의 프로세스 효율성 제고 움직임이 나타나고 있음



푸드테크 개념 및 국가별 진화 방향

식품산업의 4차 산업혁명용 Foodtech 로 정의 가능하며, Foodtech 는 국가별 특성에 따라 다양한 양상으로 진화 발전하고 있음

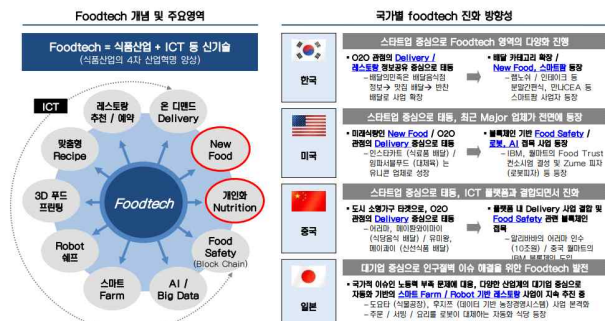


그림 26. 푸드테크 학과 개론 교육 중 일부

- 또한, 교육을 통하여, 식품 뿐만 아닌 다양한 분야에 대한 산,학계 전문가의 지식을 습득함으로써, 당사의 연구 개발과정에 접목할 수 있는 전문가 풀과 연구 계획을 수립 가능.

**Product - Will**



그림 27. 산학 전문가 서울대학교 허철성 교수(전 야쿠르트 소장)의 교육중 일부

**2-2-2) 전문가 교육**

○ **소재 관련 연구 및 가공 실습 및 전문가 교육**

● **식물성 단백질 제면 및 다양한 공정에 따른 소재 활용 실습**

- 식물성 단백질 압연 뿌리 채소 건면 제조 의 이론 및 실습과 멘토링을 진행하여, 두부와 총진수, 두부의 수분함량 측정 및 제면 최적점 파악 교육을 진행하였으며, 실습 위주의 진행으로 다양한 시제품을 개발하였음.



그림 28. 압연면 제면 실습 진행

- 또한, 면의 종류 및 제조 공정 / 두부의 종류 및 제조 공정 / 두부면 제조 공정 시 유의점 / 제면 특성을 높일 수 있는 기술 및 최근 논문 리뷰 등을 진행하여, 개발 기술과 관련된 이론적 지식과 최신의 데이터에 대해서 교육을 진행하였음.

두부 응고원리

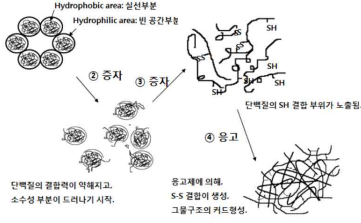


그림 29. 식물성 건면 관련 제조 이론 리뷰

- 가공 공정의 고도화를 위해 학계의 전문가의 멘토링을 통해 개발 노하우와 향후 진행방향에 대한 내용을 습득함. 세부적으로는 Extreuder 활용 시 단백질과 탄수화물 혼합물에 있어 배합과 기술 개발에 대한 노하우, 방향성에 대한 자문 및 랩스케일 시연 및 자문, 물성 제어를 위한 각 부분별 가져야할 특징과 변수, 관련 논문과 기술에 대한 해제, 압출기를 활용한 식물성 단백질 및 탄수화물 개발 노하우 자문, 기계적인 이론 배경 및 관련 논문 해제를 진행하였음.

○ 산업 전문가 초청 교육

● 일반 식품 기능성 적용 관련 교육

1. 1배경
- 건식은 빠르게 성장하는 산업으로 현재 4~5조 시장으로 추산됨(20년 기준)
  - 빠르게 성장하는 시장이 일정 기점으로 정체 되고 있음. 이유는
    1. 기존에 발전할 만한 개발 인정형 소재가 다 발전되었고(2009년)
    2. 규제 완화되면서 잠시 살아남지만(13~14년)
    3. 특수로 사들 이호로 식약처가 매우 보수적인 스탠스를 취하며 16년에는 6만건 인정 받을 정도로 인정이 쉽게 되지 않음
    4. 이런 식의 인정 절차의 강화는 시장의 확대를 위축시킬 것으로 판단 중
  - 5-1. 그 근거로, 전세계 식품 시장에서의 국내 식품 시장 점유율은 10년 넘게 1% 수준이며
  - 5-2. 16년 기준 1740만건의 해외 식품 중 20%가 건강식품이었다는 것을 보며, > 국내 제품이 국내 시장과 해외 시장의 수요를 채우지 못하는 것으로 보임
  - 6. 미국과 일본은 성장을 위해 영양제 중심의 신개념으로 운영하고 있어, 소비자 안전에는 강하게 개입하지만, 기능성은 산업체 자율에 맡기는 식으로 시장 장려하고 있는 사례가 존재



그림 30. 일반 식품의 기능성 표시와 관련된 강연 자료 일부

- 현업 관계자를 통하여, 뿌리채소 식물성 단백질 건면 제품화와 관련하여, 기능성 일반식품의 기능성 표시와 관련된 세계적인 추이를 분석하였으며, 해외와 국내에서의 산업화 사례 분석 및 제품화 전략 제시, 산업적인 규제와 국내 해외의 규제 사례 분석에 대한 교육을 진행하였음.

● 산업화를 위한 제조 공정 프로세스에 대한 교육

- 현업 관계자를 통하여, 식물성 단백질 건면에 대한 다양한 공정과 분류 제품화 프로세스에 대한 자문을 구하였음. 이를 통하여 파일럿 스케일과 산업화 전략에 대한 자문을 진행하였으며, 건면 제조에 대한 랜드스케이프에 대한 이해가 가능하였음. 또한, 국내외에서 다양한 제조 기술을 가진 업체들의 MOQ와 장단점에 대한 교육을 바탕으로 해당 개발 제품의 산업화 방향성에 대해서 검토 및 제시할 수 있었음.

견류(Curdlan) 첨가

Starch/Stärke 2010, 62, 429-434 DOI 10.1002/sta.201000007

RESEARCH ARTICLE

Effects of curdlan on the color, syneresis, cooking qualities, and textural properties of potato starch noodles

Manjun Wang, Conggui Chen, Gaojun Sun, Wu Wang and Hongmei Fang

School of Biology and Food Engineering, Hebei University of Technology, Hebei, Anhui Province, PR, China  
 The effects of curdlan on color, syneresis, cooking qualities, and textural properties of potato starch noodles (PSN) were investigated at the addition level of 0-1.0% w/w, and the interaction and microstructure within PSN containing curdlan (PSNC) were determined by Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and scanning electron micrographs (SEM). Results showed that a significant increase of syneresis, decrease of cooked weight, improvement of firmness, and tensile strength of PSNC were gained at 0.3-1.0% curdlan content, while enhancement of lightness (L\* value) and yellowness (b\* value) occurred at 0.1-0.5 and 1.0%, respectively (p<0.05). These effects, except color, might result from enhancing hydrogen bonding interaction and forming a tight structure within PSNC. The added curdlan into PSN will bear practical values in reducing the aging period of producing this noodle, improving the textural properties.

1차 가공식품

		1차 가공식품(기타 가공식품)	
A105	'15 POM アシ タノカラダ	$\beta$ -cryptoxanthin	본 제품은 $\beta$ -cryptoxanthin이 포함되어 있습니다. $\beta$ -cryptoxanthin은 뼈의 좋은 대사를 도움으로써 뼈 건강 유지에 도움이 되는 것으로 보고되고 있습니다.
A106	'15 カゴメトマト ジュース(糖) トピント(糖) トピント(糖)	lycopene	본 제품은 lycopene이 포함되어 있습니다. Lycopene은 혈중 HDL(좋은) 콜레스테롤을 증가시키는 작용이 보고되고 있습니다. 혈중 콜레스테롤이 걱정되는 분들에게 추천합니다.
A114	'15 無洗米GABA ライス	GABA	본 제품은 $\gamma$ -Aminobutyric acid(GABA)이 포함되어 있습니다. $\gamma$ -Aminobutyric acid(GABA)은 고혈압 환자에게 적합한 기능이 가지고 있다고 보고되고 있습니다.
A123	'15 蒸し大豆	대두 이소플라본	본 제품은 대두이소플라본이 포함되어 있습니다. 대두이소플라본은 뼈의 성분 유지에 도움이 되는 기능이 있는 것으로 보고되고 있습니다. 본 제품은 든든한 뼈를 유지하고 싶은 분들에게 추천합니다.

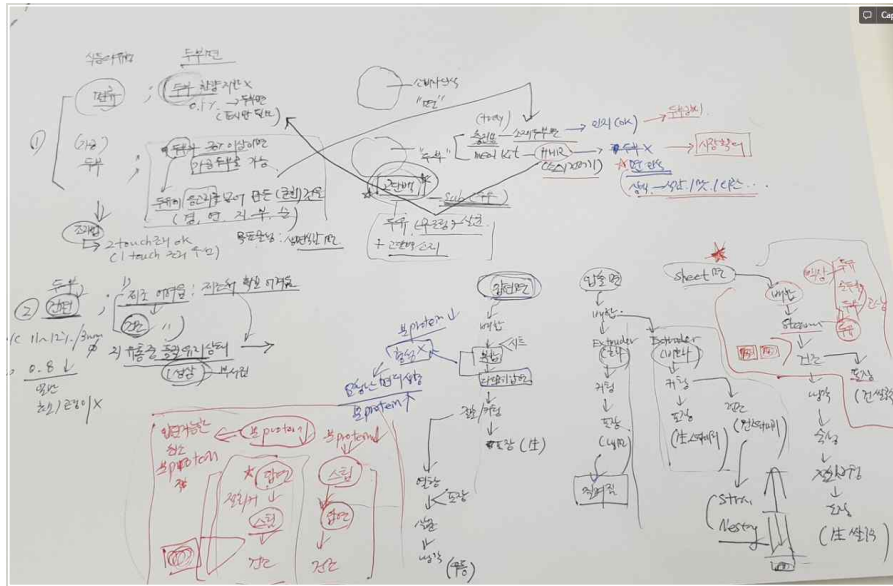


그림 31. 식물성 단백질 건면 스케일업 구조도

- 공정을 분석하기 위해 개발에 필요한 압출형 기기를 업계 전문가를 통해서 다양한 기기 제조 업체와 함께 기기 및 공정을 위한 여러 기업들을 방문(대창, 선푸드, 호경테크, 경산 익스트루더, 밀링산업, 웨스코 정동 등)과의 미팅을 통해 압출기에 대한 다양한 이해 및 현장 교육을 진행함.

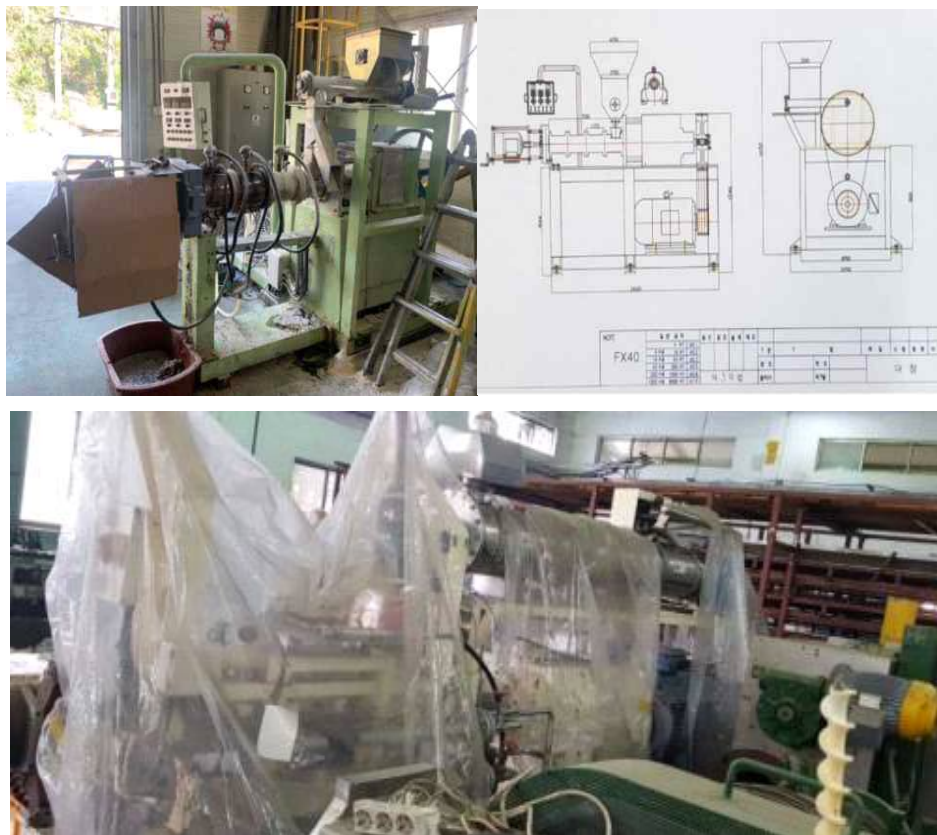


그림 32. 기업 방문을 통한 견적서 및 Extruder 제품.

○ 지재권 관련 교육

● 특허 관련 이론 교육

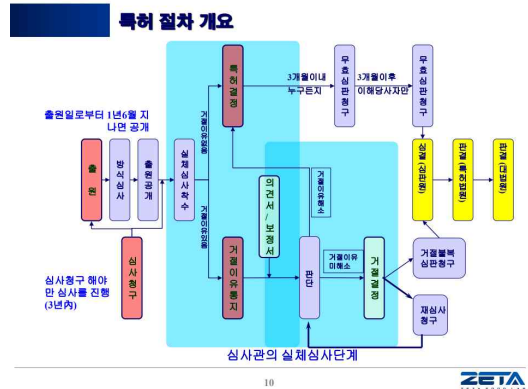


그림 33. 특허 제도관련 강의 중 일부

- 자체적인 연구를 통한 지재권 확보를 위하여 내부 연구 개발 인원에 대해서 특허 관련 교육을 진행하였음. 특허의 내용은 특허에 대한 전반적인 이해, 특허 요건, 특허권과 침해 및 특허 등록 및 무효 사유에 대해 사례를 바탕으로 다양하게 교육을 진행함.

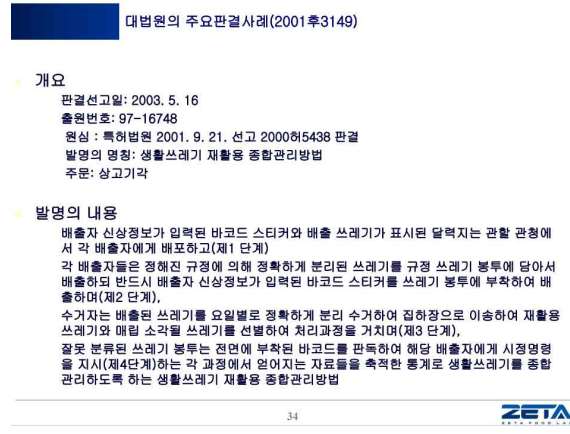


그림 34. 특허 침해 및 권리 범위 관련 강의 중 일부

- 또한, 특허 정보에 대한 검색, 특허 검색식 구성, 특허에 대한 전반적인 이해와 특허 정보 조사를 통해 얻을 수 있는 지식등을 습득함.

● 특허 관련 실습

- 특허 이론 교육을 기반으로 특허를 실제적으로 출원하는 과정을 진행함. 상기 과정중에 나온 특허는 연구팀에서 자체적으로 진행한 연구를 기반으로 특허 법인과 함께 특허 출원을 진행하였음. 이 과정에서 전문가의 자문을 통해서 범위의 설정과 특허 명세서 작성에 대한 다양한 데이터를 수집하고 구성하는 작업을 진행하였음.
- 특허 프로세스에 대한 이해뿐만 아니라 특허와 관련된 정보조사에 대한 개괄적인 이해와 필요성에 대한 교육을 통해서, 특허 정보 조사를 진행하며, 특허 전략에 대한 전반적인 방향성과 전략을 설정하였음.

[명칭의 설명]	최초출원 시 청구범위 <sup>4)</sup>	청구범위 보정안 <sup>4)</sup>
<p><b>【명칭의 명칭】</b>  열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 고기 유사체(Manufacturing method of meat analogue and meat analogue manufactured thereby)</p> <p><b>【기술분야】</b>  본 발명은 열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 조리 단계는 생고기화 유사체 제조 단계, 조리 후에는 익힌 고기화 유사체 제조로 변화함으로써 조리시 열에 의해 육질과 유사한 색 변화를 나타내는 고기 유사체에 관한 것이다.</p> <p><b>【발명의 배경이 되는 기술】</b>  단백질은 인체를 이루는 주요 성분으로, 육류나 어패류를 통해 주로 섭취되며, 콩, 견과류, 달걀 등의 식물을 통해서도 인체에 공급될 수 있다.</p> <p><b>【발명의 배경이 되는 기술】</b>  최근에는, 콩과목 혹은 단백질의 이용도 속도를 제한하거나, 흡수력, 소화성, 이온성 제제를 저장하는 방법들이 나타나고 있는 추세이다. 뿐만 아니라, 지구 온난화, 식량 부족, 동물 복지 문제를 해결하기 위해 육고기를 대체하기 위한 식물성 대체육 시장이 전 세계적으로 빠르게 확대되고 있으며, 이에 따라 육고기의 색깔, 질, 맛, 향 등을 구현할 수 있는 식물성 대체육에 관한 연구가 꾸준히 진행되고 있다.</p> <p><b>【발명의 배경이 되는 기술】</b>  이와 같이 식물성 대체육에 관한 연구에 있어서 식물성 대체육의 색깔을 일</p>	<p><b>[청구항 1]<sup>4)</sup></b>  수화 조직대두단백, 난백분말, 양념, 천연 색소 및 물을 각각 준비하는 단계;<sup>4)</sup>  상기 수화 조직대두단백, 난백분말, 양념, 천연 색소 및 물을 혼합하여 원료 혼합물을 준비하는 단계;<sup>4)</sup>  상기 원료 혼합물을 증숙하는 단계; 및<sup>4)</sup>  증숙된 원료 혼합물을 냉각하는 단계를 포함하는, 열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법;<sup>4)</sup></p> <p><b>[청구항 2]<sup>4)</sup></b>  제1항에 있어서, 상기 천연 색소는,<sup>4)</sup>  적색 천연 색소, 황색 천연 색소 및 녹색 천연 색소를 포함하는, 열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법;<sup>4)</sup></p> <p><b>[청구항 3]<sup>4)</sup></b>  제2항에 있어서, 상기 적색 천연 색소는,<sup>4)</sup></p>	<p><b>[청구항 1] (감속보정)<sup>4)</sup></b>  수화 조직대두단백, 난백분말, 양념, 천연 색소 및 물을 각각 준비하는 단계;<sup>4)</sup>  상기 수화 조직대두단백, 난백분말, 양념, 천연 색소 및 물을 혼합하여 원료 혼합물을 준비하는 단계;<sup>4)</sup>  상기 원료 혼합물을 증숙하는 단계; 및<sup>4)</sup>  증숙된 원료 혼합물을 냉각하는 단계를 포함하는, 열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법;<sup>4)</sup></p> <p><b>[청구항 2] (감속보정)<sup>4)</sup></b>  상기 천연 색소는, 적색 천연 색소, 황색 천연 색소 및 녹색 천연 색소를 포함하며,<sup>4)</sup>  상기 천연 색소는, 적색 천연 색소, 황색 천연 색소 및 녹색 천연 색소를 1 : 0.5~2 : 0.5~2의 중량비로 포함하는 것을 특징으로 하는, 열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법;<sup>4)</sup></p> <p><b>[청구항 2] (삭제)<sup>4)</sup></b></p> <p><b>[청구항 3] (보정)<sup>4)</sup></b></p>

그림 35. 특허 명세서 초안과 청구범위의 보정안

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 3-1) 연구수행 결과

##### 3-1-1) 정성적 연구개발성과

###### ○ 개요

###### ● 1차년도 연구과정

- 본 연구에서는 식물성 단백질 소재인 두부를 밀가루와 혼합하여 식물성 단백질 기능성 면을 제조하는 것을 목적으로 한다. 인스턴트 면의 경우 대부분 유탄면으로 제조되고 있으며, 유탄면의 경우 제조과정에서 영양소의 파괴 또는 건강상 부정적으로 인식된다는 단점을 가진다. 최근 건강에 대한 이슈가 대두되면서 건강에 좋은 음식에 대한 소비자의 관심이 늘어나고 있어 본 연구에서는 면의 조리법 중 건조법을 통한 인스턴트 누들의 제면을 선정하였다.
- 콩과 식물인 대두는 100g 중 총 35에서 40g이 단백질로 이루어진 대표적인 식물성 단백질 급원으로 이는 라이신, 트립토판, 아이소류신, 발린 등의 아미노산이 풍부한 것으로 알려져 있으며, 탄수화물을 대체하고 고단백 식단을 제안할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 동아시아 지역에서 잘 알려진 소재이자 식물성 소재인 콩을 활용하여 만든 면으로 최근 세계적인 식물기반 식품 시장 트렌드에 부합하는 소재라고 할 수 있다.
- 두부 단백질의 낮은 제면 특성 때문에 여전히 글루텐 등의 뼈대가 되는 단백질이 추가로 필요하고 이러한 단백질은 건강에 대한 클레임이 여전히 존재한다는 한계점이 있다. 두부면이 가지고 있는 특성을 극대화하기 위해 글루텐과 같은 뼈대를 대체하거나, 기능성 물질을 추가함으로써 일상적으로 먹는 식품을 통해 건강을 챙길 수 있는 다양한 시도가 가능할 것으로 보인다. 이를 위해 뿌리 채소 전분 분말을 첨가하여 기능성 소재의 첨가를 도모하고 뿌리채소 전분 분말 첨가 두부 건면을 제조하는 것을 목적으로 한다.

###### ● 2차년도 연구과정

- 본 연구에서는 밀가루를 이용하여 만든 일반 건면과 두부 건면, 연근 첨가 두부 건면의 조직감과 색, 총 탄수화물과 단백질 함량을 비교하며 전분 소화실험을 통해 혈당 지수의 변화를 알아보는 것을 목적으로 한다. 혈당지수 (Glycemic index, GI)는 탄수화물 식품에 의한 혈당 상승의 정도를 글루코오스 100g을 섭취하였을 때와 비교하여 나타내는 수치로, 당뇨병 관리를 위한 지표로 제안된 탄수화물 섭취를 위한 척도이다. 이러한 혈당지수는 in vivo 실험 뿐만아니라 in vitro 실험 과정을 통해서도 예측될 수 있으며, 이는 당의 종류와 전분의 구성 (아밀레이스, 아밀로펙틴의 비율) 등과 같은 요소에 영향을 받는 것으로 알려져있다. 건강에 대한 관심이 증대함에 따라 저탄수화물, 저지방, 고단백질 식이에 대한 관심이 늘어나고 있으며, 그중 식물성 단백질의 섭취는 혈중 지질 감소와 혈압 감소와 같은 건강상의 이점을 가진다. 일반적으로 대두를 마쇄하여 만들어지는 두부는 대두를 섭취하는 것과 비교

하여 높은 소화율을 가진다. 전분성 채소인 연근은 이전연구를 통해 항산화능이 뛰어나고 두부건면의 전분 소화율에 영향을 주는 것으로 확인되었다.

○ 주요 변경사항

- 최초 연구 계획시에 예정되었던 고식이섬유 함유 제품 특성 연구는 문헌 조사 결과 USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE) 기준, 두부 84.8% 수분, 1.87% 탄수화물, 8.08% 단백질, 0.3% 식이섬유로 구성되어있음을 확인하였고 밀가루 9.44% 수분, 71.2%의 탄수화물, 15.1% 단백질, 1.56% 식이섬유로 구성되어있으며, 연근의 원물 기준 수분 79.1%, 탄수화물 17.2%, 단백질 2.6%, 식이섬유 4.9%로 총 첨가비율을 고려하였을 경우, 다른 성분의 함량과 비교하여 식이섬유의 함량이 적다는 점 때문에 회의 결과를 통해 다른 연구로 대체하였다.
- 단백질의 소화 흡수율 비교 연구 및 CaCo-2 cell을 활용한 당 흡수 함량 측정을 통한 혈당 지수 (Glycemic index, GI) 연구는 단백질의 경우 용역 연구 기관의 보유 장비인 HPLC-UV 또는 HPLC-ESI-MS 분석 장비를 통한 분석이 어려웠던 점과 전분 소화율에 중점을 두고 연구를 진행하였던 점으로 인하여 다른 연구로 대체하였으며, GI 지수의 경우 cell 실험을 통한 방법보다는 효소적 분해 방법을 통한 혈당 지수 예측의 연구가 더 활발하게 이루어진다는 점을 확인하여 비용적 문제와 연구의 어려움 등의 문제로 의하여 다른 연구로 대체하여 진행하였다.
  - > 혈당 지수를 전분의 가수분해 효소를 이용하여 예측한 문헌  
Goñi, I., Garcia-Alonso, A., & Saura-Calixto, F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. Nutrition Research, 17(3), 427-437.

표 11. 주요 연구 변경 사항

구분	연도	연구개발의 목표 및 방향	실제 연구 진행사항
1차년도	2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고식이섬유 함유 제품 특성 연구</li> <li>- 식이섬유를 함유한 제품의 생리활성 특성 연구</li> <li>*식물성 단백질 면의 가공에 따른 식이섬유 함유량을 파악하고, 이에 따른 제품 특성 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 면의 중요한 특성인 물성을 측정</li> <li>- 조직감 측정을 위해 TPA (texture properties analyzer)를 이용하여 두부와 연근 첨가에 따른 조직감의 변화를 측정함.</li> <li>- 색차계 (Colorimeter)를 이용하여 두부와 연근첨가에 따른 면의 색도 변화를 측정함.</li> </ul>
		<p>※ 변경 사항 및 사유:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최초 연구 계획 시 고식이섬유 함유 제품에 대한 특성 연구를 진행하려 하였으나 재료의 배합비율상 식이섬유의 함량이 많지 않다는 점을 문헌조사를 통해 알게 되어 면의 주요한 특성 중 하나인 물성 및 색도의 측정 실험으로 대체하여 진행하였음.</li> </ul>	



2차년도	2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 단백질 (펩타이드)와 전분 (Low GI)의 소화 흡수율 우수성 평가 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유사 제품과 비교를 통한 우수성 평가를 진행하고자 함.</li> <li>- 식물성 단백질의 체내 소화율은 높은 것으로 알려짐 (FDA PDCAAS standard, 1993)</li> <li>- 식물성 건조면의 GI 측정 및 개선 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>*CACO-2 Cell에 효소 처리 후 시간당 당 흡수 함량을 측정하여 GI를 예측(Caco-2 cells as a model for intestinal absorption.(Angelis ID, ed.), Curr Protoc Toxicol, 2011 Feb, Chapter 20.)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 유사제품과의 물성 비교 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유사제품인 밀가루 건면 (신라면 건면, 농심)제품을 대조군으로 이용하여 조직감과 색도 분석을 진행하였음,</li> </ul> </li> <li>● 유사제품과의 단백질 및 탄수화물 함량 비교 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단백질의 함량을 AOAC에 명시된 Kjeldahl 법을 이용하여 측정하여 각 건면의 단백질 함량을 비교하였음.</li> <li>- 총 탄수화물 함량을 측정하여 재료별 탄수화물 함량을 비교하였음.</li> </ul> </li> <li>● 전분 가수분해 실험을 통한 Estimated glycemic index (eGI) 측정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 효소를 이용한 전분 가수분해 실험을 통해 가수분해 지수 (Hydrolysis index, HI)를 산출하고 이 값을 이용하여 Estimated glycemic index (eGI) 값을 측정하였음.</li> </ul> </li> </ul>
		<p>※ 변경 사항 및 사유:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최초 연구 계획시 CaCo-2 cell (소장세포)을 활용한 단백질 소화 흡수율 평가 및 GI 지수 예측 실험을 진행하려 하였으나 두부, 밀가루, 연근의 아미노산 구성은 문헌 조사를 통해서 알 수 있는 것으로 분석을 진행하더라도 아미노산 구성의 변화가 없을 것으로 예상됨. 단백질의 소화흡수율에 영향을 주는 것으로 소장상피세포의 장벽에 영향을 주어 물질의 능동수송을 원활하게 해주는 기전 또는 아미노산의 체내 흡수를 저해하는 담즙산과 결합하여 아미노산의 흡수를 용이하게 하는 기전이 있지만 두부 건면의 성분 중 이에 영향을 주는 인자는 없을 것이라고 사료되어 총 조단백질 함량 분석만 진행하였음. 또한 Caco-2 cell (소장세포)를 활용한 식물성 단백질의 체내소화율이 높</li> </ul>	

		<p>은 점을 문헌으로 충분히 확인할 수 있어 별도로 측정하지 않았고 GI의 경우 전분 가수분해 효소를 활용한 GI의 예측 방법의 이용이 더 경제적이며 일반적으로 사용된다는 사실을 확인하고 회의를 통해 효소실험으로 대체하였음.</p> <p>참고문헌:  Lee, D. Y., Lee, C. Y., Shin, J. N., Oh, J. H., &amp; Shim, S. M. (2021). Impact of soy lecithin, zinc oxide, and methylsulfonylmethane, as excipient ingredients, on the bioaccessibility and intestinal transport of branched-chain amino acids from animal and plant protein mixtures. <i>Food &amp; Function</i>, 12(22), 11399–11407.</p> Prabhasankar, P., & Haridas Rao, P. (2001). Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour. <i>European Food Research and Technology</i> , 213(6), 465–469. Lou, M., Ritzoulis, C., Liu, J., Zhang, X., Han, J., & Liu, W. (2022). In vitro digestion of tofu with different textures using an artificial gastric digestive system. <i>Food Research International</i> , 111458.
--	--	--

### 3-1-2) 뿌리채소 분말 함유 식물성 단백질 건면의 개발 및 관능평가

#### - 뿌리채소 분말 함유 식물성 단백질 건면의 개발

- 두부와 밀가루의 배합비를 선정하기 위해 두부와 밀가루를 먼저 섞어서 건면을 제면함.
- 감자와 타피오카 등의 밀가루 대체 소재로 쓰이는 소재를 10% 정도 첨가하여 제면함. 이를 통해 각각의 소재를 대체하였을 때에 TPA를 측정하였으며, 이를 바탕으로 시제품의 개발 방향성을 설정하였음. 그림 36~그림 41.
- 최종적으로 4종 뿌리채소 분말 중 연근과 마 분말을 5%와 10% 비율로 첨가하여 제면하고 4종 뿌리채소의 항산화능 비교평가를 진행함. 항산화능의 평가는 TPC(Total Phenolic Compound) 및 DPPH Assay법을 활용하였음. 그 결과는 표 13, 14와 같음
- 마와 연근 첨가 두부건면에 대한 항산화 실험의 결과로 연근이 들어간 건면이 마보다 유의미한 차이가 있음을 확인함.
- 위 과정을 통해 두부 30%, 밀가루 70%를 대조군으로 설정하고 밀가루의 5%와 10%를 연근 분말로 대체하여 두부건면을 제조하였으며 이를 실험군으로 후속 실험을 진행하였음.



그림 36. 두부 20%, 두부분말 5%, 밀가루 75% 첨가 두부건면



그림 37. 두부 35%, 두부분말 5%, 밀가루 60% 첨가 두부건면



그림 38. 두부 45%, 두부분말 5%, 밀가루 50% 첨가 두부건면



그림 39. 두부 33.9%, 두부분말 4.8%, 밀가루 58.1%, 물 3.2% 첨가 두부건면

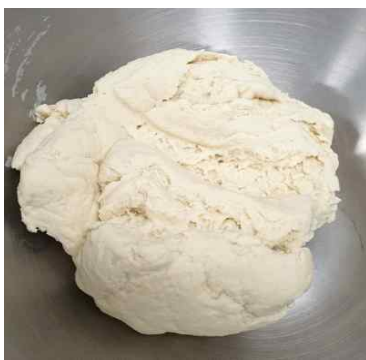


그림 40. 두부 45%, 두부분말 5%, 밀가루 40%, 감자전분 10% 첨가 두부건면



그림 41. 두부 45%, 두부분말 5%, 밀가루 40%, 타피오카 10% 첨가 두부건면

표 12. 감자전분 및 타피오카 첨가 비율

	Tofu	Tofu flour	Wheat flour	Potato starch	Tapioca starch
두부건면	0.4	0.05	0.55	0	0
감자전분 첨가 두부건면	0.4	0.05	0.45	0.1	0
타피오카 첨가 두부건면	0.4	0.05	0.45	0	0.1

표 13. 밀가루, 감자전분, 타피오카 첨가 두부건면의 TPA (Texture properties analysis) 결과

Sample	Hardness Cycle 1 g	Adhesiveness mJ	Resilience	Cohesiveness	Springiness Index	Gumminess g	Chewiness Index g
밀	8713.00±306.34 <sup>a</sup>	1.93±0.21 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.40±0.01 <sup>ab</sup>	0.53±0.02 <sup>a</sup>	3442.67±56.76 <sup>ab</sup>	1824.67±70.90 <sup>a</sup>
감	8805.00±226.91 <sup>a</sup>	1.33±0.48 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>	0.50±0.01 <sup>a</sup>	3271.00±234.77 <sup>a</sup>	1644.67±102.29 <sup>a</sup>
타	8798.00±287.46 <sup>a</sup>	3.23±0.33 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.44±0.01 <sup>b</sup>	0.63±0.01 <sup>b</sup>	3845.33±206.22 <sup>b</sup>	2410.33±150.86 <sup>b</sup>



그림 42. 연근 분말 및 마 분말 첨가 두부건면 반죽의 형태

표 14. 연근과 마의 함량에 따른 건면의 TPC 측정 결과

## Total Phenolic Compound

Results

		연근 5%	연근 10%	마 5%	마 10%
Absorbance at 750 nm	Sample	0.173	0.192	0.157	0.179
(mg GAE / 100 g food sample)		36.84	41.26	33.12	38.23

표 15. 연근과 마의 함량에 따른 건면의 DPPH Assay 결과

## DPPH Assay

### Results

		연근 5%	연근 10%	마 5%	마 10%
	Sample	0.694	0.626	0.723	0.650
Absorbance at 517 nm	1-Sample	0.306	0.374	0.277	0.350
	1-Sample-Stnd 0	0.046	0.114	0.017	0.090
(mg GAE / 100 g food sample)		4.84	12.00	1.79	9.47

- 뿌리채소 분말 비율 선정을 위한 관능평가

\*약어

건면은 dried noodle (DN), 두부건면은 dried tofu noodle (DTN)과 연근분말을 첨가한 두부건면은 dried tofu noodle withj lotus root powder (DTNL)로 표기하였음.

- 표 14는 두부건면을 대조군으로 5%와 10% 연근 분말 첨가 두부건면에 대한 관능평가 결과임.
- 외관상의 색, 쓴맛, 이미 및 이취 항목은 대조군인 DTN과 비교하여 5%, 10% 연근 분말 첨가 두부건면에서 모두 유의적으로 차이가 있었음( $p < 0.05$ ;  $p < 0.001$ ).
- DTNL (5%)와 DTNL (10%) 사이에 냄새와 맛 두가지 항목에서 유의적으로 차이가 있었으며, 냄새와 맛 두가지 경우에 모두 DTNL (10%)가 유의적으로 높았음 ( $p < 0.05$ ).
- 연근의 경우에는 특유의 쓴맛이 강하고 면에 첨가하였을 때 이취를 가지는 분말로 5가지 맛과 텍스처 항목에서는 모두 유의적인 차이가 없었으나, 10% 연근 첨가 두부 건면의 경우에는 냄새 항목에서 유의적으로 높은 값을 가졌으므로 이와 함께 총괄적인 평가를 기반으로 연근 첨가 비율을 5%로 선정하였음.

표 16. 두부건면과 5%와 10% 연근 분말 첨가 두부건면의 관능평가

Parameters	Sub-parameters	DTN (Control)	DTNL (5%)	DTNL (10%)
Appearance	Color	-0.21±3.26	3.14±0.66 <sup>a*</sup>	4.14±1.87 <sup>a*</sup>
Mouthfeel	Smell	-0.64±2.40	1.71±2.12 <sup>b</sup>	3.71±2.09 <sup>a</sup>
	Ripen	0.14±2.41	2.14±1.46 <sup>a</sup>	2.07±3.02 <sup>a</sup>
	Flavor	-1.64±3.34	1.92±1.89 <sup>b</sup>	3.35±2.13 <sup>a</sup>
	Total mouthfeel	4.64±1.98	5.42±2.13 <sup>b</sup>	3.57±2.02 <sup>a</sup>
Taste	Sweetness	3.42±1.91	4.64±2.23 <sup>a</sup>	4.35±2.64 <sup>a</sup>
	Salty	5.14±1.46	4.35±1.90 <sup>a</sup>	6.07±1.94 <sup>a</sup>
	Sourness	2.00±1.92	2.85±2.31 <sup>a</sup>	3.57±2.56 <sup>a</sup>
	Bitter	2.85±1.95	5.35±2.34 <sup>a*</sup>	7.00±2.35 <sup>a**</sup>

	Umami	3.00±2.14	3.35±2.46 <sup>a</sup>	3.21±2.51 <sup>a</sup>
	Off-flavor	4.00±1.92	5.78±1.62 <sup>a*</sup>	6.42±2.90 <sup>a*</sup>
Texture	Thickness	6.35±1.64	6.14±1.09 <sup>a</sup>	6.5±1.74 <sup>a</sup>
	Hardness	6.21±1.42	5.92±1.38 <sup>a</sup>	5.71±1.77 <sup>a</sup>
	Gumminess	4.00±1.88	4.85±1.70 <sup>a</sup>	3.92±1.59 <sup>a</sup>
	Elasticity	4.35±1.54	4.78±1.76 <sup>a</sup>	3.92±1.59 <sup>a</sup>
	Adhesiveness	5.92±1.38	5.71±1.43 <sup>a</sup>	5.35±1.90 <sup>a</sup>
	Chewiness	5.85±1.23	6.35±0.92 <sup>a</sup>	5.78±1.57 <sup>a</sup>

\*약어

W70T30: Wheat flour 70%, Tofu 30%, W65T30L5: Wheat flour 65%, Tofu 30%, Lotus root powder 5% W60T30L10: Wheat flour 60%, Tofu 30%, Lotus root powder 10%

- 소재의 물성 비교 (조직감과 색도)

- 두부건면 (W70T50), 5% 연근 분말 첨가 두부건면 (W65T30L5), 10% 연근 분말 첨가 두부건면 (W60T30L10)을 W70T30을 대조군으로 하여 조직감과 색도 비교 실험을 실시함.
- 연근 함유 두부 건면의 조직감 측정 결과 실험군의 조직감은 연근 분말의 첨가 여부에 따라 유의적 차이가 없다는 점을 확인하였음(그림 10, 11)
- 연근 분말의 첨가 여부는 두부 실험군의 조직감에는 영향을 주지 않는다는 점을 확인함.
- 연근 함유 두부 건면의 명도 (L-value)는 두부 건면의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며, 두부 건면의 적색도 (a-value)와 황색도 (b-value)는 연근의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였음(그림 12).
- 실험군의 색도는 연근 분말의 첨가량에 따라서 유의적으로 증가 또는 감소하는 것을 확인함.

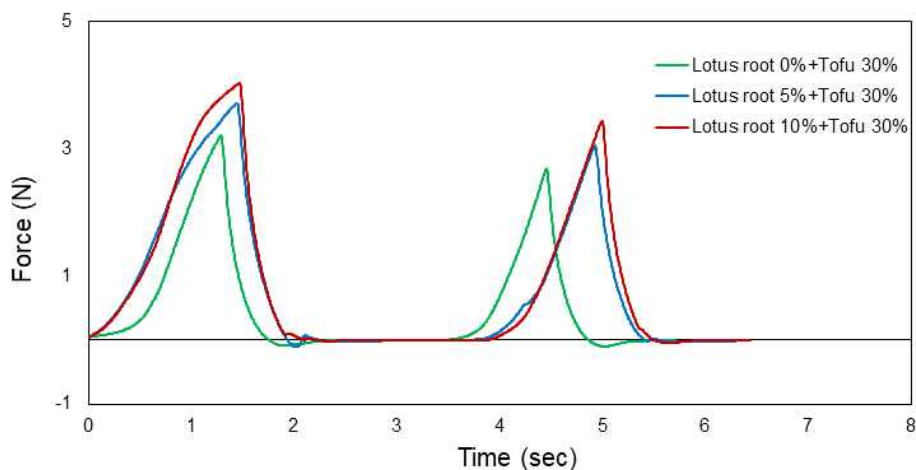


그림 43. 연근 함유 두부 건면 조직감 그래프

표 17. 연근 함유 두부 건면에 대한 조직감과 색도 측정

	W70T30 (Control)	W65L5T30	W60L10T30
Texture properties			
Hardness (N)	11.20 ± 0.48	8.29 ± 0.54*	6.37 ± 0.34*
Springiness	0.79 ± 0.05	0.86 ± 0.07	0.85 ± 0.04
Chewiness	3.96 ± 0.44	3.88 ± 0.42	3.96 ± 0.44
Resilience	0.26 ± 0.01	0.29 ± 0.02	0.30 ± 0.07
Color parameters			
$\Delta L^*$	-12.77 ± 0.06	-16.36 ± 0.21*	-18.67 ± 0.11*
$\Delta a^*$	-0.06 ± 0.04	1.78 ± 0.12	2.49 ± 0.04*
$\Delta b^*$	3.81 ± 0.14	1.18 ± 0.11*	-0.66 ± 0.23*

### 3-1-3) 식물성 단백질 건면의 전분 소화 흡수율 우수성 평가

- 두부건면의 전분 소화 흡수율에 연근 분말 첨가가 미치는 영향에 대한 평가
  - 표 17은 시간에 따른 전분의 분해량을 20분 안에 분해되는 전분을 빠르게 소화되는 전분 (Rapidly digestible starch, RDS%), 20분에서 120분 사이에 분해되는 전분을 천천히 소화되는 전분 (Slowly digestible starch, SDS%), 120분이 지나도 분해가되지 않는 전분을 저항성 전분 (Resistant starch, RS%)로 나누어서 표기하였음.
  - RDS의 경우, W70T30, W65T30L5, W60T30L10에서 각각 12.93 ± 1.18%, 10.85 ± 0.84%, 11.21 ± 1.25% 값을 가지면 RDS의 경우 대조군과 실험군간의 유의적인 차이가 확인되지 않았음 ( $p > 0.05$ ).
  - SDS의 경우, 대조군 (W70T30)에서 52.57 ± 2.15%로 실험군과 비교하여 유의적 차이를 확인할 수 있었으며, RS의 경우, W60T30L10 처리군에서 57.80 ± 3.13%로 유의적으로 높았으며, 대조군 (W70T30)에서는 34.49 ± 3.11%로 유의적으로 낮은 값을 가지는 것을 확인하였음 ( $p < 0.05$ ).
  - 저항성 전분 (RS)의 함량이 높은 경우, 인체내 소화 흡수율이 낮고 혈당 수치를 낮추어 낮은 GI를 가지는 음식으로 고려될 가능성이 높아짐.
  - 또한 저항성 전분의 경우, 인체내의 혈당 수치 상승에 영향을 주지 않는 전분으로 분류되며 이러한 실험 결과는 연근 전분의 입자 크기, 전분의 구성 또는 전분과 단백질의 결합에 의한 것으로 예상됨.



표 18. 두부 건면의 전분 소화 흡수율 평가

	W70T30 (Control)	W65L5T30	W60L10T30
Rapidly digestible starch (RDS, %)	12.93 ± 1.18 <sup>a</sup>	10.85 ± 0.84 <sup>a</sup>	11.21 ± 1.25 <sup>a</sup>
Slowly digestible starch (SDS, %)	52.57 ± 2.15 <sup>c</sup>	42.35 ± 0.30 <sup>b</sup>	30.98 ± 1.89 <sup>a</sup>
Resistant starch (RS, %)	34.49 ± 3.11 <sup>c</sup>	46.78 ± 0.82 <sup>b</sup>	57.80 ± 3.13 <sup>a</sup>
Free glucose (%)	3.56 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.39 ± 0.10 <sup>a</sup>	3.17 ± 0.04 <sup>b</sup>

### 3-1-4) 시제품 건면과 두부건면의 물리화학적 특성 및 전분 소화성 비교

\*약어

건면은 dried noodle (DN), 두부건면은 dried tofu noodle (DTN)과 연근분말을 첨가한 두부 건면은 dried tofu noodle withj lotus root powder (DTNL)로 표기하였음.

#### ● 시제품 건면과 두부건면, 연근 분말 첨가 두부 건면의 조직감 및 색도 비교

- 표 17.은 두부 및 연근 분말 첨가에 따른 건면의 조직감과 색의 변화를 보여주며 경도 (Hardness)의 경우 대조군인 건면 (DN)과 비교하여 두부건면 (DTN)과 5% 연근 분말 첨가 두부 건면 (DTNL5%)은 유의적으로 높은 값을 가지는 것을 확인함 ( $p < 0.05$ ).
- 탄력성 (Springuness)은 DN (대조군)을 DTN, DTNL5%과 비교하였을 때, 유의적으로 높은 값을 가지는 것을 확인할 수 있었음( $p < 0.05$ ).
- 회복 탄력성 (Resilience)은 DN (대조군)에서  $0.67 \pm 0.01$ 으로 실험군 (DTN, DTNL5%)과 비교하여 유의적으로 높은 값을 보였음 ( $p < 0.05$ ).
- 두부 건면 (DTN)과 5% 연근 첨가 두부건면 (DTNL5%)은 밀가루 30%를 두부로 대체한 것으로 두부가 첨가됨으로써 글루텐 형성을 감소시켜 건면의 경도와 탄력성의 증가에 영향을 주었을 것으로 예상됨.
- DTNL5%의 경우, DTN과 비교하여 경도가 유의적으로 낮았으며 ( $p < 0.05$ ), 이는 연근의 첨가가 두부로 인한 건면의 품질감소에 긍정적인 영향을 준 것으로 예상된다.
- 조리에 의한 명도의 변화 ( $\Delta L$ )는 DTNL5%에서  $-28.69 \pm 0.37$ 으로 측정되었으며, DTNL5%의 조리에 의한 명도의 변화정도는 DN, DTN과 비교하여 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 이는 연근 특유의 진한 색상과 조리에 의한 산화에 의한 명도의 감소에 의한 것으로 추정됨.
- DN, DTN, DTNL5%에서 적색도의 변화( $\Delta a$ )는 각각  $-2.93 \pm 0.46$ ,  $-0.38 \pm 0.00$ ,  $3.28 \pm 0.02$ 으로 측정되었으며, 황색도의 변화( $\Delta b$ )  $10.44 \pm 0.52$ ,  $11.88 \pm 0.02$ ,  $9.32 \pm 0.01$ 로 측정되었음.

표 19. 두부와 연근 분말 첨가에 따른 두부건면 (DTN)과 5% 연근 분말 첨가 두부건면 (DTNL5%)의 조직감과 색 변화 Control: 건면 (DN)

Texture profile			
Treatment	DN (control)	DTN	DTNL5%
Hardness (N)	1.20 ± 0.03	9.66 ± 0.20 <sup>a*</sup>	7.95 ± 0.62 <sup>b*</sup>
Springiness (N)	1.38 ± 0.11	0.69 ± 0.04 <sup>a*</sup>	0.76 ± 0.07 <sup>a*</sup>
Chewiness	1.31 ± 0.10	2.66 ± 1.13 <sup>a</sup>	2.76 ± 0.67 <sup>a</sup>
Resilience	0.67 ± 0.01	0.20 ± 0.08 <sup>a*</sup>	0.20 ± 0.03 <sup>a*</sup>
Color changes			
Δ L	-19.49 ± 0.31	-19.29 ± 0.16 <sup>b</sup>	-28.69 ± 0.37 <sup>a*</sup>
Δ a	-2.93 ± 0.46	-0.38 ± 0.00 <sup>b*</sup>	3.28 ± 0.02 <sup>a*</sup>
Δ b	10.44 ± 0.52	11.88 ± 0.02 <sup>a*</sup>	9.32 ± 0.01 <sup>b*</sup>

- 건면과 두부건면, 연근 첨가 두부건면의 총 탄수화물과 단백질 함량 비교
  - 표 18은 건면 (DN), 두부건면 (DTN), 5% 연근 첨가 두부건면 (DTNL5%)의 총 탄수화물과 조단백질 함량을 각 대조군과 실험군의 건조중량과 비교하여 %농도로 나타냄.
  - 총 탄수화물 함량은 76.43±4.10%로 대조군인 DN에서 유의적으로 높았으며 ( $p < 0.05$ ), DTN과 DTNL은 각각 64.05±2.57%와 57.67±2.95%로 측정되었음.
  - 조단백질의 함량은 DN, DTN, DTNL에서 각각 6.40±1.01, 7.24±1.14, 8.30±1.10 %로 측정되었으며, 대조군과 실험군 사이에 유의적인 차이는 없었음.
  - 밀가루는 10%가 단백질로 이루어져있으며, 두부 또한 단백질의 함량이 8% 정도로 알려져있다. 밀가루와 두부의 단백질 함량 차이가 크지 않기 때문에 각 군들 사이 조단백질 함량의 유의적인 차이가 없는 것으로 시사하였음.

표 20. 탄수화물과 조단백질의 함량 Control: 건면 (DN)

Treatment	Carbohydrate (wt/wt%)	Crude protein (wt/wt%)
DN (control)	76.43 ± 4.10	6.40 ± 1.01
DTN	64.05 ± 2.57 <sup>a*</sup>	7.24 ± 1.14 <sup>a</sup>
DTNL5%	57.67 ± 2.95 <sup>a*</sup>	8.30 ± 1.10 <sup>a</sup>

- 건면과 두부건면, 연근 분말 첨가 두부건면의 전분 소화 실험
  - 표 19는 전분의 가수분해 지수 (Hyrolysis index, HI)와 전분 소화 실험에 의해 추정된 혈당 지수 (Estimated Glycemic index, eGI)를 나타내며, 그림 24는 건면 (DN), 두부 건면 (DTN), 5% 연근 분말 첨가 두부건면 (DTNL5%)의 반응 시간 (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180분)에 따른 전분 분해량의 변화 (%)를 나타냄.
  - 대조군인 DN의 시간에 따른 전분의 가수분해는 0분에서 150분까지 측정되었으며, 그 값은 30.88±2.05, 34.06±1.49, 42.17±4.63, 59.79±3.23, 58.86±3.00, 76.84±6.94로 측정되었음.
  - DTN의 시간에 따른 전분의 가수분해는 14.64±3.75, 18.10±2.78, 34.43±4.08, 42.16±4.62, 48.39±54.83으로 나타났으며, DTNL5%의 시간에 따른 전분의 가수분해는 14.71±1.29, 17.06±1.76, 26.24±4.50, 39.97±3.58, 48.98±5.11, 50.52±5.15%로 측정됨.
  - 대조군에 비해 전분이 분해되는 양이 DTN과 DTNL5%이 유의적으로 낮았으며 시간에 따른

분해율이 낮은 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 이는 두부와 연근 분말 첨가가 전분의 소화에 긍정적인 영향을 준 것으로 예상된다.

- 가수분해 지수 (Hydrolysis index, HI)는 그림 25의 그래프의 아래 면적을 이용하여 계산되었으며, 그 값은 표 4와 같음.
- 전분 소화 실험에 의해 추정된 혈당 지수 (Estimated Glycemic index, eGI)는 HI 값을 이용하여 계산되었고 eGI 값은 DN이  $82.61 \pm 2.23$ 으로 유의적으로 높았으며, DTN과 DTNL 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았음.
- DTN과 DTNL5%의 경우 30%가 두부, 5% 연근 분말로 밀가루를 대체한 면으로 밀가루의 함량이 65-70%인 점을 고려하면 두부 또는 연근 분말의 첨가가 High-GI 식품을 Low-GI 로 낮추는 정도의 영향을 주진 않았을 수 있지만, DTNL5%의 경우에는 Medium-GI 식품의 수준까지 GI를 낮출 수 있다는 점을 보여주었음.

표 21. 가수분해 지수 (Hydrolysis index, HI)와 실험에 의해 예측된 혈당 지수 (Estimated glycemic index, eGI)

Treatments	Hydrolysis index (HI)	Estimated glycemic index (eGI)
DN (control)	$78.14 \pm 4.07$	$82.61 \pm 2.23$
DTN	$55.86 \pm 2.80^{a*}$	$70.38 \pm 1.53^{a*}$
DTNL5%	$51.79 \pm 0.29^{a*}$	$68.14 \pm 0.16^{a*}$

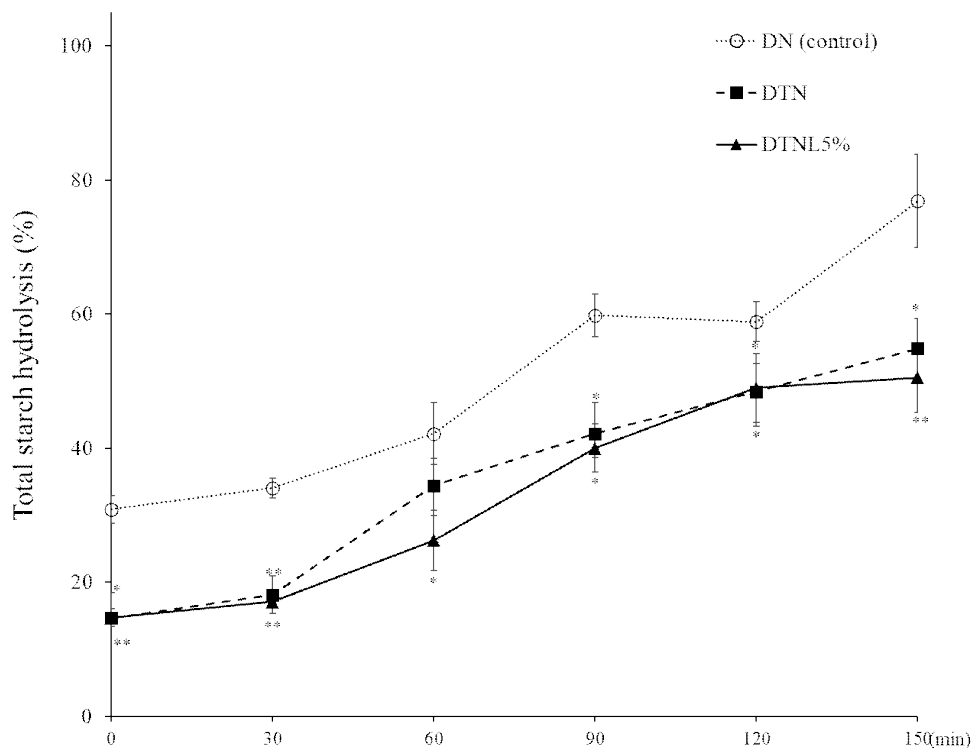


그림 44. 건면 (DN), 두부 건면 (DTN), 5% 연근 분말 첨가 두부건면 (DTNL)의 반응 시간에 따른 전분 분해량의 변화 (%)

### 3-1-5) 뿌리채소 추출물의 생리활성 물질에 대한 정성 및 정량적 분석

- 그림 25는 4종의 카테킨 표준품에 대한 UV chromatogram (C), 연근 분말 추출물에 포함된 생리활성성분을 HPLC-UV 및 HPLC-ESI-MS를 통해 분석한 5000 µg/mL 연근 분말 추출물의 UV 크로마토그램 (B), 미확인 피크 (Peak 1)에 대한 MS spectra (C), 그리고 나트륨이 adduct로 붙은 푸마린산의 구조식 (D)을 나타냄.
- Peak 3는 갈로카테킨 표준품으로 4.64분에 검출되었고 Peak 4는 카테킨 표준품으로 7.50분에 검출되었으며, Peak 5는 갈로카테킨 갈레이트 표준품으로 10.33분에 검출, Peak 6은 카테킨 갈레이트 표준품이며 17.38분에 검출되었다. 표준품의 크로마토그램과 연근 분말 추출물의 크로마토그램을 비교하였을 때, Peak 2가 카테킨 표준품과 동일한 시간에 검출되어 이를 5에서 100 µg/mL 이용하여 그린 카테킨의 표준곡선 (그림 26)을 이용하여 정량하였음.
- 연근 분말 추출물에 함유된 카테킨을 정량한 결과  $0.91 \pm 0.05$  mg/g건조 중량으로 확인되었음.
- Peak 1은 표준물질을 이용한 대조방법으로 확인할 수 없는 미지의 피크를 정성적으로 분석하기 위해서 HPLC-ESI-MS를 이용하여 Full MS 분석을 통해 확인한 MS spectra를 나타냄.
- Full MS 분석을 통해서 확인된 분자량은 m/z 188.17과 205.08로 확인되었으며, 이 중 m/z 188.17은 쿠마리산 m/z 164.04에 나트륨 m/z 22.98이 붙은 것으로 추정하였음.

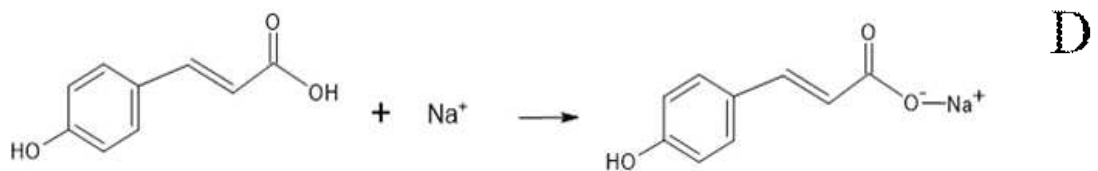
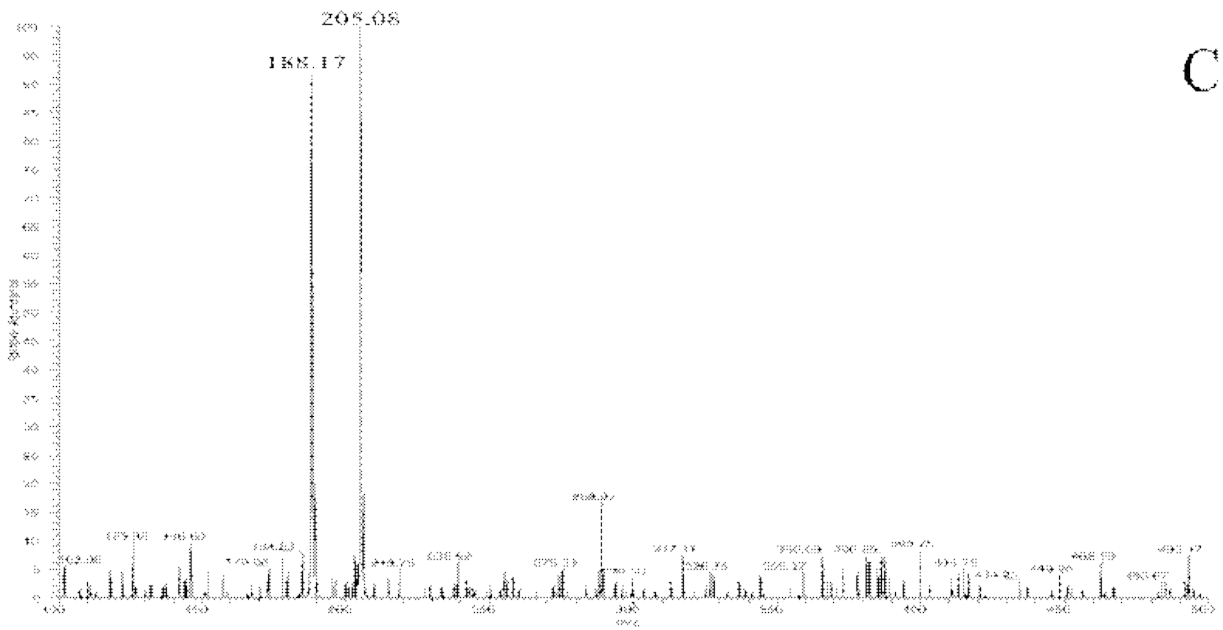
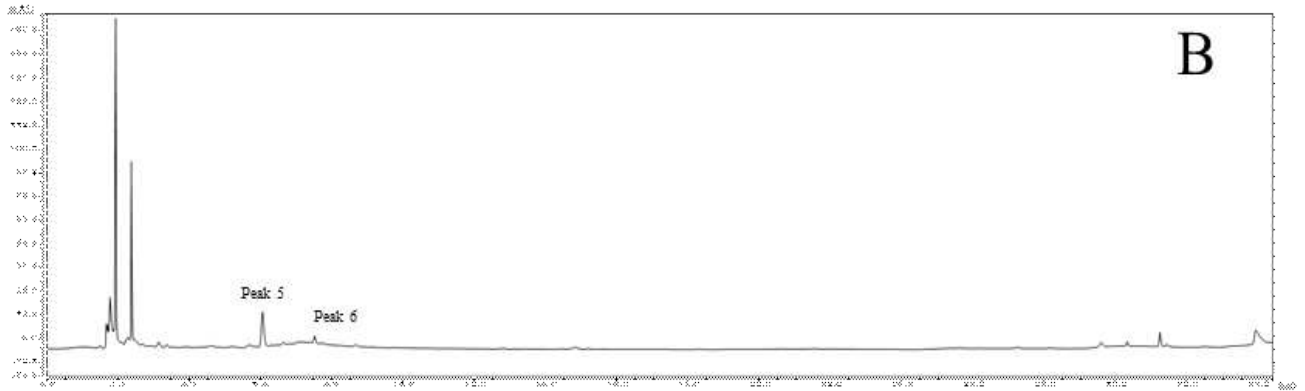
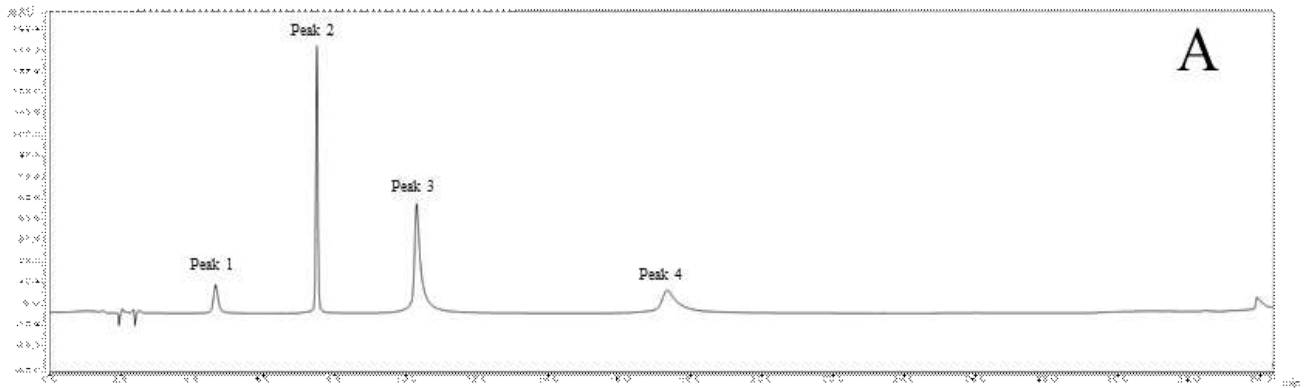


그림 45. 4종 카테킨 표준품의 UV 크로마토그램 (A), 연근 분말 추출물의 UV 크로마토그램 (B), Peak 1에 대한 MS 스펙트라 (C), Na<sup>+</sup> adduct로 붙은 푸마린산의 구조식 (D) peak 1: 미지의 피크; peak 2: 카테킨; peak 3: 갈로카테킨 표준품; peak 4: 카테킨 표준품; peak 5: 갈로카테킨 갈레이트 표준품; peak 6: 카테킨 갈레이트 표준품

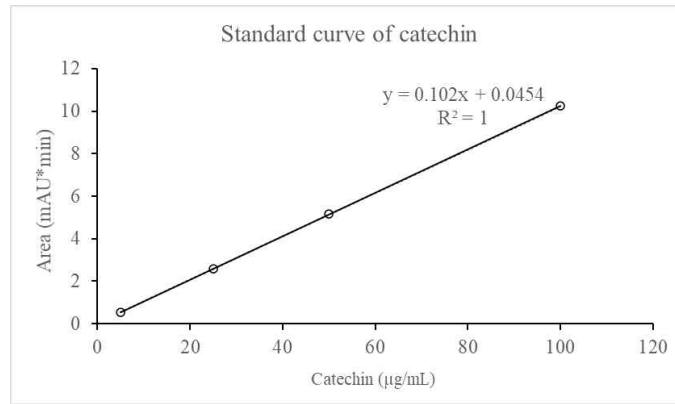


그림 46. 5~100 µg/mL의 카테킨 표준 검량 곡선

## ○ 결론 및 요약

- 본 연구는 식물성 단백질인 두부를 첨가하여 건면을 제조하기 위해 두부 첨가 비율을 선정하고 두부의 낮은 제면 특성으로 인해 기능성 소재인 뿌리채소 전분 분말을 첨가하여 제면 특성과 전분 소화성을 개선하기 위한 것을 목적으로 하였다. 1차 년도 실험결과 4가지 전분성 뿌리채소 중 가장 향산화능이 좋은 것은 토복령이었으나, 제면 특성확인과 TPA (Texture profiles analysis) 측정 통해 최종적으로 제면 특성이 가장 좋으며 향산화능이 다른 실험군과 비교하여 유의적으로 좋았던 연근 분말을 선정하였으며, 5%와 10% 연근 분말 첨가 두부건면을 실험군으로 실험을 진행하였다.
- 실험 진행결과, 밀가루를 4종의 뿌리 채소 중 중 선택된 연근 분말로 대체하면 두부 건면의 식감, 색감, 향산화 능력, 녹말 소화성을 향상시킬 수 있다는 사실을 밝혔다. 두부와 연근가루 (5~10%)로 만든 식물성 건면 제품을 최적화한 결과 밀가루가 경도가 저하되었다는 사실을 확인하였으며, 폴리페놀산화효소로 인해 L 값이 줄어들고 b 값의 변화가 나타났지만 조리전후 향산화능의 변화는 크지 않았다. 두부건면의 전분 분해율은 저항성 전분의 양을 이용하여 평가되었으며, 저항성 전분은 W60T30L10 처리군에서  $57.80 \pm 3.13\%$ 로 실험군 또는 대조군과 비교하여 유의적으로 많은 양이 검출되었다. 본 연구의 결과는 식물성 단백질 건면과 연근을 당뇨병을 위한 식품 소재로서 제안할 수 있으며, 두부건면과 연근 첨가 두부건면이 실제 혈당 수치를 낮출 수 있는지에 대한 후속연구를 2차 년도에 진행하였다.
- 본 연구는 두부건면과 연근 분말 첨가 두부건면의 물리화학적 특성과 전분 소화성을 실제 시제품 밀가루 건면과 비교하는 것을 2차년도 연구의 목적으로 한다. 관능평가를 통해 5%와 10% 중 첨가비율을 정하였으며, 관능평가 결과 유의적인 차이를 가지는 항목은 적었으나 종합적인 의견 평가를 통해 5%의 연근 분말첨가를 후속연구를 위한 비율로 선정하였다.
- 두부 건면과 연근 첨가 두부건면을 밀가루 건면과 비교하기 위해 조직감, 색도, 총 탄수화물 및 조단백질 함량에 대한 분석 실험을 진행하였으며, 실험결과 밀가루에 두부를 첨가할 경우 경도가 높아졌으며, 두부건면에 연근 분말을 첨가할 경우 경도가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 두부의 첨가로 인해 글루텐 단백질의 형성이 저해되었기 때문인 것으로 사료된다. 총 단백질 함량은 대조군과 실험군 사이에서 큰 차이를 갖지 않았으며, 탄수화물 함량은 DN>DTN>DTNL5% 순으로 유의적인 차이가 있었다. 가수분해 지수 (HI)와 실험에 의해 예측된 혈당지수 (eGI)의 경우, 실험군과 대조군 사이의 유의적 차이는 확인할 수 있었지만 DTN과 DTNL 사이의 유의적 차이는 확인되지 않았다. 이 실험결과를 통해 밀가루 건면에 두부 또는 연근의 첨가가 전분의 분해율을 낮추는데 영향을 준다는 사실과 GI 지수를 유의적으로 낮추는데에도 영향을 준다는 사실을 확인할 수 있었다.

- 연근의 생리활성 물질에 대한 분석 결과 카테킨의 경우  $0.91 \pm 0.05$  mg/g건조 중량으로 정량적인 분석을 통해 측정하였으며, Full MS 분석 방식을 이용하여 *p*-coumaric acid에 대한 정성적으로 확인할 수 있었다.

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

연도 성과지표명				1단계 (2020~2022)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	특허(출원)	실적(누적)		2	2	10
	특허(등록)	실적(누적)		1	1	20
	학술발표	실적(누적)		2	2	5
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술실시 (건수)	목표(단계별)		1	1	10
		실적(누적)		1		
	기술실시 (기술료)	목표(단계별)		-	-	-
		실적(누적)		-		
	제품화	목표(단계별)		4	4	15
		실적(누적)		4		
	매출액	목표(단계별)		300,000	38,000	10
		실적(누적)		38,000		
	고용창출	목표(단계별)		2	3	5
		실적(누적)		3		
	인력양성	목표(단계별)		2	2	25
		실적(누적)		2		
홍보	목표(단계별)		-	-		
	실적(누적)		-			
포상 및 수상	목표(단계별)		-	-		
	실적(누적)		-			
계						100

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	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
1	Plant based protein products: Characterization and functionality of dried tofu noodles containing lotus root powder	Food bioscience	Jung-Hoon Kim	Volume 43 (101342)		Elsevier	SCIE	2021.08.28	2212-4292	100
2	Physicochemical properties and estimate glycaemic index of dried tofu noodles with lotus root powder comparing to dried noodle							2022.04월 투고 예정		100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	Plant based protein products: Characterization and functionality of dried tofu noodles containing lotus root powder	Jung-Hoon Kim, Jeong-Eun Kim, Woo-Hyun Kim, Kiet Vu Tan, Soon-Mi Shim	2021.08.23.-24	한국응용생명화학학회	대한민국
2	Plant based protein products: Characterization and functionality of dried tofu noodles containing lotus root powder	Jung-Hoon Kim, Jeong-Eun Kim, Woo-Hyun Kim, Kiet Vu Tan, Soon-Mi Shim	2021.11.26	한국 유산균 프로바이오틱스 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, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	열처리 색변화	대한민국	인테크 (주)	2021-11-04	10-2021-0150788		인테크 (주)	2022-02-22	10-2367856	100%	Y
2	연근분말이 포함된 건조 두부면의 제조방법 및 이에 따라 제조된 건조 두부면	대한민국	인테크 (주)	2022-01-28	10-2022-0012794					100%	

○ 지식재산권 활용 유형

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 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자
1							

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 <sup>1)</sup>	표준명	표준기구명 <sup>2)</sup>	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 <sup>3)</sup>	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								
2								
3								
4								

□ 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	자가 실시	열처리 색변화 특성을 갖는 고기 유사체의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 고기 유사체	인테크(주)	2022-01-01		

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1	100,000,000	100,000,000		200,000,000	기술 사업화 위한 연구 장비, 연구원 및 생산 설비 구축

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품개발	국내	개발 기술활용 제품화	이노센트 보리현미면	인테이크 (주)			매출발생 이전	
2	자기실시	신제품개발	국내	개발 기술활용 제품화	이노센트 보리현미 탈지 대두면	인테이크 (주)			매출발생 이전	
3	자기실시	신제품개발	국내	개발 기술활용 제품화	이노센트 순수 메밀면	인테이크 (주)			매출발생 이전	
4	자기실시	신제품개발	국내	개발 기술활용 제품화	이노센트 탈지 대두면	인테이크 (주)			매출발생 이전	
5	자기실시	신제품개발	국내	개발 기술활용 제품화	이노센트 팔라펠	인테이크 (주)	38,621, 148		2021	

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
이노센트 팔라펠	2021	38,621		38,621	내부 SCM 기준
합계		38,621		38,621	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과		제품화를 통한 사업화 진행			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	즉시			
	소요예산(천원)	100,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		38,621	300,000	500,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
			국내	10%	15%
국외			2%	5%	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	국내 소재를 활용한 식물성 식품 추가 제품개발 및 제품화 진행				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출		100,000	300,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	기술 자가 실시 기반 사업화	인테이크(주)	2	1	3
합계			2	-	3

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	5
		생산인력	-
	개발 후	연구인력	8
		생산인력	1

□ 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			38,624		3 (2)	
기대 목표	기술 기반 신제품 개발의 건		100,000	500,000		3 (2)	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	제면 관련 산업 공정 교육	2020.05.15	R&D인원	수서역 스타벅스	2명
2	제면 및 압출 성형기 관련 교육	2020.06.05	R&D인원	공주대 예산캠퍼스	3명
3	두부면 압연면 제조 실습 및 조건 변경에 따른 제면 물성 변화 교육	2020.09.07.~2020. 09.11	R&D인원	서울대학교 관악캠퍼스	2명
4	뿌리채소의 종류 및 특성 확인 및 향산화 능력 측정법 실습	2020.09.01	R&D인원	인테크 본사	2명
5	제면 관련 제반 기초 이론	2020.09.19	R&D인원	서울대학교 관악캠퍼스	3명
6	두부면 배합조건에 따른 두부 최대 함량 및 뿌리채소 전분 혼합 제면	2020.09.14.~2020. 0918	R&D인원	서울대학교 관악캠퍼스	2명
7	탄수화물 및 식물성 단백질의 물성 이론 교육	2020.11.16	R&D인원 내부 직원	서울대학교 관악캠퍼스	10명
8	뿌리채소 건면 제품화 및 기능성 표기 관련 교육	2020.12.02	R&D인원	인테크 본사	2명
9	특허 관련 이론 교육 및 실습 교육	2021.01.03.~2021. 01.07	R&D인원	인테크 본사	2명

□ 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				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	기능성 식품학과	대학원과정 (계약학과)	한양대학교 식품영양학과	주 2회 이상	240시간 이상	1명
2	푸드테크학과	대학원과정 (계약학과)	서울대학교 식품공학과	주 2회 이상	80시간 이상	1명
3	일반대학원	대학원과정 (일반대학원)	세종대학교 식품공학과	주 3회 이상	320시간 이상	1명

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
1	농림축산식품부	기술사업화 지원사업	다이용 부위 돼지고기(삼겹살, 목살) 유사 식물 기반 식품 생산을 위한 기술 개발 및 산업화	김정훈	900,000,000

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1				
2				

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

**[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)

**[그 밖의 성과]**

- 특허 기술을 통한 투자 유치 및 기업 공개 자료 활용
- 다양한 식물성 제품 연구 기반 확보 및 시설 투자(총 2억원 투자하여 자체 생산 설비 구축)
- 다양한 식물성 식품 관련 인력 충원 및 생산 인력 충원

**(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항**

- 식물성 제품화를 통한 식물성 시장 개척(다양한 식물성 제품 개발 진행중)
- 식물성 제품 비건 인증 프로세스 검토 및 적용
- 식물성 제품 개발에 대한 산업 인력 양성
- 식물성 시장에 대한 투자 시장 검토 및 투자 진행
- 기능성 표시 일반식품 관련 인력 교육 진행
- 기능성 식품 전문가 양성
- 푸드테크 전문가 양성
- 기업 연구과제 기획 및 수행역량 함양
- 다양한 전문가와의 네트워킹을 통한 R&D 인프라 구축

## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 전분이 함유된 뿌리채소 탐색	○ SCIE 급 문헌 조사를 통해 전분이 함유된 뿌리 채소에 대한 문헌조사를 실시하고 전분 함량이 높으며 특정 기능성을 가지는 4종 (토복령, 연근, 토란, 마)의 뿌리채소를 선정하였음.	○ 100
○ 소재의 항산화능 평가	○ 전분 함유 뿌리채소 4종에 대한 ORAC (퍼옥시 라디칼), DPPH (DPPH free 라디칼), ABTS (유기질소 라디칼)에 대한 항산화능 평가 실험을 실시하였음. ○ 전분 함유 뿌리채소 4종에 대한 총 페놀함량, 총 플라보노이드 함량 비교 평가를 실시하였음.	○ 100
○ 소화모사시스템 활용 건면 영양성분 흡수를 평가 (당 또는 단백질)	○ 전분 함유 뿌리채소 중 항산화능이 유의적으로 높으며 제면 후 조직감 측정을 통해 더 우수한 조직감을 가지는 연근을 기능성 소재로 선정하여 두부건면의 소화과정 중 전분 소화성을 평가하였음. ○ 전분 분해 효소에 의한 분해율에 따라 빠르게 소화되는 전분 (RDS), 천천히 소화되는 전분 (SDS), 저항성 전분 (RS)의 함량을 분석하였으며, 분석결과 연근 첨가비율이 높아질수록 저항성 전분의 함량이 늘어난다는 것을 확인하였음. ○ 식물성 단백질의 소화에 대한 문헌 확보를 통하여, 별도의 실험을 진행하지 않았음.	○ 70
○ 제면 특성에 맞는 소재 선별 및 제면 제품의 유통기한 평가	○ 전분 함유 항산화성이 높은 연근을 5%와 10% 비율로 첨가하여 연근 분말 첨가 두부건면을 제조하였음. ○ 두부건면의 보관 기간별 항산화능의 변화를 2020.11.08.을 시작으로 평가하였음.	○ 100
○ 대체연구> 뿌리채소 함유 제면 제품의 조직감과 색도 측정	○ 두부건면, 5%와 10% 연근 분말 첨가 두부건면의 조직감과 색도를 측정하였음. ○ 시제품 밀가루 건면 (신라면 건면, 농심)과 두부건면, 연근 분말 첨가 두부건면에 대한 조직감과 색도를 측정하였음.	○ 100
○ 연근 첨가 비율 선정을 위한 관능 평가	○ 5%와 10% 중 연근 분말 첨가 비율을 선정하기 위해 세종대학교와 인테이크 내부의 학생 및 직원과 함께 관능평가를 진행하여 최종 5% 연근 분말 첨가를 결정하였음.	○ 100
○ 대체연구> 총 탄수화물과 단백질 함량 분석	○ 총 탄수화물과 단백질 함량을 비교하였음.	○ 100
○ 단백질 (펩타이드)와 전분 (Low GI)의 소화 흡수율 우수성 평가 및 개선	○ 전분 가수분해 효소를 활용한 in vitro 실험을 통해 혈당 지수 (GI)를 예측하였으며, 예측 결과 두부 및 연근 분말이 첨가된 건면의 경우 밀가루 건면과 비교하여 더 낮은 GI 지수를 갖는다는 사실을 확인하였음.	○ 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 식품 중 면류의 문제점을 개선하기 위해 개발 노하우를 가진 산업계 및 학계의 다양한 산업 지도를 통하여, 노하우 및 이론 교육과 실습 이에 대한 산업에 적용하기 위한 다양한 계획을 세워 과제를 성실히 수행하였다. 일반 면류에 비해서 기능성을 강화하고, 밀가루를 대체한 제품의 경우는 관능 및 기호도가 상대적으로 떨어질 수 있으며, 조리시간이 증대되는 이슈가 있으나, 식물성 소재를 탐색 및 표준화함으로써 제조한 식물성 단백질 기반 면류를 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 일반식품 기능성 표시에 적합한지 여부에 맞게 기능성에 대한 추가적인 평가와 관능을 높이기 위한 다양한 시도가 필요할 것으로 보인다. 또한, 이번 연구를 통해 진행된 다양한 뿌리 채소에 대한 연구들과 이에 대한 기능성 및 제품에 적용하였을 때의 관능과 물성을 탐색함으로써, 성장중인 식물성 식단 시장에 새로운 도전이 가능할 것으로 보이며, 이를 통해 파생되어 개발된 지적 재산권의 경우는 식물성 원료를 사용하면서, 색변화를 나타낼 수 있는 색소로서, 다양한 면류와 HMR 뿐만 아니라 대체 식품 분야에도 활용 가능할 것으로 보인다. 기존에 소재를 대체하여, 새로운 제품군을 만들어 내는데 본 연구개발성과가 활용 될 것으로 판단된다.

---



## 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

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 기술융합 창의 인재 양성 사업, 두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발 연구개발과제 최종 보고서이다.
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. 과제현황

		과제번호	120004-2		
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	농식품 기술융합 창의 인재 사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전문침가를 통한 기능성 면 개발			과제유형	(개발)
연구개발기관	인테크(주)			연구책임자	김정훈
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020.01.29.~20 21.01.28	100,000	34,000	134,000
	2차년도	2021.01.29.~20 22.01.28	100,000	34,000	134,000
	계		200,000	68,000	268,000
참여기업					
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망


2. 평가일 : 2022.02.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
인테크(주)	본부장	김정훈

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	---

## 1. 연구개발실적

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

기존에 존재하지 않던 새로운 분야에 대해서, 다양한 기술을 활용하여 제품화를 하기 위한 연구개발로서의 의의가 있음. 연구를 통하여 다양한 뿌리채소 소재의 식물성 대체 식품에 활용하기 위한 연구를 진행하였으며, 이를 개발하여, 제품화까지 연결할 수 있었으므로, 연구 개발과 사업화가 연결이 무난하게 된 것으로 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. 기존에 존재하지 않던 새로운 제품을 제시함으로써, 국내에서 새로운 카테고리 고리가 생성되는데 선도적인 역할을 할 수 있을 것으로 생각되며, 두부로 만들어진 두부면이 개발된 상황에서 면류를 대체하는 개발된 제품으로 비건 인증을 진행함으로써 식물성 식품 표준화를 진행 가능할 것으로 판단됨.

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

연구개발을 통해, 제품화를 진행하였으며 사업화를 진행하고 있음. 4건의 제품화가 이루어졌으며 연구개발기간 동안 기술활용을 통해서 만들어진 제품은 3천만원 이상의 매출을 달성하였음, 향후 추가적인 연구개발을 통해 추가적인 제품화를 진행하며, 시설을 확충하여, 기술을 활용한 제품화를 진행하고자 함. 또한, 지적 재산을 확보하고, 추가적인 지적 재산권의 출원을 진행한 상태로, 연구개발 결과를 활용하여 앞으로 좋은 개발 성과를 낼 수 있을 것으로 보임.

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

다양한 소재를 문헌으로 스크리닝하고, 실질적으로 검토하여, 제품까지 적용하였을 뿐만 아니라 산업인력을 양성하기 위하여, 대학원 과정에 대한 회사의 내규를 정하여 진행하고, 산업 과 학계에 전문가를 찾아 기술적인 자문을 요청하는 등 다양한 시도를 코로나 기간에도 끊임없이 진행하였음. 임원진을 교육과정에 참여시킴으로써, 회사의 전반적인 방향성에서 기술적인 검토를 좀 더 강화 하였으며, 여러 교육을 내부적으로 진행함으로써, 산업에 대한 회사 전반의 이해도가 높아지는 효과가 있었음. 이를 기반으로 볼 때 연구 개발 전과정에 성실하게 수행하였다고 판단됨.

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량

2년 동안 2건의 학술발표를 진행하였으며, 코로나 기간이지만 최대한 현장 발표를 하기 위한 노력을 하였음. 또한, 기술 개발을 바탕으로 논문을 한건 투고하여 게재 되었으며, 현재 한건이 더 투고될 예정. 또한 연구 개발 결과를 바탕으로 2건의 특허를 출원하고 그 중 1건은 특허 등록이 완료되었음. 또한, 연구 개발을 통한 제품화를 통해 다양하게 활용 될 것으로 보임.

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 전분이 함유된 뿌리채소 탐색	10	100	○ SCIE 급 문헌 조사를 통해 전분이 함유된 뿌리 채소에 대한 문헌조사를 실시하고 전분 함량이 높으며 특정 기능성을 가지는 4종 (토복령, 연근, 토란, 마)의 뿌리채소를 선정하였음.
○ 소재의 항산화능 평가	20	100	○ 전분 함유 뿌리채소 4종에 대한 ORAC (퍼옥시 라디칼), DPPH (DPPH free 라디칼), ABTS (유기질소 라디칼)에 대한 항산화능 평가 실험을 실시하였음. ○ 전분 함유 뿌리채소 4종에 대한 총 페놀함량, 총 플라보노이드 함량 비교 평가를 실시하였음.
○ 소화모사시스템 활용 건면 영양성분 흡수를 평가 (당 또는 단백질)	15	70	○ 전분 함유 뿌리채소 중 항산화능이 유의적으로 높으며 제면 후 조직감 측정을 통해 더 우수한 조직감을 가지는 연근을 기능성 소재로 선정하여 두부 건면의 소화과정 중 전분 소화성을 평가하였음. ○ 전분 분해 효소에 의한 분해율에 따라 빠르게 소화되는 전분 (RDS), 천천히 소화되는 전분 (SDS), 저항성 전분 (RS)의 함량을 분석하였으며, 분석결과 연근 첨가비율이 높아질수록 저항성 전분의 함량이 늘어난다는 것을 확인하였음. ○ 식물성 단백질의 소화에 대한 문헌 확보를 통하여, 별도의 실험을 진행하지 않았음.
○ 제면 특성에 맞는 소재 선별 및 제면 제품의 유통기한 평가	15	100	○ 전분 함유 항산화성이 높은 연근을 5%와 10% 비율로 첨가하여 연근 분말 첨가 두부건면을 제조하였음. ○ 두부건면의 보관 기간별 항산화능의 변화를 2020.11.08.을 시작으로 평가하였음.

○ 대체연구> 뿌리채소 함유 제면 제품의 조직감과 색도 측정	10	100	○ 두부건면, 5%와 10% 연근 분말 첨가 두부건면의 조직감과 색도를 측정하였음. ○ 시제품 밀가루 건면 (신라면 건면, 농심)과 두부건면, 연근 분말 첨가 두부건면에 대한 조직감과 색도를 측정하였음.
○ 연근 첨가 비율 선정을 위한 관능 평가	10	100	○ 5%와 10% 중 연근 분말 첨가 비율을 선정하기 위해 세종대학교와 인테이크 내부의 학생 및 직원과 함께 관능평가를 진행하여 최종 5% 연근 분말 첨가를 결정하였음.
○ 대체연구> 총 탄수화물과 단백질 함량 분석	10	10	○ 총 탄수화물과 단백질 함량을 비교하였음.
○ 단백질 (펩타이드)와 전분 (Low GI)의 소화 흡수율 우수성 평가 및 개선	10	70	○ 전분 가수분해 효소를 활용한 in vitro 실험을 통해 혈당 지수 (GI)를 예측하였으며, 예측 결과 두부 및 연근 분말이 첨가된 건면의 경우 밀가루 건면과 비교하여 더 낮은 GI 지수를 갖는다는 사실을 확인하였음.
합계	100점	92.5점	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 진행하여 유관 제품과 함께 시중에서 판매되고 있는 점으로 볼 때, 본 연구개발은 성공적으로 수행되었다고 평가할 수 있다. 또한, 개발 노하우를 가진 산업계와 이론적인 지식이 탄탄한 학계와 제품화 및 기획 판매 마케팅 역량이 다양한 기관과의 협업 및 산업 지도를 통해서 노하우 수준에 있던 기술들을 이론적으로 규명하여, 새로운 공정과 소재를 개발하기 위한 시도를 하였으며, 이를 통해 지적재산권까지 취득되었다는 점에서 바람직한 산학의 연계라고 할 수 있다. 본 연구개발과 맞물려서, 다양한 제품들이 개발되어 건강한 식사의 일환으로 식물성 고단백질면이 시장에 안착하고, 추가된 기능성을 통해 소비자의 보건 향상과 선택권을 늘려주며 새로운 카테고리를 개척하였음. 또한, 연구를 위한 산업 인력이 양성되었으며, 관련연구과제의 연구 결과를 논문으로 발표를 통해, 다양한 연구에 추가적으로 활용할 수 있게 하였으며, 다양한 형태로 활용될 수 있도록 지적재산권을 진행하여 제품화를 진행하고 있음. 앞으로도 연계된 연구개발에 다양하게 활용될 수 있을 것으로 보임.

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

-연구의 내용의 충실성  
-개발의 결과  
-산업 인력 양성과정

#### 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 중 확충하여 신규제품에 대한 시생산도 진행할 예정, 현재 기술을 적용하기 적합한 파트너사를 섭외 하였으며, 제품화를 진행하였음. 또한 지속적으로 제품 개발과 상업화를 통해서, 신규 고용을 창출하고, 전문 능력을 갖춘 인력을 양성할 예정임. 또한, 향후 목표는 냉동제품 혹은 수분 없는 건면의 수출을 통해서 국내 식물성 대체 식품을 해외에도 판매하여, 해외에서도 국내 산 기능성 원물을 활용한 식품을 지속적으로 판매하여 매출을 증대시킬 예정.

#### 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	두부를 활용한 식물성 단백질 건면의 뿌리채소 전분첨가를 통한 기능성 면 개발			
주관연구개발기관	인테이크(주)		주관연구책임자	김정훈
연구개발비 (천원)	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	200,000	68,000		268,000
연구개발기간	2021.01.29.~2022.01.28			
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 전분이 함유된 뿌리채소 탐색	목표달성
② 소재의 향산화능 평가	목표달성
③ 소화모사시스템 활용 건면 영양성분 흡수를 평가 (당 또는 단백질)	목표달성
④ 제면 특성에 맞는 소재 선별 및 제면 제품의 유통기한 평가	목표달성
⑤ 연근 첨가 비율 선정을 위한 관능평가	목표달성
⑥ 단백질 (펩타이드)와 전분 (Low GI)의 소화 흡수율 우수성 평가 및 개선	목표달성

### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용예)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출		투 자 유 치	논 문				학술 발표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	명	건	건		
가중치	10	20			10		15	10		5				5		25				
최종 목표	2	1			1		4	300		2		2		2.0	2	2				
당해 년도	목표	2	1		1		4	38		2		1		2	2					
	실적	2	1		1		4	38		3		1		2	2					
달성률 (%)	100	100			100		150	13		150				100	100					

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	열처리에 의한 색변화 식물성 소재 적용 기술
②	연근 분말이 포함된 건조 두부면의 제조방법 및 이에 따라 제조된 건조 두부면

### 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)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v			
②의 기술		v				v				

### 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

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 (타연구활용예외)	
	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
													SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	평 년 건 수	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	20			10		15	10		5				5		25				
최종목표	2	2			1		4	300		3		2		2.0	4	3				
연구기간내 달성실적	2	1			1		4	38		3		1		2	2					
연구종료후 성과창출 계획		1					1					1		2	1					

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	열처리에 의한 색변화 식물성 소재 적용 기술		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2022년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	없음(연구팀 자체 실시 예정)		

핵심기술명 <sup>1)</sup>	연근 분말이 포함된 건조 두부면의 제조방법 및 이에 따라 제조된 건조 두부면		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2022년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	없음(연구팀 자체 실시 예정)		