

(뒷면) (옆면)

(앞면)

<p>3cm</p> <p>11-1543 000-002 482-01</p> <p>플라즈마를 이용한 육가공식품의 스마트염지 기술 개발</p> <p>최종보고서 (건고덕 14p)</p> <p>2018 (건고덕13p)</p> <p>농림축산식품부</p> <p>3cm</p> <p>(건고덕 17p)</p>	<p>4cm</p> <p>고부가가치식품기술개발사업 R&D Report</p> <p>(건 고 덕 25p)</p>	<p>2cm</p> <p>발간등록번호</p> <p>11-1543000-002482-01</p> <p>4.5cm</p>	<p>1cm</p> <p>2cm</p> <p>(건고덕31p) 5cm</p> <p>플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발</p> <p>최종보고서</p> <p>(0.1cm)</p> <p>2018. 10. 22.</p> <p>0.15cm (건고덕15p)</p> <p>(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</p> <p>주관연구기관 / (주)플라즈맵</p> <p>협동연구기관 / 충남대학교 2cm</p> <p>(건고덕 15.5p)</p> <p>(백색바탕)</p> <p>농림축산식품부</p> <p>(건고덕 20p)</p>
---	---	---	---

※ 최종보고서 표지 작성시 과제명이 길 경우 글씨 크기 변경 가능

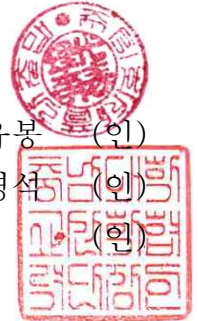
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발”(개발기간 : 2015.10.23 ~ 2018.10.22)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 01. 22.

주관연구기관명 : (주)플라즈맵 (대표자) 임유봉 (인)
협동연구기관명 : 충남대학교 산학협력단 (대표자) 이영석 (인)
참여기관명 : (대표자) (인)



주관연구책임자 : 임유봉
협동연구책임자 : 정사무엘
참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	115014-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2015.10.23. ~2018.10.22. (36개월)	단 계 구 분	총 단 계
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발			
연구책임자	임유봉	해당단계 참여연구원 수	총: 22명 내부: 22명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:390,000천원 민간:130,002천원 계:520,002천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 22명 내부: 22명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:390,000천원 민간:130,002천원 계:520,002천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)플라즈맵			참여기관명: 충남대학교	
국제공동연구	상대국명: 해당 없음			상대국 연구기관명: 해당 없음	
위탁연구	연구기관명: 해당 없음			연구책임자: 해당 없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과 의 보안등급 및 사유	일반
--------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<ul style="list-style-type: none"> - 플라즈마를 이용한 식품 가공 공정 및 장비 기술 개발 완료 - 제작된 플라즈마 발생 장치 활용하여 식품 제조 기업 (수요기업) 대상으로 시연회 실시 - 기존 합성아질산염을 플라즈마 처리 공정으로 대체할 수 있음을 확인함 - 플라즈마 간접처리 방식의 공정이 실제 산업화에 유리 (공정이 요구되는 기기들에 대한 연결이 가능하고, 이동성이 좋음) 하다는 수요기업 의견 반영 - 플라즈마 처리된 가공식품의 품질 특성 평가 (관능 평가) 결과 기존 제품과 유의차가 없음 - 기술개발 과정에서 다음과 같은 성과 확보 <ul style="list-style-type: none"> · 지식재산권 : 특허 출원 3건, 등록 1건 · 기술실시(이전) : 1건 · 사업화(제품화) : 3건 · 사업화(매출액) : 57,048천원 · 고용창출 : 8명 이상 · 투자유치 : 135억원 · 학술성과(논문) : 4건 (SCI 3건, 비SCI 1건) · 학술발표 : 6건 · 인력양성 : 2건 	<p>보고서 면수</p>
--	---------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 육가공 식품의 염지 공정에 사용되는 합성아질산나트륨을 경제적으로 대체할 수 있도록 플라즈마 기술을 이용한 스마트 염지기술을 개발 - 스마트 염지공정의 신뢰성 확보를 위한 성능 평가 및 최적화 연구를 수행하고, 본 기술의 사업화를 위해 파일럿 장비와 양산장비를 개발 - 공정의 양산 신뢰성과 제품의 식품 안전성을 확보하여 스마트 염지 공정을 적용한 육가공식품을 개발 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 플라즈마를 이용한 식품 가공 공정 및 장비 기술 개발 완료 - 제작된 플라즈마 발생 장치 활용하여 식품 제조 기업 (수요기업) 대상으로 시연회 실시 - 기존 합성아질산염을 플라즈마 처리 공정으로 대체할 수 있음을 확인함 - 플라즈마 간접처리 방식의 공정이 실제 산업화에 유리 (공정이 요구되는 기기들에 대한 연결이 가능하고, 이동성이 좋음) 하다는 수요기업 의견 반영 - 플라즈마 처리된 가공식품의 품질 특성 평가 (관능 평가) 결과 기존 제품과 유의차가 없음 - 기술개발 과정에서 다음과 같은 성과 확보 <ul style="list-style-type: none"> · 지식재산권 : 특허 출원 3건, 등록 1건 · 기술실시(이전) : 1건 · 사업화(제품화) : 3건 · 사업화(매출액) : 57,048천원 · 고용창출 : 8명 이상 · 투자유치 : 135억원 · 학술성과(논문) : 4건 (SCI 3건, 비SCI 1건) · 학술발표 : 6건 · 인력양성 : 2건 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 대기압 플라즈마는 고가의 진공장비를 필요로 하지 않아 경제적인 장비 설계 및 제작이 가능할 뿐만 아니라, 공간적 제약을 받지 않아 산업적 응용의 범위가 매우 넓다는 장점을 가지고 있음 - 본 과제에서 개발하는 플라즈마 기술은 공기 중의 질소와 산소를 방전하여 질소산화물을 생산하는 기술로서 수처리를 포함한 다양한 식품 산업 기술로 활용될 수 있음 - 육가공 식품 산업 외의 식품 산업 : 살균과 염지를 동시에 수행할 수 있는 기술로, 저온 살균 공정을 특징으로 하고 있어 다양한 식품 산업에 적용 가능 - 의료용 멸균기 산업 : 저온 살균 기술은 식품 산업에서 뿐만 아니라 의료산업에 있어서 수요가 급격히 늘어나고 있는 기술로 저온 살균 방식의 화학적 멸균기의 수요에 대응 가능 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	육가공 식품	아질산나트륨	염지	플라즈마	살균
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	processed meat	sodium nitrite	curing	plasmas	sterilization

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
2. 연구수행 내용 및 결과	10
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	35
4. 연구결과의 활용 계획 등	39
붙임. 참고 문헌	41

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

1. 연구개발과제의 개요

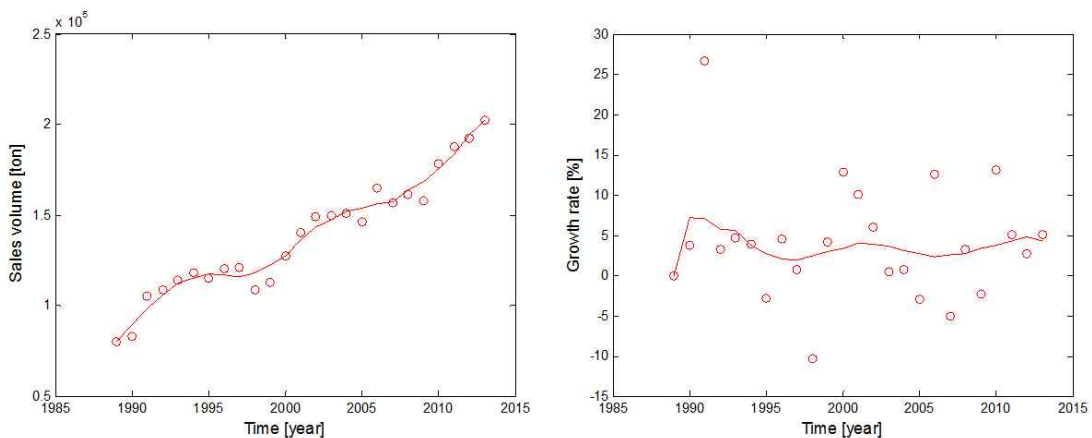
1-1. 연구개발 목적

- 육가공 식품의 염지 공정에 사용되는 합성아질산나트륨을 대체할 수 있는 플라즈마 기술을 이용한 스마트 염지기술¹⁾을 개발, 사업화
 - 스마트 염지공정의 신뢰성 확보를 위한 성능 평가 및 최적화 연구 수행
 - 산업용 장비 개발과 공정의 양산 신뢰성 및 제품의 식품 안전성 확보
 - 스마트 염지 공정을 적용한 육가공식품 개발

1-2. 연구개발의 필요성

가. 육가공 식품 산업의 특성 및 성장성

최근 국민소득의 향상과 더불어 여가의 선용, 핵가족화, 맞벌이 부부의 증가 등으로 인해 식생활 패턴의 패턴이 고급화, 다양화되어 가고 있다. 이러한 식생활 패턴의 변화는 가공식품에 대한 수요를 증가시키고, 이는 곧 육가공식품의 개발을 촉진시키게 되었다. 최근 들어 소비자 소비행태의 변화를 살펴보면, 기업 및 관공서의 5일제 근무로 인한 소비자의 여가시간이 확대되면서 전반적으로 외식산업, 고품질 패밀리 레스토랑, 퓨전제품의 개발 등이 지속적으로 확대되고 있으며, 더불어 맞벌이 부부와 독신세대의 증가로 인해 육가공식품 및 냉동식품으로의 전환이 눈에 띄게 두드러지고 있다.



국내 육가공 식품 산업은 지난 70-80년대에 비약적인 경제발전을 계기로 육가공 제품(햄, 소시지, 베이컨 등)의 생산량과 판매량이 크게 늘어나면서 육가공 식품 시장이 크게 성장하였다. 1990년 중반 이후부터 시장 성장률이 점차적으로 떨어지기 시작하였고, 2003년과 2004년에는 연평균 1.5%의 매우 낮은 시장 성장률을 나타냈다. 이는 웰빙(well-being)의 붐을 타면서 소비자들이 “채식은 곧 웰빙이며 가공품은 몸에 해롭다”는 편향된 인식을 갖게 됨에 따라 육가공 식품의 생산과 소비가 일시적으로 위축된 것으로 분석된다. 하지만 2010년 “더건강한햄”과 같은 무첨가 제품이 출시되었고 소비자의 인식 변화와 함께 육가공 식품 시장은 약 6% 수준으로 지속적으로 성장하고 있다.

1) 스마트 염지기술: 플라즈마를 이용하여 공기 중의 질소/산소를 활성화시켜 질소산화물(아질산)을 생성, 육제품을 처리하는 공정기술로 육제품의 염지와 살균을 동시에 수행할 수 있는 기술

염지(curing)은 육가공 식품의 제조에 있어 필수적인 공정으로, 아질산(nitrite, NO₂)을 첨가하여 제품의 풍미를 향상시키고, 육색 발현 및 보존성을 부여한다. 기존 육가공 식품 산업에서 사용하는 아질산의 원천으로 납을 이용하여 화학적으로 합성되는 아질산나트륨(sodium nitrite, NaNO₂)이 사용되어 왔다. 하지만 기존의 염지기술은 합성 아질산나트륨을 염지 첨가물(curing additive)로 사용하고 있어 소비자의 식품 안전성에 대한 불신감이 높아졌다. 이에 현대의 식품 트렌드인 “자연주의”를 만족시키기 위한 천연 첨가물(화학적 식품 첨가물의 대체)의 개발이 요구되었다. 최근 육가공 식품 산업에서는 기존의 화학적 첨가물(합성 아질산나트륨)을 대체하기 위해 셀러리 추출물을 사용하는 무첨가(프리미엄) 제품이 출시되었으며, 미국 Johnsonville의 “Natural”와 국내 CJ의 “더 건강한 햄”이 대표적인 예라 할 수 있다.

국내에서는 CJ, 롯데, 청정원을 포함한 거의 모든 육가공 제조기업들이 무첨가 제품을 출시하면서, “차별화”에서 “저가” 마케팅 전략으로 방향을 재설정하고 있다. 하지만 무첨가 제품의 제조를 위해 사용되는 셀러리 추출물 제조 기술(셀러리 착즙, 질산환원균 접종 및 incubation, 열풍 건조)의 부재로 100% 수입에 의존하고 있으며, 수입 원가가 최종 소비자가의 3-4% 수준으로 매우 비싸다는 문제점을 가지고 있다. 이에 국내 기술을 기반으로 한 경제적인 대체재 개발이 절실히 요구된다.

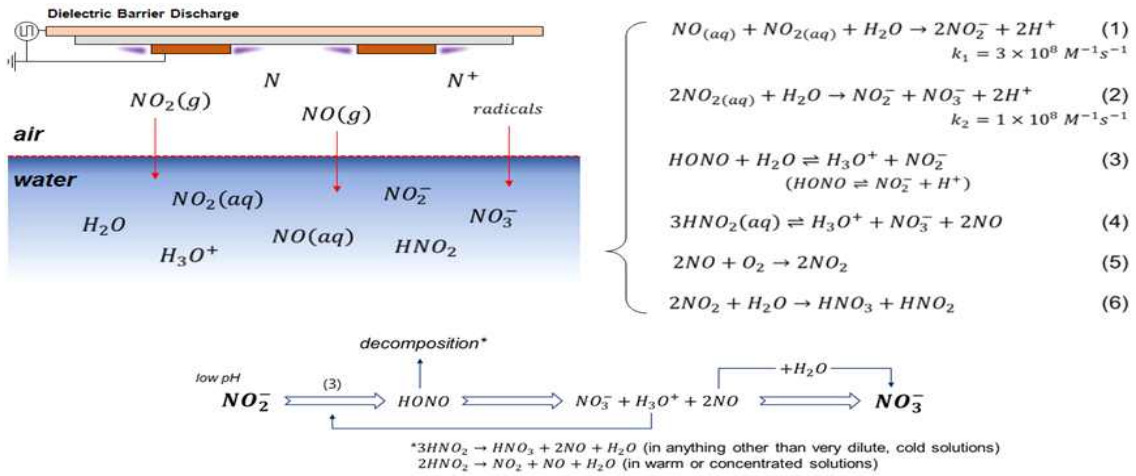
나. 플라즈마 기술의 핵심 경쟁요인

플라즈마는 전기적 특성을 가지는 고에너지의 입자들로 구성된 준중성의 가스로 정의되며, 일반적으로 가스에 전기적인 에너지를 인가하여 얻어지는 제4상태이다. 플라즈마는 핵융합을 통한 에너지 생산, 인공위성의 추진엔진에서부터 국내 주요 산업(반도체, 디스플레이, 태양전지 등)에서 중요한 공정 기술에서부터 의료용 살균기 및 치료의 목적으로 다양한 산업 분야에서 이용되고 있는 기술이다.

식품 산업에 있어 플라즈마 기술은 비가열 살균 방법 중의 하나로 주목받고 있으며, 플라즈마 처리로 생성되는 free radical, ozone, charged particle 및 ultraviolet photon이 미생물 사멸의 원인 물질로 미생물의 DNA, 단백질 및 지질의 변성과 함께 미생물 세포벽의 손상으로 인해 미생물이 사멸됨이 보고된 바 있다.

Kim(2013)의 연구에 따르면 돈육 등심에 병원성 미생물인 Escherichia coli 및 Listeria monocytogenes를 접종 후 플라즈마 처리를 한 결과 효과적으로 병원성 미생물이 불활성화됨이 확인되어 비가열 살균 방법으로 식육제품에 이용이 가능하다.

Jung(2015)은 플라즈마 기술을 이용하여 염지 식육 가공품의 제조가 가능함을 제시하였는데 물에 플라즈마를 처리하면 염지 식육 가공품 제조시 필수적으로 첨가되어야 하는 아질산 이온을 포함한 다양한 질소 화합물이 생성됨을 확인하였고, 플라즈마 처리수를 첨가한 유화형 소시지의 품질이 기존에 염지 육가공 식품 제조시 이용되고 있는 합성 아질산염 및 셀러리 추출물을 첨가하여 제조된 유화형 소시지의 품질과 비교하여 낮지 않음을 확인하였다. 하지만 염지 육가공 식품 제조에 플라즈마 처리수를 사용하기 위해서는 처리수 생산 및 운반과 같은 추가 공정이 요구됨에 따라 산업화에 어려움이 있는 실정이다.



본 과제를 통해 개발하고자 하는 기술은 기존에 염지 육가공 식품 제조에 이용되고 있는 기기와 플라즈마 처리기가 혼합된 기기로 추가공정이 요구되지 않으며, 비가열 살균 방법인 플라즈마 처리를 통해 염지 육가공 식품 제조 과정에서 오염될 수 있는 부패미생물의 살균과 함께 플라즈마 처리시 발생하는 아질산 이온을 염지 육가공 식품 제조에 이용함에 따라 아질산 이온 첨가의 목적으로 이용되고 있는 식품 첨가물인 합성 아질산염 및 셀러리 추출물 무첨가 염지 육가공 식품의 제조가 가능하다. 게다가 플라즈마 처리 기술은 식품 비가열 살균방법이므로 식품 안전성 관련 문제 또한 없어 본 연구를 통해 개발될 “플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술”은 효과적으로 산업에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

다. 개발 기술의 개요

플라즈마를 이용한 스마트 염지기술은 육가공 식품의 살균/염지를 동시에 수행하는 혁신적인 기술로 기존의 합성 아질산나트륨을 경제적으로 대체하는 무첨가 제품 공정기술이다. 플라즈마 수처리 방식의 염지의 경우 처리된 물을 육가공 제조 공정에 첨가하는 방식으로 적용이 가능하지만, 이는 처리수(아질산수)를 첨가하는 방식으로 분류되어 무첨가 제조 공정기술이라 할 수 없다. 뿐만 아니라, 수처리는 육가공 식품의 염지에 대한 뛰어난 성능을 보이지만, 살균 성능이 떨어져 제품 경쟁력 향상의 측면에서 사업성이 떨어진다.

본 과제를 통해 개발하고자 하는 스마트 염지 공정 기술을 염지 성능뿐만 아니라 살균 성능이 뛰어나 제품의 보존 기간을 향상하고 식품 안전성을 향상시켜 제품 경쟁력을 높여주어, 본 기술의 사업화를 통해 육가공 식품 산업에 가지는 영향이 클 것으로 기대된다. 본 스마트 염지기술의 사업화를 위해서는 실제 산업에 적용하기 위한 플라즈마 장비 개발이 반드시 필요하며, 육가공 식품의 제조 공정 기술 개발이 요구된다. 스마트 염지 공정 기술은 기존의 염지 공정기술²⁾³⁾과 비교하여 제품 경쟁력을 향상, 제조원가 및 부대비용의 절감 등의 사업적 경쟁력을 가지고 있다.

2) 합성아질산나트륨의 제조방법은 식품첨가물 공정에서 금속(납)을 이용하는 기준으로 관리되고 있다. 최종 처리된 아질산나트륨의 순도는 97% 이상이어야 하며, 특히, 비소, 납, 수은에 대해서 각각 4, 2, 1 ppm 이하로 반드시 관리되어야 한다. 이와 같이 제조되는 합성아질산나트륨(발색제)을 사용하는 육제품에 대한 식품 안전성에 대한 우려가 높아져, 무첨가 제품에 대한 수요가 높아지고 있다.

3) 셀러리 추출물의 제조방법은 물리적으로 추출한 셀러리를 종균에 접종시켜 배양을 통한 아질산염으로 환원하는 방식이다. 국내 종균 및 배양기술의 부재로 100% 수입에 의존하고 있으며 수입 원가가 최종 제품 판매가의 4%로 비싸다는 문제점을 가지고 있어, 아질산염의 경제적인 대체 기술 개발이 절실히 요구되는 실정이다.

1-3. 연구개발 범위

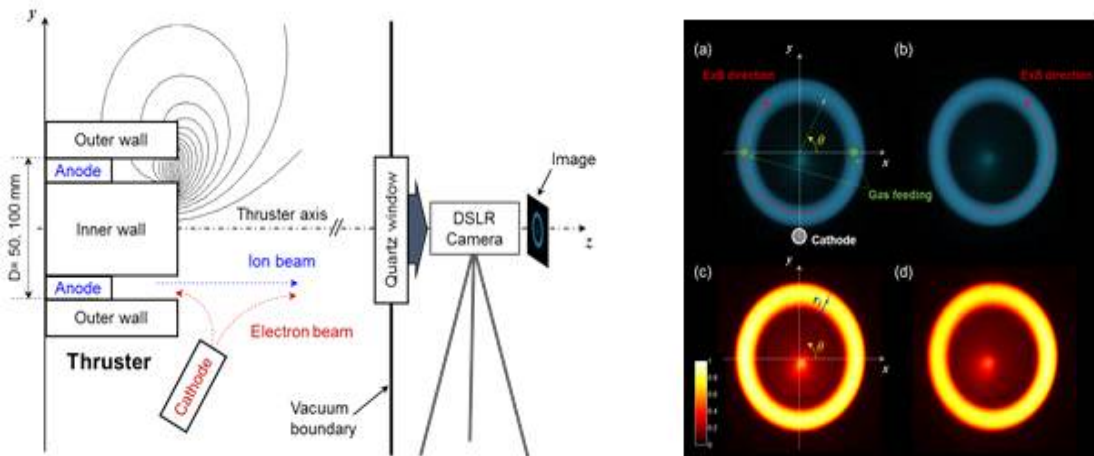
가. 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용
1차년도	플라즈마 진단계 개발	○ 플라즈마 방출광 진단계, 소비전력 측정계
	플라즈마 기초연구 및 소스 개발	○ 플라즈마 기초 연구, 플라즈마 소스 개발 ○ 진단계 활용한 소스 성능평가
	파일럿 장비 개발	○ 파일럿 장비 설계
	살균 성능평가	○ 살균 성능 평가 (미생물 사멸 원인 규명)
	공정기술 개발	○ 염지 성능 평가 - 발색 성능 평가, 식육 균질물내 아질산 이온 함량 측정 ○ 식육 균질물의 이화학적 변화 측정 - 식육 균질물의 온도 및 pH 변화 측정
2차년도	파일럿 장비 개발 완료	○ 파일럿 장비 개발 - 플라즈마 소스 설치, 제작 및 조립 완료 - 장비 성능 평가 수행
	양산 장비 개발 (설계 완료)	○ 양산 장비 설계
	파일럿 장비 성능평가	○ 생산율 향상을 위한 공정기술 개발 ○ 염지를 통한 아질산 첨가량 목표 달성 ○ 제품 품질 확보를 위한 공정온도 확보
	최적화 공정기술 개발 (식육균질물의 이화학적 성능평가)	○ 식육균질물의 이화학적 성능평가 - 식육 균질물 온도 및 pH 변화 측정 - 아질산 이온 투입/잔존 변화량 측정
	최적화 공정기술 개발 (염지식육 가공품의 품질 특성 평가)	○ 염지식육 가공품의 품질특성 평가 - 염지식육 가공품의 이화학적 품질평가 - 염지식육 가공품의 관능적 품질평가
3차년도	양산 장비 개발 완료	○ 플라즈마 소스 개발, 양산 장비 개발 ○ 양산 장비 제품의 표준화, 제품의 인증
	양산 장비 성능평가	○ 처리시간 목표 달성 ○ Nitrite 첨가량 목표 달성 ○ 공정 온도 목표 달성
	보존기간 성능평가	○ 염지식육 가공품의 품질특성 평가 - 저장 중 가공품의 관능적 성능평가 - 저장 중 가공품의 이화학적 품질평가
	제품 품질평가	○ 염지식육 가공품의 품질특성 평가 - 염지식육 가공품의 관능적 품질평가 - 염지식육 가공품의 이화학적 품질평가
	가공식품별 최적 공정 개발	○ 가공식품별(소지, 햄) 공정 개발 ○ 가공식품별 장비 운용 공정 개발 ○ 스마트 염지 가공품의 수율 평가

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 플라즈마 진단계 개발

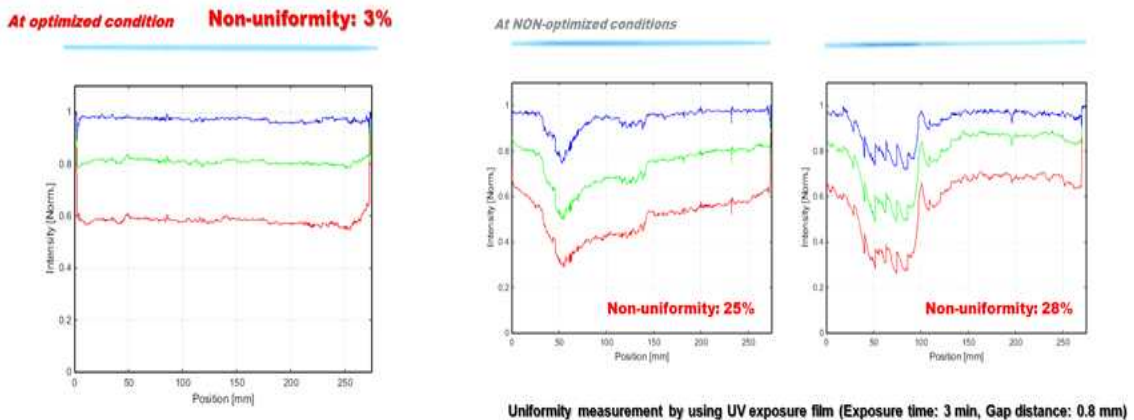
- 플라즈마 방전 이미지 분석 기술 활용하여 플라즈마 균일도 측정을 위한 방출광 진단계 개발
 - 플라즈마 방출광의 세기는 전자온도와 플라즈마 밀도에 의해 결정이 되고, 방출광의 색을 이용하여 전자온도의 경향성을 유추할 수 있기에 간단한 카메라 실험 셋업을 통해서 플라즈마 공간 균일도를 측정할 수 있음
 - Cylindrical symmetry를 가지는 플라즈마 소스에 대해서 동일한 방식의 이미지 분석 한 결과, 방출광의 세기와 색좌표 분석을 통해 플라즈마 밀도와 전자온도의 공간분포도를 예측할 수 있음



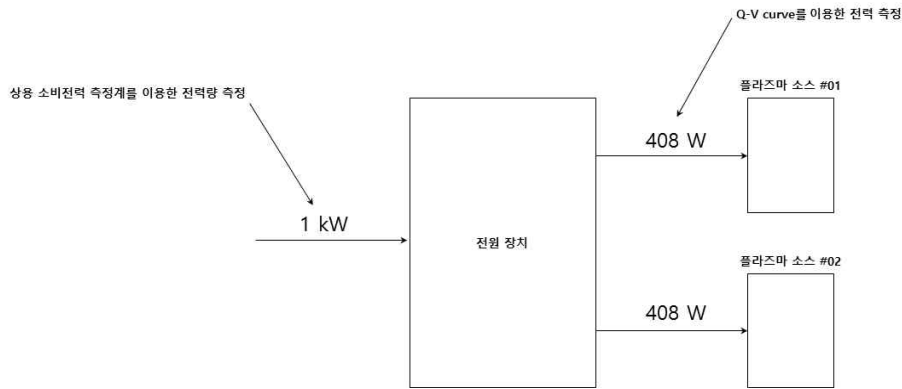
- 방전 전력특성 분석 기술을 활용한 소비전력 측정계 개발
 - 대기압 플라즈마의 방전은 인가전력이 인가되는 전체 주기 중에서 상대적으로 짧은 시간 동안에서만 일어나며, 방전이 일어나서 발생하는 임피던스 변화 측정으로 플라즈마 전력 측정이 가능함

2-2. 플라즈마 기초연구 및 소스 개발

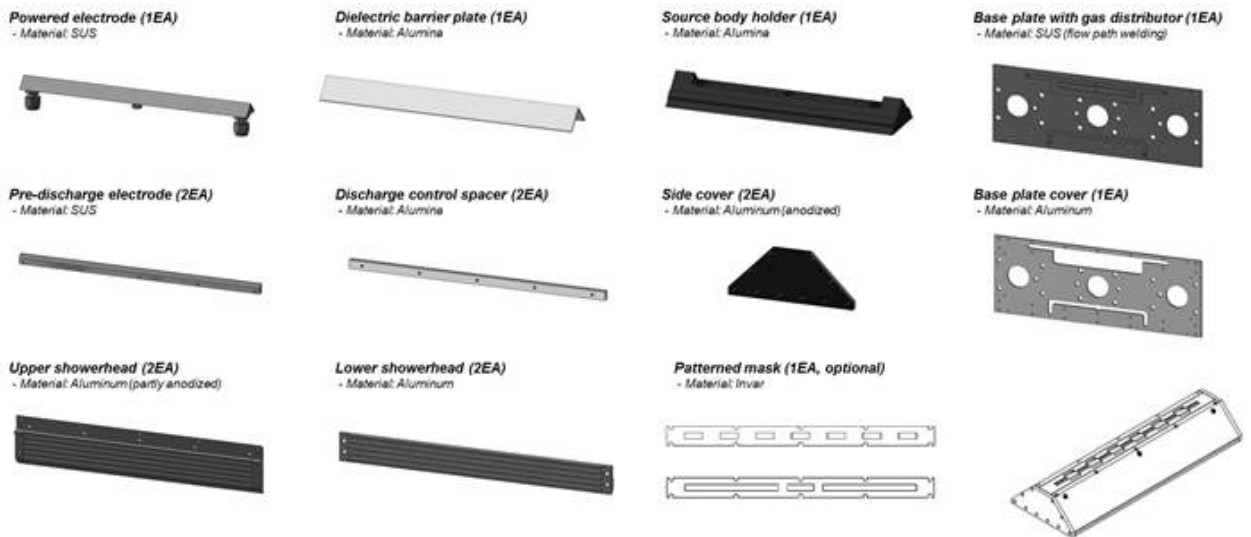
- 플라즈마 방출광 이미지 분석과 UV 노광필름의 색좌표 분석
 - UV 노광필름을 이용한 균일도 측정 결과 불균일도가 3%로 90% 이상의 균일도를 확인



- 상용 소비전력 측정계를 이용한 전력량 측정
 - 플라즈마 소스의 소비전력 효율 70% 이상 확보

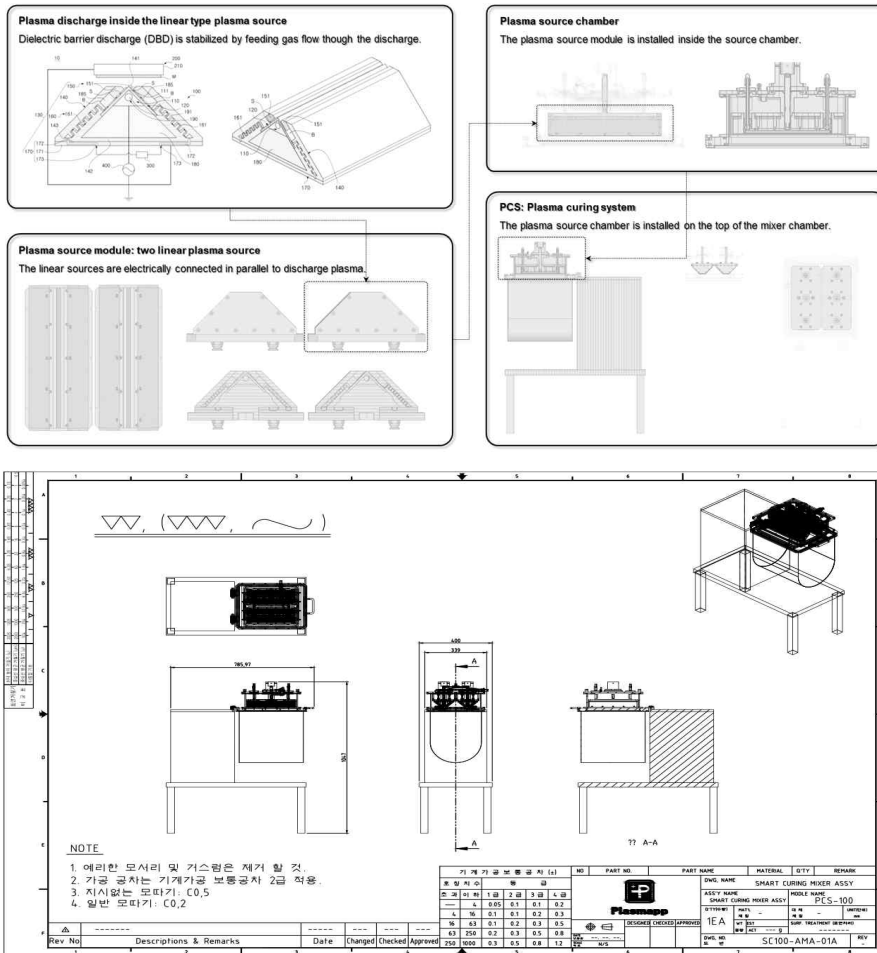


- 플라즈마 방전의 균일성과 안전성을 확보한 플라즈마 소스 시제품 개발
 - 안정적인 플라즈마 방전을 위한 전극(electrode), 유전체 장벽층, 유체공급기를 포함하는 접지 하우징으로 구성
 - 균일한 플라즈마 방전을 위한 처리영역 대비 10% 이상의 전극 길이를 가지도록 하고, 균일한 유체공급을 위해 5단의 유체저항 층을 가지는 showerhead를 가지도록 설계 및 제작

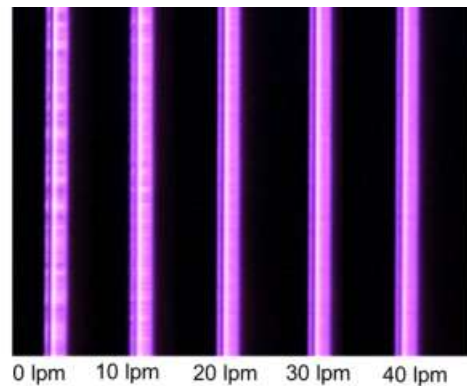
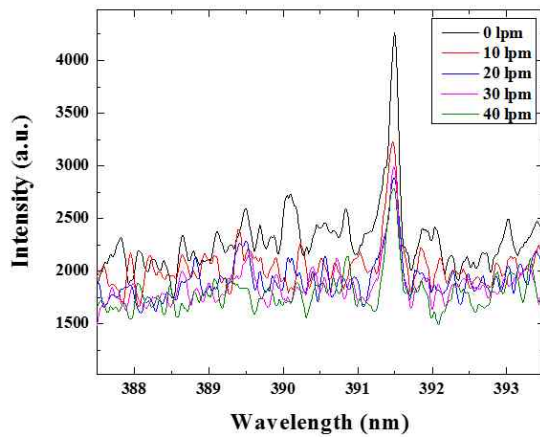


2-3. 파일릿 장비 개발/평가

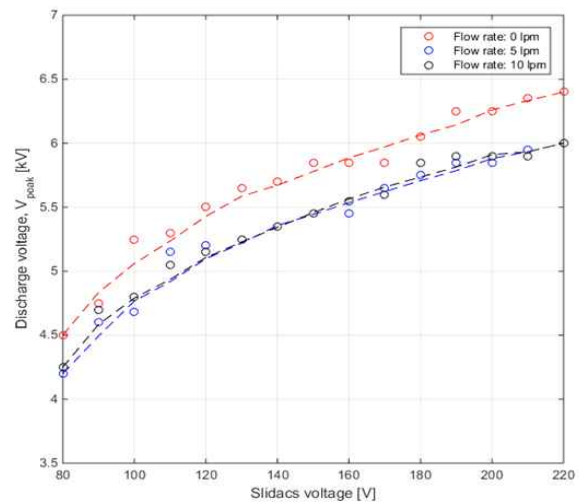
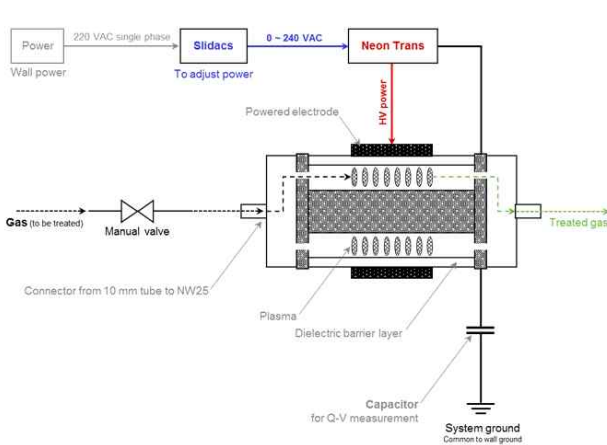
- 파일릿 장비 적용을 위한 플라즈마 소스 및 장치 body의 세부 제작도면 완료
 - 1차년도 개발된 플라즈마 소스 (직접처리 방식, type 1, 2) 특성 평가 실시
 - 플라즈마 방전 안정성 확보하였으나, 식육균질물로 부터의 수분에 취약함 확인
 - 2차년도 개발된 플라즈마 소스 (간접처리 방식, type 3, 4) 제작 및 평가
 - Type 1, 2 방식과 별개로 플라즈마 활성종을 간접적으로 공급하여 수분에 취약한 단점 극복
 - 공랭식 (type 3), 수냉식 (type 4) 각각 적용하여, 협동연구기관으로부터 염지성능 발현 확인
 - 플라즈마 소스 (type 1, 2, 3, 4) 모두 적용 가능한 파일릿 장비 제작, 염지공정 기술 개발에 적용



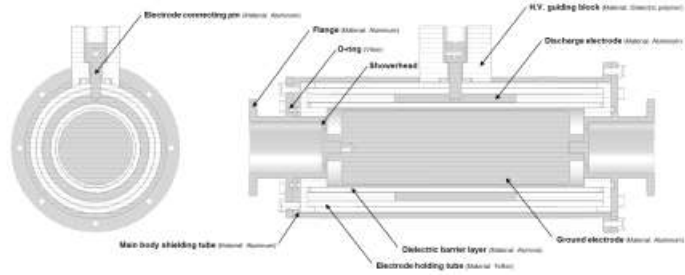
- 플라즈마 직접 처리 방식 (type 1, 2) 활용하여 유량에 따른 N₂ 측정 실시하였으며, OH (309nm)는 관측되지 않음
- 유량이 증가할수록 균일한 플라즈마 방전을 보이고 있음 (스트리머 감소)



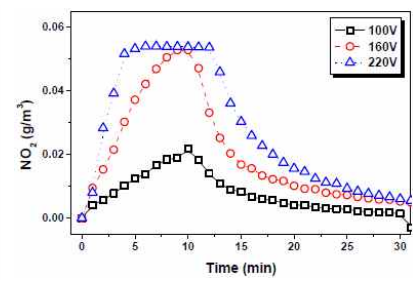
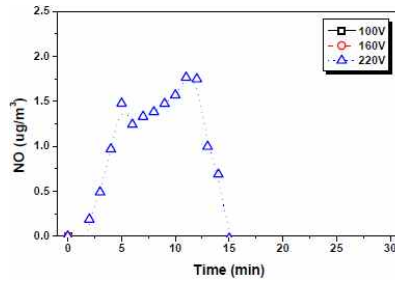
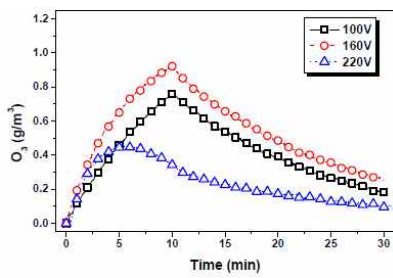
- 간접처리 방식의 플라즈마 (type 3 및 4) 소스 제작 및 평가
 - Dielectric barrier discharge(DBD) 방식을 이용한 안정적인 플라즈마 발생 및 주입가스의 순환을 통한 간접적인 플라즈마 처리
 - 주입가스의 유량과 일차측(Slidacs) 전압에 따른 플라즈마 방전전압 측정
 - 유량이 높아질수록 방전전압이 낮아지며, 5 liter/min 이상의 유량에서는 거의 동일한 방전전압이 측정됨 (일정 유량 이상에서는 플라즈마 방전 특성에 영향을 주지 않음)



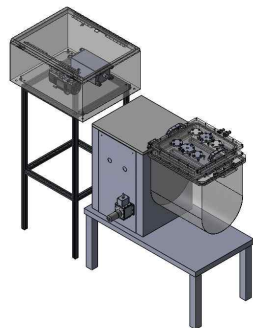
- 전기 안전성 확보를 위해서 고전압이 인가되는 연결단에 shielding 구조물을 가짐
- 대기압에서의 플라즈마 처리뿐만 아니라 진공 혹은 양압에서도 운영될 수 있도록 sealing 구조물을 적용하였으며, 이를 통해 누설되는 가스 없이 안정적인 처리가 가능함
- 플라즈마 발생장치 외형은 다음과 같음



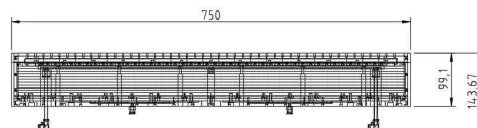
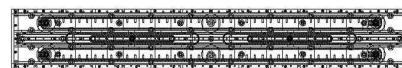
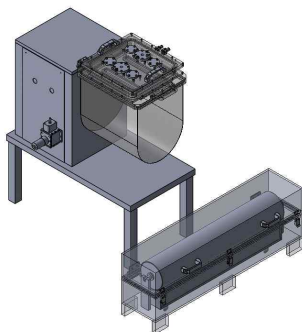
- 6 liter/min 조건에서 인가 전압에 따른 O₃, NO, NO₂ 농도 변화를 측정하였으며, NO₂는 전압에 비례하여 증가함을 확인
- 실험은 10분 방전 후 20분간 정지하였으며, 방전시 2 lpm의 외부 air를 주입하다가, 방전 종료시 외부 air 차단하여 측정함



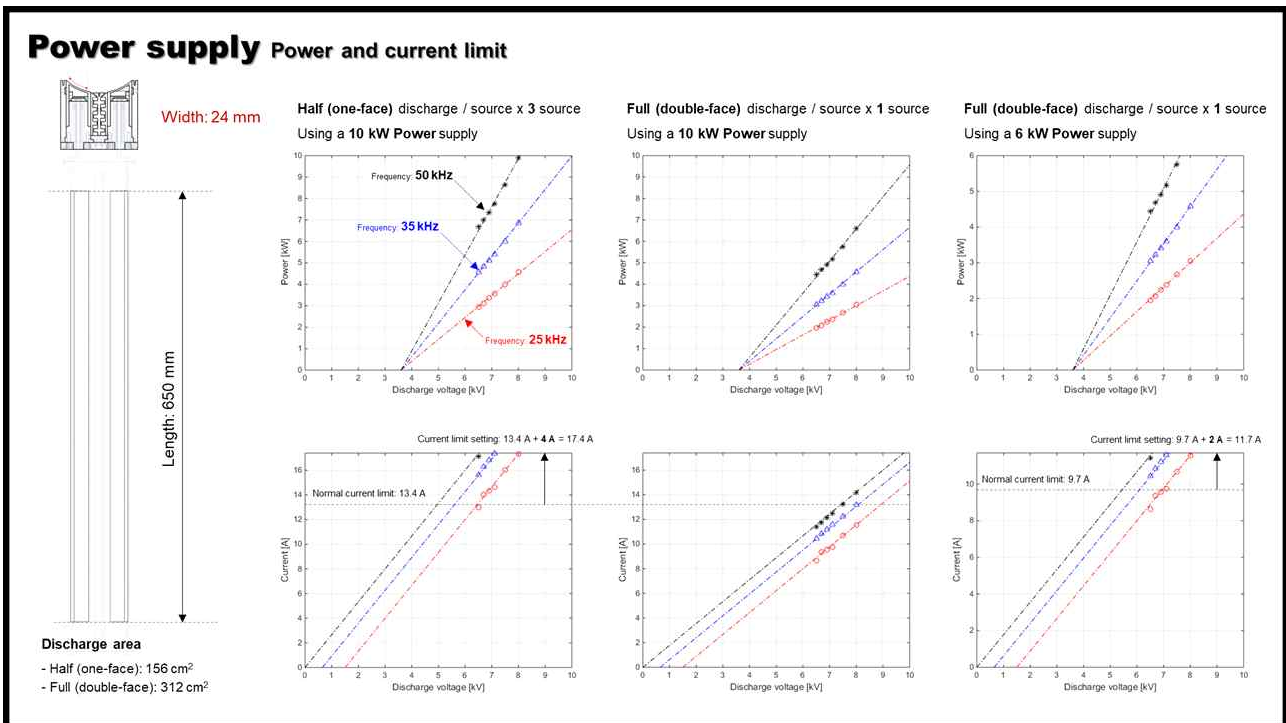
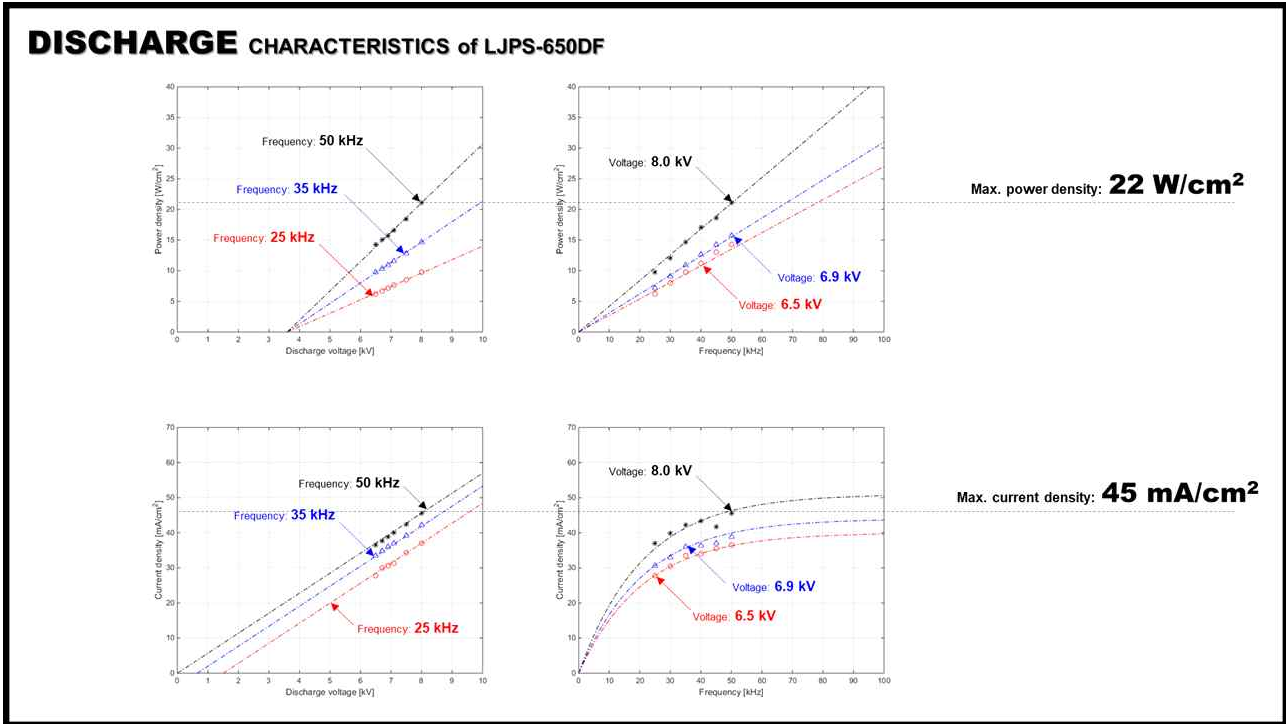
- 간접처리 방식의 실험 장치 concept은 다음과 같음



- o 플라즈마 장치 type 2를 기본으로 하여, 양산에 적합한 대용량 방전과 염지 성능에 유리할 것으로 판단되는 간접 처리 방식을 동시에 적용하여 3차년도 연구개발 준비

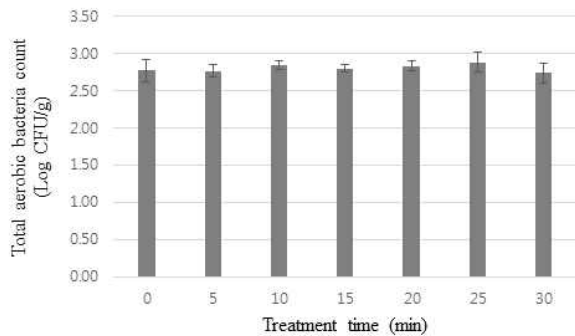


- 대용량 양산 장비 개발에 대비하여, 플라즈마 방전영역 650mm 수준의 장치를 설계 및 프로토타입 제작하여 전력 및 전류 특성을 평가함
- Double-face 전극을 모두 활용한다면 10kW 이상의 고용량 전원이 필요할 것으로 판단됨
- 대용량 플라즈마 소스의 방전 특성은 다음과 같이 측정됨

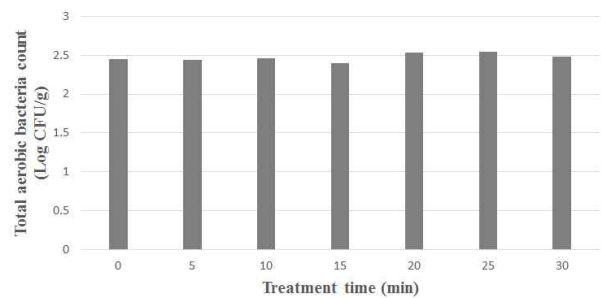


2-4. 살균 성능평가

- 플라즈마 처리에 따른 식육균질물내 총 호기성 미생물 증식변화 측정
 - 식육 균질물내 총 호기성 미생물 함량을 측정하기 위해 식육균질물 3g에 멸균된 식염수 (0.9%, NaCl) 27mL을 첨가하여 Bag mixer[®](Model 400, Interscience, France)를 이용하여 3분간 혼합한 후 십진희석법으로 희석한 희석액을 배지에 도말함
 - 본 실험에 사용한 배지는 total plate count agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA) 사용
 - 미생물의 증식은 표준 한천배양방법으로 37℃에서 48시간 동안 배양한 후 30~300개의 집락을 형성한 배지만 계수하여 시료 1g 당 colony forming unit(CFU)로 나타냄
 - 플라즈마 type 1 및 2를 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리에 따른 식육 균질물내 총 호기성 미생물의 증식 변화는 없는 것으로 확인됨



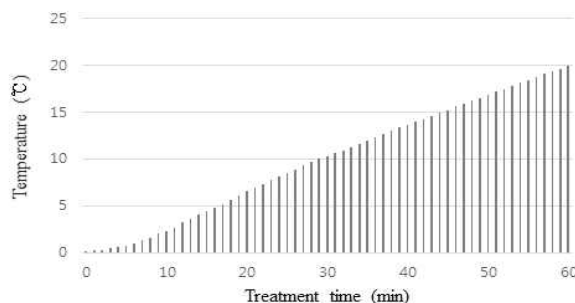
호기성 미생물 증식변화 [Type 1]



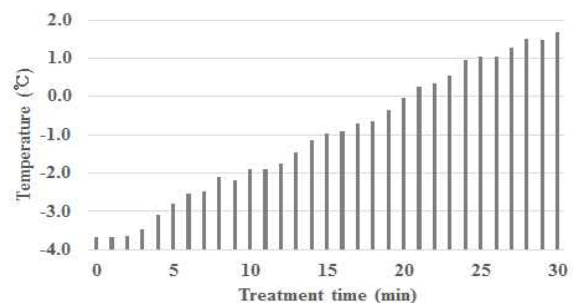
호기성 미생물 증식변화 [Type 2]

2-5. 초기 공정기술 개발

- (플라즈마 처리 후 처리시간별 식육 균질물의 이화학적 변화 측정 및 성능 평가) 식육 균질물의 온도 변화 측정 및 식육 균질물의 pH 변화 측정 진행
- 플라즈마 처리에 따른 식육균질물 온도 변화
 - 플라즈마 type 1 을 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리 30분 후 균질물의 온도가 10℃를 넘는 것으로 확인되어 플라즈마 처리 시간을 최대 30분으로 고정
 - 플라즈마 type 2 을 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리에 의해 균질물의 온도가 크게 영향을 받지 않음



식육균질물 온도 변화 [Type 1]



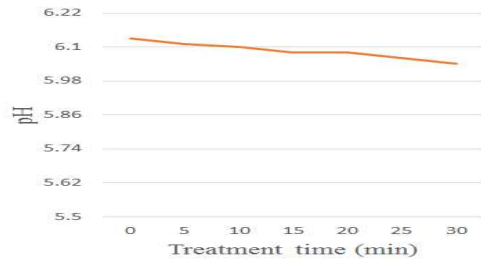
식육균질물 온도 변화 [Type 2]

- 플라즈마 처리에 따른 식육균질물 pH 변화
 - 플라즈마 type 1 을 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리 30분 후 균질물의 pH가 처리전 6.0에서 5.92로 하락함

- 플라즈마 type 2 을 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리 30분 후 균질물의 pH가 처리전 6.13에서 6.04로 하락함

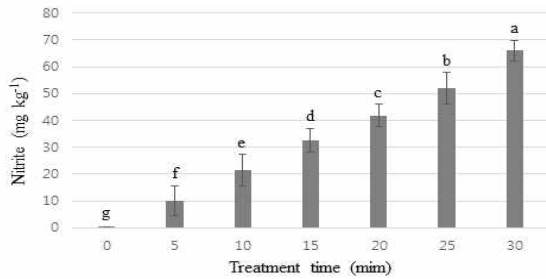
	Treatment time (min)						
	0	5	10	15	20	25	30
pH	6.00 ± 0.02 ^a	5.98 ± 0.03 ^a	5.98 ± 0.03 ^a	5.97 ± 0.01 ^a	5.95 ± 0.02 ^a	5.93 ± 0.02	5.92 ± 0.03
Loss of mass (%)	41.5 2 ± 2.76	39.4 8 ± 3.30	38.5 2 ± 1.29	38.1 7 ± 1.89	39.8 4 ± 1.66	38.6 7 ± 1.10	39.6 8 ± 3.12

식육균질물 pH 변화 [Type 1]

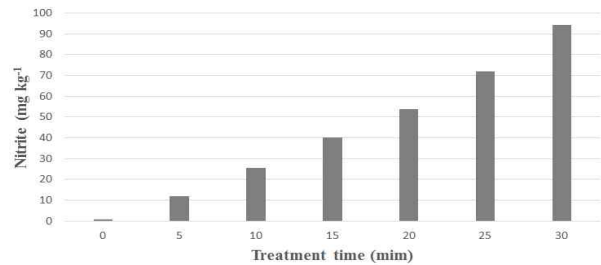


식육균질물 pH 변화 [Type 2]

- o (플라즈마 처리 후 처리시간별 식육 균질물의 이화학적 변화 측정 및 성능 평가) 식육 균질물내 아질산 이온 함량 측정 진행
- o 플라즈마 처리에 따른 식육균질물내 아질산 이온 함량 변화
 - 플라즈마 type 1 을 이용하여 균질물 직처리 결과 플라즈마 처리시간 증가와 함께 균질물내 아질산 이온 함량이 증가함이 확인되었으며, 처리 30분후 아질산 이온 함량이 70 ppm에 도달함
 - 플라즈마 type 2의 경우 또한 플라즈마 처리시간 증가와 함께 균질물내 아질산 이온 함량이 증가함이 확인되었으며 처리 25분 후 아질산 이온 함량이 70 ppm에 도달하였고 처리 30분 후 아질산 이온 함량이 94 ppm으로 확인됨

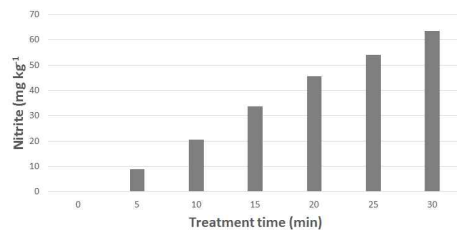


식육 균질물내 아질산 이온 함량 측정 [Type 1]



식육 균질물내 아질산 이온 함량 측정 [Type 2]

- o (플라즈마 처리 후 처리시간별 식육 균질물의 이화학적 변화 측정 및 성능 평가) 가열 식육 균질물내 잔존 아질산 이온 함량 측정, 가열 식육균질물의 육색 측정, 가열 식육균질물의 가열감량 측정 진행
- o 플라즈마 처리된 식육균질물의 가열 후 잔존 아질산 이온함량 변화의 경우 플라즈마 type 2 를 이용하여 처리된 식육균질물의 가열 후 잔존 아질산 이온 함량은 플라즈마 처리시간에 비례하여 증가함이 확인되었으며 25분 처리의 경우 54 ppm 30분 처리의 경우 63ppm의 아질산 이온이 잔존함이 확인됨



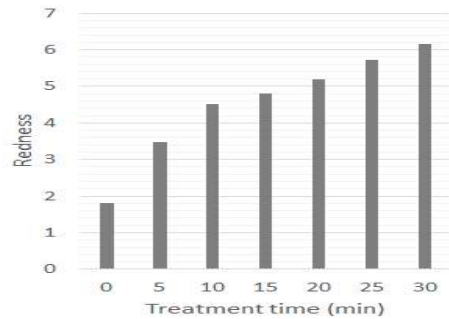
잔존 아질산 이온 함량 측정 [Type 2]

o 플라즈마 처리된 식육균질물의 가열 후 육색측정

- 플라즈마 type 1 및 2에 의해 처리된 식육 균질물을 가열한 결과 처리시간 증가와 함께 가열 식육 균질물의 적색도가 증가함이 확인됨

		Treatment time (min)						
		0	5	10	15	20	25	30
<i>L</i> <i>*</i>		70.2	70.4	70.4	69.6	69.9	69.5	69.4
		9 ±	5 ±	1 ±	8 ±	8 ±	6 ±	6 ±
		0.53	0.53	0.51	0.95	0.65	0.88	1.07
<i>a</i> <i>*</i>		2.13	3.98	5.03	5.96	6.60	6.98	7.20
		±	±	±	±	±	±	±
		0.57 ^f	0.62 ^e	0.67 ^d	0.64 ^c	0.54 ^b	0.37 ^a	0.32 ^a
<i>b</i> <i>*</i>		14.9	13.1	12.4	12.3	11.9	11.6	11.9
		5 ±	6 ±	8 ±	1 ±	0 ±	7 ±	2 ±
		0.51 ^a	0.38 ^b	0.66 ^c	0.51 ^c	0.37 ^c	0.11 ^d	0.41 ^c

가열 후 육색측정 [Type 1]



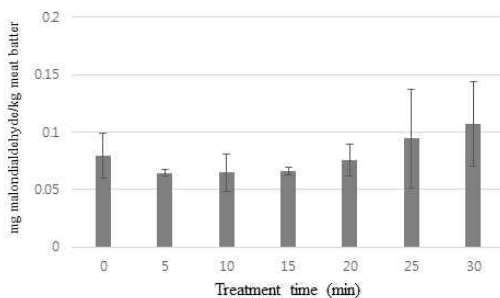
가열 후 육색측정 [Type 2]

o 플라즈마 처리된 식육균질물의 가열 후 가열감량 변화

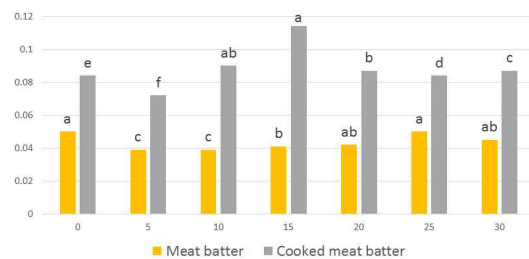
- 플라즈마 type 1 및 2에 의해 처리된 식육 균질물을 가열한 결과 가열감량은 플라즈마 처리에 의해 영향을 받지 않음이 확인됨

o 플라즈마 처리에 따른 식육균질물의 지방산패도 결과

- 플라즈마 type 1 및 2를 이용하여 처리된 식육균질물의 지방산패도 측정 결과 처리시간에 따른 영향은 없는 것으로 확인됨
- 플라즈마 type 2를 이용하여 처리된 식육균질물의 가열 후 지방산패도 측정 결과 플라즈마 처리 및 처리시간 증가에 따른 지방산패도 차이가 없는 것으로 확인됨



지방산패도 측정 [Type 1]



지방산패도 측정 [Type 2]

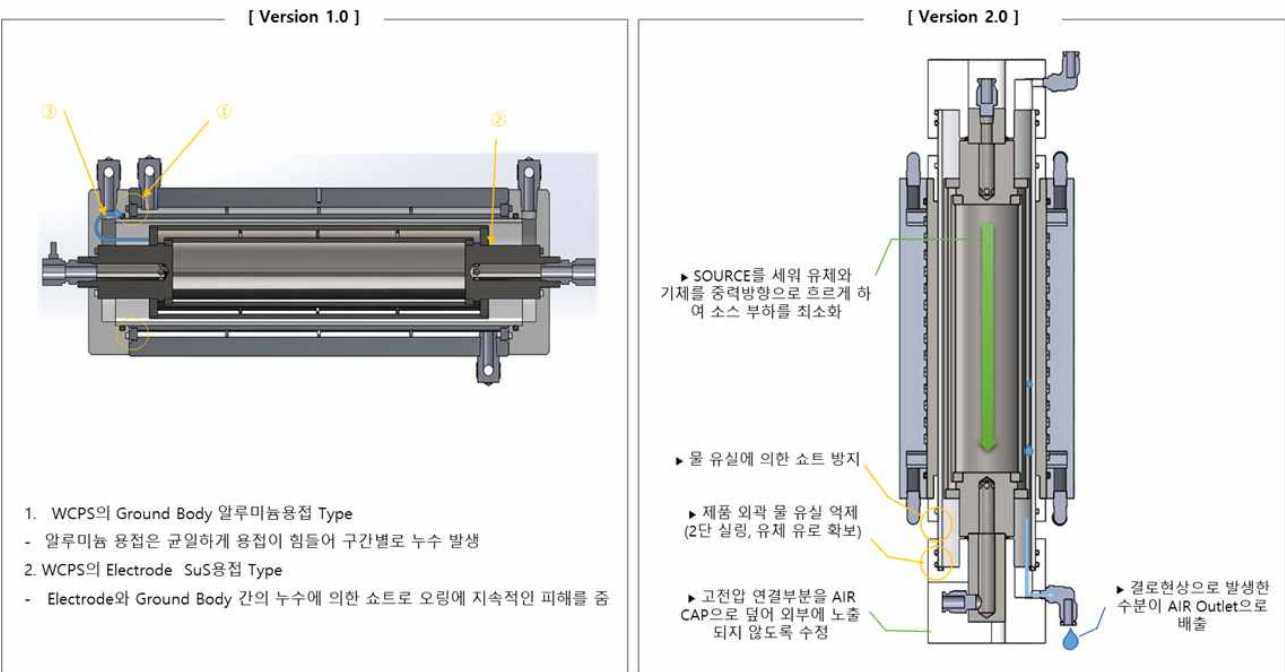
2-6. 양산 장비 개발/평가

- o 스마트염지 양산 장비 설계 : Type 2를 응용, 간접처리 방식의 대용량의 플라즈마 소스 제작 및 power 추정/선정
- o 양산 장비 개발을 위한 project 활동기술서 작성

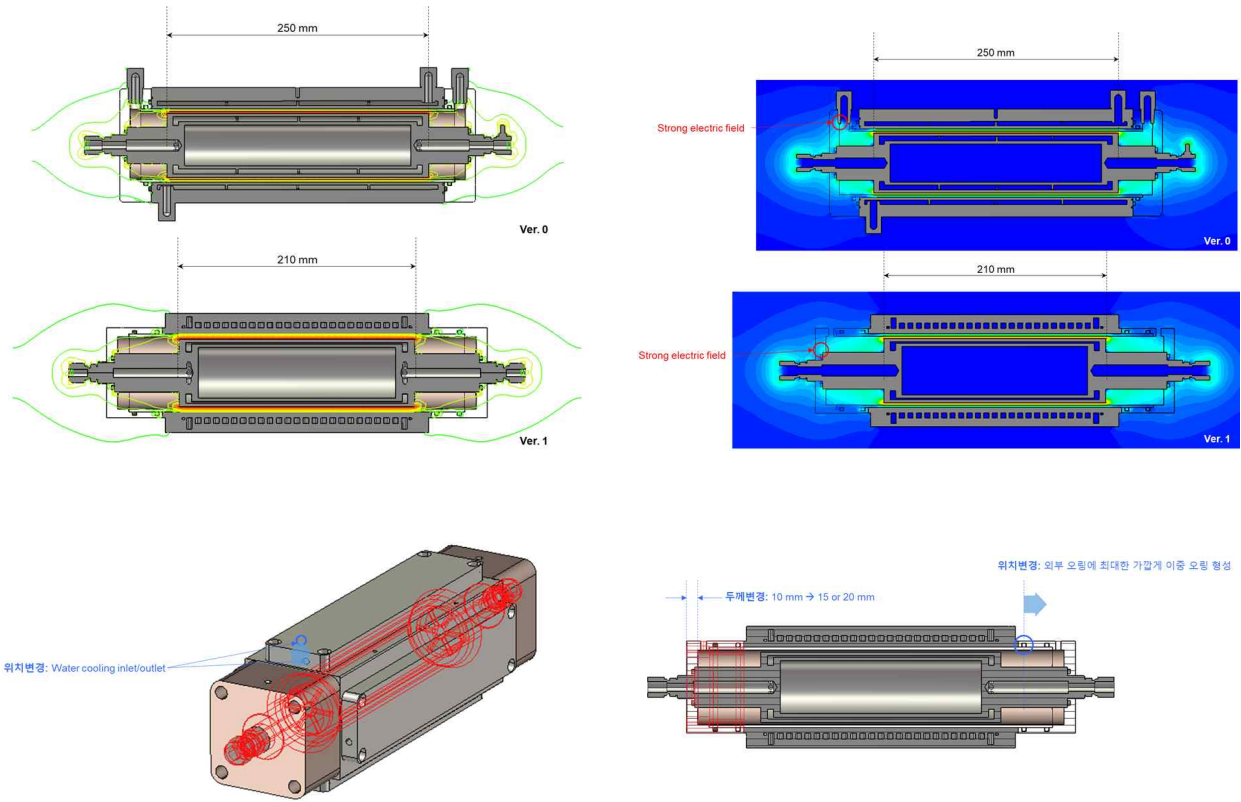
[i-PET] Project 활동기술서																													
과제명 (PJT명)	고부가가치식품기술개발사업																		작성일	17.12.21									
활동 (Activity) 명	플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발																		담당자	이중현									
목적	육가공 식품 산업 대응 가능한 장비 기술 확보																		기간	17 Week (1/1~4/30)									
실행 과제 & 세부 내용	Week																								비용 (천원)	현재 수준	목표	최종 산출물	
스마트 염지 장비	설계	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	(직접비) 90,134 (간접비) 4,200 (목표금액) 50,000	1. 중남대 실험 가능 수준의 플라즈마 소스 개발 2. 현장 적용 평가 결과 확보 3. 식품 산업에 대한 이해도 및 정보 부족	1. 창업 초기 개발 모델 대비 신뢰성, 편의성 높은 장비 개발 2. 식품별 평가 보고서 3. 식품별 평가 결과 확보 4. Marketing 기초 자료 5. Marketing 가능한 수준의 장비 개발	1. 장비 제작 도면 1set 2. 염지 시제품 1대 3. 식품별 평가 보고서 4. Marketing 기초 자료 5. 과제 최종보고서
	가공/구매/발주/입고																												
	조립																												
	장비 및 소스 Test																												
식품별 공정 Test																													
현장 적용 평가																													
Marketing 및 시제품																													

What ?	How ?	Project 진행 구성원			
◆ As is 1. 염지 기술력 신뢰성 강화 필요 2. 식품별 평가 자료 확보 필요 3. 플라즈마 소스 및 장비 성능 신뢰성 향상 필요 ◆ To be 1. 합성아질산나트륨을 대체할 수 있는 플라즈마 염지 기술 개발 2. 스마트 염지 장비 제작/평가 3. 스마트 염지 가공식품 개발 및 평가 (중남대)	P 1. 식품 관련 장비 기술 조사 2. (중남대) 식품 평가 결과를 바탕으로 장비 개발 방향 설정 D 1. 스마트 염지장비 사양 분석, 설계 및 제작 2. 스마트 염지장비 평가 및 최적화 진행 C 1. 가공 식품별 최적 공정 평가 2. 플라즈마 소스 평가 및 개선안 도출 A 1. 수요기업 및 소비자 기호도 평가 2. Marketing 및 시제품 개발	업무 인원 역할 기획 1 전반적인 기술 개발 Leading 설계 2 설계/건축/제작/납품/설치 제어 1 외주 활용 개발 진행 공정 1 플라즈마 소스 및 장비 평가 구매 1 발주 및 비용 정리 영업 0 - 지원 1 식품별 공정 평가 (중남대)			
Development Result ?		회사 지원 요청 사항	Bottleneck		
정량적 1. 과제 정량적 목표 100% 달성 2. 과제 최종 보고서 1부 3. 고객 대상 품명회 1회	정성적 1. 창업 초기 개발 모델 대비 신뢰성, 편의성 등 개선된 장비 2. 가공 식품별 공정 평가 결과를 바탕으로 소비자 평가 3. 장비 marketing 기반 마련	1. 매주간 경과 Review 시 의견 요청 2. 장비 관련 별도 디자인 필요시 지원 3. 중남대 교수님 수요기업 발굴을 위한 마팅 지원 4. 창업 초기 모델 제작 관련 자료	1. 식품 산업 이해도 낮음 2. 스마트 염지 기술 이해도 부족 3. 중남대 실험/평가 일정 추정 어려움 - 중남대 평가에 따라 전체 일정 단축 또는 지연 발생 가능 4. 개발 target 시장 정보 부족		

- o Pilot 장치 개발 과정에서 도출된 issue를 반영하여 간접처리 방식의 플라즈마 발생원 설계 진행



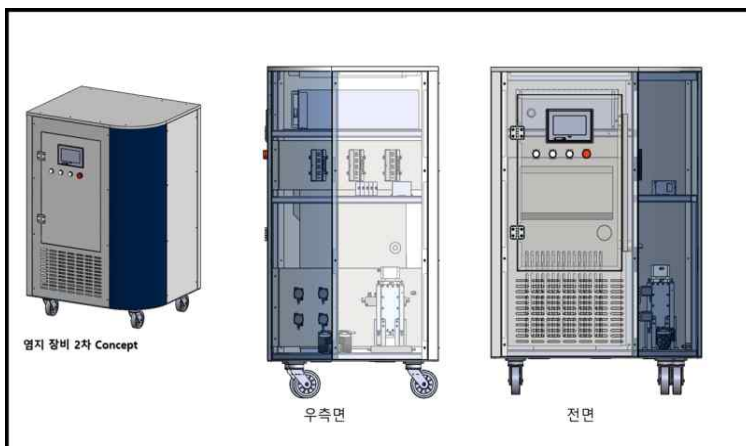
o Electric field 해석 결과를 바탕으로 간접처리 방식의 플라즈마 발생원 개선 진행



o 스마트 염지 공정에 필요한 모니터링 및 제어 항목 도출

- 모니터링 항목 : 가스온도, 칠러온도, 실험시간, 가스유속, 플라즈마 출력
- 제어 항목 : 칠러온도, 실험시간, 가스유속, 솔레노이드 밸브, 플라즈마 출력

o 최종 장비 concept 및 실제 제작된 장치

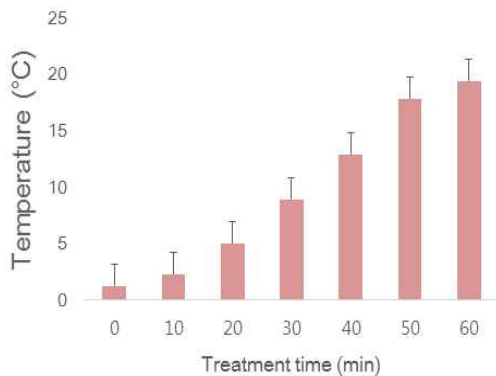


- 최종 제작된 장치는 협동연구기관 충남대학교에 설치
- 수요기업 시연회에 활용되었으며, 스마트 염지 장비의 사업화 기반 마련에 활용중임
- 과제 종료 후에도 협동연구기관에서 지속적인 연구개발에 활용할 예정임

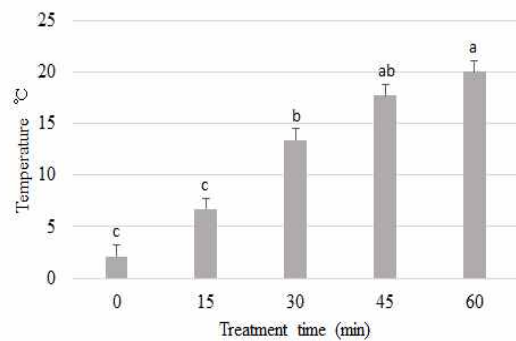
2-7. 최적화 공정기술 개발

o 플라즈마 (type 3 및 4) 처리시간별 식육 균질물의 이화학적 변화 측정 및 성능 평가 진행함

- o 플라즈마 처리에 따른 식육균질물 온도 변화 측정은 다음과 같은 방법으로 진행
 - 플라즈마 처리에 따른 식육 균질물의 온도는 플라즈마 처리중 1분 간격으로 측정
 - 케이블 타입 프로브(thermocouple type K)를 플라즈마 처리 믹서 바닥에 부착 후 디지털 온도계(YF-160A, Koang Yee Enterprise Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 연결하여 온도를 측정
 - 플라즈마 type 3: 플라즈마 처리 40분 후 균질물의 온도가 10℃를 넘는 것으로 확인
 - 플라즈마 type 4: 플라즈마 처리 30분 후 균질물의 온도가 13℃를 넘는 것으로 확인

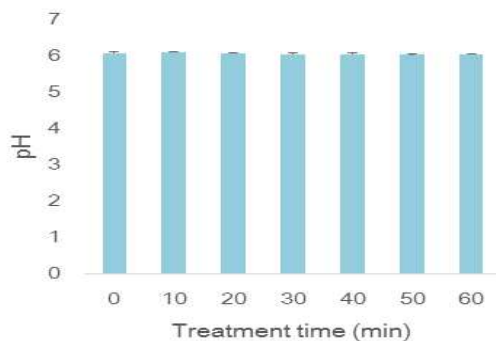


식육균질물 온도 변화 [Type 3]

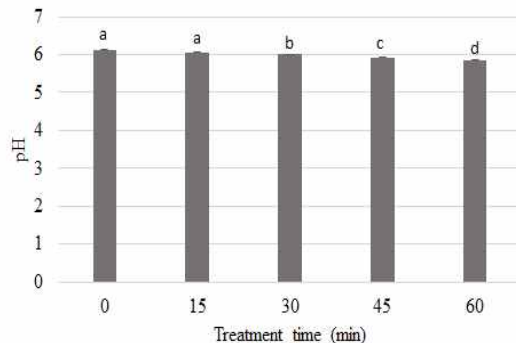


식육균질물 온도 변화 [Type 4]

- o 플라즈마 처리에 따른 식육균질물 pH 변화는 다음과 같이 측정함
 - 플라즈마 처리된 식육균질물 1 g을 증류수 9 mL과 혼합하여 균질 후 균질액을 원심분리기 (T25 basic, Ika co., Germany)로 3,000×g에서 10분간 분리하였으며 이를 여과지를 이용하여 여과
 - 여과액의 pH를 pH meter(750P, Istec co., Korea)로 측정
 - 플라즈마 type 3: 균질물 pH 변화가 없음을 확인
 - 플라즈마 type 4: 균질물 간접처리 결과 플라즈마 처리 30분후부터 균질물의 pH가 감소함을 확인



식육균질물 pH 변화 [Type 3]



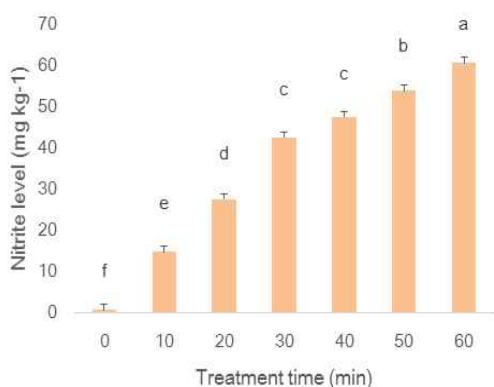
식육균질물 pH 변화 [Type 4]

- o 플라즈마 처리에 따른 식육균질물내 아질산 이온 함량 변화는 다음과 같은 방법으로 측정
 - 아질산이온 함량은 식품공전상의 Diazotization 방법을 이용하여 측정

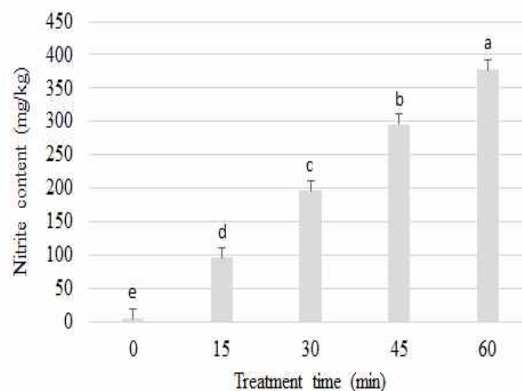
- 시료 10 g을 80°C의 증류수와 200 mL 메스플라스크에 혼합 후 0.5 N NaOH 10 mL과 12% ZnSO₄ 10 mL을 첨가하여 80°C에서 20분간 중탕
- 중탕 후 냉각하고 ammonium acetate 20 mL을 넣고 최종 부피를 200 mL이 되게 희석
- 내용물을 잘 혼합하여 10분간 방치 후 여과하여 최초의 여액 20 mL은 버리고 맑은 여액을 시험용액으로 함
- 시험용액 20 mL에 sulfanilamide solution 1 mL과 N-(1-naphtyl) ethylenediamine solution 1 mL에 물을 넣어 25 mL로 하고 잘 섞어 발색시켜 20분간 방치 후 540 nm에서 흡광도 측정
- 이 때 샘플 내의 아질산이온 함량은 아질산 표준액을 순차적으로 취해 흡광도 측정치인 검량선을 미리 구하고 검체중의 흡광도 측정치를 대입하여 아질산 이온의 농도를 산출

○ 플라즈마 처리 방식에 따른 식육균질물내 아질산 이온 발생량은 다음과 같이 확인됨

- 플라즈마 type 3: 플라즈마 처리 60분 후 아질산 이온 60 mg/kg 생성을 확인하였으며, 육가공품 제조시 30분 처리가 적절한 것으로 확인
- 플라즈마 type 4: 플라즈마 처리 15분후 아질산 이온이 95 mg/kg 생성됨이 확인되었으며, 플라즈마 처리 60분후 균질물내 377 mg/kg의 아질산 이온이 발생함이 확인됨



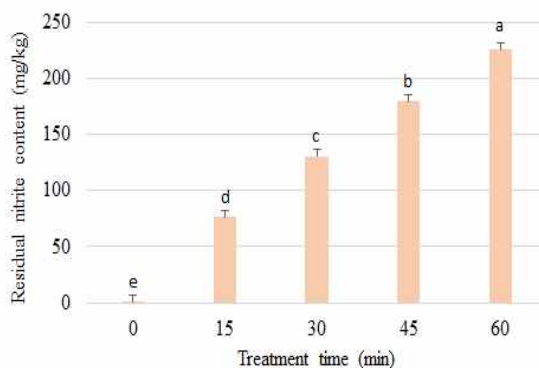
식육균질물내 아질산 이온 발생량 [Type 3]



식육균질물내 아질산 이온 발생량 [Type 4]

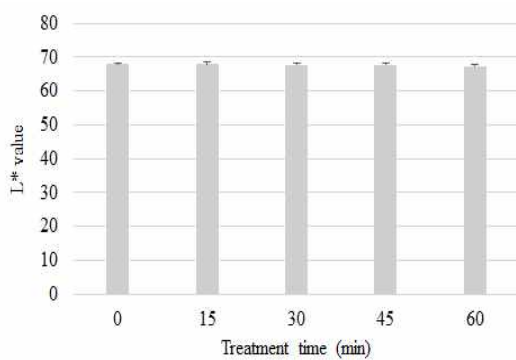
○ 플라즈마 처리후 가열식육균질물내 잔류 아질산 이온 함량 확인 (Type 4)

- 플라즈마 type 4: 플라즈마 간접처리된 균질물의 가열 후 잔류 아질산 이온 농도 확인결과 처리 15분에서는 76 mg/kg, 처리 60분에서는 225 mg/kg의 아질산 이온이 잔류함을 확인

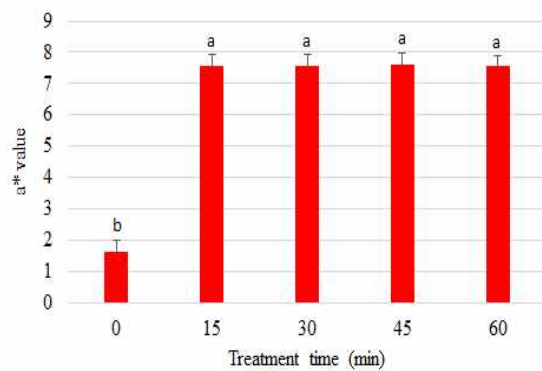


아질산 이온 잔류량 [Type 4]

- 플라즈마 처리에 따른 식육균질물의 염지육색 발현은 다음과 같은 방법으로 측정
 - 가열 식육 균질물의 육색측정을 위해 식육균질물 30 g을 진공포장 하여 85°C 항온수조에서 20분간 가열
 - 가열 한 식육균질물을 냉수를 이온 냉각 후 포장지와 표면 수분 제거
 - 가열 식육균질물의 표면 색을 색차계(Colorimeter, Model CM-3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 CIE L*(명도), a*(적색도), b*(황색도) 값을 측정
 - 결과 값은 Spectra Magic Software(Minolta, Jpan)로 자동분석 하였고 각 시료의 다른 2곳을 측정 하여 그 평균값을 최종 결과 값으로 함
- 플라즈마 처리된 가열 식육 균질물의 육색 측정 (Type 4)
 - 플라즈마 처리시간 증가에 따른 가열 식육 균질물의 명도값은 차이가 없음이 확인되었으며, 적색도의 경우 대조구와 비교하여 증가함이 확인됨



가열 식육 균질물 명도값 [Type 4]



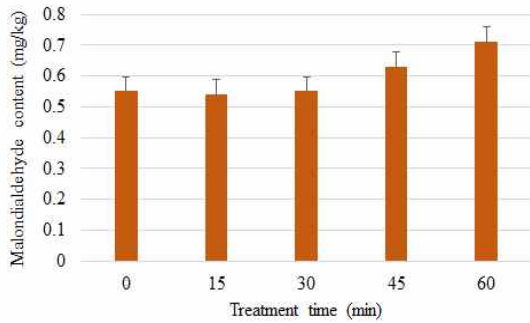
가열 식육 균질물 적색도 [Type 4]

- 플라즈마 처리된 가열 식육 균질물의 지방 및 단백질 산패도는 다음과 같은 방법으로 측정함
 - 식육균질물의 지방산패도 측정은 Jung et al (2016)의 방법에 따라 식육균질물내 malondialdehyde (MDA) 함량 측정을 통해 실시
 - 시료 3 g에 증류수 6 mL와 7.2% BHT 50 μ L을 넣어 16,000 rpm에서 1분간 균질한 후 균질액 500 μ L을 micro tube에 옮겨 담고 6 M NaOH 100 μ L를 첨가한 후 60°C의 항온수조에서 45분간 중탕
 - 중탕한 시료를 실온에서 냉각 시킨 후 1 mL의 acetonitrile을 tube에 첨가하여 혼합
 - 원심분리기(HM-150IV; Hanil)로 1,300 \times g으로 10분간 원심분리
 - 원심분리 후 MDA가 추출 된 상층액을 0.2 μ m syringe filter로 여과 하여 HPLC(ACME 9000, Yunglin Instruments Inc., Gyeonggido, South Korea)에 주입
 - 샘플 내의 MDA 함량은 MDA 표준액을 순차적으로 취해 검량선을 미리 구하고 검체 중의 측정치를 대입하여 MDA의 함량을 산출
 - 식육균질물의 단백질 산패도 측정은 Armenteros et al (2016)의 방법에 따라 식육균질물내 carbonyl 함량 측정을 통해 실시
 - 시료 1 g을 20 mM sodium phosphate buffer 10 mL과 혼합하여 균질
 - 2개의 Eppendorf tube에 균질액 0.2 mL을 취한 후 단백질 침전을 위해 10% trichloroacetic acid 1 mL 혼합 및 원심분리
 - 단백질 함량 측정 tube에는 2 M HCl 1 mL을 넣고, carbonyl 분석 tube에는 DNPH를 넣어 carbonyl을 유도체화함

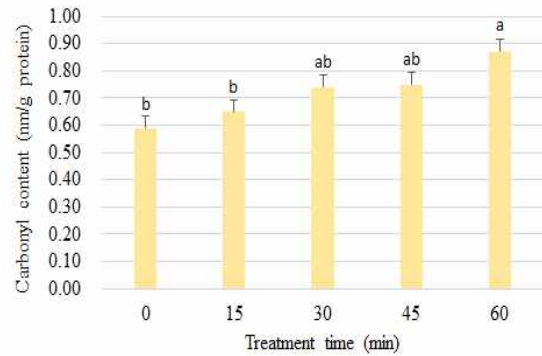
- 원심분리 후 침전된 pellet을 6 M guanidine hydrochloric acid를 이용 용해
- 단백질 함량은 분광광도계를 이용 280 nm에서 측정하며 carbonyl 함량은 370 nm에서 측정

o 플라즈마 처리된 가열 식육 균질물의 지방 및 단백질 산패도 측정 (Type 4)

- 지방 산패도 변화가 없음을 확인
- 플라즈마 처리 60분된 식육균질물에서 가열 후 단백질 산패도가 증가함을 확인



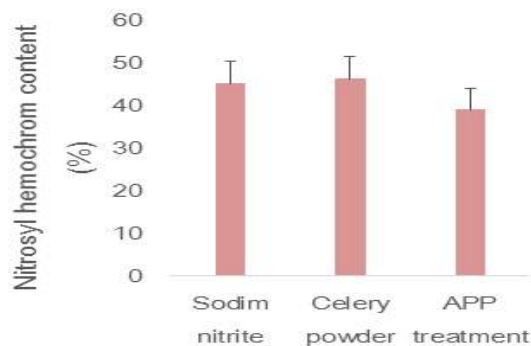
가열 식육 균질물 지방 산패도 [Type 4]



가열 식육 균질물 단백질 산패도 [Type 4]

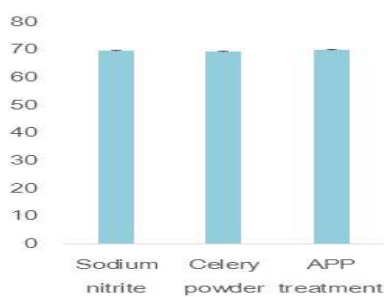
o 플라즈마(type 3) 직처리를 통해 제조된 캔햄의 이화학적 품질특성 측정

- 플라즈마 처리, 아질산염, 셀러리 분말을 이용 염지된 캔햄의 염지육색소 함량에 차이가 없음이 확인됨

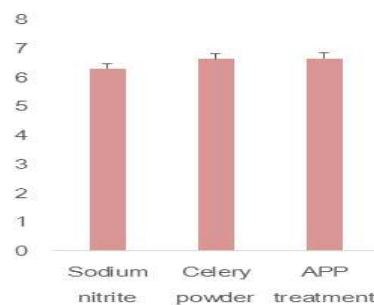


염지육색소함량 측정 [Type 3]

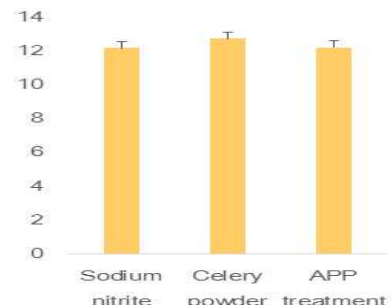
- 플라즈마 처리, 아질산염, 셀러리 분말을 이용 염지된 캔햄의 명도, 적색도 및 황색도에 차이가 없음이 확인됨



명도 [Type 3]

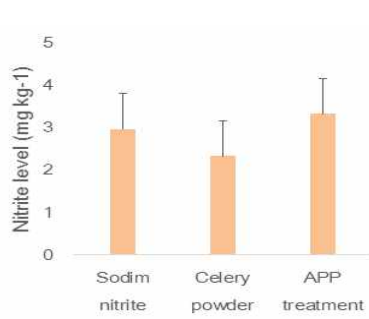


적색도 [Type 3]

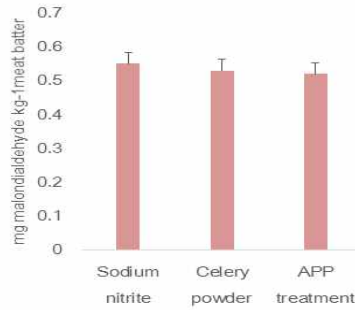


황색도 [Type 3]

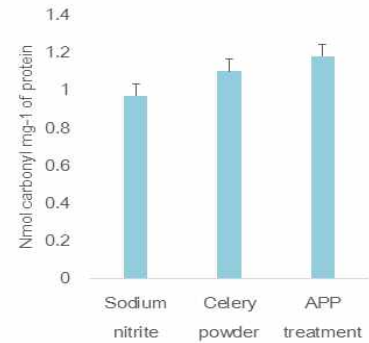
- 플라즈마 처리, 아질산염, 셀러리 분말을 이용 염지된 캔햄의 잔류 아질산 이온 함량, 지방 및 단백질 산패도 측정에 차이가 없음이 확인됨



이온 함량 [Type 3]



지방 산패도 [Type 3]



단백질 산패도 [Type 3]

- 플라즈마 처리, 아질산염, 셀러리 분말을 이용 염지된 캔햄의 기계적 조직감 측정 결과 경도, 탄성도, 응집성, 검성 및 씹힘성 모두에서 차이가 없는 것으로 확인됨 (Type 3)
- 플라즈마 처리, 아질산염, 셀러리 분말을 이용 염지된 캔햄의 관능평가 결과 육색, 풍미 및 조직감에서 염지방방법 차이에 따른 차이는 없는 것으로 확인됨 (Type 3)
- 그러나 캔햄의 맛 및 종합적 기호도에서 플라즈마 처리를 통해 제조된 캔햄이 아질산염을 이용하여 염지 및 제조된 캔햄보다 높은 점수를 받음

Treatments	Hardness (N/cm ²)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Sodium nitrite	50.28	0.60	0.21	10.56	6.39
Celery powder	47.90	0.63	0.21	10.35	6.49
APP ¹	50.10	0.68	0.22	10.90	7.35
SEM ²	2.086	0.027	0.011	0.819	0.628

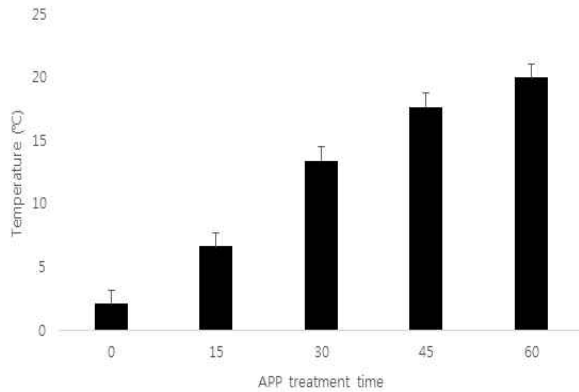
기계적 조직감 측정 [Type 3]

Treatments	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Sodium nitrite	4.89	4.16	3.95 ^b	5.14	4.31 ^b
Celery powder	5.04	5.32	5.01 ^a	5.35	5.31 ^a
APP ¹	4.99	5.37	5.06 ^a	5.25	5.26 ^a
SEM ²	0.211	0.270	0.277	0.300	0.267

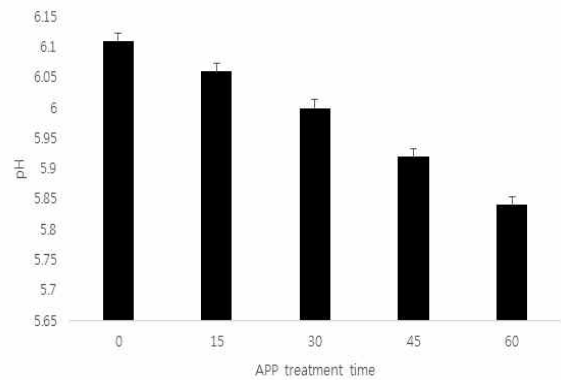
관능 평가 [Type 3]

2-8. 플라즈마 간접 처리 염지 공정 평가

- 플라즈마 간접 처리에 따른 식육균질물 온도 변화 측정 결과, 플라즈마 처리시간 증가와 함께 식육균질물의 온도가 증가함이 확인되었으며, 기존 직처리 방식과 유사하게 온도가 증가하였음
- 플라즈마 간접 처리에 따른 식육균질물 pH 변화 측정 결과, 플라즈마 처리시간 증가와 함께 식육균질물의 pH가 감소함이 확인됨
- 그러나 처리 30분 후에도 식육균질물의 pH가 6 이상으로 나타났으며, 해당 조건하에서는 식육균질물내 생성된 아질산 이온이 일산화질소로의 환원이 촉진되지 않는 조건임

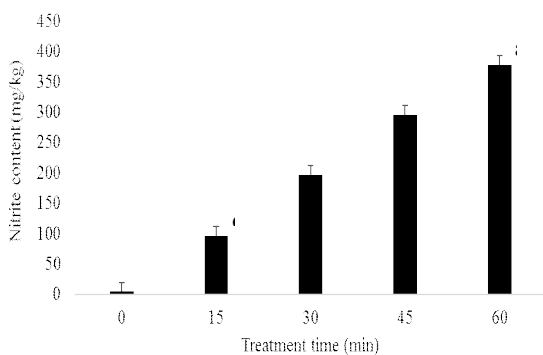


식육균질물 온도 변화

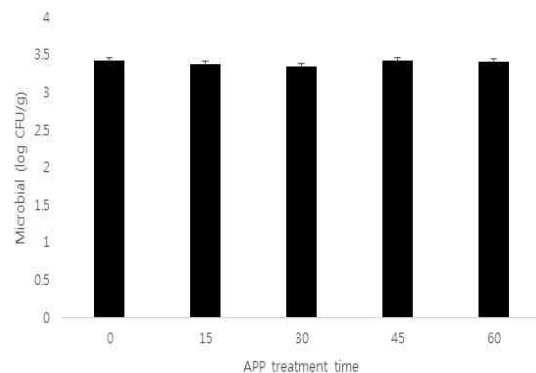


식육균질물 pH 변화

- 플라즈마 간접 처리에 따른 식육균질물내 아질산 이온함량 변화
 - 플라즈마 처리시간 증가와 함께 식육균질물내 아질산 이온 함량이 증가함이 확인되었으며, 플라즈마 처리 15분후 아질산 이온 함량이 100 ppm 수준에 도달함
 - 기존 직처리 방식의 이용시 동일한 조건하에서 처리 30분후 식육균질물내 아질산 이온 함량이 42 ppm 수준이었던 것을 고려하면 간접처리 방식이 직처리 방식과 비교하여 염지 효율이 우수하다고 할 수 있음
- 플라즈마 간접 처리에 따른 식육균질물내 총 호기성 미생물 변화 분석
 - 플라즈마 처리에 따른 살균 효과는 나타나지 않음, 이는 기존의 직처리 방식과 동일한 결과임
 - 식육균질물 제조 및 플라즈마 처리시 식육균질물이 지속적으로 혼합됨에 따라 플라즈마내 항균활성 물질에 노출이 제한적이며 이로 인해 살균효과가 나타나지 않음



식육균질물 아질산 이온 함량



식육균질물내 총 호기성 미생물 변화

- 플라즈마 간접 처리된 식육균질물의 가열후 육색 변화 측정 결과, 플라즈마 처리시간에 따른 명도 및 황색도의 유의적인 차이는 없었으나, 처리 15분된 식육균질물에서 플라즈마 처리하지 않은 대조구와 비교하여 적색도가 증가함이 나타남
- 플라즈마 간접 처리된 식육균질물의 가열후 지질 및 단백질 산패도 측정 결과, 플라즈마 처리에 따른 지질산패의 증가는 나타나지 않음
 - 플라즈마 처리시간 증가와 함께 단백질 산패도가 증가함이 나타남
 - 그러나 플라즈마 처리 45분까지는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 아질산이온 생성량을 고려하였을 때 플라즈마 처리 15분후 아질산 이온이 목표 함량 이상으로 증가하였기 때문에 플라즈마 간접처리 염지 공정 이용시 단백질 산패도의 증가는 없다고 할 수 있음

Time	L* value	a* value	b* value
0	67.85	1.62b	13.66ab
15	67.97	7.57a	11.06d
30	67.79	7.57a	11.98cd
45	67.62	7.62a	12.74bc
60	67.21	7.55a	14.85a
SEM ^x	0.494	0.356	0.331

식육균질물의 가열후 육색 변화

Time	Malondialdehyde content (mg/kg)	Carbonyl content (nmol/mg)
0	0.55	0.59b
15	0.54	0.65b
30	0.55	0.74ab
45	0.63	0.75ab
60	0.71	0.87a
SEM ^x	0.048	0.044

식육균질물의 가열후 지질 및 단백질 산패도

2-9. 염지식육 가공품의 품질특성 평가

2-9-1. 플라즈마 간접처리 염지된 소시지의 미생물학적 특성

○ 소시지의 저장 중 미생물 증식 변화 측정

- 아질산 이온을 첨가하지 않은 대조군 및 아질산염을 첨가하여 염지한 소시지와 비교하여 플라즈마 염지된 소시지에서 총 호기성 미생물 증식의 유의적인 차이가 없었음
- 모든 처리구 및 저장 기간중 총 호기성 미생물 수가 1 log CFU/g 미만으로 나타남
- 저장중 모든 처리구에서 E. coli 및 대장균군의 증식이 없는 것으로 확인됨

Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM	Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM
NC	0.73 ^a	0.67 ^a	0.35 ^{ab}	ND ^b	0.165	NC	ND	ND	ND	ND	-
PC	0.74 ^a	0.35 ^a	0.22 ^a	0.11 ^b	0.148	PC	ND	ND	ND	ND	-
Plasma	0.37	ND	0.11	ND	0.104	Plasma	ND	ND	ND	ND	-
SEM	0.158	0.173	0.146	0.064		SEM	-	-	-	-	

호기성 미생물 증식

Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM
NC	ND	ND	ND	ND	-
PC	ND	ND	ND	ND	-
Plasma	ND	ND	ND	ND	-
SEM	-	-	-	-	

E. coli 및 대장균군의 증식

2-9-2. 플라즈마 간접처리 염지된 소시지의 이화학적 특성

○ 소시지의 저장 중 육색 변화 측정

- 저장중 소시지의 육색 변화 측정 결과 염지육색의 발현으로 인해 아질산염 및 플라즈마 처리구에서 적색도가 대조구에 비해 높음이 확인됨, 또한 저장중에도 대조구와 비교하여 유의적으로 높았음
- 아질산염과 플라즈마 처리구간에는 적색도의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 플라즈마 간접처리를 통해 효과적으로 염지가 가능함이 확인됨



육색 변화 측정

Color	Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM
L*	NC	65.43 ^{AB,c}	70.14 ^{A,b}	71.74 ^{A,a}	70.94 ^{A,ab}	0.341
	PC	64.45 ^{B, b}	70.21 ^{A, a}	70.64 ^{AB,a}	69.72 ^{AB,a}	0.391
	Plasma	66.05 ^{A, c}	68.45 ^{B, b}	69.75 ^{B,a}	68.55 ^{B,b}	0.238
	SEM	0.262	0.144	0.303	0.503	
a*	NC	2.71 ^{B,ab}	3.00 ^{B,a}	2.49 ^{B,b}	2.37 ^{B,b}	0.104
	PC	8.05 ^{A,a}	7.09 ^{A,b}	6.88 ^{A,bc}	6.38 ^{A,c}	0.146
	Plasma	7.90 ^{A,a}	7.23 ^{A,ab}	6.55 ^{A,b}	6.59 ^{A,b}	0.195
	SEM	0.144	0.088	0.127	0.221	
b*	NC	14.18 ^{A,b}	15.66 ^{A,a}	15.70 ^{A,a}	15.12 ^{A,a}	0.216
	PC	9.41 ^{B,b}	13.22 ^{B,a}	12.87 ^{B,a}	12.80 ^{B,a}	0.170
	Plasma	9.98 ^{B,b}	12.72 ^{C,a}	12.69 ^{B,a}	12.74 ^{B,a}	0.168
	SEM	0.244	0.125	0.147	0.204	

염지된 소시지의 이화학적 특성

○ 소시지의 저장 중 잔존 아질산 이온 함량 변화 측정

- 플라즈마 처리구에서 잔존 아질산 이온의 함량이 아질산염 첨가구와 비교하여 높음이 확인됨

- 저장기간 증가와 함께 아질산염 및 플라즈마 처리구에서 잔존 아질산 이온 함량이 감소하였으며, 저장 30일에는 아질산염 첨가구와 플라즈마 처리구 사이에 잔존 아질산 이온 함량의 차이가 없는 것이 확인됨
- 플라즈마 처리구에서 잔존 아질산 이온 함량이 높게 나타났기 때문에 아질산 이온 발생 수준을 낮게 조정해도 가능할 것으로 판단됨

○ 소시지의 저장 중 지질 산패도 변화 측정

- 대조구와 비교하여 아질산염 첨가구 및 플라즈마 처리구에서 지질산패도가 낮음이 확인됨, 이는 아질산 이온의 항산화활성에 따른 결과임
- 모든 저장 일차에서 아질산염 첨가구 및 플라즈마 처리구 사이에 지질산패도의 일정한 유의적인 차이가 없음이 확인됨, 이를 통해 플라즈마 간접처리 염지 공정이 아질산염을 효과적으로 대체가능함이 확인됨

Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM	Treatment	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30	SEM
NC	0.82 ^{C, a}	0.02 ^{C, c}	0.00 ^{C, c}	0.12 ^{B, b}	0.019	NC	0.73 ^{A, c}	0.82 ^{A, b}	0.96 ^{A, a}	0.74 ^{A, c}	0.017
PC	49.07 ^{B, a}	35.09 ^{B, b}	28.20 ^{B, c}	19.76 ^{A, d}	0.327	PC	0.54 ^{C, a}	0.54 ^{B, a}	0.45 ^{B, b}	0.49 ^{B, ab}	0.014
Plasma	61.25 ^{A, a}	41.89 ^{A, b}	31.17 ^{A, c}	20.40 ^{A, d}	0.308	Plasma	0.62 ^{B, a}	0.46 ^{C, c}	0.47 ^{B, b}	0.49 ^{B, b}	0.024
SEM	0.281	0.314	0.246	0.182		SEM	0.019	0.011	0.016	0.025	
잔존 아질산 이온 함량						지질 산패도 변화					

2-9-3. 플라즈마 간접처리 염지된 소시지의 관능 평가

- 관능평가는 아질산염 첨가구와 플라즈마 처리구를 3점 비교 검사법으로 분석함
- 총 3차례에 걸쳐 진행하였으며, 각 31명이 참석하여 총 93개의 결과로 분석을 진행함
- 응답결과 정답횟수는 44회로 나타났으며, 이를 카이스퀘어 검정하면 $X^2=7.56$ 으로 $X^2(1, 0.05)=7.83$ 보다 작기 때문에 아질산염 첨가구와 플라즈마 처리구간에 관능적 품질에 유의적인 차이가 없는 것으로 확인됨



염지된 소시지의 관능평가

2-10. 돈육 등심 햄의 품질특성 평가

2-10-1. 플라즈마 간접처리된 염지액으로 제조된 돈육 등심 햄의 미생물학적 특성

○ 등심 햄의 저장 중 미생물 증식 변화 측정

- 아질산 이온 무첨가, 아질산염 첨가구 및 플라즈마 처리된 염지액 이용한 햄 모두에서 처리와 무관하게 저장 중 총 호기성 미생물 및 대장균군 모두 검출 한계인 1 log CFU/g 미만으로 나타남
- 이는 햄의 가열 후(살균 처리 후) 저장 중 추가적인 오염이 없음에 따른 결과로 사료됨

Treatment ¹⁾	Storage (day)					SEM
	0	7	14	21	28	
Total aerobic bacteria						
NC	ND	ND	ND	ND	ND	-
PC	ND	ND	ND	ND	ND	-
Plasma	ND	ND	ND	ND	ND	-
SEM ²⁾	-	-	-	-	-	
Coliform						
NC	ND	ND	ND	ND	ND	-
PC	ND	ND	ND	ND	ND	-
Plasma	ND	ND	ND	ND	ND	-
SEM ²⁾	-	-	-	-	-	

미생물 증식 변화

2-10-2. 플라즈마 간접처리된 염지액으로 제조된 돈육 등심 햄의 이화학적 특성

○ 등심 햄의 저장 중 육색변화 측정

- 아질산염 첨가 염지액 및 플라즈마 처리 염지액을 이용한 햄에서 염지육색 발현으로 인해 아질산이온 무첨가구와 비교하여 적색도가 유의적으로 높음이 확인되었으며, 아질산염 첨가 및 플라즈마 처리구 사이에는 모든 저장 일차에서 적색도의 유의적인 차이가 없는 것이 확인됨

Treatment ¹⁾	Storage (day)					SEM
	0	7	14	21	28	
L*						
NC	73.81 ^{aX}	72.77 ^{aXY}	71.99 ^{aXY}	72.11 ^{XY}	70.71 ^Y	0.522
PC	71.91 ^{ab}	70.86 ^{ab}	71.02 ^{ab}	70.62	70.01	0.521
Plasma	70.00 ^b	69.38 ^b	69.16 ^b	70.08	69.34	0.864
SEM	0.526	0.711	0.682	0.756	1.071	
a*						
NC	1.86 ^b	2.18 ^b	2.28 ^b	2.22 ^b	2.14 ^b	0.109
PC	7.06 ^a	7.11 ^a	7.37 ^a	7.30 ^a	7.42 ^a	0.231
Plasma	7.58 ^a	7.73 ^a	7.67 ^a	7.11 ^a	7.29 ^a	0.238
SEM	0.162	0.174	0.218	0.260	0.289	
b*						
NC	12.35 ^{aY}	14.25 ^{aX}	14.53 ^{aX}	14.27 ^{aX}	14.20 ^{aX}	0.262
PC	10.67 ^b	10.73 ^c	11.27 ^b	11.17 ^b	10.90 ^c	0.206
Plasma	11.79 ^{ab}	11.87 ^b	11.68 ^b	11.48 ^b	12.01 ^b	0.308
SEM ²⁾	0.403	0.222	0.251	0.207	0.276	

육색 변화 측정

○ 등심 햄의 저장 중 지질산패도 변화 측정

- 저장기간 중 아질산염 첨가 염지액 및 플라즈마 처리 염지액으로 제조된 햄에서 지질산패도의 유의적인 차이가 없는 것으로 확인됨

○ 등심 햄의 저장 중 단백질 산패도 변화 측정

- 저장 14일 후 아질산염 첨가 염지액 및 플라즈마 처리 염지액으로 제조된 햄에서 대조구와 비교하여 단백질 산패도가 유의적으로 낮은 것이 확인되었지만, 그 외 저장일차에서 모든 처리구간에 단백질 산패도의 유의적 차이가 없는 것이 확인됨

Treatment ¹⁾	Storage (day)						SEM	Treatment ¹⁾	Storage (day)						SEM
	0	7	14	21	28	SEM			0	7	14	21	28	SEM	
NC	0.08 ^{bZ}	0.15 ^Y	0.18 ^{XY}	0.15 ^{bY}	0.22 ^X	0.014	NC	1.30 ^Y	1.18 ^Y	2.19 ^{aX}	2.48 ^X	1.49 ^Y	0.164		
PC	0.11 ^{ab} _Z	0.15 ^{YZ}	0.17 ^Y	0.26 ^{aX}	0.21 ^{XY}	0.012	PC	1.41 ^Y	1.45 ^Y	1.26 ^{bY}	2.61 ^X	1.53 ^Y	0.144		
Plasma	0.14 ^{aY}	0.18 ^Y	0.19 ^{XY}	0.22 ^{aX}	0.24 ^X	0.013	Plasma	1.23 ^Y	1.29 ^Y	1.51 ^{bY}	2.12 ^X	1.57 ^Y	0.126		
SEM ²⁾	0.012	0.014	0.010	0.013	0.022		SEM ²⁾	0.074	0.158	0.161	0.177	0.120			

지질산패도 변화 측정

단백질 산패도 변화 측정

2-10-3. 플라즈마 간접처리된 염지액으로 제조된 돈육 등심 햄의 조직감 특성

○ 등심 햄의 저장 중 조직감 변화 측정

- 저장기간 차이에 따른 등심 햄의 조직감 특성에 일부 유의적 차이가 나타났지만, 처리구 간 비교에서는 모든 저장 일차에서 경도, 탄성도, 응집성, 검성 및 씹힘성 모두 유의적인 차이가 없는 것이 확인됨

Treatment ¹⁾	Storage (day)						SEM
	0	7	14	21	28	SEM	
Hardness (N)							
NC	225.25	262.28	215.89	265.96	247.94	29.053	
PC	205.45 ^Y	238.10 ^{XY}	241.38 ^{XY}	300.61 ^X	306.33 ^X	19.410	
Plasma	210.92 ^Y	248.57 ^{XY}	281.79 ^X	250.07 ^{XY}	248.25 ^{XY}	18.785	
SEM ²⁾	18.927	23.381	27.169	21.620	27.636		
Springiness							
NC	0.64	0.65	0.67	0.69	0.57	0.035	
PC	0.64	0.70	0.71	0.67	0.66	0.030	
Plasma	0.68	0.73	0.72	0.67	0.58	0.045	
SEM	0.024	0.032	0.028	0.034	0.059		
Cohesiveness							
NC	0.39 ^{XY}	0.37 ^Y	0.39 ^{XY}	0.38 ^{XY}	0.42 ^X	0.012	
PC	0.37 ^{XY}	0.35 ^Y	0.37 ^{XY}	0.40 ^X	0.40 ^X	0.010	
Plasma	0.35 ^Y	0.39 ^{XY}	0.41 ^X	0.38 ^{XY}	0.40 ^{XY}	0.017	
SEM	0.010	0.012	0.014	0.014	0.017		
Gumminess							
NC	87.60	98.10	90.78	103.32	104.26	11.555	
PC	75.81 ^Y	84.47 ^Y	87.62 ^Y	120.51 ^X	123.30 ^X	7.699	
Plasma	70.69	96.38	108.02	96.78	96.71	7.232	
SEM	7.85	9.679	12.042	10.595	10.713		
Chewiness							
NC	55.20	62.94	60.80	70.43	60.47	6.935	
PC	48.28 ^Y	57.64 ^Y	61.30 ^Y	80.09 ^X	81.69 ^X	4.384	
Plasma	47.71 ^Y	69.89 ^{XY}	76.91 ^X	65.31 ^{XY}	55.27 ^{XY}	5.381	
SEM	4.994	5.130	8.12	6.856	8.315		

조직감, 지질 산패도, 단백질 산패도 변화 측정

2-10-4. 플라즈마 간접처리된 염지액으로 제조된 돈육 등심 햄의 관능 평가

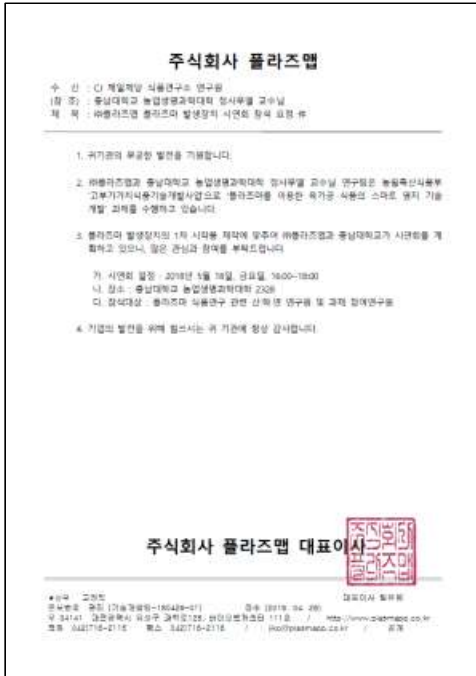
- 소비자 30명을 대상으로 등심 햄의 관능평가를 진행한 결과 아질산 이온을 첨가하지 않은 염지액으로 제조된 대조구와 비교하여 플라즈마 처리 염지액으로 제조된 등심 햄에서 육색, 풍미, 맛 및 종합적 기호도에서 유의적으로 높은 점수를 받음이 확인됨
- 아질산염을 첨가한 염지액으로 제조된 등심햄과 플라즈마 처리 염지액으로 제조된 등심 햄 사이에 모든 관능평가 항목에서 유의적인 차이가 없는 것으로 확인됨

Treatment ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Texture	acceptability
NC	2.79 ^b	4.13 ^b	4.13 ^b	4.38	3.77 ^b
PC	5.31 ^a	4.95 ^{ab}	4.92 ^{ab}	4.64	4.85 ^a
Plasma	5.31 ^a	5.36 ^a	5.21 ^a	4.87	5.23 ^a
SEM ²⁾	0.158	0.267	0.254	0.249	0.246

돈육 등심 햄의 관능 평가

2-11. 수요기업 시연회

- 수요기업을 대상으로 스마트 염지 기술 시연회를 진행
- 우리나라 육가공 산업 업계 1 및 2위를 차지하고 있는 CJ 및 롯데의 육가공제품 개발팀 선임연구원들을 초청하여 시연회 진행



시연회 참석 요청 공문



시연회 참석자 명함

- 시연회 결과 합성아질산염을 플라즈마 처리 공정으로 대체할 수 있다는 점에서는 매우 긍정적인 응답을 받음
- 직처리 및 간접처리 공정 비교 설명 후 직처리의 경우 모든 가공기에 플라즈마 설치가 요구됨에 따라 비효율 적이며, 플라즈마 기기 설치비용에 따라 경제성이 낮다고 생각되며, 간접처리 공정의 경우 공정이 요구되는 기기들에 연결이 가능하고 이동성이 있기 때문에 플라즈마 염지 공정 이용측면에서 가능성이 높다는 응답을 받음
- 그러나 플라즈마 기기 이용시 낮은 전력으로 기기가 운용되어야 함을 기기 개발시 유의해야 한다는 응답을 받음
- 또한 현재까지 플라즈마 처리를 이용한 식품의 경우 식약처 승인 규정이 없어, 실제 적용 및 상업화까지는 상당한 시간이 필요할 것이라는 의견이 있음



장치 설명 (시연회)

PROPOSAL | PCS for curing of meat products

PCS: Plasma Curing System (Model: PCS-4888)

Sign	Remark
Customer	
Plasmap	

2016. 08. 06.
PLASMAPP Co., Ltd.

플라즈마를 이용한 육가공 식품의 염지 기술

육가공 식품의 염지 공정에 사용되는 합성 미정산나트륨을 경제적으로 대체하는 플라즈마 기술개발

목적: 육가공 식품 공정에 염지 공정에 의해, 풍미증진, 산화방지 및 보존성능 향상을 위한 염수 공정
 1. 합성 미정산나트륨의 안전성 문제가 대두됨에 따라, 이를 대체하기 위한 기술개발
 2. 합성 미정산나트륨을 대체하기 위해 적산(적요)으로 중화력을 이용하는 저산염 농축 염수의 생산 원가를 절감, 생산성 증대하기 위함

기술: 플라즈마를 염지 기술 개발의 핵심기술로 해결방안

구분	명칭	내용	
기술	염지 용액 개발	고체 염도도 저산염 농축 염수(중화력 100%) 개발 및 안정성 확보 기술 개발	저산 염수 개발, 안정성 확보 기술 개발 안정성 확보 기술 개발
	플라즈마 발생장치 개발	플라즈마 발생장치 - Cooling Unit 개발 - 저산 염수 사용 고체 염도도 저산 염수(중화력 100%) 개발 및 안정성 확보 기술 개발	저산 염수 사용 고체 염도도 저산 염수(중화력 100%) 개발 및 안정성 확보 기술 개발
장비	염지용 챔버	용량: 400kg 전압: 20kV 전력: 10kW	용량: 400kg 전압: 20kV 전력: 10kW
	냉각장치	냉각능력: 10kW	냉각능력: 10kW

추진계획: 2016년 8월 ~ 2017년 12월

일정: 8월 10일 ~ 8월 15일, 8월 20일 ~ 8월 25일, 9월 1일 ~ 9월 5일, 9월 10일 ~ 9월 15일, 9월 20일 ~ 9월 25일, 10월 1일 ~ 10월 5일, 10월 10일 ~ 10월 15일, 10월 20일 ~ 10월 25일, 11월 1일 ~ 11월 5일, 11월 10일 ~ 11월 15일, 11월 20일 ~ 11월 25일, 12월 1일 ~ 12월 5일, 12월 10일 ~ 12월 15일, 12월 20일 ~ 12월 25일

플라즈마를 이용한 육가공 식품의 염지 기술

육가공 식품의 염지 공정에 사용되는 합성 미정산나트륨을 대체하는 '플라즈마 발생장치 (Model: PCS-4000)' 제작 및 설치

목적: 육가공 식품 공정에 염지 공정에 의해, 풍미증진, 산화방지 및 보존성능 향상을 위한 염수 공정
 1. 합성 미정산나트륨의 안전성 문제가 대두됨에 따라, 이를 대체하기 위한 기술개발
 2. 합성 미정산나트륨을 대체하기 위해 적산(적요)으로 중화력을 이용하는 저산염 농축 염수의 생산 원가를 절감, 생산성 증대하기 위함

2016. 08. 06.
PLASMAPP Co., Ltd.

납품 장치 세부사항

플라즈마 발생장치(Model: PCS-4000)와 PLC 제어 cooling chiller를 이용하는 안정적인 플라즈마 발생 장치

목적: 육가공 식품 공정에 염지 공정에 의해, 풍미증진, 산화방지 및 보존성능 향상을 위한 염수 공정
 1. 합성 미정산나트륨의 안전성 문제가 대두됨에 따라, 이를 대체하기 위한 기술개발
 2. 합성 미정산나트륨을 대체하기 위해 적산(적요)으로 중화력을 이용하는 저산염 농축 염수의 생산 원가를 절감, 생산성 증대하기 위함

Item	Description	Unit	Quantity
Plasma source	플라즈마 발생 장치 (Model: PCS-4000) - 10kW급 플라즈마 발생 장치	set	1
Flowing box	플라즈마 발생 장치용 유동 박스	set	1
HMV	유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	1
Hi cable	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	meter	10
Chiller	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	1
Pump	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	1
Motor	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	1

2016. 08. 06.
PLASMAPP Co., Ltd.

설치 세부사항: umurry

플라즈마 발생장치의 염지 공정 적용 안정성 확보를 위한 PCW 가스(CDA), 전동 공구 및 배기에 대한 사항

목적: 육가공 식품 공정에 염지 공정에 의해, 풍미증진, 산화방지 및 보존성능 향상을 위한 염수 공정
 1. 합성 미정산나트륨의 안전성 문제가 대두됨에 따라, 이를 대체하기 위한 기술개발
 2. 합성 미정산나트륨을 대체하기 위해 적산(적요)으로 중화력을 이용하는 저산염 농축 염수의 생산 원가를 절감, 생산성 증대하기 위함

Item	Description	Unit	Unit value	Total value
Process gas	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	10	10
Cooling water	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	20	20
Exhaust	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	10	10
Chiller power	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	2	2
Plasma source	플라즈마 발생 장치용 유동 박스용 유동 박스용 유동 박스	set	2	2

2016. 08. 06.
PLASMAPP Co., Ltd.

유형: 플라즈마 발생장치 모식도

2016. 08. 06.
PLASMAPP Co., Ltd.

시연회 발표 자료

2-12. 연구개발성과 (기술적/경제적 성과 포함)

- 플라즈마 신기술을 식품 관련 회사들과 함께 실제 생산 공정에 적용 가능성까지 확인하였음
- 현재까지 플라즈마를 식품 공정에 적용할 수 있는 식약처 규정이 재정되지 않아, 실제 사업화까지는 기간이 더 필요할 것으로 생각됨
- 다만 한국의 플라즈마 식품 연구 group들이 세계적으로도 선두 그룹에 있으며, 산학연 많은 기관에서 지속적인 연구가 진행중으로, 당분간은 연구 기관을 대상으로 관련 기술 사업화를 추진할 예정임
- 플라즈마 발생원의 농식품 분야 적용을 위해 과제 수행 기간중 **약52,000천원의 직접적인 사업화 실적 확보**함

전자세금계산서

문서번호	20161107-1000000-6783011
발행처	770-86-00063 유진(주)
수령처	124-83-01816 유진(주)
발행일자	2016.11.07
수령일자	2016.11.07
발행금액	17,700,000
수령금액	17,700,000
세액	1,770,000
합계	19,470,000

전자세금계산서

문서번호	20160416-4100000-57175272
발행처	770-86-00063 유진(주)
수령처	124-83-01816 유진(주)
발행일자	2016.04.16
수령일자	2016.04.16
발행금액	17,366,200
수령금액	17,366,200
세액	1,736,200
합계	19,102,400

전자세금계산서

문서번호	20161127-1000000-8475059
발행처	770-86-00063 유진(주)
수령처	314-62-14562 유진(주)
발행일자	2016.11.27
수령일자	2016.11.27
발행금액	16,800,000
수령금액	16,800,000
세액	1,680,000
합계	18,480,000

본 인쇄물은 유진(주) 홈페이지(www.yujin.co.kr)에서 발급 받은 것을 증명합니다. 전자세금계산서 발급일: 2016.11.07. 발행처: 유진(주) (770-86-00063) 수령처: 유진(주) (124-83-01816)

본 인쇄물은 유진(주) 홈페이지(www.yujin.co.kr)에서 발급 받은 것을 증명합니다. 전자세금계산서 발급일: 2016.04.16. 발행처: 유진(주) (770-86-00063) 수령처: 유진(주) (124-83-01816)

본 인쇄물은 유진(주) 홈페이지(www.yujin.co.kr)에서 발급 받은 것을 증명합니다. 전자세금계산서 발급일: 2016.11.27. 발행처: 유진(주) (770-86-00063) 수령처: 유진(주) (314-62-14562)

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

가. 정량적 목표

- 스마트 염지 기술의 사업화를 위한 플라즈마 장비 및 공정 기술 개발을 위해 다음과 같은 정량적 목표를 선정하였으며, **과제 종료 시점에서 100% 달성**하였음

주요성능지표	단위	최종 개발 목표	결과	비고
보존기간 향상	%	120 이상	120 이상	호기성 미생물, 대장균균 검출 1 log CFU/g 미만
제품 품질평가	%	100 이상	100 이상	관능평가 실시
처리 시간	min	15 이하	15 이하	플라즈마 처리 15분후 아질산 이온 증가
Nitrite 첨가량	ppm	30	100	플라즈마 처리 15분후 아질산 이온 증가
공정 온도	℃	10 이하	10 이하	-

나. 단계별 연구성과 목표

- 본 과제를 통한 단계별 연구성과 목표는 아래표와 같으며, **기술실시, 기술인증 부분을 제외하고 100% 달성**하였음

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 진시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치																			
최종목표	3	1	-	2	-	2	-	-	8	1	1	2	2	-	6	-	2	-	-
당해년도	목표	3	1	-	2	-	2	-	8	1	1	2	2	-	6	-	2	-	-
	실적	2	0	-	1	-	3	52	-	8	15	0	2	2	-	6	-	2	-
달성율(%)	67	0	-	50	-	150	300	-	100	1,500	0	100	100	-	100	-	100	-	-

* 1차년도 협약당시 제품화 2건, 매출창출 1건, 투자유치 1건으로 목표 기입

3-2. 목표 달성여부

가. 지식재산권

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원/등록			구분
			출원/등록인	출원/등록일	출원/등록번호	
1	플라즈마를 이용한 육가공 식품 처리 방법 및 플라즈마 장치	PCT	임유봉, 박상후, 김호락, 용해인, 김선효,이현정	2016.02.15	PCT/KR2016/001469	출원
2	선택적 표면처리가 가능한 선형 플라즈마 발생 장치	국내	임유봉, 최원호	2017.05.12	10-2017-0059613	출원
3	카트리지가 및 이를 이용한 멸균장치	국내	임유봉, 이승현, 김준영, 황미선	2018.04.17	10-2018-0044472	출원
4	플라즈마 표면 처리 장치	국내	임유봉	2018.10.04	10-1907115	등록

o 특허 사사 미표기로 실제 성과는 특허 2건 출원으로 입력함

나. 기술실시

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황
1	실시권	플라즈마 발생 기술	국방과학연 구소	2016.06.08	판매가 3% (국내) 판매가 5% (국외)	-

다. 사업화

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1	장비 납품	기타	국내	저온플라 즈마 발생장치	플라즈마 기술을 농식품 저장용으로 확대 적용	국립농 업과학 원	17,700 (천원)	-	2016년	-
2	장비 납품	기타	국내	저온플라 즈마 발생장치	플라즈마 기술을 농식품 저장용으로 확대 적용	국립농 업과학 원	17,362 (천원)	-	2018년	-
3	장비 납품	과제 관련 기술 장치 사업화	국내	NOx 발생용 플라즈마 발생장치	플라즈마 Farming을 위한 NOx 발생 연구용 장비	국가핵 융합연 구소	16,800 (천원)	-	2018년	-

o 과제 수행 기간중 총 3건 **51,862천원의 사업화 실적** 확보

라. 고용창출

- (주)플라즈맵의 연도별 종업원 현황은 다음과 같으며, 그 중 과제 수행 기간중 고용된 인원 일부 선정하여 고용 실적에 반영함 (8명 이상)

구 분	상시 종업원 수		
	2016년	2017년	2018년
고용인원	15명	37명	41명

마. 투자유치

No	추가 R&D 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자자금 성격
1	-	-	135억원	135억원	투자유치

- 과제 수행 기간중 (주)플라즈맵은 VC(Venture Capital) 및 엔젤투자자 15곳으로부터 135억원 외부 투자 실적 확보

바. 논문

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	Detection of malondialdehyde in processed meat products without interference from the ingredients	Food Chemistry	Samooel Jung	209	영국	Elsevier	SCI	2016.10.15	-
2	Direct infusion of nitrite into meat batter by atmospheric pressure plasma treatment	Innovative Food Science and Emerging Technologies	Samooel Jung	39	영국	ELSEVIER	SCI	2017, 02, 01	-
3	The use of atmospheric pressure plasma as a curing process for canned ground ham	Food Chemistry	Juri Lee	240	영국	ELSEVIER	SCI	온라인: 2017, 07, 28 Journal book: 2018, 02, 01	-
4	Curing of meat batter by indirect treatment of atmospheric pressure cold plasma	Korean Journal of Agricultural Science	Jo, Kyung	45	한국	충남대학교 농업과학연구소	비SCI	2018, 03, 31	-

- SCI 2건, 비SCI 2건 목표하였으나 SCI급 3건 진행하여 총 논문 실적은 100% 이상 달성함
- 성과 입력에는 SCI급 1건을 비SCI 1건으로 등록하여 100% 실적 달성으로 수정함

사. 학술발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국축산식품학회 제 48차 정기학술대회	이주리	2016.05.27	국립 축산과학원	한국
2	62 nd International Congress of Meat Science and Technology	정사무엘	2016.08.16	Swissotel Le Concord Bangkok	태국
3	62 nd International Congress of Meat Science and Technology	이주리	2016.08.16	Swissotel Le Concord Bangkok	태국
4	63 rd International Congress of Meat Science and Technology	이주리	2017.08.17	Rochestown parkr hotel	아일랜드
5	50 th KoSFA International Symposium and Annual Meeting	Lee, Juri	2018, 05, 24	제주대학교	한국
6	2rd International Conference on Food Science and Engineering	Jung, Samooel	2018, 09, 26	Solo paragon hotel	인도네시아

아. 기술인증

- 현재까지 식약처에서 플라즈마를 식품 제조에 활용하는 규정이 없는 것으로 파악되어, 스마트 염지 공정을 적용에도 불구하고 일반 식품 기업을 대상으로 실제 사업화로 연결되기는 어려움
- 또한 기술 관련 적합한 인증 규격이 없는 상태로 향후 식약처에서의 식품 제조 규정 확립과 함께 관련 기술인증을 진행할 예정임

자. 인력양성

No	분류	기준 년도	현 황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1		2017		0			0			0				
2		2017		0				0		0				

- 협동연구기관에서 2차년도 과제 수행기간 중 2건이 인력양성 실적 확보

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 기술이전
 - (주)플라즈맵은 농식품 분야에 적용 가능한 플라즈마 발생원 기술을 보유하게 되었으며, 국립농업과학원에서 추진중인 저온저장창고 관련 기술의 기술이전 업무를 진행중에 있음
 - 현 단계에서는 국립농업과학원에서 실용신안등록출원(170179)중인 “저온 플라즈마 살균장치”의 실시를 위해 “국유특허권 통상실시 신청서류”를 작성하고 있으며, 2019년 1월에 제출 이후 기술이전 계약을 진행할 예정임
- 국립농업과학원의 일정에 맞추어 진행중인 관계로 과제 수행 기간중에 종료하기 어려운 현실로, 과제 종료 후 성과로 이월하여 관리될 수 있도록 제안하고자 함

- 기술인증
 - 현재까지 플라즈마를 식품 공정에 적용할 수 있는 식약처 규정이 재정되지 않음
 - 플라즈마를 식품에 적용하는 기술인증이 현재까지 없는 상태로 파악되어, 향후 식약처에서의 식품 제조 규정 확립과 함께 관련 기술인증을 진행할 예정
- 플라즈마를 식품 제조 공정에 직접 적용할 수 있도록 관련 규정 제정 연구가 필요하며, 실제 식품에 적용하여도 안전한 먹거리를 제공할 수 있다는 안전성 연구 부분도 필요할 것임
- 실제 식품 제조 기업들의 경우 관련 규정 개정이 없을 경우 적용할 수 없다는 의견이나, 한국의 플라즈마 식품 관련 연구가 세계적인 수준으로 알려지고 있어 기술 격차를 벌리기 위한 후속연구들이 필요함

- 논문실적
 - SCI 2건, 비SCI 2건 목표하였으나 실제 수준이 높은 SCI급 3건, 비SCI 1건 진행
- 실제 논문 실적은 100% 이상 달성함

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 추가 연구의 필요성 측면
 - 플라즈마를 식품 제조 공정에 직접 적용할 수 있도록 관련 규정 제정 연구 및 안전성 연구에 활용할 수 있는 장비 공급 가능
 - 플라즈마 식품 연구 분야에서 현재 세계적인 기술 수준을 확보한 상태로, 경쟁국과의 기술 격차를 벌리기 위한 후속 연구 필요

- 사업적 측면 활용 계획
 - 식품 제조 기업들의 경우 식약처 규정 제정까지는 플라즈마를 식품 공정에 적용할 수 없으므로, 당분간 플라즈마를 활용하여 식품 공정을 연구하는 연구기관을 대상으로 연구용 장비 사업화를 우선 진행할 예정
 - 최근 플라즈마를 농식품 저장 창고에 적용하려는 연구가 진행되고 있으며 유통기간 향상에 효과가 있는 것으로 나타나고 있어, 농식품 저장을 위한 플라즈마 발생 장치 분야에 본 기술 개발 과제의 결과들을 응용하여 적용할 예정

- 상업적 판매를 위한 식약처(식품의약품안전처) 대처 방안
 - 현재 식품에 플라즈마 처리에 대한 법적 규정은 없는 상황임
 - 플라즈마 처리식품의 법적 규정 마련 및 이용을 위해 단계적으로 식품의약품안전처와 협의가 필요함
 - 본 과제를 통해 개발한 플라즈마 간접처리 기기의 경우 염지 공정에 적용 가능하도록 개발되었음
 - 현재 플라즈마 처리를 통한 염지 공정에 대한 허가사항이 없어 염지기기로의 이용은 당장 어렵지만 현재 플라즈마의 식품적용 연구가 다양하게 이루어지고 있기 때문에 본 연구에서 개발한 기기를 다양한 목적으로 연구에 이용이 가능함
 - 식약처 승인 전까지 농식품 관련 저장 기술 분야 및 플라즈마 Farming을 위한 NOx 발생 장비 등 연구개발 기관을 통한 사업화 진행을 통해 농식품 산업의 진입을 위한 기반을 구축하고 안전성 확보 연구에도 지속적으로 활용할 수 있도록 지원할 계획임

○ 플라즈마 사용에 대한 농식품 안전성 확보 연구

- 플라즈마 처리 천연물의 유전독성학적 안전성 및 mouse를 이용한 동물실험을 진행할 예정이며, 본 결과를 이용 식품의약품안전처에 플라즈마 처리 천연물을 식품 첨가물로 등록을 진행할 예정임
- 본 과제에서 개발된 플라즈마 기기를 이용하여 염지된 식육가공식품의 유전독성학적 안정성 및 mouse 급여 실험 진행을 통해 안전성을 확보할 예정임
- 해외에서 연구 및 진행중인 플라즈마 처리 안전성 자료를 수집하고 이를 분석하여 플라즈마 처리 기술의 안전성 결과를 확보할 예정임
- 본 과제를 통해 개발한 플라즈마 간접처리 기기들은 식품 연구 분야 등 다양한 목적으로 연구에 이용이 가능하여, 연구개발 기관들과 함께 식품 안전성 확보 연구에 활용될 수 있도록 지원할 예정임

○ 조건인자간의 교호작용 확인과 통계적 검증

- 플라즈마는 활성산소종 및 질소종을 포함하고 있으며, 플라즈마와 식품내 성분이 반응하여 2 및 3차의 물질이 생성될 수 있음
- 그러나 현재까지 플라즈마 처리에 따른 독성물질 생성에 대한 결과는 없는 상황임
- 따라서 문헌조사를 통해 플라즈마와 식품 성분과의 반응 생성물들을 조사하고 표적 물질을 정하여 플라즈마 처리를 통해 염지된 식육가공식품에서 성분분석을 실시할 계획을 갖고 있음
- 통계분석 측면에서 본 연구의 통계검정에서 주효과는 플라즈마 처리이며, 이와 관련된 종속 변수를 따로 두지 않았음
- 따라서 주효과에 대한 처리구들간의 분산분석을 수행하였으며, 종속변수를 따로 설정하지 않음에 따라 조건인자간의 교호작용 분석은 해당되지 않음

○ 기타 분야 확대 적용 측면

- 본 과제에서 개발하는 플라즈마 기술은 공기 중의 질소와 산소를 방전하여 질소산화물을 생산하는 기술로서 수처리를 포함한 다양한 식품 산업 기술로 활용될 수 있음
- 육가공 식품 산업 외의 식품 산업 : 살균과 염지를 동시에 수행할 수 있는 기술로, 저온 살균 공정을 특징으로 하고 있어 다양한 식품 산업에 적용 가능
- 의료용 멸균기 산업 : 저온 살균 기술은 식품 산업에서 뿐만 아니라 의료산업에 있어서 수요가 급격히 늘어나고 있는 기술로 저온 살균 방식의 화학적 멸균기의 수요에 대응 가능

붙임. 참고문헌

- o Afshari, R., & Hosseini, H. (2014). Non-thermal plasma as a new food preservation method, its present and future prospect. *Journal of Paramedical Sciences*, 5(1), 116-120.
- o Attri, P., Kim, Y. H., Park, D. H., Park, J. H., Hong, Y. J., Uhm, H. S., Kim, K. N., Fridman, A., & Choi, E. H. (2015). Generation mechanism of hydroxyl radical species and its lifetime prediction during the plasma-initiated ultraviolet (UV) photolysis. *Scientific Reports*, 5.
- o Ayan, H., Fridman, G., Staack, D., Gutsol, A. F., Vasilets, V. N., Fridman, A. A., & Fridman, G. (2009). Heating effect of dielectric barrier discharges for direct medical treatment. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 37(1), 113-120.
- o Ballmer-Weber, B. K., Hoffmann, A., Withrich, B., Luttkopf, D., Kastner, M., & Vieths, S. (2002). Influence of food processing on the allergenicity of celery: DBPCFC with celery spice and cooked celery in patients with celery allergy. *Allergy (Premium Subscription)*, 57(3), 228-263.
- o Berardo, A., De Maere, H., Stavropoulou, D. A., Rysman, T., Leroy, F., & De Smet, S. (2016). Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on protein and lipid oxidation in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 359-364.
- o Correia, M., Barroso, A., Barroso, M. F., Soares, D., Oliveira, M. B. P. P., & Delerue-Matos, C. (2010). Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure. *Food Chemistry*, 120(4), 960-966.
- o Ercan, U. K., Smith, J., Ji, H., Brooks, A. D., & Joshi, S. G. (2016). Chemical changes in nonthermal plasma-treated N-acetyl cysteine (NAC) solution and their contribution to bacterial inactivation. *Scientific Reports*, 6.
- o Gherardi, N., & Massines, F. (2001). Mechanisms controlling the transition from glow silent discharge to streamer discharge in nitrogen. *IEEE Transactions on plasma science*, 29(3), 536-544.
- o Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat science*, 78(1-2), 68-76.
- o Jayasena, D. D., Kim, H. J., Yong, H. I., Park, S., Kim, K., Choe, W., & Jo, C. (2015). Flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma treatment of pork butt and beef loin: Effects on pathogen inactivation and meat-quality attributes. *Food Microbiology*, 46, 51-57.

- o Johansson, H., Svartstrom, O., Phadnis, P., Engman, L., & Ott, M. K. (2010). Exploring a synthetic organoselenium compound for antioxidant pharamachtjerapy-toxicity and effects in ROS-production. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 18(5), 1783-1788.
- o Jung, S., Nam, K. C., & Jo, C. (2016). Detection of malondialdehyde in processed meat products without interference from the ingredients. *Food Chemistry*, 209, 90-94.
- o Jung, S., Kim, H. J., Park, S., Yong, H. I., Choe, J. H., Jeon, H., Choe, W., & Jo, C. (2015). The use of atmospheric pressure plasma-treated water as a source of nitrite for emulsion-type sausage. *Meat Science*, 108, 132-137.
- o Kim, B., Yun, H., Jung, S., Jung, Y., Jung, H., Choe, W., & Jo, C. (2011). Effect of atmospheric pressure plasma on inactivation of pathogens inoculated onto bacon using two different gas compositions. *Food Microbiology*, 28(1), 9-13.
- o Moisan, M., Barbeau, J., Moreau, S., Pelletier, J., Tabrizian, M., & Yahia, L. H. (2001). Low-temperature sterilization using gas plasmas: a review of the experiments and an analysis of inactivation mechanisms. *International Journal of Parmaceutics*. 226(1-2), 1-21.
- o Nimse, S. B., & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, 5, 27986-28006.
- o Oehmigen, K., Hahnel, M., Brandenburg, R., Wilke, C., Weltmann, K. D., & von Woedtke, T. (2010). The role of acidification for antimicrobial activity of atmospheric pressure plasma in liquids. *Plasma Processes and Polymers*, 7(3-4), 250-257.
- o Pegg, R. B., & Boles, J. A. (2014). Production procedures. In M. Dikeman, & C. Devine (Eds.), *Encyclopedia of Meat Sciences* no.1 (pp. 442-452). UK: Elsevier.
- o Rayson, M. S., Mackie, J. C., Kenndy, E. M., & Dlugogorshi, B. Z. (2012). Accurate rate constants for decomposition of aqueous nitrous acid. *Inorganic Chemistry*, 51(4), 2178-2185.
- o Stadtman, E. R., & Levine, R. L. (2003). Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. *Amino Acids* 25(3-4), 207-218.
- o Thomas, D., & Vanderschuren, J. (1999). Analysis and prediction of the liquid phase

composition for the absorption of nitrogen oxides into aqueous solution. *Separation and Purification Technology*, 18(1), 37-45.

- o Wang, X., Yang, Q., Yao, C., Zhang, X., & Sun, C. (2011). Dielectric barrier discharge characteristics of multineedle-to-cylinder configuration. *Energies*, 4, 2133-2150.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발				
	(영문) Development of smart curing for processed meats using plasma				
주관연구기관	주식회사 플라즈맵		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 주식회사 플라즈맵	
참 여 기 관	충남대학교 산학협력단			(성명) 임유봉	
총연구개발비 (520,002천원)	계	520,002	총 연구 기간	2015. 10. 23 ~ 2018. 10. 22(36개월)	
	정부출연 연구개발비	390,000	총 참 여 수	총 인원	22
	기업부담금	130,002		내부인원	22
	연구기관부담금	-		외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

1) 목표 : 육가공 식품의 염지 공정에 사용되는 합성아질산나트륨을 경제적으로 대체할 수 있도록 플라즈마 기술을 이용한 스마트 염지기술을 개발

2) 성과 :

- 플라즈마를 이용한 식품 가공 공정 및 장비 기술 개발 완료
- 제작된 플라즈마 발생 장치 활용하여 식품 제조 기업 (수요기업) 대상으로 시연회 실시
- 기존 합성아질산염을 플라즈마 처리 공정으로 대체할 수 있음을 확인
- 기타 연구개발 성과는 다음과 같음
 - 지식재산권 : 특허 출원 2건
 - 사업화(제품화) : 3건
 - 고용창출 : 8명 이상
 - 학술성과(논문) : 4건 (SCI 2건, 비SCI 2건)
 - 학술발표 : 6건
 - 기술실시(이전) : 1건
 - 사업화(매출액) : 51,862천원
 - 투자유치 : 135억원
 - 인력양성 : 2건

○ 연구내용 및 결과

- 1) 육가공 식품용 플라즈마 공정 및 장비 개발 완료
- 2) 육가공 식품의 품질평가 (관능평가) 결과 기존 제품과 유의차 없음을 확인
- 3) 정량적 목표 100% 달성

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 1) 연구성과를 활용하여 제품화 (3건) 및 사업화 진행 (51,862천원) 실적 확보
- 2) 플라즈마 식품 관련된 산학연 기관들의 지속적인 연구개발에 활용할 수 있는 장비 공급 기반 마련
- 3) 연구성과를 확대 적용하여 저온 살균을 특징으로 하는 식품 공정/장비 및 의료산업에서의 멸균기 수요에 대응

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		115014-3	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	-			과제구분	단위
사업명	고부가가치식품기술개발				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	주식회사 플라즈맵			연구책임자	임유봉
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	15.10.23. ~ 16.10.22.	130,000	43,334	173,334
	2차년도	16.10.23. ~ 17.10.22.	130,000	43,334	173,334
	3차년도	17.10.23. ~ 18.10.22.	130,000	43,334	173,334
	4차년도	-	-	-	-
	5차년도	-	-	-	-
	계	15.10.23. ~ 18.10.22.	390,000	130,002	520,002
참여기관	충남대학교				
상대국	-	상대국연구기관		-	

2. 평가일 : 2019년 01월 22일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 플라즈맵	대표이사	임유봉

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	
-----	---

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, √우수, 보통, 미흡, 불량)

- 플라즈마를 이용한 식품 공정 개발과 그에 최적화된 장비까지 개발완료 함
- 개발된 장비를 활용하여 육가공 식품에 적용하여 관능 평가를 진행한 결과 기존 제품과 유의차 없음을 확인하였으며, 수요기업을 대상으로 제품 시연회 까지 실시하였음
- 수요기업 시연회 결과 향후 식약처 기준이 마련될 경우 식품 공정에 적용 가능성이 높다는 긍정적인 반응과 함께 플라즈마 기기 특성상 낮은 전력 구현이 어려운 점은 개선이 필요하다는 의견을 받음
- 특히 간접처리 공정 장비의 경우 각 공정별로 요구되는 기기들에 직접 연결이 가능하고 이동성이 있기 때문에 사용자 측면에서 창의적으로 운영할 수 있다는 긍정적인 응답을 받음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, √우수, 보통, 미흡, 불량)

- 플라즈마의 농식품 적용을 위한 연구개발이 활발해 질 것으로 기대되며, 관련 기술을 바탕으로 51,862천원의 사업화 실적까지 달성하였음
- 최근 플라즈마를 농식품 저장에 적용하려는 연구가 진행되고 있으며 유통기간 향상에 효과가 있는 것으로 나타나고 있어, 농식품 저장을 위한 플라즈마 발생 장치 분야에 본 기술개발 결과의 파급효과가 기대됨
- 연구 개발된 기술은 살균과 염지를 동시에 수행할 수 있는 기술로, 저온 살균 공정을 특징으로 하고 있어 다양한 식품 산업에 적용 가능하며, 의료산업에서도 수요가 급격히 늘어나고 있는 기술로 저온 살균 방식의 화학적 멸균기의 수요에 대응 가능함

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, √우수, 보통, 미흡, 불량)

- 식품 제조 기업들의 경우 식약처 규정 제정까지는 플라즈마 식품 공정에 적용할 수 없으므로, 당분간 플라즈마를 활용하여 식품 공정을 연구하는 연구기관을 대상으로 연구용 장비 사업화를 우선 진행
- 농식품 저장을 위한 분야에도 활용 가능하며, 연구개발 기간중 사업화 실적을 바탕으로 추가 사업화 추진할 예정으로 연구개발결과에 대한 활용 가능성은 높은 편임

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, √우수, 보통, 미흡, 불량)

- 연구개발 과정에서 정량적 목표 달성을 위한 기술개발뿐만 아니라 결과물의 사업화 및 활용을 위해 수요기업을 초대하여 시연회까지 개최하였음
- 연구개발 기간중 플라즈마를 식품 분야에 적용하기 위해 끊임없이 노력하였으며, 일부 기술의 사업화까지 실현하여 연구개발부터 사업화까지 전과정을 추진할 수 있었음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, √ 보통, 미흡, 불량)

- 최초 계획된 각 연차별 연구성과 목표 관련하여 기술실시, 기술인증 부분을 제외하고 100% 달성하였음
- 주관연구기관의 경우 사업화를 통해 약 57백만원 수준의 매출 실적을 확보하였으며, VC 및 엔젤투자자로부터 135억원 규모이 외부 투자 실적도 확보함
- 협동연구기관의 경우 SCI급 논문 부분에서 목표대비 초과 달성함
- 기술인증 부분의 경우 현재 식약처에서 플라즈마 식품 제조에 활용할 규정이 없는 것으로 파악되어, 과제 종료 후 성과로 이월하여 달성할 예정임

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
보존기간 향상	20	100	120% 이상
제품 품질평가	20	100	100% 이상
처리 시간	20	100	15min 이하
Nitrite 첨가량	20	100	100ppm
공정 온도	20	100	10℃ 이하
합계	100점	-	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 정량적 목표 100% 달성, 연구성과 목표는 2개 항목을 제외하고 100% 달성함
- 플라즈마를 식품공정에 적용하는 어려운 과제에도 불구하고, 수요기업 시연회 및 일부 기술 사업화 결과를 확보하는 등 향후 후속 연구의 가능성까지 확인할 수 있었음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 플라즈마를 식품 공정에 직접 적용할 수 있는 식약처 규정이 없는 것으로 파악됨

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 플라즈마 식품 관련된 산학연 기관들의 지속적인 연구개발에 활용할 수 있는 장비 공급 기반 마련하였으며, 식품뿐만 아니라 의료산업에서의 멸균기 수요에도 활용할 수 있음
- 식약처에서의 플라즈마 식품 제조 규정 확립에 기여할 수 있고, 타산업으로 플라즈마 기술 확산을 위한 활동을 지속적 할 예정임

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	-
연구과제명	플라즈마를 이용한 육가공 식품의 스마트 염지 기술 개발		
주관연구기관	주식회사 플라즈맵	주관연구책임자	임유봉
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금
	390,000	130,002	-
연구개발기간	2015. 10. 23 ~ 2018. 10. 22 (36개월)		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체 사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)		

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 정량적 목표 5개 항목	정량적 목표 항목 100% 달성
② 지식재산권 출원 3건, 등록 1건	국내 출원 2건
③ 기술실시(이전) 2건	국방과학연구소의 ‘플라즈마 발생기술’ 기술실시 계약 1건 진행 완료 국립농업과학원과 ‘저온 플라즈마 살균장치’ 기술 이전 진행중
④ 사업화 (제품화) 2건 사업화 (고용창출) 8명 사업화 (투자유치) 1건	제품화 3건 (기술관련 장비 납품 3건) 고용창출 8명 이상 (주관기관) 투자유치 135억원 규모 유치
⑤ 기술인증 1건	현재까지 식약처에서 플라즈마를 식품 제조에 활용하는 규정이 없고 기술 관련 적합한 인증 규격이 없는 상태로, 향후 식약처에서의 식품 제조 규정 확립과 함께 관련 기술인증을 진행할 예정
⑥ 학술성과 (논문) 4건 학술성과 (학술발표) 6건	SCI급 2건, 비SCI급 2건 학술발표 6건
⑦ 인력양성 2명	인력양성 2명 (협동연구기관)

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	3	1	-	2	-	2	-	-	8	1	1	2	2	6	2					
연간내 달성실적	2	0	-	1	-	3	52	-	8	15	0	2	2	6	-	2	-	-		
달성율(%)	67	0	-	50	-	150	300	-	100	1500	0	100	100	-	100	-	-	-		

* 1차년도 협약당시 제품화 2건, 매출창출 1건, 투자유치 1건으로 기입

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	플라즈마 진단 및 소비전력 측정 기술
②	플라즈마 발생 소스 제작 기술
③	플라즈마 식품 공정을 위한 장비 설계 기술
④	미생물 사멸 원인 규명 등 살균 성능 평가 기술
⑤	플라즈마 식품 공정기술 (염지)
⑥	염지식육 가공품의 품질특성 평가 기술
⑦	가공식품별 최적 공정 기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화흡수	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해	정책 자료	기타
①의 기술						v				v
②의 기술		v				v	v			
③의 기술		v					v			
④의 기술		v								v
⑤의 기술		v				v				v
⑥의 기술		v								v
⑦의 기술		v								v

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	향후 개발될 플라즈마 관련 장치의 진단 및 전력 측정에 활용
②의 기술	수요처 요구사항에 적합한 플라즈마 발생 장치 개발 및 장비 공급을 통한 사업화
③의 기술	플라즈마를 활용하는 농식품 분야에 장비 공급을 통한 사업화 추진
④의 기술	플라즈마를 활용하는 식품 및 의료산업 분야에서 멸균 수요에 대한 대응력 강화
⑤의 기술	플라즈마를 활용하는 식품/제품별 최적 공정 제공
⑥의 기술	플라즈마를 활용하는 식품/제품별 최적 공정 제공
⑦의 기술	플라즈마를 활용하는 식품/제품별 최적 공정 제공

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책활용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치																				
최종목표																				
연구기간내 달성실적	3	1	-	1	-	3	52	-	8	15	0	2	2	-	6	-	2	-	-	-
연구종료후 성과창출 계획	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1차년도 협약당시 과제 종료 후 성과 목표는 입력되지 않음

* 기술이전 관련하여 현재 국립농업과학원과 “저온 플라즈마 살균장치”의 실시를 위해 “국유특허권 통상실시 신청서류”를 작성하고 있으며, 국립농업과학원의 일정에 맞추어 진행중인 관계로 과제 수행 기간중에 종료하기 어려운 현실로, 과제 종료 후 성과로 이월하여 관리될 수 있도록 제안하고자 함

* 기술인증 관련하여 플라즈마를 식품 제조 공정에 직접 적용할 수 있도록 향후 식약처에서의 식품 제조 규정 확립과 함께 관련 기술 인증을 진행할 예정

8. 연구결과의 기술이전조건

“해당 없음”