

11-1543  
000-001  
947-01

발간등록번호  
11-1543000-001947-01

**플라즈마를 활용한 농축공정시  
위해요소 저감기술 개발  
최종보고서**

2017. 12. 15.

주관연구기관 / (주)중앙타프라

**농림축산식품부**

Development of hazards reduction technology  
concentration process using plasma R&D Report

플라즈마를 활용한 농축공정시 위해요소 저감기술개발 최종보고서

2017

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “플라즈마를 활용한 농축공정시 위해요소 저감기술 개발”(개발기간 : 2016. 8.30 ~ 2017. 8.29)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 12. 15.

주관연구기관명 : (주)중앙타프라 (인)  
협동연구기관명 : (대표자) (인)  
참여기관명 : (대표자) (인)

주관연구책임자 :  
협동연구책임자 :  
참여기관책임자 :

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

## 보고서 요약서

과제고유번호	116047011C G000	해당 단계 연구 기간	2016.08.30.~ 2017.08.29	단 계 구 분	총 단 계
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	2016년도 고부가가치식품기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	플라즈마를 활용한 농축공정시 위해요소 저감기술 개발			
연구 책임자	해당단계 참 여 연구원 수	총: 2명 내부: 2명 외부:   명	해당단계 연구 개발비	정부: 50,000천원 민간: 1,670천원 계: 66,700천원	
	총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 2명 내부: 2명 외부:   명	총 연구개발비	정부: 50,000천원 민간: 1,670천원 계: 66,700천원	
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)중앙타프라/기업부설연구소			참여기업명	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수	
<p>1)상압 DBD플라즈마 발생장치를 이용해 액상 제품의 살균을 위한 장치 개발 및 연구를 실시</p> <p>2)식품 살균에 적합한 상압 DBD플라즈마 발생장치를 이용하여 정제수에 침지된 검은콩에 플라즈마 GAS를 주입함으로써 살균 효과를 확인하였으며 Scal-up 상압 DBD플라즈마 발생 장치를 공랭식으로 설계</p> <p>3)상압DBD플라즈마 발생장치를 이용한 플라즈마 GAS를 사용하여 최종 제품의 살균 온도 및 시간을 단축</p>					

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>곡물 농축액을 제조시에 열수추출, 효소분해, 여과등의 공정을 거친후 시간당 250kg의 수분증발시켜 농축액을 제조하고 있으며 이때 농축공정은 8~24시간이 소요된다. 초기 열수추출, 효소분해 등의 공정 직후에는 일반세균이 거의 검출이 되지 않으나 60~70도 온도로 장시간 농축공정을 실시하는 온도는 내열성균종이 증식하기의 최적 온도로 최종 제품에서는 일반세균의 양이 10,000cfu/g이상으로 증식하게 된다. 내열성균의 수를 줄이기 위해서는 95도 이상의 온도에서 30분~1시간이상온도로 제품을 살균을 실시하여야하며 살균직후 내열성균의 수는 감소하나 차후 내열성균이 증식하기 좋은 환경이 되었을 경우 다시 균의 수가 늘어나는 문제가 발생한다. 이를 초기에 저감화시키기 위해서는 초기에 내열성 균을 제어하는 처리가 필요한데 이때 대기압 플라즈마 가스를 주입하여 내열성균수를 저감화시키는 것이 그 목적이다. 플라즈마는 기체, 액체, 고체에 이어 “제4의 물질”이라고도 한다. 플라즈마 상태(plasma state) 또는 플라즈마 장(plasma field)에서는 모든 물질은 원자 이하의 수준에서 변환 될 수 있다. 또한 플라즈마에 의한 생성 radical은 물질 반응에 관여한다. 본 개발에서는 플라즈마를 농축액의 유해 요소 경감 기술로서 적용한다. 대기압 플라즈마에 의한 생성 물질은 대부분 긍정적 방향으로 이용 가능하다. 그러나 오존(O3), NO 등의 물질은 다량 발생 시에는 농산물에 유해 요소로서 작용할 수 있다. 적정량의 발생과 이용에 관한 고찰을 간과해서는 안되는 기술이다. 플라즈마의 살균과 화학 물질 분해에 긍정적으로 작용하지만, 과다한 적용은 농산물의 조직에 피해를 입힐 수 있다고 알려져 있어 더욱 컨트롤 기술이 요구 된다. 본 연구에서는 과량 발생과 과다 사용을 제한하고 제어할 수 있는 기술 개발 및 최종 농축액 제품의 미생물이 기준에 비해 90%이상 저감화 하는 것을 목적으로 한다.</p>					
연구개발성과	<p>기존 가공 공정에서의 미생물 저감화 방법은 염소 소독제와 같은 화학적 살균 약제의 첨가 방식에 의존해 왔다. 이러한 화학적 약제의 첨가는 화학적 약제의 잔류 및 반응에 의한 부산물 생성 등의 2차적인 부작용의 발생을 잠재적으로 내포하고 있어 식품의 안전성에 문제가 발생하지 않고 품질적으로도 변화가 없이 미생물 저감화 기술의 개발을 절실히 필요로 하는 실정이다. 개발 기술은 종래 반도체 등의 첨단 분야의 핵심 요소 기술로써 인식 되어 왔던 플라즈마를 식품 제조 산업에 접목하기 위하여 플라즈마 발생장치를 별도의 공간에 설치하여 플라즈마 GAS를 정제수에 침지되어 있는 검은콩에 주입하여 농산물 표면의 미생물수를 제거하여 최종농축액의 최종 균수를 저감화시켰으며 이와 관련된 특허를 출원을 실시하였다.</p>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>당사의 다양한 종류의 농산물을 이용한 농축액 제조공정 중 농산물의 세균 저감화에 활용을 할 계획이며 이를 이용한 신제품 개발에도 응용하고자 한다. 또한 이외에도 농산물의 잔류농약과 같은 유기용제의 제거에도 효과가 있을 것으로 판단되어 미생물뿐만아니라 화학적 위해요소의 저감화에도 기대효과를 가질 수 있다.</p>					
중심어 (5개 이내)	플라즈마	살균	위해인자	식품가공	농축공정	

## 〈 SUMMARY 〉

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<p>In case of manufacturing cereal extract, we make the extract by evaporating (250kg/h) after hot-water extraction, enzymatic degradation and filtration. Normally, it takes 8~24 hrs for condensation processing.</p> <p>Initial hot-water extraction, enzymatic degradation immediately after, there is no general bacteria. However, optimum temperature (60~70℃) of long period condensation processing is suitable for thermostable bacteria. In final product, general bacteria is increased over 10,000cfu/g.</p> <p>To reduce the number of thermostable bacteria, it need to sterilize the product over 95℃ for 30min~1hr. Sterilization immediately after, thermostable bacteria is reduced. However, if there is a good environment for thermostable bacteria, then the bacteria is increasing.</p> <p>It is important to control thermostable bacteria to reduce this problem at initial time by injecting atmospheric pressure gas.</p> <p>plasma is refered as “forth material“ with gas, liquid, solid.</p> <p>All material is possible to convert as “atom” in plasma state or plasma field. Also, radical is due to plasma get involved in material reaction.</p> <p>In this research, plasma applies for condensation as hazard reduction technology.</p> <p>Product by atmospheric pressure plasma is available in a positive way. However, Great quantity of Ozon and NO can affect to agricultural product as hazard factor.</p> <p>Consideration of proper emission and usage is critical point.</p> <p>It is positive for sterilization of plasma and degradation of chemical material. but excessive application can be damage to agricultural product tissue. Control technology becomes more and more important.</p> <p>This research purpose is to reduce microorganism over 90% in final condensation product.</p> <p>Also, It's aim to control overuse and excess of quantity product.</p>					
Results	<p>Microorganism reduction method of existing manufacturing process is dependent on adding chemical sterilization drug such as disinfectaion agent by chlorine.</p> <p>Addition of chemical drug has a possibility of risk in the point of side effect such as remain of chemical drug and generating of by-product. Therefore, It is important to develop technology that reduce microorganism for food safety.</p> <p>we will apply for palsma technology in Black bean soaked in pure water and inject plasma gas in black bean. After inject plasma gas, we can observe reduction the number of final bacteria after removal microorganism in agricultural product surface.</p>					
Expected Contribution	<p>We will apply to process in bacteria reduction by using condensation production made our variable agricultural product. we will have application in new product.</p> <p>Also, It have effect on removal of pesticide residues such as disinfection agent by chlorine of agricultural product. Moreover, It works well in reduction of chmical hazardous factor.</p>					
Keywords	plasma	sterilize	HAZARD factor	food processing	concentration process	

## < **Table of contents** >

1. Overview of Research and Development Challenges .....	7
2. International and domestic technical development .....	11
3. Contents and Results .....	15
4. Achievement fo Research Goals and External Contribution to the related field .....	19
5. Plan of Utilization of the Results .....	21
6. Collected information during research period .....	22
7. Research and development achievements of Security clearance	23
8. Research equipment constructions of registered with the Government Science Technology Information Systems .....	24
9. Research and development laboratory, including safety measures are implemented in accordance with the performance of the tasks performed .....	25
10. The representative research results of research and development Projects .....	26
11. The others .....	27
12. References .....	28

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의개요 .....	7
2. 국내외 기술개발 현황 .....	11
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	15
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	19
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	21
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	22
7. 연구개발성과의 보안등급 .....	23
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....	24
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	25
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	26
11. 기타사항 .....	27
12. 참고문헌 .....	28

# 1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

## 1-1. 연구개발의 목적 및 필요성

본 개발 기술은 농산물을 이용한 농축액 가공 공정 중 농축공정에서 증식하는 내열성균의 저감화를 목적으로 개발이 필요함.

기존 농산물 가공 공정에서의 미생물 저감화 방법은 염소 소독제와 같은 화학적 살균 약제의 첨가 방식에 의존해 왔다. 이러한 화학적 약제의 첨가는 화학적 약제의 잔류 및 반응에 의한 부산물 생성 등의 2차적인 부작용의 발생을 잠재적으로 내포 하고 있어 다양한 방식으로 미생물 저감화 기술의 개발을 절실히 필요로 하는 실정이다.

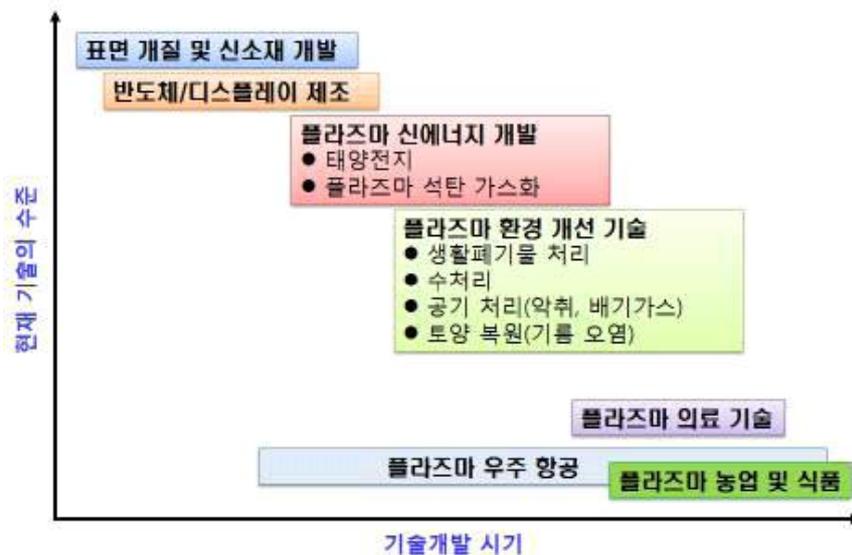
또한 잔류농약과 같은 화학적 위해요소는 오염되지 않은 농산물을 사용하거나 반복 세척으로 방식으로 일부 저감화하는 방법밖에 없다.

이렇게 1차 저감화 시킨 농산물을 추출, 착즙, 분쇄, 여과, 농축의 공정을 통하여 농축액을 제조할 경우 농산물에 잔존해 있던 내열성 미생물이 농축공정중 증식하게 되어 재오염되게 된다.

당사에서 시간당 250kg의 수분증발량으로 농축액을 제조하고 있으며 농축공정은 8~12시간이상 소요되게 된다. 농축공정시 온도는 60~70도로 내열성균종의 사멸이 불가능한 온도이며 장시간 농축으로 인하여 제품에 세균의 양이 폭발적으로 늘어나게 된다.

이러한 문제점을 대기압 플라즈마를 이용하여 직접 농축액에 적용하여 내열성균의 저감화기술로서 식품 산업에의 녹색 성장 동력으로 개발하여 현업에 적용 하고자 한다.

플라즈마는 전기 에너지를 사용한 방전 기술의 일종으로 세균 및 위해 물질에 전기화학적 변화를 유도 하여 제거 가능하다고 알려져 있다. 특히 이러한 플라즈마 방전 기술은 비가열살균 방식으로 식품의 열변형 없이 살균을 하게 된다.



< 플라즈마 기술의 농업 및 식품 분야 기술 트렌드 > 출처:국가핵융합연구소

최근 산업화의 영향으로 환경 오염이 심각해지면서 플라즈마에 의한 대기 및 수질 오염 제거 기술이 다양한 방법으로 개발 되어 적용 되고 있다. 대기 오염 제거 기술로서 플라즈마에 의한 자동차 배기가스 처리 기술과 공장 배출 가스 제거에 탁월한 효과가 입증 되고 있다. 또한 수질 오염 제거에 있어서 산소 플라즈마 방전에 의한 오존 기술과 더불어 수중 방전 등의 기술이 개발 되고 있다.

이와 같은 종래 산업 분야에 핵심 요소 기술로써 인식되어 왔던 플라즈마 기술을 대기압 분위기 상태에서의 플라즈마 기술로서 농축액의 내열성균 제거를 위한 기술로서 개발 하고 현장 적용 가능한 모델을 개발하고자 한다.

PlasmaAgriculture	Activation	Sterilization	Catalysis
SeedGermination	○	○	-
Plantgrowth	-	○	○
Harvest/Storage	-	○	○
Washing	-	○	-
Packaging	-	○	△
Transport	-	○	△
Instore	-	○	△
Household	-	○	△
Cooking	-	○	-
Garbage	-	○	-

<플라즈마 기술의 적용 : 농식품 분야 > 출처:국가핵융합연구소

플라즈마는 전리된 기체로서 양전기를 띤 이온과 음전기를 띤 전자가 거의 같은 밀도로 분포되어 전기적으로 중성인 하전입자 집단이다. 플라즈마는 다양한 여기 상태의 이온들을 다량 포함하며 여러 단계의 천이과정을 거치며 넓은 파장 영역을 갖는 자외선을 생성하며, 여기 상태의 이온, 자외선 및 고 에너지 전자의 생물학적 작용에 의해 미생물을 사멸시킬 수 있다.

일반적으로 플라즈마는 상압 상태의 공기를 글로우 방전시켜 생성하며 스위치를 차단하면 활성 입자들이 바로 사라지기 때문에 제어가 간단하고 잔류 물질을 남기지 않는 장점이 있어 독성물질 제거 및 세균, 바이러스 등 미생물 살균에 이용한다. 고전압 필스는 미생물 세포에 순간적으로 작용하여 세포막 사이에 일정 이상의 전위차를 유도하고, 전하를 띤 분자 간 척력에 의하여 세포막에 포어(pore)를 형성하여 비가역적 세포막(벽) 파괴를 야기 유도한다.

또한 농산물의 생산 과정에서 사용된 농약과, 토양 오염, 또는 대기 오염 등의 영향으로 비롯된 유기 화학 약제에 의한 농산물 오염물을 효과 적으로 제거 또는 저감 시킬 수 있다.

이론적으로 고찰 할 때, 플라즈마 상태에서 분해 불가능한 물질은 없다고 한다. 농축액의 특성에 적절한 플라즈마 생성 기술은 미생물 관리와 유해 유기 화합물 제거를 효과적으로 수행할 수 있다고 판단된다.

플라즈마는 이온과 전자를 포함하는 고밀도의 활성화된 라디칼(radical)로 이루어져 반응성이 매우 높은 여기상태(excited state, 勵起狀態)가 되어 다른 물질의 분자구조와 쉽게 반응한다. 이러한 특성을 녹색 성장 동력으로서의 농축액의 위해 요소 경감 기술로 개발 적용 하고자 한다. 특히 대기압 플라즈마에서 환경 조건의 영향을 1 atm 상태의 압력과 가스 분위기로 나누어 고찰 할 수 있다. 특히 일반 공기를 대기압 방전의 가스 물질로 적용 할 경우에는 산소 방전 상태의 특성을 볼수 있고, 라디칼 상태의 생성 물질은 <그림 1>과 같다.

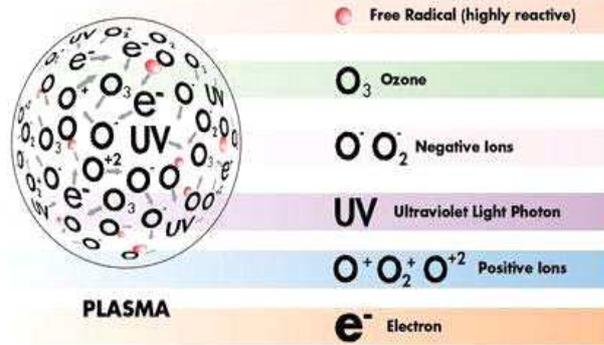


그림 1 플라즈마의 생성 라디칼 요소

일반 대기 분위기는 질소와 산소로 구성되어 있어 대기압 플라즈마는 산소 플라즈마 상태로 분류된다. 산소 플라즈마에 의한 라디칼 생성은 negative ion 상태를 유도하고 대기 중의 수분을 끌어들이어 OH- radical 을 생성 하게 된다. OH- radical의 효과는 이미 플라즈마 연구 분야에서 다양한 효과가 입증 되어 있다. 대기압 플라즈마에 의한 생성 물질은 대부분 긍정적 방향으로 이용 가능하다. 그러나 과량 발생시에는 위해 요소로서 작용할 수 있다. 오존(O3)과 같은 물질을 예로 들수 있는데, 적정량은 살균과 화학 물질 분해에 긍정적으로 작용하지만 인체에 피해를 준다. 이러한 부작용(side effect) 물질의 관리 제어 기술을 개발 하고자 한다.



그림 3 상압플라즈마 생성(연면방전(좌), 동축관방전(중),침두형(우))

플라즈마는 고체, 액체, 기체에 이어 “제4의 물질”이라고도 한다.



그림 4 플라즈마

플라즈마 상태(plasma state) 또는 플라즈마 장(plasma field)에서는 모든 물질은 원자 이하의 수준에서 변환 될 수 있다. 또한 플라즈마에 의한 생성 radical은 물질 반응에 관여한다. 본 개발에서는 플라즈마를 농축액의 유해 요소 경감 기술로서 적용한다. 플라즈마에 의한 생성 물질은 대부분 긍정적 방향으로 이용 가능하다. 그러나 오존(O3), NO 등의 물질은 다량 발생 시에는 위해요소로 발생할수 있으므로 본 개발에서 과량 발생과 과다 사용을 제한하고 제어할 수 있는 기술 개발을 포함 한다.

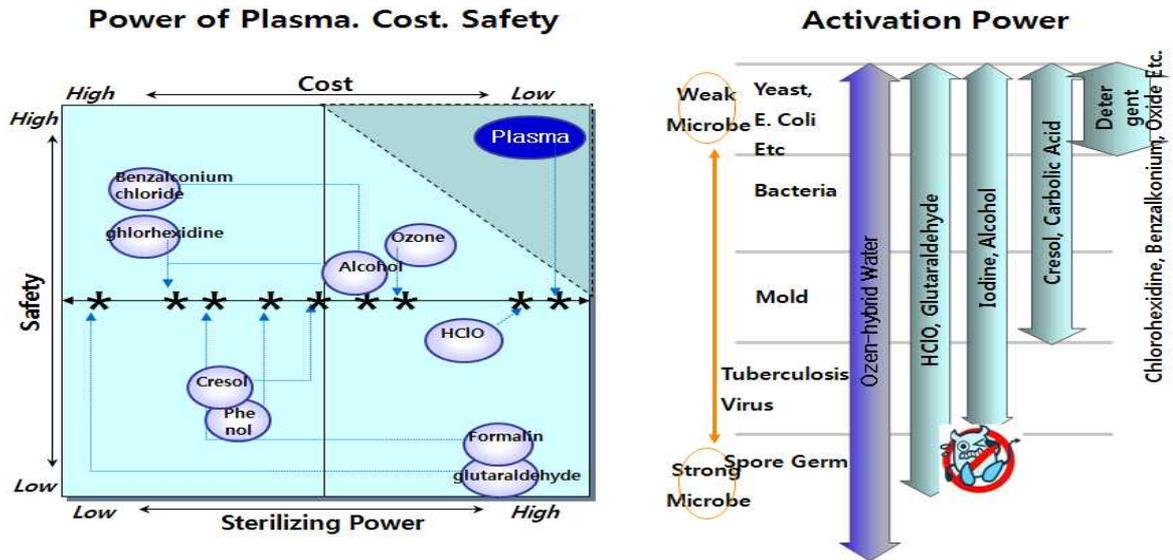


그림 5 플라즈마의 장점(물질 분해력, 살균력 기준)

## 2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

### 가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

#### ○ 기술현황

플라즈마 방식으로 분류 될 수 있는 기술은 산업의 발달과 함께 발달해 왔다. 90년대를 기점으로 경제 성장에 따른 먹거리의 다양화, 수입 농산물의 증가, 기능성 식품의 고급화 과정을 거치면서 종래 단순 수세 방식에서 방사선 처리법에 이르기 까지 안전한 농산물에 대한 욕구가 증대 되고 있다. 이에 따라 플라즈마 방식을 응용한 기술이 개발 되어 있는 실정이다. 그러나, 대부분 외국 기술의 도입과 모방의 과정에 있다고 판단 된다. 원천 기술의 개발과 정량적 분석이 없이 사용되어 왔다. 따라서 플라즈마 기술은 반도체 산업에서 기계 공업 분야에 있어서는 필수 기술로서 인정 받고 있지만 실제 식품제조 및 농산물 분야에서는 효과를 의심 받기도 하는 실정이다. 최근 식품의약품안전청 고시 (2007-74호)에 따라 플라즈마 방전에 의한 오존이 식품첨가물로 허가 되어 있다. 그리고 국내 요소 기술이 다양한 방법으로 개발 되었으나, 정량적 실증이 충분이 이루어 지지 않고 있다는 현실의 반영으로 판단된다. 국내 개발 및 적용 사례는 다음과 같이 구분 될수 있다.

특허청 자료에 의하면 플라즈마 방전(오존발생장치 포함) 유관 기술의 특허 출원이 급증하고 있어 산업의 요구가 증가 되고 있다고 판단된다.

#### ○ 시장현황

단위 : 달러

구분		실적				전망		
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
플라즈마	국내	70억	56억	45억	82억	85억	90억	95억

신소재경제(2013.10.17.) - 소재기술백서 2011

#### ○ 경쟁기관현황

SE플라즈마(한국) 평판 디스플레이 제조 공정에 요구되는 표면 세정 장치에 대한 사용화 기술 확보  
 케이씨텍(한국) 8세대 기판에 적용할수 있는 상압 플라즈마 세정기 개발 완료  
 주성엔지니어링, 세메스, 디엠에스(한국) 반도체 및 디스플레이에 저압 플라즈마를 이용한 식각 및 증착장치, 세정장치 생산

#### ○ 지식재산권현황

국가	기술명칭	비고
한국	플라즈마 방전수를 이용한 청과물 및 최소가공식품의 살균장치 개발	2002 (주) 카보텍
한국	엽채소류 대상 농약잔류 그룹화 및 플라즈마 활용기술	2011 국립농업과학원/홍수명
한국	활성질소가 진균의 분화과정에 미치는 분자생물학적 역할 및 플라즈마의 적용	2013 광운대학교/박경순

#### ○ 표준화현황

KAIST(장홍영 교수) 다양한 플라즈마 소스 개발 및 응용  
 POSTECH(이재구 교수) 다양한 플라즈마원에 대한 특성 및 이를 이용한 공정에 대한 시뮬레이션 코드 개발  
 한양대(정진욱 교수) 실시간 플라즈마 분석장치 개발, 플라즈마 Simulation 연구

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

국의 플라즈마에 의한 농수산 식품 기술은 광범위하게 일반적으로 적용 되고 있음이 확인 된다. 또한 국가에 따라 플라즈마를 직접 이용 하거나 플라즈마의 생성 가스인 오존과 라디칼을 이용한 방식을 선호하는 경향을 알 수 있다. 또한 식품 산업에 폭넓게 적용되고 있는 역사를 짐작케 한다.

○ 농산물 분야 - MITSUBISHI(일본) 장기 저장 기술



図1. 負イオン/オゾン冷温高湿貯蔵庫  
(幅3.6m, 奥行1.8m, 高さ2.6m)

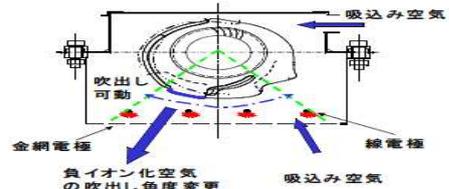


図2. スイング式負イオン/オゾン発生装置

ニホンナシ「幸水」  
5ヶ月保存後  
硬度 4.7→4.8  
Brix 12.8→13.4



エチレン関与果実  
(クライマクテリック果実)

ブドウ「巨峰」  
4ヶ月保存後  
pH 3.3→3.4  
Brix 18.5→18.7

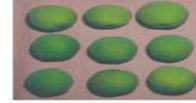


エチレン非関与果実  
(ノンクライマクテリック果実)

オウトウ「佐藤錦」  
1ヶ月保存後  
pH 4.3→4.0  
Brix 16.3→19.6



ウメ「剣先」  
1ヶ月保存後



低温障害がおきる果実

冷温高湿貯蔵により従来より約5倍長期に品質劣化を防止できる

○ 농산물 분야 - EPRI(미국) 과일 세척



Ozonated flume water transports the apples and cleans them without chlorine.

Challenge Test Results

	Yeast Count per Gram in 100 ml Rinse Water	
	Jonathan	Empire
Dipped into yeast suspension, no washing	70,000	1,000,000
Washed in ozonated flume water (~0.1 ppm)	1,200	21,000
Washed and sprayed with ozonated water (~0.1 ppm)	730	1,500

○ 수산물 가공 유통 분야 -해산물 살균 유통 (일본)



商品一覧

※下記の商品のご注文はこちらから

**青森県十三湖産ヤマトしじみ(活)**



十三湖は青森県津軽の北に位置し、日本海の海水と真水が微妙に入り混じった汽水湖です。ここで育つヤマトしじみはミネラルが豊富でおいしいと評判です。このしじみを独自の手法で砂出し、オゾン洗浄していますので、すぐに調理出来ます。

**青森県十三湖産ヤマトしじみ(活) 海洋深層水パック**



十三湖のヤマトしじみを独自の手法で砂出し、オゾン洗浄した後、オゾン気水にパックしました。鮮度維持と、貝の身が一層おいしくなっています。

**青森県十三湖産ヤマトしじみ(冷凍)**



旬の時期の十三湖のヤマトしじみを独自の手法で砂出し、オゾン洗浄、真空パックして、ブライン冷凍機で急速冷凍しました。いつでも旬のしじみが味わえます。

○ 수산물 가공 분야 -해산물 살균 가공 과정(일본)



どうやって採るの?



**9. 目視による手作業で選別を行います。**  
このとき、死貝やドロ貝、石などの異物を取り除き、臭い検査で鮮度が低下した貝を除去します。

**10. 独自に開発したオゾン殺菌二段式の洗浄機でしじみを洗浄します。**  
殻が閉じている"から"やドロ貝を開かせます。

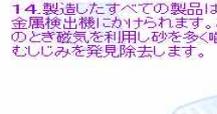


**11. 洗浄後のしじみをもう一度ベルトで選別します。**  
洗浄によって開いた死貝やドロ貝を取り除き、再度臭い検査をします。

**12. 自動計量機によって規格別に計量します。**



**13. パックの中は"第2の宍道湖"。急激に冷やさないように13℃に調整したオゾン殺菌水を充填ししじみのストレス化を防ぎます。**



**14. 製造したすべての製品は、金属検出機にかけられます。**  
このとき磁気を利用し砂を多く含むしじみを発見除去します。

○ 시장현황

단위 : 달러

구분	실적				전망		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
플라즈마 세계	70억	56억	45억	82억	85억	90억	95억

신소재경제(2013.10.17.) - 소재기술백서 2011

○ 경쟁기관현황

Rhytec(미국) 미국 Rhhtec사는 Portrait PSR3라는 상품명으로 플라즈마 피부재생장치를 시판.  
Surfx(미국) UCLA의 기술을 이전해 대기압 플라즈마 장치를 상업화해 다양한 종류의 Plasma원을 생산.

ERBE(독일) 다국적 회사인 ERBE에서는 Ar 플라즈마를 이용한 지혈 장치를 상품으로 제공.  
SEKISUI CHEMCIAL(일본) 디스플레이 제조에 필요한 다양한 박막 공정을 위한 상압 플라즈마 상용 장비 시판중.

○ 지식재산권현황

국가	기술명칭	비고
일본 (특허)	STERILIZATION OF ANIMAL MEAT BY OZONE FOG AND APPARATUS THEREFOR	1999
일본 (특허)	CONTINUOUS STERILIZING AND RINSING UNIT FOR FOOD PRODUCT	1981
미국 (특허)	STERILIZATION OF ANIMAL MEATS	1989
미국 (특허)	STERILIZATION OF FOOD	1989
미국 (특허)	A study on the sterilization effect of ozone and its application for marine food processing.	1988
일본 (연구논문)	음이온과 오존 병용기술에 의한 식품살균	2001 森美喜男(三菱電氣)
일본 (연구논문)	오존 살균 기술의 현황과 장래	2002 小阪教由(東急車輛製造)
일본 (연구논문)	식품 업계의 오존 이용 : 식품 공장과 슈퍼마켓의 오존의 이용과 효과	Yamayoshi,T.(오사카부립공중위생연구소)
일본 (연구논문)	무균 진공 포장의 기술 동향	白井敏明(日本食品出版(株)編輯部)
일본 (연구논문)	식품 제조에 있어서 세정과 살균	吉田幸一 ; 金谷隆文;
일본 (연구논문)	식품, 환경의 오존 살균 : 오존 특성과 환경 호르몬 대책에 이용	山田春美;
일본 (연구논문)	식품, 환경의 오존 살균 : 탈산소제와 오존 가스에 의한 식품 보존 기술	内藤茂三

○ 표준화현황

Old Dominion University Laroussi그룹 : 플라즈마 살균효과에 대한 연구가 주로 진행됨.

### 3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

#### ① 기술개발

식품 살균에 사용되는 저온 플라즈마기술은 대기압 플라즈마와 감압 플라즈마로 구분되며 이중 감압 플라즈마는 플라즈마 발생속도 제어가 용이하고 균일한 플라즈마 생성이 가능한 장점이 있으나 진공에 가까운 상태까지 압력을 낮추는 설비가 필요하고, 연속식 처리가 어려운 단점이 있다. 이에 반해, 대기압 플라즈마는 대기압 하에서 플라즈마 생성이 일어나기 때문에 장비가 간단하고, 연속식 처리가 가능하며, 장치비가 낮은 장점이 있어 농·식품산업의 적용 가능성이 높다. 이러한 대기압 플라즈마의 방전형태는 유전체장벽방전(DBD, dielectric barrier discharge), 코로나방전(corona discharge), 마이크로웨이브방전(microwave discharge), 아크방전(arc discharge) 등이 있다. 이 이중 유전체장벽방전은 매우 큰 비평형 조건에서 작동하고, 고출력 방전이 가능하며, 전기적 충격이 없어 가장 적합한 방전형태이다. 이와 같은 기술 자료를 바탕으로 실험실용 플라즈마 발생장치를 그림 1과 같이 설치하였으며 연구를 실시하였다. 연구결과 플라즈마 GAS 제조에 사용되는 기체로 산소, 질소, AIR를 이용하였으며 이중 산소, AIR를 이용하여 플라즈마 GAS를 발생하여 이를 용기에 주입한후 50도 24시간 방치하였을 경우 무처리군에 비하여 제품 오염에 의한 혼탁이 보이지 않았다. 그중 AIR를 이용한 실험한 결과가 유전체장벽방전 플라즈마 발생장치가 무처리군에 비하여 효과가 있음을 확인할 수 있었으며 적절한 것으로 결과를 도출할 수 있었다.



그림1 실험실용 DBD 플라즈마 발생장치

하지만 실험실용 DBD 플라즈마 발생장치는 플라즈마셀의 냉각을 위해 수냉식으로 작동되는 방식으로 수냉식 온도가 15도 이하일 경우 결로발생으로 인하여 플라즈마셀이 파손되는 문제가 발생하였다. 이를 개선하기 위하여 공랭식으로 플라즈마셀을 냉각할수 있는 방식이 필요하였으며 이를 차후 Scal-up 타입에 설계에 적용하였다.

실험실에서 문제점을 해결한 공랭식 유전체장벽방전(DBD)플라즈마 발생장치를 아래와 같이 개발 및 설치하였다. 그림 1의 유전체장벽방전 고주파 전원부의 1)은 가변 전압 조절단자 2) 가변 주파수 조절단자 3) 고전압/고주파 트랜스포머이며 그림 2의 DBD 플라즈마 방전부 1)외부 히트싱크, 2) GAS IN 3) 플라즈마 GAS OUT 4) 내부 고전압 단자로 구성하였다. 또한 그림 3)과 같이 DBD플라즈마 방전장치의 주입 GAS량을 조절하기 위하여 레귤레이터와 GAS유량계를 부착하여 최대 10L/MIN의 플라즈마 GAS를 발생하도록 설치하여 발생된 GAS는 TANK에 직접 주입하도록 별도의 배관을 설치하였다.

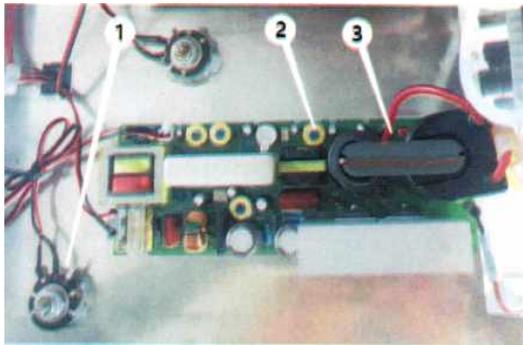


그림 1 유전체장벽방전 고주파 전원부

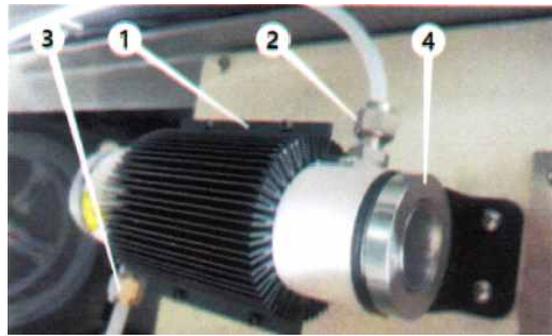


그림 2 DBD 플라즈마 방전부



그림 3 유전체장벽방전(DBD) 플라즈마 발생장치 설치 사진

또한 그림 3의 유전체장벽방전 플라즈마 발생장치에 뒷면에 팬을 설치하여 플라즈마셀에 발생하는 열기를 식혀줄수 있도록 반영하였으며 유전체장벽방전 플라즈마 발생장치 특성상 물에 닿지 않도록 별도의 작동공간을 설치하였다. 이 경우 TANK와의 거리가 멀어져서 플라즈마 GAS가 TANK에 주입시 영향을 미칠것으로 판단되었으나 실제 TEST결과 직접 주입방식이 실험실과 유의한 차이는 보이지 않음.

실제 현장의 실험결과는 산소를 원료가스로 사용하여 농축공정시 시간당 2분씩 플라즈마GAS를 주입하였을 때 플라즈마 처리전 4,700cfu/g의 일반세균이 검출된것과 비교하여 플라즈마 처리후 세균이 0cfu/g로 확인되었음

②식품 가공과의 연계성

- 그림 4와 같은 개발 구성을 통하여 전기적 플라즈마 기술 개발
- 식품 비가열 살균 기술의 일환으로 플라즈마 적용 기술 개발

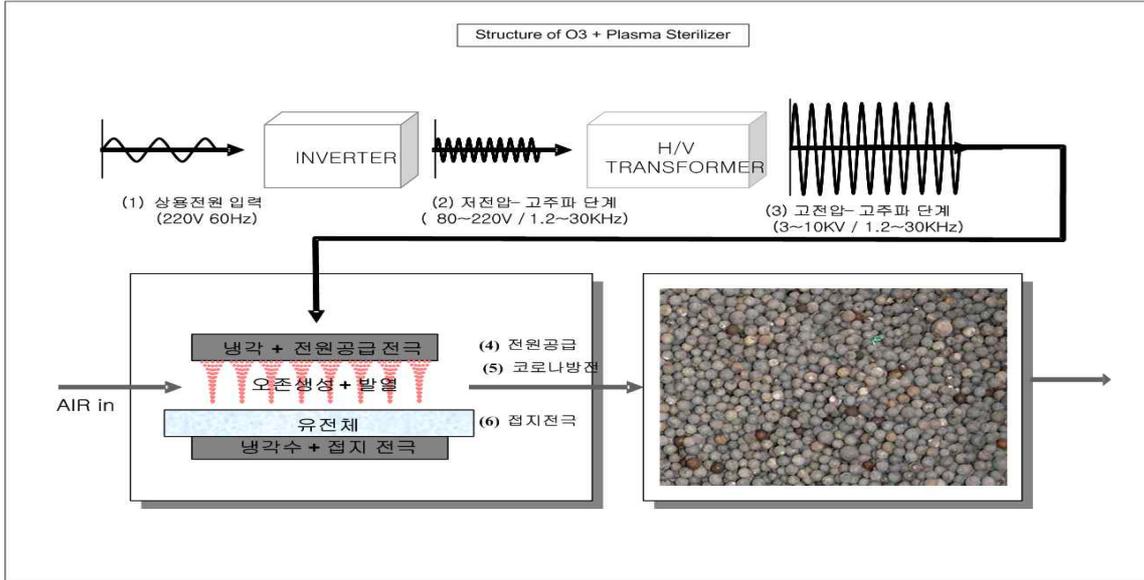


그림 4 개발 구성

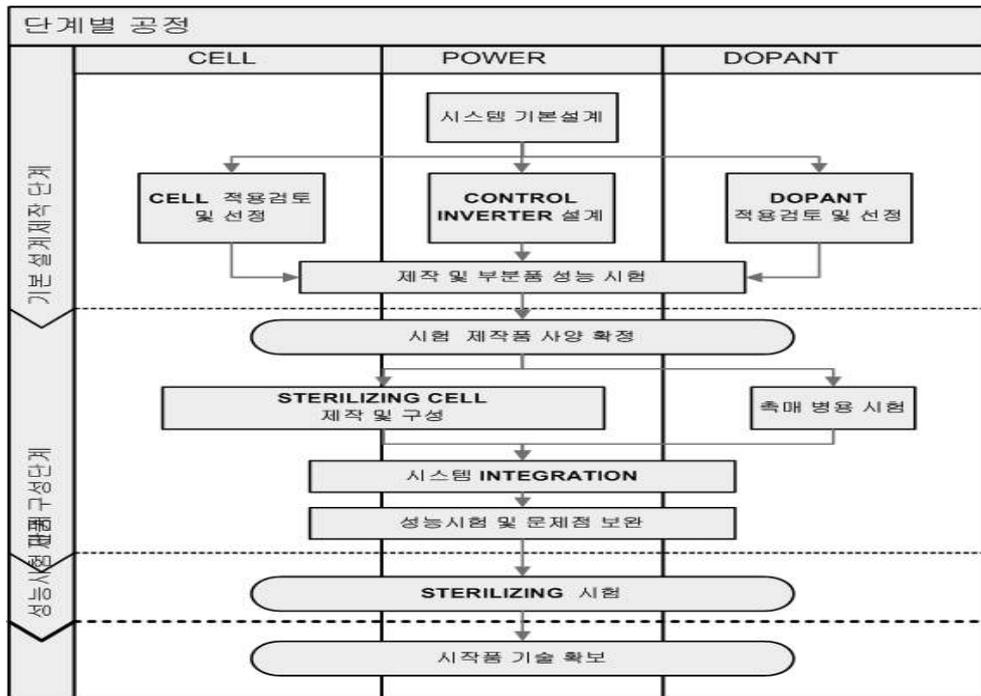


그림 5 추진방법

③ 추진일정

일련 번호	연구내용	1차년도												비 고	
		월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립 및 자료조사	■	■												
2	플라즈마 적용모델 검토		■	■	■										
3	플라즈마 적용 및 설계				■	■	■	■							
4	농축공정 플라즈마 전체시스템 구성						■	■	■	■					
5	주요평가방법에 따른 성능평가항목 결정							■	■	■					
6	현장 적용 실험								■	■	■	■			
7	현장 DATA수집 및 정보분석								■	■	■	■	■		
8	성능평가											■	■		
9	보고서작성												■	■	

④ 연구개발성과

-특허성과

출원연도 : 2017.04.17, 출원인 : ㈜중양타프라, 출원국 : 대한민국,

특허명 : 내열성 균 제어 기능이 우수한 식품용 플라즈마 살균 농축기, 농축기 플라즈마 주입 살균을 통한 농축 식품 제조 방법, 출원번호 : 10-2017-0048932

이는 기존에 한국식품연구원에서 특허 등록한 비가열 식품 살균장치(출원번호:10-2012-0088948)와 대기압 플라즈마를 사용하여 살균을 한다는 원리는 유사하지만 컨베이어벨트로 신선식품을 살균을 실시하는 방식으로 이번에 연구한 내용인 액상을 배관을 통해 살균하는 방식과는 차별점이 있음.

⑤ 연구결과

-기술적 성과

식품에 적용이 가장 용이한 유전체장벽방전(DBD)플라즈마 발생장치를 목표에 맞게 설계하여 개발함으로써 비가열 살균방법에 대한 공정 개발을 완료하였음.

-경제적 성과

- 제품 생산시 최종제품의 자사규격인 10,000cfu/g이하로 관리하기 위하여 95도 이상의 온도에서 30분이상의 살균처리를 실시하였으며 이에 통한 유틸리티비용이 지속적으로 발생하였음 유전체장벽방전(DBD)플라즈마 발생장치를 이용하여 제조공정시 80도 1분간의 살균처리를 실시하여도 제품 규격인 10,000cfu/g이하로 관리가 가능하였으나 80도로 가열처리하는 이유는 가열을 통한 제품의 점도를 낮추는 역할로만 사용하게되어 유틸리티비용의 절감 및 살균공정 시간이 최소 29분 이상 감소함으로써 공정 개선의 효과가 나타났음.
- 최소한의 가열처리공정을 실시함으로써 열의 의해 제품 품질이 저하되는 것을 방지하여 품질이 개선된 제품 개발이 가능하게 되었음.
- 이와 같은 기술로 신제품 개발 및 기술 제휴 등으로 해외 바이어에게 제품관련 문의가 지속적으로 들어오고 있음.



## 4-2. 관련분야 기여도

## ○ 기술적 측면

- 플라즈마기술의 식품, 보건 및 생명공학 산업으로 파급효과 기대
- 플라즈마기술-농식품 분야의 국내외 원천기술 확보 기대
- 식품안전 분야 학문의 균형 발전 및 산업화에 기여

## ○ 경제적·산업적 측면

- 저온 플라즈마와 같은 새로운 비가열처리 살균기술의 식품산업에 파급효과 기대
  - 식품 안전성 증진용 저온 플라즈마 기술 수출 기대
  - 안전성 관능적 품질 증진기술 확보를 통한 식품가공 및 저장기술에 이용 확대
  - 친환경적인 살균 기술을 이용한 안전한 식품개발 및 생산에 기여
- 저온 플라즈마 기술의 안전성 검증으로 소비자 수용성 제고와 관련 산업체 생산성 및 수출 활성화 기대
- 저온 플라즈마 기술로 개발된 고부가가치 기능성 신소재 및 신제품의 산업화로 수입대체/수출효과 증진 및 국민 삶의 질 향상 유도

## 5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

- 플라즈마 기술을 이용한 살균 기술은 기존 살균방법에 비하여 경제적이고 다양한 방법으로 활용이 용이하여 식품 안전성 증진 기술 확보
- 위생적으로 안전한 식품 공급으로 강해지고 있는 소비자의 안전수준 요구에 대응하며 소비자 인식 개선으로 인한 지속가능한 식품 산업 실현
- 비가열 살균을 통해 관능적 품질 증진 확보로 식품가공 및 저장기술에 이용 확대
- 중국 수출에 적합한 제품 개발에 적용함으로써 이를 통한 수출 활성화

## 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<ul style="list-style-type: none"><li>○ 플라즈마를 활용한 위해요소 저감 기술의 다출원국은 미국, 일본, 독일, 한국 캐나다 순으로 나타났으며, 특히 미국과 일본이 압도적 점유에 의해 주요 출원국으로 파악됨.</li><li>○ 플라즈마를 활용한 위해요소 저감 기술분야는 01년~03년까지 발전단계에 접어들었다가 성숙단계를 거치지 않고 04년~05년까지 퇴조단계로 접어들었고, 06년에 회복단계로 진입하였다고 할 수 있을 정도로 상승하였다가 다시 07'년에 퇴조단계라 할 수 있을 정도로 후퇴함. 다만, 단기간 내에서의 변화인 점과 경기침체가 반영되었다고 유추할 수 있는 점 등을 고려할 때에 단정할 수는 없음.</li></ul>	

## 7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
<input type="radio"/> 특별한 보안 없음	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
해당없음								

## 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
<p>- 산업안전보건법 제31조 (안전보건교육) 및 연구실 안전환경조성에 관한 법률 제 18조에 의거, 전 직원에 대한 안전보건교육을 매달 실시함. 교육 방법은 모든 직원에 대한 자체 교육(2시간)을 실시하고, 안전보건교육 일지를 작성하여 관리함.</p>	

## 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	내열성 균 제어기능이 우수한 식품용 플라즈마 살균 농축기, 농축기 플라즈마 주입 살균을 통한 농축 식품 제조 방법	(주)중앙 타프라	-	대한민국	-	2017.04.17	단독사사	-

# 11. 기타사항

코드번호	D-13
------	------

## ○중국 수출 촉진을 위한 K-FOOD FAIR 참석



2017年9月21-22日, 由韩国农林畜产食品部、韩国农产品流通公社(AT)主办的“2017韩国食品上海招商会”在上海虹桥新国际博览中心成功举办。

此次招商会共有47家韩国食品企业, 10个韩国食材供应商携几百款产品亮相, 参展产品种类丰富, 涵盖休闲食品、罐装大米零食、饮料、酱料、食材和食品原料等。同时, 此次大会还邀请了130位中国食品进出口贸易及食材经销商参会, 给进出口食品企业提供了一个面对面的良好机会。

为了让中国进出口贸易商更深入地了解韩国食品, 21日, 进行了韩国食品(新产品)推介会, 中国采购商踊跃参加, 食品行业专家论坛以及精彩的晚宴活动, 22日, 进行了韩国食品进出口韩国食材B2B洽谈会。

(株)中央研究院也参加了本次招商会, 受到了中国关注。

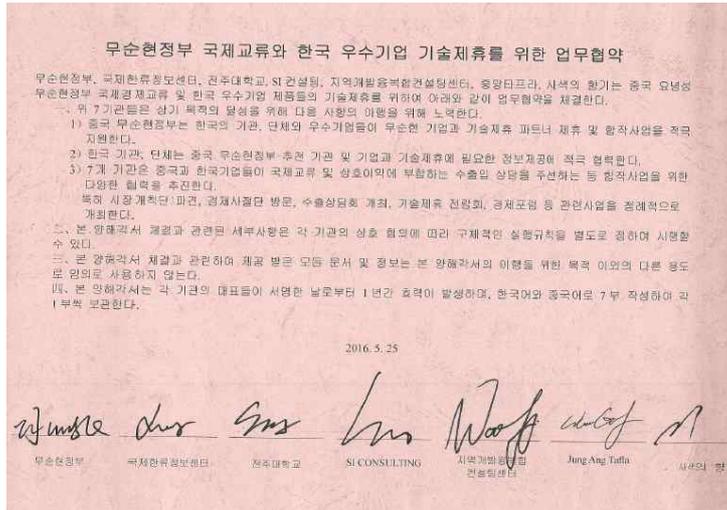


(株)中央研究院在1990年从事食品制造业起家, 通过开发优良的食品原料, 成为韩国食品工业的奠基者。在1996年组建了饮料厂, 成为了一家专门生产和销售饮料和罐装食品的食品公司, 为韩国食品业提供生产, 在食品发展的食品产业里, 让韩国食品开发研究所企业发展的基础, 除了在食品开发开发部门投入大量的资金外, 还投资于相关的产业研究, 陆续投入人员投入到在首位的一等食品企业。

(编辑: 李宇)



## ○중국 요녕성 무순현 인민정부와 기술제휴 MOU 체결



## 12. 참고문헌

코드번호	D-14
<p>○신소재경제(2013.10.17.) - 소재기술백서 2011</p> <p>○플라즈마 기술의 농업 및 식품 분야 기술 트렌드 - 국가핵융합연구소</p> <p>○플라즈마 기술의 적용 : 농식품 분야 - 국가핵융합연구소</p> <p>○대기압 유전체장벽방진 플라즈마에 의한 식품유해 미생물 살균 - 식품위생학회지(2017.3)</p>	

## 뒷면지

### 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 아니됩니다.