

T000040349

MONO1201517890

발간등록번호
11-1543000-000537-01

축산물 안전성 확보 및 저장성 향상을 위한  
가스상 이산화염소 살균시스템 개발 및  
사업화 적용을 목적으로 하는 R&D 기획

(R&D Planning for system Development and Business Application  
of gaseous Cl<sub>2</sub> sterilization system for livestock product)

(주)푸르고팜

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “축산물 안전성 확보 및 저장성 향상을 위한 가스상 이산화염소 살균시스템 개발 및 사업화 적용을 목적으로 하는 R&D 기획” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014 년 09 월 24 일

주관연구기관명 : (주)푸르고팜  
주관연구책임자 : 김종락  
세부연구책임자 : 김종락  
연 구 원 : 박희석  
연 구 원 : 김진성  
연 구 원 : 안현민  
위탁연구책임자 : 정연두

# 요 약 문

I. 제 목: 축산물 안전성 확보 및 저장성 향상을 위한 가스상 이산화염소 살균시스템 개발 및 사업화적용을 목적으로 하는 R&D 기획

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

목적: 본 연구를 통해 축산물을 대상으로 가스상 이산화염소 발생기를 이용한 살균시스템을 구축하여 유효살균조건을 확립하고, 축산물 안전성 확보 및 저장성 향상에 기여하고자 한다.

### 연구개발의 필요성

- 2012년도 국내 육류 소비량은 총 217만 여 톤으로 점점 증가하고 있으며, 1인당 육류 섭취량은 43.7kg에 달한다. 1인당 육류 섭취량의 꾸준한 증가로 인해 **비위생적인 처리 및 보관 시 식중독 위험 또한 증가될 것으로** 판단된다 (육류 소비량 현황(아시아경제, 2013)과 국민 1인당 육류섭취량(연합뉴스, 2013)
- 식중독의 원인체는 크게 세균, 바이러스, 자연독, 화학물질 등으로 나뉜다. 2012년 국내 식중독 발생건수는 266건으로, 6,059명의 환자가 발생했으며, 원인불명과 노로바이러스를 제외하고 **병원성 대장균에 의한 식중독이 발생건수와 환자수에서 가장 높은 빈도를 차지하였다** (식약처, 2013)
- 돼지고기, 닭고기 등의 육류가 식중독 원인 추정식품 중 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 (식약처, 2007) 이를 예방할 수 있는 **축산물 위생관리방안이 절실하다고** 판단된다.
- 식육의 미생물 오염은 유통기한 외에도 신선도를 결정하는 주요 요인으로 작용하게 된다. 따라서 **식육위생확보와 신선도 유지**를 위해 **식육의 미생물 오염 방지를 위한 적극적인 대처방법이 필요할 것으로** 판단된다.
- 현재 도체 살균에 사용되고 있는 구연산의 경우 4℃에서 미생물제어효과가 극히 미미한 반면 (Alonso-Hernando et al., 2013). 이산화염소의 경우 4℃에서 미생물 제어효과가 가장 뛰어났는데 이는 도축 후 예냉실 온도 및 보관온도가 4℃ 이하라는 점에서 **냉장 환경 및 냉장보관 시 이산화염소를 이용하여 도체 살균을 실시할 경우 효과가 높을 것으로** 판단된다.
- 도체 표면 미생물 오염도 조사 결과 모두 일반세균수  $10^4\text{cfu/cm}^2$  이하, 대장균수는 소  $10^2\text{cfu/cm}^2$ , 돼지  $10^4\text{cfu/cm}^2$  이하(김 등, 2009)였으나, 식중독 유발 세균이 지속적으로 검출되고 있다(김 등, 2009; 변 등, 2001). 특히, 병원성 대장균의 경우 약 40분마다 분열하므로(Marr, 1991), 도체 표면 미생물 오염을 최소화하는 것이 중요하다고 판단된다.
- 도체 살균 후 가공 및 운반 단계에서 교차 오염가능성이 상존하고 있다. 가공 처리 중 칼 등의 식육처리기구에 한해 자외선 살균기를 통한 살균을 실시하고 있으나, 현장 조사 결과, 작업대 및 절단기 등 작은 부품으로 이뤄진 기구의 경우 살균 소독에 어려움이 많았다. 운반 중에는 고기찌꺼기와 혈액으로 오염된 운반차량 바닥에 식육이 방치되어 2차 오염이 가능한 경우가 많고, 차량 구조상 세척 및 소독에 어려움이 많다. 종합하여 불 때 식육 오염 방지를 위한 **소독시스템 필요성이 절실한 상태에** 있다.
- 식육의 보관은 냉장 및 냉동상태로 이뤄지며, 냉장 및 냉동으로 보관 시 액상 소독제를 도포 및 침지하는 경우에는 보관 시 살균소독제의 결빙 및 잔류 등으로 인해 식육의 품질에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 **필요한 상황에 맞춰 액상형태 또는 가스형태를 선택하여 쓸 수** 있

는 소독제를 적용할 경우 식육에 더욱 적합하다고 판단된다. 이러한 관점에서 점차 사용 범위가 확대되고 그 효과를 인정받고 있는 이산화염소를 식육 위생확보를 위한 소독제로 적용하는 것이 바람직스럽다고 판단된다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 각종 유해 세균에 대한 이산화염소의 살균력 실험
- 유기물이 존재하여 살균 효력을 감소시킬 수 있는 상황에서의 이산화염소의 살균력 실험
- 고농도(1000 ppm) 이산화염소 액상 및 이산화염소 가스상 전환 사용이 가능한 발생 장치 모형 개발
- 이산화염소 가스 발생 장치와 습도 제어 장치가 구비된 훈증 챔버를 결합 살균 시스템 모형 개발
- 계란 표면을 브러시로 털어내고 무세척 상태에서 이산화염소 농도 별 시간별 살균력 실험
- 무세척 계란 대상 AI 바이러스 살균력 실험
- 생닭의 저온 유통 기간 연장을 위한 이산화염소 용액 냉침 및 포장 용기 내에 이산화염소 가스 서방형 소모품 투입에 의한 세균 증식 억제 및 관능상 신선도 평가 실험
- 결과를 종합한 촉진 요소 분석 및 억제 요소 분석
- 기술 사업화 본 연구에서 수행 되어야 할 핵심 과제 도출

### Ⅳ. 연구개발결과 (필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 연구개발 목표: - 각종 유해 세균에 대한 이산화염소의 살균력 실험
- 유기물이 존재하여 살균 효력을 감소시킬 수 있는 상황에서의 이산화염소의 살균력 실험
  - 계란 표면을 브러시로 털어내고 무세척 상태에서 이산화염소 농도 별 시간별 살균력 실험
  - 무세척 계란 대상 AI 바이러스 살균력 실험

결과: ▶ 무 세척 친환경 기체 (이산화염소 가스) 훈증 살균 처리를 통하여 유해 식중독 균 (Salmonella enteritidis) 및 AI 바이러스 실험 결과 유효성 확인하였으며, 실용화 수준 달성 함 (30분 이내 균밀도 5 log 감소)

↓

- 식용 계란 안전성 확보, 부화장 부화율 향상 목적 적용
- AI의 후속적 여파로 계란 소비 감소 방지 대책에 활용
- 3주 상온 보관 가능으로 에너지 절감 기여

**연구개발 목표:** - 고농도(1000ppm) 이산화염소 액상 및 이산화염소 가스상 전환 사용이 가능한 발생 장치 모형 개발  
- 이산화염소 가스 발생 장치와 습도 제어 장치가 구비된 훈증 챔버를 결합한 살균 시스템 모형 개발

**결과:** ▶ 운전 조건 선택으로 일정 고농도 이산화염소 용액 발생 장치 모형 개발 완료  
RH 65% 이상 유지로 이산화염소의 살균 효력 증가를 위한 챔버 모형 개발 및 계란 살균 실험에 투입

**연구개발 목표:** - 생닭의 저온 유통 기간 연장을 위한 이산화염소 용액 냉침 및 포장 용기 내 이산화염소 가스 서방형 소모품 투입에 의한 세균 증식 억제 및 관능상 신선도 평가 실험

**결과:** ▶ 이산화염소 가스 서방형 소모품 모델 개발 및 생닭 유통 시 사용 조건 모델 확립  
생닭 함기 포장에 결합시키기 위한 방향성 제시  
- 이산화염소 수 냉침 효과의 우수성 규명  
- 생 닭의 함기 포장에 팜이겔 적용  
- 기존 유통 한계 일에 추가로 +3 +2 방법 제시  
예) D+3 → D+6      D+5 → D+7  
- 세균 카운트 차이 유의한 차이 존재 확인  
(산패도 지수, 관능 성장 에 대하여 본 사업에서 완성 예정)  
  
- 생 닭의 수출 가능성 확인 및 구체적 계획 모색 예정

**연구개발 목표:** 결과를 종합한 촉진 요소 분석 및 억제 요소 분석

**결과:** ▶ 촉진 요소:

1. 사회적 요구와 현실적 적용 수단의 격차 심화 확대

축산 식품에 대한 높아져 가는 안전 요구도에 비해 구사 가능한 현실 대응 적용 수단은 답보 상태에 머물러 있다. 식용 계란의 경우 대기업, 양계협회, 산란계 소농가, 정책 당국 등 세척란, 무세척란을 중심으로 한 안전과 신선도에 대한 논쟁이 진행되고 있어 과학적 근거의 제시와 대책 마련이 필요한 시점에 와있다.

2. 부패 폐기율 저감 효과

생 닭의 유통 과정 중 유통 시일이 4~5일 이 지나면 소비자의 경험에 의해 생닭의 출하 후 법적 유통 기일 이내임에도 불구하고 소비자로 부터 외면받게 되는 상황이 초래 되고 있다. 본 예비 연구 결과를 확대 심화 적용할 경우 부패 폐기율의 최소화에서 더 나아가 신선도와 안전성 관점에서 프리미엄 등급 마케팅을 펼칠 수 있는 기술적 기반 역할을 할 수 있다.

### 3. 에너지 손실을 최소화

세척 계란은 보호막이 벗겨져 난각을 파괴하는 세균 침투에 취약한 상태에 노출되어 있고 이를 억제하기 위해 저온 냉장 보관을 권장하고 있지만 과연 그것이 최선인지에 대한 답변은 어려운 실정이다.

계란 세척 수의 온도는 계란 심부의 온도와 11도 이내로 유지해야 난각 사이의 기공이 벌어지거나 수축 팽창되지 않아 세균의 침입을 억제할 수있게된다. 그에 따라 세척수 온도는 32도에서 46도로 물을 덥혀서 사용하게 되고 궁극적으로 에너지를 잡아먹게 되는 세척 비용이 증가한다.

**억제 요소:** 과학적 검증 Data 없이는 장점의 설명이 추상적일 수 밖에 없다.

다음과 같은 점들을 해소하거나 돌파해야할 필요가 존재한다.

1. 처리 조건에 따른 식중독 균 밀도 감소 Data 부재
2. 초기 균 밀도 감소에 따른 신선 유통 기간 연장 Data
3. 유효 처리 조건에서 식품 안전성을 저해 할 수 있는 잔류성 Data
4. 축산 현장에서 적용하기 쉬운 현장 맞춤형 기술
5. 적용 결과 - 경제성 효과 분석
6. 법적 근거 및 준수 사항 등 현장 활용 가이드 라인

**연구개발 목표:** 기술 사업화 본 연구에서 수행 되어야 할 핵심 과제 도출

- 결과:▶
1. 처리 조건에 따른 식중독 균 밀도 감소 Data 부재  
→ 긍정적 예비 결과 도출되어 본 사업에서 심화 연구
  2. 초기 균 밀도 감소에 따른 신선 유통 기간 연장 Data  
→ 긍정적 예비 결과 도출되어 본 사업에서 심화 연구
  3. 유효 처리 조건에서 식품 안전성을 저해 할 수 있는 잔류성 Data  
→ 긍정적 예비 결과 도출되어 본 사업에서 심화 연구
  4. 축산 현장에서 적용하기 쉬운 현장 맞춤형 기술  
→ 본 사업에서 현장 밀착 요구사항 분석 반영 필요
  5. 경제성 효과 분석  
→ 무세척 계란의 경우 예비 분석 결과 만으로 신속히 변화시켜야 할 대상으로 분석
  6. 법적 근거 및 준수 사항 등 현장 활용 가이드 라인  
→ 본 사업에서 연구 결과를 종합하고 식품 안전성, 영양학적 측면, 일반 대중의 높이에서 불안, 우려, 의심의 요소를 떨칠 수 있도록 법적 근거 마련 및 홍보 가이드라인 마련

## V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

본 예비 연구 결과를 통해 다음과 같은 성과를 얻었으며, 본 과제에서 좀 더 과학적이고 실용적인 자료를 축적한 후 기술사업화를 하고자 한다.

### 연구성과:

- 무세척 훈증 시스템 도입으로 위생과 신선 증축 및 세척 및 냉장 저장 에너지 절감 가능 (50%)
- 이산화염소수를 이용한 공기 세척 및 냉침 시스템 적용: 프리미엄 등급 생닭 마케팅에 활용
- 이산화염소 서방형 포장 기술을 자동 포장 공장에 결합: FTA 대응 신선 위생 닭 해외 수출

## SUMMARY (영문요약문)

### I. Title

R&D Planning for System Development and Business Application of gaseous ClO<sub>2</sub> sterilization system for livestock product

### II. Purpose

To contribute for the livestock safety and improvement in storage through the establishment an effective sterilization conditions depend on the construction of the system of livestock gaseous sterilization by using chlorine dioxide generator

### III. Research development goals

- 1) Effects on various harmful bacteria sterilization of chlorine dioxide
- 2) Experiments of the disinfecting power of chlorine dioxide in a situation which is reducible the sterilizing effect in the presence of organic matter
- 3) Development of model of chlorine dioxide generation system enabled switch of high concentration (1000 ppm) of chlorine dioxide liquid and gaseous
- 4) Development of model of sterilization system of fumigation chamber which is chlorine dioxide gas generation system and humidity control device is equipped
- 5) Experiments of the disinfecting power of chlorine dioxide depend on concentration and time in a situation which non-wash state after egg wash the surface with a brush to shake off
- 6) Experiments of AI virus sterilization targeted non-washed eggs
- 7) Inhibiting effects on the bacterial growth and the evaluation of organoleptic freshness after insertion of chlorine dioxide gas supplies in packaging and treatment of chilled chlorine dioxide solution for extending of low temperature shelf life of chicken meat
- 8) Analysis of promoting and inhibiting factors through comprehensive analysis of the results
- 9) Deduction of core tasks performed in this technology commercialization study

#### IV. Research development results

- 1) The experiments of harmful food poisoning bacteria (*Salmonella enteritidis*) and AI virus were validated and achieved as practical level (5 log reduction in density of bacteria within 30 minutes) through fumigation sterilization of no-wash green gas (chlorine dioxide gas)
  - Achievement of table egg safety
  - Apply of the objective of improved hatchery hatching
  - Application of preventive measures in decreased egg consumption result in aftermath AI virus infection
  - Contribution to energy savings through 3 weeks storage capability at room temperature
- 2) The model of the generation system of high concentration of chlorine dioxide was developed. The developed chamber model was applied on sterilized egg experiment disinfection
- 3) The development of the model of sustained release of chlorine dioxide gas supplies and when establishment of usage-requirement-model during raw chicken distribution
  - Identify the superiority of the chilling water effect of chlorine dioxide
  - Apply of 'farm-e-gel' on air filled package of raw chicken
  - Proposal of increased storage time such as +3 or +2 day
  - Confirmation of the presence of significant differences in bacterial counts (Rancidity index, with respect to sensory constellation will be completed in this project)
  - Confirmation of possibility of raw chicken exports and plans of detailed programs

#### V. Utilization of research results

- Introduction of no-clean fumigation system
- Air cleaning and using chlorine dioxide system applications chilling-water
- Sustained release of chlorine dioxide in packaging technology combined automatic packing plant

## CONTENTS

### (영 문 목 차)

- I. General description of research project
  - I-1. Necessity
  - I-2. Objective
  - I-3. The range of research and development
- II. States of development of technology in foreign and domestic
- III. Contents of research and results
  - III-1. Preliminary validation of control-effectiveness of chlorine dioxide gas for the major foodborne pathogenic microorganisms
  - III-2. Preliminary validation of control effectiveness of chlorine dioxide gas for the major foodborne pathogenic microorganisms in the presence of organic matter
  - III-3. Preliminary experimental conditions for the establishment optimal sterilization of eggs utilizing gaseous chlorine dioxide
  - III-4. Preliminary experimental validation for extending the low temperature shelf life of raw chicken
- IV. Achievement of object and contribution
- V. Utilization of research results
- VI. Foreign information collected during research
- VII. States of research installation and equipments
- VIII. References

# 목 차

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

- 1-1. 연구의 필요성
- 1-2. 연구의 목적
- 1-3. 연구개발의 범위

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

- 3-1. 이산화염소 가스의 주요 식품 유래 병원성 미생물에 대한 제어효과 예비 검증
- 3-2. 이산화염소 가스의 유기물 존재 시 식품 유래 병원성 미생물에 대한 제어효과 검증
- 3-3. 가스상 이산화 염소를 활용한 계란의 최적 살균 조건 확립을 위한 예비 실험
- 3-4. 생 닭 저온 유통 기간 연장을 위한 예비 실험 검증

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

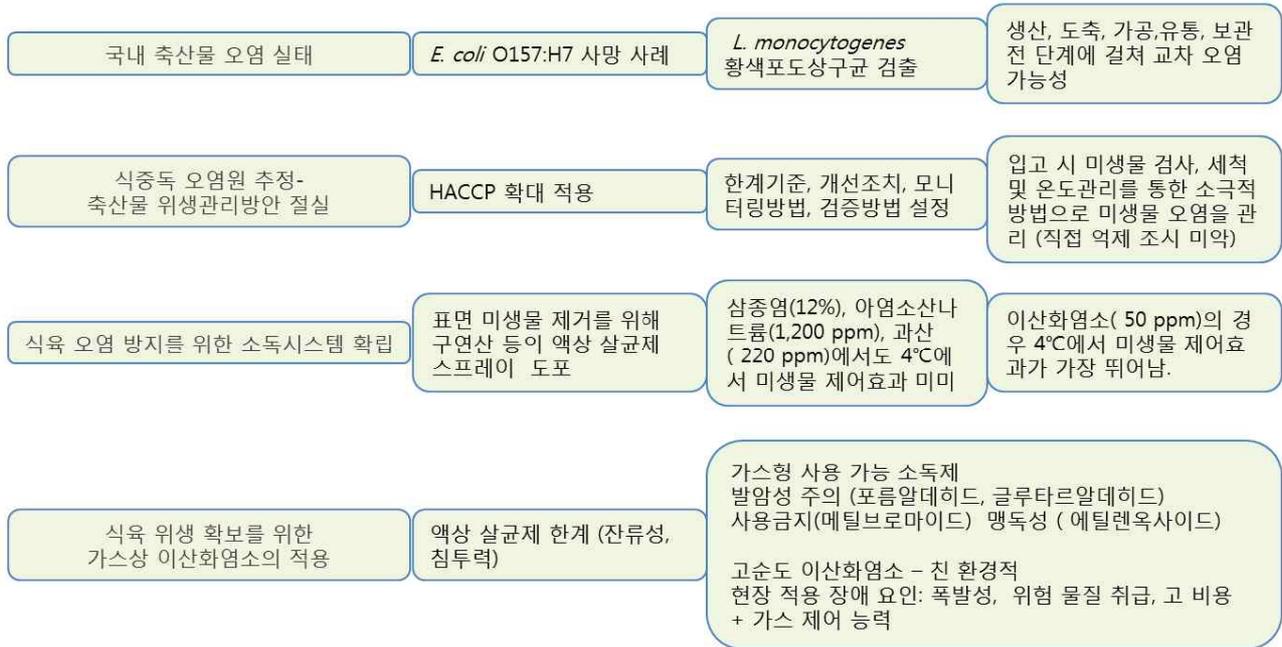
## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

## 제 8 장 참고문헌

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 1.1 연구 개발의 필요성



<국내 축산물 오염 실태에서부터 식육 위생 확보에 필요한 이산화염소 적용까지>

### 가. 국내 축산물 오염 실태

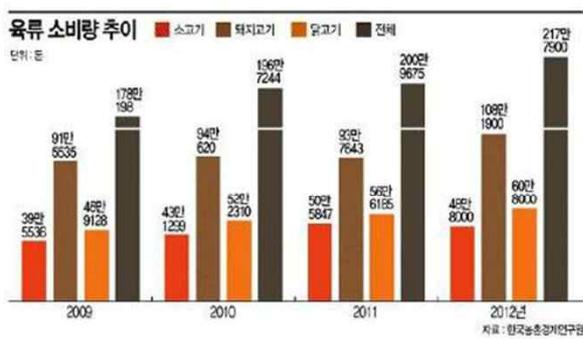
- *E. coli* O157:H7에 의한 식중독은 1982년 미국에서 처음 보고된 후 북미, 유럽, 남아프리카, 일본, 남미 및 호주의 남해안 지역 등 세계적으로 발생하였고, 일본에서도 1996년 5월부터 9월까지 12,000여명의 환자가 발생하여 12명이 사망한 것으로 알려져 식육위생에 대한 중요성이 부각되기 시작했다.
- 국내에서 도축공정 중 병원성 미생물을 조사한 결과, *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7 및 *L. monocytogenes*는 분리되지 않았다고 보고한 바 있으며(김 등, 2000), 변 등의 연구결과, *E. coli* O157:H7은 한 건도 분리되지 않았지만 *L. monocytogenes*는 소 도체표면(5건/ 388건)과 돼지 도체표면(1건/ 149건)에서 분리되었고, 황색포도상구균도 소(4건/ 388건)와 돼지(15건/149건)에서 분리되었다고 보고한 바 있다(변 등, 2000). 도축처리 단계별 도체에서 *L. monocytogenes*의 분리율에 따르면, 소와 돼지의 생체표면부와 탕박 직후, 또는 방혈 후에는 *L. monocytogenes*가 분리되지 않았으나 해체 후(소 도체=3.3%, 돼지도체=8%)와 출하 전(소 도체=10%, 돼지 도체=14%)에 분리율을 나타낸 것으로 볼 때 도축 후 보관 및 처리 과정에서 2차적으로 외부 요인에 의해 오염되었다고 추측할 수 있겠다(허 등, 1997).
- 축산물은 생산단계에서 토양상재균 및 기타 환경유래 식중독 유발 세균에 노출되어 1차적

으로 오염될 가능성이 높고, 생산 후 도축·가공·유통·보관·판매과정에서 2차적으로 기구 등에 의해 식중독 유발세균에 오염될 가능성이 상시 존재한다. 또한 도축직후부터 부패가 진행되어 2차 오염이 발생할 경우 균체의 증식으로 부패속도가 급증하게 된다.



<그림 1> 축산물의 생산에서 판매단계

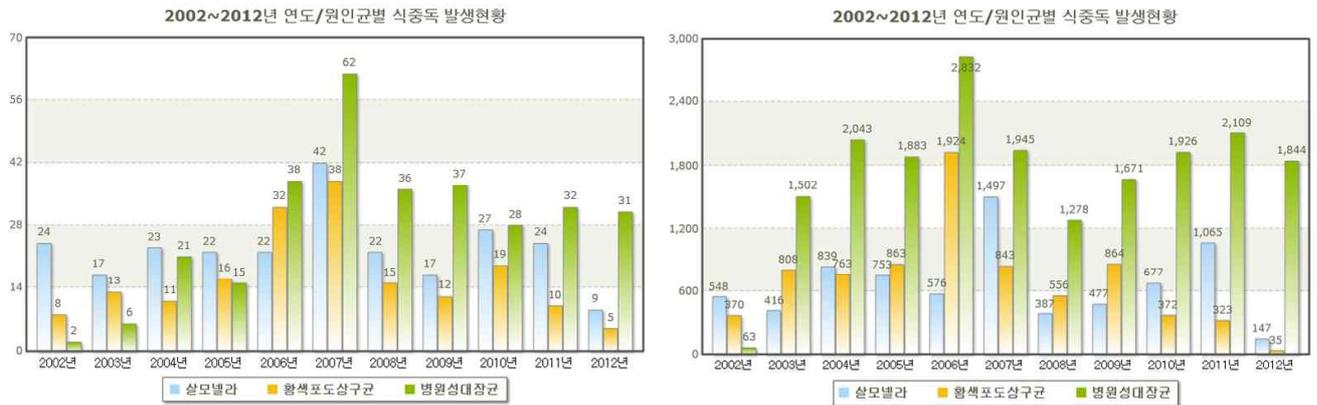
- 2012년도 국내 육류 소비량은 총 217만 여 톤으로 점점 증가하고 있으며, 1인당 육류 섭취량은 43.7kg에 달한다. 1인당 육류 섭취량의 꾸준한 증가로 인해 비위생적인 처리 및 보관 시 식중독 위험 또한 증가될 것으로 판단된다.



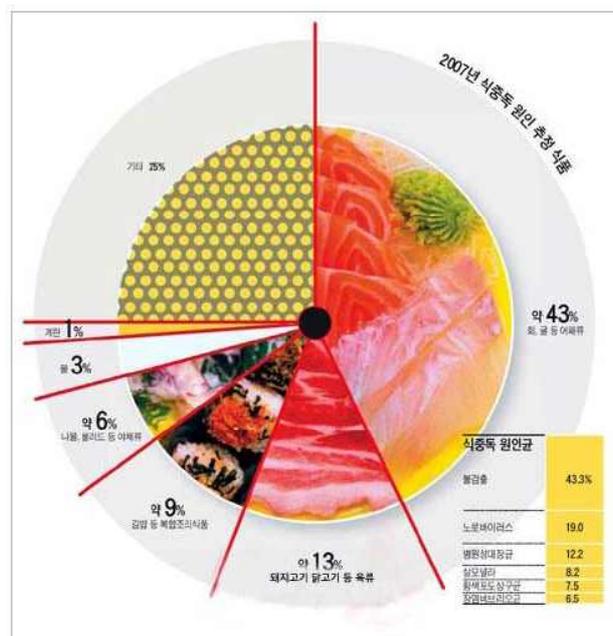
<그림 2> 육류 소비량 현황(아시아경제, 2013)과 국민 1인당 육류섭취량(연암뉴스, 2013)

## 나. 국내 식중독 발생현황

○ 식중독의 원인체는 크게 세균, 바이러스, 자연독, 화학물질 등으로 나뉜다. 2012년 국내 식중독 발생건수는 266건으로, 6,059명의 환자가 발생했으며, 원인불명과 노로바이러스를 제외하고 병원성 대장균에 의한 식중독이 발생건수와 환자수에서 가장 높은 빈도를 차지하였다(식약처, 2013).



<그림 3> 원인균 별 식중독 발생 건수 및 환자수(식약처, 2013)



<그림 4> 식중독 원인 추정 식품 (식약처, 2007)

○ 병원성 대장균, 살모넬라와 황색포도상구균에 의한 식중독의 오염원은 주로 사람이나 동물의 분변에 직·간접적으로 오염된 식품이며, 특히 병원성 대장균 O157의 경우 분쇄 소고기가 주 오염원으로 알려져 있다. 박 등의 연구에서 식육 및 축산물가공품은 잠재적 위해식품으로 분리되어 식중독을 유발하는 원인으로 분류되었으며(박 등, 2013) 또한, 돼지고기, 닭고기 등의 육류가 식중독 원인 추정식품 중 높은 비중을 차지하고 있기 때문에(식약처, 2007) 이를 예방할 수 있는 축산물 위생관리방안이 절실하다고 판단된다.

## 다. 국내 축산물 안전관리 방안

○ 축산물 안전관리 체계로는 도축장에서 의무적으로 실시되고 있는 위해요소중점관리기준(Hazard Analysis Critical Control Point: HACCP)이 대표적이다. 위해요소중점관리기준은 각 단계별로 예상되는 위해요소를 분석하고 위해요소를 예방하기 위한 중점관리점을 설정하고 이를 중점관리하는 체계이다.

○ 국내 축산물에 대해 현재 생산(농장)단계부터 판매단계까지의 모든 과정에 위해예방 시스템인 HACCP을 도입하였다. 98년 도축 가공장을 대상으로 HACCP을 시행하기 시작하였고, 2003년부터 도축장을 대상으로 HACCP 인증을 의무화하였다. 도축장의 경우 식육위생관리의 핵심 관문이며, 세계 각국이 HACCP을 의무적용하고 있는 실태이다. 2004년에 집유, 운반보관, 판매까지 유통단계에 HACCP을 적용하였고, 2005년에 배합사료공장, 2006년부터는 축종별로 농장에 대해 실시하였다.

○ HACCP 지정업체는 HACCP 기준서를 작성하고, 이에 따라 위해요소분석 후 중점관리점(CCP)을 설정하게 된다. CCP에서 예상되는 위해요소발생 예방을 위한 한계기준, 개선조치, 모니터링방법, 검증방법을 설정하도록 하고 있다. 표 1과 같이 생산(농장)단계를 제외하고는 미생물 제어를 위한 한계기준을 설정하고 있다. 이는 축산물의 특성 상 미생물 증식이 용이하고 도축과정 및 가공과정 중 교차 오염될 가능성이 높기 때문이다. 그러나 입고 시 미생물 검사, 세척 및 온도관리를 통한 소극적 방법으로 미생물 오염을 관리하고 있는 실정이다.

단계	CCP	한계기준	검증방법
생산 단계	항생제 잔류	○ 항생제 휴약기간 준수	○ 약품사용기록부, 개체관리기록, 농장주보 확인
도축 단계	최종세척	○ 물 - 압력 : 30-40psi/도체 - 양 : 2L 이상/도체 ○ 유기산(1-2%), 염소(50ppm) 또는 기타 항미생물제 - 온도: 15-55℃(30초 동안 도체에 잔류)	○ 세척장비 점검 : 작업전 및 점심시간 ○ 무작위 미생물 검사 : 매월 1회 - 3건(세척 전,후 도체표면) - 살모넬라균, 대장균수 ○ 육안적 오염물 제거유무 확인 - 작업 1시간마다 도살축의 2% 이상
	도체냉각 (보관)	○ 도체 표면온도 : 4.5℃/24시간 이내 - 냉장실 온도 : 3℃이하 ○ 도체간 적절한 간격 유지 (1-2인치 이상) - 도체는 서로 접촉해서는 안됨	○ HACCP기록 점검 : 도체반출전 ○ 주기적인 장비점검 : 매월 1회 ○ 온도계 및 냉각기 점검 : 매일 1회 ○ 미생물검사 : 예냉 12시간 후 - 1건/300두(도체표면) - 살모넬라균 및 대장균수 검사
가공 단계	원료육 반입	○ 표면미생물수준 10 <sup>6</sup> 이하 ○ 표면미생물측정: 50두당1두	-주기적인 도체점검 매 입고시 기록 확인 -입고보류
	세절	-	-매 batch 마다 관능검사 -미생물조사 1회 실시 -1차 육안검사 -금속 및 이물질 탐지기 조사
보관 단계	냉장 축산물의 저온하역장 작업	○ 저온하역장 내부 온도 15℃이하 ○ 작업시간 : 제품 검사 후 1시간이내	○ 종업원 및 현장 확인 ○ 저온하역장 내부 온도계 확인 ○ 저온하역장 내부 온도계 검·교정 ○ 냉장설비의 성능 점검
	냉장 축산물 보관	○ 냉장 창고 온도 : -2~5℃	○ 창고 내부 현장 확인 ○ 온도계 검·교정 ○ 냉장설비의 성능 점검
운반 단계	운반	○ 운반온도 -냉장 : -2~5℃, -냉동 : -18℃이하	○ 기록 및 현장확인 ○ 시설·설비작동확인 ○ 냉장·냉동 설비 및 차량온도기록계 검·교정
판매 단계	입고 및 보관	○ HACCP 적용 작업장 여부 ○ 운반차량 -2~10℃ 유지 ○ 보관고 온도 - 냉장 -2~10℃/ 냉동- 18℃이하	○ 기록 및 현장 확인 : 매일 ○ 온도계 교·검정(2회/년) ○ 미생물 검사(1회/분기)
	진열 및 판매	○ 진열장 온도관리 - 냉장 : -2~10℃ - 냉동 : -18℃ 이하	○ 기록 및 현장 확인 : 매일 ○ 온도계 교·검정(2회/년) ○ 미생물 검사(1회/분기)

〈표 1〉 축산업종별 CCP 및 한계기준(축산물HACCP기준원, 2013)

○ 식육의 유통기한은 초기 미생물오염 정도, 포장형태, 보존온도, 축산물의 형태 등에 따라 다양하게 나타난다(Dalgaard, 1995). 미생물 오염도 log 2-3수준의 진공포장육인 경우 2.5℃에서 보존 할 경우 유통기한은 45일~ 60일이지만, 미생물 오염도 log 2-3수준의 신선한 같은 고기로 제조한 혼합육의 경우 2.5℃에 보존 시 유통기한은 4일~ 5일로 짧아진다(축산물위생교육원, 2012). 또한, 식육의 미생물 오염은 유통기한 외에도 신선도를 결정하는 주요 요인으로 작용하게 된다(Nychas *et al.*, 2008). 따라서 식육위생확보와 신선도 유지를 위해 식육의 미생물 오염 방지를 위한 적극적인 대처방법이 필요할 것으로 판단된다.

## 라. 국내 식육 위생확보를 위한 기술 현황 및 문제점

### ○ 도축단계

- 2009년 실시된 도체 표면 미생물 오염실태조사 결과, 소와 돼지의 도체 표면의 일반세균수 및 대장균, 살모넬라 오염수준은 모두 기준이하로 양호한 수준이었으나, 소 도체표면에서 식중독 원인균인 병원성미생물의 검출결과 *Listeria monocytogenes* 1건(0.42%), *Clostridium perfringenes* 6건(2.58%)이 검출되었고, 돼지 도체표면에서는 식중독 원인균인 병원성미생물의 검출결과 *Listeria monocytogenes* 11건(4.72%), *Clostridium perfringenes* 2건(0.86%), *S. aureus* 2건(0.86%)이 검출되었다(김 등, 2009).

- 아래 그림과 같이 도축과정 중 혈액 및 지방성분이 잔류하여 유기물로 작용하고, 도축장 실내와 예냉실 온도를 항시 4℃ 이하로 유지하고 있기 때문에 유기물 존재 시와 4℃ 조건에서 효과를 발휘하는 살균소독제의 선택 또한 중요하다고 판단된다. 또한, 도체 보관 시 밀집으로 인해 도체 간 교차오염가능성 또한 높아지므로, 도축 후 도체 품질에 영향에 거의 미치지 않으면서 도체 표면 미생물을 감소시킬 수 있는 방안이 절실하다고 판단되었다.

- 표면 미생물 제거를 위해 도축 후 도체의 세척이나 세척 후 구연산 등의 액상 살균제를 스프레이 형태로 도포하고 있는 실정이다. 그러나 현재 도체 살균에 사용되고 있는 구연산(citric acid 2%)의 경우 4℃에서 미생물제어효과가 극히 미미하며, 삼중염(trisodium phosphate 12%), 아염소산나트륨(acidified sodium chlorite 1,200 ppm), 과산(peroxyacids 220 ppm)에서도 4℃에서 미생물 제어효과가 미미하였다(Alonso-Hernando et al., 2013). 반면 이산화염소(chlorine dioxide 50 ppm)의 경우 4℃에서 미생물 제어효과가 가장 뛰어났는데(Alonso-Hernando et al., 2013), 이는 도축 후 예냉실 온도 및 보관온도가 4℃ 이하라는 점에서 냉장 환경 및 냉장보관 시 이산화염소를 이용하여 도체 살균을 실시할 경우 효과가 높을 것으로 판단되었다.



<그림 5> 국내 도축장 위생실태(왼쪽: 혈액 등 유기물잔류/오른쪽: 도체간 간격유지 미흡)

### ○ 가공단계

- 식육은 가공단계를 통해 세절 및 소시지·햄류로 가공된다. 가공단계에서 식육의 반입 시 표면 미생물을 측정하여 신선 식육을 반입하도록 하고 세절단계에서 기구 및 손 등에 의해 오염되지 않도록 하고 있다.
- 진 등에 따르면 원료육의 품질에 따라 소시지의 미생물 오염도가 증가하였다(진 등, 1991). 축산물 가공단계에서 원료육 반입 시 미생물 오염 정도를 검증하는 것이 중요한데 반해, 현재 표면 미생물 검사결과는 최소 24시간 이상 소요되므로 가공 전 원료육이 이미 미생물에 오염되었을 경우 신속한 조치가 불가능하다. 따라서 가공 전 전처리로 원료육 표면 미생물 오염을 제거하는 작업이 반드시 필요할 것으로 판단된다.
- 식육가공 시 도마 등에 처리 후 식육찌꺼기 등이 잔류될 가능성이 높으며, 살균 소독이 제대로 이뤄지지 않는다면 2차 오염 가능성 또한 증가할 것으로 판단된다. 식품 및 식품을 조리하는데 사용하는 기구 등에 사용가능한 식품첨가물의 항목은 식품첨가물공전에서 명시되어 있으나, 식육의 특성 상 착색되지 않고 특유의 냄새가 나지 않아야하기 때문에 식육 및 식육처리기구에 사용가능한 소독제는 한정되어 있다. 대부분 축산물가공처리업체에서는 칼 등의 식육처리기구에 한해 자외선 살균기를 통한 살균을 실시하고 있으나, 현장 조사 결과, 작업대 및 절단기 등 작은 부품으로 이뤄진 기구의 경우 살균 소독에 어려움이 많았다.



〈그림 6〉 국내 축산물 가공장 위생 실태

○ 운반단계

- 식육 운반차량은 반드시 냉장온도를 유지해야하며, 도체를 현수하고 비닐 등으로 도체 간 교차오염을 방지해야한다. 그러나 아래 그림과 같이 고기찌꺼기와 혈액으로 오염된 운반차량 바닥에 방치되어 2차 오염이 가능한 경우가 많고, 차량 구조상 세척 및 소독에 어려움이 많다.



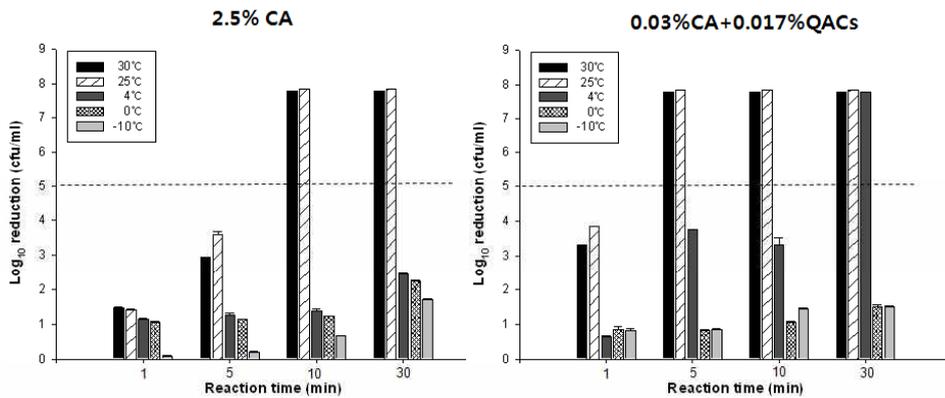
<그림 7> 국내 축산물 운반차량 위생 실태

**마. 식육 오염 방지를 위한 소독시스템 필요성 (국내 식육 위생 확보를 위한 방안)**

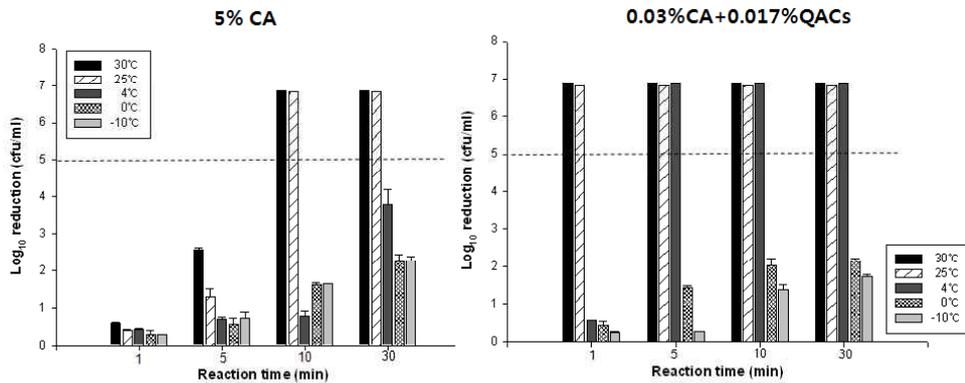
○ 도체 표면 미생물 오염도 조사 결과 모두 일반세균수  $10^4\text{cfu/cm}^2$  이하, 대장균수는 소  $10^2\text{cfu/cm}^2$ , 돼지  $10^4\text{cfu/cm}^2$  이하(김 등, 2009)였으나, 식중독 유발 세균이 지속적으로 검출되고 있다(김 등, 2009; 변 등, 2001). 특히, 병원성 대장균의 경우 약 40분마다 분열하므로(Marr, 1991), 도체 표면 미생물 오염을 최소화하는 것이 중요하다고 판단된다.

○ 도체 표면 미생물 오염을 최소화하기 위해 도축단계에서 도축 후 2L 가량의 용량으로 물세척을 실시하고 살균소독제인 구연산 등을 스프레이 형식으로 도포하고 있는 실정이다.

○ 당사와 협력관계를 맺고있는 연구진이 수행한 과제 ‘친환경·저독성·내동형 소독제의 개발’에서 산화제, 산성제, 염기제 등에 대해 4°C와 -10°C에서 효력평가를 실시하였다. 그 결과, 현재 도축장에서 사용하고 있는 구연산은 4°C 냉장상태에서 소독효과가 극히 미미하였다(그림). 따라서 냉장상태로 보존되어야하는 식육에 효과적인 살균소독제를 선정하는 것이 중요하다고 판단된다.



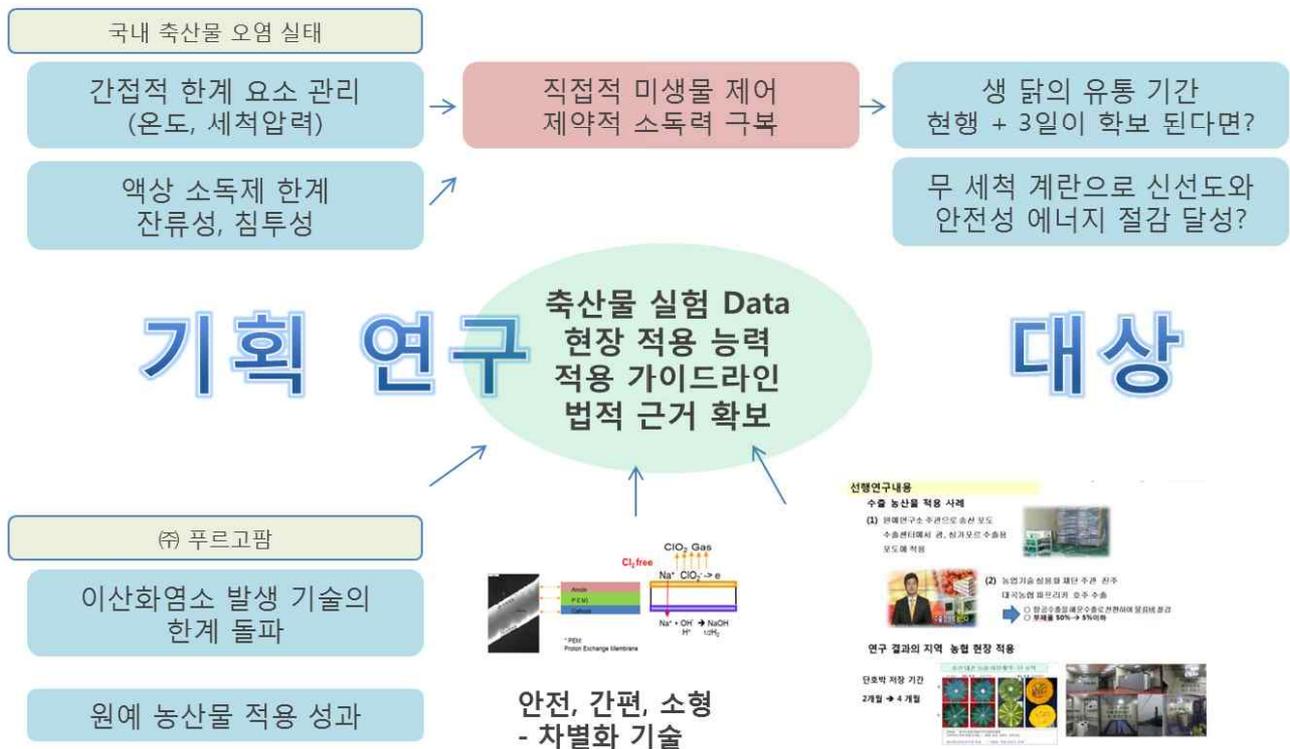
<그림 8> 살모넬라에 대한 온도별, 반응시간 구연산(CA) 및 구연산과 4급암모늄(CA+QACs)의 효능



<그림 9> 브루셀라에 대한 온도별, 반응시간 구연산(CA) 및 구연산과 4급암모늄(CA+QACs)의 효능

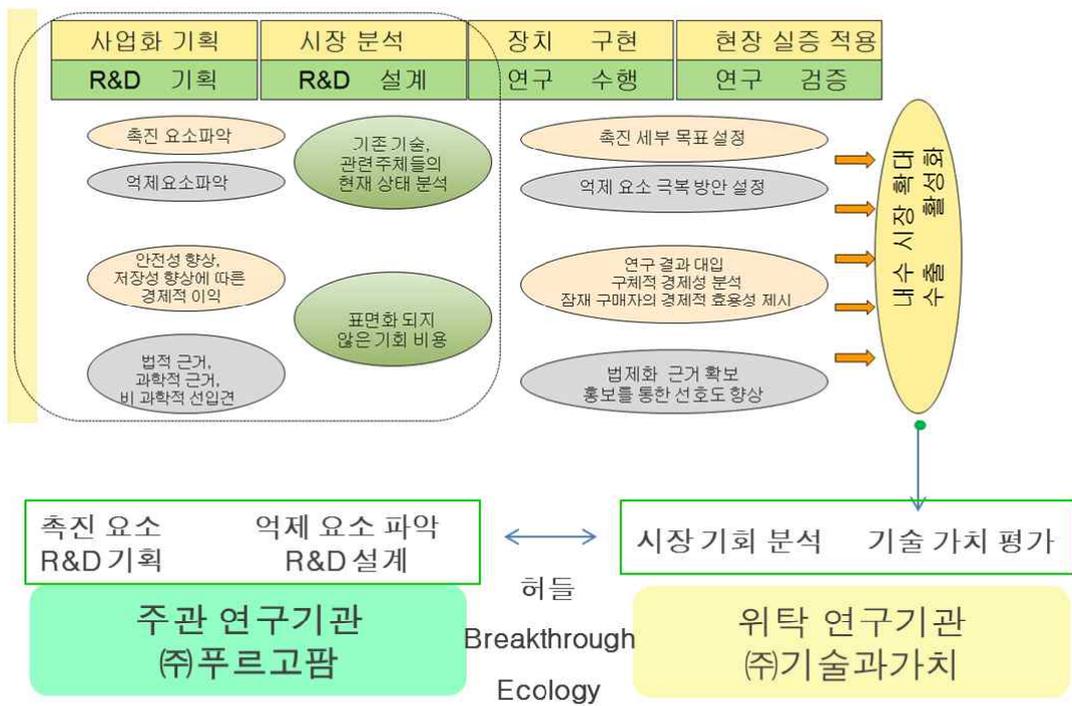
## 1.2 연구 개발의 목적

국내 축산물 오염 실태로 대비 적절한 대응 수단이 부재하는 상황에서 (주)푸르고팜의 농산물 분야 적용 살균 / 소독 기술을 축산물 저장성 안전성 향상에 예비적으로 대입하여 그 가능성을 가늠해보고 그 결과에 따라 본 사업으로의 진행을 판단하기 위한 기획 연구임.



### 1.3 연구 개발의 범위

연구 결과를 사후 분석하여 볼 때 시장의 요구 대비 대응 기술 수준이 부재하거나 미약하다는 점이 가장 강력한 촉진 요소이며 기술의 대입 결과 유망한 기대 요소에도 불구하고 새로운 기술이 시장에 진입하는데 따르는 안전성 검증, 법적 과학적 근거의 확충 등이 억제 요소로 작용되고 있다. 관련 주체들의 현재 상태를 살펴볼 때 식용 계란의 경우 대기업, 양계협회, 산란계 소농가, 정책 당국 등 세척란, 무세척란을 중심으로한 논쟁이 진행되고 있어 과학적 근거의 제시와 대책 마련이 필요한 시점에 와있다. 또한 표면화되지 않은 기회 비용의 범주에는 국가적 차원의 에너지 낭비를 절감하는 범 사회적 이슈도 개입이 되어 있다.



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

연구 수행의 핵심 기술 요소인 이산화염소는 친환경적이며 강력한 살균력을 가지고 있는 반면에 산업체 대부분의 기술이 정교하지 않고 농·축산·식품분야 현장 적용 사례가 많지 않은 상태에 있다. 국내외 기술 개발 현황을 살펴볼 때 축산 식품 살균 소독 관련, 개선의 여지가 많이 존재하고 있고 이를 타개시키기 위한 살균 소독의 적절한 대안으로 제시되고 있는 이산화염소에 대하여 연구소와 학계를 중심으로 여러 연구와 논문이 제시/발표 되고 있지만 실제 현장에서 적용되고 있는 국내외 사례는 찾아보기 힘들다. 그 이유는 이산화염소의 장점에도 불구하고 대부분의 발생기술에서 한계로 드러나는 폭발성, 위험성, 위험물질 취급 부담, 불순 부산물 생성 등의 한계를 극복하지 못하고 있기 때문이다.



생산 단계: 1차적 오염 가능성  
 도축·가공·유통·보관·판매과정:  
 2차 오염이 발생할 경우 균체의 증식으로 부패속도 급증  
 부패가 가속화 되기 이전에 단기간 내 소비, 냉동 유통

[표] 이산화염소 가스의 유해 세균 감소 결과

Microorganisms	Treatment conditions	Log Reduction	Surfaces
<i>E. coli</i> O157:H7	0.6 mg/l - 30 min	7.3	Green peppers (Han et al. 2000, 2001)
<i>E. coli</i> O157:H7	4.0 mg/l - 10 min	5.5	Apples (Du et al. 2002a and b)
<i>E. coli</i> O157:H7	4.8 mg/l - 10 min	4.8	
<i>E. coli</i> O157:H7	0.6 mg/l - 15 min	5.6	Strawberries (Han and Linton 2002)
<i>L. monocytogenes</i>	0.6 mg/l - 15 min	5.6	
<i>Salmonella</i> spp.	0.5-1 mg/l - 10 min	3-5	Cantaloupes (Han et al.)
<i>E. coli</i> O157:H7	0.2 mg/l - 30 min	2	Lettuce (Dima and Linton 2002)
<i>L. monocytogenes</i>	0.2 mg/l - 30 min	2	

친환경적이며 강력한 살균력을 가지고 가스상으로도  
 응용이 가능하여 기존 살균 소독제와 차별화 되는  
**이산화염소 가스 발생 기술**

구분	항균력	침투성	안전성	경제성	적용편의성
열소계 살균소독제	++	NA	+	+++	+++
식물유래 항균소재	+	NA	+++	+	+
전해수	+	NA	+++	+++	+
오존(O <sub>3</sub> )	+++	+++	+	+	+
<b>이산화염소 (ClO<sub>2</sub>)</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>

NA: Not Available  
 (+): 보통 범위, (++) 보통, (+++) 좋음

식품산업진흥법 시행규칙 제22조

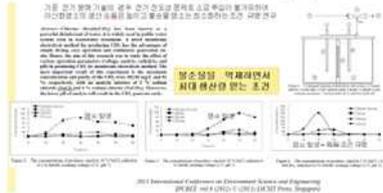
원거리권역에 적용되는 용기별 취급 방법의 종류 (제22조제2항 단서)

용기명	용기용량 (리터)	취급방법	취급장소	취급시간	취급방법
이산화염소 발생장치	300	○	○	○	○
이산화염소 발생장치	300	○	○	○	○

그러나 (주)푸르고팜은 이러한 기술적 허들을 제거 극복함으로써 지금까지 산업적으로 시도되지 못했던 산업 영역에 이산화염소 기술을 크게는 가스상/액상 발생장치와 혼증챔버, 그리고 제어 기술을 결합한 시스템적 대입에서부터 작게는 서방형(slowly releasing) 소모품 키트까지 대입하여 현장형 기술을 완성해 가고 있으며 농산물 신선도 유지 살균 소독에서 거둔 현장 기술을 축산 분야에 접목을 시도하고 있다.

- 대부분의 **이산화염소 발생 기술이**  
**화공적 방법 또는**  
**소금투입 전기 분해방식**으로 되어 있음.

대만의 이산화염소 연구



국내

□ 수용액 형태의 사용

- 수용액 처리 및 수처리 분야에 치중됨
- 정수장, 오폐수 하수처리장, 산업체 공용 용수 시장 활용 (부벽엔텍, 대한E&B 등)
- 식기 세척 수준의 저 농도 이산화염소수 활용 (에코시아)

국외

1. Continuous ClO<sub>2</sub> generating system by Purdue university

Cl<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> gas Generator Chamber Monitor Humidifier

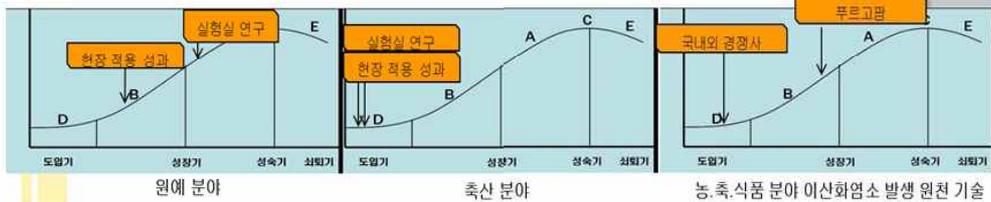
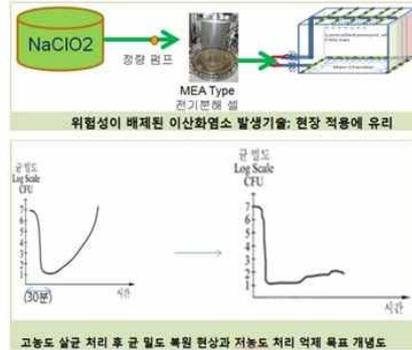
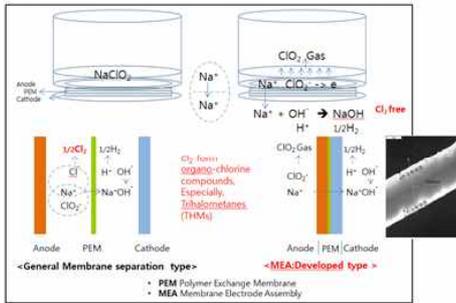
Cl<sub>2</sub> + 2 NaClO<sub>2</sub> → 2 ClO<sub>2</sub> + 2 NaCl

2. PureClO<sub>2</sub> generator model HP-206-40 by Puridine

2NaClO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → 2ClO<sub>2</sub> + 2NaOH + H<sub>2</sub>

원천 기술경쟁력 확보

폭발 위험 제거, 소형화 확보, 고순도 가스 발생 제어 등



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 3-1. 이산화염소 가스의 주요 식품 유래 병원성 미생물에 대한 제어효과 예비 검증

#### 가. 방법

##### ClO<sub>2</sub> gas system

본 연구에 사용된 ClO<sub>2</sub> 가스는 전기화학적 방식을 이용한 ClO<sub>2</sub>가스 생성기 (PurgoFarm Inc., Korea)를 이용하여 발생시켰다. 발생방법에 대해 간단히 요약기술하자면, 원료물질인 액상 NaClO<sub>2</sub>과 물이 전기화학적인 반응을 통해 분해되고 다공성 전기분해막 (MEA: multi-porous membrane electrode assembly)을 통과하면서 고순도의 ClO<sub>2</sub>를 생성하게 된다. 고순도의 ClO<sub>2</sub>를 pre-chamber에 포집한 후, 실험설계에 따라 조절밸브를 이용하여 일정농도의 ClO<sub>2</sub>를 실험chamber 안에 유지하였다. 이때 ClO<sub>2</sub>의 농도는 PortaSens II gas leak detector (Analytic Technology, Inc., PA)를 이용하여 확인하였다.

##### 표준균주 및 배양조건

본 연구에 사용된 표준 균주 5종은 아래와 같다. 그람 음성균으로서 *Escherichia coli* (ATCC 11775), *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium* (ATCC 13311), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 13388)를 사용하였고, 그람 양성균으로서 *Staphylococcus aureus subsp. aureus* Rosenbach (ATCC 6538), *Listeria monocytogenes* (ATCC 15313)를 사용하였다. *S. Typhimurium*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*는 nutrient broth (Oxoid, USA)에 접종하여 37°C 에서 22±2hr 동안 배양하였다. *S. aureus* and *L. monocytogenes* 는 각각 TSB (Trypsin soya broth, BD, USA) 와 LIB (Difco Listeria enrichment broth, BD, USA)에 접종하여 37°C 에서 22±2hr 동안 배양하였다. 배양 후 균밀도는 micro ELISA plate reader (SoftMax® Pro, USA)를 이용하여 600nm에서 흡광도 0.010로 조절하여 실험에 사용하였다.

##### 이산화염소 가스 노출에 따른 감수성 검사

균밀도를 일정하게 한 후 *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* 는 TSA agar (Trypsin soy agar, Oxoid, USA), *L. monocytogenes* 는 BHI (Brain heart infusion agar, BD, USA)에 각각의 표준균주 균액을 decimal dilution series로 한 실험그룹 당 2개의 agar plate에 100μl씩 spreader (SPL lifesciences, Korea)를 이용하여 균일하게 도말하였다. 이때, control도 동일한 조건으로 균일하게 도말하였으며, 모든 실험은 triplicate로 실시하였다. 실험조건에 따라 ClO<sub>2</sub>가스를 노출시킨 후 오염을 최소화하여 SS coupon을 50ml tube(SPL, Korea)에 담긴 10ml DW에 넣고 최대 rpm으로 5분간 vortex (Vortex Genie 2, Scientific industries, USA)하였다. vortex 후 decimal dilution 하여 SS coupon 하나 당 2장의 3M petrifilm (Aerobic count 3M Petrifilm, USA)에 1ml씩 접종하였다. 37°C, 22±2hr에 배양하였으며, 배양 후 colony를 계수한 후 Log CFU/ml로 환산하였다.

### 통계처리방법

실험군별로 Microsoft EXCEL을 이용하여 Log10 value (n=2, triplicate)로 환산한 후, GraphPad Prism 5.01 (GraphPad, USA)를 이용하여 Two-way ANOVA with Bonferroni posttests 를 실시하였다. 통계처리 결과,  $p < 0.05$ 일 때 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

### ▶ 결과

- 모든 실험에 사용된 이산화염소 가스의 농도는 1. 5. 10. 20 ppm이었으며, 노출시간은 1, 5, 10, 15, 20분 이었다.
- 노출실험 시 실험실 온도조건은  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  였으며, 상대습도는 30-40%였다.

*E. coli*

- 실험결과 농도 및 노출시간에 따라 유의하게 감소하는 것을 관찰할 수 있었다 ( $p < 0.05$ ).
- 초기 농도의 평균값은 6.7 log CFU/ml 였으며, 노출농도 1 ppm 하에서 노출시간 5, 10, 15, 20 min일 때 각각 1.92, 2.60, 4.71, 5.49 log CFU/ml ( $p < 0.05$ ) 감소하였다. 5 ppm 농도에서는 노출시간 1, 5, 10, 15, 20 min일 때 각각 3.87, 4.73, 5.60, 6.07 and 6.25 log CFU/ml 감소하였으며( $p < 0.05$ ). 10 ppm 노출 시에는 각각 5.86, 6.16, 6.56, 6.68 and 7.06 log CFU/ml (Fig.1)( $p < 0.05$ ) 감소하였다.
- *E. coli*에 대해 이산화염소 가스를 노출한 실험에서 가장 낮은 농도인 1 ppm에서도 20분 동안 처리한 경우 5 log CFU/ml reduction을 관찰할 수 있었다.

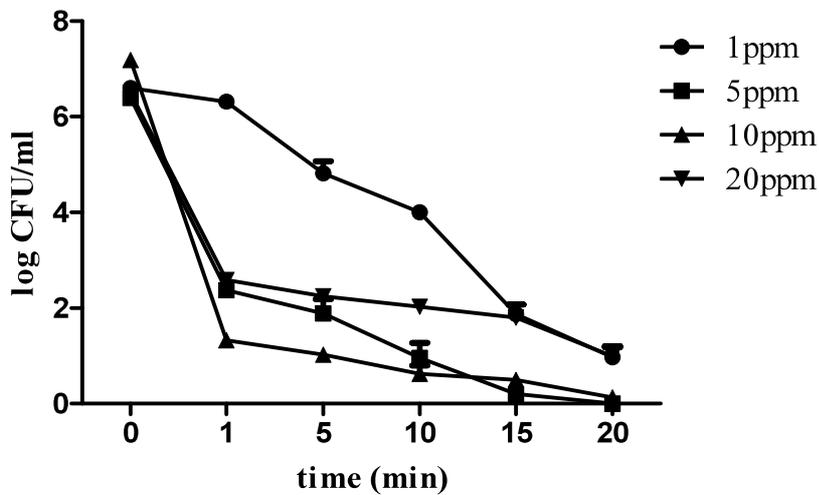


Fig. 1. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas as a function of concentrations (1, 5, 10, 20 ppm) and time (1, 5, 10, 15, 20 min) against *E. coli*.

*S. typhimurium*

- 초기 균액의 평균 농도는 6.64 log CFU/ml 였으며, 노출농도 1 ppm 하에서 노출시간 1, 5, 10, 15, 20 min일 때 각각 0.43, 2.08, 4.36, 4.69, 5.29 log CFU/ml 감소하였으며, 5 ppm 농도에서는 각각 1.34, 5.07, 6.37, 6.44, 6.82 log CFU/ml 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 10 ppm 노출 시에는 각각 3.70, 3.82, 4.72, 5.54, 5.65 log CFU/ml, 20 ppm 노출 시에는 5.34, 6.45, 6.48, 6.64, 6.73 log CFU/ml 감소하였다 (Fig.2)( $p < 0.05$ ).
- *S. typhimurium*에 대해 이산화염소 가스를 노출한 실험에서 가장 낮은 농도인 1 ppm에서도 20분 동안 처리한 경우 5 log CFU/ml reduction을 관찰할 수 있었고, 20 ppm에서는 1분 노출만으로도 5 log CFU/ml 감소하였다.

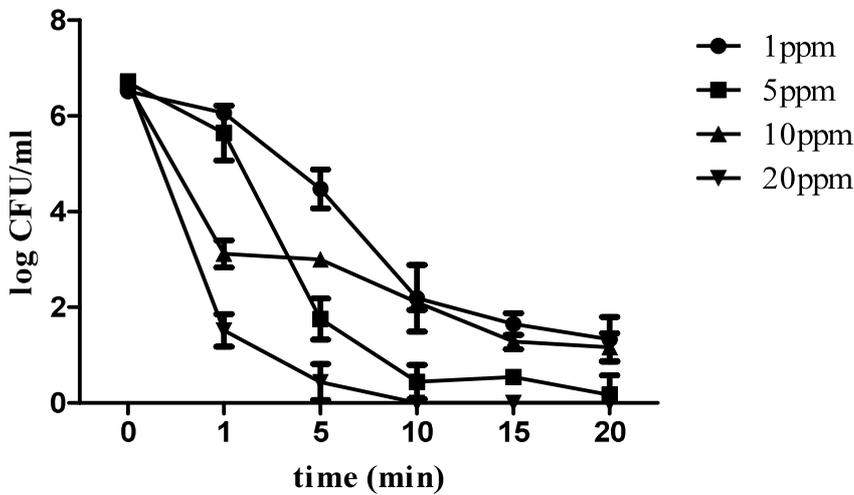


Fig. 2. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas as a function of concentrations (1, 5, 10, 20 ppm) and time (1, 5, 10, 15, 20 min) against *S. typhimurium*.

*P. aeruginosa*

-초기 균액의 평균 농도는 6.64 log CFU/ml 였으며, 노출농도 1 ppm 하에서 노출시간 1, 5, 10, 15, 20 min일 때 각각 0.53, 1.20, 2.41, 3.66 and 4.11 log CFU/ml 감소하였으며, 5 ppm 농도에서는 각각 1.72, 4.89, 5.43, 5.70, 6.27 log CFU/ml 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 10 ppm 노출 시에는 각각 3.41, 4.77, 5.75, 6.70, 6.44 log CFU/ml, 20 ppm 노출 시에는 2.10, 3.30, 5.51, 6.51, 6.46 log CFU/ml log CFU/ml 감소하였다 (Fig.3)( $p < 0.05$ ).

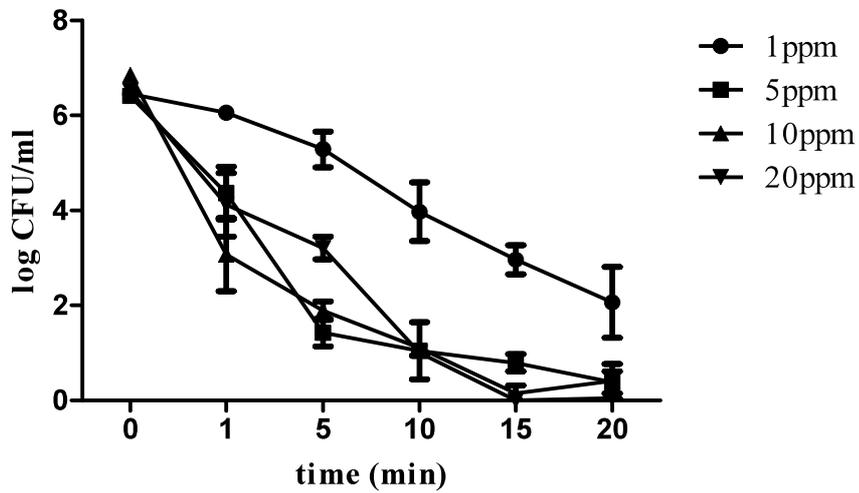


Fig. 3. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas as a function of concentrations (1, 5, 10, 20 ppm) and time (1, 5, 10, 15, 20 min) against *P. aeruginosa*.

*S. aureus*

- 초기 균액의 평균 농도는 6.44 log CFU/ml 였으며, 노출농도 1 ppm 하에서 노출시간 1, 5, 10, 15, 20 min일 때 각각 0.91, 1.21, 1.28, 2.08, 2.65 log CFU/ml 감소하였으며, 5 ppm 농도에서는 각각 1.09, 3.37, 3.95, 4.37 and 5.49 log CFU/ml 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 10 ppm 노출 시에는 각각 2.85, 3.92, 5.61, 5.90 and 5.95 log CFU/ml, 20 ppm 노출 시에는 3.60, 4.06, 5.29, 6.39 and 6.53 log CFU/ml 감소하였다 (Fig.4)( $p < 0.05$ ).

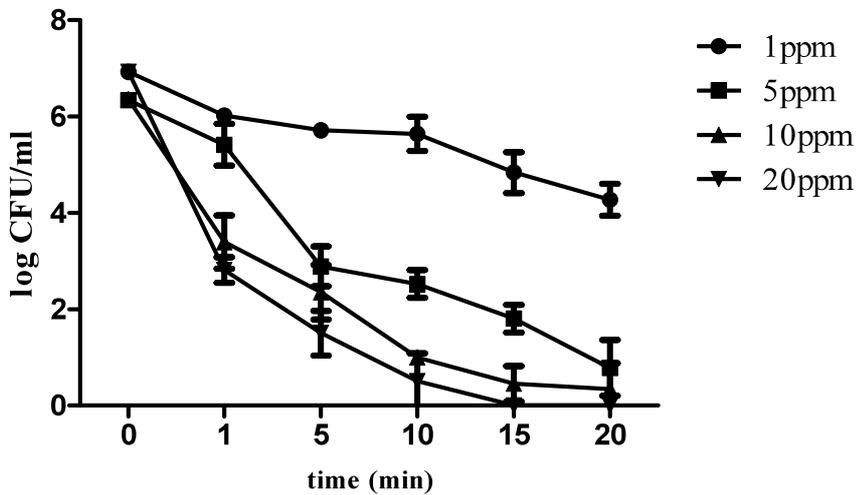


Fig. 4. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas as a function of concentrations (1, 5, 10, 20 ppm) and time (1, 5, 10, 15, 20 min) against *S. aureus*.

*L. monocytogenes*

- 초기 균액의 평균 농도는 5.55 log CFU/ml 였으며, 노출농도 1 ppm 하에서는 노출시간에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $p>0.05$ ). 5 ppm 노출 시 각각 0.90, 1.35, 2.66, 2.81, 3.30 log CFU/ml 감소하였고, 10 ppm 노출 시에는 각각 0.80, 1.52, 3.79, 5.07, 5.19 log CFU/ml 감소하였다. 20 ppm 노출 시에는 1.01, 1.00, 2.63, 4.79, 4.72 log CFU/ml 감소하였다 (Fig.5) ( $p<0.05$ ).

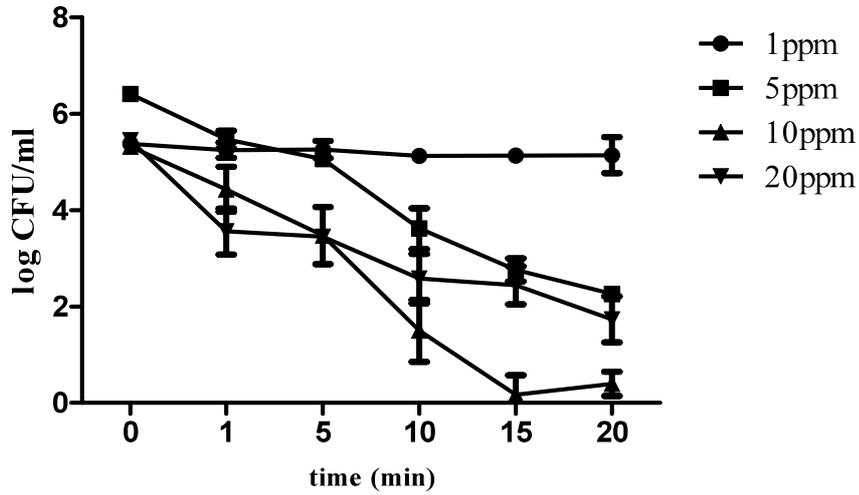


Fig. 5. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas as a function of concentrations (1, 5, 10, 20 ppm) and time (1, 5, 10, 15, 20 min) against *L. monocytogenes*.

## 3-2. 이산화염소 가스의 유기물 존재 시 식품 유래 병원성 미생물에 대한 제어효과 검증

### 가. 방법

#### 표준균주 및 배양조건

본 연구에는 식중독의 주요 원인으로 알려진 *Escherichia coli* (ATCC 11775)와 *Salmonella enterica subsp. enterica serovar* Typhimurium (ATCC 13311)를 사용하였다. *E. coli*와 *S. typhimurium*는 nutrient broth (Oxoid, USA)에 접종하여 37°C에서 22±2hr 동안 배양하였다. 배양 후 균밀도는 micro ELISA plate reader (SoftMax® Pro, USA)를 이용하여 600nm에서 흡광도 0.010로 조절하여 실험에 사용하였다.

#### Carrier preparation

국내 식품제조시설에서 가장 많이 사용되고 있는 Stainless steel (AISI 304, Posco, Korea)을 이용하여 2 cm diameter (area 4cm<sup>2</sup>)의 carrier 를 제작하였다. Stainless steel coupons (SS coupon)은 세척 후 2회 deionized water 로 헹군 후 121°C, 15분간 멸균시켰다. 멸균시킨 ss coupon 은 6 well plate (Nunc, USA )에 무균적으로 옮겨 준비하였다.

#### Carrier test

각각의 표준균주 균액 96ml에 2.5%, 5% Yeast extract(Sigma, USA), bovine feces, porcine feces, chicken feces를 넣고 충분히 vortex한 후, 6 well plate (Nunc, USA)에 놓인 SS coupon에 한 실험그룹 당 2개의 stainless steel coupon (SS coupon)에 100µl씩 균일하게 도말하였다. 도말 후 Clean bench에서 암시야 환경하에서 60분간 air blow로 건조시켰다. 이때, control도 동일한 조건으로 균일하게 도말하였으며, 모든 실험은 Duplicate로 실시하였다. 실험조건에 따라 ClO<sub>2</sub>가스를 노출시킨 후 오염을 최소화하여 SS coupon을 50ml tube(SPL, Korea)에 담긴 10ml DW에 넣고 최대 rpm으로 5분간 vortex (Vortex Genie 2, Scientific industries, USA)하였다. vortex 후 decimal dilution 하여 SS coupon 하나 당 2장의 3M petrifilm (Aerobic count 3M Petrifilm, USA)에 1ml씩 접종하였다. 37°C, 22±2hr에 배양하였으며, 배양 후 colony를 계수한 후 Log CFU/ml로 환산하였다.

#### 통계처리방법

실험군별로 Microsoft EXCEL을 이용하여 Log<sub>10</sub> value (n=2, triplicate)로 환산한 후, GraphPad Prism 5.01 (GraphPad, USA)를 이용하여 Two-way ANOVA with Bonferroni posttests 를 실시하였다. 통계처리 결과, p<0.05일 때 유의한 차이가 있다고 판단하였다

▶ 결과

유기물 존재 시 *E. coli*에 대한 이산화염소 가스의 효과

- 2.5%와 5% 유기물 존재 시 이산화염소 가스의 효과를 측정하였다. 실험조건으로 이산화염소 가스 농도는 각각 20, 50, 75, 100 ppm을  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 30-40% 환경 하에서 20분간 노출하였다.
- 2.5% 유기물조건 하에서는 모든 실험조건에서 5 log cycle 이상 감소하였고 (Fig. 6), 유기물 종류별로 농도에 따른 유의한 차이를 관찰할 수 없었다 ( $p>0.05$ ). 5% 유기물조건 하에서는 농도에 따른 유의한 차이를 관찰할 수 있었으며 ( $p<0.05$ ) 5% yeast extract의 경우 농도에 따라 각각 2.55, 2.59, 3.92와 6.89 log CFU/ml 감소하였다 (Fig. 7). *E. coli*와 5% bovine, porcine, chicken feces의 혼합액의 경우 50, 75, 100 ppm 노출 시 >5 log cycle 이상 감소하는 것을 관찰할 수 있었다.

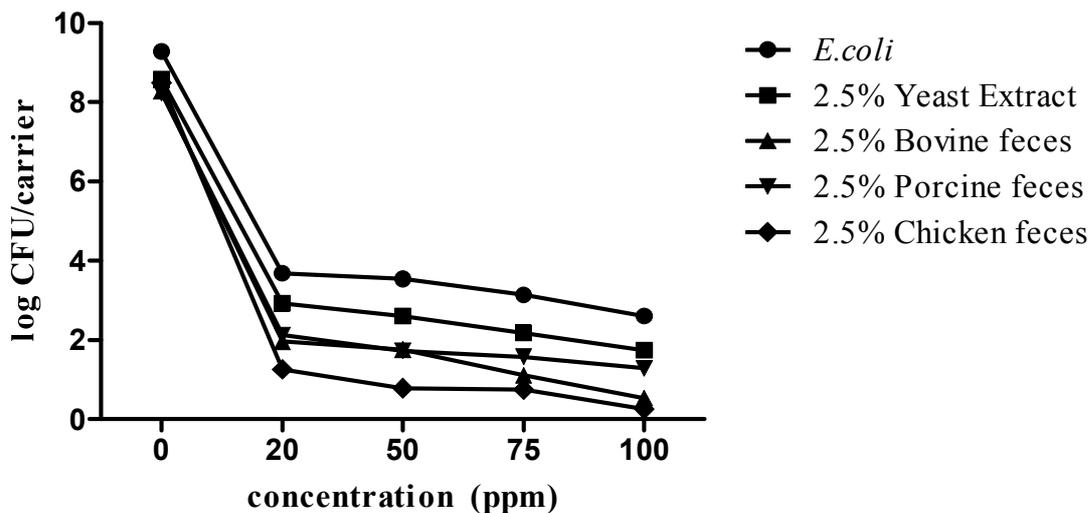


Fig. 6. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas against *E. coli* with 2.5% organic materials.

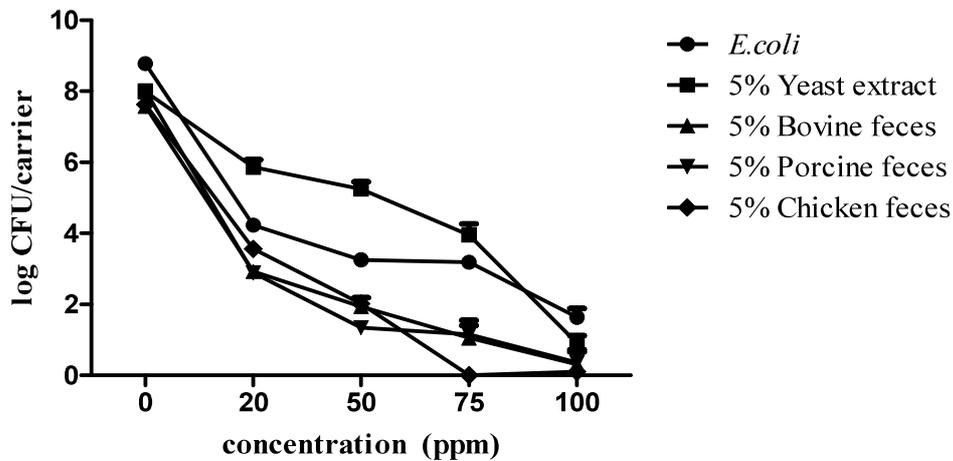


Fig. 7. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas against *E. coli* with 5% organic materials.

#### 유기물 존재 시 *S. typhimurium*에 대한 이산화염소 가스의 효과

- 2.5%와 5% 유기물 존재 시 이산화염소 가스의 효과를 측정하였다. 실험조건으로 이산화염소 가스 농도는 각각 20, 50, 75, 100 ppm을  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도 30-40% 환경 하에서 20분간 노출하였다.

- *S. typhimurium*과 2.5% and 5% organic materials 혼합액에 대해서 이산화염소 가스는 노출농도에 따라 유의한 차이를 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). *S. typhimurium*와 2.5% organic materials의 혼합액의 경우 yeast extract와의 혼합액을 제외하고는 모든 조건에서  $> 5$  log cycle 이상 감소하였다 (Fig. 8). 2.5%와 5% 유기물을 비교했을 때 유의한 차이를 관찰할 수 있었으며, 특히 yeast extract의 경우 노출농도에 따라 2.5% 시 각각 1.64, 2.19, 2.85, 1.90 log CFU/ml ( $p < 0.05$ ) 감소하였고, 5% yeast extract를 혼합한 경우 각각 0.35, 1.20, 1.07, 1.61 log CFU/ml 감소한 바 농도 별로 유의한 차이를 관찰할 수 있었다.

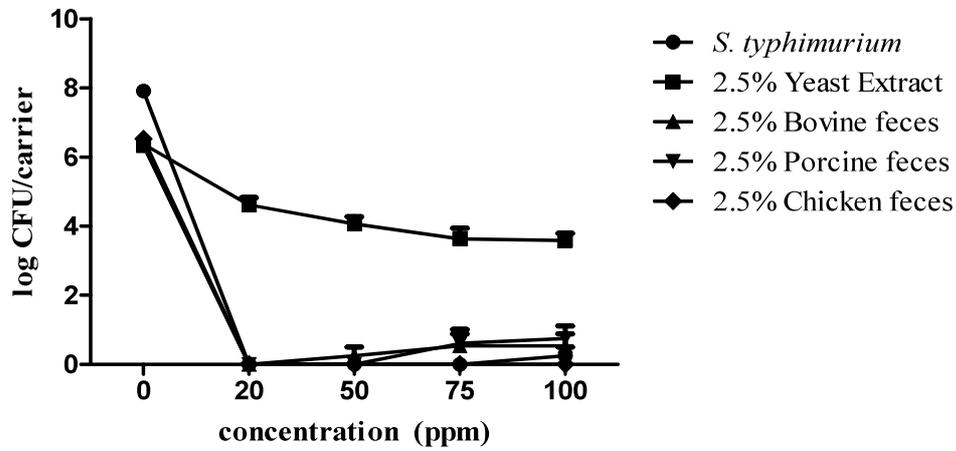


Fig. 8. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas against *S. typhimurium* with 2.5% organic materials.

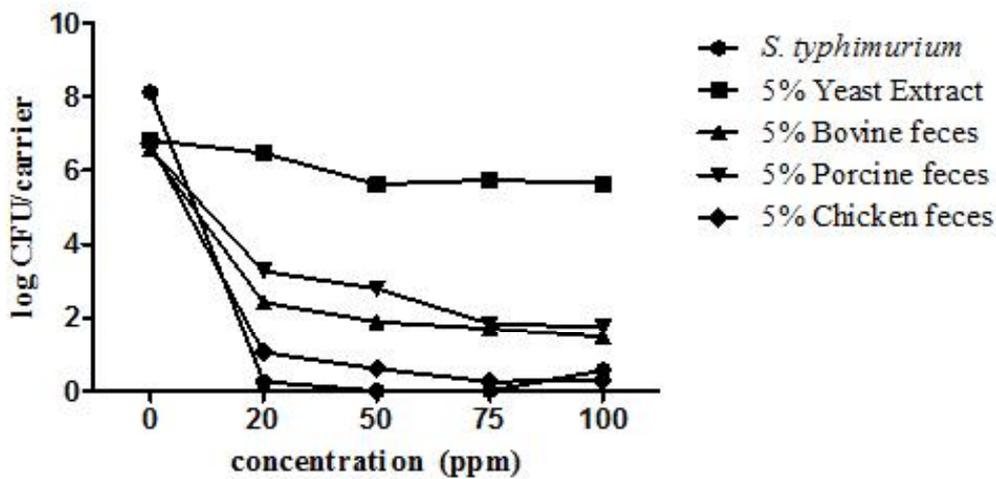


Fig. 9. Bactericidal efficacy of chlorine dioxide gas against *S. typhimurium* with 5% organic materials.

### 3-3. 가스상 이산화 염소를 활용한 계란의 최적 살균 조건 확립을 위한 예비 실험

#### 가. 방법

##### 계란에 살모넬라균 접종 및 이산화염소 가스 처리

계란 난각에 살모넬라균을 접종한 후 이산화염소 농도를 5, 10, 20, 40, 80, 160ppmv으로 나누어 5분, 10분, 30분 처리 후 표면 세균의 감소를 확인하였다.

##### *Salmonella Enteriditis* 의 세균수 측정

계란 난각에 접종된 살모넬라균의 세균수 측정을 위하여, 0.1% pepton이 포함된 물이 들어있는 Whirl-Pak sampling bag에 계란을 넣고 진탕배양 후, 10진법으로 희석하여, *Salmonella* specific chromogenic agar medium에 접종하여 37도 배양기에서 18시간 배양하였다. 배양시간이 지난 후, 고형배지위에 자란 세균 집락을 계수하여 log CFU/ml로 표시하였다.

##### 세척란과 무세척란에서의 세균 수 측정

물로 세척한 계란과 실온에 방치한 계란의 난각에 존재하는 총 세균수를 측정하기 위하여, 그룹별 10개의 계란을 Whirl-Pak sampling bag에 계란을 넣고 진탕배양 후, 10진법으로 희석하여, Luria-Bretini agar 배지에 접종하여 37도 배양기에서 48시간 배양하였다. 배양시간이 지난 후, 고형배지위에 자란 세균 집락을 계수하여 CFU/ml로 표시하였다.

##### 이산화염소 가스에 의한 AI 바이러스의 소독 효과

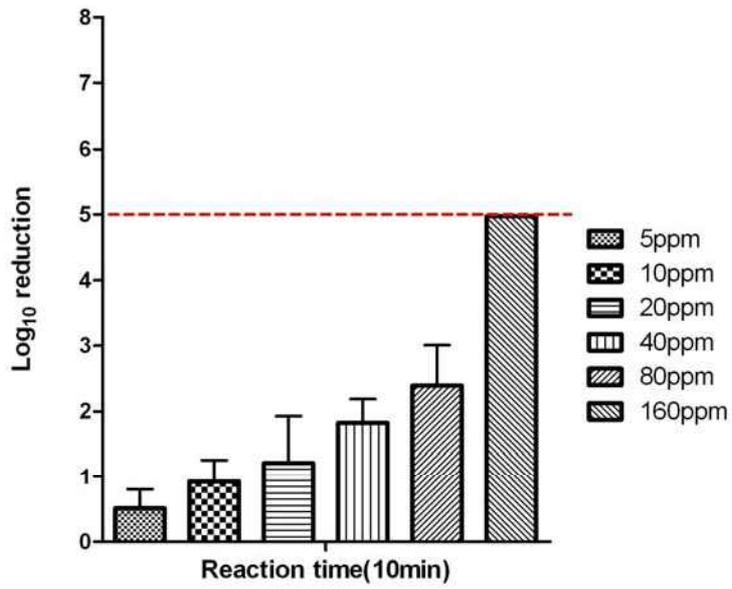
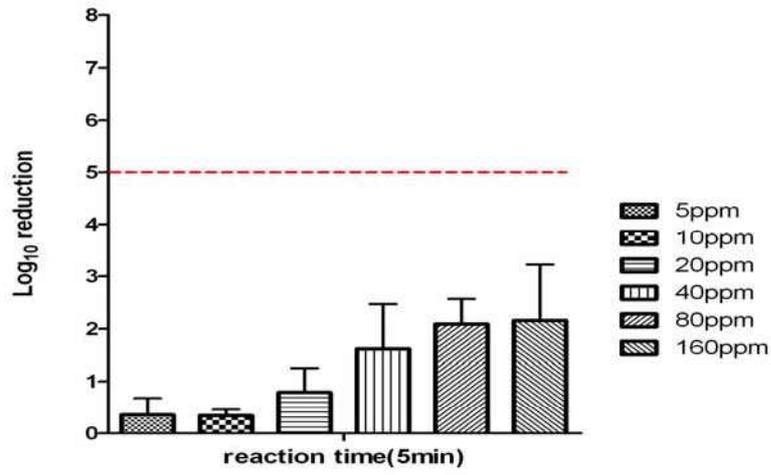
유정란에 AI바이러스를 접종한 후에 3일간 배양한 후 이산화염소 가스 10ppm 으로 30분간 처리 한 후 바이러스를 수확하여 EID50 (egg infective dose)을 계산하여 바이러스의 소독 효과를 확인하였다.

#### ▶ 결과

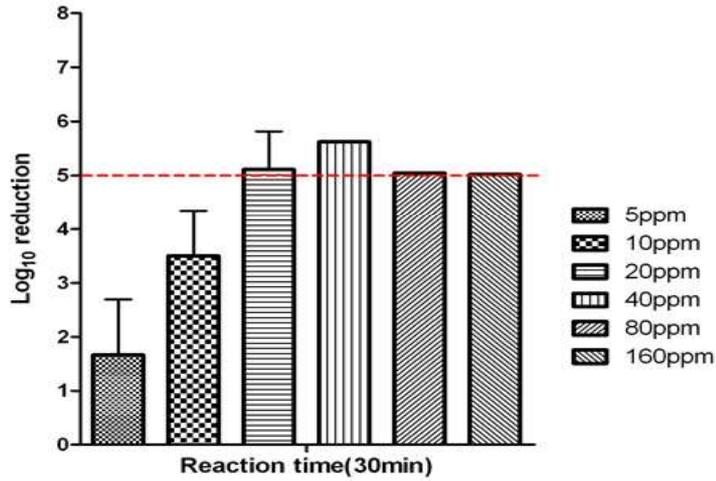
##### 이산화염소 가스에 의한 *Salmonella Enteriditis* 의 세균수 감소 효과

- 80% 습도 조건하에서 균액 (*Salmonella Enteriditis*, 5min/10min/30min, n=4)을 접종한 계란에 이산화 염소 가스를 적용한 결과
  - 5분 : 80ppm 이상 적용시 2 log reduction
  - 10분 : 160ppm 이상 적용시 5 log reduction
  - 30분 : 20ppm 이상 적용시 5 log reduction의 효과를 나타냄.

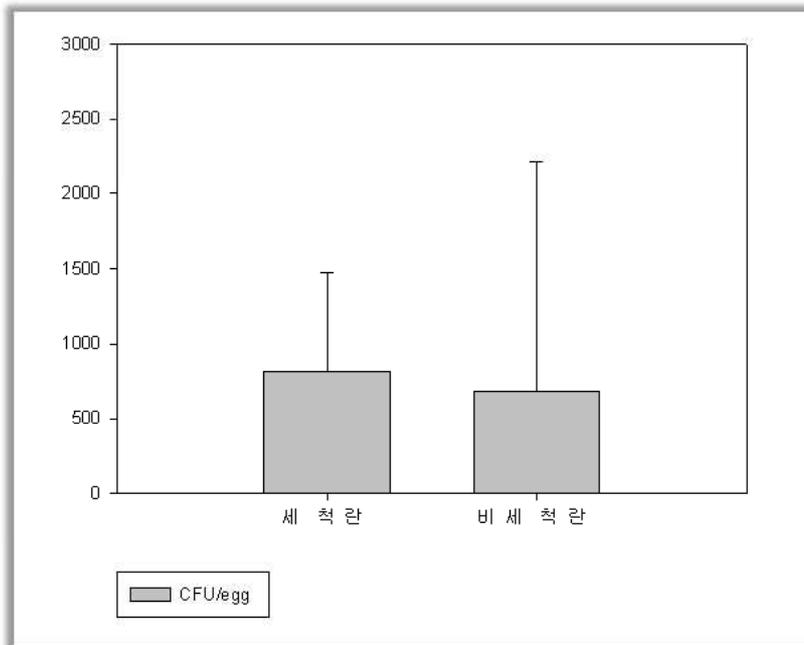
⇒ 160ppm 이상 - 10분 또는 20ppm 이상 - 30분 계란 소독 적용시 이산화 염소 가스는 SE에 대하여 99.999%의 세균 효과 있음을 입증 함.



세척란과 무세척란에서의 세균수 측정

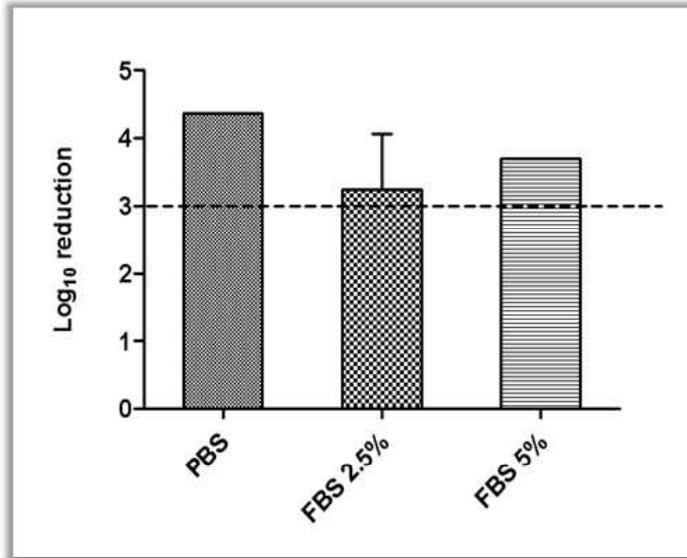


- 1등급란으로 적용되는 세척란에서 더 많은 일반세균이 존재함



세척유무에 따른 계란껍질의 일반 세균 수 (n=4)

이산화염소 가스에 의한 AI 바이러스의 소독 효과



10ppm-30min 노출시 AIV에 대한 이산화염소 가스의 소독효과 (n=2)  
 무기물조건에서 EID50은 Log 4.375 이상 감소  
 유기물조건에서 EID50은 Log 3 이상 감소

➔ 연구 내용 요약 및 향후 사업화 적용 계획

- 난각 (계란 표면) 무 세척 살균 (5 log Reduction)
- 무 세척 친환경 기체 (이산화염소 가스) 훈증 살균 처리
- 유해 식중독 균 (Salmonella Enteritidis) 및 AI 바이러스 실험 결과 유효성 확인
- 실용화 수준 달성 (30분 이내 균밀도 5 log 감소)



- 식용 계란 안전성 확보, 부화장 부화율 향상 목적 적용
- AI의 후속적 여파로 계란 소비 감소 방지 대책에 활용
- 3주 상온 보관 가능으로 에너지 절감 기여

### 3-4. 생 닭 저온 유통 기간 연장을 위한 예비 실험 검증

#### 가. 연구방법

- 경기도 소재 도계 공장에서 최종 처리된 생닭을 구입하여 아래의 도표와 같은 계획하에 이산화염소수 냉침 효과 및 함기포장에의 간이형 이산화염소 가스 분출 소모품 (팜이겔)의 생닭 표면 세균에 대한 살균 효과 및 유통기한 연장 효과를 확인하였다.

무처리구	냉침(20min)(3도)	3
흡습포안에 봉투에 든 팜이겔 4g	냉침(20min) (3도)	3
상부 랩 안에 팜이겔 4g	냉침(20min) (3도)	3
냉침(3도) 25ppm(20min)		3
냉침(3도) 25ppm(20min)	흡습포안에 봉투에 든 팜이겔 4g	3
냉침(3도) 25ppm(20min)	상부 랩 안에 팜이겔 4g	3
냉침(3도) 50ppm (20min)		3
	흡습포안에 봉투에 든 팜이겔 4g	3
	상부 랩 안에 팜이겔 4g	3

#### 이산화염소수의 제조 와 처리

이산화염소수는 전기화학적 방식을 이용한 ClO<sub>2</sub>가스 생성기 (PurgoFarm Inc., Korea)를 이용하여 발생시킨 이산화염소 가스를 20리터 요량의 물에 함침하여 제조하였다. 발생방법에 대해 간단히 요약기술하자면, 원료물질인 액상 NaClO<sub>2</sub>과 물이 전기화학적인 반응을 통해 분해되고 다공성 전기분해막 (MEA: multi-porous membrane electrode assembly)을 통과하면서 고순도의 ClO<sub>2</sub>를 생성하게 된다. 고순도의 ClO<sub>2</sub>를 pre-chamber에 포집한 후, 연결밸브를 이용하여 일정 농도의 ClO<sub>2</sub>를 물에 함침하였다. 제조된 이산화염소수의 농도는, High Range Chlorine Dioxide Test strip (LaMotte, Maryland, USA)을 이용하여 측정한 후 적절히 희석하여 사용하였다.

#### 미생물 측정

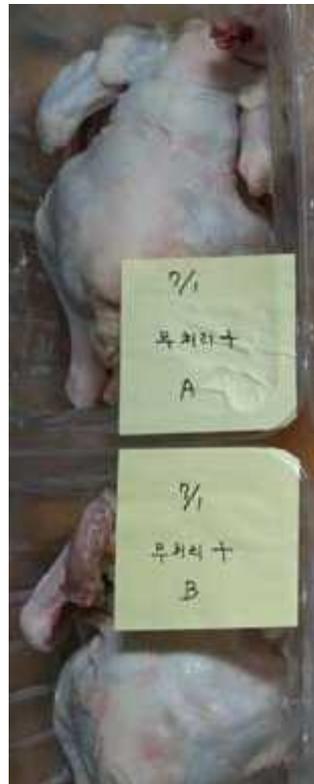
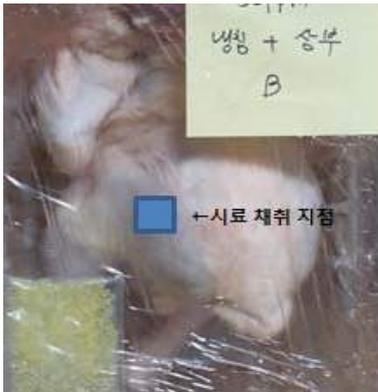
저장 후 4일, 7일째에 육안으로 관능 검사를 실시하였으며, 7일째에는 포장을 뜯어서 이취 검사 및 육안 관능 검사 그리고 일정 크기의 (왼쪽 뒷다리 부분 약 1 cm<sup>2</sup>) 표면 샘플을 채취하여, 미리 준비해 둔 9ml의 생리식염수가 들어있는 15ml cornical tube에 넣은 후, 실온에서 약 1시간 진탕 배양하였다. 배양된 시료를 다시 10 진법으로 희석하여 TSA (Tryptic Soy Agar) 배지에 도말하여, 37도 배양기에서 48시간 배양하여 colony를 계수하여 CFU/ml로 나타내었다.

### 잔류성 검사

실험이 끝난 생닭의 표면에서 일정크기 (뒷부분 부분 약 2 cm<sup>2</sup>) 표면 샘플을 채취하여, 미리 준비해 둔 2ml의 생리식염수가 들어있는 15ml cornical tube에 넣은 후, 실온에서 약 1시간 진탕시킨후, 이산화염소수의 저농도 측정용 test strip을 이용하여 잔류성 검사를 실시하였다.

### ▶ 결과

저장후 4일째에는 육안 관능 검사시, 특이한 차이를 관찰할 수 없었으며, 특히 이산화염소 처리에 의한 닭 표면의 갈변 현상등도 관찰되지 않았다. 따라서 저장후 7일째 되는 날에 여러 시험군중에서 유의한 결과를 얻은 상부 팜이겔 처리군, 냉침 후 팜이겔 처리군에 대하여 아래와 같이 정리하였다.



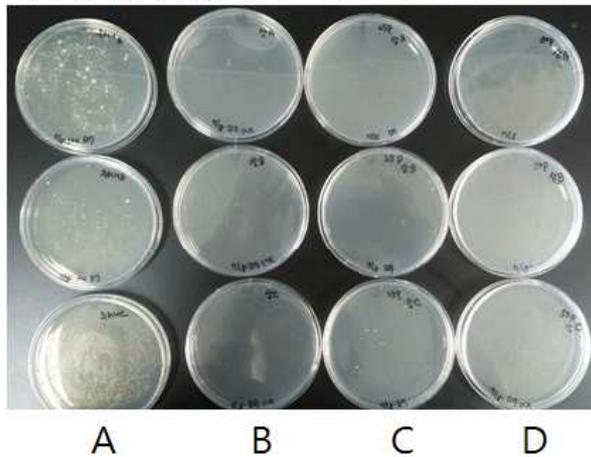


**관능검사:** 관능검사는 신선도와 냄새만 실시하였으며, 무처리군에서는 이취는 없으나, 약간의 닭 냄새는 나는 반면, 이산화염소가 처리된 닭에서는 닭 특유의 냄새도 관찰되지 않았다. 위의 사진에서 보듯이 무처리군과 이산화염소 처리군에서 외부 표면 색의 변화 차이는 없었다.

**저장 중 생육 미생물수 변화 측정 결과:** 포장 후 저온 저장 7일째, 닭 표면의 세균수를 측정하기 위하여 시료를 채취하여 TSA 배지에 배양한 결과, 무처리군에서는 세균수를 측정하기 어려울 정도로 많은 수의 대장균 집락이 관찰 된 반면, 이산화염소 처리군은 **50ppm 냉침 후 팜이겔 처리군 < 25ppm 냉침 후 팜이겔 처리군 < 팜이겔 처리군의 순으로 세균 수의 감소를 확인**하였다. 이는 선진국에서 소매상에서 소비자가 구입할 시점에서 확인되는  $10^4 \sim 10^5$  cell/cm<sup>2</sup> 보다도 매우 낮은 세균수의 측정치로서 선진국 기준보다도 높은 수준의 위생 처리 효과를 보였다.

**간이형 이산화염소 가스 방출 소모품 (팜이겔)의 적용 가능성:** 팜이겔 처리군에서 뚜렷한 표면 세균 감소 효과를 확인 하였으며, 포장 7일째에도 함침된 이산화염소의 잔존률이(팜이겔) 50% 이상 되는 것으로 확인되어 추후 좀 더 장기 보존에도 적용 가능성을 보여주었다. 따라서 생 닭의 수출시 포장 첨가제로서의 가능성이 확인되었고 추후 구체적인 실용화 방안은 본 과제에 서 계획하여 실행해야 할 것으로 생각된다.

포장 후 7일째 닭 표면에서 시료 채취 후 세균 배양 한 결과



희석배수  $2 \times 10^4$ /ml

- A: 무처리군- two many to count
- B: 포장 상부에 팜이겔 4gr 처리군- 세균수 평균 1.3 CFU/ml 이하 검출
- C: 25ppm 의 이산화염소수에 20분간 냉침 후 포장 상부에 팜이겔 4gr 처리군  
-세균수 평균 1 CFU/ml 이하 검출
- D: 50ppm 의 이산화염소수에 20분간 냉침 후 포장 상부에 팜이겔 4gr 처리군  
- 세균 미검출

**잔류성 검사:** 생닭 저장 실험 중 팜이겔로부터 방출되어 생닭의 표면에 도달하는 이산화염소 가스의 농도는 농도 측정 테스트 스트립으로 측정한 결과, 약 0.5-1ppm 정도 였으나, 닭의 표면 내부까지 침투되어 잔류하는 이산화염소 가스는 측정되지 않았다.

또한 식육에 어느 정도 이산화염소가 잔존한다 하더라도 조리시 세척과 조리 과정에서 없어

지기 때문에 안정을 걱정할 필요가 없다. 하지만 생닭 및 계란에의 이산화염소 잔류성 자료는 본 과제에서 좀 더 다양하고 과학적인 자료를 확인해야 할 것으로 생각된다.



도계 표면에 도달하는 이산화염소 측정 테스트 스트립

➔ 연구 내용 요약 및 향후 사업화 적용 계획

- 이산화염소 수 냉침 효과의 우수성 규명
- 생 닭의 함기 포장에 팜이겔 적용
- 기존 유통 한계 일에 추가로 +3 +2 방법 제시  
예) D+3 ➔ D+6     D+5 ➔ D+7
- 세균 카운트 차이 유의한 차이 존재 확인  
(산패도 지수, 관능 성상 에 대하여 본 사업에서 완성 예정)
- 생 닭의 수출 가능성 확인 및 구체적 계획 모색 예정

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구 분	기술적 목표(물성 및 성능목표)	목표달성도
기술개발의 최종목표	축산물 안전성 확보 및 저장성 향상의 사업성 분석	100%
세부목표1	사업화 전략 기획 및 시장 분석	100%
세부목표2	사업화 전략에 부합되는 R&D 기획 및 설계	100%
세부목표3	예비 타당성 연구 (생닭의 저장성 향상 실험)	100%

다음 2개 범주를 중심으로 축산물 저장성과 안전성을 향상시킴으로서의 산업적, 사회적 기여 가치 분석해 보기로 한다.

### 4.1. 식용 계란

#### 가. 1등급판정 세척란에 대한 문제점 제시 및 소비자의 안정성을 위한 새로운 등급 판정제도 도입을 위한 과학적 증거 제시-사회적 기여

정부가 소비자들의 건강을 위해 계란 세척을 의무화했지만, 지역 산란계 농가 대부분이 영세성을 이유로 계란을 세척하지 않은채 유통시키고 있어 계란 유통 및 위생관리를 대폭 강화해야 한다는 목소리가 높다. 세척이 안된 계란은 살모넬라에 오염될 확률이 높고 소비자가 살모넬라에 오염된 계란을 섭취하면 식중독 사고를 유발할 수 있기 때문이다. 전북농협에 따르면 도내 산란계 농가는 481가구에 사육 수는 2,100여만마리로 평균 43569수를 사육하는 것으로 조사됐다. 이 경우 80%산란율을 대입하면 1 평균 35000란을 산란하는 것으로 볼 수 있다. 올해는 계란 등급판정 제도가 도입 된지 12년째 되는 해이다. 계란 품질 차별화와 위생 및 가격 투명성 확보를 목적으로 2003년 시행된 계란 등급판정 제도는 여전히 낮은 참여율과 미미한 변별력으로 폐지 요구가 나오고 있다. 논란이 되고 있는 계란 등급판정 제도를 점검, 나아갈 바를 살펴봤다. (출처: 축산신문, 2014년 7월 9일자 기사)

##### # 소비자, 등급판정 이해 못해

농협경제연구소가 최근 등급계란 구매경험이 있는 수도권 지역 소비자 500명을 대상으로 실시한 ‘계란 등급판정 제도가 소비자의 계란 구매 행동에 미치는 영향’ 조사에 따르면 계란 등급이 구매 만족도와 재구매에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 특히 가격과 품질에 대한 평가에서 만족도가 낮게 나타났는데 등급계란의 가격에 대해서는 59.6%가 ‘보통수준’, 33.7%가 ‘비싼 편’ 이라고 응답했다. 품질에 대해서는 71.1%가 ‘중급식품’, 24.6%가 ‘고급식품’ 으로 평가해 등급계란에 대한 소비자의 인식이 높지 않음이 드러났다.

심지어 서울 YMCA가 지난해 실시한 조사에서는 응답자의 57.7%가 계란 등급판정 제도에 대해 ‘들어본 적이 없다’ 고 응답하기도 했다. 위생적인 계란 공급과 가격 투명성 확보로 소비자의 신뢰도를 높이겠다던 계란 등급판정 제도가 소비자에게 제대로 인식되지 못해 무의미하거나 불필요하게 가격만 올리는 제도로 평가되고 있는 것이다.

##### # 신선한 유통 우선한 제도개선 이뤄야

이처럼 계란 등급판정 제도에 대한 비판 및 폐지 여론이 높은 가운데 정부에서는 최근 영연방 FTA(자유무역협정) 가금분야 대응전략 가운데 하나로 등급판정 확대를 포함시켜 업계의 빈축을 사고 있다. 계란 등급판정 제도의 도입 12년이 지났지만 제기능을 수행하기는커녕 제대로 정착조차 하지 못한 가운데 FTA 대응전략으로 제 역할을 할 수 있겠느냐는 것이다.

양계협회 관계자는 “현재 등급판정 기준에서는 1등급 이상만이 급식이나 군납으로 사용되고, 유통되고 있다” 며 “전체 5~7%에 불과한 등급란이 전체 계란을 대표하기 보다는 계란은 신선도가 가장 중요한 만큼 신선한 계란이 유통될 수 있는 방안을 강구해야 한다” 고 말했다.

#### 나. 신선한 계란을 위한 생산 비용 지출 저감 효과-산업적 기여

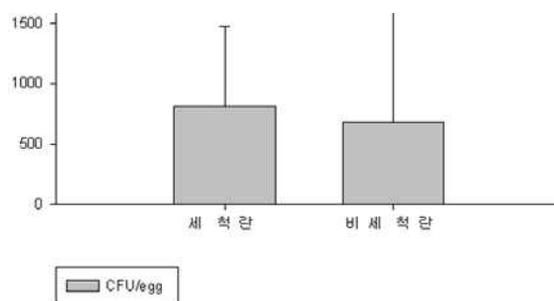
현재까지는 세척외에 세균 오염을 줄일 마땅한 대안이 부재한 것으로 인식되어 왔다. 그러나 계란 보호막 큐티클이 없어짐으로 상온에서의 급속한 세균 증식이 이뤄질 것이라는 점에서 계란의 콜드체인 유통을 유도하고 이에 따라 **저온유지 에너지 비용과 시설 비용 등도 추가**로 발생되고 있다. 산란계 농가에서 채란된 계란은 계란 집하장으로 모여 세척과 선별을 거쳐 계란판에 담겨져 상품화가 된다. 집하장에서의 세척 시 30알 기준 계란 한 판에 300원 정도 세척 비용이 발생 되는 것으로 파악된다.

현재 세척란 만을 1등급으로 인정하는 상황에서 산란계 농가와 대기업간의 갈등이 존재하는 것으로 파악되며 30알 계란 한판 가격 5500원 내지 6000원을 기준으로 300원 5% 정도에 해당하는 세척 비용이 발생하고 있음. 또한 먹거리 안전을 집중 분석 취재하는 매체 보도를 통해 **일반 소비자들도 무세척 살균란이 신선도와 안전의 관점에서 좋을 수도 있다는 기대감이 높아지고 있다.** 현재 유통 소요 소요기간은 농장에서 생산된 계란을 수집하는 데 보통 2~3일이 걸리고 선별·운송과정에 1~2일, 또 계란 도·소매유통 상인을 거치기 때문에 소비자에게 도달하는 기간은 보통 생산된 지 1주일이 지나야 가능하다.

상황을 분석해 볼 때 다음과 같은 질문에 명확한 답변이 필요하게 된다.

(1). 소비자 안전의 관점에서 1등급 세척란이 다른 대안을 고려할 필요 없이 유일한 정답인가? 미국의 경우는 세척 후 난각을 기름으로 코팅하도록 의무화하도록 하고 있으며, 유럽의 경우 시중에 유통되는 달걀에 대해선 법으로 세척을 엄격히 금지하고 있다. 달걀의 생명은 위생이 아닌 신선도에 있다는 것을 역설적으로 증명해주는 사례들이다. 이번 연구를 통해 무세척 훈증 계란으로 유통할 경우 신선도와 강화된 위생 두 마리 토끼를 동시에 잡을 수 있게된다.

본 연구과정 중의 실험으로 볼 때에도 비세척란과 세척란의 표면 균 조사 결과 세척란에서 비세척란 보다 더 많은 표면균이 검출되었다.



(2). 정량적 요소의 비교만으로 대안의 비교우위는 존재하는가?

계란 세척기의 경우 소형의 경우 3000만원부터 10억원에 이르기까지 다양한 규모로 가격을 형성하고 있다. 계란의 위생 수준을 전방위적으로 접근하고 높여가기 위하여 산란계 농장부터 시작하여 계란의 저온 냉장 보관시설 및 세척 시설의 도입을 권고하고 비용 부담 부분과 관련하여 정책당국과 농가간의 갈등적 상황이 조성되고 있다. **본 연구의 결과를 토대로 현장에 적용하는 경우 닭 분변의 제거 후 혼중 살균하는 것으로 상온에서 3주 이상 계란 신선도 지수 및 유해 세균 관리 측면에서 우수한 결과를 낼 수 있음을 보여주었다.** 그렇다면 계란 위생 수준의 전방위적 관리의 개념에 맞춰 산란계 농가의 상황에 맞춰 각 대안의 도입 선택 시 어떠한 선택이 경제적으로 유리할 것인지 다음과같이 분석해 볼 수 있다.

- 상황 1. 산란계 3000수 산란율 80% 적용 일일 2400알 평균
  - 상황 2. 산란계 30000수 산란율 80% 적용 일일 24000알 평균
- 어떠한 상황에서도 무세척 혼중 장치 사용이 유리할 것으로 판단.

3000수 산란계 2400알/1일 80번/1일 1판 30알 세척비용 300원 44만원 판매/1일 연간 1.5억 매출 산란계 농가 가정				30000수 산란계 24000알/1일 800번/1일 1판 30알 세척비용 300원 440만원 판매/1일 연간 15억 매출 산란계 농가 가정					
비교항목	대안	기존 세척기 보유 (A)	세척기 신규구입 (B)	혼중 장치 사용 (C)	비교항목	대안	기존 세척기 보유 (A)	세척기 신규구입 (B)	혼중 장치 사용 (C)
장비 구입	(0)	(0)	3000만원	2400만원	장비 구입	(0)	(0)	3000만원	3000만원
장비 연간 비용 (4년 상각)	(0)	(0)	750만원	600만원	장비 연간 비용 (4년 상각)	(0)	(0)	750만원	750만원
1일 세척비	80 판*300원	24000원	2.4만원	0.1만원	1일 세척비	800 판*300원	240000원	24만원	1만원
1년 유지비 1일비용 * 360일	852만원	852만원	36만원		1년 유지비 1일비용 * 360일	8520만원	8520만원	360만원	
냉장 유통비	개당3원 * 2400*360 = 259.2만원	259.2만원	개당 1원 2400*360= 86.4만원		냉장 유통비	개당3원 * 24000*360 = 2592만원	2592만원	개당 1원 24000*360= 864만원	
1년 비용 냉장 유통비 불포함	852만원	750+852= 1602만원	600+36= 636만원		1년 비용 냉장 유통비 불포함	8520만원	750+8520= 9270만원	750+360= 1110만원	
1년 비용 냉장 유통비 포함	852+259.2 = 1111.2만원	750+852+259.2 = 1861.2만원	600+36+86.4= 722.4만원		1년 비용 냉장 유통비 포함	8520+2592 = 1억1112만원	750+8520+2592 = 1억1862만원	750+360+864= 1824만원	

비교 표 1. 산란계 3000 수 기준 비교

비교 표 2. 산란계 30000 수 기준 비교

상황 1의 경우 산란계 농가가 아직 세척기를 도입 하지 않았을 가능성이 높겠다. 이 경우 혼중 시설을 도입하는 것이 세척기를 도입 운영하는 것에 비해 연간 1139만원 (표.1 (B)1861 - (C)722 )의 경제적 이득을 가져다 준다. 세척기를 활용한 경우에는 연간 388만원의(표.1 (A)1111 - (C)722 ) 비용 차이가 발생되어 혼중 살균 처리가 유리하다.

상황 2의 30000수 산란계 농가 경우 농가가 세척기를 구입 유지할 경우 ,연간 1억 1038만원 (표.2 (B)11862 - (C)1824 ), 세척기 투자를 생략하는 경우 단순 유지비 차이에 의해 9288만원 (표.2 (A)11112 - (C)1824 ) 비용 차이가 발생하여 시급하게 무세척 혼중 방식으로 변경선택 내지 전환을 서둘러야 할 것으로 판단된다.

통계에 의하면 2012년 6월 현재 산란계 사육 관련 61,952천마리를 1379가구에서 가구당 평균 약 4만5천마리 보유 사육 중인 것으로 보인다. 4만5천마리에 산란율 80%를 대입하면 36000알 정도로 표2 분석에 의한 것보다 더 많은 경제적 차이를 만들것으로 보인다.

(3). 난각세척 온도는 계란 내부 온도보다 최소한 11.1 °C(20 °F) 높이기 위해 최소 32°C ~ 46°C를 유지해야 하는데 이를 위해 단위 처리량 에너지 비용은? 세척 후 폐수 방류에 따른 환경 비용은?

예를 들어 30만알을 처리하는데 투입되는 에너지 량은?

난각 세척 후에는 냉각시설을 활용 보관하여야 한다. 이 때의 에너지 비용은?

먼저 계란의 저온 보관 온도와 관련 “아직 처리되지 않은 계란을 저장하는 냉각실은 실내온도를 15.6 °C(60 °F) 이하로 유지할 수 있어야 하고 처리된 계란을 저장하는 냉각실은 실내온도를 7.2 °C(45 °F) 이하로 유지할 수 있어야 한다” 는 가이드라인(고품질 계란 생산과 품질 유지(2004. 9월. 174호 p.44~53))을 분석의 기준으로 사용한다. 또한 1 °C를 높이면 에너지 비용을 4% 줄일 수 있다는 가정을 사용하기로 한다.

#### “계란 냉장보관시 AI바이러스 더 오래 존속“

계란을 냉장고에 보관하면 조류 인플루엔자(AI)바이러스가 더 오래 살아남을 가능성이 있다는 전문가의 지적이 나왔다고 일간지 네이션이 25일 보도했다. 태국 국립 출라롱콘 대학의 용푸오라완 교수는 전날 방콕에서 열린 '출라 학술 전시회'의 AI 세미나에서 온도가 낮을수록 AI 바이러스는 더 오래 존속할 수 있기 때문에 계란을 냉장고에 넣어두지 말도록 권고했다고 네이션은 전했다. AI 유전자 형태를 연구해 온 용 교수는 AI 바이러스의 경우 닭과 직접적인 접촉을 통해서만 감염될 수 있지만 계란을 냉장고에 보관하면 AI 바이러스가 계란 껍데기에서 더 오래 존속할 수도 있다고 말했다. (방콕=연합뉴스)

먼저 미처리 온도 저온실과 처리 후 저온실 온도간의 차이 즉 15.6 °C(60 °F) 와 7.2 °C(45 °F)간의 차이 8.4 °C(15 °F)를 앞서의 가정 조건을 대입 환산하면 약 33%의 에너지 절감율이 나오게 된다. 전방위적으로 산란계 농가에서 무세척 훈증 살균 처리하고 이 후의 단계를 상온 유통 체계로 바꾸게 될 경우 그리고 그 온도 차이를 대략 12 °C(상온 유통 온도를 23 °C라고 가정 23-15.6과 23-7.2의 평균값)으로 계산하여 **에너지 비용 절감율은 약 48%에 달하는 것으로 추정** 될 수 있다.

세척 용수 사용에 따른 세척 후 폐수의 처리 또한 환경적 부담으로 돌아올 것으로 추정되어 지나 자료 분석상의 한계로 그 존재 가능성을 짚는 정도로 문제를 제기한다.

(4). 계란의 생산에서 유통, 소비에 이르기까지 발생되는 총체적 비용의 구성요소는 어떠한 것들이며 사회적 총합으로서의 경제성을 현재 수준보다 더 높이는 방법은 존재하는가?

비용 구성 요소: 산란계 농가 저온 저장고 도입 비용 및 운영 유지 비용, 산란계 농가에서의 난각 세척기 구매 비용 및 운영 유지 비용, 집하 선별장까지 이동하기 위한 콜드체인 수송차량, 집하장에서의 난각 세척 후 7.2°C 냉장 보관 비용, 각 도.소매 유통, 소비까지의 각 단계에서 콜드 체인을 적용, 세척수 온도 유지에 따른 에너지 비용 등 여러 직접 계상 될 수 있거나 간접적으로 사회적 비용화 될 수 있는 여러 비용요소가 존재 하고 있다.

**계란과 관련된 연구결과를 종합하여 볼 때 충분한 목표를 달성하고 관련 분야의 기대에 충분한 기여와 의미를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.**

## 4.2 생닭 저온 유통 기한 연장-산업적 기여

“이마트는 지난해 2013년 10월부터 닭고기 등급제를 도입했다. 이를 통해 매장에서 판매하는 생닭 상품을 1등급으로만 운영하고, 도계한지 4일 이내의 닭고기만을 판매할 예정이다” (아주 경제 2013년 10월 14일자 보도).

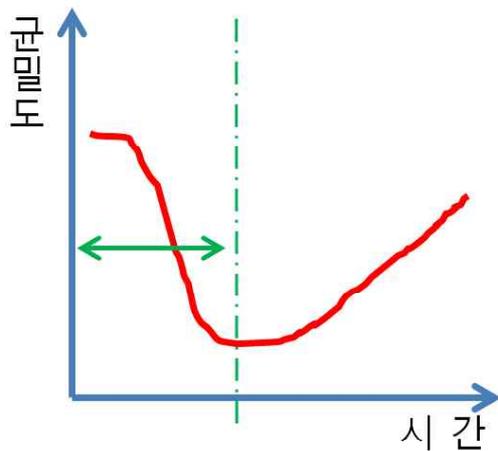
육계는 연간 생산량 기준 6억 마리가 소비되는 주요식품인 만큼 품질 및 선도 관리가 중요하다. 생닭 도계 후 기존의 신선도 유지 기간을 현재 관행 한계 일에 추가하여 안전하게 늘릴 수 있기를 생닭 도계, 유통업계는 강력하게 원하고 있다.

생닭의 저온 유통 안전 기한은 도계 후 D+3 또는 D+5로 알려져 있다. 본 과제의 예비 실험을 통해 생닭의 신선도 유지 기간을 최소 D+7까지 확보 연장하였다. D+7상태에서 세균 수준이  $10^4 \sim 10^5$  cell/cm<sup>2</sup>보다 훨씬 낮은 상태로 검출 되었다. 본 사업화 과제의 수행 중에 신선도와 안전 조건을 동시에 만족시키는 연구를 계속 수행할 예정이다.

**일반 소비자들은 닭고기 구매 시 가격보다는 제품의 품질과 신뢰도를 높이 평가하고 있는 것으로 나타났다.** 따라서 본 연구의 수행시에는 신선도 유지기간 연장과 함께 세균밀도 측면에서의 품질을 지수화 개발할 예정이다.

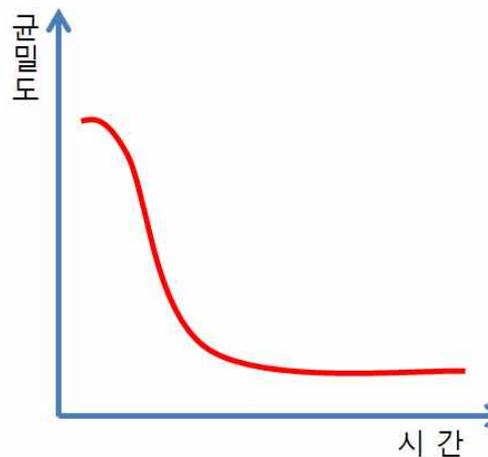
당초 기존 유통 한계일에 추가적으로 3일이 연장 될 수 있으면 중국 본토를 대상으로 저온 생닭 시장을 공략할 수 있겠다는 생산업체들의 요구로부터 출발하여 연구를 시작하였다.

본 생닭과 관련된 연구는 도계 이후 유통될 닭에 함기 포장의 형태로 서방형 이산화염소 소모품을 투입하는 형태로 진행되었다. 제한된 여건에서의 실험 진행임에도 당초 기대하였던 성과가 도출되었다. 그러나 **본 연구를 통해 도계장 내부의 환경 관리 및 분무/냉침 공정 단계에도 연구와 기술을 접목하면 더 많은 성과를 기대 할 수 있을 것으로 판단된다.** 도계장 내부의 털 뽑기, 방혈, 내장 적출이 이뤄지는 작업장에 공간 살균을 적용하고, 이산화염소 용액을 현장에서 제조하여 내장 적출 후 스프레이 세척 및 냉침에 활용할 경우 그리고 유통 중의 세균 증식 억제제를 결합할 경우 신선도 유지기간을 본 연구 결과의 D+7보다 더욱 증가 시킬 수 있을 것으로 판단된다.



(고농도 세척, 분무)

그림 1. 고압 분무, 냉침을 통한 도계 표면 초기 균 밀도 저감



(고농도 처리 후 저농도연속 적용)

그림 2. 초기 균 밀도 제어 후 저 농도 지속 작용으로 세균 재 증식 억제

## 닭고기 수출 정착화 지원 절실- 생닭의 품질 고급화를 통한 수출 경쟁력 우위 선점에의 기여

토종닭 등 닭고기 수출이 현재 아시아권을 중심으로 확대되고 있는 가운데 수출 정착화를 위해서는 정부의 정책적 협조가 시급하다는 목소리다. 국내 수급 상황에 따라 가격 변동폭이 심해 현지 경쟁력이 떨어지는 부분을 보완하기 위한 정책적 지원과 함께 품질 향상을 위해 **수출전용 전문도계장 신축이 필요하다는 주장이다.** (20121126일자 한국농어민 신문)

김준형 (주)싱그린푸드시스템 대표는 21일 대전에서 국립 축산과학원과 한국토종닭협회가 공동 주최한 국제심포지엄에 참석, **토종닭과 산란노계 수출이 증가 추세지만 품질 문제 등으로 수출 확대에 어려움을 겪고 있다**며 정부의 정책적 지원이 필요하다고 밝혔다. 올해 우리나라의 닭고기 수출 예상 규모는 약 4000만 달러. 이 중 냉동닭고기 수출이 2130만 달러로, 대부분 베트남(70%)과 홍콩(30%) 등으로 수출되고 있다. 특히 베트남의 경우 닭고기 요리방법이 한국과 비슷하고 토종닭 선호도가 높아 제1의 닭고기 수출 시장으로 떠오르고 있다. 싱그린푸드는 2010년 국내 업체로는 처음으로 베트남에 토종닭을 수출한 이후 사업 확대에 주력하고 있지만, **가격 및 품질 측면에서 갈수록 고충이 커지고 있다.** 산란노계의 경우 국내 수급상황에 따라 수출단가의 기폭이 심하다보니 현지 소비자들의 불만이 계속되고 있으며, 품질 측면에서도 전용도계장이 없어 **도계 과정에서 품질이 떨어지는 등 외국 수입닭과의 경쟁력에서 밀리고 있다는 것.** 이에 따라 닭고기 수출 정착을 위해서는 정부의 정책적 지원이 필요하다는 목소리다. 김 대표는 “현지 소비자들의 입맛에 맞는 닭고기를 생산하기 위해서는 생육기간을 늘려야 하는데 생산비 절감 측면에서 정부의 정책적 지원과 함께 국제경쟁력을 갖춘 수출 전용 전문도계장이 하루빨리 마련돼야 품질 측면에서도 경쟁력을 갖출 수 있다” 고 말했다.

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

본 연구는 기술사업화를 위한 R&D 기획사업의 성격을 반영하여 본 과제로 연결 되는 기술사업화 계획을 기술하기로 한다.

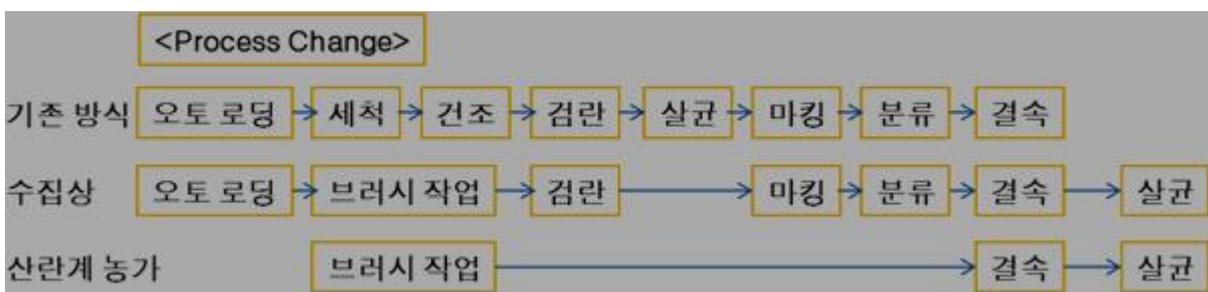
### 5.1 기술 사업화를 위한 방향

#### 가. 무세척 훈증 시스템 도입

계란의 무세척 훈증 처리로 산란계 농가의 즉각적 운영 비용 절감, 생산-집하-유통 각 단계에서의 저온 유통 요건 완화 내지 상온 유통이 가능해져 저온창고, 저온 운송 등 제반 단계에 걸쳐 에너지 절감에도 기여 할 수 있으며, 대기업, 양계협회, 산란계 농가, 소비자 정책 당국 간의 위생란 논쟁 해소에도 기여 할 수 있을 것으로 생각된다. 현재 진행 중인 논란의 쟁점은 세척에 의한 위생확보를 위해 세척이 꼭 필요하다는 대기업 논리와 소비자에게 무세척으로 신선란을 공급해야 한다는 양계협회 입장간의 대립인 바, 무세척 훈증의 적용으로 위생과 신선, 그리고 산란농가의 비용 부담 완화를 통한 소득 증대 기여 등 여러 관점에서 긍정적 의미를 갖는 것으로 평가 받을 수 있다.

따라서 기술 사업화의 본 연구에서는 무세척 훈증의 결과를 위생적 관점, 소비자에게 부각 될 수 있는 신선도 관점, 상온 유통 체계 확립을 위한 온도 조건 분석, 온도를 덜 낮추는 데 따른 에너지 절감 비용 정밀 분석 등을 수행하는 것이 바람직하겠으나, 또한 산란계 농가로부터 집하-유통 소비에 이르는 각 단계에 걸쳐 위생/신선 수준 지표를 개발하여 소비자에게 위생과 신선도에 대한 만족할 만한 정보를 제공할 계획이다. 그 결과 식용계란에 대한 건전하고도 기복이 없는 소비를 조장하여 국내 계란 소비 시장의 안전적 정착에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 특별히 AI가 발병 될 경우 계란 소비가 위축되는데 대하여도 차후 더욱 세밀한 연구 결과를 통해 AI에 대한 우려를 불식시켜 위축을 줄이는데 기여할 수 있을 것이다.

그리고 산란계 농가에 적합한 적용 모델, 집하장에 적용되어야 할 모델 등 현장의 실용화에 다가 설 수 있도록 경제성과, 편리성, 현장 적용 실용성, 적정 처리 능력을 보유하는 다양한 제품화 모델을 제시할 것이다.



( 기존방식에서 변경된 프로세스 적용 모식도 )

가-1) 마케팅 접근 방법

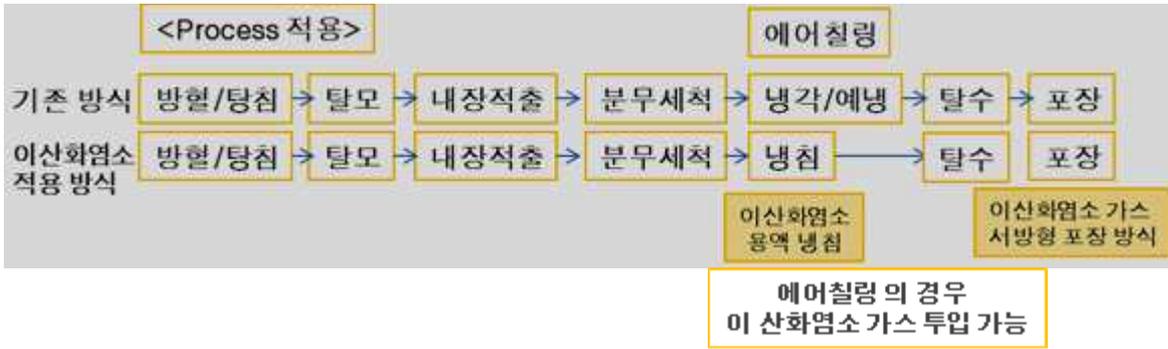
- 롯데 그룹과 기획 마케팅 추진: 신선 살균란 브랜드화, 가격 상향화, 납품업체 장비 설치 지원(상생 협력)
- 농림부 축산국에 정책 반영: 1등급 요건으로 기존 세척 조항 또는 추가적으로 살균 처리조항 삽입



(계란 사업화 전략 모식도)

나. 이산화염소수를 이용한 공기 세척 및 냉침 시스템 적용

도계장 냉각수에 20~30ppm의 이산화염소수를 사용하면 3~5분 내에 12,000~14,000 cfu/ml를 10cfu/ml 이하로 살균할 수 있는데 이 정도 살균효과는 염소 100~150ppm과 동일한 수준으로서 살모넬라(Salmonella), 리스테리아(Listeria), 캄필로박터(Campylobacter) 등의 독성 미생물의 살균에 효과적이다. 이산화염소는 염소와 달리 저장 중 닭고기의 TBARS를 유의성 있게 증가시키지 않아 산패취 유발에 문제가 없는 것으로 알려져 있는데, 비록 가격은 염소에 비하여 비싸지만 5배의 강력한 살균효과가 있어서 소량만 사용하여도 되기 때문에 경제성이 있는 것으로 평가되고 있다. (가공·이용·저장-닭고기의 저장성 향상 기술, 축산과학원 나재천) 따라서, 생 닭의 도계 작업 공정 중 이산화염소 용액 냉침 및 내장 적출 후 스프레이에 활용할 수 있도록 도계장의 용수량 규모에 맞춰 이산화염소 수 제조 장치를 사업화 보급하는 것이 좋을 것으로 판단된다.



(기존방식에서 변경된 프로세스 적용 모식도)

나-1) 생닭 수출 사업화 계획

- 하림 계열 한강 CM과 프리미엄 생 닭 판매 시범 구현
- 프리미엄 판매 방식으로 부가가치 창출 시장확인 및 타 업체 확산
- 프리미엄 생 닭 해외 (베트남) 시범 수출
- 이산화염소 적용 기술 해외 수출

다. 이산화염소 서방형 포장 기술을 자동 포장 공장에 결합

또한 이산화염소 서방형 포장 기술을 자동 포장 공장에 결합한다든지 하는 형태로 현장에 실용적 적용이 가능한 상태로 발전 시킬 수 있도록 추가적 연구와 사업화가 필요하다. 생닭의 합기 포장 중 서방형 이산화염소 가스 지속 작용이 이뤄지도록 하면서 포장 작업 공정에 자동화 될 수 있는 수준으로 개선 발전될 필요가 있다. 이러한 개선 작업 및 사업화 추진은 본 연구 과제를 통해 제시될 필요가 있다.

이산화염소 용액을 도계 작업 현장에 대입하여 강력한 살균소독 효과를 거 둘 수 있을 것이라는 기대에도 불구하고 실제 현장 적용 사례가 많이 존재하지 않는 이유는 이산화염소의 장점에도 불구하고 위험성과 순도, 현장 투입에 적절한 수준으로 제어 능력 미확보 등 제반 문제가 있을 것으로 판단된다. 본 연구진은 그러한 사업화 추진 과정상의 장애요소들을 극복할 수 있는 기술 속성을 지닌 이산화염소 장치를 이미 농산물 분야에 상용화하고 있고 본 예비 연구 및 본 연구를 통해 생닭 도계 작업 현장에 적합한 수준으로 개선 발전 시킬 필요가 있다. 구체적으로는 용수 사용량 규모 및 요구 농도 수준을 고려한 이산화염소 발생 장치의 대형화 개발, 용수 농도 자동 조절 장치 개발 등 현장에서 최적으로 사용하기 쉬운 형태로 개선 발전시키고자 한다.

## 라. 시장성 전망 및 사업 매출 목표

단위: 백만원

항 목	산업화기준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
1) 계란 훈증 살균 장치		6,500	13,000	19,500	26,000	65,000
1)' 계란 훈증장치 수출			650	6,500	65,000	72,150
2) 용액 제조 장치 (생닭)		300	1,500	4,500	9,000	15,300
3) 포장 용재 (생닭)		150	600	3,000	3,000	6,750
3)' 포장 용재 (수출)			150	1,500	15,000	16,650
<b>합 계</b>		<b>6,950</b>	<b>15,900</b>	<b>35,000</b>	<b>118,000</b>	<b>175,850</b>

### 가정 조건:

- 1) 1379 산란계 농가 시스템 판매 금액: 단가 2400만원 ~ 1억 원 평균 5000만 원 가정  
1차년도 10% 130개, 2차년도 20% 260개, 3차년도 30% 390개 판매 가정
- 1)' 유럽, 미국 등 해외 시장 대규모 수요 존재 (계란 시장 사이즈 국내 1조 4천억, 해외 100 조 시장 규모)
- 2) 61개 도계장 대상 판매 단가 1억5천만 원  
1차년도 2개소, 2차년도 10개소, 3차년도 30개소 판매 가정
- 3) 신선도 유지 포장 용재 판매. 판매 단가 300원. 연간 7억 마리 소비 닭고기  
1차년도 50만 포장, 2차년도 200만 포장, 3차년도 1000만 포장 적용 가정
- 3)' 해외로 포장재 수출 (부가가치 창출 수단으로 마케팅)

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 6.1. 축산물에 이산화염소 및 이산화염소수의 처리의 안정성에 대한 정보

- 이산화염소는 SCVMRP (Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health, 2003)에서 인정한 가금류의 식육의 소독에 사용할 수 있는 화합물에 속해있다.
- Chlorine dioxide는 물에 매우 잘 녹지만 물과 반응하지는 않는다. (Fukayama *et al.*, 1986).
- WHO에서는 마시는 물에 5ppm 의 이산화염소수를 허용하고 있다.
- 이산화염소 잔존 측정 및 해석; 약 60kg의 유럽의 성인이 식육 소비량을 근거로

예측되는 chlorite 와 chlorate 의 잠재적 섭취량은 대략 0.3 ug/kg bw/day로 환산할 수 있으나, 이는 EPA (US Environment Protection Agency)와 IPCS (International Programme on Chemical Safety) 에 의해 제시되는 일일 최대 허용기준치 TDI (tolerable daily intake)인 0.03 mg/kg 의 1000배에서 40배나 낮은 수치이다. 또한 식육에 어느 정도 이산화염소가 잔존한다 하더라도 조리시 세척과 조리 과정에서 없어지기 때문에 안정을 걱정할 필요가 없다.

- 부산물에 대한 안정성: 이산화염소는 아미노산, 단백질 그리고 지방과 반응 할 수도 있다. 그러나 이러한 물질과 반응했다하더라도 대사과정에서의 활성에의 영향은 매우 미비하며, 어떠한 부산물도 발견되지 않았음이 연구 보고에 발표되었다 (Tan et al., 1987).
- EFSA (European Food Safety Authority) 는 가금류의 식육 처리 단계에서 이산화염소의 사용을 허용하고 있으며, 스프레이나 냉침단계에서 허용하는 농도는 약 50 ppm (50 mg/L) 이며, 잔류 허용 농도는 약 2.5 ppm (2.5 mg/L)이다.

출처: CHLORINATED COMPOUNDS FORMED DURING CHLORINE WASH OF CHICKEN MEAT : Report of a New Zealand Food Safety Authority contract for scientific services Institute of Environmental Science & Research; 2008

## 6.2. 유럽 및 미국에 대한 축산물 수출 규정과 이산화염소의 사용 허가

- 유럽 및 미국에서는 식품 수출입 및 타 국가와의 FTA 체결시, CODEX 라는 국제 식품 규약에 맞출 것을 요구하고 있는데, 이 규정 중 도계 육에서 *Campylobacter* 와 *Salmonella* 균의 방제를 위한 기준에 이산화염소의 사용이 명기 되어 있다.

본문 내용:

### 9.8.1.2 Immersion Chilling

77. Where considered necessary for control of *Campylobacter* and *Salmonella*, processing aids may be added to the chiller water. These should be approved by the competent authority and may include, among others:

- Free chlorine (as produced by chlorine gas, sodium-hypochlorite, calcium hypochlorite tablets or electrolytically generated hypochlorous acid)
- Organic acids (e.g. citric, lactic or peracetic acid)
- Other oxidants (e.g. hydrogen peroxide, peroxy acids, **chlorine dioxide**, acidified sodium chlorite)

또한 5 ppm의 이산화염소수에 냉침시, 약 15-25%의 살모넬라균의 감소 효과를 얻을 수 있다고 명시되어 있다.

본문 내용:

### 9.9.1 Hazard-based control measures For *Salmonella*

87. A chlorine dioxide generating system applied as a dip at 5ppm post-chill resulted in 15-25% reduction in *Salmonella* prevalence.

출처: CODEX: GUIDELINES FOR THE CONTROL OF *CAMPYLOBACTER* AND *SALMONELLA* IN CHICKEN MEAT CAC/GL 78-2011

- ▶ 따라서 도계 처리 공정 시스템에 이산화염소 처리의 도입은 국제적인 규격에도 부합되어 공급과잉으로 처리에 문제를 안고있는 국내 생산 계육에 대한 추가적인 공정 없이 유럽 선진국에의 수출의 길을 여는데 많은 도움이 될 것이라 사료된다.

### 6.3. 세척란의 문제점 및 유럽에서의 가정용 계란의 기준으로서의 비세척란 인증

현재 유럽에서는 가정용 계란의 등급기준이 비세척란이며, 세척란 (미국 인증 기준)과 비세척란 의 장.단점에 대한 많은 의견이 있다.

Concerning marketing standards of eggs, Regulation no. 2295/2003, defines 2 grades of eggs (A and B)(Europe) according to different physical characteristics as follows: (i) Grade A eggs ( “fresh eggs” or “table eggs” ) should have a “normal, clean and undamaged” shell and cuticle; they will **not be washed or cleaned before or after grading**, and **will be not chilled or treated for preservation.** ; (ii) Grade B eggs, i.e. eggs “which do not meet requirements applicable to eggs in grade A” , may only be used by the food or non-food industries.

#### 유럽에서 제시하는 세척란의 문제점들

세척을 통해 식중독 관련 미생물의 감소 효과를 볼 수 있지만, 이미 계란 내부에 감염된 미생물까지 제어할 수 없는 실정이며, 세척 후 완전한 물기 제거, 큐티클층을 보호하기 위한 추가적인 오일막 형성 비용, 산란용 닭이 나이가 들면서 난각이 약한 계란을 생산함에 따른 세척 시 난각 손상 등등 많은 문제점들 때문에 비세척을 권장하고 있는 실정임. 미국 역시 이러한 문제점을 안고서도 세척란이 유통의 기준이 되고 있지만, 추후 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 비세척란 살균, 유통 시스템을 절실히 필요로 할 것으로 생각된다.

- ▶ 이러한 모든 문제점을 해결할 수 있는 대안은 바로 살균 훈증을 동반한 에어 브러쉬 세척이며, 향후 유럽 및 미국 계란 시장의 수출시 우위의 위치에서 진입할 수 있는 사업이라 예상된다.

출처: The EFSA Journal (2005) 269, 20 of 39 Microbiological risks on washing of table eggs

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

시설(기자재) 명	규격	수량	용도
오실로스코프	DS8102V	1	회로설계용
과위공급기	RDP303AU	1	전기분해셀 테스트용
과위공급기	UP3005T	1	전기분해셀 테스트용
데이타로거	34970A	1	전기분해셀 전류, 저항 기록용
전압전류측정기	FLUKE289	1	전기 측정용
가스 디텍터	C16-00-5102	2	가스 농도 측정용
가스 발생기	CA300-EF	3	이산화염소/이산화염소수 발생기
데이터 컴퓨터	SENSR580	1	기록 처리용
냉동·냉장고	2000 L	1	생닭 저온 저장용
냉장 쇼케이스	300L	3	생닭 저온 저장용
무균작업대	90X120X180cm	1	세균실험용
진탕배양기		1	세균실험용
가열교반기		1	세균실험용
세균배양기	50x50x50cm	2	세균실험용

## 제 8 장 참고문헌

Fukayama MY, Tan H, Wheeler WB, Wei CI. (1986) Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with model food compounds. *Environmental Health Perspectives*; 69: 267-274.

Tan H, Sen AC, Wheeler WB, Cornell JA, Wei CI. (1987) A kinetic study of the reaction of aqueous chlorine and chlorine dioxide with amino acids, peptides and proteins. *Journal of Food Science*; 52: 1706-1711, 1717.

김은주, 강원명: 도축공정중 식육의 미생물오염도 실태조사. *한국가축위생학회지*, 23:361, 2000

박희진, 민경진, 박나운, 조준일, 이순호, 황인균, 허진재, 윤기선. 식중독 위험성 인식이 높은 잠재적 위해식품 섭취실태조사, 45(1):59-69. 2013

변정옥, 모의원, 문호관 등: 소 돼지 도체표면의 미생물학적 고찰. *한국가축위생학회지*, 23:105, 2000

식품첨가물의 기준 및 규격, 식약청 고시 제 2007-74호.

이승환, 신희영, 구경주, 진유영, 전소정, 채현석, 송경빈. 이산화염소 처리에 의한 적색육의 저

장 중 품질변화, 한국식품과학회지, 39(2):222-227, 2007

허정호, 손성기, 이주홍 등: 도축처리 단계별 도체 및 환경재료에서 *Listeria monocytogenes*의 분리. 한국가축위생학회지, 20:69, 1997

Akinori Akamatsu, Cheolsung Lee, Hirofumi Morino, Takanori Miura, Norio Ogata and Takashi Shibata, Six-month low level chlorine dioxide gas inhalation toxicity study with two-week recovery period in rats. Journal of occupational medicine and toxicology, 7(2), 2012

Growth Rate of Escherichia coli, Allen Marr, Microbiological Review, 55(2): 316-333

EPA guidance manual Alternative disinfectants and oxidants, 4-1 Chlorine dioxide. 1999

EPA toxicological review of chlorine dioxide and chlorite(EPA/635/R-00/007), 2000

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.