

<편집순서>

1. 표지

(뒷면) (옆면)

(앞면)

<p>3 cm</p>	<p>11-1543 000-002 119-01</p> <p>오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템 개발 최종보고서 (견고덕 14p)</p>	<p>4cm</p> <p>Development of sanitation system using ozone water for animal byproducts R&amp;D Report</p>	<p>3 cm</p>	<p>보안과제( ), 일반과제( ○ ) / 공개( ○ ), 비공개( ) 첨단생산기술개발사업 최종보고서 (견고덕13p)</p> <p>(견고덕31p) 5cm</p> <p><b>오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템 개발 최종보고서</b></p> <p>(0.1cm)</p> <p>2018. 03. 16. (견고덕15p)</p> <p>0.15cm (별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</p> <p>주관연구기관 / 경상대학교 2cm (견고덕 15.5p)</p> <p>(백색바탕)</p>
<p>5cm</p>	<p>2018 (견고덕13p)</p> <p>농림축산식품부 (견고덕 17p)</p>	<p>( 견 고 덕 25p)</p>	<p>3 cm</p>	<p>농림축산식품부 (견고덕 20p)</p>

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템 개발”(개발기간 : 2015. 12. ~ 2017. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 03. 16.

주관연구기관명 : 경상대학교 산학협력단 (대표자) 정종일 (인)

참여기관명 : (주)우창이엔지 (대표자) 양태현 (인)

주관연구책임자 : 장홍희

세부연구책임자 : 김석

참여기관책임자 : 임영일

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

## 보고서 요약서

과제고유번호	115056-2	해당 단계 연구 기간	2015. 12. ~ 2017. 12.	단 계 구 분	2차년도/2차년도 (최종)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템 개발			
연구 책임자	장홍희	해당단계 참 여 연구원 수	총 : 10명 내부 : 8명 외부 : 2명	해당단계 연구 개발비	정부 : 100,000천원 민간 : 36,668천원 계 : 136,668천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총 : 16명 내부 : 14명 외부 : 2명	총 연구개발비	정부 : 200,000천원 민간 : 73,336천원 계 : 273,336천원
연구기관명 및 소속부서명	경상대학교 산학협력단			참여기업명 : (주)우창이엔지	
위탁 연구	연구기관명 : -			연구책임자 : -	
요약 : 도축장 식육 부산물의 생산에 있어서 친환경 오존수를 이용한 위생적이고 안전한 식육부산물 위생처리 시스템을 개발하여 국민건강 제고와 안전한 축산물 생산 토대 구축				보고서 면수 : 60쪽	

## 〈 요약문 〉

	코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	○ 도축장 식육 부산물의 생산에 있어서 친환경 오존수를 이용한 위생적이고 안전한 식육부산물 위생처리 시스템을 개발하여 국민건강 제고와 안전한 축산물 생산 토대 구축				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가</li> </ul> </li> <li>○ 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립</li> </ul> </li> <li>○ 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험용 오존수 제조 장치의 설계기준 확립함</li> <li>- 시험용 오존수 제조 장치의 설계하고 제작함</li> <li>- 시험용 오존수 제조 장치의 성능을 평가함</li> <li>- 성능평가 결과 : 오존수 내 오존농도가 목표치인 1ppm보다 높게 나타남</li> <li>- 성능이 우수한 것으로 평가되었으며, 현장에서 적용할 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul> </li> <li>○ 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유효 오존수 농도 : 1ppm 이상</li> <li>- 유효 오존수 처리 시간 : 30초 이상</li> <li>- 오존수 처리가 식육부산물의 풍미나 안전성에 긍정적으로 영향을 미침</li> <li>- 식육부산물 위생처리상태 평가지표</li> </ul> </li> </ul>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술적 측면                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식육부산물의 대장균 및 식중독 유발균 사멸 및 오염 방지                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대장균 및 식중독 유발균 99% 이상 사멸</li> </ul> </li> <li>- 식육부산물의 분변 및 유기물 오염 최소화                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 분변 및 유기물 오염 99% 이상 제거</li> </ul> </li> <li>- 식육부산물의 위생적 생산 및 유통기반 구축</li> </ul> </li> <li>○ 경제산업적 측면                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식육부산물에 대한 위생인식 제고</li> <li>- 안전한 먹거리 제공</li> <li>- 오존수를 도축 및 축산물 가공기술 등에 이용하는 계기 마련</li> <li>- 개발 기술 국내외 특허 출원 및 등록</li> <li>- 참여기업이 상품화 및 사업화</li> <li>- 개발된 기술의 해외 수출을 통한 외화 획득</li> </ul> </li> </ul>				
중심어 (5개 이내)	식육부산물	위생처리	오존수	식중독	멸균

## < SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Development of safety and sanitation system for the meat by-products by treatment of ozonated water in slaughter-house</li> <li>○ Development of sanitation system for the meat by-products by treatment of ozonated water                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Develop and evaluate performance of prototype ozonated water generator for sanitize the meat by-products</li> </ul> </li> <li>○ Performance evaluation for sanitation system for the meat by-product                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determine optimal condition for sanitation system</li> </ul> </li> </ul>					
Results	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Develop and evaluate performance of prototype ozonated water generator for sanitize the meat by-products                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish design criteria for ozonated water generator</li> <li>- Fabrication of ozonated water generator</li> <li>- Performance evaluation of ozonated water generator                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· Result : The concentration level of ozone in water : &gt;1ppm</li> <li>· Excellent performance and possible to practical Application</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Determine optimal condition for sanitation system                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- The effective concentration of ozonated water: <math>\geq 1</math>ppm</li> <li>- The effective processing time in ozonated water : 30 secs</li> <li>- Treatment of ozonated water can give positive effects                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· Positive effects on flavor and stability</li> </ul> </li> <li>- Establish a sheet for sanitation of meat by-products</li> </ul> </li> </ul>					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Technical effective factor                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- The extermination of Escherichia coli and food poisoning bacteria in meat by-products and prevention of contamination                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· Exterminate 99% of E.coli and food poisoning bacteria</li> </ul> </li> <li>- Minimize contamination from fecal and other contaminant                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· Eliminate 99% fecal and contaminant</li> </ul> </li> <li>- Manage meat by-product in a sanitary way</li> </ul> </li> <li>○ Economic and industrial effective factor                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Improving Hygiene awareness of meat by-products</li> <li>- Provide with foods that are safe to eat</li> <li>- Provide an opportunity to use ozonated water in the slaughter industry</li> <li>- Make a patent application</li> <li>- Possible to commercialization</li> <li>- Acquiring foreign exchange as export of techniques</li> </ul> </li> </ul>					
Keywords	animal byproducts	sanitation	ozone water	food poison	sterilization	

## < CONTENTS >

1. Overview of the research .....	7
2. Status of technology development .....	18
3. Content and results .....	18
4. Attainment and field contribution .....	56
5. Application plan .....	57
6. Collection information from overseas .....	57
7. Security level .....	57
8. Status of equipment and facility on NTIS system .....	57
9. Result of work safety .....	58
10. Representative performance in this research .....	58
11. Other detail .....	59
12. Reference .....	59

<Appendix> self assessment

## 〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의개요 .....	7
2. 국내외 기술개발 현황 .....	18
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	18
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	56
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	57
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	57
7. 연구개발성과의 보안등급 .....	57
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....	57
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	58
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	58
11. 기타사항 .....	59
12. 참고문헌 .....	59

<별첨> 자체평가의견서

# 1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

## 1-1. 연구개발 목적

가. 도축장 식육 부산물의 생산에 있어서 친환경 오존수를 이용한 위생적이고 안전한 식육부산물 위생 처리 시스템을 개발하여 국민건강 제고와 안전한 축산물 생산 토대 구축

## 1-2. 연구개발의 필요성

### 가. 국내 축산업현황

(1) 국내 축산물 생산량은 2011년 약 11조원에서 2013년 약 13조원으로 연평균 약 8% 증가 하고 있으며, 전체 농업 생산액 중 약 42%를 차지함(농림축산식품부, 2014<sup>1</sup>) <그림 1>

**■ 농업부문 생산액 전망** (단위: 10억 원, 경상)

	2011	2012 (추정)	2013	2017	2022	연평균 변화율		
						13/12	17/12	22/17
농업	41,358	42,498	43,423	43,880	46,353	2.2	0.6	1.1
채배업	26,317	26,876	27,098	26,689	27,620	0.8	-0.1	0.7
쌀	8,009	7,966	8,105	7,212	6,823	1.8	-2.0	-1.1
곡물류 <sup>1)</sup>	1,455	1,391	1,487	1,544	1,750	5.5	2.1	2.5
채소류	8,534	9,394	9,086	9,368	9,826	-3.2	0.0	1.0
과실류	3,675	3,744	3,831	3,665	3,722	2.3	-0.4	0.3
특용·기타	4,645	4,391	4,609	4,900	5,499	5.0	2.2	2.3
축산업 <sup>2)</sup>	15,041	15,622	16,325	17,191	18,733	4.5	1.9	1.7
한육우	3,053	3,435	3,562	3,443	3,620	3.7	0.0	1.0
양돈	4,545	4,901	5,272	5,614	6,061	7.6	2.8	1.5
육계	2,186	2,084	2,216	2,510	3,000	6.3	3.8	3.6
낙농	1,652	1,984	1,967	1,863	1,751	-0.9	-1.2	-1.2
기타	3,606	3,218	3,308	3,761	4,300	2.8	3.2	2.7

주 1) 곡물류는 맥류, 잡곡, 두류, 서류로 구성되며 사료작물은 제외됨. 2) 농림수산물 통계 2012 책자부터 축산업에 양잠업을 합친 축잠업을 발표. 자료: 농림수산물부 농림수산물 주요통계, 한국농촌경제연구원 (KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)).

<그림 1> 국내 축산업 생산액 추이

(2) 한우 및 양돈 산업의 규모는 <그림 2>와 같이 2007년 이후 꾸준히 증가하고 있으며, 사육방식도 소규모에서 중·대규모로 기업화·대형화 되고 있는 추세임(농림축산식품부, 2011<sup>2</sup>)



<그림 2> 우리나라의 연도별 한우 및 돼지 사육규모

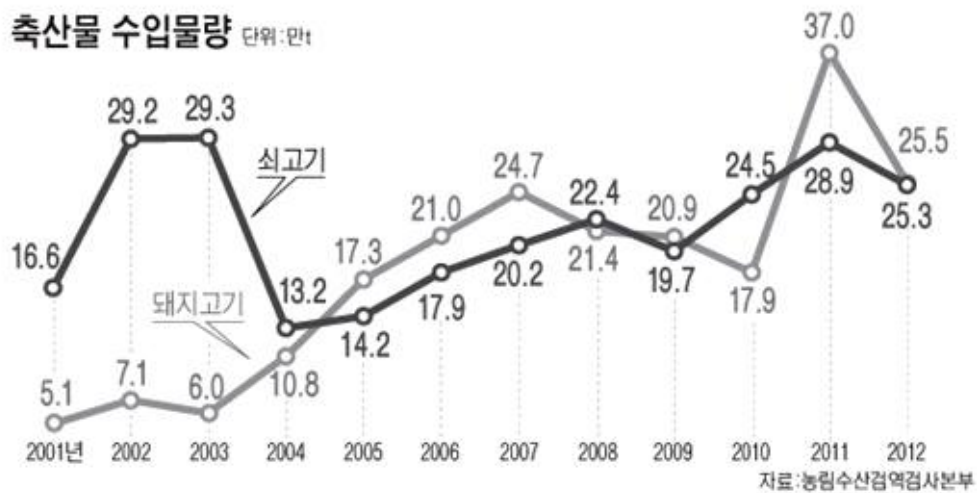


(3) 경제수준 향상과 더불어 안전한 먹거리에 대한 관심이 날로 높아지고 있고, 국민 1인당 축산물 소비량 또한 날로 증가되고 있는 추세임(농림축산식품부, 2013<sup>3</sup>) <그림 3>



<그림 3> 국내 육류 소비량 증가 추이

(4) 최근 타결된 FTA에 의해 수입축산물에 대한 소비가 증가되고 있으며, 광우병과 같은 수입축산물의 안전성에 대한 문제가 대두되어 축산물 안전에 대한 관심이 증가되고 있음(농림축산식품부, 2012<sup>4</sup>)<그림 4>



<그림 4> 한-EU 및 미국 FTA 타결 후 축산물 수입량 추이

나. 국내의 축종별 도축 현황

(1) 국내 축산업의 규모 증가와 더불어 도축현황 및 식육부산물 생산량도 해를 거듭할수록 증가되고 있는 실정임 (표 1~3)

표 1. 2012년 전국 축종별 도축실적

구분	소*			돼지			닭	
	계	암	수	계	암	수		
전국	1/4분기	246,011	107,530	138,481	3,238,261	1,737,022	1,501,239	173,501,427
	2/4분기	206,607	103,000	103,607	3,239,949	1,736,224	1,503,725	208,346,915
	3/4분기	281,237	152,451	128,786	3,448,827	1,836,458	1,612,369	222,060,040
	4/4분기	236,447	130,940	105,507	4,112,923	2,171,994	1,940,929	184,049,876
	2012년실적	970,302	493,921	476,381	14,039,960	7,481,698	6,558,262	787,958,258
	2011년실적	852,565	347,420	505,145	10,833,042	5,830,801	5,002,241	759,609,670
	전년도대비	113.8	142.2	94.3	129.6	128.3	131.1	103.7

\*; 한우, 젖소 및 육우를 포함한 수치(농림축산식품부, 2013<sup>5</sup>)

표 2. 국내 소 부산물 생산량

(단위: 톤)

구분		두당 생산량 (kg)	연도별		
			04	05	06
도축두수(천두)*		-	576.6	612.5	630.5
1 차 부산물	두	28	16,145	17,150	17,654
	족	14	8,072	8,575	8,827
	내장	50	28,830	30,625	31,525
	기타	152	87,643	93,100	95,836
	소계	244	140,690	149,450	153,842
2 차 부산물	사골	18	10,379	11,025	11,349
	꼬리	11	6,343	6,738	6,936
	잡뼈	15	8,649	9,188	9,458
	지방	111	64,003	67,988	69,986
	소계	155	89,374	94,939	97,729
합계		399	230,064	244,389	251,571

\*; 한우, 젖소 및 육우를 포함한 수치(한국육류유통수출협회, 2010<sup>6</sup>)

표 3. 국내 돼지 부산물 생산량

(단위: 톤)

구분		두당 생산량(Kg)	연도별		
			04	05	06
도축두수(천두)		-	14,620	13,465	13,003
1 차 부산물	두	4.8	70,176	64,632	62,414
	족	1.5	21,930	20,198	13,505
	내장	7.6	111,112	102,334	98,823
	기타	8.6	125,732	115,799	111,826
	소계	22.5	328,950	302,963	286,568
2 차 부산물	사골	2.8	40,936	37,702	36,408
	꼬리	1.8	26,316	24,237	23,405
	잡뼈	24.5	358,190	329,893	318,574
	지방	-	-	-	-
	소계	29.1	425,442	391,832	378,387
합계		51.6	754,392	694,794	670,955

(한국육류유통수출협회, 2010<sup>6</sup>)

**다. 주요 식육부산물 종류**

- (1) 범위 : 식육 중 부산물로 분류되는 간, 폐, 심장, 위장, 췌장, 비장, 창자, 콩팥, 머리, 다리, 꼬리, 뼈, 혈액 등 식용이 가능한 부분 (표 4)<그림 5>
- (2) 적내장 : 간, 심장, 폐 등
- (3) 백내장 : 위장, 췌장, 비장, 콩팥 및 창자 등

표 4. 주요 식육부산물의 종류

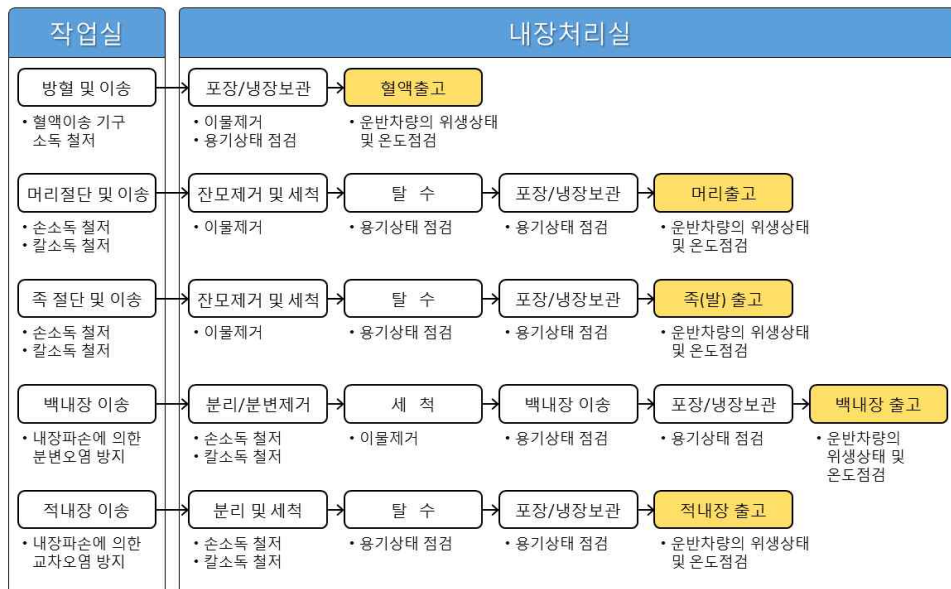
소 식육부산물	돼지 식육부산물	닭 식육부산물
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내장               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1위(양, 반추위)</li> <li>2위(벌집위) 3위(천엽)</li> <li>4위(홍창, 막창)</li> <li>- 소장(곱창),</li> <li>- 대장(대창)</li> </ul> </li> <li>• 간, 심장, 폐, 비장, 콩팥</li> <li>• 기타 부분               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 머리, 족(발), 꼬리,</li> <li>혈액(선지)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내장               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소장, 대장(대창), 막창</li> </ul> </li> <li>• 간, 심장, 폐, 비장, 콩팥</li> <li>• 기타 부분               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 머리, 족(발), 혈액(선지)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근위</li> <li>• 닭발</li> <li>• 심장</li> <li>• 내장</li> </ul>



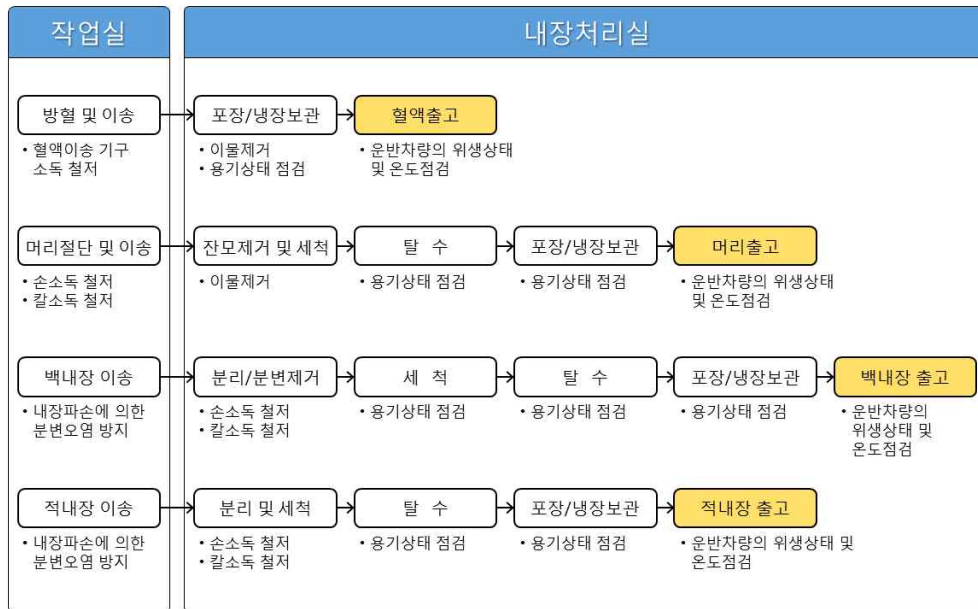
<그림 5> 소와 돼지의 부산물 (농협중앙회)

라. 주요 식육부산물 처리과정

(1) 일반적인 식육부산물에 대한 처리과정도는 <그림 6~8>과 같음



<그림 6> 소 식육부산물 처리과정도



<그림 7> 돼지 식육부산물 처리공정도



<그림 8> 닭 식육부산물 처리공정도

**마. 식육부산물 관리기준 (요약)**

- (1) 위치, 구조 및 시설 : 청결하게 유지되어야 함
- (2) 바닥, 내벽 및 천정 : 규격에 맞게 설치되어야 하며, 소독과 세척이 용이해야 함
- (3) 환기시설 : 악취, 유해가스 배출이 용이해야 함
- (4) 채광 및 조명 : 220lux 이상 (검사장소 540lux 이상)

(5) 배수로 및 배관 : 내장 퇴적물이 쌓이지 않고 청소가 용이한 구조

(6) 방서 및 방충 : 쥐, 파리 및 곤충이 못 들어오게 설치

(7) 휴게실 및 화장실 : 청결한 휴게실과 화장실

(8) 용수 : 먹는 물 수질검사기준 적합

(9) 식육부산물 설비

(가) 내장처리대, 내장운반구, 세척용수조, 폐기용 저장용기

(나) 스테인리스철재 장비 및 도구

(다) 백내장 적내장 교차오염 최소화

(라) 83℃ 이상의 온수설비

(10) 냉장·냉동시설

(가) 내장처리실과 연결된 냉동 및 냉장 시설

#### 바. 식육부산물 처리 시 문제점

(1) 식육부산물은 특성상 부패하기 쉬워 도축 후 신선도 유지와 위생관리가 필수적이고 시간과의 싸움이라 할 정도로 부패 등의 품질변화가 쉽고, 부패성이 강한 식육부산물이 도축장 밖에서 식육부산물 업자에 의해 상품화됨으로써 유통 상의 위생 및 안전성에 큰 위협을 받고 있음

(2) 현재 돼지와 소 창자의 경우 절반 가까이가 도축장에서 적출되어 세척 및 위생, 포장 과정 없이 서울 마장동 등에서 공급·거래되면서 위생적인 면에 대한 소비자의 우려가 크고 특유의 냄새에 대한 지적도 많은 실정임

(3) 도축장에서 세척, 위생 처리 및 포장 등이 되어 반출되는 경로로 전환하기 위한 정부의 지원과 위생적 처리를 위한 기술 개발이 절실함

(4) 도축장의 내장처리실은 내장 내용물로 오염될 수밖에 없는 구조이기 때문에, 위생적 처리를 위해서는 세척과 특별한 위생장치를 병행해서 처리를 해야만 위생적인 식육부산물 생산과 유통을 위한 기초가 마련됨

(5) 폐기되는 식육부산물은 환경오염의 위험성까지 갖고 있어 위생적 처리가 절실함

(6) 우리나라 돼지 곱창 전문 식당의 경우, 대부분 영세하고 규모가 작아 위생관리 및 감독에서 벗어나기 매우 쉬운 구조를 갖고 있고, 공급받은 곱창 원료를 식당 내부에서 다시 세척함으로써 인건비 및 시간이 더 많이 소요되는 어려움을 호소하고 있고, 식육부산물을 손쉽게 사용 할 수 있도록 전문가에 의해 위생적인 공정을 통해 생산되는 제품의 개발이 미흡한 실정임

(7) 내장처리실에서 세척된 부산물은 중간수집 단계로 운송되어 세척 및 가공처리가 되며, 수송의 경우 냉장차를 사용하여야 하나 일반차량을 이용하는 경우가 많기 때문에 병원성 균 및 부패균의 증식이 냉장유통보다 폭발적으로 증대될 수 있음

(8) 특히 소의 장관의 경우 장출혈성 대장균에 대한 오염이 매우 높기 때문에 이를 제거할 수 있는 기준이 마련되어 보급 되어야 할 것임

(9) 위생 지향적 소비추세: 과거 영양분 공급을 주요 목적으로 식품을 섭취하던 시기에서 벗어나서 깨끗하고 맛있는 음식을 섭취하기 원하는 소비자의 선택 기준이 이미 보편화 됨

(10) 우리나라 식육부산물의 처리방법과 이에 따른 위생상태는 이를 생산 및 처리하고 있는 도축장 및 가공업체에 따라 여전히 큰 차이가 있고, 비위생적인 처리를 통해 생산된 일부 식육부산물의 유통으로 인해 전체적인 식육부산물의 이미지가 훼손되고 있음. 따라서 위생적인 제품을 중요시하는 소비자의 요구에 부합하지 못함

(11) 따라서, 식육부산물에 대한 이미지 제고와 안전한 생산을 위해서는 도축장에서 내장 처리 단계의

위생적 처리와 이를 기반으로 한 유통을 통해 소비자에게 소비가 되도록 해야 함

사. 현행 도축장 식육부산물 처리의 문제점



<오염된 세척수에 담겨있는 돼지 두부>



<오염된 세척수에 담겨있는 돼지 두부>



<분변 오염된 내장처리대에서 세척되는 내장>



<분변 오염된 세척수로 세척되는 소 내장>



<분변 오염된 내장처리대에서 세척되는 내장>



<작업장 바닥에서 비위생적으로 세척되는 내장>



<음식점에서 유통되고 있는 내장 내에 털이 존재>



<음식점에서 유통되고 있는 내장 내에 분변이 존재>



<음식점에서 요리된 내장 내에 분변이 존재>

아. 도축 단계에서 식육부산물 처리 시 문제점의 개선방안



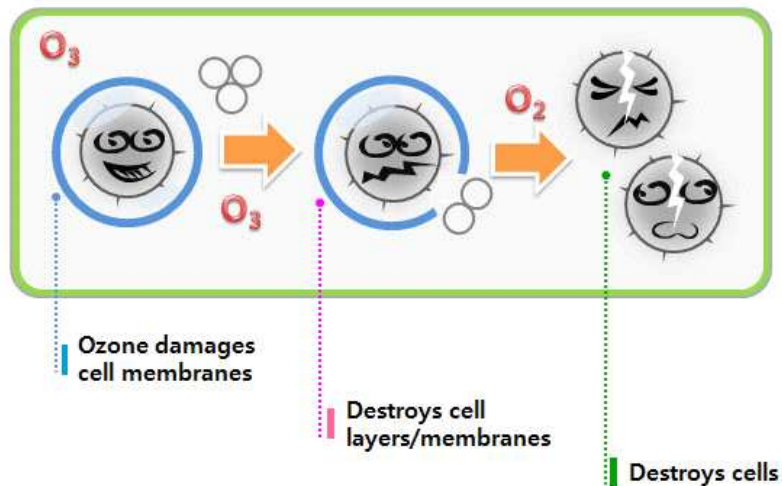
(1) 식육부산물의 처리 시 분변 및 유기물을 효율적으로 제거하기 위한 장치를 개발

(가) 고압의 세척수로 식육부산물 내외에 존재하는 분변 및 유기물 등을 99% 이상 제거하고 세척할 수 있는 장치를 개발

(2) 식육부산물의 세척 시 미생물 오염을 최소화하기 위한 장치를 개발

(가) 오존수를 이용하여 식육부산물에 존재하는 분변 및 유기물 등을 제거한 후 미생물을 99% 이상 사멸시킬 수 있는 장치를 개발 (오존가스는 작업자에게 유해할 수 있으나 오존수는 작업자에게 무해할 뿐만 아니라 식육부산물에도 무해함. 그리고 오존수가 각종 미생물과 냄새를 제거하는데 효과적임)

(3) 오존의 살균원리



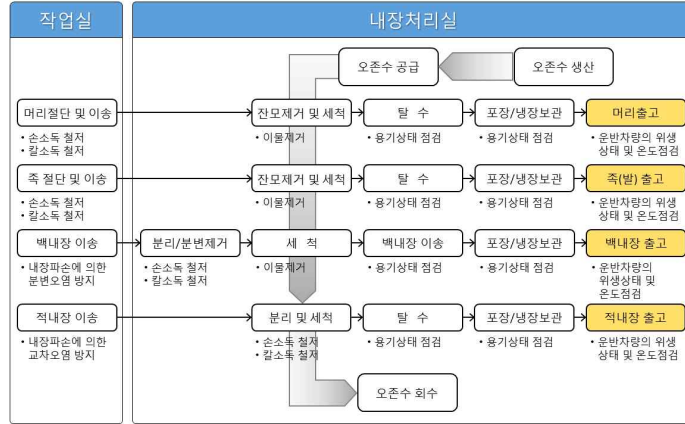
(4) 오존수에 의한 각종 미생물의 사멸효과

미생물의 종류	수중오존농도 (ppm)	미생물 수 (개/ml)	온도 (°C)	pH	접촉시간 (s)	사멸율 (%)
대장균	0.96	10e5	21.0	7	5	100
포도상구균	1.08	10e5	21.0	7	5	100
녹농균	1.01	10e5	21.0	7	5	100
크로스트로돕	0.96	10e5	21.0	7	5	100

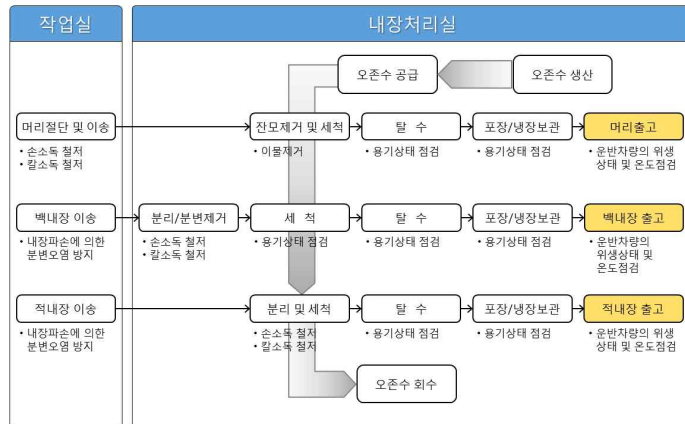
(5) 식육부산물 위생처리 시스템을 개발

(가) 위에서 설명한 각 장치들을 하나의 시스템으로 구성함으로써 식육부산물 위생처리 시스템 개발

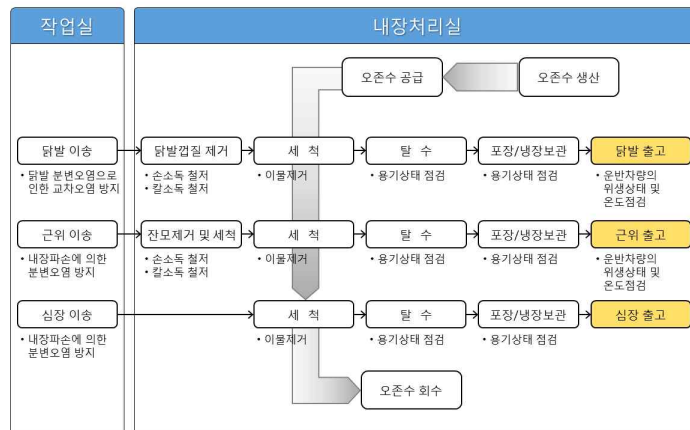
(6) 오존수를 이용한 축종별 식육부산물 위생처리 처리공정도 개념



<오존수를 이용한 소 식육부산물 위생처리 처리공정도 개념>



<오존수를 이용한 돼지 식육부산물 위생처리 처리공정도 개념>



<오존수를 이용한 닭 식육부산물 위생처리 처리공정도 개념>

### 1-3. 연구개발 범위

#### 가. 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발

- (1) 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가
- (2) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발

나. 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가

- (1) 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립
- (2) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 현장적용 평가

## 2. 국내외 기술개발 현황

	코드번호	D-04
<p>가. 국내외적으로 식육부산물을 처리함에 있어서 단지 물을 이용하여 세척하는 수준임</p> <p>나. 특히 세척수가 오염된 상태로 처리되는 경우가 대부분이라서, 식육부산물의 오염을 통해 심각한 공중보건학적 문제를 야기할 수 있는 상황임</p> <p>다. 오존수 제조 관련 연구현황</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 외국에서 개발한 오존수 제조 기술은 탱크 내에 들어있는 물에 오존 가스를 주입함으로써 오존수를 만드는 것임</li> <li>(2) 이러한 기술의 단점은 오존수 내 오존의 반감기가 20분이기 때문에 정기적으로 오존가스 제조기를 작동시켜 오존수를 상시 만들어 놓고 있어야 한다는 것임</li> <li>(3) 이로 인하여 소요전력량이 커지게 됨</li> <li>(4) 그러나 필요 시 실시간으로 오존수를 제조할 수 있다면 이러한 문제점들은 사라지게 됨</li> <li>(5) 본 연구팀은 실시간으로 오존수를 제조할 수 있는 기술을 이미 개발하였으며, 이를 사업화할 준비를 하고 있음</li> </ul>		

## 3. 연구수행 내용 및 결과

	코드번호	D-05
○ 이론적, 실험적 접근방법		
연구범위	연구수행방법 (이론적, 실험적 접근방법)	구체적인 내용
식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가	공학적으로 설계한 후 실험적으로 성능을 평가함	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시험용 오존수 제조 장치의 설계기준 확립</li> <li>○ 시험용 오존수 제조 장치의 설계 및 제작</li> <li>○ 시험용 오존수 제조 장치의 공학적 성능평가</li> <li>○ 오존수 제조 장치 설계기준 확립</li> <li>○ 식육부산물 위생처리 시스템 시제품에 대한 성능평가</li> </ul>
식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립	실험적으로 평가함	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축종별 식육부산물 처리 조건에 따른 유효 오존수 농도 구명(식약품안전청고시 제 2007-74호 기준 참조)</li> <li>○ 축종별 유기물 농도에 따른 유효 오존수 처리 시간 구명</li> <li>○ 축종별 오존수 처리에 따른 식</li> </ul>

○ 연구개발 추진전략 및 방법

가. 연구개발 추진전략



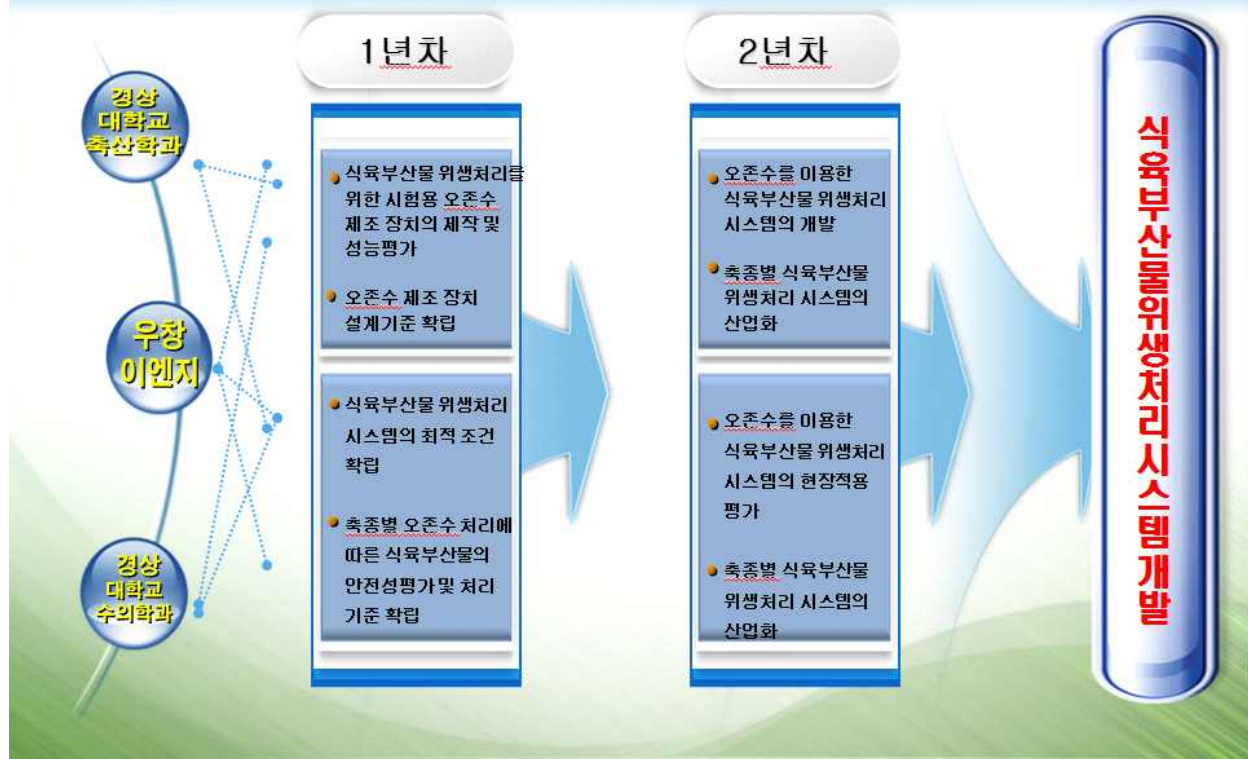
나. 연구개발 추진방법

- (1) 산·학의 유기적인 협력체계를 구축함
- (2) 제1세부과제의 책임은 경상대학교 축산생명학과 연구팀(전공 : 축산시설환경학)에서 담당했으며, 참여기업인 (주)우창이엔지와 함께 식육부산물 위생처리 시스템을 개발하고 성능평가를 수행함
- (3) 제2세부과제의 책임은 경상대학교 수의과대학 연구팀(전공 : 세균학)에서 담당했으며, 제1세부과제에서 개발한 “식육부산물 위생처리 시스템”의 위생처리 기준과 평가를 공동연구팀(전공 : 축산생명학과 식육가공학)과 함께 수행함
- (4) 제1세부과제 및 제2세부과제 연구팀은 개발된 “식육부산물 위생처리 시스템”의 성능평가를 공동으로 수행하고, 평가결과를 근거로 하여 개선방안을 도출하고 문제점을 보완함
- (5) 참여기업인 (주)우창이엔지는 제1세부과제 연구팀과 공동으로 “식육부산물 위생처리 시스템”을 제작하고 성능을 평가하며, 최종산물의 사업화를 담당함

- (6) 과제 수행을 통해 얻어진 기술은 참여기업인 (주)우창이엔지에 기술이전 함
- (7) 과제 수행을 통해 개발된 장치의 사업화를 위하여 참여기업인 (주)우창이엔지는 대량생산을 수행하고 영업부서를 이용하여, 도축장, 도계장, 도압장 및 축산물부산물 전문 식당 등에 판매할 예정임
- (8) 본 연구의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 수요자 중심의 연구를 우선적으로 수행함
  - ① 자문위원회의 운영 (관련자 단체 및 현장 도축장 등)
- (9) 전문가 의견 반영
  - ① 본 연구의 목적을 효율적으로 달성하기 위한 수요자 중심의 연구가 가능하도록 도축장 식육부산물 처리사업자의 의견 반영
    - ㉠ 방법 : 지역 생산자 단체(도축장, 식육부산물 처리 사업자 등)를 통하여 방문조사를 실시함
    - ㉡ 조사항목 : 식육부산물 위생처리 현황, 문제점 및 개선방안 등



○ 연구개발 추진체계



## ○ 연구개발 추진일정

연도	세부과제	연구개발 내용
1차년도 (‘15~’16)	제1세부과제	식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가
	제2세부과제	식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립
2차년도 (‘16~’17)	제1세부과제	오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발
	제2세부과제	오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 평가

## ○ 연구내용 및 결과

### 가. 제1세부과제

(1) 1차년도 (식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가)

(가) 오존수 제조 장치 시제품 설계

① 목표 용존 오존농도

㉑ 세균을 효율적으로 살균하기 위해서는 용존 오존농도가 1ppm 이상 되어야 함

㉒ 따라서 용존 오존 농도 1ppm 이상을 목표로 함

② 개략도

㉑ 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 개략도는 Fig. 1과 같음

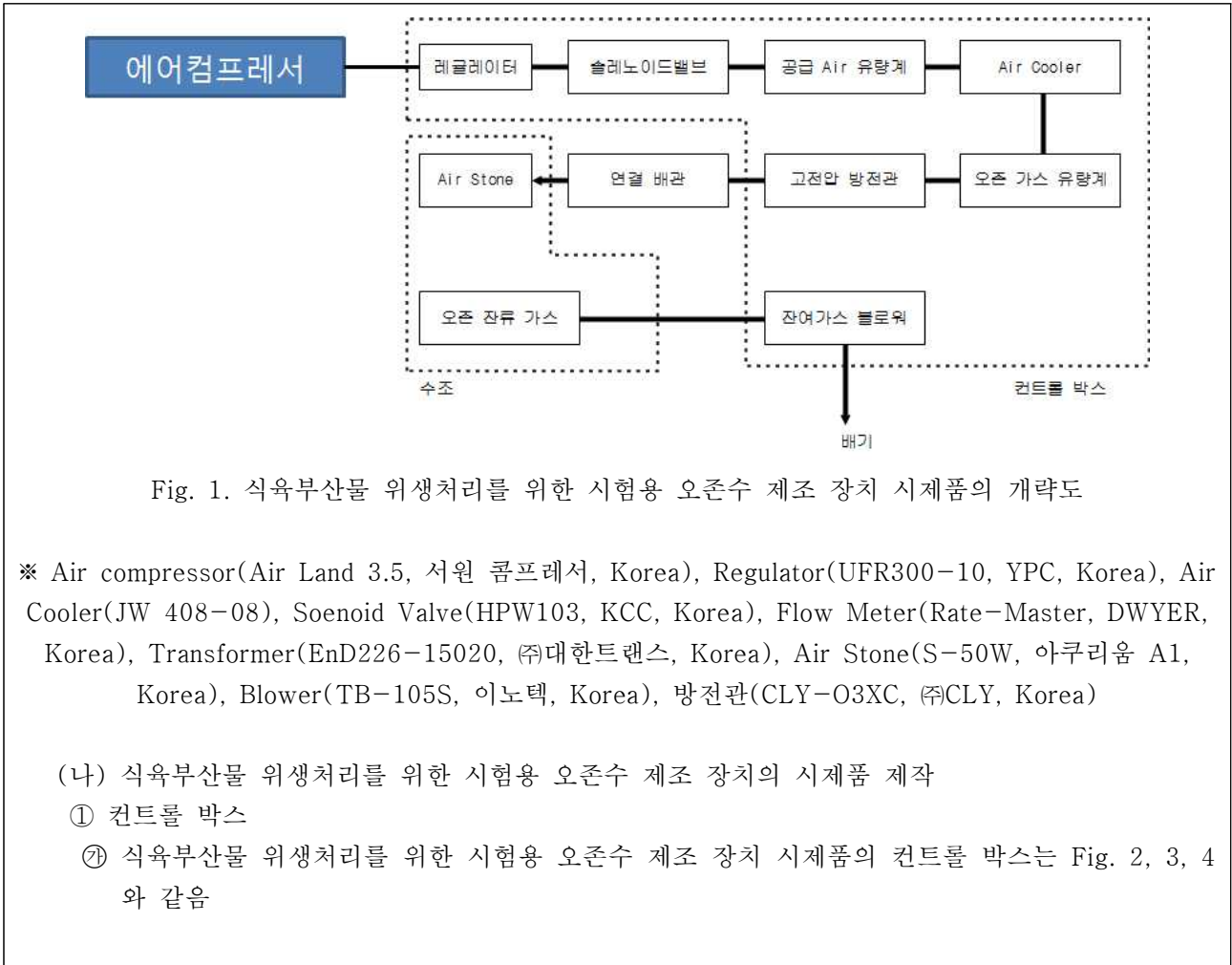




Fig. 2. 컨트롤 박스 전면

- ① 전원 램프 : 전원 공급 시 램프 On
- ② Air 공급 밸브 스위치 : Air 공급용 솔레노이드 밸브를 On/Off
- ③ 블로워 운전 스위치 : 잔여 오존 가스 배출 블로워 On/Off
- ④ 오존 발생 스위치 : 오존 발생 장치 전원 On/Off





Fig. 3. 컨트롤 박스 측면

- ① 잔여가스 열처리 후 배출 포트 : 잔여 가스 흡입 후 열처리하여 배출하는 포트
- ② 잔여가스 흡입 포트 : 잔여 가스 흡입 포트
- ③ Air 공급부 유량계 : 공급되는 Air의 유량을 나타내줌
- ④ 오존 배출부 유량계 : 발생된 오존의 유량을 나타내줌
- ⑤ Air 공급 포트 : 콤프레셔에서 공급되는 Air 연결 포트

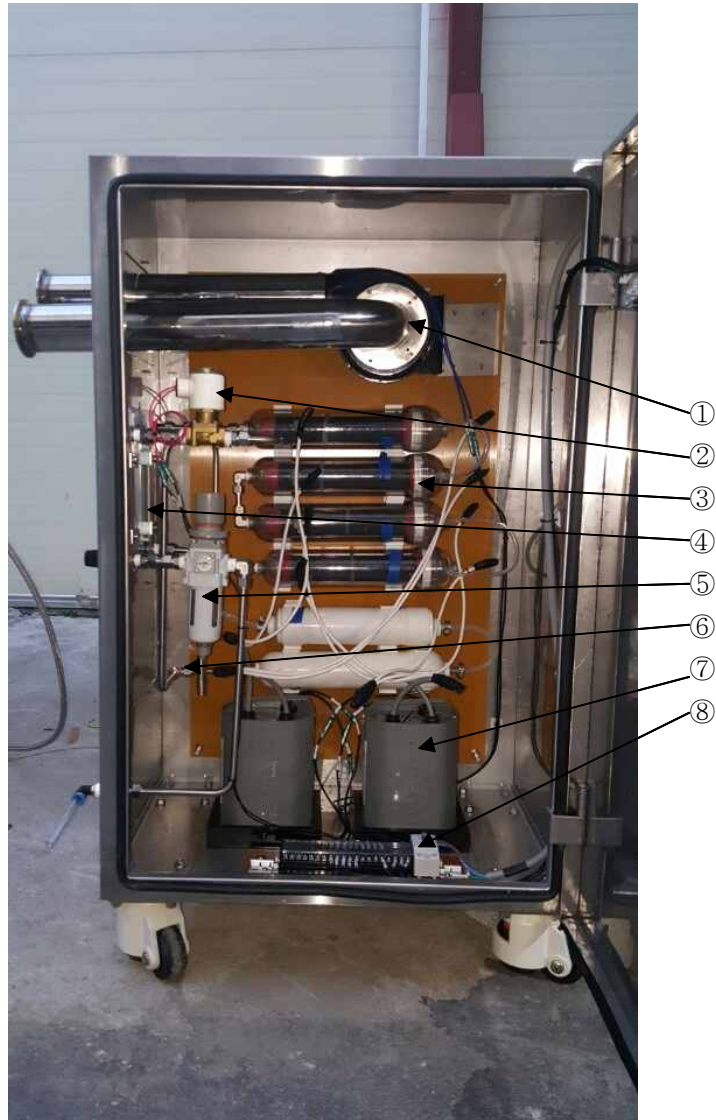


Fig. 4. 컨트롤 박스 내부

- ① 잔여 가스 제거용 블로워
- ② Air 공급/차단용 솔레노이드 밸브
- ③ 고전압 방전관
- ④ 유량계
- ⑤ 공급 Air 압력 조절용 레귤레이터
- ⑥ 공급 Air Cooler
- ⑦ 고전압 트랜스
- ⑧ 전원용 단자 및 차단기

② 수조

㉓ 오존수 제조 장치 시제품의 수조는 각종 부산물의 크기를 고려하여 Fig. 5와 같이 너비 600(W)\*1,300(L)\*800(H)mm로 설계함

㉔ 설계도를 토대로 제작한 수조는 Fig. 6과 같음

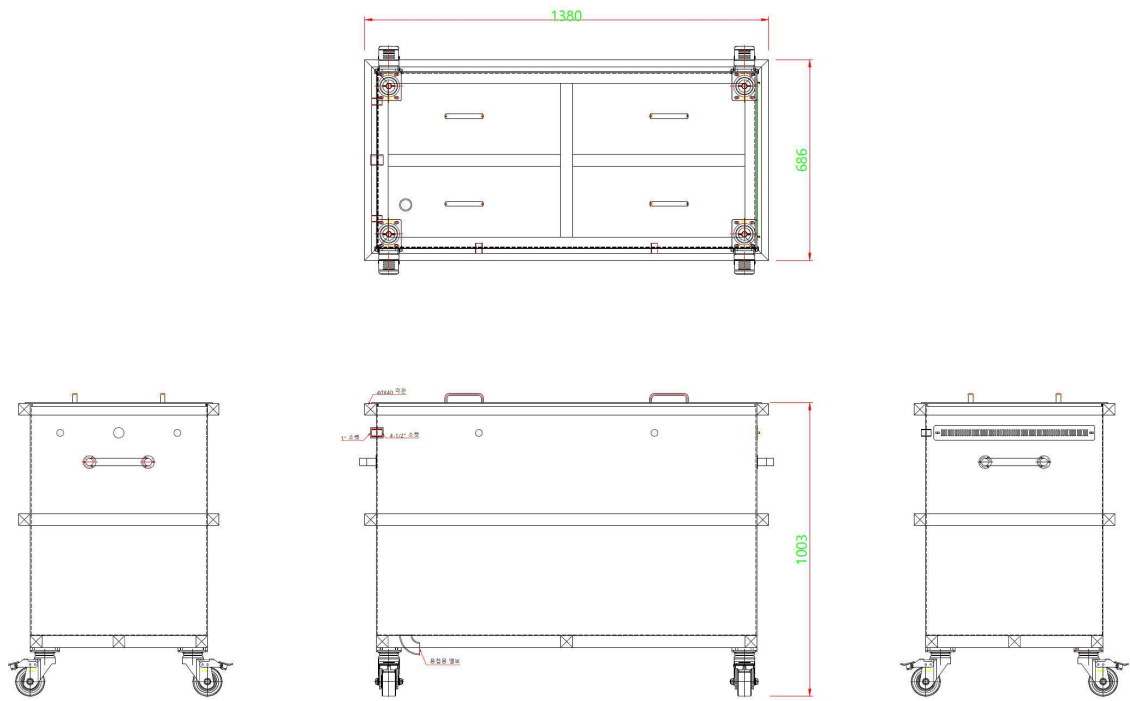


Fig. 5. 수조 설계도



Fig. 6. 수조 외형

- ① 오존 가스 공급 라인
- ② 잔여 가스 제거 라인
- ③ STS304 챔버
- ④ 드레인 밸브

③ 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 시제품

⑦ 제작한 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 시제품은 Fig. 7과 같음



Fig. 7. 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 시제품

(다) 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 성능평가

- ① 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 기계적 성능평가
- ② Fig. 8과 같이 모든 장비가 정상적으로 작동하였음



Fig. 8. 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 정상 작동 모습

- ② 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 오존수 제조성능 평가 방법
- ㉓ 오존수 제조 장치 시제품의 오존수 제조성능을 평가하기 위해 장치 작동 후 수조 내부 오존수의 용존 오존농도를 측정하였음
- ㉔ 성능평가 시 실험조건은 Table 1과 같으며, 용존 오존농도는 용존 오존측정기(C105, Eutech, Taiwan)를 사용하여 측정하였음(Fig. 9, 10)

Table 1. 실험조건

주위 기온, °C	25
주위 상대습도, %	60
수조 내부 수온, °C	15
수조 내부 물의 양, L	500
Air 공급 압력, kgf/cm <sup>2</sup>	2
Air 공급 유량, L/min	50
오존가스 공급 유량, L/min	30
오존가스 공급 농도, ppm	1,000 이상



Fig. 9. 용존 오존측정기



Fig. 10. 용존 오존 시약 반응

- ③ 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 오존수 제조성능 평가 결과
- ⑦ 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 오존수 제조성능 평가 결과는 Table 2와 같음

Table 2. 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치 시제품의 오존수 제조성능 평가 결과

작동 시간, min	용존 오존농도, ppm			비고
	반복 1	반복 2	반복 3	
0	0	0	0	
15	0.55	0.62	0.71	
30	1.12	1.23	1.3	

(라) 결론

① 오존수 제조 장치 시제품을 30분 정도 작동 시킨 결과 수조 내부 오존수의 용존 오존농도가 목표치인 1ppm보다 높은 1.12~1.13ppm 정도로 나타났기 때문에 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

(2) 2차년도 (오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발)

(가) 식육부산물 위생처리 시스템의 설계

① 목표 오존 농도

- ㉠ 세균을 효율적으로 살균하기 위해서는 용존 오존농도가 1ppm 이상 되어야 함
- ㉡ 따라서 용존 오존농도 1ppm 이상을 목표로 함

② 개략도

- ㉠ 식육부산물 위생처리 시스템의 개략도는 Fig. 1과 같음

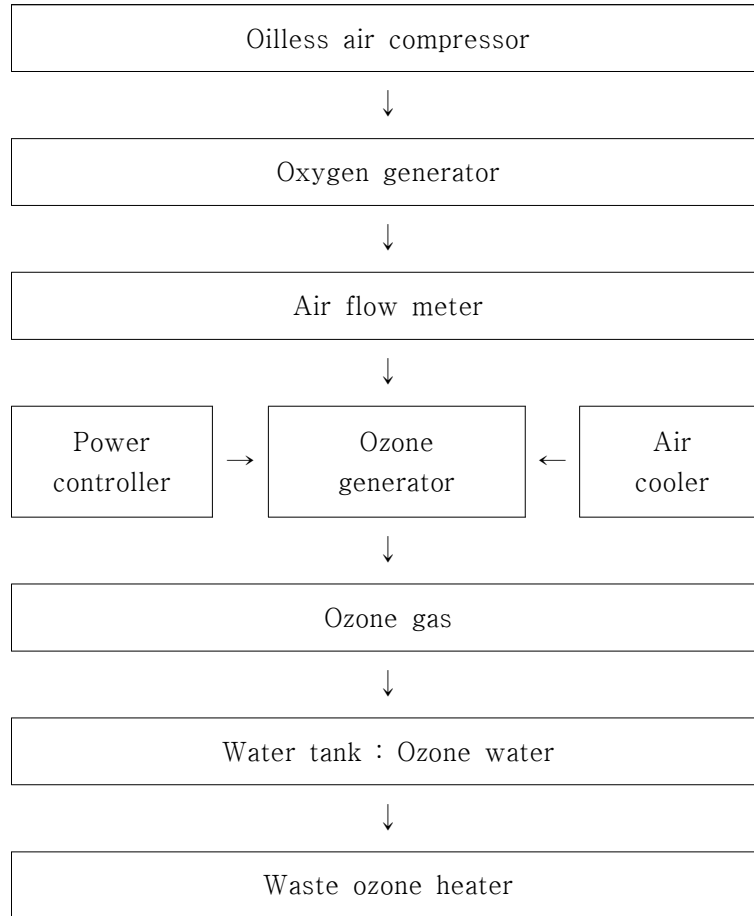


Fig. 1. 식육부산물 위생처리 시스템의 개략도

(나) 식육부산물 위생처리 시스템의 제작

① 오존발생장치의 주요 요건

- ㉠ 방전관 재질은 저효율의 유리 및 파이렉스와 불안정한 세라믹형 방식을 제외한 신뢰성 있는 Ceramic plate 방식으로 함
- ㉡ 적용 주파수는 오존발생기의 효율을 극대화하기 위하여 상용주파수가 아닌 중·고주파 방식으로, 방전방식은 무성방전방식으로 함
- ㉢ 냉각방식은 펌프 및 그 부대시설이 필요하지 않고 냉각수 배관의 스케일이 생성되지 않아 추가경비 및 사용기간을 연장할 수 있는 공랭식으로 함
- ㉣ 공기 공급방식은 질소산화물을 형성하여 오존발생관의 급격한 성능저하를 가져올 뿐만 아니라 오존농도도 저하시키기 때문에, 산소 공급방식으로 함
- ㉤ 오존농도는 산화반응이 잘 진행될 수 있는 3~7% 내외로 함
- ㉥ 원료가스인 공기는 Oilless air compressor을 사용하여 오일 입자의 유입을 방지함
- ㉦ 오존발생기의 모듈은 교체가 용이하고, 운전에 지장이 없어야 하며, 오존발생기 투입 전력 조절(0~100%) 및 산소유량조절장치로 오존발생량 및 오존농도를 조절할 수 있도록 함
- ㉧ 수조의 크기가 600(W)\*1300(L)\*800(H)mm(=0.624m<sup>3</sup>) 이기 때문에 물의 무게가 624kg인 상태에서 오존 용해도가 0.1이라고 가정하고 30분 내에 오존수 내 오존농도를 1ppm 이상으로 만들려면, 오존 발생량이 8.1g/30min(16.2g/h) 이상 되어야 함

② 식육부산물 위생처리 시스템의 제작



㉓ 컨트롤 박스

- 식육부산물 위생처리 시스템의 컨트롤 박스는 Fig. 2와 같음

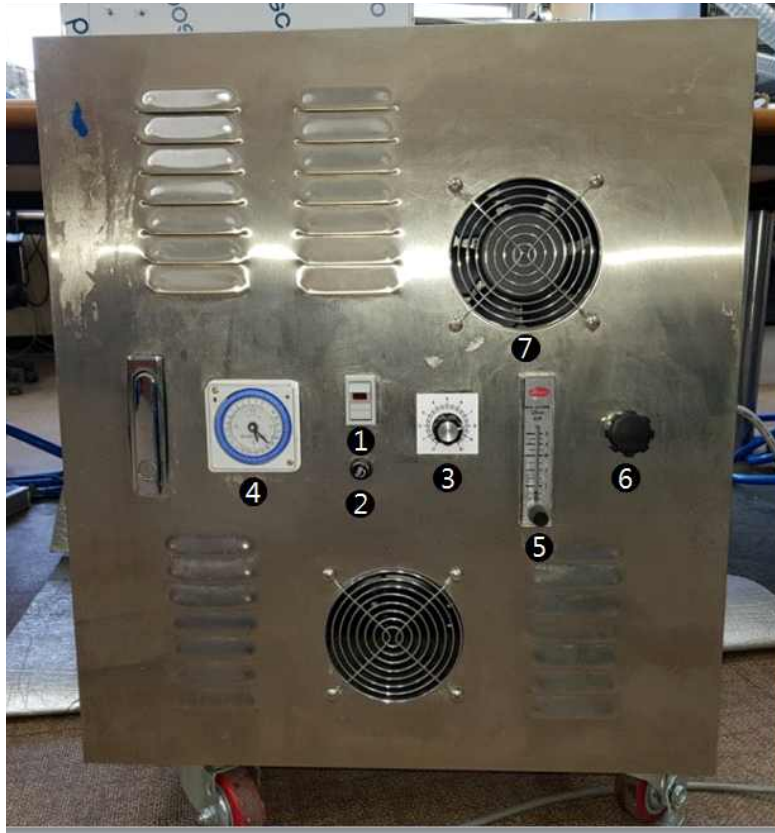


Fig. 2. 식육부산물 위생처리 시스템의 컨트롤 박스

- ① 전원 스위치 : 전원 공급 On/Off
- ② 퓨즈 : 과부 시 전원 차단
- ③ 오존발생량조절기 : 오존 발생량 조절
- ④ 타이머 : 오존 발생 시간 제어
- ⑤ 유량계 : 산소 유량 측정
- ⑥ 오존 호스 밸브 : 오존 차단용 밸브
- ⑦ 팬 : 컨트롤 박스 내 공기 환기

- 컨트롤 박스의 형식과 규격

- 형식 : 옥내 자립형
- 규격 : 530(W)\*270(D)\*630(H)mm

㉔ 오존발생장치

- 오존발생장치는 Fig. 3과 같음



Fig. 3. 오존발생장치

- ① Oilless air compressor : 비오일 압축공기공급장치
- ② 산소발생기 : 비가열 흡착 감압 재생방식
- ③ 오존발생장치 : 고주파 코로나 무성 방전 방식

- Oilless air compressor의 주요 특성

- 제조국 : 대한민국
- 회사명 : (주)그린이엔지
- 형식 : Oilless piston type
- 용량 : 130LPM
- 모터 : 1P\*230V\*480W
- 최고 사용 압력 :  $7\text{kg/cm}^2$

- 산소발생기의 주요 특성

- 제조국 : 대한민국
- 회사명 : ㈜그린이엔지
- 형식 : 비가열 흡착 감압 재생방식
- 용량 : 5LPM
- 가동압력 :  $2.5\text{kg/cm}^2$
- 최고 토출 압력 :  $1\text{kg/cm}^2$
- 소비전력 : 220V, 1φ, 10W

- 흡작제 : Molecular sieve
- 오존발생장치의 주요 특성
  - 제조국 : 대한민국
  - 회사명 : ㈜그린이엔지
  - 형식 : 고주파 코로나 무성 방전 방식
  - 단위발생량 : Max 20g/h-O<sub>3</sub>(@20℃, 50%)
  - 오존농도 : 4%(@20℃, 50%)
  - 오존 토출 압력 : Max 1.0kg/cm<sup>2</sup>
  - 오존량 제어 범위 : 0~100%
  - 전원 : 220V, 1φ, 60Hz
  - 최대 인가 전압 : Max 4.0kV
  - 방전관 재질 : Ceramic plate
  - 냉각방식 : 공랭식
  - 오존 모듈 : 2Set
  - 오존 전력 : 320W

㉔ 배오존처리장치

- 배오존처리장치는 Fig. 4와 같음



Fig. 4. 배오존처리장치

- ❶ 배오존분해히터 : 100 ℃ 이상의 고온으로 배오존을 분해

- 배오존분해히터의 주요 특성
  - 제조국 : 대한민국
  - 회사명 : ㈜그린이엔지

㉕ 수조

- 수조는 각종 부산물의 크기를 고려하여 Fig. 5와 같이 600(W)\*1,300(L)\*800(H)mm

(=0.624m<sup>3</sup>)로 설계함

- 수조 외부 모습은 Fig. 6와 같음
- 수조 내부 모습은 Fig. 7과 같음

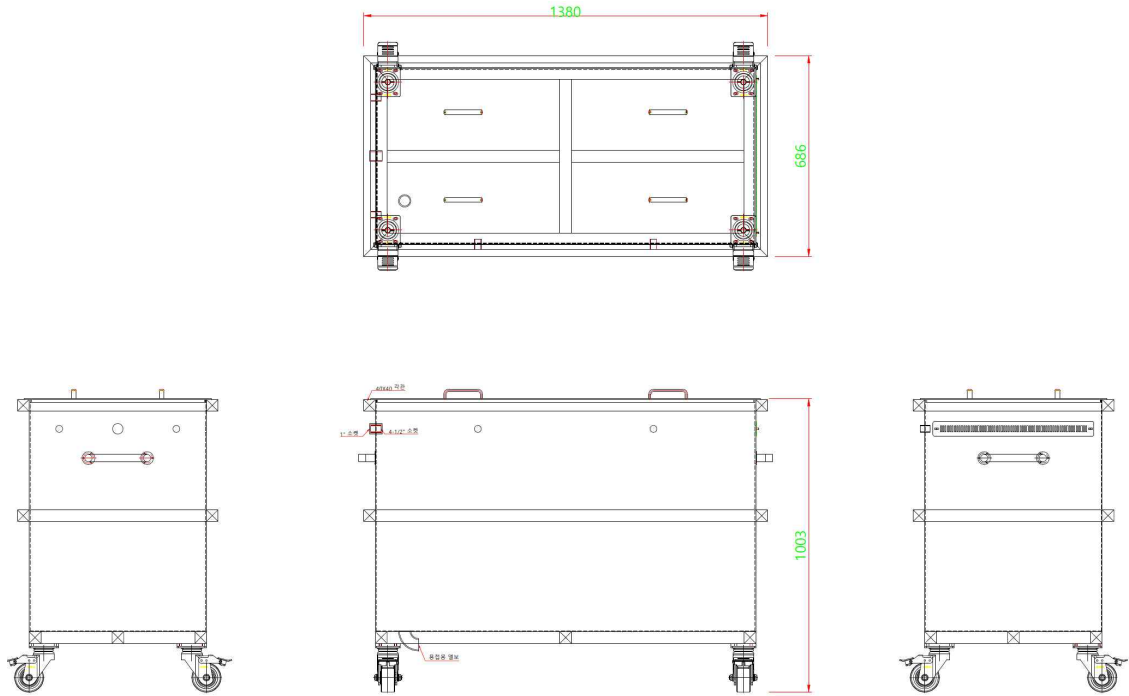


Fig. 5. 수조 설계도



Fig. 6. 수조 외부 모습



Fig. 7. 수조 내부 모습

① 에어스톤 : 오존을 골고루 분산시켜 물에 공급

- 에어스톤의 주요 특성
  - 제조국 : 대한민국
  - 회사명 : ㈜그린이엔지

㉠ 다공통

- 다공통은 Fig. 8과 같음
- 다공통은 식육부산물을 다루기 용이하게 할 뿐만 아니라 오존수를 균일하게 만드는데 기여함



Fig. 8. 다공통

- 다공통의 주요 특성

- 다공통의 크기 : 340(W)\*500(L)\*620(H)mm
- 구멍의 크기(D) : 5mm
- 구멍의 피치(P) : 0.8mm
- 개공율 : 35.4%
- 개공율(%) 계산식 :  $90.5 \cdot D^2 / P^2$

(다) 식육부산물 위생처리 시스템의 성능평가

① 식육부산물 위생처리 시스템의 설치

- ㉞ 식육부산물 위생처리 시스템의 성능을 평가하기 위해 식육부산물 위생처리 시스템을 설치한 모습은 Fig. 9와 같음



Fig. 9. 식육부산물 위생처리 시스템

② 오존수 제조 성능

㉑ 식육부산물 위생처리실은 보통 지하에 위치해 있으며, 세균 번식을 억제하기 위해 에어컨 등을 이용해 가온을 15~20℃ 정도로 유지함

㉒ 따라서 가온과 수온의 수준을 15, 20, 25℃로 결정하여 처리구당 3회 반복으로 실험함

㉓ 오존수 제조 성능은 Table. 1과 같음

Table 1. 식육부산물 위생처리 시스템의 오존수 제조 성능

수온 (℃)	기온 (℃)											
	15				20				25			
	작동 시간(min)				작동 시간(min)				작동 시간(min)			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
15	0.51	0.75	0.88	1.11	0.41	0.59	0.84	1.07	0.44	0.68	0.89	1.11
	± 0.02	± 0.02	± 0.07	± 0.04	± 0.01	± 0.03	± 0.04	± 0.03	± 0.02	± 0.03	± 0.02	± 0.02
20	-	-	-	-	0.42	0.51	0.65	1.02	0.04	0.64	0.87	1.09
	-	-	-	-	± 0.03	± 0.02	± 0.02	± 0.01	± 0.01	± 0.03	± 0.03	± 0.01
25	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39	0.51	0.66	1.01
	-	-	-	-	-	-	-	-	± 0.01	± 0.02	± 0.01	± 0.01

㉔ Two-way 방법으로 통계분석을 한 결과에 의하면, 기온과 수온이 15~25℃ 범위 내에 있을 때 기온(p=0.223), 수온(p=0.320) 그리고 기온과 수온의 교호작용이 오존수 내 오존농도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타남

㉞ 오존수 내 오존농도가 작동 10분까지 급속도로 상승하다가 이후에는 서서히 증가하는 경향이 나타남

㉟ 목표 농도 1ppm 이상이 되려면, 최소 40분 정도 작동을 해야 하는 것으로 나타남

③ 배오존처리 성능

㉠ 실험 동안 수조 상부에서의 오존가스 농도는  $5.0 \pm 0.2$ ppm 정도로 유지되었으며, 배오존분해 장치를 통과 후에는  $1.0 \pm 0.1$ ppm로 유지되었음

㉡ 1ppm의 배오존을 대기 중으로 휘산시켰을 때, 거의 냄새가 나지 않았을 뿐만 아니라 거의 측정되지 않았음

④ 시스템의 소요 전력량 분석

㉢ 220V의 전원을 공급한 상태에서 시스템을 작동시켰을 때, 최고 3.15A가 소요되었음

㉣ 따라서 최고 소요전력량은 693W로 계산되었음

(라) 결론

① 식육부산물 위생처리 시스템의 성능을 평가한 결과에 의하면, 40분 정도 작동 시켰을 때 수조 내부 오존수의 용존오존농도가 목표치인 1.0ppm보다 높은 1.01~1.11 ppm 정도로 나타났기 때문에 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

나. 제2세부과제

(1) 1차년도(식육부산물에 대한 오존수의 살균효과)

(가) 재료 및 방법

① 균배양

㉠ 오존의 항균효과는 일반수돗물과 수돗물에 용해된 유기물질을 첨가하여 평가 하였다. 기준이 되는 세균인 E. coli, Salmonella typhymurium, Staphylococcus aureus를 LB 배지 및 BHI 배지에서 37℃온도로 진탕배양하여 사용하였다. 그 후, 균을 희석하여  $10^6$ 의 농도를 멸균된 생리식염수로 10배 희석 한 뒤 사용되었다.

② 오존농도 및 수온

㉡ 오존 기계를 이용하여 오존수를 생산하였으며, 온도에 따른 오존수의 살균효력을 평가하기 위하여 수온을 10, 15 및 20℃가 되도록 조절한 후 오존수를 만든 후에 각 온도별 살균능력을 평가하였다. 생산된 오존 농도는 0, 0.5, 1.0 ppm으로 설정하여 항균효과를 규명하였다.

③ 살균효력평가

㉢ 일반 오존수에서의 살균효능평가

- 최적 살균효력을 평가하기 위하여 오존 농도는 0, 0.5, 1.0ppm의 오존 농도에서 살균 효력을 평가하였다. 배양된 균을 오존수에 넣은 후, 0s, 30s, 1min, 5min, 30min 동안 실온에서 반응 후 살균 효력을 평가하였다. 또한 수온이 오존수의 반응에 영향을 미치는지를 평가하기 위하여, 오존수의 온도를 10, 15 및 20℃가 되도록 오존수를 만든 후에 각 온도별 살균능력을 평가하였다.

㉣ 유기물함유 오존수에서의 살균효능평가



- 유기물질의 함유량에 따른 오존수의 살균효력을 평가하기 위하여 대표적인 유기물질인 소의 혈청을 0.1, 1.0 그리고 10%(v/v)가 되도록 오존수에 넣어 농도를 조절 한 후 균을 첨가하여 살균효력을 평가하였다. 일반 오존수 조건과 마찬가지로 배양된 균을 유기물 함유 오존수에 넣은 후, 0s, 30s, 1min, 5min, 30min 동안 실온에서 반응 후 살균 효력을 평가하였다. 또한 수온이 오존수의 반응에 영향을 미치는지를 평가하기 위하여, 오존수의 온도를 10, 15 및 20℃가 되도록 오존수를 만든 후에 각 온도별 살균능력을 평가하였다.

㉔ 도축 장기 오존수에서의 살균효능평가

- 도축장기 포함 오존수의 살균효력을 평가하기 위하여 대표적인 장기인 소의 간을 도축장으로부터 구입하여 겉 표면을 알코올에 세척하여 표면의 균을 제거 한 후 0.1g, 1g, 10g을 100ml(w/v)의 오존수에 넣어 0.1, 1.0 그리고 10%가 되도록 농도를 조절 한 후 균을 첨가하여 살균효력을 평가하였다. 일반 오존수 조건과 마찬가지로 배양된 균을 간장 함유 오존수에 넣은 후, 0s, 30s, 1min, 5min, 30min 동안 실온에서 반응 후 살균 효력을 평가하였다. 또한 수온이 오존수의 반응에 영향을 미치는지를 평가하기 위하여, 오존수의 온도를 10, 15 및 20℃가 되도록 오존수를 만든 후에 각 온도별 살균능력을 평가하였다.

㉕ CFU 측정

- 반응이 끝난 후 각 균포한 액은 적당한 희석을 통하여 LB 배지 및 BHI 배지에 도말 한 후에 37℃온도에서 24시간 배양하였다. 각 반응 후 도말된 배지위의 CFU는 배양한지 24시간 뒤에 측정되었다. 반응한 오존수 내 균 유무를 평가하기 위하여 음성 대조군으로 도말하여 세균의 수를 측정하기 위하여 평가되었다.

④ Statistical analysis

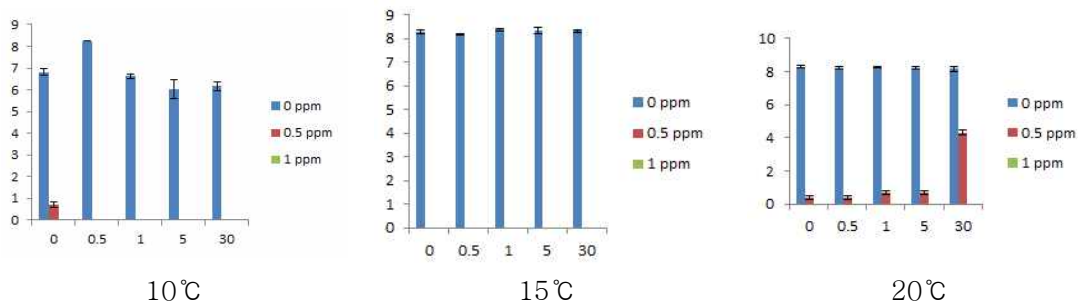
- ㉖ 각 실험의 결과는  $\pm$ SD로 표현되었다. Three way ANOVA는 그룹간의 통계학적 비교를 위해 사용되었다. 결과의 유의성 평가는  $p < 0.05$ 이하로 하였다.

(나) 결과

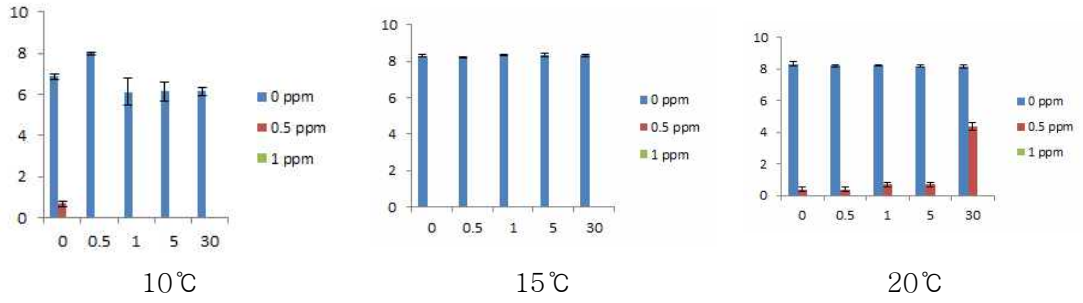
① 일반 오존수에서의 살균효능평가

㉗ 온도에 따른 살균 효과

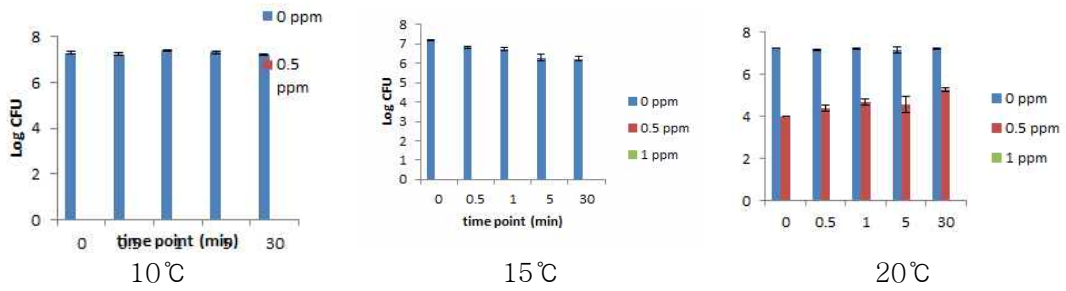
- E. coli: 10, 15 및 20℃에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)



- Sal. typhimurium: 10, 15 및 20℃에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)



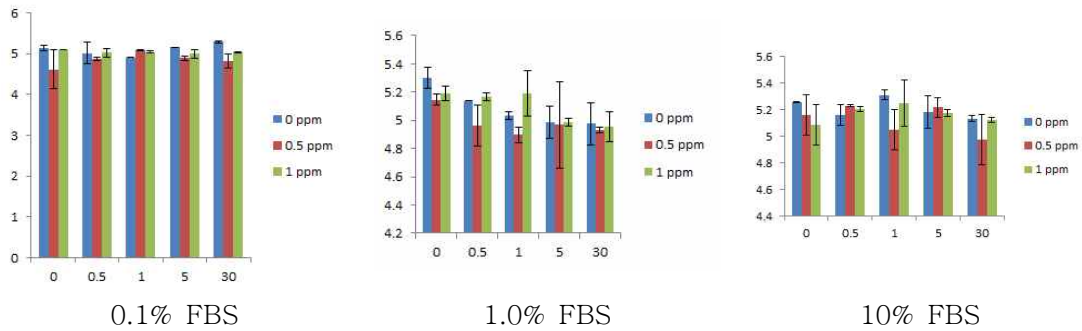
- *S. aureus*: 10, 15 및 20°C에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)



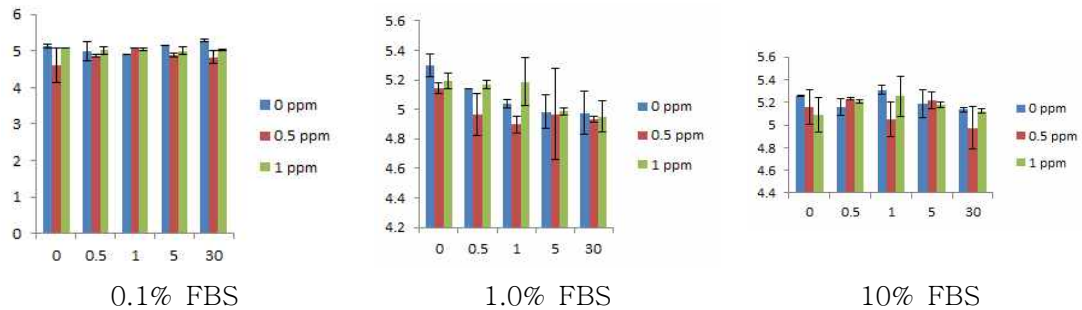
② 유기물함유 오존수에서의 살균효능평가

㉠ *E. coli*: FBS 존재시 살균 효력 낮음

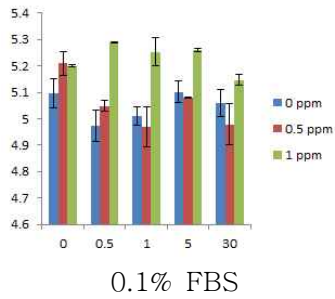
- 10°C 반응



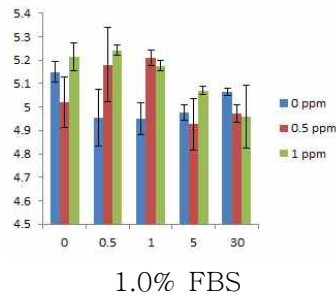
- 15°C 반응



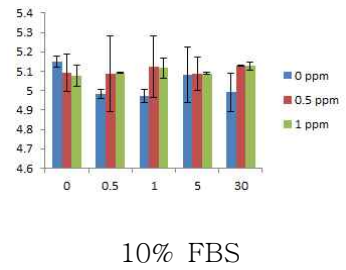
- 20°C 반응



0.1% FBS



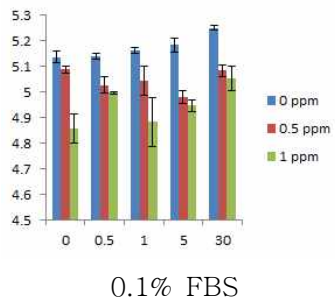
1.0% FBS



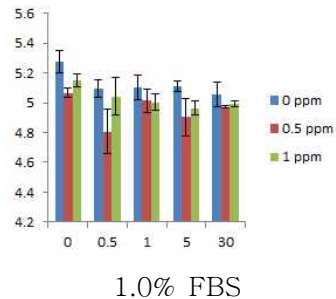
10% FBS

Ⓢ Sal. typhimurium: FBS 존재시 살균 효력 낮음

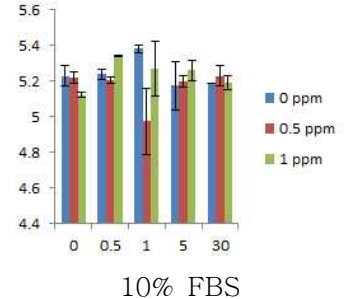
- 10°C 반응



0.1% FBS

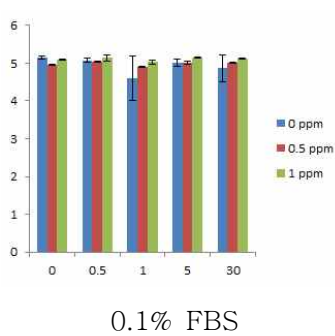


1.0% FBS

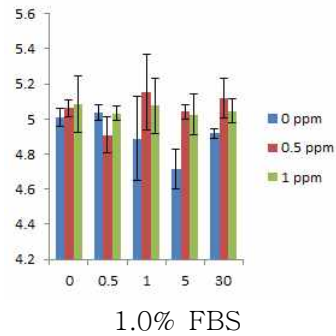


10% FBS

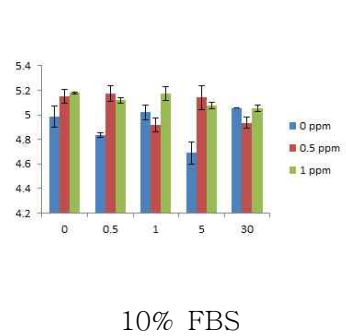
- 15°C 반응



0.1% FBS

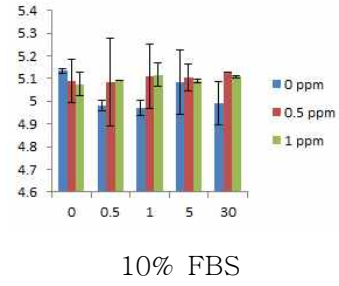
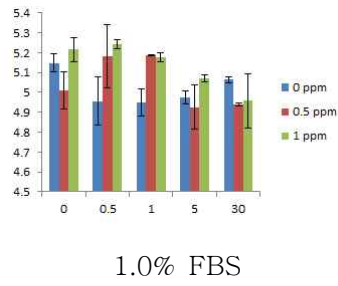
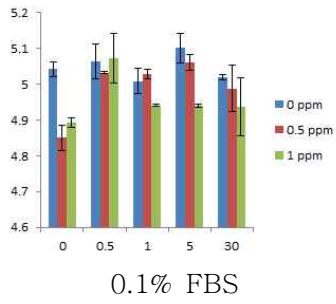


1.0% FBS

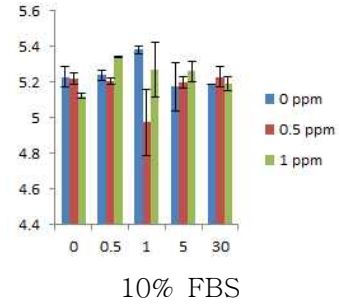
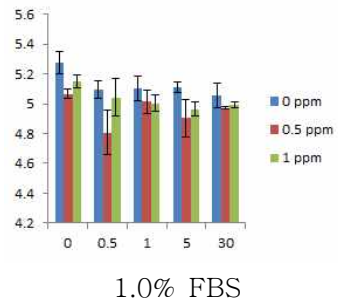
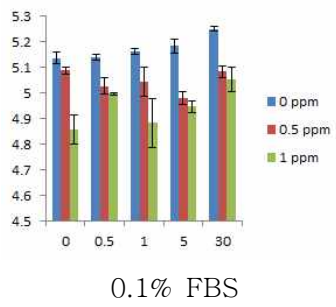


10% FBS

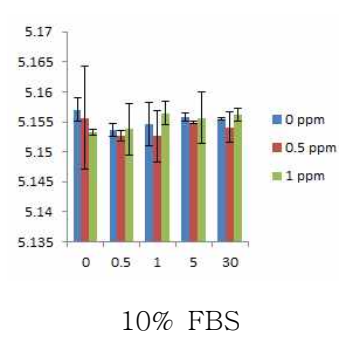
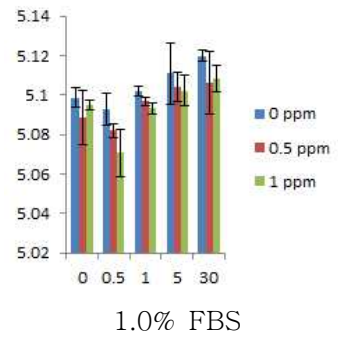
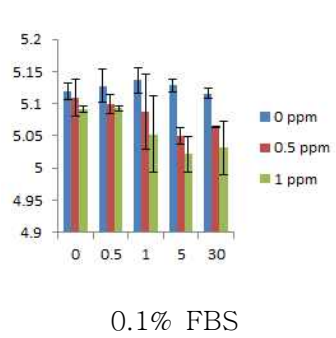
- 20°C 반응



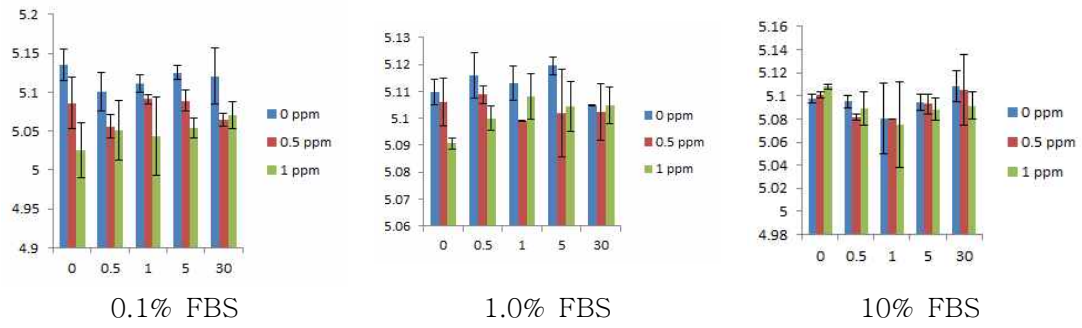
㉔ S. aureus: FBS 존재시 살균 효력 낮음  
- 10°C 반응



- 15°C 반응



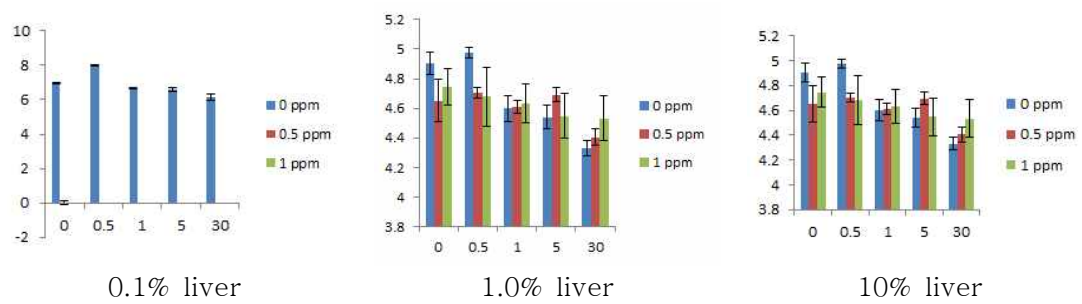
- 20°C 반응



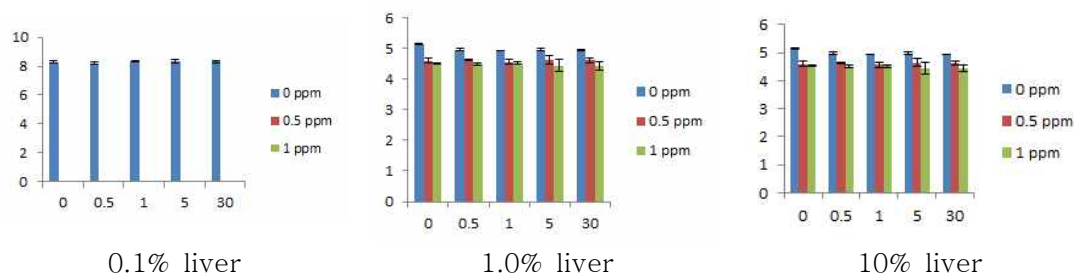
③ 도축 장기 오존수에서의 살균효능평가

㉞ E. coli : 10, 15 및 20°C에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)

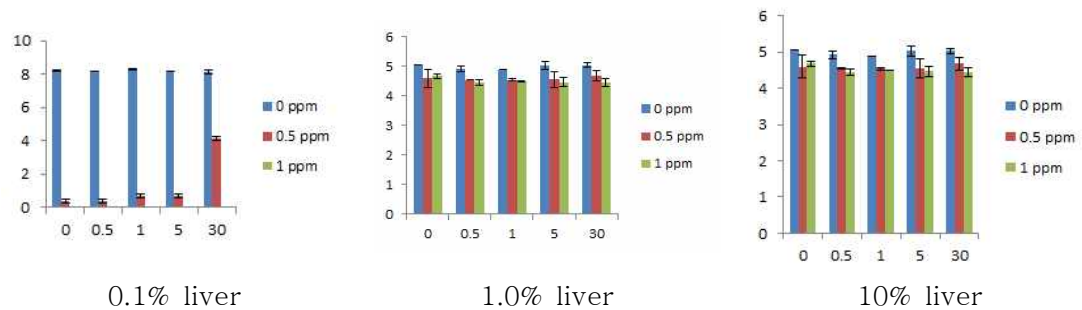
- 10°C 반응



- 15°C 반응

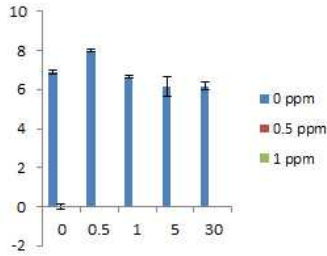


- 20°C 반응

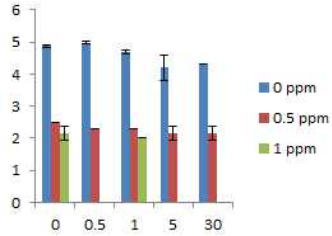


㉞ *Sal. typhimurium*: 10, 15 및 20℃에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)

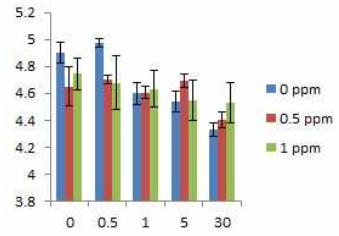
- 10℃ 반응



0.1% liver

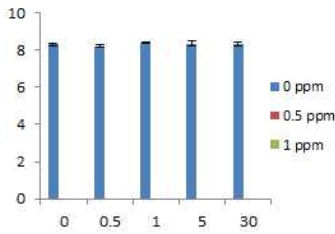


1.0% liver

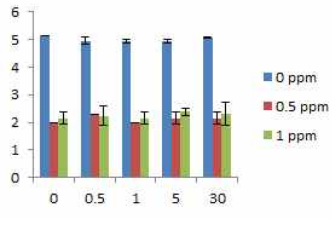


10% liver

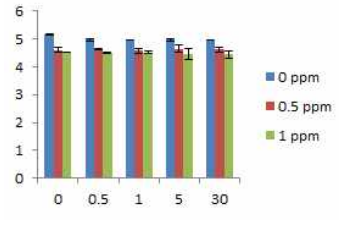
- 15℃ 반응



0.1% liver

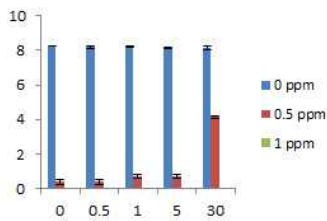


1.0% liver

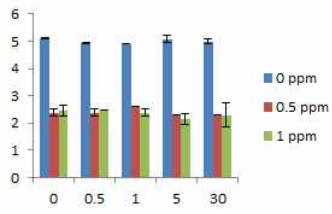


10% liver

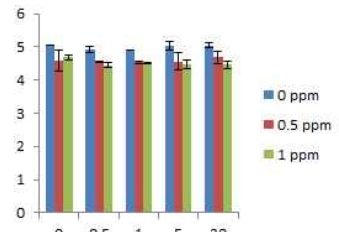
- 20℃ 반응



0.1% liver



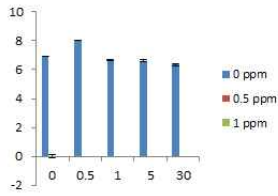
1.0% liver



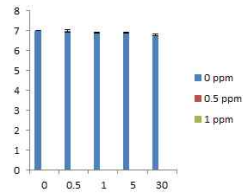
10% liver

㉞ *S. aureus*: 10, 15 및 20℃에서 살균 효과 보임(온도가 높을수록 감소)

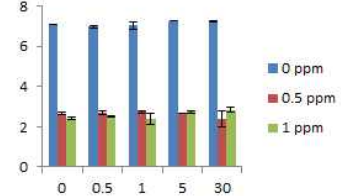
- 10℃ 반응



0.1% liver

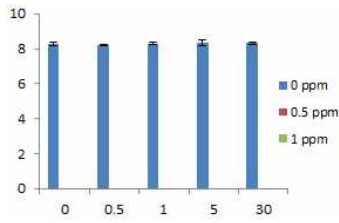


1.0% liver

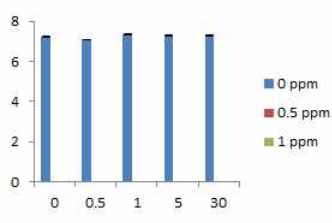


10% liver

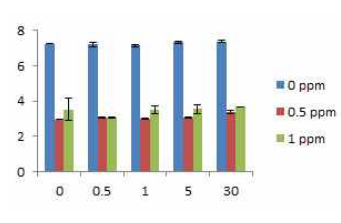
- 15°C 반응



0.1% liver

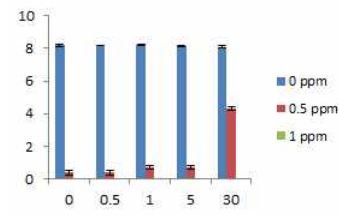


1.0% liver

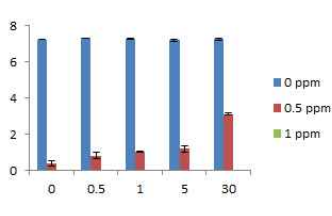


10% liver

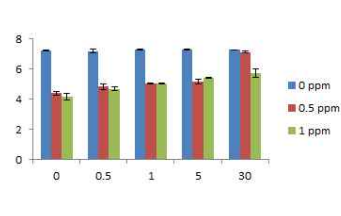
- 20°C 반응



0.1% liver



1.0% liver



10% liver

(다) 결론 및 고찰

① 이 연구의 목적은 물에 대한 오존의 살균력을 평가하기 위해 실시되었다. 물에는 일반수에도 포함되어있을 각종 식중독 원인균의 살균력을 평가하기 위해서 영양배지에서 배양 한 E. coli, Salmonella typhymurium, Staphylococcus aureus를 오존수와 반응하여 평가를 하였다. 그 결과, 일반 오존수에서는 오존수의 농도에 비례하여 세균이 100% 사멸하는 효과를 보였으며, 최적의 오존 농도는 1.0ppm임을 확인하였다. 그 이상의 농도에서는 더욱 효력이 높을 것으로 예상되어지나, 오존수의 산생효율 등을 고려하여 1.0ppm을 기준으로 제작하면 우수한 살균 효과가 있을 것으로 예상되어진다.

유기물(FBS)이 포함된 오존수에서는 유기물이 높ی 함유 할수록 오존수의 살균 효력이 저감되는 것이 확인 되었으며, 특히 0.1, 1 및 10% 모든 유기물(FBS) 함유에서는 살균 효력이 거의 없는 것으로 나타났다.

실제적으로 도축장기인 소의 간을 넣어 오존수와 반응 하였을 때에도 소의 간을 오존수 침지하여 유기물의 함량을 낮추었을 때 오존수의 살균 효력은 증가되는 것을 확인 할 수 있었다. 오존수의 살균 효력은 수온에 따라 높은 영향을 보이는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 이러한 수온과 살균효력과의 상관 관계를 규명하기 위하여 다양한 수온 10, 15 및 20°C가 되

도록 오존수를 만든 후에 각 온도별 살균능력을 평가하였다. 그 결과 저온에서 생산된 오존수에서의 살균효과가 가장 좋았으며, 온도가 올라갈수록 살균 효과는 낮은 것으로 나타났다.

Oxidation을 이용한 살균 메커니즘은 가장 강력하고 효과적인 살균방법이라고 평가받고 있다. 하지만, pH, 온도, 습도, 농도, 세균성장의 단계, 유기물농도 등이 살균력에 영향을 주는 요인들이며 그 중 유기물농도에 의한 영향이 가장 크다고 할수 있다. 그러므로 이러한 요인들을 고려하여 살균방법을 최적화하기 위해서는 오존의 최고 효력에 대한 논의가 필요하다.

이 연구에서 우리는 다양한 농도의 FBS(유기물) 및 도축 장기 (간) 에서 여러 농도의 오존에 대한 시간에 따른 살균 효력을 살펴보았다. 결과는 유기물의 농도가 높을수록 오존의 효력이 감소되는 것을 확인 하였고, 높은 농도(1.0ppm)의 오존농도에서 동일하고 충분한 살균력을 나타냈다. 수온의 경우 평가된 온도 중 가장 낮은 온도인 10℃에서 효과적인 살균능력을 나타냈다.

따라서 오존의 최고 효과를 위해서 오존처리 전 유기물을 제거해야할 필요가 있다. 각 도축 장기를 일반수돗물에 세척과 침지를 통해 유기물을 제거 하고, 최종적으로 오존수에 침지 하게 되면, 도축 부산물에서의 균 오염정도가 상당히 제거 될 것으로 예상되어진다. 또한, 도축 부산물의 식중독 및 부패균을 살균하기 위해서는 고농도의 오존이 필요로 하며, 저수온, 도축 부산의 침지를 통한 유기물 감소가 핵심적인 사안임을 본 연구를 통해 알 수 있다.

(2) 1차년도(축종별 오존수 처리에 따른 식육부산물물의 안전성평가 및 처리 기준 확립)

Table 1. Effect of soaked ozonated water on surface color(CIE value) of by-products

Species	Organ		Treatments <sup>1)</sup>					SEM
			C	T1	T2	T3	T4	
Pig	Liver	Lightness (L*)	33.68 <sup>AB</sup>	31.46 <sup>B</sup>	38.18 <sup>A</sup>	31.46 <sup>B</sup>	31.92 <sup>B</sup>	0.69
			27.56 <sup>AB</sup>	28.68 <sup>A</sup>	26.82 <sup>AB</sup>	28.82 <sup>A</sup>	25.68 <sup>B</sup>	0.33
	Small intestine	Redness (a*)	12.20 <sup>B</sup>	15.34 <sup>A</sup>	12.44 <sup>B</sup>	12.80 <sup>B</sup>	13.62 <sup>B</sup>	0.27
			14.24 <sup>A</sup>	11.38 <sup>B</sup>	11.36 <sup>B</sup>	13.04 <sup>A</sup>	10.56 <sup>B</sup>	0.31
	Liver	Yellowness (b*)	5.88	7.18	4.70	5.72	5.60	0.36
			6.02 <sup>CB</sup>	6.90 <sup>AB</sup>	5.30 <sup>CD</sup>	7.46 <sup>A</sup>	4.58 <sup>D</sup>	0.24
Cattle	Liver	Lightness (L*)	68.44	62.86	61.52	69.82	70.06	2.80
			63.46	64.12	64.26	61.52	63.70	1.18
	Small intestine	Redness (a*)	22.09	22.04	21.84	20.96	21.32	0.20
			13.02	11.68	11.78	12.30	11.72	0.20
	Liver	Yellowness (b*)	12.74 <sup>AB</sup>	11.62 <sup>B</sup>	16.90 <sup>A</sup>	9.66 <sup>B</sup>	8.78 <sup>B</sup>	0.74
			7.66 <sup>AB</sup>	9.16 <sup>A</sup>	9.24 <sup>A</sup>	5.90 <sup>AB</sup>	5.16 <sup>B</sup>	0.49

<sup>A-B</sup>Means with different superscript capital letters in a row within each treatment differ significantly(P<0.05).

SEM: standard error of means(n=3).

<sup>1)</sup>Control: non-treatment; T1: treated by water; T2: treated by ozonated water during 10min;



T3: treated by ozonated water during 20min; T4: treated by ozonated water during 30min.

축종별 식육부산물의 색 측정 결과(Table 1), 소의 간과 소창에서는 오존수 침수처리에 따른 명도와 적색도 값엔 차이가 없으나, 20분 및 30분 오존수 침수처리구에서 낮은 황색도 값을 나타내었다. 돼지의 간과 소창에서는 오존수 침수 처리시 명도 값이 감소하는 경향을 보이거나 모든 처리구에서 유의적인 차이는 없었다( $P>0.05$ ). 적색도는 돼지 간에서는 일반물 침지 처리구에서 유의적으로 높게 나타났으며, 소창은 20분 오존수 침수처리구인 T3를 제외한 T1, T2 및 T4에서 대조구보다 낮은 값을 나타내었다( $P<0.05$ ). 따라서 일반적으로 식용으로 이용되는 근육 즉 식육과 부산물간의 조직특성에 차이는 있으나 본 연구 결과 오존수 침수처리에 따른 부산물의 표면색에 큰 차이가 없는 것으로 미루어 오존수 침수처리시 식육부산물의 색 변화에 크게 영향하지 못하는 것으로 판단된다.

Table 2. Effect of soaked ozonated water on pH value and cooking loss of by-products

Species	Organ	Treatments <sup>1)</sup>					SEM
		C	T1	T2	T3	T4	
<i>pH value</i>							
Pig	Liver	6.58 <sup>AB</sup>	6.62 <sup>A</sup>	6.55 <sup>AB</sup>	6.53 <sup>B</sup>	6.54 <sup>B</sup>	0.05
	Small intestine	6.60 <sup>C</sup>	6.59 <sup>C</sup>	6.76 <sup>A</sup>	6.67 <sup>B</sup>	6.68 <sup>B</sup>	0.02
Cattle	Liver	6.50 <sup>A</sup>	6.36 <sup>B</sup>	6.29 <sup>C</sup>	6.38 <sup>B</sup>	6.37 <sup>B</sup>	0.02
	Small intestine	6.89 <sup>BC</sup>	6.82 <sup>C</sup>	6.88 <sup>BC</sup>	6.98 <sup>A</sup>	6.94 <sup>AB</sup>	0.02
<i>Cooking loss(%)</i>							
Pig	Liver	10.47	10.72	11.90	11.63	11.32	0.39
	Small intestine	21.46	19.12	22.97	20.73	21.62	0.69
Cattle	Liver	10.96	10.07	11.28	10.96	10.50	0.27
	Small intestine	45.38	41.59	43.18	45.98	42.99	0.95

<sup>A-B</sup>Means with different superscript capital letters in a row within each treatment differ significantly( $P<0.05$ ).

SEM: standard error of means( $n=3$ ).

<sup>1)</sup>Control: non-treatment; T1: treated by water; T2: treated by ozonated water during 10min; T3: treated by ozonated water during 20min; T4: treated by ozonated water during 30min.

pH 및 가열감량 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. pH 측정 결과, 소 및 돼지 모두 간의 경우 20분 및 30분 오존수 침수 처리구인 T3 및 T4에서 낮은 pH 값을 보이며, 소창의 경우 T3 및 T4에서 높은 pH 값을 나타내었다. 즉 오존수 침수처리시 간의 pH를 감소시키며, 소창의 pH를 증가시킨다. 또한 저장 중 미생물의 성장에 의해 pH가 증가되는데 본 연구 결과, 소창보다는 오존수 침수처리시 간의 pH에 변화에 영향하는 것은 침수처리를 통한 오존 라디칼 분자의 접촉시간이 길어져 강한 산화력을 가진 오존수가 식육부산물의 미생물 생육을 억제시킨 것으로 판단된다. 가열감량 측정 결과, 모든 처리구에서 차이가 없으며( $P>0.05$ ), 간보다는 소창에서 높은 가열감량 값을 나타내었다. 이러한 결과는 소창에 포함된 많은 량의 지방이 가열을 통해 빠져 나온 것으로 판단된다.

휘발성염기태질소 및 지방산패도 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 식육을 저장하면

VBN과 TBARS 함량이 증가한다. VBN 측정 결과, 모든 처리구에서 간 및 소창 모두에서 처리구간 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 또한 돼지 및 소 모두 간에서 소창에 비해 높은 VBN 함량을 보였다. 이러한 결과는 근육의 형태에 따른 차이로 판단되는데 결체조직 함량이 높은 소창은 저분자 무기질소 화합물로 분해되지 않아 낮은 VBN 함량을 보인 것으로 판단된다.

지방산패도 결과, 돼지 간에서 대조구에 비해 처리구에서 높은 TBARS값을 보이며, 오존수 침수처리시 높은 TBARS 값을 나타내었다( $P<0.05$ ). 또한 소 간의 경우 30분간 오존수 침수처리구(T4)에서 수돗물 침수처리구(T1)보다 높은 TBARS값을 나타내었다. 따라서 간은 오존수 침수처리시 지방산패도가 증가되는 것으로 판단되는데 이는 소창에 비해 간에 Fe를 포함한 다량의 무기물 함량과 높은 다가불포화지방산 함량에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 소창은 간의 TBARS결과와 다른 결과를 보이는데, 돼지 소창의 경우 처리구들간 차이가 없으며( $P>0.05$ ), 소 소창은 대조구에 비해 처리구에서 낮은 TBARS 값을 나타내었다.

Table 3. Effect of soaked ozonated water on VBN and TBARS of by-products

Species	Organ	Treatments <sup>1)</sup>					SEM
		C	T1	T2	T3	T4	
<i>VBN(mg%)</i>							
Pig	Liver	21.04	21.04	21.04	21.04	24.24	0.53
	Small intestine	7.32	8.24	8.01	7.78	6.86	0.26
Cattle	Liver	25.61	27.9	27.9	25.61	25.61	0.61
	Small intestine	7.32	7.32	7.78	7.37	7.32	0.09
<i>TBARS(mg MDA/kg sample)</i>							
Pig	Liver	0.37 <sup>C</sup>	0.68 <sup>A</sup>	0.48 <sup>B</sup>	0.45 <sup>BC</sup>	0.60 <sup>A</sup>	0.03
	Small intestine	0.35	0.32	0.28	0.30	0.27	0.01
Cattle	Liver	0.28 <sup>AB</sup>	0.25 <sup>B</sup>	0.26 <sup>AB</sup>	0.29 <sup>AB</sup>	0.30 <sup>A</sup>	0.01
	Small intestine	0.38 <sup>A</sup>	0.23 <sup>B</sup>	0.14 <sup>C</sup>	0.12 <sup>C</sup>	0.11 <sup>C</sup>	0.03

<sup>A-B</sup>Means with different superscript capital letters in a row within each treatment differ significantly( $P<0.05$ ).

SEM: standard error of means( $n=3$ ).

<sup>1)</sup>Control: non-treatment; T1: treated by water; T2: treated by ozonated water during 10 min; T3: treated by ozonated water during 20 min; T4: treated by ozonated water during 30 min.

Table 4. Effect of soaked ozonated water on total plate count(Log CFU/cm<sup>2</sup>) of by-products

Species	Organ	Storage period (days)	Treatments <sup>1)</sup>					SEM
			C	T1	T2	T3	T4	
Pig	Liver	1	4.57 <sup>Ab</sup>	4.57 <sup>Ab</sup>	3.74 <sup>Bb</sup>	3.65 <sup>BCb</sup>	3.54 <sup>Cb</sup>	0.15
		7	5.32 <sup>Aa</sup>	5.30 <sup>Aa</sup>	4.65 <sup>Ba</sup>	4.54 <sup>Ba</sup>	4.54 <sup>Ba</sup>	0.12

Cattle	Small intestine	1	4.88 <sup>Ab</sup>	4.87 <sup>Ab</sup>	4.54 <sup>Bb</sup>	4.39 <sup>Bb</sup>	4.39 <sup>Bb</sup>	0.08
		7	6.10 <sup>Aa</sup>	6.04 <sup>Aa</sup>	5.69 <sup>Ba</sup>	5.65 <sup>Ba</sup>	5.59 <sup>Ba</sup>	0.07
	Liver	1	4.50 <sup>Ab</sup>	4.48 <sup>ABb</sup>	4.43 <sup>BCb</sup>	4.41 <sup>CDb</sup>	4.37 <sup>Db</sup>	0.02
		7	5.10 <sup>Aa</sup>	5.10 <sup>Aa</sup>	4.93 <sup>ABa</sup>	4.90 <sup>Ba</sup>	4.78 <sup>Ba</sup>	0.04
	Small intestine	1	4.93 <sup>Ab</sup>	4.90 <sup>ABb</sup>	4.65 <sup>BCb</sup>	4.59 <sup>Cb</sup>	4.39 <sup>Cb</sup>	0.07
		7	6.10 <sup>Aa</sup>	6.02 <sup>Aa</sup>	5.65 <sup>Ba</sup>	5.54 <sup>Ba</sup>	5.45 <sup>Ba</sup>	0.09

<sup>A-B</sup>Means with different superscript capital letters in a row within each treatment differ significantly(P<0.05).

<sup>a-b</sup>Means with different superscript small letters in a column within at storage time differ significantly(P<0.05).

SEM: standard error of means(n=3).

<sup>1)</sup>Control: non-treatment; T1: treated by water; T2: treated by ozonated water during 10min; T3: treated by ozonated water during 20 min; T4: treated by ozonated water during 30min.

저장기간에 따른 총균 변화를 Table 4에 나타내었다. 소와 돼지의 간 및 소창에서 저장기간이 지날수록 총균수가 증가하였다. 또한 대조구와 T1과는 차이가 없으나 대조구에 비해 오존수 침수처리구에서 유의적으로 낮은 총균수를 나타내었다(P<0.05). 이러한 결과는 산화력을 가진 오존수가 식육부산물의 미생물 생육을 억제시킨 것으로 판단된다.

Table 5. Effect of soaked ozonated water on *E.coli* coliform(log CFU/cm<sup>2</sup>) of by-products

Species	Organ	Storage period (days)	Treatments <sup>1)</sup>					SEM
			C	T1	T2	T3	T4	
Pig	Liver	1	1.35 <sup>Ab</sup>	1.35 <sup>Ab</sup>	0.69 <sup>Bb</sup>	0.54 <sup>Bb</sup>	0.59 <sup>Bb</sup>	0.12
		7	2.13 <sup>Aa</sup>	2.11 <sup>Aa</sup>	1.65 <sup>Ba</sup>	1.49 <sup>Ba</sup>	1.39 <sup>Ba</sup>	0.11
	Small intestine	1	1.25 <sup>Ab</sup>	1.28 <sup>Ab</sup>	0.39 <sup>Bb</sup>	0.15 <sup>Bb</sup>	0.39 <sup>Bb</sup>	0.16
		7	2.06 <sup>Aa</sup>	2.02 <sup>Aa</sup>	1.65 <sup>Ba</sup>	1.59 <sup>Ba</sup>	1.54 <sup>Ba</sup>	0.08
Cattle	Liver	1	1.28 <sup>Ab</sup>	1.25 <sup>Ab</sup>	0.54 <sup>Bb</sup>	0.54 <sup>Bb</sup>	0.39 <sup>Bb</sup>	0.13
		7	2.17 <sup>Aa</sup>	2.13 <sup>ABa</sup>	1.59 <sup>BCa</sup>	1.50 <sup>Ca</sup>	1.24 <sup>Ca</sup>	0.13
	Small intestine	1	1.24 <sup>Ab</sup>	1.26 <sup>Ab</sup>	0.65 <sup>Bb</sup>	0.54 <sup>BCb</sup>	0.39 <sup>Cb</sup>	0.12
		7	2.10 <sup>Aa</sup>	2.08 <sup>Aa</sup>	1.65 <sup>Ba</sup>	1.59 <sup>Ba</sup>	1.65 <sup>Ba</sup>	0.08

<sup>A-B</sup>Means with different superscript capital letters in a row within each treatment differ significantly(P<0.05).

<sup>a-b</sup>Means with different superscript small letters in a column within at storage time differ significantly(P<0.05).

SEM: standard error of means(n=3).

<sup>1)</sup>Control: non-treatment; T1: treated by water; T2: treated by ozonated water during 10min; T3: treated by ozonated water during 20min; T4: treated by ozonated water during 30min.

대장균 측정 결과, 소 및 돼지의 간과 소창에서 저장기간이 경과할수록 대장균수가 증가하였다. 대조구와 일반물 침수처리구인 T1과는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 오존수 침수처리구에서 유의적으로 낮은 대장균수를 보였다(P<0.05). 따라서 오존이 가지는 강한 산화력이 총균수보다 대장균

수에 크게 영향을 것으로 판단된다.

(3) 2차년도

(가) 재료 및 방법

① 개발된 오존수 세척기에서의 살균효능 평가

⑦ 개발된 오존수 세척기에서의 축산부산물의 살균효능을 평가하기 위하여, 수온 15℃의 수돗물에 오존을 발생시키고 오존의 농도를 1ppm이 되게 조정한 후, 돼지의 백내장과 적내장을 이용하여, 개발된 장치의 살균 효능을 평가하였다. 우선, 당일 도축장에서 구입한 돼지 백내장과 적내장의 무게를 측정하고, 동량의 수돗물과 오존수에 일정비율로 넣고 1분과 5분의 시간 동안 각각 침지를 하고 이를 같은 장기를 2차 및 3차에 걸쳐 침지를 수행하였다. 균 수를 측정하기 위해 반응이 끝난 수돗물과 오존수를 채취하였으며, 채취된 가검물은 즉시 Enrichment plate(BHI agar)에 도말하여 장내세균 및 일반세균의 값을 측정하였다.

② 개발된 오존수 발생장치에서의 살균효력평가

⑦ 개발된 오존수 발생장치는 10℃의 수돗물을 이용하여 생산 하였으며, 오존수와의 반응시간은 돼지의 백내장과 적내장을 구분하여 각각 1분과 5분 침지하고, 반응이 끝나면 새로운 오존수에 같은 방식으로 침지하여 총 3차례에 걸친 침지를 수행하였다(Fig. 1). 대조군으로 오존이 첨가되지 않은 일반 10℃의 수돗물에 같은 조건으로 침지를 하였다. 백내장의 경우 1차 침지의 결과 1분 및 5분 침지 하였을 때, 일반 수돗물에 비해 총 세균수가 약 60%정도 살균 된 것이 확인 되었으며, 2차 침지의 경우도 유사한 살균효력이 나타났고, 3차의 경우 80%정도의 균이 감소 되는 것이 확인 되었다(Fig. 2). 적내장의 경우에서도 1차에서 약 60%, 2차에서 70%, 3차에서 약 80% 이상의 균수가 감소됨이 확인 되었다(Fig. 3).

(나) 결과



Fig. 1. 오존수 발생장치에 적내장 및 백내장 살균효과 규명

① 오존수 발생장치적용 후 백내장 유래 균의 살균효과

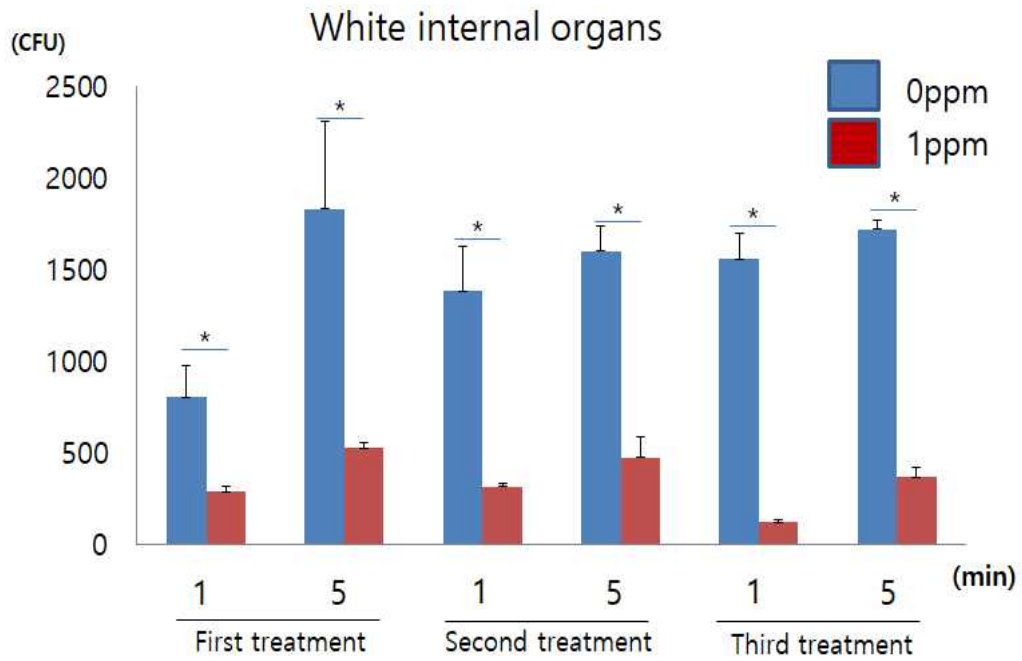


Fig. 2. 오존수 발생장치 내 백내장 처리에 따른 살균효과

② 오존수 발생장치적용 후 적내장 유래 균의 살균효과

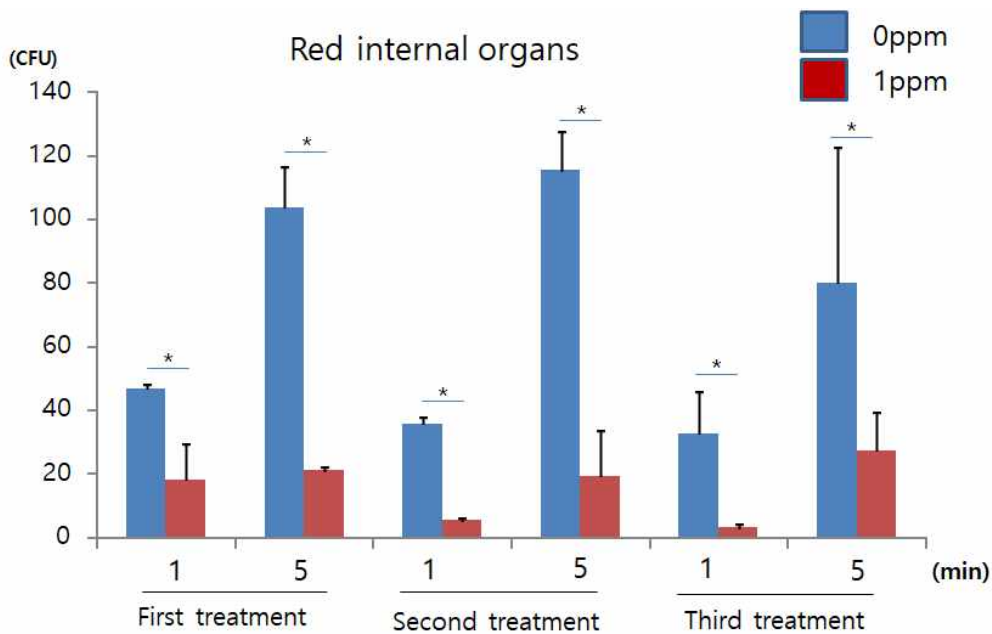


Fig. 3. 오존수 발생장치 내 적내장 처리에 따른 살균효과

(다) 고찰 및 결론

- ① 본 연구를 통해 최적의 수온이 10℃, 오존의 농도가 1ppm 을 확인 하였고, 본 조건을 이용하여 개발 된 장치에 도축장 돼지 백내장과 적내장을 구입하여 살균효력을 평가해 본 결과, 1분 간 3차례의 침지를 통해서도 수돗물에 비해 약 80%정도 이상의 살균효력이 있는 것으로 판

단되어 오존수의 축산 부산물 이용은 부산물의 세균 오염을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 부패세균에 의한 축산 부산물의 부패 예방, 살모넬라균과 같은 식중독 균에 의한 식중독 예방을 획기적으로 개선 할 것으로 사료된다.

○ 연구개발성과

가. 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자명	학술지명	권(호)	국내외 구분	SCI구분
2016	Microbial and Quality Properties of Beef and Pork by-products Treated with Ozone Water	염현웅 외	농업생명과학 연구	50(6)	국내	비SCI
2017	Optimized applications of ozonated water as an effective disinfectant for Staphylococcus aureus clearance in an abattoir setting	Lauren Togonon Arayan 외	한국예방수의 학회지	41(2)	국내	비SCI
2017	Antimicrobial effect of different concentrations of ozonated water in the sanitation of water experimentally inoculated with Escherichia coli	Lauren Togonon Arayan 외	한국예방수의 학회지	41(2)	국내	비SCI

2018년 4월 게재예정*	블텍스 튜브를 이용한 오존수 제조 장치의 개발	김성완 외	농업생명과학 연구	52(3)	국내	비SCI
-------------------	---------------------------------------	-------	--------------	-------	----	------

\* 게재예정 증명서

**농업생명과학연구**  
**제2018-15호**

## 논문게재예정증명서

논문 제목: 블텍스 튜브를 이용한 오존수 제조 장치의 개발  
(Development of a small ozone water making device  
using an air vortex tube)

저 자: 김성완<sup>1,3</sup> · 이태훈<sup>1,3</sup> · 김석<sup>2,3</sup> · 양한솔<sup>1,2,4</sup> · 장홍희<sup>2,4\*</sup>

소 속: <sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 Plus)  
<sup>2</sup>경상대학교 부속 농업생명과학연구원  
<sup>3</sup>경상대학교 수의학과  
<sup>4</sup>경상대학교 축산학과  
\*교신저자

발 간 일: 2018년 6월 30일(Vol. 52, No. 3) 예정

상기 논문은 「농업생명과학연구」에 정식 투고되었으며, 소정의 절차를 거쳐 한국연구재단 등재지인 「농업생명과학연구」 제52권 3호에 게재될 예정입니다.

2018년 2월 1일

경상대학교 부속 농업생명과학연구원장



나. 특허성과

출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2016	오존수 생성 장치	경상대학교 산학협력단	대한민국	10-2016-0181190
2018	식육부산물 소독장치	경상대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-001244

다. 기술실시

기술명	실시기관	기술실시일	기술실시권 유형	유무상여부	기술유형
오존수 생성 장치	(주)우창이엔지	2018-01-29	통상실시권	유상	특허출원

○ 연구결과

가. 기술적 성과

- (1) 본 과제를 통해 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건을 확립하였으며, 이를 바탕으로 식육부산물 위생처리 시스템의 토대를 성공적으로 마련하였음
- (2) 본 과제를 통해 총 2건의 특허출원을 완료하였으며, 현재 이중 1건은 기술이전을 완료한 상태이고, 나머지 1건에 대해서도 종료1차년도에 기술이전을 실시할 예정임
- (3) 연구결과를 바탕으로 식육부산물 위생처리 시스템을 제품화하여 시장에 보급할 경우, 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

나. 경제적 성과

- (1) 참여기업 (주)우창이엔지에서 본 과제를 통해 얻어진 기술 1건은 이미 기술이전 받았으며, 종료1차년도에 나머지 기술 1건에 대해서도 기술이전 받을 계획임
- (2) 기술이전 및 사업화 관련 인프라(설비 및 인력) 구축을 통해 참여기업 (주)우창이엔지에서는 실제 도축장에서 이용할 수 있는 식육부산물 위생처리 시스템을 제품화하여 빠른 시일 내에 시장을 점유하여 매출액증대, 고용창출 및 관련 산업에 기술적 기여를 할 예정임

○ 결론

가. 제1세부과제

- (1) 식육부산물 위생처리 시스템의 성능평가 결과에 의하면, 장치를 40분 정도 작동시켰을 때 수조 내부 오존수의 용존오존농도가 목표치인 1.0ppm보다 높은 1.01~1.11ppm정도로 나타났기 때문에 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

나. 제2세부과제

- (1) 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가 결과에 의하면, 최적의 오존수 수온이 10℃, 오존수의 용존오존농도는 1ppm인 것을 확인하였고, 본 조건을 이용하여 개발된 장치의 살균력을 평가해 본 결과, 수돗물에 비해 약 80%정도 이상의 살균력이 있는 것으로 판단되어 세균에 의한 식육부산물의 오염을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 판단됨
- (2) 오존수의 살균효과를 높이기 위해서는 식육부산물을 오존수에 침지하기 전, 수돗물에 세척과 침지를 통해 유기물을 제거해야할 필요가 있음

다. 종합

- (1) 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건을 확립하였으며, 이를 바탕으로 식육부산물 위생처리 시스템을 개발한 결과 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨



#### 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
<p>4-1. 목표달성도</p> <p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>가. 목표</p> <p>(1) 도축장 식육부산물 생산에 있어서 친환경 오존수를 이용한 위생적이고 안전한 식육부산물 위생처리 시스템을 개발하여 국민건강 제고와 안전한 축산물 생산 토대 구축</p> <p>나. 성과</p> <p>(2) 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건을 확립하였으며, 이를 바탕으로 식육부산물 위생처리 시스템을 개발한 결과 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>가. 연구내용</p> <p>(1) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발</p> <p>(가) 식육부산물 위생처리를 위한 시험용 오존수 제조 장치의 제작 및 성능평가</p> <p>(나) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발</p> <p>나) 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가</p> <p>(가) 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건 확립</p> <p>(나) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 현장적용 평가</p> <p>나. 결과</p> <p>(1) 오존수를 이용한 식육부산물 위생처리 시스템의 개발</p> <p>(가) 식육부산물 위생처리 시스템의 성능평가 결과에 의하면, 장치를 40분 정도 작동시켰을 때 수조 내부 오존수의 용존오존농도가 목표치인 1.0ppm보다 높은 1.01 ~ 1.11ppm정도로 나타났기 때문에 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨</p> <p>(2) 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가</p> <p>(가) 식육부산물 위생처리 시스템의 위생성능평가 결과에 의하면, 최적의 오존수 수온이 10℃, 오존수의 용존오존농도는 1ppm인 것을 확인하였고, 본 조건을 이용하여 개발된 장치의 살균력을 평가해 본 결과, 수돗물에 비해 약 80%정도 이상의 살균력이 있는 것으로 판단되어 세균에 의한 식육부산물의 오염을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 판단됨</p> <p>(나) 오존수의 살균효과를 높이기 위해서는 식육부산물을 오존수에 침지하기 전, 수돗물에 세척과 침지를 통해 유기물을 제거해야할 필요가 있음</p> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <p>가. 활용실적</p> <p>(1) 본 과제를 통해 총 2건의 특허(오존수 생성 장치(출원번호 : 제10-2016-0181190호), 식육부산물 소독장치(출원번호 : 제10-2018-0012443))를 출원하였음</p> <p>(2) 본 과제를 통해 출원한 특허(오존수 생성 장치)를 참여기업에 기술이전 했음</p> <p>나. 계획</p> <p>(1) 참여기업에서는 상기 특허뿐만 아니라 본 과제를 통해 출원한 또 다른 특허(식육부산물 소독장치)도 기술이전 받아 상품화 및 사업화를 진행할 예정임</p>			
성과	사업화지표	연구기반지표	

목표	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인 증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균IF			학술발표	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	20		20		20							10		10					
최종목표	2	2		1		1						4	4		2					
연구기간 내 달성실적	2	0		1		0						4	5		3					
달성율(%)	100	0		100		0						100	125		150					

4-2. 관련분야 기여도

- 본 과제를 통해 식육부산물 위생처리 시스템의 최적 조건을 확립하였으며, 이를 바탕으로 식육부산물 위생처리 시스템을 개발한 결과 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

- 본 과제의 핵심기술 중 하나인 “오존수 생성 장치”의 경우 참여기업에 기술이전을 실시했으며, 이를 통해 참여기업에서는 식육부산물 위생처리 시스템의 제품화 및 사업화를 진행할 예정임
- 또 다른 핵심기술인 “식육부산물 소독장치”의 경우 참여기업에 기술이전을 실시할 예정이며, “오존수 생성 장치”와 함께 결합하여 식육부산물 위생처리 시스템의 제품화 및 사업화를 진행함으로써 도축장에서 식육부산물에 대한 위생처리가 가능할 것으로 판단됨

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
------	------

- -

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
------	------

- 일반과제(「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음)

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
-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
○ 경상대학교와 ㈜우창이엔지는 「안전환경 조성에 관한 법률」 및 「산업안전 보건법」에 따른 연구실 안전조치 이행계획(해당 연구실안전점검 및 정밀안전진단실시, 참여연구원의 교육훈련 및 건강검진실시, 보험가입 등) 및 기타 연구개발사업 수행 시 필요한 연구실안전 확보 안전계획 및 방침에 따라 연구개발과제를 수행함	

### 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	논문	Microbial and Quality Properties of Beef and Pork by-products Treated with Ozone Water	경상대학교	교신	Journal of Agriculture & Life Science	-	2016.12.31	단독사사	비SCI
2	논문	Antimicrobial effect of different concentrations of ozonated water in the sanitation of water experimentally inoculated with Escherichia coli	경상대학교	교신	한국예방수의학회지	-	2017.06.01	단독사사	비SCI
3	논문	Optimized applications of ozonated water as an effective disinfectant for Staphylococcus aureus clearance in an abattoir setting	경상대학교	교신	한국예방수의학회지	-	2017.06.01	단독사사	비SCI

4	논문	볼텍스 튜브를 이용한 오존수 제조 장치의 개발	경상대학교	교신	Journal of Agriculture & Life Science	-	2018.04.01	단독사사	비SCI
5	특허	오존수 생성 장치	경상대학교	-	대한민국	-	2016.12.28	단독사사	-
6	특허	식육부산물 소독장치	경상대학교	-	대한민국	-	2018.01.31	단독사사	-
7	기술이전	오존수 생성 장치	경상대학교	-	-	-	2018.01.29	-	-

## 11. 기타사항

	코드번호	D-13
○ -		

## 12. 참고문헌

	코드번호	D-14
1. Korea Rural Economic Institute(KREI). 2013. KREI Agricultural Economic Outlook 2013. pp.28		
2. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Annual Report 2011. pp.342		
3. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Annual Report 2013. pp.455		
4. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Annual Report 2012. pp.130		
5. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Annual Report 2013. pp.332		
6. Korea meat trade association(KMTA). 2008. Monthly Meat Export and Import Information. pp.5		

### 주 의

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