

최 종
연구보고서

오존(O₃)을 이용한 돈사내 유해가스 제거 및
사육성적에 관한 연구

Studies on the improvement of pig performance
and removal of harmful gas in pig house using reactive ozone

전북대학교

농림부



최종보고서

190mm×268mm

2000 년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 오존(O₃)을 이용한 돈사내 유해가스 제거 및 사육성적에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 5부
2. 최종보고서 디스켓 1매

2002 년 4 월 일

주관연구기관 : 전북대학교

총괄연구책임자 : 임 채 응 (인)

주관연구기관장 : 신 철 순 직인

농림부장관 귀하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “오존(O₃)을 이용한 돈사내 유해가스 제거 및 사육성적에 관한 연구
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 2 월 16 일

주관연구기관명 : 전북대학교

총괄연구책임자 : 임 채 응

세부연구책임자 : 김 대 혁

세부연구책임자 : 정 봉 우

연 구 원 : 이 종 일

연 구 원 : 김 여 정

연 구 원 : 권 보 라

연 구 원 : 윤 영 미

요 약 문

I. 제 목

오존(O₃)을 이용한 돈사내 유해가스 제거 및 사육성적에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리 나라 양돈생산성은 양돈선진국에 비해 많이 떨어지고 있으며, 생산비 또한 훨씬 높다는 것은 부인할 수 없는 현실이다. 생산성 저하요인은 여러 가지가 있을 수 있지만 국내에서 가장 문제시되는 것은 질병에 의한 피해를 들 수 있으며, 돼지질병으로 인한 손실이 양돈 총생산액의 약 20%로 추정되고 있다. 양돈산업에 있어서의 호흡기 질환의 예방은 위축돈 발생을 줄여 출하시기를 단축할 수 있으며, 양축농가의 경제적 손실 예방과 안정된 축산업 발달에 크게 기여하리라 기대된다.

오존에 의한 살균, 탈취, 탈색, 그리고 유·무기물질의 빠른 분해는 오존의 강력한 산화력에 기인된 것이다. 본 연구에서는 오 폐수 및 정수처리 시설에 적용하여 살균, 탈취 및 정화효과에 이용되고 있는 오존을 돈사내에 적용하고자 하였다. 호흡기 질병은 세균과 바이러스 단독 또는 복합으로 작용하여 다양한 양상을 띄우므로 개개의 질병에 대한 진단, 예방 및 치료대책 및 돈군 관리가 더욱 요구되어진다. 따라서 오존의 강한 살균 및 탈취를 이용하여 돈사의 환경 개선 및 생산성 향상을 위하여 돈사의 환경에 맞는 오존 발생기의 개발이 필요할 때다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 양돈농가에 큰 피해를 주고 있는 호흡기계통의 질병 특히 자돈 및 육성돈의 피해를 최소화하고자 돈사내의 유해가스를 분해하고 호흡기를 침범하는 유해 나하미 생물 제거를 위한 자외선 및 오존 발생장치를 개발하고자 하였다. 이를 위하여 최적 오존 농도를 유지하기 위한 각종 실험을 수행하고 규모별 사육단계별로 운전 조건을 최적화 함

으로써 양돈의 생산성 향상에 기여코자 하였다.

오존발생기는 충분한 원료공기의 공급과 오존발생을 위한 체류시간의 확보되도록 하였으며, 공기의 흐름 형태나 내부의 공기 난류를 유도하는 장치를 고안하였다.

오존에 의한 살균효과 및 탈취효과를 분석을 위하여 돈사내 낙하미생물 및 암모니아 가스를 측정하였다. 더불어 돈사내 소독을 위하여 오존수의 제조하여 살균 특성을 알아보고자 오존수를 이용하여 소독의 효과를 관찰하였다.

오존발생기의 설치 후 분만 자돈 및 육성 돈사에서 질병발생을 조사하였고, 증체율 및 사료 요구율을 관찰하여 사육성적을 분석하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

오존을 이용하여 돈사내 호흡기계통의 질병 특히 자돈 및 육성돈의 피해를 최소화하고자 유해가스를 분해하고 호흡기를 침범하는 낙하미생물 제거를 위한 오존 발생장치를 개발하고 운전 조건을 최적화 함으로써 양돈의 생산성 향상에 기여코자 한 결과 다음과 같다.

- 오존 발생장치 제작품

기존의 개방형 오존발생 장치를 밀폐형의 사각통형 오존발생장치를 제작하였으며, 공기의 체류시간을 증가시킬 목적으로 송풍용량을 최대 10 m³/min(평균속도 2.08 m/sec)으로 설계하였다. 따라서 기존제품에 비하여 충분한 원료공기의 공급과 체류시간의 확보로 많은 오존생성이 가능하였다. 밀폐형은 부유 분진에 의한 램프의 오염으로 효율이 저하되는 단점을 극복하였으며 부착된 환풍기의 용량감소로 소요동력(70 watt → 23 watt)의 감소 효과를 얻었다.

재질은 오존에 의한 산화부식을 막기 위하여 스테인레스로 변경하였으며 램프표면에서 공기의 난류를 유도하고자 방해판을 부착하여 25%의 오존 발생 효율을 증가시켰다

- 오존발생기를 이용한 탈취 및 살균 효과

오존의 살균효과는 실험군에서는 대조군에 비하여 낙하세균의 증가가 현저히 감소되며, 또한 전체 낙하세균의 농도도 점점 감소하는 것을 모든 경우에서 확인 할 수 있었다. 특히 공기의 흐름이 안정되어 있는 장소에서는 그 효과가 현저하게 나타나는 것을 알 수 있

다. 즉 이 방법을 통한 살균 및 악취제거 효과는 돈사내의 환기 상태에 매우 밀접한 영향을 받는 것을 알 수 있다. 따라서 계절에 따른 돈사의 온도 조절 방법, 환풍기의 설치 장소, 출입문 등 돈사내의 대기환경에 밀접한 영향을 주고있는 요인들을 고려하면, 하절기의 통풍이 많이 되는 시기는 이 방법이 크게 필요하지 않을 수 있으나 동절기에 밀폐된 환경을 유지해야 하는 시기에는 적절하게 활용할 수 있는 방법이라 사료된다.

탈취의 효과는 암모니아 농도는 설치 전 14 ppm에서 7~8 ppm으로 50 % 감소 효과를 얻었다. 미생물 살균의 경우 오존 발생 장치를 설치하지 않은 자돈사(0.06~0.07 ppm)는 시일이 지남에 따라 환경이 악화되어 110~130 CFU/plate의 미생물 집락수가 발견되었고 오존발생장치를 설치한 자돈사는 10~60 CFU/plate의 미생물 집락수가 발견되었으며, 오존 처리에 따라 30-70%의 부유 미생물이 감소하는 결과를 얻을 수 있었다

- 오존 발생기 설치에 따른 사육성적의 효과

오존발생기 설치 후 사육성적을 관찰한 바 이우자돈사에서 대조군의 11.25kg에 비하여 실험군은 11.87kg으로 약 600gm의 증체를 나타내었다. 대략 36 ~ 88mg의 증체 범위였으나 계절에 따른 상관성은 관찰되지 않았다. 사료요구율에서도 대조군의 1.55%에 비하여 실험군은 1.415%로 사료절감 효과를 보였다. 실험기간 중 질병은 설사와 Glasser이 관찰되었으며 폐질환으로는 마이코플라자성 폐렴 및 세균감염에 의한 화농성폐렴이 관찰되었다. 그러나 오존발생장치와 관련성은 질병의 발생정도가 미약하여 관련성을 분석할 수는 없었다. 분만사 및 비육사의 사육성적의 경우 조건상 예측할 수는 없었으며 오존에 의한 돈사내 환경 개선에 따른 사육성적은 다소 차이는 있지만 계절과는 관계없이 향상되었다.

이상의 결과 밀폐형의 사각통형 오존발생장치를 제작하였으며, 부유 분진에 의한 램프의 오염으로 효율이 저하되는 단점을 극복하였고, 돈사내 탈취와 살균효과를 확인하였다. 따라서 사육환경의 개선으로 사육성적이 향상되어 농가의 생산성을 절감하리라고 기대된다.

SUMMARY

(영문 요약문)

Inhaled aerosols of pollutant gas and suspending microorganisms can be detrimental to pig health. Adequate air movement and air exchange can reduce the health-related consequences of inhaling particles, particles and toxic gases. Ozone is present throughout nature. Ozone is created when an electrical discharge occurs in the presence of oxygen. Ozone is extremely unstable and easily reacts with other chemicals through oxidation. Currently ozone is used in swine facilities. Odor control is a significant problem for pork production, which arise predominantly from manure decomposition. This ozone eventually permeates the air space in the building while oxidizing odors, bacteria, mold and viruses.

To optimize the ozone generator for the pig farm, it was made in rectangular shape, which prevent the dust on the lamp. Max. air pressure was reduced 10 m³/min for generate ozone effectively, which could save electric power(70 → 23 watt). The baffle attached inner wall also improve the amount of ozone. Outer wall was stainless for preventing oxidation by ozone. A ozone generator is sized for 100m² for the swine building. The ozone level produced from the generator is not exceed the 0.07 ppm. which would not harm to the livestock or employees who manage the pigs.

In the level of ozone, 0.06 ~0.07 ppm, the number of microorganism colony has been reduced from 110~ 130 CFU/plate to 10 ~ 60 CFU/plate. The ammonia levels in the growing pig facilities have been reduced from 14 ppm down to 7 ~ 8 ppm. The ozone showed very effective for destroying suspending microbes and reducing level of ammonia. Ozone water applied for disinfection and can be used as a alternative disinfectant.

Weight gains in the weaning piglet went from 11.25kg to 11.87kg. Feed conversion was improved in the experimental group, which can cut the production cost.

In this study, appropriate ozone make the pigs breath cleaner air, which results in faster growth. Installation of ozone generator create better air quality and less contact with pathogenic microorganism, which increases swine performance. This can be reduce the respiratory problem, which is big problem in nursery and growing pig in Korea.

C O N T E N T S
(영 문 목 차)

Submission form 1

SUMMARY (Korean) 2

SUMMARY (English) 5

CONTENTS (English) 7

CONTENTS (Korean) 9

Chapter 1 Introduction 11

 Part 1 Neccessity of R & D 11

 1 Ozone 12

 2 Technical necessity of the R & D 16

 3 Economical and industrial necessity of the R & D 16

 4 Social and cultural necessity of the R & D 16

 Part 2 Status of the technology 23

 1 Status of international research 23

 2 Status of domestic research 23

 3 Areas need to be further studied 23

Chapter 2 Contents and results of the R & D 25

 Part 1 Development and determination of the operating conditions of O₃
 generator 25

Part 2 Effects of O ₃ to aerial bacteria and toxic gas	47
Part 3 Analysis of performance for suckling and post-weaning pig	72
Chapter 3 Achievement and contribution of the R & D	94
Part 1 Achievement of the R & D	94
Part 2 Contribution of the R & D to the related field	95
Chapter 4 Plan to apply the results of R & D	96
Chapter 5 References	97

목 차

제 출 문	1
요 약 문	2
SUMMARY	5
CONTENTS	7
목 차	9
제 1 장 서 론	11
제 1 절 연구개발의 필요성	11
1. 오 존	12
2. 기술적 필요성	16
3. 경제·산업적 측면	16
4. 사회·문화적 측면	16
제 2 절 국내외 기술개발 현황	23
1. 국외 연구개발 실적	23
2. 국내 연구개발 실적	23
3. 현 기술 상태의 취약성	23
제 2 장 연구개발수행 내용 및 결과	25
제 1 절 오존발생기의 개발 및 돈사내 운전조건 확립	25
제 2 절 오존 발생에 따른 유해가스 및 낙하미생물 측정	47

제 3 절	분만 자돈 및 육성 돈사에서 질병발생 및 사육성적 분석	72
제 3 장	연구개발목표 달성도 및 대외기여도	94
제 1 절	연구개발목표의 달성도	94
제 2 절	관련분야 기여도	95
제 4 장	연구개발결과의 활용계획	96
제 5 장	참고문헌	97

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

우리 나라의 인구는 남북한을 합쳐 7천만에 달하고 있으며, 최근 들어 국민의 식생활이 곡류소비에서 육류의 소비로 전환되고 있다. 즉, 우리 나라 국민의 식육소비는 매년 증가하고 있어 식육의 생산은 국가 식량 전략의 차원에서도 중요성이 증대되고 있다. 더욱이 WTO 및 UR 경제 체제에 의하여 세계 무역시장이 자유화되면서 외국에서 저렴한 식육이 많이 반입되고 있어 국내 축산업뿐만 아니라 농업 전체의 기반이 크게 흔들리고 있는 형편이다.

여러 식육 중에서 돼지고기의 경우 우리 나라 양돈산업의 생산성은 양돈선진국에 비하여 크게 떨어지고 있으며, 생산비 또한 선진국에 비하여 훨씬 높다는 것은 부인할 수 없는 사실이다. 생산성의 저하요인은 여러 가지가 있을 수 있지만 국내에서 가장 큰 문제가 되고 있는 부분은 질병에 의한 요인을 들 수 있다. 돼지의 질병으로 인한 생산 손실은 양돈 총생산액의 약 20%로 추정되고 있으며, 따라서 돼지 질병 발생의 최소화는 우리 양돈생산성의 향상을 위해 넘어야 할 가장 큰 과제임이 분명하다 할 수 있다.

최근 우리나라의 축산업은 생산성 향상과 원가 절감을 위한 노력으로 양적으로나, 질적으로 발전을 거듭해왔다. 그러나 이런 과정에서 집단, 다두사육에 따라 발생하는 질병 문제는 실로 심각하다 하겠다. 우리나라는 사계절의 변화가 뚜렷하여 환절기나 동절기에는 일교차가 심하기 때문에 호흡기 질병의 발생률이 매우 높다. 특히 호흡기 질병은 돈사내의 환경, 유해가스과 먼지, 이유 및 사료 교체 등 스트레스 요인 및 각종 여러 가지 병원체가 복합적으로 얽혀 작용하기 때문에 매우 복잡한 양상을 띠고 있다.

대기중에 일정량 존재하는 오존은 살균 효과로 일상생활에 유익하며 특히 바닷가나 숲속 등에서 나타나는 0.02 ppm~0.05 ppm의 자연적 순수한 오존은 상쾌한 느낌을 준다. 오존의 강한 산화력은 미생물 살균 외에도 탈색, 탈취, 유독 물질 분해 능력도 뛰어나서 식품 저장은 물론 반도체 산업·식품 산업에서의 작업장 실내 공기 정화와 하수의 3차 처리에서 색도의 제거, 냄새의 제거, 유기물의 안정화, 살균 등에 이용되고 있다.

본 연구는 분만 및 육성기에 해당되는 돼지 돈방에 오존을 발생시켜 탈취 및 공기 중에 존재하는 미생물을 제거함으로써 돼지의 사육 조건을 개선하여 농가로 하여금 사육성적을 높이고자 하였다.

1. 오존

가. 오존의 특성

오존은 1785년 처음 Van Marum에 의하여 전기 방전시에 특별한 냄새를 내는 기체로 발견되었으며, 1801년에 Cruikshank는 물을 전기 분해하는 과정에서 양극에서 발생된 가스가 같은 냄새임을 알았다. 그 후 1804년에 그 냄새가 3원자 산소라는 새로운 물질에 의한 것임을 밝혀내고 그것을 '오존'이라고 명명하게 되었다.

오존은 산소원자 3개로 이루어진 산소의 동위체로서 결합각도 116.8° , O—O 결합거리 1.278 \AA 을 가지고 있다. 그리고 오존은 4가지 형상의 공명구조로 결합된 형태로 존재하며, 이런 구조적인 특성으로 인하여 오존은 전자친화제(electrophilic agent), 핵친화제(nucleophilic agent) 뿐만 아니라 1,3-쌍극자(1,3-dipole)로도 반응한다. 상온에서는 기체상태로 존재하며 저농도일 때는 무색이지만 15% 이상의 농도에서는 푸른색을 띤다. 또한 오존은 수산화 라디칼을 제외하면 플루오르 다음으로 높은 산화력을 갖는 강력한 산화제이다.

즉, 오존에 의한 살균, 탈취, 탈색, 그리고 유·무기물질의 빠른 분해는 모두 이와 같은 강력한 산화력에 기인된 것이다.

Table 1-1에 오존의 물리적 성질을 나타내었고, Fig.1-1에는 물에 대한 오존의 용해도를 나타내었다. 순수한 오존의 순수한 물에 대한 용해도는 매우 높으나, 실제 상업적으로 생산되는 1~2% 농도의 오존가스의 용해도는 상온, 상압에서 1~12 mg/l 정도이며 계의 압력이 클수록, 온도가 낮을수록 용해도가 커진다.

오존은 산소로 구성되었기 때문에 분해되면 산소로 돌아가므로 오존 처리시 염소계 산화제와 같은 유해한 반응 생성물을 잔류시키지 않으며, 독성은 염소 가스만큼 강하지 않아 취급이 염소보다 용이하다. 또한 산소로 이루어져 있기 때문에 오존의 원료는 대기 중에 있으므로 전력 소비만으로도 쉽게 제조할 수 있고, 조작성이 용이하다. 오존은 어떠한 농도를 초과하면 인체에 유독하여 취급에 주의를 요하지만 오존 특유의 독특한 냄새가 있기 때문에 누출 등의 사고 발견이 쉽다(0.02~0.05 ppm에서 식별 가능).

공기 중에서 오존의 급독성은 눈, 코, 기관지의 점막을 자극하며 호흡기계에 해를 일으킨다. 이러한 급성 독성은 오존의 농도와 노출시간에 따라 다르게 나타나는데 오존의 노출과 생체에 대한 작용을 Table 1-2에 나타냈다. 반복해서 저농도의 오존에 노출되는 경우에는 만성 중독의 증상으로 식욕감퇴, 두통, 수면 장애 등이 생긴다. 따라서 대기환경 기준으로 오존의 농도를 정하고 있으며, 우리나라의 경우 1시간 평균 0.1 ppm 이하로 일본과 미국의 경우는 0.06 ppm 이하와 0.12 ppm 이하로 규정되어 있다. 또한 고농도 오존 발생시 경보제를 실시하여 그 피해를 최소화하고 있다. 오존경보는 오염 경보제의 일종으

로 오존농도가 0.12 ppm 이상일 때는 주의보를 내리고, 0.3 ppm 이상일 때는 경보, 0.5 ppm 이상일 때는 중대경보를 내리는 등 오존농도에 따라서 3단계로 발령되며, 오존오염도가 기준 아래로 낮아질 때는 이를 해제한다.

나. 오존의 살균 메카니즘

오존은 강력한 산화력으로 기상 및 액상에 존재하는 박테리아 및 바이러스 등의 각종 세균을 짧은 시간 내에 살균한다. 오존의 살균 효과에 영향을 주는 인자는 온도, 습도, pH로써 10℃ 이하, 고농도, 낮은 pH에서 높은 살균 효과를 나타낸다. 오존에 의한 살균 메카니즘을 살펴보면 오존은 분해되어 산소(O₂)와 발생기 산소를 생성하는데 이 발생기 산소가 세포벽과 세포막에 작용해 지질의 이중결합과 반응함으로써 세포막을 파괴하고 sulfur hydroxyl group 효소를 파괴한다.

이와 같은 작용으로 세포내의 deoxyribonucleic acid(DNA)에 약간의 손상을 줌에 따라 변이, 사멸을 초래한다. 이는 세균의 세포막을 통과하여 흡수계 효소를 손상시켜 세포의 동화작용을 정지시켜 살균하는 염소계 약제에 비해 살균속도가 매우 빠르게 된다. 살균과 바이러스의 불활성화란 생존이 불가능하고 증식할 수 없는 상태를 말하며, 오존에 의한 세균 살균의 주요 원인은 세포막의 파손에 의한 생물기능의 저해 및 DNA 손상, 세포질의 유출 등에 의한 것이다.

그리고 오존의 바이러스 불활성화 기구는 세균의 경우와 달리 바이러스의 외피 단백질과 DNA 또는 RNA 본체에 모두 작용하며 그 두 가지 작용이 모두 불활성화에 관련된다. 외피 단백질의 손상인 경우는 바이러스가 세포에 흡착되는 것을 저해함으로써 생기며, DNA 또는 RNA 손상의 경우는 바이러스의 증식기능을 잃게 되는 결과가 생긴다. 그러나 실제 바이러스의 불활성화는 외피단백질의 손상보다는 DNA 또는 RNA의 손상이 주요 원인이다.

다. 오존의 탈취 메카니즘

오존 탈취 작용은 악취 발생 물질인 ammonia(NH₃), methyl mercaptan (CH₃SH), trimethyl amine((CH₃)₃N) 등을 산화시켜 알데히드, 이산화탄소 등으로 분해해 독성과 악취가 없는 물질로 바꾸어 주는 산화 작용과 냄새 분자를 다른 물질로 감싸는 마스킹 효과가 있는데 주로 산화 작용을 이용하여 악취를 제거한다. 오존은 오히려 처리 시설과 식품 공장에서의 배출 가스 중에 함유되어 있는 악취성분을 제거하는데 이용되고 있으며, 냉장고의 탈취에도 이용되고 있다. 특히 암모니아 성분의 제거에는 우수한 효과를 발휘한다.

오존에 의한 암모니아 분해 반응식은 다음과 같다.



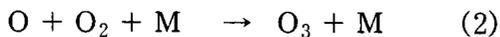
라. 자외선 램프를 이용한 오존 발생

인공적으로 오존을 발생시키는 방법으로는 무성방전법, 전기분해법, 자외선 램프법 등이 있으며, 가장 많이 사용되고 있는 것은 무성방전법으로 이러한 방법의 발생기는 아주 다양하며, 특히 대용량에서는 모두가 이 방법을 택하고 있다. 최근에는 전기 분해법도 사용되고 있다. 자외선램프방식에 의한 오존발생기는 구조가 간단해서 소용량의 발생기에 적합하고, 원료가스의 전처리가 다른 방식에 비해 필요하지 않으며, 독성이 강한 NOx를 함유하지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 저농도의 오존 발생으로도 살균 및 탈취 효과를 얻을 수 있어 그 사용이 차츰 다양해지고 있다.

자외선 발생기에서 오존 생성을 위해서는 우선 공기 중에 있는 산소를 분해시켜야 하는데, 이것은 산소분자의 결합에너지보다 큰 에너지를 공급하면 얻을 수 있다. 많은 종류의 램프 중에서 저압수은램프가 오존생성에 적합한 단파장의 자외선을 잘 방사하기 때문에 오존발생기로 주로 사용되고 있다.

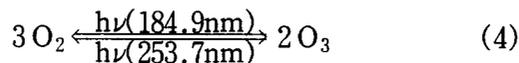
저압수은램프를 이용한 오존 발생기는 Fig. 1-2에서 나타낸 것처럼 수은 원자와 알곤 원자로 채워진 램프가 있으며 램프의 전극에 전기적 힘을 가하면 전자가 이동하면서 수은 원자와 충돌하여 두 개의 강한 파장이 발생한다. 하나는 253.7 nm의 강한 살균 자외선 영역이고, 또 하나는 램프 주변의 산소에 물리적 힘을 가하여 오존을 일시적으로 만들어주는 184.9 nm의 파장이다.

자외선에 의한 오존생성은 다음 식(1), (2), (3)를 따른다.



여기서 h 는 플랑크상수, ν 는 진동수(λ 의 역수)를 나타내며, M은 공기 중에 가장 풍부한 산소 혹은 질소 분자를 나타내고, 이러한 분자들은 반응에서 생성되는 과다한 에너지를 흡수하는데 필요하다. M이 없다면 오존은 너무 많은 에너지를 가지고 있게 되기 때문

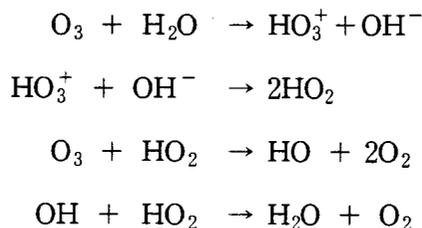
에 상당히 불안정하게 된다. 자외선에서 오존 생성은 우선 산소분자에 광에너지를 주고, 산소분자를 분해해 활성화하는 것이 필요하다(식 2, 3). 산소분자의 결합에너지는 490 kJ/mol이며 분해하는데는 그 이상의 광에너지를 가지고 있는 광을 방사하면 된다. 또한, 오존을 분해하려면 결합에너지 이상의 에너지를 주면 된다. 수은 램프에서 방사되는 대표적 파장은 253.7 nm와 184.9 nm 이며, 이들 파장의 에너지는 4.9 eV(471.5 kJ/mol), 6.7 eV(647 kJ/mol)이다. 인공적 자외선에 의해 발생하는 오존농도는 다음에 보이는 평형상태에 의해 평형 값이 결정된다.



발생하는 오존농도는 원료와 공기 혹은 산소의 건조상태, 석영유리의 재질(184.9 nm의 강도와 관여한다), 발생기의 길이, 풍량 등에 의해 달라진다.(15~19)

마. 오존수의 특성

수중에서 오존은 자기분해에 의하여 급속히 해리되어 OH radical을 생성하며 그 메카니즘은 다음과 같다.



여기서 자유라디칼 OH와 HO₂는 큰 산화전위를 가지고 있고, 금속염과 유기물과 바로 반응한다. 분자상의 O₃ 자유라디칼 및 다른 산화제의 산화전위를 Table 2.3에 나타내었다.

표에서 알 수 있듯이 산화처리에서 OH 라디칼의 역할이 크다는 걸 알 수 있다. 그러나 살균, 탈취, 탈색 및 표백효과는 분자상 오존에 의한 직접산화이기 때문에 후자의 역할도 중요하다. 즉 오존의 직접산화반응은 활성산소원자 때문이지만 일반적으로 빠르게 일어나는 것은 높은 산화환원전위(E₀ = 2.07V)를 가지고 있기 때문이다. 또한 물속에 용해한 O₃의 일부는 분해해서 자유라디칼(OH)를 형성하고 이것이 수중에 존재하는 유·무기화합물과

직접 반응해 산화시킨다. 이것을 오존의 간접산화반응이라고 한다. 따라서 물속에서 오존은 직·간접산화반응으로 오염물 및 미생물을 제거한다.

2. 기술적 필요성

기존의 오존발생기는 상품화는 되어있으나 농가에서 제품에 대한 성능이 돈사의 형태, 사육 단계등을 고려하지 않고 인체 혹은 동물에 안전성이 검토되어 있지 않은 상황이어서 사용에 대한 실효를 거두지 못하고 있는 실정이다.

호흡기 질병은 세균과 바이러스 단독 또는 복합으로 작용하여 다양한 양상을 띄우므로 개개의 질병에 대한 진단, 예방 및 치료대책을 세우는 것도 중요하지만 사양가들에 있어서는 호흡기 질병의 발생 양상에 따른 전략적인 돈군 관리가 더욱 효과적일 것이다.

국내 출하돈에서의 폐렴 발생빈도에 대하여 연도별로 조사한 성적은 없지만 계절별로 출하돈의 폐렴 병변 발현율을 조사한 성적에 따르면 폐렴 병변 발현율은 계절별로 비슷하였으나 평균 65%로 상당히 높게 나타났다.

오존발생기의 원리는 수은원자와 알곤원자로 채워진 유리관 램프의 전극에 전기적 힘을 가하여 전자의 이동을 만들어 전자가 수은원자를 가격할 때 생기는 파장(253.7 nm)은 강한 자외선을 발생케하며 유리관을 통해 나오는 또 하나의 파장(184.9 nm)은 램프 주변의 산소(O_2)에 물리적 힘을 가하여 순수한 오존(O_3)을 순간적으로 만들어 내는 것이다.

미국ACGIH(산업위생감독관회의), 일본의 산업위생학회 및 독일등 구라파 국가에서는 노동환경에 있어서 0.1PPM(8시간평균)을 허용농도로 정하고 있다.

3. 경제·산업적 측면

우리 나라 양돈생산성은 양돈선진국에 비해 많이 떨어지고 있으며, 생산비 또한 훨씬 높다는 것은 부인할 수 없는 현실이다. 생산성 저하요인은 여러 가지가 있을 수 있지만 국내에서 가장 문제시되는 것은 질병에 의한 피해를 들 수 있으며, 돼지질병으로 인한 손실이 양돈 총생산액의 약 20%로 추정되고 있다.

WTO체제하에서는 외국에서 많은 양의 축산물이 수입될 것이 예상되므로 우리 나라의 축산업이 국민의 생명산업으로서 발전을 계속하기 위해서는 우선 국제경쟁력을 갖추지 않으면 안되게 되었다. 더욱이 육류의 안전성 문제가 UR타결이후 더욱 중요시되어 안전성이 결여된 축산물은 교역의 대상에서 무조건 제외될 것이 자명함은 물론 자국내 소비도 어렵게 된 상황이다.

4. 사회·문화적 측면

호흡기 질병의 발생은 농장의 시설과 너무나 밀접하게 관련되어 있기 때문에 농장 시설 자동화 또는 현대화 같은 돈사의 구조적 개선이 반드시 뒷받침 되어야 한다. 그리고 우리나라 양축농가에서는 질병예방 백신에 대해 너무나도 맹목적인 신뢰를 가져, 백신만 하면 질병이 근절된다는 식의 생각을 많이 가지고 있는데, 이러한 잘못된 생각의 전환이 꼭 있어야 한다.

WTO에 의한 무역확대로 육가공 식품의 수입이 날로 증가하고 있는 현실을 감안할 때 각종 국가 산업의 경쟁력 강화는 국제환경에서의 생존을 위하여 필수적인 시대적 요구사항이 되었다.

양돈산업에 있어서의 호흡기 질환의 예방은 위축돈 발생을 적게 할뿐만 아니라 증체를 및 출하시기를 단축할 수 있으며 국가적으로는 육가공품의 생산성 및 경쟁력 강화에 큰 도움이 된다는 사실은 자명하다. 또한, 이를 통하여 양질의 육가공 식품을 제공할 수 있어 국민 보건 향상은 물론 양축농가의 경제적 손실 예방과 안정된 축산업 발달에 크게 기여하리라 기대된다.

Table 1-1. 오존의 물리적 성질

Description	Properties
Molecular weight	48
Specific Gravity(air = 1)	1.658
Boiling point	-111.9 °C
Melting point	-192.7 ± 2 °C
Critical temperature	-12.1 °C
Critical density	0.437 g/ml
Critical pressure	52.80 atm
Critical volume	0.147 l/mol
Vapor density(at 0 °C)	2.144 g/l
Liquid density(at -183 °C)	1.571 g/ml
Liquid viscosity(at -183 °C)	1.55±0.22 cp
Absorption wavelength	253.7 nm

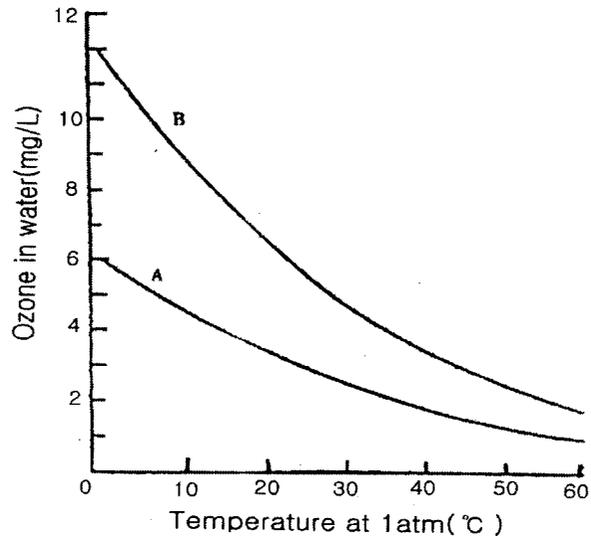


Fig. 1-1. 순수한 물에서의 오존 용해도
 (A) 1 wt% ozone, (B) 2 wt% ozone.

Table 1-2. 오존 농도에 따른 인체에 미치는 영향

Ozone conc. (ppm)	Effect of Human Body
0.01~0.02	Smells only
0.1	Generates odor stimulative to nose or throat
0.2~0.5	Eye sight deteriorates after 3 to 6 hour exposure
0.5	Evidently stimulates airway and respiratory organ
1~2	Causes headache and phlegm. This symptom becomes chronic if exposed repeatedly
5~10	Causes rapid pulse and pulmonary edema
15~20	Small animal may die within 2 hours

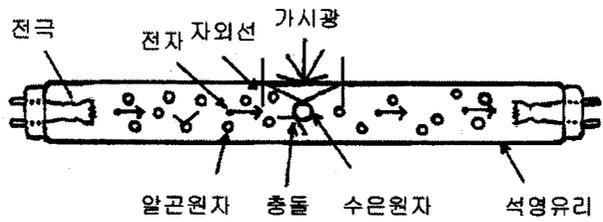


Fig. 1-2. UV 램프를 이용한 오존 생성.

Table 1-3. 산화제의 산화환원전위

$F_2 + 2e^- = 2F^-$	2.87V
$HO + H^+ + e^- = H_2O$	2.85V
$O_3 + 2H^+ + 2e^- = O_2 + H_2O$	2.07V
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$	1.78V
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- = MnO_2 + 2H_2O$	1.67V
$HO_2(aq) + H^+ + e^- = H_2O_2(aq)$	1.50V
$CO_2 + e^- = CO_2^-$	1.50V
$HOCl + H^+ + 2e^- = Cl^- + H_2O$	1.49V
$Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$	1.36V
$O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$	1.23V

제 2 절 국내외 기술개발 현황

1. 국외 연구개발 실적

오존의 이용은 수처리 효과가 상하수, 공업용폐수 분야에서 인정되어 일본에서는 비교적 큰 플랜트(Plant) 건설계획이 추진되고 있다.

오존은 살균, 바이러스의 불활성화, 탈색, 탈취, 철·망간의 제거, 유기물질의 제거 등에 이용되고 있다. 오존처리의 부생성물은 카본산, 케톤, 알데히드류이며 생물대사에 따라 자연계에서 분해되는 점으로 환경에서 이용하기 용이하다.

미국의 로스앤젤리스(LA) 상수도에는 187.5kg/hr의 오존발생기가 도입되어 있으며 트리할로메탄류를 생성시키지 않아 원수의 탁도를 제거하는 전처리에 이용되고 있다. 또, 중동의 바레인에서는 35kg/hr의 오존발생기가 하수 처리수의 고도처리에 도입되어 처리수는 논·밭의 관개용수로 이용되고 있다.

2. 국내 연구개발 실적

국내 축산업에서는 오존발생장치는 외국으로부터 도입이 되어 농가에 시행되었으나 대부분 오존의 인식 부족과 발생장치의 부작용, 즉 사용되어 사람이 느끼는 냄새 등에 의한 구토 증상 등으로 인하여 효율성이 적어 아직까지는 활용정도가 매우 미약하며 선진 축산국에서도 돈사내에서 활용도가 적다. 이는 돈사의 구조나 환기의 흐름 또는 면적등에 대한 고려가 미약하기 때문으로 판단된다.

따라서 본 연구는 우리나라 현실에 맞는 돈사에 오존발생기의 설치를 통해 문제점을 해결하고자 하며, 돈사내에 발생하는 암모니아 가스와 유해미생물을 제거하므로써 자돈 및 육성돈에서 자주 발생하는 폐렴 및 기타 병원성 예방하여 위축돈에 발생을 막고 돈육 생산성을 향상시키고자 한다.

3. 현 기술 상태의 취약성

오존은 살균, 바이러스의 불활성화, 탈색, 탈취, 철·망간의 제거, 유기물질의 제거 등에 이용되고 있다. 오존처리의 부생성물은 카본산, 케톤, 알데히드류이며 생물대사에 따라 자연계에서 분해되는 점으로 환경에서 이용하기 용이하다.

미국의 로스앤젤리스(LA) 상수도에는 187.5kg/hr의 오존발생기가 도입되어 있으며 트리할로메탄류를 생성시키지 않아 원수의 탁도를 제거하는 전처리에 이용되고 있다. 또, 중동의 바레인에서는 35kg/hr의 오존발생기가 하수 처리수의 고도처리에 도입되어 처리수는 논·밭의 관개용수로 이용되고 있다.

반면에 축산업에서는 아직까지는 활용정도가 매우 미약하며 선진 축산국에서도 돈사내에서 활용도가 적다. 이는 돈사의 구조나 환기의 흐름 또는 면적 등에 대한 고려가 미약하기 때문으로 판단된다. 따라서 본 연구는 우리나라 현실에 맞는 돈사에 오존발생기의 설치를 통해 문제점을 해결해야한다.

제 2 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 오존발생기의 개발 및 돈사내 운전조건 확립

본 연구는 상수 및 폐수 등 수처리에서 이용되고 있는 오존을 사용하여 양돈 농가에 큰 피해를 주고 있는 호흡기계의 질병 특히 자돈 및 육성돈에서의 피해를 최소화 하고자 오존 발생을 이용하여 유해가스인 암모니아 제거 및 유해 미생물을 제거함으로써 우리 양돈의 생산에 기여하고자 수행되어졌다.

본 연구에서는 인체와 돼지에 영향을 미치지 않는 적절한 농도범위를 유지할 수 있는 시스템을 구축하고자 하였으며, 돈사의 크기가 다양하고 공기 순환시스템이 서로 다른 공간에서 적절한 오존농도를 유지하기 위한 최적화가 본 세부과제의 주된 목적이다.

1. 실험 방법

가. 돈사의 대기환경 조사

본 연구는 전북 김제시 용지면에 춘강 종축장에서 실시하였다. 실험 대상으로 선정된 종축장은 비교적 규모가 크고 온도조절이 용이한 자동화된 돈사(분만사, 자돈사)와 재래식 돈사(비육사)가 있으며, 분만사의 경우 16 m×14.4 m×2.1 m, 자돈사의 경우 9.2 m×12.0 m×2.1 m, 비육사의 경우 9 m×24 m×5 m 규모로 이루어져 있다. 각각의 돈사에 대해 유해가스 및 부유 미생물 수를 측정하고, 오존 발생기의 수를 결정하였으며 온도 조절을 위하여 설치된 환기 시스템에 대한 오존 농도를 알아보았다.

나. 기존 오존 발생장치의 특성 및 문제점

기존 오존발생장치는 220V/60Hz의 전원을 연결하여 안정기를 통과한 후 램프가 켜지면 강한 자외선이 공기 중으로 조사되며 공기 중의 산소와 반응하여 생성되는 오존을 하단부의 송풍장치를 이용하여 돈사 내 공기를 순환시키는 제품이며 오존발생량은 0.5 g/hr이다 (Fig. 1-3).

실험을 통하여 기존 오존발생장치의 문제점을 발견하고, 문제를 개선하기 위하여 시제품 오존발생장치를 제작하였다.

다. 오존을 이용한 돈사의 살균 및 탈취

오존을 이용한 돈사의 살균 및 탈취 실험을 위하여 사용된 오존발생장치는 (주)한국오존텍 제품이며, 오존 발생량은 0.5 g/hr이다. 공기 중 부유 세균은 돈사 바닥에서 30 cm

떨어진 여러 위치에 배지를 놓고 10초간 노출시켜 37 °C에서 24시간 배양 후 집락수를 관찰하고 평균값을 취했다. 오존농도는 OX-TX 12 (Oldham S.A., France)인 휴대용 ozone detector로 측정하였고, 암모니아, 황화수소, 메탄은 LTX310(IS Co., USA)의 gas 측정기를 사용하여 측정하였다.

라. 밀폐형 오존 발생기의 개발

기존의 개방형 오존발생장치에 대한 문제를 해결하기 위하여 밀폐형의 원통형 오존 발생장치(시작품 I)를 제작하였다. 사용된 자외선 램프는 0.5 g/hr의 오존 발생량을 유지하고 최대 송풍 팬용량은 4 m³/min로 그 구조는 Fig. 4-1과 같다.

그리고 풍량 증가를 위해 단면적을 크게 하고, 재질을 반사가 잘 되는 스테인레스 스틸로 변경하여 사각통형 오존발생장치(시작품 II)를 제작하였다. 단면은 사각형 (24.6 cm × 24.6 cm)이고 단면적이 0.06 m²이며 길이 90 cm이며 팬용량은 10 m³/min인 사각통형으로 내부에 송풍기 및 자외선램프를 장착하였다(Fig. 1-5).

또한 사각통형 오존 발생 장치 안에 와류 형성을 위하여 Fig. 1-6와 같은 모양의 방해판을 설치하고 그 효과를 알아보았다.(사진 1) 이 때 오존 발생 농도는 발생장치 출구에서 그 값을 측정하였다.

마. 오존수 제조 및 살균 특성

돈사 내 수세 청소시 오존수를 이용함으로써 청정환경을 유지할 목적으로 Fig. 1-7와 같이 오존수 발생장치(Ozonite 시리즈, (주)오조네이쳐)를 물탱크에 연결하여 미생물 살균 특성을 알아보았다. 먼저 자외선에 의해 발생된 오존을 물에 용해시켜 오존수를 제조하는 장치를 시간당 1.5톤의 물을 순환할 수 있는 시스템을 구성하고 수중 오존 농도를 측정하였다.

이때 용존 오존농도의 측정은 Indigo Colorimetric method를 이용하였고, 살균 특성 실험은 오존수 세척후 세척 용수 중의 미생물 수와 공기 중 낙하세균 수를 측정하여 알아보았다.

2. 결과 및 고찰

가. 돈사의 대기환경조사

실험 대상으로 선정된 종축장 내의 온도는 자동제어 되어 22±1°C로 유지되고, 습도는 49~69% 범위를 나타냈다. 하절기에는 출입구 등을 개방 운영하고 있어 암모니아 농도, 오존농도 측정 실험 등에 어려움이 있었으며 암모니아 농도의 경우 동절기에는 분만사

8~11 ppm, 자돈사 2~4 ppm, 비육사는 10~18 ppm으로 측정되었다. 유화수소 및 메탄은 측정되지 않았다.

돈사 내 부유미생물은 분만사의 경우 20초 동안 배지를 노출 시 40~60 CFU/plate, 자돈사는 100~150 CFU/plate였으며 강제송풍과 분말사로 급여로 인한 분진은 작업자의 농를저하와 돼지의 호흡기 질환을 유발하는 원인이 되고 있다.

분만사의 경우 돈사 내의 온도조절을 위하여 외부 공기를 흡입하고 강제로 배기 시키는 환기 시스템에 대한 오존발생기에서 생성되는 오존의 영향을 평가하기 위하여 흡기구 부근과 배기구 부근에서 오존농도를 측정된 결과를 Fig. 1-8에 나타냈다. 그림에서 보는 바와 같이 돈사 내의 흡기구 부근, 중심 부근 및 배기구 부근에서의 오존농도는 중심 부근에서 0.055~0.058 ppm이었고 흡기구 및 배기구 부근에서는 0.049~0.055 ppm으로 약간 낮은 농도를 나타냈다. 이것은 오존이 확산속도가 빠를 뿐 아니라 반감기도 짧기 때문에 공기 순환시스템의 영향은 그다지 크지 않는 것으로 해석할 수 있다.

나. 기존 오존 발생장치의 특성 및 문제점

기존 오존 발생장치의 오존 생성속도는 0.5g/hr이고 송풍기의 송풍유속은 22 m³/min이었다. 이러한 장치는 램프부분이 공기 중에 노출되어 있어 돈사 내 분진에 의한 오염이 램프의 성능을 저하시킬 뿐 아니라 돈사 내 미생물과 유해가스와의 접촉시간을 제어할 수 없기 때문에 합리적인 운전조건을 확립하기 어렵다.

또한 송풍의 목적은 오존의 원료가 되는 산소의 공급과 생성된 오존의 강제확산 및 돈사 내 공기의 순환이기 때문에 송풍량은 최적화될 필요가 있으며 돈사 내 오존의 농도를 일정수준 (0.1ppm 이하)으로 유지하기 위한 방안이 강구되어야 한다. 이를 위하여 부피 287.5 m³인 빈 공간에서 오존 발생장치를 가동시켜 공기 중의 오존농도를 측정하였다.

오존발생장치를 가동 후 30분 정도 경과되면 0.075~0.085 ppm 범위에서 일정한 값을 나타냈으며 오존측정 위치에 따라 크게 달라지지 않음을 확인할 수 있었다. 이는 공기순환이 없는 밀폐공간에서 얻어진 결과로 돈사 환경과는 약간의 차이가 있을 것으로 판단되며 가동을 중단한 후 20분이 경과하면 0.05 ppm으로 낮아짐을 알 수 있었다. 이러한 결과를 Fig. 1-9에 나타내었다.

이러한 실험결과를 기준으로 돈사 크기별로 안전한 오존농도를 유지할 수 있는 오존 발생장치 수를 결정하였다. 돈사 내에는 공기순환이 있을 뿐 아니라 오존과 반응하는 유해가스 및 미생물이 존재하기 때문에 오존 소모속도가 빠를 것으로 판단하여 분만사에는 3대, 자돈사에는 2대, 비육사에는 5대를 설치하여 오존농도 변화, 암모니아 감소효과 및

증체에 관한 실험을 수행하였다.

분만사에서는 0.05~0.06 ppm, 자돈사에서는 0.06~0.07 ppm 그리고 비육사에서는 0.07 ppm의 오존농도를 유지할 수 있었으며 작업자의 안전 및 돼지에 미치는 영향이 없는 농도 범위라 판단하였다.

이러한 램프개방형 오존 발생장치는 분진 등에 의해 램프가 심하게 오염될 뿐 아니라 공기 중의 산소와 자외선의 접촉시간, 부유 미생물과 오존의 접촉시간 등을 조절할 수 없는 단점이 있어 밀폐형으로 개선코자 하였다.

다. 오존을 이용한 돈사의 살균 및 탈취 실험

1) 미생물 살균 효과

Fig. 1-10은 오존 발생장치를 설치한 자돈사(0.06~0.07 ppm)와 설치하지 않은 자돈사의 시간에 따른 공기 중 부유 미생물 수를 나타낸 것이다. 돼지들이 자돈사로 들어오기 전에 이곳은 살균·소독 처리가 잘 되어 있어 초기 미생물이 실험군과 대조군 모두 0~20 CFU/plate로 적게 관찰되었다. 그러나 시간이 지남에 따라 환경이 악화되면서 오존 발생장치를 설치하지 않은 자돈사의 경우 110~130 CFU/plate의 미생물 집락수가 발견되었고, 오존발생 장치를 설치한 곳은 10~60 CFU/plate 정도의 미생물이 관찰되었다.

이러한 결과는 저농도의 오존 발생으로 어린 돼지와 작업자에게 피해를 주지 않는 농도 범위에서 얻어진 결과로서 저농도 오존이 미생물 살균에 효과가 있음을 나타낸다.

2) 탈취 효과

돈사에서 여러 유해기체(암모니아, 메탄, 유화수소)를 측정해 본 결과 대부분은 소량 검출되었으며, 주로 돈사 내 문제가 되고 있는 것은 암모니아 기체였다. Fig. 1-11에서 오존 발생기를 설치한 분만사에서 암모니아 농도 변화를 나타내었다. 오존 발생기를 설치하기 전에 암모니아 농도가 14 ppm이었으나 점차적으로 낮아져 7~8 ppm으로 유지되었다. 시일이 지남에 따라 분뇨가 쌓이고 환경이 악화되는 것을 감안할 때 상당한 탈취효과가 있는 것으로 판단된다.

라. 밀폐형 오존 발생장치의 개발

1) 시작품(I)

밀폐형 오존 발생장치를 이용하여 부피 287.5 m³의 공간에서 가동시간에 따른 오존농도 변화를 Fig. 1-12에 나타냈으며 최대 풍속일 때의 결과이다.

Fig. 4.5에서와 같이 40분 이후 0.06 ppm 수준의 오존농도를 나타냈으며 이는 개방형의

풍량 22 m³/min에 비해 훨씬 낮은 풍량의 유입으로 오존생성이 충분치 못함을 시사하며 원통재질을 PVC로 함에 따라 설치 시 불편한 점이 있었다.

2) 시작품(II)

오존 발생기 팬의 송풍용량을 최대 10 m³/min(평균속도 2.08 m/sec)로 설계하여 공기의 체류시간을 증가시킬 목적으로 출구에 구멍을 만들어 상하쪽으로 오존이 분사되도록 사각통형 오존 발생장치를 제작하였다.(사진 2)

이러한 사각통형 오존 발생장치를 상기 실험과 동일한 조건에서 가동시킨 결과를 Fig. 1-13에 나타냈다.

그림에서 보는 바와 같이 충분한 원료공기의 공급과 체류시간의 확보로 기존제품이나 원통형 발생장치에 비해 많은 오존생성이 가능하였다. 재질을 고가의 스테인레스 스틸로 변경하여 제작비 상승요인이 되는 점을 극복하기 위하여 오존에 대한 산화부식의 염려가 없고 가벼우며 값이 저렴한 재질은 선택할 필요가 있으며 기존제품과 시작품들의 동일조건에서 오존발생 경향을 비교하면 Fig. 1-14와 같다.

밀폐형으로 제작된 사각통형 오존 발생 장치는 기존의 개방형이 공기의 흐름 형태가 상하순환형으로 인체 및 돼지에 오존이 직접 접촉할 수 있는 확률이 높는데 반하여 일정 높이에서 수평으로 순환되는 흐름으로 형성함으로써 작업자 등이 오존의 영향을 적게 받는 장점이 있었다. 또한 든사내 부유 분진에 의한 램프의 오염으로 효율이 저하하는 단점을 극복할 수 있었으며 부착된 환풍기의 용량감소(22 m³/min → 10 m³/min)로 소요동력(70 watt → 23 watt)의 감소 효과를 얻었다.

그러나 제품의 무게가 5.5 kg에서 8.0 kg으로 증가되었고, 또한 재질을 고가의 스테인레스 스틸로 변경하여 제작비 상승요인을 초래하였다 이러한 점을 극복하기 위해서는 오존에 대한 산화부식의 염려가 없고 가벼우며 값이 저렴한 재질의 선택이 필요하였다.

오존의 생성 반응은 공기 중의 산소와 자외선 에너지에 의한 매우 빠른 광화학 반응이기 때문에 자외선 램프 표면에서 공기 난류를 유도하는 것이 유리하다고 판단되어 방해판(baffle)을 부착하였다.

이렇게 설치한 오존발생장치는 방해판을 설치하지 않은 경우에 비하여 25 %의 발생 효율증가를 나타냈으며 이러한 결과를 그림 Fig. 1-15에 나타냈다.

마. 오존수의 제조 및 살균 특성

오존수 발생장치의 오존수 농도는 Fig. 1-16에 나타낸 것처럼 가동 조건에 따라 0.5~

0.7 ppm 농도를 유지할 수 있었다.

오존수 세척에 따른 미생물 살균 정도를 Table 2-1에 나타내었다. Table 2-1에서 오존수 세척이 약품세척에 비해 는 낮았지만 시일이 지남에 따라 그 효과가 비슷해짐을 알 수 있었다. 오존수의 경우 잔류 독성이 없고, 분해되면 산소로 환원되어 2차 오염물질이 남지 않기 때문에 그 효과는 크리라 기대된다.

3. 결 론

가. 오존의 산화력을 이용한 공기 살균 및 탈취실험은 작업자와 돼지에게 유해하지 않는 오존 농도범위 내에서 실시하였다. 분만사(0.05~0.06 ppm)에서의 탈취 실험의 경우 암모 14 ppm에서 7~8 ppm으로 50 % 감소 효과를 얻었다. 미생물 니아를 제외한 다른 유해가스는 측정되지 않았으며, 암모니아 농도는 설치 전살균의 경우 오존 발생 장치를 설치하지 않은 자돈사(0.06~0.07 ppm)는 시일이 지남에 따라 환경이 악화되어 110~130 CFU/plate의 미생물 집락수가 발견되었고 오존발생장치를 설치한 자돈사는 10~60 CFU/plate의 미생물 집락수가 발견되어 50% 이상의 살균 효과가 있음을 알 수 있었다.

나. 공기 중 부유 미생물 살균 및 탈취에 사용된 오존 발생 장치가 램프 개방에 따른 오존 발생기의 오염을 가져오는 문제가 있어 이를 밀폐형으로 변형하여 오존 생성농도를 실험하였다. 밀폐형 또한 개방형과 마찬가지로 원활한 오존 발생을 얻을 수 있었으며, 밀폐형 오존 발생장치에 공기의 와류를 형성할 수 있는 baffle을 부착하여 25 % 이상의 오존 발생 효율 증가를 얻었다.

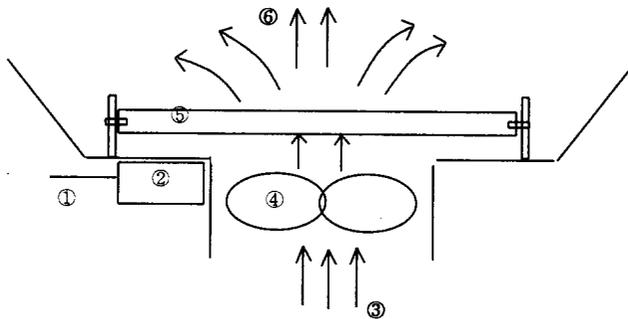


Fig. 1-3. 개방형 오존발생장치.
 (①전원 ②안정기 ③원료공기 ④팬 ⑤자외선램프
 ⑥ 생성된 오존과 공기)

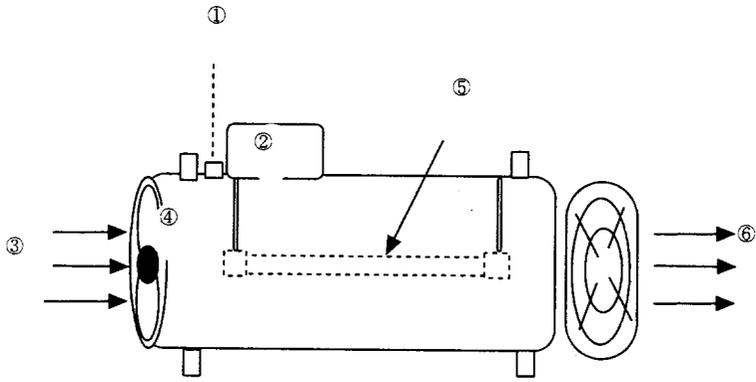


Fig. 1-4. 원통형 오존 발생장치(시작품 I).
 (①전원 ②안정기 ③원료공기 ④팬 ⑤자외선램프
 ⑥생성된 오존과 공기)

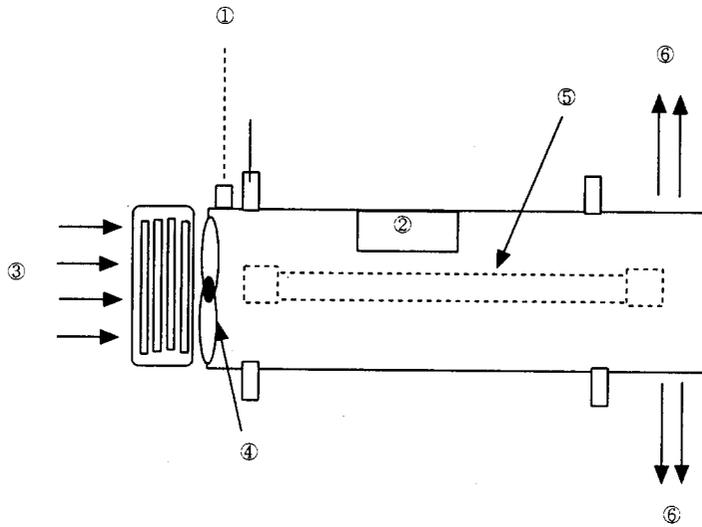


Fig. 1-5. 사각통형 오존발생장치(시작품 II).
 (①전원 ②안정기 ③원료공기 ④팬 ⑤자외선램프
 ⑥생성된 오존과 공기)

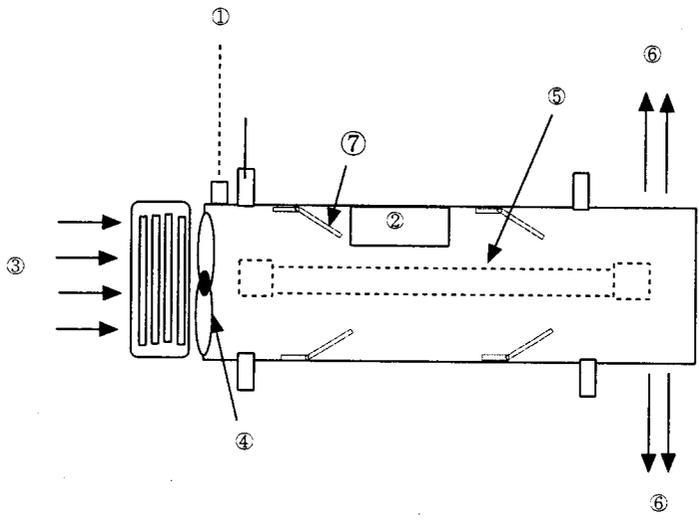


Fig. 1-6. 사각통형 오존발생장치 내 방해판 설치.
 (①전원 ②안정기 ③원료공기 ④팬 ⑤자외선램프
 ⑥생성된 오존과 공기 ⑦방해판)

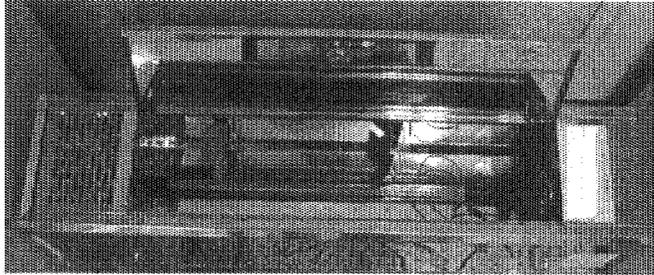


사진 1. 사각통형 오존발생장치 내부

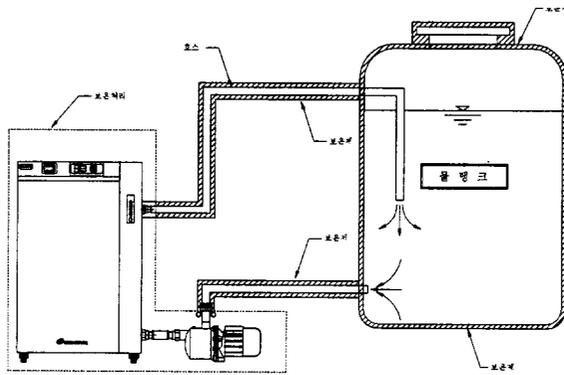


Fig. 1-7. 오존수 발생장치의 개요도.

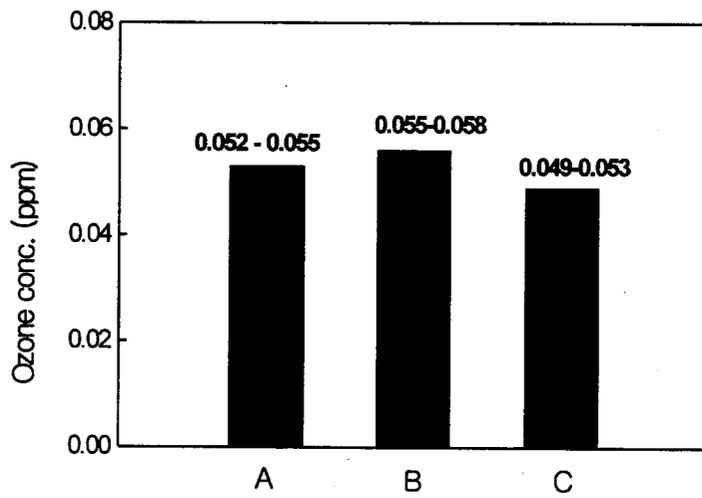


Fig. 1-8. 분만사내의 오존 농도.
 (A) 흡기구 부근, (B) 중심구 부근, (C) 배기구 부근

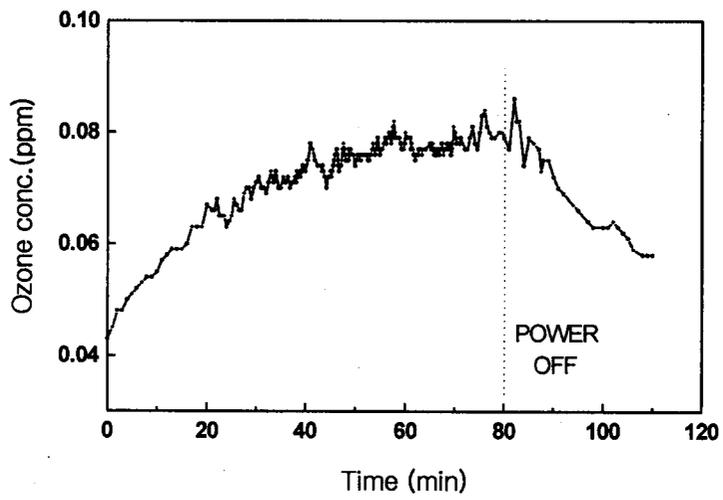


Fig. 1-9. 오존 발생장치 가동시간에 따른 오존농도 변화.

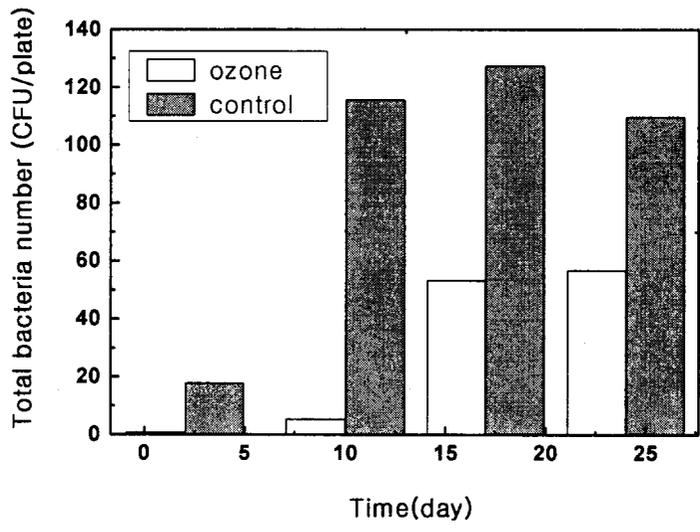


Fig. 1-10. 자돈사에서 오존의 미생물 살균 효과
(오존농도: 0.06~0.07ppm).

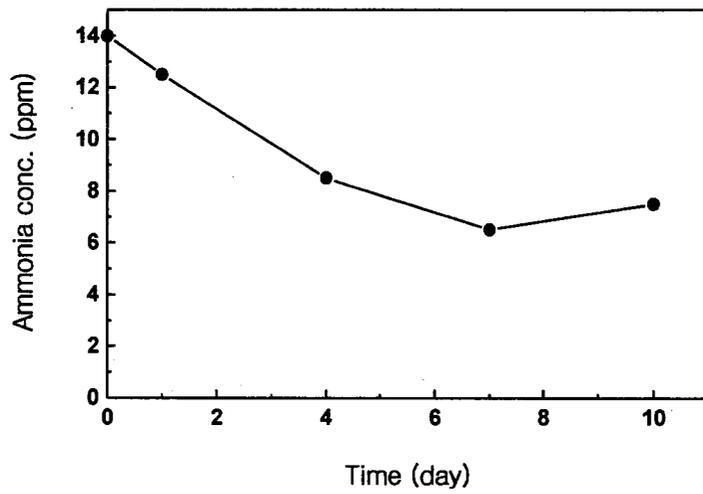


Fig. 1-11. 분만사에서의 오존의 탈취 효과(오존농도: 0.05~0.06 ppm)

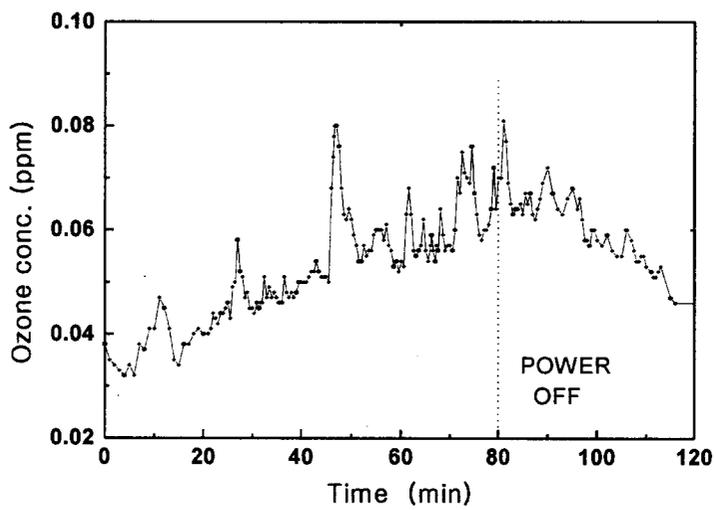


Fig. 1-12. 원통형 오존 발생장치의 시간에 따른 오존농도.

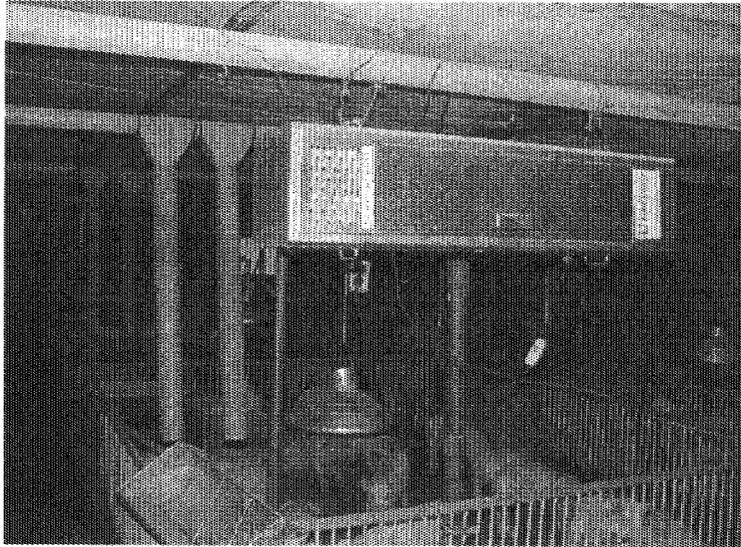


사진 2. 오존발생장치의 돈사 내 설치.

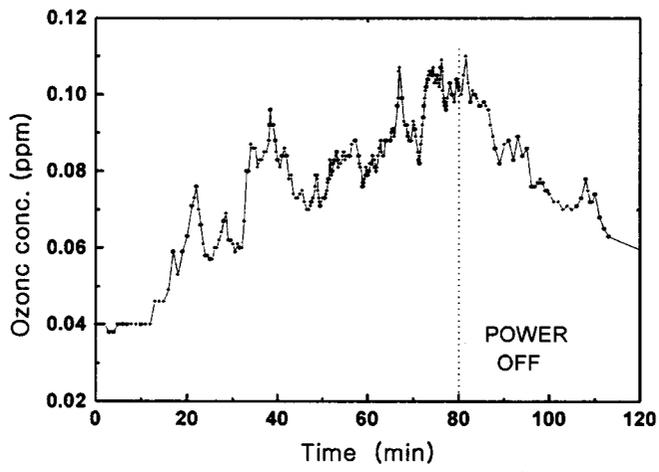


Fig. 1-13. 사각통형 오존 발생장치의 가동시간에 따른 오존농도

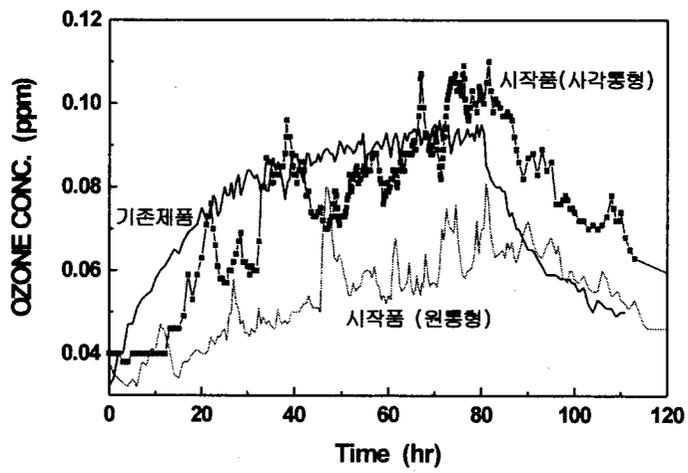


Fig. 1-14. 시작품과 기존 제품과의 오존 생성량 비교.

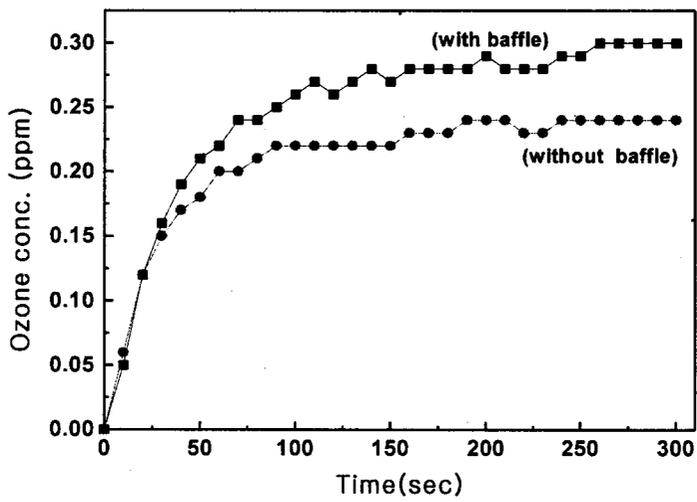


Fig. 1-15. 사각통형 오존발생기 내 방해판 설치에 따른 오존 생성량 비교

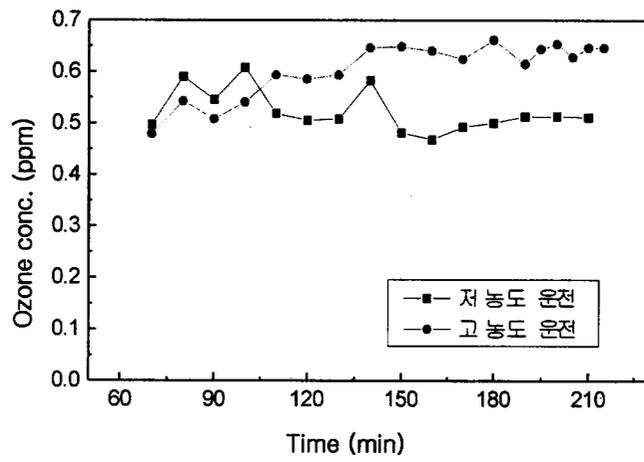


Fig. 1-16. 오존수 발생장치의 성능.

제 2 절 오존 발생에 따른 유해가스 및 낙하미생물 측정

1. 장소 선정 및 연구방법

연구수행을 위한 돈사의 장소 선정은 (주)춘강 농장을 위주로 하였고, 그 외에 규모가 상대적으로 적은 하빈농장, 야베스농원 등도 필요에 따라 선정하였다. 각 장소의 오존 발생기 설치 위치는 그림 2-1, 2-2, 2-3과 같다.

2. 유해 가스 측정

암모니아, 메탄, 유화수소의 농도측정은 multi-gas monitor를 이용하여 측정했고, 오존 농도는 ozone detector를 이용하여 측정했다. 제작된 오존 발생기는 돈사내의 출입문, 환풍기 위치등을 고려하여 설치방법을 달리하였으며, 대조군은 돼지의 생육 및 환경상태가 유사한 돈사를 대상으로 했다. 오존발생기에서 생성되는 오존의 발생량을 모니터링 하면서 돈사내에 적정 농도로 유지되는 동안의 다른 유해가스의 변화량을 측정하였다. Fig.2-4 는 춘강 자돈사의 암모니아 농도의 변화량을 시간별로 나타낸 그림이다. 오존 발생기 설치후 10 시간 이내에 오존의 농도가 증가하여 돈사내에 일정한 농도로 유지되는 것을 볼 수 있다 (Fig 2-4-A). 또한 오존농도가 돈사내에 일정하게 유지된 후 10시간이 더 경과되었을 때부터 암모니아의 농도가 감소하는 것을 관찰 할 수 있었다.

야베스농산의 경우도 상기와 같은 방법으로 오존 농도에 관련된 유해가스 농도를 검사 하였다 (Fig. 2-5-A, B). 야베스 농산의 경우도 수 시간 내에 오존의 농도가 크게 증가하였고 증가된지 10여 시간 후부터 암모니아 농도가 줄어드는 것을 관찰 할 수 있었다.

야베스 농산의 경우 춘강에 비해 돈사의 규모가 작고 환풍이 잘되는 이유로 오존의 농도가 초기에 급격히 증가했음에도 시간이 흐르면서 오존의 농도는 오히려 감소하는 경향을 나타내고 있다. 그럼에도 불구하고 일정시간(약 10시간)이 경과된 후 암모니아의 농도가 대조구에 비해 현저하게 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 춘강 및 야베스 농산의 결과를 종합해보면 오존의 발생으로 유해가스는 현저히 감소시킬 수 있는 것으로 판단된다.

3. 오존에 의한 살균효과 분석

가. 낙하미생물 측정

무창돈사인 (주)춘강 농장의 분만사 자돈사 비육사를 이용하여 돈사 종류별 (분만사, 자돈사, 비육사) 낙하 세균 측정을 시도했으며, 추가적으로 규모가 적은 하빈농장의 비육사를 대상으로 앞서 설명한 유해가스의 농도 측정위치에서 돈사별 각각 2 또는 3곳의 장소를 선발하여 낙하 미생물을 측정하였다.

1) 낙하미생물 측정법 확립

낙하미생물 채집방법은 지표에서 30cm이상 떨어진 위치에 영양원이 풍부한 배지를 일정 시간 동안 공기에 노출 한 후 37℃에서 배양하여 미생물의 수를 측정하였다. 돈사의 종류에 따라 낙하미생물을 10 - 120초까지 10초 간격으로 낙하미생물을 측정할 결과 돈사의 종류에 관계없이 10 또는 20초간의 노출에서 약 20 - 300 cfu (colony forming unit)의 낙하미생물을 관찰할 수 있었다. 또한 돈사내 낙하미생물의 수는 배기구 주위를 제외한 나머지 부위에서는 일정한 수의 미생물이 존재하는 것을 확인하였다.

2) 오존에 의한 낙하미생물 살균력 검사

돈사에 따라 선정된 시료채취 위치에서 표준화된 수평식 저전압 오존 살균기를 장치한 후 오존 처리전과 처리 후 낙하미생물의 농도를 돈사별로 측정, 비교하였고, 유해 낙하미생물은 오존발생기의 운전조건 변환에 따라 최고의 감소율이 될 수 있도록 검사했다. 검사는 앞절에 기록한 방법으로, 돈사 바닥에서 30cm 떨어진 위치에 일반 배지를 놓고 10초 또는 20초간 노출시킨 후 실험실로 이동하여 37℃ 배양기에서 24시간 배양한 후 집락수를 관찰하였다. 위의 방법을 3회 반복 실시하였으며 그 평균값으로 미생물 수를 측정하였다.

3) 낙하미생물 검사기간

(주)춘강의 분만사, 비육사 및 자돈사에서 발생하는 대기중 부유 미생물 숫자를 오존 발생기를 설치한뒤 2월부터 3월까지 연속하여 측정하였다. 이후의 기록은 2000년 전국적인 구제역 파동으로 실험이 6개월 정도 중단되었다. 그 후 구제역 발병 기간이 지난 9월부터 11월까지 낙하미생물 검사가 재개됐으며, 그 후 동절기가 지난 2001년 4월부터 낙하미생물 검사를 다시 시작하여 7월까지 진행하였다. 이때는 (주)춘강 뿐 아니라 하빈농장, 야베스농장 등 여러 장소에서 진행을 하였고, 모형실험을 통해서 개량된 오존 발생기를 설치하여 진행하였다. 2001년 7월부터 11월까지는 비교적 적정한 조건을 확보한 (주)춘강의 자돈사에서 오존의 살균력 검사에 관한 집중적인 낙하미생물 숫자를 검사했다.

4) 낙하미생물 검사 결과

가) 분만사

최초 측정을 위해 (주)춘강에 오존발생기를 설치한 시점은 1999년 2월 말로서 외부온도가 낮은 관계로 각 돈사는 난방의 이유로 히터가 설치되어있고 환기가 잘되고 있지 않아

돈방내의 냄새가 매우 심했다. Fig. 2-6은 3곳의 측정 site (1, 3, 5)에서 1주일 간격으로 2회(사육 후 각각 7일, 14일)에 걸쳐 3회 반복 실험을 실시한 결과를 나타냈으며, 각각의 graph에서 파란색 막대는 실험군을 그리고 붉은색 막대는 무처리 대조구를 나타낸다.

나) 자돈사

Fig. 2-7은 2곳의 측정 site(1, 3)에서 1주일 간격으로 3회(사육 후 각각 7일, 14일, 21일)에 걸쳐 3반복 실험을 실시한 결과를 나타냈으며, 각각의 graph에서 회색막대는 실험군을 그리고 검은색 막대는 무처리 대조구를 나타낸다. Fig. 2-7은 3월중에 실시한 결과이나 그 이후 구제역 파동으로 현장에 접근할 수 없는 문제가 발생하여 지속적인 관찰이 불가능하게 되었다. 구제역 파동이 끝난 9월에 실험을 재개하였으며 이전에 설치했던 장소에 동일한 방법으로 낙하 세균수를 측정하였다 (Fig. 2-8, 2-9). 6개월의 시간차이가 있는 결과이지만 3월 9월 두 경우 모두 오존 실험군에서 낙하세균의 수가 현저하게 감소되어 있는 것을 볼 수 있었으나 9월의 실험 결과는 측정일자에 따라 #3번 위치의 세균수가 나머지 경우와는 달리 증가하는 것으로 나타났다. 이는 시료채취 지역의 환경요인에 기인한 것으로 판단된다.

다) 비육사

비육사의 경우 비육일수에 비례하여 증가되는 낙하세균의 감소가 현저한 경향을 보였으나, 실험을 실시하는 비육사의 하루 중 오존의 농도변화가 작업환경에 따른 영향에 크게 좌우되어 결과분석이 용이하지 않았다(Fig. 2-10).

라) 하빈농장 비육사

(주)춘강은 선진화된 시설을 사용하여 도내 최대의 사육두수를 유지하고 있으나 본 실험의 모델시스템으로는 규모가 크고 사육두의 순환이 빨라서 실험도중 돌출변수가 많은 단점을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험을 규모가 상대적으로 적고 안정된 시스템을 가진 하빈농장을 대상으로 같은 방법으로 오존 및 자외선의 노출에 의한 낙하세균수의 변화를 조사하였다 (Fig. 2-11). 하빈농장의 경우 통풍시설이 매우 잘되어 있었으며 상부에 공기 유입구가 있고 하부에 배출구가 있어서 춘강의 경우와는 달리 냄새가 많이 나지 않은 환경을 가져, 오존의 확산 역시 빠를 것으로 예상되었다. 자외선 및 오존에 노출된 1일째의 경우 낙하세균수가 설치장소 세균대 모두 대조군에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났는데 이는 오존 및 자외선의 영향인지 아니면 다른 요인에 의한 것인지는 불분명하게

나타났다. 오존에 24일간 노출된 경우도 1일제와 비슷한 패턴으로 나타나는 것으로 유추해 볼 때 하빈 농장의 경우는 매우 빠르게 순환되는 통풍시스템에 의해 오존의 효과가 오히려 감소했을 것으로 생각된다.

돈사별 미생물 측정위치는 앞서 기술한 측정위치 (Fig 1, 2)에서 선발하여 낙하 미생물을 측정하였다. 4월부터 측정된 자료중 계절적 요인 및 돼지의 이동에 의한 환경 변화가 비교적 적은 춘강의 자돈사 자료가 오존의 살균효과를 분석하는데 유용한 결과를 나타냈다. 4월부터 7월에 걸친 미생물 숫자의 변화는 전체적으로 미생물 숫자의 유지 또는 감소를 나타냈다 (Fig. 2-12). 4월의 경우 대기의 온도가 비교적 낮으므로 초기 숫자가 적게 나타났으며 이후 조금씩 증가하는 양상을 띠었으나 5월 16일을 정점으로 그 이후는 현저하게 적은 수로 유지되는 것이 관찰됐다. 4월의 자료는 대조군 자료의 부족으로 상대적인 비교는 할 수가 없었고, 5월 및 6월에 걸친 미생물 숫자의 변화는 대조군과의 비교를 통해 볼 때 오존에 의해 미생물의 수가 현저하게 감소하는 것을 관찰 할 수 있었다 (Fig. 2-13). 대조군의 경우 각 날자별로 미생물의 수가 현저하게 차이가 나는 경우가 많았으나 오존 발생기가 설치된 돈사의 경우 미생물 숫자가 일정 수준 미만으로 유지되는 것을 알 수 있었다.

(주)춘강의 규모에 비해 상대적으로 크기가 작고 안정된 시스템을 가질 것으로 추측된 하빈농장 및 야베스 농원의 경우도 춘강의 경우처럼 오존 및 자외선의 노출에 의해 낙하세균수의 변화는 관찰 할 수 있었다. 다만 규모가 작은 관계로 통풍시설이 매우 잘되어 있었으며 상부에 공기 유입구가 있고 하부에 배출구가 있어서 춘강의 경우와는 달리 냄새가 많이 나지 않은 환경을 가져 Fig 2-5에서 보는 것처럼 오존의 확산 역시 빠르게 나타났다. 자외선 및 오존에 노출된 경우 낙하세균수가 설치장소에서 모두 대조군에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났다. 다만 환경의 영향이 크게 좌우되는 조건이므로 오존 및 자외선의 영향외에 통풍에 의한 직접적인 요인에 의해 줄어든 것으로 사료된다.

5) 자돈사의 오존발생기 최적화에 따른 미생물 숫자 감소의 정량화

(주)춘강, 하빈농장, 야베스농장 등 여러 장소에서 오존과 미생물 생육관계를 조사한 결과 오존의 살균효과를 극대화하기 위해서는 적정 규모의 공간과 통풍의 제한 등 환경요인이 중요한 것으로 인식되어 (주)춘강의 자돈사를 대상으로 7월부터 11월까지 대조군과 비교하여 정량적인 비교 실험을 수행하였다. 환경조건이 같은 돈방 두곳을 지정하고 돈사를 대상으로 오존발생기 최적화에 따른 미생물숫자의 감소를 정량화하였다. 그 결과 오존 처리에 따라 30-70%의 부유 미생물이 감소하는 결과를 얻을 수 있었다 (Fig. 2-14 - 2-19).

6) 오존수를 이용한 세척의 영향

부유 미생물의 발생 주원인은 돈사 바닥의 분뇨에서 증식으로 인한 개체의 증가에 있다고 볼 수 있다. 따라서 일차적으로는 분변 자체에 있는 미생물 숫자에 의해 결정된다고 볼 수 있으나 이차적으로는 돈사 바닥의 미생물 개체에도 영향을 받는 것으로 사료되어 바닥청소에 사용되는 소독약품을 대신하여 오존수가 그역활을 할 수 있는지를 알아보기 위해 오존수로 처리했을때와 소독제를 처리했을때의 잔류 미생물 숫자를 조사했다. 돈사의 청소를 위해서는 현재 바이엘코리아 주식회사에서 공급하는 팜플루이드S 용액 (고온건류 타르산 42%, 크레졸 5.25%, 도데실벤젠설폰산 25.2%, 빙초산 26%)을 400배 희석하여 소독제로 사용하고 있었다. 잔류미생물 검사는 소독제 및 오존수로 청소한 뒤 바닥에 남은 청소액의 일부를 실험실로 옮겨와 적당하게 희석을 한후 영양배지에 도말하여 나타나는 세균수를 측정하였다. 또한 청소후 1시간뒤 대기중의 부유 미생물 숫자도 조사했다 (Table 2-1).

Table에서 알 수 있듯이 오존수에 비해 화학소독제의 사용이 월등한 살균효과가 있음을 알 수 있으나, 화학제를 사용할 경우 심한 악취로 인해 하루 이상 돈사를 비워야 하는 문제가 있었다. 반면 물세척에 비해서는 오존수의 역할이 50%정도의 세균수가 감소하는 효과를 볼 수 있었다. 따라서 오존수를 이용한 청소는 물세척보다는 좋은효과가 있으나 화학소독제에 비해서는 그 효과가 크지 못하므로 비록 심한 냄새가 있다해도 바닥청소에는 화학소독제의 사용이 추천된다.

4. 고 찰

오존 및 자외선의 유해가스 제거 결과를 종합적으로 고찰해보면 오존 농도를 일정기간 유지했을 경우 실험군에서는 대조군에 비하여 암모니아 가스의 농도가 현저히 감소되는 것을 볼 수 있다. 다만 오존의 농도에 따라 차이가 있을 수 있지만 약 10시간 정도의 오존 처리는 암모니아 가스를 감소시키는 것으로 나타났다. 오존에 의한 전체 낙하세균의 숫자는 감소하는 경향을 분명하게 확인 할 수 있었다. 특히 공기의 흐름이 안정되어 있는 장소에서는 그 효과가 현저하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 다만 이 방법이 현장에서 직접 실시하는 실험이므로 살균효과는 돈사내의 환기 상태에 매우 밀접한 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 계절에 따른 돈사의 온도 조절 방법, 환풍기의 설치 장소, 출입문 등 돈사내의 대기환경에 밀접한 영향을 주고있는 요인들의 고려가 반드시 필요하며, 살균력의 효율을 높이기 위해서는 돈사의 규모 또는 대기 환경에 따른 적절한 오존 처리방법,

공급량 및 송풍방식등에 대한 최적화 작업이 필요할 것으로 예상된다. 현재로서는 돈사의 규모가 규격화 된 것이 없으므로 일괄된 최적화 작업은 불가하겠으나 (주)춘강의 자돈사 면적에 비례할 때의 조건으로 유추하면 돈사면적 100m² 당 2개의 오존 발생기 설치로 유해 가스 및 유해 미생물의 제거는 가능할 것으로 유추된다.

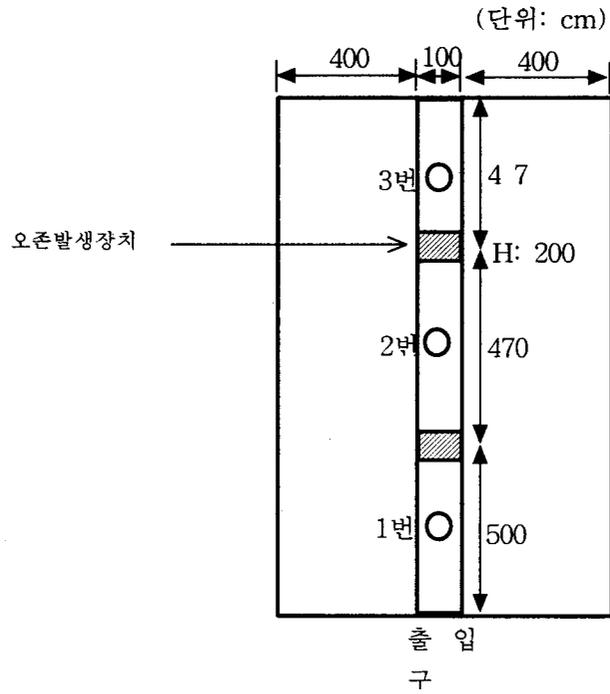


Fig 2-1. 오존발생기 설치위치

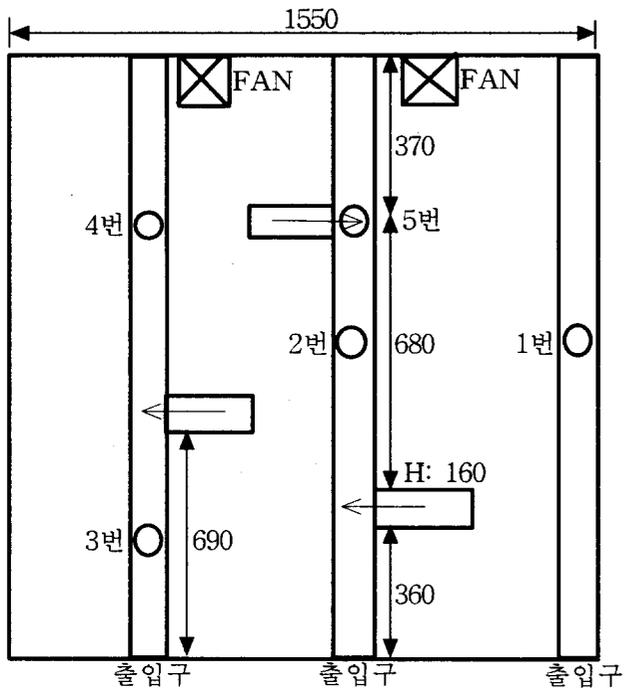


Fig. 2-2. (주)춘강 분만사의 오존발생장치 및 세균측정 위치도

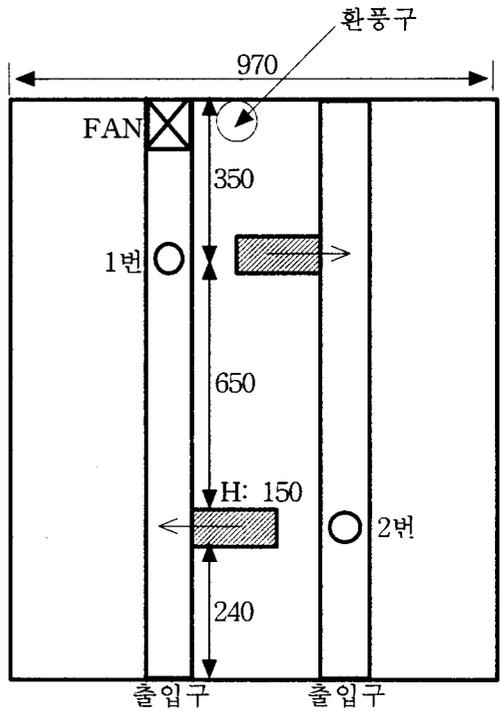
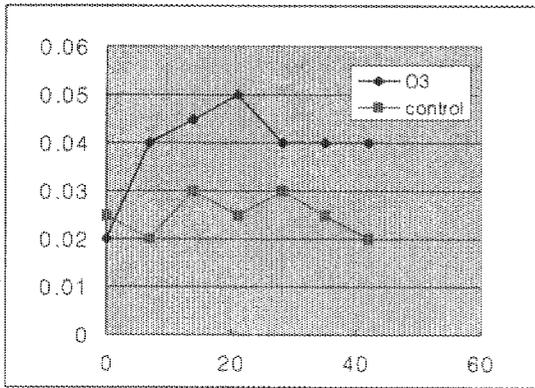


Fig. 2-3. (주)춘강 자돈사의 오존발생장치 및 세균측정 위치도

A



B

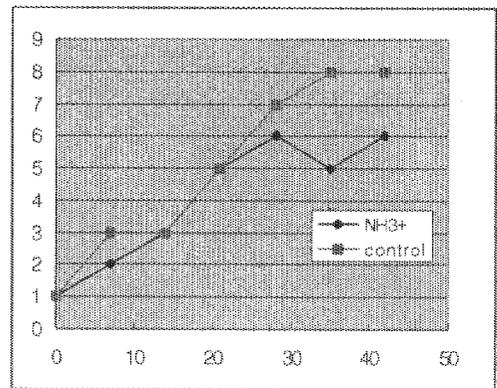
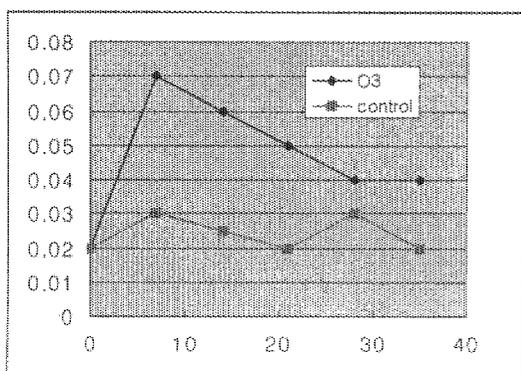


Fig. 2-4. 춘강 자돈사의 암모니아 농도의 시간별 변화량

A



B

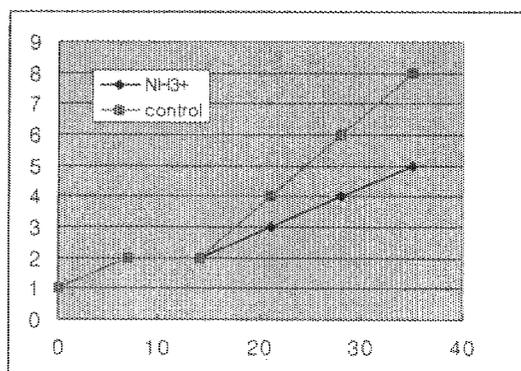


Fig. 2-5. 야베스 농산의 자돈사 암모니아 농도의 시간별 변화량

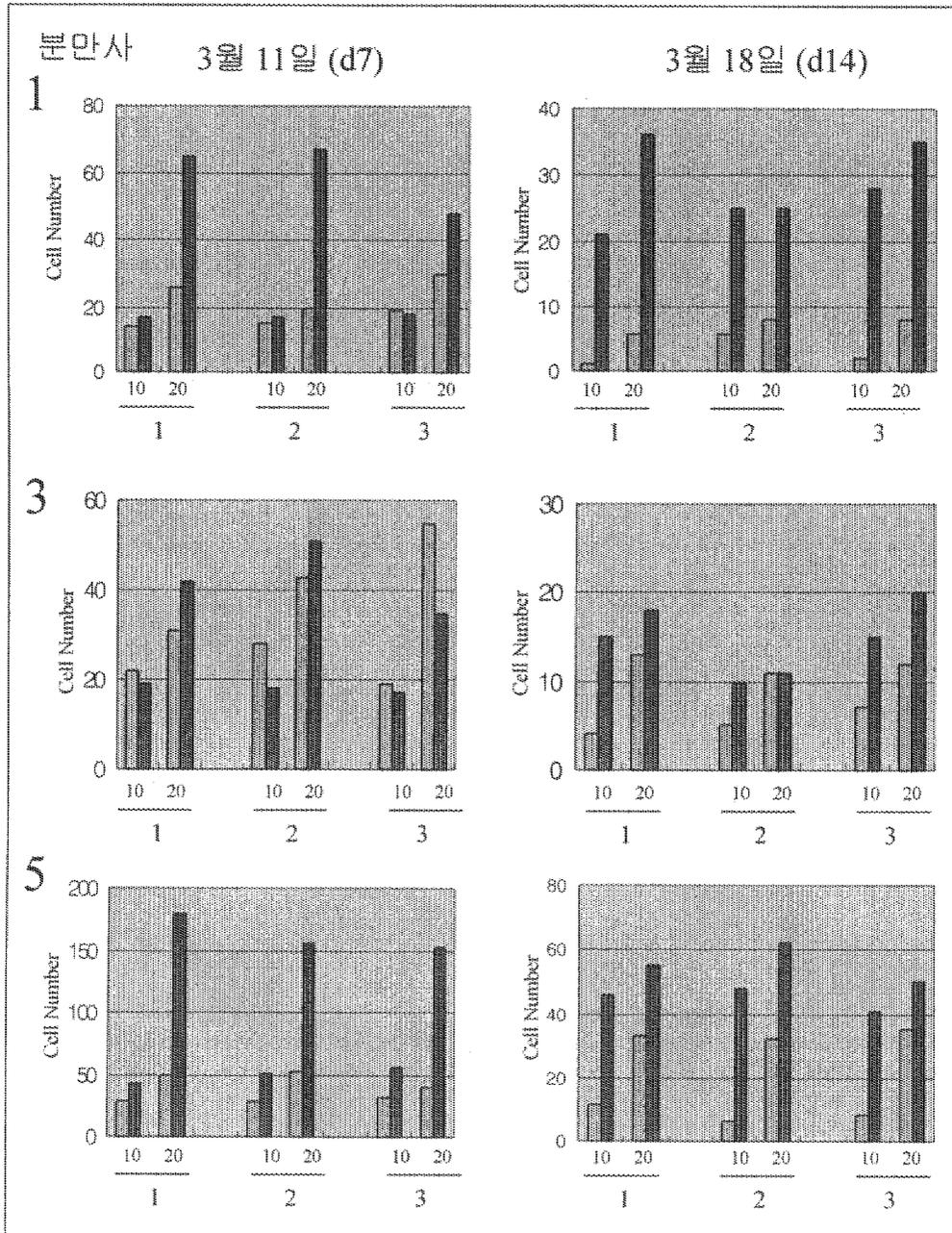


Fig. 2-6. (주)춘강 분만사내의 #1, #3, #5 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

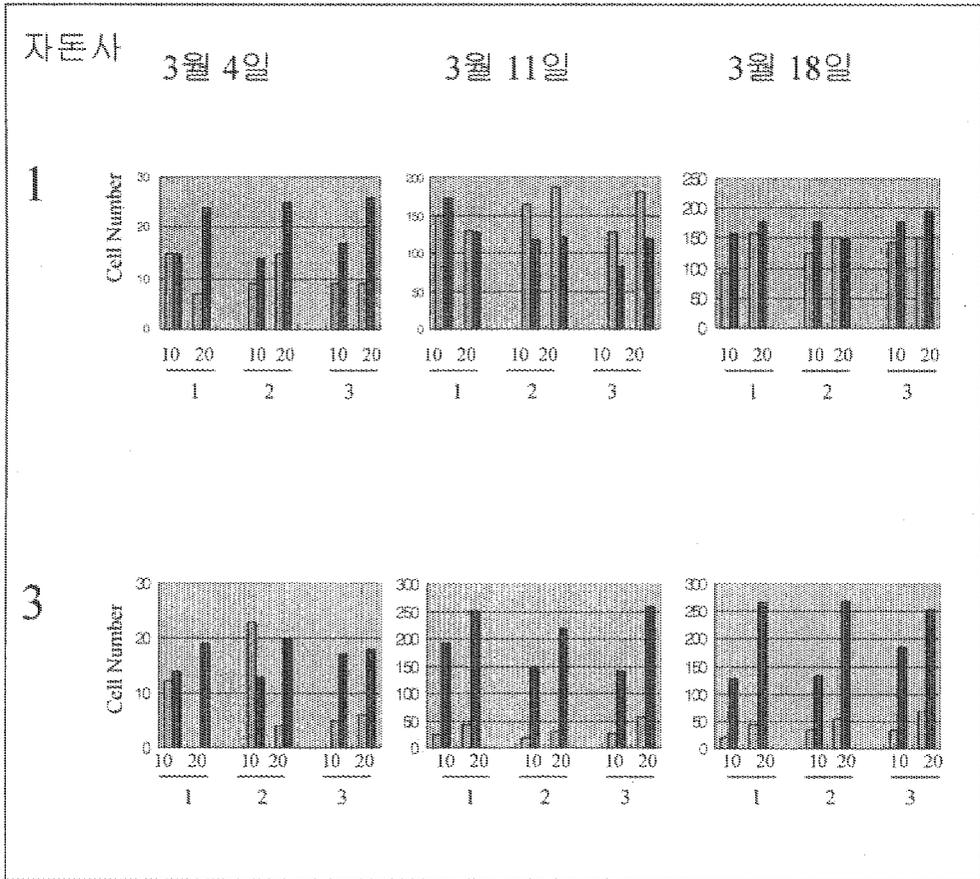


Fig. 2-7. (주)춘강 자돈사내의 #1, #3 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

자돈사

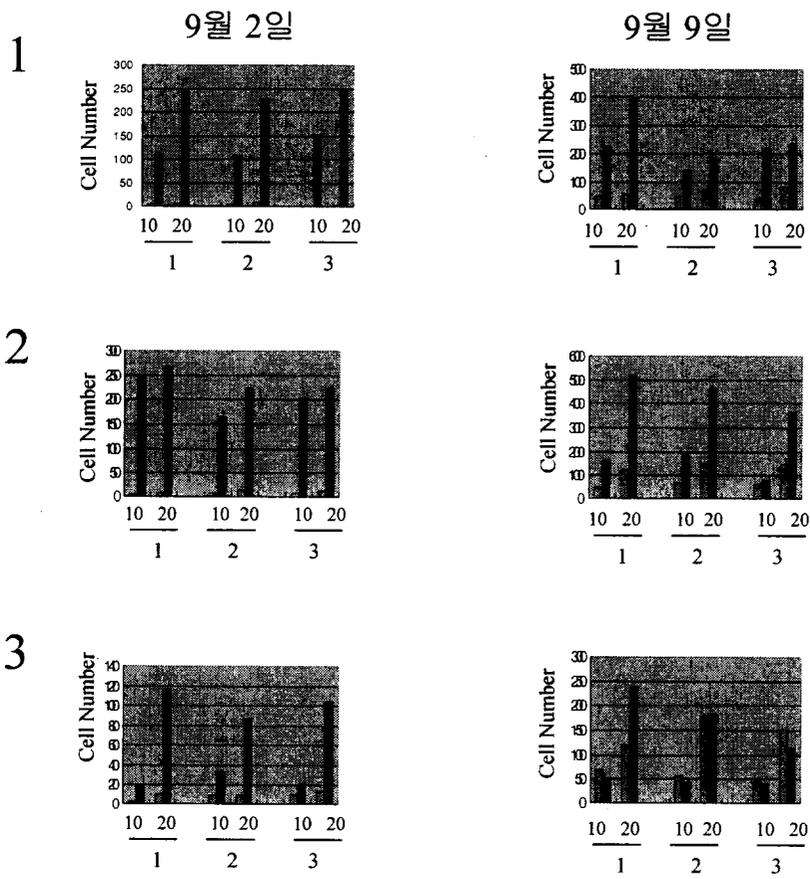


Fig. 2-8. (주)춘강 자돈사내의 #1, #2, #3 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

자돈사

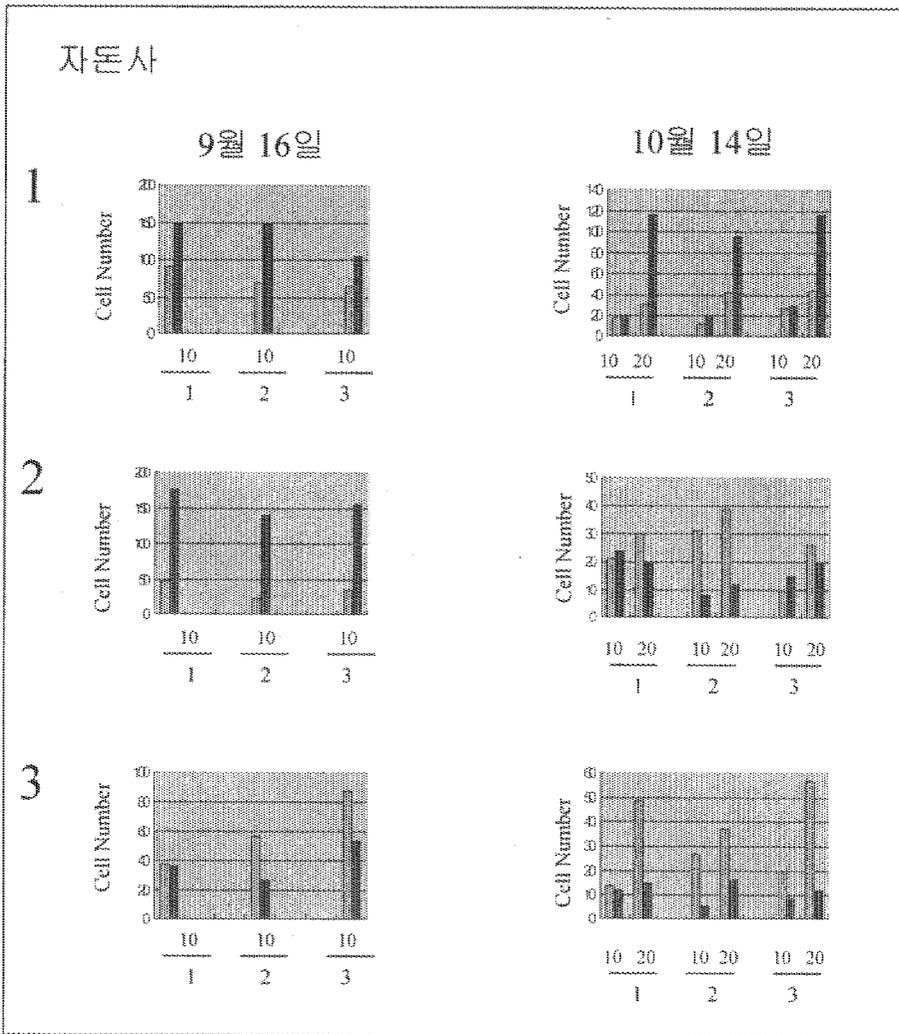


Fig. 2-9. (주)춘강 자돈사내의 #1, #2, #3 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

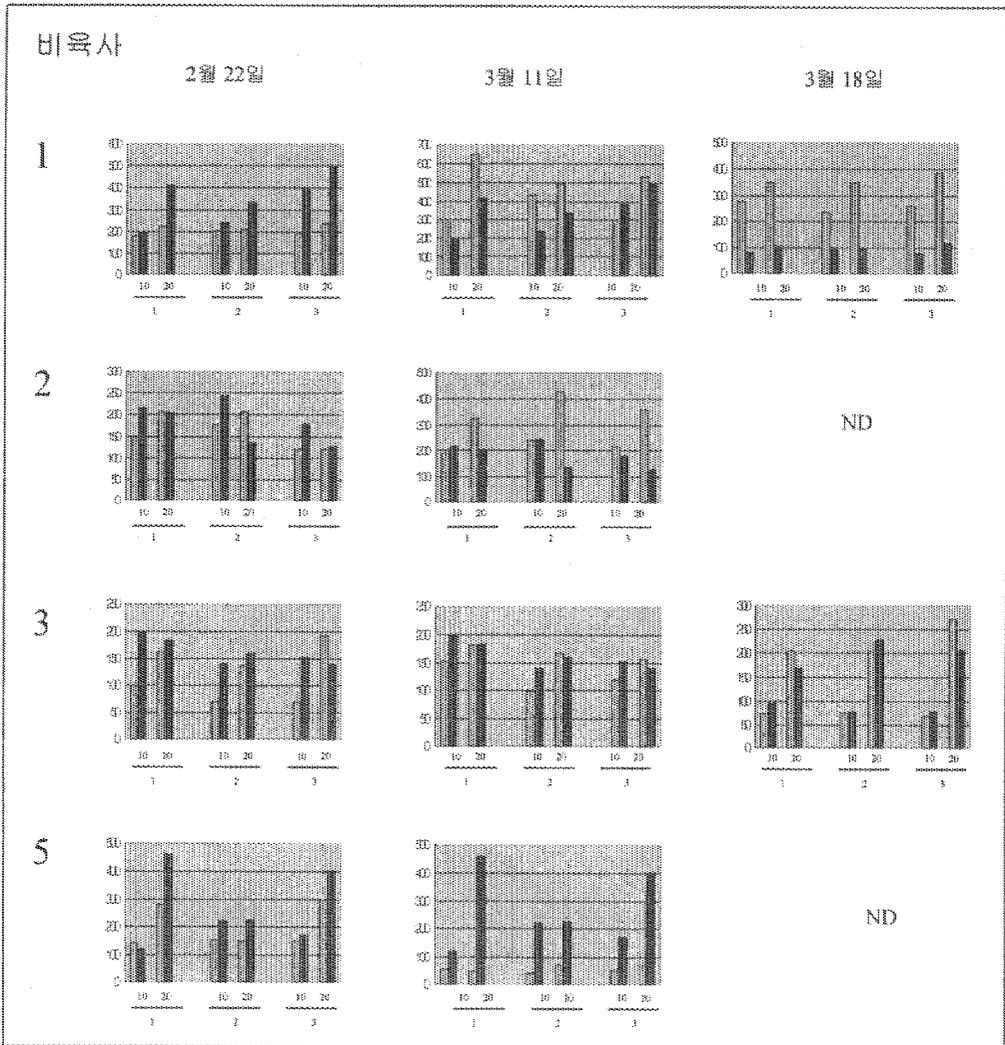


Fig. 2-10. (주)춘강 분만사내의 #1, #2, #3, #5 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

하빈농장 비육사

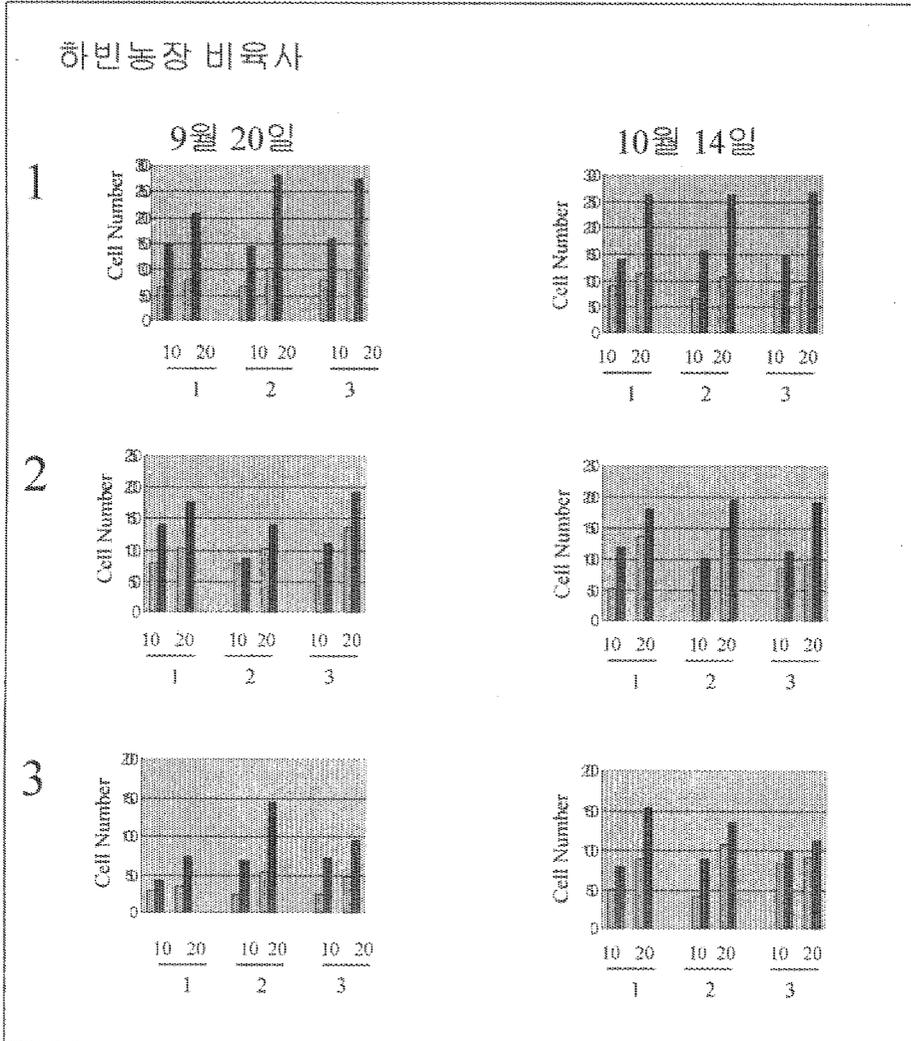


Fig. 2-11. 하빈농장 비육사내의 #1, #2, #3 위치에서 오존 처리에 따른 낙하세균수의 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

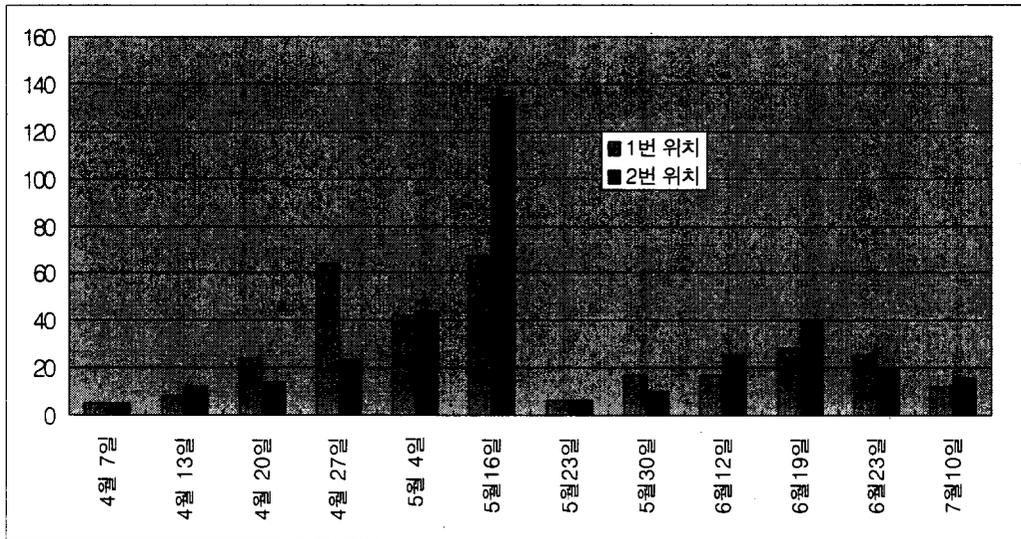


Fig. 2-12. (주)춘강의 자돈사내의 일자별 전체 미생물 숫자의 변화.

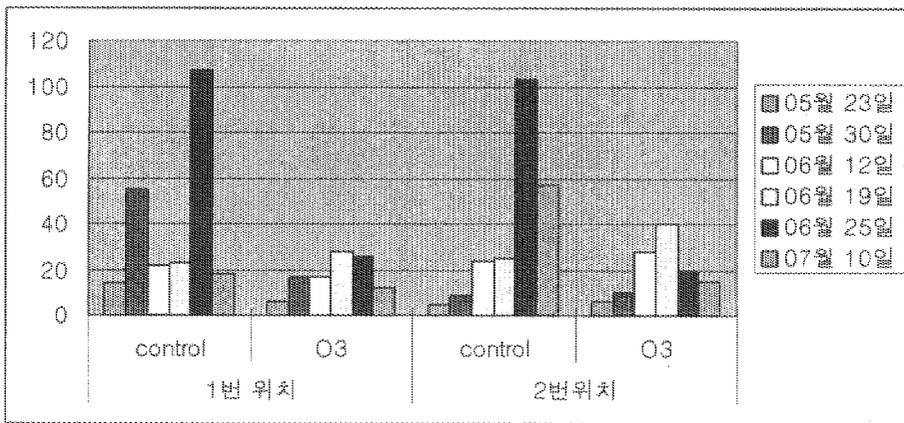


Fig. 2-13. (주)춘강의 자돈사내 미생물변화의 대조군과의 비교.

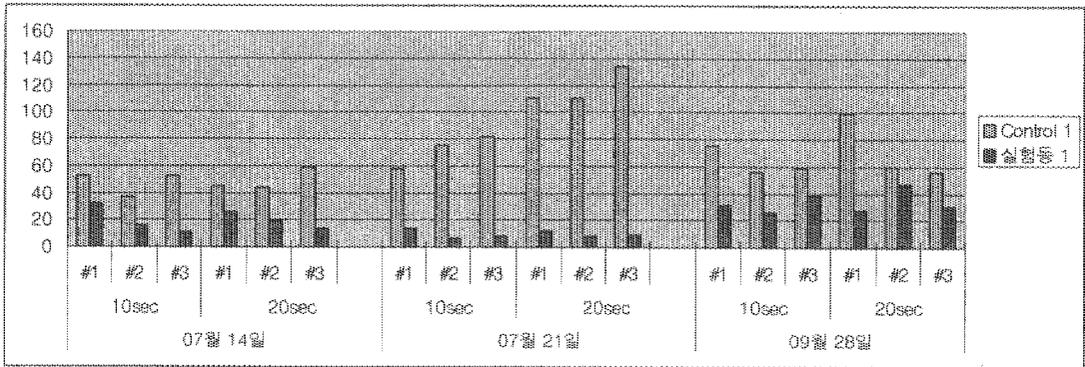


Fig 2-14. (주)춘간의 자돈사내 1번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화
10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

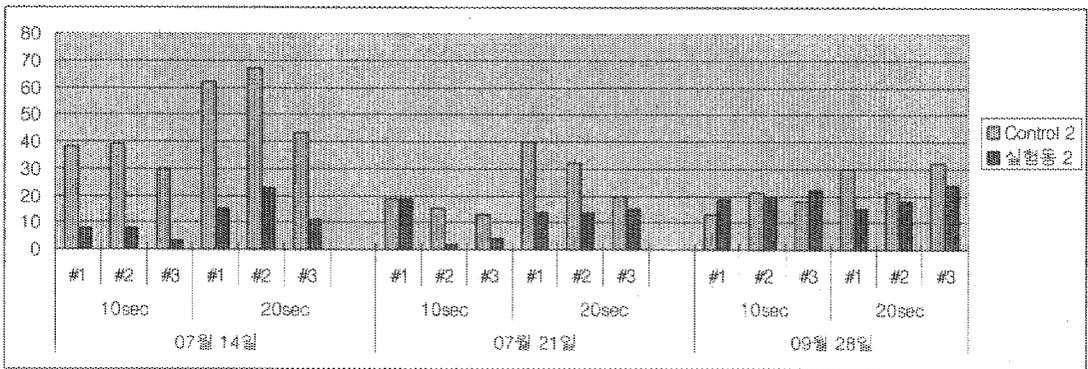


Fig 2-15. (주)춘강의 자돈사내 2번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

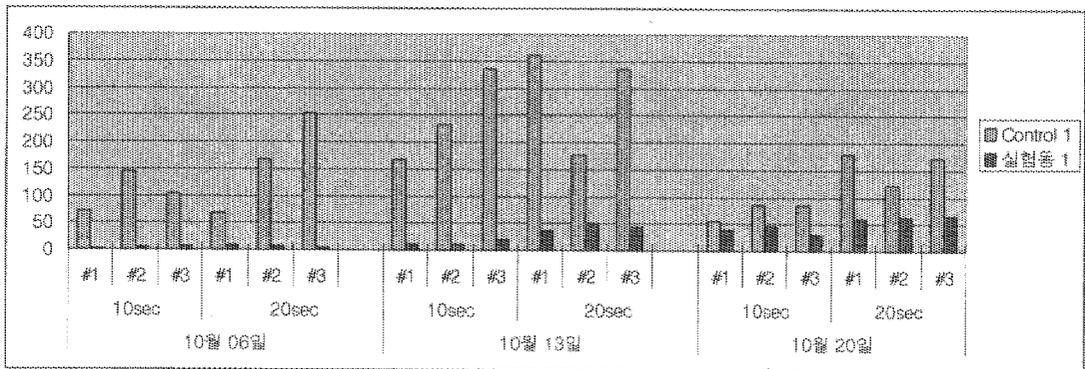


Fig 2-16. (주)춘강의 자동사내 1번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

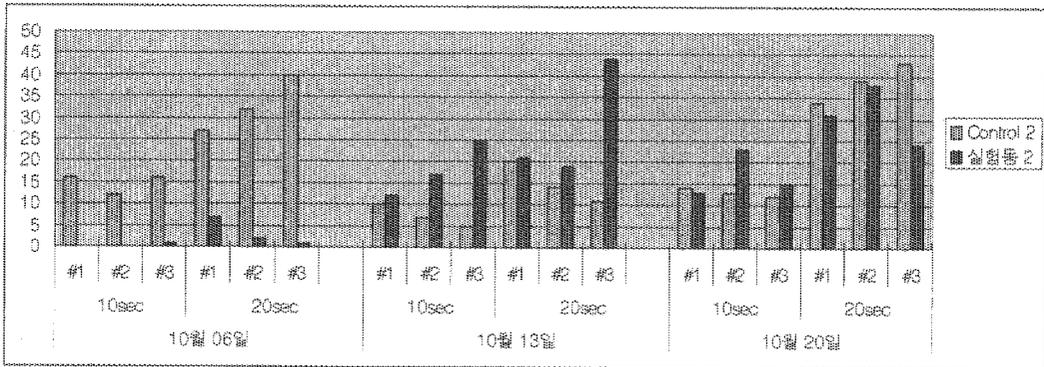


Fig 2-17. (주)춘강의 자돈사내 2번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

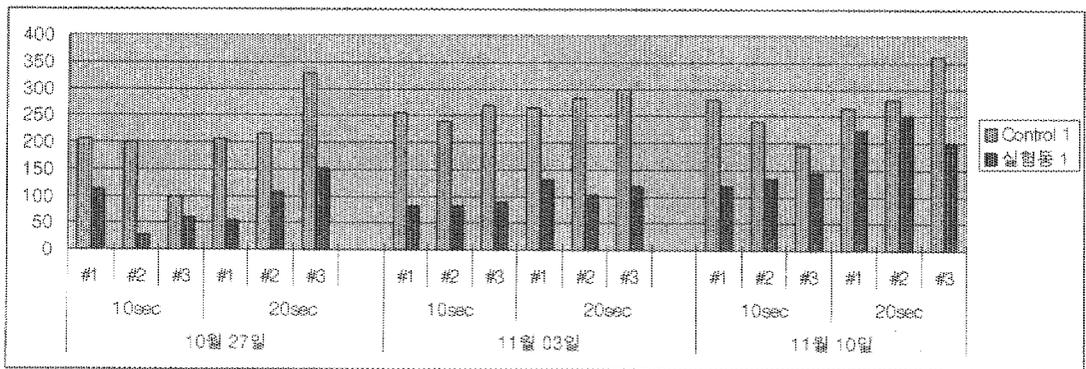


Fig 2-18. (주)춘강의 자돈사내 1번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

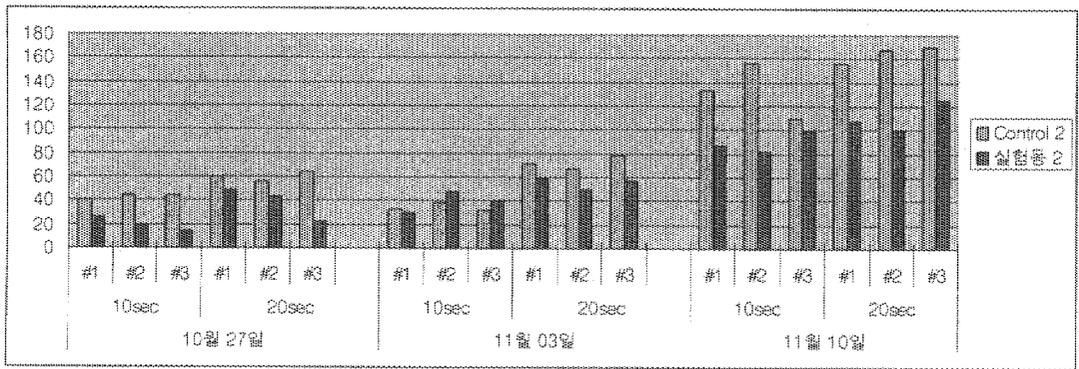


Fig 2-19. (주)춘강의 자돈사내 2번위치에서의 오존처리에 따른 낙하세균 수의 주기별 변화. 10초 및 20초 간격으로 세균의 수를 3회 측정함.

Table 2-1. 돈사의 살균처리 후 잔류세균수의 비교

소독제 처리시간	팜플루이드 소독제	오존수	물세척
0 min	9.8×10^2	2.7×10^7	2.2×10^7
30 min	7.1×10^2	1.7×10^7	3.2×10^7
60 min	1.39×10^3	2.0×10^7	6.5×10^7

제 3 절 분만 자돈 및 육성 돈사에서 질병발생 및 사육성적 분석

1. 양돈 농장 선정

분만사와 이유자돈의 돈사가 부창으로 되어 있는 춘강(주) 농장을 이용하였으며, 때에 따라 규모가 작은 하빈 혹은 야베스 농장을 선정하였다.

2. 오존발생기 설치 후 분만사와 자돈사의 사양실험

오존발생기 설치 후 분만돈사에서 포유기간 중 육성율을 관찰하였으며 관찰 기간동안 폐사를 기록하였다. 이유돈사내에서 1주일에 한번씩 체중을 측정하고 개시체중과 종료체중을 이용하여 증체율과 섭취되는 사료량으로 사료 요구율을 관찰하였다. 발생하는 경제적인 효과를 관찰하고자 사육지표를 구하고 지속적으로 오존발생기의 성능계량에 기초적 data를 제공할 수 있도록 하였다.

폐사체의 질병 검사는 오존발생기 설치 돈방과 비설치 돈방에서 자돈 및 육성돈의 질병 발생시 부검을 통하여 질병에 형태를 조사한다. 부검은 일반적인 술식에 준하여 시행하며 부검시 이상장기를 채취하고 10% 중성 formaldehyde에 고정한다. 고정된 장기는 탈수 후 paraffin에 포매하여 4 μ m로 절편한다. 탈파라핀과 합수후 hematoxylin-eosin으로 염색하여 광학현미경으로 관찰한다.

3. 오존 발생기 설치에 따른 분만사의 사양성적

가. 오존 발생기 설치에 따른 분만사 사양 시험 성적

2000년 3월에 25일간 오존 발생기 설치된 포유 돈사에서 포유기간 중 육성율은 대조군이 92.59%, 실험군이 91.90%로 실험군이 0.69% 낮게 나타났으나 유의성은 없는 것으로 보이며, 이유 체중은 대조군이 5.0kg, 실험군이 5.3kg으로 실험군이 0.3kg높게 나타나 것으로 유의성이 있는 것으로 나타났다. 사고원인별로는 대조군, 실험군 모두 비슷한 유형으로 압사, 설사, 허약의 폐사가 나타났다 (Table 3-1).

나. 오존 발생기 설치에 따른 자돈사 사육 성적

1) 분철 사육성적

대조구와 실험군 55두를 전입하여 20일간의 사육 성적을 비교하였다. 자돈사 비교 사양 성적은 대조구가 육성율, 증체량, 사료요구율에서 각각 3.63%, 2.21kg, 0.395배 높게 나타났다 (Table 3-2). 대조구가 시험구보다 성적이 너무 높게 나타난 것은 개시체중은 비슷했지만 일령이 시험구가 높았고 대조구는 일령이 낮은 반면 체중이 높아서 사육성적이

높게 보여 비교하기는 어렵다고 사려된다.

다시 3주간 포유 후 이유된 자돈을 선별하여 각각 평균체중이 6.46kg되는 자돈 120두를 실험군, 대조군 60두씩 나누어 육성율과 증체량을 관찰하였다 (Table 3-6). 육성율은 실험군에서 1두가 사고처리되어 98.33의 육성율을 보였으며, 대조군에서는 사고 두수가 없었다.

증체율 부분에서는 실험군이 총증체량 764.8kg 증체하여 대조군에서도 실험군이 대조군보다 0.97kg 더 증체하였다. 1일 평균 증체량으로 환산하면 33.45g 더 증체한 것으로 관찰되었다.

춘강이 아닌 모든 규모가 작은 야베스 농장에서 성적을 비교하였다. 생후 25일령된 이유 자돈을 선별하여 63일령까지 체중 1주일 간격으로 실시하여 체중의 변화 추이를 측정하였으나 농장에서 사료급여를 측정 할 수 없어서 사료 요구율은 측정할 수 없었다.

증체량을 비교했을 경우 실험군이 12.49kg 증체하여 일당증체량이 0.351kg 증체하였고 대조군은 11,96kg 증체하여 일당증체량이 0.367kg 증체하여 총증체량에서 실험군이 0.53 kg 더 증체하였으며 일당 증체량 역시 15.6g 더 증체하였다 (Table 3-10).

2) 여름철 사육성적

생후 평균 21일령 된 이유 자돈 60두를 가지고 28일간 육성율과 증체량을 관찰하였다. 육성율은 실험군이 종료두수 59두로 1두가 사고 처리되었다. 사고 원인은 위축으로 실험군에서 탈락하였다. 대조구는 종료두수 56두로 4두가 사고 처리되었다. 사고 원인은 2두는 위축돈으로 대조구에서 탈락시켰으며 2두는 Glasser병으로 폐사되었다. 육성율 부분에서 대조구 4두 사고처리되어 93.33%, 실험군은 1두 폐사되어 98.33%로 실험군이 사고두수 3두가 적은 5% 높았다 (Table 3-3).

증체량은 실험군 개시체중 6.2kg이 8.73kg 증체하였으며 대조구는 실험군과 같은 일령의 개시체중 6.3kg이 8.37kg증체한 것으로 나타났다. 실험군이 0.36kg 더 증체되었고, 일당증체에서도 실험군은 1일 평균 증체량이 312g, 대조구는 299g 증체하여 실험군이 13g 더 증체였다.

생후 평균 25일령 된 이유 자돈 60두를 가지고 다시 시작하여 29일간 관찰하였다. 육성율은 실험군이 종료두수 55두로 5두가 사고 처리되었다. 사고 원인은 위축으로 실험군에서 탈락시켰다. 대조군은 종료두수 54두로 6두가 사고 처리되었다. 4두는 위축돈으로 대조군에서 탈락 시켰으며 2두는 글레서씨병으로 폐사 되었다. 육성율 부분에서 대조군 6두 사고 처리되어 90%, 실험군은 5두 사고처리되어 91.67%로 실험군이 사고두수 1두가 적은 1.67%가 높았다 (Table 3-4).

실험군은 종료체중이 평균체중이 10.791kg 증체하였으며, 대조군은 9.905kg 증체 한 것으로 나타났다. 두당 평균 증체에서 실험군이 0.92kg 더 증체 한 것으로 나타났다.

두당 섭취량은 실험군이 15.258kg 섭취한 반면 대조군은 14.298kg 섭취하여 실험군이 0.96kg 더 섭취하였다. 그러나 사료요구율 부문에서는 대조군이 1.454배, 실험군은 1.414배로 실험군이 0.04배 낮았다. 즉 실험군이 사료효율면에서는 대조군보다 좋은 것으로 나타났다.

생후 25일령된 자돈 120두를 각각 60두씩 나누어서 증체량과 육성율을 관찰하였다.

육성율은 대조군에서 3두 사고처리되어 95%의 육성율을 보였으며, 실험군에서는 사고처리가 없어 100% 육성율을 보여 대조군보다 육성율이 5% 높게 나타났다(Table 3-8).

증체량 부분에서도 실험군이 총 715.9kg 증체하여 대조군 두당 증체량에서도 실험군이 대조군보다 0.555kg 더 증체하여 1일 평균 증체량으로 환산하면 9.25g 더 증체한 것으로 관찰되었다.

3) 가을철 사육성적

생후 22일령된 이유자돈 120두를 가지고 실험군, 대조군 각각 60씩 나누어 35일간 육성율과 증체량을 관찰하였다.

육성율부분에서는 대조군이 8두 사고 처리되어 52두가 종료되어 86.67%의 육성율을 보였으며, 실험군은 1두 사고 처리되어 59두가 11.66% 높았다 (Table 3-5).

증체량 부분에서는 대조군보다 실험군이 총증체량 18.5kg 더 증체하여 두당 평균 0.87kg 더 증체하였다. 1일 평균 증체량으로 환산하면 실험군이 0.024 kg 더 증체한 것으로 나타났다.

다시 생후 19일령된 이유 자돈을 선별하여 54일령까지 체중 1주일 간격으로 실시하여 체중의 변화 추이를 측정하였다.

증체량을 비교했을 경우 실험군이 12.4kg 증체하여 일당증체량이 364g 증체 하였고 대조군은 12kg 증체하여 일당증체량이 342g 증체하여 총 증체량에서 실험군이 0.4kg 더 증체하였으며 일당 증체량 역시 21.16g 더 증체하였다 (Table 3-9).

사료 섭취량은 실험군이 총 섭취량이 1,048.24kg 대조군이 1,166.05kg하여 대조군이 117.81kg 더 섭취하였으며 두당 섭취량 역시 대조군이 실험군보다 2.17kg더 섭취하였으나 증체량에서 대조군이 실험군보다 떨어져 사료 요구율이 실험군 1.416배로 대조군 1.648배보다 0.232배 낮아 사료 효율은 실험군이 양호하게 나타났다.

다. 오존 발생기 설치에 따른 비육사 사육 성적

춘강농장에서는 너무 규모가 커서 오존 발생기의 설치가 불가능하다고 판단되어 규모가 작은 하빈농장에서 비육사의 육성율을 관찰하고자 하였으나 농가 사정상 계체기가 없어 체중측정이 불가능하였다.

4. 질병발생에 관한 조사

가. 실험 돈사의 질병 발생 조사

설치기간 중 2000년 봄철 분만사에서 질병 발생 상황은 설사였으며, 부검 후 조직병리와 형광 항체법을 이용하여 진단된 결과 돼지 유행성 설사(PED)로 판정되었으나, 임상 경과와 피해정도는 일반적인 나타나는 것과 비교하여 매우 미약하였으며 대조군(n = 8)과 실험군(n = 10)에서 폐사는 거의 같은 수준으로 평가되었다. 코로나 바이러스가 원인체인 TGE나 PED의 경우 자돈의 폐사율은 농장별로 다양할 수 있으나 이러한 설사는 국내의 양돈 농장에서 매우 높은 폐사율을 보이고 있다. 설사로 폐사된 돼지는 수양성 장내용물로 인하여 피부가 오염되고 탈수증세를 보였으며 (Fig. 3-5), 장은 장벽이 얇아져서 장내용물을 육안적으로 관찰할 수 있었다 (Fig. 3-6). 본 농장의 PED가 경미하게 종료된 이유는 6개월전 바이러스 설사병에 노출되어 설사변을 이용한 인공감염을 시킨 경우로서 모든 이행항체가 비교적 방어수준으로 존재한 것으로 판단한다. 그외에 자돈사에서 Hemophilus parasuis에 의한 Glasser질환으로 복강에 섬유소성 염증산물이 관찰되었다 (Fig. 3-7, 3-8). 분만사에서는 대조군과 실험군에서 압사, 허약 및 관절질환이 발생하였다.

그러나 일반적으로는 질병의 발생시 즉시 연락이 되지 않고 사후에 보고를 받는 경우가 대부분이어서 어떠한 질병인지는 알지 못하고 지나간 경우가 많아 질병 발생에 대한 결과는 분석하기 어려웠다.

나. 폐기관의 질병발생

대조군과 실험군에서 발생하는 호흡기를 관찰하고자 폐사된 돼지에 관한 부검을 실시하였다. 육안적으로 관찰한 결과 폐의 심엽 및 첨엽에 경계가 분명한 자주빛 폐렴으로 마이코플라즈마성 폐렴이 관찰되었고 (Fig. 3-1), 그 외 세균성 감염에 기인되는 화농성 및 섬유소성 폐렴등이 관찰되었다 (Fig. 3-2, 3-3, 3-4).

대규모 농장에서의 육성돈의 사육성적을 관찰하기는 실제적으로 불가능하였다. 1500두 모든 농가에서 이유자돈사에서 육성돈사로 이동시 건물 구조상 계속적으로 돼지들이 합사되는 바람에 계속적으로 도축장까지 추적하는 것은 불가능하였다.

5. 경제성 분석

8회에 걸쳐 실험한 결과 증체량부분에서 실험군이 평균 0.616kg 더 증체하여 실험 기간 중 1일 증체량이 평균 0.01995kg 더 증체하였다 (Table 3-11).

경제성 분석을 해보면 비육돈 출하 체중 110kg을 기준으로 했을 때 평균 출하 일령이 185일 정도임을 감안하여 모든 100두 규모에서 1개월 출하두수 170두로 환산한다면, 비육돈 사육기간 185일로 감안하면 3.691kg (185일×1일 증체량 0.01995kg)이 더 증체된 효과를 가져오게 되었다. 이것을 월간 비육돈 출하두수 약 170두로 감안하여 627.47kg (170두×3.691kg)의 총 증체효과를 가져와 금액으로 환산하면 월간 총증체량 지육가격 2,800원(현재 2002.2월 가격) 지육을 68%를 계산하면 생체 가격 1,904원이다. 1,194,703원(627.47kg×1,904원)의 매월 추가이익 발생하게 된다. 이것을 년간으로 환산하면 14,336,436원의 추가이익이 발생한다.

2회에 걸쳐 사료 요구율을 실험한 결과 사료요구율이 0.136배 실험군이 낮게 나타났다 (Table 3-12). 비육돈 110kg 출하시 사료량은 14.96kg (110kg×0.136)을 절약하는 효과를 가져온 결과이다. 현재 농장 평균 1kg당 가격은 절감된다. 비육돈 1두당 300원으로 환산한다면 4,488원 (300원×14.96kg)이 비육돈 1두당 4,488원의 사료비 절감되어서 1개월 170두 출하시 762,960원 (170두×4,488원)이 월간 절감되며 년간으로 환산하면 9,155,520원이 절감된다.

이 두 가지를 고려할 때 연간 23,491,956원의 이익을 발생하였다.

상기 계산 방법은 자돈 단계의 실험 성적을 전 사육기간으로 환산한 것으로 전기간 사용한다면 더 큰 효과를 기대 할 수 있을 것으로 판단되며, 오존 설치비나 감가상각비, 전기료는 기존 사용하는 소독약제로 충분히 대처가 됨으로 별도로 비용처리하지 않아도 될 것으로 사료된다.

6. 고 찰

개량된 오존발생기에 의한 돈사내 환경개선은 이우자돈의 성장을 촉진시키는 결론을 얻었다.

오존 발생기에 의한 질병발생을 조사는 농장이 한정되어 역학적 조사는 시행할 수 없었으나 자돈들의 사육에는 영향을 미친다고 평가된다. 2년간 지속적으로 사육성적에 대한 반복 실험을 하였으나 계절에 관계없이 성적은 좋게 나타났다. 아마도 실험 조건이 무창 돈사에서 이루어졌기 때문에 일반 개방형 돈사에 비해 환경에 영향을 덜 받기 때문으로 사려된다.

본 연구에서 시행하고자 했던 도축돈의 폐병변에 대한 조사가 이루어지지 않아서 오존

이 과연 호흡기에 좋은 영향을 미쳤는지 알 수는 없으나 오존의 탈취 및 살균 효과는 돈사의 공기를 맑게 하므로써 돼지를 건강하게 하리라 생각한다. 특히 국내 양돈 농장에는 mycoplasma, PRRS, 홍막폐렴 등 근절되지 않는 호흡기 질환들이 있으며 환경 개선이 되지 않는한 막기 어려운 질병으로 생각된다. 따라서 오존을 이용하여 호흡기 질병을 일으킬 수 있는 여러 미생물과 호흡기 점막을 상하게 할 수 있는 여러 유해가스를 최소화 하는 것은 양돈 생산성 향상에 기여하리라 본다.

그러나 현장에서 실험을 해야하기 때문에 농가의 사정에 따라 제약을 받을 수밖에 없었다. 2000년 3월부터 여름까지 FMD에 의한 전국 대부분의 양돈농가에서 출입을 금지시키므로 인한 어려움과 시기에 따라서 돈가 하락으로 인한 농장의 실험에 적극성을 보이지 않는 점이 현장에서의 극복하기 어려운 점이였다. 2001년에는 춘강과 가까이에 있는 익산 왕궁에서 오제스키가 발생되어 소규모 농장에서 거부반응을 보인 바 있다.

오존의 이용은 축산분야에서 살균을 목적으로 하는 양계농장이나 계란의 소독 혹은 식육 표면의 소독 등 이용성이 다양하리라 생각된다.

Table 3-1. 오존 설치에 의한 분만사의 사육성적 비교
(실험 기간 : 2000년 3월 1일 ~ 3월 25일)

구 분		대 조 군	실 험 군
총산자수	총두수	372	404
	복당	9.53	10.3
포유 개시 두수	총두수	324	358
	복당	8.3	9.1
이유두수	총두수	300	329
	복당	7.7	8.44
포유개시대비 육성을		92.59	91.90
이유체중		5.0	5.3
사고원인별 두수	압사	13	15
	설사	8	10
	허약	3	3
	관절		1
	기타		
	계	24	29

Table 3-2. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교
(실험 기간 : 2000년 3월 6일 ~ 3월 24일)

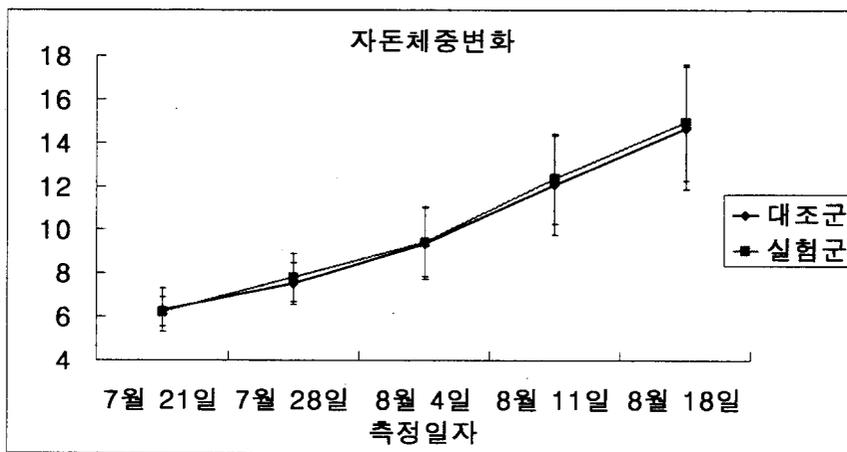
구 분		대 조 구	실 험 구
개시	두수	55	55
	총체중kg	636.9	629.3
	평균체중kg	11.56	11.45
종료	두수	53	51
	총체중kg	1,097.2	937.6
	평균체중kg	20.70	18.38
증체량	총증체량	460.3	308.3
	평균증체량	9.14	6.05
사료급여량	총급여량	601.85	578.64
	두당급여량	11.36	11.35
사료 요구율		1.243	1.876
육성을		96.36	92.73

실험기간 : 2000년 7월 21일 ~ 8월 18일

개시 일령 : 21일령

종료 일령 : 49일령

	7월21일	7월28일	8월4일	8월11일	8월18일
실험군	6.20	7.80	9.44	12.34	14.93
대조군	6.30	7.51	9.36	12.05	14.67



구 분		대조군	실험군
개 시	두수	60	60
	총체중(kg)	378.2	371.9
	평균체중(kg)	6.3	6.2
종 료	두수	56	59
	총체중(kg)	821.4	820.9
	평균체중(kg)	14.67	14.93
두당 총 증체량(kg)		8.37	8.73
두당 일당증체량(kg)		0.299	0.312
육성율(%)		93.33	98.33

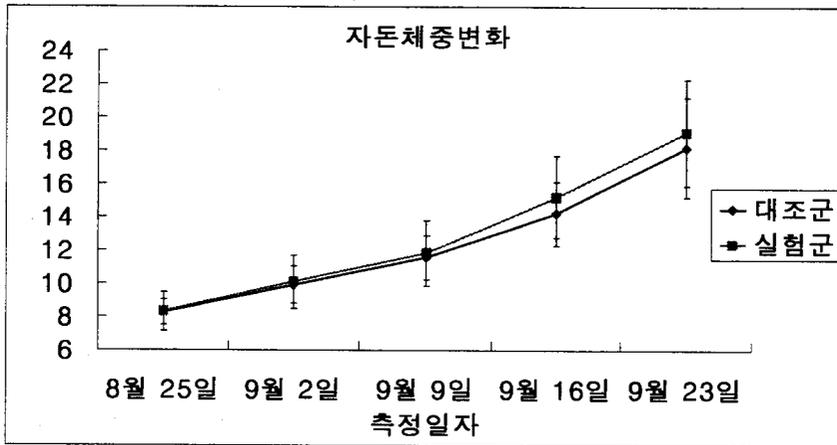
Table 3-3. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험 기간 : 2000년 8월 25일 ~ 9월 23일

개시 일령 : 25일령

종료 일령 : 54일령

	8월25일	9월2일	9월9일	9월16일	9월23일
실험군	8.30	10.08	11.82	15.20	19.09
대조군	8.27	9.91	11.56	14.20	18.17



구 분		대조군	실험군
개 시	두수	60	60
	총체중(kg)	495.9	497.95
	평균체중(kg)	8.265	8.299
종 료	두수	54	55
	총체중(kg)	981.1	1049.9
	평균체중(kg)	18.17	19.09
두당 총 증체량(kg)		9.905	10.791
두당 일당 증체량(kg)		0.342	0.372
육성율(%)		90	91.67
사료	총섭취량(kg)	835	890
	두당섭취량(kg)	14.398	15.258
	사료요구율(배)	1.454	1.414

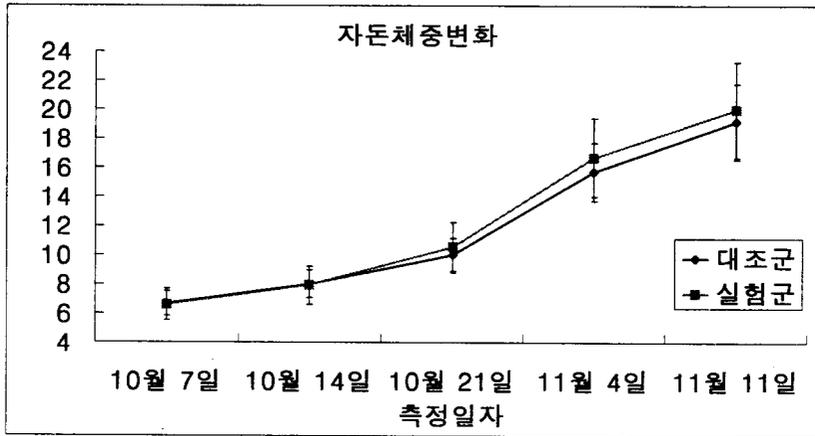
Table 3-4. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험기간 : 2000년 10월 7일 ~ 11월 11일

개시 일령 : 22일령실험

종료 일령 : 57일령

	10월7일	10월14일	10월21일	11월4일	11월11일
실험군	6.62	7.92	10.57	16.68	19.99
대조군	6.66	8.01	9.98	15.71	19.16



구분		대조군	실험군
개시	두수	60	60
	총체중(kg)	399.7	397.1
	평균체중(kg)	6.66	6.62
종료	두수	52	59
	총체중(kg)	996.1	1179.3
	평균체중(kg)	19.16	19.99
증체량	총증체량(kg)	596.4	782.2
	평균증체량(kg)	12.5	13.37
육성율(%)		86.67	98.33

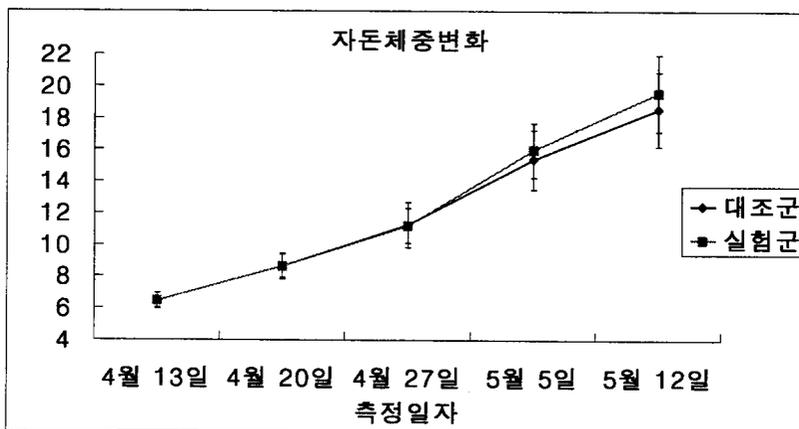
Table 3-5. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험기간 : 2001년 4월 13일 ~ 5월 12일

개시 일령 : 21일령실험

종료 일령 : 50일령

	4월13일	4월20일	4월27일	5월5일	5월12일
실험군	6.46	8.64	11.18	15.94	19.53
대조군	6.46	8.62	11.25	15.35	18.52



구분		대조군	실험군
개시	두수	60	60
	총체중(kg)	387.8	387.6
	평균체중(kg)	6.46	6.46
종료	두수	60	59
	총체중(kg)	1111.2	1152.4
	평균체중(kg)	18.52	19.53
증체량	총증체량(kg)	723.4	764.8
	평균증체량(kg)	12.1	13.07
육성율(%)		100	98.33

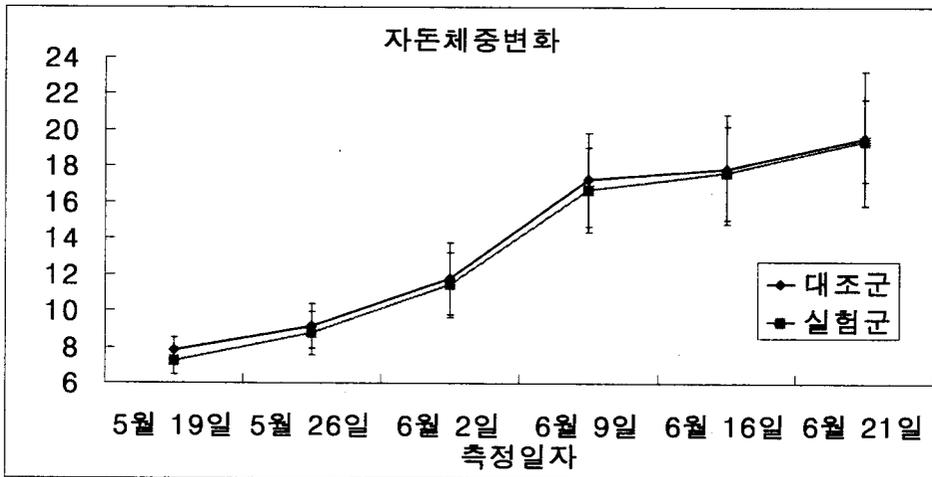
Table 3-6. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험기간 : 2001년 5월 19일 ~ 6월 21일

개시 일령 : 25일령실험

종료 일령 : 58일령

	5월19일	5월26일	6월2일	6월9일	6월16일	6월21일
실험군	7.21	8.75	11.42	16.70	17.62	19.43
대조군	7.67	9.14	11.76	16.94	17.84	19.54



구분		대조군	실험군
개시	두수	60	60
	총체중(kg)	460.6	432.6
	평균체중(kg)	7.68	7.21
종료	두수	59	59
	총체중(kg)	1153.4	1146.4
	평균체중(kg)	19.55	19.43
증체량	총증체량(kg)	692.8	713.8
	평균증체량(kg)	11.87	12.22
육성율(%)		98.33	98.33

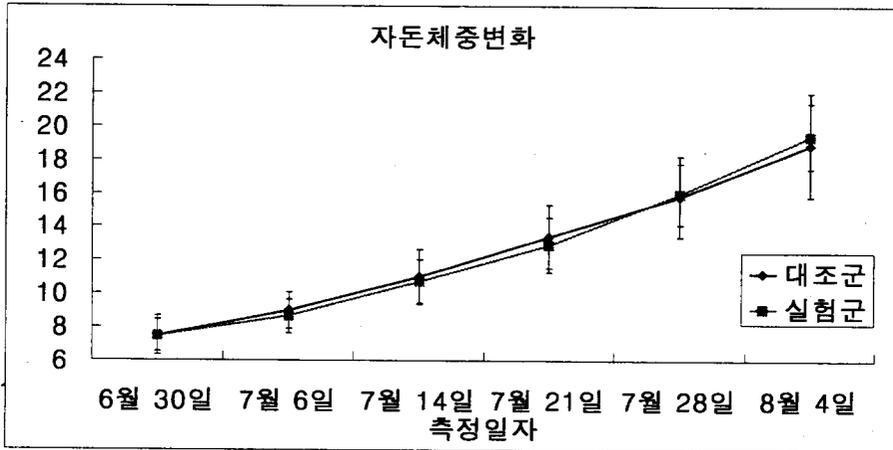
Table 3-7. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험기간 : 2001년 6월 30일 ~ 8월 4일

개시 일령 : 25일령실험

종료 일령 : 60일령

	6월30일	7월6일	7월14일	7월21일	7월28일	8월4일
실험군	7.48	8.63	10.70	12.87	15.90	19.41
대조군	7.49	8.85	10.99	13.38	15.77	18.87



구분		대조군	실험군
개시	두수	60	60
	총체중(kg)	449.4	449.1
	평균체중(kg)	7.49	7.485
종료	두수	57	60
	총체중(kg)	1075.8	1165
	평균체중(kg)	18.87	19.42
증체량	총증체량(kg)	626.4	715.9
	평균증체량(kg)	11.38	11.935
육성율(%)		95	100

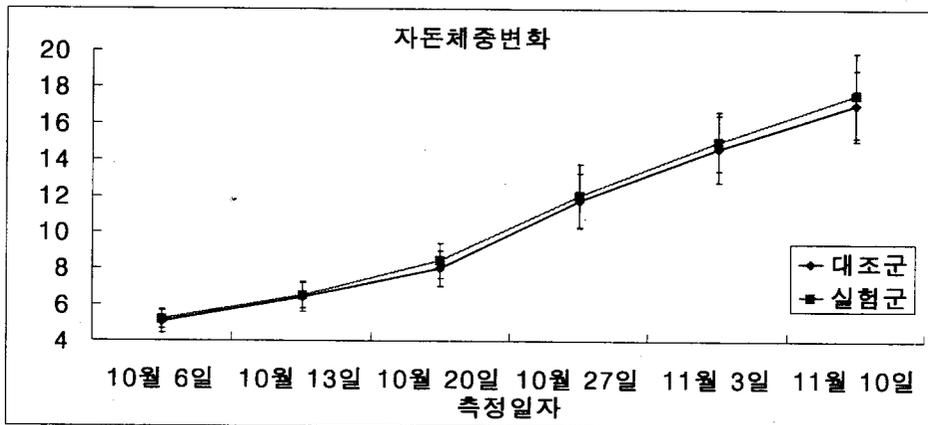
Table 3-8. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험기간 : 2001년 10월 6일 - 11월 10일

개시일령 : 19일령

종료일령 : 54일령

구분	10월6일	10월13일	10월20일	10월27일	11월3일	11월10일
실험군	5.18	6.51	8.42	12.03	15.00	17.59
대조군	5.03	6.42	8.01	11.73	14.62	17.01



구분		대조군	실험군
개시	두수	60	60
	총체중(kg)	302	310.8
	평균체중(kg)	5.03	5.18
종료	두수	55	58
	총체중(kg)	935.55	1,020
	평균체중(kg)	17.01	17.59
두당 총 증체량(kg)		12.0	12.4
일당 증체량(kg)		0.342	0.364
총사료량		1,166.05	1,048.24
두당섭취량		19.74	17.57
사료요구율		1.648	1.416

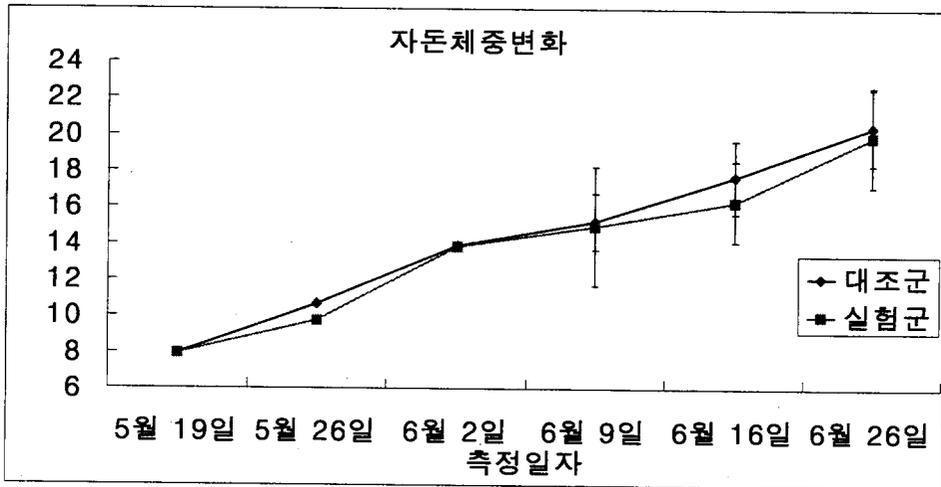
Table 3-9. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

실험농장: 왕궁 야베스농장

시험기간 : 2001년 5월 19일 - 6월 26일

일령 : 25일 - 63일령

	5월19일	5월26일	6월2일	6월9일	6월16일	6월26일
실험군	7.92	10.68	13.88	15.22	17.66	20.41
대조군	7.92	9.76	13.80	14.95	16.31	19.88



구 분		대조군	실험군
개 시	두수	30	30
	총체중(kg)	237.6	237.6
	평균체중(kg)	7.92	7.92
종 료	두수	30	30
	총체중(kg)	596.5	612.3
	평균체중(kg)	19.88	20.41
두당 총 증체량(kg)		11.96	12.49
일당 증체량(kg)		0.351	0.367

Table 3-10. 오존 설치에 의한 자돈사의 사육성적 비교

Table 3-11. 사육실험결과 요약

구분 실험기간	2000. 7. 21 ~8. 18	2000. 8. 25 ~9. 23	2000. 10. 7 ~11. 11	2001. 4. 13 ~5. 12	2001. 5. 19 ~6. 21	2001. 6. 30 ~8. 4	2001. 5. 19 ~6. 26	2001. 10. 6 ~11. 10	평균
기간 (일)	28	25	35	29	33	35	38	35	32.25
대조군 증체량 (kg)	8.37	9.905	12.5	12.1	11.87	11.38	12.0	11.96	11.26
실험군 증체량 (kg)	8.73	10.791	13.37	13.07	12.22	11.935	12.4	12.49	11.876
증가체중 (kg)	0.36	0.886	0.87	0.97	0.35	0.555	0.4	0.53	0.616
1일증체량 (kg)	0.0129	0.0354	0.0249	0.0334	0.011	0.0159	0.011	0.0151	0.01995

Table 3-12. 사료요구율 비교

기 간	실험군	대조군	차이
2000. 8. 25-9. 23	1. 414	1. 454	0. 04
2001. 10. 6-11. 10	1. 416	1. 648	0. 232
평균	1. 415	1. 551	0. 136

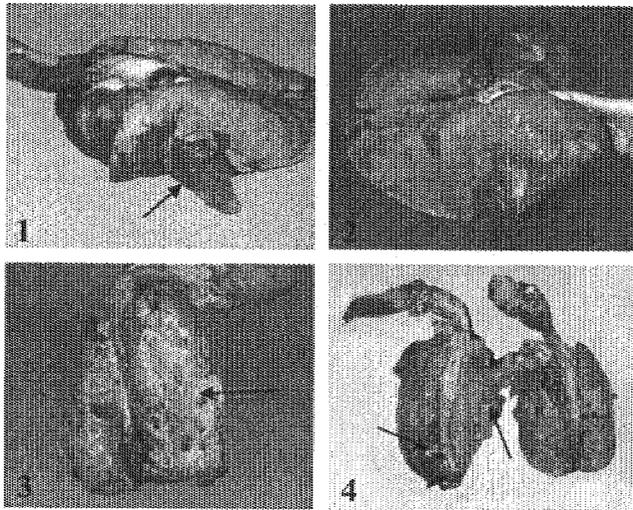


Fig. 1. Lungs with chronic consolidation areas on apical and cardiac lobe of ventral part.

Fig. 2. Enlarged dark lungs with diffuse edematous and heavy appearance.

Fig. 3. Heavy acute fibrinous pleuritis of right lung lobes with small scattered foci of consolidation.

Fig. 4. Metastatic abscesses in lungs.

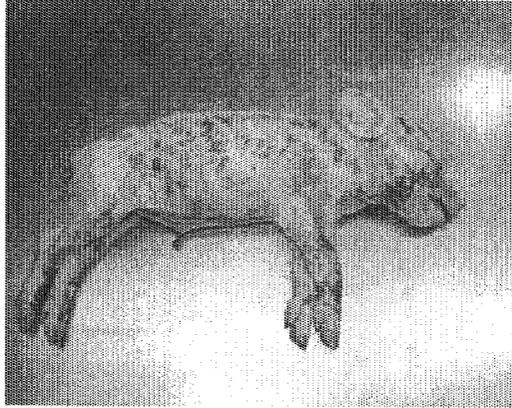


Fig. 5. Piglet was covered with watery fecal content.

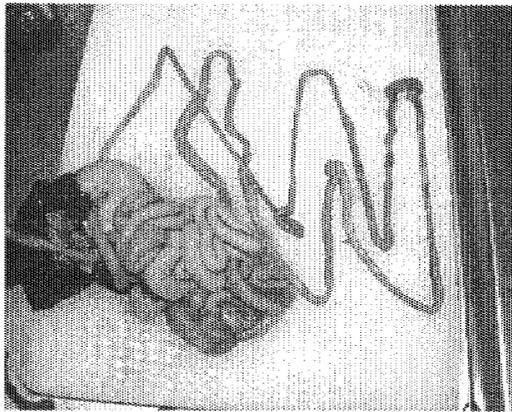


Fig. 6. The intestinal wall was thin and contents were watery



Fig. 7. Inguinal lymph node was congested.



Fig. 8. The serosal walls of abdominal cavity was covered with fibrinopurulent exudate.

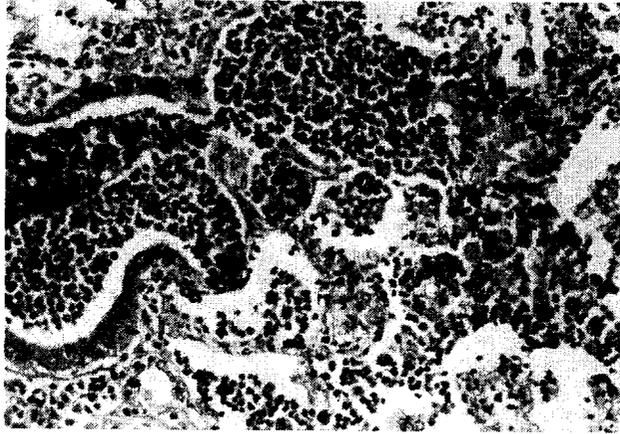


Fig. 9. Massive inflammatory cells were infiltrated in the pulmonary parenchyma and within the bronchiole.

제 3 장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도

제 1 절 연구개발목표의 달성도

연 도	2000년 (1차년도)	2001년 (2차년도)
세부과제 및 주요내용		
○ 제 1 세부과제 - 오존 발생기 개발을 위한 든 사내 운전 조건 조사 - 오존발생 장치 설치 표준화	----- ***** ----- *****	----- ***** ----- *****
○ 제 2 세부과제 - 낙하 미생물 검출 및 동정 - 암모니아, 메탄, 유화수소 발 생량 측정	----- ***** ----- *****	----- ***** ----- *****
○ 제 3 세부과제 - 사육돈의 증체율 조사 - 사육돈의 질병 발생 조사 - 도축돈의 폐 질환 검사	----- ***** ----- ***** ----- *****	----- ***** ----- ***** ----- *****
-----: 계획 *****: 달성		

제 2 절 관련분야 기여도

오존의 탈취 및 살균 작용을 이용하여 기존의 오존 발생기가 존재하였으나, 돈사의 규모 및 면적 등을 고려하지 않고 사용함으로써 오존량이 필요이상으로 발생되어 오존의 특유한 비릿한 냄새 때문에 구토 증세 혹은 두통 등을 경험하므로써 오존에 대한 기피 현상이 있었다.

적절한 오존양을 돈사내에 방출할 경우 호흡기 점막을 손상시키는 유해가스를 분해하고 호흡기 질병을 일으킬 수 있는 미생물을 차단하는데 도움이 된다고 사료된다. 호흡기 질병은 국내 양돈농가에 만연되어 있으며 근절되지 않는 질병이다. 돼지의 질환은 설사와 더불어 호흡기 질환이 많은 피해를 주고 있으며, 호흡기계는 바이러스에 의한 일차적 감염과 더불어 2차 세균감염에 의해 피해가 증폭된다.

오존 발생기는 돈사의 환경을 개선하므로써 건강한 돼지를 키울 수 있으며 이를 통하여 양질의 식육을 제공하므로써 국민 보건 향상은 물론 생산비 절감을 통한 양축농가의 경제적 손실 예방과 안정된 축산업 발달에 기여 하는 바이다.

제 4 장 연구개발결과의 활용계획

오존은 식수 살균 및 축산분뇨 처리 등 사용 범위가 점점 넓어지고 있다. 돈사내의 환경개선과 돼지의 성장률을 향상하는데 사용된 개량된 오존 발생기는 암모니아 가스와 낙하 분진 및 미생물이 많이 관찰 될 수 있는 양계장에 적용하고자 한다. 양계장의 육계와 산란계 모두 돼지보다 훨씬 밀집사육을 하고 영세하여 재래계사가 많은 점을 감안할 때 돈사보다 더 많은 암모니아 가스가 발생되므로 효과면에서 좀 더 뚜렷하지 않을까 생각된다. 특히 겨울철에 효과가 잘 관찰되리라 생각된다. 오존은 급속도로 공기중으로 퍼지는 성질을 이용하여서 종란 및 달걀 소독에도 적용될 수 있는 소독제로 활용될 수 있다고 본다.

그 외에 과일 및 채소 등에도 적용을 시도하고 있다. 생강은 오랫동안 땅굴에 저장하나 저장기간 동안 상당부분이 썩는 것을 감안하여 생강굴에 노출시킴으로서 예비적으로 효과를 보았다. 따라서 쉽게 썩는 과일이나 채소 혹은 제품화를 요구하는 식료품에도 그 활용이 기대된다.

제 5 장 참고문헌

- B. Langlais, D.A. Reckhow and D.R. Brink ed., *Ozone in Water Treatment Application and Engineering*, Cooperative Research Report, Lewis Publishers, pp. 11-316, 1991
- Bader, H., J. Hoigne, "Determination of ozone in water by indigo method : a submitted standard method"(1982), *Ozone Sci. & Engng.*, 4 :169.
- Bimardo TM, Doohoo IR, Donald A, Ogilvie T and Cawthorn R. 1990. Ascariasis, respiratory disease and production induces in selected prince Edward Island Swine Herds. *Can J Vet Res* 54:267-273
- Brandreth SR and Smith IM. 1985. Prevalence of pig herds affected by pleuropneumonia associated with *Haemophilus pleuropneumoniae* in eastern England. *Vet Rec* 117:143-147
- De Jong MF. 1992. Progressive atrophic rhinitis. In: *Diseases of Swine*, 7th ed. AD Lemam ed. Iowa State Univ Press, Ames, Iowa, p.414-435
- Flesja KI and Ulvesaeter HO. 1979. Pathological lesion in swine at slaughter. 1. Baconers. *Acta Vet Scand* 20:498-514
- J. katz ed., "Ozone and Chlorine Dioxide Technology for Disinfection of Drinking Water", pp. 31-59, 324.351, 1980.
- Katzenelson, E, et al., "Inactivation Kinetics of Virus and Bacteria in Water by use of ozone", *HAWWA*, pp.721-729, 1974
- Lium BM & Falk K. 1991. An abattoir survey of pneumonia and pleuritis in slaughter weight swine from 9 selected herds. 1. Prevalence and morphological description of gross lung lesions. *Acta Vet Scand* 32:55-56
- Morrison RB, Hilley HD & Lemam AD. 1985. Comparison of methods for assessing the prevalence and extent of pneumonia in market weight swine. *Can Vet J* 26:381-384
- N. K. Hunt, B. J. Marinas, "Kinetics of *Escherichia coli* inactivation with ozone" (1997), *Wat. Res.* 31, 1355-1362.
- Noyes EP, Feeney DA and Pijoan C. 1990. A comparison of antemortem and postmortem pneumonic lesions in swine using a noninvasive radiographic technique and slaughter examination. *J Am Vet Med Assoc* 197:1025-1029
- Osborne AD, Saunders JR & Sebunya TK. 1981. An abattoir survey of the incidence of pneumonia in Saskatchewan swine and an investigation of the microbiology of the affected lungs. *Can Vet J* 22:82-85

- Pointon AM, Byet D & Heap P. 1995. Effect of enzootic pneumonia of pigs on growth performance. Aust Vet J 62:13-18
- Pointon AM, Mercy AR, Backstrom L and Dial GD. 1992. Disease surveillance at slaughter. In Diseases of Swine, 7th edition, Ed. Leman et al., Iowa State University Press, p.968-987
- Rip G. Rice, Aharan Netzer, "Handbook of Ozone Technology and Application, Vol, II, pp.1-20, 77-97, 984
- S.V.Krupa, "Ultraviolet-B radiation, ozone and plant biology"(2000), environmental pollution, 110, 193~194.
- Straw BE, Backstrom L and Leman AD. 1986a. Evaluation of swine at slaughter, part I - The mechanics of examination, and epidemiologic considerations. Compend Contin Educ Pract Vet 8: S41-S48
- Straw BE, Backstrom L and Leman AD. 1986b. Exzmination of swine at slaughter. Part II. Findings at slaughter and their significance. Compend Contin Educ Pract Vet 8:S106-S112
- Toshio Nagashiima, "Study on preservation of vegetables by ozone treatment"(1995), 농산물 저장 유통학회지, 2(1), 209~223.
- W. J. Kowalski, W. P. Bahnfleth, and T.S Whittam, "Bactericidal effect of high airborne ozone concentrations on Escherichia coli and Staphylococcus aureus" (1998), OZONE SCIENCE & ENGINEERING, 20, 205-221.
- William H. Glaze, "Chemistry of Ozone, byproducts and Their health Effects", AWWA Seminar Proceedings, "Ozonation: Recent Advanced and Research Needs", 1986
- 강천수, 송현직외 4명, "Lamp형 오존발생기에 관한 연구" (1995), 한국조명·전기설비학회, 25-28.
- 강혜진, "오존에 의한 미생물 살균효과에 관한 연구", 석사학위논문, 한양대학교, 1995.
- 과학기술처, 발암물질 생성억제를 위한 오존 소독법, 1990
- 과학기술처, 이산화염소와 오존을 이용한 고도 정수기술에 관한 연구, 1992
- 과학기술처, 이산화염소와 오존을 이용한 정수처리 공정개발, 1993
- 김광영, "식품산업에의 오존의 이용(I)" (1993), 식품기술, 6(2), 85-91.
- 김광영, "식품산업에의 오존의 이용(II)" (1993), 식품기술, 6(3), 84-94.
- 김상구, 송현직외 4명, "Lamp형 오존발생기의 試作 및 特性에 관한 연구" (1996), 한국 조명·전기설비학회, 62-71.

- 김윤정, “수삼저장을 위한 오존 전처리에 관한 연구”, 석사학위논문, 서울대학교, 1995.
- 김익근, “환경산업분야에서의 오존 이용기술” (1991), 화학공업과 기술, 9, 8-17.
- 김정수, “활성탄을 이용한 정수처리의 최적화” (1998), 석사학위논문, 한양대학교.
- 김치경, 김창한, 민태익, “Destructive action of ozone on the capsid and DNA of bacteriophage T4” (1984), Microbiol. Bioeng., 12(2), 105~109.
- 농림부, PigMon Slaughter Check 기법을 이용한 양돈장의 위생관리에 관한 연구, 1998
- 전북대학교 유전공학연구소, 저전압방식에 의한 오존발생장치와 UV 혼합체(uzone)를 이용한 음용수 및 폐양액내의 병원균에 대한 살균력 최적화를 위한 결과보고, 1997
- 최해연, “오존을 이용한 냉장식품의 저장성 향상에 관한 연구”, 석사학위논문, 숙명여자대학교, 1999.
- 환경관리연구소, 오존발생장치 및 오존농도측정, 1994
- 환경관리연구소, 오존을 이용한 고도정수처리 공정, 1994
- 内藤 茂三, “オゾン水の食品殺菌への利用”, 食品と開発, 33(3) 15~19.
- 内藤 茂三, “オゾンによる食品工場環境の殺菌” (1999), 月刊フードケミカル, 46-53.
- 藤田 恭生, 小林 悟朗, “紫外線式オゾン脱臭器『エアプロデュースデ』” (1998), 建設設備と配管工事, 52-55.
- 山西 建之, “低壓 水銀ランプでの 紫外線とオゾンによる脱臭・殺菌技術”(1997), 化學裝置, 2月刊, 50~57.
- 松永 直利, “乾式オゾン脱臭システム” (1999), 三菱電機技報, 73, 25~28.
- 編輯部, “オゾンによる殺菌・洗浄技術” (1999), 食品と開発, 34, 38-43.
- 横關 正直, “オゾンによる環境消毒の一, 二例” (1995), クリーンテクノ誌, 11, 55-59.