

발간등록번호

11-1545000-001717-01

계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발 최종보고서

2017. 4. 7.

주관연구기관 / 건국대학교 산학협력단

농림축산식품부

주 의

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

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발”(개발기간 : 2014. 12. ~ 2016. 12)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017 . 4. 6.

주관연구기관명 : 건국대학교 산학협력단 (대표자) 서정향 (인)
협동연구기관명 : (대표자) (인)
참여기관명 : ㈜ 푸르고팜 (대표자) 김종락 (인)



주관연구책임자 : 최농훈
협동연구책임자 :
참여기관책임자 : 김종락

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	114146-2	해당 단계 연구 기간	2014.12.19. ~ 2016.12.18. (2년)	단계 구분	2/2
연구 사업명	중 사업명				
	세부 사업명	농생명산업기술개발사업			
연구 과제명	대 과제명	계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발			
	세부 과제명	계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발			
연구 책임자	최농훈	해당단계 참여 연구원 수	총: 7 명 내부: 5 명 외부: 2 명	해당단계 연구 개발비	정부: 69,500천원 민간: 23,167천원 계: 92,667천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 9 명 내부: 6 명 외부: 3 명	총 연구개발비	정부: 220,000천원 민간: 73,334천원 계: 293,334천원
연구기관명 및 소속부서명	건국대학교 산학협력단 / 수의과대학 수의공중보건			참여기업명 (주)푸르고팜	
위탁 연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약	<ul style="list-style-type: none"> - 식용란/종란의 경우 기존방법 대비 ClO₂(g) 노출 시 평균 2 Log reduction 으로 유사한 효과 확인 - 하지만 세척 및 UV처리는 난각의 큐티클층 파괴 포르말린은 발암물질임. - SE, SG, E.coli, A.I.V대상 4 Log reduction(99.99%)의 효과 확인 - 챔버형 구축을 통한 평가 결과, 대량의 적제된 계란 대상으로 3~4 Log reduction의 효과 확인 - 이동형 트레이형 및 가스투입형 모델 병행 대안 			보고서 면수 128p	

4. 국문 요약문

		코드번호		D-01	
연구의 목적 및 내용	<input type="checkbox"/> 식용란 및 종란의 미생물 오염도 실태조사 <input type="checkbox"/> 가스상 이산화염소의 계란오염 병원성 미생물 제어효과 평가 <input type="checkbox"/> 식용란의 안전성 확보 및 종란 오염 병원성 미생물 제어를 위한 가스상 이산화염소 활용 산업화 모델 구축				
연구개발성과	<input type="checkbox"/> 식용란 및 종란의 미생물 오염도 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> - 경기 북부 일부 지역 대형 마트 유통계란에 오염된 미생물을 분리한 결과, 브랜드 1개에서 비병원성 대장균이 검출되었고, Salmonella는 검출되지 않음. 그러나, K. pneumoniae, P.mendocina, E.cloacae 등등의 세균이 사람에게 잠재적인 위협요소가 될 수 있다는 점에서 위생관리가 철저히 이루어져야한다는 결론을 내림. - 부화장에서 수집한 종란의 경우, 난각 호기성 균의 중앙값과 평균은 각각 4.138과 4.115 log CFU/eggshell로, 미생물 오염이 심각한 상태임을 확인함. <input type="checkbox"/> 가스상 이산화염소의 계란오염 병원성 미생물 제어효과 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 식용란의 경우 난각에 세척 및 UV(기준)와 ClO₂(g)를 각각 처리한 결과, 미생물 제어 효과는 모두 평균 2 Log 감소됨. 기존방법인 세척 및 UV처리는 난각의 큐티클층을 파괴하여 미생물 침투에 취약하게 만드는 단점이 있음. - 종란의 경우 포르말린(기준)과 ClO₂(g)에 각각 노출시킨 결과, 식용란과 마찬가지로 미생물제어 효과는 모두 평균 2 Log 감소됨. 포르말린은 발암물질이라는 큰 단점이 있음. - <i>Salmonella enteritidis</i>, <i>Salmonella gallinarum</i>, <i>Escherichia coli</i>, A.I.Virus(H9N2) 대상으로 ClO(g)를 처리한 결과, 공통적으로 RH 80% 이상 유지, 유기물 무(無)조건, 노출시간 30분, 40ppm과 80ppm이 효과가 있었음. <input type="checkbox"/> 식용란의 안전성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 계란의 난각과 액란에서 이산화염소염소 잔류 여부를 평가한 결과, 난각에서는 처리 직후와 처리 후 20시간 경과시에도 먹는 물 허용 농도인 1ppm의 10⁻²~10⁻³ 수준의 낮은 농도가 검출 된 반면, 난백에서는 처리 직후와 처리 후 20시간 경과시에도 잔류하는 이산화염소가 검출되지 않아, 안전성에 문제가 없음을 확인함. <input type="checkbox"/> 시제품 평가 및 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 챔버형, 가스투입형, 이동형, 난좌 모델 등 다양한 모델(안)을 검토하여 공정 마지막 단계에 챔버형 구축을 결정하여 설치 후 평가를 진행함. 그 결과, 대량의 적재된 계란 대상으로 4 Log 감소의 효과를 확인하였으나, 내부공간의 가스침투 한계로 심부에서는 평균 1 Log reduction의 효과감소를 확인하였다. 본 연구진은 본 모델에서 부분적으로 한계가 있다고 판단하고 이동형 트레이형 및 가스투입형 모델의 장점을 접목하여 완성형 모델을 대안으로 제시하고자 함. 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<input type="checkbox"/> 논문을 통해 ClO ₂ (g)의 소독효과와 실용성을 입증하고 관련 추가 연구활동의 근거 마련 예정 <input type="checkbox"/> 연구결과를 바탕으로 ‘가스상 이산화염소를 활용한 계란 오염 병원성 미생물 제어방법’ ‘계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자 퇴치방법’ 2건이 특허 출원 완료되었으며 시제품 모델의 현장 최적화를 통해 관련 분야에 보급될 수 있도록 추진 예정 <input type="checkbox"/> 국가 재난형 질병인 A.I.Virus의 예방 및 확산방지를 위한 추가 방안 모색 및 지속적인 연구 예정				
중심어 (5개 이내)	이산화염소 가스	살모넬라	A.I.Virus	챔버형 훈증 살균모델	미생물제어

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		Code number	D-02		
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Survey on microbial contamination of edible eggs and hatchery eggs - Evaluation of pathogenic microbial control effect of gaseous chlorine dioxide on eggs - Establishment of an industrialization model of gaseous chlorine dioxide utilization to secure the safety of edible eggs and to control pathogenic microorganisms that pollute hatchery eggs 				
Results	<p><Summary of results></p> <ul style="list-style-type: none"> - In the case of edible eggs, the microbial control effect was 2-log reduction on the average, after washing the skin and treating with UV and ClO₂, respectively. <p>However, the conventional methods of washing and UV treatment have disadvantages that they break down the cuticle layer of egg skins and make them vulnerable to infiltration of microorganisms.</p> <ul style="list-style-type: none"> - In the case of hatchery eggs exposed to formalin (conventional) and ClO₂, the microbial control effect was similar to that of edible eggs, with an average of 2-log reduction. But formalin has a big disadvantage that it is a carcinogen. - Treatment to Salmonella enteritidis, Salmonella gallinarum, Escherichia coli, A.I.Virus (H9N2) with ClO (g) resulted in 4-log reduction (99.99%). The common condition was that the RH is maintained at 80% or more, no organic matters, exposed for 30 minutes, and exposed on the average 20~40 ppm. <p><Testing prototypes and developing actual models></p> <ul style="list-style-type: none"> - I reviewed various types like chamber, gas injecting, chair-like, and in the final stage, I chose the chamber type, installed and evaluated. As a result, the effect of 4-log reduction was confirmed in the massive eggs loaded, but the effect of 1-log reduction was confirmed at the deepest part because the penetration into the inside of eggs was limited. Our research team believes that this model is partially limited and suggest the complete model as an alternative by combining the advantages of the mobile tray type and the gas injection type model. 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> - Through this paper, we will demonstrate the effectiveness and practicality of disinfection of ClO₂(g) and provide a basis for further research activities related to it. - Based on the result of this study, 2 patents have been filed as ‘Method to control egg-contaminating pathogenic microorganisms using ClO₂(g)’, and ‘Method to combat AI in chicken / duck breeders’, and we are planning to optimize prototype models in the field and distribute them to related fields. - We will continue to look for additional measures to prevent and stop the spreading of AI, a national disaster disease. 				
Keywords	ClO ₂ (g)	Salmonella	A.I. Virus	Chamber type	Microbial control

6. 영문 목차

< Contents >

1. Outline of R&D project	6
2. Status of R&D in domestic and foreign fields	21
3. Contents of study and results	31
4. Achievement level and contribution level to related fields	94
5. Usage plan of results	98
6. Overseas technical information collected during the study	99
7. Security level of R&D results	99
8. Status of facility / equipment registered in National information system	99
9. Performance of safety measures in laboratories during research	99
10. Top performances of this project	101
11. Others	101
12. References	111

<Attached> Self-assessment document

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
2. 국내외 기술개발 현황	21
3. 연구수행 내용 및 결과	31
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	94
5. 연구결과의 활용계획 등	96
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	98
7. 연구개발성과의 보안등급	99
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설장비현황	99
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	99
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	101
11. 기타사항	101
12. 참고문헌	111

<별첨> 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

1. 연구개발 목적

- 가. 식용란 및 종란의 미생물 오염도 실태조사
- 나. 가스상 이산화 염소의 계란오염 병원성 미생물 제어효과 평가
- 다. 식용란의 안전성 확보 및 종란 오염 병원성 미생물 제어를 위한 가스상 이산화염소 활용 산업화 모델 구축



[그림 1-1] 연구개발목적 모식도

2. 연구개발의 필요성

가. 식용란 미생물 제어 필요성

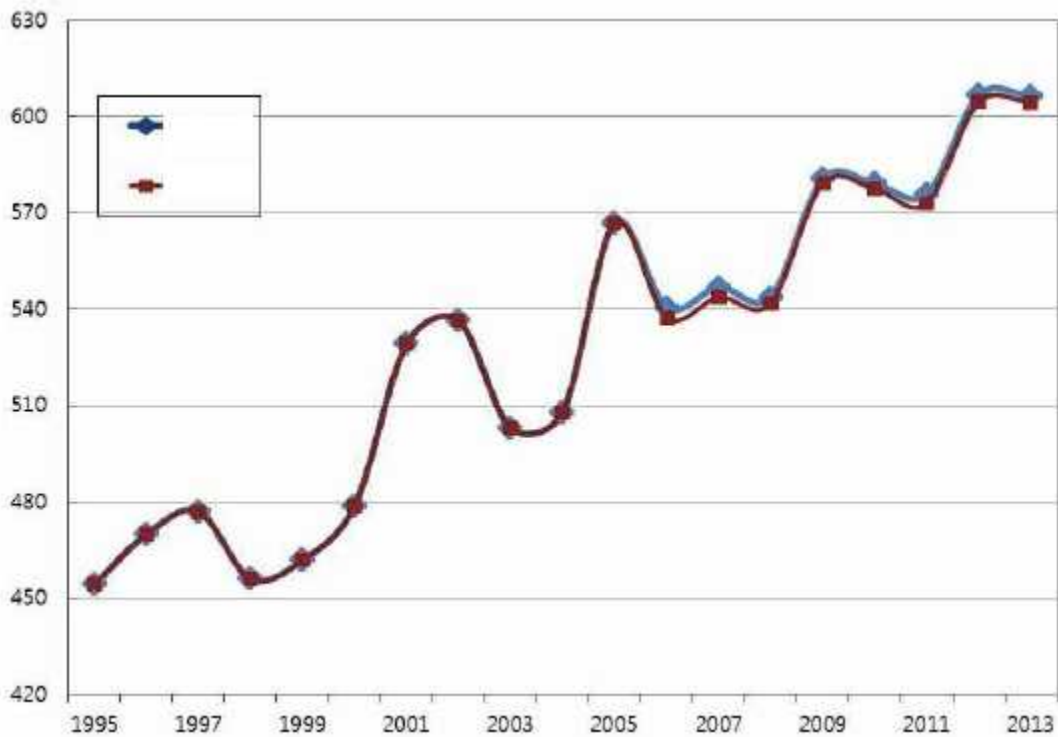
(1) 국내 계란산업 현황

통계청 가축동향 조사 결과, 2015년 산란계 사육마릿수는 2000년 대비 32.9% 증가한 6,800만 마리로 나타났다. 알을 낳을 수 있는 6개월령 이상 산란용 닭 마릿수도 30.9% 증가한 5,061만 마리이다. 이 계군들이 낳는 1일 계란 생산량은 약 4,056만개에 이른다. 남한의 인구수가 4,800만(2010년 기준)이라면 84.5%에 해당하는 한국인이 1일 계란 1개를 섭취하고 있는 것이다. 농림축산식품부에서 발표한 1인당 계란 연간 소비량 추이에 따르면, 연간 241개(2013년 기준, 1만 2,074톤)로 2000년(184개, 1만 258톤)대비 26.1% 증가한 것으로 나타났다.

국내 계란 소비량의 증가원인은 계란에 대한 소비자의 인식 변화, 대형 할인마트의 계란 미끼상품화, 계란 자조금 의무화를 통한 지속적인 홍보 등이다. 이로 인해 국내 계란산업 규모는 크게 확대되고 있는 추세이다. 국내 계란 생산액은 2000년 1조를 상회하던 것이 최근 1조

6,000억을 넘어섰으며, 이는 국내 축산업 총 생산액인 16조 2,000억 원의 10%에 해당하는 규모이다. 국내 산란계 산업의 눈부신 발전과 규모화는 5차례에 걸친 조류인플루엔자(AI)의 발생으로 인해 잠시 주춤하는 듯 보였으나, 2014년 이후 질병 악재에도 불구하고 오히려 큰 폭으로 성장하였다.

국내 산란계 산업의 규모화는 대군농가의 성장과 함께 이루어졌다고 해도 과언이 아니다. 가구당 사육 마릿수는 2000년(1만 7,000마리)대비 237% 증가한 5만 9,672마리이며, 1만 마리 미만을 사육하는 농가는 꾸준히 감소한 반면 5만 마리 이상 사육 농가는 약 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 과거 업계에서 대군농가의 정의를 사육 마릿수 기준으로 5만 마리 이상으로 판단하였지만, 최근에는 최소 10만 마리 이상을 사육하는 농가를 대군농가로 보고 있다. 우리나라의 산란업은 2015년 이후에도 확장을 거듭하고 있다. 시설의 현대화와 계군의 확장뿐만 아니라 몇몇 선도업체의 경우 인티사업을 통해 계란의 모든 유통과정을 외부 위탁 없이 진행하기도 한다. 대군 농가와 업체 간의 긴밀한 협력을 통해 계란생산이 점차 늘어나면서, 향후에는 주요 기업들이 계란 공급의 대부분을 주도하는 시장의 형태로 변화할 것으로 보인다. 우리나라 계란 자급률은 99.7%로 매우 높다. 우리나라 계란 수입량은 국내 소비량에서 차지하는 비중이 매우 적을 뿐만 아니라, 대부분이 난백과 난황으로 한정되어 있다. 난백은 중국과 유럽에서, 난황은 주로 미국에 수입되고 있다. 2011년 이후 한·EU FTA와 2012년 한·미 FTA가 이행되면서 점진적인 관세 철폐가 이루어지고 있으나, 수입량의 증가폭은 3% 내외 수준이다. 이로 인해 국내 계란 자급률은 1990년 이후 거의 100% 수준에서 큰 변화 없이 유지되어 왔다. [세계농식품산업 동향 (2015) - 한국농촌경제연구원]



[그림 1-2] 2015. 가축동향, 농림축산식품부

(2) 계란 관련 식중독 발생 현황

식중독의 원인체는 살모넬라균, 비브리오균 황색포도상균, 일반대장균등이며, 이중 살모넬라균에 의한 발병이 가장 많다, 살모넬라 중에서도 여러 가지 종류가 있는데 식중독을 일으키는 종류는 S.Enteritidis(SE) 와 S.Typhimurium(ST)이 가장 중요한 원인균이다. 특히 SE는 산란계에서 S.Gallinarium(SG), S.Pullorium(SP)등과 더불어 빈번하게 감염사례가 발생 되고 있다. SG나 SP와 달리 SE는 사람에게서 식중독을 일으키는 원인균이기 때문에 계란을 생산하는 산란계 농장으로서 SE감염에 대한 방역을 철저히 실시하여 축산물에 의한 식중독의 예방에 만전을 기해야만 계란이 소비자들로부터 외면당하지 않을 것이다.

연도	병원성대장균	살모넬라	장염비브리오균	캠필로박터제주니	황색포도상구균	클로스트리디움퍼프린젠스	바실러스세레우스	기타세균	노로바이러스	기타바이러스	원충	자연독	화학물질	불명	진행중	합계
'12	31	9	11	8	5	13	6	0	50	1	0	3	0	129	0	266
'13	31	13	5	6	5	33	8	0	43	1	0	1	0	89	0	235
'14	38	24	7	18	15	28	11	0	46	4	0	1	0	157	0	349
'15	39	13	5	22	11	15	6	0	58	2	15	0	0	144	0	330
'16	45	18	19	15	0	8	2	0	27	0	29	0	0	135	90	388
합계	184	77	47	69	36	97	33	0	224	8	44	5	0	654	90	1568

[표 1-1] 연도별 원인균별 식중독 발생현황

[출처 : 식품의약품안전처 '식품안전정보포털']



[그림 1-3] 시중에 유통되는 계란 난각의 분변 오염상태의 예

(3) 국내 생산 식용란의 미생물 오염 경로

지금까지의 계란 소비는 삶거나 구워서 그리고 반숙을 해서 먹는 소비형태를 보였기 때문에 열에 약한 살모넬라균에 대한 우려는 상대적으로 덜했다고 볼 수 있다. 그러나 서구 음식 문화가 서민층으로 파고들면서 샐러드의 드레싱이나 마요네즈를 요리 하는데는 계란을 별도의 요리 없이 날 것으로 사용하게 되기 때문에 계란에서의 살모넬라의 감염여부는 심각한 문제로 받아들여야 한다. 계란에서 살모넬라 감염의 주요 경로는 산란계의 살모넬라 감염에 의한 모체이행, 계란의 집란과정중 오염등 계사내에서 오염 경로와 계란의 선별과정 중 오염, 계란의 유통과정의 오염 등 계사 밖에서 오염되는 경로가 있다.

본 연구진은 특히 계란의 집란, 선별, 유통과정 중 병원성 미생물을 제어하기 위한 모델구축을 목표로 하고 있으며 그 과정에서 오염되는 경로와 원인은 다음과 같다.

(가) 계란의 집란 과정

계란의 집란과정에서 발생하는 품질저하 요인은 집란 벨트에서 계분이나 깨진 계란에서 발생하는 유기물로부터 난각이 오염되는 것과 집란 작업자가 눈으로 확인할 수 없는 실금 파란 등이다. 계분벨트에서 계란의 오염을 방지하기 위해서는 집란을 시작하기전 반드시 계사내를 순찰하면서 집란벨트에 있는 무각란, 연각란, 파각란등을 수작업으로 걸어내는게 필요하다. 집란벨트가 움직이기 시작하면 이송도중 또는 계란이 모이는 곳에서 계란이 서로 부딪쳐 깨지게 되어 그 내용물이 집란벨트를 오염시키고 결국은 다른 계란들을 오염시키게 된다. 오염된 계란은 집란과정에서 칼로 긁거나 젖은 수건으로 닦게 되면 난각을 손상시켜 살모넬라균의 침입을 쉽게 할 수 있다. 집란 과정중에 발생하는 실금 파란은 케이지와 집란벨트의 경사가 디자인이 잘못되었거나, 계분벨트에서 선별기로 이동하는 도중 경사면에서 떨어지는 낙차가 크거나 무리하게 많은 집란벨트를 작동했을때 선별기에서의 병목현상으로 계란이 서로 부딪치면서 집란 작업자가 눈으로 확인할 수 없는 실금 파란을 만들어 낸다. 실금 파란은 집란 당시에는 정상란으로 취급을 받지만 운송도중 그 균열이 커져 결국은 파란이 되어 유통과정중 다른 계란을 오염시키고 상인파도 다툼의 빌미가 되기도 한다. 실금파란 및 파란

이 많이 발생하는 경우 집란 과정을 꼼꼼하게 점검하고, 단기간에 작업을 마치려는 욕심보다는 적당한 양의 계란이 선별기로 들어올 수 있도록 조절 해 줄 필요가 있겠다.

(나) 계란의 선별 및 포장과정

선진국에서는 계란의 선별과정에서 계란을 완전식품에서 안전식품으로 탈바꿈 하기위한 노력이 매우 다양한 방법으로 시도 되고 있다. 그중 가장 보편적인 방법이 세척 방법이다. 35-45℃의 온도에서 계란을 세척하고 즉시 건조하여 7℃이하에서 보관하는 방법이다. 살모넬라는 7℃이하에서는 증식을 억제하기 때문이다. 이 때 사용되는 물은 세균에 오염되지 않는 물을 사용해야 하며 때에 따라서는 세정제를 사용하고 행굼을 실시하기도 한다. 또한 이산화탄소를 주입하여 냉각을 돕는다든지, 고압초음파를 사용하여 계란을 소독하는 등의 방법들을 사용하기도 한다. 계분이나 이물질에 오염된 계란을 한꺼번에 모아놓고 수세미로 닦아 씻어내는 국내 현실에서는 아직 생소한 방법들이지만, 기회가 되면 계란을 세척하는 방법을 자세히 소개 하도록 하겠다. 계란을 물에 담귀 수세미로 씻어내게 되면 난각이 손상되어 세균 침투가 더욱 쉽게 된다. 또한 세척된 계란을 건조가 되지 않은 상태에서 난좌에 담게 되면 계란이 호흡을 하지 못해 결국은 내용물이 썩게된다. 부득이하게 세척을 할 경우에는 난각이 손상되지 않고 잘 건조할 수 있도록 관리해야 할 것이다.

(다) 계란의 유통과정

계란은 난각에 살모넬라균이 감염이 되고 증식된다고 해도 계란이 신선한 경우 계란 큐티클 층과 난백의 항균인자 때문에 쉽게 계란 내용물에 살모넬라가 감염되는 경우는 드물다. 그러나 계란이 실온에서 장시간 노출되게 되면 난각 표면의 큐티클 층과 난각막이 붕괴되어 외부에서 세균이 쉽게 침투하게 된다.

- 2010년 미국에서는 S. Enteritidis에 의한 식중독이 집단 발생하여 1,813명의 환자가 발생하였으며, 5억 5천만의 계란이 리콜되었고, 미국의 계란 생산업이 경제적으로 큰 타격을 입음.
- 위생관리가 철저한 미국에서도 이러한 식중독 사고가 일어나는 것으로 보아 우리나라에서도 계란의 생산과 유통단계에 있어 오염된 병원성 미생물의 제어를 통한 안전성을 확보할 필요성이 있다고 판단됨.
- 현재 계란의 유통은 주로 안전성 확보 수단이 미약하거나 없는 산지 수집상에 의해 이루어지고 있고, 식육 등의 다른 축산물과 달리 안전성 확보를 위한 제도화된 가이드라인이 없기 때문에 유통 및 판매단계에서의 위생이 다른 축산물들에 비해 취약함.
- 계란의 난각이 병원성 미생물에 오염되어 있으면, 액란 이용시 내용물이 오염될 가능성이 높고, 계란을 보관하거나 취급하는 과정에서 다른 식재료를 오염시켜 식중독을 일으킬 가능성이 높음.
- 계란을 생산·유통·판매하는 단계에서 오염된 병원성 미생물을 제어하기 위한 효과적인 방법의 도출이 절실히 필요함.

(4) 식용란의 위생적 관리를 위한 노력 및 한계성

1980년대 이후 세계적으로 계란에 오염된 SE 관련 식중독 사례가 지속적으로 증가였고, 살

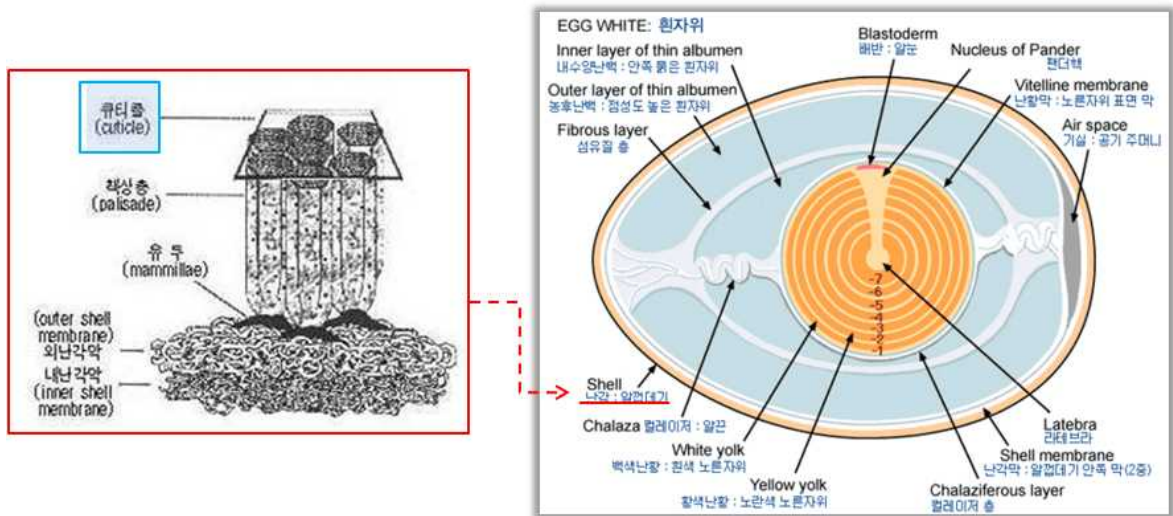
모넬라 유래 식중독 중에 60~70% 정도가 SE가 원인이다. SE는 양계산업의 생산정보다는 계란 위생과 더 직접적인 관련이 있는 세균으로서 계란사업에 있어서 지속적인 모니터링이 필요한 생물학적 위해요소이다. 이런 중요성 때문에 2010년부터 농림축산식품부에서는 산란계와 계란산업에서 SE 관리의 중요성을 인지하여 SE 관련 대책을 아래와 같이 세우고 있다.

적용대상	내용
부화장 산란농장	SE 양성인 경우 초생추 출하제한
	1년 이상 SE 불검출 시 인증서 발급 (1년 유효)
	살모넬라 청정농장 표시 허용
	축사시설 현대화 사업 지원 등 우대
유통 중인 계란 수거검사	전량 SE 검사
	SE 검출 시 생식용 공급금지 (식용란)
알 가공장	알가공장 SE 모니터링 미실시 농장 계란을 미가열 액란제품의 원료로 사용금지

[표1-2] SE 관련 계란 위생관리 종합대책 요약

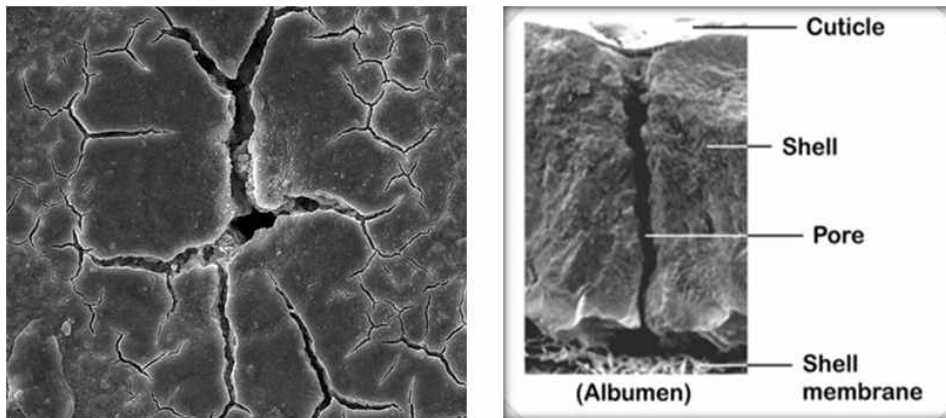
식용란의 위생적 관리를 위한 국가적 대책 수립과 노력에도 불구하고 그와 별개로 현장에서 사용되고 있는 미생물 제어 방법에는 그 자체에서 몇가지 한계성이 있다. 그 중 식용란의 세척절차에 관한 부분은 선행연구에서도 이미 문제점을 지적한 바 있다.

- 현재 우리나라는 좋은 등급판정을 받기 위해서 계란의 세척을 의무적으로 하게 되어 있음.
- 계란 세척 방법이나 시설관리에 대해 정해진 규정이 없기 때문에 세척단계가 위생적인 측면에서 완전하지 않아 세척수 및 세척시설 등이 감염의 통로가 될 수 있음.
- 계란은 물로 세척하면 세균 침투를 막아주는 큐티클층이 파괴됨. 자연보호막인 큐티클층이 파괴된 계란은 꼭 냉장유통을 해야 하는데, 일부 대형마트를 제외하고는 상당수의 판매장들이 세척한 등급란을 상온에서 판매하는 경우가 많아 세척된 계란의 재오염의 가능성이 비세척 계란보다 훨씬 높은 상황임.
- 계란은 cuticle층, 난각, 난막, 난백, 난황으로 구성되어 있어 미생물이 계란 내용물(난황, 난백)에 오염시키려면 3개의 방어층(cuticle층, 난각, 난막)을 통과해야함.
- 이 3개의 층중에서 salmonella균의 오염을 차단하는데 결정적인 역할을 하는 것은 cuticle층임 (jang et al., 1999).
- 세척을 통한 계란의 위생관리법은 cuticle층을 손상시켜 자연적인 미생물 방어막을 약화시키고, 계란의 신선도 유지에 좋지 않은 영향을 끼칠 수 있음.



[그림 1-4] 미생물의 침입에 대한 계란의 물리적 방어 체계

- 육안으로 보는 계란은 매끄러운 표면을 가지고 있으나 실제 계란 표면에는 수많은 기공이 존재하기 때문에 액상의 물로 단시간 세척하여 오염된 미생물을 완전히 살균하는데에는 한계가 있음.



[그림 1-5] 큐티클 층의 전자현미경 사진

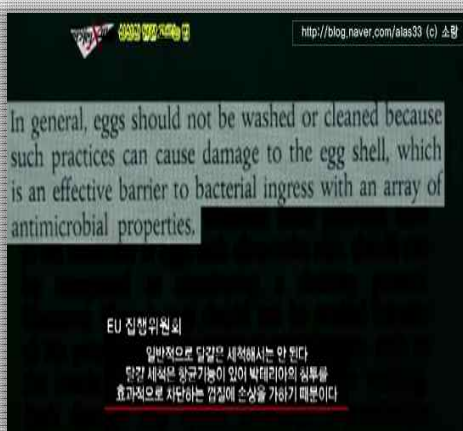


[그림 1-6] 식용란 세척공정

"세척한 일등급 달걀이 더 위험합니다"

세척란 놓고 대기업과 계란유통협회 공방... "세척하면 천연보호막 없어져"

13.08.12 13:39 | 최종 업데이트 13.08.12 14:20 | 김영옥(kyw68104) ▼



[그림 1-7] 세척을 통한 계란 오염 관리에 의문을 제기하는 보도 자료

- 국내 한 연구 기관의 연구 결과에 따르면 계란 집하장의 여름철 비세척란의 표면 미생물수가 세척란보다 100배 이상 높게 나타난다고 함 (축산과학원, 2006).
- 그러나, 근래 들어 세척수를 통한 계란의 세척은 표면의 큐티클 층을 손상시켜 본래 계란이 가지고 있는 미생물 방어 기전을 깨트릴 수 있다는 의견이 지배적이며 EU 국가에서는 계란을 세척하지 않고 유통함.
- 산란계 농가단계에서도 생산계란의 위생 및 품질을 향상시키기 위하여 일반적으로 세척작업을 실시함. 보통은 산란후 계란 표면에는 총균수가 cm^2 당 1×10^6 정도 붙어있는데 할란이나 추가가공 공정에서 액란으로 쉽게 오염될 수 있기 때문에 계란 표면에 붙은 오염물질을 제거해 주어야 함. 물론 물로 세척하면 눈에 보이는 오염원을 제거할 수 있으나 미생물을 완전하게 제거하지는 못함.

나. 종란 미생물 제어의 필요성

(1) 종란 미생물 오염 제어의 중요성

- 종란 위생관리는 건강한 병아리를 만드는 핵심 사양관리로 성계로 성장할 때까지 생산성에 큰 영향을 미침.
- 종란이 이물질로 오염되면 부화시 세균 침입가능성이 높고 이로 인해 해당 난의 부화률이 저하됨.
- 또한, 부화기 안에서 교차 오염이 발생하여 다른 병아리들이 모두 질병에 노출될 수 있음.

(2) 난각 오염을 통한 난계대 오염 피해 가능성이 높은 질병

	원인	감염경로	증상
추백리	<i>S. pullorum</i>	① 난계대전염 (감염종계→종란→병아리) ② 오염된 부화기 내에서 난각 을 통하여 계태아에 침입. ③ 감염된 병아리로부터 배설된 추백리균이 수송시나 육추시에 다른 동거병아리의 소화기나 호흡기를 통하여 수평감염됨.	부화직후 폐사. 보통 부화후 2~3일째부터 발생하기 시작하여 10일령 전후에 피크를 이루며, 3주령까지 발병-폐사가 이어짐. 병아리는 우모가 꺼칠하고 흰색의 설사를 함. 패혈증.
가금 티푸스	<i>S. gallinarum</i>	① 감염계 동거시 분으로 배출된 병원체 경구감염 ② 장액이나 수란관 통해 난계대전염 ③ 난각 이 오염되어 기공을 통해 계란속으로 침투.	부화후 높은 폐사율. 약추가 다량 발생. 병아리: 설사, 난황흡수 불량 성계: 사료섭취량 산란율 감소. 폐사수 급증
대장균증	<i>E. coli</i>	① 주로 호흡기도를 통하여 감염 ② 난각 에 부착된 대장균이 난각을 통과하여 계란내로 침입하여 감염. ③ 오염된 사료, 물 등에 의한 경구감염	기낭염, 수란관염, 난황감염증 및 제대염, 급성패혈증

[표 1-3] 난계대 오염피해 가능성이 높은 질병의 특성

(가) 가금티푸스, 추백리, 대장균증.

- 가금 티푸스, 추백리, 대장균증은 종란 산업에 큰 피해를 입히는 질병으로 난각의 오염을 통해 난계대 전염 가능성이 높음.

(나) 가금 티푸스, 추백리

- 가금티푸스가 난계대 되면 약추, 폐사추들이 부화장의 발생기에서 발견되거나 혹은 부화 후 높은 폐사율을 나타냄.
- 부화된 병아리는 설사로 인해 향문이 지지분하며 난황흡수가 불량함. 또한 수직 감염된 병아리는 다른 건강한 병아리에 전파시켜 2차 폐사율이 증가함.

(다) 대장균증

- 병원성 대장균에 감염된 종계균은 종란을 통하여 수직 감염됨. 슝털, 난각 표면이나 난각 조각에 대장균이 부착되어 있다가 난각이나 부화된 병아리를 통해 감염됨.
- 감염 산란율의 저하와 난각질의 부실로 입란 가능한 종란의 숫자가 감소하게 되며 오염된 종란의 수정율 또한 낮아질 뿐만 아니라 최종 병아리 발생 숫자도 줄게 됨.

- 병아리 발생 이후 최종 선별 과정 중에 제대염과 관절염의 이상추가 늘어나고 분양 이후 육추과정에 조기 폐사가 발생되어 육성율이 낮아짐.

(3) 난계대 질병의 발생 및 피해현황

(가) 추백리

- 1924년 국내에서 처음으로 가금 질병연구가 시작되면서 가장 먼저 검색된 질병임.
- 1924년 일본으로부터 수입된 초생추가 설사 증세를 보였고 이들로부터 분리한 병원체가 살모넬라 풀로럼(*Salmonella pullorum*)과 일치한다고 보고된 것이 국내 최초의 발생임.
- 정부수립 후 추백리는 법정전염병으로 지정되었고 1956년부터 방역대책을 수립하고 검색한 결과, 발생보고 당시인 1924부터 1930년까지 검색되었던 양성율은 7.5 %~ 5.8 %의 높은 양성율을 보였으나 1980년대 말에는 0.4 % 이하로 격감.
- 2000년도 이후 추백리는 감소추세이나, 가금 티푸스는 산란계에서 종계, 육용계로 퍼지는 양상을 보임.

(나) 가금티푸스

- 1900년대 초기에 전세계적으로 발생해 가금산업에 막대한 손실을 주었으며 이후 대부분의 국가에서 추백리(*Pullorum disease*)와 함께 국가적인 차원에서 방역프로그램을 실시해 캐나다, 미국 및 유럽등지에서는 그 발생이 매우 낮거나 근절됨.
- 남미, 아프리카 및 동남 아시아 등지에서는 최근에도 발생빈도가 높은 것으로 보고됨.
- 1992년에 국내 산란계에서 처음 확인된 이래 전국적으로 확산됐으며 전국 각지에서 매해 피해가 발생하고 있음.
- 국내 가축전염병 발생 통계자료를 보면, 2000년부터 2011년까지 가금티푸스 발생건수는 총 1063건으로 그 피해 규모가 심각함.
- 2005년 전북도, 2007년 제주도에서 가금티푸스 주의보가 발효됨.
- 국내 발생 초기에 영향을 받지 않았던 종계장에서도 원인체가 유입되면서 가금류 생산 시작단계부터 경제적 손실을 끼침. 종계장 유입의 원인은 보균종계의 수입, 종계장 방역 미숙, 초기 백신 실패 등으로 추측되고 있음.

(4) 종란의 위생적 관리를 위한 노력 및 현재 소독방법

- 현재 정부에서는 가축전염병예방법 제3조제2항·제15조제1항 및 제16조제1항에 따라 「종계장·부화장방역관리요령」을 고시함.
- 위 법률에 따라 종계, 종계장, 부화장에 방역 관리가 이루어지고 있음. 가금 티푸스와 추백리의 정기적 검사를 명시함으로써 가금 산업에 큰 타격을 주는 가축 전염병의 발생을 방지하고자 함.
- 종란 소독방법에는 가스를 이용한 훈증소독, 소독용액을 이용한 스프레이(분무)소독, 소독용액에 침적소독, 자외선 소독 등 여러 가지가 있음.

- 현재 종계장 및 부화장에서 많이 이용되는 소독법은 포름 알데하이드 가스를 이용한 훈증 소독임.

※ 포르말린 훈증 소독법

- ① 종계장으로부터 반입된 종란은 도착 후 바로 포르말린 훈증소독한다.
- ② 훈증 후 종란은 보관실에 보존한다.
- ③ 발생기에 입란 후의 훈증은 종란을 정란하여 부화기 내의 온·습도가 통상의 설정조건에 도달한 다음 반드시 부화기의 환기공을 막은 다음 웬을 회전한 그대로 20분간 훈증한다. 포르말린 사용량은 40 ml/m³로 한다. 다만 입란 후 12~96시간은 훈증에 의한 악영향이 있으므로 훈증을 피한다. 특히 동일한 부화기에 연속하여 입란할 경우에는 이 점을 유의해야 한다.
- ④ 발생기로 이동한 후 포르말린 훈증은 ③ 발생기에서의 방법과 같이하여 20분간 실시한다.

급성 독성	만성 독성	면역 독성	신경 독성	생식 독성	발생 독성	유전 독성	발암성
○	○	△	○	△	△	○	○

(○ : 독성 있음 , △ : 독성 여부 불분명 또는 자료 부족, - : 독성 없음)

[표 1-4] 포름알데하이드의 생체 독성

- 포름알데하이드 가스는 박테리아, 바이러스, 균체, 곰팡이를 효과적으로 제어할수 있으나 동물 및 인체에 독성이 있음. 다량 노출시, 중추신경의 억제나 호흡곤란, 신장장해 등의 급성 독성이 있으며 암을 유발시키기도 함. 안전한 작업환경 조성을 위하여 생체 독성이 없는 새로운 종란 소독법 개발이 시급함.

다. 국가 재난형 질병(AIV)에 의한 피해현황 및 제어 필요성

- (1) '16.11.16 부터 발생한 고병원성 AI로 국내 계란 시장 피해현황
 - '17.01.16 농식품부 발표 내용에 따르면, 산란계 2,305만 마리 살처분으로 약 30%이상 생산량이 감소(4,300 → 3,000만개/일)되어 계란 가격이 상승하는 추세임. '17.1.13 기준 산지가격은 2,190원(10개)으로 전년 동월 대비 120% 상승, 소비자가격은 3,164원으로 전년 동월 대비(1,850원) 72.8% 상승

(단위 : 원, %)

품목	전년동월 (‘16.01) (A)	전월평균 (‘16.12) (B)	전순평균 (21~31) (C)	최근가격		대비(증감%)			
				01.12(목) (D)	01.13(금) (E)	E/A	E/B	E/C	E/D
육계(원/kg)	5,265	5,201	5,007	5,065	5,076	△3.6	△2.4	1.4	0.2
계란(원/30개)	5,493	7,561	8,768	9,543	9,491	72.8	25.5	8.2	△0.5
오리(원/kg)	12,938	14,322	14,630	14,410	14,243	10.1	△0.6	△2.6	△1.2

* 육계는 지육, 오리는 정육, 계란은 특란 30개 가격

[표 1-5] 육계, 계란, 오리 소비자 가격 일일 동향

- ‘17.01.06 농식품부에 따르면 계란과 계란가공품 8개 품목의 상반기 할당관세 적용 물량은 98,600톤으로 이중 신선계란 35천톤(시장유통 : 18,968톤, 가공용 : 16,032톤), 냉동전란 29천톤(시장유통 : 5,585톤, 가공용 : 22,415톤), 냉동난백 15,300톤(가공용), 난황냉동 12,400톤(가공용)순이라 발표한 바가 있으며, 이를 미국, 뉴질랜드를 통해 수입 중.

구 분		관세율(%)		할당적용 물량(톤)		
		기본	세율	계	가공용	시장유통
계		-	-	98,600	70,747	27,853
0407	21-0000(신선란)	27	0	35,000	16,032	18,968
	90-0000(훈제, 맥반석)	27	0	3,300	-	3,300
0408	11-0000(난황건조)	27	0	600	600	-
	19-0000(난황냉동)	27	0	12,400	12,400	-
	91-0000(전란건조)	27	0	2,600	2,600	-
	99-1000(전란냉동 등)	30	0	28,000	22,415	5,585
3502	11-0000(난백분)	8	0	1,400	1,400	-
	19-0000(냉동난백)	8	0	15,300	15,300	-

[표 1-6] 계란가공품 관세율 및 할당적용 물량

(2) 난각 표면에 잔류하는 AIV를 제거할 수 있는 효과적 소독제의 필요성

- 앞서 서술한 피해 현황을 보아, 계란 생산농가의 경제적 피해가 심각한 상황이며 보다 효과적으로 AIV를 제거할 수 있는 소독제의 필요성이 부각되고 있는 상황
- AI가 발생하면 국가동물방역통합시스템(KAHIS)에 따라서 발생농가 중심으로 3km이내 위험지역의 농가에서 생산되는 모든 계란은 반출하지 못함.
- AI가 난계대 질병은 아니지만, 반출된 계란 및 계란관이 carrier의 역할을 할 수도 있기 때문에 예방적 차원에서 전량 폐기처분되는 상황임.

* 지난 '14.02.18 천안 풍세면의 양계 밀집 지역에서 AI 발생으로 이 주변 11곳의 산란계 농장에서 20일까지 3일간 쌓였던 35만5000개 230톤(개당 60g 기준) 가량의 계란이 모두 반출하지 못한 채 폐기되기도 하였음. '16년도 현재 진행 중인 AI 발생규모가 사상 최대이며, 정확하게 집계는 되고 있지 않지만 그 양은 사상 최대임에는 틀림이 없음.



[그림 1-8] 창고에 보관된 폐기 대기중인 식용란

- 반경 3km 이내의 보호구역 내에서 폐기되는 계란에서 AIV를 제거할 수 있는 효과적 소독제를 개발한다면, 위와 같은 계란 수급 불안과 같은 사태를 막을 수 있을 것으로 보임.
- * '16.11.16부터 발생한 고병원성 AI에 의한 피해로 '16.12.26까지 산란계 2,041만 마리가 살처분되어 계란 생산량이 감소해 시장 수급에 큰 난항을 겪자, 28일 이후로 정부에서는 발생농가 중심 3km 이내 위험지역 농가에서 계란의 제한적 반출을 허용하기도 하였음.



[그림 1-9] 제한적 반출 허용 관련 사진

- 계란 난각 표면에 오염되어있는 AI virus를 효과적으로 제거할 수 있는 소독방법을 개발하고 이를 보완할 제도적 개선이 이루어진다면 계란의 안전성을 확보할 수 있고 AI로 인한 산란계 농장의 경제적 피해를 대폭 감소시킬 수 있을 것임.

3. 연구개발 범위

가. 유통단계 식용란 및 부화장 종란의 미생물 오염도 실태 조사

- (1) 국내에서 수행된 이전 연구 결과들에 대한 자료조사 및 연구수행
 - 사전 문헌조사: 이전 연구 자료를 토대로 난각의 미생물 오염 실태 조사
 - 계란 집하장에서 수거한 식용란에 대한 일반 미생물 오염도 조사
 - : 공정 단계별로 난각의 미생물 오염도를 조사함
 - ① 세척전 ② 세척+자외선 조사후
 - 부화장에서 수거한 종란의 미생물 오염도 조사:
 - ① 포르말린 훈증 전 ② 포르말린 훈증 후

나. 가스상 이산화 염소를 활용한 계란 오염 병원성 미생물 제어효과 평가

- (1) 효력 평가 대상 병원체
 - Salmonella Enteritidis : 계란과 계육으로 인한 식중독 유발의 주요 원인균.
 - Salmonella gallinarum & E. coli : 난계대 질병의 원인균
 - AI virus: 국가 재난형 질병의 원인 병원체.
- (2) 다양한 환경조건에 따른 미생물 최적 살균 조건 확립.
 - 최적 살균 농도 및 용량 확립
 - 최적 살균 접촉 시간 확립
 - 유기물 유무에 따른 소독효과 파악
 - 습도에 따른 소독 효과 변화 파악
- (3) 계란의 난각과 액란에서 염소 잔류검사 실시
 - 이산화 염소 가스에 노출된 계란을 한국 분석 연구소 등의 국가 공인 인증 기관에 화학 분석 의뢰

다. 규모별 및 형태별 계란 집하시설에 적용 가능한 산업화 모델 구축

: 연간 계란 집하량 5만개 기준 - 소규모/대규모 지하시설로 구분

- (1) 작업장의 온습도, 크기, 밀폐상태등 을 고려해 실제 적용 가능한 자동화 설비 제시
- (2) 작업장 규모별 이산화 염소 가스 생성 및 자동화 설비 관리 매뉴얼 제작
- (3) 작업장 규모별 관리 공정도(도면) 및 시제품 제작
- (4) 작업 환경을 고려한 환기 시설설계

라. 가스상 이산화염소의 현장 적용을 위한 시제품 평가

- (1) 식용란 집하장 및 종란 보관창고의 환경조건에 맞는 최적 소독 조건 적용 후

현장에서의 각종 미생물 살균 효력 평가.

- (2) 실제 작업 환경에서의 계란소독 효과 검증 : 집하장 규모별로 나누어 현장 적용
- (3) 식용란의 가스상 이산화염소 활용 경제성 및 선도유지 효과 비교 평가
: 물로 세척 또는 자외선 조사를 적용하는 경우와 비교
- (4) 종란 보관창고에서의 최적 소독 조건 적용 후 포르말린 가스 훈증과의 살균효력 비교 평가 : 포르말린 가스 훈증방법의 단점을 대체할 수 있는지에 대한 편리성, 실효성 평가
- (5) 난좌 구조 및 살균률 비교 평가:
계란 적재시 타공형 난좌 등 접촉면을 넓히는 난좌를 제작하여 소독 효력을 최대화.

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

1. 소독제 및 소독관련 기술 현황

(가) 소독제 비교 현황

구분	Chlorine dioxide(ClO ₂)	Formaldehyde (HCHO)	Ozone (O ₃)
주요 특징	Yellowish gas 11℃에서 기화 강력한 산화작용으로 살균 저농도 사용, 안전성 높음	자극적 냄새 있는 무색 gas 단백질 변성에 의한 살균 발암가능성 있음	비릿한 냄새 미청색 gas 강력한 산화작용으로 살균 불안정하여 분해 빠름
인체에 미치는 영향 (ppm)	0.1	특별한 영향 없음	0.03 - 0.05 눈 자극
	0.2 - 0.5	다소 냄새 있으나 특별한 영향은 없음	0.05 - 0.13 10명 중 5명 냄새 감지
	1 - 2	약간의 염소 냄새	0.4 - 0.8 10명 중 3명 불쾌감
	5 - 10	자극성 있음	0.81 - 1.6 눈, 코, 목에 건조함을 느낌
			5.0 - 기도 자극
			5 - 10 맥박 증가, 전신 마비
		15 - 20 소동물 2시간 내에 폐사	

[표 2-1] 이산화염소 gas와 기존 훈증소독제 비교

	Approval in US	Approval in Korea
Aqueous ClO₂	<p>1995, Approved by FDA for poultry processing water</p> <p>1998, Approved by FDA for washing produce (200ppm, < 3ppm)</p> <p>2011, Approved by FDA for red meat, meat parts and organs or as a dip to red meat parts and organs(< 3ppm)</p>	<p>2012, Approved by KFDA for washing vegetables and food equipment (< 100ppm)</p>
Gaseous ClO₂	<p>1996, Decontamination of food contact surfaces (aseptic juice storage tanks) and produce surfaces</p> <p>2001, Approved by EPA for emergency use in anthrax decontamination</p>	<p>None</p>

[표 2-2] 이산화염소 관련 허가사항

(나) 소독기술 비교 현황

1) 화학적 방법 : 염소산염 환원법

- 주요 화학 반응식은 $2\text{ClO}_3^- + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{ClO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^-$
- ClO₂와 Cl₂가 1:1의 비율로 생성
- $2\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{HSO}_4^-$ 와 $2\text{ClO}_3^- + 5\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{HSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ 이 차례로 발생한다.

가) 국내 제조사

- (주) 에스케이 아쿠아테크

2) 화학적 방법 : 산화법(precursor에 따른 분류)

- 가) 산- 아염소산 (또는 직접산화 시설) [무기산(HCl, H₂SO₄)으로 산화하는 방법]
- 주요 화학 반응은 $5\text{NaClO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow 4\text{ClO}_2(\text{g}) + 5\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 염소가 발생되지 않으므로 염소소독부산물 생성되지 않음.
 - 주입량 범위가 넓은 경우에도 정확한 주입량이 유지
 - 유량에 따라 주입량을 조절해야할 경우에 적합

- 염소가스를 사용하지 않으므로 염소가스에 의한 안전상의 문제가 발생하지 않음
- 최대생성율이 80%로 낮다는 단점

가-1) 국내 제조사

- (주)에코시아

가-2) 국외 제조사

- Siemens / Wallace & Tiernan
- Alldos
- Henkel / Lang
- Severn Trent
- ProMinent

나) 염소가스-아염소산 [차아염소산염 및 무기산으로 산화하는 방법]

- 주요 화학반응은 $2\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ClO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}$
- 대규모 시설에 적합, 최적 반응조건에서 수율이 높다는 장점
- 염소가스의 안전한 취급 및 운전을 위하여 기술과 비용이 소모
- 생성물에 염소가 잔류할 수 있고, 인젝터(injector)가 잘 작동하지 않을 경우 이산화염수 수율의 변동이 심할 수 있다는 단점

나-1) 국외 제조사

- Siemens / Wallace & Tiernan
- DuPont / International Dioxide
- Severn Trent / Capital Controls
- Altviva
- ClorDiSys, Minidox-M generator
- Grundfos

다) 아염소산-차아염소산-염산 [차아염소산염 및 무기산으로 산화하는 방법]

- 주요 화학반응은 $2\text{NaClO}_2 + \text{NaOCl} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{ClO}_2(\text{g}) + 3\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 염소가스를 사용하지 않으며, 최적 반응조건에서 수율이 높다는 장점
- 세 가지 화학약품을 다루어야하므로 기본적으로 공정이 복잡
- 생성물에 염소가 잔류
- 저장된 차아염소산염(hypochlorite) 용액의 농도가 시간이 지남에 따라 낮아짐으로 수율 또한 달라질 수 있다는 단점

다-1) 국내 제조사

- (주)테오테크

다-2) 국외 제조사

- DuPont / International Dioxide

- Altiviva

라) 염소산-과산화수소-산 (Purate®)

- 주요 화학반응은 $\text{NaClO}_3 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ClO}_2 + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ /

Purate: $\text{NaClO}_3 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2$ 이다.

- 대규모 시설에 적합하며 화학약품비가 낮다는 장점

- 현재 하나의 제조사가 독점하고 있으므로 초기 투자비가 높다는 단점

라-1) 국외 제조사

- Eka Chemicals

마) 아염소산나트륨(NaClO_2)을 이용한 전기 화학적 방법

- 주요 화학반응은 $2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

- 염소나 염산과 같은 보조화합제를 사용하는 기존의 기술과는 달리 한 가지 물질만을 사용하기 때문에 보다 안전하고, 저렴함.

- 생성 공정과 장치 또한 간단하여 대량생산에 적합함.

마-1) 국내 제조사

- (주) 푸르고팜

- (주) 광일플랜트

- 죽암건설 주식회사 & 순천대학교 산학협력단

마-2) 국외 제조사

- Halox / Nalco

- DuPont / International Dioxide

- PureLine

2. ClO_2 gas generator (이산화염소 가스 발생기) 기술의 국·내외 현황

1) 국외기술 동향

가) 미국

- 오래전부터 하수처리장의 소독설비를 운영해오고 있으며, 1976년 이후에는 염소소독으로 인한 부산물인 THMs의 위해성이 밝혀진 이후 폐쇄성수역이나 수생생물 등 환경생태계 보호가 시급한 지역부터 자외선(UV) 소독 등 대체 소독방법으로 점차 변경하는 추세이다. 이산화염소 소독은 중 • 대형 정수장에서의 이 • 취미 제거 및 발암물질인 THMs와 같은 부산물 저감을 위해 염소와 병행하여 처리중이며 점차 증가 추세에 있다. 현재 약 400~500개의 정수장에서 이산화염소를 소독제로 사용 중이다.(EPA Guidance manual Alternative Disinfectants and Oxidants/April1999)

나) 일본

- 일본의 경우 기존시설은 염소계 소독 방식인 차아염소산나트륨이나 고형염소의 사용이 전국하수처리장의 약 97%를 차지하고 있으나, 최근에는 염소대체 소독기술에 대한 개발이 이루어지고 있다. 1997년부터 일본 수도기술연구센터 주관으로 이산화염소를 이용한 대체 소독법 실용화기술 연구수행중이며, 수영장 등에서 차아염소산 대신 현재 사용 중이다.

다) 유럽

- 이산화염소를 음용수 소독제로 규정하고 있으며, 2000년 5월 EU 회원국에 사용지침을 배포하여 이산화염소 소독법의 사용을 권고 하고 있다. 독일, 프랑스, 이태리 등의 국가의 500개소 이상의 정수장에서 전산화제로 사용 하고 있고, 현재 EU의 많은 정수장이 소독부산물 최소화를 위해 이산화염소로 전환중이다. 프랑스는 유기물질 및 망간 등의 제어를 위해 이산화염소를 사용하고 여름철에는 소독효과를 높이기 위한 목적으로 사용하고 있다. 독일에서는 후처리 소독제로 활발히 사용되고 있다.

2) 회사별

가) Taiko pharmaceutical Co. LTD (타이코약품 주식회사)

- 타이코사의 저농도 이산화염소계 소독제인 크레베린(Cleverin)은 이산화염소를 분자화하여 공기 중에 떠다니는 각종 세균이나 곰팡이를 살균해주는 공간제균 제품이다. 25m³의 폐쇄 공간에 놓아두는 것만으로 이산화염소(0.02ppm)로 부유균을 60분 동안에 99% 제거하고 부유 바이러스 또한, 30분간 99% 제거한다. 최근 메르스, 인플루엔자 바이러스에 효과가 있다는 것이 알려지면서 화장실, 급식실, 학교 등 공공기관에 설치되고 있으며 개인위생용품으로 이용되고 있다.

나) Grundfos

- $2\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ 의 차아염소산염 및 무기산으로 산화하는 방법으로 이산화염소를 제조한다. 대량생산이 용이하므로 공장 내 냉각수를 정화하는 데 이산화염소를 사용한다. 이산화염소 생성 시스템인 Oxiperm Pro OCD-162은 음용수 내의 레지오넬라균과 기타 세균을 박멸하는데 이용된다. 이는 아염소산나트륨(NaClO_2 , 7.5%) 증류액과 염산(HCl , 9%)을 사용하여 이산화염소를 생성하며, 병원, 요양소, 호텔, 스포츠 센터, 학교 등의 건물에 설치되고 있다. 또한, 리오넬라균의 박멸, 지자체 급수시설의 음용수 처리, 종묘장에서의 관개수 처리, 식품 및 음료 산업에서의 공정수 처리, 냉각수 처리 등에 이용되고 있다.

다) Feedwater사의 Active-Ox

- 종래의 이산화염소 발생기는 유해물질 3가지 이상을 출발물질로 사용하였으나,

Feedwater사는 출발물질의 수가 적어 인체에 유해정도가 낮으며, 비교적 저렴한 가격으로 이산화염소를 생산할 수 있다.

라) METITO

- METITO사의 이산화염소 발생기는 아염소산나트륨(sodium chlorite)와 염산(hydrochloric acid)를 전물질로, 염소를 산화하여서 이산화염소를 생산한다. 이 방법은 식수도 정수에 이산화염소를 이용할 시 가정 우선시 이용되는 방법인 “chlorine dioxide under water generating system”으로 상하수도, 식수도 관리를 하고 있다.

마) ClorDiSys(product name : MINIDOX-M™)

- $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaClO}_2(\text{s}) \rightarrow 2\text{ClO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}(\text{s})$ 인 차아염소산염 및 무기산으로 산화하는 방법으로 이산화염소를 생산한다. 저농도의 chlorine gas (2% in nitrogen)가 아염소산나트륨(sodium chlorite)를 포함한 카트리지를 통과하면, 염소분자는 이산화염소로 변화한다. 공정 마지막에 카트리지에 아염소산나트륨(sodium chlorite)과 염화나트륨(sodium chloride)가 남게 되므로, 이산화염소 발생 공정 후에 부산물이 발생하지 않는 특징이 있다. 즉, 이산화염소와 CSI CD Generating Cartridges를 혼합하여 안전한 이산화염소 가스와 소금을 생산하므로 안전하게 무균실이나 수술실 등을 소독하는 멸균제로 이용되며 CSI사의 CD gas는 US-EPA에 멸균제로 등록되어 있다.

바) AKZO NOBEL & V, EKA CHEMICALS(네덜란드 엔엘-6800 에스비 아르넴 피.오.박스 9300)

- 아래의 단계 중 적어도 두 개의 반응 용기 내 비-결정화 조건하에서 이산화염소의 연속 제조 방법이다. (참고_[단계] 제1 반응 용기에 알칼리 금속 염소산염(alkali metal chlorate), 무기산(mineral acid) 및 과산화수소를 공급하여 상기 제1반응 용기 내에 유지되는 산성 반응 매질(acidic reaction medium)을 형성하는 단계, 상기 반응 매질 내에서 알칼리 금속 염소산염, 과산화수소 및 무기산을 반응시켜 이산화염소 및 무기산의 알칼리 금속염을 형성하는 단계, 상기 제1 반응 용기 내 반응 매질로부터 이산화염소를 가스로서 회수하는 단계, 무기산, 알칼리 금속 염소산염 및 무기산의 알칼리 금속염을 포함하는 감손된 반응 매질을 상기 제1 반응 용기로부터 회수하여 제2 반응 용기에 공급하는 단계, 상기 제2 반응 용기 내 반응 매질에 과산화수소를 공급하고 9 내지 75 밀리몰/리터의 알칼리 금속 염소산염의 농도에서 반응 매질을 유지하는 단계, 반응 매질에서 알칼리 금속 염소산염, 과산화수소 및 무기산을 반응시켜 이산화염소 및 무기산의 알칼리 금속염을 형성하는 단계, 상기 제2 반응 용기 내 반응 매질로부터 이산화염소를 가스로서 회수하는 단계, 및 무기산 및 무기산의 알칼리 금속염을 포함하는 감손된 반응 매질을 상기 제2 반응 용기로부터 회수하는 단계.)
- 황산용액에 들어서 나트륨염 형태인 아염소산염(chlorite)이나 염소산염(chlorate)을

환원시켜서 이산화염소를 생산하여, elemental chlorine-free(ECF) pulp bleaching(종이 표백)에 이용한다.

사) Scotmas ClO₂ Generators(clean water technology)

- 스코틀랜드의 수처리 전문 기업인 스코트마스 그룹은 정수공정에서 가장 많이 사용되는 이산화염소 생성법인 아염소산나트륨(sodium chlorite; NaClO₂)용액을 이용한 방법으로 이산화염소를 생산한다. 아염소산나트륨(sodium chlorite)이 염소가스(Cl₂(g)), 차아염소산(HOCl), 또는 염산(HCl)와 반응하며 이산화염소가 생성된다. 생성한 이산화염소를 가지고 농가공용품, 식품 가공, 식수 관리, 병원의 레지오넬라(Legionella control) 소독 등에 이용하고 있다.

3) 국내기술동향

가) (주)생명과 환경

- 정수장이나 하수처리장, 중수도, 양식장, 식품 가공분야 등에 광범위하게 활용할 수 있는 이산화염소 발생기(ClO₂ Generator)를 개발하여 특허취득과 함께 조달청우수 제품으로 선정되었다. 이 제품은 생산수율(원료약품이 최종 생산품으로 만들어지는 비율)이 96% 이상으로 미국 FDA(식품의약청)와 EPA(환경보호청)의 기준인 90%와 95%를 모두 만족시키고 과잉염소 역시 1.89%로 EPA의 규정(2%)을 준수한다. 특히, 발생기에 내장된 프로그램이 정수장의 수량이나 오염도에 따라 이산화염소의 투입량과 농도를 자동 조절함으로써 ‘무인운전’이 가능하고, 사고발생시 곧바로 보조 장비가 가동되어 소독작업이 중단될 우려가 없다. 이 장비는 한국수자원공사 부안댐 정수장과 서울시 자양취수장에 공급되었으며 부여 석성정수장에 납품될 예정이다. 하지만, 반응 시스템의 불안으로 인해 이산화염소의 발생공정 중 떨림 현상으로 인한 기계의 결함발생으로 이산화염소 가스 등의 유출이 문제시 되는 단점이 있다.

나) (주)프로미넌트

- (주)프로미넌트는 벨로존(BELLO ZON : 등록상표) 이산화염소 발생기를 판매한다. 이 이산화염소 발생기는 NaOCl과 HCl 반응에 의한 공법으로 운전된다. NaOCl과 HCl을 정량으로 반응하여 간편하고 안전하게 이산화염소를 생성한다. 프로미넌트의 수십 년의 경험이 축적된 이 공법의 특징은 염소성분을 포함하지 않은 순수한 이산화염소가 필요한 용도에 맞춰 정확히, 안전하게 투입되는 점이다. 하지만, 고순도의 이산화염소를 생성하지 못하고, 발생된 이산화염소에 ClO₂⁻, ClO₃⁻ 함량이 높아 현장적용 시 단점이 되고 있다.

다) 삼원-썰라 엔지니어링(주)

- 삼원-썰라의 이산화염소 발생기는 상수도, 각종 음용수의 염소 소독 시 생성되는 발암물질인 THM(Trihalomethane)을 생성하지 않는 이산화염소를 제조하는 설비로서 소형, 경량화가 가능하므로 설치면적 및 설치비용의 소요가 적고 유지,

관리가 용이하다. 하지만 순도가 낮은 이산화염소를 생성하고, 유지비용이 많이 드는 단점이 있다.

라) DeoTech

- DeoTech는 기체상 이산화염소의 고순도 제조장치, 제조방법 및 장기보존방법 / 이산화염소를 이용한 축분 퇴비화시설에서의 악취제거장치 / 이산화염소가스의 연속 제조장치 / 이산화염소가스의 연속 제조방법과 장치 기술을 가지고 있다. $2\text{NaClO}_2 + \text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 3\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 의 반응식으로 아염소산염용액과 차아염소산염 용액 및 산 용액을 반응시켜 이산화염소가스를 생산한다. 이 이산화염소가스의 연속 제조방법과 장치는, 상기 3종의 용액을 혼합하여 반응시키되, 1차 반응기에서 혼합용액의 초·중기 반응이 이루어지면서 이산화염소가스가 제조되도록 하고, 1차 반응기에서 반응이 완료되지 않은 혼합용액의 잔여반응이 2차 반응기에서 이루어지도록 하며, 1·2차 반응기에서 이산화염소가스의 제조가 각각 일시적으로 중단되는 시점이 서로 겹쳐지지 않도록 하는 바, 장치 전체에서는 이산화염소가스가 연속적으로 제조될 수 있게 한다.

마) (주) 에코시아

- (주) 에코시아는 $\text{NaClO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HClO}_3 + \text{HCl} + \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 의 이산화염소 제조방법과 같은 원료를 사용하여 이산화염소를 발생시킨 후 여기에 비활성 질소가스, 탄산가스 또는 공기 등을 미세한 다공성 초자필터를 통과시켜 생성된 미세 기체 방울이 반응물의 교반을 원활하게 진행시켜 고수율, 고순도의 이산화염소 가스를 발생시킨다. 이러한 방법으로 순수 이산화염소 제조장치 및 이산화염소수 제조방법을 이용하여 식품위생분야(대형급식소, 군부대, 학교, 요식업소, 가정, 횃집수족관), 생활환경분야(병의원 내 살균소독, 구취 제거제, 세탁소, 사우나, 미용실 탈취제, 물수건 소독 등), 산업 환경분야(수처리:상,중,하수/ 산업용수 및 냉각탑, 발전소 냉각수 소독, 식품가공공장, Ballast water소독, 얼음공장, 어류양식장, 수영장, 가축 축사, 각종 청소업체) 등에 이용하고 있다.

바) (주)광일플랜트

- 산이나 염소가스를 사용하는 화학적 방법을 사용하지 않고, 전기분해를 이용해 이산화염소를 생산해서 악취제거 시설에 활용한다.

사) 오메가 비전 주식

- 이산화염소를 가스로 변환하여 소독하는 의료용 멸균기에 있어서, 황산 원액이 저장되며, 교체 가능한 황산 카트리지와 아염소산나트륨 원액이 저장된 아염소산나트륨 카트리지와 기화촉진제 원액이 저장된 기화촉진제 카트리지가 각각 장착되고, 상기 각각의 카트리지에서부터 상기 원액들을 공급받아 상기 황산 원액과 아염소산 원액, 기화촉진제 원액이 혼합되고, 공기 주입과 함께 두 용액을 버블링 작용으로 이산화염소 가스를 생성하는 가스 반응조로 이루어진 이산화염소가스

발생장치; 상기 이산화염소가스 발생장치로 공기를 주입하는 공기주입기; 상기 이산화염소가스 발생장치에서 공급된 이산화염소 가스를 저장하는 예비챔버; 상기 예비챔버를 통해 이산화염소 가스를 공급받고, 멸균 대상물이 수납되는 메인챔버; 상기 메인챔버의 내부를 진공상태로 형성하는 진공펌프; 상기 메인챔버에서 멸균 대상물을 멸균 처리 후, 이산화염소 가스를 흡입하여 저장하는 정화 반응조와, 상기 이산화염소 가스를 화학 반응화로 정화된 공기가 청정하다고 판단하는 공기질 측정기가 내장되는 공기 정화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화염소 가스를 이용한 의료용 멸균기를 제공한다.

아) 재단법인 포항산업과학 연구원

- $\text{ClO}_2^- + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{O}_3^-$ 의 반응으로 아염소산 용액, 차아염소산 용액 또는 이들의 혼합물 중 어느 하나의 용액에 오존을 반응시켜 이산화염소가스를 생성시키는 단계 및 상기 생성된 이산화염소가스를 수집하는 단계를 포함한다. NaClO_2 는 수용액 상태에서, Na 양이온과 ClO_2^- 음이온으로 해리된다. 그 용액에 오존을 투입하면, 상기 반응식과같이, 상기 ClO_2^- 음이온과 오존이 반응하게 되고, 이 반응을 통하여 이산화염소를 생산한다.

자) 죽암건설 주식회사, 순천대학교 산학 협력단

- 고성능 무격막 전해셀 및 이를 포함하는 이산화염소 발생장치에 관한 것으로 본 발명의 고성능 무격막 전해셀은 하우징과, 상기 하우징 내부에 일정간격으로 이격되어 적층 설치되는 양전극판 및 음전극판과, 상기 양전극판과 음전극판 사이 및 최외측에 설치된 양전극판 또는 음전극판과 상기하우징사이로 염소산나트륨과 염화나트륨의 혼합용액이 공급되도록 상기 양전극판과 음전극판 및 최외측에 설치된 양전극판 또는 음전극판과 상기 하우징을 일정간격으로 이격되도록 하는 스페이서로 이루어지며, 공급된 혼합용액을 상기 양전극판과 음전극판에 전압을 인가함으로써 전기분해하여 이산화염소(ClO_2) 산화수를 발생시킨다. 이에 따라 이산화염소 산화수의 발생효율을 향상시킬 수 있으며, 발생된 이산화염소산화수로부터 이산화염소를 간편하고 고순도로 분리할 수 있으며 분리효율이 높아 이산화염소 수율이 높은 장점이 있다.

차) 김성중, WO2013027959 A1 이산화염소 발생기

- 종래 이산화염소를 생성하는 제법들의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 특히, 아염소산나트륨 (NaClO_2)과 산(Acid)을 이용하여 이산화염소를 생성하는 방식에서 문제점으로 지적된 이산화염소의 순도가 떨어지고 효율이 낮은 점을 해결하기 위해서 반응조의 후단에 이온교환조를 설치하고 이 이온교환조를 통하여 반응조에서 배출되는 미반응된 아염소산나트륨을 이산화염소로 전환함으로써 전체 이산화염소 발생장치의 수율을 높인다. 또한 이온교환수지를 사용함에 있어 빈번하게 발생하는 재생공정을 자동화하거나 이산화염소를 생성하는 과정에서 동시에 재생이 이루어지도록 하여 재생 시에 발생하는 문제점을 해소함으로써 별도의 재생장치나

재생폐수 처리시설을 필요로 하지 않으며, 재생으로 인해 장치의 가동시간이 짧아지는 단점과 장치가 복잡해지는 단점을 개선함으로써 효율적이고 친환경적이다.

카) 대한 E&B

- 경시변화가 없고 염소농도가 높은 칼슘하이포클로라이트를 사용하여 수율과 농도를 향상시켰으며, 염소 발생이 이루어지는 반응조와 이산화염소 발생이 이루어지는 반응조를 분리하여 사용함으로써 유독한 가스를 제어할 수 있고 부반응물인 크로레이트의 생성을 억제할 수 있는 이산화염소 발생장치이다.

타) ㈜푸르고팜(참여기업)의 아염소산나트륨(NaClO_2)을 이용한 전기 화학적 방법

- 가스상 이산화염소 처리는 이산화염소수를 이용한 소독방법보다 처리가 간편하고, 적재되어 있는 많은 양의 계란을 대량으로 안전하게 소독하는데 편리한 장점이 있음.
- 본 연구팀은 세척방법을 통한 미생물 저감화 방법의 단점을 극복할 수 있는 **이산화염소 가스를 이용한 계란의 위생관리에 관한 연구**를 진행하였음.
- 인체에 무해한 낮은 농도의 이산화염소 가스를 불순물 없이 전기분해에 의해서 발생시킬 수 있는 장치를 보유
- 집하장 및 부화장 설치 후 적은 유지비용으로 영구적인 살균소독이 가능함.
- 다른 전기 화학적 방법을 이용하는 기술들과 차별화된 이산화염소 가스 생성 기술 보유

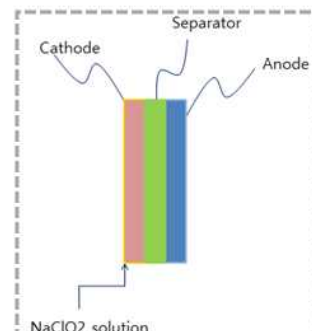
기존 기술

- 전극과 분리막의 간격으로 저항이 존재하여 효율적인 이산화염소를 얻을 수 없음
- 일부 기존기술의 전기분해셀은 소금물을 첨가하여 염소가스 발생
- 위험물질이 관여하며, 소형화 및 간편화가 어려워 보급형 제품화가 어려움



P사 기술

- 전극과 분리막의 간격을 없애 저항이 없어 효율적인 이산화염소 생산 가능
- 아염소산나트륨 용액만으로 고순도의 이산화염소 제조가 가능해짐
- 위험이 없고 소형화 및 간편화가 가능하여 보급형 제품화가 가능함




[본 연구진의 가스상 이산화염소 생산기술]

- 기존 소독 방법*과 이산화염소 가스에 의한 계란 오염 병원성 미생물 살균법을 적용·비교해봄으로서 효과적인 계란 오염 미생물 제어 방법을 도출할 수 있을 것으로

기대됨.

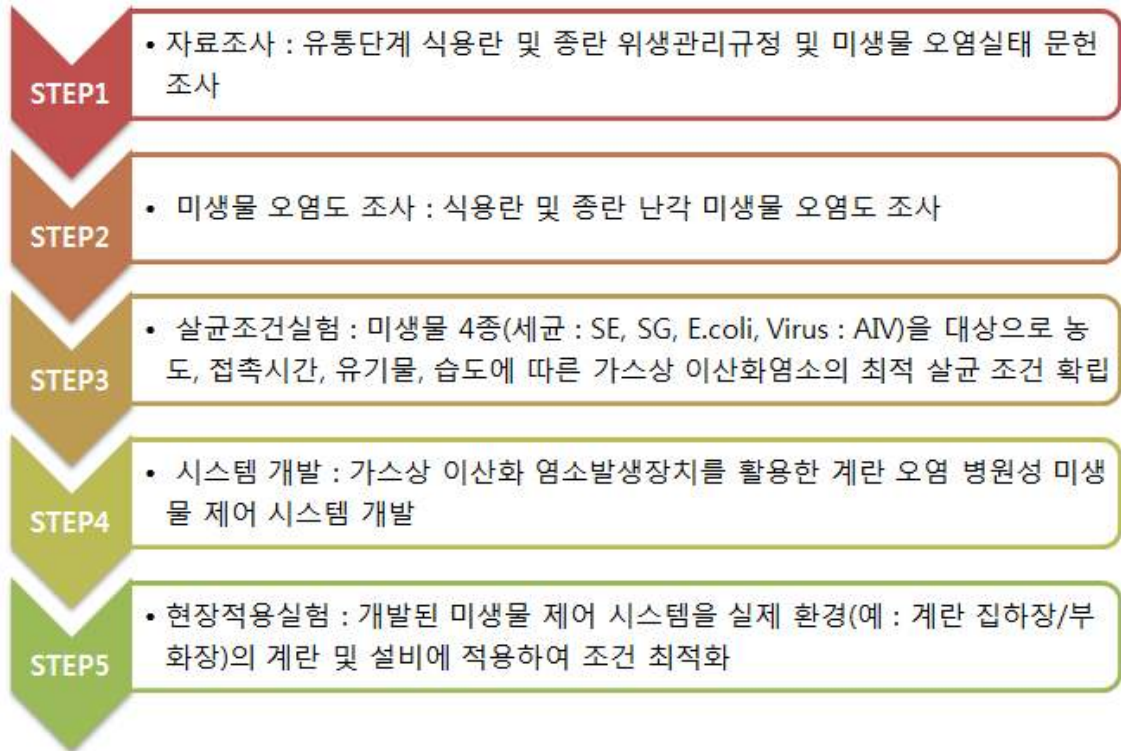
* : 식용란 - 온수 세척을 통한 계란 미생물 제거 방법 / 종란 - 포르말린 훈증소독)

3. 연구수행 내용 및 결과

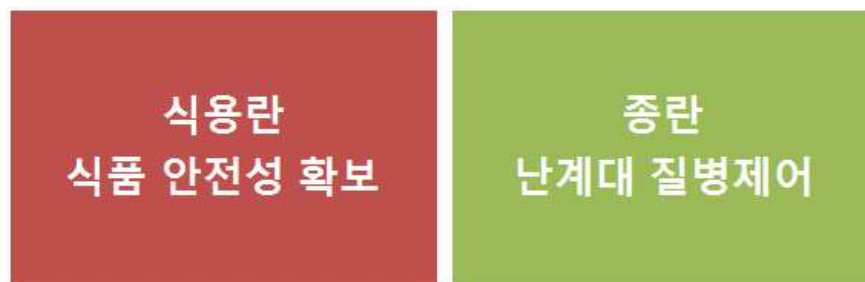
		코드번호	D-05
가. 연구개발의 추진전략 · 방법			
(1) 연구팀 구성			
(가) 전문 분야 및 역할			
- 건국대 : 소독제 실험 연구 / 생물학적 위해요소 파악 및 인수공통질병 발생 역학			
- 푸르고팜 : 순도 높은 이산화염소 가스 발생 장치에 대한 독자적 기술 보유			
- (주)계림농장 : 연구 결과의 필드 적용을 위한 계란 집하 시설 제공 및 자문			
- 양천부화장 : 연구 결과의 필드 적용을 위한 계란 부화 시설 제공 및 자문			
(2) 자문단			
- 각 분야별 전문가들의 회의를 통해 기존 계란 산업의 미생물 제어 시스템의 문제점 파악 및 대안 논의			
			
[그림 3-1] 자문단 구성도]			
(3) 사전 답사 및 현장 방문을 통한 산업화 전략 수립			
- 종계 부화장, 계란 집하 업체, 계란 보관·유통업체에 대해 사전 답사를 실시하고, 최적 살균 조건 확립 후 철저한 현장 평가 실시			

나. 연구개발의 추진체계

(1) 단계별 프로세스



효율적인 가스상 이산화염소 이용



[그림 3-2] 총괄 추진체계 모식도

다. 연구수행 내용

(가) 유통단계 식용란 및 부화장 종란의 미생물 오염도 실태 조사

1) 사전 문헌조사

<국 내>

가) 한국은 광범위한 항생제 사용으로 모든 항생제에 대한 저항성이 있는 균이 나타날 정도로 저항성 문제가 심각하게 대두되고 있다. 이러한 상황에 가스상 ClO₂의 효력이 어느 정도나 나타날지, 또 한국에 Salmonella균은 어느정도 퍼져있는지 파악하기 위해 본 연구와 다음 연구를 사전문헌에 추가하였다.

본 연구는 1999년 한국의 Salmonella 감염 실태와 저항성을 파악하기 위하여 수도권지방의 계란과 broiler에 대한 조사를 실시하였다. broiler 27마리, 135개의 12개들이 알을 구매하여 조사한 결과, egg에서 다른 식중독균인 E.coli, Escherichia hermannii, Citrobacter freundii는 발견되었으나, Salmonella는 발견되지 않았다.

Sample no	Serotype	Susceptible	Intermediate	Resistant
1	Virchow	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, S, SXT, TE	—	E, P, VA
2	Virginia	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, SXT	E	P, S, TE, VA
3	Enteritidis	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, S, SXT, TE	—	E, P, VA
4	Enteritidis	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, S, SXT, TE	—	E, P, VA
5	Enteritidis	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, S, SXT, TE	—	E, P, VA
6	Enteritidis	AM, AN, C, CB, CF, CIP, GM, K, N, NN, S, SXT, TE	—	E, P, VA
7	Enteritidis	C, AN, CIP	N	CB, AM, GM, E, CF, NN, P, K, SXT, VA, TE, S

* AM, ampicillin; AN, amikacin; C, chloramphenicol; CB, carbenicillin; CF, cephalothin; CIP, ciprofloxacin; E, erythromycin; GM, gentamicin; K, kanamycin; N, neomycin; NN, tobramycin; P, penicillin; S, streptomycin; SXT, trimethoprim; TE, tetracycline; VA, vancomycin.

[표 3-1] Broiler 안에 들어있던 Salmonella의 16가지 항생제에 대한 저항성을 판정한 표

broiler는 Salmonella spp.가 25.9%(7개)에서 발견되었다. 그리고 발견된 Salmonella는 대부분 penicillin과 vancomycin, erythromycin 등등에 저항성을 가지고 있었다.

D-Value(박테리아가 90% 사멸하는데 걸리는 시간)을 측정한 결과는 Salmonella Enteritidis, Salmonella Virchow, Salmonella virginia 순으로 저항성이 높은 것으로 측정되었다.

Broiler가 Salmonella를 가지고 있기 때문에, egg가 잠재적인 salmonella 오염원이 될 수 있으며, 항생제가 너무나 만연해있기 때문에, 여러 개의 항생제에 저항성을 가진 salmonella가 출현하여 인간과 환경에 나쁜 영향을 미칠 것이라는 결론을 내렸다.

출처 : Prevalence of Salmonella spp. in Poultry Broilers and Shell Eggs in Korea Yun Hee Chang. Journal of Food Protection, Vol 63, No. 5, 2000, Pages 655-658

나) 앞의 연구는 1998년 조사로서 90년대의 자료를 봤고, 2000년대의 Salmonella 오염 상태는 어떠했는지 알기 위해 본 연구를 사전문헌에 추가하였다.

본 연구는 유통단계의 계란의 미생물 오염 실태를 파악하고 계란으로 인한 식중독을 예방하기 위해, 경기도 북부의 대형마트에서 4종의 계란을 구매하여 실험하였다. 실험균은 E.coli와 Salmonella 였고 대장균의 병원성 검사도 동시 진행하였다.

Brand	Colony No.(cfu/ml)
A	0
B	2.0×10^3
C	1.3×10^4
D	1.2×10^5

[표 3-2] 마트 4개에서 조사한 Microorganism의 개수

브랜드별로 유의미한 세균이 없는 것도 있었고, 세균이 있는 것도 관찰되었다. 이 오염도의 차이는 공급과 유통 방식의 차이에서 온 것으로 추정된다. 직거래로 유통되는 계란이 세균오염의 기회가 감소한다는 연구결과도 있다. (Lee등 2002, Woo등 2008)

Brand	Microorganisms	URE	CIT	MAL	LAC	SUC	H ₂ S	GLU	LYS	ORN	OXI
A	<i>Pseudomonas mendocina</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
B	<i>Alcaligenes faecalis</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
C	<i>Alcaligenes xylosoxidans</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
D	<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	+	+		+	+	+	-

[표 3-3] 자동 미생물 동정기(VITEK)과 GNI+ 세균 동정 카드를 이용하여 세균을 판정한 결과

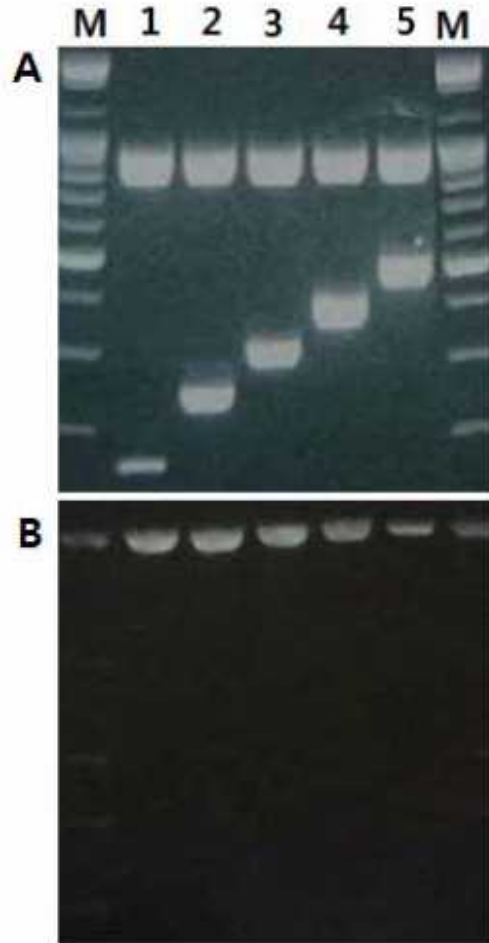
A의 *Pseudomonas mendocina*는 대부분 비병원성, B의 *Alcaligenes faecalis*는 비병원성 세균, *Alcaligenes xylosoxidans*는 혈액과 뇌척수액에 감염하여 병을 일으키는 병원성 세균이다. 병원성세균이 검출된 것은 미생물 오염의 심각성을 보여주고 있다. 철저한 위생관리가 이루어져야 할 것이다.

Brand	Microorganisms	URE	CIT	MAL	LAC	SUC	H ₂ S	GLU	LYS	ORN	OXI
A	-	N/D ¹⁾	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
B	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
C	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
D	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-

¹⁾ N/D: Not detected.

[표 3-4] 난각의 Salmonella 검출 여부를 조사한 표.

대형마트의 경우 품질관리가 비교적 잘 이루어지고 있기 때문에 네 군데 모두에서 살모넬라는 검출되지 않았다. 다만 *Klebsiella pneumoniae*와 *Enterobacter Cloacae*가 검출되었는데 *Klebsiella pneumoniae*는 자연에 주로 존재하는 세균이고, 정상균이지만 기회감염을 일으킬 수 있다. *Enterobacter cloacae*도 면역력이 저하된 사람에게 주로 요로나 호흡기를 통한 감염을 일으킬 수 있다.



[그림 3-3] PCR을 이용한 병원성 대장균 판별 kit

A는 표준이고, B가 실험에 사용한 Agar이다. B에서 A의 유전자 서열과 일치하는 것이 나오면 그것은 병원성 대장균이라고 판단한다. A의 왼쪽에서부터 ladder, 장독소형 대장균(ETEC, ST), 장출혈성 대장균(EHEC, VT1), 장병원성 대장균(EPEC), 장출혈성 대장균(EHEC, VT2), 장독소성 대장균(ETEC, LT), ladder의 유전자 서열인데 일치하는 것이 하나도 없다. 따라서 병원성 대장균이 검출되지 않았다고 판단할 수 있다. 시중에 유통중인 계란의 난각에는 Salmonella와 병원성 대장균은 검출되지 않았지만, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas mendocina, Enterobacter Cloacae 등등의 세균이 사람에게 잠재적인 위협요소가 될 수 있다는 점에서 계란의 유통과 판매에 위생관리가 철저히 이루어져야 한다는 결론을 내렸다.

출처 : 경기 북부 일부 지역 대형 마트 유통계란에 오염된 미생물의 분리 <전명숙, 홍승희 - 한국식품영양학회지 Vol. 22. No. 3, 396~401>

<국 외>

1. Microbial quality of table eggs sold on selected markets in the Tamale municipality in the Northern Region of Ghana

T Ansah, G S K Dzoagbe, G A Teye, S adday and J K danquah, Livestock Research for Rural Development 21 (8) 2009

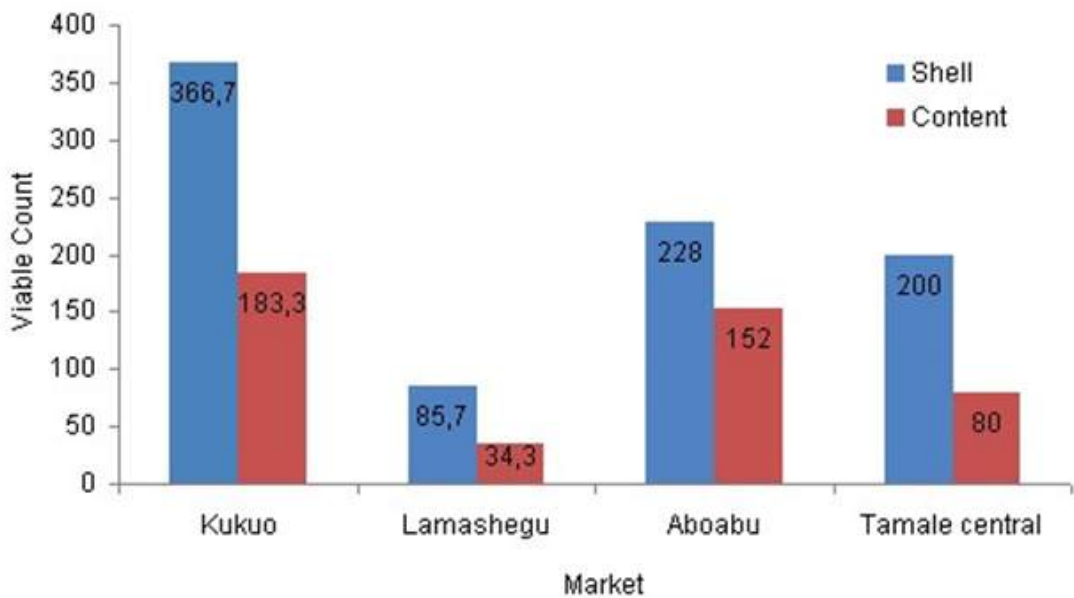
세계의 여러 나라에서는 어떠한 연구가 있었는지 알아보고, 가스상 ClO₂의 해외 시장성은 어떤지 알기 위해 본 연구를 사전 문헌 조사에 추가하였다. 아프리카에 있는 여러 나라들은 대체로 가난하고 온도가 높으며, 위생관념도 한국 등 선진국에 비해 떨어지는 경우가 많아 우리나라보다는 많은 세균이 검출되었을 것이라고 생각하여 여러 나라들 중 아프리카 국가를 골랐다.

2009년 가나 북부 Tamale지역의 4군데의 시장에서 계란을 총 300개 구매하여 10개씩 40개를 무작위 추출하였다.

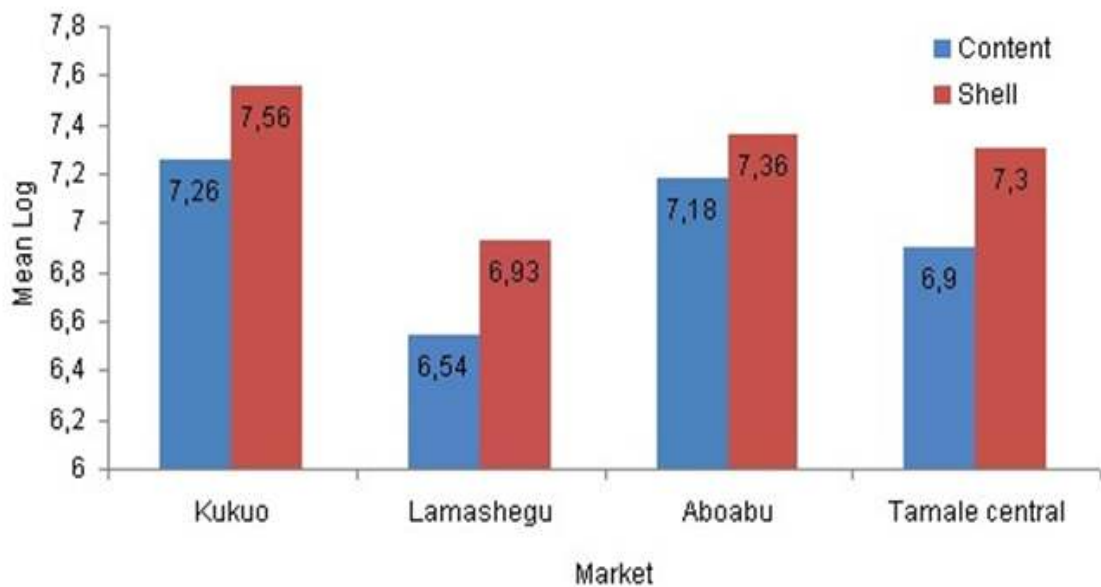
Markets	Isolates	
	Shell surface	Shell content
Kukuo	Staphylococcus	Escherichia coli
	Streptococcus	Aspergillus
	Bacillus	
	Aspergillus	
Lamashegu	Staphylococcus	Corynebacteria
	Streptococcus	Mucor
	Bacillus	
	Aspergillus	
	Mucor	
Aboabo	Staphylococcus	Streptococcus
	Streptococcus	Escherichia coli
	Escherichia coli	
	Aspergillus	
Tamale central	Staphylococcus	Escherichia coli
	Streptococcus	Aspergillus
	Escherichia coli	
	Aspergillus	
	Diplococci	

[표 3-5] 계란내용물과 난각에 세균과 곰팡이 종류

표 3-5와 같이 모든 시장의 알에서 세균과 곰팡이가 검출이 되었으며, 세균은 Streptococcus, Staphylococcus, Bacillus, Escherichia, Micrococcus, Diplococci, Corynebacteria의 7속, 곰팡이는 Aspergillus, Mucor의 2속이 포함되어 있었다. 대부분 시장들이 위생적이지 못하고, 상온에서 알을 팔았으며, 어떤 곳은 동물들이 자유롭게 드나들었고, 어떤 곳은 깨끗하지 못한 판 위에 알을 놓고 팔고 있었다. 이러한 조건들과 고온다습한 기후덕분에 더 쉽게 오염되는 경향이 있다.



[그림 3-4] 계란 난각과 내용물에서 분리된 미생물의 육안 관찰개수



[그림 3-5] 계란 난각과 내용물에서 분리된 미생물의 육안 평균 Log수

그림 3-4와 그림 3-5. 국제식품미생물 규격위원회(ICMSF)의 기준의 평균은 그 이상으로 검출되었다. Log화 시켰을 때에는 ICMSF의 기준은 6.00이지만, 난각과 계란 내부물질 모두 7이 넘는 정도로 오염되어 있었다.

연구자들은 달걀의 생산되는 과정, 저장과정과 유통과정에서 이러한 세균들이 오염되는 것으로 판단하였고, 여러 인체에 해로운 세균이 발견되었음에도 불구하고, Salmonella속은 없었다고 다행으로 생각했다. 소비자에게는 익혀먹는 식습관을, 판매자들에게는 위생관리를 철저히 할 것을 요구하면서 연구를 마무리하였다.

출처 : Microbial quality of table eggs sold on selected markets in the Tamale municipality in the Northern Region of Ghana - T Ansah, G S K Dzoagbe, G A Teye, S Adday and J K Danquah - Livestock Research for Rural Development 21 (8) 2009

2) 현장 수거한 종란/식용란에 대한 처리방법별[기존 VS ClO₂(g)] 미생물 제어효과 비교

가) 실험 설계

- 종란

부화장에서 2개의 계란 샘플을 가지고 왔다. 첫 번째 그룹(n=60)은 포름알데히드 훈증처리를 하기 전의 수집하였고 두 번째 그룹(n=30)은 포름알데히드 훈증을 마친 뒤 수집하였다. 포장된 계란은 실험실로 운반되었고, 실험 전 최대 8시간 동안 일상조건에서 보관하였다. 첫 번째 그룹의 절반인 30개의 계란은 대조군으로 사용하였다.

- 식용란

2개 그룹의 계란 샘플은 계란 집하장에서 수집하였다. 첫 번째 그룹(n=60)은 세척 전에 수입하였고 두 번째 그룹(n=30)은 세척 및 자외선(UV)조사 처리 후 수집하였다. 포장된 계란은 실험실로 운반되었고 최대 8시간 동안 일정한 일상조건에서 보관 및 준비되었다. 첫 번째 그룹의 절반은 대조군으로 활용되었다.

- 첫 번째 그룹의 30개 계란을 30분간 적절한 농도의 이산화염소가에 노출시킨다. 종란은 30분간 10ppm의 농도로 처리한다. 식용란은 30분간 80ppm으로 처리한다. 첫 번째 그룹의 처리 하지 않은 30개의 그룹은 대조군으로 사용한다. 계란난각에서 박테리아를 분리하기 위해서 50ml의 증류수가 담긴 플라스틱백에 계란을 넣고 10분간 교반기에 넣어 골고루 섞는다. 살균된 증류수에서 1ml를 분리하여 단계적으로 10배씩 희석한다. 호기성 세균의 전체 수는 3M Petrifilm Aerobic Count Plates (3M, USA)를 활용하여 계수한다. 1ml의 희석된 샘플을 film에 접종한다. 샘플이 접종된 3M

film을 24 ± 2 h at 37°C 동안 배양한다. 세균집락은 배양 후 plate count method로 계수하고 결과는 log CFU/eggshell로 표현한다.

나) 실험 결과

1. 종란 : 포름알데히드 훈증과 ClO2 가스 소독의 비교

비처리 대조군의 난각 호기성 균의 총 숫자는 3.93에서 4.39 log CFU/eggshell (각각 25%에서 75% [중앙 사분위수들])이나 3.48에서 4.74 log CFU/eggshell (각각 최소에서 최대)이었다. 대조군의 중앙값과 평균은 각각 4.138과 4.115 log CFU/eggshell이었다. (Fig 2)

그룹 A(포름알데히드 훈증)의 난각 호기성 균의 총 숫자는 0.0에서 2.96 log CFU/eggshell (각각 25%에서 75% [중앙 사분위수들])이나 0.0에서 5.21 log CFU/eggshell (각각 최소에서 최대)이었다. 그룹 A의 중앙값과 평균은 각각 2.00과 1.68 log CFU/eggshell이었다.

그룹 B(ClO2 가스 소독)의 난각 호기성 균의 총 숫자는 0.0에서 2.48 log CFU/eggshell(각각 25%에서 75% [중앙 사분위수들])이나 0.0에서 4.91 log CFU/eggshell (각각 최소에서 최대)이었다. 그룹 B의 중앙값과 평균은 각각 1.85와 1.64 log CFU/eggshell이었다.

평균 박테리아의 숫자(모든 호기성 박테리아)는 포름알데히드 훈증법(4.12에서 1.68 log CFU/eggshell) 으로 현저히 감소하였다 ($P < 0.0001$). ClO2 소독법(4.12에서 1.64 log CFU/eggshell) 으로도 역시 현저히 감소하였다. ($P < 0.0001$) 그룹 A의 중앙값이 그룹 B보다 더 낮았다. 그 수치는 2.00 : 1.85 (단위 : log CFU/eggshell)이었다. 그럼에도 불구하고 두 그룹 사이에 유의미한 차이는 나타나지 않았다. ($P = 0.89$)

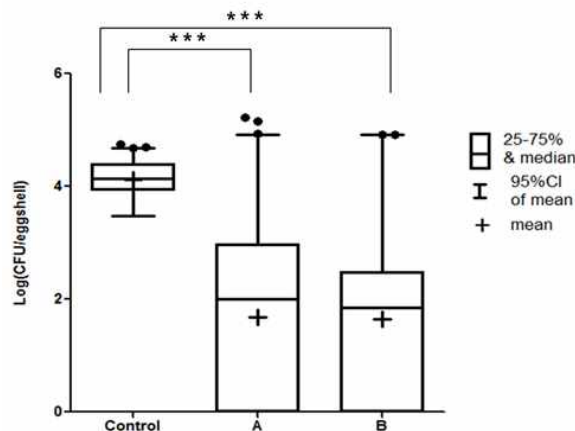


Fig. 2. A) 포름알데히드 훈증법과 B) 10ppm ClO2가스를 30분간 소독이 hatching egg에서

호기성 세균의 총 숫자에 미치는 영향. 대조군(control)에는 아무런 처리를 하지 않았다.

*, **, ***: 유의미한 차이를 보임 (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

2. 식용란 : 물세척(자외선 처리를 동반한) 과 ClO2 가스 소독의 비교

대조군에서 난각 호기성 세균의 총 숫자는 4.02에서 4.27 logCFU/eggshell(각각 25%에서 75%[중앙 사분위수들])이거나 3.477에서 4.736 log CFU/eggshell(각각 최소에서 최대)사이에 나타났다. 대조군의 중앙값과 평균은 각각 4.15와 4.16 log CFU/eggshell이었다. (Fig 3)

그룹 A(물세척)의 난각 호기성 세균의 총 숫자는 0.0에서 2.48 log CFU/eggshell(각각 25%에서 75%[중앙 사분위수들])이거나 0.0에서 3.89 log CFU/eggshell(각각 최소에서 최대) 이었다. 그룹 A의 중앙값과 평균은 각각 1.70과 1.63 log CFU/eggshell이었다.

그룹 B(80ppm ClO2 가스를 30분간 소독)의 난각 호기성 균의 총 숫자는 1.70에서 2.37 log CFU/eggshell(각각 25%에서 75%[중앙 사분위수들])이거나 0.0에서 3.18 log CFU/eggshell(각각 최소에서 최대) 이었다. 그룹 B의 중앙값과 평균은 각각 2.18과 1.86 log CFU/eggshell이었다.

자연 박테리아 숫자(모든 호기성)의 감소는 했던 두 가지 방법 모두에서 비처리 대조군과 비교하였을 때 통계학적으로 의미있는 결과를 나타내었다. ($P < 0.0001$) 두 그룹을 비교하였을 때에는 의미있는 차이를 나타내지 않았다. ($P=0.24$)

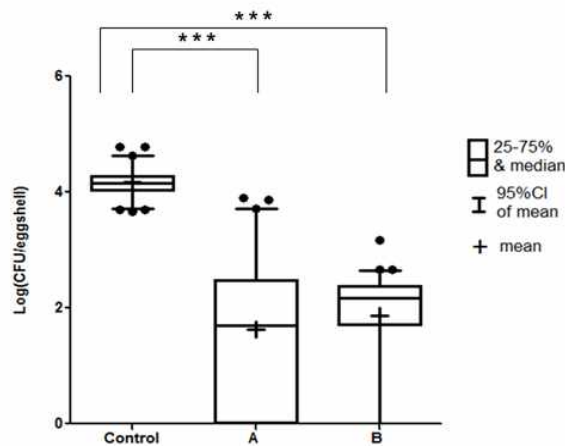


Fig. 3. A) 물세척(자외선 처리를 동반한)과 B) 80ppm으로 ClO2 가스를 30분 소독이 table egg에서 호기성 세균의 총 숫자에 미치는 영향. 대조군(control)에는 아무런 처리를 하지

않았다.

*, **, ***: 유의미한 차이를 보임 (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

3. 고찰

Hatchery에서는 현재 포름알데히드 훈증법을 이용하여 hatching egg을 소독하고 있다. 포름알데히드 훈증법이 바이러스, 세균, 곰팡이를 처리하는데 매우 효과적인 방법이라는 것은 의심할 여지가 없지만, 포름알데히드 훈증법은 사람에게도 위험하다. 특히 Hatchery에서 일하는 사람에게 위험한데, 발암물질일 뿐만 아니라 면역계, 생식기계, 신경계, 유전자에 나쁜 영향을 미친다.

ClO₂ 가스 소독법은 훨씬 더 안전한 방법이다. 높은 농도의 가스가 눈, 코, 목구멍을 자극하며, 재채기, 쉼쉼거림, 가쁜 호흡등의 증상을 보이지만, 연구에서 활용한 낮은농도에서는 훈증용 가스용으로나 액체형으로나 안전하게 사용할 수 있다. 게다가 생식기계에 문제를 일으켰다거나 발암물질이라는 근거도 아직까지는 없다.

현재 한국에서 채택하고 있는 table egg의 소독방법은 UV Irradiation이다. 그러나 이 방법은 계란의 보호막인 큐티클층을 파괴할 가능성이 높고 미생물이 침투할 가능성이 높아지며, 온도도 맞추기 힘들다. 그런 측면에서 ClO₂의 가스 form은 현재의 방법에 비해 장점을 가지고 간다.

본 연구에서 평가한 계란 품질 평가지수는 ClO₂ 가스 처리보다는 온도나 습도같은 저장상태에 영향을 더 많이 받는다. 연구 결과는 ClO₂ 가스는 강한 산화제임에도 불구하고 계란의 품질(난각의 굵기, 난각의 강도, Haugh units, 난황의 색, 무게 감소, 흰자 높이, 흰자 pH)에 나쁜 영향을 미치지 않는다고 말하고 있다. ClO₂ 가스로 소독하는 것은 hatching egg와 table egg에 행해지는 현재의 소독 방법에 대한 효과적인 대체재가 될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 눈에 보일정도로 더러운 알은 ClO₂의 항균효과가 불충분하기 때문에 brushing과 같은 방법을 같이 이용하여 더 효과를 높일 수 있다.

(나) 가스상 이산화 염소를 활용한 계란 오염 병원성 미생물 제어효과 평가

1) 실험 설계

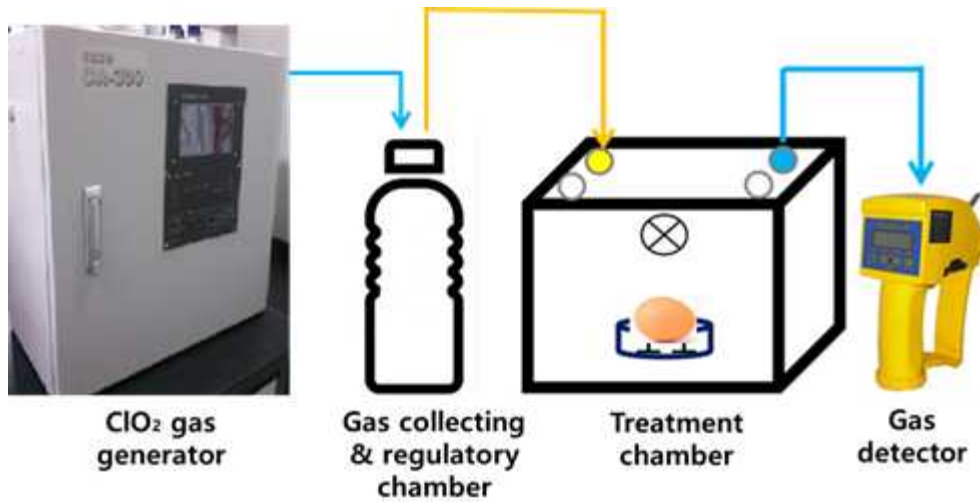
가) 샘플 수집

계란샘플은 시장 또는 집하장에서 구매하였고, 육안으로 볼 때 분변오염이 심한 계란의 경우는 실험샘플에서 제외하였다.

나) ClO₂ gas 발생장치

ClO₂ gas는 (주)푸르고팜에서 제작한 ClO₂ 발생장치를 활용하였고 전기화학적 방법을 사용한다. 수용액 상태의 NaClO₂를 특수제작된 막 전극 집합체(MEA)에 투과시켜서

98%이상의 고순도 이산화염소 가스를 생산한다. 전기화학적 반응 후 생성된 ClO₂ gas는 기기내부챔버에 수집되고 밸브를 통해 ClO₂ gas 농도를 조절하여 실험군이 들어있는 챔버에 투과시킨다. 투과되는 ClO₂ gas 농도는 PortaSens II 가스 디텍터 기기를 사용한다.(Analytic Technology, Inc., PA, USA)(Fig. 1).



[Fig. 1] ClO₂ gas 발생장치 및 사용 흐름도

다) 세균샘플

- *Salmonella enteritidis* (SE: ATCC 13076)
- *Salmonella gallinarum* (SG: ATCC 9184)
- *Escherichia coli* (*E. coli*: ATCC 25922)

라) 계란난각 접종

SE, SG, *E. coli*를 깨끗한 계란 난각에 접종한다. 살균된 micro tip을 사용하여 100 μL의 접종원 (>10⁶ CFU/ml of the selected bacterium)을 골고루 퍼지게 발랐다. 각각의 계란은 40~60분간 실온에서 방치한다. 유기물 환경을 설정하기 위해서 96mL의 5%, 10% yeast 추출물 용액과(Sigma, USA) 4 mL의 접종원을 골고루 섞었다. 그리고 혼합액 100μL를 각각의 계란에 골고루 바른다. 그리고 각각의 계란을 실온에서 40~60분간 방치한다.

마) ClO₂ gas 노출

2개의 계란을 ClO₂ 가스에 노출시키고 2개의 대조군을 설정하여 모든 실험은 3번에 걸쳐 진행하였다. 환경인자로 농도(ppm), 노출시간(min), 습도(%RH), 유기물량을 다르게 설정하였다. 환경인자 적용은 표 9에 요약하였다.

습도	농도(ppm)	시간(min)	유기물량(%)
wet(80±5%)	5/10/20/40/80	5/10/30	None(0%)

condition	10/20/40/80	5	5%
wet(80±5%) condition	10/20/40/80	5	None(0%)
dry(30±5%) condition			10%

Table 9. 가스 노출 시 환경인자 적용

바) 계란 난각의 세균오염 결정

계란 난각의 세균량을 측정하기 위해, 계란을 50ml의 멸균증류수가 담긴 멸균백에 넣은 후 10분간 orbital shaker로 골고루 섞는다. 그 증류수의 1ml 샘플을 10배 희석한다. SE의 경우, XLD agar (xylose lysine deoxycholate agar, Oxoid, USA), Salmonella Chromogenic Agar Base with Salmonella Selective Supplement SR0194 (Oxoid, USA)에 100 μ L의 각각의 샘플을 접종한다. 1ml의 희석된 각각의 *E. coli* 샘플은 Petrifilm aerobic count plate (3M, USA)를 활용하여 카운팅하였다. agar와 aerobic count plate는 24 \pm 2h at 37 $^{\circ}$ C 조건에서 배양하였다.

2) 결 과

가) SE에 대한 ClO₂ 가스의 살균효과

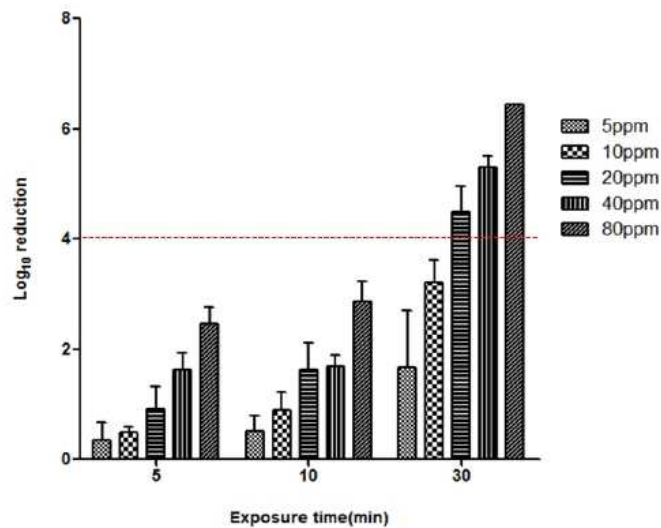


Fig. 6. WET CONDITION에서 다양한 농도와 노출시간에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. enteritidis* 저감효과

대체로 농도와 노출시간과 저감효과 사이에는 양의 상관관계가 성립하였다. log 2~4

reduction(99%~99.9% 제거)는 10ppm으로 30분, 80ppm으로는 5분과 10분에서 나타났고, log 4 reduction(99.99% 제거)는 최소 30분 이상, 농도는 20ppm 이상부터 나타났다.

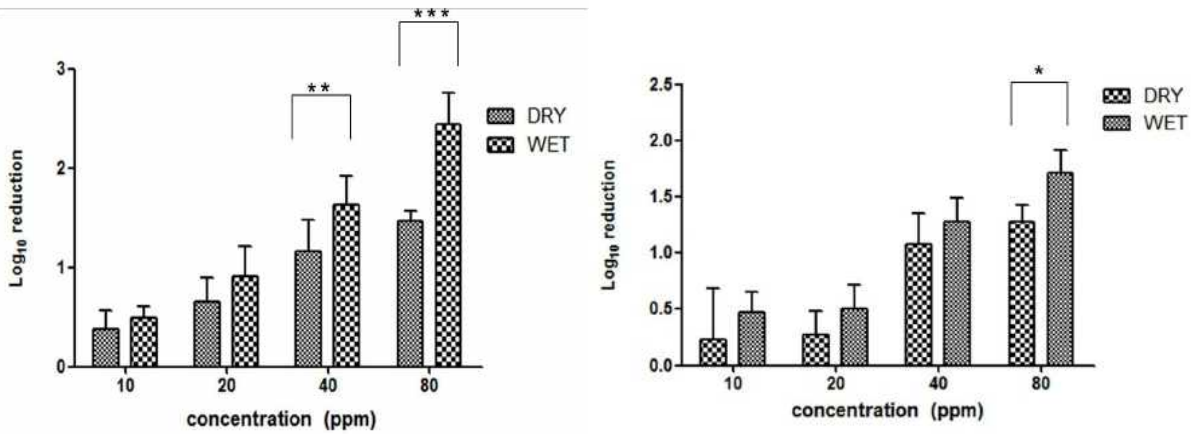
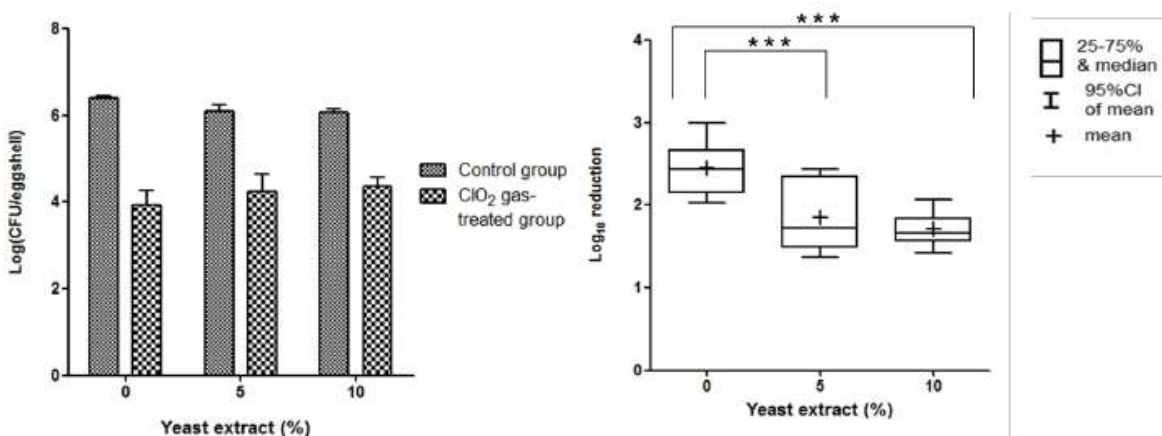


Fig. 7. DRY와 WET CONDITION, 유기물이 없는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. enteritidis* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

Fig. 8. DRY와 WET CONDITION, 유기물(10% 효모추출물)이 있는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. enteritidis* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

ClO₂ 가스는 유기물의 존재와 상관없이 Dry condition보다 wet condition에서 더 강한 저감효과를 나타내는 것으로 나타났다. 40ppm과 80ppm에서 5분간 노출하였을 때 wet과 dry condition 차이가 가장 컸다.

*, **, ***: 유의미한 차이를 보임 (*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)



(A) 대조군과 ClO₂ 가스 처리군의 log(CFU/난각) (B) log reduction

Fig. 9. 유기물(0, 5, 10% 효모추출물) 존재하에서 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. enteritidis* 저감효과.

유기물의 양에 따라서는 효모추출물 0%보다 5%/10%의 효력이 실험적으로 유의미하게 감소하는 것을 알 수 있다. $p < 0.001$

*** : 유의미한 차이를 보임 (*** : $p < 0.001$)

나) SG에 대한 ClO₂ 가스의 살균효과

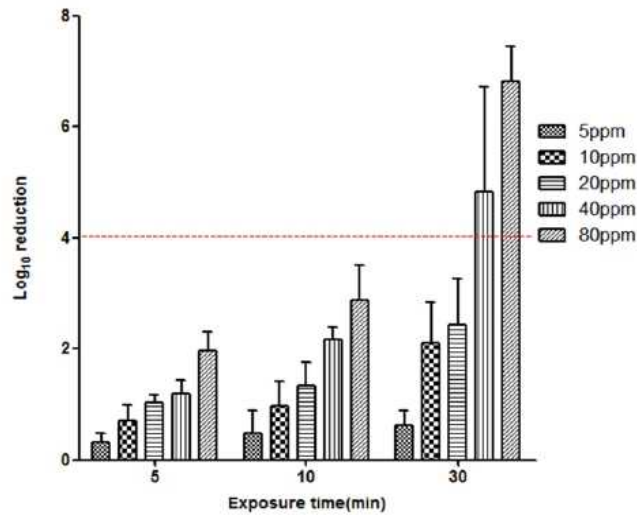


Fig. 10. WET CONDITION에서 다양한 농도와 노출시간에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. gallinarum* 저감효과

농도와 노출시간 모두에 대해서 양의 상관관계가 성립하였다. log 4 reduction(99.99%제거)은 30분 이상, 40ppm, 80ppm에서 나타났다. log 2~4 reduction(99~99.99%제거)은 10ppm, 20ppm일 경우 30분 이후, 40ppm과 80ppm에서는 10분 이후에 나타났다.

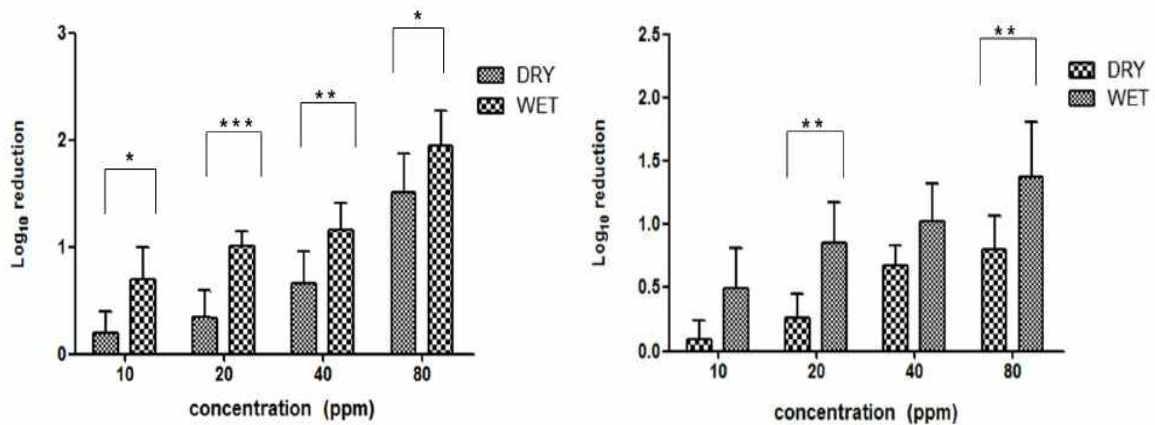


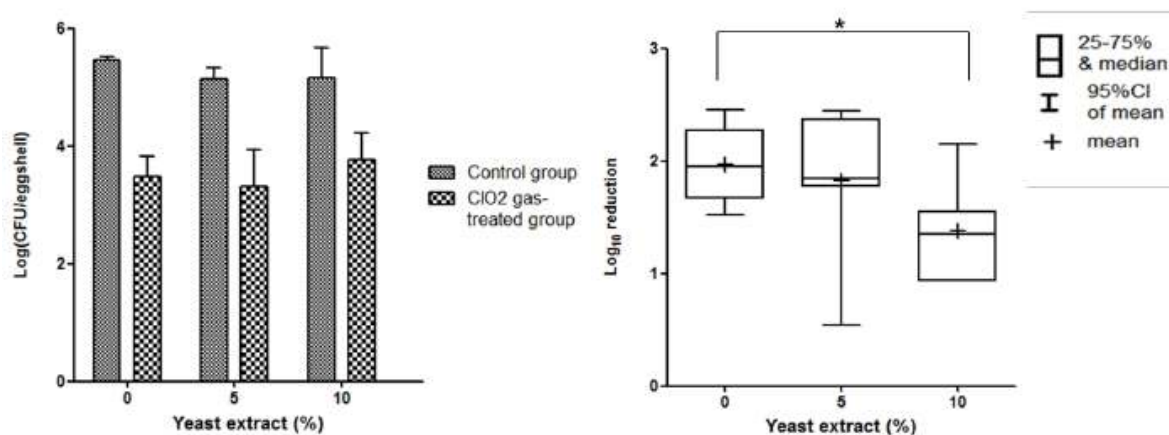
Fig. 11. DRY와 WET CONDITION, 유기물이 없는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의

계란난각 *S. gallinarum* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

Fig. 12. DRY와 WET CONDITION, 유기물(10% 효모추출물)이 있는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. gallinarum* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

모든 상황에서 Dry condition보다 Wet condition에서 더 나은 저감효과를 보였다.

*, **, ***: 유의미한 차이를 보임 (*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)



(A) 대조군과 ClO₂ 가스 처리군의 log(CFU/난각) (B) log reduction

Fig. 13. 유기물(0, 5, 10% 효모추출물) 존재하에서 ClO₂ 가스의 계란난각 *S. gallinarum*의 저감효과.

유기물의 양에 따라서는 0%보다 10% 만이 실험적으로 유의미한 변화를 보인다는 것을 알 수 있다.

*: 유의미한 차이를 보임 (***: p<0.05)

다) *E. coli*에 대한 ClO₂ 가스의 살균효과

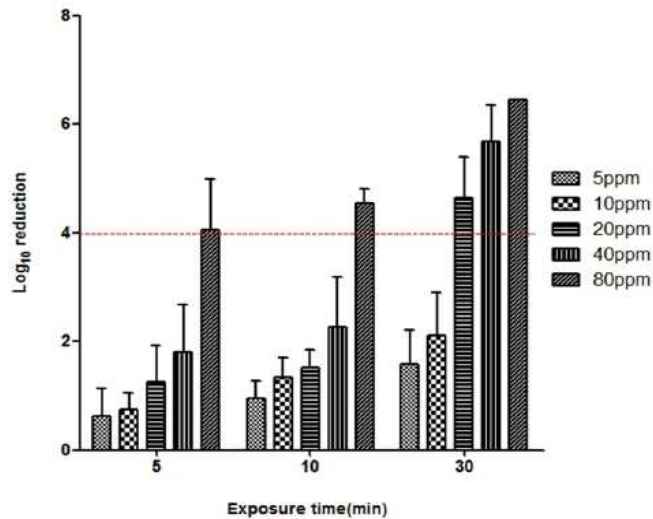


Fig. 14. WET CONDITION에서 다양한 농도와 노출시간에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *E.coli* 저감효과

농도와 노출시간 모두에 대해서 양의 상관관계가 성립한다. log 2~4 reduction은 10ppm으로 30분, 40ppm으로 10분 노출시켰을 때 나타나며, a>4 log reduction은 20ppm과 40ppm으로 30분 이상 노출시켰을 때, 나타나며, 80ppm은 5분 이상 노출하였을 경우 모든 경우에서 log 4이상의 reduction을 나타내었다.

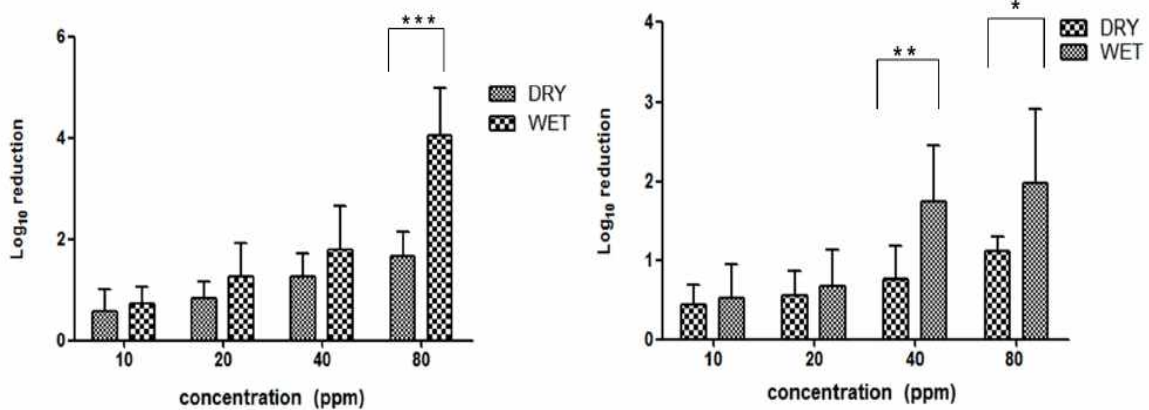
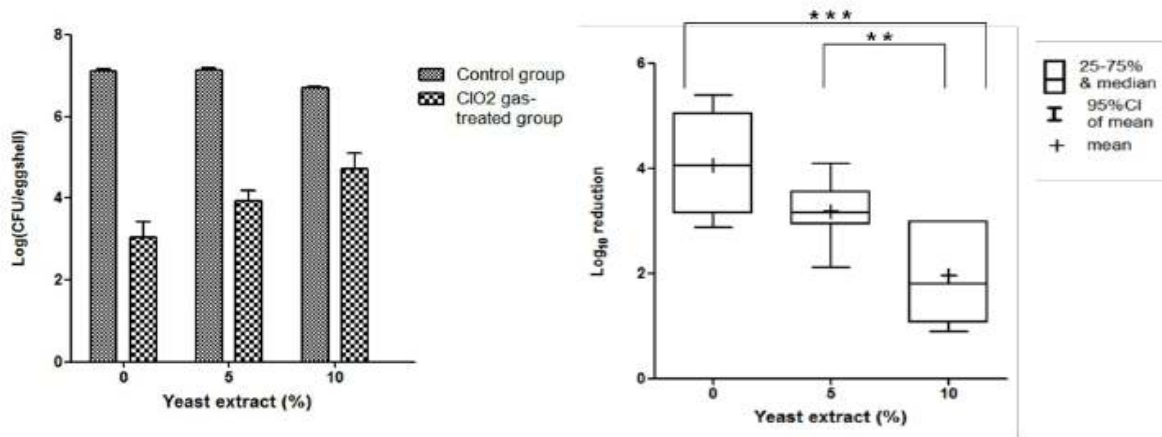


Fig. 15. DRY와 WET CONDITION, 유기물이 없는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *E. coli* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

Fig. 16. DRY와 WET CONDITION, 유기물(10% 효모추출물)이 있는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 계란난각 *E. coli* 저감효과. 샘플은 ClO₂ 가스에 5분간 노출되었다.

모든 상황에서 Dry condition보다 wet condition에서 더 높은 저감효과를 보였다. 실험적으로 유의미한 차이는 유기물이 없는 조건에서 80ppm과, 유기물이 있는 조건에서 40ppm과 80ppm이 효과가 있었다.

*, **, *** : 유의미한 차이를 보임 (*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)



A) 대조군과 ClO₂ 가스 처리군의 log(CFU/난각) (B) log reduction

Fig. 17. 유기물(0, 5, 10% 효모추출물)존재하에서 ClO₂ 가스의 계란난각 *E. coli*의 저감효과. 유의미한 차이는 0%와 10%사이에서 나타난다.

, * : 유의미한 차이를 보임 (**: p<0.01, ***: p<0.001)

3) AI 바이러스에 대한 ClO₂ 가스의 살균효과

가) 대상 바이러스

조류 인플루엔자 바이러스 strain A/chicken/Korea/MS96/1996(H9N2)가 carrier test에 사용되었다. 바이러스는 9일령의 발육란에 접종하고 37°C에서 3일간 incubation 하는 방법으로 배양하였다. 요막액을 채취하여 3000rpm, 10min의 조건으로 Centrifuge하였고, 상층액을 추출하였다. 계산한 바이러스의 역가는 최소 10^{8.625}EID₅₀이었다. 바이러스 현탁액은 사용할 때까지 Deep Freezer에 보관하였다.

나) ClO₂ 가스 생산 시스템

ClO₂ 가스 생산 시스템의 설명은 챕터 1에 있다.

다) Experimental set-up for carrier test

AIV에 대한 ClO₂ 가스의 효력은 Carrier test로 평가할 수 있다. 스테인리스 스틸(AISI 304, Posco, Korea)로 만들어진 2cm 지름의 Carrier를 준비하였다. 동일한 용량의

D-PBS (gibco, USA)와 접종물을 섞어서 각각의 Carrier에 100 μ l 씩 투여하였다. 유기물 load 실험에서는 5%의 송아지 Serum(Sigma-Aldrich, USA)을 D-PBS를 대신해 사용하였다. Petri dish에 담긴 각 Carrier는 상온에서, 공기의 흐름을 유지시켜주는 clean bench에서 40분에서 60분 정도 무광의 조건을 유지시킨 상태에서 실험하여야 한다. 이 바이러스-용액 혼합물을 test room 안에서 ClO₂ 에 노출시킨다. 노출 이후에, carrier를 5ml PBS를 담고 있는 50ml tube에 옮긴다. Carrier에서 Virus를 분리하기 위해서 50ml tube를 3분동안 vortex 하여준다. virus 용액은 PBS를 사용하여 단계희석법으로 10배씩 희석한다. 5개의 9~10일령 계란에 0.1ml씩 희석된 용액을 넣는다. 계란은 37°C, 5일 간 Incubation하고 하루에 한번씩 생존을 확인해야 한다. 첫날 죽은 계란은 제거한다. 요막액은 OIE 표준 방법에 따라 5일 후(OIE, 2009) 채취하여 혈액응집능(HA) 검사를 한다. 감염성 역가는 Spearman - Karber method(Hierholzer, 1996)에 의거해 50% 계란 감염농도(EID₅₀)를 측정한다. 모든 실험은 쌍으로 이루어진다.

라) 통계학적 분석

데이터는 통계학적인 분석을 하기 이전에 log₁₀ 변환을 하여 준다. 통계학적 분석은 SPSS statistical package(version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 한다. p<0.05의 값은 통계학적으로 의미가 있다.

마) 결 과

- 농도와 노출시간에 따른 AIV의 저감효과

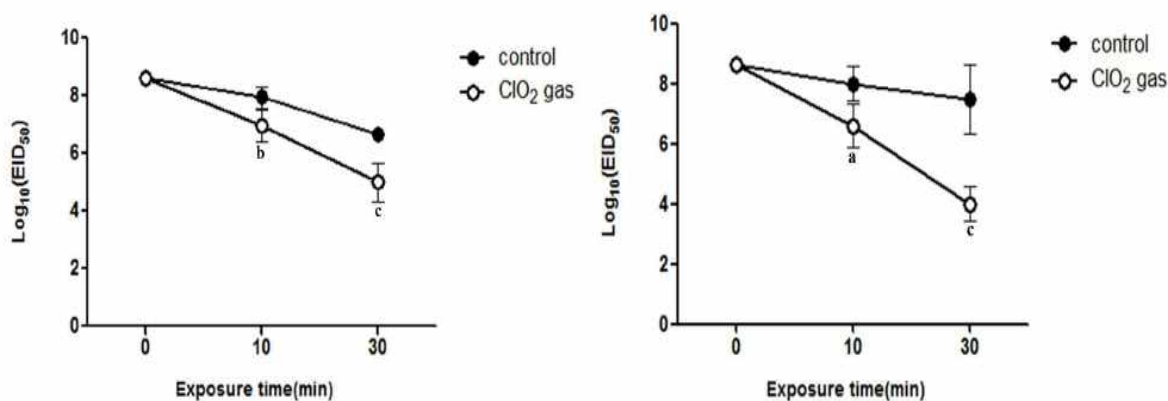


Fig. 18. WET CONDITION에서 0분, 10분, 30분 후에 측정된 10ppm ClO₂ 가스의 AIV 저감효과

a, b, c : 유의미한 차이를 보임 (a: p<0.05, b: p<0.01 , c: p<0.001)

Fig. 19. WET CONDITION에서 0분, 10분, 30분 후에 측정된 20ppm ClO₂ 가스의 AIV 저감효과

a, b, c : 유의미한 차이를 보임 (a: p<0.05, b: p<0.01 , c: p<0.001)

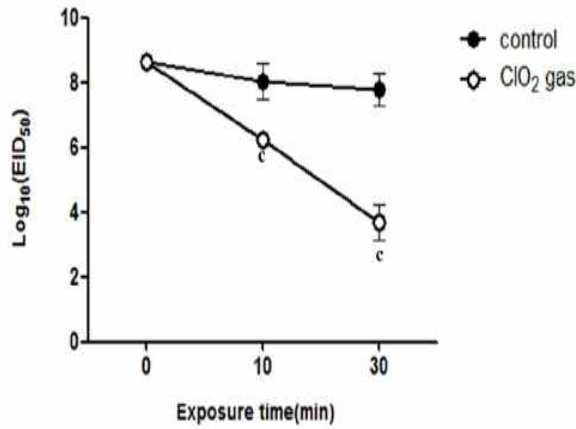


Fig. 20. WET CONDITION에서 0분, 10분, 30분 후에 측정 한 40ppm ClO₂ 가스의 AIV 저감효과

10ppm ClO₂ 가스로 10분, 30분 처리하였을 때 저감된 양은 각각 0.97, 0.66 log EID₅₀이었다. 20ppm에서는 각각 1.40, 3.50 log EID₅₀이었다. 40ppm에서는 각각 1.83, 4.11 log EID₅₀이 감소하였다.

a, b, c : 유의미한 차이를 보임 (a: $p < 0.05$, b: $p < 0.01$, c: $p < 0.001$)

- 유기오염물이 AIV의 저감효과에 미치는 영향

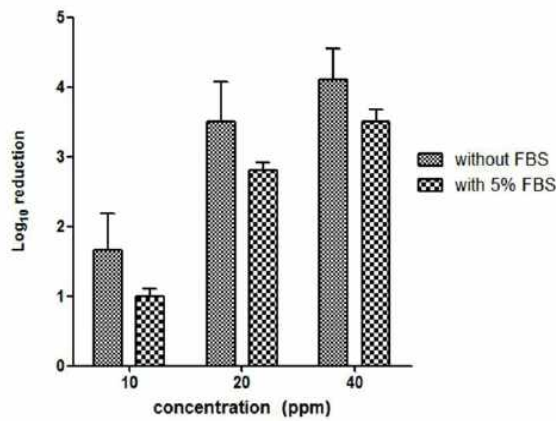


Fig. 21. 유기물(0, 5% FBS)이 있는 조건에서 농도에 따른 ClO₂ 가스의 AIV 저감효과 FBS가 없는 조건보다 FBS가 있는 세 가지 조건에서 모두 감소한다고는 하나 실험적으로 의미있는 차이는 발생하지 않았다.

(다) 계란의 난각과 액란에서 염소 잔류 여부 평가

- 1) 시험일 : 2016. 12. 15-16
- 2) 계란샘플 준비 : 마트에서 구입
- 3) 이산화염소 처리 조건 : 80ppmV, 30분



[그림 3-6] 이산화염소 고농도 전처리 과정

- 4) 잔류성 분석물질 : Chlorine(Cl_2), Chlorine dioxide(ClO_2), Chlorite(ClO_2^-)
 - 5) 분석부위 : 난각, 난백
 - 6) 조사 시기 : 고농도 처리 직후, 처리후 20시간 경과 후
 - 7) 분석 기기 : AutoCAT 9000 Titrator
- * The AutoCAT automates the USEPA approved amperometric titration procedures for chlorine, chlorine dioxide, and chlorite determinations as described in “Standard Methods (4500- ClO_2 E.) for the Examination of Water and Wastewater.”



AutoCat 적정기

Hach AutoCat은 RO 멤브레인과 이온 교환체 수지를 모니터링 및 보호하고, 탈염소 공정을 최적화 하고, 자동 측정 장치를 교정하는 데 사용됩니다. USEPA에서 승인한 방식으로 잔류 염소와 총 염소, 이산화염소, 아염소산염 및 아황산염을 측정하는 세계 최초의 자동 잔류 측정 방식 적정기입니다.

- 특징:
- 분석물 농도 자동 계산
 - 자동 작동 사용하기 쉬운 인터페이스
 - 실시간 그래픽 및 그래픽 출력
 - 결과 자동 보관
 - 적정계 교정
 - 전극 세정
 - 수동 측정보다 뛰어난 정확성 및 정밀도

제품번호	Power requirements (Voltage)	Power requirements (Hz)	Accuracy	Specific Technology	Parameters	KRW 가격
5008100	90/264 V AC	47 - 63 Hz	± 5 % 또는 ± 0.03 mg/L (CL2) 총 큰 값	자동 잔류 측정	과산화염소, 유리 & 총 염소, 아염소산염, 아황산염	

[그림 3-7] Autocat 적정기 세부특징

8) 분석 시료 조제

가) 난각 시료

분석하고자 하는 계란 2개를 초순수 (Ultra pure water) 400mL에 2분간 침지하여 계란껍질 속에 포함되어 있는 이산화염소 잔류성분을 추출하였고, 200mL씩 나누어 분석을 위한 샘플로 사용하였음



[그림 3-8] 계란 껍질(난각)에 함유된 이산화염소 잔류물질 추출

나) 난백 시료

분석하고자 하는 계란을 난백 부분만 채취하여 초순수로 10배 희석한 후 균질기를 이용하여 200rpm으로 2분간 균질화한 후 한쪽이 입자크기가 큰 이물질을 거를 수 있는

거즈로 분획된 멸균백에 넣어 거품이나 뭉쳐진 단백질 성분을 제외한 액체 부분만을 취하여 이산화염소 잔류성 분석을 위한 샘플로 사용하였음

9) 분석 방법

HACH사 (독일) 의 AUTO CAT™ 9000 모델을 이용하여 Chlorine dioxide 잔류분석 매뉴얼에 따라 Chlorine (Cl₂), Chlorine dioxide (ClO₂), Chlorite (ClO₂⁻)를 **2반복**으로 분석하였음.

- * 염소는 처리시 이산화염소의 순도가 낮아 염소가 혼입되어 있을 때 잔류성 위험이 있을 수 있으며, 염소와 유기물질의 반응으로 발암성 THMs가 생성될 수 있음
- * Chlorite ion과 Chlorate ion은 약 3 : 1의 비율로 존재함 따라서 본 실험에서 Chlorite ion만 분석하였음

< 분석 과정 >

- ① 적정 1 : ClO₂ 샘플 수용액 + KI → 전류적정
이 과정에서 Cl₂ + 1/5ClO₂ 검출
- ② 적정 2 : ①의 잔여 수용액 + 2.5N HCl, 암상태 15분 보관 → 전류적정
이 과정에서 4/5ClO₂ + ClO₂⁻ 검출
- ③ 적정 3 : ClO₂ 샘플 수용액 + purge with N₂ gas + KI → 전류적정
이 과정에서 비휘발성 Cl₂ 검출
- ④ 적정 4 : ③의 잔류 수용액 + 2.5N HCl, 암상태 5분 보관 → 전류적정
이 과정에서 ClO₂⁻ 검출

적정 1~4까지 결과로 도출된 이산화염소(ClO₂), 염소(Cl₂), Chlorite ion(ClO₂⁻) 값을 합하여 총 성분 값을 구한다

10) 시험 결과

시료 채취 시간	잔류성분(mg/L)		
	Chlorine (Cl ₂)	Chlorine dioxide (ClO ₂)	Chlorite (ClO ₂ ⁻)
처리 직후	not detect	0.034±0.02	0.297±0.076
20시간 경과시	not detect	0.007±0.00065	0.157±0.036

[표 3-6] 난각의 이산화염소 처리후 시간경과에 따른 이산화염소 잔류성 분석 결과

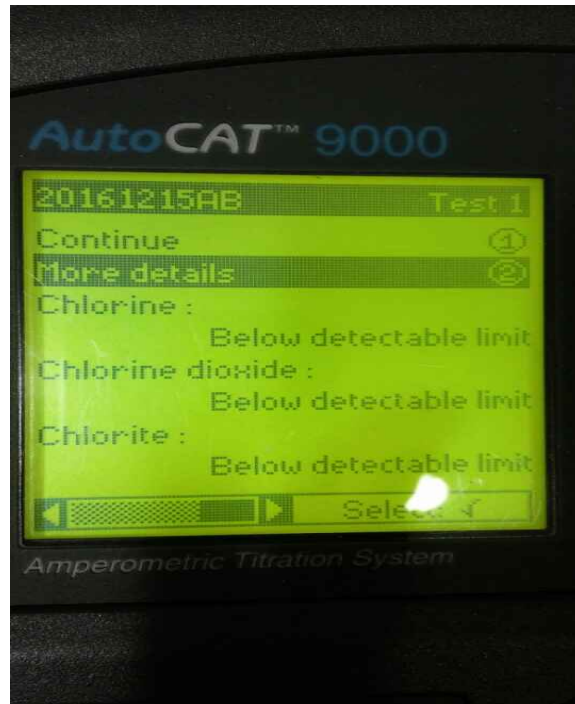
* 수용액 이산화염소 농도: 1PPM = 1mg/L

결과: 0.034 mg/L = 0.034ppm

먹는 물 허용 농도: 1ppm

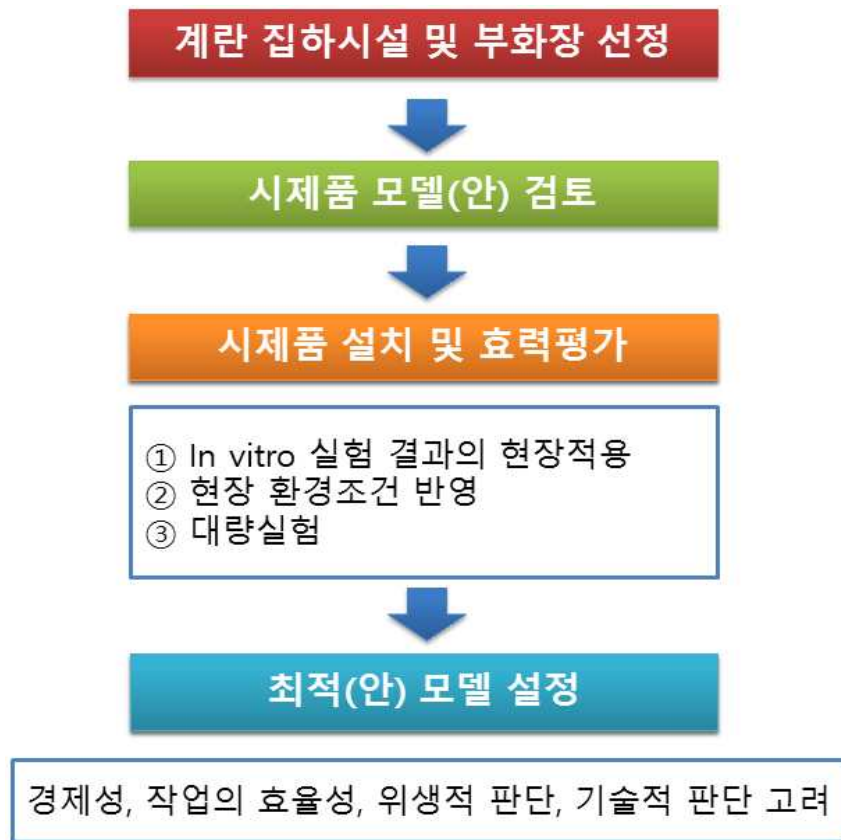
시료 채취 시간	잔류성분(mg/L)		
	Chlorine (Cl ₂)	Chlorine dioxide (ClO ₂)	Chlorite (ClO ₂ ⁻)
처리 직후	not detect	not detect	not detect
20시간 경과시	not detect	not detect	not detect

[표 3-7] 난백의 이산화염소 처리후 시간경과에 따른 이산화염소 잔류성 분석 결과



[그림 3-9] 기기에 표시된 내용

(라) 규모별 및 형태별 계란 집하시설에 적용 가능한 산업화 모델 구축



[그림 3-10] 연구개발 흐름도

1) 작업장의 온습도, 크기, 밀폐상태등 을 고려해 실제 적용 가능한 자동화 설비 제시

가) 사전 결정 요소 : 제어 환경의 설정 → 제어 물질 및 대상의 결정 → 제어 방법의 설정

나) 제어 환경의 설정

- 계란 집하소(식용란) 공정순서
; 원란창고 → 1차 선별(육안) → Brushing → 세척 → 자외선(UV) 조사
→ 중량선별 → 검란 → 포장 → 운송
- ClO₂(g)를 활용한 미생물 제어 시 공정 중간단계 또는 공정 마지막 단계에 처리 공정을 추가하는 것이 적절하며 중간단계일 경우 설치가 가장 용이하고 작업공정 및 작업자의 동선에 적은 영향을 주는 위치에 배치 필요. 마지막 단계일 경우 검란완료 후 포장 전후, 운송 중이 적합할 것으로 사료됨

○ 세척수 온도

- 인라인 35~60℃, 오프라인 43~60℃에서 산란계란 심부온도를 감안하여 조절 사용
- 세척수 온도가 계란 심부온도 보다 최소 11℃ 높아야 하며, 그렇지 않으면 오히려 세척수가 역류하여 미생물 등이 계란 내로 유입될 수 있어 온도관리가 중요

○ 오일코팅

- 용달 집하장 19개소 중 10개소에서 오일코팅 중

구분	없음	오일 종류			계
		유동파라핀	극동유화	광물오일	
업체수	9	7	2	1	19



[그림 3-11] 국내 집하소의 계란 처리 공정

- 종란은 소독을 두 번해야 하는데 한번은 입란전에 또 한번은 발생기로 이란 직후에 한다. 기존 소독제인 포르말린을 ClO₂(g)로 대체하고 입란전, 발생기로 이란 직후 훈증하는 것을 목표로 함.



[그림 3-12] 부화장 현황

다) 제어 물질 및 대상의 결정

- 식용란의 경우, ClO₂(g)를 활용하여 계란난각 및 계란을 이동·보관하는 난좌까지

소독하는 것을 원칙으로 함.

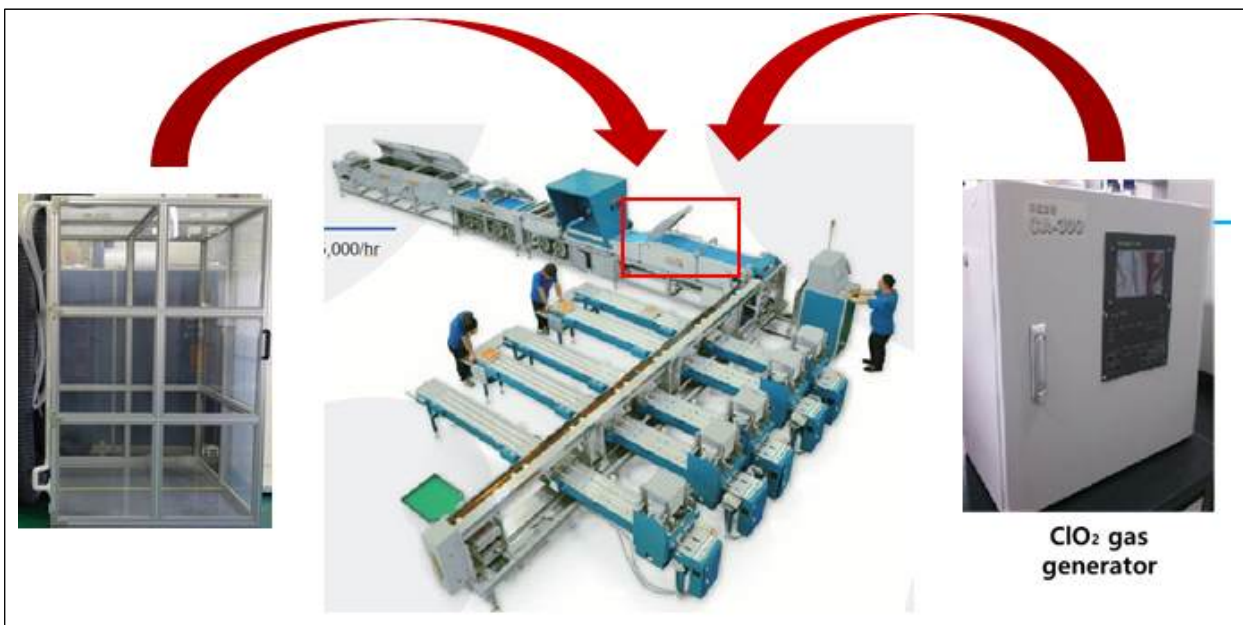
- 종란의 경우, P42 ‘현장 수거한 종란/식용란에 대한 처리방법별[기존 VS ClO₂(g)] 미생물 제어효과 비교’의 현장실험 결과로 대체함.

라) 제어 방법의 설정

- 시제품 모델(안) 검토 후 설정
- 제어 방법의 설정 시 경제성(인건비, 기기설치비, 유지관리비), 작업의 효율성(동선, 공간 확보 등), 위생적 판단, 기술적 판단을 고려

3) 시제품 모델(안)

가) A안 : 챔버형 (중간 단계 위치)



[그림 3-10 챔버형(중간단계위치)]

- 기존 자동화 설비의 중간 단계에 맞춤 설계된 챔버와 ClO₂(g) 발생기를 설치하여 공정 중에 병원성 미생물을 추가로 제어하는 모델
- 장 점 : 사용하고 있는 기존 설비에 세척 및 자외선(UV)처리 이후 챔버를 설치하여 설치비용 최소화, 기존 작업 동선에 영향을 주지 않으므로 작업효율 유지, 기존 제어방법과 병행함으로써 99.99% 미생물 제어효과 가능
- 단 점 : ClO₂(g) 노출시간 30분이 추가되어 공정 1cycle에 대한 작업시간이 늘어남, 가스 처리 시 밀폐된 공간에 노출시켜야 하므로 기존설비에 영향을 주지 않는 범위 내의 맞춤 설계가 필요하여 추후 현장별 규격과 위치를 일정하게 유지하기 어려움

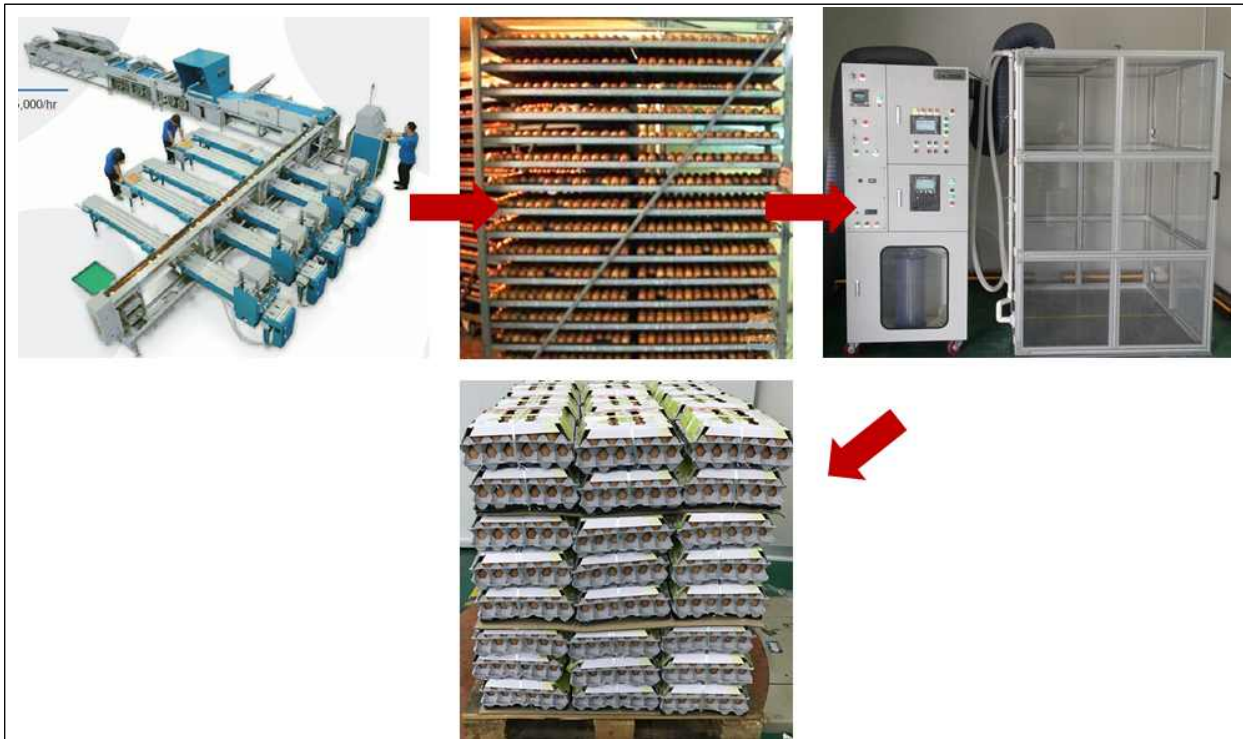
나) B안 : 챔버형 (마지막 단계 위치)



[그림 3-11] 챔버형 (마지막 단계 위치)

- 기존 자동화 설비의 단계별 공정절차가 완료된 이후 챔버를 설치하여 밀폐된 상태에서 적재된 일반란 (1개 팔레트 단위)에 ClO₂(g)를 노출시켜 병원성 미생물을 제어하는 방법
- 장 점 : 마지막 단계에 완성된 챔버를 설치하기 때문에 설치 및 관리가 용이하고 비용이 저렴한 편, 1회 작업단위인 1개 팔레트 규모를 기준으로 하지만 챔버크기, 재질, 형태 등을 변형하여 규모를 확대 적용가능하므로 작업효율을 높이고 시간을 단축하는 방법 고려가 가능함. 기존 제어방법인 세척 및 자외선(UV)조사 처리 후 ClO₂(g)를 병행함으로써 99.99% 미생물 제어효과 가능
- 단 점 : 1회 작업단위인 1개 팔레트 단위로 추가 작업시간이 발생됨, 적재된 계란에 ClO₂(g)에 노출 시 최대효과를 보기 위해 적재계란의 심부에 있는 계란난각의 가스 접촉면적을 고려해야 함

다) C안 : 챔버형 (마지막 단계 위치) + 이동형 트레이 활용



[그림 3-12] 이동형 트레이 활용

- 설명 : 기존 자동화 설비의 단계별 공정절차가 완료된 이후 챔버를 설치하여 맞춤제작된 이동형 트레이에 계란을 적재 후 챔버에 넣어 가스에 노출시키는 방법, 고품질 소량생산의 형태로 활용 가능
- 장점 : 기존 자동화 설비를 유지하면서 마지막 단계에 완성된 챔버를 설치하기 때문에 설치 및 관리가 용이하고 비용이 저렴함, 이동형 트레이를 활용하므로 작업자가 적재된 계란을 챔버에 입/출입 시 작업이 간편함, 팔레트 적재에 비해 개별계란이 가스에 노출되는 표면적이 넓어 미생물 제어 효과가 좋음. 역시 ClO₂(g)를 병행함으로써 99.99% 제어효과가 가능
- 단점 : 1회 작업 시 작업자가 이동형 트레이에 계란을 적재해야 하는 공정이 추가되고 그만큼의 작업시간이 길어짐.

라) D안 : 패키징 후 노출 식



[그림 3-13] 패키징 후 가스투입식

- 기존 자동화 설비의 단계별 공정절차가 완료된 후 최종단계에서 랩핑 등을 통해 완전 밀폐한 상태로 packing 후 이산화염소 가스를 노즐을 통해 투입하는 방법
- 장 점 : 설치 비용이 저렴하고 기존설비 사용의 마지막단계에 병행해서 사용이 가능함. 기술적으로 가장 간단하며 사용방법이 간단하여 작업효율에 좋음.
- 단 점 : 계란의 랩핑 시 일정하게 완전밀폐가 필요하고 습도 등 환경조건을 일정하게 유지하기 어려울 것으로 추정됨. 작업자 개인의 수동작업이 많아서 일정하게 작업하는 것이 중요하며 밀폐상태에 따라 ClO₂(g)가 외부로 유출될 가능성이 있음.

마) E안 : 차량 이동형 (챔버형의 대체방법)



[그림 3-14] 차량 이동형 모델

- 기존 자동화 설비의 단계별 공정절차가 완료된 후 이동 시 밀폐된 차량에서 ClO₂(g)를 노출시키는 방법
- 장 점 : 작업장 내 ClO(g) 발생기, 챔버 등 추가설비 설치 불필요, 작업장 공간 및 작업자 동선, 시간 등 영향을 주지 않음. 설비가 갖춰지면 가장 효율성이 높음.
- 단 점 : 차량 개조 및 이동형 차량 구입에 따른 초기투자 비용 발생, 계란 운송을 대여하고 있는 경우 차량변경에 대한 협의가 필요함.

4) 시제품 모델의 결정

가) B안 : 챔버형 (마지막 단계 위치) + 적재형 계단 팔레트 활용(기존)



[그림 3-15] 챔버형(마지막 단계 위치)

나) 종합의견

구 분 (-, 0, +)	A (챔버형, 중간)	B (챔버형, 최종)	C (챔버+트레이 활용)	D (패킹 후 가스 흡입식)	E (이동형 차량식)
경제성	0	+	+	+	-
작업 효율성	+	+	-	-	+
위생적 효과	+	+	+	-	+
기술 효율성	-	+	-	+	-

[표 3-4] 시제품 모델 (안) 비교표]





- 전체 모델(안)을 비교한 결과, 마지막 단계에 챔버를 설치하는 것이 경제성, 작업효율성, 위생적 효과, 기술 효율성을 고려하였을 때 비교적 우위에 있음. 기존 자동화 설비를 유지하면서 포장 전 마지막 단계에 완성된 챔버를 설치하기 때문에 설치방법 및 설비관리가 용이하고 비용이 대체로 저렴함. 시제품의 경우 1회 작업단위인 1개 팔레트 규모로 챔버규모를 설정하여 작업의 효율을 고려하였고 필요에 따라 비즈니스 모델로 변경 시 챔버의 확장 및 변형이 가능함. 기존 제어방법인 세척 및 자외선(UV)조사 처리 후 가스상 이산화염소 처리를 병행함으로써 99.99% 제어효과를 볼 수 있음. 다만, 기존방법에 추가되는 제어 방법으로 필연적으로 작업 및 ClO₂(g) 노출시간 등의 추가시간이 발생됨. E안인 이동형 차량형을 제외하고 A~D안 모두 이ClO₂(g) 노출 시간 만큼의 작업시간이 추가적으로

발생되므로 시제품 결정의 고려사항에서는 배제함. 추가적으로 ClO₂(g)가 적재된 계란의 심부까지 최대의 미생물 제어 효과를 볼 수 있게 계란난각의 접촉면적을 상승시키는 방법을 고려해야 함. 가스가 적재된 계란의 심부까지 도달하기 위한 틈새공간 확보와 계란난좌에 계란이 닿는 면이 최소화되는 다공성 난좌의 개발이 필수적임. 모든 현장실험의 재료 및 공간대여 등은 천안 소재 (주)계림 농장에서 진행되었음.

5) 다공성 난좌 모델 설정

- 현재 시장에서 유통되고 있는 계란난좌의 재질은 종이와 대부분이고 ClO₂(g) 처리를 위해 적절치 않은 재질과 형태이다. 가스가 계란난각과 맞닿는 면적을 높이기 위해 계란과 난좌가 맞닿는 부분을 최소화해야 할 필요가 있고 다공성 난좌 제작은 가스상을 활용한다는 측면에서 시제품 모델의 선택 여부와 상관없이 공통적으로 적용되어야 할 부분이다. 현재 현장에서 활용 중인 난좌와 본 연구진이 임시로 제작한 다공성 난좌의 비교를 통해 최적(안)을 제시하고자 한다.

가) 현재 시중에서 사용 중인 난좌 형태

	
<p>1. 종이 난좌 (시중에서 판매)</p>	<p>2. 플라스틱 난좌 (보관용)</p>
	
<p>3. 포장용 종이 난좌</p>	<p>4. 플라스틱 다공성 난좌</p>

[그림 3-16] 시중에 판매되는 난좌 비교

- 계란 난좌는 계란의 이동과 보관을 목적으로 사용되어지고 있으며 일반란의 경우 1번 종이난좌의 형태로 시중에서 판매되고 있다. 2번 플라스틱 난좌의 경우는 대량의 종이난좌를 적층하여 적재 시 중간 또는 하단부에 내구성을 보완하는 용도로 활용되고 있는 보조적 수단의 난좌이다. 3번. 포장용 종이난좌는 흔히 대형마트 등 시중에서 많이 볼수 있는 15개입 포장용 난좌이다. 업체별 난좌제작 현황을 탐색한 결과, 계란을 담을 수 있는 개수의 차이와 구멍의 개수 차이 외에 큰 틀은 사진의 형태에서 벗어나지 않았기 때문에 모델 설정을 위한 재료로써 3번을 활용하였다. 4번 모델의 경우 계란집하소에서 보관용 또는 보조적 수단으로 일부 사용하고 있는 플라스틱 다공성 난좌이며 현장실험에서는 다공성 난좌 모델의 기초모델로 활용하였다.

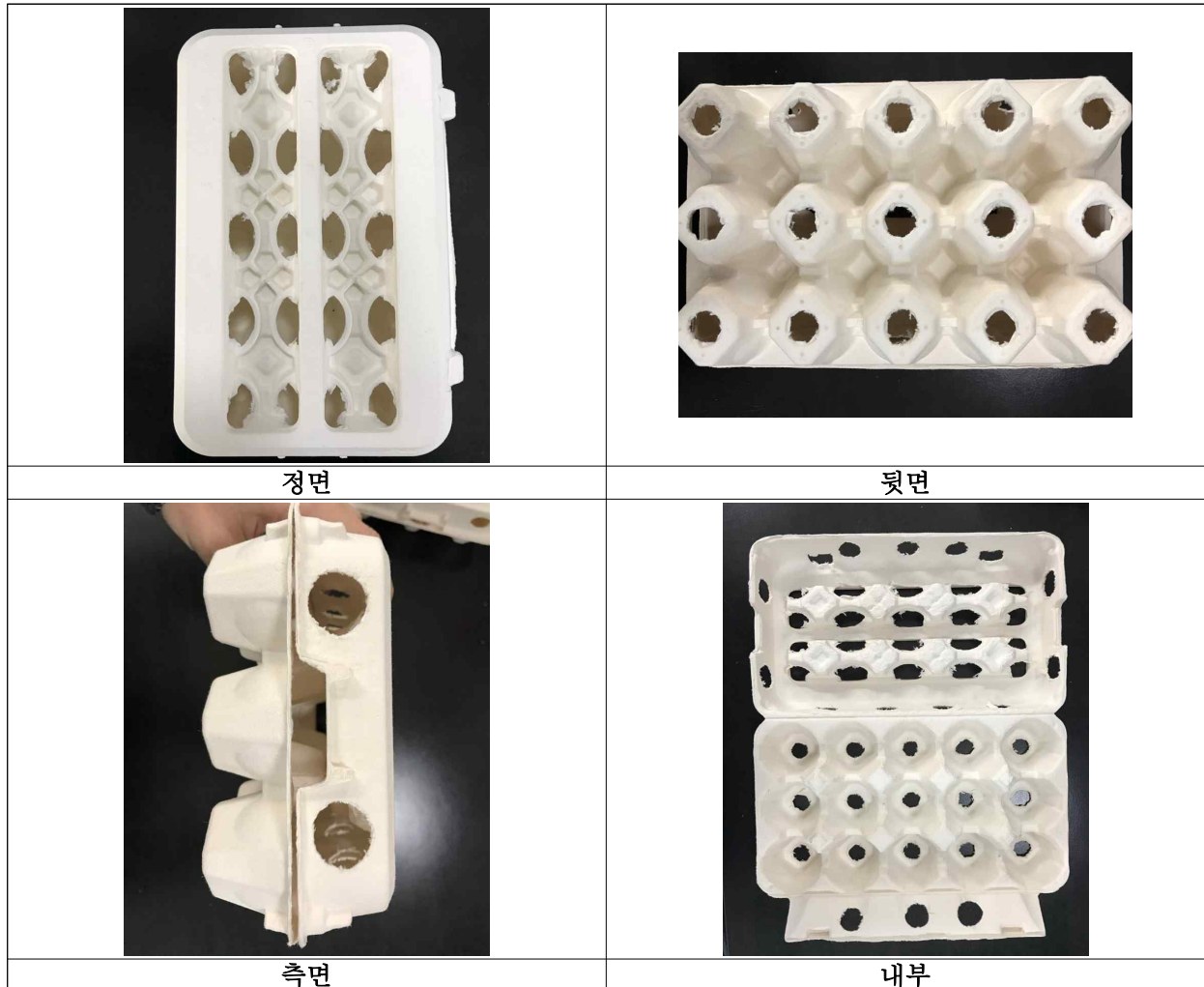
나) 다공성 난좌 모델 설계

- 형태 결정 : 3. 포장용 종이난좌 선택, 1번 종이난좌는 4번 다공성 플라스틱 난좌로 대체하여 실험이 가능하다고 판단
- 재질 결정 시 고려사항 : 단가, 내구성
- 구조 결정 시 고려사항 : 위생적 판단, 기술적 가능성



[그림 3-17] 기존 포장용 종이난좌 세부사진

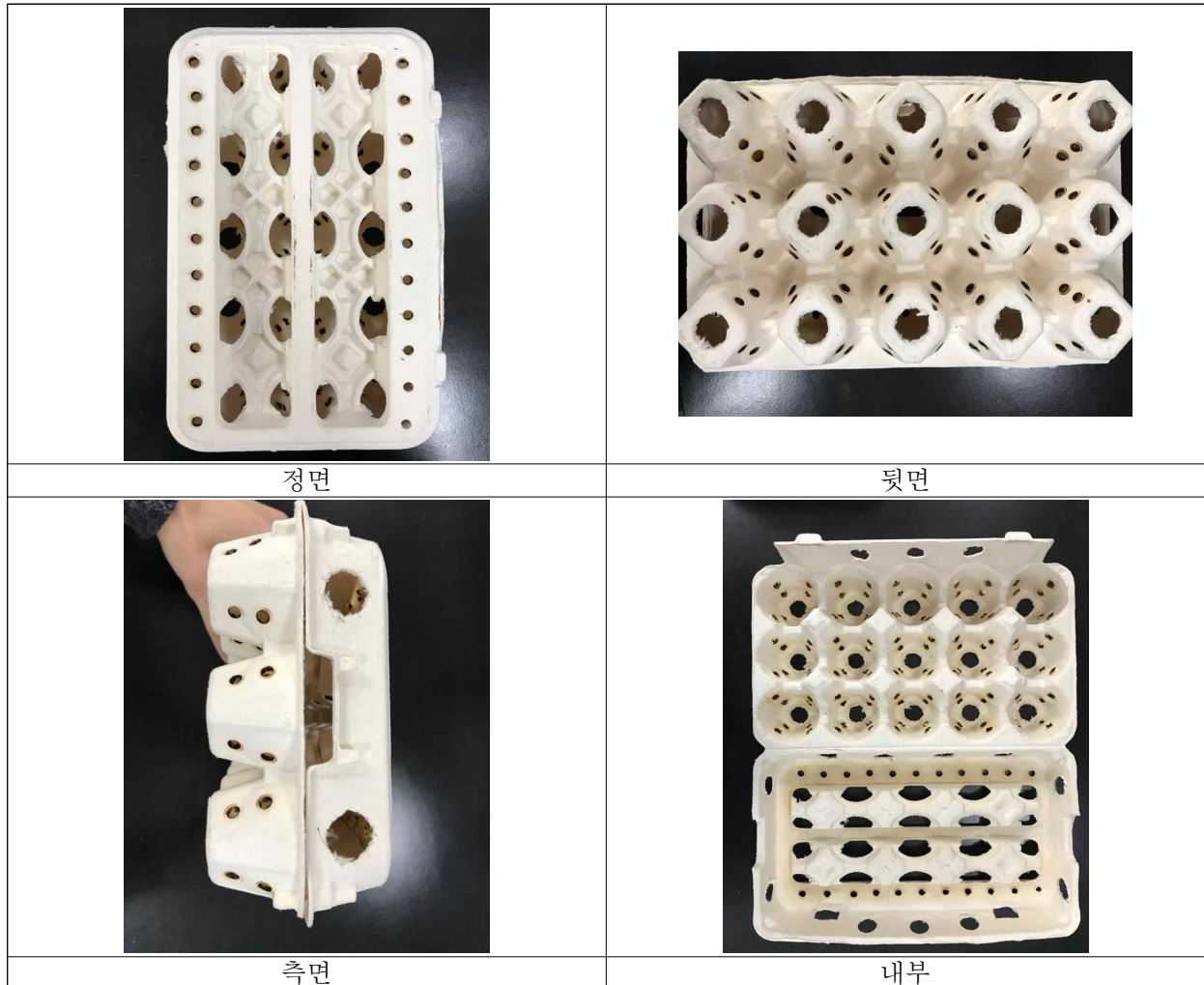
- 모델 A



[그림 3-18] 모델 A 세부사진

- 기존 포장용 난좌에 구성을 고려하는 범위 내에서 일정한 원형펀치기구를 활용하여 타공하여 완성하였다. 상하좌우면에 일정크기의 구멍이 있어서 가스가 충분히 침투할 수 있고 해당 모델을 난좌제작업체에 문의한 결과 가장 구현하기 쉽고 현실성이 높은 모델로 확인하였다.

- 모델 B



[그림 3-18] 모델 B 세부사진

- 모델 A에서 세부적인 구멍을 일정하게 추가하여 타공한 모델이다. 역시 내구성에 영향을 주지 않는 범위내에서 설계하였고 모델 A에 비해 보다 입체적으로 가스투입이 가능하도록 설계되었다. 다만 실용화하여 난좌생산 시 완벽하게 구멍이 타공이 되어 구현이 될지 여부는 실제 시제품을 생산하여 확인이 필요하다.

- 난좌설계 및 생산공정은 기본 설계도면을 바탕으로 동판을 제작하는 것을 초반작업으로 보고 있고 제작과정의 단가가 높다. 따라서 해당 실험에서는 임시적으로 수작업을 통해 형태를 만들고 확인해야 하는 애로사항이 있었다.

다) 종합결론

- 다공성 정도에 따라 모델 A, B를 구분하여 포장용 계란난좌에 한하여 설계하였다. 일반

30개입 종이난좌에 타공하는 모델은 30개입 다공성 플라스틱 난좌 실험을 통해 대체가 가능하다고 판단하였다. (p77 난좌재질별 비교 실험결과 참조)

- 윗면이 개방된 플라스틱 난좌를 활용한 현장실험결과, 적재된 계란의 심부에는 1 Log reduction 만큼의 감소효과를 보였기 때문에 그 결과를 포장용 다공성 난좌로 재확인하는 것은 이미 그 결과가 더욱 감소할 것이 추정되어 불필요하다고 판단하여 생략하였다. (P79 실험결과 참조)

3) 제작된 이산화염소 가스 생성 장치와 훈증실 관리 메뉴얼 제작

- 11. 기타사한 P108 참조

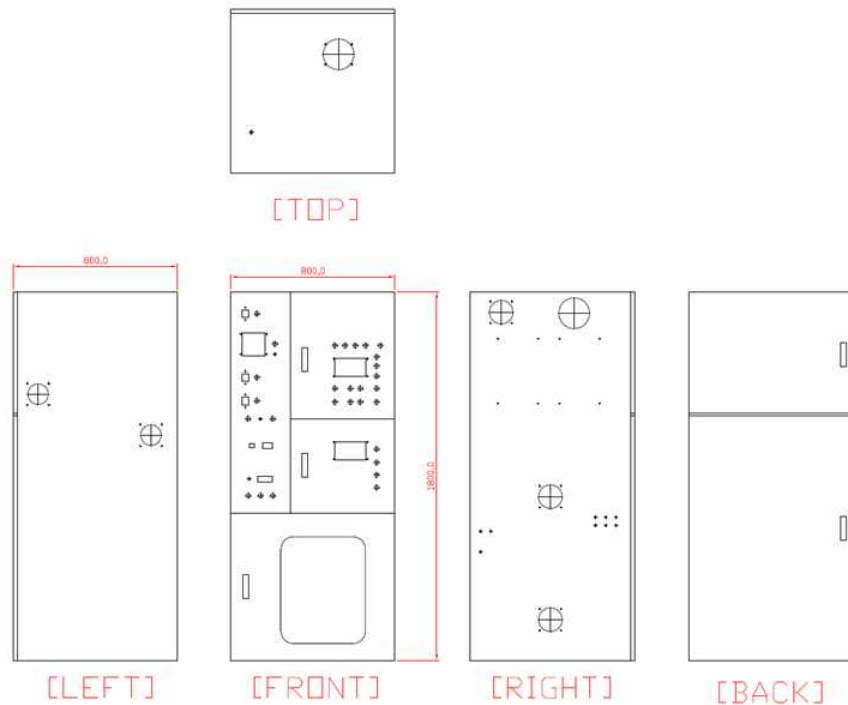
4) 작업장 규모별 관리 공정도(도면) 및 시제품 제작

가) 연구결과

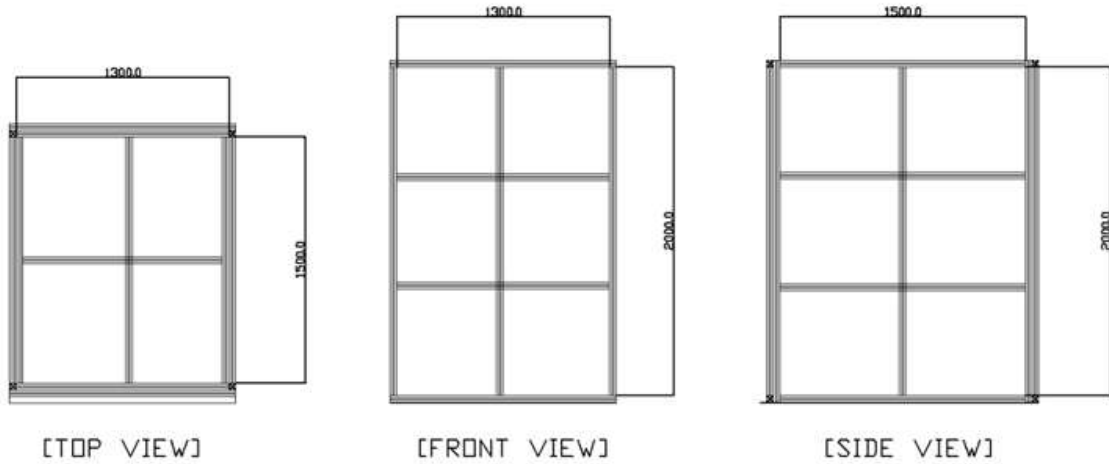
- 계획한 작업장 규모별 관리 공정도는 작성할 필요가 없었으며, 시제품은 다음과 같은 과정을 통해 제작하여, 현장 시범 운행

나) 시제품 도면 제작

- 참여기업인 (주)푸르고팜의 기술지원을 통해, 계란 훈증에 적합한 이산화염소 발생기 및 훈증실 시제품 제작을 위한 도면을 작성



[그림 3-19] 이산화염소 발생장치 시제품 제작을 위한 도면



[그림 3-20] 계란 훈증실 시제품 제작을 위한 도면

다) 계란 이산화염소 훈증 살균 시스템 시제품 제작

- 참여기업인 (주)푸르고팜의 기술 지원을 받아, 제작된 도면을 토대로, 이산화염소 발생기와 훈증실을 제작
- 모델 구축시 포르말린 사용 시와 비교하여 경제성, 안전성, 활용범위 등 고려



SPECIFICATION

ClO ₂ 발생량	정격전압	사용온도	소비전력	중량	제품크기
80mg/min ~	220V/60Hz	5°C ~ 35°C	650W	90Kg	800x800x1800

[그림 3-21] 계란 훈증 살균용 이산화염소 발생기 시제품



계란실험 훈증실

Frame: Aluminum Profile + Acrylic
Size: 1300 x 1500 x 2000

[그림 3-22] 계란 훈증 살균용 훈증실 시제품 챔버



[그림5. 제작된 시제품을 이용한 계란 훈증 실험 사진]

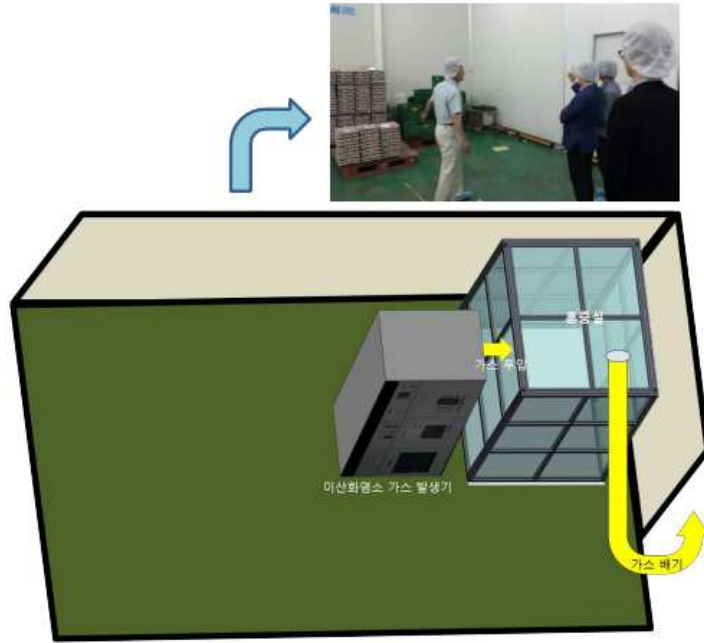
5) 작업 환경을 고려한 환기시설 설계와 살균실(공간) 도면 작성, 가스 발생장치 및 환기장치 등 기계설비 배치도 작성

- 인체에 무해한 환경을 마련하기 위해 이산화염소염소가스 Ventilation System을 구축

가) 연구결과

- 포장이 완료된 계란을 쌓아둔 저장공간 모퉁이에 이산화염소 가스 발생기와 훈증실을 연결하여 이산화염소 가스를 공급하도록 설치
- 훈증 처리 후 이산화염소 가스를 밖으로 배출하기 위해 튜브를 훈증실로부터 밖으로 노출하여 배기 하는 시스템을 구축

※ 이산화염소는 자외선에 노출되면 분해되는 성질로 인하여, 외부로 배출만 하면, 환경오염등의 문제가 발생하지 않음



[그림. 3-23] 환기시설 설계와 살균실(공간) 도면 작성,
가스 발생장치 및 환기장치등 기계설비 배치도

나) 훈증실 배기 작업 시 기계의 동작

- ① 자동훈증작업에서 훈증시간이 종료되면 자동으로 훈증실 배기 작업이 시작
- ② 정지상태에서 [훈증실 배기] 버튼을 누른 경우에도 동일하다.
- ③ [훈증실 배기 버튼]과 [훈증실배기 정지] 버튼에 Lamp가 점등된다.
- ④ 훈증실 배기작업 화면으로 바뀐다. 화면에는 설정된 훈증실 배기작업시간(분)과 경과된 시간(분.초)이 표시
- ⑤ 댐퍼(v51 v52)가 열리기 시작한다.
- ⑥ 10초 후 고성능 훈증실 배기팬(시로코팬) 이 작동한다.
- ⑦ 설정된 시간에 이르면, 댐퍼가 닫히고, 시로코 팬이 정지하며, 훈증실 배기작업이 종료된다.

다) 예 챔배기 작업 시 기계의 동작

- ① 정지상태에서 [예 챔배기 버튼]을 누른 경우 시작한다.
- ② [예 챔배기 버튼]과 [예 챔배기 정지버튼]에 Lamp가 점등된다.
- ③ 화면이 예 챔배기작업 화면으로 바뀐다. 설정된 예 챔배기 작업시간(분)과 예 챔배기 경과시간이 표시된다.
- ④ v21 v22가 열리며 d.pump가 동작한다.
- ⑤ v31 v32가 닫힌다.
- ⑥ Ring Blower가 작동하여 예비 챔버 배기를 시작한다

라) 현장 적용 배기 시스템

- 자동 배기 프로그램에 의해, 기기로 부터 배출되는 잔류 이산화염소 가스는 아래

그림과 같이 배기용 주름관을 이용하여, 쉽게 외부로 배출하도록 설계



[그림. 3-24] 배기시스템 현황

(다) 가스상 이산화염소의 현장 적용을 위한 시제품 평가

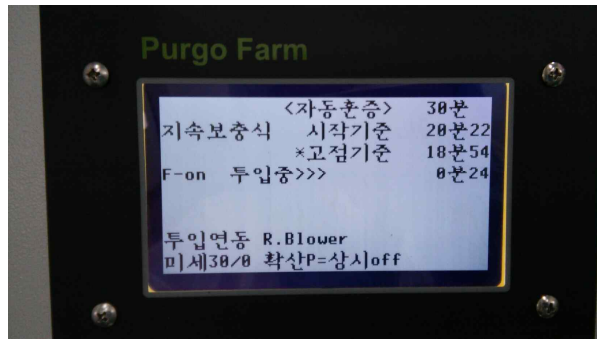
- 1) 식용란 집하장 및 종란 보관창고의 환경조건에 맞는 최적 소독 조건 적용 후 현장에서 각종 미생물 살균 효력 평가
 - 아래 실험결과로 대체 (종란의 경우 계란집하소 시제품 검증 결과와 유사한 결과가 나타나므로 대체 가능함)

2) 실제 작업 환경에서의 계란소독 효과 검증 : 집하장 규모별로 나누어 현장 적용

가) 공통 실험조건

- ① 온도 : 상온 (개별실험 시 측정)
 - 온습도계 2대, 기기내부온도 표시 확인
- ② 습도 : 상대습도 80%
 - 온습도계 2대 중간, 하단 위치 확인 후 진행
 - 일반 가습기
- ③ 샘플 : 대란 (52~60g미만)
- ④ 자외선 살균기 모델 : 에크텍 / B350-uv
- ⑤ 대류 : 간이 선풍기 활용

- 하단위치, 정격전압 220V/60Hz, 정격소비전력 : 45W급



가스노출시간 설정



가스 노출농도 설정



대류 및 습도 조건 설정



온도 조건 설정



온도, 습도 추가 측정용

[그림3-25] 실험 환경조건 설정 사진

나) 실험 방법

- ① 대조군과 처리군을 라벨링하여 구분하여 준비한다.
- ② 실험에 사용될 계란수를 확인하여 준비한 후 실험조건에 따라 적층여부를 결정한다.

- ③ ClO₂(g) 가스 발생 시 온/습도, ClO₂ 농도, 대류조건을 설정한다.
- ④ ClO₂ 처리균별로 농도를 설정하여 이산화염소 가스에 노출시킨다.
- ④ 처리가 완료된 군과 대조군은 즉시 밀폐 후 4℃ 이하로 In vitro 실험실로 보관 및 운송한다.

다) 실험 결과

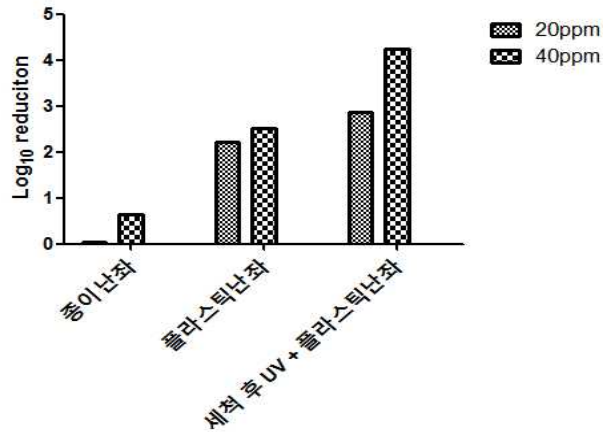


Fig22. 종이난좌와 다공성 플라스틱 난좌의 미생물 제어 효과 비교



- 종이난좌에 담은 계란난좌의 미생물 제어 효과는 20ppm에서 log 0.03 reduction, 40ppm에서 log 0.64 reduction으로 미미하였다. 반면, 다공성 플라스틱 난좌에 담은 계란난좌의 미생물 제어 효과는 20ppm에서 log 2.21 reduction, 40ppm에서 log 2.51 reduction으로 종이난좌에 비해 효과가 크게 상승하였다. 추가적으로 다공성 플라스틱 난좌를 활용하여 기존 미생물 처리방법인 세척 및 UV 노출 후 이산화염소 가스를 20ppm에 노출했을 경우 log 2.86 reduction, 40ppm에서 log 4.24 reduction으로 99.99% 사멸되는 것을 확인할 수 있었다. 다양한 미생물 제어 방법을 병행처리하였을 경우 효

과는 더 상승된다는 것을 확인할 수 있었다.

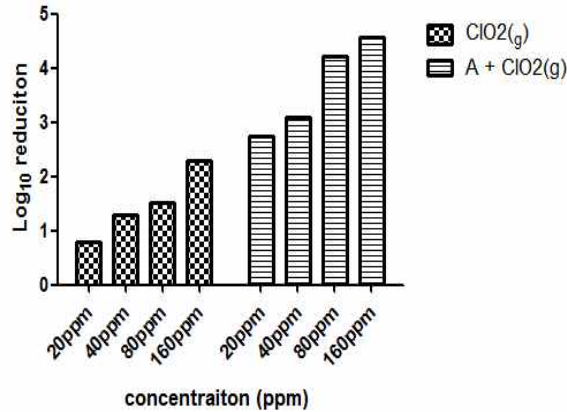


Fig. 23. ClO₂(g) 단독처리와 세척/UV/ClO₂(g) 병행처리 시 노출농도별 미생물 제어 효과 비교 (플라스틱 난좌 활용)

* A : 세척 후 UV처리

- ClO₂(g) 단독처리한 경우 20ppm에서 log 0.79 reduction, 40ppm에서 log 1.30 reduction, 80ppm에서 log 1.51 reduction, 160ppm에서 log 2.29 reduction의 효과를 보였다. 반면, 세척 후 UV 처리 후 ClO₂(g)를 병행하여 처리한 경우, 20ppm에서 log 2.75 reduction, 40ppm에서 log 3.10 reduction, 80ppm에서 log 4.22 reduction, 160ppm에서 log 4.56 reduction의 효과를 보였다.

ClO₂(g) 단독처리한 경우 최대 미생물 제어 효과는 log 2.29 reduction으로 99%의 제어 효과를 보였고 세척 후 UV 처리 후 ClO₂(g)를 병행하여 처리한 경우는 최대 log 4.56 reduction로 99.99%의 제어효과를 보였다.

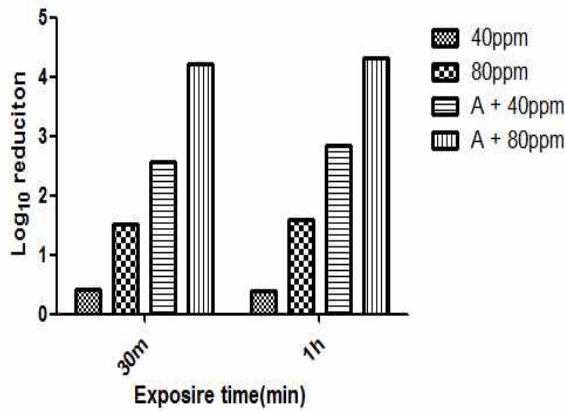
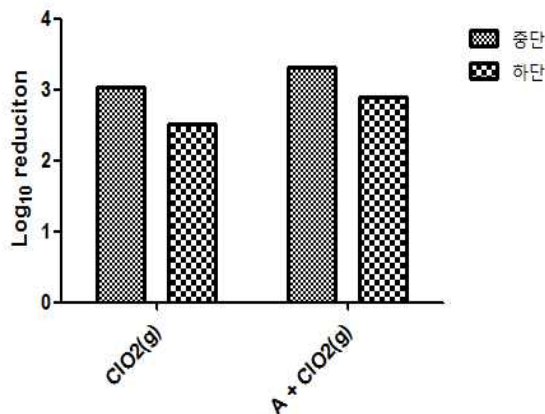
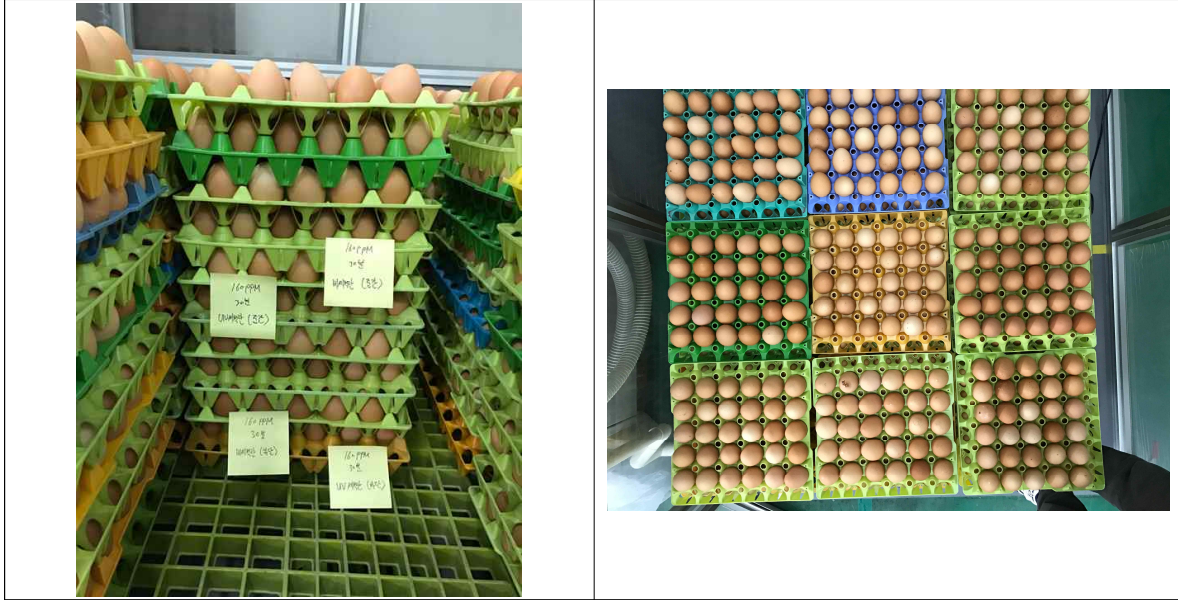


Fig. 24. ClO₂(g) 단독처리와 세척/UV/ClO₂(g) 병행처리 시 노출시간별 미생물 제어 효과 비교 (플라스틱 난좌 활용)

* A : 세척 후 UV처리

- In vitro 실험에 최적의 노출시간인 30분을 최소노출시간으로 설정 후 2배인 1시간의 노출시간과 비교하였다. 30분간 노출 시 ClO₂(g) 단독처리군 40ppm에서는 log 0.41 reduction, 80ppm에서 log 1.51 reduction을 보였다. 세척 및 UV 처리 후 ClO₂(g) 병행처리군은 40ppm에서 log 2.57 reduction, 80ppm에서 log 4.22 reduction 효과를 보였다. 또한, 1시간 노출 시 ClO₂(g) 단독처리군 40ppm에서는 log 0.39 reduction, 80ppm에서 log 1.59 reduction을 보였다. 세척 및 UV 처리 후 ClO₂(g) 병행처리군은 40ppm에서 log 2.84 reduction, 80ppm에서 log 4.32 reduction 효과를 보였다. 노출시간 30분과 1시간의 미생물 제어 효과는 ClO₂ 농도별, 세척 및 UV 처리 후 ClO₂(g) 병행처리 등의 여부와 상관없이 의미있는 차이를 보이지 않았다. 따라서, 제어효과에 적절한 노출시간은 30분이라고 판단된다.





**Fig. 25. 계란의 위치별 미생물 제어 효과 비교 (ClO₂ 노출농도 160ppm, 노출시간 : 30분)
* A : 세척 후 UV처리**

- ClO₂(g) 단독처리 시 적재된 계란의 중단 심부에 위치한 균의 경우 log 3.04 reduction, 하단 심부에 위치한 균의 경우 log 2.51 reduction의 효과를 보였다. 또한, 세척 및 UV 처리 후 ClO₂(g) 병행처리 시 적재된 계란의 중단 심부에 위치한 균의 경우 log 3.31 reduction, 하단 심부에 위치한 균의 경우 log 2.89 reduction의 효과를 보였다. 적재된 계란의 중단 심부와 하단 심부에 위치한 균의 경우 ClO₂(g)의 물리적인 접촉면적이 줄어들어 미생물 제어효과가 상단 및 바닥에 위치하여 실시한 군에 비해 떨어졌다.

라) 고찰

- ClO₂(g)의 미생물 제어 효과는 1차년도 In vitro실험 결과에서 확인되었고 이미 국내/외적으로 많은 입증된 결과를 찾아볼수 있다. 현장에 존재하는 변수를 고려하여 다양한 조건을 재설정하고 확인하는 절차를 거쳤다. 그 과정에서 확인된 내용은 다음과 같다.

- 가스가 소독대상인 계란난각에 존재하는 미생물에 접촉하여 효과를 발휘하기 위해서 닿는 면적, 즉 표면적에 방해가 되는 요소가 우선적으로 제어 되어야 한다. 현장에서 소비단계까지 계란을 담아서 이동하거나 보관하는 난좌는 종이재질로 구성되어 있고 계란을 담을 경우 난각 표면적의 절반가량이 가스에 노출되지 않게 되므로 내구성이 보장되는 다공성 난좌가 필요하였다.

- 농장에서 공수된 아무처리가 되지 않은 계란은 분변 및 먼지, 이물질 등에 완전노출되어 있는 상태이다. In vitro상에서 인위적으로 유기물 조건을 형성하여 얻은 결과보다 현장에서는 더 많은 분변, 이물질 등이 계란난각에 존재하기 때문에 보다 높은 제어 조건을 만들어야 할 필요가 있었다. Fig 23. 의 결과에 따라 경우에 따라서

80~160ppm가 최적의 노출농도 조건임을 확인하게 되었다. 노출시간의 경우 1차년도 In vitro 실험에서 얻은 최적시간인 30분과 추가적인 조건인 1시간을 비교실험한 결과 유의미한 차이가 보이지 않았기 때문에 최적시간은 30분임을 확인하였다.

- 조건 확립 후 진행된 대량실험에서는 물리적인 위치에 따른 계란난각의 미생물 제어 효과를 확인하였다. 현장에서 사용하는 1개 팔레트에 적재된 계란층의 중/하단 심부가 가스에 노출되기 가장 어려운 위치라고 판단하고 실험을 진행하였다. Fig. 25 결과에 따라 중/하단 심부는 표면보다 가스가 도달하기 어려운 위치이므로 log 1 reduction 만큼의 감소영향이 있는 것으로 확인되었다.

3) 식용란의 가스상 이산화염소 활용 경제성 및 선도유지 효과 비교 평가

: 물로 세척 또는 자외선 조사를 적용하는 경우와 비교

- P75 이하 실제 작업 환경에서의 계란소독 효과 검증 : 집하장 규모별로 나누어 현장 적용 실험결과로 대체
- P55 계란의 난각과 액란에서 염소 잔류 여부 평가 결과로 선도 유지 대체

4) 종란 보관창고에서의 최적 소독 조건 적용 후 포르말린 가스 훈증과의 살균효력 비교 평가

: 포르말린 가스 훈증방법의 단점을 대체할 수 있는지에 대한 편리성, 실효성 평가

- p42 현장 수거한 종란/식용란에 대한 처리방법별[기존 VS ClO₂(g)] 미생물 제어효과 비교 대체,
- 살균효력 평가 부분은 P75 이하 실제 작업 환경에서의 계란소독 효과 검증 : 집하장 규모별로 나누어 현장 적용 실험결과 준용

5) 난좌 구조 및 살균률 비교 평가

: 계란 적재시 타공형 난좌 등 접촉면을 넓히는 난좌를 제작하여 소독 효력을 최대화.

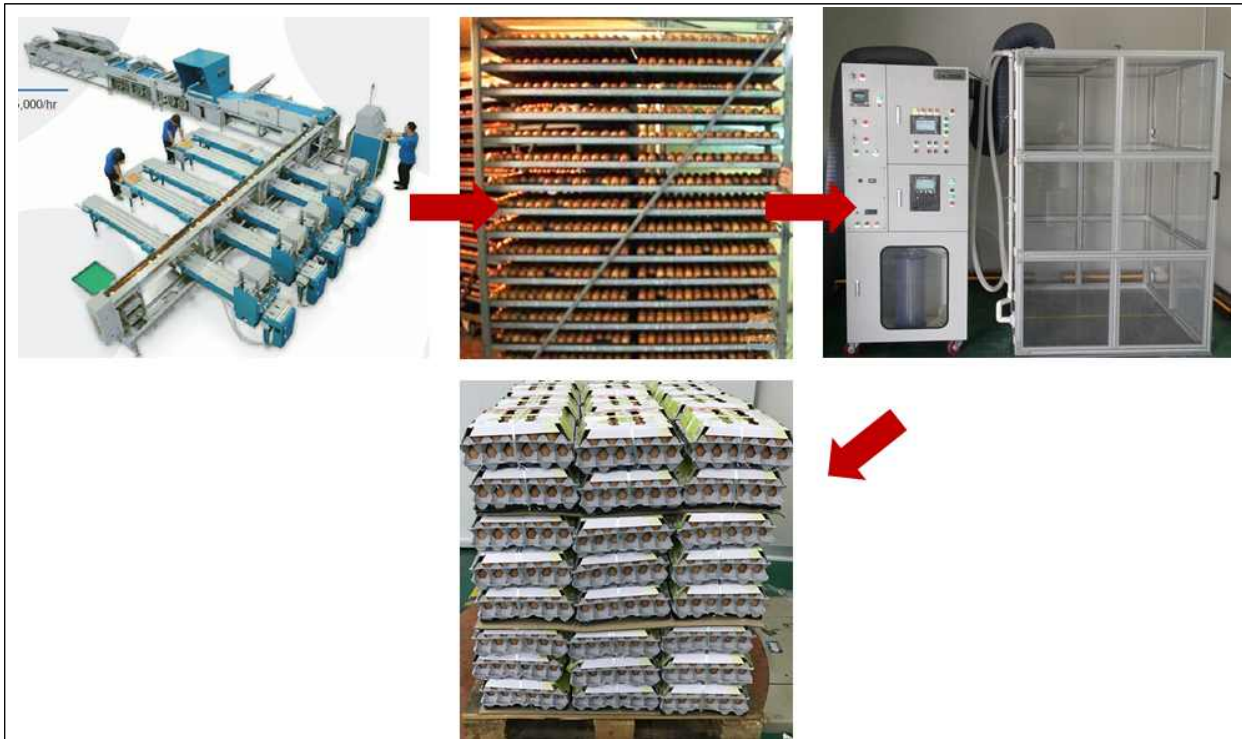
- p66 다공성 난좌 모델 설정 내용 참조

(라) 종합결론

- In vitro 실험을 통해 객관적인 데이터를 도출하여 결과를 확인하고 조건을 확립하여 현장실험에 적용하였다. 다양한 시제품 모델(안) 중 마지막 단계에 챔버형을 설치하는 모델로 결정하여 시제품 평가를 진행한 결과, 연구진이 계획하고 추정했던 결과가 도출되었지만 현장적용에 있어서 일부 한계점 또한 도출되었다. 이산화염소 가스의 소독제로써의 효과는 이미 검증이 완료 되었지만 현장환경에 실제 적용한 가능한 시제품 모델을 제시하는 것이 중요하다. 현재 설치하여 진행된 시제품 모델의 실험 결과 적재된 계란의 심부에서 효과가 떨어지는 점과 이산화염소 처리로 인한 노출시간 30분이 필연적으로 계란작업 순환사이클에 영향을 주어 작업효율을 떨어뜨리고 결국 경제성에 영향을 준다는 점이다. 그래서 현 시점에서 이동형 트레이형 모델을 통해 심부에 영향을 주지 않는 모델을 적용하여 가장 위생적인 고품질 소량생산의 청정계란을 소비자에게

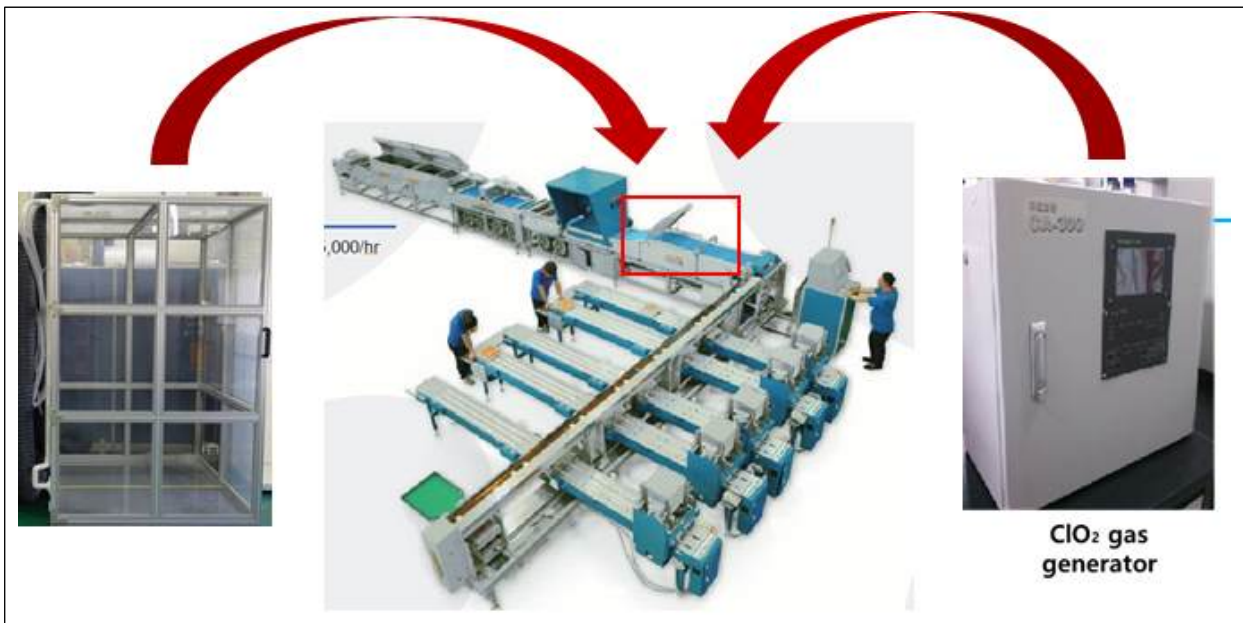
제공하는 방법이다. 일반란에 비해 단가가 올라갈 우려가 있지만 시장수요의 반응에 따라 챔버의 규모 등의 확대를 통해 단가를 낮추면 소비자에게 고품질의 위생적인 계란을 점차 많이 보급할 수 있을 것이다. 또한 노출시간 30분으로 인해 작업사이클이 늦어져서 경제성이 떨어지는 부분은 위생적인 계란의 보급 측면에서는 필수적이나 가스농도조절을 통한 시간단축을 통해 작업 중, 이송 중 활용 할수 있는 방법은 많다.

대안 가) C안 변형 : 챔버형(확대) + 이동형 트레이 활용



- 설명 : 기존 자동화 설비의 단계별 공정절차가 완료된 이후 챔버를 설치하여 맞춤형 제작된 이동형 트레이에 계란을 적재 후 챔버에 넣어 가스에 노출시키는 방법, 고품질 소량생산의 형태로 활용 가능하고 수요에 따라 챔버의 확장 또는 창고 자체를 밀폐하여 규모를 확대하는 방안을 대안으로 제시

대안 나) E안 변형 : 작업 중, 이동 중 고농도 처리형



[그림 3-10 챔버형(중간단계위치)]

- 작업 공정 중 순간 고농도 처리를 통해 노출시간 단축을 통한 작업 효율성 상승
- 시제품 제작 시 최대 200ppm 농도로 설정하여 개발하였기 때문에 순간 고농도 설정을 추가하여 기기변경 및 적용 필요

(3) 연구개발성과

(가) 연구개발 성과목표 대비 실적

(단위 : 건수)

성과목표	사업화지표								연구기반 지표								
	지식재산권		기술이전	사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책활용-홍보		기타(타연구용 등)
	출원	등록		제품화	기술창업	매출창출	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
										SCI	비SCI						
최종목표	1	1	1	1					2	3	3	2	2	1	1		
1차년도	목표									1	1	1	1				
	실적										2	1	1				
2차년도	목표	1							1		1	1			1		
	실적	2									1	2		2			
소계	목표	1							1	1	2	2	1		1		
	실적	2										3	1				
종료 1차년도		1	1	1					1	2	1		1	1			
소 계		1	1	1					1	2	1		1	1			
합 계		2									3	3	1	2			

(나) 연구 성과

1) 지식재산권

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	계란살균방법	대한민국	최농훈	2017.2	10-2017-0017461				100%
2	계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자바이러스 퇴치 방법	대한민국	최농훈	2017.2	10-2017-0017462				100%

○ 이산화염소 가스를 활용한 계란 미생물 오염 관리 시스템 개발으로 1건의 특허 출원을 계획하였으나, 국가 재난형 질병인 A.I. Virus에 대한 대응의 중요성이 부각됨에 따라 관련 특허 1건을 추가 계획하여 출원함.

2) 논문게재 및 학술회의 발표

- 논문게재 진행 중

3) 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국 동물자원과학회	김효비	2015. 8. 25	건국대학교	한국
2	한국 예방수의학회	김효비	2015. 10. 08	충남대학교	한국
3	한국 예방수의학회	명동훈	2016. 11. 17	농림축산검역본부	한국

4) 기술거래 및 기술료

8	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황

5) 교육 및 지도활용 내역

번호	교육명	교재명	주요내용	활용 년도
1	현장지도	-	양천부화장 종란부화율 실험 및 현장지도	2015
2	2016년 공중방역수의사 신임실무 과정	PPT 자료(시스템 에 업로드)	<ul style="list-style-type: none"> - 소독제 및 소독시설 현장 설치 및 사용 현황 소개 - 현 진행연구공유 및 의견 수렴에 따른 아이디어 도출 - 현장수의사 대상으로 문제점 공유를 통해 현장관리 강화 유도 - 정확하고 합리적인 정보를 제공하여 전문화된 인력양성 유도 	2016
3	생산단계 HACCP 지도관 교육 강의	PPT 자료(시스템 에 업로드)	<ul style="list-style-type: none"> - HACCP 등 선행요건, HACCP 5절차 기본설명, 소독PPT내용과 함께 발표 - 이동차량 등 위생관리 시 문제점 제시, 소독제 관리, 소독제 사용현황, 시설관리 - 현 소독의 문제점 인식을 통한 대책 및 관리감독 강화 - HACCP 지도관 대상으로 정확한 소독의 중요성 언급을 통해 HACCP의 본래 목적달성을 위한 강조 - 다양한 연구진행 및 관련 내용을 소개함으로써 현장 지도자의 주도적이고 발전적인 아이디어 유도 강조 	2016

6) 사업화

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화 명	내용	업체 명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		

7) 시제품 제작

No	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야	사업화 소요기간
1	계란 훈증 살균 시스템 (이산화염소 가스 발생기+ 훈증 챔버)	2016년9월	(주)푸르고팜	(주)계림농장	계란 살균	미정

8) 인력활용/양성

번호	분류	기준년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	연구인력 양성	2015	1					1	1				

9) 정책활용 내역

○ 정책 건의 (농림부 축산정책국 방역관리과)

1. AI 고위험군 종사자 감염예방 제안

- 건국대학교와 참여기업인 (주)푸르고팜의 이산화염소 가스 훈증 기술과 관련하여 AI바이러스의 인체감염 예방 제안 내용임
- AI는 인수공통전염병으로 분류되어 있고 수의공중보건적으로 예방차원에서 중요한 문제임
- 관련 기술에 대한 논의를 통해 정책제안을 하는 바임.
- AI발생 현장 살처분 관련 종사자의 감염예방효과
- 인체감염 예방법을 통해 살처분 종사자의 효과적인 현장투입 가능

<자료 1> 개인정보보호에 해당하는 내용 포함으로 삭제조치

<자료 2> 개인정보보호로 삭제조치

AI 확산 방지 및 조기 안정을 위한 고위험군 종사자 감염 예방 제안

1 제안배경

- AI 관련 고위험군 종사자 인체 감염 가능성
 - AI 발생 농가 종사자나, 살처분 참여자, 대응요원 등 고위험군 감염 가능성 항바이러스제 투여, 개인보호구 착용 등 감염 예방 활동
 - 중국 H7N9형 조류인플루엔자에 의한 인체 감염 공식 보도(2013년)
최근 3년간 H5N6형 AI에 총 16명이 감염돼 10명 사망
- 이산화염소(ClO_2) 가스를 활용한 감염 예방
 - 국제적으로 안전한 살균소독제로 알려진 이산화염소(ClO_2) 가스를 활용하여 AI 인체감염 및 기타 바이러스 감염 예방

2 제품 개요

- 위생적이고 안전한 공간을 제공하는 이산화염소 발생 키트 “퓨리스틱”



퓨리스틱은

- 안전한 : 인체에 무해한 살균소독제
- 강력한 : 알코올의 50만 배
- 친환경 : 위해 부산물 미발생

생활공간 내 부유세균 및 바이러스 제거에 효과적인 이산화염소 발생 키트

◦ 사용이 간편하고 보관 및 이동 용이, 다양한 활용도

[퓨리스틱 사용 방법]



염분이 많으면 내려가도록 아래 방향으로, 틈틈이 두들겨주세요.



염분 및 부분이 부러지도록 '플' 스리가 날 때까지 문체를 해주세요.



황갈색으로 변하면 서, 물제 전체 표면을 통해 유효성분이 배출됩니다.



색깔이 흰색으로 다시 변하면, 일반쓰레기로 버려주세요.

[퓨리스틱 사용 예시]

<p>방역 차량 내부 설치를 통한 운전자 감염 예방</p>	
<p>방역동제소 등 실내 설치를 통한 근무자 감염 예방</p>	
<p>발생 농가 종사자, 살처분 참여자, 대응요원 등 개인 예방</p>	

3 제품 효과

○ 인플루엔자 바이러스 감염 예방 효과

- 2015. 기초의학학술대회

퓨리스티에 의한 인플루엔자 A
바이러스 실험 결과

살 바이러스(Virucidal) 및
항 바이러스(Antiviral) 효과 확인



○ 코로나 바이러스 감염 예방 효과

- 2016. 대한바이러스학회 발표

퓨리스티에 의한 코로나
바이러스 실험 결과

살 바이러스(Virucidal) 및
항 바이러스(Antiviral) 효과 확인



2. AI 감염 지역 계란 소독 후 유통

- 전국적으로 발생하는 AI로 인하여, 반출 제한 및 폐기되는 계란을 Clo2가스를 활용하여 안전한 계란 공급을 하기 위한 방안 제안
- 본 연구과제의 연구결과를 첨부자료로 하여, 농림부 축산정책국 방역관리과에 제안하는 내용임.
- 이동형, 고정형, 저농도 지속형 등 장치유형별로 활용가능하며 AI 바이러스 99.9% 불활화 효과가 입증됨
- 폐기 되는 식용란의 안전한 활용을 통해 공급부족현상에 대비
- 농가 및 계란산업의 경제적 피해 최소화 가능
- 안전한 계란 공급을 위한 기술혁신 및 보급 탄력화 가능

<자료 1> 개인정보보호에 해당하는 내용 포함으로 삭제조치

<자료 2> 개인정보보호에 해당하는 내용 포함으로 삭제조치

이산화염소(ClO₂)가스 혼증을 통한 AI 감염 지역 계란 소독 후 유통 방안 제안

1 제안배경

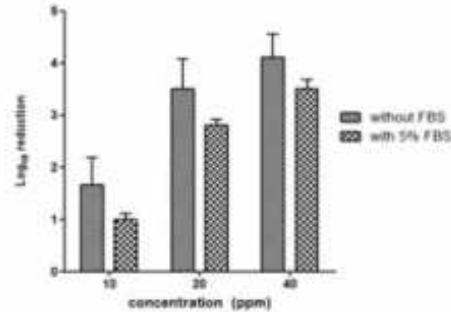
- AI 발생 시 위험도에 따라 계란 반출 제한 및 폐기
 - AI 예방 차원에서 농장 및 집하장 보관 계란까지 폐기
 - 계란 공급 부족에 따른 계란값 상승 및 관련 산업 악영향
- 이산화염소(ClO₂) 가스 혼증을 통한 AI 바이러스 99.99% 제거 가능
 - 유기물 존재 하 40ppm ClO₂ 30분 처리 시 3 log 이상 (99.9%)의 불활화 효과를 보임(건국대 수의과대학 최농훈 교수)
- AI 발생 지역 폐기 대상 계란 ClO₂ 혼증 소독 후 시장 공급을 통한 공급물량 확대 및 폐기 등 사회적 비용 절감

2 선행 연구

- 과 제 명 : 계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발
- 주관기관 : 농림수산식품기술기획평가원(IPET)
- 수행기관 : 건국대학교 수의과대학
- 연구내용 및 결과 (상세내용 별첨 참조)
 - 연구내용 : AI에 대한 이산화염소가스 항바이러스 효과 분석
 - 이산화염소 가스를 이용하여 조류인플루엔자바이러스의 불활성화(감염능력감소) 정도를 유기물 유무 조건, 가스 살포시간과 농도에 따라 측정 및 비교하여 양계 농가 현장에 적용하고자 함

- 연구결과 : 99.9% 불활화 효과

- 일정 농도의 바이러스와 유기물 유무액(5% FBS, D-PBS) 희석 후 건조
- 일정 농도의 이산화염소가스 조건(10, 20, 40 ppm) 30분 적용
- 결과: 유기물 존재 하 40ppm ClO₂ 30분 처리 시 3 log 이상 (99.9%)의 불활화 효과를 보임. 각 이산화염소 가스 농도별 효과는 유기물이 존재할 경우 효과가 감소하는 경향을 보였으나, 통계적으로 큰 차이를 보이지 않음.



3 현장 적용 방안

o 이산화염소(ClO₂) 개요

인체에 무해하면서 가장 강력한 살균소독 효과를 가진 살균소독제

안전한	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 우리나라 식약처를 비롯 WHO, 美 FDA, NASA가 인정 ▪ 소금, 설탕과 같은 최고등급(A1) 부여 ▪ 먹는 물, 음식 의 살균과 소독에 사용되는 인체 무해한 살균소독제
강력한	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 염소, 오존, 염화브롬, 클로라민, 과망간산염 등 기존의 살균제에 비해 각종 Virus, 원생동물 등을 완전히 제거하는 강한 살균효과 ▪ 염소계 살균제 2.5배, 알코올의 50만 배 살균력
친환경	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소독 부산물 미발생 ▪ 염소계에서 발생하는 THMs, HAAs 등 발암 물질 미발생 ▪ 탁월한 광분해성 - 빛에 의해 쉽게 분해되어 잔존 물질 미발생

o 이산화염소(ClO₂) 발생 장치 유형

저농도 발생장치	고정형 처리장치	이동형 처리장치
		
장기보관, 선선도 유지 계란 보관창고 등	고농도 살균 장치(이동가능) 계란 농장, 집하장	고농도 살균처리 차량 계란농장, 집하장

○ 이산화염소(CIO₂) 발생 장치 현장 적용



○ 수집 및 보관

- 관리 및 보호 지역 내 산란계 농가에서 생산 된 계란을 보호지역과 예찰지역 경계에 있는 임시 보관 창고로 이송
- 임시 보관 창고에 저농도 지속처리 장치를 설치하여, 출하 전 까지 저농도 지속처리를 통해 계란의 살균 및 신선도 유지(포장 상태에서 처리 가능)

○ 출하 전 고농도 살균처리 후 출하

- 출하 전 고정형 또는 이동형 고농도 처리장치를 이용하여, 출하 대상 계란에 대한 살균 처리 후 지정 이송 차량 이용 출하
- 고농도 살균처리는 시바리어스 뿐 만 아니라, 살모렐라균 등 계란 표면의 각종 병원성 미생물을 제거하여 액난 및 다른 식재료 2차 오염 방지 가능

별첨 1

조류인플루엔자에 대한 이산화염소가스 항바이러스 효과 분석

1. 연구목적:

- 이산화염소 가스를 이용하여 조류인플루엔자바이러스의 불활성화(감염능력감소) 정도를 유기물 유무 조건, 가스 살포시간과 농도에 따라 측정 및 비교하여 양계농가 현장에 적용하고자 함.

2. 기존기술대비 차별성 및 장점:

- 종란 및 식용란 대상 기존 소독의 한계를 극복한 방법임.
- 종란의 경우, 현재 포름알데하이드 가스를 이용하여 훈증소독 중이나 동물 및 인체에 생체 독성이 있음.
- 식용란의 경우, 세척 후 자외선 등의 방법으로 처리 중이나 오염 미생물 제어에 한계가 있고 세척 시 자연보호막인 큐티클층이 파괴되는 문제가 있음.
- 그 대안으로 가스상 이산화염소를 활용하여 기존의 한계를 극복한 결과를 아래와 같이 제시함.
- 이산화염소는 강력한 산화작용으로 밀폐된 환경 하에서 소독 효과 등을 발휘함. WHO, FDA, EPA 에서 안전성과 유효성은 이미 인증됨.

3. 연구내용 및 방법:

1) 표면의 바이러스 오염 조건 형성과 이산화염소 가스 효과 분석

- 바이러스 오염 조건의 일관성을 유지하기 위하여 스테인리스(stainless) 재질 표면 위에 바이러스 조건 형성
- 일정한 농도의 저병원성 조류인플루엔자(H9N2)를 이용하여 이산화염소 가스 농도별, 가스 살포 시간별 조건을 적용 실험 진행

2) 유기물 존재 유무에 따라 표면의 바이러스에 대한 이산화염소 가스 효과 분석

- 일관성을 유지하기 위한 스테인리스 표면 위에서 인공적인 유기물 조건을 형성
- 유기물 존재 유무에 따라 일정한 농도의 저병원성 조류인플루엔자(H9N2)가 이산화염소 가스 농도별, 가스 살포시간별 조건에 따라 불활성화 되는 정도 측정 실험 진행

4. 실험결과의 확대적용:

- 이산화염소를 활용한 공간살균 챔버모델의 표준화된 결과는 밀폐된 공간인 각종 보관창고, 이동수단(축산관계차량) 등에 확대 적용가능함.
- 생체독성이 낮은 가스상 이산화염소를 활용하여 오염 미생물 및 바이러스 등을 입체적으로 살균함으로써 기존기술과 비교하여 보다 완벽한 제어가 가능함.



그림1. 치밀성으로 인해 폐기되는 계란

그림2/3. 현장(음하장)에 설치한 이산화염소 가스를 활용한 공간살균 밀폐 챔버 실험

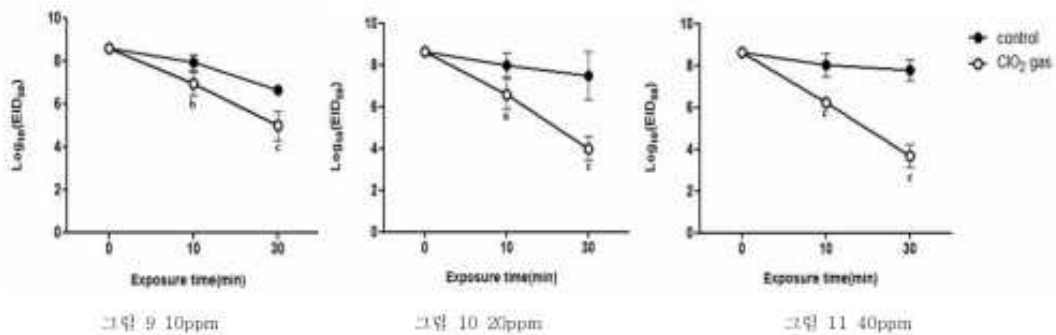
5. 본 연구진의 연구 내용:

1) 실험 조건

- 액체 상태에서 유태균의 요막강액(양수)에서 얻은 저병원성 조류인플루엔자바이러스 사용(A/chicken/Korea/MS96/1996(H9N2))
- 스테인리스(지름 2cm, AISI 304, Posco, Korea) 이용
- 유기물 有 조건(5% FBS: Fetal Bovine Serum), 유기물 無 조건(D-PBS: Dulbecco's Phosphate-Buffered Saline)
- 실험 진행 온도: 25±2℃, 상대습도 80±5%

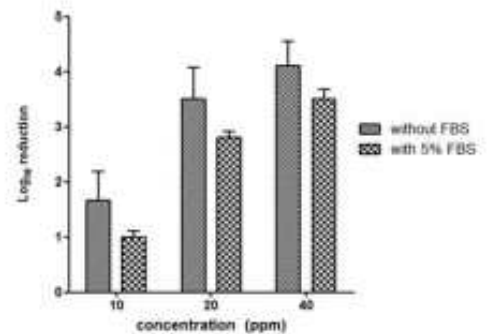
2) 조류인플루엔자에 대한 이산화염소 가스 효과 측정 실험

- 일정 농도의 바이러스를 스테인리스 표면에 접종 후 건조
- 일정 농도의 이산화염소가스 조건(10, 20, 40 ppm)과 가스 살포 시간(0, 10, 30분) 적용
- 가스 살포 후 바이러스 불활성화 정도 확인을 위하여 EID50 계산 수행
- 결과: 40ppm ClO₂ 30분 처리 시 조류인플루엔자 바이러스는 4 log 이상 감소하였음
- ※ 바이러스에 대한 효과 기준은 ml당 10⁴ 배 이상으로 함. (농림축산검역본부 고시 제2016-29호)



3) 유기물 존재 유무 조건별 조류인플루엔자에 대한 이산화염소 가스 효과 측정 실험

- 일정 농도의 바이러스와 유기물 유무액(5% FBS, D-PBS) 희석 후 건조
- 일정 농도의 이산화염소가스 조건(10, 20, 40 ppm) 30분 적용
- 가스 살포 후 바이러스 불활성화 정도 확인을 위하여 EID50 계산 수행
- 결과: 유기물 존재 하 40ppm ClO₂ 30분 처리 시 3 log 이상 (99.9%)의 불활화 효과를 보임. 각 이산화염소 가스 농도별 효과는 유기물이 존재할 경우 효과가 감소하는 경향을 보였으나, 통계적으로 큰 차이를 보이지 않음.



10) 홍보/전시 (계획)

번호	홍보유형	매체명	제목	일시
1	중앙일간지	중앙일보	‘AI 악순환 빠진 한국, 백신이나 친환경사육이나 갈림길’	2016-12-21
2	지방일간지	농수축산신문	‘최악사태 고병원성 AI, 대책없나’	2016-12-19
3	중앙일간지	중앙일보	‘한국 ’철새주의‘ 문자, 일본전면 방역 AI 초기 대응 달랐다.’	2016-12-15

11) 기타

- 계란 관련업계 전문가 초청 기술 설명회는 연구종료 시점까지 전국적인 A.I.발생으로 현장 진입이 불가하여 현장시연이 불가하다고 판단하여 아래와 같은 사유로 대체함.

<사유증빙자료 1> 개인정보보호에 해당하는 내용 포함으로 삭제조치

<사유증빙자료 2> 개인정보보호에 해당하는 내용 포함으로 삭제조치

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

가. 목표달성도

구 분	평가의 착안점 및 척도			
	착 안 사 항	척 도 (점수)	달성도	
1차년도	○ 계란 위생 및 미생물 오염에 대한 이전 연구 자료 조사가 진행되었는가?	5	100	
	○ 계란 집하장(식용란) 및 부화장(종란)의 미생물 오염도 조사가 작업 공정별(식용란:세척전/세척 및 자외선 조사후,종란:포르말린 훈증 전/후)로 진행되었는가?	15	100	
	○ 가스상 이산화염소 소독 적용시 계란의 세균(SE, SG, E. coli) 제어 평가	- 계란 위생과 종란위생에 중요한 세균3종이 선택되었는가?	10	100
		- 4 log reduction을 달성하는 적정농도 및 시간 확립되었는가?	30	100
		- 습도 조건(80%)이 반영되었는가?	20	100
		- 유기물 조건(10%)이 반영되었는가?	20	100
합계		100	100	
2차년도	○ 가스상 이산화염소 소독 적용시 계란의 바이러스(AI) 제어 평가	- 5 log reduction을 달성하는 적정농도 및 시간 확립되었는가?	10	100
		- 습도 조건(80%)이 반영되었는가?	5	100
		- 유기물 조건(10%)이 반영되었는가?	5	100
	○ 현장 적용을 위해 계란 집하장1곳과 부화장 1곳을 방문하고 실험 장소 섭외 및 현장 실험 적용에 성공하였는가?	10	100	
	○ 현장(계란 집하장, 부화장)시설의 규모와 형태에 맞는 미생물 제어용 산업화 모델 구축	- 작업 공정도 및 시제품이 규모별(소규모/대규모)로 각 1개씩 제작되었는가?	30	100
		- 자동화 설비 관리 매뉴얼이 제작되었는가?	10	100
	○ 현장 적용시 시제품의 실효성 평가	- 이전 계란 미생물 저감화 방법과 비교 평가가 이루어졌는가?	15	100
		- 난좌 구조 변형에 따른 살균 비교 평가가 이루어졌는가?	15	100
	합계		100	100

나. 관련분야 기여도

1) 위생적 측면 : 식용란 오염 미생물 저감화를 통한 안전성 확보.

가) 난각에 오염된 미생물 효과적 제어

① 식용란 오염 일반 미생물의 효과적 살균을 통한 식품 안전성 확보.

② 종란 유래 병원성 미생물 제어를 통한 난계대 질병 제어.

나) 환경오염 원인 및 인체에 독성이 강한 포르말린혼중 소독방법을 대체할 수 있는 안전 기술 개발

2) 경제적 측면: 계란 산업에서의 새로운 경제효과 창출 및 질병 피해 저감화

가) 현재 전국에는 48여개소의 집하장이 운영 중에 있으며, 계란 위생관리를 위해 세척과 코팅의 과정을 거침. 계란 세척수의 온도는 인라인 35~60℃, 오프라인 43~60℃에서 계란의 심부 온도를 고려하여 데워서 사용함.

나) 미생물 제어를 위한 수단으로 이산화염소 가스를 활용함으로써 계란 세척수를 데우는 연료비를 절감할 수 있음.

다) 계란의 선도 유지에 중요한 큐티클 층을 그대로 보존할 수 있기 때문에 계란의 유통기간이 늘어날 것으로 기대됨.

라) 양계농가에 심각한 경제적 타격을 주는 난계대 질병의 원인균들을 종란 단계에서 컨트롤함으로써 질병 피해를 최소화함.

마) AI 발생지역이나 그 인근에서 전량 폐기되고 있는 계란을 가스상 이산화염소로 소독하여 virus를 제어한 후 유통할 수 있다면, 이에 따른 경제적 효과가 매우 클 것임.

3) 정책적 측면

가) 식용란 및 종란 오염 미생물 관리를 위한 효과적인 새로운 방법을 도출해냄으로써 보다 효율적인 축산식품 안전관리 정책을 시행할 수 있음.

나) 단점이 적은 새로운 종란의 미생물 제어 기술을 확립함으로써 종계장 및 부화장 방역 관리를 보다 효율적으로 실시할 수 있음.

4) 잠재적 측면

가) 현재 식품류에 안전하게 사용할 수 있는 혼중소독제는 없는 실정임.

나) 최근까지 국내에서 식품 산업에 사용되었던 혼중소독제 methyl bromide를 대체 할 수 있음.

다) 종란 혼중 소독제로 사용되고 있는 포르말린 가스의 대체제로 사용될 수 있음.

라) 이산화 염소 가스를 활용한 소독 방법을 계란의 위생관리를 통해 정립함으로써 본 기술이 보다 다양한 식품류의 안전성 확보에 적용될 수 있는지 객관적으로 평가할 수 있는 기회가 됨.

5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

가. 사업화 계획: (주) 푸르고팜

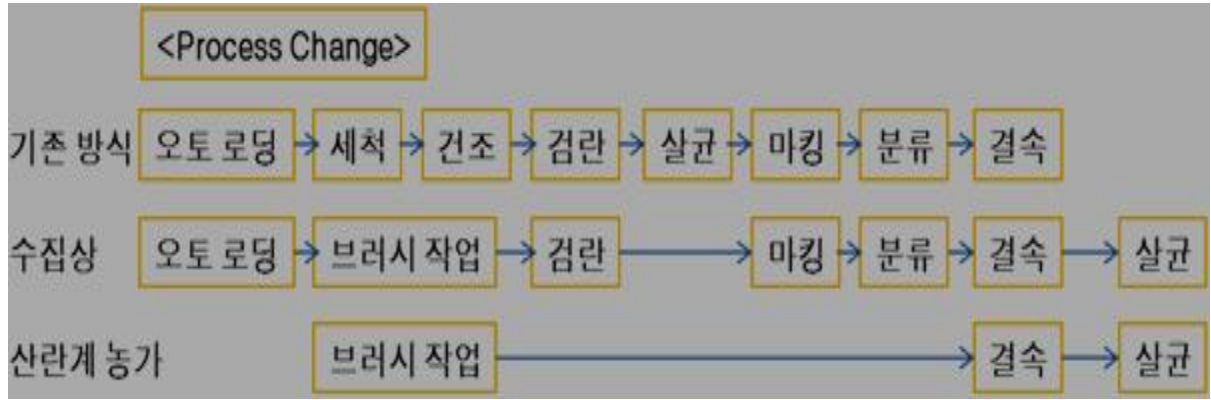
무세척 훈증 시스템 도입

나. 사업화 추진방안

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

따라서 무세척 훈증의 결과를 위생적 관점, 소비자에게 부각 될 수 있는 신선도 관점, 상온 유통 체계 확립을 위한 온도 조건 분석, 온도를 덜 낮추는 데 따른 에너지 절감 비용 정밀 분석 등을 수행하는 것이 바람직하겠으나. 또한 산란계 농가로부터 집하-유통 소비에 이르는 각 단계에 걸쳐 위생/신선 수준 지표를 개발하여 소비자에게 위생과 신선도에 대한 만족할 만한 정보를 제공할 계획이다. 그 결과 식용계란에 대한 건전하고도 기복이 없는 소비를 조장하여 국내 계란 소비 시장의 안전적 정착에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 특별히 AI가 발병 될 경우 계란 소비가 위축되는데 대하여도 차후 더욱 세밀한 연구 결과를 통해 AI에 대한 우려를 불식시켜 위축을 줄이는데 기여할 수 있을 것이다. 그리고 산란계 농가에 적합한 적용 모델, 집하장에 적용되어야 할 모델 등 현장의 실용화에 다가 설 수 있도록 경제성과, 편리성, 현장 적용 실용성, 적정 처리 능력을 보유하는 다양한 제품화 모델을 제시할 것이다.

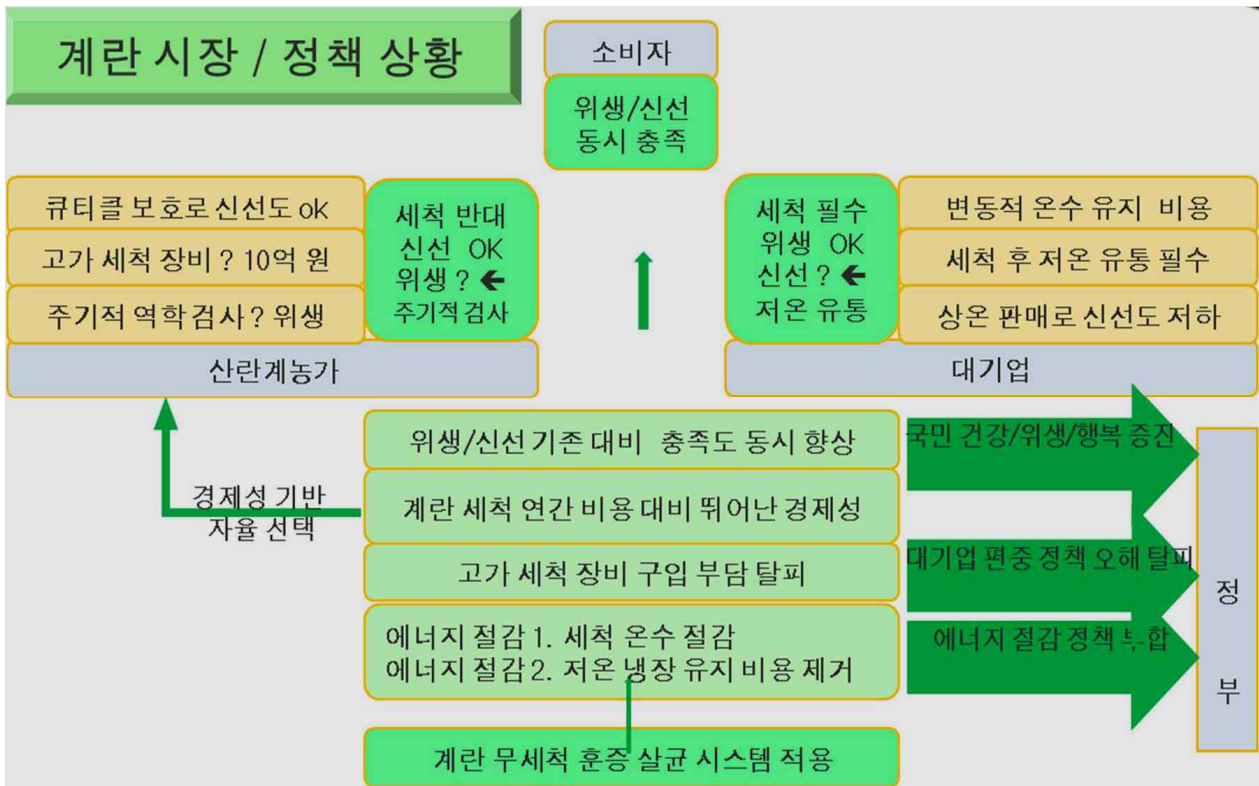
다. 사업화 방법 등



(기존방식에서 변경된 프로세스 적용 모식도)

<마케팅 접근 방법>

- 계립농장과 기획 마케팅 추진: 신선 살균란 브랜드화, 가격 상향화
- 농림부 축산국에 정책 반영: 1등급 요건으로 기존 세척 조항 또는 추가적으로 살균 처리조항 삽입



(계란 사업화 전략 모식도)

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<p>가. 계란 오염 미생물 관리에 대한 연구 동향</p> <ul style="list-style-type: none"> - 흔히 사용되는 화학적 소독제(염소계)를 배제한 친환경성 또는 인체 무해성 소독수를 이용한 난각의 미생물 오염 제어 연구가 이루어지고 있음. · 차아염소산수를 활용한 계란 난각 표면에 SE 불활화 연구 (Cao et al., 2009) · 식물유래 항생 물질을 활용한 계란 난각 표면에 SE 불활화연구(Upadhyaya et al.,2013) - 계란 세척에 대한 부정적인 학술적 의견이 부상되기 시작하면서 오존, 감마선 조사 살균법 등을 이용한 난각의 미생물 오염 제어 연구가 이루어지고 있음. · 난각 표면 미생물의 감마선 감수성 평가(kim et al., 2008, kim et al 2010) · 계란 위생화를 위한 오존 살균 연구 (Choi et al., 2012) · 대기압 플라즈마 조사를 통한 난각 표면의 SE 불활화 연구 (Georgescu et al., 2017) <p>나. 이산화염소의 소독효과에 대한 연구동향</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이산화염소(Chlorine dioxide)는 일반 염소 소독제에 비해 물에 대한 용해성이 10배 높고, 산화력도 2.5배 강해 오염물질에 대한 분해 능력과 살균력이 우수함(Ryu, 2007). - 이산화염소는 넓은 PH영역에서 살균 효과를 가지며, 유기물질과도 반응하지 않음. (Ryu, 2007) - 선택적인 산화제제로서 acids, alkanes, alkynes, alcohols, aldehydes, aliphatic amines, ammonia, carbohydrates, esters, fats, glycol, ketones, methanol, polysaccharides, unsaturated fatty acids와 반응하지 않기 때문에 여러 식품 분야에서 미생물 오염방지를 위한 활용이 시도되고 있음. - 2007년 국내에서는 식품첨가물의 기준 및 규격에서 이산화염소수를 과일 채소 등 식품 살균의 목적으로 허가됨(식품의약품 안전청 고시 제 2007-74호). - - 미국 FDA도 신선 농식품 세척을 위한 용도로 이산화염소의 잔존 농도를 3ppm으로 허가함. - 이산화염소의 살균작용 메커니즘은 세포막의 단백질, 지방 및 지방산과의 반응에 의한 세균의 세포막 투과성 조절과 cell단백질의 합성 억제에 의한 세균, 바이러스, 곰팡이 등의 사멸과 관련되어 있음(Beuchat, 1998, Junli, 2007). - 액상 이산화염소를 이용한 난각 표면의 SE 살균 실험으로, 액상 이산화염소와 차아염소산 나트륨의 소독효과를 비교했을 때 액상 이산화염소의 소독효과가 더 높았음(Choi et al., 2015) 	

- NaCl과 5% H₂SO₄의 화학반응을 통해 얻어낸 가스상 이산화염소를 이용해 난각의 SE를 불활화 시키는 연구 결과, 55℃, 상대습도 100% 환경에서 가스상 이산화염소의 높은 살균 효과 입증. (Park et al., 2017)

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		비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
					D-10			

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

○ 안전관리대책

가. 연구실 안전 점검 체계 및 실시

1) 실험실 안전 점검 체계

: 실험 특성에 따라 유형별로 분류하여 일상점검, 정기점검, 특별안전점검, 정밀안전진단 실시

2) 실험실 분류기준:

- A형 : 미생물 및 동물(LMO), 방사성동위원소 물질 등을 사용하는 실험실
- B형 : 화학약품 등을 사용하는 실험실
- C형 : 기계·전기 설비 등을 사용하는 실험실
- D형 : 실험·실습을 수행하지 않는 설계·컴퓨터 관련 등의 실험실

나. 교육 훈련

1) 개요

: 실험실의 안전을 확보하고 종사자의 건강을 보호하여 실험 및 연구 활동에 기여하고, 또한 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률에 의거하여 실험실의 환경안전교육이 의무화됨에 따라 대학원생 및 관련자 전원은 환경안전교육을 의무적으로 수강

2) 교육대상 : 교수, 대학원생, 소속연구원, 실험참여 학부생 등

3) 교육구분

- 정기교육 : 대학에서 실시하는 실험실 안전교육을 학기 중 1회 출석 수업 실시

다. 연구실 안전 관련 수칙

수 칙 명	주 요 내 용	비 고
○ 안전보건관리요령	- 안전관리 총괄, 고압가스, 전기, 화학약품 안전관리 세부사항	
○ 실험실 관리 수칙	- 관리자 편성 및 임무	
○ 전기관리 수칙	- 전기시설물 취급 및 구매설치	
○ 고압가스 취급수칙	- 전기시설물 설치 등에 관한 규제	
○ 화학약품 관리 수칙	- 보관 및 운반, 사용 및 조작	
○ 환경 관리 수칙	- 누설 및 정보, 작업	
○ 방사선 관리 수칙	- 안전관리자 임무, 조치 및 의무	
	- 취급, 통제구역, 비상재해	
	- 오염물질 배출 및 방지 준수사항	
	- 장비도입 및 폐기시 준수사항	
	- 방사선발생장비 가동 준수사항	
	- 방사선발생장비 종사자 안전의무	

○ 안전사고에 대비하여 전 연구원은 건국대학교 주관 상해보험에 가입되어 있음.

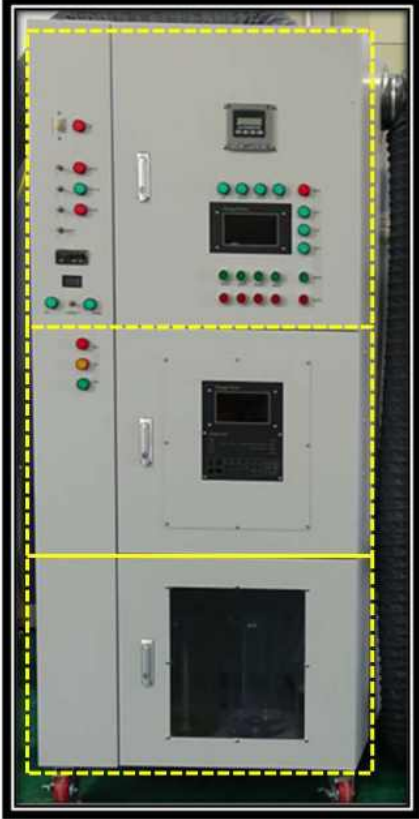
○ 기타 실험실 안전에 대한 교육은 온/오프라인으로 이수 중.

○ 건국대학교 연구실 안전관리 시스템을 통해 주기적인 관리를 진행 중.

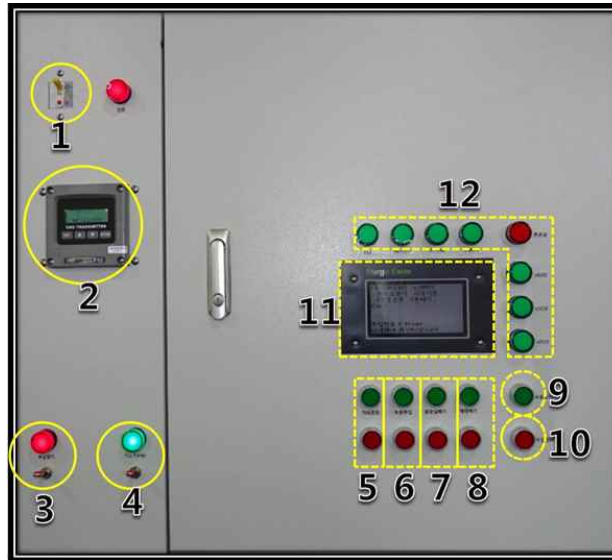
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

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							yyyy.mm.dd		
2							yyyy.mm.dd		
3							yyyy.mm.dd		
4							yyyy.mm.dd		
5							yyyy.mm.dd		

11. 기타사항

코드번호		D-13
<p>[관리 메뉴얼]</p> <p>○ 가) 이산화염소 발생 장치 각 부위 명칭</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>1. 투입장치 컨트롤</p> <p>2. 가스제조 컨트롤</p> <p>3. 원료 공급부</p> </div> </div>		

가-1) 투입장치 컨트롤



1. 1. 메인 전원 on/off 스위치, 2. F-12, 3. 투입장치 on/off 스위치,
2. 4. F-12 on/off 스위치, 5. 자동훈증 스위치(on-녹색버튼/off-적색버튼),
3. 6. 보충투입 스위치(on-녹색버튼/off-적색버튼),
4. 7. 훈증실 배기 스위치(on-녹색버튼/off-적색버튼),
5. 8. 예비챔버 배기 스위치 (on-녹색버튼/off-적색버튼),
6. 9. 수동투입 버튼, 10. 비상정지 버튼, 11. LCD, 12. 동작표시 램프

가-2) 가스제조 컨트롤



7. 1. 가스제조 전원 on/off 스위치, 2. 전극 on/off 스위치, 3. 전극 on/off 스위치,
8. 4. 전류/전압 표시계, 5. 이산화염소가스 투입방향 선택 스위치 (창고↑ / 예비챔버↓),
9. 6. 동파방지 히터 전원 on/off 스위치, 7. 모드전환 램프스위치 (수동 → 자동 → 연속),
10. 8. 가스제조 시작 램프스위치, 9. 정지 램프스위치, 10. LCD 및 설정 스위치
11. 11. 폐수, 용액, 세척수 교체 알림 램프

가-3) 원료 공급부

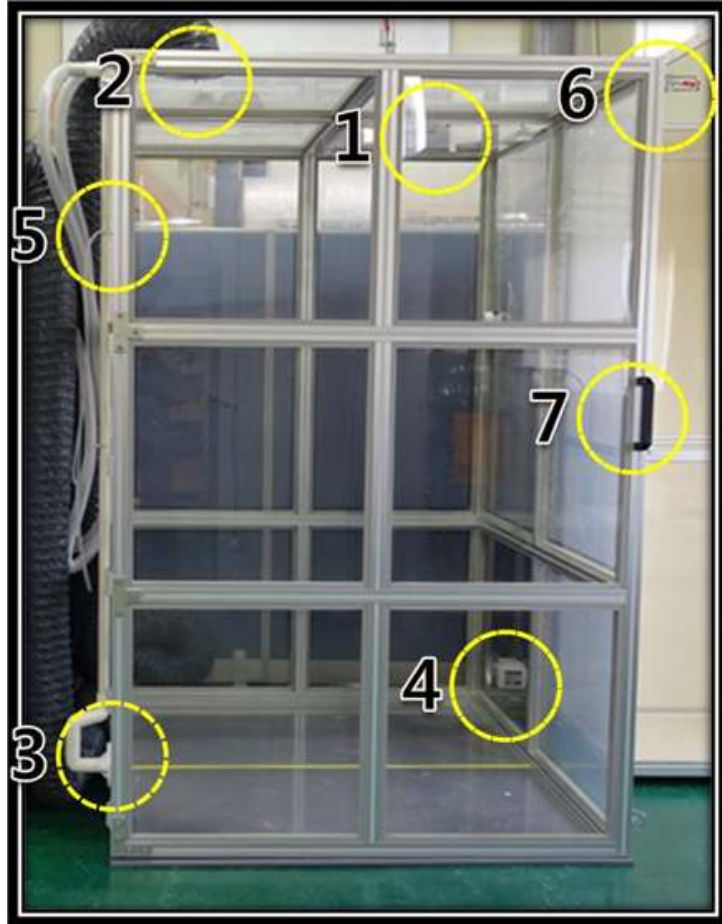


12. 1. 용액 용기 (아염소산나트륨 사용 / 약 4.5ℓ)

13. 2. 세척수 용기 (일반 수도물 사용 / 약 4.5ℓ)

14. 3. 폐액 용기 (약 9.3ℓ)

나) 프로파일 (훈증실)



1. 가스 투입구, 2. 가스 배출구, 3. 가스 흡입구, 4. 외부 공기 흡입구
 5. 가스 농도 측정용 라인, 6. 훈증실 문 잠금 장치, 7. 훈증실 문 손잡이
- 다) 작동 방법

- 이산화염소가스를 제조 하는데 [자동모드]로 30분 ~ 60분(농도에 따라 달라짐) 가량 소요되며, 농축된 고농도의 이산화염소로 훈증실의 계란을 훈증한다.

☞주의: [자동모드] 에서 이산화염소가스를 제조한 뒤 사용하여야 한다.

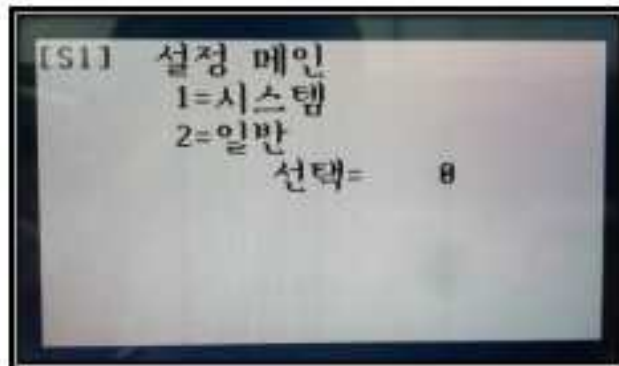
다-1) 훈증시간 설정

(1) 훈증시간 설정 변경

① 다음 키패드의 [설정] 버튼을 누른다.



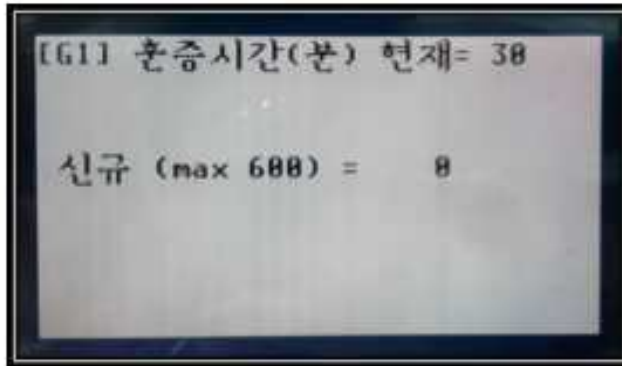
② [설정] 버튼을 누르면 투입장치의 LCD 화면에 다음과 같이 표시된다.



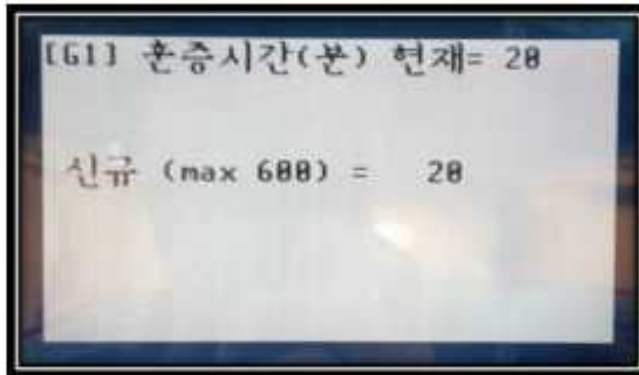
③ 위 화면에서 [2=일반]을 선택한다. 키패드의 [2]를 누른다.



- ④ 다음과 같은 화면이 나올 때 까지 키패드의 [V] 버튼을 1번 누른다.



- ⑤ 위 화면에 표시된 것처럼 혼증시간은 [현재= 30] 즉 30 분간 작동한다.
 ⑥ 혼증시간을 변경할 수 있다.



- ⑦ 위 화면처럼 설정하려면,
 키패드의 [2] 와 [0]을 누르고, [입력] 버튼을 누른다.



- ⑧ 다음 설정으로 20 분간 혼증작업을 실시한다.
 ⑨ 설정을 마치면, [종료] 버튼을 누른다.

다-2) 가스제조

(1) 전원 켜기

- ① 제품 좌측 상단의 메인 전원스위치를 올린다.
전원 램프에 밝게 불이 들어왔는지 확인한다.



- ② **[투입장치]** 전원스위치를 올린다.
전원 램프에 밝게 불이 들어왔는지 확인한다.



- ③ **[F12 Pump]** 전원스위치를 올린다.
전원 램프에 밝게 불이 들어왔는지 확인한다.
- ④ **[가스제조]** 전원스위치를 올린다.
[#1], [#2] 전극 전원스위치를 올린다.
각각의 램프에 밝게 불이 들어왔는지 확인한다.



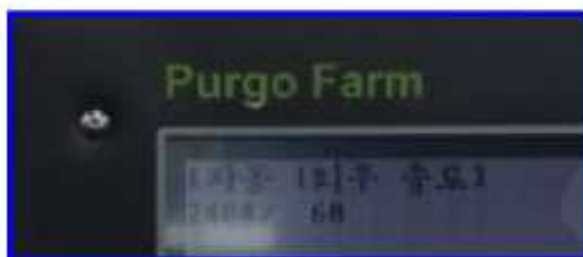
- ⑤ [용액], [세척수] 양이 충분한지, [폐수]가 많아 비워야 하는지 확인하고, 이상이 없을 때 가스제조를 시작한다.



(2) 모드 확인

- ① 현재 상태가 [자동모드]인지 확인한다.

- . LCD 화면 좌측 상단의 표시를 통하여 확인할 수 있다.
- . LED [자동]의 점등으로 확인할 수 있다.



- ② [자동모드] 가 아닌 경우
[정지버튼]과 [모드 버튼]을 동시에 눌러
[자동모드]가 되도록 한다.

모드는 다음순서로 변경된다.

→ 수동 → 연속 → 자동 →



(3) 가스제조 시작

- ② [시작버튼]을 누른다.



- LCD 화면에 동작됨을 확인할 수 있다.
- LED [동작중]의 점등으로 동작됨을 확인할 수 있다.



다-3) 훈증 시작

* 가스제조 작업이 완료된 후 실시 한다.

- ① 훈증실에 훈증하고자 하는 물품을 적재한 후 문을 확실히 닫았는지 확인한다.
- ② [F12 펌프 스위치]가 올려져 있는지 다시 확인한다.



- ③ **[자동훈증]** 버튼을 누르면 훈증작업이 시작된다.
 (자동훈증을 시작하면 설정된 방법과 시간에 따라서
 자동훈증(예, 30 분) - 훈증실 배기(예, 10 분) 작업을 수행한 후 정지한다.)



나. 예침배기 시작

※ 훈증작업이 완료된 후 예비챔버를 비워줘야 한다.



- ① 정지상태에서 **[예침배기]** 버튼을 눌러 시작한다.
- ② **[예침배기]** 버튼과 **[예침배기정지]** 버튼에 Lamp가 점등된다.
- ③ 화면이 예침배기작업 화면으로 바뀐다.
- ④ 설정된 예침배기 작업시간(분)과 예침배기 경과시간이 표시된다.

12. 참고문헌

코드번호	D-14
○ 출처는 각 문단에 기재 완료	

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발						
	(영문) Development of biological pathogen controlling system in eggs						
주관연구기관	건국대학교 산학협력단		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 건국대학교 수의과대학			
참 여 기 업	(주)푸르고팜			(성명) 최농훈			
총연구개발비 (293,334천원)	계	293,334천원	총 연 구 기 간	'14.12.19.~ '16.12.18(2년 월)			
	정부출연 연구개발비	220,000천원		총 인 원	9		
	기업부담금	73,334천원		총 참 여 연 구 원 수	내부인원	6	
	연구기관부담금				외부인원	3	
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존방법을 통한 식용란 및 종란의 미생물 오염도 실태조사 - 가스상 이산화염소의 계란오염 병원성 미생물 제어효과 평가 - 식용란의 안전성 확보 및 종란 오염 병원성 미생물 제어를 위한 가스상 이산화염소 활용 산업화 모델 구축 <p>→ 기존실태 및 소독처리방법의 조사, 신기술의 적용가능성을 확인하고 실제 현장에 시제품 모델을 구축하여 검증 및 평가를 진행하였음.</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 식용란/종란의 경우 기존소독방법과 비교결과, ClO₂(g) 노출 시 평균 2 Log reduction으로 유사한 효과 확인. 하지만 식용란 소독방법인 세척 및 UV처리는 난각의 큐티클층을 파괴하고 종란 소독방법인 포르말린 훈증법은 발암물질 발생의 원인임. - SE, SG, E.coli, A.I.V 대상으로 ClO(g)를 처리한 결과, 4 Log reduction(99.99%)의 효과 확인 - 챔버형 시제품 모델을 구축하여 평가를 진행한 결과, 대량의 적재된 계란 대상으로 4 Log reduction의 효과를 확인하였으나 내부공간의 가스침투 한계로 심부에서는 평균 1 Log reduction의 효과감소를 확인하였다. <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 논문화를 통해 ClO₂(g)의 소독효과와 실용성을 입증하고 관련 추가 연구 활동의 근거 마련 예정 - 연구결과를 바탕으로 ‘가스상 이산화염소를 활용한 계란 오염 병원성 미생물 제어방법’ ‘계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자 퇴치방법’ 2건 특허 출원 완료 - 국가 재난형 질병인 A.I.Virus의 예방 및 확산방지를 위한 추가 방안 연구 예정 							

자체평가의견서

1. 과제현황

			코드번호	D-15	
			과제번호	114146-2	
사업구분	농생명산업기술개발사업				
연구분야	PA0302 축산물 위생·안전		과제구분	단위	
사업명	농생명산업기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	건국대학교 산학협력단		연구책임자	최농훈	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	'14.12~'15.12	69,500	23,167	92,667
	2차년도	'15.12~'16.12	150,500	50,167	200,667
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계				
참여기업	(주)푸르고팜				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : '2017. 1. 26

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
건국대학교 수의과대학	교수	최농훈

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	--

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

연구개발목표에 부합하는 결과를 도출하였고 병원성 미생물 제어 뿐만 아니라 A.I. Virus로 인한 국가적 비상상황에서 계란산업현장에 기존 소독방법의 한계성을 보완하는 새로운 방법을 제시하였다는 점에서 적용 시 산업발전에 기여할 것으로 판단됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

가스상 이산화염소를 활용하여 공간을 살균하는 방법을 현장에 적용하여 의미있는 결과를 도출한 것은 계란산업 뿐만 아니라 축산분야의 소독 및 방역분야에 광범위하게 적용할 수 있는 가능성을 제시함

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

현 시점까지 A.I. Virus로 인해 폐기되는 식용란과 살처분되고 있는 산란계의 축사를 소독하는 방법으로 활용이 가능하며 향후 계란 집하소, 종란 부화장 등에 홍보하여 보급할 수 있을거라 판단됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

연구개발 범위와 목표로 정한 내용을 빠짐없이 충실히 수행하였고 일부 미진한 부분은 보완 및 적절한 사유 등을 언급하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, **보통**, 미흡, 불량)

목표대비 논문은 작성 진행 중에 있고 특허는 2건에 대해 출원완료됨. 종료시점에서, 개최하고자 계획했던 계란 관련업계 전문가 초청기술설명회 실시는 전국적인 조류인플루엔자 발생으로 인하여, 실시하지 못했으나, 과제 종료이후에 조류인플루엔자 발생으로 인한 방역 및 예방 조치가 종료된 이후, 실시할 계획임.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
유통단계(집하장) 식용란 미생물 오염도 실태 조사	5	100	- 샘플 현장 수거를 통한 조사
종란(부화장) 미생물 오염도 실태 조사	5	100	- 샘플 현장 수거를 통한 조사
다양한 환경조건에 따른 계란 병원성 미생물(세균 3종)의 최적 살균 조 건 확립.	15	100	- In vitro 상 조건별 실험 진행 및 결과 도출
정책자문회의 추진	5	100	자체 내부회의로 대체
이산화 염소 가스 적용시 안전성 검사	5	100	참여기업의 전문기기를 활용하여 실험진행 및 결과 도출
다양한 환경조건에 따른 계란 병원성 미생물(AIV)의 최적 살균 조건 확립.	15	100	A.I. Virus 대상 carrier test를 통한 기본적인 결과 도출
계란 미생물 제어 산업화 모델 구축	20	100	시제품 모델(안) 검토를 통한 구축
현장(계란 집하장/ 부화장) 적용을 위한 시제품 평가실시 :산업화를 위한 살균 조건 제시	20	100	시제품을 통한 현장 실험 및 검증완료
성과 목표 달성	10	100	기술설명회 미실시(AIV로 인한 현장 살처분 명령서 참조)
합계	100%	100%	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 전반적으로 목표대비 연구성과를 도출하였고 미진한 부분은 적절한 사유와 증빙자료를 첨부함.
- 계란난각의 미생물을 효과적으로 제어하기 위한 연구로써 소기의 목적을 달성하였고 A.I. Virus 등 국가 재난형 질병을 제어하는 목적으로 활용되어도 그 가치가 높을 것으로 생각됨
- 계란산업에 한정하여 연구가 진행되었으나 이산화염소 가스는 안전성이 이미 입증되어 있고 다양한 산업에서 소독제로써 활용 중에 있으므로 축산분야에서 효과적으로 사용된다면 방역 및 소독에 있어서 보다 완벽한 역할을 할수 있을 것으로 사료됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 연구결과가 마무리되어, 산업화를 추진하려는 시점에서 전국적인 조류인플루엔자 발생으로 인하여, 종란 및 식용란 관련 모든 농장의 출입이 통제되어, 연구기간안에 실질적으로 성과를 도출하지 못했으나, 과제 종료이후에도 지속적으로 산업화를 추진하려고 함.
- 주요 성과목표(논문, 특허 등)의 진행 중인 사항에 대해 세부적인 소명이 필요할 경우 추후 자료제출 예정

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 향후 연구결과의 홍보와 산업화 방향을 설정하여 현장에 반영될 수 있는 노력을 진행하고 종료 후 지속적으로 성과에 대한 결과를 업데이트하여 보고 예정

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

--

2. 연구기관 자체의 검토결과

--

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	PA0302 축산물 위생·안전	
연구과제명	계란 오염 병원성 미생물 제어 시스템 모델 개발			
주관연구기관	건국대학교 산학협력단		주관연구책임자	최농훈
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	220,000	73,334		293,334
연구개발기간	2014.12.19. ~ 2016.12.18 (2 년)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
유통단계(집하장) 식용란 미생물 오염도 실태 조사	샘플 현장 수거를 통한 조사
종란(부화장) 미생물 오염도 실태 조사	샘플 현장 수거를 통한 조사
다양한 환경조건에 따른 계란 병원성 미생물(세균 3종)의 최적 살균 조건 확립.	In vitro 상 조건별 실험 진행 및 결과 도출
정책자문회의 추진	자체 내부회의로 대체
이산화 염소 가스 적용시 안전성 검사	참여기업의 전문기기를 활용하여 실험진행 및 결과 도출
다양한 환경조건에 따른 계란 병원성 미생물(AIV)의 최적 살균 조건 확립.	A.I. Virus 대상 carrier test를 통한 기본적인 결과 도출
계란 미생물 제어 산업화 모델 구축	시제품 모델(안) 검토를 통한 구축
현장(계란 집하장/ 부화장) 적용을 위한 시제품 평가실시 :산업화를 위한 살균 조건 제시	시제품을 통한 현장 실험 및 검증완료
성과 목표 달성	기술설명회 미실시(AIV로 인한 현장 살처분 명령서 참조)

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SC I	비 SC I						
최종목표	1	(1)		(1)		(1)						2(1)	3(2)	3(1)	2	2(1)	1(1)	1	
연구기간 내 달성실적	2													3	3	1	2		
달성율(%)	200	0		0		0						0	0	100	150	50	200	0	

()는 종료 1차년도 종료 시 까지 목표 실적 개수임.

4. 핵심기술

구분	핵심 기술 명
①	계란살균방법 {METHOD FOR STERILIZING EGG}
②	계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자바이러스 퇴치 방법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업제이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v	v				v				
②의 기술	v	v				v				

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	[계란 살균방법] - 계란집하소 및 부화장에 해당 기술을 활용한 미생물 제어방법 및 기기를 보급 - 현장에서 기존방법보다 연구결과에 따라 미생물 및 바이러스의 사멸효과(99.99%)가 높을 것으로 기대함
②의 기술	[계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자바이러스 퇴치 방법] - 계사 및 오리사육사에 공간소독을 위한 일회용 고농도 이산화염소 가스 처리 - 해당 기술을 보급하고 소독이 필요한 축산 관련 분야에 확대적용 추진예정

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과		교 육 지 도	인 령 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연구 활용 등)	
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 진 시
												SC I	비 SC I						
최종목표	1	(1)		(1)		(1)						2(1)	3(2)	3(1)	2	2(1)	1(1)	1	
연구기간 내 달성실적	2													3	3	1	2		
연구종료 후 성과창출 계획		1		1		1						1	2			1		사 유	

()는 종료 1차년도 종료 시 까지 목표 실적 개수임.

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	[계란 살균방법]		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	연구종료 후 2년 이내	실용화예상시기 ³⁾	2018년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	연구 수행시, 제작된 시제품의 현장 적합형 제품화		

핵심기술명 ¹⁾	[계사 및 오리사육사의 조류인플루엔자바이러스 퇴치 방법]		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	연구종료 후 2년 이내	실용화예상시기 ³⁾	2018년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	연구 수행시, 제작된 시제품의 현장 적합형 제품화		

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)