

발간등록번호

11-1543000-000979-01

벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량
소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발
및 활용기술 개발

Development of low-volume and high-efficiency slightly/weakly
acidic hypochlorous water production system using venturi-type
dilution system and its application technology

한국코스믹라운드(주)

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발 및 활용기술 개발” 과제(제1세부과제 “저용량 고성능/약산성 전해 시스템 개발”, 제1협동과제 “저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템의 특성 평가 및 적용기술 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2015년 8월 14일

주관연구기관명 : 한국코스믹라운드(주)

주관연구책임자 : 김 강 녕

제1세부연구책임자 : 김 강 녕

협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 정 진 응

목 차

제 1세부 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 개발

요 약 문	10
목 차	30
제 1장 연구개발과제의 개요 및 성과목표	34
제 1절 연구개발의 목적 및 필요성	34
제 2절 연구개발의 목적 및 필요성	36
제 2장 국내외 기술개발 현황	37
제 1절 국내 기술개발 현황	37
제 2절 국외 기술개발 현황	38
제 3장 연구개발수행 내용 및 결과	40
제 1절 주관연구기관 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 개발	40
1. 고효율·고농도 미산성/약산성차아염소산수 제법의 확립	40
가. 식품의약품안전처의 식품첨가물 차아염소산수의 기준 및 규격 개정	40
나. 고염소농도 미산성차아염소산수 제조방법의 개발	42
(1) 기존의 미산성차아염소산수	42
(2) 혼합전해질에 의한 고염소농도 미산성차아염소산수의 생성시험	43
(가) 생성시스템	43
(나) 전해조의 구성과 전극	43
(다) 전해질	43
(라) 전해	44
(마) 고찰	44
(바) 금후의 시험계획	45
다. 약산성차아염소산수 제조방법의 개발	45
(1) 유격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법	45
(가) 전극 및 격막	45
(나) 전해조 구성도	45
(다) 생성된 강전해수의 혼합에 의한 방법	46
(라) 전해조 내에서의 강전해수 혼합방법	47

(마) 고찰 및 평가	48
(2) 무격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법	49
(가) 생성시스템	49
(나) 전해시험	49
(다) 고찰	50
2. 벤츄리관형 회석장치를 이용한 소형 미/약산성차아염소산수의 핵심 부품개발	50
가. 전극 및 전해조 개발	50
(1) 전극의 크기	50
(2) 전극의 재질	50
(3) 전극의 배치	50
(4) 전해조 하우징 개발	51
(5) 전해조 수명	51
3. 회석장치 개발	52
가. 벤츄리관형 회석장치	52
나. 벤츄리관과 전해조의 접합에 의한 일체화	52
다. 스크류블레이드형 회석장치	53
4. 염산공급펌프 개발	54
가. 특성 및 성능	54
나. 펌프 내구성 테스트	55
5. 전원공급장치 및 PCB 개발	57
가. 전원공급장치	57
나. PCB 개발	58
6. 기타 내외장 부품구조설계 및 금형제작	58
가. 기타 내외장 부품	58
(1) 매니폴더블럭	58
(2) 체크밸브	59
나. 금형제작	59
다. 전해파트 ASS' Y 및 성능평가 시험	59
7. 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치	64
8. 신규 고농도 미산성차아염소산수 생성장치의 개발	64
9. 소용량 고효율 살균생성장치 개발	65
가. 주요부품개발	65
(1) 내외장사출품	65
(2) 기능부품	68
(가) 슬레노이드 밸브	68

(나) 유량센서	69
(다) 감압밸브	70
(라) 배관 및 피팅	71
(마) 수위레벨센서	72
나. 시제품제작 및 시운전	73
(1) 시제품(최종확정품)	73
(2) ASS' Y 시제품 시운전	74
(가) 성능에 관한 시험	75
(나) 물성에 관한 실험	75
다. 제조공정 및 성능시험	76
(1) 사 양	77
(2) 외형도 및 치수	77
(가) 2D 도면	77
(나) 3D 도면	78
(다) 제품사진	79
(3) 제조공정	80
(4) 최종성능시험	81
라. 매뉴얼 1 (사용자매뉴얼)	84
마. 매뉴얼 2 (관리자매뉴얼)	89
10. 기존 생성장치와의 비교	91
가. 기존제품의 단점	91
나. 개발제품의 장점	91
다. 비교표	91
11. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성 및 바이러스 불활화 시험	92
가. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성시험	92
(1) 급성경구독성 시험	92
(2) 안점막 자극성 시험	93
나. 바이러스 불활성화 시험	103
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	105
제 1절 주관연구기관	105
1. 연도별 연구개발 목표의 달성도(1차 년도)	105
2. 연도별 연구개발 목표의 달성도(2차 년도)	106
제 2절 관련분야에의 기여도	107

제 5장 연구개발수행 내용 및 결과	108
제 1절 연구개발성과 및 성과 활용계획	108
1. 벤츄리관형을 이용한 소용량 미산성차아염소산수 생성장치의 개발과 양산체계 확립	108
2. 저/고 염소농도 미산성차아염소산수 자동 생성시스템	108
3. 특허성과	109
4. 기술인증	109
5. 논문 게재 성과 및 계획	109
6. 학술대회 발표성과 및 계획	109
7. 사업화 현황 및 계획	109
8. 인력활용/양성효과	109
제 2절 성과 활용계획 및 기대효과	110
1. 실용화·사업화 계획 (기술실시 등)	110
2. 제품 마케팅 계획	110
제 3절 연구개발제품의 산업계의 적용 가능 예	111
1. 농작물 시설재배	111
2. 소규모 단체급식소	111
3. 병·의원	112
4. 보육시설	112
제 6장 연구개발과정에서 수집한 과학기술 정보	113
제 7장 연구시설·장비 현황	113
제 8장 연구실 안전관리 이행실적	113
제 9장 참고문헌	114

목 차

제 1협동 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템의 특성 평가 및 적용기술 개발

요 약 문	117
목 차	129
제 1 장 연구개발과제의 개요	130
제 1 절 연구개발의 최종목표 및 주요내용	130
제 2 절 과제별 연구개발의 목표 및 내용	130
제 2 장 국내외 기술개발 현황	131
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	138
제 1 절 재료 및 방법	138
1. 재료	138
2. 시료처리	139
3. 분석방법	140
제 2 절 연구개발수행 결과	145
1. 제법에 따른 전해 생성수 특성	145
2. 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성	148
3. 희석장치의 특성에 따른 생성수의 특성	155
4. 시제품의 운전 조건별 특성	167
5. 생성수의 살균 유효성 평가	169
6. 위생설비 표면 살균력 평가	224
7. 현장적용 실증시험	227
8. 세정·살균 처리 공정 기준 도출	234
9. 위생관리지침 개발	237
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	245
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	247
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	249
제 7 장 연구시설·장비 현황	244
제 8 장 참고문헌	250

제 1세부 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 개발

세부연구기관명 : 한국코스믹라운드(주)

세부연구책임자 : 김 강 녕

연 구 원 : 김 종 현

연 구 원 : 문 영 수

연 구 원 : 김 남 수

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “벤츄리관형 회석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발 및 활용기술 개발” 과제(제1세부과제 “저용량 고성능/약산성 전해 시스템 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2015년 8월 14일

주관연구기관명 : 한국코스믹라운드(주)

주관연구책임자 : 김 강 녕

세부연구기관명 : 한국코스믹라운드

세부연구책임자 : 김 강 녕

연 구 원 : 김 종 현

연 구 원 : 문 영 수

연 구 원 : 김 남 수

요 약 문

I. 제 목

벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성 시스템 개발 및 활용기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 우리나라의 식생활양식이 건강지향과 편의성을 중시하는 경향이 증대함에 따라 위생 관리가 잘된 신선편이농산물과 완전조리식품의 소비가 증가하고 있다. 이에 따라 인체독성이 낮고 살균력이 강하면서 환경친화적인 살균소독수의 이용이 더욱 요구되는 시점이다. 2~6%의 염산용액을 무격막전해조에서 전해하여 생성되는 미산성차아염소산수는 이러한 시장 니즈에 적합한 살균소독수이고 우리나라에서는 2007년 11월 식약처로부터 식품첨가물로 인가되어 이의 생성장치는 식품산업의 위생관리용으로 시장 점유율을 높여 가고 있다.

현재 시판되고 있는 미산성차아염소산수 생성장치는 중 대형으로 영세 소기업체는 그의 취약한 위생관리 수준을 극복하기 위해서는 본 장치의 필요성이 더욱 큰데도 불구하고 초기 투자비용이 높아 구매사용이 어려운 실정이다.

본 연구의 목적은 이러한 장애를 해소기 위하여 시간당 200L이하의 소용량이면서 운전 안정성과 경제성을 갖춘 생성장치를 개발하는 것이고 또 다른 하나의 목적은 염소농도 30ppm이하의 미산성차아염소산수는 고초균, 흑곰팡이 등 소독제 내성이 큰 미생물에 대해서는 실용적 살균효과가 나타나지 아니하므로 위생관리를 더욱 강화하기 위해서는 미산성의 pH범위(5.0~6.5)를 유지하면서 50ppm이상의 고 염소농도의 미산성차아염소산수 생성방법과 장치가 필요한바 이를 개발하기 위한 것이다.

III. 연구개발내용 및 범위

1. 벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발

- 소형화 전해조(전극) 개발, 전해조 디자인, 금형제작 및 사출
- 벤츄리관형 희석장치 및 블레이드 개발
- 전원공급 장치 및 PCB 개발
- 유량센서, 수위센선, 감압변 등의 주요 부품 개발
- 생성장치의 구조 디자인 시험용 시작품 제작
- 생성장치의 운전 안정성 및 성능시험
- 개발 기술의 상용화를 위한 자체 사업화

2. 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템의 특성평가 및 적용기술 개발

- 전해조 및 전극 특성에 따른 전해특성 분석
- 희석장치의 특성분석
- 생성수의 살균 유효성 평가
- 염소합화물의 변화량 분석
- 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가
- 전해용수에 따른 미산성차아염소산수의 특성 평가
- 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가
- 세정·살균 처리 공정 기준 도출
- 미산성 전기분해수의 세정·살균 공정 및 위생관리 지침 개발

IV. 연구성과 목표대비 실적

본 연구의 목표는 저/고 농도의 차아염소산을 함유하며 운전안정성과 경제성을 갖는 소용량의 미산성차아염소산수 생성장치를 개발하여 양산을 위한 체제를 갖추어 산업화하는 것이다. 본 목표를 달성하기 위해서는 주요부품인 전극과 전해조, 전해질공급, 전해조 생성의 염소가스와 물과를 혼합반응 시키기는 벤츄리관 및 유로내 내장되는 스크류블레이드, 정류기, PCB를 개발하였고 부품단가를 낮추기 위한 방안으로 대부분의 부품을 프리스틱 성형 사출물로 하였으며 장치 외장 케이스사출용 금형도 제작하였다.

시작 완제품을 식품가공장의 현장에 설치하여 시운전하여 본 결과 생성수의 품질이 균일하였고 전해질의 혼합도에 따라 저/고염소농도의 미산성차아염소산수 생성이 안정적으로 이루어짐을 시현하였다.

본 연구개발을 통하여 당초의 연구내용과 각 각의 목표를 100%달성하였다.

V. 연구개발결과

1. 고효율 고농도 미산성/약산성 차아염소산수 제법의 확립

가. 약산성차아염소산수

2013년 12월 16일 고시 2013-245호에 의거 신규규격으로 약산성차아염소산수를 식품첨가물로 인가하였다. 약산성차아염소산수는 강전해수생성장치의 양극측에서 생성되는 수용액 자체 또는 양극측에서 생성되는 수용액에 음극측에서 생성되는 수용액을 가하여 얻어지는 것으로 pH 2.7이상 5.0이하, 염소농도 10~60ppm의 수용액을 말한다. 본 연구에서는 강전해수 생성장치의 이온투과격막에 다수의 소공을 천공하여 전해조 내에서 양극수와 음극수가 혼합되게 하여 규격에 맞는 약산성차아염소산수를 개발하였다.

무격막전해조에서 약산성 차아염소산수를 생성하는 방안도 개발하였으나 이는 식품첨가

물공전상의 제법과는 상이하나 본질적으로는 동일한 것이므로 규격개정 신청과 더불어 한시규격으로 등록하여 기구·용기의 살균소독제로 사용할 예정이다.

나. 고염소농도 미산성차아염소산수

상기 가. 항의 고시에 의거 미산성차아염소산수의 염소함량 규격이 10~30ppm에서 10~80ppm으로 변경됨에 따라 고 염소농도 미산성차아염소산수 생성방법을 개발하였다. 이는 희석원수의 수질, 피소독체의 물성, 살균대상의 미생물에 따라 염산에 소금 또는 염화칼리 용액을 적절히 혼합한 용액을 피전해물질로 하고 전극에 가하는 전류, 전압의 조정에 의하여 완성되었다

2. 벤츨리관형 희석장치를 이용한 소형 미산성/약산성 차아염소산수의 핵심부품 개발

본 개발의 소형 미/약산성 차아염소산수의 시간당 전해수 생성용량은 180L로 결정하여 각 부품은 이 용량에 적합한 것으로 개발하였다. 생성장치의 산업적 모델명은 BC-180S로 하였다.

가. 전해조 및 전극의 개발

전해조내 전극의 배열은 3개 전극 2셀구조의 복극식(Bipolar)접속법 연결로 하였으며 전극 재질로는 양극은 티타늄판에 IrO_2 와 Ta_2O_5 용액을 7:3mol%비율로 혼합한 것을 도포결한 것이고 음극은 티타늄판에 백금을 전기화학적 증착법으로 도금한 것으로 하였다.

전해조는 PVC Plastic 사출성형품으로 앞서 기술한 전극을 수용, 배치 할 수 있는 것으로 전해조의 크기는 47.5(W)×30(D)×84(H)mm로서 전해질 입수부 1개구와 전극단자 연결구 2개구를 갖는다.

나. 희석장치개발

(1) 벤츨리관형 희석장치

전해조 내에서 전해질(염산 또는 염산 + 일가염화물)의 전해에 의하여 생성된 고농도 염소(Cl_2 , 액상, gas상)를 별도 공급되는 원수와 희석반응 시키어 미산성차아염소산수를 생성함에 있어, 전해질 공급 펌프 용량의 최소화와 희석의 효율성 및 장비 간소화하기 위하여 벤츨리관형 희석장치를 개발하였다.

본 연구의 시간당 180L의 전해수 생성장치에 있어서는 희석원수 입수부와 생성수 출수부의 구경은 7.0~8.0mm, 목부는 2.0~3.0mm, 도출관은 1.0mm로 하였을 때 염소용액 도출이 가장 우수하였다.

(2) 벤츄리관과 전해조의 집합에 의한 일체화

전해조 상단에 벤츄리관을 용접 접합하여 일체형으로 함으로써 고농도염소용액의 토출과 회석혼합의 효율성을 최대화 하고 공간을 최소화 하였다.

(3) 스크류 블레이드형 회석장치

전해조에서 전해질의 전해에 의하여 생성된 고농도염소용액과 gas가 회석수와 충분한 반응이 일어나지 않으면 미반응의 염소가 생성수 저장통에서 기화하여 염소자극취를 내고 생성수의 염소농도를 저감시키게 된다. 이러한 점을 개선하기 위하여 스크류 블레이드를 출수부 도관에 삽입함으로서 와류혼합과 도관연장의 결과로 기액접촉을 최대화하는 효과를 얻을 수 있었다.

다. 염산 공급펌프 개발

(1) 특성 및 성능

본 개발펌프는 벤츄리관 접속 전해조내의 배압(背壓)형성시 회석수가 역류하는 것을 방지하는 기능을 갖고있고 벤츄리관의 작용으로 전해조내 생성물(고농도염소용액 및 gas)의 배출이 용이하기 때문에 일반 다이어프램 펌프보다 토출압이 적은 100KPA로 하였으며 배출용량도 최소화한 튜브연동형으로 하였다. 본 개발의 튜브연동형 펌프의 일반형과 비교한 특성 및 성능에 있어서는 저가격으로 전해질 흡입상태가 양호하였고 전해조 내 배압형성 시 역류가 발생하지 않았다.

(2) 펌프내구성 테스트

본 개발의 튜브연동형 호스펌프를 사용하여 5초가동 2초 휴지의 운전형태에서 9%염산을 분당 18~19mL로 전해조 내에 이송하는 시험을 630시간 지속한 결과 균일한 작동상태를 유지하였다. 실제 사용에 있어서는 1초작동 7초휴지, 4%의 염산사용의 조건을 고려할 때 5,000시간의 유효수명을 가질 수 있다고 판단된다.

라. 전원공급장치 및 PCB 개발

(1) 전원공급장치

전극에의 전류밀도는 $0.05\sim 0.2A/mm^2$ 로 설계하고 고 염소농도의 차아염소산수 생성의 필요성을 고려하여 4.0V~10.0V, 4.5A를 공급할 수 있는 switching mode power supply를 사용하였다.

전원공급장치의 보호를 위하여 short circuit과 over current에 대한 기능을 부여하였다. 크기는 100(W)×150(L)×38(H)mm로서 소형에 알맞게 디자인 하였다.

(2) PCB 개발

전해수 생성장치 제어프로그램의 주기능은 적정물성(pH, ACC)의 전해수가 생성 될 수 있도록 하는 제어기능과 전해질공급펌프, 희석수 솔레노이드 밸브, 저장탱크 자동/수동 운전제어 등 이고 부가기능으로서 전극 저전류, 과전류 및 희석원수 부족 등에 대한 경보 기능, 타이머 설정 등이 있다.

메인 CPU 기판에는 터치 LCD가 연결되어 있어 터치에 의한 운전조작과 운전상태를 실시간으로 표시하도록 하였다.

마. 기타 내외장 부품구조설계 및 금형제작

(1) 기타 내외장 부품

희석수의 공급 개폐를 담당하는 솔레노이드밸브와 유량센싱 압력계가 취부되는 블록으로 벤츄리관 입수부로 희석수를 유도하는 매니폴더블럭과 전해질펌프에서 전해조로 이송되는 전해질의 역류방지 기능을 갖는 체크밸브 개발

(2) 금형 제작

본 연구개발을 통하여 개발된 벤츄리관형 소형 전해수 생성장치의 산업화 양산을 위한 필요 사출물 제조용 금형리스트는 다음과 같다.

- 전해조 하우징
- 벤츄리관형 이젝터
- 스페이서 : 전극고정 및 간격유지
- 컨트롤링 : 전극단자 고정 및 누수방지
- 전해질 펌프의 바디 및 커버, 로테이션 블럭, 홀더, 인·아웃 피팅
- 매니폴더블럭
- 체크밸브

바. 신규 고 염농도 미산성차아염소산수 제법 및 생성장치의 개발

본 보고서 1.의 나. 고염농도 미산성차아염소산수 제조방법으로서 염산과 소금용액 혼합의 전해질 구성의 예를 제시하였고 이후 전해질의 혼합구성율을 다양하게 하여 기구 용기, 염·과채류, 생선류, 육류 등 피소독물의 종류에 따라 또는 희석원수의 물성(pH, 경도 성분 등)에 따라 원하는 적정의 미산성차아염소산수를 자동적으로 생성할 수 있는 장치를 개발하였다.(특허출원 10-2014-0089289)

3. 벤츄리관형 희석장치를 이용한 소형 미/약산성 차아염소산수의 핵심부품 개발

BC-180S의 부품성능은 시제품테스트에서 품질신뢰성을 확보했으나, 최종 승인된 사출물의 ASS'Y 과정에서 일부 부품들의 간섭현상이 발생하였고 이를 해결하기 위해 외함파 전해조부 파트에 3차례의 금형수정을 진행하였다. 특히 전해조부는 유지보수의 용이성을 확보하기 위하여 모듈형태로 구성되었고, 다른 형태의 외함파도 ASS'Y가 용이한 독립 구조로 개발되어 살균관련 타 제품들과의 호환도 가능하도록 개발되었다.

최종성능시험은 2주동안 진행되었으며 ASS'Y 부품들의 연동된 기능 확인과 전해조 조건압과 설정전류치 변화에 따른 생성물의 물성을 확인하였고 최종 생성물에 적합한 생성조건을 확보할 수 있었다.

최종성능시험은 시험메뉴얼에 의해 진행되었으며, 시험메뉴얼에 의한 진행을 통해 최종검사성적서를 작성하여 장치의 운전안정성에 대한 분석과 평가를 완료하였다.

4. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성 및 바이러스 불활화 시험

가. 독성 시험

본 연구개발에 의하여 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수(pH 5.1, 유효염소농도 55ppm)의 독성시험결과 급성경구독성시험(용량고지법, 국립환경과학원고시 제 2014-1호) 무독성(LD50 > 2,000mk/kg)과 급성안자극성시험(국립환경과학원고시 제 2014-1호)에 있어 무자극으로 판명되어 신규 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수가 생체에 미치는 독성이 없다는 것을 입증하였다.

시험기관 : 한국기계전기전자시험연구원, 성적서 번호 : T-2015-04078

나. 바이러스 불활화 시험

본 연구개발에 의하여 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수(pH 5.1, 유효염소농도 55ppm)의 노로바이러스 불활화 시험결과(IMS 시험법) 처리 30초에서 2.39 log 감소, 1분에서 4.27log, 5분에서 4.27log 감소시킴으로서 신규 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수의 바이러스 불활화 능력을 입증하였다.

시험기관 : (주)노로젠

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

○ 본 연구에 의하여 우리나라에서는 아직 상용화 되지 못하였던 소용량의 저/고 염소농도 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치를 판금 형태가 아닌 플라스틱 금형 사출물로 양산할 있는 갖추게 되었다. 본 개발생성장치는 장시간 시운전을 통하여 운전 안정성이 높은 것이 실증되었고 가격에 있어서도 영세 소업체가 구매 가능한 경제적 수준이다.

- 본 연구개발을 통하여 2건의 특허 출원을 하였고 안성농업기술센터의 지원하에 오이 시설재배 농가에 본 개발 장치를 설치하고 생성된 미산성차아염소산수를 오이의 잎과 줄기에 5일 마다 한번씩 주당 250~300mL씩 살포한 결과 흰가루병과 잎곰팡이의 예방적 방제에 탁월한 효과를 보여 농작물 병해 방제제로서의 실용성을 입증하였다.

2. 성과 활용 계획 및 효과

본 연구를 통해 개발된 소형(시간당 180L생성, BC-180S) 차아염소산수생성장치의 기술을 이전 받아 사업화할 계획이다. 주 목표시장은 소규모 식품가공장, 소기업의 단체급식소, 중·대형식당, 외식업체, 병·의원, 개호시설, 시설재배 농가를 대상으로 한다. 본 사업화로 적용 업체의 위생관리수준의 향상과 수익증대, 사업화 기업체의 매출증대와 신규고용 확대, 산업연관 효과를 거둘 수 있게 된다.

SUMMARY

I. Title

Development of high efficiency low capacity small slightly/weakly acidic hypochlorous water generating system using venturi tube type dilution device and utilization technology

II. Purpose and need for research and development

As Korea's eating habits increasingly tend to emphasize health orientation and convenience in recent years, the consumption of hygienic fresh and convenient produce and fully cooked food has been increasing. Accordingly, the use of an eco-friendly sterile antiseptic solution with low human toxicity and strong sterilizing power is more required. Slightly acidic hypochlorous water generated by electrolyzing hydrochloric acid solution of 2~6% in the non-diaphragm electrolytic cell is a sterile antiseptic solution appropriate for these market needs and was approved as a food additive by the Ministry of Food and Drug Safety in November 2007 so the generating unit of it is increasing its market share for sanitary administration of the food industry.

The currently available slightly acidic hypochlorous water generating unit is the medium and large size and poor small companies have difficulty in buying and using it because of high initial investment costs even if highly requiring this device in order to overcome their poor sanitary administration level.

The purpose of this study is to develop a generating unit with operational stability and economic feasibility as well as small capacity of less than 200L per hour in order to overcome these obstacles and another purpose is to develop a slightly acidic hypochlorous water generating method and device of high chlorine concentration of more than 50ppm while maintaining pH range (5.0 to 6.5) in order to strengthen the sanitary administration more because lightly acidic hypochlorous water of less than chlorine concentration 30ppm does not show practical sterilization effects for microorganisms highly resistant to disinfectant such as *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* etc.

III. Contents and scope of research and development

1. Development of high efficiency low capacity small slightly/weakly acidic

hypochlorous water generating system using a venturi tube type dilution device

- Small electrolytic cell(electrode) development, electrolytic cell design, mold making and injection

- Venturi tube type dilution device and blade development
- Power supply device and PCB development
- Development of main components such as flow sensor, water level sensor, reducing valve etc.
- Prototype production for structural design test of generating unit
- Operational stability and performance test of generating unit
- Self business for commercialization of the developed technology

2. Characteristics evaluation and applied technology development of high efficiency low capacity small slightly/weakly acidic hypochlorous water generating system

- Electrolytic characteristics analysis according to electrolytic cell and electrode characteristics
- Characteristics analysis of dilution device
- Sterilization effectiveness evaluation of generating water
- Analysis of chloride compounds variation
- Surface disinfection effectiveness evaluation of sanitary equipment
- Characteristics evaluation of slightly acidic hypochlorous water according to electrolytic water
- Field application such as small workshop and sterilization effectiveness evaluation
- Derivation of cleaning, sterilizing treatment process criteria
- Development of cleaning, sterilization process and sanitary administration guidelines of slightly acidic electrolyzed water

IV. Research performance against purpose

The purpose of this study is to develop a slightly acidic hypochlorous water generating unit of the small capacity containing hypochlorous acid of low/high concentrations and having operational stability and economic feasibility and industrialize it through a system for mass production. In order to achieve this purpose, we developed the main components including electrode and electrolytic cell, electrolyte supply, venturi tube for mixed reaction of chlorine gas of electrolytic cell generation with water and screw blade rectifier, PCB built in the flow channel and most components were made as plastic molded products as a measure to lower component unit cost and we also produced a mold for device external case injection. A start finished product was installed and a trial run was carried out in the field of a food processing plant and as a result, it was demonstrated that the quality of generating water was uniform and slightly acidic hypochlorous water of high/low

chlorine concentrations is stably generated depending on the degree of electrolyte mixing. Through this Research and development, we achieved original research contents and each purpose by 100%.

V. Research and development results

1. Establishment of high efficiency high concentration slightly/weakly acidic hypochlorous water manufacturing

A. Weakly acidic hypochlorous water

Weakly acidic hypochlorous water was approved as a food additive with the new standard pursuant to notification no. 2013-245 on December 16, 2013. Weakly acidic hypochlorous water is obtained from an aqueous solution itself generated in both poles of the strong electrolyzed water generating unit or by adding an aqueous solution generated in the cathode side to an aqueous solution generated in the anode side and refers to an aqueous solution of more than pH 2.7, less than 5.0, chlorine concentration 10~60ppm. This study developed weakly acidic hypochlorous water appropriate for standards by drilling a number of small holes on ion-permeable membrane of the strong electrolyzed water generating unit and mixing anode water and cathode water in the electrolytic cell.

We also developed a method for generating slightly acid hypochlorous acid water in the non-diaphragm electrolytic cell but will use it as a disinfectant of vessels and containers by registering it as temporary standards in addition to specification revision application because this is different from manufacturing of the food additive process but essentially the same.

B. High chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water

As the chlorine content standard of slightly acidic hypochlorous water is changed from 10~30ppm to 10~80ppm pursuant to notification of the above A., we developed a method of generating high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water. This was completed by setting a solution of suitably mixing salt or potassium chloride solution with hydrochloric acid depending on water quality of diluted raw water, physical properties of disinfected objects, microorganism of target to be sterilized to materials to be electrolyzed and adjusting current, voltage to the electrode.

2. Development of Key components of small slightly/weakly acidic hypochlorous water using venturi tube type dilution device

By determining electrolyzed water generating capacity per hour of small slightly/weakly acidic hypochlorous water of this development as 180L, we developed each component appropriate for this capacity. The industrial model name of the generating unit was determined as BC-180S.

A. Development of electrolytic cell and electrode

The array of the electrode in the electrolytic cell was determined as bipolar access method connection of 3-electrode 2 cell structure and as electrode materials, IrO₂ and Ta₂O₅ solution mixed in the ratio of 7:3mol% in the titanium plate was coated in the anode and platinum was coated with electrochemical deposition in titanium plate in the cathode.

An electrolytic cell is a PVC Plastic injection molded product and previously described electrode can be accepted and placed in it and the size of the electrolytic cell is 47.5(W)×30(D)×84(H)mm and there are 1 electrolyte inlet and 2 electrode terminal tie holes.

B. Development of dilution device

(1) Venturi tube type dilution device

We developed a venturi tube type dilution device for minimization of the electrolyte supply pump capacity, effectiveness of dilution and equipment simplification in generating slightly acidic hypochlorous water through dilute reaction of high concentration chlorine(Cl², liquid, gas) generated by electrolysis of electrolyte(hydrochloric acid or hydrochloric acid + univalent chloride) with raw water separately supplied in the electrolytic cell.

In the electrolyzed water generating unit of 180L per hour of this study, chlorine solution generation was the best when setting the caliber of diluted raw water inlet and generating water outlet to 7.0~8.0mm, fillet to 2.0~3.0mm and generating pipe to 1.0mm.

(2) Integration by junction of venturi tube and electrolytic cell

By welding and integrating a venturi tube to the electrolytic cell top, discharge of high concentration chlorine solution and efficiency of diluted mixing were maximized and space was minimized.

(3) Screw blade type dilution device

If gas and high concentration chlorine solution generated by the electrolysis of electrolyte in the electrolytic cell do not fully respond to dilution water, unreacted chlorine is vaporized in generating water storage well, generates chlorine and reduces chlorine concentration of generating water. By inserting screw blade into the outlet conduit in order to improve this point, the effect of maximizing the vapor-liquid contact could be obtained as a result of vortex mixing and conduit extension.

C. Development of hydrochloric acid supply pump

(1) Characteristics and performance

This development pump has a function of preventing dilution water from flowing backward when forming back pressure in the venturi tube connected electrolytic cell and used 100KPA of less discharge pressure than general diaphragm pump because the action of a venturi tube makes it easy to discharge products (high concentration chlorine solution and gas) in the electrolytic cell and tube link type minimizing the discharge capacity. In the characteristics and performance comparing with the general type of a tube link type pump of this development, it is low price and electrolyte suction state was good and flowing backward did not occur when forming back pressure in the electrolytic cell.

(2) Pump durability test

The test of transferring 9% hydrochloric acid in 18 ~ 19mL per minute in the electrolytic cell in operation type of 5-second operation and 2-second halt by using the tube link type hose pump of this development was lasted for 630 hours and as a result, uniform working conditions were maintained. Considering the conditions of 1 second operation 7-second halt, 4%⁹⁾ hydrochloric acid use in actual use, the useful life of 5,000 hours is considered to have.

D. Development of power supply unit and PCB

(1) Power supply unit

The current density in electrode was designed as 0.05~0.2A/mm² and switching mode power supply that can supply 4.0V~10.0V, 4.5A was used by considering the need for hypochlorous water generation of high chlorine concentration. In order to protect the

power supply unit, the function for short circuit and over current was given. The size was designed to fit small as 100(W)×150(L)×38(H)mm.

(2) PCB development

The main functions of the electrolyzed water generating unit control program include the control function to generate electrolyzed water of proper properties(pH, ACC) and electrolyte supply pump, dilution water solenoid valve, storage tank automatic / manual operation control and additional functions include electrode low current, overcurrent and alarm for diluted raw water scarcity, timer setting etc. Touch LCD connected to the main CPU board indicates operation control and operation status in real time.

E. Other interior and exterior component structural design and molding

(1) Other interior and exterior components

As the block of attaching solenoid valve responsible for supply open and shut of dilution water flow sensing manometer, manifold block of leading dilution water to a venturi tube inlet and check valve of preventing electrolyte transferred from electrolyte pump to electrolytic cell were developed.

(2) Molding

The following is a mold list for molded product manufacture required for industrialization mass production of the venturi tube type small electrolyzed water generating unit developed through this research and development.

- Electrolytic cell housing
- Venturi tube type ejector
- Spacer: Electrode fixing and spacing
- Controlling : Electrode terminals fixing and leak prevention
- Body and cover of electrolyte pump, rotation block, holder, in • out fitting
- Manifold block
- Check valve

F. New high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water manufacture and development of generating unit

As B. A method for producing high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water of this report, the example of electrolyte composition of hydrochloric acid and

salt solution mixing was presented and then, the device that can automatically generate desired proper slightly acidic hypochlorous water depending on the types of disinfected objects such as instruments, containers, leaf vegetables · fruit vegetables, fish, meat or depending on the physical properties of diluted raw water (pH, hardness components etc.) by varying mixing composition rate of electrolyte was developed.(Patent application 10-2014-0089289)

3. Development of key components of small slightly/weakly acid hypochlorous water using venturi tube type dilution device

Component performance of BC-180S ensured quality reliability in the prototype test but the interference phenomenon of some components occurred in the ASS'Y process of finally approved molded products and mold modification was carried out 3 times in electrical box and the electrolytic cell part part in order to solve this problem. In particular, the electrolytic cell part was composed in the form of a module in order to ensure ease of maintenance and developed in an independent structure easy to ASS'Y with electrical box of other forms and developed to be compatible with other sterilization related products.

The final performance test has been carried out for 2 weeks and the interlocking function of ASS'Y components and properties of the product depending on changes in electrolytic cell pressure and set current value were identified and generation conditions appropriate for the final product could be secured. The final performance test was conducted by the test manual and the analysis and evaluation for operational stability of the unit were completed by creating a final inspection report through the progress according to the test manual.

4. Toxicity and virus inactivation test of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water

A. Toxicity test

The toxicity test results of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water(pH 5.1, active chlorine concentration 55ppm) developed by this Research and development proved that high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water newly developed by acute oral toxicity test (Capacity Notice Act, National Institute of Environmental Research notification No. 2014-1) non-toxic(LD50 > 2,000mk/kg), acute eye irritation test(National Institute of Environmental Research

notification No. 2014-1) no irritation has no toxicity affecting the living body.

B. Virus inactivation test

The Noro virus inactivation test results of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water(pH 5.1, active chlorine concentration 55ppm) developed by this research and development proved the virus inactivation capability of newly developed high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water by reducing 2.39 log in 30 seconds and 4.27log in 1 minute · 3 minutes (IMS test method).

VI. Research performance and performance utilization plan

1. Research performance

- This study made it possible to have the ability to mass produce the high/low chlorine concentration slightly/weakly acidic hypochlorous water generating unit of small capacity which was not commercially available yet in Korea as plastic mold molded product not in the form of sheet metal. It was demonstrated that this developed generating unit has high operational stability through a trial run for a long time and the price is also economical so that poor small companies can buy it.
- Through this Research and development, 2 patents were applied and this developed unit was installed in cucumber cultivation farms under the support of Anseong Agricultural Technology Center and generated slightly acidic hypochlorous water of 250~300mL was sprayed to the leaves and stems of cucumber once every 5 days and as a result, the excellent effect was shown in preventive control of frosty mildew and leaf mold, proving its practicality as a crop disease control agent.

2. Performance utilization planning and effect

We plan to take transfer the technology of the small(generating 180L per hour, BC-180S) hypochlorous water generating unit developed through this study and commercialize it. Main target markets include small food processing plants, food service facilities of small companies, medium · large restaurants, catering companies, hospitals · clinics, long-term care facilities, installation cultivation farms. This commercialization can obtain the improvement of sanitary administration level and increased revenue of applying companies, revenue growth and new employment expansion of commercialization companies, industry associated effects.

CONTENTS

SUMMARY	10
CONTENTS	30
Chapter 1 Overview and performance goals of Research and development tasks	34
Section 1 The purpose and necessity of research and development	34
Section 2 The purpose and necessity of research and development	36
Chapter 2 Domestic and foreign technology development status	37
Section 1 Domestic Technology Development Status	37
Section 2 Foreign Technology Development Status	38
Chapter 3 Research and development contents and results Section	40
1 Research institutions : Low capacity, high performance slightly/weakly acid electrolysis system development	40
1. Establishment of high efficiency · high concentration slightly/weakly acidic hypochlorous water manufacturing	40
A. Standards and specifications revision of food additive hypochlorous water by the Ministry of Food and Drug Safety	40
B. Development of a method of producing high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water	42
(1) Existing slightly acidic hypochlorous water	42
(2) The generation test of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water by mixing electrolyte	43
(A) generating system	43
(B) Composition of electrolytic cell and electrode	43
(C) electrolyte	44
(D) electrolysis	44
(E) Review	44
(F) Future test plant	45
C. Development of weakly acidic hypochlorous water manufacturing method	45
(1) Method of using diaphragm electrolyzed water generating unit	45
(A) Electrode and diaphragm	45

(B) Electrolytic cell configuration	45
(C) Method by mixing of generated strong electrolyzed water	46
(D) Method of mixing strong electrolyzed water in the electrolytic cell	47
(E) Review and Evaluation	48
(2) Method of using no diaphragm electrolyzed water generating unit	49
(A) Generating system	49
(B) Electrolysis test	49
(C) Review	50
2. Development of key components of small slightly/weakly acidic hypochlorous water using a venturi tube type dilution device	50
A. Development of electrode and electrolytic cell	50
(1) Size of electrode	50
(2) Materials of electrode	50
(3) Arrangement of electrode	51
(4) Development of electrolytic cell housing	51
3. Development of dilution device	52
A. Venturi tube type dilution device	52
B. Integration by the bonding of venturi tube and electrolytic cell	52
C. Screw blade type dilution device	53
4. Development of hydrochloric acid supply pump	54
A. Characteristics and performance	54
B. pump Durability test	55
5. Development of power supply unit and PCB	57
A. Power supply unit	57
B. PCB development	58
6. Other interior and exterior component structural design and molding	58
A. Other interior and exterior components	58
(1) Manifold block	58
(2) check valve	59
B. Molding	59

C. Electrolysis part ASS' Y and performance test	59
7. Small slightly/weakly acidic hypochlorous water generating unit	64
8. Development of new high concentration slightly acidic hypochlorous water generating unit	64
9. Development of small capacity high efficiency sterilization generating unit	65
A. Main component development	65
(1) Interior and exterior molded products	65
(2) Functional components	68
(A) Solenoid valve	68
(B) Flow sensor	69
(C) Reducing valve	70
(D) Pipes and fittings	71
(E) Water level sensor	72
B. Prototype production and trial run	73
(1) Prototype (Finally confirmed products)	73
(2) ASS' Y Prototype trial run	74
(A) Test on performance	74
(B) Test on properties	75
C. Manufacturing process and performance test	76
(1) Specifications	76
(2) Drawings and Dimensions	77
(A) 2D Drawings	77
(B) 3D Drawings	78
(C) Product photos	79
(3) Manufacturing process	80
(4) Final performance test	81
D. Manual 1 (Users Manual)	84
E. Manual 2 (Administrator Manual)	89
10. Comparison with existing generator	91
A. The weaknesses of existing products	91
B. The advantage of product development	91

C. Comparison table	91
11. Toxicity and virus inactivation test of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water	92
A. Toxicity test of high chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water	92
(1) Acute oral toxicity test	92
(2) Eye irritation test	92
B. Virus inactivation test	103
Chapter 4 Research attainments and contribution to related fields	105
Section 1 Research institutions	105
1. Achievement of annual research and development goals (1st year)	105
2. Achievement of annual research and development goals(2nd year)	106
Section 2 Contribution to related fields	107
Chapter 5 Research and development contents and results	108
Section 1 Research and development performance and performance utilization plan	108
1. Development of small capacity slightly acidic hypochlorous water generating unit using a venturi tube type and establishment of mass production system	108
2. Automatic generating system of high/low chlorine concentration slightly acidic hypochlorous water	108
3. Patent Performance	109
4. Technical Certification	109
5. Paper Publication Results and Plan	109
6. Conference Announcement Achievement and Plan	109
7. Commercialization Status and Plan	109
8. Workforce utilization/ training effects	109
Section 2 Achievement Utilization Plan and Expected Effects	110
1. Practical use and commercialization plan (Technology implementation, etc.)	110
2. Product marketing plan	110
Section 3 Applicable example of applicability of product research and development	111
1. Agricultural cultivation under structure	111
2. Small food service	111

3. Hospital	112
4. Nursery facilities	112
Chapter 6 Science and Technology Information collected from the Research and development process	113
Chapter 7 Research Facilities and Equipment Status	113
Chapter 8 Laboratory Safety Management Implementation Performance	113
Chapter 9 References	114

목 차

목 차	30
제 1장 연구개발과제의 개요 및 성과목표	34
제 1절 연구개발의 목적 및 필요성	34
제 2절 연구개발의 목적 및 필요성	36
제 2장 국내외 기술개발 현황	37
제 1절 국내 기술개발 현황	37
제 2절 국외 기술개발 현황	38
제 3장 연구개발수행 내용 및 결과	40
제 1절 주관연구기관 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 개발	40
1. 고효율·고농도 미산성/약산성차아염소산수 제법의 확립	40
가. 식품의약품안전처의 식품첨가물 차아염소산수의 기준 및 규격 개정	40
나. 고염소농도 미산성차아염소산수 제조방법의 개발	42
(1) 기존의 미산성차아염소산수	42
(2) 혼합전해질에 의한 고염소농도 미산성차아염소산수의 생성시험	43
(가) 생성시스템	43
(나) 전해조의 구성과 전극	43
(다) 전해질	43
(라) 전해	44
(마) 고찰	44
(바) 금후의 시험계획	45
다. 약산성차아염소산수 제조방법의 개발	45
(1) 유격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법	45
(가) 전극 및 격막	45
(나) 전해조 구성도	45
(다) 생성된 강전해수의 혼합에 의한 방법	46
(라) 전해조 내에서의 강전해수 혼합방법	47
(마) 고찰 및 평가	48
(2) 무격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법	49
(가) 생성시스템	49

(나) 전해시험	49
(다) 고찰	50
2. 벤츄리관형 회석장치를 이용한 소형 미/약산성차아염소산수의 핵심 부품개발	50
가. 전극 및 전해조 개발	50
(1) 전극의 크기	50
(2) 전극의 재질	50
(3) 전극의 배치	50
(4) 전해조 하우징 개발	51
(5) 전해조 수명	51
3. 회석장치 개발	52
가. 벤츄리관형 회석장치	52
나. 벤츄리관과 전해조의 접합에 의한 일체화	52
다. 스크류블레이드형 회석장치	53
4. 염산공급펌프 개발	54
가. 특성 및 성능	54
나. 펌프 내구성 테스트	55
5. 전원공급장치 및 PCB 개발	57
가. 전원공급장치	57
나. PCB 개발	58
6. 기타 내외장 부품구조설계 및 금형제작	58
가. 기타 내외장 부품	58
(1) 매니폴더블럭	58
(2) 체크밸브	59
나. 금형제작	59
다. 전해파트 ASS' Y 및 성능평가 시험	59
7. 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치	64
8. 신규 고농도 미산성차아염소산수 생성장치의 개발	64
9. 소용량 고효율 살균생성장치 개발	65
가. 주요부품개발	65
(1) 내외장사출품	65
(2) 기능부품	68
(가) 솔레노이드 밸브	68
(나) 유량센서	69
(다) 감압밸브	70
(라) 배관 및 피팅	71

(마) 수위레벨센서	72
나. 시제품제작 및 시운전	73
(1) 시제품(최종확정품)	73
(2) ASS' Y 시제품 시운전	74
(가) 성능에 관한 시험	75
(나) 물성에 관한 실험	75
다. 제조공정 및 성능시험	76
(1) 사 양	77
(2) 외형도 및 치수	77
(가) 2D 도면	77
(나) 3D 도면	78
(다) 제품사진	79
(3) 제조공정	80
(4) 최종성능시험	81
라. 매뉴얼 1 (사용자매뉴얼)	84
마. 매뉴얼 2 (관리자매뉴얼)	89
10. 기존 생성장치와의 비교	91
가. 기존제품의 단점	91
나. 개발제품의 장점	91
다. 비교표	91
11. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성 및 바이러스 불활화 시험	92
가. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성시험	92
(1) 급성경구독성 시험	92
(2) 안점막 자극성 시험	93
나. 바이러스 불활성화 시험	103
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	105
제 1절 주관연구기관	105
1. 연도별 연구개발 목표의 달성도(1차 년도)	105
2. 연도별 연구개발 목표의 달성도(2차 년도)	106
제 2절 관련분야에의 기여도	107
제 5장 연구개발수행 내용 및 결과	108
제 1절 연구개발성과 및 성과 활용계획	108
1. 벤츄리관형을 이용한 소용량 미산성차아염소산수 생성장치의 개발과 양산체계 확립	108

2. 저/고 염소농도 미산성차아염소산수 자동 생성시스템	108
3. 특허성과	109
4. 기술인증	109
5. 논문 게재 성과 및 계획	109
6. 학술대회 발표성과 및 계획	109
7. 사업화 현황 및 계획	109
8. 인력활용/양성효과	109
제 2절 성과 활용계획 및 기대효과	110
1. 실용화·사업화 계획 (기술실시 등)	110
2. 제품 마케팅 계획	110
제 3절 연구개발제품의 산업계의 적용 가능 예	111
1. 농작물 시설재배	111
2. 소규모 단체급식소	111
3. 병·의원	112
4. 보육시설	112
제 6장 연구개발과정에서 수집한 과학기술 정보	113
제 7장 연구시설·장비 현황	113
제 8장 연구실 안전관리 이행실적	113
제 9장 참고문헌	114

제 1장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

최근 우리나라는 경제성장에 따라 식생활 패턴이 외식, 건강지향 및 편의성을 중시하는 경향이 증대함에 따라 신선편이식품, 완전조리 식품에 대한 소비가 증가하고 있으며 시장에서의 비중도 급속히 증대되고 있는 추세이다.

이에 따라 식품유통 중의 변질과 집단 식중독 발생의 기회가 많아지게 되고 이를 예방하기 위해서는 식품제조가공, 단체급식, 외식산업 등의 분야에서 강도 높고 세심한 식품위생관리가 요구되고 있다. 또한 건강에 대한 소비자의 인식 변화로 차아염소산나트륨과 같은 화학적 합성품의 살균 소독제에 대한 기피현상이 커지고 있어 새로운 살균소독제의 도입 보급이 매우 필요한 실정이었다.

이러한 추세에 상응하여 우리나라 식품의약품안전처에서는 2007년 고시 2007-74호에 의거 전해차아염소산수(電解次亞鹽素酸水)를 식품첨가물로 인가하여 식품 및 기구·용기 살균소독제로 사용할 수 있도록 하였다. 전해차아염소산수에는 강산성(強酸性)차아염소산수(Strong acidic Hypochlorous acid water), 미산성(微酸性)차아염소산수(Slightly Weak acidic Hypochlorous acid water)가 있으며 각 각의 규격 기준은 강산성차아염소산수는 수용액의 pH가 2.7이하, 유효염소농도 20~60ppm(mg/kg)이고 미산성차아염소산수는 pH가 5.0~6.5이하, 유효염소농도 10~30ppm이다. 전해차아염소산수는 차아염소산나트륨수에 비하여 동일 염소농도에서 실용적 데이터로 볼 때 살균력이 5~6배 강하며 독성은 일백분의 일 이하이고 작용 후 용이하게 분해되기 때문에 생체 친화적, 친환경의 살균소독제로 평가되고 있다.

그 중 미산성차아염소산수는 함유 염소성분 구성에 있어 차아염소산(HOCl)이 95~100%이고 OCI가 5%이내이므로 염소취가 없고 pH가 중성에 가까우며 보관 안정성이 높기 때문에 pH가 낮고 염소(Cl₂)를 15~20%함유하고 있어 부식성과 염소취가 강한 강산성차아염소산수에 비하여 식품위생, 농작물재배, 의료 등 의 분야에서 우선적으로 선호되고 있다.

그러나 산성차아염소산수의 염소농도 기준을 30ppm이하로 규정하고 있는바, 30ppm으로는 소독제 저항성이 큰 고초균(*Bacillus*속), 클로스트리디움(*Clostridium*)균의 아포, 혹은 곰팡이 등에 대해서는 실용으로 유효한 살균효과를 얻기 어려운 수준이다. 일본 식품분석센터의 시험에 의하면 고초균의 경우 초기농도 2.8×10^7 CFU/mL의 아포현탁액 1mL를 9mL의 미산성차아염소산수(pH 5.5, 유효염소농도 30ppm, 수용액온도 20°C)에 첨가하여 3분간 처리 후 생존균수를 조사한 결과 5.0×10^6 CFU/mL로서 잔존율이 19.8%였고 10분간 처리 후에도 2×10^2 CFU/mL이 잔존하였다. 실용적 살균 효용성을 가지기 위해서는 현탁액 시험법에서 적어도 3분 이내에 잔존율이 제로가 되는 살균력을 나타내는 것이 요구된다.

일본 식품안전위원회 전해차아염소산수 성분규격개정에 관한 첨가물 부회(部會)의 보고서¹⁾에 의하면 이와 같은 살균효과를 나타내려면 적어도 50ppm이상의 차아염소산을 함유하여야 한다

고 하였으며 이를 반영하여 2012년 후생노동성 고시에 의거 미산성차아염소산수의 유효염소농도를 80ppm까지 상향 조정하였고, pH 2.7이상 5.0미만, 유효염소농도 10~60ppm의 약산성차아염소산수(Weak acidic Hypochlorous acid water)를 신규 살균제로 인가하였다.

미국 FDA에서는 열·과채류의 살균소독에 있어 차아염소산수의 유효염소농도를 40ppm이상의 것을 사용할 것을 권장하고 있고 FSIS에서는 도계육의 냉각수(Chilling water) 유효염소농도를 50ppm으로 하여 사용할 것을 제시하고 있다.

우리나라에서도 이러한 국제적 기준에 맞추고 위생관리의 향상을 위해서는 고농도의 미산성차아염소산수 생성방법에 대한 연구개발이 매우 긴요한 사안이다.

본 연구개발의 주관기관인 한국코스믹라운드(주)는 농림수산식품부의 연구과제로서 “식품산업의 위생 품질향상을 위한 고효율 미산성전기분해수생성장치 개발 및 적용기술개발”(연구기간 : 2007.6 ~ 2010.5)을 수행하여 미산성차아염소산수 생성장치를 개발하였고 이를 성공적으로 산업화하였다. 상기 개발의 생성장치는 중 대형에 치중하였으나 산업화의 마케팅 과정에서 시설배농가, 소규모식품공장, 외식업체, 요양원(개호시설), 산후조리원, 유치원, 치 의료원, 애완동물센터 등에서 사용할 수 있는 시간당 100~200L의 경제성있는 소형생성장치의 시장규모와 필요성이 매우 크다는 것을 발견하였다.

본 연구개발은 상기 니즈를 반영하여 인체 안전성 및 환경을 훼손하지 않는 차원에서 식품위생향상을 확보하는 소독제의 보급과 이러한 소독제 생성장치의 저변확대를 위하여 경제적이며 용이하게 고 유효염소농도의 미산성차아염소산수를 생성할 수 있는 소형 생성장치를 개발하고 산업화하는 데에 목적이 있다.

본 연구개발의 1 차 년도 기간 중 2013년 12월 식약처 고시에 의거 우리나라에서도 전해차아염소산수의 기준규격을 일본의 것과 동일하게 하여 본 연구개발결과를 산업화 하는데 있어 아무런 제한을 받지 않게 되었다.

제 2절 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구개발은 소용량(100~200L/시간)이며 고농도의 차아염소산을 함유하는 미산성/약산성 차아염소산수생성장치를 개발 이를 산업화하여 매출증가, 고용창출, 연관산업체의 활성화, 개발품 적용업체의 원가절감, 생산성향상을 목표로 하며 연구개발의 내용은 다음과 같다.

- 벤츄리관형 회석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성 시스템 개발
 - 소형화 전해조(전극) 개발, 전해조 디자인, 금형제작 및 사출
 - 벤츄리관형 회석장치 및 블레이드 개발
 - 전원공급 장치 및 PCB 개발
 - 유량센서, 수위센선, 감압변 등의 주요 부품 개발
 - 생성장치의 구조 디자인 시험용 시작품 제작
 - 생성장치의 운전 안정성 및 성능시험
 - 개발 기술의 상용화를 위한 자체 사업화

- 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템의 특성평가 및 적용기술 개발
 - 전해조 및 전극 특성에 따른 전해특성 분석
 - 회석장치의 특성분석
 - 생성수의 살균 유효성 평가
 - 염소합화물의 변화량 분석
 - 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가
 - 전해용수에 따른 미산성차아염소산수의 특성 평가
 - 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가
 - 세정·살균 처리 공정 기준 도출
 - 미산성 전기분해수의 세정·살균 공정 및 위생관리 지침 개발

제 2장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내 기술개발 현황

- 2007년 11월 전해차아염소산수(강산성차아염소산수와 미산성차아염소산수)가 식품첨가물로 인가되고 2008년에는 식품 기구·용기의 살균소독수로 승인됨에 따라 2007년부터 본 생성장치의 연구개발을 착수하여 2010년에 완료하고 이후 산업화한 한국코스믹라운드(주)를 비롯하여 2015년 현재 5개 업체가 생산 판매에 참여하고 있으며 그 중 1개 업체는 강산성 및 미산성차아염소산수 생성장치 2종을, 다른 4개 업체는 미산성차아염소산수 생성 장치를 생산하고 있다.

강산성차아염소산수 생성장치는 강전해수생성장치라고도 하며 전해조의 구성이 음극과 양극사이에 격막이 있어 양극 측에서는 강산성차아염소산수, 음극 측에서는 강알칼리성 전해수가 생성된다. 효율성 있는 전해조의 제조가 어렵고 피전해수에 함유된 경도성분(Hardness)이 제거되지 않으면 격막과 음극판에 마그네슘과 칼슘의 수산화물이 스케일로 석출 퇴적하여 전해효율이 낮아지고 생성수의 관로가 막히는 등의 문제점과 살균소독수인 차아염소산수 측면에서 불 때는 미산성차아염소산수 생성장치에 비하여 생성량이 적기 때문에 음극 측에서 생산되는 강알칼리성전해수를 동시에 사용할 수 있는 분야를 제외하고는 대부분의 업계에서 미산성차아염소산수를 선호하고 있다.

- 식품첨가물 인가의 살균소독제로는 전해차아염소산수 이외에 고농도 차아염소산나트륨액 희석수, 전해차아염소산나트륨수(0.2%이하의 소금용액을 무격막전해조에서 전해하여 생성되는 수용액), 오존수, 이산화염소수 등이 있으나 이러한 소독제들이 갖는 부정적 성장 즉, 높은 농도로 사용함으로써 인한 인체 및 환경에 미치는 영향, 아포형성 균에 대한 살균불능, 내성균 발생, 트리할로메탄과 같은 소독부생물의 발생, 실내 사용 시 독성 물질의 환기제거, 2종의 고가 원료를 사용하는 불경제성 등의 제반사항을 고려할 때 미산성차아염소산수는 현재 가장 많이 사용되고 있는 고농도 차아염소산나트륨액 희석수를 대체하여 이 보다 많이 널리 사용될 것으로 예측된다.
- 본 연구개발 주관기관인 한국코스믹라운드(주)는 2007~2010년의 3개년 간 농림축산수산식품부의 연구과제인 「식품산업의 위생품질 향상을 위한 고효율 미산성전기분해수 생성장치 개발 및 적용기술개발」을 수행하여 독자적 미산성차아염소산수 생성장치를 개발, 양산체제를 갖추고 2015년 6월 현재 장치 600여대를 제조 판매하여 산업화에 성공하였으며 신기술인증(NeT, NeP, 장영실상) 및 전해조, 염산공급펌프 등 주요부품을 국산화 하는 연구 성과를 거두었다.

동 사가 판매한 미산성차아염소산수 생성장치는 식품제조공장의 식자재, 기구·용기, 제조설비의 CIP, 용수소독 등이고, 외식 및 단체급식, 시설재배 농가, 축사, 실험동물센터, 병원, 치과 등의 다양한 시장에 진출하고 있다. 또한 2010년 이후 꾸준히 연구개

에 투자하여 현재 시간 당 2,000~3,000L생성의 장치도 상용화하는 성과를 거두어 저농도(염산만을 전해질로 하여 30ppm이하) 미산성차아염소산수 생성장치 분야에 있어서 일본 등의 선진국과 동등한 기술수준을 보유하고 있다.

- 저/고농도 200L이하의 소용량과 5,000L급 이상의 저/고농도 대용량으로 정수장, 돈사폐수, 쓰레기처리장의 침출수 처리 등에 상용할 수 있는 미산성차아염소산수 생성장치의 기술수준은 선진국에 미치지 못하고 있다.

본 연구개발을 통하여 농가(시설재배^{2),3} 축산), 소규모 식품가공업체, 중소규모의 치 의료원, 외식업체, 산후조리원, 유치원, 노인 개호시설 등에서도 살균, 소취기능을 갖는 경제적이면서 편리한 현장 제조의 미산성차아염소산수의 생성장치를 갖출수 있게 될 것으로 보며, 고농도의 미산성차아염소산수 생성방법의 확립으로 식품위생외에 폐수처리, 악취처리, 공조 등의 환경산업, 수산양식, 워터파크 물소독 등의 레저산업에도 적용이 가능할 것으로 기대된다.

제 2절 국외 기술개발 현황

- 일본은 모리나가 엔지니어링(Morinaga Engineering)이 2001년 염산을 전해질로 한 미산성차아염소산수 생성장치 “퓨어스터”를 최초로 특허와 함께 시장에 출시하였고 동사의 라이선스하에 호쿠에츠, 미산성전해수 주식회사가 참여하여 3사의 과점상태로 진행하여 오다가 2012년 미산성차아염소산수의 규격기준이 개정되어 염산에 소금액을 첨가한 혼합액을 전해질로 하여 생성된 미산성차아염소산수도 식품첨가물로 인가됨에 따라 강전해수 생성장치 제조업체인 아마노, 호시자키, 흥연주식회사, 코로나공업주식회사 등의 10여개 업체도 미산성차아염소산수 생성장치 제조 판매에 참여할 수 있게 되었다. 모리나가 엔지니어링의 시장점유율이 가장 크며 시간당 10~20톤 급의 대용량 장치를 주문에 의하여 제조 판매하고 있다. 미산성차아염소산수의 용도로는 식품위생관리 살균 소독용을 비롯하여 의료업에 있어서는 원내감염을 방지하기 위한 미산성차아염소산수의 분무시스템, 내시경 및 투석장치 소독, 손 소독 등에 사용할 수 있도록 인가되었고 대형건물의 공조시스템에 있어서 공조 시 미산성차아염소산수를 공조장치 내에 분무하여 가습과 동시에 공기살균과 소취(消臭)에 사용되고 있다.

2013년에 농림성은 염산을 전해질로한 미산성차아염소산수와 소금을 전해질로 하는 강산성차아염소산수를 특정방제자재(特定防除資材)로 인가하여 엽 과채류의 흰가루병, 회색곰팡이병 등 농작물 병해방제에 농약으로서의 등록 없이 사용할 수 있도록 하였다. 소규모장치로는 호쿠에츠 사의 시간당 60리터의 미산성차아염소산수를 생성할 수 있는 Apia 60이 있으나 그 생성량이 너무 적고 생성수의 품질이 일정치 않아 시장에서 큰 환영을 받지 못하고 있다.

- 미국에서는 강전해수생성장치가 주류를 이루고 있고 동 장치에서 생성되는 강산성차아염소산수와 강알칼리성전해수는 이를 동시에 이용할 수 있는 유가공(유가공)업체, 유우농가(펜실바니아 만 10,000개 농가)의 milking parlour, 음료생산업체의 CIP(Cleaning in place, 定置洗淨)에 많이 사용되고 있다. 주요 도계(屠鷄)업체 100곳 중 75곳이 미산성차아염소산수를 이용하고 있는 실정이어서 미산성차아염소산수 생성장치의 수요도 기존 소독제의 대체품으로 점증하고 있는 상황이다.

제조법에 대한 규제가 없으므로 3%대의 소금용액을 강전해수생성장치에서 전해하여 생성되는 고농도의 강산성차아염소산수와 강알칼리성전해수를 적절히 혼합하여 2,000~3,000ppm의 미산성 또는 약산성차아염소산수로 조제하여 수영장, 정수장, 폐수처리, 순환양식장의 질소성분 제거 등에 다양하게 사용하고 있다.

주요 생산업체로는 EAU Technologies Inc., MIOX, Terris consolidated Industries, Amano USA, Hoshizaki USA 등이 있다.

- 유럽은 미국과 동일한 경향이며 덴마크, 벨기에, 프랑스, 독일 등에서 전해차아염소산수의 업계이용이 점증되고 있다. 생산업체로는 덴마크의 Danish water clean, 프랑스의 CERAM HYD, 에스토니아의 Envirolyte Industries International Ltd. 등이 있다.

전해차아염소산수의 주요 용도로는 유가공(乳加工), 도계 도축, 식품 및 음료 CIP, 농작물재배, 가축사양, 채유, 정수 및 폐수처리, 선박평형수 처리, 수산양식, 치 의료, 냉각탑 순환수소독, 수영장 소독 등 이다.

일본 모리나가 엔지니어링 社 제품	덴마크 Danish water Clean 社 제품
	

제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 주관연구기관

: 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 개발

1. 고효율·고농도 미산성/약산성차아염소산수 제법의 확립

가. 식품의약품안전처의 식품첨가물 차아염소산수의 기준 및 규격 개정

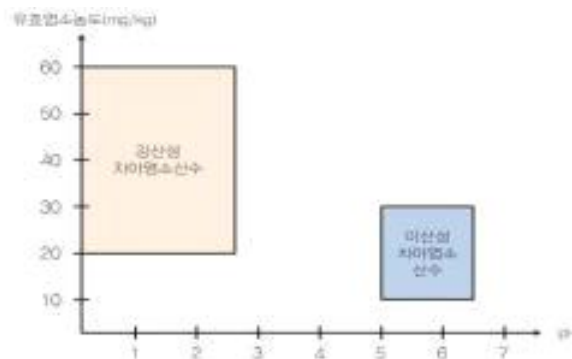
식품의약품안전처는 공고 제2013-153호(2013.8.27.)의 행정예고에 의거 차아염소산수의 정의와 기준·규격을 다음과 같이 변경하였다.

즉, 차아염소산수의 종류를 강산성차아염소산수와 미산성차아염소산수의 2종에서 약산성차아염소산수를 신설하여 3종으로 하였고 기존차아염소산수의 정의와 기준·규격을 변경하였다. 기존의 미산성차아염소산수 제법은 2~6% 염산을 무격막 전해조내에서 전해하여 생성된 고농도의 염소용액을 물로 희석반응 시키어 pH 5.0~6.5, 유효염소농도 10~30mg/kg(ppm)의 수용액을 생성하는 것이었으나 금번 행정예고를 통하여, 기존의 제법은 유지한 채 염산에 염화나트륨 수용액을 첨가하여 혼합전해질을 무격막 전해조내에서 전해하여 pH 5.0~6.5, 유효염소농도 30~80mg/kg(ppm)의 수용액을 생성하는 제법을 추가 하였다.

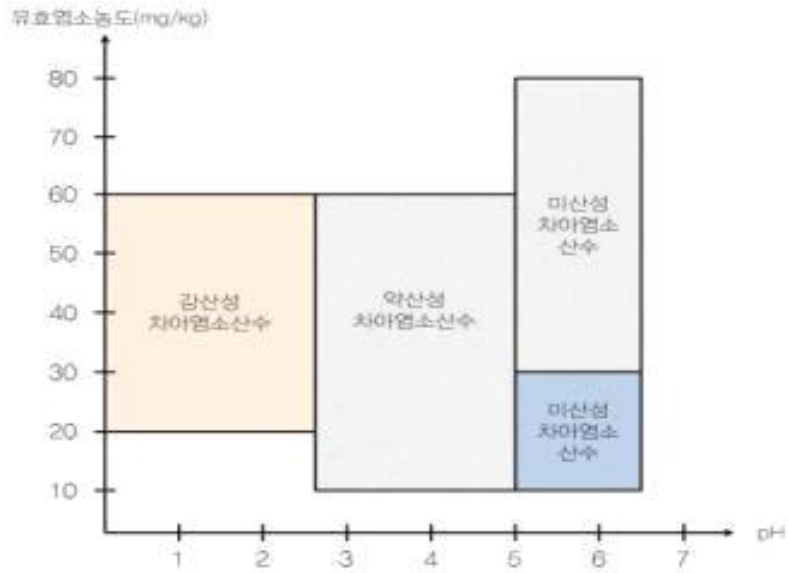
신설된 약산성차아염소산수는 0.2%이하의 염화나트륨 수용액을 격막으로 분리된 양극 및 음극에 의해 구성된 유격막 전해조 내에서 전해하여 양극측으로 부터 얻어지는 수용액 또는 양극에서 얻어지는 수용액에 음극에서 얻어지는 수용액을 가하여 생성된 것으로 pH 2.7~5.0, 유효염소농도 10~60mg/kg(ppm)의 수용액을 말한다.

강산성차아염소산수는 0.2%이하의 염화나트륨 수용액을 유격막전해조 내에서 전해하여, 양극측으로 부터 얻어지는 것으로 pH 2.7이하, 유효염소농도 20~60mg/kg(ppm)의 수용액을 말하는 것으로 본 강산성차아염소산수는 개정 전·후 변동사항이 없다.

상기의 내용을 도표화 하면 아래 그림 1~2와 같다

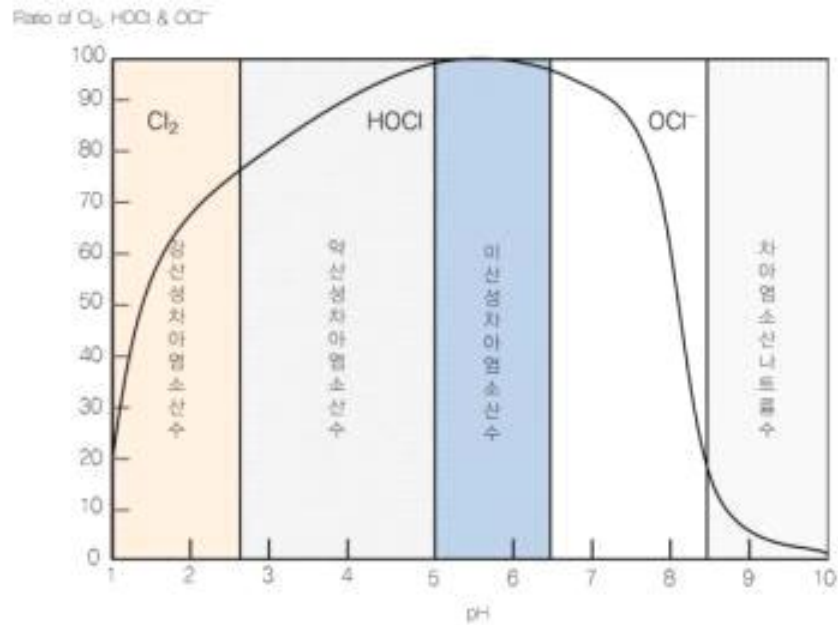


<그림 1. 기존의 차아염소산수의 pH와 유효염소농도 범위>



<그림 2. 개정 예고된 차아염소산수의 pH와 유효염소농도 범위>⁴⁾

개정 예고된 차아염소산수의 pH영역과 유효염소종의 존재비율은 그림 3.과 같다.



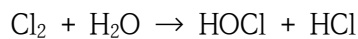
<그림 3. 개정 예고된 차아염소산수의 pH와 유효염소종의 존재비율>

본 개정안은 2014.8.27.일 이후 발효 시행될 예정인 바, 이에 따라 본 연구의 약산성 차아염소산수 및 고농도 미산성차아염소산수의 제법 개발도 금후 개정 발표될 차아염소산수의 정의 및 기준·규격에 준하여 시행하였다.

나. 고염소농도 미산성차아염소산수 제조방법의 개발

- (1) 기존의 미산성차아염소산수는 2~6%의 염산용액을 무격막전해조에 투입·전해하여 고농도의 염소(Cl₂)용액을 원수로 1,000~3,000배 희석반응 시키어 차아염소산(HOCl)이 10~30ppm 함유되고 pH가 5.0~6.5인 수용액을 지칭 한다.

차아염소산수는 차아염소산나트륨(NaOCl)수에 비하여 실용적으로 5~6배 살균력이 강하며 30ppm의 미산성차아염소산수는 150~200ppm의 차아염소산나트륨수와 동일한 살균력을 갖게 된다. 그러나 고초균(*Bacillus* 계), *Clostridium* 등의 아포와 흑코우지곰팡이 등에 대해서는 10분 이내에 적정살균이 되지 않는 현상을 보였다. 차아염소산의 농도를 높이기 위해서는 염산투입량과 전극에의 인가전력을 상승시키면 소기의 목적을 달성할 수 있으나 아래의 반응식에서 보는 바와 같이 차아염소산의 농도를 높이면 같은 mol수의 염산이 생성되기 때문에 pH가 과도하게 낮아져 미산성차아염소산수



의 기준규격에 적합한 수용액을 제조할 수 없었다. 특히 염소희석용수에 탄산염의 경도가 낮은 경우 더욱 이러한 현상을 보였다. 증류수를 원수(희석수)로 사용하는 경우 차아염소산이 30ppm 함유된 차아염소산수는 pH가 3.1로 기준규격 5.0~6.5에는 훨씬 미치지 못하게 되고 염소취가 심하여 본연의 미산성차아염소산수를 생성할 수 없었다.

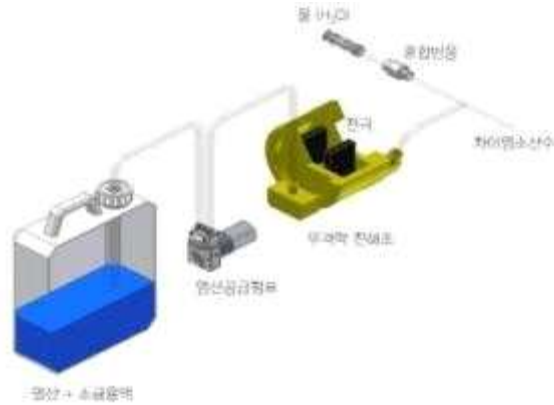
이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구의 주관연구기관인 한국코스믹라운드에서는 염소희석용수에 경도 성분을 첨가하여 전해용액에 생성된 H⁺ 이온을 H₂CO₃로 변환시키므로써 pH를 5.0~6.5로 제어하고 유효염소농도가 50ppm이상의 미산성차아염소산수 생성방법을 개발하였다. (특허등록번호 제10-0970708, 미산성차아염소산수의 제조방법 및 미산성차아염소산수 제조장치) 이러한 방법으로 경도성분이 첨가되어 경도 210ppm의 원수를 희석수로 사용하는 경우 53ppm의 유효염소농도를 갖는 미산성차아염소산수를 생성할 수 있었고 이를 이용하여 살균력을 검사한 결과 공시균 <*Bacillus cereus* KFRI 183, 초기균수 2.8×10⁷ CFU/mL>에 대하여 처리 2분에 1.3×10¹로 감소하였고 3분이내에 잔존균수가 zero로 되는 살균효과를 나타내었다.

2013년 8월 27일자 식품의약품안전처의 차아염소산수의 기준 및 규격의 개정 고시 예고 공고에 의하면 미산성차아염소산수 생성시에 사용하는 전해질을 염산(2~6% 수용액)단품에서 염산에 적정량의 소금을 첨가한 혼합 전해질을 사용하여도 무하다고 하였고 혼합 전해질의 사용에 의해 생성되는 미산성차아염소산수의 기준규격은 pH 5.0~6.5, 유효염소농도 30~80ppm으로 규정하였다

(2) 혼합전해질에 의한 고염농도 미산성차아염소산수의 생성시험

(가) 생성시스템

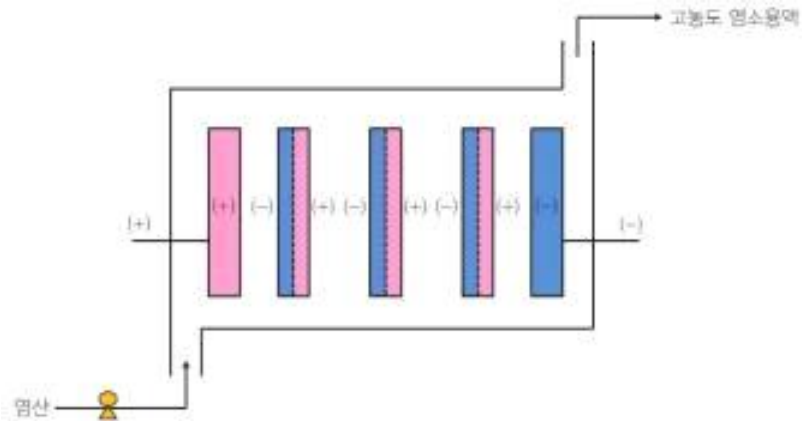
본 연구개발 주관연구기관인 한국코스믹라운드의 미산성차아염소산수 생성시스템 (특허등록 제10-0970708호)에 의함



<그림 4. 한국코스믹라운드의 미산성차아염소산수 생성시스템>

(나) 전해조의 구성과 전극

① 형태 : 4셀(cell) 복극식 전해조⁵⁾



<그림 5. 4셀(cell) 복극식 전해조>

② 전극

- ㉠ 전해조 격판 양측의 전기공급단자를 갖는 전극은 각각 산화성전극(+)과 환원성 전극(-극)으로 함
- ㉡ 중간 4전극은 복극(bipolar)식 전극으로서 전극의 한면은 산화성물질(이리듐)

을 소결코팅하고 다른 한면은 환원성물질(백금)을 도금하여 한전극이(+)(-) 양극성을 띠게 함.

㉔ 전극의 크기 : 82×82mm (두께 0.5의 티타늄판)

㉕ 전극의 간격 : 3mm

(다) 전해질

① 전해질 I : 6% 염산과 6% 소금용액을 9:1로 혼합한 것

② 전해질 II : 6% 염산과 6% 소금용액을 8:2로 혼합한 것

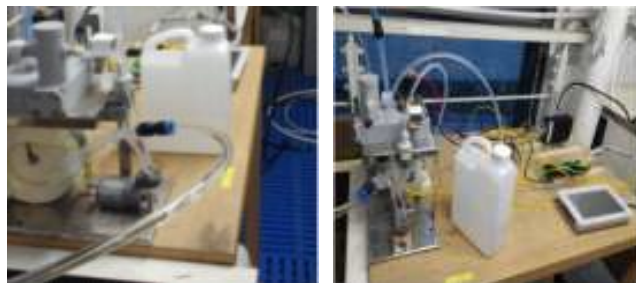
(라) 전해

상기 전해조의 전극에 전압을 8, 9, 10V로 인가하고 각 전압별로 암페어를 2.5~3.7(전류밀도 0.037~0.055A/cm²)로 변화시키면서 생성되는 차아염소산수의 성상을 조사하여 다음 표와 같은 결과를 얻었다. 고정된 전압 하에서의 암페어를 변동시키면 전해질 투입 펌프의 맥동 펄스가 증감되어 이에 따라 전해조에 투입되는 전해질량도 증감되는 시스템을 이용하였다. 희석원수의 pH는 7.1, TDS는 85였고 전해수 생성량은 분당 3.0L 였다.

<표 1. 고염소농도 미산성차아염소산수 생성 시험 결과>

전극 전하량		전해질 I			전해질 II		
V	A	pH	*ACC (ppm)	전해질 투입량 (mL/분)	pH	ACC (ppm)	전해질 투입량 (mL/분)
8	2.5	6.1	53	2.83	5.8	46	3.42
	3.0	5.2	56	4.00			
9	2.5	6.5	39	2.42	5.9	47	3.83
	3.0	5.8	49	2.92	5.3	55	4.67
	3.3	5.6	53	3.33	4.1	65	5.67
10	3.0	6.3	45	4.00	5.6	61	3.33
	3.3	6.0	51	4.67	2.5	62	4.00
	3.5	5.8	55	5.00	5.0	65	5.25
	3.7	5.3	59	5.25			

*ACC : 유효염소농도 (Available Chlorine Concentration)



<사진 1. 고염소농도 미산성차아염소산수 생성장치>

(마) 고찰

상기 표 1.에서 알수 있는 바와 같이 동일한 전극전하량 하에서 전해질 II가 전해질 I에 비하여 고염소농도의 미산성차아염소산수를 생성 할 수 있었으며 전해질 투입량에 대한 염소 생성 효율성은 전해질 I의 8V, 2.5A 구와 전해질II의 10V, 3.0A 구가 가장 높았으며 전해질 II의 10V, 3.0A~3.7A는 매우 낮은 편이었다. 실용적이면서 단시간내에 가장 높은 살균력을 나타낼 수 있는 시험구는 전해질 II의 10V, 3.5A 구로서 65ppn을 시현 하였다.

(바) 금후의 시험계획

본 시험은 복극식의 전해조에서 최대전류밀도 0.055A/cm²로 시행되었으나 금후 1차년도 연구기간 종료전까지 전류밀도를 2~3배 증가시키고 또한 단극식의 전해조와 전해질을 다양화한 시험을 실시 할 예정이다.

다. 약산성차아염소산수 제조방법의 개발

(1) 유격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법

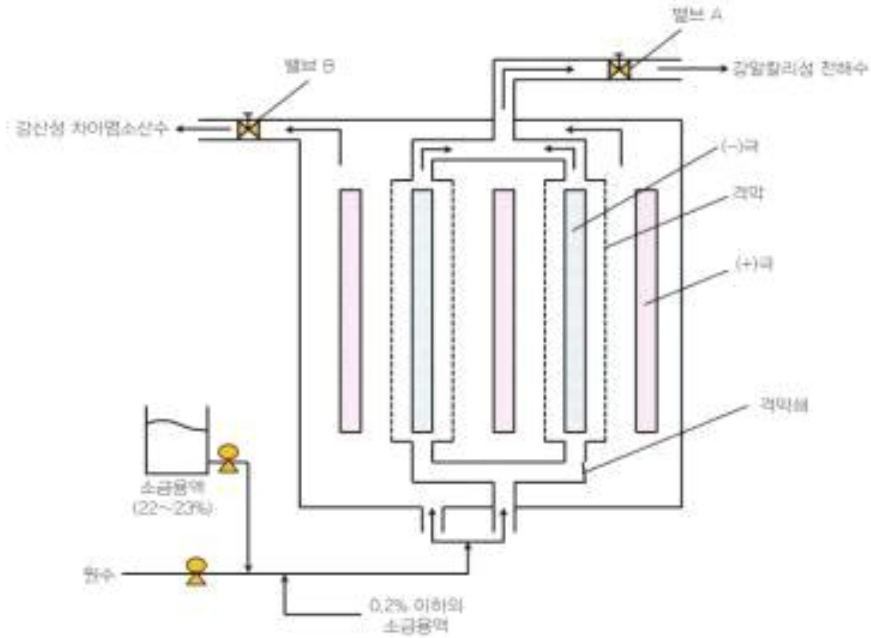
(가) 전극 및 격막

- (+)극 : 이리듐옥사이드(IrO₂) 소결 티타늄(Ti) 판 3매
- (-)극 : 백금(Pt) 도금 티타늄 판 2매
- 전극의 크기 : 55 × 120mm (두께 0.5t)
- 전극간 간격 : 3.7mm
- 음·양극간 사이에는 폴리에스테르 부직포형 중성이온교환 막이 전극과는 1.85mm 간격으로 배열된 것

(나) 전해조 구성도 ⁶⁾



<강전해수 생성장치>



<그림 6. 유격막전해조 구성도>

(다) 생성된 강전해수의 혼합에 의한 방법

원수 (pH 7.1, TDS 85) 10L에 22% 소금용액 45mL을 첨가한 희석소금용액을 분당 2.7L로 본 전해조에 투입하여 전극에 DC 16A, 12V를 인가하였다. 그림 6. 에서 보는 강알칼리성전해수 토출구 밸브 A와 강산성전해수 토출구밸브 B를 조정하여 강산성차아염소산수와 강알칼리성 전해수의 생성량을 1,350mL로 동일하게 하였을 때, 강산성차아염소산수의 pH는 2.5, 유효염소농도는 50mg/kg(ppm) 이였고 강알칼리성 전해수의 pH는 11.3 이였다. 상기의 강산성차아염소산수와 강알칼리성 전해수를 각종 비율로 혼합한 결과 아래 표 2.과 같은 성상의 혼합수를 얻었다.

<표 2. 강산성차아염소산수와 강알칼리성 전해수의 혼합>

혼합량 및 비율		성 상	
강산성차아염소산수	강알칼리성 전해수	pH	유효염소농도(ppm)
1350 (1)	1350 (1)	10.30	24
1350 (2)	675 (1)	9.95	32
1350 (3)	450 (1)	6.34	37
1350 (4)	340 (1)	3.41	39
1350 (10)	135 (1)	2.72	43
1350 (20)	67 (1)	2.60	47

상기 표 2.에서 알 수 있는 바와 같이 생성된 전해수의 혼합에 의한 약산성 차아염소산수의 제조는 강산성차아염소산수의 4L에 강알칼리성 전해수 1L의 비율로 혼합함으로써 가능하였다. 이렇게 함으로써 약산성차아염소산수의 생성량이 강산성차아염소산수 생성 시 보다 약 25% 증가하는 효과를 보였다.

(라) 전해조 내에서의 강전해수 혼합방법

생성된 양극수(강산성차아염소산수와 강알칼리성 전해수)의 혼합에 의하여 약산성 차아염소산수를 제조하는 것은 매우 번거롭고 정확하지 않을 수 있으므로 전해조내에서 양극수가 혼합될 수 있도록 하여 편리성과 생산성을 검토하였다.

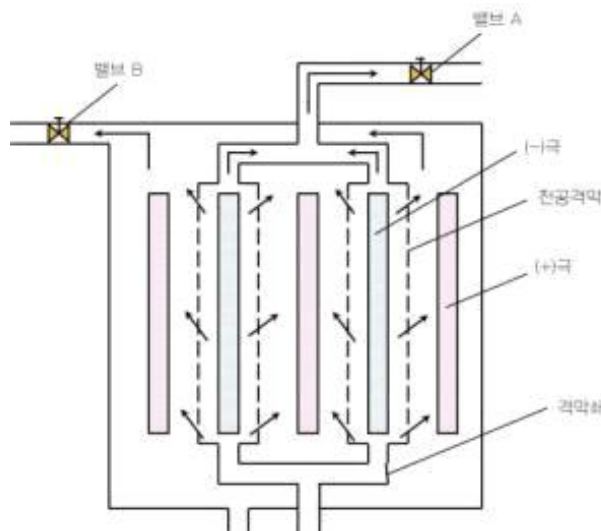
① 토출구 밸브의 조정

강알칼리성 전해수 토출구 밸브 A(그림 6.참조)의 열린 정도를 축소시킴으로서 상대적으로 강산성차아염소산수의 생성량을 높혀 pH가 2.7이상 5.0이하로 되고 염소농도는 본래의 강산성차아염소산수 보다 낮아진 약산성차아염소산수를 생성할 수 있었다.

그러나 본 방법은 강알칼리성 전해수 토출량을 강제 제한함으로써 (-)전극을 위요하고 있는 격막의 안쪽에서 바깥쪽으로 압력을 가하게 되므로 격막이 바깥쪽으로 점차 부풀어 늘어져 격막과 인접되어 있는 (+)극과 접촉되므로 전극전압이 높아져 격막과 전극이 훼손되는 위험이 있게 되는 결점이 있었다.

② 천공된 격막의 이용과 토출구 밸브의 조정 ⁷⁾

아래 그림 7.에서 보는 바와 같이 격막에 구멍을 내고 강알칼리성 전해수 토출구 밸브A의 열린 정도를 조정함으로써 강산성차아염소산수 생성장치를 이용하여 약산성차아염소산수를 용이하게 생성할 수 있었다.



<그림 7. 천공된 격막 이용 모식도>

위 그림 7.에서 보는 바와 같이 이온투과 격막이 8mm 구경의 구멍을 12개 뚫어 공경의 면적이 603mm² (이온투과 격막면적의 9.2%)로 한 상태에서 밸브A의 개방도를 1/2 (폐쇄도 1/2)로 하고 전해조건은 ③에서와 같이 하였을 때 표 3.에서 보는 약산성차아염소산수를 생성하게 되었다.



<그림 8. 천공격막 내에 음극이 삽입된 모양>

<표 3. 약산성차아염소산수의 생성>

	생성수량(mL/min)	성 상	
약산성차아염소산수	2,100	4.5	43
강알칼리성 전해수	650		

이와 같이 천공 격막과 밸브A 조정 방법에 의하여 전해조내 소금용액 2,700 mL를 생성 할 수 있어 투입량에 대한 약산성차아염소산수 생성효율은 77~78%로서 생산효율성이 높았으며 이온투과격막의 늘어짐 현상이 발생 하지 않아 산업적으로 매우 유용한 안정성을 보였다.

(마) 고찰 및 평가

강산성전해수 생성장치는 양극측에서는 살균과 수취기능을 갖는 강산성차아염소산수를 생성하고 음극측에서는 세정(Biofilm 및 유지 성분 제거) 및 소취기능을 갖는 강알칼리성 전해수를 생성 할 수 있는 장치로서 세정과 살균소독이 동시에 필요한 식품제조 가공 업체 (CIP, 알칼리성 전해수 전처리에 의한 강산성차아염소산수의 살균력 향상 등), 유기성 암모니아, 염화수소 같은 염기성 및 산성약취를 동시에 제거 할 필요가 있는 환경 업체 등에서 기존의 독성 화학물질을 대체 사용 할 수 있는 유용한 물질을 생성 할 수 있는 장치 중에 하나이다.

이러한 전해 장치를 이용하여 약산성차아염소산수를 생성 할 수 있게 하는 제도의 취지는 강산성차아염소산수가 지니는 자극성 염소(Cl₂) 냄새의 경감과 낮은 pH로 인한 금속부식성 플라스틱 및 고무류에 대한 취화성을 방지하기 위한 설정으로 판단된다. 생성되는 강산성차아염소산수와 강알칼리성 전해수를 전해조 외부에서 혼합하여 약산성차아염소산수를 생성하는 것은 실용성이 매우 낮다고 보며 본 연구에서 제안하는 바와 같이 천공격막과 음극수 토출구 밸브 조절에 의한 전해조내 혼합 방식은 산업적으로 매우 유용한 방법으로 평가 된다.

(2) 무격막 전해수 생성장치를 이용하는 방법

염산을 전해질로 하여 무격막전해조에서 약산성차아염소산수를 생성하는 방법은 식품첨가물공전상에 수재되어 있는 방법은 아니나 약산성차아염소산수의 pH 범위가 2.7이상 5.0이하이며 함유하는 염소성분이 차아염소산(HOCl, Hypochlorous acid)이므로 이러한 성상의 물질은 염산 또는 염산에 소금을 첨가한 것을 전해질로 하여 무격막 전해조에서도 생성이 가능하므로 금후의 행정적 제도변화와 식품산업 외 다양한 시장요구에 대비하여 본 생성방법을 개발하였다.

(가) 생성시스템

전해조의 구성과 전극 및 전해질은 앞서 기술한 (2)의 (가) " 혼합전해질에 의한 고 염소농도 미산성차아염소산수의 생성" 과 동일하게 함

(나) 전해시험

상기의 전해조에 전해질용액 I, II를 분당 3.83~6.42mL로 투입하고 전해하여 생성된 고농도 염소용액을 원수(pH 7.1, TDS 85)로 혼합반응시키어 분당 3L의 약산성차아염소산수를 생성하였다. 전극인가 전하량은 8~10V, 3.0~4.0A로 하였으며 그 전해결과는 다음 표 4. 와 같았다.

<표 4. 약산성차아염소산수 생성 시험결과>

전극 전하량		전해질 I			전해질 II		
V	A	pH	*ACC (ppm)	전해질 투입량 (mL/분)	pH	ACC (ppm)	전해질 투입량 (mL/분)
8	3.0	-	-	-	4.0	60	5.42
	3.8	3.8	59	5.00	3.7	62	6.08
9	3.3	-	-	-	4.1	65	5.67
	3.5	4.8	60	3.83	3.9	70	6.00
	3.7	4.3	69	4.17	4.1	75	6.42
	4.0	4.0	72	4.67	-	-	-

10	3.7	-	-	-	4.1	68	5.42
	4.0	4.6	60	5.42	3.7	73	6.00

(다) 고찰

상기 표 4. 에서 보는바와 같이 약산성차아염소산수의 pH범위 내에서 전해질 I, II 공히 전극전하 암페어(A)가 증가할수록 유효염소농도가 높아지는 경향이 뚜렷하였고 특히 9V 전압상태에서 전해질 II의 9V, 3.5A 시험구가 가장 높은 유효염소농도 75ppm을 나타내었고 전해질 I의 9V, 4.0A 시험구와 전해질 II의 10V, 4.0A 시험구가 그 다음으로 높은 72~73ppm을 나타내었다.

투입되는 전해질양의 효율성 측면에서 관찰할 때 전해질 I의 9V, 3.5~3.7A 시험구 시험구가 가장 우수하였으며 전해질 II 시험구에서 알 수 있는 바와 같이 전해질의 구성비율 중 염화나트륨(NaCl)의 함량이 높아질수록 전해질 투입량에 대한 유효염소 생성량의 효율성은 저하되는 경향을 보이고 있다.

2. 벤츨리관형 회석장치를 이용한 소형 미/약산성차아염소산수의 핵심 부품개발

시간당 120~200L 생성의 소형 미/약산성차아염소산수 생성장치를 위한 핵심 부품 개발내용은 다음과 같다.

가. 전극 및 전해조 개발

(1) 전극의 크기

본 연구개발주관기관인 한국코스믹라운드(주)가 기 개발한 미산성차아염소산수 생성장치 (BC-240, 360)에 기초하여 3전극 2셀(cell) 구조의 복극식 접속법으로 하여 단자 전극의 크기는 25×80mm, 중간전극은 34×72mm로 하였다.

(2) 전극의 재질

전극의 소재로서는 음·양극 공히 티타늄(Ti)판을 사용하였고 (+)극(Anode)은 염소(Cl₂) 발생에 대한 과전압이 낮은 Ru(Ruthenium), Ir(Iridium), Ta(Tantalum)등의 산화화물을 Ti판에 도포 소결한 것을 대상으로 하여 염소생성량이 많고 모재로부터 탈리현상이 적어 내구성이 높은 것을 본 생성기에 사용할 전극으로 선택하였다. 인가전류 3Amp로 NaCl이 500ppm 함유된 용액을 유격막전해조 내에 순환시키면서 15분간 유효염소농도 발생량을 조사한 결과 아래표에서 보는바와 같이 Ir와 Ta를 7:3 mol%로 혼합용해한 것을 도포소결한 전극 즉 Ti/IrO₂ + Ta₂O₅ 전극이 유효염소 발생량이 Ir 단독 혹은 Ir+Ru 용액도포 전극보다 우수 하였다.

구 분	전해시간 (min)	potential		유효염소농도 (ppm)
		A	V	
Ti/IrO ₂	15	3	53	59
Ti/RuO ₂	15	3	18.8	59
Ti/IrO ₂ +Ta ₂ O ₅	15	3	16	74

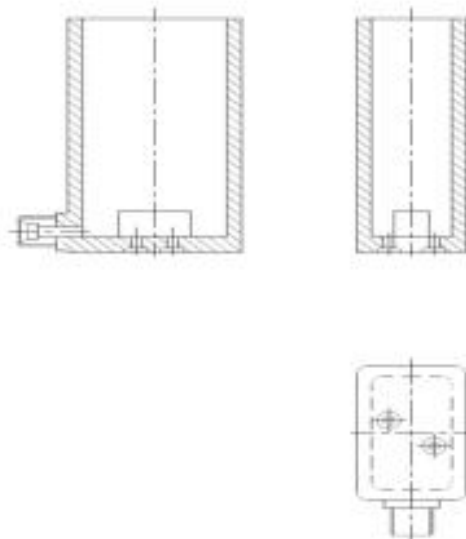
(-)극은(cathode)은 수소발생 과전압이 낮으며 (+)극과의 전자수수가 우수한 전극이 요구되기 때문에 티타늄 기판위에 Pt(Platinum)를 전기화학적 증착법으로 도금한 Ti/Pt 전극을 사용하였다. 중간 전극으로는 (+) 단자 전극에 대항하는 면은 Pt를, (-)단자 전극에 대항하는 면은 Ti/IrO₂ + Ta₂O₅를 도포 소결하여 제조하였다. Ti/IrO₂+Ta₂O₅를 도포소결한 전극은 IrO₂ 단독 처리한 것 보다 모세로부터 탈리가 적어 전극 수명이 연장되는 효과를 보였다.

(3) 전극의 배치

(+)단자전극, 중간전극, (-)단자 전극으로 배열하였으며 전극간 간격은 4.9mm로 하였다.

(4) 전해조 하우징 개발

도면 1.에서 볼 수 있는바와 같이 앞서 기술한 전극을 수용, 배치 할 수 있는 전해조의 크기는 47.5(W)×30(D)×84(H)mm로서 재질은 PVC로 하였으며 전해질 입수부 1개구와 전극단자 연결수 2개구를 갖는다.



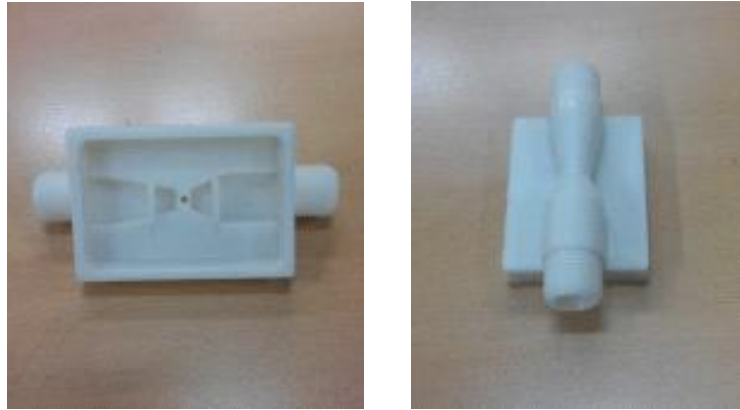
<도면 1. 전해조 하우징 도면>

(5) 전극의 수명 : 2,000시간

3. 희석장치 개발

가. 벤츄리관형 희석장치

전해조 내에서 전해질(염산 또는 염산 + 일가염화물)의 전해에 의하여 생성된 고농도 염소(Cl_2 , 액상, gas상)를 별도 공급되는 원수와 희석반응 시키어 미산성차아염소산수를 생성함에 있어, 전해질 공급 펌프 용량의 최소화와 희석의 효율성 및 장비 간소화를 위하여 사진 1. 에서 보는 바와 같은 벤츄리관형 희석장치를 개발 하였다.



<사진1. 벤츄리관형 희석장치 사진>

벤츄리관형 희석장치는 희석원수 입수부, 고농도 염소액 및 가스 도출관과 희석원수가 직교되는 목부 및 생성수 출수부로 구성된다.

본 연구의 시간당 120~200L의 전해수 생성장치에 있어서는 희석원수 입수부와 생성수 출수부의 구경은 7.0~8.0mm, 목부는 2.0~3.0mm, 도출관은 1.0mm로 하였을 때 염소용액 도출이 가장 우수하였다.

나. 벤츄리관과 전해조의 접합에 의한 일체화

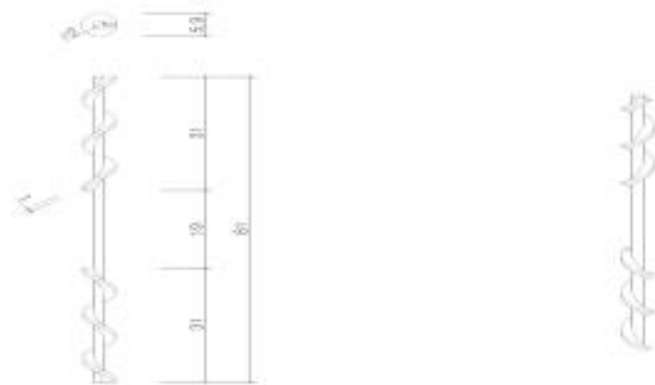
전해조와 벤츄리관은 사진 2.에서 보는 바와 같이 일체형으로 하여 고농도 염소용액의 도출과 희석혼합의 효율성을 최대화 하고 공간을 최소화 하였다.



<사진 2. 전해조와 벤츄리관 일체형 사진>

다. 스크류블레이드형 회석장치

전해조에서 전해질의 전해에 의하여 생성된 고농도염소용액과 gas가 회석수와 충분한 반응이 일어나지 않으면 미반응의 염소가 생성수에 용해되어 있다가 생성수 저장통에서 기화하여 염소자극취를 내고 생성수의 염소농도를 저감시키게 된다. 이러한 점을 개선하기 위하여 도면 2.과 같은 스크류블레이드를 사진 3.과 같이 출수부 도관에 삽입함으로써 와류혼합과 도관연장의 결과로 기액접촉을 최대화 하는 효과를 얻을 수 있었다.



<도면 2. 스크류블레이드 도면>



<사진 3. 스크류블레이드 사진>

즉, 스크류블레이드를 사용한 후에는 생성수에서 자극성 염소취가 감소하였고, 다음 표 5. 에서 보는 바와 같이 본 개발의 기술을 적용한 미산성차아염소산수의 유효염소농도는 생성 후 1일이 경과하였을 때 생성초기 농도의 96%를 유지하고 있었으나 본 개발의 장치를 적용하지 않은 미산성차아염소산수는 80%에 지나지 않는다. 본 개발장치를 적용하지 아니한 생성수는 충분한 기액 접촉이 이루어지지 않아 미반응의 염소가 휘발되었기 때문이라고 본다. 생성 2일 이후의 유효염소감소 속도는 본 개발장치의 적용 여부에 관계없이 동일하였다. 표5.의 시험방법은 각 각의 생성수를 500mL 비이커에 200mL씩 담아 개방 암 상태에서 보관하면서 매일 정하여진 시각에 디지털 비색계로 유효염소농도를 측정하였다.

〈표 5. 생성수 유효염소농도의 경시 변화〉

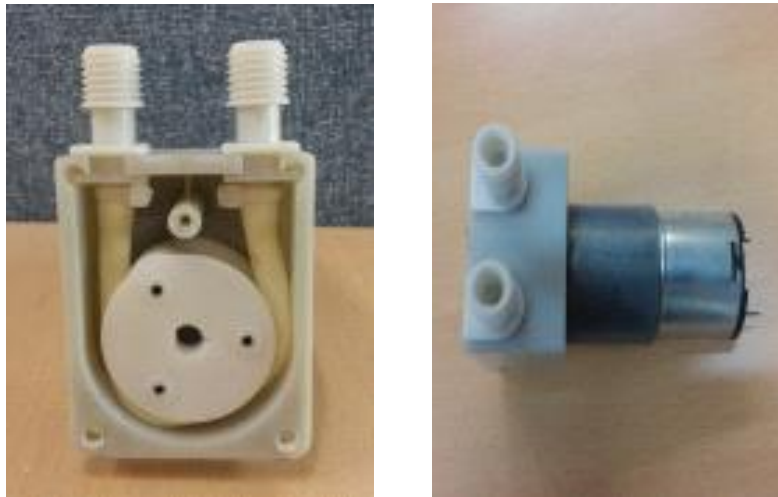
생성 후 경과시간	미산성차아염소산수 유효염소농도(mg/L)	
	스크류블레이드 불 삽입	스크류블레이드 삽입
생성 직후	25(100)	25(100.0)
1일	20(80.0)	24(96.0)
2일	18(72.0)	23(92.0)
3일	17(68.0)	22(88.0)
4일	16(64.0)	21(84.0)
5일	15(60.0)	20(80.0)

괄호 내 숫자는 유효염소농도의 잔존율을 나타냄

4. 염산공급펌프 개발

가. 특성 및 성능

본 연구개발을 통해 사진 4.에서 보는 바와 같이 전해조에 벤츄리관형 희석 혼합장치가 접속되어 있는 소형 미산성차아염소산수 생성장치(120~200L/시간)에 적합한 전해질 공급 펌프를 개발하였다.



〈사진 4. 염산공급펌프 사진〉

본 개발펌프는 벤츄리관 접속 전해조내의 배압(背壓)형성시 희석수가 역류하는 것을 방지하는 기능을 갖고있고 벤츄리관의 작용으로 전해조 내 생성물(고농도염소용액 및 gas)의 배출이 용이하기 때문에 일반 다이어프램 펌프보다 토출압이 적은 100KPA로 하였으며 배출용량도 최소화한 튜브연동형으로 유효수명은 5,000시간 이상의 장시간으로 하였다. 본 개발의 튜브연동형 펌프의 일반형과 비교한 특성 및 성능표는 다음 표 6.에서 보는 바와 같다.

<표 6. 다이어프램 / 튜브연동 펌프 비교표>

구 분	DIAPHRAGM	개량형 DIAPHRAGM	튜브연동
용량	200~220 mL/min	60~80 mL/min	25~35 mL/min
토출압	500KPA	220KPA	100KPA이상
RPM	430	80	60
모터사양	DC GEARED	좌동	좌동
재질	바이톤/SUS/PVC	좌동	PC/ABC, POM
장단점	중용량	소용량	소용량
	흡입속도빠름	흡입속도양호	흡입속도양호
	배압취약	배압취약	배압양호
	부식발생	부식발생	부식없음
	고비용	고비용	저비용

나. 펌프 내구성 테스트

본 개발 튜브연동 펌프의 내구성 테스트 조건과 테스트 결과는 다음 표 7.에서 보는 바와 같다.

<표 7. 내구성 테스트 결과>

일 자	가동시간(HR)	운송량(L)	누적이송량(L)	비 고
2013. 9.10	10	11	11	
11	6	6.6	18	
12	10	11	29	
13	10	11	40	
14	8	8.8	48	
15	9	9.9	58	
17	10	11	69	
18	10	11	80	
20	10	11	91	
21	10	11	102	
22	11	12.1	114	
24	12	13.2	128	

25	10	11	139	
26	10	11	150	
28	10	11	161	
29	10	11	172	
30	10	11	183	
10.1	10	11	194	
2	10	11	205	
3	10	11	216	
4	10	11	227	
6	10	11	238	
7	8	8.8	246	
8	9	9.9	256	
9	8	8.8	265	
11	10	11	276	
12	10	11	287	
13	10	11	298	
14	10	11	309	
16	10	11	320	
17	10	11	331	
18	10	11	342	
20	9	9.9	352	
22	10	11	363	
11.1	4	4.4	367	
2	10	11	378	
3	10	11	389	
4	10	11	400	
5	10	11	411	
6	10	11	422	
7	10	11	433	
8	12	13.2	447	
9	9	9.9	457	
10	10	11	468	
11	10	11	479	
12	10	11	490	
13	10	11	501	
14	10	11	512	
15	10	11	523	
16	10	11	534	
17	10	11	545	
18	9	9.9	554	

19	10	11	565	
20	10	11	576	
21	10	11	587	
22	10	11	598	
23	10	11	609	
24	12	13.2	623	
25	10	11	634	
26	10	11	645	
27	10	11	656	
28	11	12.1	668	
29	10	11	679	
30	12	13.2	692	테스트종료

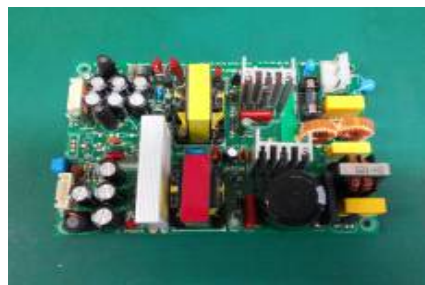
- 시험조건 : 5sec 가동 / 2sec 휴지의 반복구동 (10시간/일)
- 사용유체 : HCl (9%)
- Flow rate : 25mL/min

상기 표와 조건에서 보는 바와 같이 펌프의 작동이 5초 가동에 3초 휴지의 상태로 630시간 가동에서 균일한 작동상태를 보였고 실제 시간당 미산성차아염소산수 20L의 생성시에는 펌프작동이 1초 작동 7초 휴지의 양태를 보일 것이고 전해질은 4.5~6.0%의 염산을 사용할 것이므로 예견되는 펌프의 내구시간(순간작동시간)은 5,000시간 이상으로 추정된다.

5. 전원공급장치 및 PCB 개발

가. 전원공급장치

전극에의 전류밀도는 $0.05\sim 0.2A/mm^2$ 로 설계하고 고 염소농도의 차아염소산수 생성의 필요성을 고려하여 4.0V~10.0V, 4.5A를 공급할 수 있는 switching mode power supply를 사용하였다. 전원공급장치의 보호를 위하여 short circuit과 over current에 대한 기능을 부여 하였다. 크기는 100(W)×150(L)×38(H)mm로서 소형에 알맞게 디자인 하였다. 완제품의 모양은 사진 5.과 같다



<사진 5.>

나. PCB 개발

전해수 생성장치 제어프로그램의 주기능은 적정물성(pH, ACC)의 전해수가 생성 될 수 있도록 하는 제어기능과 전해질공급펌프, 희석수 솔레노이드 밸브, 저장탱크 자동/수동 운전제어 등 이고 부가기능으로서 전극 저전류, 과전류 및 희석원수 부족 등에 대한 경보 기능, 타이머 설정 등이 있다.

메인 CPU 기판에는 터치 LCD가 연결되어 있어 터치에 의한 운전조작과 운전상태를 실시간으로 표시하도록 하였다.

PCB 및 LCD의 크기는 102×72mm, 74.4×52.7mm이고 LCD의 DOT수는 240×320, backlight는 LED이다. 개발한 메인 CPU 기판과 터치 LCD의 모양은 사진 6. 사진 7. 에서 보는 바와 같다.



<사진 6. 메인 CPU>



<사진 7. 터치 LCD>

6. 기타 내외장 부품구조설계 및 금형제작

가. 기타 내외장 부품

(1) 매니폴더블럭

희석수 솔레노이드 밸브와 압력센서 취부구조로 벤츄리관 입수부로 희석수를 유도하는 관



<사진 8. 매니폴더블럭>

(2) 체크밸브

전해질 펌프에서 전해조로 이송되는 전해질의 역류방지기능
(그림 참조)



<사진 9. 체크밸브>

나. 금형제작

본 연구개발을 통하여 개발된 벤츄리관형 소형 전해수 생성장치의 산업화 양산을 위한 필요 사출물 제조용 금형리스트는 다음과 같다.

- 전해조 하우징
- 벤츄리관형 이젝터
- 스페이서 : 전극고정 및 간격유지
- 컨트롤링 : 전극단자 고정 및 누수방지
- 전해질 펌프의 바디 및 커버, 로테이션 블록, 홀더, 인·아웃 피팅
- 매니폴더블럭
- 체크밸브

다. 전해파트 ASS' Y 및 성능평가 시험

개발된 부품(전극, 전해조 및 벤츄리관형 이젝터, 매니폴더, 체크밸브 및 전해질 펌프 등)으로 구성된 전해파트 ASS' Y는 다음 사진 10.에서 보는 바와 같으며 성능시험 결과는 표 8.에 표기하였으며 누적가동 1,680시간 동안정상작동이 되었다. 이후 가동 시간을 연장하여 3,000시간 이상 시험할 예정이다.



<사진 10. 전해파트 ASS' Y>

<표 8. 전해성능 시험>

ED (mm)	ES (mm ²)	V	A	PH	ACC	가동시 간(hr)	누적가동 시간(hr)
5.1	4100+	4	2.2	6		8	8
		4	2.2	6	23	10	18
		4	2.2	6	22	8	26
		4	2.2	6.2	23	9	35
		4	2.2	6.3	18	8	43
		4	2.2	6	21	8	51
		4	2.2	6.4	18	9	60
		4	2.2	6.5	19	8	68
		4	2.2	6.3	23	8	76
		4	2.2	6.3	24	9	85
		4	2.2	5	30	10	95
		4	2.2	5.5	25	10	105
		4	2.2	6	23	10	115
		4	2.2	6.2	20	10	125
		4	2.2	6.4	20	10	135
		4	2.2			8	143
		4	2.2	6.2	22	9	152
		4	2.2	6.2	20	9	161
		4	2.2	6.4	17	9	170
		4	2.2	6.2	23	9	179
		4	2.2	6.3	21	9	188
		4	2.2	6.3	21	9	197
		4	2.2	5.9	25	9	206
		4	2.2	5.8	25	9	215
		4	2.2	5.8	25	9	224
		4	2.2	5.8	30	9	233
		4	2.2	6	18	10	243
		4	2.2	6	20	10	253
		4	2.2	6	22	18	271
		4	2.2			10	281
		4	2.2	6.2	20	10	291
		4	2.2	6	23	11	302
		4	2.2	5.9	27	9	311
		4	2.2	5.9	26	9	320
		4	2.2	6.2	20	9	329
		4	2.2	5.8	22	9	338
		4	2.2	5.7	29	9	347
		4	2.2	5.7	24	9	356
		4	2.2	5.4	25	9	365

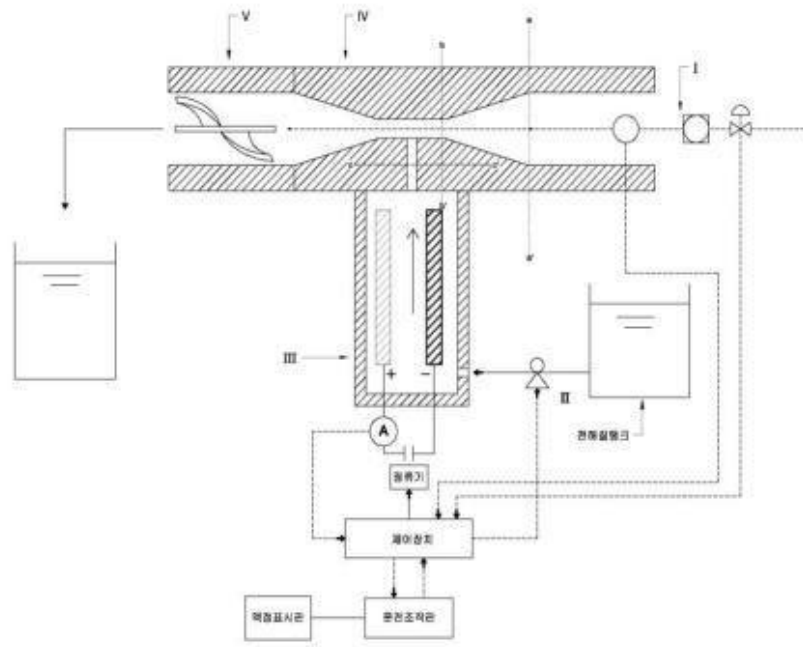
		4	2.2	5.5	25	9	374
		4	2.2	5.4	23	11	385
		4	2.2	5.7	29	10	395
		4	2.2	5.7	25	8	403
		4	2.2	5.4	25	8	411
		4	2.2	5.5	25	8	419
		4	2.2	5.9	25	8	427
		4	2.2	5.8	26	8	435
		4	2.2	5.8	26	8	443
		4	2.2	4	25	8	451
		4	2.2	4.3	29	8	459
		4	2.2	3.9	25	8	467
		4	2.2	5.9	25	8	475
		4	2.2	5.8	26	9	484
		4	2.2	5.8	26	9	493
		4	2.2	5.9	25	10	503
		4	2.2	5.7	29	10	513
		4	2.2	5.8	25	10	523
		3.8	2.2	5.2	29	8	531
		3.8	2.2	5.1	28	8	539
		3.8	2.2	5.1	29	8	547
		3.8	2.2	5	30	8	555
		3.8	2.2	4.9	30	8	563
		3.8	2.2	5	29	8	571
		3.8	2.2	5.1	28	8	579
		3.8	2.2	5	29	8	587
		3.8	2.2	5	29	8	595
		3.8	2.2	4.8	30	8	603
		3.8	2.2	5	27	8	611
		3.8	2.2	5.4	27	8	619
		3.8	2.2	5.3	27	9	628
		3.8	2.2	5.5	25	9	637
		3.8	2.2	5.1	29	9	646
		3.8	2.2	5.4	29	9	655
		3.8	2.2	5.5	25	9	664
		3.8	2.2	5.3	30	9	673
		3.8	2.2	5.3	30	9	682
		3.8	2.2	5.4	28	9	691
		3.8	1.9	5.6	28	9	700
		3.8	1.9	5.5	28	9	709
		3.8	1.9	5.5	28	9	718
		3.8	1.9	5.6	28	9	727

		3.8	1.9	5.7	25	9	736
		3.8	1.9	5.5	29	9	745
		3.8	1.9	5.6	27	8	753
		3.8	1.9	5.6	27	8	761
		3.8	1.9	5.7	25	8	769
		3.8	1.9	5.7	25	8	777
		3.8	1.8	5.9	23	10	787
		3.8	1.8	5.8	25	10	797
		3.8	1.8	5.9	24	10	807
		3.8	1.8	5.7	25	10	817
		3.8	1.8	5.8	24	10	827
		3.8	1.8	5.9	24	10	837
		3.8	1.8	6.1	23	10	847
		3.8	1.8	6.1	22	10	857
		3.8	1.8	6	23	10	867
		3.8	1.8	6.1	23	10	877
		3.8	1.8	6	24	8	885
		3.8	1.8	6	23	8	893
		3.8	1.8	5.9	25	8	901
		3.8	1.8	5.8	26	9	910
		3.8	1.8	5.8	25	9	919
		3.8	1.8	5.7	26	8	927
		3.8	1.8	5.7	25	8	935
		3.8	1.8	5.7	25	8	943
		3.8	1.8	5.7	26	9	952
		3.8	1.8	5.7	25	8	960
		3.8	1.8	5.6	26	8	968
		3.8	1.8	5.6	29	8	976
		3.8	1.8	5.6	28	9	985
		3.8	1.8	5.7	28	8	993
		3.8	1.8	5.7	29	9	1002
		3.8	1.8	5.7	28	8	1010
		3.8	1.8	5.6	30	8	1018
		3.8	1.8	5.7	29	10	1028
		3.8	1.8	5.7	28	9	1037
		3.8	1.8	5.8	27	8	1045
		3.8	1.8	5.6	30	8	1053
		3.8	1.8	5.5	30	9	1062
		3.8	1.8	5.6	29	8	1070
		3.8	1.8	5.6	28	8	1078
		3.8	1.8	5.8	25	11	1089
		3.8	1.8	5.6	29	9	1098

		3.8	1.8	5.6	30	9	1107
		3.8	1.8	5.6	29	9	1116
		3.8	1.8	5	31	10	1126
		3.8	1.8	4.9	30	8	1134
		3.8	1.8	4.8	32	10	1144
		3.8	1.8	5.4	29	10	1154
		3.8	1.8	5.5	30	8	1162
		3.8	1.8	5.5	29	10	1172
		3.8	1.8	5.6	28	9	1181
		3.8	1.8	5.5	29	8	1189
		3.8	1.8	5.4	30	8	1197
		3.8	1.8	5.4	30	9	1206
		3.8	1.8	5.4	31	10	1216
		3.8	1.8	5.4	29	10	1226
		3.8	1.8	5.2	30	9	1235
		3.8	1.8	5.3	31	8	1243
		3.8	1.8	5.3	30	8	1251
		3.8	1.8	5.2	32	8	1259
		3.8	1.8	5.3	32	10	1269
		3.8	1.8	5.3	31	9	1278
		3.8	1.8	5.4	29	9	1287
		3.8	1.8	5.4	29	9	1296
		3.8	1.8	5.3	30	8	1304
		3.8	1.8	5.2	31	8	1312
		3.8	1.8	5.2	30	9	1321
		3.8	1.8	5.2	30	8	1329

상기의 전해조 성능시험은 전해질로 염산만을 사용하여 저 암페어의 조건하에서 시험하였고 고 염소농도 생성을 위한 일가 염화물과 염산의 혼합전해질의 사용과 고전압 및 암페어 상승 조건에 의한 시험도 수행할 예정이다.

7. 본 발명에 따른 소형 미산성/약산성차아염소산수 생성장치 구성은 도면 3.에서 보는 바와 같이 구성 될 것이다.



<도면 3. 소형 미산성/약산성차아염소산수 생성장치 구성>

<부호에 대한 설명>

- I : 희석수 공급부, II : 염산공급부, III : 무격막전해조, IV : 벤츨리관,
- V : 기액 접촉부

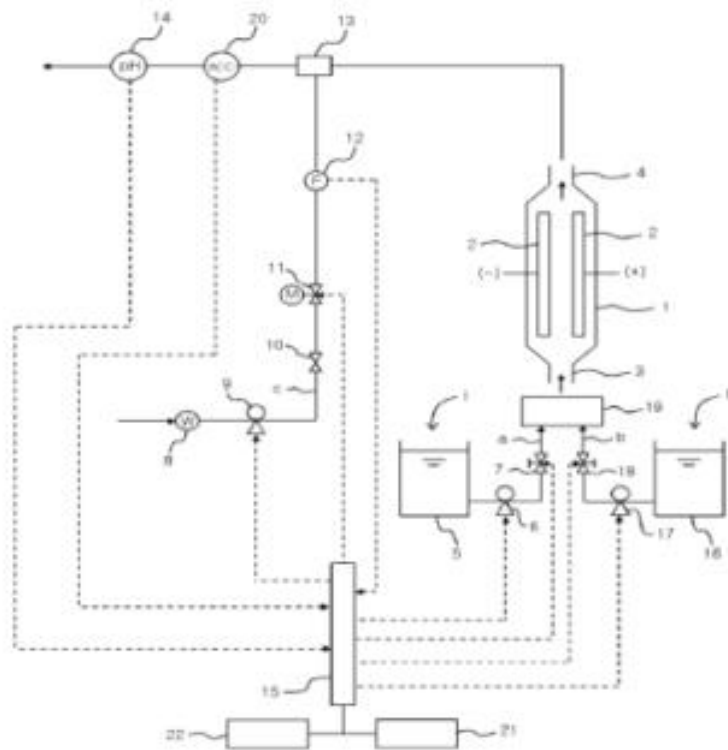
8. 신규 고농도 미산성차아염소산수 생성장치의 개발

본 보고서 1.의 나. 고염소농도 미산성차아염소산수 제조방법으로서 염산과 소금용액 혼합의 전해질 구성의 예를 제시하였고 이후 전해질의 혼합구성율을 다양하게 하여 기구 용기, 염·과채류, 생선류, 육류 등 피소독물의 종류에 따라 또는 희석원수의 물성(pH, 경도성분 등)에 따라 원하는 적정의 미산성차아염소산수를 자동적으로 생성할 수 있는 장치를 개발하였다.(특허출원 10-2014-0089289)

본 개발 장치에는 생성되는 전해수의 pH와 염소농도를 감지하는 센서를 생성 관로에 식설되어 있고 희망 성상의 미산성차아염소산수의 pH와 염소농도를 설정하여 놓은 후 운전하여 생성되는 전해수가 설정치의 범위를 벗어나게 되면 자동적으로 보정되어 원하는 성상의 미산성차아염소산수가 생성되도록 한 것으로 이는 그림 9.에서 보는 바와 같이 염산과 소금용액 탱크를 각 각 별도로 구비하여 각각의 필요한 양만을 정량펌프로 공급, 전해질 혼합부에서 혼합하여 전해조에 투입함으로써 이루어지게 된다.

예를 들어, 생성되는 전해수의 pH가 5.0미만이고 염소농도가 50ppm미만이면 소금용액 공

급 조절변을 자동제어에 의거 더 열어(또는 소금용액 공급펌프의 스트로크수를 증가시키어) 소금용액 투입량을 증가시킴으로써 생성전해수의 pH와 염소농도가 상승하게 되어 적정의 고농도 미산성차아염소산수를 생성할 수 있게 된다. 반면에 pH가 6.5를 초과하고 염소농도가 낮을 경우 염산공급량을 증가 시키고 필요에 따라 소금용액의 투입량도 증가시킴으로써 pH는 낮아져 6.5이하로 되고 염소농도는 상승하여 적정의 고농도 미산성차아염소산수를 생성할 수 있게 된다.



<도면 4. 신규 고농도 미산성차아염소산수 생성장치의 개발>

【부호의 설명】

- 1 : 무격막전해조 2 : 전극 3. 염산공급관 4. 도출관 5. 염산조
- 6 : 염산 공급 정량펌프 7 : 염산 공급 조절변 8 : 원수 공급원 9 : 원수 공급펌프
- 10 : 체크밸브 11 : 원수 공급 조절변 12 : 유량센서 13 : 희석 반응부 14 : pH 센서
- 15 : 제어회로 16 : 소금용액조 17 : 소금용액 공급 정량펌프 18 : 소금용액 공급 조절변
- 19 : 전해질 혼합부 20 : 염소농도 센서 21 : 조작반 22 : 디스플레이

9. 소용량 고효율 살균생성장치 개발

가. 주요부품개발

(1) 내외장사출품

본 연구에서는 무격막전해조에 6% 희석염산을 공급하여 전해하여 생성된 고농도의 산화액을 벤츄리관을 이용한 희석방식으로 Ph 5~6.5 유효염소농도 10~30ppm의 미

산성차아염소산수를 시간당 180L 생성할 수 있는 고효율생성장치를 개발하였다.

(*모델명 :BC-180S) 개발된 전해조는 희석염산의 전해에만 사용가능한 것이 아니고, 전해전압과 전류값의 가변에 의해 희석염산, 소금의 혼합전해질 투입에 의한 약산성 물성의 살균소독수생성도 가능한 것으로 확인되었다.

○ 사출품 리스트

구 분	부 품 명	소 재 명	color	비 고
외함부	메인바디	고광택ABS	화이트/와인	
	염산커버	“	“	
	버텀커버	“	“	
전해조부	전해조	PVC	그레이	
	이젝터	“	“	
	스페이서	“	“	
	컨트롤링	“	“	
염산펌프	하우징	PC/ABS	“	
	커버	“	“	
	로테이션블럭	POM	내츄럴	
	롤러	POM	내츄럴	
입수부	입수블럭	ABS	그린/와인	
출수부	출수블럭	고광택ABS	“	
	출수커버	“	“	
	파우셋	“	“	
배관부	피팅볼	PVC	그레이	
	피팅너트	“	“	
조작부	데코	고광택ABS	그린/와인	
	데코커버	ABS	블랙	
	조작버튼	ABS	화이트	
	브라켓	ABS	블랙	
패널/커버	백패널	고광택ABS	그린/와인	
	미들패널	ABS	블랙/화이트	
	SMPS커버	ABS	블랙	
기 타	염산흡입구	PVC	그레이	
	메인브라켓	ABS	블랙	

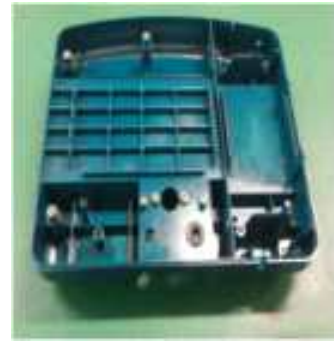
○ 사출품 사진



메인바디



열산커버



바텀커버



펌프롤러



피팅 / 컨트롤링



피팅너트



메인브라켓



데코커버



체크밸브 / 볼



이젝터 / 로테이션블럭



펌프하우징 / 커버



백패널



파우셋



입수블럭



조작버튼



SMPS 커버



데코커버



염산흡입구



출수커버

외장부품은 외관이 수려한 고품택ABS 수지를 사용하였으며, 내장패널 및 브라켓류는 일반 ABS를 적용 사출작업성을 고려해 소재를 선택하였다. 기능부품인 전해조 및 펌프소재는 내산성을 고려한 PVC 및 엔지니어링 플라스틱소재를 적용하였다.

(2) 기능부품

(가) 솔레노이드 밸브

원수를 투입 및 차단하는 장치로 엔지니어링플라스틱 소재로 구성되어 있다.

압력센서와 솔레노이드밸브는 매니폴더와 같이 구성되어 원수의 물량과 입수 여부를 조절하는 기능을 하게 된다.

*최대사용압력은 8Kgf/cm² , 입출수구경은 10∅



솔레노이드 밸브

(나) 유량센서

원수압을 확인하여 유량을 조절할 시 기준이 되는 수치값을 읽어내는 부품으로 엔지니어링프라스틱 소재로 구성되어 있다.

기존의 공압용 압력센서의 파손과 누수문제를 개선한 유체용 유량센서로 압력을 유량화하며 BC-180S의 균일한 물성을 유지하기 위해 유량의 변화에 따른 전류치 제어부와 연동되어있다.



솔레노이드밸브 / 유량센서

유량센서 물량테스트(1)							
NO	유량계 수치	유량(mL/ 30sec)	유량차	NO	유량계 수치	유량(mL /30sec)	유량차 (mL)
1	10	320		1	10	340	
2	15	380	60	2	20	430	90
3	20	440	60	3	30	560	130
4	25	500	60	4	40	670	110
5	30	550	50	5	50	770	100
6	35	615	65	6	60	910	140
7	40	650	35	7	70	1020	110
8	45	680	30				
9	50	740	60				
10	55	770	30				

11	60	850	80				
유량차평균(5스케일)			53	유량차평균(10스케일)			113
유량계 물량테스트(2)							
NO	유량계 수치	유량(mL/ 30sec)	유량차 (mL)	NO	유량계 수치	유량(mL /30sec)	유량차 (mL)
1	20	350		1	10		
2	40	700	350	2	30	550	
3	60	1100	400	3	50	940	390
4	80	1480	380	4	70	1220	280
유량차평균(20스케일)			376.7	유량차평균(20스케일)			335
유량계 물량테스트(3)							
NO	유량계 수치	유량(mL/ 30sec)	유량차 (mL)	NO	유량계 수치	유량(mL /30sec)	비 고
1	35	600		1	35	600	
2	45	790	190	2	45	850	
3	55	1000	210	3	85	1600	
4	65	1200	200		—	—	
5	75	1400	200		—	—	
유량차평균(10스케일)			200.0				

BC-180S의 적정유량은 Max 180L/Hr이며, 이때의 관로구경을 고려한 적정 압력은 약 60 Kpa으로 측정되었고 이를 유량센서 신호값으로 변환한 80~85 수치가 BC-180S의 적정 유량센서 신호값으로 결정되었다.

(다) 감압밸브

BC-180S 전해조의 최대허용 압력은 3~4Kgf/cm² 이며, 과도한 수압에 의한 전해조 손상과 균일한 물성을 유지하는데 필요한 소형감압밸브를 주문제작형으로 채택 적용 하였으며 최대허용 압력은 10Kgf/cm² 이며 니켈도금바디와 BRASS재질의 피팅으로 구성되어있다.



감압밸브

(라) 배관 및 피팅

장비의 내부배관은 내약품성과 내열성이 우수한 PTEF재질의 6mm,8mm 배관을 사용하였으며, 입출수부 외부배관은 PE재질의 8mm 위생배관을 적용하였다. PTEF 배관은 볼/너트 피팅으로 전해조, 펌프, 출수블럭과 연결되어있고 PE배관은 원터치 피팅으로 입수블럭과 파우셋에 연결되도록 하였다.

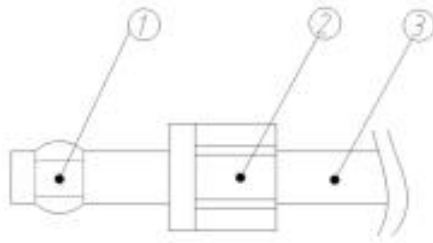


내부배관 (PTFE)



외부(입출수)배관(PE)

내부배관과 부품을 연결하는 피팅구조는 사출물인 볼과 너트캡 피팅을 이용한 누수방지구조로 적용하였으며, 재질은 내산성을 고려해 PVC 와 기능성 엔지니어링 플라스틱을 사용하여 내구성과 기능성에 중점을 두었다.



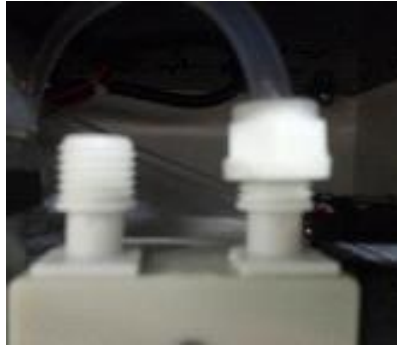
① 볼피팅 ② 너트캡 ③ PTEF배관



염산흡입관 연결구조



전해조 연결구조



염산펌프 연결구조



체크밸브 연결구조



배관지그

외부배관과 입출수 블록의 연결은 원터치, 투터치 피팅을 적용, 사용자 편리성에 중점을 두었다.



입수블럭 연결구조



파우셋 연결구조

(마) 수위레벨센서

저장탱크 사용시 자동/수동운전기능이 탑재되어 있으며, 이는 수위센서의 접점방식에 의한 만수위시 자동정지 및 저수위시 자동재가동 기능을 가능하게 한다.



수위레벨센서

나. 시제품제작 및 시운전

(1) 시제품(최종확정품)

부 품 명	사 양	기 능
전해조	109*48*30mm 입출수구경 : 8 Ø 전해질투입구 :6 Ø	최대내압 5Kgf/cm ² , 최대용량 : 180L/Hr
염산펌프	47*89*78mm 입출수구경 : 6 Ø	최대토출량 : 30mL/Min
SMPS	100*150*38mm	전압범위 : 4~10 V (4~6A)
메인PCB	102*72mm	염소농도조절,타이머,알람,저장탱크자동 /수동 운전기능
LCD	2.7" , DOT; 240*320	
솔레노이드밸브	55.5*35*28 입출수구경 10Ø	최대내압 8Kgf/cm ²
유량센서	58*37*37Ø 입출수구경 12	최대유량 30L/min, 최대내압 1.75MPA
체크밸브	85*24mm	최대내압 5Kgf/cm ²
배관(6Ø:355,175,300mm 8Ø: 185, 190mm	
염산탱크	150*70*230mm (2L)	

(2) ASS' Y 시제품 시운전

전기기계적 성능과 안전성에 관한 ASS'Y시제품의 실험을 반복 실행하였으며 실험기준은 다음과 같았다.



(가) 성능에 관한 시험

NO	항 목	시험기준	시험방법
1	SMPS	출력전압 3.5~4.5V 확인	운전버튼 조작후 전해조단자 전압측정
2	유량센서	유량센서수치 80~90범위 유량측정	30초동안 1.5L±5% 유량 확인
3	솔레 노이드	리턴스프링 반복동작 확인	20회 연속 운전/정지 반복
4	누수 테스트	원수압 80KPA에서 누수없을 것 (유량센서 수치 ; 160)	입력수압 80KPA에서 10분간 배관누수관찰 5회 반복
5	체크밸브	원수압 80KPA에서 염산투입 확인	전해조내부 염산투입 육안확인
6	설정기능	전류치/타이머/알람/탱크설정 확인	전류치; 스케일변동 확인 타이머 : 타임스케일 전환 확인 저장탱크(센서) ; 자동 ,수동기능 확인

(나) 물성에 관한 실험

시제품테스트는 염산공급량에 대한 차아염소산농도와 적정 pH에 중점을 두었으며, 최종 결정된 6% 희석염산을 사용한 미산성차아염소산수의 생성물성은 다음과 같았다.

BC-180S 시제품 TEST (미산성 범위)									
NO	G	S	생성량	V	A	pH	ACC	시험시간(H)	
1			3L/Hr	3.8	2.25	6	23	10	
2				3.8	2.25	6	23	8	
3				3.8	2.25	6	22	9	
4				3.8	2.25	5.9	23	9	
5				3.8	2.25	5.7	18	9	
6				3.8	2.25	5.9	21	8	
7				4	2.35	5.9	18	8	
8				4	2.45	5.8	19	8	
9				4	2.35	6.1	23	10	
10				4	2.35	6.1	24	10	
				4	2.85	5	30	9	
				4	2.65	5.5	25	9	
				4	2.45	6	23	9	
11				4	2.45	6.2	20	9	
12				3.8	2.4	6.4	20	9	
13				3.8	2.4	6.2	22	9	
14				3.8	2.4	6.2	20	9	
15				3.8	2.4	6.2	17	9	
16				3.8	2.15	6.2	23	8	
17				3.8	2.15	5.4	21	8	
18				3.8	2.15	5.9	30	8	
19				3.8	2.15	6	18	8	
20				3.8	2.15	6	20	8	
21				3.8	2.15	6	22	9	
22				3.8	2.2	6.2	20	9	
23				3.8	2.2	6.4	23	9	
24				3.8	2.2	6.3	27	9	
25				3.8	2.2	6.1	26	9	
26				3.8	2.2	6.2	20	10	
27				3.8	2.2	5.4	22	10	
28			3.8	2.2	5.7	29	10		
29			3.8	2.1	5.7	24	10		
30			3.8	2.1	5.4	25	10	실험 종료	
평균물성치					2.3	5.9	23		

사용된 전해조는 약 1300시간 사용된 전해조를 재사용하였으며, 펌프 및 타 시제품은 신규로 제작된 제품을 사용하였다. ASS'Y시제품 시험기간동안의 평균 물성은 pH 5.9

유효염소농도 23mg/L였으며 원수의 수질에 따라 일관된 물성이 생성되지 않을 경우도 있었으나 전해전압 3.8V ,설정전류치 2.2A에서 미산성기준에서 양호한 결과를 얻을 수 있었으며, 평균염산소비량은 95 mL/Hr 이었다.(원수정보:pH 7.2, TDS:85)

BC-180S 시제품 TEST (약산성 범위)									
NO	G	S	3L/Hr	V	A	pH	ACC	시험시간(H)	비 고
1				4.5	2.4	4.5	35	6	
2				4.5		4.5	33	17	
3				4.5		4.3	35	27	
4				4.5		4.3	31	35	
5				4.5		4.5	35	41	
6				4.5		4.4	32	48	
7				4.5		4.3	36	57	
8				4.5		4.3	36	67	
9				4.5		4.3	36	75	
10				4.5		4.3	36	85	
11				4.5	2.5	4	37	95	
12				4.5		4.1	36	100	
13				4.5		4	37	108	
14				4.5		3.9	38	118	
15				4.5	2.7	3.8	39	128	
16				4.5		3.8	40	135	
17				4.5		3.9	40	145	
18				4.5	2.8	3.8	42	152	
19				4.5		3.7	45	162	
20			4.5		3.6	43	172		

약산성테스트는 염산6% 와 소금6% 용액을 8:2 비율로 혼합한 전해질을 사용하였으며, 전해전압 4.5 V에서 설정전류치를 2.4 ~ 2.8A범위로 하여 물성을 확인하였다.

2.7~2.8A에서 양호한 결과를 얻을수 있었으며, 장기간 테스트시 더 높은 전류치 조건에서의 더욱 양호한 물성도 기대할 수 있으나 전해조 수명 및 전해질의 과소모등의 문제가 발생할 수 있어 최대전류치는 2.8A를 초과하지 않았다. 혼합전해질소비량은 130mL/Hr 였다.

다. 제조공정 및 성능시험

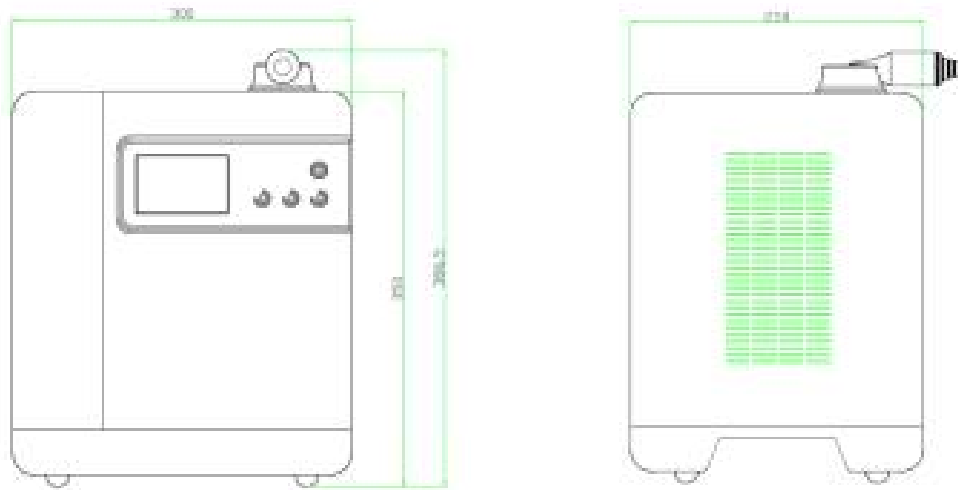
(1) 사 양

항 목	사 양
모델명	BC-180S
사용장소	실내
전원전압(V)	AC220V 단상×50/60Hz

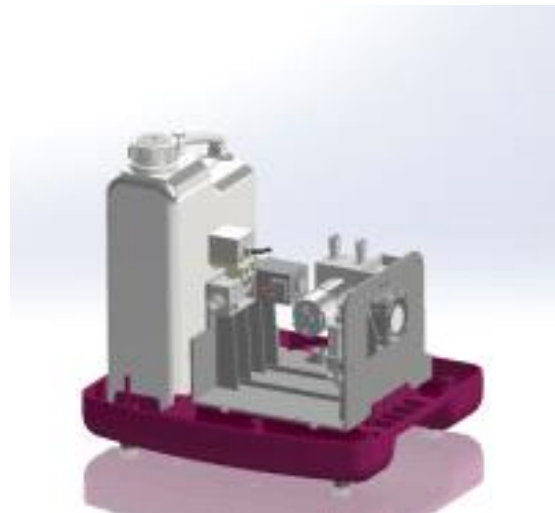
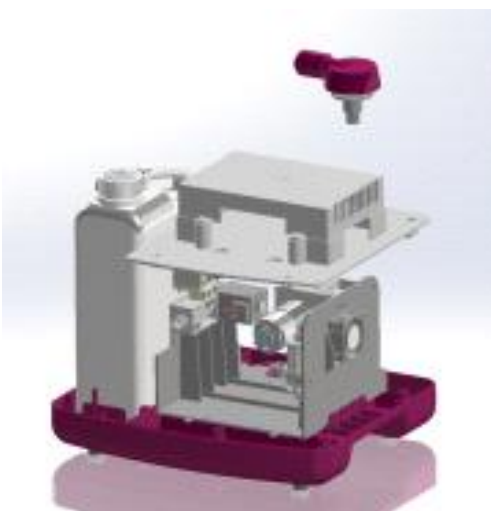
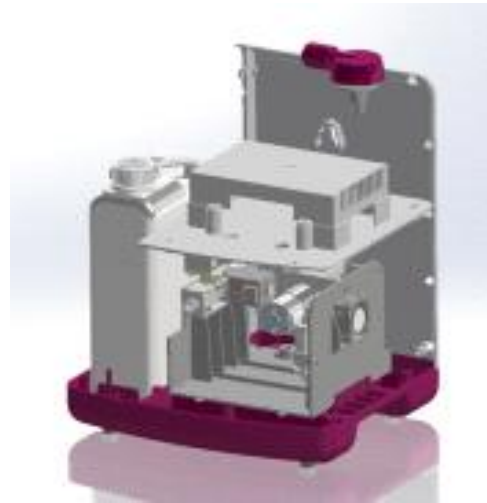
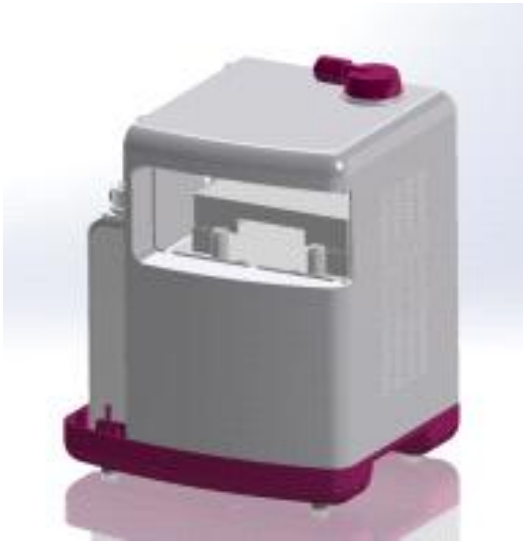
본체재질	ABS
전해조재질	PVC
전극재질	Ti/Pt , Ti/Ir
배관재질	PTFE , PE
급수압력	0.05~ 0.2 MPA
소비전력(W)	55
조작방법	버튼방식
생성량(L/hr)	MAX 180
원수입구 / 출구사이즈	8∅
공급수	수도수/지하수
원료염소농도(%)	6
염산사용량(mL/Hr)	90~95
염산용기용량(L)	2
본체치수(W×D×H :mm)	300*250*350
중량(Kg)	6.4

(2) 외형도 및 치수

(가) 2D 도면



(나) 3D 도면



(다) 제품사진



정면사진



좌측면사진



우측면 사진



후면사진



내부사진

(3) 제조공정

조립공정	조립순서	중요POINT	관련규격
전해조부 조립	○ 메인브라켓과 매니폴더를 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 메인브라켓과 전해조를 조립한다. (매니폴더+전해조 배관연결)	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 메인브라켓과 체크밸브를 조립한다. (체크밸브+전해조 배관연결)	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 메인브라켓과 펌프브라켓을 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 펌프브라켓과 튜브연동펌프를 조립한다. (펌프 출수부 배관연결)	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 메인브라켓과 버팀커버(바디R조립상태) 를 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 전해조와 펌프 출수배관을 연결한다.	배관피팅체결 상태확인.	전동스크류
	○ 펌프/밸브/센서/팬선을 정리한다.	결선부위 확인	오감검사
제어실조립 SMPS/DEC ○ 연결	○ SMPS와 중간판넬을 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ 중간판넬과 바디R을 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	전동스크류
	○ LCD와 데코를 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	스크류 드라이버
	○ 메인PCB와 데코를 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	스크류 드라이버
	○ 데코와 데코커버를 조립한다.	SCREW 체결 상태확인	스크류 드라이버
	○ SMPS와 데코 커넥터를 연결한다.	체결 상태확인	
	○ 펌프/밸브/센서/팬/전해조단자선 커넥터 와 데코 커넥터를 연결한다.	체결 상태확인	
	○ 데코와 바디R을 조립한다.	체결 상태확인	
	○ 펌프/밸브/센서/팬/전해조단자선 커넥터 와 중간 커넥터들을 연결한다.	체결 상태확인	

	○ 센세단자를 연결한다.	체결 상태확인	
	○ 메인전원코드를 연결한다.	체결 상태확인	
	○ 바디R과 배면커버(백판넬)을 조립한다.	SCREW체결 상태확인	전동스크류
염산실 조립	○ 염산흡입부 피팅과 염산통 캡을 조립 한다.		육안검사
	○ 염산통캡과 펌프연결부 캡을 연결한다.	체결 상태확인	육안검사
바디L 조립	○ 바디R 과 바디LDMF 조립한다	단차 확인	육안검사

(4) 최종성능시험

BC-180S의 부품성능은 시제품테스트에서 품질신뢰성을 확보했으나, 최종 승인된 사출물의 ASS'Y 과정에서 일부 부품들의 간섭현상이 발생하였고 이를 해결하기 위해 외함과 전해조부 파트에 3차례의 금형수정을 진행하였다. 특히 전해조부는 유지보수의 용이성을 확보하기 위하여 모듈형태로 구성되었고, 다른형태의 외함과도 ASS'Y가 용이한 독립구조로 개발되어 살균관련 타 제품들과의 호환도 가능하도록 개발되었다. 최종성능시험은 2주동안 진행되었으며 ASS'Y 부품들의 연동된 기능 확인과 전해조 조건압과 설정전류치 변화에 따른 생성물의 물성을 확인하였고 최종 생성물에 적합한 생성조건을 확보할 수 있었다. 최종성능시험은 시험메뉴얼에 의해 진행되었으며, 시험메뉴얼에 의한 진행을 통해 최종검사성적서를 작성하여 장치의 운전안정성에 대한 분석과 평가를 완료하였다.



BC-180S

BC-180S 성능시험메뉴얼		
순서	검 사 내 용	확 인 사 항
1	입출수부 배관연결	
2	전류치 설정	
3	수위센서 연결	
4	염산탱크 연결	
5	운전	
6	생성량확인	유량센서80~85 (40 KPA 전후)
7	전해전압 확인 (전극단자)	
8	누수확인	입수부 배관/피팅
		염산펌프 피팅
		전해조 단자
		전해조 입출수부
		체크밸브
		출수부배관/피팅 출수부클립
9	저장탱크 기능확인	자동 / 수동
10	수위센서단자 분리	
11	타이머 동작확인	5분 설정
12	물성 확인	pH ACC
13	정지	
14	염산탱크 분리	
15	희석수(물)탱크 연결후 운전	
16	저전류알람 확인 (2회)	현재전류치 : 0.5A 이하확인
17	희석수(물)탱크 분리후 운전	
18	원수밸브 차단	
19	원수부족알람 확인	
20	입수부 배관 분리상태 운전	2~3회
21	출수부 배관분리 운전	1회

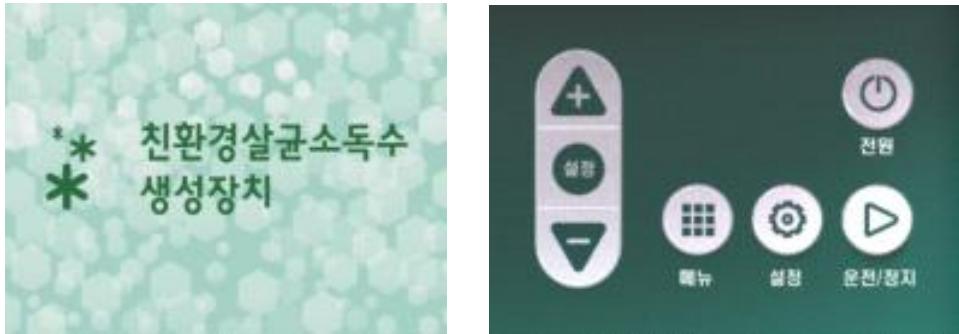
최종검사성적서

품 명	살균소독수 생성장치	형번	BC-180S	검 사 일	
고객명		S/N		검 사 자	
검사항목	방식	판 정 기 준		측 정 치	판 정
겉모양	전수	변형, 균열, 깨짐, 접합부, 어긋남, 예리한 부분 등이 없을 것		육안검사	합 / 부
		모양이 바르고 조립상태양호 동작이 원활할 것.		“	합 / 부
		광택색조가 균일 얼룩 등 없어야하고 출수 커버 및 버팀커버등의 조립이 견고할 것.		“	합 / 부
		가동부 충전부등은 보호외곽으로 둘러 쌓여 있고 문경칩 덮개 는 안전한 구조일 것.		“	합 / 부
전해전압	전수	전해전압은 00~00 V 범위 이내일 것			합 / 부
생 성 수 물 성	전수	수소이온농도 pH 5.0~6.5 범위이내일 것.			합 / 부
		유효염소농도: 10~30ppm 이어야 한다.			합 / 부
		생성량(시간): 170~190L 범위이내일 것	생성량: 원수압:		합 / 부
		설정전류치는 00~00 A 범위이내일 것			합 / 부
기능	전수	전류치설정			합 / 부
		타이머			합 / 부
		알람(저전류/과전류/원수부족/센서이상)			합 / 부
		탱크설정 (자동/수동)			합 / 부

라. 메뉴얼 1 (사용자메뉴얼)

화면 1. 생성대기

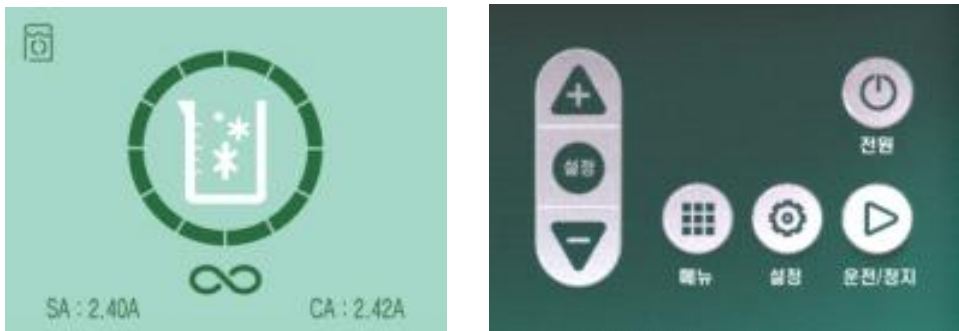
전원 버튼을 누르면 화면1과 같은 생성대기중 화면이 나타납니다.



화면 2. 살균소독수생성

화면1에서 '운전/정지' 버튼을 누르면 화면2가 나타나며, 살균소독수를 '연속생성'하기 시작합니다.

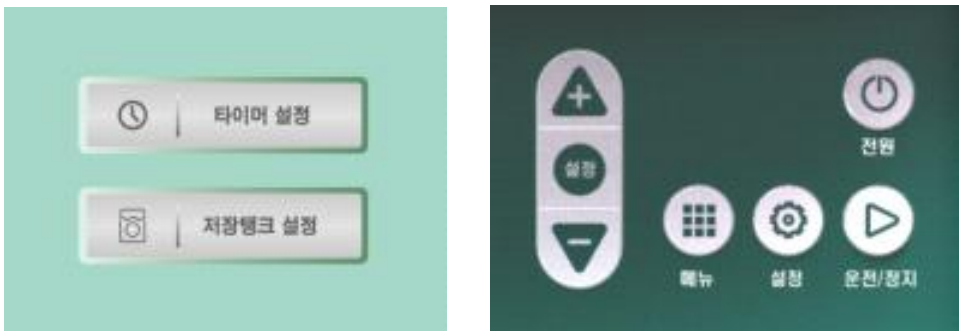
'운전/정지' 버튼을 다시 누르면 살균소독수 생성이 중지되며, 화면1의 대기중 화면으로 복귀합니다.



화면 3. 메뉴


메뉴 버튼을 누르면 화면 3과 같은 메뉴 화면이 나타납니다.

타이머설정 : 살균수 생성시간을 선택할 수 있습니다.




- 5분(10L 생성), 10분(20L 생성), 30분(60L 생성), 60분(120L 생성), 연속생성



저장탱크설정 : 살균소독수 저장탱크를 자동/수동 상태로 설정할 수 있습니다.


타이머 설정이나 저장탱크 설정을 하지 않고 이전 화면(대기중/생성중)으로 복귀하려면 설정아이콘버튼을 누르면 됩니다.

화면 4. 생성시간 설정

화면3에서 설정버튼을 조작하면 화면4와 같은 타이머설정 영역이 활성화 됩니다.



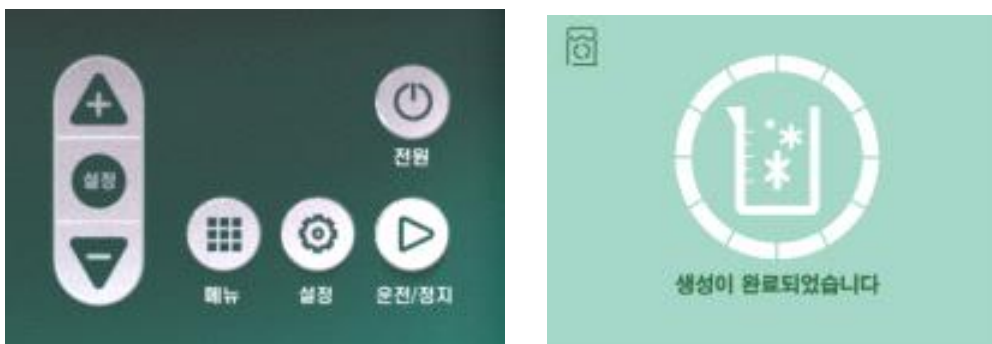
설정버튼을 두번 더 조작한 후 원하는 생성 시간을 상,하 화살표로 선택, 설정아이콘 버튼을 조작하여 저장합니다.

타이머 설정을 하지 않고 이전 화면(대기중/생성중)으로 복귀하려면 설정아이콘버튼을 누르면 됩니다.



(예, 30분 생성화면)



(예, 생성완료화면)



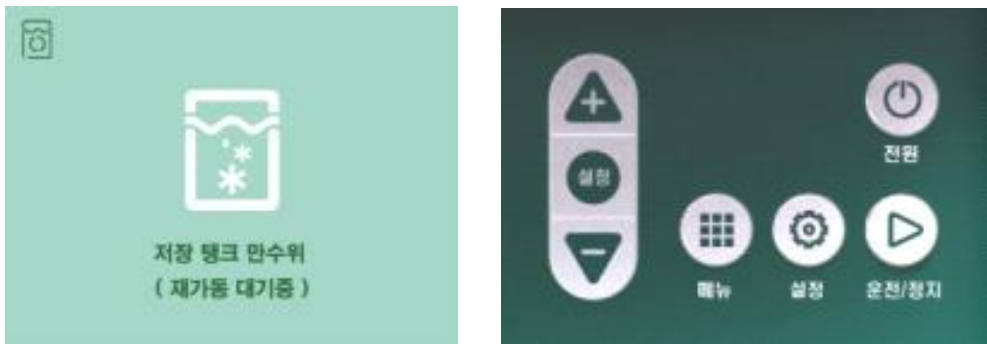
화면 5. 저장탱크 설정 : 저장탱크 센서 연결 시에만 선택 가능합니다.

화면4에서 상,하 화살표버튼을 조작하여 저장탱크설정 영역이 활성화 되면 설정버튼  을 조작하여 “저장탱크자동/수동” 기능을 선택후 설정아이콘버튼  으로 저장합니다. 탱크만수위시 생성이 중단되며, 저수위시 자동 재가동되는 설정입니다.

(예, 저장탱크 설정시 가동화면)



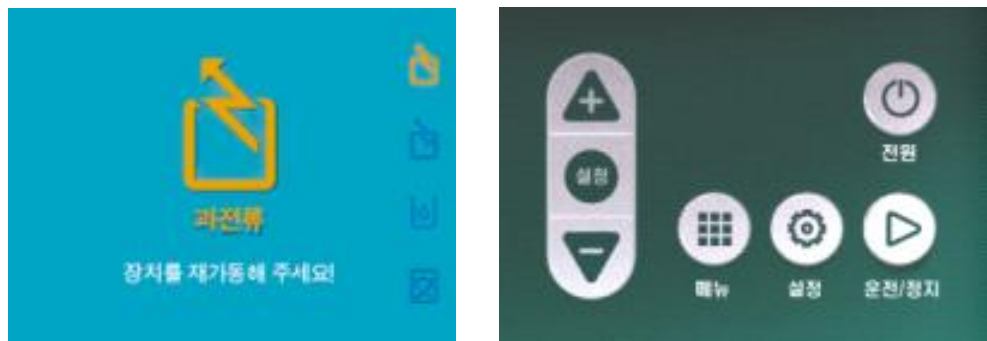
(예, 저장탱크 만수위시 대기화면)



화면 6. 알람화면(과전류)

부저음이 울리고 '과전류' 아이콘이 나타나며, 살균소독수 생성이 중지됩니다.

- 과전류 알람이 발생하면 '운전/정지' 버튼을 눌러 기계장비를 재가동하시기 바랍니다.
- 과전류 알람이 반복될 때는 기계장비를 2~3회 재가동하시기 바랍니다.



화면 7. 알람화면(저전류)

부저음이 울리고 '저전류' 아이콘이 나타나며, 살균소독수 생성이 중지됩니다.

- 저전류 알람이 발생하면 전용용액 양을 확인하시고, 부족하면 용기를 교환하시기 바랍니다.
- 전용용액 양이 충분할 경우, '운전/정지' 버튼을 눌러 기계장비를 재가동하시기 바랍니다.



화면 8. 알람화면(원수 부족)

부저음이 울리고 '원수 부족' 아이콘이 나타나며, 살균소독수 생성이 중지됩니다.

- 원수 부족 알람이 발생하면 원수 유입량을 확인하시기 바랍니다.
- 원수량이 부족할 시 수전을 조정한 후 장비를 재가동하여 주십시오.



화면 9. 알람화면(센서 이상)

부저음이 울리고 '센서 이상' 아이콘이 나타나며, 살균소독수 생성이 중지 됩니다.

- 저장탱크설정시 센서에 이상이 있으므로 제조사로 연락하시기 바랍니다.




전용용액 교환방법

- 1) 기계장비 좌측의 전용용액 커버 윗면을 눌러 옆으로 떼어내어 주십시오.
- 2) 전용용액통의 캡을 열고 전용용액 흡입관을 빼어내어 주십시오.
- 3) 새로운 전용용액통에 흡입관을 넣고 흡입관과 캡안의 노즐이 잘 맞물리도록 캡을 돌려 닫아주십시오.
- 4) 전용용액커버를 닫고 운전버튼을 조작하여 주십시오.
- 5) 펌프가 작동하면 전용용액이 전해조 안으로 흡입되면서 정상적인 생성이 시작됩니다.
- 6) 펌프가 작동하다 다시 저전류알람이 발생하면 기계장비를 재가동 시켜 주십시오.
(정상적인 가동까지는 2~3분이 소요될 수 있습니다)


마. 매뉴얼 2 (관리자메뉴얼)

전류치설정




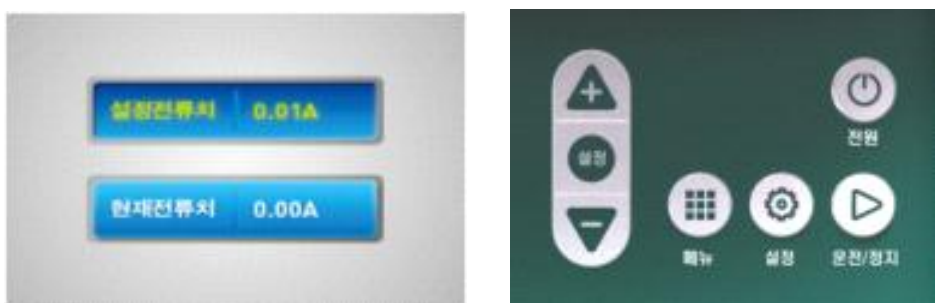
설정아이콘버튼  을 누른상태로 메뉴 버튼을 3초간 누르면 화면1의 관리자메뉴화면이 생성됩니다.


*이전화면 복귀는 설정아이콘버튼 조작.

설정버튼  을 조작하면 전류치설정 영역이 활성화 됩니다.





설정버튼을  한번 더 조작하여 화살표 상,하 방향버튼으로 설정전류치를 변경 저장할 수 있습니다.



원하는 전류치에서 설정아이콘버튼  을 조작하면 저장되면서 대기중 혹은 생성중 화면 으로 복귀됩니다.

원수압확인


설정아이콘버튼  을 누른상태로 메뉴 버튼을 3초간 누르면 화면1의 관리자메뉴화면이 생성됩니다. 설정버튼  을 두 번 조작하면 원수압(량)확인이 가능합니다.




*이전화면 복귀는 설정아이콘버튼 조작.

사용시간확인



설정아이콘버튼  을 누른상태로 메뉴 버튼을 3초간 누르면 화면1의 관리자메뉴화면이 생성됩니다.

설정버튼  을 연속 조작하면 사용시간 확인이 가능합니다.

10. 기존 생성장치와의 비교

가. 기존 제품의 단점

기존의 살균소독수 생성장치는 고가인 판금형 중대용량(300~1,000L/h)이 대부분 이었고 소용량의 경우에는 단순산한 기능의 일본제품(예, Apia-60)만이 상용화되어 판매되어 있었다. 이 제품은 염소농도의 조절과 주변장치(펌프 및 탱크)와의 결합이 불가능 하고 균일한 살균소독수의 성상이 불균일하고, 가격이 높아 경제성이 떨어지며, 생성량이 60L/시간 으로 상업용으로는 사용하기에는 용량이 부족하다는 등의 단점이 있다.

나. 개발제품의 장점

주관연구기관의 고유의 전해방식인 복극식 전극배열을 사용하여 전해효율이 높고 전극의 내구성이 우수하며 벤츄리관과 스크류 블레이드 형식의 새로운 희석구조를 채택 하므로써 미산성과 약산성 범위의 pH 유지와 목표염소 농도를 항상 확보 할 수 있다. 또한 생성량이 120~200L/h 로서 본 개발제품의 산업적 적용 범위는 매우 넓게 된다.

다. 비교표

구 분	개발품	기존제품
사 진		
전해방식(전극)	복극식 2셀	단극식 1셀
가 격	150~200만원	250~300만 원
전해조 수명	2,000시간	1,500시간
전해수 생성량(L/시간)	120~200	60
기 능	염소농도(저 농도, 고농도) 및 pH 조절 가능	염소 저 농도 고정형
	약산성차아염소산수, 미산성차아염소산수 2종의 차아염소산수 생성가능	미산성차아염소산수만 생성가능
	생성시간 타이머 설정 기능	기능 없음
	펌프, 탱크연동기능	기능 없음

11. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성 및 바이러스 불활화 시험

가. 고 염소농도 미산성차아염소산수의 독성시험

(1) 급성경구독성시험

본 연구개발에 의하여 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수(pH 5.1, 유효염소농도 55ppm)를 시료로 하여 한국기계전기전자시험원에 급성경구독성시험을 의뢰하였다. 시험 기준 및 방법은 국립환경과학원고시 제 2014-1호, 화학물질유해성시험방법, 급성경구독성시험, 한계시험으로 진행하였으며 시험동물은 (주)코아텍에서 공급받은 ICR Mouse (Institute of Cancer Rearch, SPF), 수컷(7~8주령) 10마리, 투여개시 시 주령은 (8~9주)주령의 동물을 가지고 시험을 진행하였고 부검을 실시하여 신체장기의 변화도 확인하였다. 급성경구독성시험의 결과는 아래 표. 10~11과 같이 급성독성을 관찰할 수 없었다.

<표. 10 급성독성시험결과 >

군 (투여경로, 용량)	동물번호	투여 후 일자						
		임상 증상				체중(g)		
		1 일	2 일	7 일	14 일	0 일	7 일	14 일
시험군 : 시료 (PO, 2,000mg/kg)	20150430-11	N	N	N	N	34.6	38.0	39.9
	20150430-12	N	N	N	N	34.1	38.8	41.5
	20150430-13	N	N	N	N	29.9	32.9	34.1
	20150430-14	N	N	N	N	34.0	37.0	39.4
	20150430-15	N	N	N	N	31.4	34.7	36.2
대조군 : SC (PO, 2,000mg/kg)	20150430-06	N	N	N	N	30.6	36.2	38.9
	20150430-07	N	N	N	N	31.8	34.4	36.5
	20150430-08	N	N	N	N	32.2	36.4	40.2
	20150430-09	N	N	N	N	35.0	40.0	43.0
	20150430-10	N	N	N	N	34.1	38.8	41.3

N - 투여 후 임상증상을 나타내지 않음

<표. 11 육안적 부검 소견>

Organ Animal No.	흉선	심장	간	비장	신장 (좌)	신장 (우)	부신 (좌)	부신 (우)	소화기	생식기
	20150430-11	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

20150430-15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-06	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-07	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-08	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-09	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N - 투여 후 임상증상을 나타내지 않음

한계시험결과 경구투여를 통한 시료에 대한 급성독성을 관찰 할 수 없었으며, 따라서 시료의 반수치사량은(LD₅₀)은 한계시험용량인 2,000mg/kg을 초과하는 것으로 판단 되었다.

(2) 안점막자극성시험

본 연구개발에 의하여 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수(pH 5.1, 유효염소농도 55ppm)를 시료로 하여 한국기계전기전자시험원에 급성안점막자극성 시험을 의뢰하였다. 시험 기준은 국립환경과학원고시 제 2014-1호, 2014, 화학물질 유해성시험방법, 급성안자극성 및 부식성 시험으로 진행하였으며 시험방법은 시험개시 전 동물의 양안의 각막 손상 여부를 검사 한 결과 이상이 관찰되지 않은 동물을 선발하여 사용하였고, 점안은 토끼를 보정한 후 좌측안구에 시험물질을 0.1mL 적용하고 우측안구는 대조로 하여 무처리 하였으며, 적용 후 시험물질의 누출을 방지하기 위해 약 1초간 양 안점을 잡아 강제 폐안 시켰다. 시험동물은 (주)코아텍에서 공급받은 NZW계 토끼(New Zealand White, 암컷(7~8주령) 3수, 투여개시 시 주령은 (8~9주)주령의 동물을 가지고 시험을 진행하였고 부검을 실시하여 신체장기의 변화도 확인하였다. 급성안점막 자극성 시험의 결과는 아래 표. 12와 같이 시료 투여 후 임상증상을 나타내지 않았으며 각막의 혼탁, 불투명, 홍채 등에 대한 일체의 이상증상이 없었다.

<표. 12. 안자극 관찰결과>


동물 번호/ 성별 (Dose)	체 중 (kg)		임상 증상	시험 물질	투여(점안) 후 시간							
	0day	3day			1 h		24 h		48 h		72 h	
					test	con trol	test	con trol	test	con trol	test	con trol
150514 -16 / female (0.1mL)	2.6	2.6	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0

/site)					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
150514 -17 / female (0.1mL /site)	2.2	2.2	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
150514 -18 / female (0.1mL /site)	2.3	2.4	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0

N - 투여 후 임상증상을 나타내지 않음,

0 - 각막 혼탁, 각막 불투명, 홍채, 결막 발적, 결막부종, 배출물에 대한 증상 없음

Global Reliable Partner KTC



Korea Testing Certification

시험 성적서

성적서 번호 : T-2015-04078


회사명 : 한국코스믹라운드(주)

대표자 : 박 범 진


주 소 : 경기도 성남시 중원구 사기막골로 124 (상대원동, SK N 테크노파크 비즈동 B112)

1. 시 료 명 : 미산성 차아염소산수
2. 성적서의 용도 : 품질관리용
3. 접수일자 : 2015. 04. 23
4. 시험일자 : 2015. 04. 23 ~ 2015. 06. 17
5. 시험방법 : 의뢰자 제시 규격
6. 시험환경 : 온도 (22±3) ℃, 습도 (50±20) %
7. 시험결과 : 불임참조

시험자 : 김태원




승인자 : 권오륜




1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
2. 이 성적서는 우리 시험연구원의 사진 등의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 사본은 무효합니다.

2015년 06월 17일



한국기계전자시험연구원장

www.ktc.re.kr 435-862 경기도 군포시 엘에스로 115번길 74
TEL : 031-455-7260, FAX : 031-455-7261




서식PS10-05 (Rev.2)

Page : 1 of 8

<독성시험 성적서-2>

Create the Future with Trust Global Reliable Partner KTC



KTC
Korea Testing Certification

첨부 1

급성경구독성시험 (용량고저법, 한계시험)

1. 시험일정
 - 1.1 동물입수일 : 2015 년 04 월 30 일
 - 1.2 시험개시일 : 2015 년 05 월 15 일
 - 1.3 시험종료일 : 2015 년 05 월 29 일
2. 시 료 명 : 미산성 차아염소산수
3. 시험기준 및 방법
 - 3.1 국립환경과학원고시 제 2014-1호 : 2014, 화학물질유해성시험방법, 급성경구독성시험, 한계시험
4. 시험계
 - 4.1 종(계통) : ICR Mouse (Institute of Cancer Research, SPF)
 - 4.2 공급원 : (주)코아텍
 - 4.3 성별 및 입수 시 주령 : 수컷, (7~8) 주령
 - 4.4 입수 시 동물 수 : 5 수
 - 4.5 검역 및 순화기간 : 5 일 이상
 - 4.6 투여 개시 시 주령 : (8~9) 주령
5. 동물실
 - 5.1 온·습도 : 온도 (22±3) ℃, 상대습도 (50±20) %
 - 5.2 환기횟수 : (12~18) 회/h (AM 8:00 점등~PM 8:00 소등)
 - 5.3 사육 상자의 종류 : Polysulfone 사육 Cage
 - 5.4 사육 상자 당 동물마리 수 : 5 수
6. 사료
 - 6.1 종류 : 고형사료
 - 6.2 공급원 : (주)푸리나
 - 6.3 급여법 : 자유섭취
7. 급수
 - 7.1 종류 : UV 멸균 및 3중 필터링한 상수도수
 - 7.2 급수법 : 자유급수
8. 검액제조
 - 8.1 시험물질의 제조 : 원액사용
 - 8.2 시료를 마우스용 경구 зонде(sonde)를 이용하여 경구투여 함.

Page : 3 of 8

서식P510-06 (Rev.2)



Korea Testing Certification

시험결과

성적서 번호 : T-2015-04078


불임 :

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고
1. 급성경구독성시험 (용량고저법)	-	화학물질유해성시험방법, 급성경구독성시험 (국립환경과학원고시 제 2014-1호)	급성경구독성시험 무독성 (LD ₅₀ > 2,000 mg/kg)	첨부 1 참조
2. 급성안자극성시험	-	화학물질유해성시험방법, 급성안자극성시험 (국립환경과학원고시 제 2014-1호)	무자극	첨부 2 참조

서식P510-06 (Rev.2)

-Page : 2 of 8

<독성시험 성적서-4>



KTC
Korea Testing Certification

9. 시험장비

기기명	기기번호	모델명	교정일자	차기교정일
동물체중계	KTC-17-162	GF-12K	15. 03. 03	16. 03. 03

표 1. 급성독성시험 결과

군 (투여경로, 용량)	동물번호	투여 후 일자						
		임상증상				체중(g)		
		1 일	2 일	7 일	14 일	0 일	7 일	14 일
시험군 : 시료 (PO, 2,000 mg/kg)	20150430-11	N	N	N	N	34.6	38.0	39.9
	20150430-12	N	N	N	N	34.1	38.8	41.5
	20150430-13	N	N	N	N	29.9	32.9	34.1
	20150430-14	N	N	N	N	34.0	37.0	39.4
	20150430-15	N	N	N	N	31.4	34.7	36.2
대조군 : SC (PO, 2,000 mg/kg)	20150430-06	N	N	N	N	30.6	36.2	38.9
	20150430-07	N	N	N	N	31.8	34.4	36.5
	20150430-08	N	N	N	N	32.2	36.4	40.2
	20150430-09	N	N	N	N	35.0	40.0	43.0
	20150430-10	N	N	N	N	34.1	38.8	41.3

임상증상 관찰기준


반응 (약어)	설명
정상 (N)	투여 후 임상증상을 나타내지 않음.
미약 (S)	투여 후 미약한 임상증상을 나타내지만, 운동부진, 호흡곤란 또는 복통 등의 증상을 나타내지 않음.
보통 (Mo)	투여 후 명확한 복통, 호흡곤란, 운동부진, 안검하수 또는 설사증상을 나타냄.
현저 (Ma)	투여 후 배복상태, 청색증, 진전 또는 현저한 복통, 설사, 안검하수 또는 호흡곤란을 나타냄.
사망 (D)	투여 후 사망.

SC : 멸균생리식염주사액

서식P510-06 (Rev.2)

Page : 4 of 8

<독성시험 성적서-5>



KTC
Korea Testing Certification

표 2. 육안적 부검소견

Organ Animal No.	흉선	심장	간	비장	신장(좌)	신장(우)	부신(좌)	부신(우)	소화기	생식기
20150430-11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-06	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-07	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-08	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-09	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20150430-10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N : Normal

10. 시험결과 : 시료 (미산성 차아염소산수)를 구강을 통해 2,000 mg/kg 단회 투여한 후 14일 까지 시험동물의 임상증상을 관찰하였으며, 관찰 종료 후 부검을 통해 육안적 소견을 관찰 하였다. 한계시험결과 경구투여를 통한 시료 (미산성 차아염소산수)의 마우스에 대한 급성독성을 관찰할 수 없었으며, 따라서, 시료 (미산성 차아염소산수)의 급성독성 반수치사량(LD₅₀)은 한계시험용량인 2,000 mg/kg 을 초과하는 것으로 판단된다.

사서P510-06 (Rev.2)

-Page : 5 of 8

<독성시험 성적서-6>

Global Reliable Partner KTC

KTC
Korea Testing Certification

첨부 2

급성안자극성시험

1. 시험일정

- 1.1 동물입수일 : 2015 년 05 월 14 일
- 1.2 시험개시일 : 2015 년 05 월 19 일
- 1.3 시험종료일 : 2015 년 05 월 22 일

2. 시 료 명 : 미산성 차아염소산수

3. 시험기준 및 방법

- 3.1 국립환경과학원고시 제 2014-1호 : 2014, 화학물질유해성시험방법, 급성안자극성 및 부식성시험
- 3.2 시험방법
시험개시 전에 동물의 양안의 각막 등의 손상 여부를 검사 한 결과 이상이 관찰되지 않은 동물을 선발하여 사용하였다. 점안은 토끼를 보정한 후 좌측안구에 시험물질을 0.1 mL 적용하고 우측안구는 대조로 하여 무처리 하였다. 적용 후 시험물질의 누출을 방지하기 위해 약 1초간 양 안검을 잡아 강제 폐안시켰다.

4. 시험계

- 4.1 종(계통) : NZW계 (New Zealand White)
- 4.2 공급원 : (주)코아텍
- 4.3 성별 및 입수 시 수령 : 암컷, (7~8) 주령
- 4.4 입수 시 동물 수 : 9 수
- 4.5 검역 및 순화기간 : 5일 이상
- 4.6 투여 개시 시 수령 : (8~9) 주령

5. 동물실

- 5.1 온도 및 습도 : 온도 (22±3) ℃, 상대습도 (50±20) %
- 5.2 환기횟수 : (12~18) 회/h
- 5.3 조도 : (150~300) lx
- 5.4 조명 : 형광등조명, 12 h 주기 (AM 7:00 점등~PM 7:00 소등)
- 5.5 사육상자의 종류 : Stainless Steel 사육상자
- 5.6 사육상자당 동물마리 수 : 1 수

6: 사료

- 6.1 종 류 : 토끼용 고형사료
- 6.2 공급원 : (주)퓨리나
- 6.3 급여법 : 자유섭취

7. 급수

- 7.1 종 류 : 3중 필터링한 상수도수
- 7.2 급수법 : 자유급수


8. 검액제조

- 8.1 시험물질의 제조 : 원액사용

서식P510-06 (Rev.2)

Page : 6 of 8

<독성시험 성적서-7>



KTC
Korea Testing Certification

9. 시험장비

기기명	기기번호	모델명	교정일자	차기교정일
동물체중계	KTC-17-161	GF-12K	15. 03. 03	16. 03. 03
검안경	K-17-154-0	+7~+22 diopter		

[안자극시험 결과]


안자극 관찰 결과

동물번호 / 성별 (Dose)	체중 (kg)		임상 증상	시험 물질	투여(점안) 후 시간							
	0day	3day			1 h		24 h		48 h		72 h	
					Test	Control	Test	Control	Test	Control	Test	Control
150514-16 / female (0.1 mL/site)	2.6	2.6	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
150514-17 / female (0.1 mL/site)	2.2	2.2	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
150514-18 / female (0.1 mL/site)	2.3	2.4	N	원액	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0

10. 시험결과 : 처치구와 대조구의 적용부위에서 관찰 기간 동안 안자극으로 판단되는 자극은 관찰되지 않았다.

서식P510-06 (Rev.2)
-Page : 7 of 8

<독성시험 성적서-8>



KTC
Korea Testing Certification

표 1. 안반응의 평가 (국립환경과학원고시 제 2013-2호, 화학물질유해성시험방법, 급성안자극성시험)

각막	
A. 혼탁 : 안구의 농후한 정도(가장 농후한 지점을 관찰함)	
○화농이나 혼탁이 없음	0
○혼탁이나 분산 혹은 밀집되어 있음(정상적인 투명성이 약간 둔화된것과는 다름) 홍채의 말단이 명확히 관찰됨	1
○반투명한 부분이 쉽게 관찰됨, 홍채의 말단이 약간 불명확함	2
○진주색결을 나타냄, 홍채의 말단이 관찰 안됨, 동공의 크기가 기가스로 관측됨	3
○각막이 불투명, 혼탁 때문에 홍채가 관찰 안됨	4
B. 혼탁된 각막의 범위	
○1/4 이하(그러나 0은 아니다)	1
○1/4 이상 1/2 미만	2
○1/4 이상 3/4미만	3
○1/4 이상 1 까지	4
A×B×5 최대치 50	
홍채	
A. 반응치	
○정상	0
○한정한 주름의 형성, 충혈, 종창, 각막 주위에 중등도의 충혈 이상과 같은 단독 혹은 혼합, 홍채는 빛에 대해 반응함(둔한 반응은 양성)	1
○빛에 대해 반응 없음, 충혈, 대부분 파괴(이상과 같은 증상의 일부 혹은 전부)	2
A×5 최대치 = 10	
결막	
A. 발적(안검결막, 안구결막에 한함, 각막, 홍채 제외)	
○혈관은 정상	0
○몇몇 혈관은 명확히 충혈	1
○넓은 범위가 진홍색 색조(diffuse, crimson color), 각각의 혈관은 쉽게 관찰 안됨	2
○넓은 범위의 쇠고기색조의 붉은색(diffuse beefy red color)	3
B. 결막 부종	
○부풀지 않음	0
○정상보다 약간 종창(순막 포함)	1
○안검의 부분적 외전을 동반한 한정한 종창	2
○눈이 반쯤 감길 정도의 안검의 종창	3
○눈이 반이상 잠길 정도의 안검의 종창	4
C. 배출물	
○배출물 없음	0
○약간의 배출물(정상동물의 내부 눈꼬리에서 관찰되는 작은 양 제외)	1
○속눈썹과 눈꺼풀을 적시는 배출물	2
○눈 주위의 상당 부위와 속눈썹과 눈꺼풀을 적시는 배출물	3
점수(A+B+C)×2	

나. 바이러스 불활성화 시험

본 연구개발에 의하여 개발된 고 염소농도 미산성차아염소산수(pH 5.1, 유효염소농도 55ppm)를 시료로 하여 노로젠 연구소에 노로바이러스 불활성화 시험을 의뢰하였다.

시험은 IMS 시험법을 이용하여 Surface 조건에서 시료에 의한 Norovirus G II.4의 살균력을 평가하였다. Norovirus G II.4 분변 시료를 대상으로 시료를 시험군으로 처리 하였으며 양성 대조군은 0.2% Bleach (2,000ppm 이상), 음성대조군은 PBS로 설정하여 처리하였다. 또한 Norovirus G II.4 분변 시료를 대상으로 IMS method를 생략하고 곧 바로 Qiagen QIAamp Viral RNA Mini Kit를 이용하여 RNA 정제/추출하여 초기 Norovirus 정량 (\log_{10} genomic copies)을 기준으로 시험군의 감소 값을 평가 하였다.

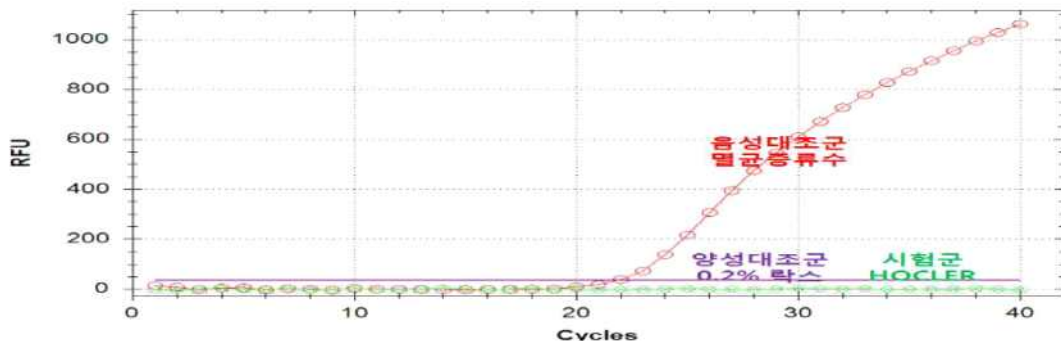
분변 시료의 초기 정량값은 $5.12 \log_{10}$ 이었으며 0.2% Bleach를 처리할 경우 Norovirus G II.4 RNA의 증폭이 발생하지 않으므로써 완전히 제어되었음을 확인 할 수 있었다. 반면 PBS를 처리한 시험군은 Ct value가 24.63 ± 0.31 이었으며 Norovirus standard RNA curve를 기준으로 정량값을 환산할 경우 $4.27 \log_{10}$ (감소값 $0.85 \log_{10}$)로 나타났다. 이는 PBS에 의한 살균효과에 따른 감소값이 아닌 IMS method에 의한 기술적인 측면에서의 \log_{10} 손실로 분석하는 것이 정확할 것으로 사료된다. 시료의 제품시험군은 30초 처리구에서 $1.88 \log_{10}$ (감소값 $2.39 \log_{10}$)를 제외한 나머지 처리구에서 모두 undetermined을 나타냄으로서 시료가 Norovirus G II.4를 $4.27 \log_{10}$ 감소시키는 것으로 평가되었다. 따라서 시료는 Norovirus G II.4를 약 $4.27 \log_{10}$ 제어시킴으로써 살균소독제로써 효과를 보인다고 판단되었다.

<표. 13 Surface test>

G II.4 SUSPENSION	Ct vakue			Ct Ave.	Ct SD	\log_{10}	
	1차	2차	3차			Quantity	Reduction
0.2% Bleach	Undent	Undent	Undent	-	-	0	5.12
PBS	24.45	24.98	24.45	24.63	± 0.31	4.27	0.85
미산성차아염소산수 30 sec	32.78	32.45	32.54	32.59	± 0.17	1.88	2.39
미산성차아염소산수 1 min	Undent	Undent	Undent	-	-	0	4.27
미산성차아염소산수 5 min	Undent	Undent	Undent	-	-	0	4.27

Undent - undetermined

Real-Time PCR Amplification



<노로바이러스 시험성적서>



137-701 서울특별시서초구반포4동505
가톨릭대학교 서울성모병원 별관 2042호

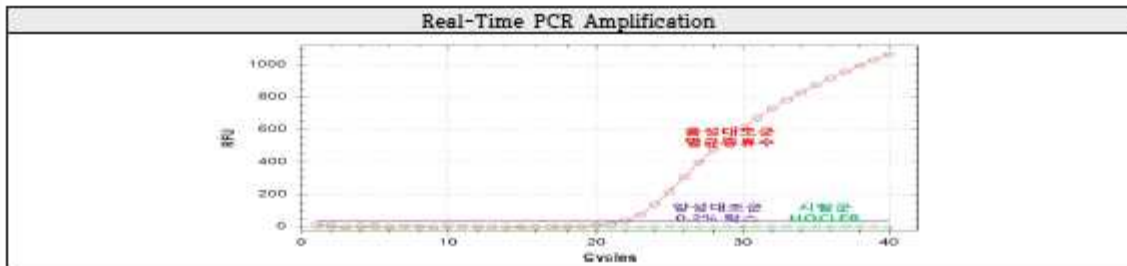
시험성적서



노로젠 연구소
NoroGene Research Center
Tel.(02)2258-7345 Fax.(02)2258-7353
E-mail.norogene20@naver.com

기관명	한국코스믹라운드	접수일자	2015년 07월 06일
주소	경기도 성남시 중원구 사기막골로 124		
시료명	미산성차아염소산수	제품성상	pH 5.1, 55 ppm
시험완료일자	2015년 07월 09일	시험장소	별관 2042호

시험결과



GI.4 SUSPENSION	Ct value			Ct Ave.	Ct SD	Log ₁₀	
	1차	2차	3차			Quantity	Reduction
0.2% Bleach	Undet.	Undet.	Undet.	-	-	0	5.12
PBS	24.45	24.98	24.45	24.63	± 0.31	4.27	0.85
미산성차아염소산수 30 Sec	32.78	32.45	32.54	32.59	± 0.17	1.88	2.39
미산성차아염소산수 1 Min	Undet. ¹⁾	Undet.	Undet.	-	-	0	4.27
미산성차아염소산수 5 Min	Undet.	Undet.	Undet.	-	-	0	4.27

Undet.¹⁾ Undetermined

■ 결론

본 시험은 IMS 시험법을 이용하여 Surface 조건에서 미산성차아염소산수 제품에 의한 norovirus GI.4 type의 살균력을 평가하였다. Norovirus GI.4분변 시료를 대상으로 미산성차아염소산수 제품을 시험군으로 처리하였다. 양성 대조군은 0.2% Bleach (2,000 ppm 이상), 음성 대조군은 PBS로 설정하여 처리하였다. 또한 Norovirus GI.4분변 시료를 대상으로 IMS method를 생략하고 곧 바로 Qiagen QIAamp Viral RNA Mini Kit를 이용하여 RNA 정제/추출하여 초기 norovirus 정량 (log₁₀ genomic copies)을 기준으로 시험군에 감소율을 평가하였다.

Norovirus GI.4 분변 시료의 초기 정량값은 6.12 log₁₀였으며 0.2% Bleach를 처리할 경우 norovirus GI.4 RNA의 증폭이 발생하지 않았으며 완전히 제어 (Ct value가 undetermined로 표시) 되었음을 확인할 수 있었다. 반면 PBS를 처리한 시험군은 Ct value가 24.63 ± 0.31였으며 norovirus standard RNA curve를 기준으로 정량값을 환산할 경우 4.27 log₁₀ (감소값 0.85 log₁₀)로 나타났다. 이는 PBS에 의한 살균효과에 따른 감소값이 아닌 IMS method에 의한 기술적인 측면에서의 log₁₀ 손실로 분석하는 것이 정확할 것으로 사료된다. 미산성차아염소산수 제품 시험군은 80초 처리구에서 1.88 log₁₀(감소값 2.89 log₁₀)를 제외한 나머지 처리구에서 모두 undetermined을 나타냄으로써 살균소독제가 norovirus GI.4를 4.27 log₁₀감소시키는 것으로 평가되었다. 따라서 미산성차아염소산수 제품은 norovirus GI.4를 약 4.27 log₁₀제거시킴으로써 살균소독제로서 효과를 보인다고 사료된다.

시험자	성명 : 강래형 (서명)	기술책임자	성명 : 이아라 (서명)
-----	---------------	-------	---------------

- * 이 시험성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과이며, 시료의 명칭을 의뢰인이 제시한 것입니다.
- * 이 시험성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.
- * 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금합니다.

2015년 07월 10일

(주)노로젠 대표이사 백순영



제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 주관연구기관

중대형의 미산성차아염소산수 생성장치는 기 개발되어 식품산업을 비롯한 여러 산업분야에 살균소독 및 소취를 목적으로 잘 활용되고 있으나⁸⁾ 농가형 농작물 시설재배(농약대체, 친환경농업실현), 축산(실내 악취 및 병원균제거, 가축 음용수 소독), 소규모식품가공업체, 대형식당, 외식업체, 어린이집(유아원, 유치원), 산후조리원, 치.의료원, 노인개호시설, 애완 동물센터 등에 있어서도 살균소독 및 소취를 위한 미산성차아염소산수 생성장치가 매우 필요한 실정이나 현재 이러한 수요자의 구매력과 소요 용량에 알맞은 소용량(100~200L생성/시간)의 생성장치는 개발되지 않은 상태이다.

본 연구의 목표는 시장에서의 수요가 큰 소용량의 미산성차아염소산수 생성장치를 경제성이 있으며 생성수의 품질과 안정성이 확보되는 차원에서 개발하는 것이며, 또 하나의 목표는 생성수의 pH가 2.7~5.0의 약산성차아염소산수와 pH가 5.0 ~ 6.5의 미산성범위를 유지하면서 유효염소농도가 30ppm이상인 미산성차아염소산수의 생성제법과 장치를 개발하는 것이다.

2개차 연도의 본 연구과제는 1차 연도에 미산성/약산성 차아염소산수 제법확립 및 장치구성용 핵심부품개발을 개발하는 것이고, 2차 연도에는 1차 연도에 이은 부품개발의 계속과 생성장치 시작품제작 및 시운전, 외장케이스 디자인 및 사출, 생성 미산성차아염소산수의 살균력검증, 생성장치 운전 매뉴얼 제작과 실제 활용 현장(소규모 식품가공공장)에서의 적용에 의한 세정·살균처리 공정기준 도출을 포함하는 것으로 본 연구개발의 수행에 있어 소기의 연구목표를 달성하였다.

1. 연도별 연구개발 목표의 달성도(1차 년도)

연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도(%)
미산성/약산성차아염소산수 제법의 확립	○ 제법별 전해효율 분석 ○ 최적 제법 선정	100
전해조 및 전극개발	○ 소형화 전해조(전극) 개발	100
희석장치 개발	○ 전해조 디자인, 금형제작 및 시 사출	100
전해질공급펌프개발	○ 모델링 및 시제품제작	100
전원공급장치 및 PCB개발	○ 전극단위 면적당 전류밀도 범위 결정 ○ 전원공급장치(SMPS 형식)	100

	<p>개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전원공급장치 시제품 생산 ○ 장치의 작동 제어, 보호시스템 및 디스플레이 설계 ○ 제어 및 디스플레이 시제품생산 ○ 전원제어에 의한 생성수 pH 조절기능 	
<p>생성장치의 내 외장 구조설계 및 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생성장치 내 외장 구조설계 ○ 금형제작 	100

2. 연도별 연구개발 목표의 달성도(2차 년도)

연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도(%)
<p>생성장치 내 외장 사출품 점검 및 관련 주요부품 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생성장치 하우징 금형 제작 및 사출품의 점검, 수정 보완 ○ 관련부품사양결정 및 개발 	100
<p>생성장치 시제품제작 및 시운전</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 부품, 외장품을 이용한 시제품 제작과 시운전 	100
<p>실용적완제품 생산 및 성능 시험과 사용자 매뉴얼 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장치의 운전 안정성 분석 및 평가 ○ 개선점 파악 및 보완 ○ 완제품 생산 및 성능시험 ○ 미산성/약산성 차아염소산수 생성 장치 운용 매뉴얼 개발 	100
<p>생성차아염소산수의 독성 및 바이러스 불활화 시험</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미산성/약산성 차아염소산수의 독성시험 ○ 바이러스 불활성화 시험 	100

제 2절 관련 분야에의 기여도

- 본 연구개발로 구현되는 제품은 친환경소독수를 경제성 있게 안정적으로 시간당 100~200L생성할 수 있는 소용량의 미산성차아염소산수 생성장치로서, 저렴한 가격으로 공급이 가능하므로 본장 제 1절에서 기술한 바와 같이 현재 상태보다는 향상된 위생관리가 필요 하나 기존장치의 설비투자비 과다로 이에 대응하지 못하는 소규모 식품가공업체, 외식업체 등에서 본 개발제품의 구입이 가능하게 되므로 이러한 업체도 위생관리 수준이 향상되어 식품의 질 향상과 식중독 예방수준을 높일 수 있어 사회적 비용절감과 삶의 질을 향상시키는데 기여할 수 있게 된다.
- 딸기, 토마토, 오이, 상추, 깻잎 등 엽채류, 과채류의 시설재배농가에서 본 개발품을 설치하여 인체 무독성 친환경 살균소독수인 미산성차아염소산수를 농약 대체로 사용함으로써 방제제 비용을 절감하고 친환경농산물의 생산판매로 농가소득의 증대에 기여할 수 있고 보다 안전한 신선편이 농산물을 소비자에게 공급할 수 있게 된다.
- 어린이집, 노인요양원, 산후 조리원 등 개호시설과 병 의원, 애완동물센터, 주민이용 공공 건물 등에 본 개발품을 설치하여 손 소독, 바닥청소, 휘산기에 의한 공중분무 등에 사용함으로써 악취제거, 병원균제거로 환경정화와 공중방역을 용이하게 할 수 있다.
- 또한 본 연구로 피소독제의 특성과 살균대상인 미생물종에 따라 염소함량이 30ppm이상, 40, 50, 60ppm 등인 고 염소농도의 미산성차아염소산수를 전해질 구성성분 조정에 의하여 편리하게 생성할 수 있는 방법을 개발하게 되어 기존의 소독제로는 살균할 수 없는 고초균, 흑 곰팡이, 산 내성균 등을 용이하게 감균 시키고 일반 미생물에 대해서도 살균 시간을 단축시킬 수 있는 효과를 가져다주므로 식품산업 및 기타위생관리 분야에 획기적인 발전을 기대할 수 있다. 동 고 농도 생산 제법은 벤츄리관을 이용하는 소용량 장치를 포함하여 중·대용량에도 공히 적용될 수 있다.
- 본 연구개발로 중대용량의 미산성차아염소산수 생성장치의 개발(2007-2010)과 사업화(2010-현재)에 이어 소용량 장치개발로 미산성차아염소산수 생성장치를 살균, 위생관리, 환경정화 등의 시장에 대 중 소 전 업체를 대상으로 함으로써 산업적 연관효과를 상승시킬 수 고부가가치 창출 산업으로 발전할 수 있는 계기를 마련하였다.

제 5장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 연구개발성과 및 성과 활용계획

1. 벤츄리관형을 이용한 소용량 미산성차아염소산수 생성장치의 개발과 양산체계 확립

- 본 개발의 소용량의 벤츄리관형 미산성차아염소산수 생성장치는 본 연구과정의 현장시험에서 장치의 운전 안정성과 생성수의 살균소독수로서의 경제성이 확인 되었으며 전해질의 혼합비율 조정에 의하여 저/고 염소농도의 생성수를 임의 생성할 수 있음이 판명되어 산업적 우수성이 입증되었다.
- 본 연구개발을 통하여 양산체계가 수립된 생성내역은 다음과 같다.

〈표. 13 양산체계가 수립된 생성장치 내역〉

기종	모델명	미산성차아염소산수 생성능력 및 특성	주 시장
벤츄리관형 미산성차아염소산수 생성장치	BC-180S	<ul style="list-style-type: none"> · 180L생성/시간 · 염소농도 : 10~80ppm · 외장케이스 및 주부품의 플라스틱 성형사출 	<ul style="list-style-type: none"> · 소규모 식품가공장 · 소기업의 단체급식 · 중대형 식당, 외식업체 · 병·의원, 개호시설 · 애완동물센터 · 시설재배농가

2. 저/고 염소농도 미산성차아염소산수 자동 생성시스템

- 본 연구로 개발된 저/고 염소농도 미산성차아염소산수 자동 생성시스템은 기 개발되어 산업화된 중대형(300-1,200L생성/시간)의 미산성차아염소산수 생성장치에도 적용이 가능하여 장치의 고기능 첨단화로 선진국의 기술수준을 능가할 수 있는 생성장치를 제조할 수 있게 되었다.

3. 특허성과

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2014	미산성차아염소산수 제조방법 및 미산성차아염소산수 생성장치	한국코스믹라운드(주)	대한민국	10-2014-0089289
2015	원수량 연동 제어 시스템을 이용한 미산성차아염소산수 제조방법 및 미산성차아염소산수 생성장치	한국코스믹라운드(주)	대한민국	10-2015-0114731

등록된 특허의 경우					
출원연도	등록번호	특허명	등록인	등록국	등록번호

4. 기술인증

‘해당사항 없음’

5. 논문 게재 성과 및 계획

‘해당사항 없음’

6. 학술대회 발표성과 및 계획

‘해당사항 없음’

7. 사업화 현황 및 계획

연구완료 후 2015년 하반기 사업화 예정

8. 인력활용/양성효과

본 과제 참여 연구원의 연구개발과정을 통하여 새로운 관련기술 습득과 이의 확장으로 아이디어 창출과 창의능력 향상 효과를 가져옴.

제 2절 성과 활용계획 및 기대효과

1. 실용화·사업화 계획 (기술실시 등)

본 연구를 통해 개발된 소용량(100~200L생성/시간)의 벤츄리관형 미산성차아염소산수 생성 장치의 기술을 이전 받아 양산체제를 갖추고 연구개발이 종료되는 2015년 하반기부터 해당 시장에 출시하여 사업화할 예정이다.

본 사업화로 기대되는 효과는 다음과 같다.

- 소규모 식품 작업장(공동가공센터, 지역전략식품사업단, 농공상용합형기업, 농업협동조합 및 농업경영체)의 위생성 확보를 위한 기반 마련
- 저용량 미산성 차아염소산수 생성장치의 상용화를 위한 핵심기술 개발
- 장치의 경량화 및 제조원가/유지비용 절감을 통한 생산업체 경쟁력 제고
- 기술 추적에서 기술 선도로 세계적인 살균소독제 시장 진출의 기반 확보
- 연관효과

항목	종료후						
	현재	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
시장파급효과 (매출증가(직접))	-	10억	25억	45억	70억	100억	250억
시장파급효과 (고용창출(직접, 연간))	-	5명	5명	5명	5명	5명	25명
원가절감, 생산성 향 상	-	20%	25%	30%	30%	30%	30%
선진국 대비 기술수준	80%	85%	85%	90%	90%	90%	99%

2. 제품 마케팅 계획

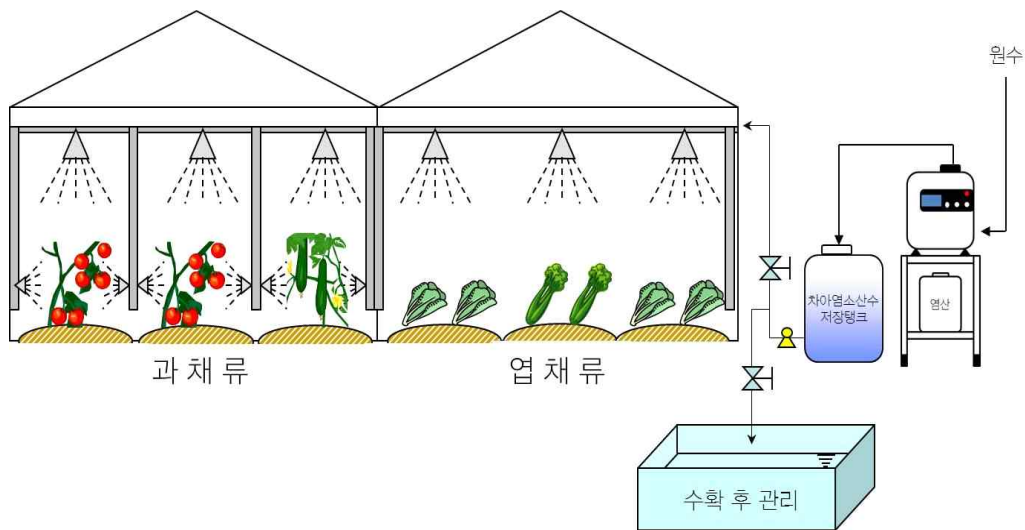
본 개발 생성장치의 주 시장(제 5장, 제 1절 표 9. 참조)을 대상으로 고객에 대한 사용시의 연찬회, 리플렛 발송, 일간. 월간지의 지상광고 등 마케팅활동을 전개한다.

특히 농업의 시설재배 시장은 전국 시군에 소재하는 농업기술센터에 병해방제 효과검증 위탁시험을 실시하고 그 결과를 토대로 품목별 작목반장의 시설에서 실용적 재배시험을 수행하여 이를 통해 효과를 입증함으로써 수요자 주동적 확대를 추진할 계획이다.

제 3절 연구개발제품의 산업계의 적용 가능 예

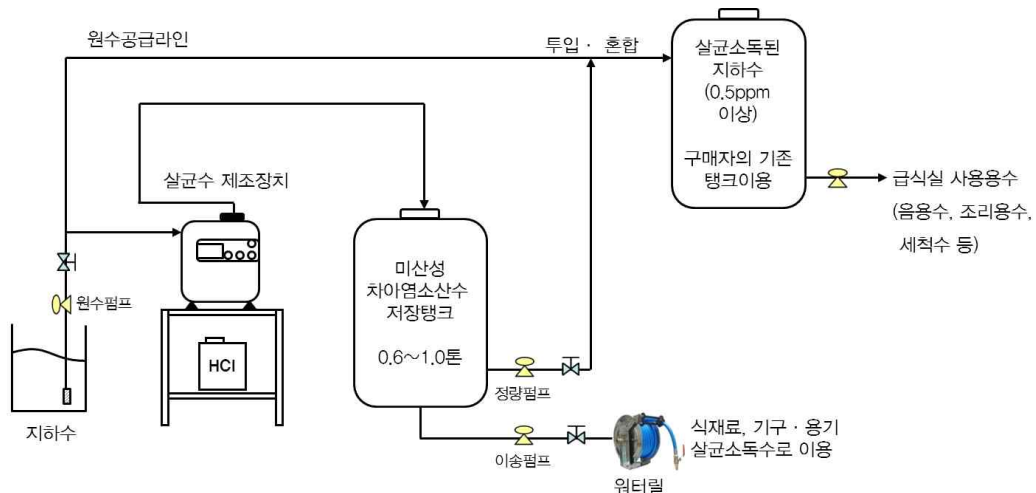
1. 농작물 시설재배

농작물 시설재배 농가에 설치·적용하여 농산물의 피해를 입히는 각종 병원성 미생물에 대하여 예방 차원에서의 농약을 대체 및 절감 시킬 수 있으며, 수확된 농산물을 살균소독하여 신선도 유지, 유통기한의 증가 및 안전한 먹거리를 제공할 수 있게 된다. 또한 이온격막이 없는 무격막전해조를 사용하므로 인해 무기물성분이 많은 지하수를 원수를 사용하여도 전극에 스케일 발생 문제로 인한 장비의 고장이 없이 장기적으로 사용할 수 있다.



2. 소규모 단체급식소

소규모 단체급식소에서는 식자재와 기구 등의 살균소독제로서 사용이 가능하며 아래 그림에서 보는 바와 같이 지하수를 사용하는 단체급식소에는 지하수 살균소독까지 가능하게 되어 급식소내의 전체적인 위생관리를 할 수 있게 된다.



3. 병·의원 (치과, 노인요양병원 등)

소규모 병·의원에서는 수술도구의 살균소독, 병실위생관리 및 진료실 살균소독을 통하여 위생적인 원내 환경조성이 가능하고 교차오염 예방하는 효과를 기대 할 수 있다. 특히 치과에서는 유닛체어와의 연동으로 입안 행굼수로의 활용, 핸드피스 같은 시술도구 등의 살균소독을 통한 원내 감염예방의 효과도 있을 것으로 판단된다.

4. 보육시설 (어린이집, 유치원 등)

어린이 보육시설에서는 주방에서 식자재 및 조리도구 살균소독이 가능하며, 시설내의 장난감·교육도구 등의 살균소독, 청소수로 활용하는 등 보육시설에 전체적인 위생관리가 가능하게 되며 초음파가습기를 이용한 공중부유미생물의 제어로 감기나 기타 병원성 미생물들을 제균하여 면역력이 약한 어린이들에게 전염병 예방의 효과도 기대 할 수 있다.

제 6장 연구개발과정에서 수집한 과학기술 정보

‘해당사항 없음’

제 7장 연구시설·장비 현황

‘해당사항 없음’

제 8장 연구실 안전관리 이행실적

1. 해당부서 : 총무부

2. 담당자 : 조갑래 전무(02-2202-1882)

3. 안전조치 이행계획

가. 연구실 안전점검 실시

- 연간 1회이상 의무적으로 반드시 실시
- 대상실험실 : 실험실습실
- 안전진단 실시 후 반드시 진단결과에 의거 가스, 전기시설 등 보완설치

나. 연구실 정밀안전진단 실시

- 2년에 1회이상 의무적으로 반드시 실시
- 2013년 점검업체 : 대한산업보건협회
- 대상실험실 : 연구 및 조립실
- 안전진단 실시 후 반드시 진단결과에 의거 가스, 전기시설 등 보완설치

다. 참여연구원의 교육훈련

- 매년 1회 이상 연구 및 조립실 안전교육 실시
- 2013년 실시 : 정밀안전진단 점검결과 및 가스안전
교육업체(대한산업보건협회, 시설팀)

라. 실험실습실 온라인 안전교육 실시

- 연구활동종사자를 대상으로 온라인 안전교육실시
- 교육업체 : 교육과학기술부 지정 교육업체(KIRD, 연구개발인력교육원)
- 온라인 교육비용 시설팀 지원
- 교육내용 : 연구 및 조립실 안전환경 조성법령 및 유해, 위험요인 관련 등

마. 연구활동종사자 건강검진 실시

- 연구 및 조립실 연구제조 활동종사자 건강검진 실시

바. 연구활동종사자 보험가입

- 매년 정기적으로 보험가입 및 갱신처리를 지속적으로 이행함
- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제14조 제1항 및 시행령 제15조 제1항에 의거 의무적 가입
- 가입회사 : 교육시설재난공제회
- 가입대상 : 연구원(연구소 소속), 기타 등

사. 기타 : 실험실습실 안전수칙 제작 부착

- 연구·조립실 안전수칙 게시판을 제작하여 안전수칙이 없는 실험실 제작 부착

제 9장 참고문헌

- 1) 일본 식품안전위원회 : 차아염소산수의 성분규격 개정에 관한 부회 보고서, 2007.11.25.
- 2) 福田富幸 외 4인 : 약산성전해수에 의한 오이 흰가루병 방제에 관한 연구, 岐阜縣 농업기술센터 연구보고 제 8호: 14-21(2008)
- 3) J.W. Buck 외 3인 : In Vitro Fungicidal activity of acidic electrolyzed oxidizing water, Plant Disease, vol.86 no.3, 278-281
- 4) (財)機能水研究 振興財團 : 次亞鹽素酸水 生成裝置에 關한 指針(2012)
- 5) 日根文男 : 電氣化學과 電解槽의 工學(化學同人, 2014)
- 6) D. Pletcher : Industrial Electrochemistry, 2nd ed. (Hapman & Hall, 1990)
- 7) 김강녕 외 1인 : 전해수생성장치 및 전해수생성장치의 운전방법, 10-0997751(2010.11.25.)
- 8) 松尾昌樹 : 電解水の 基礎와 利用技術(技報堂, 2000)

제 1협동 : 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템의 특성 평가 및
적용기술 개발

제1협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 정진웅

연구원 : 박기재

연구원 : 임정호

연구원 : 정희용

연구원 : 심재민

연구원 : 안지애

연구원 : 박진주

연구원 : 김대현

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “벤츄리관형 회석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발 및 활용기술 개발” 과제(제1협동 “저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템의 특성 평가 및 적용기술 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2015년 8월 14일

주관연구기관명 : 한국코스믹라운드(주)

주관연구책임자 : 김 강 녕

제1협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 정 진 응

연 구 원 : 박 기 재

연 구 원 : 임 정 호

연 구 원 : 정 희 용

연 구 원 : 심 재 민

연 구 원 : 안 지 애

연 구 원 : 박 진 주

연 구 원 : 김 대 현

요 약 문

I. 제 목

저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템의 특성 평가 및 적용기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 공동가공센터, 지역전략식품사업단, 농공상융합형기업, 농업협동조합 및 농업경영체의 농산물 가공업 참여 촉진과 식품과 외식산업의 연계를 통한 국산 농산물의 안전적 판로개척을 효과적으로 촉진하기 위해 식품에서 필수적으로 요구되는 위생성 향상의 확보 수단으로서 저가의 효과적인 소용량 미산성/약산성 차아염소산수(유효염소 최대 80 ppm) 생성장치에 대한 특성평가와 활용기술을 개발하여 미산성 차아염소산수 생성장치 산업을 고부가가치 첨단산업으로 발전할 수 있는 토대를 마련

III. 연구개발 내용 및 범위

- 전해조 및 전극 특성에 따른 전해특성 분석
- 희석장치의 특성분석
- 생성수의 살균 유효성 평가
- 염소합화물의 변화량 분석
- 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가
- 전해용수에 따른 미산성차아염소산수의 특성 평가
- 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가
- 세정·살균 처리 공정 기준 도출
- 미산성 전기분해수의 세정·살균 공정 및 위생관리 지침 개발

IV. 연구개발결과

1. 전해조 및 전극 특성에 따른 전해특성 분석

- 한국코스믹라운드가 개발한 6%(v/v) HCl과 경도성분을 첨가한 전기분해법에 따라 생산한 차아염소산수의 물성을 분석한 결과 pH는 5.4 ± 0.2 , 유효염소는 51.2 ± 2.8 mg/kg을 나타내었음. 이 경우 NH_2Cl , NHCl_2 가 각각 0.01 mg/kg과 0.90 mg/kg이 검출되었으며 ClO_2^- 와 ClO_3^- 은 검출되지 않아 생성되지 않는 것으로 판단되었음
- 유효염소와 pH를 동시에 고려할 경우 도금형 전극보다는 코팅형 전극이보다 적합하였으며 전극의 크기에 따른 차이는 크지 않았음
- 수율(투입 HCl mol에 대한 생성 HOCl의 mol 비율)을 3% 염산(희석비율 200배)을 원

료로 하여 측정, 산정한 결과 3.5 A에서 97.3%를 나타냄

- 3% 염산(200배 희석, 3.5A) 기준으로 pH는 6.04 ± 0.06 을, 유효 염소량은 평균 25.8 ± 0.8 mg/mL를 나타내었으며, 변동률은 $\pm 3.8\%$ (유효염소 기준)이었음

2. 희석장치의 특성분석

- 유효염소와 pH를 동시에 고려할 경우 벤츄리관 내경은 2.5 mm-2.8 mm가 적합하나 pH를 고려할 때 2.8 mm가 보다 안정적이었음
- 노즐 직경 1 mm, 오리피스(orifice) 직경 3.0 mm, 입출구와 출수부의 노즐 직경 38.75 mm와 36.75 mm, 전극의 크기를 20×80 mm, 전극 간격은 3.75 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min로 설정하여 생성한 차아염소산수는 2.5 A 전압에서는 pH 6.6 ± 0.1 , 유효 염소 18.0 ± 0.1 , 4.5% 염산 소비량은 60.0 ± 0.2 mL/min을 나타내었음. 2.8 A 전압에서는 pH 6.3 ± 0.1 , 유효 염소 23.1 ± 0.2 , 4.5% 염산 소비량은 65.0 ± 0.2 mL/min를, 그리고 3.0 V전압에서는 pH 6.1 ± 0.1 , 유효 염소 25.9 ± 0.9 , 염산 소비량은 30.1 ± 0.2 mL/min이었음

3. 생성수의 살균 유효성 평가

- 생성한 약산성 차아염소산수를 *Bacillus cereus* KCCM 40935 등 11종의 박테리아, *Aspergillus flavus* KFRI 855 등 8종의 곰팡이와 효모에 대해 청정조건에서 살균 유효성을 평가한 결과, 시험한 표준균주에 대해 모두 6 log cycle의 감균 효과를 나타내었으며 박테리아, 효모 및 곰팡이에 따른 감수성/저항성의 차이는 없는 것으로 판단되었음
- 상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토를 시료로 하여 침지 살균에 의한 감균 효과를 분석하였다. 3분 침지 살균으로 대부분 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수는 1-1.5 log cycle, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수는 2-2.5 log cycle의 감균 효과를 나타내었음. 10°C, 7일간의 저장에서 저장 1-2일까지 무처리나 수도수 처리구에 비해 상대적으로 낮은 균수를 나타내었으나 5일 이후에는 유사한 균수를 나타내었음. 상추, 비타민 등 연약한 엽채류는 약산성 차아염소산수 3분 침지로 조직감의 저하와 Hunter color value의 L값 상승, b값 저하가 부분적으로 관찰되어 조직손상이 발생한 것으로 추정되었음
- *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335)을 표준균주로 하여 바이오필름 생성 억제효과를 분석한 결과 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수는 대조구에 비해 약 17-44.1%의 억제효과를 나타내었음. 유리섬유를 이용하여 바이오필름 감소 효과를 시험한 결과 대조구에 비해 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수는 4 log cycle, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수는 6 log cycle의 감소 효과를 나타내어 산화력이 상대적으로 강한 이산화염소보다 높은 감소효과를 보였음

4. 염소합화물의 변화량 분석

- 상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토의 침지 살균중 유효염소는 처리전후

미산성 차아염소산수는 28.7 ± 0.8 ppm에서 최소 27.1 ± 0.4 ppm으로 약 1.6 ppm 감소하였으며 약산성 차아염소산수는 60.7 ± 2.0 ppm에서 최소 55.9 ± 1.2 ppm으로 5.2 ppm 감소하였음

- Chlorite는 상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토의 침지 살균후 불검출 수준이었으며, chlorate는 미산성 차아염소산수는 10.8 ± 1.9 ppm에서 최소 15.7 ± 2.6 ppm으로 약 4.9 ppm이 증가하였고 약산성 차아염소산수는 17.6 ± 0.9 ppm에서 최대 21.9 ± 1.8 ppm으로 4.3 ppm 증가하였음
- 처리후 10분간 자연탈수하고 30분간 방치한 후 측정된 잔류염소량은 모든 시료에서 불검출 수준이었음

5. 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가

- 스테인레스 스틸(SUS 304) 판과 목재, PVC 소재의 플라스틱판을 시험용 소재로 하여 *E. coli* ATCC10536과 *S. aureus* ATCC6538를 표준균주로 표면 살균력을 평가하였음. 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수와 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 모두 스테인레스 스틸은 3 log cycle, 목재는 2 log cycle, 플라스틱판은 3 log cycle의 감균효과가 있었음

6. 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가

- 가열처리 이후 훈제육의 미생물 오염도는 $4.9 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$ CFU/g이었으며, 에탄올 분사 처리구 시료는 $3.6 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^2$ CFU/g이었던 반면 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리구는 $7.5 \times 10^2 \pm 2.0 \times 10^2$ CFU/g을 나타내었고 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수는 $2.0 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$ CFU/g로 에탄올과 유사한 총균수를 나타내었음
- 작업기구 및 설비의 총균수는 슬라이서, 작업자의 장갑, 칼 및 작업 도마에서 3 log cycle의 오염도를 나타내었으며 약산성 차아염소산수로 3분간 처리시 약 1 log cycle의 감소를 보였음
- 떡류 가공공장의 대장균군의 오염도는 1-82 CFU/cm²를 나타내었으며 약산성 차아염소산수를 작업장의 오염도 관리를 위해 살균소독수로 적용한 결과 1-8 CFU/cm²로 감소하였음. 성형후 냉각수를 5 ppm 수준의 희석한 약산성 차아염소수로 대체한 결과 대장균군 및 대장균이 모두 음성을 나타내음
- 신선편이 제품인 절단 당근과 절단 감자를 대상으로 기존 시설에서 생산한 제품과 한국식품연구원의 pilot plant를 사용한 제품을 대상으로 살균효과를 분석하였음. 기존 생산라인에서 사용하고 있는 공정인 100 ppm의 차아염소산나트륨수로 3분간 세척, 살균한 당근은 2.7 ± 2.4 log CFU/g이었던 반면 52.2 ± 2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근은 1.8 ± 1.3 log CFU/g로 감소하였으며, 감자도 기존방법에 의한 총균수가 3.6 ± 2.97 log CFU/g이었던 반면 52.2 ± 2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척,

살균한 감자는 $2.7 \pm 2.49 \log \text{CFU/g}$ 로 감소하였음

7. 세정·살균 처리 공정 기준 도출

- 살균소독수 단독, 또는 복합살균 효과 분석결과를 바탕으로 단일 살균소독수를 활용한 세척, 소독 공정에 대한 작업표준(SOP ; standard operating procedure)을 작성하였음. 주요 공정은 세척을 기본 공정으로 하여 1차 세척, 소독, 행굼의 4단계로 구성하였음

8. 미산성/약산성 차아염소산수의 세정·살균 공정 및 위생관리 지침 개발

- 생성장치의 관리방법, 전처리 조건, 원료 과채류의 요건 등을 규정하고 작업자 및 복장, 작업장 내부, 보관 및 운송장비, 화장실, 기구 및 도구, 청소용품, 위생설비 등에 대하여 세척주기, 세척도구, 세척 및 소독 방법을 규정하였음

V. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 정성적 성과

- 새로운 생성방법으로 제조한 미산성/약산성 차아염소산수의 염소화합물 분석과 살균 유효성을 평가하여 기초자료를 도출함으로써 식품가공공정에 안정적으로 활용할 수 있는 지침을 마련
- 미산성/약산성 차아염소산수의 저감화 효능을 평가하여 생산현장에서 활용 가능한 공정 설계 데이터 확보
- 미산성/약산성 차아염소산수 단독, 또는 복합살균 효과 분석결과를 바탕으로 단일 살균소독수를 활용한 세척, 소독 공정에 대한 작업표준(SOP ; standard operating procedure)을 도출
- 신선편이 농수산물의 전처리에 활용 가능한 식중독균 저감화를 위한 공정관리 매뉴얼 및 위생관리지침 개발

나. 정량적 성과

- 논문
 - 게재 : 1건(비SCI)
 - 작성중 : 2건(비SCI)
- 특허 : 해당사항 없음
- 기술이전 : 해당사항 없음
- 교육
 - 농수산물유통공사, 2015년 농산물유통전문교육과정 교육, 한국식품연구원('15.04.21)

2. 성과활용계획

- 식품의 안전성 제고를 위한 위생관리 시스템 구축에의 활용
 - 단체급식 시설의 실정에 적합한 품질관리체제 적용 수단으로 직접 활용할 수 있는 미생물학적 품질관리 지침서 및 기초자료
- 신선 농산물 및 비열식품의 안전성 제고를 위한 위해 저감기술 활용에 대한 홍보, 교육 훈련의 자료로 활용
- 개발기술의 기술이전 희망업체에 대한 기술지도
 - 학교 등 단체급식업체 및 식품가공업체 등 관련기술 적용 가능업체
- 관련 연구결과의 학술지 게재

SUMMARY

I. Title

Evaluation of characteristics of low-volume and high-efficiency slightly/weakly acidic hypochlorite water production system and development of its application technology

II. Research objectives and needs

- By prompting participation with cooperative processing center, regional strategic food group, agricultural, industrial, and commercial convergence business, agricultural cooperative, agro-processing factory by farmers, and linking with food industry and food service business, to provide necessary and advanced hygiene control system for food processing and distribution is required to create markets for domestic agricultural products. To this end, developing technologies of the investigation on properties and useful applications for small scale generator of weakly acidic hypochlorite water (effective chlorine level : up to 80 ppm) with low price and high efficiency, will serve the stepping-stone for jumping the equipment industry of weakly acidic hypochlorite water to high value-added industries.

III. Scope and content of research and development

- Investigation on electrolyzation properties depending on electrolytic cell and electrode
- Investigation on properties of dilution equipment
- Evaluation for sterilization efficiency of generated weak acidic electrolyzed water
- Analysis on variation in levels of chlorine compounds
- Evaluation for sterilization efficiency on surface of hygiene facilities
- Analysis on properties of slightly acidic hypochlorite water depending on supplying water for generation
- Evaluation for sterilization efficiency by applying for sites such as small scale workshop
- Development of standards for processing of washing and sterilization
- Development of practices for processing of washing and sterilization, and hygiene management for using slightly acidic hypochlorite water

IV. Research results

1. Investigation on electrolyzation properties depending on electrolytic cell and electrode

- As a result of analysis on physical properties of generated hypochlorite water depending on electrolyzing method adding 6%(v/v) HCl and hard water compositions by Hankook Cosmic Round corporation, pH was 5.4 ± 0.2 and effective chlorine was 51.2 ± 2.8 mg/kg. In that case, NH_2Cl , NHCl_2 were detected at levels of 0.01 mg/kg and 0.90 mg/kg, respectively, and ClO_2^- 와 ClO_3^- were not detected and then this process is expected not to form chlorine by-products.
- On basis of 3% HCl (at dilution rate of 200 times, 3.5A), the pH was 6.04 ± 0.06 , the amount of effective chlorine was an average of 25.8 ± 0.8 mg/mL, and the fluctuation rate was $\pm 3.8\%$ by effective chlorine.

2. Investigation on properties of dilution equipment

- Considering effective chlorine and pH at once, the diameters of Venturi tube were suitable for 2.5 mm - 2.8 mm, whereas considering pH, its stable diameter was 2.8 mm.
- With the equipment set in the nozzle diameter of 1 mm, orifice diameter of 3.0 mm, the nozzle diameter of entrance and exit of 38.75 mm와 36.75 mm, respectively, the electrode size of 20×80 mm, the electrode gap of 3.75 mm, and the tubing capacity of 30 mL/min, generated hypochlorite water showed that pH was 6.6 ± 0.1 , effective chlorine 18.0 ± 0.1 , and consumption of 4.5% HCl was 60.0 ± 0.2 mL/min in 2.5 A of voltage. In 2.8 A of voltages, generated hypochlorite water showed that pH was 6.3 ± 0.1 , effective chlorine 23.1 ± 0.2 , and consumption of 4.5% HCl was 65.0 ± 0.2 mL/min, and in 3.0 A of voltages, that pH was 6.1 ± 0.1 , effective chlorine 25.9 ± 0.9 , and consumption of 4.5% HCl was 30.1 ± 0.2 mL/min.

3. Evaluation for sterilization efficiency of generated water

- As results of evaluation for sterilization efficiency of generated weak acidic hypochlorite water for 11 types of bacteria such as *Bacillus cereus* KCCM 40935, and 8 types of yeast and fungi such as *Aspergillus flavus* KFRI 855 at conditions without contamination, all of tested microorganism were reduced by 6 log cycle. susceptibility and resistance depending on bacteria, yeast and fungi were expected to be little different
- The reduction efficiency on vegetables (leafy lettuce, vitamin vegetable, sesame leaf, endive leaf (*Cichorium intybus* L.) and kale), and fruit vegetable (cherry tomato), was analyzed by immersion washing with the generated water. Slightly acidic hypochlorite water with level of 26.6 ± 0.76 ppm reduced 1-1.5 log cycle of microorganism by soaking sterilization for 3 min. The water with level of 52.2 ± 2.10

ppm led to reduction of 2-2.5 log cycle. In storage at 10°C for 7 days, treated samples showed less level of microorganism than samples with nontreatment and treatment of tap water after storage of 1-2 days, and induced eventually similar level to other treatment. Weak leafy vegetables including lettuce and vitamin were induced to partially reduce texture properties and Hunter's color value (higher L-value and lower b-value) by immersion in weakly acidic hypochlorite water for 3 minutes and these treatments are expected to lead to vegetable tissue injury.

- As results of inhibition test on biofilm formation using *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (KCCM 11335), weakly acidic hypochlorite water of 52.2 ± 2.10 ppm induced the reduction effect by about 17-44.1% compared to nontreatment sample. In the reduction effect of biofilm formation using glass wool, the generated water of 26.6 ± 0.76 ppm reduced 4 log cycle, and that of 52.2 ± 2.10 ppm reduced 6 log cycle. Therefore, generated water with relative higher oxidation potential is expected to reduce microorganism with high efficiency.

4. Analysis on variation in levels of chlorine compounds

- During immersion sterilization of vegetables (leafy lettuce, vitamin, seshamine, witloof chicory (*Cichorium intybus* L.) and kale), and fruit vegetable (cherry tomato), the concentration of effective chlorine was declined from 28.7 ± 0.8 ppm to 27.1 ± 0.4 ppm by about the level of 1.6 ppm using very weak acidic hypochlorite water. In weak acidic hypochlorite water, its level decreased from 60.7 ± 2.0 ppm to 55.9 ± 1.2 ppm by 5.2 ppm.
- After soaking sterilization on vegetables (leafy lettuce, vitamin, seshamine, endive leaf (*Cichorium intybus* L.) and kale), and fruit vegetable (cherry tomato), chlorite was in the level of non-detection. The concentration of chlorate increased from 10.8 ± 1.9 ppm to 15.7 ± 2.6 ppm by 4.9 ppm in very weak acidic hypochlorite water and from 17.6 ± 0.9 ppm to 21.9 ± 1.8 ppm by 4.3 ppm in weak acidic hypochlorite water.
- After treatment of electrolyzed water, samples were naturally drained for 10 minutes and placed for 30 minutes. Then the level of remained chlorine concentration were in non-detection level.

5. Evaluation for sterilization efficiency on surface of hygiene facilities

- Types of surface were assessed on sterilization effect of electrolyzed water for plates of three materials, stainless steel (SUS 304), wood and PVC using microorganism *E. coli* ATCC 10536 and *S. aureus* ATCC 6538. Both of very weak acidic hypochlorite with 26.6 ± 0.76 ppm and weak acidic hypochlorite with 52.2 ± 2.10

ppm had reduction effect on microorganism by 3 log cycle on the plate from stainless steel, by 2 log cycle from wood and by 3 log cycle from PVC.

6. Evaluation for sterilization efficiency by applying for sites such as small scale workshop
 - The contamination level of smoked duck with heat treatment was $4.9 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$ CFU/g, that of samples with sprayed by ethanol was $3.6 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^2$ CFU/g, whereas that of samples with very weak acidic hypochlorite water with 26.6±0.76 ppm was $7.5 \times 10^2 \pm 2.0 \times 10^2$ CFU/g and that with 52.2±2.10 ppm of weakly acidic hypochlorite water was $2.0 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$ CFU/g similar to level of sample treated by ethanol.
 - Viable cell count on working utilities and facilities such as slicer, gloves of workers, knife and kitchen board, were in the level of 3 log cycle in microorganism. By treating with very weak acidic hypochlorite water for 3 minutes, the level of contamination was decreased by about 1 log cycle.
 - Contaminated level of coliforms in manufacturing facilities of rice cake was 1-82 CFU/cm². To control the contamination of facilities, treatment with weak acidic hypochlorite water reduced the level of coliforms by 1-8 CFU/cm². Replacing cooling water after shaping rice cake to weak acidic hypochlorite water led to reduce the contamination of both coliform and *Escherichia coli* in non-detection levels.
 - For fresh-cut products such as sliced carrots and potato, sterilization effect were tested in both of conventional manufacturing facilities and pilot of Korea Food Research Institute. Sterilized samples treated by weakly acidic hypochlorite water for 3 minutes in the conventional facilities was in level of 2.7 ± 2.4 log CFU/g of viable cell counts, while samples treated by weakly acidic hypochlorite water and by microbubble of 1.5 kg/m³ for 3 minutes in the pilot were in reduced level of 1.8 ± 1.3 log CFU/g. Also, viable cell counts of sterilized potatoes treated by the conventional methods were in level of 3.6 ± 2.97 log CFU/g, while them by the weak acidic hypochlorite water and microbubbles, were reduced 2.7 ± 2.49 log CFU/g.
 - Establishment of standard operating procedure (SOP) for washing and sterilization processes exclusively using water for disinfection, based on results of sterilizing effect by exclusive or multiplicative treatment. Composing main process of 4 steps of first washing as basic process, second washing, disinfection and rinsing.
8. Development of practices for processing of washing and sterilization, and hygiene management for using weak acidic hypochlorite water
 - Prescribing manual for management of generating weak acidic hypochlorite water, preparing processes and conditions of raw material of fruits and vegetables, and

designating manual for period and tools of washing and disinfection on things related to production such as worker and their clothing, indoor workplace, keeping and transporting equipment, toilet, tools and appliances, cleaning items, and hygiene facilities

V. Achievement and plan for practical use

1. Research achievements

1) Qualitative achievements

- Establishment of applicable standards to food processing by analysis on chlorine compounds of and evaluation for sterilization efficiency of weak acidic hypochlorite water generated by new method
- obtaining applicable data for processing plan on production spot by assessing reduction efficiency on contamination using weak acidic hypochlorite water
- Establishment of SOP for washing and sterilization processes exclusively using water for disinfection, based on results of sterilizing effect by exclusive or multiplicative treatment
- Development of the processing management manual for reduction of foodborne pathogen and the guidelines for hygiene management, to apply for preparing agricultural and fisheries fresh produces

2) Quantitative achievement

- Articles
 - in publication : 1 case (non SCI)
 - in drawing-up : 2 cases (non SCI and SCIE)
- Patent : Not applicable
- Technology transfer : Not applicable
- Education
 - Korean Agro-Fisheries and Food Trade Corporation, 2015 Education specialized in agricultural distribution, at Korean Food Research Institute ('15.04.21)

2. Plan for practical use

- Apply for establishment of hygiene management system for food safety
 - The guideline and basis for microbial quality control utilized in application method of quality control system suitable for actual condition of foodservice facilities
- Utilization in information to the nation by promotion, education, training and demonstration of reduction technologies applied for safety of the agricultural and fisheries fresh produces and the non-heating treatment foods

- Technology training of the manufacturers asking for technology transfers
 - Applicable companies for relevant technologies such as food service distributors for school and manufacturers in food processing machinery
- Publication of relevant technologies in journals

CONTENTS

SUMMARY	117
CONTENTS	129
Chapter 1. Overview of research projects	130
Chapter 2. Status of domestic and foreign technical development	131
Chapter 3. Result of research and development	138
Section 1. Materials and methods	138
1. Materials	138
2. Methods	139
Section 2. Result and discussion	145
1. Characteristics of generated hypochlorite water by electrochemical generation methods ..	145
2. Characteristics of generated hypochlorite water by electrolytic cell and electrode type ..	148
3. Characteristics of generated hypochlorite water by dilution device	155
4. Characteristics of generated hypochlorite water by operating condition of prototype generator	167
5. Efficacy of sterilization of generated weakly acidic hypochlorite water	169
6. Efficacy of sterilization of generated weakly acidic hypochlorite water against surface of food processing utilities	224
7. Demonstration experiment by field application	227
8. Establishment of criteria for washing and sterilization	234
9. Establishment of guidance for hygiene control	237
Chapter 4. Research attainments and contribution to related fields	245
Chapter 5. Application plans for research products	247
Chapter 6. Foreign information collected during this research	249
Chapter 7. Research Equipment and facilities	249
Chapter 8. Reference	250

목 차

요 약 문	117
목 차	129
제 1 장 연구개발과제의 개요	130
제 1 절 연구개발의 최종목표 및 주요내용	130
제 2 절 과제별 연구개발의 목표 및 내용	130
제 2 장 국내외 기술개발 현황	131
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	138
제 1 절 재료 및 방법	138
1. 재료	138
2. 시료처리	139
3. 분석방법	140
제 2 절 연구개발수행 결과	145
1. 제법에 따른 전해 생성수 특성	145
2. 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성	148
3. 회석장치의 특성에 따른 생성수의 특성	155
4. 시제품의 운전 조건별 특성	167
5. 생성수의 살균 유효성 평가	169
6. 위생설비 표면 살균력 평가	224
7. 현장적용 실증시험	227
8. 세정·살균 처리 공정 기준 도출	234
9. 위생관리지침 개발	237
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	245
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	247
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	249
제 7 장 연구시설·장비 현황	249
제 8 장 참고문헌	250

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 최종목표 및 주요내용

- 공동가공센터, 지역전략식품사업단, 농공상용합형기업, 농업협동조합 및 농업경영체의 농산물 가공업 참여 촉진과 식품과 외식산업의 연계를 통한 국산 농산물의 안전적 판로개척을 효과적으로 촉진하기 위해 식품에서 필수적으로 요구되는 위생성 향상의 확보 수단으로서 저가의 효과적인 소용량 미산성/약산성 차아염소산수(유효염소 최대 80 ppm) 생성장치에 대한 특성평가와 활용기술을 개발하여 미산성 차아염소산수 생성장치 산업을 고부가가치 첨단산업으로 발전할 수 있는 토대를 마련
- <핵심연구 목표>
- 저용량(50-200 L/hr) 미산성/약산성 차아염소산수 생성 시스템의 특성평가
 - 저용량(50-200 L/hr) 미산성/약산성 차아염소산수의 유효성 평가 및 세정·살균 공정기술 개발

제 2 절 과제별(세부협동) 연구개발의 목표 및 내용

- <제1협동연구과제> 저용량 고성능 미산성/약산성 전해 시스템 의 특성평가 및 적용기술 개발
- 연구 목표 : 미산성/약산성 전해 생성수의 특성 분석, 살균 유효성 평가, 현장적용 실증 시험 및 공정 지침 개발
 - 연구 내용
 - 제법에 따른 전해 생성수의 특성 분석
 - 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성 분석
 - 회석장치의 특성에 따른 생성수의 특성 분석
 - 시제품의 운전 조건별 특성 분석
 - 생성수의 살균 유효성 평가
 - 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가
 - 전해용수에 따른 미산성차아염소산수의 특성 평가
 - 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가
 - 세정·살균 처리 공정 기준 도출

제 2 장 국내외 기술개발 현황

<식품의 위생·안전성 확보>

- 경제성장과 편의성과 건강기호성이 중시되는 식생활 문화의 변화로 신선식품과 같은 비가열식품에 대한 소비자의 선호도가 증대되고 있으며 이와 더불어 식품의 영양학적 측면을 중시하던 소비자의 의식이 안전성을 보다 중시하는 인식 변화를 보이고 있어 식품 가공 공정에서의 안전성을 향상시킬 수 있는 적합한 기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정임
- 이러한 소비자의 인식 변화는 최근 세계 각지에서 발생하고 있는 광우병, 조류독감, 집단식중독 사고 등으로 인한 사회적 이슈화에 따른 것으로 농수산물의 재배로부터 가공과 유통에 이르는 일련의 식품공급망의 투명성을 확보할 수 있는 정책적 대안 마련이 중요한 식품의 국가정책 목표로 대두되고 있음
- 또한 건강지향성 및 편의성을 중시하는 식생활의 패턴 변화로 신선식품 등 비열식품에 대한 소비가 증가하고 있으며 시장에서의 비중도 급격히 증가하고 있는 추세임. 더불어 식품산업의 세계적 네트워크화에 따라 저가의 외국 수산물의 수입이 확대되어 국내산 농산물의 시장 경쟁력 확보를 위해서는 보다 안전하며 고품질의 신선 농산물 생산기술을 통한 품질 경쟁력 확보가 필요함
- 최근의 집단 식중독 사고는 학교급식과 단체급식에 대한 불안을 가중시켜 거대 농산물 수요처인 단체급식시설에 국내농산물의 이용을 촉진하고자 하는 농림부의 정책적 목표 달성을 위해서 반드시 기술적으로 해결해야 할 필요성이 있음
- 식중독균에 의해 식품에 오염될 수 있는 원인은 크게 식품의 원부재료로부터 유래하는 것과 오염된 식품제조기구 및 설비 등의 접촉에 의한 것이 있으며 이외에는 작업자나 작업장 내 낙하균 등에 의한 것으로 대별할 수 있다. 특히 이중에서도 원·부재료의 적절한 세정을 통한 초기 미생물수의 감소와 가공용 기구 및 설비들을 주기적으로 적절히 살균·소독하는 것은 미생물에 의한 식중독 예방을 위해 필수적이 사항임
- 그러나 건강에 대한 소비자 인식의 변화로 화학적 합성품으로 대표되는 기존의 살균·소독제에 대한 기피 현상이 커지고 있어 원료 농수산물의 세정과 전처리에 적합한 새로운 미생물학적 제어기술의 개발이 필요하며 이를 위해서는 기존에 고농도로 사용되고 있는 살균제, 특히 경제성을 이유로 널리 사용되고 있는 화학적 합성품인 살균·소독제를 대체할 수 있는 기술의 개발과 공정의 개선이 선행되어야 함

<차아염소산수>

- 식품산업에서 가장 널리 알려진 염소계 살균소독제는 sodium hypochlorite (NaClO)이며 이

것은 가수분해에 의해 비이온화 차아염소산(hypochlorous acid)이 되고 세균에 대한 강력한 살균력을 나타낸다. 차아염소산 용액의 주된 염소종은 높은 pH에서는 hypochlorite ion(OCl⁻)으로 낮은 pH에서는 염소 가스를 생성된다. 비이온화 차아염소산(HClO)는 pH 4-7 범위에서 증가한다고 알려져 있음

- 전기분해수는 차아염소산(HOCl, hypochlorous acid, CAS Reg.No. 7790-92-3)을 함유한 수용액으로서 차아염소산은 액화 염소 혹은 염소(Cl₂) 가스를 고압으로 물에 용해하거나 일가염화물의 전기분해에 의하여 염소이온을 양극에서 산화시키어 생성된 염소가 물과 반응하여 생성됨
- 국내 「식품위생법」에서는 전기분해수는 화학적 합성품인 식품첨가물로서 ‘차아염소산수’라는 명칭으로 정의하고, 염산 또는 식염수를 전기 분해의 방법으로 얻어지는 것으로 차아염소산을 주성분으로 하는 수용액으로 강산성 차아염소산수(0.2%이하의 염화나트륨 수용액을 격막으로 분리된 양극 및 음극에 의해 구성된 유격막 전해조내에서 전해해서 양극 측으로부터 얻어지는 수용액)과 미산성 차아염소산수(2-6% 염산을 격막으로 분리되어 있지 않은 양극과 음극에 의해 구성된 무격막 전해조내에서 전해해서 얻어지는 수용액)로 구분하고 있음. 이 경우 유효염소농도는 강산성 차아염소산수는 유효염소 20-60 ppm, 미산성 차아염소산수는 유효염소 10-30 ppm을 함유하는 것으로 그 함량을 규정하고 있다. 한편, 기구 등의 살균소독제로 사용할 경우에는 차아염소산수로서 최대 200 ppm 농도까지 사용을 허용하고 있음
- 일본에서는 차아염소산나트륨 용액, 산성 전기분해수(acidic electrolyzed water, available chlorine 20-60 ppm, pH <2.7), 미산성 전기분해수(slightly electrolyzed water, available chlorine 10-30 ppm, pH 5.0-6.5)를 식품에 사용할 수 있도록 허가하고 있으며 다양한 활용 연구에 대한 결과가 보고되고 있음.
- 차아염소산은 미생물의 세포벽, DNA, lipid 등에 작용하여 미생물의 대사기능을 마비시키어 살균작용을 하며 그 작용기구는 생체 내 호중구의 myeloperoxidase에 의하여 hydroxyl radical(·OH)을 생성하여 살균하는 작용과 유사하다고 하였으며, 대장균에 대한 차아염소산수의 LD₅₀은 0.0104-0.156 ppm이라고 하였음
- 차아염소산은 암모니아 등 아민류의 악취성분을 질소로 최종적으로 질소로 분해하여 악취성분을 제거하는 기능을 갖고 있다. 미국에서는 차아염소산을 본질적으로 무해한(Generally Recognized As Safe) 물질로 인지하고 1998년부터 1999년 사이에 환경보호국(EPA), 식품의약국(FDA) 및 농무성(USDA) 등에서 과일, 야채, 생육 등의 병원성균의 제균을 목적으로 전해생성 차아염소산수의 사용을 승인하게 되었음
- 차아염소산은 차아염소산나트륨에 비하여 실험실 수준의 시험에서는 80배의 강한 살균력을 나타내어 저 농도로 사용이 가능하다(0.1 ppm의 농도로 대장균을 99% 살균하는데 차아염

소산은 1.5분 소요, 차아염소산나트륨은 120분 소요). 40 ppm의 차아염소산수는 1,000 ppm(0.1%)의 차아염소산나트륨수와 동일한 살균효과를 나타낸다고 보고한 결과도 있음

- 실제 상추의 살균소독 효과 비교시험에서 30 ppm의 차아염소산수는 150 ppm의 차아염소산나트륨수의 1/3의 유효염소농도에서 동일한 살균효과를 나타내고 있음

<미산성차아염소산수(Slightly acidic hypochlorous water)>

- 상업적인 차아염소산수 생성기기는 자동제어시스템에 따라 3가지 형태로 나눌 수 있음. 첫 번째 형태는 전압과 전류량을 기기가 자동적으로 조정하는 반면 염수의 유속을 사용자가 조정할 수 있다. 두 번째 형태는 기기가 염수의 유속을 연속적으로 조정하는 반면 전류의 세기를 사용자가 선택할 수 있도록 하고 있음. 세 번째 형태는 사용자가 생성장치의 디스플레이 패널을 통해 전기분해수의 염소 농도를 설정하고 기기는 자동적으로 염수의 유속과 /또는 전류의 세기를 조정함
- 차아염소산수 생성장치의 전기분해 유효성에 대한 물의 유속, 수온, 염수농도와 분리 유효성을 연구한 결과, (1) 전기분해셀의 기전력(7.9-15.7 V)과 소비전력(16-20 W)은 물의 유속이나 공급용액의 수온 및 염농도에 영향을 받지 않고, (2) 전류는 수온과 유속에 따라 변화하며, (3) 전기분해셀의 전기분해 효율과 이온 분리막의 분리능은 유속과 염농도의 증가에 따라 유의적으로 감소한다. 또한 ORP는 유속의 증가와 염농도의 증가와 유속의 감소에 따라 증가하는 유리 염소에 따라 감소함
- 미산성차아염소산수는 pH가 5.0-6.5, 유효염소종으로는 차아염소산을 함유하는 수용액으로서 염소계 살균소독제 중 가장 살균력이 강하고 생체독성이 적은 제품으로 평가되고 있음. 이의 제법으로는 1) 강전해수생성장치를 이용하여 양극측에서 생성되는 pH 2.2-2.7의 강산성차아염소산수에 음극측에서 생성되는 pH 11.3 이상의 강알칼리성전해수를 적정량으로 혼합하여 미산성차아염소산수를 생성하는 산-알칼리전해수 혼합방법, 2) 식염용액에 염산 등 pH 조정제를 첨가한 전해질용액을 무격막전해조에서 전해하여 미산성차아염소산수를 생성하는 산-혼합 소금용액 전해방법, 3) 소금용액을 무격막전해조에서 전해하여 생성된 차아염소산나트륨수용액에 염산 또는 구연산 등을 첨가하여 혼합액의 pH가 5.0-6.5가 되도록 전해후 미산성화방법, 4) 희염산을 무격막전해조에서 전해하여 미산성차아염소산수를 생성하는 염산 무격막전해방법 등이 있음
- 전기분해수의 최대의 장점은 안전성임. 강산성인 전기분해수는 피부, 점막 또는 유기물질에 대한 부식성이 없다는 점에서 염산이나 황산과는 다르다. 다른 한편 sodium hypochlorite는 피부자극, 막 자극, 심한 독성 및 강한 독성과 같은 독성을 가지고 있다. 통상적으로 사용하고 있는 부화장의 소독제(포르알데하이드 가스 및 글루타르알데하이드)는 인체와 병아리에게 독성을 띄며, 인체 건강에 위해함. 전기분해수가 유기물과 접촉하거나 수도수 또는

역삼투수로 희석하면 일반적인 물로 다시 돌아감. 따라서 전기분해수는 사용자의 건강과 환경에 역효과를 나타내지 않는다. 더욱이 다른 일반적인 살균소독제와 비교하여 전기분해수는 세척시간이 짧고 취급하기 용이하며 부가적인 효과가 거의 없으며 저렴함

- 전기분해수의 가장 중요한 단점은 전기분해로 연속적인 H^+ , $HOCl$ 및 Cl^2 공급이 이루어지지 않으면 살균력이 급속히 소실된다는 점임. 전기분해수는 많은 다양한 분야에서 일반적인 살균소독제에 비해 보다 적합한 살균소독제로서 널리 알려지고 있으나 염소 가스의 방출, 금속 부식, 합성 수지의 분해와 같은 문제점과 강한 산성도와 유리 염소 함량이 문제점으로 대두되어 있음. 비록 금속의 부식과 합성 수지의 분해가 일어난다 해도 혈액투석장치에 심각한 문제점을 발생시키지는 않았고 식품가공에서 스테인레스강으로 제조된 접촉표면의 세균을 불활성화하기 위하여 전기분해수를 사용한 경우에도 여전히 안전하다는 보고가 있음
- 전기분해수가 기존의 전통적인 살균소독제를 대체할 수 있는 유용한 대체물질임이 다양한 연구를 통해 밝혀지고 있음. 그러나 실제 식품의 가공현장에서 보다 효율적으로 이를 활용하기 위해서는 안정적인 특성을 갖는 전기분해수 생성장치의 공급이 뒷받침되어야 함
- 또한 전기분해수의 살균력이 $HOCl$ 과 같은 염소계 물질에서 부여되기 때문에 현재의 유효염소를 중심으로 하는 연구와 사용현장에서의 관리에는 한계가 있다고 판단됨. 특히 많은 연구를 통해 평가된 살균력평가가 연구결과마다 달리 나타나는 원인중의 하나로 대상물의 특성, 즉 오염도나 유기물의 총량, 대상물의 구조적 특성 등에 대한 연구가 부족한 측면에서 비롯되었음
- 전기분해수 생성장치는 미국 EPA에서도 식품산업에 활용할 수 있는 장치로 승인이 되어 있음. 비록 전기분해수가 식품의 살균소독에 다양한 많은 이점은 가지고 있지만 보다 다양한 활용 분야에 대한 연구가 필요하며 최적 사용기준에 대한 연구가 보다 심도 있게 진행되어야 한다. 이와 더불어 HACCP이나 SSOP 시스템과 식품가공공정에서 전기분해수의 이용 분야/범위를 확장하는 방법론적 접근에 관한 연구를 포함해야 함. 전기분해수의 미생물에 대한 살균효과가 monochloroamine을 형성하는 유기물로 인해 감소할 수 있지만 이러한 물질의 생성을 방지할 수 있는 기술에 대한 연구 또한 필요함

<비가열살균>

- 국내의 경우도 소비자의 편의성 및 고품질 안전농산물의 요구, 단체급식의 증가, 소비지에서의 폐기물 문제 등으로 개발된 기술의 적용은 급증할 것으로 추정됨. 특히 국내 신선농산물의 경우 수확후 미생물(총균수, 대장균) 오염은 10^5 내외로 식자재 형태로 가공되거나 신선편의식품 형태로 가공 유통될 경우 세정 및 표면살균의 필요성은 매우 큼(최근들어 소비자의 식품선택기준은 안전성이 큰 비중을 차지하고 있음).

- 신선식품에 대한 수요 급증에 따라 신선식품에 의한 식중독 발생(특히, 출혈성대장균 O157)이 급증하고 있으며, 특히 비열 주스, 녹즙, 생식 등은 식중독 위해 가능성이 높은 식품으로 분류되고 있음
- 현재 국내에서도 식중독 발생 빈도는 여전히 줄어들지 않고 있으며, 열처리가 불가능한 생식 식품에 대한 살균을 위하여 halogen 화합물, oxidizer, alcohol 등을 이용하거나 방사선 및 자외선 조사, 염소를 사용하고 있음. 상용화된 표면 살균처리방법으로는 오존수 처리, 전기분해용액 처리, peroxyacetate 처리, 염소수처리, 과산화수소수 처리, ethanol vapor 처리 등이 있다. 또한 Nisin 등의 천연물 유래의 항균성 peptide는 특이성이 높아 항균 스펙트럼에 제약이 따르고 여러 나라에서 식품보존제로서 사용되어 왔으나 세균에 비해 곰팡이, 효모 등에 대해서는 살균력이 없다는 단점이 있음
- 그러나 식품보존제 첨가와 같은 화학적 방법으로는 안전성만을 확보할 뿐 소비자의 기호를 충족시키지 못하며 일부 잔류된 화학보존제는 인체에 악영향을 미칠 뿐 아니라 환경문제를 유발하며, 처리소요시간이 보통 30 ~ 60분의 장기 살균이 필요함
- 최근 식품 안전성 확보를 위한 새로운 물리적 방법으로 초고압(high hydrostatic pressure), 고전압 펄스 전기장(high voltage pulsed electric fields, PEF), 진동 자기장(oscillating magnetic fields, OMF), 방사선 조사법(radiation), 광 펄스(high-intensity pulsed light), 초음파(ultrasonic), 오존(O₃) 등이 소개되고 있으며, 화학적 방법으로는 이산화탄소, 박테리오신, 양이온 다중 고분자(polycationic polymer)와 같은 화학물질, 세포벽 분해효소(lytic enzyme) 등을 이용하거나, 이러한 물리·화학적 처리를 조합하여 다단계로 처리하는 hurdle technology가 있음
- 각각의 비열 살균 방법은 대상 식품에 따라 그 응용 가능성이 다르며 고유의 장점과 한계점을 지닌다. 예를 들면 초고압, 진동 자기장, antimicrobial, 광 펄스, hurdle technology는 약체 및 고체 식품에 적용이 가능한 반면, 고전압 펄스 자기장을 액체식품에, 그리고 방사선조사법은 고체식품에 이용이 가능하며, 광펄스, 방사선조사법, 진동 자기장을 포장 후의 2차 오염의 위험을 줄일 수 있다는 장점이 있지만 이러한 방법은 초기 설비투자비가 많이 드는 문제가 있음
- 현재까지 이와같은 비열 살균기술은 가열 살균과 비교하여 볼 때 살균력 자체가 미흡하며, 현재 식품 생산업체는 대부분 열처리 생산 설비를 갖추고 있기 때문에 다양한 비열 살균기술의 효과가 입증되어도 고가의 설비비 문제로 인하여 산업화에 어려움을 겪고 있어 실용화까지는 많은 문제점들을 안고 있음
- 이미 선진 외국에서는 선도에 영향을 미치지 않고 인체에 무해한 살균효과를 가지는 살균기술의 개발에 주력하고 있고, 일부는 식품산업과 청과물 유통에 부분적으로 적용되어 품질의 고급화를 도모하고 있는 실정을 감안할 때, 세척시의 표면살균 및 식품가공에의 적용

도 가능한 이산화염소수 및 전기분해수와 같은 식품산업 전반에 다양하게 활용할 수 있는 기능수의 개발 필요성은 매우 절실하다고 볼 수 있음

- 따라서 인체 유해성이 없고, 넓은 항균 스펙트럼과 속효성을 나타내는 새로운 세정·제균 매체의 개발이 요구되고 있는 실정이므로, 이에 이산화염소수와 전해산화수의 세정매체로서의 활용은 이러한 소비자의 우려를 최소화시키면서 안정성을 확보해 줄 수 있을 것이며, 저장성 증대로 인한 폐기물의 감소효과 뿐만아니라, 국내 식품가공 산업에도 활용할 수 있는 기반기술의 축적에도 상당히 기여할 수 있을 것으로 생각됨
- 따라서 효율적인 미산성/약산성 차아염소산수 생성 시스템의 효과적인 개발을 위해서는 전해조 및 전극 특성에 따른 전해특성 분석, 희석장치의 특성분석, 생성수의 살균 유효성 평가, 염소합화물의 변화량 분석, 위생설비의 표면 살균력 유효성 평가, 전해용수에 따른 미산성차아염소산수의 특성 평가, 소규모 작업장 등 현장적용 및 살균 유효성 평가 등을 평가하여 활용하고자 하는 공정에 적합한 세정·살균 처리 공정 기준을 도출하고 미산성 전기분해수의 세정·살균 공정 및 위생관리 지침 개발하여 효과적인 실용화가 이루어질 수 있도록 하여야 함
- 차아염소산수 전체로는 1980년부터 2008년까지 국가별로는 일본특허가 401건(85.0%), 한국이 45건(9.5%), 미국이 20건(4.2%), 유럽이 6건(1.3%)으로 전해살균수 시장은 일본이 주도하고 있음
- 본 분야의 기술 선도국인 일본이 1990년대 초반부터 특허가 급격히 증가하였으나 1990년대 후반 이후 감소하고 있는 경향을 보임. 반면 한국은 1990년대 중반 부터 본격적인 특허가 출원되기 시작하여 최근까지도 증가하고 있음. 이러한 경향은 강산성 전기분해수와 관련된 기술주도국인 일본의 특허가 1990년대 폭발적으로 출원된 반면 1990년대 후반부터 2000년대 초반까지는 정체되고 기술도입이 국내로 이루어진 1990년대 후반부터 국내 특허 출원 건수가 증가하였음
- 미국과 유럽은 1990년대 후반부터 2000년대 초반에 특허가 대부분 출원되었으나 기술도입의 형태가 많았기 때문에 일본에 비해서는 상대적으로 특허 출원이 미약하였음
- 특허 출원인도 일본 국적의 회사가 주를 이루어 일본의 Sanyo Electric사로 총 35건의 특허를 출원하였으며 Matsushita Electric사 27건, Hoshizaki Electric사와 Okazaki Tatsuo가 각각 26건 등으로 상위 15위의 출원인 모두 일본 국적의 출원인이었음
- 전기분해수(차아염소산수) 및 생성장치와 관련된 특허는 강산성 전기분해수 관련 특허가 280건으로 59.1%, 차아염소산나트륨수 관련 특허가 102건, 미산성전해수 관련 특허가 89건 출원되었고 강산성 전기분해수는 1990년대 후반 이후 감소추세를 나타내었음
- 미산성 전기분해수와 관련된 특허는 강산성 전기분해수에 비해 후발기술로 특허가 출원되었지만 1990년대 후반 감소 이후 2003년을 기점으로 다시 증가하였음

- 기술별로는 강산성 전기분해수의 전해조와 관련된 특허가 36건, 미산성 전기분해수 관련 전해조 특허 10건, 차아염소산나트륨수 관련 전해조 특허가 7건이었으며 대부분의 경우에는 시스템과 관련된 특허임. 미산성 전해수의 경우 Morinaga Milk사가 12건의 특허를 출원하였고 주로 식품분야에 대한 특허가 주를 이루었음. 식품 이외에는 식물의 수경재배, 생리식염수로의 활용에 대한 특허를 출원하였음
- 미산성 차아염소산수를 이용한 생식원료의 저장중 미생물 저감효과(김광희 등, 한국식품과학회지, 2013), 미산성 차아염소산수를 이용한 콘택트 렌즈와 렌즈 케이스의 살균에 관한 효과(Hiromi et al., Japanese Journal of Environmental Infections, 2012), *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*에 대한 살균효과(Ya-Tao et al., Crop Protection, 2012), 미산성 차아염소산수의 오이와 토마토의 곰팡이병에 대한 억제 효과(Tsuno, K. Kai, Y. Nakamura, T., Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki University, 2012), 계육 가슴살의 선도에 미치는 미산성 차아염소산수의 효과(Pahman, J. of Food Sci., 2012), 미산성 차아염소산수 처리에 따른 콩나물의 저장중 품질변화(Journal of the Korean society of food science and nutrition, 2011), 오이와 토마토에서의 병원성 대장균 *E. coli* O157:H7의 저감화에 대한 효과(Pangloli P. & Hung Y. C., Journal of food science, 2011), 최소가공 사과에 대한 살균에 대한 효과(Graca A., Abadias M. & Salazar M., Postharvest biology and technology, 2011), 최소가공 채소류 및 새싹채소에 대한 효과(Issa-Zacharia A., Kamitani Y. & Miwa N., Food control, 2011), Sucrose Fatty Acid Ester와 Microbubbles을 이용한 미산성 차아염소산수의 신선 농산물에 대한 살균의 병용효과(Soli et al., Food science and technology research, 2011), 최소가공 cilantro에 대한 미생물 저감효과(Hao J., Liu H. & Liu R., Journal of food safety, 2011), 절단 당근에 대한 미생물 살균 효과(Koide S., Shitanda D., & Note, M., Food control, 2011), 다양한 채소류에서 마이크로버블 및 전기분해수의 세척 살균효과(Lee et al., Journal of the Korean society of food science and nutrition, 2011) 등 대부분 대상물에 대한 살균효과에 대한 것이 주를 이루고 있음
- 미산성 차아염소산수의 원천 기술 개발이 1990년대 이후 많지 않기 때문에 생성장치나 시스템 효과에 대한 논문은 찾아보기 힘들며 80 ppm 수준의 미산성 차아염소산수에 대한 연구결과도 보고된 바 없는 것으로 나타났음. 다만 낙농 농가의 착유중 살균 소독수로 활용하기 위한 미산성 차아염소산수 생성장치 개발 및 활용(Honda Y., 農業機械學會誌, 2003), 염산을 원료로 한 미산성 차아염소산수 생성 방법(Suzuki K., Nakamura T. & Kokubo S., 防菌防黴, 2005) 등 200년대 중후반에 시스템이나 제법과 관련된 논문이 일부 발표되었음

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 재료 및 방법

1. 재료

가. 살균소독수

미산성 차아염소산수 제조장치는 한국코스믹라운드(주)의 염산을 원료로 한 미산성 차아염소산수 생성장치(Model : BC-210)와 약산성 차아염소산수 생성장치((Model : BC-210)를 사용하였다. 사용한 수도수, 미산성 차아염소산수, 약산성 차아염소산수의 물성은 다음 Table 1과 같았다. 대조구로 사용한 이산화염소수는 한국식품연구원에 보유중인 NaClO₂와 Cl₂를 반응장치를 통해 반응액을 100 ppm 수준으로 수도수로 희석한 것을 사용하였다.

Table 1. pH, ORP, and HClO and available chlorine concentration of sanitizing water used in this study

Sanitizing water	pH ¹	ORP (mV) ¹	Available chlorine (ppm) ¹
TW ²	6.76	793	-
SAHW ³	6.31±0.14	861±21	26.6±0.76
WAHW ⁴	3.92±3.49	1,103±38	52.2±2.10

¹ Data represent means of three measurements.

² Tap water

³ Slightly acidic hypochlorite water

⁴ Weakly acidic hypochlorite water

나. 시료

침지 세정 실험에 사용한 청상추, 깻잎, 비타민채소, 방울 토마토, 치콘 및 케일은 대형 유통점에서 구입하여, 4±1° C, RH 90-95% 조건에 냉장 보관하면서 실험에 이용하였다.

다. 시약 및 배지

균주의 배양에 사용한 Nutrient medium, LB medium은 Difco사(Difco lab., USA)의 것을 사용하였으며, NaCl, NaClO₂⁻, NaClO₃⁻, NaH₂PO₄, NaH₂PO₄ 등의 chemicals은 Sigma사(Sigma Co., USA)의 것을, Ion chromatography에 사용한 water는 순수제조장치(model : Milli-Q plus, Millipore Corp, USA)로 생성한 18.Ω 이하 탈이온수를 사용하였다.

라. 균주

미산성 차아염소산수의 유효성 평가에 사용한 *E. coli* ATCC 10536 및 *S. aureus* ATCC 6538는 한국생명공학연구원(KCTC)에서 분양 받은 것을, 그리고 *Bacillus cereus* KCCM 40935, *Bacillus licheniformis* KCCM 41412, *Bacillus subtilis* KFRI 183, *Campylobacter jejuni* KCTC 3569, *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* KCCM 11391, *Lactobacillus brevis* KFRI 466, *Pseudomonas aeruginosa* KFRI 190, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* KCCM 12214, *Salmonella typhimurium* KCCM 11862, *Aspergillus flavus* KFRI 855, *Aspergillus niger* KFRI 993, *Clostridium perfringens* KCTC 3269, *Penicillium citrinum* KCTC 3733, *Candida albicans* KFRI 432, *Rhizopus oryzae* KFRI 1007, *Saccharomyces cerevisiae* KFRI 1014 및 *Zagoccharomyces rouxii* KFRI 00214는 각각 한국식품연구원(KFRI), 한국중균협회(KCCM) 및 한국생명공학연구원(KCTC)에서 동결건조 상태로 분양 받아 50%(v/v) glycerol stock하여 -80°C 에서 냉동보관하면서 사용하였다.

2. 시료처리

가. 침지 살균

청상추, 깻잎, 비타민채소, 방울 토마토, 치콘 및 케일의 침지세정은 시료 중량비 10배수의 차아염소산수에 시료가 완전히 잠기도록 하여 침지살균하면서 침지전후의 총균수, chlorine species, 조직감, 색차 변화 등을 분석하였다. 실험에 사용한 세척장비는 실험실 규모를 제외하고는 한국식품연구원에 보유중인 불림, 1차 세척, 와류세척, 버블 세척, 마이크로버블 세척이 순차적으로 가능한 자동화세척 설비를 실험에 이용하였다(Fig. 1).

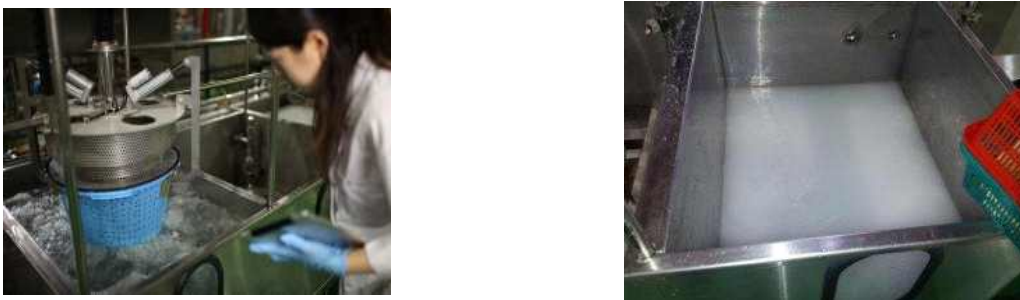


Fig. 1. Pilot scale washing & disinfection system and microbubble disinfection system used in this experiment.

나. 채소류의 저장

침지세정 채소류의 품질 변화를 분석하기 위하여 시료를 중량비 10배수의 수도수, 미산성 차아염소산수와 약산성 차아염소산수에 3분간 침지살균하고 3분간 자연탈수한 다음 식품용 비닐백에 개별포장한 다음 10°C 에 저장하면서 0, 1, 2, 5, 7일에 총균수, 표면색차, 조직감을 측정하였다.

다. 육류 작업장 시설 및 기구의 살균소독

육류 작업장의 작업도구에 대한 살균실험은 다음과 같이 실시하였다. 칼과 도마를 90°C dry oven에서 2시간 동안 건조한 다음 증류수 1 L에 *E. coli* 배양액 10 mL (10^6 CFU/mL)을 가한 시험액에 쇠고기를 2분간 침지하여 오염시킨 다음 10분간 실온에서 자연탈수하고 도마와 칼을 이용하여 10회 칼질하였다. 칼과 도마를 수도수와 차아염소산수를 세척수로 흘리면서 수세미로 문지르면서 10초간 2회 반복 세척하였다. 이 때 세척하지 않은 것을 대조구로 하였다.

3. 분석방법

가. 살균유효성 분석(Quantitative suspension test)

1) Quantitative suspension test

살균소독수의 균주에 대한 일차적인 살균력 유효성 평가는 EU CEN 1276:1997 (Quantitative suspension test)에 따라 오염조건에서 평가하였다. 사용한 경수는 $MgCl_2$, $CaCl_2$, $NaHCO_3$ 혼합액(600 ppm)이었으며, neutralizer는 lecithin, polysorbate 80, sodium thiosulfate, l-histidine 및 saponine의 혼합액이었다. 간섭물질로는 0.3%(w/v) bovine serum albumin을 사용하였다.

2) 재질별 표면 살균력 시험

이 등의 방법에 따라 5×5 cm의 스테인레스 스틸(SUS 304) 판과 목재, PVC 소재의 플라스틱 판을 100°C에서 5시간 동안 건조멸균한 다음 보유중인 *E. coli* ATCC 10536과 *S. aureus* ATCC 6538를 표준균주로 하여 LB medium에서 37°C, 24시간 배양한 다음 10^6 CFU/mL 수준의 현탁액을 조제하여 각각의 표면에 접종하고 30분간 건조시킨 다음 미산성과 약산성 차아염소산수 5 mL를 도포하였다. 5×5 cm의 면적을 swab하고 0.1% 펩톤수에 십진희석한 다음 LB agar에 37°C에서 24시간 배양한 다음 집락을 계수하여 CFU/25 cm²로 표시하였다.

나. pH와 산환환원전위력(ORP; oxidation-reduction potential)

침지 살균중의 pH는 pH meter (model 520A, Orion research Inc., MA, USA)로 측정하였으며, ORP meter(Model RM-12P, TOA Electronics, Japan)로 측정하였다.

다. DPD ferrous titrimetric method

Cl_2 를 분석하기 위하여 DPD ferrous titrimetric method 으로 분석 하였다. N,N-Diethyl-p-phenylenediamin(DPD)을 첨가하여 Standard ferrous ammonium sulfate (FAS)로 적정하여 1.00 mL standard FAS titrant = 1.00 mg Cl as Cl_2 /L. free chlorine로 계산 하였다.

라. Total chlorine-iodometric Method I

Total chlorine의 농도를 측정하기 위하여 iodometric method I 로 측정하였다. 300 mL 삼각 플라스크에 KI 1 g, Acetic acid 5 mL를 넣고 이산화염소 100 mL를 혼합한 후 0.01 N sodium

thiosulfate로 옅은 노란색이 될 때까지 적정하고 starch 1 mL를 넣고 다시 무색이 될 때까지 적정한다. 적정된 값은 다음식으로 total chlorine값을 구하였다.

$$\text{mg Cl as Cl}_2 / \text{L} = \frac{(A \pm B) \times N \times 35450}{\text{mL sample}}$$

여기에서 A = mL titration for sample

B = mL titration for blank (positive or negative)

N = normality of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

마. Chlorine dioxide (ClO_2)

이산화염소의 농도는 portable testing instrument (model DR-2800, Hach Co., Loveland, USA)를 이용하여, US EPA DPD method를 기반으로 한 UV spectrophotometric method와 DPD titmetric method를 병행하여 분석하였다.

바. 잔류염소량

시료에 하여 중량비 10배수의 약산성 차아염소산수로 침지세정 하였다. 3분 동안 침지 세정한 양상추를 약 3분 동안 자연 탈수 한 다음 10배수의 탈이온수를 가하고 이를 잔류염소 측정용 시료로 하였다.

사. Ion chlorine analysis

Chloride, chlorite, chlorate 이온을 분석하기 위하여 U.S.EPA에서 분석하는 방법으로 측정하였다. 시료는 18Ω 이하의 탈이온수로 희석하여 0.45um 필터를 사용한 후 IC(bioLC, USA)로 분석하였고, 분석조건은 아래의 Table 2와 같다.

Table 2. Ion chromatography chlorite analysis condition

Item	Method
Sample Loop volume	10uL
Column	IonPac AS12A Analytical column + IonPac AG12A Guard column
Eluent	2.7 mM Na_2CO_3 /0.3 mM NaHCO_3
MMS Suppressor	Anion MicroMembrane Suppressor, AMMS III (4-mm)
MMS Regenerant	25mN H_2SO_4
Expected Background Conductivity	14.3-15 uS

아. 미생물균수

침지 살균한 시료 10 g을 취한 뒤 90 mL의 멸균된 0.85% saline을 가하여 stomacher로 1분간 균질화시킨 후 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 멸균된 0.85% saline으로 단계 희석

하여 pouring culture method로 접종하였다. 총균수 및 대장균군은 각각 plate count agar(Difco Co., USA)와 chromocult agar ES(Merk Co., USA)배지를 사용하여 35±1℃에서 48시간 배양한 후 출현한 colony를 계수하였다. 곰팡이 및 효모는 Potato dextrose agar (Difco Co., USA) 배지를 사용하여 25±1℃에서 48시간 배양한 후 출현한 colony를 계수하였다.

자. 표면색도

색도는 표준백판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 색도계(CR-200, Minolta Co.,Tokyo Japan)를 사용하여 시료수 n=6-9으로 하여 Hunter 색체계인 L, a 및 b 값을 측정하였다.

차. 조직감

채소류의 hardness는 Rheometer(CR-200D, SUN Scientific Co, JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 시료를 stainless steel로 된 V자형 probe로 5.0 mm 깊이까지의 hardness를 측정하였다. 측정시 하중은 2 kg, 테이블 이동속도는 60 mm/min이었다. 시료를 무작위로 추출하여 5회 반복 측정한 후 평균치로 나타내었다.

카. 전압 및 전류

생성 장치의 전류와 전압은 디지털오실로스코프(GDS-2304A, Gwinstek, Taiwan)을 사용하여 측정하였다.

타. 전도도 및 총용존 고형물량

전도도와 총용존 고형물량(total dissolved solid; TDS)은 conductivity meter(Model 316, Corning Inc., New york, USA)로 측정하고 용액의 전도도는 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로, TDS는 mg/mL로 나타내었다.

파. Biofilm 저해능

1) 표준균주

바이오필름이 형성된다고 알려진 표준균주 *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335)을 사용하였다.

2) 전배양

S. aureus ATCC 6538 (KCCM 11335)를 전배양을 위해 tryptic Soy broth (TSB)배지에 overnight (37℃, shaking) 배양하였다. 전배양 용액을 1×10^6 CFU/mL 로 희석하여 새로운 배지에 현탁시킨 cell suspension을 sterile flat-bottomed 96-well polystyrene microtiter plates (200uL per well)에 분주하였다. 37℃에서 24시간 정지 배양하여 바이오 필름을 형성시켰다.

3) Viability test (MTT assay)

바이오필름이 형성된 후 바닥에 붙은 균주를 제외하고 aspiration으로 배지를 제거하고 PBS

용액 (phosphate-buffered saline solution)으로 세척하는 과정을 3회 반복하였다. 약산성 차아염소산수 처리는 두가지로 실시하였다. 50 ppm으로 조정된 약산성 차아염소산수를 well에 각각 100, 200, 300 μ L씩 나누어 처리하였다. 대조구는 약산성 차아염소산수 대신 PBS용액을 200 μ L처리하고 37°C incubator에서 2분간 방치하였다. 또 다른 처리구로서 생성한 25 ppm의 미산성 차아염소산수를 well에 각 10, 20, 25 ppm으로 처리하였다. 대조구는 약산성 차아염소산수 대신 PBS용액을 200 μ L처리하고 37°C incubator에서 2분간 방치하였다. 이를 aspiration을 시켜 용액을 제거하고 PBS용액(phosphate-buffered saline solution)으로 3회 세척하였다. 그리고 0.05 % MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 용액을 200 uL씩 처리하고 37°C incubator에서 2시간 동안 반응시켰다. 다시 이를 aspiration시켜 용액을 제거하고 PBS용액 (phosphate-buffered saline solution)으로 3회 세척하였다. 5mM HCl in isopropanol 용액을 200L씩 well에 가하고 570nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) Biomass test (Safranin O assay)

바이오필름이 형성된 후 바닥에 붙은 균주를 제외하고 배지를 제거하기 위해 aspiration으로 제거하고 PBS용액 (phosphate-buffered saline solution)으로 3회 세척하였다. 약산성 차아염소산수 용액의 처리는 두가지로 하였다. 50 ppm으로 조정된 약산성 차아염소산수를 well에 각각 100, 200, 300 μ L씩 처리하였다. 대조구는 약산성 차아염소산수 대신 PBS용액을 200 μ L처리하고 37°C incubator에서 2분간 방치하였다. 두 번째 처리구는 25 ppm으로 조정된 미산성 차아염소산수를 well에 각 10, 20, 25 ppm으로 나누어 처리하였다. 대조구는 미산성 차아염소산수 대신 PBS용액을 200 μ L처리하고 37°C incubator에서 2분간 방치하였다. 이를 aspiration을 시켜 용액을 제거하고 PBS용액(phosphate-buffered saline solution)으로 3회 세척하한 후 60°C 에서 1시간 동안 건조시켰다. 그 후 0.1% safranin O 용액을 200 uL씩 well에 가하고 aspiration을 시켜 용액을 제거한 다음 멸균 증류수를 가해 3회 세척하였다. 30% glacial acetic acid (v/v) 용액을 200L씩 well에 가한 다음 450nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) Glass wool을 이용한 바이오필름 형성

Glass wool을 이용하여 in vitro상에서 바이오필름을 형성시키고자 glass wool 약 0.5 g을 잘라 멸균한 다음 30 L 삼각플라스크에 glass wool을 넣고 고압증기 멸균하여 멸균한 LBC broth 300 mL에 28°C, overnight 배양한 *S. aureus* ATCC 6538 (KCCM 11335) 500 μ L를 접종하여 30°C 에서 5일간 배양하였다. 배양후 멸균된 forcep과 증류수를 이용하여 glass wool은 증류수 100 mL가 담긴 bottle에 넣어 150 rpm으로 5분간 교반하여 세척하였다. 세척후 glass wool을 petri dish로 옮겨 1시간동안 자연건조 하였다. 1% crystal violet 용액을 coupon 표면에 분주하여 도포하고 30분간 염색한 뒤 멸균수로 염색약을 세척하고 건조하여 표면에 염색된 부분을 관찰하였다.

하. 통계처리

각 실험당 3회씩 독립적인 시험을 반복하였으며, 실험값간의 유의성을 검정하기 위하여 SAS

9.0 for windows program을 이용하여 ANOVA test를 실시한 후, $p \leq 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

제 2 절 연구개발수행 결과

1. 제법에 따른 전해 생성수 특성

차아염소산수는 일반적으로 희석한 염수를 막으로 양극과 음극으로 분리시킨 전기분해 셀을 통과시켜 생성한다. 통상 생성시스템에서는 두 가지 형태의 차아염소산수가 동시에 생성된다. pH 2.3 ~ 2.7, 산화환원전위차 >1,000 mV, 높은 용존산소함량과 유리 염소(농도는 생성기기의 설정에 따라 달라짐)를 가진 전해산화수는 양극측에서 생성된다. 반면 pH 10.0 ~ 11.5와 높은 용존수소와 낮은 산화환원전위차(ORP -800 ~ -900 mV)의 전해환원수(electrolyzed reduced water ; ER)는 음극측에서 생성된다. 강한 환원력을 가지는 전해환원수는 도마와 주방설비/설비의 이물이나 기름때 등을 제거하는데 사용할 수 있다.

상업적인 차아염소산수 생성기기는 자동제어시스템에 따라 3가지 형태로 나눌 수 있다. 첫 번째 형태는 전압과 전류량을 기기가 자동적으로 조정하는 반면 염수의 유속을 사용자가 조정할 수 있다. 두 번째 형태는 기기가 염수의 유속을 연속적으로 조정하는 반면 전류의 세기를 사용자가 선택할 수 있도록 하고 있다. 세 번째 형태는 사용자가 생성장치의 디스플레이 패널을 통해 차아염소산수의 염소 농도를 설정하고 기기는 자동적으로 염수의 유속과/또는 전류의 세기를 조정한다.

차아염소산수 생성장치의 전기분해 유효성에 대한 물의 유속, 수온, 염수농도와 분리 유효성을 연구한 결과, (1) 전기분해 셀의 기전력(7.9 ~ 15.7 V)과 소비전력(16 ~ 20 W)은 물의 유속이나 공급용액의 수온 및 염농도에 영향을 받지 않고, (2) 전류는 수온과 유속에 따라 변화하며, (3) 전기분해 셀의 전기분해 효율과 이온 분리막의 분리능은 유속과 염농도의 증가에 따라 유의적으로 감소한다. 또한 ORP는 유속의 증가와 염농도의 증가와 유속의 감속에 따라 증가하는 유리 염소에 따라 감소한다.

미산성 차아염소산수는 pH가 5.0 ~ 6.5, 유효염소종으로는 차아염소산을 함유하는 수용액으로서 염소계 살균소독제 중 가장 살균력이 강하고 생체독성이 적은 제품으로 평가되고 있다. 이의 제법으로는 1) 강전해수 생성장치를 이용하여 양극측에서 생성되는 pH 2.2 ~ 2.7의 강산성 차아염소산수에 음극측에서 생성되는 pH 11.3 이상의 강알칼리성 차아염소산수를 적정량으로 혼합하여 미산성 차아염소산수를 생성하는 산-알칼리 전해수 혼합방법, 2) 식염용액에 염산 등 pH 조정제를 첨가한 전해질용액을 무격막전해조에서 전해하여 미산성 차아염소산수를 생성하는 산-혼합 소금용액 전해방법, 3) 소금용액을 무격막전해조에서 전해하여 생성된 차아염소산 나트륨 수용액에 염산 또는 구연산 등을 첨가하여 혼합액의 pH가 5.0 ~ 6.5가 되도록 전해후 미산성화 방법, 4) 희염산을 무격막 전해조에서 전해하여 미산성 차아염소산수를 생성하는 염산 무격막 전해방법 등이 있다.

주관연구기관인 한국코스믹라운드에서 개발하고자 하는 미산성 및 약산성 차아염소산수의 제법 즉, 2 ~ 6%(v/v) HCl과 경도성분을 첨가한 전기분해법, 염산과 식염의 혼합 전해질을 전기분해하는 제법(5.4% HCl + 0.6% NaCl, 4.8% HCl + 1.2% NaCl), 양산성 차아염소산수 제조를 위

한 유격막 생성장치를 이용하여 강산성 차아염소산수와 알칼리성 차아염소산수를 혼합하는 제법(생성후 혼합법 및 전해조내에서의 혼합법), HCl과 NaCl을 원료로 무격막 생성장치를 이용하여 생성하는 제법을 이용하여 다양한 미산성/약산성 차아염소산수를 제조하였으면 협동연구기관에서는 생성효율이 비교적 높은 생성수를 대상으로 pH, 증발잔류물, 유효염소, NH_2Cl , NHCl_2 , ClO_2^- , ClO_3^- 및 Cl^- 을 각각 분석하였다. 본 제법에 따른 생성수 특성 분석은 주관기관과 협력하에 공동으로 진행하였다.

차아염소산의 생성농도를 증가시키기 위해서는 투입되는 원료 염산의 농도를 높여야 하지만 이 경우 동일 mol비로 생성되는 HCl에 의한 pH 저하를 위해 경도를 증가시키는 탄산성분을 첨가하였으면 이 경우 pH는 5.4 ± 0.2 , 유효염소는 51.2 ± 2.8 mg/kg을 나타내었다(Table 2). 이 경우 NH_2Cl , NHCl_2 가 각각 0.01 mg/kg과 0.90 mg/kg이 검출되었으며 ClO_2^- 와 ClO_3^- 은 검출되지 않아 생성되지 않는 것으로 판단되었다. 경도 성분은 소량 첨가되었기 때문에 증발 잔류물로 검출되지는 않았다.

Table 2. Some physicochemical properties of slightly acidic hypochlorite water produced by prototype generated using HCl and hard water

Item	Results
pH	5.4 ± 0.2
Residue content after evaporation (mg/kg)	Not detected
Available chlorine (mg/kg)	51.2 ± 2.8
NH_2Cl (mg/kg)	0.01
NHCl_2 (mg/kg)	0.90
ClO_2^- (mg/kg)	ND
ClO_3^- (mg/kg)	ND
Cl^- (mg/kg)	17.7 ± 3.8

혼합 전해질을 사용하여 미산성 차아염소산수를 생성한 경우에는 5.4% HCl과 0.6% NaCl을 사용한 것보다는 4.8% HCl과 1.2% NaCl을 혼합하여 사용한 경우가 pH 및 유효염소 함량에 적합한 것으로 나타났다(Table 3). 주관기관에서 실시한 전압, 전류 및 전해질 투입량에 따라 다소의 차이를 나타내었으나 전압은 10 V, 전류는 3.5 A가 적합한 것으로 판단되었고 이것은 차아염소산의 생성에 필요한 염소의 양이 미치는 영향이 크지만 전압과 전류 등 전기분해 조건도 생성효율에 미치는 영향이 큼을 나타낸 것으로 판단된다.

Table 3. Some physicochemical properties of slightly acidic hypochlorite water produced by prototype generated using HCl and NaCl as electrolyte

Item	Results	
	Electrolyte A ¹	Electrolyte B ²
pH	5.8±0.3	5.0±0.5
Residue content after evaporation (mg/kg)	Not detected	Not detected
Available chlorine (mg/kg)	54.7±1.6	65.1±0.9
NH ₂ Cl (mg/kg)	0.01	ND
NHCl ₂ (mg/kg)	0.52	0.30
ClO ₂ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
ClO ₃ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
Cl ⁻ (mg/kg)	18.1±0.42	11.3±0.30

¹ Electrolyte was mixture of 5.4% HCl and 0.6% NaCl, input voltage and ampere were 10 V and 3.5 A.

² Electrolyte was mixture of 4.8% HCl and 1.2% NaCl, input voltage and ampere were 10 V and 3.5 A.

약산성 차아염소산의 제법으로 유격막 전해장치를 이용하여 생성된 강산성 차아염소산수와 강알칼리성 차아염소산수를 부피비로 혼합한 경우 4:1의 부피비로 혼합한 경우 강산성 차아염소산수의 혼합비가 증가할수록 pH는 감소하고 유효염소 농도는 증가하였다. pH를 고려할 때 4:1이 적합하다고 판단되었으나 유효염소만을 고려할 때는 pH 2.7대의 10:1 혼합비로 혼합비를 조절할 경우 적용 가능한 것으로 판단되었다. 부피비 3:1 혼합에서는 pH는 6.3±0.2, 유효염소는 37.2±0.4 mg/kg을 나타내었으며 부피비 4:1 혼합에서는 pH는 3.1±0.2, 유효염소는 39.0±0.2 mg/kg을 나타내었다(Table 4). 이 경우 NH₂Cl, NHCl₂가 각각 0.3 mg/kg과 0.8 mg/kg 및 0.01 mg/kg과 0.52 mg/kg이 각각 검출되었으며 ClO₂⁻와 ClO₃⁻은 검출되지 않아 생성되지 않는 것으로 판단되었다.

주관기관이 보유하고 있는 미산성 차아염소산수의 생성방법을 토대로 HCl외에 NaCl을 Cl의 공급원으로 첨가한 제법의 경우 투입되는 전압 및 전류량과 전해질 투입량에 따라 pH와 유효염소량 증가에 일정한 패턴을 나타내었지만 전압은 9 V, 전류량 3.5 ~ 4.0 A 범위에서 적합한 생성수의 특성을 나타내었다(Table 4). 5.4% HCl과 0.6% NaCl을 원료로 하여 10 V, 4 A에서 전기분해한 경우 생성수의 pH는 4.0±0.3, 유효염소는 72.1±0.6 mg/kg을 나타내었으며, NH₂Cl, NHCl₂가 각각 0.01 mg/kg과 0.20 mg/kg이 검출되었다(Table 5). 4.8% HCl과 1.2% NaCl을 원료로 하여 10 V, 3.7 A에서 전기분해한 경우 생성수의 pH는 4.1±0.1, 유효염소는 75.3±0.9 mg/kg을 나타내었으며, NH₂Cl, NHCl₂가 각각 0.01 mg/kg과 0.14 mg/kg이 검출되었다. ClO₂⁻와 ClO₃⁻은 검출되지 않아 생성되지 않는 것으로 판단되었다.

Table 4. Some physicochemical properties of weakly acidic hypochlorite water produced by mixing of strong electrolyzed water and alkaline electrolyzed water generated by prototype generator with diaphragm electrode

Item	Results	
	Mixture A ¹	Mixture B ²
pH	6.3±0.2	3.4±0.1
Residue content after evaporation (mg/kg)	Not detected	Not detected
Available chlorine (mg/kg)	37.2±0.4	39.0±0.2
NH ₂ Cl (mg/kg)	0.3	0.01
NHCl ₂ (mg/kg)	0.80	0.52
ClO ₂ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
ClO ₃ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
Cl ⁻ (mg/kg)	12.5±0.41	16.1±0.25

¹ Strong electrolyzed water : alkaline electrolyzed water = 3:1(v/v)

² Strong electrolyzed water : alkaline electrolyzed water = 4:1(v/v)

Table 5. Some physicochemical properties of weakly acidic hypochlorite water produced by prototype generator with non-diaphragm electrode using HCl and NaCl as electrolyte

Item	Results	
	Mixture A ¹	Mixture B ²
pH	4.0±0.3	4.1±0.1
Residue content after evaporation (mg/kg)	Not detected	Not detected
Available chlorine (mg/kg)	72.1±0.6	75.3±0.9
NH ₂ Cl (mg/kg)	0.01	0.01
NHCl ₂ (mg/kg)	0.20	0.14
ClO ₂ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
ClO ₃ ⁻ (mg/kg)	ND	ND
Cl ⁻ (mg/kg)	9.0±1.61	5.6±0.1.4

¹ Electrolyte was mixture of 5.4% HCl and 0.6% NaCl, input voltage and ampere were 10 V and 4.0 A.

² Electrolyte was mixture of 4.8% HCl and 1.2% NaCl, input voltage and ampere were 10 V and 3.7 A.

2. 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성

주관기관에서 설계한 전극 시제품의 전류에 따른 유효염소량과 pH를 측정한 결과, 전기분해 후 회석비율을 감안하여 유추한 유효염소량은 3.2A에서 25-29 mg/kg, 3.5A에서는 31-34 mg/kg 이 생성되는 것으로 추산되었으며 pH는 3.2A에서는 6.25-6.30, 3.5A에서는 5.6-5.9를 나타내어 생성수의 유효염소량은 적합한 수준인 것으로 판단되었다(Fig. 2).

전극의 재질을 설계전 백금, 산화이리디움 및 산화이리디움과 산화주석의 혼합물로 각각 도금하여 회석후 유효염소량으로 환산한 결과 산화이리디움과 산화주석이 가장 우수하였지만 전

극의 수명이 제한적이라는 사전 연구결과에 따라 산화이리디움으로 선정된 바 있었으며 희석된 미산성 차아염소산수의 유효염소량은 약 41 mg/kg으로 추정되었다(Fig. 3).

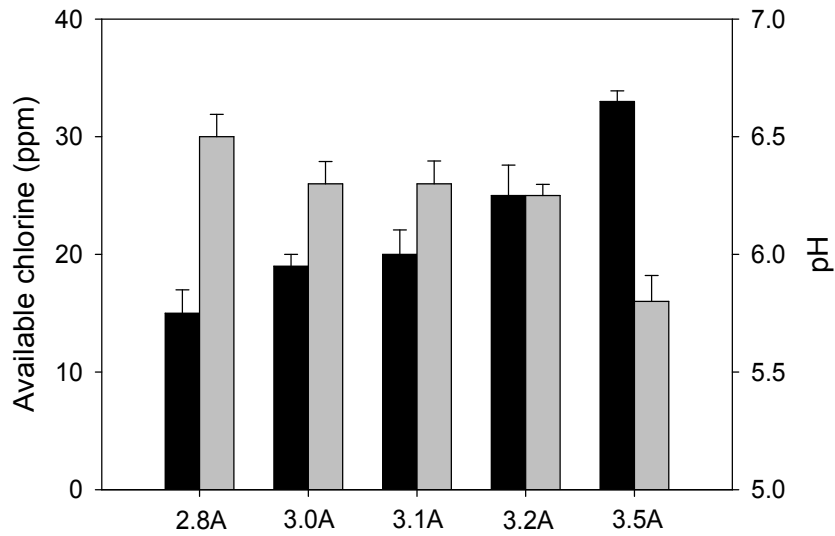


Fig. 2. Theoretical available chlorine and pH of generated hypochlorite water by input ampere. Output voltage, diameter of nozzle and concentration of input HCl are 2.2 V, 3 mm and 4.5%(w/v).

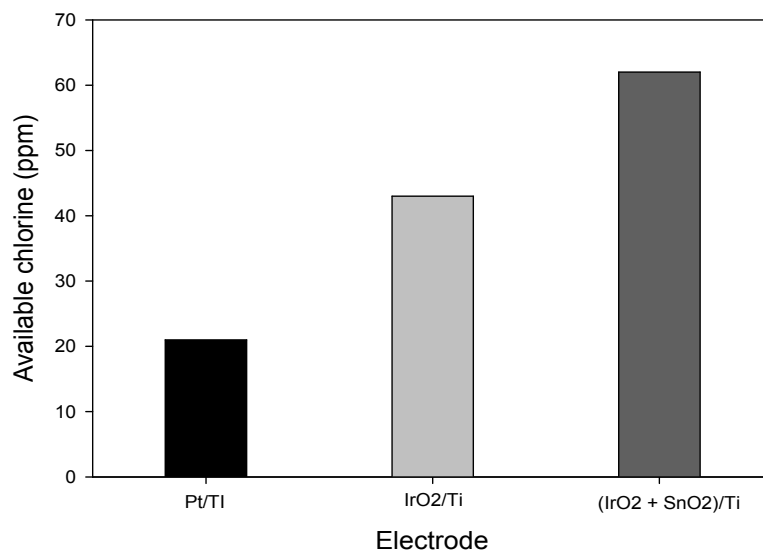


Fig. 3. Theoretical available chlorine and pH of generated hypochlorite water by electrode material. Output voltage, diameter of nozzle and concentration of input HCl are 2.2 V, 3 mm and 4.5%(w/v).

전극의 크기와 간격을 달리하여 SMPS 출력전압 3.2 V, 단자전압 3.0 V, 전류치 3.5 A로 하여 3% 염산을 원료로 가동시간 20시간을 기준으로 측정한 pH와 유효염소 함량을 측정한 결과

는 다음의 Figs. 4-7과 같았다. 전극판 크기 25×90 mm, 전극 간격 5 mm인 경우에는 pH는 6.7 ± 0.03 , 유효염소량은 14.5 ± 0.7 mg/kg이었으며, 전극판 크기 20×80 mm, 전극 간격 4.3 mm인 경우에는 pH는 6.1 ± 0.04 , 유효염소량은 27.5 ± 0.8 mg/kg, 전극판 크기 20×80 mm, 전극 간격 3.9 mm인 경우에는 pH는 4.9 ± 0.1 , 유효염소량은 32.7 ± 2.0 mg/kg, 전극판 크기 20×80 mm, 전극 간격 3.75 mm인 경우에는 pH는 6.0 ± 0.07 , 유효염소량은 25.9 ± 0.9 mg/kg을 나타내어 전극판 크기 20×80 mm, 전극 간격 3.75 mm 정도가 25 mg/kg 이상의 미산성 차아염소산수를 생성하기에 적합한 크기와 전극 간격인 것으로 판단되었다.

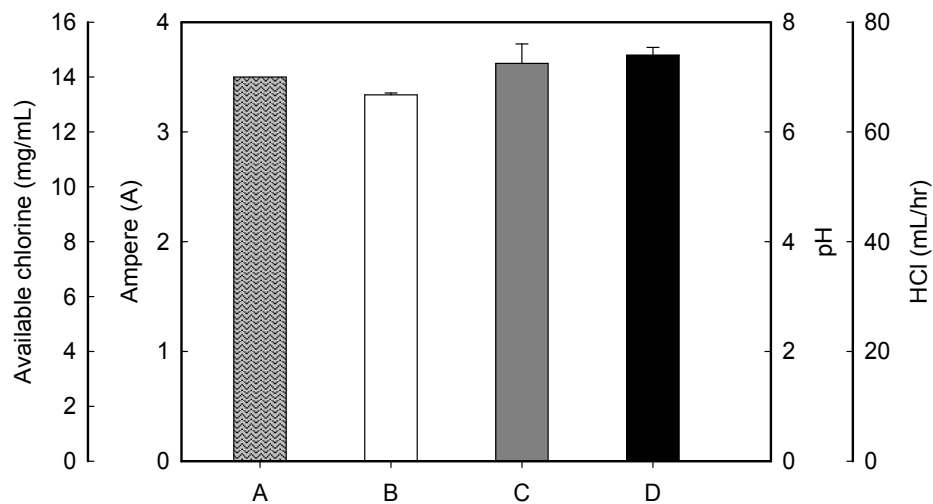


Fig. 4. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 3.5 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

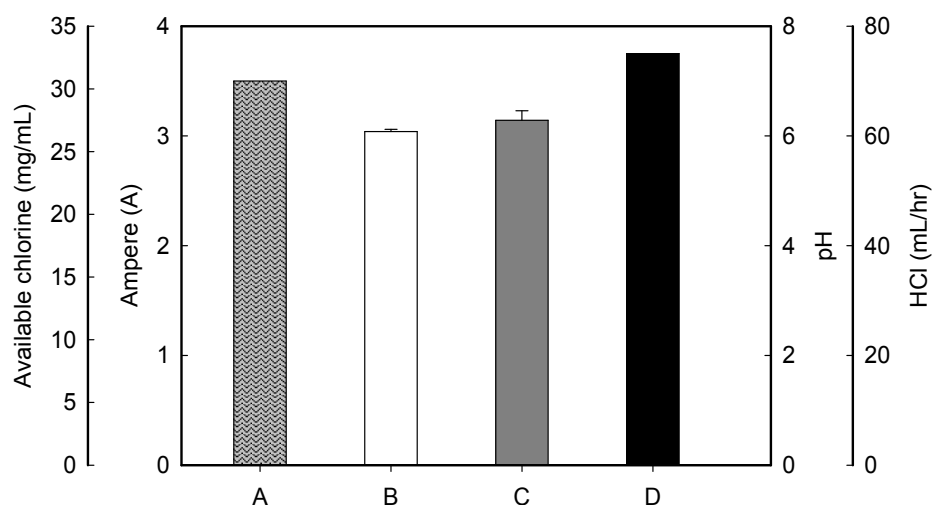


Fig. 5. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.0 V, 2.8 V and 3.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 4.3 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 180 μ S/cm. A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

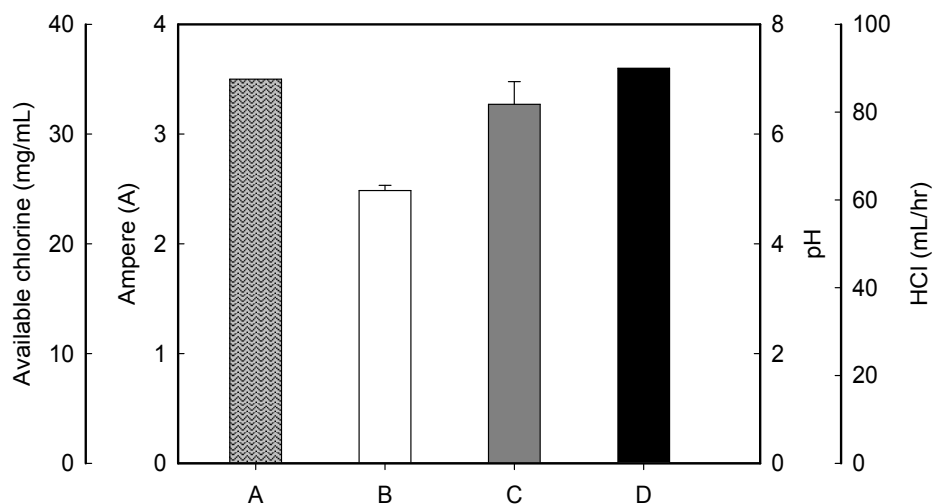


Fig. 6. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.9 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 185 μ S/cm. A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

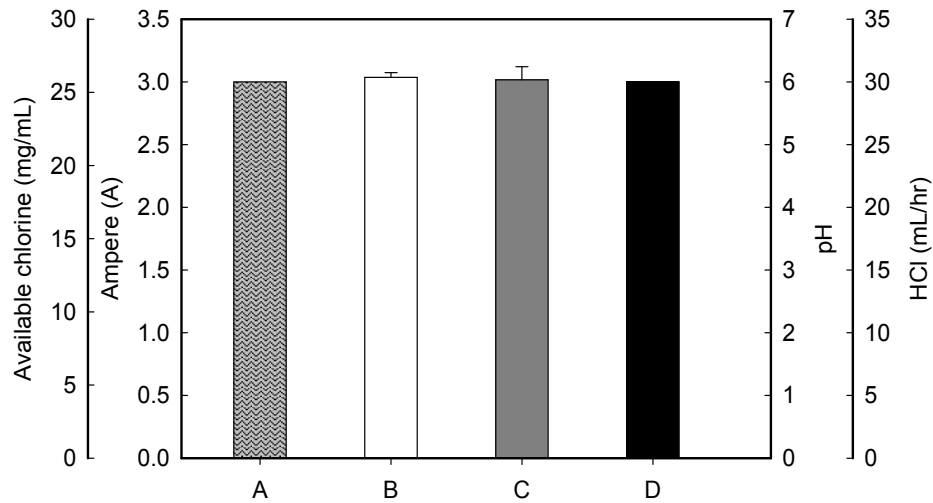


Fig. 7. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 185 μ S/cm. A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

전해조를 CPVC (chlorinated polyvinyl chloride) 재질의 사출 전해조로 제작하여 도금형 전극 30×90 mm, 전극 간격 6 mm, 노즐 직경 1 mm, 오리피스 직경 1.5 mm로 하고 조절압을 4V, 전류를 4 A로 초기값으로 설정하여 전류, pH 및 유효 염소량을 측정한 결과 Fig. 8에서 나타낸 바와 같이 전압은 3.9 ± 0.1 V, pH는 4.8 ± 0.2 , 유효 염소는 25.9 ± 3.2 mg/mL를 나타내었다. 실험중 전압강하가 약 0.2 V 정도 발생하였으며 12시간후 역전 현상이 나타났고 이 때 pH는 3.8까지 일시 저하한 후 복귀되었다. 이러한 현상이 하드웨어적인 문제인지, 입력 전압의 오류에 의한 것인지는 분명하지 않았지만 이 부분을 제외하면 유효 염소량은 미산성 차아염소산수에 적합한 수준이었지만 pH는 4.8대로 적합하지 않은 것으로 생각되었다. 반면, 전해조를 CPVC (chlorinated polyvinyl chloride) 재질의 사출 전해조를 동일하게 사용하고 코팅형 전극 30×90 mm, 전극 간격 5 mm, 노즐 직경 1.5 mm, 오리피스 직경 2.5 mm로 하고 조절압을 3.8 V, 전류를 3.8 A로 초기값으로 설정하여 전류, pH 및 유효 염소량을 측정한 결과는 Fig. 9와 같았다. 전압은 3.8 ± 0.1 V, pH는 5.9 ± 0.1 , 유효 염소는 23.4 ± 1.8 mg/mL를 나타내어 전술한 도금형 전극에 비해 전압은 보다 안정적이었고 pH 및 유효 염소 모두에서 적합한 것으로 나타났다. 전극의 간격을 5 mm에서 4 mm로, 조절압을 4 V로 초기 설정하여 전류, pH 및 유효 염소량을 측정한 결과는 Fig. 10과 같이 전압은 4.0 ± 0.1 V, pH는 6.4 ± 0.1 , 유효 염소는 23.8 ± 3.1 mg/mL으로 변동량은 증가하였지만 pH와 유효 염소 모두에서 전극간격 5 mm보다는 양호한 것으로 판단되었다.

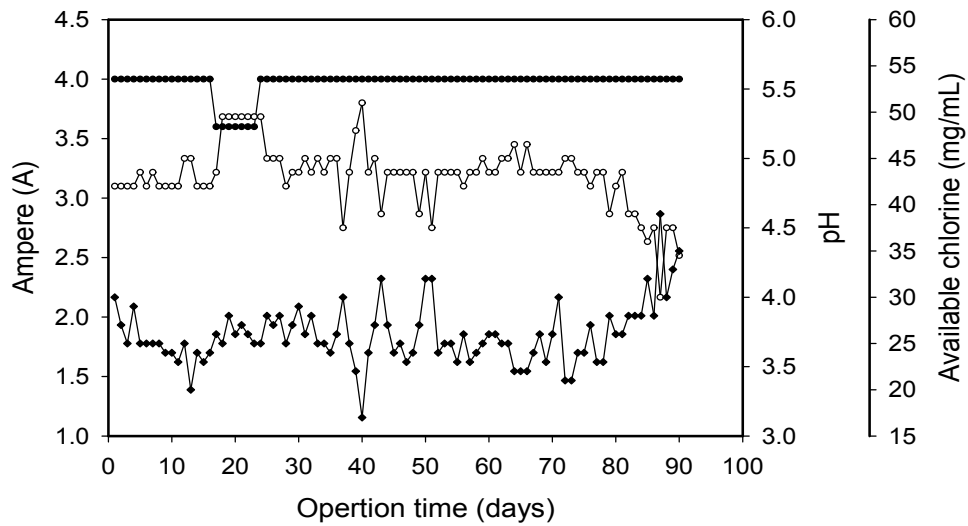


Fig. 8. pH, available chlorine and ampere of hypochlorite water by electrode. Output voltage and input ampere were 4.0 V and 4.0 A. Electrode was 30 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 6.0 mm. Diameter of nozzle and annular orifice were 1 mm and 1.5 mm. ●; ampere (A), ○; pH, ◆; available chlorine (mg/kg, as Cl). Data represent means of three replications ± standard deviations.

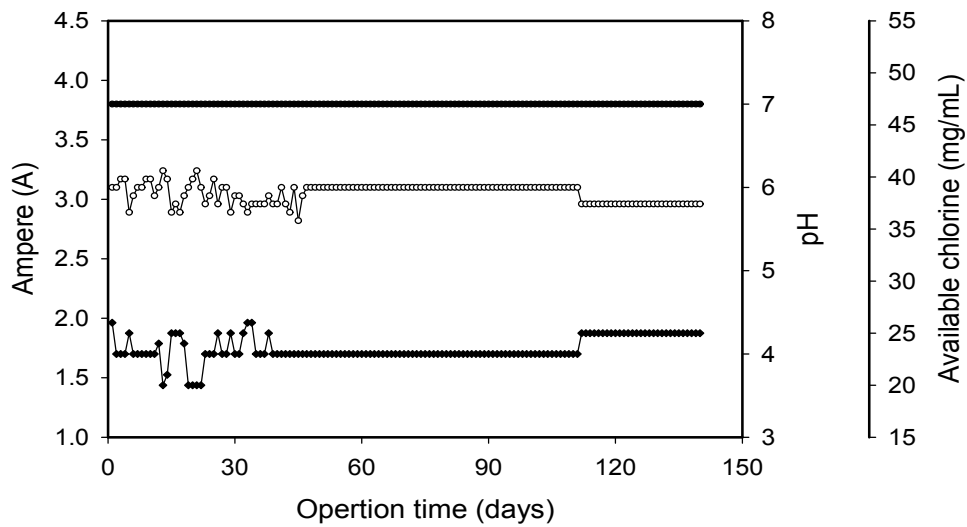


Fig. 9. pH, available chlorine and ampere of hypochlorite water by electrode. Output voltage and input ampere were 3.8 V and 4.0 A. Electrode was 30 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5.0 mm. Diameter of nozzle and annular orifice were 1.5 mm and 2.5 mm. ●; ampere (A), ○; pH, ◆; available chlorine (mg/kg, as Cl). Data represent means of three replications ± standard deviations.

전극의 크기를 25×90 mm로 조정하고 전극 간격을 3.5 mm로, 노즐 직경 1 mm, 오리피스 직경 2.8 mm로 하고 조건압을 3.8 V, 전류를 3.7 A로 초기값으로 설정하여 전류, pH 및 유효

염소량을 측정한 경우에는 Fig. 9에서 나타낸 바와 같이 전압은 3.7 ± 0.0 V, pH는 6.1 ± 0.3 , 유효 염소는 28.1 ± 2.7 mg/mL로 유효 염소량이 2-3 mg/mL 가량 증가하였다. 동일 조건에서 조전압을 3.4 V로 하향하여 운전한 결과 Fig. 11에서 나타낸 바와 같이 전압은 3.4 ± 0.0 V, pH는 5.9 ± 0.1 , 유효 염소는 26.9 ± 3.5 mg/mL로 나타났다.

이상의 결과로 도금형 전극보다는 코팅형 전극이 보다 안정적인 것으로 나타났으며, 전극의 크기는 시간당 120 L를 생성 목표로 할 때 25×90 mm 정도가 적합하고 조전압은 약 3.4-3.8 V, 전류는 3.5-3.7 A 수준이 바람직하다고 판단하였다.

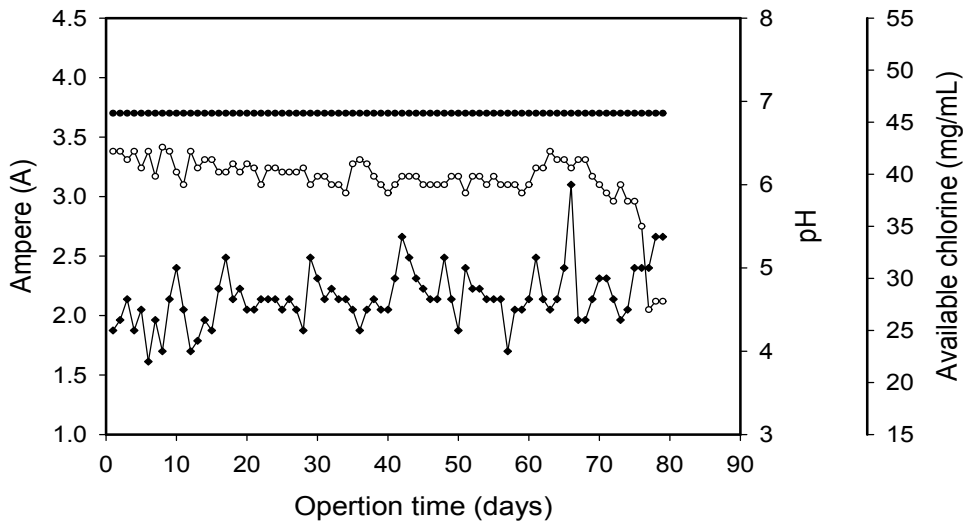


Fig. 10. pH, available chlorine and ampere of hypochlorite water by electrode. Output voltage and input ampere were 3.8 V and 3.7 A. Electrode was 25 mm \times 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.5 mm. Diameter of nozzle and annular orifice were 1.0 mm and 2.8 mm. ●; ampere (A), ○; pH, ◆; available chlorine (mg/kg, as Cl). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

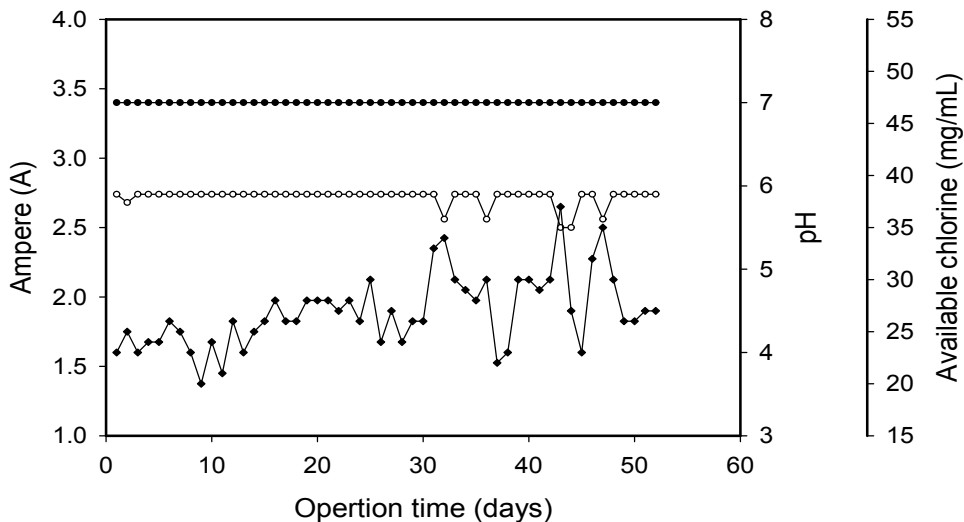


Fig. 11. pH, available chlorine and ampere of hypochlorite water by electrode. Output voltage and input ampere were 3.4 V and 3.4 A. Electrode was 25 mm \times 90 mm made on platinum/iridium,

and clearance of electrode was 3.5 mm. Diameter of nozzle and annular orifice were 1.0 mm and 2.8 mm. ●; ampere (A), ○; pH, ◆; available chlorine (mg/kg, as Cl). Data represent means of three replications±standard deviations.

3. 희석장치의 특성에 따른 생성수의 특성

상기 결과를 토대로 노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스 직경은 1.5 mm, 1.8 mm, 2 mm, 2.5 mm 및 3 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 38.75 mm와 41.15 mm, 36 mm와 39.75 mm, 38.75 mm와 36.75 mm, 전극의 크기를 25×90 mm와 25×80 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.2 V와 단자전압 3 V, SMPS 출력 3.0 V와 단자전압 2.8 V, SMPS 출력 3.1 V와 단자전압 2.8 V로 달리하고 사용 원수를 pH 7.2, 총용존 고형물 85 mg/mL, 전도도 185 μ S/cm을 기준으로 하여 생성수의 특성을 분석하였다.

노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스 직경은 2 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 38.75 mm와 41.15 mm, 전극의 크기를 25×90 mm와 25×90 mm, 전극 간격은 5.0 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.2 V와 단자전압 3 V로 설정하여 생성한 차아염소산수는 3.5 A에서는 pH 6.7 ± 0.3 , 유효 염소 14.5 ± 0.7 , 3% 염산 소비량은 74.0 ± 1.4 mL/min을 나타내었으며, 3.8 A에서는 pH 6.6 ± 0.1 , 유효 염소 19.9 ± 1.8 , 3% 염산 소비량은 83.9 ± 2.7 mL/min를, 그리고 4 V에서는 3% 염산 사용시에는 pH 6.3 ± 0.1 , 유효 염소 28.3 ± 0.9 , 염산 소비량은 97.5 ± 2.8 mL/min이었으며 6% 염산 사용시에는 pH 6.5 ± 0.1 , 유효 염소 25.8 ± 4.4 , 염산 소비량은 48.2 ± 5.9 mL/min이었다(Figs. 12-14).

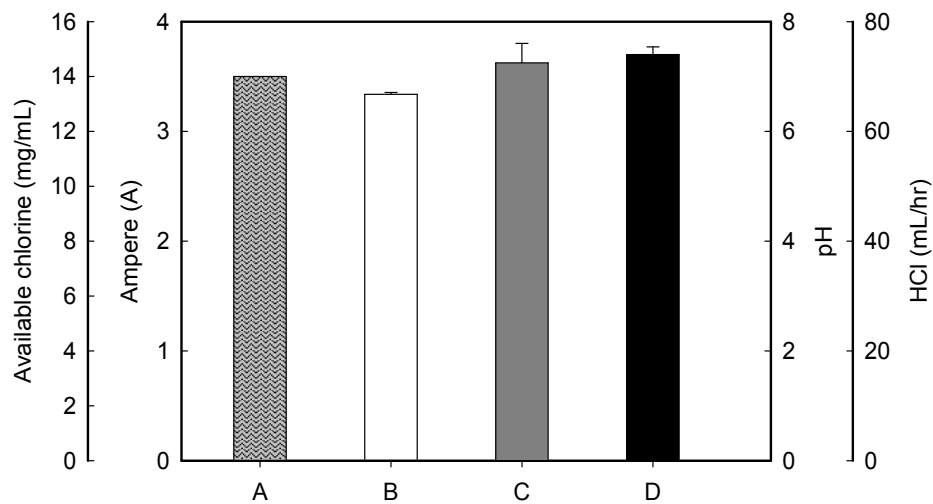


Fig. 12. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 3.5 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications±standard deviations.

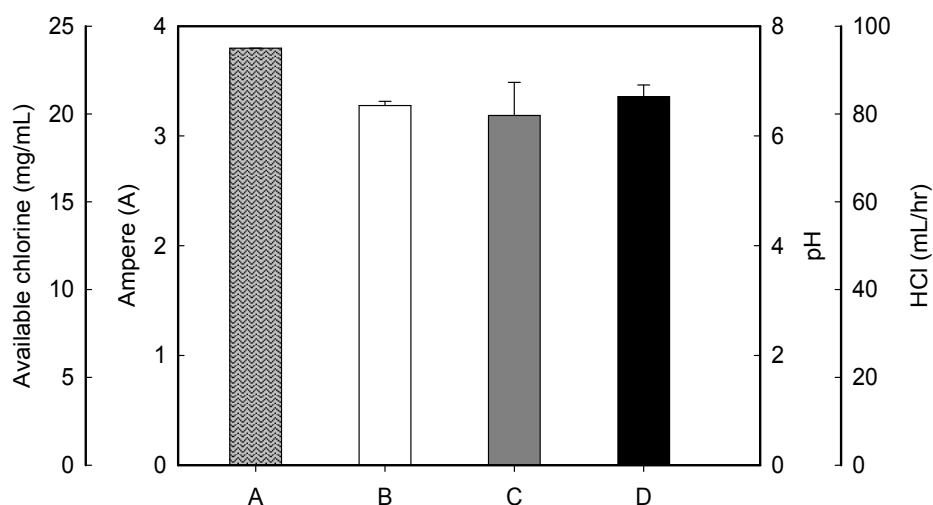


Fig. 13. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 3.8 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

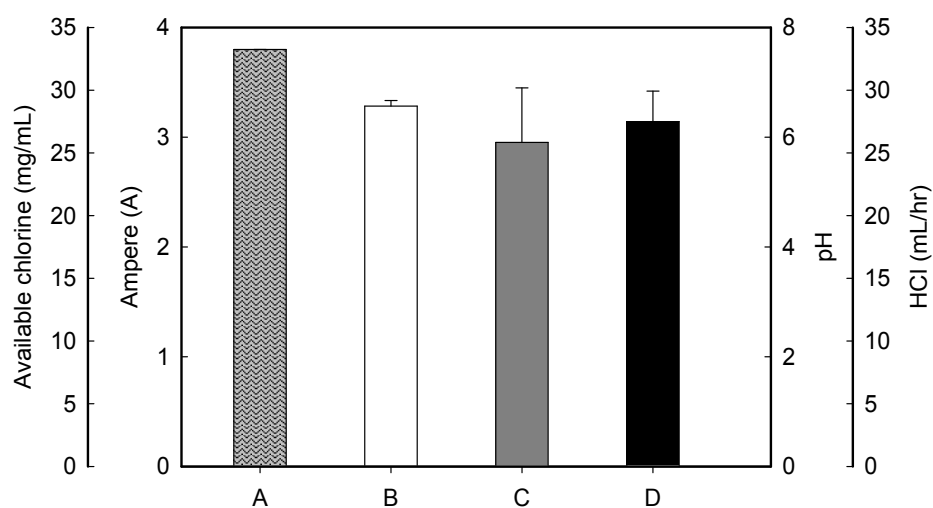


Fig. 14. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 3.8 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 6.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스의 직경은 1.8 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 38.75 mm와 41.15 mm, 전극의 크기를 25×80 mm, 전극 간격은 4.3 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.0 V와 단자전압 2.8 V로 설정하여 생성한 차아염소산수는 3.3 A에서는 pH 6.3 ± 0.1 , 유효 염소 25.1 ± 1.1 , 3% 염산 소비량은 70.0 ± 1.1 mL/min을 나타내었으며, 3.5 A에서는 pH 6.1 ± 0.1 , 유효 염소 27.5 ± 0.7 , 3% 염산 소비량은 75.1 ± 0.5 mL/min를 나타내었다(Figs. 15-16).

노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스의 직경은 1.5 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 36.0 mm와 39.75 mm, 전극의 크기를 20×80 mm, 전극 간격은 3.9 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.1 V와 단자전압 2.8 V로 설정하여 생성한 차아염소산수는 3.0 A에서는 pH 5.5 ± 0.1 , 유효 염소 21.3 ± 0.9 , 4.5% 염산 소비량은 75.0 ± 0.3 mL/min을 나타내었으며, 3.2 A에서는 pH 5.3 ± 0.1 , 유효 염소 23.9 ± 0.5 , 4.5% 염산 소비량은 80.0 ± 0.6 mL/min를, 그리고 3.5 V에서는 pH 4.9 ± 0.1 , 유효 염소 32.7 ± 2.1 , 염산 소비량은 90.0 ± 0.8 mL/min이 었다(Figs. 17-19).

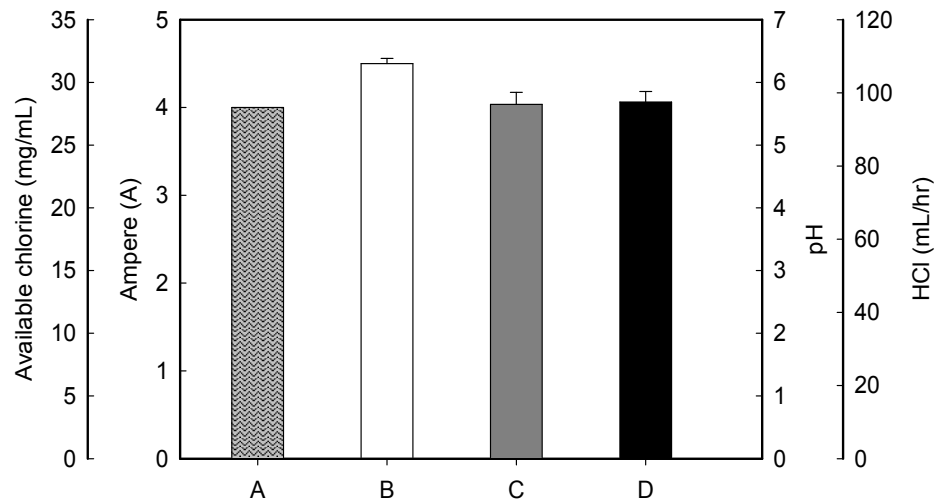


Fig. 15. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 4.0 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications±standard deviations.

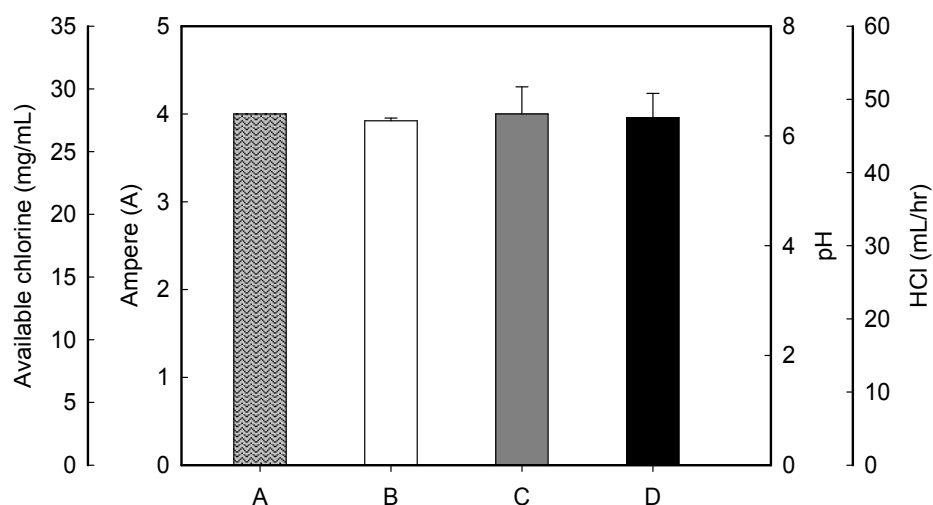


Fig. 16. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 3.0 V and 4.0 A. Electrode was 25 mm × 90 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 6.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

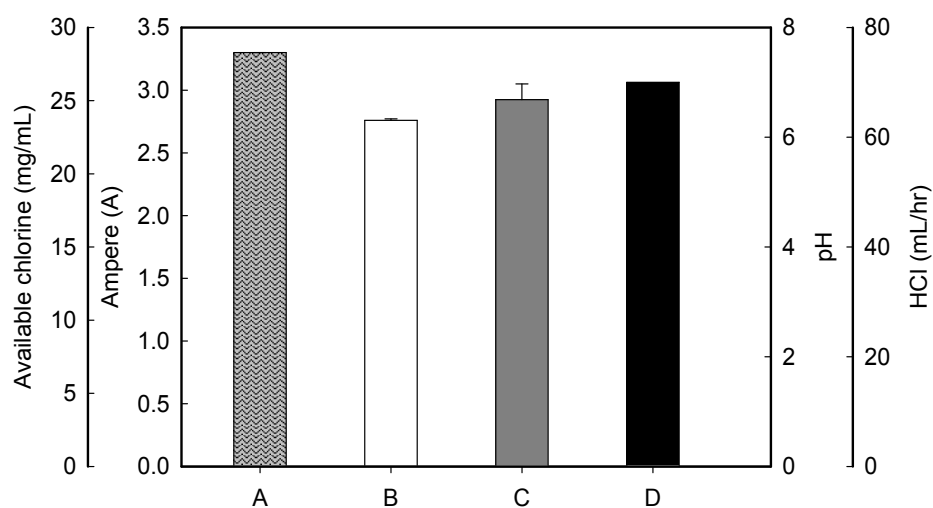


Fig. 17. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 2.8 V and 3.3 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 4.3 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 1.8 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 80 mg/L and 180 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

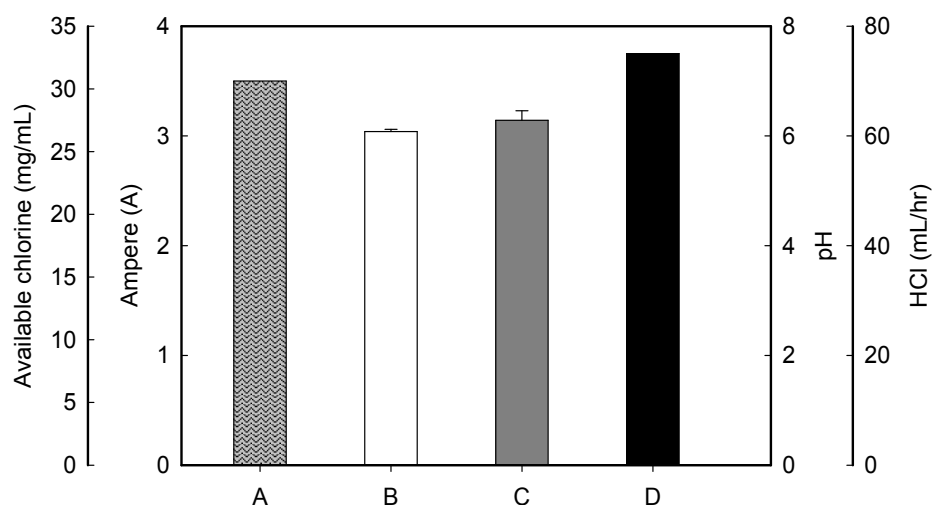


Fig. 18. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.2 V, 2.8 V and 3.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 4.3 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 1.8 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 80 mg/L and 180 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

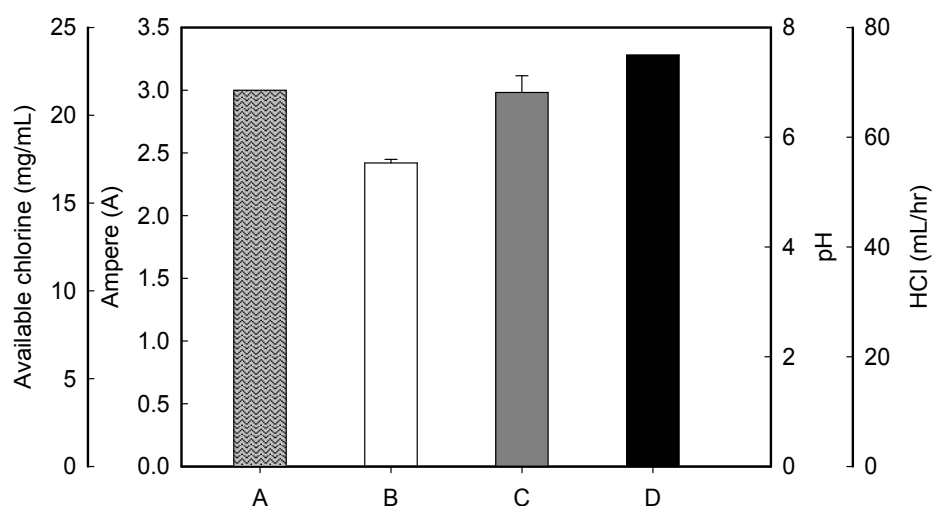


Fig. 19. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.0 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.9 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 1.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스의 직경은 2.5 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 36.0 mm와 39.75 mm, 전극의 크기를 20×80 mm, 전극 간격은 3.75 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.1 V와 단자전압 2.8 V로 설정하여 생성한 차아염소산수는 2.5 A에서는 pH 6.5 ± 0.1 , 유효 염소 17.3 ± 1.1 , 4.5% 염산 소비량은 60.0 ± 0.1 mL/min을 나타내었으며, 2.8 A에서는 pH 6.3 ± 0.1 , 유효 염소 22.2 ± 0.7 , 4.5% 염산 소비량은 65.0 ± 0.3 mL/min를, 그리고 3.0 V에서는 pH 6.0 ± 0.0 , 유효 염소 25.7 ± 0.8 , 염산 소비량은 65.0 ± 0.7 mL/min이었다(Figs. 20-22).

노즐의 직경을 1 mm, 교축의 오리피스의 직경은 3.0 mm, 입출구와 출수부의 노즐의 직경을 38.75 mm와 36.75 mm, 전극의 크기를 20×80 mm, 전극 간격은 3.75 mm, 튜빙의 용량을 30 mL/min, 전해조압을 SMPS 출력 3.1 V와 단자전압 2.8 V로 설정하여 생성한 차아염소산수는 2.5 A에서는 pH 6.6 ± 0.1 , 유효 염소 18.0 ± 0.1 , 4.5% 염산 소비량은 60.0 ± 0.2 mL/min을 나타내었으며, 2.8 A에서는 pH 6.3 ± 0.1 , 유효 염소 23.1 ± 0.2 , 4.5% 염산 소비량은 65.0 ± 0.2 mL/min를, 그리고 3.0 V에서는 pH 6.1 ± 0.1 , 유효 염소 25.9 ± 0.9 , 염산 소비량은 30.1 ± 0.2 mL/min이었다(Figs. 22-27).

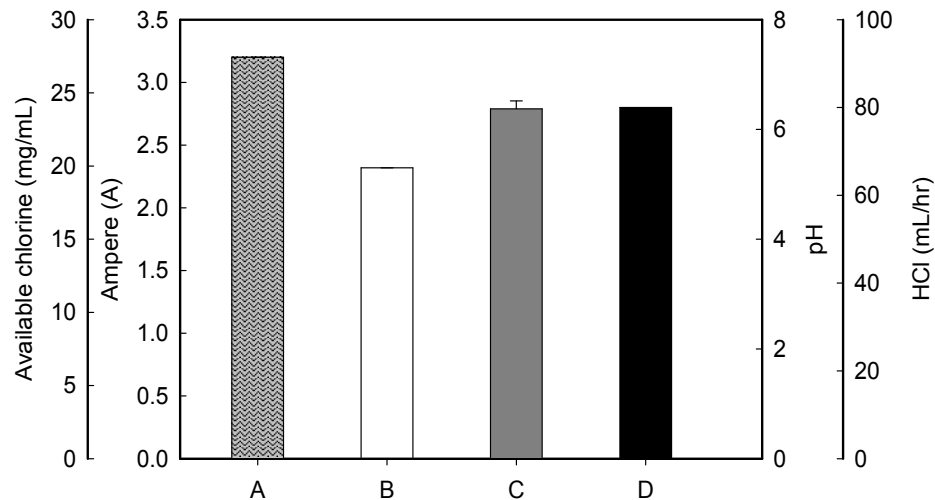


Fig. 20. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.2 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.9 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 1.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

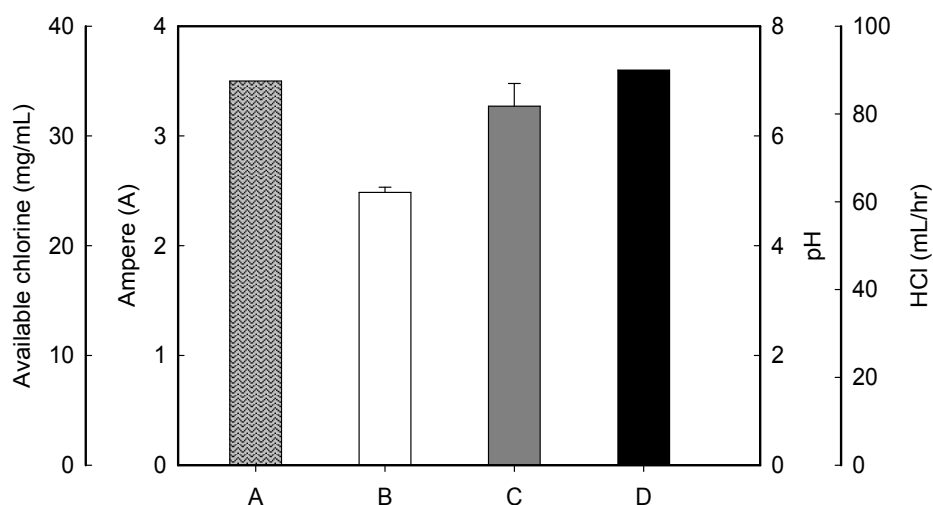


Fig. 21. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.9 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 1.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

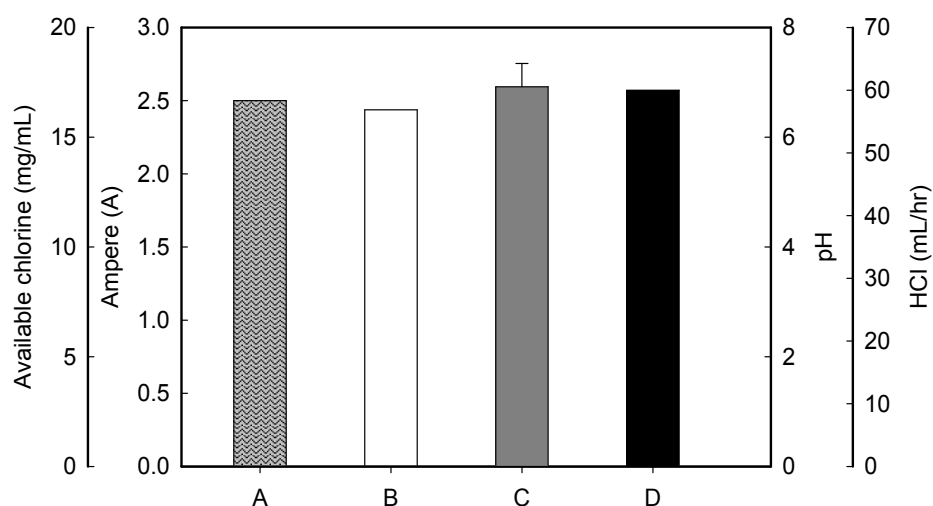


Fig. 22. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 2.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

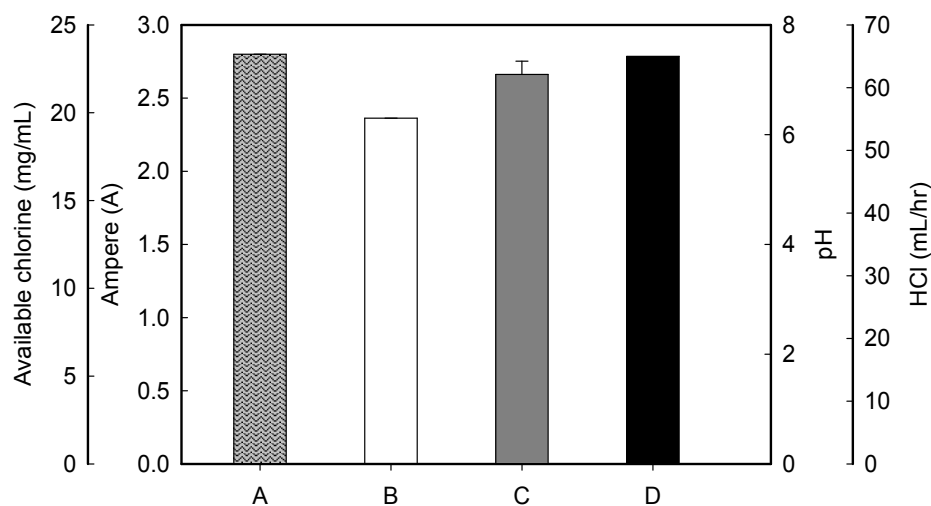


Fig. 23. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 2.8 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

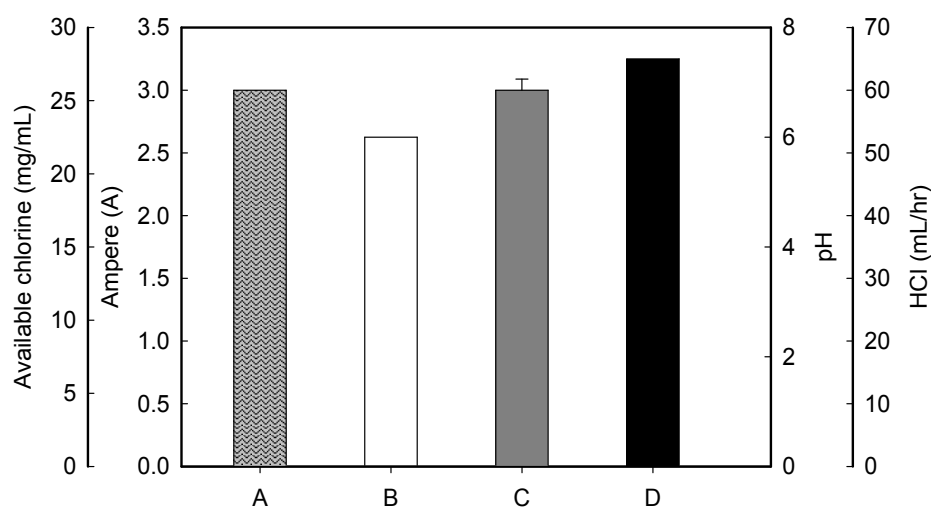


Fig. 24. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.0 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 2.5 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

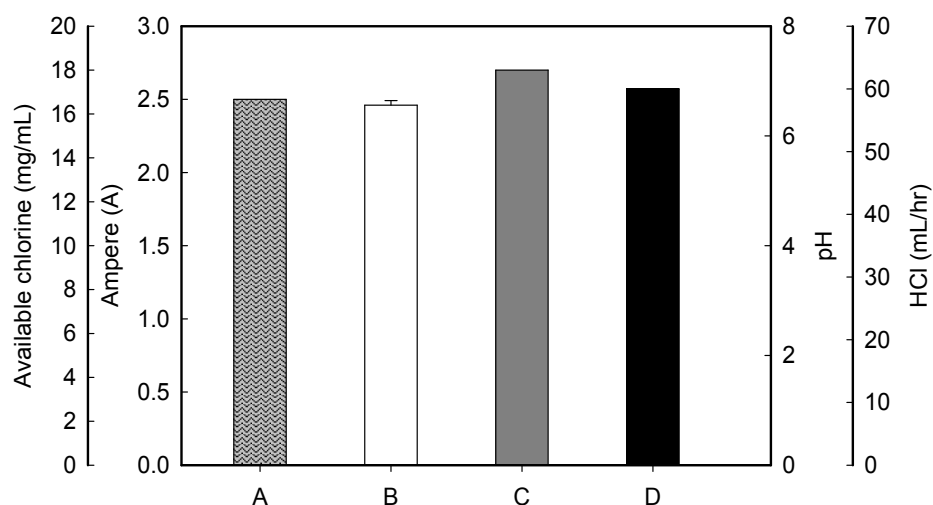


Fig. 25. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 2.5 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

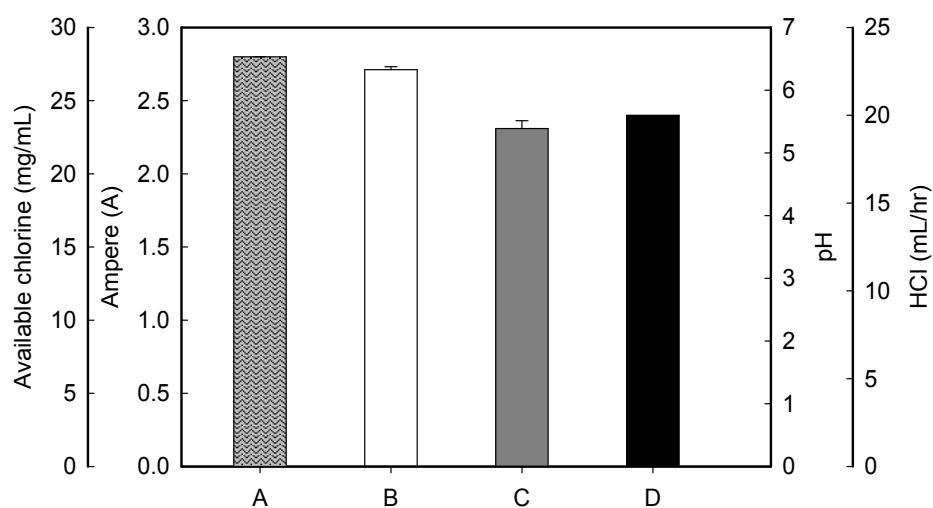


Fig. 26. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 2.8 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

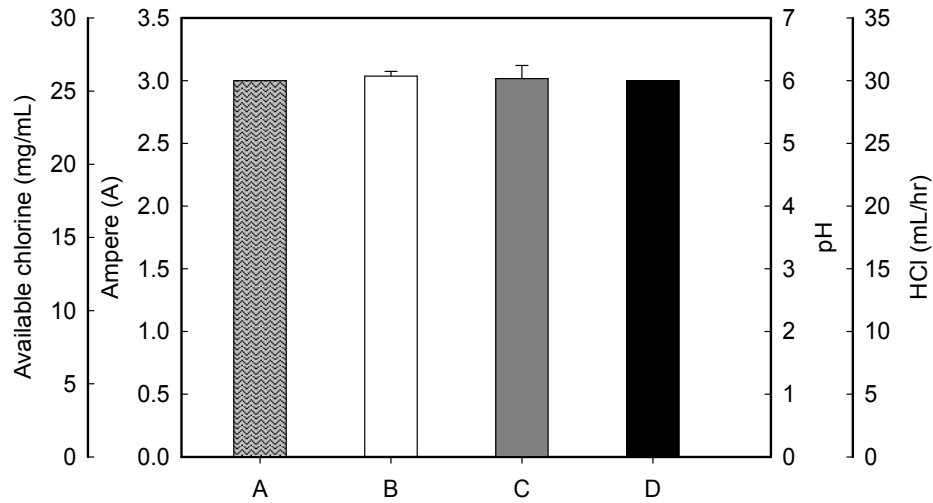


Fig. 27. pH and available chlorine of hypochlorite water by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 3.1 V, 2.8 V and 3.0 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). A; ampere (A), B; pH, C; available chlorine (mg/kg, as Cl), D; HCl consumption (mL/hr). Data represent means of three replications \pm standard deviations.

전압의 범위를 2.4-4.2 A로 변화하면서 생성되는 미산성 차아염소산수의 pH와 유효 염소량과의 상관관계를 분석한 결과는 다음의 Fig. 28과 같았다. 이론적으로는 희석 염산만을 원료로 사용할 경우에는 전해 용액으로 무격막 전해하는 경우 차아염소산수의 pH와 유효염소 농도 사이에는 역비례의 관계가 성립된다. 따라서 일반적으로 경도 조절 성분을 추가로 보급하지 않는 경우에는 최대 35 ppm 이상을 생성하기 어렵다. 이를 위해서는 투입되는 염산의 농도를 4.5% 이상으로 증가시켜야 하나 이 경우에는 반응 잔류물로서 HCl이 잔류하게 되어 pH 다시 하락하게 하는 요인이 된다. 따라서 pH 하한 범위를 5.0으로 할 때 약 2.5 A부터 가능하지만 미산성 차아염소산수의 특성상 대략 pH 6 부근의 범위가 적당하므로 전류치는 약 3.6-3.8 A 정도가 적합한 것으로 판단된다.

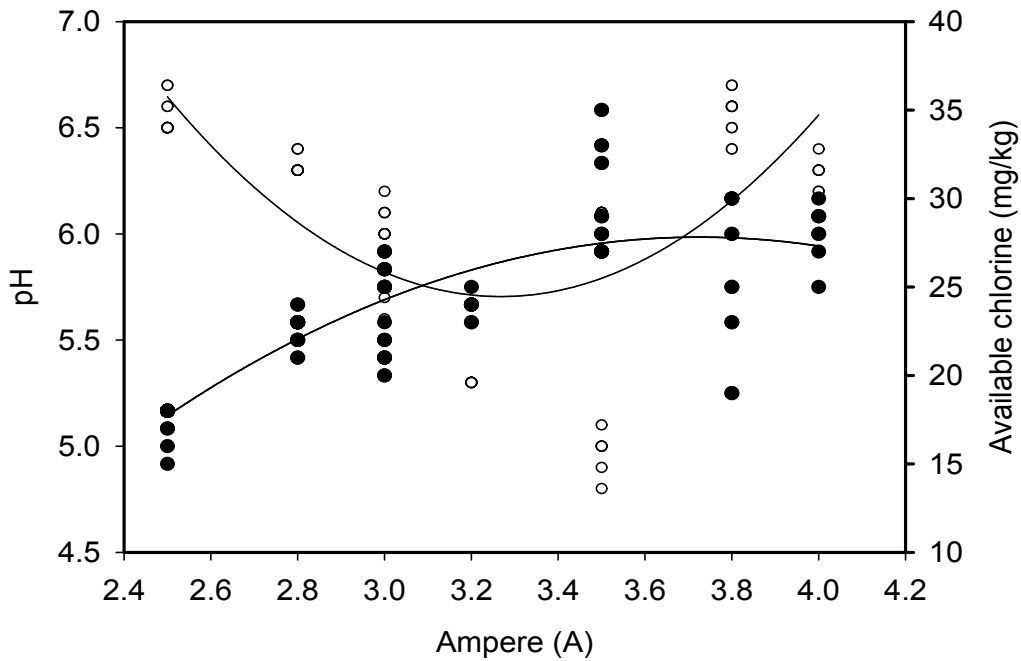


Fig. 28. Relationship between input ampere and pH and available chlorine of generated hypochlorite water.

생성 장치를 통한 차아염소산수의 수율과 변동율을 측정된 결과는 Figs. 29-31과 같았다. 미산성 차아염소산수는 법적 요건에 따라 pH가 규정되어 있어 제한요소로 작용한다. 일반적으로 미산성차아염소산수는 무격막전해조에서 희석 염산의 전기분해에 의해 pH < 1.5, 유효염소농도 5,000 ppm에 가까운 고농도염소용액(전해산화액)이 생성되고 이를 약 100-200배 이상 원수로 희석하여 pH 5.0-6.5, 유효염소농도 10-30 ppm의 미산성 차아염소산수를 생성하도록 한다. 용존 염소가 물과 반응하여 차아염소산(HOCl)이 생성될 때 동일한 몰수의 염산(HCl)이 또한 생성되기 때문에 생성 차아염소산수의 pH를 5.0-6.5 범위 내로 생성하기 위해서는 희석 배수를 가능한 한 높여야 하지만 이 경우에는 유효염소농도가 적정농도 이하로 저하하게 되고 희석 원수의 경도성분, 염산공급량, 염산 희석비율 등 정밀한 제어가 필요하다.

생성 차아염소산수의 생성효율(수율, 투입 HCl mol에 대한 생성 HOCl의 mol 비율)을 3% 염산을 원료로 하여 전압을 3.3 A, 3.5 A, 3.8 A 및 4.0 A로 달리하여 원수로 200배 희석한 생성수의 이론적 유효 염소량 생성량과 실제 측정된 유효 염소량의 비율을 계산한 결과, Fig. 29에 나타낸 바와 같이 3.3 A에서는 $46.5 \pm 1.7\%$, 3.5 A에서는 $48.2 \pm 1.0\%$, 3.8 A에서는 $40.3 \pm 1.6\%$ 를, 그리고 4.0 A에서는 $33.1 \pm 3.2\%$ 를 나타내어 3.5 A에서 최대 수율을 보였고 이보다 전압이 높거나 낮을 때에는 대체적으로 감소하였다. 4.5% 염산으로 투입 염산의 농도를 증가시켜 전압을 2.5 A, 2.8 A, 3.0 A, 3.2 A 및 3.5 A로 변화하면서 원수로 200배 희석한 생성수의 이론적 유효 염소량 생성량과 실제 측정된 유효 염소량의 비율을 계산한 결과, Fig. 30에서와 같이 2.5 A에서는 $27.9 \pm 2.6\%$, 2.8 A에서는 $31.8 \pm 0.9\%$, 3.0 A에서는 $26.3 \pm 1.2\%$, 3.2 A에서는

27.8±0.9%를, 그리고 3.5 A에서는 33.7±2.1%를 나타내어 3.5 A에 비해서는 수율이 대체적으로 감소하는 것으로 나타났고 효율이 저하할 경우 1 mol의 HClO 생성에 따른 1 mol의 HCl이 생성되기 때문에 생성수의 pH를 과도하게 낮추게 되고 이것은 pH의 제한 때문에 원수의 희석비를 증가시킬 수 밖에 없고 결과적으로 유효 염소를 감소시켜 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

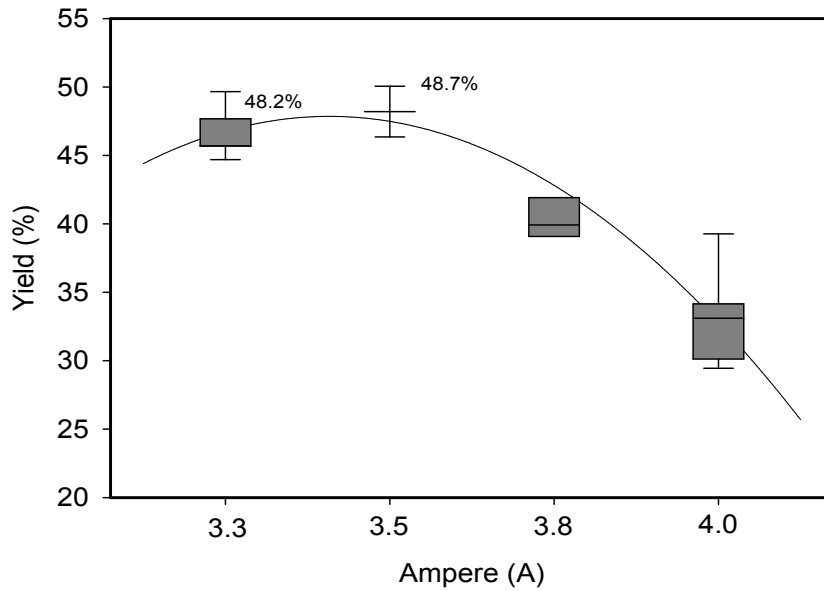


Fig. 29. Yield of hypochlorite water by input ampere. Output voltage and terminal voltage were 3.2 V and 2.9 V. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). Data represent means of nine replications \pm standard deviations.

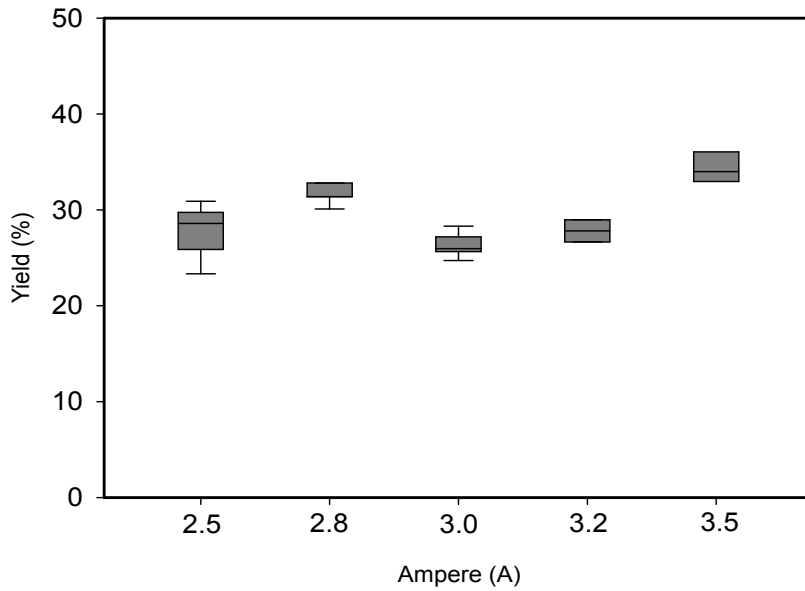


Fig. 30. Yield of hypochlorite water by input ampere. Output voltage and terminal voltage were 3.2 V and 2.9 V. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.2, 82 mg/L and 185 μ S/cm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 4.5%(w/v). Data represent means of nine replications \pm standard deviations.

4. 시제품의 운전 조건별 특성

3% 염산을 원료로 하여 전압을 3.5 A로 하고 희석 배수를 200배로 유량을 조정하여 차아염소산수를 생성, 유효 염소량, pH, 염산의 소비량을 390시간까지 30시간 단위로 측정한 결과를 Figs. 31-32에 나타내었다. 염산의 소비량은 전반적으로 65 mL/hr로 변동이 없었으며, pH는 운용시간 390시간 전반에 걸쳐 6.04 ± 0.06 을, 유효 염소량은 평균 25.8 ± 0.8 mg/mL를 나타내었으며 변동률은 평균값을 기준으로 할 때 $\pm 3.8\%$ 수준이었다.

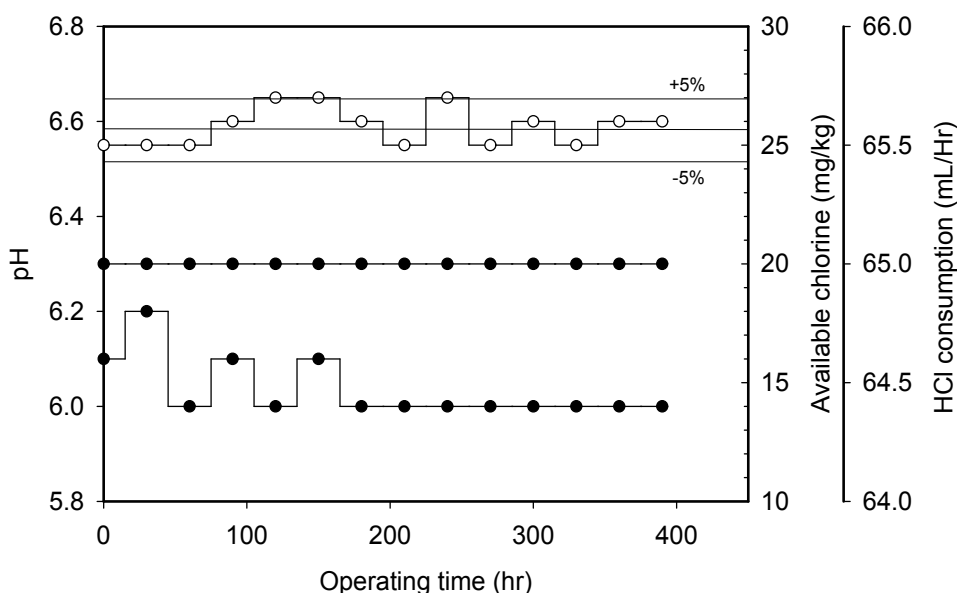


Fig. 31. Fluctuation of available chlorine and pH of generated hypochlorite water. Output voltage and terminal voltage were 3.2 V and 2.9 V. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 3.75 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.0 mm and 8 mm. Maximum capacity of pump was 30 mL/min and concentration of input HCl was 3.0%(w/v). Data represent means of nine replications±standard deviations.

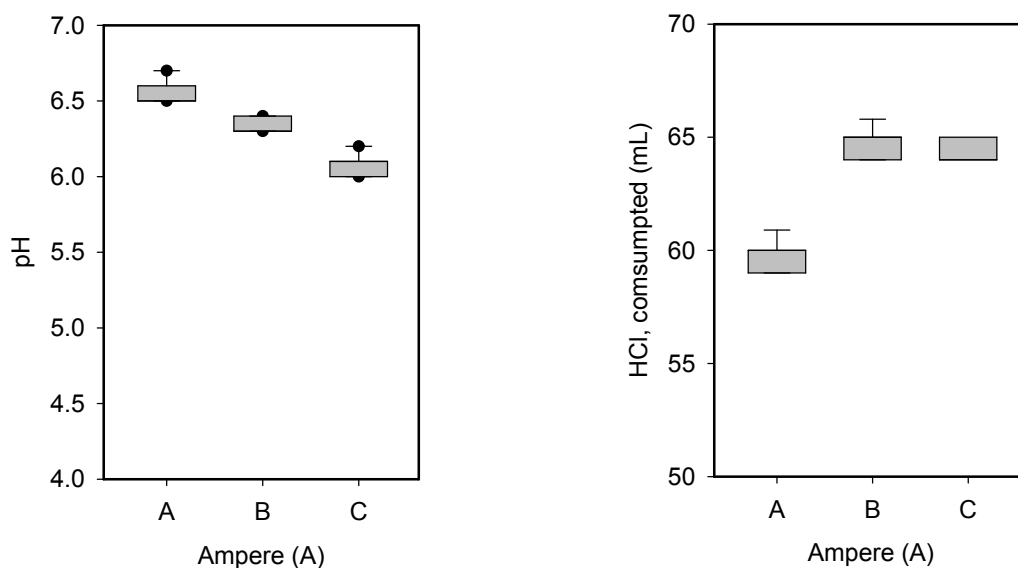


Fig. 32. Available chlorine (A) and pH (B) of hypochlorite water and HCl consumption (C) by input ampere. Output voltage terminal voltage and input ampere were 2.5 V, 2.8 V and 3.0 A. Electrode was 20 mm × 80 mm made on platinum/iridium, and clearance of electrode was 5 mm. Diameter of nozzle, annular orifice and inlet/outlet were 1 mm, 3.75 mm and 8 mm. pH, total dissolved solid and electrical conductivity of supplied water were 7.1, 85 mg/L and 190 μ S/cm. Data represent means of three replications±standard deviations.

5. 생성수의 살균 유효성 평가

가. 살균 유효성 평가

생성한 약산성 차아염소산수를 *Bacillus cereus* KCCM 40935 등 11종의 박테리아, *Aspergillus flavus* KFRI 855 등 8종의 곰팡이와 효모에 대해 청정조건에서 살균 유효성을 평가한 결과는 Figs. 33-34과 같았다. 시험한 표준균주에 대해 모두 6 log cycle의 감균 효과를 나타내었으며 박테리아, 효모 및 곰팡이에 따른 감수성/저항성의 차이는 없는 것으로 판단되었다. Suspension test에서 첨가된 52.2 ± 2.10 ppm 수준의 약산성 차아염소산수는 첨가후 약 20분 이내에 10 ppm 이하로 감소하였다(data not shown).

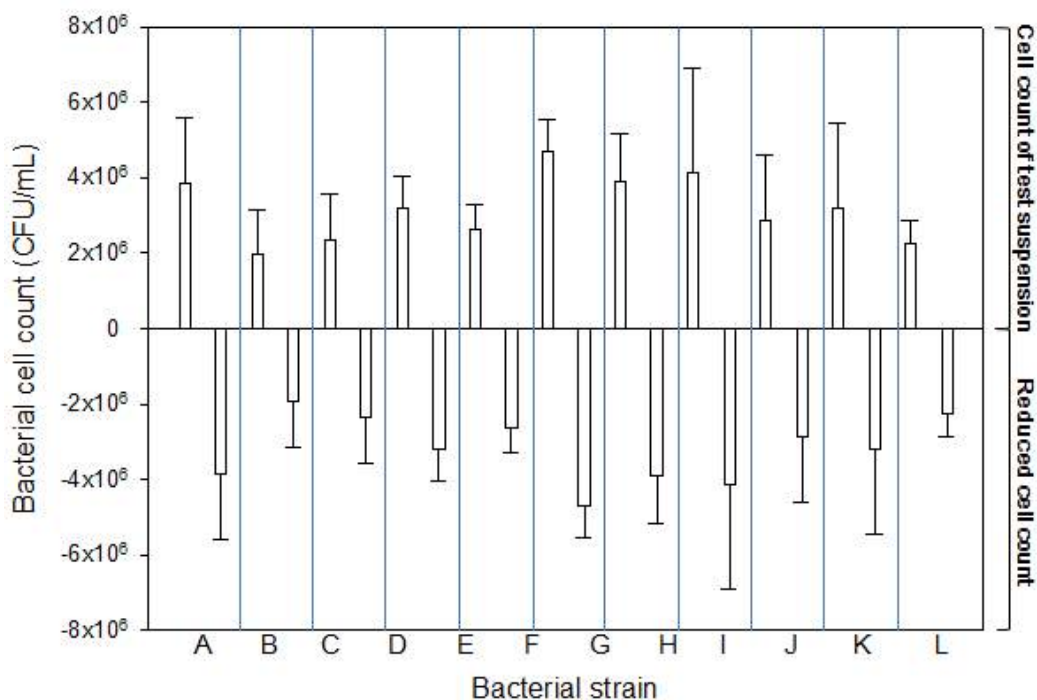


Fig. 33. Evaluation results of disinfection efficacy of 60 ppm of weakly acidic hypochlorite water (WAHW) on some bacteria in dirty condition. Bacterial strains are *Bacillus cereus* KCCM 40935 (A), *Bacillus licheniformis* KCCM 41412 (A), *Bacillus subtilis* KFRI 183 (B), *Campylobacter jejuni* KCTC 3569 (C), *Escherichia coli* O157:H7 NCTC 12079 (D), *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* KCCM 11391 (E), *Lactobacillus brevis* KFRI 466 (F), *Pseudomonas aeruginosa* KFRI 190 (G), *Salmonella enteritidis* (H), *Staphylococcus aureus* KCCM 12214 (I) and *Salmonella typhimurium* KCCM 11862 (A).

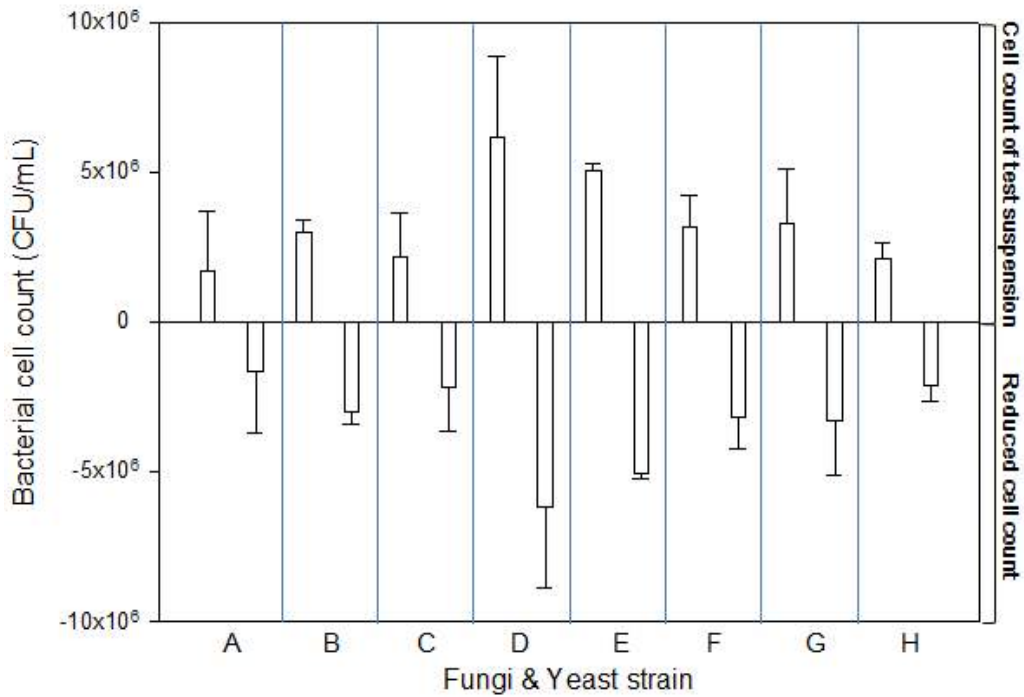


Fig. 34. Evaluation results of disinfection efficacy of 60 ppm of weakly acidic hypochlorite water (WAHW) on some fungi and yeast n dirty condition. Strains are *Aspergillus flavus* KFRI 855 (A), *Aspergillus niger* KFRI 993 (B), *Clostridium perfringens* KCTC 3269 (C), *Penicillium citrinum* KCTC 3733 (D), *Candida albicans* KFRI 432 (E), *Rhizopus oryzae* KFRI 1007 (F), *Saccharomyces cerevisiae* KFRI 1014 (G) and *Zagosaccharomyces rouxii* KFRI 00214 (H).

나. Biofilm 제거능 분석

Staphylococcus aureus ATCC6538 (KCCM 11335)를 표준균주로 하여 biomass formation을 MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide)로 확인한 결과는 Fig. 35와 같으며, 약산성 차아염소산수를 96 well plate에 100 μ L, 200 μ L, 300 μ L씩 가하고 safranin O test를 통하여 대조구와 비교한 결과 대조구 대비 87.5-107.1%로서 유의적이 차이를 보이지 않았으나 viability를 시험한 결과 22.6-36.1%로 viability가 감소하여 박테리아 자체의 생존에 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다((Tables 6-7). 한편 52.2 \pm 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수를 최종 농도가 10, 20 및 25 ppm이 되도록 well에 가한 결과 biomass formation은 대조구 대비 55.9-98.1%로 감소하였고 viability는 19.38-25.7%를 나타내어 감균효과가 있는 것으로 생각되었으나 20 ppm과 25 ppm의 차이는 크지 않았다(Fig. 36, Tables 8-9).

Staphylococcus aureus ATCC6538 (KCCM 11335)로 glass wool에 biofilm을 형성시킨 다음 무처리, 수도수로 3분 처리, 증류수로 3분 처리, 30 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분 처리, 53 ppm의 약산성 차아염소산수로 3분 처리하여 균수를 측정된 결과 무처리와 수도수, 증류수 처

리구의 균수 감소는 미약하였으나 미산성 차아염소산수와 약산성 차아염소산수 3분 처리구는 4-6 log cycle의 균수 감소가 확인되었다(Figs. 37-38). 이것은 동일 농도의 이산화염소수를 처리한 결과에 비해 높은 감균효과로 형성된 biofilm내 미생물 감균에 효과적인 수단이 될 수 있음을 의미하는 결과로 생각되었다.



Fig. 35. Biomass formation and MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) viability rest of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAHW)

Table 6. Biomass formation of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAHW)

Safranin O test	Control	WAHW (53 ppm) (μ L)		
		100	200	300
Mean \pm SD (OD ₅₇₀)	0.14 \pm 0.04	0.16 \pm 0.07	0.13 \pm 0.05	0.15 \pm 0.04
Efficacy(%)	-	87.5	92.9	107.1

Table 7. MTT viability of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAHW)

MTT	Control	WAHW (53 ppm) (μ L)		
		100	200	300
Mean \pm SD (OD ₄₅₀)	0.47 \pm 0.17	0.11 \pm 0.02	0.11 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01
Efficacy(%)	-	36.1	22.6	23.8



Fig. 36. Biomass formation and MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) viability rest of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAWH)

Table 8. Biomass formation of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAWH)

MTT	Control	50 ppm WAWH (ppm)		
		10	20	25
Mean \pm SD (OD ₄₅₀)	0.35 \pm 0.07	0.34 \pm 0.09	0.29 \pm 0.09	0.20 \pm 0.09
Efficacy(%)	-	98.1%	83.0%	55.9%

Table 9. MTT viability of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) treated with weakly acidic hypochlorite water (WAWH)

SafraninO test	Control	50 ppm WAWH (ppm)		
		10	20	25
Mean \pm SD (OD ₅₇₀)	0.16 \pm 0.03	0.041 \pm 0.04	0.033 \pm 0.04	0.031 \pm 0.04
Efficacy(%)	-	25.7%	20.6%	19.38%

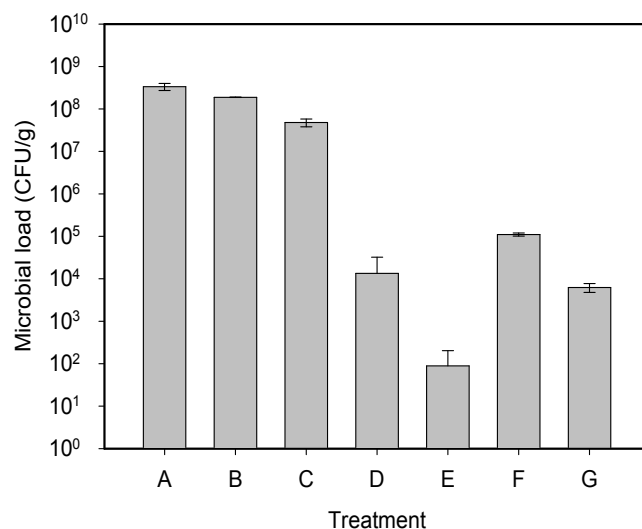


Fig. 37. Effect of biofilm reduction using slightly/weakly acidic hypochlorite water.

Biofilm formed glass wools were not treated (A), washed with tap water (B), washed with distilled water (C), disinfected with 26.6 ± 0.76 ppm of slightly acidic hypochlorite water (D), disinfected with 52.2 ± 2.10 ppm of slightly acidic hypochlorite water (D), disinfected with 26.6 ± 0.76 ppm of aqueous chlorine dioxide water (F), and disinfected with 52.2 ± 2.10 ppm of aqueous chlorine dioxide water (G).

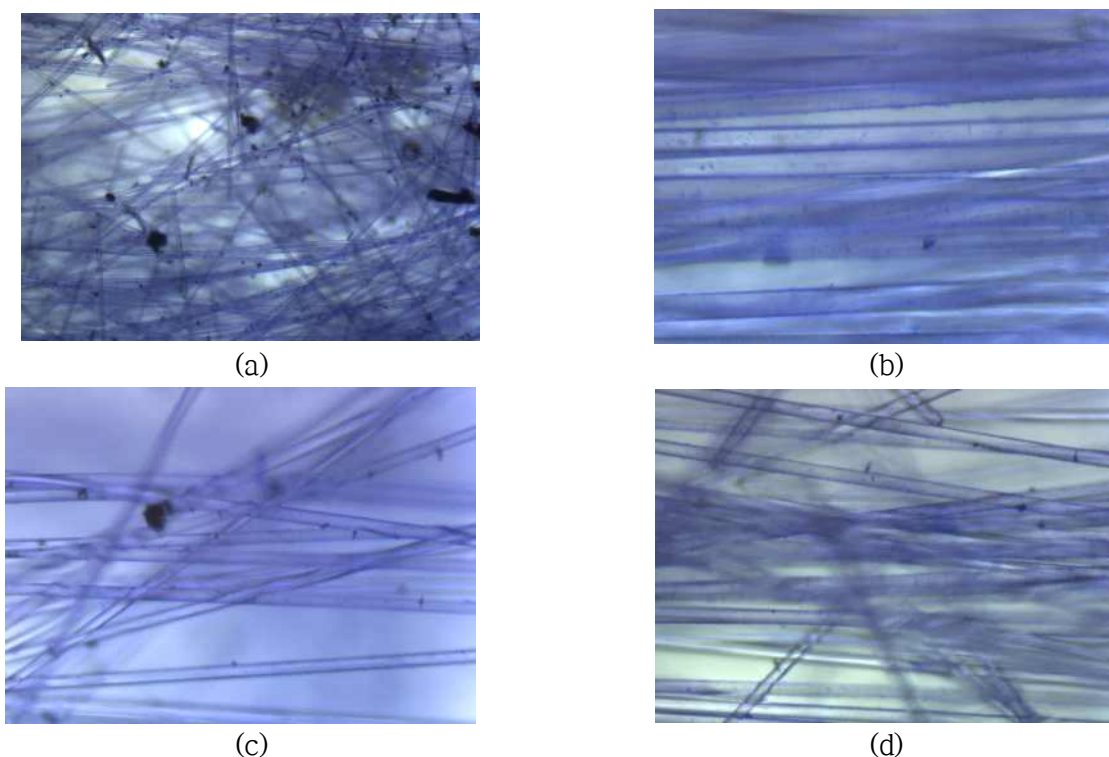


Fig. 38. Biofilm of *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335) on the surface of glass wool. Biofilm formed glass wools were not treated (A), washed with tap water (B), disinfected with 26.6 ± 0.76 ppm of slightly acidic hypochlorite water (D), disinfected with 53 ppm of slightly acidic hypochlorite water (D).

다. 과채류에 대한 살균력 평가

1) 과채류에 대한 표면살균 효과

상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토를 시료로 하여 침지 세척에 의한 감균효과를 분석하였다. 침지시간은 일반적인 세척공정에서 상용하는 3분으로 제한하였으며, 세척살균후의 감균효과와 조직감의 변화, 표면색차의 변화를 처리후와 10℃ 저장 7일까지 분석하였다.

상추의 경우에는 Fig. 39에서와 같이 무처리 상추가 초기 $6.67 \pm 0.20 \log \text{CFU/g}$ 이었던 반면 수도수 처리 상추는 $4.90 \pm 0.14 \log \text{CFU/g}$ 로 감소하였으며, $26.6 \pm 0.76 \text{ ppm}$ 의 미산성 차아염소산수로 3분 처리한 상추는 $4.07 \pm 0.08 \log \text{CFU/g}$ 로 감소한 반면 $52.2 \pm 2.10 \text{ ppm}$ 의 약산성 차아염소산수는 $3.50 \pm 0.32 \log \text{CFU/g}$ 로 무처리에 비해 약 3 log cycle의 감소가 관찰되었다. 10℃ 저장중에는 저장 5일에 평균적으로 5 log cycle 이상을 나타내어 처리구간의 차이를 나타내지 않았다(Fig. 40). 표면색차의 경우에는 L값, a값 및 b값이 초기 무처리 상추는 42.56 ± 2.69 , -10.81 ± 0.47 , 26.30 ± 2.33 이었으며, 수도수 침지 처리 상추는 42.71 ± 3.76 , -10.66 ± 0.58 , 27.44 ± 2.84 를, $26.6 \pm 0.76 \text{ ppm}$ 의 미산성 차아염소산수 침지 처리 상추는 43.43 ± 3.48 , -10.41 ± 0.58 , 27.44 ± 2.80 을, $52.2 \pm 2.10 \text{ ppm}$ 의 약산성 차아염소산수 침지 처리 상추는 42.69 ± 2.88 , -10.40 ± 0.58 , 27.21 ± 2.53 으로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 그러나 $52.2 \pm 2.10 \text{ ppm}$ 의 약산성 차아염소산수 침지 처리 상추는 저장중 L값과 a값에 비해 b값이 저장 1일 이후 각각 29.48, 29.73, 29.90, 30.97로 무처리 상추의 26.74, 25.33, 25.78, 25.92에 비해 평균적으로 높은 값을 나타내어 미약한 품질 손상이 발생한 것으로 추정되었다(Fig 41).

조직감의 경우에는 초기 무처리 상추는 $0.0460 \pm 0.0060 \text{ kg/cm}^2$ 이었으며, 수도수 침지 처리 상추는 $0.0461 \pm 0.0085 \text{ kg/cm}^2$ 를, $26.6 \pm 0.76 \text{ ppm}$ 의 미산성 차아염소산수 침지 처리 상추는 $0.0423 \pm 0.0055 \text{ kg/cm}^2$ 을, $52.2 \pm 2.10 \text{ ppm}$ 의 약산성 차아염소산수 침지 처리 상추는 $0.0376 \pm 0.0062 \text{ kg/cm}^2$ 으로 약산성 차아염소산수의 경우 조직감을 저하시키는 품질 손상이 발생한 것으로 판단되었다. 저장중에도 무처리 상추는 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 $0.0459 \pm 0.0077 \text{ kg/cm}^2$, $0.0429 \pm 0.0065 \text{ kg/cm}^2$, $0.0425 \pm 0.0064 \text{ kg/cm}^2$, $0.0419 \pm 0.0047 \text{ kg/cm}^2$ 으로, 수도수 처리 상추는 $0.0407 \pm 0.0078 \text{ kg/cm}^2$, $0.0325 \pm 0.0061 \text{ kg/cm}^2$, $0.0372 \pm 0.0065 \text{ kg/cm}^2$, $0.0375 \pm 0.0061 \text{ kg/cm}^2$ 으로, $26.6 \pm 0.76 \text{ ppm}$ 의 미산성 차아염소산수 처리 상추는 $0.0434 \pm 0.0063 \text{ kg/cm}^2$, $0.0414 \pm 0.0055 \text{ kg/cm}^2$, $0.0415 \pm 0.0054 \text{ kg/cm}^2$, $0.0432 \pm 0.0043 \text{ kg/cm}^2$ 으로, $52.2 \pm 2.10 \text{ ppm}$ 의 약산성 차아염소산수 처리 상추는 $0.0376 \pm 0.0062 \text{ kg/cm}^2$, $0.0370 \pm 0.0096 \text{ kg/cm}^2$, $0.0380 \pm 0.0058 \text{ kg/cm}^2$, $0.0345 \pm 0.0071 \text{ kg/cm}^2$ 으로 감소의 폭은 처리구간의 차이가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 42). 상추의 경우 대체적으로 조직이 약한 엽채류로 실험과정중 취급이나 약산성 영역의 고농도 차아염소산수 영역에서는 부분적인 조직 손상이 발생하는 것으로 관찰되어 약산성 영역의 차아염소산수보다는 농도가 비교적 낮은 미산성 영역의 차아염소산수 적용이 보다 적합한 것으로 판단되었다.

비타민의 경우에는 Fig. 47에서와 같이 무처리 비타민이 초기 $5.11 \pm 0.31 \log \text{CFU/g}$ 이었으며 반면 수도수 처리 비타민은 $5.11 \pm 0.23 \log \text{CFU/g}$ 로 차이가 없었으며, $26.6 \pm 0.76 \text{ ppm}$ 의 미산성

차아염소산수로 3분 처리한 비타민은 4.12 ± 0.18 log CFU/g로 감소하여 약 1 log cycle의 감균 효과를 나타내었으며 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수는 3.44 ± 0.09 log CFU/g로 무처리에 비해 약 2 log cycle의 감소가 관찰되었다. 이러한 차이는 저장 2일까지 나타났으나 10°C 저장중에는 저장 5과 7일에는 평균적으로 5 log cycle 이상을 나타내어 처리구간의 차이를 나타내지 않았다(Fig. 48). 표면색차의 경우에는 L값, a값 및 b값이 초기 무처리 비타민은 34.23 ± 1.44 , -7.40 ± 0.93 , 13.03 ± 1.05 이었으며, 수도수 침지 처리 비타민은 32.37 ± 2.01 , -7.16 ± 1.16 , 11.87 ± 1.96 을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 비타민은 33.86 ± 1.63 , -7.42 ± 0.82 , 11.46 ± 2.51 을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 비타민은 33.51 ± 1.30 , -7.47 ± 0.67 , 12.12 ± 1.89 로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 그러나 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 비타민은 저장중 L값과 a값에 비해 b값이 저장 1일 이후 각각 33.64, 33.03, 37.48, 39.17로 무처리 비타민의 32.87, 34.13, 35.80, 34.25에 비해 평균적으로 높은 값을 나타내어 상추와 유사하게 약한 품질 손상이 발생한 것으로 추정되었다(Fig. 49).

조직감의 경우에는 초기 무처리 비타민은 0.0460 ± 0.0060 kg/cm²이었으며, 수도수 침지 처리 비타민은 0.0461 ± 0.0085 kg/cm²을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 비타민은 0.0423 ± 0.0055 kg/cm²을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 비타민은 0.0376 ± 0.0062 kg/cm²으로 약산성 차아염소산수의 경우 조직감을 저하시키는 품질 손상이 발생한 것으로 판단되었다. 저장중에도 무처리 비타민은 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 0.0546 ± 0.0199 kg/cm², 0.0532 ± 0.0209 kg/cm², 0.0594 ± 0.0134 kg/cm², 0.0431 ± 0.0087 kg/cm²으로, 수도수 처리 비타민은 0.0655 ± 0.0192 kg/cm², 0.0527 ± 0.0177 kg/cm², 0.0617 ± 0.0085 kg/cm², 0.0539 ± 0.0138 kg/cm²으로, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리 비타민은 0.0620 ± 0.0072 kg/cm², 0.0505 ± 0.0204 kg/cm², 0.0554 ± 0.0094 kg/cm², 0.0549 ± 0.0106 kg/cm²으로, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 비타민은 0.0601 ± 0.0137 kg/cm², 0.0560 ± 0.0133 kg/cm², 0.0548 ± 0.0066 kg/cm², 0.0481 ± 0.0141 kg/cm²으로 감소의 폭은 처리구간의 차이가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 50). 비타민은 상추와 달리 비교적 조직이 단단하여 상추에서 발생한 조직감 저하 등은 관찰되지 않았으며 시료구간의 차이가 오히려 더 컸던 것으로 판단되었다.

깻잎의 경우에는 Fig. 55에서와 같이 무처리 깻잎이 초기 5.42 ± 0.09 log CFU/g이었으며 반면 수도수 처리 깻잎은 5.10 ± 0.34 log CFU/g로 수도수 세척에 의한 감균 효과를 없는 것으로 생각되었다. 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분 처리한 깻잎은 4.27 ± 0.14 log CFU/g로 감소하여 약 1 log cycle의 감균효과를 나타내었으며 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지처리 깻잎은 4.10 ± 0.30 log CFU/g로 무처리 깻잎에 비해 약 1.5 log cycle의 감소가 관찰되었다. 이러한 차이는 저장 2일까지 나타났으나 10°C 저장중에는 저장 5과 7일에는 평균적으로 5 log cycle 이상을 나타내어 처리구간의 차이를 나타내지 않았다(Fig. 56). 표면색차의 경우에는 L값, a값 및 b값이 초기 무처리 깻잎은 37.69 ± 0.95 , -10.06 ± 0.82 , 21.60 ± 1.91 이었으며,

수도수 침지 처리 깻잎은 38.27 ± 1.87 , -10.67 ± 0.71 , 21.84 ± 1.83 을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 깻잎은 38.23 ± 1.92 , -10.86 ± 0.38 , 23.97 ± 1.74 를, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 깻잎은 38.43 ± 1.77 , -10.67 ± 0.58 , 24.39 ± 1.65 로 유의적 차이를 나타내지 않았다(Fig. 57). 저장기간 전반에 걸쳐 차아염소산수 처리 깻잎과 무처리, 수도수 처리 깻잎의 색차 값은 품질손상에 비롯한 차이로 보기 어려웠으며 시료간의 편차에 의해 발생한 것으로 판단되었다.

조직감의 경우에는 초기 무처리 깻잎은 0.0761 ± 0.0117 kg/cm²이었으며, 수도수 침지 처리 깻잎은 0.0650 ± 0.0075 kg/cm²을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 깻잎은 0.0690 ± 0.0102 kg/cm²을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 깻잎은 0.0638 ± 0.0066 kg/cm²으로 약산성 차아염소산수의 경우 조직감을 저하시키는 품질 손상이 발생한 것으로 판단되었다. 저장중에도 무처리 깻잎은 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 0.0646 ± 0.0093 kg/cm², 0.0696 ± 0.0166 kg/cm², 0.0610 ± 0.0076 kg/cm², 0.0610 ± 0.0076 kg/cm²으로, 수도수 처리 깻잎은 0.0664 ± 0.0123 kg/cm², 0.0662 ± 0.0177 kg/cm², 0.0614 ± 0.0084 kg/cm², 0.0620 ± 0.0110 kg/cm²으로, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리 깻잎은 0.0678 ± 0.0102 kg/cm², 0.0675 ± 0.0079 kg/cm², 0.0638 ± 0.0064 kg/cm², 0.0617 ± 0.0109 kg/cm²으로, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 깻잎은 0.0620 ± 0.0050 kg/cm², 0.0618 ± 0.0097 kg/cm², 0.0596 ± 0.0058 kg/cm², 0.0590 ± 0.0106 kg/cm²으로 감소의 폭은 처리구간의 차이가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 58).

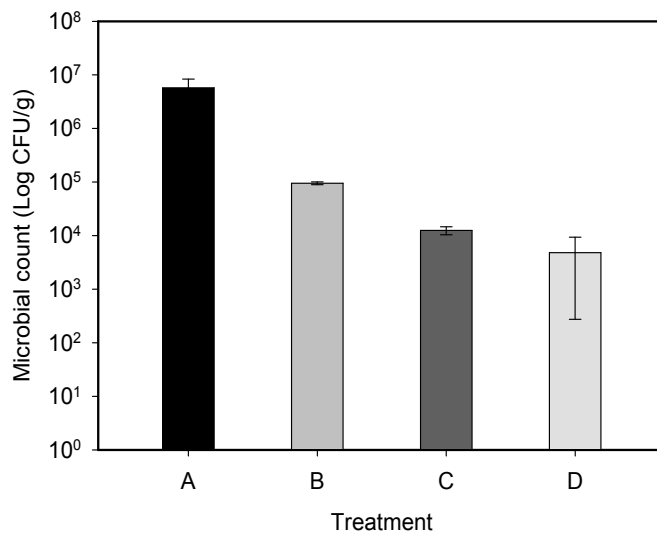


Fig. 39. Microbial count of lettuce disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Lettuce were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

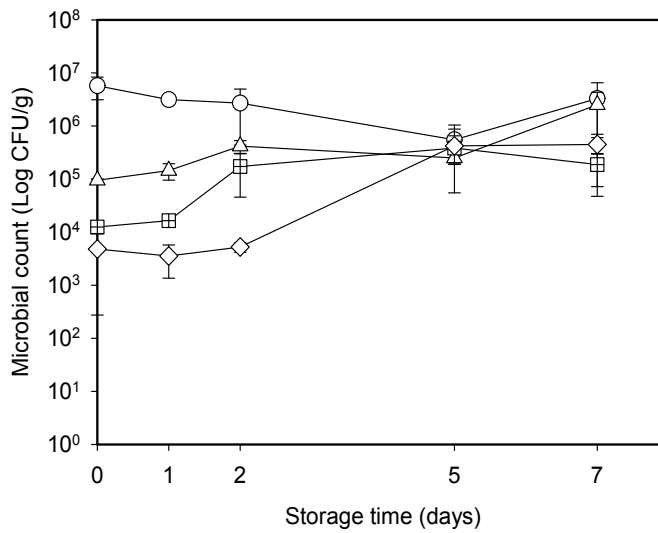


Fig. 40. Changes in microbial count of lettuce by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Lettuce were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

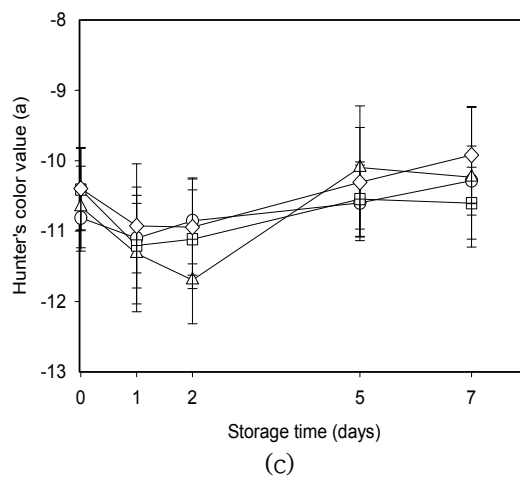
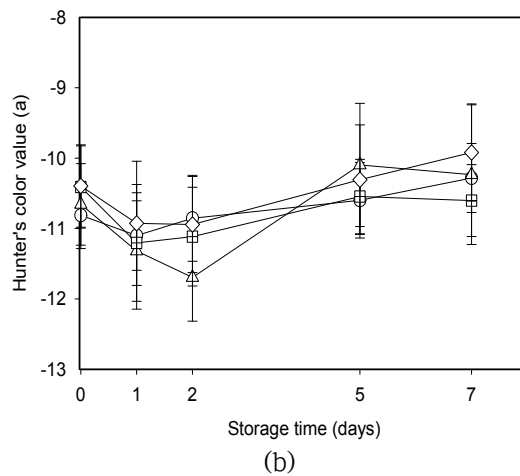
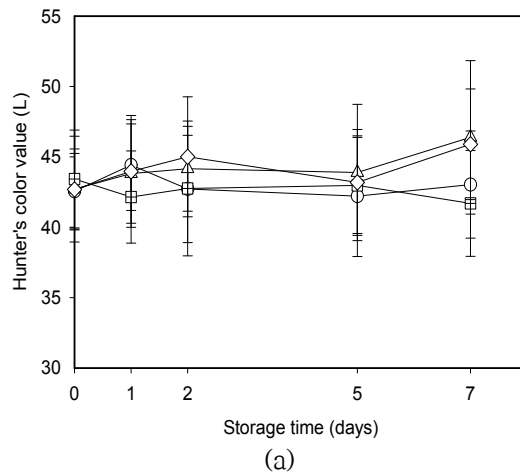


Fig. 41. Changes in Hunter's color value of lettuce by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Lettuce were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇) Data represent means of ten replications \pm standard deviations.

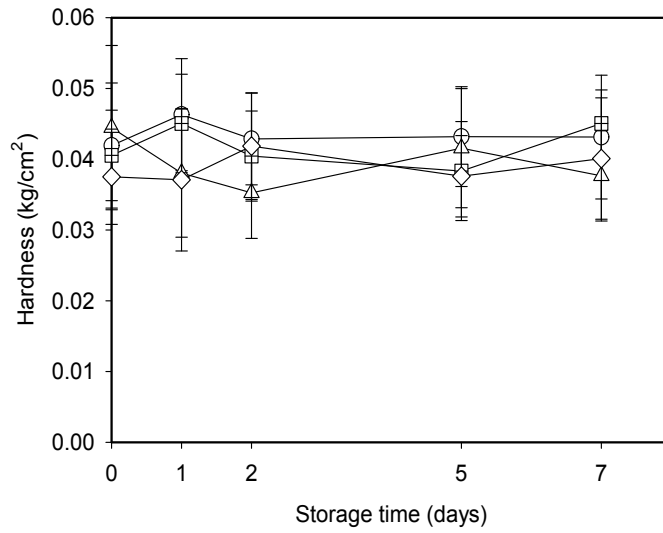


Fig. 42. Changes in hardness of lettuce by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Lettuce were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications \pm standard deviations.



Fig. 43. Changes of appearance of lettuce not disinfected during storage 10°C for 7 days.

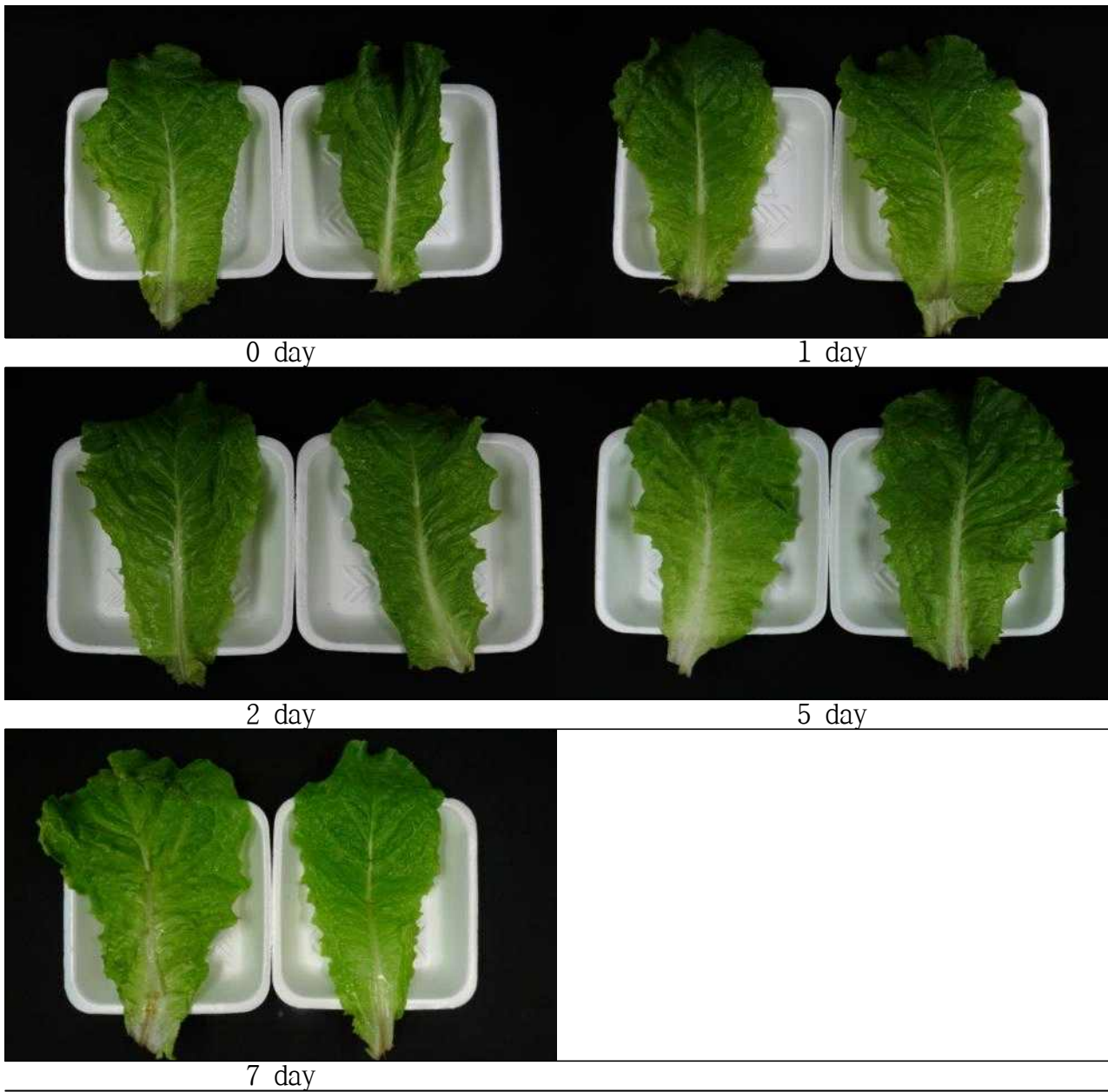


Fig. 44. Changes of appearance of lettuce washed with tap water during storage 10°C for 7 days.



Fig. 45. Changes of appearance of lettuce disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.



Fig. 46. Changes of appearance of lettuce disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

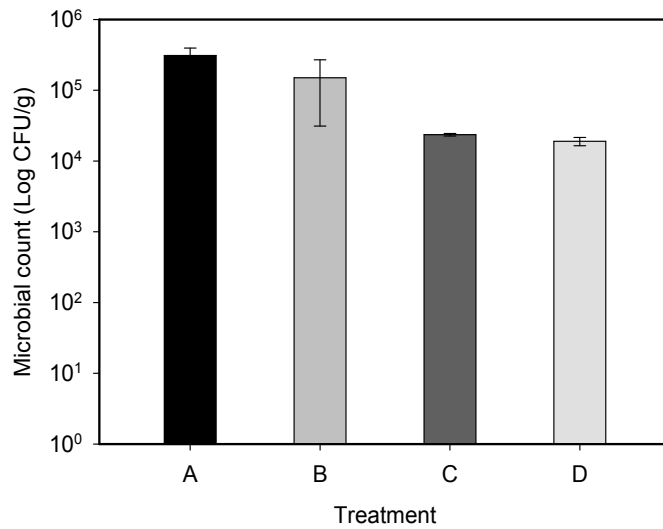


Fig. 47. Microbial count of sesame leaf disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Sesame leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

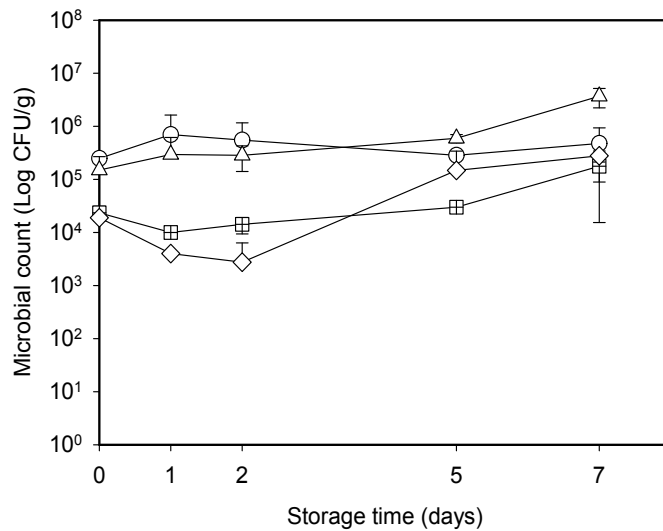
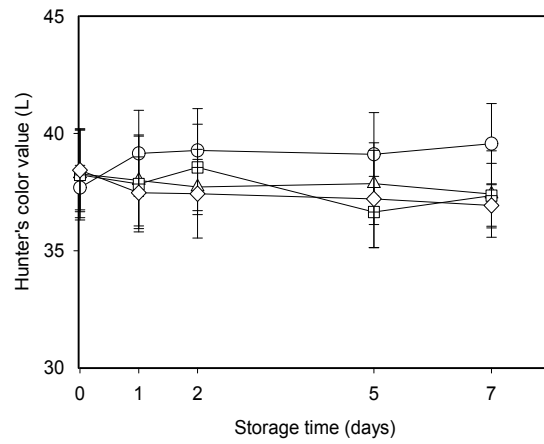
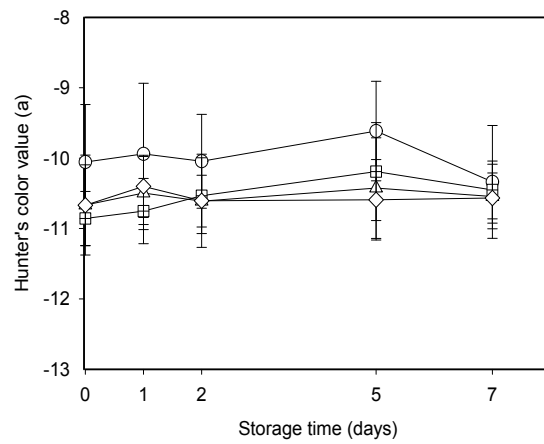


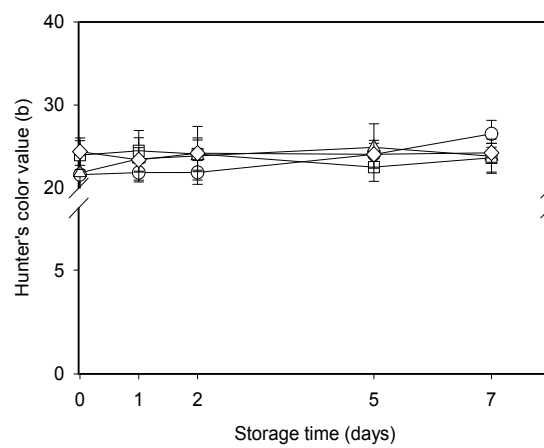
Fig. 48. Changes in microbial count of sesame leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Sesame leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.



(a)



(b)



(c)

Fig. 49. Changes in Hunter's color value of sesame leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Sesame leaf were not treated (O), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications \pm standard deviations.

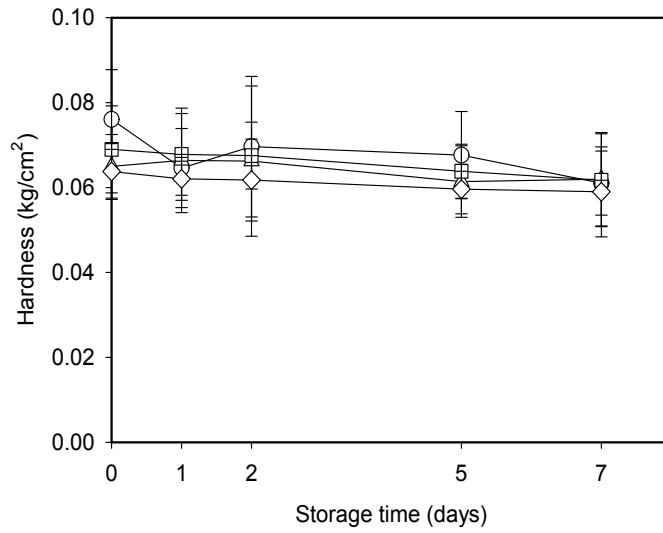


Fig. 50. Changes in hardness of sesame leaf by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Sesame leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications±standard deviations.

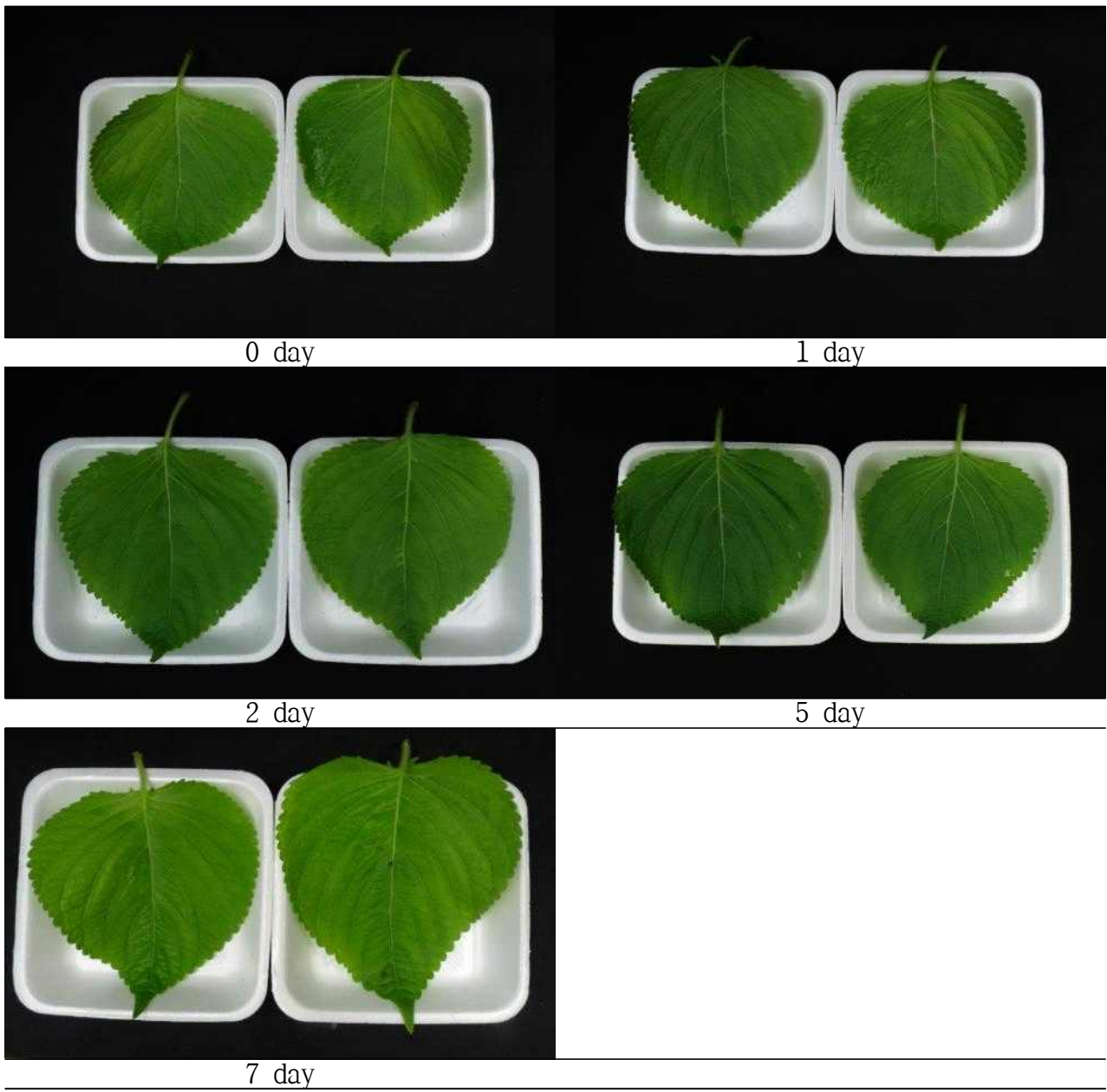


Fig. 51. Changes of appearance of sesame leaf not disinfected during storage 10°C for 7 days.

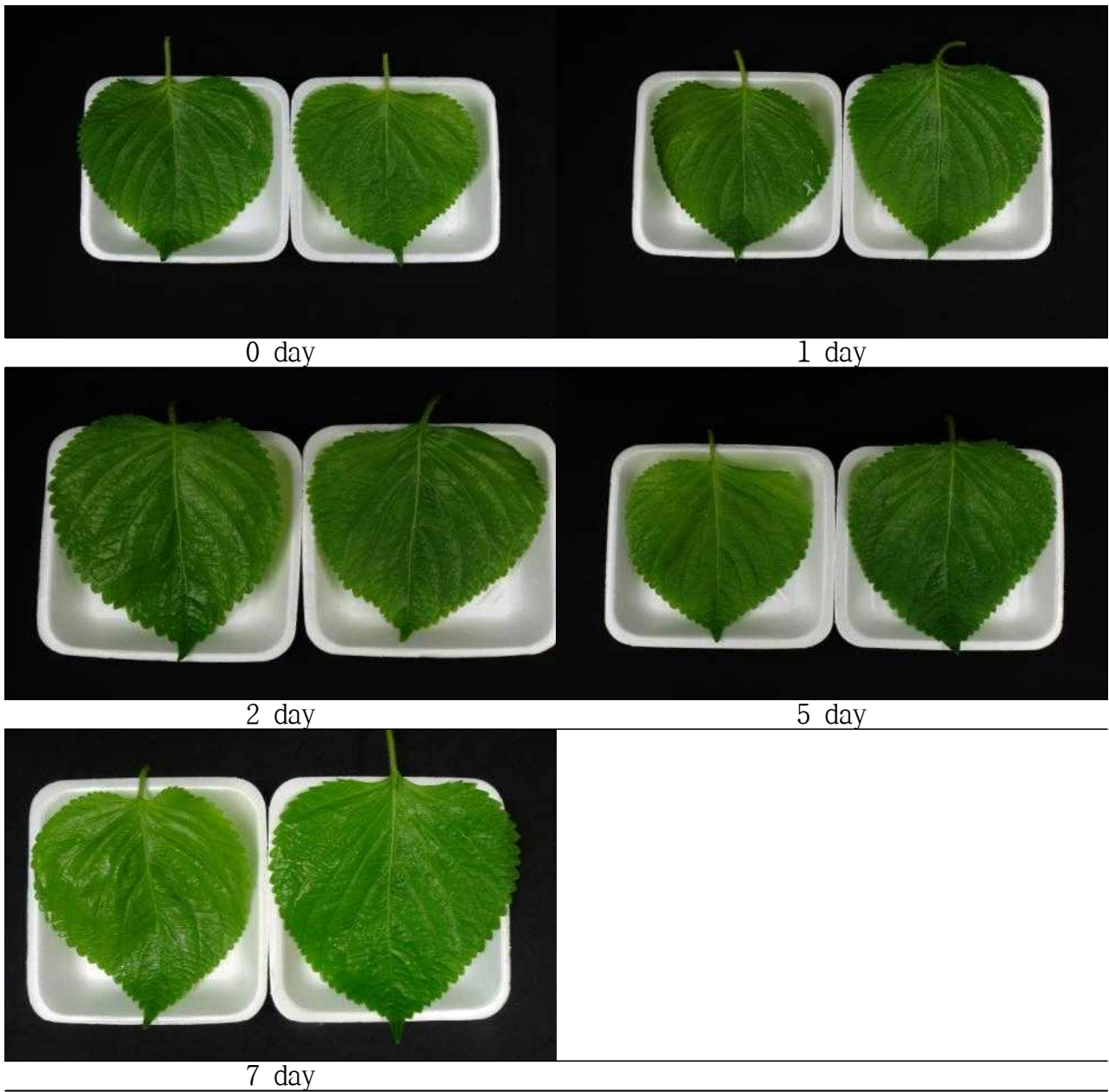


Fig. 52. Changes of appearance of sesame leaf washed with tap water during storage 10°C for 7 days.

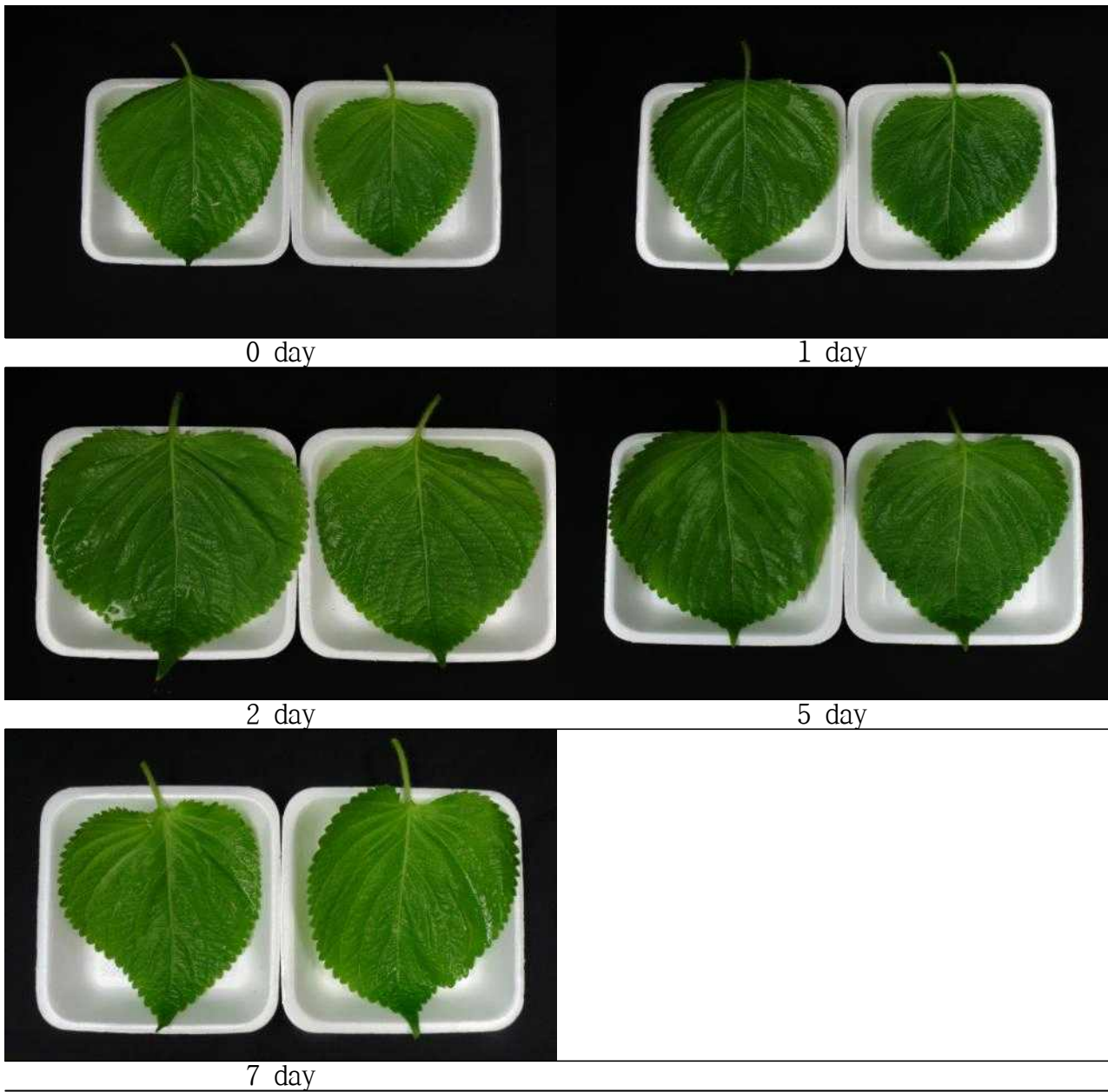


Fig. 53. Changes of appearance of sesame leaf disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

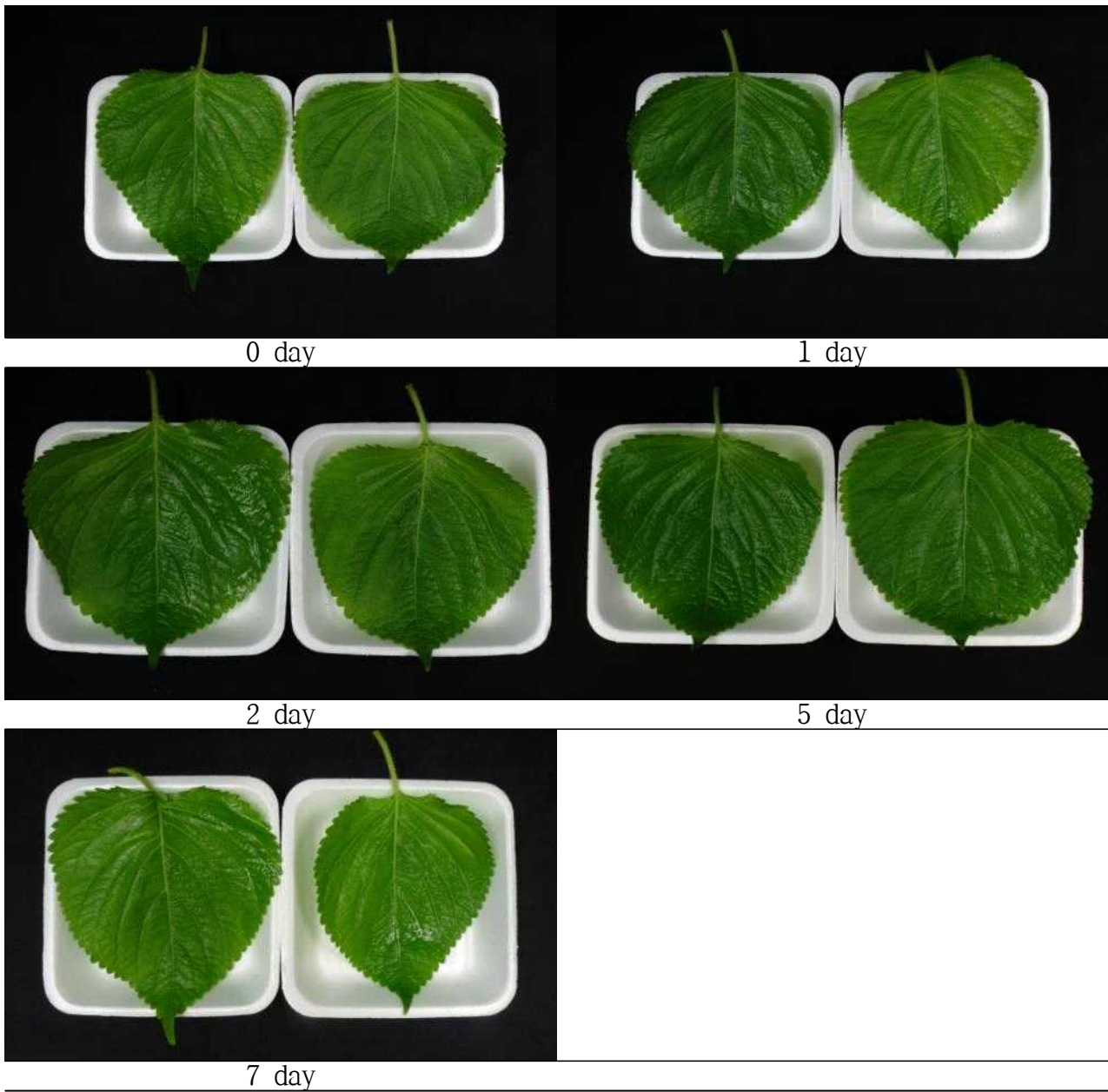


Fig. 54. Changes of appearance of sesame leaf disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

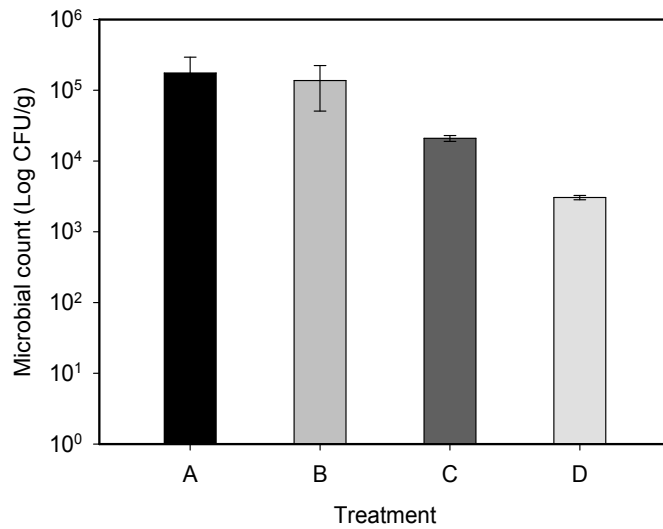


Fig. 55. Microbial count of vitamin vegetable disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Vitamin vegetable were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

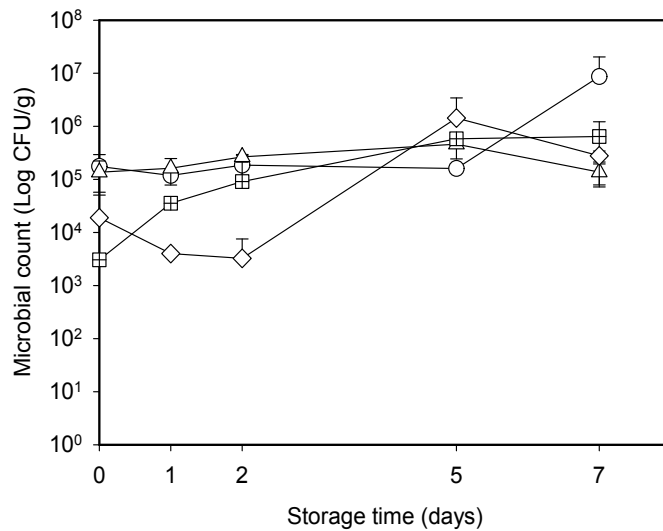
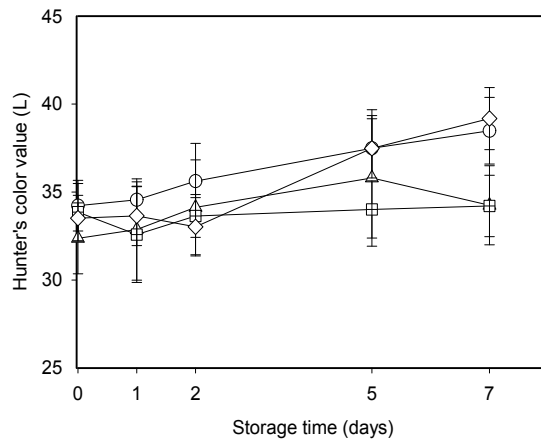
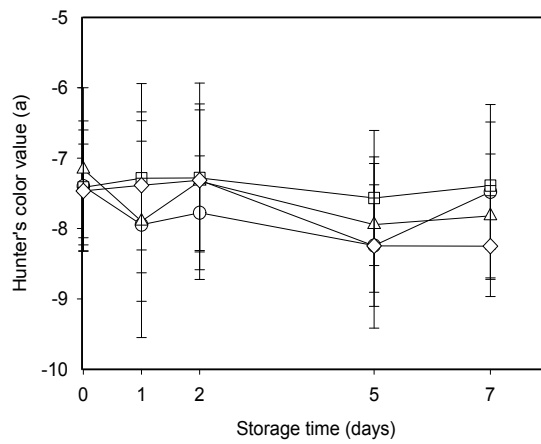


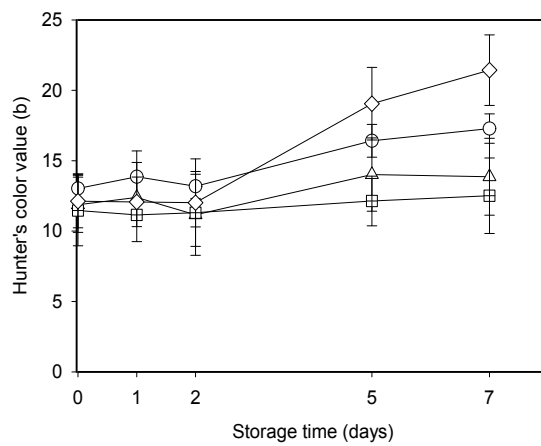
Fig. 56. Changes in microbial count of vitamin vegetable by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Vitamin vegetable were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.



(a)



(b)



(c)

Fig. 57. Changes in Hunter's color value of vitamin vegetable by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days.

In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Vitamin vegetable were not treated (O), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications ± standard deviations.

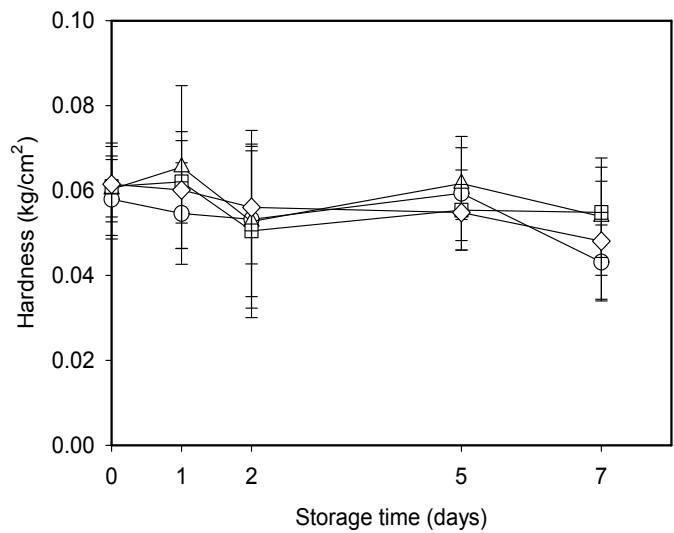


Fig. 58. Changes in hardness of vitamin vegetable by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Vitamin vegetable were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications±standard deviations.



Fig. 59. Changes of appearance of vitamin vegetable not disinfected during storage 10°C for 7 days.

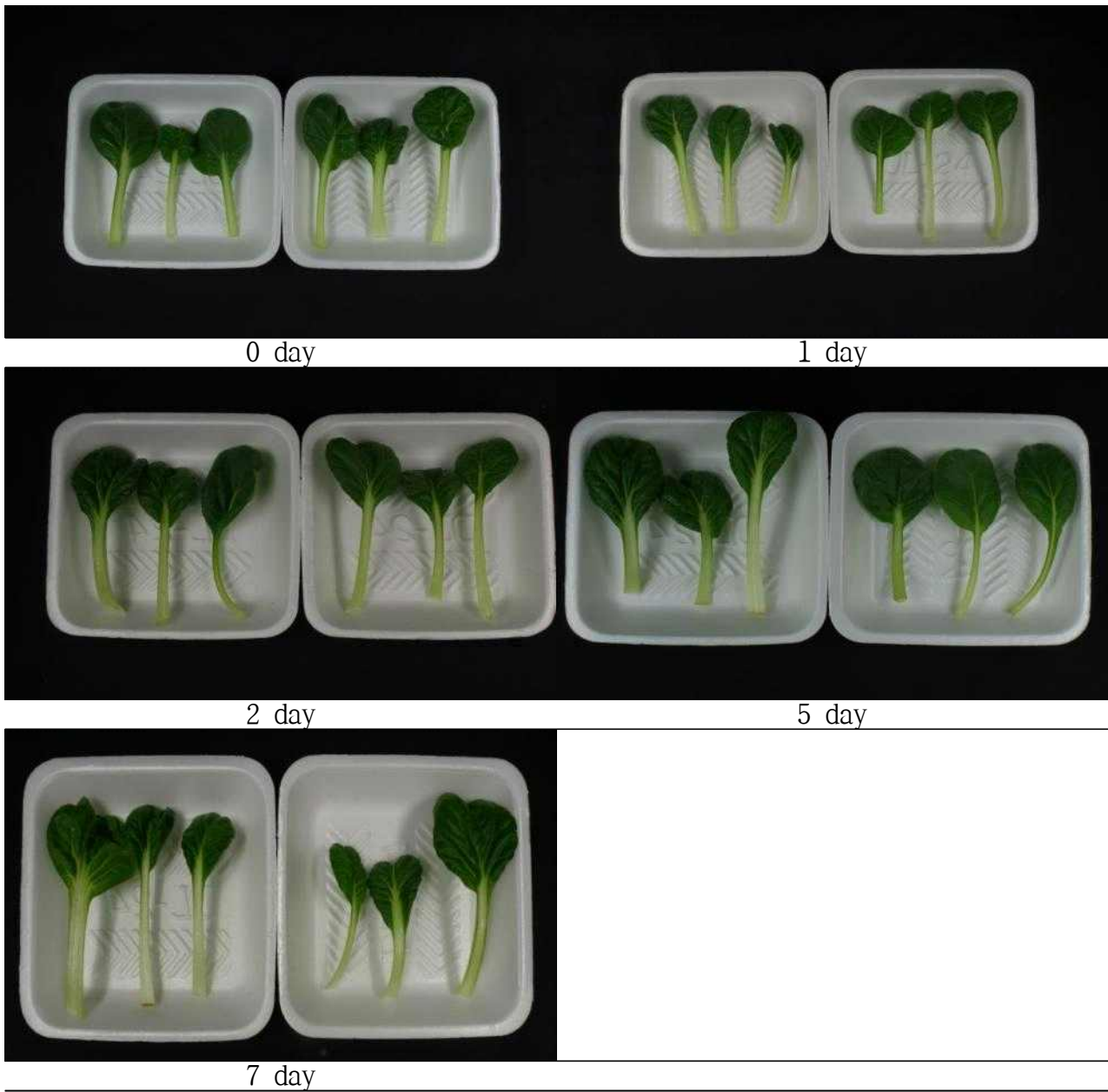


Fig. 60. Changes of appearance of vitamin vegetable washed with tap water during storage 10°C for 7 days.

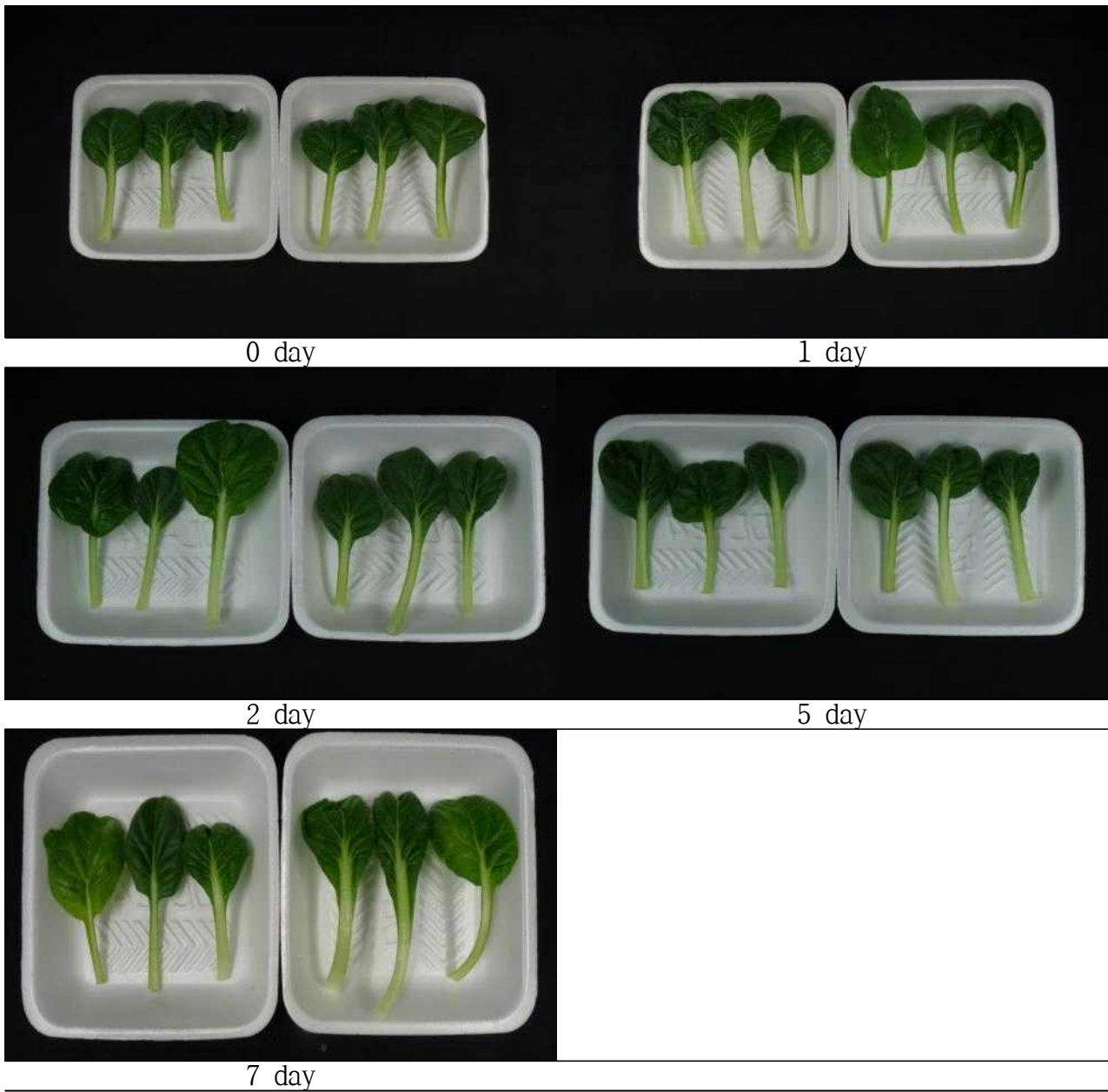


Fig. 61. Changes of appearance of vitamin vegetable disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

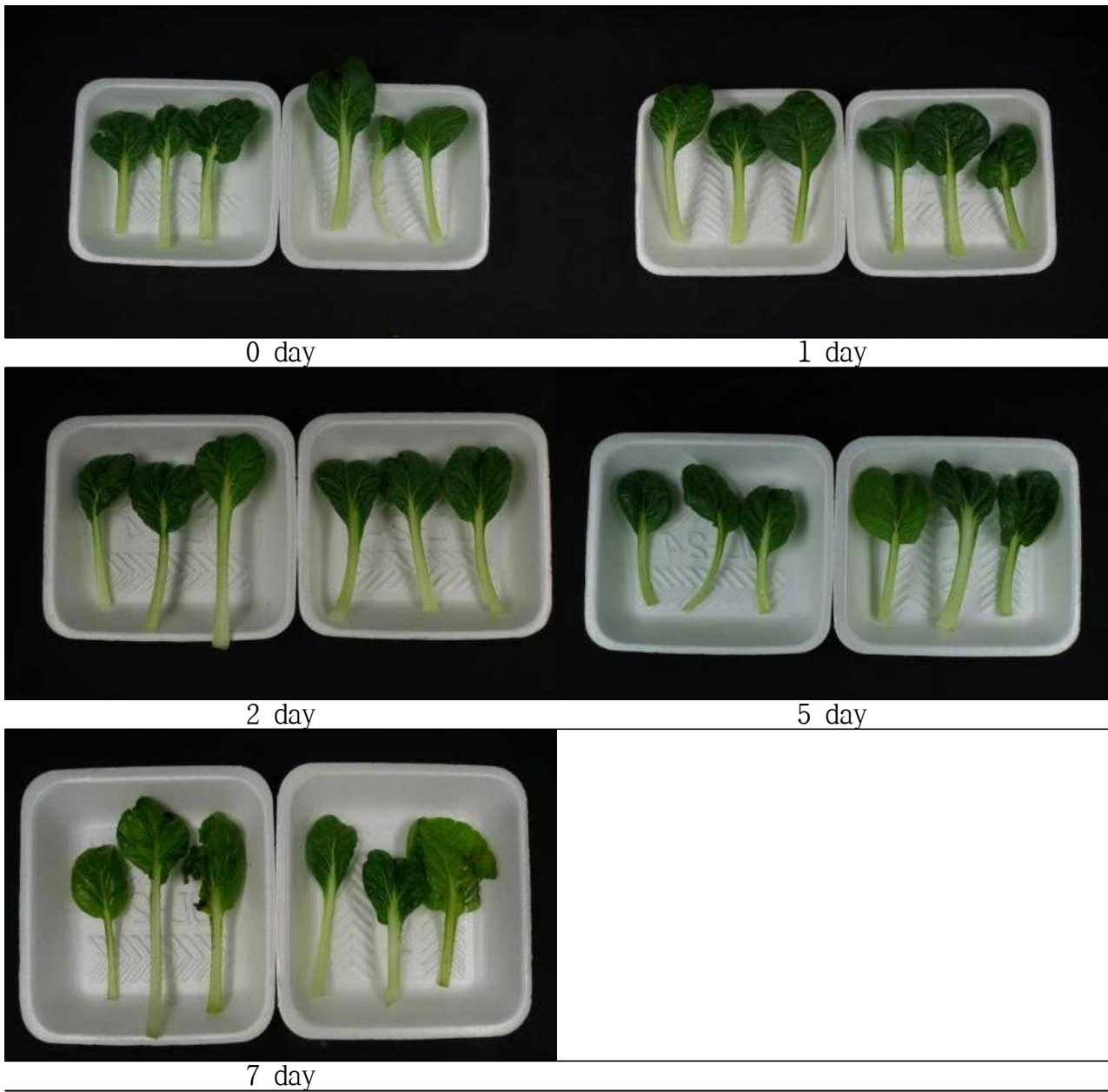


Fig. 62. Changes of appearance of vitamin vegetable disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

치콘의 경우에는 Fig. 63에서와 같이 무처리 치콘이 초기 $5.91 \pm 0.52 \log \text{CFU/g}$ 이었으며, 수도수 처리 치콘은 $5.60 \pm 0.24 \log \text{CFU/g}$ 로 유의적 감균효과가 크지 않다고 판단되었으며, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분 처리한 치콘은 $4.68 \pm 0.10 \log \text{CFU/g}$ 로 감소하여 약 1 log cycle의 감균효과를 나타내었으며 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 $4.24 \pm 0.07 \log \text{CFU/g}$ 로 무처리 치콘에 비해 약 1.5 log cycle의 감소가 관찰되었다. 이러한 차이는 저장 7일까지 나타났으나 10°C 저장중에는 평균적으로 5-6 log cycle 이상을 나타내었다(Fig. 64). 표면색차의 경우에는 L값, a값 및 b값이 초기 무처리 치콘은 39.01 ± 3.83 , -8.06 ± 1.32 , 17.14 ± 2.50 이었으며, 수도수 침지 처리 치콘은 37.99 ± 3.62 , -8.09 ± 1.58 , 18.54 ± 3.27 를, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 35.58 ± 3.22 , -7.56 ± 1.76 , 17.46 ± 3.24 를, 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 33.51 ± 1.30 , -7.47 ± 0.67 , 12.12 ± 1.89 로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 저장중 L값과 a값, 및 b값이 저장 1일에서 7일까지 처리구간에 유사한 값을 보여 처리에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다(Fig. 65).

조직감의 경우에는 초기 무처리 치콘은 $0.0785 \pm 0.0142 \text{ kg/cm}^2$ 이었으며, 수도수 침지 처리 치콘은 $0.0809 \pm 0.0175 \text{ kg/cm}^2$ 을, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 $0.0807 \pm 0.0105 \text{ kg/cm}^2$ 을, 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 치콘은 $0.0680 \pm 0.0096 \text{ kg/cm}^2$ 으로 상추나 비타민 등과 달리 조직감을 저하시키는 품질 손상이 발생하지 않은 것으로 판단되었다. 저장중에도 무처리 치콘은 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 $0.0820 \pm 0.0198 \text{ kg/cm}^2$, $0.00815 \pm 0.0114 \text{ kg/cm}^2$, $0.0800 \pm 0.0112 \text{ kg/cm}^2$, $0.0742 \pm 0.0138 \text{ kg/cm}^2$ 으로, 수도수 처리 치콘은 $0.0820 \pm 0.0198 \text{ kg/cm}^2$, $0.0815 \pm 0.0114 \text{ kg/cm}^2$, $0.07800 \pm 0.0112 \text{ kg/cm}^2$, $0.0742 \pm 0.0138 \text{ kg/cm}^2$ 으로, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리 치콘은 $0.0806 \pm 0.0164 \text{ kg/cm}^2$, $0.0792 \pm 0.0158 \text{ kg/cm}^2$, $0.0796 \pm 0.0128 \text{ kg/cm}^2$, $0.0791 \pm 0.0138 \text{ kg/cm}^2$ 으로, 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 치콘은 $0.0679 \pm 0.0113 \text{ kg/cm}^2$, $0.0665 \pm 0.0111 \text{ kg/cm}^2$, $0.0754 \pm 0.0133 \text{ kg/cm}^2$, $0.0733 \pm 0.0217 \text{ kg/cm}^2$ 으로 감소의 폭은 처리구간의 차이가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 66). 치콘은 상추와 달리 비교적 조직이 단단하여 상추에서 발생한 조직감 저하 등은 관찰되지 않았으며 비타민, 깻잎 등과 함께 시료구간의 차이가 오히려 더 컸던 것으로 판단되었다.

케일의 경우에는 Fig. 71에서와 같이 무처리 케일이 초기 $5.67 \pm 0.10 \log \text{CFU/g}$ 이었으며 반면 수도수 처리 케일은 $4.07 \pm 0.177 \log \text{CFU/g}$ 로 1 log cycle 이상의 감소를 나타내었다. 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분 처리한 케일은 $2.82 \pm 2.82 \log \text{CFU/g}$ 로 감소하여 약 2 log cycle의 감균효과를 나타내었으며 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 $2.37 \pm 0.18 \log \text{CFU/g}$ 로 무처리 케일에 비해 약 3 log cycle의 감소가 관찰되었다. 다른 엽채류와 달리 케일은 비교적 물과의 접촉이 용이한 것이 주요한 요인이라 판단되었다. 그러나 초기의 균수 차이는 저장 2일까지는 무처리구에 비해 처리구가 그리고 차아염소산수로 침지 처리한 케일이 약 1-2 log cycle 정도의 낮은 균수를 유지하였다(Fig. 72). 표면색차의 경우에는

L값, a값 및 b값이 초기 무처리 케일은 42.34 ± 2.22 , -6.77 ± 1.00 , 10.36 ± 3.81 이었으며, 수도수 침지 처리 케일은 40.31 ± 2.98 , -6.76 ± 0.60 , 10.38 ± 2.26 을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 39.52 ± 3.99 , -6.31 ± 0.97 , 9.00 ± 3.53 을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 42.61 ± 3.92 , -6.49 ± 1.24 , 10.23 ± 4.37 로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 저장중 L값과 a값, 및 b값이 저장 1일에서 7일까지 처리구간에 유사한 값을 보여 처리에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다. 다만 b값의 경우에는 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 케일이 저장 5일과 7일에 11.82 ± 4.48 , 13.11 ± 5.31 로 무처리 케일의 10.89 ± 5.86 , 15.04 ± 7.35 에 차이를 보였으나 이는 처리구간 시료의 편차에 기인한 것으로 판단되었다(Fig. 73).

조직감의 경우에는 초기 무처리 케일은 0.1150 ± 0.0259 kg/cm²이었으며, 수도수 침지 처리 치곤은 0.1216 ± 0.0175 kg/cm²을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 0.115 ± 0.0276 kg/cm²을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 케일은 0.1043 ± 0.0290 kg/cm²으로 약산성 차아염소산수로 침지 처리한 시료의 조직감이 저하하는 것으로 나타났다. 저장중에도 무처리 케일은 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 0.1263 ± 0.0173 kg/cm², 0.1258 ± 0.0197 kg/cm², 0.1174 ± 0.0306 kg/cm², 0.1166 ± 0.0180 kg/cm²으로, 수도수 처리 케일은 0.1172 ± 0.0287 kg/cm², 0.1188 ± 0.0134 kg/cm², 0.1286 ± 0.0111 kg/cm², 0.1251 ± 0.0302 kg/cm²으로, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리 케일은 0.1159 ± 0.0147 kg/cm², 0.1197 ± 0.0209 kg/cm², 0.1238 ± 0.0239 kg/cm², 0.1174 ± 0.0088 kg/cm²으로, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 케일은 0.1195 ± 0.0128 kg/cm², 0.1190 ± 0.0151 kg/cm², 0.1160 ± 0.0202 kg/cm², 0.1135 ± 0.0143 kg/cm²으로 처리구간의 유의적 차이가 관찰되지 않았다(Fig. 74).

방울토마토와 같이 구형의 과실류는 비교적 살균효과가 높고 방울토마토의 경우에는 꼭지 부분의 오염도가 높기 때문에 이를 제거할 경우 보다 높은 살균효과를 기대할 수 있으나 본 실험에서는 상대적인 살균효과를 분석하기 위해 꼭지가 붙어 있는 상태의 것을 시료로 사용하였다. Fig. 79에서와 같이 무처리 방울토마토이 초기 5.63 ± 0.08 log CFU/g이었던 반면 수도수 처리 방울토마토는 4.71 ± 0.18 log CFU/g로 약 1 log cycle 이상의 감소를 나타내었다. 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분 처리한 방울토마토는 2.82 ± 0.76 log CFU/g로 감소하여 약 2 log cycle의 감균효과를 나타내었으며 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는 2.37 ± 0.13 log CFU/g로 무처리 방울토마토에 비해 약 3 log cycle의 감소가 관찰되었다. 다른 엽채류와 달리 방울토마토는 비교적 접촉이 용이한 것이 주요한 요인이라 판단되었다. 또한 초기의 균수 차이는 저장 7일까지 무처리구에 비해 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토가 약 1-2 log cycle 정도의 낮은 균수를 유지하였다(Fig. 80). 표면색차의 경우에는 L값, a값 및 b값이 초기 무처리 방울토마토는 39.68 ± 2.76 , 13.78 ± 2.65 , 30.12 ± 5.22 이었으며, 수도수 침지 처리 방울토마토는 38.79 ± 4.22 , 14.18 ± 1.93 , 31.21 ± 2.97 을, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는 38.75 ± 3.61 , 14.10 ± 1.63 , 29.77 ± 3.69 을, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는

40.60±3.32, 14.11±1.50, 30.94±4.17로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는 저장중 L값과 a값, 및 b값이 저장 1일에서 7일까지 처리구간에 유사한 값을 보여 처리에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다(Fig. 81).

조직감의 경우에는 초기 무처리 방울토마토는 0.6184±0.0782 kg/cm²이었으며, 수도수 침지 처리 방울토마토는 0.6234±0.1106 kg/cm²을, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는 0.6831±0.0722 kg/cm²을, 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 침지 처리 방울토마토는 0.7130±0.1210 kg/cm²으로 시료간의 차이가 없다고 판단되었으며 엽채류와 같은 품질손상도 관찰되지 않았다. 저장중에도 무처리 방울토마토는 저장 1일, 2일, 5일 및 7일에 0.6463±0.0812 kg/cm², 0.6461±0.0761 kg/cm², 0.5421±0.0760 kg/cm², 0.5174±0.0780 kg/cm²으로, 수도수 처리 방울토마토는 0.6481±0.1080 kg/cm², 0.5800±0.0985 kg/cm², 0.5329±0.0976 kg/cm², 0.5434±0.0943 kg/cm²으로, 26.6±0.76 ppm의 미산성 차아염소산수 처리 방울토마토는 0.7001±0.1149 kg/cm², 0.6142±0.2175 kg/cm², 0.5951±0.1682 kg/cm², 0.5745±0.1391 kg/cm²으로, 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 방울토마토는 0.5892±0.1758 kg/cm², 0.6652±0.0866 kg/cm², 0.5098±0.1799 kg/cm², 0.4911±0.0279 kg/cm²으로 52.2±2.10 ppm의 약산성 차아염소산수 처리 방울토마토의 조직감 감소가 가장 크게 나타났다(Fig. 82). 미산성과는 달리 약산성 차아염소산수의 처리는 0.5 log cycle의 추가적인 감균효과를 기대할 수 있으나 저장 중후반의 품질손상에 의한 품질저하가 무처리에 비해 다소 빠른 것으로 판단되었다.

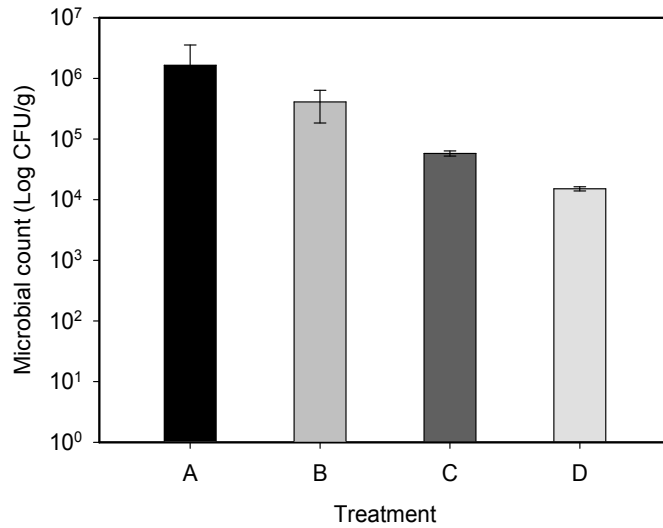


Fig. 63. Microbial count of endive leaf disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Endive leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

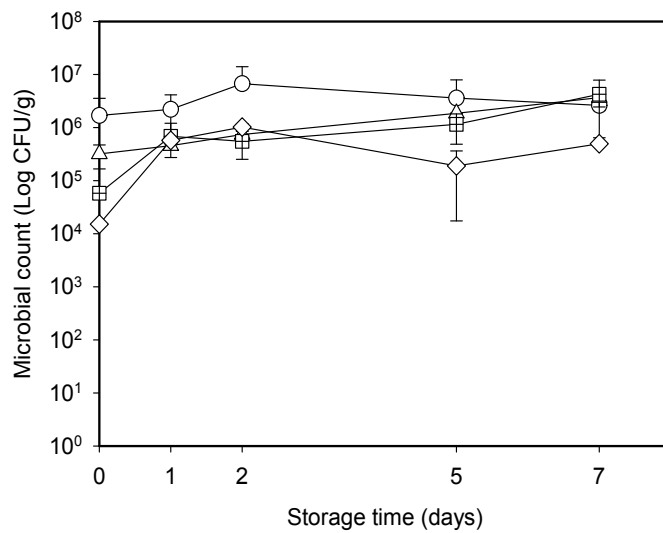
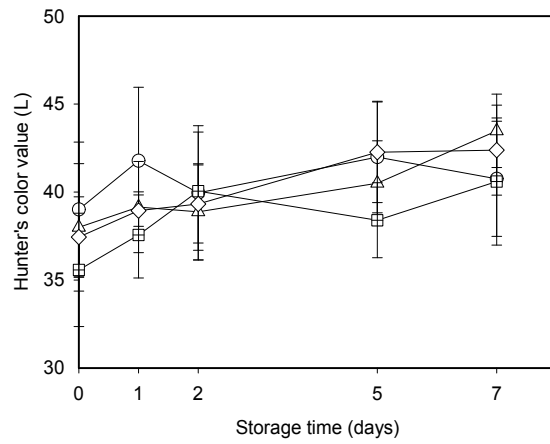
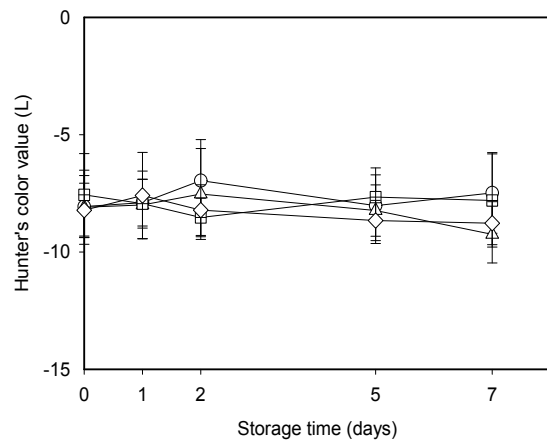


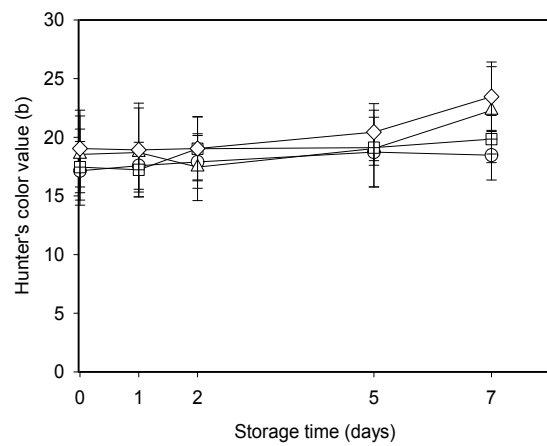
Fig. 64. Changes in microbial count of endive leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Endive leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.



(a)



(b)



(c)

Fig. 65. Changes in Hunter's color value of endive leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days.

In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Endive leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications ± standard deviations.

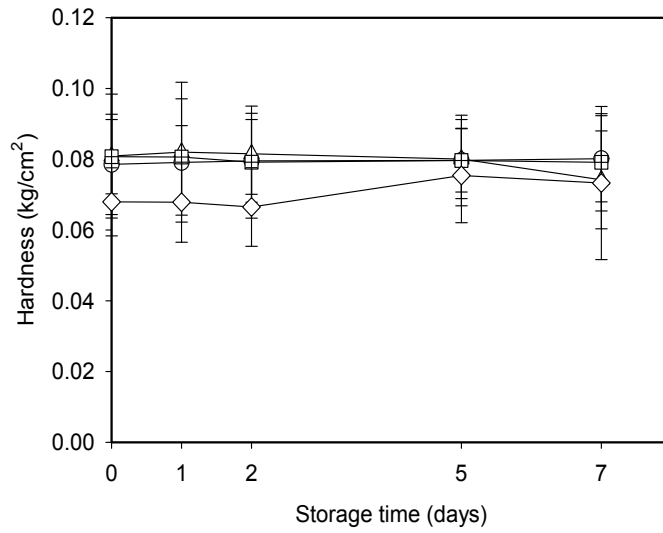


Fig. 66. Changes in hardness of endive leaf by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Endive leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications ± standard deviations.

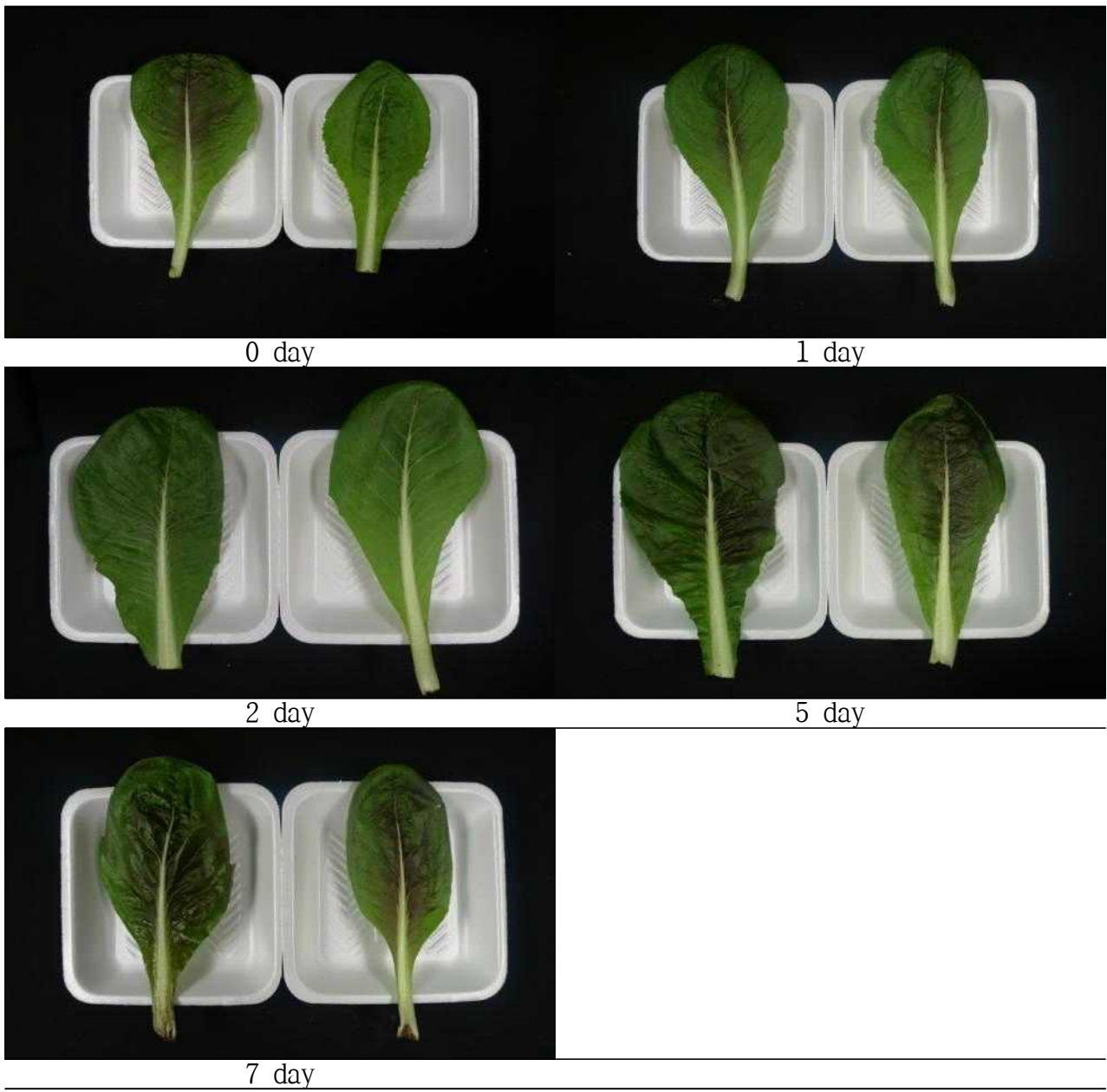


Fig. 67. Changes of appearance of endive leaf not disinfected during storage 10°C for 7 days.

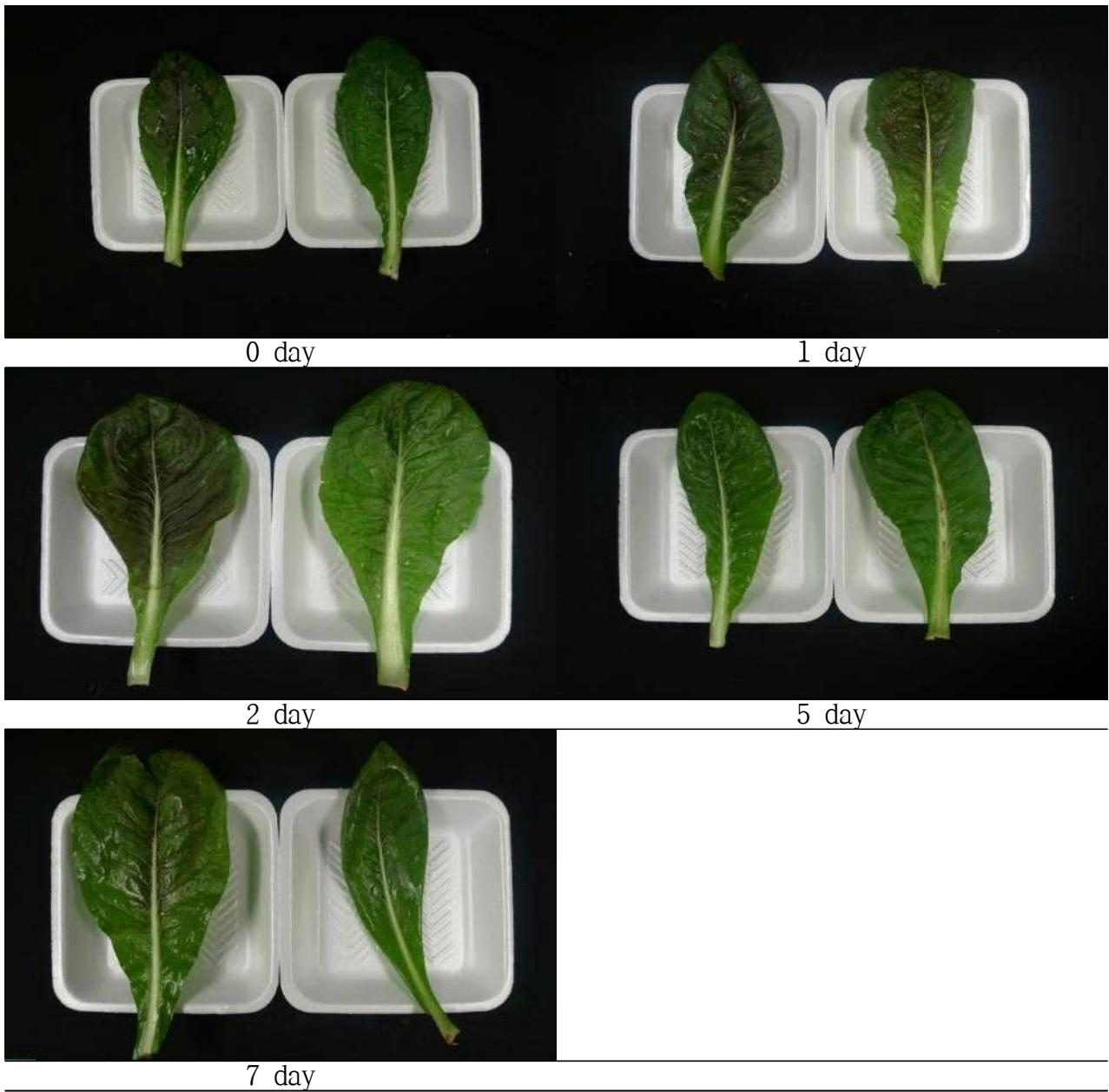


Fig. 68. Changes of appearance of endive leaf washed with tap water during storage 10°C for 7 days.

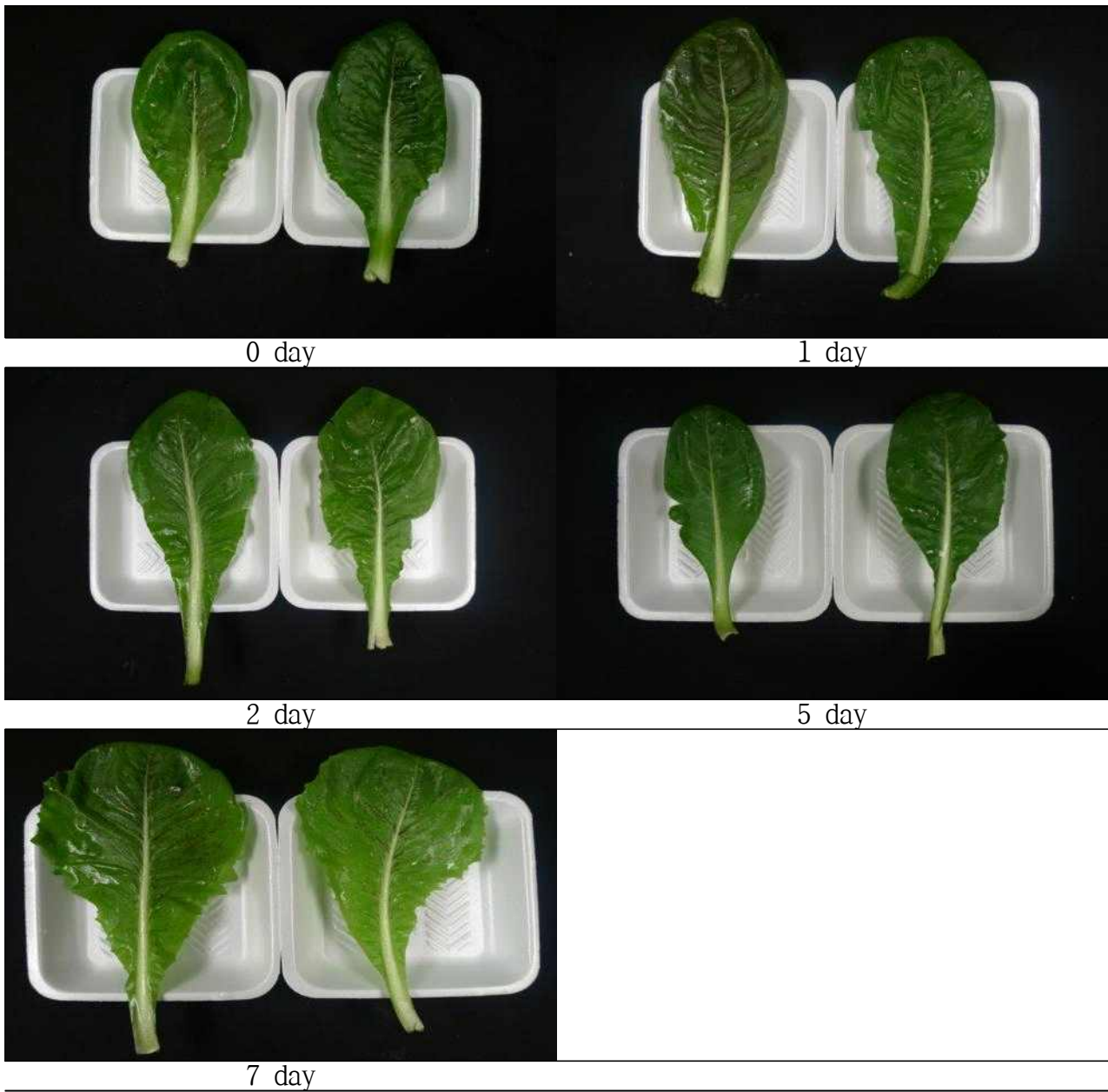


Fig. 69. Changes of appearance of endive leaf disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

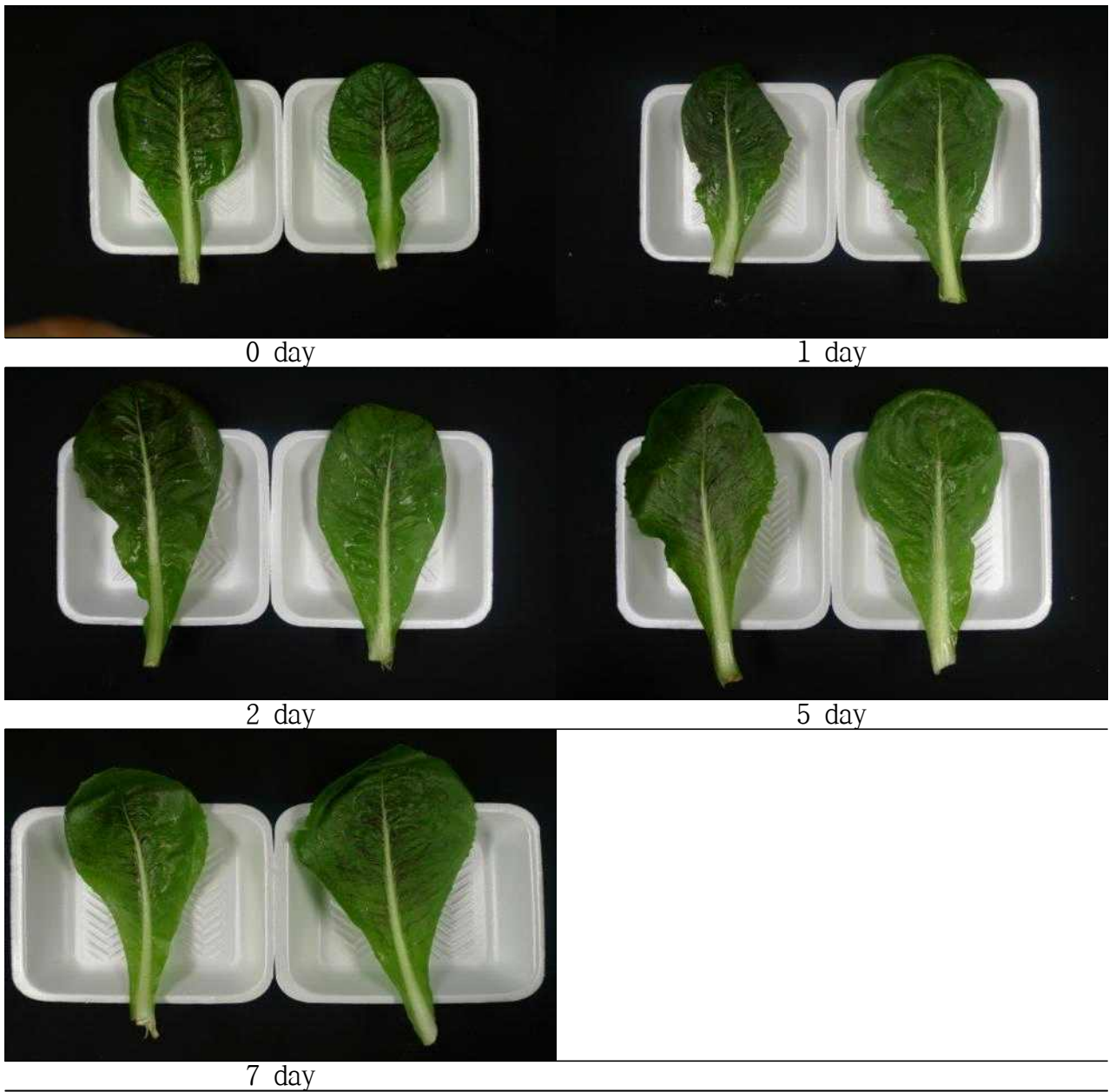


Fig. 70. Changes of appearance of endive leaf disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

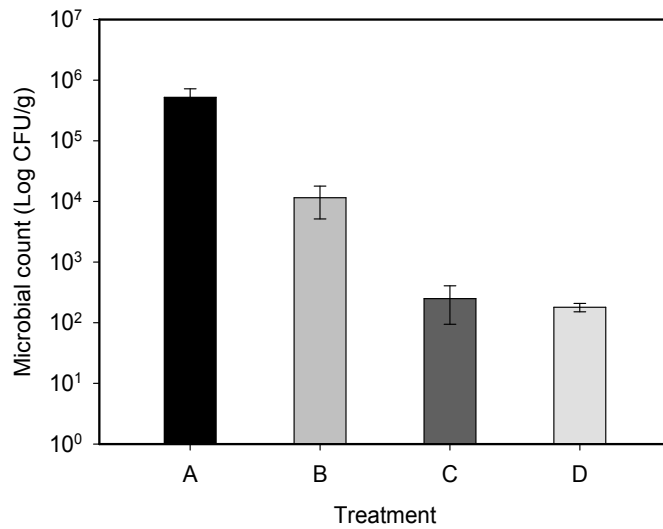


Fig. 71. Microbial count of kale leaf disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Kale leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

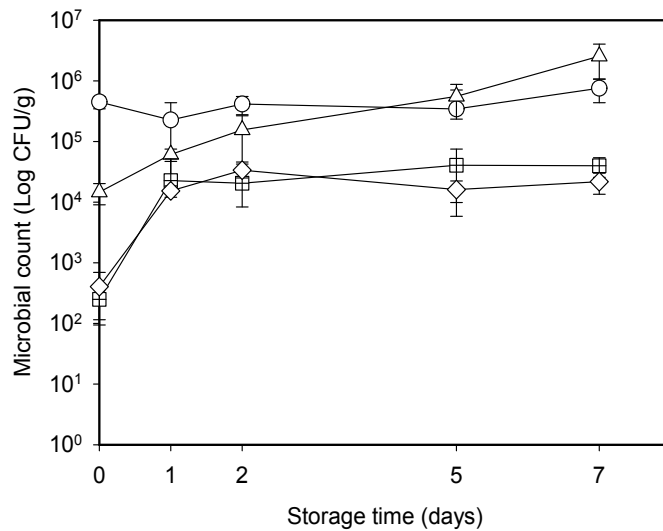
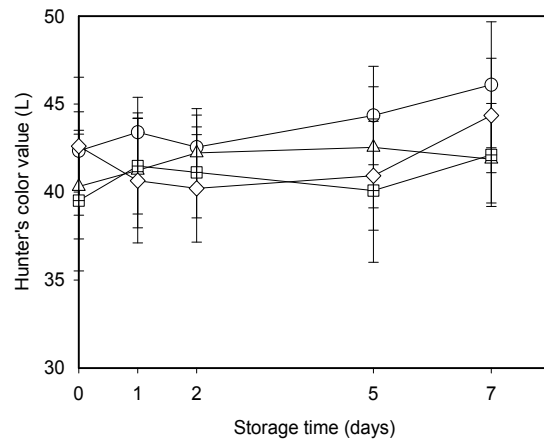
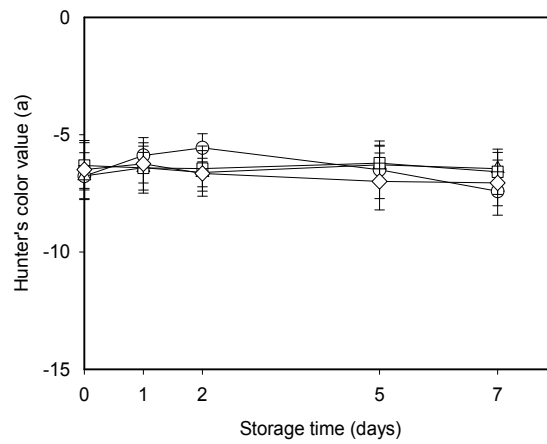


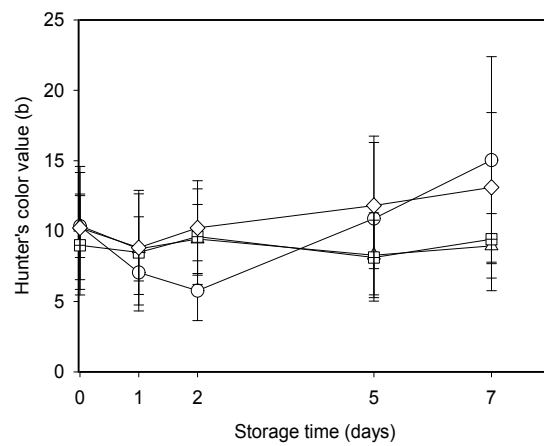
Fig. 72. Changes in microbial count of kale leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Kale leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.



(a)



(b)



(c)

Fig. 73. Changes in Hunter's color value of kale leaf by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days.

In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Kale leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications \pm standard deviations.

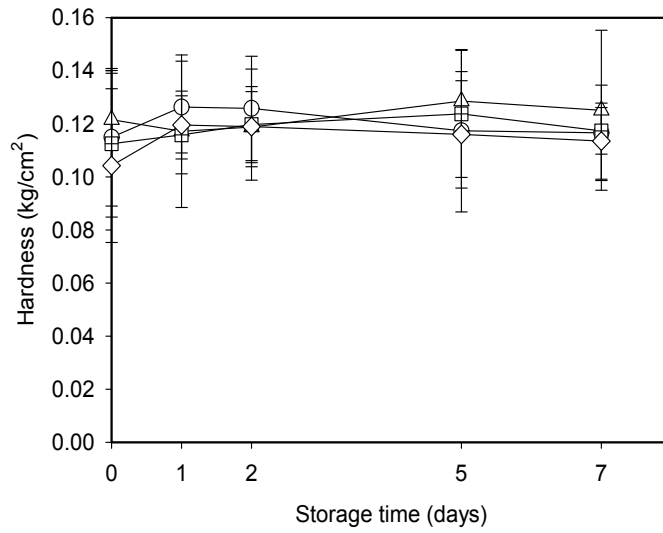


Fig. 74. Changes in hardness of kale leaf by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Kale leaf were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications ± standard deviations.

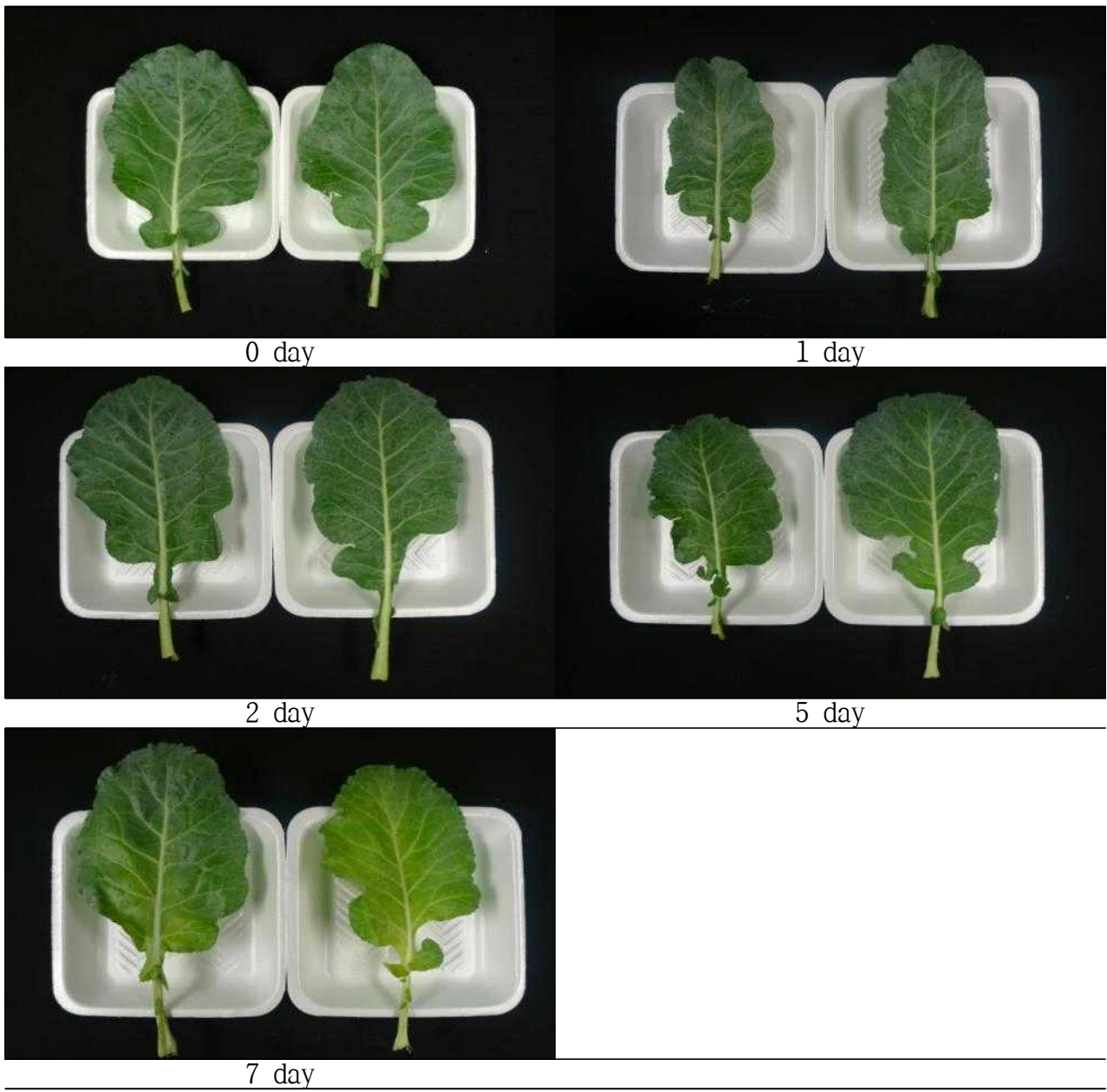


Fig. 75. Changes of appearance of kale leaf not disinfected during storage 10°C for 7 days.

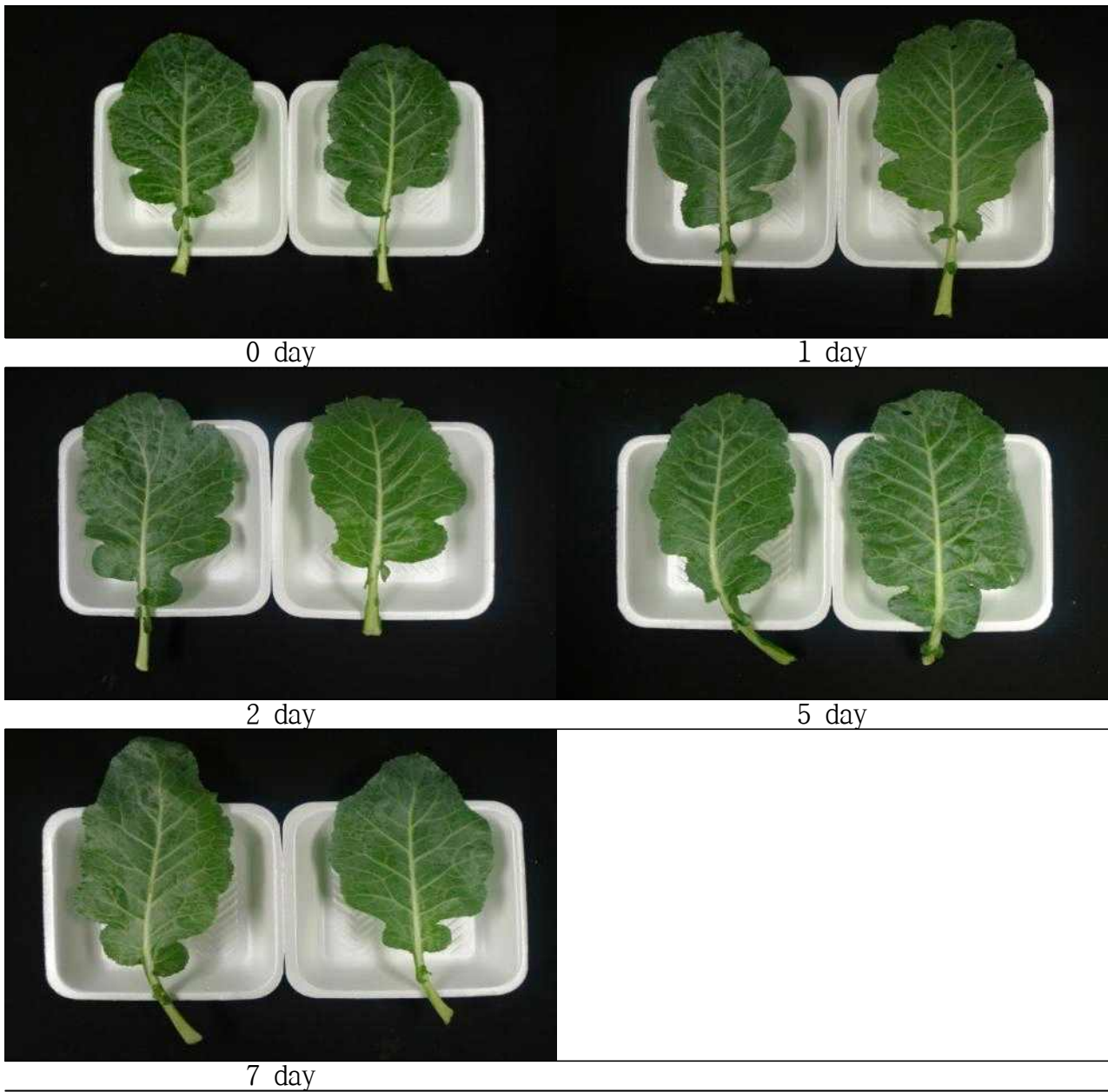


Fig. 76. Changes of appearance of kale leaf washed with tap water during storage 10°C for 7 days.

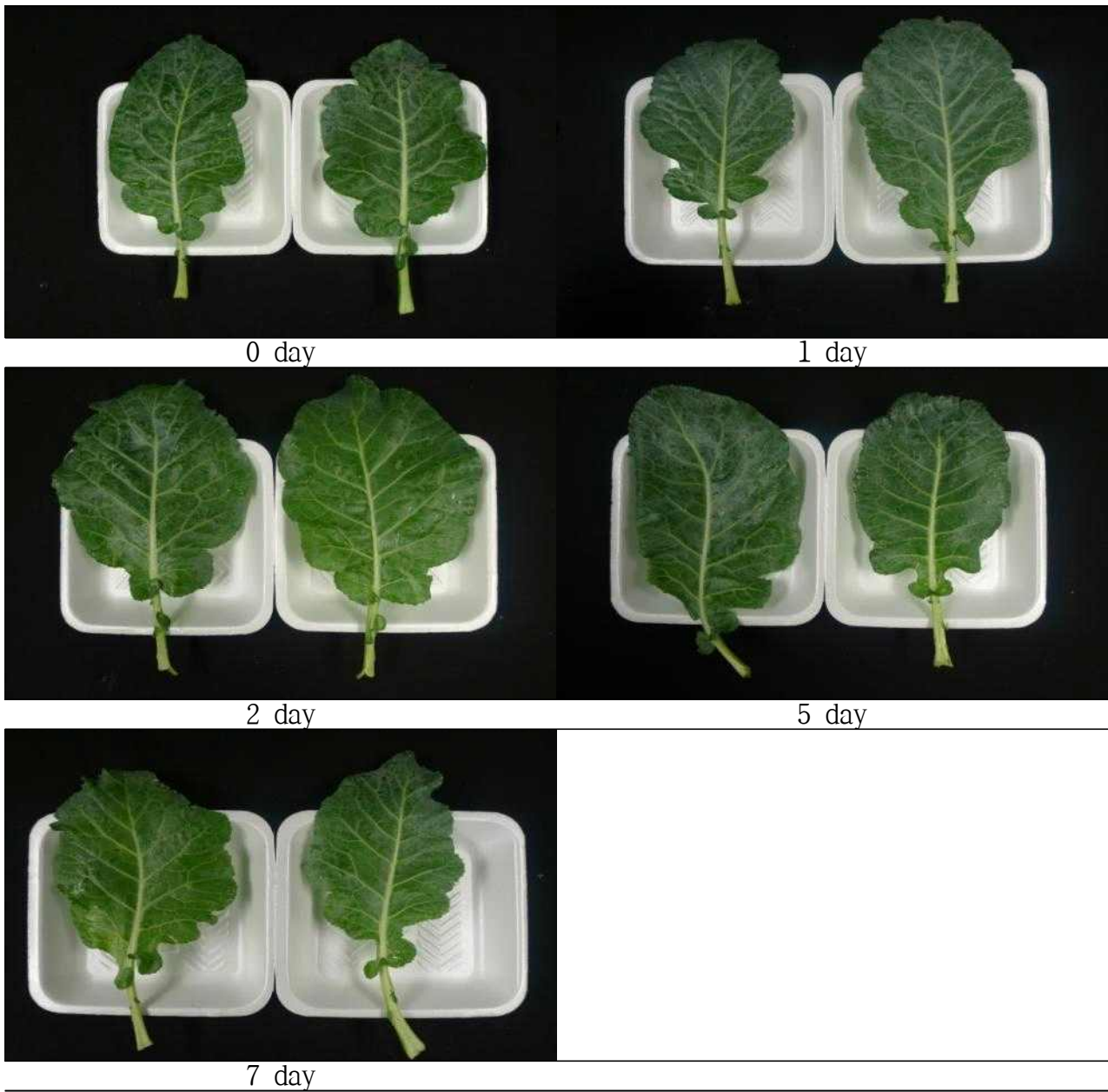


Fig. 77. Changes of appearance of kale leaf disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

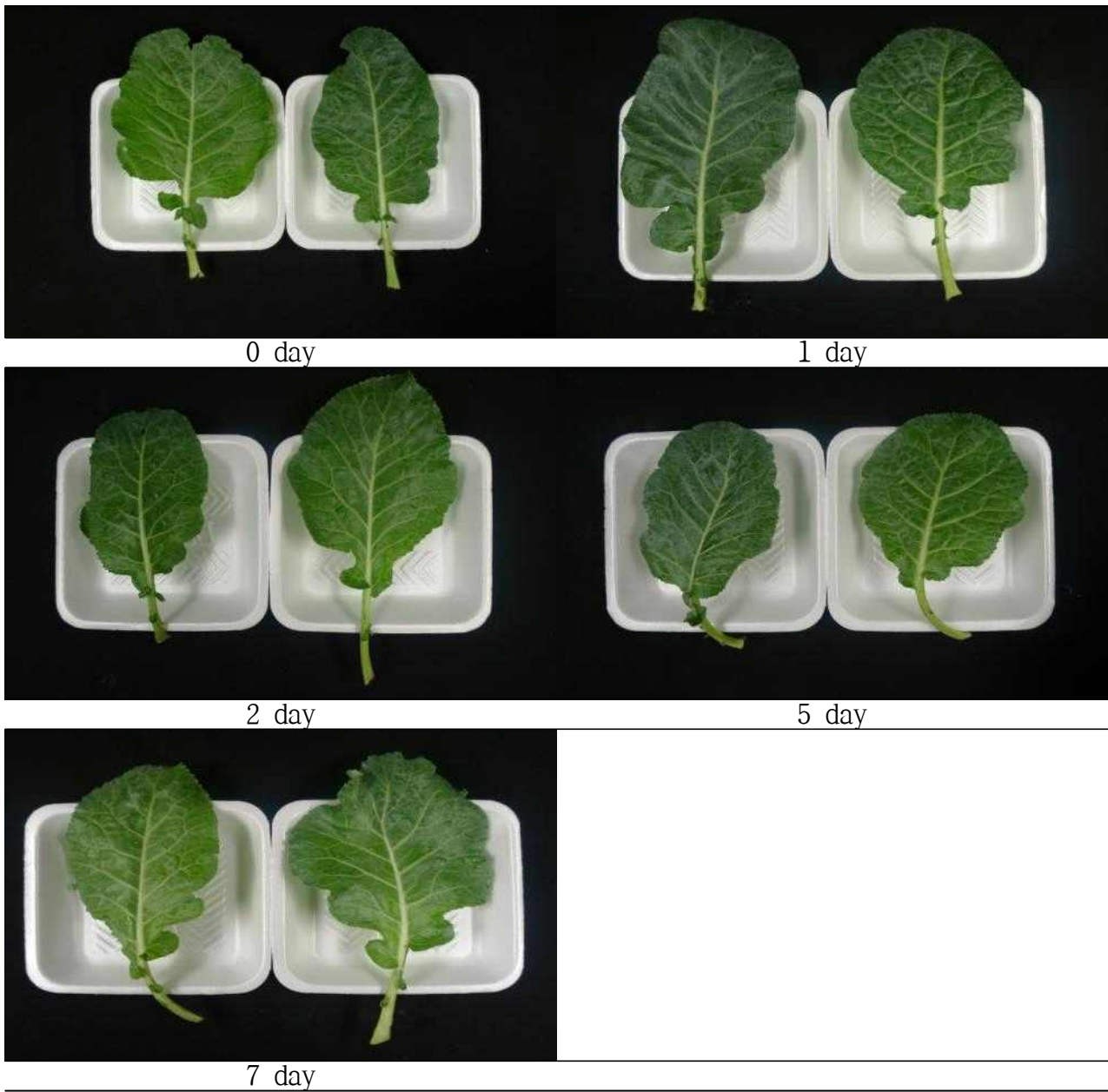


Fig. 78. Changes of appearance of kale leaf disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

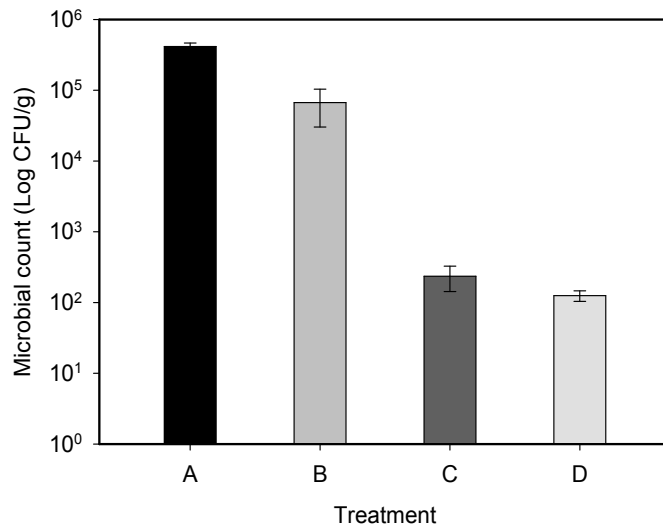


Fig. 79. Microbial count of cherry tomato disinfected with slightly /weakly acidic hypochlorite water. Cherry tomato were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

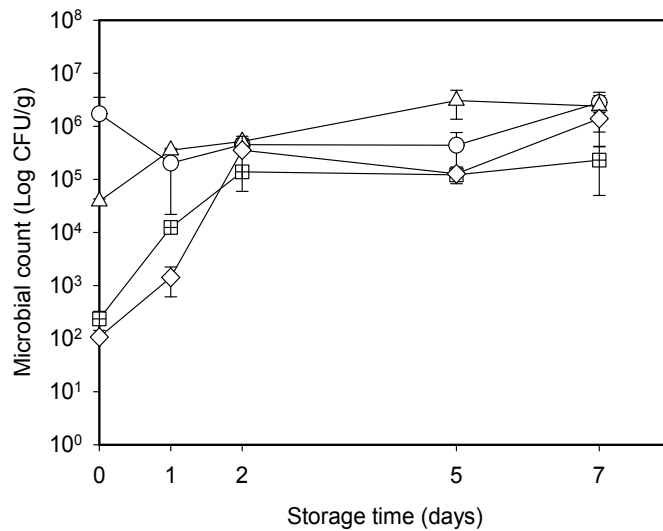


Fig. 80. Changes in microbial count of cherry tomato by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. Cherry tomato were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of six replications ± standard deviations.

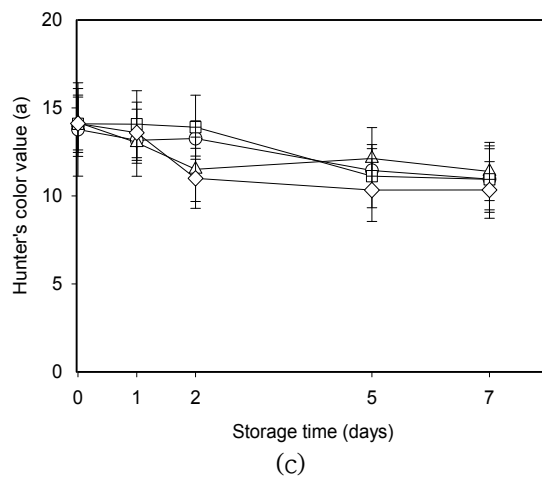
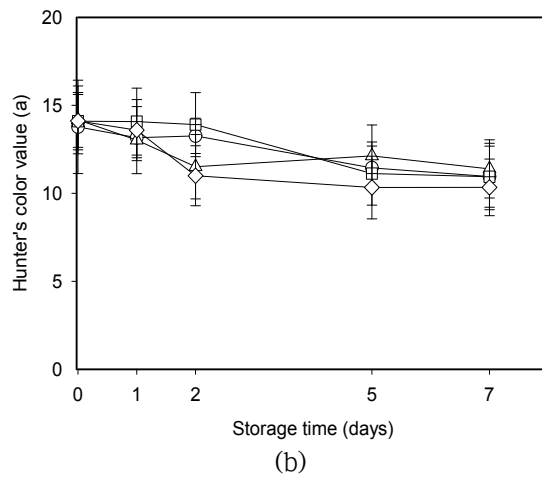
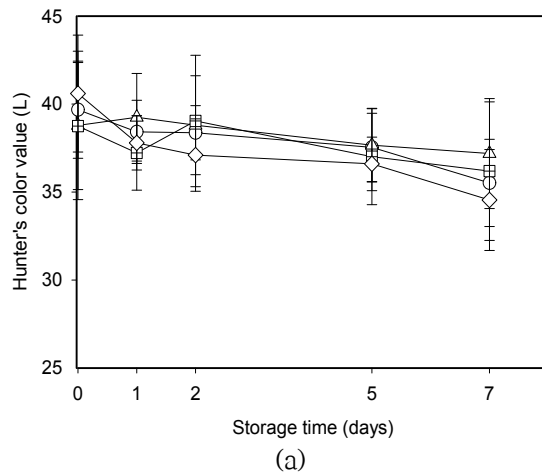


Fig. 81. Changes in Hunter's color value of cherry tomato by disinfection with slightly /weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days. In each figure, symbol (A), (B) and (C) indicate L value, a value and b value. Cherry tomato were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications \pm standard deviations.

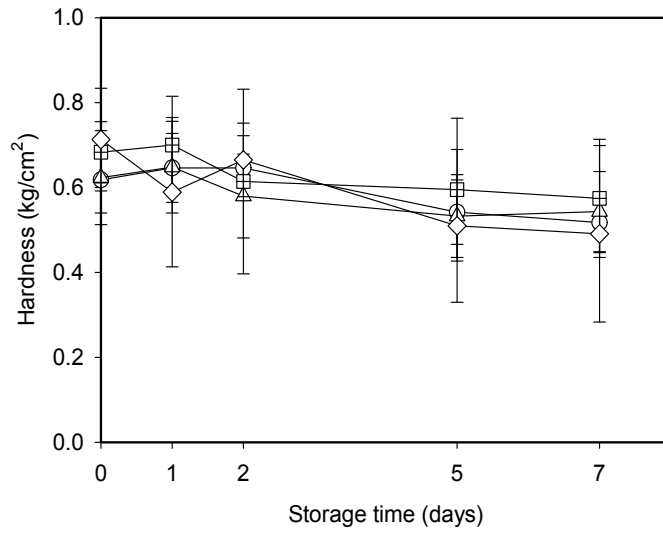


Fig. 82. Changes in hardness of cherry tomato by disinfection with slightly/weakly acidic hypochlorite water during storage at 10°C for 7 days.

Cherry tomato were not treated (○), washed with tap water for 3 min (□), disinfected with slightly acidic hypochlorite water for 3 min (△) or disinfected with weakly acidic hypochlorite water for 3 min (◇). Data represent means of ten replications ± standard deviations.

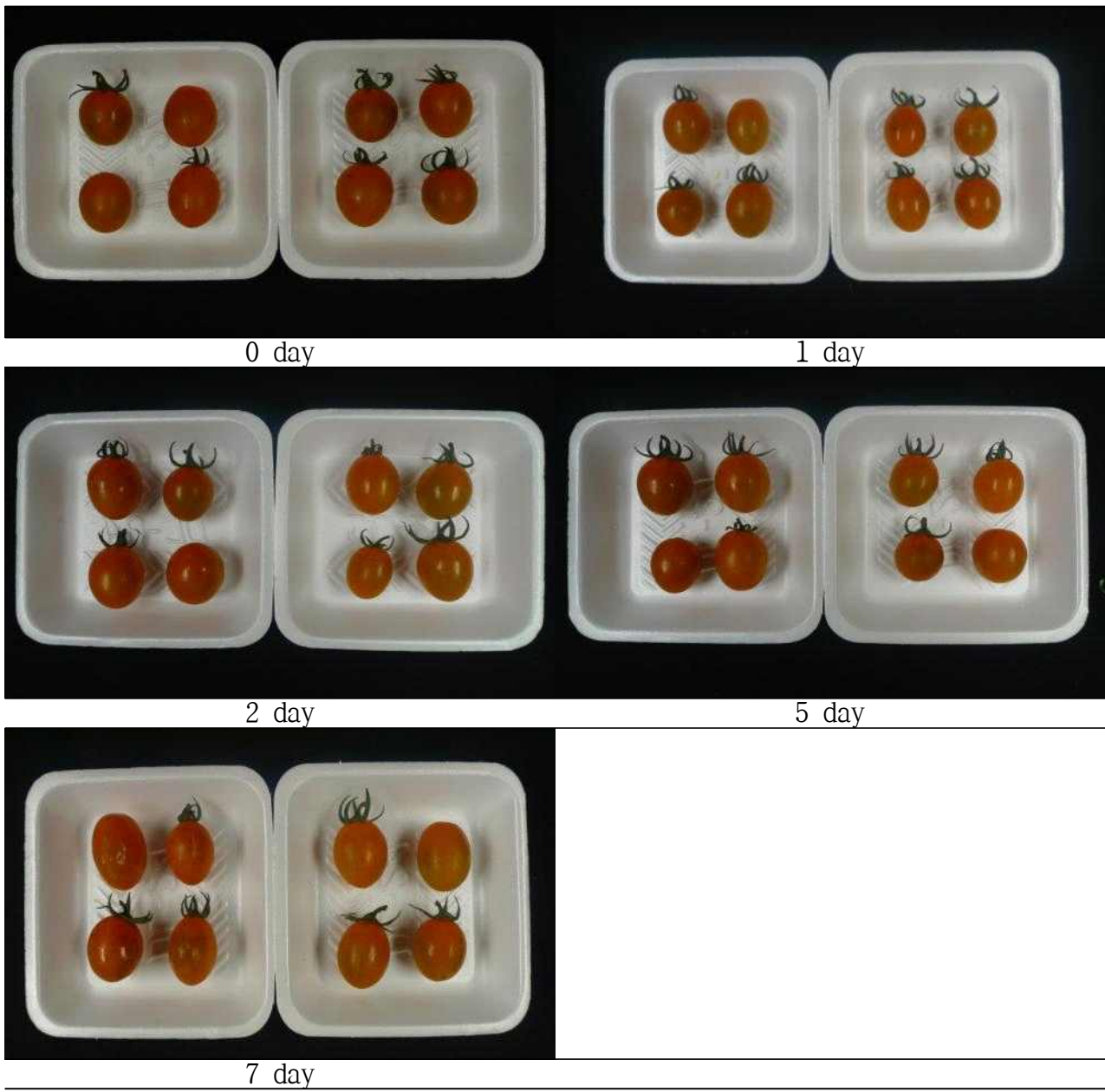


Fig. 83. Changes of appearance of cherry tomato not disinfected during storage 10°C for 7 days.

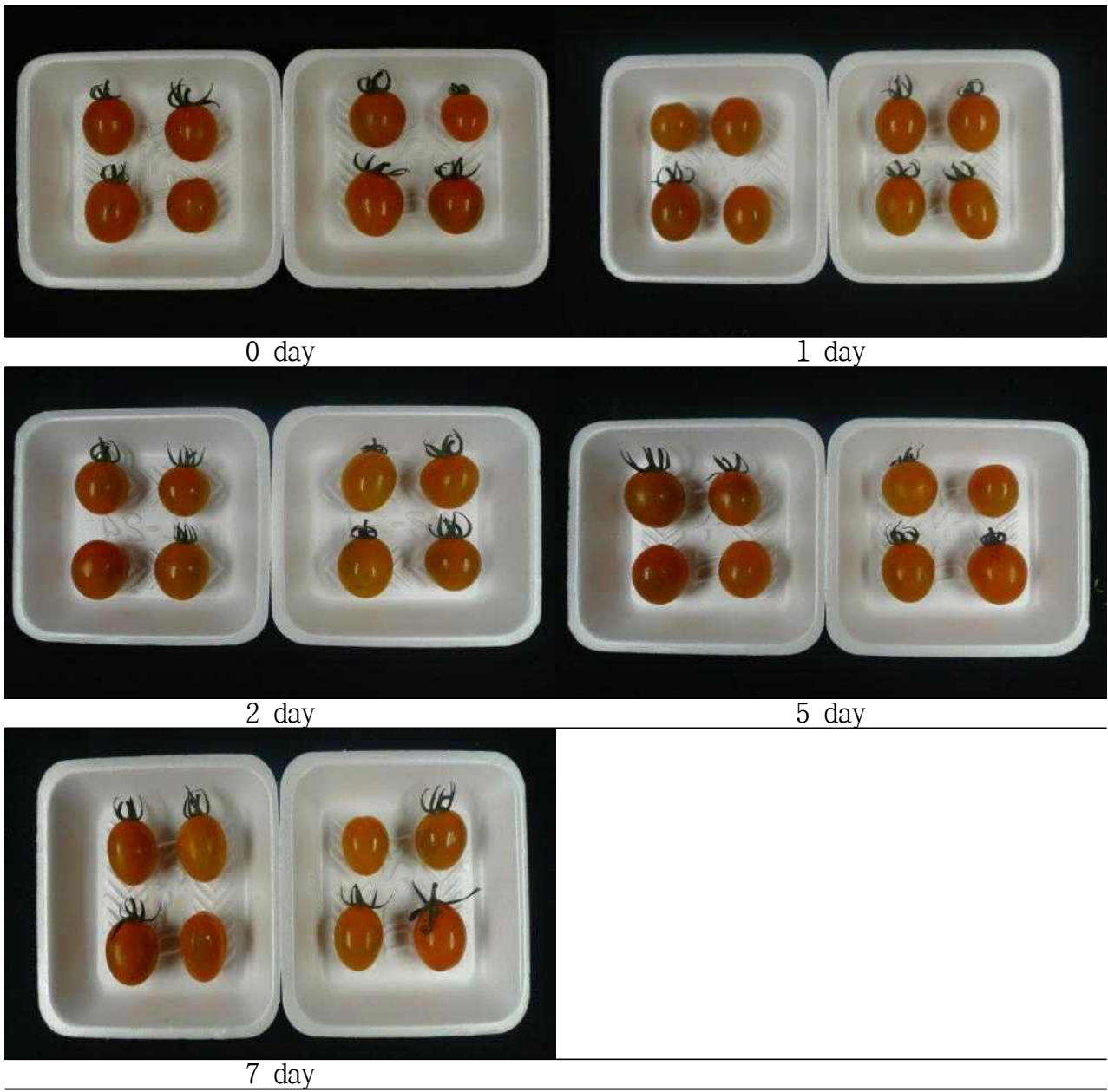


Fig. 84. Changes of appearance of cherry tomato washed with tap water during storage 10°C for 7 days.

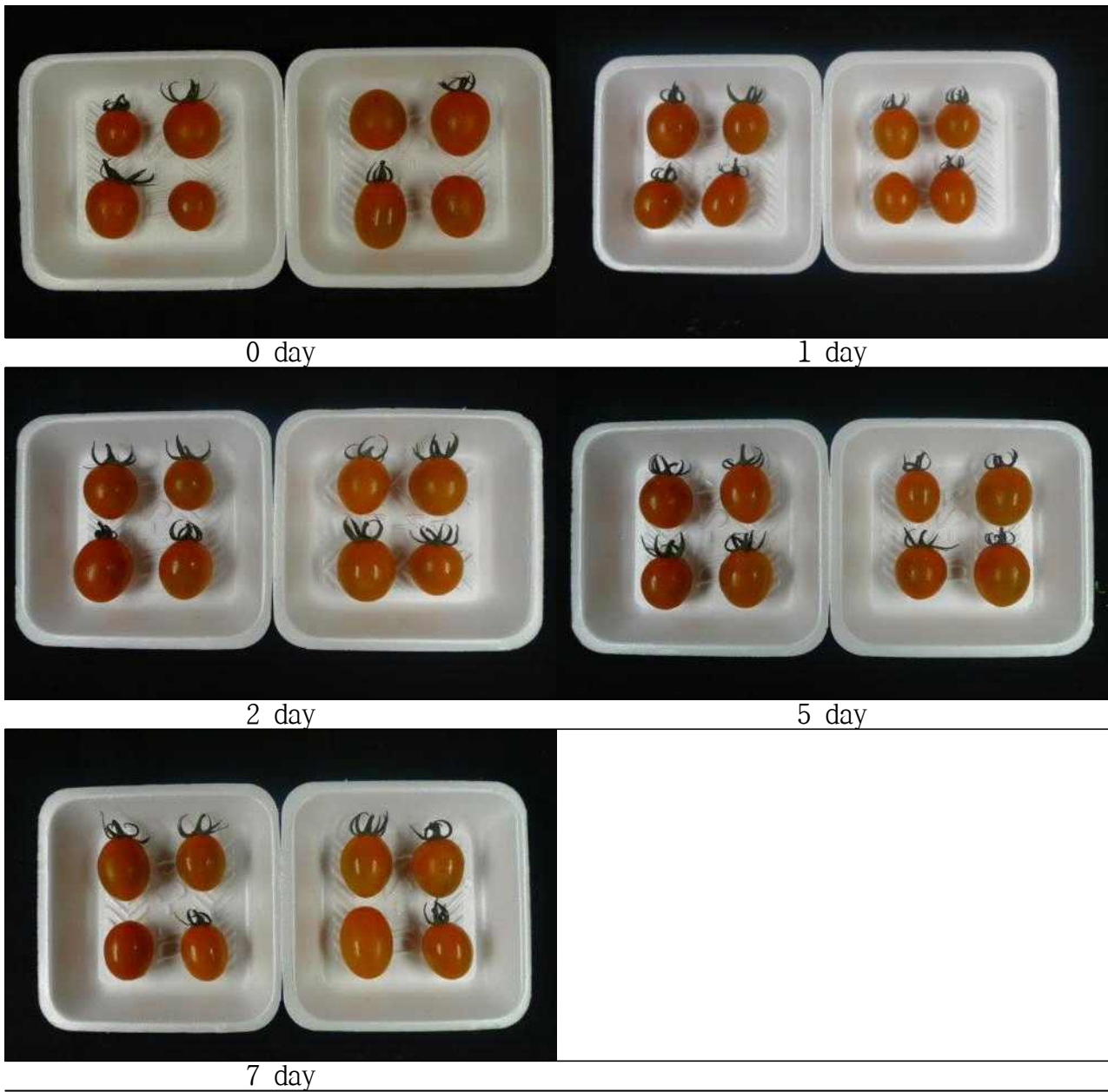


Fig. 85. Changes of appearance of cherry tomato disinfected with slightly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

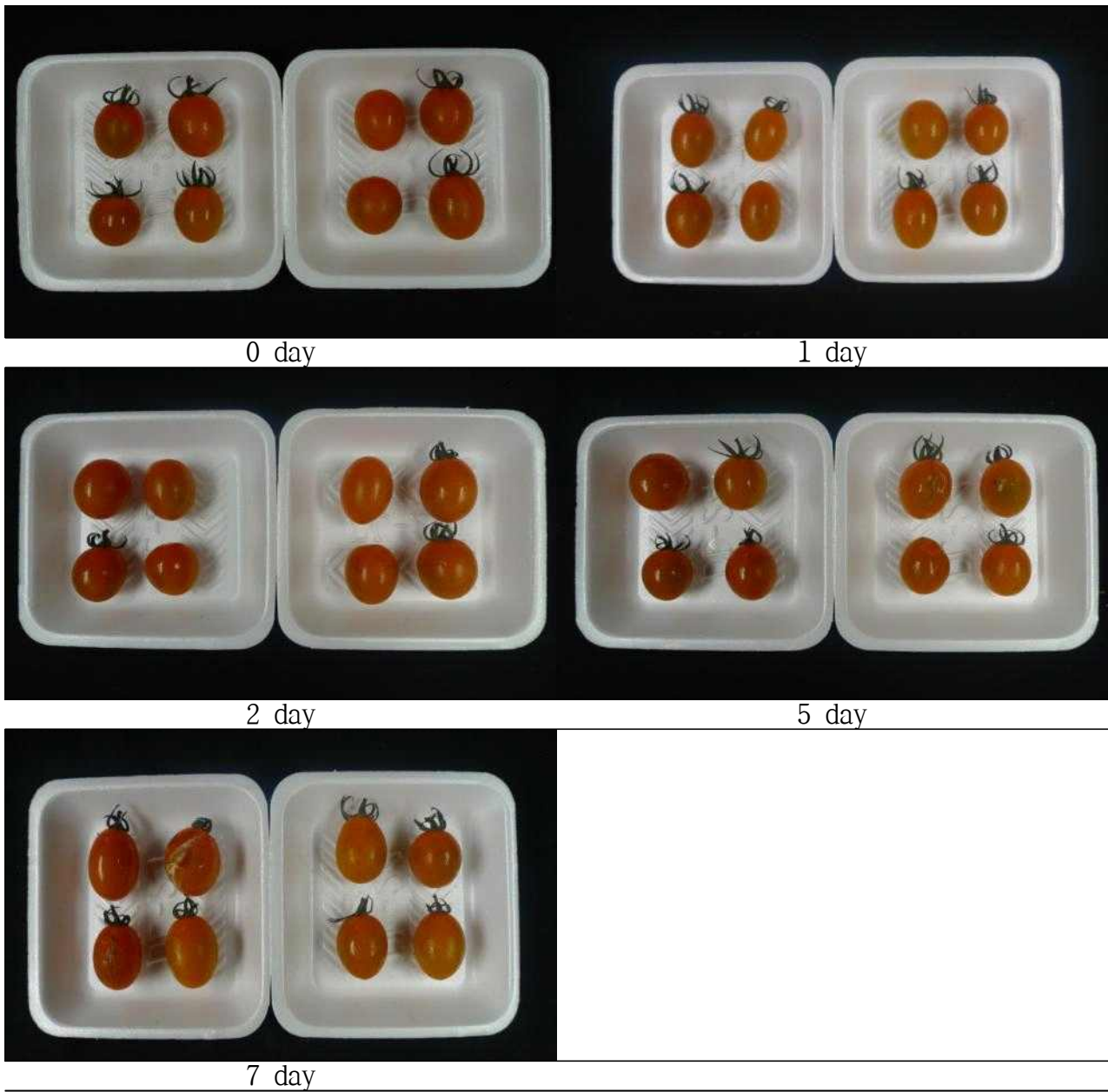


Fig. 86. Changes of appearance of cherry tomato disinfected with weakly acidic hypochlorite water during storage 10°C for 7 days.

2) 유효염소 농도 및 염소계 화합물 함량

청상추, 깻잎, 비타민채소, 방울 토마토, 치콘 및 케일의 침지세정은 시료 중량비 10배수의 차아염소산수에 시료가 완전히 잠기도록 하여 침지살균하면서 침지전후의 유효염소량을 분석한 결과 미산성 차아염소산수는 초기 28.7 ± 0.8 ppm에서 3분후 평균 $27.1-27.7$ ppm으로 전체 유효염소중 3-4%만이 소실되었다. 약산성 차아염소산수의 경우에도 초기 60.7 ± 2.0 ppm에서 3분후 평균 $55.9-58.4$ ppm으로 전체 유효염소중 4-7% 정도가 소실되었다. 이는 침지수량을 10:1(v/w)로 한정된 경우이기는 하나 대부분의 유효염소는 피세척물과 접촉하지 못한다는 것을 나타내고 있다.

Table 10. Changes in available chlorine content of acidic hypochlorite water during immersion disinfection of some vegetables.

(unit : ppm, as Cl)

Vegetables	Immersion time (min)			
	slightly acidic hypochlorite water		weakly acidic hypochlorite water	
	0 min	3 min	0 min	3 min
Leafy lettuce	28.7 ± 0.8^1	27.1 ± 0.4	60.7 ± 2.0	58.3 ± 1.5
Kale	28.7 ± 0.8	28.1 ± 0.2	60.7 ± 2.0	57.0 ± 1.6
Chicon	28.7 ± 0.8	27.4 ± 1.0	60.7 ± 2.0	56.9 ± 1.1
Sesame leaf	28.7 ± 0.8	27.5 ± 1.3	60.7 ± 2.0	56.1 ± 0.3
Cherry tomato	28.7 ± 0.8	27.7 ± 0.6	60.7 ± 2.0	58.4 ± 0.6
Vitamin leaf	28.7 ± 0.8	27.9 ± 1.1	60.7 ± 2.0	55.9 ± 1.2

¹ Data represent means of three measurements.

Chlorite는 불검출 수준이었으며 chlorate는 미산성 차아염소산수에서는 초기 평균 10.8 ppm에서 13.2-15.7 ppm 수준으로 증가하였으며, 약산성 차아염소산수의 경우도 초기 평균 17.6 ppm에서 평균 18.3-21.9 ppm으로 증가하였다(Tables 11-12).

Table 11. Changes in chlorite content of acidic hypochlorite water during immersion disinfection of some vegetables.

(unit : ppm)

Vegetables	Immersion time (min)			
	slightly acidic hypochlorite water		weakly acidic hypochlorite water	
	0 min	3 min	0 min	3 min
Leafy lettuce	ND ¹²	ND	ND	ND
Kale	ND	ND	ND	ND
Chicon	ND	ND	ND	ND
Sesame leaf	ND	ND	ND	ND
Cherry tomato	ND	ND	ND	ND
Vitamin leaf	ND	ND	ND	ND

¹ Data represent means of three measurements.

² Not detected.

Table 12. Changes in chlorate content of acidic hypochlorite water during immersion disinfection of some vegetables

(unit : ppm)

Vegetables	Immersion time (min)			
	slightly acidic hypochlorite water		weakly acidic hypochlorite water	
	0 min	3 min	0 min	3 min
Leafy lettuce	10.8±1.9 ¹²	15.0±1.7	17.6±0.9	18.4±2.5
Kale	10.8±1.9	15.1±0.2	17.6±0.9	18.8±0.8
Chicon	10.8±1.9	13.2±1.8	17.6±0.9	18.7±2.4
Sesame leaf	10.8±1.9	14.5±3.2	17.6±0.9	19.9±1.6
Cherry tomato	10.8±1.9	13.8±0.4	17.6±0.9	18.3±2.2
Vitamin leaf	10.8±1.9	15.7±2.6	17.6±0.9	21.9±1.8

¹ Data represent means of three measurements.

² Not detected.

세척후 10분간 자연탈수하고 30분간 방치한 시료의 잔류수에 잔존하는 염소량을 분석한 결과 처리후 모두 검출한계 이하로 나타나 잔류 염소에 대한 우려는 없는 것으로 판단되었다 (Table 13).

Table 13. Residual chlorine recovered in vegetables disinfected with acidic hypochlorite water

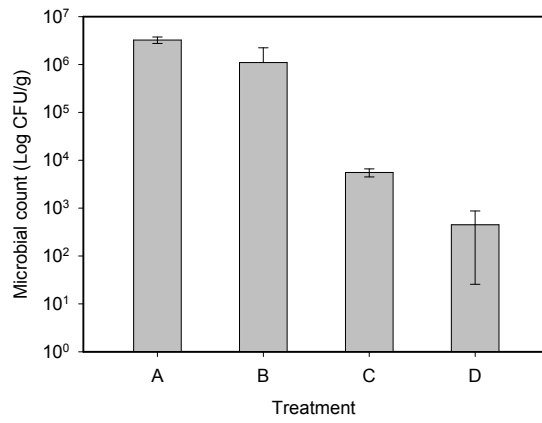
Disinfection	Sample											
	leafy lettuce		sesame leaf		endive leaf		kale		apple		cherry tomato	
	method		method		method		method		method		method	
	A ¹	B ²	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
not disinfected	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
washed with running tap water for 3 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
disinfected with slightly acidic hypochlorite water(available chlorine 26.6±0.76 ppm, pH 6.1) for 3 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
disinfected with weakly acidic hypochlorite water(available chlorine 52.2±2.10 ppm, pH 4.3) for 3 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹ method A : Iodometric method (ppm)

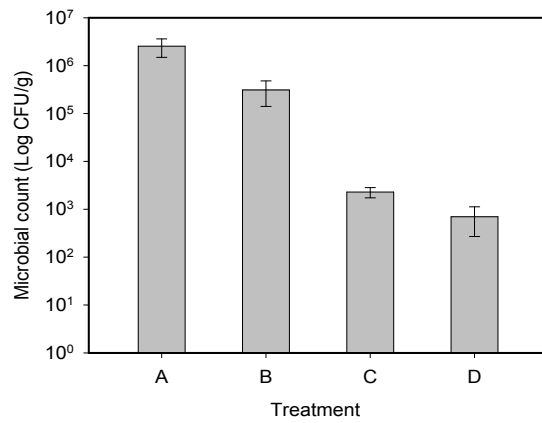
² method B : DPD metric method (ppm)

6. 위생설비 표면 살균력 평가

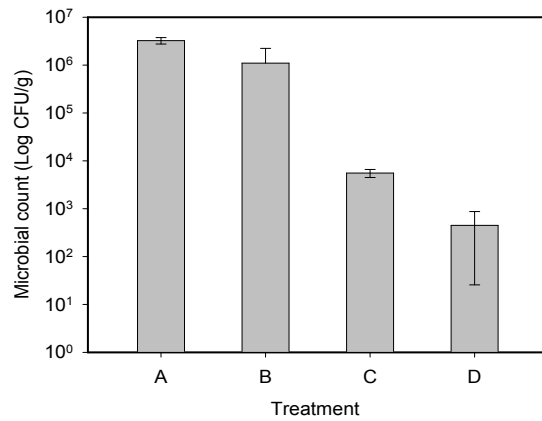
식품가공공장이나 단체급식소 등에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 설비나 기구 등의 재질인 스테인레스, 플라스틱, 목재에 *Escherichia coli* ATCC 10535와 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 표준균주를 오염시킨 후 수도수, 26.6 ± 0.76 ppm의 미산성 차아염소산수, 52.2 ± 2.10 ppm의 약산성 차아염소산수로 도포하여 살균력을 분석하였다(Figs. 87-88). 식품의 설비나 기구에 발생하는 미생물 오염은 제조공정 세척이나 살균 프로그램을 별도로 운용하지 않는다면 제거가 용이하지 않아 교차오염의 원인이 될 수 있다. 살균소독제는 농도와 접촉시간, 대상 미생물의 종류, 온도, pH 등에 영향을 받는다. 대부분의 살균소독력 시험은 시험관내에서 접촉이 용이한 상태로 이루어지기 때문에 이상적인 조건이 되지만 실제 사용현장에서의 조건과는 다소 거리가 있다. *Staphylococcus aureus*를 시험균주로 하여 미산성 차아염소산수와 약산성 차아염소산수를 재질 표면에 대한 살균력을 실험한 결과, stainless steel, 플라스틱 및 목재 재질은 미산성 차아염소산수는 약 3 log cycle, 약산성 차아염소산수는 약 4 log cycle이 감소하였다. 한편 *Escherichia coli*를 시험균주로 하여 미산성 차아염소산수와 약산성 차아염소산수를 재질 표면에 대한 살균력을 실험한 결과에서도 stainless steel, 플라스틱 및 목재 재질은 미산성 차아염소산수는 약 3 log cycle, 약산성 차아염소산수는 약 4 log cycle이 감소하였다. 이러한 결과는 이전의 *Bacillus cereus*나 *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*을 대상으로 stainless steel에서 실험한 결과와 유사한 수준인 것으로 판단된다. 미산성 차아염소산수 및 약산성 차아염소산수는 식품가공공장의 설비나 기구의 오염 제거를 위한 살균소독제로 효과적인 것으로 판단되었다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 87. Sterilization effect of acidic hypochlorite water against *Escherichia coli* ATCC 10535 on surface of stainless steel (a), plastic (b) and wood (c).

Symbol : A, not treated, B, tap water, C, slightly acidic hypochlorite water (26.6 ± 0.76 ppm), D, weakly acidic hypochlorite water (52.2 ± 2.10).

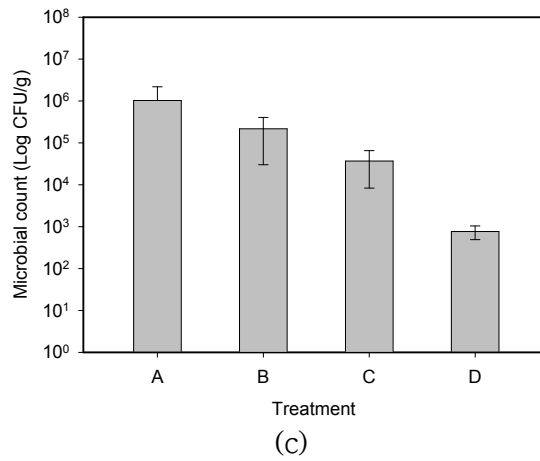
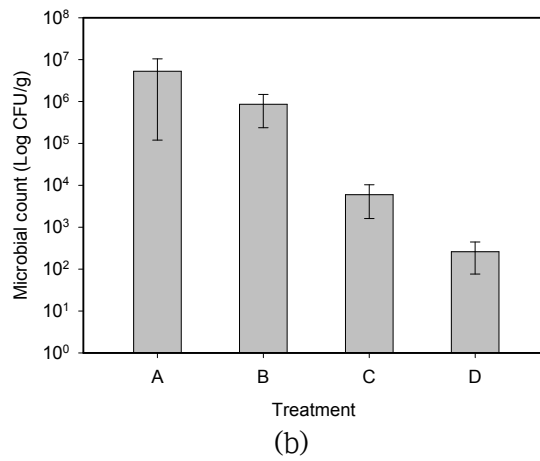
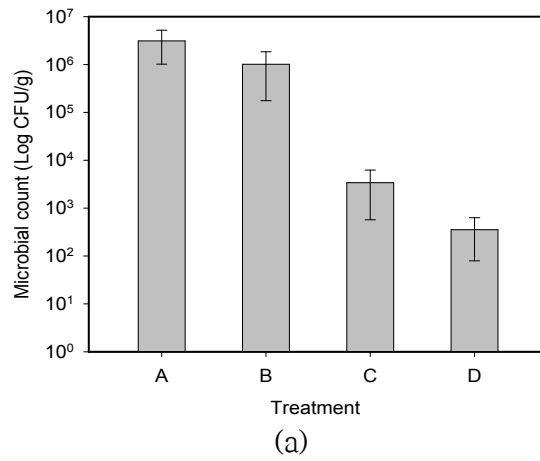


Fig. 88. Sterilization effect of acidic hypochlorite water against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 on surface of stainless steel (a), plastic (b) and wood (c).

Symbol : A, not treated, B, tap water, C, slightly acidic hypochlorite water (26.6 ± 0.76 ppm), D, weakly acidic hypochlorite water (52.2 ± 2.10).

7. 현장적용 실증시험

가. 소규모 작업장 등 현장적용 및 세정·살균 유효성 평가

1) 육가공공장

경기도 소재의 오리육 가공공장(훈제육)의 생산공정중의 미생물 오염(대장균 및 대장균군)을 제어하기 위하여 기존의 알콜과 자몽추출물 훈제육에 침지, 분사하여 도포하는 공정을 29 ppm(29 ± 1.3 ppm)의 미산성 차아염소산수와 60 ppm(59.6 ± 2.1 ppm)의 약산성 차아염소산수로 대체하여 효과를 분석하였다. 훈제 가열 처리 이후 훈제육의 미생물 오염도는 $4.9 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$ CFU/g이었으며, 에탄올 분사 처리구 시료는 $3.6 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^2$ CFU/g이었던 반면 29 ppm의 미산성 차아염소산수 처리구는 $7.5 \times 10^2 \pm 2.0 \times 10^2$ CFU/g을 나타내었고 60 ppm의 약산성 차아염소산수는 $2.0 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$ CFU/g로 에탄올과 유사한 총균수를 나타내었다 (Fig. 89).

대장균군수를 분석한 결과 훈제 가열 처리 이후 훈제육의 대장균군과 에탄올 분사 처리구 시료는 불검출이었던 반면 29 ppm의 미산성 차아염소산수 처리구는 $4.2 \times 10^0 \pm 6.9 \times 10^0$ CFU/g을 나타내었고 60 ppm의 약산성 차아염소산수는 $1.1 \times 10^0 \pm 1.6 \times 10^0$ CFU/g로 나타내었다(Fig. 90). 이러한 오염도 총균수를 감안할 때 살균효과의 차이에 의한 것으로 판단되지는 않았으며 시료간의 오염도 차이에 의한 것으로 생각되었다.

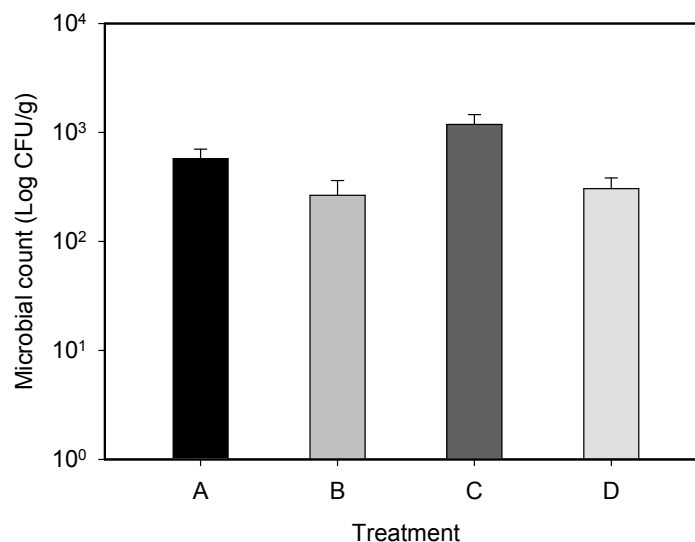


Fig. 89. Microbial count of smoked duck meat disinfected with slightly acidic hypochlorite water and weakly acidic hypochlorite water. Symbols are samples not treated (A), treated with grapefruits seed extract (B), disinfected with 29.8 ppm of slightly acidic hypochlorite water (C) and 60.5 ppm of weakly acidic hypochlorite water (D).

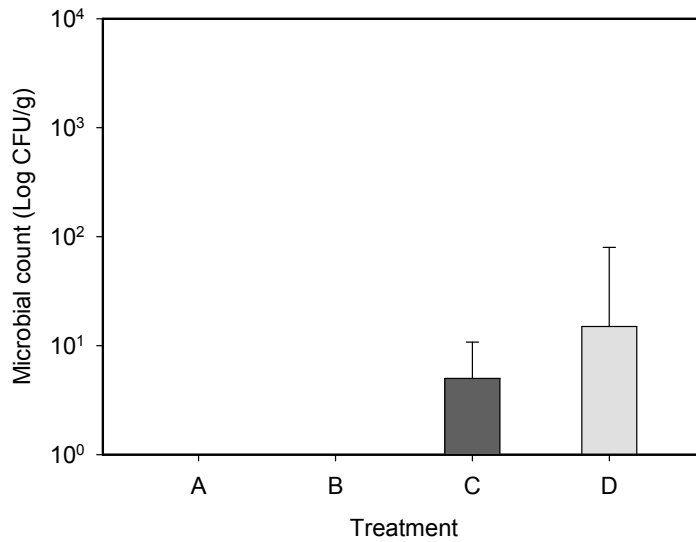


Fig. 90. Coliform count of smoked duck meat disinfected with slightly acidic hypochlorite water and weakly acidic hypochlorite water. Symbols are samples not treated (A), treated with grapefruits seed extract (B), disinfected with 29.8 ppm of slightly acidic hypochlorite water (C) and 60.5 ppm of weakly acidic hypochlorite water (D).

동 작업장의 훈제육 생산에 사용되는 작업기구 및 설비의 총균수와 대장균군 오염 수준을 평가한 결과는 Table 14와 같았다. 총균수는 슬라이서, 작업자의 장갑, 칼 및 작업 도마에서 3 log cycle의 오염도를 대체적으로 높았으며 약산성 차아염소산수로 3분간 침지하고 수세미로 가볍게 문질러 세척한 경우 약 1 log cycle의 감소를 보였지만 총균수 및 대장균군 모두 불검출 수준으로 제거하는 데에는 한계가 있었다. 이것은 오리육의 특성상 외부로 유출되는 지방이 많고 이로 인해 수용성 살균소독수의 제거가 용이하지 않았기 때문인 것으로 판단되었다.

Table 14. Microbial counts of utensil and equipment used in general product flow

[unit : CFU/10 cm²]

Utensil/Equipment	Total viable cell count		Coliform count	
	after working	after disinfection with WAHW	after working	after disinfection with WAHW
Working table	2.1 × 10 ²	1.1 × 10 ¹	2.6 × 10 ⁰	ND ¹²
Slicer	2.4 × 10 ³	1.3 × 10 ²	2.2 × 10 ¹	3.1 × 10 ¹
Rubber gloves	2.6 × 10 ³	2.9 × 10 ³	1.3 × 10 ¹	1.0 × 10 ¹
Chef knife	1.1 × 10 ³	4.0 × 10 ²	1.0 × 10 ¹	1.2 × 10 ¹
Cutting board	3.9 × 10 ³	2.8 × 10 ²	3.3 × 10 ¹	2.0 × 10 ¹
Bottom of working area	5.2 × 10 ²	1.5 × 10 ¹	4.0 × 10 ¹	0.8 × 10 ⁰

¹ Not detected

² Indicate the sample was negative by enrichment

2) 떡류 가공공장

경기도 소재의 떡류 가공공장의 미생물 오염도 관리를 위해 60 ppm(59.2±3.2 ppm)의 약산성 차아염소산수를 기존의 안정화이산화염소와 에탄올을 대체하여 공정과 작업설비의 오염도 관리를 위해 적용하여 오염도 변화를 분석하였다(Table 15).



Fig. 91. Working area of dduck processing factory.

Table 15. Microbial count of equipment and facilities of dduck processing factory when tap water and stabilized chlorine dioxide water used as disinfectant.

[unit : CFU/cm²]

No.	장소	Coliform		
		1st	2nd	3rd
1	5호기 콘센트 위	1	ND ¹	ND
2	5호기 물레방아 옆	1	4	ND
3	5호기 이중정미기 위	1	ND	ND
4	5호기 벽판넬 쿨러 스위치위	ND	ND	ND
5	5호기 물레방아 컨베어	ND	ND	ND
6	2호기 3차 컨베어	82	30	82
7	2호기 이중정미기	4	ND	ND
8	2호기 증숙기	3	ND	ND
9	2호기 물레방아 컨베어	1	ND	ND
10	천막앞대문앞	ND	ND	ND
11	떡볶이 냉장 판넬위	ND	ND	ND
12	소형 쌀도라 쿨러아래	1	1	ND
13	1호기 물레방아 컨베어	ND	1	ND
14	1호기 이중정미기	1	2	3
15	1호기 3차 컨베어 옆	1	3	ND
16	떡 떡 냉장실 입구	5	1	ND
17	떡볶이 냉장쿨러아래	1	5	ND
18	물탱크옆 창문(대장균군)	25	33	21
19	물탱크옆 창문(대장균)	(6)	(2)	(7)
20	즉석물탱크옆 창문	13	25	11

¹ Not detected

기존의 오염도는 해당 작업장의 1호기와 3호기 생산라인에서 주로 높았으며 대장균군의 오염도는 1-82 CFU/cm²를 나타내었다. 특히 2호기 3차 컨베이어에서의 오염도는 지속적으로 발생하는 경향을 보였다. 약산성 차아염소산수를 작업장의 오염도 관리를 위해 살균소독수로 적용한 결과 Table 16에서 보는 바와 같이 1-8 CFU/cm²로 감소하였으며, 성형후 냉각수를 5 ppm 수준의 희석한 약산성 차아염소수로 대체한 결과 Table 17에서 보는 바와 같이 대장균군 및 대장균이 모두 음성을 나타내어 위생관리에 효과적인 것으로 판단되었다.

Table 16. Microbial count of equipment and facilities of dduck processing factory when weakly acidic hypochlorite water used as disinfectant.

[unit : CFU/cm²]

No.	장소	Coliform		
		1st	2nd	3rd
1	야간조 콘센트	2	1	1
2	5호기 믹서기	5	6	11
3	5호기 쌀가루통	ND ¹	ND	ND
4	소형쌀로러	3	5	ND
5	5호기 이중접미기	3	2	3
6	감미유믹서기	8	2	3
7	A동 대문 입구	1	1	ND
8	1호기 중숙기	4	2	2
9	떡볶이 냉장고 외벽	1	1	ND
10	1호기 외벽 판넬	1	1	2
11	3호기 중숙기	1	ND	ND
12	떡냉장고 외벽	2	ND	ND
13	4호기 앞 소화전	1	ND	ND
14	4호기 가래떡자동받이	2	ND	ND
15	창가 (유리창가)	2	ND	ND
16	4호기 중숙기 옆 벽면	1	1	ND
17	1-4호 쌀가루 배출	1	3	1
18	대형쌀로러 3, 4호기	ND	ND	ND
19	대형쌀로러 1, 2호기	ND	ND	ND
20	쌀볼림실	ND	ND	ND
21	떡냉장실	ND	ND	ND
22	포장반 떡절단기옆	ND	ND	ND
23	포장반 수동포장 선별기	ND	ND	ND
24	포장 3,4호기	ND	ND	ND
25	포장 1,2호기 금속검출기	ND	ND	ND

¹ Not detected

Table 17. Microbial count of equipment and facilities of dduck processing factory when weakly acidic hypochlorite water used as disinfectant.

[unit : CFU/cm²]

No.	채취장소	Microbial count			
		Using Tap water		Using WAHW	
		Coliform	<i>E. coli</i>	Coliform	<i>E. coli</i>
1	원수 청암	ND ¹	ND	ND	ND
2	원수 연미	ND	ND	ND	ND
3	원수 메인	ND	ND	ND	ND
4	원수 주차장	ND	ND	ND	ND
5	1호기 배관수	ND	ND	ND	ND
6	1호기 1차 냉각수	$6.4 \times 10^2 \pm 2.8 \times 10^1$	ND	ND	ND
7	1호기 2차 냉각수	1.0×10^1	ND	ND	ND
8	1호기 3차 냉각수	$3.3 \times 10^2 \pm 3.5 \times 10^1$	ND	ND	ND
9	5호기 1차 냉각수	ND	ND	ND	ND
10	5호기 2차 냉각수	ND	ND	ND	ND

¹ Not detected

3) 신선편이 전처리장

농협 산하의 안성농협물류센터에서 생산하는 신선편이 제품인 절단 당근과 절단 감자를 대상으로 기존 시설에서 생산한 제품과 한국식품연구원의 pilot plant를 사용한 제품을 대상으로 살균효과를 분석하였다. 안성농협물류 센터에서 생산중인 당근과 감자의 적용 비교시험 결과는 다음의 Fig. 92와 같다. 박피 근채류는 박피를 함으로 일반적인 세척/전처리 농산물에 비해 미생물 오염도는 낮지만 절단 등으로 인해 표면 미생물을 제거하는 것은 어려움이 따르고 실제 살균소독의 효과도 대체로 미미한 편이다. 세척, 박피 당근(A)는 $2.7 \pm 2.3 \log \text{CFU/g}$ 이었으며, 안성농협물류센터의 기존 생산라인에서 사용하고 있는 공정인 100 ppm의 차아염소산수로 3분간 세척, 살균한 당근(B)는 $2.7 \pm 2.4 \log \text{CFU/g}$ 로 살균효과가 없는 것으로 판단되었다. 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분간 세척, 살균한 당근(C)는 $1.9 \pm 0.95 \log \text{CFU/g}$, 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.0 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근(D)는 $2.0 \pm 1.18 \log \text{CFU/g}$, 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근(E)는 $1.8 \pm 1.3 \log \text{CFU/g}$, 수도수로 세척, 살균한 당근(F)는 $2.7 \pm 2.2 \log \text{CFU/g}$, 수도수와 1.0 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근(G)는 $2.2 \pm 1.5 \log \text{CFU/g}$, 수도수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근(H)는 $2.1 \pm 1.8 \log \text{CFU/g}$ 를 나타내어 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 당근이 가장 높은 저감효과를 나타내었다. 세척, 박피 감자(A)는 $3.5 \pm 2.83 \log \text{CFU/g}$ 이었으며, 안성농협물류센터의 기존 생산라인에서 사용하고 있는 공정인 100 ppm의 차아염소산나트륨수로 3분간 세척, 살균한 감자(B)는 $3.6 \pm 2.97 \log \text{CFU/g}$ 로 유의적 차이가 없는 것으로 판단되었다. 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수로 3분간 세척, 살균한 감자(C)는 $3.1 \pm 2.57 \log \text{CFU/g}$, 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.0 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 감자(D)는 $3.0 \pm 2.79 \log \text{CFU/g}$, 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 감자(E)는 $2.7 \pm 2.49 \log \text{CFU/g}$, 수도수로 세척, 살균한 감자(F)는 $3.1 \pm 2.51 \log \text{CFU/g}$, 수도수와 1.0 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 감자(G)는 $3.1 \pm 2.45 \log \text{CFU/g}$, 수도수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 감자(H)는 $3.1 \pm 2.61 \log \text{CFU/g}$ 를 나타내어 52.2±2.10 ppm의 미산성 차아염소산수와 1.5 kg/m³의 마이크로버블로 3분간 세척, 살균한 감자가 가장 높은 저감효과를 나타내었다.

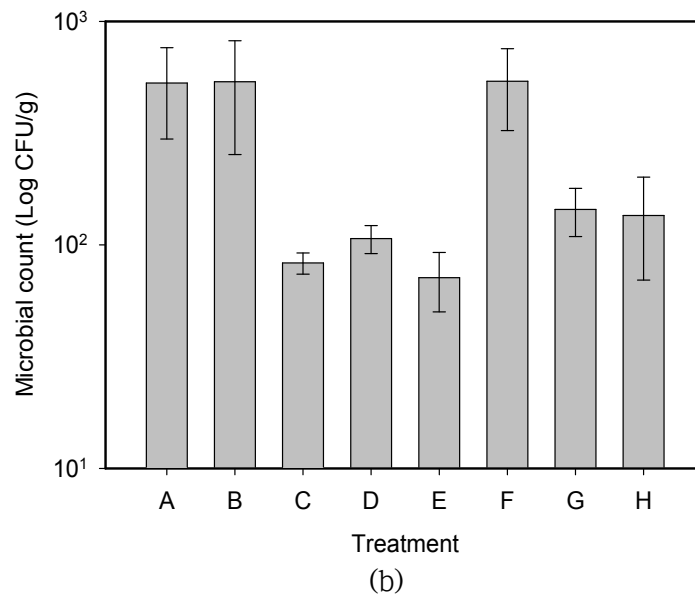
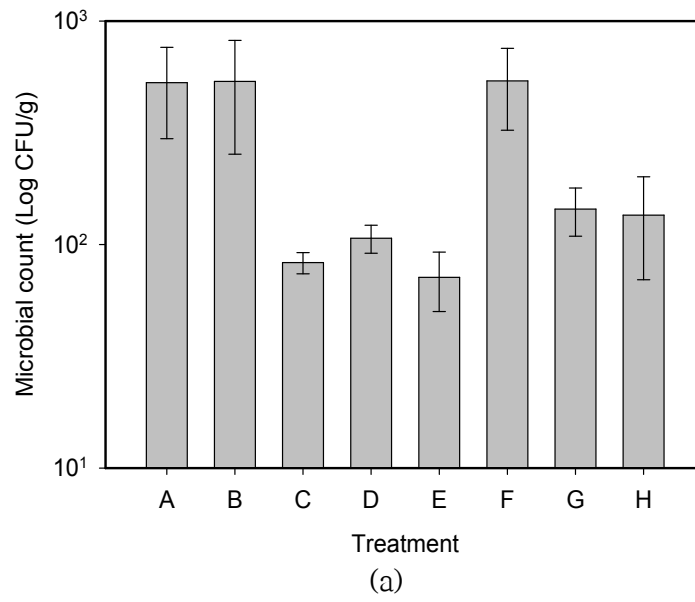


Fig. 92. Microbial reduction of sliced carrot (a) and potato (b) by disinfection with various treatment.

A; not disinfected, B; disinfected with 100 ppm of electrolyzed water for 3 min, C; disinfected with 52.2 ± 2.10 ppm of weakly acidic hypochlorite water for 3 min, D; disinfected with 52.2 ± 2.10 ppm of weakly acidic hypochlorite water with microbubble (1.0 kg/m^3) for 3 min, E; disinfected with 52.2 ± 2.10 ppm of weakly acidic hypochlorite water with microbubble (1.5 kg/m^3) for 3 min. F; washed with tap water for 3 min, G; washed with tap water with microbubble (1.0 kg/m^3) for 3 min, H; washed with tap water with microbubble (1.5 kg/m^3) for 3 min.

Data represent means of three measurements.

8. 세정·살균 처리 공정 기준 도출

차아염소산수는 주로 농산물의 세척과 미생물 저감을 위한 살균소독과 작업장 관리, 기구, 설비 등의 오염 제거를 위한 소독제로 사용하고 있다.

가. 세척/살균소독공정

1) 정의

농수산물의 표면 미생물을 감소시키기 위한 공정으로 통상적으로는 이물질 제거를 목적으로 하는 1차 세척, 살균을 목적으로 하는 2차 세척, 그리고 최종적으로 행균을 목적으로 하는 3차 세척으로 구성된 세척 프로그램을 보편적으로 사용한다.

2) 관리방법

- 생성장치의 설치 및 관리

- 생성장치의 설치는 직사광선을 피하고, 발생하는 미량의 수소와 염소 가스를 배기할 수 있는 환기가 잘되는 장소에 설치하는 것이 바람직하다.
- 저장탱크 등의 관련설비 설치도 직사광선을 피하고 환기가 잘되는 장소에 설치하여야 한다.
- 생성수는 빛에 의해 유효염소가 감소하므로 사용장소에 근접하여 설치하고 운용하여야 한다.

- 생성방법

- 생성장치의 취급설명서에 따라야 함

- 생성후 보관 및 사용지침

- 원칙으로는 생성후 신속히 사용하는 것이 바람직하다. pH와 유효염소농도가 규정된 범위에 있다 하더라도 HClO/OCl^- 비율과 pH는 미세가 변화하게 된다. 따라서 사용전 반드시 유효염소농도와 pH를 확인하여야 한다.

- 일시 저수 보관시의 유의사항

- 저장탱크의 재질은 충분한 내식성을 가져야 하고 재질의 성분이 용출되지 않아야 한다. 또한 식품에 적합한 재질의 것이어야 한다. 이물 혼입을 방지하기 위하여 뚜껑 등으로 밀폐시킬 수 있는 구조이어야 하며 차광성이 확보되어야 한다. 충분한 강도를 가져야 하며 깨끗하게 유지하고 오염되지 않아야 한다.

- 관리 빈도 및 방법

- 일일 점검표를 작성하고 사용 시 pH 및 유효염소농도를 측정하여 목적 농도와 기준에 적합한지를 확인하고 사용하여야 한다.

- 검사 방법

- pH는 test paper, 유효염소농도는 크롤시험지나 자동화 간이 측정장치 등을 사용하여 측정하여야 한다.
- 상세한 측정방법은 생성장치의 취급설명서에 따르도록 하되 test paper는 탈색되어 측정되지 않는 것도 있으므로 반드시 취급설명서에 따른 상업용품을 사용하여야 한다.

- 장치의 관리

- 생성장치 및 저장탱크 등 관련설비의 유지관리를 위해 ‘취급책임자’를 선정하여야 하며 「취급책임자」는 취급설명서를 잘 숙지하고 장치에 대해 충분한 이해와 숙지를 해야 하며 사용자에게 사용방법을 지도 교육하여야 한다.

[일상 보수 관리] 측정자 성명, 일시, 강전해수의 pH, 유효염소농도, 염수의 유무, 기계주변의 누수 등을 확인하고 기록·관리한다.

[정기점검] 장치의 청소, 누수차단기의 동작 확인, 전원플러그 점검시행, 접지선 점검, 필터 및 염수탱크의 청소, 주변기기의 녹 방지 확인, 전해조 운전시간 등을 확인하고 기록·관리한다.

- 사용후 관리

- 녹 방지 : 사용 후에는 수도수로 세정 또는 걸레 등으로 물기를 제거해야 한다.
- 배수 : 배수관 등을 부식시킬 수 있으므로 반드시 수도수 등으로 혼합, 중화한 후 배수하여야 한다.

- 전처리

- 채소, 과일, 어패류, 육류를 가열하지 않고 사용할 경우는 수도수 등으로 1차 세척을 실시하여 이물질 등을 충분히 제거한 다음 미산성/약산성 차아염소산수로 2차 세척한다.
- 침지 소독(살균)하는 경우는 반드시 충분히 잠기게 하여야 하며, 오염도에 따라 다르지만 최소 1:10(v/v) 이어야 충분한 살균효과를 얻을 수 있다.

- 과채류

- 과일 등 비료적 체적에 비해 표면적인 작은 농산물은 충분한 살균효과를 얻을 수 있으나 엽채류 등은 접촉효율이 떨어지므로 마이크로버블 등 다른 물리적인 수단을 병행하고 기계적 장치를 이용한 세척장치를 사용하는 것이 효율적이다.
- 50-60 ppm 이상의 약산성 차아염소산수는 조직손상이 발생할 수 있으므로 비교적 조직이 연약한 엽채류 즉, 양상추, 잎상추 등에 사용하지 않는 것이 바람직하다.
- 어떠한 경우라도 3분(최대 5분) 이상 살균소독수와 접촉하는 것은 탈색, 조직감 등이 발생할 수 있다. 또한 3분 이내에 90% 이상의 저감효과가 발생하므로 조직이 단단한 구근류나 과일은 제외하고는 이 시간을 초과하지 않는 것이 바람직하다.
- 음용수로 3차 세척후 자연탈수 등의 방법으로 물기를 제거하되 최대한 신속히 사용하여야 한다.

- 어패류·육류

- 위해해충, 이물혼입, 부패, 악취 등이 없는지 점검하고 이상이 있는 것은 반품 또는 사용하지 않아야 한다.
- 유수로 충분히 1차 세척하여 표면의 이물을 충분히 제거하는 것이 바람직하다.
- 50-60 ppm 이상의 약산성 차아염소산수는 단백질 변성 등 조직손상을 야기할 수 있으므로 최대 2분 이내로 접촉시간을 제한하는 것이 바람직하다.

- 음용수로 3차 세척후자연탈수 등의 방법으로 물기를 제거하고 최대한 신속히 사용하여야 한다.

나. 작업표준

공정명	제품명	작업순서 및 작업방법		주의사항		관련설비
1차 세척	엽채류	①음용수를 1차 세척조에 채운다. ②과채류를 세척조에 침지한다. ③수면위의 이물 등을 제거한다. ④과채류를 꺼집어 낸다. ⑤세척수를 배수한다.		이물혼입 방지를 위해 부유 이물질을 최대한 제거한다. 수온이 기준치에 적합하도록 관리하여야 한다.		세척조
	공정관리	항목	기준	주기	방법	기록
	성상 불림시간	이물질이 없어야 한다. 10분 이내		일일생산량 전량	육안 시간측정	자주검사 기록지
살균 소독	엽채류	①살균소독수를 소독조에 채운다. ②엽채류를 살균조에 침지한다. ③수면위의 이물 등을 제거한다. ④엽채류를 꺼집어 낸다. ⑤살균소독수를 배수한다.		살균소독제의 염소농도, pH 및 산화환원전위가 기준이내가 되도록 작업전 저장탱크내의 살균소독제를 검사하여야 한다. 수온이 기준치에 적합하도록 관리하여야 한다.		소독조
	공정관리	항목	기준	주기	방법	기록
	염소농도 pH 수온 소독시간	기준치 이내 기준치 이내 기준치 이내 3분 이내		작업시	농도측정 pH 측정 온도측정 시간측정	자주검사 기록지
헹굼	엽채류	①음용수를 1차 세척조에 채운다. ②과채류를 세척조에 침지한다. ③수면위의 이물 등을 제거한다. ④과채류를 꺼집어 낸다. ⑤세척수를 배수한다.		이물혼입 방지를 위해 부유 이물질을 최대한 제거한다. 수온이 기준치에 적합하도록 관리하여야 한다.		헹굼조
	공정관리	항목	기준	주기	방법	기록
	성상	이물질이 없어야 한다.		일일생산량	육안	자주검사

	관 리	행굶시간	10분 이내	전량	시간측정	기록지
--	--------	------	--------	----	------	-----

9. 위생관리지침 개발

가. 정의

식품과 직접 접촉하는 기계, 기구 등을 세정과 살균을 목적으로 행하는 공정이다.

나. 관리방법

- 칼, 도마 등의 기구 용기 등은 용도별 및 식품별(손질용에 있어서는 어패류용, 육류용, 야채류용, 조리용에 있어서는 식품용, 생식야채용, 생식어패류용 별)로 각각 전용을 준비하여 혼용하여 사용하지 말아야 한다.
- 기계·기구, 용기 등의 사용 후는 먼저 음용수로 세정하고 유기물(단백질, 당류 유지 등)을 제거한 다음 미산성 차아염소산수로 세정, 살균한 다음 행굶 세정한다.
- 건조하고 청결한 보관소를 이용하는 등 위생적으로 보관하여야 한다.
- 기구, 용기, 나무, 바구니, 목재 기구는 오염균이 잔류할 가능성이 높으므로 특히 충분한 살균에 유의하여야 한다. 목재 기구는 가능한 한 사용을 자제하는 것이 바람직하다.
- 행주, 타올 등은 1차로 세제로 충분히 세정하고 흐르는 물로 충분히 행굶다. 미산성/약산성 차아염소산수를 흐르게 하여 살균·세정한 다음 흐르는 물로 충분히 행굶고 건조한다.

다. 위생관리 작업표준

▷ 작업자 및 복장

No.	구 분	세척대상	세척주기	세척도구	사용 품목	세척 및 소독 방법	담당자
1	작업자	손 (위생장갑)	작업 시작전화장실 퇴 실시 기타 손 오염시	물 비누 손톱솔	세제 미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 온수를 사용하여 비누거품을 내어 30초간 손, 손가락 사 이를 문질러 닦는다. 2) 손톱솔로 손톱사이를 문지른다. 3) 흐르는 물에 충분히 세척한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무하여 살균소독한다. 5) 충분히 탈수한 다음 건조시킨다.	작업자
2	위생 복장	위생화	1회/일(외부) 1회/주(내부)	수세미 솔	세제 미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질질을 제거한다. 2) 세제를 문힌 수세미, 솔을 이용하여 내·외부를 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 물로 씻는다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무하여 살균소독한다. 5) 충분히 탈수한 다음 건조시킨다.	작업자
3	위생 복장	토시	1회/일(앞면) 1회/주(뒷면)	수세미 솔	세제 미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질질을 제거한다. 2) 세제를 문힌 수세미, 솔을 이용하여 내·외부를 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 물로 씻는다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무하여 살균소독한다. 5) 충분히 탈수한 다음 건조시킨다.	작업자
4	위생 복장	위생장갑	1회/일	수세미 솔	세제 미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질질을 제거한다. 2) 세제를 문힌 수세미, 솔을 이용하여 내·외부를 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 물로 씻는다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무하여 살균소독한다. 5) 충분히 탈수한 다음 건조시킨다.	작업자

▷ 작업장 내부

No.	구 분	세척대상	세척주기	세척도구	사용 품목	세척 및 소독 방법	담당자
1	바 닥	바 닥	필요시	빗자루 바닥솔	미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 빗자루를 이용하여 큰이물질을 제거한다. 2) 필요한 경우 물을 뿌린다 음 바닥용 솔로 닦고 미산성/ 약산성 차아염소산수로 세척하고 자연건조한다.	해당 작업장 작업자
2	내벽 창문	내벽 내·외부 유리창 손잡이 모서리	필요시	수세미 솔	미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 이물질을 제거한다. 2) 물을 뿌린 다음 수세미 또는 솔로 닦는다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 이물질을 제거한다. 4) 자연 건조시킨다.	해당 작업장 작업자

▷보관 및 운송장비

No.	구 분	세척대상	세척 주기	세척도구	사용 품목	세척 및 소독 방법	담당자
1	운송 장비	내·외부	작업후/작업 투입전	솔 수세미 세척기	미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 고압세척기로 이물질을 제거한다. 2) 수세미 등으로 내·외부를 닦는다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 세척하고 자연건조한다.	해당 작업장 작업자
2	운송 차량	내·외부 적재함내부	1회/일	면걸레 면밀대	세제 미산성/ 약산성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 세제 희석액을 묻힌 면밀대로 구석구석 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 세척수로 세척하고 미산성/약산성 차아염소산수로 2차 세척한다. 4) 마른걸레로 물기를 닦고 건조시킨다.	운송담 당 작업자

▷ 화장실

No.	구 분	세척대상	세척주기	세척도구	사용 약품	세척 및 소독 방법	담당자
1	세면대	세면대 내·외부 수도꼭지	1회/일	수세미 면걸레	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 수세미와 세제로 세면대의 내·외부 및 수도꼭지를 닦는다. 2) 세척수로 세제가 남지 않도록 세척한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 마른행주로 물기 제거, 건조시킨다.	작업자
2	바닥	바닥	1회/일	솔	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 세제 희석액을 문힌 솔로 구석구석 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 세척수로 세척한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 5) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다.	작업자
3	내벽	내벽	1회/주	솔 수세미 면걸레	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 세제 희석액을 문힌 솔로 구석구석 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 세척수로 세척한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 5) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 6) 건조시킨다.	작업자
4	쓰레기통	쓰레기통 내·외부	1회/일	수세미	세제 미산성 /약산	1) 수세미와 세제로 쓰레기통의 내·외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다.	작업자

					성 차아염 소산수	4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 건조시킨다.	
5	변기	변기 내·외부	1회/일	솔	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 솔과 세제로 변기의 내·외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 건조시킨다.	작업자
6	전용 신발	내·외부	1회/주	솔	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 솔과 세제로 앞, 뒤면을 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 건조시킨다.	작업자

▷ 기구/도구

No.	구 분	세척대상	세척주기	세척도구	사용 약품	세척 및 소독 방법	담당자
1	슬라이 서	내·외부	1회/ 매사용시 (작업 변경)	수세미	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 솔과 세제로 앞, 뒤면을 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 건조시킨다.	해당 작업장 작업자
2	계량 용기	내·외부	작업후	수세미 면걸레	세제 미산성 /약산 성	1) 수세미와 세제로 내·외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제	해당 작업장 작업자

					차아염소산수	거한다. 5) 마른행주로 물기를 제거하고 자연건조시킨다.	
3	저울	저울외부	1회/일 이상	수세미 면걸레	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 수세미와 세제로 내·외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수로 살균소독한다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 마른행주로 물기를 제거하고 자연건조시킨다.	해당 작업장 작업자

▷ 청소용품

No.	구 분	세척대상	세척주기	세척도구	사용 약품	세척 및 소독 방법	담당자
1	면걸레	-	1회/일 이상	-	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 위생복 세탁방법과 동일하게 세탁기로 세탁한다. 2) 미산성/약산성 차아염소산수에 5분 이상 침지시킨다. 3) 탈수 후 건조시킨다.	해당 작업장 작업자
2	수세미	-	1회/일 이상	-	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 사용한 수세미는 세제를 이용하여 세척한다. 2) 세척수로 세제를 행구어 낸 후, 미산성/약산성 차아염소산수에 5분 이상 침지시킨다. 3) 세척수로 행귀준다. 4) 충분히 탈수한 후 자외선 살균함에 보관한다.	해당 작업장 작업자
3	쓰레받 이	앞, 뒷면	사용후	수세미	세제 미산성 /약산	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 수세미와 세제로 골고루 닦는다. 3) 세척수로 세제를 제거한다.	해당 작업장 작업자

					성 차아염 소산수	4) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무 등의 방법으로 살균소 독한다. 5) 건조시킨다.	
--	--	--	--	--	-----------------	--	--

▷ 위생설비

No.	구 분	세척대상	세척 주기	세척도구	사용약 품	세척 및 소독 방법	담당자
1	손 세척기	내·외부 수도꼭지	1회/일	수세미 솔	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 수세미와 세제로 세면대의 내·외부 및 수도꼭지를 닦 는다. 2) 세척수로 세제가 남지 않도록 세척한다. 3) 미산성/약산성 차아염소산수를 골고루 분무한다. 4) 세척수로 세척한다. 5) 마른행주로 물기 제거, 건조시킨다.	작업자
2	핸드 드 라이 어	외부	1회/일	면걸레	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 젖은 걸레로 외부를 닦는다. 2) 미산성/약산성 차아염소산수를 골고루 분무한다. 3) 세척수로 세척한다. 4) 마른행주로 물기 제거, 건조시킨다.	작업자
3	손 소독기	외부	1회/일	면걸레	세제 미산성 /약산 성 차아염 소산수	1) 젖은 걸레로 외부를 닦는다. 2) 미산성/약산성 차아염소산수를 분무기로 분무하여 소독한 다.	작업자
5	장화 세척기	내·외부 발판 호스	1회/일	수세미	세제 미산성 /약산	1) 세척수로 이물질 제거한다. 2) 수세미와 세제로 내·외부를 닦는다. 3) 세척수로 세제가 남지 않도록 세척한다.	작업자

		노즐			성 차아염 소산수	4) 미산성/약산성 차아염소산수를 골고루 뿌린다. 4) 미산성/약산성 차아염소산수가 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 자연 건조시킨다.	
--	--	----	--	--	-----------------	---	--

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- 고농도 미산성-약산성 영역대의 차아염소산수를 고효율로 생성할 수 있는 국내 기술 확보를 위하여 기술은 주관기관이 효율적으로 생성장치를 설계, 제작할 수 있는 기초 자료를 제공하고 생성장치로부터 생성된 미산성-약산성 영역대의 차아염소수의 소규모 식품 전처리 등 식품가공에서의 위생적 가공기술과 위생관리기술의 향상을 위해 미산성/약산성 차아염소산수의 미생물학적 세정·살균력의 유효성을 평가하고 원료 농산물의 효율적인 세정·살균 기술 개발과 작업장 및 가공·조리설비의 표면살균를 분석함과 아울러 신선 농산물의 품질에 미치는 영향을 분석하여 주관기관이 조속한 상용화를 이룰 수 있도록 다음과 같이 본 연구 과제를 추진하였다.
- 1차 연도에는 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치 개발을 위한 전해생성수의 특성, 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성과 핵심부품을 적용한 시험용 장치의 운전 조건과 생성수의 특성을 분석하였다.
- 2차 연도에는 미산성/약산성 차아염소산수의 물성분석 및 살균력을 검증평가하고 활용 현장에 설치된 시작품의 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치로 생성되는 미산성/약산성 차아염소산수로 식품원료 등의 살균소독 유효성에 대한 평가시험을 실시하고 생성수의 유효염소농도의 변화, 장치의 운전 안전성 등을 평가하여 양산 체제를 구축하는데 있어 기본 자료를 도출하였다. 현장 적용시험을 통하여 미산성/약산성 차아염소산수에 의한 식품원부재료 전처리 관리, 제조설비 및 작업장 등의 살균소독에 관한 공정 지침을 확립하여 미산성/약산성 차아염소산수 생성장치의 운전과 생성수에 의한 종합 위생관리시스템을 제공을 위한 관리지침을 도출하였다.
- 연차별 연구개발 목표의 달성도는 당초 계획서의 연구내용에 제시한 바와 같이 100% 달성한 것으로 판단된다. 연차별 목표의 달성 내용은 다음과 같다.
 - ▷ 제 1차 연도에서는 전해 생성수의 특성 분석을 주된 목표로 하여 미산성/약산성 차아염소산수의 제법에 따른 전해 생성수의 특성을 제법에 따른 전해 생성수의 염소화합물 분석과 제법에 따른 전해 생성수의 수율 분석을 통해 실시하였다.
 - 전해조 및 전극 특성에 따른 전해 생성수의 특성 분석은 소형화 전해조의 특성 분석과 전극의 재질, 형태, 전극간극, 크기별 전해 특성분석을 원료 염산과 경도성분, 전압 등에 따라 pH, 유효염소, NH_2Cl , NHCl_2 , ClO_2^- , ClO_3^- 등의 생성량을 조건변로 분석하였다.
 - 희석장치의 특성에 따른 생성수의 특성 분석은 맨츄리 관형별 전해 생성수의 특성 분석과 블레이드 형태별 전해 생성수의 특성 분석 및 염산공급 펌프 특성에 따른 생성수의 특성 분석을 통해 실시하였다.
 - 이를 통해 시제품의 운전 조건별 특성 분석을 이화학적 특성인 산화환원전위, 유효염소,

염소종 함량 등을 분석하였다.

- 1차년도는 당초 연구계획서상의 평가의 착안점 및 기준에서 제시한 제법, 전해조 및 희석 장치 특성별 생성수 특성평가 자료를 도출하였으므로 100% 달성한 것으로 판단된다.
- ▷ 제 2차 연도에서는 전해 생성수의 살균 유효성 평가와 현장적용을 통한 실증시험, 미산 성과 약산성 차아염소산수의 공정관리를 위한 지침 개발을 주된 목표로 하였다.
- 생성수의 살균 유효성 평가는 생성한 약산성 차아염소산수를 *Bacillus cereus* KCCM 40935 등 11종의 박테리아, *Aspergillus flavus* KFRI 855 등 8종의 곰팡이와 효모에 대해 청정조건에서 살균 유효성을 평가를 실시하였으며, biofilm 제거능 분석은 *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (KCCM 11335)을 표준균주로 하여 바이오필름 생성 억제효과를 분석하였으며 유리섬유를 이용하여 바이오필름 감소 효과를 모델시험하여 제거능 시험을 실시하였다.
- 과채류에 대한 살균력 평가는 세척살균이 비교적 어려운 상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토를 시료로 하여 3분간의 침지 살균에 의한 감균효과를 분석하고 표면 색차와 조직감의 변화를 침지살균 전후 및 10℃, 7일간 분석하여 저장성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 상추, 비타민, 깻잎, 치콘, 케일 및 방울토마토의 침지 살균중 유효염소의 변화량과 chlorite, chlorate의 생성, 변화량을 분석하였으며 처리 후 잔류수의 잔류 염소량을 분석하여 불검출됨을 확인하였다.
- 위생설비 표면 살균력 평가는 스테인레스 스틸(SUS 304) 판과 목재, PVC 소재의 플라스틱판을 시험용 소재로 하여 *E. coli* ATCC10536과 *S. aureus* ATCC6538를 표준균주로 표면 살균력을 평가하였으며, 스테일레스 스틸은 3 log cycle, 목재는 2 log cycle, 플라스틱 판은 3 log cycle의 감균효과가 있었음 확인하였다.
- 현장적용 실증시험은 훈제육 가공공장, 떡류 가공공장 및 신선편이 전처리장 등 3개소에 대하여 기존의 에탄올, 안전화 이산화염소, 100 ppm의 차아염소산나트륨을 대체하여 적용하여 그 효과를 분석하였으며 슬라이서, 작업자의 장갑, 칼 및 작업 도마 등의 작업도구와 작업장 생산시설의 위생관리를 위한 세척, 소독수로 적용하여 기존과 유사하거나 개선된 효과를 확인하였다.
- 최종적으로는 식품 가공공장이나 전처리장, 급식 처리장 등에서 활용할 수 있는 세정·살균 처리 공정을 표준작업절차(SOP : standard operating procedure)로 작성하였으며, 생성 장치의 관리방법, 전처리 조건, 원료 과채류의 요건 등을 규정하고 작업자 및 복장, 작업장 내부, 보관 및 운송장비, 화장실, 기구 및 도구, 청소용품, 위생설비 등에 대하여 세척 주기, 세척도구, 세척 및 소독 방법등을 위생관리지침 형태로 작성하였다.
- 2차년도는 당초 연구계획서상의 평가의 착안점 및 기준에서 제시한 시제품의 운전 조건별 특성 분석 자료를 도출하였으며 과채류 6종에 대한 살균 유효성을 평가를 완료하였으며 최소 3개소 이상의 현장적용실험을 실시하여 당초 계획을 달성한 것으로 판단된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 실용화·산업화 계획(기술실시 등) : 해당사항 없음

2. 특허 성과 : 해당사항 없음

3. 기술인증 : 해당사항 없음

4. 논문게재 성과 및 계획

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2014	저용량 미산성 차아염소산수의 활용분야 및 생성 효율성 향상	박기재	박기재	임정호 정희용 정진웅	한국냉동공 학회지	3	국내	비SCI
2015	복합살균에 의한 신선 엽채류의 biofilm 제거 효과	박기재	박기재	임정호 정진웅	한국저장유 통학회지	(준비중)	국내	비SCI
2015	유기농 농산물에서 분리한 biofilm 생성균의 특성 및 heat shock과 마이크로버블 병용처리에 의한 제거효과	박기재	정문철	임정호 구민선 정진웅	한국응용화 학회지	(준비중)	국내	SCIE

5. 학술 대회 발표 성과 및 계획

발표 연도	논문명	저자			학술지명	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자			
2014	저용량 미산성 차아염소산수의 활용분야 및 생성 효율성 향상	박기재	박기재	임정호 정희용 정진웅	한국냉동공학 회지	국내	비SCI
2015	염소계 살균소독수의 biofilm 제거 효과	정희용	박기재	임정호 정진웅	2015 저장유통 학회 학술대회 (준비중)	국내	-

--	--	--	--	--	--	--	--

6. 기술료 징수 현황 및 계획 : 해당사항 없음

7. 사업화 현황 및 계획 : 해당사항 없음

8. 인력활용/양성 성과 : 해당사항 없음

9. 교육 성과

○ 농수산물유통공사, 2015년 농산물유통전문교육과정 교육, 한국식품연구원('15.04.21)

10. 홍보 성과 : 해당사항 없음

제 2 절 성과활용계획

1. 교육 등 기술확산 계획

- 2015년 10월중에 농협 APC 대상 식품안전교육 개최 시 연구결과 교육 예정
 - 과일·채소의 단순세척 또는 절단·세척·살균 처리 시 안전관리요령 교육
- 2016년중, 농수산물유통공사, 2016년 농산물유통전문교육과정 교육 예정
 - 신선 농산물의 살균기술 교육

2. 활용방안

- 식품의 안전성 제고를 위한 위생관리 시스템 구축에의 활용
 - 단체급식 시설의 실정에 적합한 품질관리체제 적용 수단으로 직접 활용할 수 있는 미생물학적 품질관리 지침서 및 기초자료
- 신선 농산물 및 비열식품의 안전성 제고를 위한 위해 저감기술 활용에 대한 홍보, 교육 훈련의 자료로 활용
- 개발기술의 기술이전 희망업체에 대한 기술지도
 - 학교 등 단체급식업체 및 식품가공업체 등 관련기술 적용 가능업체
- 관련 연구결과의 학술지 게재

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

‘해당사항 없음’

제 7 장 연구시설·장비 현황

‘해당사항 없음’

제 8 장 참고문헌

1. Al-Haq, M. I., Seo, Y., Oshita, S., and Kawagoe, Y., 2002, Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana*. Food Research International, Vol. 35, pp. 657-664.
2. Ayebah, B., Hung, Y. C., and Frank, J. F., 2005, Enhancing the bactericidal effect of electrolyzed water on *Listeria monocytogenes* biofilms formed on stainless steel. Journal of Food Protection, Vol. 68, pp. 1375-1380.
3. Beuchat, L. R., Nail, B. W., Adler, B. B., and Clavero MRS, 1998, Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce. J. Food Prot. Vol. 61, pp. 1305-1311.
4. Brackett, R. E., 1994, Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 269-312. In Wiley, R. C. (ed), Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, Chapman & Hall, NY, USA.
5. Carpentier, B., and Chassaing, D., 2004, Interactions in biofilms between *Listeria monocytogenes* and resident microorganisms from food industry premises. International Journal of Food Microbiology, Vol. 97, pp. 111-122.
6. Fabrizio, K. A., and Cutter, C. N., 2003, Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. Journal of Food Protection, Vol. 66, pp. 1379-1384.
7. Frank, J. F., and Koffi, R. A., 1990, Surface-adherent growth of *Listeria monocytogenes* is associated with increased resistance to surfactant sanitizer and heat. Journal of Food Protection, Vol. 53, pp. 550-554.
8. Hsu, S. Y., 2003, Effect of water flow rate, salt concentration and water temperature on efficiency of an electrolyzed oxidizing water generator. Journal of Food Engineering, Vol. 60, pp. 469-473.
9. Hsu, S. Y., 2005, Effects of flow rate, temperature and salt concentration on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water. Journal of Food Engineering, Vol. 66, pp. 171-176.
10. Kang, K. J., 2005, Korean disinfectants/ sanitizers for food safety. Food Sci. Ind. Vol. 38, 99-106.
11. Koseki, S., and Itoh, K., 2001, Prediction of microbial growth in fresh-cut vegetables treated with acidic electrolyzed water during storage under various temperature conditions. Journal of Food Protection, Vol. 64, pp. 1935-1942.
12. Koseki, S., Isobe, S., and Itoh, K., 2004, Efficacy of acidic electrolyzed water ice for

- pathogen control on lettuce. *Journal of Food Protection*, Vol. 67, pp. 2544-2549.
13. Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S., and Itoh, K., 2001, Decontamination of lettuce using acidic electrolyzed water. *Journal of Food Protection*, Vol. 64, pp. 652-658.
 14. Marchetti, R., Casadei, M. A., and Guerzoni, M. E., 1992, Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Ital. J. Food Sci.* Vol. 2, pp. 97-108.
 15. Olivieri, V. P., 1980, Reaction of chlorine and chloramines with nucleic acids under disinfection conditions. *In* Jolley, R. L. (ed), *Water chlorination: environmental impacts and health affects*, Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, MI, USA.
 16. Oomori, T., Oka, T., Inuta, T., and Arata, Y., 2000, The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. *Analytical Science*, Vol. 16, 365-69.
 17. Russell, S. M., 2003, The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs. *Poultry Science*, Vol. 82, pp. 158-62.
 18. Saisho, H., 2000, Inactivation of hepadnavirus by electrolyzed acid water. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, Vol. 46, pp. 363-368.
 19. Sakashita, M., Iwasawa, A., and Nakamura, Y., 2002, Antimicrobial effects and efficacy on habitually hand-washing of strong acidic electrolyzed water-A comparative study of alcoholic antiseptics and soap and tap water. *Journal of Japanese Association of Infectious Diseases*, Vol. 76, pp. 373-77.
 20. Sakurai, Y., Nakatsu, M., Sato, Y., and Sato, K., 2003, Endoscope contamination from HBV- and HCV-positive patients and evaluation of a cleaning/disinfecting method using strongly acidic electrolyzed water. *Digestive Endoscopy*, Vol. 15, pp. 19-24.
 21. Torriani, S., and Massa, S., 1994, Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. *Lebensm.-Wiss. Technol.* Vol. 27, pp. 487-490.
 22. United Environmental Protection Agency, 1999, *Alternative disinfectants and oxidants - Guidance manual*, Office of water, EPA 815-R-99-014
 23. Wisniewsky, M. A., Glatz, B. A., Gleason, M.L., and Reitmeier, C. A., 2000, Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 counts on whole fresh apples by treatment with sanitizers. *J. Food Prot.* Vol. 63, pp. 703-708.
 24. Yoshida, K., Achiwa, N., and Katayose, M., 2004, Application of electrolyzed water for food industry in Japan. [Http://ift.confex.com/ift/2004/techprogram/paper_20983.html](http://ift.confex.com/ift/2004/techprogram/paper_20983.html)
 25. Beuchat, L.R., 1998, Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. *Food Safety Issues*, Food Safety Unit, World Health Organization, Geneva, WHO/FSF/FOS/98.2.

26. Hricova, D., Stephan, R., Zweifel, 2008, Electrolyzed water and its application in the food industry. *J. Food Prot.* 71(9): 1934-1947
27. Huang, Y.R., Hung, Y.C., Hsu, S.Y., Huang, Y.W., Hwang, D.F., 2008, Application of electrolyzed water in food industry. *Food Control* 19: 329-345
28. EPA, 1999, Alternative disinfectants and oxidants guidance manual, United States Environmental Protection Agency, EPA 815-R-99-014
29. Len, S.V., Hung, Y.C., Erickson, M., Kim, C., 2000, Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. *J Food Prot.* 63: 1534-1537
30. Koide, S., Takeda, J., Shi, J., Shono, H., Atungulu, G.G., 2009, Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage. *Food Control* 20: 294-297
31. Rahman, S.M.E., Ding, T., Oh, D.H., 2010, Effectiveness of low concentration electrolyzed water to inactivate foodborne pathogens under different environmental conditions. *International J. Food Microbiol.* 139: 147-153
32. Shoji, K., Jun-ichi T., John, S., Hiroshi, S., Griffiths, G. A., 2009, Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage, *Food Control* 20: 294-297
33. Suzuki, K., Nakamura, T., Kokubo, S., Tomita, M., 2005, The chemical properties of slightly electrolyzed water prepared with hydrochloric acid as a raw material. *Bokin Bobai* 33(2): 63-71

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농림기술개발사업(벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발 및 활용기술 개발)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농림기술개발사업(벤츄리관형 희석장치를 이용한 고효율 저용량 소형 미산성/약산성 차아염소산수 생성시스템 개발 및 활용기술 개발)의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.