

11-1543000
-002728-01

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002728-01

식 품 공 정 천 연 향 균

기 기 복 합

위 생 을 조 성 물

위 한 및 활 용

기 기

개 발

2019

농림축산식품부

고부가가치 식품기술개발사업 R&D Report

식품공정, 기기 위생을 위한 천연 향균
복합 조성물 및 활용 기기 개발
최종보고서

2019. 06. 10.

주관연구기관 / (주)다인소재

협동연구기관 / 한국식품연구원

협동연구기관 / 경북대학교

협동연구기관 / 한국이엠비기술(주)

협동연구기관 / (주)네떼

농림축산식품부

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고부가가치 식품기술개발 사업 - 식품공정, 기기 위생을 위한 천연 항균 복합 조성물 및 활용 기기 개발”(개발기간 : 2016. 07.~2018. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 06. 10.

주관연구기관명 : (주) 다인소재 (대표자)
협동연구기관명 : 한국식품연구원 (대표자)
협동연구기관명 : 경북대학교 산학협력단 (대표자)
협동연구기관명 : 한국이엠비기술(주) (대표자)
협동연구기관명 : (주)네떼 (대표자)



주관연구책임자 : 최 태 호
협동연구책임자 : 구 민 선
협동연구책임자 : 문 광 덕
협동연구책임자 : 김 동 식
협동연구책임자 : 박 중 일

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	3160668-03	해 당 단 계 연 구 기 간	2016.07.07 - 2018.12.31(30 개월)	단 계 구 분	3차년 /3차년
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치 식품기술개발 사업			
연구과제명	대 과 제 명	식품공정, 기기 위생을 위한 천연 항균 복합 조성물 및 활용 기기 개발			
	세 부 과 제 명	[주관] 천연항균복합조성물 개발 및 제형화 [1협동] 현장형 살균/세척 시스템 최적화 및 메뉴얼 개발 [2협동] 신선농식품 관련 살균/소독 공정 표준화 [3협동] 세척용 마이크로버블 생성 장치 제작 및 실용화 [4협동] 개발 시스템의 현장 적용 및 평가			
연구책임자	최 대 호	해당단계 참여연구원 수	총: 21명 내부: 21명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 300,000천원 민간: 100,000천원 계: 400,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 21명 내부: 21명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 780,000천원 민간: 260,000천원 계: 1,040,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)다인소재 항균소재연구소			참여기업명 (주)다인소재, 한국이엠비기술(주) (주)네떼	
국제공동연구	상대국명: 해당 없음			상대국 연구기관명: 해당 없음	
위탁연구	연구기관명: 해당 없음			연구책임자: 해당 없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의	일반
---------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

1. 최종목표 ① : 신선 농식품의 미생물학적 안전성 확보를 위해, 세척/제조 공정과 기기 등에 활용할 수 있는 천연 항균 복합 조성물을 개발하고, 이를 활용하여 현장형 세척-살균 시스템을 개발함.
2. 최종목표 ② : 개발 기술 및 통합시스템이 식품 업체에서 효율적으로 운용되고 활용되도록 제조 품목군별로 공정 및 작업 표준 (매뉴얼)을 개발하고 실용화함.
3. 신선 농식품 및 기구 오염의 주요 원인 미생물을 선별, 평가
4. 천연 항균물질을 선별하여 항균기능이 나타날 수 있는 천연 항균 복합조성물 개발
5. 제조 후 6개월 이상 살균소독력 유지 및 조성물 안정화
6. 융복합 병행 처리 시스템 활용 가능한 화학적 합성품 대체 가능 천연 항균 복합 조성물 개발
7. 신선 농식품의 천연 항균 복합 조성물 적용 가능한 살균/소독 시스템 기술 개발
8. 공정 상 살균효과를 증대하기 위한 세척 요소 기술 개발
9. 10 마이크로 이하의 초미세 기포를 생성하는 나노 버블 세척장치 개발
10. 신선농식품의 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 적용성 평가 및 표준화
11. 개발 기술, 시스템 및 제작 도구의 산업 확산을 위한 제조 품목군 별 맞춤 매뉴얼 개발
12. 천연물 기반 살균/소독제 제품화 모델 연구 기반 확립
13. 차염소산수 세척 대안으로 국내외 기술과 경쟁가능 원천 기술 확보
14. 신선 농식품 적용을 위한 나노-마이크로버블 생성 장치 설계 기술로 인한 세척 분야 기술 우위 선점
15. 농산물 환경 친화적인 살균/소독 시스템의 기술경쟁력 선점으로 인한 국내외 시장 확보 및 식품 수출 경쟁력 강화
16. 신선 농식품의 미생물학적 안전성 제고로 인한 관련 산업의 활성화

보고서 면수

260

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p><연구의 목적></p> <p>신선 농식품의 미생물학적 안전성 확보를 위해 세척/제조 공정과 기기 등의 살균(미생물학적 저감)에 산업적으로 활용가능한 천연 항균 복합 조성물을 개발하고, 이를 이용한 세척/살균 시스템, 적용 기술과 현장형 공정표준(매뉴얼)을 개발하고 실용화하여 위생적으로 안전한 신선 농식품 제조 환경을 확립함.</p> <p><연구의 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 화학적 합성품 대체 천연 항균 복합조성물 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 천연 항균 물질 선정 및 항균 기능 향상을 위한 천연 항균 복합조성물 개발 - 복합 조성물 안전성 평가 및 활성 안정화 기술 개발 - 융복합(물리적 등과) 병행 처리 시스템 활용을 위한 복합조성물의 적용 기술 개발 ○ 신선 농식품의 천연 항균 복합 조성물을 적용한 살균·소독 시스템 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공정 살균 효과 증대를 위한 세척 요소 기술 개발 (CIP, COP, WIP 등) - 천연항균 복합조성물 활용 세척, 살균/소독 시스템 설계 및 제작 - 통합(공정·기기) 처리 시스템 성능 및 세척, 살균/소독 효과 및 안전성 비교 분석 ○ 신선 농식품 전처리 및 가공 공정·기구 표면 살균/소독을 위한 공정표준화 <ul style="list-style-type: none"> - 신선농식품의 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 적용성 평가 및 표준화 - 개발 기술, 시스템 및 제작 도구의 산업 확산을 위한 제조 품목군 별 맞춤 매뉴얼 개발 																						
<p>연구개발성과</p>	<p><연구성과></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 천연 항균 복합 조성물을 이용한 야채/기구 및 기기 세척용 살균소독제 제품개발 ○ 마이크로 나노-버블 장치 제품 개발 ○ 세척/살균시스템 개발을 통한 현장형 공정표준 매뉴얼 개발 및 실용화 <p><정량적 성과></p> <table border="1" data-bbox="448 1234 1249 1424"> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>목표</th> <th>달성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>특허</td> <td>출원 2/등록 2</td> <td>출원 5/등록 2</td> </tr> <tr> <td>사업화</td> <td>제품화 2/ 고용 3</td> <td>제품화 4/ 고용 3</td> </tr> <tr> <td>기술인증</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>학술성과</td> <td>SCI 2/비SCI 2/ 발표 3</td> <td>SCI 1/비SCI 4/발표 8</td> </tr> <tr> <td>홍보전시</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>					항목	목표	달성	특허	출원 2/등록 2	출원 5/등록 2	사업화	제품화 2/ 고용 3	제품화 4/ 고용 3	기술인증	1	3	학술성과	SCI 2/비SCI 2/ 발표 3	SCI 1/비SCI 4/발표 8	홍보전시	1	2
항목	목표	달성																					
특허	출원 2/등록 2	출원 5/등록 2																					
사업화	제품화 2/ 고용 3	제품화 4/ 고용 3																					
기술인증	1	3																					
학술성과	SCI 2/비SCI 2/ 발표 3	SCI 1/비SCI 4/발표 8																					
홍보전시	1	2																					
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 국내산 신선 농식품의 미생물 저감화를 위한 기반 구축 - 단체 급식용 신선 농식품의 안전성 확보를 위한 대용량 처리 시스템으로 제공 - 식품가공 공정 개선을 통한 처리 시간 단축으로 다양한 신선 농식품 개발 유도 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 살균 소독제 처리 대체에 의한 수질 개선 및 환경오염 방지 - 식품 및 식품첨가물로 구성된 천연 살균/소독제 개발로 신선식품의 수출경쟁력 강화 - 국내 신선 농식품 사업의 활성화로 관련 일자리 창출 가능성 증대 																						
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>신선농식품</p>	<p>천연항균제</p>	<p>친환경</p>	<p>살균세척시스템</p>	<p>표준화</p>																		
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Fresh agricultural products</p>	<p>Natural antibiotic agents</p>	<p>Eco-friendly</p>	<p>Washing system</p>	<p>Standardization</p>																		

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

제 1 장. 연구개발과제의 개요	1
제 1 절. 연구개발 목적	1
제 2 절. 연구개발 필요성	2
제 3 절. 연구개발 범위	6
제 2 장. 연구수행 내용 및 결과	9
제 1 절. 연구 개발의 추진전략, 추진체계 및 추진일정	9
1. 연구 개발의 추진전략	9
2. 연구 개발의 추진체계	10
3. 연구 개발의 추진일정	11
제 2 절. 세부과제별 연구수행 내용	14
I. 주관기관 ((주) 다인소재) : 천연항균복합조성물 개발 및 제형화 ..	14
1. 추출물 제조 및 소재 정보	14
2. 최소억제 농도 (MIC) 3,000 ppm 이하 식품용 항균 소재 선발	15
3. 천연 항균 후보 조성물 살균소독력 검증	15
4. 선발된 천연 추출물의 유효성분 동정 및 살균소독력 확인	17
5. 항균 소재 Key base 대량 생산 공정 개발	24
6. 표면 살균/소독용 항균 복합 조성물 개발 및 제형화	27
7. 농식품 처리용(무주정) 항균 복합 조성물 개발 및 제형화	34
8. 최종 선발 된 살균소독제 조성물의 기타 식품 위해균에 대한 살균소 독력 스펙트럼 확인	36
9. 신선 농식품 원료에서 분리한 균주에 대한 시험용액 31과 시험용액 39의 살균소독력 평가	37
10. 항균 조성물의 제형 안정성 평가	39
11. 항균 조성물의 시간 및 온도에 따른 효능 안정성 평가	42
12. 항균 조성물의 제형화 및 시제품 제조	46
13. 시중 제품과 비교 평가	55
14. 항균 조성물 안전성 및 공인인증 평가	57
15. 현장적용 안정성 평가 및 통합처리 시스템 살균/소독 활성 평가	60
II. 협동 1(한국식품연구원) : 현장형 살균/세척 시스템 최적화 및 매뉴얼 개발	62
1. 신선 농식품의 원료 및 공정 단계별 생물학적 오염도 평가	62
2. 신선 농산물 상재 미생물군 평가	67
3. 세척/살균 시스템 최적화를 위한 요소 기술(허들기술) 평가	75
4. 항균복합 조성물 평가 및 세척 요소 기술 개발	99

5. 신선도 기반 세척/살균 시스템 개발을 위한 조건 선정	106
6. 신선 농식품 현장 적용 및 공정 표준화	112
7. 항균 복합 조성물의 표면 살균 활성 평가	125
8. 항균 복합 조성물을 이용한 표면 세척 요소 기술 개발	128
III. 협동 2 (경북대학교) : 신선농식품 관련 살균/소독 공정 표준화 ·	144
1. 연구수행방법	144
2. 연구 내용 및 결과	156
가. 기존 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 문제점 도출 ·	156
나. 세척/살균 공정 적용성 평가 및 개선 방안 도출	158
다. 천연 항균복합조성물을 활용한 세척 및 살균 소독 공정 실증을 통 한 현장 적용 표준화	182
IV. 협동 3 (한국이엠비기술(주))	209
1. 세척용 마이크로버블 생성 장치 제작 및 실용화	209
가. 나노-마이크로 버블 발생 장치 설계	209
나. 나노 마이크로 버블 장치 제작 및 운전	211
다. 식품 및 설비/도구의 세척 및 살균 적용을 위한 모델 시스템 제작	218
라. 마이크로버블 처리에 의한 신선 농식품의 미생물학적 품질변화 ····	219
마. 마이크로버블 사용 매뉴얼 제작	219
V. 협동 4 ((주)네떼)	223
1. 개발 시스템의 현장 적용 및 평가	223
가. 샐러드 생산 시스템 분석	223
나. 생산 제품 미생물학적 품질 평가	227
다. 자체 신선 편의 샐러드 세척 공정 개선에 따른 미생물학적 품질 변화	229
라. 신선 농식품 공정 단계별 미생물학적 품질 평가	231
마. 항균 복합 조성물을 이용한 살균/소독 활성 현장 평가	232
바. 개발시스템의 매뉴얼 제작 (주관 협동기관 공동)	233
제 3 절. 연구개발성과	243
1. 요약표	243
2. 항목별 세부 연구개발성과	244
제 4 절. 세부과제별 연구결과 요약	247
1. 주관기관 ((주) 다인소재)	247
2. 제1협동기관 (한국식품연구원)	250
3. 제2협동기관 (경북대학교)	251

4. 제3협동기관 (한국이엠비기술(주))	254
5. 제4협동기관 ((주)네떼)	255
제 3 장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	257
제 1 절. 주요 달성 목표	257
제 2 절. 목표 달성여부	257
제 3 절. 목표 미달성 시 원인 (사유) 및 차후 대책 (후속연구의 필요성 등)	259
제 4 장. 연구결과의 활용 계획	260
제 1 절. 연구 성과의 활용분야 및 활용방안	260
제 2 절. 추가 연구의 필요성 및 타 연구에의 응용	260
제 3 절. 사업화 추진	260
붙임. 참고 문헌	260

제 1 장. 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발 목적

1. 연구의 최종목표

신선 농식품의 미생물학적 안전성 확보를 위해 살균 및 미생물 저감 효과를 산업적으로 활용 가능한 천연 항균 복합 조성물을 개발하고 이를 이용한 세척/살균 시스템, 적용기술 및 공정표준(매뉴얼)을 개발 및 실용화하여 안전한 신선농식품의 제조 환경을 확립함.

- 신선 농식품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 제조공정(세척, 살균/소독) 및 설비, 작업도구 등의 세척·미생물 저감 기술에 활용 가능한 천연 항균 복합 조성물의 개발 및 실용화
 - 주요 대상 농식품 : 방울토마토, 양상추, 도라지
 - 주요 대상 미생물 : 일반세균, 대장균, 황색포도상구균, 바실러스 세레우스, 클로스트리디움 퍼프린젠스, 살모넬라, 리스테리아 모노사이토제네스, 장출혈성 대장균 등 7종 이상
 - 상업화 및 실용화 : (주) 다인소재 상품화 실시(천연 항균제, 기기 및 기구 등의 살균소독제)
- 세척·살균의 미생물 저감 효과 향상을 위한 가압다단 믹서방식의 마이크로버블의 라디칼 산화력과 복합 조성물을 병용한 통합 미생물 저감 처리기술을 개발하여 생산 현장에서 활용 가능한 살균·세척 시스템 기술 확보 및 실용화
 - 미생물 저감 기술적 정량 목표
 - 가압다단믹서방식 마이크로버블의 미생물 저감효과 : $\geq 1 \log \text{ cycle/g}$
 - 복합 조성물 병용 미생물 저감효과 : $\geq 2 \log \text{ cycle/g}$
 - 실용화 : 협동연구기관(한국이엠비기술(주))에서 실시(마이크로버블 생성장치, 농식품 세척기술 및 장치)

2. 연구개발의 주요목표

- 천연항균 복합조성물 개발
 - 주관기관인 (주)다인소재의 사전 연구결과와 신선 농식품(양상추 등 3종) 및 제조시설에 대한 오염도 분석을 통해 도출된 주요 오염미생물을 중심으로 최적의 항균활성을 나타내는 복합 조성물을 개발하고, 안전성과 안정성을 확보하여 신선 농식품의 세척 및 살균소독, 기기 및 기구의 살균용으로 제품화를 통해 실용화 추진
- 신선 농식품의 천연 항균 복합 조성물을 적용한 세척/살균 시스템 기술 개발
 - 신선 농식품의 살균소독제로 보편적으로 사용되는 차아염소산수, 차아염소산나트륨수, 오존수 등

의 감균효과는 최대 2 log cycle/g 수준에 그치나, 천연항균 복합조성물의 미생물 제어효능과 나노-마이크로 수준의 초미세버블 생성기술을 접목하여, 기존 대비 약 1 log cycle/g 이상의 저감효과를 확보하고, 개발된 천연항균 복합조성물과의 병용을 통해 화학적 살균소독제와 동등한 저감효과를 나타낼 수 있는 공정기술을 개발, 실용화를 추진

- 설비, 기구 등의 WIP/COP는 상기의 두 기술을 순차/병용하여 기존 화학적 살균소독제와 동등한 미생물 저감효과가 발휘될 수 있도록 개발

제 2 절. 연구개발의 필요성

1. 신선 농식품의 소비 증가

- 소득 수준의 향상, 산업 발전으로 건강에 대한 관심이 높아지면서, 식품은 생존을 위해 섭취해야 하는 수단이 아닌 소비자의 건강과 행복 등을 위한 것으로 전환되고 있음. 또한, 가공기술의 발달로 식품의 소비형태가 편의성을 중시하는 방향으로 발전하여, 섭취 전 별도의 조리과정을 요구하지 않는, 제품을 그대로 혹은 최소한의 조리를 거쳐 섭취하기 쉬운 전처리식품 또는 편의식품류(HMR)에 대한 수요가 증가하고 있는 추세임 (오태영 등, 2013, Food Hyg Safe Sci(Safe food)).
- 인구사회적 트렌드의 변화인 맞벌이부부가 증가하고, 2010년 기준 전체 가구 중 23.9%를 차지하고 있는 1인가구의 증가의 영향에 따라 신선편의용 농산물의 시장규모증가에 중요한 요인으로 작용함. (통계청, 2012. 한국의 사회동향).
- 미국과 유럽등지에서는 신선 농식품 시장이 보편화 되어있으며, 한국의 시장규모는 5,510~6,830억 원으로 전체 농산물시장의 3.3~3.9%의 수준으로 성장잠재력이 높은 시장임 (곽창근 등, 2008. Food Industry and Nutrition).
- 신선 농식품은 살아있는 생체조직으로 박피나 절단 등의 공정과정에서 급격한 품질변화가 나타날 수 있으며, 최소한의 비 가열 가공공정만을 거치게 되므로 원료농산물에 내제하는 오염미생물의 잔존확률이 높은 문제점을 가지고 있음 (Chang et al(2004), Cho et al(2007))

2. 신선 농식품의 미생물학적 안전성 확보

- 신선 농산물의 섭취가 증가함에 따라 추가적인 가열조리 없이 섭취하는 신선 채소에 의한 식중독 발생도 증가하고 있으며, 특히 유기 농산물의 경우 농약, 합성비료 등의 사용 및 빈도가 제한되기 때문에, 일반 농산물에 비하여, 잔류 농약등의 위험성은 낮으나, 상대적으로 미생물학적 위해도가 높을 것으로 보고됨((Frank J. Dainello, 2002. IFT). 2014년 기준 친환경 농산물 시장은 2조4천억 규모이나 정부의 육성정책에 따라 2024년 전체 농산물 거래액의 약 12%인 4조 371억원으로 증가가 예상됨 (농촌경제연구원, 2015)
- EFSA (European Food Safety authority)에서 고수분(high water content) 비동물성 식품과 관련된

어 생물학적 위해인자를 평가하기 위하여 전세계 400여개의 논문을 분석하여 식중독균 오염률, 식품/식중독균의 상호작용, 관련 식품의 생산 정보를 이용하여 우선 순위 그룹을 선정하였음. 가장 위험순위가 높은 그룹은 엽채류와 병원성 대장균(pathogenic *E. coli*), 토마토와 살모넬라(*Salmonella* spp.)였음. 유럽에서는 베리류와 노로바이러스(Norovirus)가 가장 위험 순위가 가장 높았으며, 비EU 국가에서는 멜론등 열대과일과 살모넬라의 조합은 가장 위험 순위가 높았음. 유럽 국가와 비유럽 국가 모두에서 양상추와 노로바이러스, 시금치와 병원성 대장균, 과일과 간염 바이러스(Hepatitis A virus) 등도 위험성이 높은 것으로 분석되었음. (Hackl E 등, 2013. CFT/EFSA/BIOHAZ/2012/01 Lot 1. European Food Safety Authority)

국가	식품	병원균	식중독 발생	오염율
EU	양상추	<i>E.coli</i> (EHEC)	여러EU국가에서 높은건수와 환자를 포함하여 다중발병함	엽채류의 표면과 내부에서의 병원성대장균 검출이 0.2-8%로 각 연구에서 보고됨
	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	몇몇 유럽국가에서는 입원환자를 동반한 발생 건수가 높았으며 핀란드에서 2건의 치명건수 발생	엽채류의 표면과 내부에서의 살모넬라 속에 대한 12건의 연구와 양상추를 이용한 살모넬라 속의 9건의 연구가 있음 (검출율 0.1-8 %)
	양상추	Norovirus	유럽(덴마크,핀란드)에서 높은 수의 건수와 입원이 생김	보고되지 않았음
	바질 (생)	<i>Salmonella</i> spp.	다중 발병에서의 높은 수의 건수와 입원 수를 보임	바질샘플을 이용한 살모넬라연구가 2건 있음 (1-3%의 검출율)
	토마토 (반 건조)	Hepatitis A virus	EU(프랑스, 영국, 네덜란드)에서의 가장 높은 수의 건수와 입원 수를 보임	보고되지 않았음
비 EU	양상추	<i>E coli</i> (EHEC)	미 전역의 몇몇 주에서 입원환자를 동반한 높은 건수로 발병	엽채류의 표면/ 내부에서 병원성대장균의 유병율은 0.2-8%로 각 연구에서 보고됨
	시금치	<i>E coli</i> (EHEC)	미 전역의 한 주에서 입원환자를 동반한 높은 건수 발병을 야기함	엽채류의 표면/ 내부에서 병원성대장균의 유병율은 0.2-8%로 각 연구에서 보고됨
	양상추	Norovirus	노르웨이에서 입원환자를 동반한 높은 건수로 발병	노로바이러스는 전염성이 높고, 열 및 소독 요원에 대한 저항력을 보여줌.
	과류	Hepatitis A virus	미 전역에서 녹색양과의 Hepatitis A 바이러스로 인해 매우높은 건수의 바이러스와 관련된 발병을 야기함 입원환자를 동반한 높은건수 그리고 3건의 사망건수를 포함	

- 식품의약품안전처 발표자료에 따르면 2015년 기준 국내 식중독 발생은 식품접객업체 61%, 집단 급식소 20%, 가정 2%, 기타(7%) 순이었으며, 원인이 밝혀진 위해세균으로는 병원성대장균>클로스트리디움 퍼프린젠스>살모넬라 순이었음 (식품의약품통계연보 2016)
- 신선 식품은 연간 2조원 규모의 시장을 형성하고 있는 거대 산업이며 웰빙과 안전에 대한 소비자의 의식수준 향상에 따라 시장 규모는 향후 더욱 커질 것으로 전망하고 있으며 이와 더불어 환경 친화성과 안전성에 대한 요구도도 증가할 것으로 예상

3. 신선 농식품의 세척 및 살균 기술의 한계

- 신선식품에 대한 소비자의 선호도 증가에 따라 편의성이 부가된 신선편이 농산물 시장의 규모가 지속적으로 확대되고 있으며, 건강에 대한 관심의 증가로 안전성을 보장할 수 있는 살균기술의 개발이 식품산업에서 중요한 주제로 대두되었으며 열처리 식품보다 새로운 비열 살균 기술 가공법을 이용한 최소가공 처리된 고품질의 식품 생산을 요구하고 있음
- 일반적으로 신선 채소류에는 대략 10^4 – 10^6 CFU/g의 총균수, 10^3 CFU/g의 품질 열화와 관계하는 미생물, 그리고 10^1 – 10^3 CFU/g의 부패균이 존재하는 것으로 알려져 있으며, 상업적으로 판매되는 다양한 채소 샐러드 제품에서 저온성 세균 및 중온성 총세균수가 최대 약 10^8 CFU/g을 상회하는 오염도를 나타내었으며 혼합 샐러드의 경우 오염도가 더욱 심하였다고 보고된 바 있음
- 식품가공공정에 있어서 효과적인 세정과 살균 프로그램은 미생물을 불활성화 시키는 중요한 공정의 일부이며 생산설비의 미생물 증식과 축적 및 biofilm의 형성을 억제하는 과정임. 따라서 효과적이며 안전성이 확보된 살균소독제의 사용은 식품의 안전성 확보를 위해 고려되어야 할 중요한 사안중의 하나임
- 작업장 및 작업설비의 미생물 오염도는 원료 전처리실인 작업장 바닥과 원료 전처리실이고 도마와 원료처리 작업대의 총균수도 상대적으로 높음. 공정중간품 및 최종제품의 미생물 오염도는 원료의 총균수 10^6 – 10^9 CFU/g, 절단 이후 최종 제품에서는 약 10^4 CFU/g의 오염도를 나타냄
- 국내 신선편이 식품 가공공장에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 살균공정은 원료를 저온저장고에 보관한 후 수작업 트리밍을 실시하고 스프레이 방식의 전세척을 하고 100–150 ppm, 최대 200 ppm(유효염소 농도 기준)의 염소계 살균소독제를 사용하여 살균 소독을 실시하고 육안 선별, 음용수 세척, 탈수, 계량, 포장하여 출고함. 살균소독제를 사용하는 방법은 ① 이물제거 ② 살균제 희석액을 침지 또는 분무 ③ 희석액 제거를 위해 식품 용수로 세척 (3회 이상)임. 신선 농식품의 세척 및 살균을 위해 100~200ppm의 염소수로 살균하는 방법이 국내는 물론 전 세계적으로 많이 채택되고 있음
- 식품의 가공공정에서 살균소독을 목적으로 가장 많이 사용하는 염소계 살균소독제는 유효한 살균소독력을 얻기 위해서 최대 약 200 ppm (유효염소 농도 기준) 또는 그 이상의 농도로 사용되고 있으나, 이는 살균소독 처리 후 염소를 비롯한 살균소독 잔류물질의 잔류에 대한 문제와 더불어 작업자에게도 처리과정에서 발생하는 높은 염소취로 인해 작업상의 어려움을 주며, 지속적으로 염소에 노출시 신경세포를 파괴하여 치매를 유발할 수 있음. 또한, 국내 법규 상 염소계 살균소독제 처리 이후, 물을 이용한 행굼 처리가 필수적으로 요구되기 때문에 물 소비가 증가됨
- 과채류 등의 신선편이 농산물 등은 제품의 특성상 필수적으로 세척 공정을 거치게 되며 이 과정에서 미생물의 안전성 확보를 위한 수단으로 염소 살균소독이 보편적으로 이루어지고 있으나 대상 농수산물의 특성에 따라 화학적, 물리적으로 살균소독력의 한계를 보이고 있음. 특히 기존 차아염소산나트륨을 주체로 하는 살균소독제로는 실제 생산현장에서 2 log cycle 이상의 균 저감효과 얻기 힘

등

- 식품의 안전성을 확보하기 위한 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, 박테리오파지, 양이온 다중 고분자(polycationic polymer)와 같은 화학물질, 세포벽 분해효소(lytic enzyme)등을 이용하거나, 이러한 물리, 화학적 처리를 조합하여 다단계로 처리하는 hurdle technology가 있음. 비열 살균기술은 아직 가열 살균에 비해 살균력 자체가 미흡하며 다양한 비열 살균기술의 효과가 입증되어도 고가의 설비비 문제로 인하여 산업화에 어려움을 겪고 있어 실용화까지는 많은 시간과 연구가 필요함

4. 환경 친화적 방법에 의한 농식품의 선도유지 및 위해 미생물 저감화 기술 필요

- 신선 식품 시장에서 제품의 손실을 최소화하고 고품질의 식품을 생산해 고부가가치를 창출하기 위하여 식품의 안전성을 확보하는 것이 중요하며, 합성 항균제에 대한 소비자 기피현상을 극복하면서 산업적으로 활용 가능한 천연 항균 복합 조성물의 개발은 식품의 신선도 향상과 안전성 확보를 위해 그 중요성이 매우 강조됨
- 신선 농식품의 산업적인 살균기술은 염소계 살균수를 활용한 세척살균기술이 보편화되었으나, 염소계를 이용한 살균방법은 품질손상, 인체유해성, 환경오염 등의 문제로 친환경 농식품 산업에서 외면 받고 있으며, 소비자 친화적이며 친환경적인 살균세척기술 개발이 요구됨
 - 천연 항균 복합 조성물을 활용한 세척살균 통합시스템은 신선 농산물의 신선도 향상과 미생물 제어라는 이중의 목적을 동시 달성하는 방향으로 개발 및 산업적 실용화 필요성 있음

5. 신선 농식품 특성 맞춤형 세척 및 살균/소독 기술의 표준화 및 메뉴얼 개발

- 학교 등 단체급식, 외식 기회의 확대와 가공식품보다는 신선한 농식품을 선호하는 건강추구의 사회적 분위기 확산 등은 신선 농식품의 소비 증대로 이어지고 있으며 이러한 현상은 지속적이고 심화될 것으로 예측되며, 신선 농식품의 소비 증대에 따른 식품 위생 관련 사고나 위험요소는 국내외적으로 크게 증대되고 있음.
- 특히, 현재 국내외적으로 사용되고 있는 각종 화학제나 물리적 처리 방법 들은 그 살균/소독 효과가 제한적일 뿐만 아니라 대상 식품별 최적 사용 방법이 정해져지지 않은 실정임. 신선 농산물은 세척·절단과정에서 자극을 받아 품질이 빠르게 변하여 유통기한이 짧아지는 문제점이 자주 발생되므로 각 품목별로 호흡특성, 조직구조, 스트레스에 대한 민감도, 온도 저항성 등 수확 후의 각 품목별 품질관리 기술적용이 필요함.
- 신선 농식품은 특성상 신선도, 가격, 위생관리, 공급량, 급발주 대응력 등의 신속성에 따른 가격과 신선도가 가장 중요한 요소임. 국내 신선편이 가공 농산물의 유통기한 확보 및 원료 품질 향상 및

규격 표준화, 선도유지에 대한 기술 개발이 중요함.

- 현재 신선 농식품 생산 기업에서 활용하고 있는 기술은 표준화된 공정이 없어 매뉴얼화 되어 있지 않으므로 경험에 의존하고 있으며 여러 종류의 제품 생산에도 같은 공정을 적용함으로 인한 품질저하나 불완전한 살균/소독이 이루어지고 있는 실정임. 하지만 개별 업체에서 품목별 세척 및 살균/소독 기준을 설정하는 것은 현실적으로 어려움이 많음. 따라서 농식품의 소비확대를 위한 고품질의 신선 농식품 생산에 필요한 항균 복합 살균/소독제의 개발과 이의 응용을 위한 품목별 공정 표준화 및 작업 매뉴얼 개발하여 관련 시장에서의 적용을 통한 기술 지원은 안전한 식생활을 확보하기 위해 시급히 요구되는 기술임

제 3 절. 연구개발 범위

1. 천연 항균 복합 조성물 개발

- 천연 항균 복합조성물 개발
 - 국내외 문헌 및 선행 연구를 통한 후보물질 기준 설정 및 개발 : 주관기관이 선발한 천연 항균 소재인 감초추출물, 녹차추출물, 로즈마리추출물, 후레쉬-엠, 겨자정유, 폴리리신, 키토산, 유카추출물의 최적 살균 소독력 평가로 후보 물질 선발
 - 국내외 문헌을 통한 항균소재 선발 및 살균소독력 자료를 확보하여 최적 항균 소재를 선발함
 - 항균 활성 기반 대상 농식품 및 위해 미생물 적용 후보 조성물 선발 : 대상 농식품 및 식품 생산 현장의 주요 오염 원인균을 분석하고 이를 제어할 수 있는 최적 항균 조성물을 개발함
 - 농식품 세척용 후보 천연 항균 복합 조성물 개발 : 천연 항균 소재 및 유기산 조합으로 야채 및 과일의 주 오염균인 내열성세균(*Bacillus* 등) 제어가 가능한 항균 복합 조성물을 제형화함
 - 표면 살균/소독용 천연 항균 복합 조성물 개발 : 식품 제조 작업장 및 작업자 손 세척용의 살균 소독제는 천연 항균 소재 및 유기산 조합으로 식품 제조 작업장에서 오염되기 쉬운 진균류 및 일부 세균류 제어가 가능한 항균 복합 조성물로 제형화함
 - 살균소독력 시험 및 항균활성 측정
 - 살균소독력 시험 : 식품첨가물공전, 4 일반시험법, 37 살균소독력시험법에 기준하여 실시함
 - 항균활성 분석 : CLSI guideline 으로 항균력 측정을 실시함
- 항균 조성물 제형화
 - 항균 조성물 제형화 및 제형/효능 안정성 평가 : 천연 항균 소재는 대부분 지용성을 띄므로 살균 소독제로 사용할 수 있는 수용성으로 제형화 함. 알콜, 글리세린, 적합 유화제 적용 및 유기산과의 적정 함량 선정으로 제형화함. 제형의 온도, 빛, 유통기간 및 살균소독력에 대한 안정성을 확인하고 이에 적합한 제형으로 최적화함
 - 원료 최적화 : 항균 소재 keybase를 생산하기 위한 원물 및 추출물의 유효성분과 물성 규격을 최적화하며, 이에 적합한 원물을 확보함
- 항균 소재 Keybase 대량 생산공정 개발
 - 천연 항균 소재 Keybase 생산을 위한 Pilot scale-up & Plant scale-up 공정 개발
 - 항균 소재의 유효성분과 물성 규격에 적합하며 경제성을 고려하여 유효성분을 최대한 회수할 수

있는 추출 및 조정제 공정을 확립함

- Pilot scale-up & Plant scale-up 공정 개발 : Pilot scale-up은 원물 100-200kg을, Plant scale-up은 원물 500-1000kg 을 가공할 수 있는 최적 생산 공정을 확립함

○ 천연 향균 복합 조성물 시제품 제조

- 농식품 생산 공정 및 설비에 최적의 향균 조성물 제형 및 안정성 평가
 - 향균 조성물이 처리할 농식품 및 생산 설비에 따라서 제형이 부적합할 수 있으므로, 현장 처리가 용이한 물성 및 안정한 효능으로 최적화함
- 안전성 평가
 - 최종 천연 살균/소독제 조성물의 안전성 평가로 세포독성테스트 및 Ames test를 공인기관에서 실시함
- 장기 유통 안정성 평가 및 향균력 공인 인증 평가
 - 유통 시 효능과 물성에 영향을 줄 수 있는 온도, pH, 빛, 유통 시간에 따른 안정성을 향균력으로 확인함
 - 최종 시제품의 향균력/살균력을 KTR 공인인증시험을 실시함

2. 신선 농산물의 원물 및 공정 단계별 채소류의 미생물학적 품질 특성 평가

- 미생물학적 품질 특성 평가는 미생물학적 품질 평가는 식품공전(2016)에 따라 신선편의 식품에서 규정에 의거하여, 대장균, 황색포도상구균, 바실러스 세레우스, 클로스트리디움 퍼프린젠스는 정량 분석을 수행하며, 살모넬라 (*Salmonella* spp.), 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*), 장출혈성 대장균 (*Enterohemorrhagic Escherichia coli*) 등은 정성분석을 수행함. 병원성 미생물외에 일반세균수, 대장균군, 대장균 등에 대한 분석도 수행하여 전체적인 미생물학적 품질을 평가함.
- 상재 미생물의 균집 평가는 수집된 시료를 평판배지에서 집락수가 25~250 cfu/plate 된 플레이트를 골라 성장한 모든 집락을 MALDI-TOF MS를 이용한 미생물 동정장비로 동정함. 이 장비를 이용하면 추가적인 과정없이 빠른 시간에 동정이 가능하여 성장이 가능한 상재 미생물에 대한 분석이 가능함.
- 신선 농식품 제조 공정 사용 전후 설비, 기구 및 환경면에서 용수, 설비 표면 등에 대해 미생물학적 특성을 으로 평가하여, 작업 공간의 CIP (Clean in place), WIP (Washing in place), COP (Clean out of place) 세척 정도를 평가하기 위한 미생물군/특성의 지표를 설정하고, 개발된 세척 기술이나 천연 향균 복합 조성물을 이용하여 활성(생육 억제, 바이오필름 형성 억제/지연 등)을 분석함.

3. 신선 농산물 처리용 장치 제작

- 나노-마이크로 버블 장치 제작 및 최적화
 - 신선농식품 세척/살균 시스템 장착을 위해 가압다단믹서 기반으로 침수 순환 및 미세 강력 분사 방법으로 버블 크기가 0.1-10 μm 인 나노-마이크로 버블을 대용량에서 발생하도록 하여 제작함.

- 본 장치에서 발생시킨 버블과 일반 기포와 비교하여 나노- 마이크로 버블의 표면 전하, 크기 등의 분포를 평가하고, 용존 산소 및 지속시간을 분석하며, 농식품 적용 가능성 평가하기 위해 세척력 및 미생물 저감 효율을 평가함
- 나노-마이크로 처리 최적화 및 처리 효율 조건 최적화는 신선 농식품에 적합한 나노- 마이크로 버블 생성 조건을 최적화하여 세척 및 위해미생물 제어에 활용함. 또한 주입 기체에 대한 영향을 평가하여 최적의 조건을 설정함.

4. 식품 세척, 살균/소독 통합 시스템 최적화

- 신선 농식품의 신선도 및 안전성 확보를 위한 친환경 세척 기술로 나노-마이크로 버블 시스템을 적용한 세척 기술은 선행 연구를 통하여 활성을 확인하였으며, 본 연구를 통하여 장치를 제작하는 협동기관과 공동으로 최적의 조건을 설정함. 나노-마이크로 버블의 크기와 처리 시간 등에 따른 최적 조건 설정 등은 세척물의 신선도 평가를 위하여 조직손상도, 세척효과, 살균 및 품질변화 억제효과를 동시에 분석함.
- 시스템 조합 및 평가
 - 나노-마이크로버블, 천연 향균 복합 조성물, 물리 화학적 기술의 조합방법 연구
 - 평가방법 : 생리특성 억제효과, 조직손상도, 살균효과, 품질변화 억제효과, 신선도 연장효과, 세정효과 등
- 현장 실증실험 및 효과분석 :
 - 개발된 단위기술은 실증실험을 거쳐 개발기술의 가능성을 타진하고 문제점을 feed-back하여 개발기술의 기초로 삼음.
 - 분석 : 수확 후 생리특성 억제효과, 조직손상도, 살균효과, 품질변화 억제효과, 신선도 연장효과, 세정효과
- 신선 농식품 신선도 관련 품질 평가는 AOAC 등 공인된 방법으로 소속 대학과 협동기관이 공동으로 수행하며, 필요한 경우 외부 전문 분석 기관의 의뢰함.

5. 신선 농식품 전처리 및 가공 공정·기구 표면 살균/소독을 위한 공정표준화

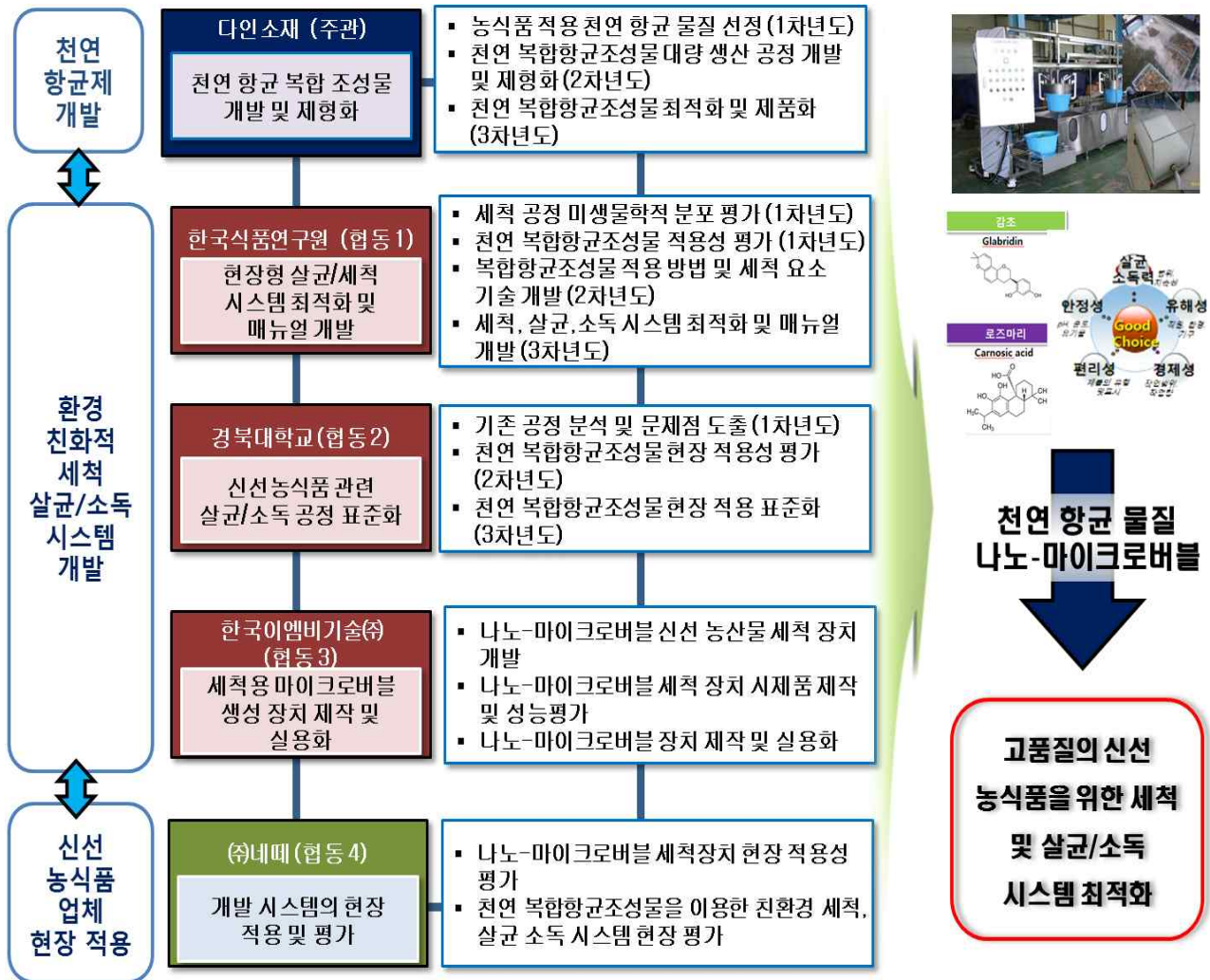
- 신선 농식품의 세척 및 살균/소독 공정의 적용성 평가 및 표준화함
- 기존 신선 농식품의 세척살균 공정조사 분석 및 문제점 도출 : 신선 농식품의 세척살균 공정을 중심으로 한 중요 품목별 살균효과 및 신선도 연장 효과를 분석하고 개발 기술의 적용에 따른 공정 표준을 도출
 - 현장실증시험 : 협동연구기관인 (주)네메의 생산라인을 활용
 - 품목별 맞춤 매뉴얼 개발 : 최적 공정등을 고려하여 공장관리와 위생관리를 위한 현장 매뉴얼 작성

제 2 장. 연구수행 내용 및 결과

제 1 절. 연구개발의 추진전략, 추진체계 및 추진 일정

1. 연구 개발의 추진전략

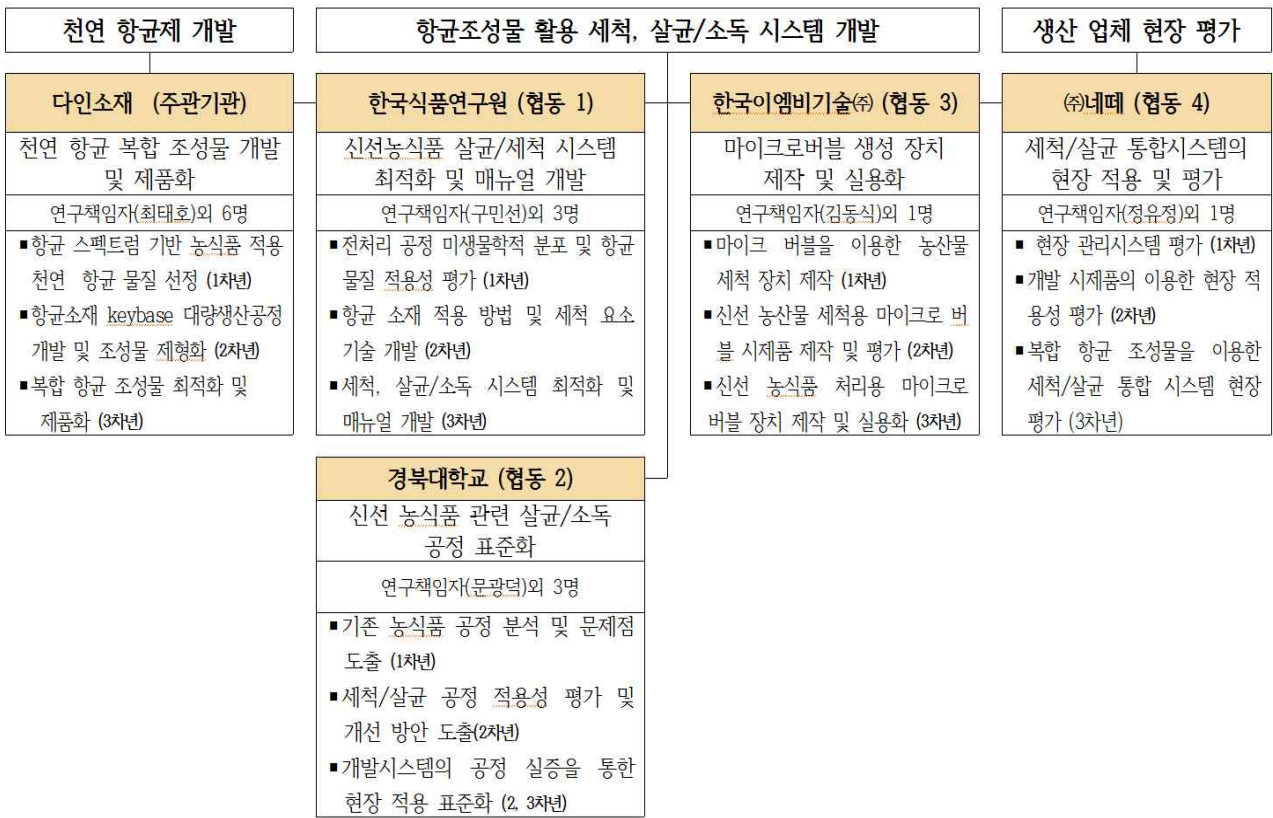
본 연구에서는 농식품의 살균 및 식품 공정 및 기기의 소독용 향균 조성물을 개발하고 이를 식품 생산 현장에 적용하고자 5개 협동 연구 기관이 상호 보완적으로 연계하여 효율적인 목표 달성 전략을 추진하고자 함



2. 연구 개발의 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	식품공정, 기기 위생을 위한 천연항균 복합 조성물 및 활용 기기 개발	주관연구책임자 (최태호)외 총 20명

기관 별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중소기업	3	12
대 학	1	3
출 연 (연)	1	6



- 본 과제에서 개발하고자 하는 천연 복합 조성물을 활용한 친환경 세척, 살균/소독 시스템은 미생물학적 안전성과 채소류 (엽채류, 근채류, 과채류)의 유형별 특징을 분석하여, 각기 품목별로 품질 손상을 최소화하여 신선도를 유지하면서 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 현장형 세척 및 살균/소독 시스템을 개발하고자함.

3. 연구 개발의 추진일정

가. 1차년도

1차년도														연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	문헌 및 선행연구를 통한 후보물질 선발													88,000	최태호 (다인소재)
2	후보 조성물 선발														
3	농식품 세척용 항균 복합 조성물 개발 (2종)														
4	표면 살균/소독용 항균 복합 조성물 개발 (2종)														
5	조성물 적용 방법 및 조성물 최종 선발														
6	대상 농식품 공정단계별 생물학적 품질 특성 평가													60,000	구민선 (식품연)
7	공정/설비 오염 및 미생물군 평가														
8	상재 미생물군 평가 및 제어/지표 미생물 설정														
9	현장에서의 세척 및 살균방법의 선정													30,000	문광덕 (경북대학교)
10	현장에서의 세척 및 살균방법별 문제점 도출 (살균력 및 품질기반)														
11	실험실 규모 나노-마이크로 버블 장치 설계 및 제작													47,000	김동식 (한국이엠비 기술(주))
12	나노-마이크로 버블 크기 선정 및 분석법 확립														
13	세척력 및 미생물 제거 효율 평가														
14	나노-마이크로 버블 장치 운전 최적화														
15	기존 관리시스템의 안전성 자체 평가													15,000	정유정 (주)네떼
16	농식품의 신선도 유지 자체 평가														

나. 2차년도

2차년도														연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	항균 소재 keybase 대량생산공정 개발	■	■	■	■	■	■	■						144,500	최태호 (다인소재)
2	항균 조성물 제형화		■	■	■										
3	항균 조성물 제형 안정성 평가				■	■	■	■	■						
4	항균 조성물 효능 안정성 평가					■	■	■	■	■					
5	원료 최적화								■	■	■	■	■		
6	항균복합 조성물 천연 항균 조성물 평가	■	■	■	■	■	■							110,000	구민선 (식품연)
7	복합 조성물의 현장 적용 방법 개발				■	■	■	■	■	■					
8	공정 살균 증대용 세척 요소 기술 개발							■	■	■	■				
9	세척 요소기술 적용성 평가									■	■	■	■		
10	염소수 대비 살균 및 조직 손산도 등 신선도 연장효과 비교 분석 (품목별)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60,000	문광덕 (경북대학교)
11	품목별 적용 가능한 최적 조건 확립									■	■	■	■		
12	나노-마이크로 버블 시스템 제작 및 설치	■	■	■	■									68,500	김동식 (한국이엠비 기술(주))
13	농식품을 대상으로한 효능 평가립		■	■	■	■									
14	세척 및 미생물 저감 처리 효율 평가				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
15	나노-마이크로 버블 장치 운전 최적화										■	■	■		
16	신선농식품 공정 단계별 미생물학적 품질평가	■	■	■	■	■	■	■	■					17,000	(네떼(주))
17	개발 시제품 현장 평가								■	■	■	■	■		

다. 3차년도

3차년도																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	항균 조성물의 현장적용 안정성 평가	■	■	■	■	■									144,500	최태호 (다인소재)
2	항균 조성물 시제품 제조			■	■	■	■									
3	항균 조성물 안전성평가				■	■	■	■								
4	항균 조성물 효능 공인인증평가						■	■	■							
5	통합처리 시스템 살균/소독 활성화 평가								■	■	■	■	■			
6	세척 요소기술의 현장 적용성 평가	■	■	■	■	■									110,000	구민선 (식품연)
7	대상 식품별 세척 및 살균/소독 현장 적용				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
8	개발 시스템의 현장 검증 및 최적화						■	■	■	■	■	■	■			
9	신선 농식품 세척 및 살균/소독 공정 표준화							■	■	■	■	■	■			
10	개발 시스템의 품목별 매뉴얼 개발									■	■	■	■			
11	개발 기술을 활용한 공정 실증 평가	■	■	■	■	■	■	■							60,000	문광덕 (경북대학교)
12	개발 공정의 표준화 및 매뉴얼 작성							■	■	■	■	■	■			
13	현장 선정 및 대상 특성 평가	■	■												68,500	김동식 (한국이엠비 기술(주))
14	현장용 나노-마이크로버블 장치 제작 및 설치		■	■	■	■	■									
15	세척력 및 미생물 저감 연속 처리 효율 평가				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
16	도면 표준화, 취급 설명서, 기술인증등 완료								■	■	■	■	■			
17	나노-마이크로버블 장치 운전 자료 확보								■	■	■	■	■			
18	대상식품의 세척효율 평가	■	■	■	■	■	■	■	■						17,000	정유정 (네떼(주))
19	항균 복합 조성물을 이용한 미생물 제거 활성 현장 평가							■	■	■	■	■	■			

제 2 절. 세부과제별 연구수행 내용

I. 주관기관 ((주) 다인소재) : 천연항균복합조성물 개발 및 제형화

1. 추출물 제조 및 소재 정보

가. 로즈마리 추출물 제조

건조한 로즈마리 잎을 믹서기로 분쇄한 후, 100g에 80%(v/v) 에탄올을 8배수(w/w)로 첨가하고, 30 ~40℃에서 180rpm으로 12시간 동안 진탕 추출한 다음 여과(Whatman No,2 filter paper) 및 농축하였음

나. 녹차 추출물 제조

분쇄한 볶은 녹차잎 100g에 증류수를 8배수(w/w) 첨가한 다음, 90℃로 3시간 동안 열수 추출하였다. 이를 여과(Whatman No,2 filter paper)한 후 농축한 다음 동결건조하여 수분을 완전히 제거한 후 막자사발에 갈아서 분말화 하였음.

다. 글리세린지방산에스테르 혼합물 제조

글리세린 모노카프릴레이트(glycerin monocaprylate, 2,3-dihydroxypropyl Octanoate), 글리세린 모노카프레이트(glycerin monocaprinate, 2,3-dihydroxypropyl decanoate), 글리세린 모노라우레이트(glycerin monolaurate, 2,3-dihydroxypropyl dodecanoate)를 1 : 1 : 1(중량비)로 혼합한 다음, 이를 90 ~ 100℃에서 가온하여 녹이고, 이 혼합액과 글리세린을 1 : 4(중량비)로 혼합한 후 2,500 ~ 3,000rpm의 호모믹스로 고속 유회하였음.

라. 감초 추출물 제조

감초 뿌리에 80% 주정을 1:4(w/w) 비율로 첨가하여 50℃ 이상 온도에서 8시간 이상 2회 추출하였음. 이 추출물을 Norit사의 KB-G를 1% (w/w) 처리하여 탈색한 다음, 0.8 μ m 여과포로 여과하여 활성탄을 제거하고, 분무 건조기로 농축하고 50℃에서 24시간 동안 건조하여 수분을 제거하여 감초 추출물을 제조하였음.

마. 구연산

citric acid 함량 99.99%의 식품원료 구연산을 사용함.

바. 폴리리신

폴리리신은 치소(Chisso Corp., Tokyo, Japan)사의 제품을 사용하여 50%함량의 입실론 폴리리신을 사용함.

2. 최소억제 농도 (MIC) 3,000ppm 이하 식품용 항균 소재 선발

(1) 실험방법

- 일본 자회사 및 식품기술 고문을 활용한 선진국 항균 및 살균/소독 소재 정보를 확보하였으며, 유럽 푸드밸리의 최신 항균 및 보존 기술 정보를 토대로 과제를 수행하였음.
- 최근 5년간 미국, 유럽, 일본, 한국 특허/논문 검색(Thomson Innovation database, NDSL, Sciencedirect, PubMed 등 활용)하여 최신정보를 획득하였음.
- MIC(Minimum inhibitory concentration) test의 방법은 CLSI, microdilution method방식을 기준으로 실험을 진행하였으며, *Bacillus cereus* ATCC 21772, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 10536, *Candida albicans* ATCC 10231, *Aspergillus niger* ATCC 16404에 대해 MIC test를 실시하였음.

(2) 실험 결과

- 2,500종 식물추출물 라이브러리 항균활성 스크리닝을 실시하여 15종 추출물 중 항균활성이 강한 최종 3종 식물추출물인 감초추출물, 로즈마리 추출물, 녹차 추출물을 선발하였음. 식품 소재 중 항균활성이 강한 항균소재 3종인 글리세린지방산에스테르(항균 유화제), 구연산, 폴리리신을 선발하였음. Table 1-1).

Table 1-1. 식품 항균 소재 MIC test 결과

번호	항균소재	MIC (ppm)				
		<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. niger</i>
1	감초추출물	125	200	>10,000	>10,000	>10,000
2	로즈마리 추출물	200	200	4,000	2,000	4,000
3	녹차 추출물	500	500	3,000	>10,000	>10,000
4	글리세린지방산 에스테르	300	300	5,000	500	250
5	구연산	2,500	2,500	2,500	>10,000	>10,000
6	폴리리신	62.5	62.5	250	125	250

3. 천연 항균 후보 조성물 살균소독력 검증

(1) 실험방법

○ 살균소독력 시험법

- 간섭물질 1 ml 및 시험균주 현탁액 1 ml 를 첨가하여 즉시 혼합하고 2분간 방치(20℃)한 뒤, 시험용액 8 ml를 첨가하여 혼합하여 20℃에서 5분간 반응하였음. 앞의 반응혼합액 1 ml

를 취하여 중화제 8 ml와 물 1 ml 가 들어있는 시험관에 넣고 5분간 중화시켰음. 중화반응액 1ml 씩 2매의 패트리접시에 각각 넣고 멸균이 완료된 후, 미온으로 식힌 TSA 배지에 Loding 시킨 후, 36°C 배양하였음. 실험에 사용된 시험균은 *Escherichia coli* ATCC 10536과 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538이다. 중화제는 3%(v/v) 폴리소르베이트80, 4 g/L 라우릴설페이트염(sodium lauryl sulfate)과 3 g/L 레시틴 함유 용액을 멸균하여 제조하였으며, 간섭물질은 효모추출물 100 g/L 용해한 뒤, NaOH 이용하여 pH 7.0±0.2 조정 후 121°C, 15 분 멸균한 것을 사용하였음. 생균수 계산은 아래와 같은 계산식을 이용하여 구하였음.

$$- \text{생균수(cfu/ml)} = \text{집락수의 합} / (\text{반복수} \times \text{희석배수}(10^{-1}) \times \text{샘플의 부피})$$

(2) 실험 결과

- 7종의 향균 소재에 대한 살균소독력 검증 결과 (Table 1-2) 일반 향균 활성(MIC값)과 살균소독 활성과는 차이가 있었으며, 살균소독력은 향균 활성 작용기작에 더 많은 영향을 받는 것으로 사료됨. 대상 시험균주인 *E. coli*와 *S. aureus*에 대하여 살균소독력을 측정된 결과, 로즈마리 추출물 0.1% 이하, 구연산과 글리세린지방산에스테르 1% 이하 농도에서 99.999% 살균소독력을 나타냄. 로즈마리 추출물을 key base로 하여 구연산과 글리세린지방산에스테르를 조성물 제작 시 살균소독력 상승효과가 예상됨
- 고효성의 세 가지 소재인 로즈마리 추출물과 구연산, 글리세린지방산에스테르를 조합한 향균 복합 조성물은 가격 및 품질 경쟁력 갖춘 global 살균소독제 제품의 원료로서 충분한 가치가 있다고 판단됨

Table 1-2. 식품 향균 소재 살균소독력 검증

Strain	Sample	시험균현탁액 균수	살균소독력 (%)			비고
			0.10%	1%	10%	
<i>E. coli</i> ATCC 10536	폴리리신	1.46x10 ⁸	TNTC	TNTC*	>99.999%	
	감초추출물	1.89x10 ⁸	TNTC	TNTC	TNTC	
	녹차추출물	1.04x10 ⁸	TNTC	TNTC	>99.999%	
	글리세린지방산 에스테르	1.69x10 ⁸	TNTC	>99.999%	>99.999%	
	구연산	1.60x10 ⁸	TNTC	>99.999%	>99.999%	
	로즈마리추출물	1.66x10 ⁸	>99.999%	>99.999%	>99.999%	
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	폴리리신	9.12x10 ⁷	TNTC	TNTC	>99.999%	
	감초추출물	1.18x10 ⁸	TNTC	TNTC	TNTC	
	녹차추출물	1.00x10 ⁸	TNTC	TNTC	99.983%	
	글리세린지방산 에스테르	5.65x10 ⁷	TNTC	TNTC	99.840%	
	구연산	9.70x10 ⁷	TNTC	>99.999%	>99.999%	
	로즈마리추출물	8.50x10 ⁷	>99.999%	>99.999%	>99.999%	

* TNTC : Too Numerous To Count

4. 선발된 천연 추출물의 유효성분 동정 및 살균소독력 확인

(1) 실험방법

○ Key base 로즈마리 추출물의 유효성분 분석 (UPLC-MS)

- LCQ Fleet™ Ion Trap Mass Spectrometer 시스템에 YMC- UltraHT Pro C18 (50x2.0 mm, 2 um) 칼럼을 장착하고, 0.1% 개미산이 함유된 62% 아세톤나이트릴을 분당 0.5ml로 용리하여, UV 200nm ~ 400nm 파장으로 검출하였음

- 분자량 측정은 ESI 방식으로 capillary 온도는 275°C, 이온소스는 5kV를 유지하여, 양이온 모드 capillary 볼트는 45V, 음이온 이온 모드는 -15V로 검출하였음

○ Key base 로즈마리 추출물의 유효 성분 에 대한 기시법 확립(HPLC법)

-Waters 2695와 996 시스템에 YMC ODS-A (150x4.6 mm, 3 um) 칼럼을 장착하고 0.1% 개미산이 함유된 60% 아세톤나이트릴을 분당 1.0ml로 용리하여, 200~400nm 파장으로 검출하였음.

(2) 실험 결과

가) 로즈마리 추출물의 유효성분 규명

○ 로즈마리 추출물의 UPLC chromatogram 분석 결과 칼럼 머무름 시간 5분에서 UV와 LC-MS chromatogram에서 주요 물질이 용리되는 것을 확인하였고, 이 물질은 λ 280nm 에서 가장 강한 높은 흡광도를 갖는 것으로 보아 페놀그룹을 함유하고 있는 물질로 예측됨 (Figure 1-1)

○ 머무름 시간 5분에서 주요 이온의 분자량 측정 결과 음이온 모드에서 m/z 331.2의 물질로 확인되었으며, 이 물질에 대한 문헌 조사 결과 carnosic acid로 규명됨 (Figure 1-3). Carnosic acid는 소수성이 강한 diterpene계열의 물질로 세균에서부터 곰팡이까지 넓은 항균 스펙트럼을 갖고 있으며, 항산화 및 항암작용 등 다양한 생리활성 기능이 있는 것으로 보고되었으나, carnosic acid의 살균소독력에 대한 연구보고는 전무함.

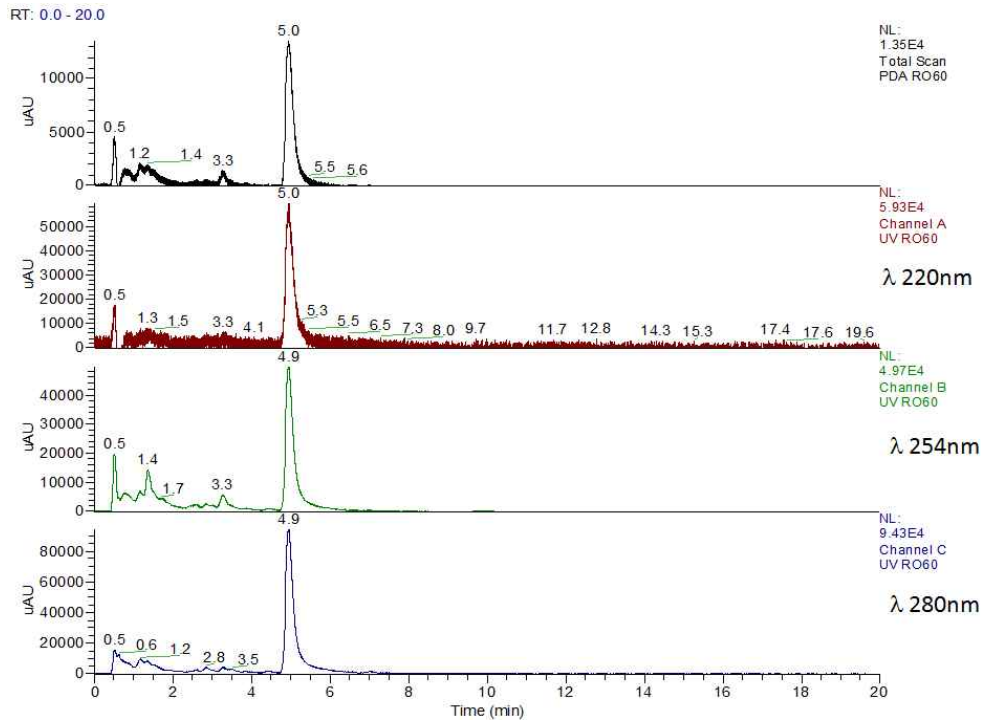


Figure 1-1. 로즈마리 추출물 UPLC chromatogram

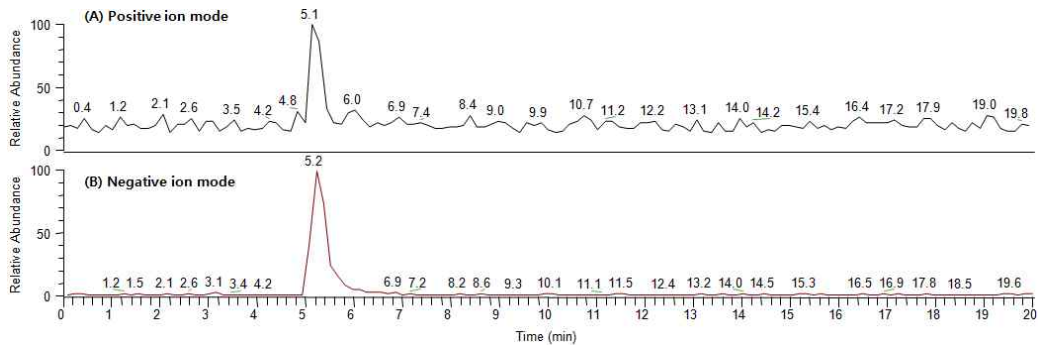


Figure 1-2. 로즈마리 추출물 UPLC-mass spectrum. (A) 양이온 모드, (B) 음이온 모드

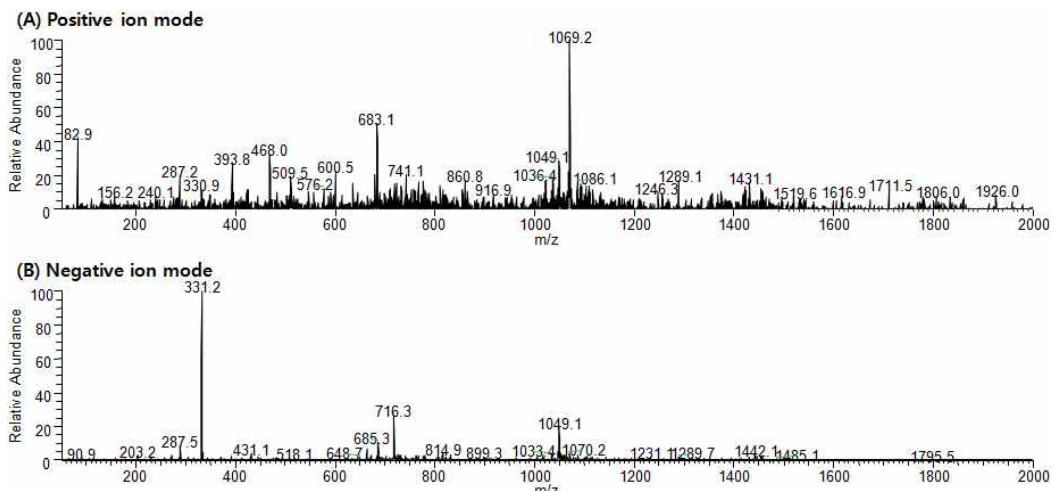


Figure 1-3. 갈릭 머무름 시간 5분 이온의 mass spectrum (A) 양이온 모드, (B) 음이온 모드

나) 로즈마리 추출물의 유효성분 carnosic acid에 대한 HPLC 기시법 확립

- 기시법의 적정성 확인을 위하여 Sigma사의 carnosic acid (S/N. 91209)로 standard curve 및 직선성과 검출한계를 측정한 결과, 4개의 농도로 standard curve의 직선성(R^2)은 1로 나타났으며, UV에서 검출한계는 UV λ 280nm에서 최소 10 ppm에서 최대 2,000 ppm을 검출할 수 있었다.
- Key base인 로즈마리 추출물을 YMC ODS-A (150 x 4.6 mm, 3 μ m) 칼럼으로 분석한 결과, carnosic acid가 15분에서 용리되고 base line 수준에서 겹치는 물질이 전혀 없음을 확인하여 기시법을 확립하였으며(Figure 1-5), 로즈마리 추출물의 carnosic acid 함량 분석 결과 20% 함유하고 있음을 확인하였음.

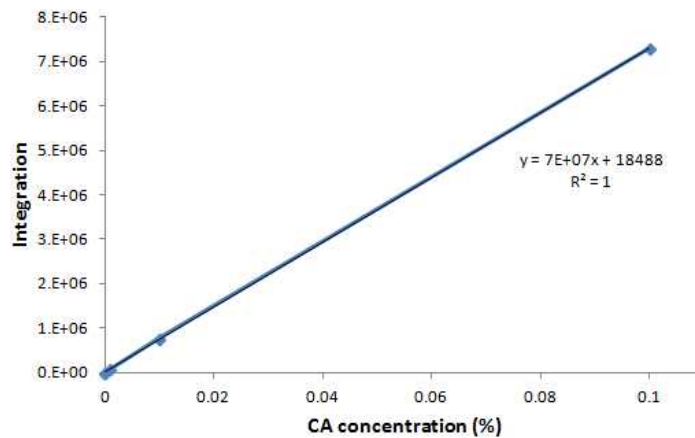


Figure 1-4. Carnosic acid의 standard curve

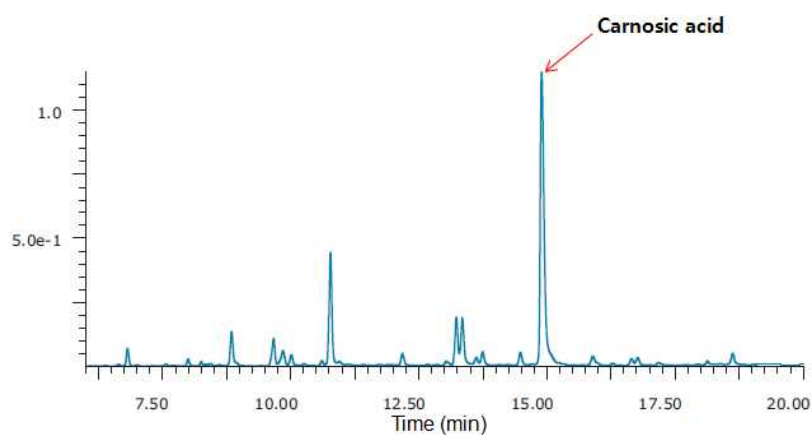


Figure 1-5. 로즈마리 추출물 HPLC chromatogram

다) 감초 추출물의 유효성분 규명

- 감초 추출물의 HPLC chromatogram 분석 결과 칼럼 머무름 시간 11.14분에서 UV와

LC-MS chromatogram에서 주요 물질이 용리되는 것을 확인함 (Figure 1-6)

- 머무름 시간 11.14분에서 주요 이온의 분자량 측정 결과 양이온 모드에서 m/z 325, 음이온 모드에서 m/z 323의 물질로 확인되어 m/z 324의 분자량을 갖는 물질로 예상되었으며, 감초 추출물에 대한 문헌 조사 결과 glabridin으로 규명되었음(Figure 1-8). Glabridin은 소수성이 강한 이소플라본 계열의 물질로 항산화능과 피부 미백, 항균, 항염, 신경보호, 항동맥경화 등의 다양한 생리활성이 보고되었으나, glabridin의 살균소독력에 대한 연구보고는 전무함.

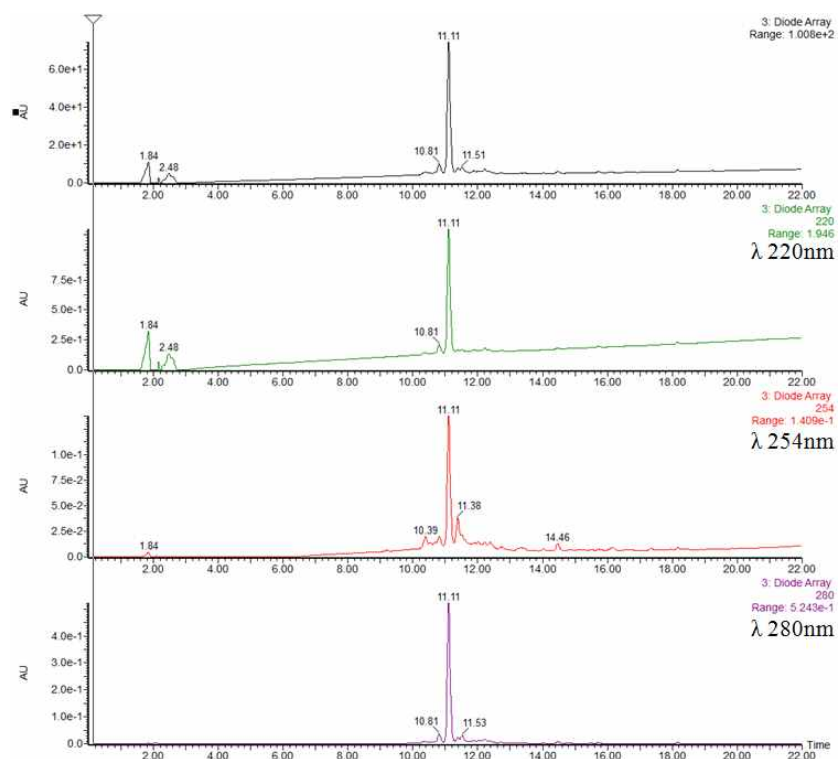


Figure 1-6. 감초 추출물 HPLC chromatogram

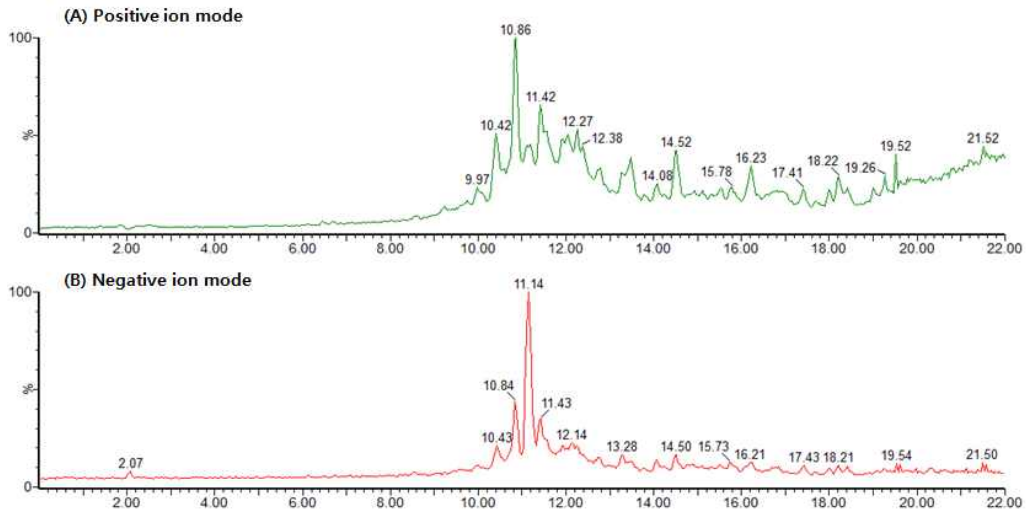


Figure 1-7. 감초 추출물 HPLC-mass spectrum. (A) 양이온 모드, (B) 음이온 모드

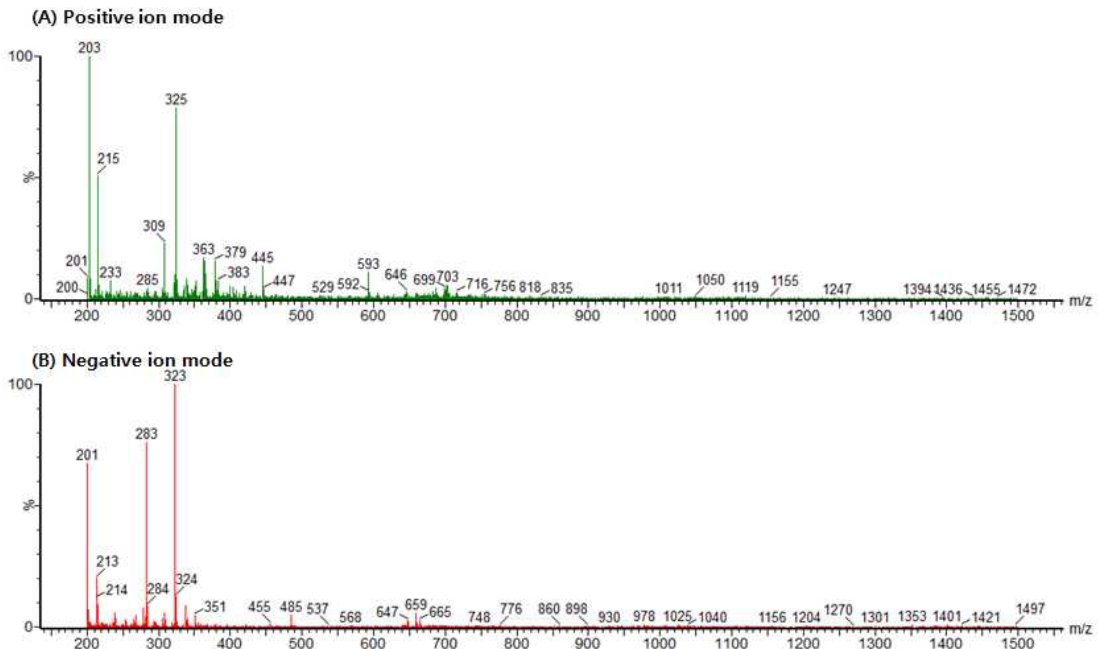


Figure 1-8. 칼럼 머무름 시간 5분 이온의 mass spectrum (A) 양이온 모드, (B) 음이온 모드

라) 감초 추출물의 유효성분 glabridin에 대한 HPLC 기시법 확립

○ 기시법의 적정성 확인을 위하여 Sigma사의 glabridin (S/N. G9548)로 standard curve 및 직선성과 검출한계를 측정된 결과, 4개의 농도로 standard curve의 직선성(R^2)은 0.9989로 나타났으며, UV에서 검출한계는 UV λ 220nm에서 최소 5 ppm에서 최대 500 ppm을 검출할 수 있었음.

○ 감초 추출물을 YMC ODS-A (150 x 4.6 mm, 3 μ m) 칼럼으로 분석한 결과, glabridin이

11.5분에서 용리되고 base line 수준에서 겹치는 물질이 전혀 없음을 확인하여 기시법을 확립하였음(Figure 1-10). 감초 추출물의 glabridin 함량 분석 결과 3.3% 함유하고 있음을 확인함.

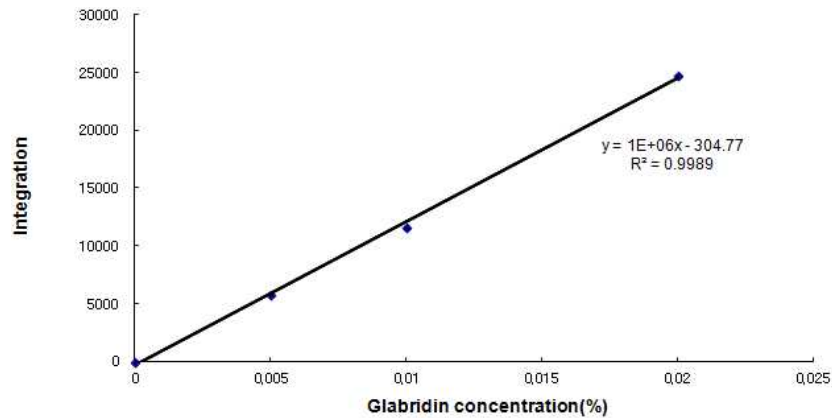


Figure 1-9. Glabridin의 standard curve

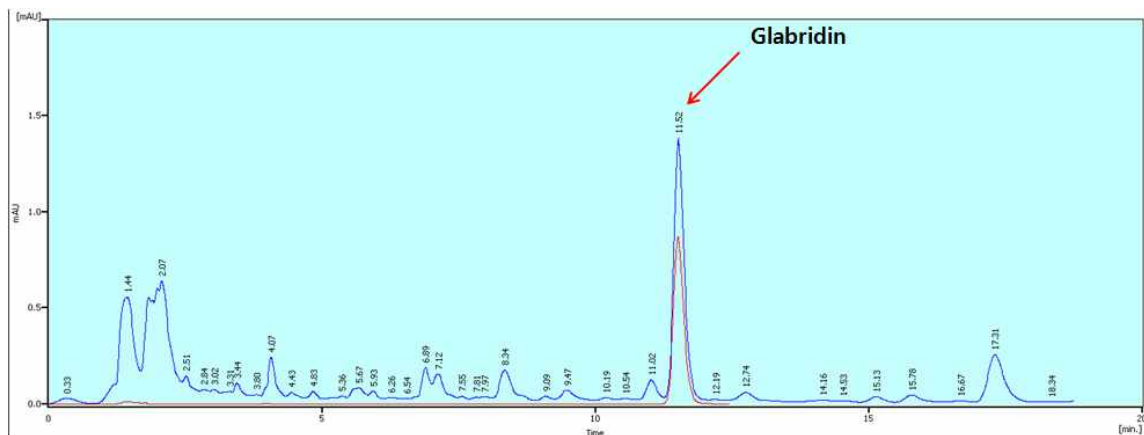


Figure 1-10. 감초 추출물 HPLC chromatogram

마) Carnosic acid와 glabridin의 살균소독력 확인

- Carnosic acid와 glabridin의 살균소독력 검증은 Sigma사의 carnosic acid (S/N. 91209)와 glabridin (S/N. G9548)을 구매하여 사용하였으며, 로즈마리 추출물 중 주요 성분 중 하나로 알려진 carnosol (S/N. C9617)의 살균소독력도 확인하였음. 또한 살균소독력과 항균력의 차이를 명확하게 구분하고자 현재 시판중인 항생제 겐타마이신(gentamicin sulfate, S/N G1914), 푸시딘산(fusidic acid, S/N F0881), 바시트라신(bacitracin, S/N 11702), 엠피실린(ampicillin trihydrate, S/N A6140), 반코마이신(vancomycin hydrochloride, S/N V1130)을 대조구로 하여 살균소독력을 비교하였음.
- Table 1-20의 결과에 나타나듯이 카르노식산은 200 ppm 이상의 농도에서 *E. coli*와 *S. aureus* 두 균주 모두에 대하여 5분 이내에 99.999% 이상의 살균소독력을 보였으며, 그람

양성균이나 그람음성균에 대한 특이성이 없는 것으로 나타났으며, 카르노졸은 500 ppm 이상 농도에서 두 균에 대하여 99.999%이상의 살균소독력을 보였으며, 그람양성균이나 그람음성균에 대한 특이성이 없는 것으로 나타났음

- 글라브리딘의 경우 *E. coli*에 대해서 500 ppm 이상에서 *S. aureus* 대해서는 200 ppm 이상에서 99.999% 이상의 살균소독력을 보여 그람양성균인 *S. aureus*에 대하여 다소 강한 선택성이 있는 것을 확인하였음.
- 반면 상용중인 5종의 항생제 겐타마이신, 푸시딘산, 바시트라신, 엠피실린, 반코마이신 살균소독력 측정 결과, 5종의 항생제 모두 시험 균주에 대하여 5분 이내에 99.999%이상의 살균소독력이 없음을 확인함.
- 따라서, carnosic acid, carnosol과 glabridin은 기존 항생제들과는 다른 미생물 살균 작용 기작을 갖고 있으며 이로 인하여 기존 항생제들 보다 현저히 짧은 미생물 시간사멸속도를 갖는 것을 확인하였으며, 로즈마리 추출물과 감초 추출물의 살균소독력은 carnosic acid, carnosol과 glabridin의 살균소독력에 의하여 기인하였다는 사실을 최초로 증명함.

Table 1-3. 카르노식산, 카르노졸, 글라브리딘 및 항생제 5종의 살균소독력 비교

적용균	시험균주현탁액 (cfu/ml)	시험물질	함량 (ppm)	살균소독 후 생균수 (cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i>	2.13x10 ⁸	carnosic acid	100	>3 x 10 ³	99.971
			200	<1.5 x 10 ²	>99.999
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		carnosol	100	>3 x 10 ³	99.952
			200	>3 x 10 ³	99.981
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		glabridin	100	>3 x 10 ³	99.976
			200	>3 x 10 ³	99.983
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		겐타마이신	100	>3 x 10 ³	TNTC
			200	>3 x 10 ³	TNTC
			500	>3 x 10 ³	TNTC
		푸시딘산	100	>3 x 10 ³	TNTC
			200	>3 x 10 ³	TNTC
			500	>3 x 10 ³	TNTC
		바시트라신	100	>3 x 10 ³	TNTC
			200	>3 x 10 ³	TNTC
			500	>3 x 10 ³	TNTC
		엠피실린	100	>3 x 10 ³	TNTC
			200	>3 x 10 ³	TNTC
			500	>3 x 10 ³	TNTC
		반코마이신	100	>3 x 10 ³	TNTC
			200	>3 x 10 ³	TNTC
			500	>3 x 10 ³	TNTC

<i>S. aureus</i>	1.87x10 ⁸	carnosic acid	100	> 3 x 10 ³	99.988
			200	<1.5 x 10 ²	>99.999
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		carnosol	100	> 3 x 10 ³	99.913
			200	> 3 x 10 ³	99.975
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		glabridin	100	> 3 x 10 ³	99.984
			200	<1.5 x 10 ²	>99.999
			500	<1.5 x 10 ²	>99.999
		젠타마이신	100	> 3 x 10 ³	TNTC
			200	> 3 x 10 ³	TNTC
			500	> 3 x 10 ³	TNTC
		푸시딘산	100	> 3 x 10 ³	TNTC
			200	> 3 x 10 ³	TNTC
			500	> 3 x 10 ³	TNTC
		바시트라신	100	> 3 x 10 ³	TNTC
			200	> 3 x 10 ³	TNTC
			500	> 3 x 10 ³	TNTC
		엠펜실린	100	> 3 x 10 ³	TNTC
			200	> 3 x 10 ³	TNTC
			500	> 3 x 10 ³	TNTC
		반코마이신	100	> 3 x 10 ³	TNTC
			200	> 3 x 10 ³	TNTC
			500	> 3 x 10 ³	TNTC

※ TNTC : Too Numerous To Count

5. 향균 소재 Key base 대량 생산 공정 개발

(1) 실험방법

- 추출 주정 함량, 추출 용매량, 추출 온도, 원가 절감을 위한 원물 확보 방안, 추출 시간, 탈색용 활성탄 농도, MPLC 정제법 등 각 단계별 최적 조건을 결정하여 제조공정도 확립함
- 천연 향균 소재의 유효성분 및 물성 규격 확인을 통해 유효성분 최대 확보를 통한 Pilot scale-up & Plant scale-up 공정 개발

(2) 실험 결과

가) 로즈마리 추출물 대량 생산 공정 개발

○ 1차 추출물 제조

건조된 로즈마리 전초에 80% 주정을 첨가하고 실온에서 24시간 동안 추출 및 여과 후 농축 건조하였으며, 로즈마리 추출건조물을 80% 주정으로 재 용해하여 Norit사의 활성탄 KB-G를 4~6%(w/w) 처리한 후 1시간 동안 교반한 다음, 활성탄을 여과하여 제거하고 농축하여 분말화 하였음

○ 정제법 효율 비교

① MPLC 정제법(중압액체크로마토그래피)

중압액체크로마토그래피(MPLC)는 YMC LC-forte 시스템에 YMC-DispoPack AT ODS-25 카트리지를 사용하여, 75% 주정을 분당 30 ml로 용리하였고, 자외선 220 nm 파장으로 모니터링하면서 유효성분을 분취하였음. 분취된 유효성분을 감압 농축하여 정제수율과 유효성분 순도를 확인함.

Table 1-4. 로즈마리 추출물의 MPLC에 의한 정제수율과 carnosic acid 회수율

항목	양	MPLC 정제수율	Carnosic acid 총량	MPLC에 의한 carnosic acid 회수율
1차 추출물	10 g	6.2%	0.36 g	91.7%
MPLC 분획물	0.62 g		0.33 g	

② 산염기 침전법

탈색하지 않은 1차 로즈마리추출물 100 kg에 80% 주정 400 kg을 첨가하여 20% 현탁액을 만든 다음, NaOH(가성소다) 분말을 첨가하여 약염기(pH 8.0~8.5) 상태로 만든 후, 유효성분을 이온화하였음. 이 현탁액에 물을 첨가하여 최종 주정 함량이 50% 이하가 되도록 하여 0.8 μ m 여과포를 통과하여 불순물을 제거하였으며, 여과액에 염산을 가하여 pH 5.5로 적정한 후 유효성분을 탈이온화 시켰음. 용해성이 감소된 유효성분이 응집되도록 충분히 교반한 후에, 0.8 μ m 여과포를 통과 시켜 응집된 유효성분을 회수하였고, 퇴적된 유효성분에서 염을 제거하고자 물로 수세한 다음, 건조하여 정제수율과 유효성분 순도를 확인하였음.

Table 1-5. 로즈마리 추출물의 산염기 침전법에 의한 정제수율과 carnosic acid 회수율

항목	양	산염기 정제수율	Carnosic acid 총량	산염기 침전에 의한 carnosic acid 회수율
1차 추출물	100 kg	6.5%	0.36 g	94.4%
침전물	6.5 kg		0.34 g	

○ 두 가지 정제법을 비교 시, 정제 효율상 큰 차이는 없으나, MPLC는 고가인 주정과 장비를 사용하지만, 산염기 침전법은 저가의 염을 이용하기 때문에 경제적 측면에 유리한 저비용 공정인 산염기 침전법을 이용하여 로즈마리 추출물 대량 생산 공정을 확립하였음.

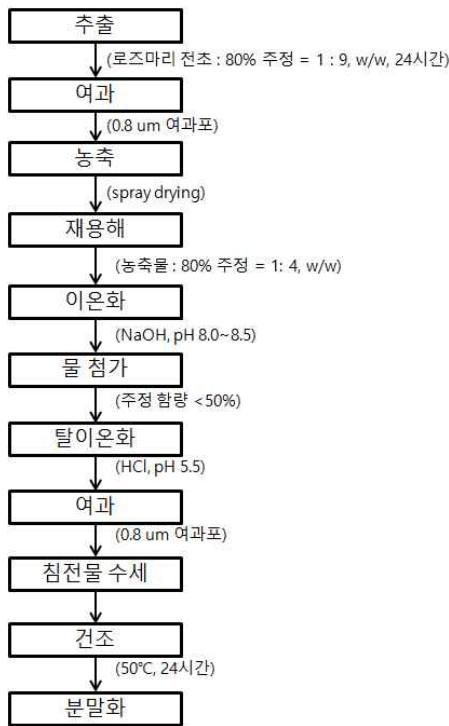


Figure 1-11. 로즈마리 추출물의 대량 제조 공정도

나) 감초 추출물 대량 생산 제조 공정

- 유효성분의 함량을 증대시키기 위하여 기존 공정에서 건조 감초 뿌리를 90°C 증류수로 8시간씩 2회 열수 추출하여 감미 성분 제거를 통해 개선하였으며, 감미 성분이 제거된 감초 뿌리박에 80% 주정을 1:4(w/w) 비율로 첨가하여 50°C 이상 온도에서 8시간 이상 2회 추출하였음. 이 추출물을 Norit사의 KB-G를 1% (w/w) 처리하여 탈색한 다음, 0.8 μ m 여과포로 여과하여 활성탄을 제거하고, 분무 건조기로 농축하고 50°C에서 24시간 동안 건조하여 수분을 제거하여 감초 추출물을 제조하였음. 감초 추출물 대량 생산 제조 공정 개선을 통해 주요 유효성분인 glabridin 함량이 0.65%에서 3.3%로 약 5배 증가하는 공정 개선 수립 완료하였음.

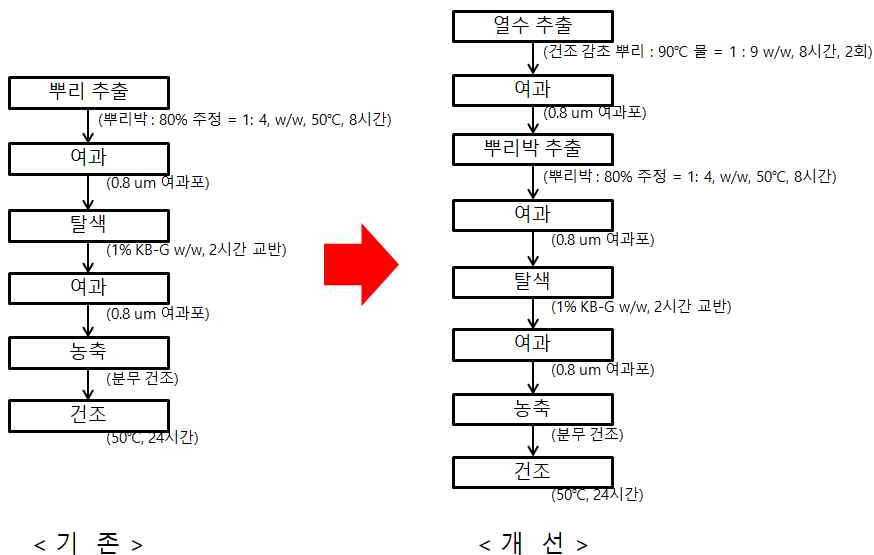


Figure 1-12. 감초 추출물의 대량 생산 제조 공정도

다) 녹차 추출물 대량 생산 제조공정

분쇄한 볶은 녹차 잎에 8배수 (w/w) 증류수를 첨가하여 90°C에서 3시간 동안 열수 추출하였고, 이 추출물을 0.8µm 여과포를 통과하여 여과한 다음, 분무 건조기로 농축하고 50°C에서 24시간 동안 건조하여 수분을 완전히 제거하여 녹차 추출물을 제조하였음.

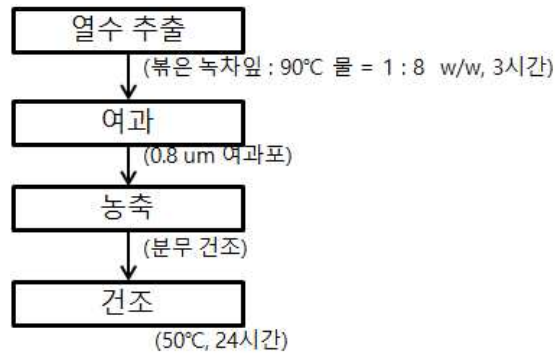


Figure 1-13. 녹차 추출물의 대량 제조 공정도

라) 글리세린지방산에스테르 대량 생산 제조공정

○ 글리세린 모노카프릴레이트(glycerin monocaprylate, 2,3-dihydroxypropyl Octanoate), 글리세린 모노카프레이트(glycerin monocaprinate, 2,3-dihydroxypropyl decanoate), 글리세린 모노라우레이트(glycerin monolaurate, 2,3-dihydroxypropyl dodecanoate)를 1 : 1 : 1(중량비)로 혼합한 다음, 이를 90 ~ 100°C에서 가온하여 녹이고, 이 혼합액과 글리세린을 1 : 4(중량비)로 혼합한 후 2,500 ~ 3,000 rpm의 호모믹스로 고속 유화하여 제조하였음.

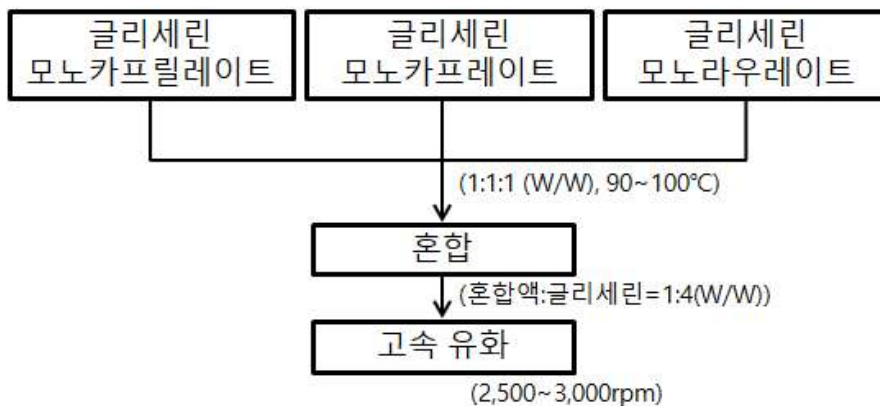


Figure 1-14. 글리세린에스테르지방산의 대량 제조 공정도

6. 표면 살균/소독용 향균 복합 조성물 개발 및 제형화

(1) 실험방법

- 진균류 및 일부 세균류 제어가 가능한 20% 알코올 기반 향균 소재 탐색하였음.
- 선발 된 소재들의 살균소독력 시험을 기반으로 각 소재들의 살균소독력 99.999%이 나타나는 농도를 기준으로 제형화하였음.
- 20% 알코올과 로즈마리 추출물 기반 조합의 식품첨가물 등급 향균 소재 조합의 구성으로 이루어지며, 로즈마리 추출물 : 구연산 : 글리세린지방산에스테르 조합비에 따른 살균소독력 시험을 진행하였음.

(2) 실험 결과

가) 로즈마리 추출물의 살균소독력 시험 결과

- 각 향균소재들의 개별 살균소독력을 확인하여, 표면 살균/소독용 향균 복합 조성물을 제작하고자 가장 높은 살균소독력을 나타낸 로즈마리 추출물의 살균소독력을 평가한 그 결과, 0.1% 로즈마리추출물의 살균소독력은 *E. coli*, *S. aureus* 균에 대해 초기 생균수 대비 99.999%의 살균소독력을 나타내었음. 그러나 0.05% 함량의 경우 *S. aureus*에 대해서는 99.988%의 살균소독력을 나타낸 반면, *E. coli*에 대해서는 99.9% 이하의 살균소독력을 나타내었으며, 그 이하의 함량에서는 두 균 모두 99.9% 이하의 살균소독력을 나타냄. 따라서, 로즈마리추출물은 *S. aureus*를 *E. coli*보다 더 낮은 농도에서 살균하는 효과가 있음을 확인하였음 (Table 1-6).

Table 1-6. 로즈마리 추출물의 살균소독력 시험 결과

시험균주	로즈마리추출물 함량(%)	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	0.025	2.12x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.05		>3,000	TNTC
	0.1		110	>99.999
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0.025	1.65x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.05		1,910	99.988
	0.1		130	>99.999

* TNTC : Too Numerous To
Count

나) 글리세린지방산에스테르의 살균소독력 시험 결과

- 글리세린지방산에스테르의 살균소독력을 평가 결과 글리세린지방산에스테르는 *E. coli*에 대해서 0.5% 이상의 농도에서 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었으며, *S. aureus*에 대해서는 1% 이하의 농도에서 99.9% 이하의 살균소독력을 나타내었음. 글리세린지방산에스테르는 *E. coli*에 대해서는 비교적 살균효과가 크지만, *S. aureus*에 대해서는 살균효과가 매우 낮았으며, 이는 Table 1-6에서 로즈마리추출물의 그람 음성균과 그람 양성균에 대한 살균 효과가 반대로 나타났음 (Table 1-7).

Table 1-7. 글리세린지방산에스테르의 살균소독력 시험 결과

시험균주	글리세린지방산에스테르 함량(%)	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	0.25	2.13x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.5		130	>99.999
	1		100	>99.999
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0.25	1.57x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.5		>3,000	TNTC
	1		>3,000	TNTC

※ TNTC : Too Numerous To Count

다) 로즈마리추출물과 글리세린지방산에스테르 복합조성물 살균소독력 시험

- 살균소독력 시험 결과에 따른 로즈마리 추출물과 글리세린지방산에스테르로 이루어진 조성물을 이용한 살균소독력 시험을 실시하였음. 로즈마리추출물을 주정에 용해하고, 이를 글리세린지방산에스테르를 녹인 정제수에 녹여 Table 1-8와 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조함.

Table 1-8. 복합조성물의 성분조성

시험용액	로즈마리추출물(%)	글리세린지방산에스테르(%)	주정(%)
1	0.025	0.25	20
2		0.5	
3		1.0	
4	0.05	0.25	20
5		0.5	
6		1.0	
7	0.1	0.25	20
8		0.5	
9		1.0	
비교 1	0	0.25	20
비교 2		0.5	
비교 3		1.0	
비교 4	0.025	0	20
비교 5	0.05		
비교 6	0.1		

※ TNTC : Too Numerous To Count

- *E. coli*에 대해서 99.999% 이상 살균소독력을 나타내는 조성물은 시험용액 2~3, 5~6, 8~9였음. 또한 *S. aureus*에 대해서 99.999% 이상 살균소독력을 나타내는 조성물은 시험용액 4~9였음. 종합적으로 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해서 동시에 99.999% 이상의 살균소독력을 갖는 조성물은 시험용액 5~6, 8~9임. 결과적으로 로즈마리추출물을 0.05% 이상 포함하고 글리세린지방산에스테르를 0.5% 이상 포함하며 주정을 20% 포함하는 조성물이 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해서 동시에 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었음 (Table 1-9).
- 즉, 로즈마리추출물과 주정을 첨가한 조성물인 시험용액 비교 4~6의 경우 로즈마리추출물을 0.1% 이상 첨가하였을 때, 2종 미생물에 대해서 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었고, 글리세린지방산에스테르와 주정을 첨가한 조성물에서는 1% 글리세린지방산에스테르를 처리한 시험용액 비교 3이 *E. coli*에 대해서만 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었음.
- 하지만, 로즈마리추출물과 글리세린지방산에스테르 및 주정을 병용 처리한 시험용액 5~6, 8~9는 로즈마리추출물을 0.05% 이상 포함하고 글리세린지방산에스테르를 0.5% 이상 포함할 때, 2종 미생물 모두에 대해서 99.999% 이상의 살균소독력을 나타냈음. 이는 비교 시험용액보다 더 낮은 농도에서도 조성물의 살균소독력이 우수함을 확인하였음.

Table 1-9. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	1	2.30x10 ⁸	2,020	99.991
	2	2.30x10 ⁸	130	>99.999
	3	2.30x10 ⁸	120	>99.999
	4	2.12x10 ⁸	2,540	99.988
	5	2.12x10 ⁸	120	>99.999
	6	2.12x10 ⁸	100	>99.999
	7	2.20x10 ⁸	1,780	99.992
	8	2.20x10 ⁸	90	>99.999
	9	2.20x10 ⁸	70	>99.999
	비교 1	2.13x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 2	2.13x10 ⁸	230	99.999
	비교 3	2.13x10 ⁸	100	>99.999
	비교 4	3.13x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 5	3.13x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 6	3.13x10 ⁸	110	>99.999
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	1	1.86x10 ⁸	>3,000	TNTC
	2	1.86x10 ⁸	2,320	99.988
	3	1.86x10 ⁸	2,150	99.988
	4	1.47x10 ⁸	150	>99.999
	5	1.47x10 ⁸	140	>99.999
	6	1.47x10 ⁸	120	>99.999
	7	1.47x10 ⁸	120	>99.999
	8	1.47x10 ⁸	110	>99.999
	9	1.47x10 ⁸	90	>99.999
	비교 1	1.93x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 2	1.93x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 3	1.93x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 4	1.57x10 ⁸	>3,000	TNTC
	비교 5	1.57x10 ⁸	1,810	99.988
	비교 6	1.57x10 ⁸	130	>99.999

* TNTC : Too Numerous To Count

라) 구연산의 살균소독력 시험 결과

- 구연산의 살균소독력을 평가 결과 구연산은 1%이상의 농도에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해서 동시에 99.999%이상의 살균소독력을 나타내었으므로, 상기 2종 미생물에 대한 살균소독력이 우수함을 확인하였음 (Table 1-10).

Table 1-10. 구연산의 살균소독력 시험 결과

시험균주	구연산 함량(%)	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	0.1	3.54x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.5		871	99.997
	1		80	99.999
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0.1	2.68x10 ⁸	>3,000	TNTC
	0.5		1485	99.994
	1		130	99.999

※ TNTC : Too Numerous To Count

마) 향균소재 3종의 복합조성물 살균소독력 시험 결과

- 가장 살균소독력이 우수한 조성물을 개발하기 위해서, 로즈마리추출물, 글리세린지방산에스테르, 구연산을 포함하는 조성물의 살균소독력을 확인하였음. 로즈마리추출물을 주정에 용해하고, 이를 글리세린지방산에스테르와 구연산을 녹인 정제수에 녹여 Table 1-11와 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조하였음.

Table 1-11. 복합조성물의 성분조성

시험용액	로즈마리추출물(%)	글리세린지방산 에스테르(%)	구연산(%)	주정(%)
10	0.01	0.25	0.1	20
11			0.5	
12			1	
13		0.5	0.1	
14			0.5	
15			1	
16	0.05	0.25	0.1	20
17			0.5	
18			1	
19		0.5	0.1	
20			0.5	
21			1	
22	0.1	0.25	0.1	20
23			0.5	
24			1	
25		0.5	0.1	
26			0.5	
27			1	

- *E. coli* 및 *S. aureus*에 대해 99.999% 이상의 살균소독력을 가지는 조성물은 시험용액 14~15, 19~27이다. 2종 미생물에 대해서 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었던 Table 1-6의 시험용액 5는 로즈마리추출물을 0.05% 함유하지만, Table 1-8의 시험용액 14번은 로즈마리추출물을 0.01% 함유하므로, 시험용액 14이 시험용액 5와 대비하여 5배 낮은 로즈마리추출물을 함유하지만, 0.5% 글리세린지방산에스테르와 0.5% 구연산을 병용 첨가함으로써 99.999%이상의 살균소독력을 나타내었음 (Table 1-12).
- 따라서, 로즈마리추출물, 글리세린지방산에스테르와 구연산을 혼합한 복합조성물은 동량의 글리세린지방산에스테르, 로즈마리추출물 및 구연산을 각각 단독으로 사용하는 것 보다 살균소독력이 우수하며, 구연산이 로즈마리추출물과 글리세린지방산에스테르 혼합 복합조성물의 살균소독력을 더욱 증진시킨 것을 확인하였음.

Table 1-12. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수 (cfu/mL)	살균소독력 (%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	10	3.99x10 ⁸	1,288	99.996
	11		1,036	99.997
	12		502	99.998
	13		418	99.998
	14		20	>99.999
	15		20	>99.999
	16		773	99.998
	17		441	99.998
	18		50	>99.999
	19		20	>99.999
	20		20	>99.999
	21		20	>99.999
	22		40	>99.999
	23		20	>99.999
	24		20	>99.999
	25		20	>99.999
	26		20	>99.999
27	20	>99.999		
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	10	2.41x10 ⁸	>3,000	TNTC
	11		>3,000	TNTC
	12		1,477	99.993
	13		536	99.998
	14		40	>99.999
	15		40	>99.999
	16		1,153	99.995
	17		716	99.997
	18		256	99.998
	19		110	>99.999

	20		40	>99.999
	21		40	>99.999
	22		70	>99.999
	23		40	>99.999
	24		40	>99.999
	25		40	>99.999
	26		40	>99.999
	27		40	>99.999

※ TNTC : Too Numerous To Count

바) 항균소재 4종의 복합조성물 살균소독력 시험 결과

- Table 1-12의 결과를 바탕으로 살균소독력 99.999% 이상을 가지며, 가장 적은 항균소재를 함유한 실시예 17을 선발하였음. 하지만, 조성물에서 단가가 가장 높은 로즈마리추출물의 함량을 낮추기 위해서 단가가 비교적 낮은 녹차추출물을 첨가하여 살균소독력을 확인하였음.
- 로즈마리추출물, 글리세린지방산에스테르, 구연산, 녹차추출물을 포함하는 조성물 시험용액 28~33의 살균소독력을 확인하였음. 로즈마리추출물과 녹차추출물을 주정에 용해하고, 이를 글리세린지방산에스테르와 구연산을 함께 정제수에 녹여 Table 1-13과 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조하였음.

Table 1-13. 복합조성물의 성분조성

시험용액	글리세린지방산에스테르(%)	구연산(%)	로즈마리추출물(%)	녹차추출물(%)	비고
28	0.5	0.5	0.0025	0.001	주정 20%
29				0.01	
30				0.1	
31			0.005	0.001	
32				0.01	
33				0.1	

- 주정이 함유된 시험용액 29~33의 복합조성물은 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 모두 99.999%이상의 살균소독력을 나타냈으며, 이는 복합조성물의 경우 글리세린지방산에스테르 0.5%, 구연산 0.5%, 로즈마리추출물 0.0025%를 함유할 때, 녹차추출물이 0.01% 이상 첨가되면 살균소독력이 99.999% 이상으로 나타났음. 따라서, 시험용액 14는 로즈마리추출물을 0.01% 함유하지만, 시험용액 29는 로즈마리추출물을 0.0025% 함유하므로, 4배 낮은 농도의 로즈마리추출물을 함유하는 조성물도 살균소독력 99.999% 이상이였으므로 녹차추출물을 첨가함으로써 살균소독력이 매우 강화됨을 확인하였음.
- 두 균에 대해 살균소독력이 99.999% 이상이면서, 살균소독 작용 후 생균수가 0으로서 살균력이 매우 강한 복합 조성물 중 천연 소재의 함량이 가장 적은 복합 조성물을 선발한 결과 주정이 20% 함유된 경우 시험용액 31를 최종 조성물로 선발하였음.

Table 1-14. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	28	1.84x10 ⁸	130	>99.999
	29		90	>99.999
	30		40	>99.999
	31		0	>99.999
	32		0	>99.999
	33		0	>99.999
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	28	3.81x10 ⁸	150	99.999
	29		120	>99.999
	30		70	>99.999
	31		0	>99.999
	32		0	>99.999
	33		0	>99.999

7. 농식품 처리용(무주정) 향균 복합 조성물 개발 및 제형화

(1) 실험방법

- 내열성세균(*Bacillus* 등)을 살균 목적으로 한 무알코올 기반 향균 소재 탐색하였음.
- 농식품 세척용 천연 향균 복합 조성물 제형을 기준으로 99.999%의 살균소독력이 나타나는 제형을 개발하였음.
- 로즈마리 추출물 기반 식품첨가물 동급 향균 소재 조합으로 로즈마리 추출물 : 구연산 : 글리세린지방산에스테르 조합비에 무주정 상태에서 우수한 살균력이 나타내는 소재인 폴리리신과 차추출물의 조합에 따른 제형에 살균소독력 시험을 진행하였음.

(2) 실험 결과

- 향균소재 5종의 복합조성물 살균소독력 시험 결과
 - Table 1-13의 결과로 최종 선발 된 향균 복합 조성물 시험용액 31를 바탕으로 하여 무주정 형태의 조성물을 제조하였음. 향균 복합 조성물의 주요 소재인 로즈마리추출물, 녹차추출물 등은 주정에 잘 녹는 물질이기 때문에 주정이 함유되지 않는 경우 향균물질이 충분히 나오지 않아 살균소독력이 감소될 것으로 판단되었음. 무주정 조성물에서도 살균소독력이 99.999%임과 동시에 살균소독 작용 후 생균수가 0인 조성물을 개발하기 위해 추가적인 소재로서 정제수에 잘 용해되는 폴리리신을 선발하였음.
 - 로즈마리추출물, 글리세린지방산에스테르, 구연산, 녹차추출물, 폴리리신을 포함하는 조성물 시험용액 34~45의 살균소독력을 확인하였음. 글리세린지방산에스테르를 약 30℃의 미열을 가하여 액체 상태로 녹인 뒤, 로즈마리추출물과 녹차추출물을 넣어 교반하고, 구연산

과 폴리리신을 함께 녹인 정제수를 첨가하여 Table 1-15과 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조하였음.

Table 1-15. 복합조성물의 성분조성

시험용액	글리세린지방산 에스테르(%)	구연산(%)	로즈마리 추출물(%)	녹차 추출물(%)	폴리리신(%)	비고
34	0.5	0.5	0.005	0.005	0	무주정
35					0.01	
36					0.05	
37					0.1	
38				0.01	0	
39					0.01	
40					0.05	
41				0.05	0.1	
42					0	
43					0.01	
44					0.05	
45					0.1	

- 무주정 조성물인 시험용액 39~45의 복합조성물은 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 모두 99.999% 이상의 살균소독력을 나타냈으며, 조성은 글리세린지방산에스테르 0.5%, 구연산 0.5%, 로즈마리추출물 0.05%, 녹차추출물 0.01% 이상, 폴리리신 0.01% 이상임 (Table 1-11).
- 두 균에 대해 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내면서, 살균소독 작용 후 생균수가 0인 복합 조성물인 시험용액 39~41 및 시험용액 43~45 중에 제품 단가를 고려하여 조성 성분의 함량이 가장 낮은 복합조성물인 시험용액 39를 최종 선발하였음.

Table 1-16. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	34	3.44x10 ⁸	1038	99.996
	35		529	99.998
	36		163	99.999
	37		140	>99.999
	38		337	99.999
	39		0	>99.999
	40		0	>99.999
	41		0	>99.999
	42		100	>99.999
	43		0	>99.999
	44		0	>99.999
	45		0	>99.999

<i>S. aureus</i> ATCC 6538	34	1.17x10 ⁸	2418	99.979
	35		1442	99.987
	36		496	99.995
	37		206	99.998
	38		226	99.998
	39		0	>99.999
	40		0	>99.999
	41		0	>99.999
	42		150	99.999
	43		0	>99.999
	44		0	>99.999
	45		0	>99.999

8. 최종 선발된 살균소독제 조성물의 기타 식품 위해균에 대한 살균소독력 스펙트럼 확인

- 주정이 함유된 조성물은 시험용액 31을 선발하였고, 무주정 조성물은 시험용액 39를 선발하였음. 최종 선발된 살균소독제는 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 99.999% 살균소독력이 나타내었으며, 최종 함량 조성표는 Table 1-18과 같음.

Table 1-18. 살균소독제 복합조성물의 조성 성분

성분	시험용액 31(%)	시험용액 39(%)
로즈마리 추출물	0.005	0.005
글리세린지방산에스테르	0.5	0.5
구연산	0.5	0.5
녹차 추출물	0.01	0.01
폴리리신	-	0.01
주정	20	-
정제수	78.985	98.975
총 계	100	100

- 최종 살균소독제 조성물의 기타 식품 위해균에 대한 살균소독력 평가를 위해 Table 1-19과 같이 5종의 공시균주에 대해 살균소독력을 평가하였음. 최종 살균소독제 조성물 2종인 시험용액 31과 시험용액 39 모두 *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium* 및 *P. aeruginosa*에 대하여 완전 사멸의 100% 살균소독력을 보였으며, *B. cereus*에 대하여 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내었음.

Table 1-19. 적용 균주 5종

Strain	No.
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 13311
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9238
<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC 27722
<i>E. coli</i>	ATCC 10536
<i>S. aureus</i>	ATCC 6538

Table 1-20. 공시균주에 대한 살균소독제 적용 결과

시험용액	시험균주	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	시험 후 생균수 (cfu/mL)	살균소독력(%)
시험용액 31	<i>E. coli</i>	1.36 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>S. aureus</i>	3.78 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>S. typhimurium</i>	1.71 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>B. cereus</i>	3.45 x 10 ⁸	288	99.999
	<i>P. aeruginosa</i>	2.32 x 10 ⁸	0	>99.999
시험용액 39	<i>E. coli</i>	1.36 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>S. aureus</i>	3.78 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>S. typhimurium</i>	1.71 x 10 ⁸	0	>99.999
	<i>B. cereus</i>	3.45 x 10 ⁸	304	99.999
	<i>P. aeruginosa</i>	2.32 x 10 ⁸	0	>99.999

9. 신선 농식품 원료에서 분리한 균주에 대한 시험용액 31과 시험용액 39의 살균소독력 평가

(1) 농식품의 상재 미생물군 5종균 살균소독력 적용

- 1차년도 농식품의 상재 미생물군 평가에서 모든 농산물에서 높은 빈도로 존재하거나 높은 증식을 보인 5종의 분리균 *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*을 협동기관인 한국식품연구원으로 분양 받아 (Table 1-21), 시험용액 31과 시험용액 39의 현장 적용성을 판단하기 위하여 살균소독력을 평가하였음.

Table 1-21. 한국식품연구원 분양 균주 5종

Strain	No.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	170414-KFRI-1
<i>Enterobacter cloacae</i>	170414-KFRI-2
<i>Pantoea agglomerans</i>	170414-KFRI-3
<i>Bacillus cereus</i>	170414-KFRI-4
<i>Clostridium perfringens</i>	170414-KFRI-5

- 최종 살균소독제 조성물 2종인 시험용액 31과 시험용액 39 모두 *E. cloacae* 및 *B. cereus* 와 *C. perfringens* 균주는 완전 사멸시켰으며, *P. fluorescens*와 *P. agglomerans*에 대하여 99.999% 이상의 살균소독력을 보였다(Table 1-22).
- 이 결과로 미루어 보아 최종 살균소독제 조성물 2종인 시험용액 31과 시험용액 39가 현장 적용 시 충분한 살균소독력을 나타낼 것으로 사료된다.

Table 1-22 식품 분리균주에 대한 살균소독제 적용 결과

시험용액	시험균주	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	시험 후 생균수 (cfu/mL)	살균소독력(%)
시험용액 31	<i>P. fluorescens</i>	2.18×10^8	40	99.999
	<i>E. cloacae</i>	1.42×10^8	0	>99.999
	<i>P. agglomerans</i>	2.22×10^8	80	99.999
	<i>B. cereus</i>	1.05×10^8	0	>99.999
	<i>C. perfringens</i>	3.75×10^8	0	>99.999
시험용액 39	<i>P. fluorescens</i>	2.18×10^8	90	99.999
	<i>E. cloacae</i>	1.42×10^8	0	>99.999
	<i>P. agglomerans</i>	2.22×10^8	60	99.999
	<i>B. cereus</i>	1.05×10^8	0	>99.999
	<i>C. perfringens</i>	3.75×10^8	0	>99.999

(2) 제품화를 위한 살균소독제 조성표 (Table 1-23)

- 살균소독제 제품의 유통 편의성 및 현장 적용 편의성을 위해서 99.999%이상의 살균소독력이 있는 시험용액 31과 시험용액 39를 제품화하기 위하여 농축된 형태로 제형화 하였음.
- 주정이 함유된 시험용액 31을 약 5배 농축한 조성물을 K530으로 명명하였으며, 무주정 조성물인 시험용액 39를 약 4배 농축한 조성물을 N706으로 명명하였음.

Table 1-23. 최종 살균소독제 조성물 제품화

성분	K530(%)	N706(%)
로즈마리 추출물	0.05	0.04
글리세린지방산에스테르	2.50	2.00
구연산	2.50	2.00
녹차 추출물	0.05	0.04
폴리리신	-	0.04
주정	50.0	-
정제수	44.9	95.88
농축배수	시험용액 31의 5배 농축액	시험용액 39의 4배 농축액

(3) 기존 자사 제품의 개선화

- 본 연구를 통하여 감초추출물에서 살균소독력을 나타내는 유효물질 규명을 완료하였으며, 대량 생산 공정 개선을 통하여 유효성분 함량이 증대된 감초추출물을 개발하였고, 이를 기존 자사 제품 중 감초추출물이 함유된 살균소독제인 G에 적용하여 동일 함량의 감초추출물 첨가 시 기존 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 99.99%의 살균소독력을 나타내었던 제품의 살균소독력을 99.999% 이상으로 증가시킴.
- 개선된 G1은 로즈마리 추출물을 기반으로 제조한 K530, N706과 동일하게 식품 및 식품첨가물로 구성된 살균소독제이며, 식품 처리 시 관능부분에 대해 장점이 있으나, 단가에 가장 많은 영향을 미치는 천연소재 추출물의 양이 많아 K530과 N706에 비해 높은 가격으로 구성되는 단점이 존재함.

Table 1-24. 개선된 G1의 살균소독력 평가

성분		G(기존)	G1(개선)
기존 감초 추출물		3.00	-
개선 감초 추출물		-	3.00
글리세린지방산에스테르		2.80	2.80
구연산		5.50	5.50
주정		55.0	55.0
정제수		33.7	33.7
농축배수		10배	10배
Strain	현탁액 균수	살균소독력	살균소독력
<i>E. coli</i>	4.58 x 10 ⁸	99.992%	100.000%
<i>S. aureus</i>	4.40 x 10 ⁸	99.991%	99.999%

10. 향균 조성물의 제형 안정성 평가

(1) 실험방법

- 살균소독제 조성물 2종 K530, N706의 제형 안정성을 평가하기 위하여 온도, 시간에 따른 제형을 관찰하였음.
- 온도에 대한 제형 안정성을 평가하기 위하여 상온(25℃)과 5℃ 냉장 상태에서 4주간 보관한 뒤, 제형을 관찰하였음.
- 시간에 대한 제형 안정성을 평가하기 위하여, 정치상태로 상온상태(25℃)에서 조성물을 보관하며 제형의 변화를 확인하였음. 제형의 변화는 층분리, 침전, 색변화 등을 관찰하였음.
- 각 관찰 결과에 따라 제형의 안정성을 높이기 위하여, 프로필렌글리콜 등 추가 소재를 적용하였음.

(2) 실험 결과

가) 주정 조성물 살균소독제 K530의 제형 안정화 평가

주정이 함유된 K530의 경우 온도와 시간에 상관없이 층분리, 침전, 색변화의 관찰이 되지 않았으므로 제형이 안정한 것으로 판단되었음.

시료	K530				G1						
온도			시간			온도			시간		
	25°C	5°C		제조직후	4개월 후		25°C	5°C		제조직후	4개월 후

Figure 1-15. 온도 및 시간에 따른 K530과 G1의 제형 안정성 평가

나) 무주정(N706) 조성물 안정화 평가

무주정 제형인 N706은 5°C에서 3일 이내, 상온에서는 1주일 이내에 조성물 하부에 침전물이 발생하는 제형 불안정성이 확인 되어 이를 개선하였음. 불안정한 무주정 조성물인 N706 개선과 농식품 세척용으로 현장 작업자 및 공정 편의성에 적합한 저온 안정성을 갖춘 고농축 제형화 개발이 필요하다고 판단되었음.

시료	N706				
온도			시간		
	25°C	5°C		제조직후	4개월 후

Figure 1-16. 온도 및 시간에 따른 N706의 제형 안정성 평가

다) 무주정(N706) 조성물 제형 개선

- 프로필렌글리콜(propylene glycol)은 투명한 시럽상의 액체형태로 식품에 유연제, 유화제, 방부제로서 사용되며, 곰팡이의 생장을 방지하여 품질보호 유지제로 사용되고 있음. 따라서 무주정 형태의 조성물에 사용하기 적합하며, 낮은 온도에서도 제형의 안정성이 상승할 것으로 예상되어 시험용액 39의 조성을 바탕으로 하여 50배 고농축 된 조성에 정제수의 함량을 줄이고 프로필렌글리콜을 36% 첨가하여 제형화 하여 N921로 명명하였음 (Table

1-25).

Table 1-25. N921의 조성성분

시료	N921(%)
로즈마리 추출물	0.25
글리세린지방산에스테르	12.5
구연산	12.5
녹차 추출물	0.25
폴리리신	0.25
프로필렌글리콜	36
정제수	38.25
농축배수	시험용액 39의 50배 농축액

○ N921 제형은 5℃와 상온 2개월 이상 보관에도 전혀 제형 변화가 없으며, 침전현상도 발생되지 않음을 확인하였음 (Figure 1-17).

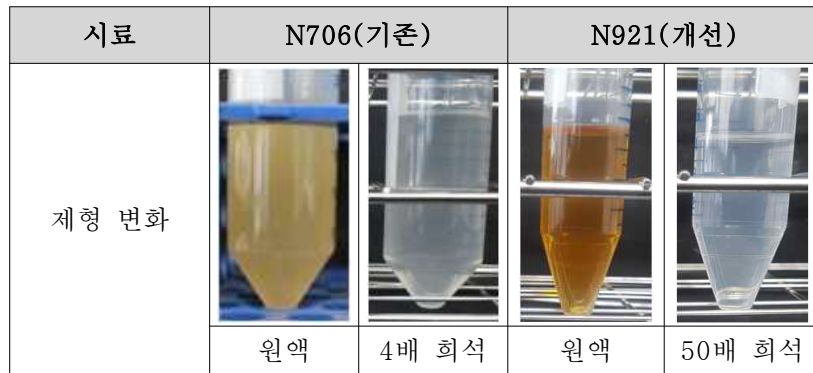


Figure 1-17. 무주정 조성물 제형 개선

○ 변경된 제형 N921의 100배 희석액과 기존 제형 N706의 4배 희석액을 이용한 살균소독력 시험 결과, 기존 제형인 N706의 4배 희석액과 동일한 99.999%이상의 살균소독력을 확인하였고, N921 제형이 농식품 세척용으로 현장에 보다 더 적합한 것으로 판단되었음(Table 1-26).

Table 1-26. N921의 살균소독력 평가

시료		N921(개선)	N706(기존)
농축배수		시험용액 39의 50배 농축액	시험용액 39의 4배 농축액
Strain	현탁액 균수	50배, 4배 희석에 따른 살균소독력	
<i>E. coli</i>	4.58 x 10 ⁸	100.000%	100.000%
<i>S. aureus</i>	4.40 x 10 ⁸	100.000%	100.000%

11. 향균 조성물의 시간 및 온도에 따른 효능 안정성 평가

(1) 실험방법

- 모든 효능 안정성 평가는 제형안정성평가를 진행하였던 소독제의 일부를 취하여, 기존의 살균소독력 평가와 동일한 방식으로 진행하였으며, 시간과 온도에 따라 관찰되어진 소독제가 동일하게 99.999%의 살균소독력이 유지되는지 확인하였음.
- 개발되어진 3종 조성물인 K530, N706 및 N921의 농축배수인 5배, 4배 및 50배만큼 희석하여 최종 시험용액 31과 시험용액 39의 조성물 형태로 만들어 효능 안정성 평가를 진행함.

(2) 실험 결과

가) 향균 조성물의 시간에 따른 효능 안정성 평가

- 시간에 따른 향균 조성물의 효능 안정성 평가를 조성물 제작 후 1달 주기로 살균소독력 효능 유지를 확인한 결과 살균소독제 조성물 3종 K530, N706 및 N921의 효능 안정성 자체 평가 기간 동안 99.999%이상의 살균소독력 유지되는 것을 확인하였음 (Figure 1-18).

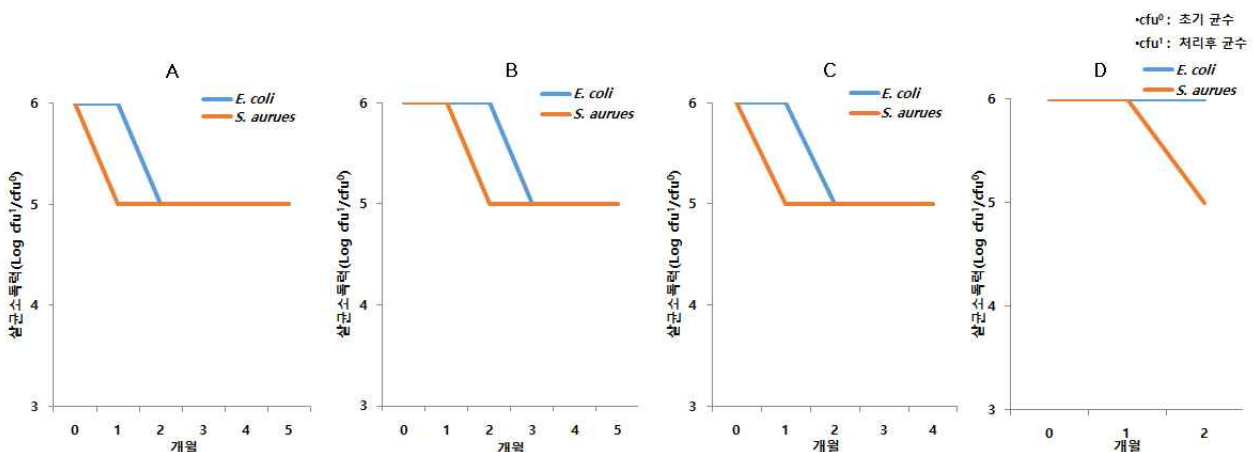


Figure 1-18. 시간에 따른 향균 조성물의 살균소독력 (A) K530, (B) G1, (C) N706, (D) N921

나) 향균 조성물의 온도에 따른 효능 안정성 평가

- 온도에 따른 향균 조성물의 효능 안정성 평가는 조성물 제작 후 상온(25℃)과 5℃에서 4주 보관 후 살균소독력의 효능 변화를 확인하여 평가하였음. 그 결과, K530, G1과 N706 및 N921 모든 조성물의 살균소독력이 보관 온도에 상관없이 살균소독력이 99.999%이상 유지되는 것을 확인하였음(Figure 1-19).
- 상기 제형 및 효능 안정성 평가 결과, N706을 제외한 K530, G1과 및 N921 조성물은 현장에서 기기설비 세척용 및 농식품 세척용으로 충분한 살균소독력을 나타낼 것으로 판단됨.

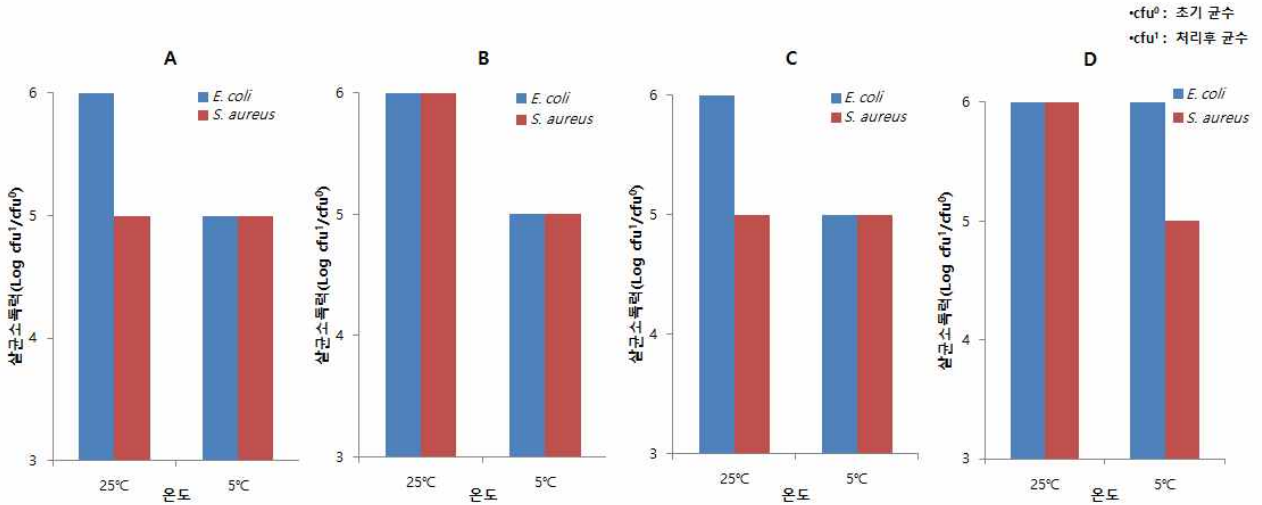


Figure 1-19. 보관 온도에 따른 향균 조성물의 살균소독력 (A) K530, (B) G1, (C) N706, (D) N921

다) 향균 조성물의 효능 안정성 공인인증 평가

- 최종 선발된 3종 조성물인 K530, N921의 농축배수인 5배, 50배만큼 희석하여 최종 시험용액 31과 시험용액 39의 조성물 형태로 공인인증 평가를 신청함.
- 주정이 함유된 기구 및 기기표면 살균/소독용 향균 조성물을 한국식품과학연구원의 살균소독력 공인인증 평가 요청하였으며, 그 결과 살균소독 시험법에 의거하여 공시된 두 균주에 대해 99.999%의 살균소독력을 확인하였음 (Figure 1-20).
- 무주정 형태의 농식품 세척용 향균 조성물인 N921을 한국식품과학연구원의 살균소독력 공인인증 평가 요청하였으며, 그 결과 살균소독 시험법에 의거하여 공시된 두 균주에 대해 99.999%의 살균소독력을 확인하였음(Figure 1-21).

한국식품과학연구원

일반 제 23194 호

시 험 성 적 서

검 체 명	다인소재_살균소독제		
회 사 명	(주)다인소재	대 표 자	최태호
주 소	경기도 용인시 수지구 신수로 767, 에이동 801호(동천동, 분당수지유단위)		
시험항목	살균소독력시험	의뢰목적	참고용
제조번호		제조일자	유통기한
		접수일자	

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

외관.....미갈색의 액상임
 살균소독력시험.....있음 끝.

한 국 식 품 과 학 연 구 원

이 성적은 제출된 절차에 한하며, 의뢰목적 이외의 상품 선진 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용할 수 없음.



표 1. (주)다인소재 다인소재_살균소독제 청정조건에서의 살균소독력 시험결과

시험균주	검증시험				시험균주 현탁액	시험용액 농도 % (V/V)		
	시험균주 현탁희석액	시험조건 검증(A)	중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(B)	희석중화 검증 또는 여과법 검증(C)		24.5	49	98
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	$V_c : 186, 203$	$V_c : 195, 212$	$V_c : 182, 200$	$V_c : 198, 215$	$10^7 : 197, 209$	$V_c >300, >300$	0, 0	0, 0
	$N_v : 1.9 \times 10^4$	$A : 2.0 \times 10^2$	$B : 1.9 \times 10^2$	$C : 2.1 \times 10^2$	$10^8 : 19, 21$ $N : 2.0 \times 10^9$	$N_v >3.0 \times 10^3$	$<1.5 \times 10^2$	$<1.5 \times 10^2$
						$R <10^5$	$>10^5$	$>10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	$V_c : 179, 188$	$V_c : 181, 201$	$V_c : 189, 203$	$V_c : 176, 191$	$10^7 : 185, 193$	$V_c >300, >300$	$>300, >300$	0, 0
	$N_v : 1.8 \times 10^4$	$A : 1.9 \times 10^2$	$B : 2.0 \times 10^2$	$C : 1.8 \times 10^2$	$10^8 : 18, 19$ $N : 1.9 \times 10^9$	$N_v >3.0 \times 10^3$	$>3.0 \times 10^3$	$<1.5 \times 10^2$
						$R <10^5$	$<10^5$	$>10^5$

V_c = 접락수
 N = 시험균주 현탁액의 생균수 (cfu/ml)
 N_v = 시험균주현탁희석액의 생균수 (cfu/ml)
 N_a = 반응혼합액의 생균수 (cfu/ml)

R = 생균수 감소율
 A = 시험조건 검증의 생균수 (cfu/ml)
 B = 중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증의 생균수 (cfu/ml)
 C = 희석중화 검증 또는 여과법 검증의 생균수 (cfu/ml)

Figure 1-20. 주정 조성물(K530)의 살균소독력 공인인증 결과



일반 제 18013 호

시험 성적서

검체명	N921						
회사명	(주)다인소재			대표자	최태호		
주소	경기도 용인시 수지구 신수로 767, 에이동8층(동전동, 분당수지유타워)						
시험항목	살균소독력시험			의뢰목적	참고용		
제조번호	170921-2	제조일자	2017. 10. 16	유통기한	2018. 01. 16	접수일자	2017. 10. 26

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

외관.....무색의 투명한 액상임
살균소독력시험.....있음 끝.

2017년 11월 14일

한국식품과학연구원

이 성적은 제출된 검체에 한하며, 의뢰목적 이외의 상품 선전 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용할 수 없음.

표 1. (주)다인소재 N921 청정조건에서의 살균소독력 시험결과

시험균주	검증시험				시험균주 현탁액	시험용액 농도 % (V/V)			
	시험균주 현탁회석액	시험조건 검증(A)	중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(B)	회석중화 검증 또는 여과법 검증(C)		25	50	100	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	V_c : 170, 185	V_c : 165, 174	V_c : 167, 181	V_c : 169, 137	10^6 : 166, 189 10^7 : 16, 17 N : 1.8×10^8	V_c	>300, >300	>300, >300	0, 0
	N_v : 1.8×10^3	A : 1.7×10^2	B : 1.7×10^2	C : 1.8×10^2		N_v	> 3.0×10^3	> 3.0×10^3	< 1.5×10^2
						R	< 10^5	< 10^5	> 10^5
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	V_c : 178, 193	V_c : 177, 196	V_c : 172, 190	V_c : 175, 195	10^6 : 178, 197 10^7 : 16, 20 N : 1.9×10^8	V_c	>300, >300	>300, >300	0, 0
	N_v : 1.9×10^3	A : 1.9×10^2	B : 1.8×10^2	C : 1.9×10^2		N_v	> 3.0×10^3	> 3.0×10^3	< 1.5×10^2
						R	< 10^5	< 10^5	> 10^5

V_c = 집락수
 N = 시험균주 현탁액의 생균수 (cfu/ml)
 N_v = 시험균주 현탁회석액의 생균수 (cfu/ml)
 N_u = 반응혼합액의 생균수 (cfu/ml)

R = 생균수 감소율
A = 시험조건 검증의 생균수 (cfu/ml)
B = 중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증의 생균수 (cfu/ml)
C = 회석중화 검증 또는 여과법 검증의 생균수 (cfu/ml)

* 시험용액 농도는 실제 제품 사용농도인 10mL/ℓ(V/V)을 1.25배로 한 것을 100%로 하였음.

Figure 1-21. 무주정 조성물(N921)의 살균소독력 공인인증 결과

12. 항균조성물 제형화 및 시제품 제조

(1) 실험방법

○ 갈변 및 이취 평가

- 소독제 구성성분인 소재를 소독제의 활성농도로 희석하여 절단 양상추를 5분 침치한 뒤, 샘플백에 소분하여 5°C에 보관하였음.

- 절단된 양상추가 일반적으로 유통되어지는 5일동안 각 일자마다 샘플백을 꺼내어 갈변과 이취를 확인하였음.

- 갈변의 경우 정상적인 상태의 양상추 염육 대비 갈변정도의 면적을 구분하여 정도를 표기하였으며, 이취의 경우 샘플백을 개봉하였을 때, 나타나는 냄새의 정도를 구분하여 판단하였음.

○ 대체 소재 평가

- 유화제 제거 및 감소에 따른 물에 희석 시, 제형 불안정 문제를 해결하고 갈변 발생을 보완하며 유통기한 증가를 위해 추가 식품소재를 검토하였음

- 대상소재는 항산화제 및 산도조절제로 대체로 물에 잘 녹아 제형에 안정적이면서 항균력을 가지고 있어 가공식품 및 농식품 등 식품 전반적으로 많이 사용하고 있음.

- 선발기준으로는 0.5%이하의 농도에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 99.999%의 살균소독력을 나타내는지 여부에 따라 선발하여 조성물을 제형화 하였음.

○ 효능 및 제형 안정성 평가

- 겨울철 낮은 온도보관을 대비한 5°C 냉장, 상온(25°C)에서 보관 후 1달 주기로 6개월간 제형 변화 및 살균소독력 확인

○ 항균 조성물의 미생물 살균 활성 평가

- 병원성 미생물 5종(*S. aureus* ATCC 6538, *E. coli* ATCC 10536, *B. cereus* ATCC 21772, *L. monocytogenes* ATCC 19111, *S. typhimurium* ATCC 13311)과 환경미생물 및 식품으로부터 분리한 6종(*P. agglomerans*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*)의 미생물로 시행하였음.

- 식품첨가물공전의 살균소독력 시험법을 기준으로 하여 살균활성을 평가하였음

- *S. aureus*, *E. coli*, *S. typhimurium*, *L. monocytogenes*는 Tryptic soy broth (TSB, Merck)에 접종 후 37°C에서 18-20시간 배양하였고, *B. cereus*는 TSB에 접종 후 30°C에서 18시간 배양함. *P. aeruginosa*, *P. agglomerans*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*는 25°C에서 20시간 배양함. 활성화된 균액은 약 10^{6-7} 으로 맞춘 후 20°C를 유지시키면서 살균 활성 실험에 사용하였음.

(2) 실험 결과

가) K530 및 N921 문제점 해결

- 기 제조한 향균 조성물인 K530과 N921를 이용하여 협동기관인 한국식품연구원과 경북대에서 농산품에 대해 조성물 적용 test를 진행하였음. 그 결과, 향균조성물 2종에 대해 화학취가 발생과 갈변에 대한 문제점을 확인함. 문제점을 해결하기 위해 각 소재별 적용 농도에 따라 농산품에 적용하여 원인을 규명하였음.
- 갈변과 이취의 주요 원인 소재는 글리세린지방산에스테르, 프로필렌글리콜이었음. 천연소재는 초기에 각 소재의 냄새가 발생하다가 사라짐 확인함.

Table 1-27. 각 소재별 갈변과 이취변화

구분	소재	0일	1일	2일	3일	4일	5일
갈변	물	-	-	-	-	+	+
	락스	-	-	-	-	+	+
	로즈마리추출물	-	-	-	-	+	++
	글리세린지방산에스테르	-	+	+	++	+++	++++
	녹차추출물	-	-	-	-	+	+
	구연산	-	-	-	+	++	++
	폴리리신	-	-	-	-	+	+
	프로필렌글리콜	-	-	+	+	++	+++
이취	물	0	0	0	0	0	0
	락스	0	0	0	0	0	0
	로즈마리추출물	1	1	0	0	0	0
	글리세린지방산에스테르	2	2	2	3	3	3
	녹차추출물	1	0	0	0	0	0
	구연산	0	0	0	0	0	1
	폴리리신	0	0	0	0	0	1
	프로필렌글리콜	1	1	1	2	2	2

갈변 : - 변화없음, + 25%미만 갈변, ++ 50%미만 갈변, +++ 75%미만 갈변, ++++ 75% 이상 갈변

이취 : 0 냄새없음, 1 가벼운 냄새, 2 현저한 냄새, 3 과도한 냄새

나) 개선한 향균복합 조성물의 살균소독력 시험

- 갈변과 이취에 주요원인 소재를 제거하거나 함량을 감소하여 향균 복합 조성물을 제조하였음. 글리세린지방산에스테르의 함량을 감소시키고, 단순 유효목적으로만 사용하였던 프로필렌글리콜을 제거하여 문제점을 해결하고자 하였음.

- 두 소재의 함량을 조절함에 있어 살균소독력 감소가 있기 때문에 조성물 구성 성분 중 가장 살균력과 항균력이 우수한 소재인 로즈마리 추출물의 함량을 조절하였음.
- 구연산과 녹차추출물을 기준으로 하여, 로즈마리 추출물과 화학취의 주요 원인소재인 글리세린지방산에스테르의 비율을 조정하여 만든 조성물을 이용한 살균소독력 시험을 실시하였음. 로즈마리 추출물과 글리세린지방산에스테르를 주정에 용해하고, 나머지 소재는 물에 녹여 Table-28과 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조함 .
- 로즈마리 추출물의 함량이 증가함에 따라 제조 단가 상승으로 인해 폴리리신을 제거하였음.

Table 1-28. 복합조성물의 성분조성

시험용액	구연산(%)	녹차 추출물(%)	글리세린지방산 에스테르(%)	로즈마리 추출물(%)	비고
46	0.5	0.01	0.1	0.08	주정 50%
47				0.04	
48				0.02	
49			0.05	0.08	
50				0.04	
51				0.02	
52			0.01	0.08	
53				0.04	
54				0.02	

○ 항균 복합 조성물 제형 살균소독력 시험 결과

- 기존의 복합조성물로서 선발하였던 시험용액 31의 함량보다 글리세린지방산에스테르의 함량이 10배 감소하였으며, 로즈마리 추출물은 4배 이상의 농도에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 99.999% 살균소독력을 나타냈으며, 가장 적은 함량에서 우수한 살균소독력이 나타난 시험용액 50을 선발하였음.

Table 1-29. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	46	3.52x10 ⁸	0	>99.999
	47		0	>99.999
	48		0	>99.999
	49		0	>99.999
	50		0	>99.999
	51		800	99.988
	52		8	99.999
	53		1500	99.978
	54		>3,000	<99.990
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	46	3.77x10 ⁸	0	>99.999
	47		0	>99.999
	48		0	>99.999
	49		0	>99.999
	50		0	>99.999
	51		508	99.993
	52		13	99.999
	53		1320	99.982
	54		>3,000	<99.990

- 살균소독제 제품의 유통 편의성 및 현장 적용 편의성을 위해서 99.999%이상의 살균소독력이 있는 시험용액 50을 제품화하기 위하여 농축된 형태로 제형화 하였음.
- 주정이 함유된 시험용액 50을 약 25배 농축한 조성물을 K326으로 명명하였음.

Table 1-30. K326의 조성성분

시료	K326 (%)
로즈마리 추출물	1.00%
글리세린지방산에스테르	1.00%
구연산	12.50%
녹차 추출물	0.25%
주정	50.00%
정제수	37.00%
농축배수	50번 시험용액의 25배 농축액

- 살균소독력이 우수한 조성물인 K326은 K530과 N921에 비해 화학취, 갈변이 개선되었으나, 유화제 함량 감소와 천연 추출물 소재의 함량 증가로 인하여 조성물 제형의 안정성이 낮음.
- 마이크로버블 장치 및 와류가 심하게 일어나는 식품설비 및 장비에 적용 시, 조성물의 제형이 깨지게 되어 천연 추출물 소재가 분리되는 문제점과 함량의 증가로 인한 천연소재 특유의 향이 농산물에 남는 문제점을 발견함.
- K326 조성물에서 유화제를 제거하고, 천연소재인 로즈마리 추출물의 함량을 감소시켜 화학취를 제거하고, 천연소재의 함량을 감소시켜 냄새에 대한 문제를 해결하며, 농산물의 갈변 방지와 유통기한 증가를 위하여 산도조절제 및 항산화제를 적용하여, 유화제 없이 물에 잘 녹는 조성물을 구성하고자 하였음.

다) 식품용 산도조절제 및 항산화제 살균소독력 검증

- 식품에 사용하고 있는 산도조절제 및 항산화제 총 6종 중, 살균소독력이 우수한 소재를 선발하여, 로즈마리 추출물 함량 조절에 따른 살균소독력을 보완하면서 갈변 방지 및 유통기한 증가를 목적으로 소재를 조성물에 적용하여 제형화하고자 함.
- 선발된 6종의 소재 모두 물에 잘 녹는 물질로서 제형화 및 실사용에 적용하기 편리한 소재로 현재 많은 식품 분야에서 사용하고 있는 물질임.
- 살균소독력 검증은 0.5%에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 살균소독력이 99.999%가 나타낸 소재를 선발하였으며, 가장 우수한 살균소독력을 나타낸 푸마르산을 최종적으로 선발하였음.

Table 1-31. 식품용 산도조절제 및 항산화제 살균소독력 검증

Strain	Sample	시험균현탁액 균수	살균소독력 (%)			비 고
			0.5%	1%	5%	
<i>E. coli</i> ATCC 10536	DL-사과산	2.42 x 10 ⁸	TNTC	99.996%	>99.999%	
	푸마르산		99.999%	>99.999%	>99.999%	
	젖산		99.992%	>99.999%	>99.999%	
	아스코르브산		TNTC	TNTC	>99.999%	
	아스코르빈산칼슘		TNTC	TNTC	99.999%	
	아스코르브산나트륨		TNTC	TNTC	99.997%	
<i>S. aureus</i> ATCC 10536	DL-사과산	1.62 x 10 ⁸	TNTC	>99.999%	>99.999%	
	푸마르산		>99.999%	>99.999%	>99.999%	
	젖산		99.999%	>99.999%	>99.999%	
	아스코르브산		TNTC	TNTC	>99.999%	
	아스코르빈산칼슘		TNTC	TNTC	>99.999%	
	아스코르브산나트륨		TNTC	TNTC	99.999%	

라) 항균소재 3종의 복합조성물 살균소독력 시험

- 구연산을 기준으로 하여, 살균소독력 시험 결과에 따라 선발된 푸마르산과 가장 강력한 항균력을 나타낸 소재인 로즈마리 추출물의 비율을 조정하여 만든 조성물을 이용한 살균소독력 시험을 실시하였음. 로즈마리 추출물을 주정에 용해하고, 나머지 소재는 물에 녹여 Table-32와 같은 조성을 갖도록 살균소독제 복합조성물을 제조함.

Table 1-32. 복합조성물의 성분조성

시험용액	구연산(%)	푸마르산(%)	로즈마리 추출물(%)	비고
55	0.5	0.5	0.01	주정 50%
56			0.005	
57			0.0025	
58			0.001	
59		0.1	0.01	
60			0.005	
61			0.0025	
62			0.001	
63		0.05	0.01	
64			0.005	
65			0.0025	
66			0.001	

○ 항균 복합 조성물 제형 살균소독력 시험 결과

- 푸마르산이 0.1%이상, 로즈마리 추출물 0.0025%이상의 조성물에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 살균소독력이 99.999% 이상 나타남.
- 푸마르산의 함량은 단독처리 시 99.999% 살균소독력을 나타낸 농도보다 5배 낮은 농도이며, 로즈마리 추출물 함량은 시험용액 31에서 나타낸 0.005%보다 낮은 농도인 0.0025%인 조성물로 구성되어 향 문제를 해결하고, 갈변을 방지할 수 있을 것으로 판단됨.
- 균에 대해 99.999% 이상의 살균소독력을 나타내면서, 살균소독 작용 후 생균수가 0인 복합 조성물인 시험용액 중에 제품 단가를 고려하여 조성 성분의 함량이 가장 낮은 복합 조성물인 시험용액 61를 최종 선발하였음.

Table 1-33. 복합조성물의 살균소독력 평가

시험균주	시험용액	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	살균소독 작용 후 생균수(cfu/mL)	살균소독력(%)
<i>E. coli</i> ATCC 10536	55	2.46x10 ⁸	0	>99.999
	56		0	>99.999
	57		0	>99.999
	58		0	>99.999
	59		0	>99.999
	60		0	>99.999
	61		0	>99.999
	62		1,766	99.964
	63		1,484	99.969
	64		>3,000	<99.990
	65		>3,000	<99.990
66	>3,000	<99.990		
<i>S. aureus</i> ATCC 10536	55	3.16x10 ⁸	0	>99.999
	56		0	>99.999
	57		0	>99.999
	58		0	>99.999
	59		0	>99.999
	60		0	>99.999
	61		0	>99.999
	62		>3,000	<99.990
	63		2,778	99.955
	64		2,488	99.960
	65		>3,000	<99.990
66	>3,000	<99.990		

마) 살균소독제 조성물 61의 공시균주 및 기타 식품 위해균에 대한 살균소독력 스펙트럼 확인

- 위 문제를 해결한 살균소독제 조성물인 시험용액 61의 기타 식품 위해균에 대한 살균소독력 평가를 위해 Table 1-34와 같이 5종의 공시균주와 한국식품연구원으로부터 분양받은 6종의 식품분리균주에 대해 살균소독력을 평가하였음.
- 시험용액 61은 공시균주 *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium* 및 *L. monocytogenes*에 대하여 완전 사멸의 >99.999% 살균소독력을 보였으며, *B. cereus*에 대하여 99.999%의 살균소독력을 나타내었음.
- 시험용액 61은 식품분리균주 6종 중 *P. aeruginosa*, *E. cloacae*, *C. perfringens*에 대해 완전 사멸의 >99.999% 살균소독력을 보였으며, *P. fluorescens*, *P. agglomerans*, *B. cereus*에 대해 99.999%의 살균소독력을 나타내었음
- 이 결과로 미루어 보아 최종 살균소독제 조성물 시험용액 61은 현장 적용 시 충분한 살균

소독력을 나타낼 것으로 사료됨.

Table 1-34. 시험용액 61의 공시균주 및 식품 분리균주에 대한 살균소독력 평가

시험균주	시험균주 현탁액 (cfu/mL)	시험 후 생균수 (cfu/mL)	살균소독력(%)	비고
<i>E. coli</i>	3.80 x 10 ⁸	0	>99.999	공시균주
<i>S. aureus</i>	2.84 x 10 ⁸	0	>99.999	
<i>S. typhimurium</i>	2.10 x 10 ⁸	0	>99.999	
<i>B. cereus</i>	4.40 x 10 ⁸	65	99.999	
<i>L. monocytogenes</i>	1.52 x 10 ⁸	0	>99.999	
<i>P. aeruginosa</i>	3.52 x 10 ⁸	0	>99.999	식품분리 균주
<i>P. fluorescens</i>	2.21 x 10 ⁸	33	99.999	
<i>E. cloacae</i>	1.72 x 10 ⁸	0	>99.999	
<i>P. agglomerans</i>	3.36 x 10 ⁸	49	99.999	
<i>B. cereus</i>	1.70 x 10 ⁸	28	99.999	
<i>C. perfringens</i>	2.28 x 10 ⁸	0	>99.999	

바) 시제품화를 위한 살균소독제 조성표

- 살균소독제 제품의 유통 편의성 및 현장 적용 편의성을 위해서 99.999%이상의 살균소독력이 있는 시험용액 61을 시제품화하기 위하여 농축된 형태로 제형화 하였음.
- 또한, 시험용액 61의 조성물을 메가세이퍼로 명명하였음.

Table 1-35. 메가세이퍼의 조성성분

시료	메가세이퍼 (%)
로즈마리 추출물	0.05%
푸마르산	2.00%
구연산	10.00%
주정	55.00%
정제수	32.95%
농축배수	61시험용액의 25배 농축액

사) 시제품의 제형 안정성 평가

모든 효능 안정성 평가는 기존 살균소독력 평가와 동일한 방식으로 진행하였으며, 최종 시제품인 메가세이퍼의 농축배수인 25배만큼 희석하여 효능 안정성 평가를 진행함.

○ 메가세이퍼의 시간에 따른 효능 안정성 평가

- 시제품 제작 후 6개월간 상온에서 보관하며 1달 주기로 살균소독력 효능 유지 안정성 평가를 실시한 결과 효능 안정성 자체 평가 기간 동안 99.999%이상의 살균소독력 유지되는 것을 확인하였음.

○ 메가세이퍼의 온도에 따른 효능 안정성 평가

- 온도에 따른 항균 조성물의 효능 안정성 평가는 시제품 제작 후 상온(25℃)과 5℃에서 위와 동일하게 보관하며, 살균소독력의 효능 안정성 평가를 실시하였음. 그 결과, 메가세이퍼의 살균소독력이 보관 온도에 상관없이 살균소독력이 99.999%이상 유지되는 것을 확인하였음.
- 5℃ 상태 보관한 메가세이퍼는 상온에 보관하였을 때와 비교하여 *E. coli*와 *S. aureus*가 기간에 상관없이 2개월 이후부터 살균소독력이 감소하였으나, 살균소독력 기준인 99.999%를 충족하여 제품의 효능에는 문제가 없었음.

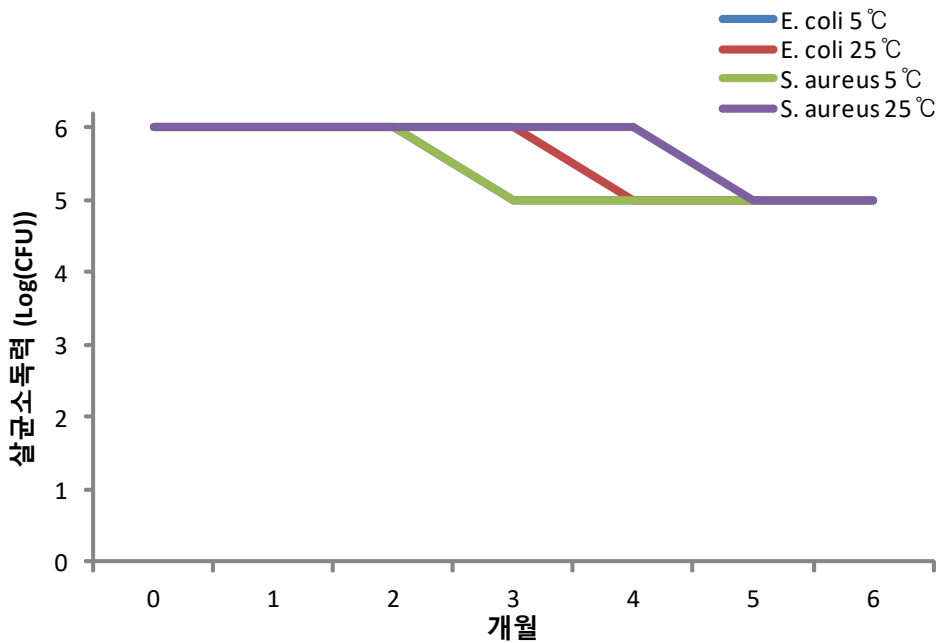


Figure 1-22. 메가세이퍼의 시간과 온도에 따른 효능 안정성 평가

- 상기 효능 안정성 평가 결과, 메가세이퍼는 현장에서 기기설비 세척용 및 농식품 세척용 살균소독제로서 충분한 효능을 나타낼 것으로 판단됨.

13. 시중 제품과 비교 평가

(1) 실험방법








- 시제품 메가세이퍼의 효과를 객관적으로 판단하기 위하여 시중에 판매중인 제품 4종(국내 업체 3종, 해외업체 1종)과 대조구로서 차염소산수, 물과 성분, 안전성, 살균력 등을 비교 평가하였음.
- 비교 기준으로 구성 소재의 성분과 EWG 등급, 개발 제품의 인화성과 발암성을 기준으로 판단하였으며, 실제로 농식품에 적용하여 개발 제품 대비 미생물 안전성 및 갈변, 이취를 비교 평가하였음.
- 농식품 적용 평가
 - 대상 농식품은 소비가 매우 높으나 가장 갈변의 위험이 높고, 미생물에 대해 안전성이 낮은 양상추에 대해 평가하였음
 - 각 제품의 적정 농도에 절단한 양상추를 1분간 처리 한 뒤, 소분하여 5℃ 냉장보관하며, 5일간 갈변과 이취를 평가하였음
 - 일반세균 수 확인은 NaCl 0.85%의 saline과 살균소독제 등 제품에 침지처리가 된 양상추를 9:1로 희석하여 stomaking을 통해 균질화 하였으며, 이 희석액에서 1 ml을 취해 미온의 NA배지에 넣고, 균힌 뒤 30℃ incubator에서 24h 배양 후, 균수를 측정하였음

(2) 실험 결과

- 메가세이퍼는 타사 제품과 비교 시, 원재료의 EWG 등급이 1등급으로 피부에 안전하며, 낮은 알코올 함량으로 인해 인화성이 낮음. 또한, 모든 구성 성분이 식품 및 식품첨가물로 구성되어 식품에 안전함. 천연 소재가 함유되어 있는 A사 C제품의 경우 제품 단가가 메가세이퍼에 비해 제조단가가 2배이상 비쌀 것으로 추정됨
- 대조구로 사용되는 차염소산수(락스)는 가격도 저렴하고 살균력도 우수하나 염소의 냄새로 인해 사용자가 위험에 노출되며, 메가세이퍼와 달리 차염소산수에 처리한 농산물은 다시물로 행구는 작업이 필수적이기 때문에 작업시간이 길어지는 단점이 존재함.

Table 1-36. 메가세이퍼와 국내의 판매 제품 비교

구분	당사제품	국내 제품			해외 제품	대조구	
제품	메가 세이퍼	A사 C제품	H사 S제품	S사 A제품	T사 F제품	차염소산수	수돗물
살균 소독력 효과	>99.999%	99.990%	>99.999%	>99.999%	99.990%	>99.999%	0.00%
원재료 EWG 등급	1	5	2	2	3	3	1
발암 위험성	없음	높음	없음	없음	낮음	있음	없음

인화성	없음	없음	있음	있음	있음	없음	없음
제품단가(추정)	1,200(원/L)	3,000(원/L)	3,500(원/L)	2,800(원/L)	3,300(원/L)	0.89(원/L)	0(원/L)
양상추 처리(5일차)							

- 위 제품을 이용하여 대표적인 농산품인 양상추에 살균소독제를 1분간 처리 후, 5일간 5°C 냉장보관하며, 양상추의 변화를 확인하였음. 양상추의 일반세균수를 측정하여 농산물 기준에 적합한 5Log 이하의 일반 세균수를 확인하였으며, 동시에 양상추의 갈변과 이취를 확인하여 양상추의 이상 유무를 확인함.
- 5일차 확인 결과, 메가세이퍼가 가장 우수한 살균력을 나타내었음. 0일차부터 가장 적은 수의 일반세균을 가지고 있었으며, 5일차까지 모든 처리구 중 가장 적은 일반수를 확인하였음. 대조구인 수돗물은 1일차부터 5Log이상의 일반세균이 확인되어 상품으로서 가치가 없었으며, A사 C제품이 5일차에 5Log 이상의 일반세균이 확인되었음. 대부분의 시중 제품들은 5일차 양상추 확인 시, 차염소산수와 비슷하거나 그 이상의 일반세균수(약 4.4Log)가 확인되었으나, 메가세이퍼의 경우 차염소산수 대비 0.5Log 이하의 일반세균수가 확인되었음.
- 이취와 갈변 현상 또한 메가세이퍼가 우수한 효과를 나타내었음. 1일차까지는 모든 처리구에서 갈변과 이취를 확인할 수 없었으나, 3일차부터 메가세이퍼와 차염소산수를 제외한 처리구에서 갈변현상이 나타났으며, 이취가 발생하기 시작하였음. 5일차의 경우 H사 제품은 갈변이 심하게 진행되어 무름 현상도 발견되었으며, 메가세이퍼는 차염소산수와 비슷한 정도의 갈변현상을 확인하였음.

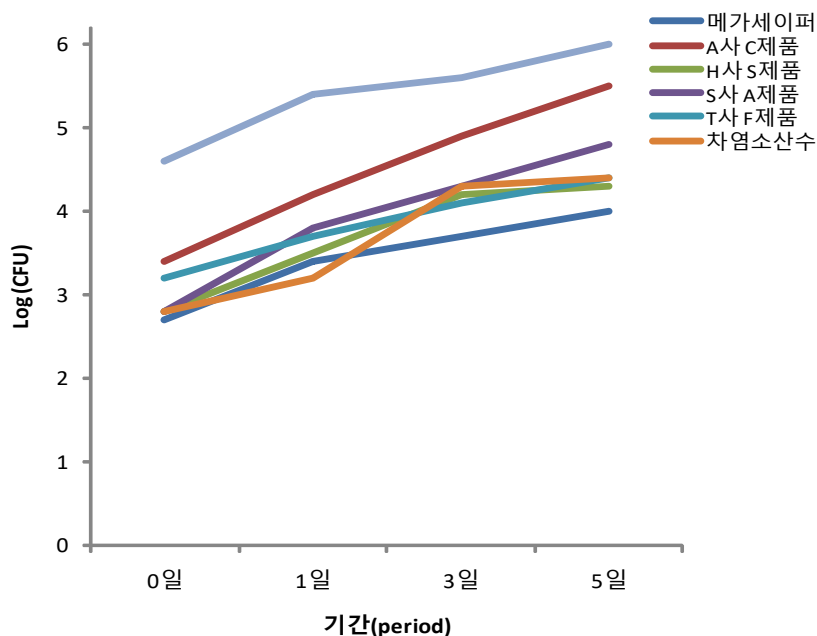


Figure 1-23. 메가세이퍼와 국내의 판매 제품의 양상추 처리에 따른 균수 변화

Table 1-37. 메가세이퍼와 국내의 판매 제품의 양상추 처리에 따른 갈변 및 이취변화

제품	기간(period)			
	0일	1일	3일	5일
메가세이퍼	-	-	+	+
A사 C제품	-	-	++	++
H사 S제품	-	-	++	+++
S사 A제품	-	-	+	++
T사 F제품	-	-	+	+
차염소산수	-	-	-	+
수돗물	-	-	+	+

갈변 : - 변화없음, + 25%미만, ++ 50%미만, +++ 75%미만, ++++ 75% 이상

- 양상추 적용 실험 결과 메가세이퍼는 타사 제품과 차염소산수 대비 살균력, 갈변 및 이취 효과가 충분한 경쟁력이 있는 것으로 판단되며, 소비자에게 안전하고 깨끗한 농식품을 제공할 수 있을 것으로 판단됨.

14. 항균 조성물 안전성 및 공인인증평가

(1) 실험방법

- 항균 조성물 안전성 평가 및 공인인증평가
 - 항균력 공인인증은 한국식품과학연구원에서 식품첨가물 규정에 적합한 살균력 공인인증 평가하였음
 - 안전성 평가 중 1차 피부자극은 소독제 사용 시 사용자에게 대한 안전성을 확인하고자 (주) 더마프로에 1차 피부자극 시험을 의뢰하여 평가하였음
 - 안정성 평가 중 복귀돌연변이시험은 소독제 사용 시 유전적으로 안전성이 확보되었는지 확인하고자 (주) 바이오톡스텍에 복귀돌연변이 시험을 의뢰하여 평가하였음

(2) 실험 결과

- 메가 세이퍼의 살균소독력 공인인증 평가
 - 최종 시제품인 메가세이퍼에 대한 살균력 공인인증을 받기 위하여 한국식품과학연구원의 살균소독력 공인인증 평가 의뢰를 하였으며, 그 결과 식품첨가물 공전에 기입된 살균소독 시험법에 의거하여 공시된 두 균주에 대해 99.999%의 살균소독력을 확인하였음

- 또한, 시험용액의 50%의 농도에서도 99.999%의 살균소독력을 나타냄을 확인하여 메가세이퍼의 우수한 살균력을 확인 할 수 있었음
- 최종 결과 메가세이퍼는 살균소독력이 있음을 인증 받음.

시험 성적서

일반 제 15850 호			
검 체 명	메가 세이퍼		
회 사 명	(주)다인소재	대 표 자	최태호
주 소	경기도 용인시 수지구 신수로 767, 분당수지 U-TOWER 지식산업센터 8층		
시험항목	살균소독력시험	제조번호	180913-1
의뢰목적	참고용	제조일자	2018.09.13
		유통기한	2019.04.30
		검수일자	2018.10.10

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

외관.....무색의 액상임
 살균소독력시험.....있음 끝.

2018년 10월 19일

한국 식품 과학 연구원

18001 경기도의왕시 범동로 50 (포일동 660-4) T:02-3470-8200 F:02-523-2072

이 성적은 제품과 일치하며, 의뢰목적 이외의 상품 선진 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용하지 않습니다.

표준 시험 다인소재 메가세이퍼 청정조건에서의 살균소독력 시험결과

시험균주	검증시험				시험균주 현탁액	시험용액 농도 % (V/V)		
	시험균주 현탁액의식액	시험조건 검증(A)	중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(B)	희석중화 검증 또는 여과법 검증(C)		25	50	100
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	$V_c : 194, 206$	$V_c : 189, 220$	$V_c : 209, 215$	$V_c : 223, 216$	$10^6 : 207, 237$	$V_c >300, >300$	0, 0	0, 0
	$N_c : 2.0 \times 10^3$	$A : 2.0 \times 10^2$	$B : 2.1 \times 10^2$	$C : 2.2 \times 10^2$	$10^7 : 21, 24$ $N : 2.2 \times 10^8$	$N_c >3.0 \times 10^3$	$<1.5 \times 10^2$	$<1.5 \times 10^2$
						$R <10^5$	$>10^5$	$>10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	$V_c : 216, 224$	$V_c : 208, 227$	$V_c : 202, 222$	$V_c : 196, 203$	$10^6 : 198, 210$	$V_c >300, >300$	0, 0	0, 0
	$N_c : 2.2 \times 10^3$	$A : 2.2 \times 10^2$	$B : 2.1 \times 10^2$	$C : 2.0 \times 10^2$	$10^7 : 20, 21$ $N : 2.0 \times 10^8$	$N_c >3.0 \times 10^3$	$<1.5 \times 10^2$	$<1.5 \times 10^2$
						$R <10^5$	$>10^5$	$>10^5$

V_c = 집락수
 N = 시험균주 현탁액의 생균수 (cfu/ml)
 N_c = 시험균주 현탁액의식액의 생균수 (cfu/ml)
 N_a = 반응혼합액의 생균수 (cfu/ml)

R = 생균수 감소율
 A = 시험조건 검증의 생균수 (cfu/ml)
 B = 중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증의 생균수 (cfu/ml)
 C = 희석중화 검증 또는 여과법 검증의 생균수 (cfu/ml)

* 시험용액 농도는 실제 제품 사용농도인 50ml/1L(V/V)을 1.25배로 한 것을 100%로 하였음.

Figure 1-24. 메가세이퍼의 살균소독력 공인인증 결과

- 메가 세이퍼의 안전성 평가 : 1차 피부자극시험
 - 최종 시제품인 메가세이퍼가 실제 산업현장에서 사용 시 사용자들에 대해 안전한지 파악

하고자 피부에 대해 자극이 있는지 확인하고자 1차 피부자극시험 받기 위하여 (주) 더마프로의 1차 피부자극 시험 의뢰를 하였음.

- 그 결과 메가세이퍼는 피부에 대하여 무자극성을 확인하였음

Table 1-38. Results of human skin primary irritation test

No.	Test material	No. of responder	48hr				72hr				Reaction Grade		
			1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	48h	72h	Mean
1	메가세이퍼	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
2	Vehicle control; distilled water	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
3	Negative control; Squalane	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0

○ 메가 세이퍼의 안전성 평가 : 복귀돌연변이실험

- 최종 시제품인 메가세이퍼의 안전성을 파악하고자 (주) 바이오톡스텍의 복귀돌연변이 시험 의뢰를 하였음.
- 그 결과 메가세이퍼는 유전자돌연변이 유발성에 대하여 음성을 확인하였음

Table 1-39. The Number of Revertant Colonies per Plate in the Absence of Metabolic Activation

Strain	Test substance	Dose (ug/plate)	Individual revertant colony counts	Mean
TA98	water for injection	0	17,18	18
	메가세이퍼	5.00	17,16	17
		10.0	16,16	16
		50.0	20,16	18
		2-Nitrofluorene (2-NF)	5.0	731,725
TA100	water for injection	0	90,90	90
	메가세이퍼	5.00	80,88	84
		10.0	86,92	89
		50.0	93,86	90
		Sodium azide (SA)	5.0	724,719
TA1535	water for injection	0	15,12	14
	메가세이퍼	5.00	11,13	12
		10.0	14,13	12
		50.0	13,11	14
		Sodium azide (SA)	5.0	573,577
TA1537	water for injection	0	8,10	9
	메가세이퍼	5.00	8,10	9
		10.0	8,10	9
		50.0	8,7	8
		9-Aminoacridine (9-AA)	5.0	554,565
WP2 ^{uvrA} (pKM101)	water for injection	0	88,84	86
	메가세이퍼	5.00	82,81	82
		10.0	85,91	88
		50.0	90,97	94
		4-Nitroquinoline N-oxide (4-NQO)	5.0	39,394

- 1종의 살균력 공인인증과 2종의 안전성평가 결과로 비추어볼 때, 살균소독제 시제품 메가세이퍼는 사용자에게 안전하며 우수한 살균효과를 나타냄을 증명하였으며, 제품으로서 충분한 가치가 있을 것으로 판단됨.

15. 현장적용 안정성 평가 및 통합처리 시스템 살균/소독 활성 평가

(1) 실험방법

- 현장에서 향균 조성물의 안정성을 확인하기 위하여 현장에서 사용 중인 지하수 온도인 5°C 이하에서 향균 조성물을 적용하고, 사용 중인 기계인 와류 장치와 마이크로버블 장치에 적용 및 가동하여 향균 조성물의 안정성을 확인하였음.
- 농식품 처리에 따른 현장의 기존 방식과 구축된 통합처리 시스템을 비교하여 평가하였으며, 적용 농식품은 양상추와 방울토마토로 총 2종임.

Table 1-40. 현장적용 안정성 평가 처리구

처리구	1단계 [세척]	2단계 [행균]
기존방식	차염소산나트륨 (와류, 1분)	수돗물 (침지, 1분)
살균제 처리 1	메가세이퍼 (침지, 1분)	수돗물 (침지, 1분)
살균제 처리 2	메가세이퍼 (침지, 1분)	마이크로버블 (침지, 1분)

(2) 실험 결과

- 2차년도 향균 조성물과 달리 메가세이퍼는 5°C 이하의 지하수에 향균 조성물을 희석한 결과, 제형의 불안정 및 천연소재의 석출 없이 안정하였으며, 와류장치와 마이크로버블장치를 가동함에 있어 문제가 발생하지 않았음.
- 기존 농식품 처리 방식과 비교하여 개발한 통합처리 시스템의 살균/소독 활성을 평가하였음.

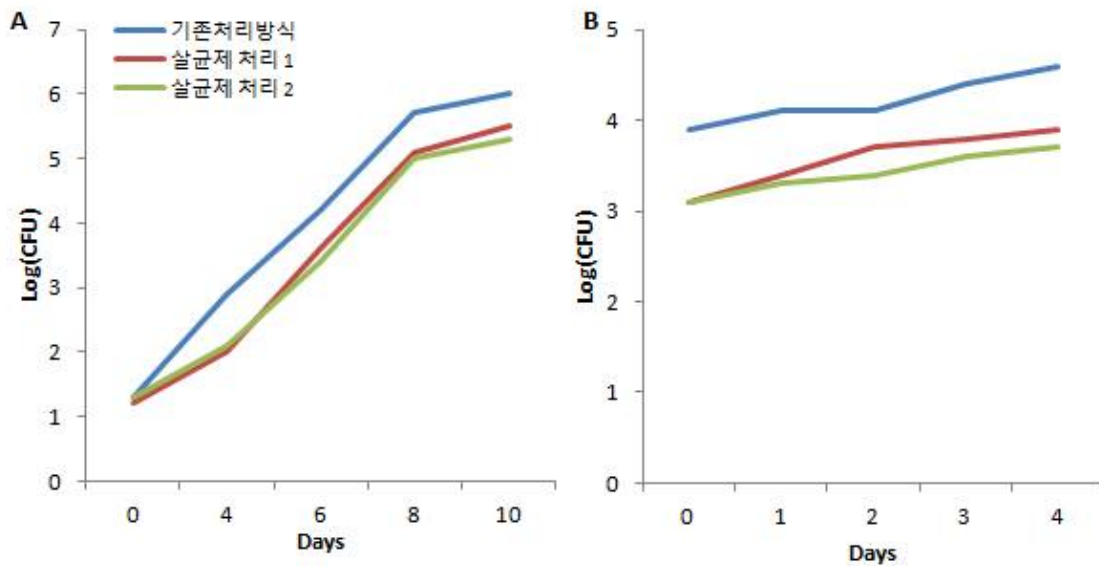


Figure 1-25. 기존 농식품 처리 대비 통합처리 시스템의 살균/소독 활성 평가 (A) 방울토마토, (B) 양상추

- 기존의 처리 방식대비 살균소독제 처리가 되어진 처리구 모두 약 1 Log정도의 세균 감소율이 확인되었으며 기존의 처리 방식과 달리 통합처리 시스템 적용 시, 차염소산수와 달리 염소 냄새가 없고 살균/소독력이 더 우수하였고, 마이크로버블 장치를 이용함에 따라 기존 대비 농산품의 이물질이 제거됨을 확인함



Figure 1-26. 최종 형태의 시제품 ‘메가세이퍼’

- 통합처리 시스템은 현장 적합한 구조이며, 메가세이퍼의 살균력에 영향을 미치지 않으면서도 농산품의 품질을 향상시킴을 확인하였으며, 소비자들에게 미생물의 오염이나 없이 깨끗한 농산품을 제공할 수 있을 것으로 판단됨.

II. 협동 1 (한국식품연구원)

1. 현장형 살균/세척 시스템 최적화 및 매뉴얼 개발

가. 신선 농식품의 원료 및 공정 단계별 생물학적 오염도 평가

(1) 실험방법

가) 일반세균수 (표준평판법)

각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 10⁸까지 단계 희석 후 1ml 씩 취하여 petridish에 분주하였다. 분주된 petridish에 Plate Count Agar (PCA, Difco, USA) 배지와 잘 혼합하여 약 35°C에서 48시간동안 배양하였다. 배양 후 계수 하여 cfu/g 단위로 나타냄.

나) 대장균 (건조필름법)

각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 10⁴까지 단계 희석 후 시험용액을 1ml씩 취하여 대장균 3M Petrifilm (Petrifilm™ E. coli count plate, 3M, St Paul, USA)에 각각 접종함. 약 35°C에서 배양 후 생성된 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락 수를 계산함.

다) 황색포도상구균 (건조필름법)

각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 10⁴까지 단계 희석 후 시험용액을 1 ml씩 취하여 황색포도상구균 3M Petrifilm (Petrifilm™ Staph Express Count plate)에 각각 접종하여 약 35°C에서 24시간 배양 후 나오는 적자색 균체를 계수함.

라) 바실러스 세레우스 (배지법)

각 시료의 검액을 MYP 한천배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양함. 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별함. 확인시험을 위해 보통한천배지에 집락을 접종하고 30°C에서 18~24 시간 배양하여 그람염색 후 확인된 균은 nitrate 환원능, VP, β-hemolysis, tyrosine 분해능, 혐기배양시의 포도당 이용 등의 생화학시험을 실시함.

(2) 실험 결과

가) 대상 시료 선정 및 미생물학적 품질 평가

채소류는 엽채류, 엽경채류, 근채류, 과채류, 버섯류 등으로 분류 되며, 이중 신선편이, 즉석섭취 샐러드의 원료로 주로 사용되는 것은 주로 양상추, 로메인 등의 엽채류와 방울토마토 등의

과채류 등이 있음. 또한 도라지, 더덕 등의 근채류도 주로 세척, 절단, 살균 등의 공정 단계를 거쳐서 제조 생산되고 있음. 이들 채소들은 각각 형태학적, 생리학적 특성이 다르며 재배 환경에 차이가 있어 상재 미생물군의 분포도 다름. 따라서 본 연구에서는 식품 공정 및 기기 위생을 위한 천연항균 복합 조성물을 이용한 신선농식품 세척/살균 통합 처리 시스템 개발을 위해 대상 식품으로 소비량, 안전성, 유형을 고려하여 양상추(엽채류), 방울토마토(과채류), 박피 절단 도라지(근채류)를 선정하여 원료 및 공정 단계의 미생물학적 품질 평가, 상재미생물군의 분포를 분석하였음.

○ 엽채류

시판되는 샐러드 제품은 양상추를 기본으로 로메인, 적근대, 치커리 등 엽채류의 혼합제품으로 주로 생산됨으로 주요 엽채류 4종에 대한 생물학적 품질 특성을 분석하였음. 분석한 원물 4종 (양상추, 로메인, 적근대, 치커리)에서 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균 등의 병원성 미생물은 검출되지 않았으며, 적근대에서만 대장균이 확인되었음.



양상추의 총균수는 5.3~5.3 log CFU/g, 곰팡이수는 3.2~3.4 log CFU/g, 장내세균수는 4.3~4.4 log CFU/g, 대장균군은 4.4~4.5 log CFU/g 수준이었으며, 로메인과 적근대도 비슷한 수준이었음. 그러나 치커리는 양상추에 비하여 총균수, 곰팡이수, 장내세균수, 대장균군 등이 1.5~2.0 log CFU/g 수준 많았음. 그러나 바실러스 세레우스는 양상추와 적근대가 높았으며, 일부 로메인에서는 혐기성 미생물인 클로스트리디움 퍼프린젠스가 검출되었음.

Table 2-1. 샐러드 주요 엽채류의 생물학적 품질 분석 결과

(단위: log CFU/g)

	총균수	곰팡이수	장내세균수	대장균군	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
양상추	5.0~5.3	3.2~3.4	4.3~4.4	4.4~4.5	2.5~3.1	< 100 CFU/g
로메인	5.2~5.7	3.7~4.0	3.3~4.0	3.0~4.1	~1.7	< 100 CFU/g
적근대	5.2~5.3	4.4~4.5	4.2~4.8	4.3~5.0	4.9~5.0	< 100 CFU/g
치커리	6.9~7.1	6.0~6.1	6.1~6.3	6.0~6.1	< 250 CFU/g	< 100 CFU/g

○ 방울토마토

시중에서 구입한 방울토마토 13종과 생산지에 수확 직 후 구입한 방울토마토 13종을 식품공전 및 ISO 방법에 따라 대장균, 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균, 병원성 대장균 등은 정성적 평가를 총균수, 곰팡이수, 장내세균수, 대장균군, 바실러스 세레우스, 클로스트리디움 퍼프린젠스 등은 정량적 평가를 수행하였음.

대장균, 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균, 병원성 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았으며, 바실러스 세레우스와 클로스트리디움 퍼프린젠스는 검출한계 이하였음. 유통품의 총균수는 평균 3.7 log CFU/g, 곰팡이수는 3.0 log CFU/g, 장내세균은 2.7 log CFU/g, 대장균군은 2.9 log CFU/g 였으며, 산지 수확하여 소포장한 방울토마토의 총균수는 평균 3.3 log CFU/g, 곰팡이수는 3.0 log CFU/g, 장내세균은 2.9 log CFU/g 등으로 유통품과 차이를 보이지 않았음.

Table 2-2. 방울 토마토의 생물학적 품질 특성 분석

(단위: log CFU/g)

		총균수	곰팡이수	장내세균수	대장균군
유통품	최대값	5.2	4.2	4.3	3.6
	최소값	2.3	2.1	0.7	1.9
	평균	3.7	3.0	2.7	2.9
	SD	0.79	0.70	1.05	0.55
원물	최대값	5.9	4.0	5.1	5.7
	최소값	2.2	2.1	1.1	1.5
	평균	3.3	3.0	2.9	2.9
	SD	0.91	0.77	0.98	1.09

○ 박피 절단 도라지

유통되고 있는 대부분의 절단도라지는 도라지를 수확, 박피 후 절단, 세척한 것은 절단 도라지로, 절단 도라지를 다시 세절하여 세절도라지로 생산함. 도라지는 크기가 작아질수록 (통도라지 -> 절단도라지 -> 세절도라지) 절단 및 세절 과정에서 조직 손상이 심하게 발생하여 유통기한도 단축되고, 표면이 고르지 않아 세척 및 살균 과정에서의 미생물학적 저감화도 쉽지 않음. 박피 절단 도라지와 세절도라지의 미생물학적 품질 특성을 평가한 결과 모든 제품에서 대장균, 병원성 대장균, 살모넬라, 황색포도상구균, 리스테리아 모노사이토제네스 등 병원성 미생물은 검출되지 않았으며, 클로스트리디움 퍼프린젠스도 검출한계 이하였음.

총균수는 6.8~7.0 log CFU/g, 곰팡이수는 3.8~4.1 log CFU/g, 장내세균은 5.8~6.4 log

CFU/g, 대장균군은 6.0~6.7 log CFU/g 수준이었으며, 바실러스 세레우스는 박피도라지에서는 1.2~1.8 log CFU/g 수준이었으나 절단 도라지에서는 검출한계 이하로 전처리 수 감소하였음.

Table 2-3. 도라지의 생물학적 품질 분석 결과

(단위: log CFU/g)

	총균수	곰팡이수	장내세균수	대장균군	<i>Bacillus cereus</i>
박피 도라지	6.7~6.8	3.7~3.8	6.3~6.4	6.3~6.4	1.2~1.8
박피 절단도라지	6.9~7.0	3.9~4.1	5.8~6.6	6.0~6.7	< 100 CFU/g

나) 제조 공정 및 설비의 미생물학적 품질 평가

○ 엽채류

신선편이, 즉석 섭취식품 제조 공정의 설비 표면의 미생물학적 오염도를 평가하기 위하여 칼판, 작업 중인 칼, 작업자 손, 세척 전 절단채소 보관 통, 탈수용 바구니 (세척 후 탈수를 위해 시료를 담은 바구니), 탈수기 내부를 멸균 면봉으로 표면을 충분히 문지른 다음 현탁액을 조제하여 미생물학적 오염도를 협동 연구기관과 공동으로 평가하였음.



대장균, 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균은 검출되지 않았으나, 바실러스 세레우스와 클로스트리디움 퍼프린젠스는 확인되었음. 바실러스 세레우스의 경우 작업 중인 칼판 (100 cm²)에서는 정량 한계 이하였으나, 그 외 모든 시료에서는 양성이었으며, 특히 작업자의 손에서 가장 많이 높은 오염 수준이었음. 클로스트리디움 퍼프린젠스는 작업 중인 칼판과 작업자의 손에서만 검출되었음.

○ 박피절단도라지

- 공정 단계별 미생물학적 품질 평가

박피절단도라지 완제품의 생물학적 품질 평가 결과, 총균수와 대장균군이 모두 6 log CFU/g 이상으로 나타났으며 이에 따라 박피절단도라지의 공정을 살펴볼 필요가 있음이 확인되어 박피 절단 도라지 제조 공정 (박피, 절단, 세척, 포장) 단계별로 미생물학적 품질 평가를 실시함.

박피절단도라지의 일반세균수는 5.2 log CFU/에서 절단 후에는 5.6 log CFU/g로 거의 변화가 없었으나 세척 후에는 6.2 log CFU/g으로 약 1 log CFU/g 증가하였으며, 완제품의 일반세균수가 6.1 log CFU/g으로 세척 후 절단 도라지의 일반세균수와 비슷한 수준이었음

진균류수의 경우, 박피절단도라지 원물에서 3.0 log CFU/g인 반면 절단, 세척, 완제품의 경우 각각 4.6, 4.3, 4.3 log CFU/g으로 원물과 비교하여 약 1 log CFU/g 증가하였음. 장내세균은 박피 통도라지 원물, 절단 후 각각 4.5 log CFU/g, 4.7 log CFU/g으로 비슷한 경향이었고, 세척 후와 완제품의 장내세균은 5.5 log CFU/g으로 증가하였음.

대장균군은 박피절단도라지 원물과 절단 후 각각 3.6 log CFU/g과 3.5 log CFU/g으로 큰 차이가 없었으나, 세척 후에는 4.4 log CFU/g으로 약 1 log CFU/g 증가하였고 완제품에서도 4.4 log CFU/g으로 유지됨을 확인하였음. 모든 시료에서 *E. coli*은 검출되지 않았음.

*B. cereus*와 *C. perfringens*는 공정단계별로 채취한 모든 시료에서 100 CFU/g 이하로 나타났으며, 모든 시료에서 *S. aureus*, *L. monocytogens*, *Salmonella* 등은 검출되지 않았음.

박피절단도라지의 공정단계별 미생물학적 품질 평가 결과, 세척 공정 후에도 일반세균, 진균류, 장내세균, 대장균군등의 감소 효과는 나타나지 않았음. 이는 일반 수돗물로 세척시 반복적인 세척에도 박피절단도라지 표면에 붙어있는 미생물의 사멸에는 효과적이지 않음을 시사하며 따라서 박피절단도라지의 유통 중 미생물학적 품질을 향상시키기 위해서는 새로운 세척 기술이 필요할 것으로 사료됨.

Table 2-4. 박피절단도라지의 공정 중 미생물학적 품질 특성 분석

(단위 : log CFU/g)

	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B.cereus</i>	<i>E.coli</i>	<i>C.perfringens</i>
박피도라지	5.2±0.09	3.0±0.05	4.5±0.18	3.6±0.18	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g
절단 후	5.6±0.20	4.6±0.14	4.7±0.35	3.5±0.11	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g
세척 후	6.2±0.05	4.3±0.13	5.5±0.10	4.4±0.24	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g
완제품	6.1±0.06	4.3±0.09	5.5±0.18	4.4±0.24	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g

○ 도구 및 설비, 환경의 미생물학적 품질 평가

박피절단도라지 가공 업체의 환경 분석을 위하여 Rodac 플레이트를 이용하여 미생물의 오염 위험도가 높은 9곳(원료 창고 바닥, 박피절단도라지 트레이, 벨트, 보관통, 세절기, 포장용 선반, 작업자 손, 포장용 바구니, 포장용 저울)을 선정하여 분석하였고 환경 미생물의 분포를 확

인하기 위하여 일반세균용 rodac plate에서 분리한 미생물은 Maldi-TOF MS를 이용하여 분석하였음.

일반세균용 rodac 플레이트로 환경 오염도를 확인한 결과, 도라지 박피절단벨트, 세절기 상단, 박피절단후 보관통, 작업자 손, 바구니 등의 오염도가 높았으며, 대장균군과 *S. aureus*은 확인되지 않았음.

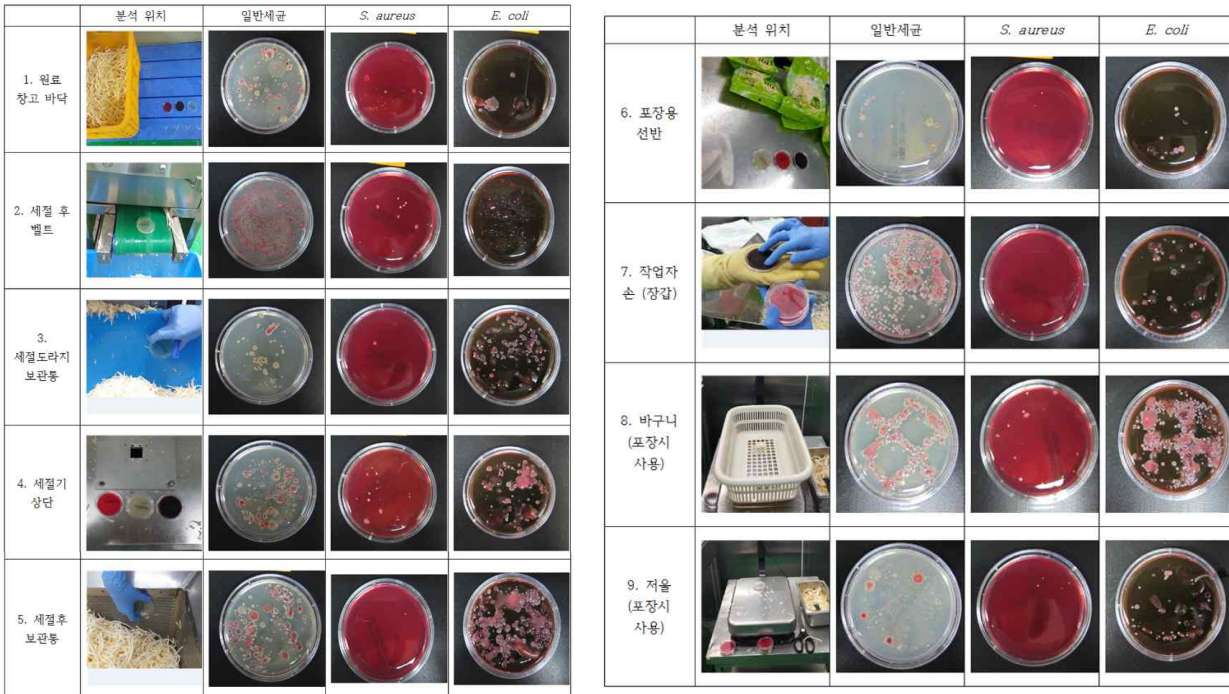


Figure 2-1. 도구 및 설비, 환경에 따른 미생물학적 품질 평가

나. 신선 농산물 상재 미생물군 평가

(1) 실험방법

가) 균주 분리

시료 일정량을 취하여 충분히 혼합한 다음, 25g을 225ml의 0.85% NaCl(saline)과 혼합하여 230rpm으로 2분간 균질화하여, 0.85% NaCl(saline)으로 단계별 희석 후 단계별 희석 후 단계별 희석액 1ml을 plate count agar(PCA, Merck, Germany)에 도말하여 37°C에서 24시간-48시간 배양하였음. 배양 후 플레이트별로 50개 이상의 집락을 선택하여 Tryptic soy agar(TSA, Merck, Germany)에 배양하여 순수 분리하였음.

나) 상재미생물 동정

순수 분리된 집락은 MALDI-TOF (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight, VITEK MS system, bioMérieux, France) 분석을 통해 동정하였으며, control strain으로 *Escherichia coli* ATCC 8739를 사용하였음. 배양된 집락을 1µl loop를 이용하여 FlexiMass disposable target slide에 얇게 바른 후 CHCA matrix solution 1 µl를 집락 위에 떨어뜨리고, 건조시킨 다음, mass spectrometer (Axima Assurance, Shimadzu Corporation, Japan)에 load하여, target slide bacteria cell protein의 mass spectra를 분석하였음. 각 균의 mass spectra는 VITEK MS database와 비교하여 동정하였음.

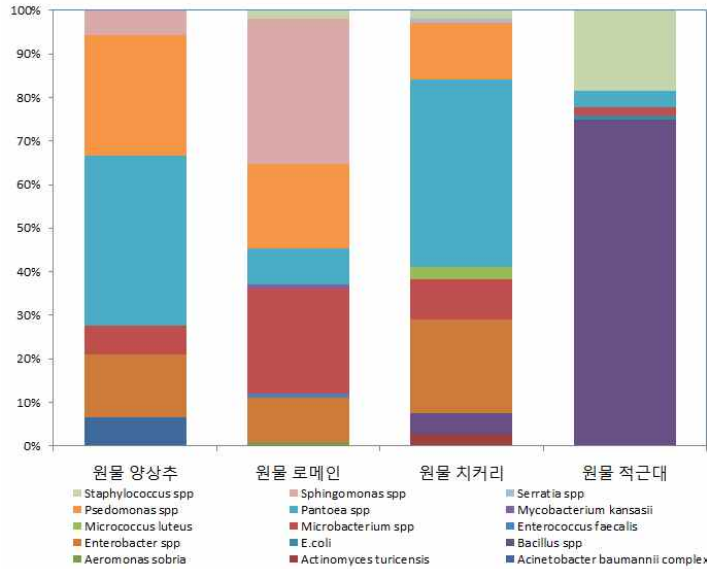
(2) 실험 결과

양상추, 로메인, 적근대, 치커리와 방울토마토 원물 및 절단/살균/세척 후 최종 제품의 상재 미생물군을 분석하였음. 각 시료의 상재미생물은 plate count agar 플레이트에서 25개 내외의 집락이 성장한 플레이트에서 50개 이상의 집락을 순수 분리하여 MALDI-TOF로 동정하여 평가하였음.



가) 열채류

신선편이 샐러드의 원료로 사용되는 채소류에서 *Acinetobacter baumannii* complex, *Actinomyces turicensis*, *Aeromonas sobria*, *Bacillus spp*, *E.coli*, *Enterobacter spp*, *Enterococcus faecalis*, *Microbacterium spp*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium kansasii*, *Pantoea spp*, *Pseudomonas spp*, *Serratia spp*, *Sphingomonas spp*, *Staphylococcus spp*. 등 15개 속 미생물이 분리 동정되었음.



양상추의 주요 미생물은 *Pantoea* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacter* spp.로 상재미생물의 80% 이상을 차지하였고, 로메인은 *Sphingomonas* spp, *Microbacterium* spp, *Pseudomonas* spp, *Enterobacter* spp.가 87%를, 적근대는 *Bacillus* spp, *Staphylococcus* spp가 전체의 93%를, 치커리는 *Pantoea* spp, *Enterobacter* spp, *Pseudomonas* spp가 77% 이상을 차지하였음. 4종의 엽채류 모두에서 확인된 상재미생물은 *Pantoea* spp였고, 양상추, 로메인, 치커리등 3가지 엽채류 모두에서 존재하는 상재미생물은 *Enterobacter* spp, *Microbacterium* spp, *Pantoea* spp., *Pseudomonas* spp. 등이었음.

Table 2-5. 엽채류 4종(양상추, 로메인, 적근채, 치커리)에 상재하는 주요 미생물 및 특징

미생물	특징
<i>Pantoea</i>	Enterobacteriaceae (장내세균), 그람 음성균, 운동성 있음. mucoid 집락, 유당 발효
<i>Enterobacter</i>	Enterobacteriaceae (장내세균) 그람 음성의 통성혐기성균, rod-shaped 형태, 대장균군에 속하지만 분변성 대장균군은 아님 (44.5℃에서 성장 못함)
<i>Pseudomonas</i>	Pseudomonadaceae, 그람 음성균, 호기성, 물과 쌍자엽 식물에서 많이 발생, rod-shaped 형태
<i>Microbacterium</i>	Microbacteriaceae, 그람 양성균, rod shaped 형태

나) 방울토마토

방울토마토의 상재미생물을 양상추등과 동일한 방법으로 분석한 결과 방울토마토 원물에서는

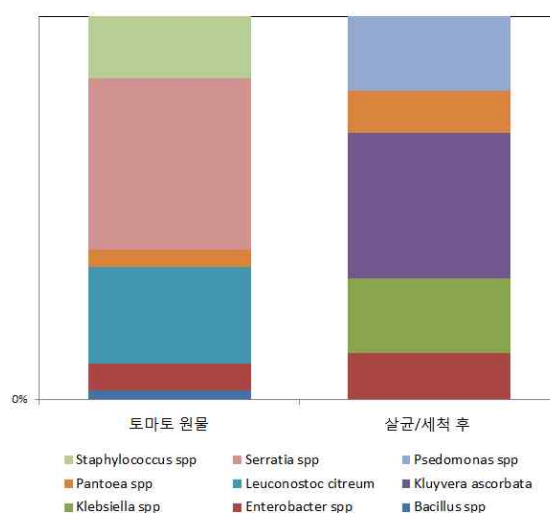
6개 속의 미생물이 확인되었으며, *Serratia* spp 와 *Leuconostoc* sp, *Staphylococcus* spp 가 분리 동정된 미생물의 86% 이상을 차지하였음.

Table 2-6. 방울토마토에 상재하는 주요 미생물 및 특징

미생물	특징
<i>Serratia</i>	Enterobacteriaceae (장내세균), 그람 음성, 통성혐기성, 포자 형성, rod-shaped
<i>Leuconostoc</i>	Leuconostocceae, 그람 양성, cocci, heterofermentative, slime-forming
<i>Staphylococcus</i>	Staphylococcaceae, 그람 양성, 구형

토마토를 살균/소독 세척한 완제품에서는 원물에서는 확인되지 않았던 *Kluyvera* sp, *Pseudomonas* spp, *Klebsiella* spp, *Enterobacter* spp. 등이 전체의 88% 이상을 차지하였음.

시험한 채소의 상재미생물군은 유형에 따라 차이를 보였으며, 위해미생물인 바실러스 세레우스는 거의 모든 시료에서 확인되었음. 채소류중 가장 많이 확인된 상재미생물군은 장내세균에 속하는 미생물들로 대부분 확인되었음. 확인된 주요 장내 미생물은 *Pantoea*, *Enterobacter*, *Serratia* 등이었으며, 이외에는 물에서 많이 발견되는 *Pseudomonas*도 다양한 시료에서 확인되었음.



다) 박피절단 도라지

○ 공정 단계별 도라지의 상재 미생물 분포

박피절단도라지를 원물에서부터 제조 공정 단계별로 상재하는 미생물의 분포를 조사 분석한 결과 *Carnobacterium maltaromaticum*, *Hafnia alvei*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum*, *Microbacterium* sp. *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhanelia aquatilis*, *Serratia fonticola*, *Serratia liquefaciens* 등의 미생물이 상재하고 있었으며, 절단, 세척 등의 공정 단계 단계에 따라 우점하는 미생물의 분포가 달라짐을 확인하였음.

박피절단도라지 원물에서는 *P. fluorecens* (47.7%), *S. liquefaciens* (27.9%), *R. aquatilis* (9%) 등이 우점하였음. 절단 공정 후에는 *R. quatilis* (39.2%)의 비중이 증가하였고, *P. fluorescens*는 47.7%에서 17.6%로 감소하였음. *S. liquefaciens*는 원물 도라지와 비슷한 23.0%를 차지하였음. 세척 후에는 *P. fluorescens*, *R. aquatilis*, *S. fonticola*, *S. liquefaciens* 가 우점 미생물로 확인되었고, 특히 *Serratia* group이 전체 분석된 미생물 중 50% 이상을 차지하였음.

완제품의 경우 *P. fluorescens*가 9.1%, *S. liquefaciens*가 0.7%로 원물, 절단및 세척 단계의 도라지와 비교하여 낮은 분포를 보였음. 그에 반하여 *S. fonticola*는 43.4%로 분석된 미생물 가운데 가장 높은 분포를 나타내었고 *R. aquatilis* 도 23.8%를 차지하였음.

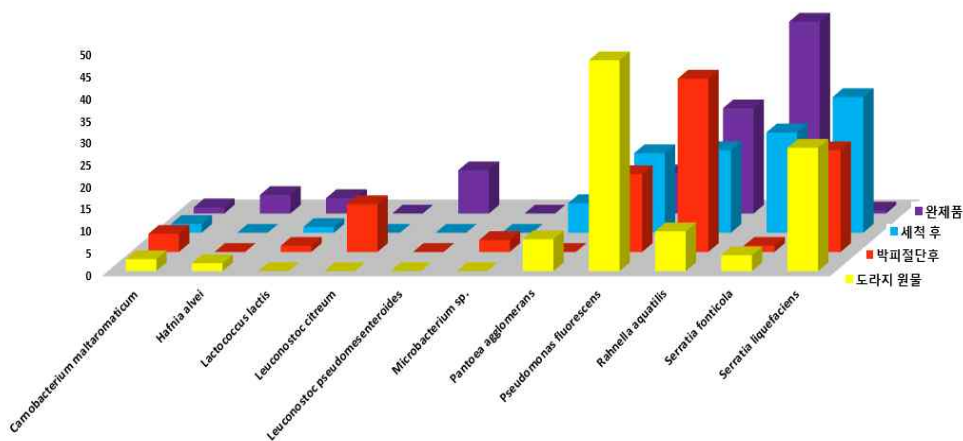


Table 2-7. 박피절단도라지 공정별 미생물 분포 변화

Relative abundance (%)	박피통도라지	절단 후	세척 후	완제품
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	2.7	4.1	2.0	1.4
<i>Hafnia alvei</i>	1.8	0.0	0.0	4.2
<i>Lactococcus lactis</i>	0.0	1.4	1.3	3.5
<i>Leuconostoc citreum</i>	0.0	10.8	0.0	0.0
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	0.0	0.0	0.0	9.8
<i>Microbacterium sp.</i>	0.0	2.7	0.0	0.0
<i>Pantoea agglomerans</i>	7.2	0.0	6.7	4.2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	47.7	17.6	18.0	9.1
<i>Rahnella aquatilis</i>	9.0	39.2	18.7	23.8
<i>Serratia fonticola</i>	3.6	1.4	22.7	43.4
<i>Serratia liquefaciens</i>	27.9	23.0	30.7	0.7
계 (%)	100	100	100	100

○ 박피 절단 도라지의 주요 공정의 미생물 분포

박피절단도라지 가공 업체의 환경 분석을 위하여 Rodac 플레이트를 이용하여 미생물의 오염 위험도가 높은 9곳(원료 창고 바닥, 박피절단도라지 트레이, 벨트, 보관통, 세절기, 포장용 선반, 작업자 손, 포장용 바구니, 포장용 저울)에서의 표면 미생물의 분포를 확인하기 위하여 일반세균용 rodac plate에서 분리한 미생물을 Maldi-TOF MS를 이용하여 분석하였음. 본 연구를 통하여 환경에 분포한 미생물과 식품에 분포한 미생물과의 전이로 인한 교차 오염 가능성 여부를 확인할 수 있을 것으로 사료됨.

Table 2-8. 박피 절단 도라지 주요 공정의 표면 미생물 분포

	원료 창고 바닥	벨트	세절후 보관통	세절기 상단	포장전 보관통	포장용 선반	작업자 손	포장 바구니	포장 저울
<i>Acinetobacter baumannii</i>	31.8	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acinetobacter Iwoffii</i>	4.5	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3
<i>Acinetobacter schindleri</i>	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Aerococcus viridans</i>	4.5	0.0	0.0	11.1	0.0	20.0	3.2	0.0	0.0
<i>Bacillus cereus group</i>	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Enterobacter cloacae/asburiae</i>	0.0	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Enterobacter cowanii</i>	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Hafnia alvei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	53.6	8.3
<i>Klebsiella oxytoca</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lactococcus lactis</i>	45.5	31.3	5.9	0.0	0.0	0.0	25.8	0.0	8.3
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Moraxella osloensis</i>	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pantoea agglomerans</i>	0.0	3.1	76.5	40.7	14.3	40.0	16.1	0.0	41.7
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.0	6.3	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomonas orizihabitans</i>	4.5	3.1	5.9	3.7	3.6	20.0	3.2	0.0	0.0
<i>Serratia fonticola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	7.1	0.0
<i>Serratia liquefaciens</i>	0.0	9.4	0.0	0.0	46.4	20.0	32.3	39.3	8.3
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Staphylococcus sciuri</i>	0.0	0.0	0.0	3.7	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0

제품과 접촉할 수 있는 환경과 제조 설비 도구, 작업자의 손등의 표면 미생물 분포를 확인한 결과, 공정 단계별로 우점 미생물의 차이가 있음을 확인하였음.

원료 창고바닥은 *A. baumannii*와 *L. lactis*가 각각 31.8%, 45.5%로 우점한 반면 도라지 세절기의 벨트는 *E. cloacae/asburiae* (43.8%)와 *L. lactis* (31.3%)가 우점하고 있었음. 박피절단된 도라지를 보관하는 PVC 통에서는 *P. agglomerans* (76.5%)가 우점하고 있었고, 세절기 상단은 *P. agglomerans*(40.7%), *A. Iwoffii*(22.2%), *A. baumannii*(14.8%)가 우점하였음. 포장전 보관하는 통에서는 *S. liquefaciens* (46.4%), *H. alvei* (28.6%), *P. agglomerans* (14.3%)가 우점하는 것으로 분석되었음. 포장용 선반에서는 *P. agglomerans*(40%), *A. viridans*(20%), *P. orizihabitans*(20%), *S. liquefaciens*(20%)로 분포하고 있었으며, 작업자가 사용 중인 장갑에서는 *S. liquefaciens*(32.3%), *L. lactis*(25.8%), *S. fonticola*(19.4%), *P. agglomerans*(16.1%), *A. viridans*(3.2%)등이 동정되었음. 포장용 바구니에는 *H. alvei*(53.6%), *S. liquefaciens*(39.3%)가 우점하였고, 포장 저울에서는 *A. Iwoffii*(33.3%), *P.*

agglomerans(41.7%), *H. alvei*(8.3%), *L. lactis*(8.3%), *S. liquefaciens*(8.3%)가 확인되었음.

환경에서 분리된 미생물 분포를 살펴보면, 분리 동정된 미생물 중 *P. agglomerans*는 대부분의 환경에서 분리되었고, *A. baumannii*와 *L. lactis*는 원료 창고 바닥과 세절기 상단, 세절기 벨트등 포장하기 전 상태의 환경에서 분리되었음. 반면 *S. liquefaciens*는 포장전 보관통, 포장용 선반, 작업자 손, 포장용 바구니 등 포장을 하기 위한 작업 환경에서 높은 비율로 분리됨. 그러나 도라지 완제품의 미생물 분포를 확인한 결과 *S. liquefaciens*의 비율은 낮았기 때문에 환경에 존재하는 미생물이 제품으로 교차오염되는 가능성은 높지 않음을 확인함. 그러나 *Acinetobacter baumannii*는 주요 병원감염균으로서 대부분의 β -lactam과 aminoglycoside에 대해 내성을 가지고 있고 다재내성의 위험도가 높기 때문에 철저한 관리가 필요하고 *S. liquefaciens*는 식품의 부패와 관련이 있기 때문에 이들 미생물이 식품으로 유입되는 위험성을 제어할 필요성이 있음.

3. 세척/살균 시스템 최적화를 위한 요소 기술(허들기술) 평가

채소의 세척/ 살균 공정의 효율 증대를 위하여 친환경 조성물과의 시너지 효과를 높이기 위한 요소 기술을 개발하기 위하여 열처리와 마이크로버블 기술을 적용함. 채소 특성에 따른 열처리 조건을 선정하기 위하여 세척/살균 후 저장에 따른 신선도를 평가하였으며, 마이크로 버블을 이용한 세척/살균을 위한 성능 평가는 협동연구기관인 한국이엠비기술과 공동으로 수행하여 채소 유형별로 세척/살균 시스템을 최적화하였음.

2차년도에서 확인한 열수 조건을 바탕으로 양상추, 방울토마토, 박피절단도라지에 대해 열수-마이크로버블 병용처리로 세척/살균하여 식품공전 및 ISO 방법에 따라 총균수, 곰팡이수, 장내세균수, 대장균군 등을 정량적으로 평가하였음. 열수-마이크로버블 병용 처리한 시료들은 저장 실험을 통해 미생물학적 품질 및 저장성 평가를 수행하였음.

가. 방울토마토 세척 방법에 따른 품질 평가

(1) 차아염소산나트륨 처리

방울토마토는 일반적으로 산지 수확 후 원물 상태 그대로 유통이 되지만 즉석섭취샐러드와 같은 신선편이 제품에 사용 시에는 세척 공정을 거침. 방울토마토와 같은 과채류는 효과적 세척을 위하여 미국의 Centers for Disease Control and prevention과 Environmental protection Agency에서는 50-200 ppm의 염소 용액을 사용할 것을 권장하고 있음. 따라서 본 연구에서는 방울토마토를 100ppm의 차아염소산나트륨에 세척을 한 후 원물과 미생물학적 품질을 비교하였음.

방울토마토 원물의 일반세균수(TVC)는 3.6 log CFU/g이었고 세척 후 2.5 log CFU/g으로 약 1 log CFU/g 감소하였음. 진균류수(Fungi) 또한 원물의 2.6 log CFU/g과 비교하여 세척 후 약 1 log CFU/g 감소하여 1.4 log CFU/g으로 나타남. 장내세균(Enterobacteriaceae, EB)과 대장균군(Coliform)은 원물이 각각 3.2, 3.1 log CFU/g이었고 세척 후 1.7, 1.4 log CFU/g으로 감소하였음. 바실러스 세레우스(*B. cereus*), 대장균(*E. coli*), 클로스트리디움 퍼프린젠스(*C. perfringens*)는 검출한계 이하로 나타남. 병원성 대장균, 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균은 검출되지 않음.

Table 2-9. 방울토마토의 차염소산 세척 전후 미생물학적 품질 비교

(단위 : log CFU/g)

	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. perfringens</i>
세척 전	3.6±0.39	2.6±0.32	3.2±0.20	3.1±0.09	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g
세척 후	2.5±0.71	1.4±1.09	1.7±0.99	1.4±1.02	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g

(2) 열수 처리

신선 농식품의 세척시 열수를 사용하면 농식품의 표면에 있는 미생물을 제어할 수 있으며, 염소수, 오존수, 이온수에 비해 산화에 의한 표피 손상이 적고, 대량으로 처리 할 수 있다는 장점을 가지고 있음. 본 연구에서는 방울토마토에 40℃, 45℃, 50℃ 열수를 처리한 다음 미생물학적 품질 변화를 비교 평가하였음.



방울토마토 원물의 일반세균은 5.6 log CFU/g였고 40℃에서 각각 1분과 2분씩 처리한 결과, 일반세균은 3.0 log CFU/g, 3.5 log CFU/g으로 감소하였고 45℃는 1분 처리시 3.0 log CFU/g, 2분 처리시 2.9 log CFU/g으로 감소하였음. 50℃ 처리시 1분 후에는 3.1 log CFU/g로 2분후에는 3.5 log CFU/g으로 감소함. 따라서 일반세균은 열수 처리 온도에 관계 없이 모두 2.0 log CFU/g 이상 감소하는 것으로 확인하였음

진균류는 원물 방울토마토에서 3.5 log CFU/g였고, 40℃에서 1분간 처리시 1.5 log CFU/g, 3분간 처리시 1.8 log CFU/g으로 감소하였고, 45℃에서 1분간 처리시에는 2.1 log CFU/g, 2분 처리시에는 1.0 log CFU/g으로 감소하였음. 또한 50℃에 1분 후 1.4 log CFU/g, 2분 후 1.7 log CFU/g로 분석되었음. 진균류 수도 일반세균과 같이 모든 열수 처리구에서 2 log CFU/g 이상 감소하였음.

장내세균과 대장균군은 일반세균수, 진균류 수와 비슷한 경향이었음. 방울토마토 원물의 장내세균은 4.6 log CFU/g에서 40℃에서 1분간 처리시 2.0 log CFU/g으로, 2분간 처리시에는 2.6 log CFU/g으로 감소하였음. 45℃처리시에는 1분 후 1.4 log CFU/g, 2분 처리 후 0.4 log CFU/g으로 나타났고 50℃처리는 모든 처리구가 4 log CFU/g 이상 감소하여, 장내세균 제어에는 50℃ 열수처리가 효과적이었음. 대장균군도 50℃ 처리구에서는 모든 처리구가 4 log CFU/g 이상 감소하여 대장균군이 온도에 감수성이 높은 것을 확인하였음.

Table 2-10. 열수처리에 의한 방울토마토의 미생물학적 품질 변화

(단위: log CFU/g)

	TVC	Fungi	Enterobacteriaceae	Coliform	<i>B. cereus</i>
원물	5.6±1.23	3.5±0.10	4.6±2.85	4.6±2.47	<100 CFU/g
40℃-1분	3.0±0.53	1.5±0.44	2.0±0.50	2.1±1.36	<100 CFU/g
2분	3.5±0.19	1.8±0.13	2.6±1.00	2.6±0.33	<100 CFU/g
45℃-1분	3.0±0.29	2.1±0.52	1.4±0.37	1.6±0.14	<100 CFU/g
2분	2.9±0.71	1.0±0.01	0.4±0.52	0.4±0.52	<100 CFU/g
50℃-1분	3.1±0.40	1.4±0.26	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g
2분	3.5±1.02	1.7±0.38	<100 CFU/g	<100 CFU/g	<100 CFU/g

(3) 열수 처리 방울토마토의 품질 및 저장성 평가

가) 미생물학적 품질 평가

방울토마토는 40, 45, 50℃에서 각각 1분, 2분간 열수처리한 후 20℃에서 열수 처리를 하지 않은 대조구와 같이 9일간 저장하면서 미생물학적 품질을 평가하였음.

열수처리를 하지 않은 대조구는 전 저장기간 동안 일반세균수의 변화가 거의 없었으나, 열수 처리 시료는 처리 직후 모든 처리구에서 2 log CFU/g 수준 감소하였으며, 저장 기간에 따라 각 처리구 (40, 45, 50℃)에서 일반세균수가 완만하게 증가하였음,

열수처리 후 저장기간동안 진균류의 변화는 일반세균수의 경향과 유사하였음. 열수 처리 직후 모든 시료는 원물(3.5 log CFU/g)과 비교하여 약 2 log CFU/g 이상 낮았으나, 저장 3 일후 40, 45℃ 처리구는 약 4log CFU/g으로서 처리 직후보다 약 2-3 log CFU/g 증가하였음. 50℃ 처리구는 저장 3일차에 약 3 log CFU/g으로서 원물, 40℃, 45℃ 처리구보다 낮았음. 그러나 저장 6일차에는 원물을 포함한 모든 처리구의 진균류수가 약 4 log CFU/g으로 나타났고 저장 9일차까지 유지되었음.

대장균군은 열수 처리직후 40℃가 열수처리 증가에 따라 대장균군의 수가 감소하였으나 저장 3일 후에는 대장균군이 증가하여 모든 처리구가 처리 온도에 관계없이 4 log CFU/g으로 나타났음. 특히 50℃ 처리 시료는 처리 직후 2 log CFU/g 미만으로 검출한계 미만이었으나 저장 3일 후 약 5 log CFU/g까지 증가하였고 50℃ 2분 처리구의 경우 저장 9일 후 7 log CFU/g으로 증가하였음. 대조구의 대장균군은 저장기간 동안 거의 변화가 없었으며, 모든 열수 처리구는 저장 3일 후부터 증가하여 이후 거의 유지되었음.

방울토마토 열수처리에 따른 저장기간 동안 미생물학적 품질 평가를 실시한 결과, 열수 처리는 초기 일반세균, 진균류, 대장균군의 초기 균수 감소에 효과적임을 확인하였고, 20℃ 저장고에서 저장 초기까지도 유지되었음.

Table 2-11. 방울토마토의 저장 기간에 따른 미생물학적 품질 특성 분석

(단위 : log CFU/g)

	저장 기간 (Day)			
	0	3	6	9
TVC				
대조구	5.6±1.23	6.1±0.46	5.4±0.03	6.1±0.14
40℃-1분	3.0±0.53	5.3±0.03	7.0±0.13	5.5±0.42
2분	3.5±0.19	4.9±0.25	5.0±0.12	6.3±0.99
45℃-1분	3.0±0.29	5.4±0.21	5.4±0.35	6.0±0.85
2분	2.9±0.71	5.4±0.19	5.7±0.37	6.2±0.08
50℃-1분	3.1±0.40	5.4±0.31	5.1±0.09	5.6±0.11
2분	3.5±1.02	4.9±0.03	6.2±0.45	7.0±0.90
Fungi				
대조구	3.5±0.10	4.1±0.96	4.1±0.12	4.5±0.10
40℃-1분	1.5±0.44	4.1±0.01	5.5±0.33	4.8±0.15
2분	1.8±0.13	3.5±1.48	4.2±0.64	5.1±0.42
45℃-1분	2.1±0.52	3.8±0.29	4.5±0.04	4.6±0.14
2분	1.0±0.01	4.1±0.02	3.9±0.32	5.1±0.25
50℃-1분	1.4±0.26	3.1±0.15	3.4±0.16	4.4±0.01
2분	1.7±0.38	2.6±0.27	4.2±0.41	4.8±0.34
Coliform				
대조구	4.6±2.47	3.9±0.69	4.4±0.30	4.4±0.21
40℃-1분	2.1±1.36	4.9±0.14	6.7±0.08	5.0±0.23
2분	2.6±0.33	3.9±0.86	4.7±0.21	5.9±1.08
45℃-1분	1.6±0.14	4.8±0.64	5.1±0.21	5.2±0.72
2분	0.4±0.52	5.0±0.24	4.7±0.11	6.1±0.02
50℃-1분	< 100 CFU/g	4.7±0.90	3.9±0.73	5.1±0.10
2분	< 100 CFU/g	4.8±1.06	5.7±0.95	6.9±0.82

나) 저장성 평가

방울토마토는 40, 45, 50℃에서 각각 1분, 2분간 열수처리한 후 열수처리하지 않은 대조구와 20℃에서 9일간 저장하면서 부패율과 외관 변화를 확인하였음. 방울토마토의 부패율은 꼭지 쪽의 균사가 육안으로 식별이 가능하거나 조직이 부분적으로 무른 경우 또는 저장 기간중 과육이 파열된 경우를 선별하여 전체 무게 중의 비율을 부패율로 측정하였음.

열수처리한 방울토마토의 저장 기간별 부패율 측정 결과, 저장 3일후 50℃에서 1분간 처리한 시료가 11%, 2분간 처리한 시료가 7%로 원물을 포함한 모든 열수 처리구 중 가장 낮은 부패율을 보임. 반면 40℃에서 1분간 처리하거나 45℃에서 1분간 처리한 시료는 부패율이 각각 50%, 43%로 동일한 온도에서 2분간 처리한 시료와 비교하여 더 높은 것으로 나타나면서 40℃, 45℃ 열수처리하는 1분보다 2분 처리하는 것이 선도 향상에는 효과적인 것으로 나타남. 20℃ 저장고에서 저장 6일차에는 50℃에서 1분간 처리한 시료의 부패율이 약 18%로 나타나면서 가장 선도가 우수한 것으로 나타남. 따라서 5일 이상의 저장시에는 50℃에서 1분간 처리 후 저장하는 것이 가장 효과적인 것으로 평가되었음.

Table 2-12. 방울토마토의 열수 및 저장 기간에 따른 부패율

(단위 : %)

	저장기간 (Day)			
	0 day	3 day	6 day	9 day
대조구	0.0	14.9	46.6	32.9
40℃-1분	0.0	50.3	56.8	28.8
2분	0.0	25.6	31.6	64.0
45℃-1분	0.0	42.3	35.7	15.4
2분	0.0	19.1	34.2	53.3
50℃-1분	0.0	11.4	18.5	38.6
2분	0.0	7.3	51.0	62.5

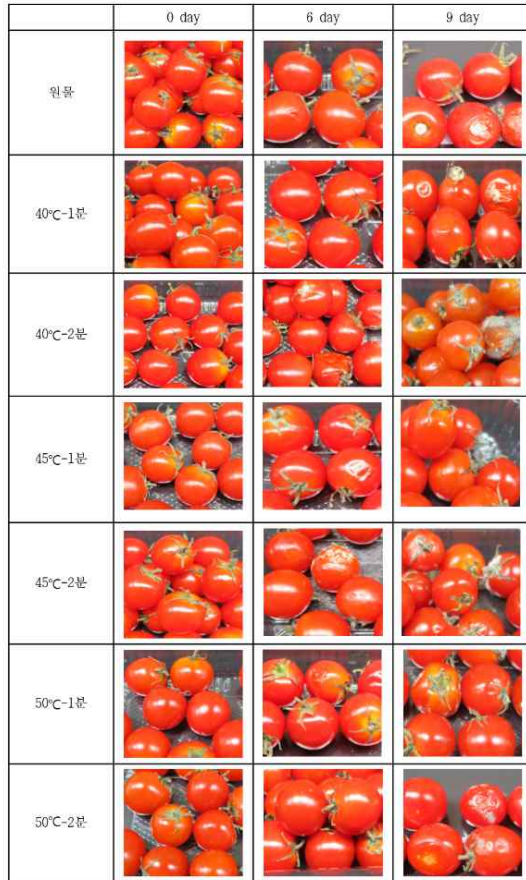


Figure 2-2. 방울토마토의 열수 및 저장 기간에 따른 외관 변화

(4) 열수-마이크로버블 처리

방울토마토 열수 처리 조건에서 미생물학적 품질과 저장성에서 우수한 효과를 보인 50°C 처리 조건을 바탕으로 마이크로버블 병용 처리 효과를 시험하였음. 처리 시간은 신선편의 샐러드 제조업체의 처리 시간을 고려하여 30초와 1분으로 수행하였음.

방울토마토 원물에 대하여 일반 수돗물(Tap water), 마이크로버블(MB), 열수(H, 50°C), 마이크로버블-열수(MBH)를 각각 30초, 1분간 처리한 후 미생물학적 품질 평가 결과는 다음과 같음. 일반세균수는 모든 처리구가 약 2 log CFU/g으로 나타나 원물과 비교하여 큰 차이가 없었음. 진균류는 50°C 열수 처리와 열수-마이크로버블 처리군이 처리 시간에 관계없이 원물과 비교하여 약 1 log CFU/g 이상 낮아짐을 확인하였음.

Table 2-13. 방울토마토의 처리 조건에 따른 미생물학적 품질 특성 분석

(단위 : log CFU/g)

	TVCs	Fungi
대조구	3.1±0.12	2.4±0.05
Tap -30초	2.8±0.19	2.5±0.27
-1분	2.2±0.13	1.6±0.25
MB -30초	2.2±0.04	1.2±0.75
-1분	2.5±0.10	1.9±0.17
Heat -30s	2.2±0.09	< 100 CFU/g
-1분	2.3±0.17	1.0±0.74
MBH -30s	2.4±0.06	1.0±0.74
-1분	2.3±0.19	0.9±0.68

(5) 열수-마이크로버블 처리 방울토마토의 품질 및 저장성 평가

가) 미생물학적 품질 평가

방울토마토는 Tap, MB, Heat(50℃), MBH에서 각각 30초, 1분간 열수처리한 후 대조구 (방울토마토 원물)와 같이 10℃ 에서 20일간 저장하면서 미생물학적 품질을 평가하였음. 저장성 평가는 겉 표면의 짓무름, 향, 맛 등을 종합적으로 평가하였음.

각 처리 조건에 따른 일반세균수는 저장 20일 동안 완만하게 증가하는 것으로 나타났음. 그러나 MBH를 처리한 방울토마토는 저장 기간 동안 다른 처리구와 비교하여 5 log CFU/g 미만의 일반세균수를 보였고 저장 20일 차 MBH 30초 처리구는 약 4 log CFU/g으로 모든 처리구 중 가장 낮은 일반세균수를 보였음.

진균류는 일반세균수와 비슷한 경향으로 나타났으며 저장 15일 이후 급격히 증가하는 것으로 나타났음. 그러나 MBH 1분 처리구는 저장 기간 동안 약 2 log CFU/g으로 급격한 증가없이 일정하게 유지되는 것으로 나타남.

Table 2-14. 방울토마토의 저장 기간에 따른 미생물학적 품질 특성 분석

(단위 : log CFU/g)

	저장기간 (Day)				
	0	5	9	15	20
TVCs					
대조구	3.1±0.12	4.5±0.11	5.3±0.31	4.7±0.05	4.0±0.16
Tap -30초	2.8±0.19	2.9±0.03	5.3±0.69	5.4±0.04	5.5±0.05
-1분	2.2±0.13	3.1±0.02	5.1±0.38	4.4±0.14	6.0±0.27
MB -30초	2.2±0.04	3.8±0.28	4.6±0.18	5.5±0.23	5.3±0.06
-1분	2.5±0.10	3.6±0.10	5.4±0.59	5.4±0.09	6.5±0.07
Heat -30초	2.2±0.09	2.9±0.03	4.6±0.09	6.3±0.21	5.4±0.33
-1분	2.3±0.17	3.9±0.04	4.6±0.42	6.2±0.47	7.0±0.71
MBH -30초	2.4±0.06	3.6±0.03	3.9±0.76	4.8±0.10	4.3±0.19
-1분	2.3±0.19	3.6±0.12	2.8±0.15	4.1±0.55	6.4±0.05
Fungi					
대조구	2.4±0.05	4.1±0.08	4.7±0.02	4.2±0.12	3.4±0.17
Tap -30초	2.5±0.27	2.1±0.17	2.8±0.27	2.5±0.16	4.3±0.08
-1분	1.6±0.25	2.5±0.22	2.8±0.28	2.7±0.04	3.7±0.14
MB -30초	1.2±0.75	1.2±0.67	2.6±0.48	3.1±0.76	2.9±0.54
-1분	1.9±0.17	3.0±0.24	2.6±0.09	4.3±0.18	5.1±0.70
Heat -30초	< 100 CFU/g	1.7±0.13	2.5±0.19	1.4±0.24	2.6±0.55
-1분	1.0±0.74	2.3±0.12	2.2±0.45	1.5±0.31	5.5±0.13
MBH -30초	1.0±0.74	1.9±0.58	1.2±0.85	2.9±0.42	4.2±0.13
-1분	0.9±0.68	1.4±0.33	2.0±0.10	1.8±1.02	2.1±0.62

나) 저장성 평가

10℃에서 방울토마토를 저장하면서 품질을 평가한 결과, 저장 5일차까지 방울토마토는 외관상 차이를 나타내지 않음. 저장 9일차에는 무세척, Tap, Heat 처리구는 조직이 연화되기 시작한 반면, MB와 MBH 1분 처리구는 과육이 단단하게 유지되었음. 저장 15일차 무세척구와 Tap 처리구는 곰팡이가 발생하고 조직의 연화가 심하게 발생한 반면 MB 처리구와 MBH 처리구는 신선하게 유지되어 상품성을 유지하였음. 저장 20일차에는 열처리를 한

Heat과 MBH 처리구는 조직이 연화되어 무른 반면 MB 처리구는 상대적으로 조직이 단단하게 유지되었음. 저장 실험 결과, 열수 처리는 방울토마토의 조직 연화를 증가시키는 반면 마이크로버블 단독 처리는 저장성을 향상시키는데 긍정적으로 작용하는 것으로 보임.

나. 절단 양상추의 세척 방법에 따른 품질 평가

(1) 수돗물 세척

채소류 표면은 과채류에 비하여 상대적으로 표면에 굴곡이 많이 있어 양상추등은 매끄러운 표면을 가지고 있는 토마토 등보다 미생물 서식이 용이하며 제거가 어려움. 일반적으로 신선편이 공정에서 사용되는 방법으로 양상추를 절단 후 3단 와류 세척 후 세척하지 않은 원물과 미생물학적 품질 변화를 비교하였음.

양상추 원물과 비교시 절단 세척 양상추는 일반세균, 진균류, 장내세균, 대장균군은 모두 감소하였음. 일반세균수는 원물 6.0 log CFU/g에서 절단 양상추 세척 후 4.6 log CFU/g으로 약 1.5 log CFU/g 감소하였고 진균류는 3.7 log CFU/g에서 1.0 log CFU/g으로 2 log CFU/g 이상 감소하였음. 장내세균과 대장균군도 원물과 비교하여 세척 후 1.0 log CFU/g 이상 감소하였음.

Table 2-15. 양상추의 세척(수돗물) 공정에 따른 생물학적 품질 특성 분석

(단위 : log CFU/g)

	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B. cereus</i>
양상추 원물	6.0±0.05	3.7±0.12	4.9±0.47	4.8±0.28	<100 CFU/g
양상추 세척후	4.6±1.02	1.0±0.43	3.6±0.31	3.5±0.31	<100 CFU/g

(2) 열수 처리

양상추에서 열수처리는 양상추의 갈변에 관여하여 효소인 polyphenoloxidase (PPO)와 peroxydase 의 활성을 억제함으로써 갈변을 예방하는 것으로 알려져 있음. 그러나 열수 처리 온도에 따라서는 조직감 등에 손상을 유발할 수 있어, 선행연구, 문헌 등을 참고하여 열수 처리 온도를 40℃에서 1분, 2분 각각을 처리하여 미생물의 변화를 분석하였음.

일반세균수는 6.0 log CFU/g에서 40℃에서 1분 처리시 5.1 log CFU/g, 2분 처리시에는 4.7 log CFU/g으로 감소하였음. 진균류는 3.7 log CFU/g에서 40℃에서 1분 처리시 3.3 log CFU/g로, 2분 처리시에는 3.1 log CFU/g으로 감소하였으며, 장내세균은 5.0 log

CFU/g에서 40℃에서 1분 처리시 4.2 log CFU/g. 2분 처리시 3.8 log CFU/g으로 감소하였음. 대장균군은 40℃에서 1분, 2분 처리시 각각 4.2 log CFU/g이었음. 절단 양상추의 경우, 열수 처리시 일반세균, 진균류, 장내세균등의 저감화에 효과적인 것으로 보였고 특히 2분간 처리시 저감 효과가 더욱 높았음.

Table 2-16. 절단 양상추의 열수 처리에 따른 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B. cereus</i>
원물	6.0±0.05	3.7±0.11	5.0±0.39	4.9±0.23	<100 CFU/g
40℃-1분	5.1±0.06	3.3±0.08	4.2±0.11	4.2±0.23	<100 CFU/g
2분	4.7±0.06	3.1±0.14	3.8±0.22	4.2±0.26	<100 CFU/g

(3) 열수 처리 절단 양상추의 저장성 평가

절단 양상추는 열수 처리(40℃ 1분, 2분) 후 포장하여 10℃에 저장하면서 부패율과 미생물학적 품질평가를 수행하였음. 열수 처리에 따른 영향을 확실하게 확인하기 위하여 저장 온도를 10℃로 설정하여 실험하였음. 처리하지 않은 원물의 일반세균은 저장 기간 동안 약 6.0 log CFU/g으로 유지된 반면 40℃에서 1분간 처리한 양상추의 경우 처리 직후 5.1 log CFU/g에서, 저장 6일 후 6.0 log CFU/g으로 증가하였고 이후 유지되었음. 40℃에서 2분간 처리한 양상추는 처리 직후 4.7 log CFU/g였고 2일 저장 후 약 1 log CFU/g 증가하였으나, 이후에는 일반세균수가 유지되었음. 진균류와 대장균군은 열수 처리 후 저장기간동안 미생물수의 변화가 거의 없었으며, 저장 9일 후에도 약 1 log CFU/g 수준 증가하였음.

Table 2-17. 저장 기간에 따른 열수 처리 절단 양상추의 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	저장 기간 (Day)			
	0	2	6	9
TVC				
양상추 원물	6.0±0.05	6.1±0.51	6.4±0.04	6.3±0.13
40℃-1분	5.1±0.07	5.6±0.20	6.3±0.05	6.0±0.35
2분	4.7±0.07	5.7±0.37	5.4±0.44	5.3±0.21
Fungi				
양상추 원물	3.7±0.12	3.7±0.03	3.0±0.05	3.8±0.11
40℃-1분	3.3±0.06	3.3±0.07	3.6±0.26	3.5±0.11
2분	3.1±0.11	3.3±0.17	3.3±0.03	3.4±0.10
Coliform				
양상추 원물	4.8±0.28	5.0±0.09	5.4±0.01	5.1±0.10
40℃-1분	4.2±0.27	4.5±0.14	4.7±0.12	5.1±0.03
2분	4.1±0.32	4.8±0.26	6.2±0.75	5.5±0.08

양상추는 절단 후 열수 처리(40℃ 1분, 2분)하여 10℃에서 저장하면서 부패율과 외관의 변화를 확인하였음. 부패율 측정시 절단부 및 흰 줄기부분이 붉은색으로 변하거나 조직이 연해진 부분을 부패한 것으로 지정하고 선별하여 무게를 측정하여 환산하였음. 열수 처리 직후와 비교하여 저장 2일후 부패율은 원물이 10%, 40℃ 1분 처리구가 12%, 40℃ 2분 처리구가 1.5%로 40℃ 2분 처리구가 가장 낮았으나 저장 9일차에는 40℃ 처리구의 부패율은 약 70%로 원물의 52%와 비교하여 약 20% 더 높은 것으로 나타나서, 열수 처리에 따른 신선도 연장 효과는 확인 할 수 없었음.

Table 2-18. 저장 기간에 따른 열수 처리 절단 양상추의 부패율

(단위 : %)

	저장 기간 (Day)		
	0	2	9
대조구	0	10.8	52.6
40℃-1분	0	12.1	73.8
2분	0	1.4	70.4

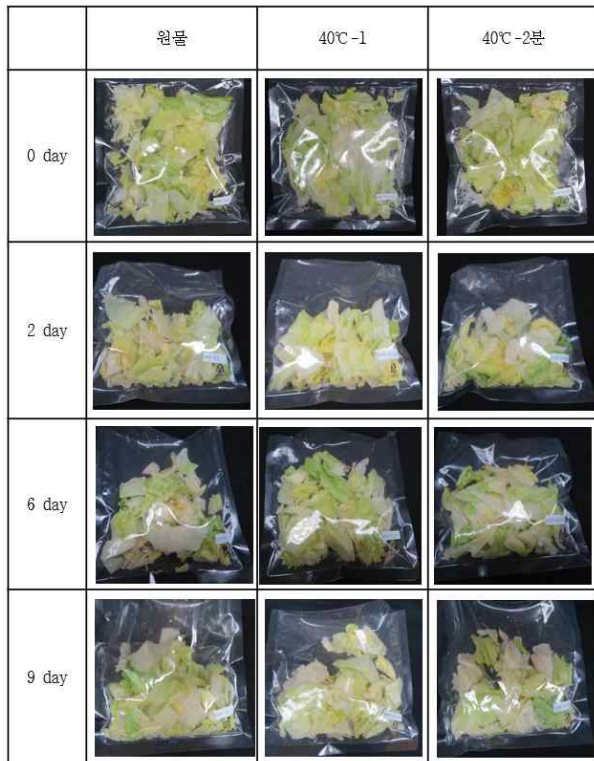


Figure 2-3. 저장 기간에 따른 열수 처리 절단 양상추의 외관 변화

(4) 열수-마이크로버블 처리 양상추의 품질 및 저장성 평가

가) 미생물학적 품질 평가

2차년도에 실시한 양상추 열수 처리 조건을 최적화하기 위하여 40, 45, 50℃ 열수 처리를 1분간 진행하였고 이와 함께 마이크로버블 병용 처리에 의한 미생물학적 품질 평가를 실시하였음. 세척시 일반 수도물 (Tap water)의 온도는 16.5℃ 였으며 마이크로버블 작동 후 세척수 온도는 17.1℃ 였음.

일반세균수, 진균류, 대장균군은 50℃에서 1분간 처리 시 각각 <1, 1.0, 1.5 log CFU/g으로서 처리하지 않은 원물과 비교하여 약 2 log CFU/g 이상 낮은 것으로 나타나 미생물 저감화에 우수한 효과를 보이는 것으로 확인됨.

Table 2-19. 절단 양상추의 열수 및 마이크로버블 병용 처리에 따른 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform
대조구	3.2±0.67	2.3±0.13	2.8±0.39
Tap water	4.5±0.08	2.2±0.27	3.3±0.22
MB	3.8±0.14	2.5±0.07	3.3±0.22
Heat -40℃	3.4±0.09	1.9±0.26	3.0±0.20
-45℃	4.5±0.08	3.3±0.03	3.0±0.08
-50℃	< 100 CFU/g	1.0±0.00	1.5±0.00
MBH -40℃	3.8±0.04	2.2±0.19	3.0±0.20
-45℃	4.4±0.11	1.9±0.26	3.2±0.18
-50℃	4.8±0.21	3.5±0.15	3.8±0.12

나) 저장성 평가

열수 처리와 마이크로 버블 병용 처리에 의한 저장성 유지 효과를 살펴보기 위하여 세척 후 10℃ 저장고에서 저장하면서 품질 변화를 평가하였음. 저장 2일 후 Heat-50℃과 MBH-50℃의 양상추는 짓무름이 심해 상품성을 상실하였고 저장 8일차에는 Heat-45℃에서 처리한 양상추의 짓무름이 심해진 반면 MB, Heat-40℃, MBH-40℃ 처리구는 짓무름의 정도와 갈변도가 약하게 나타나 신선도를 유지하였음. 저장 10일까지 Heat-40℃과 MBH-40℃ 처리구는 조직감이 단단하였고 갈변도 측면에서는 MBH-40℃ 처리구가 절단 부위의 변색이 거의 나타나지 않아 상품성을 유지하였음. 저장 실험 결과, 처리 온도가 높을수록 품질 유지 기간이 짧아 절단 양상추의 품질 유지에는 40℃ 열수 처리가 효과적인 것으로 나타남. 일반적으로 샐러드용 절단 양상추는 유통기한이 8일이었으나, MBH-40℃와 Heat-40℃ 처리구는 저장 10일차까지 품질이 우수하게 유지되었고 특히 MBH-40℃가 변색도 거의 일어나지 않아, 절단 양상추를 열수-마이크로버블 조건은 40℃가 가장 효과적일 것으로 판단됨.

		저장 기간 (Day)				
		0	2	6	8	10
대조구						
Tap						
MB						
Heat	40°C					
	45°C					
	50°C					
MBH	40°C					
	45°C					
	50°C					

Figure 2-4. 저장 기간에 따른 열수-마이크로버블 처리 절단 양상추의 외관 변화

다. 박피절단 도라지의 세척 방법별 품질 평가

(1) 수돗물 세척

박피절단도라지를 현재 업체에서 주로 사용하는 방법인 수돗물로 세척 후 포장하여 5°C와 15°C에 저장하면서 미생물학적 품질 변화와 관능적 품질 변화를 평가하였음.

세척한 박피절단도라지를 5°C에 20일간 저장하는 동안 일반세균수는 초기 6.1 log CFU/g에서, 저장 5일 후 7.4 log CFU/g로 증가하였고 이후 20일간 큰 변화는 관찰되지 않았음. 진균류수는 초기 4.3 log CFU/g에서 저장 7일차까지 거의 변화가 없었으나, 이후 감소하여 저장 20일에는 2.0 log CFU/g로 감소하였음. 장내세균은 초기 5.5 log CFU/g에서 저장 9일차까지 급격한 큰 변화가 없었으나, 이후부터 감소하여 저장 20일차에는 1.4 log CFU/g로 초기에 비하여 약 4 log CFU/g 정도 감소하였음. 대장균군은 장내세균과 비슷한 경향을 보여, 초기 4.4 log CFU/g였고 5°C저장 9일 후 5.4 log CFU/g였고, 장 20일차에는 1.7 log CFU/g으로 약 3 log CFU/g 감소하였음. 바실러스 세레우스와 클로스트리디움 퍼프린젠스는 5°C에서 20일간 저장하는 동안 검출한계 이하로 확인됨.

Table 2-20. 수돗물 세척한 박피절단 도라지의 5°C 저장 중 미생물학적 품질 변화

(단위: log CFU/g)

저장기간 (Day)	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B. cereus</i>	<i>C. perfringens</i>
0	6.1±0.06	4.3±0.09	5.5±0.18	4.4±0.24	<2	<2
1	6.4±0.44	4.3±0.11	5.5±0.09	4.9±0.12	<2	<2
3	6.8±0.20	4.4±0.09	6.2±0.13	5.4±0.09	<2	<2
5	7.4±0.15	4.4±0.21	6.6±0.05	5.9±0.05	<2	<2
7	7.3±0.17	5.3±0.47	5.7±0.07	5.4±0.17	<2	<2
9	7.6±0.05	3.5±0.07	5.7±0.05	5.3±0.05	<2	<2
12	7.2±0.08	3.1±0.05	4.6±0.16	2.8±0.47	<2	<2
15	7.4±0.04	2.8±0.13	3.0±0.53	3.2±0.54	<2	<2
20	7.2±0.03	2.0±0.09	1.4±0.26	1.7±0.05	<2	<2

세척한 박피절단도라지를 포장하여 15°C에서 7일간 저장하면서 미생물학적 품질 변화를 평가한 결과, 일반세균수는 초기 6.1 log CFU/g에서 저장 2일에는 8.3 log CFU/g로 증가하였으며, 이후 8 log CFU/g로 유지되었음. 진균류는 초기 4.3 log CFU/g에서 저장기간 동안 감소하여 저장 2일에 3.8 log CFU/g, 저장 5일에는 3.0 log CFU/g으로, 저장 7일에는 2.9 log CFU/g 였음. 장내세균수는 저장 초기 5.5 log CFU/g에서 저장 3일에는 6.1 log CFU/g 였으나, 저장 5일에 2.2 log CFU/g, 6일에 1.8 log CFU/g, 7일에는 1.5 log CFU/g으로 지속적으로 감소하였음. 대장균군은 초기 4.4 log CFU/g에서 저장 2일에 5.9 log CFU/g 였으나, 이후 감소하여 저장 7일에는 1.7 log CFU/g 였음. 장내세균과 대장균군은 비슷한 경향을 보여주었음. 바실러스 세레우스와 클로스트리디움 퍼프린젠스는 15°C에서 저장하는 전 기간 동안 검출한계 미만으로 확인되었음.

Table 2-21. 수돗물 세척한 박피절단 도라지의 15°C 저장 중 미생물학적 품질 변화

(단위: log CFU/g)

저장기간 (Day)	TVC	Fungi	EB	Coliform	<i>B. cereus</i>	<i>C. perfringens</i>
0	6.1±0.06	4.3±0.09	5.5±0.18	4.4±0.24	<2	<2
1	7.2±0.61	4.4±0.10	6.0±0.03	5.9±0.08	<2	<2
2	8.3±0.06	3.8±0.24	6.5±0.09	5.9±0.11	<2	<2
3	8.1±0.72	3.4±0.10	6.1±0.03	5.1±0.02	<2	<2
5	8.4±0.10	3.0±0.38	2.2±0.10	2.1±0.09	<2	<2
6	8.3±0.12	3.0±0.11	1.8±0.24	1.9±0.14	<2	<2
7	8.3±0.04	2.9±0.14	1.5±0.14	1.7±0.14	<2	<2

수돗물로 세척한 박피 절단 도라지를 포장하여 5°C와 15°C에 저장하면서 관능적 품질 평가를 실시하였음. 5°C에서 3일간 저장한 박피절단도라지는 약간의 맛의 변화가 감지되었으나, 전반적인 식감과 향은 저장 초기와 비교하여 거의 변화가 없었음. 5일차에는 포장된 박피절단도라지의 진공이 풀리기 시작하였고, 도라지 특유의 향이 사라지면서 이취가 확인되었음. 9일 저장까지는 저장 5일과 거의 변화는 없었음. 저장 12일에는 포장의 진공이 완전히 풀리고, 제품에서도 강한 이취와 신맛이 강해지면서 상품성을 상실하였음.

15°C에 저장한 박피절단도라지는 저장 1일차부터 약하게 진공이 풀리기 시작하였고, 맛은 유지하고 있었으나 식감이 무르고 약간의 이취가 발생하였음. 저장 2일 후에는 포장지 표면에 물기가 형성되었고 신맛이 강해짐. 15°C에서 5일간 저장한 도라지는 이취가 강하고 신맛이 강해지면서 상품성을 완전히 상실한 것으로 보임.

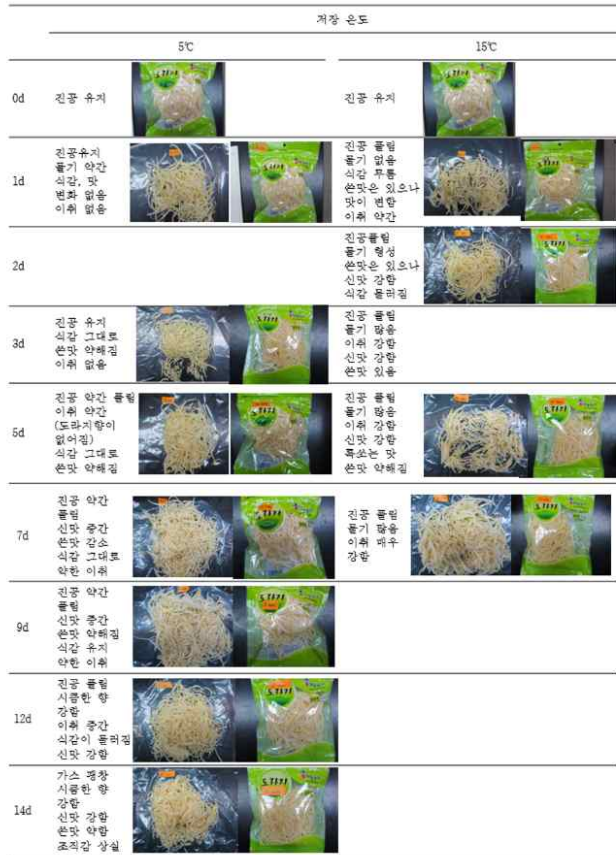


Figure 2-5. 저장 온도 (5°C, 15°C)에 따른 박피 절단도라지의 변화

(2) 열수 처리 박피절단 도라지의 미생물학적 품질 평가

박피절단 도라지를 45, 50, 55°C에서 각각 1분, 2분간 열수처리한 후 열수처리하지 않은 시료를 대조구로 하여 10°C에서 9일간 저장하면서 미생물학적 품질 변화를 평가하였음. 일반세균수는 대조구의 경우 초기 4.4 log CFU/g에서 저장 2일 후 3.8 log CFU/g으로 감소하였고 저장 5일후에는 3.2 log CFU/g로 감소하였음. 45°C, 1분 처리구는 일반세균수는 처리 직후 5.4 log CFU/g에서 저장 5일 후 6.1 log CFU/g이었으며, 2분 처리구는 처리 직후 5.5 log CFU/g에서 저장 5일 후에도 5.3 log CFU/g로 거의 변화가 없었음. 반면 50°C와 55°C 2분 처리구는 대조구와 비교하여 일반세균수가 1 log CFU/g 정도 감소하였으며, 저장 5일에도 균수의 증감이 거의 없는 것을 확인하였음. 진균류는 대조구의 경우 3.5 log CFU/g에서 열수 처리 후 감소하였으며, 55°C 처리 구에서는 3 log CFU/g 이상 감소하는 것을 확인하였음. 대조구를 포함한 모든 진균류의 급격한 증가는 확인되지 않아서, 저장 5일 후에도 55°C 처리구의 진균류 수가 가장 낮았음. 대장균군은 대조구에 비하여 50°C 이상 처리구에서 급격한 균수의 감소가 확인되었음. 50°C, 1분 처리구와 55°C 처리구(1분, 2분)가 대장균군수가 가장 낮았고, 전 저장 기간 동안 균수의 증가는 확인되지 않았음. 특히 55°C 처리구는 5일간의 저장 기간 동안 처리 직후와 동일하게 1 log CFU/g 미만으로 나타

났으며, 대조구, 45℃, 50℃ 처리구도 저장 기간동안 대장균군의 급격한 증가 없이 일정 수준을 유지하는 것으로 확인됨.

열수 처리한 박피절단 도라지의 저장 중 미생물학적 품질 평가를 실시한 결과, 55℃ 열수 처리가 미생물(일반세균, 진균류, 대장균군 등)의 제어에 효과적임을 확인하여, 박피절단 도라지는 55℃ 열수에서 1분 처리가 미생물학적 품질 유지에 좋은 조건임을 확인하였음.

박피절단 도라지는 45, 50, 55℃에서 각각 1분, 2분간 열수처리한 후 10℃에서 9일간 저장하면서 부패율 및 외관 변화를 측정하였음. 부패율은 표면이 미끈거리거나 절단부 및 뿌리 끝부분이 여러 갈래로 갈라지며 짙은 갈색으로 변하여 갈변된 것을 부패한 것으로 판정하여 선별 제거하고 무게를 측정하였음. 박피절단 도라지의 부패율 확인 결과, 저장 9일차까지 원물을 비롯한 모든 처리구의 부패율이 20% 미만으로 나타났음. 원물의 부패율은 9일 후에도 약 1.5%로 가장 우수하였으나 50℃에서 1분간 처리한 시료와 55℃에서 각각 1분, 2분간 처리한 시료의 부패율도 10% 미만으로 나타나 도라지의 선도가 저장 기간 동안 유지되는 것으로 확인됨. 열수 처리한 박피절단 도라지의 미생물적 품질 변화와 부패율의 변화 결과에 따라, 55℃에서 1분간 처리하는 것이 미생물을 감소시키는 동시에 선도를 유지하는데 효과적일 것으로 판단됨.

Table 2-22. 열수처리한 박피절단 도라지의 저장기간에 따른 미생물학적 품질 평가

(단위 : log

CFU/g)

	저장기간 (Day)		
	0	2	5
TVC			
대조구	4.4±0.04	3.8±0.02	3.2±0.07
45℃-1분	5.4±1.24	4.9±1.16	6.1±0.17
2분	5.5±0.14	5.3±0.35	5.3±0.64
50℃-1분	5.3±1.37	4.5±1.38	3.6±0.12
2분	3.8±0.38	3.2±0.68	3.5±0.12
55℃-1분	3.0±0.14	3.2±0.03	2.8±0.64
2분	3.2±0.74	3.1±0.17	2.6±0.22
Fungi			
대조구	3.5±0.42	3.4±0.11	-
45℃-1분	2.5±0.14	3.0±0.03	-
2분	2.6±0.07	3.0±0.10	-
50℃-1분	2.6±0.18	2.3±0.00	-
2분	2.7±0.26	1.8±0.21	-
55℃-1분	0.7±0.58	1.3±0.33	-
2분	0.4±0.50	1.1±0.23	-
Coliform			
대조구	2.3±0.12	1.9±0.00	1.5±0.36
45℃-1분	2.3±1.04	2.0±0.60	2.5±1.06
2분	2.1±0.19	1.9±0.28	2.6±0.34
50℃-1분	2.8±1.78	2.1±0.54	1.7±0.43
2분	< 100 CFU/g	1.0±0.00	1.5±0.41
55℃-1분	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g
2분	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g

Table 2-23. 열수 처리한 박피 절단 도라지의 저장 기간에 따른 부패율 (%)

	저장기간 (Day)			
	0	3	5	9
대조구	0.0	0.0	0.8	1.5
45℃-1분	0.0	0.0	0.3	13.3
2분	0.0	8.9	4.3	4.1
50℃-1분	0.0	0.6	2.0	8.0
2분	0.0	2.0	5.8	18.2
55℃-1분	0.0	1.2	6.8	5.2
2분	0.0	0.5	7.1	8.1



Figure 2-6. 열수 처리한 박피절단 도라지의 저장기간에 따른 외관 변화

○ 열수처리 박피 절단 도라지의 저장 중 미생물군의 분포 변화

저장 온도에 따른 박피절단 도라지의 미생물의 품질을 확인한 결과, 5℃ 저장고에서 저장 기간(20일) 동안 일반세균수는 약 1 log CFU/g 증가한 7 log CFU/g였고, 15℃에서는 저장 0일차와 비교하여 7일 후 약 2 log CFU/g이 증가한 8 log CFU/g였음. 진균류는 5℃와

15°C 모두 저장 기간이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났고 장내세균과 대장균군도 저장기간의 증가에 따라 감소하였음. 따라서 일반세균수의 증가에는 장내세균과 대장균군에 속하는 미생물은 관여하지 않는 것으로 나타나면서 저장 기간 동안 일반세균수의 증가에 관여하는 미생물의 분포를 확인할 필요성이 있을 것으로 판단되어 Maldi-TOF MS를 이용한 미생물 분포를 확인하였음.

초기에는 *S. fonticola*가 43.4%, *R. aquatilis*가 23.8%로 우점하였으나, 5°C에서 3일 저장 후에는 *S. fonticola*는 감소하고 *L. pseudomesenteroides*가 55%로 가장 많이 차지하였으며, *S. liquefaciens*가 16.3%로 증가하였음. *R. aquatilis*는 초기와 거의 변화가 없었음. *L. pseudomesenteroides*는 저장 기간이 증가함에 따라 비율이 증가하여, 특히 저장 20일차에는 확인된 우점 미생물은 *L. pseudomesenteroides*로 확인되었음.

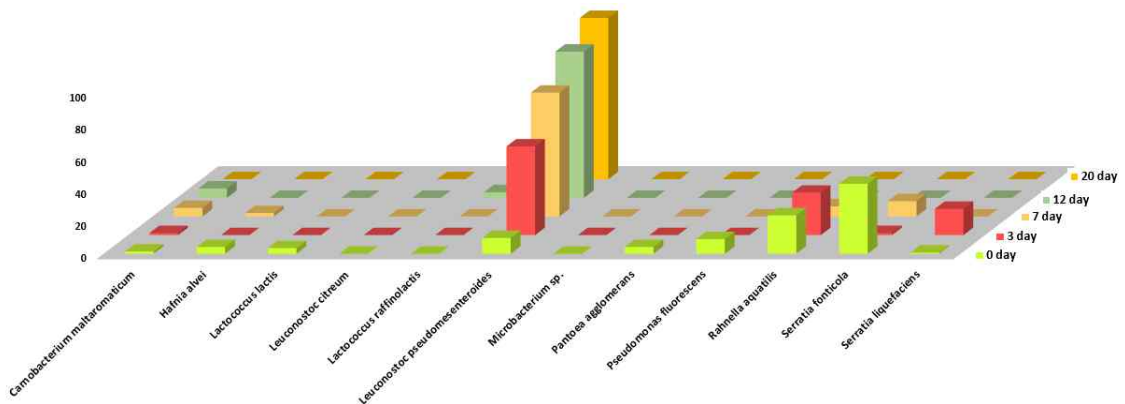


Table 2-24. 5°C 저장 기간에 따른 박피 절단 도라지의 미생물 분포변화

Relative abundance (%)	Storage time (Day)				
	0	3	7	12	20
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1.4	1.3	5.3	5.8	0.0
<i>Hafnia alvei</i>	4.2	0.0	2.1	0.0	0.0
<i>Lactococcus lactis</i>	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Leuconostoc citreum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lactococcus raffinolactis</i>	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	9.8	55.0	76.8	90.7	100.0
<i>Microbacterium sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pantoea agglomerans</i>	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Rahnella aquatilis</i>	23.8	26.3	6.3	0.0	0.0
<i>Serratia fonticola</i>	43.4	1.3	9.5	0.0	0.0
<i>Serratia liquefaciens</i>	0.7	16.3	0.0	0.0	0.0
계 (%)	100	100	100	100	100

15°C에서 저장한 박피절단도라지는 0일차에 우점 미생물이 *S. fonticola*(43.4%), *R. aquatilis*(23.8%)였으나 저장 2일차부터 *Leuconostoc* group이 분리된 미생물의 80% 이상을 차지하였고 특히 *L. citreum*이 2일차와 4일차에 각각 60.2%와 65.9%로 나타났고 6일차에는 *L. citreum*이 50.5%, *L. pseudomesenteroides*가 45.3%로 확인됨.

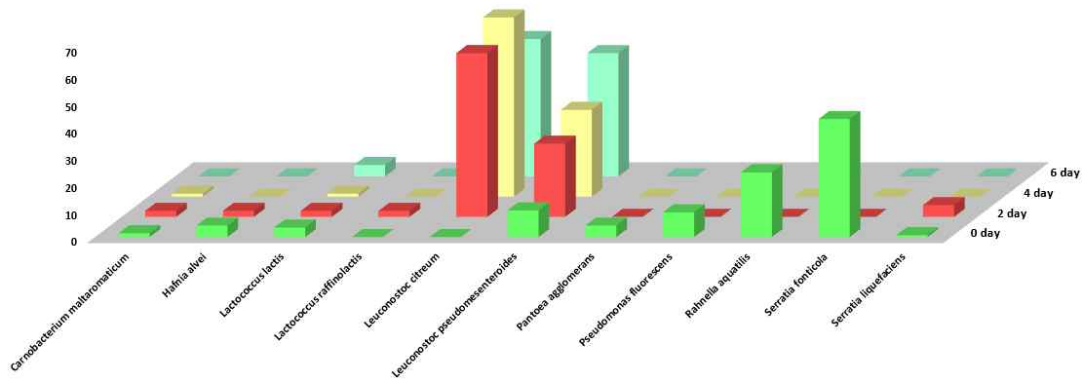


Table 2-25. 15°C 저장에 따른 박피 절단 도라지의 미생물 분포변화

Relative abundance (%)	Storage time (Day)			
	0	2	4	6
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1.4	2.2	1.1	0.0
<i>Hafnia alvei</i>	4.2	2.2	0.0	0.0
<i>Lactococcus lactis</i>	3.5	2.2	1.1	4.2
<i>Leuconostoc citreum</i>	0.0	60.2	65.9	50.5
<i>Lactococcus raffinolactis</i>	0.0	2.2	0.0	0.0
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	9.8	26.9	31.9	45.3
<i>Pantoea agglomerans</i>	4.2	0	0	0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	9.1	0	0	0
<i>Rahnella aquatilis</i>	23.8	0.0	0.0	0.0
<i>Serratia fonticola</i>	43.4	0.0	0.0	0.0
<i>Serratia liquefaciens</i>	0.7	4.3	0.0	0.0
계 (%)	100	100	100	100

(3) 열수-마이크로 버블 병용 처리

○ 열수-마이크로 버블 병용 처리 박피 절단 도라지의 미생물학적 품질 평가

2차년도 열수 처리 실험을 통해 미생물학적 품질과 저장성에 우수한 효과를 보인 55℃ 열수 조건을 선정하여 열수-마이크로버블 병용 처리의 효과를 확인하기 위하여 박피 절단 도라지의 미생물학적 품질 평가를 실시하였음.

일반세균수는 마이크로버블 단독 처리와 55℃ 열수 처리가 약 3.5 log CFU/g으로서 처리하지 않은 원물 (대조구)과 비교하여 약 3 log CFU/g 감소하는 것으로 확인됨. 일반세균수의 감소는 처리 시간(30초, 1분)에 관계없이 유사한 경향으로 나타남. 진균류는 열수 단독 처리와 MBH 처리에 의해 약 1 log CFU/g 이상 감소하였고 1분 처리시 열수 단독 처리와 마이크로버블 병용 처리한 절단 양상추의 진균류는 1 log CFU/g 미만으로 나타나 30초 처리시 보다 우수한 효과를 보였음. 대장균군의 감소는 열수 단독 처리구에서 효과를 보였으며 처리하지 않은 절단 양상추 (대조구)와 비교하여 약 3 log CFU/g 낮아 30초 처리시 3 log CFU/g, 1분 처리시 2.4 log CFU/g으로 나타남.

열수 및 열수-마이크로버블 처리 직후 박피 절단 도라지의 미생물학적 품질을 확인한 결과, 열수 (55℃) 처리는 일반세균, 진균류, 대장균군 감소에 효과가 있었으며 마이크로버블과의 병용처리는 진균류 감소에 우수한 효과를 보였음.

Table 2-26. 박피 절단 도라지의 열수 및 마이크로버블 병용 처리에 따른 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	TVCs	Fungi	coliform
대조구	6.7±0.35	2.4±0.18	5.6±0.79
Tap -30초	5.8±0.07	2.7±0.50	4.9±0.08
-1분	5.9±0.10	3.2±0.07	4.9±0.28
MB -30초	3.7±0.05	3.2±0.14	4.6±0.11
-1분	3.7±0.05	3.4±0.07	4.6±0.36
Heat -30초	3.9±0.00	1.0±0.00	3.0±0.00
-1분	3.5±0.04	0.7±0.85	2.4±0.08
MBH -30초	6.0±0.03	1.6±0.14	4.6±0.11
-1분	5.0±0.03	0.0±0.00	3.5±0.07

○ 열수-마이크로 버블 병용 처리 박피 절단 도라지의 저장성 평가

열수-마이크로 버블 병용 처리한 박피 절단 도라지의 저장성 유지 평가를 위하여 각각의 처리 조건에서 세척한 후 10°C에서 13일간 저장하면서 이취, 조직감의 변화 등 품질 변화를 확인하였음.

박피절단도라지는 저장 9일차부터 처리구별 차이가 나타나기 시작하였음. 모든 처리구는 포장 용기에 물기가 생성되기 시작하였고 MBH-30초 처리구를 제외한 모든 처리구에서 도라지의 이취가 발생하기 시작하였음. 저장 13일차에는 전반적으로 갈변과 짓무름의 정도가 강하였으나 Heat-1분과 MBH-1분 처리구는 갈변이 적고 이취도 처리구들 중 가장 적었음. 저장 실험 결과, 박피 절단 도라지의 열수 단독 처리와 열수-마이크로버블 처리는 무세척구와 비교하여 진균류와 대장균군의 저감화와 저장성 향상에 효과적으로 작용하는 것으로 판단됨.




























		저장 기간 (Day)		
		0	9	13
대조구				
Tap	30초			
	1분			
MBH	30초			
	1분			
Heat (55°C)	30초			
	1분			
MBH (55°C)	30초			
	1분			

Figure 2-7.
열수-마이크로버블 처리한
박피절단 도라지의
저장기간에 따른 외관 변화

4. 항균복합 조성물 평가 및 세척 요소 기술 개발

(1) 실험방법

가) 항균복합조성물

주관기관에서 제공받은 항균복합조성물을 100%로 하여 멸균 증류수로 희석하여 조제하였음. G1은 5%, 10%, 15%, 20%, 25% 농도로, K530은 10%, 15%, 20%, 40%로, N706은 12.5%, 25%, 50%로 조제하였음.

나) 항균활성 평가

○ 대상 미생물

개발된 천연항균복합 조성물을 항균활성은 병원성 미생물 3종(*S. aureus* ATCC 6538, *E. coli* ATCC 10536, *B. cereus* ATCC 14579)과 환경 미생물 3종(*P. agglomerans* ATCC 27155, *P. fluorescens* ATCC 13525, *E. cloacae* ATCC 13047)의 총 6종의 표준균주와 식품으로부터 분리한 4종의 미생물(*B. cereus*, *P. agglomerans*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*)로 시행하였음. *S. aureus*, *E. coli*는 Tryptic soy broth (TSB, Merck)에 접종 후 37°C에서 18-20시간 배양하였고, *B. cereus*는 TSB에 접종 후 30°C에서 18시간 배양함. *P. agglomerans*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*는 25°C에서 20시간 배양함. 활성화된 균액은 약 10^{6-7} 으로 맞춘 후 20°C를 유지시키면서 살균 활성 실험에 사용하였음.

○ 활성 평가

살균력 평가는 식품첨가물 공전과 CLSI 방법을 참고하여 실시하였으며, 모든 실험 시약은 20°C에서 유지하였음. 각각의 농도별로 조제한 항균복합조성물 4.5 ml과 멸균 증류수 0.5 ml, 각각의 균액 0.5 ml을 혼합한 후 20°C에서 5분간 반응시킨 후, 반응액을 멸균 펌프수로 10-fold 희석법으로 희석 후 1 ml씩을 취하여 일반세균용 petrifilm (3M Aerobic Count plate, 3M, St Paul, USA)에 분주한 후 37°C에서 48시간동안 배양하였음. 배양 후 계수 하여 log CFU/g 단위로 나타냄.



(2) 실험 결과

가) G1

G1 항균제의 농도에 따른 항균 활성을 평가하기 위하여 6종의 표준균주에 각각 5, 10, 15, 20, 30% 농도를 처리하여 균의 성장 여부를 확인하였음. 5% 농도에서는 *S. aureus*, *E. coli*과 *E. cloacae*는 처리를 하지 않은 대조군과 비교하여 각각 12%, 23%, 0.5%의 미비한 감소효과를 보인 반면 *B. cereus*, *P. agglomerans*, *P. fluorescens*는 99% 이상의 항균활성을 보였음. 10% 농도에서는 *P. agglomerans* 표준균주는 99.999% 이상의 감소하였고, *S. aureus*과 *E. coli*은 80%, *B. cereus*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*는 99.9%의 감소 효과를 보였음. 15% 농도에서 *S. aureus* (99.6%)과 *E. coli* (99.2%)을 제외한 나머지 3종의 균은(*B. cereus*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*) 99.999% 이상의 감소 효과를 보임. G1 항균제에 대하여 *S. aureus*과 *E. coli*은 다른 균과 비교하여 30% 이상의 고농도의 처리가 필요한 것으로 확인됨.

Table 2-27. 항균조성물 G1의 농도에 따른 표준균주에 대한 항균 활성

Type culture	G1 농도 (%)									
	5		10		15		20		30	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0.3	12.350	0.8	83.346	1.8	99.604	3.8	99.984	3.9	99.995
<i>E. coli</i> ATCC 10536	0.6	23.463	1.1	82.122	2.2	99.205	2.4	99.592	6.7	99.999
<i>B. cereus</i> ATCC 14579	3.2	99.924	3.7	99.979	4.7	99.999	3.4	99.958	>6.9	100
<i>P. agglomerans</i> ATCC 27155	2.4	99.543	>8.5	100	>8.5	100	>8.5	100	>8.5	100
<i>P. fluorescens</i> ATCC 13525	2.1	99.209	4	99.990	5.8	99.999	>9.1	100	>9.1	100
<i>E. cloacae</i> ATCC 13047	0.1	0.568	2.4	99.653	5.4	99.999	>8.9	100	>8.9	99.999

대상 농식품에서 우점하는 것으로 분석된 주요 식품분리주 4종에 대한 G1 항균제의 활성을 평가하기 위하여, 항균제 조성물을 15%, 20%, 30% 농도를 처리하고 균의 성장 유무를 확인하였음. 15% 농도 하에서 식품분리주인 *B. cereus*는 약 1 log CFU/g이 감소하여 96%의 감소율을 보인 반면 식품분리주인 *P. agglomerans*와 *P. fluorescens*, *E. cloacae* 등은 99.999% 이상의 저감 활성을 확인하였음. 식품에서 분리한 *B. cereus*는 30%의 농도로

처리하여도 1 log CFU/g만이 감소하여 97%의 감소율을 보임. 따라서 *B. cereus*에서 99% 이상의 감소 효과를 보이기 위해서는 30% 이상의 고농도 처리가 필요함을 확인하였음.

Table 2-28. 항균 조성물 G1 농도에 따른 식품분리 주에 대한 항균 활성

Food Isolates	G1 농도 (%)					
	15		20		30	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>B. cereus</i>	1.4	96.131	1.3	94.789	1.5	97.000
<i>P. agglomerans</i>	>8.9	100	>8.9	100	>8.9	100
<i>P. fluorescens</i>	>9.0	100	>9.0	100	>9.0	100
<i>E. cloacae</i>	6.3	99.999	5.4	99.999	>9.3	100

G1의 표준균주와 식품분리 주에 대한 항균성 실험을 실시한 결과, *B. cereus*는 표준균주와 식품분리 주 모두 30% 이상의 고농도 처리 시에만 99.999% 이상의 균 저감 효과를 볼 수 있었고 특히 *B. cereus* 식품 분리주의 경우 30% 고농도 처리에도 대조군과 비교하여 약 1.5 log CFU/g 만 낮아졌음. 이와 비슷한 경향으로 *E. cloacae* 역시 표준균주와 식품분리주 모두 사멸시키기 위해서는 30%의 고농도 처리가 필요함을 확인함. 반면 *P. fluorescens*는 20%, *P. agglomerans*는 15%의 농도를 처리하면 표준균주와 식품분리주 모두 99.999% 이상 감소시킬 수 있었음. 이와 같은 결과에 의해 항균 물질을 저농도로 사용하여 *B. cereus*를 효과적으로 감소시키기 위해서는 G1 이외의 다른 항균 조성물이 필요할 것으로 사료됨.

나) K530

항균 조성물 K530은 10%의 농도에서 표준균주인 *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 14579, *P. fluorescens* ATCC 13525에 대해 99.999% 이상의 제어 활성을 보인 반면 *E. coli* ATCC 10536, *P. agglomerans* ATCC 27155, *E. cloacae* ATCC 13047는 K530 20% 이상으로 처리할 때 99.999% 이상의 제어활성을 확인함.

Table 2-29. 향균조성물 K530의 농도에 따른 표준균주에 대한 향균 활성

Type culture	K530 (%)							
	10		15		20		40	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	>8	100	>8	100	>8	100	>8	100
<i>E. coli</i> ATCC 10536	2.8	99.838	4.9	99.998	>9	100	>9	100
<i>B. cereus</i> ATCC 14579	>6.5	100	>6.5	100	>6.5	100	>6.5	100
<i>P. agglomerans</i> ATCC 27155	4.3	99.994	4.3	99.996	>8	100	>8	100
<i>P. fluorescens</i> ATCC 13525	>9	100	>9	100	>9	100	>9	100
<i>E. cloacae</i> ATCC 13047	1.1	92.614	4.3	99.996	>8.5	100	>8.5	100

식품으로부터 분리한 4종의 미생물(*B. cereus*, *P. agglomerans*, *P. fluorescens*, *E. cloacae*)에 대하여 K530 농도에 따른 사멸률을 확인한 결과, 식품에서 분리한 *B. cereus*는 K530 20% 처리 하에서 무처리군인 대조구와 비교하여 2.2 log CFU/g (99.342%) 감소함. *P. agglomerans*는 15% 처리에 의해 99.999% 이상의 감소 효과가 나타났고, *P. fluorescens* 식품분리주는 15% 농도에서 99.999% 이상의 감소가 나타남. *E. cloacae* 식품분리주는 20% 이상의 고농도에서도 99.999%의 이상의 사멸 효과가 나타나지 않음.

Table 2-30. 향균 조성물 K530의 농도에 따른 식품분리주에 대한 향균 활성

Food Isolates	K530 (%)					
	10		15		20	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>B. cereus</i>	1.6	97.473	1.8	98.447	2.2	99.342
<i>P. agglomerans</i>	4.6	99.997	>8.9	100	>8.9	100
<i>P. fluorescens</i>	4.2	99.998	>9	100	>9	100
<i>E. cloacae</i>	2.6	99.785	4.7	99.998	4.4	99.996

천연 항균 조성물인 K530의 항균 특성을 평가한 결과, 대상 균에 따라 활성이 다르게 나타났다. 농식품에 많이 존재하는 *B. cereus*의 경우 표준균주는 10%의 농도만으로 99.999% 이상 감소시켰으나, 식품 유래 *B. cereus* 분리주는 20% 이상의 농도 하에서도 99.934%만의 감소율을 보임. *P. agglomerans*는 K530에 의해 99.999% 이상의 항균성을 보이기 위해서는 표준균주가 20%, 식품분리주가 15% 이상의 처리가 필요함. 따라서 *B. cereus*와 *P. agglomerans*의 표준균주와 식품분리주 모두에 적용을 하기 위해서는 20% 이상의 농도가 필요함을 확인하였음. *P. fluorescens* 표준균주는 10% K530에서 99.999% 이상 감소하였으나, 식품분리주는 15% 농도에서 동일한 효과를 확인하였음. 따라서 *P. fluorescens*는 *B. cereus* 또는 *P. agglomerans*와 비교하여 낮은 농도인 15% 처리로 대부분의 균을 사멸 시킬 수 있는 것으로 나타남. 그러나 *E. cloacae*의 경우, 표준균주와 식품분리주 모두 20% 이상의 고농도 처리시 99.999% 이상의 감소율을 보이는 것으로 나타났다.

다) N706

천연항균 조성물인 N706을 표준균주 6종에 대하여 미생물 성장 억제 효과를 보기 위하여 12.5%, 25%, 50%의 농도를 처리하여 미생물의 성장 유무를 확인하였음. *S. aureus*은 50%의 고농도 처리시에도 99.999%의 감소율은 보이지 않은 반면 *B. cereus*는 25% 농도 처리시 99.999% 감소하였음. *E. coli*은 25% 처리에서 99.9%, 50% 처리에서 99.999% 이상 감소하였으며, *P. agglomerans*는 25% 처리에서 99.999% 이상의 감소를 나타냄. *P. fluorescens*는 25% 처리에서 99.999%의 감소 효과를 보임. *E. cloacae*는 25%처리에서 99.9%, 50% 처리에서 대조군과 비교하여 99.999% 이상의 감소 효과를 보였음.

Table 2-31. 항균조성물 N706 농도에 따른 표준균주에 대한 항균 활성

Type culture	N706 농도 (%)					
	12.5		25		50	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	1.1	91.944	2.2	99.361	4.1	99.993
<i>E. coli</i> ATCC 10536	1.7	98.386	3.0	99.915	>9	100
<i>B.cereus</i> ATCC 14579	0.7	79.585	4.9	99.999	4.9	99.999
<i>P. agglomerans</i> ATCC 27155	1.4	96.715	6.9	100	>9	100
<i>P. fluorescens</i> ATCC 13525	2.8	99.835	6.2	99.999	6.3	99.999
<i>E. cloacae</i> ATCC 13047	1.9	98.865	6.1	99.950	<1	100

신선 농식품의 우점미생물인 4종의 식품분리주에 대하여 천연 항균 조성물인 N706의 항균 효과를 확인한 결과, *B. cereus*는 고농도인 50% 처리에도 99%의 감소율을 보였고 *P. agglomerans*는 12.5% 농도에서 99.74%, 25% 농도에서 99.999% 감소하였음. *P. fluorescens*는 12.5% 농도에서 72%의 감소 효과를 보였고 25%에서는 99.99%, 50%에서는 99.999%의 감소 효과를 보임. *E. cloacae*는 N706 12.5%에서 98.7%, 25%에서는 99.9%, 50% 고농도 처리시 99.999% 이상이 감소하였음.

Table 2-32. 항균조성물 N706 농도에 따른 식품분리주에 대한 항균 활성

Foodstuff	N706 (%)					
	12.5		25		50	
	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)	감소량 (log CFU/g)	감소율 (%)
<i>B. cereus</i>	0.5	69.384	1.7	98.267	2	99.015
<i>P. agglomerans</i>	2.6	99.745	5	99.999	6.6	99.999
<i>P. fluorescens</i>	0.5	72.651	4.3	99.995	>7.6	100
<i>E. cloacae</i>	1.8	98.709	2.8	99.938	>9.4	100

N706의 항균 활성 평가를 실시한 결과, N706을 이용하여 *E. cloacae* 균주를 99.999% 이상 사멸시키기 위해서는 50% 이상의 고농도가 필요하였고 *B. cereus* 와 *P. fluorescens*도

표준균주를 대상으로 한 경우는 25%의 농도로 99.999% 이상의 감소율을 보였으나 식품 분리주는 50% 농도에서 99.999% 이상으로 감소하였기 때문에 결과적으로 표준균주와 식품분리주 모두 적용하기 위해서는 50% 이상의 고농도가 필요함을 확인하였음.

항균 조성물의 항균 활성 평가 결과, 항균 조성물을 저농도로 사용하여 99.999% 이상의 감소율을 보이기 위해서는 식중독균인 *S. aureus*와 *E. coli* 의 경우 K530을 사용하는 것이 효과적이고, 환경미생물인 *P. agglomerans*와 *E. cloacae*는 G1을 사용하는 것이 효과적 이었음. 또 다른 환경미생물인 *P. fluorescens*는 K530, G1에 모두 효과적으로 감소하는 것으로 나타남. 그러나 *B. cereus* 저감화의 경우, G1, K530, N706 모두 30% 이상의 고농도를 필요로 하기 때문에 효과적 제어를 위해서는 열수, 마이크로 버블 등의 허들 기술을 병용 하여야 할 것으로 판단됨.

Table 2-33. 대상 균주별 99.9999% 감소를 위한 항균조성물의 농도

			G1	K530	N706
식중독균	<i>S. aureus</i>	표준균주	30% 이상	10%	50%
		식품분리주	-	-	-
	<i>E. coli</i>	표준균주	30%	20%	50%
		식품분리주	-	-	-
	<i>B. cereus</i>	표준균주	30%	10%	50% 이상
		식품분리주	30% 이상	30%	50% 이상
환경미생물	<i>P. agglomerans</i>	표준균주	10%	20%	25%
		식품분리주	15%	15%	50%
	<i>P. fluorescens</i>	표준균주	15%	10%	25%
		식품분리주	15%	15%	50%
	<i>E. cloacae</i>	표준균주	15%	20%	50%
		식품분리주	15%	20% 이상	50%

5. 신선도 기반 세척/살균 시스템 개발을 위한 조건 선정

항균복합조성물을 이용하여 신선도 및 품질을 고려한 신선 농산물 세척 시스템을 최적화하고 신선편이 농산물 제조업체 현장 적용 평가를 위하여 절단양상추, 방울토마토 등을 항균 복합조성물을 이용하여 세척 효과를 평가하였음.

(1) 실험방법

가) 열수 및 마이크로버블 세척/살균 조건 설정을 위한 시료 처리

○ 방울토마토

열수처리와 마이크로버블-열수병용처리는 50℃에서 진행하였으며 수돗물 세척은 침지법으로 실시하였음. 각 조건별 처리 시간은 30초, 1분으로 하였음. 처리하지 않은 원물을 대조구로 사용함. 세척이 완료된 처리구들은 자연 건조시켜 물기를 없앤 후 PP 용기에 약 100 g씩 포장하여 10℃에서 저장하였음.

○ 박피세절도라지

박피절단도라지는 박피 통 도라지를 도라지 절단 기계를 사용하여 절단 후 사용하였음. 열수처리와 마이크로버블-열수 병용 처리는 55℃에서 진행하였으며 수돗물 세척은 침지법으로 실시하였음. 각 조건별 처리 시간은 30초, 1분으로 하였음. 처리하지 않은 원물을 대조구로 사용함. 세척이 완료된 처리구들은 탈수기를 이용하여 30분간 탈수한 후 자연 건조시켜 물기를 없앤 후 PP 필름에 약 100 g씩 포장하여 10℃ 저장고에서 저장하였음.

○ 양상추

양상추는 절단하여 사용하였음. 열수처리와 마이크로버블-열수병용처리는 40, 45, 50℃에서 진행하였으며 수돗물 세척은 침지법으로 실시하였음. 각 조건별 처리 시간은 1분으로 하였음. 처리하지 않은 원물을 대조구로 사용함. 세척이 완료된 처리구들은 자연 건조시켜 물기를 없앤 후 PP 필름에 약 80 g씩 포장하여 10℃ 저장고에서 저장하였음.

나) 항균 소재 병용 처리를 위한 처리 조건

양상추는 절단 후 사용하였음. 처리 조건(세척+헹굼)은 무세척구, 수돗물+수돗물, 항균복합조성물(4%)+수돗물, 항균복합조성물(4%)+마이크로버블, 항균복합조성물(4%)+무린스로 실시하였음. 절단 양상추와 방울토마토의 세척과 헹굼은 각각 1분간 침지하여 진행하였음. 세척 및 헹굼 후 절단 양상추는 탈수기를 이용하여 30초간 탈수 후 자연건조한 후 pp 필름에 100g씩 담아 저장하였음. 방울토마토는 자연 건조하여 물기를 제거한 후 pp 용기

에 100g 씩 담아 저장하였음. 각 처리된 시료는 10℃ 저장고에서 저장하였음.

(2) 실험 결과

가) 양상추

○ 항균복합 조성물 시제품을 이용한 세척 평가

항균복합 조성물 시제품을 이용하여 세척 후 일반세균과 진균류수는 각각 5.0, 1.5 log CFU/g 으로 세척하지 않은 절단 양상추와 비교하여 약 1.0-1.5 log CFU/g 이상 감소하였음. 특히 천연 항균조성물 세척 후 헹굼 과정 시행 시 미생물 저감 효과가 더 우수한 것으로 나타났음.

10℃에서 6일간 저장하면서 헹굼 과정 유무에 따른 절단 양상추의 저장성 평가를 실시한 하였음. 세척 직후 헹굼 처리를 하지 않은 시료의 경우 특 쏘는 냄새가 강하게 났으며 갈변과 조직의 연화 증상이 증가하였음. 헹굼 처리를 한 시료는 냄새와 갈변의 정도가 헹굼 무처리구와 비교하여 약하였음. 저장 6일차의 경우 천연항균조성물 세척 후 헹굼을 시행하지 않은 처리구는 후각적인 측면에서 잔존하는 항균제 향이 남았으나, 헹굼 처리구는 항균제 냄새가 거의 남아있지 않았음. 따라서 항균복합조성물로 세척 시 헹굼 처리가 필요함을 확인함.

Table 2-34. 항균복합조성물(K326)을 이용하여 세척한 절단 양상추의 미생물학적 품질 (단위 : log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform
절단 양상추 원물 (대조구)	6.5±0.20	2.2±0.10	3.1±0.04
Tap	5.4±0.15	1.6±0.23	4.0±0.17
K326 without rinse	5.0±0.31	1.5±0.33	4.6±0.40
K326 with rinse	4.7±0.06	0.4±0.50	2.0±0.08

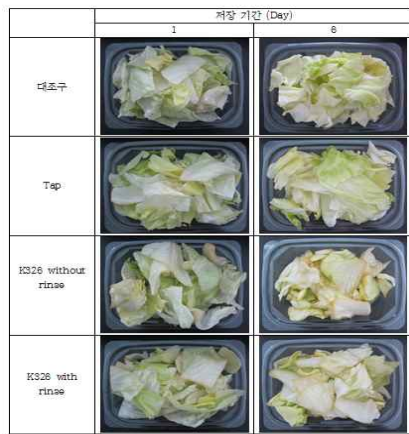


Figure 2-8. 항균복합조성물을 이용한 세척과 절단 양상추의 저장 중 변화

○ 항균복합조성물 시제품을 이용한 세척 조건 설정

마이크로버블을 이용한 헹굼 효과를 확인하기 위하여 항균복합조성물을 이용하여 세척 후 무헹굼, 수돗물(Tap water), 마이크로버블(MB)을 처리하여 각 처리구에 따른 미생물학적 품질 변화를 확인하였으며 10℃에서 5일간 저장하면서 미생물학적 품질 및 저장성을 평가하였음.

항균복합조성물 세척 후 일반세균수는 Tap과 MB 모두 4.0 log CFU/g로, 무헹굼 처리구 4.6 log CFU/g 보다 저감 효과가 좋았으며, 무세척 원물 (5.9 log CFU/g)과 비교하여 약 2 log CFU/g 이상 미생물 수가 낮아졌음. 진균류와 대장균군수는 유의적 차이가 없었음.

Table 2-35. 향균복합조성물(K326) 세척 후 행균 방법에 따른 절단 양상추의 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	저장 기간(Day)		
	0	2	5
TVCs			
절단 양상추 원물	5.9±0.05	6.4±0.52	7.1±0.05
K326+ 무행균	4.6±0.29	5.7±0.11	7.6±0.08
K326+Tap 행균	4.0±0.01	5.5±0.10	7.7±0.18
K326+MB 행균	4.0±0.01	5.8±0.15	7.0±0.08
Fungi			
절단 양상추 원물	2.1±0.22	2.4±0.09	2.2±0.16
K326+ 무행균	1.7±0.31	2.7±0.25	2.8±0.23
K326+Tap 행균	1.9±0.41	2.5±0.11	2.8±0.29
K326+MB 행균	1.7±0.19	2.7±0.12	3.0±0.10
Coliform			
절단 양상추 원물	3.6±0.21	5.0±0.04	5.4±0.10
K326+ 무행균	3.2±0.10	4.1±0.11	5.7±0.52
K326+Tap 행균	3.1±0.19	4.4±0.23	5.6±0.34
K326+MB 행균	3.0±0.20	4.2±0.21	5.2±0.21

10℃에서 저장하면서 행균 방법 차이에 따른 절단 양상추의 미생물학적 품질과 저장성 평가를 실시한 결과, 저장 기간 동안 일반세균, 진균류, 대장균군은 행균 방법별 유의적인 차이는 없었음. 저장성의 경우, 세척 직후 MB와 Tap 행균 처리구는 갈변이 약하게 나타나기 시작했으나 MB 행균이 Tap 행균과 비교하여 갈변 정도가 약했음. 저장 5일차에는 세척하지 않은 절단 양상추는 갈변은 적으나 표면이 마르고 이취가 났으나 MB 행균 처리구는 미세하게 이취가 나긴 했으나 상품성이 있었음. 갈변의 정도는 Tap 행균 처리구가 육안으로 갈변의 정도가 뚜렷하게 확인되었으나 MB 행균 처리구는 절단 단면의 갈변이 Tap 행균 처리구보다 적게 나타났음. 저장성 평가 결과, MB 행균 처리가 절단 양상추의 신선도와 품질 유지에 효과적이었음.



Figure 2-9. 항균복합조성물을 이용한 세척 후 저장 5일 후 절단 양상추의 변화

항균복합조성물 세척과 헹굼 실험을 통해 절단 양상추에 항균복합조성물 세척을 적용시 헹굼 과정이 반드시 필요하며 MB 헹굼이 Tap 헹굼보다 신선도 유지에 효과적임을 확인하여 세척 시스템 현장 적용하였음.

나) 방울토마토

일반 수도물과 항균복합조성물 K326을 이용하여 방울토마토 세척 후 일반세균수는 원물과 비교하여 2 log CFU/g 이상 감소하였음. K326 세척 후 헹굼 시행은 일반 수도물 이용 시 1 log CFU/g 미만으로 나타나 마이크로버블을 이용하여 헹굼 공정을 실시한 방울토마토의 1.8 log CFU/g와 비교하여 더 낮게 나타났음.

저장 15일 후 일반세균수는 마이크로버블 처리 방울토마토가 3.8 log CFU/g으로 모든 처리구 중 가장 낮았음. K326을 이용한 세척시 진균류의 감소에도 효과적인 것으로 나타남. 특히 K326 세척 후 마이크로버블을 이용한 헹굼 처리는 대조구와 비교하여 약 2 log CFU/g 이상 감소시킴으로써 저감 효과가 우수하였고 저장 기간 동안에도 진균류의 급격한 증가를 억제하는 것으로 나타남.

Table 2-36. 향균복합조성물(K326) 세척 후 헹굼(rinse) 방법에 따른 방울토마토의 미생물학적 품질 변화

(단위 : log CFU/g)

	저장 기간(Day)		
	0	5	15
TVCs			
대조구	3.6±0.39	4.5±0.22	5.3±0.09
Tap	< 100 CFU/g	3.2±0.41	4.6±0.41
K326+Tap 헹굼	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	4.3±0.47
K326+MB 헹굼	1.8±0.43	2.9±0.73	3.8±0.11
Fungi			
대조구	2.4±0.21	4.4±0.39	5.1±0.02
Tap	1.5±0.18	3.8±0.31	5.0±1.07
K326+Tap 헹굼	0.9±0.05	1.8±0.17	5.0±0.39
K326+MB 헹굼	< 100 CFU/g	3.2±0.87	3.0±0.12

10°C 저장고에서 저장하면서 품질을 평가를 실시한 결과, 저장 5일차 무세척 원물은 단내와 같은 이취가 나고, 과육이 물러지기 시작하였음. 그러나 향균제 사용 후 Tap 세척, K326+Tap 헹굼, K326+MB 헹굼 처리구는 외관상의 큰 변화는 나타나지 않았음. 저장 15일차에는 무세척구의 경우 이취가 강하게 나며 과육, 과피가 모두 무르고 곰팡이가 발생한 반면 향균복합조성물 처리구는 헹굼 방법에 관계없이 이취가 약하고 과육의 단단함은 K326+MB 헹굼 처리구가 가장 우수하였음.



Figure 2-10. 항균복합 조성물을 세척 공정에 따른 방울 토마토의 변화>

항균복합조성물을 이용한 방울 토마토 세척시 행균 처리가 필요하며 이 경우 Tap 행균보다 MB 행균이 효과적임을 확인함.

6. 신선 농식품 현장 적용 및 공정 표준화

절단 양상추와 방울토마토를 대상으로 한 항균복합조성물 세척 실험을 통하여 세척 후 마이크로버블을 이용하여 행균 처리를 하는 것이 미생물학적 품질 및 저장성 향상에 효과적임을 확인하였음. 이 결과의 현장 적용 평가를 위하여 각 협동과제들이 공동으로 참여기업인 ((주) 네떼)에서 현장 실험을 진행하였음.

(1) 실험방법

현장 적용 평가는 기존 차아염소산나트륨을 이용한 공정 대비 천연항균조성물의 세척 효과를 확인하기 위하여 다음과 같이 진행하였음. 각 시료의 처리 후 100g 씩 포장하여 10℃에서 10일간 저장하면서 미생물학적 품질과 저장성 평가를 실시하였음.

가) 양상추

양상추는 기존 샐러드 제품에 들어가는 방법과 동일하게 절단하여 사용하였고 세척은 3단계 (세척->살균->행균)로 진행하였음. 1단계 세척은 절단 양상추 5kg를 1분간 와류 세척하였고, 2단계 살균 공정은 천연항균조성물(4%), 차아염소산나트륨(150ppm), 수돗물에 각각 1분간 침지하여 처리하였음. 행균은 살균 처리방법에 관계없이 마이크로버블 수에 5분간 침지하였음. 처리가 끝난 절단 양상추 시료는 30초간 탈수하여 pp용기에 100g씩 소분하여 5℃에서 저장하였음.

Table 2-37. 천연항균조성물 이용 세척 방법의 현장 적용을 위한 절단 양상추 세척 단계

시료	처리구	1단계 [세척]	2단계 [살균]	3단계 [헹굼]
절단 양상추	무세척구	-	-	-
	항균복합조성물	와류 (1 min)	K326 (4%, 침지, 1min)	수돗물 (+Microbubble) (침지, 5min)
	차염소산나트륨		차염소산나트륨 (150 ppm, 침지, 1min)	
	수돗물		수돗물 (침지, 1min)	

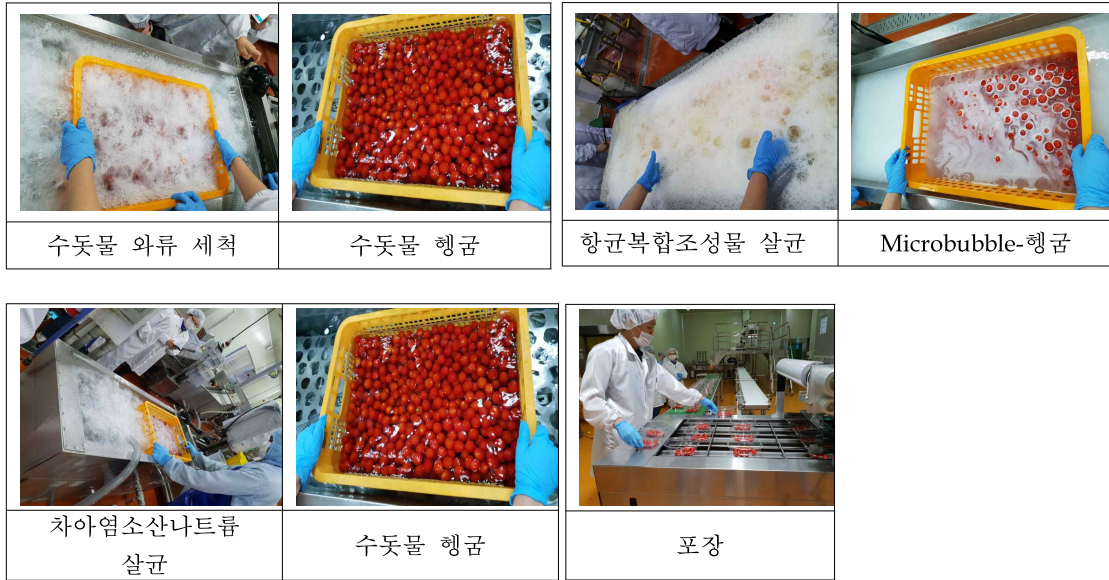


나) 방울토마토

방울토마토는 꼭지를 모두 제거한 후 7kg씩 소분하여 세척 처리 하였음. 처리는 수돗물, 차아염소산 나트륨 150ppm, 항균복합조성물 4%에 맞춘 세척조에 5분간 담가 와류 세척하였음. 헹굼은 수돗물과 차아염소산나트륨 처리구는 수돗물에 5분간 침지하였고, 항균복합조성물 세척구는 마이크로버블에 5분간 침지하였음.

Table 2-38. 항균복합조성물 이용 세척 방법의 현장 적용을 위한 방울토마토 세척 단계

시료	처리구	1단계 [세척 및 살균]	2단계 [헹굼]
방울 토마토	무세척구	-	-
	항균복합조성물	K326 (4%, 와류, 5min)	수돗물 (+Microbubble) 침지, 5min
	차염소산나트륨	차염소산나트륨 (150 ppm, 와류, 5min)	수돗물, 침지, 5min
	수돗물	수돗물 (와류, 5min)	수돗물, 침지, 5min

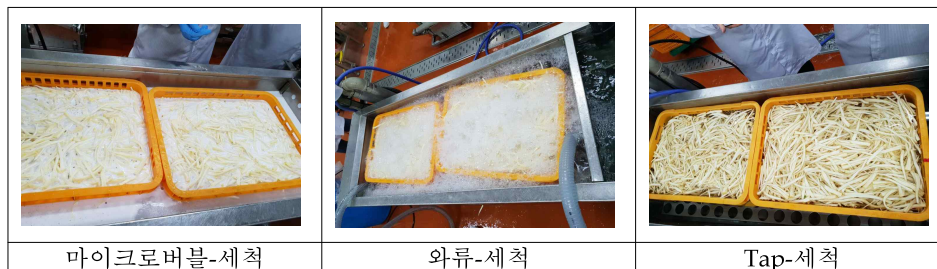


다) 박피절단 도라지

박피절단도라지는 박피 통 도라지를 도라지 절단 기계를 사용하여 절단 후 사용하였음. 세척은 10kg씩 진행하였으며 마이크로버블 세척은 10분간 침지, 수돗물 세척은 10분간 침지 또는 와류 처리하여 진행하였음. 세척된 박피절단도라지는 탈수한 후 100g씩 소분하여 10℃에서 저장하였음. 현장 실험 시 열수 처리를 위한 공정이 되어 있지를 않아 와류와 수돗물, 마이크로 버블수 처리만 하였음.

Table 2-39. 마이크로버블 세척 방법의 현장 적용을 위한 박피절단도라지의 세척 단계

원물	처리구	1단계[세척]
박피절단 도라지	무세척구	-
	마이크로버블	Dipping, 10 min
	와류	와류, 10 min
	Tap	Dipping, 10 min



(2) 실험 결과

가) 절단 양상추

○ 항균복합조성물 (K326) 처리 효과

절단 양상추에 대하여 Tap, NaOCl, K326 세척 후 미생물학적 품질을 확인한 결과 일반 세균, 대장균군, 장내세균수는 세척하지 않은 절단 양상추(무세척)와 비교하여 모든 처리구가 약 1 log CFU/g 감소하였으나 세척 처리구에 따른 차이는 없었음.

Table 2-40. 항균복합조성물(K326) 세척에 따른 절단양상추의 미생물학적 품질

(단위: log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform	Enterobacteriaceae
무세척	5.8±0.09	3.0±0.30	4.2±0.21	4.1±0.17
Tap	4.6±0.09	3.7±0.73	3.4±0.13	3.3±0.12
NaOCl	4.8±0.05	2.7±0.12	3.4±0.17	3.4±0.07
K326	4.2±0.14	3.1±0.62	3.2±0.71	3.5±0.21

○ 항균복합조성물 (K326) 처리 후 미생물학적 품질 및 저장성 평가

세척 후 5°C에서 3일간 저장하면서 미생물학적 품질을 평가한 결과는 다음과 같음. NaOCl과 K326 세척구는 저장 2일차까지 초기 일반세균수를 유지하였고 무세척구와 Tap 세척구와 비교하여 0.5-1.0 log CFU/g 낮았음. 저장 3일차 일반세균수는 무세척구를 포함한 모든 세척구가 약 6 log CFU/g으로 유사한 결과를 보였음.

진균류의 경우, NaOCl과 K326 세척구는 저장기간 동안 세척 직후 진균류수를 유지하여 저장 3일차에 약 2 log CFU/g이었으며 무세척구와 Tap 세척구와 비교하여 약 1 log CFU/g 낮았음.

NaOCl과 K326 세척구의 대장균군과 장내세균은 저장 2일 후까지 세척 직후 미생물수를 유지하였으며 3일에 1 log CFU/g 수준 증가하였으나 장내세균의 경우 무세척구(5.0 log CFU/g)와 비교하여 약 1 log CFU/g 낮았음.

절단 양상추에 대한 차아염소산나트륨(NaOCl)과 항균복합조성물(K326)처리에 의한 미생물 저감 효과는 유사하게 나타났고 특히 진균류에 대한 성장 억제 효과가 우수한 것으로 확인됨.

세척 후 5℃에서 저장하면서 절단 양상추의 저장성 평가를 실시한 결과, 저장 1일차에 항균복합조성물 처리구는 항균제의 잔향이 미세하게 남아있었으며 절단 단면에서 갈변 현상이 나타나기 시작하였음. 저장 2일차 NaOCl 처리구는 초기 상태를 유지하였고 무세척구와 수돗물 처리구는 절단 단면에서 약한 갈변이 확인되었으나, 항균복합조성물 처리구는 이취가 있고, 갈변 정도가 강하였음. NaOCl 처리구는 저장 3일차까지 향의 변화가 없고 갈변도가 적어 상품성을 가지고 있었음.

Table 2-41. 향균복합조성물(K326) 세척 절단 양상추의 저장 기간에 따른 미생물학적 품질 변화

(단위: log CFU/g)

	저장 기간(Day)		
	1	2	3
TVCs			
무세척	5.8±0.09	5.6±0.16	5.9±0.14
Tap	4.6±0.09	5.2±0.09	5.7±0.06
NaOCl	4.8±0.05	4.9±0.08	5.7±0.14
K326	4.2±0.14	4.2±0.35	5.6±0.25
Fungi			
무세척	3.0±0.30	3.2±0.12	3.0±0.33
Tap	3.7±0.73	3.2±0.14	3.2±0.08
NaOCl	2.7±0.12	2.3±0.13	2.3±0.12
K326	3.1±0.62	2.7±0.24	2.1±0.14
Coliform			
무세척	4.2±0.21	4.3±0.12	4.7±0.25
Tap	3.4±0.13	3.8±0.21	4.3±0.15
NaOCl	3.4±0.17	3.5±0.06	4.3±0.04
K326	3.2±0.71	3.3±0.20	4.3±0.07
Enterobacteriaceae			
무세척	4.1±0.17	4.6±0.21	5.2±0.42
Tap	3.3±0.12	4.2±0.17	4.5±0.09
NaOCl	3.4±0.07	3.7±0.07	4.5±0.15
K326	3.5±0.21	3.1±0.16	4.4±0.09



○ 개선한 항균복합조성물 (메가세이퍼)을 이용한 절단 양상추 세척 효과

항균복합조성물 K326을 이용하여 세척 후 농산물 표면에 용해되지 않은 입자와 냄새가 흡착되는 현상이 발생하여 이를 개선한 항균복합조성물 메가세이퍼를 주관 연구기관으로부터 받아 세척 후 절단 양상추의 미생물학적 품질과 저장성 평가를 재 실시 하였음.

절단 양상추에 대한 마이크로버블 행균 효과를 검증하기 위하여 세척 후 수돗물과 마이크로버블(MB) 행균을 실시하여 미생물학적 품질과 저장성 평가를 진행함.

세척 직후 미생물학적 품질을 확인한 결과, 일반세균수는 NaOCl 세척구가 4.4 log CFU/g (Tap 행균), 4.2 log CFU/g (MB 행균)인 반면 항균복합조성물 메가세이퍼 처리구는 3.8 log CFU/g (Tap 행균), 3.2 log CFU/g (MB 행균)로 NaOCl 처리구 보다 약 0.5-1.0 log CFU/g 낮았고 무세척구인 절단 양상추 원물과 비교했을 때 약 2.5-3 log CFU/g 낮았음. 특히 일반 수돗물 행균보다 마이크로버블 행균이 일반세균수 감소에 더욱 효과적이었음. 진균류, 대장균군, 장내세균수 역시 NaOCl과 메가세이퍼 세척에 의해 감소하였고 특히 항균복합조성물로 세척 후 마이크로버블로 행균 공정시 진균류 1.2 log CFU/g, 대장균군 1.2 log CFU/g, 장내세균수 1.5 log CFU/g으로 세척하지 않은 절단 양상추 원물과 비교하여 약 3 log CFU/g 이상 낮았음.

마이크로버블에 의한 살균 효과는 일반적으로 처리 대상을 부유시킨 후 음전하를 띤 마이크로버블의 정전기력으로 양전하를 띤 박테리아가 이끌려서 물리적 충격이나 자체 파괴에 의해 하이드록실 라디칼이 순간적으로 발생할 때 생성되는 에너지를 이용하여 살균 효과를 발생시킴. 따라서 항균복합조성물과 마이크로버블 행균의 높은 살균 효과는 항균복합조성물 세척에 의해 사멸하지 않고 잔존한 미생물이 마이크로버블에 의해 파괴되어 서로 간의 상호작용으로 살균 효과가 향상되었기 때문으로 판단됨.

Table 2-42. 항균복합조성물(메가세이퍼)과 차염소산을 이용한 절단 양상추의 살균 효과 비교

(단위: log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform	Enterobacteriaceae
무세척	6.3±0.10	4.1±0.05	4.8±0.62	4.8±0.56
NaOCl+Tap 행균	4.4±0.12	3.3±0.20	2.3±0.20	2.3±0.17
NaOCl+MB 행균	4.2±0.14	3.4±0.48	2.4±0.48	2.5±0.15
메가세이퍼+Tap 행균	3.8±0.05	2.0±0.41	2.0±0.41	2.0±0.33
메가세이퍼+MB 행균	3.2±0.07	1.2±0.24	1.2±0.24	1.5±0.46

○ 개선한 항균복합조성물 처리 후 미생물학적 품질 및 저장성 평가

세척 후 5°C에서 4일간 저장하면서 일반세균, 진균류, 대장균군, 장내세균은 NaOCl과 K326 처리구에서 행균 방법에 관계없이 세척 직후 확인된 군수가 변화 없이 일정하게 유지되는 것으로 나타남. NaOCl과 메가세이퍼 모두 미생물의 성장을 억제하는 것으로 보임.

Table 2-43. 항균복합조성물로 살균 처리한 절단 양상추의 저장 기간중 미생물학적 품질 변화

(단위: log CFU/g)

	저장 기간 (Day)				
	0	1	2	3	4
TVCs					
무세척	6.3±0.10	6.2±0.25	6.0±0.03	6.1±0.08	5.9±0.03
NaOCl+Tap 행균	4.4±0.12	4.1±0.07	4.4±0.08	3.9±0.10	3.9±0.05
NaOCl+MB 행균	4.2±0.14	5.1±0.70	4.8±0.07	4.2±0.32	4.2±0.13
메가세이퍼+Tap 행균	3.8±0.05	3.9±0.17	3.4±0.14	3.7±0.47	3.1±0.24
메가세이퍼+MB 행균	3.2±0.07	3.6±0.09	3.7±0.11	3.4±0.05	3.3±0.08
Fungi					
무세척	4.1±0.05	2.6±0.08	1.2±0.17	2.5±0.06	2.8±0.03
NaOCl+Tap 행균	3.3±0.20	3.3±0.12	2.2±0.43	3.3±0.04	3.5±0.17
NaOCl+MB 행균	3.4±0.48	3.3±0.11	3.2±0.59	3.3±0.07	3.6±0.07
메가세이퍼+Tap 행균	2.0±0.41	2.9±0.06	2.2±0.21	3.0±0.24	3.1±0.11
메가세이퍼+MB 행균	1.2±0.24	2.6±0.22	0.9±0.67	2.4±0.06	2.9±0.17
Coliform					
무세척	4.8±0.62	1.8±1.19	2.2±0.17	2.6±0.09	3.3±0.06
NaOCl+Tap 행균	2.3±0.20	2.8±0.10	2.2±0.47	2.1±0.16	2.1±0.28
NaOCl+MB 행균	2.4±0.48	4.5±1.29	2.3±0.59	2.7±0.03	3.0±0.40
메가세이퍼+Tap 행균	2.0±0.41	2.6±0.14	2.2±0.22	1.3±0.20	2.3±0.07
메가세이퍼+MB 행균	1.2±0.24	0.9±0.67	1.1±0.80	1.1±0.15	1.2±0.17
Enterobacteriaceae					
무세척	4.8±0.56	2.0±0.67	2.5±0.09	2.8±0.11	3.3±0.06
NaOCl+Tap 행균	2.3±0.17	3.0±0.11	2.5±0.10	2.2±0.28	2.3±0.18
NaOCl+MB 행균	2.5±0.15	4.7±0.83	3.0±0.45	3.5±0.40	4.0±0.56
메가세이퍼+Tap 행균	2.0±0.33	2.6±0.12	2.2±0.23	1.3±0.73	2.1±0.05
메가세이퍼+MB 행균	1.5±0.46	0.4±0.50	1.3±0.79	1.2±0.15	1.5±0.32

각 처리구를 5°C 저장고에서 4일간 저장하면서 저장성 평가 결과는 다음과 같음. 개선된 항균복합조성물(메가세이퍼)는 향이 개선되고 갈변속도가 지연되었음을 확인하였음. 무처

리구는 저장 2일차부터 갈변이 발생하였으나, 메가세이퍼+MB 행굼 처리구는 저장 4일부터 약하게 갈변이 관찰되었음. 조직감도 메가세이퍼+MB와 NaOCl+MB 행굼 처리구가 우수하였음. 저장실험 결과, 갈변도와 조직감을 평가하여 신선도와 기호도가 높은 처리구는 메가세이퍼+MB와 NaOCl+MB 행굼 처리구였으며 이를 통해 MB 행굼 처리가 Tap 행굼 보다 신선도 및 품질 유지에 효과적임을 확인할 수 있었음. 또한 개선된 항균복합조성물 메가세이퍼는 이전 K326과 비교하여 갈변도 약화, 조직감 유지, 이취 저하를 가져와 품질 유지기간을 1일에서 4일로 증가시켰음.

	Day 0	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4
무세척					
NaOCl + Tap rinse					
NaOCl + MB rinse					
메가세이퍼 + Tap rinse					
메가세이퍼 + MB rinse					

나) 방울토마토

○ 항균복합조성물 (K326) 처리 효과

각 처리구별 방울토마토의 일반세균수는 세척하지 않은 원물(2.7 log CFU/g)과 비교하여 약 1 log CFU/g 낮았으나 Tap 처리구 1.3 log CFU/g, NaOCl 처리구 1.2 log CFU/g, K326 처리구 1.7 log CFU/g으로 처리구별 차이는 없었음. 진균류의 경우 NaOCl과 K326로 세척한 방울토마토는 1 log CFU/g 미만으로 나타났음. 대장균군과 장내세균은 세척하지 않은 원물을 포함한 모든 처리구에서 검출되지 않음.

Table 2-44. 향균복합조성물(K326) 세척에 따른 방울토마토의 미생물학적 품질

(단위: log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform	Enterobacteriaceae
원물(무세척)	2.7±0.74	1.6±0.05	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g
Tap	1.3±0.23	1.2±0.30	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g
NaOCl	1.2±0.17	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g
K326	1.7±0.28	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g

○ 향균복합조성물 (K326) 처리 후 미생물학적 품질 및 저장성 평가

세척 후 10℃에서 10일간 저장하면서 미생물학적 품질을 평가한 결과, 저장 4일차 일반세균수는 NaOCl 처리구가 2.0 log CFU/g으로서 가장 낮았으며 저장 10일차에도 5.5 log CFU/g으로서 가장 낮은 일반세균수를 보였음.

진균류는 NaOCl 처리구가 저장 4일차 1.5 log CFU/g, 저장 8일차에 1.9 log CFU/g으로 증가한 것과 비교하여 K326 처리구는 저장 8일차까지 1 log CFU/g 미만으로 K326을 이용한 세척은 진균류의 성장을 억제하는 것으로 판단됨.

대장균군은 저장 4일차에 NaOCl과 K326 처리구가 각각 1.9 log CFU/g, 1.1 log CFU/g으로 무세척구인 원물의 3.2 log CFU/g과 비교하여 약 1-2 log CFU/g 낮았음. 이와 같은 경향은 저장 8일차에도 동일하게 나타났음.

장내세균수는 저장 4일차까지 무세척구를 포함한 모든 처리구에서 1 log CFU/g 미만으로 나타났음. 저장 8일차에는 무세척구가 4.0 log CFU/g로 증가한 반면 K326 처리구는 1.7 log CFU/g으로 모든 처리구 중 가장 낮은 장내세균수를 보였음.

K326 처리는 저장 4일차까지 일반세균수와 대장균군의 급격한 증가를 억제하였으며 진균류와 장내세균의 저장 8일차까지 미생물의 증가를 억제하였음.

10℃에서 저장하면서 신선도를 평가한 결과, 저장 4일차에는 무세척구와 Tap 처리구는 과육이 연화되고 이취가 발생하기 시작한 반면 NaOCl과 향균복합조성물 처리구는 상품성을 유지하고 있었음. 무세척구와 Tap 처리구가 저장 8일차에 곰팡이가 발생하고 조직이 연화되어 상품성을 소실한 것과 달리 천연향균조성물은 미세한 이취와 함께 과육이 연화되는 현상이 나타났으나 NaOCl 처리구와 마찬가지로 신선도가 높아 상품성을 가지고 있었음. 그러나 향균복합조성물이 이취 및 이미의 개선이 필요함을 확인하였음.

Table 2-45. 항균복합조성물 처리 방울토마토의 저장 기간에 따른 미생물학적 품질 변화
(단위: log CFU/g)

	저장 기간 (Day)			
	0	4	8	10
TVCs				
무세척	2.7±0.74	3.4±0.45	6.8±0.16	6.4±0.04
Tap	1.3±0.23	2.9±0.10	5.7±0.11	5.8±0.77
NaOCl	1.2±0.17	2.0±0.09	5.1±0.41	5.5±0.05
K326	1.7±0.28	3.1±0.29	6.4±0.08	6.6±0.08
Fungi				
무세척	1.6±0.05	1.7±0.45	3.1±0.25	2.9±1.52
Tap	1.2±0.30	1.4±0.75	2.9±0.10	3.9±0.03
NaOCl	< 100 CFU/g	1.5±0.17	1.9±0.07	3.1±0.17
K326	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	3.9±0.02
Coliform				
무세척	< 100 CFU/g	3.2±0.41	4.5±0.32	4.8±2.31
Tap	< 100 CFU/g	2.4±0.22	5.3±0.05	5.3±0.95
NaOCl	< 100 CFU/g	1.9±0.37	2.7±0.15	4.1±0.05
K326	< 100 CFU/g	1.1±0.81	3.1±0.74	5.1±0.30
Enterobacteriaceae				
무세척	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	4.0±0.19	3.9±2.01
Tap	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	2.8±0.37	5.6±1.27
NaOCl	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	2.7±0.26	4.3±0.06
K326	< 100 CFU/g	< 100 CFU/g	1.7±0.25	5.6±0.15

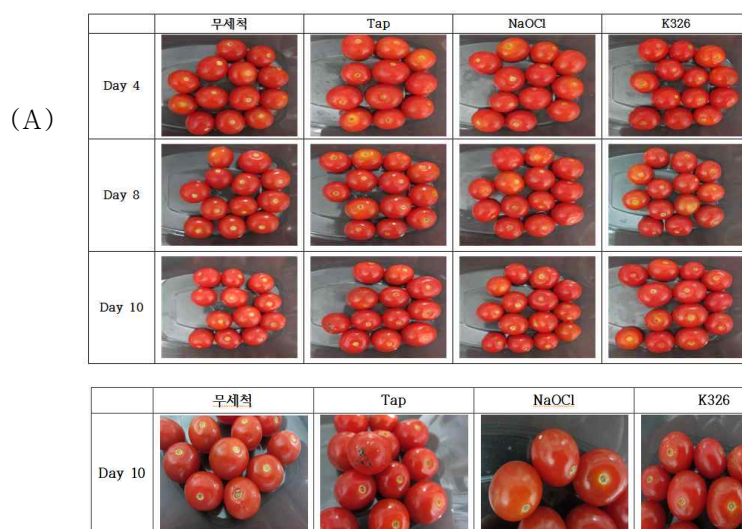


Figure 2-11. 항균복합조성물 세척 후 방울 토마토의 저장 기간에 따른 변화(A)와 저장 10일차 방울토마토(B)

다) 절단 도라지

○ 마이크로버블 세척

박피절단도라지를 와류와 마이크로버블을 이용한 세척한 다음 일반세균, 진균류, 대장균군, 장내세균수는 세척 전후 큰 차이가 없었음. 일반세균수, 대장균군, 장내세균수가 세척 전/후 모두 약 6-7 log CFU/g 이었는데, 이들 미생물이 식중독에 직접적인 원인이 되는 것은 아니지만 잠재적으로 식품의 부패 촉진 등에 관여 할 수 있기 때문에 이들을 저감시킬 수 있는 효과적인 방법을 모색할 필요성이 있음. 본 연구에서는 55°C 열수 단독 처리가 일반세균수, 진균류, 대장균군 감소에 효율적이며 열수 단독 또는 열수-마이크로 버블 처리는 박피절단도라지의 저장성 향상에도 기여하는 것을 확인하였음.

Table 2-46. 마이크로버블 세척에 따른 박피절단도라지의 미생물학적 품질
(단위: log CFU/g)

	TVCs	Fungi	Coliform	Enterobacteriaceae
무세척	7.6±0.16	3.7±0.04	7.2±0.19	7.2±0.17
Tap	7.6±0.15	3.3±0.07	6.4±0.07	6.9±0.05
와류	7.5±0.05	3.4±0.12	6.2±0.23	7.1±0.11
Microbubble	7.6±0.14	3.9±0.35	6.3±0.09	7.5±0.13

○ 마이크로버블 세척 후 미생물학적 품질 및 저장성 평가

저장 8일동안 10°C에서 저장하면서 박피절단도라지의 미생물학적 품질을 확인한 결과, 세척 직후 확인된 일반세균, 진균류, 대장균군, 장내세균수는 급격한 증감없이 일정하게 유지되었고 무세척구를 포함하여 모든 처리구가 유사한 미생물수를 보였음.

10°C 저장고에서 저장하면서 박피절단도라지의 품질을 평가한 결과, 저장 6일된 와류 처리구는 도라지의 끝부분에서 짓무름과 함께 색의 변색이 일어나 상품성을 소실하였고 저장 13일차에는 수돗물 처리구에서는 강한 이취가 발생하여 상품성을 상실한 반면, 수돗물과 MB 혼합 처리구는 향과 조직감이 세척 직후와 큰 차이가 없었으며 상품성도 가장 길게 유지되었음. 저장 실험 결과, 와류 처리는 강한 버블로 인하여 세척 중 조직 손상이 발생하여 짓무름이 강하게 생긴 반면 마이크로버블 처리구는 세척 처리구 중 가장 품질 변화가 적게 일어남으로써 상품성이 가장 길게 유지되었음.

Table 2-47. 마이크로버블 세척 박피절단도라지의 저장 기간에 따른 미생물학적 품질 변화
(단위: log CFU/g)

	저장 기간 (Day)			
	0	3	6	8
TVCs				
무세척	7.6±0.16	8.3±0.10	8.0±0.07	8.1±0.03
수돗물	7.6±0.15	8.1±0.06	7.7±0.20	8.1±0.08
와류	7.5±0.05	7.9±0.06	8.2±0.02	8.1±0.24
Microbubble	7.6±0.14	8.0±0.05	7.8±0.13	8.2±0.07
Fungi				
무세척	3.7±0.04	3.5±0.06	3.6±0.50	4.3±0.42
수돗물	3.3±0.07	3.8±0.08	3.4±0.11	3.6±0.07
와류	3.4±0.12	3.3±0.82	3.9±0.62	3.8±0.23
Microbubble	3.9±0.35	3.3±0.06	3.8±0.39	4.9±0.04
Coliform				
무세척	7.2±0.19	7.5±0.03	7.4±0.14	7.1±0.16
수돗물	6.4±0.07	7.0±0.19	6.7±0.61	7.0±0.16
와류	6.2±0.23	7.0±0.07	7.3±0.03	6.8±0.36
Microbubble	6.3±0.09	6.4±0.18	6.7±0.72	6.8±0.16
Enterobacteriaceae				
무세척	7.2±0.17	7.4±0.12	7.4±0.08	7.6±0.05
수돗물	6.9±0.05	7.0±0.08	7.5±0.20	7.6±0.04
와류	7.1±0.11	6.9±0.16	7.6±0.05	7.4±0.29
Microbubble	7.5±0.13	7.0±0.60	7.2±0.10	7.5±0.12

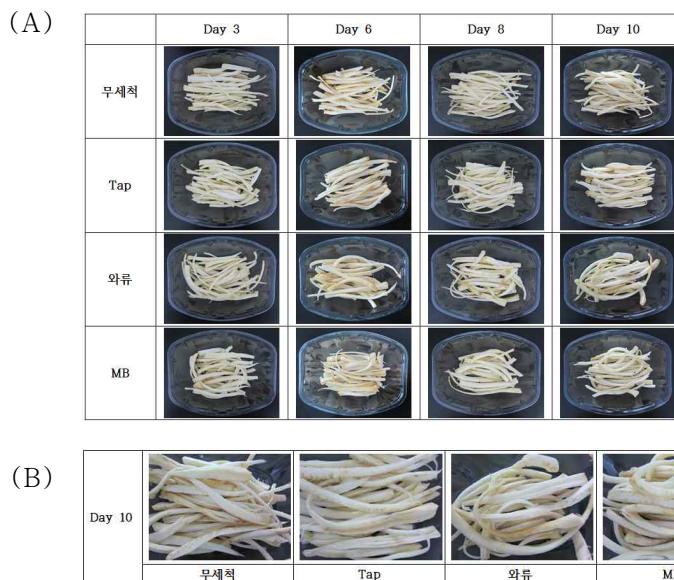
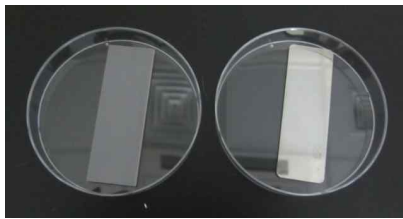


Figure 2-12. 마이크로버블 세척 후 박피절단도라지의 저장 기간에 따른 변화(A)와 저장 10일차 세척 박피절단도라지(B)

7. 항균복합 조성물의 표면 살균 활성 평가

(1) 실험방법

항균 복합 조성물의 공정 소재 평가를 위하여 스테인레스와 PVC 재질로 된 시험편 (coupon) 을 7.5cm×2.5cm로 제작하여 살균하여 사용하였음. 건조된 각 시험편에 천연 항균 조성물을 각각 코팅 또는 도말 후 *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli* 균주를 접종하여 37°C (*S. aureus*, *E. coli*), 30°C (*B. cereus*)에서 4시간, 8시간, 24시간 배양하면서 접종균의 성장 유무를 확인하였음.



(2) 실험 결과

식품으로의 미생물 오염을 억제하기 위해서는 식품 자체의 미생물 오염을 방지해야함은 물론 교차오염을 예방하기 위하여 가공 공정시 사용된 기기의 표면의 세척 및 살균이 효과적으로 수행되어 져야함. 따라서 본 연구에서 선정된 항균복합조성물(N706)을 이용하여 표면에 부착된 미생물의 성장 억제 효과를 확인하고자 하였음. 표면 재질로는 가공 업체에서 기기 설비에 사용되는 stainless steel과 신선 농식품의 공정시 원료 농식품의 보관 및 공정 단계 전달 등에 많이 사용되는 플라스틱인 PVC를 이용하였음.

가) Stainless steel (SS)

SS 시험편에 천연 항균 조성물 N706을 농도 별로 코팅시킨 후 *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli* 균주를 접종하여 각 균주별 최적 온도(37°C-*S. aureus*, *E. coli*, 30°C-*B. cereus*)에서 4시간, 8시간, 24시간 배양 후 접종균의 성장 유무를 확인하였음.

*S. aureus*의 경우, 항균 조성물을 코팅하지 않은 대조구(Control)는 균주를 접종 직후 균수가 시험편당 4.4 log CFU에서 4시간 후 5.9 log CFU으로 증가하였고, 24시간 후에도 5.0 log CFU이 유지되었음. 하지만 SS에 12.5%의 천연 항균 조성물 N706을 코팅시킨 후 동일한 *S. aureus* 균주를 접종한 경우, 접종 직후 균이 사멸하여 검출 한계 이하로 나타났고 4시간, 8시간, 24시간 배양 후에도 균의 성장은 확인되지 않았으며, 25%, 50% 처리시에도 동일한 결과를 얻었음.

*E. coli*도 항균조성물을 처리하지 않은 대조구의 경우 균 접종 직후 시험편당 5.7 log

CFU에서 4시간 후에도 6.0 log CFU였으며, 8시간 후에도 3.3 log CFU를 유지하였음. 하지만 24시간 후에는 1 log CFU 미만으로 감소하여 대장균은 건조에 약한 특성을 보여 주었음. 항균 조성물 처리시 *S. aureus*와 동일하게 바로 균이 사멸하였으며, 이후에도 균의 증가는 확인되지 않았음.

*B. cereus*는 시험편에 천연 항균조성물을 처리하지 않은 대조군에서는 접종 직후 시험편 당 6.2 log CFU에서 4시간 후에도 균의 수가 유지되었으며, 8시간 후에 3.9 log CFU/g으로 감소하였고, 24시간 후에도 4.4 log CFU 수준이었음. 하지만 천연항균 조성물인 N706 12.5% 처리 시에는 균주 접종 직후 시 5.2 log CFU로 미 처리구에 비하여 약 1 log CFU 수준 감소하였으며, 30°C에서 8시간 후에도 균수의 큰 변화는 나타나지 않았음. 그러나 24시간 후에는 균수가 2.4 log CFU/g 감소하여 비처리구에 비하여 2 log CFU 수준 낮았음. 25% 농도로 처리한 시험편에서는 접종 직후 3.9 log CFU에서 4시간 후 0.8 log CFU 로 급격하게 감소하였고, 24시간 후에도 추가적인 증가는 확인되지 않았음. 50% 농도 처리시에는 *B. cereus*의 감소폭이 증가하였으며, 접종 직후에도 1 log CFU 만이 생존하는 것으로 분석되어 50% 농도에서 표면 미생물의 재부착 방지 및 균의 사멸 효과가 큰 것으로 확인되었음. 4시간 이상 후에도 추가적인 균수의 증가는 나타나지 않았음. *B. cereus* 는 포자를 형성 할 수 있는 균을 일반적인 방법으로 균의 제어가 어려운 균으로 알려져 있음. 하지만 이번 연구 결과에서와 같이 제조 공정을 세척 한 후 천연항균 조성물을 sanitizer로 사용시 부유균의 재부착 방지 및 설비 표면에 잔존한 포자 형성균의 사멸에 큰 효과가 있을 것으로 판단됨.

Table 2-48. Stainless steel에서 항균 복합 조성물의 살균 효과

(단위 : log CFU/coupon)

Time (hrs)	<i>S. aureus</i>				<i>B. cereus</i>				<i>E. coli</i>			
	Control	N706 (%)			Control	N706 (%)			Control	N706 (%)		
		12.5	25	50		12.5	25	50		12.5	25	50
0	4.4	<1	<1	<1	6.2	5.2	3.9	1.0	5.7	<1	<1	<1
4	5.9	<1	<1	<1	6.8	5.6	0.8	0.5	6.0	<1	<1	<1
8	4.8	<1	<1	<1	3.9	5.1	0.6	0.7	3.3	<1	<1	<1
24	5.0	<1	<1	<1	4.4	2.4	0.7	<1	<1	<1	<1	<1

나) PVC

PVC 시험편에 천연항균 조성물 N706을 농도 별로 코팅시킨 후 *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli* 균주를 접종하여 각 균주별 최적 온도(37°C-*S. aureus*, *E. coli*, 30°C-*B. cereus*)에서 4시간, 8시간, 24시간 배양 후 접종균의 성장 유무를 확인하였음.

항균 조성물인 N706을 농도별로 코팅시킨 후 *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli* 균주를 접종하여 37°C(*S. aureus*, *E. coli*), 30°C(*B. cereus*)에서 4시간, 8시간, 24시간 후 접종균의 수를 측정하여 천연항균주성물의 미생물에 미치는 영향을 확인하였음.

시험균에 대한 PVC에서의 살균 효과를 비교한 결과, SS에서 보다 PVC에서 N706의 살균 효과가 높은 것으로 확인되었음. *S. aureus*의 경우, 항균물질을 코팅하지 않은 대조구는 균주 접종 직후 균수가 5.5 log CFU에서, 8시간 후 4.9 log CFU, 24시간 후 3.9 log CFU으로 균이 생존하였으나, N706 12.5%로 코팅시킨 시험편에 *S. aureus* 균주를 접종한 경우, 접종 직후 균이 사멸하여 검출 한계 이하로 나타났고 4시간, 8시간, 24시간 배양 후에도 균의 성장은 확인되지 않았음. 이와 같은 경향은 25%, 50% 농도 처리시에도 동일하였음.

*E. coli*도 *S. aureus*와 동일한 경향으로 나타났음. 천연항균조성물을 처리하지 않은 PVC 시험편의 경우 접종 직후 5.7 log CFU에서 4시간까지 균수의 변화가 거의 없었으며, 이후 감소하여 8시간 후에는 3.1 log CFU로, 24시간 후에는 1.8 log CFU로 감소하였음. 하지만 천연항균 조성물 처리시 *S. aureus*와 같이 접종 후 바로 균이 사멸하였으며, 이후 균의 증식은 확인되지 않았음.

*B. cereus*는 천연항균 조성물을 처리하지 않은 대조군에서 균주 접종 직후 6.4 log CFU에서 4시간 후 6.9 log CFU, 8시간 후에는 4.4 log CFU로, 24시간 후에도 4.6 log CFU로 유지되었음. 반면 항균 물질 처리한 PVC 시험편에서는 균의 감소가 확인되었음. N706을 12.5% 처리 시험편에 시험균 접종 시 접종 직후 3.4 log CFU으로 감소하여 미처리구에 비교하여 약 3 log CFU 낮았음. 하지만 이후 시험균의 균수는 24시간 후에도 거의 변화가 없었음. 천연 항균 조성물을 25% 처리시에는 접종 직후 감소폭이 증가하여 시험편당 2.8 log CFU로 감소하였고, 8시간 후에는 1 log CFU 미만으로 균의 감소가 확인됨. 50% 농도로 처리한 시험편에서는 *B. cereus*의 억제가 더 효과적으로 일어났으며 접종 직후 1 log CFU로 감소하여 24시간 후에도 1 log CFU/g 미만으로 유지되었음.

Table 2-49. PVC에서 항균 복합 조성물의 살균 효과

(단위 : log CFU/coupon)

Time (hrs)	<i>S. aureus</i>				<i>B. cereus</i>				<i>E. coli</i>			
	Control	N706 (%)			Control	N706 (%)			Control	N706 (%)		
		12.5	25	50		12.5	25	50		12.5	25	50
0	5.5	<1	<1	<1	6.4	3.4	2.8	0.3	5.7	<1	<1	<1
4	5.4	<1	<1	<1	6.9	2.6	3.6	0.0	5.9	<1	<1	<1
8	4.9	<1	<1	<1	4.4	3.1	0.3	0.3	3.1	<1	<1	<1
24	3.9	<1	<1	<1	4.6	3.5	1.1	0.7	1.8	<1	<1	<1

Stainless steel과 PVC 재질에서의 항균 복합 조성물 (N706)의 처리 후 항균력 평가 결과 그람 음성균인 *E. coli*, 그람 양성균인 *S. aureus*, 포자 형성균인 *B. cereus* 등 성장이 모두 제어되거나 사멸하였음. 특히 포자 형성균이 *B. cereus* 제어에 효과적인 것으로 나타나 농식품 제조 업체에서 사용하는 세척조, 칼, 도마, 바구니 등등의 기구 표면을 세척 후 살균 소독제로 사용하여 미생물을 제어한다면 용기 등으로부터 식품으로의 교차 오염을 억제하는데 효과적일 것으로 판단됨.

8. 항균복합 조성물을 이용한 표면 세척 요소 기술 개발

기존 시제품(N706)에서 항균활성을 확인 후 개선한 항균복합 조성물인 메가세이퍼를 주관 연구기관으로부터 받아 표면 세척 적용성 평가를 실시함.

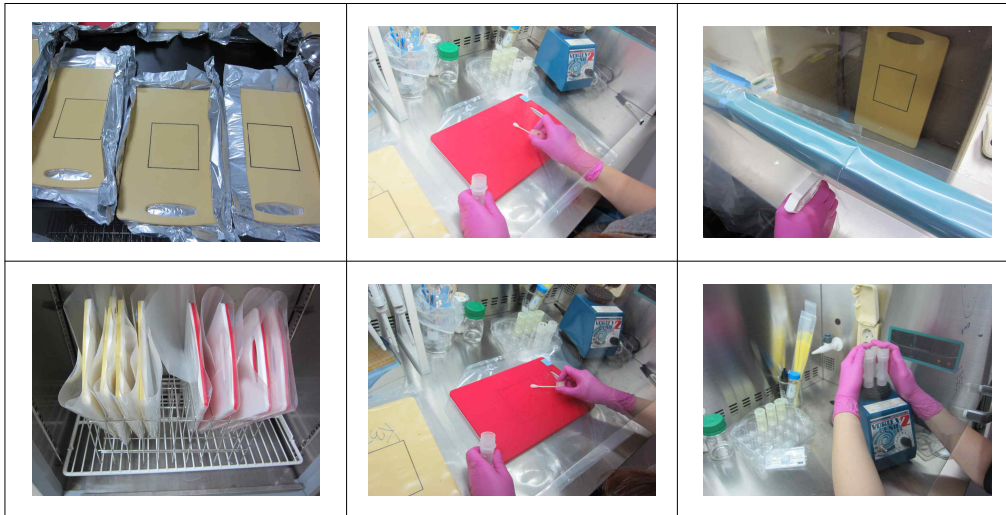
(1) 실험방법

가) 표면 적용 소재 선정 및 COP 적용성 평가

○ 칼판

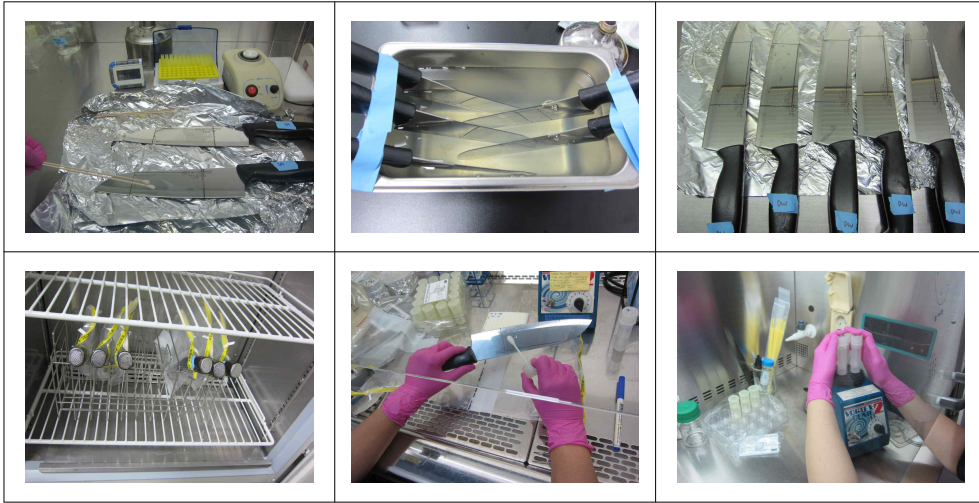
플라스틱(폴리에틸렌) 재질의 칼판을 시중에서 구입하여, 칼판에 가로, 세로 10×10 cm의 정사각형을 그려서 일정한 면적이 시험되도록 준비한 다음, 70% 에탄올 용액으로 표면을 분무 살균한 후 95℃에서 30분 동안 살균하여, 90℃에서 건조하여 시험에 사용하였음. 항균활성은 *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 10536), *S. enteritidis*

(ATCC 13076), *L. monocytogenes* (ATCC 15313), *B. cereus* (ATCC 14579)를 이용하여 평가하였음. 준비된 칼판 표면에 균주 1 mL (10^6 - 10^7 CFU/ml)을 접종한 다음, 5% 항균복합조성물을 분무 (약 11 mL)하여, *B. cereus*와 *L. monocytogenes* 시험 칼판은 30°C에서 *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* 시험 칼판은 37°C에서 보관하면서 1, 2, 6, 24시간 간격으로 swab kit로 표면을 문질러 시료를 채취하여 균수를 측정하였음. 처리하지 않은 처리구는 negative control와 현장에서 가장 많이 쓰이는 차아염소산나트륨 (150 ppm)도 동일하게 처리하여 동시에 평가하였음.



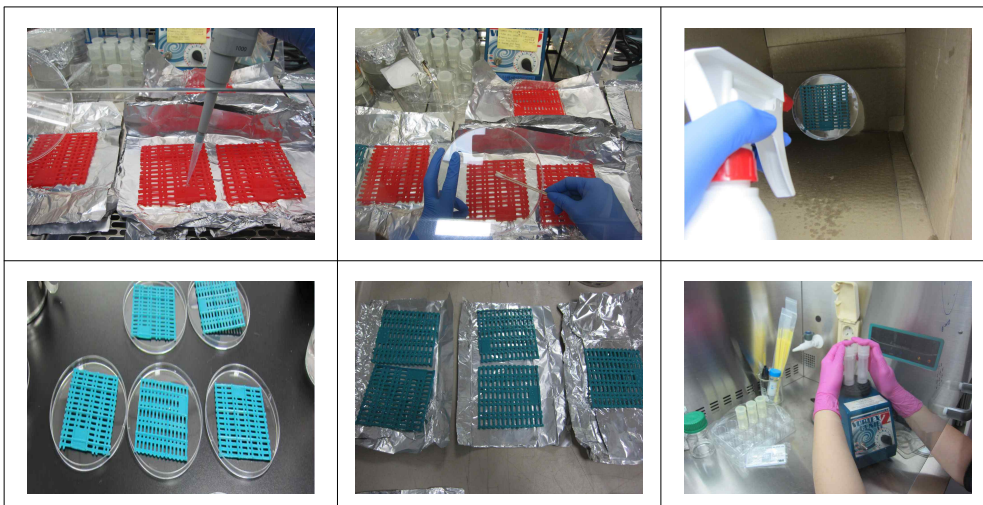
○ 칼

스테인레스 칼을 시중에서 동일한 크기를 구입하여, 가로, 세로가 10cm×4 cm (40 cm²)가 직사각형을 칼에 그린 다음 70% 에탄올 용액으로 분무 살균한 후 121°C에서 15분 동안 멸균하여 사용하였음. 항균활성 평가 대상 균주는 *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 10536), *S. enteritidis* (ATCC 13076), *L. monocytogenes* (ATCC 15313), *B. cereus* (ATCC 14579) 였으며, 준비된 칼 표면에 균주 500 uL (10^6 - 10^7 CFU/ml)을 접종 한 후 5% 항균복합조성물 용액에 5분간 침지하였음. 용액을 말린 후 *B. cereus*와 *L. monocytogenes* 시험용 칼은 30°C에서, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* 시험용 칼은 37°C에서 보관하면서 1, 2, 6, 24시간 간격으로 균수를 측정하여 살균 효과를 확인하였음. 접종 후 균의 채취는 1회용 swab kit를 이용하였음. 세척액을 처리하지 않은 처리구는 negative control, 차아염소산나트륨 (200 ppm) 처리구는 항균복합 조성물의 효과를 비교 검증하기 위해 사용하였음.



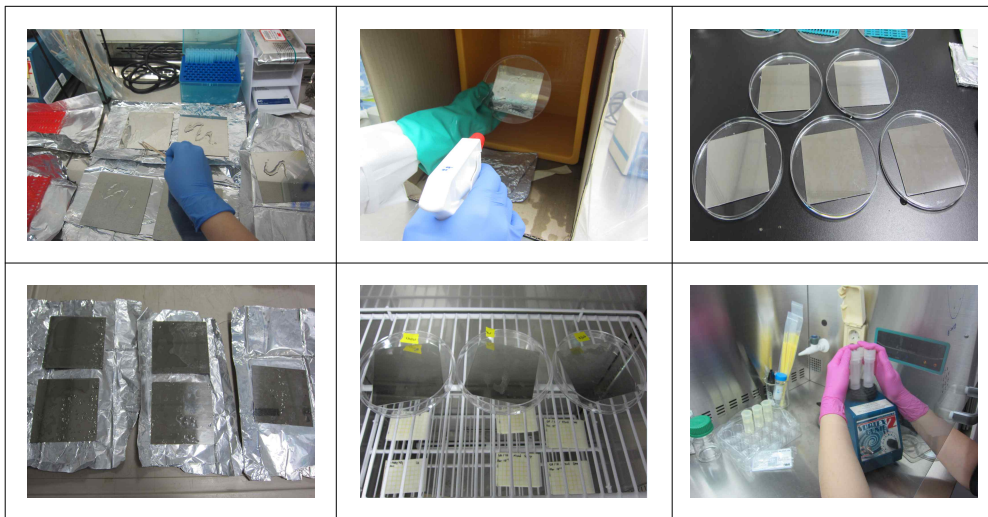
○ 시료 보관 플라스틱 바구니

바구니를 구입하여 가로, 세로가 10cm×10 cm (100 cm²)가 되도록 절단한 다음 70% 에탄올 용액으로 분무하여 1차 살균하고 121℃에서 15분 동안 멸균하여 건조시킨 후 사용하였음. 항균활성 평가 대상 균주는 *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 10536), *S. enteritidis* (ATCC 13076), *L. monocytogenes* (ATCC 15313), *B. cereus* (ATCC 14579)였고, 준비된 바구니 절편에 균주 500 uL (10⁶-10⁷ CFU/ml)을 접종 한 후 5% 천연항균조성물에 5분간 침지하거나 분무 (11 mL)하였음. 용액을 완전히 말린 후 *B. cereus*와 *L. monocytogenes* 시험을 위해서는 30℃에서, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* 시험구는 37℃에서 보관하면서 1, 2, 6, 24시간 간격으로 살균 효과를 측정하였음. 접종 후 균의 채취는 1회용 swab kit를 이용하였음. 세척액을 처리하지 않은 처리구는 negative control, 차아염소산나트륨 (200 ppm) 처리구는 항균복합조성물의 효과를 비교 검증하기 위해 사용하였음.



나) 표면 적용 소재 선정 및 CIP 적용성 평가

Stainless steel은 10x10cm coupon으로 제작하여 사용함. 대상균주는 *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 10536), *S. enteritidis* (ATCC 13076), *L. monocytogenes* (ATCC 15313), *B. cereus* (ATCC 14579)를 이용하였고 24시간동안 활성 시킨 균주 1mL을 stainless steel 표면에 접종하였음. 항균복합조성물은 5% 농도로, 차아염소산나트륨은 150ppm 농도로 만들어 분무하거나 5분간 침지하여 항균활성을 확인하였음. 표면의 용액을 완전히 건조시킨 후 각각의 최적 온도에서 배양하면서 1, 2, 6, 24시간마다 일반세균수를 측정하여 항균복합조성물의 표면 항균 활성을 확인함.



(2) 실험 결과

신선편의 농산물 제조업체의 미생물 오염 정도는 제품의 세척 또는 포장과 같은 생산 단계 뿐 아니라 공정 단계 중 사용되는 세척조, 칼, 칼판, 바구니 등의 기구 표면에 부착되어 있는 미생물에 의한 교차 오염에 의해서도 증가될 수 있음. 따라서 미생물의 오염을 예방하기 위해서는 처리 공정의 청결 유지를 위한 CIP (Clean in place)와 COP (Clean out of place) 세척이 중요함.

식품 접촉 도구의 세척 및 소독은 일반적으로 차아염소산나트륨을 이용하여 이루어짐. 이 같은 차아염소산나트륨을 이용한 기구 세척은 미생물 불활성화에 탁월하기는 하지만 염소계 화학적 살균제의 잦은 사용은 염소에 대한 저항성을 갖게 하고 소독부산물인 발암물질인 THM(Trihalomethanes)가 생성되어 인체에 대한 치명적인 독성을 일으킬 수 있음. 이 같은 부작용 때문에 염소계 소독제를 대체할 수 있는 살균/소독제의 개발이 매우 중요함.

본 연구에서 기존 제품에서 현장 적용성을 개선하여 항균복합 조성물 (메가세이퍼)을 이용하여 식품 제조 과정 중 식품과 직접적 접촉이 일어나는 칼, 도마, 바구니에 대한 병원성 미생물 항균 활성을 확인하고 stainless steel (ASI 304)를 이용하여 가공 중 사용되는 장비

에 대한 살균 효과를 평가하였음.

가) COP 적용성 평가

○ 칼판

*S. aureus*의 경우, 항균조성물을 처리하지 않은 대조군은 접종 직후 약 5.8 log CFU/100 cm²에서 1시간 후 4.8 log CFU/100 cm², 2시간 후 5.4 log CFU/100 cm², 6시간 후 5.0 log CFU/100 cm² 였으나, 24시간 후에는 약 4.3 log CFU/100 cm²로 초기에 비해 1.5 log CFU/100 cm² 감소하였음. NaOCl 처리 후 칼판의 *S. aureus*는 검출되지 않았으며, 24시간 후에도 관찰되지 않았음. 항균조성물 분무 직후 *S. aureus*는 1.4 log CFU/100 cm²이었으나 1시간 후 *S. aureus*는 1 log CFU/100 cm² 이하 였으며, 24시간 동안 유지 되었음.

E. coli 역시 *S. aureus*와 유사한 경향이었음. 대조군의 경우 접종 직후 4.7 log CFU/100 cm²에서, 1시간 후 4.4 log CFU/100 cm², 2시간 후 3.9 log CFU/100 cm², 6시간 후 3.7 log CFU/100 cm²이었으며 24시간 후에는 약 1.7 log CFU/100 cm²로 감소하였음. 차아염소산나트륨과 항균조성물 처리는 처리 직후 *E. coli*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소 하였고, 이후 증식이나 감소는 확인되지 않았음.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 3.3 log CFU/100 cm²에서 1시간 후 3.0 log FU/100 cm², 2시간 후 2.9 log CFU/100 cm², 6시간 후 2.9 log CFU/100 cm², 24시간 보관 후 3.1 log CFU/100 cm²으로, 사멸하지 않고, 남아있는 것을 확인하였음. *B. cereus*는 차아염소산나트륨과 항균복합조성물 분무 직후 각각 1.2, 1.9 log CFU/100 cm²으로 대조구와 비교하여 약 1-2 log CFU/100 cm² 감소하였으며, 보관기간 동안 *B. cereus*의 큰 증감은 없었음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 6.3 log CFU/100 cm²에서 1시간 후 5.1 log CFU/100 cm², 2시간 후 4.7 log CFU/100 cm²로 감소하였고 6시간, 24시간 후에는 *S. enteritidis*가 도마 표면에서 검출되지 않았음. 차아염소산나트륨 분무는 직후 1.5 log CFU/100 cm²로 확인되었으나 이 후 24시간 배양 동안 균의 성장은 확인되지 않음. 항균복합조성물은 분무 직후 도마 표면에 접종된 *S. enteritidis*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰고 24시간동안 균의 살균 효과는 유지 되었음.

L. monocytogenes 역시 대조군에서 접종 직후 6.8 log CFU/100 cm²에서 6시간 후 6 log CFU/100 cm², 24시간 후 5.0 log CFU/100 cm²로 생존하였음. 그러나 차아염소산나트륨과 항균복합조성물은 분무 직후 도마 표면에 접종된 *L. monocytogenes*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰고 24시간 보관까지 균의 증식을 억제하였음.

Table 2-50. 칼판에서 항균복합조성물의 살균 효과-분무법

(단위 : log CFU/100 cm²)

Strains	배양 시간(hr)				
	0	1	2	6	24
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	5.8±0.03	4.8±0.02	5.4±0.00	5.0±0.02	4.3±0.02
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	1.4±0.12	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	4.7±0.04	4.4±0.14	3.9±0.11	3.7±0.04	1.7±0.12
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	3.3±0.03	3.0±0.19	2.9±0.27	2.9±0.05	3.1±0.05
NaOCl	1.2±0.34	1.0±0.00	<1	0.5±0.71	0.5±0.71
메가세이퍼	1.9±0.00	1.2±0.21	1.5±0.09	1.7±0.00	1.7±0.37
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	6.3±0.03	5.1±0.05	4.7±0.02	<1	<1
NaOCl	1.5±0.64	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	6.8±0.05	6.5±0.00	6.3±0.00	6.2±0.14	5.0±0.04
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1

○ 칼

*S. aureus*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 4.4 log CFU/40 cm²에서 1시간 후 3.7 log CFU/40 cm²로 약 1 log CFU/40 cm² 감소하였고, 24시간 후 2.7 log CFU/40 cm²로 감소하였음. NaOCl과 항균복합조성물 처리구는 침지 직후 후 *S. aureus*가 1 log CFU/100 cm² 이하였으며, 이후 검출되지 않았음.

*E. coli*는 대조군의 경우 접종 직후 3.2 log CFU/40 cm²이었으나 1시간 후 검출되지 않았음. NaOCl과 항균복합조성물 처리는 *S. aureus*와 같이 침지 후 접종 된 *E. coli*가 모두 검출되지 않았음.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 2.6 log CFU/40 cm²에서, 6시간 보관 후 1.7 log CFU/40 cm²로 감소하였고, 이후 변화가 없었음. 차아염소산나트륨과 항균복합조성물을 *B. cereus*의 살균 소독에 저감에 효과적이었고 항균복합조성물을 이용한 세척은 침지 직후 표면의 부착된 *B. cereus*를 1.5 log CFU/40 cm²으로 감소시켰음. 보관 2시간까지 약 1 log CFU/40 cm²의 *B. cereus*가 검출되었으나 6시간 후 칼 표면의 *B. cereus*는 모두 1 log CFU/40 cm² 이하로 감소하였고 항균복합조성물침지는 24시간동안 *B. cereus*의 성장을 억제하였음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 6.2 log CFU/40 cm²로 나타났음. 2시간까지 칼 표면의 *S. enteritidis*는 약 6 log CFU/40 cm²이었으며 6시간 후 5.4 log CFU/40 cm², 24시간 후 4.2 log CFU/40cm²으로 감소하였음. NaOCl과 항균복합조성물 처리는 침지 후 칼 표면에 존재하는 *S. enteritidis*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 제어하였으며, 24시간 보관 후에도 균의 성장은 관찰되지 않았음.

*L. monocytogenes*는 접종 직후 대조군에서 6.5 log CFU/40 cm²였고, 1시간 후 4.1 log CFU/40 cm²으로 약 2 log CFU/40 cm² 감소하였음. 2시간 후 칼 표면의 *L. monocytogenes*는 2.2 log CFU/40 cm²으로 침지 직후와 비교하여 약 4 log CFU/40 cm² 감소하였고 24시간 보관 후에도 균의 증감을 관찰되지 않았음.

Table 2-51. 칼에서 항균복합조성물의 살균 효과-침지법

(단위 : log CFU/40 cm²)

	배양 시간(hr)				
	0	1	2	6	24
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	4.4±0.02	3.7±0.06	3.7±0.04	3.6±0.02	2.7±0.10
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	3.2±0.08	<1	<1	<1	<1
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	2.6±0.21	2.2±0.21	2.2±0.02	1.7±0.06	1.5±0.09
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	1.5±0.09	1.2±0.04	1.0±0.00	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	6.2±0.01	6.2±0.11	6.1±0.05	5.4±0.03	4.2±0.04
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	6.5±0.07	4.1±0.07	2.2±0.21	2.2±0.21	2.0±0.03
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1

○ 시료 보관 플라스틱 바구니

신선편이 농산물 공정 중 전처리 또는 세척이 끝난 농산물의 보관 및 탈수 시 플라스틱 바구니를 일반적으로 사용함. 병원성 미생물로 오염된 바구니의 부적절한 세척 및 살균 작업은 식품으로의 교차 오염을 야기할 수 있기 때문에 오염원의 이동을 차단하기 위해서는 이

들 식품 접촉 도구의 철저한 세척 및 소독이 필요함.

플라스틱 바구니의 사이즈가 작은 경우, 침지하여 살균하는 것이 효과적이면서 간편하지만 사이즈가 큰 경우에는 침지 방법 적용이 불가능하기 때문에 스프레이 분무 방법을 이용하는 것이 효과적임. 따라서 본 연구에서는 침지와 분무 방법을 동시에 실시하여 천연항균조성물에 의한 표면에 부착된 병원성 미생물의 저감 효과를 평가하였음.

- 분무법

*S. aureus*의 경우, 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 5.5 log CFU/100 cm² 였음. 바구니 표면에 접종된 *S. aureus*는 24시간 동안 약 5 log CFU/100 cm² 로 일정하게 유지되었음. NaOCl과 항균복합조성물처리는 분무 후 바구니 표면에 존재하는 *S. aureus*를 사멸시켰고 24시간 배양하는 동안 균의 성장은 관찰되지 않음.

*E. coli*는 대조군의 경우 접종 직후 4.7 log CFU/100 cm²이었고 6시간 동안 약 4 log CFU/100 cm² 을 유지하였으나 24시간 후 1.6 log CFU/100 cm² 으로 접종 직후와 비교하여 약 3 log CFU/100 cm² 감소하였음. 반면 NaOCl과 항균복합조성물의 분무는 표면에 부착된 *E. coli*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰으며 24시간 동안 성장 억제 효과를 유지하였음.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 4.6 log CFU/100 cm² 이었고 2시간 후 약 3.0 log CFU/100 cm² 으로 감소하였고 6시간 후 바구니 표면의 *B. cereus*는 2.7 log CFU/100 cm² 였으며 24시간 후 약 2.5 log CFU/100 cm² 이었음. *S. aureus*, *E. coli*와 유사한 경향으로서 NaOCl과 항균복합조성물의 분무는 24시간 동안 표면에 부착된 *B. cereus*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 유지함으로써 제어에 효과적이었음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 4.2 log CFU/100 cm²로 나타났음. 6시간 동안 바구니 표면의 균수 변화는 없었으며 24시간 후 1.5 log CFU/100 cm²으로 접종 직후와 비교하여 약 3 log CFU/100 cm² 감소하였음. NaOCl과 항균복합조성물 분무 직후 바구니 표면에 부착된 *S. enteritidis*는 1 log CFU/100 cm² 이하로 확인되었으며 배양하는 동안 균수의 증가는 확인되지 않음.

*L. monocytogenes*는 접종 직후 대조군에서 4.6 log CFU/100 cm²였고, 1시간 후 5.2 log CFU/100 cm², 2시간 후 4.6 log CFU/100 cm²이었음. 이 후 표면에 부착된 *L. monocytogenes*는 2.8 log CFU/100 cm², 24시간 후 2.2 log CFU/100 cm²로 확인됨. NaOCl의 분무는 바구니 표면에 접종한 *L. monocytogenes* 제어에 효과적이었으며 24시간 동안 그 효과는 유지되었음. 또한 항균복합조성물에 의한 세척은 분무 직후 2.3 log CFU/100 cm²으로 대조군 (4.6 log CFU/100 cm²)과 비교하여 2 log CFU/100 cm² 낮았음. 1시간 후 표면에 부착된 *L. monocytogenes*는 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소하였고

24시간 동안 균의 성장은 나타나지 않음.

Table 2-52. 바구니에서 항균복합조성물의 살균 효과-분무법

(단위 : log CFU/100 cm²)

	배양 시간 (hr)				
	0	1	2	6	24
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	5.5±0.15	5.4±0.01	5.5±0.13	5.0±0.04	5.7±0.02
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	4.7±0.05	4.9±0.01	4.5±0.04	4.3±0.09	1.6±0.16
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	4.6±0.04	3.1±0.10	3.3±0.04	2.7±0.04	2.5±0.04
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	4.2±0.10	4.7±0.02	4.5±0.01	3.8±0.02	1.5±0.09
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	4.6±0.11	5.2±0.04	4.6±0.05	2.8±0.00	2.2±0.05
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	2.3±0.01	<1	<1	<1	<1

- 침지법

*S. aureus*의 경우, 대조군은 접종 직후 약 5.7 log CFU/100 cm²였고, 배양하는 동안 6시간까지 바구니 표면의 *S. aureus*는 약 5.0 log CFU/100 cm²으로 일정하게 유지되었고 24시간 후에는 4.4 log CFU/100 cm²였음. NaOCl과 항균복합조성물 처리는 침지 후 바구니 표면에 존재하는 *S. aureus*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰고 균 성장 억제 효과는 24시간동안 유지되었음.

*E. coli*는 항균복합조성물 또는 NaOCl을 처리하지 않은 대조군의 경우 접종 직후 4.0 log CFU/100 cm²이었고 2시간 동안 바구니 표면의 *E. coli*는 약 4.0 log CFU/100 cm²로 나타났음. 6시간 후 균수는 2.9 log CFU/100 cm², 24시간 후 1.6 log CFU/100 cm²로 감소하였음. 바구니에 대한 NaOCl과 항균복합조성물 침지 처리는 도구 표면의 *E. coli* 감소에 효과적으로 작용하였으며 균의 성장도 지속적으로 억제하는 것으로 확인됨.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 4.6 log CFU/100 cm² 이었고 2시간 후 3.5 log CFU/100 cm²로 1 log CFU/100 cm² 감소하였음. 6시간 후부터 24시간 까지 바구니 표면의 *B. cereus*는 약 2.0 log CFU/100 cm²였음. 바구니에 대한 항균복합조성물과 NaOCl의 분무 효과와 마찬가지로 침지 방법 역시 바구니 표면에 잔존하는 *B. cereus*의 감소에 효과적으로 작용하여 분무 후 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰으며 24시간 동안 균 성장 억제 효과는 지속되었음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 5.6 log CFU/100 cm²로 나타났음. 배양 후 1시간 동안 바구니 표면의 균수 변화는 없었으며 2시간 후 4.6 log CFU/100 cm²으로 감소하였고 6시간까지 약 4.0 log CFU/100 cm²를 유지하였음. 24시간 배양 후 바구니 표면의 *S. enteritidis*는 2.7 log CFU/100 cm²로 감소하였음. NaOCl과 항균복합조성물은 분무 직후 바구니 표면에 부착된 *S. enteritidis*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰으며 균 성장 억제 효과는 24시간 동안 유지되었음.

*L. monocytogenes*는 접종 직후 대조군에서 5.7 log CFU/100 cm²였고, 1시간 후 4.7 log CFU/100 cm², 2시간 후 2.6 log CFU/100 cm², 6시간 후 1.0 log CFU/100 cm²로 감소하였음. 24시간 배양 후 표면에 부착된 *L. monocytogenes*는 2.0 log CFU/100 cm²으로 나타났음.

Table 2-53. 바구니에서 항균복합조성물(메가세이퍼)의 살균 효과-침지법

(단위 : log CFU/100 cm²)

	배양 시간 (hr)				
	0	1	2	6	24
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	5.7±0.01	5.3±0.07	5.1±0.00	5.3±0.06	4.4±0.05
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	4.0±0.05	3.6±0.11	3.6±0.06	2.9±0.00	1.6±0.43
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	4.6±0.04	3.1±0.10	3.5±0.04	2.7±0.04	2.5±0.04
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	5.6±0.04	5.5±0.00	4.6±0.03	4.4±0.04	2.7±0.06
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	5.7±0.02	4.7±0.04	2.6±0.03	1.0±0.00	2.0±0.07
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1

나) CIP 적용성 평가

Stainless steel 재질의 가공 장비 또는 기구에 오염된 미생물 살균 방법은 장비를 분해하지 않고 세척하는 CIP (cleaning in place)와 장비를 분해하여 세척하는 COP(cleaning out place)로 나눌 수 있음. CIP 세척은 장치 세척으로 장비를 설치된 자리에 그대로 둔 상태에서 세척하므로 세제 또는 화학적 살균제를 분사 또는 순환시켜 세척하며 COP 세척은 기기의 일부를 분해하여 세척하는 것으로서 주로 장비를 구성하고 있는 배관 또는 파이프라인 등을 분해하여 세척함. 본 과제에서는 샐러드 농 일반적인 농식품업체에서 사용하는 공정을 고려하여 식품 생산 공장 기기 및 기구의 주요 구성 물질인 stainless steel에 대하여 분무법과 침지법을 적용하였음.

○ 분무법

*S. aureus*의 경우, 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군은 접종 직후 약 6 log CFU/100 cm² 였음. Stainless steel 표면에 접종된 *S. aureus*는 6시간 동안 급격한 변화 없이 6 log CFU/100 cm²를 유지하였음. NaOCl 처리 직후 stainless steel 표면의 *S. aureus*는 1.7 log CFU/100 cm²로 대조군의 접종 직후 균수와 비교하여 약 5 log CFU/100 cm² 낮았음. NaOCl 처리 후 stainless steel 표면의 *S. aureus*에 대한 항균효과는 24시간동안 유지되었음.

*E. coli*는 stainless steel 표면에 접종 직후 5.5 log CFU/100 cm²이었고 2시간 동안 stainless steel 표면의 *E. coli*는 약 5 log CFU/100 cm²로 나타났음. 6시간 후 균수는 4.4 log CFU/100 cm², 24시간 후 3.6 log CFU/100 cm²로 감소하였음. Stainless steel에 NaOCl과 항균복합조성물 분무는 표면에 오염된 *E. coli*를 모두 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시킴으로써 항균 효과가 우수하였으며 균의 성장도 24시간 동안 억제하는 것으로 확인됨.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 5.9 log CFU/100 cm² 이었고 1시간 후 2.5 log CFU/100 cm²으로 감소한 후 24시간 동안 *B. cereus* 균수의 변화없이 일정하게 유지되었음. *E. coli*와 유사한 경향으로서 NaOCl과 항균복합조성물의 분무는 24시간 동안 표면에 부착된 *B. cereus*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 유지함으로써 미생물 제어에 효과적이었음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 5.4 log CFU/100 cm²로 나타났음. 접종 후 2시간까지 표면의 *S. enteritidis*는 약 5.0 log CFU/100 cm²였으며 6시간 후 4.1 log CFU/100 cm², 24시간 후 2.9 log CFU/100 cm²로

감소하였음. NaOCl과 천연항균조성물 분무 직후 바구니 표면에 부착된 *S. enteritidis*는 1 log CFU/100 cm² 이하로 확인되었으며 24시간 동안 stainless steel 표면에 오염된 *S. enteritidis*는 1 log CFU/100 cm² 이하로 나타나면서 균의 성장 억제에 효과적으로 작용하였음.

*L. monocytogenes*는 접종 직후 대조군에서 5.1 log CFU/100 cm²였고, 1시간 후 5.3 log CFU/100 cm², 2시간 후 5.1 log CFU/100 cm² 였음. 이 후 표면에 부착된 *L. monocytogenes*는 3.8 log CFU/100 cm², 24시간 후 2.2 log CFU/100 cm²로 접종 직후와 비교하여 약 3 log CFU/100 cm² 감소함. NaOCl와 항균복합조성물의 분무는 stainless steel 표면에 접종한 *L. monocytogenes* 제어에 효과적이었으며 24시간 동안 그 효과는 유지되었음.

Table 2-54. Stainless steel에서 항균복합조성물의 살균 효과(분무법)

(단위 : log CFU/100 cm²)

	배양 시간 (hr)				
	0	1	2	6	24
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	6.4±0.02	6.4±0.01	6.0±0.02	5.9±0.03	4.7±0.00
NaOCl	1.7±0.92	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	5.5±0.14	5.3±0.03	5.1±0.02	4.4±0.12	3.6±0.02
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	5.9±0.1	2.5±0.06	2.3±0.08	2.5±0.04	2.3±0.08
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	5.4±0.13	4.9±0.11	4.8±0.04	4.1±0.05	2.9±0.01
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	5.1±0.05	5.3±0.02	5.1±0.03	3.8±0.03	2.2±0.00
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1

○ 침지법

*S. aureus*의 경우, stainless steel 표면에 접종 직후 5.6 log CFU/100 cm² 였고, 1시간 후에도 5.6 log CFU/100 cm²로 나타남. 2시간 후 4.4 log CFU/100 cm²로 감소하였고 그 후 24시간까지 균수의 변화는 나타나지 않음. Stainless steel에 NaOCl과 항균복합조성물 분무는 표면에 오염된 *S. aureus*를 모두 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰으므로써 항균 효과가 우수하였으며 균의 성장도 24시간 동안 억제하는 것으로 확인됨.

*E. coli*는 항균물질을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 4.6 log CFU/100 cm²이었고 6시간 동안 stainless steel 표면의 *E. coli*는 약 4 log CFU/100 cm²로 유지되었음. NaOCl와 항균복합조성물의 분무는 stainless steel 표면에 접종한 *E. coli* 제어에 효과적이었으며 24시간 동안 그 효과는 유지되었음.

*B. cereus*는 대조군에서 접종 직후 5.9 log CFU/100 cm² 이었고 1시간 후 2.5 log CFU/100 cm²으로 접종 직후와 비교하여 3.5 log CFU/100 cm²으로 감소하였음. 그 후 24시간 동안 stainless steel 표면의 *B. cereus*는 2 log CFU/100 cm²로 균수의 변화 없이 일정하게 유지되었음. *S. aureus*, *E. coli*와 유사한 경향으로서 NaOCl과 항균복합조성물의 분무는 stainless steel 표면의 *B. cereus*를 1 log CFU/100 cm² 이하로 감소시켰으며 24시간 동안 항균력이 지속되었음.

*S. enteritidis*는 항균복합조성물을 처리하지 않은 대조군에서 접종 직후 약 4.5 log CFU/100 cm²로 나타났음. 접종 후 6시간까지 표면의 *S. enteritidis*는 약 5.0 log CFU/100 cm²를 유지하였으며 24시간 후 1.9 log CFU/100 cm²로 접종 직후 (4.5 log CFU/100 cm²)와 비교하여 약 2 log CFU/100 cm² 이상 감소하였음. NaOCl과 항균복합조성물 분무 직후 표면에 부착된 *S. enteritidis*는 1 log CFU/100 cm² 이하였으며 24시간 동안 균의 성장이 나타나지 않음으로써 높은 항균 효과를 보임.

*L. monocytogenes*는 접종 직후 대조군에서 5.8 log CFU/100 cm²였고, 1시간 후 4.8 log CFU/100 cm², 2시간 후 3.4 log CFU/100 cm²로 감소하였음. 이 후 stainless steel 표면에 부착된 *L. monocytogenes*는 24시간 까지 약 3 log CFU/100 cm²로 나타남. NaOCl와 항균복합조성물의 항균 활성은 stainless steel 표면에 오염된 *L. monocytogenes*에 대하여 분무 직후 초기 제어 뿐 만 아니라 지속성면에서도 우수한 효과를 보였음.

Table 2-55. Stainless steel에서 항균복합조성물의 살균 효과 (침지법)

(단위 : log CFU/100 cm²)

	Stainless steel (Dipping)				
	0hr	1hr	2hr	6hr	24hr
<i>S. aureus</i>					
Non-treatment	5.6±0.04	5.6±0.03	4.4±0.09	4.4±0.12	4.2±0.11
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>					
Non-treatment	4.6±0.02	4.4±0.08	4.4±0.02	4.3±0.13	2.3±0.00
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>B. cereus</i>					
Non-treatment	5.9±0.1	2.5±0.06	2.3±0.08	2.5±0.04	2.3±0.08
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>					
Non-treatment	4.5±0.04	4.9±0.10	5.1±0.09	4.7±0.09	1.9±0.14
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>					
Non-treatment	5.8±0.04	4.8±0.03	3.4±0.08	3.1±0.03	2.5±0.12
NaOCl	<1	<1	<1	<1	<1
메가세이퍼	<1	<1	<1	<1	<1

Ⅲ. 경북대학교 (협동 2) : 신선농식품 관련 살균/소독 공정 표준화

1. 연구 수행 방법

가. 기존 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 문제점 도출 (1차년도)

(1) 현장에서의 세척 및 살균방법의 선정

본 연구는 경기도 안성 네떼의 생산 공정에서 사용되어지고 있는 세척 및 살균방법을 선정하였고, 그에 따라 적용된 공정 단계별 신선농산물 시료를 취하여 문제점을 조사하였다.

(2) 현장에서의 세척 및 살균방법별 문제점 도출 (살균력 및 품질 기반)

가) 전처리 단계별 세척 방법 조사 및 실험시료 채취

본 실험에서 사용한 시료는 2016년 9월 경기도 안성 네떼의 다음 생산 공정에서 각각 채취하였으며, 신선 농산물(엽채류, 근채류, 과채류)의 원물 및 제조/가공공정 단계별 채소류의 미생물학적 품질 특성 평가를 위해 일반세균 대장균, 황색포도상구균 정량시험 바실러스 세레우스 정성실험을 실시하였다.



절단 및 세척 전 양상추



세척 전후 방울토마토



절단 양상추 및 절단기계표면



살균 및 소독 (염소수)



세척 (1차, 2차, 3차 세척수)



탈수기표면



탈수기 용기



세척 후 Mix 및 방울토마토



완제품 및 포장재 내부

Fig 3-1. 신선 농산물의 원물 및 공정 단계별 샘플 채취

나) 신선 농식품 양상추, 도라지, 방울토마토의 전처리 단계별 미생물 오염도 평가 결과분석

일반세균 및 위해미생물 정량/정성 시험을 진행하였으며, 시험기준은 식품공전등에 따라 표준평판법, 건조 필름법, 배지법등을 이용하였다.

일반세균은 식품공전을 따라 표준평판법으로 시험하였다. 각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 10^8 까지 단계 희석 후 1 ml씩 취하여 petridish에 분주하였다. 분주된 petridish에 Plate Count Agar (PCA, Difco, USA)배지와 잘 혼합하여 약 35°C 에서 48시간동안 배양하였고 배양 후 계수하여 cfu/g 단위로 나타내었다.

대장균은 식품공전에 따라 건조필름법으로 시험하였다. 각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 10^4 까지 단계 희석 후 시험용액을 1 ml씩 취하여 대장균 3M Petrifilm (PetrifilmTM E. coli countplate, 3M, St Paul, USA)에 각각 접종하였다. 약 35°C 에서 배양 후 생성된 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계산하였다.

바실러스 세레우스 정성분석은 식품공전등에 따라 배지법으로 시험을 하였다. 각 시료의 검액을 MYP 한천배지에 접종하여 30°C 에서 24시간 배양하였다. 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하였고 확인시험을 위해 보통한천배지에 집락을 접종하고 30°C 에서 18~24시간 배양하여 그람염색 후 확인된 균은 nitrate 환원능, VP, β -hemolysis, tyrosine 분해능, 혐기 배양시의 포도당 이용 등의 생화학 시험을 실시하였다.

나. 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 적용성 평가 및 개선 방안 도출 (2차년도)

(1) 염소수 대비 살균 및 조직 손상도 등 신선도 연장효과 비교 분석 (방울토마토, 도라지, 방울토마토)

가) 개발된 천연항균제의 적용농도에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교

○ 실험재료 및 전처리

본 실험에서 사용한 시료는 양상추, 방울토마토, 박피 절단 도라지로 양상추와 방울토마토는 일반적으로 유통되는 제품 중 품질이 건전한 것을 구입 후 일정한 모양과 색택의 것을 선별하여 사용하였다. 박피 절단 도라지는 2017년 8월 경기도 남양주 (주) 하늘농가에서 구입하여 실험에 사용하였다. 염소수 대비 살균 및 다양한 시료의 품질 평가비교를 하기 위해 사용된 천연항균제는 (주)다인소재에서 공급받았으며, 제공받은 항균제를 각각 3가지 농도로 희석하여 처리하였다.

실험에 사용된 살균소독제 원물의 조성은 아래의 표 3-1과 같으며, 실험의 모든 처리구는 총 11

중으로 표 3-2에 명시된 비율대로 향균제를 물에 희석하여 사용하였다. 염소수 (차아염소산나트륨)의 유효염소량은 식품첨가물공전에 따라 실시하였다.

Table 3-1. 천연항균제 K530, N706, G1의 조성성분

성분	K530 (%)	N706(%)	G1(%)
로즈마리 추출물	0.05	0.04	-
감초 추출물	-	-	3.00
글리세린지방산에스테르	2.50	2.00	2.80
구연산	2.50	2.00	5.50
녹차 추출물	0.05	0.04	-
폴리리신	-	0.04	-
주정	50.0	-	55.0
정제수	44.9	95.88	33.7

Table 3-2. 천연항균제의 적용농도에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교 샘플 11종

Con	Cl	G1				K530		N706		
증류수	염소수 (100ppm)	6.7%	10%	20%	13.3%	20%	40%	16.7%	25%	50%



Fig 3-2. 천연항균제의 적용 농도에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교 sample 전처리 및 연구과정

○ 분석 방법

개발된 천연항균제의 적용농도에 따라 살균 및 조직손상도 등 신선도 연장 효과를 비교 분석하기 위해 신선 농산물 3종 (방울토마토, 절단도라지, 양상추)의 이화학적, 미생물학적, 외관적 품질 특성을 평가하였다.

- 천연항균제의 적용농도에 따른 신선농산물의 미생물학적 품질 특성평가

일반세균 및 효모/곰팡이 정량시험은 식품공전등에 따라 시험하였다. 일반세균수 (표준평판법)는 각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 $10^6 \sim 10^8$ 까지 단계 희석 후 1ml씩 취하여 petridish에 분주하였다. 분주된 petridish에 Plate Count Agar (PCA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 35°C에서 48시간동안 배양 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다. 효모 및 곰팡이 수 분석은 일반세균과 같은 방법으로 희석 후 1ml씩 취하여 petridish에 분주한 후 petridish에 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 25°C에서 4일동안 배양함. 배양 후 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다.

- 천연항균제의 적용농도에 따른 신선 농산물의 이화학적, 외관적 품질 특성평가

Gas analyzer를 이용하여 양상추 저장 중 포장 내의 산소와 이산화탄소의 조성 비율 변화를 관찰하였다. 이화학적 분석은 굴절당도계, pH meter, UV-spectrophotometer 기기를 이용하였다. 가용성 고형분, pH는 시료를 마쇄 및 착즙하여 여과한 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하고, 굴절당도계를 사용해 가용성 고형분을 분석하였으며, Total Phenol Compounds(TPC)는 Ethanol로 희석한 시료를 3시간 추출 후 여과한 액을 phenol 시약과 반응시켜 UV-Spectrophotometer를 이용해 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 표면색도측정은 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정한 colorimeter (CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness)값을 측정하였으며, 시료를 임의로 선택하여 반복 측정 후 평균값을 이용하였다.

외관적 평가는 관능검사로 진행하였으며, 9점척도법 기준으로 시험하였다. 오랜 기간 숙련된 경북대학교 식품공학부 대학원생 15명을 대상으로 색, 향, 이취, 단단함 정도, 종합적 기호도 등의 항목으로 관능검사 실시하였다.

나) 개발된 천연항균제의 적용 순서에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교

○ 실험재료 및 전처리

항균제 적용 가능한 최적 조건 확립을 위하여, 이전 실험에서 나타난 결과에 따라 저

장 중 신선도 변화가 가장 크며, 천연항균제의 적용에 눈에 띄는 영향을 받는 시료였던 양상추에 대한 실험만 진행하였다. 실험 시기는 2017년 11월 초였으며, 당시 대구광역시 시중에 판매되고 있는 일반 양상추를 구매하여 외관이 좋은 것을 선별하여 가장 겉 부분 잎은 겉어낸 뒤 수중에서 씻어 실험에 사용하였다.

본 실험에서 사용한 천연항균제는 (주)다인소재에서 공급받은 것으로 이전 실험 2. (1)에서 사용되었던 N706의 조성물 제형을 개선한 천연항균제 N921을 추가하여 실험을 진행하였다. 추가된 항균제 N921의 조성성분은 아래의 표 3-3에 나타내었다. 또한 적용순서에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교 실험에 사용된 샘플에 대한 설명은 표 3-4로 대신하였다.

Table 3-3. 추가된 천연항균제 N921의 조성성분

성분	N921 (%)
로즈마리 추출물	0.25
글리세린지방산에스테르	12.5
구연산	12.5
녹차 추출물	0.25
폴리리신	0.25
프로필렌글리콜	36
정제수	38.25

Table 3-4. 천연항균제의 적용 순서에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교 샘플(양상추)

Con	Cl	G1-I, G1-II	K530-I, K530-II	N706-I, N706-II	N921-I, N921-II
증류수	염소수 (100ppm)	10배 희석	4배 희석	5배 희석	100배 희석

본 실험에서는 각 항균제의 최적의 농도를 한 가지 선정하였으며, 각각의 항균제 G1은 10배, K530은 4배, N706은 5배, N921은 100배 희석하여 샘플에 적용하였다. 또한 I와 II는 아래 설명대로 항균제의 적용 순서를 달리한 것을 의미한다.

I : 1차세척 (항균제) → 2차세척 (수돗물) → 3차 세척 (증류수) → 포장 & 저장 (4~10℃)

II : 1차세척 (수돗물) → 2차세척 (증류수) → 3차 세척 (항균제) → 포장 & 저장 (4~10℃)

따라서 본 실험은 항균제 적용 순서를 달리해봄으로써 항균제 적용의 최적 조건 확립을 가능하도록 하였다.

○ 분석방법

- 천연항균제의 적용농도에 따른 양상추의 미생물학적 품질 특성평가

일반세균 및 효모/곰팡이 정량시험은 식품공전등에 따라 시험하였다. 일반세균수 (표준평판법)는 각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 $10^6 \sim 10^8$ 까지 단계 희석 후 1 ml씩 취하여 petridish에 분주하였다. 분주된 petridish에 Plate Count Agar (PCA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 35°C에서 48시간동안 배양 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다. 효모 및 곰팡이 수 분석은 일반세균과 같은 방법으로 희석 후 1 ml씩 취하여 petridish에 분주한 후 petridish에 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 25°C에서 4일동안 배양함. 배양 후 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다.

- 천연항균제의 적용농도에 따른 신선 양상추의 이화학적, 외관적 품질 특성평가

Gas analyzer를 이용하여 양상추 저장 중 포장 내의 산소와 이산화탄소의 조성 비율 변화를 관찰하였다. 이화학적 분석은 굴절당도계, pH meter, UV-spectrophotometer 기기를 이용하였다. 가용성 고형분, pH는 시료를 마쇄 및 착즙하여 여과한 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하고, 굴절당도계를 사용해 가용성 고형분을 분석하였으며, Total Phenol Compounds(TPC)는 Ethanol로 희석한 시료를 3시간 추출 후 여과한 액을 phenol 시약과 반응시켜 UV-Spectrophotometer를 이용해 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

외관적 평가는 관능검사로 진행하였으며, 9점척도법 기준으로 시험하였다. 오랜 기간 숙련된 경북대학교 식품공학부 대학원생 15명을 대상으로 색, 향, 이취, 단단함 정도, 종합적 기호도 등의 항목으로 관능검사 실시하였다.

b. 품목별 적용 가능한 최적 조건 확립

천연항균제의 적용농도 및 적용순서에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과에 대한 이화학적, 미생물학적, 외관적 비교 실험을 통한 결과를 도출하였다. 이를 바탕으로 방울토마토, 절단 도라지, 양상추에 각각 적용가능한 항균제의 최적 농도, 최적의 방법 조건을 확립하였다.

다. 천연 항균복합조성물을 활용한 세척 및 살균 소독 공정 실증을 통한 현장 적용 표준화

(1) 개발 기술을 활용한 공정 실증 평가

가) 천연항균제(K326)와 마이크로 버블세척의 병용처리의 염소수 대비 신선도연장 효과 비교

○ 재료 구입

개발된 천연 항균복합조성물과 세척 공정을 활용하여 현장 적용 표준화를 하기 위하여 본 실험에서 사용된 방울토마토, 박피 절단 도라지는 각각 (주) 네떼, (주)하늘농가에서 공급받았으며, 양상추는 2018년 7월 일반적으로 판매되고 있는 제품 중 품질이 건전한 것을 선택하여 구입하였다.

본 실험에서 사용된 천연 항균제 K326은 (주)다인소재에서 제공받아 희석하여 사용하였으며, K326 항균제 성분 조성 및 함량은 다음과 같다.

Table 3-5. 천연항균제 K326의 조성성분

성분	K326 함량 (%)
로즈마리 추출물	1.00
글리세린지방산에스테르	1.00
구연산	12.50
녹차 추출물	0.25
주정	50.00
정제수	37.00

Table 3-6. 천연항균제(K326)와 마이크로 버블세척의 병용처리의 염소수 대비 신선도연장 비교 실험 샘플

Sample	처리구	처리과정
방울 토마토	① Con : 원물(세척안함)	처리 5분 → 헹굼 5분
	② TW+V : Tap water + 와류 헹굼	
	③ Cl+V : 차아염소산 150ppm + 와류 → 와류 헹굼	
	④ K326+MB : 항균제 K326 25배 희석액 (4%) + 와류 → microbubble 세척헹굼	
도라지	① Con : 원물(세척안함)	처리 10분 (항균제 처리 안함)
	② TW+D : Tap water 침지	
	③ TW+V : Tap water + 와류	
	④ TW+MB : Tap water + microbubble 세척	
양상추	① Con : 원물(세척안함)	dipping 1분 → 수돗물 침지세척 1분 → microbubble 침지세척 1분
	② TW+MB : 수돗물 침지 세척 → microbubble 침지세척	
	③ Cl+MB : 차아염소산 dipping → 수돗물 침지세척 → microbubble 침지세척	
	④ K326+MB : 항균제 K326 25배 (4%) 희석액 dipping → 수돗물 침지세척 → microbubble 침지세척	



Fig. 3-3. 양상추의 차아염소수 및 K326 항균제 침지와 마이크로버블 세척 과정

○ 분석방법

- 미생물학적 실험

일반세균 및 효모/곰팡이 정량시험은 식품공전등에 따라 시험하였다. 일반세균수 (표준평판법)는 각 시료의 검액을 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 $10^6 \sim 10^8$ 까지 단계 희석 후 1ml씩 취하여 petridish에 분주하였다. 분주된 petridish에 Plate Count Agar (PCA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 35°C에서 48시간동안 배양 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다. 효모 및 곰팡이 수 분석은 일반세균과 같은 방법으로 희석 후 1ml씩 취하여 petridish에 분주한 후 petridish에 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco, USA)배지와 Pour법으로 혼합하여 약 25°C에서 4일동안 배양함. 배양 후 계수하여 cfu/g단위로 나타내었다.

- 이화학적 및 외관적 분석

Gas analyzer를 이용하여 양상추 저장 중 포장 내의 산소와 이산화탄소의 조성 비율 변화를 관찰하였다. 이화학적 분석은 굴절당도계, pH meter, UV-spectrophotometer 기기를 이용하였다. 가용성 고형분, pH는 시료를 마쇄 및 착즙하여 여과한 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하고, 굴절당도계를 사용해 가용성 고형분을 분석하였으며, Total Phenol Compounds(TPC)는 Ethanol로 희석한 시료를 3시간 추출 후 여과한 액을 phenol 시약과 반응시켜 UV-Spectrophotometer를 이용해 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 표면색도측정은 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정한 colorimeter (CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness)값을 측정하였으며, 시료를 임의로 선택하여 반복 측정 후 평균값을 이용하였다. 방울토마토의 조직감을 알아보기 위하여 rheometer를 사용하여 경도 강도를 측정하였다.

외관적 평가는 관능검사로 진행하였으며, 7점척도법 기준으로 시험하였다. 오랜 기간 숙련된 경북대학교 식품공학부 대학원생 15명을 대상으로 색, 향, 이취, 단단함 정도, 종합적 기호도 등의 항목으로 관능검사 실시하였다.

- 양상추 갈변 효소 실험

양상추의 표면 색 갈변정도를 확인하기 위한 실험으로는 Browning index (BI)분석과 다양한 효소활성 실험을 진행하였다. BI는 절단된 표면으로부터 최대 1cm에서 채취한 시료 4g에 40ml의 증류수 및 10ml의 10% 트리클로로 아세트산을 가하여 균질화한 후, 35°C에서 2시간 동안 방치한 다음 여과지 (No.2, Whatman)으로 여과한다. 여과액을 spectrophotometer를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

Polyphenol oxidase(PPO) 및 peroxidase(POD) 활성 실험을 통하여 양상추의 갈변 정도를 확인하였다. 시료 10g에 Polyvinyl polypyrrolidone(PVPP) 5g과 0.2mol sodium phosphate buffer (pH7.0) 90ml를 가하여 균질화 시켰다. 10,000g에서 5분 동안 원심분리하여 그 상등액을 조효소로 사용하였다. PPO 실험은 조효소액 0.6ml에 0.02mol Catechol을 함유한 0.05mol sodium phosphate buffer (pH7.0) 2.4ml를 가하여 420nm의 흡광도 증가에 의해 측정하였다. 효소활성의 1 unit은 0.01/min의 흡광도 증가로 정의되었다. POD 활성분석은 위의 조효소액 0.4ml에 25mmol Guaiacol 과 25mmol hydrogen peroxide를 포함한 0.05mol sodium phosphate buffer (pH7.0) 2.8ml를 가하여 470nm에서의 흡광도 증가로 측정하였다. 효소활성의 1 unit은 0.001/min의 흡광도 증가로 정의되었다.

양상추의 저장 중 Phenyl alanine(PAL) 활성 변화를 측정하기 위해 시료 8g을 채취 하여 5mmol/L의 β -mercaptoethanol과 PVPP(25g/L)를 함유하는 50mmol/L borate buffer (pH8.8) 32ml를 가하여 균질화 한다. 4°C, 15,000g에서 30분동안 원심분리하여 그 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 50mmol/L Phenylalanine 0.55ml를 넣은 그룹과 그렇지 않은 그룹을 40°C에서 1시간 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 290nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성은 시간당 생성된 cinnamic acid의 μ mol로 나타내었다.

나) 최종 개발된 천연항균제(메가세이퍼)의 적용 농도에 따른 염소수 대비 신선도연장 효과 비교

○ 재료구입 및 전처리

본 실험에서 시료로 사용한 양상추는 2018년 9월 대구광역시의 일반 마트에서 무작위로 구매하였으며, 품질이 건전한 양상추를 선별하여 겉잎을 제거한 후 실험에 사용하였다. 겉잎을 제거한 양상추는 갈변을 억제하기 위해 수육 상에서 약 30×20 mm 크기로 절단하였다. 적용된 천연항균제는 Table 3-5에서 나타나 있는 바처럼, 로즈마리, 구연산, 주정으로 제조된 천연복합추출물로 (주) 다인소재에서 제공받아 사용하였다. 제공받은 천연복합추출물은 아래 표에 작성한 비율대로 희석하여 1분간 헝겊 세척에 이용하였으며, 수돗물 침지세척을 두차례 거쳤다. 헝겊 세척이 끝난 양상추는 0.05 mm 두께의 PP(polypropylene) film bag(200×250 mm)에 약 70 g 씩 넣어 열접합 포장하였다. 포장이 끝난 양상추는 5°C에서 저장하면서 1, 2, 3 및 5일 간격으로 품질 특성을 분석하였다. 차아염소산나트륨의 유효염소량은 식품첨가물공전에 따라 실시하였다.

Table 3-7. 항균제(메가세이퍼)의 적용 비율에 따른 염소수 대비 신선도연장 효과 비교 실험구

Sample	처리구	처리과정
양상추	① CO : Tap water	
	② Cl : 차아염소산 (150ppm)	
	③ Na-5 :	
	메가세이퍼 (5%)	1분 침지 →물빼기 30초
	④ Na-3 :	수돗물 1차 침지세척 1분 →물빼기 30초
메가세이퍼 (3%)		
⑤ Na-1 :		
메가세이퍼 (1%)	수돗물 2차 침지세척 1분	

○ 실험 방법

- 미생물학적 분석

양상추 저장 중 호기성 총 세균 변화를 측정하기 위하여 식품공전에 따라 실시하였다. 양상추 25 g과 0.1% pepton water 225 mL를 멸균백에 넣고 stomacher(Bagmixer®400CC, Interscience, St. Nom, France)를 이용하여 6분간 혼합하였다. 혼합액 1 mL를 plate count agar(BD Difco Lab., Sparks, MD, USA)와 혼합하여 35°C에서 48-72시간 배양한 후 집락을 계수하고, log CFU/g으로 나타내었다.

- 이화학적 분석 및 외관적 분석

fresh-cut 양상추의 저장 기간 동안 PP film 내부의 기체 조성은 DualTrak oxygen/carbon dioxide analyzer(Model 902D, Quantek Instruments, Northboro, MA, USA)를 이용하여 이산화탄소 농도를 측정하였다. 이화학적 분석은 굴절당도계, pH meter, UV-spectrophotometer 기기를 이용하였다. 가용성 고형분, pH는 시료를 마쇄 및 착즙하여 여과한 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하고, 굴절당도계를 사용해 가용성 고형분을 분석하였으며, Total Phenol Compounds(TPC)는 Ethanol로 희석한 시료를 3시간 추출 후 여과한 액을 phenol 시약과 반응시켜 UV-Spectrophotometer를 이용해 760nm에서 흡광도를 측정하였다.

양상추의 저장 중 품질 변화를 알아보기 위해 숙련된 경북대학교 식품공학부 학생 15명을 대상으로 이취(off flavor), 갈변 정도(browning), 외관(appearance), 색(color), 냄새(smell), 종합적 기호도(overall acceptability)의 항목으로 관능검사를 실시하였다. 항목 중 이취, 갈변 정도 및 단단함 정도는 객관적 평가로 이취가 강할수록 갈변 정도가 심할수록 단단할수록 높은 점수로 책정하였으며, 외관, 색, 냄새 및 종합적 기호도는 주관적 평가로 패널 개인의 기호도가 클수록 높은 점수로 책정하였다. 관능검

사는 7점 척도법(7점;매우 좋음, 4점;보통, 1점;매우 나쁨)으로 나타내었으며, 2점 이하의 상품적 가치가 없음으로 하였으며, 관능검사는 경북대학교 생명윤리심의위원회의 규정에 따라 심의하여 승인번호(2018-0053)를 받아 진행되었다.

○ 갈변 효소 실험

양상추의 저장 중 POD 활성 변화를 측정하기 위하여 Yang 등의 방법을 변형하여 실험하였다. 양상추 10 g에 PVPP(polyvinylpolypyrrolidone, Sigma Chemical Co.) 5 g과 0.2 M sodium phosphate buffer (pH7.0) 90 mL를 가하여 균질화하고 10,000 ×g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소액 0.4 mL과 25mM guaiacol(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)과 25mM hydrogen peroxide를 포함한 0.05 M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 2.8 mL를 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc., Madison, WI, USA)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하고 1분당 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 하여 unit/g/min으로 POD 활성을 나타내었다.

양상추의 저장 중 PAL 활성 변화를 측정하기 위해 Ke와 Saltveit(22)의 방법을 변형하여 실험하였다. 양상추 10 g에 5 mM β-mercaptoethanol과 PVPP(25 g/L)를 함유하는 50 mM borate buffer(pH 8.8) 32 mL를 가하여 균질화하고, 4°C, 15,000 ×g에서 30분간 원심분리하여 얻은 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소액에 50 mM phenylalanine(Sigma Chemical Co.) 0.55 mL의 유무를 구분하여 40°C에서 1시간 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc.)를 이용하여 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시간당 생성된 cinnamic acid의 μM로 PAL 활성을 나타내었다.

○ 개발 공정의 표준화 및 작업/관리 매뉴얼 작성

- 매뉴얼 첨부

2. 연구 내용 및 결과

가. 기존 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 문제점 도출 (1차년도)

(1). 현장에서의 세척 및 살균방법의 선정

현재 차아염소산을 이용하여 살균/세척/소독을 하고 있는 생산업체의 농식품의 전처리 단계별 세척 및 살균 방법을 조사하였으며, 대상은 양상추, 방울토마토 등이었다.

본 현장에서의 주요 공정으로는 원물, 세척, 절단, 살균/소독, 세척 공정, 탈수, 혼합, 포장 등이 존재하였다.

(2) 현장에서의 세척 및 살균방법별 문제점 도출 (살균력 및 품질 기반)

Table 3-8. 신선 농식품 양상추, 도라지, 방울토마토의 전처리 단계별 미생물 오염도 평가 결과

sample	Microorganism (log cfu/g)				
	일반세균	대장균	대장균군	황색포도상구균	바실러스 세레우스
원물 양상추					
원물 방울토마토	1.26	-	-	0.80	-
세척전 절단된 양상추	4.65	-	1.15	-	-
타 제품 mix 후 세척	3.84	-	2.01	-	+
세척 후 방울토마토	1.03	-	-	-	-
완제품	4.06	-	1.27	-	+
소독수 (염소수)	-	-	-	-	-
1차 세척수	-	-	-	-	-
2차 세척수	-	-	-	-	-
3차 세척수	-	-	-	-	-
양상추 절단 전 기계표면	3.05	-	-	-	-
양상추 절단 후 기계표면	2.50	-	-	-	-
소독 기계 표면	1.23	-	-	-	-
세척 기계 표면	-	-	-	-	-
탈수기 용기	-	-	-	-	-
탈수기 표면	-	-	-	-	-
포장지 내부	-	-	-	-	-

바실러스 세레우스; + (양성), - (음성)

가) 신선 농식품 양상추, 도라지, 방울토마토의 전처리 단계별 미생물 오염도 평가 결과

일반세균 분석 결과 원물 및 세척 전 시료들에서는 일반세균이 다량 발견 되었고 소독수와 세척수에서는 일반세균이 검출되지 않았다. 양상추 절단 기계에서 일반세균이 검출되었으며 다른 공정에서는 세균이 검출되지 않았다. 원물 및 세척 전 시료와 세척 후 시료 간 일반세균 수 차이가 매우 적었으며, 양상추 절단 기계의 표면 청결 관리가 더욱 필요할 것으로 보였다. 세척에 의한 일반세균 억제 효과는 미미한 것으로 판단되었고, 신선 편이 식품은 일반세균에 대한 별도의 규정이 없으므로 실험 결과 최종적으로 본 공정 상 문제는 없는 것으로 판단되었다.

대장균 및 대장균군 분석 결과 대장균은 모든 구에서 발견되지 않았다. 세척수 소독수 공정표면에서는 대장균군이 검출되지 않았으며 원물에서도 발견되지 않았다. 세척 전 절단 양상추와 세척되어진 제품 완제품에서 대장균군이 소량 발견된 점으로 미루어보아 공정상 불가피하게 믹스된 채소가 함께 세척되면서 다른 채소들로부터 대장균군 오염이 발생된 것으로 판단된다.

황색포도상구균 정량분석 결과 원물 방울토마토에서 극소량 (0.80cfu/g)의 황색포도상구균이 발견된 것을 제외하고 다른구에서는 검출되지 않았으며, 1g 당 100 이하의 규정에 부합되므로 공정 상 문제는 없는 것으로 판단되었다.

바실러스 세레우스 정성실험 결과 대장균군과 유사하게 된 채소들과 최종 완제품에서 양성을 나타내었다. 본 연구에서 사용된 양상추와 방울토마토에서는 문제가 없었으나 완제품을 제조하기 위한 다른 채소류에서 오염이 된 것으로 판단된다. 양성을 나타낸 실험구를 중심으로 추후에 정량실험이 추가로 필요할 것으로 사료된다.

현장 공정별로 평가한 결과 일반세균, 대장균, 황색포도상구균, 바실러스 세레우스는 양상추와 방울토마토에서는 문제가 없었다. 완제품 제조를 위한 타 채소류에서 바실러스 세레우스가 유입된 것으로 확인되며, 이를 통하여 교차 감염 방지를 위한 방법이 필요한 것으로 사료된다.

나. 세척/살균 공정 적용성 평가 및 개선 방안 도출 (2차년도)

(1) 개발된 천연항균제의 적용 비율에 따른 염소수 대비 신선도 연장효과 비교

가) 방울토마토

○ 방울토마토 저장 중 일반세균과 효모 및 곰팡이 수

저장 전기간 동안 방울토마토의 일반 세균, 효모 및 곰팡이 수가 처리 구 사이의 유의적 차이를 보이지는 않았다. 전반적으로 기존의 방법인 염소수 세척과 항균제 3가지를 이용한 세척이 방울토마토에 미치는 영향은 큰 차이가 나지 않았으며 항균제 사이의 농도별 효과 차이 역시 없다고 판단된다.

Table 3-9. 방울토마토의 저장 중 일반세균과 효모 및 곰팡이 수(단위 : log CFU/g)

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
일반세균	1	2.49± 0.80 ^{ABC}	3.41± 0.87 ^{AB}	1.51± 1.44 ^{BC}	3.82± 0.30 ^A	2.49± 0.37 ^{ABC}	2.60± 0.24 ^{ABC}	2.31± 0.93 ^{ABC}	2.54± 0.43 ^{ABC}	1.11± 1.43 ^C	3.72± 0.33 ^A	2.64± 2.30 ^{ABC}
	5	2.94± 1.84 ^A	2.84± 0.62 ^A	2.00± 1.09 ^A	3.02± 0.22 ^A	3.19± 1.04 ^A	4.04± 0.70 ^A	2.95± 1.12 ^A	3.51± 1.27 ^A	1.88± 0.77 ^A	3.79± 1.79 ^A	2.33± 2.05 ^A
	10	1.56± 1.23 ^A	1.86± 0.50 ^A	2.39± 2.85 ^A	2.89± 1.34 ^A	1.32± 0.53 ^A	2.68± 1.48 ^A	1.68± 2.34 ^A	1.53± 0.57 ^A	1.82± 0.98 ^A	3.41± 1.11 ^A	2.69± 0.50 ^A
	15	1.94± 0.10 ^B	4.46± 0.89 ^A	0.77± 0.44 ^B	2.10± 2.62 ^B	2.27± 0.99 ^B	1.97± 0.78 ^B	2.96± 1.80 ^{AB}	1.86± 0.60 ^B	2.18± 0.66 ^B	2.14± 0.29 ^B	2.88± 0.44 ^{AB}
	23	3.85± 1.17 ^{ABC}	6.29± 1.17 ^A	2.77± 2.52 ^C	3.07± 1.26 ^{BC}	3.58± 1.81 ^{ABC}	4.50± 1.79 ^{ABC}	4.01± 2.16 ^{ABC}	3.95± 0.38 ^{ABC}	5.12± 0.77 ^{ABC}	3.05± 1.82 ^{BC}	6.00± 0.57 ^{AB}
효모 및 곰팡이	1	3.01± 0.26 ^A	2.77± 0.43 ^A	2.17± 1.06 ^A	3.14± 0.55 ^A	2.69± 0.22 ^A	2.50± 0.42 ^A	2.64± 1.34 ^A	2.04± 1.05 ^A	1.80± 1.98 ^A	2.69± 0.72 ^A	2.88± 1.80 ^A
	5	3.28± 1.98 ^{AB}	2.78± 0.06 ^{AB}	2.41± 1.34 ^{AB}	3.36± 0.33 ^{AB}	3.11± 0.45 ^{AB}	4.09± 0.84 ^A	2.74± 1.11 ^{AB}	3.60± 1.17 ^{AB}	1.92± 0.70 ^B	3.82± 1.55 ^{AB}	3.35± 0.61 ^{AB}
	10	1.98± 0.81 ^A	1.94± 0.72 ^A	2.41± 2.36 ^A	2.14± 1.47 ^A	1.44± 0.55 ^A	2.26± 1.61 ^A	1.86± 1.77 ^A	2.24± 1.09 ^A	1.57± 0.93 ^A	3.52± 1.67 ^A	2.38± 0.92 ^A
	15	1.82± 0.50 ^{AB}	4.12± 1.28 ^A	1.19± 0.79 ^B	2.07± 2.57 ^{AB}	2.88± 1.66 ^{AB}	1.55± 1.35 ^{AB}	3.39± 1.77 ^{AB}	3.28± 1.57 ^{AB}	2.54± 0.21 ^{AB}	3.07± 1.37 ^{AB}	3.66± 0.71 ^{AB}
	23	4.24± 1.41 ^{AB}	6.32± 1.09 ^A	2.67± 2.42 ^B	3.21± 1.21 ^B	3.92± 1.70 ^{AB}	4.35± 1.97 ^{AB}	4.03± 1.80 ^{AB}	4.00± 0.32 ^{AB}	5.23± 0.77 ^{AB}	2.98± 1.49 ^B	6.12± 0.61 ^A

○ 방울토마토 저장 중 이화학 및 외관 분석

- 포장 내 headspace gas(%) 변화

저장 5, 10일차에 K530와 N706 항균제 처리구에서 다소 O₂가 낮은 모습을 보이지만 대체로 처리구간 O₂ 차이 없었다. CO₂는 포장 내에서 계속 증가하는 경향을 나타내고 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았다.

Table 3-10. 방울토마토의 저장 중 포장 내 headspace gas(%) 조성 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
O ₂	1	19.5± 0.1 ^{ABC}	19.8± 0.1 ^{AB}	18.2± 0.2 ^{BCD}	18.7± 0.2 ^{ABCD}	19.2± 0.1 ^{ABC}	18.1± 0.5 ^{BCD}	18.0± 1.2 ^{CD}	17.2± 0.9 ^D	18.0± 0.4 ^{CD}	20.0± 0.1 ^A	18.9± 2.3 ^{ABCD}
	5	14.9± 2.3 ^{AB}	18.8± 1.7 ^A	16.7± 1.9 ^{AB}	15.1± 1.8 ^{AB}	16.4± 1.7 ^A	14.6± 1.9 ^{AB}	12.0± 4.2 ^B	14.3± 3.4 ^{AB}	12.9± 1.2 ^B	5.3± 0.3 ^C	13.4± 7.0 ^{AB}
	10	14.5± 3.3 ^{AB}	16.7± 3.7 ^A	12.9± 3.5 ^{ABC}	15.5± 2.9 ^{AB}	16.6± 0.2 ^A	16.8± 3.2 ^A	5.7± 1.5 ^D	7.2± 4.3 ^{CD}	17.2± 0.4 ^A	9.3± 6.4 ^{BCD}	9.6± 2.8 ^{BCD}
	15	15.6± 3.3 ^A	12.4± 4.8 ^A	16.5± 1.5 ^A	15.7± 2.8 ^A	15.8± 3.2 ^A	14.9± 3.0 ^A	11.5± 6.1 ^A	10.4± 8.5 ^A	12.1± 5.7 ^A	9.1± 4.3 ^A	10.0± 4.1 ^A
	23	17.8± 2.8 ^A	16.9± 1.4 ^A	18.3± 0.6 ^A	15.4± 1.7 ^A	13.7± 2.4 ^A	16.5± 2.4 ^A	15.4± 2.3 ^A	12.2± 4.9 ^{AB}	12.7± 4.7 ^{AB}	13.7± 2.3 ^{AB}	8.4± 5.9 ^B
CO ₂	1	3.0± 0.2 ^{AB}	2.7± 0.1 ^B	3.8± 0.4 ^{AB}	3.5± 0.0 ^{AB}	3.3± 0.0 ^{AB}	3.7± 0.4 ^{AB}	3.6± 1.3 ^{AB}	4.4± 0.7 ^A	4.2± 0.4 ^A	2.4± 0.2 ^B	3.2± 1.9 ^{AB}
	5	5.7± 1.5 ^{BC}	2.4± 1.9 ^C	4.7± 1.7 ^{BC}	5.6± 1.4 ^{BC}	4.8± 1.3 ^{BC}	5.8± 1.7 ^{BC}	7.3± 1.5 ^{AB}	5.3± 3.6 ^{BC}	7.4± 0.8 ^{AB}	10.6± 0.8 ^A	4.7± 4.9 ^{BC}
	10	5.9± 2.1 ^{ABC}	4.1± 3.4 ^C	6.1± 1.8 ^{ABC}	5.4± 1.7 ^{ABC}	5.1± 0.1 ^{BC}	4.4± 2.3 ^{BC}	8.8± 0.7 ^A	9.1± 1.5 ^A	4.7± 0.0 ^{BC}	7.9± 2.5 ^{AB}	7.0± 2.4 ^{ABC}
	15	5.9± 3.6 ^A	7.5± 3.1 ^A	4.4± 1.6 ^A	5.2± 1.8 ^A	5.6± 3.1 ^A	6.4± 3.2 ^A	6.9± 1.7 ^A	6.2± 4.2 ^A	7.2± 2.2 ^A	8.5± 1.5 ^A	7.2± 0.7 ^A
	23	3.7± 2.5 ^C	5.2± 1.0 ^{ABC}	3.9± 0.6 ^{BC}	5.8± 1.5 ^{ABC}	7.0± 1.1 ^{ABC}	5.1± 1.6 ^{ABC}	6.9± 2.5 ^{ABC}	7.4± 2.4 ^A	7.4± 2.6 ^A	7.2± 0.9 ^{AB}	8.1± 1.0 ^A

- 방울토마토 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

방울토마토의 저장 중 가용성 고형분 함량, pH 및 페놀성 화합물 함량은 전 기간동안 일정한 경향을 보이지 않았으며, 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 다양한 항균제 농도별 처리와 염소수 전처리는 방울 토마토 저장 중 이화학적 변화에 영향을 주지 않았다.

Table 3-11. 방울토마토의 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
SS (Brix°)	1	1.8± 0.2 ^{ABC}	1.8± 0.2 ^{ABC}	2.0± 0.3 ^{AB}	2.2± 0.2 ^A	2.1± 0.4 ^{AB}	1.8± 0.2 ^{ABC}	2.0± 0.3 ^{ABC}	1.9± 0.1 ^{ABC}	1.9± 0.2 ^{ABC}	1.7± 0.3 ^{BC}	1.5± 0.1 ^C
	5	2.3± 0.2 ^A	1.9± 0.1 ^{AB}	1.7± 0.4 ^B	1.9± 0.1 ^{AB}	1.9± 0.1 ^{AB}	1.6± 0.0 ^B	1.5± 0.3 ^B	1.9± 0.3 ^{AB}	1.9± 0.1 ^{AB}	1.7± 0.3 ^B	1.7± 0.2 ^B
	10	1.8± 0.2 ^{AB}	1.9± 0.1 ^A	1.7± 0.4 ^{AB}	1.8± 0.3 ^{AB}	1.5± 0.4 ^{AB}	1.5± 0.2 ^{AB}	1.7± 0.2 ^{AB}	1.8± 0.2 ^{AB}	1.4± 0.3 ^{AB}	1.5± 0.3 ^{AB}	1.3± 0.2 ^B
	15	1.9± 0.1 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.6± 0.3 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.9± 0.3 ^A	1.8± 0.2 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.6± 0.2 ^A	1.6± 0.0 ^A	1.7± 0.2 ^A	1.5± 0.5 ^A
	23	2.1± 0.1 ^A	2.1± 0.1 ^A	1.8± 0.7 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.7± 0.3 ^A	1.9± 0.1 ^A	2.0± 0.1 ^A	1.9± 0.4 ^A	1.6± 0.3 ^A	1.5± 0.2 ^A	1.6± ^A
pH	1	4.59± 0.02 ^{AB}	4.61± 0.06 ^{AB}	4.72± 0.11 ^A	4.54± 0.14 ^B	4.73± 0.06 ^A	4.64± 0.03 ^{AB}	4.60± 0.03 ^{AB}	4.62± 0.16 ^{AB}	4.72± 0.12 ^A	4.67± 0.04 ^{AB}	4.71± 0.08 ^A
	5	4.64± 0.12 ^A	4.64± 0.01 ^A	4.72± 0.09 ^A	4.78± 0.14 ^A	4.71± 0.06 ^A	4.78± 0.07 ^A	4.76± 0.08 ^A	4.64± 0.07 ^A	4.70± 0.08 ^A	4.74± 0.08 ^A	4.70± 0.07 ^A
	10	4.58± 0.08 ^{BCD}	4.56± 0.04 ^{CD}	4.60± 0.03 ^{ABCD}	4.63± 0.05 ^{ABCD}	4.55± 0.09 ^D	4.71± 0.15 ^{ABC}	4.59± 0.06 ^{ABCD}	4.57± 0.08 ^{CD}	4.74± 0.07 ^A	4.73± 0.09 ^{AB}	4.70± 0.09 ^{ABCD}
	15	4.61± 0.07 ^{CDE}	4.61± 0.03 ^{CDE}	4.56± 0.10 ^{DE}	4.64± 0.08 ^{BCD}	4.48± 0.07 ^E	4.59± 0.01 ^{CDE}	4.65± 0.08 ^{BCD}	4.65± 0.05 ^{BCD}	4.76± 0.06 ^{AB}	4.87± 0.08 ^A	4.71± 0.13 ^{BC}
	23	4.65± 0.11 ^{AB}	4.59± 0.16 ^B	4.57± 0.09 ^B	4.67± 0.05 ^{AB}	4.66± 0.09 ^{AB}	4.64± 0.07 ^{AB}	4.55± 0.03 ^B	4.81± 0.16 ^A	4.68± 0.03 ^{AB}	4.57± 0.09 ^B	4.82± 0.15 ^A
TPC (mg %)	1	13.59± 0.56 ^{AB}	14.77± 1.37 ^A	12.02± 1.67 ^{ABC}	12.52± 1.85 ^{ABC}	14.54± 1.25 ^A	10.72± 2.34 ^{BC}	11.75± 1.72 ^{ABC}	13.09± 2.12 ^{ABC}	10.97± 1.59 ^{BC}	11.08± 0.93 ^{BC}	10.27± 2.25 ^C
	5	15.08± 1.20 ^A	13.96± 1.20 ^A	13.77± 1.31 ^A	16.03± 1.31 ^A	14.25± 0.60 ^A	15.20± 3.74 ^A	15.30± 3.66 ^A	14.23± 0.60 ^A	15.98± 2.89 ^A	13.88± 1.35 ^A	14.40± 0.21 ^A
	10	14.87± 0.72 ^A	14.12± 1.07 ^A	12.97± 0.77 ^A	14.09± 2.03 ^A	14.02± 0.86 ^A	13.25± 2.52 ^A	14.08± 1.72 ^A	14.56± 0.55 ^A	12.59± 0.99 ^A	13.23± 1.93 ^A	13.52± 2.51 ^A
	15	15.42± 2.41 ^A	12.78± 2.57 ^A	14.50± 1.15 ^A	14.68± 0.82 ^A	15.48± 1.63 ^A	12.85± 3.06 ^A	13.94± 1.26 ^A	13.63± 1.01 ^A	12.87± 1.48 ^A	13.31± 1.08 ^A	13.37± 1.67 ^A
	23	9.86± 1.60 ^{BC}	14.43± 1.72 ^A	9.65± 1.32 ^{BC}	9.61± 0.59 ^{BC}	11.44± 4.45 ^{ABC}	8.48± 0.90 ^C	13.01± 4.29 ^{AB}	10.82± 1.05 ^{ABC}	10.59± 1.52 ^{ABC}	12.66± 0.58 ^{ABC}	12.47± 2.30 ^{ABC}

SS, soluble solid contents; TPC, Total phenolic compounds contents

- 방울토마토의 저장 중 강도 및 경도

방울토마토의 물성 (강도, 경도)는 저장 기간 동안 눈에 띄는 변화 사항은 나타나지 않았으며, 처리구간 유의적 차이는 나타나지 않았다. 항균제의 농도별 처리와 염소수의 처리는 무처리구와 비교하였을 때 물성에 영향을 주지 않았다.

Table 3-12. 방울토마토의 저장 중 강도 및 경도 (단위 : g/cm²)

day	Con	Cl	G 1				K 530			N 706		
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
강도	1	7960.9± 1246.1 ^{ABC}	7344.2± 2349.9 ^{BC}	8907.0± 1358.6 ^{ABC}	7020.9± 1653.3 ^C	7848.2± 1394.9 ^{ABC}	8116.4± 1227.4 ^{ABC}	8317.7± 1491.5 ^{ABC}	8360.9± 1498.1 ^{ABC}	8366.8± 1396.6 ^{ABC}	9327.1± 1222.4 ^A	9003.3± 1099.6 ^A
	5	7095.7± 1349.6 ^{AB}	7759.0± 1428.8 ^A	6883.4± 1465.9 ^{AB}	8170.3± 1333.0 ^A	7135.6± 1230.9 ^{AB}	8165.1± 952.2 ^A	7068.7± 1093.9 ^{AB}	7531.0± 1683.7 ^{AB}	6159.0± 1447.7 ^B	7860.2± 1114.5 ^A	7426.0± 1490.7 ^{AB}
	10	5822.8± 1561.0 ^A	5482.9± 1052.6 ^A	6131.3± 1059.2 ^A	5924.3± 1246.4 ^A	6798.1± 1709.6 ^A	5778.8± 1100.3 ^A	6867.1± 1865.9 ^A	5886.3± 921.6 ^A	6838.7± 1480.9 ^A	6671.3± 799.8 ^A	6788.3± 1005.2 ^A
	15	5022.9± 1672.1 ^{AB}	5608.9± 1507.3 ^{AB}	5451.9± 1342.0 ^{AB}	5266.7± 1124.3 ^{AB}	4693.4± 968.0 ^B	6036.9± 796.8 ^{AB}	5567.1± 1132.9 ^{AB}	5628.8± 1636.4 ^{AB}	6401.3± 1307.2 ^A	6296.7± 1474.3 ^A	5777.7± 1179.1 ^{AB}
	23	5479.6± 886.9 ^{AB}	5788.4± 1546.7 ^{AB}	6004.6± 664.1 ^{AB}	5681.4± 823.6 ^{AB}	5134.2± 1010.3 ^B	5984.9± 864.6 ^{AB}	5903.8± 1802.4 ^{AB}	5778.2± 1249.6 ^{AB}	5440.4± 991.0 ^{AB}	6564.3± 865.3 ^A	5912.3± 1104.9 ^{AB}
경도	1	27692.2± 5237.4 ^{ABCD}	22115.0± 7132.3 ^D	30023.3± 8901.7 ^{ABC}	22734.0± 8485.5 ^{CD}	26637.8± 7263.1 ^{BCD}	29655.6± 3775.0 ^{ABCD}	30618.9± 10220.6 ^{AB}	28925.6± 5883.4 ^{ABCD}	26438.9± 9226.8 ^{BCD}	32655.6± 3245.8 ^{AB}	34338.9± 4258.0 ^A
	5	22128.9± 6495.8 ^A	24148.9± 5870.8 ^A	24322.2± 6104.6 ^A	25352.2± 7351.2 ^A	24632.2± 8108.6 ^A	28473.3± 3527.9 ^A	22306.7± 7115.4 ^A	25712.2± 4891.2 ^A	21368.9± 5128.3 ^A	26519.7± 7491.9 ^A	24446.6± 7371.0 ^A
	10	21500.0± 6517.4 ^{AB}	13983.0± 5127.2 ^B	18994.1± 5395.9 ^{AB}	18311.1± 6461.8 ^{AB}	21994.4± 12039.9 ^A	19196.1± 8196.2 ^{AB}	20713.3± 8044.3 ^{AB}	19658.9± 4619.2 ^{AB}	23260.0± 7901.7 ^A	19775.6± 7118.1 ^{AB}	23704.4± 5108.5 ^A
	15	5022.9± 1672.1 ^B	17561.7± 7709.9 ^A	16090.6± 6613.4 ^A	17245.6± 6354.3 ^A	12546.4± 4035.2 ^A	16511.0± 3664.4 ^A	18315.2± 4711.1 ^A	16135.6± 7446.1 ^A	18705.1± 7896.8 ^A	15682.0± 5139.9 ^A	18389.0± 5460.2 ^A
	23	15792.2± 3270.0 ^A	18391.1± 4046.5 ^A	19631.2± 5536.1 ^A	18435.6± 6690.1 ^A	14893.8± 6517.2 ^A	17921.1± 6219.6 ^A	17960.0± 6694.4 ^A	16769.6± 7508.9 ^A	17379.1± 5596.3 ^A	20545.6± 5904.2 ^A	19733.0± 5625.2 ^A

- 방울토마토의 표면 색도 변화

방울토마토의 표면색도 차이를 분석해본 결과, 전처리에 의한 색 변화는 찾아보기 힘들었으며, 저장 중에 lightness, redness, yellowness의 변화 경향은 나타나지 않았다. 통계적으로 유의적 차이가 가끔 나타나기는 하나, 지속적인 경향을 나타내지 않아, 항균제의 농도에 따라 방울토마토의 외부적인 색에 문제를 발생시키지 않는다는 것을 확인하였다.

Table 3-13. 방울토마토의 표면 색도 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706		
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%
0			37.3±1.0								
1	36.6± 0.9 ^{BCD}	37.0± 1.1 ^{ABCD}	37.8± 2.0 ^A	36.4± 0.6 ^{CD}	36.9± 0.7 ^{ABCD}	37.1± 0.9 ^{ABC}	36.1± 0.9 ^D	37.5± 1.5 ^{AB}	37.4± 1.5 ^{AB}	37.5± 1.9 ^{AB}	37.5± 0.9 ^{AB}
5	36.6± 0.9 ^{AB}	37.0± 0.9 ^A	37.0± 0.6 ^A	37.0± 1.1 ^A	36.5± 1.0 ^{AB}	37.1± 1.2 ^A	36.8± 0.6 ^{AB}	36.8± 0.6 ^{AB}	36.3± 1.0 ^B	36.8± 1.4 ^{AB}	36.6± 0.9 ^{AB}
L* 10	37.1± 1.0 ^A	36.9± 0.6 ^A	36.8± 0.6 ^{AB}	36.9± 0.7 ^A	36.9± 0.8 ^A	36.9± 1.1 ^A	37.5± 1.0 ^A	36.1± 1.0 ^B	37.4± 1.6 ^A	37.1± 1.3 ^A	37.2± 1.1 ^A
15	34.7± 1.3 ^B	37.2± 2.8 ^A	36.8± 1.2 ^A	36.4± 0.6 ^A	37.1± 1.1 ^A	36.5± 2.1 ^A	36.5± 1.4 ^A	37.0± 2.5 ^A	36.5± 1.1 ^A	36.6± 0.6 ^A	37.0± 1.5 ^A
23	37.0± 1.1 ^{ABC}	37.2± 0.8 ^{ABC}	37.8± 1.1 ^A	36.9± 0.8 ^{ABC}	36.5± 1.1 ^{CD}	37.6± 1.3 ^{AB}	37.4± 0.9 ^{ABC}	36.8± 2.0 ^{BC}	37.3± 1.3 ^{ABC}	37.1± 0.8 ^{ABC}	37.2± 1.1 ^{ABC}
0			21.3±2.0								
1	20.4± 2.0 ^A	20.7± 3.7 ^A	21.1± 2.4 ^A	19.8± 2.2 ^A	21.3± 2.6 ^A	20.9± 1.8 ^A	20.7± 1.9 ^A	20.7± 3.0 ^A	19.9± 2.1 ^A	20.2± 1.6 ^A	20.9± 2.0 ^A
5	21.5± 1.7 ^A	20.5± 1.9 ^{AB}	20.7± 1.7 ^{AB}	21.3± 2.2 ^A	21.0± 2.1 ^A	20.6± 1.4 ^{AB}	20.2± 2.6 ^{AB}	21.2± 2.6 ^A	19.2± 2.0 ^B	20.6± 1.8 ^{AB}	21.4± 2.5 ^A
a* 10	20.4± 2.6 ^B	21.2± 1.8 ^{AB}	20.2± 2.5 ^B	20.3± 1.9 ^B	22.1± 2.3 ^A	19.7± 2.0 ^B	21.3± 2.1 ^{AB}	20.4± 1.7 ^B	20.2± 2.1 ^B	20.8± 1.8 ^{AB}	20.3± 2.0 ^B
15	21.0± 2.0 ^{AB}	20.2± 2.8 ^{AB}	19.9± 2.2 ^{AB}	20.9± 1.4 ^{AB}	19.4± 1.6 ^B	21.3± 1.9 ^A	21.3± 1.9 ^A	19.5± 2.0 ^B	20.0± 2.5 ^{AB}	20.5± 2.3 ^{AB}	19.4± 2.1 ^B
23	19.9± 2.0 ^{AB}	20.4± 1.5 ^{AB}	18.9± 2.9 ^{BC}	20.5± 1.6 ^A	19.4± 2.0 ^{ABC}	19.2± 1.6 ^{ABC}	20.4± 2.0 ^A	18.3± 1.7 ^C	18.8± 2.3 ^{BC}	18.7± 1.8 ^{BC}	18.9± 1.7 ^{BC}
0			19.2±1.5								
1	18.3± 1.0 ^{CDE}	18.9± 2.0 ^{ABCD}	19.8± 3.1 ^{ABCD}	17.5± 0.9 ^E	18.6± 1.1 ^{BCDE}	18.7± 1.3 ^{ABCDE}	17.8± 1.2 ^{DE}	19.6± 2.0 ^{AB}	19.1± 1.9 ^{ABC}	19.9± 1.6 ^A	19.2± 1.3 ^{ABC}
5	17.9± 1.2 ^B	18.5± 1.2 ^{AB}	18.6± 1.2 ^{AB}	18.6± 2.0 ^{AB}	18.2± 1.3 ^{AB}	18.5± 1.6 ^{AB}	18.4± 0.8 ^{AB}	18.5± 1.2 ^{AB}	17.8± 1.1 ^B	19.0± 1.9 ^A	18.7± 1.1 ^{AB}
b* 10	18.2± 1.7 ^A	18.3± 0.8 ^A	18.0± 1.1 ^A	18.0± 1.0 ^A	18.9± 1.2 ^A	18.4± 1.8 ^A	19.1± 1.6 ^A	18.7± 1.2 ^A	19.2± 2.2 ^A	18.6± 2.1 ^A	19.1± 2.0 ^A
15	20.1± 1.7 ^{AB}	21.8± 5.8 ^A	18.3± 2.7 ^{BC}	17.8± 1.1 ^C	18.2± 1.5 ^{BC}	18.6± 2.2 ^{BC}	19.4± 2.1 ^{BC}	18.4± 2.5 ^{BC}	18.1± 2.0 ^{BC}	18.1± 1.4 ^{BC}	18.1± 2.7 ^{BC}
23	18.4± 1.8 ^{AB}	18.5± 1.3 ^{AB}	19.3± 1.6 ^A	18.6± 1.1 ^{AB}	18.5± 1.8 ^{AB}	19.2± 1.7 ^{AB}	18.2± 1.3 ^{AB}	17.8± 3.1 ^B	18.4± 2.1 ^{AB}	17.9± 1.5 ^{AB}	18.1± 1.9 ^{AB}

L*, Lightness; a*, redness; b*, yellowness

- 방울토마토 관능검사

방울 토마토의 관능검사 및 사진 촬영 후 분석을 통해, 저장 중 항균제 및 염소의 전처리가 방울 토마토의 색이나 냄새에는 영향이 다소 미미한 것으로 보인다. 저장 23일차 K530과 N706

처리구에서 토마토 표면에서 곰팡이가 다량 발생되기도 하였다. K530과 N706 처리 구에서 다 소 짓무르고 과육 내 수분이 흘러 나왔으며, 이는 전반적 기호도와 단단함 정도의 항목에 영향을 주어, 낮은 점수를 받았을 것으로 판단된다.

Table 3-14. 방울토마토 관능검사 (점)

day	Con	Cl	G 1				K 530			N 706		
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
색	1	5.80± 1.15 ^A	5.80± 0.68 ^A	6.00± 0.65 ^A	5.33± 1.29 ^A	5.67± 1.18 ^A	5.87± 0.74 ^A	5.67± 1.23 ^A	5.67± 1.11 ^A	6.13± 0.74 ^A	5.80± 0.86 ^A	6.00± 0.85 ^A
	3	5.57± 0.76 ^A	5.36± 0.93 ^A	5.14± 1.23 ^A	5.36± 1.01 ^A	5.00± 1.24 ^A	5.14± 0.86 ^A	5.14± 0.86 ^A	4.71± 1.44 ^A	5.64± 1.08 ^A	4.93± 1.14 ^A	5.21± 1.31 ^A
	5	5.40± 0.91 ^A	5.00± 1.46 ^A	4.93± 1.03 ^A	5.33± 0.98 ^A	5.33± 1.05 ^A	5.33± 1.05 ^A	5.00± 0.93 ^A	5.60± 1.30 ^A	5.20± 1.08 ^A	5.13± 1.13 ^A	5.27± 1.03 ^A
	7	5.87± 1.13 ^A	5.60± 1.12 ^A	5.33± 1.54 ^A	5.60± 1.12 ^A	5.47± 1.30 ^A	5.47± 1.55 ^A	5.47± 1.46 ^A	4.80± 1.61 ^A	5.07± 1.10 ^A	5.40± 1.30 ^A	5.80± 1.37 ^A
	9	4.00± 1.13 ^B	4.27± 1.03 ^{AB}	4.00± 1.07 ^B	4.93± 1.28 ^A	5.13± 1.25 ^A	4.93± 1.10 ^A	4.53± 1.13 ^{AB}	3.93± 0.96 ^B	4.27± 0.96 ^{AB}	3.93± 1.16 ^B	4.93± 0.80 ^A
	1	5.60± 1.30 ^A	5.33± 1.35 ^A	5.40± 1.18 ^A	5.33± 1.45 ^A	5.33± 1.45 ^A	5.47± 1.46 ^A	5.33± 1.50 ^A	5.00± 1.41 ^A	5.80± 1.21 ^A	5.67± 1.29 ^A	6.00± 1.31 ^A
	3	4.93± 1.38 ^A	5.00± 1.11 ^A	4.93± 1.00 ^A	5.07± 1.21 ^A	4.93± 1.14 ^A	4.57± 1.55 ^A	5.29± 1.27 ^A	4.36± 1.28 ^A	5.07± 1.69 ^A	5.14± 1.66 ^A	4.36± 1.39 ^A
	5	4.53± 1.13 ^{AB}	5.00± 1.77 ^{AB}	5.40± 1.24 ^A	4.67± 1.05 ^{AB}	4.80± 1.26 ^{AB}	4.73± 1.16 ^{AB}	4.67± 1.23 ^{AB}	5.07± 1.10 ^{AB}	5.20± 1.26 ^A	4.00± 1.07 ^B	5.07± 1.49 ^{AB}
	7	4.80± 1.21 ^A	4.53± 1.06 ^A	4.07± 1.67 ^A	5.00± 1.25 ^A	4.87± 1.13 ^A	5.07± 1.10 ^A	5.13± 1.06 ^A	4.13± 1.25 ^A	4.60± 1.40 ^A	4.80± 1.47 ^A	5.00± 1.20 ^A
9	4.07± 1.03 ^A	4.13± 1.06 ^A	4.60± 1.12 ^A	4.40± 1.45 ^A	4.40± 1.59 ^A	4.47± 1.19 ^A	4.20± 1.26 ^A	3.80± 1.70 ^A	3.93± 1.39 ^A	3.80± 1.42 ^A	4.47± 1.25 ^A	
냄새	1	1.47± 0.74 ^A	1.33± 0.72 ^A	1.73± 1.39 ^A	1.87± 1.68 ^A	1.87± 1.64 ^A	1.53± 0.92 ^A	1.47± 0.74 ^A	1.93± 1.67 ^A	1.60± 1.12 ^A	1.33± 0.72 ^A	1.60± 1.24 ^A
	3	1.64± 0.63 ^A	2.07± 1.14 ^A	1.71± 0.91 ^A	1.71± 0.83 ^A	1.71± 1.07 ^A	2.14± 1.29 ^A	1.64± 1.01 ^A	2.14± 1.56 ^A	1.57± 1.16 ^A	1.93± 1.00 ^A	2.14± 1.10 ^A
	5	1.80± 0.77 ^A	2.27± 1.22 ^A	1.67± 0.82 ^A	2.00± 1.07 ^A	1.80± 0.77 ^A	1.87± 0.74 ^A	1.87± 0.92 ^A	1.93± 0.80 ^A	2.07± 1.39 ^A	2.20± 1.52 ^A	2.07± 1.10 ^A
	7	2.00± 1.41 ^{AB}	2.40± 1.12 ^{AB}	3.07± 1.94 ^A	2.27± 1.39 ^{AB}	1.67± 1.11 ^B	1.47± 0.64 ^B	1.87± 1.06 ^B	2.00± 1.25 ^{AB}	2.00± 1.51 ^{AB}	2.47± 1.73 ^{AB}	1.67± 0.90 ^B
	9	3.47± 1.46 ^{AB}	3.00± 1.20 ^{AB}	3.33± 1.54 ^{AB}	3.13± 1.36 ^{AB}	3.40± 1.96 ^{AB}	2.80± 1.08 ^{AB}	3.67± 1.80 ^{AB}	4.00± 1.73 ^A	3.60± 1.40 ^{AB}	3.27± 1.75 ^{AB}	2.47± 1.55 ^B
	1	4.47± 0.99 ^B	4.27± 1.83 ^B	4.60± 1.24 ^B	5.20± 1.15 ^{AB}	4.67± 1.35 ^B	4.93± 0.88 ^{AB}	4.47± 1.06 ^B	4.67± 1.35 ^B	5.27± 1.16 ^{AB}	5.80± 0.77 ^A	4.67± 1.11 ^B
	3	4.50± 1.22 ^{AB}	4.00± 1.57 ^{AB}	3.71± 1.20 ^B	4.64± 1.08 ^{AB}	4.29± 1.38 ^{AB}	4.36± 1.34 ^{AB}	4.57± 1.60 ^{AB}	3.93± 1.21 ^B	4.57± 1.40 ^{AB}	5.14± 1.29 ^A	4.43± 1.40 ^{AB}
	5	4.93± 0.96 ^{AB}	4.33± 1.72 ^B	4.60± 0.99 ^B	4.33± 1.63 ^B	5.27± 1.22 ^{AB}	4.87± 1.30 ^{AB}	4.40± 1.35 ^B	4.73± 1.03 ^{AB}	4.73± 1.22 ^{AB}	5.73± 1.10 ^A	5.07± 1.22 ^{AB}
	7	4.13± 1.36 ^{BCD}	4.40± 1.30 ^{BCD}	3.40± 0.91 ^D	4.33± 1.05 ^{BCD}	4.27± 1.28 ^{BCD}	4.80± 1.15 ^{ABC}	3.93± 1.10 ^{CD}	4.33± 1.68 ^{BCD}	5.40± 1.18A	5.07± 1.44A ^B	5.07± 1.03 ^{AB}
9	3.60± 1.18 ^{BCD}	4.00± 1.46 ^{ABC}	3.33± 1.35 ^{CD}	4.53± 1.25 ^{AB}	4.33± 1.05 ^{ABC}	4.40± 1.55 ^{AB}	4.13± 1.30 ^{ABC}	3.60± 1.24 ^{BCD}	2.93± 1.03 ^D	2.93± 1.16 ^D	4.87± 1.25 ^A	
단단함 정도	1	5.27± 1.10 ^A	4.93± 1.03 ^A	4.80± 1.01 ^A	5.33± 1.18 ^A	5.20± 1.01 ^A	5.20± 1.15 ^A	5.27± 1.22 ^A	5.13± 0.99 ^A	4.93± 1.10 ^A	5.73± 1.16 ^A	5.60± 1.06 ^A
	3	4.93± 1.27 ^{AB}	5.00± 1.04 ^{AB}	4.86± 1.29 ^{AB}	4.93± 1.21 ^{AB}	4.79± 1.05 ^{AB}	4.93± 1.27 ^{AB}	5.00± 1.30 ^{AB}	4.07± 1.27 ^B	5.29± 1.33 ^A	5.43± 1.09 ^A	5.00± 1.41 ^{AB}
	5	5.00± 1.25 ^A	3.47± 1.25 ^C	4.87± 1.25 ^{AB}	4.47± 1.30 ^{AB}	4.13± 1.13 ^{ABC}	5.13± 1.19 ^A	4.27± 1.16 ^{ABC}	5.13± 1.19 ^A	4.33± 1.45 ^{ABC}	4.00± 1.13 ^{BC}	5.07± 1.10 ^A
	7	5.13± 1.41 ^A	4.40± 1.40 ^{AB}	3.47± 1.36 ^{BC}	5.20± 1.32 ^A	5.27± 1.28 ^A	5.13± 1.77 ^A	4.73± 1.22 ^A	3.27± 1.28 ^C	5.33± 1.18 ^A	4.60± 1.30 ^A	5.13± 1.19 ^A
	9	3.93± 1.22 ^{BC}	3.47± 1.25 ^{CD}	3.07± 1.44 ^{CD}	4.93± 1.10 ^{AB}	4.67± 1.68 ^{AB}	4.73± 1.10 ^{AB}	3.47± 1.51 ^{CD}	2.73± 1.33 ^D	2.80± 1.15 ^D	3.27± 1.28 ^{CD}	5.13± 1.06 ^A
	1	5.27± 1.10 ^A	4.93± 1.03 ^A	4.80± 1.01 ^A	5.33± 1.18 ^A	5.20± 1.01 ^A	5.20± 1.15 ^A	5.27± 1.22 ^A	5.13± 0.99 ^A	4.93± 1.10 ^A	5.73± 1.16 ^A	5.60± 1.06 ^A
	3	4.93± 1.27 ^{AB}	5.00± 1.04 ^{AB}	4.86± 1.29 ^{AB}	4.93± 1.21 ^{AB}	4.79± 1.05 ^{AB}	4.93± 1.27 ^{AB}	5.00± 1.30 ^{AB}	4.07± 1.27 ^B	5.29± 1.33 ^A	5.43± 1.09 ^A	5.00± 1.41 ^{AB}
	5	5.00± 1.25 ^A	3.47± 1.25 ^C	4.87± 1.25 ^{AB}	4.47± 1.30 ^{AB}	4.13± 1.13 ^{ABC}	5.13± 1.19 ^A	4.27± 1.16 ^{ABC}	5.13± 1.19 ^A	4.33± 1.45 ^{ABC}	4.00± 1.13 ^{BC}	5.07± 1.10 ^A
	7	5.13± 1.41 ^A	4.40± 1.40 ^{AB}	3.47± 1.36 ^{BC}	5.20± 1.32 ^A	5.27± 1.28 ^A	5.13± 1.77 ^A	4.73± 1.22 ^A	3.27± 1.28 ^C	5.33± 1.18 ^A	4.60± 1.30 ^A	5.13± 1.19 ^A
9	3.93± 1.22 ^{BC}	3.47± 1.25 ^{CD}	3.07± 1.44 ^{CD}	4.93± 1.10 ^{AB}	4.67± 1.68 ^{AB}	4.73± 1.10 ^{AB}	3.47± 1.51 ^{CD}	2.73± 1.33 ^D	2.80± 1.15 ^D	3.27± 1.28 ^{CD}	5.13± 1.06 ^A	

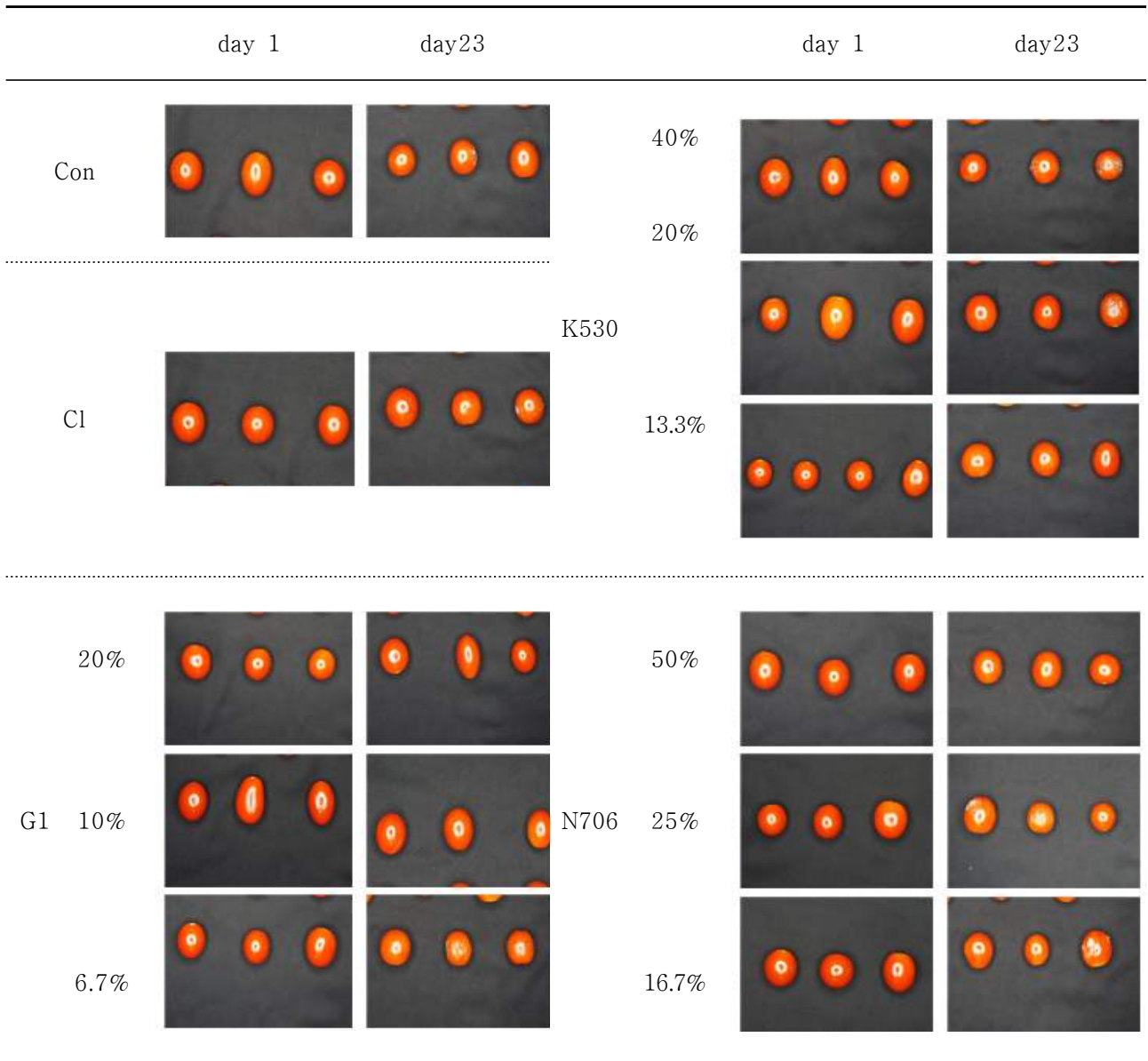


Fig. 3-3. 농도가 다른 천연항균제 및 염소수를 적용한 방울토마토의 저장 중 모습

나) 절단 도라지

○ 절단 도라지 저장 중 일반세균과 효모 및 곰팡이 변화

절단 도라지는 양상추와 방울토마토에 비해 세균과 효모 및 곰팡이 수가 많았으며, 이것은 박피와 절단 공정에서 많은 교차오염이 생겼을 것으로 판단된다. 항균제 농도와 염소수 전처리는 도라지의 항균 효과에 영향을 미치지 않았다.

Table 3-15. 절단 도라지의 일반세균과 효모 및 곰팡이(단위 : log CFU/g)

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
1	6.95± 0.11 ^A	6.65± 0.41 ^{AB}	6.57± 0.49 ^{AB}	6.80± 0.06 ^{AB}	6.89± 0.21 ^A	6.09± 0.86 ^B	6.61± 0.32 ^{AB}	6.66± 0.30 ^{AB}	6.54± 0.31 ^{AB}	7.01± 0.21 ^A	6.94± 0.12 ^A	
일반 세 균	4	6.85± 0.30 ^{CD}	6.74± 0.34 ^D	7.41± 0.15 ^{AB}	7.17± 0.19 ^{ABC}	7.44± 0.05 ^{AB}	7.48± 0.05 ^A	7.36± 0.05 ^{AB}	7.28± 0.13 ^{AB}	7.38± 0.27 ^{AB}	7.08± 0.21 ^{BCD}	7.17± 0.09 ^{ABC}
	7	7.51± 0.71 ^{AB}	7.39± 0.31 ^{AB}	7.15± 0.39 ^B	7.50± 0.55 ^{AB}	8.15± 0.24 ^A	7.69± 0.16 ^{AB}	7.80± 0.44 ^{AB}	7.79± 0.33 ^{AB}	7.95± 0.28 ^A	8.01± 0.34 ^A	7.87± 0.34 ^{AB}
	11	7.70± 0.21 ^A	7.51± 0.11 ^{AB}	7.98± 0.53 ^A	8.02± 0.42 ^A	8.03± 0.29 ^A	7.19± 0.12 ^{AB}	6.67± 1.46 ^B	7.55± 0.14 ^{AB}	7.60± 0.03 ^{AB}	7.68± 0.41 ^A	7.28± 0.30 ^{AB}
효 모 및 곰 팡 이	1	7.19± 0.20 ^A	6.80± 0.59 ^A	6.82± 0.52 ^A	6.88± 0.11 ^A	6.97± 0.14 ^A	6.85± 0.31 ^A	6.79± 0.34 ^A	6.76± 0.36 ^A	6.57± 0.24 ^A	6.95± 0.22 ^A	6.93± 0.15 ^A
	4	7.11± 0.18 ^B	7.13± 0.35 ^B	7.53± 0.08 ^{AB}	7.33± 0.20 ^B	7.29± 0.17 ^B	8.12± 0.45 ^A	7.24± 0.06 ^B	7.08± 0.54 ^B	7.66± 0.49 ^{AB}	7.01± 0.56 ^B	7.18± 0.27 ^B
	7	7.43± 0.31 ^{BC}	7.64± 0.40 ^{ABC}	7.33± 0.28 ^C	8.01± 0.52 ^{AB}	8.24± 0.11 ^A	7.90± 0.29 ^{ABC}	7.71± 0.21 ^{ABC}	7.82± 0.18 ^{ABC}	7.91± 0.40 ^{ABC}	7.71± 0.06 ^{ABC}	7.96± 0.57 ^{ABC}
	11	7.50± 0.10 ^{AB}	7.58± 0.08 ^A	8.09± 0.49 ^A	8.13± 0.28 ^A	8.23± 0.30 ^A	7.28± 0.04 ^{AB}	6.50± 1.65 ^B	7.71± 0.20 ^A	7.79± 0.28 ^A	7.60± 0.16 ^A	7.31± 0.10 ^{AB}

○ 절단 도라지 저장 중 이화학 분석 및 외관 분석 결과

- 포장 내 headspace gas(%) 조성 변화

저장 7일차까지 처리구간 차이가 없었으며, 저장 11일차에 Cl구 포장내의 O₂가 유의적으로 낮았다. 저장 중 포장 내 CO₂는 모든 구에서 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였지만, 전처리에 따른 그룹 간 유의적 차이는 보이지 않았다.

Table 3-16. 절단 도라지의 저장 중 포장 내 headspace gas(%) 조성 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
O ₂	1	16.0± 1.4 ^A	15.7± 2.2 ^A	14.4± 0.9 ^A	15.2± 1.0 ^A	12.0± 5.8 ^A	14.7± 1.3 ^A	15.8± 1.5 ^A	14.7± 2.5 ^A	16.0± 1.4 ^A	15.1± 1.1 ^A	16.3± 0.9A
	4	9.7±	6.8±	7.5±	7.9±	4.6±	8.4±	9.2±	12.1±	14.0±	11.5±	7.9±

		6.9 ^A	5.6 ^A	8.4 ^A	9.6 ^A	2.6 ^A	2.6 ^A	4.1 ^A	1.6 ^A	3.9 ^A	2.0 ^A	7.9 ^A
	7	10.7± 8.7 ^A	2.7± 1.4 ^A	4.5± 3.7 ^A	7.5± 5.3 ^A	6.4± 3.5 ^A	3.9± 5.7 ^A	3.7± 4.5 ^A	2.3± 2.2 ^A	7.3± 2.0 ^A	3.4± 3.9 ^A	7.5± 7.0 ^A
	11	1.9± 2.4 ^{AB}	0.9± 0.1 ^B	3.1± 1.6 ^{AB}	2.2± 1.3 ^{AB}	6.6± 4.6 ^A	2.0± 1.6 ^{AB}	4.9± 6.2 ^{AB}	1.4± 0.6 ^{AB}	2.3± 0.4 ^{AB}	2.1± 0.9 ^{AB}	4.7± 3.8 ^{AB}
CO ₂	1	9.8± 2.5 ^A	10.3± 4.3 ^A	14.1± 2.0 ^A	12.7± 2.4 ^A	11.3± 2.5 ^A	13.8± 2.8 ^A	11.1± 3.6 ^A	13.0± 4.7 ^A	11.2± 2.8 ^A	13.0± 1.9 ^A	10.5± 0.9 ^A
	4	17.1± 7.6 ^A	21.9± 6.8 ^A	21.8± 12.1 ^A	21.5± 16.2 ^A	24.8± 4.5 ^A	20.7± 5.3 ^A	19.7± 6.2 ^A	14.5± 1.6 ^A	13.6± 6.8 ^A	16.5± 4.0 ^A	19.8± 9.2 ^A
	7	16.4± 12.0 ^A	28.8± 1.1 ^A	27.4± 7.1 ^A	22.4± 6.4 ^A	23.7± 5.8 ^A	26.6± 6.0 ^A	27.4± 7.0 ^A	27.8± 2.8 ^A	24.6± 3.2 ^A	28.1± 5.5 ^A	21.4± 8.1 ^A
	11	11.6± 1.9 ^A	11.8± 2.8 ^A	11.9± 1.8 ^A	12.7± 2.2 ^A	9.9± 3.0 ^A	12.5± 1.6 ^A	10.6± 3.6 ^A	12.3± 0.7 ^A	13.3± 0.6 ^A	12.5± 0.8 ^A	9.9± 1.4 ^A

- 절단 박피 도라지의 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

박피 절단 도라지의 저장 중 가용성 고형분은 저장기간 동안 일정한 경향을 보이지 않았으며, 처리구간 유의적 차이 역시 나타나지 않았다. 다양한 항균제 처리 및 염소수 전처리는 박피 절단 도라지의 저장 중 pH 변화에 영향을 주지 않았으며 경향성이 나타나지 않았고 변화가 미미하였다.

박피 절단 도라지의 저장 중 총 페놀 함량 분석 결과에서 변화 경향이 일정하지 않았으며, 항균제 전처리를 통한 Total Phenol Compounds의 영향은 미미하다고 판단된다.

Table 3-17. 절단 박피 도라지의 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

day	Con	Cl	G 1				K 530			N 706		
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
SS (Brix°)	1	1.5± 0.5 ^A	1.4± 0.4 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.7± 0.4 ^A	1.3± 0.3 ^A	1.5± 0.4 ^A	1.7± 0.4 ^A	1.8± 0.3 ^A	1.8± 0.3 ^A	1.7± 0.4 ^A	1.9± 0.1 ^A
	4	2.0± 0.0 ^A	2.0± 0.5 ^A	1.8± 0.3 ^A	1.9± 0.1 ^A	1.8± 0.2 ^A	1.9± 0.4 ^A	1.7± 0.1 ^A	2.2± 0.2 ^A	2.0± 0.2 ^A	1.9± 0.2 ^A	1.7± 0.3 ^A
	7	1.6± 0.2 ^{BC}	1.5± 0.2 ^C	1.9± 0.1 ^{AB}	1.8± 0.2 ^{ABC}	1.7± 0.1 ^{ABC}	1.8± 0.3 ^{ABC}	1.7± 0.1 ^{ABC}	1.7± 0.1 ^{ABC}	1.5± 0.2 ^C	2.0± 0.2 ^A	1.9± 0.2 ^{AB}
	11	1.2± 0.2 ^A	1.7± 0.3 ^A	1.6± 0.3 ^A	1.5± 0.3 ^A	1.5± 0.5 ^A	1.6± 0.5 ^A	1.5± 0.1 ^A	1.4± 0.3 ^A	1.4± 0.4 ^A	1.6± 0.0 ^A	1.4± 0.3 ^A
pH	1	6.02± 0.10 ^A	5.95± 0.11 ^{AB}	5.36± 0.13 ^D	5.42± 0.14 ^D	5.70± 0.09 ^C	5.78± 0.08 ^{BC}	5.82± 0.15 ^{BC}	5.74± 0.07 ^C	5.46± 0.04 ^D	5.78± 0.03 ^{BC}	5.86± 0.06 ^{ABC}
	4	5.94± 0.11 ^A	5.86± 0.11 ^A	5.51± 0.02 ^A	5.69± 0.19 ^A	5.70± 0.24 ^A	5.71± 0.58 ^A	5.70± 0.28 ^A	5.96± 0.22 ^A	5.54± 0.10 ^A	5.52± 0.36 ^A	5.55± 0.17 ^A
	7	5.72± 0.10 ^A	5.85± 0.10 ^A	5.62± 0.26 ^A	5.70± 0.04 ^A	5.74± 0.03 ^A	5.19± 0.28 ^{BC}	5.62± 0.34 ^A	5.65± 0.12 ^A	5.20± 0.26 ^B	5.55± 0.08 ^A	5.65± 0.09 ^A
	11	5.67± 0.04 ^A	5.46± 0.54 ^{AB}	5.24± 0.09 ^{AB}	5.47± 0.19 ^{AB}	5.40± 0.12 ^{AB}	4.63± 0.13 ^C	4.90± 0.33 ^{BC}	5.44± 0.13 ^{AB}	5.42± 0.16 ^{AB}	5.09± 0.54 ^{ABC}	5.13± 0.50 ^{ABC}

TPC (mg %)	1	3.49± 0.76 ^A	2.98± 0.27 ^{AB}	2.41± 0.62 ^{AB}	2.88± 0.85 ^{AB}	2.93± 0.29 ^{AB}	2.32± 0.34 ^B	2.60± 0.69 ^{AB}	2.39± 0.59 ^{AB}	3.39± 0.44 ^{AB}	2.75± 0.65 ^{AB}	3.20± 0.68 ^{AB}
	4	2.22± 0.62 ^A	2.66± 0.77 ^A	2.73± 0.32 ^A	3.06± 0.31 ^A	2.88± 0.57 ^A	2.54± 0.69 ^A	2.68± 0.77 ^A	2.54± 0.78 ^A	2.22± 0.38 ^A	2.37± 0.67 ^A	2.30± 0.35 ^A
	7	3.23± 0.57 ^A	3.37± 0.68 ^A	3.27± 0.23 ^A	2.85± 0.36 ^A	3.10± 0.07 ^A	3.50± 0.76 ^A	3.25± 0.36 ^A	2.68± 0.14 ^A	3.30± 0.72 ^A	3.18± 0.26 ^A	2.69± 0.25 ^A
	11	3.59± 0.31 ^A	2.89± 0.29 ^{ABC}	2.46± 0.10 ^{BC}	2.29± 0.36 ^C	2.88± 0.12 ^{AB} c	2.78± 0.26 ^{ABC}	3.32± 0.87 ^{AB}	3.33± 0.27 ^{AB}	2.97± 0.71 ^{ABC}	3.12± 0.72 ^{ABC}	3.13± 0.10 ^{ABC}

SS, soluble solid contents; TPC, Total phenolic compounds contents

– 저장 중 절단 박피 도라지 관능검사

박피 절단 도라지의 저장 중 외관 품질 특성은 사진과 관능검사 색과, 갈변 정도 항목을 통해서 CI 처리가 도라지의 표면색에 좋지 않은 영향을 주고, **G1 20% 처리가 갈변 방지에 유의적인 효과가** 있는 것으로 보였다. 천연항균제의 처리는 절단 도라지의 향과 이취에 큰 영향을 주었고, 특히 **K530과 N706 처리 시 도라지에 이취를 발생시켜** 관능 점수가 매우 낮았다.

종합적 기호도로 미루어보아, **G1 20% 처리가 가장 박피 절단 도라지의 외관적 품질을 유지** 시켜 주는 것에 도움을 주는 것으로 사료 된다.

Table 3-18. 저장 중 절단 박피 도라지 관능검사 (점)

	day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706		
				20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%
색	1	4.57± 1.45 ^B	3.79± 0.89 ^B	5.21± 0.97 ^A	5.14± 1.23 ^A	4.64± 1.01 ^{AB}	4.57± 1.45 ^{AB}	3.79± 1.12 ^B	4.64± 1.08 ^{AB}	4.50± 1.16 ^{AB}	4.86± 1.29 ^A	5.43± 1.22 ^A
	4	4.80± 1.15 ^{BCD}	4.20± 1.15 ^D	5.40± 1.18 ^B	5.27± 0.96 ^B	5.47± 1.06 ^B	5.07± 1.16 ^{BC}	4.27± 1.33 ^{CD}	5.27± 1.33 ^B	5.47± 1.19 ^B	6.33± 0.72 ^A	5.13± 0.99 ^{BC}
	7	4.27± 0.88 ^{BC}	4.87± 1.51 ^{ABC}	5.47± 0.83 ^A	5.07± 1.10 ^{AB}	4.20± 1.37 ^{BC}	5.60± 0.99 ^A	4.73± 1.22 ^{AB}	4.87± 0.99 ^{ABC}	4.80± 1.21 ^{ABC}	4.07± 1.22 ^C	4.27± 1.28 ^{BC}
	11	3.80± 1.08 ^{DE}	4.00± 1.13 ^{CDE}	5.07± 0.80 ^{AB}	4.73± 1.16 ^{BC}	5.73± 0.88 ^A	4.07± 1.10 ^{CD}	4.80± 1.01 ^{BC}	3.47± 1.06 ^E	4.53± 0.99 ^{BCD}	4.73± 1.03 ^{BC}	4.80± 1.15 ^{BC}
냄새	1	5.00± 1.30 ^A	4.57± 1.50 ^{AB}	4.64± 0.93 ^{AB}	4.43± 1.40 ^{AB}	4.93± 1.07 ^A	3.86± 1.61 ^{AB}	3.64± 1.45 ^B	4.29± 1.38 ^{AB}	4.00± 1.18 ^{AB}	3.86± 1.35 ^{AB}	4.64± 0.84 ^{AB}
	4	5.80± 1.01 ^A	4.60± 1.50 ^{BC}	4.53± 1.60 ^{BC}	3.93± 1.62 ^{CD}	5.27± 1.28 ^{AB}	3.13± 1.06 ^D	3.60± 1.68 ^{CD}	4.07± 1.62 ^{CD}	3.60± 1.55 ^{CD}	4.00± 1.60 ^{CD}	3.67± 1.45 ^{CD}
	7	4.87± 1.36 ^A	4.73± 1.62 ^A	4.40± 0.74 ^A	3.80± 1.08 ^{ABC}	4.20± 1.37 ^{AB}	1.67± 0.90 ^E	3.27± 1.49 ^{BC}	2.73± 1.03 ^D	3.20± 2.04 ^{BCD}	3.87± 1.73 ^{ABC}	2.93± 0.96 ^{CD}
	11	4.40± 1.18 ^{AB}	3.80± 0.94 ^{BC}	4.47± 1.30 ^{AB}	4.07± 1.75 ^{ABC}	4.80± 1.08 ^A	2.67± 1.40 ^{DE}	3.40± 1.24 ^{CD}	3.67± 1.18 ^{BC}	2.67± 1.23 ^{DE}	2.60± 0.91 ^{DE}	2.20± 1.01 ^E
이취	1	2.71± 1.38 ^C	3.29± 1.94 ^{ABC}	2.79± 1.31 ^{BC}	3.36± 1.82 ^{ABC}	2.64± 1.15 ^C	4.14± 1.75 ^{AB}	4.43± 1.91 ^A	3.71± 1.54 ^{ABC}	3.07± 1.64 ^{ABC}	3.43± 1.87 ^{ABC}	2.79± 1.31 ^{BC}
	4	2.80± 1.52 ^D	3.00± 1.69 ^{CD}	3.93± 1.53 ^{ABC}	4.53± 1.06 ^{AB}	3.40± 1.76 ^{BCD}	4.87± 1.41 ^A	4.40± 1.59 ^{AB}	4.13± 0.92 ^{AB}	4.40± 1.64 ^{AB}	4.53± 1.51 ^{AB}	4.33± 1.23 ^{AB}
	7	2.87± 1.25 ^E	3.00± 1.31 ^E	3.53± 1.19 ^{DE}	3.87± 1.19 ^{CDE}	3.07± 1.83 ^E	5.93± 1.58 ^A	5.47± 1.46 ^{AB}	4.80± 1.57 ^{ABC}	5.67± 1.72 ^{AB}	4.53± 1.55 ^{BCD}	5.27± 1.44 ^{AB}
	11	2.80± 1.01 ^C	3.87± 1.41 ^{BC}	3.33± 1.35 ^C	3.73± 1.71 ^C	2.93± 1.33 ^C	5.67± 1.29 ^A	4.80± 1.15 ^{AB}	3.80± 1.52 ^C	5.13± 1.51 ^A	5.33± 1.11 ^A	5.67± 0.72 ^A
갈변정도	1	4.00± 1.24 ^{BCDE}	3.64± 1.22 ^{CDE}	5.57± 1.83 ^A	4.93± 1.69 ^{ABC}	4.21± 1.12 ^{BCD}	3.57± 1.55 ^{DE}	2.93± 1.21 ^E	3.71± 1.68 ^{BCD}	4.64± 1.22 ^{ABC}	4.71± 1.64 ^{ABC}	5.00± 1.92 ^{AB}
	4	4.53± 0.99 ^A	4.33± 1.35 ^A	4.60± 1.30 ^A	4.40± 1.30 ^A	4.47± 1.55 ^A	4.53± 1.73 ^A	4.73± 1.03 ^A	5.00± 1.20 ^A	4.47± 1.55 ^A	4.73± 1.83 ^A	4.73± 1.33 ^A
	7	3.80± 1.66 ^B	4.60± 1.59 ^{AB}	5.00± 1.36 ^A	4.27± 1.22 ^{AB}	3.93± 1.44 ^{AB}	4.87± 1.51 ^{AB}	4.60± 1.45 ^{AB}	4.33± 1.18 ^{AB}	4.20± 1.32 ^{AB}	4.33± 1.05 ^{AB}	4.20± 0.94 ^{AB}
	11	4.00± 1.56 ^{BCD}	3.67± 1.23 ^D	4.93± 1.16 ^{ABC}	4.80± 1.37 ^{ABC}	5.40± 1.24 ^A	4.13± 1.19 ^{BC}	5.00± 1.36 ^{AB}	3.80± 1.97 ^{CD}	4.53± 1.41 ^{ABC}	4.67± 1.23 ^{ABC}	4.47± 1.30 ^{AB}
단단함정도	1	4.86± 1.35 ^{AB}	5.21± 0.89 ^{AB}	5.64± 1.22 ^A	4.50± 1.16 ^B	5.50± 1.56 ^{AB}	5.14± 1.03 ^{AB}	4.93± 1.21 ^{AB}	4.71± 1.27 ^{AB}	4.71± 1.44 ^{AB}	5.07± 1.33 ^{AB}	5.29± 1.38 ^{AB}
	4	5.80± 0.94 ^A	5.20± 1.26 ^{AB}	5.40± 0.91 ^{AB}	5.27± 1.39 ^{AB}	5.87± 1.06 ^A	4.80± 1.15 ^B	5.00± 1.31 ^{AB}	5.13± 1.06 ^{AB}	5.00± 1.25 ^{AB}	5.33± 0.98 ^{AB}	4.67± 1.18 ^B
	7	4.60± 1.24 ^A	4.67± 1.50 ^A	5.07± 1.33 ^A	4.93± 1.03 ^A	5.13± 1.19 ^A	5.00± 1.20 ^A	5.13± 0.99 ^A	4.40± 0.91 ^A	4.73± 1.28 ^A	4.73± 0.88 ^A	4.73± 1.03 ^A
	11	4.87± 1.30 ^{AB}	4.53± 1.19 ^{AB}	4.67± 1.54 ^{AB}	4.73± 1.22 ^{AB}	5.40± 1.12 ^A	4.13± 1.41 ^B	5.40± 1.12 ^A	4.73± 0.88 ^{AB}	4.13± 1.25 ^B	3.93± 1.22 ^B	5.27± 1.28 ^A
종합기호도	1	4.57± 1.16 ^{ABCD}	4.14± 1.03 ^D	5.43± 1.02 ^A	5.14± 0.95 ^{ABC}	4.64± 0.63 ^{ABC}	4.43± 1.02 ^{CD}	4.07± 1.07 ^D	4.71± 1.07 ^{ABC}	4.50± 0.85 ^{BCD}	4.93± 1.21 ^{ABC}	5.36± 0.93 ^{AB}
	4	4.93± 0.88 ^A	4.20± 1.01 ^A	4.93± 1.10 ^A	4.53± 1.41 ^A	5.07± 1.03 ^A	4.33± 1.40 ^A	4.13± 1.55 ^A	4.20± 1.26 ^A	4.73± 1.49 ^A	4.87± 1.41 ^A	4.53± 1.13 ^A
	7	4.40± 1.30 ^{ABC}	4.40± 1.64 ^{ABC}	5.47± 0.83 ^A	5.13± 0.74 ^{AB}	4.20± 1.47 ^{BC}	4.00± 1.51 ^{BC}	4.13± 1.73 ^{BC}	4.40± 1.30 ^{ABC}	3.87± 1.77 ^C	3.87± 1.55 ^C	4.13± 1.25 ^{BC}
	11	3.93± 1.10 ^{BCD}	3.60± 0.91 ^{BCD}	4.53± 1.06 ^{AB}	4.47± 1.46 ^{ABC}	5.27± 0.88 ^A	3.27± 1.22 ^D	4.33± 1.29 ^{AB}	3.73± 1.22 ^{BCD}	3.53± 1.25 ^{BCD}	3.47± 1.06 ^{CD}	3.60± 1.68 ^{BC}



Fig. 3-4. 농도가 다른 천연항균제 및 염소수를 적용한 절단 도라지의 저장 중 모습

다) 양상추

○ 저장 중 양상추 일반세균과 효모 및 곰팡이 변화

저장 중 일반세균 검사 결과, Cl 처리구는 저장 전 기간동안 다른 처리구에 비해 유의적으로 일반세균수가 많았으며, 저장 5일차에서 9일차까지 일반세균수가 6.00~6.16 log CFU/g으로 계속해서 증가하였으므로 기존의 염소수 처리는 양상추 항균효과가 없는 것으로 보였다.

N706 50% 처리구는 저장 전 기간 동안 계속해서 일반세균수가 증가하였고, 다른 처리구에 비해 유의적으로 그 값이 높아, 효과가 미미하다고 사료된다.

G1 10%처리구는 저장 전 기간동안에 다른 처리구에 비해 가장 일반세균수가 훨씬 적었으며, 특히 저장 초기인 1일차에서 3일차에는 2.63~3.30 log CFU/g으로 평균 효과가 뛰어난 것으로 보였다.

일반세균과 마찬가지로 Cl처리구가 저장 기간 중 검출된 효모 및 곰팡이 콜로니 수가 다른 처리구에 비해 많아 항균 효과가 없는 것으로 보인다. 최종적으로 저장 5일차까지 G1 20%, G1 10%, K530 40% 처리가 곰팡이 오염 속도를 늦추는 것으로 생각된다.

Table 3-19. 저장 중 양상추의 일반 세균과 효모 및 곰팡이 (단위 : log CFU/g)

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
일반 세 균	1	4.33± 0.63 ^A	4.28± 0.92 ^A	3.27± 0.25 ^{BCD}	2.63± 0.44 ^D	3.39± 0.43 ^{ABCD}	2.88± 0.64 ^{CD}	3.99± 0.15 ^{AB}	3.82± 0.34 ^{ABC}	3.46± 0.69 ^{ABCD}	4.10± 0.06 ^{AB}	3.76± 0.39 ^{ABC}
	3	5.59± 0.47 ^A	5.72± 0.44 ^A	3.16± 0.99 ^C	3.30± 0.52 ^C	4.75± 0.40 ^{AB}	4.01± 0.95 ^{BC}	4.71± 0.58 ^{AB}	4.92± 0.80 ^{AB}	4.79± 0.61 ^{AB}	4.89± 0.43 ^{AB}	5.45± 0.15 ^A
	5	5.36± 0.14 ^{ABC}	6.12± 0.34 ^A	4.45± 1.40 ^{BC}	4.09± 0.22 ^C	5.07± 0.40 ^{ABC}	4.36± 0.52 ^{BC}	5.28± 0.87 ^{ABC}	5.18± 1.31 ^{ABC}	5.82± 0.91 ^{AB}	5.44± 0.91 ^{ABC}	5.42± 0.18 ^{ABC}
	7	5.89± 0.20 ^A	6.00± 0.41 ^A	4.74± 0.49 ^{BCD}	4.24± 0.59 ^D	4.99± 0.20 ^{ABCD}	4.32± 0.45 ^{CD}	5.75± 1.31 ^{AB}	5.19± 0.60 ^{BCD}	6.02± 0.56 ^A	5.35± 0.11 ^{ABC}	5.17± 0.36 ^{ABCD}
	9	6.06± 0.37 ^{ABC}	6.16± 0.86 ^{AB}	5.27± 0.67 ^{BC}	5.14± 0.38 ^C	6.12± 0.18 ^{AB}	6.18± 0.39 ^{AB}	6.71± 0.38 ^A	6.47± 0.08 ^A	6.27± 0.89 ^A	5.85± 0.34 ^{ABC}	6.00± 0.40 ^{ABC}
효 모 및 곰 팡 이	1	5.14± 1.34 ^A	4.73± 0.64 ^{AB}	3.58± 0.72 ^{BCDE}	2.53± 0.45 ^E	3.35± 0.56 ^{CDE}	3.13± 0.65 ^{DE}	4.40± 0.45 ^{ABC}	4.13± 0.29 ^{ABCD}	3.84± 0.52 ^{BCD}	4.18± 0.17 ^{ABCD}	4.01± 0.42 ^{ABCD}
	3	5.08± 0.49 ^{BC}	6.16± 0.25 ^A	3.88± 0.72 ^{DE}	3.33± 0.44 ^E	4.94± 0.45 ^{BC}	3.80± 0.55 ^E	4.83± 0.54 ^C	5.09± 0.72 ^{BC}	4.75± 0.60 ^{CD}	5.87± 0.46 ^{AB}	5.43± 0.09 ^{ABC}
	5	6.06± 0.40 ^{AB}	6.48± 0.12 ^A	4.36± 0.95 ^C	4.35± 0.53 ^C	5.05± 0.10 ^{BC}	4.43± 0.46 ^C	5.78± 0.96 ^{AB}	5.82± 0.07 ^{AB}	5.42± 1.21 ^{ABC}	5.67± 0.93 ^{AB}	6.20± 0.22 ^{AB}
	7	5.73± 0.09 ^{AB}	6.05± 0.38 ^A	4.80± 0.61 ^{BC}	4.69± 0.08 ^C	4.82± 0.51 ^{BC}	4.88± 0.43 ^{BC}	5.54± 1.17 ^{ABC}	5.40± 0.27 ^{ABC}	5.66± 0.75 ^{ABC}	5.33± 0.08 ^{ABC}	5.26± 0.20 ^{ABC}
	9	6.14± 0.22 ^{ABC}	6.35± 0.75 ^{AB}	5.73± 0.67 ^{BC}	5.17± 0.45 ^C	5.57± 0.25 ^{BC}	5.98± 0.38 ^{ABC}	6.94± 0.39 ^A	6.35± 0.15 ^{AB}	6.35± 1.01 ^{AB}	6.13± 0.42 ^{ABC}	6.01± 0.40 ^{ABC}

○ 양상추 저장 중 이화학 분석 및 외관 분석 결과

- 포장 내 headspace gas(%) 조성 변화

양상추의 저장 중 포장 내 headspace gas 조성 변화를 분석한 결과 저장 기간 동안 모든 구에서 O₂값이 감소하는 경향이 나타났다. G1 10%에서 감소 속도가 가장 낮았으며 모든 농도의 G1 항균제는 O₂ 감소를 늦추는 경향이 있으므로, 양상추 품질 유지에 도움을 줄 것으로 보였다.

저장 중 포장 내 CO₂는 모든 구에서 증가하다가 다시 초기값으로 감소하는 경향을 보였다. 저장 3~9일차까지 Cl 처리구에서 CO₂값이 유의적으로 가장 높았으며, 이는 저장 중 양상추 가 호흡량이 많아 품질이 저하되었을 것으로 보인다. G1 10%, 6.7% 처리구는 CO₂ 증가 속도가 낮았으며, 변화 폭이 가장 낮아, 양상추 품질 유지에 도움을 줄 것

으로 판단된다.

Table 3-20. 양상추의 저장 중 포장 내 headspace gas(%) 조성 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
O ₂	1	18.0± 0.2 ^{AB}	18.0± 0.3 ^{AB}	17.1± 0.2 ^{AB}	18.1± 0.1 ^A	18.0± 0.6 ^{AB}	17.3± 0.7 ^{AB}	17.0± 0.9 ^B	17.9± 0.6 ^{AB}	17.8± 0.6 ^{AB}	18.0± 0.6 ^{AB}	17.9± 0.2 ^{AB}
	3	15.6± 1.2 ^{AB}	14.8± 0.3 ^{AB}	15.7± 0.9 ^{AB}	16.5± 2.0 ^{AB}	16.2± 0.1 ^{AB}	14.5± 1.2 ^B	14.9± 0.5 ^{AB}	16.7± 0.2 ^A	15.5± 0.8 ^{AB}	15.4± 1.3 ^{AB}	15.8± 1.6 ^{AB}
	5	13.4± 0.4 ^{AB}	11.2± 0.5 ^B	13.5± 0.3 ^{AB}	15.0± 0.3 ^A	15.1± 1.2 ^A	13.4± 0.7 ^{AB}	13.5± 1.0 ^{AB}	13.9± 1.1 ^A	12.6± 2.6 ^{AB}	13.2± 2.2 ^{AB}	15.0± 1.1 ^{AB}
	7	12.9± 1.0 ^{AB}	11.2± 3.3 ^{AB}	13.1± 0.4 ^{AB}	14.0± 1.2 ^{AB}	13.7± 1.4 ^{AB}	10.8± 1.1 ^B	11.8± 2.8 ^{AB}	14.5± 2.3 ^A	12.4± 1.3 ^{AB}	13.2± 1.7 ^{AB}	12.3± 1.5 ^{AB}
	9	10.7± 0.7 ^{AB}	10.6± 3.8 ^{AB}	12.7± 0.9 ^{AB}	13.7± 0.6 ^A	13.5± 0.3 ^A	9.2± 0.5 ^B	10.1± 1.5 ^{AB}	12.7± 1.2 ^{AB}	11.7± 3.7 ^{AB}	11.0± 1.1 ^{AB}	11.4± 1.8 ^{AB}
CO ₂	1	5.4± 0.3 ^{ABC}	5.1± 0.6 ^{BC}	6.4± 0.4 ^{AB}	5.1± 0.0 ^{BC}	5.2± 0.8 ^{ABC}	6.5± 0.2 ^A	6.4± 1.3 ^A	4.8± 0.8 ^C	5.3± 1.0 ^{ABC}	5.1± 0.9 ^{BC}	5.2± 0.2 ^{ABC}
	3	8.4± 1.5 ^{AB}	9.5± 0.3 ^A	8.0± 1.5 ^{AB}	7.1± 2.4 ^{AB}	7.4± 0.2 ^{ABC}	9.4± 1.2 ^A	8.9± 0.6 ^{AB}	6.6± 0.2 ^B	7.9± 1.4 ^{AB}	8.3± 1.7 ^{AB}	7.3± 1.8 ^{AB}
	5	10.1± 0.7 ^{ABC}	12.6± 0.8 ^A	9.4± 0.7 ^{BC}	8.0± 0.5 ^{BC}	7.7± 1.3 ^C	9.8± 0.7 ^{BC}	9.4± 1.4 ^{BC}	8.7± 0.8 ^{BC}	10.7± 2.8 ^{AB}	10.4± 2.4 ^{ABC}	8.1± 1.1 ^{BC}
	7	10.0± 0.8 ^{AB}	11.5± 2.4 ^A	9.1± 0.2 ^{AB}	8.1± 0.8 ^B	8.1± 0.8 ^B	11.5± 1.0 ^A	9.9± 2.3 ^{AB}	7.8± 1.5 ^B	9.8± 1.0 ^{AB}	9.7± 1.6 ^{AB}	9.8± 0.8 ^{AB}
	9	6.4± 0.4 ^{ABC}	6.5± 1.6 ^{AB}	4.9± 0.5 ^{CDE}	4.3± 0.1 ^E	4.7± 0.3 ^{DE}	7.1± 0.2 ^A	6.2± 0.6 ^{ABCD}	5.0± 0.4 ^{BCDE}	6.0± 1.6 ^{ABCD}	6.2± 0.6 ^{ABCD}	5.7± 1.0 ^{ABCDE}

– 양상추의 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

가용성 고형분과 pH, 총페놀함량은 저장 기간동안 일정한 경향을 보이지 않았으며, 처리구간 유의적 차이 역시 나타나지 않았다. 가용성 고형분과 pH, 총페놀함량은 저장 기간동안 일정한 경향을 보이지 않았으며, 처리구간 유의적 차이 역시 나타나지 않았다.

– 농도별 각 천연항균제 및 염소수 처리후 양상추 외관 및 관능검사

관능 검사 및 사진 촬영 후 관찰 결과 색 변화에 있어서 Cl 처리 시 표면에 붉은 갈변 부분이 생성되며, 저장 초기부터 관능 검사 점수가 다른 구에 비해 **유의적으로 낮은 점수를 받았다**. 저장 기간 동안 지속적으로 색과 갈변정도의 낮은 점수를 유지하였다. 색, 갈변정도 등에서 G1 10% 처리한 구가 지속적으로 높은 기호도를 보인다.

항균제 처리를 통한 냄새나 이취는 차이가 없는 것으로 보이며, 종합적 기호도로 미루어 보아, Cl처리는 무처리구 보다 색이나, 갈변 정도가 나쁜 것으로 판단하였다. G1 10%, 6.7% 처리

구의 기호도가 유의적으로 높은 점수를 받아, G1 향균제가 양상추의 저장 중 외관적 품질 특성을 유지 시켜주는데 큰 도움을 줄 것으로 사료된다.

Table 3-21. 양상추의 저장 중 가용성 고형분, pH 및 total phenolic compound 함량 변화

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
SS (Brix°)	1	0.6± 0.0 ^B	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.8± 0.0 ^{AB}	0.9± 0.1 ^A	0.8± 0.2 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}
	3	0.8± 0.0 ^B	0.8± 0.0 ^{AB}	0.8± 0.2 ^{AB}	1.0± 0.0 ^A	0.9± 0.1 ^{AB}	0.8± 0.0 ^B	1.0± 0.0 ^A	0.9± 0.1 ^{AB}	0.8± 0.1 ^{BC}	0.6± 0.1 ^D	0.6± 0.1 ^{CD}
	5	0.9± 0.2 ^A	0.7± 0.1 ^{AB}	0.9± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^{AB}	0.6± 0.1 ^B	0.8± 0.2 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.8± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.8± 0.1 ^{AB}
	7	0.5± 0.0 ^C	0.6± 0.1 ^{BC}	0.8± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.1 ^{AB}	0.7± 0.0 ^{AB}	0.7± 0.0 ^{AB}	0.6± 0.1 ^{BC}	0.8± 0.1 ^A	0.6± 0.1 ^{AB}
	9	0.6± 0.1 ^A	0.6± 0.1 ^A	0.8± 0.2 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A	0.7± 0.1 ^A
pH	1	6.18± 0.13 ^{AB}	6.21± 0.12 ^{AB}	6.30± 0.06 ^A	6.11± 0.19 ^{AB}	6.08± 0.18 ^{AB}	6.25± 0.20 ^{AB}	6.17± 0.08 ^{AB}	6.02± 0.05 ^B	6.24± 0.11 ^{AB}	6.16± 0.11 ^{AB}	6.26± 0.07 ^{AB}
	3	6.21± 0.03 ^A	6.21± 0.02 ^A	6.12± 0.09 ^A	6.11± 0.09 ^A	6.22± 0.12 ^A	6.26± 0.15 ^A	6.22± 0.20 ^A	6.13± 0.03 ^A	6.21± 0.07 ^A	6.22± 0.01 ^A	6.22± 0.09 ^A
	5	6.25± 0.07 ^A	6.25± 0.02 ^A	6.25± 0.05 ^A	6.26± 0.04 ^A	6.26± 0.17 ^A	6.16± 0.07 ^A	6.22± 0.07 ^A	6.28± 0.11 ^A	6.18± 0.03 ^A	6.21± 0.04 ^A	6.25± 0.06 ^A
	7	6.23± 0.05 ^{AB}	6.27± 0.05 ^{AB}	6.12± 0.02 ^B	6.17± 0.07 ^{AB}	6.20± 0.04 ^{AB}	6.32± 0.14 ^A	6.27± 0.05 ^{AB}	6.31± 0.16 ^A	6.22± 0.03 ^{AB}	6.22± 0.10 ^{AB}	6.17± 0.07 ^{AB}
	9	6.13± 0.07 ^{AB}	6.15± 0.06 ^{AB}	6.11± 0.03 ^B	6.25± 0.12 ^{AB}	6.16± 0.06 ^{AB}	6.09± 0.06 ^B	6.12± 0.04 ^{AB}	6.23± 0.13 ^{AB}	6.20± 0.04 ^{AB}	6.19± 0.07 ^{AB}	6.27± 0.14 ^A
TPC (mg %)	1	1.84± 0.47 ^{ABC}	1.99± 0.36 ^{ABC}	2.33± 0.24 ^A	1.93± 0.22 ^{ABC}	2.14± 0.10 ^{AB}	1.97± 0.69 ^{ABC}	1.79± 0.04 ^{ABC}	2.15± 0.28 ^{AB}	1.74± 0.21 ^{ABC}	1.36± 0.20 ^C	1.52± 0.39 ^{BC}
	3	0.01± 0.01 ^B	0.03± 0.03 ^B	1.73± 0.31 ^A	1.73± 0.28 ^A	1.72± 0.27 ^A	1.38± 0.63 ^A	1.18± 0.13 ^A	1.54± 0.29 ^A	1.50± 0.06 ^A	1.33± 0.31 ^A	1.50± 0.45 ^A
	5	1.53± 0.25 ^A	1.29± 0.10 ^{ABC}	1.47± 0.06 ^A	1.46± 0.29 ^A	1.22± 0.27 ^{ABC}	1.33± 0.26 ^{AB}	1.37± 0.13 ^{AB}	1.25± 0.19 ^{ABC}	1.02± 0.22 ^{BC}	0.93± 0.13 ^C	1.06± 0.09 ^{BC}
	7	0.64± 0.10 ^D	1.78± 0.14 ^A	1.44± 0.21 ^{ABC}	1.67± 0.24 ^A	1.66± 0.36 ^A	1.51± 0.38 ^{AB}	1.71± 0.16 ^A	1.65± 0.07 ^A	1.62± 0.10 ^A	1.02± 0.26 ^{CD}	1.14± 0.36 ^{BC}
	9	1.53± 0.38 ^B	1.52± 0.19 ^B	2.05± 0.32 ^A	1.39± 0.22 ^B	1.57± 0.25 ^B	1.77± 0.30 ^{AB}	1.58± 0.19 ^B	1.45± 0.17 ^B	1.27± 0.22 ^B	1.66± 0.06 ^{AB}	1.37± 0.35 ^B

SS, soluble solid contents; TPC, Total phenolic compounds contents

Table 3-22. 양상추 관능검사 (점)

day	Con	Cl	G 1			K 530			N 706			
			20%	10%	6.7%	40%	20%	13.3%	50%	25%	16.7%	
색	1	5.53± 1.25 ^{BCDE}	4.60± 1.35 ^E	6.47± 1.41 ^{AB}	6.40± 1.50 ^{AB}	5.47± 1.36 ^{BCDE}	4.93± 1.44 ^{DE}	6.07± 1.44 ^{ABC}	5.40± 1.35 ^{BCDE}	5.07± 1.28 ^{CDE}	5.93± 1.53 ^{ABCD}	6.73± 1.03 ^A
	3	4.93± 1.62 ^B	3.33± 0.98 ^C	6.60± 1.30 ^A	6.73± 1.33 ^A	5.60± 1.24 ^B	5.20± 1.52 ^B	4.87± 1.51 ^B	5.33± 1.45 ^B	3.60± 1.12 ^C	5.47± 1.25 ^B	4.80± 0.68 ^B
	5	4.21± 2.04 ^{EF}	3.43± 1.70 ^F	5.86± 1.35 ^{BC}	7.71± 1.27 ^A	7.07± 1.14 ^{AB}	5.71± 1.27 ^{BC}	4.43± 1.28 ^{DEF}	5.57± 1.40 ^{BC}	5.43± 1.55 ^{CDE}	4.79± 1.72 ^{CDE}	5.86± 1.99 ^{BC}
	7	3.80± 1.32 ^{BC}	3.00± 1.77 ^C	7.33± 1.35 ^A	6.53± 1.60 ^A	7.27± 1.91 ^A	4.60± 1.72 ^B	4.33± 1.59 ^B	4.73± 1.71 ^B	3.60± 1.06 ^{BC}	4.20± 1.61 ^{BC}	3.87± 1.46 ^{BC}
	9	3.40± 1.45 ^{BCD}	2.40± 1.35 ^D	4.40± 1.76 ^{ABC}	5.00± 1.07 ^A	4.73± 1.39 ^A	4.87± 1.68 ^A	4.87± 1.64 ^A	4.53± 1.85 ^{AB}	3.93± 1.44 ^{ABC}	3.27± 1.53 ^{BC}	4.13± 1.25 ^{BC}
냄새	1	5.73± 1.49 ^A	5.67± 1.54 ^A	6.40± 1.50 ^A	6.07± 1.71 ^A	6.47± 1.25 ^A	5.60± 1.92 ^A	6.40± 1.50 ^A	6.33± 1.23 ^A	6.00± 1.20 ^A	6.07± 1.28 ^A	6.27± 1.62 ^A
	3	5.33± 0.82 ^A	5.13± 1.36 ^A	6.20± 0.68 ^A	5.47± 0.92 ^A	5.87± 0.92 ^A	5.67± 1.50 ^A	5.53± 1.30 ^A	5.60± 1.76 ^A	5.20± 1.70 ^A	5.73± 1.16 ^A	5.60± 1.40 ^A
	5	4.93± 2.09 ^A	5.07± 2.02 ^A	5.86± 1.66 ^A	6.36± 1.65 ^A	5.93± 1.73 ^A	5.79± 1.67 ^A	4.86± 2.11 ^A	6.14± 1.46 ^A	6.07± 1.59 ^A	5.50± 1.51 ^A	5.29± 1.73 ^A
	7	5.33± 2.26 ^A	5.27± 2.34 ^A	6.07± 2.37 ^A	6.47± 2.03 ^A	5.80± 2.40 ^A	5.27± 2.20 ^A	5.87± 1.96 ^A	5.67± 1.76 ^A	5.67± 2.19 ^A	5.73± 2.28 ^A	6.13± 1.96 ^A
	9	4.60± 1.35 ^{AB}	4.60± 1.30 ^{AB}	4.33± 1.54 ^B	5.27± 1.53 ^{AB}	4.93± 1.53 ^{AB}	4.07± 1.75 ^B	4.13± 1.51 ^B	4.87± 1.30 ^{AB}	5.67± 1.23 ^A	4.87± 1.55 ^{AB}	4.80± 1.86 ^{AB}
이취	1	4.00± 2.33 ^A	3.73± 2.19 ^A	4.33± 2.23 ^A	4.27± 2.46 ^A	4.20± 2.60 ^A	4.00± 1.96 ^A	4.33± 2.09 ^A	4.40± 2.41 ^A	3.67± 2.13 ^A	4.07± 2.31 ^A	3.67± 2.02 ^A
	3	3.40± 1.80 ^A	3.33± 1.54 ^A	3.20± 1.61 ^A	3.33± 1.54 ^A	3.67± 1.80 ^A	4.13± 2.36 ^A	4.00± 1.89 ^A	3.73± 2.12 ^A	3.53± 1.92 ^A	3.27± 1.67 ^A	3.40± 1.88 ^A
	5	3.64± 1.91 ^{AB}	4.00± 2.15 ^{AB}	3.93± 1.77 ^{AB}	3.43± 1.99 ^{AB}	3.36± 1.91 ^{AB}	4.50± 2.10 ^{AB}	5.00± 2.11 ^A	4.21± 2.15 ^{AB}	3.64± 2.02 ^{AB}	3.50± 2.21 ^{AB}	3.14± 1.83 ^B
	7	3.67± 2.19 ^A	3.67± 2.29 ^A	3.53± 2.47 ^A	3.47± 2.83 ^A	3.60± 2.85 ^A	4.47± 2.75 ^A	3.80± 2.43 ^A	3.73± 2.31 ^A	3.53± 2.33 ^A	3.40± 2.59 ^A	3.40± 2.16 ^A
	9	3.73± 1.62 ^A	3.87± 1.88 ^A	3.87± 1.68 ^A	3.53± 2.00 ^A	3.20± 1.47 ^A	4.33± 2.35 ^A	4.27± 1.53 ^A	4.13± 1.81 ^A	3.07± 1.71 ^A	3.60± 1.72 ^A	3.20± 1.74 ^A
각면정도	1	5.93± 1.44 ^{AB}	4.13± 1.68 ^D	6.60± 1.50 ^A	5.93± 1.91 ^{AB}	5.40± 1.30 ^{ABC}	5.53± 0.99 ^{BC}	5.13± 1.73 ^{BCD}	6.07± 0.80 ^{AB}	4.67± 1.50 ^{CD}	5.93± 1.10 ^{AB}	6.67± 2.16 ^A
	3	4.93± 1.53 ^{BC}	3.20± 1.86 ^D	5.73± 2.19 ^{AB}	6.87± 1.36 ^A	5.80± 1.42 ^{AB}	5.53± 1.36 ^B	5.33± 1.40 ^B	5.13± 1.60 ^{BC}	4.00± 1.69 ^{CD}	5.67± 1.11 ^{AB}	5.53± 1.41 ^B
	5	3.93± 1.73 ^{CD}	3.57± 2.44 ^D	5.50± 1.79 ^{ABC}	6.29± 2.58 ^A	6.07± 2.62 ^{AB}	5.43± 1.09 ^{BC}	4.50± 1.56 ^{BCD}	5.21± 1.67 ^{ABC}	5.07± 1.07 ^{ABCD}	4.71± 1.49 ^{ABCD}	5.21± 1.89 ^{ABC}
	7	4.73± 1.83 ^A	4.00± 3.27 ^A	5.27± 2.96 ^A	5.27± 2.55 ^A	5.07± 2.81 ^A	4.40± 1.88 ^A	4.80± 1.21 ^A	4.47± 1.46 ^A	4.27± 1.67 ^A	4.67± 1.84 ^A	4.87± 1.60 ^A
	9	3.47± 2.39 ^{BC}	3.13± 2.70 ^C	4.73± 1.22 ^{AB}	5.40± 1.55 ^A	5.27± 1.22 ^A	5.53± 1.68 ^A	5.60± 1.35 ^A	4.93± 1.83 ^{AB}	4.80± 1.78 ^{AB}	4.40± 2.38 ^{ABC}	4.73± 1.22 ^{AB}
단단함정도	1	6.40± 1.18 ^{AB}	5.47± 1.60 ^B	6.07± 1.94 ^{AB}	6.20± 1.70 ^{AB}	5.73± 1.67 ^{AB}	5.93± 1.10 ^{AB}	5.73± 1.71 ^{AB}	5.73± 1.53 ^{AB}	5.73± 1.49 ^{AB}	5.87± 1.51 ^{AB}	7.00± 1.36 ^A
	3	4.93± 1.53 ^B	5.53± 1.73 ^{AB}	6.13± 1.30 ^{AB}	6.07± 1.53 ^{AB}	6.53± 1.30 ^A	5.67± 1.72 ^{AB}	5.73± 1.33 ^{AB}	6.00± 1.20 ^{AB}	5.87± 1.85 ^{AB}	6.07± 1.44 ^{AB}	6.00± 1.46 ^{AB}
	5	5.00± 2.00 ^{CD}	5.07± 2.50 ^{CD}	5.79± 1.48 ^{CD}	7.43± 1.45 ^A	5.71± 1.73 ^{BC}	5.86± 1.23 ^{BC}	5.00± 1.84 ^{BC}	5.79± 1.37 ^{BC}	6.14± 1.56 ^B	4.64± 1.34 ^C	5.36± 1.65 ^{BC}
	7	4.73± 1.22 ^{DE}	3.93± 1.71 ^E	6.53± 1.64 ^{AB}	6.00± 1.51 ^{ABC}	6.93± 1.22 ^A	6.00± 1.65 ^{ABC}	5.47± 1.51 ^{BCD}	5.87± 1.19 ^{ABCD}	4.67± 2.06 ^{DE}	5.20± 1.21 ^{CD}	5.67± 1.45 ^{BCD}
	9	4.93± 1.33 ^{BC}	4.40± 1.64 ^C	5.73± 1.62 ^{AB}	6.33± 1.23 ^A	5.67± 1.23 ^{AB}	5.60± 1.40 ^{AB}	5.27± 1.28 ^{ABC}	5.80± 1.01 ^{AB}	5.67± 1.35 ^{AB}	5.27± 1.39 ^{ABC}	5.87± 1.46 ^{AB}
중합적기호도	1	6.00± 1.36 ^B	4.27± 1.62 ^C	6.13± 1.41 ^B	6.07± 1.58 ^B	5.60± 1.64 ^B	5.07± 1.33 ^{BC}	5.93± 1.44 ^B	5.80± 1.66 ^B	5.33± 1.18 ^{BC}	5.93± 1.39 ^B	7.20± 1.21 ^A
	3	4.87± 0.92 ^D	3.67± 1.23 ^E	6.40± 1.06 ^A	6.20± 1.32 ^{AB}	6.20± 0.94 ^{AB}	5.33± 1.23 ^{BCD}	5.27± 1.28 ^{BCD}	5.93± 1.28 ^{ABC}	3.80± 1.37 ^E	5.67± 1.11 ^{ABCD}	5.13± 1.13 ^{CD}
	5	4.14± 1.66 ^{DE}	3.21± 2.04 ^E	5.86± 1.29 ^{BC}	7.36± 1.22 ^A	6.43± 1.65 ^{AB}	5.43± 1.34 ^{BCD}	4.71± 1.44 ^{CD}	5.50± 1.51 ^{BC}	5.50± 1.40 ^{BC}	4.64± 1.82 ^{CD}	5.00± 1.66 ^{CD}
	7	4.00± 1.31 ^{BC}	2.73± 1.58 ^D	7.13± 1.41 ^A	6.80± 1.32 ^A	7.13± 1.51 ^A	4.93± 1.87 ^B	4.87± 1.51 ^B	4.93± 1.39 ^B	3.67± 1.63 ^{CD}	4.07± 1.62 ^{BC}	3.93± 1.49 ^{BC}
	9	3.27± 1.28 ^{CD}	3.07± 1.39 ^D	4.27± 1.62 ^{ABC}	5.40± 1.35 ^A	5.07± 1.33 ^A	4.80± 1.70 ^{AB}	5.07± 1.49 ^A	5.00± 1.46 ^A	4.73± 1.39 ^{AB}	3.67± 1.45 ^{BCD}	4.67± 1.18 ^{AB}

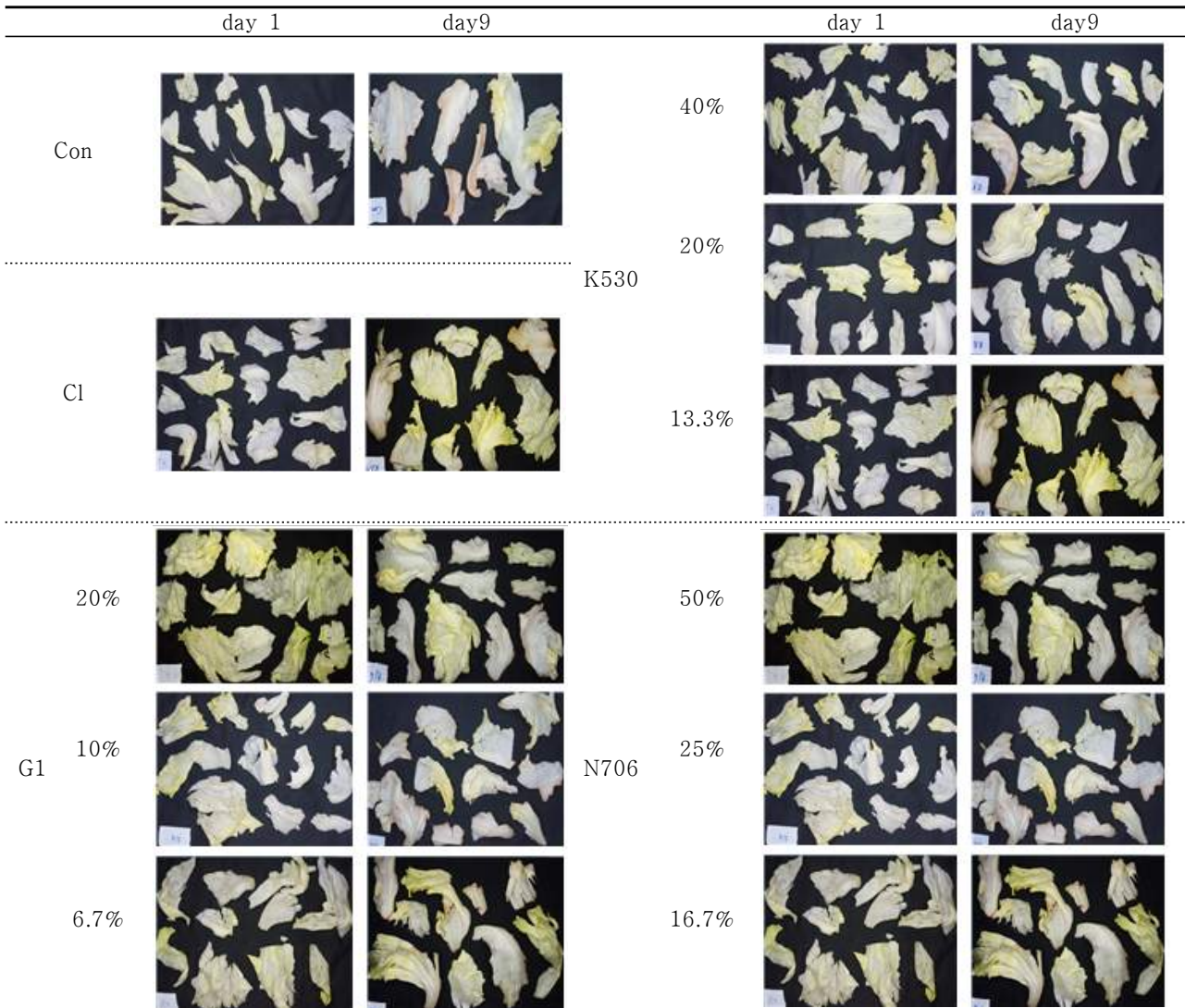


Fig. 3-5. 농도가 다른 천연항균제 및 염소수를 적용한 양상추의 저장 중 모습 >

(2) 개발된 천연항균제의 적용 순서에 따른 염소수 대비 양상추의 신선도 연장효과 비교

가) 양상추

○ 저장 중 양상추의 일반 세균과 효모 및 곰팡이

일반세균 분석 결과 모든 구에서 초기값에 비해 저장기간 동안 그 수가 증가하는 모습을 볼 수 있으며, 무처리구와 염소수 전처리, NR1 그룹은 저장 5일차에 6 log CFU/g 이상으로 일반세균 수가 증가하는 것을 볼 수 있다. 저장 5일차까지 G1-II와 K530-II, N921-II가 무처리구와 염소수 처리한 그룹에 비하여 비교적 일반세균 발생 수가 적은 것을 확인 할 수 있었다. 또한 저장 마지막 날인 7일차에서 염소수 처리한 구의 일반세균수가 무처리구보다 1 log CFU/g 이상 높은 것으로 보아 양상추의 신선도 유지를 위하여 기존의 방식인 염소수 세척은 적절한 방법

이 아닐 것으로 판단된다. 또한 7일차의 결과에 따르면 항균제의 효과는 저장 초기에서만 유효하였다.

효모 및 곰팡이 수를 확인한 결과, 저장 0일차에 비해 그룹 G1-II와 K530-II, N706-I, N706-II에서 효모 곰팡이 수를 감소시키는 것을 확인하였으며, 염소수 세척 및 무처리구에 비하여 곰팡이 저감 효과를 보였다. 일반세균보다 효모 곰팡이 억제에 더욱 큰 효과를 보인 것으로 보인다.

위 결과를 보았을 때 항균제의 적용 순서와 방법이 양상추의 저장 중 미생물학적인 문제에 영향을 미칠 것으로 판단되며, **항균제를 세척 마지막 순서에 적용시키는 것이 더 바람직하다.**

Table 3-23. 저장 중 양상추의 일반 세균과 효모 및 곰팡이 (단위 : log CFU/g)

day	Con	Cl	G1		K530		N706		N921		
			G1-I	G1-II	K530-I	K530-II	N706-I	N706-II	N921-I	N921-II	
0			0.41±0.35								
일반 세 균	1	4.30 ±0.03	3.64 ±0.04	3.09 ±0.11	2.73 ±0.06	3.64 ±0.60	3.23 ±0.21	3.56 ±0.10	3.23 ±0.09	3.38 ±0.06	3.70 ±0.26
	3	5.23 ±0.06	4.56 ±1.15	4.39 ±0.21	3.55 ±0.16	4.53 ±0.60	3.36 ±0.26	4.58 ±0.50	4.26 ±0.08	4.69 ±0.40	4.43 ±0.12
	5	6.17 ±0.07	6.18 ±0.16	5.99 ±0.24	5.33 ±0.90	5.86 ±0.33	5.02 ±0.93	5.65 ±0.71	6.07 ±0.68	6.22 ±0.17	5.81 ±0.40
	7	4.60 ±0.00	5.72 ±0.97	6.28 ±0.08	5.74 ±0.88	5.70 ±0.85	5.88 ±0.55	6.08 ±0.54	6.40 ±0.57	6.20 ±0.08	6.42 ±0.65
0			1.47±0.05								
효 모 및 곰 팡 이	1	1.31 ±0.17	0.81 ±0.12	0.67 ±0.21	0.47 ±0.49	1.08 ±0.88	0.50 ±0.53	0.74 ±0.21	0.74 ±0.25	0.97 ±0.23	1.04 ±0.13
	3	1.55 ±0.16	1.36 ±0.27	1.64 ±0.35	1.18 ±0.30	1.69 ±0.11	ND	0.84 ±0.30	1.47 ±0.20	1.34 ±0.26	1.27 ±0.29
	5	3.18 ±0.11	2.95 ±0.13	2.99 ±0.49	2.15 ±0.45	2.57 ±0.61	1.77 ±0.30	2.47 ±0.81	2.18 ±0.72	2.70 ±0.27	2.67 ±0.24
	7	3.46 ±0.19	3.08 ±0.33	3.01 ±0.14	3.01 ±0.60	3.21 ±0.98	2.66 ±0.97	2.62 ±0.79	2.96 ±0.55	2.64 ±0.20	2.96 ±0.77

ND; No detect.

○ 양상추 저장 중 이화학 및 외관 분석

– 양상추의 저장 중 포장 내 headspace gas 조성

다양한 항균제의 적용 순서에 따른 양상추의 포장 내 산소와 이산화탄소 조성을 분석한 결과, 저장 기간 7일동안 모든 구에서 headspace gas 조성은 변하지 않았으며, 초기값과 유사한 값을 계속하여 유지하였다. 처리구간 차이는 나타나지 않았다.

Table 3-24. 양상추의 저장 중 포장 내 headspace gas 조성

day	Con	Cl	G1		K530		N706		N921		
			G1-I	G1-II	K530-I	K530-II	N706-I	N706-II	N921-I	N921-II	
O ₂	1	19.97 ±0.23	20.57 ±0.15	20.5 ±0.00	20.50 ±0.00	20.60 ±0.10	20.50 ±0.10	20.50 ±0.10	20.50 ±0.00	20.67 ±0.29	21.03 ±0.06
	3	19.9 ±0.46	20.53 ±0.06	19.97 ±0.21	20.13 ±0.06	20.20 ±0.10	20.03 ±0.06	20.17 ±0.15	20.13 ±0.06	20.20 ±0.10	20.23 ±0.12
	5	20.7 ±0.00	19.63 ±0.15	20.17 ±0.58	20.20 ±0.35	20.10 ±0.17	20.03 ±0.12	20.30 ±0.10	20.60 ±0.00	20.40 ±0.00	20.23 ±0.21
	7	19.87 ±0.06	19.83 ±0.38	20.57 ±0.15	20.50 ±0.17	20.43 ±0.29	20.53 ±0.06	20.40 ±0.10	20.37 ±0.12	20.53 ±0.06	20.43 ±0.12
CO ₂	1	1.30 ±0.17	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00
	3	1.70 ±1.45	0.30 ±0.00	1.30 ±0.89	0.33 ±0.06	0.33 ±0.06	0.30 ±0.00	0.33 ±0.06	0.33 ±0.06	0.37 ±0.06	0.30 ±0.00
	5	0.30 ±0.00	2.90 ±0.79	1.13 ±1.44	0.90 ±0.52	1.03 ±0.57	1.07 ±0.83	0.40 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.77 ±0.35
	7	2.13 ±0.46	1.70 ±1.30	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00	0.30 ±0.00

- 양상추의 저장 중 pH, soluble solids, total phenolic compounds 변화

항균제의 적용 순서 및 염소수의 전처리는 양상추의 저장 중 이화학적 특징인 pH, 가용성 고형분, 총페놀화합물 함량 변화에 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 처리구 간 차이가 없으며 저장 중에 일정한 경향성을 띄지 않았다.

Table 3-25. 양상추의 저장 중 pH, soluble solids, total phenolic compounds 변화

day	Con	Cl	G1		K530		N706		N921		
			G1-I	G1-II	K530-I	K530-II	N706-I	N706-II	N921-I	N921-II	
	0		6.21±0.13								
pH	1	6.10 ±0.17	6.24 ±0.07	6.23 ±0.06	5.87 ±0.05	6.17 ±0.07	6.00 ±0.11	6.21 ±0.04	6.35 ±0.12	5.9 ±0.08	6.11 ±0.14
	3	6.17 ±0.21	6.08 ±0.1	6.12 ±0.08	6.00 ±0.04	6.11 ±0.04	6.02 ±0.18	6.04 ±0.14	6.08 ±0.07	6.15 ±0.01	6.04 ±0.05
	5	6.32 ±0.09	6.33 ±0.06	6.26 ±0.05	6.22 ±0.09	6.26 ±0.06	6.31 ±0.18	6.24 ±0.01	6.16 ±0.15	6.17 ±0.1	6.33 ±0.18
	7	6.38 ±0.09	6.22 ±0.05	6.40 ±0.07	6.33 ±0.07	6.26 ±0.12	6.27 ±0.07	6.29 ±0.08	6.28 ±0.03	6.23 ±0.05	6.31 ±0.04
SS	0		1.1±0.2								

	1	0.9±0.1	0.8±0.2	1.0±0.0	0.9±0.2	0.9±0.2	1.1±0.1	1.0±0.4	1.2±0.3	0.9±0.3	0.7±0.2
	3	0.7±0.1	0.8±0.2	0.6±0.2	0.9±0.3	0.5±0.1	0.7±0.1	0.8±0.2	0.7±0.1	0.5±0.1	0.8±0.1
	5	1.1±0.3	1.0±0.1	1.0±0.1	1.4±0.2	1.0±0.0	1.1±0.1	1.0±0.0	1.0±0.1	1.0±0.2	1.2±0.2
	7	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.5±0.1	1.1±0.1	1.3±0.2	1.2±0.1	1.0±0.1	1.1±0.1	1.1±0.2
	0	4.55±1.26									
TPC	1	2.33 ±0.45	0.72 ±0.73	0.73 ±0.19	1.22 ±0.39	0.71 ±0.30	1.84 ±1.42	0.82 ±0.46	1.81 ±1.21	1.28 ±0.76	0.62 ±0.23
	3	1.45 ±0.49	1.29 ±0.79	1.19 ±0.88	2.67 ±1.27	1.60 ±1.36	1.26 ±0.14	2.39 ±1.33	2.35 ±0.75	0.95 ±0.36	1.30 ±0.87
	5	1.44 ±1.08	2.45 ±1.69	1.65 ±0.21	2.21 ±0.72	1.93 ±1.10	0.96 ±0.28	2.40 ±0.39	1.29 ±0.38	1.84 ±1.15	1.50 ±1.55
	7	2.51 ±0.58	0.99 ±0.05	1.43 ±0.69	0.98 ±0.35	2.03 ±0.35	0.94 ±0.05	1.94 ±0.27	1.41 ±0.30	1.57 ±0.34	1.13 ±0.35

SS, soluble solid contents; TPC, Total phenolic compounds contents

– 양상추의 저장 중 관능평가

경북대학교의 숙련된 대학원생 15명을 대상으로 한 관능검사 결과, 색과 외관항목에서 G1②, K530②, N921②가 효과가 나타났으며, 무처리구와 염소수전처리 그룹에 비하여 유의적으로 점수가 높았다. 갈변정도, 외관, 색 항목에서는 항균제처리를 한 모든 양상추구가 무처리구와 염소수 처리구보다 높은 점수를 받았다. 이 결과를 통해 육안으로 확인 가능한 외관적 측면의 품질 저하를 막을 수 있을 것으로 보인다.

단단한 정도는 처리구간, 저장 기간 동안 변화가 없었으며, 샘플의 부분에 따라, 주관적으로 판단하였으므로, 관능검사를 통해 양상추의 단단한 정도를 파악하는 것은 어려웠다.

냄새 항목에서는 저장 3일차까지 모든 구에서 유사한 점수를 얻었지만 저장기간이 길어질수록 K530② 항균제 처리구가 다른 처리구에 비하여 상대적으로 낮은 점수를 받았다. 항균제 특유의 냄새가 양상추 조직에 침투하여 약간의 불쾌취를 만들었다. 항균제의 진한 농도가 이취를 만들 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3-26. 양상추의 저장 중 관능평가

day	Con	Cl	G1		K530		N706		N921		
			G1-I	G1-II	K530-I	K530-II	N706-I	N706-II	N921-I	N921-II	
1	6± 1.7 ^{AB}	5.6± 1.9 ^{ABC}	5.7± 1.7 ^{ABC}	5.2± 1.6 ^{ABC}	4.7± 1.4 ^{BCD}	3.7± 1.2 ^D	5.9± 1.3 ^{ABC}	5.6± 1.6 ^{ABC}	6.3± 1.6 ^A	4.5± 1.3 ^{CD}	
갈 변 정 도	3	3.1± 1.2 ^{BC}	2.5± 1.5 ^C	3.5± 1.1 ^{AB}	4.5± 1.3 ^A	3.5± 1.3 ^{BC}	4.2± 1.0 ^{AB}	3.7± 1.0 ^{AB}	4.0± 1.4 ^{AB}	4.7± 1.3 ^A	4.7± 1.4 ^A
	5	2.5± 1.4 ^{EF}	2.0± 1.4 ^F	3.4± 0.9 ^{CD}	4.6± 1.1 ^{AB}	3.6± 0.9 ^{CD}	4.3± 1.2 ^{ABC}	3.5± 0.8 ^{CD}	2.9± 1.1 ^{DE}	3.8± 0.9 ^{BCD}	4.7± 0.5 ^A
	7	1.3± 0.7 ^E	2.1± 1.5 ^{DE}	2.9± 1.1 ^{CD}	3.7± 1.4 ^{BC}	2.7± 1.1 ^{CD}	5.1± 0.8 ^A	3.0± 1.0 ^{CD}	2.8± 1.1 ^{CD}	2.9± 1.2 ^{CD}	4.5± 1.3 ^{AB}

단 단 합 정 도	1	6.3± 0.9 ^A	6.3± 0.9 ^A	6.2± 0.9 ^A	5.8± 0.9 ^A	6.3± 0.8 ^A	4.3± 1.5 ^B	6.6± 0.9 ^A	6.3± 1.2 ^A	6.2± 1.3 ^A	6.4± 1.0 ^A
	3	4.5± 1.2 ^A	4.7± 1.4 ^A	4.8± 1.2 ^A	4.3± 1.4 ^A	4.2± 1.4 ^A	4.5± 1.1 ^A	4.5± 1.1 ^A	4.6± 0.8 ^A	4.8± 1.2 ^A	4.5± 1.1 ^A
	5	3.8± 1.4 ^A	3.9± 1.4 ^A	4.4± 1.1 ^A	4.9± 0.9 ^A	4.0± 1.3 ^A	4.6± 0.8 ^A	4.2± 1.0 ^A	4.5± 1.1 ^A	3.8± 1.3 ^A	4.3± 1.3 ^A
	7	4± 1.4 ^{AB}	4.6± 1.4 ^{AB}	4.3± 0.9 ^{AB}	4.6± 1.4 ^{AB}	3.5± 0.9 ^B	3.6± 1.4 ^B	4.8± 1.1 ^A	4.0± 1.5 ^{AB}	4.3± 1.4 ^{AB}	4.2± 1.3 ^{AB}
외 관	1	6.5± 0.7 ^A	6.3± 0.7 ^A	6.0± 1.0 ^{AB}	5.3± 0.9 ^B	5.2± 0.8 ^B	4.1± 0.8 ^C	5.8± 0.9 ^{AB}	5.7± 1.2 ^{AB}	6.5± 1.1 ^A	5.3± 1.1 ^B
	3	3.3± 1.0 ^{DE}	2.6± 1.2 ^E	3.7± 0.9 ^{DE}	4.7± 0.9 ^{AB}	3.5± 0.9 ^{DE}	3.9± 1.0 ^{BCD}	3.3± 0.9 ^{DE}	4.1± 1.1 ^{ABCD}	4.8± 1.1 ^A	4.3± 1.3 ^{ABC}
	5	2.8± 1.3 ^{CD}	2.2± 1.2 ^D	3.8± 1.1 ^{AB}	4.6± 1.1 ^A	3.8± 1.1 ^{ABC}	4.3± 1.1 ^{AB}	4.1± 1.0 ^{AB}	3.5± 0.9 ^{BC}	4.0± 1.2 ^{AB}	4.1± 1.0 ^{AB}
	7	1.7± 1.0 ^D	2.4± 1.6 ^{CD}	3.3± 1.4 ^{BC}	3.2± 1.1 ^{BC}	2.8± 1.3 ^C	4.4± 1.0 ^A	3.3± 1.1 ^{BC}	2.5± 1.0 ^{CD}	3± 1.5 ^{BC}	3.9± 1.2 ^{AB}
색	1	6.3± 1.0 ^{AB}	6.1± 1.1 ^{AB}	6.3± 0.6 ^{AB}	5.6± 1.2 ^{BCD}	4.8± 1.0 ^D	3.8± 0.9 ^E	5.7± 1.2 ^{ABC}	5.8± 0.7 ^{ABC}	6.6± 1.0 ^A	5.0± 1.3 ^{CD}
	3	3.7± 0.9 ^{BC}	2.6± 1.3 ^D	3.5± 1.0 ^{CD}	4.5± 1.2 ^{AB}	3.2± 0.8 ^{CD}	3.8± 0.8 ^{BC}	3.4± 1.1 ^{CD}	3.7± 0.9 ^{BC}	4.8± 1.2 ^A	4.8± 0.9 ^A
	5	2.3± 0.9 ^C	2.0± 1.1 ^C	3.8± 1.1 ^B	5.0± 0.6 ^A	4.3± 1.1 ^{AB}	4.5± 1.1 ^{AB}	4.1± 0.9 ^{AB}	3.9± 0.9	4.2± 1.2 ^{AB}	4.6± 1.1 ^{AB}
	7	1.8± 1.0 ^C	2.3± 1.4 ^{BC}	3.1± 1.2 ^B	3.2± 1.3 ^B	2.8± 1.2 ^{BC}	4.4± 1.4 ^A	2.8± 0.8 ^{BC}	2.5± 1.0 ^{BC}	2.8± 1.1 ^{BC}	4.2± 1.3 ^A
냄 새	1	6.0± 0.9 ^A	5.9± 0.8 ^A	5.4± 1.3 ^A	5.2± 1.3 ^A	5.1± 1.5 ^A	3.6± 1.2 ^B	5.8± 0.7 ^A	5.6± 1.4 ^A	5.9± 1.4 ^A	3.8± 1.8 ^B
	3	4.5± 1.3 ^A	3.8± 1.8 ^A	4.3± 1.3 ^A	4.2± 1.9 ^A	3.9± 1.4 ^A	3.5± 1.3 ^A	4.5± 1.1 ^A	4.6± 1.0 ^A	4.2± 0.6 ^A	3.5± 1.6 ^A
	5	5.3± 1.1 ^A	4.8± 1.5 ^{ABC}	4.6± 1.2 ^{ABC}	5.1± 1.2 ^{AB}	4.8± 1.0 ^{ABC}	3.4± 1.7 ^D	3.8± 1.4 ^{CD}	4.0± 0.9 ^{BCD}	4.7± 1.2 ^{ABC}	4.6± 1.3 ^{ABC}
	7	4.0± 1.6 ^{AB}	3.8± 1.5 ^{ABC}	4.1± 1.0 ^{AB}	3.3± 1.1 ^{BC}	3.7± 1.6 ^{ABC}	2.7± 1.2 ^C	4.7± 1.2 ^A	3.9± 1.3 ^{AB}	4.2± 1.2 ^{AB}	3.6± 1.4 ^{ABC}
중 합 적 기 호 도	1	6.4± 0.5 ^A	6.3± 0.6 ^A	5.8± 1.4 ^{AB}	5.1± 1.4 ^B	5.1± 1.0 ^B	3.4± 1.3 ^C	5.8± 0.9 ^{AB}	5.5± 0.9 ^{AB}	6.3± 1.3 ^A	4.0± 1.5 ^C
	3	3.4± 1.0 ^{DE}	2.4± 1.3 ^E	3.4± 1.2 ^D	4.6± 1.4 ^{AB}	3.5± 1.1 ^{DE}	3.6± 1.0 ^{CD}	3.5± 0.9 ^{CD}	4.5± 1.2 ^{ABC}	5.0± 1.1 ^D	3.8± 1.3 ^{BCD}
	5	3.3± 1.6 ^{BC}	2.3± 1.1 ^C	4.3± 1.0 ^{AB}	4.7± 1.2 ^A	4.1± 0.9 ^{AB}	3.4± 1.2 ^B	4.0± 1.0 ^{AB}	3.8± 0.9 ^{AB}	4.3± 1.0 ^{AB}	4.3± 1.4 ^{AB}
	7	2.0± 1.3 ^C	2.5± 1.5 ^{BC}	2.9± 1.6 ^{ABC}	3.2± 1.2 ^{ABC}	2.8± 1.3 ^{BC}	3.6± 1.7 ^{AB}	3.4± 0.9 ^{AB}	3.0± 1.3 ^{ABC}	3.0± 1.3 ^{ABC}	4.2± 1.6 ^A

다. 품목별 적용 가능한 최적 조건 확립

Table 3-27. 신선 농산물 품목별 천연항균제 적용 가능 조건

품목	최적 조건 확립
방울 토마토	<ul style="list-style-type: none"> -방울토마토는 껍질의 왁스층으로 인해 전처리에 따른 색, 냄새 변화는 없었음. -전처리가 일반적인 이화학적 특성에 변화를 주지 않았음. -K530과 N706 처리시 미생물 저해 효과가 적고, 과육 숙성을 촉진하므로 방울토마토 적용 부적합함.
도라지	<ul style="list-style-type: none"> -염소수 침지는 도라지 표면을 갈변시키고 이취를 발생시키므로 부적합함. -K530, N706도 도라지 이취 발생 시키므로, 항균제로써 부적합함. -20% G1 침지시 박피절단 도라지의 외관적 품질을 유지시키기에 가장 적합함.
양상추	<ul style="list-style-type: none"> -양상추는 다른 품목에 비해 품질저하가 굉장히 빠르게 일어나고 조직이 민감한 품목임 -10% G1, 25~40% K530, 20% N706, 1% N921 사용시 양상추 미생물 저해에 적합함. -세척 과정 마지막 단계에 적용하는 것이 미생물 생성 억제에 도움을 줌. -항균제 적용시 원물의 품질 특성에 영향을 주지 않으므로 적합함.

다. 천연 항균복합조성물을 활용한 세척 및 살균 소독 공정 실증을 통한 현장 적용 표준화

(1) 개발 기술을 활용한 공정 실증 평가

(가) 천연항균제(K326)와 마이크로버블 세척의 병용처리의 염소수 대비 신선도연장 효과 비교

가) 방울토마토

○ 미생물학적 분석결과

- 저장 중 방울토마토의 일반 세균과 효모 및 곰팡이

염소수 침지 후 와류처리 한 방울토마토가 다른 처리구보다 비교적 미생물 발생 억제 효과가 있었다. 반면에 방울토마토에 K326 항균제와 마이크로버블 세척 행굼을 병용 처리했을 때 일반세균과 효모 및 곰팡이를 저해시키는 것에 효과가 미미하였다.

하지만 저장 10일차에서 결과에서 세척을 하지 않은 무처리구에 비해서는 세척을 한 시료들 모두 미생물저해 효과를 확인 하였다.

Table 3-28. 저장 중 방울토마토의 일반 세균과 효모 및 곰팡이 (단위 : log CFU/g)

sample ¹⁾	day					
	1	4	7	10	14	
일반세균	Con	ND ²⁾	-	-	5.98±0.79	-
	TW+V	ND	1.62±0.57	3.58±0.22	4.59±0.08	4.73±0.46
	CI+V	ND	2.80±0.91	3.53±0.53	4.23±0.35	4.89±0.61
	K326+M B	ND	4.47±0.70	4.50±0.83	3.97±0.02	6.06±0.47
효모 및 곰팡이	Con	ND	-	-	5.93±0.71	-
	TW+V	2.21±0.21	2.87±0.19	4.05±0.34	4.81±0.34	6.26±0.65
	CI+V	ND	3.96±0.65	4.08±0.26	4.45±0.26	5.32±1.07
	K326+M B	1.21±0.31	4.88±0.47	5.38±0.89	4.35±0.81	5.16±0.10

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+V, Tap water+와류행균; CI+V, 차아염소산 +와류행균; K326+MB, K326+microbubble 세척행균

²⁾ND, No detect.

○ 이화학적 분석결과

- 저장 중 방울토마토의 pH, soluble solids, total phenolic compounds 변화

이화학적 분석 결과, pH와 가용성 고형분은 처리구간 차이를 나타내지 않았으며, 저장 기간동안 일정한 경향이 나타나지 않았다. TPC는 저장 1일차에는 모든 구가 유사한 함량을 가지고 있었으며, 대부분의 값이 증가하다가 감소하는 경향을 보였다. 항균제와 마이크로버블 병용처리를 한 K326+MB는 저장 기간 동안 가장 초기값과 값의 변화가 비교적 적었다. 그에 비하여 CI+V구는 TPC값의 변동이 심했으며, CI 침지가 방울토마토의 총페놀화합물 함량에 영향을 크게 주는 것으로 판단된다.

Table 3-29. 저장 중 방울토마토의 pH, soluble solids, total phenolic compounds 변화

sample ¹⁾	day					
	1	4	7	10	14	
pH	Con	4.61±0.05			4.79±0.08	
	TW+V	4.38±0.14	4.50±0.12	4.69±0.19	4.53±0.15	4.65±0.20
	Cl+V	4.57±0.10	4.70±0.08	4.77±0.02	4.83±0.05	4.84±0.09
	K326+MB	4.6±0.13	4.58±0.14	4.59±0.04	4.82±0.03	4.93±0.18
SS ²⁾	Con	1.97±0.05			1.85±0.05	
	TW+V	2.10±0.08	2.00±0.14	1.97±0.05	2.20±0.22	1.90±0.22
	Cl+V	1.87±0.05	1.93±0.09	1.93±0.09	1.90±0.08	1.83±0.12
	K326+MB	1.97±0.05	2.00±0.08	1.83±0.05	1.83±0.17	1.90±0.08
TPC	Con	225.33±17.69			211.45±61.99	
	TW+V	224.04±3.29	254.09±2.33	254.03±4.25	268.50±25.68	210.99±16.67
	Cl+V	226.73±7.93	250.91±14.67	237.64±12.18	264.18±20.80	197.97±3.96
	K326+MB	223.44±8.59	225.03±10.63	246.84±15.91	259.06±22.17	201.83±10.96

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+V, Tap water+와류행균; Cl+V, 차아염소산+와류행균; K326+MB, K326+microbubble 세척행균

²⁾SS, soluble solids; TPC, total phenolic compounds.

– 저장 중 방울토마토의 표면색도 변화

저장 중에 여러 세척방법을 거친 방울토마토의 표면 lightness, redness, yellowness 는 저장 중 변화가 없었고, 처리구간 차이도 없었다. 방울토마토는 표면 껍질에 wax 층을 가지고 있으며, 저장 시 갈변이 문제가 되기보다는 표면 곰팡이 발생이나 짓무름 이 문제가 되는 농산물이다. 따라서 본 실험 시 표면에 색은 크게 변하지 않았고, 세 척방법이나 항균제 처리 유무에 색이 영향을 받지 않는 것을 확인하였다.

Table 3-30. 저장 중 방울토마토의 표면 색도 변화

day	Con ²⁾	TW+V	Cl+V	K326+MB	
L ^{*1)}	1	37.05±1.12	37.08±1.11	38.12±1.06	36.80±1.37
	4	-	36.34±1.31	37.53±1.13	36.42±1.08
	7	-	36.79±1.05	36.56±1.00	35.15±1.47
	10	36.70±1.48	35.63±0.95	36.88±1.16	36.18±0.84
	14	-	36.14±0.92	36.08±0.74	34.93±1.11
a [*]	1	21.18±2.53	20.42±2.96	19.07±2.28	19.85±3.44
	4	-	20.25±2.09	21.19±1.97	20.25±2.18
	7	-	20.51±2.75	19.21±1.99	22.21±3.00
	10	21.00±2.24	20.06±2.53	19.71±2.12	19.93±2.65
	14	-	20.44±2.04	19.29±1.90	22.28±2.74
b [*]	1	19.51±1.79	19.32±1.85	20.29±1.68	19.53±1.91
	4	-	20.55±1.79	20.67±1.73	20.07±1.49
	7	-	20.03±2.19	19.65±1.47	21.93±2.07
	10	20.91±1.86	20.13±2.11	19.94±1.52	19.13±1.58
	14	-	20.28±1.60	19.75±1.72	21.90±1.55

¹⁾L*, Lightness; a*, redness; b*, yellowness

²⁾Con, 원물(세척안함); TW+V, Tap water+와류헝굼; Cl+V, 차아염소산 +와류헝굼; K326+MB, K326+microbubble 세척헝굼

- 저장 중 방울토마토 경도 강도 변화

세척을 하지 않은 Con 구는 다른 세척한 경우보다 빠르게 경도와 강도가 저장 1일차 값보다 유의적으로 감소하는 것을 볼수 있었고, 세척한 그룹 중에서는 수돗물침지 후 와류 헝굼한 그룹이 저장 14일차에서 경도와 강도가 감소하는 것을 확인하였다. 반면에 차아염소산 침지 후 와류 헝굼을 한 방울토마토와 항균제 처리와 마이크로버블세척을 병용 처리한 그룹은 경도 강도의 줄어드는 것이 느렸다.

따라서 세척 시 차아염소산과 K326 항균제를 사용하는 것은 방울토마토의 저장 중 조직연화와 표면 깃무름을 저해시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3-31. 저장 중 방울토마토 경도 강도 변화

sample ¹⁾	day					
	1	4	7	10	14	
Con	17,017.3±1,613.0	-	-	16,452.0±3,385.2	-	
경도	TW+V	16,943.7±4,799.4	14,610.3±3,733.9	15,544.7±3,963.0	16,888.7±2,262.4	14,528.6±2,774.2
	CI+V	18,202.7±2,181.7	16,834.0±2,794.3	14,685.5±3,550.1	16,114.0±2,964.3	15,884.0±3,465.6
	K326+MB	15,831.9±3,276.6	16,461.3±2,792.9	16,565.2±3,918.2	15,509.7±4,070.8	16,036.9±3,932.3
Con	5,588.8±1,544.6	-	-	4,670.1±1,825.9	-	
강도	TW+V	6,103.6±1,800.6	6,289.7±1,252.5	5,637.8±1,981.4	5,628.1±1,494.3	4,873.5±1,813.6
	CI+V	6,780.1±1,109.8	6,175.0±1,463.1	5,335.3±1,521.9	5,787.4±1,611.5	5,642.2±1,914.6
	K326+MB	6,537.1±2,196.6	5,637.1±1,804.8	6,470.3±1,615.8	5,600.3±1,900.8	5,379.8±1,913.3

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+V, Tap water+와류행균; CI+V, 차아염소산 +와류행균; K326+MB, K326+microbubble 세척행균

- 저장 중 방울토마토의 관능 검사

외관 항목에서는 모든 세척된 샘플이 저장 3일차에 무처리구보다 낮은 점수를 받았으며, 특히 수돗물 세척 및 와류를 통한 방법이 방울토마토의 외관에 좋지 않음을 알 수 있었다. 색도 분석 결과에서도 알 수 있듯이 방울토마토의 저장 중 표면 색도는 큰 변화가 없었다. 유사하게 관능검사 시에도 점수 차이는 나타나지 않았다. 냄새나 이취 항목에서 보았을 때, 항균제나 차아염소산에 의한 이취는 발생하지 않음을 알 수 있었다. 단단함은 TW+V에서 비교적 낮았고 이는 수돗물 와류 행균이 방울토마토의 조직을 무르게 할 수 있음을 나타낸다. 종합적인 기호도 점수는 조직감에 영향을 받았을 것으로 보이며 TW+V 구가 전반적으로 낮은 점수를 받았다.

따라서 수돗물 와류 세척보다는 염소수나 천연항균제를 이용하는 것이 물러짐을 방지하여 방울토마토의 저장성을 향상시킬 것으로 보인다.

Table 3-32. 저장 중 방울토마토의 관능 검사 (점)

	day	Con ¹⁾	TW+V	Cl+V	K326+MB
외관	1	5.14±1.41	5.50±1.24	5.21±1.37	5.57±0.90
	4	—	5.13±0.88	5.13±1.31	5.27±1.18
	7	—	4.40±0.80	5.60±1.02	3.47±1.93
	10	5.91±0.51	2.82±1.19	3.73±1.54	3.82±1.34
	14	—	2.93±1.48	3.73±1.34	4.80±1.11
색	1	5.29±1.03	5.43±1.12	5.64±1.11	5.64±0.97
	4	—	5.40±1.08	5.40±1.08	5.60±0.88
	7	—	4.60±1.14	5.60±1.20	3.93±1.44
	10	5.73±0.62	5.09±1.24	5.27±1.21	5.45±1.08
	14	—	4.40±1.31	4.67±1.07	4.87±1.15
이취	1	2.36±1.87	2.14±1.60	2.00±1.73	1.86±1.46
	4	—	1.87±1.02	1.73±1.06	2.07±1.44
	7	—	3.40±1.85	2.40±1.31	2.87±1.82
	10	1.55±0.50	2.82±1.19	1.82±0.72	2.09±0.90
	14	—	4.07±1.18	4.20±1.22	4.13±1.02
냄새	1	4.86±1.30	5.57±1.18	5.71±1.03	4.79±1.26
	4	—	5.27±1.39	5.47±1.15	5.47±1.09
	7	—	4.47±1.26	4.47±1.15	4.20±1.05
	10	5.00±1.13	4.45±1.44	4.55±1.16	4.82±1.11
	14	—	3.20±1.64	2.80±1.38	2.67±1.30
변색정도	1	2.86±1.81	2.14±1.41	2.14±1.19	1.79±1.01
	4	—	2.33±1.07	1.93±1.06	2.27±1.24
	7	—	3.53±1.31	3.53±1.78	4.47±1.67
	10	1.55±0.66	2.91±1.50	2.55±1.23	2.36±1.15
	14	—	3.20±1.72	2.93±1.39	2.87±1.41
단단한 정도	1	5.64±0.97	4.07±1.49	4.64±1.67	5.36±0.81
	4	—	3.60±1.40	4.80±1.38	4.20±1.28
	7	—	4.73±1.61	5.20±0.98	2.93±1.12
	10	5.36±1.07	3.18±0.94	3.82±1.27	3.82±1.11
	14	—	3.33±1.25	3.80±1.56	3.93±1.65
종합적 기호도	1	4.86±1.64	5.07±1.22	5.50±0.98	5.64±0.97
	4	—	4.57±1.24	5.14±1.25	4.93±1.16
	7	—	4.53±0.72	5.13±1.15	3.40±1.45
	10	5.64±0.88	3.09±1.00	3.91±1.38	4.09±1.16
	14	—	3.07±1.79	3.29±1.16	3.93±0.96

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+V, Tap water+와류행균; Cl+V, 차아염소산 +와류행균; K326+MB, K326+microbubble 세척행균

나) 도라지

○ 세척 및 행균 방법을 달리한 도라지의 저장 중 미생물학적 분석결과

본 실험에서는 도라지에 천연항균제를 적용시키지 않았으며, 모든 구에서 침지 및 행균 시 수돗물을 사용하였다. 모든 도라지 샘플에서는 처리 직후 저장 1일차부터 미생물 발생이 6 log CFU/g 이상으로 방울토마토보다 매우 높은 값을 나타냈다.

저장 6일차부터 수돗물에 와류 세척을 한 TW+V는 다른 처리구에 비하여 미생물 발생이 비교적 높은 것을 볼수 있었으며, **와류세척은 도라지 세척에 부적합하다고 판단**된다. 침지세척이과 마이크로버블 세척 역시 무처리구에 비하여 항균효과가 나타나지 않았다.

Table 3-33. 세척 및 행균 방법을 달리 한 도라지의 저장 중 일반 세균과 효모 및 곰팡이 (단위 : log CFU/g)

sample ¹⁾	day					
	1	3	6	9	13	
일반세균	Con	6.66±0.09	-	-	6.62±0.25	-
	TW+D	6.54±0.11	6.96±0.22	6.94±0.38	8.01±0.21	7.79±0.17
	TW+V	6.42±0.15	6.65±0.09	7.36±0.11	8.17±0.38	8.10±0.21
	TW+MB	6.72±0.25	6.71±0.23	7.96±0.16	8.09±0.28	7.89±0.15
효모 및 곰팡이	Con	6.62±0.25	-	-	6.57±0.06	-
	TW+D	6.62±0.05	7.09±0.19	7.01±0.37	7.82±0.14	7.82±0.19
	TW+V	6.51±0.10	6.77±0.21	8.15±0.06	8.36±0.38	8.17±0.03
	TW+MB	6.77±0.25	7.01±0.32	7.45±0.03	7.92±0.27	7.83±0.29

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+D, Tap water 침지; TW+V, Tap water 와류행균; TW+MB, Tap water + microbubble 세척.

○ 세척 및 행균 방법을 달리한 도라지의 저장 중 이화학적 분석결과

이화학적 분석 결과 저장 초기 5.7~5.8 정도였던 pH가 무처리구를 제외하고 저장 기간 동안 pH가 계속하여 감소하는 경향이 나타났고, 마이크로버블 세척 시 4.19까지 감소하였다. 그 감소하는 정도는 **마이크로버블>와류>침지** 순으로 높았으며, 조직에 충격이 가하는 행균 방식일수록 **pH 변화가 심한** 것을 확인했다.

가용성 고형분과 총 페놀함량, 갈변정도를 나타내는 BI는 저장 기간 동안 모든 처리구

에서 경 향성이 나타나지 않았으며, 유의적 차이도 없었다.

세척 및 헹굼 방법을 달리 했을 때, 이화학적인 측면에서 pH 변화가 일어난다는 것을 확인하였다.

Table 3-34. 세척 및 헹굼 방법을 달리한 도라지의 이화학적 변화

sample ¹⁾	day					
	1	3	6	9	13	
pH	Con	5.72±0.09	—	—	5.74±0.28	—
	TW+D	5.87±0.06	5.77±0.01	6.11±0.02	4.84±0.79	4.44±0.52
	TW+V	5.89±0.04	5.71±0.02	5.58±0.64	4.41±0.15	4.21±0.17
	TW+MB	5.75±0.10	5.67±0.08	4.83±0.33	4.35±0.11	4.19±0.06
SS ²⁾	Con	4.60±0.71	—	—	4.55±0.45	—
	TW+D	3.70±0.37	3.47±0.50	3.47±0.62	3.70±0.08	3.37±0.12
	TW+V	3.87±0.09	4.20±0.28	3.63±0.45	3.03±0.66	3.53±0.34
	TW+MB	3.73±0.49	3.80±0.51	4.00±0.36	3.60±0.24	4.23±0.31
TPC	Con	116.34±6.23	—	—	130.23±4.20	—
	TW+D	114.36±14.65	134.85±12.32	118.66±8.10	152.49±24.72	108.20±10.90
	TW+V	109.87±5.25	126.68±3.99	114.02±6.43	155.58±21.56	112.78±3.76
	TW+MB	115.35±3.24	122.67±2.79	120.57±5.66	133.72±1.08	107.26±1.85
BI	Con	0.19±0.03	—	—	0.20±0.02	—
	TW+D	0.11±0.02	0.16±0.02	0.16±0.01	0.18±0.03	0.20±0.07
	TW+V	0.15±0.03	0.16±0.05	0.15±0.03	0.16±0.01	0.17±0.04
	TW+MB	0.19±0.06	0.18±0.03	0.16±0.01	0.18±0.02	0.21±0.04

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+D, Tap water 침지; TW+V, Tap water 와류헹굼; TW+MB, Tap water + microbubble 세척.

²⁾SS, soluble solids; TPC, total phenolic compounds; BI, Browning index

○ 세척 및 헹굼 방법을 달리한 도라지의 저장 중 관능 검사

종합적 기호도 항목에서 세척을 하지 않은 무처리구에서 점수가 가장 높았으며, 박피 절단 도라지는 수분이 접촉하였을 때 품질특성이 떨어지는 것으로 보인다. 세척도라지는 대부분 저장 9일차에서 판매 가치를 잃었으며, 그 시기는 처리구 간에 비슷하게 나타났다. 색과 냄새, 단단함 정도에서는 TW+D 구가 비교적 높은 점수를 받았다. 본 실험을 통하여 마이크로버블세척이 도라지 품질 유지에 도움을 주지 못한다고 판단하였고, 도라지 세척 시 조직에 충격을 주는 세척법일 수록 부적합한 방법이었다.

Table 3-35. 세척 및 행균 방법을 달리한 도라지의 관능 검사 (점) >

		Con ¹⁾	TW+D	TW+V	TW+MB
외관	1	5.13±1.32	5.25±1.30	5.63±1.11	5.31±1.21
	3	—	6.00±0.89	4.47±1.31	4.40±1.31
	6	—	4.87±1.41	5.00±1.03	4.67±1.01
	9	4.64±0.77	3.45±1.30	3.55±1.37	3.09±1.38
	13	—	3.40±1.20	3.93±1.81	3.27±1.44
색	1	5.00±1.27	5.50±1.32	5.81±1.24	5.56±1.27
	3	—	5.80±1.05	4.33±1.35	4.40±1.20
	6	—	5.27±1.12	4.87±1.31	4.40±1.14
	9	4.36±0.64	3.09±1.24	3.27±0.96	3.18±1.19
	13	—	3.67±1.49	3.80±1.47	3.13±1.20
이취	1	2.38±1.54	2.06±1.48	1.69±0.85	2.06±1.09
	3	—	1.87±1.59	2.73±1.18	2.47±1.09
	6	—	2.60±1.45	3.13±1.71	4.00±1.75
	9	2.82±1.11	5.36±1.07	5.00±1.35	5.36±1.30
	13	—	4.87±1.86	4.73±1.95	4.33±1.92
냄새	1	4.88±1.27	4.81±1.18	5.19±1.24	5.31±1.31
	3	—	5.80±0.91	4.87±0.96	5.13±0.96
	6	—	5.13±1.15	4.53±1.31	3.60±1.82
	9	4.18±1.19	2.45±1.08	2.64±1.23	2.36±1.15
	13	—	2.20±1.28	2.47±1.20	2.93±1.61
갈변정도	1	2.81±1.18	2.50±1.00	1.50±0.71	1.81±1.18
	3	—	2.67±1.85	4.00±1.46	3.93±1.29
	6	—	3.20±1.42	3.60±1.58	4.20±1.38
	9	3.09±1.16	4.91±1.50	4.45±1.67	4.64±1.61
	13	—	4.07±1.29	3.87±1.09	4.93±1.24
단단한 정도	1	4.88±1.11	5.00±1.22	5.44±1.17	4.81±1.51
	3	—	5.13±1.02	4.40±1.31	4.80±1.33
	6	—	4.87±0.81	4.00±1.32	3.87±1.26
	9	4.82±1.59	4.00±1.28	3.18±1.03	3.00±0.95
	13	—	3.33±1.30	3.13±1.31	3.20±1.28
종합적 기호도	1	4.63±1.27	4.88±1.45	5.63±1.27	5.13±1.54
	3	—	6.13±0.72	4.27±0.85	4.20±1.17
	6	—	5.00±0.89	4.73±0.93	3.80±1.38
	9	4.36±0.98	2.73±0.96	3.45±1.30	2.36±0.98
	13	—	2.73±1.29	2.87±1.20	2.53±1.36

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+D, Tap water 침지; TW+V, Tap water 와류 행균; TW+MB, Tap water + microbubble 세척.

다) 양상추

○ 미생물학적 분석결과

차아염소산 및 마이크로버블 세척 시 저장 4일차까지 무처리구에 비하여 유의적으로 일반세균발생이 적었다. 하지만 효모 및 곰팡이 억제에는 두드러지는 효과는 나타나지 못하였다. 항균제 및 마이크로버블 처리를 한 양상추는 저장 3일차까지는 무처리구보다 비교적 일반세균과 곰팡이 발생수가 적었으나, 이 후로는 오히려 무처리구보다 미생물 발생이 높아, 저장 초기에만 억제 효과가 있는 것으로 보인다. 수돗물과 마이크로버블 병용처리는 저장 1일차부터 저장 마지막 날인 8일까지 모든 저장 기간동안 무처리구와 비슷하거나 많은 미생물 수가 발생하여 효과가 미미하였다.

따라서 차아염소산과, 항균제는 마이크로버블 세척 행굼 시 양상추의 저장 초기에만 미약한 항균효과를 기대해 볼 수 있다.

Table 3-36. 세척수를 달리하여 마이크로버블 세척처리한 양상추의 일반 세균과 효모 및 곰팡이 수 변화

(단위 : log CFU/g)

sample ¹⁾	day						
	1	2	3	4	6	8	
일반 세균	Con	2.96±0.22 ^A	3.38±0.18 ^A	4.35±0.02 ^A	5.35±0.13 ^A	4.52±0.38 ^C	-
	TW+MB	2.70±0.28 ^{AB}	2.92±0.46 ^{AB}	4.18±0.23 ^{AB}	4.97±0.27 ^B	5.72±0.35 ^B	5.88±0.36 ^B
	Cl+MB	2.84±0.13 ^{AB}	2.36±0.06 ^D	3.78±0.16 ^B	4.55±0.16 ^C	5.25±0.03 ^B	6.26±0.17 ^{AB}
	K326+M B	2.42±0.27 ^B	2.68±0.25 ^{BC}	3.86±0.50 ^{AB}	5.11±0.07 ^{AB}	6.37±0.14 ^A	6.75±0.34 ^A
효모 및 곰팡이	Con	1.99±0.06 ^B	2.38±0.06 ^{AB}	2.41±0.06 ^B	2.66±0.09 ^B	2.93±0.29 ^{BC}	-
	TW+MB	2.43±0.06 ^A	2.75±0.26 ^A	3.19±0.09 ^A	3.28±0.02 ^A	3.28±0.09 ^A	3.41±0.08 ^B
	Cl+MB	1.75±0.23 ^B	2.28±0.08 ^{BC}	2.39±0.06 ^B	2.76±0.19 ^B	2.62±0.11 ^C	3.14±0.03 ^C
	K326+M B	1.75±0.25 ^B	2.06±0.30 ^C	2.26±0.04 ^C	2.55±0.10 ^B	3.12±0.17 ^A	4.32±0.06 ^A

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+MB, Tap water+microbubble; Cl+MB, 차아염소산+microbubble; K326+MB, 항균제 K326+microbubble 세척.

○ 이화학적 분석 및 외관적 분석 결과

- pH, 가용성 고형분, 총페놀화합물 변화

이화학적 분석결과 향균제 및 마이크로버블 병용처리 시 양상추의 pH가 저장 기간동안 지속해서 증가하는 것을 볼 수 있었다. 가용성 고형분 함량은 모든 처리구에서 차이가 없었으며, 저장 기간 중 유의적인 변화는 없었다. TPC 함량은 모든 처리구가 저장 1일차에는 26.3~29.2mg% 였으나, 무처리구를 제외하고 저장 8일차에 CI+MB는 36.75mg%까지, TW+MB는 31.77mg%까지 증가하였으며, K326+MB는 저장 6일차에 35.28mg%까지 증가하였다. 따라서 차아염소산과 K326 향균제는 마이크로버블 병용처리 시 총페놀함량이 증가하였다.

Table 3-37. 세척수를 달리하여 마이크로버블 세척처리한 양상추 pH, 가용성 고형분, 총페놀화합물 변화

sample ¹⁾	day						
	1	2	3	4	6	8	
pH	Con	6.34±0.03 ^B	5.88±0.03 ^A	6.29±0.01 ^A	6.35±0.03 ^B	6.27±0.07 ^A	-
	TW+MB	6.31±0.01 ^B	5.91±0.03 ^A	6.27±0.04 ^A	6.35±0.01 ^B	6.34±0.02 ^A	6.55±0.01 ^A
	CI+MB	6.27±0.05 ^B	5.97±0.01 ^B	6.26±0.01 ^A	6.27±0.01 ^A	6.37±0.03 ^A	6.56±0.05 ^A
	K326+MB	6.05±0.03 ^A	6.08±0.02 ^C	6.37±0.01 ^B	6.40±0.01 ^C	6.55±0.02 ^B	6.73±0.04 ^B
SS ²⁾	Con	0.83±0.05 ^A	0.77±0.05 ^A	0.80±0.00 ^A	0.80±0.00 ^A	0.80±0.00 ^A	-
	TW+MB	0.80±0.00 ^A	0.80±0.00 ^A	0.80±0.00 ^A	0.87±0.05 ^A	0.83±0.05 ^A	0.77±0.05 ^A
	CI+MB	0.83±0.05 ^A	0.77±0.05 ^A	0.80±0.00 ^A	0.80±0.00 ^A	0.87±0.05 ^A	0.80±0.08 ^A
	K326+MB	0.80±0.08 ^A	0.83±0.05 ^A	0.83±0.05 ^A	0.83±0.05 ^A	0.83±0.05 ^A	0.87±0.05 ^A
TPC	Con	26.30±3.66 ^A	-	-	23.92±0.51 ^{BC}	26.90±1.96 ^B	-
	TW+MB	29.25±1.85 ^A	23.14±1.85 ^B	26.03±2.36 ^A	28.50±3.83 ^{AB}	31.61±2.88 ^{AB}	31.77±0.50 ^A
	CI+MB	28.59±2.30 ^A	21.20±1.95 ^B	34.36±5.70 ^A	22.74±1.72 ^C	31.02±3.09 ^{AB}	36.75±3.90 ^A
	K326+MB	26.51±1.24 ^A	29.20±3.35 ^A	33.76±3.01 ^A	29.82±1.40 ^A	35.28±3.74 ^A	34.38±2.79 ^A

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+MB, Tap water+microbubble; CI+MB, 차아염소산+microbubble; K326+MB, 향균제 K326+microbubble 세척.

²⁾SS, soluble solids; TPC, total phenolic compounds.

- 양상추 저장 중 관능 검사 (점)

세척을 하지 않은 Con 구는 저장 8일차에 상태가 매우 불량해져 관능검사가 불필요하다고 판단되어, 관능검사에서 제외되었다. 무처리구는 저장 3일차부터 외관과 색이 급격하게 나빠지면서 판매되기 힘든 모습을 나타낸다. 하지만 TW+MB는 저장 4일차까지 4점 이상을, CI+MB는 저장 8일차까지 4점 이상을 유지하였다. K326+MB는 저장 초기부터 외관과 색에서 1에서 3 정도의 낮은 점수를 얻었다. 양상추의 냄새는 CI+MB가 다른 구에 비하여 높은 점수를 받았으나 K326+MB는 무처리구보다 비교적 낮은 점수를 나타냈지만 유의적인 차이는 아니었다.

또한 TW+MB와 CI+MB는 양상추의 갈변방지에 도움이 되었지만 K326+MB는 무처리구 보다 높은 점수였다. 종합적으로 K326 천연항균제와 마이크로버블 세척 병용처리하는 저장 중인 양상추의 색과 외관을 나쁘게 할 뿐만 아니라 양상추 특유의 조직감을 무너지게 하면서 무처리구보다도 낮은 기호도를 나타냈으므로, 양상추의 세척 방법으로 적절하지 않다. 반면에 수돗물과 차아염소수 처리 후 마이크로버블 세척을 하는 것은 양상추의 외관적 변화를 저해시켜준다고 판단할 수 있다.

Table 3-38. 세척수를 달리하여 마이크로버블 세척처리한 양상추의 저장 중 관능검사 (점)

	day	Con ¹⁾	TW+MB	CI+MB	K326+MB	
외관	1	4.27±1.18	5.67±1.35	5.33±1.30	3.20±1.33	
	2	4.60±0.88	4.40±1.40	4.73±1.12	2.60±0.95	
	3	2.40±1.14	4.73±1.48	4.27±1.24	2.07±1.12	
	4	3.27±1.34	4.60±1.14	4.33±1.19	1.60±0.80	
	6	2.40±0.95	2.67±1.07	4.07±1.12	1.67±0.70	
	8	-	3.00±0.63	4.73±0.68	1.80±0.91	
	색	1	4.20±1.38	6.07±1.24	5.47±1.41	3.27±1.34
		2	4.87±1.15	4.60±1.20	4.80±1.11	2.60±1.14
3		2.33±0.79	4.73±1.39	4.40±1.20	1.87±0.88	
4		3.27±1.24	4.73±1.06	4.27±0.93	1.60±0.71	
6		2.33±1.01	2.53±1.02	4.00±1.21	1.73±0.77	
8		-	3.33±0.79	4.73±0.57	1.53±0.62	
냄새		1	5.07±1.61	5.93±1.39	5.53±1.54	5.33±1.35
		2	4.87±1.31	5.00±1.32	4.93±1.29	4.00±1.32
	3	3.73±1.12	4.67±1.19	4.53±0.96	3.27±1.77	
	4	4.53±1.15	4.47±1.20	4.47±1.31	3.27±1.00	
	6	3.73±1.18	3.73±1.34	4.53±1.36	3.40±1.45	
	8	-	3.80±1.05	4.20±0.83	3.07±1.00	
	이취	1	2.33±1.45	2.07±1.34	1.87±1.02	2.13±1.20
		2	2.07±1.29	2.00±1.41	2.07±1.29	2.93±1.61

	3	4.00±1.21	2.87±1.20	3.13±1.26	4.80±0.91
	4	3.00±1.41	2.80±1.28	2.87±1.36	3.80±1.47
	6	3.07±1.18	2.87±1.63	2.47±1.26	3.87±1.96
	8	—	2.80±0.98	2.93±1.18	3.87±1.59
갈변정도	1	4.07±1.81	2.80±1.83	3.40±2.09	4.87±2.03
	2	3.07±1.00	2.87±1.02	3.00±1.03	5.07±1.24
	3	4.80±1.38	2.67±1.53	2.80±1.17	5.20±1.51
	4	4.00±1.03	2.80±1.22	3.07±1.06	5.33±1.85
	6	4.80±1.22	4.87±1.02	3.00±1.03	6.00±0.89
	8	—	4.27±0.77	3.80±1.60	4.93±1.69
단단함 정도	1	4.67±1.62	5.80±1.47	5.27±1.73	4.07±1.88
	2	4.60±1.02	5.13±1.15	4.87±1.26	4.40±1.25
	3	3.33±1.40	4.67±1.25	4.47±1.15	2.80±1.47
	4	4.40±1.20	4.93±0.85	4.60±1.20	3.67±0.94
	6	4.53±1.26	4.20±1.22	4.60±1.14	3.73±1.29
	8	—	3.93±0.93	4.27±1.57	3.33±1.30
종합적 기호도	1	4.13±1.20	5.93±1.12	4.73±1.81	3.40±1.36
	2	4.60±0.88	4.60±1.20	4.73±1.29	2.67±1.25
	3	2.40±0.80	5.33±1.07	4.73±1.12	1.87±0.81
	4	3.60±1.08	4.73±1.06	4.53±1.02	1.93±0.93
	6	2.53±0.96	2.47±0.72	4.20±1.05	1.93±0.85
	8	—	3.47±0.72	5.00±0.63	1.93±0.77

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+MB, Tap water+microbubble; CI+MB, 차아염소산+microbubble; K326+MB, K326+microbubble 세척.

– 양상추 저장 중 Browning index와 POD, PPO, PAL 활성 변화

Polyphenol oxydase (PPO)는 기질로 페놀 물질을 이용하며, 이 때 생성된 퀴논류가 중합되어 갈변 반응이 나타나는 것으로 알려져 있다. browning index 및 PPO의 활성은 밀접한 연관성이 있으며, PPO의 활성이 낮을수록 갈변을 저해한다고 판단한다. Peroxidase(POD)는 PPO와 마찬가지로 대표적인 갈변 관련 효소로 알려져 있다.

저장 1일차에 TW+MB과 K326+MB는 무처리구보다 유의적으로 BI값이 낮았지만 그 이후의 저장 기간동안은 처리구간 BI의 유의적 차이는 없었다. TW+MB는 모든 저장 기간동안 세척 하지 않은 원물보다 BI 값이 높았다.

K326+MB는 저장 초기(저장 1일차)보다 PAL값이 증가하는 모습을 보였고, TW+MB와 CI+MB는 특히 저장 6일차에서 PAL 값이 감소하는 것을 보였다. 양상추의 PPO는 모든 처리구에서 저장 4일차까지 초기값보다 감소하였지만 저장 6일차부터 급증하는 모습을 나타냈다. 하지만 저장 1일차를 제외하고 전기간에서 처리구간 유의적 차이는 없었다.

POD 역시 저장 1일차를 제외하고 전기간에서 처리구간 유의적 차이는 없었으며, 모든 처리구에서 POD값이 증가와 감소를 반복하는 모습이 나타났다. 전반적으로

Con>TW+MB> Cl+MB>K326+MB 순으로 POD 값이 나타났다.

따라서 POD 값으로 미루어보아 차아염소소수처리와 항균제는 마이크로버블 세척 시 양상추의 갈변을 억제 시킬 수 있을 것으로 판단하였다.

Table 3-39. 세척수를 달리하여 마이크로버블 세척처리한 양상추의 저장 중 Browning index와 POD, PPO, PAL 활성 변화

sample ¹⁾	day						
	1	2	3	4	6	8	
BI	Con	0.046±0.01 ^A	0.035±0.00 ^A	0.043±0.00 ^A	0.044±0.00 ^A	0.040±0.00 ^B	-
	TW+MB	0.026±0.00 ^B	0.042±0.00 ^A	0.052±0.01 ^A	0.058±0.02 ^A	0.051±0.01 ^{AB}	0.037±0.00 ^A
	Cl+MB	0.031±0.01 ^{AB}	0.042±0.01 ^A	0.035±0.02 ^A	0.043±0.01 ^A	0.057±0.01 ^{AB}	0.030±0.00 ^A
	K326+MB	0.028±0.01 ^B	0.039±0.01 ^A	0.041±0.00 ^A	0.048±0.00 ^A	0.061±0.01 ^A	0.039±0.01 ^A
PAL	Con	1.95±0.11 ^A	1.56±0.12 ^A	1.55±0.41 ^B	1.87±0.11 ^A	1.42±0.31 ^B	-
	TW+MB	1.60±0.34 ^A	1.51±0.41 ^A	1.36±0.23 ^B	1.35±0.45 ^A	1.05±0.31 ^B	1.32±0.19 ^B
	Cl+MB	1.65±0.16 ^A	1.94±0.33 ^A	1.52±0.27 ^B	1.54±0.25 ^A	1.06±0.56 ^B	1.67±0.26 ^{AB}
	K326+MB	1.85±0.13 ^A	1.97±0.33 ^A	2.38±0.17 ^A	1.93±0.33 ^A	2.75±0.13 ^A	1.92±0.19 ^A
PPO	Con	8.52±1.04 ^B	8.52±2.35 ^A	9.85±0.59 ^A	1.49±0.98 ^A	29.95±3.38 ^A	-
	TW+MB	15.96±1.02 ^A	8.31±0.72 ^A	6.49±4.78 ^A	6.10±8.26 ^A	33.05±2.88 ^A	18.08±0.35 ^A
	Cl+MB	17.02±1.34 ^A	5.65±3.13 ^A	4.98±4.38 ^A	2.75±3.19 ^A	28.98±6.01 ^A	20.58±2.02 ^A
	K326+MB	19.38±3.49 ^A	7.62±0.60 ^A	7.04±2.96 ^A	4.93±3.46 ^A	28.58±5.49 ^A	22.10±5.07 ^A
POD	Con	322.67±3.09 ^B	683.67±101.11 ^A	739.33±58.95 ^A	344.67±35.12 ^A	836.33±24.72 ^A	-
	TW+MB	484.67±61.76 ^A	595.33±44.03 ^A	613.00±186.68 ^A	308.67±23.04 ^A	852.67±67.06 ^A	584.00±30.43 ^A
	Cl+MB	517.33±60.04 ^A	543.33±116.20 ^A	519.00±211.35 ^A	321.33±26.04 ^A	761.33±73.37 ^A	662.00±41.52 ^A
	K326+MB	493.33±90.89 ^A	578.67±3.09 ^A	374.33±165.68 ^A	287.00±37.21 ^A	694.67±88.02 ^A	609.00±33.49 ^A

¹⁾Con, 원물(세척안함); TW+MB, Tap water+microbubble; Cl+MB, 차아염소산+microbubble; K326+MB, K326+microbubble 세척.

(2) 최종 개발된 천연항균제(메가세이퍼)의 적용 농도에 따른 염소수 대비 신선도 연장 효과 비교

가) 양상추

○ 미생물학적 분석결과

- 저장 기간에 따른 천연복합추출물 처리 양상추의 호기성 총 세균의 변화

저장 1일째 호기성 총 세균은 $4.2 \pm 0.1 - 5.0 \pm 0.3$ log CFU/g이었고, 저장 5일째에는 $6.2 \pm 0.2 - 6.8 \pm 0.3$ log CFU/g으로 저장 기간에 따라 호기성 총 세균은 지속적으로 증가하였다. Co 처리구 및 메가세이퍼 1% 처리구의 저장 1일째 호기성 총 세균은 4.6 ± 0.1 및 5.0 ± 0.3 log CFU/g이었고, 저장 5일째 6.6 ± 0.1 및 6.8 ± 0.3 log CFU/g으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다. 또한 무처리구(Co) 및 메가세이퍼 1%(Na-1) 처리구의 경우 호기성 총 세균이 저장 기간 동안 다른 처리구에 비해 지속적으로 높게 나타났다. 차아염소산(Cl) 처리구 및 메가세이퍼 5%(Na-5) 처리구의 경우 저장 1일째 4.2 ± 0.1 및 4.4 ± 0.7 log CFU/g으로 무처리구 처리구 및 메가세이퍼 1% 처리구에 비해 유의적으로 낮았다. 저장 5일째 Cl 처리구 및 메가세이퍼 5% 처리구의 호기성 총 세균은 6.5 ± 0.1 및 6.2 ± 0.2 log CFU/g이었고, 메가세이퍼 5% 처리구가 Cl 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인할 수 있었다.

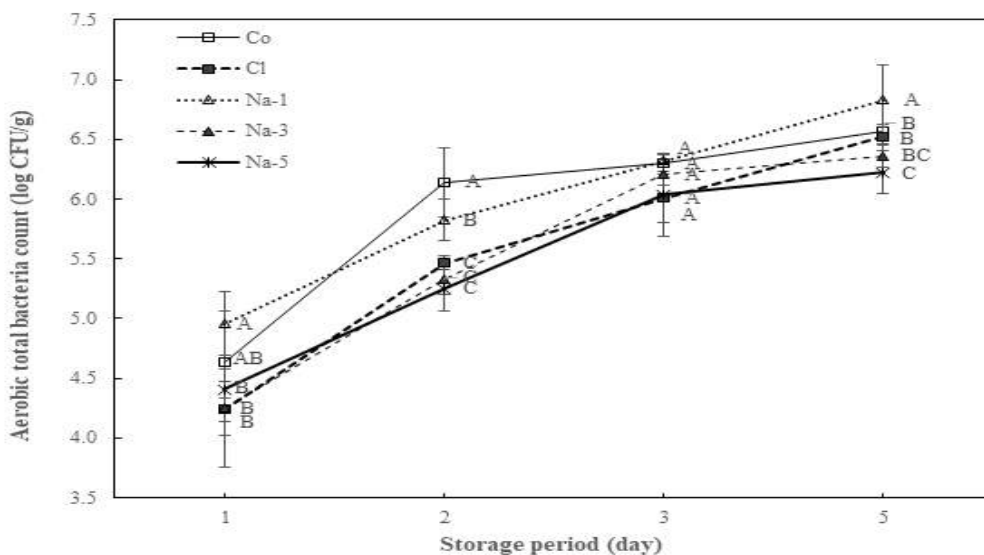


Fig. 3-6. 저장 기간에 따른 천연복합추출물 처리 양상추의 호기성 총 세균의 변화

Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%;
Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%

○ 이화학적 분석결과

저장 중 양상추의 pH와 가용성고형분은 저장기간 중 유의적 변화나 차이는 없었다. TPC는 저장기간중에 증가하는 경향을 보였으나 처리구간의 유의적인 차이는 없었으며, BI는 메가세이퍼 5%는 전기간동안 유의적으로 높은 값을 나타냈지만 대체적으로 변화 경향이 없었다.

Table 3-40. 저장 중 양상추의 pH와 soluble solids 함량의 변화

day	pH					Soluble solids				
	Co ¹⁾	Cl	메가세이퍼			Co	Cl	메가세이퍼		
			Na-5	Na-3	Na-1			Na-5	Na-3	Na-1
1	6.22 ±0.10 ^a	6.32 ±0.04 ^{ab}	3.35 ±0.04 ^b	6.41 ±0.04 ^b	6.33 ±0.10 ^a	0.83 ±0.12 ^a	0.70 ±0.30 ^a	0.90 ±0.00 ^a	0.77 ±0.06 ^a	0.83 ±0.06 ^a
2	6.50 ±0.04 ^a	6.40 ±0.08 ^a	6.44 ±0.04 ^a	6.43 ±0.06 ^a	6.41 ±0.02 ^a	0.77 ±0.06 ^a	0.60 ±0.10 ^a	0.70 ±0.10 ^a	0.67 ±0.15 ^a	0.63 ±0.06 ^a
3	6.45 ±0.02 ^a	6.37 ±0.10 ^a	6.41 ±0.05 ^a	6.44 ±0.08 ^a	6.45 ±0.05 ^a	0.63 ±0.15 ^a	0.60 ±0.00 ^a	0.53 ±0.15 ^a	0.57 ±0.12 ^a	0.50 ±0.00 ^a
5	6.45 ±0.01 ^a	6.44 ±0.03 ^a	6.46 ±0.08 ^a	6.48 ±0.01 ^a	6.44 ±0.04 ^a	0.73 ±0.12 ^a	0.80 ±0.00 ^a	0.83 ±0.06 ^a	0.80 ±0.00 ^a	0.83 ±0.06 ^a
7	6.48 ±0.10 ^a	6.39 ±0.11 ^a	6.42 ±0.05 ^a	6.43 ±0.06 ^a	6.46 ±0.09 ^a	0.90 ±0.10 ^a	0.90 ±0.00 ^a	0.83 ±0.06 ^a	0.87 ±0.06 ^a	0.87 ±0.06 ^a

¹⁾Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

Table 3-41. 양상추의 total phenolic compounds 함량과 Browning index 변화

day	TPC					Browning index				
	Co ¹⁾	Cl	메가세이퍼			Con	Cl	메가세이퍼		
			Na-5	Na-3	Na-1			Na-5	Na-3	Na-1
1	25.87 ±2.71 ^a	27.65 ±0.07 ^a	29.16 ±1.13 ^a	25.95 ±4.46 ^a	28.31 ±2.30 ^a	0.091 ±0.001 ^a	0.091 ±0.011 ^a	0.117 ±0.031 ^a	0.097 ±0.002 ^a	0.107 ±0.011 ^a
2	28.37 ±1.85 ^a	31.13 ±2.03 ^a	30.82 ±4.94 ^a	29.41 ±0.75 ^a	30.05 ±2.45 ^a	0.075 ±0.007 ^c	0.073 ±0.008 ^c	0.106 ±0.009 ^a	0.094 ±0.008 ^{ab}	0.088 ±0.011 ^{bc}
3	33.96 ±4.13 ^a	30.88 ±4.88 ^a	29.26 ±0.84 ^a	30.57 ±0.68 ^a	30.44 ±3.78 ^a	0.105 ±0.016 ^a	0.142 ±0.008 ^a	0.127 ±0.029 ^a	0.133 ±0.033 ^a	0.135 ±0.046 ^a
5	31.58 ±3.46 ^a	28.58 ±2.38 ^a	30.90 ±2.39 ^a	32.76 ±2.61 ^a	32.76 ±0.88 ^a	0.103 ±0.020 ^b	0.099 ±0.018 ^b	0.147 ±0.029 ^a	0.100 ±0.008 ^b	0.098 ±0.011 ^b
7	32.97 ±1.13 ^a	30.86 ±1.48 ^a	34.15 ±1.27 ^a	34.13 ±6.06 ^a	31.98 ±3.40 ^a	0.123 ±0.017 ^{ab}	0.112 ±0.007 ^{ab}	0.124 ±0.016 ^{ab}	0.136 ±0.012 ^a	0.108 ±0.011 ^b

¹⁾Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

- 저장 기간에 따른 천연복합추출물 처리 양상추의 포장 내 이산화탄소 조성 변화

무처리구 처리구의 저장 1일 째 포장 내 CO₂ 농도는 3.9±0.6%로 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 농도였으며, 저장 기간 동안 10.3±0.4-14.1±0.2%로 꾸준히 낮은 농도로 유지되었다. 이에 비해 메가세이퍼 1% 처리구의 저장 1일 째 및 저장 5일 째 포장 내 CO₂ 농도는 7.2±0.6% 및 16.7±0.2%로 저장 기간 동안 대체로 높은 수준으로 유지되었다. Cl 처리구는 저장 1일 째 6.7±0.4%, 저장 3일 째 12.2±0.7%로 낮은 포장 내 CO₂ 농도를 나타내었으나 저장 5일 째 19.5±3.9%로 다른 구에 비해 유의적으로 높은 값으로 나타났다. 또한 메가세이퍼 5% 처리구의 경우 저장 1일 째 및 저장 5일 째 포장 내 CO₂ 농도는 6.2±0.5% 및 14.7±0.5%로 저장 기간 동안 낮은 수준으로 유지되었다. 포장 내 기체조성의 변화는 시료간의 호흡률을 비교 평가할 수 있는 방법으로, 낮은 O₂ 함량 및 높은 CO₂ 함량의 조건은 modified atmosphere packaging(MAP)의 원리로 알려져 있다.

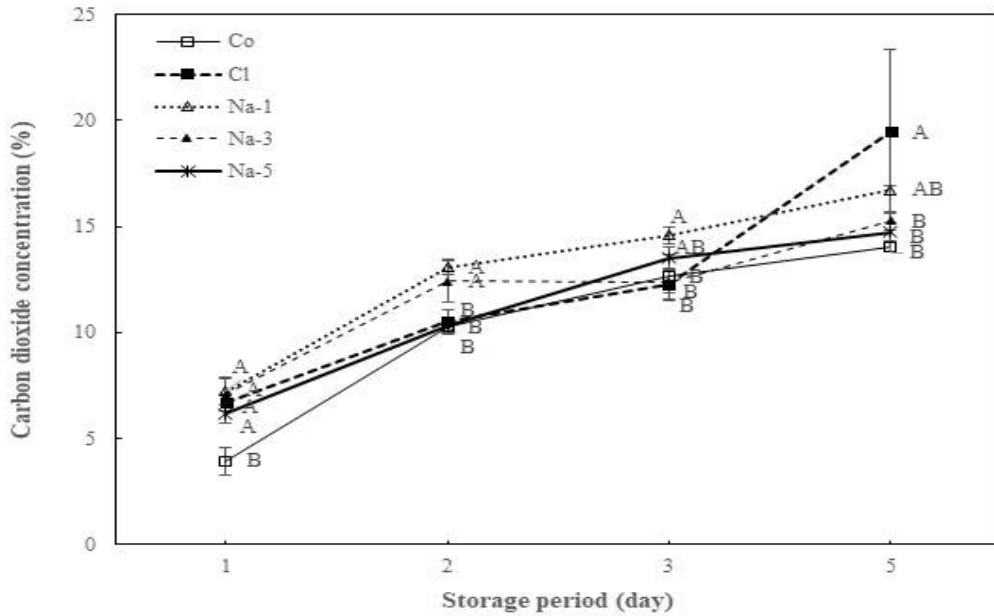


Fig. 3-7. 저장 기간에 따른 천연복합추출물 처리 양상추의 포장 내 이산화탄소 조성 변화

Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

○ 양상추 관능검사

천연 추출물을 처리한 양상추의 저장 기간 중 관능검사 결과는 Table 3-42.과 같다. 이취는 저장 1일 째 $2.1 \pm 1.2 - 2.6 \pm 1.4$ 에서 저장 5일 째 $2.8 \pm 1.5 - 3.4 \pm 1.5$ 로 저장 기간에 따라 이취의 정도가 증가하였으나, 처리구에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 또한 냄새의 경우 저장 기간에 따른 점수변화는 적었으며 각 처리구에 따른 유의적 차이 또한 나타나지 않아 양상추 처리에 있어서 천연 추출물 처리가 이취 및 냄새 항목에 미치는 영향이 적음을 확인하였다. 갈변의 경우 저장 1일 째 Cl 처리구의 경우 4.3 ± 1.6 으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 저장 2일째를 제외하고 모든 저장 기간에서 유의적으로 높아 갈변정도가 가장 심하였음을 알 수 있었다. 이에 비해 메가세이퍼 5% 및 메가세이퍼 3% 처리구의 갈변은 저장 2일 째를 제외하고 다른 구에 비해 유의적으로 낮아 갈변정도가 적음을 확인하였다. 이러한 갈변의 결과는 색의 기호도 평가와 반대로 나타났는데, Cl 처리구의 경우 저장 1일 째 2.7 ± 1.1 이었고, 저장 5일 째 1.8 ± 0.9 로 다른 처리구에 비해 저장 기간 동안 유의적으로 낮은 값으로 나타나 기호도 평가에서 상품성이 없음을 확인하였다. 이에 비해 메가세이퍼 5% 및 메가세이퍼 3% 처리구의 색에서 저장 5일 째 4.3 ± 1.4 및 3.1 ± 1.2 로 다른 구에 비해 높은 점수를 보여, 갈변 정도가 약한 양상추가 색의 기호도가 높음을 확인하였다. 종합적 기호도 평가에서 저장 1일 째 무처리구 처리구의 점수가 5.8 ± 1.4 로 유의적으로 높게 나타났다. 하지만 저장 5일 째 무처리구 처리구는 2.1 ± 1.0 , Cl 처리구

는 1.6 ± 0.8 로 나타나 특히, Cl 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인하였고, 메가세이퍼 5% 처리구의 경우 저장 5일 째 4.1 ± 1.5 로 유의적으로 높음을 알 수 있었다. 또한 메가세이퍼 농도가 감소할수록 종합적 기호도의 점수도 감소하였다.

Table 3-42. 저장 중 양상추의 관능검사 (점)

	day	Co ¹⁾	Cl	Na-1	Na-3	Na-5
이취	1	$2.2 \pm 1.4^{2)A3)}$	2.1 ± 1.2^A	2.6 ± 1.4^A	2.5 ± 0.9^A	2.7 ± 0.7^A
	2	1.9 ± 0.8^A	2.1 ± 0.9^A	2.5 ± 1.5^A	2.7 ± 1.3^A	2.8 ± 1.5^A
	3	2.5 ± 1.4^A	2.7 ± 1.5^A	2.8 ± 1.6^A	3.0 ± 1.6^A	3.1 ± 1.5^A
	5	2.9 ± 1.4^A	3.4 ± 1.5^A	2.8 ± 1.5^A	3.2 ± 1.3^A	3.3 ± 1.4^A
갈변 정도	1	1.9 ± 1.6^B	4.3 ± 1.6^A	2.9 ± 1.4^B	2.7 ± 1.1^B	3.0 ± 1.5^B
	2	4.2 ± 1.5^A	4.3 ± 1.7^A	3.7 ± 1.5^A	3.1 ± 1.7^A	3.3 ± 1.3^A
	3	4.5 ± 1.2^B	6.2 ± 1.3^A	4.7 ± 1.3^B	3.2 ± 1.1^C	2.8 ± 1.3^C
	5	4.8 ± 1.4^B	6.5 ± 0.7^A	4.2 ± 1.4^{AB}	3.8 ± 1.1^C	3.5 ± 1.5^C
외관	1	5.9 ± 1.2^A	2.8 ± 1.1^C	4.0 ± 1.5^B	4.3 ± 1.5^B	4.1 ± 1.5^B
	2	2.9 ± 1.1^B	2.9 ± 1.0^B	3.4 ± 1.0^B	4.3 ± 1.3^A	3.8 ± 1.5^{AB}
	3	3.6 ± 1.4^{AB}	1.9 ± 0.8^C	3.0 ± 1.1^B	3.9 ± 1.0^A	4.9 ± 1.1^A
	5	2.4 ± 1.1^B	1.6 ± 0.9^C	2.6 ± 0.6^B	3.2 ± 1.1^B	4.3 ± 1.3^A
색	1	5.7 ± 1.5^A	2.7 ± 1.1^C	4.1 ± 1.4^B	4.4 ± 1.7^B	4.2 ± 1.5^B
	2	2.9 ± 1.2^{BC}	2.5 ± 1.0^C	3.5 ± 1.5^{BC}	4.7 ± 1.6^A	4.0 ± 1.6^{AB}
	3	3.4 ± 1.5^B	1.7 ± 0.7^C	3.1 ± 0.9^B	4.2 ± 1.1^A	4.9 ± 1.1^A
	5	2.5 ± 1.1^{BC}	1.8 ± 0.9^C	2.4 ± 0.7^{BC}	3.1 ± 1.2^B	4.3 ± 1.4^A
냄새	1	5.5 ± 1.7^A	4.4 ± 1.7^B	4.3 ± 1.5^B	3.9 ± 1.4^B	4.0 ± 1.6^B
	2	4.7 ± 1.2^A	4.5 ± 1.3^A	4.4 ± 1.5^A	1.5 ± 1.3^A	4.2 ± 1.4^A
	3	4.5 ± 1.1^A	3.9 ± 1.2^A	3.9 ± 1.3^A	3.8 ± 0.9^A	3.7 ± 1.1^A
	5	4.0 ± 1.1^A	3.7 ± 0.8^A	4.0 ± 1.2^A	4.3 ± 1.3^A	4.1 ± 1.1^A
전반적 기호도	1	5.8 ± 1.4^A	3.3 ± 1.9^B	4.2 ± 1.7^B	4.3 ± 1.4^B	4.3 ± 1.3^B
	2	3.1 ± 1.2^A	3.2 ± 1.0^A	3.3 ± 1.2^A	3.9 ± 1.4^A	3.9 ± 1.3^A
	3	3.5 ± 1.1^B	1.9 ± 0.8^C	3.1 ± 0.9^B	3.8 ± 0.9^{AB}	4.5 ± 1.1^A
	5	2.1 ± 1.0^{AB}	1.6 ± 0.8^C	2.5 ± 1.0^{AB}	3.1 ± 1.1^B	4.1 ± 1.5^A

¹⁾Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

○ 갈변 효소 활성 분석결과

- POD(peroxidase) 활성 변화

POD는 갈변과 관련된 주요한 효소로 알려져 있다. 천연 추출물을 처리한 양상추 제품의 저장 중 POD 활성의 변화는 Fig. 3-8과 같다. POD는 효소적 갈변과 관련된 대표적인 효소로 알려져 있으며, 효소적 갈변 측정의 지표로 이용한다. 저장 1일 째

무처리구 처리구 및 메가세이퍼 1% 처리구의 POD 활성은 119.7 ± 16.6 및 117.5 ± 14.8 unit/g/min으로 메가세이퍼 5% 처리구에 비해 유의적으로 높았으며, 저장 기간 동안 꾸준히 높은 POD 활성을 유지하였다. Cl 처리구의 경우 저장 2일 째까지는 낮은 POD 활성을 보였으나, 저장 3일 째 152.0 ± 25.2 unit/g/min으로 증가하였으며, 저장 5일 째에는 248.0 ± 36.8 unit/g/min으로 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 높은 POD 활성을 보였다. 반면에 메가세이퍼 5% 처리구의 경우 저장 1일 째 74.5 ± 25.0 unit/g/min으로 유의적으로 낮은 값이었으며, 저장 기간 동안 POD 활성은 낮게 유지되었다.

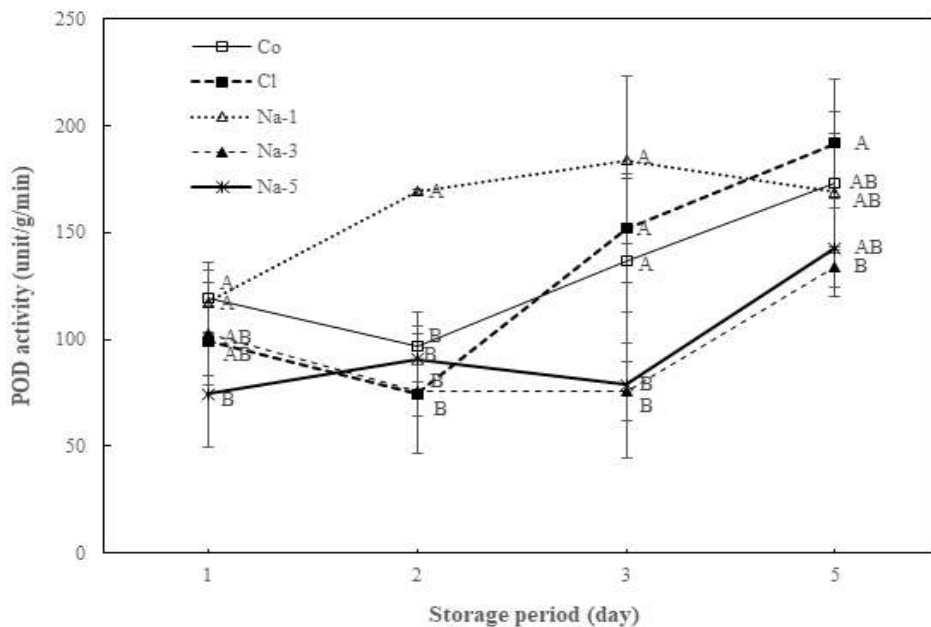


Fig. 3-8. 양상추의 POD(peroxidase) 활성 변화

Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

○ 양상추의 PAL 활성 변화

PAL은 phenylpropanoid 경로를 통해 페놀 화합물을 형성하는 효소이다(26). 천연복합추출물을 처리한 양상추의 저장 중 PAL 활성의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. PAL 활성은 저장 1일 째 $11.7 \pm 1.0 - 19.8 \pm 1.4$ $\mu\text{g cinamic acid/mg/hr}$ 에서 저장 기간에 따라 점차 증가하여 저장 5일 째에는 $26.0 \pm 2.3 - 35.0 \pm 4.1$ $\mu\text{g cinamic acid/mg/hr}$ 로 측정되었다. 저장 1일 째에는 메가세이퍼 3% 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 PAL 활성이 유의적으로 낮았으나, 저장 5일 째에는 메가세이퍼 5% 처리구가 26.0 ± 2.3 μ

g cinamic acid/mg/hr로 유의적으로 낮게 나타났다. Cl 처리구의 경우 저장 3일까지 낮은 PAL 활성을 보였으나, 저장 5일 째 급증하여 35.0 ± 4.1 μg cinamic acid/mg/hr으로 PAL 활성이 가장 높게 나타났다.

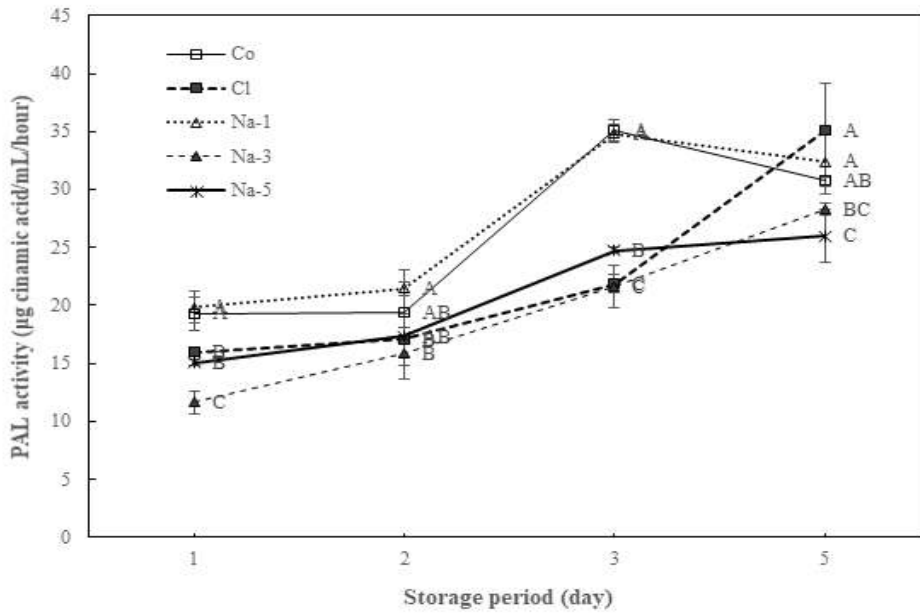


Fig. 3-9. 양상추의 PAL 활성 변화

Co, 무처리구; Cl, 차아염소산(염소수)처리; Na-1, 메가세이퍼 1%; Na-3, 메가세이퍼 3%; Na-5, 메가세이퍼 5%.

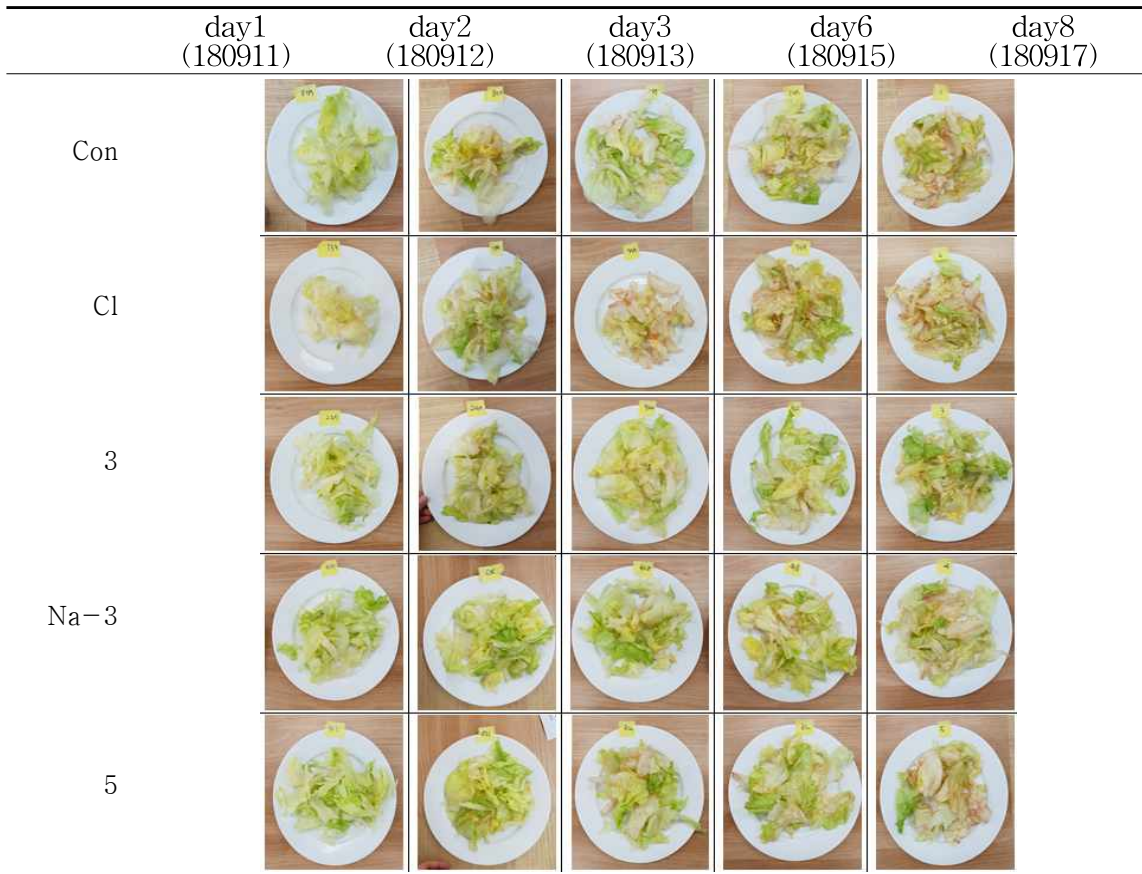


Fig. 3-10. 천연항균제(메가세이퍼)와 염소수 처리를 한 양상추의 저장 중 모습

품목별 소독/세척 작업 매뉴얼

1. 기본 수칙

- 1.1 입실 전 작업자 자신 및 상대방의 건강 상태(고열, 감기, 설사, 기침 등), 위생 상태(손톱), 복장 상태(위생복, 위생모, 위생장화) 등을 확인한다.
- 1.2 작업장 내에는 음식물, 개인 소지품(휴대전화 등), 장신구(반지, 목걸이, 귀걸이, 등)를 반입 혹은 착용하지 않는다.
- 1.3 입실 전에는 지정된 세척제로 손세척을 실시하고 발판 소독 및 에어샤워를 통과한 후 작업장에 들어간다.
- 1.4 작업자 외 출입은 금지하며 부득이 출입할 경우 작업자와 같은 순서로 입실하도록 한다.
- 1.5 작업자들은 작업 도중 일반구역(세척실, 선별실)과 청결구역(내포장실)의 이동을 금지하며 일반구역에서 청결구역으로 들어올 경우는 다시 입실 절차를 거쳐야 한다.
- 1.6 작업도구, 기구 등은 일반구역과 청결구역에서 혼합사용을 금하며 각 구역에서만 사용하도록 한다.

2. 작업 수칙

- 2.1 작업실의 모든 작업은 반장의 지휘 하에 사전에 맡겨진 업무를 시작하며 기계, 기구 등은 지정된 사용자에게 한하여 사용하며 사용자는 항상 기구, 기계의 사용가능 상태를 유지하여야 한다.
- 2.2 작업자는 작업 중 항상 주변을 정리 정돈하여 오염 혹은 교차오염이 발생하지 않도록 청결하게 관리하여야 한다.
- 2.3 작업자는 매 10분마다 1회씩 사용 중인 위생장갑을 사용 중인 소독액으로 소독한다.
- 2.4 작업자는 순서대로 작업하되 이상이 발생할 시에는 즉시 작업을 중단하고 반장에게 보고하여야 한다.
- 2.5 작업장의 온도는 설정 온도 기준 이하에서 관리되도록 하며 기준온도를 상회할 경우 즉시 관리자에게 보고하여 조치를 받는다.
- 2.6 작업의 종료 시에는 기구, 기계의 세척을 매뉴얼에 따라 실시하고, 바닥은 세제로 세척한 후 물기를 스크래퍼로 제거한 후 소독용 알콜(혹은 차아염소산 나트륨 200 ppm)로 소독한다.
- 2.7 약품은 입고 날자, 중량, 농도 등을 잘 보이도록 표시하며 위생장갑 등 소모품과 함께 관리대장을 작성하여 항상 정해진 장소에 보관한다.

2.8 각종 용기는 원물용, 세척용, 폐기용 등으로 구분하여 관리하며 크기 혹은 색깔별로 구분하여 사용하여 혼용하여 사용하지 않아야 한다.

2.9 작업 중 생산되는 폐기물은 별도의 용기와 이동장치를 이용하여 매 3시간 마다 반출한다.

3. 박피/절단 작업 매뉴얼

3.1 박피/절단 작업은 일반 구역에서 수행하여도 되나 내부 온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 관리되어야 한다.

3.2 칼, 도마, 작업대 등은 박피/절단 전용으로 사용하여야 하며, 칼과 도마는 자외선 건조기에서 보관되어 있는 것을 바로 꺼내어 위생상태를 확인 후 사용한다.

3.3 양상추는 먼저 갈변된 부위, 짓무른 부위, 껍질 부위를 제거한 후 4등분하여 내부의 이물(특히 달팽이, 지렁이 등) 유무를 확인한 후 3cm x 3cm 크기 정도로 절단한다.

3.4 원물은 당일 생산계획에 맞게 작업하여 박피/절단 작업을 수행하며 박피/절단한 재료는 보관하지 않고 즉시 세척/소독 등 다음 공정을 진행하여야 한다.

3.5 부득이 박피/절단한 재료를 보관해야 할 경우에는 원물명, 처리 날짜와 시간 등을 표시한 후 위생적으로 포장하여 원물, 제품과는 별도의 장소(반제품 창고)에 보관하며 이렇게 보관된 박피/절단 재료는 24시간 이상 보관하지 않는다.

3.6 박피/절단 공정 작업자는 작업 도중 세척/소독실 혹은 포장실로 출입하여서는 안된다.

3.7 박피/절단 작업 후에는 폐기물 처리, 칼과 도마 그리고 운송대 등 작업기구의 세척과 소독, 바닥의 청소와 소독, 위생용품의 소독과 폐기 등 정리 정돈을 위생적으로 하여야 한다.

4. 세척/소독제 희석 방법

4.1 차아염소산나트륨 소독제 제조 방법

4.1.1 차아염소산나트륨을 필요량 무게를 소수점 둘째자리까지 정확하게 잰다.

(100ppm의 경우 물 10리터에 1그램 필요)

4.1.2 소독제 제조용 전용 용기에 무게를 잰 소독제를 넣고 따뜻한 물 1L로 완전히 녹인다.

4.1.3 소독용 각 수도에 희석할 사용하는 세척수를 넣고(소독제 녹인 물을 제외한 량) 녹인 소독제를 혼합한다.

4.1.3 소독할 물의 온도가 소정의 온도로 냉각되었을 때 작업을 시작한다.

4.2 액체 차아염소산나트륨(락스) 소독제 희석 방법

4.2.1 액체 락스는 자극성이므로 장갑, 마스크를 착용하고 작업을 하여 피부에 닿거나 호흡기로 직접 들이 마시지 않게 주의한다.

4.2.2 액체 락스는 대부분 12%의 농도로 시판되고 있으므로 100ppm을 기준으로 할 경우 물 10L에 8.5mL를 사용한다.

4.2.3 필요한 량의 액체 락스를 메스실린더로 정확하게 부피를 재어 일정량의 물이 든 수조

에 바로 넣어 희석하여 사용한다(200ppm의 경우에는 약 500배 희석).

4.3 메가세이퍼 제조 방법

4.3.1 메가세이퍼는 천연물질이어서 자극성은 없으나 위생 장갑, 마스크, 위생복을 착용하고 작업한다.

4.3.2 액체는 5%용액으로 희석한다(물 19리터에 액체 1리터를 넣는 비율로 희석)

5. 품목별 세척/소독 매뉴얼

5.1 양상추 (차아염소산나트륨 이용 시)

5.1.1 세척/소독실의 내부온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

5.1.2 $50^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에 박피/절단된 양상추를 적당한 량(약 500L 수조의 경우 10kg 정도)을 넣고 1분간 브랜칭한다.

5.1.3 블랜칭 즉시 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 소독조 (200ppm 농도의 소독제)에 옮겨 5분간 소독을 진행한다.

5.1.4 1차 세척수조(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 2분간 1차 세척을 한다. 이 때 마이크로 버블기를 동시에 작동시킨다

5.1.5 2차 세척수조(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 1분간 2차 세척을 한다.

5.1.6 3차 세척 수조에(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 1분간 3차 세척을 한다. 세척수는 1시간마다 교체하며 지꺼기는 수시로 제거 한다. 또한 세척수의 소독제 농도를 잘 유지하도록 한다.

5.1.7 세척을 마친 재료는 전용바구니에 넣어 탈수기에서 30초간 탈수한다. 탈수기의 회전수는 500~600 rpm으로 하고, 지꺼기는 수시로 제거하며, 탈수기 사용을 계속할 경우에는 30분마다 소독제(차아염소산나트륨 200ppm)으로 소독을 한다.

5.1.8 탈수가 끝난 재료는 재료가 압상을 당하지 않도록 보관용 박스 혹은 비닐 백에 넣어 포장실로 옮긴다.

5.2 양상추 (메가세이퍼 이용 시)

5.2.1 세척/소독실의 내부온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

5.2.2 $50^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에 박피/절단된 양상추를 수조의 크기에 적당한 량(약 500L 수조의 경우 10kg 정도)을 넣고 1분간 브랜칭한다.

5.2.3 블랜칭 즉시 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 1차 세척수조에 옮겨 2분간 세척하며 이 때 마이크로버블기를 동시에 작동시킨다.

5.2.4 2차 세척수조에서 1분간 세척을 한다.

5.2.5 3차 세척수조에서 1분간 세척을 한다

5.2.6 소독조(메가세이퍼 5% 용액 함유)에서 5분간 침지한다.

5.2.7 소독을 마친 재료는 전용바구니에 넣어 30초간 탈수한다. 탈수기의 회전수는 500~600 rpm으로 하며, 지꺼기는 수시로 제거하며 사용을 계속할 경우에는 30분마다 소독제(차아염소산나트륨 200ppm)으로 소독을 한다.

5.1.8 탈수가 끝난 재료는 재료가 압상을 당하지 않도록 보관용 박스 혹은 비닐 백에 넣어 포장실로 옮긴다.

5.3 방울토마토 (차아염소산나트륨 사용시)

5.3.1 세척/소독실의 내부온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

5.3.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

5.3.3 방울토마토를 소독조(200ppm 농도의 소독제)에 넣고(약 200L 수조의 경우 20kg 정도) 5분간 침지시켜 소독을 진행한다.

5.3.4 1차 세척수조(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 2분간 1차 세척을 한다. 이 때 마이크로 버블기를 동시에 작동시킨다.

5.3.5 2차 세척수조(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 1분간 2차 세척을 한다.

5.3.6 3차 세척 수조에(100ppm의 소독제 농도)에 옮겨 1분간 3차 세척을 한다. 세척수는 1시간마다 교체하며 지꺼기는 수시로 제거 한다. 또한 세척수의 소독제 농도를 잘 유지하도록 한다.

5.3.7 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 컨테이너에 담고 깨끗한 비닐을 씌워 5분 이상 자연탈수를 한다.

5.3.8 탈수가 끝난 재료는 그대로 포장실로 옮긴다.

5.4 방울토마토 (메가세이퍼 사용 시)

5.2.1 세척/소독실의 내부온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

5.2.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

5.2.3 방울토마토를 1차 세척 수조에 적당량(500L 수조에 약 20kg) 넣고 2분간 세척하며 이 때 마이크로버블기를 동시에 작동시킨다.

5.2.4 2차 세척수조에서 1분간 세척을 한다.

5.2.5 3차 세척수조에서 1분간 세척을 한다

5.2.6 소독조(메가세이퍼 5% 용액 함유)에서 5분간 침지한다.

5.2.7 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 컨테이너에 담고 깨끗한 비닐을 씌워 5분 이상 자연탈수를 한다.

5.4.8 탈수가 끝난 재료는 그대로 포장실로 옮긴다.

5.5 절단도라지 (소독제 사용하지 않음)

5.5.1 세척/소독실의 내부온도는 $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

5.5.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

5.5.3 50°C±1°C로 조정된 수조에 절단도라지를 적당한 량(약 500L 수조의 경우 20kg 정도)을 넣고 2분간 브랜칭 한다.

5.5.4 브랜칭 즉시 5°C±2°C의 1차 세척수조에 옮겨 2분간 세척하며 이 때 마이크로버블기를 동시에 작동시킨다.

5.5.5 2차 세척수조에서 1분간 세척을 한다.

5.5.6 3차 세척수조에서 1분간 세척을 한다

5.5.7 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 컨테이너에 담고 깨끗한 비닐을 씌워 5분 이상 자연탈수를 한다. 탈수기에서 30초간 탈수한다.

5.5.8 탈수가 끝난 재료는 그대로 포장실로 옮긴다.

6. 용기, 기구의 소독 매뉴얼

6.1 칼, 도마, 플라스틱 전용 용기, 기구의 부품 등

6.1.1 칼, 도마, 플라스틱 용기, 슬라이서의 칼날 등은 먼저 세제로 1차 세척을 한다.

6.1.2 흐르는 물에 3회 이상 행군다.

6.1.3 4% 메가세이퍼 용액 (또는 200ppm의 차아염소산 나트륨)이 들어있는 소독조에서 5분간 담가 둔다.

6.1.3 건조기에서 잘 건조하여 건조 상태로 보관한다.

6.2 기구, 소독조, 장치, 바닥 등

6.2.1 슬라이서, 탈수기 등 분해할 수 있는 기구는 분해하여 제품에 직접 닿는 부품은 상기 6.1의 방법으로 세척/소독을 한다.

6.2.2 그 외 작업대, 기구, 바닥 등은 1차로 세제를 이용하여 세척한다.

6.2.3 1차 세척 후 깨끗한 물로 2회 행구고 4% 메가세이퍼 용액 (200ppm의 차아염소산나트륨 용액)을 분무하거나 부어서 5분간 둔다.

6.2.4 소독 후 잘 건조시킨 후 사용한다.

IV. 협동 3 (한국이엠비 기술)

1. 세척용 마이크로버블 생성 장치 제작 및 실용화

가. 나노-마이크로 버블 발생 장치 설계

(1) 나노-마이크로 버블 발생 장치 개발 주안점 설정

여러 개의 작고 큰 다단형태의 치차들이 조합을 이루고 모터 축에 연결되어 분당 3,600rpm으로 회전을 하면서 물과 기체를 순간적으로 혼합하여야함. 이때 발생하는 내압 캐비테이션 현상으로 인해 순간에 다량의 미세기포, 즉 나노-마이크로 버블이 발생함.

큰 입자의 유기물들은 작은 입자로 파쇄 할 수 있도록 하여, 주입하는 기체의 용존효율을 과포화상태 이상으로 용존 시킬 수 있어야 함.



(2) 나노-마이크로 버블 발생 장치 기술 최적화

고속회전축에 날개가 여러 개인 치차형 브레이드가 여러 단으로 크기가 다르게 조합됨.

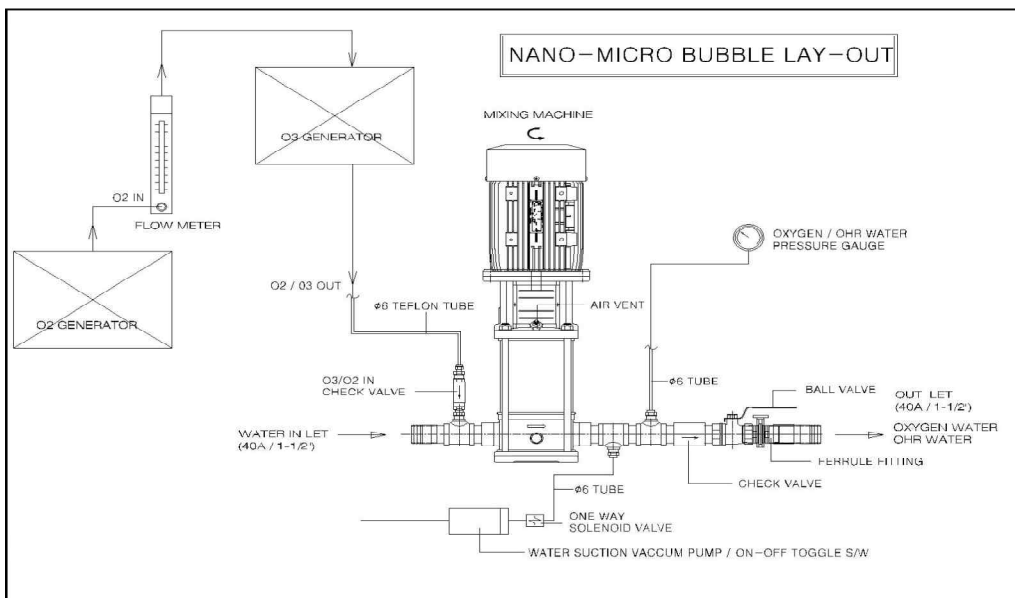
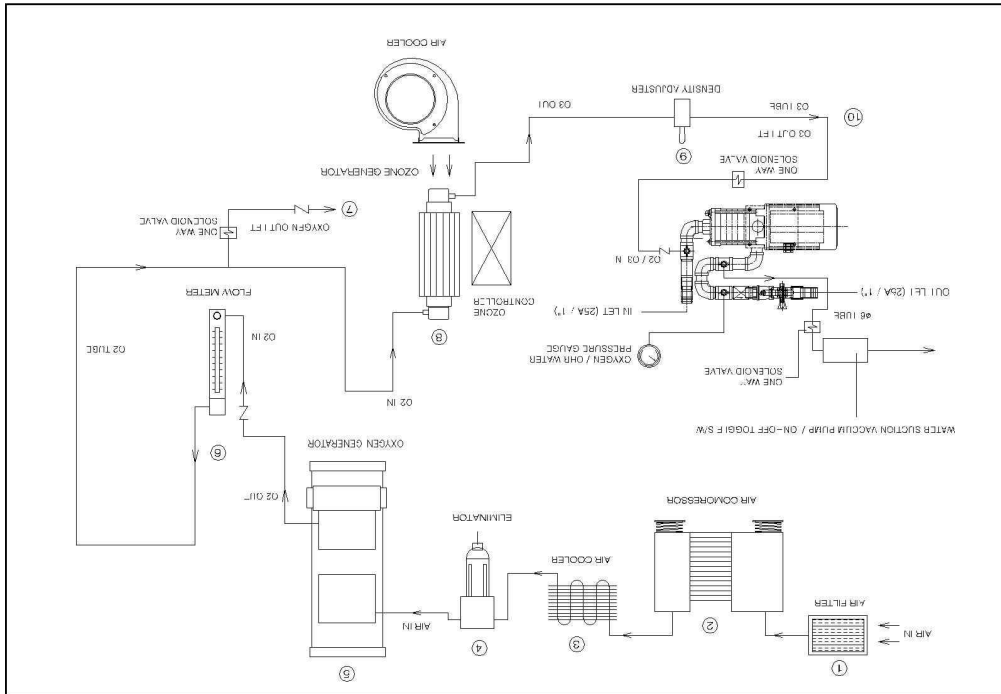
- 고속회전 시 순간에 수없이 부딪치며 상승하면서 미세화 분해됨.
- 고속회전하면서 일정한 각도와 틈새로 인하여 캐비테이션이 발생시켜 기체를 용존시

킴

- 용존 된 기체가 나노-마이크로 버블이 발생시키도록 제작 정교하게 제작하여야 함.
- 정밀 가공 기술과 각도 및 틈새 조정 등의 기술이 필요함

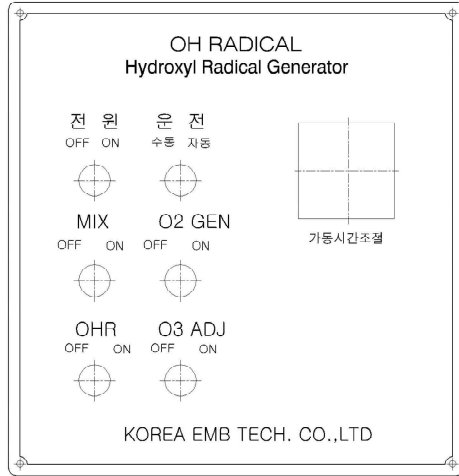
(3) 나노-마이크로 버블장치 LAY-OUT

고압 다단 PUMP와 치차형 브레이드를 결합하여 나노-마이크로 버블을 생성할 수 있도록 하고 외부의 기체를 조절하여 주입함으로써 버블 생성을 최적화 할 수 있도록 SYSTEM을 구성하였으며, 치차형 브레이드로 인하여 발생할 수 있는 MOTOR의 부하량을 최적화 조건 설정함.



(4) O₂ GENERATOR와 O₃ GENERATOR LAY-OUT

O₂ GENERATOR와 O₃ GENERATOR를 이용하여 나노-마이크로 버블 발생 장치에서 발생하는 나노-마이크로 버블 상태를 최적화하였으며, 나노-마이크로 버블 발생 장치의 기체 유입량을 조절하여 버블 상태를 최적화 하고 시간 변화에 따른 장치운전 상태를 최적화할 수 있는 LAY-OUT을 설정하였음.



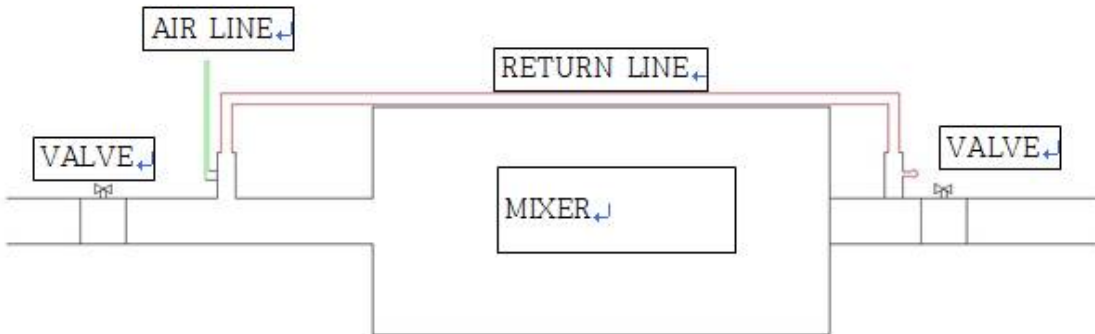
(5) 나노-마이크로 버블을 이용한 농식품 세척용 제어장치 및 외관 디자인

나노-마이크로 버블 장치의 개별 운전 최적화를 SYSTEM구성을 위한 제어장치 및 전기 배선사용자 편의를 고려하여 디자인하였음.

나. 나노 마이크로 버블 장치 제작 및 운전

(1) Model 1 NANO 100

가) 구조



나) 원리 및 특징

격벽을 이용하여 토출측에 압력차가 발생하는 구조로 압력차와 MIXER 내부에서 기어형태의 임펠러를 이용하여 흡입된 유체와 기체가 CAVITATION이 발생할 수 있도록 함.

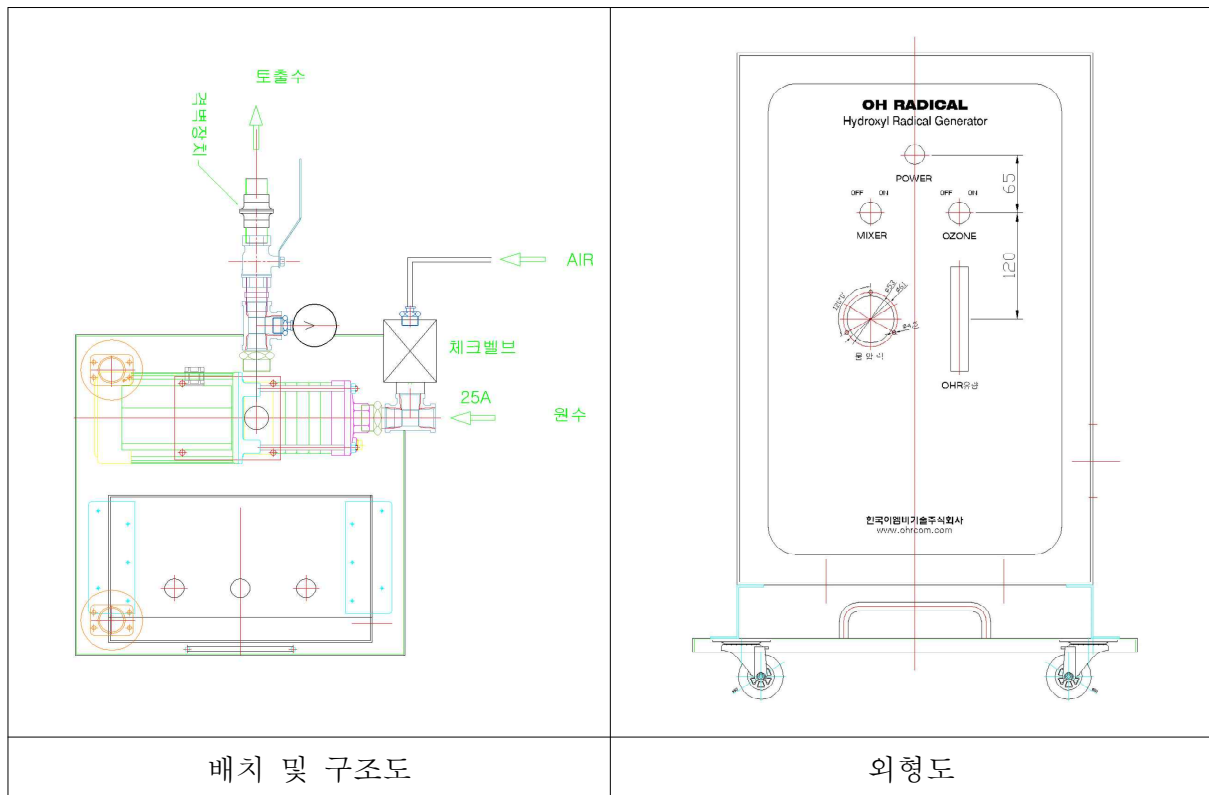
임펠러가 고속으로 회전하면서 흡입된 기체와 액체가 잘게 부서지면서 CAVITATION을 일으키면서 NANO MICRO BUBBLE이 1차 발생되면서 토출되고, 이때 발생한 NANO MICRO BUBBLE은 다음 단계로 이송되는 구조임.

CAVITATION에 의해 발생한 BUBBLE의 질의 향상시키고 BUBBLE 질행상을 의해 2차 격벽을 이용하여 압력차를 발생시킴으로서 BUBBLE의 농도와 질을 높여 NANO MICRO BUBBLE이 발생할 수 있는 환경을 조성함.

AIR는 벤츄리 튜브를 이용하여 자체적으로 흡입이 가능하도록 설계하였음

벤츄리는 토출측과 흡입측을 순환 튜브로 연결하여 토출측에 압력을 가하여 벤츄리 튜브가 동작하도록 설계하였음.

다) 디자인 및 외형 조립도



라) 운전 및 장비 내역

성능 평가를 통하여 AIR와 압력 관계를 확인하고 사양을 설정하였음.

PRIME PUMP	MIXER	OXYGEN GENERATOR	벤츄리	압력(Bar)	특기사항
ON	ON	OFF	OPEN	3.2 BAR	
OFF	ON	ON / 3LPM	OPEN	2.2 BAR	
ON	ON	OFF	CLOSE	4.0 BAR	BUBBLE 생성 안됨
OFF	ON	ON / 3LPM	CLOSE	3.2 BAR	BUBBLE 상태가 불량

최종적으로 결정된 장비의 사양 내역은 다음과 같음.

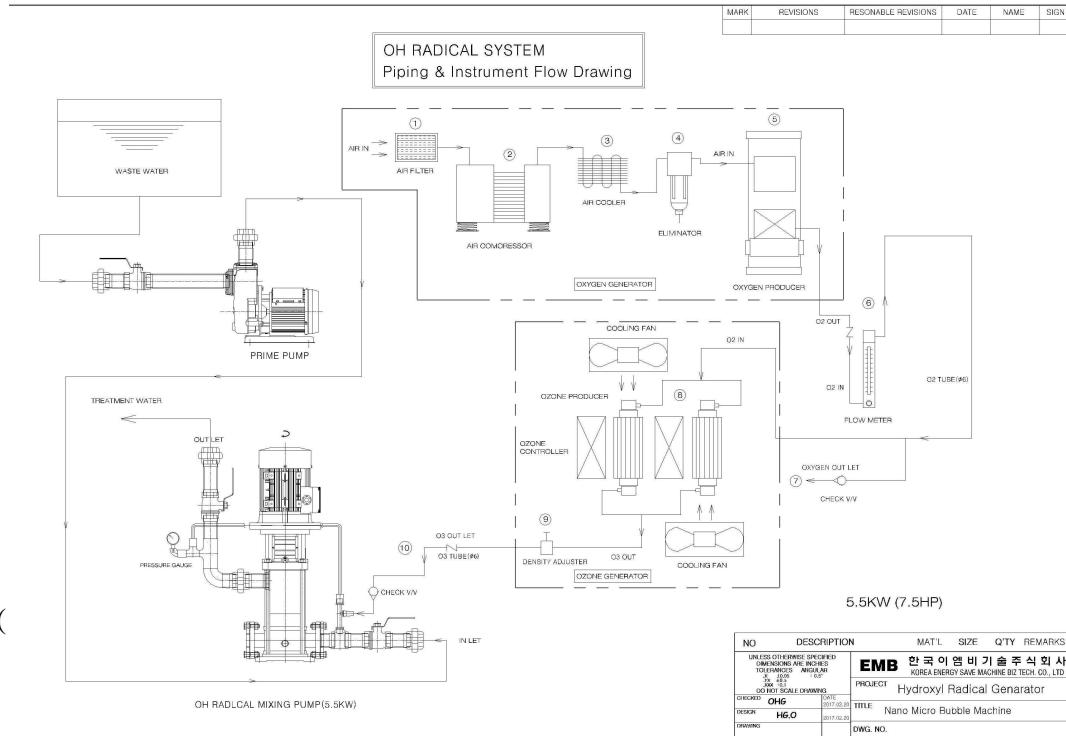
- ① PRIME PUMP : 0.5HP 수중 PUMP
- ② MIXER : 한일 PUMP
- ③ MODEL NO : PHH-408A-B
- ④ 벤튜리 튜브 : 소형
- ⑤ RETURN LINE : 10파이
- ⑥ AIR(OXYGEN GENERATOR) : 옥서스 7.5LPM MODEL
- ⑦ AIR LINE : 6파이



Fig. 4-1. 시험용 장비 사진

(2) Model II NANO 200

가) 구조



나) 원리 및 특징

나노마이크로 버블은 여러 개의 작고 큰 다단형태의 치차들이 조합을 이루고 모터 축에 연결되어 분당 3,600rpm으로 회전을 하면서 물과 기체를 순간적으로 혼합하게 되는데, 이때 발생하는 내압 케비테이션 현상으로 인해 순간에 다량의 미세기포가 발생하는 원리임

기술적 구조가 단순하여야 고장율이 낮아 경제적 이점이 있음. 또한 큰 입자의 유기물들은 작은 입자로 파쇄 됨으로서, 주입하는 기체의 용존효율을 과포화상태 이상으로 용존시킬 수 있음.

고속회전축에 날개가 여러 개인 치차형 브레이드가 여러 단으로 그 크기가 다르게 조합되어 회전 하므로써 순간에 수없이 부딪치며 상승하면서 미세화 분해되도록 설계되었음.

다) 디자인 및 외형 조립도

Mixer 기본 조립 도면에서 믹서는 여러개의 치차로 구성되어 있는데 치차 배열은 믹서

의 핵심기술임.

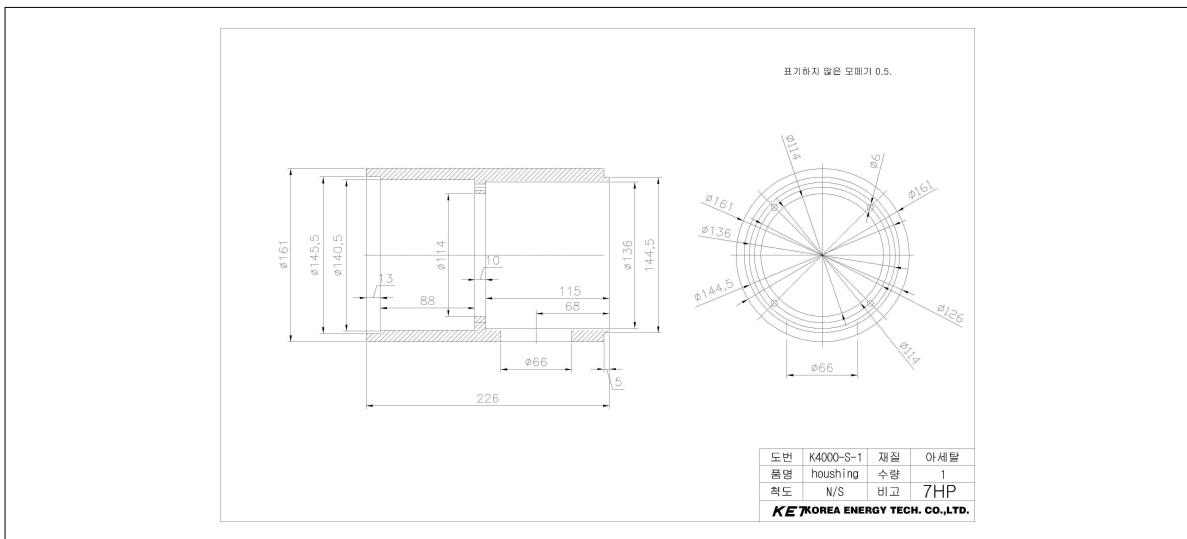


Fig. 4-2. 슬리브 조립 도면

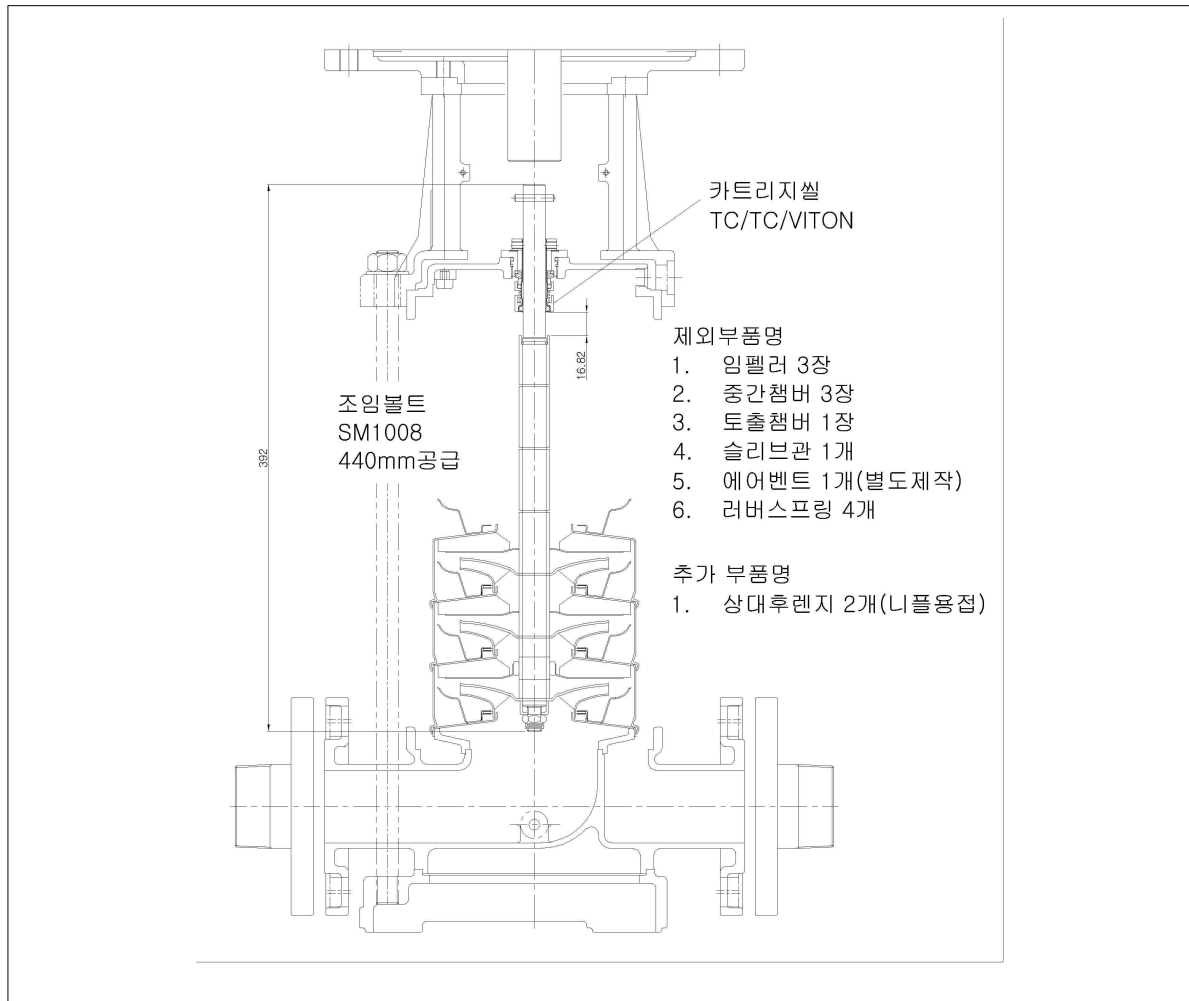


Fig. 4-3. 가압다단 입형 MIXER 조립도면

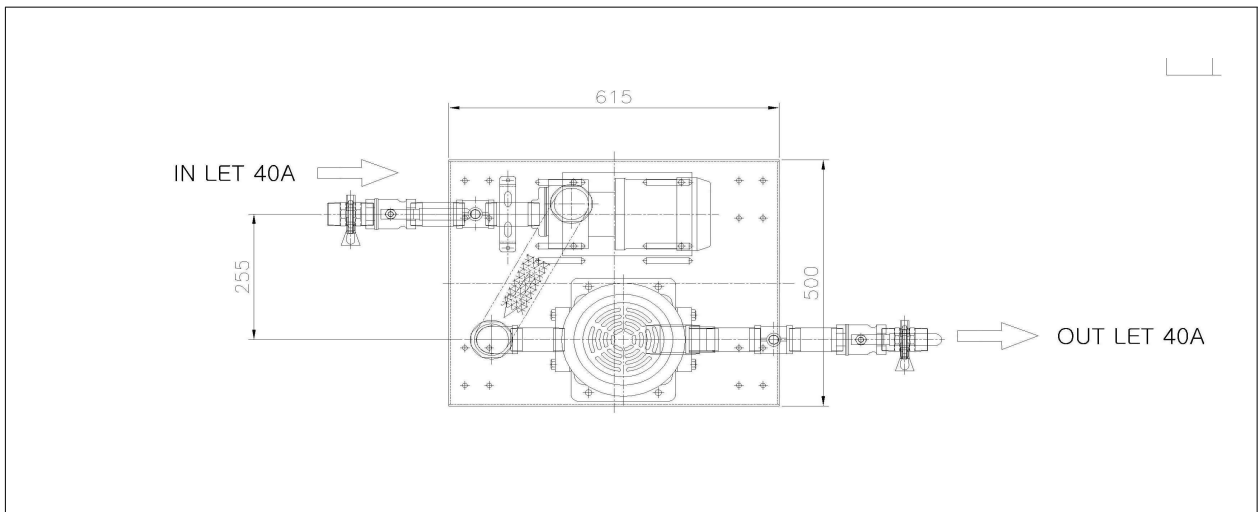


Fig. 4-4. 배치도

○ 조립도

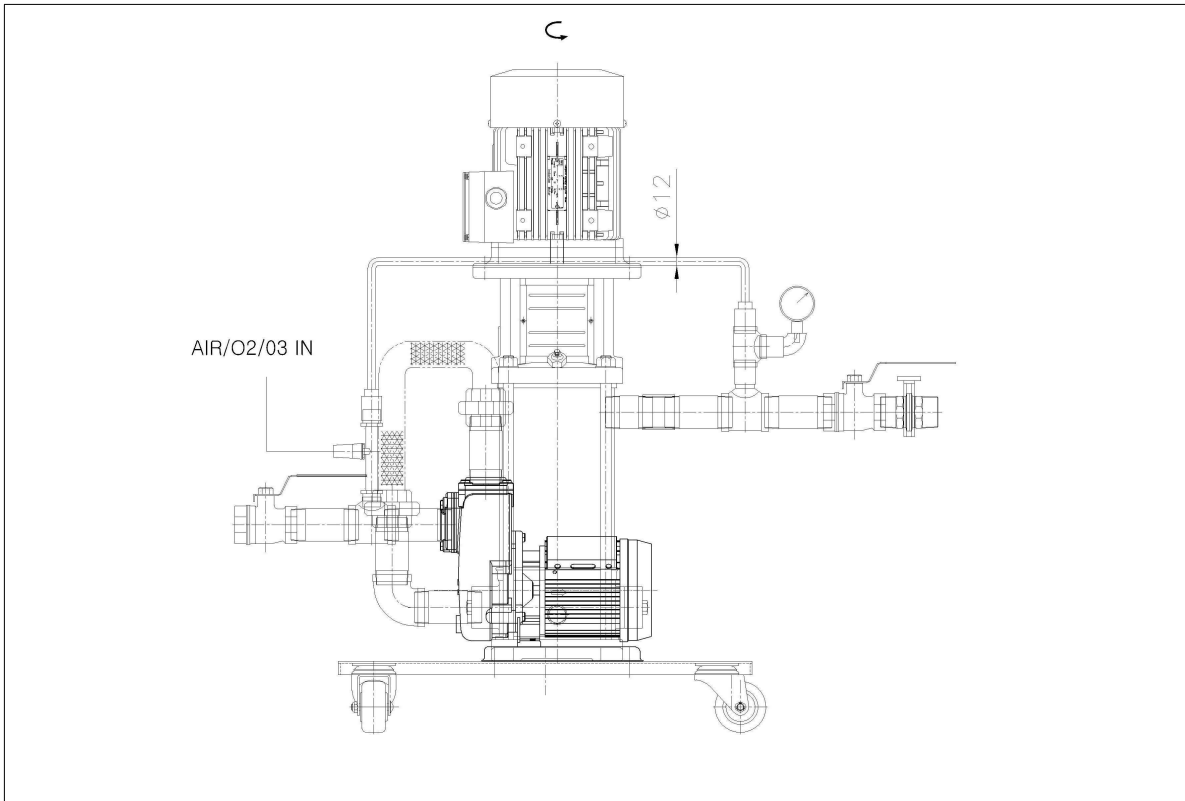


Fig. 4-5. 조립도

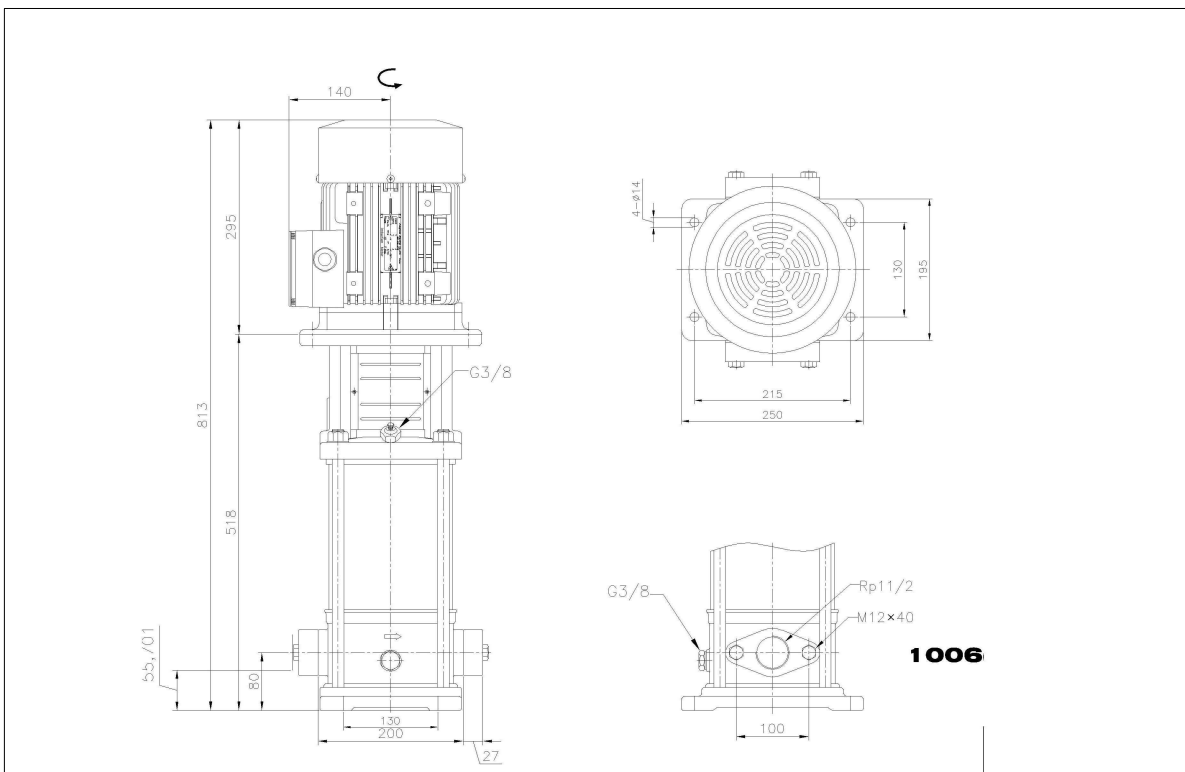


Fig. 4-6. Mixer 구조도

라) 장비와 성능 검사



다. 식품 및 설비/도구의 세척 및 살균 적용을 위한 모델 시스템 제작

- 식품 공정 및 설비/도구의 세척 및 살균 시스템 적용을 위한 평가를 위해 협동기관인 한국식품연구원과 협의를 통해 모델 시스템을 제작하였음.
- 협의를 통해 상단에는 수조를 하단에는 마이크로 버블 장치를 넣은 구조로 구성하고 바퀴를 달아 이동성을 용이하도록 구성하였으며, 수조에는 열선을 넣어 열수를 사용 할 수 있도록 구성하였음.



Fig. 4-7. 식품 및 설비/도구의 세척 및 살균 시스템 개발 및 항균복합성물 평가를 위해 제작한 모델 시스템

라. 마이크로버블 처리에 의한 신선 농식품의 미생물학적 품질 변화

- 마이크로버블은 직경 50 μm 이하의 작은 기포로 물에서 발생 시 음전하를 띄어 양전하를 띤 미생물과 정전기력으로 결합하여 마이크로버블이 파열할 때 발생하는 하이드록실 라디칼의 에너지로 살균 효과를 일으키는 것으로 알려져 있음. 따라서 본 연구에서 선정된 신선 농식품을 대상으로 마이크로버블처리 및 열수처리에 의한 세척 효과를 한국식품연구원과 공동으로 미생물학적 품질 평가를 통하여 확인하였음.
- 마이크로버블에 의한 세척 효과를 확인하기 위하여 양상추를 일반, 마이크로버블로 각각 세척하고 저장하면서 미생물학적 품질을 평가하였음. 일반세척의 경우 일반 수돗물에 2분간 세척을 하였고, 마이크로버블 세척은 10 μm 이하의 마이크로버블이 발생하고 있는 세척조에 시료를 넣고 2분간 침지하여 처리하였음. 세척한 시료는 야채탈수기로 약 30초간 탈수한 일반세균수와 곰팡이수를 분석하였음. 마이크로버블이 처리 직후 일반세균수는 2.9 log CFU/g으로서 일반 세척 4.5 log CFU/g 보다 좋은 결과를 얻었음. 양상추는 초기 곰팡이수가 낮아서 세척 방법 간 차이를 확인할 수 없었음.
- 양상추의 세척 실험을 통해 마이크로버블 처리가 일반세균수의 제어에 효과 있음을 확인하였으며, 엽채류의 효과를 추가로 확인하기 위하여 국내 소비량이 높은 상추를 대상으로 마이크로버블에 의한 세척 효과가 작물에 따라 동일하게 나타나는지 확인하였음. 실험방법 및 조건은 양상추와 동일하게 진행하였음. 일반세균수는 일반 세척 후에는 5.1 log CFU/g였고, 마이크로버블을 이용한 세척 직후에는 3.5 log CFU/g으로 일반 세척에 비하여 좋은 결과를 얻었음. 곰팡이 수도 일반세척은 4.6 log CFU/g 수준이었으나 마이크로버블 세척은 3.5 log CFU/g 수준이었음.
- 마이크로버블에 의한 채소류의 미생물 제어 활성을 하였으나 제어 정도는 마이크로버블의 강도, 접촉시간, 온도 등에 따라 차이가 있었음. 그에 따른 보완 실험을 통하여 채소류 유형별 최적 시스템을 설정하고자 함.

마. 마이크로버블 사용 매뉴얼 제작

(1) 구성 (주요부 사양 및 규격)

- 가) Mixing part (공기 및 기체 혼합장치)
- 나) Prime pump (초기 흡입 장치)
- 다) Air suction part (흡입 방식)
- 라). 제어 및 배관

(2) 외형 및 세척 설비 설치 모습



(3) Mixing pump 운전 점검

- 가) 모터는 회전방향 (정면에서 좌회전)에 맞춰 결선한다. (초기입력전원 필히 확인)
- 나) 배관 작업이 완료된 후 배관 흡입구에 처리수 (원수) 공급을 충분히 한다.
- 다) 초기 가동 시 제어박스 커버를 열고 MAIN 전원 S/W를 올린다.
- 라) 운전선택 스위치 램프가 켜지는지 확인하고 “MANU”(수동운전)으로 선택한다.
- 마) 가동 전에 모든 밸브를 완전히 개방한다. (밸브 개폐 필히 재확인)
- 바) P.P PUMP(흡입펌프) ON S/W를 누른 후, 약 10초 후 MIX PUMP ON S/W를 누른다.
- 사) 물이 정상적으로 토출 되는지 확인한다.
- 아) 물이 정상적으로 토출되지 않을 때는, PUMP를 즉시 가동 중지하고 점검 확인한다.
- 자) 물이 정상으로 토출되면 압력이 버블생성 노즐에 의해 자동으로 4~5kg /cm² 정도로 올라가는지 압력게이지를 확인한다.
- 차) 물공급이 정상적으로 압력과 토출이 이상이 없을 경우 2~3분간 가동 후 유량조절기 조절 핸들을 틀 좌측으로 천천히 돌리면서 조절기 눈금을 확인한다.
- 카) 공급유량은 7~8L / min 으로 고정한다.
- 타) 기체 흡입구는 벤츄리관에 의하여 자동으로 자동 공급되며 유량조절 게이지로 사용량을 조절할 수 있다.
- 파) 운전 방법 선택은 수동운전으로 운전 조건이 최적으로 조절 되었을 경우 자동운전을 한다.

(4) 운전 유의 사항

- 가) 유량조절기 사용방법 : 조절기 KNOB을 우측으로 돌리면 잠기고, 반대방향은 열린다. 반드시, 조절 시에는 천천히 개방하여 급속히 과다한 유량이 공급되지 않도록 각별히 유의한다. 적정 유량은 O₂ / O₃일 경우 4~5 L / MIN으로 고정한다.

나) 압력확인 : 적정 사용압력은 4~5 Kg/cm² 이며 가동 중 압력이 2Kg 이하로 급강하 한 경우 가동을 중단한다.

다) 조치 방법 : MIXING PUMP 내에 과도한 기체가 주입되었거나, 물이 공급되지 않을 때, 압력이 저하됨으로, 공기 빼기 벨브를 열어 충분히 기체를 배출시키거나, 처리수를 재공급한다.압력이 정상으로 복귀되었음을 확인 한 후, 장비 재 운전을 한다.

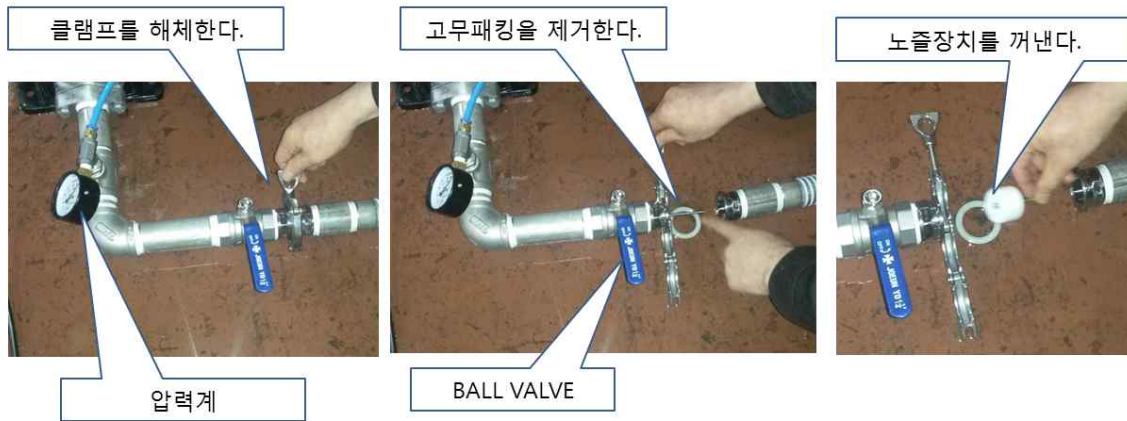
(5) 마이크로버블 생성 노즐 취급방법

가) 노즐이 막히지 않도록 주의 (작은갯수 구멍에서 큰 갯수 구멍으로 토출됨으로 청소 후 재설치 시 방향에 유의)

나) 노즐장치를 사용할 시는 물펌프 흡입구 쪽에 1.5 mm 매쉬망을 설치하여 격벽장치가 막히지 않도록 하십시오. 단, 고형물질이나 모래 등이 다량 함유된 원수는 사용이 불가능하며, 이는 장비 고장의 직접적인 원인이 됨으로 특별히 주의한다.

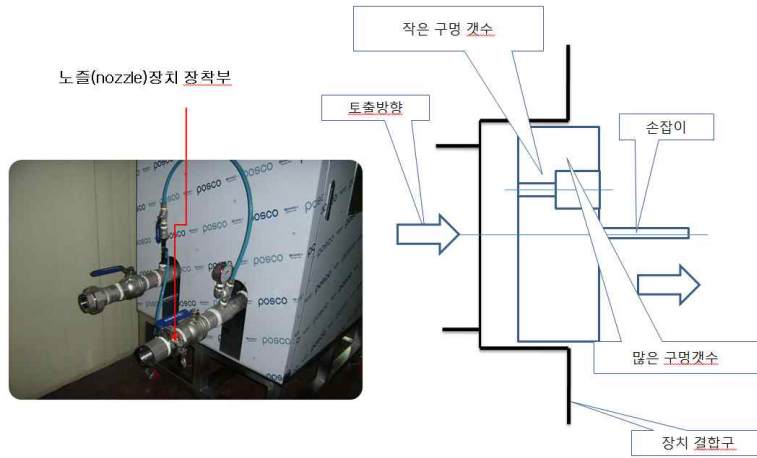
다) 미세 마이크로버블이 필요하지 않을 시는 노즐장치는 사용하지 않아도 되며, 노즐장치를 사용하지 않을 시는 내부에 설치된 볼밸브를 조정하여 압력을 4~5kg/cm²에 맞춘다.

라) 아래 그림은 그림노즐장치 분해 순서이며 조립할때는분해의 역순이다. 조립시 구멍갯수가 작은 방향에서 많은 방향으로 물이 토출 되도록 삽입한다.



(6) 기타

가) 노즐장치 청소방법 : 토출량이 현저히 저하되고, 토출압이 설정치 이상으로 과도하게 높은 경우 점검 및 청소한다.



나) 노즐 장치 spare 공급부

노즐(nozzle)장치 장착부



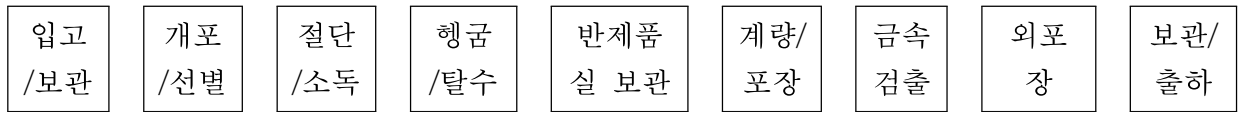
V. 협동 4 ((주) 네떼)

1. 개발 시스템의 현장 적용 및 평가

가. 샐러드 생산 시스템 분석

(1) 공정 구성

샐러드 원료로 사용되는 채소류의 입고에서 생산까지의 공정은 원물 입고 --> 박피 --> 절단 --> 세척/소독/헹굼 --> 탈수 단계로 구성됨. 탈수된 시료는 내포장 라인에서 제품 특성에 따라 봉지포장, 삼면포장, 용기포장 등을 위해 계량하고, 밀봉 --> 완제품 --> 금속검출 단계를 거쳐서 포장됨. 포장이 종료된 제품은 외포장 라인에서 박스/컨테이너 포장 후 매장별로 분류된 다음 출하 전까지 저온저장고에 보관



<박피 공정 (원물, 박피 전, 박피 후) >

<세척 공정 (절단 전, 절단 후)>

□ 연속 세척기



< 세척 공정 (연속세척시) >



< 내포장 >



< 외포장 >



< 완제품 보관 >

Fig. 5-1. 샐러드 생산 공정 시스템

(2) 생산 및 품질 관리

- 샐러드 제품의 품질 관리를 위한 제조 공정은 다음과 같으며, 각 단계별로 별도의 매뉴얼 (검사관리 기준, 소독/행균 기준, 위생관리 기준)에 따라 관리하고 있음.
- - 특히 소독/행균 단계와 금속 검출 단계를 CCP로 지정하고 소독 농도, 교체주기, 행균 시간, 탈수 시간 등을 집중 관리하고 있음.

- 냉각수는 0~5℃를 유지하여 세척에 사용하고 있으며, 탈수된 반제품과 포장된 완제품은 0~5℃에서 보관함.

○ 채소를 세척한 세척수는 이물을 제거하고, 11 ppm 상태로 방출하며, 박피 및 절단 단계에서 발생한 비가식 부위는 인근 가축농장의 사료 대체용으로 공급하거나, 압축기로 부피를 줄여 농가 퇴비용으로 재활용함



< 세척수 배출 >



< 비가식부위 채소 배출과정 >

(3) 생산 공정

현재 업체에서 가장 많이 생산하는 혼합샐러드의 제조 공정도는 다음과 같으며, 소독 및 행굼시간과 금속 검출 공정을 CCP로 지정하고 관리하고 있음.

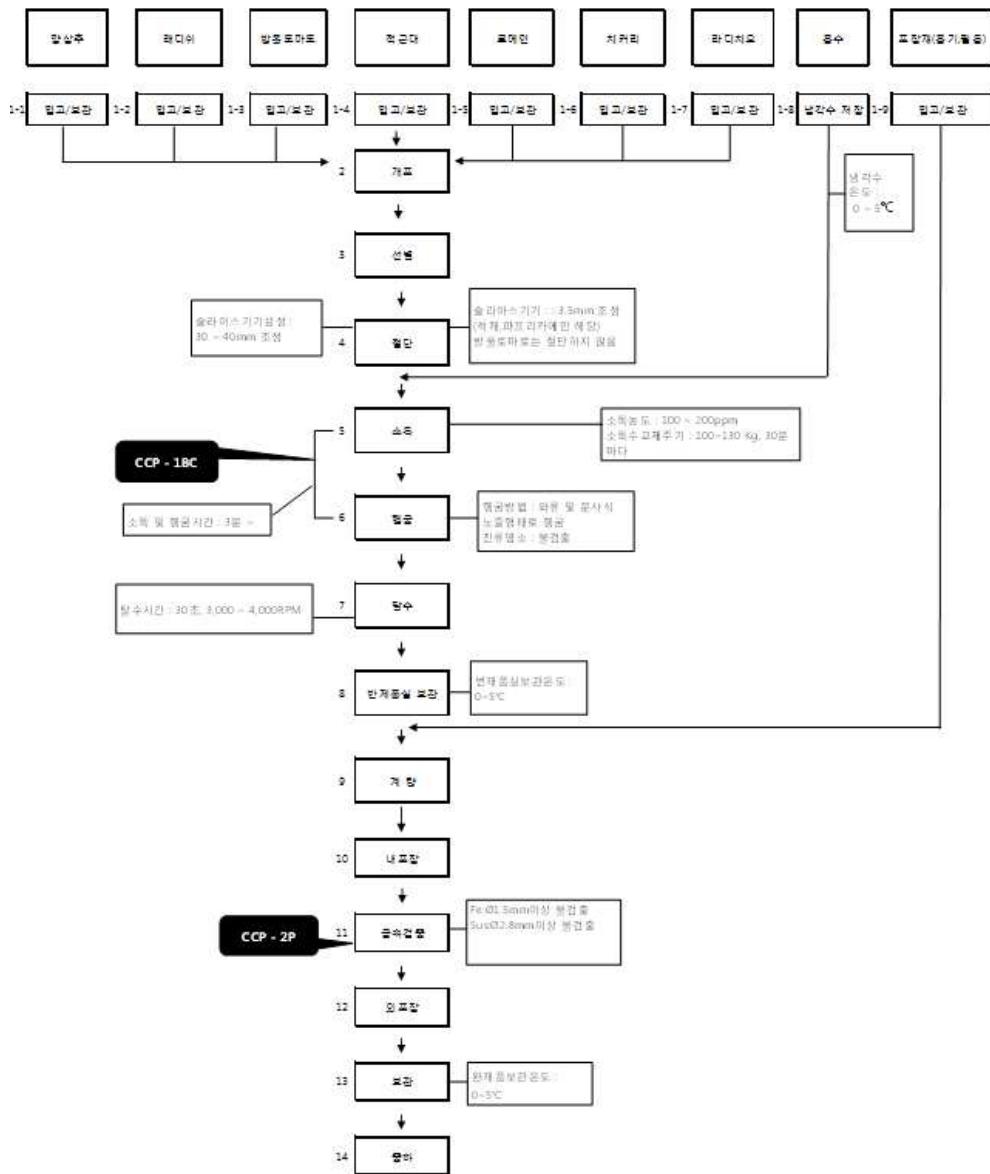


Fig. 5-2. 혼합샐러드의 제조 공정도

(4) 공정 관리

생산 전 공정에 대해서 각각 검사관리 기준, 소독, 헹굼 기준, 위생관리 기준을 설정하고, 관리하고 있음. 특히 소독/헹굼 공정은 CCP로 하여 관리하고 있음. 소독 헹굼 공정의 관리항목은 : 소독농도, 소독시간, 소독수 교체주기, 헹굼방법, 헹굼시간, 잔류염소량이며, 한계기준으로 소독 농도 100~200 ppm, 시간 3~5분, 교체주기 100~130 kg 이하, 30분 마다 이며 헹굼 후 잔류 염소는 불검출이어야 함. 모니터링 주기는 작업시작전, 품목 변경시, 작업 종류 후 등임.

나. 생산 제품 미생물학적 품질 평가

(1) 실험방법

가) 일반세균수

일반세균수는 식품공전에 따라 시료 25 g에 0.85% saline 225 mL을 가하여 균질기 (Stomacher 400 circulator, Seward Laboratory Systems., FL, USA)를 이용하여 260 rpm에서 2분간 균질화시킨 후 시험액 1 mL을 취하여 0.85% saline 9 mL에 단계별 희석 하였음. 각 단계 희석액 1 mL을 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plates (3M Microbiology Products, St. Paul, USA)에 접종 한 후 37°C에서 48시간 배양하여 성장한 집락 수를 측정 함.

나) 대장균군

일반세균수와 동일한 시험액 1 mL을 취하여 단계별 희석한 후 Sanita-kun E. coli/coliform count (SCC, Chisso Corp., Tokyo, Japan)에 접종 한 후 37°C에서 24시간 배양하여 성장한 초록색 집락 수를 계수함.

다) 진균류

일반세균수와 동일한 시험액 1 mL을 취하여 단계별 희석한 후 PYM (Petrifilm™ Yeast and Mold count plate)을 이용하여 25°C에서 5일간 배양한 후 파란색 또는 녹색의 빛깔을 띠거나 다양한 색상과 균체의 크기가 큰 집락을 계수함.

라) 장내세균

일반세균수와 동일한 시험액 1 mL을 취하여 단계별 희석한 후 Enterobacteriaceae Count plate (3M Microbiology Products, St. Paul, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양함. 배양 후 가스를 발생하는 붉은색 집락, 노란색 환을 보이는 붉은색 집락, 가스를 발생하고 노란색 환을 보이는 붉은색 집락을 계수함.

마) 바실러스 세레우스

일반세균수 분석과 동일한 시험액 1 mL을 단계별 희석한 후 Mannitol Egg yolk Polymyxine agar (MYP, Merck, Darmstadt, Germany)에 각 단계 희석액 0.2 mL씩 5장에 도말하여 총 접종액이 1 mL이 되게 한 다음 30°C에서 18-24시간 배양하였음. 성장한 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수함. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 Tryptic soy agar (TSA, Merck, Germany)에 희석 도말하고 VITEK-2 compact® (BioMerieux, Marcy l'Etoile, France)로 확인 후 식품공전에 따라 바실러스 세레우스를 최종 확인하여 정량 결과값에 반영함.

바) 클로스트리디움 퍼프린젠스

일반세균수 분석과 동일한 시험액 1 mL을 petridish 두 장에 분주한 후 난황을 첨가하지 않은 TSC 배지 (Typtose Sulfite Cycloserine Agar)를 가하여 잘 혼합시킨 후 응고함. 응고된 배지 위에 동일한 배지 10 mL을 가하면서 증첩한 후 37°C에서 20시간 혐기 배양하여 VITEK-2 compact[®] (BioMerieux, France)로 확인 동정함.

사) 황색포도상구균

일반세균수 분석과 동일한 시험액 1 mL을 단계별 희석한 후 Baird-Parker 한천 배지 3장에 0.3 mL, 0.4 mL, 0.3 mL 씩 총 접종액이 1 mL이 되게 도말함. 접종액이 완전히 흡수 되도록 도말 한 후 37°C에서 48시간 배양하고 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 나는 검정색 집락을 집락함. 확인 동정을 위하여 의심 집락을 5개 이상 TSA 배지에 획선 도말 한 후 VITEK-2 compact[®] (BioMerieux, France)로 확인 동정하여 식품공전에 따라 정량 결과값에 반영함.

아) 살모넬라

시료 25 g에 225 mL의 펩톤식염완충액을 첨가하여 37°C에서 24시간 배양한 후 이 배양액을 10 mL의 RVS 배지에 0.1 mL을 첨가하여 42°C에서 24시간 동안 증균 배양함. 증균 배양액을 XLD agar에 도말한 후 37°C에서 24시간 배양함. 검은색의 집락이 확인되면 VITEK-2 compact[®] (BioMerieux, France)로 확인 동정함.

자) 장출혈성 대장균

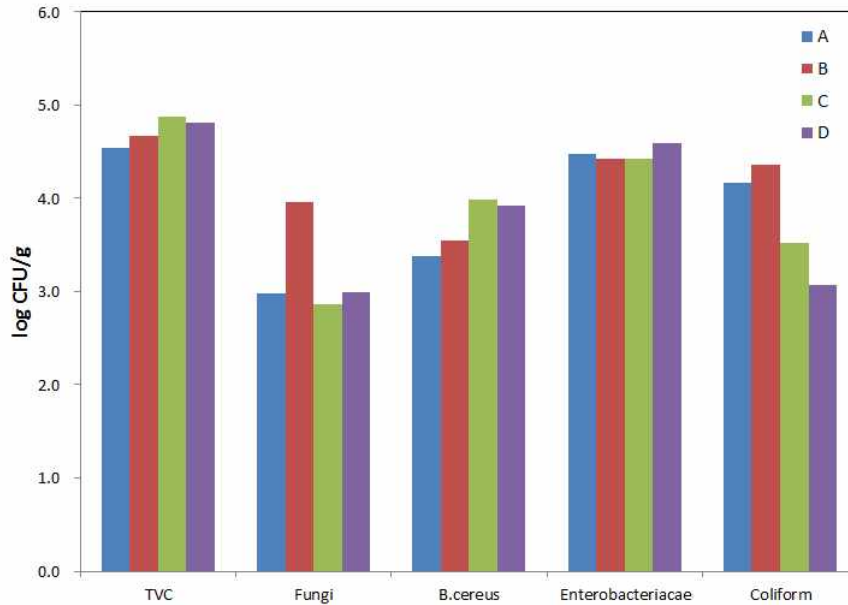
시료 25 g을 취하여 225 mL의 mTBS를 가한 후 37°C에서 24시간 증균 배양함. 배양액은 SMAC 배지와 BCIG 배지에 각각 접종하여 18-24시간 배양한 후 SMAC 배지에서는 sorbitol을 분해하지 않은 무색집락을, BCIG 배지에서는 청록색 집락을 각각 5개 이상 취하여 TSA 배지에 옮겨 37°C에서 24시간 배양함. 배양 후 집락에 대하여 배로 독소 VT1, VT2 유전자를 이용하여 PCR을 한 후 배로독소 양성, 대장균 양성일 경우 장출혈성 대장균으로 판정하였음.

(2) 실험 결과

- 생산된 셀러드 제품 6종에 대해 2016년 식품공전 신선편의 기준에 따라 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라, 바실러스 세레우스, 장출혈성 대장균, 클로스트리디움 퍼프린젠스를 분석하였음. 신선편의식품이란 농·농·임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공공정을 거치거나 이에 단순히 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로서 그대로 섭취할 수 있는 셀러드, 새싹채소 등의 식품임.
- 셀러드 완제품 4종에 대해 총균수, 곰팡이수, 대장균군, 장내세균수를 분석한 결과는 아래

그림과 같음. 분석한 모든 제품의 총균수는 4.6~4.9 log CFU/g, 곰팡이수는 2.9~4.0 log CFU/g, 장내세균은 4.4~4.6 log CFU/g, 대장균군은 3.1~4.4 log CFU/g 수준이었음, 바실러스 세레우스는 3.4~4.0 log CFU/g 수준 이었음.

- 앞으로 별도의 세척 공정이 필요하지 않은 신선편의 식품을 개발 시판하기 위해서는 체계적인 살균/세척 공정이 필요할 것으로 사료됨.



다. 자체 신선편의 샐러드 세척 공정 개선에 따른 미생물학적 품질 변화

(1) 절단 엽채류와 방울토마토 세척

- 1차년도 샐러드 완제품에 대한 미생물학적 품질 평가 결과에 따라 체계적인 살균/세척 공정이 필요함을 확인함. 따라서 샐러드 가공 업체의 세척 공정을 확인하고 세척 전/후의 미생물학적 품질 변화를 확인하기 위하여 샐러드 원물과 완제품을 수집하여 미생물학적 품질 평가를 확인하였음. 시료 채취는 완제품에 포함되는 원물의 종류가 다른 두 개의 신선편의 샐러드를 선정하여 실시하였음.
- 샐러드에 포함되는 원물 5종(양상추, 치커리, 로메인, 방울토마토, 적근대)과 세척 후 완제품의 미생물학적 품질 평가를 수행하였음. 세척 방법은 원물을 각각 절단 후 혼합하여 전해수를 이용하여 3단 세척을 하였으며 탈수기로 탈수하여 포장하였음.
- 양상추, 치커리, 로메인, 적근대 등 엽채류 원물의 일반세균수는 5.8~7.5 log CFU/g 수준이었음, 방울토마토는 3.9 log CFU/g 이었음. 전해수 세척 후 완제품의 일반세균수는 약 5.1 log CFU/g로 원물과 비교하여 약 1 log CFU/g 낮았음.
- 진균류는 샐러드 원료 중 치커리와 적근대의 4 log CFU/g 이상으로 높았으며, 방울토마토가 2.7 log CFU/g 으로 가장 낮았음. 전해수 세척 후 완제품에서 진균류수는 3 log CFU/g 으로 원물들의 진균류와 비교하여 큰 감소는 확인되지 않았음.

- 즉석섭취샐러드에서 *B. cereus*의 기준은 식품공전상 3 log CFU/g 미만으로 기준이 설정되어 있으나 완제품의 *B. cereus* 분석 결과 약 4 log CFU/g으로 확인됨. 이는 치커리나 로메인의 원물의 높은 *B. cereus* 오염 수준 (각각 5.4 log CFU/g, 4.1 log CFU/g)으로 인한 것으로 사료됨.
- 장내세균(Enterobacteriaceae, EB)과 대장균군은 치커리 원물에서 약 7.1 log CFU/g로 가장 높았으며, 방울토마토를 제외한 양상추, 로메인, 적근대 모두 4 log CFU/g 이상으로 분석되었음. 세척 후 완제품에서도 약 4 log CFU/g로 분석되어 세척 방법에서의 개선이 필요한 것으로 사료되었음.



Table 5-1. 신선편의 샐러드 원물과 완제품의 미생물학적 품질 평가 I>

(단위: log CFU/g)

	TVC	Fungi	<i>B. cereus</i>	EB	Coliform	<i>C. perfringens</i>	
원물	양상추	6.1±0.39	3.5±0.67	< 100 CFU/g	4.2±0.00	4.9±0.08	< 100 CFU/g
	치커리	7.5±0.04	4.5±0.04	5.4±0.04	7.1±0.04	6.9±0.04	< 100 CFU/g
	로메인	6.7±0.13	3.9±0.13	4.1±0.13	4.8±0.13	5.2±0.13	< 100 CFU/g
	방울토마토	3.9±0.14	2.7±0.03	< 100 CFU/g	3.3±0.24	3.1±0.11	< 100 CFU/g
	적근대	5.8±0.01	4.4±0.01	1.2±0.01	4.6±0.01	4.8±0.01	< 100 CFU/g
	완제품	5.1±0.29	3.0±0.21	3.9±0.14	4.4±0.18	4.4±0.27	< 100 CFU/g

(2) 절단 적근대와 로메인의 수돗물 세척

- 절단 적근대와 로메인 등의 원물과 이들이 포함된 완제품을 대상으로 세척 공정 전/후의 미생물학적 품질 변화를 확인하였음. 세척은 절단된 원물을 대상으로 일반 수돗물 세척을 하였고 탈수 후 포장된 제품을 완제품으로 분석하였음.
- 절단하여 세척하지 않은 엽채류의 일반세균수는 적근대 6.2 log CFU/g, 로메인 6.1 log CFU/g으로 모두 6.0 log CFU/g 이상이었음. 포장된 완제품의 일반세균수도 5.5 log CFU/g 었음.
 - 진균류는 적근대가 5.2 log CFU/g으로 높았고, 로메인은 4.6 log CFU/g 이었음. 완제품의 진균류는 3.4 log CFU/g이었음.
 - *B. cereus*는 적근대가 2.8 log CFU/g이었으며, 로메인은 100 CFU/g 이하였음. 세척 후 완제품에서 역시 2.2 log CFU/g의 *B. cereus*가 검출됨. 즉석섭취샐러드의 *B. cereus* 기

준은 3 log CFU/g 미만이지만 완제품에서 2 log CFU/g이 나왔고 유통 중 최적의 성장 조건이 되면 식품 내에서 언제든지 증식할 수 있으므로 *B. cereus*의 감소를 위한 추가적인 방법이 필요할 것으로 사료됨.

- 장내세균과 대장균군은 비슷한 경향으로 나타났으며 적근대와 로메인이 모두 5.0 log CFU/g 이상이었으며, 완제품에서도 장내세균과 대장균군이 각각 4.8 log CFU/g, 4.7 log CFU/g 이었음.

Table 5-2. 신선편의 샐러드 원물과 완제품의 미생물학적 품질 평가 II
(단위: log CFU/g)

	TVC	Fungi	<i>B. cereus</i>	EB	Coliform	<i>C. perfringens</i>
적근대	6.2±0.12	5.2±0.15	2.8±0.53	5.5±0.22	5.2±0.47	< 2
로메인	6.1±0.27	4.6±0.09	< 2	5.3±0.35	5.0±0.41	< 2
완제품	5.5±0.10	3.4±0.08	2.2±0.45	4.8±0.14	4.7±0.05	< 2

- 두 종의 신선편의 샐러드에 대하여 원물의 세척 전/후 미생물학적 품질 변화를 확인한 결과, 원물의 일반세균, 진균류, *B. cereus*, 장내세균, 대장균군과 비교하여 세척된 완제품에서 이들 미생물의 수는 감소되지 않았고, 특히 *B. cereus*는 주요 식중독균으로서 일부 원물(적근대, 치커리, 로메인 등)에서 2.0 log CFU/g 이상으로 나왔으므로 이것을 제어하기 위한 효과적인 세척 방법을 도입해야 할 필요가 있다고 판단됨.

(3) 박피 절단도라지 가공 업체 환경 상태 분석 결과

- 박피절단도라지 가공 업체의 환경 분석을 위하여 Rodac 플레이트를 이용하여 미생물의 오염 위험도가 높은 9곳(원료 창고 바닥, 박피절단도라지 트레이, 벨트, 보관통, 세절기, 포장용 선반, 작업자 손, 포장용 바구니, 포장용 저울)을 선정하여 협동연구기관과 공동으로 분석하였음.
- 일반세균용 rodac 플레이트로 환경 오염도를 확인한 결과, 도라지 박피절단벨트, 세절기 상단, 박피절단후 보관통, 작업자 손, 바구니 등의 오염도가 높은 것으로 나타남. 대장균군과 *S. aureus*은 확인되지 않음.

라. 신선 농식품 공정 단계별 미생물학적 품질 평가

- 양상추 및 방울토마토의 샐러드 제조공정의 공정 단계별 미생물학적 품질 평가를 수행하기 위해 원물, 세척 전, 절단 후, 완제품 및 사용하는 소독수, 세척수를 수거하였음. 생산 설비 및 도구와 작업자의 손에 대해서도 표면 미생물 검사를 협동 기관과 공동으로 수행하였음. 표면 미생물 검사는 면봉을 이용한 스왑법과 로닥 플레이트를 이용하였음.

- 일반세균은 원물에서 4 log CFU/g 이상 가장 높은 것으로 확인되었으며, 절단된 양상추에서도 비슷한 수준으로 존재하였음. 일반세균수는 완제품에서도 비슷한 수준으로 확인되었음. 소독수, 세척수에는 균이 확인되지 않았으나, 절단기 에서는 사용 전후 각각 3 log CFU, 2.5 log CFU 수준으로 검출되었고, 소독조 표면에서도 2.5 log CFU 확인되었음. 세척조, 탈수기, 포장지 등에서는 확인되지 않았음.
- 대장균은 수거한 모두 시료에서 검출되지 않았으나, 대장균군은 절단 세척 후 2 log CFU/g, 완제품에서 1.3 log CFU/g 검출되었다. 황색포도상구균은 원물 방울토마토에서만 확인되었음.
- 협동기관의 도움으로 식중독 미생물을 확인한 결과 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균은 검출되지 않았으나, 바실러스 세레우스와 클로스트리디움 퍼프린젠스는 확인되었음. 특히 바실러스 세레우스는 작업중인 칼판 (100 cm²)에서는 정량 한계 이하였으나, 그 외 모든 시료에서는 검출되었고, 특히 작업자의 손에서 가장 많이 높은 오염 수준이었음. 클로스트리디움 퍼프린젠스는 작업 중인 칼판과 작업자의 손에서만 검출되어 검출되었음.

마. 항균 복합 조성물을 이용한 살균/소독 활성 현장 평가

- 개발된 항균복합 조성물을 이용한 현장 평가를 위한 회의에서 1차는 방울토마토, 2차는 박피세절도라지, 3차는 양상추의 순으로 하기로 결정됨에 따라 협의된 일정에 따라 시료를 준비하고 공동으로 수행하였음.
- 현장 평가를 위해 네떼 제품 생산사와 동일한 설비와 공정을 이용하였고, 작업자도 지원하였음. 현장실험을 위해 사용한 시료는 꼭지를 제거한 방울토마토 25 kg를 처리구별로 7 kg 씩 처리하였고, 양상추 15 kg은 5 kg 씩 처리하였음. 세절도라지 20 kg은 10 kg 씩을 침지조를 이용하여 처리하였음.
- 현장에서 처리된 각 시료는 자체에서 보유하고 있는 포장기를 이용하여 방울토마토와 도라지는 트레이에 100g씩 담고 열접합을 하였으며, 양상추는 60 g 씩 포장하였음. 각 처리된 시료는 운송 전까지 네떼 2℃ 저장고에서 보관하였으며, 운송 중 품질 저하를 억제하기 위하여 새벽에 냉장탑차로 운송하였음.
- 현장 평가를 위해 사용한 양상추 및 방울토마토 원물의 미생물학적 품질 수준을 검사하였음. 양상추의 일반세균수는 5.8 log CFU/g 였으며, 대장균군은 4.2 log CFU/g 이었음. 방울토마토 원물은 일반세균수 2.7 log CFU/g, 대장균군은 2 log CFU/g 이하로 확인되었음.

세척/소독 작업 기본 매뉴얼

1. 기본 수칙

- 1.1 입실 전 작업자 자신 및 상대방의 건강 상태(고열, 감기, 설사, 기침 등), 위생 상태(손톱), 복장 상태(위생복, 위생모, 위생장화) 등을 확인한다.
- 1.2 작업장 내에는 음식물, 개인 소지품(휴대전화 등), 장신구(반지, 목걸이, 귀걸이, 등)를 반입 혹은 착용하지 않는다.
- 1.3 입실 전에는 지정된 세척제로 손세척을 실시하고 발판 소독 및 에어샤워를 통과한 후 작업장에 들어간다.
- 1.4 작업자 외 출입은 금지하며 부득이 출입할 경우 작업자와 같은 순서로 입실하도록 한다.
- 1.5 작업자들은 작업 도중 일반구역(세척실, 선별실)과 청결구역(내포장실)의 이동을 금지하며 일반구역에서 청결구역으로 들어올 경우는 다시 입실 절차를 거쳐야 한다.
- 1.6 작업도구, 기구 등은 일반구역과 청결구역에서 혼합사용을 금하며 각 구역에서만 사용하도록 한다.

2. 작업 수칙

- 2.1 작업실의 모든 작업은 반장의 지휘 하에 사전에 맡겨진 업무를 시작하며 기계, 기구 등은 지정된 사용자에게 한하여 사용하며 사용자는 항상 기구, 기계의 사용가능 상태를 유지하여야 한다.
- 2.2 작업자는 작업 중 항상 주변을 정리 정돈하여 오염 혹은 교차오염이 발생하지 않도록 청결하게 관리하여야 한다.
- 2.3 작업자는 로트별 (또는 1회 처리 용량)로 사용 중인 위생장갑을 교체한다
- 2.4 작업자는 순서대로 작업하되 이상이 발생할 시에는 즉시 작업을 중단하고 반장에게 보고하여야 한다.
- 2.5 작업장의 온도는 설정 온도 기준 이하에서 관리되도록 하며 기준온도를 상회할 경우 즉시 관리자에게 보고하여 조치를 받는다.

- 2.6 작업의 종료 시에는 기구, 기계의 세척을 매뉴얼에 따라 실시하고, 바닥은 세제로 세척하고, 물기를 스크래퍼로 제거한 다음 소독용 알콜(혹은 차아염소산 나트륨 100~200 ppm)로 소독한다.
- 2.7 약품은 입고 날자, 중량, 농도 등을 잘 보이도록 표시하며 위생장갑 등 소모품과 함께 관리대장을 작성하여 항상 정해진 장소에 보관한다.
- 2.8 각종 용기는 원물용, 세척용, 폐기용 등으로 구분하여 관리하며 크기 혹은 색깔별로 구분하여 사용하되 혼용하여 사용하지 않아야 한다.
- 2.9 작업 중 생산되는 폐기물은 별도 자체 폐기물 처리 규정에 따라 처리한다.

3. 박피/절단 작업 매뉴얼

- 3.1 박피/절단 작업은 원료 유형별 관리 기준에 따라 처리하되, 일반 구역에서 수행시 내부 온도는 15°C±1°C 이하로 관리되어야 한다.
- 3.2 칼, 도마, 작업대 등은 박피/절단 전용으로 사용하여야 하며, 칼과 도마는 세척, 살균되어 건조되어 있는 것을 꺼내어 위생상태를 확인 후 사용한다.
- 3.3 양상추는 먼저 갈변된 부위, 짓무른 부위, 껍질 부위를 제거한 후 4등분하여 내부의 이물(특히 달팽이, 지렁이 등) 유무를 확인한 후 품목별 관련 매뉴얼에 따라 적정 크기로 절단한다. 다른 품목도 관련 매뉴얼에 따라 전처리 한다.
- 3.4 원물은 당일 생산계획에 맞게 작업하여 박피/절단 작업을 수행하며 박피/절단한 재료는 보관하지 않고 즉시 세척/소독 등 다음 공정을 진행하여야 한다.
- 3.5 부득이 박피/절단한 재료를 보관해야할 경우에는 원물명, 처리 날자와 시간 등을 표시한 후 위생적으로 포장하여 원물, 제품과는 별도의 장소(반제품 창고)에 보관하며 이렇게 보관된 박피/절단 재료는 24시간 이상 보관하지 않는다.
- 3.6 박피/절단 공정 작업자는 작업 도중 세척/소독실 혹은 포장실로 출입하여서는 안된다.
- 3.7 박피/절단 작업 후에는 폐기물 처리, 칼과 도마 그리고 운송대 등 작업기구의 세척과 소독, 바닥의 청소와 소독, 위생용품의 소독과 폐기 등 정리 정돈을 위생적으로 하여야 한다.

4. 세척/소독제 희석 방법

4.1 차아염소산나트륨 소독제 제조 방법

4.1.1 차아염소산나트륨을 필요량 무게를 소수점 둘째자리까지 정확하게 잰다.

(100ppm의 경우 물 10리터에 1그램 필요)

4.1.2 소독제 제조용 전용 용기에 무게를 잰 소독제를 넣고 따뜻한 물 1L로 완전히 녹인다.

4.1.3 소독용 수조에 세척수를 넣고(소독제 녹인 물을 제외한 량) 녹인 소독제를 혼합한다.

4.1.3 소독할 물의 온도가 소정의 온도로 냉각되었을 때 작업을 시작한다.

4.2 액체 차아염소산나트륨(락스) 소독제 희석 방법

4.2.1 액체 락스는 자극성이므로 장갑, 마스크를 착용하고 작업을 하여야 하며, 피부에 닿거나 호흡기로 직접 들이 마시지 않게 주의한다.

4.2.2 액체 락스는 대부분 12%의 농도로 시판되고 있으므로 100ppm을 기준으로 할 경우 물 10L에 8.5mL를 사용한다.

4.2.3 필요한 량의 액체 락스를 메스실린더로 정확하게 부피를 재어 일정량의 물이 든 수조에 바로 넣어 희석하여 사용한다(200ppm의 경우에는 약 500배 희석).

4.3 항균복합조성물 (메가세이퍼) 제조 방법

4.3.1 메가세이퍼는 천연물질이어서 자극성은 없으나 위생 장갑, 마스크, 위생복을 착용하고 작업한다.

4.3.2 액체는 4% 용액으로 희석 조제 한다. (물 96L에 항균복합조성물 4L를 넣는 비율로 희석한다).

품목별 세척/소독 작업 매뉴얼

5. 절단 양상추

5.1 차아염소산나트륨 이용 시

5.1.1 세척/소독실의 내부온도는 $15^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이하를 유지하도록 한다.

5.1.2 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 세척조에서 절단 양상추를 1~2분간 세척한다 (약 500L 수조의 경우 10kg 정도).

5.1.3 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 소독조 (100~200ppm 농도의 소독제)에 옮겨 1분간 소독한다.

5.1.4 $40^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에서 1분간 헝굼 세척한다. 마이크로버블발생기가 부착되었을 경우 동시에 작동시킨다.

5.1.5 세척 공정이 완료된 재료는 전용바구니에 넣어 탈수기에서 30초간 탈수한다. 탈수기의 회전수는 500~600 rpm으로 하고, 찌꺼기는 수시로 제거한다. 탈수기 사용을 계속할 경우에는 30분마다 소독제(차아염소산나트륨 100~200ppm 또는 4% 항균복합 조성물)로 깨끗하게 세척한 후 사용한다.

5.1.6 원심식 탈수가 끝난 재료는 진동컨베이어, 컨베이어 상의 강제 송풍 탈수 및 제품보관실에서의 비포장 자연 탈수 공정을 단독 또는 병용하여 추가 선택 할 수 있다.

5.1.7 탈수 공정을 거친 제품은 포장실로 이송하여 제품이 압상이 없도록 박스포장 또는 비닐 포장하여 10°C 이하의 항온 저장고에서 출하대기하도록 한다.

5.2 메가세이퍼 이용 시

5.2.1 세척/소독실의 내부온도는 $15^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이하를 유지하도록 한다.

5.2.2 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 세척조에서 절단 양상추를 1~2분간 세척한다 (약 500L 수조의 경우 10kg 정도).

5.2.3 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 소독조 (4% 메가세이퍼)에 옮겨 1분간 소독한다.

5.2.4 $40^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에서 1분간 헝굼 세척한다. 마이크로버블 발생기가 부착되었을 경우 동시에 작동시킨다.

5.2.5 세척을 마친 재료는 전용바구니에 넣어 탈수기에서 30초간 탈수한다. 탈수기의 회전수는 500~600 rpm으로 하고, 찌꺼기는 수시로 제거한다. 탈수기 사용을 계속할 경우에는 30분마다 소독제(차아염소산나트륨 100~200ppm 또는 항균복합조성물)로 깨끗하게 세척한 후 사용한다.

5.2.6 원심식 탈수가 끝난 재료는 진동컨베이어, 컨베이어 상의 강제 송풍 탈수 및 제품보관실에서의 비포장 자연 탈수 공정을 단독 또는 병용하여 추가 선택 할 수 있다.

5.2.7 탈수 공정을 거친 제품은 포장실로 이송하여 제품이 압상이 없도록 박스포장 또는 비닐 포장하여 10°C 이하의 항온 저장고에서 출하대기하도록 한다.

6. 방울토마토

6.1 차아염소산나트륨 사용시

6.1.1 세척/소독실의 내부온도는 15°C±1°C 이하를 유지하도록 한다.

6.1.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

6.1.3 방울토마토를 5°C±2의 소독조(100~200ppm 농도의 소독제)에 넣고 5분간 침지시켜 소독을 진행한다.

6.1.4 50°C±1°C로 조정된 수조에서 1분간 헹굼, 세척한다. 마이크로버블발생 장치가 부착되어있을 경우 동시에 작동시킨다.

6.1.5 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 컨테이너에 담고 깨끗한 비닐을 씌워 충분히 자연탈수를 한다.

6.1.6 자연 탈수가 끝난 재료는 진동컨베이어, 컨베이어 상의 강제 송풍 탈수 및 제품보관실에서의 비포장 자연 탈수 공정을 단독 또는 병용하여 추가 선택 할 수 있다.

6.1.7 탈수 공정을 거친 제품은 포장실로 이송하여 제품이 압상이 없도록 박스포장 또는 비닐 포장하여 10°C 이하의 항온 저장고에서 출하대기하도록 한다.

6.2 메가세이퍼 사용 시

6.2.1 세척/소독실의 내부온도는 15°C±1°C 이하를 유지하도록 한다.

6.2.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

6.3.3 방울토마를 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 소독조(4% 메가세이퍼)에 넣고(약 200L 수조의 경우 20kg 정도) 5분간 침지시켜 소독을 진행한다.

6.2.4 $50^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에서 1분간 세척한다. 마이크로버블발생 장치가 부착되어 있을 경우 동시에 작동시킨다.

6.2.5 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 컨테이너에 담고 깨끗한 비닐을 씌워 충분히 자연탈수를 한다.

6.2.6 자연 탈수가 끝난 재료는 진동컨베이어, 컨베이어 상의 강제 송풍 탈수 및 제품보관실에서의 비포장 자연 탈수 공정을 단독 또는 병용하여 추가 선택 할 수 있다.

6.2.7 탈수 공정을 거친 제품은 포장실로 이송하여 제품이 압상이 없도록 박스포장 또는 비닐 포장하여 10°C 이하의 항온 저장고에서 출하대기하도록 한다.

7. 절단도라지 (소독제 사용하지 않음)

7.1 세척/소독실의 내부온도는 $15^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이하를 유지하도록 한다

7.2 세척/소독 전 재료의 이물 혼합, 이상 여부 등을 체크한다.

7.3 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 수조에서 절단도라지를 4시간 이상 침지하여 쓴맛을 제거한다 (약 500L 수조의 경우 10kg 정도).

7.4 $55^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 조정된 수조에 넣고 1분간 침지 세척한다. 마이크로버블발생 장치가 부착되어 있을 경우 동시에 작동시킨다. 온도를 올릴 수 없는 수조에서는 마이크로버블 발생장치를 작동 시키면서 5~10분간 침지 세척한다.

7.6 세척을 마친 재료는 물 빠짐이 용이한 전용 용기에 넣고, 깨끗한 비닐을 씌워 충분히 자연탈수를 한다.

7.8 자연 탈수 후 진동컨베이어, 컨베이어 상의 강제 송풍 탈수 및 제품보관실에서의 비포장 자연 탈수 공정을 단독 또는 병용하여 추가 선택 할 수 있다.

7.9 탈수 공정을 거친 제품은 포장실로 이송하여 제품이 압상이 없도록 박스포장 또는 비닐 포장하여 10°C 이하의 항온 저장고에서 출하 대기하도록 한다.

설비, 기구 세척/소독 작업 매뉴얼

8. 용기, 기구의 소독 매뉴얼

8.1 칼, 도마, 플라스틱 전용 용기, 기구의 부품 등

8.1.1 칼, 도마, 플라스틱 용기, 슬라이서의 칼날 등은 먼저 세제로 1차 세척을 한다.

8.1.2 흐르는 물에 3회 이상 헹군다.

8.1.3 4% 메가세이퍼 용액 (또는 200ppm의 차아염소산 나트륨)이 들어있는 소독조에서 5분간 담가 둔다. 세척하기 어려운 작은 도구나 부품 등의 경우는 동시에 마이크로버블 발생 장치를 작동한다.

8.1.4. 헹굼 세척한다.

8.1.5 건조기(또는 자외선이 부착된 건조기)에서 건조하여, 건조 상태로 보관한다.

8.2 기구, 소독조, 설비, 바닥 등

8.2.1 슬라이서, 탈수기 등 분해할 수 있는 기구는 분해하여 제품에 직접 닿는 부품은 상기 8.1의 방법으로 세척/소독을 한다.

8.2.2 그 외 작업대, 기구, 바닥 등은 1차로 세제를 이용하여 세척한다.

8.2.3 1차 세척 후 깨끗한 물로 2회 헹구고 4% 메가세이퍼 용액 (200ppm의 차아염소산나트륨 용액)을 분무하거나 부어서 5분간 둔다.

8.2.4 소독 후 잘 건조시킨 후 사용한다.

마이크로버블 발생 장치 작동 매뉴얼

1. 마이크로버블 발생장치 작동 매뉴얼

1.1 Mixing pump 운전 점검

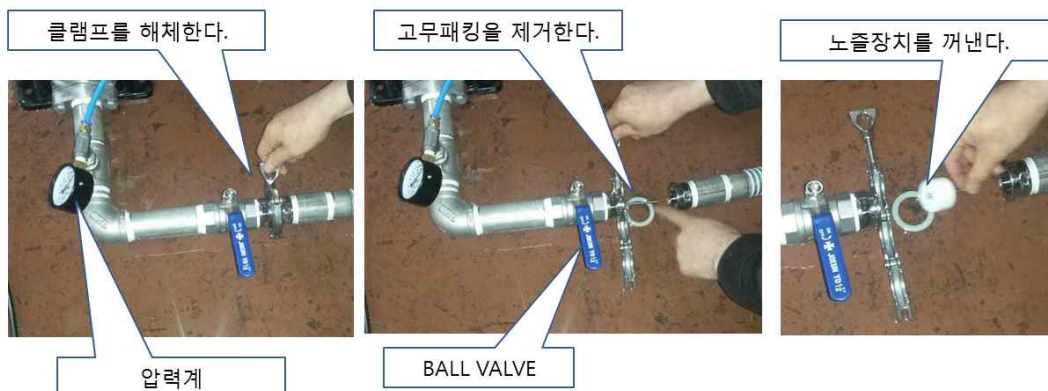
- ① 모터는 회전방향 (정면에서 좌회전)에 맞춰 결선한다. (초기입력전원 필히 확인)
- ② 배관 작업이 완료된 후 배관 흡입구에 처리수 (원수) 공급을 충분히 한다.
- ③ 초기 가동 시 제어박스 커버를 열고 MAIN 전원 S/W를 올린다.
- ④ 운전선택 스위치 램프가 켜지는지 확인하고 "MANU"(수동운전)으로 선택한다.
- ⑤ 가동 전에 모든 밸브를 완전히 개방한다. (밸브 개폐 필히 재확인)
- ⑥ P.P PUMP(흡입펌프) ON S/W를 누른 후, 약 10초 후 MIX PUMP ON S/W를 누른다
- ⑦ 물이 정상적으로 토출 되는지 확인한다.
- ⑧ 물이 정상적으로 토출되지 않을 때는, PUMP를 즉시 가동 중지하고 점검 확인한다.
- ⑨ 물이 정상으로 토출되면 압력이 버블생성 노즐에 의해 자동으로 4~5kg /cm² 정도로 올라가는지 압력게이지를 확인한다.
- ⑩ 물공급이 정상적으로 압력과 토출이 이상이 없을 경우 2~3분간 가동 후 유량조절기 조절 핸들을 좌측으로 천천히 돌리면서 조절기 눈금을 확인한다.
- ⑪ 공급유량은 7~8L / min 으로 고정한다.
- ⑫ 기체 흡입구는 벤츄리관에 의하여 자동 공급되며 유량조절 게이지로 사용량을 조절할 수 있다.
- ⑬ 운전 방법 선택은 수동운전으로 운전 조건이 최적으로 조절 되었을 경우 자동운전을 한다.

1.2 운전 유의 사항

- ① 유량조절기 사용방법 : 조절기 KNOB을 우측으로 돌리면 잠기고, 반대방향은 열린다. 반드시, 조절 시에는 천천히 개방하여 급속히 과다한 유량이 공급되지 않도록 각별히 유의한다. 적정 유량은 4~5 L / MIN으로 고정한다.
- ② 압력확인 : 적정 사용압력은 4~5 Kg/cm²이며, 가동 중 압력이 2Kg 이하로 급강하 한 경우 가동을 중단한다.
- ③ 조치 방법 : MIXING PUMP 내에 과도한 기체가 주입되었거나, 물이 공급되지 않을때, 압력이 저하됨으로, 배기 밸브를 열어 충분히 기체를 배출시키거나, 처리수를 재공급한다. 압력이 정상으로 복구되었음을 확인 한 후, 재 운전을 한다.

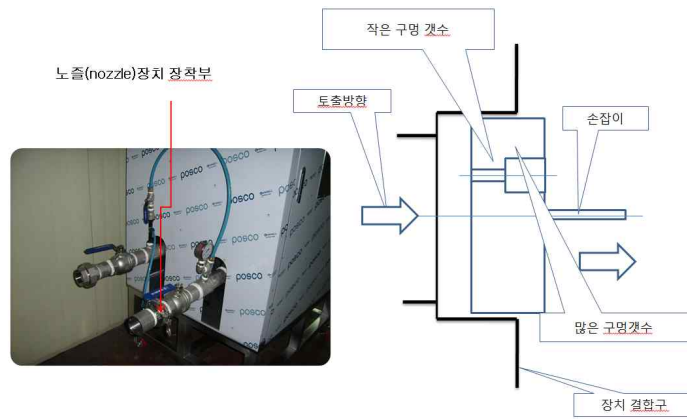
1.3 마이크로버블 생성 노즐 취급방법

- ① 노즐이 막히지 않도록 주의 (작은 갯수 구멍에서 큰 갯수 구멍으로 토출됨으로 청소 후 재설치 시 방향에 유의)
- ② 노즐장치를 사용할 시는 물펌프 흡입구 쪽에 1.5 mm 매쉬망을 설치하여 격벽장치가 막히지 않도록 하십시오. 단, 고형물질이나 모래 등이 다량 함유된 원수는 사용이 불가능하며, 이는 장비 고장의 직접적인 원인이 됨으로 특별히 주의한다.
- ③ 미세 마이크로버블이 필요하지 않을 시는 노즐장치는 사용하지 않아도 되며, 노즐장치를 사용하지 않을 시는 내부에 설치된 볼밸브를 조정하여 압력을 4~5kg/cm²에 맞춘다.
- ④ 아래 그림은 노즐 장치 분해 순서이며 조립할 때는 분해의 역순이다. 조립시 구멍 갯수가 작은 방향에서 많은 방향으로 물이 토출 되도록 삽입한다.



1.4 기타

- ① 노즐장치 청소방법 : 토출량이 현저히 저하되고, 토출압이 설정치 이상으로 과도하게 높은 경우 점검 및 청소한다.



- ② 노즐 장치 spare 공급부

노즐(nozzle)장치 장착부



제 3 절. 연구개발 성과

1. 요약표

(단위 : 건수)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	2	2				2			3		1	2	2	3	3			1		
1 차 년 도	목 표	1							1											
	실 적	1							1					1						
2 차 년 도	목 표	1	1			1	0		1			1	1	1	1					
	실 적	2	0			3	82		1		2	0	1		3					
3 차 년 도	목 표		1			1			1		1	1	1		2			1		
	실 적	2	1			1			1		1	1	3	3	4			2		
소 계	목 표 실 적	2	2			2	0		3		1	2	2		3			1		
	목 표 실 적	5	1			4	82		3		3	1	4		8			2		
종료 1차년도		1					30													
종료 2차년도							120													
종료 3차년도							150													
소 계							300													
합 계	2	2				2	300		3		1	2	2		3			1		

2. 항목별 세부 연구개발성과

가) 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	발행기관	SCI여부	게재일
1	타임 추출물 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 품질변화에 미치는 효과	한국식품저장유통학회지	이현정	25(3)	한국식품저장유통학회지	비SCI	2018.06.22
2	Change in microbiological quality and dominant bacterial communities during processing and storage of Platycodon radix (Doraji)	한국식품저장유통학회지	박경민	25(4)	한국식품저장유통학회지	비SCI	2017.04.06
3	로즈마리 추출물 처리가 fresh-cut 양상추의 저장 중 품질변화에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	이현정	26(1)	한국식품저장유통학회지	비SCI	2019.02.28
4	Prevalence, Enterotoxin Genes, and Antibiotic Resistance of Bacillus cereus Isolated from Raw Vegetables in Korea	Journal of food protection	박경민	81(10)	International Association for Food Protection	SCI	2018.08.31
5	저장 생강 유래 부패 곰팡이 Fusarium oxysporum에 대한 식물 추출물의 항진균 활성	한국식품저장유통학회지	박경민	25(2)	한국식품저장유통학회지	비SCI	2018.03.06

나) 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	6th Shizuoka University International Symposium 2016	이현정	2016.12.09	시즈오카	일본
	FEMS 2017 (7th Congress of European Microbiologists)	박경민	2017.07.12	발렌시아	스페인
3	한국식품과학회 학술대회	이현정	2017.06.22	제주	대한민국
4	한국식품과학회 학술대회	이현정	2017.06.22	제주	대한민국
5	한국식품과학회 학술대회	이현정	2018.06.27	부산	대한민국
6	FoodMicro 2018	박경민	2018.09.03	베를린	독일
7	한국식품위생안전성학회 정기학술대회	이현정	2018.10.11	여수	대한민국
8	한국식품저장유통학회 학술대회	이현정	2018.11.15	전남	대한민국

다) 특허출원 및 등록

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	번호	등록인	등록일	번호	
1	천연 항균소재를 함유하는 식품 및 식품제조 기기용 살균소독제 조성물	대한민국	(주)다인소재	2016-12-30	10-2016-0183840				100%
2	천연 항균소재를 함유하는 살균소독용 조성물	대한민국	(주)다인소재	2017-10-27	10-2017-0140737				100%
3	카르노식산, 카르노졸 또는 글라브리딘을 유효성분으로 함유하는 살균소독용 조성물	대한민국	(주)다인소재	2017-10-27	10-2017-0140736				100%
4	세정 및 살균 기능을 갖는 육조 또는 싱크대용 나노버블 발생장치	대한민국	한국이엠비기술(주)	2017-12-13	10-2017-0171017				100%
5	세정 및 살균 기능을 갖는 육조 또는 싱크대용 나노버블 발생장치	대한민국				한국이엠비기술(주)	2018-06-14	10-1869487	100%
6	로즈마리 추출물 및 아스코르브산류를 유효성분으로 함유하는 항균용 조성물	대한민국	(주)다인소재	2018-12-28	10-2018-0172182				100%

라) 기술인증

No	소재명	인증기관	인증일자	인증항목
1	K530	한국식품과학연구원	2017-03-02	살균소독력 공인인증
2	N921	한국식품과학연구원	2017-11-14	살균소독력 공인인증
3	메가세이퍼	한국식품과학연구원	2017-10-19	살균소독력 공인인증

마) 사업화

No	사업화명	사업화년도	제품명	제품 용도	업체명	당해년도 매출액
1	Nanomicro Bubble 장치 상용화	2017	나노마이크로 버블장치	신선 농식품 세척	한국이엠비기술(주)	82,000,000원
2	기기 및 농식품 세척 살균소독제	2017	세이퍼 K530	기기 및 농식품 세척 살균소독제	(주)다인소재	0
3	기기 및 농식품 세척 살균소독제	2017	세이퍼 N921	기기 및 농식품 세척 살균소독제	(주)다인소재	0
4	기기 및 농식품 세척 살균소독제	2018	메가세이퍼	기기 및 농식품 세척 살균소독제	(주)다인소재	0

바) 기타

No	분류	건수	기관	일자	세부내용
1	고용창출	3건	(주)다인소재	2016-10-24	고용대상: 고희경 고용목적: 천연 살균소독 원료 탐색/효능평가
			(주)다인소재	2017-03-02	고용대상: 윤성건 고용목적: 살균소독제 제형화 및 활성평가
			(주)다인소재	2018-04-01	고용대상: 김이슬 고용목적: 통합처리 시스템 살균소독 활성 평가
2	홍보전시	2건	(주)다인소재	2018-05-04	박람회명: Seoul food 2018 제품명: 살균소독제 K530 및 N921

제 4 절. 세부과제별 연구결과 요약

1. 주관기관 ((주) 다인소재) : 천연항균복합조성물 개발 및 제형화

가. 1차년도 : 천연 항균 복합 조성물 후보 물질 선발

(1) 국내의 문헌 및 선행 연구를 통한 후보물질 기준 설정 및 선발

국내의 문헌 및 선행 연구를 통해 자사에 구축되어진 약 2,500종의 식물라이브러리 중 식품위해균 5종(*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*)에 대하여 MIC 3,000ppm 이하의 항균력을 갖는 식품 및 식품첨가물 등급 6종 항균소재 선발(폴리리신, 감초추출물, 녹차추출물, 글리세린지방산에스테르, 구연산, 로즈마리 추출물) 하였음.

(2) 항균 활성 기반 대상 농식품 및 위해 미생물 적용 후보 조성물 선발

식품 첨가물 공전에 의거한 살균소독력 시험법을 확립하여 선발된 소재의 살균소독력을 평가하였으며, 로즈마리 추출물 0.1%, 구연산 1%, 글리세린지방산에스테르 1%, 녹차추출물 10%, 폴리리신 10%, 감초추출물 2%의 결과를 통해 최종적으로 로즈마리 추출물, 구연산과 글리세린지방산에스테르로 이루어진 조성물 후보를 선발하였음.

(3) 천연 항균 복합 조성물 개발

선발된 로즈마리 추출물을 기반 복합 소재 조합 살균소독력 검증하였으며, 복합 소재 0.1% 농도에서 살균소독력 공인균주 2종에 대해 99.999% 살균소독력을 검증하였으며, 후보 천연 항균 복합 조성물은 표면살균/소독 및 야채 세척에도 적용 할 수 있도록 주정과 무주정의 형태의 조성물로 제형화 하였음.

(4) 선발된 천연 추출물의 유효성분 동정 및 살균소독력 검증

선발된 천연 소재인 로즈마리 추출물에서는 주요 살균소독력을 보이는 유효성분이 carnosic acid라는 것을 규명하였으며, 감초추출물에서는 glabridin이라는 것을 규명하였음. 또한, 이 단일 물질들의 99.999% 살균소독력을 검증하였으며, 살균소독제 제품의 표준화를 위하여 HPLC를 이용한 기시법을 확립하였음.

나. 2차년도 : 항균 소재 key base 대량 생산 공정 개발 및 조성물 제형화

(1) 항균 소재 key base 대량 생산 공정 개발

천연 항균 소재 Keybase 생산을 위한 Poilot scale-up & Plant scale-up 공정을 개발하여 현재 월 1 ton 이상의 항균 소재 생산을 위한 공정 개발이 완료되었으며, 주요 항균물

질을 최대 추출하기 위하여 공정 개선을 실시하였음.

(2) 향균 소재 조성물 제형화

(가) 향균 조성물 제형화

1차년도 연구 결과를 기반으로 하여 주정 및 무주정의 형태로 제형화를 완료하였음. 1차년도의 주요 구성성분의 함량 조절 및 향균력 안정을 증진 시키고자 폴리리신과 차추출물을 추가한 N706 제제와 차추출물만 추가한 K530 제제를 제형화 하였음. 향균 조성물의 제형/효능 안정성 평가를 통해 온도 및 유통기간에 따른 안정성 확인 및 개선하였으며, 살균소독력 시험을 통해 공시균주 2종에 대하여 99.999%의 살균소독력이 유지되는 제형을 개발하였음.

(나) 천연 향균 복합 조성물 시제품 제조

살균소독제의 제품 유통 및 농식품 생산 현장 적용에 최적화된 향균 조성물을 개발하기 위해 제품 유통 및 현장 적용에 적합한 100배 농축형태의 N921 조성물을 제작하였으며, 장기 유통 안정성 평가를 위해 99.999%의 살균소독력이 4개월 이상 지속되는 효능을 확인하였으며, 이 조성물을 이용하여 한국식품과학연구원의 살균력 공인인증 평가를 실시하여, 살균력이 유효함을 인증 받음.

다. 3차년도 : 복합 향균 조성물 현장 적용 최적화/안정화 기술 개발 및 제품화

(1) 향균 소재 조성물 제품화

(가) 향균 조성물의 시제품 제조

N921 조성물의 이취를 개선하고자 글리세린지방산에스테르 함량을 낮추고 로즈마리 추출물 함량을 높인 K326 조성물 제작하여 현장 적용 평가를 진행하였음. K326제제가 우수한 살균소독력을 보였으나, 강한 와류에서 제형 불안정성을 보여 로즈마리 추출물의 함량을 낮추고 구연산과 푸마르산을 추가하여 개선한 제형을 개발하였음. K326의 단점을 극복하고 99.999% 이상의 살균력이 지속 유지되는 것을 검증하였으며, 기존 조성물의 장점을 살리고 단점을 제거하여 저주정 형태의 향균 조성물로 제형화 하였음. 제형화된 조성물은 시간과 온도에 따른 장기 유통 안정성 평가에서 약 6개월 이상의 시간동안 99.999%의 살균소독력이 유지됨을 확인하였으며, 제형화된 조성물은 식품에 위해한 미생물인 5종의 공식균주 이외에도 식품 산업현장에서 직접 분리한 6종의 위해 미생물에도 99.999%의 살균소독력이 나타남을 확인하였음. 본 조성물을 기반으로 하여 생산 현장 적용에 최적인 20배 농축형의 조성물로 제형화 하여 '메가세이퍼'라는 시제품을 제조하였음.

(나) 시중 제품과 비교 평가

시제품으로 제조한 ‘메가세이퍼’와 국내 판매제품 3종, 외국 판매 제품 1종 및 대조구로서 차염소산수와 수돗물 간의 제품 비교 및 양상추 적용 시험을 진행하였음.

- ① 일반세균 수 : 메가세이퍼는 타사 제품에 비해 초기 살균소독력이 가장 우수하였으며, 양상추에 application을 진행하여 양상추를 5°C에서 5일간 보관하며 측정된 결과 가장 낮은 균 증감율을 나타내었으며, 일반 미생물의 수가 5 Log 이하로 지속 유지되어 농식품이 평균 유통되는 기간 동안 법적 기준을 충족하였음
- ② 제품구성 : 메가세이퍼는 타사 제품에 비해 초기 사용자의 피부에 안전한 소재로 구성되어 있으며, 낮은 주정합량으로 인해 인화성이 낮은 장점이 존재함
- ③ 이취 및 갈변 : 타사 제품과 비교 시, 이취와 갈변에서도 우수한 효과를 나타내었으며, 차염소산수와 유사한 정도의 갈변을 나타내었음

(다) 항균 조성물의 안전성 및 공인인증평가

항균 조성물의 안전성 및 공인인증평가 결과 시제품인 메가세이퍼는 사용자에게 안전하며, 살균력이 우수한 제품임을 검증하였음

- ① 항균력 공인인증 : 한국식품과학원에서 식품첨가물 규정에 적합한 살균력 공인인증 평가를 받았으며, 그결과 ‘살균소독력 유효함’의 결과를 확보하였음
- ② 안전성 평가(1차 피부자극 평가) : 시제품 사용 시 사용자의 피부자극에 대한 안전성 자료를 확보하기 위해 (주) 더마프로에 1차 피부자극 시험을 의뢰하였으며, 그 결과 ‘피부 무자극’ 결과 확보함
- ③ 안전성 평가(복귀돌연변이 시험) : 시제품의 화학적인 위험에 대한 안전성 자료를 확보하기 위해 (주) 바이오톡스텍에 복귀돌연변이 시험을 의뢰하였으며, 그 결과 ‘음성’ 결과를 확보함

(2) 복합 항균 조성물 현장 적용 최적화/안정화 : 현장적용 안정성 평가 및 통합처리 시스템 살균/소독 활성 평가

시제품은 현장 적용에 따라 5°C 이하의 낮은 온도에서도 제형 안정성을 확인하였으며, 마이크로버블 장치 및 와류 장치에서도 제형이 안정적으로 유지됨을 확인하였음. 통합처리 시스템을 이용한 농식품의 살균/소독 활성 평가 결과 초기 살균력이 차염소산수 보다 우수하였으며, 유통기한 동안 5Log dlg하의 균수가 측정되어 법적기준에도 적합하였으며, 마이크로버블 장치를 이용하여 농식품의 이물질 제거가 우수하여 깨끗한 제품을 소비자에게 제공이 가능함

통합처리 시스템은 현장에 적합한 처리방식으로서 항균조성물 시제품인 ‘메가세이퍼’와 처리 시, 깨끗하면서 식품 위해 미생물에 대해 안전한 농식품을 소비자에게 제공할 수 있을 것으로 판단됨.

2. 협동 1 (한국식품연구원) : 현장형 살균/세척 시스템 최적화 및 매뉴얼 개발

가. 1차년도 : 신선 농식품의 원료 및 공정 단계별 생물학적 오염도 평가

항균복합조성물을 이용한 신선 농식품 세척/살균 통합 처리 시스템 개발을 위해 소비량, 안전성, 식품 유형을 고려하여 양상추(엽채류), 방울토마토(과채류), 절단도라지 (근채류)를 선정하여 원료 및 공정 단계의 미생물학적 품질 평가, 상재미생물군의 분포, 제조 공정 및 설비의 미생물학적 품질 평가를 실시하였음. 원물의 공정단계별 미생물학적 품질 평가 분석, 원물의 미생물수는 세척 과정을 통해 감소되지 않으며, 절단도라지의 완제품에서 일반세균수, 곰팡이수, 장내세균, 대장균군수가 증가함을 확인하였음. 절단도라지 제조업체의 도구 및 설비의 미생물학적 품질을 평가한 결과, 세절 벨트, 세절 도라지 보관 상자, 작업자의 손 등의 일반세균 오염도가 높았고 공정 단계별 상재미생물 분포도 차이가 있었음. 신선 농식품의 미생물학적 품질을 안전하게 유지하기 위해서는 차별화된 세척 방법을 적용하여 미생물의 오염을 최소화하여야하며, 도구 및 설비 표면의 미생물 오염을 억제하여 교차 오염을 예방하는 것이 필요함.

나. 2차년도 : 항균 소재의 적용별 활성 평가 및 세척 요소 기술 개발

(1) 세척/살균 시스템 최적화를 위한 요소 기술(허들기술) 평가

신선 농식품의 세척/살균 공정의 효율 증대와 항균복합조성물과의 시너지 효과를 높이기 위한 요소 기술 개발을 위하여 열수 처리(Heat shock)와 나노마이크로버블 기술을 적용하여 신선농식품 유형별 세척/살균 처리 조건을 최적화함. 양상추, 방울토마토, 절단도라지를 대상으로 수돗물, 마이크로버블(MB), 열수(HS), 마이크로버블과 열수 동시 처리(MB+HS) 등을 처리한 후 품질 분석을 통하여, 유형별 조건을 선정하였음. 선정된 조건은 양상추 40°C/MB+HS, 방울토마토 50°C/MB, 절단도라지 55°C/MB+HS임.

(2) 신선도 기반 세척/살균 시스템 개발을 위한 조건 선정

항균복합조성물을 이용한 신선 농산물 세척/살균 시스템을 개발하기 위하여 대상 농산물에 대해 항균복합조성물의 세척/살균 효과를 평가함. 항균복합조성물 시제품으로 양상추와 방울토마토 세척/살균시 잔존 향에 의해 상품성이 상실되어, 평균 세척 공정이 추가되었음. 또한 일반 수돗물 보다 마이크로버블수를 이용하는 것이 방울토마토의 조직 연화와 양상추

의 갈변을 억제하는 것으로 평가되었으나, 절단도라지는 부착된 항균조성물이 상품성을 떨어뜨려 사용하지 않고 열수 처리만 하는 것으로 공정이 개발되었음.

다. 3차년도 : 복합 항균 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 시스템 최적화

(1) 항균복합조성물을 이용한 살균/소독 시스템 현장 적용 및 공정 표준화

개발된 기술의 현장 평가를 통하여 개선점을 도출하고, 최종적으로 공정을 표준화하였음. 현장이 열수 처리 공정이 없어서, 마이크로버블만 단독으로 사용하였음. 항균복합조성물(메가세이퍼) 살균/소독 후 마이크로버블로 행균 세척 공정을 적용하여 양상추와 방울토마토의 미생물학적 품질 평가와 저장 실험을 수행하였음. 양상추와 방울토마토는 초기 미생물 제어 효과는 항균복합조성물(메가세이퍼)-마이크로버블 행균 세척이 가장 효과적이었음. 또한 항균복합조성물(메가세이퍼) 사용은 양상추의 갈변 발생을 지연시키고 방울토마토의 조직감의 저하를 억제하면서 저장성을 유지하는 효과를 얻었음. 이 결과는 대조구로 시험된 차아염소산수 처리 결과와 유사하여, 신선 농식품의 미생물 저감과 저장성 향상 기술에 항균복합조성물을 활용할 수 있음을 확인함. 절단도라지의 나노마이크로버블수 세척도 저장성 연장에 긍정적인 효과를 나타냄.

(2) 항균복합조성물을 이용한 현장 공정 살균 증대를 위한 세척 요소 기술 개발

항균복합조성물(메가세이퍼)을 도구 및 설비 살균/소독 공정에 적용하기 위하여 스테인레스 스틸, PVC 표면의 병원성 미생물 항균 효과를 확인함. 무처리 표면에서는 *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus*가 24시간 동안 생존한 반면, 항균복합조성물(메가세이퍼) 25% 표면 코팅 시, *S. aureus* 와 *E. coli*는 접종 직후 사멸하였고 대표적 포자 형성균인 *B. cereus*는 접종 직후 2~4 log CFU/coupon 이상 감소함. 항균복합조성물(메가세이퍼)의 다양한 용기 및 기구(칼판, 칼, 시료보관 플라스틱 바구니, 스테인레스 스틸)의 살균소독력을 평가한 결과, 무처리 대조구는 *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli*, *Salmonella enteritidis*, *L. monocytogenes*등 병원성 미생물이 24시간 동안 생존하는 반면, 항균복합조성물 4% 처리구는 병원성 미생물을 처리 직후, 또는 1시간 이내에 검출 한계 미만으로 감소시켰음. 분무법과 침지법 모두에서 동일한 결과를 얻어서, 칼, 도마, 플라스틱 용기, 슬라이서 칼날 등과 분해가 어려운 작업대, 기구, 설비 등의 살균/소독에 모두 적용 가능한 방법임을 확인하였음.

3. 협동 2 (경북대학교) : 신선농식품 관련 살균/소독 공정 표준화

가. 1차년도 : 기존 세척 및 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 문제점 도출

일반세균은 세척전 절단된 양상추와 완제품에서 가장 많이 발견되었으며, 원물 방울토마토에서 황색포도상구균이 발견되었다. 타 농산물과 혼합 시 바실러스세레우스와 대장균군이 나타났고 일반세균수도 높은 편에 속했다. 타 농산물이 혼합되면서 교차오염에 의해 완제품에서도 바실러스 세레우스가 검출되었을 것으로 예상되었음.

소독수와 세척수에 대한 미생물 분석 시 일반세균, 대장균, 황색포도상구균, 바실러스 세레우스 균은 검출되지 않아 식품에 접촉되는 소독수나 세척수에는 문제가 없을 확인하였음.

작업장에서는 양상추 절단 전 기계표면에서 3.05log cfu/g가 검출되어 양상추를 절단 시 교차오염 될 가능성이 확인 되었음. 따라서 농산물 절단 기계 표면과 타제품 혼합 시 교차오염을 주의 깊게 관리할 필요가 있음.

나. 2차년도 : 개발된 기술의 현장 적용성 평가 및 개선 방안 도출

(1) 염소수 대비 살균 및 조직 손상도 등 신선도 연장효과 비교 분석

① 방울토마토:

항균제의 적용 비율에 따라 미생물학적 측면과 이화학적, 외관적 측면에서 유의적인 차이가 없었다. 관능검사 결과와 사진을 관찰 결과, K530과 N706 항균제 사용 시 곰팡이 및 조직감 문제로 기호도가 떨어졌음.

② 도라지:

항균제 농도와 염소수 전처리는 도라지의 항균 효과에 영향을 미치지 않았고, 이화학적인 분석에서도 pH, 가용성고형분, 총폐놀함량 등에서 차이가 없었다. 하지만 외관적으로 차아염소산 처리가 도라지의 표면색에 좋지 않은 영향을 주고, G1 20% 처리가 갈변 방지에 유의적인 효과가 있는 것으로 보였다. K530과 N706 처리 시 도라지에 이취를 발생시켰고, G1 20% 처리가 가장 박피 절단 도라지의 외관적 품질 유지를 확인 하였음.

③ 양상추 :

차아염소산 처리구는 저장 전 기간동안 다른 처리구에 비해 유의적으로 일반세균수가 많았으며, 반면에 G1 10%처리구는 저장 전 기간동안에 다른 처리구에 비해 가장 일반세균수가 훨씬 적어 항균 효과가 있음을 확인 하였음.

저장 5일차까지 G1 20%, G1 10%, K530 40% 처리가 곰팡이 오염 속도를 늦추었으며, G1 10%, 6.7% 처리구는 포장내 CO₂ 증가 속도가 낮았으며, 변화 폭이 가장 낮아, 양상추 품질 유지에 도움을 줄 것으로 사료됨. 이화학적인 분석에서는 차이가 없었고, 외관적으로는 Cl 처리 시 표면에 붉은 갈변 부분이 생성되며, 색, 갈변정도 등에서 G1 10% 처리한 구가 지속적으로 높은 기호도를 보였음. 냄새나 이취는 차이가 없는 것으로 보이며, G1 항균제가 양상추의 저장 중 외관적 품질 특성을 유지에 효과적임을 확립하였음.

(2) 천연항균제의 적용 순서에 따른 염소수 대비 양상추의 신선도 연장효과 비교

양상추의 세균 및 곰팡이 발생 억제를 위해서 천연항균제는 마지막 순서에 적용시키는 것이 더 적절한 것으로 검증됨. 항균제 G1, K530, N921은 모두 염소수 처리보다 미생물 저감 효과가 있었으며, pH, 가용성고형분, 총폐놀화합물 함량 등의 특성은 유의적인 변화가 없어, 항균제와 염소수처리가 일반적인 품질에는 영향을 주지 않으며, 외관, 색, 갈변정도 등의 항목에서 모든 항균제를 마지막에 적용시킨 처리구들은 높은 점수를 받았고, 항균제 K530 처리시 항균제 특유의 냄새가 양상추에 이취를 발생 시켰음. 따라서 항균제 G1, N706을 세척 마지막 순서에 적용시키면 이화학적 품질은 변화시키지 않으면서, 항균효과와

외관품질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료됨.

다. 3차년도 : 복합 항균 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 적용 표준화

(1) 천연 복합 살균소독제(K326)와 마이크로버블 세척의 병용처리의 염소수 대비 선도연장 효과 비교

(가) 방울토마토:

염소수 침지 후 와류처리 한 방울토마토가 다른 처리구보다 비교적 미생물 발생 억제 효과가 있는 반면에 방울토마토에 K326 항균제와 마이크로버블 세척 행균을 병용 처리했을 때 일반세균과 효모 및 곰팡이를 저해시키는 것에 효과가 미미 하였음. pH와 가용성 고형분은 처리구간 차이를 나타내지 않았으며 총페놀화합물 함량은 항균제와 마이크로버블 병용처리를 한 K326+MB는 저장 기간 동안 가장 초기값과 값의 변화가 비교적 적었음. 표면 색도는 영향을 받지 않았으며, 조직감 분석 시 차아염소산과 K326 항균제를 사용하는 것은 방울토마토의 저장 중 조직연화와 표면 짓무름을 저해시켰다. 관능검사 시 수돗물 와류 세척은 조직을 무르게 하고 종합적 기호도가 낮아 방울토마토 세척으로 부적합 하였음. 따라서 방울토마토 세척 시 항균효과는 염소수 와류 세척이 더 바람직하며, 전반적인 측면에서는 항균제와 마이크로버블 세척이 방울토마토의 저장성을 향상 시킬 수 있을 것으로 확인됨.

(나) 도라지:

도라지는 항균제 실험은 하지 않았다. 수돗물과 와류세척은 미생물이 많이 발생되어 도라지 세척에 부적절함. 마이크로버블처리는 도라지의 미생물 저해 효과가 미미하였다. 마이크로버블>와류>침지 순으로 pH 감소율이 높았으며, 도라지의 색과 냄새, 단단함 등의 기호도는 수돗물 침지 처리가 가장 높아 가장 적절한 도라지 세척법이라 판단하였고, 결론적으로 마이크로버블 세척은 도라지의 품질 유지에 도움을 주지 못하는 것으로 확인됨.

(다) 양상추:

차아염소산과 항균제는 마이크로버블 세척 행균 시 양상추의 저장 초기에만 미생물 저해 효과가 있으며, 총페놀함량이 증가하였음. 효소활성 분석 결과 전반적으로 무처리>수돗물+마이크로 버블>차아염소산+마이크로버블>K326+마이크로 버블 순으로 POD 값이 나타나, 차아염소수 처리와 항균제는 마이크로버블 세척 시 양상추의 갈변을 억제 시키는 것으로 확인됨. 하지만 외관적 품질을 확인하기 위한 관능검사서 항균제와 마이크로버블 처리 시 외관과 색 항목에서 낮은 점수를 받았고, 조직감에서도 좋지 않은 결과를 받아, 양상추 세척 시에 마이크로 버블 세척을 실시하기 위해서는 K326 항균제 사용보다는 차아염소수 처리 후 하는 것이 적절할 것으로 보임.

(2) 최종 개발된 천연 복합 살균소독제(메가세이퍼)의 적용 농도에 따른 염소수 대비 신선도 연장 효과 비교

최종 개발된 메가세이퍼를 이용하여 세척 처리한 fresh-cut 양상추의 효소활성, 호기성 총 세균 및 관능검사 등 품질변화에 미치는 영향을 확인 하였음.

저장 5일 째 차아염소산 및 메가세이퍼 5% 처리구의 호기성 총 세균은 6.5 ± 0.1 및 6.2 ± 0.2 log CFU/g으로 메가세이퍼 5% 처리구가 차아염소산 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인 하였음. 메가세이퍼 1% 처리구의 포장 내 이산화탄소의 농도는 저장 기간 동안 대체로 높은 수준으로 유지되었고, 메가세이퍼 5% 처리구의 포장 내 이산화탄소 농도는 저장 기간 동안 낮은 수준으로 유지되었음. 관능검사 결과 이취 및 냄새의 경우 각 처리구에 따른 유의적 차이가 나타나지 않아 메가세이퍼 처리가 이취 및 냄새 항목에 미치는 영향이 적음을 확인하였음. 메가세이퍼 5% 및 메가세이퍼 3% 처리구의 갈변은 저장 2일 째를 제외하고 다른 구에 비해 유의적으로 낮아 갈변정도가 적음을 확인하였음.

POD 활성 결과, 차아염소산 처리구의 경우 저장 2일 째까지는 낮은 POD 활성을 보였으나, 저장 5일 째에는 248.0 ± 36.8 unit/g/min으로 유의적으로 가장 높은 POD 활성을 보였음. 반면에 메가세이퍼 5% 처리구의 경우 저장 1일 째 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 값으로 시작하여 저장 기간 동안 POD 활성은 낮게 유지되었음.

이와 같은 결과를 바탕으로 메가세이퍼를 fresh-cut 양상추의 세척단계에 이용하였을 때 포장 내 낮은 CO₂ 가스 수준, 낮은 POD 및 PAL 활성, 낮은 호기성 총 세균수, 높은 기호도 평가 등의 실험 결과를 바탕으로 fresh-cut 양상추에 이용 가능성을 검증 하였음.

4. 협동 3 (한국이엠비(주)) : 세척용 마이크로버블 생성 장치 제작 및 실용화

가. 1차년도 : 나노-마이크로버블 신선 농산물 세척 장치 개발

기존의 마이크로버블 발생 장치는 기포의 사이즈가 크고, 버블이 위로 올라와서 수면에서 터짐으로 해서 신선 농식품의 세척 및 살균에 적용시 큰 효과가 없음. 하지만 본 과제에서 적용한 나노-마이크로버블 발생 장치는 여러 개의 작고 큰 다단형태의 치차들이 조합을 이루고 모터 축에 연결되어 분당 3,600rpm으로 회전을 하면서 물과 기체를 순간적으로 혼합하여 이때 발생하는 내압 케비테이션 현상으로 인해 순간에 다량의 미세기포, 즉 나노-마이크로 버블이 발생하도록 하는 장치임. 고속회전축에 날개가 여러 개인 치차형 브레이드가 여러 단으로 크기가 다르게 조합됨에 따라 고속회전 시 순간에 수없이 부딪치며 상승하면서 미세화 분해되고, 고속회전하면서 일정한 각도와 틈새로 인하여 케비테이션이 발생시켜 기체를 용존시킴으로서, 용존 된 기체가 나노-마이크로 버블이 발생시키도록 정밀 가공 기술이 접목된 나노-마이크로버블 장치 설계 및 제작하였음.

나. 2차년도 : 나노-마이크로버블 세척 장치 시제품 제작 및 성능평가

식품 산업에서 대용량으로 사용되는 세척수에 적용하기 위해서는 연속 가동시 버블 유지력 연장을 위해 당 업체만의 노하우 기술로, 각도 및 틈새 조정, 치자 배열 등을 개선하였음(5톤/시간). 또한 공기 이외의 다른 산소, 오존등 다른 주입 가스도 용존시킬수 있도록 설계 제작하여 다양한 용도로 활용될 수 있도록 제작하였으며, 채소류 세척능 평가를 통하여 미생물 저감화 효과를 검증하였음.

다. 3차년도 : 나노-마이크로 버블의 세척 및 미생물 저감 처리기술 현장 실증

최종 개발된 나노 마이크로버블 발생장치에서 발생시킨 버블은 지경 $10\mu\text{m}$ 가 70%를 차지하였으며, 버블의 안전성도 제고되었음. 열수를 적용한 마이크로버블수 시험을 위해 히터가 부착된 이동식 마이크로버블 발생기를 제작하였으며, 결과에서 보는 것과 같이 열수-마이크로버블발생장치-세척기 시스템 개발을 협동 연구기관과 공동으로 개발 하였으며, 현장 적용 평가를 통하여 미생물 저감화 효과를 검증하였음.

5. 협동 4 ((주)네떼) : 개발 시스템의 현장 적용 및 평가

가. 1차년도 : 관리시스템의 안전성 및 신선도 자체 평가

샐러드 제품 6종을 대상으로 식품공전상의 신선편의식품 규격 항목 (대장균, 황색포도상구균, 살모넬라, 바실러스 세레우스, 장출형성 대장균, 클로스트리디움 퍼프린젠스), 세균수, 곰팡이수, 장내세균, 대장균군을 평가하였음. 병원성 미생물은 검출되지 않았고, 일반세균수는 모든 제품이 $5 \log \text{CFU/g}$ 이하였으나, 바실러스 세레우스는 모든 제품이 $3 \log \text{CFU/g}$ 이상 이었음.

나. 2차년도 : 공정 개선에 따른 미생물학적 품질 평가

기존 샐러드 생산 공정 매뉴얼을 검토하고, 완제품 분석을 통하여 법적 기준에는 적합하였으나, 바실러스 세레우스의 오염도가 높음을 확인하여 소독/세척 공정을 개선하였음. 또한 협동연구기관과의 공동으로 공정 및 환경의 미생물학적 품질 평가 결과, 작업자의 손, 소독조 표면등이 세척조, 포장기 등 보다 일반세균이 높을 것으로 분석되어, 작업 후 세척, 소독을 강화하였음. 개선된 공정으로 양상추, 치커리, 로메인, 적근대 등의 절단 엽채류와 방울토마토의 미생물학적 품질 평가 결과 치커리와 로메인등은 일반세균수와 바실러스 세레우스 수준이 높아서, 추가적인 개선이 필요한 것으로 판단됨. 또한 현동기관의 도움으로 식중독 미생물을 확인한 결과 리스테리아 모노사이토제네스, 살모넬라, 황색포도상구균은 검출되지 않았음

다. 3차년도 : 천연복합조성물과 나노-마이크로 버블 장치 현장 적용성 평가

본 과제에서 개발된 항균복합조성물과 나노마이크로버블 발생 장치를 이용하여 양상추, 방울토마토, 절단도라지에 대한 현장 평가를 공동으로 수행하였음. 양상추와 방울토마토는 자체 생산제품과 동일한 시료를 사용하였고, 세절도라지는 별도로 전문업체에서 구입하여 사용하였음. 실험에 사용한 양상추는 전체를 2분하여 다시 세절하여 사용하였고, 방울토마토는 꼭지를 제거하여 사용하였으며, 세척 및 포장은 현재 생산 공정과 동일하게 시행하였음. 각 품목별로 제조된 제품은 대조구로 같이 처리된 차아염소산 제품과 유사한 미생물학적 품질 수준을 보이는 것으로 분석되어, 경제성을 분석하여 향후 전체 생산 공정 또는 유기농 식품 제조시에는 사용할 수 있을 것으로 사료됨.

제 3 장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절. 주요 달성 목표

○ 년도별 세부 연구 개발 목표 및 평가 방법

구분 (년도)	세부 연구 개발 목표	연구 개발 목표 성과	평가 방법
1차	신선 농식품 3개 이상 미생물학적 특성 평가	·엽채류, 근채류, 과채류의 원물 및 제조/가공 단계별 미생물학적 품질 평가 및 미생물군 분석	·신선 농식품 3종 이상 생물학적 특성 평가 여부
	천연 항균 복합 조성물 후보 물질 선발	·신선 농식품 활용을 위한 항균 활성 기반 천연 항균 후보 조성물 선발 ·농식품 세척, 살균/소독 및 표면 처리용 후보 조성물 선발	·적용 처리 목적별 천연 항균 복합 조성물 후보 2종 이상 선발 여부
	농식품 적용을 위한 실험실 규모 나노-마이크로버블 장치 제작 및 최적화	·실험실 규모로 농식품 적용을 위한 나노-마이크로 버블 장치 제작 및 운전 최적화	·농식품 적용을 위한 나노-마이크로 버블 장치개발 여부 (4리터/시간 처리 용량)
2차	항균 소재 keybase 대량 생산 공정 개발 및 조성물 제형화	·항균 소재의 대량 생산을 위한 pilot 및 plant 규모 scale-up ·항균 조성물 제형화	·천연 항균 복합 조성물의 제형화 성공 여부
	천연 항균 복합 조성물의 시스템 적용 기술 개발	·개발된 조성물의 적용 방법개발 : 세척 시스템, 세척 요소 기술	·개발된 조성물의 적용방법 개발 여부
	나노-마이크로버블 시제품 제작 세척력 및 미생물저감 최적화	·나노-마이크로버블 장치시스템 제작 및 운전 최적화 : 기체유량, 압력/토출 유량	·나노-마이크로 버블 장치 시스템 제작 및 운전 여부
3차	현장 적용을 위한 천연 항균 복합 조성물 제품화	·신선농식품 공정 적용 항균 조성물 제형 최적화 및 안전성/안정성 평가	·항균조형물 안전성 및 안정성 평가 여부
	천연 항균 복합 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 최적화 및 매뉴얼 제작	·친환경 세척, 살균/소독 시스템 최적화 및 매뉴얼 제작	·개발 시스템 현장 검증 여부 ·제조 품목군별 매뉴얼 작성
	나노-마이크로버블장치 실용화	·현장 실증 장치 제작 및 연속 운전을 통한 안정성 최적화	·나노-마이크로버블 장치 제작 및 시스템 최적화 여부 (5톤/시간처리 용량)

제 2 절. 목표 달성여부

기관명	연구목표	가중치 (%)	개발내용	달성도 (%)	비고
주관 (다인소재)	농식품 적용 천연 항균물질 선정	20	- 후보물질 기준 설정 및 선발 - 농식품 및 위해 미생물 적용 후보 조성물 선발 - 농식품 세척용 및 표면 살균/소독용 후보 천연 항균 복합 조성물 개발 - 후보 조성물의 적용 방법 개발	100	
	항균 소재 keybase 대량 생산공정 개발 및 조성물 제형화	30	- 항균 소재 Keybase 대량 생산 공정 개발 : Pilot scale-up, Plant scale-up - 항균 조성물 제형화	100	

			<ul style="list-style-type: none"> - 항균 조성물 제형 및 효능 안정성 평가 - 원료 최적화 		
	복합 항균 조성물 현장 적용 최적화/안정화 기술 개발 및 제품화	50	<ul style="list-style-type: none"> - 현장형 항균 조성물 제형 및 안정성 평가 - 복합 항균 조성물 시제품 제조 - 안전성 평가 및 공인인증평가 - 통합처리 시스템 살균/소독 활성 비교 및 안정성 평가 	100	
제1협동 (한식연)	공정 미생물학적 분포 및 항균소재 적용성 평가	20	<ul style="list-style-type: none"> - 공정 단계별 생물학적 오염도 평가 - 식품별 공정/설비 오염 상태 및 미생물군 평가 - 상재 미생물 평가 및 저감기준/지표미생물 설정 	100	
	항균 소재의 적용별 활성 평가 및 세척 요소 기술 개발	30	<ul style="list-style-type: none"> - 항균복합 조성물 <ul style="list-style-type: none"> · 천연 항균 후보 조성물 평가 · 현장 적용 방법 개발 - 세척 요소 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 세척 요소 기술의 적용성 평가 	100	
	복합 항균 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 시스템 최적화	50	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 세척/살균 시스템 개발 및 최적화 <ul style="list-style-type: none"> · 세척 요소 기술 적용성 평가 · 세척 및 살균/소독 공정적용 및 최적화 · 현장 검증을 통한 성능 평가 - 신선 농식품 적용을 위한 공정 표준화 <ul style="list-style-type: none"> · 통합(공정, 기기) 처리 시스템 성능 평가 	100	
제2협동 (경북대)	기존 농식품의 세척 및 살균/소독 공정 분석 및 문제점 도출	30	<ul style="list-style-type: none"> - 세척 및 살균 방법의 선정 - 세척 및 살균 방법별 문제점 도출 (살균력 및 품질 기반) 	100	
	개발된 기술의 현장 적용성 평가 및 개선 방안 도출	30	<ul style="list-style-type: none"> - 염소수 대비 살균 및 조직손상도 등 신선도 연장 효과 비교분석 - 현장 적용 평가에 따른 개선방안 도출 	100	
	복합 항균 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 공정 실증을 통한 현장 적용 표준화	40	<ul style="list-style-type: none"> - 개발 기술을 활용한 공정 실증 평가 - 개발 공정의 표준화 및 작업/관리 매뉴얼 작성 	100	
제3협동 (한국이엠비)	버블을 이용한 농산물 세척 장치 제작 및 성능 평가	30	<ul style="list-style-type: none"> - 실험실 규모 나노-마이크로버블 시험 장치 개발 (처리용량 수준 : 4L/hour) - 나노-마이크로 버블을 이용한 세척 및 미생물 저감 확인 	100	
	신선 농산물 적용 마이크로 버블 생성 장치 시제품 제작 및 성능 평가	30	<ul style="list-style-type: none"> - 나노-마이크로버블 생성장치 시제품 제작 및 성능 평가 - 나노-마이크로버블을 이용한 세척 및 미생물 저감효과 처리 최적화 	100	
	신선 농식품 세척 장치용 마이크로버블 생성 장치 제작 및 실용화	40	<ul style="list-style-type: none"> - 나노-마이크로버블 장치 실용화 (5톤/시간 수준) 	100	
제4협동 (네띠)	대상 농식품 관리시스템의 안전성 및 신선도 유지 자체 평가	20	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 관리시스템의 안전성 자체 평가 - 농식품의 신선도 유지 자체 평가 	100	
	개발 시제품을 이용한	20	<ul style="list-style-type: none"> - 공정 단계별 미생물학적 품질 평가 및 개 	100	

	현장 적용성 평가		발 제품의 현장 적용성 평가		
	복합 항균 조성물을 이용한 친환경 세척, 살균/소독 시스템 현장 평가	60	- 시스템적용을 통한 세척 평가 - 친환경 방식의 살균/소독 활성 현장 평가	100	

제 3 절. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

해당 사항 없음

제 4 장. 연구결과의 활용 계획

제 1 절. 연구 성과의 활용분야 및 활용방안

- 국내 신선 농산물의 환경 친화적인 세척 및 살균 시스템으로 미생물 저감화 시스템 기반 구축
 - 기존 고농도 염소사용 및 잔류염소에 따른 2차적 위해요소 문제 해결 가능
 - 농산물의 초기 미생물 억제 및 병원성 위해 미생물 살균에 의한 안전성 확보
- 신선 농식품의 대량처리를 위한 효율적인 위생관리 체계 확립을 위한 방안 제시
 - 안전하고 위생적인 단체급식 관련 원부재료 및 자재의 공급
 - 안전한 농식품의 단체급식의 제공 및 소비체계 구축으로 식중독 발생에 따른 사회적 비용 경감 가능
 - 사용자에게 의한 농식품 오염 방지 및 사용자 안전 확보
- 신선 농식품 전처리 공정을 통한 처리 시장 단축으로 다양한 신선 농식품 개발 유도
- 기존 살균소독제 처리 대체에 의한 수질개선 및 환경오염 방지 효과

제 2 절. 추가 연구의 필요성 및 타 연구에의 응용

- 로즈마리 추출물의 수용성 증진 연구 필요
- 농식품 분야 이외에 주방 및 욕실에서 발생하는 위해 미생물에 대한 살균소독제 응용

제 3 절. 사업화 추진

가. ㈜ 다인소재

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 <ul style="list-style-type: none"> - 농식품처리 및 식품생산설비용 저알콜형 살균소독제(식품첨가물, 혼합제제) ○ 수요처 : 식품회사 전반, 생활용품회사, 대량 급식업체 등
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2019년 : 시제품생산 및 런칭 ○ 2019년 5월 : 킨텍스 국제 식품전 참가 홍보 및 구축된 350개 식품업체 영업망을 기반으로 영업 진행 ○ 2019년 : 향균 keybase 원료 수출을 위한 무역팀 영업 진행 중국 무역 전담 인력 3명 근무 중 ○ 2019년 : 수출 런칭

나. 한국이이엠비기술(주)

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 나노-마이크로버블 세척 및 미생물 저감 장치 ○ 수요처 : 식자재 납품업체, 식당, 어패류 가공업체, 재배업체 등 ○ 단가 : 처리량에 구분 표준화
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2019년 : 시제품 개발 완료 및 현장 적용 ○ 2020년 : 판매 개시

붙임. 참고문헌

- Choi JH, Jin SW, Kim HG, Choi CY, Lee HS, Ryu SY, Chung YC, Hwang YJ, Um YJ, Jeong TC, Jeong HG (2015) Saponins, especially platyconic acid A, from *Platycodon grandiflorum* reduce airway inflammation in ovalbumin-induced mice and PMA-exposed A549 cells. *J Agric Food Chem*, 63, 1468–1476
- Choi YH, Yoo DS, Cha MR, Choi CW, Kim YS, Choi SU, Lee KR, Ryu SY (2010) Antiproliferative effects of saponins from the roots of *Platycodon grandiflorum* on cultured human tumor cells. *J Nat Prod*, 73, 1863–1867
- Dharod JM, Paciello S, Bermudez-Millan A, Venkitanarayanan K, Damio G, Perez-Escamilla R. (2009) Bacterial contamination of hands increases risk of cross-contamination among low-income Puerto Rican meal preparers. *J Nutr Educ Behav*, 41, 389–397
- Di Ciccio P, Vergara A, Festino A, Paludi D, Zanardi E, Ghidini S, Ianieri A. (2015) Biofilm formation by *Staphylococcus aureus* on food contact surfaces: relationship with temperature and cell surface hydrophobicity. *Food Control*, 50, 930–936
- Doulgeraki AI, Paramithiotis S, Kagkli DM, Nychas GJE (2010) Lactic acid bacteria population dynamics during minced beef storage under aerobic or modified atmosphere packaging conditions. *Food Microbiol*, 27, 1028–1034
- Ferreira M, Wiedmann P, Teixeira MJ. (2014) *Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *J Food Prot*, 77, 150–170
- Lai TY, Chen CH, Lai LS (2013) Effects of tapioca starch/decolorized hsian-tsau leaf gum based active coatings on the quality of minimally processed carrots. *Food Bioprocess Technol*, 6, 249–258
- Liu M, Xu Z, Guo S, Tang C, Liu X, Jao X (2014) Evaluation of leaf morphology, structure and biochemical substance of balloon flower (*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC.) plantlets in vitro under different light spectra. *Sci Hortic*, 174, 112–118
- Stefanovits-Banyai E, Tulok MH, Hegedus A, Renner C, Varga IS. (2003) Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*, 47, 111–113
- Zhao HL, Harding SV, Marinangeli CPF, Kim YS, Jones PJH (2008) Hypocholesterolemic and anti-obesity effects of saponins from *Platycodon grandiflorum* in hamsters fed atherogenic diets. *J Food Sci*, 73, 195–200

<뒷면지>

주 의

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