

(옆면)

(앞면)

117035-3

수출전략기술개발사업 사업 제1차 연도 최종보고서

발간 등록번호

11-1543000-003158-01

수출 다변화 및 사업화  
및 검역 관리체계 구축을 통한  
아스파라거스 생산·유통기술 고도화

# 아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화

2020

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

2020 . 7. 10.

주관연구기관 / 강원대학교 산학협력단  
협동연구기관 / 강원도농업기술원, 메리트(주)

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원


<제출문>


제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하


본 보고서를 “아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화”(개발기간 : 2017. 04. 21 ~ 2019. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020 . 2 . 14 .

주관연구기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 윤경구 (인) 

협동연구기관명 : 강원도농업기술원 (대표자) 최종태 (인) 

메리트(주) (대표자) 양재홍 (인) 

참여기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 윤경구 (인) 

주관연구책임자 : 김경수

협동연구책임자 : 전신재, 양재홍

참여기관책임자 : 강호민, 김삼규

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	117035-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2017. 04. 21 ~ 2019. 12. 31	단 계 구 분	총 단 계
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	수출전략기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화			
	세 부 과 제 명	제1세부: 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해 관리 기술 개발 제2세부: 아스파라거스 유통중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발 제3세부: 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 해충 관리 기술 개발 제1협동: 수출 아스파라거스 안정생산을 위한 시비 및 관수 기술 개발 제2협동: 아스파라거스 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속 테이프 개발			
연구책임자	김 경 수	해당단계 참여연구원 수	총: 31 명 내부: 20 명 외부: 11 명	해당단계 연구개발비	정부: 280,000 천원 민간: 94,000 천원 계: 374,000 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 31 명 내부: 20 명 외부: 11 명	총 연구개발 비	정부: 810,000 천원 민간: 272,000 천원 계: 1,082,000 천 원
연구기관명 및 소속부서명	제1세부 강원대학교 김경수 제2세부 강원대학교 강호민 제3세부 강원대학교 김삼규 제1협동 강원도농업기술원 전신재 제2협동 메리트 양재홍			참여기업명 : 창락농산 승운무역	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	

위탁연구	연구기관명:	연구책임자:
------	--------	--------

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정 보	생물자 원	정보	실물
등록·기탁 번호	SCI: 3 비SCI: 8	출원(2): (30-2017-0044 221, 10-2019- 0126932) 등록(1): 30-0969143						MK10 5974, MK07 3013	2018- 120-0 0001		

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 아스파라거스 주요 병해충을 모니터링 하였고, 주요 병해충(자색반점병, 줄기썩음병, 잿빛곰팡이병 등) 방제하기 위한 화학적·친환경적 약제를 선별하였음</li> <li>- 아스파라거스에 큰 피해를 입히는 파충채벌레, 줄기썩음병균(<i>Fusarium oxysporum</i>) 등에 대한, 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술을 개발하였음</li> <li>- 아스파라거스 수출용 포장상자 개선을 완성하고, 장거리 수송 및 수입국 검역에 대비해서 살균처리 기술을 개발하여 수출국 다변화를 위한 아스파라거스 장기 저장 기술을 확립하였음</li> <li>- 전국 아스파라거스 재배농가의 토양 화학성을 분석하여 문제점을 도출하였으며, 적정 질소시비량 및 유기물 특성을 분석하였음</li> <li>- 유해물질을 제거한 opp테이프를 개발하여 보급 및 실용화 하였고, 반자동 결속기를 개발하여 노동력 절감 및 생산성 향상으로 소득에 기여하였음</li> </ul>	보고서 면수 242
---	---------------



<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>아스파라거스의 수출 다변화를 위한 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 확립</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발</li> <li>2) 아스파라거스 장거리 수출 유통 안정성 강화 기술 개발</li> <li>3) 수출 아스파라거스 경쟁력 향상을 위한 포장 기술 개발</li> <li>4) 아스파라거스 수출용 소포장 결속기 및 결속테이프 개발</li> <li>5) 수출 확대를 위한 아스파라거스 관수 및 시비 관리 기술체계 확립</li> </ol>				
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 수출량, 검역 병해충관리 매뉴얼, 논문게재(SCI, 비SCI), 특허출원, 학술발표, 인재 양성, 사업화, 생명자원 기탁</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 맞춤형 검역 병해충 관리 기술을 개발하여 아스파라거스 재배나 유통 과정에서 발생하는 병해에 대해 신속하게 대처할 수 있는 방안 마련</li> <li>2) 아스파라거스 수출용 포장 상자 개선 완성·장거리 수송을 위해 필요한 살균처리 기술 개발로 수출국 확대에 필요한 기술 축적</li> <li>3) 전국 아스파라거스 재배농가의 토양 화학성을 분석하였고, 적정 질소 시비량을 구명하여 지속가능한 토양관리 기술을 마련하여 농가에 보급</li> <li>4) 특수공법을 사용하여 유해물질을 제거한 opp테이프를 제작·보급하여 실용화 하였고, 저비용·고효율 반자동 결속기를 개발하여 노동력을 절감하고 아스파라거스 생산성을 향상하였음</li> </ol>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 수출 가능 국가별 검역 병해충 관리 기술 개발 → 생산성 및 안전성 강화 → 수출 안정화</li> <li>2) 장기 유통 및 안정성 향상 기술 개발 → 상품 경쟁력 향상 → 수출 물량 확대</li> <li>3) 수출용 소포장 결속기 개발 → 수출농가 생력화 → 수출 경쟁력 향상</li> <li>4) 수출품 생산 안정화 기술 개발 → 수출농가 생산량 증대 → 수출농가 소득 증대</li> <li>5) 시비 및 관수 관리기술 개선 → 수량 증대 및 상품 경쟁력 증대 → 수출 증대</li> </ol>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>아스파라거스</p>	<p>검역</p>	<p>병해충</p>	<p>소포장</p>	<p>수출품</p>

<본문목차>

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요 ..... 6  
제 2 장 연구수행 내용 및 결과 ..... 13  
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ..... 201  
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등 ..... 208  
붙임. 참고 문헌 ..... 238

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

<뒷면지>

주 의

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

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발 목적

구분	내용
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수출 다변화를 통한 아스파라거스 수출 증대: ' 20 수출량 100톤 (70만\$) 달성 ' 14, 1톤 → ' 15, 3톤 → ' 16, 10.5톤 → ' 17, 42톤 (예정)</li> <li>○ 아스파라거스 신수출 대상국 개척: 호주, 싱가포르</li> <li>○ 아스파라거스 수출 기간 연장: 현 4주 → 7주</li> <li>○ 아스파라거스 생산·유통 및 검역관리 체계 확립: 수출 대상국별 매뉴얼 작성 (국내최초)</li> <li>○ 아스파라거스 수출용 포장 기술 및 소포장용 결속기 및 테이프 개발 (특허출원)</li> <li>○ 수출 대상국별 맞춤형 선호등급 생산 기술개발</li> </ul>
세부목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 핵심기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발(국내최초)</li> <li>- 아스파라거스 장기 유통 안정성 향상 기술 개발</li> <li>- 아스파라거스의 유통중 병해충 관리 기술 개발</li> <li>- 아스파라거스 수출용 포장 기술 개발</li> <li>- 아스파라거스 소포장용 결속기 및 결속테이프 개발(국내최초)</li> <li>- 수출 확대를 위한 아스파라거스 시비 및 관수 관리 기술체계 확립</li> </ul> </li> <li>○ 적용범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아스파라거스 선박수출 시 생산·유통 및 검역 병해충 관리에 활용 가능</li> <li>- 아아스파라거스 수출 및 내수시장 출하 시 소포장 출하 가능</li> <li>- 아스파라거스 수출확대를 위한 양수분 관리 기술</li> </ul> </li> </ul>

## 제 2 절 연구개발의 필요성

### ○ 기술적 측면

- 아스파라거스 수출 검역체계 확립 중요

● 수출물량 증가에 따른 수출단지 지정, 재배지 검사, 안정성, 허용 잔류 농약 등의 수출 요건을 충족시키기 위한 단계별(생산, 유통, 포장, 검역) 대응 방안을 준비할 필요성이 대두되며 일본의 경우 중국산 및 태국산 아스파라거스와 다른 농산물에 대한 통관 거부사례(기준치 이상의

농약잔류량, 제초제 잔류량, 세균수 등으로)가 있고, 재배면적과 생산량 증가에 따른 아스파라거스 병해충 방제와 농약 잔류특성 등의 연구를 통한 검역체계 확립이 중요함

- 특히 호주의 경우 아스파라거스 주요 해충인 파충채벌레를 검역해충으로 지정하여 관리하기 때문에 수출 다변화를 위한 준비과정에서 수출국 맞춤형 검역체계 구축이 요구됨
- 아스파라거스의 해충의 경우 수확 후 관리도 중요하지만 수확 전 포장관리에 초점을 맞춰 총채벌레 등 해충에 의해 전파되는 병 발생을 억제해야 고품질의 아스파라거스를 수확할 수 있음
- 국내 아스파라거스를 수출하기 위한 종합적 해충 관리 방안의 부재
  - 농산물 수확 후 관리 기술의 선진화: 농업 선진국 대비 미진한 국내 농산물 수확 후 관리 기술
- 일본 아스파라거스 수출은 현재 4월 중순에서 6월 중순까지 이루어지고 있으나, 4월에는 생산량이 부족하여 수출에 어려움을 겪고 있음. 따라서 일본 시장의 가격이 높은 4월 초순부터 생산할 수 있다면 수출물량 확대에 큰 도움이 될 것임
- 아스파라거스는 중량에 따라 1번부터 5번으로 구분하며 1번(LL규격)은 49g 이상으로 가장 크고 5번(SS규격)은 15g 이하로 가장 작음
- 국내에서는 주로 2번(L규격 48~33g), 3번(M규격 32~23g) 선호도가 높으며 1번(LL규격 49g 이상)은 선호도가 낮은 편임
- 아스파라거스 일본 수출에 적합한 규격은 1번(LL규격 49g 이상), 2번(L규격 48~33g), M(32~23g)규격으로 줄기가 굵은 상품을 선호함
- 수출용 상품은 선호도가 높은 1번(LL규격 49g 이상), 2번(L규격 48~33g) 규격의 아스파라거스를 수출용 결속테이프 100g 또는 1kg 단위 소포장하여 수출전용박스(6kg)에 포장함
- 일본 수출시장 조사 결과 일본 내 소비자들이 선호하는 아스파라거스 규격은 1번(LL 49g 이상), 2번(L 48~32g)으로 수출기간에 1번(LL 49g 이상), 2번(L 48~32g) 규격의 아스파라거스 생산이 확대될 수 있도록 재배환경을 조성하는 것이 중요함
  - 아스파라거스 장기저장 기술의 필요성
- 세계적인 아스파라거스 수출국인 페루의 경우 미국과 유럽 등지로의 장거리 수출을 위한 장기저장 기술을 보유하고 있음
- 아스파라거스는 주로 조리하여 이용되므로 생체의 장기저장 기술 이외의 냉동이나 캔 제품 개발도 필요함
- 저장수명 연장을 위해서는 수확 후 관리 기술 이외에 품종, 재배관리, 수확기술 등의 관련 기술의 추가 개발도 요구됨

#### ○ 경제산업적 측면

- 국내 농산물 가격 안정화: 아스파라거스의 주 생산시기인 4월부터 5월까지 국내 아스파라거스 가격 폭락을 방지하는 대책으로 아스파라거스의 수출 시장 개척 필요
- 국내 농산물 수출 경쟁력 강화: 현재 일본으로 집중되고 있는 아스파라거스 수출의 시장 다변화를 통해 시장 불안(후쿠시마 원전 사고 직후 대일 수출 급감) 해소

#### ○ 사회문화적 측면

- 국가간 사회 문화적 갈등으로 인한 수출 제한 현상에 대비한 수출 다변화 요구: 사드배치 문

제로 식품을 포함한 한국산 제품의 중국 수출 급감, 후쿠시마 원전 사고 직후 대일 수출 감소, 반한류 협한 감정으로 일시적인 한국산 제품 수출 제한 등

○ 정부지원의 필요성

- 물류비 절감 대책 필요: 국제 교역에 관한 다자간 협정에서 끊임없이 언급되고 있는 물류비를 포함한 농산물 수출 보조금 지급 제한에 대한 대책으로 저렴한 선박 수송 체계 확립 요구
- 아스파라거스 규모 단지화를 위한 공동선별장 확대 필요: 체계적인 검역 및 수확 후 관리를 통한 한국산 아스파라거스 수출 경쟁력 강화

### 제 3 절 연구개발 범위

#### 1. 1차년도

##### 제1세부 (강원대학교 김경수)

- 주요 병해 발생 모니터링 및 발생 생태 분석
  - 국내 주요 아스파라거스 주산지에서 발생하는 진균에 의한 병해 모니터링
  - 뿌리, 지체부, 지상부 등 부위별 이병율과 심각도, 기상환경 등에 따른 피해량 조사
- 주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사
  - 주산지별 주요 병해에 대한 병원체 수집 및 동정
  - 수집 및 동정된 병원체의 균학적 특성, 유전적 특성을 분석하여 기초자료로 활용
- 주요 병원체 방제 기술 개발: 살균제의 작용 특성 및 효과, 생물학적 방제, 친환경 자재 선발
  - 생산단지의 살균제 처리시기, 약량, 수확 후 잔류 특성을 분석
  - 주요 병원체에 효과를 갖는 길항미생물 및 친환경 자재 선발
- 저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구: 발생 생태 및 살균제 효과
  - 수확 후 저장과정 중 발생하는 부패병 및 썩음병의 발병 원인 미생물 수집 및 동정
  - 병원체의 발생 생태 연구 및 방제기술 개발

##### 제2세부 (강원대학교 강호민)

- 저장전 후 처리를 통한 병해 관리 기술 개발 : 병해 방제를 위한 살균 처리 기술 개발
  - 기체처리 : 플라즈마, O<sub>3</sub> 가스, ClO<sub>2</sub> 가스 등, 제1세부 연구팀과 협업
  - 액체처리 : chlorine 등, 제1세부 연구팀과 협업
- 장기유통을 위한 포장 방법 :
  - 6kg 상자 구조 개선 : 기존 상자의 선적 안정성 개선
  - 10kg 상자 개발 : 수출 대상국별 상자포장 단위의 다양성 강화
  - MA포장을 위한 OTR필름 선발 : 비천공 OTR필름 적용 20일 이상 장기 저장 가능성 타진
- 수출국가 맞춤형 저장전 후 처리를 통한 병해충 관리 기술 개발 : 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술
  - 기존 수확후 병해충 관리 기술이 수출 유통 중 품질에 미치는 영향 조사

##### 제3세부 (강원대학교 김삼규)

- 아스파라거스 주요 해충 방제적기 구명을 위한 모니터링

- 방제대상 해충 및 발생최성기 파악
- 아스파라거스 수출을 위한 대상국별 검역해충 방제 기술 개발
- 총채벌레 발생 억제를 위한 포장관리(포장주위 잡초방제)
- 적색망(0.6mm mesh)을 이용한 파총채벌레 및 꽃노랑총채벌레 차단효과 구명
- 해충의 교차저항성 획득 억제를 위한 다양한 MOA를 가진 약제 선발, 현장 적용  
(abamectin (6), acetamiprid (4), acrinathrin (3A), chlorantraniliprole (28), chlorfenapyr (13), etofenprox (3), spinetoram (5))
- 잔류농약 검사

#### 제1협동 (강원도농업기술원 전신재)

- 아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석 및 시비관리 조사·분석 : 50지점
- 재배기간 및 농가 특성에 따른 토양 관리 실태 모니터링
- 분석 및 조사내용 : 토양 pH, EC, OM, T-N 등, 사용퇴비의 종류와 양, 시비법 등
- 아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명
- 처리내용 : 농가 관행 대비 0, 0.5, 1.0, 2.0배(N기준)
- 수확 및 조사시기 : 2018년도 봄
- 수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 시용량 구명
- 처리내용 : 퇴비종류 2(우분, 계분) 및 시용량 3수준
- 처리시기 : 11월 하순(지상부 제거 후)

#### 제2협동 (메리트 양재홍)

- 수출대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사
- 묶음단위(무게 및 숫자), 결속방법(밴드, 종이류 등), 매듭방법 등
- 포장작업을 생력화 할 수 있는 저비용·고효율 결속기 개발 ⇒ 특허출원
- 결속기의 농가 사용에 따른 경제성 평가 및 분석

## 2. 2차년도

#### 제1세부 (강원대학교 김경수)

- 주요 병해 발생 모니터링 및 발생 생태 분석
- 국내 주요 아스파라거스 주산지에서 발생하는 진균에 의한 병해 모니터링
- 뿌리, 지제부, 지상부 등 부위별 이병율과 심각도, 기상환경 등에 따른 피해량 조사
- 주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사
- 주산지별 주요 병해에 대한 병원체 수집 및 동정
- 수집 및 동정된 병원체의 균학적 특성, 유전적 특성을 분석하여 기초자료로 활용
- 주요 병원체 방제 기술 개발: 살균제의 작용 특성 및 효과, 생물학적 방제, 친환경 자재 선발
- 생산단지의 살균제 처리시기, 약량, 수확 후 잔류 특성을 분석
- 주요 병원체에 효과를 갖는 길항미생물 및 친환경 자재 선발
- 저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구: 발생 생태 및 살균제 효과
- 수확 후 저장과정 중 발생하는 부패병 및 썩음병의 발병 원인 미생물 수집 및 동정
- 병원체의 발생 생태 연구 및 방제기술 개발

#### 제2세부 (강원대학교 강호민)

- 저장전 후 처리를 통한 해충 관리 기술 개발 : 제1협동과 협업
  - 저장 전 처리 기술 개발 : 수냉 및 살균처리과정의 해충 방제 효과 구명
  - 저장 중 처리 기술 개발 : 해충 방제를 포장중 처리 기술 개발
- 장기유통을 위한 소포장 방법 개발 : 100g ~ 300g의 소포장을 위한 MA/MH package 기술 개발
  - 산소투과도 및 수분투과도를 조절을 위해 미세천공/비천공 필름 적용

#### 제3세부 (강원대학교 김삼규)

- 아스파라거스 주요 해충 방제적기 구명을 위한 모니터링 (지속)
  - 방제대상 해충 및 발생최성기 파악
- 아스파라거스 주요 해충 방제 기술 개발
  - sticky trap을 이용한 mass trapping (semiochemical 이용)
  - 백강균(*Beauveria bassiana*)를 이용한 토양해충(충채벌레 번데기) 방제
  - 해충의 교차저항성 획득 억제를 위한 다양한 MOA를 가진 약제 선발, 현장 적용 (abamectin (6), acetamiprid (4), acrinathrin (3A), chlorantraniliprole (28), chlorfenapyr (13), etofenprox (3), spinetoram (5))
  - 잔류농약 검사
- 아스파라거스 수확 후 해충 방제 기술 개발 및 적용
  - ethyl formate 훈증을 활용한 검역해충 방제(필요시)

#### 제1협동 (강원도농업기술원 전신재)

- 아스파라거스 재배농가 토양 이화학성 분석 및 시비관리 조사·분석 : 50지점
  - 재배기간 및 농가 특성에 따른 토양 관리 실태 모니터링
  - 분석 및 조사내용 : 토양 pH, EC, OM, T-N 등, 사용퇴비의 종류와 양, 시비법 등
- 아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명
  - 처리내용 : 농가 관행 대비 0, 0.5, 1.0, 2.0배(N기준)
- 수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 시용량 구명
  - 처리내용 : 퇴비종류 2(우분, 계분) 및 시용량 3수준
  - 처리시기 : 11월 하순(지상부 제거 후)
- 수출기간 연장을 위한 봄재배 조기 수확기술 개발
  - 봄재배시 관수개시 처리(2월중순~3월중순)에 따른 시기별 수량성 및 품질분석

#### 제2협동 (메리트 양재홍)

- 수출대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사
  - 묶음단위(무게 및 숫자), 결속방법(밴드, 종이류 등), 매듭방법 등
- 포장작업을 생력화 할 수 있는 저비용·고효율 결속기 개발 ⇒ 특허출원
  - 결속기의 농가 사용에 따른 경제성 평가 및 분석

### 3. 3차년도

제1세부 (강원대학교 김경수)

- 살균제 포장 적용 방제 연구
  - 살균제의 처리 시기, 약량, 방법 등을 포장에서 분석
  - 수확시기별 살균제 잔류 특성 분석
- 친환경 자재 포장 적용 연구
  - 친환경 자재 처리 시기, 약량, 방법 등을 포장에서 분석
- 수출국가별 맞춤형 방제 관리 기술개발
  - 수출국가별 주요 병해에 대한 살균제 선발
  - 선발 살균제의 맞춤형 처리 프로그램 개발

제2세부 (강원대학교 강호민)

- 수출국가 맞춤형 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술 : 제1세부, 제1협동과 협업
  - 병해 방제 처리가 수출 유통 중 품질에 미치는 영향 조사
  - 충해 방제 처리가 수출 유통 중 품질에 미치는 영향 조사
- 수출국가별 장기유통을 위한 포장 방법 개발 :
  - 상자단위 MAP 적용 시험: 6kg, 10kg 단위 상자를 대상으로 한 MAP처리 효과 구명

제3세부 (강원대학교 김삼규)

- 아스파라거스 주요 해충 방제적기 구명을 위한 모니터링 (지속)
  - 방제대상 해충 및 발생최성기 파악
- 수출용 아스파라거스 주요 해충인 과충채벌레 방제 기술 개발 및 표준화
  - sticky trap을 이용한 mass trapping (semiochemical 이용)
  - 백장균(*Beauveria bassiana*)를 이용한 토양해충(총채벌레 번데기) 방제
  - insecticidal soap + pyrethrin spray를 이용한 아스파라거스잎벌레 및 총채벌레 방제
  - 아스파라거스 수출을 위한 과충채벌레 방제 살충제 적용 가이드라인 개발
  - 잔류농약 검사
- 아스파라거스 수확 후 해충 방제 기술 개발 및 적용
  - ethyl formate 훈증 표준화

제1협동 (강원도농업기술원 전신제)

- 아스파라거스 재배농가 토양 이화학성 분석 및 시비관리 조사·분석 : 50지점
  - 재배기간 및 농가 특성에 따른 토양 관리 실태 모니터링
  - 분석 및 조사내용 : 토양 pH, EC, OM, T-N 등, 사용퇴비의 종류와 양, 시비법 등
- 아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명
  - 처리내용 : 농가 관행 대비 0, 0.5, 1.0, 2.0배(N기준)
- 수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 시용량 구명
  - 처리내용 : 퇴비종류 2(우분, 계분) 및 시용량 3수준
  - 처리시기 : 11월 하순(지상부 제거 후)
- 수출기간 연장을 위한 봄재배 조기 수확기술 개발
  - 봄재배시 관수개시 처리(2월중순~3월중순)에 따른 시기별 수량성 및 품질분석



제2협동 (메리트 양재홍)

- 수출대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사
- 묶음단위(무게 및 숫자), 결속방법(밴드, 종이류 등), 매듭방법 등
- 포장작업을 생략화 할 수 있는 저비용·고효율 결속기 개발 ⇒ 특허출원
- 결속기의 농가 사용에 따른 경제성 평가 및 분석

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

### 제 1 절 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해 관리 기술 개발

#### 1. 주요 병해 발생 모니터링 및 발생 생태 분석

- 아스파라거스(*Asparagus officinalis* L.)는 백합과에 속하는 다년생 속근성 채소로, 정식 후 2년째부터 수확이 가능하고 4~5년 후 성숙원이 되며 한번 심으면 10년 이상 재배가 가능한 경제적인 작물임
- 최근 국내에서도 항산화 영양소와 아삭한 식감 등으로 주목받으며 아스파라거스의 생산량 및 소비량이 급증하고 있는데, 전국적으로 약 60 ha 이상의 면적에서 재배되고 있음
- 그 중에서 강원도 지역이 2017년 기준 양구, 춘천, 화천, 인제를 중심으로 약 37.4 ha 정도가 재배되어 국내 최대면적으로 성장
- 전세계적으로 보고된 주요 아스파라거스 병으로 *Puccinia asparagi*에 의한 녹병 (rust), *Phytophthora megaspermae*에 의한 역병(phytophthora root rot), *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*에 의한 줄기썩음병(stem rot), *stemphylium vesicarium*에 의한 자색반점병(purple spot), *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold), *Colletotrichum* sp. 에 의한 탄저병(anthracnose) 등이 있는데 이 중 국내에 보고된 균은 줄기썩음병, 잿빛곰팡이병, 탄저병 등이 있음 (Blok and Bollen, 1995; cheah et al., 2003; Navrozidis et al., 2018; Vujanovic et al., 2003)
- 국내 아스파라거스 재배면적이 크게 늘고 생산량도 크게 늘었지만 아직까지 이러한 균들을 방제하기 위한 살균제가 등록되어 있지 않으며, 살균제에 의한 군사 생장 억제 실험도 거의 되지 않아 외국에서 사용되는 살균제를 농가에 추천하여 주로 사용하고 있는 실정임
- 따라서 최근 국내에 발생하는 아스파라거스 병해에 대한 모니터링 및 병원균 분리 및 동정을 수행하였음
- 연구기간 중 국내 아스파라거스 생육과정(그림 1)에 강원도 내 주산지에서 아스파라거스에 발생하는 식물병에 대한 모니터링을 실시함.

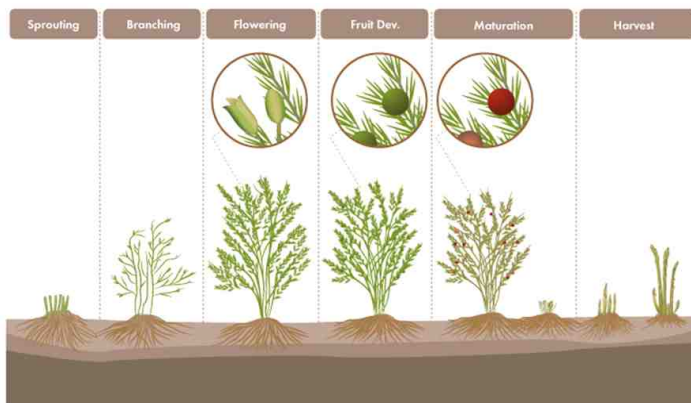


그림 1. 아스파라거스의 생육과정.



그림 2. 아스파라거스 포장 모니터링.

- 2017년 5월 하순에 양구 남면에 위치한 아스파라거스 포장에서 식물병을 모니터링하였음. 현지 포장에서 작은 순을 수확하거나 Branching되는 잎들이 있는 생육과정을 보였음 (그림 2).

- 5월 하순은 봄 수확기 단계로 기상환경은 최고온도가 30℃를 넘지 않는 평균기온이 20℃ 정도이며 강수량은 많지 않은 상황임. 그리고 아스파라거스의 생육은 Branching 단계로 전체적인 포장에 별다른 식물병으로 보이는 소견은 보이지 않았음.
- 그러나 지난해 수확시기에 완전히 제거하지 못하고 토양 지제부에 박혀있거나 꺾여있는 상태에서 곳곳에 진균에 의해 감염된 이병체들을 확인하고 수집하였음.



그림 4. 대부분 포장에서 발생한 아스파라거스 반점병.



그림 5. 과실 병징

- 2017년 8월 하순에 양구 남면 및 서면에 위치한 아스파라거스 노지 및 비가림재배 포장 8곳을 모니터링하였음.
- 이 시기는 마지막으로 여름에 수확하는 단계로 8월 늦장마로 인한 고온다습한 기후의 영향으로 병해 관리가 되지 않은 포장은 식물병이 대량 발생하여 많은 피해를 주고 있음.
- 주로 밀식으로 재배되는 시설재배지에서 잎이 무성해지면서 통풍 및 습도조절이 불량한 상태에서 적절한 방제를 하지 않는 경우 식물병에 의한 극심한 피해를 받는 것으로 나타남.
- 각 포장 별 정도의 차이는 있으나 반점병에 의한 피해가 많은 것으로 나타남. 주로 줄기나 잎, 작은 가지에 발생하며, 자갈색으로 수침상의 길고 작은 반점들이 발생함. 병 발생이 심한 경우 가지 전체가 시들어 낙엽화되는 증상을 보임.
- 또한, 지제부(아래줄기)와 지상부(잎, 가지, 과실) 등 부위별 발생한 여러 이병체들을 수집함.
- 2017년 9월 하순경 양구 남면 및 서면의 노지 및 비가림재배 포장 4곳을 모니터링 하였음. 9월은 여름 수확기가 지나고 휴면기를 맞이하는 단계로 내년도 봄 수확을 위하여 토양에 양분을 주는 것만큼 병해 관리에도 중요한 시기임.
- 여름수확기에서는 나타나지 않았던 줄기가 쪼개지는 증상들이 많이 보임. 이러한 증상은 기상환경에 의한 영향인지, 병해인지 여부를 추가적으로 분석할 필요가 있음.
- 수확 후 관리 미흡으로 인한 병해가 대량 발생하였으며, 주로 노지에서 줄기마름병에 의한 피해가 대부분 발생하였음.
- 지제부에 전체적으로 줄기에 줄기마름병이 발생하였으며, 줄기를 따라 타원형의 연한 갈색병반을 만들고 주위가 수침상으로 되어 넓게 번지며 줄무늬가 나타나는 증상을 보임.





그림 5. 양구 남면에 위치한 비가림재배 포장전경.

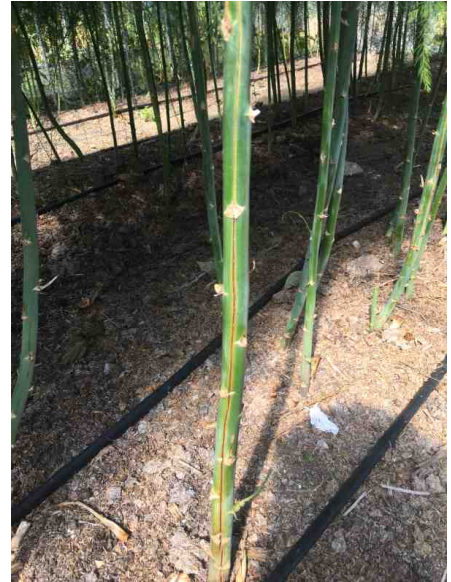


그림 6. 줄기쪼김증상.



그림 7. 양구 서면에 위치한 노지재배 포장전경.



그림 8. 줄기마름병 증상.

- 비교적 노지재배지가 비가림재배 포장에 비해 식물병에 의한 피해가 다량 발생하였음.
- 지제부(아래줄기)와 지상부(잎, 가지, 과실) 등 부위별 발생한 여러 이병체들을 수집하였음.



그림 11. 관부썩음병(crown rot) 증상.



그림 12. 포기썩음병 증상.





그림 10. 지제부에 발생한 입고병의 증상.(좌:초기, 우:후기)

- 2017년 10월 춘천에 위치한 노지 및 비가림재배 포장 4곳을 모니터링 하였음. 이 시기는 수확이 거의 끝난 단계로 무엇보다 다음 해 수확을 위하여 남아있는 잔재물을 없애는 작업이 중요한 시기임.
- 포장에 따라 crown rot 증상이 심한 비가림재배지가 있었음. 이는 시설재배에 의해 통풍이 잘 되지 않거나 습도조절이 불량할 경우, 토양에 병원균이 월동하는 경우 병이 크게 발생하는 것으로 보임.
- 노지에서는 양구와 마찬가지로 이 시기에 줄기 전체가 시들어 포기가 썩어가는 증상이 많이 나타나고 있었음.
- 지제부(아래줄기)와 지상부(잎, 가지, 과실) 등 부위별 발생한 여러 이병체들을 수집하였음.

표 1. 2010년도 양구 및 춘천에 발생한 식물병원성 진균에 의한 피해 모니터링 결과.

시기	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
생육 단계	휴면기			봄 수확기		입경기	여름수확기		양분 이동기		휴면기	
주요 병해				묘잘록병		줄기마름병	반점병		입고병		포기썩음병	

- 2018년 6~7월 강원도 춘천시와 양구군의 아스파라거스 재배지에서, 높이 60cm 정도의 생육 초기단계에서 아스파라거스 이병체를 조사하였음.
- 그 결과 춘천에서는 총 1,000개의 아스파라거스 중 124개의 아스파라거스가 줄기가 썩고 지상부가 노랗게 말라가는 줄기썩음병징을 보여 약 12.4% 가, 양구군에서는 총 1,000개의 아스파라거스 중 107개의 아스파라거스가 줄기썩음병을 보여 약 10.7%가 병에 걸려 있음을 확인하였음.
- 생육 초기에 발병하는 병이므로 초기 방제가 매우 중요할 것으로 사료 됨.





그림 13. 아스파라거스 유묘 초기에 발생하는 줄기썩음증상.



그림 14. 2018년 6월 아스파라거스에 발생한 잣빛곰팡이병 증상.





그림 15. 2018년 7월 아스파라거스에 발생한 blight 증상.



그림 16. 2018년 6월 아스파라거스 줄기에 발생한 줄기 병징 증상.

## 2. 주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사

- 2017년도 4차에 걸쳐 수집한 지제부(아래줄기) 및 지상부(잎, 가지, 과실) 등 부위별 발생한 여러 이병체들에서 식물병원균을 분리하였음.
- 아스파라거스 각 부위별 병 발생 조직을 1% NaOCl에 침지한 후 dH<sub>2</sub>O로 세척한 후에 말려 주고 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에 치상하여 25°C에서 3일 배양하여 병을 분리하였음.



그림 17. 아스파라거스 수집된 이병체와 병원균을 분리시킨 PDA배지.

- 분리된 병원균들의 동정은 염기서열분석을 통해 진행하였음. 이에 따라 분리된 병원균들의 단포자를 현미경을 이용하여 분리하고 순수분리 하였음.
- 각 분리된 병원균들의 DNA를 추출하기 위하여 멸균 이쑤시개로 10-20 mg의 균사를 긁어내어 1.5 ml microcentrifuge tube에 옮기고, 500 µl의 완충용액 (1M KCl; 100 mM Tris-HCl; 10mM EDTA)을 옮겨 담은 tube에 넣고, 드릴을 이용하여 균사를 갈아줌. 5,000 rpm에서 10분간 원심분리 하고, 상층 액을 새로운 1.5 ml microcentrifuge tube에 옮겨 담은 후, 옮겨 담은 tube에 300 µl의 2-propanol을 넣고 잘 혼합하고 -4°C의 냉동실에 20분간 넣어놓았음. 이후에 4°C, 10,000 rpm에서 10분간 원심분리 하고, 상층 액을 따라 버렸고, 70% EtOH 500 µl를 이용하여 washing 하였음. 그리고 tube를 상온에서 4~6시간 두어 EtOH를 완전히 말렸고, 50 µl의 Tris EDTA(TE) buffer(10mM Tris pH 7.5; 1mM EDTA)를 넣어 DNA를 녹여줌으로써 genomic DNA를 추출하였음.
- 각 병원균의 동정은 18S rRNA(ITS region)의 염기서열분석을 이용하였으며, Fusarium으로 동정된 균주는 EF-1 부분을 추가로 분석하여 동정하였음.
- 1차년도에 아스파라거스의 주요 병해에서 총 51개의 진균이 분리되었으며, 이 중 31개가 분석되었음. 동정 결과 *Alternaria* 11종, *Fusarium* 13종, *Cladosporium* 2종, *Mucor* 1종, *Stemphylium* 2종, 미동정 2종이 분리되었음(표 2).
- *Alternaria*와 *Cladosporium* 속은 일반적으로 식물에서 흔히 발견되는 곰팡이로 아스파라거스에서도 줄기, 과실 등에서 모두 발견되었음.
- *Fusarium* 속은 아스파라거스 지제부 줄기부터 안쪽 줄기 그리고 잎끝 부분에 crown rot증상까지 전체적으로 큰 문제를 일으키는 것으로 나타남.
- 이 외에 아스파라거스에 purple spot을 일으키는 것으로 알려진 *Stemphylium* 속이 잎뿐만 아니라 토양에서도 발견되었음.



표 2. 1차년도(2017) 아스파라거스 주요 병해에서 분리된 진균 동정 결과

No.	Name	병징	지역	재배특성	동정결과
1	1708JKGB-1	줄기갈변	양구 남면	비가림	<i>Alternaria tenuissima</i>
2	1708JKGB-2	줄기갈변	양구 남면	비가림	<i>Cladosporium sp.</i>
3	1708JKGB-3	줄기갈변	양구 남면	비가림	<i>Cladosporium sp.</i>
4	1708GJMR-1	줄기마름	양구 남면	비가림	<i>Alternaria sp.</i>
5	1708GJMR-2	줄기마름	양구 남면	비가림	<i>Alternaria sp.</i>
6	1708GJMR-3	줄기마름	양구 남면	비가림	<i>Alternaria sp.</i>
7	1708LEJB-1	crown rot	양구 남면	비가림	<i>Fusarium oxysporum</i>
8	1708LEJB-2	crown rot	양구 남면	비가림	<i>Fusarium sp.</i>
9	1708LSDU-1	잎끝시들음	양구 남면	비가림	<i>Alternaria tenuissima</i>
10	1708FRTJ-1	과실	양구 남면	비가림	<i>Alternaria sp.</i>
11	1708FRTJ-2	과실	양구 남면	비가림	<i>Alternaria sp.</i>
12	1708JKSO-1	줄기속	양구 동면	노지	<i>Fusarium proliferatum</i>
13	1708JKSO-2	줄기속	양구 동면	노지	<i>Alternaria tenuissima</i>
14	1708JKBB-1	줄기검은병변	양구 동면	노지	<i>Fusarium sp.</i>
15	1708JKBB-2	줄기검은병변	양구 동면	노지	<i>Mucor nidicola</i>
16	1708TYFG-1	지제부토양	양구 남면	비가림	<i>Stemphylium lycopersici</i>
17	1710CCSM-2	잎포자	춘천 서면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
18	1709YGNM-1	잎줄무늬	양구 남면	비가림	<i>Alternaria spp.</i>
19	1709YGNM-2	잎줄무늬	양구 남면	비가림	<i>Alternaria spp.</i>
20	1709YGNM-3	잎줄무늬	양구 남면	비가림	<i>Alternaria spp.</i>
21	1709YGDM-1	잎곰팡이	양구 동면	노지	<i>Stemphylium vesicarium</i>
22	1710CCSM-2	마른줄기	춘천 서면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
23	1709YGNM-1	줄기씩음	양구 남면	비가림	<i>Fusarium spp.</i>
24	1709YGNM-2	줄기씩음	양구 남면	비가림	<i>Fusarium spp.</i>
25	1709YGDM-1	줄기씩음	양구 동면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
26	1709YGDM-2	줄기씩음	양구 동면	노지	?
27	1710CCSM-3	잎줄무늬	춘천 서면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
28	1710CCSM-1	잎포자	춘천 서면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
29	1710CCSM-3	마른줄기	춘천 서면	노지	?
30	1709CCDM-2	씩은줄기	양구 동면	노지	<i>Fusarium spp.</i>
31	1709CCDM-3	씩은줄기	양구 동면	노지	<i>Fusarium spp.</i>

- 가장 많이 분리되고 심각한 문제를 일으킨 *Fusarium* 속의 정확한 종 수준의 동정을 위하여 EF-1 지역의 염기서열을 EF-1a-1와 EF-1a-2 프라이머로 사용하여 염기서열 분석하였음.
- 대표적으로 양구 남면에서 분리된 17409YGM-2와 춘천 서면에서 분리된 1710CCSM-1에 대하여 종 동정을 진행한 결과, 각각 *F. oxysporum*과 *F. concentricum*으로 동정되었음.

### 17409YGM-2 EF-1

accactgtgagtactctcctcgacaatgagcatatctgccatcgtaatcccgaccaagacctggcgggggtatttctcaaagtcaacata  
ctgacatcgtttcacagaccggtcacttgatctaccagtgcggtggatcgacaagcgaaccatcgagaagttcgagaaggttagtcac  
ttcccttcaatcgcgctctttgccatcgatctccctacgactcgaaacgtgcccgctaccccgctcgagacaaaaatttgaat  
atgaccgtaatttttggggggcacttaccgccacttgagcgcgaggagcgtttgcccttaccattctcagaacctcaatgagtg  
cgctgcacgtgtcaagcagtcactaaccattcaacaataggaagccgctgagctcggttaagggttcttcaagtacgctgggttctg  
acaagctcaaggccgagcgtgagcgtggatcaccatcgatattgctctctggaagttcgagactcctcgctactatgtcaccgctattg  
gtatgttgcgctcatgcttctacttctctctgacta

Sequences producing significant alignments:

Select: [All](#) [None](#) Selected: 0

	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium oxysporum f. sp. niveum strain 150525 translation elongation factor 1-alpha (EF1a) gene, partial cds</a>	1077	1077	100%	0.0	100%	<a href="#">MF784504.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium oxysporum isolate F123 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds</a>	1077	1077	100%	0.0	100%	<a href="#">KX985867.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium oxysporum isolate F255 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds</a>	1077	1077	100%	0.0	100%	<a href="#">KX985866.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium oxysporum isolate F203 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds</a>	1077	1077	100%	0.0	100%	<a href="#">KX985865.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium oxysporum isolate F180 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds</a>	1077	1077	100%	0.0	100%	<a href="#">KX985864.1</a>

그림 18. 양구 남면에서 분리된 *Fusarium* 속의 EF-1 염기서열을 이용한 종 수준 동정.

### 1710CCSM-1 EF-1

tcctgaccaagatctggcgggggtgatctcaaaagacaacatgctgacatagcttcacagaccggtcacttgatctaccagtgcggtgg  
tatcgacaagcgaaccatcgagaagttcgagaaggttagtctcttctcgatcgcgctcctttgccatcgatctccctacgactcgaa  
acgtgcccgctaccccgctcgagacaaaaatttgcgatatgaccgtaatttttggggggcatttaccgccactcgagcgtatgg  
gcgctttgccctctccaatctcaatgagcgcacgtcacgtgccaagcagtcactaaccatccgacaataggaagccgctgagct  
cggttaagggttcttcaagtacgctgggttcttgacaagctcaagccgagcgtgagcgtggatcaccatcgatcgctctctggaa  
gttcgagactcctcgctactatgtcaccgctattggtatgttgcgccatgcttcttctctctcgactaacaatatactcagacgct  
cccggtcaccgtatttcatcaagaacat

Sequences producing significant alignments:

Select: [All](#) [None](#) Selected: 0

	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium concentricum strain KACC 47734 translation elongation factor 1-alpha (TEF1) gene, partial cds</a>	1053	1053	100%	0.0	100%	<a href="#">KM213992.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium concentricum isolate JBARES-2001a translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds</a>	1053	1053	100%	0.0	100%	<a href="#">JQ700204.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium concentricum isolate B13 translation elongation factor alpha 1 (EF1A) gene, partial cds</a>	1044	1044	99%	0.0	100%	<a href="#">JX867934.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium concentricum isolate B2447B translation elongation factor 1-alpha (tef1a) gene, partial cds</a>	1042	1042	100%	0.0	99%	<a href="#">KY379181.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fusarium concentricum strain NRRL 25202 translation elongation factor alpha gene, partial cds</a>	1042	1042	100%	0.0	99%	<a href="#">JF740760.1</a>

그림 18. 춘천 서면에서 분리된 *Fusarium* 속의 EF-1 염기서열을 이용한 종 수준 동정.

- 2018년도 6~7월 강원도 춘천시와 양구군의 아스파라거스 재배지에서, 높이 60cm 정도의 생육 초기단계에서 줄기썩음병 병징을 보이는 아스파라거스 이병체를 조사하였음. 병에 걸린 아스파라거스 줄기는 신문지에 보관하여 연구실로 가지고 왔으며, 실온에서 24시간 동안 말린 후, 5 mm 정도의 크기로 작게 잘라냄. 잘라 낸 줄기 조각은 ampicillin(100 µg/ml)이 첨가된 potato dextrose agar(PDA)(27 g of MB cell potato dextrose broth; 15 g of SIGMA agar; 1000 ml distilled water) 배지에 접종하였고, 25°C에서 3일간 배양함. 자라난 균사의 끝을 멸균 팁을 이용하여 작게 잘라내어 새로운 PDA 배지에 접종하였고, 25°C에서 3일간 배양하여 포자가 형성되게 한 뒤 단포자 분리 하여 실험에 사용함. 분리한 균주들은 각각 포자현탁액을 만들어 50% glycerol에 1:1로 섞은 후 -75°C deep freezer에 보관하여 사용
- 푸사리움균의 동정 방법은 현미경을 통한 형태 분석, 병원균의 독소 분석, PCR 기법을 활용하여 internal transcribed spacer(ITS)와 EF-1 alpha 를 증폭하여 염기서열을 분석하는 방법 등이 있음(Hong et al., 2010; Singha et al., 2016)
- 이 중 EF-1 alpha 지역은 *Fusarium* species를 동정하는데 주로 사용됨. 이 연구에서는 하였고, EF-1 alpha 지역의 염기서열을 이용하여 phylogenetic tree를 그렸음
- Phylogenetic tree를 그려서 확인해 본 결과, 13개의 분리 균주들이 *F. oxysporum*과 가장 가까운 유연관계에 있었고, 1개의 분리 균주가 *F. proliferatum*과 가장 가까운 유연관계에 있음을 확인할 수 있었음. 아스파라거스의 줄기썩음병을 일으키는 대표적인 병원균은 *F. oxysporum*과 *F. moniliforme*이 알려져 있으며 *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. solani* 도 관여한다고 알려져 있음(Borrego-Benjumea et al.,2015; Damicone et al.,2015; Elmer, 2015)
- Benjumea et al. 2014는 캐나다 southwestern Ontario의 아스파라거스 필드에서 줄기썩음병을 조사하고 병원균을 분리하였음. 그 결과 분리된 병원균은 *F. oxysporum* (65.5%), *F. proliferatum*(18.3%), *F. solani*(6.4%), *F. acuminatum*(6.4%), *F. redolens*(3.2%)인 것으로 밝혀짐. 이러한 결과들을 종합하여 볼 때, *F. oxysporum*이 국내 아스파라거스 줄기썩음병의 주요 원인균 중 하나임을 알 수 있었음

표 3. Isolated strains from asparagus In Kangwon province in 2018

No.	Strain	Cultivation	Location	Species
1	KWFO-1	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
2	KWFO-2	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
3	KWFO-3	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
4	KWFO-4	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
5	KWFO-5	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
6	KWFO-6	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
7	KWFO-7	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
8	KWFO-8	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
9	KWFO-9	Open field	Chuncheon-shi	<i>Fusarium oxysporum</i>
10	KWFO-10	Open field	Yanggu-gun	<i>Fusarium oxysporum</i>
11	KWFO-11	Open field	Yanggu-gun	<i>Fusarium oxysporum</i>
12	KWFO-12	Open field	Yanggu-gun	<i>Fusarium oxysporum</i>
13	KWFO-13	Open field	Yanggu-gun	<i>Fusarium oxysporum</i>
14	KWFO-14	Open field	Yanggu-gun	<i>Fusarium proliferatum</i>

> KWFO-1 EF-1a

ATTTTCAAGACATCTGGTGTTCGGCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCC  
ACCAAGACCTGGCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGA  
ACCATCGAGAAGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCC  
GCTCGAGACCAAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTT  
CCACAACCTCAATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTAC  
GCCTGGTCTTTCGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACC  
GTCATTGGTATGTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGA  
TCATGGTTTCCTTCCA

> KWFO-2 EF-1a

TGTTGTCGCTCGGACACGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCACCAAGAC  
CTGGCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGA  
GAAGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGCTCGAGA  
CCAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCCACAACC  
TCAATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCTGGGTT  
CTTGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGT  
ATGTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGG

> KWFO-3 EF-1a

TAAGTGTGAGTCTGGTGTGGCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCGAC  
CAAGACCTGGCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAAC  
CATCGAGAAGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGC  
TCGAGACCAAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCC  
ACAACCTCAATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGC  
CTGGGTTCTTGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGT  
ATTGGTATGTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCA  
TGGGTTACTTTCCA

> KWFO-4 EF-1a

TGATGTCTCGGCCCTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCACCAAGACCTG  
GCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGA  
AGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGCTCGAGACC  
AAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCCACAACCTC  
AATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCTGGGTTCT  
TGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGTAT  
GTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTTCT  
TTTCCAAC

> KWFO-5 EF-1a

TTTGTGTCGACCGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCACCAAGACCTG  
GCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGA  
AGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGCTCGAGACC  
AAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCCACAACCTC  
AATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCTGGGTTCT  
TGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGTAT  
GTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGAA  
CCTCCACA

> KWFO-6 EF-1a

TTTTACTGTGTGTGTGTGATCGGACACGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATC  
CCGACCAAGACCTGGCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAG  
CGAACCATCGAGAAGTTTCGAGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTA  
CCCCGCTCGAGACCAAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCC  
ATTTCCACAACCTCAATGAGCGCATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAG  
TACGCTGGGTTCTTGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTC  
ACCGTCAATTGGTATGTTGTCGCTCATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACA  
TGATCATGGGTTCTTCCCAAAGGCTTTTTTTTTGAAAGCTCAGCTCCCGCAGGCTCTGGCTTTTTATTTGTAACAGCCCTGGTTCTTGATCGGATC  
CTTACTCCGCTCCATCGTTTCAA

> KWFO-7 EF-1a

TAGTTCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCACCAAGACCTGGCGGGT  
ATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGAAGTTTCGAG  
AAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGCTCGAGACCAAAAATTTT  
TGCGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCCACAACCTCAATGAGCG  
CATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCTGGGTTCTTGACAAGC  
TCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGTATGTTGTCGCT  
CATGCTTCACTTCTCTCTCGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTCACCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCCA

> KWFO-8 EF-1a

TTGGTCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCCTGTGAGTACTCCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCCACCAAGACCTGGCGGGT  
ATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTTCACAGACCGGTCACCTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGAAGTTTCGAG  
AAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCGCTACCCCGCTCGAGACCAAAAATTTT  
TGCGATATGACCGTAATTTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGCCTCCTCCATTTCCACAACCTCAATGAGCG  
CATCGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCTGGGTTCTTGACAAGC  
TCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGTATGTTGTCGCT  
TCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCAATTGGTATGTTGTCGCT

CATGCTTCATTCTACTTCTCTTCGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTACTTTCCAAT

> KWFO-9 EF-1a

TGTGTTATATGGCCGTCGACTCTGGCAAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCGACCAAGACCTG  
GCGGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGA  
AGTTGAGAAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCCGTACCCCGCTCGAGACC  
AAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGGCCCTCCTCCATTTCCACAACCTC  
AATGAGCGCATCGTCACGTGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTCAAGTACGCGCTGGTTCT  
TGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCATTGGTAT  
GTTGTCGCTCATGTTCACTTCTCTCTGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCCGGGGTACT  
TCCCAAAGGCTGTGAAATTTGCTAGTCCACCCCTCGCTTCTCCGCTCTCGGTTAATCTTGACAACAGCCCTGGTTACTAGACGGTACCCTAC  
CTCACCTCCTCTTTTATTATATTGTTTTTCTTCTTACTTGACAGGTTCTATCCGTTTATTGCTGTCATCGAATGGGGGAATACCCGACGTTCTT  
CTCC

> KWFO-10 EF-1a

CCATTTCCAGATTTTGGTGTGGCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCGA  
CCAAGACCTGGCGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAA  
CCATCGAGAAGTTGAGAAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCCGTACCCCG  
CTCAGACCAAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGGCCCTCCTCCCAATTT  
CACAACCTCAATGAGCGCATCGTCACGTGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACG  
CCTGGGTTCTTGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGT  
CATTGGTATGTTGTCGCTCATGTTCACTTCTCTCTGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGAT  
ATGGGTTACTTTACA

> KWFO-11 EF-1a

TAGTTTATATGGCCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCGACCAAGACCTG  
GCGGGGTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGA  
AGTTGAGAAAGTATGACCTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCCGTACCCCGCTCGAGACC  
AAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGGCCCTCCTCCCAATTTCCACAACCTC  
AATGAGCGCATCGTCACGTGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCGCTGGTTCT  
TGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCATTGGTAT  
GTTGTCGCTCATGTTCACTTCTCTCTGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTTTC  
CTTCAA

> KWFO-12 EF-1a

TGGGACCGTCGACTCTGGCAAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCGACCAAGACCTGGCGGG  
TATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGAAGTTGGA  
GAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCCGTACCCCGCTCGAGACCAAAAATTT  
TTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGGCCCTCCTCCCAATTTCCACAACCTCAATGAGC  
GCATCGTCAAGTGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCGCTGGGTTCTTGACAA  
CTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCATTGGTATGTTGTCG  
TCATGTTCACTTCTCTCTGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTTACTTTACAAC

> KWFO-13 EF-1a

TGAGGACCGTCGACTCTGGCAAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTTAATCCCGACCAAGACCTGGCGGG  
GTATTTCTCAAAGGCAATATGCTGATATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAGAAGTTGGA  
AGAAGGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCATCGATTTCCCTACGACTCGAAACCTGCCCGTACCCCGCTCGAGACCAAAAATTT  
TTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGACGGGCGGTTTGGCCCTCCTCCCAATTTCCACAACCTCAATGAGC  
GCATCGTCAAGTGTCAAGCAGTCACTAACCATTCAATAATAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCGCTGGGTTCTTGACAA  
GCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCATTGGTATGTTGTCG  
CTCATGTTCACTTCTCTCTGTAAGTACTGACATATTACTCAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTTACTTTCAA  
AT

> KWFO-14 EF-1a

TCGTAAGTATGGCCGTCGACTCTGGCAGTCGACCACTGTGAGTACTCCCTTGGACGATGAGCTTATCTGCCATCGTATCCTGACCAAGATCTG  
GCGGGGTACATCTTGAAGACAACATGCTGACATCGTTTCACAGACCGGTCACTTGATCTACCAGTGCGGTGGTATCGACAAGCGAACCATCGAG  
AAGTTGAGAAAGTTAGTCACTTTCCCTTCGATCGCGCTCCTCTGCCACCGATTTCACTTGGGATTGAAACGTCCTGCTACCCCGCTCGAGAC  
CAAAAATTTTGGGATATGACCGTAATTTTTTGGTGGGGCATTACCCCGCCACTCGAGCGATGGGCGGTTTGGCCCTTCTCTGTCACAACCTCA  
ATGAGCGCATTGTACGTGTCAAGCAGCGACTAACCATTGACAATAAGGAAGCCGCTGAGCTCGGTAAGGGTTCCTTCAAGTACGCGCTGGGTTCTT  
GACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATTGCTCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTCGTACTATGTCACCGTCATTGGTATG  
TGTGCTCATACCTATCCTACTTCTCATACTAACACATCATTAGACGCTCCCGGTACCCGTGATTTTCATCAAGAACATGATCATGGGTTACTTT  
CACA

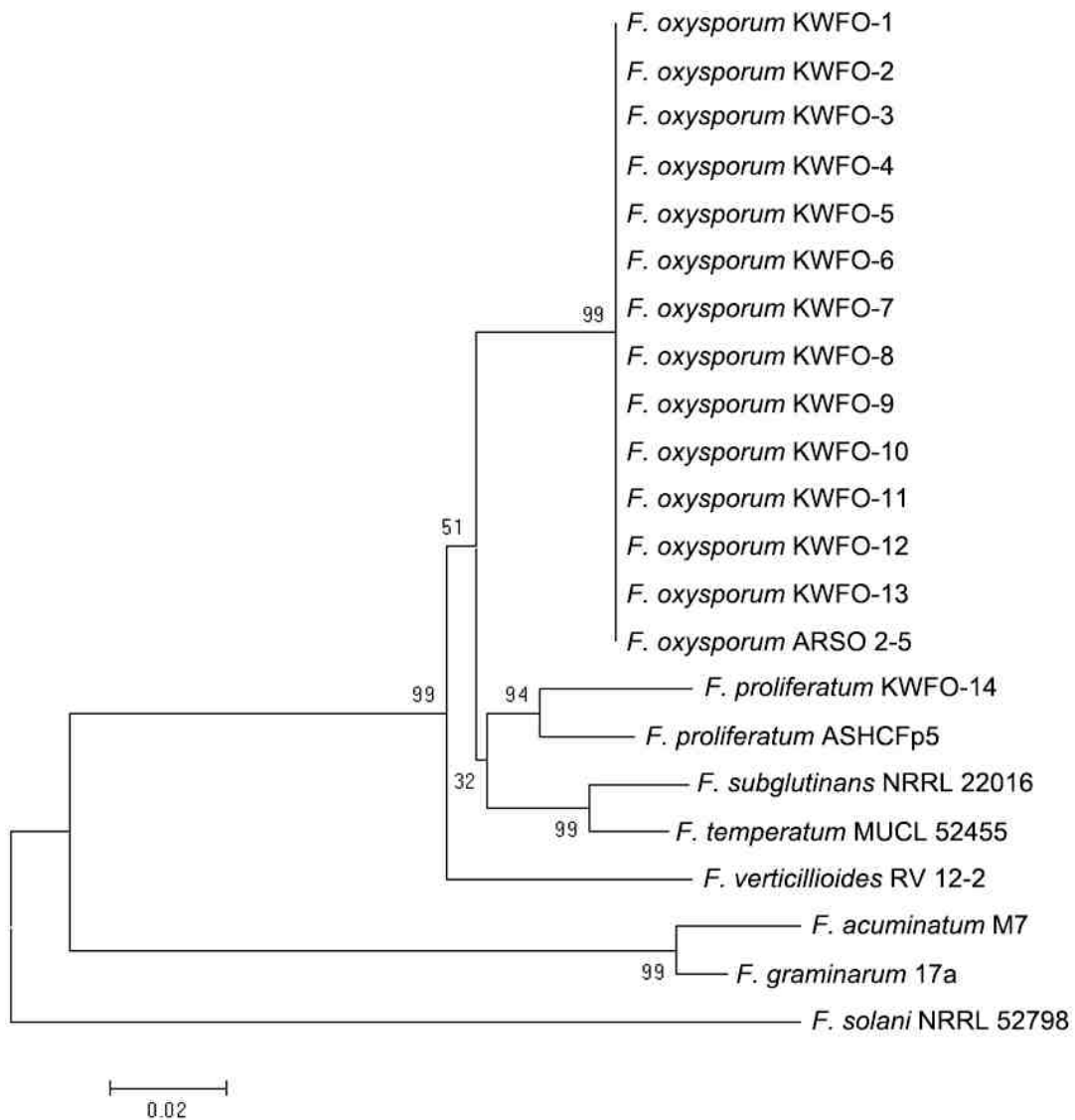


그림 20. A phylogenetic tree generated using the neighbor-joining method based on a comparison of EF-1 $\alpha$  sequences from the *Fusarium* isolates used in this study together with the reference sequences of EF-1. The branch lengths are proportional to the number of amino acid substitutions, which are indicated by a scale bar below the tree. The numbers at the nodes are bootstrap values calculated from 1,000 replicates.



그림 21. *F. oxysporum* KWFO-2 균주로 아스파라거스 유묘에 접종 후 발병 확인 (왼쪽부터 3개는 무처리구, 가장 오른쪽이 병원균 처리구)



- 아스파라거스의 곰팡이 질병 중에서 *Stemphylium vesicarium*에 의한 자주색 자리는 심각한 문제가 됨
- 아스파라거스 자주색 반점은 봄에 신흥 창에서 발생하며 여름에는 줄기, 가지 및 잎을 파괴하는 양치류에서 발생하며 탄수화물의 뿌리까지의 흐름을 감소시키고 내년 수확량을 감소시킴
- 아스파라거스 자주색 반점의 증상은 작고 (1-2 mm), 타원형이며, 약간 침몰하고, 창을 손상시키는 갈색을 띤 자주색 반점으로 보고되어 수확 시즌 동안 시장성을 손상시킴
- 이 질병은 아스파라거스 양치류 (그림 1A)에서 갈색 센터가 발생하는 여러 가지, 약간 침몰한 자줏빛 반점으로 나타남.

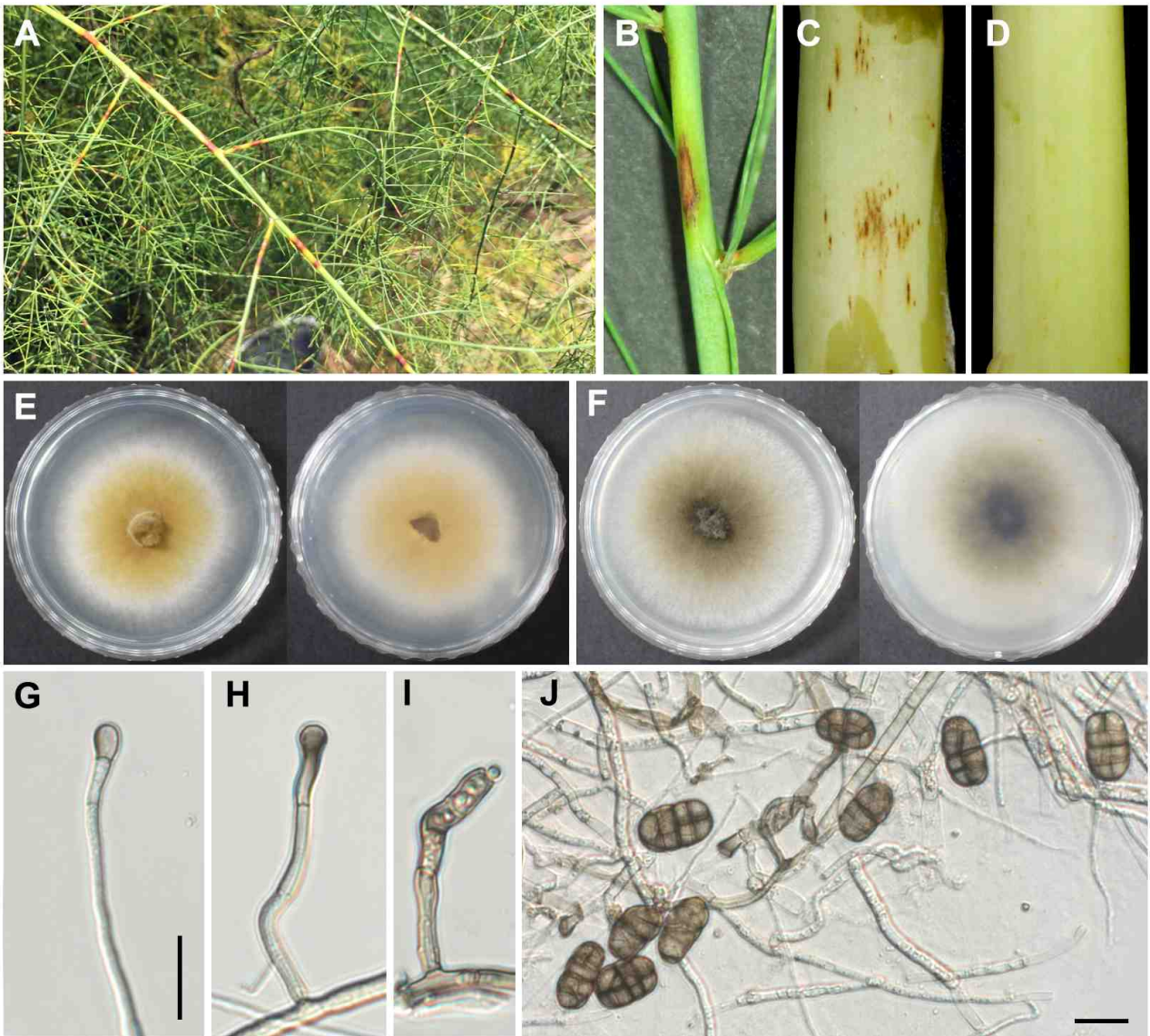


그림 22. Purple spot caused by *Stemphylium vesicarium* on asparagus. A, Symptoms of purple spot of asparagus ferns in field; B and C, Signs of the causal fungus of purple spot on asparagus fern and spear by artificial inoculation; D, Control of non-inoculation; E and F, Fungal mycelial colonies on PDA and V8 juice agar plates (left, front view; right, back view); G-I, Conidiophores; J, Morphological characteristics of conidia. Scale bars = 10  $\mu$ m.

- 감염된 조직을 실험실로 가져와 24 개의 균주를 분리했다. 감염된 조직의 표면을 1 % 차아염소산 나트륨 (NaOCl)으로 1 분간 멸균시키고, 멸균 된 증류수로 2 회 세척하고, 멸균 여과지 상에서 건조시키고, 감자 텍스 트로 오스 한천 (PDA; BD Difco, NJ, Franklin Lakes, USA)에 100ppm 암피실린을 첨가하였음
- 플레이트는 암조건 8 시간 광조건 16 시간 빛에서 25 °C에서 5 일 동안 배양되었음. 자란 곰팡이 균은 새로운 PDA 플레이트로 옮겨졌다. 추후 연구를 위해 20 % 글리세롤에서 -70 °C에서 단리 물의 확인 및 저장을 위해 단일 포자 분리를 수행하였음.
- 대표적인 분리 균주인 KNU1709YG가 서울 대학교의 곰팡이 유전자 원 센터 (CFGR)에 기탁되었음 (CFGR 2018-120-00001)
- 균류를 16 시간 광주기의 백색 형광등 하에서 실온 배양 하였을 때, PDA와 V8 배지에서 7 일 후에 균사체의 색이 연갈색과 진녹색으로 나타남.
- 균사 생장율은 PDA와 V8 배지 모두에서 일주일 동안 6cm였으며, Hyphae는 옅은 갈색, 4 ~ 7µm 폭이었음.
- conidiophore는 팽창하여 암갈색 분생포자를 발생시켰음. 포자는 길이 22-38 × 13-18 µm의 타원형 또는 넓은 타원형으로, 1 ~ 6 개의 가로 격벽과 1 개의 가로 격벽 당 1-3 개의 세로 격벽을 가지고 있음.
- 포자 길이는 Carl Zeiss Axio Imager A2 현미경 (Carl Zeiss Microscope Division, Oberkochen, Germany)을 사용하여 측정되었으며, 형태학적 특성을 표 4에 요약 하였다.

표 4. Morphological characteristics of *Stemphylium vesicarium* isolated in this study.

Characteristic		KNU1709YG	<i>Stemphylium vesicarium</i> (Wallr.) E.G. Simmons <sup>a</sup>
Colony	Color	Light brown on PDA Dark green on V8	Light brown on PCA
	Size	6.0 cm after 7 days	6.0 cm after 7 days on PCA
Hyphae	Color	Pale brown	Pale brown
	wide	4-7 µm	5-7 µm
Conidiophore	Shape	Swollen	Swollen
	Color	Dark brown	Dark brown
	Wide	6-7 µm	6-8 µm
Conidia	Color	Dark brown	Dark brown
	Shape	Oblong or broadly oval, sometimes inequilateral	Oblong or broadly oval, sometimes inequilateral
	Septate	transverse 1-6 longitudinal 1-3	transverse 1-6 longitudinal 1-3
	Size	22-38 × 13-18 µm	25-42 × 12-22 µm

PCA, Potato carrot agar.

PDA, Potato dextrose agar.

V8, V8 juice agar.

- 정확한 종의 확인을 위해 KNU1709YG의 형태학적 관찰을 분자 분석을 수행하였음. 먼저 KNU1709YG의 게놈 DNA를 킥 DNA 법으로 추출 하고 ITS의 서열 18s rRNA를 프라이머 ITS1 및 ITS4를 사용하여 증폭시킴
- glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) 유전자의 서열은 GPD1과 GPD2 프라이머를 사용하여 증폭하였음. PCR 증폭을위한 조건은 Graf에 의해 기술되었음. PCR 산물을 MEGA quick-spin total fragment DNA 정제 키트 (iNtRON Bio Technology, Daejeon, Korea)에 따라 정제하고 동일한 프라이머로 서열을 결정하였음.
- 결과 시퀀스 (GenBank 수탁 번호 MK073013)는 BLAST 검색 도구를 사용하여 NCBI-GenBank 데이터베이스에서 사용 가능한 모든 곰팡이 시퀀스 데이터와 비교하였음. - GenBank의 *S. vesicarium*의 서열과 비교하여, 분석된 서열은 GAPDH 서열 (GenBank accession No. KU850710, KU850723, KU850735)과 100% 상동성을 보였으며, ITS 서열 (GenBank accession No. KU850563, KU850576, KU850588)은 99%의 상동성을 보임

표 5. Species used for phylogenetic analyses.

Species	Isolate/Strain	GeneBank accession number (identity %)	
		ITS	GAPDH
<i>Stemphylium vesicarium</i>	CBS 370.51 <sup>a</sup>	KU850563 (99 %)	KU850710 (100 %)
<i>Stemphylium vesicarium</i>	CBS 123005	KU850576 (99 %)	KU850723 (100 %)
<i>Stemphylium vesicarium</i>	CBS 138138	KU850588 (99 %)	KU850735 (100 %)
<i>Stemphylium armeriae</i>	CBS 338.73	KU850511 (99 %)	KU850658 (99 %)
<i>Stemphylium gracilariae</i>	CBS 125060	KU850552 (99 %)	KU850699 (99 %)
<i>Stemphylium astragali</i>	CBS 116583	KU850512 (99 %)	KU850659 (98 %)
<i>Stemphylium etumiumum</i>	CBS 138495	KU850546 (99 %)	KU850694 (98 %)
<i>Stemphylium botryosum</i>	CBS 116596	KU850538 (99 %)	KU850685 (97 %)
<i>Stemphylium solani</i>	CBS 118082	KU850628 (99 %)	KU850769 (96 %)
<i>Stemphylium lycopersici</i>	CBS 122639	KU850611 (98 %)	KU850756 (96 %)

<sup>a</sup>ITS, internal transcribed spacer

<sup>b</sup>GAPDH, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase

<sup>c</sup>CBS, Culture collection of the Centraalbureau voor Schimmelcultures, Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands.

- multi-locus sequences는 ClustalW에 의해 밀접하게 관련된 군주와 정렬되었음. 계통 발생 수는 MEGA 7에 의한 1000 개의 부트 스트랩 복제물을 가진 neighbor-joining method을 사용하여 구성되었음
- 미토콘드리아 DNA의 시토크롬 b 유전자는 구조와 서열의 차이로 인해 중간 계통 발생 관계를 결정하는데 일반적으로 사용됨
- 아스파라거스 보라색 반점병원균인 *S. vesicarium*과 *S. botryosum*의 두 가지 원인 인자는 cytb 유전자의 서로 다른 intron-exon 구조로 분화됨. 이 군주에서 처음에 *S. botryosum*으로 분류되는 많은 군주는 독일에서 *S. vesicarium*으로 확인. 우리나라에서는 *S. botryosum*이 아스파라거스의 보라색 반점을 일으킨다는 짧은 보고가 있음.

- 이것은 아스파라거스에서 *S. botryosum*과 *S. vesicarium*의 정확한 동정과 풍부가 필요하다는 것을 암시함. *Stemphylium lycopersici*는 *cytb* 유전자의 구조는 또한 *S. vesicarium*과 *S. botryosum*과 구별되는 것으로 나타남.
- KES183 및 KES184의 프라이머 세트에 증폭된 분리주 KNU1709YG의 *cytb* 유전자 (3kb)의 서열 및 구조를 분석함으로써, 분리주 KNU1709YG가 *S. vesicarium*과 함께 클레드를 형성하였음
- 인공적인 접종에 의한 증상, 병원성, 형태 및 분자 분석과 함께 KNU1709YG 균주가 *S. vesicarium*과 아스파라거스 보라색 반점 원인 물질임을 확인하였음

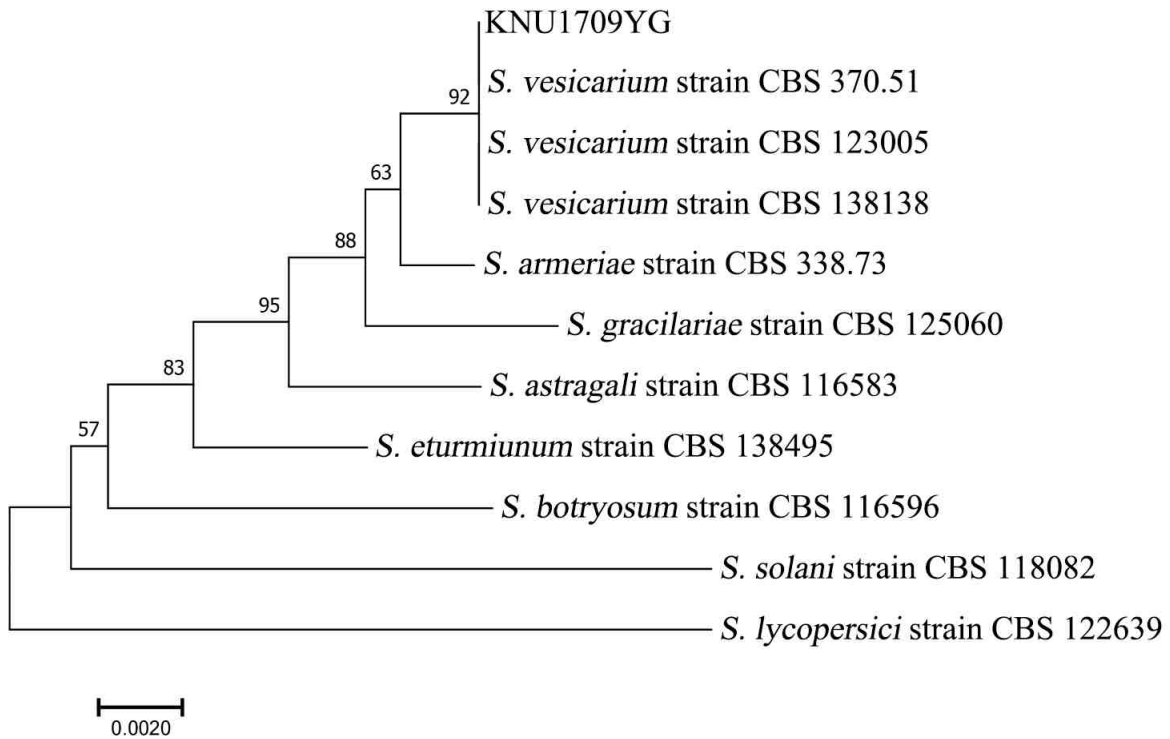


그림 23. The phylogenetic tree based on combined of ITS and GAPDH gene sequences of *Stemphylium vesicarium* and other *Stemphylium* spp. DNA sequences from the GeneBank were aligned using the ClustalW program in MEGA 7.0 and constructed using the neighbor-joining method with 1,000 bootstrap replicates. The scale bar indicates the number of differences in nucleotide substitutions per sequences.

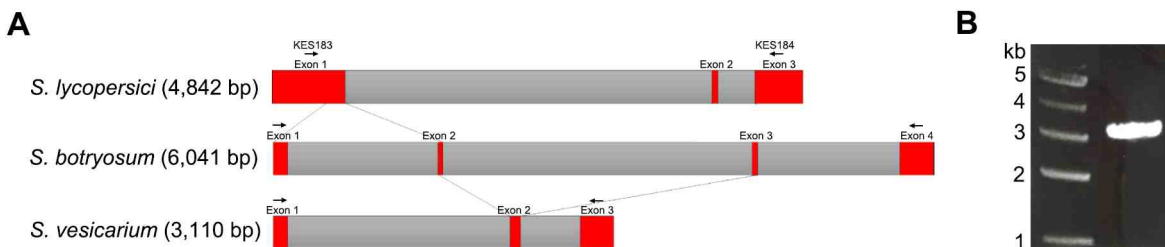


그림 24. *Stemphylium* cytochrome b gene. A, Structural organization of the three *Stemphylium* cytochrome b genes; B, *cytb* amplicon of 3kb from KNU1709YG using primer set KES183 and KES184.

> ITS

AAAGTTGAAAAAATGTGGTCTTTGATGGATGCTCAACCAAGGCTGATTCAAAGTGCAAGAATTGTGCTGCGCTCCGAAACC  
AGTAGGTCCGGCTGCCAATCATTTTAAGGCGAGTCTCGTGAGAGACAAAGACGCCCAACACCAAGCAAAGCTTGAGGGTACA  
AATGACGCTCGAACAGGCATGCCCTTTGGAATACCAAAGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTGATGATTCACTGAATTCTG  
CAATTCACACTACGTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTGTAATAAT  
TACATTGTTTACTGACGCTGATTGCAATTACAAAAGGTTTATGGTTTTGGTCTGGTGGCGGGCGAAACCCGCCAGGAAACA  
AGAAGTGCGCAAAAGACATGGGTGAATAATTCAGACAAGCTGGAGCCCTCACCGAGGTGAGGTCCC

> GAPDH

TCTGCCTCTCACCACCTACTCATCACCGCATACCTTATAAACAGTGAGCCCAGCTTAATTTCCATTTCCCAATCCAGTTTG  
TTAACTTTCCACAGCACAATACACACTTCATCATGGTCGTCAAGGTAGGATCCTTCTGCTACCCCGCCGCACCCGGGAGCAT  
GCGACTGACACACCCTCACAGGTTGGTATCAACGGCTTCGGTTCGATTGGCCGTATCGTCTTCCGCAATGCGTAAGTTTGAT  
TGAGCCCGTTAATTCTGCCATATCAAAGCTAACCGCGTCTCACAGGGTCGAGCACAACGACGTCGACATTGTGCGCGTAAAC  
GACCCCTTCATCGAGCCCCACTACGCGTAGGTATCCCCGGATACAAGACAGTCTTCCCGACAATCCGCTGCGCGTTCCATA  
TGATCGCGGCGGTTGGAGGCCATTTGTTCCCTAGTGGATTGCAGGCTAACGTCCATGTAGGCATACATGCTCAAGTATGACA  
GCACACACGGCCAGTTCAAGGGTGAGATCAAGGTCGACGGCAACAACCTGACCGTCAACGGCAAGACCATCCGCTTCCACA  
TGGAGAAGGACCCCGCCAACATCCCATGGAGCGAGACCGGCGCCTACTACGTCGTCGAGTCGACTGGTGTCTTACCACCA  
CCGAGAAGGCCAAGGCTCACTTGAAGGGCGGAGCCAAGAAGGTTGCATCTCTGCTCCCTCTGCTGACGCCCCATGTTTCGT  
CATGGGTGTCAACCACGAGACATAAAGTCCGACATCGAGGTTCTCTCCAACGCCTCTTGCACAACCAACTGCCTGGCTCCT  
CTCGCAAGGTTGTACACGACAAGTTCACCATCATTGAGGGTCTCATGACCACCATTCACTCCTACACCGCCACCCAGAAGG  
CG

> cytb

GAAGTAAGGAAAAATAGTTTTTCTATCTCCTAATACATTAGGCATAAAGAACACAAATAAAGAT  
AATACAAATATAAATGCAAAGATTGTAATAAGATCTTTAAATATTAATATGGAGCAAAGGCATT  
CTATCATAGTTTCTGATACACCTAAAGGATTTCTGATCCAGCTGTATCGTGTAACGATTAAGT  
GCATTAGTGCTAAAGCAGCTAATACGAAAGGTAAAACGAAATGTAATGAGAAGAATCTATTTAAT  
GTTGCATTGTTAAACTGAAACCTCCTCAAATGAACTCAACAATATCTTGTCTACTCAAGGAATAG  
CACTCATAAGGTTAGTAATAACTGTAGCAGCTCATAATGACATTTGCCCATACGGAAGAACATAAC  
CCAAGAAAGCTGTAGCCATCATTAAAGATAAAGATAACAGTACCAATAGTTCTTTTTAGAGTTCTAG  
GTGCTCTGTAAGATCCATAGTACATACCTCTACCTATGTGTAAGTAAACTATGAAGAAAATGGGCT  
GAAGCCA

그림 25. KNU1709YG의 ITS, GAPDH, cytb 유전자의 염기서열 분석된 시퀀스.



**Stemphylium vesicarium isolate KNU1709YG internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence**

GenBank: MK073013.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

Go to:

LOCUS MK073013 475 bp DNA linear PLN 27-OCT-2018  
 DEFINITION *Stemphylium vesicarium* isolate KNU1709YG internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence.  
 ACCESSION MK073013  
 VERSION MK073013.1  
 KEYWORDS .  
 SOURCE *Stemphylium vesicarium*  
 ORGANISM *Stemphylium vesicarium*  
 Eukaryota; Fungi; Dikarya; Ascomycota; Pezizomycotina;  
 Dothideomycetes; Pleosporomycetidae; Pleosporales; Pleosporineae;  
 Pleosporaceae; *Stemphylium*.  
 REFERENCE 1 (bases 1 to 475)  
 AUTHORS Han, J.-H.  
 TITLE Direct Submission  
 JOURNAL Submitted (22-OCT-2018) Applied Biology, Kangwon National University, 1 GANGWONDAEHAKGIL, CHUNCHEON-SI, GANGWON-DO 24341, Republic of Korea  
 COMMENT ##Assembly-Data-START##  
 Sequencing Technology :: ABI 3730xl  
 ##Assembly-Data-END##  
 FEATURES Location/Qualifiers  
 source 1..475  
 /organism="Stemphylium vesicarium"  
 /mol\_type="genomic DNA"  
 /cultivar="Asparagus"  
 /isolate="KNU1709YG"  
 /db\_xref="taxon:119933"  
 /country="South Korea"  
 /collection\_date="2017"  
 misc\_FNA <1..>475  
 /note="contains internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA, and internal transcribed spacer 2"  
 ORIGIN  
 1 gggacctcac ctctgtgagg gctccagctt gctgaatta ttcaccatg tcttttgcg  
 61 acttctgtt tcttggcgg gtcgcccgc caccaggacc aaaccataaa ccttttcta  
 121 attgcaatca gcgtcagtaa acaatgtaat tattacaact tcaacaacg gatctcttg  
 181 ttctggcatc gatgaagaac gcagcgaat gcgatacgt gtgtgaatt gagaattcag  
 241 tgaatcatcg aatctttgaa cgcacattgc gccctttgt attcacaagg gcatgcctg  
 301 tcgagcgtca ttigtacct caagctttgc ttgtgttgg gcgtctttg ctctcacgag  
 361 actgcctta aaatgattg cagccgacct actggtttcg gagcgcagca caattcttc  
 421 actttgaafc agccttggtt gacatccat caagaccac attttttca acttt

그림 26. KNU1709YG ITS 시퀀스의 NCBI GenBank 등록.

## 균주 기탁 확인서

1. 기탁 기관 : 강원대학교
2. 기탁 자 : 김 경 수
3. 기탁 균주 리스트

Name	특징	분리원	기타
KNU1709YG	균사생장 속도가 느림	아스파라기스	ITS 및 GAPDH 열기서열확인

위 균주를 서울대학교 국가목적형 곰팡이유전자원은행에  
기탁처리 하였음을 확인 합니다.

2018년 10월 18일

서울대학교

국가목적형 곰팡이유전자원은행 은행장

이 봉환



그림 27. KNU1709YG의 곰팡이유전자은행 균주 기탁 확인서.

### 3. 저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구: 발생 생태 및 살균제 효과

- 수확 후 저장과정 중에 발생하는 주요 병해의 방제는 아스파라거스 수출을 위하여 매우 중요한 요소임.
- 9~10월 경 수확기 마지막에 줄기 전체가 고사하는 썩음병이 증가하는 것이 나타남. 그리고 저장과정 중 부패하거나 썩는 병이 발생함. 따라서 이에 대한 원인 미생물을 수집하였음.
- 세균에서는 *Escherichia* sp. 와 *Bacillus* sp. 가 분리되었고, 곰팡이에서는 *Fusarium* sp. 와 *Alternaria* sp. 가 분리되었으며 주로 곰팡이가 많이 분리되었음.

#### KNU1709ES ITS

gtctgggaaactgcctgatggagggggataactactggaacggtagctaataccgcataacgtcgcaagaccaaagagggggacct  
 tcgggcctcttccatcagatgtgccagatgggattagctagtaggtgggtaacggctcacctaggcgacgatccctagctggtctg  
 agaggatgaccagccacactggaactgagacacgggtccagactcctacgggagggcagcagtggggaatattgcacaatgggcgcaa  
 gcctgatgcagccatgccgctgatgaagaaggccttcgggtttaaagtactttcagcggggaggaaggcgtatgcggttaataacc  
 gcgtcattgacgttaccgcagaagaagcaccggctaactccgtgccagcagccggttaatacggagggtgcaagcgttaacgg  
 aattactgggcgtaaagcgcacgcaggcggctgtcaagtcggatgtgaaatccccgggctcaacctgggaactgcatccgaaactgg  
 caggcttgagtctcgtagagggggtagaattccaggttagcggtgaaatgcgtagagatctggaggaataccggtggcgaaggcg  
 gccccctggacgaagactgacgct

select all 100 sequences selected

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain WS12 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH883908.1</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain WS11 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH883907.1</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain WS7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH883903.1</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain WS3 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH883999.1</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain WS2 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH883898.1</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="#">Escherichia sp. strain A_33_M4_d 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MH828194.1</a>

그림 28. 아스파라거스의 저장과정 중 부패하거나 썩는 병에서 분리한 세균

#### KNU1709BA ITS

acacgtgggtaacctgcctgtaagactgggataactccgggaaaccggggctaataaccggatgcttgtttgaaccgcatggttcaaac  
 ataaaaggtggcttcggctaccacttacagatggacccgcccgcattagctagttggtgaggtaatggctcaccaaggcaacgatgc  
 gtagccgacctgagagggtgatcggccacactgggactgagacacggcccagactcctacgggagggcagcagtagggaatcttccg  
 caatggacgaaagtctgacggagcaacgccgctgagtgatgaaggttttcggatcgtaaagctctgtttagggaagaacaagtgc  
 cgttcaaataggggcggcaccttgacggtaacctaaccagaaagccacggctaactacgtgccagcagccgcggttaatacgtaggtggc  
 aagcgttgcgggaattattggcgttaaagggtcgcaggcggtttctaagtctgatgtgaaagccccgggctcaaccggggagggtc  
 attgaaactggggaacttgatgacagaagaggagagtggaaattccacgttagcggtgaaatgcgtagagatgtggaggaacacca  
 gtg



select all 100 sequences selected		GenBank	Graphics	Distance tree of results		
Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain CL-7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN877632.1</a>
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain CKL6 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN850393.1</a>
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain CKL5 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN850098.1</a>
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain CKL4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN850082.1</a>
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain CKL1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN849928.1</a>
<a href="#">Bacillus atrophaeus strain DCD1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1138	1138	100%	0.0	100.00%	<a href="#">MN849040.1</a>

그림 29. 아스파라거스의 저장과정 중 부패하거나 썩는 병에서 분리한 세균.

- 아스파라거스 포장에서 전반에 걸쳐 가장 많이 분리되고 심각한 병을 일으킨 *Fusarium* 2종 (*F. oxysporum* 17409YGM-2, *F. concentricum* 1710CCSM-1)과 많이 분리된 *Alternaria* 1종 (1709YGNM-1)에 대한 살균제의 효과를 1차적으로 분석하였음.
- 살균제 효과 검정을 위한 약제는 곰팡이 병 방제에 효과가 있음이 보고된 2가지 아족시스트로빈 (오티바, 액상수화제)와 베노밀 (동부베노밀, 수화제)를 선발하여 실험을 진행하였음.
- 시험에 사용된 병원균들은 25°C에서 7일간 PDA배지에서 배양하고, 살균제 처리를 위해 90 mm 패트리디쉬에 PDA 배지를 만들고 각 배지 중앙에 멸균한 8 mm paper disk를 올려놓았음.
- 살균제는 paper disk 위에 20 µl씩 처리하였음. 배양한 균총의 선단부는 직경 5 mm의 cork-borer로 잘라서 배지에 paper disk 기준으로 위, 아래, 좌, 우 총 4군데에 접종하고 25°C에서 약 5일간 균을 배양한 뒤 억제율을 측정하였음.

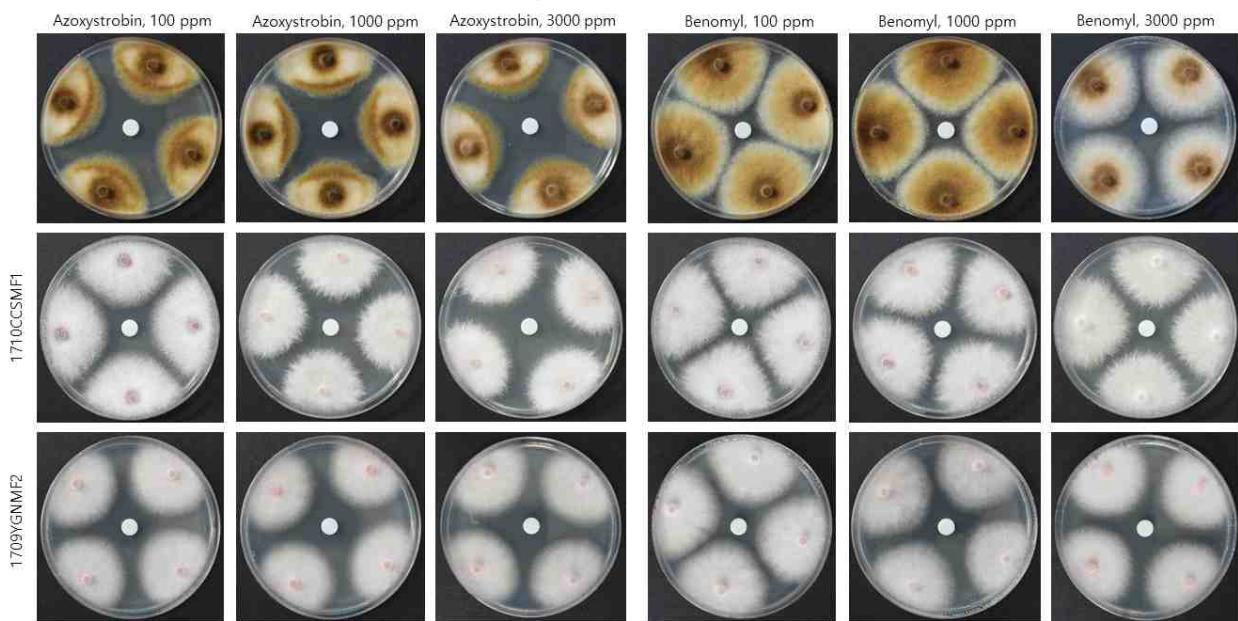


그림 30. *Fusarium* 2종과 *Alternaria* 1종의 2개 살균제에 대한 효과검정.

- 약제 테스트를 수행한 결과 균주 별로 성장을 억제 효과가 다르게 나타났고 또 약제의 종류나 농도에 따라 억제 정도가 다른 것으로 나타남.
- 아족시스트로빈을 100 ppm, 1000 ppm, 3000 ppm 처리 하였을 때, 균주 1709YGNMA1에 대해서는 약 32~35%의 억제율을, 균주 1710CCSMF1에 대해서는 약 20~31%의 억제율을, 균주 1709YGNMF2에 대해서는 약 19~28%의 억제율을 보임.
- 베노밀을 100 ppm, 1000 ppm, 3000 ppm 처리 하였을 때, 균주 1709YGNMA1에 대해서는 100 ppm, 1000 ppm에서 약 4~6%의 억제율을 보여주었고 3000 ppm에서 약 18%의 억제율을

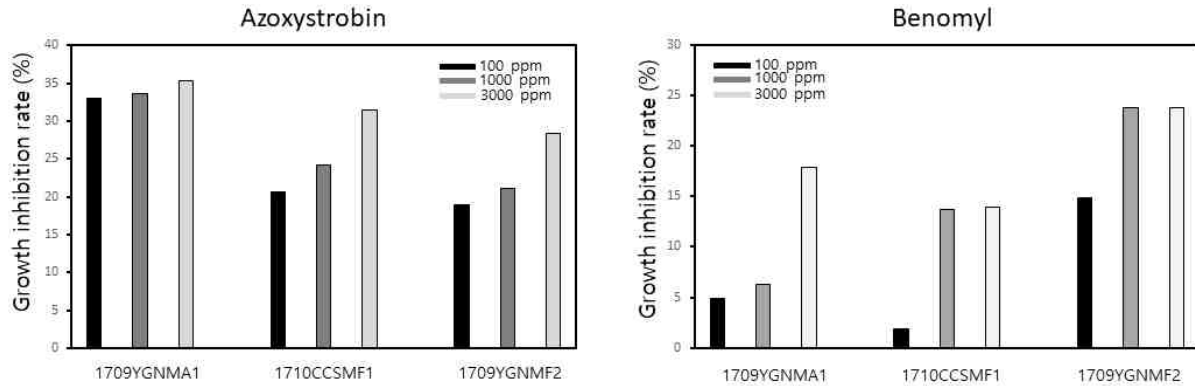


그림 31. *Fusarium* 2종과 *Alternaria* 1종의 2개 살균제에 대한 효과검정결과.

보여주었다. 균주1710CCSMF1에 대해서는100 ppm에서 약 2%의 억제율을 보여주었고, 1000 ppm과 3000 ppm에서 약 14%의 억제율을 보임.

- 1709YGNMF2에 대해서는 100 ppm에서 약 15%의 억제율을 보여주었고, 1000 ppm과 3000 ppm 에서는 약 24%의 억제율을 보임.

- 이 결과로 아зок시스트로빈에 대해서는 균주 1709YGNMA1에 처리하였을 때 가장 효과가 높았으며, 베노밀에 대해서는 균주 1709YGNMF2에 처리하였을 때 가장 효과가 높았음. 100 ppm에서 비교하였을 때, 실험 균주들에 대해 호흡에 관여된다고 알려진 아зок시스트로빈이 유사분열 (mitosis)에 관여된다고 알려진 베노밀보다 효과가 좋은 것으로 분석됨.

#### 4. 주요 병원체 방제 기술 개발

- 국내 아스파라거스 최대 생산지인 강원도 지역에서 아스파라거스 생육 초기단계에 문제시 되고 있는 줄기썩음병을 조사하였고, 줄기썩음병에 걸린 아스파라거스 이병 줄기에서 *F. oxysporum* 을 분리하였음

- 현재 국내에서 *F. oxysporum* 을 방제하기 위한 약제 실험이 되어있지 않은 상태이기 때문에 이 병원균에 군사생장 억제에 대한 실내 약제 테스트를 수행함

- Thiophanate-methyl, propiconazole, prochloraz, mancozeb, azoxystrobin, kresoxim-methly 등 총 6개의 살균제를 이용하여 실험을 수행

- 춘천 지역에서 분리된 균 중에서 *F. oxysporum* KWFO-1과 *F. oxysporum* KWFO-2를, 양구 지역에서 분리된 균 중에서 *F. oxysporum* KWFO-10, *F. oxysporum* KWFO-11을 선발하여 25°C에서 4일간 PDA배지에서 배양함.

- 살균제는 국외에서 아스파라거스 줄기썩음병 방제에 사용되거나, 다른 작물의 *Fusarium* 방제에 등록되어 있는 6가지를 선발하였음

표 6. Fungicides used in this study

Chemical group	Active ingredient	Concentration (%)	Formulation <sup>1)</sup>
Dithiocarbamates	Mancozeb	75.0	WP
Imidazole	Prochloraz	25.0	EC
Thiophanate	Thiophanate-methyl	70.0	WP
Triazole	Propiconazole	25.0	EC
Strobilurin	Azoxystrobin	21.7	SC
Strobilurin	Kresoxim-methyl	50.0	WG

<sup>1)</sup>EC, emulsifiable concentrate; SC, suspension concentrate; WP, wettable powder; WG, water dispersible granule

- 멸균한 PDA를 90 mm 페트리접시에 붓기 전 온도가 65℃ 정도 되었을 때 살균제를 섞어서 농도가 3000 µg/ml, 1000 µg/ml, 100 µg/ml, 10 µg/ml, 1 µg/ml, 0.1, 0.01 µg/ml 이 되도록 희석하여 페트리접시에 부어 살균제 배지를 만들었음. PDA 배지에 배양한 균의 균총 선단부를 cork-borer를 이용하여 직경 5 mm 크기로 잘라 살균제 배지 중앙에 접종함. 접종 후 25℃ 에서 4일간 배양한 뒤 각 균주들의 자라난 균사의 직경을 측정하고, 아래와 같이 균사 성장 억제율을 계산하여 4개 균의 평균을 내었음. 실험은 총 3 반복으로 시행하였으며, 통계분석은 Duncan multiple range test를 이용함

$$\text{균사 성장 억제율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{살균제 배지에서의 균총의 직경}}{\text{무처리 배지에서의 균총의 직경}}\right) \times 100$$

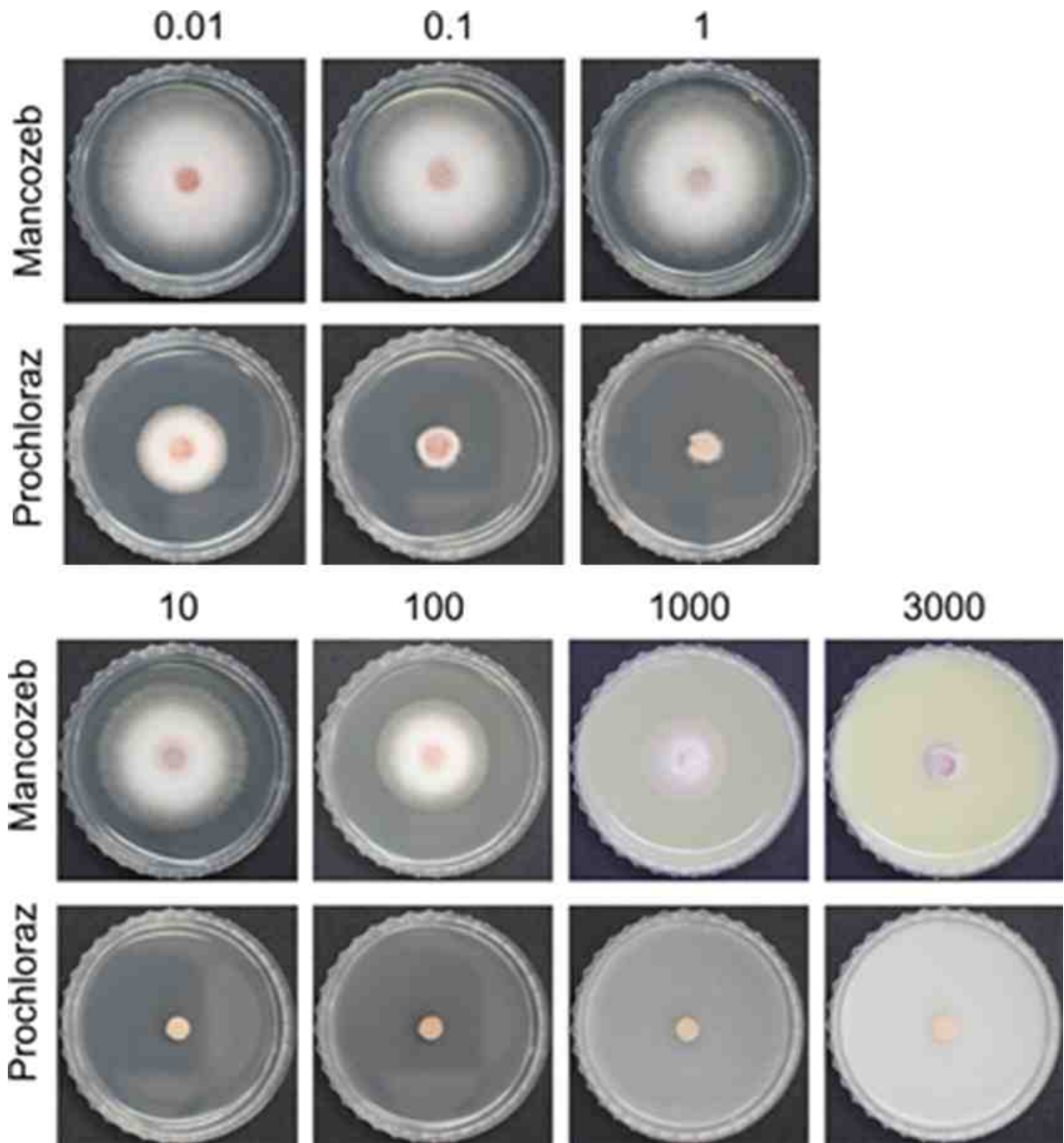


그림 32. Effect of mancozeb and prochloraz on inhibition of mycelial growth of *F. oxysporum* KWFO-1

- 선발한 6개 약제를 이용하여 *F. oxysporum* KWFO-1, *F. oxysporum* KWFO-2, *F. oxysporum* KWFO-10, *F. oxysporum* KWFO-11 의 균사 생장에 대한 약제 테스트를 수행함.
- 실험 결과 prochloraz 는 0.01 µg/ml의 농도에서 약 62%의 균사생장 억제율을 보여주었고, 0.1 µg/ml의 농도에서 90% 이상의 균사생장 억제율을 보여 사용한 살균제 중 저농도에서 균사생장 억제율이 가장 높았음
- 1 µg/ml의 농도에서 propiconazole, azoxystrobin, kresoxim-methyl은 균사생장 억제율이 50%가 넘었지만, mancozeb와 thiophanate-methyl은 1 µg/ml에서 각각 8%, 11%의 억제율을 보여주어 상대적으로 효과가 낮았음

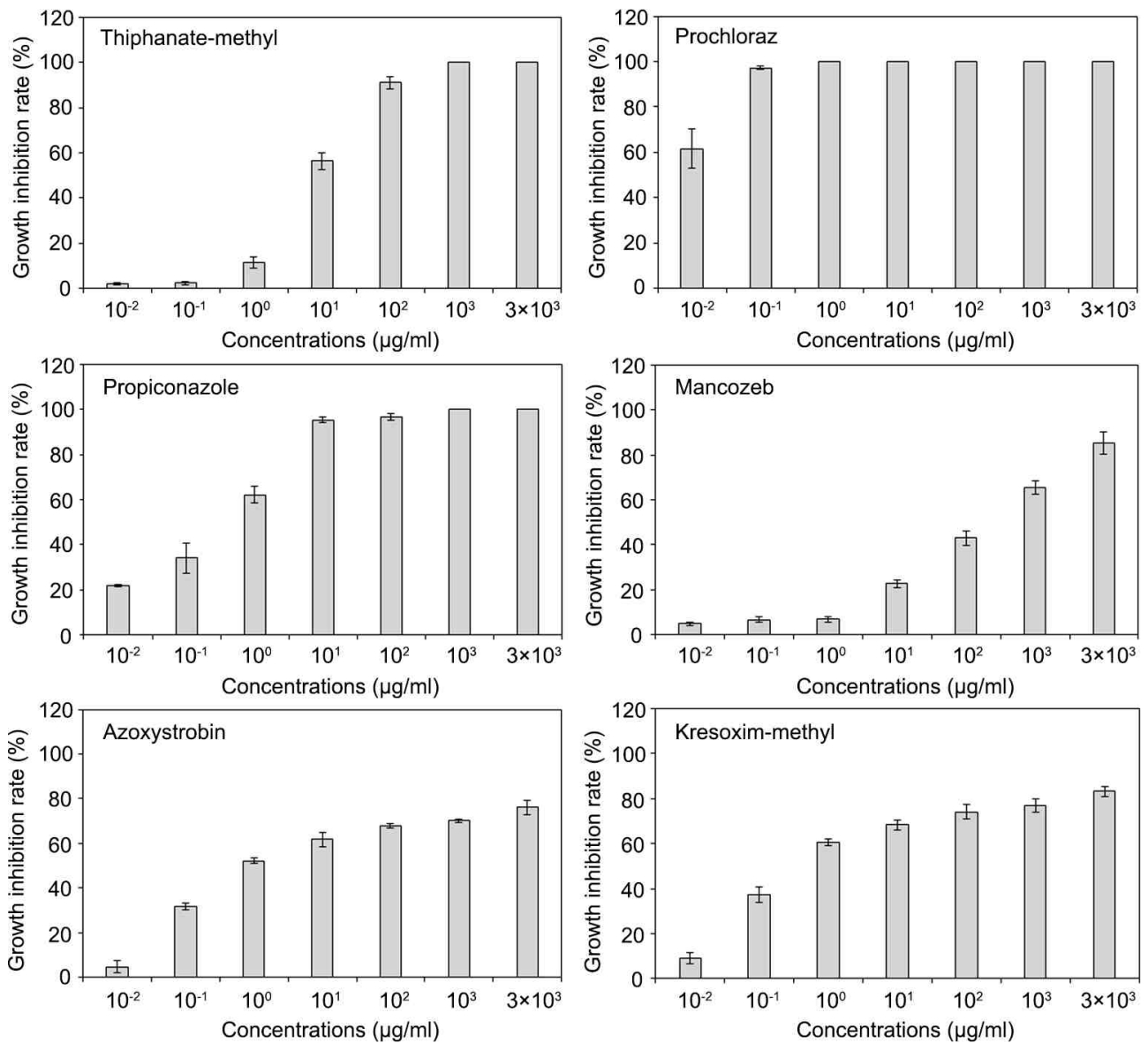


그림 33. Effect of six fungicides on the inhibition of mycelial growth of *F.oxysporum* . *F. oxysporum* KWFO-1, *F. oxysporum* KWFO-2, *F. oxysporum* KWFO-10, and *F. oxysporum* KWFO-11 were incubated on fungicide-amended PDA plates. linear growth of the mycelia was measured and the inhibition rate was compared to the absence of the fungicide. This figure shows the average inhibitions rates of four strains.

- 100 µg/ml의 농도에서는 thiophanate-methyl, propiconazole, prochloraz는 균사생장 억제율이 90%를 넘었고, mancozeb, azoxystrobin, kresoxim-methyl은 각각 43%, 68%, 74%의 억제율을 보였다. Azoxystrobin과 kresoxim-methyl은 0.1 µg/ml의 농도에서 각각 31%, 37%의 균사생장 억제율을, 1000 µg/ml의 농도에서는 70%, 77%의 억제율을 보여 농도별로 서로 비슷한 효과를 나타냄
- azole 계열의 살균제인 prochloraz가 0.1 µg/ml의 농도에서도 병원균의 균사 성장을 약 97% 억제하여 효과가 가장 좋았고, dithio-carbamate 계열의 살균제인 mancozeb가 0.1 µg/ml의 농도에서는 5.7%, 3000 µg/ml의 농도에서는 91% 억제하여 효과가 가장 낮았음. 본 연구의 실험 결과는 국내 아스파라거스 줄기썩음병을 방제하기 위한 기초자료로 유용히 사용될 것으로 사료됨

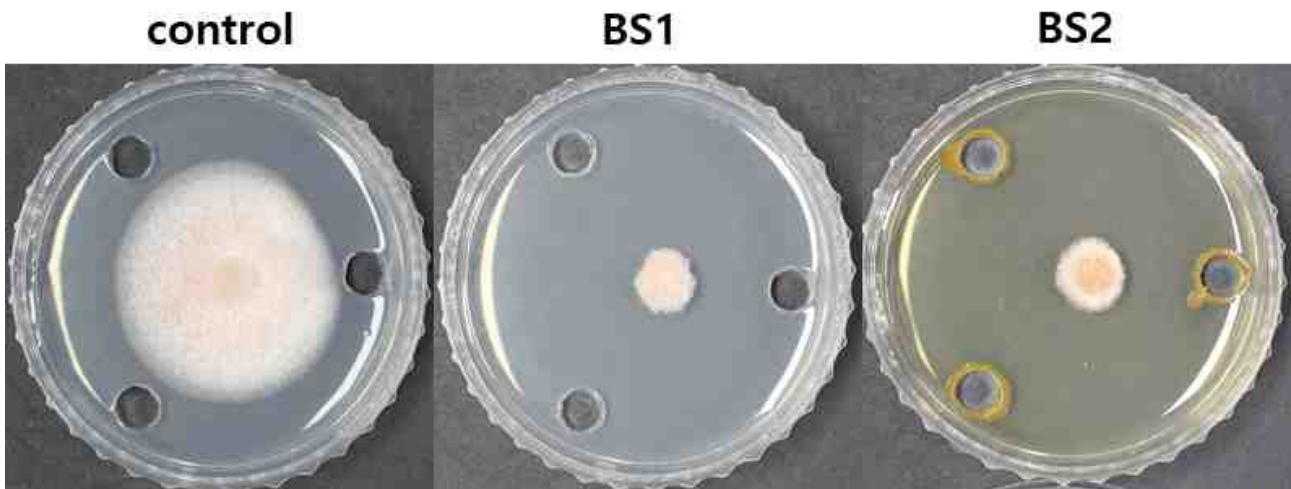


그림 34. 아스파라거스 분리 병원균 *S. vesicarium*에 효과가 우수한 길항미생물 선발

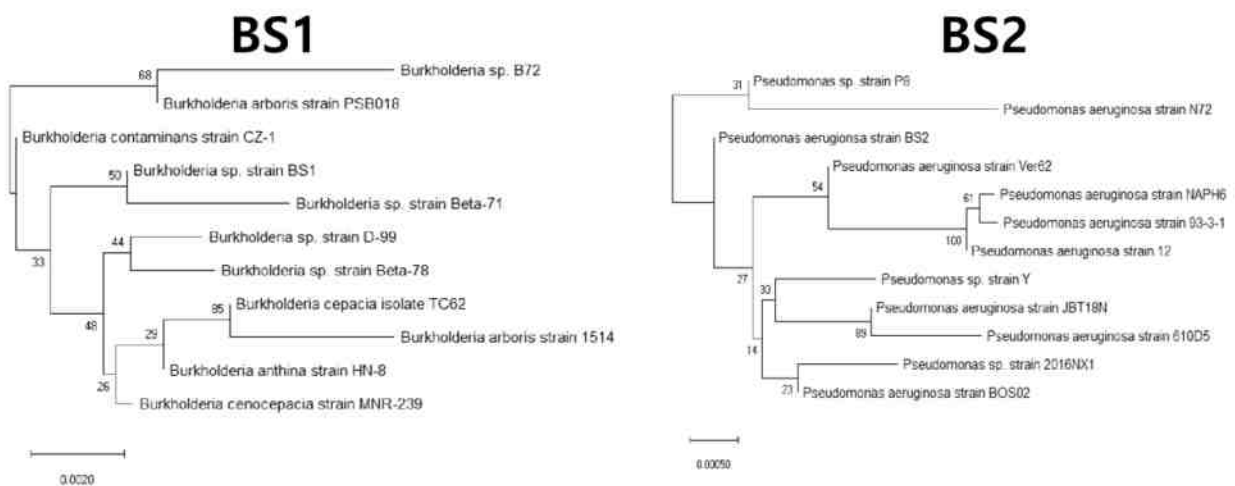


그림 35. 16s rRNA 염기서열 분석에 의한 길항미생물 동정



- 아스파라거스 보라색 반점병의 친환경적인 방제방법을 적용하기 위하여 토양에서 여러 가지 세균을 분리하여 길항미생물을 선발하고자 함
- 자색반점병균을 PDA배지, 25°C, 암조건에서 약 7일간 배양하였음. 선발된 길항미생물 BS1과 BS2는 LB 액체배지, 25°C, 16시간, 190rpm으로 진탕배양하였음. 자란 균사의 끝의 agar plug를 새로운 PDA배지 가운데 접종하고 OD<sub>600</sub> 1.0의 각 길항미생물을 구멍에 20ul 씩 접종하였음
- 대치배양한 결과 자색반점병균이 길항미생물에 의해 균사성장이 억제되는 것이 관찰됨
- 분리한 세균들 중에서 BS1, BS2이라는 높은 살균효과를 가진 세균을 선발하였으며 BS1, BS2 균주는 16s rRNA 유전자 염기서열 분석으로 *burkholderia* sp. strain BS1와 *Pseudomonas aeruginosa* strain BS2로 확인됨

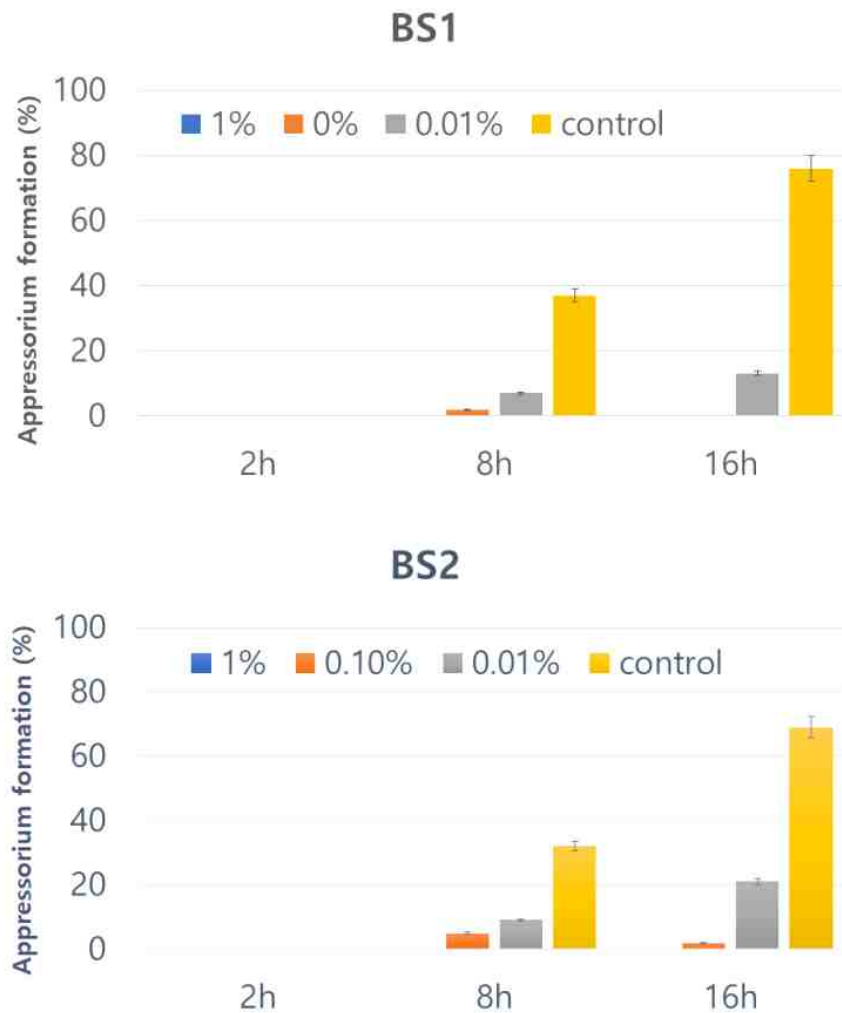


그림 36. 길항미생물 농도별 처리에 의한 부착기 형성 억제 효과

- LB배지 16시간동안 키운 균주를 Biospectrometer 광학밀도(OD<sub>600</sub>) 1.0값을 각각 1%, 0.1%, 0.01%농도로 맞춰서  $5 \times 10^4$ 포자/ml의 포자 현탁액과 혼합하여 각 2, 8, 16시간 후 광학현미경으로 부착기 형성을 관찰하였음. 소수성 슬라이드(Knittel Glaser, Germany)에 놓인 포자 현탁액과 함께 혼합하고 25°C의 습도 상자에서 배양하였음

- 2, 8, 16시간 동안 배양한 후, 생성한 부착기 수는 처리당 100개의 포자 중에서 계수되었으며, BS1과 BS2 균주에서 모두 부착기를 형성하지 못하는 것이 관찰됨
- 특히 1%농도로 처리한 처리구에서는 발아를 억제하는 것도 관찰되었음

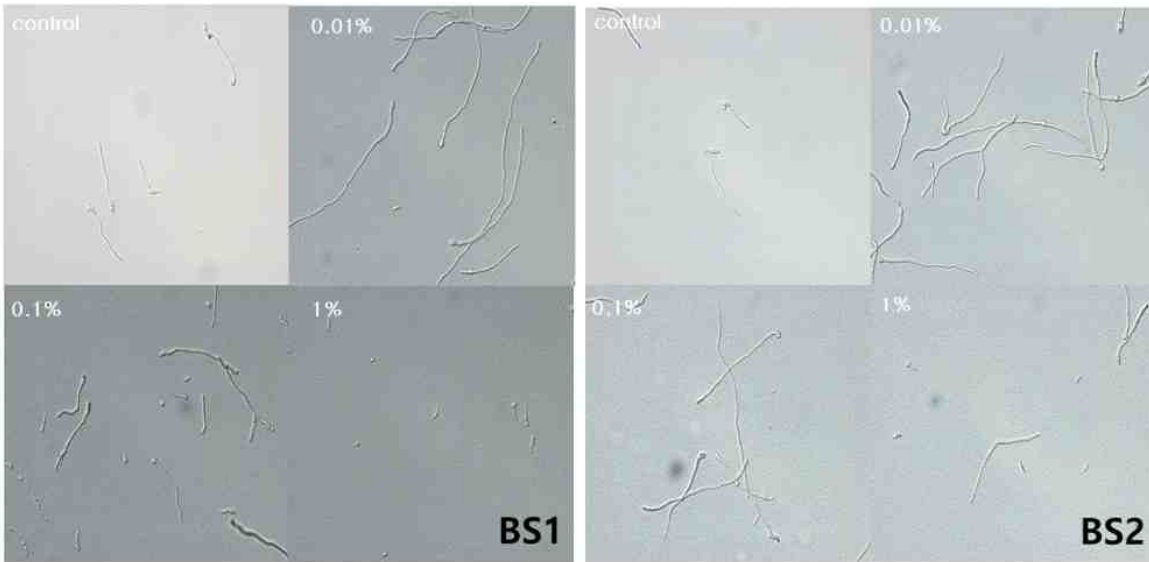


그림 37. 길항미생물 농도별 처리에 의한 부착기 형성 억제 효과

- BS1, BS2균주는 carboxymethyl cellulose, skim milk, colloidal chitin 를 각각 함유한 LB배지에서 cellulases, proteases, chitinases의 효소생성을 검정함
- BS1과 BS2는 chitin은 분해하지 못하지만, cellulose는 분해가능하였음. 강한 단백질 분해 활성이 BS1과 BS2에서 관찰됨

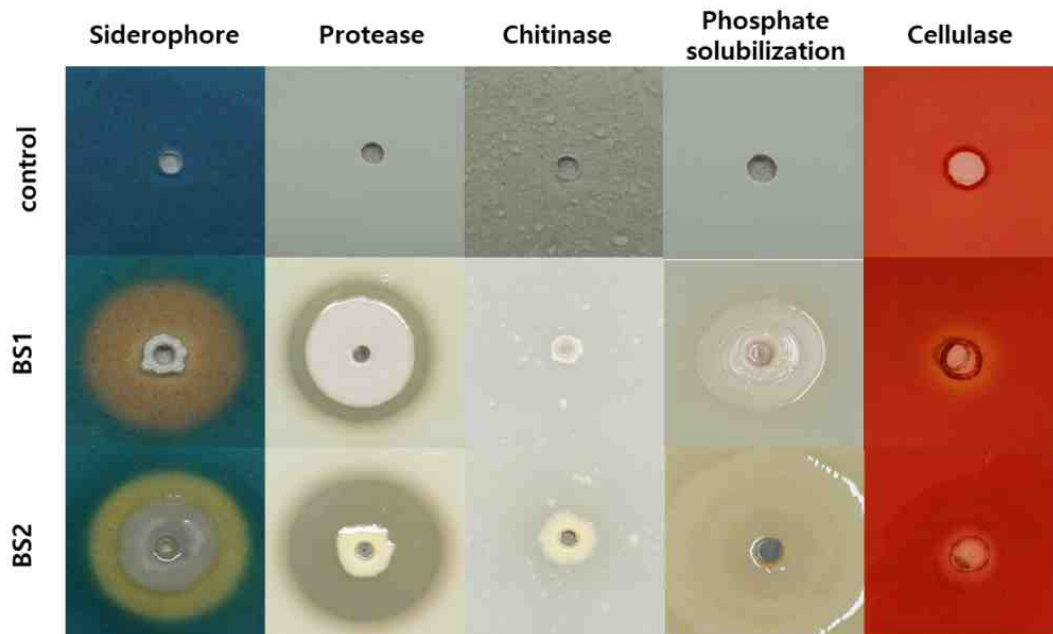


그림 38. 길항미생물이 생성하는 항생물질 및 불용성 인산 가용화능 검정

- BS1과 BS2는 siderophore 생성을 나타내는 CAS agar배지에서 halo zone을 형성했으며, BS1과 BS2는 불용성 인산의 용해가 불가능하였음



### 5. 아스파라거스 신수출국 싱가포르 개척에 따른 해외출장 보고

- 아스파라거스 유통 및 수출과정에서 발생하는 식물병 조사, 수출 유통과정 중 환경변화를 조사 및 현지 아스파라거스 판매현황 파악
- 아스파라거스 수출 과정 추적조사, 국내산 아스파라거스 선박수출과정에 연구개발 기술을 현장 적용 실험하고, 수출 유통과정 중 환경변화를 조사 및 현지 아스파라거스 판매현황 파악



그림 39. 싱가포르 현지 수출입 담당자 및 바이어와의 meeting.



그림 40. 현지 아스파라거스 시장 조사 및 유통과정 현황 확인.

## 6. 친환경 자재를 이용한 주요 병원체 방제 기술 개발

- 식품에 대한 소비자의 관심 및 흐름에 따라 식품의 안전과 건강을 위한 친환경을 농업으로 변화하고 있는 추세이다. 따라서 친환경 자재를 이용한 주요 병원체 방제 기술 개발이 긴요히 요구되고 있다.
- 따라서 본 연구에서는 식물추출물 유기농자재는 국립농산물품질관리원 유기농업자재정보시스템 (<http://organicpro.enviagro.go.kr>)에서 병해나 병해충관리용으로 등록되어 있는 식물추출물 제품을 선정하여 사용하였음(표 7)

표 7. 실험에 사용 된 식물추출물 성분과 제품

No.	주성분 (%)	상표명
1	대황(Rhubarb) 92% + 피마자오일(Castor oil) 3%	균타진플러스
2	차나무(Tea plant) 10% + 피마자오일(Castor oil) 22%	씨알-100
3	영릉향(LysimachiaeFoenum-GraeciHerba) 5%	아라아타
4	계피오일(Cinnamon oil) 28% + 차나무(Tea plant) 25%	균에탄
5	자몽종자(Grapefruit seed) 10% + 다래나무(Bower actinidia) 30% + 드린국화(Purple coneflower) 5%	새균바이
6	차나무(Tea plant) 25% + 계피(Cinnamon) 5%	안티박터
7	정향나무(Clove tree) 70%	오가닉팡
8	소프넛(Soap nut) 40% + 계피오일(Cinnamon oil) 20%	균졸라
9	황련(Coptischinesis) 80%	가드팡
10	황련 + 대황(Coptischinesis, Rhubarb) 7%	멸규니

- 2019년 3월 기준 국립농산물품질관리원의 유기농업자재정보시스템에 1,654개 유기농자재가 등록되어 있음. 차나무, 대황, 목초액, 황련, 정향나무, 미파자오일 등의 식물추출물은 항균작용이 있는 것으로 보고되고 있는데, 식물추출물 성분의 eugenol, flavonoid, polyphenol, saponin, berberine 등이 주요 성분으로 항균작용을 하는 것으로 알려져 있음(표 8)

표 8. 식물추출물과 항균효과를 갖는 주요 성분

식물추출물	항균효과를 갖는 주요 성분
대황(Rhubarb)	anthraquinone derivatives
피마자오일(Castor oil)	undeca-2E,4Z-diene-8,10-diynoic acid isobutylamide, dodeca-2E,4E,8Z,10E/Z-tetraenoic acid isobutylamide
차나무(Tea plant)	polyphenols, terpenen-4-ol (terpene)
영릉향(LysimachiaeFoenum-GraeciHerba)	triterpene saponins
계피오일(Cinnamon oil)	cinnamaldehyde, eugenol
자몽종자(Grapefruit seed)	Naringenin (flavonoid)
다래나무(Bower actinidia)	flavonoid
드린국화(Purple coneflower)	isobutylamides, polyacetylenes
정향나무(Clove tree)	eugenol
소프넛(Soap nut)	saponin
황련(Coptischinesis)	berberine

- 실험 병원균은 1차년도와 2차년도에서 분리 및 동정된 줄기썩음병(crown and root rot)을 일으키는 병원균 *Fusarium oxysporum*과 자색반점병(purple spot)을 일으키는 *Stemphyllium vesicarium*, 그리고 3차년도에서 internal transcribed spacer(ITS) 염기서열 분석을 통해 새로 동정한 잿빛곰팡이병(gray mold)을 일으키는 *Botrytis cinerea*와 꽃썩음병(fruit and blossom rot)을 일으키는 *Poitrasia circinans*를 사용하였음(표 9).

표 9. 실험에 사용 된 아스파라거스 주요 병해에서 분리된 진균

No.	Name	병징	지역	재배특성	동정결과
1	1708LEJB-1	줄기썩음병	양구 남면	비가림	<i>Fusarium oxysporum</i>
2	1709YGDM-1	자색반점병	양구 동면	노지	<i>Stemphyllium vesicarium</i>
3	1901KWF-1	꽃썩음병	양구 남면	비가림	<i>Poitrasia circinans</i>
4	1901KWF-2	잿빛곰팡이병	춘천 서면	노지	<i>Botrytis cinerea</i>

### 1901KWF-1 ITS

tataaaaatgtaacataggtagtaatatctataaaacaactttaacaacggatctctggcttttgcacatgaagaacgtagcaaatt  
 gcgataactagtgtgaattgcaaattcagtgatcatcgagctttgaacgcacattgctcattggattccagtgagcagcctgtttc  
 agtatcaaaaacaaccctcattcaaaagtttttcttatgaatggttatgaaggaagctttagcccttgggcttggcaaccttttaattga  
 gtaaggcactgaatctgtttcatctagcctgaacttttttaataaaaggaaagctttgagacttgaactttgtggggcctcccaata  
 aaactttttcatcttgatctgaaatcaggtgggactaccgctgaacttaagcatatcaataagcggagga

Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
Uncultured fungus clone CMH102 18S ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	811	811	100%	0.0	100.00%	KE800193.1
Poitrasia circinans isolate TWS48Abf-d small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	795	795	97%	0.0	100.00%	MN629207.1
Poitrasia circinans isolate hxfq.2 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	793	793	98%	0.0	99.77%	MF577029.1
Fungal sp. strain MFK3 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	791	791	97%	0.0	100.00%	MH911368.1
Poitrasia circinans isolate hxfq.1 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	791	791	97%	0.0	100.00%	MF577028.1
Poitrasia circinans isolate HPX12 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	785	785	96%	0.0	100.00%	MG827156.1
Poitrasia circinans CBS 153.58 ITS region, from TYPE material	754	754	92%	0.0	100.00%	NR_145288.1

그림 39. 실험에 사용 된 아스파라거스 분리 균주(1901KWF-1)의 ITS 염기서열 분석

### 1901KWF-2 ITS

cccttgtgtattactttgttgccttggcgagctgcctcgggccttgtatgctcgccagagaataccaaaactctttttattaatgctgctc  
 gactatataatagttaaaactttcaacaacggatctcttggtctggcatcgatgaagaacgcagcgaatgcgataagtaagtga  
 attgcagaattcagtgatcatcgatctttgaacgcacattgcgcccttggattccggggggcatgctgcttgcagcgtcatttcaac  
 cctcaagcttagcttgattgagtctatgtcagtaatggcaggctctaaaatcagtgggcgccgctgggtcctgaacgtagtaatat  
 ctctcgttacaggttctcgggtgcttctgccaaaacccaaattttctatggttgacctcggatcaggtaggataccgctgaacttaag  
 catatc

Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
Botrytis cinerea isolate BC-1b small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	857	857	100%	0.0	100.00%	MH782039.1
Botrytis cinerea strain BEOFB3100m internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	857	857	100%	0.0	100.00%	MH647094.1
Botrytis cinerea strain S3 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete	857	857	100%	0.0	100.00%	MG013937.1
Botrytis cinerea isolate CL15 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete	857	857	100%	0.0	100.00%	MK370693.1
Botrytis cinerea isolate FL10 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete	857	857	100%	0.0	100.00%	MK370691.1
Botrytis cinerea isolate JT4 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete	857	857	100%	0.0	100.00%	MK370689.1
Botrytis cinerea isolate Mst9 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	857	857	100%	0.0	100.00%	MK345204.1

그림 40. 실험에 사용 된 아스파라거스 분리 균주(1901KWF-2)의 ITS 염기서열 분석

- 디스크 확산법을 이용하여 위의 대상 병원균에 대한 항균 기능을 조사하였다. 살균제와 식물 추출물 등이 포함된 현탁액을 페이퍼 디스크에 치상하면 디스크 주위로 현탁액 성분이 확산 되는데, 병원균이 해당 현탁액에 감수성을 가질 경우 생장이 억제되면서 고리 모양의 억제 영역을 관찰할 수 있음
- 이에 따라 식물추출물 1차 선발로 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에서 25 °C에서 5일간 배양한 각 병원균의 균사 끝을 코르크보러를 사용하여 새로운 PDA배지 한 가운데 접종하였음
- 이후 25 °C에서 광조건 16시간, 암조건 8시간의 배양기에서 3일간 배양한 후 paper disk를 일정하게 배지위에 배치하고 식물추출물 유기농자재 원액을 20 µl 씩 접종하였음
- 5일 동안 추가 배양하고 paper disk와 균사 끝 부분까지의 길이를 측정하여 식물추출물을 선



발하였음

- 그 결과 정향나무, 황련 + 대황, 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물이 4종의 병원균의 생장에 모두 효과를 보였음(그림 41)
- 계피오일 + 차나무 추출물은 *P. circinans*와 *F. oxysporum*에 우수한 효과를 보였고, 황련추출물은 *S. vesicarium*에 강한 저지효과를 나타냈음
- 이러한 결과를 종합하여 우수한 효과를 나타낸 5종의 식물추출물(No. 4, 5, 7, 9, 10)을 선발하여 다음 연구에 사용하였음(표 10)

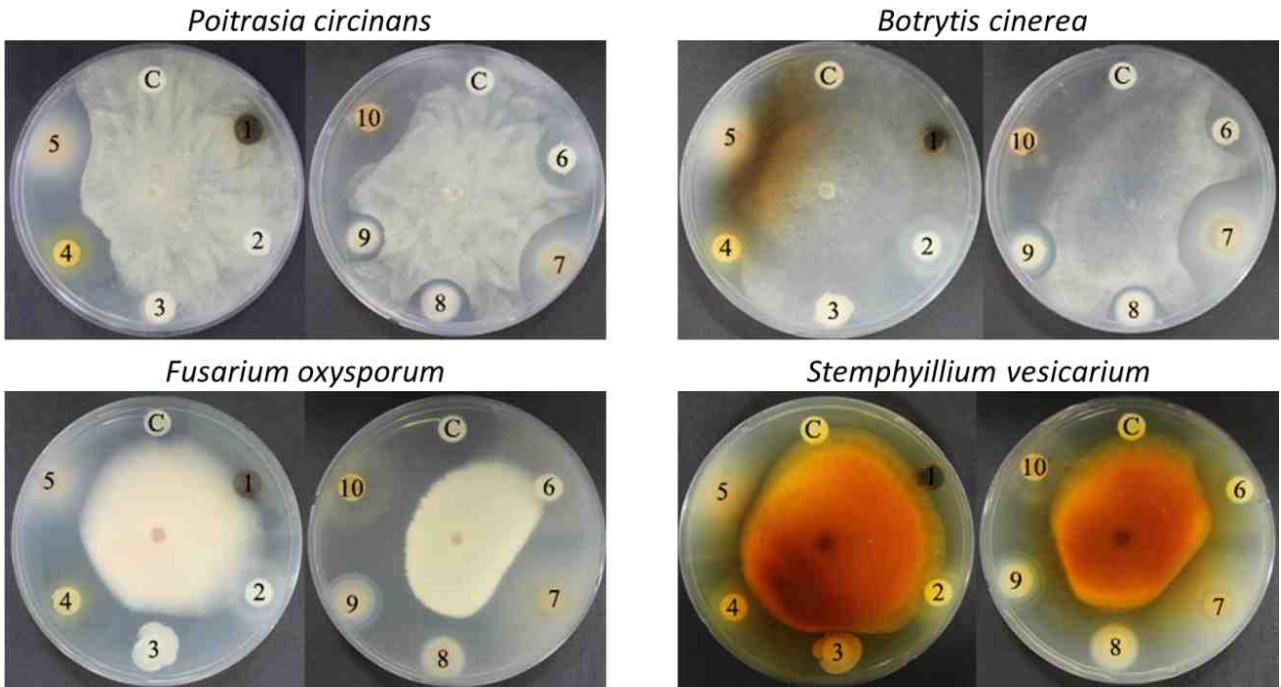


그림 41. 아스파라거스 주요 병원균에 대한 디스크 확산법에 따른 유기농자재 선발

표 10. 아스파라거스 주요 병원균에 대한 디스크 확산법에 따른 유기농자재의 군사 성장 억제 효과

No.	식물추출물 (%)	<i>Poitrasia circinans</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Stemphyllium vesicalium</i>
1	대황(Rhubarb) 92% + 피마자오일(Castor oil) 3%	- <sup>1)</sup>	-	-	-
2	차나무(Tea plant) 10% + 피마자오일(Castor oil) 22%	-	-	-	-
3	영릉향 ( <i>LysimachiaeFoenum-GraeciHerba</i> ) 5%	-	-	+	+
4	계피오일(Cinnamon oil) 28% + 차나무(Tea plant) 25%	+++	-	+++	+
5	자몽종자(Grapefruit seed) 10% + 다래나무(Bower actinidia) 30% + 드린국화(Purple coneflower) 5%	+++	++	+++	+++
6	차나무(Tea plant) 25% + 계피(Cinnamon) 5%	++	+	-	++
7	정향나무(Clove tree) 70%	+++	+++	++++	++++
8	소프넛(Soap nut) 40% + 계피오일(Cinnamon oil) 20%	+	+	++	++
9	황련( <i>Coptischinesis</i> ) 80%	+	+	++	+++
10	황련 + 대황 ( <i>Coptischinesis, Rhubarb</i> ) 7%	++++	++++	++++	+++

<sup>1)</sup> the average diameter of the clear zone of inhibition: +, < 5 mm; ++, 6-10 mm; +++, 11-15 mm; +++, > 15 mm.

- 각 병원균별로 선발된 식물추출물 유기농자재의 농도에 따른 군사 성장 억제율을 측정하였음
- 식물추출물 유기농자재 원액을 PDA배지에 3가지 농도(500 ppm, 1,000 ppm, 2,000 ppm)로 함유한 배지를 만들었음. 그리고 PDA배지에서 배양한 병원균의 agar plug를 배지 한 가운데 올려놓고 8일 간 배양한 후에 군사성장 억제 정도를 측정하였음(그림 42)

$$\text{군사 성장 억제율(\%)} = \left( \text{무처리구} - \frac{\text{식물추출물 배지에서의 균총의 직경}}{\text{무처리 배지에서의 균총의 직경}} \right) \times 100$$

- *P. circinans*에서는 정향나무와 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물은 500 ppm에서도 각각 79.4%와 78.2%로 우수한 군사 성장 억제율을 나타내었고, 두 식물추출물을 포함하여 계피오일 + 차나무와 황련 + 대황 추출물은 2,000 ppm에서 약 90% 이상의 군사 성장 억제율을 보였음
- *B. cinerea*에서는 정향나무 추출물이 가장 효과가 좋았는데 500 ppm에서 86.2%의 우수한 억제효과를 보였고, 2,000 ppm에서는 정향나무 추출물을 포함하여 황련 + 대황 추출물도 100%의 군사성장 억제효과를 보였음
- *F. oxysporum*에서도 정향나무 추출물이 500 ppm에서 59.7%로 가장 억제효과가 좋았으며, 2,000 ppm에서

- 는 정향나무와 황련 + 대황 추출물이 각각 77.4%와 78.5%로 균사 성장 억제효과가 우수하였음
- *S. vesicarium*에서는 500 ppm에서 4종류 모두 80% 이상의 우수한 균사 성장 억제효과를 보여 실험에 사용한 균 중 가장 식물추출물에 균사 생장이 많이 억제되었으며, 2,000 ppm에서는 약 90%의 균사 성장 억제효과를 나타내었음
- 본 실험을 통해 식물추출물에 대한 균들의 감수성이 서로 다르다는 것을 알 수 있고, 전체적으로 정향나무 추출물이 낮은 농도에서도 가장 우수한 균사 성장 억제율을 보이는 것을 알 수 있었음

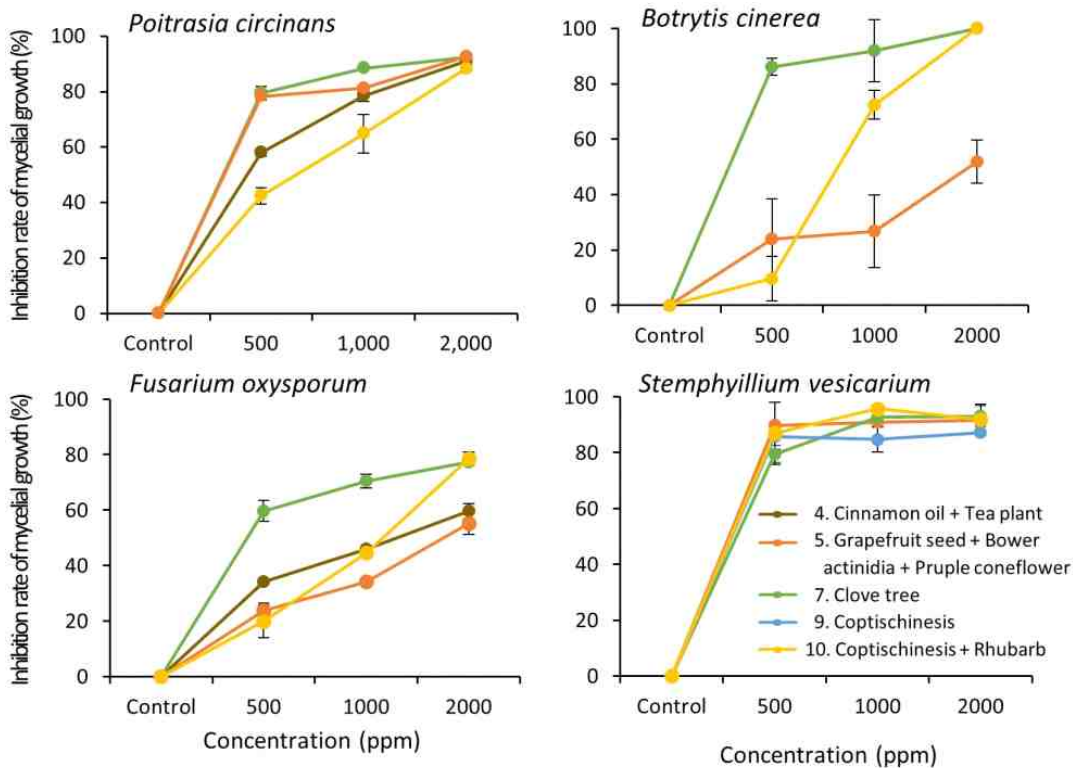


그림 42. 아스파라거스 주요 병원균에 대한 식물추출물의 균사 성장 억제 효과

- 대부분의 진균은 포자를 생성해서 바람이나 비에 의해 퍼뜨리는 생활환을 갖고있음
- 식물추출물의 포자생성 억제효과를 측정하기 위해 포자 생성 유도가 쉬운 *P. circinans*와 *F. oxysporum*을 이용해서 포자생성 억제 실험을 진행하였음(그림 43)
- 그 결과 *P. circinans*는 500 ppm의 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물에서 89.0%의 우수한 포자 생성억제효과를 나타내었으며, 2,000 ppm을 첨가한 배지에서는 계피오일 + 차나무, 정향나무, 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물에서 각각 98.9%, 96.5%, 93.9%를 나타내어 포자생성을 대부분 억제하는 것으로 나타났음
- *F. oxysporum*은 정향나무 추출물 500 ppm에서도 94.3%의 포자생성 억제율을 나타내어 아주 우수한 효과를 보였으며, 2,000 ppm에서는 황련 + 대황, 정향나무, 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물에서 각각 99.4%, 97.7%, 86.8%의 높은 포자생성 억제율을 보였음
- 본 연구결과는 아스파라거스 주요 병해에 사용할 수 있는 식물추출물 유기농자재의 균사 성장 및 포자생성을 in vitro실험을 통해 억제효과를 검증하였으며, 이는 합성농약을 대체할 수 있는 생물농약의 중요한 기초자료를 제공함

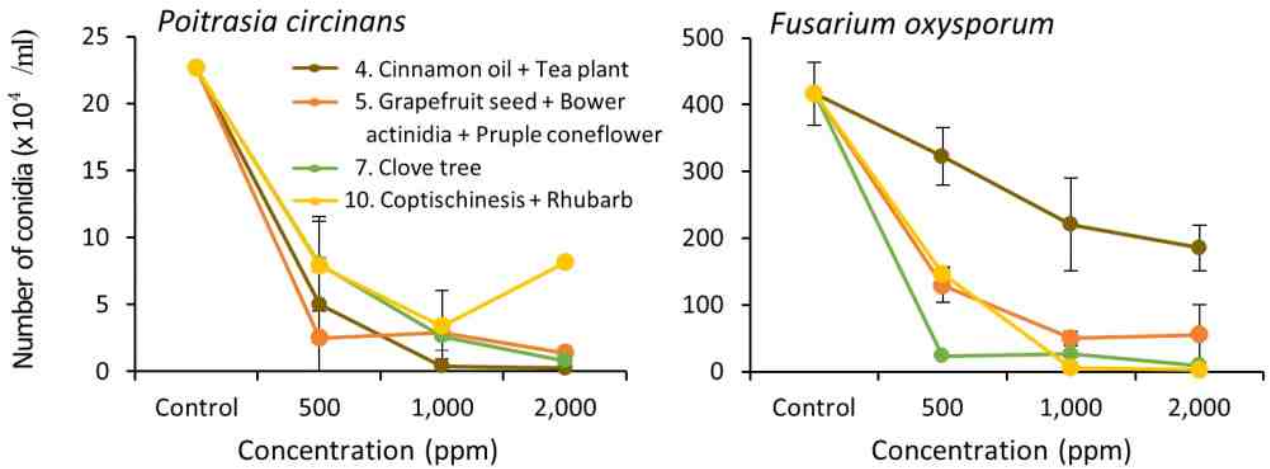


그림 43. 아스파라거스 주요 병원균에 대한 식물추출물의 포자 성장 억제 효과

### 7. 살균제 및 친환경 자재의 포장 적용 방제 연구

- 2019년 5월 경 아스파라거스 줄기썩음병이 발생했었던 강원도 춘천시 신북읍에 위치한 노지 포장에서 아스파라거스 유묘를 대상으로 살균제 및 식물추출물 적용 방제 시험을 진행하였음
- 아스파라거스 유묘 단계에서 심각한 식물병은 *F. oxysporum*에 의하여 발생하는 아스파라거스 줄기썩음병(crown and root rot)임을 1차 및 2차년도 연구에서 밝힌 바 있음
- 이에 따라 식물추출물에서는 *F. oxysporum*뿐만 아니라 꽃썩음병을 일으키는 *P. circinans*, 잿빛곰팡이병을 일으키는 *B. cinerea*, 자색반점병을 일으키는 *S. vesicalium*에 모두 효과가 우수했던 식물추출물인 정향나무 추출물(오가닉팜), 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물, 황련 + 대황 추출물(멸규니)을 1,000 ppm으로 사용하였고 대조구는 무처리로 하였음(표 11)
- 살균제에서는 2차년도 실험에서 *F. oxysporum*에서 효과가 좋았던 프로클로라즈 유제(스포탁), 아зок시스트로빈 액상수화제(오티바), 프로피코나졸 유제(배너)를 500 ppm으로 사용하였고, 대조구는 무처리로 하였음(표 11)

표 11. 실험에 사용 된 약제 성분과 제품

분류	주성분 (%)	상표명
식물추출물	정향나무(Clove tree) 70%	오가닉팜
	자몽종자(Grapefruit seed) 10% + 다래나무(Bower actinidia) 30% + 드린국화(Purple coneflower) 5%	세균바이
	황련 + 대황(Coptischinesis, Rhubarb) 7%	멸규니
살균제	프로클로라즈(prochloraz) 유제 25%	스포탁
	아зок시스트로빈(azoxystrobin) 액상수화제 21.7%	오티바
	프로피코나졸(propiconazole) 유제 25%	배너

- 포트에서 파종하여 발아 한 아스파라거스를 5월 초에 필드에 정식하고, 10일 후에 15일 간격으로 3회 스



- 프레이 처리하였고, 15일 후에 줄기썩음병 병징을 보이는 아스파라거스를 확인하였음
- 방제기는 (무처리구의 이병율 - 미생물 처리구의 이병율) / 무처리구의 이병율 × 100의 계산식으로 수행하였으며, 모든 처리구는 난괴법 3반복으로 수행하였고, 분석은 SAS ver. 9.3(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 사용하여 Duncan's multiple range test로 통계 처리 하였음
  - 그 결과 식물추출물에서는 정향나무 추출물이 60.1%의 방제효과를 보여 시험에 사용한 식물추출물 중 가장 우수하였으며, 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물과 황련 + 대황 추출물이 각각 42.6%와 37.3%의 방제 효과를 보였음(표 12)

표 12. 아스파라거스 줄기썩음병균에 대한 식물추출물의 별 발생 억제 효과

상표명	주성분 (%)	이병율 (%)	방제기 (%)
오가닉팜	정향나무(Clove tree) 70%	7.3 ± 1.4a <sup>1)</sup>	60.1 ± 10.6b
새균바이	자몽종자(Grapefruit seed) 10% + 다래나무(Bower actinidia) 30% + 드린국화(Purple coneflower) 5%	10.7 ± 0.5b	42.6 ± 5.7ab
멸규니	황련 + 대황(Coptischinesis, Rhubarb) 7%	11.7 ± 1.3b	37.3 ± 8.2a
대조구	무처리	18.7 ± 1.4c	-

<sup>1)</sup>Values are means ± standard errors, calculated from three independent observations. Those sharing the same letter are not significantly different, based on the Duncan's multiple range test at p=0.05.

- 살균제에서는 프로클로라즈가 92.9%의 방제효과를 보여 시험에 사용한 살균제 중 가장 우수하였으며, 아족시스트로빈과 프로피코나졸이 각각 60.6%와 77.1%의 준수한 방제효과를 보였음(표 13)

표 13. 아스파라거스 줄기썩음병균에 대한 살균제의 별 발생 억제 효과

상표명	주성분 (%)	이병율 (%)	방제기 (%)
스포탁	프로클로라즈(prochloraz) 유제 25%	1.3 ± 0.5a <sup>1)</sup>	92.9 ± 2.7c
오티바	아족시스트로빈(azoxystrobin) 액상수화제 21.7%	7.3 ± 0.5c	60.6 ± 3.5a
배너	프로피코나졸(propiconazole) 유제 25%	4.3 ± 1.4b	77.1 ± 5.7b
대조구	무처리	18 ± 1.8d	

<sup>1)</sup>Values are means ± standard errors, calculated from three independent observations. Those sharing the same letter are not significantly different, based on the Duncan's multiple range test at p=0.05.

- 아스파라거스(*Asparagus officinalis* L.)는 경제적 가치가 높은 작물이며, 우리나라에서 약 60 ha 이상의 면적에서 재배되고 있는데, 그 중에서 강원도 지역이 약 37.4 ha 정도가 재배되어 국내에서 최대 재배지로 성장하였음(Shin et al., 2018)
- 국내 아스파라거스 재배면적과 생산량이 크게 늘었지만 아직까지 아스파라거스에 발생하는 병을 방제하기 위한 살균제나 식물추출물등이 등록되어 있지 않아 주로 외국에서 사용되는 살균제를 농가에 추천하여 사용하고 있는 실정임
- 화학 비료나 농약의 사용에 의존하는 농업은 생산량의 증가를 가져왔으나, 이로 인한 농약 잔류, 인축에 대한 피해 같은 문제가 대두되고 있음
- 최근에는 안전한 농작물에 대한 관심이 증가함에 따라 친환경적인 방제전략의 중요성이 증가하고 있고 이에따라 인축에 피해가 없는 천연식물 추출물에 대한 연구도 활발히 진행되고 있음
- 본 연구에서는 in vitro에서 아스파라거스 줄기썩음병균에 효과를 보이는 10종류의 식물추출물 유기농자재를 선발하였고 디스크확산법에 의한 아스파라거스 주요 병해 4종에 대한 스크리닝으로 효과있는 식물추출물을 선발하였고, 5종류의 효과좋은 식물추출물을 선발하여 농도별로 균사 성장 및 포자 생성 억제 효과를 검정하였고, 그 중 3종류의 식물추출물을 이용하여 실제 포장에서의 적용 가능성을 시험하였음. in vitro 실험에서 공통적으로 정향나무, 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물, 황련 + 대황에서 효과를 나타내었으며, 단일 추출물로 볼 때 황련 + 대황 추출물에 비교하여 대황 + 피마자오일은 효과가 없는 것으로 보아 황련추출물에 의한 효과이거나 두 추출물의 시너지효과에 의해 나타난 것으로 보여짐. 본 연구에 사용된 계피 또는 차나무 성분이 들어가 있는 유기농자재는 여러 종류가 있었는데 병원균마다 감수성에 차이를 보였음. 추출물을 제조할 때 일반적으로 각각 극성이 다른 물, 메탄올, 알코올 또는 석유 에테르 등의 사용이 가능하며, 추출 조건에 따라 항균활성에 차이를 보이기 때문에 혼합물의 성분 함량에 따른 차이도 있지만 추출물을 제조하는 방법에 따른 차이가 있을 것으로 사료됨(Lee et al., 2004). 공통적으로 효과가 우수하였던 황련은 전통적으로 진정, 소염, 항균 및 해열에 쓰이고 있으며, 주성분인 berberine은 강력한 항균작용을 가지는 것으로 알려져 있음(Lim and kim, 2018). *P. circinans*와 *S. vesicarium*에 효과가 좋은 자몽 + 다래 + 드린국화 추출물에서 자몽 종자 추출물은 세균에 대한 항균활성 보고가 있으며, 그람양성균에 대한 높은 저해 활성을 보였음(Park and Kim, 2006). *P. circinans*와 *F. oxysporum*에 균사 성장 및 포자 생성 억제 효과를 나타낸 차나무추출물은 식중독균과 효모 및 곰팡이 등에 항균활성을 가지며 항종양 활성 또한 갖는 것으로 보고되었다(Yoon et al., 2005). 드린국화 추출물은 효모 및 *Candida* 종에 대한 항진균 활성이 알려져 있으며, undeca-2E,4Z-diene-8,10-diyonic acid isobutylamide와 dodeca-2E,4E,8Z,10E/Z-tetraenoic acid isobutylamide의 활성물질에 의한 것으로 보고되었음(Binns et al., 2000). 균사성장 및 포자생성에서 가장 우수한 효과를 나타냈으며 아스파라거스 포장에서도 높은 방제효과를 보인 정향나무 추출물은 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa* 등의 세균에 대한 항균효과도 보고되었으며(Lee et al., 2004), *Penicillium italicum*에 의한 굴 푸른곰팡이병의 균사 성장을 억제한다는 연구도 보고된 바 있음(Anjum and Akhtar, 2012)
- 살균제 시험에서는 2년차에서 연구했던 살균제에 대한 아스파라거스 줄기썩음병 균사 성장 억제실험에서 효과가 좋았던 prochloraz 유제, azoxystrobin 액상수화제, propiconazole 유제를 선발하여, 실제 포장에서의 적용 가능성을 시험하였음. Prochloraz와 propiconazole은 dimethylation inhibitors(DMIs) 그룹에 속하는 살균제로 곰팡이의 ergosterol 생합성을 억제하여 방제 효과를 갖는 살균제임(Hagan et al., 1991; Yin et al., 2009;). DMI 살균제는 *Fusarium* 균 억제에 효과가 있다고 알려져 있는데, 그 중에서도 prochloraz의 효과가 많이 보고됨. prochloraz가 토마토와 바나나에

서 발생하는 *Fusarium* 시들음병에 큰 효과가 있음이 보고되었고(Nel et al., 2007; Song et al., 2004), 옥수수에 발생하는 *F. subglutinans*와 *F. temperatum*의 줄기썩음병에도 효과가 있다고 보고되었음(Shin et al., 2014). 또한 *F. oxysporum*에 의한 아스파라거스 줄기썩음병 억제에도 prochloraz가 효과가 있음이 보고되었음 (Di Lenna and Foletto, 1990). 본 실험결과도 사용한 약제 중 prochloraz가 *F. oxysporum*에 의한 아스파라거스 줄기썩음병 억제에서 큰 방제효과를 보여주었는데 이전의 연구 결과들과 일치하였음. 또한 같은 DMI 살균제인 propiconazole도 77%의 높은 방제효과를 보여 prochloraz와 propiconazole의 사용 가능성을 보여줌. Azoxystrobin은 strobilurin 살균제로 미토콘드리아에 작용하여 호흡을 저해하고 ATP 생성을 정지시켜 에너지 결핍을 초래하여 살균효과를 나타냄(Ma, 2006). 이 살균제 역시 *Fusarium* 균 방제에 효과가 있음이 보고되었는데, 카네이션을 재배할 때 azoxystrobin을 토양 관주 하면 *Fusarium wilt*를 일으키는 *F. oxysporum* 방제에 효과가 있음이 보고되었음(Gullino et al., 2002). Azoxystrobin도 본 연구에서 61%의 순수한 방제효과를 나타내어 사용 가능성을 보여주었음. Prochloraz와 propiconazole은 같은 작용기작을 갖는 살균제로 오랫동안 사용하면 균이 저항성을 갖게되며 서로간에 교차저항성(cross resistance)을 갖게됨. 따라서 작용기작이 다른 azoxystrobin과 번갈아가며 사용해야할 것으로 사료됨

표 14. 국가별 아스파라거스 살균제 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)

국가	농약 주성분	잔류허용기준 (mg/kg) <sup>1)</sup>
대만	프로클로라즈(prochloraz)	-
	프로피코나졸(propiconazole)	-
	아족시스트로빈(azoxystrobin)	0.01
싱가포르	프로클로라즈(prochloraz)	-
	프로피코나졸(propiconazole)	-
	아족시스트로빈(azoxystrobin)	-
홍콩	프로클로라즈(prochloraz)	-
	프로피코나졸(propiconazole)	-
	아족시스트로빈(azoxystrobin)	0.01
일본	프로클로라즈(prochloraz)	0.05
	프로피코나졸(propiconazole)	0.05
	아족시스트로빈(azoxystrobin)	2.0

<sup>1)</sup>수출농산물 안정성정보 기준 <http://www.naqs.go.kr/safeq/info/marPermissioni.do>

- 아스파라거스의 prochloraz, propiconazole, azoxystrobin 국내 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 아직까지 지정되어있지 않지만, 다른 채소류인 고추, 오이, 고구마등의 잔류허용기준은 prochloraz와 propiconazole이 0.05-3.0 mg/kg, 아족시스트로빈이 0.05-2.0 mg/kg으

로 아스파라거스도 이와 비슷한 수준으로 적용될 것으로 사료됨

- 대만, 싱가포르, 홍콩, 일본등의 국가에서의 아스파라거스 잔류허용기준은 prochloraz와 propiconazole이 0.05 mg/kg, azoxystrobin이 0.01-2.0 mg/kg 수준이었음(표 14)
- 아스파라거스 생육 초기단계에서 문제시 되는 줄기썩음병 방제에는 1년차에는 스포탁/배너/오티바 약제를 500 ppm으로 3회 살포한다. 스포탁과 배너는 DMI 살균제이고 오티바는 strobilurin 살균제로 서로 작용기작이 다르다. 따라서 스포탁 또는 배너를 1회 살포 이후, 오티바를 15일 간격으로 2회 살포하여 교호 살포한다. 아스파라거스는 2년차부터 수확이 가능하므로 2차년에는 식물추출물을 사용하여 잔류농약을 최소화한다. 오가닉팜/새균바이/멸규니 중 1가지 약제를 선발하여 15일 간격으로 3회 살포한다.
- 본 연구는 살균제를 이용한 아스파라거스 줄기썩음병 방제에 대한 가능성과, 아스파라거스의 친환경적인 재배에 적용 가능한 대체 약제로서 식물추출물의 사용 가능성을 보여주고 있으며, 앞으로 그 효능을 최적화하기 위해서는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

포장 구분	시기	1월 - 3월	4월 - 5월	6월 - 8월	9월 - 11월	12월
파종 포장	생육 단계		과중기	양분 축적기	양분 이동기	휴면기
	약제 살포		살균제 택1 스포탁/배너/오티바 500 ppm, 15일 간격 3회		살균제 택1 스포탁/배너/오티바 500 ppm, 15일 간격 3회	
수확 포장	생육 단계	휴면기	봄 수확기	양분 축적기/여름 수확기	양분 이동기	휴면기
	약제 살포		식물추출물 택1 오가닉팜/새균바이/멸규니 1000 ppm, 15일 간격 3회		식물추출물 택1 오가닉팜/새균바이/멸규니 1000 ppm, 15일 간격 3회	

그림 44. 아스파라거스 줄기썩음병 방제를 위한 맞춤형 약제 처리 프로그램

## 제 2 절 아스파라거스 유통 중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발

### 1. 저장전 후 처리를 통한 병해 관리 기술 개발

: 여러 살균처리 후 페트리 필름을 이용한 세균, 대장균, 곰팡이 비교

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: · NaOCl - 150ppm 수용액에 15분 침지

· ClO<sub>2</sub> - 농도별(1, 5, 10, 20ppm)로 30분 처리

· O<sub>3</sub> - 5ppm농도로 처리시간(10, 30, 1시간)별 후 저장

· 플라즈마 - 6시간, 18시간 처리

· 열수처리 - 45°C 열수에 2, 4, 8, 16분간 담수

저장방법: 유공(Perforated) 필름과 10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 (2°C 저장)

조사내용: 각각의 처리 후 저장 종료일에 페트리 필름(3M, Petri film, USA)을 이용한 세균, 대장균, 곰팡이 비교

- 연구 결과

(가). NaOCl

아스파라거스 저장전 NaOCl 수용액에 침지하여 살균 처리 하여, 2°C 에서 저장 후 저장 종료 일에 세균, 대장균, 곰팡이를 조사하였다. 세균은 기존 유통방법인 유공저장에서 살균효과는 없었고 MA저장 처리구는 다소 효과를 보였다. 대장균의 경우는 유공저장의 NaOCl 처리구가 오히려 더 많은 개체수를 보이며 NaOCl의 대장균 감소 효과는 나타나지 않았다. 곰팡이는 유공저장과 MA저장 처리구 모두 대조구에 비해 낮은 개체수를 보이며 곰팡이 감소 효과는 다소 있는 것으로 판단된다.

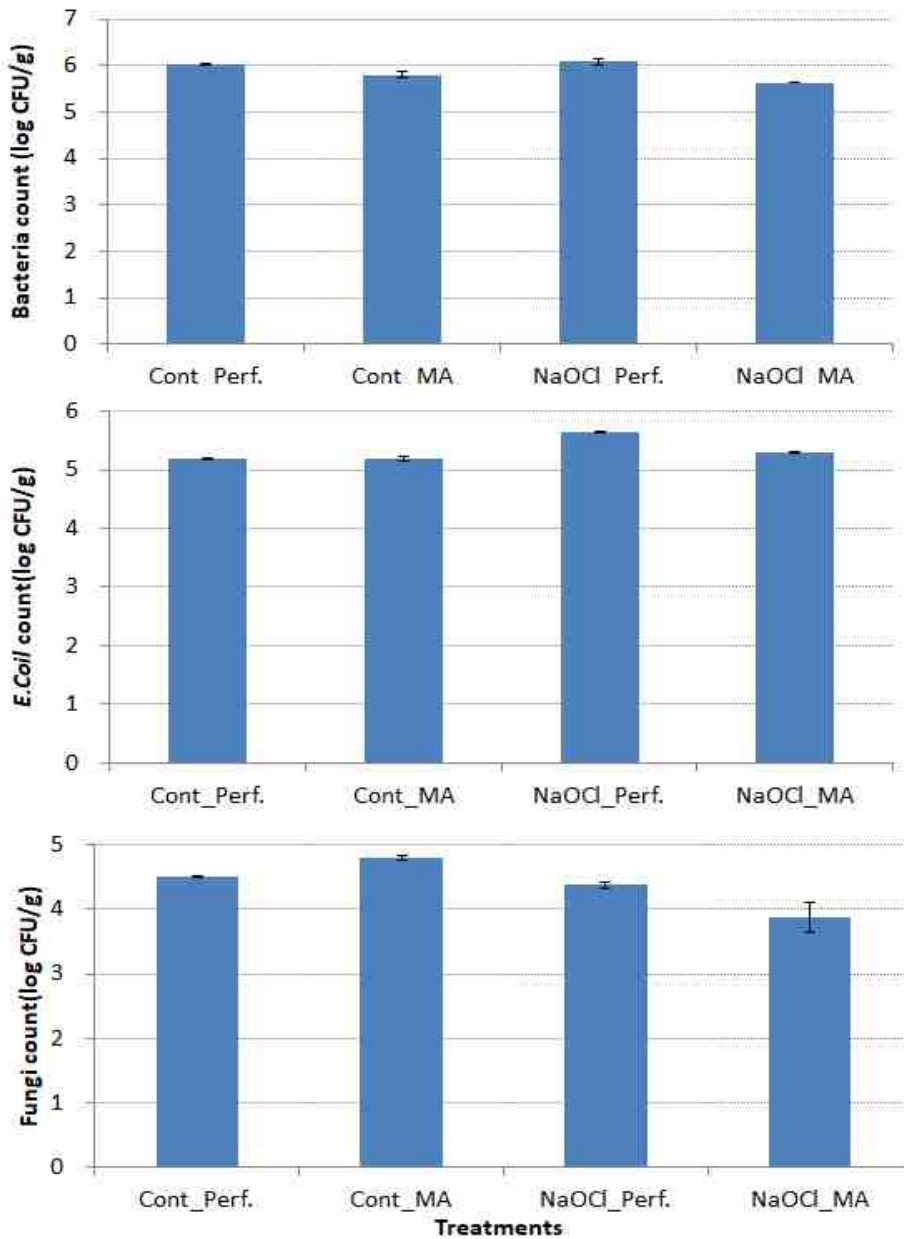


그림 1. NaOCl 처리시 저장 종료일의 세균, 대장균, 곰팡이수 비교

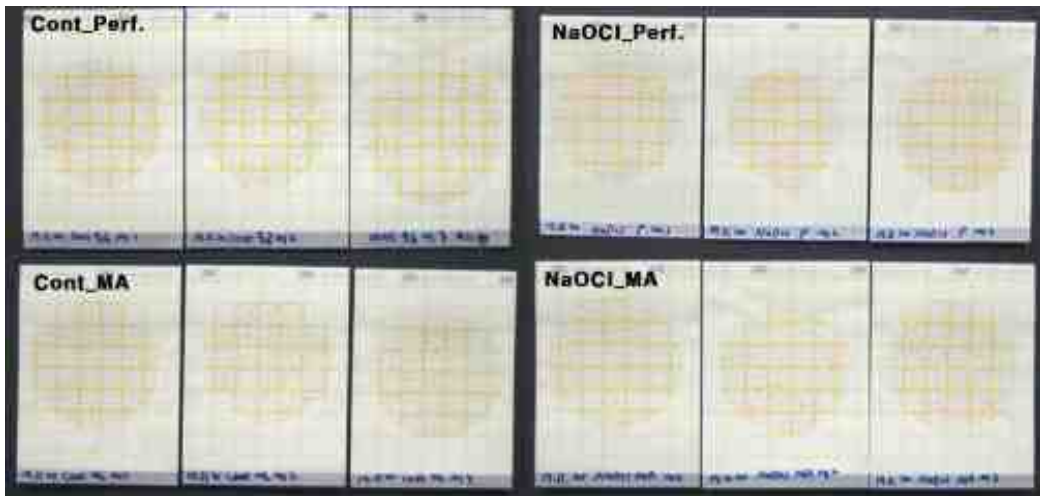


그림 2. NaOCl 처리시 저장 종료일의 세균

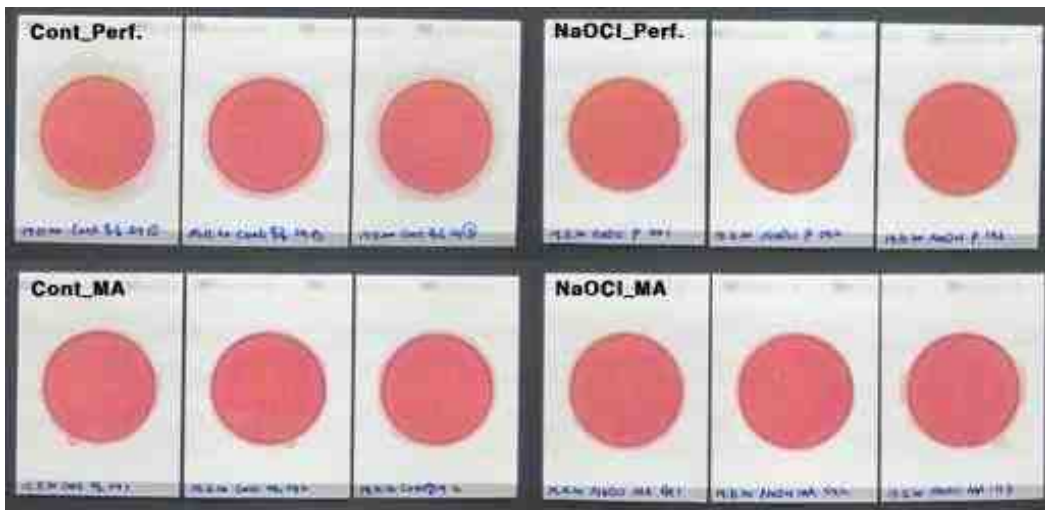


그림 3. NaOCl 처리시 저장 종료일의 대장균

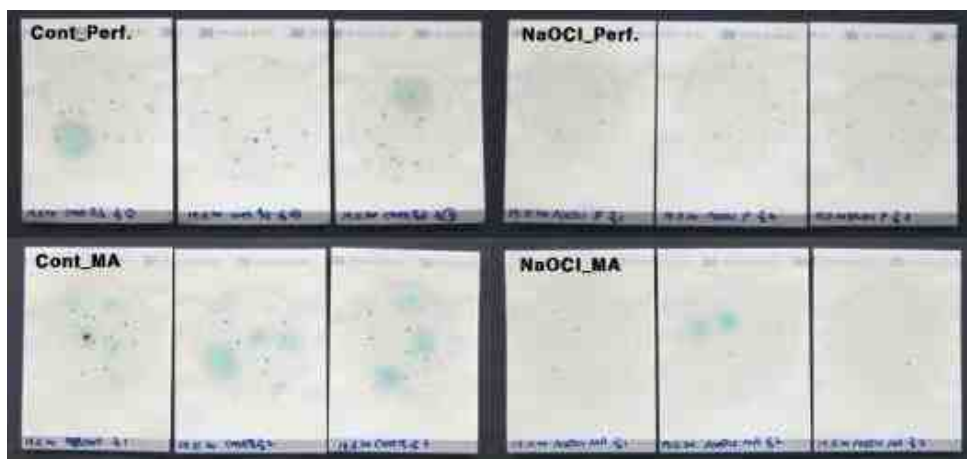


그림 4. NaOCl 처리시 저장 종료일의 곰팡이



(나). ClO<sub>2</sub>

저장전 ClO<sub>2</sub> 가스 1ppm, 5ppm, 10ppm, 그리고 20ppm의 농도로 30분간 처리하여 저장 후 외관상 품질이 한계점에 도달하였을 때 저장 종료하여 세균, 대장균, 곰팡이수를 비교하였다. 세균과 대장균의 경우 유공저장은 20ppm 처리구를 제외한 나머지 처리구가 대조구에 비해 낮았고, MA저장의 경우는 20ppm 처리구만 대조구에 비해 낮았다. 곰팡이는 유공저장의 경우 10ppm이 대조구에 비해 높았고 나머지 처리구는 낮았으며, MA저장 처리구는 대조구에 비해 모든 처리구가 낮은 수치를 나타내었다. 아스파라거스 저장 전 ClO<sub>2</sub> 처리는 유공저장의 경우 낮은 농도 처리가 다소 살균효과가 있는 것으로 보이며, MA저장 처리구의 경우 20ppm 처리가 살균에 효과적인 것으로 나타났다.

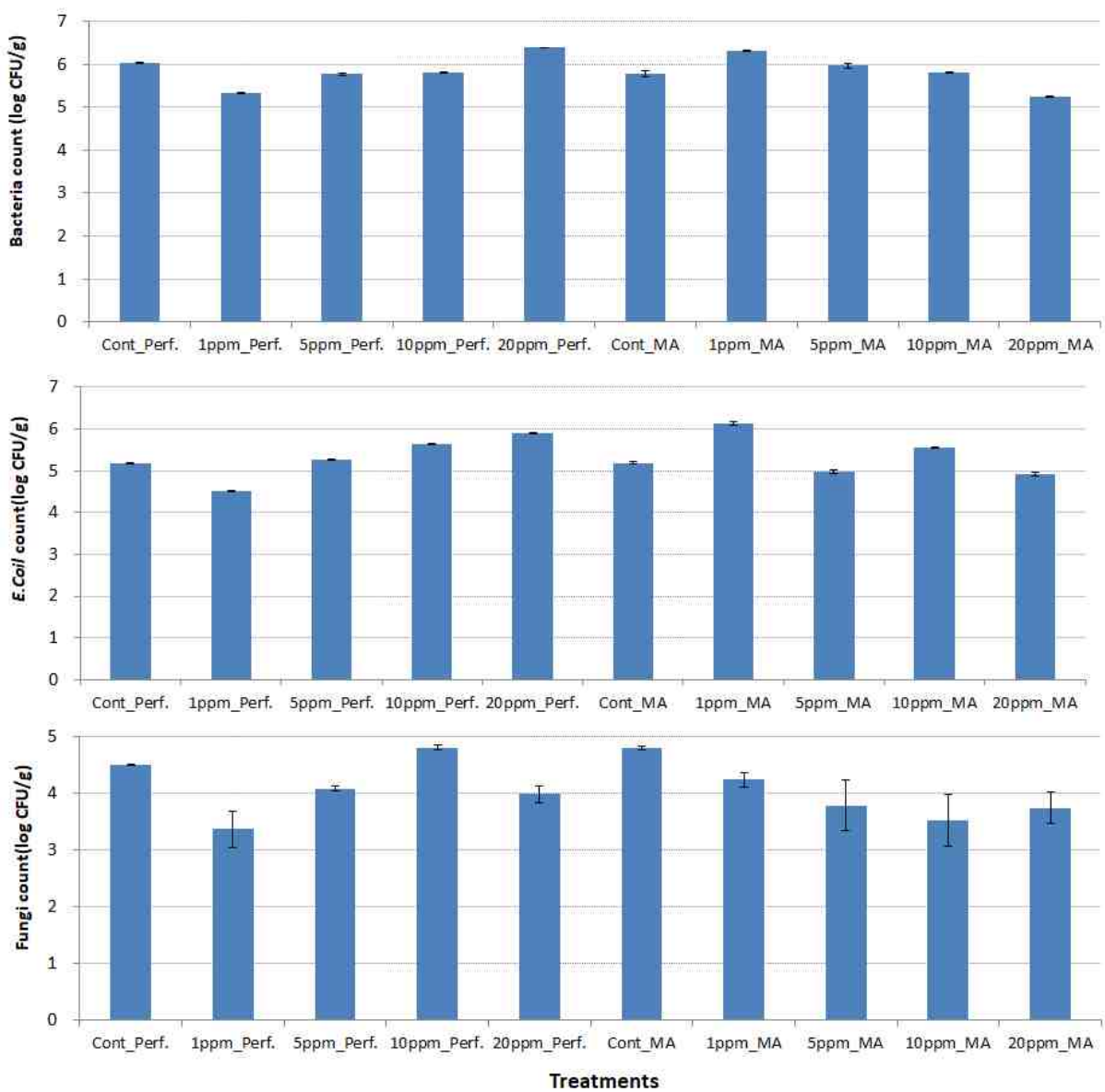


그림 5. ClO<sub>2</sub> 처리시 저장 종료일의 세균, 대장균, 곰팡이수 비교



그림 6. ClO<sub>2</sub> 처리시 저장 종료일의 세균



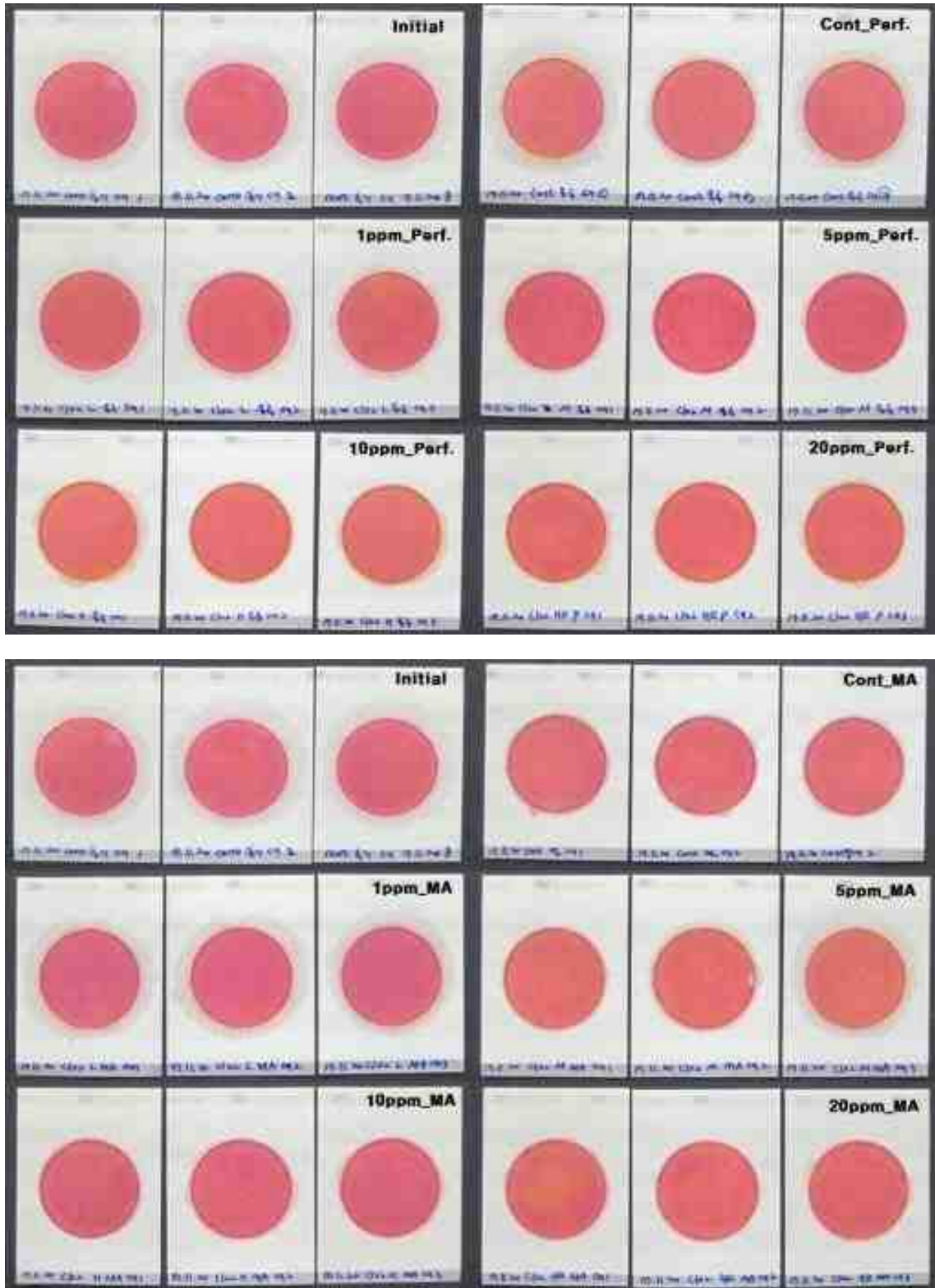


그림 7. ClO<sub>2</sub> 처리시 저장 종료일의 대장균

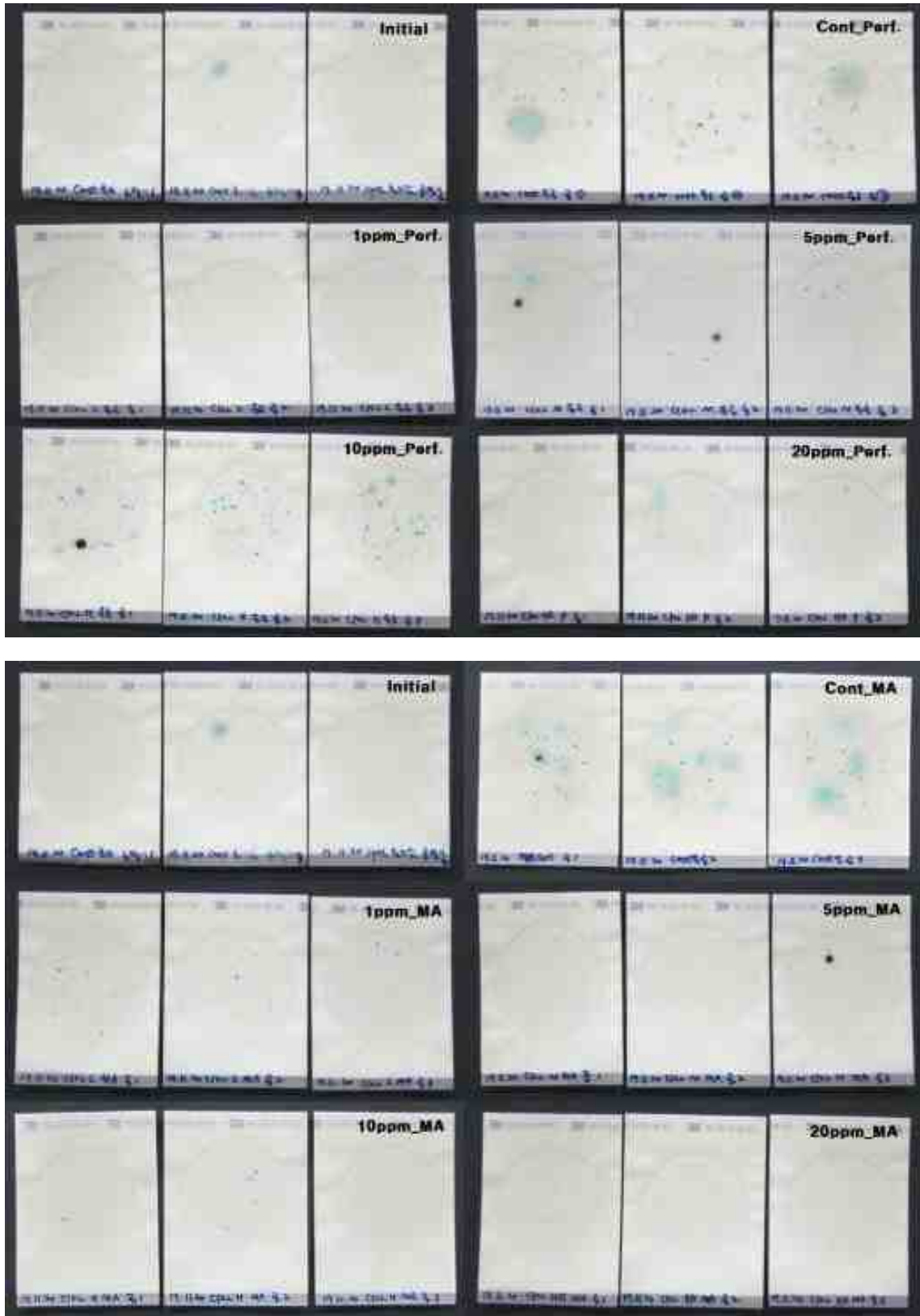


그림 8. ClO<sub>2</sub> 처리시 저장 종료일의 곰팡이

(다). O<sub>3</sub>

저장 전 O<sub>3</sub>(오존 가스)를 시간대별로 처리하여 저장 후 저장 종료일에 세균, 대장균, 곰팡이를 조사하였다. 세균과 대장균은 저장방법에 따른 차이 없이 모든 처리구가 대조구와 유사하거나 높은 수치를 나타냈다. 곰팡이의 경우는 유공저장의 경우 모든 처리구가 대조구에 비해 낮은 곰팡이수를 보였고, MA저장 처리구도 대조구에 비해 낮았다. 따라서 O<sub>3</sub> 가스는 아스파라거스 저장 시 세균과 대장균에는 살균 효과가 없는 것으로 보였으며, 곰팡이수를 줄이는데 효과적인 것으로 나타났다.

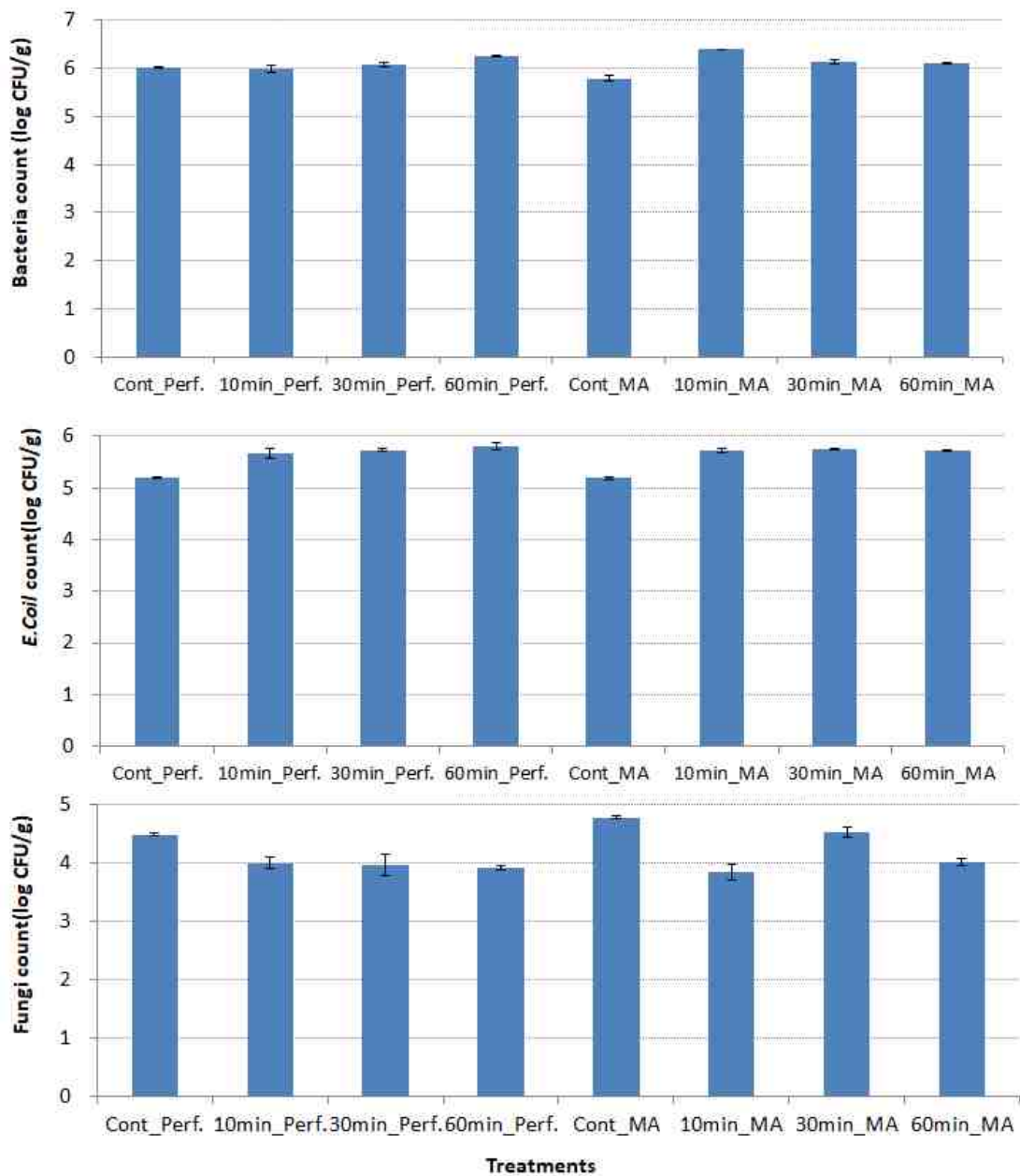


그림 9. O<sub>3</sub> 처리시 저장 종료일의 세균, 대장균, 곰팡이수 비교

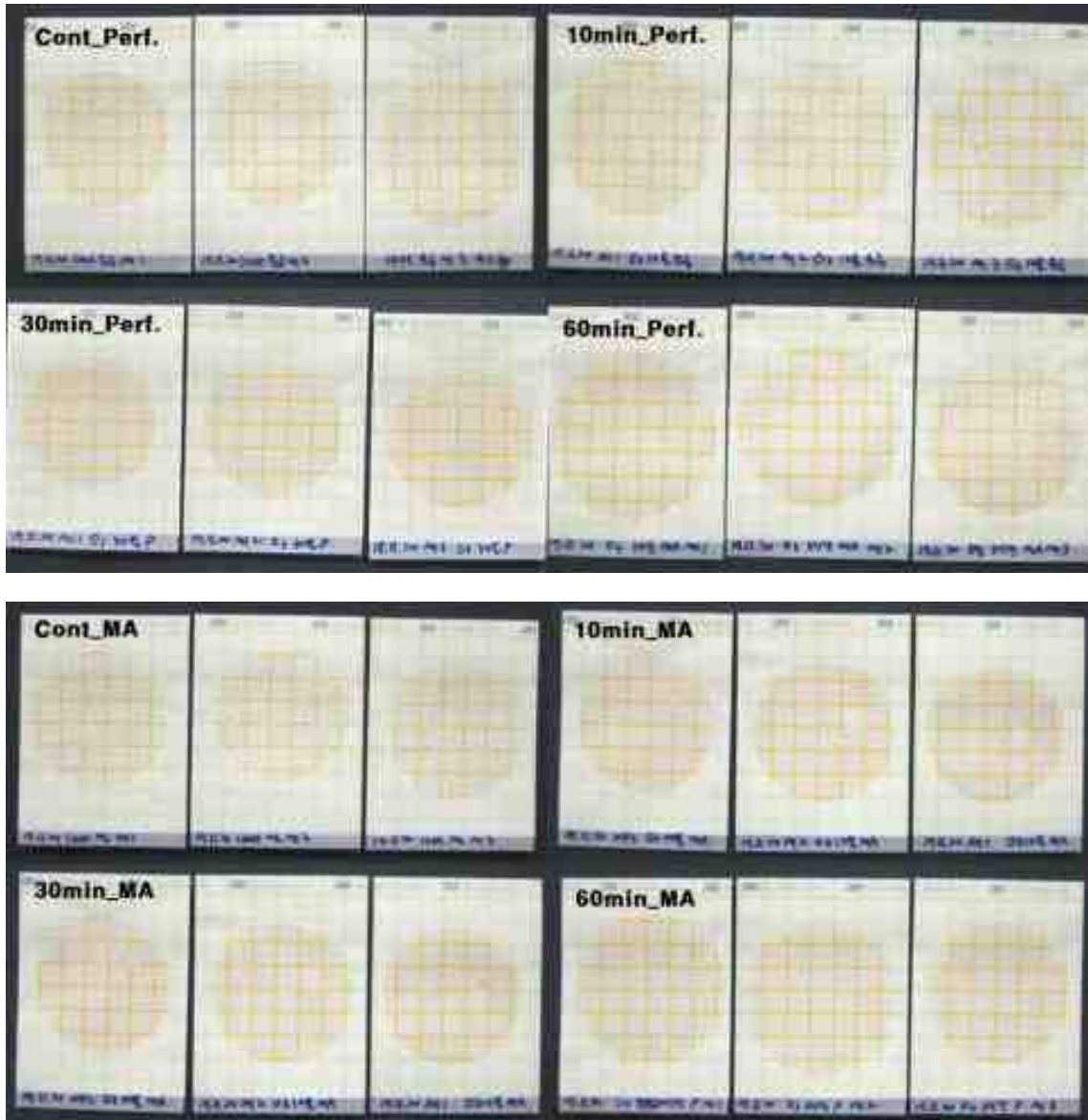


그림 10. O<sub>3</sub> 처리시 저장 종료일의 세균



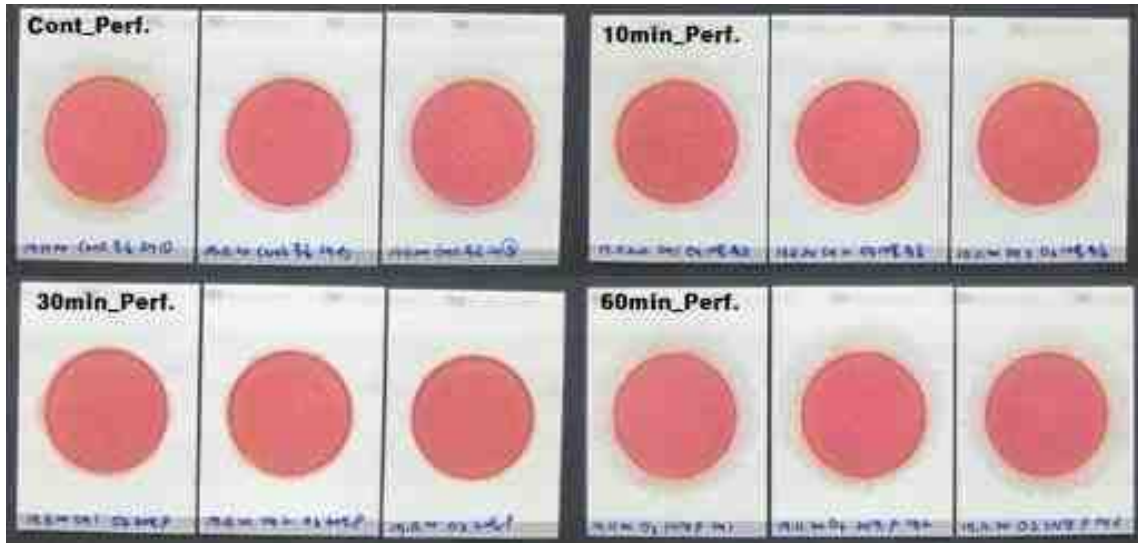
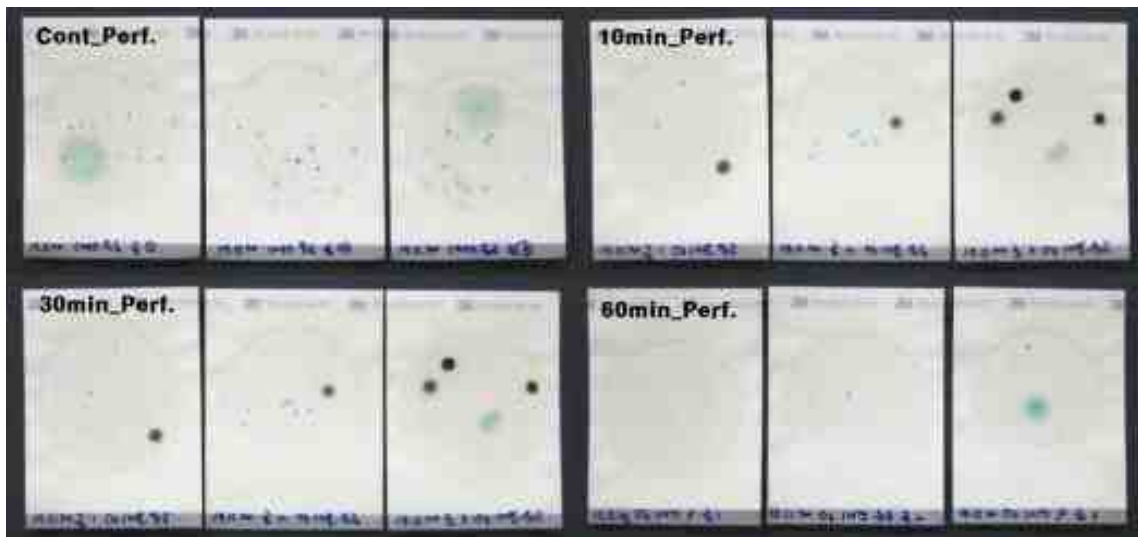


그림 11. O<sub>3</sub> 처리시 저장 종료일의 대장균



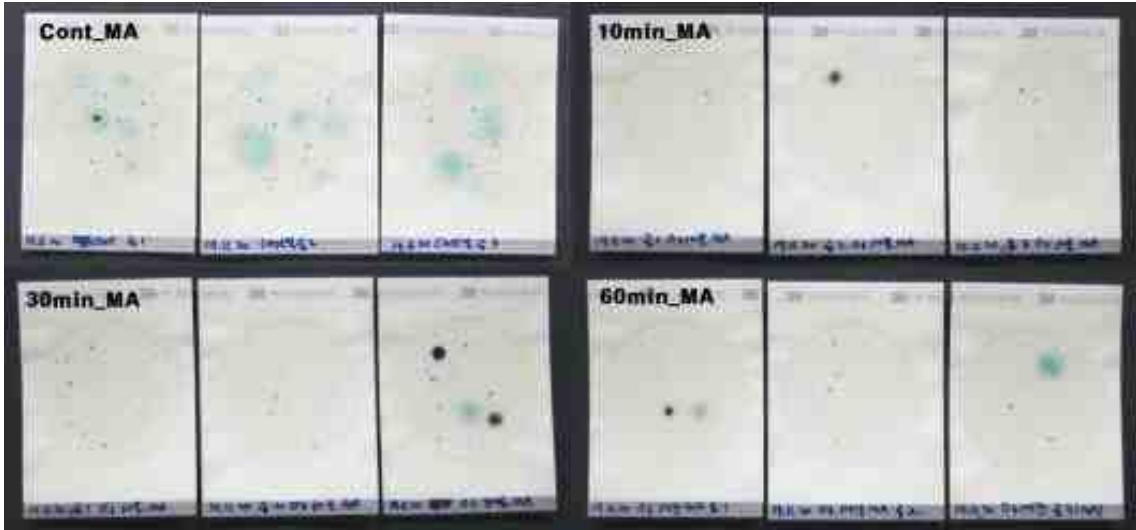


그림 12. O<sub>3</sub> 처리시 저장 종료일의 대장균

(라). 플라즈마

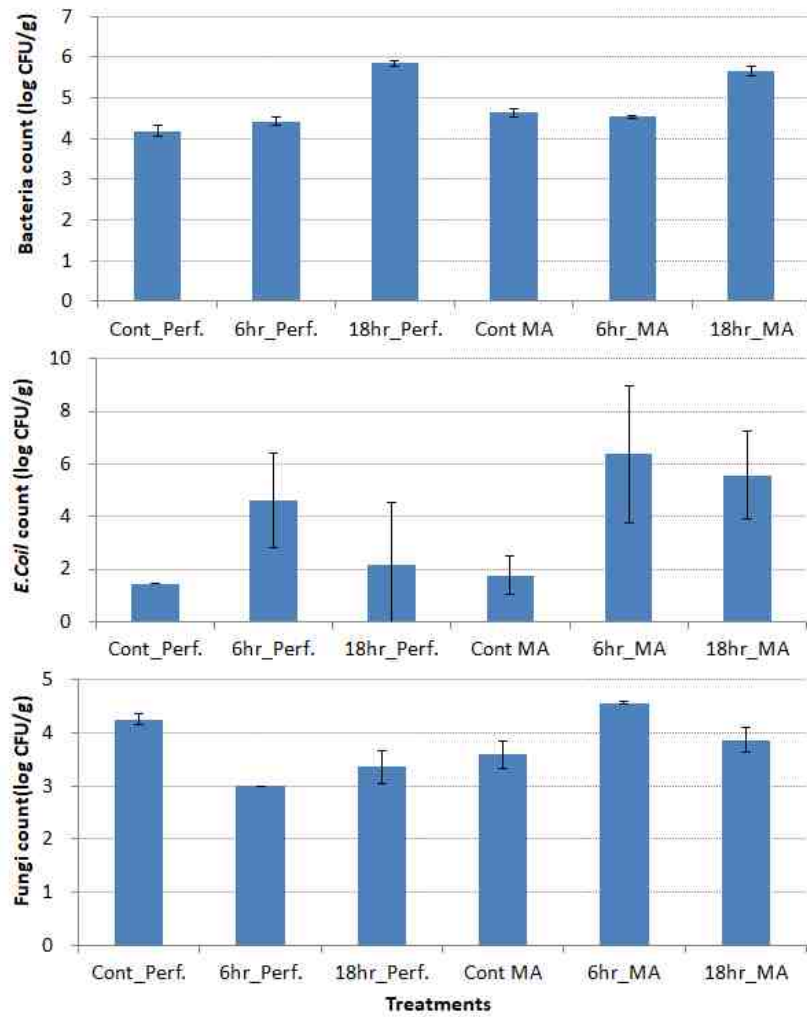


그림 13. 플라즈마 처리시 저장 종료일의 세균, 대장균, 곰팡이수 비교

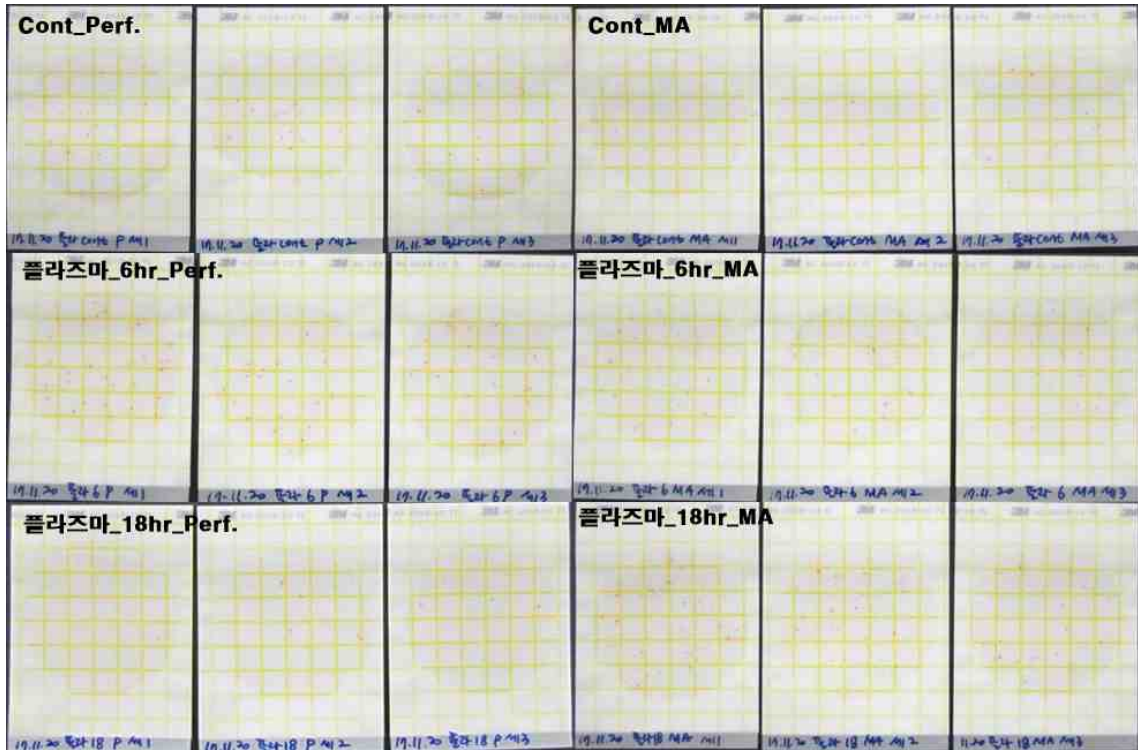


그림 14. 플라즈마 처리시 저장 종료일의 세균

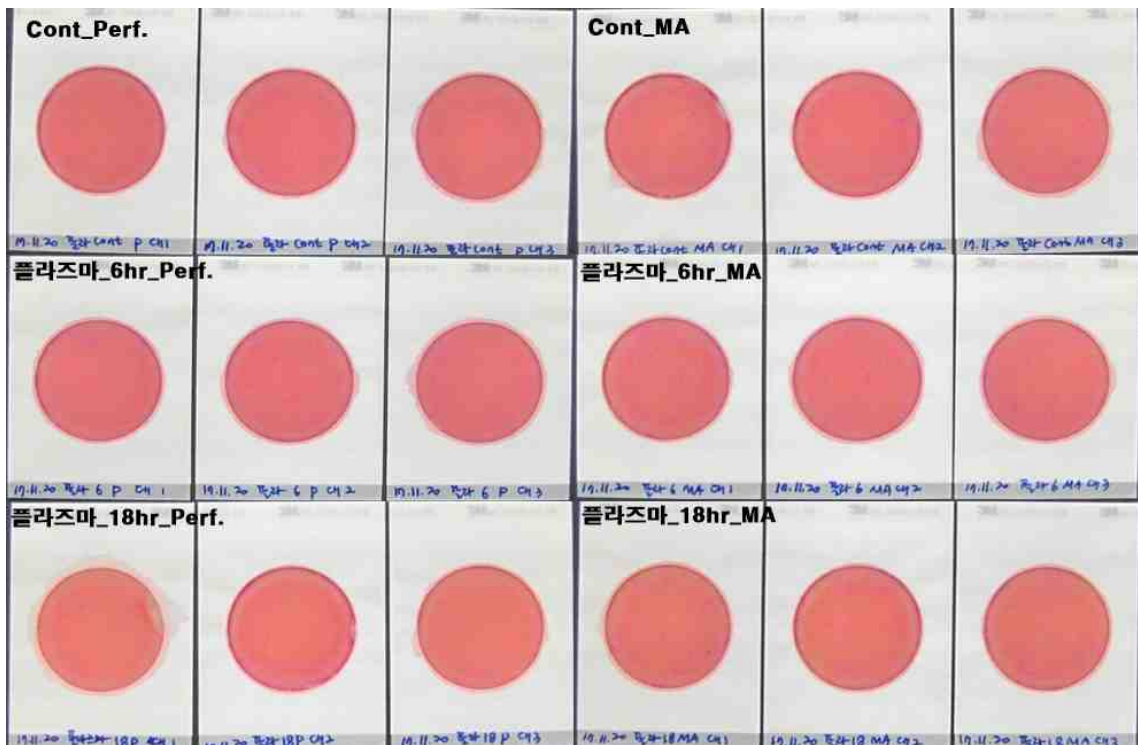


그림 15. 플라즈마 처리시 저장 종료일의 대장균

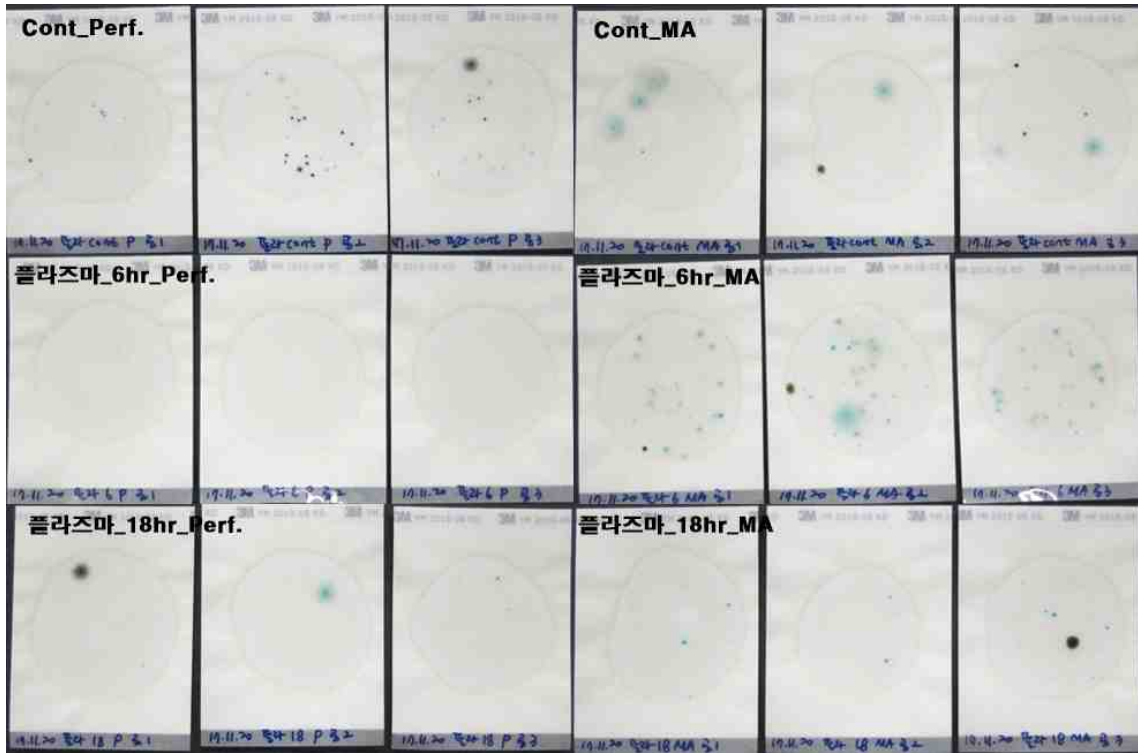


그림 16. 플라즈마 처리시 저장 종료일의 곰팡이

저장전 플라즈마 가스를 6시간, 18시간 처리하여 저장 후 패널테스트를 통한 외관상 품질 비교하여 한계점에 도달하였을 때 종료하여 세균, 대장균, 곰팡이수를 조사하였다. 세균은 유공 저장과 MA저장 모두 18시간 처리구가 높은 수치를 보였고, 6시간 처리구는 대조구와 유사하였다. 대장균수는 모든 처리구가 대조구에 비해 높았다. 곰팡이의 경우 유공저장은 대조구에 비해 6시간, 18시간 처리구가 낮은 개체수를 보였고, MA저장 처리구는 대조구에 비해 높았다. 따라서, 플라즈마 가스는 아스파라거스 저장시 6시간 처리 하였을 때 다소 세균 감소 효과를 보였으며, 유공저장시 곰팡이 살균처리 효과가 있는 것으로 판단된다.



(마). 열수처리

아스파라거스 저장 전 45°C 열수에 각각 2, 4, 8, 16분 동안 침지하여 저장 후 저장 종료일에 세균, 대장균, 곰팡이수를 조사하였다. 세균은 모든 처리구가 대조구에 비해 높았으며, 대장균의 경우에도 대조구에 비해 처리구는 유사하거나 높은 수치를 나타냈다. 그에 반해 곰팡이의 경우 16분 처리구를 제외한 나머지 열수처리구가 대조구에 비해 낮은 곰팡이수를 나타냈다. 따라서, 열수처리의 경우 아스파라거스 저장시 세균과 대장균수 감소에는 효과가 없는 것으로 보이며, 곰팡이수 감소에는 효과가 있는 것으로 판단된다.

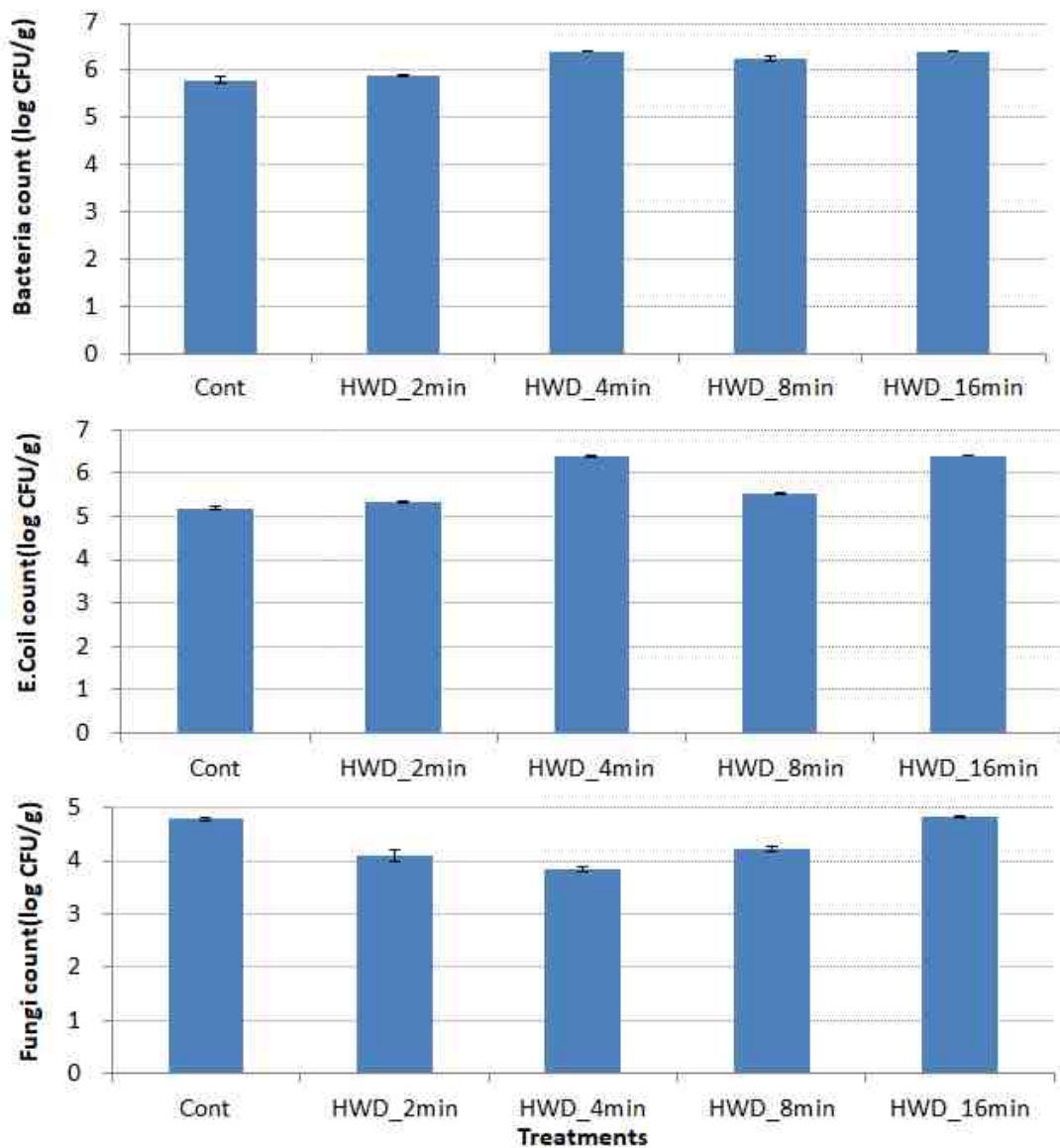


그림 17. 열수 처리시 저장 종료일의 세균, 대장균, 곰팡이수 비교

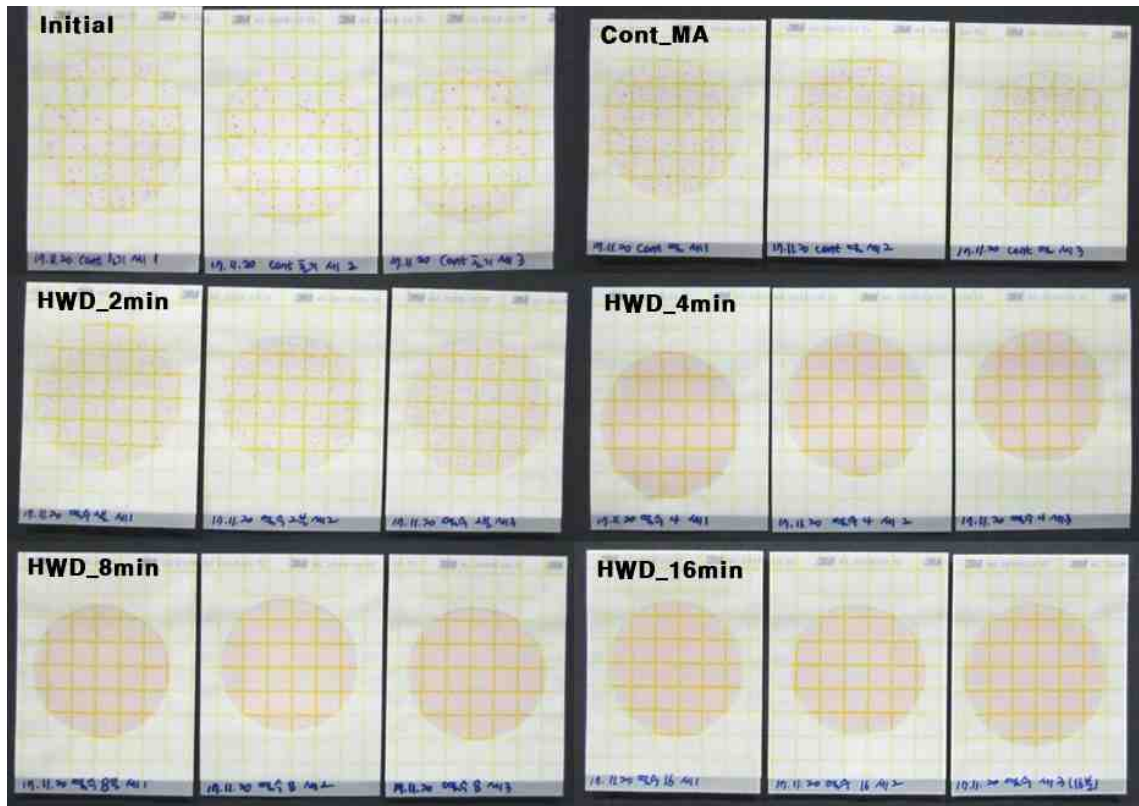


그림 18. 열수 처리시 저장 종료일의 세균



그림 19. 열수 처리시 저장 종료일의 대장균

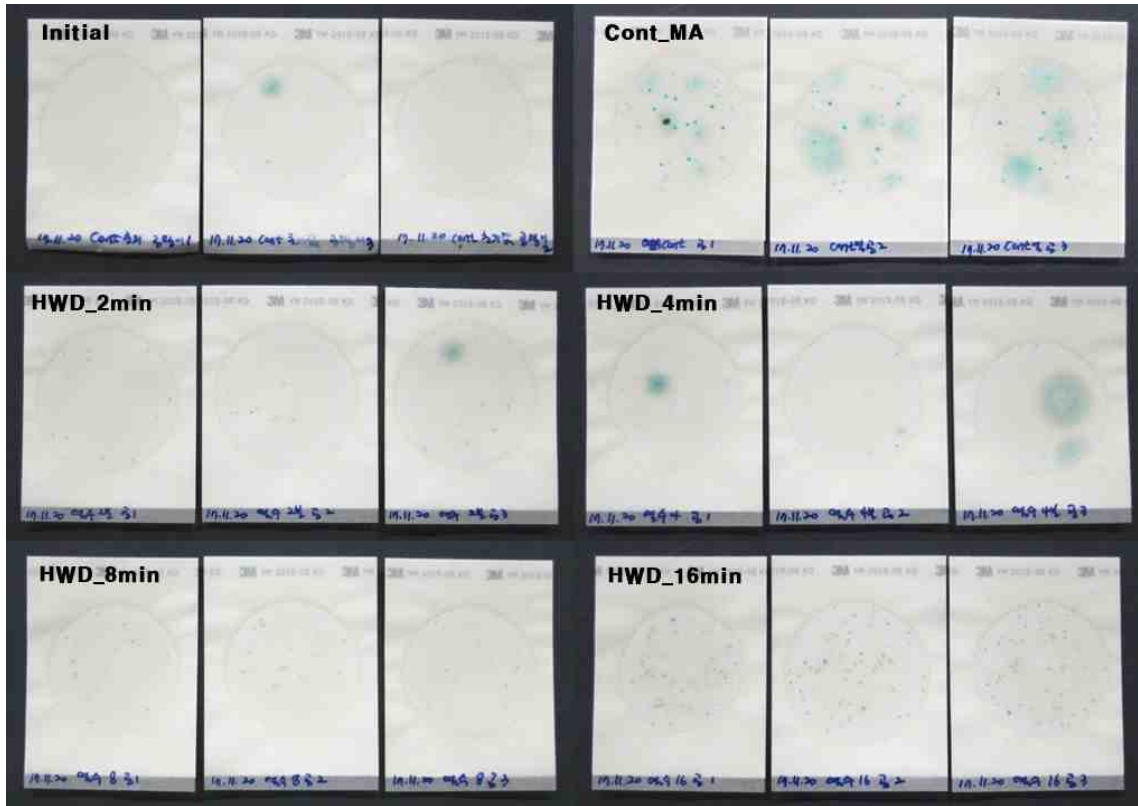


그림 20. 열수 처리시 저장 종료일의 곰팡이

## 2. 저장전 후 처리를 통한 해충 관리 기술 개발

(가). 저장 전 처리 기술 개발: 수냉 및 살균처리과정의 해충 방제 효과 구명

: 아스파라거스 재배 및 수확 시 가장 문제가 되고 있는 총채벌레를 대상으로 수확 후 몇 가지 처리가 해충 방제 및 살균처리에 미치는 영향에 대해 제 3협동과 협업

※ 수냉과 강제송풍식의 품온 변화 비교

공시재료: 양구산 아스파라거스를 기준으로 직경  $1.3 \pm 2\text{cm}$ 로 분류

예냉 방법: 1. 강제 송풍식( $4 \pm 1^\circ\text{C}$  저장고에 팬(Fan)을 넣어 찬공기를 강제 순환)

2. 수랭식( $0 \pm 1^\circ\text{C}$  얼음물에 담금)

조사내용: 줄기 부분의 시간별 품온 비교

강제 송풍식(10, 20, 30, 40, 50분)

수랭식(1, 2, 3, 4, 5분)

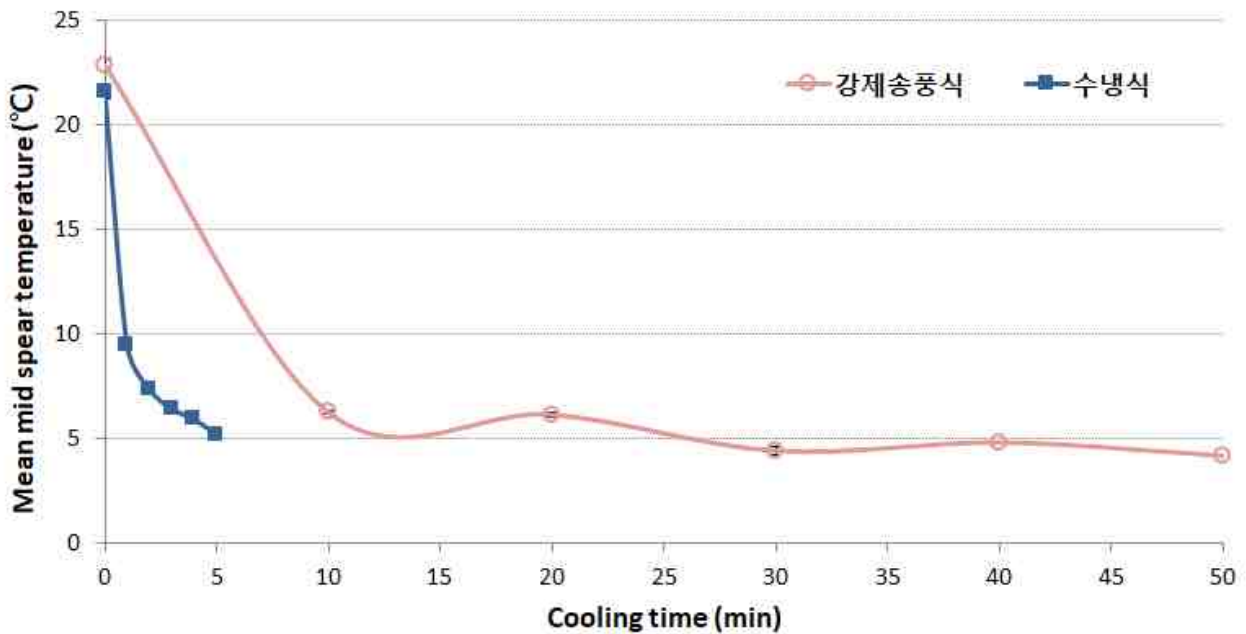


그림 21. 강제송풍과 수냉 처리시 품온의 변화

- 수냉시 처리 5분만에  $5^\circ\text{C}$ 까지 아스파라거스의 품온이 저하된 반면에, 강제 송풍식은 처리 10분 경 약  $6^\circ\text{C}$ 의 수치를 나타내었다. 따라서, 아스파라거스의 품온을 비교적 빠른시간에 떨어뜨려면  $0^\circ\text{C}$ 의 수냉처리가 효과적으로 보인다. 그러나, 현재 아스파라거스 APC의 경우 0도의 가까운 냉수 확보는 어려운 실정으로  $20^\circ\text{C}$ 의 물을 이용하여 해충 방제 및 살균처리를 진행하였다.

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 수확된 아스파라거스에 채집한 총채벌레를 접종한 후, 20°C의 친환경 세제를 이용한 비눗물, 100ppm NaOCl, 비눗물+100ppm NaOCl에 15분간 담수, 대조구 15분간 담수

저장방법: 2°C 챔버에 유공 및 10,000cc OTR(Oxygen transmission rate) 필름을 이용한 MA 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소 농도 변화, 포장내 에틸렌 가스 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 총 세균수, 대장균, 곰팡이



그림 22. 현지에서 적용된 수냉 처리

- 연구결과

담수 처리 후 유공필름 저장 처리구와 MA저장 처리구는 28일간 저장하였다. 저장 중 생체중 감소율은 유공필름 저장 처리구의 경우 NaOCl 처리구가 다른 처리구에 비해 가장 높게 나타났지만 통계적 유의성은 없었으며, 모든 처리구가 꾸준히 감소율이 증가하여 저장 종료일인 28일 4-5%의 수치를 나타내었다. MA저장 처리구의 생체중 감소율은 모든 처리구가 저장 종료일까지 1.0% 미만의 낮은 감소 정도를 나타내었다. 아스파라거스 최대 허용 생체중 감소율은 8.0%으로 보고되어 있어 유공필름 저장 처리구는 수분 손실로 인한 외관상 품질 저하는 나타나지 않은 것으로 판단된다.



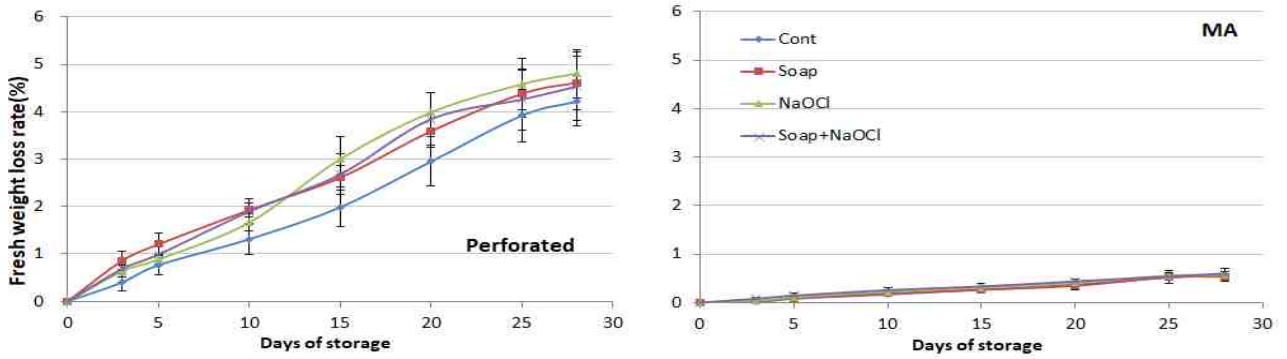


그림 23. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 생체중 감소율(좌: 유공필름 저장, 우: MA저장)

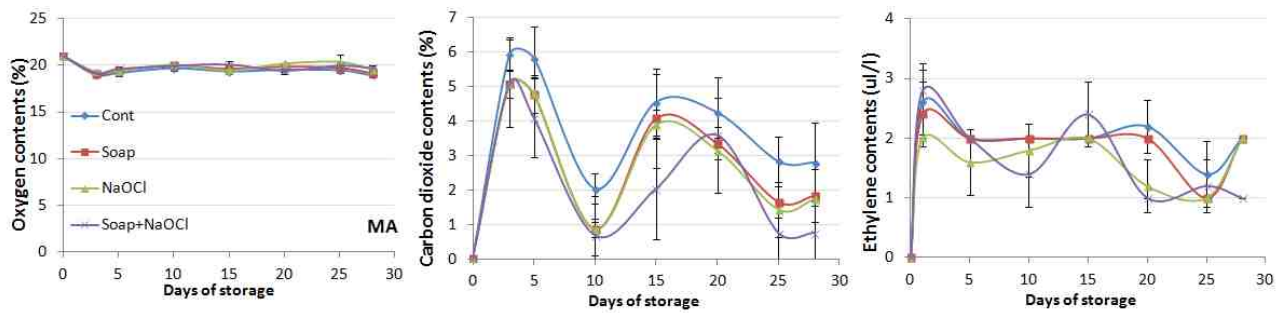


그림 24. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 중 필름내 산소, 이산화탄소, 그리고 에틸렌 농도 변화(MA저장)

MA저장 중 필름내 산소 농도는 저장 종료일까지 모든 처리구 20%로 유지되었고, 이산화탄소 농도는 다른 처리구에 비해 대조구가 다소 높았으나 아스파라거스의 MA 조건으로 보고된 5-12%에 비해 낮거나 유사하였다. 포장내 에틸렌 농도는 모든 처리구 특별한 경향 없이 2 $\mu$ l/l 내외의 수치를 저장 종료일까지 유지하였다.

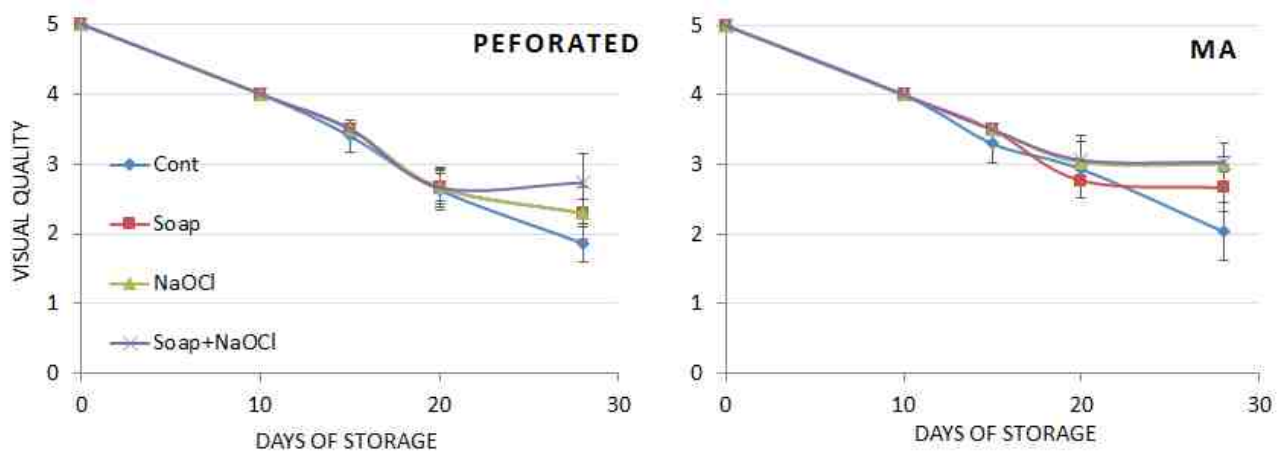


그림 25. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 중 외관 변화

저장 종료일까지의 패널테스트를 통한 외관상 품질은 유공필름 저장 처리구의 경우 저장 17일경 상품성 한계점인 3점 이하로 감소하였으며, 그 중 Soap+NaOCl이 가장 우수하였다. MA저

장 처리구의 경우 유공필름 저장 처리구에 비해 약 2일 정도 느린 20일경 한계점에 도달하였으며, NaOCl 처리구와 Soap+NaOCl 처리구가 저장 종료일까지 3점을 유지하였다. 두 저장방법 모두 저장 종료일에 대조구가 가장 낮았다. 패널테스트를 통한 이취 정도는 저장방법에 따른 차이는 나타나지 않았고, 유공필름 저장 처리구 중 Soap+NaOCl 처리구, MA저장 처리구에서는 NaOCl과 Soap+NaOCl 처리구가 낮았다. 유공필름 저장 처리구의 대조구와 MA저장 처리구의 대조구가 가장 높은 이취를 발생하였다.

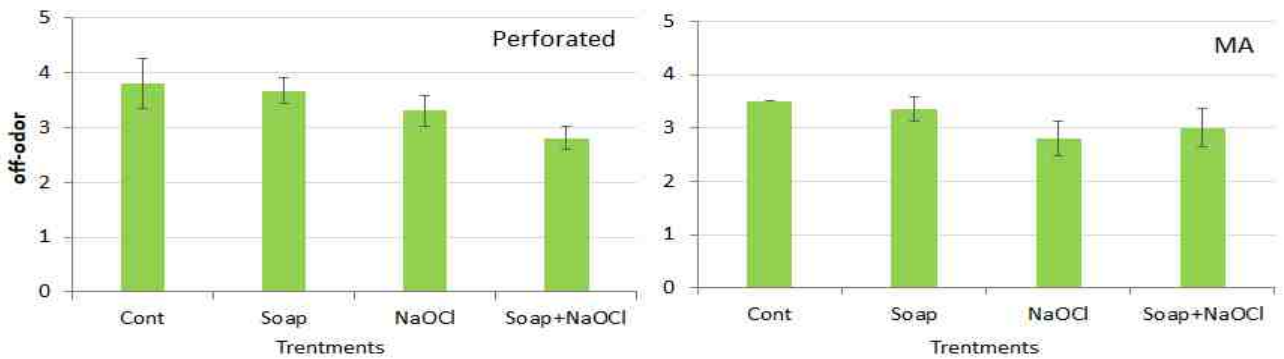


그림 26. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일의 이취 정도

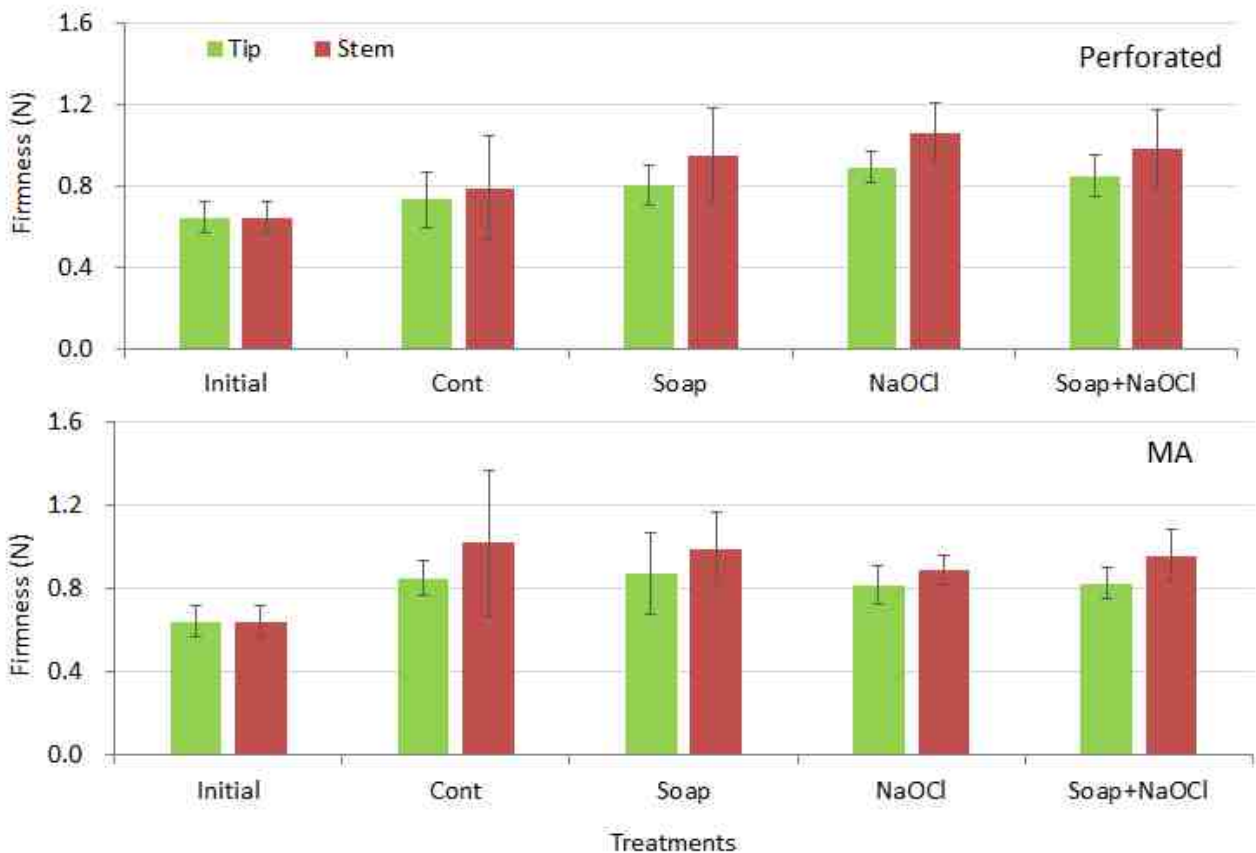


그림 27. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일의 경도 비교

저장 종료일의 경도는 화두와 줄기를 나눠 측정하였다. 유공필름 저장 처리구와 MA저장 처리

구의 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였다. 유공필름 저장 처리구 중 NaOCl 처리구, MA저장 처리구중에서는 대조구가 가장 높았다. 일반적으로 원예작물은 수확 후 저장 중 성숙 노화 호르몬인 에틸렌 가스에 의해 조직이 연화되는데 반해, 아스파라거스는 에틸렌 가스에 의해 PAL과 POD 활성 증가로 인해 리그닌화되어 경화가 촉진된다고 보고되었는데 이와 같은 원인으로 모든 처리구의 경도가 증가한 것으로 판단된다. 화두에 비해 줄기의 경도가 더 증가하였고, 처리구간의 통계적 유의성은 없었다.

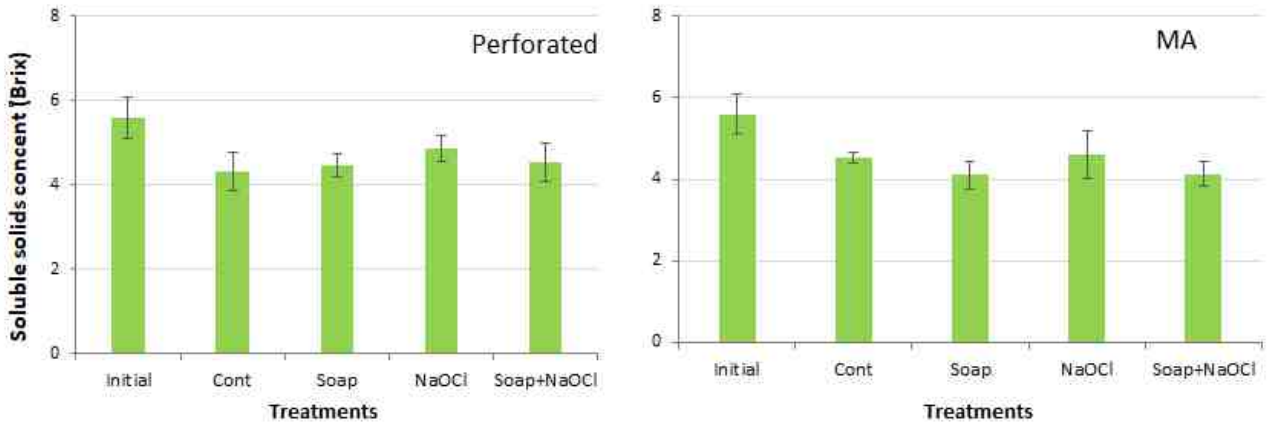


그림 28. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일의 당도 비교

저장 종료일의 당도는 저장방법과 상관없이 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였다. 유공필름 저장 처리구와 MA저장 처리구 중 NaOCl 처리구가 가장 낮은 감소를 보이며, 처리구 중 가장 당도가 높았지만 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

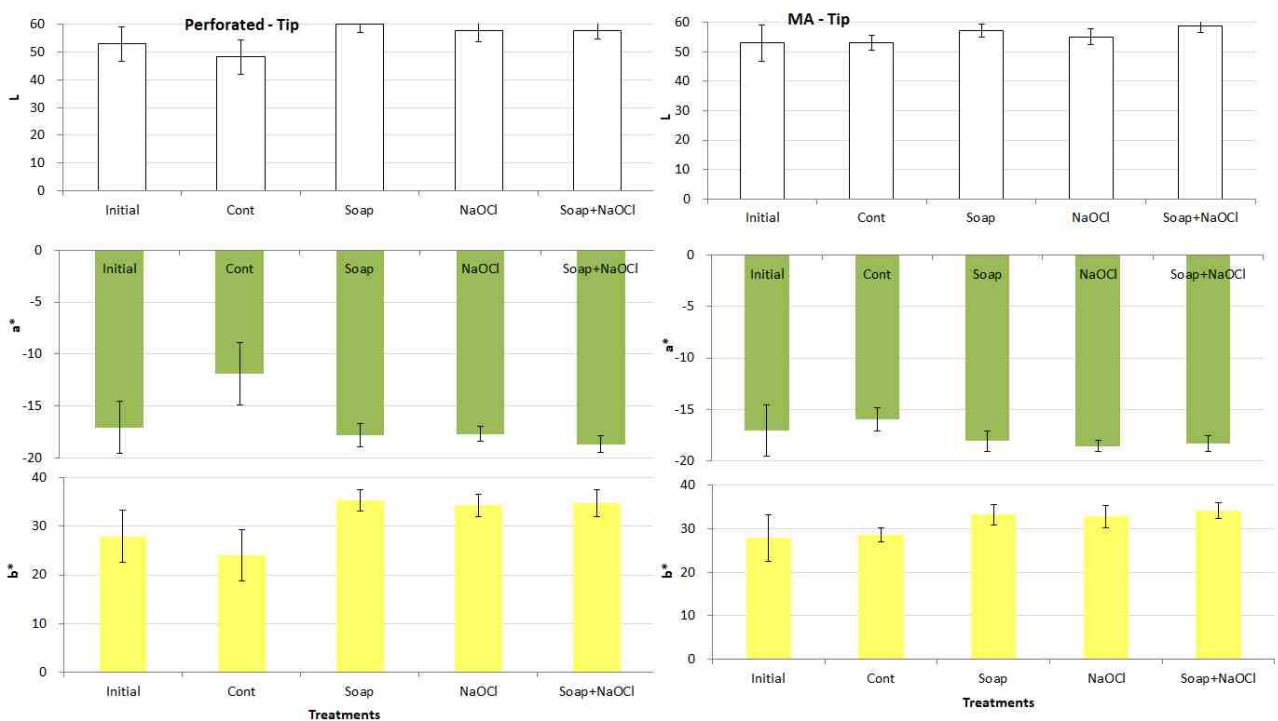


그림 29. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 색도 비교(화두)

저장 종료일의 색도는 Lab 값으로 나타내었다. 명도를 나타내는 L\*값은 저장방법에 상관 없이 모든 처리구 유사하였다. 녹색에서 적색을 나타내는 a\*값의 경우 두 저장 방법 처리구에서 대조구가 가장 녹색이 감소하였고 이를 제외한 나머지 처리구는 초기값과 유사하였다. 청색에서 황색을 나타내는 b\*값의 경우 유공필름 저장 처리구 중에서는 대조구를 제외한 Soap, NaOCl, 그리고 Soap+NaOCl 처리구 모두 황색 수치가 증가하였다.

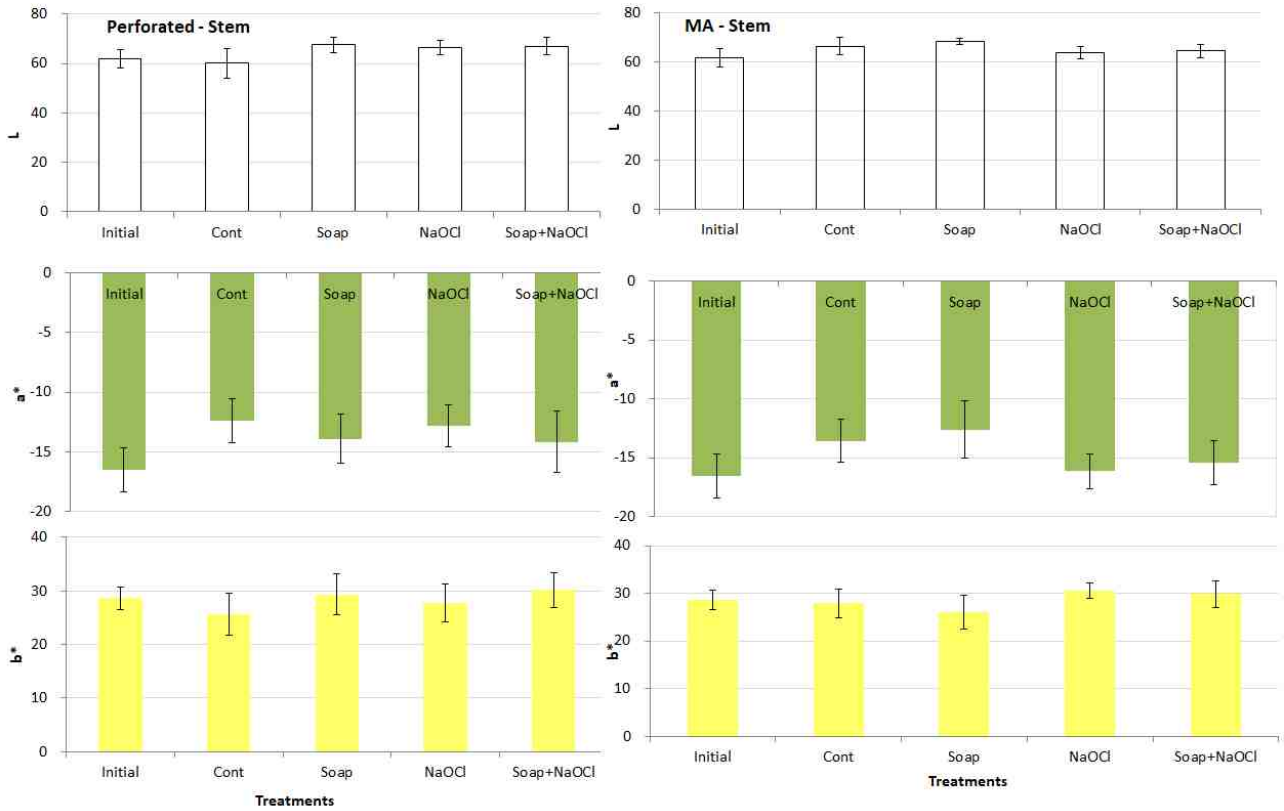


그림 30. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 색도 비교(줄기)

저장 종료일의 화두 색도는 L\*값과 b\*값의 경우 모든 처리구 초기값과 유사하였다. a\*값은 유공필름 저장 처리의 경우 Soap과 Soap+NaOCl 처리구와 MA저장 처리구 중 NaOCl 처리구가 초기값과 가장 유사하였으나 통계적 유의성은 없었다.

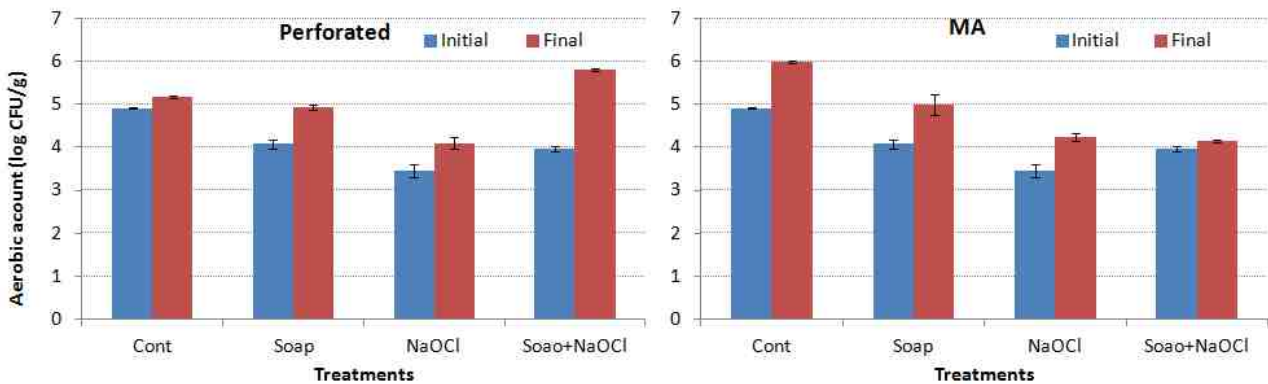


그림 31. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 총 세균수

살균처리 직후와 저장 종료일의 세균, 대장균, 그리고 곰팡이를 조사하였다. 세균의 경우 살균처리 직후 모든 처리구가 대조구에 비해 감소하였는데, 그 중 NaOCl 처리가 가장 많이 감소하였다. 저장 종료일의 세균수는 저장방법과 상관 없이 모든 처리구가 살균처리 직후에 비해 증가하였는데, 유공필름 저장의 경우 NaOCl이 처리구 중 가장 낮았고 Soap+NaOCl 처리구가 대조구의 초기값보다 많은 수치를 나타내었다. MA저장 처리구는 Soap+NaOCl 처리구가 가장 낮은 세균수를 보였다.

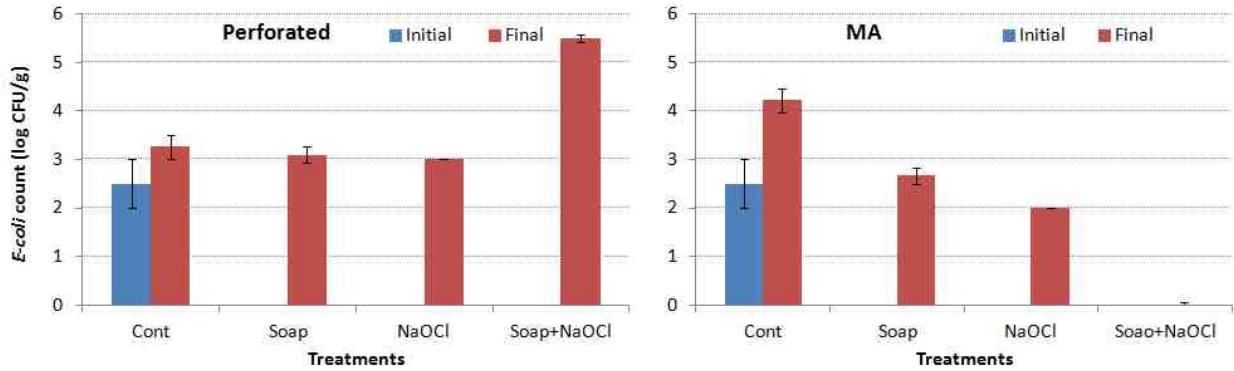


그림 12. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 대장균수

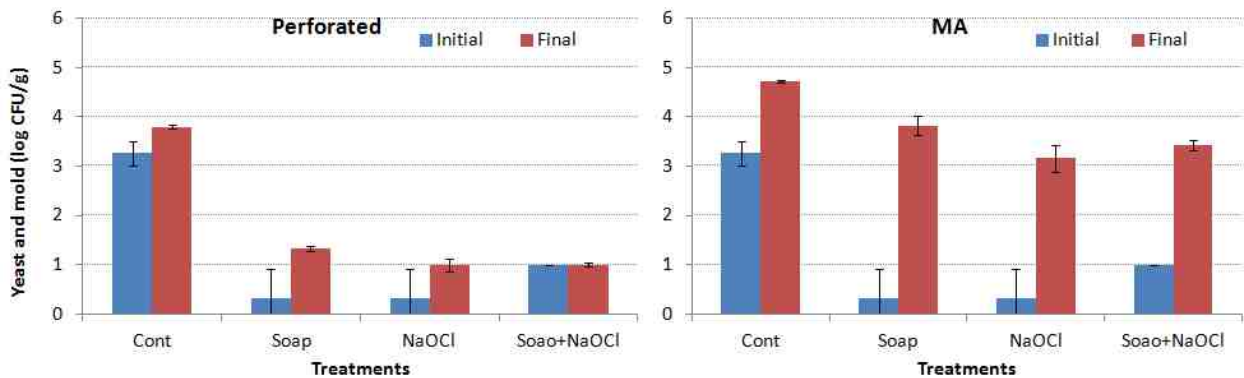


그림 32. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 곰팡이수

대장균의 경우 살균처리 직후 대조구에 비해 처리구는 대장균이 나타나지 않았다. 유공필름 저장 처리 모든 처리구와 MA저장 처리구의 경우도 Soap+NaOCl 처리구를 제외한 나머지 처리구가 초기값에 비해 대장균이 발생하였다. 이에 반해 MA저장 Soap+NaOCl 처리구는 저장 종료일인 28일에 대장균이 발생되지 않았다. 곰팡이의 경우 역시 모든 처리구가 대조구에 비해 살균처리 직후 감소하였으며, 유공필름의 경우는 저장 종료일의 곰팡이가 적게 발생되었다. MA저장 처리구의 저장 종료일의 곰팡이 발생 정도는 살균 처리구 모두 대조구에 비해 낮았으나 유공필름 저장 처리구에 비해서는 높은 수치를 보였다.

위의 결과를 종합해보면, 수냉을 이용한 몇 가지 살균 처리 중 Soap+NaOCl 처리가 유공필름 저장과 MA저장 모두 외관상 품질이 양호하였으며 이취도 적게 발생되었다. 살균효과는 유공필름 저장시 NaOCl 처리, MA저장시 Soap+NaOCl 처리가 가장 우수하였다. 따라서, 생체중 감소가 적었던 MA저장과 외관 및 이취 정도가 우수하며 살균에 효과적인 Soap+NaOCl 처리가 아스파라거스 수확 후 살균처리 및 저장방법으로 적합한 것으로 판단된다.



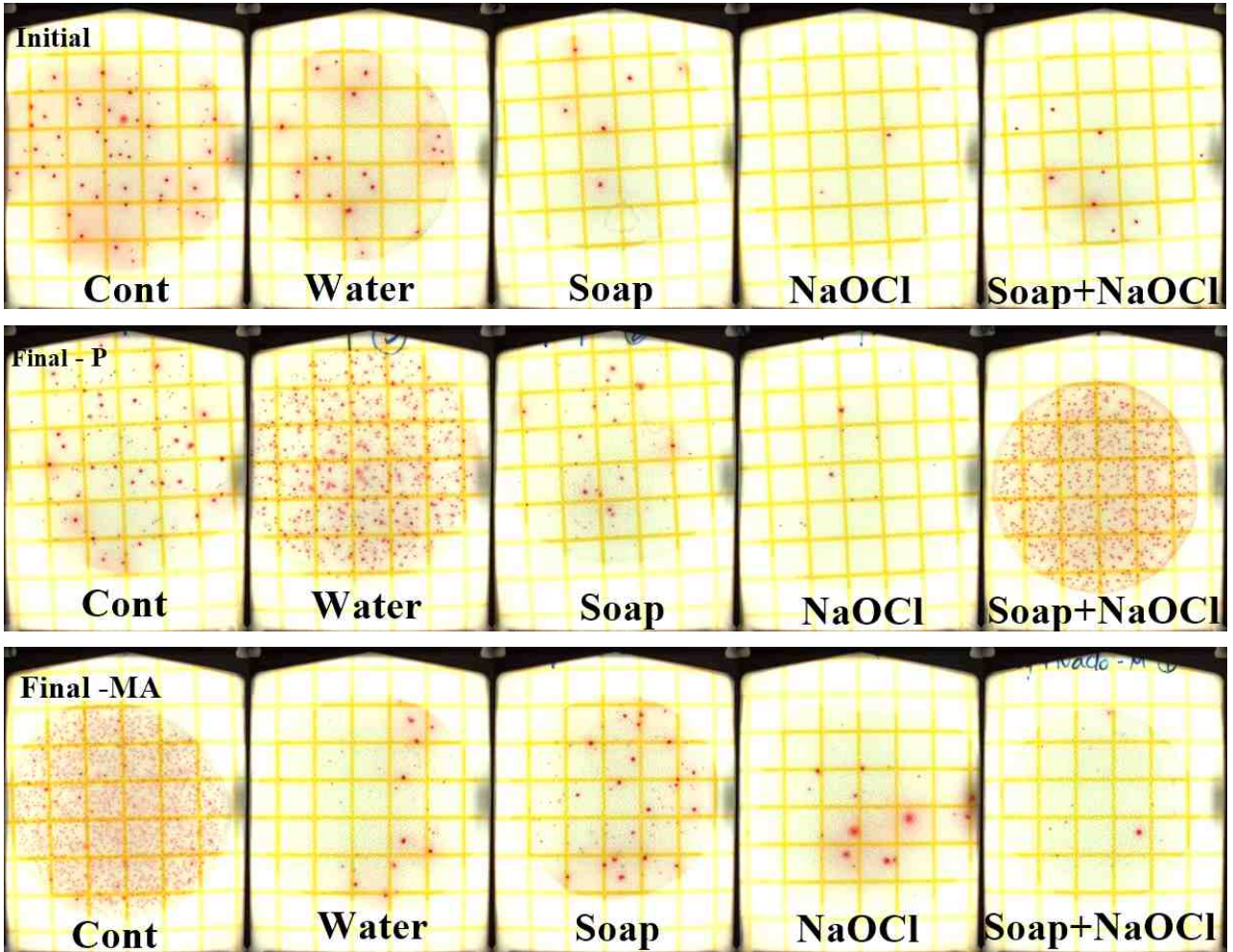
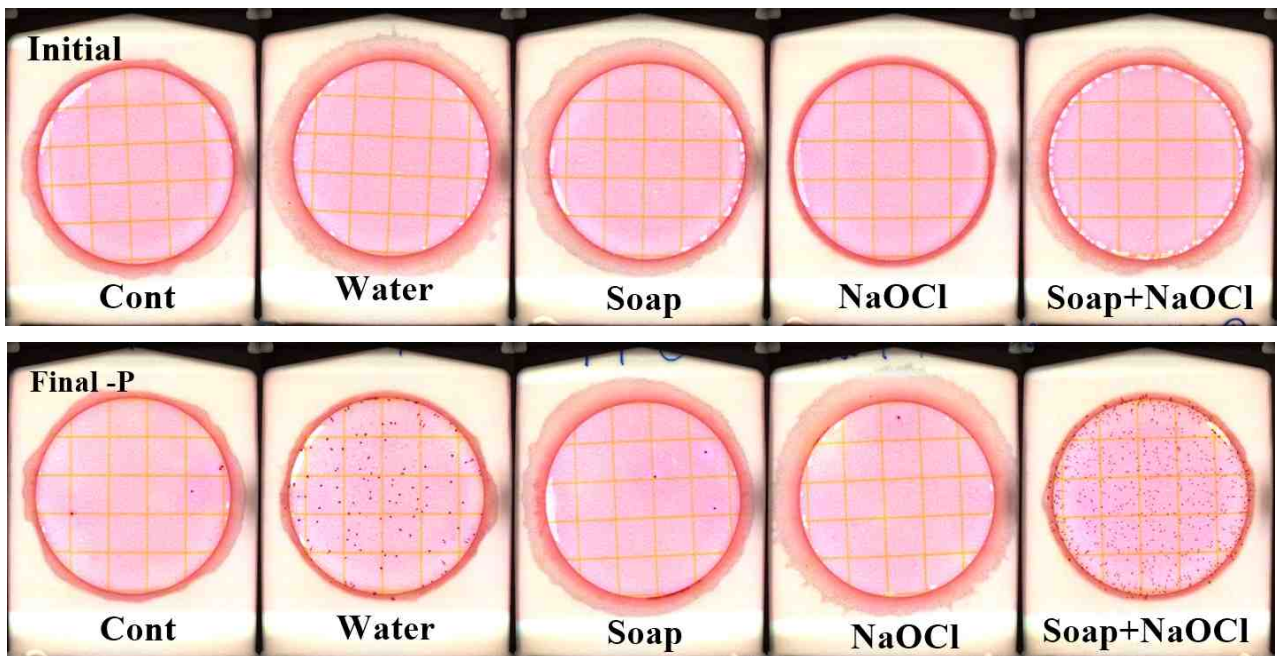


그림 33. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 총세균수



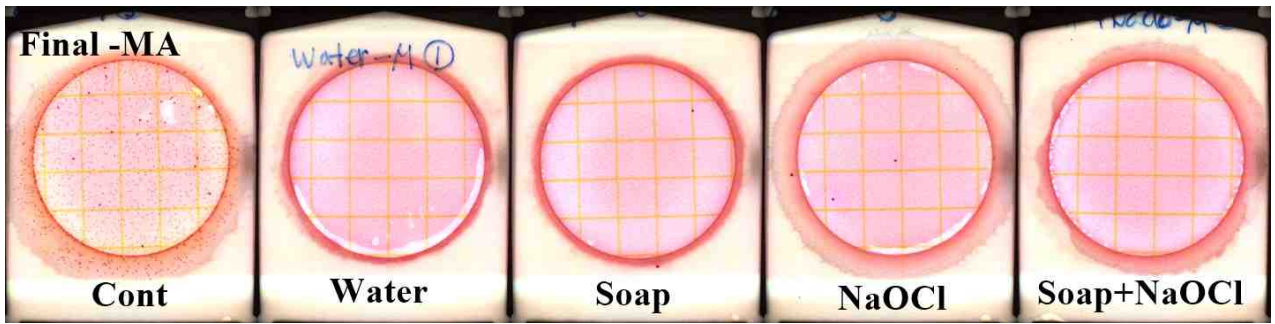


그림 34. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 대장균

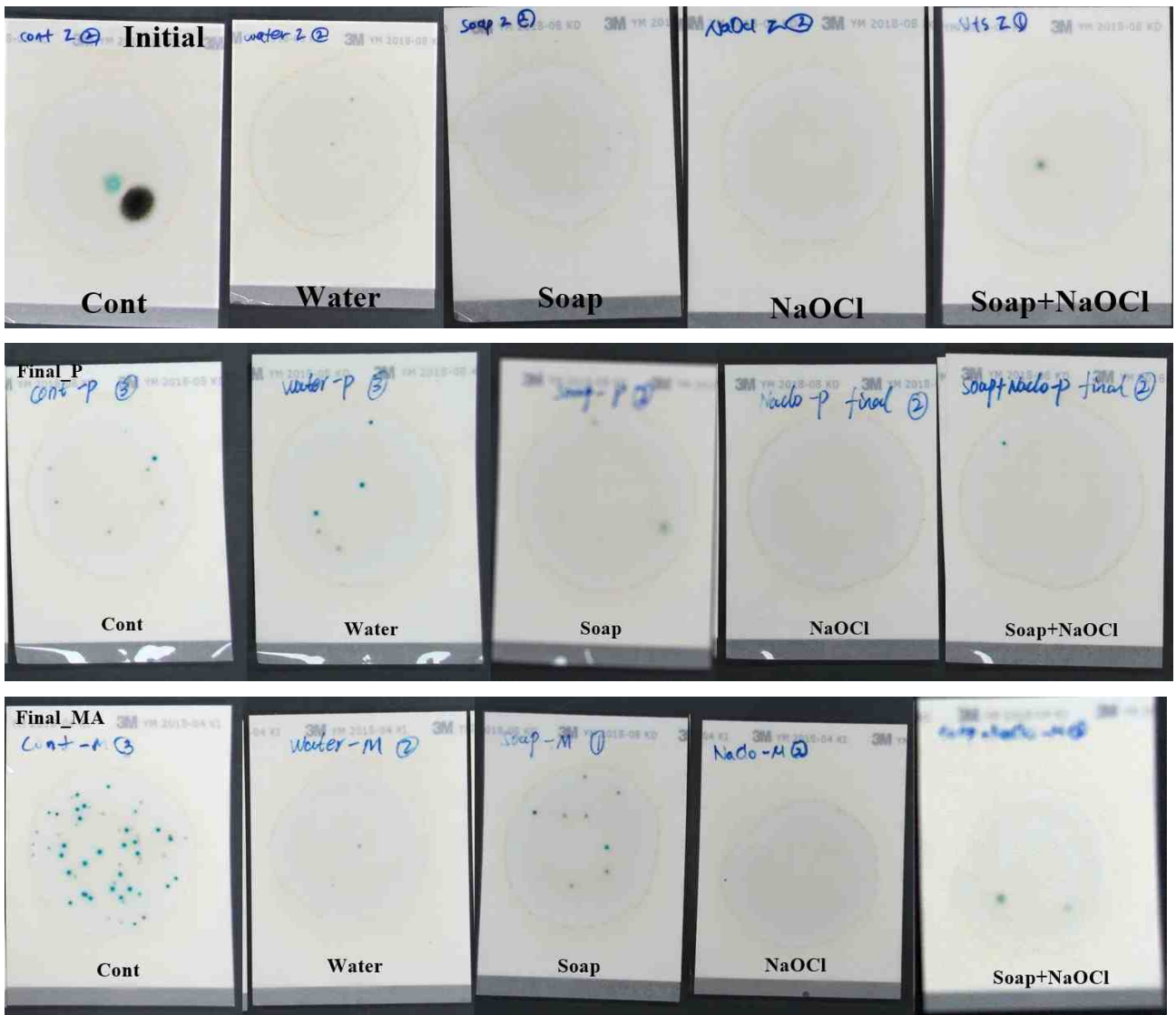


그림 35. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 곰팡이



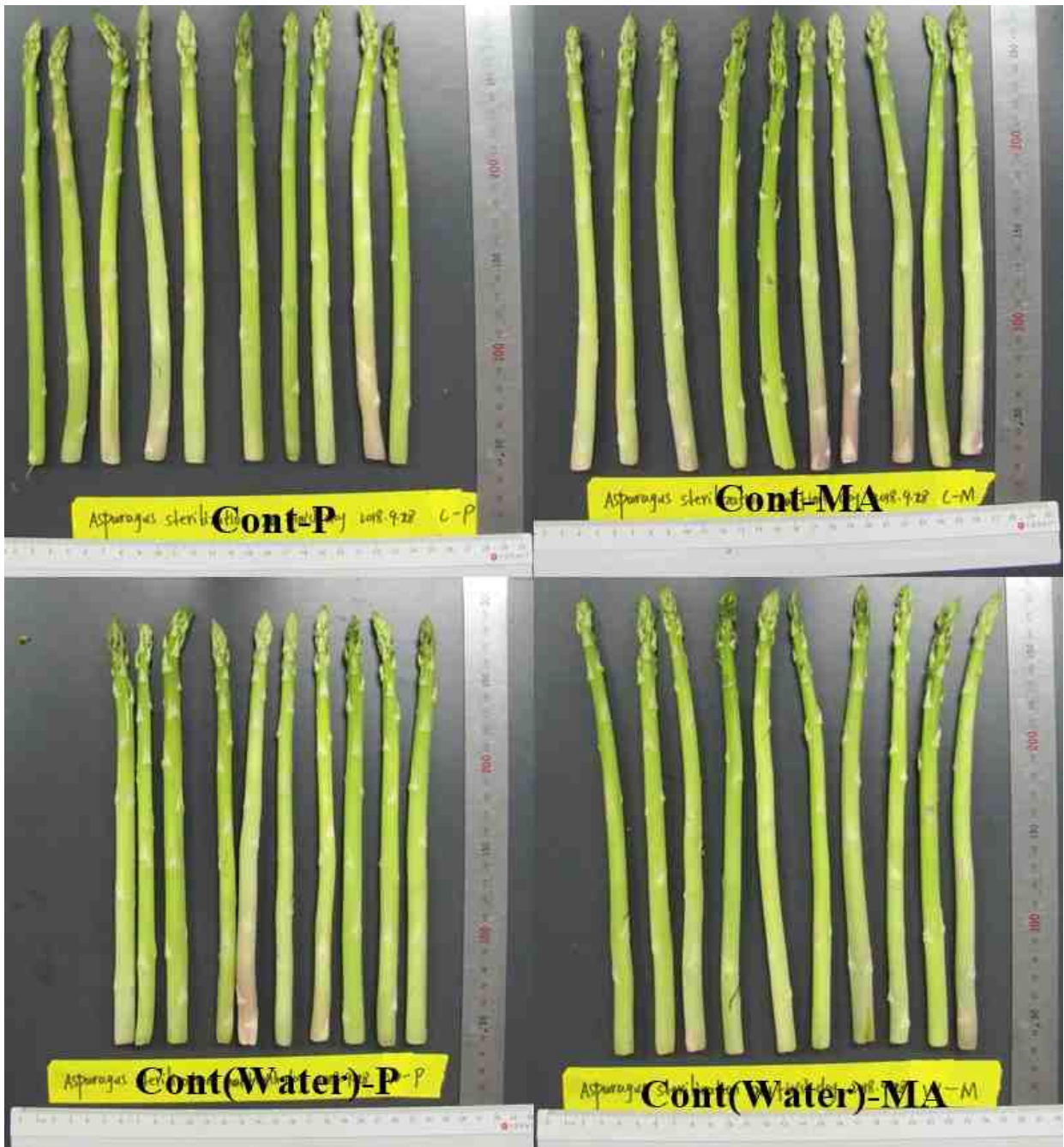


그림 36. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 외관

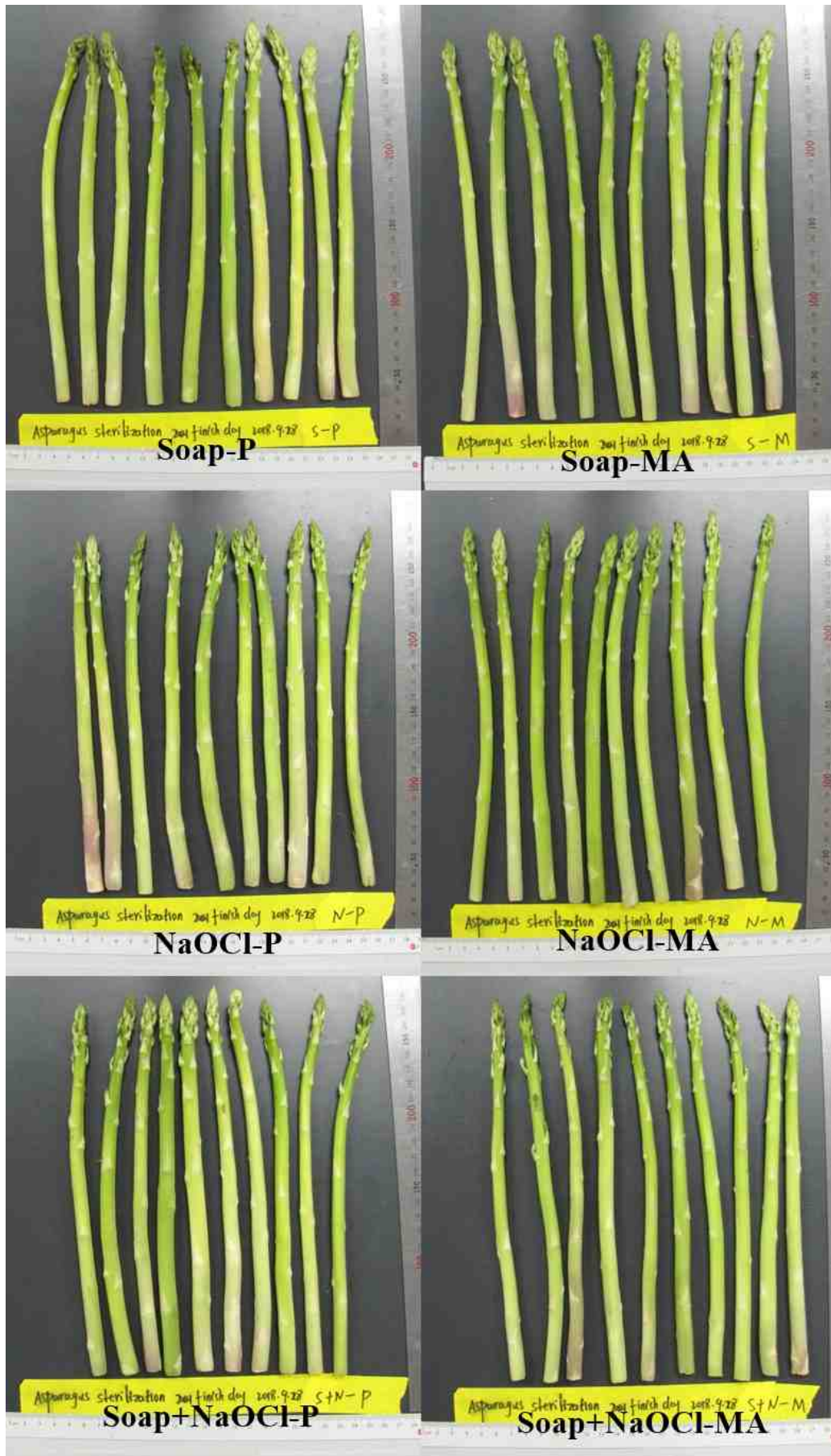


그림 37. 몇 가지 수냉 및 살균처리한 처리구의 저장 종료일 외관

(나). 저장 중 처리 기술 개발: 해충 방제를 위한 포장중 처리 기술 개발

① 저장 시 포장내 이산화탄소 가스 주입이 살균 및 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 진공필름에 60% 이산화탄소 농도 주입하여 포장

대조구- 유공저장, 1,300cc MA저장, 진공필름

저장방법: 2°C 챔버에서 20일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소 농도 변화, 포장내 에틸렌 가스 농도, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 세균, 대장균, 곰팡이수(현재 조사중)

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 대조구인 유공저장 처리구가 저장 종료일에 가장 높은 약 2.5%의 농도를 보였고, 이를 제외한 나머지 처리구는 저장 종료일인 20일까지 0.5% 미만의 낮은 감소를 나타냈다. 모든 처리구는 아스파라거스 최대 허용 생체중 감소율인 8%보다 낮았다. 포장내 산소 농도는 두 진공필름 포장 처리구는 저장 직후 급격히 감소하여 저장 1일 후부터 저장 종료일까지 1-3% 내외의 농도를 유지하였다. 대조구인 유공저장 처리구는 저장 종료일까지 20% 농도를 유지하였으며, 1,300cc MA저장 처리구는 진공필름 처리구에 비해 서서히 감소하였으나 저장 종료일은 유사한 수치를 나타냈다.

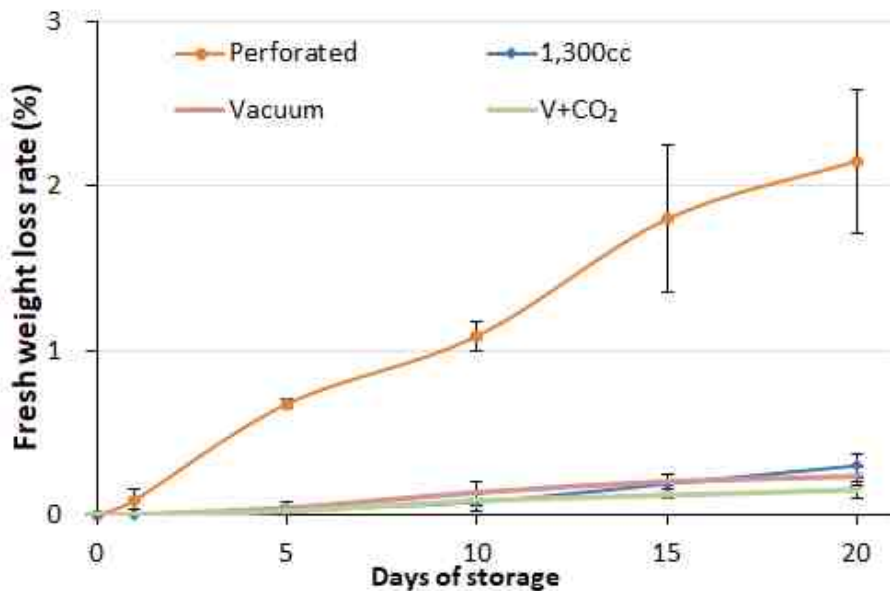


그림 38. 이산화탄소 주입 저장중 생체중 감소율



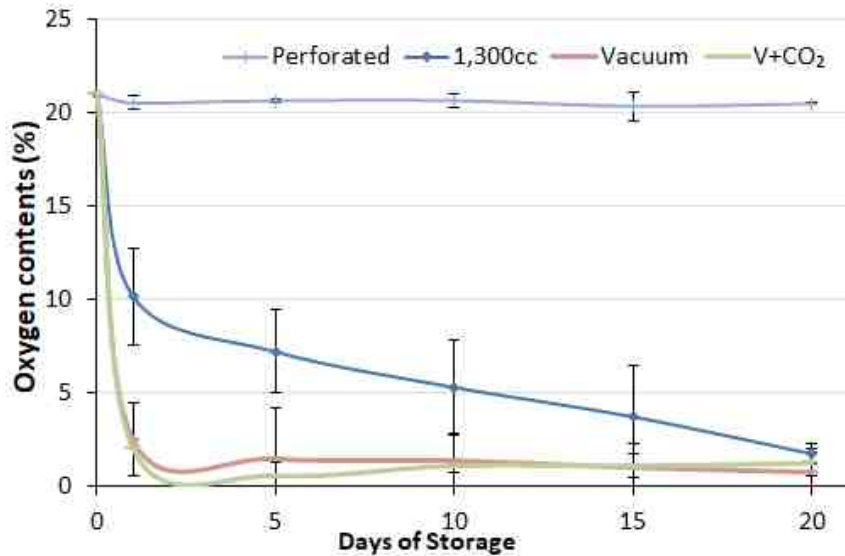


그림 39. 이산화탄소 주입 저장중 포장내 산소 농도 변화

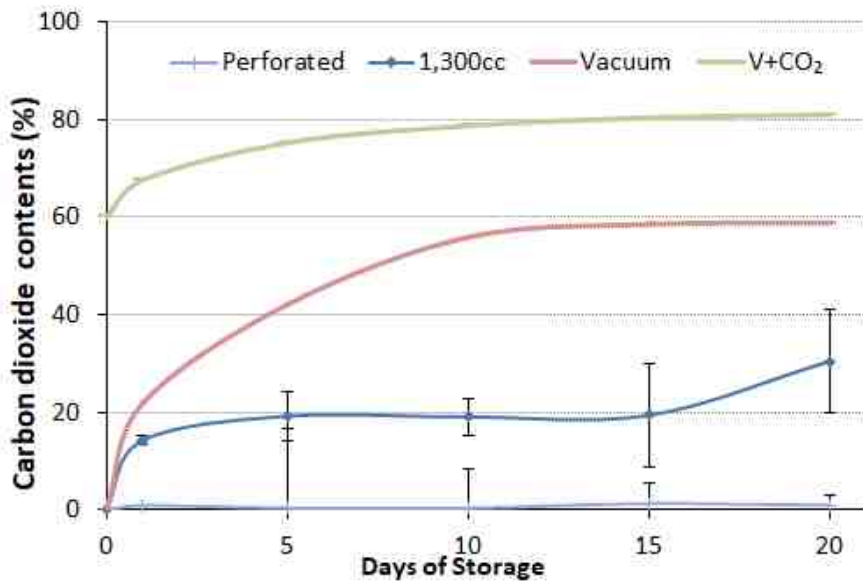


그림 40. 이산화탄소 주입 저장중 포장내 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장내 이산화탄소 농도는 진공필름에 이산화탄소를 주입한 V+CO<sub>2</sub> 처리구의 경우 저장 후에도 서서히 증가하여 저장 종료일까지 80%의 높은 농도를 유지하였다. 진공필름 저장 처리구도 저장 10일째까지 서서히 증가하다 종료일까지 60%의 농도를 나타내었다. 1,300cc MA 저장 처리구는 저장 중 20% 내외로 유지하다 저장 15일째 증가하여 저장 종료일에는 30%의 농도를 보였고, 유공저장 처리구는 저장 종료일까지 0% 내외를 유지하였다. 저장 종료일의 포장내 에틸렌 농도는 V+CO<sub>2</sub> 처리구가 가장 높은 100 $\mu$ l/l의 농도를 나타냈고, 이를 제외한 나머지 처리구는 30 $\mu$ l/l 이하였다.

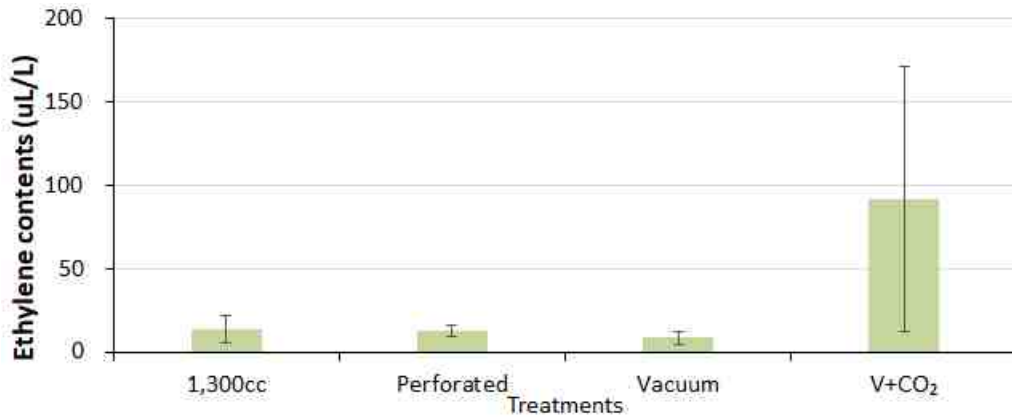


그림 41. 이산화탄소 주입 저장 종료일의 포장내 에틸렌 농도

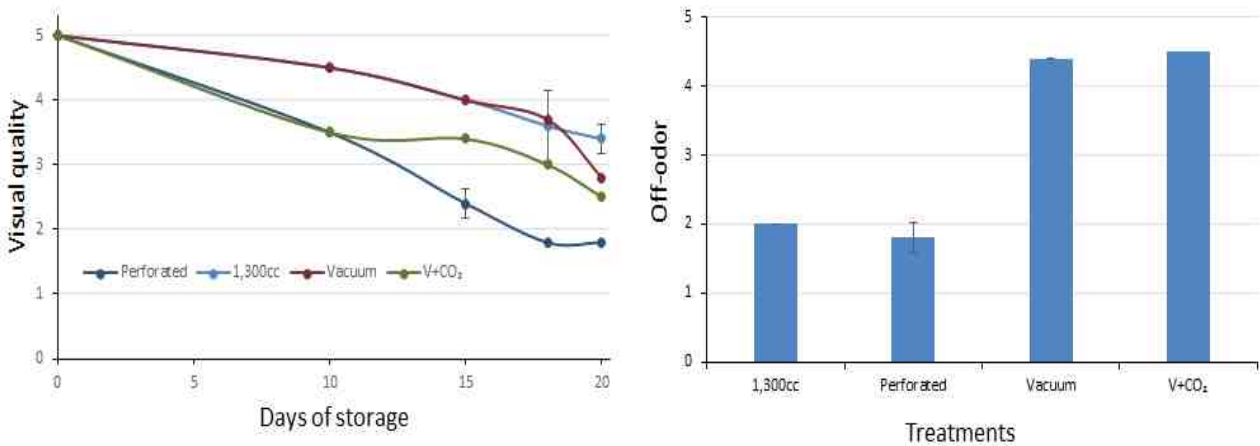


그림 42. 이산화탄소 주입 저장 중 외관상 품질 변화와 종료일의 이취 정도

저장 중 패널테스트를 통한 외관상 품질 변화는 1,300cc 처리구가 저장 종료일에 상품성 한계 점인 3점 이상의 수치를 보였고, 진공필름 저장 처리구와 V+CO<sub>2</sub>가 그 뒤를 따랐다. 저장 종료일의 패널테스트로 이뤄진 이취 정도는 두 진공필름 처리구가 가장 높았으며 1,300cc와 유공저장 처리구는 낮았다. 경도는 화두와 줄기 두 곳을 측정하였는데, 화두의 경우 V+CO<sub>2</sub> 처리구가 초기값에 비해 가장 감소하였으나, 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 줄기의 경우 1,300cc와 진공필름 처리구가 초기값에 비해 낮고 유공저장 처리구와 V+CO<sub>2</sub> 처리구가 높았으나 통계적 유의성이 없었다.

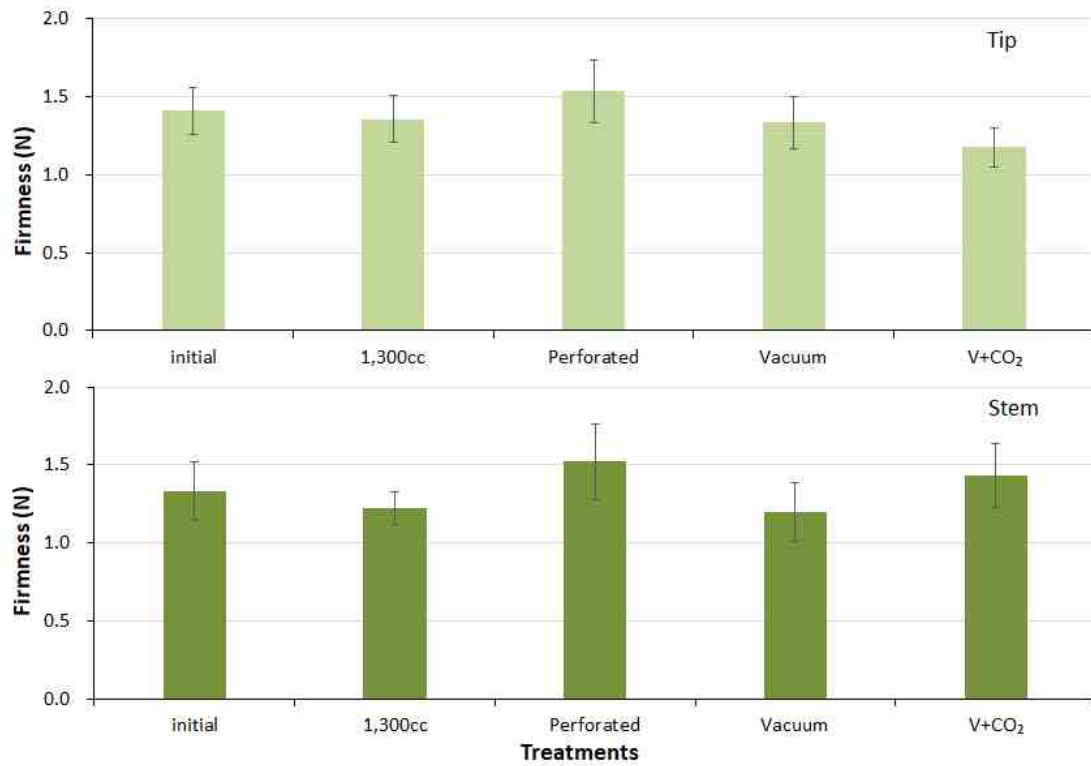


그림 43. 이산화탄소 주입 저장 종료일의 경도(위:화두, 아래: 줄기)

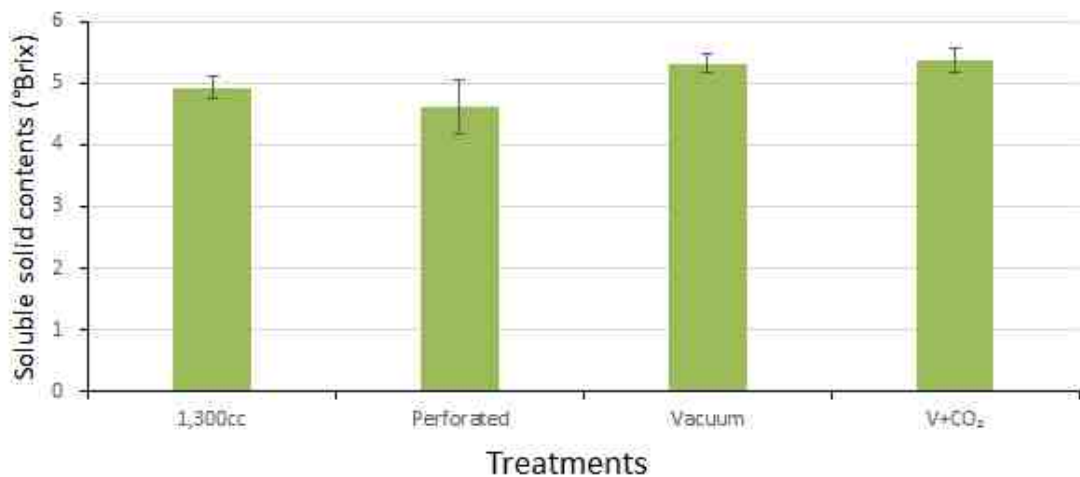


그림 44. 이산화탄소 주입 저장 종료일의 당도

저장 종료일의 당도는 모든 처리구 유사한 수치를 나타내었고, 색도는 명도를 나타내는 L\*값의 경우 두 진공필름 처리구가 초기값에 비해 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. 녹색과 적색을 나타내는 a\*값과 청색에서 황색을 나타내는 b\*값은 1,300cc가 초기값과 가장 유사하였다. 살균 수치 확인 후 본 연구의 최종 결과 도출 예정.

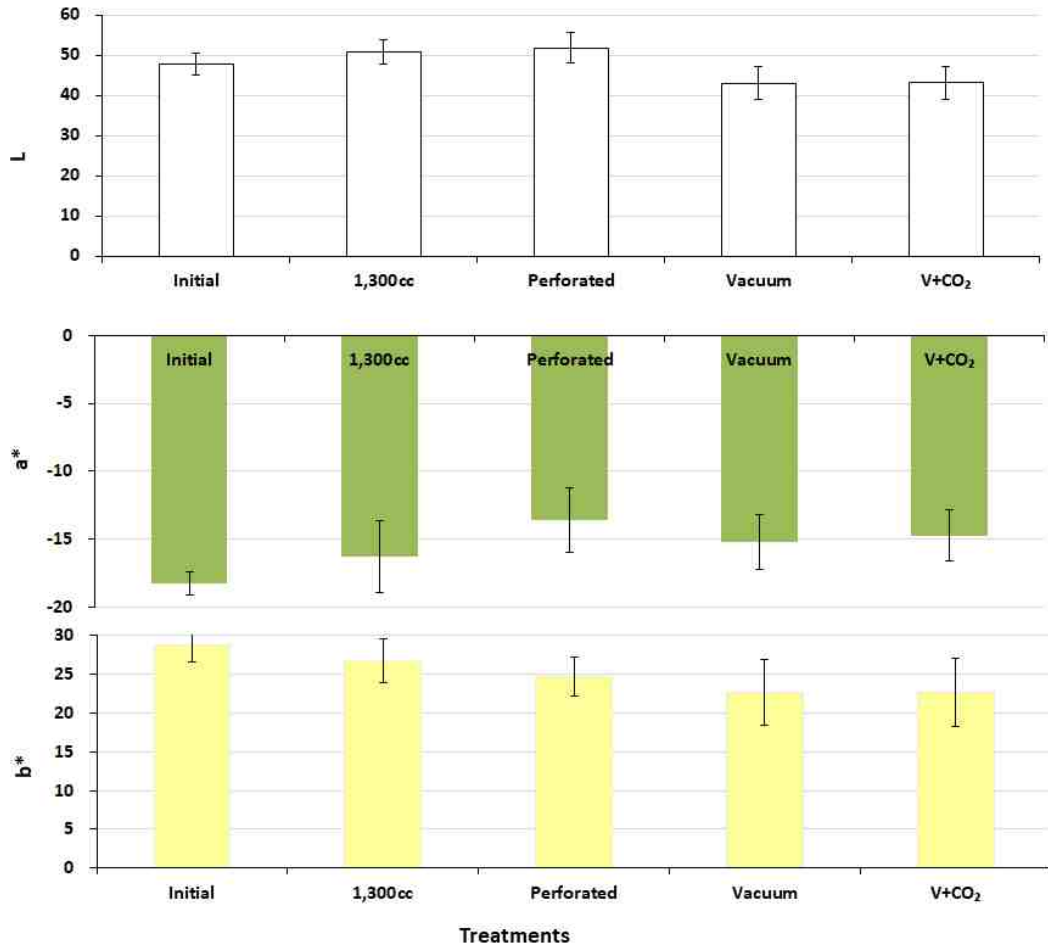


그림 45. 이산화탄소 주입 저장 종료일의 색도

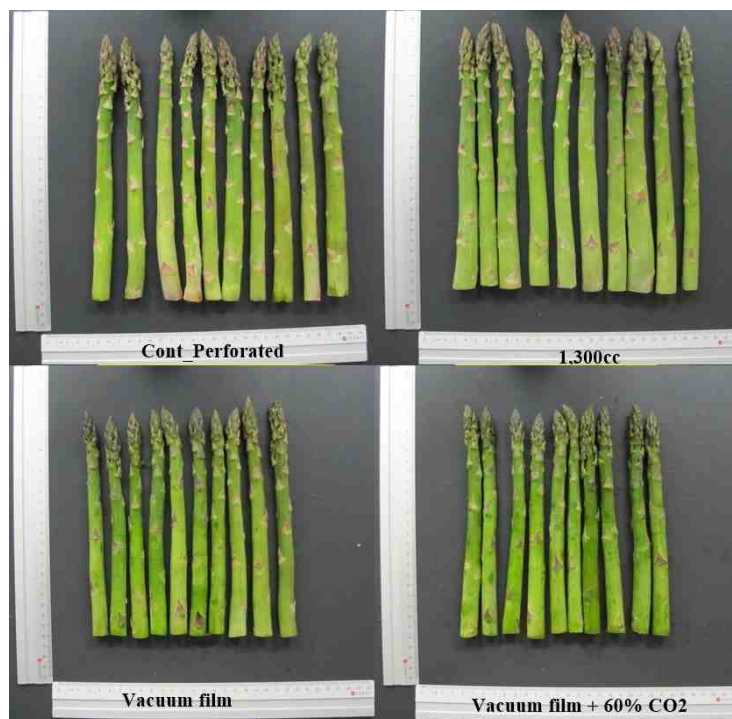


그림 46. 이산화탄소 주입 저장 종료일의 색도

② 저장 전 이산화탄소 가스 처리가 해충 방제 및 저장성에 미치는 영향 비교

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 4°C 에서 48, 72시간, 20°C 에서 24시간 이산화탄소 가스 60% 처리

저장방법: 2°C 챔버에서 유공필름 저장과 10,000cc OTR 필름으로 MA저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소 농도 변화, 포장내 에틸렌 가스 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 이온용출량, 총 세균수, 대장균, 곰팡이

- 연구결과

각각의 처리 후 저장 중 생체중 감소율을 20°C 처리구는 25일, 4°C 처리구는 30일간 저장하며 조사하였는데, 20°C\_유공필름 저장 처리구는 24시간 이산화탄소 처리구가 저장 종료일인 25일에 대조구보다 높은 6%의 감소를 보였다. 이에 반해 MA저장 처리구는 저장 종료일인 30일까지 1% 미만의 생체중 감소율을 나타냈다. 4°C\_유공필름 저장 처리구는 이산화탄소 처리구와 대조구 모두 저장 종료일인 25일에 3.5%, MA저장 처리구는 저장 종료일인 30일에 1% 미만 생체중이 감소하였다.

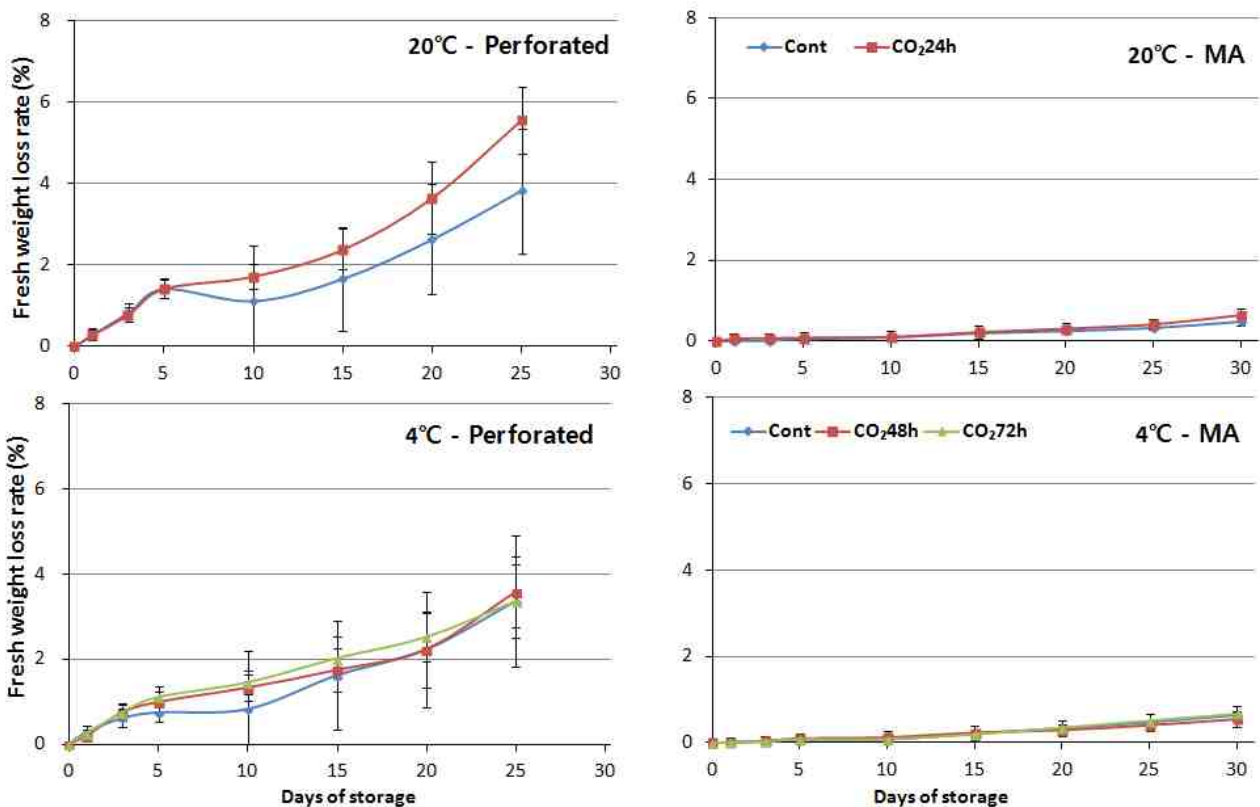


그림 47. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 중 생체중 감소 변화



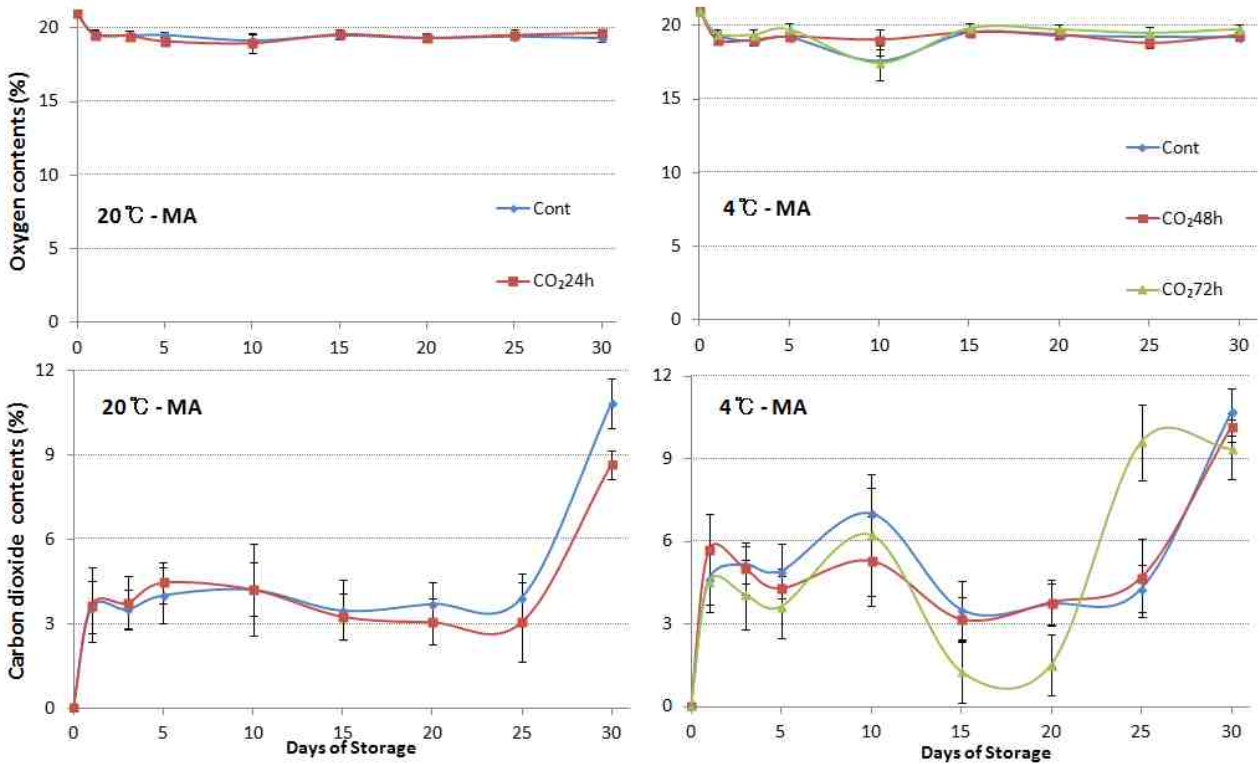


그림 48. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

MA저장 처리구의 포장내 산소 농도는 처리 온도와 상관 없이 모든 처리구 저장 종료일까지 20% 내외의 수치를 유지하였다. 포장내 이산화탄소 농도는 20°C 처리구는 저장 25일까지 4% 내외의 수치를 유지하였으나 이후 급격히 증가하여 저장 종료일인 30일에 대조구는 11%, 이산화탄소 처리구는 9%의 높은 농도를 나타냈다. 4°C 처리는 대조구와 48시간 처리구는 25일, 72시간 처리구는 20일까지 3-5% 내외이었으나 이후 급격히 증가하여 저장 종료일인 30일은 9-11%의 높은 이산화탄소 농도를 보였다.

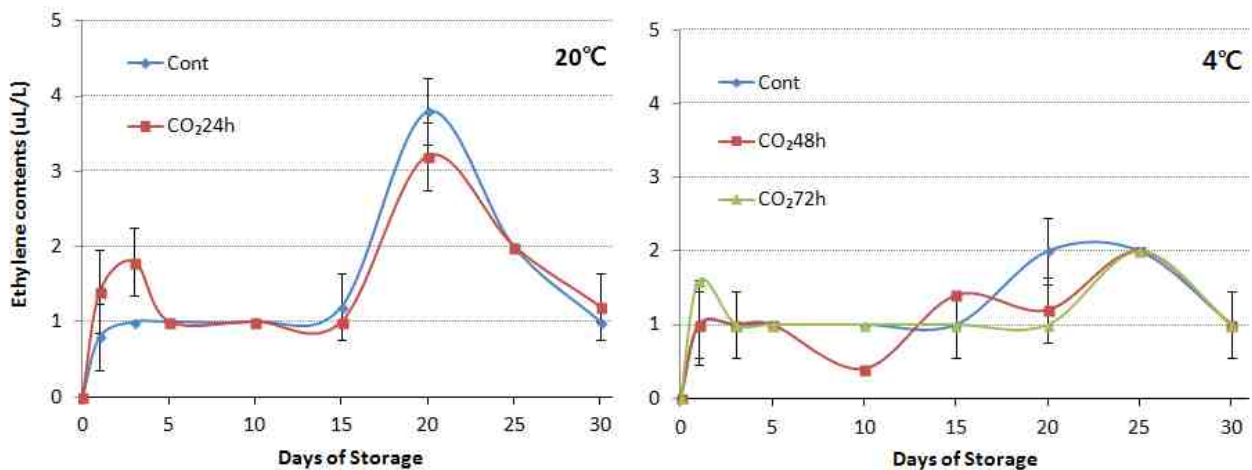


그림 49. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 중 포장내 에틸렌 농도 변화

MA저장 중 포장내 에틸렌 농도는 20℃ 처리구는 저장 직후 1일,3일째 대조구에 비해 약 2배 가량 높았으나 이후 저장 종료일까지 대조구와 유사한 수치를 나타내었다. 4℃ 처리구는 모든 처리구 대조구와 유사한 수치를 나타내며 저장 종료일까지 1-2 $\mu$ l/l 내외를 유지하였다.

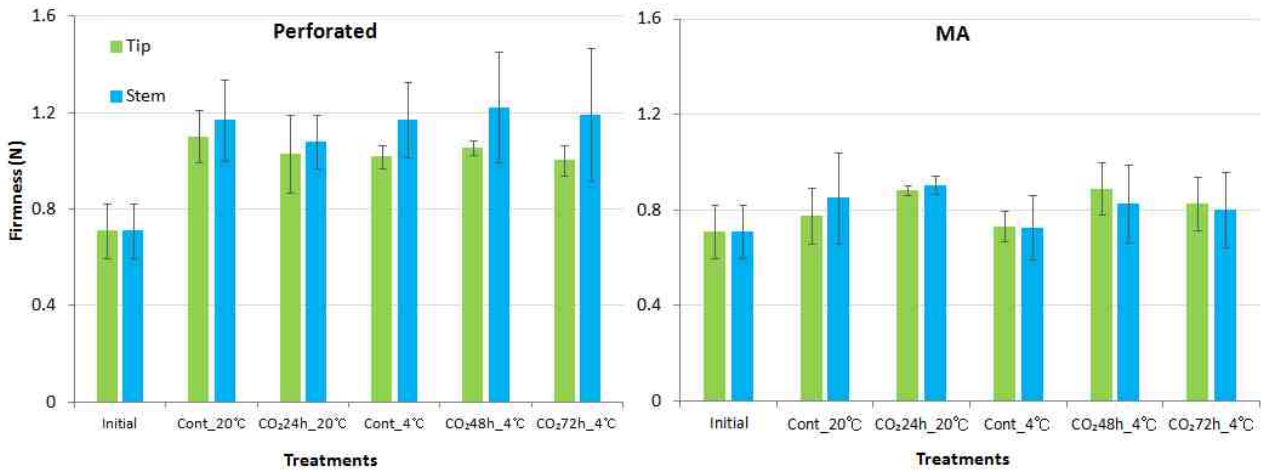


그림 50. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일 정도

저장 종료일의 정도는 화두와 줄기를 나눠 측정하였다. 아스파라거스 정도는 다른 원예작물과 다르게 저장중 리그닌화되어 증가하는 경향을 보이는 데, 모든 유공필름 저장 처리구는 초기값에 비해 증가하였다. MA저장 처리구도 초기값에 비해 증가하였으나 유공필름 저장 처리구들에 비해 유사하거나 증가 폭이 작았다.

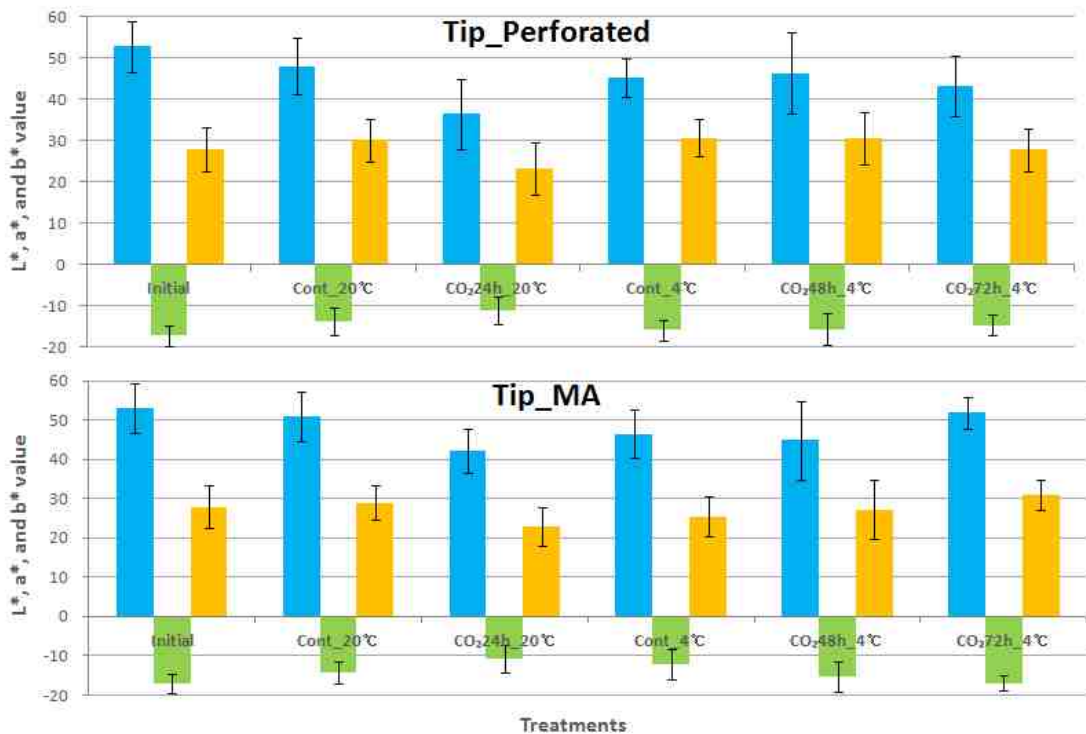


그림 51. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일 색도(화두)

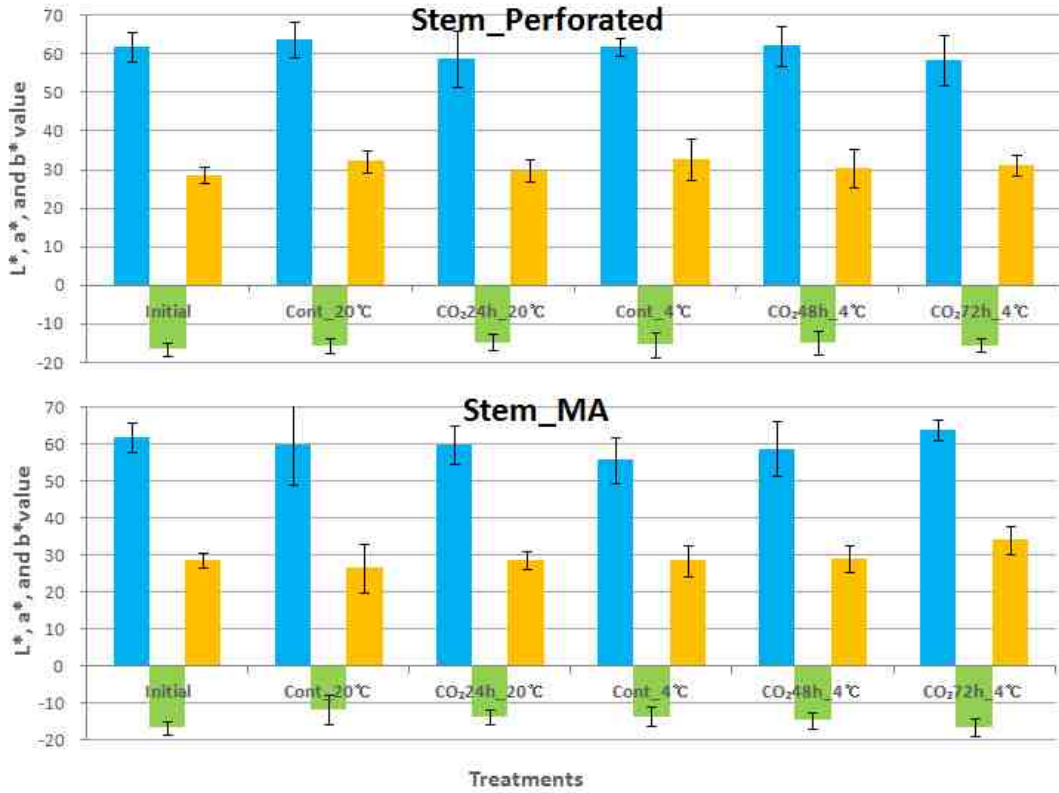


그림 52. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일 색도(줄기)

저장 종료일의 색도는 화두의 경우 저장방법에 상관없이 20°C 처리구가 L\*, a\*, 그리고 b\*값 모두 초기값에 비해 가장 많이 감소하였으나 처리구간에 통계적 유의성은 없었다. 줄기의 색도도 처리 온도와 처리 시간에 따른 뚜렷한 경향 없이 초기값과 유사한 수치를 나타냈다.

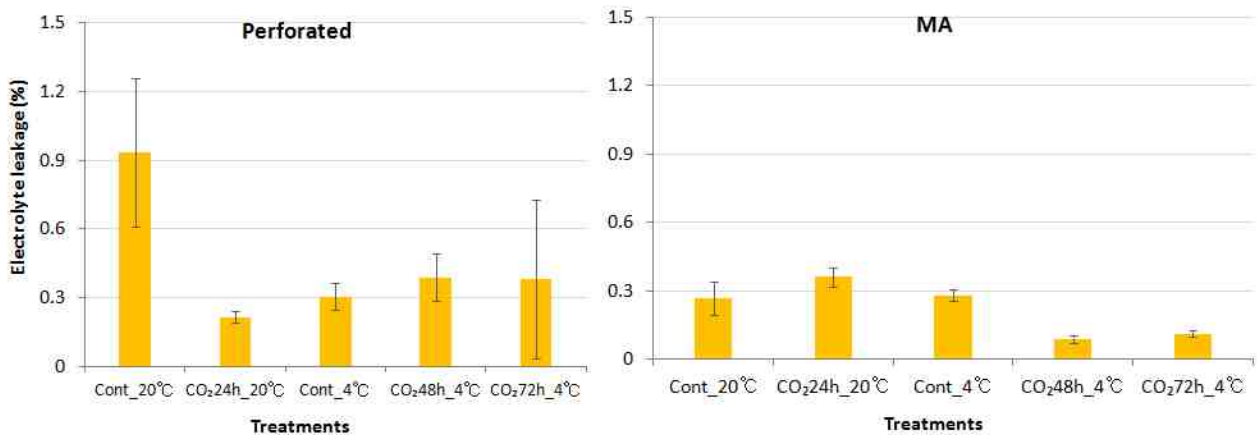


그림 53. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일 이온 용출량

저장 종료일의 이온 용출량을 조사하였는데, 유공필름 저장 처리구 중 20°C 대조구의 용출량이 가장 높게 나타났으며 이산화탄소 가스 처리구 중에서는 4°C\_72시간 처리구가 높았으나 통계적 유의성은 없었다. MA저장 처리구 중에서는 20°C\_24시간 처리구가 이온 용출량이 가장 높았으며, 4°C\_48시간, 72시간 처리구가 낮았다.

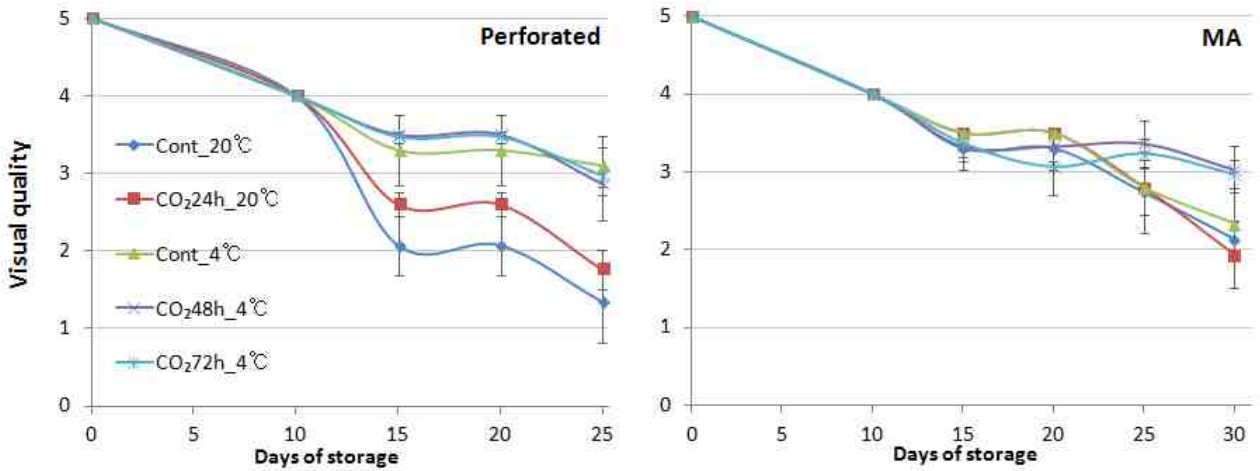


그림 54. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 기간 중 외관 변화

저장 기간 중 패널테스트를 통한 외관상 품질은 유공필름 저장 처리구 중 4°C 저장 처리구 모두 저장 종료일이 25일에 상품성 한계점인 3점 이상이였으며, MA저장은 4°C 저장 처리구 중 대조구를 제외한 4°C\_48시간, 72시간 처리구가 저장 종료일인 30일까지 상품성을 유지하였다. 저장 종료일의 패널테스트를 통한 이취 정도는 유공필름 저장 처리구 중 4°C\_72시간 처리가 가장 적게 발생되었고, MA저장 처리구 중에서는 4°C\_48시간 처리구가 가장 낮았다.

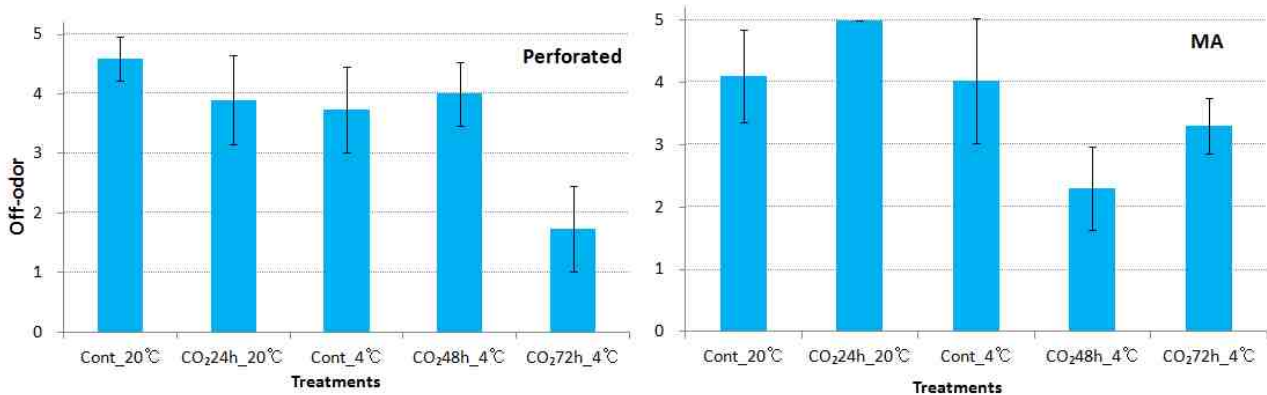


그림 55. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일의 이취 정도

※ 해충 및 살균 효과에 대한 조사는 현재 진행중

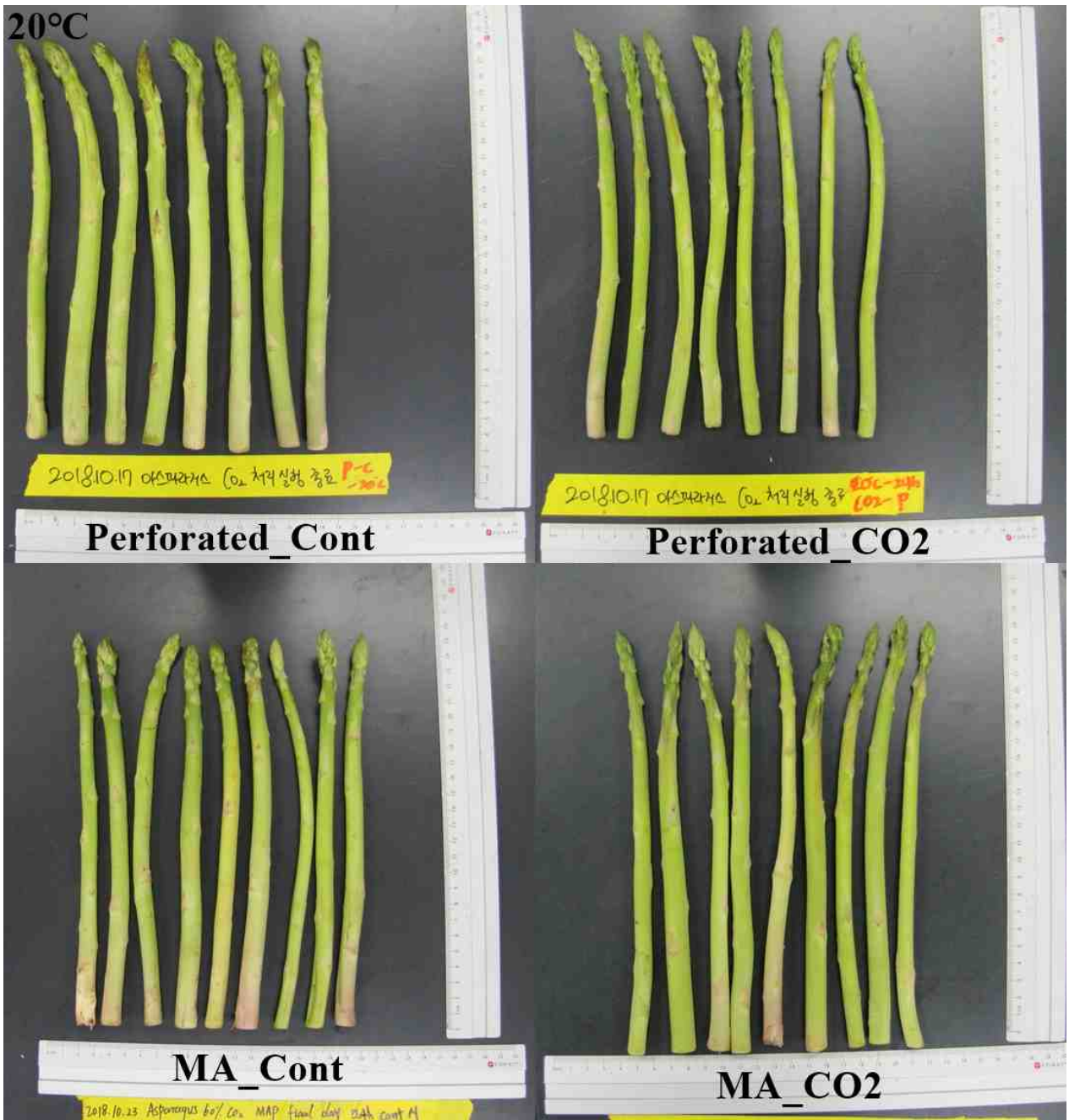


그림 56. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일의 외관



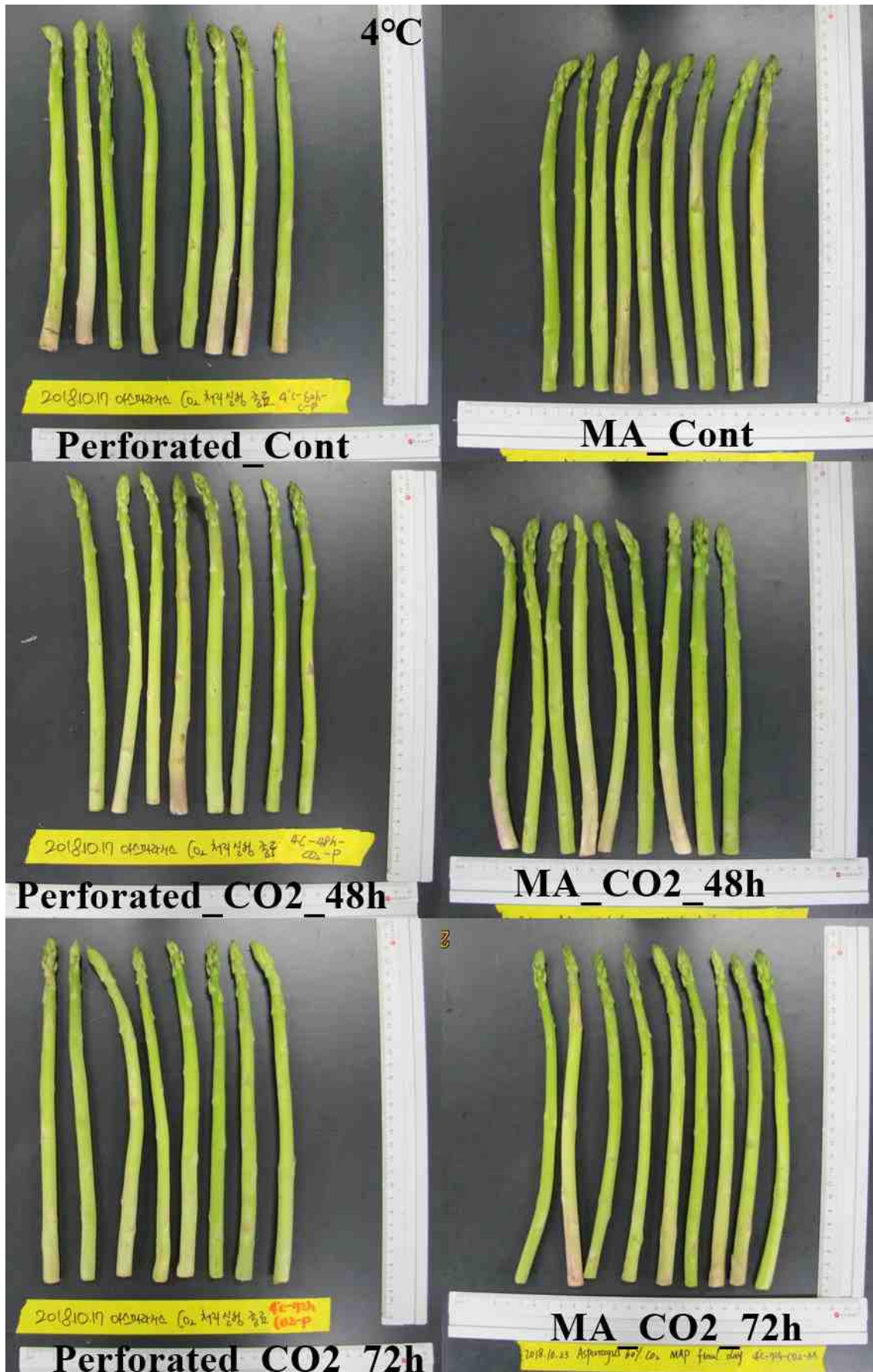


그림 57. 몇 가지 이산화탄소 가스 처리구의 저장 종료일의 외관

③ 플라즈마와 UVC 복합처리가 해충 방제 및 저장성에 미치는 영향 비교

: 1차년도 플라즈마 처리 시간에 따른 저장성 비교 결과, 18시간 처리가 외관상 다소 우수하였으나 통계적 유의성은 없었다. 이에 보다 플라즈마 6시간의 짧은 처리와 UVC처리를 복합처리를 통하여 보다 효율적인 해충 방제 및 저장성 효과를 비교하고자 수행하였음

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 6시간 플라즈마 처리+UVC 15kJ 처리

저장방법: 유공필름 및 10,000cc OTR 필름으로 MA 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소 농도 변화, 포장내 에틸렌 가스 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 총 세균수, 대장균, 곰팡이

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 유공필름 저장 처리의 두 처리구 모두 경우 저장 종료일에 4-5%의 수치를 나타내었는데, 아스파라거스 최대 허용 생체중 감소율인 8%보다 낮았다. MA저장 처리의 두 처리는 저장 종료일에 1% 이하의 감소를 보였다. MA저장 처리구의 포장내 산소 농도는 저장 종료일인 35일까지 20% 농도를 유지하였고, 이산화탄소는 처리구가 대조구에 비해 약 50% 가량 낮은 수치로 유사한 경향을 보이며 저장 종료일까지 유지되었다. 포장내 에틸렌 농도 또한 처리구가 대조구에 비해 낮았는데 25일까지 유사한 수치를 나타내었으나, 이후 처리구와 대조구의 유의성 있는 차이를 보였다.

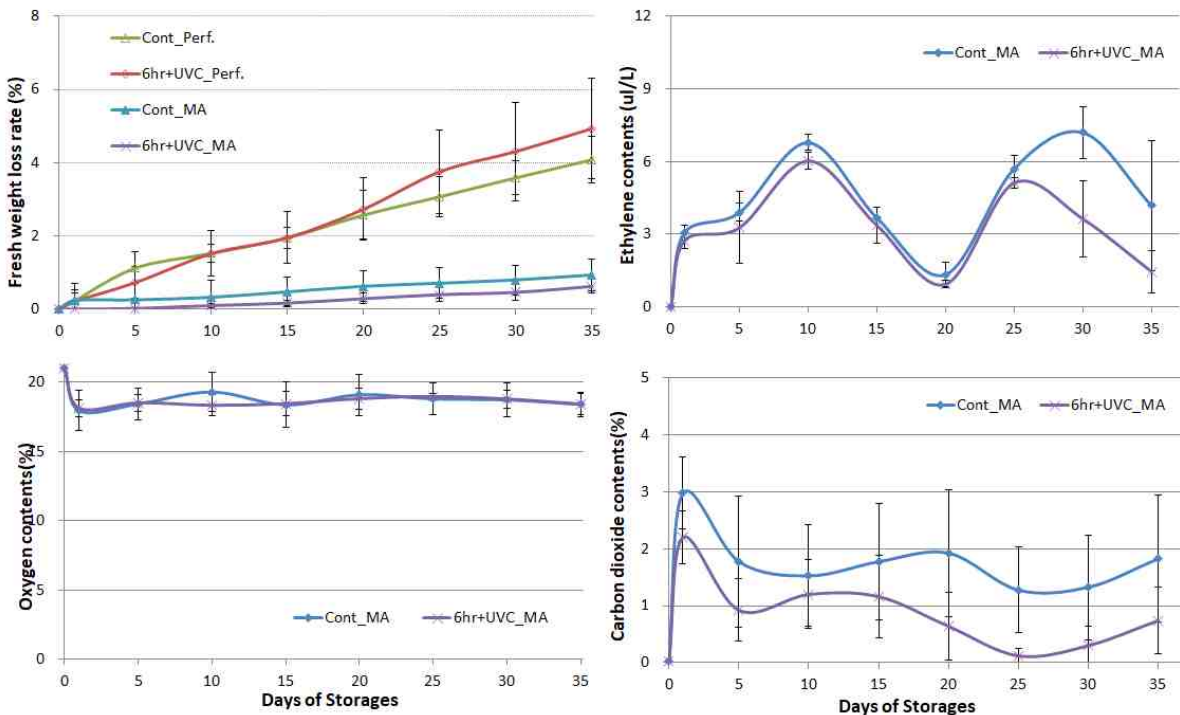


그림 58. 플라즈마와 UVC 복합처리에 따른 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 그리고 에틸렌 농도 변화

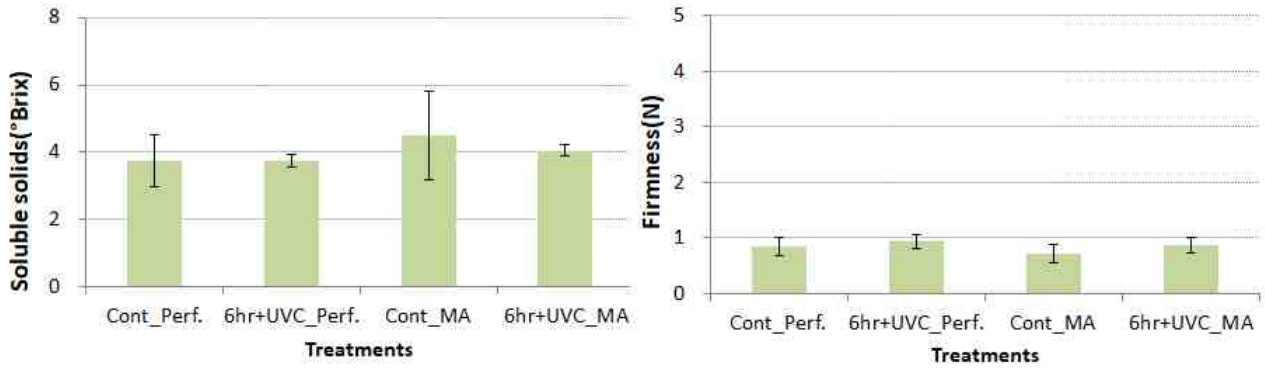


그림 59. 플라즈마와 UVC 복합처리에 따른 저장 종료일의 당도와 경도

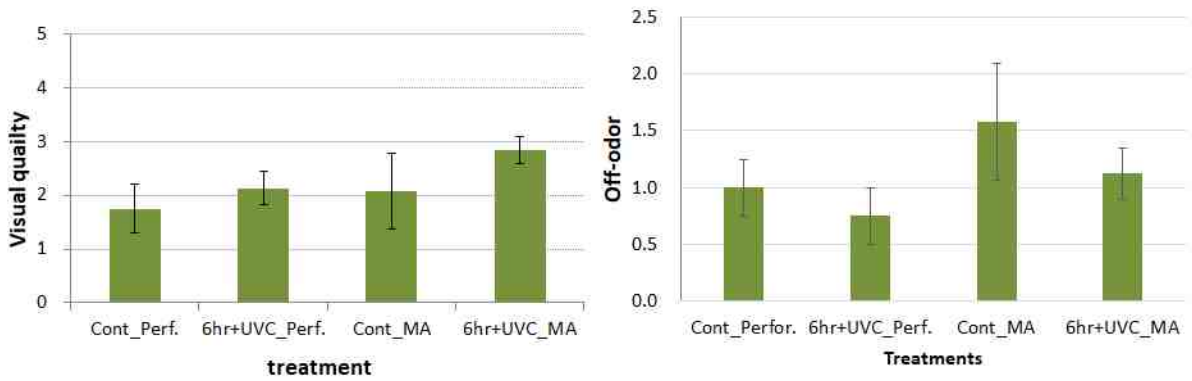


그림 60. 플라즈마와 UVC 복합처리에 따른 저장 종료일의 외관과 이취

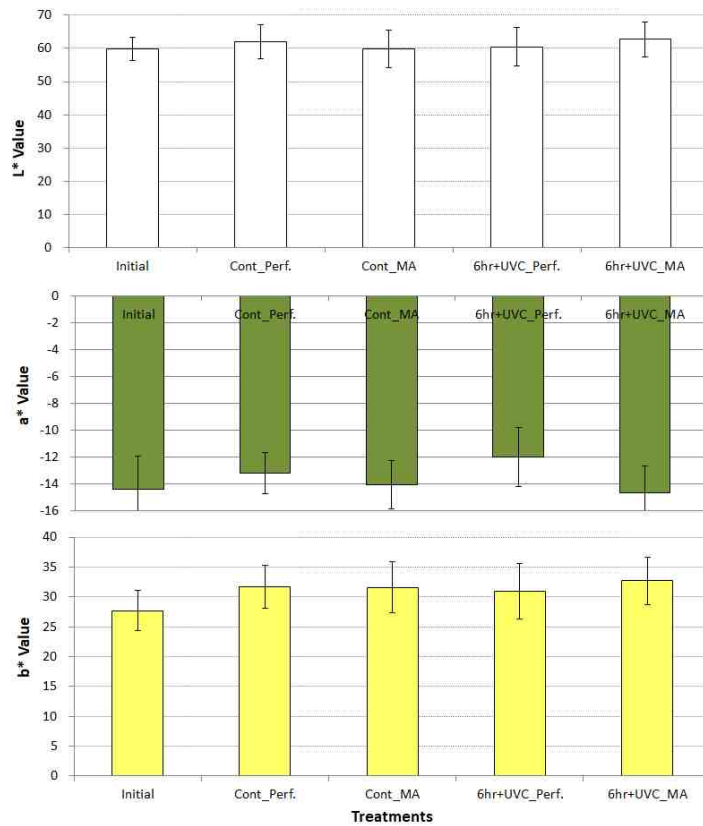


그림 61. 플라즈마와 UVC 복합처리에 따른 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 당도와 경도는 모든 처리구 유사한 수치를 나타내었다. 저장 종료일 패널테스트를 통한 외관상 품질은 복합처리하여 MA저장 처리구가 상품성의 한계점인 3점에 가장 가까웠으며, 이취는 복합처리하여 유공필름 저장한 처리구가 가장 낮았다. 종료일의 색도는 명도값인 L\*값은 모든 처리구 유사하였으며, 녹색에서 적색을 나타내는 a\*값의 경우 복합처리하여 MA저장 처리구와 MA저장 대조구가 초기값과 유사한 수치를 나타냈다. 청색에서 황색을 나타내는 b\*값은 모든 처리구 초기값에 비해 증가하였으며 통계적 유의성은 없었다.

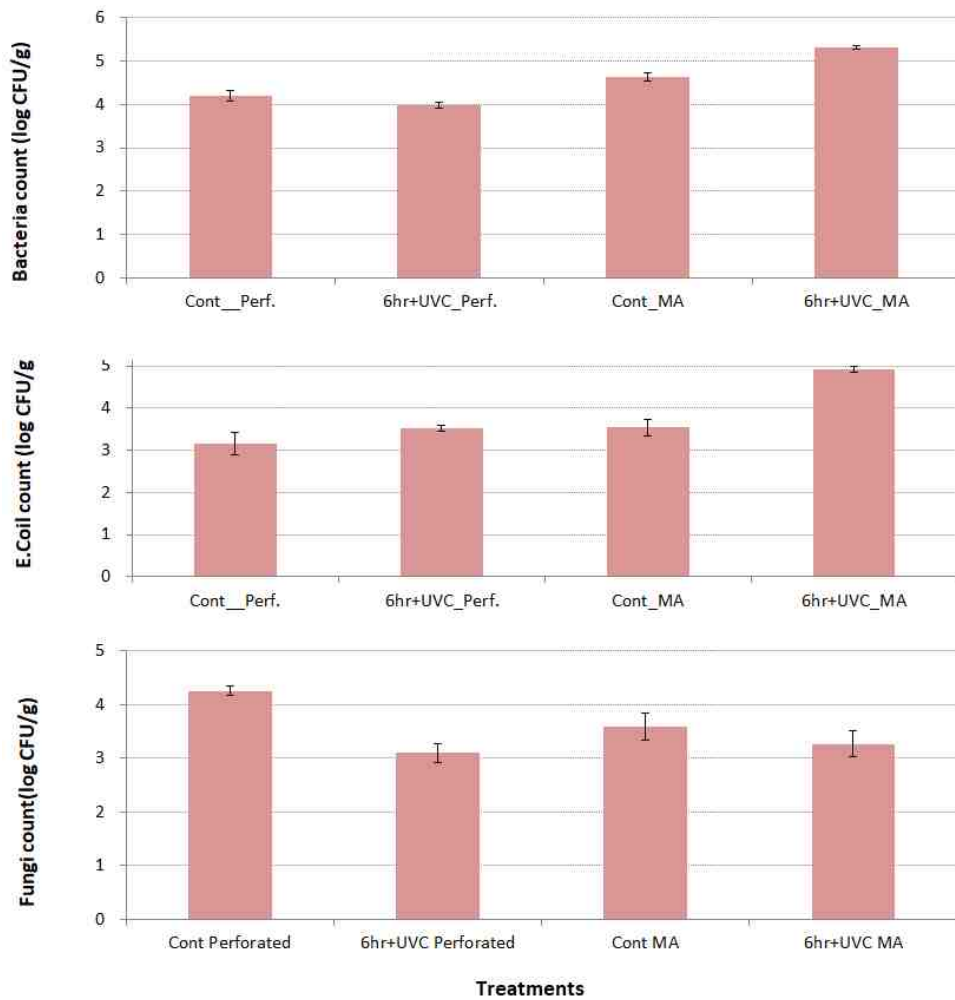


그림 62. 플라즈마와 UVC 복합처리에 따른 저장 종료일의 세균수, 대장균수, 그리고 곰팡이수

저장 종료일의 세균수와 대장균수는 복합처리구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었고, 곰팡이수는 복합처리구가 대조구에 낮은 수치를 나타내었다.

위의 결과를 종합해보면, 복합처리는 대조구에 비해 이산화탄소와 에틸렌을 적게 발생시키며, 외관상 품질이 양호하며 이취도 적다. 색도에는 영향을 미치지 않으며 곰팡이에 대한 살균효과만을 띄는 것으로 나타났다. 추후 보다 세밀한 플라즈마를 이용한 곰팡이 살균 연구가 필요하다고 판단된다.





그림 63. 플라즈마와 UVc 복합처리에 따른 저장 종료일의 외관



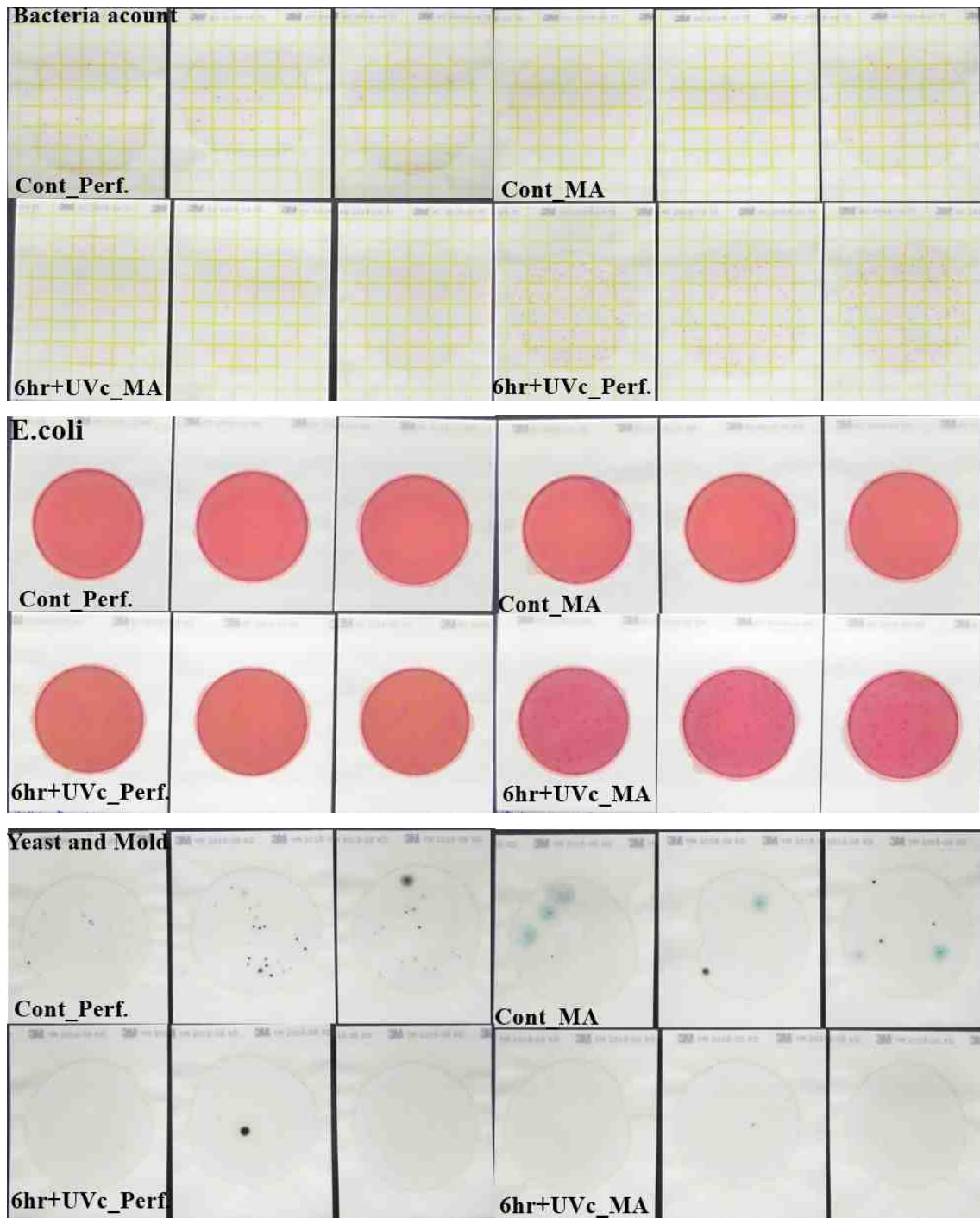


그림 64. 플라즈마와 UVc 복합처리에 따른 저장 종료일의 세균, 대장균, 그리고 곰팡이

### 3. 장기유통을 위한 포장 방법

(가). 아스파라거스 MA 포장을 위한 OTR 필름 선발

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

저장방법: MA조건을 위한 OTR필름 포장(10,000, 20,000, 40,000, 70,000, 100,000  $\text{cc/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ )과 대조구로 관행 저장인 유공 포장(Perforated)하여 4°C 저장

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 저장 중 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌의 평균값, 경도(N), 당도, 패널테스트를 통한 외관상 품질 변화, 이취

- 연구 결과

저장 중 생체중 감소율은 대조구인 유공저장의 경우 저장 20일까지 급격한 감소를 보이며 8%에 육박하는 수치를 보였다. 아스파라거스 생체중 최대 허용 감소율은 8.0%으로 알려져 있는데 본 연구의 대조구인 유공저장 처리구가 유사한 수치를 보이며 수분 손실에 의한 외관상 품질 저하 현상을 나타냈다. 이에 유공저장은 25일 저장된 MA저장 처리구에 비해 5일 적은 20일 저장된 후 종료되었다. 저장 중 필름내 평균적인 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도를 측정 한 결과, 산소 농도는 산소투과도가 낮은 10,000cc 처리구가 13% 내외의 수치를 보이며 가장 낮았고, MA저장 처리구중 가장 높은 산소투과도를 가진 100,000cc 처리구까지 투과도에 따른 일정한 경향을 보였다. 포장내 이산화탄소 농도는 산소투과도가 가장 낮은 10,000cc 처리구가 8-9%의 수치를 보였고, 투과도에 따른 일정한 경향을 보이며, 100,000cc가 가장 낮은 1-2% 이었다. 아스파라거스 적정 CA 및 MA 조건으로 이산화탄소 농도 5-12%라고 보고 되었는데, 10,000cc와 20,000cc가 그 범위를 유지하였다. 포장내 에틸렌 가스 농도는 투과도에 따른 일정한 경향을 보였지만 통계적 유의성은 없었다.

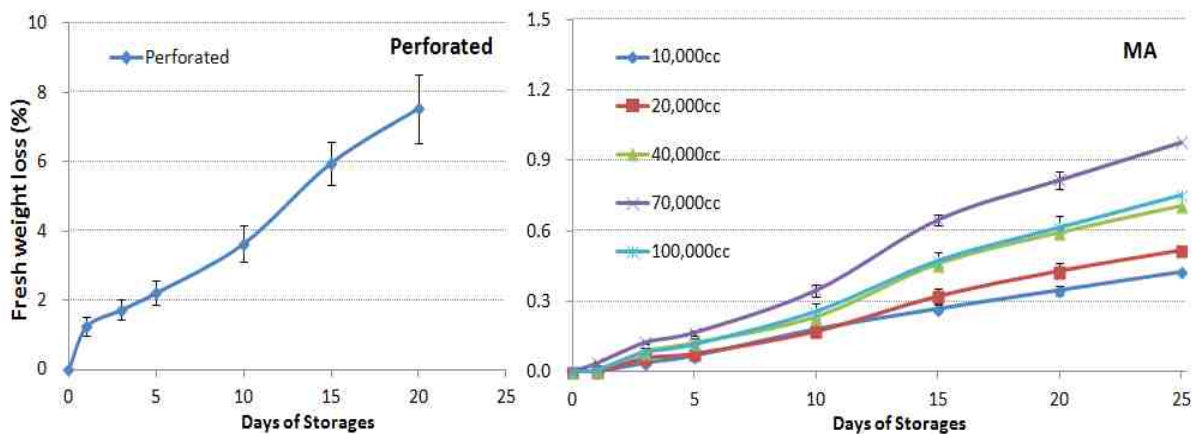


그림 65. 저장 중 생체중 감소 변화

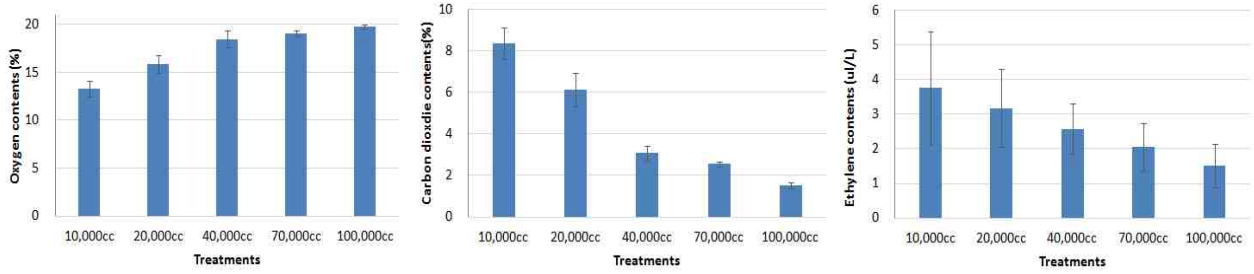


그림 66. 저장 중 필름내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도

저장 종료일의 경도는 유공저장 처리구가 가장 높아 경화된 것으로 보이며, 나머지 MA저장 처리구는 10,000cc, 20,000cc가 다소 높았고 투과도가 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다. 당도는 10,000cc가 높았으며 나머지 모든 처리구 유사한 수치를 나타냈다.

패널테스트를 통한 외관상 품질은 10,000cc와 20,000cc가 저장기간의 한계점인 3점으로 가장 우수하였으며, 투과도가 높아질수록 감소하였고 유공저장 처리구가 가장 낮았다. 이취는 10,000cc가 가장 낮았으며, 유공저장이 가장 높았다.

따라서, 위의 결과를 종합해 보면, 아스파라거스 적정 MA조건으로 보고된 수치와 유사하였고, 외관상 품질이 우수하며 당도가 높고, 이취가 낮았던 10,000cc OTR 필름이 적합하다고 판단된다.

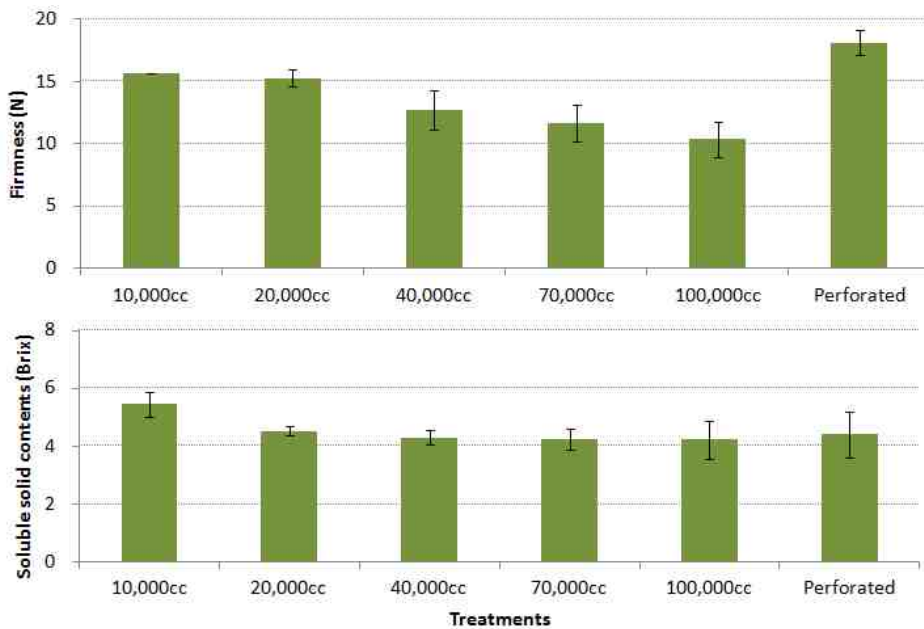


그림 67. 저장 종료일의 경도와 당도 비교

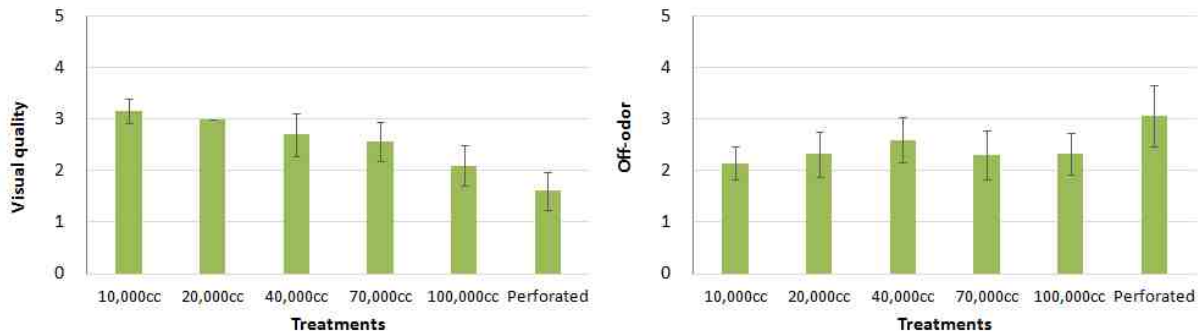


그림 68. 저장 종료일의 외관과 이취 비교

(나). 필름의 산소투과도가 아스파라거스 품질에 미치는 영향

: 본 연구는 위의 연구 ‘가. 아스파라거스 MA 포장을 위한 OTR 필름 선발’의 샘플을 대상으로 품질 조사하였음

- 연구 방법

조사내용: 비타민 C 함량, 엽록소 함량, 색도

- 연구 결과

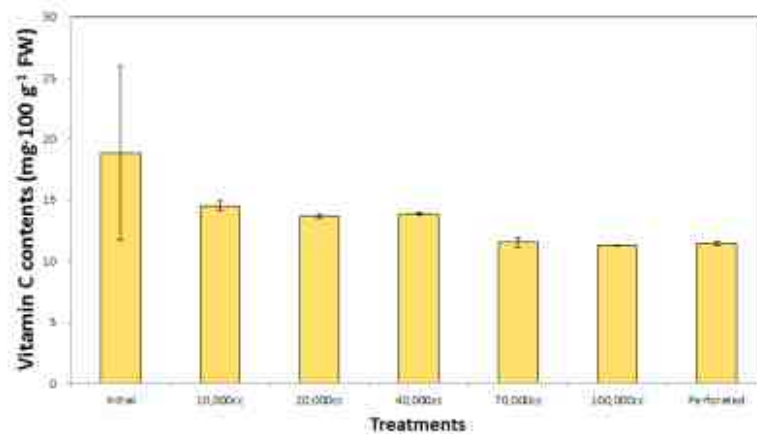


그림 69. 산소투과도에 따른 비타민C 변화

비타민C는 저장 후 모든 처리가 초기값 보다 감소하였는데, 그중 10,000cc OTR 필름 처리에서 가장 높았고, 그다음으로 40,000cc와 20,000cc OTR 필름 처리 순이었다. 비타민C의 감소는 포장 내의 산소 농도와 관련이 있다고 하였는데, 콜라비의 MA 저장 중 산소투과도가 높았던 포장재에서 크다고 하였다. 본 실험에서도 아스파라거스의 저장 기간에 필름 포장 내 산소 농도가 상대적으로 높았던 70,000cc, 100,000cc OTR 필름 처리 그리고 유공 필름 처리에서 높은 감소를 보였고 산소농도가 가장 낮았던 10,000cc OTR 필름 처리에서 가장 높았다.

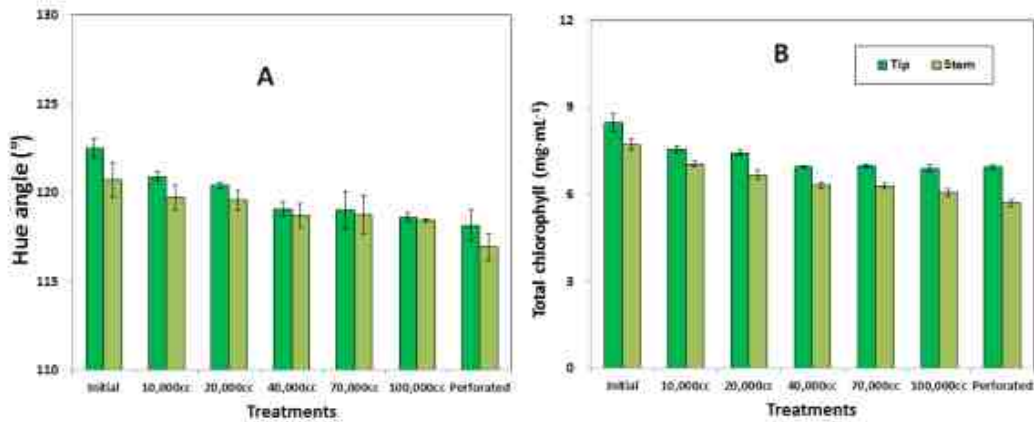


그림 70. 산소투과도에 따른 색변화 및 클로로필 함량 변화

녹색 아스파라거스의 색변화는 미국의 표준 등급(U.S. Standard) 품질 요소에도 중요 항목이며, 장기 저장 중 줄기의 황화는 외관상 품질 저하에 주요 요인이다. 저장 중 황화 정도를 알아보기 위해 아스파라거스 화두와 줄기의 hue angle 값을 조사하였는데, 화두는 저장 최종일에 10,000cc OTR 필름 처리에서 가장 높았으며 40,000, 70,000, 그리고 100,000cc OTR 필름 그리고 유공 필름 처리는 통계적 유의성이 없었다. 줄기는 10,000cc OTR 필름 처리에서 가장 높았으며, 유공 필름 처리에서 가장 낮았다. 또한, 총 엽록소 함량도 hue angle 값과 유사하였는데, 화두는 10,000cc와 20,000cc OTR 필름 처리에서 높았으며, 줄기는 10,000cc OTR 필름 처리가 가장 높았고 유공 필름 처리에서 가장 낮았다. 일반적으로 원예 산물은 노화와 에틸렌에 의해 색변화와 황화가 진행되며, 아스파라거스, 브로콜리, 그리고 애호박의 경우에도 엽록소 감소는 노화와 에틸렌 작용과 관련 있다고 하였고, 기존 보고에서는  $10 \text{ iL}\cdot\text{L}^{-1}$  에틸렌을 처리한 아스파라거스에서 엽록소 감소가 더 진행되었다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 저장 초기에 에틸렌 농도가 가장 높았던 10,000cc OTR 필름 처리에서 가장 높은 hue angle과 총 엽록소 함량을 보였는데, 이는 10,000cc OTR 필름 처리가 CA/MA 조건(이산화탄소 농도 5.0-12.0% 산소 농도 5.0% 이상)을 충족시켰고, 황화의 원인이 되는 에틸렌 농도가 저장 20일 이후에는  $2.0 \text{ iL}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 다른 처리와 유사한 수준을 보였기 때문이라 판단된다. 일반적으로 원예 산물은 10%의 고농도 이산화탄소에서  $1.0 \text{ iL}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 에틸렌의 생화학적 활성을 억제하는데, 이는 이산화탄소가 세포간극에 축적되어 에틸렌의 생성억제 기능을 한다고 하였다. 또한 기존의 보고 적정 CA 조건에서 에틸렌 발생이 억제된다고 하였으며, 고이산화탄소 조건에서 브로콜리의 엽록소 분해 효소 활성이 억제되어 황화가 지연된다고 하였다.

이상의 결과를 종합해보면 아스파라거스를  $4^\circ\text{C}$  저온에 저장할 때 10,000cc OTR 필름으로 포장하면 적정 CA/MA 조건이 유지되어 생체중, 황화, 당도, 비타민C 그리고 이취 발생이 억제되어 기존의 유공저장보다 저장 수명을 10일 정도 연장할 수 있었다.





그림 71. 저장종료일에 산소투과도별 사진

(다). 미세천공(MH package) 저장성 비교

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

저장방법: 처리구 MH\_A( $68.6\text{mm}^2/\text{m}^2$ ), MH\_B( $274.4\text{mm}^2/\text{m}^2$ )으로 천공

대조구 유공(Perforated) 필름과  $10,000\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$  OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 ( $2^\circ\text{C}$  저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널 테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

아스파라거스 저장시 포장내 습도를 조절하기 위해 두가지 타입으로 타공처리하여 저장하여 저장성을 비교하였다. 저장기간 15일동안 생체중 감소율은 비교적 타공을 많이 한 미세천공 처리구 MH\_B의 수치가 유공저장 처리구보다 높았고, 타공을 적게한 MH\_A 처리구가 대조구인 무공 처리구(MA)와 유사하였다. 아스파라거스 생체중 최대 허용 감소율인 8%에는 도달하지 않아 수분감소로 인한 외관상 품질저하는 나타나지 않았다.

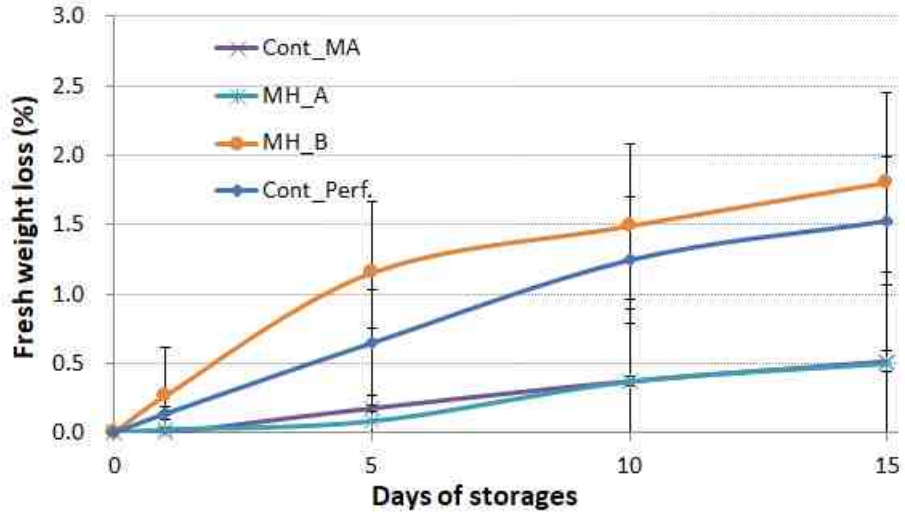


그림 72. 저장 중 생체중 감소율 변화

저장 종료일에 조사한 당도의 경우 유공저장 대조구가 다소 높았고, MH\_A 처리구가 그 다음으로 높았으며 MA저장 대조구가 가장 낮았다. 경도는 모든 처리구 유사하였다. 색도는 명도를 나타내는 L\*값, 적색에서 녹색을 나타내는 a\*값, 그리고 황색에서 파란색을 나타내는 b\*값을 조사하였는데, 모든 처리구 유사한 수치를 보였다.

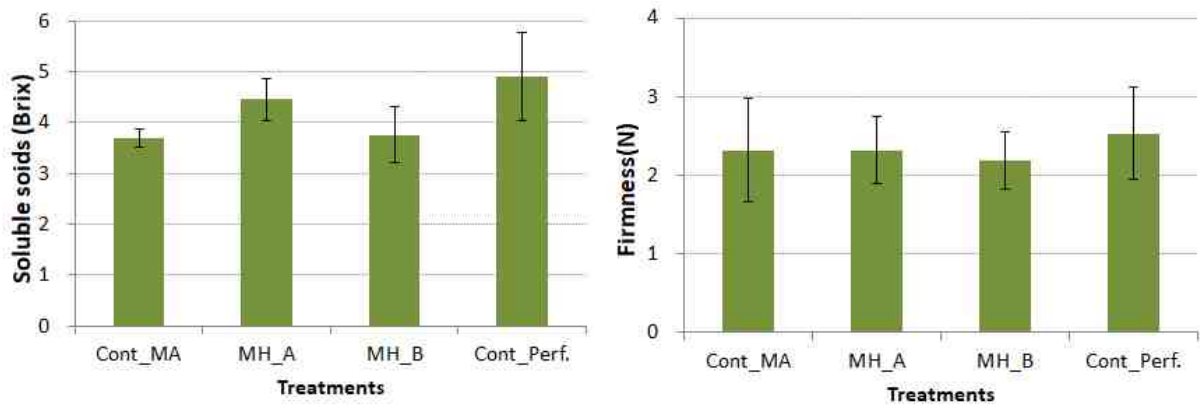


그림 73. 저장 종료일의 당도, 경도

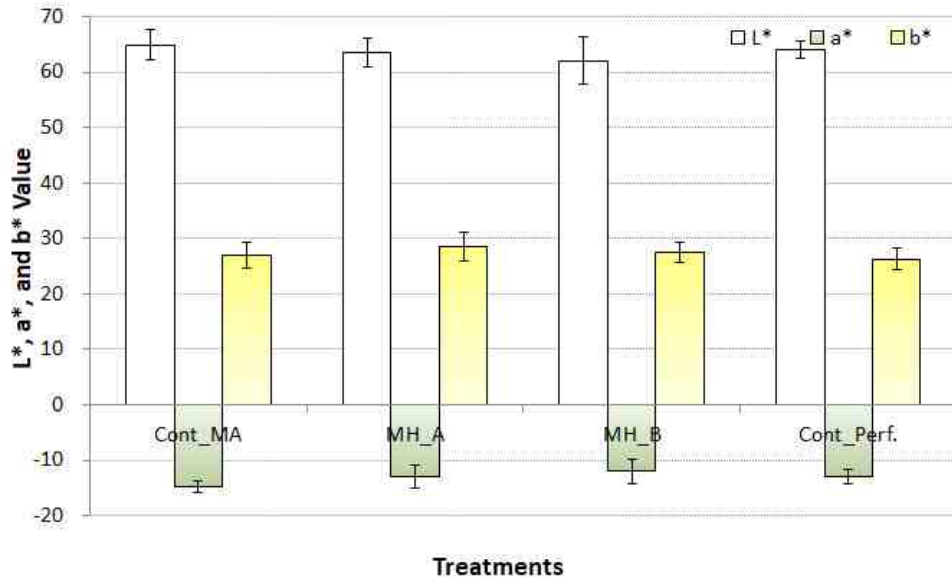


그림 74. 저장 종료일의 색도

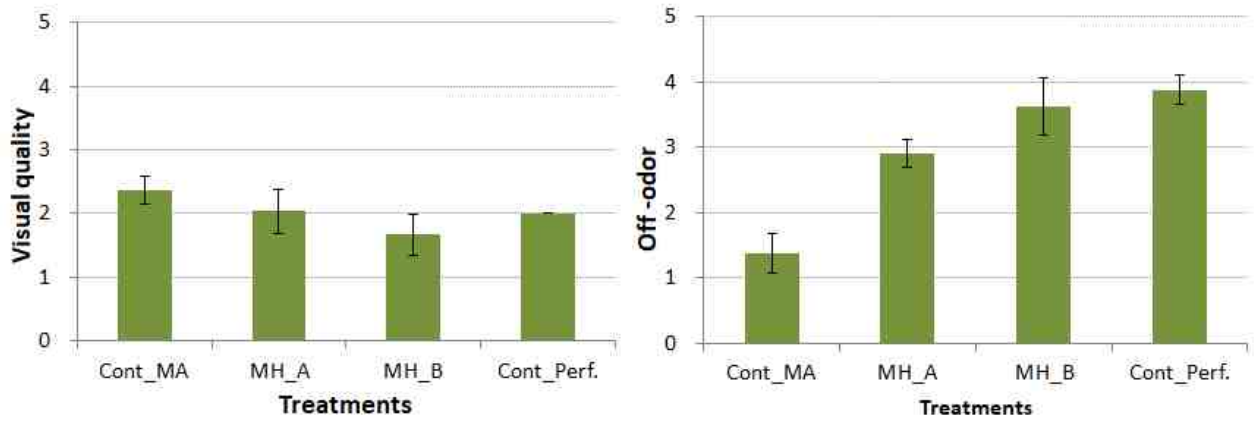


그림 75. 저장 종료일의 외관과 이취

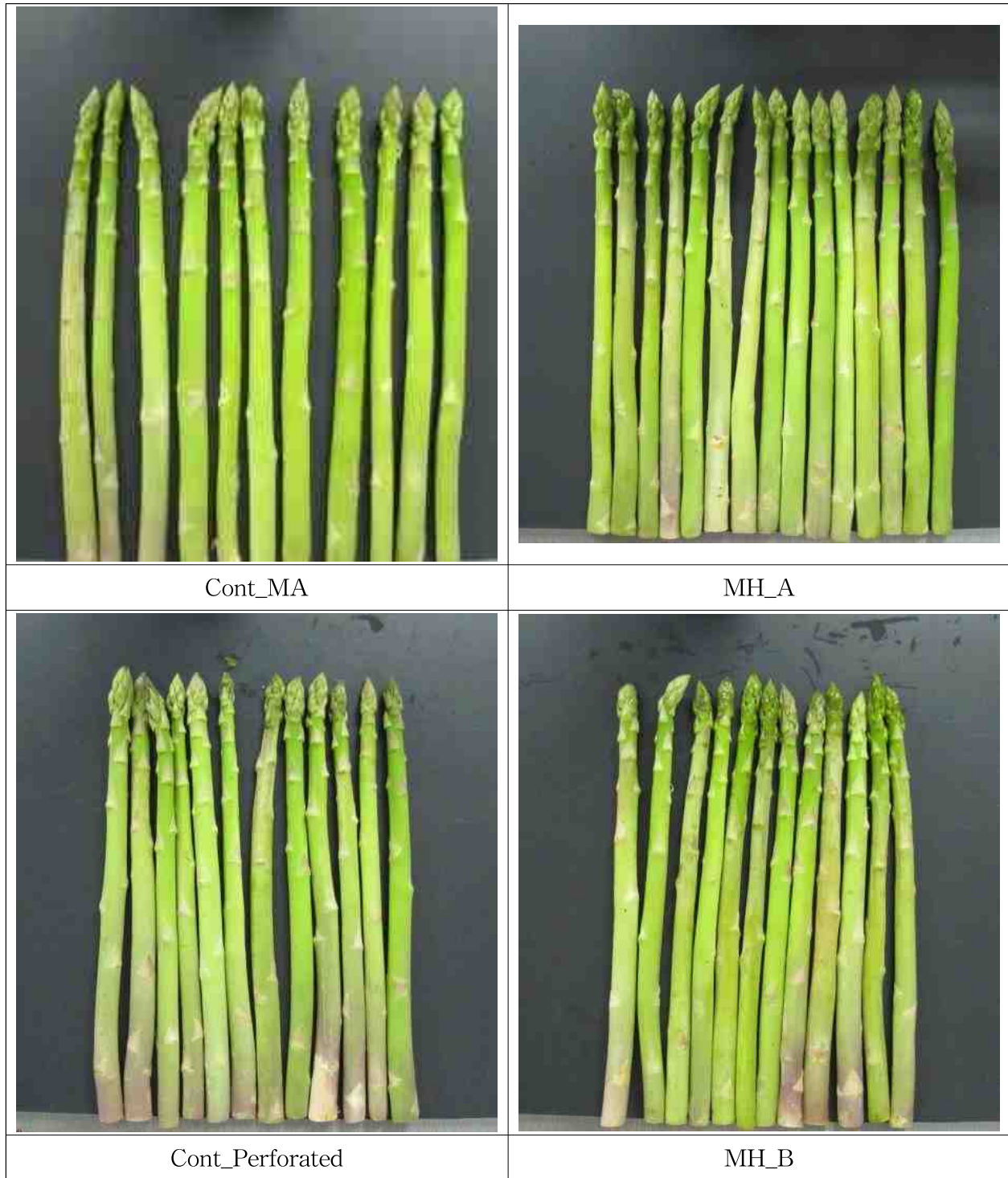


그림 76. 저장 종료일의 외관

저장 종료일의 패널테스트를 통한 외관상 품질은 모든 처리구 유사하였으며, 이취는 유공처리와 두 미세천공 처리구 모두 다소 높은 이취를 발생하였다. 미세천공 처리시 유공저장에 비해 다소 저장기간을 늘리수는 있으나 MA저장에 비해 이취가 발생하고 생체중 감소율이 다소 높은 것으로 나타나, 추후 좀 더 세밀한 계획으로 추가 실험이 요구된다.

(라). 수출 상자의 개공률에 따른 예냉 효과 비교

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 1kg씩 소포장하여 6kg 아스파라거스를 넣은 박스에 개공률을 다르게 하여 2°C 챔버에서 강제송풍 예냉

조사내용: 품온, 1kg 소포장내 온도변화, 적외선 카메라를 이용한 온도변화

- 연구 결과

동일한 크기의 상자에 개공률을 다르게 하여 1kg씩 소포장 한 후 6kg의 아스파라거스를 가득 넣어 2°C 챔버에서 강제송풍 하며 예냉 효과를 비교하였다. 예냉 시작 20-30분까지 급격히 품온이 떨어진 후 개공률이 가장 작은 2% 처리구는 예냉 시작 3시간까지도 처음 시작 온도인 20도에서 50%인 10도까지 밖에 떨어지지 않았다. 반면에 처리구 중 개공률이 가장 높은 16% 처리구는 예냉 시작 1시간이 되지 않은 시점에서 10도까지 떨어졌으며, 예냉 3시간 후 챔버의 온도인 2도를 나타냈다. 9% 처리구는 16% 처리구와 유사한 경향으로 온도가 떨어졌지만 16% 처리구보다 1시간 늦은 예냉 4시간 후 2도의 수치를 보였다. 1kg 소포장내 온습도 기록계를 설치하여 온습도 변화를 조사하였는데, 개공률이 높은 16% 처리구가 예냉시작 3시간 30분 경과시점에 챔버 온도와 유사해졌고, 2% 처리구는 7시간이 지난 후에도 10도 내외의 높은 온도를 나타냈다. 적외선 온도계로 촬영한 아스파라거스 사진에도 개공률이 높은 상자에 있던 아스파라거스가 온도가 많이 떨어져 있는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서, 아스파라거스 상자 개발 시 개공률은 최대 16%까지 제작하는 것이 예냉시간을 단축하는 적합할 것으로 판단된다. 이상의 결과를 활용하여 추후 실험에서는 품온이 저장온도까지 떨어진 이후 모든 포장처리를 시행하여 품온이 기온과 같은 수준이 유지하도록 하였음.

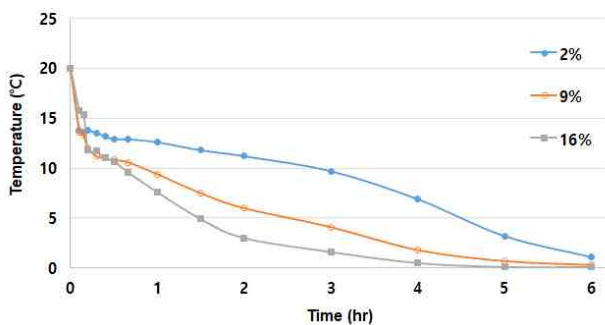


그림 77. 개공률에 따른 상자내 아스파라거스 품온 변화

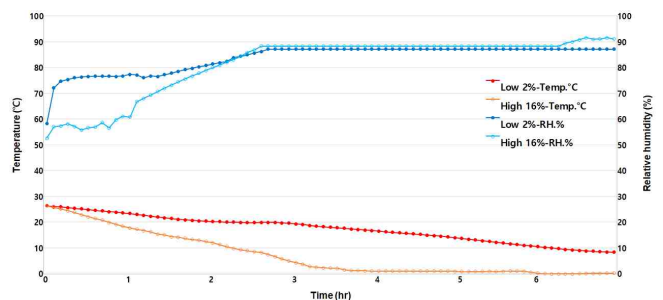


그림 78. 소포장내 온도변화



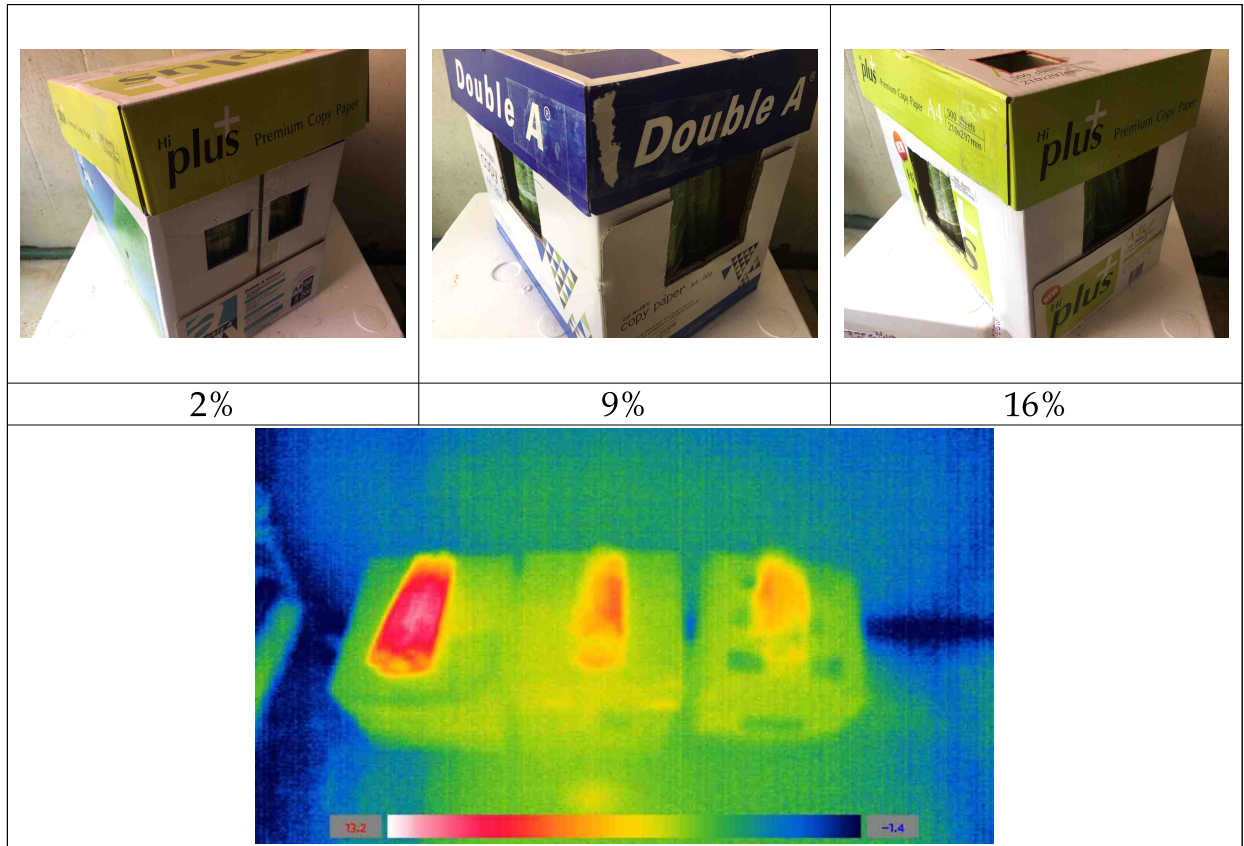


그림 79. 적외선 카메라를 이용한 개공률에 따른 상자내 아스파라거스 품온

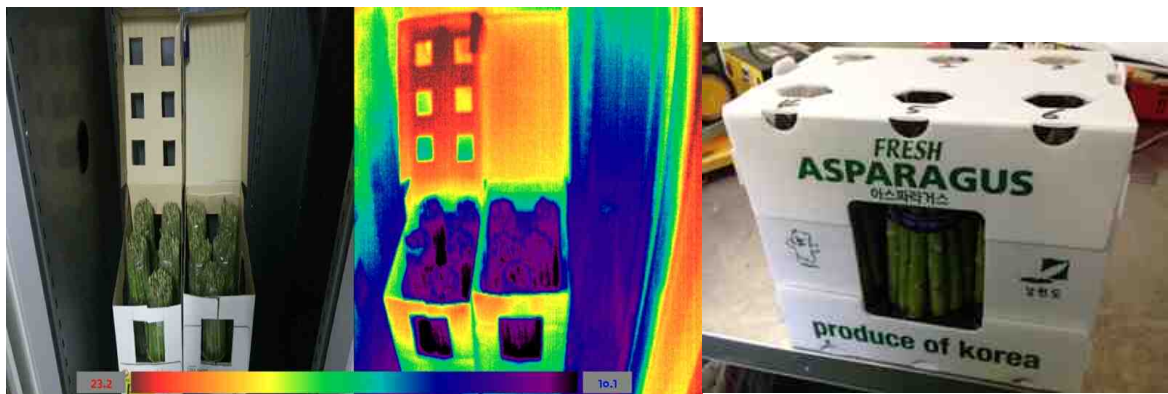


그림 80. 아스파라거스 박스 개공률에 따른 품온의 차이(좌: 16%, 중: 2%, 우: 16% 적용상자)

- 수출상자의 개공률 예냉효과를 통해 포장상자 16%개공율의 효과가 기대되며, 수출액 기준으로 경제성을 분석한 결과: 2019년 수출액 중 본 과제에서 개선한 포장상자를 이용해 일본 수출 물량에 대해 예냉 불량으로 발생할 수 있는 클레임 사고 확률을 5%로 할 경우

일본 수출액 210,209,136원 \* 5% = 10,510,457원 의 경제적 효과를 기대할 수 있음

(▶ 일본 수출 전체 물량에 본과제에서 개선된 수출용 포장상자 적용)

4. 장기유통을 위한 소포장 방법 개발

: 100g ~ 300g의 소포장을 위한 MA/MH package 기술 개발

- 연구방법

(가). MA/MH 포장 특성 조사

공시재료: 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 100,000cc OTR 필름  
MP-1, 진공필름

조사내용: Permatran-w 3/33 MA(Mocon, USA)와 OX-TRAN Model 2/21(Mocon, USA)를 이  
용하여 수분투과도 및 산소투과도 측정

※ MA/MH저장 필름에 관한 수분 및 산소 투과도 측정 중

그림 81. MA/MH저장 필름에 관한 수분 및 산소

	
<p>수분투과도: Permatran-w 3/33 MA (미국 Mocon 社)</p>	<p>산소투과도 : OX-TRAN Model 2/21 (미국 Mocon 社)</p>

투과도 측정 기계

(나). 소포장을 위한 MA/MH package 기술 개발을 위한 필름종류별 저장성 비교

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경 1.3±0.2cm, 초장 24cm)

처리방법: 1,300cc, 10,000cc, 100,000cc OTR 필름으로 MA 저장

MP(micropored)-1,3,6(12.8, 38.4, 76.8mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)으로 천공

저장방법: 2℃ 챔버에 20일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소 농도 변화, 포장내 에틸렌 가스 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도

- 연구결과

여러 가지 포장 필름을 이용하여 20일간 저장하였는데, 생체중 감소율은 대조구인 유공저장 처리구가 저장 종료일에 가장 높은 약 2.5%, MP-6가 1.5%의 수치를 나타냈다. 유공저장 처리구와 MP-6를 제외한 나머지 모든 처리구는 저장 종료일에 1% 미만의 낮은 생체중 감소를 보였다. 모든 처리구는 아스파라거스 최대 허용 생체중 감소율인 8% 이하이었다. 포장내 산소농도는 1,300cc 처리구가 저장 후 계속 감소하여 저장 종료일인 20일에 2%로 낮았다. 10,000cc 처리구는 저장 1일째부터 종료일까지 8%의 산소 농도를 유지하였다. 이를 제외한 나머지 처리구는 저장 종료일까지 20% 내외의 농도를 나타냈다.

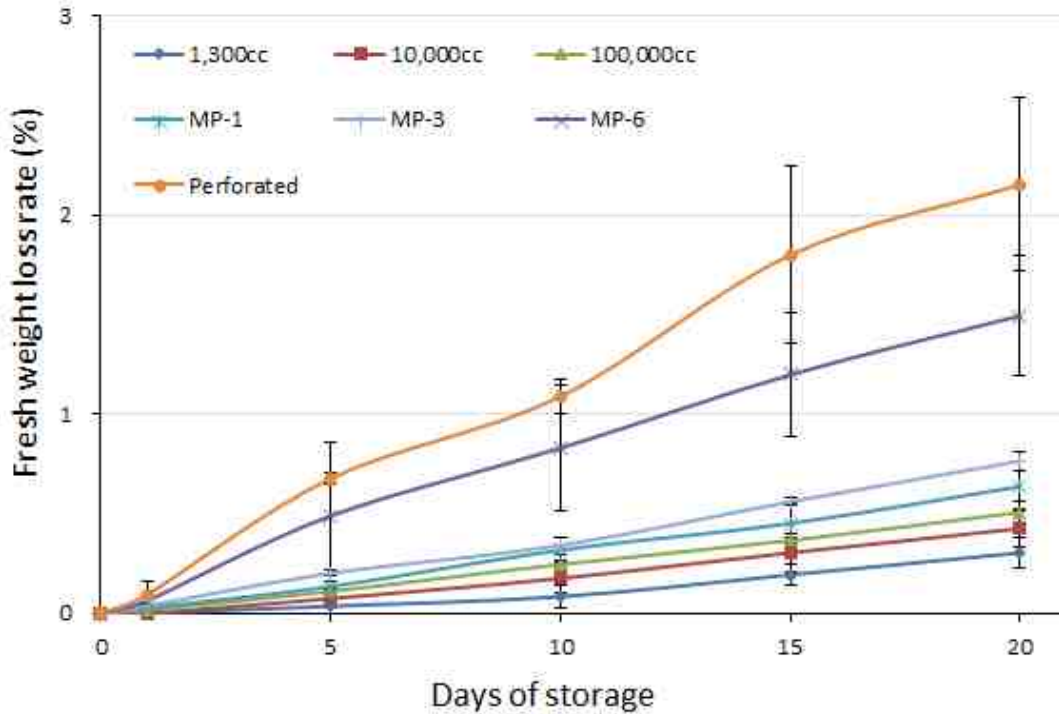


그림 82. 포장 필름에 따른 저장 중 생체중 감소율

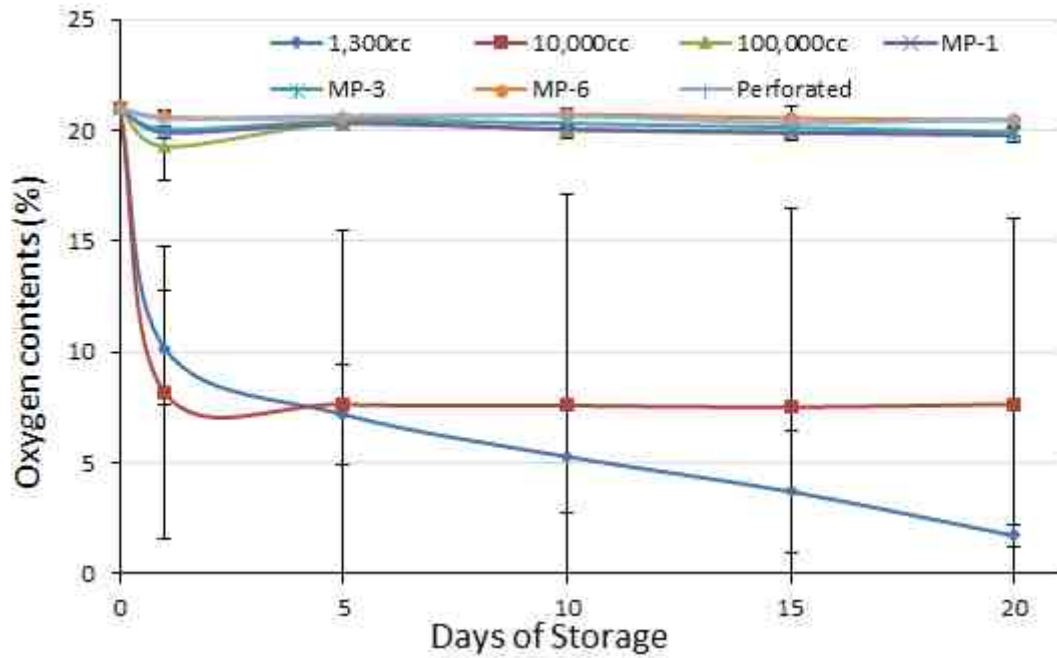


그림 83. 포장 필름에 따른 저장 중 산소 농도 변화

포장내 이산화탄소 농도는 MA저장 처리구 중 1,300cc는 저장 직후 증가하여 저장 15일째까지 20% 농도를 유지하였으나 이후 다시 증가하여 저장 종료일에 30% 수치를 나타냈다. 10,000cc 처리구도 저장 직후 증가하였다가 다시 감소하여 저장 종료일까지 10% 내외의 농도를 유지하였다. 이를 제외한 나머지 처리구는 저장 종료일까지 5% 미만의 수치를 보였는데, 아스파라거스 적정 MA저장 농도인 5-12%와 유사한 수치를 10,000cc 처리구 뿐이었다.

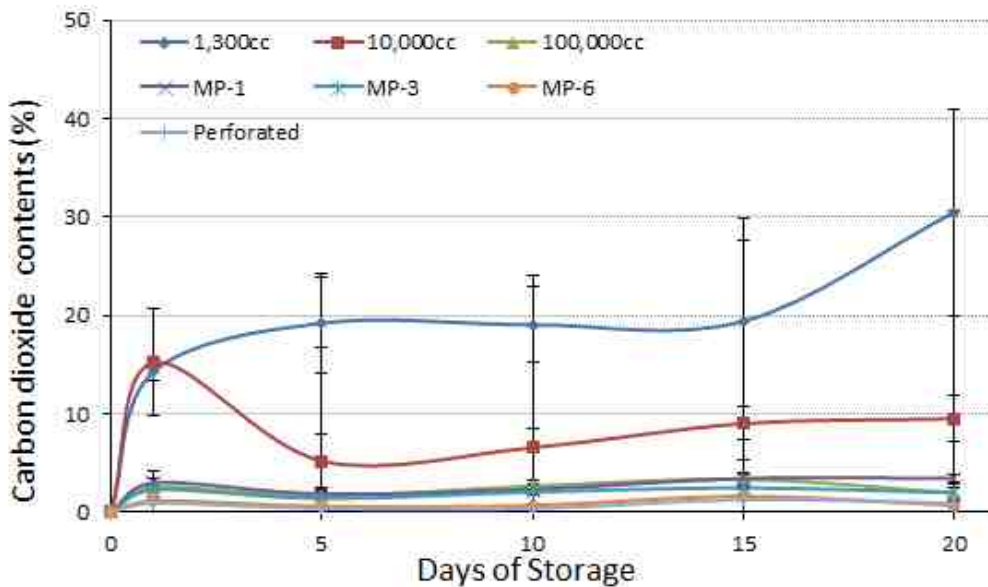


그림 84. 포장 필름에 따른 저장 중 이산화탄소 농도 변화

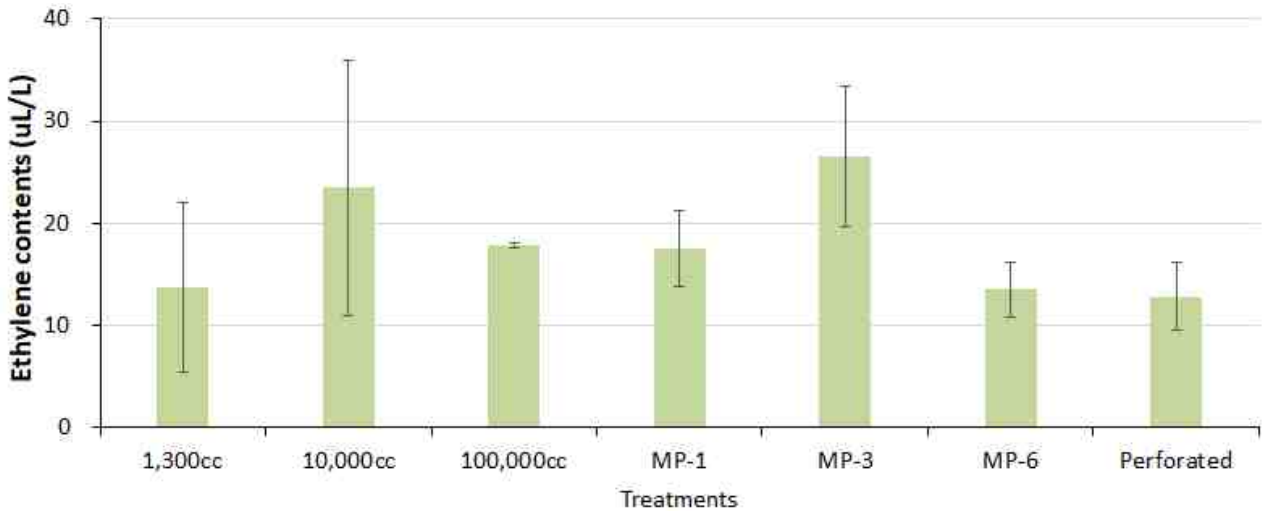


그림 85. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 에틸렌 농도

저장 종료일의 포장내 에틸렌 농도를 측정한 결과, MP-3와 10,000cc 처리구가 다소 높았고 1,300cc와 MP-6이 낮았으나 통계적 유의성은 나타나지 않았고, 모든 처리구 10-25 $\mu$ l/l 내외를 나타내었다.

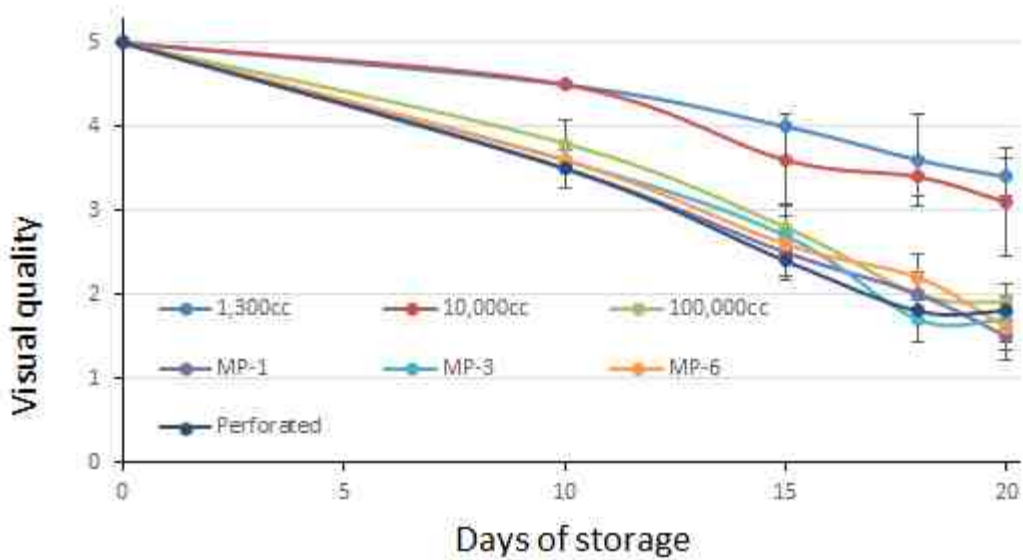


그림 86. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 외관상 품질



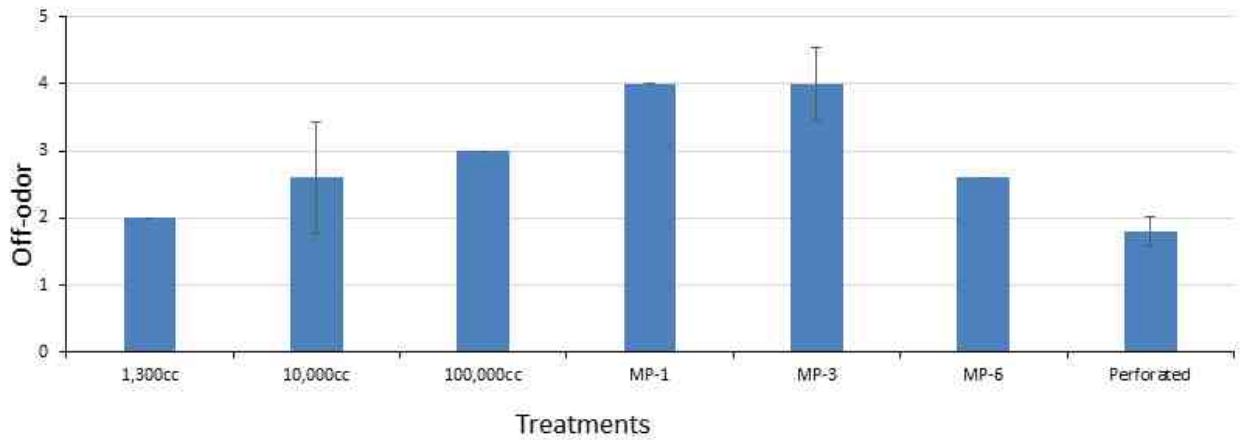


그림 87. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 이취 정도

패널 테스트를 통한 저장 중 외관상 품질의 변화는 저장 종료일인 20일째 1,300cc, 10,000cc 처리구가 상품성 한계점인 3점 이상의 수치를 보였고, 이를 제외한 나머지 처리구는 저장 15일이 되기 전에 이미 상품성을 상실 하였다. 이취는 MP-1, MP-3이 높았으며, 1,300cc와 유공이 가장 낮았다.

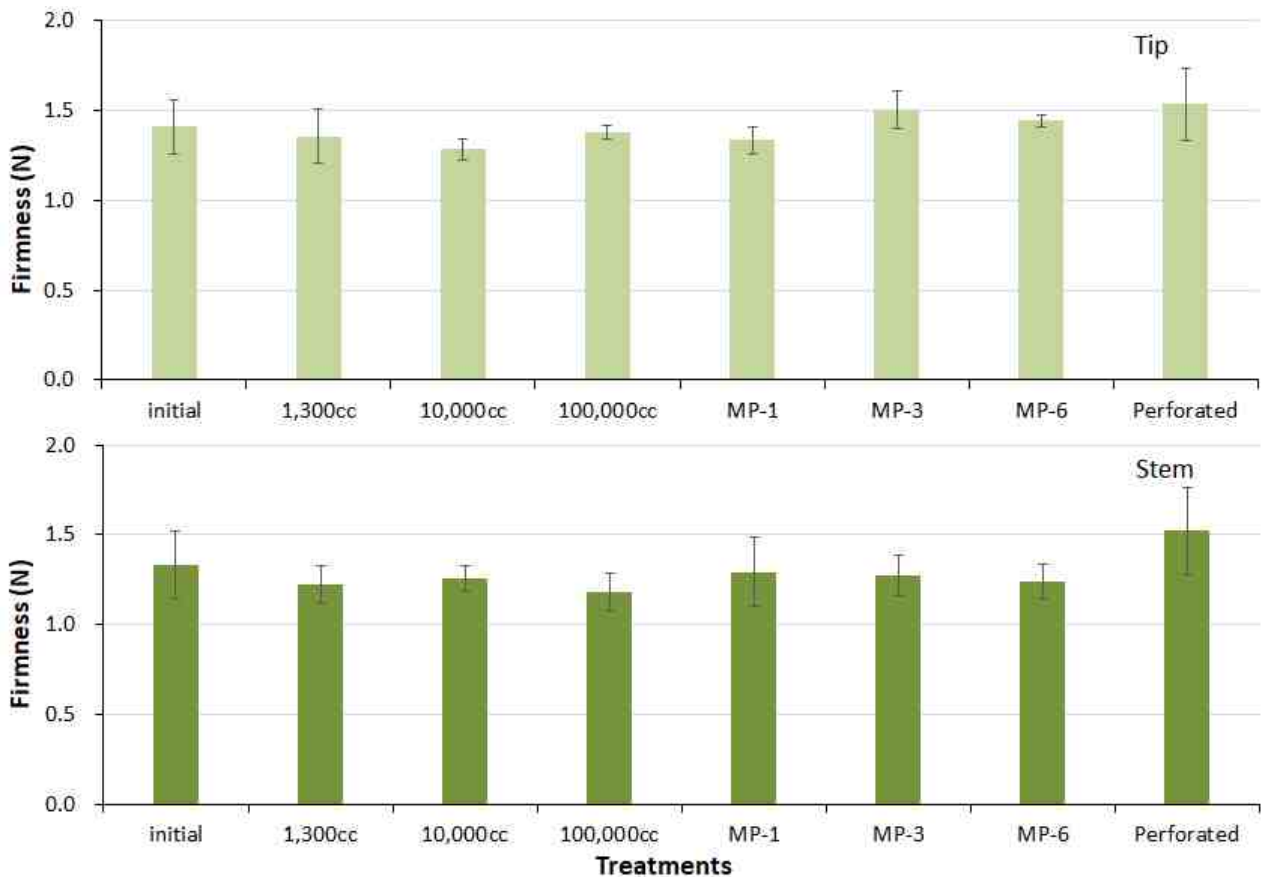


그림 88. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 경도

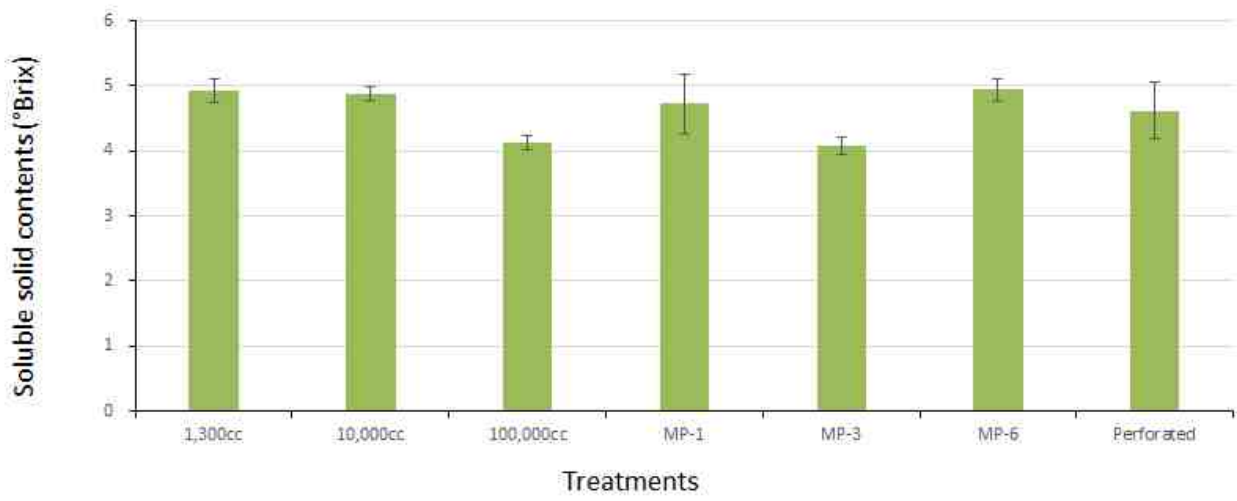


그림 89. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 당도

저장종료일의 화두와 줄기의 경도는 모든 처리구가 초기값과 유사한 수치를 나타내었다. 당도는 100,000cc, MP-3, 그리고 유공저장 처리구가 처리구 중 낮았으며, 이를 제외한 모든 처리구 유사하였다. 색도는 L\*값은 모든 처리구, a\*값은 1,300cc, MP-3 처리구가 초기값과 유사하였고, b\*값은 100,000cc, MP-6 처리구를 제외한 나머지 처리구가 초기값과 유사하였으나 통계적 유의성은 없었다.

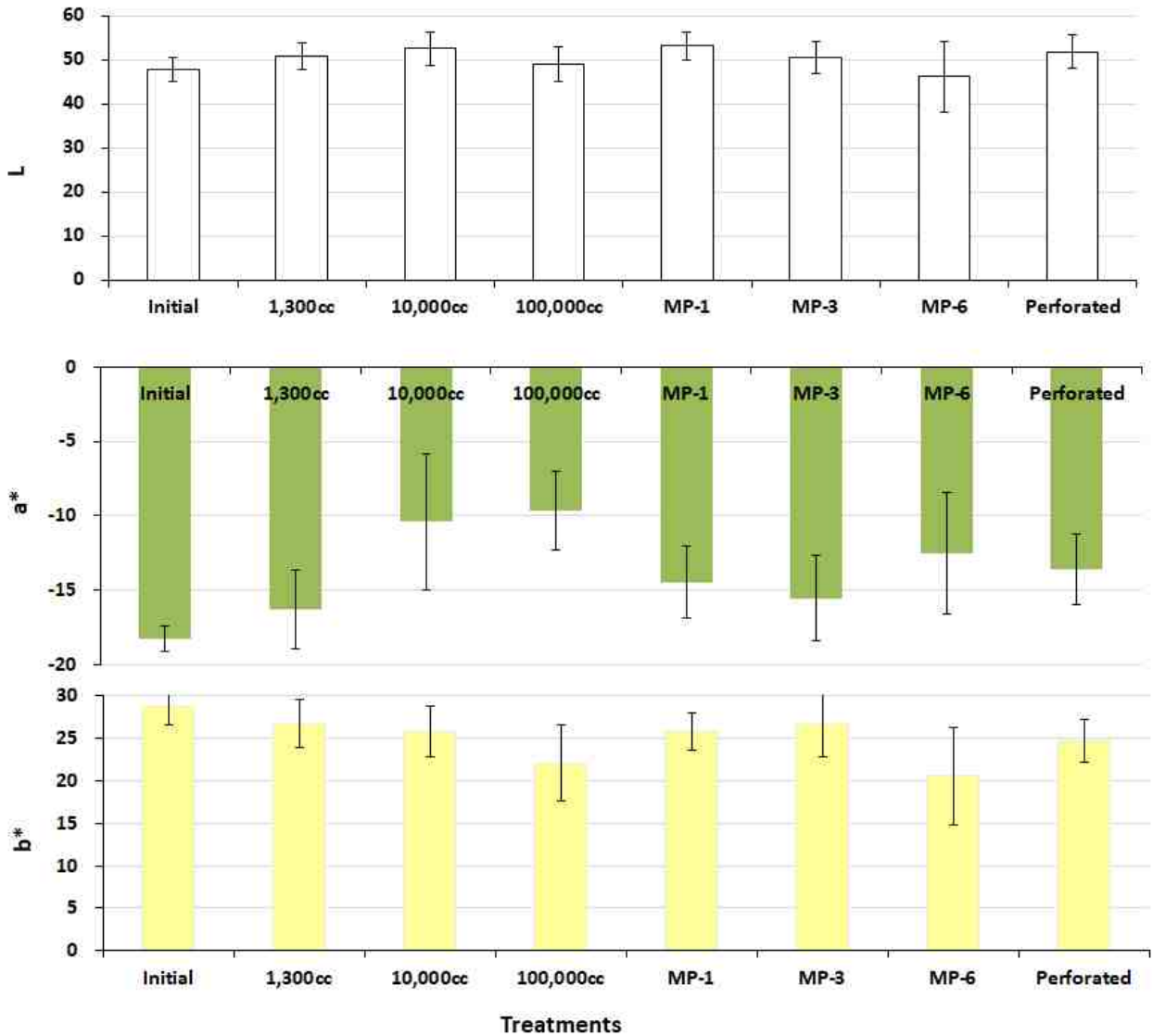


그림 90. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 색도

위의 결과를 종합해보면, 1,300cc 처리구가 에틸렌 농도가 적고 외관상 품질이 우수하며, 이취도 적게 발생되었다. 또한 경도와 당도가 양호하며, 색도는 초기값과 유사한 수치를 나타내어 아스파라거스 소포장에 용이하다. 외관상 품질이 낮고 이취가 많이 발생되었으며 당도가 상대적으로 적었던 미세천공(MP) 처리구는 아스파라거스 소포장에 부적합한 것으로 판단된다.

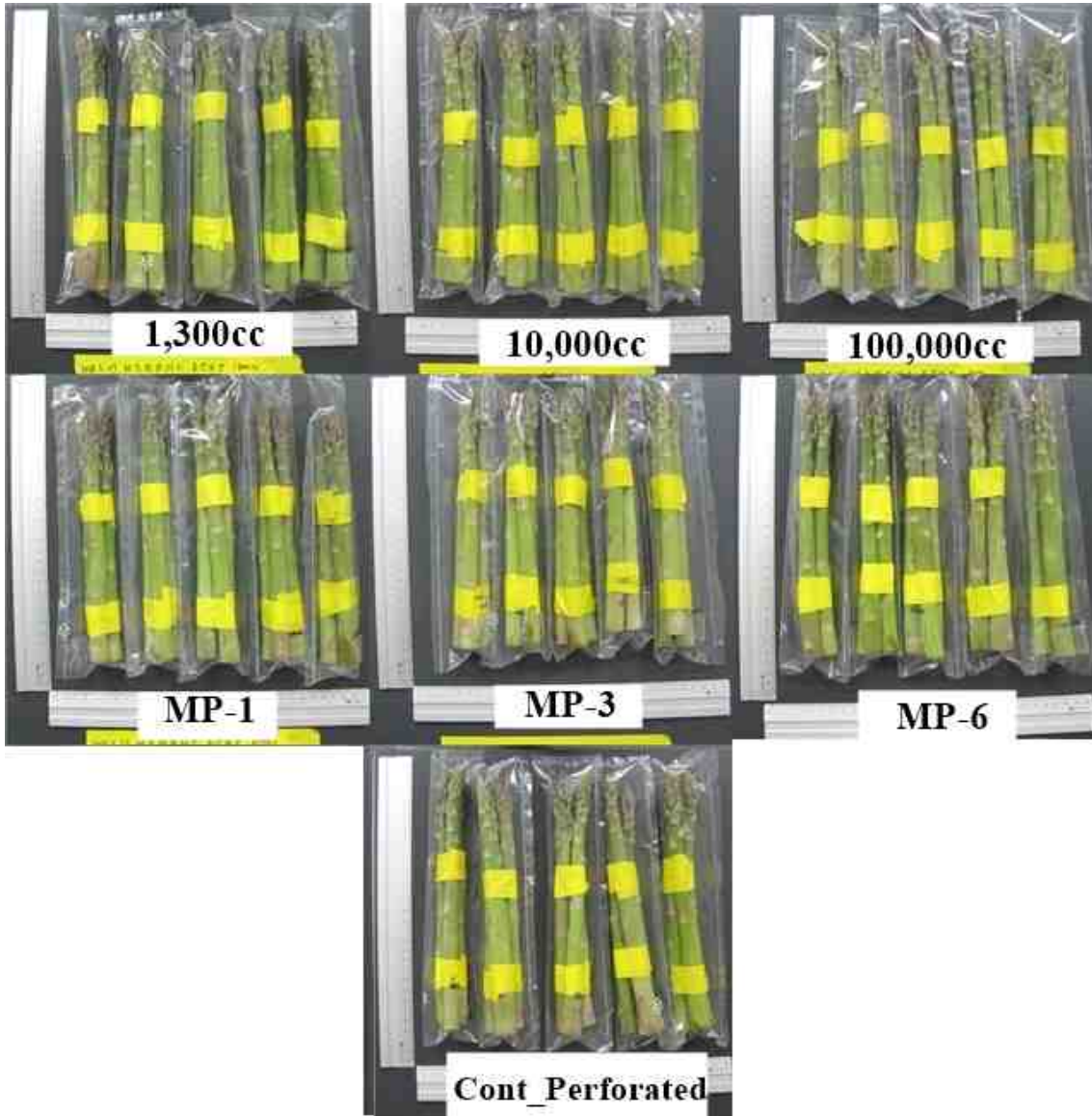


그림 91. 포장 필름에 따른 저장 종료일의 외관

## 5. 수출국가 맞춤형 저장전 후 처리를 통한 병해충 관리 기술 개발

(가). NaOCl 침지

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 150ppm NaOCl 수용액에 15분 침지

저장방법: 유공(Perforated) 필름과  $10,000\text{cc/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$  OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 ( $2^\circ\text{C}$  저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

아스파라거스 저장전 NaOCl 침지하여 저장성 비교를 하였다. 저장 중 생체중 감소율은 처리에 따른 차이는 나타나지 않았으며 유공저장 처리구가 저장 종료일인 15일까지 1.5%내외의 감소를 보였다. 아스파라거스 생체중 감소 최대 허용율은 8%로 보고되어 수분 손실로 인한 외관상 품질저하는 나타나지 않았다. 두 MA저장 처리구의 생체중 감소율은 0.5%의 낮은 수치를 보였다. 저장 중 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 가스는 MA저장 처리구만 조사하였는데, 산소 농도는 두 처리 모두 16-18%내외로 저장 종료일까지 유지하였다. 포장내 이산화탄소 농도는 NaOCl 처리구가 다소 높았으나 대조구와 통계적 유의성은 없었고, 에틸렌 농도는 대조구가 높았으나 대조구와 통계적 유의성은 없었다.

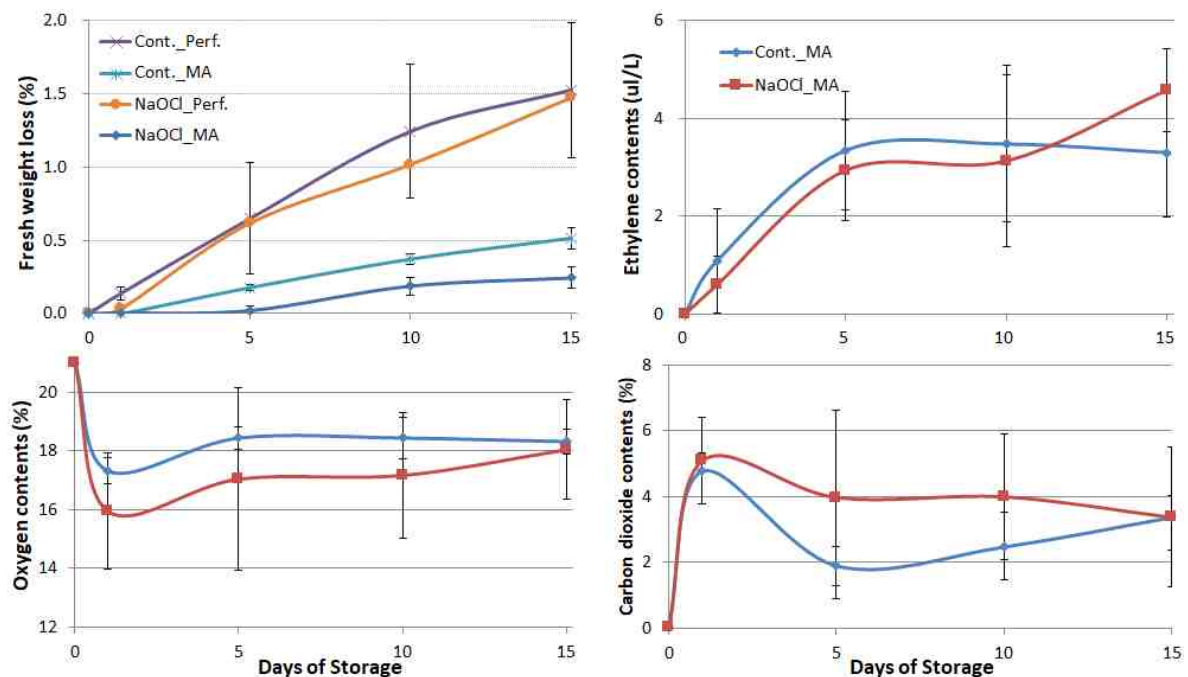


그림 92. 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화



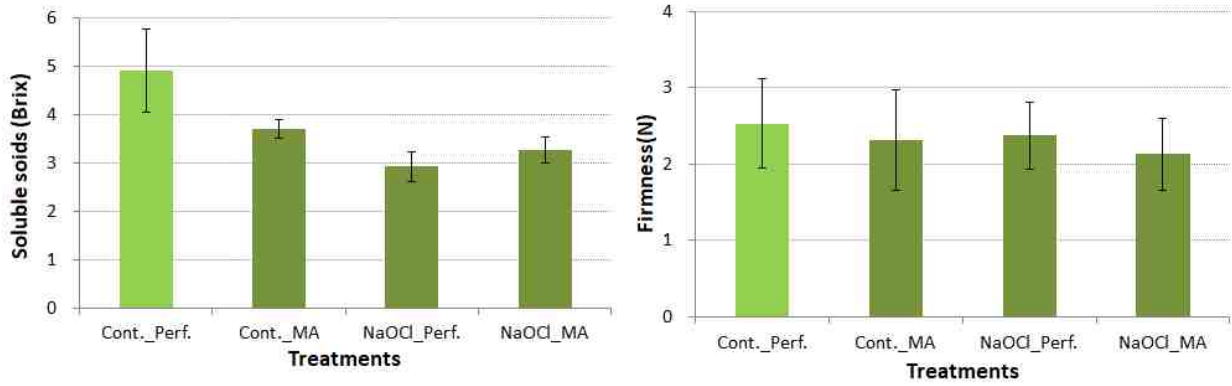


그림 93. 저장 종료일의 당도, 경도

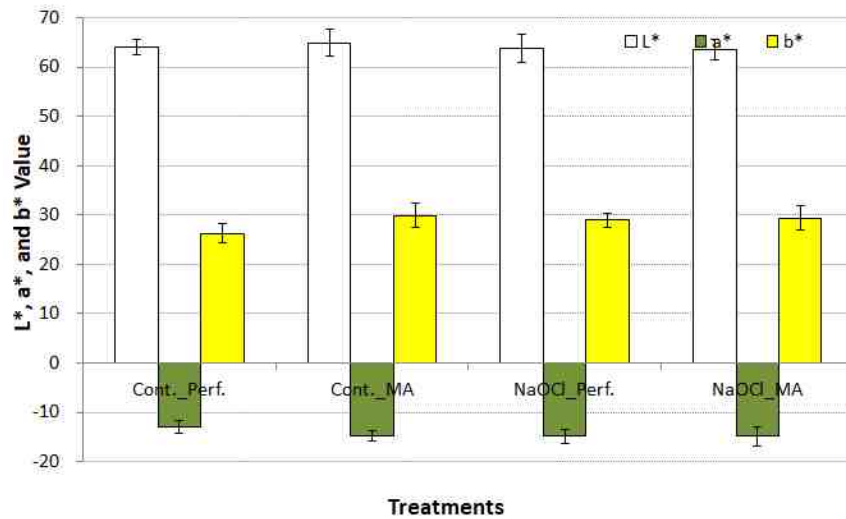


그림 94. 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 당도는 유공저장 대조구가 가장 높았으며, 경도와 색도는 모든 처리구 유사하였다. 패널테스트를 통한 외관상 품질은 대조구에 비해 NaOCl 처리구가 다소 우수하였고, 이취는 유공저장 대조구가 가장 높았으며, 나머지 처리구 유사한 수치를 보였다.

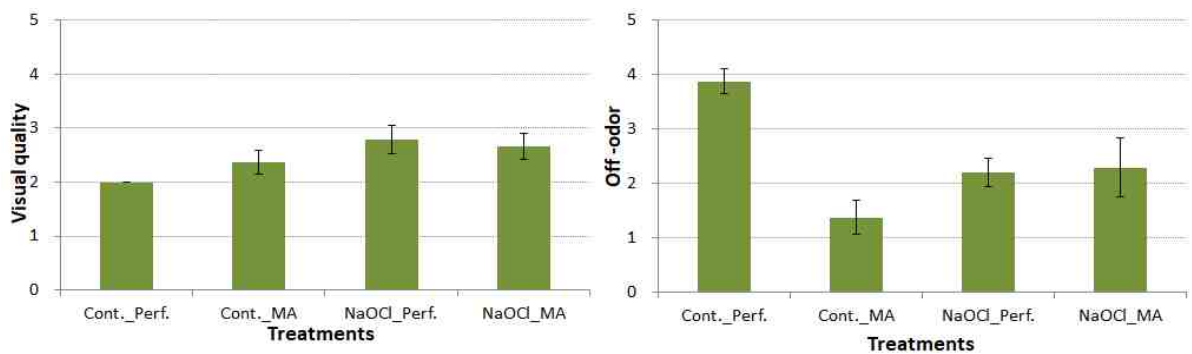


그림 95. 저장 종료일의 외관, 이취

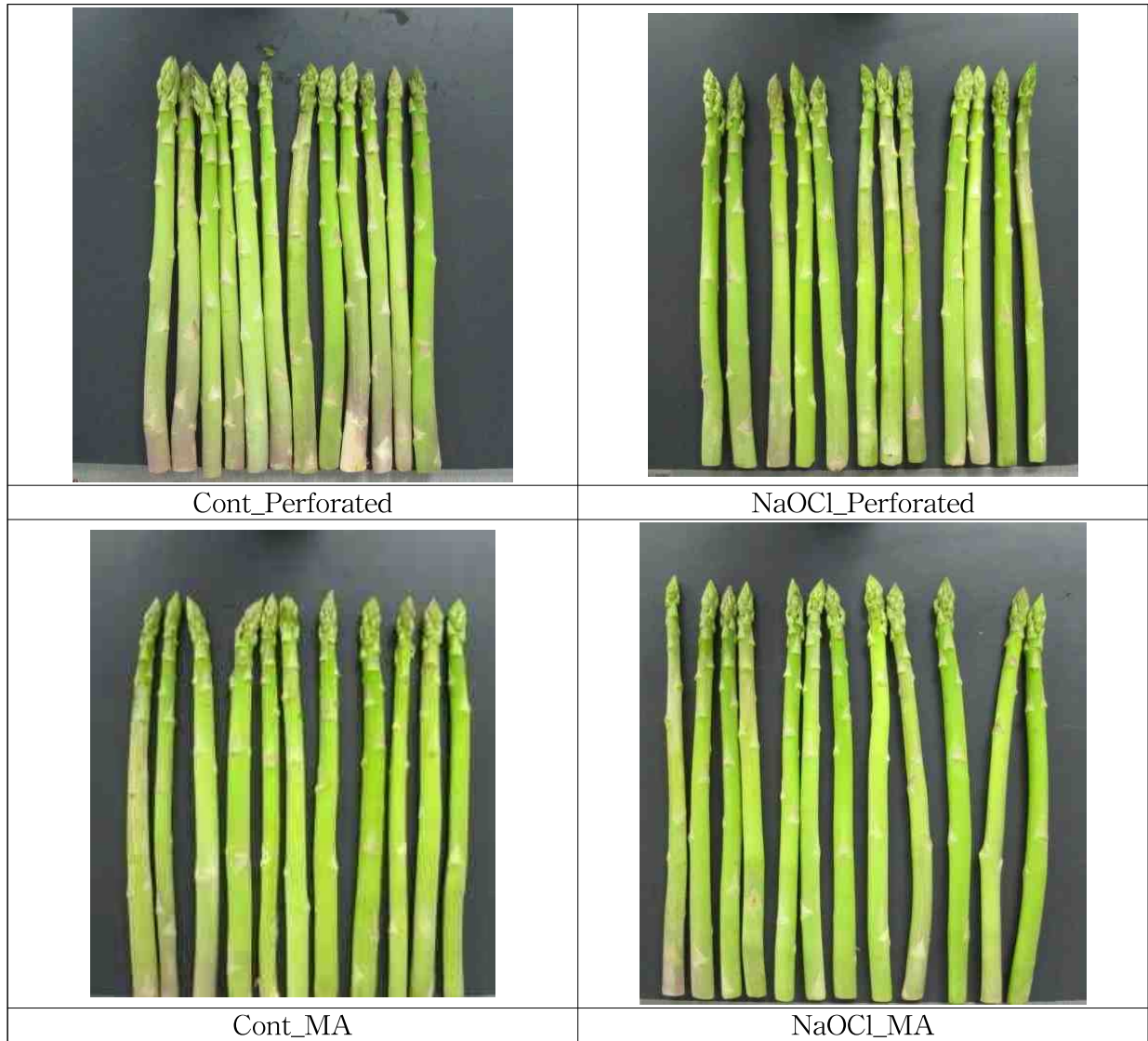


그림 96. 저장 종료일의 외관

이에 아스파라거스 NaOCl 처리는 외관상 품질을 양호하게 유지시켜주고 이취를 다소 적게 발생하게 하여 저장성을 연장시키는 효과를 보인다.

#### (나). ClO<sub>2</sub> 가스 처리

##### - 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 농도별(1, 5, 10, 20ppm)로 ClO<sub>2</sub> 30분 처리

저장방법: 유공(Perforated) 필름과 10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 (2℃ 저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

아스파라거스 저장 전 이산화염소 가스를 여러 농도로 처리하여 기존의 유공저장과 OTR필름으로 MA저장하여 비교하였다. 저장 중 생체중 감소는 MA저장에 비해 유공저장 처리구가 2배 가량 높은 감소율을 보이며 저장 종료일에 1.5% 내외의 수치를 보였으나, 아스파라거스 생체중 감소 최대 허용율인 8%보다는 낮았다. 농도 처리에 따른 처리구간의 차이는 나타나지 않았다.

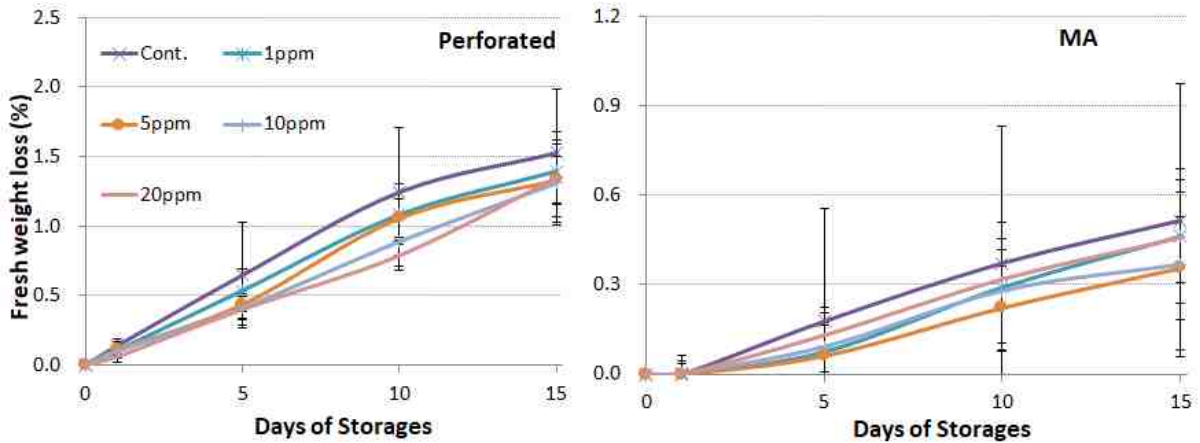


그림 97. 저장 중 생체중 감소 변화

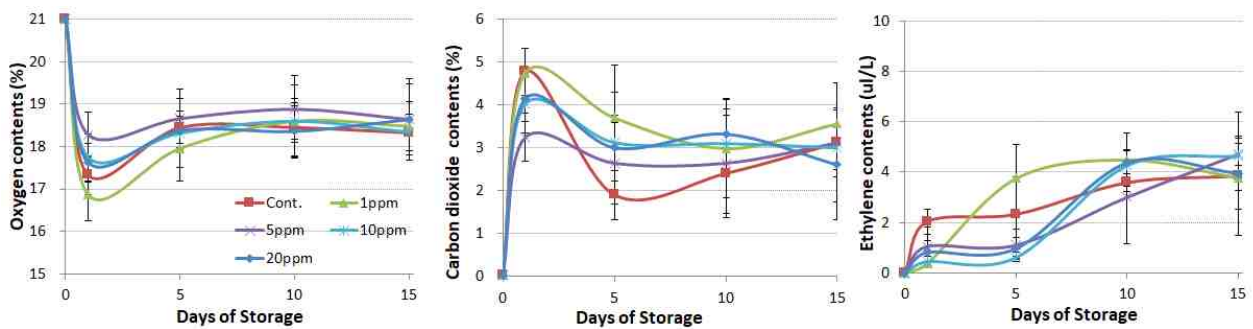


그림 98. 저장 중 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

MA저장 처리구의 포장내 산소 농도는 모든 처리구 18% 내외의 수치를 저장 종료일까지 유지하였고, 이산화탄소는 모든 처리구 저장 1일째 급격히 증가하였으나 이후 감소하여 3% 내외를 유지하였다. 에틸렌 농도는 저장 후 서서히 증가하여 저장 종료일에 4ul/L 농도를 보였다. 이산화염소 가스 처리 농도에 따른 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도의 차이는 나타나지 않았다.

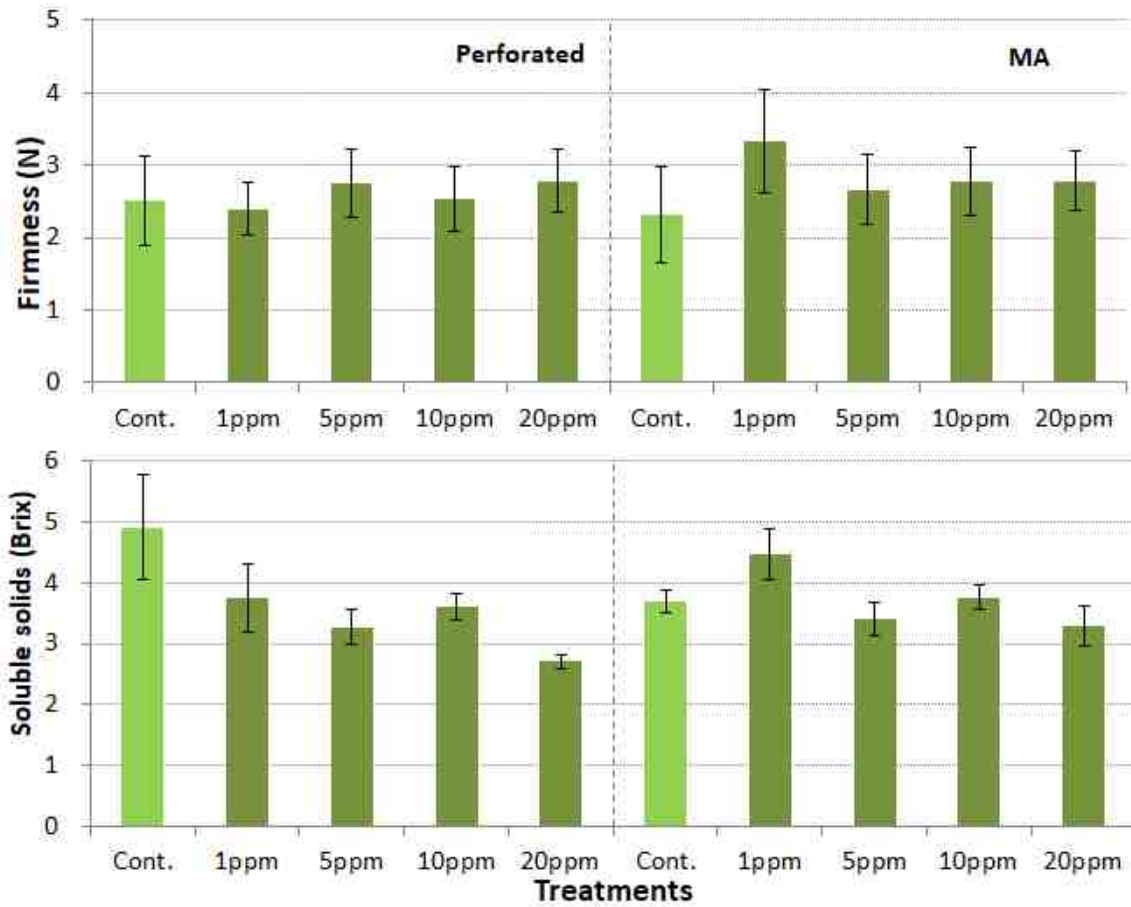


그림 99. 저장 종료일의 경도, 당도

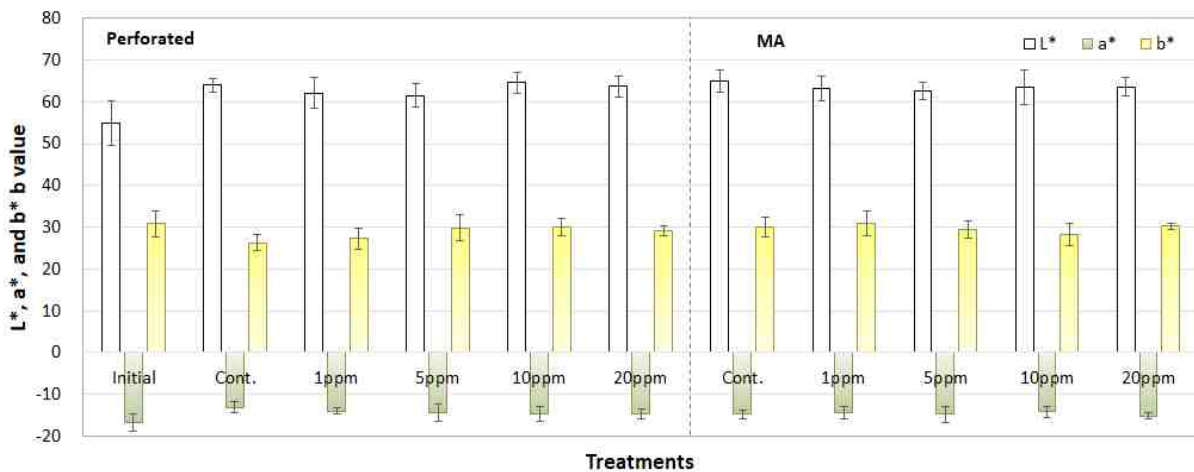


그림 100. 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 경도는 유공저장과 MA저장 처리구 모두 유사한 수치를 보였고, 당도는 유공 저장 처리구 중 대조구가 가장 높았고, 20ppm 처리구가 가장 낮았다. MA저장 처리구 중 당도는 1ppm 처리구가 다소 높았으며 나머지 처리구 유사하였다. 색도는 모든 처리구가 초기값에 비해 명도를 나타내는 L\*값이 증가하였으나, a\*값과 b\*값은 유사하였다.

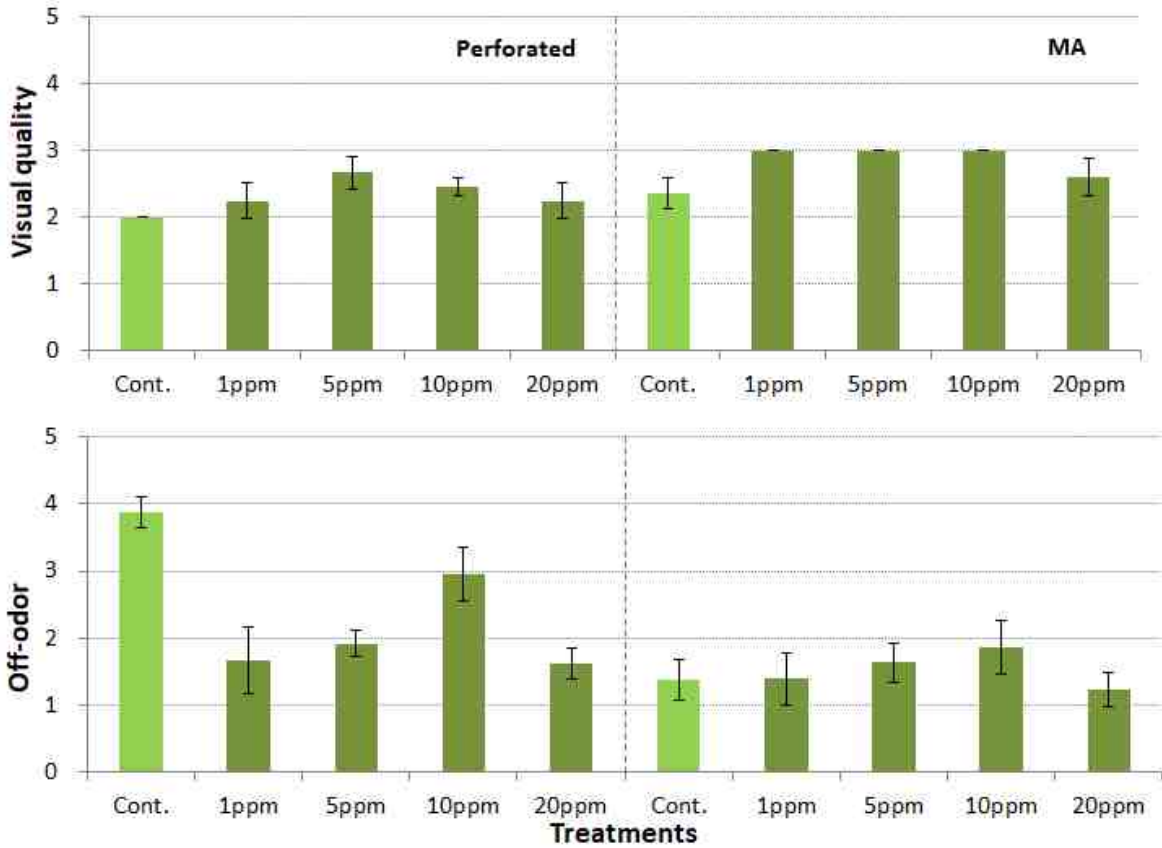


그림 101. 저장 종료일의 외관과 이취

저장 종료일의 패넬테스트를 통한 외관은 유공저장에 비해 MA저장이 양호하였으며, 그 중 이산화염소 가스 1ppm, 5ppm, 10ppm 처리구가 가장 높았다. 따라서 아스파라거스 저장시 이산화염소 가스를 처리하면 외관상 품질이 양호하여 저장기간을 연장하는 효과적인 것으로 판단된다.



그림 102. 저장 종료일의 외관



(다). O<sub>3</sub> 가스 처리

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경 1.3±0.2cm, 초장 24cm)

처리방법: O<sub>3</sub> 5ppm농도로 처리시간(10, 30, 1시간)별 후 저장

저장방법: 유공(Perforated) 필름과 10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 (2℃ 저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

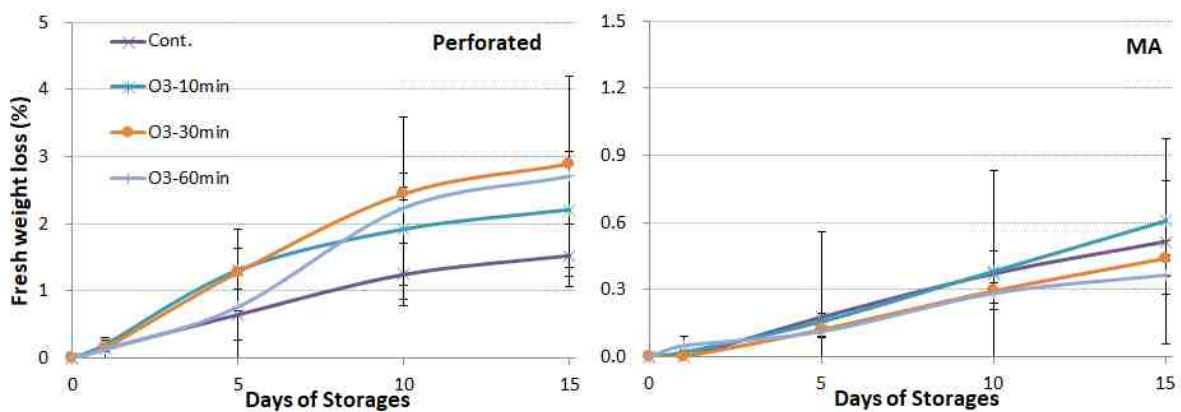


그림 103. 저장 중 생체중 감소 변화

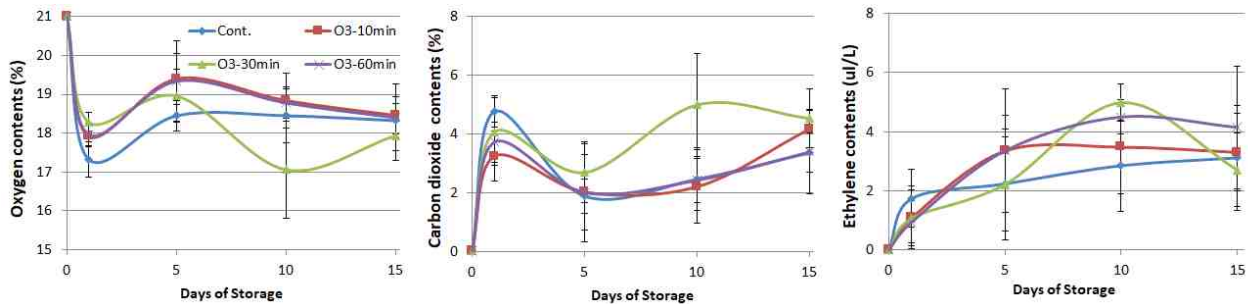


그림 104. 저장 중 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

아스파라거스 저장 전 오존가스를 일정 시간 처리하여 저장하며 비교 분석하였다. 저장 중 생체중 감소율은 MA저장에 비해 유공저장이 높았는데, 그 중 오존 30분 처리구가 저장 종료 일인 15일째에 3%로 가장 높았고, 그에 반해 대조구가 1.5%로 가장 낮았다. 모든 MA저장 처리구는 저장 종료일에 0.3-0.6%의 낮은 생체중 감소율은 나타났다. 포장내 산소 농도는 처리구 중 오존 30분 처리구가 저장 10일째 가장 낮은 17%의 수치를 보였고, 이산화탄소 농도는 오존 30분 처리구가 저장 10일째 5%로 가장 높았다. 포장내 에틸렌 농도는 처리구간의 차이가 나타나지 않으며 저장 종료일에 3-4ul/L의 수치를 나타냈다.

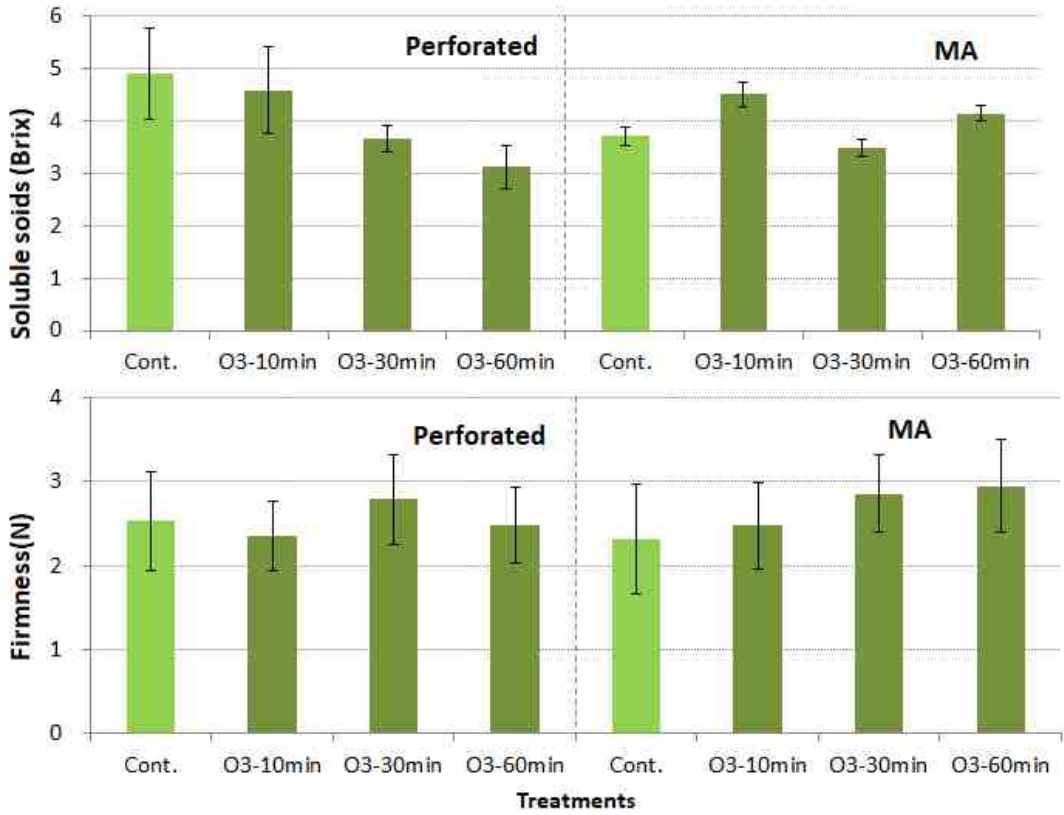


그림 105. 저장 종료일의 당도와 경도

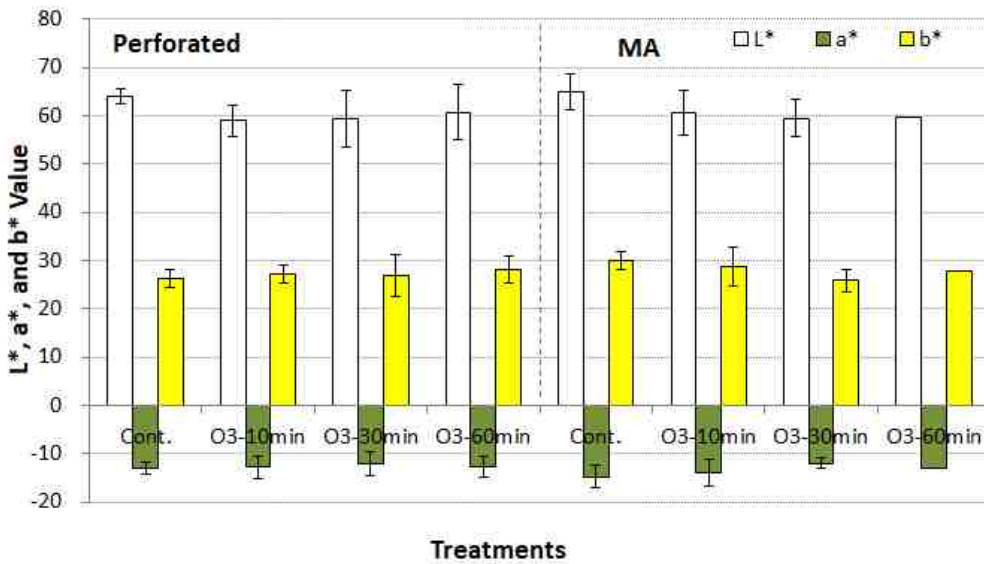


그림 106. 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 당도는 유공저장의 경우 대조구와 오존 10분 처리구가 가장 높았고, MA저장의 경우 오존 10분 처리구와 60분 처리구가 높았다. 경도와 색도는 저장방법과 처리시간에 따른 차이 없이 모든 처리구 유사하였다.

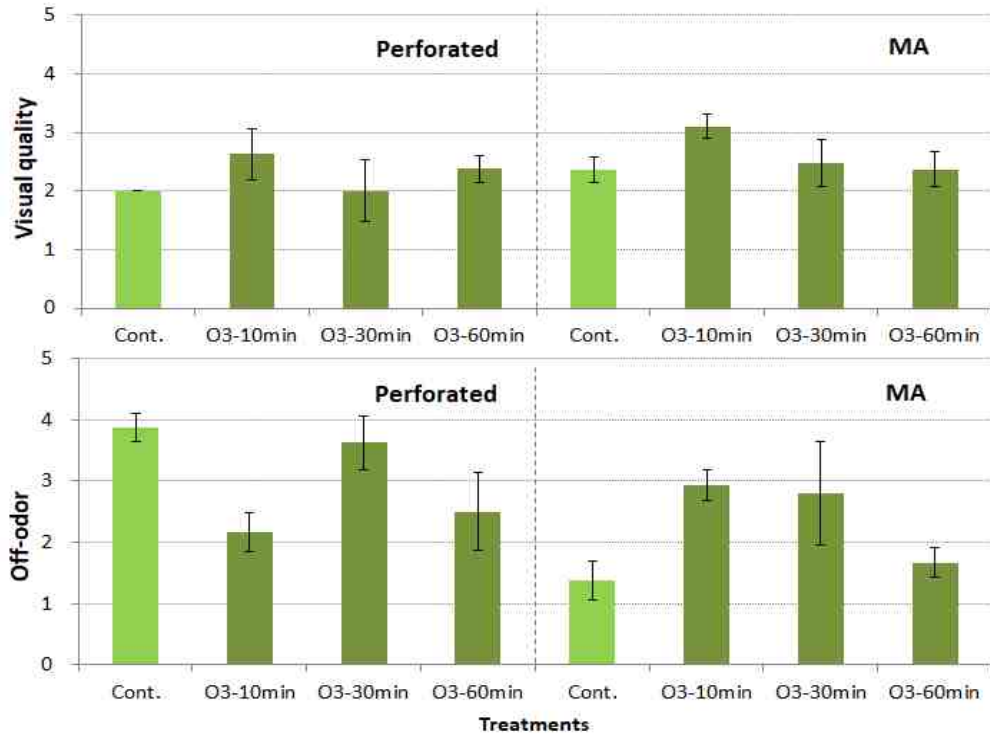


그림 107. 저장 종료일의 외관과 이취

패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관은 MA저장 중 오존 10분 처리구가 가장 우수하였고, 이취는 MA저장 대조구와 60분 처리구가 가장 낮았다. 따라서, 오존은 외관상 품질이 양호하고 당도가 높으나, 처리 후 유공저장의 경우 다소 높은 생체중 감소율과 MA저장 시 이취가 발생할 수 있어 보다 세밀한 연구가 요구된다.



그림 108. 저장 종료일의 외관과 이취

(라). 플라즈마 처리

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 6시간, 18시간

저장방법: 유공(Perforated) 필름과  $10,000\text{cc/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$  OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 ( $2^\circ\text{C}$  저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

최근 다양한 살균 기술들이 연구되고 있는 가운데 각광 받고 있는 기술이 플라즈마 기술이다. 플라즈마 처리란 전리된 가스상태로 전자, 양이온, 음이온, 자유 라디칼, 그리고 자외선 광자 등을 포함한 reactive species 가 존재하고 있다. reactive species는 미생물 세포막을 통해 확산되면서 세포막 지질과 단백질, 그리고 세포 내 DNA와 같은 거대분자들과 반응하여 미생물 세포를 손상시키는 역할을 한다(Kim 등, 2013). 이에 본 연구는 아스파라거스 저장전 플라즈마 처리가 저장성과 품질에 미치는 영향에 알아보려고 수행하였다.

저장 중 생체중 감소는 MA저장 처리구는 저장 종료일인 35일까지 2% 미만의 수치를 보였고, 모든 유공저장 처리구는 종료일에 4-6% 로 아스파라거스 생체중 감소 최대 허용율인 8% 보다 낮았다.

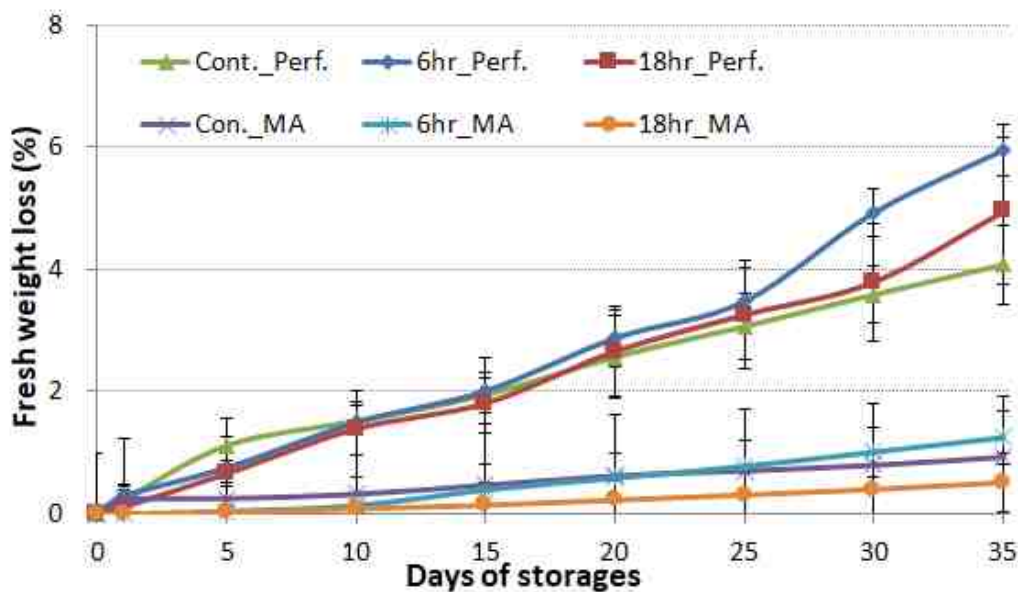


그림 109. 저장 중 생체중 감소율 변화

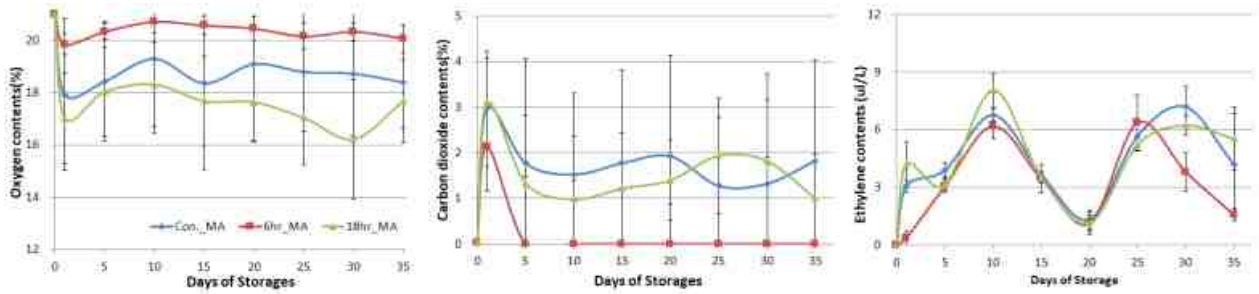


그림 110. 저장 중 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

저장 중 MA저장 포장내 산소 농도는 18시간 처리구가 가장 낮은 17% 내외를 유지하였고, 이산화탄소는 18시간 처리구와 대조구가 1-2% 농도로 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 처리구간의 차이 없이 저장 종료일까지 증감을 반복하였다. 저장 종료일의 당도와 경도는 모든 처리구 초기값에 비해 감소하였지만 유사한 수치를 나타내었다.

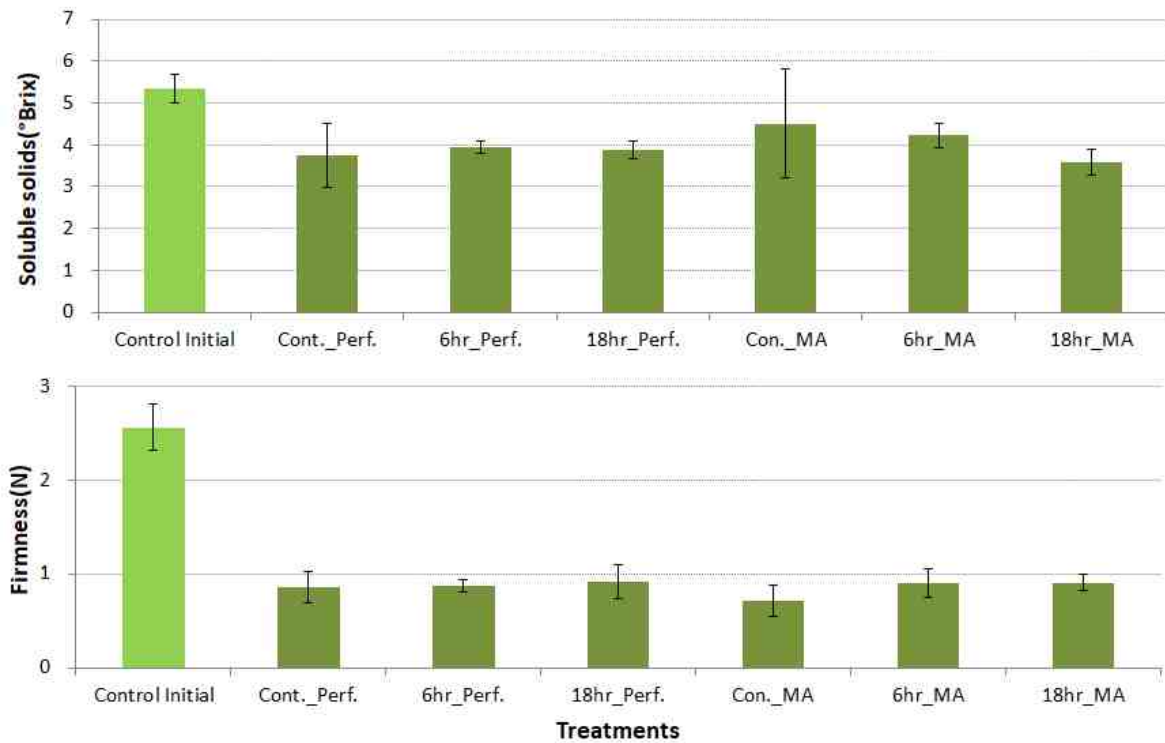


그림 111. 저장 종료일의 당도와 경도



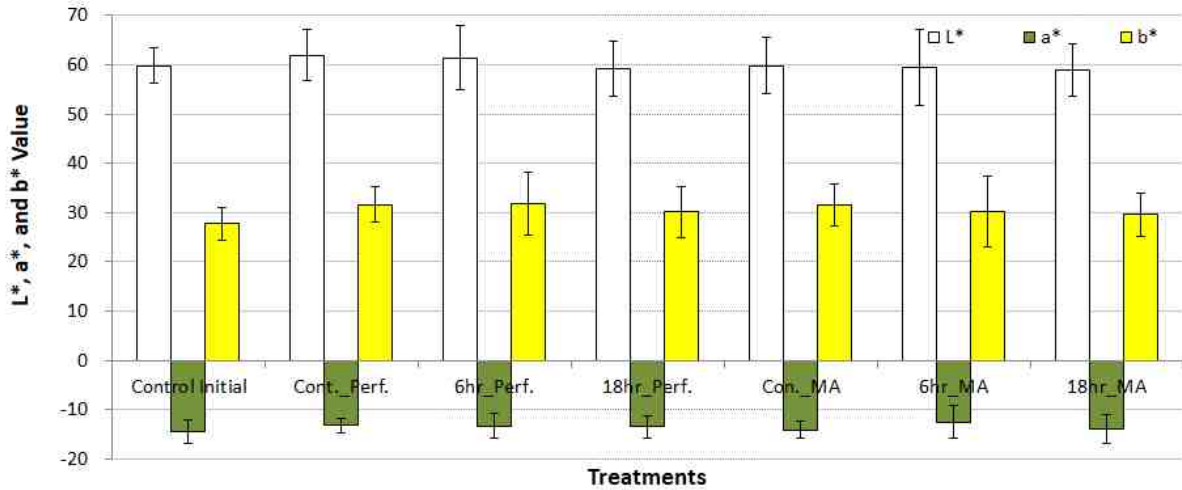


그림 112. 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 색도는 모든 처리구 유사하였으며, 패널테스트를 통한 외관상 품질은 18시간 처리하여 MA저장 처리구가 가장 우수하였고 이취는 MA저장 대조구와 6시간 처리구가 장 많이 발생하였다. 이상의 결과를 종합해보면, 아스파라거스 저장전 18시간 플라즈마 처리는 외관상 품질이 양호하였으며 이취가 적게 발생되어 저장성 향상에 효과가 있는 것으로 판단되며 추후 세밀한 연구가 필요하다.

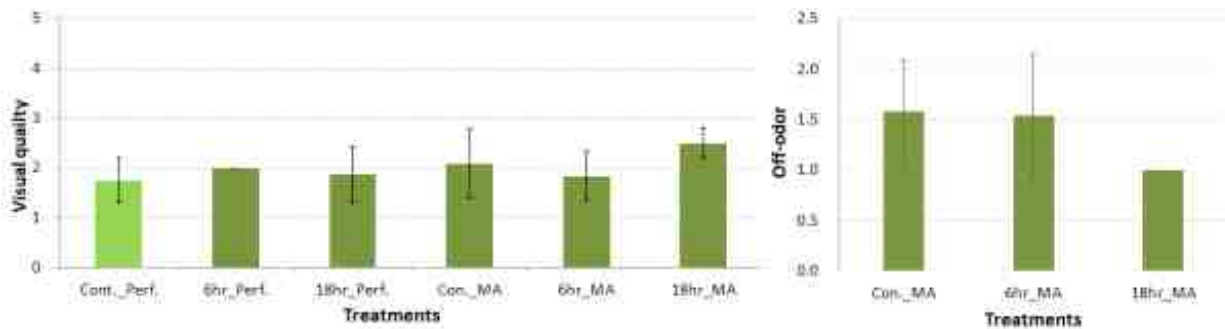


그림 113. 저장 종료일의 외관과 이취

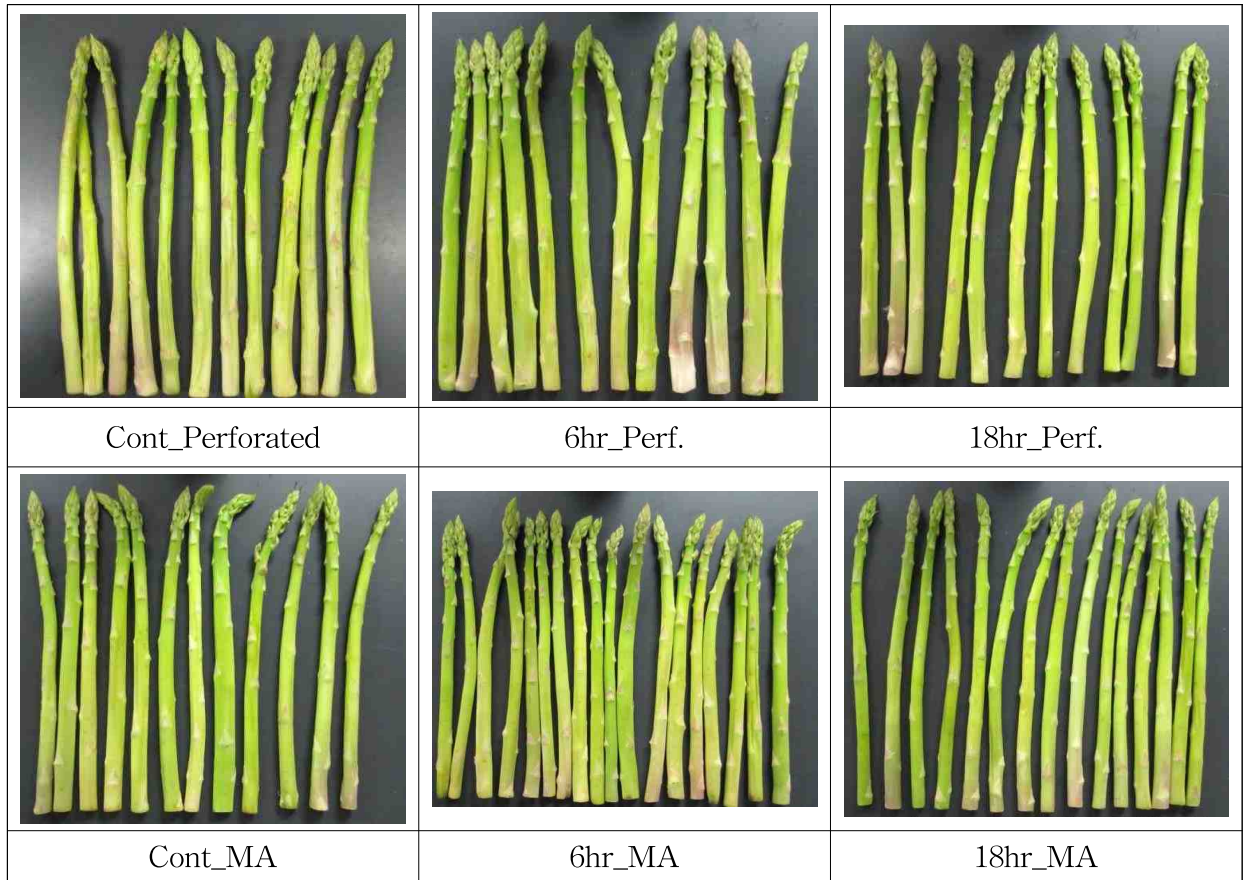


그림 114. 저장 종료일의 외관

(마). 열수처리

- 연구 방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 45°C 열수에 2, 4, 8, 16분간 담수

저장방법: 10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm OTR 필름(MA)으로 포장

저장온도: 저온 저장 조건 (2°C 저장)

조사내용: 생체중 감소율, 필름 포장 내 이산화탄소, 산소, 에틸렌, 경도, 당도, 색도, 패널테스트를 통한 외관, 이취

- 연구 결과

아스파라거스 저장 전 각각의 시간별 열수 처리하여 15일간 저장하였다. 저장중 생체중 감소는 모든 처리구 저장 종료일까지 1.0% 이하의 수치를 보이며 수분 손실에 의한 외관상 품질저하는 나타나지 않았다. 포장내 산소 농도는 4분 처리구가 저장 1일째 가장 낮은 10%의 수치를 보였고, 이산화탄소는 4분과 8분 처리구가 가장 높은 8% 내외로 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 모든 처리구 저장후 저장 10일째까지 꾸준히 증가하다 이 후 감소하는 경향을 보였으며 처리구간의 차이는 나타나지 않았다.

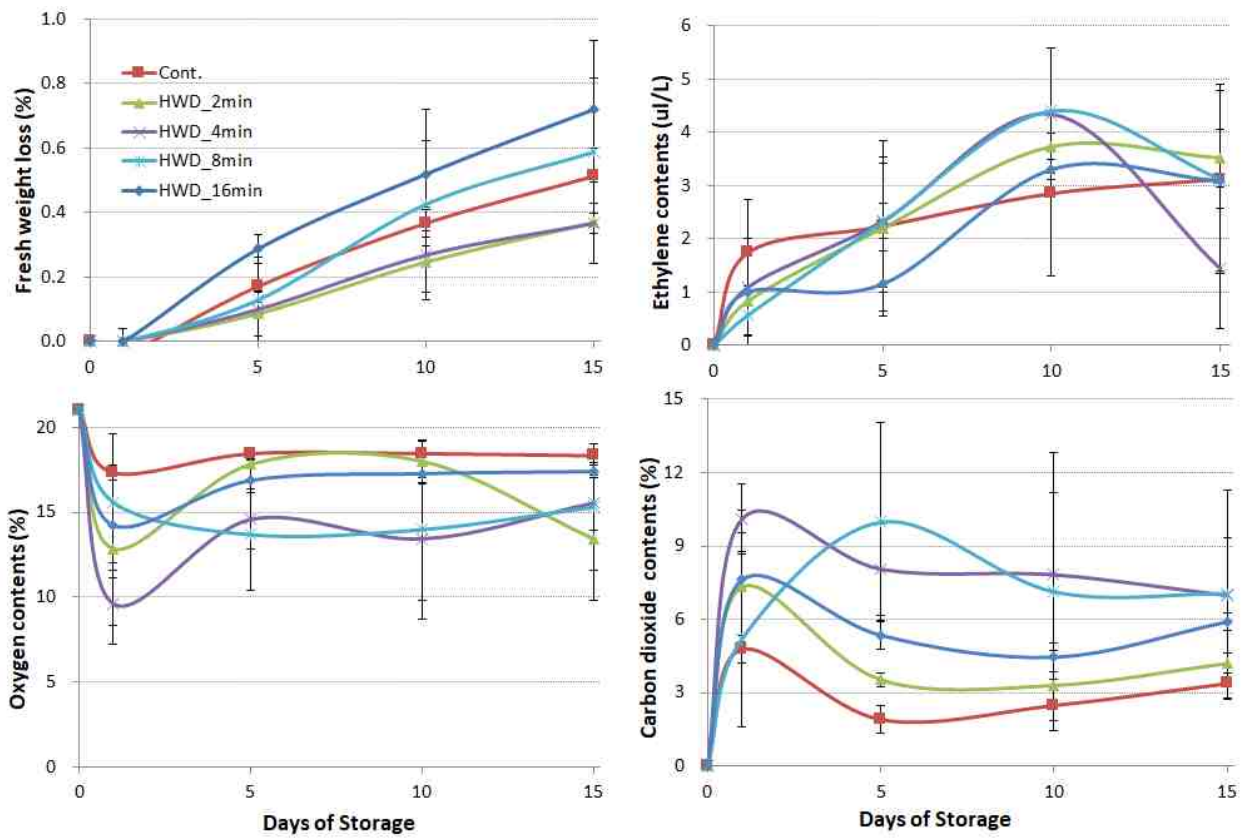


그림 115. 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

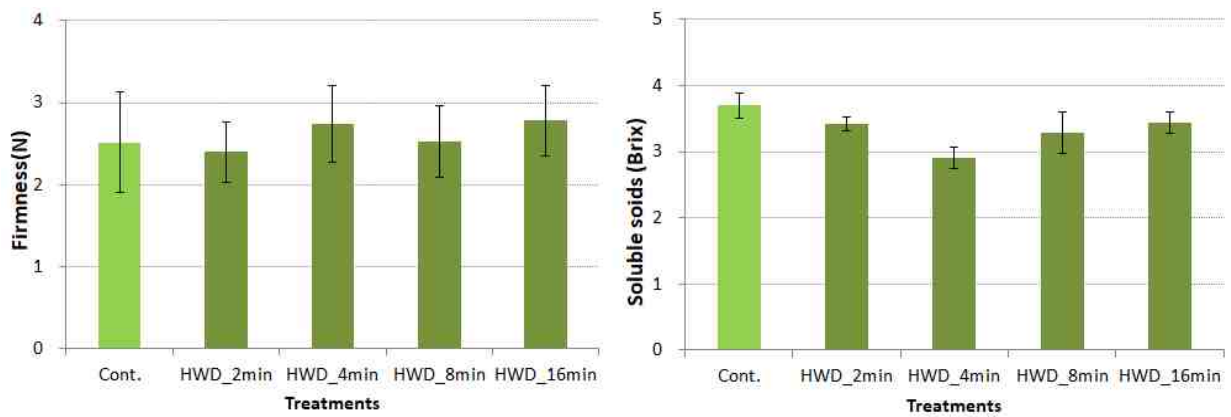


그림 116. 저장 종료일의 경도와 당도

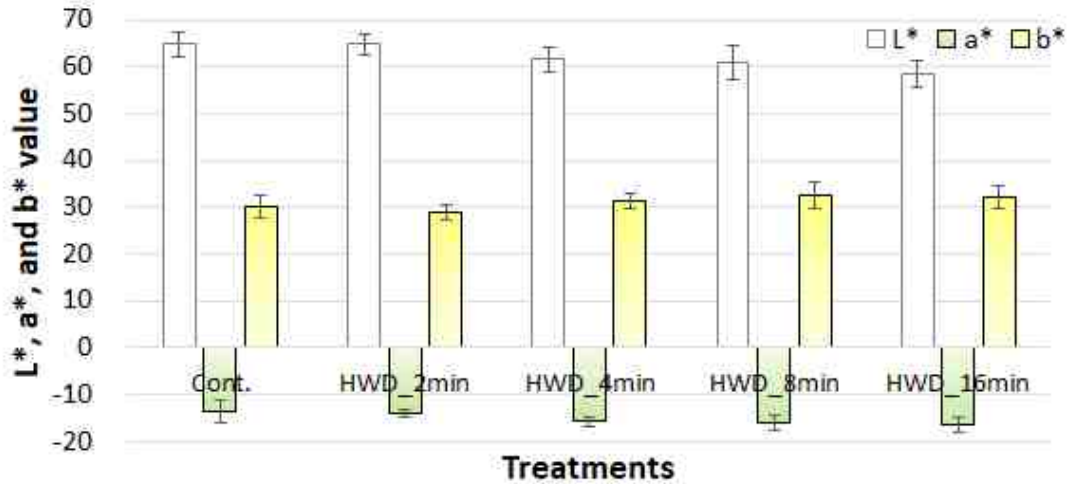


그림 117. 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 경도와 색도는 모든 처리구 유사하였으며, 당도는 4분 처리구를 제외한 처리구가 대조구와 유사하였다.

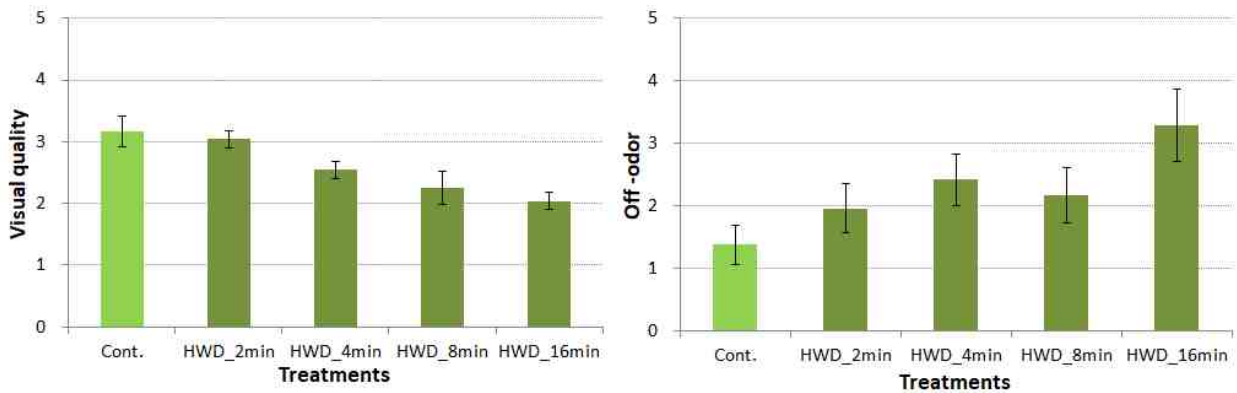


그림 118. 저장 종료일의 외관과 이취



그림 119. 저장 종료일의 외관

패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관상 품질은 대조구와 2분 처리구가 외관의 한계점인 3 점 이상을 나타내며 우수하였고 16분 처리구가 가장 낮았다. 이취는 대조구가 가장 낮았으며 2분 처리구가 다소 적게 발생하였으며, 16분 처리구가 가장 많이 발생하였다. 이상의 결과를 종합해보면, 2분간 열수처리구가 대조구와 유사한 수치를 보여 보다 세밀한 연구가 필요하다고 판단된다.

## 6. 수출국가 맞춤형 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술

(가). 병해 방제 처리가 수출 유통 중 품질에 미치는 영향 조사

① 복합 병해 방제 처리와 MAP 저장기 유통 중 품질에 미치는 영향

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법

- 열수처리(48°C /2분)\_HW
- NaClO(150ppm/2분)\_NaClO
- 열수+NaClO(48°C -150ppm/2분)\_HN
- ClO<sub>2</sub> gas(5ppm/30분)\_ClO<sub>2</sub>
- O<sub>3</sub> gas(5ppm/60min)\_O<sub>3</sub>
- 플라즈마(4°C /1시간/3시간/6시간)\_P1h, P3h, P6h
- UV-C(15kJ · m<sup>-2</sup>/5분)\_UV-C
- 열수+플라즈마(48°C /2분+3시간)\_HW+P3h

MAP 저장방법: 10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm OTR 필름으로 포장하여 20일간 저장

저장조건: 4°C, 85%RH

조사내용: 생체중 감소율, MAP 포장 내 이산화탄소 농도 변화, 에틸렌 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 전해질 용출량, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수



- 연구결과

각 살균 처리후 MA 저장 중 생체중은 모든 처리구가 저장 종료일인 20일까지 0.5% 내외의 수치를 나타내었고 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 아스파라거스 최대 생체중 감소 허용량은 8%로써 저장 종료일에 외관상 수분 감소로 인한 품질 저하 현상은 나타나지 않았다.



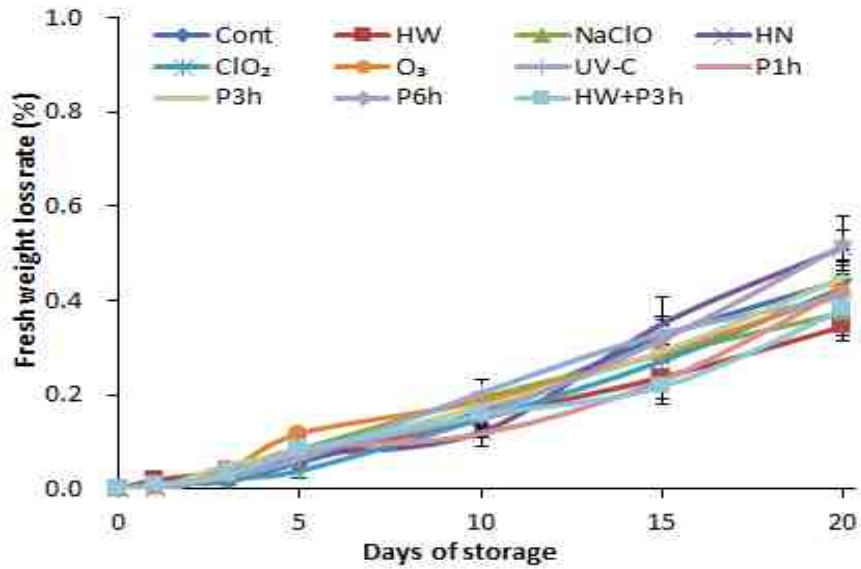


그림 120. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 기간 생체중 감소율 변화

저장 중 포장 내 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 2.5% 내외에서 증감을 반복하며 종료일까지 유지하였고, 처리구 중 HW+P3h가 가장 높고 P6h가 가장 낮았으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 아스파라거스는 5-12% 이산화탄소 농도의 CA 조건에서 2-3주 저장 가능하다고 보고되었는데, 그 수치와 유사하였다. 포장 내 에틸렌 농도는 O<sub>3</sub>가 저장 3일째 가장 높았으나 그 이후는 다른 처리구와 유사한 수치를 나타냈다. 아스파라거스는 에틸렌 가스 생성량이 매우 낮고, 에틸렌에 대한 민감도는 보통이라고 알려져 있는데 저장 기간내 에틸렌 농도에 따른 품질 저하는 나타나지 않은 것으로 판단된다.

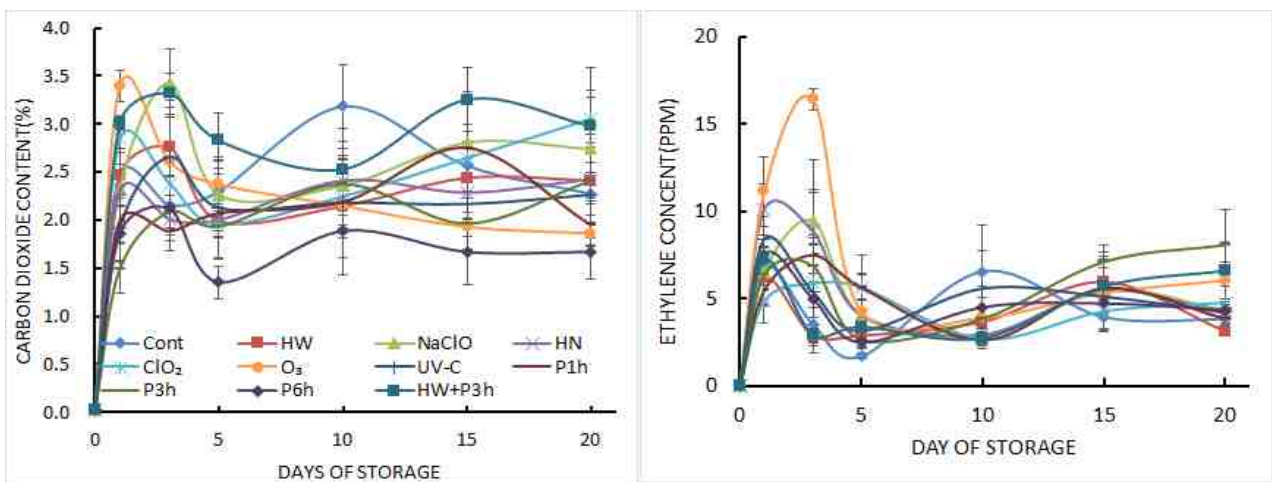


그림 121. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 중 포장내 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

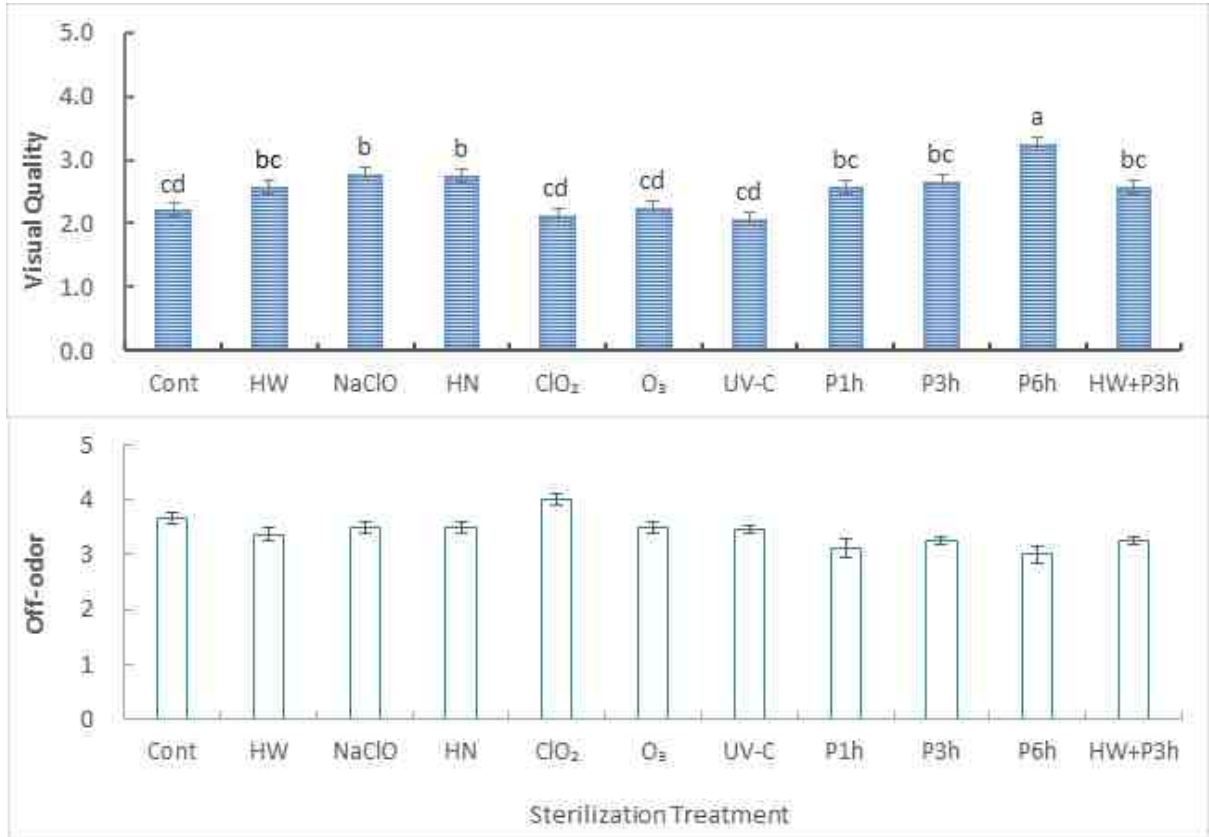


그림 122. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 외관상 품질과 이취 정도

저장 종료일에 패넬테스트를 통한 외관상 품질과 이취를 조사하였다. 외관은 상품성의 한계점을 3점으로 설정하여 테스트를 진행 하였는데, P6h가 가장 높은 3.25 수치를 나타내었다. P6h를 제외하고 NaClO, HN, P3h 순서로 양호하였다. 이취도 P6h가 가장 낮게 조사되었으며, P1h, P3h, HW+P3h 순으로 낮았다. 당도는 처리 직후 NaClO, HN 처리구는 큰 폭으로 감소하였고, 이를 제외한 나머지 처리구는 소폭 감소하였다. 20일 저장 후 당도는 초기값 비해 많이 감소하였으며, 처리구 중 ClO<sub>2</sub>, HW, HW+P6h, P1h 순으로 나타났다.

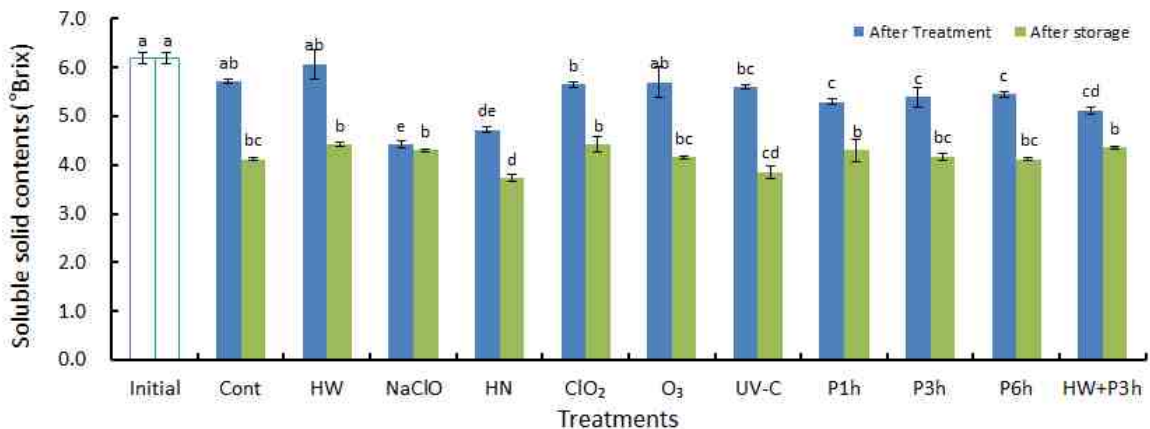


그림 123. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 처리 직후와 저장 종료일의 당도 농도 비교

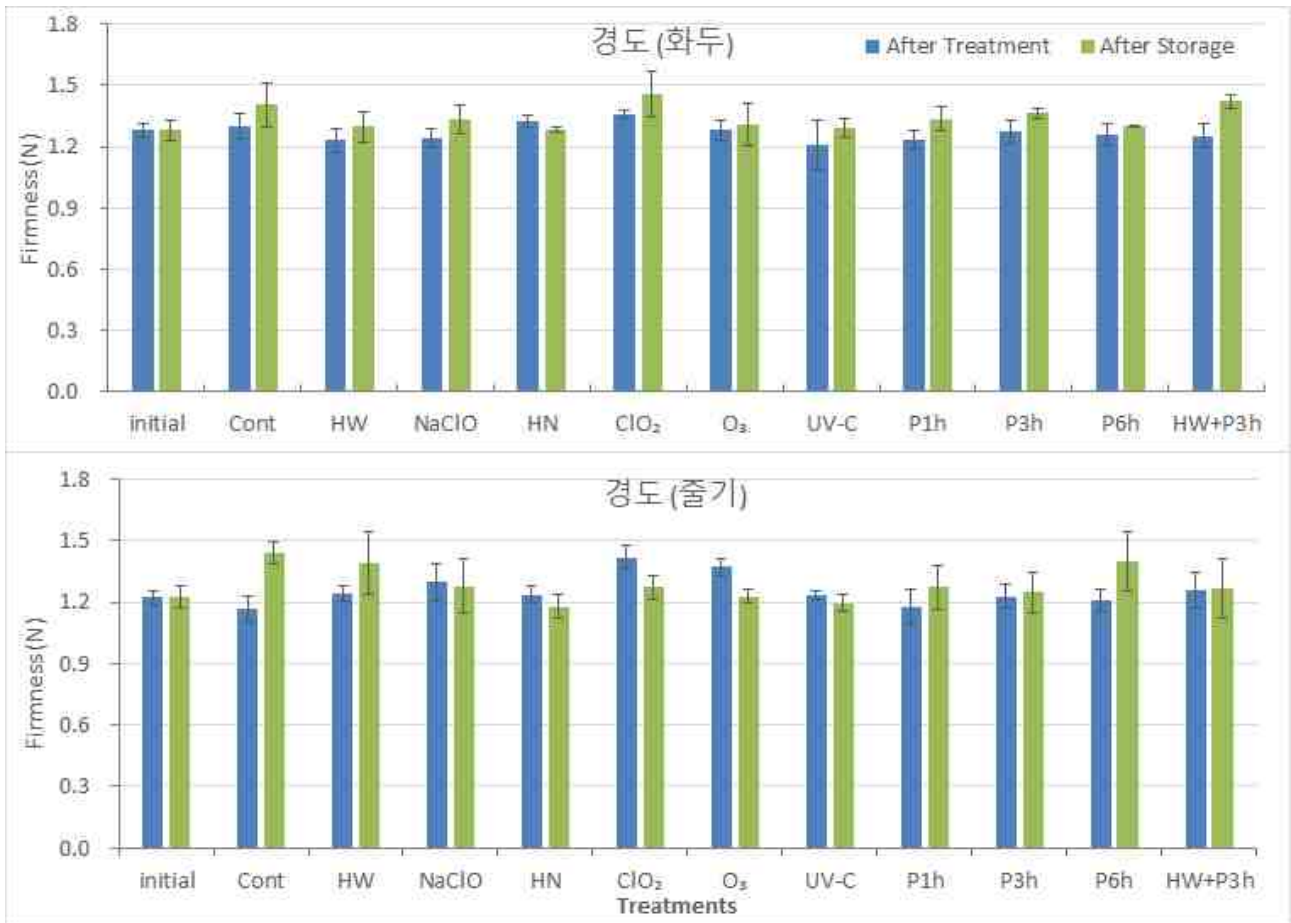


그림 124. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 처리 직후와 저장 종료일의 경도

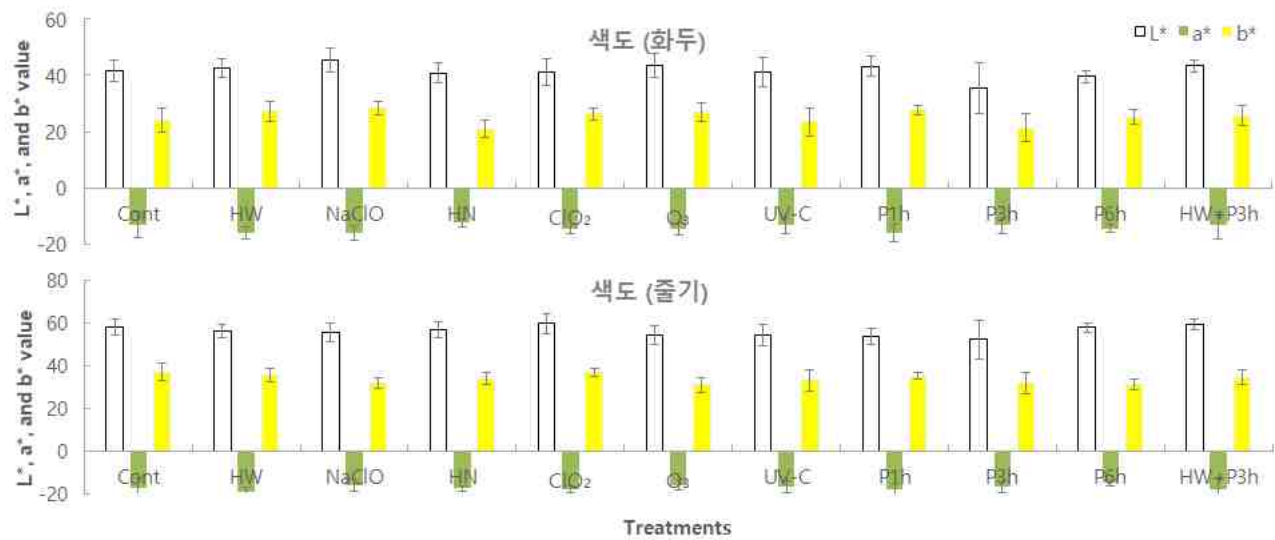


그림 125. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 색도(상: 화두, 하: 줄기)

경도는 화두의 경우 HN을 제외하고 모든 처리구가 처리 직후 보다 20일 저장 한 후에 수치가 증가하였는데, 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 그리고 줄기는 ClO<sub>2</sub>와 O<sub>3</sub>가 처리 직후 초기값에 비해 유의성 있는 차이를 나타내며 증가하였고, 20일 저장 후 초기값에 비해 대조구, HW, P6h가 가장 많이 증가하였으나 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 색도는 화두와 줄기의 경우 녹색을 나타내는 a\*값의 경우 HW가 가장 높았으며, 황색을 나타내는 b\*값의 경우 화두는 HN, 줄기는 O<sub>3</sub>가 가장 높았다.

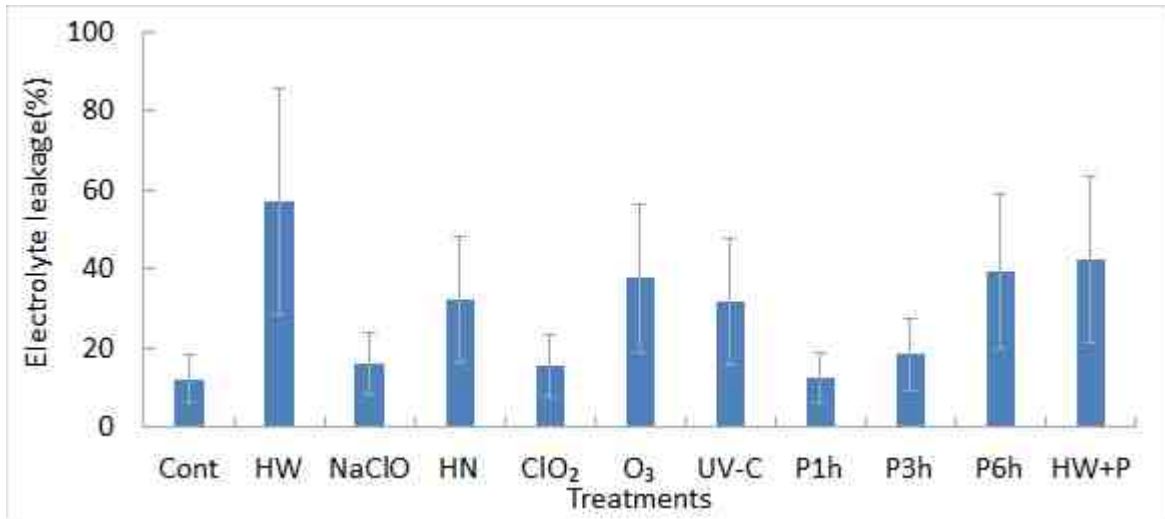


그림 126. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 전해질 용출량

표. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 총 세균, 대장균, 그리고 곰팡이수

	Aerobic count (log CFU/g)	<i>E.coli</i> (log CFU/g)	Yeast and mold (log CFU/g)
Cont	7.58±0.03	7.80±0.03	4.25±0.11
HW	8.10±0.03	5.72±0.12	3.64±0.19
NaClO	7.94±0.03	5.56±0.24	2.40±1.61
HN	7.97±0.03	7.02±0.78	4.70±0.09
ClO <sub>2</sub>	7.71±0.01	7.49±0.02	3.20±0.17
O <sub>3</sub>	7.71±0.01	7.98±0.03	3.75±0.08
UV-C	7.62±0.02	7.73±0.06	0.00±0.00
P1h	7.85±0.01	7.98±0.03	0.00±0.00
P3h	7.93±0.03	5.82±0.30	3.62±0.15
P6h	5.81±0.13	6.67±0.07	3.86±0.09
HW+P	7.16±0.04	7.25±0.06	3.10±0.17

저장 종료일의 전해질 용출량은 P1h, ClO<sub>2</sub>, NaClO 순으로 낮았다. 각 처리 후 20일 저장 종료일에 측정된 총 세균수는 P6h, 대장균수는 NaClO, HW, P3h, 그리고 곰팡이수는 UV-C, P1h 처리구가 낮게 나타나거나 발견되지 않았다.





그림 127. 몇 가지 병해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 외관 비교

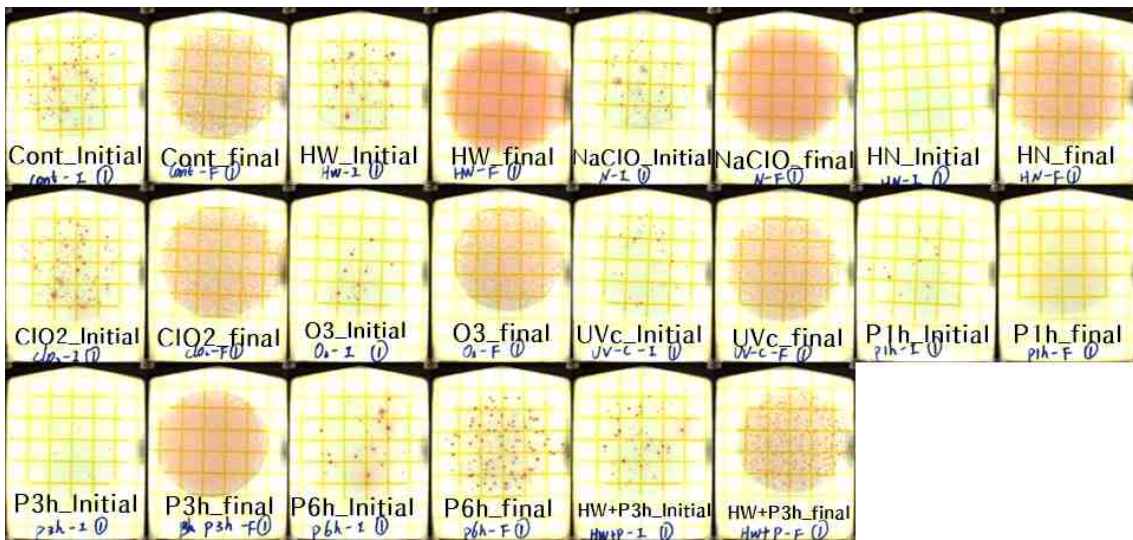


그림 128. 몇 가지 병해 방제 처리 직후(Initial)와 저장 종료일(final)의 총 세균수 비교



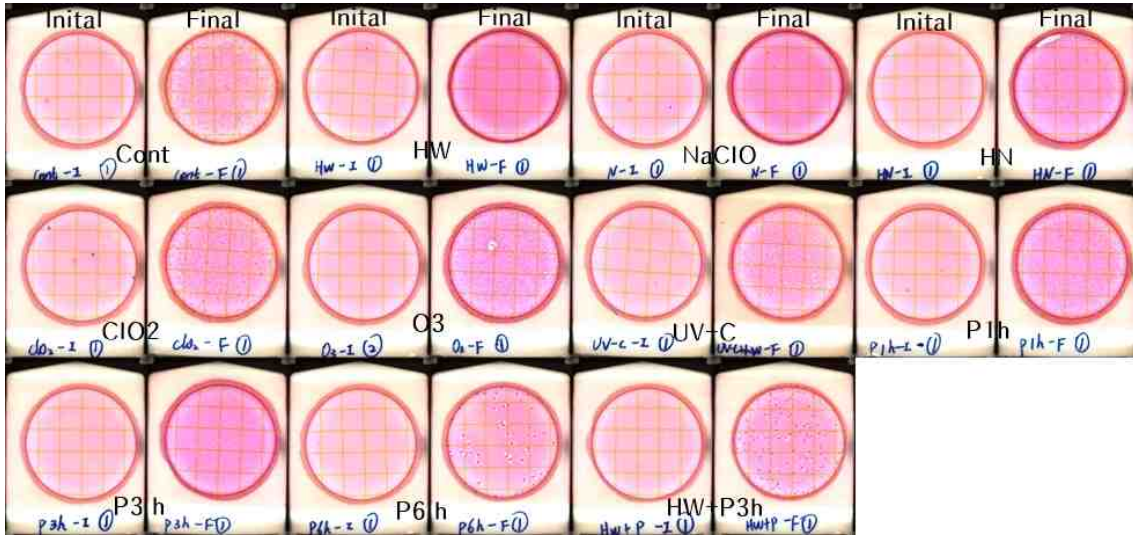


그림 129. 몇 가지 병해 방제 처리 직후(Initial)와 저장 종료일(final)의 총 대장균수 비교

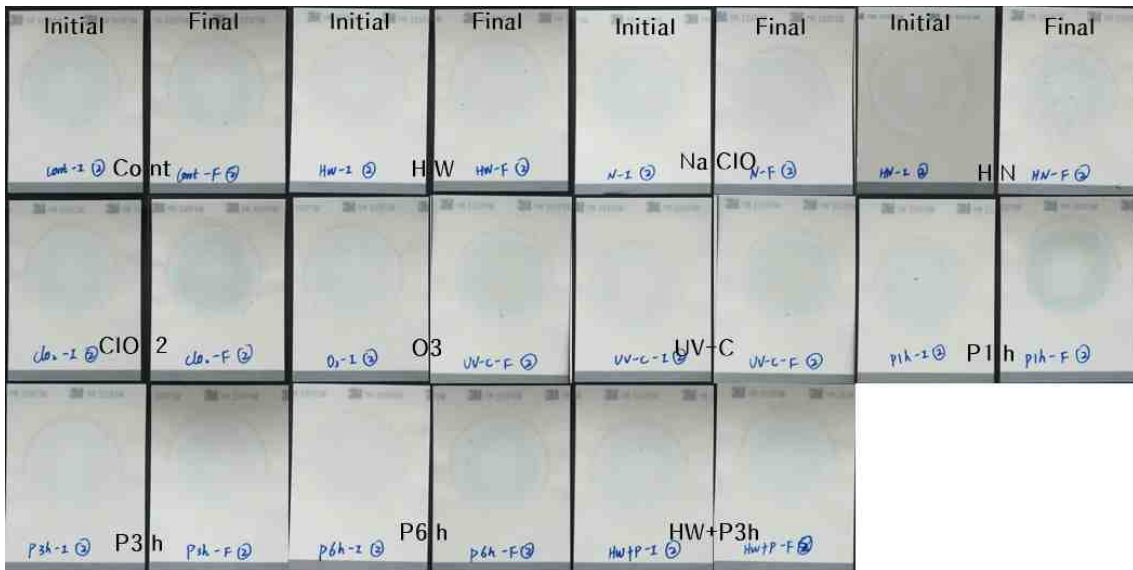


그림 130. 몇 가지 병해 방제 처리 직후(Initial)와 저장 종료일(final)의 총 곰팡이수 비교

결과적으로 P6h 처리가 미생물 억제효과를 나타냈으며, 전체적인 외관상 품질도 양호하여 장기저장에 적합한 처리라고 판단된다.

② 몇 가지 저장 전처리가 기존 유통 과정에서 안전성에 미치는 영향

공시재료: 강원도 춘천산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법

- 산화질소수(24시간 살포)
- 플라즈마(24시간 중 2시간)
- $\text{ClO}_2$  가스(24시간 중 3시간)
- 전해수(24시간 살포)

저장방법: 저장고내 100g 단위로 소포장하여 온도  $4^\circ\text{C}$ , 습도 85%RH 유지

조사내용: 생체중 감소율, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수



- 연구결과

아스파라거스 현재 MAP가 아닌 상태로 유통되고 있어 안정성 유지하는 데 큰 어려움이 따른다. 이에 본 연구는 현장에서 유통 중에도 살균이 가능한 몇 가지 방법을 전처리하여 병해 방제에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행하였다. 처리는 12일간 진행되었는데  $\text{ClO}_2$ , 전해수, 그리고 플라즈마 처리구는 이미 3일째에 최대 생체중 감소율 허용량인 8%를 넘었으며, 대조구 (Cont)과 산화질소수 처리구는 약 5일째에 그 수치를 나타내었다. 처리 종료일인 12일째에는 전해수가 가장 높은 감소율인 32%, 플라즈마가 24%, 그리고 나머지 처리구가 18%의 높은 생체중 감소를 보여 수분 감소로 인한 외관상 품질 저하 현상을 나타내었다.

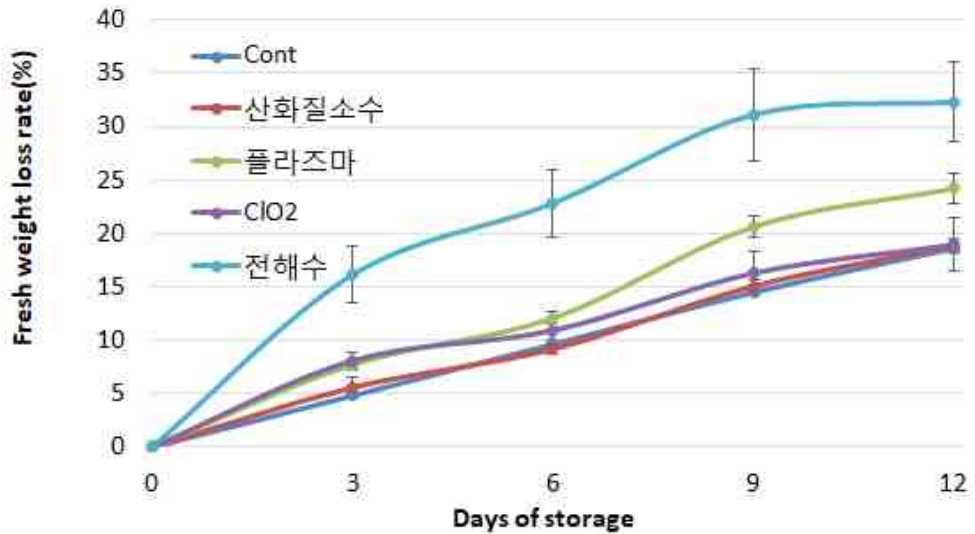


그림 131. 몇 가지 처리에 따른 처리기간 내 생체중 감소율 변화

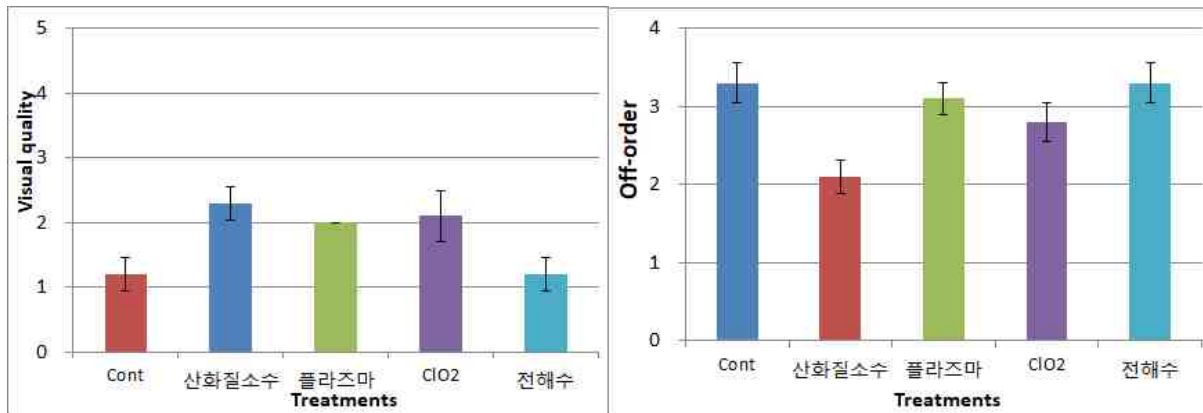


그림 132. 몇 가지 처리 종료일의 외관상 품질과 이취 비교

처리 종료일인 12일째 패널테스트를 통한 외관과 이취를 조사하였다. 외관은 모든 처리구 상품성의 한계점인 3점 이하였는데, 그 중 산화질소수와 ClO<sub>2</sub> 처리구가 양호하였다. 이취는 산화질소수가 가장 낮게 조사되었다.

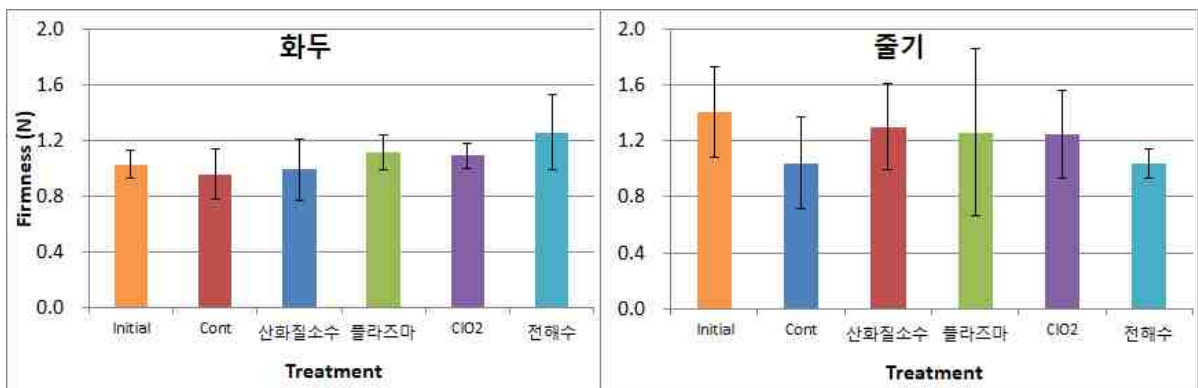


그림 133. 몇 가지 처리 종료일의 경도 비교

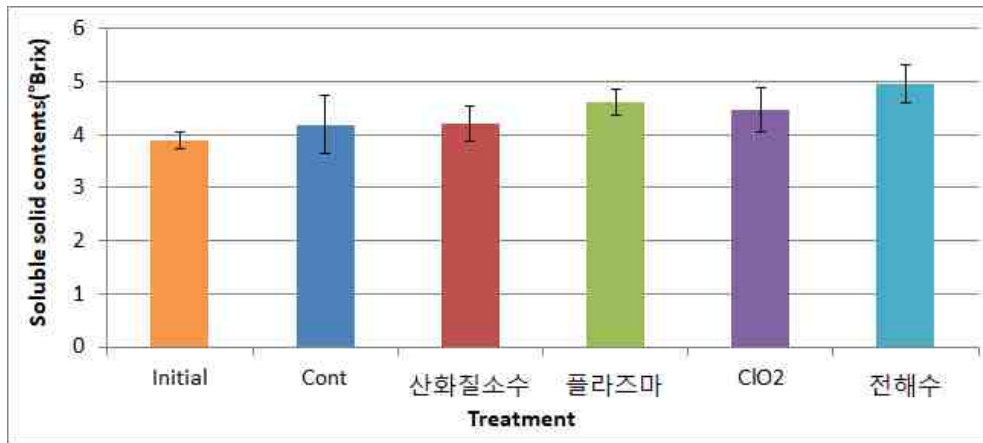


그림 134. 몇 가지 처리 종료일의 당도 비교

경도는 화두와 줄기를 나누어 측정 하였는데, 화두는 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하는 경향을 보였으며, 그 중 전해수 처리구가 가장 높았다. 그리고 줄기는 초기값에 비해 감소하였는데, 그 중 산화질소수 처리구가 가장 높은 경도 수치를 보였고, 대조구가 가장 낮았지만 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 당도는 초기값에 비해 모든 처리구 증가하였는데 그 중 전해수 처리구가 가장 높았다. 색도는 화두와 줄기 모두 처리구간의 차이는 나타나지 않았으며, 녹색을 나타내는 a\* 값의 경우 화두는 대조구를 제외한 ClO<sub>2</sub> 처리구, 줄기는 산화질소수 처리구가 가장 높았다.

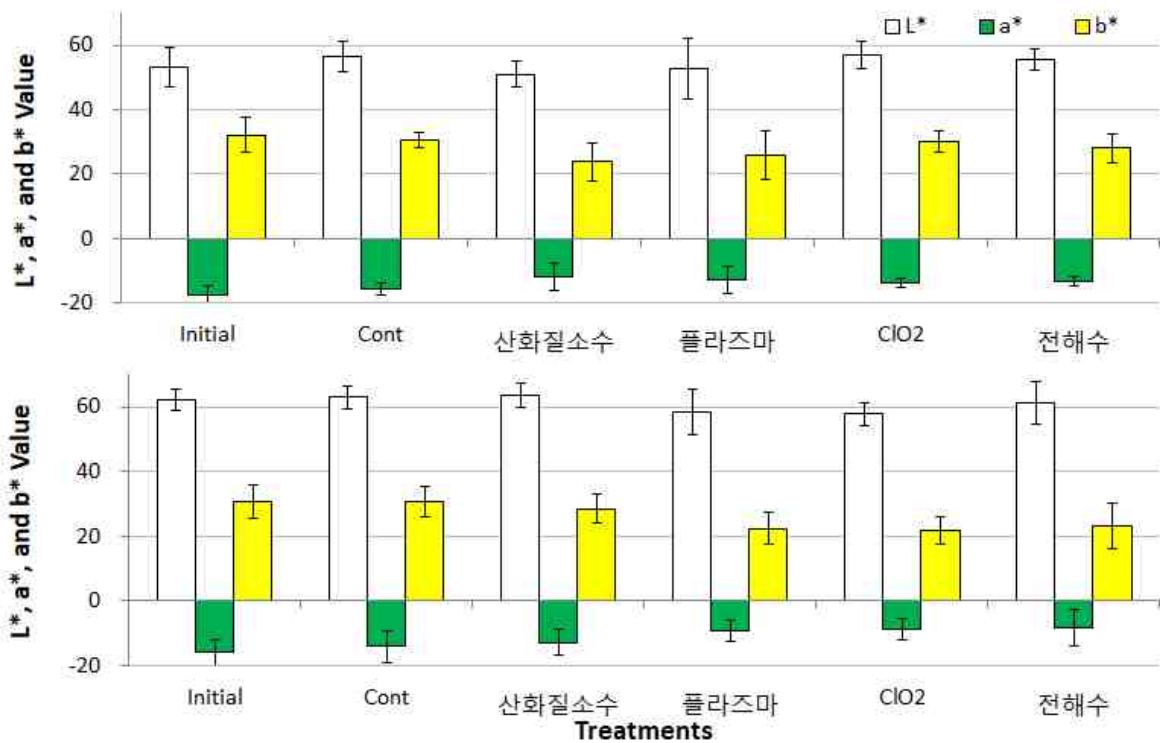


그림 135. 몇 가지 처리 종료일의 색도 비교(상: 화두, 하: 줄기)



표. 몇 가지 처리 종료일의 곰팡이수, 대장균수, 그리고 총 세균수

	Yeast and mold (log CFU/g)	<i>E.coli</i> (log CFU/g)	Aerobic count (log CFU/g)
Initial	2.26 ± 0.24	3.03 ± 0.18	4.11 ± 0.03
Cont	2.36 ± 0.10	3.71 ± 0.04	4.69 ± 0.02
산화질소수	3.58 ± 0.05	4.22 ± 0.03	7.17 ± 0.00
플라즈마	<b>1.33 ± 1.15</b>	4.39 ± 0.03	4.78 ± 0.11
ClO <sub>2</sub>	2.80 ± 0.27	3.71 ± 0.08	4.39 ± 0.04
전해수	2.62 ± 0.15	4.63 ± 0.42	7.03 ± 0.00



그림 136. 몇 가지 처리 종료일의 외관

처리 종료일에 아스파라거스의 곰팡이수, 세균, 그리고 대장균을 조사해본 결과, 플라즈마 처리구가 곰팡이수를 줄이는데 가장 효과적인 것으로 나타났으며, 대장균은 대조구와 ClO<sub>2</sub> 처리구, 총 세균수는 ClO<sub>2</sub> 처리구가 처리 중에 효과적인 것으로 판단된다.

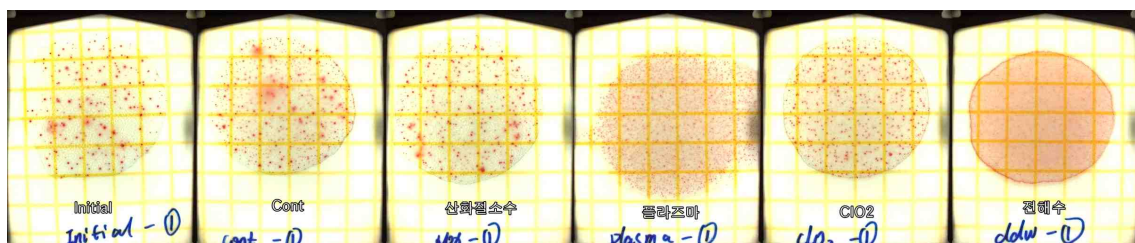


그림 137. 몇 가지 처리 종료일의 총 세균수



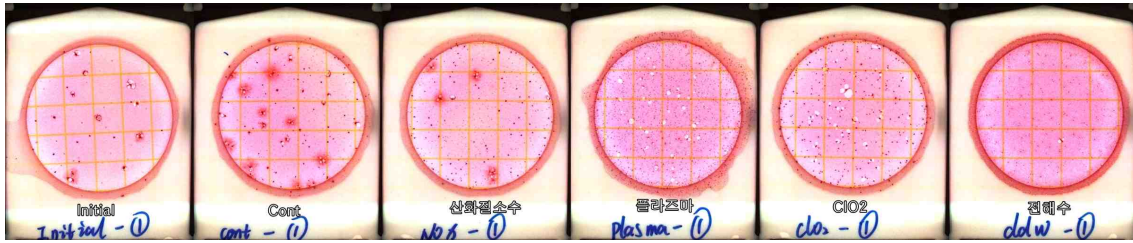


그림 138. 몇 가지 처리 종료일의 대장균수

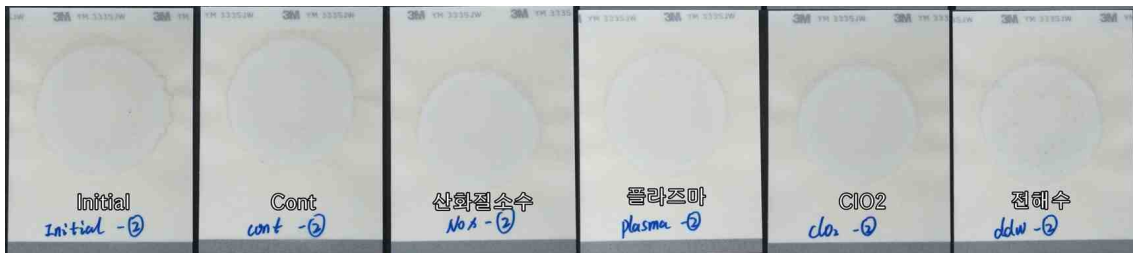


그림 139. 몇 가지 처리 종료일의 곰팡이수

(나). 충해 방제 처리가 수출 유통 중 품질에 미치는 영향 조사

① 살충력을 가지는 저장전 고농도 CO<sub>2</sub> 처리와 저장중 고CO<sub>2</sub> 조건이 저장유통 중 아스파라거스 품질이 미치는 영향

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법

- 대조구- 20일간 저장: 무처리(MA&MP)
- 저장 전 저온고에서 CO<sub>2</sub> 가스(20%) 3일간 처리 후 20일간 저장(MA&MP)
- 저온고에서 CO<sub>2</sub> 가스(20%) 20일간 처리

MAP 저장방법: MA-10,000cc/m<sup>2</sup> · day · atm, MP-34홀- $\varnothing 0.6\text{mm}/175\text{cm}^2$ (미세천공)

저장온도: 4°C, 85%RH

조사내용: 생체중 감소율, MAP 포장내 이산화탄소 농도 변화, 에틸렌 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 엽록소 함량, 전해질 용출량, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수, 총 페놀함량, DPPH 라디칼 소거능, 건물중

- 연구결과

각 처리 후 포장하여 저장 중 생체중 감소율은 MA에 저장한 두 처리구가 0.5% 이하로 낮았는데 그 중 이산화탄소 전처리한 Pre-CO<sub>2</sub>-MA 처리구가 가장 낮았다. 미세천공으로 포장한 두 MP 처리구는 이산화탄소 처리한 처리구가 1.5%, 무처리구가 2.0%으로 높았다. 그러나 아스파라거스 최대 생체중 감소 허용량인 8%보다는 낮은 수치를 나타내었다. 포장 내 이산화탄소 농도는 이산화탄소 처리와 상관 없이 MA 두 처리구가 4-6%의 농도를 나타내어 아스파라거스 CA 저장시 최적의 농도인 5-12%와 유사한 수치를 나타내었다. 그리고 MP 두처리 구는 2% 이

하의 농도를 보였다. 저장 기간 중 포장내 에틸렌 농도는 이산화탄소 처리 한 두 처리구는 저장 직후 1일째 다소 증가하는 경향을 보였으나 바로 감소하였고, 이산화탄소 처리하지 않은 두 처리구는 저장 3일째까지 2배 이상의 급격한 증가를 보였다가 다시 감소하였다.

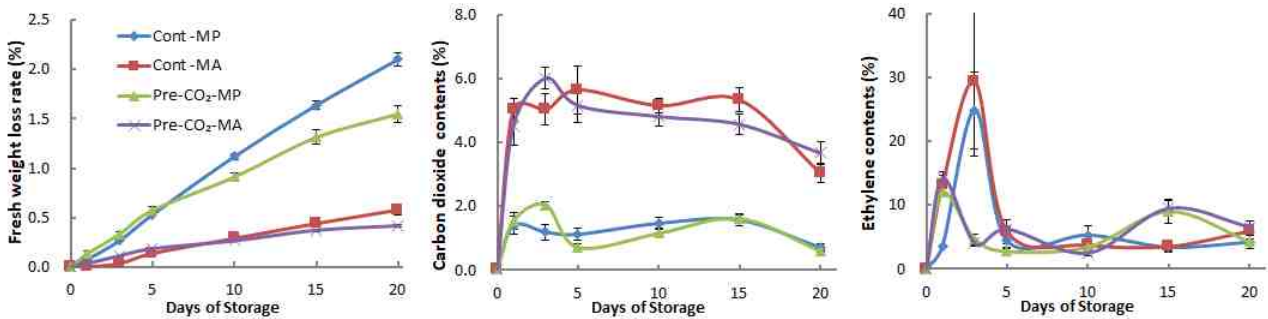


그림 140. 몇 가지 충해 방제 처리에 따른 저장기간 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소 농도, 그리고 에틸렌 농도 변화

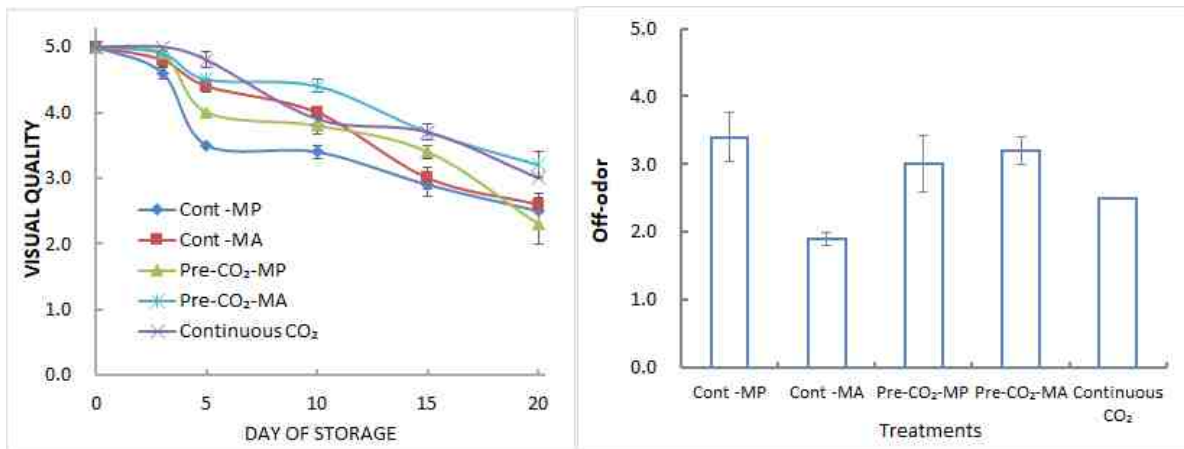


그림 141. 몇 가지 충해 방제 처리에 따른 저장기간 내 외관상 품질 변화와 저장 종료일의 이취 비교

저장 중 외관상 품질은 저장 종료일인 20일째 상품성 한계점인 3점 이상인 처리구는 Pre-CO<sub>2</sub>-MA와 20일간 계속 이산화탄소를 처리한 Continuous CO<sub>2</sub> 이었다. 이를 제외한 나머지 처리구는 저장 약 15일째부터 상품성을 상실하였다. 저장 종료일에 측정된 이취는 Cont-MA, Continuous CO<sub>2</sub> 처리구 순으로 낮았다.

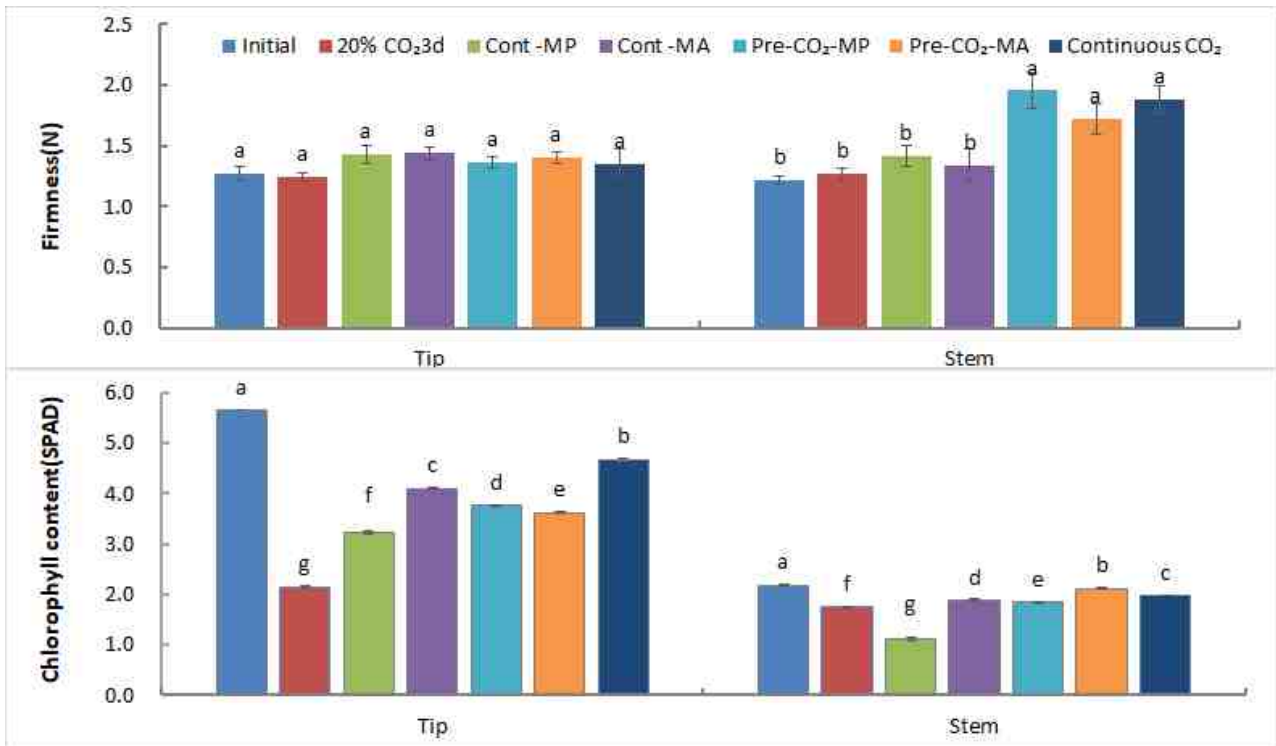


그림 142. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 경도와 엽록소 함량

저장 종료일 경도의 경우 화두의 경우 초기값과 처리 후, 저장 종료일 유의성 없는 차이를 나타내었고, 줄기는 이산화탄소 가스 처리 후 20일 저장한 Pre-CO<sub>2</sub>-MA, Pre-CO<sub>2</sub>-MP와 20일 처리한 Continuous CO<sub>2</sub> 가 초기값에 비해 증가하였다. 엽록소 함량은 아스파라거스 부위에 관계 없이 초기값에 비해 모든 처리구가 감소하였고, 화두는 처리구 중 20일간 처리한 Continuous CO<sub>2</sub> 가 가장 높았다. 그리고 줄기는 Pre-CO<sub>2</sub>-MA, Continuous CO<sub>2</sub> 순으로 높았다. 당도는 초기값에 비해 모든 처리구가 감소하였는데, 처리구중 Cont-MA가 가장 높았으나 통계적 유의성은 낮았다.

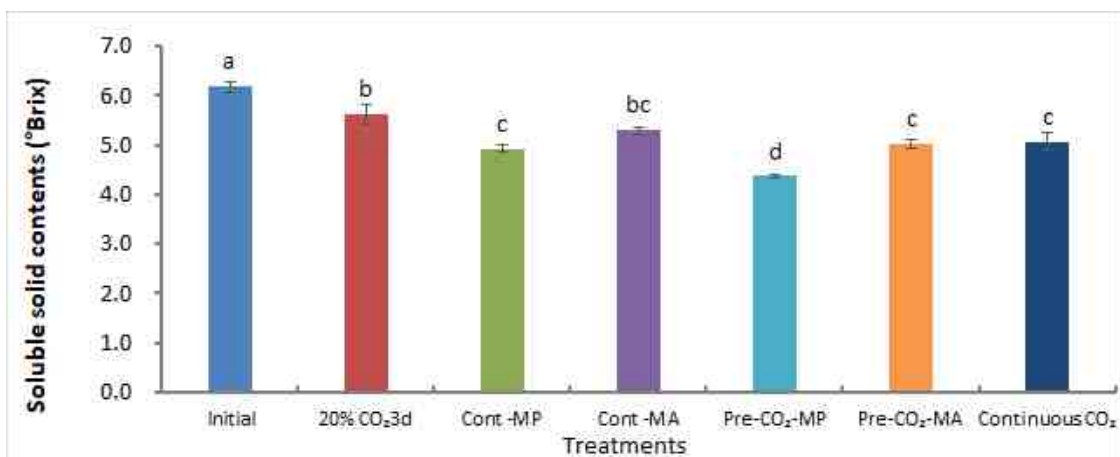


그림 143. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 당도 비교

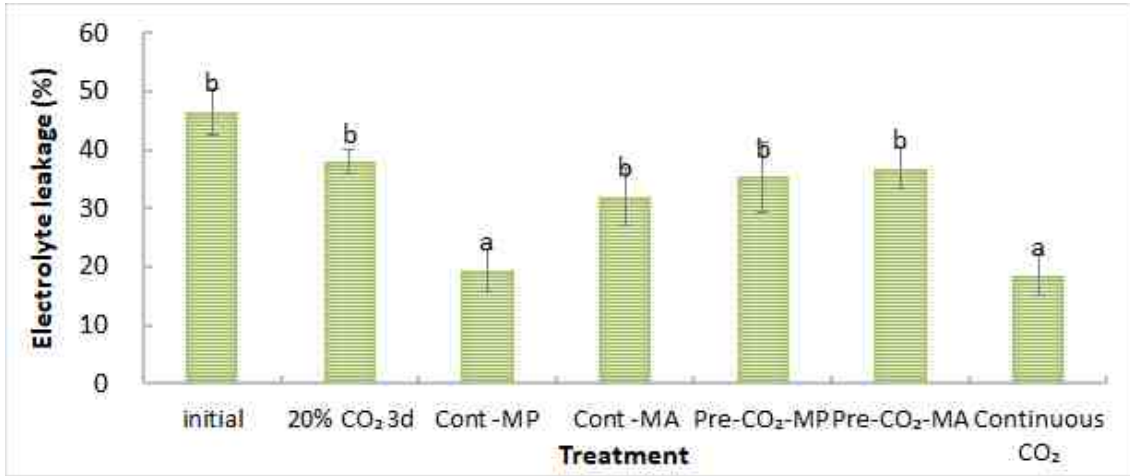


그림 144. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 전해질 용출량 비교

저장 종료일의 전해질 용출량은 Cont-MP와 20일동안 이산화탄소를 계속 처리한 Continouius CO<sub>2</sub>가 가장 낮았다. 색도는 녹색을 나타내는 a\*값은 화두의 경우 Continouius CO<sub>2</sub>가 가장 높았고, 줄기는 Cont-MA가 높았지만 황색을 나타내는 b\* 값도 높았다. 각 처리가 아스파라거스의 페놀 함량과, 항산화능(라디칼 소거능)에 미치는 영향도 알아보았다. 총 페놀 함량은 화두의 경우 대조구 두 처리와 Continouius CO<sub>2</sub>, 줄기는 Pre-CO<sub>2</sub>-MP, 항산화능의 경우 화두는 Cont-MA, 줄기는 Continouius CO<sub>2</sub> 가 가장 높았다.

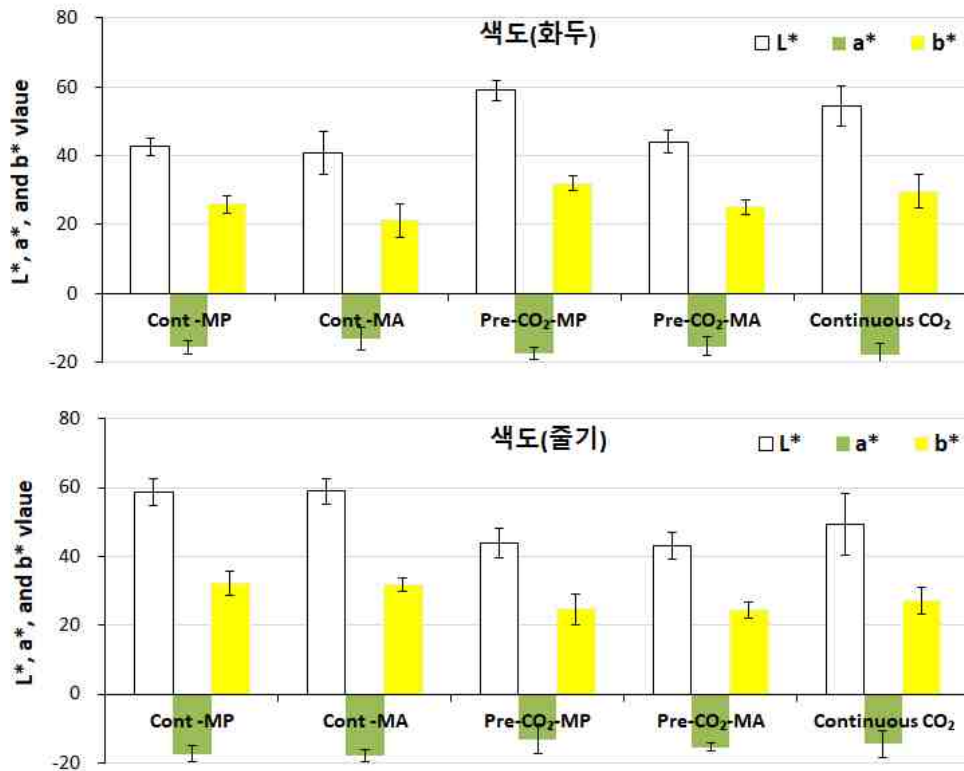


그림 145. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 색도 비교

표. 몇 가지 총해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 페놀, 항산화능(라디칼 소거능: DPPH)

	Total phenol (ugGAE/ml)		Radical scavenging activity(DPPH) (%)	
	Tip	Stem	Tip	Stem
initial	0.63±0.01	0.43±0.01	9.0±0.3	14.4±0.2
20%CO <sub>2</sub> 3d	0.58±0.01	0.45±0.01	10.8±0.1	28.1±4.0
Cont-MP	0.72±0.01	0.49±0.01	37.6±0.2	11.4±0.1
Cont-MA	0.72±0.01	0.48±0.01	47.0±0.2	26.3±0.1
Pre-CO <sub>2</sub> -MP	0.71±0.01	0.55±0.01	24.7±0.2	8.9±0.1
Pre-CO <sub>2</sub> -MA	0.69±0.01	0.47±0.01	33.9±0.1	7.4±0.2
Continuous CO <sub>2</sub>	0.71±0.01	0.47±0.01	7.3±0.0	43.1±0.2

저장 종료일의 조사한 총 세균수는 이산화탄소를 3일 처리 직후의 세균수와 20일 처리한 Continouius CO<sub>2</sub> 가 가장 낮았으며, 대장균은 초기값과 Continouius CO<sub>2</sub> 가 유사한 값을 나타냈다. 그리고 곰팡이 수는 Cont-MA에서 전혀 나타나지 않았으며, Continouius CO<sub>2</sub> 처리구도 다른 처리구에 비해 낮은 수치를 나타내었다.

표. 몇 가지 총해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 총 세균, 대장균, 그리고 곰팡이수

	Aerobic count (log CFU/g)	<i>E.coli</i> (log CFU/g)	Yeast and mold (log CFU/g)
	initial	6.3±0.3	5.71±0.30
20%CO <sub>2</sub> 3d	4.1±3.6	6.50±0.09	5.89±0.11
Cont-MP	7.9±0.0	7.31±0.73	3.53±3.08
Cont-MA	7.6±0.0	7.20±0.06	0.00±0.00
Pre-CO <sub>2</sub> -MP	7.8±0.0	6.24±0.14	5.60±0.00
Pre-CO <sub>2</sub> -MA	7.6±0.1	6.45±0.08	6.04±0.13
Continuous CO <sub>2</sub>	4.2±3.6	6.01±0.28	1.67±2.89

결론적으로, 총체 벌레 살충 효과가 검증된 고CO<sub>2</sub> 처리는 아스파라거스에 수확 후 저장 중 줄기 경화를 초래하였으나, 저장수명에는 영향을 주지 않았으며 항산화 능력을 증가시키고 미생물의 번식 억제 효과가 있는 것으로 판단된다.





그림 146. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 외관

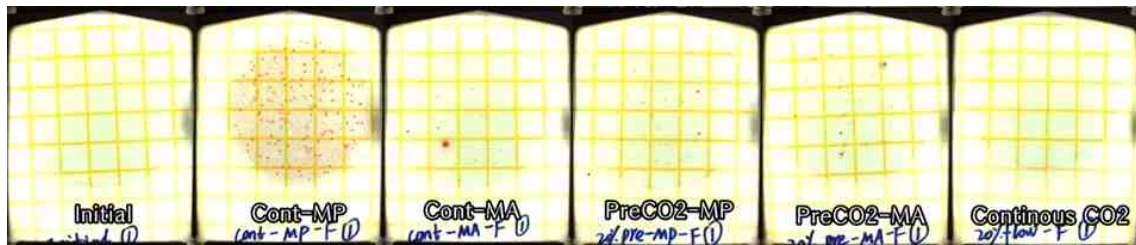


그림 147. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 총 세균수

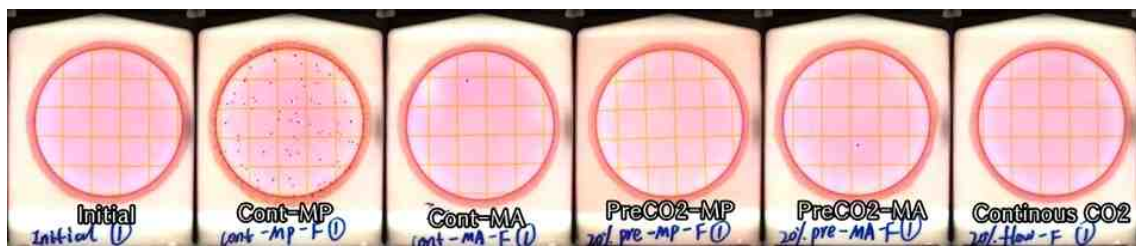


그림 148. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 대장균수

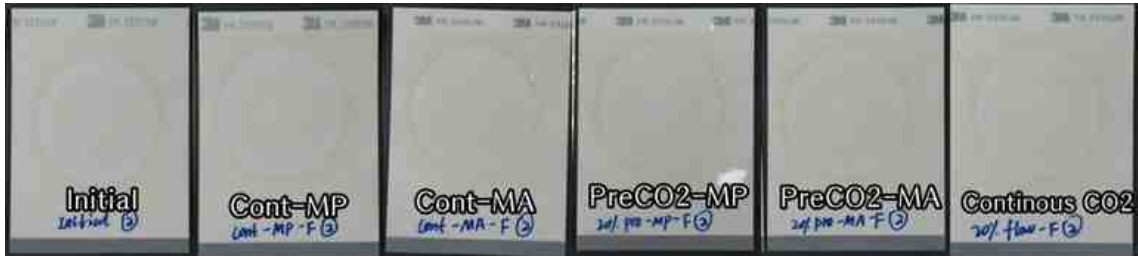


그림 149. 몇 가지 층해 방제 처리에 따른 저장 종료일의 곰팡이수

## 7. 수출 국가별 장기유통을 위한 포장 방법 개발

(가). 상자단위 MAP 적용시험: 6kg, 10kg 단위 상자를 대상으로 한 MAP처리 효과 구명

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

MAP 저장방법: 6kg 상자를  $10,000\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$  OTR 필름으로 포장 후 저장

저장온도:  $4^\circ\text{C}$ , 85%RH

조사내용: 생체중 감소율, MAP 포장내 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 전해질 용출량, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이



- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 MA 처리구는 0.5% 이하의 낮은 수치를 보였고, 이를 제외한 무포장 대조구의 경우 저장 종료일 3%에 육박하였으나, 아스파라거스 최대 생체중 감소 허용량보다는 낮았다. 포장내 이산화탄소는 같은 MAP 포장이었으나 포장 단위에 따라 크게 차이를 보였는데, 소포장 MA 처리구는 3% 내외를 유지하였고 6kg 박스 MAP 처리구는 최대 12%까지 증가하였다. 아스파라거스는 5-12% 적정 CA조건을 가지고 있어 대용량 MAP시에 이산화탄소 농도 인한 품질 저하는 일어나지 않을 것으로 판단된다. 포장내 에틸렌 농도는 MA저장 두 처리구

모두 저장 직후 3일까지 급속히 증가하였으나 이 후 감소 하여 저장 종료일까지 5ul/L의 농도를 유지하였다.

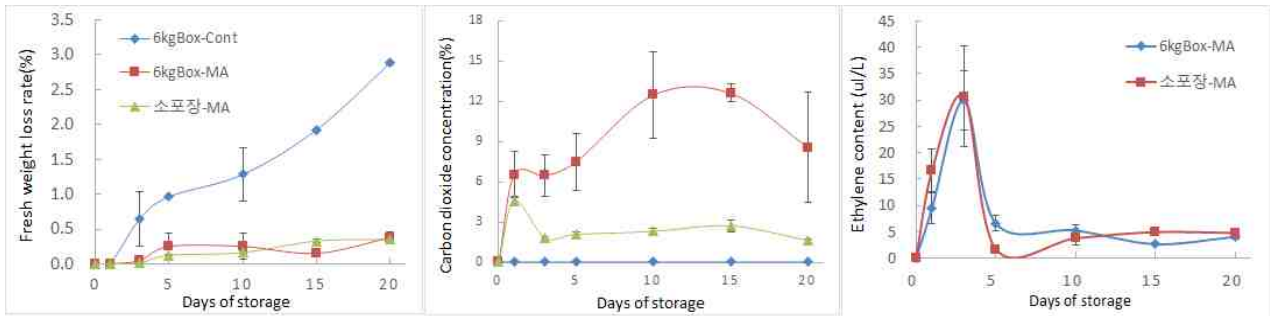


그림 150. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 중 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소 및 에틸렌 가스 농도 변화

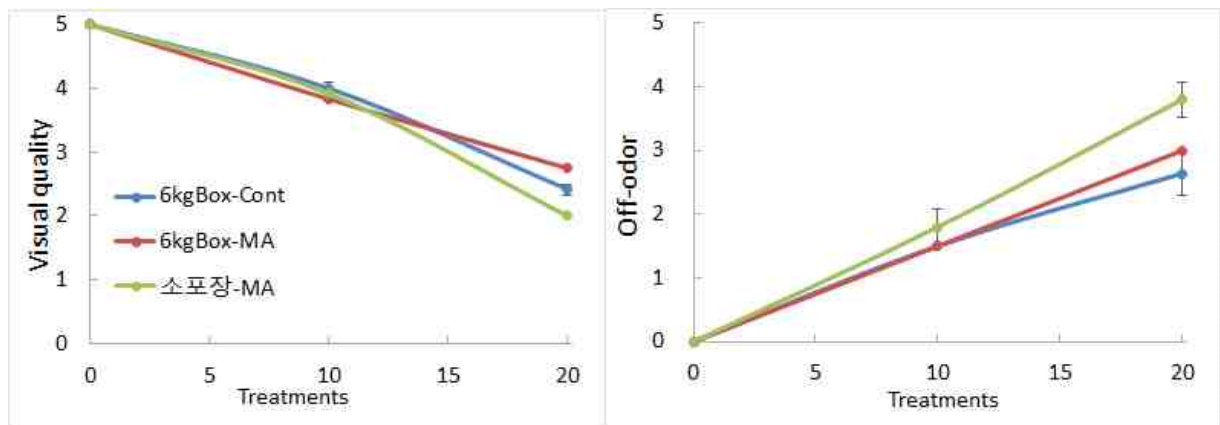


그림 151. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 중 외관상 품질과 이취 변화

저장 중 패널테스트로 외관상 품질과 이취를 조사하였다. 외관상 품질은 저장 15일째부터 차이가 나기 시작해서 종료일에 6kg박스 MA처리구가 가장 양호하였고, 소포장 MA가 가장 낮았다. 이취는 소포장 MA가 가장 높았으며, 포장 하지 않은 6kg박스 대조구가 가장 낮았다.

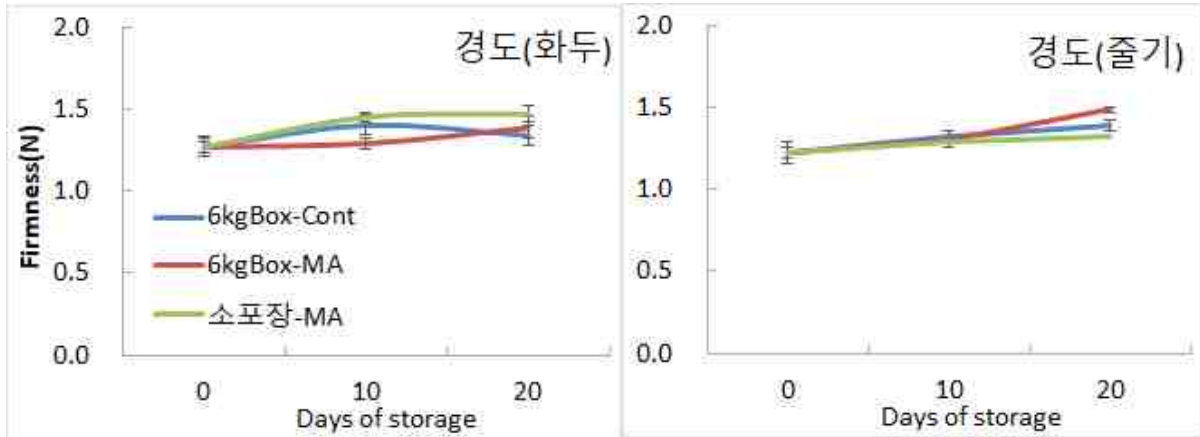


그림 152. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 중 경도 변화

경도의 경우 처리에 따른 차이는 나타나지 않았는데, 화두의 경우 소포장 처리구, 줄기의 경우 6kg박스 MA 처리구가 가장 높았다.

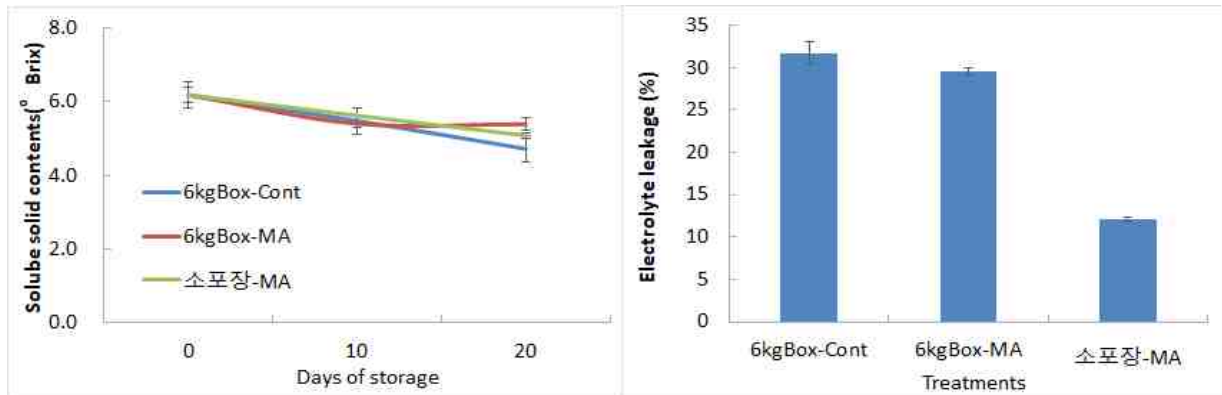


그림 153. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 중 당도 변화와 저장 종료일의 전해질 용출량

당도의 경우 6kg박스 MA가 가장 높았으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 저장 종료일의 전해질 용출량은 소포장 MA 처리구가 가장 낮았으며 6kg박스 대조구가 가장 높았다. 색도는 화두와 줄기 모두 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 처리구간의 차이가 나타나지 않았다



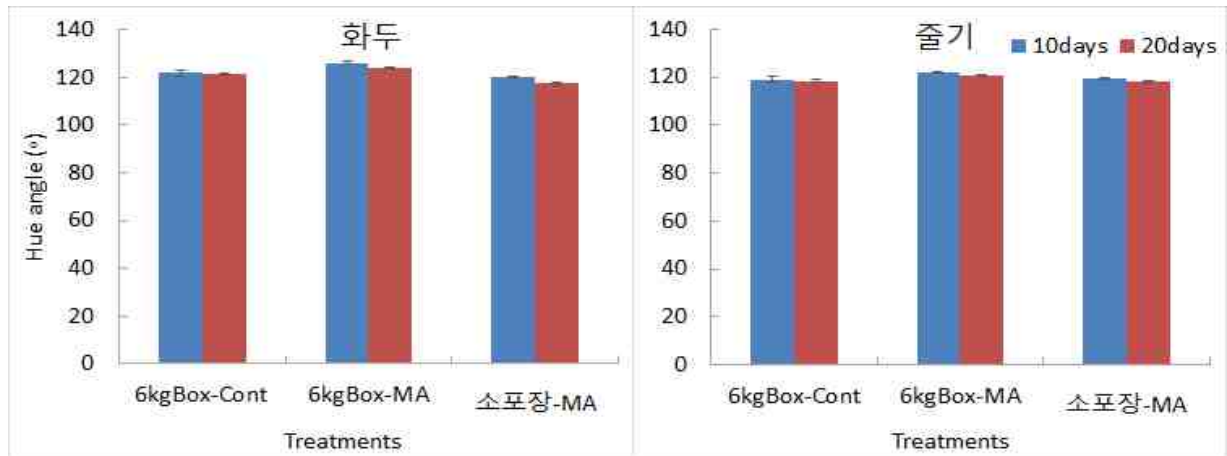


그림 154. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 중 색도 변화

표. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 10일째, 20일째의 총 세균, 대장균, 그리고 곰팡이수

	Aerobic count (log CFU/g)		<i>E.coli</i> (log CFU/g)		Yeast and mold (log CFU/g)	
	10days	20days	10days	20days	10days	20days
initial	6.26±0.24	6.30±0.24	-	6.30±0.00	-	-
6kgBox-Cont	6.82±0.30	8.70±0.01	-	6.51±0.45	-	-
6kgBox-MA	4.00±3.46	7.55±0.10	-	2.10±3.64	-	-
소포장-MA	2.16±3.74	8.70±0.01	-	7.65±0.02	-	-

저장 10일째와 종료일인 20일째에 세균, 대장균, 그리고 곰팡이를 조사하였다. 총 세균수는 10일째에 소포장 MA가 가장 낮았으며, 20일째에는 모든 처리구 유사하였다. 대장균수는 10일째 모든 처리구에서 나타나지 않았으나, 20일째 조사되었고 그 중 6kg박스 MA가 가장 낮았으며 곰팡이는 저장 기간 모든 처리구에서 나오지 않았다.



그림 155. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 종료일의 외관



이상의 결과를 종합해보면, 대용량 6kg 박스도 10,000cc OTR 필름으로 포장할 경우 포장내 이산화탄소가 아스파라거스 CA 조건과 부합하였고, 생체중 감소 억제 등 외관상 품질 유지에 효과적이었다.

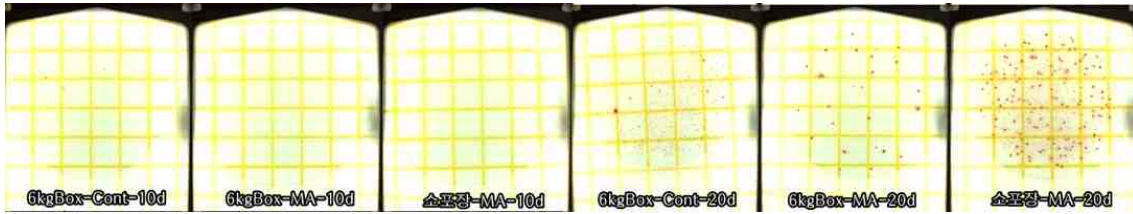


그림 156. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 종료일의 총 세균수

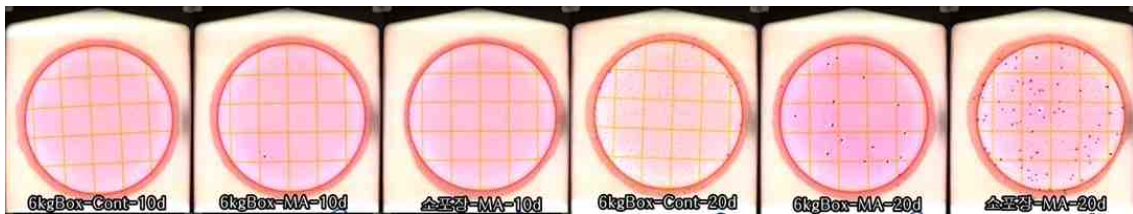


그림 157. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 종료일의 대장균수

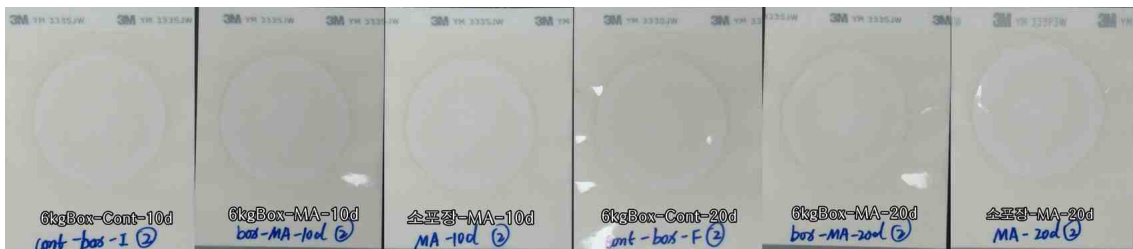


그림 158. 몇 가지 포장 방법에 따른 저장 종료일의 곰팡이수

(나). 살균 · 살충처리와 MAP 복합처리를 통한 수출 아스파라거스 저장성 비교: 7주간 저장성 비교

- 연구방법

공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (직경  $1.3 \pm 0.2\text{cm}$ , 초장 24cm)

처리방법: 대조구(무처리, 1,300cc, 10,000cc, 진공필름(Vacuum))\_Cont

열수처리(48°C/2분 - 무처리, 1,300cc)\_HW

플라즈마처리(6시간 - 무처리, 1,300cc)\_P

복합처리(열수+플라즈마 - 무처리, 1,300cc, 10,000cc, 진공필름)

MAP 저장방법: 무처리와 각 산소투과도별 OTR 필름 포장 후 35일간 저장  
( $\text{cc/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ )

저장온도: 2°C, 85%RH

조사내용: 생체중, 포장내 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 경도, 당도, 색도, 전해질 용출량, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이

- 연구결과

각 처리 후 저장 중 생체중 감소율은 MAP 저장 처리구는 저장 종료일인 35일까지 0.5% 이하의 수치를 나타내었고, 무포장 처리구인 Cont, HW, P6, HW+P6는 2.5% 내외이었다. 아스파라거스 최대 생체중 감소 허용량보다는 낮아 수분 감소로 인한 외관상 품질 저하는 나타나지 않았다.

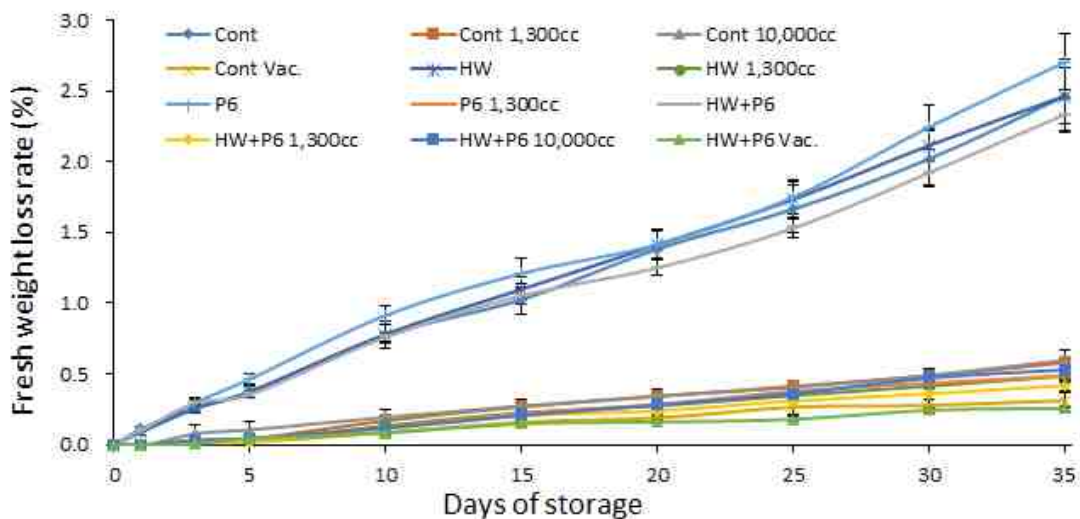


그림 159. 몇 가지 살균 · 살충처리에 따른 저장기간 내 생체중 감소율 변화

저장 중 포장내 이산화탄소는 진공포장된 Cont Vac., HW+P6 Vac. 처리구가 가장 높은 30%에 육박하는 수치를 보였으며, 1,300cc OTR 필름으로 포장된 4 처리구가 10-15% 농도를 유지하였다. 이를 제외한 나머지 10,000cc OTR 필름으로 포장된 2 처리구는 5% 이하의 이산화탄소 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 포장내 산소 농도는 이산화탄소 농도와 반대로 진공 필름 처리구들은 5% 이하, 1,300cc OTR 필름 포장 처리구는 5-10%, 10,000cc OTR 필름 포장 처리구는 17-20%의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다.

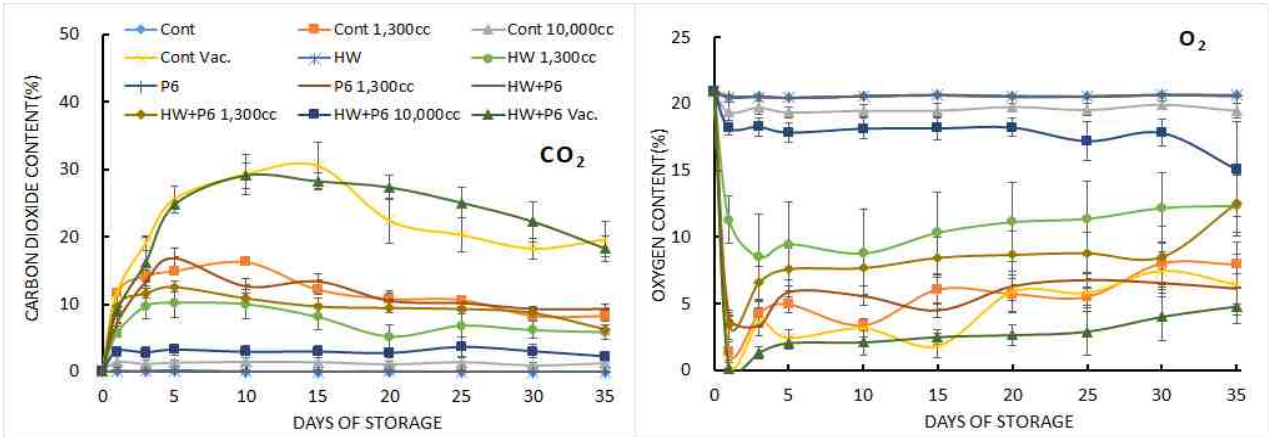


그림 160. 몇 가지 살균·살충처리에 따른 포장 내 이산화탄소와 산소 농도 변화

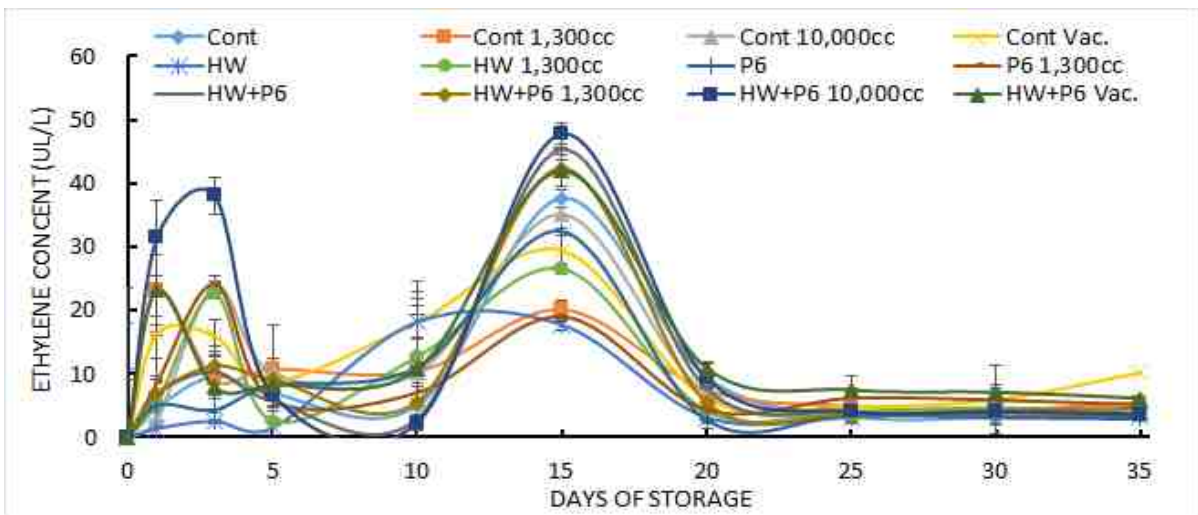


그림 161. 몇 가지 살균·살충처리에 따른 포장 내 에틸렌 농도 변화

저장 기간 중 포장내 에틸렌 농도는 모든 처리구가 저장 20일까지 증가와 감소를 반복하는 양상을 보였고, 처리구 중 HW+P6 10,000cc 처리구가 다소 높은 수치를 보였지만 전체적으로 통계적 유의성은 없었다. 저장 종료일에 패널테스트로 조사된 외관상 품질은 Cont 10,000cc와 P6 1,300cc 처리구가 상품성 한계점인 3점과 유사한 수치를 나타내었고, 이취는 대조구를 제외한 HW 1,300cc, P6 1,300cc, HW+P6 1,300cc 가 낮게 조사되었는데 필름의 투과도가 낮음에도 불구하고 이취가 적게 발생이 되었다. 경도는 화두의 경우 HW, Cont 10,000cc, 줄기의 경우 Cont Vac., HW+P6 1,300cc가 높았다. 당도의 경우 Cont 1,300cc, Cont Vac., 그리고 HW+P6 1,300cc가 초기값과 유사하고 처리구간에 우수한 수치를 보였다.

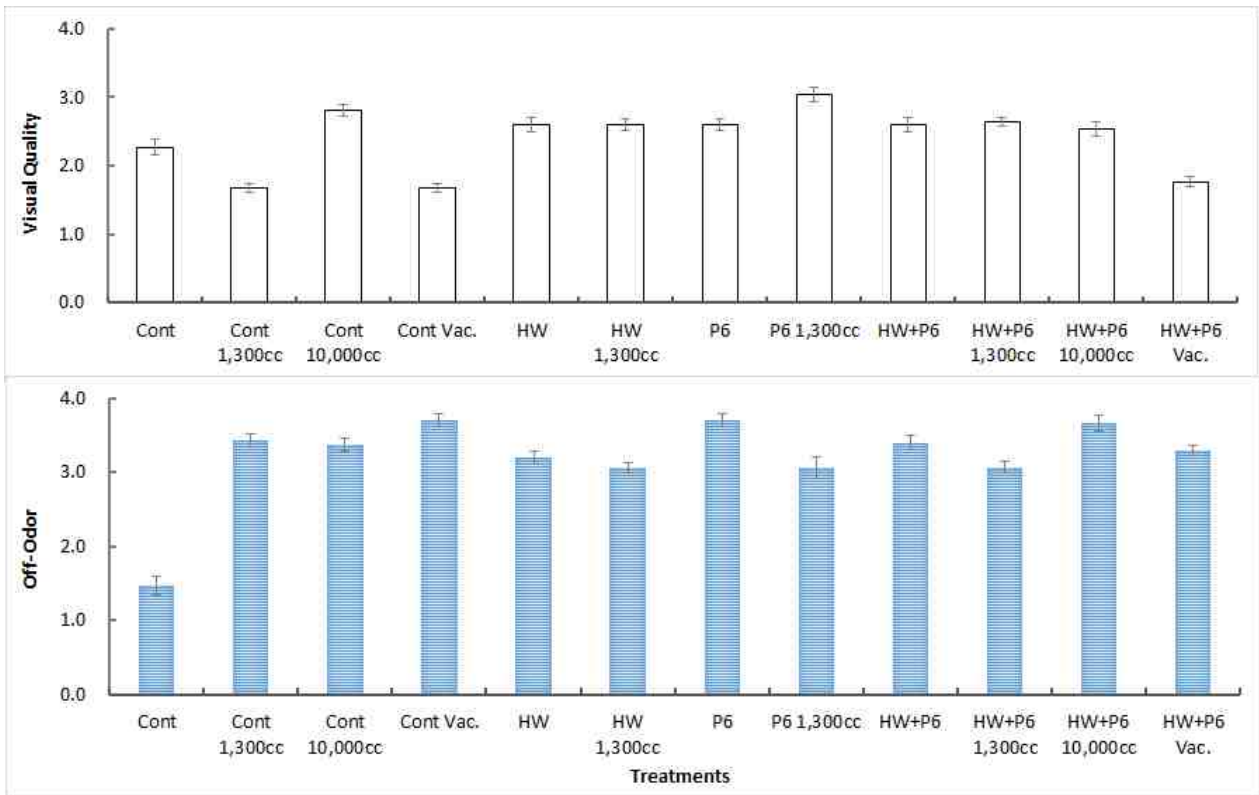


그림 162. 몇 가지 살균·살충처리에 따른 저장 종료일의 외관상 품질과 이취 정도 비교

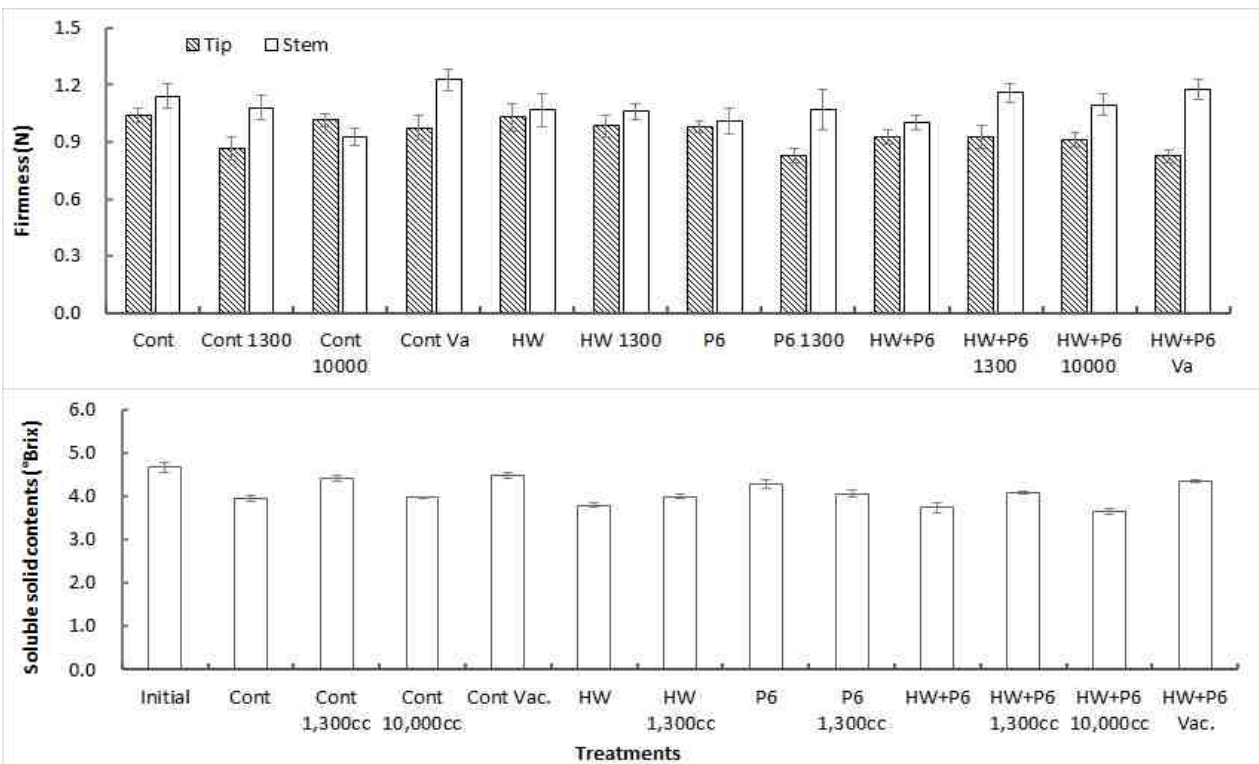


그림 163. 몇 가지 살균·살충처리에 따른 저장 종료일의 경도와 당도 비교

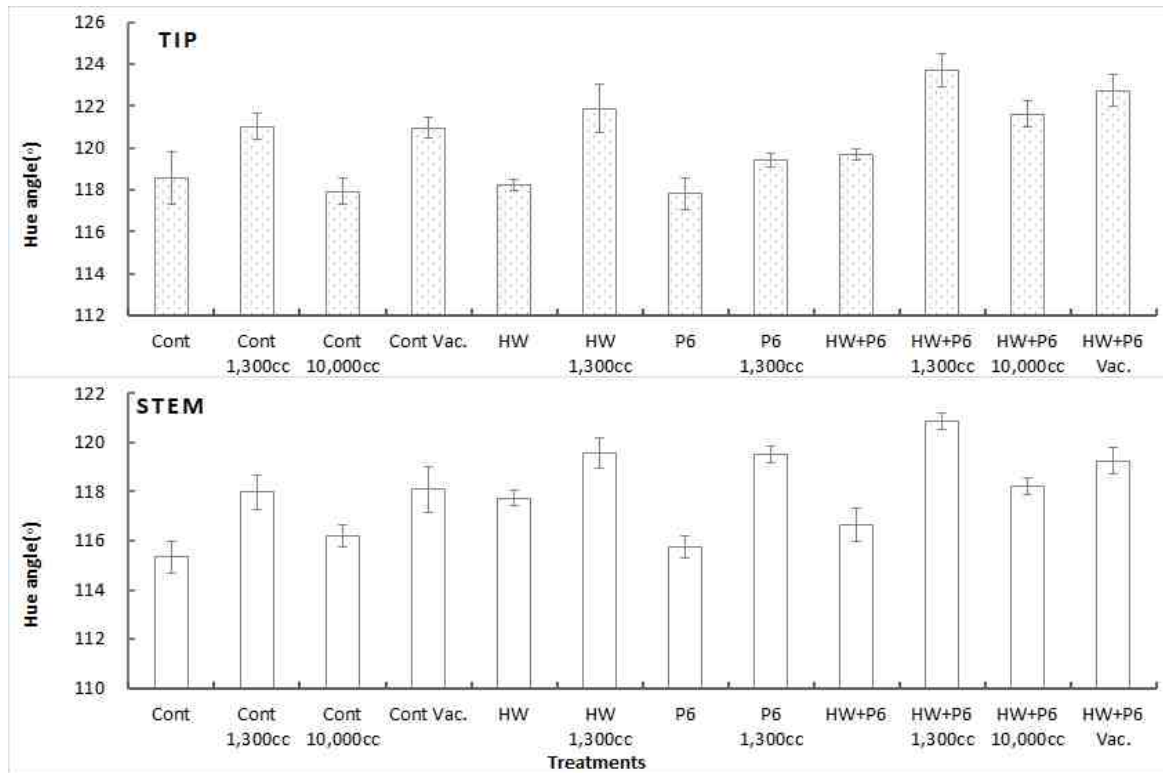


그림 164. 몇 가지 살균·살충처리에 따른 저장 종료일의 색도 비교

저장 종료일에 화두와 줄기의 색도를 조사한 결과, 화두와 줄기 모두 HW+P6 1,300cc 가 가장 높아 녹색의 정도가 진한 것으로 조사되었다.

표. 몇 가지 살균·살충 처리에 따른 저장 종료일의 총 세균, 대장균, 그리고 곰팡이수

	Aerobic count (log CFU/g)		<i>E.coli</i> (log CFU/g)		Yeast and mold (log CFU/g)	
	After treatment	Final day	After treatment	Final day	After treatment	Final day
	Cont	3.70±0.05	6.68±0.06	2.82±0.00	3.64±0.04	2.84±0.20
Cont 1,300cc	-	3.78±0.02	-	3.36±0.05	-	1.53±0.00
Cont 10,000cc	-	4.18±0.05	-	3.43±0.12	-	2.58±0.00
Cont Vac.	-	4.40±0.06	-	2.72±1.33	-	0.67±0.00
HW	3.74±0.08	3.87±0.02	3.47±0.03	-	0.77±1.33	1.62±1.46
HW 1,300cc	-	4.14±0.17	-	3.85±0.30	-	1.00±1.00
P6	4.01±0.03	3.58±0.07	3.05±0.10	2.30±0.04	2.52±0.45	2.40±0.17
P6 1,300cc	-	4.25±0.03	-	3.27±0.02	-	-
HW+P6	6.01±0.05	6.68±0.05	3.73±0.00	4.37±0.18	2.20±0.17	2.62±0.28
HW+P6 1,300cc	-	3.81±0.03	-	2.78±0.01	-	2.79±0.01
HW+P6 10,000cc	-	4.45±0.04	-	4.03±0.00	-	2.56±0.07
HW+P6 Vac.	-	3.48±0.09	-	-	-	-



저장 종료일에 조사한 세균과 대장균, 그리고 곰팡이 수를 조사하였다. 총 세균수는 저장 종료일에 HW+P6 Vac, Cont 1,300cc, HW+P6 1,300cc, HW가 낮았고, 대장균은 P6, Cont Vac., HW+P6 1,300cc, 그리고 곰팡이수는 P6 1,300cc와 HW+P6 Vac. 처리구에서 조사되지 않았다.

이상의 결과를 종합해보면, 색도, 경도와 외관 및 이취 정도가 양호하며 세균과 대장균수 감소에 효과가 있는 것으로 보이는 플라즈마 처리 P6와 열수처리와의 복합 처리구인 HW+P6가 아스파라거스 저온 저장시 1,300cc로 MAP 하는 것이 적합하다고 판단된다. 본 연구의 수출 기간 연장 목표는 7주 였으나, 본 실험에서는 5주에 머물렀는데, 복합 처리 조건을 설정하기 위해 살균·살충 실험 종료 후 결과를 바탕으로 수행한 관계로 9월 하순에 수확 한 아스파라거스를 대상으로 실험을 진행하여 공시 재료의 저장 전 품질이 좋지 않았기 때문이라 사료된다.



그림 165. 몇 가지 살균·살충 처리에 따른 저장 종료일의 외관 비교

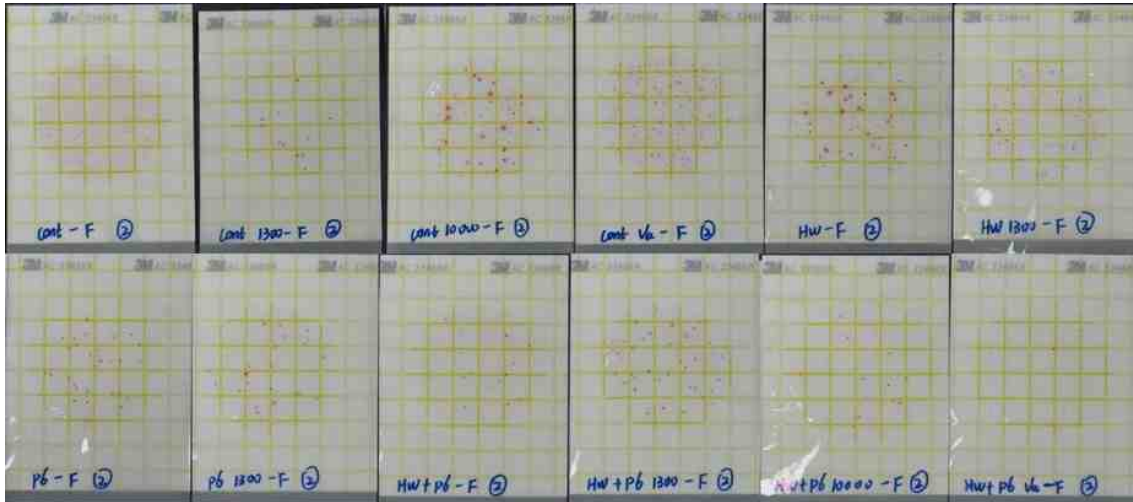


그림 166. 몇 가지 살균·살충 처리에 따른 저장 종료일의 총 세균수

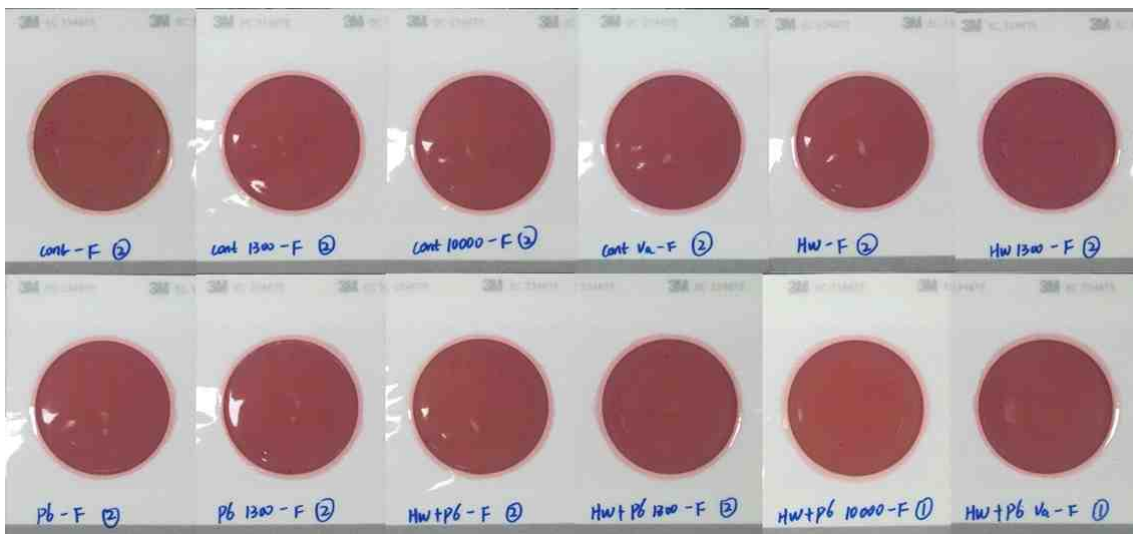


그림 167. 몇 가지 살균·살충 처리에 따른 저장 종료일의 대장균수

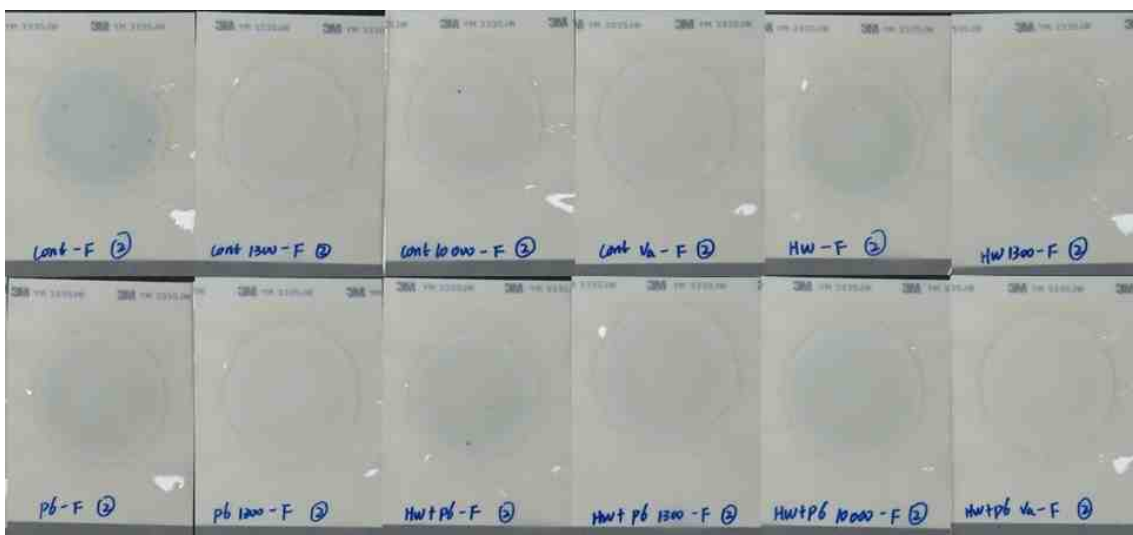


그림 168. 몇 가지 살균·살충 처리에 따른 저장 종료일의 곰팡이수

## 8. 장기유통을 위한 총괄 매뉴얼

기존 아스파라거스 저장 수명([http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=2&ds=799](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=2&ds=799))은 최소 14일에서 21일로 보고되고 있는데, 본과제의 연구결과의 단계별 처리를 통한 저장기간 연장일수는 최고 21일로, 모든 처리를 종합하면 총 42일(6주까지)저장 가능

- 예냉처리: 수냉처리의 경우 기존 공랭에 비해 예냉 속도가 빨라 단순 예냉처리만으로 2~3일 저장기간 연장효과가 있음(본과제 연구 성과 :DOI <https://doi.org/10.12791/KSBEC.2018.27.1.1>)
- 살균처리: 플라즈마 처리를 통해 저장 최종일 외관상 품질 1점 이상 차이, 일반적으로 외관상 품질 3일 연장효과 있음
- 전처리: 열처리, CO2 전처리

본 보고서 내용에서는 열처리는 황화억제와 의 저장수명 연장 효과는 나타나지 않았으나, 본과제 연구팀의 기존 보고에 의하면 열처리를 통해 2일 저장기간 연장 효과가 있었으며(본과제 성과 논문 내용:<https://doi.org/10.12972/kjhst.20180074>)

고농도 CO2처리를 통해 최장 5일 저장기간 연장효과가 나타남(종료후 논문으로 작성중)

- 포장상자: 개공율 조절을 통해 2% 개공율에 비해 16%개공율 포장상자가 저장수명 2일이상 연장효과가 있었음
- MAP: 적정 MA처리시 일반적으로 25%이상 저장수명 연장효과가 있는데, 본 연구결과 소포장 MAP의 경우 대조구 대비 최대 10일 이상의 저장수명 연장효과가 나타남.



- 그러나 본 연구에서 단계별 처리를 종합한 실험에서 최장 저장 일수가 35일이었는데, 이는

이 실험을 진행한 시기가 9월로 수확시기와 품온 등급 등의 아스파라거스 품질이 우수하지 못하였기 때문이라 판단됨

- 추가연구를 통해 저장수명 연장 목표치인 49일 확보 가능

- ① 장기 저장용 품종 선발: 기존 원예작물의 경우 품종에 따라 저장수명이 1.5배이상 차이가 발생함
- ② 수확 시기 결정: 품온이 높고 호흡율이 높은 아스파라거스의 생리적 특성을 고려할 때 품온이 5℃일 때 수확할 경우 상온에 비해 저장수명 연장 기대
- ③ 재배시기 및 등급: 재배시기는 수확시 품온과 등급과 연계되어 있어 수확시 품질에 따른 저장수명 차이가 나타날 수 있음

## 제 3 절 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 해충 관리 기술 개발

### 1. 아스파라거스 주요 해충 모니터링

#### (가). 총채벌레 생활사 및 발생양상

- 총채벌레는 총채벌레목(Thysanoptera)에 속하는 크기가 2~3mm에 달하는 미소곤충으로 우리나라에는 83종이 알려져 있으며 대부분 식물을 가해하는 해충으로 알려져 있다.
- 총채벌레는 다양한 시설작물과 화훼류에 토마토반점시들음바이러스(tomato spotted-wilt virus, TSWV)를 매개하여 심각한 피해를 입히는 것으로 알려져 있다.
- 우리나라 아스파라거스에서 발견되는 총채벌레는 5종이 있으며 그 중 강원도 지역의 아스파라거스 포장에 심각한 피해를 입히는 것은 파총채벌레이다(Choi et al., 2014, Kang et al., 2017).
- 총채벌레는 알, 유충(1~2령), 번데기(전용, 후용), 성충의 단계를 거치며 번데기시기를 토양에서 보내기 때문에 토양 내 습도가 높은 시기에는 대발생하지 않는 특성을 보인다.
- 번식은 암컷과 수컷이 교미해서 수정된 알을 낳는 유성생식도 일어나지만 대부분의 경우 암컷 혼자서 알을 낳는 무성생식(처녀생식)으로 번식하기 때문에 단기간에 밀도가 폭발적으로 증가한다.
- 특히 파총채벌레는 입경(6월 초, 중순)전에는 낮은 밀도를 유지하다 입경 이후 특히 6월 하순부터 고온 건조한 기상조건에서 발생이 급격히 증가하여 큰 피해를 입히며 특히 아스파라거스 순 속에 숨어 있어 방제에 어려움이 있다.
- 파총채벌레는 온실 내의 적합한 환경에서 연 10회 이상 발생하는 것으로 추정된다.
- 제주도의 경우 강원도 지역과는 달리 파총채벌레와 하와이총채벌레가 아스파라거스에서 발견되며 파총채벌레의 경우 3월경 발생밀도가 증가했다가 봄 수확기에 지상부의 아스파라거스 순이 수확되면서 밀도가 낮아지며, 입경이후 2차례에 걸쳐 (6월 하순~7월 상순, 9월 하순~10월 상순)에 밀도가 증가한다(Choi et al., 2014).
- 양구지역의 경우 제주도와는 달리 낮은 기온으로 인해 4월 중순까지는 파총채벌레의 밀도 증가가 거의 없다가 5월 중순 이후 조금씩 증가하기 시작하여 6월 중순 이후 급격히 증가한다.
- 강원도 아스파라거스 에서는 파총채벌레 이외에 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레가 주로 함께 발견되며 특히 오이총채벌레의 경우 높은 기온을 선호하여 주로 남부에서 발견되는 종으로 2015년과 2016년에는 강원도 양구지역 아스파라거스 포장에서는 거의 발견되지 않았으나 2017년 그 수가 증가하여 30여 개체 이상 발견되어 강원도 지역으로의 확산 가능성이 있으므로 면밀한 관찰이 필요하다.

#### (나). 끈끈이트랩을 이용한 총채벌레 모니터링

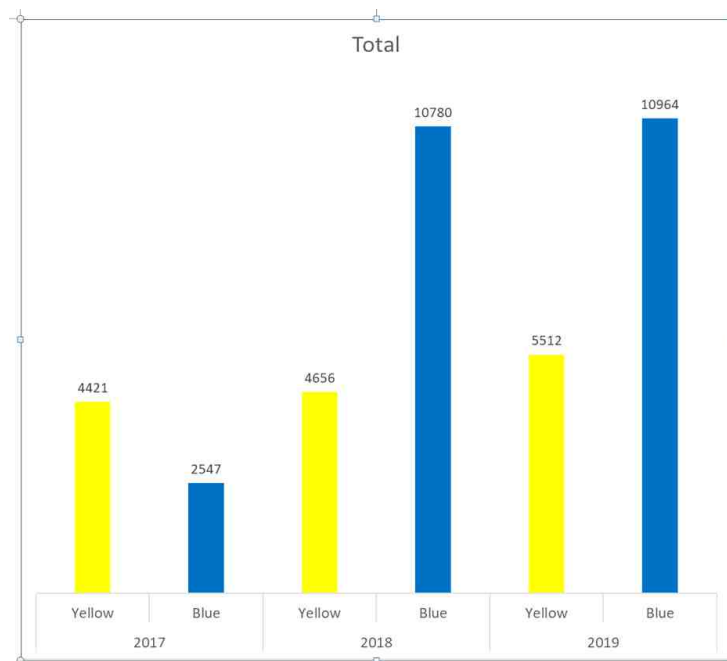
- 끈끈이트랩(sticky trap)은 주로 총채벌레 예찰에 사용하지만 살충제를 살포하지 않고 봄 수확기 총채벌레 개체수를 줄이는데 큰 효과가 있다.
- 총채벌레의 경우 일반적으로 노란색 보다는 파란색 끈끈이 트랩에 더 잘 유인되는 것으로 알려져 있으나 총채벌레 종류에 따라 유인되는 색깔이 다름이 알려져 있다.
- 최근 연구에 따르면 흰색이나 파란색 보다 노란색 끈끈이 트랩이 꽃노랑총채벌레 유인효



과가 큰 것으로 나타남. 그러나 다른 연구에서는 파란색의 유인효과가 더 크거나 흰색의 유인효과가 크게 나타나는 것으로 알려져 있다.

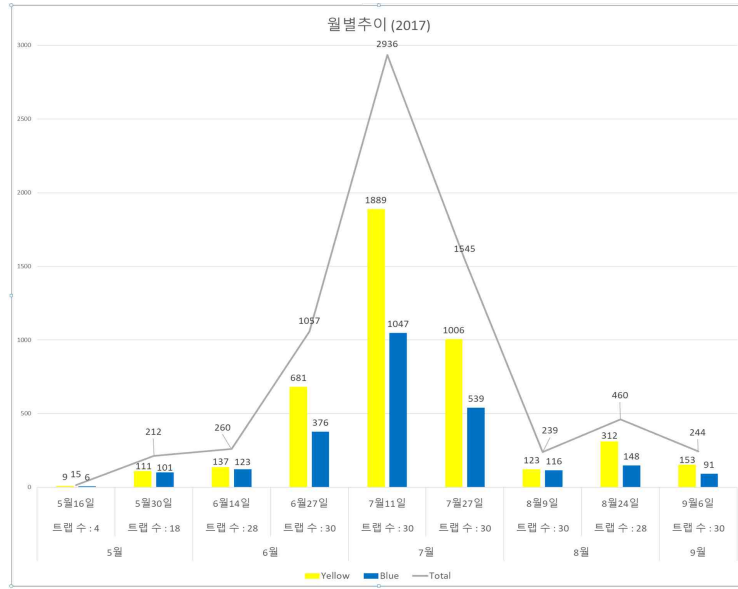
① 강원도 양구 아스파라거스 총채벌레 모니터링 (2017 ~ 2019)

- 강원도 양구군 남면 가오작리 소재 아스파라거스 포장에 2주 간격으로 끈끈이 트랩을 설치하여 총채벌레 모니터링을 실시하였다.
- 2017년에는 총 228개의 끈끈이 트랩이 사용되었고, 2018년에는 176개, 그리고 2019년에는 298개의 끈끈이 트랩이 사용되어 총 3년간 642개의 끈끈이 트랩을 활용하여 총채벌레 모니터링 수행하였다.
- 끈끈이 트랩을 이용한 모니터링 결과 2017년에는 총 6,968개체(노란색: 4,421, 파란색: 2,547), 2018년에는 총 15,435개체(노란색: 4,656, 파란색: 10,780), 그리고 2019년에는 총 16,476개체(노란색: 5,512, 파란색: 10,964)가 채집되었다.

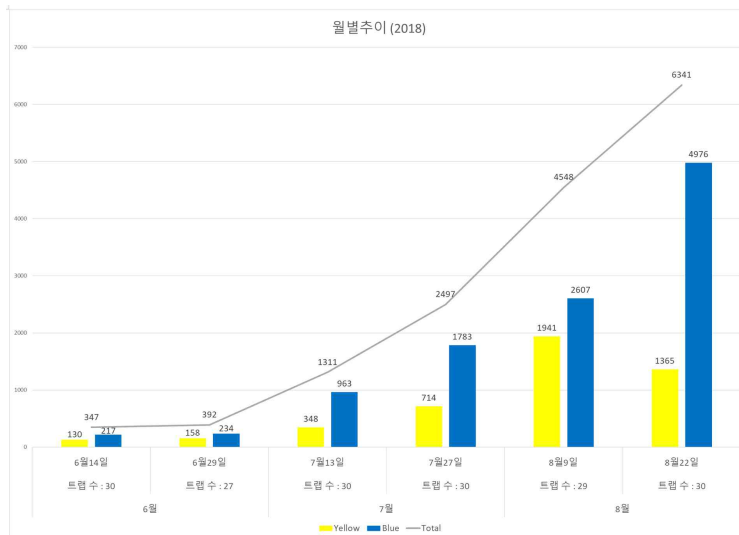


- 2017년에는 파란색 끈끈이 트랩에 비해 노란색 끈끈이 트랩에 더 많은 총채벌레가 채집되었다. 그러나 이와는 달리 2018년과 2019년에는 노란색 끈끈이 트랩에 비해 파란색 끈끈이 트랩에서 유의미하게 많은 수의 총채벌레가 채집되었다. 노란색 끈끈이 트랩에 채집된 총채벌레는 3년간의 조사결과 유의미한 차이를 보이지 않았으나 파란색 끈끈이 트랩에 채집된 총채벌레는 2017년에 비해 2018년, 2019년에는 유의미하게 많은 수의 총채벌레가 채집되었다. 트랩당 채집된 총채벌레 수는 2017년 30.6개체, 2018년 87.7개체, 2019년 69.2개체가 채집되었다.

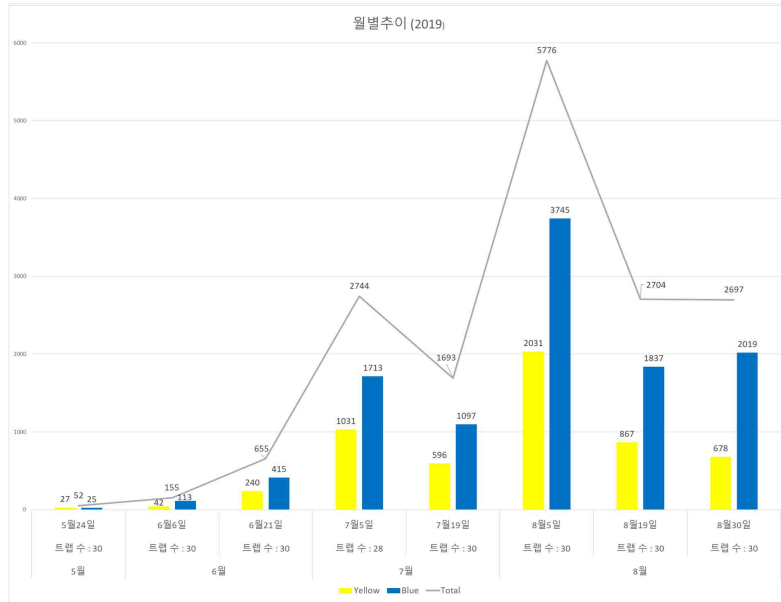
- 월별 추이를 보면 2017년의 경우 6월 초순까지는 총채벌레가 260여 개체가 채집되어 낮은 밀도를 유지하였으나(트랩 당 9.2마리), 6월 말경, 즉 입경이후 급격히 증가하기 시작하여 7월 초~중순경 발생 최성기를 이루어 약 3,000여 개체에 육박하는 총채벌레가 채집되었다(트랩 당 98마리). 이후 밀도가 낮아져 500개체 이하로 채집되었다. 2017년의 경우 노란색 끈끈이 트랩이 총채벌레 유인효과가 파란색에 비해 훨씬 높았다.



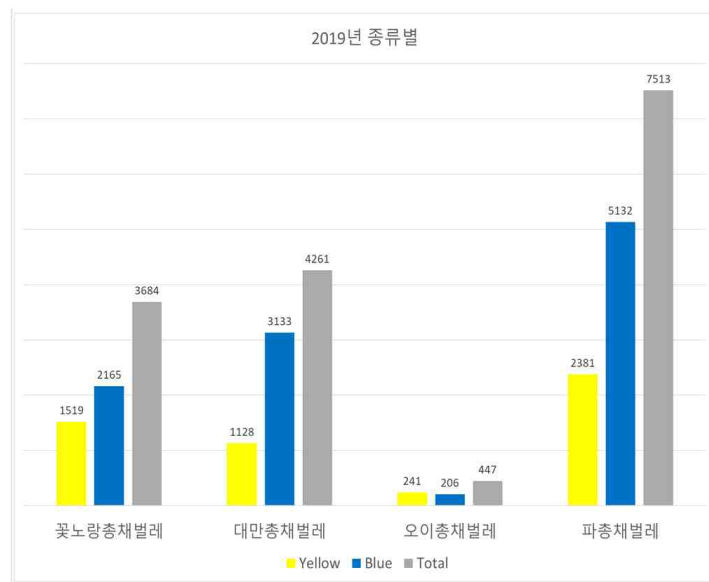
- 2018년의 경우에는 2017년과는 달리 입경이후 총채벌레 밀도가 지속적으로 증가하여 8월 중순에 발생 최성기를 기록하였다. 2018년에는 2017년과 2019년에 비해 조사기간이 짧은 수의 끈끈이 트랩이 사용되었음에도 불구하고 2019년과 유사한 수준의, 2017년보다는 훨씬 많은 개체수의 총채벌레가 채집되어 트랩당 채집된 총채벌레가 훨씬 많음을 알 수 있다.



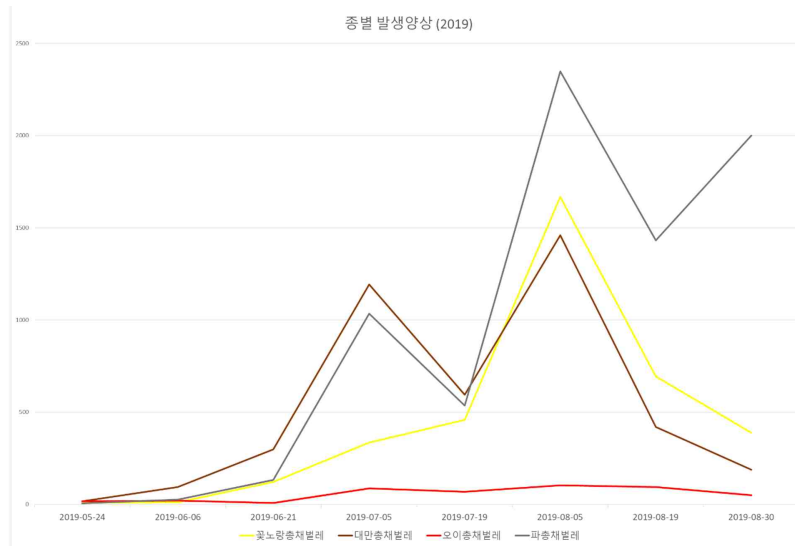
- 2019년의 경우 또다른 양상을 나타내는데 7월 초순경 총채벌레 밀도가 증가하다가 이후 일시적인 감소를 보인 후 8월 초순에는 다시 급격하게 증가하였다. 이후 8월 말경까지 트랩 당 90마리 수준으로 감소하였다.



- 아스파라거스를 가해하는 총채벌레를 종류별로 조사한 결과 파총채벌레가 가장 높은 빈도로 채집되었으며 대만총채벌레, 꽃노랑총채벌레 순으로 채집되었으며 오이총채벌레는 500 개체 미만으로 채집되었다. 또한 각 총채벌레는 약간의 정도의 차이는 있으나 노란색 끈끈이 트랩에 비해 파란색 끈끈이 트랩에 훨씬 더 많이 유인되었다.



- 채집된 총채벌레의 채집날짜별 양상을 살펴보면 오이총채벌레는 조사기간 동안 전반적으로 낮은 밀도를 지속적으로 유지함을 볼 수 있다. 그에 반해 꽃노랑총채벌레는 8월 초순 이후 밀도가 급격히 증가함을 보였으나 대만총채벌레와 파초애벌레는 7월초순경 급격한 밀도 증가 후 일시적인 감소현상을 보인 후 다시 8월 초에 급격한 상승을 나타냈다. 이후 파총채벌레는 다른 총채벌레와는 달리 8월말까지 높은 밀도를 유지하였다.



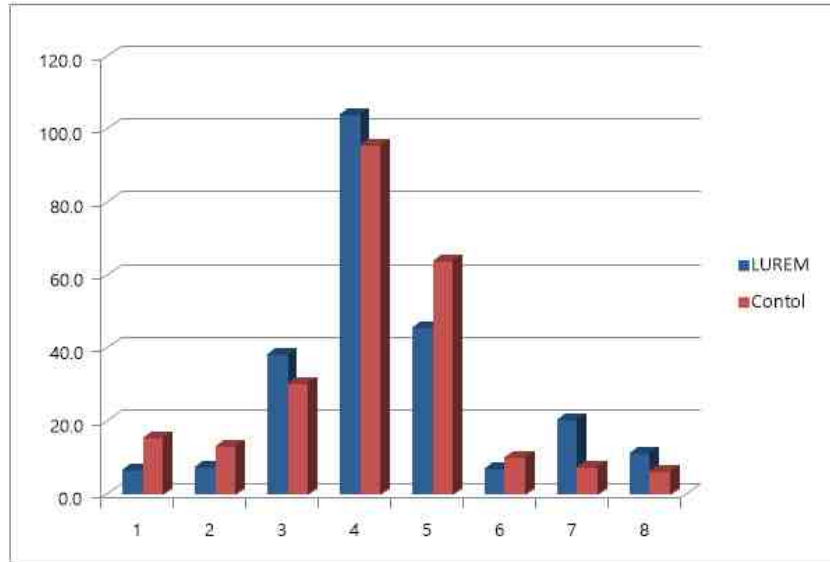
(다). Semiochemical을 이용한 총채벌레 mass trapping

- 페로몬성 유인제는 대부분 나방류 해충을 유인하여 교미교란, 집단포획 등에 이용된다.
- 총채벌레 유인제는 메틸 아이소니코티네이트(methyl isonicotinate (MI))를 이용하여 여러종류의 총채벌레를 다량포획, 유인살충에 효과적인 것으로 알려져 있다.
- 현재 네덜란드 Koppert사에서 판매중인 유인제인 LUREM-TR의 경우 꽃노랑총채벌레, 파총채벌레를 비롯한 10종의 총채벌레에 대한 유인 효과가 있는 것으로 알려져 있다.
- 최근 연구결과에 따르면 총채벌레 유인제를 사용하였을 경우 73% 총채벌레 감소효과를 나타내어 끈끈이트랩만 사용하였을 경우 61% 총채벌레 감소효과를 보인 것에 비해 뚜렷한 효과를 나타내었다(Teulon et al., 2008).



< 그림. 끈끈이트랩에 유인제(LUREM-TR)를 적용하여 총채벌레 포획효과 시험함 >

- 유인제를 이용한 총채벌레 포획효과를 시험한 결과 유인제를 사용하지 않았을 경우에 비해 뚜렷한 효과는 없었음. 오히려 유인제를 사용하지 않았을 경우 훨씬 더 많은 개체수의 총채벌레가 끈끈이 트랩에 포획됨.

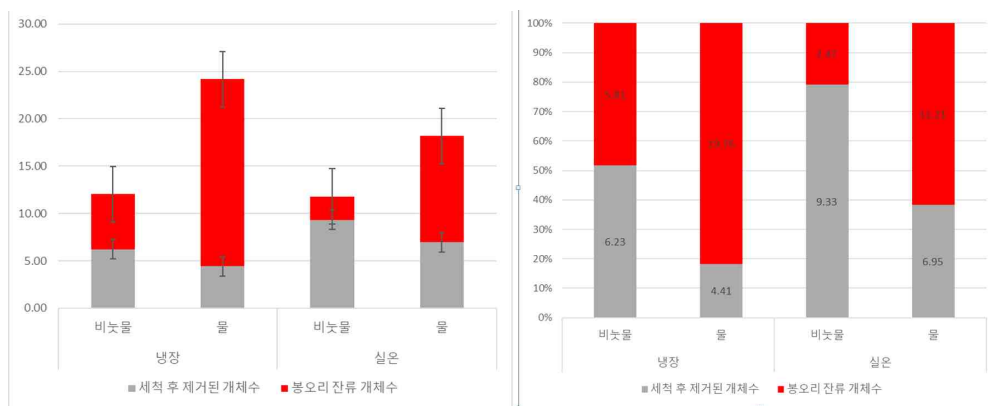


< 표. 유인제의 파충채벌레 유인효과 >

## 2. 아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 물리적 방제

### (가). 비눗물을 이용한 세척에 따른 파충채벌레 방제

- 아스파라거스로부터 총채벌레를 제거하는 방법 중 비눗물을 이용한 세척(washing)은 아스파라거스 순에 숨어 있는 파충채벌레를 제거하는 효과적인 방법이다(Waller, 1990).
- 이 방법은 비눗물의 계면활성제 성분으로 인해 곤충표면의 기문을 통한 호흡을 억제하여 곤충을 살충하는 것으로 상온에서 1~2%로 희석한 세제용액에 아스파라거스를 30분 동안 담근 후 흐르는 물에 5분 정도 행구면 97%이상의 총채벌레 제거효과를 볼 수 있는 것으로 알려져 있다.
- 시중에서 구입 가능한 주방세제(1000배 희석)를 활용하여 아스파라거스 순으로부터 파충채벌레 제거효과 및 살충효과를 살펴본 결과 물에 세척하는 것보다 비눗물에 세척하는 것이 아스파라거스 순으로부터 파충채벌레를 제거하는 데 효과적임을 알 수 있다.



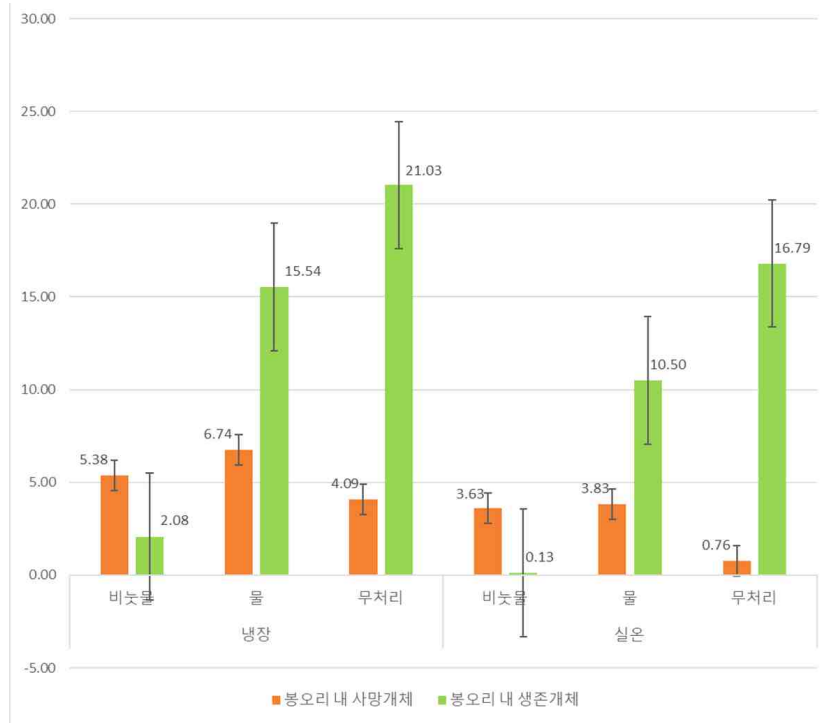
< 표. 비눗물 세척에 의한 아스파라거스 순으로부터 파충채벌레 제거효과 >

- 또한 냉장 보다는 실온에서 비눗물에 의한 파충채벌레 제거효과가 높았다.
- 그러나 높은 온도는 아스파라거스의 신선도 유지에 좋지 않기 때문에 4℃의 1,000배 희석한 비눗물에 총채벌레가 발생한 아스파라거스를 15분 동안 침지 시켰을 때 물로만 세척한



것 그리고 무처리 보다 높은 살충효과를 얻을 수 있다.

- 비눗물 자체의 살충효과는 그렇게 높지 않아 아스파라거스 순(spear, 봉오리)내에 존재하는 죽은 개체수는 비슷하나 생존 개체수에서 상당한 차이를 보였다. 다만 개체수가 많지 않아 유의미한 차이를 나타내지는 않는다.



< 표. 비눗물을 이용한 파충채벌레 살충효과 >

- 죽은 파충채벌레가 아스파라거스 순에 그대로 존재하는 경우가 있으므로 흐르는 물에 철저히 헹구어 아스파라거스 순으로부터 죽은 파충채벌레를 제거하는 것이 필요하다.
- 또한 아스파라거스 순에 물기가 묻은 상태로 오래 보관하게 되면 순이 물러지므로 세척, 헹굼 후에는 물기를 최대한 신속하게 제거해야 한다.
- 따라서 수출용 아스파라거스의 경우 순에 존재하는 파충채벌레의 효과적인 제거를 위하여 희석권장농도에 따라 희석한 비눗물에 15분간 침지한 후 2회에 걸쳐 흐르는 물에 헹군 후 포장, 출하하면 대부분의 파충채벌레를 제거할 수 있을 것으로 판단된다.



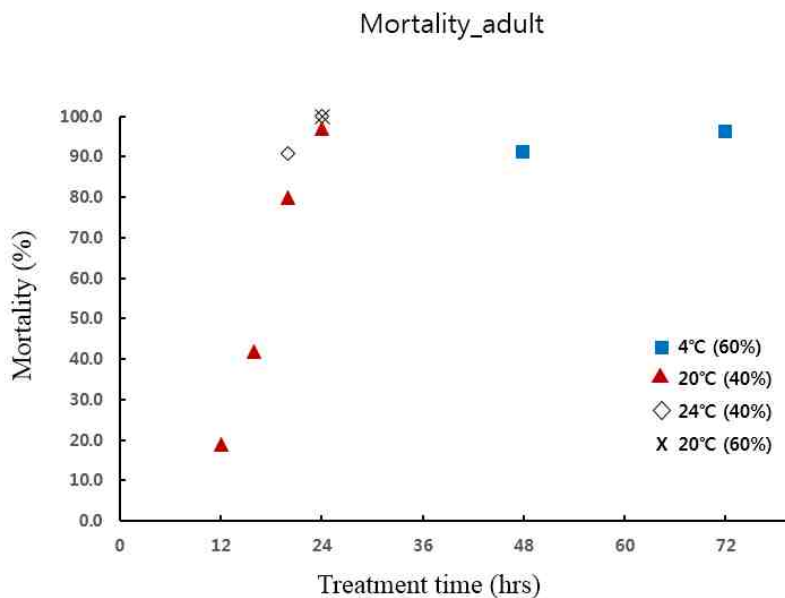
< 그림 3. 비눗물을 이용한 파충채벌레 살충효과 검정 >

(나). 이산화탄소 이용한 파총채벌레 방제

- 이산화탄소에 의한 곤충의 살충효과는 대기 중 높은 농도의 이산화탄소로 인해 상대적으로 산소농도가 낮아지고 이로 인해 곤충은 좀 더 오랜 시간동안 기문(spiracle)을 열게 되어 몸속의 수분을 잃음으로써 죽음을 유발하는 것으로 알려져 있다.
- 이산화탄소를 이용한 해충 방제는 1990년대부터 총채벌레를 대상으로 몇몇 연구가 이루어졌으며 고농도의 이산화탄소를 이용하여 총채벌레 알에 대한 살충력 평가가 이루어졌다 (Mitcham et al., 2006).
- 아스파라거스에 발생하는 파총채벌레를 방제하기 위하여 고농도(60%)의 이산화탄소 농도에서 온도와 처리시간에 따른 살충효과는 저온(4℃)에서는 처리시간에 따라 91~96%의 살충효과를 나타냈으나 고온(20℃)에서는 100% 살충율을 나타내었다. 그러나 40%의 이산화탄소 농도에서 100% 살충율을 나타내기 위해서는 24℃에서 24시간 동안 처리하였을 때 가능하였다(Kim, 2017).

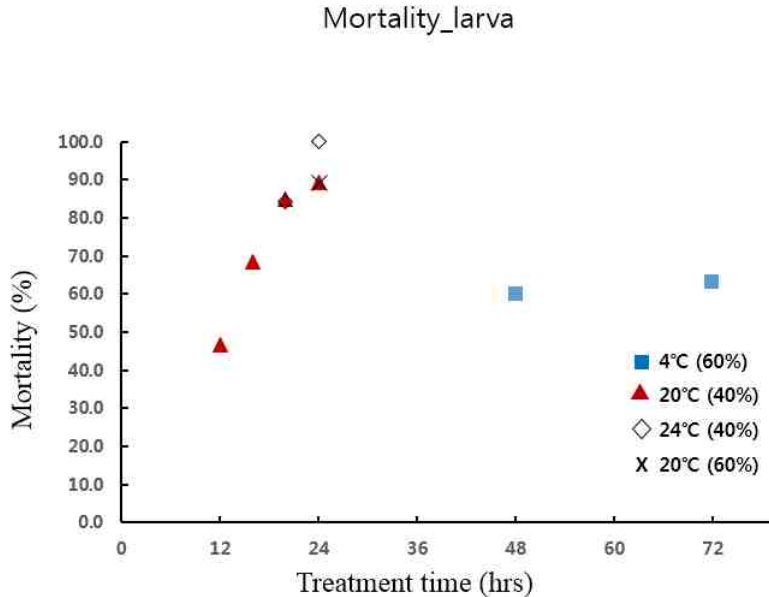
CO2 (%)	Temp. (℃)	Treatment time (h)	No. of tested adults	Mortality (%)	No. of tested larvae	Mortality (%)
60	4	48	406	91.1	343	60.1
		72	131	96.2	182	63.2
	20	24	295	100	139	89.2
40	20	12	149	18.8	15	46.7
		16	146	41.8	54	68.5
		20	124	79.8	20	85
		24	136	97.1	37	89.2
	24	20	140	90.7	38	84.2
		24	38	100	19	100

< 표. 이산화 탄소를 이용한 파총채벌레 성충 및 유충에 대한 살충효과 검정 >



< 그림. 이산화탄소 농도와 처리시간에 따른 파충채벌레 성충 살충효과 >

- 특히 유충의 경우 성충에 비해 훨씬 낮은 살충률을 보였는데 상대적으로 저농도인 40% 농도의 24℃에서 24시간 처리했을 경우에만 유일하게 100% 살충률을 보여 유충에 대해서는 농도보다는 온도가 중요하다.



< 그림. 이산화탄소 농도와 처리시간에 따른 파충채벌레 성충 살충효과 >

- 수확한 아스파라거스를 저장하는 온도인 2~4℃에서는 최소한 72시간 동안 고농도의 이산화탄소를 처리하여야만 총채벌레 성충과 유충에 대한 효과적인 살충을 기대할 수 있다. 이를 위해서는 완전 밀폐된 장소와 배기 시스템, 그리고 이산화탄소를 안정적이고 지속적으로 공급할 수 있는 장치가 필요하다. 따라서 아스파라거스 수출 작목반을 중심으로 지자체와의 협조를 통해 선별장에 이산화탄소 처리를 위한 밀폐장치를 설치하고 이산화탄소 공급장치를 설치, 운영시 아스파라거스의 주요해충인 파충채벌레 방제에 큰 효과가 있을 것으로 기대할 수 있다. 또한 시설이 마련되면 포스핀 훈증으로 파충채벌레 방제에 활용할 수 있는 장점이 있다.

### 3. 아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 살충제 선발 및 적용

#### (가). 화학적 방제

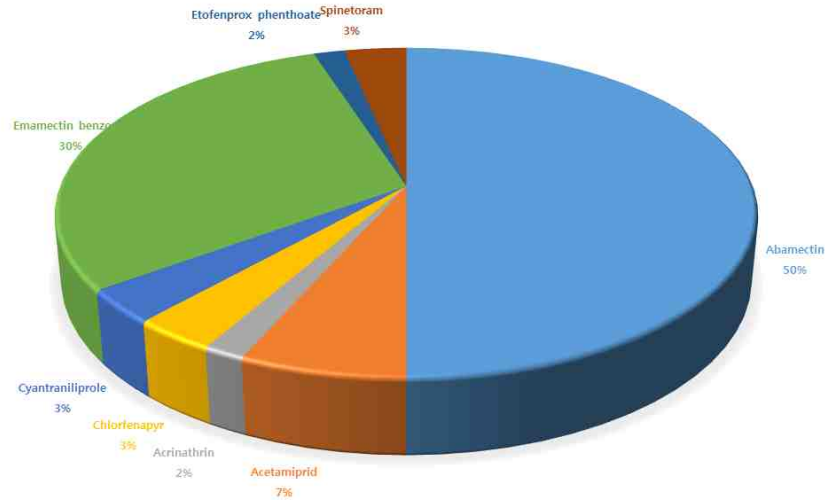
- 아스파라거스에 발생하는 주요 해충에 대한 방제는 주로 살충제를 처리하는 화학적인 방법에 의존하고 있다.
- 최근 강화된 농약허용물질목록관리제도(PLS)에 따라 아스파라거스에 적용이 허용된 약제를 선정, 살포해야 한다.
- 아스파라거스에 발생하는 해충을 방제하기 위해 적용가능한 살충제는 117종이 등록되어 있으며 이 중에는 나방류 해충 방제용으로 세균유래 미생물살충제(bt제) 2종이 포함되어 있다. 등록된 살충제 중 총채벌레 방제용 살충제는 58종이 등록되어 있다(RDA, 2019).

대표살충제		대상해충	살충성분 (주성분)	계 통	작용기작
상표명	회사명				
총채탄	팜한농	총채벌레	아크리나트린	합성피레스로이드	3a
로드	한국삼공	나방류, 총채벌레, 진딧물	에토펜프록스 펜토에이트	합성피레스로이드 + 유기인산	3a+1b
모스피란	경농	나방류, 총채벌레, 진딧물	아세타미프리드	클로르니코티닐	4a
델리게이트	팜한농	나방류, 총채벌레	스피네토람	스피노신	5
겔럭시	태준아그로텍	나방류, 총채벌레, 응애류	아바멕틴	아바멕틴	6
에이팜	신젠타	나방류, 총채벌레, 응애류	에마멕틴 벤조에이트	아바멕틴	6
렘페이지	한국삼공	나방류, 총채벌레	클로르페나피르	클로르페나피르	13
베네비아	팜한농	나방류, 총채벌레	시안트라닐리프롤	디아미드	28
총 58개 등록 살충제					

살충성분	작용기작			제품명
아크리나트린	Na(나트륨) 통로 조절	신경작용	3a	총채탄
에토펜프록스 펜토에이트	Na(나트륨) 통로 조절 아세틸콜린분해요소 기능억제	신경작용	3a+1b	로드
아세타미프리드	니코틴성 아세틸콜린 수용체 차단	신경작용	4a	젠토스타, 어택트, 샤프킬, 모스피란
스피네토람	니코틴성 아세틸콜린 수용체 활성촉진	신경작용	5	델리게이트, 엑셀트
아바멕틴	염소통로 활성화	신경/근육 작용	6	로멕틴, 올스타, 에코멕틴, 돌보미, 슈퍼캐치, 아바멕길, 도니온, 아라베스크 안티멕, 응애특급, 프라도, 큐멕틴, 하이칸, 하이원, 겔럭시, 인덱스, 마니팜, 쏘렌도, 버클리, 선문이응애충, 버티멕, 빅캐년, 로멕틴, 레드고, 아바킹, 농바이처, 타마스, 이글원
에마멕틴 벤조에이트	염소통로 활성화	신경/근육 작용	6	메가트론, 맥스팜, 메가히트, 쏘이충, 밀라타, 모스파워, 트라제, 킹팜골드, 닥터팜, 네이팜, 코난, 에이팜, 워록, 프리핑, 동작그만, 에마킹
클로르페나피르	수소이온농도구배 형성 억제에 의한 에너지 생성 억제	에너지대사	13	렘페이지
시안트라닐리프롤	리아노딘 수용체 조절	신경/근육 작용	28	베네비아
동일 제품명 (렘페이지, 로멕틴, 마니팜, 워록, 킹팜골드)				

< 표. 아스과라거스 등록 살충제 중 총채벌레 방제 살충제 및 작용기작에 따른 분류.  
pis.rda.go.kr >

- 등록된 살충제 중 방선균(*Streptomyces*) 유래 성분인 abamectin 또는 emamectin benzoate 를 주성분으로 하는 품목이 전체의 80%를 차지하고 있다.



< 그림 1. 아스파라거스 파충채벌레 방제용으로 등록된 살충제의 주요 살충성분 별 분포 >

- 일반적으로 총채벌레 방제에 효능을 가지는 약제는 아스파라거스에서 발견되는 기타 해충 (진딧물, 응애, 나방유충 등)에 대해서도 효능을 가지기 때문에 작용기작이 다른 제품을 선정하여 교호살포 하도록 교육 실시 하였다.
- 최근 꽃노랑총채벌레 등 약제 저항성 계통의 출현이 지속적으로 보고되고 있어 화학적 방제만으로는 효과적인 방제가 힘든 것으로 알려져 있다(Cho et al., 2000; Bielza et al., 2007).
- 파충채벌레 방제에 주로 사용되었던 유기인제(organophosphate) 살충제인 디아지논(diazinon), 메틸 파라치온(methyl parathion)과 합성피레스로이드계(synthetic pyrethroid) 살충제인 페메트린(permethrin), 사이퍼메트린(cypermethrin), 델타메트린(deltamethrin) 등에 대해 파충채벌레의 저항성 획득이 보고되어 있다.
- 또한 중국에서 수행된 연구결과에 따르면 꽃노랑총채벌레의 경우 총채벌레 방제에 일반적으로 이용되는 스피노사드(spinosad) 성분의 살충제에 저항성을 획득한 것으로 알려져 있다(Li et al., 2016).
- 스피노사드는 스피노신(spinosyn) 계열의 미생물에서 유래한 살충제로 곤충의 신경계에 존재하는 니코틴성 아세틸콜린 수용기(Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR))에 작용하여 높은 살충력을 나타낸다.
- 총채벌레는 IRAC MOA class 중 1A (carbamates), 1B (organophosphate), 2A (pyrethroids / organochlorines), 2B (fiproles), 3A (pyrethroids), 4A (neonicotinoids), 5 (spinosyns), 6 (avermectins)에 대해 높은 저항성을 획득한 것으로 알려져 있다.
- 또한 꽃노랑총채벌레는 광범위하고 빈번하게 사용되는 살충제 중의 하나인 네오니코티노이드(neonicotinoids) 계열 살충제인 이미다클로프리드(imidacloprid)에 대한 저항성이 특히 높은 것으로 알려져 있다.
- 아세타미프리드, 클로치아니딘, 디노테퓨란, 이미다클로프리드, 치아클로프리드, 치아메톡삼은 모두 네오니코티노이드계 살충제로 니코틴성아세틸콜린수용체(nicotinic acetylcholine receptor)에 작용하기 때문에 동일한 살충 기작을 가진다. 따라서 아세타미프리드에 저항성을 갖는 곤충은 동일한 방법으로 작용하는 다른 약제에 대해서도 저항성을 갖는 교차저항



성을 획득하기 때문에 약제의 효능이 저하된다.

- 따라서 살충제를 처리할 경우에는 저항성 또는 교차저항성 획득을 최소화하기 위해 작용점(살충방법)이 상이한 약제를 교호살포 해야 한다.
- 아스파라거스 파충채벌레 방제에 빈번하게 이용되고 있는 아세타미프리드(acetamiprid)의 경우 잔류량은 살포 후 3일이 경과하였을 때 급격히 감소하여 잔류허용량(0.1mg/kg) 미만으로 검출되었고 5일이 경과하였을 때 정량한계 미만(<0.02mg/kg)으로 감소하므로, 수확 7일 전 1회 살포하는 것은 적용되는 농약잔류허용기준에 아무런 문제가 되지 않는다 (Kim et al., 2015).
- 따라서 입경 전 봄 수확기에는 일반적으로 총채벌레가 크게 문제시 되지 않으나 만약 총채벌레가 발견될 경우 아세타미프리드 계열 살충제를 살포하는 것이 바람직 하다.
- 현재까지 아스파라거스에 적용가능한 살충제의 잔류특성에 대한 연구는 acetamiprid가 유일하며(Kim et al., 2015), 여러 연구자들에 의해 neonicotinoid계열 살충제인 dinotefuran, pyrethroid계열 살충제인 acrinathrin 및 etofenprox, 그리고 spinosyn계열 살충제인 spinetoram등에 대한 연구도 진행되었으나 아직 논문으로 정식 발표되지는 않았다. 추후 해당성분의 살충제의 아스파라거스에 대한 잔류특성이 밝혀지면 봄 수확기에 좀 더 다양한 살충제를 적용하여 파충채벌레 효과적인 방제를 통한 안전한 아스파라거스 생산, 수출이 가능할 것으로 생각된다.

#### (나). 친환경유기농자재

- 곤충병원성 곰팡이인 백강균(*Beauveria bassiana*)과 *Lecanicillium attenuatum*은 토양에서 자연적으로 발생하는 곰팡이로 약제 살포가 불가능한 봄 수확기 이전 토양에 존재하는 총채벌레 번데기를 공격하여 초기 총채벌레 밀도를 감소시키는데 큰 도움을 준다(Lee et al., 2017).
- 토양속에 존재하는 파충채벌레의 번데기가 곰팡이 포자에 접촉하게 되면 포자가 발아하여 파충채벌레 번데기의 몸을 뚫고 몸속으로 들어가서 증식하여 죽게 만든다.
- 최근 연구결과에 따르면 백강균의 파충채벌레에 대한 살충률이 83~100%에 달했으며, 백강균을 토마토와 오이가 자라는 토양 표면에 처리하였을 때 꽃노랑총채벌레 살충률이 살충제(85%)보다 높은 90%에 이르는 방제가를 나타낸다(Lee et al., 2017).
- 또한 백강균은 토양에 처리한 다음 8주경과 후에도 무처리구에 비해 꽃노랑총채벌레 밀도가 70% 낮게 나타나는 것으로 알려져 있음.
- 시중에 판매중인 “총채썩”의 경우 생산공정상의 차질로 인해 2018년에는 아스파라거스 작목반에 공급하여 포장에 적용하였으나 2019년 봄의 경우 판매처(팜한농)의 사정으로 인해 공급이 원활하지 않아 아스파라거스 포장에 사용하지 못하였다.
- 아스파라거스 작목반에 보급한 총채썩을 2018년 3월 중순부터 포장에 적용한 결과 봄 수확기까지 총채벌레 밀도가 억제되어 6월 중순 이후에도 총채벌레 밀도가 급격히 증가하지 않았다.



< 그림. 2018년 양구 아스파라거스 작목반에 보급한 총채썩 >

- *L. attenuatum*은 주로 시설재배 작물의 가장 중요한 해충 중 하나인 진딧물, 특히 복숭아혹진딧물에 대해 우수한 살충력을 가진 곤충병원성 곰팡이로 총채벌레류에 대한 살충력도 뛰어나 총채벌레 방제에 이용되고 있으나 실질적인 적용은 미미한 것으로 나타났다.
- 국내에서 판매되는 제품을 적용한 연구결과에 따르면 봄 수확기 전 1회 살포는 과총채벌레 밀도를 줄이는데 어느 정도 영향을 끼쳤으나 유의미한 차이를 보이지는 않았다.
- 최근 분석결과에 따르면 총채썩의 경우 *L. attenuatum*이외에 잡균들이 많이 검출되어 과총채벌레 살충효과가 크지 않은 것으로 보인다(pers. comm.).

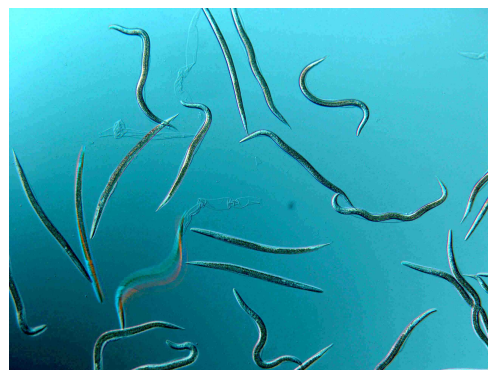


< 그림. 2019년 양구 아스파라거스 작목반에 보급한 총채독 >



< 그림. 미생물 살충제 처리 후 포장 >

- 따라서 아스파라거스 파충채벌레의 효과적인 방제를 위해서는 곤충병원성 곰팡이를 2~3회 적용하여 토양속에 존재하는 번데기를 제거하여 초기 밀도를 억제해야 한다.
- 이들 곰팡이는 친환경유기농자재로 등록되어 있어 농약허용물질목록관리제도(PLS)의 적용을 받지 않아 사용이 자유로운 장점이 있다.
- 그러나 곰팡이는 발아하는데 수분이 필요하므로 포장에 적용 후 충분한 수분공급이 필요하며 또한 살아있는 미생물이므로 고온에서는 포자의 발아율이 크게 저하되기 때문에 기온이 높은 여름에는 사용이 용이하지 않고 봄 수확기에 적용하면 파충채벌레 방제에 도움을 줄 수 있을 것이다.
- 곤충병원성 선충은 토양내 존재하는 선충으로 곤충의 몸으로 침투한 다음 공생세균을 곤충기주의 몸에 주입하여 곤충을 죽이는 것으로 주로 나방류 유충, 파리류 유충, 그리고 딱정벌레류 유충 방제에 널리 사용되어 왔다.
- 최근 경북 경산 소재 업체(대동테크(주))에서 출시된 곤충병원성 선충 DDK-S와 DDK-H의 경우 일반적으로 곤충병원성 선충으로 방제 가능한 나비류, 파리류, 딱정벌레류 유충뿐만 아니라 충채벌레 번데기 까지 방제 가능한 것으로 알려져 있다.



< 그림. 대동테크(주)에서 출시한 곤충병원성 선충 제품(좌), 곤충병원성 선충인 *Steinernema carpocapsae* II )

- 신규 개발된 곤충병원성 선충 DDK-S의 경우 기존 사육방법과는 달리 고체 배양한 것으로 기존 액체 배양 대비 높은 배양성공률을 가지며 한 팩(2만원)으로 약 200평을 방제할 수

있어 농가에도 큰 부담이 되지 않는다.

- 따라서 봄 수확기 전 토양에 존재하는 총채벌레 번데기 방제를 위하여 곰팡이 미생물살충제와 함께 사용하면 높은 방제효과를 기대할 수 있다.
- 곤충병원선 선충도 곰팡이와 마찬가지로 토양내 수분이 반드시 필요하므로 성공적인 총채벌레 방제를 위해서는 적용 후 충분한 수분공급이 필수적이다.

#### (다). 훈증처리에 따른 파총채벌레 방제

- 검역해충의 훈증처리에는 포스핀(phosphine)과 에틸포메이트(ethyl formate)가 메틸브로마이드(methyl bromide)의 대체제로 이용되는데 최근 연구에 따르면 에틸포메이트의 경우 아스파라거스에 심각한 약해를 보여 적합하지 않고 포스핀의 경우 저농도로 18시간이상 처리시 100% 꽃노랑총채벌레 살충효과를 나타내었다(Liu, 2008; Kyung et al., 2018).
- 포스핀 및 에틸포메이트의 경우 전문업체를 통해 구입 및 사용이 가능하나 완벽한 밀폐시설이 요구되어 현장에서 사용하기에는 거의 불가능하다.
- 따라서 총채벌레 방제를 위한 포스핀 훈증의 경우 아스파라거스 수출농가에서 개별적으로 수행하기에는 어려움이 있고 검역당국에서 검역해충 훈증에 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되어 농가적용 시험은 배재하였다.



#### 4. 수출용 아스파라거스 안전성 검사

- 수출용 아스파라거스에 대한 안전성 분석 결과 적합판정 받음.

생산자가 인정하고, 소비자가 신뢰하는



국립농산물품질관리원 강원지원 인제·양구사무소



수신 김영림 귀하 (우24552 강원도 양구군 남면 남동로177번길 54)  
(경유)

제목 수출 농산물 안전성조사 결과 알림

「농수산물품질관리법」 제61조 및 62조에 의거하여 수출농산물 안전성조사용으로 수거한 시료의 분석결과를 다음과 같이 알려드립니다.

접수 번호	품목	시료수거			종류 (일반인명)	소유자		생산자	
		연월일	수거 단계	장소		성명	주소	성명	주소
2017-A 1-F131 -00230	아스파라 거스	2017.4.13.	생산	양구군 동면 팔랑리 324-1	수출 (일본)				
분석항목		검출성분		검출치(mg/Kg)		허용기준(mg/Kg) 국내/수출국		검토의견	
잔류농약(320성분)		-		-		-		적합	

끝

국립농산물품질관리원 강원지원 인제·양구사무소장

농업서기 김지영 주무관 김경복 행정사무관 2017. 4. 19. 조영희

협조자

시행 접수

(국립농산물품질관리원) / http://www.naqs.go.kr/gw

전화번호 팩스번호 / 비공개(6)

기회는 공정하게! 희망은 다같이!



# 안전성분석 결과 통보서

국립농산물품질관리원강원지원양구사무소

수신 김영림  
(경유)

제목 안전성 분석결과 통보

「농수산물품질관리법」 제61조 및 제 62조에 따라 실시한 (농산물, 농지, 용수, 자재)에 대한 안전성 분석 결과를 다음과 같이 통보합니다.

접수번호	품목	시료 수거			종류	소유자		생산자	
		연월일	수거 단계	장소		성명	주소	성명	주소
2018-A1-F13 1-00083	아스파라가스/ 아스파라거스	2018.04. 05	생산	강원도 양구 군 남면 가오 작리 1221	일반 / (수출국 : (일본))	김영림		김영림	
분석항목		검출성분		검출치 (mg/kg)		허용기준(mg/kg) (수출국/기준)		검토의견	
잔류농약(정밀,농산물/가공식품)				검출된 성분이 없습니다.				적합	

※유통·판매 단계에서의 생산자 정보는 포장표시, 조사 등을 통하여 취득한 것이므로 실제 생산자의 정보와 상이할 수 있으며, 이를 소유자에게 통보하는 경우 생략할 수 있음

이 분석결과는 수출 안전성조사용으로 수거한 시료에서 농약 320성분을 대상으로 분석한 결과임

2018년 10월 22일

국립농산물품질관리원 강원지원 양구사무소장



## 안전성분석 결과 통보서

### 국립농산물품질관리원강원지원양구사무소

수신 김영림  
(경유)

제목 안전성 분석결과 통보

「농수산물품질관리법」 제61조 및 제62조에 따라 실시한 농산물에 대한 안전성분석 결과를 다음과 같이 통보합니다.

접수번호	품목	시료 수거			종류	소유자		생산자	
		연월일	수거 단계	장소		성명	주소	성명	주소
2019-A1-F 131-00221	아스파라가스/아스파라거스	2019.04.30	생산	강원도 양구군 남면 가오차리 1221	일반 / (수출국 : 일본)	김영림		김영림	
분석항목	검출성분		검출치 (mg/kg)		허용기준(mg/kg) (수출국/기준)		검토의견		
잔류농약			검출된 성분이 없습니다.				적합		

2019년 10월 28일

국립농산물품질관리원 강원지원 양구사무소장



## 5. 수출 대상국 맞춤형 아스파라거스 파충채벌레 종합적 방제방안

- ▲ 일본과 대만의 경우 수출이 금지되어 있는 품목은 없으나 수입검사에서 일본의 검역병해충이 발견되면 소독, 폐기 또는 반송의 검역처분을 받으므로 수출 시에는 병해충이 없는 깨끗한 아스파라거스를 수출해야 한다.
- ▲ 아스파라거스의 경우 수출검역증명서 발급 대상에 포함되어 있으며 특정 부기사항은 필요하지 않다.
- ▲ 아스파라거스는 비교적 병해충이 적은 품목이지만 총채벌레에 대한 방제는 반드시 필요하다.
- ▲ 또한 일본과 대만의 경우 우리나라에 비해 일부 살충제에 대한 검역기준이 훨씬 까다롭기 때문에 주의가 필요하다.
- ▲ 따라서 봄 수확기에 일본과 대만으로 수출하기 위해서는 살충제 적용을 최대한 억제하고 곤충병원성 미생물을 활용한 방제법을 적용하여 아스파라거스 파충채벌레 방제를 실시한다.

### ● 봄 수확기 전(3월)

- 강원도의 경우 4월초에 맹아 타파가 시작되고 순생장을 시작한다. 따라서 3월 중순-말경 진균 미생물살충제인 총채썩(백강균, *Beauveria bassiana*) 또는 총채뚝(*L. attenuatum*)을 토양처리 하여 토양 속에 존재하는 파충채벌레 번데기 방제를 통하여 초기 파충채벌레 밀도를 억제한다. 살포한 미생물살충제는 약 40일 동안 활성이 지속되므로 4월말-5월초 추가 살포하여 파충채벌레를 방제한다. 미생물살충제는 총채벌레 번데기 표면에 직접 닿아야 살충효과를 나타내므로 충분한 양을 살포하도록 한다.
- 미생물살충제 처리 후 물을 충분히 공급하여 포자 발아가 원활하게 일어나도록 한다.

### ● 봄 수확기(4~6월)

- 봄 수확기에는 아스파라거스를 매일 수확하므로 파충채벌레 밀도가 급격히 증가하지 않는다. 그러나 외부에서 포장 안으로 유입되는 총채벌레가 증가하는 시기이므로 노란색 또는 파란색 끈끈이 트랩을 10미터 간격으로 설치하여 총채벌레 밀도를 예찰한다. 끈끈이 트랩은 작물 상단 30cm지점에 설치하여 성충밀도를 파악한다. 이 시기에는 포장내에는 먹이원이 없어 총채벌레가 발생하기 어렵기 때문에 주로 포장외부의 잡초에 발생한다. 따라서 제초제를 적용하여 포장 주변 잡초를 제거하여 총채벌레 먹이원을 없애는 것이 초기 총채벌레 밀도를 줄이는데 상당히 중요하다.
- 미생물살충제의 추가 살포를 통해 토양 내에 존재하는 파충채벌레 번데기를 공격하여 파충채벌레 밀도를 억제한다. 미생물살충제 살포 후에는 포자의 원활한 발아를 위하여 물을 충분히 공급한다.
- 일본과 대만으로의 수출은 4월말 ~ 5월초에 이루어지기 때문에 이 시기에는 총채벌레의 발생이 심하지 않다. 따라서 수출용 아스파라거스의 경우 살충제 처리를 최대한 억제하고 곤충병원성 미생물을 이용한 방제에 주력한다.
- 수확 전 또는 수확 중 포장에서 총채벌레가 확인 될 경우 actamiprid수화제를 살포 한 다음 수확 한 아스파라거스를 저온창고에서 최소한 2일 이상 저장 후 포장, 검역, 수출을 수

행하도록 한다.

- 일본의 아스파라거스 잔류농약 허용기준이 acetamiprid의 경우 0.5ppm이므로 국내 잔류허용량(0.1ppm)보다 높게 설정되어 있어 특별한 주의를 요하지는 않는다.
- 대만의 경우 아스파라거스의 acetamiprid 잔류허용 기준은 명시되어 있지 않으나 배추의 경우 우리나라보다 조금 낮은 수준 (2ppm, 우리나라의 경우 3ppm)을 요하나 아스파라거스의 국내 잔류허용량 보다 높게 설정되어 있어 특별한 주의를 요하지는 않는다.

● **입경 및 개화(6월~9월)**

- 입경 이후에는 과충채벌레의 밀도가 급격히 증가하므로 신속한 방제가 요구된다. 아스파라거스에 적용 가능한 살충제중 살충기작이 동일하지 않은 살충제를 선택하여 약 10일 간격으로 교호살포 한다. 또한 살충제를 살포할 때에는 수확한 아스파라거스에 살충제가 잔류하기 때문에 살충제 적용 후 수확한 아스파라거스를 저온저장고에서 3일 이상 저장 후 출고하여야 한다. 살충제 적용이 용이하지 않은 경우에는 500~1000배 희석한 주방용 세제에 수확한 아스파라거스를 15분간 침지한 후 2회에 걸쳐 흐르는 물에 잘 행군 후 물기를 충분히 제거한 다음 출하한다. 물기를 충분히 제거하지 않으면 곰팡이에 의한 피해가 발생할 수 있으니 주의해야 한다.

## **제 4 절 수출 아스파라거스 안정생산을 위한 시비 및 관수 기술 개발**

### **1. 아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석 및 시비관리 조사분석**

#### **(가). 연구방법**

- 본시험은 2017-2018, 2018-2019의 2회에 걸쳐서 수행되었다. 토양시료는 아스파라거스 재배가 종료되고, 지상부의 엽을 제거한 12월부터 비료를 살포하기 전인 익년도 2월까지 채취하였다.
- 시료채취는 총 121지점으로 강원도는 춘천 9지점, 삼척 19지점, 홍천 3지점, 철원 2지점, 화천 12지점, 양구 32지점, 인제 5지점 등 총 7시군 82지점, 경기도는 이천 2지점, 양평 4지점 등 총 2시군 6지점, 충청남도는 논산 3지점, 당진 12지점 등 총 2시군 15지점, 전라남도는 화순 9지점, 강진 5지점 등 2시군 14지점, 경상북도는 김천군의 4지점 이었다.
- 재배농가에 방문하여 아스파라거스의 품종, 재배연수, 유기물 시용 방법, 시비 및 관수관리 기준 등에 대한 기본 조사를 실시하였다. 토양채취는 대상 토양의 표면을 걷어 내고, 근권부인 10~20 cm를 중심으로 농가 및 지점당 3반복으로 토양을 채취하였다.
- 채취한 토양은 풍건 후 2 mm 체에 통과된 것을 분석 시료로 사용하였다. 토양의 pH와 EC는 각각 pH meter(Model 720A, Orion)와 EC meter(Model 145A, Orion)를 사용하여 측정하였다. 토양의 유기물은 습식산화분해법인 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였으며 치환성 양이온은 1N NH<sub>4</sub>OAc용액(pH 7)으로 침출하여 ICP(INTEGRA, GBC)를 이용하여 분석하였다.

#### **(나). 연구결과 및 고찰**

- 전국 아스파라거스 재배농가 평균 토양화학적은 pH 6.1, EC 3.7 dS/m, OM 40.5 g/kg, 유효

인산 1,118 mg/kg, 치환성 양이온으로 칼슘 10.7 cmol<sup>+</sup>/kg, 칼륨 2.4 cmol<sup>+</sup>/kg, 마그네슘 3.2 cmol<sup>+</sup>/kg 이었다. 전체적으로 토양 내 EC, OM, 유효인산, 치환성 양이온의 함량이 적정범위 대비 높은 수준이었으며, pH는 적정범위에 있었다. 특히 유기물의 함량은 40.5 g/kg로 일반적인 시설재배토양의 25~35 g/kg 보다 높았고, 최고 143.8 g/kg 까지 조사되었다.

- 전체적으로 우리나라 시설재배단지의 평균과 비교하여 높았던 것은 다비재배를 하고 있는 아스파라거스 시비법과 함께 아스파라거스의 수확이 종료된 동절기에 토양이 마른 상태로 방치되기 때문에 하층의 양분이 물의 이동과 함께 점점 표층으로 모여 들어 인산, 칼리 등 비료성분이 집적된 것으로 판단되었다. 금번 조사항목에서는 제외하였으나 가축분 퇴비의 과다 사용으로 재배 중 토양 내 질소의 함량도 높았을 것으로 추측된다.
- 질산성 질소의 경우 관수 및 강우 등에 의하여 지하로 용출되는 특성이 있다. 이와 같은 아스파라거스 재배농가의 과다시비는 우리나라 뿐만 아니라 국외에서도 안고 있는 문제점으로 태국의 아스파라거스 재배단지의 시비특성을 조사한 결과, 질산성질소의 과다사용과 이의 용출에 따라 지하수의 오염이 우려된다고 보고하였다. 우리나라에서는 아직 아스파라거스 단지의 지하수에 대한 모니터링 결과는 없지만 과다 시비로 인한 문제점이 발생할 수 있다고 판단된다.

표. 전국 아스파라거스 재배농가의 토양 화학적 특성

구분	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
					Ca	K	Mg
평균	6.1	3.7	40.5	1,118	10.7	2.4	3.2
시료 (최소~최대)	(4.0~8.1)	(0.2~21.4)	(10.8~143.8)	(151~2,942)	(1.7~25.0)	(0.3~7.5)	(0.5~13.7)
적정수준*	6.0~7.0	2.0 이하	25~35	300~550	5.0~6.0	0.50~0.80	1.5~2.0

\* RDA, 2017

- 지역별 아스파라거스 재배농가의 토양화학성은 지역별로 큰 차이를 보였다. 이러한 지역별 차이는 모암의 특성, 시비방법, 재배연차 등에 따른 차이로 판단된다. pH는 지역별로 춘천 5.7, 홍천 5.5, 화천 5.6, 양구 5.5, 논산 5.3, 당진 5.7, 강진 5.9로 낮은 편이었고, 삼척, 철원, 김천 지역은 7.0 이상으로 높았다.
- 토양 pH는 무기성분의 유효도에 영향을 미치기 때문에 작물생육과 밀접한 관계가 있어 중요하다. 일반적으로 유기물의 사용연차가 길어지고, 사용량이 많아질수록 pH는 증가하는데, 본 연구에서는 유기물의 사용량이 많았음에도 pH의 증가가 뚜렷하지는 않았으나, 이는 치환성 칼슘, 마그네슘 및 칼슘의 용탈이 pH에 영향을 끼쳤던 것으로 판단하였다.
- 아스파라거스는 산성토양보다는 알칼리성을 선호하는 작물로 재배에 적합한 pH는 5.5~6.4이다. 따라서 pH가 낮은 지역에서는 토양분석 등을 통하여 적절한 양의 석회를 사용하여야 할 것으로 판단되었다.
- 토양 내 EC는 대부분의 지역에서 시설재배 표준인 2.0 dS/m 보다 높았다. 특히 충청남도 당진의 경우에는 토양 내 EC가 12.6 dS/m으로 매우 높았으며, 최대 21.4 dS/m 인 농가도 있었다. 충남 당진 지역의 아스파라거스 재배단지는 우리나라에서 가장 오래된 재배단지 중의 하나로 재배연차는 10년차 이상이며, 이 지역 대부분의 농가는 시비를 위하여 돈분



액비를 사용하고 있다. 이러한 돈분액비의 지속적 사용과 과다사용으로 칼슘은 최대 25.0  $\text{cmol}^+/\text{kg}$ , 칼륨은 6.2  $\text{cmol}^+/\text{kg}$ , 마그네슘은 13.7  $\text{cmol}^+/\text{kg}$ 이었으며, 인산은 2,942  $\text{mg}/\text{kg}$ 까지 집적된 것으로 판단되었다. 이것은 가축분 퇴비의 연용에 따라 토양 내 EC가 증가하고, 유효인산과 치환성 칼륨의 증가가 두드러진다는 많은 연구결과와 일치하였다. 따라서 충남 당진지역의 경우 좀 더 다양한 접근법을 통한 토양의 화학성 조사가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

- 유기물의 함량이 가장 높은 지역은 이천 지역이었다. 그러나 이천의 농가는 금년도가 재배 1년차였는데, 이것은 유기물을 초기에 많이 시용한 결과로 판단된다. 일반적으로 시설재배의 토양 중 적정 유기물 함량은 20~30  $\text{g kg}^{-1}$  으로 알려져 있다. 토양 내 높은 유기물의 함량은 토양의 물리성 개선 등에 긍정적인 효과가 있으나 무분별한 과다 시용은 염류집적의 주요한 원인이 될 수 있다. 유효인산은 이천지역이 2,073  $\text{mg}/\text{kg}$  으로 가장 높았고, 철원지역이 557  $\text{mg}/\text{kg}$  로 가장 낮았으며, 칼륨은 논산, 화천 지역이 4.0  $\text{cmol}^+/\text{kg}$  이상으로 높았고 양구, 삼척, 홍천, 강진, 김천 등이 2.0  $\text{cmol}^+/\text{kg}$  이하로 낮았다.

표. 전국 아스파라거스 재배농가의 지역별 화학적 특성

지역		pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )			
						Ca	K	Mg	
춘천	평균	5.7	3.1	48.8	1,763	8.9	2.9	2.1	
	범위	(4.9~6.7)	(0.8~5.7)	(30.2~85.8)	(1,353 ~2,124)	(5.7~13.7)	(1.5~5.1)	(1.2~3.4)	
삼척	평균	7.1	2.3	30.5	649	13.7	1.7	2.6	
	범위	(5.8~8.1)	(0.2~9.8)	(10.8~55.3)	(151 ~1,385)	(5.9~24.2)	(0.4~5.8)	(1.1~6.6)	
화천	평균	5.5	1.6	26.8	871	5.7	2.0	2.7	
	범위	(4.6~6.5)	(0.8~2.6)	(17.9~42.5)	(432 ~1,104)	(1.7~10.6)	(0.3~3.3)	(0.6~4.3)	
강원	철원	평균	7.2	4.3	47.6	557	10.8	2.9	3.2
	범위	(6.8~7.6)	(3.9~4.7)	(41.5~53.7)	(550 ~565)	(10.2~11.5)	(1.7~4.0)	(3.2~3.2)	
	화천	평균	5.6	3.5	48.1	1,470	8.3	4.0	2.6
	범위	(4.0~7.9)	(1.2~6.9)	(30.4~78.0)	(858 ~2,408)	(2.3~14.4)	(2.1~7.5)	(0.9~5.1)	
	양구	평균	5.5	2.2	39.7	951	6.9	1.4	2.3
	범위	(4.0~7.0)	(0.2~9.1)	(21.5~89.1)	(263 ~1,638)	(2.3~16.1)	(0.5~4.8)	(0.5~7.9)	
	인제	평균	6.5	2.3	39.1	1,444	12.3	2.9	3.2
	범위	(5.8~7.2)	(0.7~4.8)	(17.4~67.2)	(855 ~2,133)	(6.3~19.0)	(0.8~6.6)	(1.8~5.4)	
경기	이천	평균	6.9	2.1	62.7	2,073	24.1	2.5	5.2
	범위	(6.6~7.2)	(1.3~2.9)	(55.2~70.2)	(1,842 ~2,305)	(23.9~24.3)	(2.0~3.0)	(4.9~5.5)	
	양평	평균	6.7	3.1	54.9	1,321	13.0	2.6	4.6
	범위	(6.6~6.9)	(1.7~6.1)	(37.4~93.5)	(601 ~2129)	(9.3~19.0)	(2.0~3.2)	(3.3~6.2)	
충남	논산	평균	5.3	8.5	57.4	958	11.8	4.5	3.4
	범위	(4.1~6.0)	(1.1~15.7)	(24.3~96.8)	(740 ~1,216)	(4.2~16.0)	(1.2~6.4)	(0.8~5.1)	
	당진	평균	5.7	12.6	54.1	1,561	13.9	3.7	6.4
	범위	(4.5~6.7)	(4.8~21.4)	(29.3~143.8)	(733 ~2,942)	(7.3~25.0)	(2.5~6.2)	(2.1~13.7)	
경북	김천	평균	7.3	2.8	19.5	770	11.6	2.0	4.4
	범위	(6.8~7.7)	(2.1~3.7)	(11.1~26.1)	(521 ~1068)	(10.7~13.4)	(1.5~2.5)	(3.6~4.8)	
전남	강진	평균	5.9	1.7	24.0	691	9.4	1.9	2.3
	범위	(5.6~6.5)	(0.7~3.3)	(14.6~37.5)	(292 ~926)	(7.3~10.2)	(0.8~3.2)	(0.7~3.6)	
	화순	평균	6.7	3.3	34.0	1,164	14.9	2.7	4.0
	범위	(5.9~7.2)	(1.7~5.8)	(22.2~43.8)	(778 ~1,501)	(10.9~22.5)	(1.0~4.3)	(2.2~5.8)	

## (다). 결론

- 아스파라거스 (*Asparagus officinalis* L.)는 백합과에 속하는 다년생 채소로 주로 봄에 땅아 되는 어린 줄기를 식용으로 한다. 아스파라거스 순은 폴리페놀, 루틴 등의 항산화 물질을 다량 함유하고 있으며, 우리나라 식생활 트렌드 변화 등에 따라 소비량이 빠르게 늘어나고 있는 새로운 채소 작목이다. 아스파라거스는 건조에는 강하지만 습해에는 약한 생리적 특성을 가지고 있다. 또한 내염성 작물에 속하기 때문에 토양 내 염류가 높아도 생육에 큰 영향을 주지 않는 편이다. 따라서 대부분의 아스파라거스 재배 농가는 생산성 향상을 목적으로 화학비료 및 유기질비료를 매년 과다 시비하고 있으며, 이로 인하여 토양에 염류가 과잉으로 집적되고 있다. 뿐만 아니라 아스파라거스는 한번 재식하면 10~15년간 본포에서 수확하기 때문에 토양 특성은 작물의 안정적 생육에 매우 중요한 요소이다. 따라서 본 연구에서는 전국의 아스파라거스 주산지들 대상으로 토양의 화학적 특성을 조사하여 금후 토양관리의 기준을 확립하고자 수행되었다.
- 전국 아스파라거스 재배농가 평균 토양화학성은 pH 6.1, EC, 3.7 dS m<sup>-1</sup>, OM 40.5g kg<sup>-1</sup>, 유효인산 1,118 mg kg<sup>-1</sup>, 치환성양이온으로 칼슘 10.7 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, 칼륨 2.4 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, 마그네슘 3.2 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup> 이었다. 전체적으로 토양 내 EC, OM, 유효인산, 치환성양이온의 함량이 높았으며 pH는 적정범위에 있었다. 지역별 토양화학성은 큰 차이가 있었다. 이러한 차이는 토양특성, 시비방법, 재배 연차 등에 따른 것으로 판단되었다. 특히 당진군의 경우 토양 EC가 12.6 dS m<sup>-1</sup> 으로 높았으며 이는 10년 이상의 재배연차와 지속적인 퇴비 및 가축분뇨액비의 시용에 기인한 것으로 판단되었다.
- 아스파라거스는 영년생작물로 고품질 다수확을 위한 토양관리는 중요하다. 그러나 우리나라에는 아직 아스파라거스 시비기준이 확립되어 있지 않아 재배농가의 무분별한 유기물 및 화학비료의 시용으로 토양 내 염류집적이 높았던 것으로 판단된다. 시설 재배 토양의 염류집적과 그로 인해 발생하는 여러 문제에 대한 근본적인 해결책은 토양 비옥도를 평가하여 알맞은 시비량을 결정하는 것이다. 이를 위하여 금후 아스파라거스 시비량에 따른 수량성 조사 등 심도있는 연구와 함께 지속적인 토양화학성의 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

## 2. 아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명

### (가). 연구방법

- 본 시험은 강원도 춘천시에 소재한 강원도농업기술원의 단동형 비닐하우스에서 2018년도와 2019년도에 수행되었다. 시험품종은 웰컴(Sakata seed co.)이었고, 6년생 시험포장을 이용하였다.
- 2017년 수확 종료 후, 지상부를 동년 12월 중순에 제거하였다. 그리고 2018년도 2월 10일에 아스파라거스 포장 전체에 우분퇴비 2,000kg/10a을 살포하였다. 시비처리는 시판 NK(13-0-13)비료를 이용하여 전체시비량의 1/2을 기비로 주었으며, 수확을 시작하면서 나머지 1/2을 20일 간격으로 3회에 나누어 4월 1일, 4월 16일, 5월 3일에 각각 시비하였다.

표) 시험기간 중 NK비료 처리 시기 및 양

처리내용	총 시비량 (kg/10a)	시비시기			
		2월 10일	4월 1일	4월 16일	5월 3일
0 S	-	-	-	-	-
0.5 S	10.4	5.2	1.7	1.7	1.7
1.0 S	20.8	10.4	3.5	3.5	3.5
2.0 S	41.6	20.8	6.9	6.9	6.9

- 토양용액은 토양용액채취기(DIK-8392, USEM Instruments Inc., Korea)를 사용하여 수확기였던, 2018년도 5월 6일부터 5월 10일까지 5일간 시료를 채취한 것을 이용하였다(Figure 1). 토양용액 채취를 위하여 다공질 세라믹스관을 아스파라거스 근권부위에 20cm의 깊이로 매설한 후 24시간 경과 후 처리별로 토양용액을 채취하였다. 채취한 토양용액은 Ion chromatography(CH/930, Metrohm)를 이용하여 양이온과 음이온을 각각 분석하였다.
- 토양시료는 5월 6일에 채취하였다. 토양의 표면을 걷어 내고, 근권부인 10~20cm를 중심으로 3지점에서 채취하여 분석에 이용하였다. 채취한 토양은 풍건 후 2mm 체에 통과된 것을 분석 시료로 사용하였다. 토양의 pH와 EC는 각각 pH meter(Model 720A, Orion)와 EC meter(Model 145A, Orion)를 사용하여 측정하였다. 토양의 유기물은 습식산화분해법인 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였으며 치환성 양이온은 1N NH<sub>4</sub>OAc용액(pH 7)으로 침출하여 ICP(INTEGRA, GBC)을 이용하여 분석하였다.
- 수량조사는 2018년 3월 31일부터 5월 14일까지 45일간 총 24회 수확하였다. 시험구별로 수확 후 상품과 비상품으로 구분하여 상품을 대상으로 각각의 무게를 조사하여 수량성을 산출하였고, 당도는 5월 8일 생산된 것을 대상으로 조사하였다.

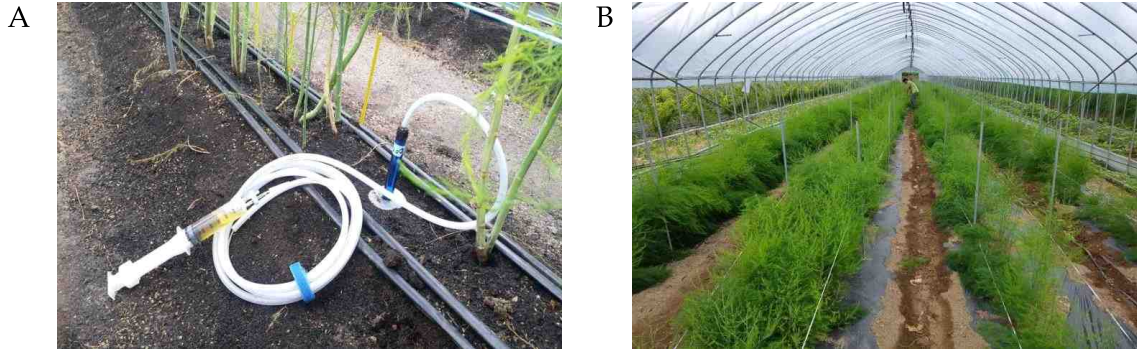


그림. A: 토양용액 채취, B: 토양시료 채취

#### (나). 결과 및 고찰

- 아스파라거스 재배 중 NK비료의 사용량이 토양 화학성과 수량에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행한 토양용액 분석결과는 Fig. 1과 같다. 아스파라거스 재배에 적합한 토양의 pH는 5.5~6.4이고, 산성토양은 피하는 것이 좋다는 보고가 있으며, 본 시험이 수행된 토양의 pH가 적정범위를 벗어나 약간 높았으나 연구의 결과를 보면 시비량이 많아짐에 따라 pH가 7.4에서 6.4로 낮아지는 것으로 나타나 재배 적정범위에 근접하는 경향을 보였다.
- 질소성분의 함량은 암모니아태 질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ )와 질산태 질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 모두 시비량이 많아짐에 따라 증가하였다. 그동안 토양용액을 채취하여 분석하는 방법을 통하여 시비량을 결정짓기 위한 많은 연구가 수행되었다. 시설 오이 재배지의 토양용액의 질산태 질소 함량은 질소시비량과 정의 상관관계를 나타내며, 질소를  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  시비하였을 때 토양용액의 질산태 질소는  $900 \text{ mg L}^{-1}$  이었다. 본 연구에서의 질산태 질소 함량은 NK비료  $41.6\text{kg}/10\text{a}$  투입 시  $1.180 \text{ mg L}^{-1}$  으로 분석되었는데, 토양 내 질산태 질소 함량과의 차이는 시비량과 함께 채취시기 등이 큰 영향을 미친것으로 생각된다.
- 치환성 양이온 함량의 차이는 NK비료를 사용하였기 때문에 치환성 칼륨의 함량은 정의 상관관계로 증가하였으나 칼슘과 마그네슘은 처리 간에 차이가 없었다. 이상의 암모니아태 질소, 질산태 질소, 치환성 칼륨의 증가로 전기전도도(EC) 역시 시비량의 증가에 따라  $6.5 \text{ dS/m}$ 에서  $21.1 \text{ dS/m}$ 로 높아져 유효한 양분의 양이 증가함을 알 수 있었다. 유효인산의 함량은 시비량에 증가에 따라 높아지는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타내지 않았다.



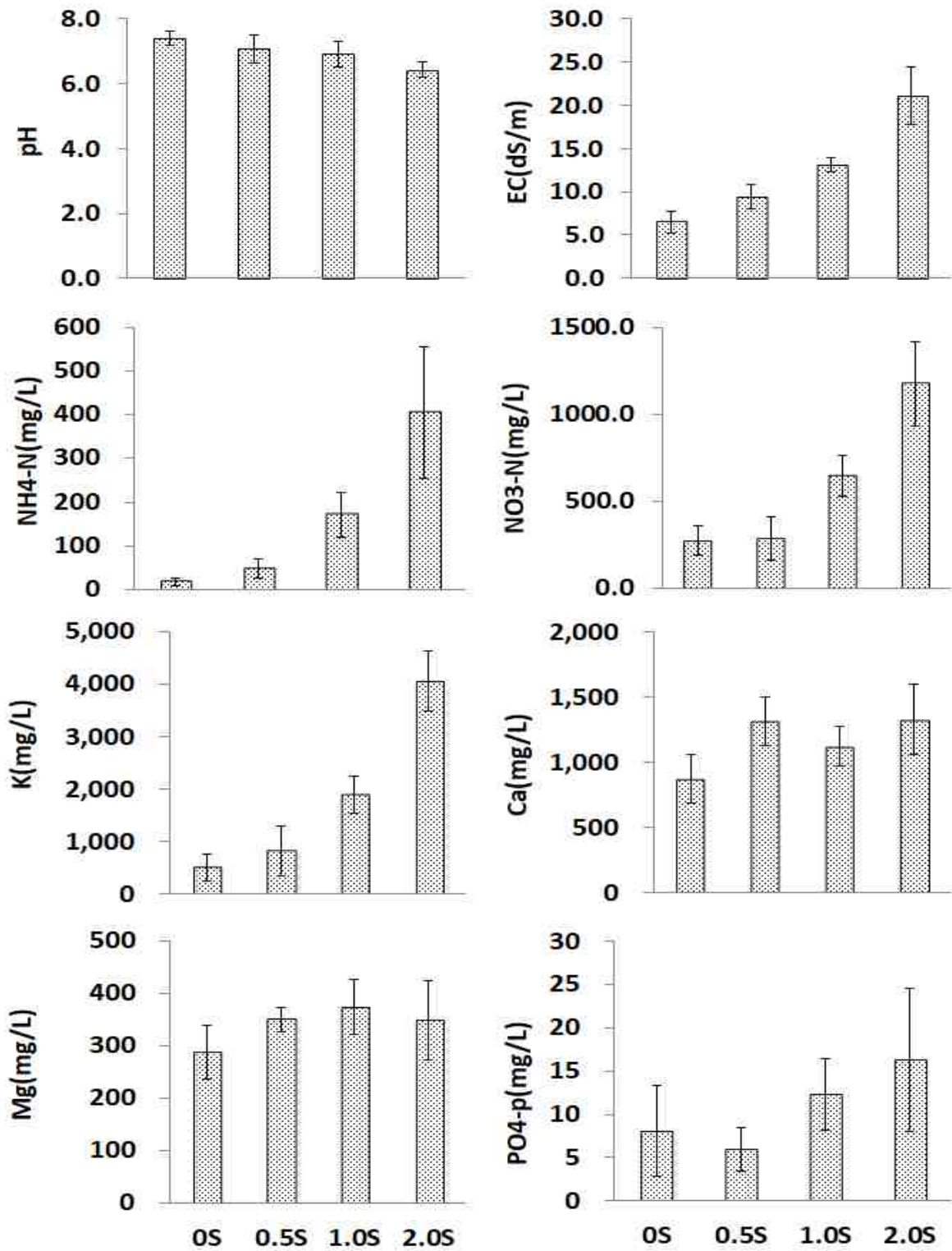


그림. 처리별 토양용액의 화학적 특성

\* 0 S: non-fertilizer: 0.5 S: 10.4 kg/10a; 1.0 S: 20.8kg/10a; 2.0 S: 41.6 kg/10a

- 시비량에 따른 아스파라거스 각각의 순의 무게와 당도는 시비 처리 간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나, 수확량에 있어서는 차이를 보였다. 순의 수확개수는 무시용에서 48.6개/㎡ 이었고, 0.5배와 1배량은 각각 52.7, 45.2개이었으나 2배량에서는 33.1개로 적었다. 또한 수확량은 0.5배량에서 1.39kg/㎡로 가장 많았고 1.0배량, 0배량 순이었으며 2배량 시험구는 0.89kg/㎡로 가장 적었다.
- 이러한 결과를 볼 때 아스파라거스의 수량증대에 적절한 NK비료의 사용량은 0.5배량이 효과적인 것으로 나타났다. 하지만 아스파라거스의 생장특성 중 전년도에 생산된 동화산물이 근권으로 이동하여 익년도 순의 생산에 사용된다는 보고를 고려할 때 무시용구에서 1.21kg/㎡의 수량성을 얻었던 것은 금년도 시비량의 효과 뿐만 아니라, 뿌리 내 저장되었던 동화산물의 수준도 영향을 끼쳤을 것으로 판단되며, 이는 당년의 수량 조사뿐만 아니라 차년도의 수량을 조사하여 시비처리에 따른 동화산물의 근권이동 저장되어 나타날 영향도 조사되어야 함을 시사한다.
- 2.0배량 처리에서 수확 된 순의 수와 수량이 유의하게 줄어든 것은 NK 비료의 과다사용으로 인한 염류과잉에 의한 장애로 사료되며, 기준 시비량 이상의 비료를 사용하는 것은 생리장애로 인한 손실뿐만 아니라 토양 염류 과다집적에 따른 재배환경 악화로 지속적인 재배에 어려움을 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

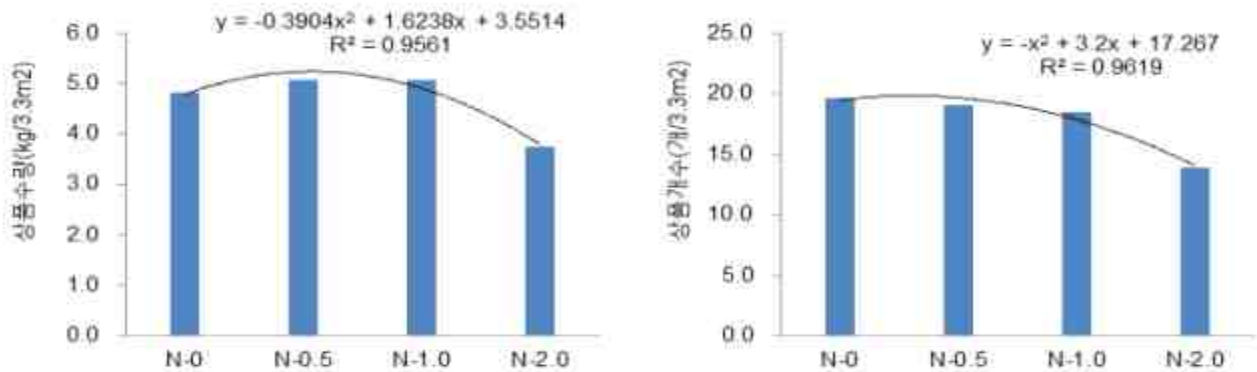


그림. 질소시비량에 따른 수량성(2018)

표. 질소시비에 따른 아스파라거스 수량 및 품질 특성(2019)

Treatment*	No. of spears (/㎡)	Marketable yield (kg/㎡)	weight (g/spear)	Soluble solids (° Brix)
0 S	48.6±2.0	1.21±0.09	25.0±1.4	5.2±0.03
0.5 S	52.7±1.8	1.39±0.17	26.5±3.8	5.0±0.12
1.0 S	45.2±7.6	1.27±0.24	28.1±1.8	5.1±0.11
2.0 S	33.1±5.5	0.89±0.13	27.2±2.9	5.0±0.19

\* 0 S: non-fertilizer: 0.5 S: 10.4 kg/10a; 1.0 S: 20.8kg/10a; 2.0 S: 41.6 kg/10a

- 봄 재배 종료 후 토양 특성은 시비가 이루어지지 않았던 처리구의 pH는 7.7이었고 시비량

이 증가함에 따라 pH는 7.3~6.6으로 낮아지는 경향을 나타내 재배 중 토양용액 분석 결과와 같은 경향이였다.

- 전기전도도(EC)는 시비량이 많아짐에 따라 2.1 dS/m에서 4.5 dS/m로 높아져 정의 상관관계를 나타냈으며, 이는 NK비료 투입에 따른 질산태 질소, 암모니아태 질소, 치환성 칼륨 함량의 증가에 따른 결과로 생각된다.
- 일반적인 시설재배지의 적정 EC농도가 2.0 dS/m이하인 것을 감안하면 다소 높은 편이나 유기물 투입 등을 통해 높은 EC농도에 따른 염류장해 피해를 줄이는 방법도 생각해 볼 수 있다. 각 처리구 간의 유기물, 치환성 칼슘과 마그네슘의 함량 차이는 없었으나, 치환성 칼륨의 함량은 시비량이 많아짐에 따라 2.0 cmol<sup>+</sup>/kg에서 4.4 cmol<sup>+</sup>/kg로 높아졌다.

표. 처리별 토양 화학성(2018)

Treatment	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
					Ca	K	Mg
0 S	7.4	0.8	28.4	1,232	13.9	1.8	2.0
0.5 S	7.1	1.9	35.6	976	12.5	4.1	2.9
1.0 S	6.9	4.8	30.8	1,456	9.0	4.5	3.4
2.0 S	6.9	7.0	22.5	1,150	11.1	5.0	2.2

표. 처리별 토양 화학성(2019)

Treatment	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
					Ca	K	Mg
0 S	7.7±0.0	2.1±0.6	21.8±2.8	1,193±185	9.9±1.0	2.0±0.1	2.8±0.6
0.5 S	7.3±0.1	2.6±0.5	23.1±5.1	1,443±213	11.2±1.1	2.7±0.5	3.1±0.6
1.0 S	6.8±0.5	4.2±0.5	33.3±3.6	1,866±68	11.8±0.7	3.6±1.0	2.9±0.7
2.0 S	6.6±0.2	4.5±0.9	25.7±9.3	1,592±388	9.5±1.6	4.4±0.7	1.9±0.4

\* 0 S: non-fertilizer: 0.5 S: 10.4 kg/10a; 1.0 S: 20.8kg/10a; 2.0 S: 41.6 kg/10a

#### (다). 결론

- 아스파라거스는 소비량과 재배면적이 매년 늘어나는 신작목이다. 그러나 정식 후 3년이 경과해야 경제성 있는 수확이 가능한 특성 때문에 다양한 연구가 이루어지지 못했다. 아스파라거스는 다비성 작물로 토양염류 농도에 강한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 NK시비량에 따른 아스파라거스의 수량 등을 분석하여 아스파라거스 재배시 토양관리에 관한 기본자료를 습득하기 위하여 수행되었다.
- 아스파라거스의 수량은 0.5배량과 1.0배량에서 각각 1.39 kg/m<sup>2</sup>과 1.27 kg/m<sup>2</sup> 으로 많았으며, 0배량 1.21 kg/m<sup>2</sup>, 2배량은 0.89 kg/m<sup>2</sup> 수준이었다. 토양용액과 토양을 분석한 결과 NK

시비량 증가에 따라 EC, 질소, 칼륨의 농도가 높아졌다. 토양용액의 경우 관행 시비의 2배량 처리에서 질산태 질소가  $1,180 \text{ mg L}^{-1}$ , 칼륨은  $4,057 \text{ mg L}^{-1}$  까지 높아졌다. 따라서 농가에서 현재 사용하고 있는 시비량인  $20.8\text{kg}/10\text{a}$  는 수량이 낮아지지 않는 최대시비량일 것으로 생각되었다. 따라서 아스파라거스 재배농가에서는 주기적인 토양분석으로 염류 집적에 유의해야 할 것으로 판단되었으며, 금후 다양한 조건하에 연차간 시험이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

- NK비료 시용수준에 따른 아스파라거스 수량은 0.5배량과 1.0배량에서 큰 차이가 없었고, 2.0배량에서는 수확량이 유의하게 낮아졌고, 토양용액 및 토양분석결과 염류의 농도가 높아진 것을 본 시험을 통하여 확인할 수 있었다. 이는 토양의 과도한 염류가 아스파라거스 생산량에 부정적 영향을 미친다는 것을 의미하며, 따라서 아스파라거스 재배농업인은 이에 대한 해결책으로 주기적인 토양분석을 실시하여 토양 비옥도를 확인한 후 적절한 비료 사용량을 결정해야 할 것으로 생각된다.
- 이러한 토양분석에 의한 적절한 시비량의 조절은 수량증대 뿐만 아니라 품질에도 영향을 끼치게 된다. 과도한 질소시비량은 작물을 도장시키므로 일본으로 수출하기 위한 수출유통기간을 단축할 우려가 있다. 따라서 재배시 적절한 시비량의 조절은 매우 중요하다고 할 수 있다.
- 또한, 아스파라거스 생산에서의 저장양분이 차년도 수량에 미치는 영향 분석과 토양 염류 집적에 대한 연차간 시험이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

### 3. 수출기간 연장을 위한 봄재배 조기 수확기술 개발

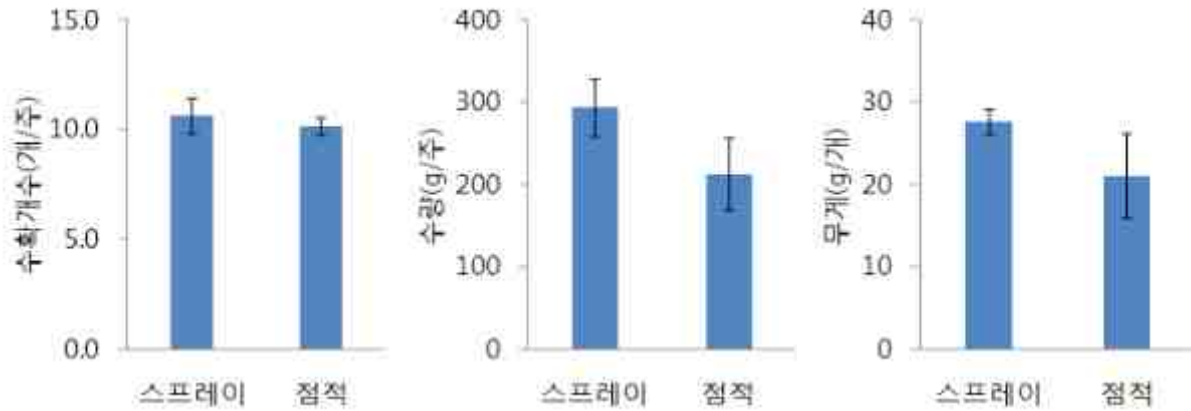
#### (가). 연구방법

- 본 시험은 강원도 춘천시에 소재한 강원도농업기술원의 단동형 비닐하우스에서 2018년도에 수행되었다. 시험품종은 웰컴(Sakata seed co.)이었고, 6년생 시험포장에서 시험을 수행하였다.
- 2017년 수확 종료 후, 지상부를 동년 12월 중순에 제거하였다. 그리고 2018년도 2월 10일에 아스파라거스 포장 전체에 우분퇴비 2,000kg/10a을 살포하였다. 시비처리는 시판 NK(13-0-13)비료를 이용하여 전체시비량의 1/2을 기비로 주었으며, 수확을 시작하면서 나머지 1/2을 20일 간격으로 3회에 나누어 시비하였다.
- 관수처리는 저설스프레이 방식을 기존 사용하고 있는 점적관수와 비교하였다. 저설스프레이는 시판용 저설스프링클러를 구입하여 사용하였고, 점적테이는 15cm 간격으로 천공되어 있는 것을 이용하였다.
- 수확시기에 맞추어 수확한 후 수확물의 개수와 무게 등 기본적인 생육 및 수량을 조사하였다.

#### (나). 결과 및 고찰

- 아스파라거스 재배농가는 봄철 수확을 위하여 이른 봄부터 관수를 시작한다. 따라서 아스파라거스의 수량증대를 위한 관수관리의 기술은 매우 중요하다.
- 아스파라거스 수량을 조사한 결과 수확개수는 스프레이 관수와 점적관수 처리에서 큰 차이가 없었다. 그러나 주당 수량에서는 스프레이가 295g, 점적관수와 205g으로 스프레이 관수가 43% 증수되는 효과가 있었다. 이러한 수량증가의 원인은 각각의 아스파라거스 순의 무게가 증가한 것으로 판단되었다.
- 두 가지 처리에서 관수량을 동일하게 하여 시험을 수행하였는데, 점적관수에서 수량이 낮았던 것은 관수방법에 의한 차이 뿐만아니라 관수 방법간 적정 수분함량의 차이 및 토성 등도 영향을 끼쳤던 것으로 판단되었다.
- 아스파라거스는 관습에는 약하지만 수분을 좋아하는 작물로 알려져 있다. 따라서 충분히 배수성이 좋은 토양을 선택하여 재배하면서 스프레이 등을 이용하여 넓고 충분히 관수하는 것이 아스파라거스의 수확량 증대를 위하여 필요한 기술인 것으로 판단되었다.





#### (다). 결론

- 아스파라거스 봄수확량 증대를 위하여 적정 관수방법의 선택은 매우 중요한 재배법 중의 하나이다. 따라서 저설 스프링클러와 점적관수 방법을 비교한 결과 저설 스프링클러 방식, 즉 스프레이 관수방법이 점적과 비료하여 우수하였다. 이와같이 스프레이 방식이 점적보다 우수했던 이유는 점적관수방법은 관수가 천공된 곳을 기준으로 토양 전체가 아닌 부분적으로 이루어지고 때문이었던 것으로 판단되었다.
- 본 시험에서는 두 처리간 사용된 물량을 같도록 하였으나, 금후 물량 및 관수간격, 토성 등에 관한 종합적 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

#### 4. 수출용 아스파라거스 생산을 위한 정식전후 적정 유기물 종류 및 시용방법 구명

##### (가). 연구방법

- 본 시험은 강원도 춘천시에 소재한 강원도농업기술원의 단동형 비닐하우스에서 2018년도와 2019년도에 수행되었다. 시험품종은 웰컴(Sakata seed co.)이었고, 6년생 시험포장을 이용하였다.
- 2017년 수확 종료 후, 지상부를 동년 12월 중순에 제거하였다. 그리고 2018년도 2월 10일에 아스파라거스 포장 전체에 우분퇴비 2,000kg/10a을 살포하였다. 시비처리는 시판 NK(13-0-13)비료를 이용하여 전체시비량의 1/2을 기비로 주었으며, 수확을 시작하면서 나머지 1/2을 20일 간격으로 3회에 나누어 4월 1일, 4월 16일, 5월 3일에 각각 시비하였다.
- 토양시료는 5월 6일에 채취하였다. 토양의 표면을 걷어 내고, 근권부인 10~20cm를 중심으로 3지점에서 채취하여 분석에 이용하였다. 채취한 토양은 풍건 후 2mm 체에 통과된 것을 분석 시료로 사용하였다. 토양의 pH와 EC는 각각 pH meter(Model 720A, Orion)와 EC meter(Model 145A, Orion)를 사용하여 측정하였다. 토양의 유기물은 습식산화분해법인 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였으며 치환성 양이온은 1N NH<sub>4</sub>OAc용액(pH 7)으로 침출하여 ICP(INTEGRA, GBC)을 이용하여 분석하였다.
- 수량조사는 2018년 3월 31일부터 5월 14일까지 45일간 총 24회 수확하였다. 시험구별로 수확 후 상품과 비상품으로 구분하여 상품을 대상으로 각각의 무게를 조사하여 수량성을 산출하였고, 당도는 5월 8일 생산된 것을 대상으로 조사하였다.

##### (나). 결과 및 고찰

- 2018년도 시험결과 유기물 종류에 따른 주당 수량은 우분, 계분, 시판퇴비 및 무처리를 비교 하였을 때 우분이 전체적으로 가장 많았으며, 계분과 시판퇴비는 비슷한 수준이었다.
- 유기물의 종류에 따라서는 모든 처리에서 시용량이 증가함에 따라 수량도 많아지는 경향이 있었다. 특히 우분의 경우 1배에서 251g, 4배에서 280g으로 많아졌다.

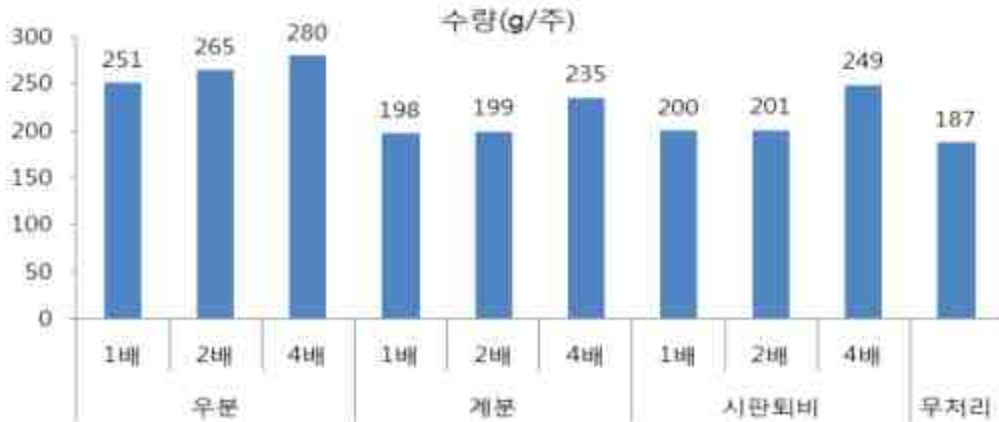


그림. 유기물의 종류와 양에 따른 수량성(2018)

- 유기물의 종류와 양에 따른 토양 화학성은 pH의 경우 우분이 7.4~7.9로 높았으며 계분이 6.7~7.0으로 낮은편이었다. EC는 우분의 경우 시용량이 증가함에 따라 증가폭이 크지 않았으나 계분은 시용량에 따라 EC가 높아졌다. 유기물의 함량은 우분과 계분간 큰 차이가 없었다. 또한 치환성양이온인 Ca, K, Mg의 함량은 처리간 큰 차이가 없었다.

표. 유기물의 종류와 양에 따른 토양 화학성(2018)

처리내용	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)
				(cmol <sub>(+)</sub> /kg)			
무퇴비	7.5	2.3	16.8	10.9	2.2	2.3	852
우분	10	7.8	22.1	17.6	5.0	2.9	1,092
	20	7.4	23.9	17.4	2.9	3.3	1,748
	40	7.9	21.2	12.6	4.4	4.6	1,446
계분	10	6.7	28.5	13.0	2.2	2.6	1,400
	20	7.0	28.2	11.2	4.5	3.3	1,965
	40	6.9	23.3	10.7	3.3	1.8	1,158
시판퇴비	10	7.7	18.2	11.9	4.8	3.1	900
	20	7.3	16.9	12.2	6.0	4.1	1,334
	40	7.5	17.8	9.0	5.1	2.4	1,150

- 처리에 따른 시기별 아스파라거스의 당도는 표와 같다. 유기물의 종류에 따라서는 계분이 우분 보다 0.2 Brix 높았으며, 시기별로는 초기 수확분의 당도가 높았다. 유기물의 시용량이 많아짐에 따라 당도는 낮아지는 경향이었으나 큰 차이는 없었다.

표. 유기물의 종류와 양에 따른 아스파라거스 당도 변화

처리내용		1차 (4월19일)	2차 (5월8일)	평균
우분	1배	5.45	5.09	5.27
	2배	5.38	4.95	5.16
	4배	5.20	5.00	5.10
계분	1배	5.78	5.30	5.54
	2배	5.66	5.28	5.47
	4배	5.59	4.98	5.28
시판퇴비	1배	5.88	5.28	5.58
	2배	5.34	5.36	5.35
	4배	5.56	5.43	5.49
무처리		5.43	5.00	5.21

- 2019년도 유기물의 종류와 양에 따른 아스파라거스의 수량은 우분 4배 처리에서 가장 수량이 많았고, 무처리(무퇴비구)를 제외하고는 수량에서의 큰 차이는 없었다.



그림. 유기물의 종류와 양에 따른 수량성(2019)

- 2019년도 토양의 화학성분분석결과 pH는 우분퇴비가 계분퇴비 사용구 보다 높았고, EC는 계분 사용 처리구가 높았으며, 유기물의 함량, 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인산등의 함량은 처리가 큰 차이가 없었다.

표. 유기물의 종류와 양에 따른 토양 화학성(2019)

처리내용		pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K (cmol <sub>(+)</sub> /kg)	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)
무퇴비		7.5	2.3	16.8	10.9	2.2	2.3	852
우분	10	7.8	2.6	22.1	17.6	5.0	2.9	1,092
	20	7.4	3.0	23.9	17.4	2.9	3.3	1,748
	40	7.9	2.2	21.2	12.6	4.4	4.6	1,446
계분	10	6.7	4.6	28.5	13.0	2.2	2.6	1,400
	20	7.0	6.0	28.2	11.2	4.5	3.3	1,965
	40	6.9	7.9	23.3	10.7	3.3	1.8	1,158
시판퇴비	10	7.7	2.4	18.2	11.9	4.8	3.1	900
	20	7.3	3.5	16.9	12.2	6.0	4.1	1,334
	40	7.5	3.2	17.8	9.0	5.1	2.4	1,150

#### (다). 결론

- 아스파라거스는 재배시 계분을 사용할 경우 수량성은 우분 등과 비교하여 큰 차이 없었으나, 토양 내 EC가 지속적으로 높아지는 문제점이 있었다.
- 아스파라거스 재배시 적정 유기물의 종류와 시비량을 검정하기 위하여 2년간 시험을 수행한 결과 적합한 유기물의 종류는 우분으로 판단되었고, 시용량은 40톤/10a 까지 높여주어도 수량성이 높아지는 것으로 조사되었다..

## 제 5 절 아스파라거스 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속 테이프 개발

### 1. 묶음 단위,결속방법,매듭방법 등의 규격 조사

\*수출 대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사는 선진 농법 및 유통 구조 와 현황을 파악 위해 현지(수출 대상국)를 방문하여 견학/연수하고 돌아온 강원도 관계자 및 아스파라거스 재배 농가로부터 정보를 제공 받았다.

\*1묶음(단) : 100g 기준하여 포장하며 포장 재질은 폭16mm o.p.p.테이프를 이용한 수동 결속기로 포장함.

\*기존의 opp테이프의 접착제는 인체에 유해한 화학 물질이 혼합되어 있으므로 특수 공법을 이용하여 유해물질을 제거하고 산지 표시를 인쇄한 접착 테이프를 제작/보급하여 실용화 하였음.





(opp테이프 결속 100g단위 포장)



(16/21mm opp 테이프)

## 2. 결속기의 농가 사용에 따른 경제성 평가 및 분석

\*아스파라거스 수출을 위한 소포장 작업별 비교표

재배면적: 1,000평    1일 수확량: 90~130kg    포장 단위: 100g × 1100EA

	기 기 가 격	1시간 작업량	포장 작업 시간	인건비(1일)
수 작 업	0	~70EA	16시간	150,000.
수동 결속기	2,200,000.	~150EA	7~8시간	80,000.
자동 결속기(개발중)	700만~1천만	2500~	1시간 이내	0

\*비교 및 분석 결과

- 빠른 포장 작업으로 인한 노동력 절감 과 인건비 절약으로 농가의 소득 증대에 크게 기여.
- 년 5개월(150일) 작업 기준으로 기계 구입 원가는 인건비 대비 약 1년 정도 소요 예상됨.



이단 결속기(1차)



이단 결속기(2차 개발중)

## 3. 연구개발성과

- 기존의 수동형 결속기의 불편함과 더딘 작업으로 인한 농가의 경제성을 제고하기 위하여 본 과제 대상물인 아스파라거스의 양쪽 끝단 2곳을 동시에 묶어주는 반자동 결속기를 개발하였음.
- 이동식 컨베어를 장착하여 일정량의 아스파라거스를 투입만 하면 감지 센서에 의하여 2개의 결속장치를 동작하여 대상물을 결속함
- 반자동 결속기를 개발하면서 결속장치를 동작하고 제어 하는 메인 P.C.B.를 응용/개발하여 부

착하였고 반자동 결속기 전체를 조정하는 파워박스를 개발하여 장착 하였음.

<p>수동 결속기</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각종 야채 및 화훼용 수동 결속기</li> <li>- opp 테이프를 이용한 결속 장치</li> <li>- 대상물을 투입후 손으로 레버를 당겨서 결속함</li> </ul>
	<p>정면 사진</p> 	<p>측면 사진</p> 
<p>자동 결속기 (개발 제품)</p>	<p>콘트롤 박스</p> 	<p>구동부 / 메인 PCB</p> 
	<p>감지용 스위치</p> 	<p>2단 결속부</p> 

#### 4. 사업화성과 및 매출 실적

##### - 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.2억원	
			향후 3년간 매출	0.3억원	
		관련제품	개발후 현재까지	0.5억원	
			향후 3년간 매출	1 억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 100% 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : 100% 국외 : %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 100% 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : 100% 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			위

##### - 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(백만원)	200			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0.5억원	1.5억원	3억원	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	100%	100%	100%
		국외			
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		현재: 아스파라거스를 이동형 컨베이어에 가지런히 투입 계획: 컨베이어에 투입된 아스파라거스를 가지런히 모아주는 장치 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

### 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 제 1 절 목표

- 제1세부 (강원대학교 김경수) : 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해 관리 기술 개발
- 제2세부 (강원대학교 강호민) : 아스파라거스 유통중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발
- 제3세부 (강원대학교 김삼규) : 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 충해 관리 기술 개발
- 제1협동 (강원도농업기술원 전신재) : 아스파라거스 수출기간 연장을 위한 시비 및 관수관리 기술 개발
- 제2협동 (메리트 양재홍) : 아스파라거스 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속테이프 개발

#### 제 2 절 목표 달성여부

연구개발의 목표		가중치	평가의 착안점 및 기준	달성도
1차년도 (2017)  제1세부	주요 병해 발생 모니터링 및 발생 상태 분석	25	아스파라거스의 주요 병해 조사	100
	주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사	25	병원체 수집 및 동정 ITS염기서열 분석	100
	주요 병원체 방제 기술 개발	25	살균제 대치배양 균사생장 억제율 검정	100
	저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구	25	마지막 수확기에 포장에서 발생하는 주요 병해 확인. 수확 후 저장과정 중에 발생하는 주요 병해 분석.	100
1차년도 (2017)  제2세부	저장 전후 처리를 통한 병해 관리 기술 개발 : 병해 방제를 위한 살균 처리 기술 개발	33	- 여러 가지 살균처리 기술 개발 여부 : ClO <sub>2</sub> 처리- 세균, 대장균, 곰팡이 플라즈마- 세균, 곰팡이 살균 효과 확인	100
	장기유통을 위한 포장 방법	34	- 6kg 상자 구조 개선 여부 : 빠른 예냉 효과를 보기위해서는 16%까지 개공률을 가진 상자가 예냉시간 단축 - MA포장을 위한 OTR필름 선발 여부 : 10,000cc OTR필름 적합 - 미세진공을 이용한 MH package 기술 개 발 여부 : MH package의 경우 대조구와 유사하여 추가 연구 필요	100
	수출국가 맞춤형 저장 전후 처리를 통한 병해충 관리 기술 개발 : 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술	33	- 병해충 관리 기술이 수출 유통 중 품질 에 미치는 영향 조사 : NaOCl, - 당도가 감소되지 않는 범위내 : ClO <sub>2</sub> - 최대 5ppm 이내 : O <sub>3</sub> - 10분 처리 후 유공포장이 적합 : 플라즈마 18시간 - 외관상 품질 우수 : 열수처리 - 2분간 침지것이 적합	100
1차년도 (2017)	아스파라거스 주요 해충 모니터링	25	끈끈이 트랩을 이용한 해충 모니터링 실시 여부	100

제3세부	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 physical control	25	주요 해충 방제를 위한 적색망 설치 여부	적색망 설치 시 포장내 통기가 되지 않아 사용불가
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 살충제 선발 및 적용	25	다양한 MOA를 가진 약제 선발 및 현장 적용 여부	100
	살충제 처리에 따른 위해성 평가	25	잔류농약 검사 실시 여부	100
1차년도 (2017) 제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석	40	전국 아스파라거스 재배농가의 토양 시료 채취 및 분석 여부	100
	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명	30	적정 질소시비량 구명을 위한 시험구 설치 및 처리 여부	100
	수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 사용량 구명	30	유기물 종류 선발 및 시험구 설치 및 처리 여부	100
1차년도 (2017) 제2협동	수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등)	100	*수출 대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사는 선진 농법 및 유통 구조와 현황 파악을 위해 현지(수출 대상국)를 방문하여 견학/연수 하고 돌아온 강원도 농업기술원 관계자, 아스파라거스 재배농가로부터 정보를 제공 받았다  * 1묶음(단):100g기준하여 포장하며 포장 재질은16mm o.p.p.테이프를 수동결속기로 포장함	60
2차년도 (2018) 제1세부	주요 병해 발생 모니터링	30	아스파라거스의 주요 병해 조사	100
	살균제 효과 검정	35	살균제의 살균 효과(균사 생장) 테스트	100
	길항미생물 효과 검정	35	길항미생물의 살균 효과(포자 발아, 부착기 형성) 테스트 길항미생물의 항생물질 생성능 분석	100
2차년도 (2018) 제2세부	저장 전후 처리를 통한 해충 관리 기술 개발	50	- 저장 전 처리 기술 개발 여부 : MA저장, Soap+NaOCl 처리가살균 처리 및 저장방법으로 적합한 것으로 판단됨	100
	장기유통을 위한 소포장 방법 개발	50	- 저장 중 처리 기술 개발 여부 : 플라즈마+UVc 복합처리시 외관상 품질 및 곰팡이 살균효과 확인	100
2차년도 (2018) 제3세부	아스파라거스 주요 해충 모니터링(계속)	20	끈끈이 트랩을 이용한 해충 모니터링 실시 여부	100
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 mass trapping	20	Semiochemical을 이용한 mass trapping 실시 여부	100
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한	20	다양한 MOA를 가진 약제 선발 및 현장 적용 여부	100



	살충제 선발(계속)			
	살충제 처리에 따른 위해성 평가(계속)	20	잔류농약 검사 실시 여부	100
	혼증을 활용한 검역해충 방제	20	Ethyl formate 혼증 실시 여부	아스파라거스에 대한 약해가 있어 사용불가
2차년도 (2018) 제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석	25	전국 아스파라거스 재배농가의 토양시료 채취 및 분석여부	100
	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명	25	적정 질소시비량 구명을 위한 시험구 처리 여부	100
	수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 사용량 구명	25	유기물 종류 및 사용량별 시험구 배치 및 수확량 조사	100
	수출기간 연장을 위한 봄 재배 관수관리 기술 개발	25	관수방법에 따른 시험구 배치 및 수량특성 조사 여부	100
2차년도 (2018) 제2협동	1)수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등). 2)저비용, 고효율 반자동 결속기 개발	50	* 기존 opp테이프의 접착제는 인체에 유해한 화학 물질이 혼합되어 있으므로 특수 공법을 이용하여 유해물질을 제거하고 산지 표시를 인쇄한 결속테이프를 제작 하였음.	100
	1)수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등). 2)저비용, 고효율 반자동 결속기 개발	50	*수동 결속기에 의존하던 포장 작업을 동시 2단 결속기를 개발하여 작업시간 단축으로 인한 노동력 절감 및 생산성 향상으로 소득증대에 기여함	70
3차년도 (2019) 제1세부	살균제 포장 적용 방제 연구	35	살균제의 처리 시기, 약량, 방법, 잔류 특성 등을 포장에서 분석	100
	친환경 자재 포장 적용 연구	35	친환경 자재의 약제 효과 검정(균사 생장, 포자 생성) 및 포장에서의 처리 시기, 약량, 방법을 분석	100
	수출국가별 맞춤형 방제 관리 기술개발	30	주요 병해에 대한 살균제 선정 맞춤형 처리 프로그램 개발	100
3차년도 (2019) 제2세부	수출국가 맞춤형 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술 : 제1세부, 제1협동과 협업	50	- 병충해 방제 처리가 유통 중 품질에 미치는 영향 조사 : 플라즈마 6시간 처리와 ClO <sub>2</sub> 처리가 미생물 억제에 효과적임 : 총체 별레 살충 효과가 검증된 고 CO <sub>2</sub> 처리는 저장수명에 영향을 주지 않으며, 미생물 번식 억제 효과가 있는 것으로 판단됨	100
	수출국가별 장기유통을 위한 포장	50	- 대용량 MAP적용가능 여부	100

	방법 개발		: 6kg 박스도 10,000cc OTR 필름으로 포장 가능성 확인 - 살균·살충처리와 MAP 복합처리가 저장에서 미치는 영향 조사 : 원물의 품질 상태에 따라 플라즈마와 열수처리를 복합 처리하여 1,300cc OTR 필름으로 MAP 하면 최소 5주에서 최대 7주까지 유통 가능	
3차년도 (2019) 제3세부	아스파라거스 주요 해충 모니터링(계속)	20	끈끈이 트랩을 이용한 해충 모니터링 실시 여부	100
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 mass trapping(계속)	15	Semiochemical을 이용한 mass trapping 실시 여부	100
	백강균을 이용한 파충채벌레 번데기 방제	15	백강균 적용 여부	100
	아스파라거스 수출을 위한 파충채벌레 방제 살충제 적용 가이드라인 개발	20	살충제 적용 가이드라인 개발 여부	100
	아스파라거스 수확 후 해충 방제	15	Ethly formate 훈증 표준화 여부	아스파라거스에 대한 약해가 있어 사용불가
	살충제 처리에 따른 위해성 평가(계속)	15	잔류농약 검사 실시 여부	100
3차년도 (2019) 제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석 및 시비관리 조사, 분석, 및 처방 : 50 지점	20	전국 아스파라거스 재배농가의 토양 시료 채취, 분석 및 결과분석 여부	100
	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명	20	질소시비량 구명을 위한 수량 및 품질 분석 여부	100
	수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 시용량 구명	20	유기물 종류에 따른 수량 및 품질 특성 분석 여부	100
	수출기간 연장을 위한 봄재배 조기 수확기술 개발	20	봄철 수확을 위하여 관수관리 효과 분석	100
	새해 영농시설 교육 및 홍보	20	개발기술의 농업인 보급 여부	100
3차년도 (2019) 제2협동	수출대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사	30	*기존의 opp테이프의 접착제는 인체에 유해한 화학 물질이 혼합되어 있으므로 특수 공법을 이용하여 유해물질을 제거하고 산지 표시를 인쇄한 접착 테이프를 제작/보급하여 실용화 하였음.	100
	포장작업을 생략화 할 수 있는 저비용·고효율 결속기 개발 ⇒ 특허출원 예정	70	*기존의 수동형 결속기의 불편함과 더딘 작업으로 인한 농가의 경제성을 제고 하기 위하여 본 과	100

		<p>제의 대상물인 아스파라거스의 양쪽 끝단 2곳을 동시에 묶어주는 반자동결속기를 개발하였음.</p> <p>*이동식 컨베이어를 장착하여 일정량의 아스파라거스를 투입만 하면 감지 센서에 의하여 2개의 결속장치를 동작하여 대상물을 결속함</p> <p>*반자동 결속기를 개발하면서 결속장치를 동작하고 제어 하는 메인 P.C.B.를 응용/개발하여 부착하였고 반자동 결속기 전체를 조정하는 파워박스를 개발하여 장착 하였음.</p> <p>*2019년 10월14일자로 대한민국 특허청에 특허출원 하였음 (출원번호 제2019-0126932호)</p>	
--	--	---	--

### 제 3 절 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

#### ○ (제3 세부)

- 적색망(0.6mm mesh)을 이용한 파충채벌레 및 꽃노랑총채벌레 차단효과 구명: 일본에서 오이포장에서 꽃노랑총채벌레 방제를 위하여 적색망이 사용됨. 그러나 국내에서 연구결과 꽃노랑총채벌레 방제를 위해서는 0.2mm 흑색망을 사용하였을 때 100% 차단효과를 나타내었으나 통기가 전혀 되지 않는 문제점을 나타냈다(Jung et al., 2016). 따라서 방충망을 이용한 파충채벌레 방제는 포장 내 통기가 되지 않는 문제가 발생하여 적용되지 않았다.
- Ethyl formate 훈증은 아스파라거스에 심각한 약해를 보이므로 적용되지 않았다.

### 제 4 절 관련분야 기여도

#### ○ (제1 세부)

- 아직까지 국내에 아스파라거스 주요 병해 조사가 거의 되어있지 않은 실정이다. 본 연구에서는 아스파라거스 주요 병해를 조사 하여 국내 아스파라거스 주요 병해를 확인하였다.
- 아스파라거스 병해에 대한 병원균을 분리하여 염기서열 분석을 통해 병원균의 정확한 종을 동정하였다.
- 아스파라거스 자색반점병(purple spot) 병원균인 *stemphylium vesicarium* 균주를 곰팡이유전자은행에 기탁하였음. 이는 국내외의 관련 학자들의 연구에 유용히 사용될 것임.
- 주요 아스파라거스 병원균의 생장억제에 효과적인 살균제, 길항미생물, 친환경 식물추출물을

선발하였고 논문을 게재하였다. 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해 관리 기술을 개발하여 추후 아스파라거스 재배나 유통과정에서 발생하는 병해에 대해 신속하게 대처할 수 있는 방안을 마련하였다.

#### ○ (제2 세부)

- 아스파라거스 수출용 포장상자 개선을 완성하였다(특허등록 및 수출현장활용 중).
- 수입국 요구에 대한 대응력 제고를 위해 소매 판매 형태인 100g이하 단위의 소포장을 위한 MAP포장 조건 및 6kg 수출용 상자에 대한 bulk MAP 조건을 구명하였고 논문을 게재하였다.
- 장거리 수송 및 수입국 검역에 대비하여 기존의 살균수 처리와 유사한 효과를 나타낼 수 있는 살균처리 기술을 개발하였다.
- 3세부와 협력을 통해 파충채벌레의 살충처리(고이산화탄소)에 의한 저장성 및 품질 저하 정도 확인으로 살충처리 가능성을 제고하였고 논문을 게재하였다.
- 수출국 다변화를 위한 아스파라거스 장기 저장 기술을 확립하였다(5~7주간 가능).

#### ○ (제3 세부)

- 아스파라거스 수출 시 요구되는 해충 검역에서 파충채벌레는 일본, 대만을 포함한 대부분의 국가에서 검역대상 해충으로 지정되어 있다.
- 그러나 우리나라에서 수출하는 아스파라거스 파충채벌레 방제에 대한 방제법이 마련되어 있지 않다.
- 일본과 대만에 수출하기 전 즉, 수확 전 포장에 발생하는 파충채벌레 방제를 위하여 곤충병원성 미생물을 이용한 방제법을 제시하였다.
- 또한 포장에 발생하는 파충채벌레 방제를 위한 살충제 살포 시 처리방법도 제시하였다.
- 본 연구를 통하여 일본과 대만으로 아스파라거스 수출 시 검역해충인 파충채벌레 종합적 방제방안을 제시하였고 논문을 게재하였다.

#### ○ (제1 협동)

- 아스파라거스는 내염성 작물로 토양 염류에 강하기 때문에 많은 재배농가들은 토양분석 등에 의한 시비보다는 관행적으로 시비관리를 하고 있다. 금번 과제를 통하여 우리나라 최초로 아스파라거스 재배주산지를 대상으로 토양의 화학성 등에 대하여 조사하고 논문을 게재하였다. 조사결과 지역별로 차이가 있음을 확인하였고, 일부 지역에서 과도한 염류집적이 있음을 확인하였다.
- 아스파라거스 질소 시비량에 따른 생육 및 수량성을 조사한 결과, 재배농가가 관행적으로 사용하고 있는 질소 시비량은 시험결과와 비교하여 2배정도 높은 것으로 나타났다. 또한 적정 유기물의 종류와 관련하여 우분이 가장 안정적이었음을 확인하였다. 질소칼리 시비량에 따른 토양 화학성 및 아스파라거스 수량 반응에 대해 논문을 게재하였다.
- 적정 아스파라거스 관수를 위하여 점적관수 뿐만 아니라 저설형 스프링클러의 사용이 수량적 측면에서 효과가 있었다.

#### ○ (제2 협동)

- 기존의 수동형 결속기의 불편함과 더딘 작업으로 인한 농가의 작업환경 및 생산성이 열악하였다.
- 유해물질을 제거한 opp테이프를 개발하여 산지명을 표시한 테이프를 제작 보급 하여 실용화하였다.
- 본 과제의 대상물인 아스파라거스의 양쪽 끝단 2곳을 동시에 묶어주는 반자동 결속기를 개발하여 작업시간 단축으로 인한 노동력 절감 및 생산성 향상으로 소득증대에 기여하였다.
- 본 연구결과로 특허출원 및 기술의 실용화 및 제품화를 하였으며 수출농가 생력화 및 경쟁력 향상효과를 기대할 수 있다.



## 제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

### ○ (제1 세부)

- 아스파라거스 주요 병해 방제에 효과적인 살균제, 식물추출물, 길항미생물을 선발하였으므로 아스파라거스 병해 방제에 대한 중요한 자료를 제공한다.
- 추가적으로 아스파라거스 병원균들의 지역별 유전적 차이를 분석하여 살균제, 식물추출물, 길항미생물에 대한 저항성 실험을 수행하여 약제 효과를 검증할 필요성이 요구된다.
- 본 연구에서 분리된 길항미생물 *burkholderia* sp. strain BS1와 *Pseudomonas aeruginosa* strain BS2는 향후 아스파라거스 포장에서 생물학적 방제 연구를 통하여 길항미생물의 특허, 논문, 그리고 사업화까지 수행할 계획이다.
- 아스파라거스 주요 병해 목록, 방제에 효과적인 화학적 약제 및 친환경적 약제, 약제 처리시 기등을 농가에 보급함으로써 아스파라거스 병해에 대한 빠른 대응, 화학적 약제 사용량 절감, 아스파라거스 생산량 증대에 기여할 수 있고 화학적 약제 사용량이 절감되어 아스파라거스 수출에도 용이해질 것으로 기대된다.

### ○ (제2 세부)

- 아스파라거스 수출용 포장상자(본연구 특허등록)로 계속 활용(2019년 일본 수출에 4200여 박스 활용)
- 현재 일본 현지 소매 판매 형태인 100g이하 단위의 소포장을 위한 MAP포장 조건을 구명하여 수입국 요구에 대한 대응력 제고
- 일본 등 동아시아를 제외한 장거리 수송을 위해 필요한 살균처리 기술 개발로 추후 수출국 확대에 필요한 기술 축적
- 일본 수출에 가장 문제가 되고 있는 파충채벌레의 수확 후 관리 기술 개발과 기술 적용으로 발생할 수 있는 문제점 확인으로 농가 활용 자료
- 실험결과 9월중순이후 품질이 가장 좋지 않았던 시기에 아스파라거스를 대상으로 최고 5주간 품질 유지에 성공으로 최장 7주간 저장 유통 가능성 제시

### ○ (제3 세부)

- 봄 수확기 때 미생물살충제의 적극적인 사용으로 화학 살충제 사용 억제에 따른 고품질의 친환경 아스파라거스 생산
- 일본과 대만으로의 수출시 문제가 되는 검역해충인 파충채벌레 관리 방안 마련
- 향후 수출 대상국 확대시 해당 대상국의 검역해충 방제에도 적용
- 추후 봄 수확기 전 미생물살충제(곰팡이)의 포장적용에 따른 파충채벌레 번데기 방제 효과에 대한 보다 정밀한 연구를 수행하는데 기초자료 제공
- 또한 최근 출시된 곤충병원성선충을 활용한 파충채벌레 번데기 방제 효과에 대한 검증 및 곰팡이 미생물살충제와의 혼용가능성 연구에 활용

### ○ (제1 협동)

- 전국 아스파라거스 재배농가를 대상으로 토양 화학성에 대하여 홍보하였고, 토양 분석 및 처방전 발급에 의한 시비관리를 권장하고 있음.
- 또한 과도한 질소 시비량 및 지나친 유기물 시용을 억제하기 위하여 적정 질소 시비량을 구명하여 지속가능한 토양관리의 기준을 마련하여 농가에 보급하고 있음.
- 적정한 관수 관리를 통하여 고품질 아스파라거스를 생산할 수 있었으며, 이는 국내 아스파라거스의 대일본 수출 경쟁력 확보에 일조할 수 있을것으로 판단됨.
- 이러한 연구결과는 수출 아스파라거스 재배농가 뿐만 아니라 수출업체 등과도 공유함으로써 한국산 아스파라거스의 일본 내 인지도 상승에 효과적으로 작용

○ (제2 협동)

- 본 과제를 통하여 개발하고 실용화 한 opp테이프의 적극적인 사용을 독려
- 본 과제를 통하여 개발하고 특허출원한 반자동 결속기를 사용하여 빠른 포장작업으로 인한 노동력 절감/인건비 절약으로 소득증대에 기여

## <별첨작성 양식>

[별첨 1]

### 연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화				
	(영문) A systemic establishment of advanced production, transport and distribution technology and quarantine for export diversification of asparagus				
주관연구기관	강원대학교 산학협력단		주 관 연 구 (소속) 강원대학교		
참 여 기 업	창락농산, 승운무역		책 임 자 (성명) 김정수		
총연구개발비 (1,082,000 천원)	계	1,082,000 (천원)	총 연구 기간	2017. 04. 21~2019. 12. 31 (33개월)	
	정부출연 연구개발비	810,000	총 참 여 수	총 인 원	31
	기업부담금	272,000		내부인원	20
	연구기관부담금			외부인원	11
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>아스파라거스의 수출 다변화를 위한 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계를 확립하기 위해서 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발, 아스파라거스 장거리 수출 유통 안정성 강화 기술 개발, 수출 아스파라거스 경쟁력 향상을 위한 포장 기술 개발, 아스파라거스 수출용 소포장 결속기 및 결속테이프 개발, 수출 확대를 위한 아스파라거스 관수 및 시비 관리 기술체계를 확립하였다.</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>&lt;제1세부&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 병해 발생 모니터링 및 발생 생태 분석</li> <li>- 주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사</li> <li>- 주요 병원체 방제 기술 개발</li> <li>- 저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구</li> <li>- 살균제 효과 검증</li> <li>- 길항미생물 효과 검증</li> <li>- 살균제 포장 적용 방제 연구</li> <li>- 친환경 자재 포장 적용 연구</li> <li>- 수출국가별 맞춤형 방제 관리 기술 개발</li> </ul> <p>&lt;제2세부&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저장 전후 처리를 통한 병해 관리 기술 개발: 병해 방제를 위한 살균 처리 기술 개발</li> <li>- 수출국가 맞춤형 저장 전후 처리를 통한 병해충 관리 기술 개발: 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술</li> <li>- 장기유통을 위한 소포장 방법 개발</li> </ul>					

- 수출국가별 장기유통을 위한 포장 방법 개발

<제3세부>

- 아스파라거스 주요 해충 모니터링
- 아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 physical control: 적색망 설치여부를 검정 하였으나 적색망 설치 시 포장내 통기가 되지 않아 사용 불가
- 아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 mass trapping
- 아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 살충제 선발 및 적용
- 살충제 처리에 따른 위해성 평가
- 훈증을 활용한 검역해충 방제: ethyl formate 훈증 실시 여부를 검정하였으나 아스파라거스에 대한 약해가 있어 사용 불가
- 백장균을 이용한 과충채벌레 번데기 방제
- 아스파라거스 수출을 위한 과충채벌레 방제 살충제 적용 가이드라인 개발
- 아스파라거스 수확 후 해충 방제

<제1협동>

- 아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석 및 시비관리 조사, 분석, 및 처방: 50 지점
- 아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명
- 수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 사용량 구명
- 수출기간 연장을 위한 봄 재배 관수관리 기술 개발
- 수출기간 연장을 위한 봄 재배 조기 수확기술 개발
- 새해 영농시설 교육 및 홍보

<제2협동>

- 수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등)
- 포장작업을 생력화 할 수 있는 저비용, 고효율 반자동 결속기 개발

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 연구성과 : 특허출원 2건, 특허등록 1건, 생물자원 기탁 3건, 기술이전 2건, 제품화 2건, SCI 3건, 비SCI 8건, 학술발표 12건, 교육지도 20건, 인력양성 7건, 정책활용 1건, 홍보전시 21건, 기타 활용 2건
- 계획 : 과제종류후 1년차 목표(비 SCI논문 1건, 교육지도 3건)

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

	과제번호	117035-3			
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	원예작물과학	과제구분	단위		
사업명	수출전략기술개발사업		주관		
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화		과제유형	(개발)	
연구기관	강원대학교 산학협력단		연구책임자	김 경 수	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	17.04.21 ~ 17.12.31	250,000	84,000	334,000
	2차연도	18.01.01 ~ 18.01.01	280,000	94,000	374,000
	3차연도	19.01.01 ~ 19.12.31	280,000	94,000	374,000
	4차연도				
	5차연도				
	계		810,000	272,000	1,082,000
참여기업	창락농산, 승운무역				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2019. 12

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
강원대학교	교수	김경수

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	김경수
-----	-----



## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

본 연구는 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발, 장거리 수출 유통 안정성 강화 기술 개발, 포장 기술 개발, 수출용 소포장 결속기 및 결속테이프 개발, 관수 및 시비 관리 기술체계 확립을 함으로써 아스파라거스 수출 다변화 및 사업화에 있어서 중요한 자료를 제공할 것으로 예상됨

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

아직까지 국내에서 연구되지 않은 아스파라거스 병해충을 연구하여 사용가능한 화학적/생물학적/친환경적 방제 방법을 제시하였으며, 아스파라거스 수출용 포장상자를 개선하고 장기 저장 기술을 확립하였고, 적정시비량과 재배 관리기술 및 재배 조기 수확기술 등을 확립하여 아스파라거스 생산, 수출, 사업화에 많은 기여를 할 것으로 사료됨

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

선발한 살균제, 식물추출물, 미생물살충제는 병해충 방제에 적용 하고, 선발한 길항미생물은 특허 및 산업화를 통한 생물학적 방제에 활용 할 수 있음. 개발한 포장상자는 수출용 포장상자로 계속 활용할 수 있을 것으로 예상됨. 전국 아스파라거스 재배농가를 대상으로 토양 화학성에 대해 홍보하였으며 토양 분석 및 처방전 발급에 의한 시비관리를 권장하고 있음. 본 과제를 통해 개발하고 실용화한 opp테이프, 반자동 결속기의 적극적인 사용을 독려하여 빠른 포장작업으로 인한 노동력 절감/인건비 절약으로 소득증대에 기여할 것임.

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

본 연구의 목적인 아스파라거스 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발, 유통중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발, 시비 및 관리 기술 개발, 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속 테이프 개발을 성실히 수행하였음

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

최종목표인 특허출원 1건, 특허등록 1건, 기술이전 2건, 제품화 2건, SCI 2건, 비SCI 9건, 학술 발표 12건, 교육지도 15건, 인력양성 5건, 정책활용 1건, 홍보전시 6건, 기타 활용 2건을 완료 하였음. 최종목표에서 비SCI 1건 대신 SCI를 1건 늘려서 논문 평균 IF를 높였음 (최종 SCI 3 건, 비SCI 8건). 추가적으로 특허출원 1건, 생물자원 기탁 3건, 교육지도 5건, 인력양성 2건, 홍보전시 15건을 추가 달성하였음

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)		비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
1차년도 (2017)  제1세부	주요 병해 발생 모니터링 및 발생 생태 분석	25	100	생산 시기 및 기상환경에 따라 발생하는 주요 병해(줄기마름병, 반점병, crown rot 등)가 조사되었음
	주요 병원체 수집 및 집단 특성 조사	25	100	지제부(아래줄기) 및 지상부(잎, 가지, 과실) 등에서 식물병원균을 순수분리하고 현미경적 관찰과 18s rRNA 분석을 통해 최종 동정하였음
	주요 병원체 방제 기술 개발	25	100	포장에서 전반에 걸쳐 가장 많이 분리된 균에 대한 살균제 대치배양 균사생장 억제율을 검정하였음
	저장 전후 단계 주요 병해 특성 연구	25	70	마지막 수확기에 포장에서 발생하는 주요 병해를 확인하고 저장과정 중 발생하는 미생물을 수집함
1차년도 (2017)  제2세부	저장 전후 처리를 통한 병해 관리 기술 개발	35	100	협동 연구팀과의 협업으로 액체, 기체 등 여러 가지 살균처리 기술 개발
	장기유통을 위한 포장 방법	35	100	예냉의 차이를 통한 상자 구조를 개선하고 MA포장을 위한 OTR필름을 선발함
	수출국가 맞춤형 저장 전후 처리를 통한 병해충 관리 기술 개발	30	100	병해충 관리 기술 처리시 유통 중 품질에 영향을 끼치지 않는 범위를 조사함
1차년도 (2017)  제3세부	아스파라거스 주요 해충 모니터링	25	100	아스파라거스 주요 해충 방제적극 구멍을 위한 모니터링을 실시함
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 physical control	25		주요 해충 방제를 위한 적색망 설치 여부를 실시하였으나 적색망 설치 시 포장내 통기가 되지 않아 사용불가
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 살충제 선발 및 적용	25	100	다양한 MOA를 가진 약제 선발 및 현장 적용을 실시하였음
	살충제 처리에 따른 위해성 평가	25	100	살충제 교호살포를 하고 잔류농약 검사를 실시함
1차년도 (2017)  제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석	35	100	아스파라거스 주산지를 대상으로 토양채취 및 분석을 완료함
	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정	35	100	농업기술원 내 포장을 조성하여 시비처리를 하여 포장 조성을 완료함

	시비량 구명 수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 사용량 구명	30	100	아스파라거스 작기종료 후에 유기물을 투입하여, 11월 하순 지상부 제거후 퇴비를 처리하였음
1차년도 (2017) 제2협동	수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등)	100	100	결속용 테이프를 제작하고 이송장치 및 결속을 위한 전자 회로판을 제작함
2차년도 (2018) 제1세부	주요 병해 발생 모니터링	30	100	강원도 춘천시와 양구군의 아스파라거스 재배지에서 이병체를 조사하고 주요 병원균( <i>F. oxysporum</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>S. vesicarium</i> )을 동정하였음
	살균제 효과 검정	35	100	주요 병원균인 <i>F. oxysporum</i> 에 대해 6개 살균제를 선발하여 실내 약제 테스트를 진행하였음
	길항미생물 효과 검정	35	100	아스파라거스 보라색 반점병의 친환경적 방제방법을 적용하기 위해 높은 살균효과를 가진 세균을 선발하였음
2차년도 (2018) 제2세부	저장 전후 처리를 통한 해충 관리 기술 개발	50	100	수냉 및 살균처리과정의 해충 방제 효과를 구명하였고, 포장 중 처리 기술을 개발하였음
	장기유통을 위한 소포장 방법 개발	50	100	소포장을 위한 MA/MH package 기술을 개발하였음
2차년도 (2018) 제3세부	아스파라거스 주요 해충 방제적기 구명을 위한 모니터링	35	100	끈끈이 트랩과 타락법을 이용하여 방제대상 해충(총채벌레)의 개체수와 우점종을 확인함
	아스파라거스 주요 해충 방제 기술 개발	35	100	친환경미생물 살충제인 백강균을 처리하여 총채벌레 감소율을 측정하고, MOA가 상이한 약제를 적용하고 약제에 대한 안전성 검사를 시행함
	아스파라거스 수확 후 해충 방제 기술 개발 및 적용	30	100	비눗물을 이용하여 수확 후 아스파라거스에 존재하는 총채벌레 방제법에 적용하였고, 에틸포메이트는 아스파라거스에 대한 약해가 보고되었음을 확인함

2차년도 (2018) 제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석	25	100	아스파라거스 주산지를 대상으로 토양 채취 및 토양 이화학적 분석을 완료함
	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명	25	100	농가 관행 대비 0, 0.5, 1.0, 2.0배 질소시비를 하여 적정 시비량을 구명하였음
	수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 사용량 구명	25	100	아스파라거스 재배시 유기물 종류에 따른 수량성과 유기물 종류와 양에 따른 토양 화학성을 구명하였음
	수출기간 연장을 위한 봄 재배 관수관리 기술 개발	25	100	봄재배시 관수방법에 따른 수량성과 수확시기에 따른 수량성을 구명하였음
2차년도 (2018) 제2협동	1)수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등). 2)저비용, 고효율 반자동 결속기 개발	50	100	결속 테이프를 제작하고 이송장치 및 결속을 위한 전자 회로판을 제작함
	1)수출대상국 유통 규격 조사(포장단위/방법 등).	50	70	결속용 테이프를 제작 보급 및 실용화하고, 결속물의 파손 우려로



	2)저비용, 고효율 반자동 결속기 개발			결속기(테이핑) 각도를 조정함
3차년도 (2019) 제1세부	살균제 포장 적용 방제 연구	35	100	아스파라거스의 잔류농약을 최소화 할 수 있는 살균제의 처리 시기, 약량, 방법 등을 분석하였음
	친환경 자재 포장 적용 연구	35	100	주요 병원균에 대한 친환경 자재의 약제 효과를 검정하고 포장에서의 처리 시기, 약량, 방법 등을 분석하였음
	수출국가별 맞춤형 방제 관리 기술개발	30	100	국가별 아스파라거스 살균제 잔류허용기준을 조사하고 잔류농약을 최소화 할 수 있는 맞춤형 방제 관리 기술을 개발함
3차년도 (2019) 제2세부	수출국가 맞춤형 수확 전 처리를 통한 병해충 관리 기술 : 제1세부, 제1협동과 협업	50	100	플라스마, ClO2 등의 병해충 방제 처리가 유통 중 품질에 미치는 영향을 조사함
	수출국가별 장기유통을 위한 포장 방법 개발	50	100	대용량 MAP적용가능 여부와 살균·살충처리와 MAP 복합처리가 저장에서 미치는 영향을 조사함
3차년도 (2019) 제3세부	아스파라거스 주요 해충 방제적기 구멍을 위한 모니터링	25	100	끈끈이 트랩과 타락법을 이용하여 방제대상 해충(총채벌레)을 모니터링하고 발생최성기를 파악함
	아스파라거스 주요 해충 방제를 위한 물리적 방제	25	100	비눗물과 이산화탄소를 활용하여 물리적 방제를 실시함
	수출용 아스파라거스 주요 해충인 파총채벌레 방제 기술 개발 및 표준화	25	100	Semiochemical을 이용한 mass trapping, 백강균을 이용한 파총채벌레 번데기 방제를 시행하고 살충제 적용 가이드라인을 개발함
	아스파라거스 수확 후 해충 방제 기술 개발 및 적용	25	100	비눗물과 이산화탄소를 수확후 아스파라거스에 처리하여 총채벌레 방제에 활용함
3차년도 (2019) 제1협동	아스파라거스 재배농가 토양 이화학적 분석 및 시비관리 조사, 분석, 및 처방	20	100	전국 아스파라거스 재배농가의 토양 시료를 채취하고 분석하였음

	아스파라거스 비가림 재배 상품성 향상을 위한 적정 시비량 구명	20	100	질소시비량 구명을 위해 수량 및 품질 분석을 실시하였음
	수출용 아스파라거스 생산을 위한 적정 유기물 종류 및 시용량 구명	20	100	우분, 계분, 시판퇴비를 비교하여 유기물 종류에 따른 주당 수량을 측정하였음.
	수출기간 연장을 위한 봄재배 조기 수확기술 개발	20	100	스프레이 관수와 점적관수 처리에서의 주당 수량을 비교하여 효과적인 관수방법을 구명함
	새해 영농시설 교육 및 홍보	20	100	개발기술을 농업인에게 보급하였음
3차년도 (2019)	수출대상국 선호 아스파라거스 유통 규격 조사	30	100	특수 공법을 이용하여 opp테이프 접착제의 유해한 물질을 제거하고 산지 표시를 인쇄한 접착 테이프를 제작/보급하여 실용화 하였음
제2협동	포장작업을 생략화 할 수 있는 저비용·고효율 결속기 개발	70	100	감지센서에 의해 아스파라거스를 투입만 하면 아스파라거스의 양쪽 끝단 2곳을 동시에 묶어주는 반자동결속기를 개발하였음.

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구는 최종적으로 아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화에 있음. 아스파라거스 생산, 수확 후 관리, 유통, 수출 검역 과정에서의 기술을 확립하여 논문 게재, 생물자원 기탁, 특허출원, 기술의 실용화 및 제품화에 성공하여 아스파라거스의 상품경쟁력을 증대시키는데 중요한 역할을 할 것임.

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

일부 수행되지 못한 연구(훈증에 의한 과충채벌레 방제)는 연구가 진행되는 과정에서 밝혀진 내용으로 연구진행에 어려움이 있어 수행하지 못함(아스파라거스에 대한 약해보고)

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 아스파라거스는 신소득 작물로 강원도를 중심으로 재배면적이 빠르게 늘어나고 있음. 그러나 우리나라에서의 재배기술 등이 확립되지 않아 농가에서는 재배기술 습득에 어려움을 겪고 있으며, 이는 낮은 생산성의 원인이 되고 있었음. 따라서 금번 개발된 기술들은 매년 시군농업기술센터에서 진행하는 새해영농설계교육과 각종 농업인 대학 등을 통하여 지속적으로 소개하고자 함. 특히 농촌진흥청에서 주관하는 찾아가는 수출 컨설팅에도 본 연구를 담당할 연구원들이 강사로 적극 참여하여 기술을 보급하고자 함.
- 본 연구를 통하여 개발된 생산, 병해충관리, 수확 후 관리기술, 포장 및 유통 기술을 이용하여 일본 등으로의 수출을 지속적으로 수행하고 있음. 사업완료 이후에도 개발된 기술을 적용하여 일본 등지로 수출할 예정이며, 특히 2020년도에는 지방자치단체장들과 함께 수출 기념식을 개최하여 개발기술의 홍보와 함께 농업인의 실질적 소득증대에도 기여할 예정임.
- 수출국 다변화와 관련하여 사업 전에는 일본에 국한되어 있었으나, 사업의 완료시점인 지금은 홍콩, 싱가포르, 대만 등지로 수출대상국이 확대되었음. 금후 일본 시장을 중심으로 수출을 지속함과 동시에 검역이 불필요한 홍콩과 싱가포르 등지로 수출한다면 수출증대 뿐만아니라 국내 아스파라거스 수급조절에도 큰 기여를 할 수 있을 것으로 판단됨.
- 현재 우리나라 아스파라거스의 첫 출하시기는 3월중순 정도 임. 조기 수확을 위하여 여러 가지를 시험하였으나 획기적으로 앞당기기에는 한계가 있었음. 따라서 기관 내 경상과제를 이용하여 수확기를 크게 앞당길 수 있는 축성재배와 관련된 시험을 금년도부터 수행할 예정임. 이러한 추가 시험을 통하여 우리나라 아스파라거스 생산성 향상에 큰 역할을 하고자 함.

#### IV. 보안성 검토

- 해당사항없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	원예작물과학
연구과제명	아스파라거스 생산·유통기술 고도화 및 검역 관리체계 구축을 통한 수출 다변화 및 사업화			
주관연구기관	강원대학교 산학협력단		주관연구책임자	김경수
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	810,000	272,000		1,082,000
연구개발기간	2017. 04. 21 ~ 2019. 12. 31(33개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(논문, 학술발표, 인력양성, 특허출원)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
제1세부 : 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해 관리 기술 개발	아스파라거스 주요 병해를 방제하기 위한 화학적·친환경적 약제를 선별하였고 수출 대상국 맞춤형 약제 처리 프로그램을 개발하였음
제2세부 : 아스파라거스 유통 중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발	아스파라거스 수출용 포장상자 개선을 완성하고 장거리 수송 및 수송 및 수입국 검역에 대비하여 살균처리 기술 개발하여 수출국 다변화를 위한 아스파라거스 장기 저장 기술을 확립함
제3세부 : 아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역충해 관리 기술 개발	아스파라거스 수출 검역해충인 파충체벌레의 종합적 방제방안 마련함
제1협동 : 아스파라거스 수출기간 연장을 위한 시비 및 관수관리 기술 개발	전국 아스파라거스 재배농가의 토양 화학성을 분석하여 문제점을 도출하였으며, 적정 질소시비량 및 유기물 특성을 분석하였음
제2협동 : 아스파라거스 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속테이프 개발	유해물질을 제거한 opp테이프를 개발하여 보급 및 실용화 하였고, 반자동 결속기를 개발하여 노동력 절감 및 생산성 향상으로 소득증대에 기여하였음

### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)	
	특 허 출 원	특 허 등 록	생 명 자 원	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I							논 문 평 균 IF
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10			20		10		20					10	5	10	5	5	5		
최종목 표	1	1		2		2		1,6 00				2	9		12	15	5	1	6	2
1차 연도	목 표							200							4	5	1		2	
	실 적	1			1			138							1	5	0		13	1
2차 연도	목 표	1			1		1	300				1	4	0.5	4	5	2		2	1
	실 적		1	3		2.1 9	1	2.1 9	134			2	3	0.8 86	7	8	2		4	
3차 연도	목 표		1		1		1	400				1	4	0.5	4	5	2	1	2	1
	실 적	1			1	10. 77	1	10. 77	211			1	5	0.8 48	4	7	5	1	4	1
소 계	목 표	1	1		2		2	900				2	8	1	12	15	5	1	6	2
	실 적	2	1	3	2	12. 96	2	12. 96	483			3	8	1.7 34	12	20	7	1	21	2
종료 1차연도								700					1		3					
소 계								700					1		3					
합 계	1	1		2		2		1,6 00				2	9	1	12	18	5	1	6	2

### 4. 연구성과

#### 4-1. 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여부 (SCI/비SCI )	게재일	IF
----	-----	------	----------	---	----	----------	-------------------------	-----	----



1	아스파라거스의 모의 유통 과정에서 예냉 방법과 포장 조건이 품질에 미치는 영향	Protected horticultur e and plant factory	윤혁 성	27(1)	대한민 국	The Korean Society for Bio-Enviro nment Control	비SCI	18.03.31	-
2	강원도 아스파라거스 포장에서 끈끈이 트랩을 이용한 충채벌레 모니터링	Journal of Agricultura l, Life and Environme ntal Sciences	전신 재	30(2)	대한민 국	강원대학 교 농업생명 과학연구 원	비SCI	18.07.31	-
3	Influence of Hot Water Immersion and MAP Pre-treatments on Sterilization and Asparagus Spear Qualities During Cold Storage	Horticul tural Science and Technolog y	윤혁 성	36(5)	대한민 국	Korean Society for Horticul tural Science	SCI	18.10.31	0.365
4	A Small GTPase Rho2 plays an important role in preA Small GTPase Rho2 plays an important role in pre-infection development in the rice blast pathogen Magnaporthe oryzae	The Plant Pathology Journal	부등	34(6)	대한민 국	The Korean Journal of Plant Pathology	SCI	18.12.31	1.407
5	아스파라거스 줄기썩음병 Fusarium oxysporum 의 분리 및 살균제에 대한 생장 억제율 조사	Journal of Agricultura l, Life and Environme ntal Sciences	신중 환	30(3)	대한민 국	강원대학 교 농업생명 과학연구 원	비SCI	18.12.31	-
6	A New Record and Characterization of Asparagus Purple Spot Caused by Stemphylium vesicarium in Korea	Mycobiolog y	한준 희	47(1)	대한 민국	Korean Society of Mycology	SCI	19.02.27	0.848
7	아스파라거스 주요 식물병원성 진균에 대한 식물추출물의 항진균 효과	Journal of agricultural , life and environme ntal sciences	김경 수	31(2)	대한민 국	강원대학 교 농업생명 과학연구 원	비SCI	19.07.23	-
8	The Effect of High CO2 Treatment and MA Packaging on Asparagus Quality and Shelf Life during Cold Storage	Journal of Agricultura l, Life and Environme ntal	왕리 시아	31(2)	대한민 국	강원대학 교 농업생명 과학연구 원	비SCI	19.07.31	

		Sciences							
9	강원도 아스파라거스 파충채벌레 방제를 위한 종합적 방제방안	Journal of agricultural, life and environmental sciences	전신재	31(2)	대한민국	강원대학교 농업생명과학연구원	비SCI	19.07.31	-
10	전국 아스파라거스 재배농가의 토양 화학적 특성	Journal of agricultural, life and environmental sciences	전신재	31(3)	대한민국	강원대학교 농업생명과학연구원	비SCI	19.12.31	-
11	질소칼리 시비량에 따른 토양 화학성 및 아스파라거스 수량 반응	Journal of agricultural, life and environmental sciences	허수정	31(3)	대한민국	강원대학교 농업생명과학연구원	비SCI	19.12.31	-

#### 4-2. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국생물환경조절학회	김주영	17.10.19	경상대학교	대한민국
2	The 2018 KSPP Spring Meeting and Conference	신종환	18.04.26	충북대학교	대한민국
3	(사)한국균학회 춘계학술대회 및 임시총회	신종환	18.05.09	양양	대한민국
4	62th Annual Meeting of the Mycological Society of Japan	한준희	18.05.25	나고야	일본
5	2018 한국생물환경조절학회 추계학술대회 및 APHPF2018	왕리시아	18.10.04	연암대학교	대한민국
6	한국원예학회 109차 추계학술발표회	이원경	18.10.18	여수	대한민국
7	한국원예학회 109차 추계학술발표회	왕리시아	18.10.18	여수	대한민국
8	2018년 작물보호분야 공동 국제학술대회	신종환	18.10.25	광주 김대중컨벤션센터	대한민국
9	The 74 <sup>th</sup> Annual Meeting of the Korean Association of Biological Sciences	김삼규	19.08.12	제주	대한민국
10	한국생물환경조절학회	왕리시아	19.05.08	경상대학교	대한민국
11	한국원예학회	왕리시아	19.10.25	평창알펜시아컨벤션센터	대한민국
12	Asian Mycology in Mie	부등	19.10.02	Mie Center for the Arts	일본

4-3. 생명자원(생물자원)/ 화합물

No	생명자원(생물자원) / 화합물명	등록/기탁번호	등록/기탁기관	발생년도
1	KNU1709YG	2018-120-00001	Center for Fungal Genetic Resources	2018
2	S. vesicarium GAPDH 시퀀스	MK105974	NCBI GenBsnk	2018
3	S. vesicarium ITS 시퀀스	MK073013	NCBI GeneBank	2018

4-4. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	농산물 포장용 상자	대한민국	강원대 학교 산학협 력단	17.09.21	30-2017- 0044221				100%
2	농산물 포장용 상자	대한민국				강원대학교 산학협력단	18.08.13	30-0969143	100%
3	식물의 다발 묶음 장치	대한민국	양재홍	19.10.14	10-2019- 0126932				100%

4-5. 전문 연구 인력 양성

No	분류	기준 년도	현 황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	학위취득	2018	2				2							2
2	학위취득 및 취업	2019	1	4			2	2	1					4

4-6. 기술거래(이전) 등

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황
1	직접실시	16/21mm opp 테이프의 실용화 및 제품화	양구군농업기술센터	17.12.06	2,190,000 원	
1	직접실시	16/21mm opp 테이프의 실용화 및 제품화	농업회사법인 양구아스파라	19.10.29	10,770,000 원	

4-7. 사업화 현황

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화 명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1	제품개발	기술보유자의 직접 사업화-상품화	양구	16/21mm opp 테이프의 실용화 및 제품화	아스파라거스 결속을 위한 테이프 제작, 기존 opp 테이프의 유해 화학물질을 특수공법으로 제거, 산지를 인쇄 접착 테이프 제작/보급	메리트	2,190,000 원		2017	
2	시제품	기술보유자의 직접 사업화-상품화		아스파라거스 반자동 결속기 및 테이프	아스파라거스 소포장을 위한 반자동 결속기 및 결속테이프	메리트	10,770,000 원		2019	

4-8. 기타

- 교육지도

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	수출 아스파라거스 선별, 포장 및	현장교육	- 외부기온이 높아지는 5월부터는 병해충의 발생 특히, 총채벌레와 야생진드기를 주의해야함. - 평소 규정된 약제 방제를 철저히 하고, 수출하는 물	2017

	상차		<p>량은 노지가 아닌 시설재배한 것을 이용하는 것이 필수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상차시 포장상차가 마름모꼴인 것은 운송중 흔들림을 방지하고, 예냉의 효과를 위한 것임. 간혹 적재 불량으로 상자가 차량내에서 흔들리는 경우 있으므로 주의 요함.</li> </ul>	
2	아스파라거스 생리장애 해결 및 수출 협의	현장교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입경이후 수확량은 저조하나, 7월중하순 이후 본격하게 수확 예정</li> <li>- 일부 질소 과다에 의한 생리장애 발생 →금후 연구사업 추진 예정</li> <li>- 최근 장마로 배수로 정비에 집중하고 있음</li> </ul>	2017
3	아스파라거스 수확 후 관리	제작ppt	강원농업마이스터대학 강릉캠퍼스 친환경학과 채소 전공 학생 15명을 상대로 한 친환경채소, 아스파라거스의 수확 후 관리 교육지도	2017
4	아스파라거스 교재 분배 및 수확기 총채벌레 방제 방안 교육	아스파라거스 교재	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아스파라거스 교재 설명</li> <li>- 봄 수확기 과충채벌레 방제방안</li> <li>- 신규 미생물 살충제(Beauveria bassiana를 원료로 한 “총채썩” (팜한농)) 소개</li> </ul>	2017
5	아스파라거스 수확 후 관리 교육지도	개인 제작 ppt	이전 교육(2017년 09월 08일)과 동일 교육생을 대상으로 연구 결과를 추가한 아스파라거스의 수확 후 관리 교육지도	2017
6	농업기술원	자체제	- 시설재배의 경우 2월 중순부터 아스파라거스의	2018



	개발 수확기의 사용법 안내	작	<p>수확이 시작 될 것으로 생각됨. 금년도 주로 계약재배 계약이 되어 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외기 기온이 낮은 현재 상황에서 온도관리가 미흡하게 된다면 아스파라거의 순에 안토시아닌 색소가 형성되어 고품질로 인 정 받기 어려움.</li> <li>- 철저한 온도관리와 적기수확이 매우 중요함.</li> <li>- 농업기술원에서는 농진청의 지원을 받아 금년도부터 아스파라 거스 수확기를 개발하고 있음</li> <li>- 금번 개발한 수확기는 기존의 타작물 재배기와 비교하여 높이 가 낮고, 의자가 회전할 수 있도록 제작하였음</li> </ul>	
7	동절기 포장관리 및 토양 분석용 시료 채취	자체제 작	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동절기 포장관리 방법</li> <li>- 아스파라거스 재배 종료 후 지상부가 완전히 황화된 이후에 지상부를 온실 밖으로 제거함.</li> <li>○ 분석용 토양시료 채취</li> <li>- 아스파라거스는 영년생 작물로 많은 양의 비료과 유기물이 토양에 투입되고 있는 실정임.</li> <li>- 유기물은 현재 돈분, 우분, 계분 등을 사용하고 있는데, 대부분의 농가에서는 우분을 사용하고 있으며, 충남 당진의 경우 돈분액비 등을 사용하고 있음.</li> </ul>	2018
8	아스파라거 스 일본 수출을 위한 현황 및 기본교육	자체제 작	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 아스파라거스 일본 수출 전망</li> <li>- 금년도 아스파라거는 일본에 많은 양이 수출될 수 있을 것으로 판단되고, 가격은 7천원/kg으로 예상됨. → 금후 조정</li> <li>- 일본 검역 및 통관과 관련하여 2016년에 1회 훈증한 경우가 있으므로 이에 대한 대비가 요구됨. 2017년도는 문제 없었음.</li> <li>○ 아스파라거스 수출 선별 및 포장방법</li> </ul>	2018

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본에서 선호하는 규격은 LL, L 규격으로 우리나라와 차이가 있어, 큰 것은 일본으로 수출하고, 중간이하 크기는 내수용으로 선별하는 것이 바람직함.</li> </ul>	
9	아스파라거스 수확기 총채벌레 방제 방안 교육	자체제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 봄 수확기 파총채벌레 방제방안</li> <li>- 신규 미생물 살충제(Beauveria bassiana를 원료로 한 “총채썩” (팜한농)) 소개 및 현장적용을 위한 교육 및 분배</li> </ul>	2018
10	아스파라거스 수출 현황 및 문제점 협의	자체제작	<p>○ 아스파라거스 수출전망</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아스파라거스는 새로운 수출유망 작목으로 농림축산식품부에서도 주의 깊게 관찰하고 있는 작목임.</li> <li>- 금후 수출작목으로 육성할 계획이지만, 현재는 재배면적이 100ha 미만으로 작아, 재배단지의 육성이 시급한 단계임.</li> <li>- 금후 단가 등 조건이 맞다면 대만, 싱가포르 등에 대한 접근도 필요함.</li> </ul> <p>○ 아스파라거스 수출시 품질관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 아스파라거스는 1주에 1회 수출되고 있고, 수확은 매일하고 있음. 따라서 수확 된 산물은 최대 1주일간 저온고에서 보관되었다가 수출. 따라서 선도 문제가 발생할 수 있음.</li> <li>- 아스파라거스는 수확 후 저온저장을 해야 하는데 4℃ 정도에서 보관해야 20일정도 유통이 가능함.</li> </ul>	2018
11	아스파라거스 수확 및 선별 방법	자체제작	<p>○ 아스파라거스 수확방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아스파라거스는 가위를 이용하여 지상부의 길이가 25cm 이상인 것을 수확함. 미국이나 유럽의 경우는 수확용 전용칼을 이용하기도 함. 중국은 가위를 이용하지 않고 손으로 뽑아서 수확을 함. 이 경우 근권이 넓어지는 것을 방지할 수 있는 장점이 있으나 토양 병원균에 쉽게 노출되는 단점이 있음.</li> </ul> <p>○ 아스파라거스 선별 및 포장 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라 및 일본 수출품의 경우 길이를 23cm로 맞추어 줘야함. 따라서 선별기를 이용하여 길이를</li> </ul>	2018

			맞추고, 무게를 이용하여 1~5등급으로 나누어 선별함.	
12	아스파라거스 토양관리 기술 및 생육관리(입경시기)	자체지도	○ 아스파라거스 생육 및 현재 상황 - 입경이후 수확량은 저조하나, 7월중하순 이후 본격 하계 수확 예정 - 일부 질소 과다에 의한 생리장해 발생 → 분석용 토양시료 채취 - 최근 장마로 배수로 정비에 집중하고 있음	2018
13	아스파라거스 해충 방제를 위한 살충제 사용지침 교육	자체제작	- 2019년 시행을 앞둔 “농약 허용물질 목록 관리제도(PLS)” 시행에 따라 아스파라거스 적용가능한 살충제 목록제공 - 아스파라거스 주요해충(총채벌레, 나방유충) 방제를 위한 살충제 적용시 유의사항 - 아스파라거스 등록 살충제 44종 (동일상표명 5종 제외) 파악하여 미등록 약제 적용하지 않도록 교육 - 아스파라거스 방제력 마련을 위해 살충제는 등록 살충제 기준으로 작성하였음. 그러나 현재 아스파라거스 적용 가능 살균제가 전무하므로 직권등록을 통해 살균제 등록이후 방제력 완성할 예정임	2018
14	수확 전 아스파라거스 총채벌레 방제법	자체제작	- 2019년 시행을 앞둔 “농약 허용물질 목록 관리제도(PLS)”시행에 맞아 농약 잔류기준 강화가 예상되므로 아스파라거스 등록 살충제만을 적용 하도록 교육 - 2019년도 추가 등록된 살충제 및 신규 등록 살균제에 대한 내용은 농업기술센터에 책자로 발간되었으니 3월 농업기술센터 주관으로 실시하는 교육 시 확인하기 바람 - 수확 전 토양속에 존재하는 파총채벌레 번데기 방제를 위해 유기농업자재 목록공시제품(제품명: 총채뚝 (남보)) 보급 및 적용(1kg, 160봉) - 해당 제품은 곰팡이의 한 종류로 (Lecanicillium attenuatum) 토양처리형 총채벌레 방제제로 총채벌레 방제, 특히 번데기 방제에 효과적임 - 처리방법 및 주의사항 교육: 전면살포, 충분한 물주기, 고온주의	2019
15	아스파라거스 해충의 이해와 방제	자체제작	- 화천군 아스파라거스 재배 농가 (19 농가)를 대상으로 아스파라거스의 주요해충인 파총채벌레의 생태 및 방제법에 대해 교육 실시함 - 유기농 재배 농가의 경우 파총채벌레 보다는 아스파	2019

			<p>라거스 잎벌레에 의한 피해가 주로 발생하여 아스파라거스 잎벌레의 생태 및 방제법에 대해 교육 실시함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 봄 수확기의 경우 과충채벌레 번데기 시기로 존재하므로 친환경유기농자재인 총채썩 (<i>Beauveria bassiana</i>) 또는 총채뚝 (<i>Lecanicillum attenuatum</i>)을 활용한 방제법 교육 실시함</li> <li>- PLS 시행에 따라 아스파라거스 적용약제 이외에는 사용하지 않도록 교육 실시함</li> </ul>	
16	식물병의 이해 및 아스파라거스 주요 병해	자체제작	<p>기초적으로 식물병에 대한 정의와 원인을 이해를 돕고 국내 주요 아스파라거스 병해의 발생환경 및 시기, 방제법을 소개함.</p>	2019
17	아스파라거스 해충의 이해와 방제	자체제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양구군 아스파라거스 농업인대학 소속 농민들을 대상으로 아스파라거스에 가장 큰 피해를 유발하는 과충채벌레의 생태 및 방제법에 대해 교육 실시함</li> <li>- 봄 수확기 과충채벌레 번데기 방제를 위해 친환경유기농자재인 총채썩 (<i>Beauveria bassiana</i>) 또는 총채뚝 (<i>Lecanicillum attenuatum</i>)을 활용한 방제법 교육 실시함</li> <li>- PLS 시행에 따라 아스파라거스 적용약제 이외에는 사용하지 않도록 교육 실시함</li> <li>- 또한 입경 이후 여름 수확기 중 약제를 처리할 경우에는 토양잔류특성에 대해 연구가 되어 있는 acetamiprid 계열의 살충제를 처리 후 수확한 아스파라거스를 저온저장고에 3일 이상 저장 후 출하하도록 교육함.</li> </ul>	2019
18	아스파라거스 핵심 재배기술	현장교육	<p>아스파라거스 적정 재식밀도 및 간격</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본적인 6m 하우스 기준, 외줄로 4열로 심는 것이 바람직하며, 주간거리는 25~30cm이 적당함.</li> </ul> <p>아스파라거스 재배시 유기물 살포법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우분 등의 유기물을 이용하여 토양 전면에서 살포하는 퇴비멀칭 기술 소개</li> </ul> <p>아스파라거스 재배시 관수의 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 봄 수확부터 입경 전까지 포장전체에 충분히 골고루 살포할 수 있는 스프링클러가 필요</li> </ul>	2019

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입경 이후부터 생육 후기까지 실시하는 점적관수 시설이 필요.</li> </ul> <p>아스파라거스 노지재배의 가능성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 충분히 가능하나 영리목적의 집약적인 경영의 경우 시설재배를 추천</li> <li>- 재배년수가 길어짐에 따라 경고병 등 각종 병해에 노출될 가능성이 높음</li> <li>- 고품질 아스파라거스 생산을 위해서는 비가림 시설이 필수적</li> </ul>	
19	2018년도 아스파라거스 일본 수출 결과 및 향후 대책	자체제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>-2018년도 아스파라거스 일본수출 결과 및 문제점 분석</li> <li>-아스파라거스 일본시장 동향 분석 및 대책</li> <li>- 금년도 아스파라거스 수출시 기술 컨설팅</li> </ul>	2019
20	아스파라거스 수출 대상국 다변화를 위한 기술 컨설팅	현장교육	<p>아스파라거스 수출 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 금년도 아스파라거스는 일본으로 25.6톤이 수출되었으며, 단가는 7,300원 이었음.</li> <li>- 일본 검역 및 통관과 관련하여 금년도에는 문제가 없었음.</li> <li>- 일본시장에서 인지도 상승을 위하여 지속적인 품질관리와 함께 수출기간의 연장이 필요</li> </ul> <p>새로운 수출시장 싱가포르</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 일본으로 수출이 활발히 이루어지고 있으나, 수출국 다변화 필요성이 있음.</li> <li>싱가포르는 도시국가로서 검역 등이 까다롭지 않아 우리나라의 5월 중순 이후 수출이 가능하다고 판단됨.</li> <li>- 운송은 선박이 아닌 항공기를 이용하고 있으며, 신선도 측면에서 기술적 어려움은 없음.</li> <li>- 한국산 아스파라거스는 싱가포르 시장에서 가격 및 품질의 측면에서는 호평을 받았으나, 단가측면에서는 협상이 필요.</li> </ul>	2019



- 홍보실적

번호	홍보유형	매체명	제목	활용년도
1	지방TV방송	MBC강원영 동	아스파라거스 수출 확대(일)	2017
2	지방TV방송	연합뉴스	'채소의 귀족'...강원 아스파라거스 수출 본격화	2017
3	중앙전문지	메디컬투데이	강원산 아스파라거스 해외 수출 본격화... 일본-호주까지 확대	2017
4	지방일간지	강원신문	양구군, 아스파라거스 대일 수출 선적식	2017
5	지방전문지	연합뉴스	강원 아스파라거스 일본 수출길 올라	2017
6	Internet/PC통 신	NEWSIS	일본 수출되는 양구 아스파라거스	2017
7	Internet/PC통 신	농촌여성신문	강원도, '아스파라거스 대일수출 선적식'	2017
8	Internet/PC통 신	동아	강원산 아스파라거스, 대일수출 효자 품종 으로	2017
9	지방일간지	강원도민일보	양구 아스파라거스 도내 첫 호주시장 진 출	2017
10	중앙TV방송	KBS	수입 아스파라거스 고품질 재배로 역수출	2017
11	지방일간지	강원일보	아스파라거스 수출 선적식	2017
12	중앙TV방송	YTN	강원도는 감자?...효자 작물 따로 있다	2017
13	Internet/PC통 신	농축수산신문	해외진출 지원.사업화모델 개발 성과	2017
14	중앙TV방송	아주경제	2년새 수출액 11배 꺾춤... 품질 좋은 아스 파라거스 일본 사로잡아	2018
15	Internet/PC통 신	농민신문	춘천 아스파라거스 첫 수출 지역 소득작 목 자리매김 기대	2018
16	Internet/PC통 신	파이낸셜뉴스	양구 아스파라거스... 22일 올해 첫 일본 수출	2018
17	Internet/PC통 신	강원도민일보	양구 아스파라거스 일본 수출길 오른다	2018
18	Internet/PC통 신	참 뉴스	양구산 아스파라거스, 일 수출길 올라	2019
19	Internet/PC통	The leader	최문순 강원지사 "아스파라거스 재배, 신	2019

	신		농업의 모범"	
20	중앙일간지	내일신문	강원도 양구산 아스파라거스 일본 수출 기념식	2019
21	Internet/PC통신	농민신문	강원산 아스파라거스 수출 '순풍'	2019

- 수출계약

번호	수출명	수출내용	계약일	수출액(원)
1	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 1,470 kg 강원도 춘천 438 kg	17.04.20	15,439,000
2	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 2,106 kg 강원도 화천 414 kg 강원도 춘천 84 kg	17.04.26	21,359,000
3	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 2,868 kg 강원도 화천 354 kg	17.04.30	25,858,000
4	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 3,288 kg 강원도 화천 390 kg	17.05.05	29,550,000
5	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 2,478 kg 강원도 화천 192 kg	17.05.08	22,379,000
6	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 1,158 kg 강원도 화천 126 kg	17.05.12	10,121,000
7	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 1,242 kg 강원도 화천 252 kg 강원도 춘천 78 kg	17.05.16	13,034,000
8	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 춘천 2,718 kg	18.04.09	19,656,000
9	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 양구 12,966 kg	18.04.22	93,355,200
10	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원도 화천 2,784 kg	18.04.22	20,044,800

11	아스파라거스 대만수출	아스파라거스 대만 수출시장 개척 180kg	18.05.03	516,423
12	아스파라거스 싱가포르 수출	아스파라거스 싱가포르 수출 48 kg	19.06.07	728,029
13	아스파라거스 일본수출	아스파라거스 강원지역 25,230 kg	19.10.30	210,209,136

- 정책활용

번호	정책활용상태	시책명	주관부처	일자
1	정책건의	아스파라거스 일본 수출확대를 위한 재배작형 보급	강원도농업기술 원	19.04.08

- 기타활용

번호	활용명칭	활용내용	활용일자
1	아스파라거스 책자 발행	본 연구를 통해 도출된 결과를 포함한 아스파라거스 책자 발행	17.10.20
2	영농정보활용 (전국 아스파라거스 재배농가 토양 화학성)	2019년도 농업과학기술 연구개발 영농활용자료 책자 발간	19.12.02

#### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	아스파라거스 수출 대상국별 맞춤형 검역 병해충 관리 기술 개발
②	아스파라거스 유통중 병해충 관리 기술과 소포장 등 장기 유통 기술 개발
③	수출 아스파라거스 안정생산을 위한 시비 및 관수관리 기술 개발
④	아스파라거스 수출용 소포장 반자동 결속기 및 결속 테이프 개발

#### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타 (논문)
①의 기술		√								√
②의 기술		√				√				√
③의 기술		√							√	√
④의 기술		√				√	√			

#### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	본 연구결과로 논문 게재 및 생물자원 기탁을 하였으며 아스파라거스 병해충 방제에 활용하여 생산성 및 안정화를 강화하고 수출 안정화 효과를 기대할 수 있음
②의 기술	본 연구결과로 논문 게재 및 특허등록을 하였으며 아스파라거스 장기 유통 및 안정성 향상으로 수출 물량 확대를 기대할 수 있음
③의 기술	본 연구결과로 논문을 게재 하였으며 아스파라거스 시비 및 관수 관리기술 개선으로 수량 증대 및 상품 경쟁력 증대 효과를 기대할 수 있음
④의 기술	본 연구결과로 특허출원 및 기술의 실용화 및 제품화를 하였으며 수출농가 생력화 및 수출 경쟁력 향상효과를 기대할 수 있음

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책활용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	10			20		10		20					10	5	10	5	5	5		
최종목표	1	1		2		2		1,600				2	9	1	12	18	5	1	6	2
연구기간내 달성실적	2	1	3	2	12.77	2	12.77	483				3	8	1.734	12	20	7	1	21	2
연구종료후 성과창출 계획								700					1			3				

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	16/21mm opp테이프의 실용화 및 제품화		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	12,960천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 직접실시 )		
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	17.12.06
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	기술지도, 설비 및 장비 마련		

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

## 붙임. 참고문헌

- Anjum, T., Akhtar N. (2012) Antifungal activity of essential oils extracted from clove, cumin and cinnamon against blue mold disease on citrus fruit. pp.321-326. In: International Conference on Applied Life Sciences. IntechOpen, London, UK.
- Baxter, L., and L. Waters. 1991. Quality changes in asparagus spears stored in a flow-through CA system or in consumer packages. HortScience 26:399-402.
- Bhowmik, P., and T. Matsui. 2004. Changes in the activity and expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase, ACC oxidase, and phenylalanine ammonia-lyase in asparagus spears in response to wound-induced ethylene synthesis. Hortscience. 39:1074-1078.
- Bielza, P., V. Quinto, J. Contreras, M. Torne, A. Martin, and P. J. Espinosa. 2007. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of southeastern Spain. Pest Management Science 63: 682-687.
- Binns, S., Purgina, B., Bergeron, C., Smith, M., Ball, L., Baum, B., Arnason J. (2000) Light-mediated antifungal activity of Echinacea extracts. Planta Med 66:241-244.
- Blanch, M., Alvarez, I., Sanchez-Ballesta, M. T., Escribano, M. I., and Merodio, C. 2012. Increasing catechin and procyanidin accumulation in high-CO<sub>2</sub>-treated *Fragaria vesca* strawberries. J Agric Food Chem. 60:7489-7496.
- Blanch, M., Sanchez-Ballesta, M., Maria, I. E., and Merodio, C. 2011. Fructo-oligosaccharides in table grapes and response to storage. Food Chem 129:724-730.
- Borrego-Benjumea, A., Melero-Vara, J., Basallote-Ureba, M. J. (2015) Organic amendments conditions on the control of *Fusarium* crown and root rot of asparagus caused by three *Fusarium* spp. Span J Agric Res 13:13 pages.
- Borrego-Benjumea, A., Basallote-Ureba, M. J., Melero-Vara, J. M., Abbasi, P. A. (2014) Characterization of *Fusarium* isolates from asparagus fields in Southwestern Ontario and influence of soil organic amendments on *Fusarium* crown and root Rot. Phytopathology 104:403-415.
- Chang, M. S., and Kim, G. H. 2015. Combined effect of hot water dipping and vacuum packaging for maintaining the postharvest quality of peeled taro. Horticult Environ Biotechnol. 56:662-668.
- Chen, X. H., Qin, W. D., and Zhang, L. 2009. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on lignification of green asparagus. Food Sci 30:350-353.
- Cho, M.A., Y.P. Hong, J.W. Choi, Y.B. Won, and D.H. Bae. 2009. Effect of packaging film and storage temperature on quality maintenance of broccoli. Kor J Hort Sci Technol. 27:128-139.
- Cho, S.H., S.D. Lee, Y.J. Choi, N.G. Kim, J.H. Kang, and S.H. Cho. 2005. Effects of packaging and storage temperature on quality during storage of mungbean sprouts. Korean J Food Preserv. 12:522-528.



- Choi, I. L., Yoo, T. J., and Kang, H. M. 2015. UV-C treatments enhance antioxidant activity, retain quality and microbial safety of fresh-cut paprika in MA storage. *Hortic Environ Biote.* 56:324-29.
- Choi, K. S., J. H. Song, J. Y. Yang, H. R. Choi, and D. S. Kim. 2014. Pest species, damages and seasonal occurrences on greenhouse cultivated asparagus in Jeju, Korea. *Korean Journal of Applied Entomology* 53(3): 231-237.
- Damicone, J. P., Conway, K. E., Roberts, W. (2017) Diseases of asparagus in Oklahoma. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets. EPP-7646. Available at: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1326/EPP-7646web.pdf>.
- Di Lenna, P, Foletto, B. (1990) Effect of nursery management on subsequent Fusarium decline of asparagus in field. *Acta Horti* 271:299-304.
- Elmer, W. H. (2015) Management of Fusarium crown and root rot of asparagus. *Crop Protect* 73:2-6.
- Garipey, Y., Raghavan, G. S. V., Castaigne, F., Arul, J., and Willemot, C. 1991. Precooling and modified atmosphere storage of green asparagus. *J Food Process Preserv.* 15:215-224.
- Gillies, S. L., and P.M.A. Toivonen. 1995. Cooling method influences the postharvest quality of broccoli. *HortScience*, 30:313-315.
- Gullino, M. L., Minuto, A., Gilardi, G., Garibaldi, A. (2002) Efficacy of azoxystrobin and other strobilurins against Fusarium wilts of carnation, cyclamen and Paris daisy. *Crop Protect* 21:57-61.
- Haard, N.F., S.C. Sharma, R. Wolfe, and R. Frenkel. 1974. Ethylene induced isoperoxidase changes during fiber formation in postharvest asparagus. *J Food Sci* 39:452-456.
- Hagan, A. K., Gilliam, C. H., Fare, D. C., Bowen, K. (1991) Application rates and spray schedules of ergosterol-biosynthesis inhibitor fungicides for control of black spot of rose. *Plant Dis* 75:1143-1146.
- Helen, P. E., Waldron, K. W., Geeson, J. D., Browne, K. M. 1992. Effects of modified atmosphere on textural and cell wall changes of asparagus during shelf life. *Int. J. Food Sci. Tech.* 27:187-199.
- Heyes, J. A., Burton, V. M., and de Vré, L. A. 1998. Cellular physiology of textural change in harvested asparagus. *Acta Horticulturae* 464:455-460.
- Holcroft, D. M. and Kader, A. A. 1999. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biol Technol.* 17:19-32.
- Huyskens-Keil, S. and Herppich, W. B. 2013. High CO<sub>2</sub> effects on postharvest biochemical and textural properties of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) spears. *Postharvest Biol Technol.* 75:45-53.
- In, B.C. and J.G. Kim. 2008. Effect of precooling and harvesting at different times on respiration, browning and microbial growth of fresh-cut iceberg lettuce. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:258-264.
- Israel Agri. 2014. MAP for Asparagus: Extending asparagus shelf life with Xtend modified

atmosphere packaging. Available via <http://www.israelagri.com/?CategoryID=405&ArticleID=680>.

- Jung, H.J., H.T. Seo, I.L. Choi, T.J. Yoo, J.S. Son, J.H. Won, I.S. Kim, and H.M. Kang. 2010. Effect of precooling treatments on the storability of chicon during MA storage. *J. Bio-Environ. Cont.* 19:360-365.
- Jung, C. R., J. B. Yoon, K. H. Kim, G. J. Lee, J. W. Heo, H. H. Kim. 2016. Colors and sizes of insect screen net influence physical control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* under controlled environments. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 35: 46-54.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops, third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication. pp1-535.
- Kahramanoğlu, İ. (September 13th 2017) Introductory Chapter: Postharvest physiology and technology of horticultural crops, in postharvest handling. Ibrahim Kahramanoglu. pp1-7.
- Kang, H. M., K. S. Kim, B. S. Kim, S. K. Kim, I. S. Kim, Y. G. Goo, N. I. Park, Y. R. Yong, J. K. Lee, H. T. Seo, S. J. Jeon, S. J. Hong. 2017. Asparagus. Worldscience. 215pp.
- Kato, M., Hayakawa, Y., Hyodo, H., Ikoma, Y., and Yano, M. 2000. Wound-induced ethylene synthesis and expression and formation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase, ACC oxidase, phenylalanine ammonia-lyase, and peroxidase in wounded mesocarp tissue of *Cucurbita maxima*. *Plant Cell Physiol.* 41:440-447.
- Kays, S.J. and E.R. Paull. 2004. Postharvest biology. Exon Press, Athens, GA.
- Kim, B.S., M.J. Kim, and J.H. Choi. 2003. Effects of percooling treatments on the quality of peaches (Mibaek). *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(6):1233-1236.
- Kim, J. W., J. M. Lee, D. S. Lee, S. T. Kang, D. W. Kim, D. S. Lee, K. Z. Riu, K. H. Boo. 2015. Residual characteristics of insecticide acetamiprid in asparagus under greenhouse condition. *Korean Journal of Pesticide Science* 16: 3204-209.
- Kim, S. K. 2017. Insecticidal effect of carbon dioxide treatment on onion thrips (*Thrips tabaci*: Thripidae: Thysanoptera). *Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences.* 29(2): 87-93.
- Kyung, Y, H. K. Kim, J. S. Lee, B. S. Kim, J. O. Yang, B. H. Lee, H. N. Koo, G. H. Kim. 2018. Efficacy and phytotoxicity of phosphine as fumigants for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on asparagus. *Journal of Economic Entomology* 111: 2644-2651.
- Lee, J. S. 2015. Quality characteristics, carbon dioxide, and ethylene production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) treated with 1-methylcyclopropene and 2-chloroethylphosphonic acid during storage. *Korean J Horticul Sci Technol.* 33:675-686.
- Lee, L., Arul, J., Lenckit, R., and Castaigne, F. 1996. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables physiological basis and practical aspects part I. *Package Technol Sci.* 8:315-331.
- Lee, S., 1996. Postharvest physiology of horticultural crops. Postharvest Horticulture, Sungkyunsa.

- Lee, Y. C. 1981. Effect of controlled atmosphere storage on quality of harvested asparagus. Korean J Food Sci Technol 13:25-29.
- Lee, O. H., Son, J. Y., Jung, S. H. (2004) Antimicrobial activity of clove extract by extraction solvents. J Food Sci Nutr 33:494-499.
- Lee, S. J., S. H. Kim, J. C. Kim, M. R. Lee, M. S. Hossain, T. S. Shin, T. H. Kim, J. S. Kim. 2017. Entomopathogenic *Beauveria bassiana* granules to control soil-dwelling stage of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). BioControl, 62: 639-648.
- Li, D., Li, L., Xiao, J. N., Limwachiranon, J., Xu, Y., Lu, H., Yang, D., and Luo, Z. 2018. Effects of elevated CO<sub>2</sub> on energy metabolism and gamma-aminobutyric acid shunt pathway in postharvest strawberry fruit. FoodChem 265:281-289.
- Lim, M. K., Kim, M. R. (2003) Antimicrobial activity of methanol extract from *Rheum tanguticum* against food hazardous microorganisms and the composition of the extract. Korean J Food Cookery Sci 19:470-476.
- Liu, Z.Y., and W.B. Jiang. 2006. Lignin deposition and effect of postharvest treatment on lignification of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Plant Growth Regul. 48:187-193.
- Liu, Y. B. 2008. Low temperature phosphine fumigation for postharvest control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on lettuce, broccoli, asparagus, and strawberry. Journal of Economic Entomology 101: 1786-1791.
- Mattos, L. M., Moretti, C. L., and Ferreira, M. D. 2012. Modified atmosphere packaging for perishable plant products. Polypropylene, Fatih Dogan (Ed.), InTech. pp95-110.
- Ma, B. (2006) Azoxystrobin sensitivity and resistance management strategies of *Magnaporthe grisea* causing gray leaf spot on perennial ryegrass (*Lolium perenne*) turf. Ph.D. Thesis. Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA.
- Mithcam, E. J., S. Zhou, and V. Bikoba. 1997. Controlled atmospheres for quarantine control of three pests of table grape. Journal of Economic Entomology 90(5): 1360-1370.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N., Viljoen, A. (2007) Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of Fusarium wilt of banana. Crop Protect 26:697-705.
- Park, K. W., Kang, H. M., and Kim, C. H. 2000. Comparison of storability on film sources and storage temperature for fresh Japanese mint in MA storage. Protected horticult and Plant Factory. 9:40-46.
- Park, H. K., Kim, S. B. (2006) Antimicrobial activity of grapefruit seed extract. J Food Sci Nutr 19:526-531.
- Paull, R. E. and Kays, S. J. 2004. Postharvest biology. USA: Athens, Ga. Exon Press. pp568.
- RDA. 2019. Pesticide information service (<http://pis.rda.go.kr/registstus/agchmRegistStus/prdlstInquire.do>)
- Shin, J. H., Han, J. H., Lee, J. K., Kim, K. S. (2014) Characterization of the maize stalk rot pathogens *Fusarium subglutinans* and *F. temperatum* and the effect of fungicides on

- mycelial growth and colony formation. *Plant Pathol J* 30:397-406.
- Rural Development Administration. 2016. Revenue model for asparagus production in highland area in Korea. Gangwondo. Gangwondo Agricultural Research and Extension Services.
- Ryall, A.L., and W.J. Lipton. 1972. Handling, transportation, and storage of fruits and vegetables. Vegetables and melons. AVI Publishing Company, USA.
- Sanchez-Ballesta, M. T., Romero, I., Jimenez, J. B., Orea, J. M., Gonzalez-Urena, A., Escribano, M. I., and Merodio, C. 2007. Involvement of the phenylpropanoid pathway in the response of table grapes to low temperature and high CO<sub>2</sub> levels. *Postharvest Biol Technol*. 46:29-35.
- Siomos, A. S., Gerasopoulos, D., Tsouvaltzis, P., and Koukounsaras, A. 2010. Effects of heat treatment on atmospheric composition and color of peeled white asparagus in modified atmosphere packaging. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 11:118-122.
- Shin, J. H., Han, J. H., Kim, K. S. (2018) Isolation of Asparagus Crown and Root Rot Pathogen *Fusarium oxysporum* and Evaluation of Fungicides for Disease Control. *J Agri Life Environ Sci* 3:152-160.
- Song, W., Zhou, L., Yang, C., Cao, X., Zhang, L., Liu, Z. (2004) Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. *Crop protect* 23:243-247.
- Teulon, D. A. J., M. M. Davidson, M.-C. Nielsen, N. B. Perry, R. W. H. M. van Tol, W.-J. de Kogel. 2008. The potential use of lures for thrips biological control in greenhouses: practice and theory. Proceedings of the Third International Symposium on Biological Control of Arthropods, Christchurch, New Zealand, 301-308.
- Tian, S. P., Xu, Y., Jiang, A. L., and Gong, Q. Q. 2002. Physiological and quality responses of longan fruit to high O<sub>2</sub> or high CO<sub>2</sub> atmospheres in storage. *Postharvest Biol Technol*. 24:335-340.
- Toivonen, P.M. 1997. The effects of storage temperature, storage duration, hydro-cooling, and micro-perforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., Italica Group). *Postharvest Biol Tech*, 10:59-65.
- Waller, J. B. 1990. Insecticidal soaps for post harvest control of thrips in asparagus. Proceedings of the Forty Third New Zealand Weed and Pest Control Conference 1990: 60-62.
- Watkins, C. B., Manzano-Mendez, J. E., Nock, J. F., Zhang, J. Z., and Maloney, K. E. 1999. Cultivar variation in response of strawberry fruit to high carbon dioxide treatments. *JSci Food Agric*. 79:886-890.
- Yin, Y., Liu, X., Li, B., Ma, Z. (2009) Characterization of sterol demethylation inhibitor-resistant isolates of *Fusarium asiaticum* and *F. graminearum* collected from wheat in China. *Phytopathology* 99:487-497.
- Yoon, H. S., Choi, I. L., Baek, J. P., and Kang, H. M. 2016. Effects of 1-MCP and MA storage treatments for long-term storage of asparagus spears. *Protected Horticult Plant Factory*. 25:118-122.
- Yoon, H. S., Choi, I. L., Heo, J. Y., Kim, J. Y., Han, S. J., and Kang, H. M. 2018. Influence of

- hot water immersion and MAP pre-treatments on sterilization and asparagus spear qualities during cold storage. *Korean J. Horticult Sci. Technol.* 36:756-765.
- Yoon, H. S., Choi, I. L., and Kang, H. M. 2017. Different oxygen transmission rate packing films during modified atmosphere storage: Effects on asparagus spear quality. *Korean J Horticult Sci Technol.* 35:314-322.
- Yoon, H. S. and Kang, H. M. 2017. Influence of pretreatments and modified atmosphere packaging on toughness and quality of asparagus spears during storage. *Horticult Sci Technol.* 35:717-726.
- Zhang, P., Zhang, M., Wang, S.J., and Wu, Z.S. 2012. Effect of 1-methylcyclopropene treatment on green asparagus quality during cold storage. *Int. Agrophysics.* 26:407-41.