

보안 과제(), 일반 과제(●) / 공개(●), 비공개()발간등록번호()

농축산물안전생산유통관리기술개발사업

발간등록번호
11-1543000-003001-01

감귤 부가가치 향상을 위한 유통처리기술 개발 및 현장적용 최종보고서

2020.1.16.

주관연구기관 / 감귤연구소
협동연구기관 / 상명대학교
(주)오존에이드

농 립 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “감귤 부가가치 향상을 위한 유통처리기술 개발 및 현장적용”(개발기간 : 2018.12.03 ~ 2019.12.02)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 1. 16.

주관연구기관명 : 국립원예특작과학원 감귤연구소 (대표자) 황정환 (인)
협동연구기관명 : 상명대학교 (대표자) 백웅기 (인)
(주)오존에이드 (대표자) 홍명기 (인)

주관연구책임자 : 감귤연구소 박경진
협동연구책임자 : 상명대학교 양용준
(주)오존에이드 홍명기

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------|--|
| 과제고유번호 | 318090-01 | 해 당 단 계 연 구 기 간 | 2018.12.3.~ 2019.12.2. | 단 계 구 분 | 1차년도/ 1차년도 |
| 연구사업명 | 단 위 사 업 | 농식품기술개발사업 | | | |
| | 사 업 명 | 농축산물안전생산유통관리기술개발사업 | | | |
| 연구과제명 | 대 과 제 명 | | | | |
| | 세부 과제명 | 감귤 부가가치 향상을 위한 유통처리기술 개발 및 현장적용 | | | |
| 연구책임자 | 박경진 | 해당단계 참여연구원 수 | 총: 10명 내부: 10명 외부: 명 | 해당단계 연구개발비 | 정부:200,000천원 민간:67,000천원 계:267,000천원 |
| | | 총 연구기간 참여연구원 수 | 총: 10명 내부: 10명 외부: 명 | 총 연구개발비 | 정부:200,000천원 민간:67,000천원 계:267,000천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 국립원예특작과학원 감귤연구소 상명대학교 (주)오존에이드 | | | 참여기업명 | |
| 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 | 연구시설· 장비 | 기술요약 정보 | 소프트 웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|-------------|----|-------------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----|----------|----------|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | | 1건 (10-2 019-0 14377 6) | | | | | | | | | |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

보고서 면수

- 국내산 감귤의 유통 중 상품성 유지 및 비상품과 발생을 방지하기 위한 처리 기술 개발과 조기 현장 적용이 가능한 방안을 제시하였음
 - 감귤의 유통단계별 상품성 유지 위한 수확 후 관리 기술 개발
 - 감귤 부패과 발생 억제와 약제처리 기술에 대한 표준화 제시
 - APC 자동선과장치 적용 살균 자동화 장치 개발 및 현장 실증
- 국내산 감귤의 유통 품질을 유지하기 위해서 수확 후 관리 기술, 선과 공정의 개선, 유통체계의 표준화 등의 종합적인 표준매뉴얼 개발을 위하여 아래와 같은 연구개발성과를 도출하였음
 - 학술발표 : 감귤 유통 품질 유지 기술 및 부패 억제 약제 영향에 관한 연구 성과 발표
 - 산업재산권 출원 : 오존수를 이용한 농산물 세척 및 처리 장치 개발
 - 개발 기술의 현장 실증
 - 감귤 수확 후 품질 관리 기술 적용으로 유통 품질 유지 확인
 - 감귤 적용 부패 억제 약제 적용을 통한 내수 및 수출 감귤의 품질 억제 효과 확인
 - 선과 단계에서 플라즈마 기술 적용 오존수 살균 효과 확인
 - 감귤 수확 후 처리, 선과공정, 약제 처리 등 종합적인 품질 관리 기술 적용으로 싱가포르 수출 감귤 품질 유지 효과 확인
- 감귤의 수확 후 품질 유지를 위한 기술의 확립과 적용으로 국내산 감귤의 소비시장에서의 상품성 향상
 - 국내산 감귤 맞춤형 부패억제용 최적 항균제 적용으로 운송 중 비상품과 발생 비율 감소
 - 기존 APC 자동선과공정에 적용 가능한 기술 개발로 조기 산업화 추진
 - 국내산 감귤의 유통 품질 유지와 상품경쟁력 향상으로 농가 소득 증대

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------|------------------|-------------------------------|---------------|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내산 감귤의 유통 중 상품성 유지 및 비상품과 발생을 방지하기 위한 처리 기술 개발 및 현장 적용 · 감귤의 유통단계별 상품성 유지 위한 수확 후 관리 기술 개발 · 감귤 부패과 발생 억제와 약제처리 기술에 대한 표준화 제시 · APC 자동선과장치 적용 살균 자동화 장치 개발 및 현장 실증 | | | | |
| <p>연구개발성과</p> | <p>국내산 감귤의 유통 품질을 유지하기 위해서 수확 후 관리 기술, 선과 공정의 개선, 유통 체계의 표준화 등의 종합적인 표준매뉴얼 개발을 위하여 아래와 같은 연구개발성과를 도출하였음</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 학술발표 : 감귤 유통 품질 유지 기술 및 부패 억제 약제 영향에 관한 연구성과 발표 ○ 산업재산권 출원 : 오존수를 이용한 농산물 세척 및 처리 장치 개발 ○ 개발 기술의 현장 실증 <ul style="list-style-type: none"> · 감귤 수확 후 품질 관리 기술 적용으로 유통 품질 유지 확인 · 감귤 적용 부패 억제 약제 적용을 통한 내수 및 수출 감귤의 품질 억제 효과 확인 · 선과 단계에서 플라즈마 기술 적용 오존수 살균 효과 확인 · 감귤 수확 후 처리, 선과공정, 약제 처리 등 종합적인 품질 관리 기술 적용으로 싱가포르 수출 감귤 품질 유지 효과 확인 | | | | |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤의 수확 후 품질 유지를 위한 기술의 확립과 적용으로 국내산 감귤의 소비시장에서의 상품성 향상 ○ 국내산 감귤 맞춤형 부패억제용 최적 항균제 적용으로 운송 중 비상품과 발생 비율 감소 ○ 기존 APC 자동선과 공정에서의 적용 가능한 기술 개발을 통한 조기 산업화 추진 ○ 국내산 감귤의 유통 품질 유지와 상품경쟁력 향상으로 농가 소득 증대 | | | | |
| <p>국문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>감귤</p> | <p>피막제</p> | <p>신선도</p> | <p>수확후관리</p> | <p>수출</p> |
| <p>영문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>Citrus</p> | <p>coating agents</p> | <p>freshness</p> | <p>postharvest management</p> | <p>export</p> |

< 목 차 >

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 연구개발과제의 개요 | 7 |
| 2. 연구수행 내용 및 결과 | 8 |
| 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 | 68 |
| 4. 연구결과의 활용 계획 등 | 68 |
| 붙임. 참고 문헌 | 69 |

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 국내산 감귤의 유통 중 상품성 유지와 비상품과 발생 방지를 위한 처리 기술 개발 및 현장 적용
 - ☞ 감귤의 유통 중 부패과 최초 발생 소요일 연장 기술 개발 : 3일→7일
- 감귤의 유통단계별 상품성 유지 위한 수확 후 관리 기술 개발
 - : 수확 후 예조처리 등 농가 현장 및 APC 내 적용 기술 개발
- 감귤 부패과 발생 억제 및 약제 처리 기술에 대한 표준화 제시
 - : 국내 유통 및 수출 적용 가능한 항균소재의 선발과 표준 적용 매뉴얼 개발
- APC 자동선과장치 적용 살균 자동화 장치 개발 및 현장 실증
 - : 비열플라즈마 장치 이용 선과공정에서의 살균수 적용 기술 개발

1-2. 연구개발의 필요성

- 국내 감귤 생산비율은 노지재배 온주밀감이 약 75%이상 차지하여, 수확 시기에 홍수 출하 등으로 품질관리에 어려움이 있음.
 - ※('17) 노지온주:440,254톤, 하우스온주:22,637톤, 월동온주:35,012톤, 한라봉:44,311톤
- 가격 조절을 위하여 농가와 APC에서 개별적으로 상온 저장하고 있지만, 저장 2개월 이후부터 30~40% 정도의 높은 감모율 발생으로 경제적인 손실이 큼
- 최근 이상 기후의 영향으로 수확 시기에 잦은 강우 발생 등으로 품질 관리의 어려움이 증가하고 있으며, 유통 중 부패과 발생 비율이 높아지고 있음
- 수출 감귤의 경우에는 품질관리의 미흡으로 인하여 현지에서의 부패과 비율이 높으며, 매년 비상품과 발생율의 차이가 발생하여 국내산 감귤의 상품경쟁력을 떨어뜨리고 있음
 - ※('17) 수출량 : 미국 394톤, 러시아 370톤, 캐나다 307톤
- 감귤 APC에서의 수확후 선과 및 운송으로 육지부 공급과 수출이 이루어지고 있지만, 표준화되지 못한 부적절한 관리로 인하여 소비시장에서 감귤의 품질 저하가 나타나고 있음
 - ※('17) APC:11개소, 선과장:424개소
- 국내 과실류의 생리대사 특성은 해외 농산물과 차이가 있으며, 국외에서 개발된 살균제와 피막제 등 품질 유지를 위한 약제의 검증 없이 국내 농산물에 적용할 경우 품질 약화 등 다양한 부작용이 발생할 수 있음(Li와 Barth, 1998).
- 국내산 감귤에 적합한 항균성 피막제와 처리 기술을 개발하여 현장에 적용하여 유통 품질 향상과 유통기간 연장으로 감귤의 부가가치 향상과 농가 소득증대에 기여하고자 함



선과·포장된 감귤 운송 모습



작목반 선과기의 건조팬



도매시장에서의 선별된 비상품과

1-3. 연구개발 범위

- 감귤 유통 품질 유지 위한 수확 후 관리 기술 개발
- 감귤 부패 발생 저감을 위한 항균 약제 처리 방법의 표준화 기술 개발 및 제시
- 비열플라즈마 기술을 이용한 오존수 생성 및 적용을 통한 미생물 저감 자동화 기술 개발

2. 연구수행 내용 및 결과

□ 감귤 유통 품질 유지 기술 개발 (감귤연구소)

○ 연구 수행 방법

① 수확 후 품질 관리(예조처리)에 의한 유통 품질 영향 분석

- 시험재료 : 온주밀감 등 (*시험장소:중문농협APC)
- 처리내용 : 수확 후 예조처리(감모 3%) 후 유통품질 분석
- 조사내용 : 품질분석(저장기간별 당·산함량, 부패율, 감모율 등)

② 유통 환경 모니터링을 통한 최적 유통 환경 조건 제시

- 시험재료 : 온주밀감 등
- 처리내용 : 포장 후 운송 조건에 따른 온습도 환경모니터링→최적유통조건 제시
- 조사내용 : 비상품과율, 온도 변화, 습도 변화 등

<과실 품질 분석>

- 총당함량: 디지털 당도계(PA-1, Atago, Japan)
- 처리군별 30개의 감귤을 샘플링하여 디지털 당도계를 이용
- 총산함량: 0.1N NaOH 적정법
- 처리군별 30개의 감귤을 샘플링하여 5ml를 지시약 phenolphthalein을 첨가한

후, 0.1N NaOH로 적정하여 citric acid 값으로 환산

$$Acidity(v/v, \%) = \frac{Titration\ volume(ml) \times 0.1 \times 0.0064 \times 10 \times 100}{sample\ volume(ml)}$$

- 유리당, 유기산 정량: Ion exchange chromatograph (ICS-3000, Dionex, USA)
-착즙하여 얻은 과즙을 증류수로 1,000배 희석하여 0.45 μm PVDF millipore filter로 여과하여 HPLC (ICS-3000, Dionex, USA)로 분석. 유리당 정량 분석 조건은 표 1과 같으며, 표준물질은 sucrose, glucose, fructose (Sigma-Aldrich, USA)를 이용하고, glucose와 fructose는 12.5, 25, 50, 100 ppm으로 sucrose는 25, 50, 100, 200 ppm 농도로 조제하여 정량에 이용

표 1. 유리당 분석 조건

| | |
|------------------|------------------------------------|
| Model | ICS-3000(Dionex, USA) |
| Column | CarboPac™ PA1 4×250 mm, analytical |
| Detector | INT Amperometry |
| Flow rate | 1 mL/min |
| Injection volume | 10 μL |
| Mobile phase | 100 mM NaOH/D.W |

유기산 분석 조건은 표 2와 같이, 표준물질로는 oxalic acid, malic acid, citric acid (Sigma-Aldrich, USA)를 각각 2.5, 5, 10, 20 ppm 농도로 조제하여 정량곡선을 만들어 분석

표 2. 유기산 분석 조건

| | |
|------------------|--|
| Model | ICS-3000(Dionex, USA) |
| Column | IonPac® ICE-AS6 9×250 mm Ion Exclusion |
| Detector | Conductivity |
| Flow rate | 1 mL/min |
| Injection volume | 10 μL |
| Mobile phase | 0.4 mM, Heptafluoroboric acid |

- CO₂ 발생량 분석 : Gas chromatograph (agilent 7890A)
-선과 단계별로 샘플링한 과실의 내부 CO₂ 측정을 위해 감귤 과정부에서 1mL 용량의 실린지를 이용해 과실 내부의 공기를 포집하여 gas chromatograph로 분석. 감귤 내부 CO₂ 발생이 촉진되지 않도록 운반과 가스 채취 시 외부 충격에 주의하고, 분석용 과실은 상온에서 1시간 정도 안정화시킨 후에 분석함. 처리군 별로 5개의 과실을 측정하여 평균값을 이용하고, GC의 분석 조건은 표 3과 같다.

표 3. GC conditions for CO₂ analysis.

| Parameters | Conditions |
|----------------------|--------------------------------|
| Column | HP Plot Q(30m×0.53mm, 40.00μm) |
| Carrier gas | He |
| Detector | TCD |
| Injector volume | 1ml |
| Flow rate | 30 ml/min |
| Oven temperature | 110°C |
| Detector temperature | 180°C |

- 경도: Texture analyser (TX-XT2, UK)
 - 감귤 과피의 경도 측정은 Texture analyzer(TA-XT2,UK)에 Ø50mm probe를 이용하여 측정하고, 얻어지는 최대값을 Newton (N)으로 나타낸다. 각 과실에서는 옆면의 세 곳을 측정하여 평균값을 얻었으며, 처리별로 30개 과실을 측정하고 평균값을 구함
 - 껍질 두께: 캘리퍼 이용
 - 껍질 두께는 저장기간 동안 10일 간격으로 선별된 9개 과실의 적도부 4군데를 동시에 측정하여 평균값을 사용
 - 부패율: 시료 선정 후 시기별 분석
 - 부패율은 샘플링할 과실(300개/3컨테이너)을 선정하여 저장 기간 동안 10일 간격으로 발생하는 부패 과실을 선별한 후, 저장 처리 시의 총 개수에 대비하여 백분율로 계산
- <운송환경 조사>
- 선과 후 유통 중 환경 모니터링
 - 온습도 센서 (Hobo proV2, Onset, USA)를 이용한 박스 내·외부의 측정

○ 연구 결과

<감귤 '진지향' 품종의 유통 환경 및 품질 영향 분석>

- 시험재료 : 진지향 (2019.3.7. 수확, 서귀포시 색달동)
- 운송방식 : 컨테이너(윙바디) 운송
- 시험장소 : 중문농협APC
- 선과일정
 - ① 선과 및 시험처리(3.12.), ② 선박운송(3.14.),
 - ③ 시료 수집(광주서부도매시장, 3.15.)



<광주서부농수산물도매시장>

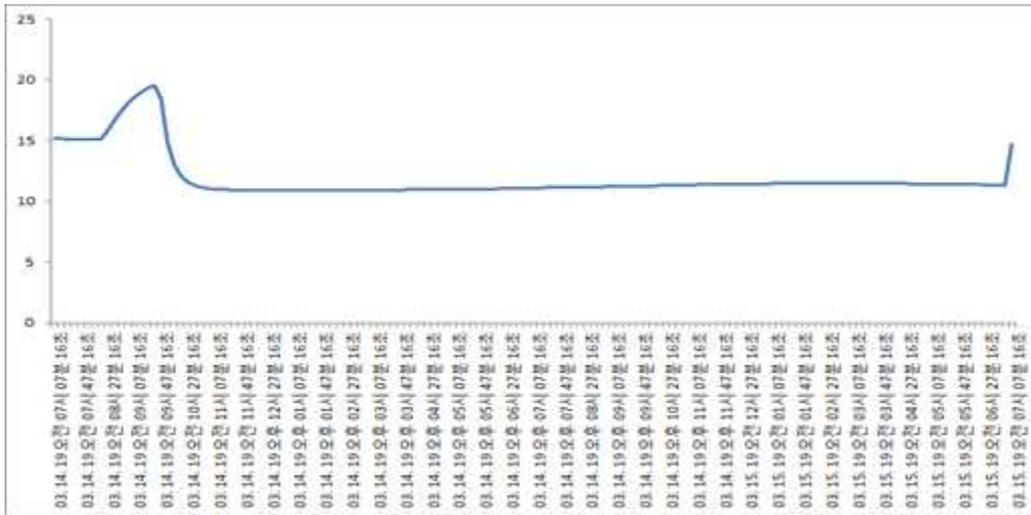


<운송된 감귤 시료>

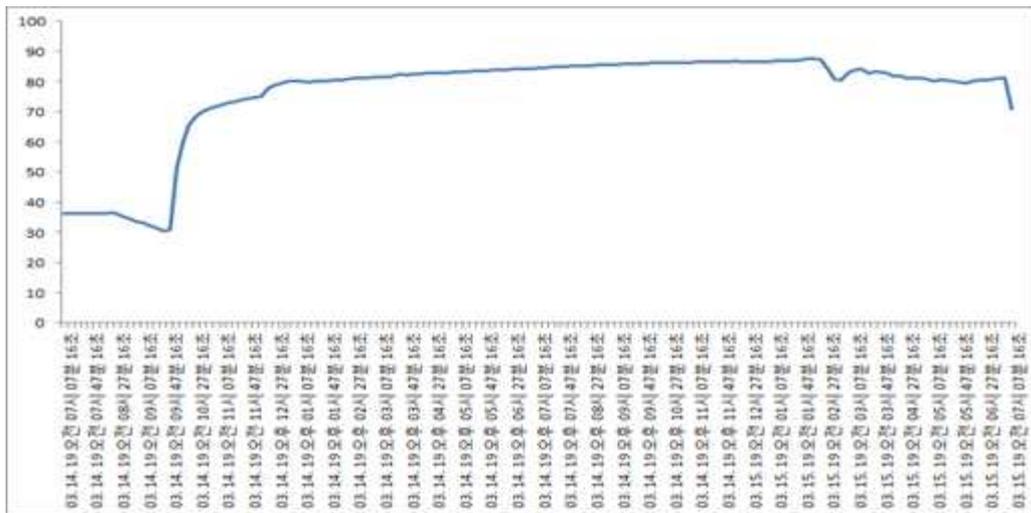


<온습도 센서 설치 모습>

▷ 운송 중 환경모니터링



<운송 중 온도 변화>



<운송 중 습도 변화>

선과된 감귤 ‘진지향’ 품종의 운송 중 환경 변화 분석 결과 외부 온습도 제거가 가능한 원바디 형태의 컨테이너 운송을 통하여 포장 내부의 온도와 습도는 일정하게

유지되었음. 이는 운송 환경에서의 외부 환경 영향을 최소화할 수 있는 방법으로 품질 변화를 억제하는 효과와 운송 효율을 높일 수 있는 방식이 될 수 있음. 5kg 규격의 포장 상자 내의 습도는 80~90% 정도로 과습하거나 건조하지 않은 조건으로 대량포장에서보다 과실의 품질 유지와 감모 억제에 효과가 있는 것을 확인하였음.

▷ '진지향' 과실 품질 분석

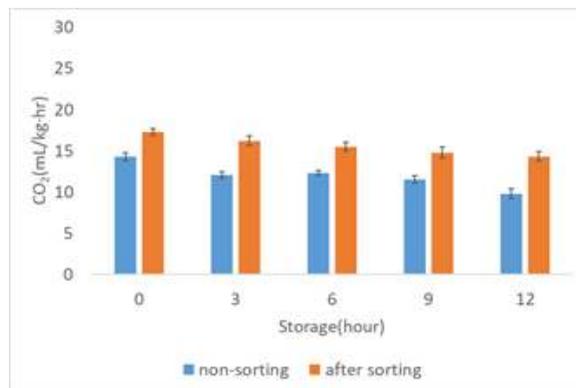


<선과 후 과실 외형의 경시적 모습>

<감귤 '진지향'의 선과 전·후 품질 분석>

| 처리내용 | 총당함량 (°Brix) | 총산함량 (%) | 과피두께 (mm) | 경도 (N) | 광택도 (GU) |
|------|-----------------|-------------|--------------|-----------|-------------|
| 선과 후 | 11.8 | 1.27 | 1.6 | 9.2 | 9.3 |
| 선과 전 | 11.6 | 1.40 | 1.6 | 9.5 | 7.2 |

선과 공정인 물세척, 피막제 처리, 건조 처리를 거치면서 선과 후의 과실은 광택도가 높아지고(GU 9.3) 등 외형에서의 상품성이 높아지는 것을 확인하였음. 하지만, 선과 공정에서 이루어지는 건조 과정과 충격 방생 등으로 산함량이 약 0.13%p 감소하는 것을 확인하였으며, 이는 저장이나 유통 중 풍미 저하의 원인이 될 수 있음.



<선과 처리를 통한 감귤 내부 CO2함량 변화>

감귤 과실 내부 CO2 함량은 이취발생의 원인이 되는 성분임. 높은 내부 CO2 함량은 혐기조건을 형성하여 정상적인 호흡기작이 이루어지지 못하여 알코올이나 알데하이드 등의 이취 성분을 발생시키는 원인이 될 수 있음. 선과 공정에서 떨어지거나 굴르면서 발생하는 외부 충격 또한 이러한 원인이 될 수 있음. 그리고 물세척과 피막제 후 이루어지는 건조과정과 인위적으로 처리한 피막성분으로 인하여 내외부 가스교환능을 악화시키는 원인이 될 수 있음.



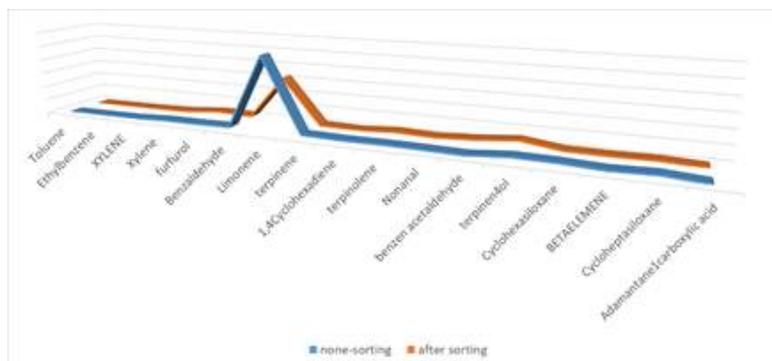
(가. 선과 전)



(나. 선과 후)

<2,3,5-triphenyltetrazolium chloride 3% 용액 처리 후 과피 손상 정도 분석>

2,3,5-triphenyltetrazolium chloride 3% 용액에 5분 침지 후 건조시키면, 감귤 외부에 형성된 손상 정도를 붉은색의 발현으로 확인할 수 있음. 선과 전에 발현되는 붉은색의 손상 부위는 수확과 운송 단계에서의 부주의로 인해 형성된 것이며, 선과 공정 후에 발현되는 붉은색은 선과공정에서 발생한 손상 부위이다. 이를 통해, 선과 공정 중 이루어지는 외부충격 등으로 과피의 손상이 발생할 수 있으며, 이는 유통과 저장 중 부패과 발생이나 풍미 저하로 신선도 저하의 원인이 될 수 있다. 특히 선과 공정에서 호흡량의 급등으로 내부 CO2 함량의 증가와 피막 처리로 가스교환능 감소는 이취발생 정도를 더욱 촉진시켜 감귤의 상품경쟁력을 크게 떨어뜨릴 수 있음.



<‘진지향’ 품종의 선과 전후 방향성 성분의 크로마토그래피>

<‘진지향’ 품종의 선과 전후 방향성 성분>

| Compounds | RT (min) | Non- sorting | After sorting |
|--|-------------|-----------------|------------------|
| toluene | 2.73 | 0.04 | 0.01 |
| ethylbenzene | 4.60 | 0.02 | 0.05 |
| xylene | 4.89 | 0.2 | 0.3 |
| o-xylene | 5.43 | 1.3 | 0.8 |
| furfurol | 6.30 | 1.3 | 3.1 |
| benzaldehyde | 7.77 | 1.7 | 2.23 |
| dl-Limonene | 9.23 | 53.2 | 32.3 |
| γ -terpinene | 10.25 | 1.9 | 0.9 |
| 1,4-cyclohexaliene | 10.48 | 1.22 | 0.13 |
| terpinolene | 10.69 | 1.4 | 1.7 |
| nonanal | 11.40 | 1.12 | 0.87 |
| benzen acetaldehyde | 12.55 | 0.6 | 2.2 |
| terpinen-4-ol | 13.37 | 2.8 | 4.75 |
| cyclohexasilonane | 14.50 | 2.39 | 1.06 |
| beta-elemene | 14.7 | 1.13 | 0.79 |
| cycloheptasiloxane | 16.35 | 1.99 | 1.20 |
| adamantane-1-carboxylic acid | 18.52 | 0.08 | NA |
| 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol | 22.18 | 0.7 | 0.6 |

가스크로마토그래피 질량분석기를 이용하여 선과 전후 과실의 방향성 성분을 분석한 결과, 선과 후 고유의 감귤향 성분인 limonene, terpinene 성분들이 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, furfurol 등의 알코올, 알데하이드 성분들이 증가하는 것을 확인할 수 있었음. 이는 선과 처리 후에 풍미 변화나 신선도 감소와 같은 관능평가에서 느낄 수 있었던 것을 증명할 수 있는 분석 결과임. 따라서 선과 공정에서 투입과정, 포장과정, 이동과정에서의 충격 방지, 건조 방식의 개선으로 열풍 건조로 인한 과실 품온 상승 방지, 피막제 개선으로 가스교환능 향상으로 고유의 풍미와 상품성을 유지시킬 수 있어야 함.

<시설재배 온주밀감 유통 품질 분석 2019.5.30.>

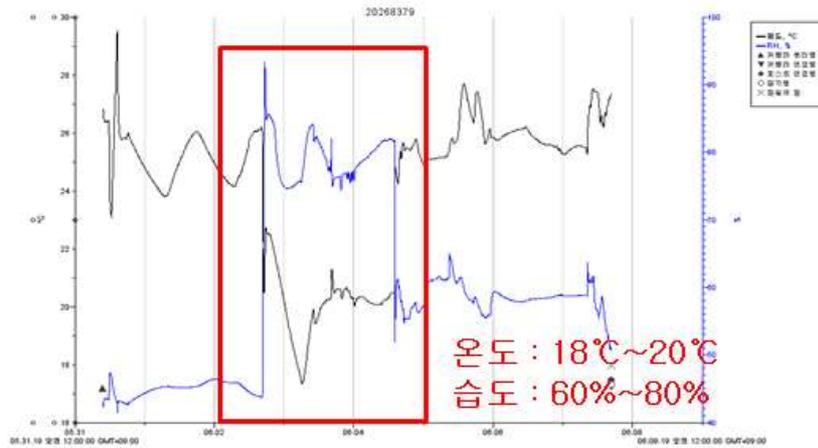


<선과공정>

· 운송 : 선과 처리(2019.5.30.) → NH안성농산물물류센터(2019.6.4.)

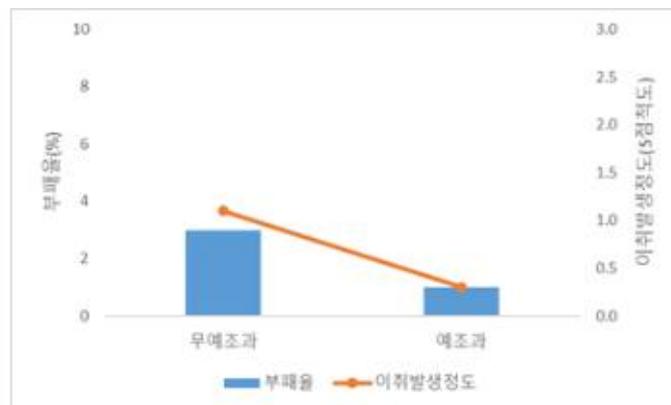


<시험 처리 감귤 모습과 운송 후 품질 조사 모습>



<운송 중 온습도 변화>

선과 후 안성농산물물류센터까지의 운송기간은 약3일 정도가 소요되었으며, 포장상자 내 온도는 18~20℃를 유지하였으며, 습도는 60~80%를 유지하였음. 위의 사진과 같이 포장상자는 오픈형을 이용하여 과습이 되는 것을 방지할 수 있었으며, 80% 이내로 유지되었음.

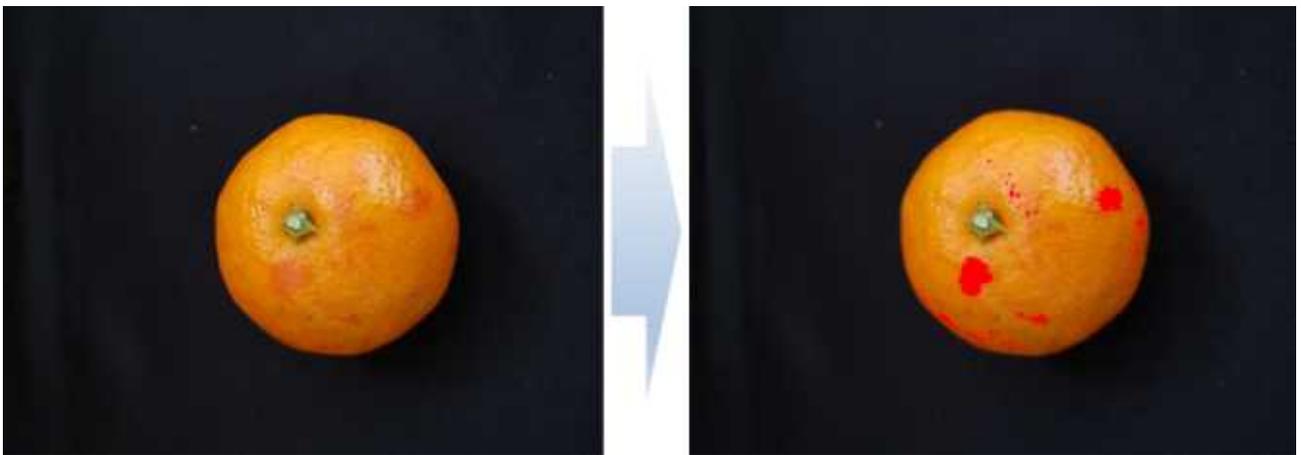


*5점척도 : 1 없음, 5 많음

<유통기간 7일 경과 후 품질 변화>

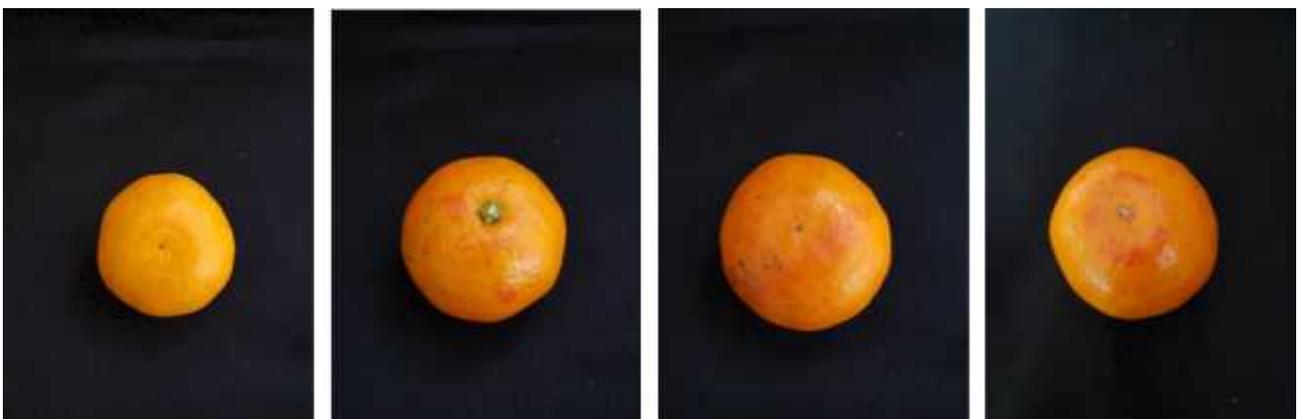
유통기간 정도를 7일로 정하여 품질 분석을 하였음. 처리군은 무처리군(대조군)과 3% 감도를 실시한 예조처리군으로 나누어 조사하였음. 부패율의 변화에서는 무처리군에서 3%의 부패가 발생하였으며, 예조처리군에서는 1%의 부패율 발생으로 상품성 유지에 도움을 주었음. 관능평가를 통해 이취발생 정도를 확인한 결과 무처리군에서 유의적으로 이취발생 정도가 높았으며, 예조처리한 감귤 과실에서는 고유의 감귤 풍미와 신선도를 유지하는 것을 확인할 수 있었음. 이를 통해 수확된 감귤의 적절한 예조 처리를 통하여 소비시장에서의 상품성 유지에 도움을 줄 수 있으며, 품질 관리를 위해서 선과전 적절한 예조처리를 실시하여야 함.

<극조생 온주밀감의 선과 공정에서의 외부 충격 분석; 2019.11.4.)



<2,3,5-triphenyltetrazolium chloride 3% 침지 처리를 통한 과피 손상 이미지 분석; ImageJ 프로그램 사용>

▷ 손상정도 (10과 평균, ImageJ 프로그램 분석)



선과전
(0~0.2%)

세척후
(0.1~0.5%)

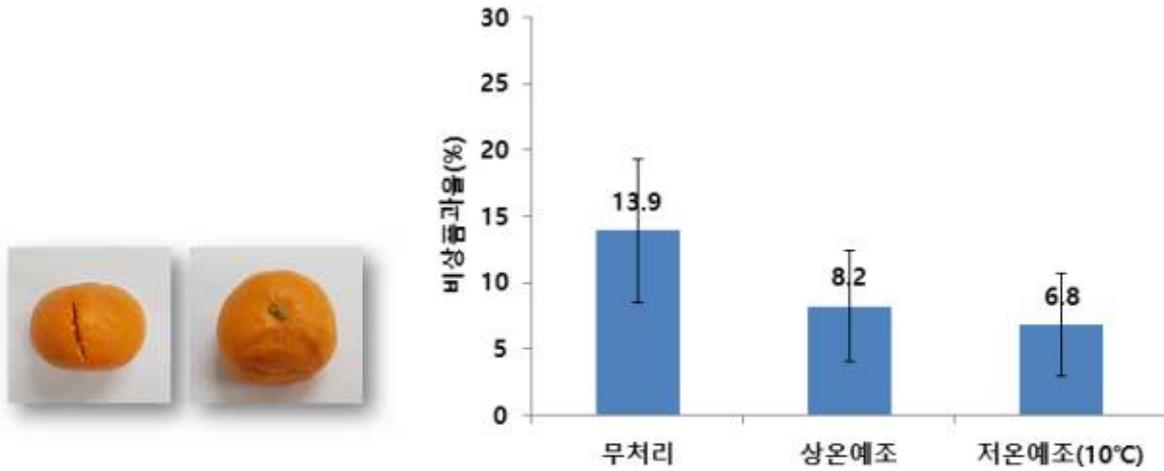
건조후
(0.3~0.6%)

선과후
(0.5~1.1%)

선과공정에서의 과피 손상 정도를 확인한 결과, 선과전 투입되는 과정과 최종 선과 후 포장상자에 투입되는 과정에서 낙하에 의한 충격 발생이 많았으며, 발색시약을

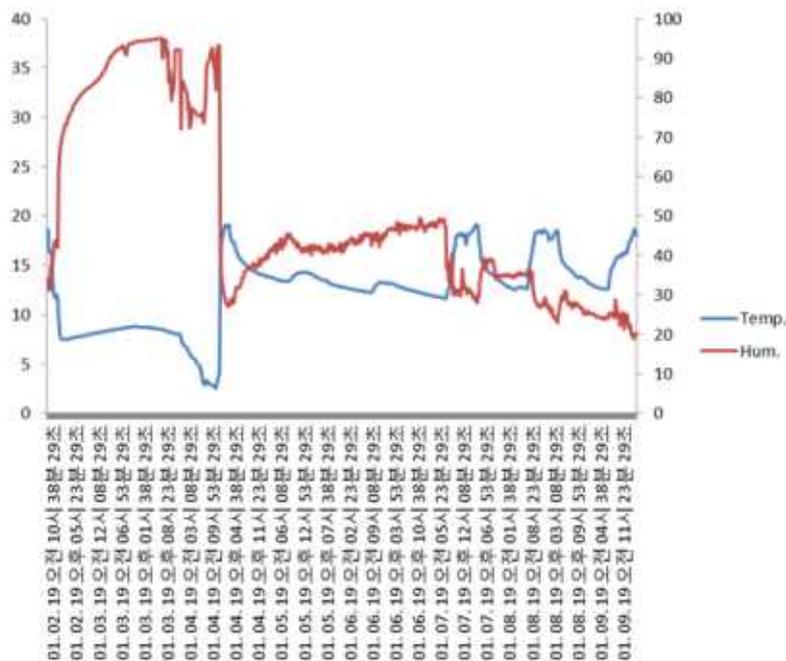
이용한 분석결과에서 같은 결과를 얻을 수 있었음. 세척 후 건조과정에서는 외부 충격에 의한 과피손상보다는 품온 상승으로 인한 선도 감소 영향이 더욱 높은 것을 확인할 수 있었음.

<직거래(택배운송) 유통 감귤 품질 분석; 2018.12.21.>



(좌) 비상품과

(우)비상품과 발생 비율



<운송 중 포장상자 내 온습도 변화>

예조 처리를 통한 소비시장에서의 상품성 유지 정도를 분석하기 위해 노지재배 온주밀감을 대상으로 시험을 실시하였음. 예조처리는 상온에서 자연 송풍 처리군과 상대적으로 저온의 조건에서 처리한 실험군으로 나누어 수행하였음. 최종 선과 처리

된 감귤을 택배운송 후 비상품과 발생정도를 확인하였음. 비상품과의 경우 위의 그림 (좌)에서처럼, 과피 손상이나 물러짐 증상이 발생한 것을 전체 비율에서 나누어 확인 하였음. 운송 환경은 습도가 80~90% 정도였으며, 온도는 3~7℃ 정도였음. 비상품 과 발생 정도는 저온예조 처리군에서 6.8%로 가장 낮았으며, 무처리(무예조군)은 13.9%로 유의적으로 높은 비율을 나타내었음.

<예조처리에 따른 품질 변화>

| Treatments | TSS (°Brix) | TA (%) | Firmness (N) |
|---------------------|--------------------------------------|------------|-----------------|
| Control | 10.47±0.67 ^a ^z | 0.83±0.03b | 8.39±1.12c |
| Pre-dry(room temp.) | 11.94±1.33a | 0.80±0.14a | 9.23±1.41b |
| Pre-dry(10℃) | 10.8±0.86b | 0.82±0.20a | 10.44±1.35a |

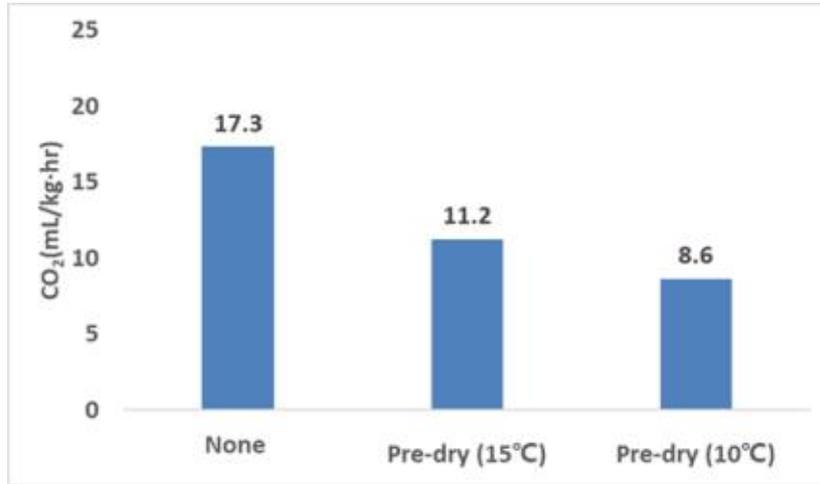
*Standard error

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$

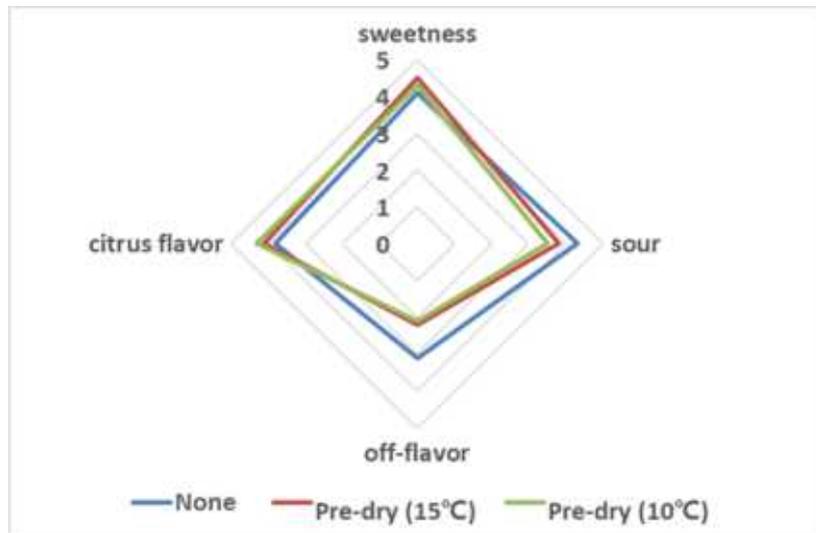
| Treatments | Free sugar | | Organic acid |
|---------------------|----------------------|----------------|--------------------|
| | Glucose (%) | Sucrose (%) | Citric acid (%) |
| Control | 6.8±0.6 [*] | 2.1±0.2 | 0.55±0.08 |
| Pre-dry(room temp.) | 7.2±0.5 | 2.3±0.3 | 0.54±0.06 |
| Pre-dry(10℃) | 6.9±0.7 | 2.2±0.2 | 0.56±0.07 |

*Standard error

예조처리를 통한 과실의 품질 변화에서 총당함량과 총산함량의 변화에는 영향을 미치지 않았으며, 유리당(glucose, sucrose)과 유기산(citric acid)에서는 처리에 따른 함량 변화에는 영향을 미치지 않았음. 하지만, 과실 경도에서는 저온예조를 통하여 경도가 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 무처리군보다 약 2N 정도가 더 높게 나타나서 운송 중에서 과피가 터지는 등의 손상되는 정도를 줄일 수 있을 것으로 사료됨.

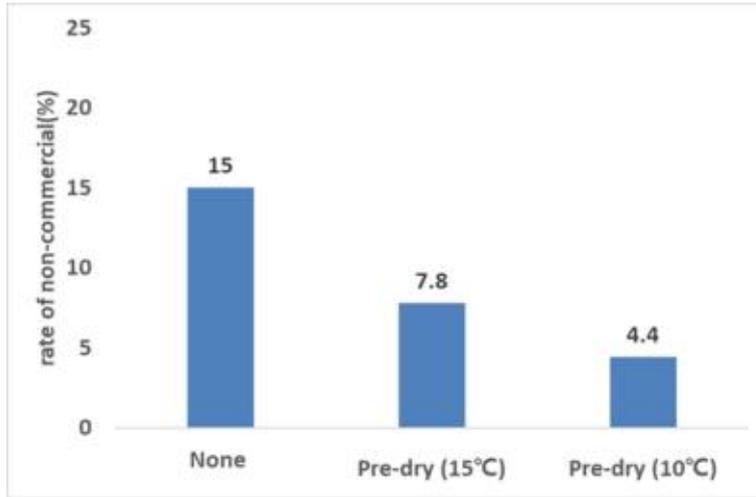


<예조처리 조건별 내부 CO₂함량 분석>

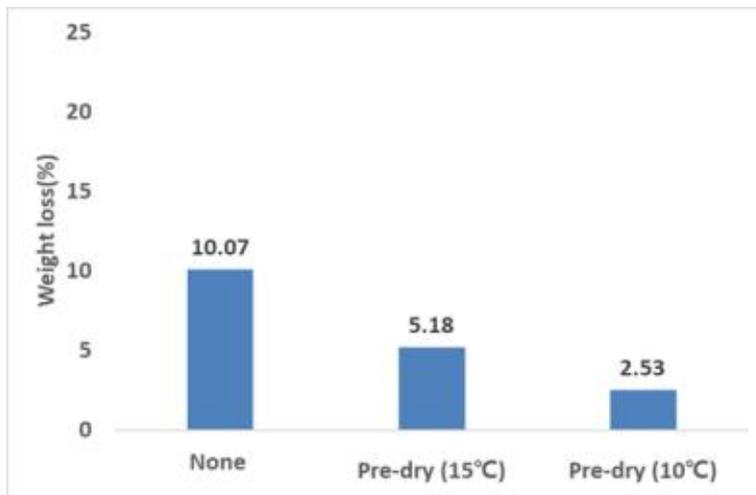


<예조처리 조건별 관능평과>

예조처리를 통하여 과실의 풍미 변화 정도를 확인하기 위하여 과실 내부 CO₂ 함량 변화와 관능평가를 실시하였음. 내부 CO₂ 발생량은 무처리군에서 17.3 mL/kg·hr로 가장 높았으며, 저온예조 처리군에서는 8.6 mL/kg·hr으로 유의적으로 낮은 값을 나타내었음. 이를 통해, 예조처리를 통해 과실의 풍미를 유지시킬 수 있으며, 무예조 처리 과실의 경우 이취발생 정도를 높일 수 있어서 감귤의 수확 후 적합한 예조처리로 상품성 변화를 억제하여야함.



<유통 20일 후 처리별 비상품과율>



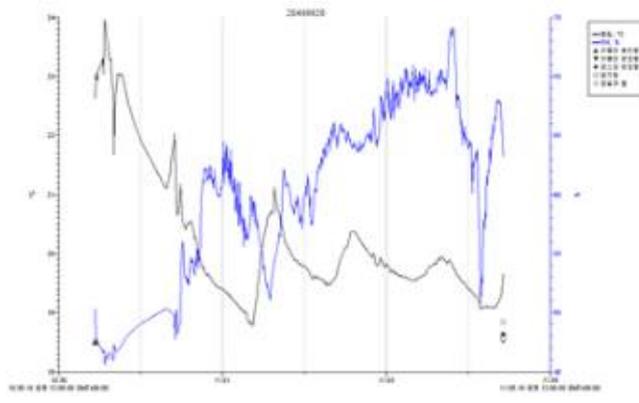
<유통 20일 후 처리별 감모율>

예조처리 후 유통/보관 기간 20일 동안 발생하는 비상품과율(상처과, 물러짐, 부패과 등)과 감모율을 분석하였음. 비상품과율에서 저온예조 처리군이 4.4% 발생으로 가장 낮았으며, 무예조처리군이 15%로 가장 높은 값을 나타내었음. 감모율 변화에서도 경향은 비슷하였으며, 저온예조 처리군이 2.53%로 유의적으로 낮은 값을 나타내었음. 이를 통해, 예조처리를 통하여 운송과 보관 중에서도 과실의 상품성을 유지시켜 주는 것을 확인할 수 있었음.

<극조생 감귤의 예조처리 후 유통 품질 분석; 2019.11.11.>

· 예조처리 조건 : 자연예조(2019.10.30. 2일간)

☞ 온도 : 17~20°C, 습도 : 52~62%



<무예조>
부패과 6~9

<예조처리>
부패과 0~2

극조생 온주밀감을 대상으로 실시한 예조처리 시험 결과, 무처리군은 5kg 상자에서 평균 6~9 개의 비상품과가 발생하였으며, 예조처리군에서 0~2개의 비상품과가 발생하였음. 극조생 온주밀감의 경우, 조생종에 비하여 과피 조직이 연하고 운송 시기가 기온이 높기 때문에 예조처리를 통하여 품질을 유지시킬 수 있어야 함.

□ 감귤 부패발생 저감을 위한 약제처리 방법의 표준화 기술 개발 (상명대학교)

○ 연구 수행 방법

- 시험재료 : 감귤은 2019년 2월 ~ 11월에 제주 중문농협 회원 감귤농가에서 생산된 감귤을 중문 거점 APC에 반입하여 선별한 뒤 사용하였다. 사용한 품종은 비가림, 진지향, 하우스(저온유통, 홍콩수출), 극조생 노지, 황금향 제주산 감귤 등이다.
- 처리내용 및 방법
 - 상처없는 건전과와 인위적으로 상처낸 과실을 대조구로 하였고 상처과의 기준은 제주 중문 거점 APC에서 감귤의 적도부위를 10회 이쑤시개로 1.5cm 깊이로 찢었으며 이 후 처리된 감귤은 재배작형과 실험목적에 따라서 선별기를 이용하거나 수작업으로 수조에서 피막제와 함께 약제처리하였으며 처리 당 10반복하였다. 처리단위 표기방법으로 감귤의 초기값을 C로 그리고 저장중 분석된 대조구 과실을 CN으로 사용하였다. 상처난 과실을 IJ로 이와 비교하기 위하여 상처내지 않은 과실을 NIJ로 표기하였다. 상처 후 감귤을 피막처리한 것을 IJ+PC로 그리고 상처 후 피막과 살균처리한 과실을 IJ+S로 표시하였다.
 - 처리 피막제는 살균제가 포함되지 않은 국내산 피막제를 기본으로 하였고 여기에 살균약제를 첨가하는 방식으로 용액을 제조하였다. 감귤을 약제에 60초 침지하였고 살균효과 충분한 검증을 위해 감귤 작형별과 조건별 처리당 4kg와 10kg 단위 박스 10 반복 처리를 기준으로 하였다.
 - 살균과: 모든 처리는 피막제와 살균약제를 처리하기 전에 차아염소산나트륨(NaClO₄) 200ppm 2분 침지를 기본으로 하고 건조한 후 약제처리하였다. 살균처리약제는 이용하는 살균제 종류에 따라 단독 및 혼합약제로 배합하여 사용하였고 침지 시간은 60초였다. 사용 약제의 표기 방법은 감귤 병해의 억제 효능에 크게 SM과 YM의 두 개로 나누었으며 약제 성분에 따라 SM 1, 2, 3, 4 그리고 YM 1, 2, 3, 4로 표기하였다. 현재 감귤에 사용되는 피막제에 따라 CC와 PC로 표기하였으나 살균제가 포함되지 않은 피막제(PC)를 기본으로 하여 여기에 살균제를 첨가하는 방식으로 연구를 수행하였다. 본 연구에서 사용한 항균성 약제는 국내 유통용 감귤에는 PLS(Positive List System)에 등록되어 있는 것을, 그리고 수출용 감귤에는 CODEX에 등록되어 있고 잔류농약 기준이 설정되어 있는 살균제로 사용 등록되어 있는 것을 사용하였다.
 - 저장조건으로 온도는 4℃와 10℃를 기준으로 하였고, 국내 수송온도는 6℃로 그리고 홍콩 수출 시 수송온도는 현지 온도를 고려하여 8℃와 상대습도 90~95%를 유지하였다.
 - 유통조건은 실제 유통상황을 고려하여 상온과 저온으로 나누어 실험을 수행 하였다.

- 분석방법
- 품질평가를 위하여 무게감소, 경도, 당도, 유기산, 부패율, 상품성, 호흡률, 상품성 등을 분석하였다.
- 무게감량은 저장 전 과실의 중량을 기준으로 저장 후 감소된 무게를 백분율(%)로 환산하였다.
- 경도는 Fruit Hardness Tester (Atago 5kg, Japan)를 이용하여 과실의 적도 지역에서 과실 당 3회 측정하였다.
- 가용성 고형분은 과육을 blender로 파쇄한 다음 얻은 상등액을 당도계(Hand Refractometer, Atago/Japan)를 이용하여 측정, 당도는 °Brix로 표시하였다.
- 유기산(%)은 시료의 유기산 측정은 감귤 과육에 증류수 10ml을 첨가하 blender로 파쇄한 후 고형물을 유기산 측정기(GMK, G-won, Korea)로 3회 반복 측정하였다.
- 상품성 판단은 5명의 평가자(panelist)가 외관적 가치, 냄새, 질감으로 나타난 시장성 정도 5개 급 (1=very poor, 2=poor, 3=moderate, 4=good, 5=very good)으로 나누어 종합적으로 평가하였다.

○ 연구 결과

가. 비가림 감귤

2019년 2월 27일 중문농협 관내 농가에서 수확한 비가림 감귤을 사용하였다. 유통 전처리로 수확 다음날 무처리와 피막제 두 가지 그리고 약제 5가지 처리를 다음과 같은 표기를 하여 수행하였다; SM1(무처리, 대조구), PC(피막제1), CC(피막제2), PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123.

저장조건은 4°C와 10°C의 두 가지 온도와 90~95% relative humidity(RH) 조건을 상업용 창고의 pilot 시스템인 상명대학교 저온저장고에 5주간 저장하여 품질을 조사하였다. 저장유통실험실에서 품질항목으로 경도, 당도, 유기산, 시장성(외관) 등을 측정하였다.

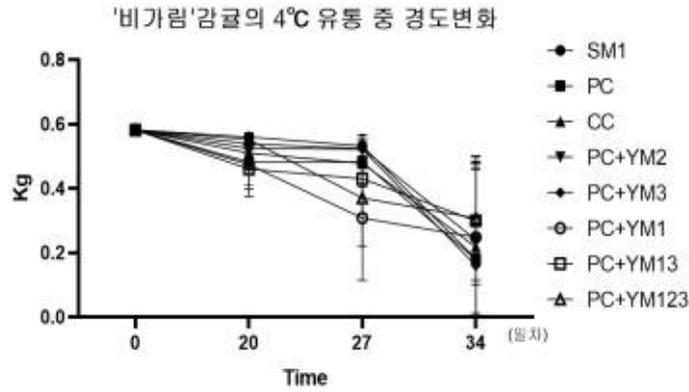


그림 1. 비가림 감귤의 4°C 저온저장 중 경도변화

비가림 감귤의 약제처리결과(그림 1), SM1(무처리), PC(피막제1), CC(피막제2) 처리와 약제 5개 처리를 비교한 결과 34일 과실의 경도는 저온(4°C) 저장기간 동안 감소하였으나 처리 간 통계적·유의적인 차이는 없었다. 하지만 처리된 감귤이 상처로 인한 경도저하는 전 처리에서 급격히 나타나지 않았으나 저온저장 27일 째 처리 간 차이는 실험기간 동안 가장 크게 확인되었다.

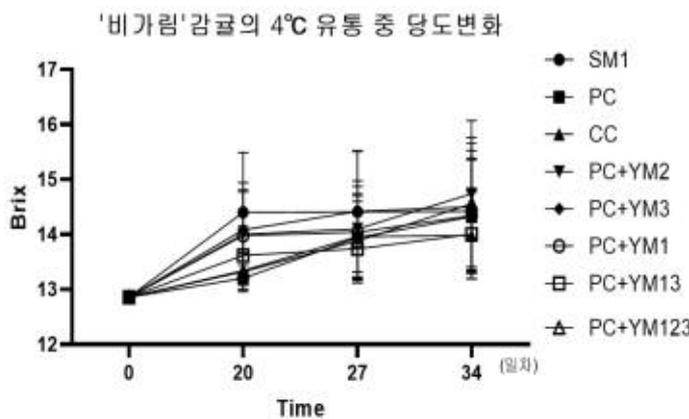


그림 2. 비가림 감귤의 4°C 저온저장 중 당도변화

비가림 감귤의 당도는 저온(4°C) 저장 20일 째 저장 전과 비교하여 가장 크게 증가(1.0Brix)하였고 이후 변화가 없었다(그림 2). 무처리구(SM1)의 과실 당도가 저장 20일 이후 34일까지 크게 증가하였으나 처리구와 비교할 때 유의적인 차이는 없었다. 실험을 위해 인위적으로 형성된 상처로 인하여 과실의 당도가 일시적으로 증가하는 결과가 초래된 것으로 판단된다.

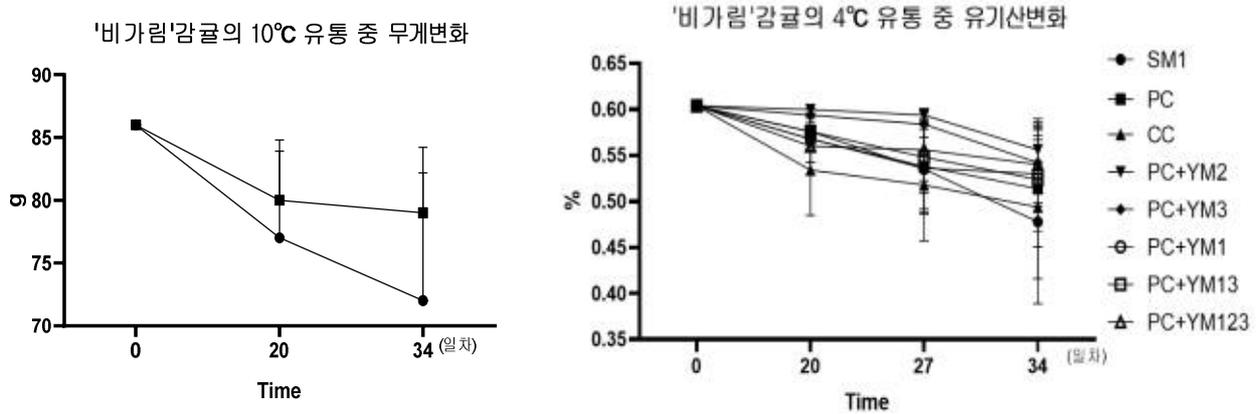


그림 3. 비가림 감귤의 4°C 저온저장 중 유기산 변화

비가림 감귤의 유기산은 당도와 반대로 저장기간 동안 감소하였는데, 약제처리로 인하여 유기산의 감소는 뚜렷이 억제되었다(그림 3). 이러한 현상은 저장기간 동안 지속적으로 분석되었는데 이것은 약제를 통한 부패억제로 호흡으로 인한 호흡기질의 소모를 최소화한 결과로 판단되었다. 따라서 감귤의 품질지표인 유기산의 감소는 약제처리로 효과적으로 억제되었고, 처리 중 PC+YM2와 PC+YM3의 두 가지 처리가 가장 효과적이었다.

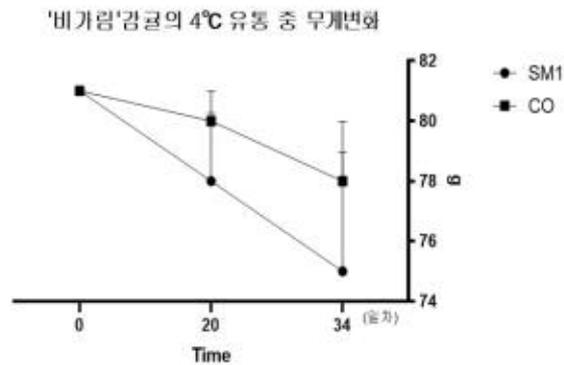


그림 4. 비가림 감귤의 4°C와 10°C 저온저장 중 생체중 변화(%)

비가림 감귤의 생체중 변화는 그림 4에서 보는 바와 같이, 저온 4°C와 10°C에서 감소하였는데 10°C에서 4°C에서 보다 저장 34일 동안 크게 감소하였고 피막처리(PC)된 과실의 무게는 무처리(SM1)에 비하여 4% 이내로 손실이 억제되어 증산에 따른 위조를 막을 수 있었다. 이에 비하여 같이 피막처리(PC)된 과실의 무게는 10°C 저장한 경우 같은 시간 동안 8% 정도 감소하여 외관이 위축되어 시장성이 상실되었다.

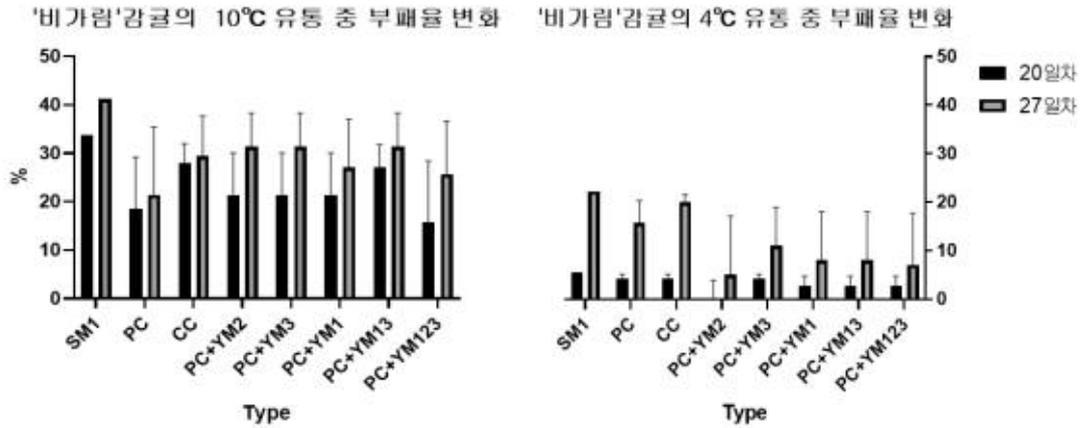


그림 5. 비가림 감귤의 4°C와 10°C 저온저장 중 부패율(%) 변화

항균성 억제처리효과로 가장 뚜렷하게 나타나는 것은 과실의 부패억제로 다른 문헌에서 보고되고 있다. 존 연구에서도 그림 5.에서 보는 바와 같이, 저온 4°C와 10°C에서 27일 동안 저장한 결과 10°C 무처리(SM1)에서는 부패율이 45%까지 증가한 반면 억제처리로 15~20% 정도로 억제된 결과였다. 이에 비하여 4°C에 저장한 과실의 부패는 10°C에 비하여 크게 억제되었고, 저장 27일 후 억제처리 된 과실의 부패율이 10% 이내로 유지되었다. 이중 PC+YM2가 가장 효과적으로 나타났으며, 이는 3% 이내로 부패율이 유지되었다.



그림 6. 비가림 감귤의 4°C 저온저장 30일후 상품성(외관)변화(좌; 수확시, 우;처리별 저장후)

그림 6에서 보는 바와 같이, 비가림 감귤의 유통조건으로는 저온 4°C에서 세척과 함께 억제처리로 부패율을 크게 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

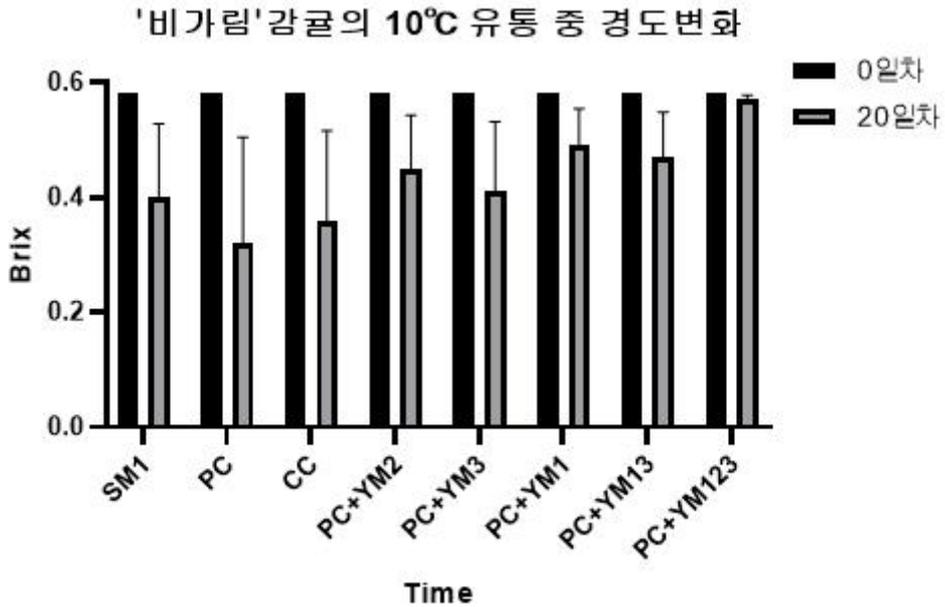


그림 7. 비가림 감귤의 10℃ 저온저장 중 경도변화

비가림 감귤의 10℃ 저온저장 동안 과실의 경도에 미치는 약제처리결과(그림 7), SM1(무처리, 대조구), 과실 상처 후 두 종류의 피막제 PC(피막제1)와 CC(피막제2)의 3가지 처리에서 가장 크게 감소하였고, 상처 후 약제 처리한 PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123는 대조구군(위의 3가지)에서 보다 높게 유지되었는데 이중 PC+YM123 처리에서 통계적으로 유의성 있게 높은 경도를 유지시켜 부패억제에 좋은 처리로 판단되었다.

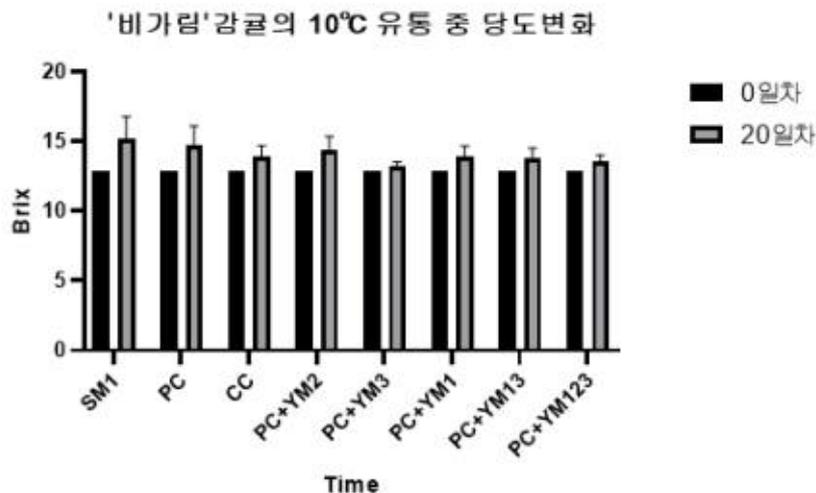


그림 8. 비가림 감귤의 10℃ 저온저장 중 당도변화

비가림 감귤의 10℃ 저온저장 동안 과실의 당도에 미치는 약제처리결과(그림 8),

SM1(무처리, 대조구), 과실 상처 후 두 종류의 피막제 PC(피막제1)와 CC(피막제2)의 3 가지 처리에서 크게 증가하였고, 상처 후 약제 처리한 PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123는 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.

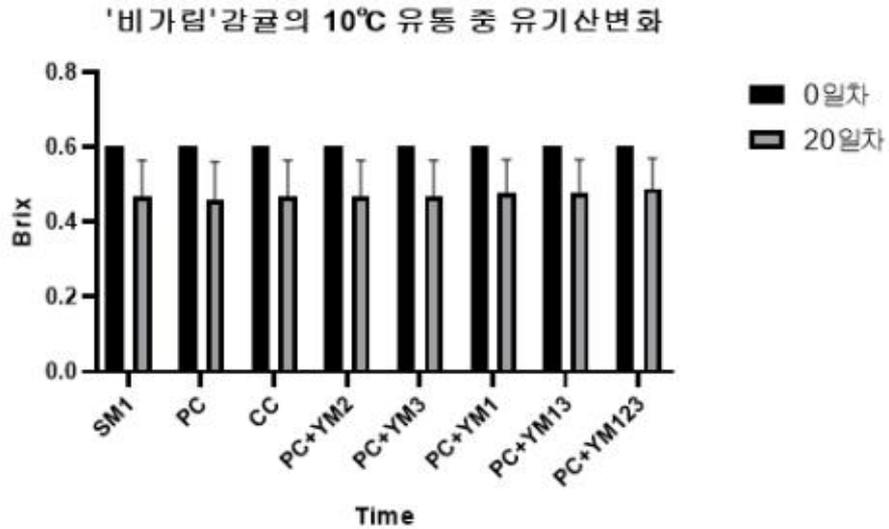


그림 9. 비가림 감귤의 10°C 저온저장 중 유기산변화

비가림 감귤의 10°C 저온저장 동안 과실의 유기산에 미치는 약제처리결과(그림 9), SM1(무처리, 대조구), 과실 상처 후 두 종류의 피막제 PC(피막제1)와 CC(피막제2)의 3 가지 처리에서 감소하였고, 이와 비슷하게 상처 후 약제 처리한 PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123에서도 같은 경향으로 감소하였다. 약제처리구에서는 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.



그림 10. 비가림 감귤의 10°C 저온저장 20일 후 상품성(외관)변화

비가림 감귤의 10°C 저온저장 동안 과실의 외관에 미치는 약제처리결과(그림 10), SM1(무처리, 대조구), 과실 상처 후 두 종류의 피막제 PC(피막제1)와 CC(피막제2)의 3

가지 처리에서 외관품질이 나빠져 상품성이 손실되었고, 상처 후 약제 처리한 PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123는 크게 부패가 억제되어 시장성을 유지하였다. 이 중에도 PC+YM123 처리에서 부패가 가장 효과적으로 억제되었다.

나. 진지향

2019년 3월 11일 중문농협 관내 농가에서 수확한 진지향 감귤을 사용하였다. 유통 전처리로 수확 다음날 C(초기값), PC 그리고 약제 4가지 처리를 다음과 같이 수행하였다; CN+NIJ, IJ, IJ+PC, IJ+S; SM1(무처리, 대조구), PC, CC, PC+YM2, PC+YM3, PC+YM1, PC+YM13, PC+YM123.

유통 조건은 상온으로 3일간 선박수송 기간을 포함하여 설정하였고 3월 14일 가락시장 내 서울청과 사무실에서 감귤과실의 분석하였고 품질항목으로 당도와 유기산 그리고 5인으로 구성된 패널리스트(경매사)로 시장성(외관)을 조사하였다.

'진지향'감귤의 상온 유통 중 당도 변화

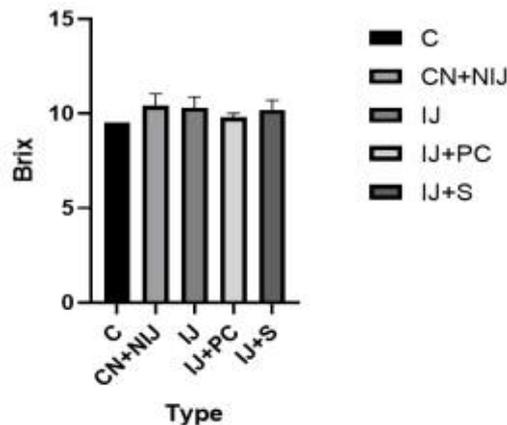


그림 11. 진지향 감귤의 상온 유통 중 당도변화(좌로부터; C, CN+NIJ, IJ, IJ+PC, IJ+S)

진지향 감귤의 초기 당도는 그림 11.과 같이, 9.5 oBrix에서 가락시장까지 상온으로 유통되는 동안 9.8에서 10.4 oBrix까지 증가하였다. 처리 중 IJ+PC에서 가장 낮은 증가폭을 보였고 이것은 낮은 호흡률과 처리에 따른 신선도 유지 효과에 기인한 것으로 판단되었다.

'진지향'감귤의 상온 유통 중 유기산변화

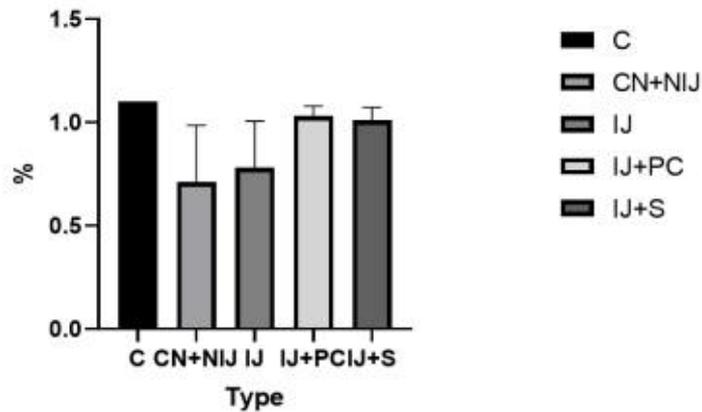


그림 12. 진지향 감귤의 상온 유통 중 유기산 변화(좌로부터; C, CN+NIJ, IJ, IJ+PC, IJ+S)

진지향 감귤의 초기 유기산함량은 1.1%였고 상온으로 3일간 유통되는 동안 감소하였으나 당도에서의 결과와 반대로 IJ+S 처리에서 가장 높게 유지되었다(그림 12). 이와 같은 결과는 초기값에 비하여 가장 낮은 유기산 감소를 보여주는 결과로, IJ+S 처리가 신선도 유지에 가장 효과적인 처리로 나타났다.

'진지향'감귤의 상온 유통 중 당산비변화

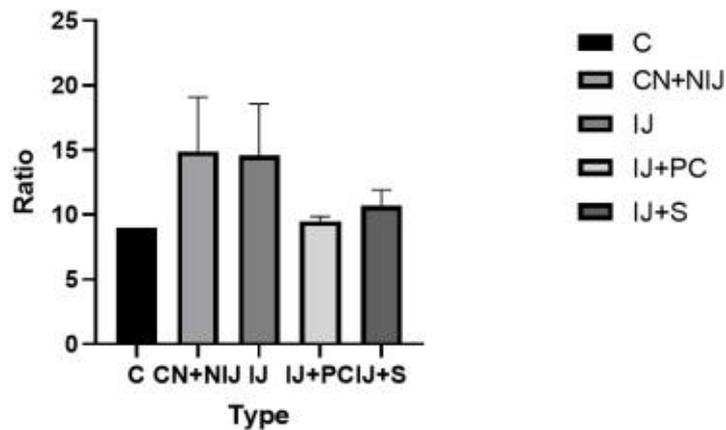


그림 13. 진지향 감귤의 상온 유통 중 당산비 변화(좌로부터; C, CN+NIJ, IJ, IJ+PC, IJ+S)

감귤의 소비자 식미에 크게 영향을 미치는 지표인 당산비 값은 초기 9에서 상온 유통 후 9.7을 유지한 IJ+PC와 IJ+S에서 가장 변화가 적었다(그림 13). 이것은 당도와 함께 유기산 변화가 작은 이유에 기인한 것으로 solution 처리 효과에 기인한 것으로 판단된다.

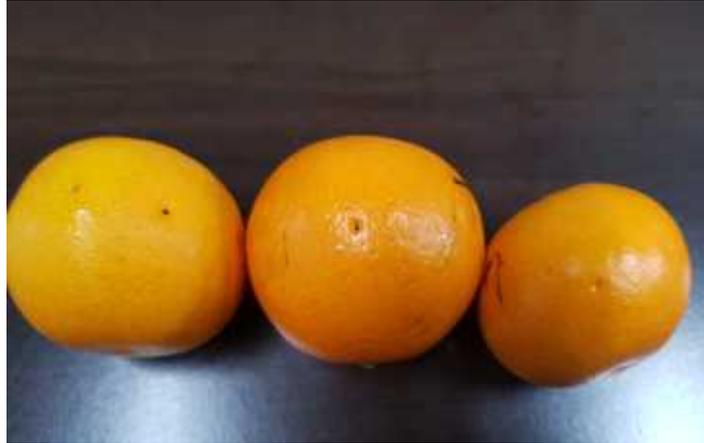


그림 14. 진지향 감귤의 상온 유통중 외관변화
<IJ(상처과), IJ+PC(중), IJ+S(우)>

감귤의 유통 중 부패원인은 수확 시 과원에서 제거되지 않은 과피 병원균, 수확 시 상처, 물류센터 및 저장고에서의 오염 및 전염, 그리고 유통 중 부패균의 확산 등 여러 경로를 통하여 발생한다. 부패 저감을 위해 가장 중요한 작업은 감염 원인과 발생된 부패과를 빨리 제거하거나 미리 방제하는 것이다. 따라서 감귤의 부패 억제를 위해서는 수확 이후 즉시 유통 초기 살균제 처리 과정이 매우 중요하다. 본 연구에서 진지향 감귤을 통한 약제 처리 효과는 IJ+S를 통하여 상처 부위의 빠른 가시적인 큐어링(치유)효과가 확인되어 실용적인 사용 가능한 것으로 판단되었다(그림 14).

다. 하우스 감귤

2019년 5월 27일 중문농협 관내 농가에서 수확한 하우스 감귤을 사용하였다. 유통전 처리로 무처리와 상처 후 피막제, 약제 4가지(SM1, PC, PC+YM1, PC+SM2, PC+SM3, PC+SM4) 처리하였다.

수송온도는 저온(6℃)으로 수송 simulation으로 4일 동안 하우스 감귤을 저온 보관하였다. 품질조사는 2019년 6월 4일 농협 안성물류센터 회의실에서 진행하였고 감귤과실의 품질항목으로 당도와 유기산 그리고 5인으로 구성된 패널리스트(농협)에 의해 시장성(외관)을 조사하였다.

그림 15.에서 보는 바와 같이, 하우스 감귤의 6℃ 저온수송 4일후 상품성(외관)변화를 조사한 결과 상처후 무처리인 대조구는 유통 4일 후 전부 부패하였다. 상처 후 기존 피막제를 사용한처리(상우) 외 피막제와 함께 다른 4개 혼합약제 처리한 하우스 감귤의 외관에서 부패는 확인되지 않았다. 약제처리 중에서는 PC+SM2가 상처부위에 부패

가 나타나지 않았고 오히려 큐어링(치유) 효과가 확인되어 다른 처리에 비하여 가장 좋았다.



그림 15. 하우스 감귤의 6°C 저온수송 4일 후 상품성(외관)변화(상좌: SM1, 상우: PC, 중좌: PC+YM123, 중우: PC+SM2, 하좌: PC+SM4, 하우: PC+SM3)

| 표 1. 하우스 감귤의 4°C 저온수송 4일 후 당도와 유기산 변화 | | |
|---------------------------------------|-----------|--------|
| 유통 전 | 당도(°Brix) | 유기산(%) |
| | | 11.8 |
| 상처후 무처리(대조구) | 11.5 | 0.61 |
| 상처후 피막처리(PC) | 11.7 | 0.56 |
| PC+YM1 | 11.7 | 0.57 |
| PC+SM2 | 11.9 | 0.52 |
| PC+SM3 | 11.4 | 0.61 |
| PC+SM4 | 11.7 | 0.55 |

하우스 감귤의 수확 후 유통 전 초기 당도 11.8 oBrix였고 4°C 저온수송 4일 후 처리 별로 11.4~11.9 oBrix로 높게 유지되었고 처리간 차이는 유의성이 없었다. 그러나 유기

산 함량은 초기 0.87%에서 0.52~0.61%로 크게 감소하였는데 4일간의 저온 수송 후 변동 폭으로는 처리별 차이가 뚜렷하지 않았다(표 1).

라. 하우스 감귤 저온저장 연구

2019년 5월 27일 중문농협 관내 농가에서 수확한 하우스 감귤을 사용하였다. 유통 전처리로 NIJ, IJ+PC, 그리고 약제 4가지 처리를 다음과 같은 표기를 하여 수행하였다; PC+YM1, PC+SM2, PC+SM3, PC+SM4.

저장조건은 4℃와 10℃의 두 가지 온도와 90~95% relative humidity(RH) 조건을 상업용 창고의 pilot 시스템인 상명대학교 저온저장고에 6주간 저장하여 품질을 조사하였다. 2019년 6월 24일(19일)과 7월 10일(35일) 2회 저장유통실험실에서 품질항목으로 생체중, 경도, 당도, 유기산, 시장성(외관) 등을 측정하였다.



그림 16. 무처리(C)저온저장(10℃) 4주<2019, 6.24>

그림 16에서 보는 바와 같이, 하우스 감귤의 10℃ 저온저장 4주 후 무처리한 경우 부패가 심하여 시장성을 상실하였다. 이에 비하여 상처 후 피막제 처리를 한 경우 품질이 크게 개선되어 시장성을 유지하였으나 상품성(외관)은 크게 훼손되어 상처과실은 4주를 유지하기 어려웠다.



그림 17. 상처후 피막제 저온저장(4℃) 4주<2019, 6.24>

그림 17에서 보는 바와 같이, 4℃ 저온저장 4주 후 상처 후 피막제 처리로 하우스 감귤의 부패가 심하여 진행되어 시장성을 상실하였는데 온도를 4℃에도 단순 기존 시판되는 피막제로는 시장성을 4주를 유지하기 어려웠다.



그림 18. 하우스 감귤의 4℃ 저온저장 4주 후 약제처리 효과 (상좌; PC+SM4, 상우; PC+SM3, 하좌; PC+SM2, 하우; PC+YM1)

하우스감귤의 상처 후 피막제와 함께 동시에 약제처리로 저온저장 4주 후 부패를 크게 억제하였는데(그림 18), 이것은 단순 피막제만을 사용하였을 때 보다 효과가 확연히 차이가 났다. 약제처리 중에서는 PC+SM2와 PC+YM1의 두 가지 처리가 비교적 유통 전 초기 고품질을 유지하는 것으로 나타났다.

표 2. 하우스 감귤의 4℃ 저온저장 4주 후 품질특성의 변화

| 유통전 | 무게감량(%) | 경도(kg) | 당도(°Brix) | 유기산(%) |
|--------------|---------|--------|-----------|--------|
| | | 0.35 | 11.3 | 0.73 |
| 상처후 무처리(대조구) | 0.03 | 0.27 | 10.8 | 0.65 |
| 상처후 코팅처리(PC) | 0.02 | 0.25 | 10.9 | 0.57 |
| PC+YM1 | 0.02 | 0.25 | 10.9 | 0.51 |
| PC+ SM2 | 0.02 | 0.27 | 10.9 | 0.60 |
| PC+SM3 | 0.01 | 0.26 | 10.8 | 0.52 |
| PC+ SM4 | 0.02 | 0.23 | 10.9 | 0.64 |

하우스 감귤의 수확 후 유통 전 무게감소 비율(%)은 상처 후 무처리에서 0.03%로 가장 높았고 다른 약제 처리간에는 차이가 없었다(표 2). 경도는 초기 0.35kg에서 4℃ 저온저장 4주 후 크게 감소하여 약제처리 중에는 PC+SM2에서 경도 값이 가장 높게 유지되었다. 당도는 유통 중 감소하였는데 다른 약제 처리간에는 유의적인 차이가 없었다. 유기산(구연산)은 상처 후 무처리에서 가장 높게 유지되었고 약제처리 중에는 PC+SM2에서 가장 높았다.

마. 하우스 감귤 홍콩수출 연구

2019년 6월 27일 중문농협 관내 농가에서 수확한 하우스 감귤을 사용하였다. 하우스 감귤의 상업적인 홍콩수출을 위하여 유통전처리로 6월 28일 대조구인 JJ+PC와 함께 약제 2가지 처리 PC+YM1, PC+SM2를 수행하였다; 수출에 사용된 감귤은 4kg 오픈 박스로 3파레트(pallet) 사용하였고 3종류(대조구 포함) 처리한 감귤은 파레트 같은 높이에 분산 배치하여 외부 요인의 편차를 최소화하였다. 홍콩 수출 시 수송온도는 8℃, 상대습도 90~95%를 유지하여 14일 해상운송하였고 홍콩 도착 다음날 현지에서 품질분석하였다.

상처처리는 6월 28일 제주 중문 거점 APC에서 감귤 적도 부위 10회 이쑤시개로 1.5cm 깊이로 동일한 부위로 인위적으로 상처를 낸 후 피막제제와 약제 처리를 동시에 수행하였다. 피막제와 약제처리는 상업적으로 수행하는 세척과 피막제 처리 시설을 이용하여 상업적인 처리 속도로 처리하였다. 피막제와 살균억제 약제를 사용 전 혼합하여 잘 섞은 후 농도를 균일하게 한 후 사용하였다. 처리된 수출용 하우스 감귤은 상업적인 방식 똑 같이 건조하여 4kg 박스에 일차 포장한 후 파레트 단위로 2차 망포장하였다. 홍콩 수출용 하우스 감귤은 대조구 포함하여 3 파레트를 사용하였고 처리된 감귤은 파레트 내 똑 같은 위치에 배치하여 수송 중 배치 위치에 따른 변이가 없도록 하였다.

수송조건은 해상운송으로 홍콩 현지의 외부온도를 고려하여 8℃로 유지하였고 저온수송기간은 15일이었으며 감귤과실의 품질로 현장에서 당도와 유기산을 분석하였고 외관품질(시장성)은 5인으로 구성된 현지 방문한 패널리스트(농협)에 의해 홍콩도착 다음날 2019년 7월 13일 수입바이어(Top Weal Limited) 과일물류센터(APC)에서 조사하였다(그림 19~22)



그림 19. 상처 후 살균제처리: 2019, 6, 28 제주 중문 APC



그림 20. 살균제처리: 2019, 6, 28 제주 중문 APC



그림 21. 홍콩 농산물물류회사<2019, 7.13>



그림 22. 홍콩 농산물물류회사(Top Weal Limited) <2019, 7.13> 현장 품질분석



그림 23. 하우스 감귤의 홍콩 도착 후 상처 후 피막처리(C=IJ+PC)



그림 24. 하우스 감귤의 홍콩 도착 후 상처 후 M=PC+SM2



그림 25. 하우스 감귤의 홍콩 도착 후 상처 후 상처 후 T=PC+YM1

그림 23~25에서 보는 바와 같이, 홍콩 수출한 하우스 감귤의 품질은 5명의 패널의 종합 평가결과, 상처 후 PC+YM1처리가 가장 좋았으며 그 다음으로는 PC+SM2 순이었다. 이에 비하여 상처 후 피막제 처리한 감귤(IJ+PC)은 일부 부패가 진행되어 선별 후 판매가 가능하였다.

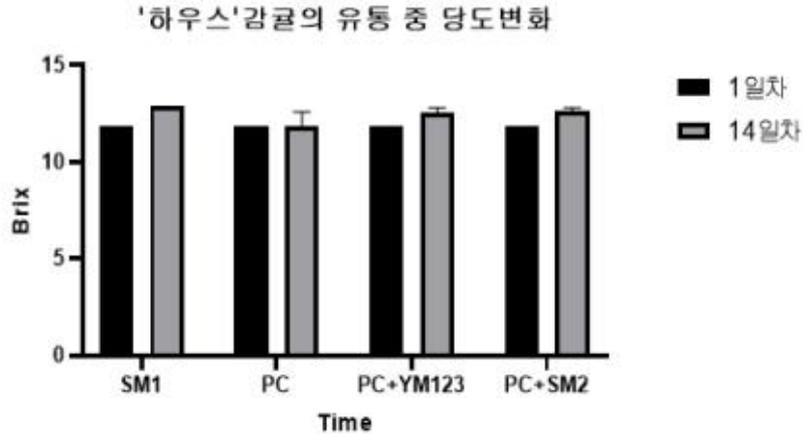


그림 26. 하우스 감귤의 홍콩 수출 14일 저온(4℃) 유통 후 당도변화에 미치는 억제처리 효과(좌로부터 SM1, PC, PC+YM123, PC+SM2)

홍콩 수출용 하우스 감귤의 초기 당도는 그림 26에서 보는 바와 같이, 12.2 oBrix에서 저온으로 14일 해상운송되는 동안 약간 증가하였으나 억제처리 간 차이는 없었다. 상처 후 피막제 처리하지 않는 과실의 당도 값이 12.9 가장 높게 증가하였다.

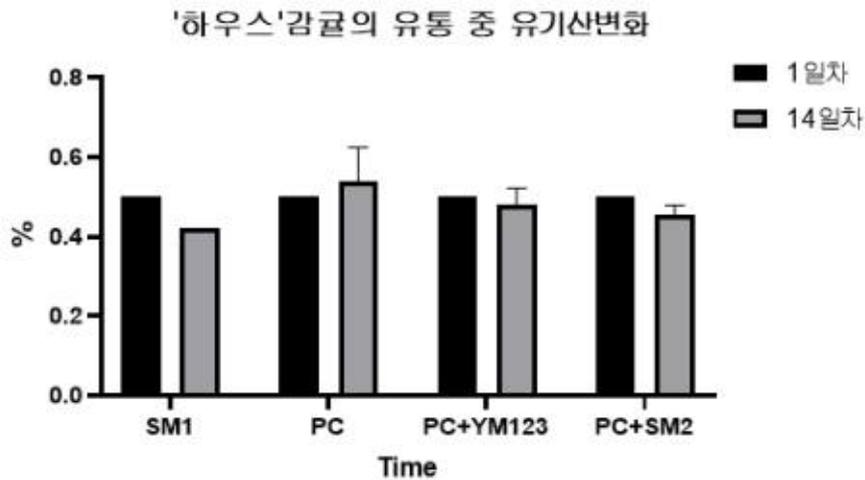


그림 27. 하우스 감귤의 홍콩 수출 14일 저온(4℃) 유통 후 유기산변화에 미치는 억제처리 효과(좌로부터 SM1, PC, PC+YM123, PC+SM2)

홍콩 수출용 하우스 감귤의 유기산은 그림 27에서 보는 바와 같이 초기값이 0.54%였으나 14일 해상운송되는 동안 전 처리구에서 감소하였다. 가장 높게 유지된 처리는 상처나지 않은 정상과(NIJ)였고 인위적으로 상처를 낸 처리 중에는 PC+YM123에서 높게 유지되어 외관 품질에서와 같은 결과였다.

표 3. 하우스감귤 홍콩 저온수출 후 부패율(%) 변화

| 처리 (2019, 6, 28) | 부패율(%) | | 저온수송(8C) 2019.6.28.~7.13(15일) |
|---------------------|------------------|--|----------------------------------|
| | 홍콩 (2019. 7. 13) | | |
| NIJ(정상과) | 0 % | | |
| PC | 60 % | | |
| PC+SM2 | 12.7 % | | |
| PC+YM123 | 3.7% | | |

하우스 감귤의 홍콩수출을 위하여 대조구인 IJ+PC와 함께 약제 PC+YM1, PC+SM2 처리를 수행하였는데 저온수출 후 14일 해상운송되는 동안 대조구 감귤에서는 부패율이 60%로 크게 나타나 시장성을 상실한 반면 PC+SM2에서는 12.7%로, 그리고 PC+YM123에서는 3.7%로 적게 나타나 이 처리가 부패억제에 가장 효과적인 처리로 나타났다.

바. 극조생 노지감귤

2019년 10월 9일 중문농협 관내 농가에서 수확한 극조생 노지감귤을 사용하였다. 유통전처리로 대조구IJ+PC, SM1)와 약제처리(SM2, SM3, SM4)처리를 수확 다음날 상명대학교 저장유통실험실에서 수행하였다.

저장조건은 4℃와 10℃의 두 가지 온도와 90~95% relative humidity(RH) 조건을 상업용 창고의 pilot 시스템인 상명대학교 저온저장고에 4~6주간 저장하여 품질을 조사하였으며 처리당 10반복하였다. 저온저장 후 2회 생리화학적 품질을 조사하였으며 품질 항목으로는 생체중, 경도, 당도, 유기산, 부패율 등을 조사하였다.

표 4. 극조생 노지감귤의 부패억제에 미치는 약제의 효과

| 저장기간 2019 10 10~10. 22 | 부패율 | | | |
|---------------------------|-----|---|------|---|
| | 8일 | | 12일 | |
| 감귤 상처 후 무처리 | 56% |  | 100% |  |
| 감귤 상처 후 SM2약제처리 | 4% |  | 6% | |
| 저장조건: 10C, 90% 상대습도 | | | | |

극조생 노지감귤의 부패억제에 미치는 약제의 효과는 10℃와 90% 상대습도의 환경 조건에서 12일 저장되는 동안 상처 후 현재 사용하고 있는 피막제를 처리한 대조구인 감귤의 부패율은 저장 8일 후 56% 그리고 12일후에는 실험에 사용된 과실 100%가 심하게 부패하였다(표 4). 이에 대조구와 똑같이 상처 후 약제 SM2를 처리한 경우 저장 8일 후 4% 그리고 12일후에는 단지 6% 부패되어 부패억제효과가 뚜렷하였다. 이 결과는 감귤과실이 수확과정과 유통되는 동안 발생하는 상처 및 부패과에 대한 상황을 simulation하여 연구를 수행한 것으로 약제의 효과가 확인된 결과였다.

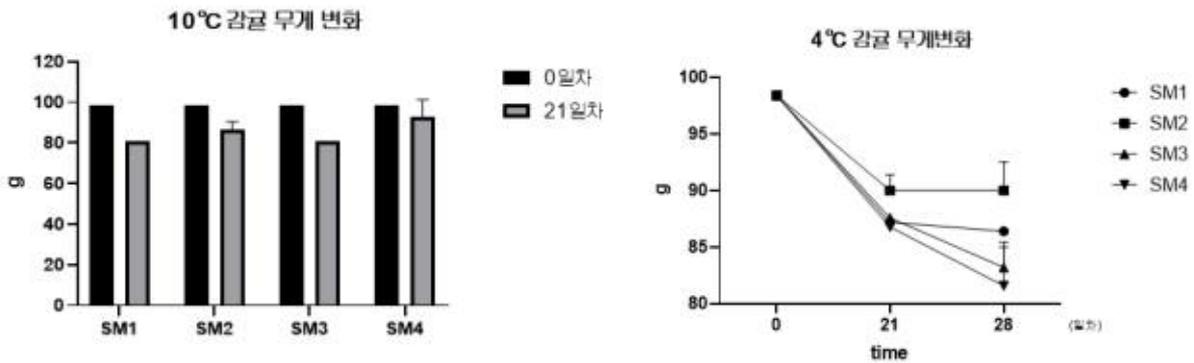


그림 28. 극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온(4℃와 10℃) 저장 중 무게변화에 미치는 효과

극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 무게변화에 미치는 효과를 조사한 결과(그림 28), 10℃ 저장온도에서는 저장 21일까지 모든 처리구에서 뚜렷이 감소하였는데 대조구인 SM1에 비하여 약제처리구인 SM2와 SM4에서 무게감소가 지연되었다. 이는 부패억제를 통한 생체중감소를 지연시킨 결과로 판단된다. 저장온도를 4℃로 유지한 경우 저장 28일까지 측정하였는데 10℃에 비하여 저장온도의 차이에 따른 생체중 감소 효과가 일차적으로 뚜렷하였고 2차적으로는 부패억제를 통한 추가적인 효과가 확인되었다. 4℃ 저장에서 극조생 노지 감귤의 무게 감량에 미치는 약제의 효과는 SM2 처리에서 가장 효과적이었다.

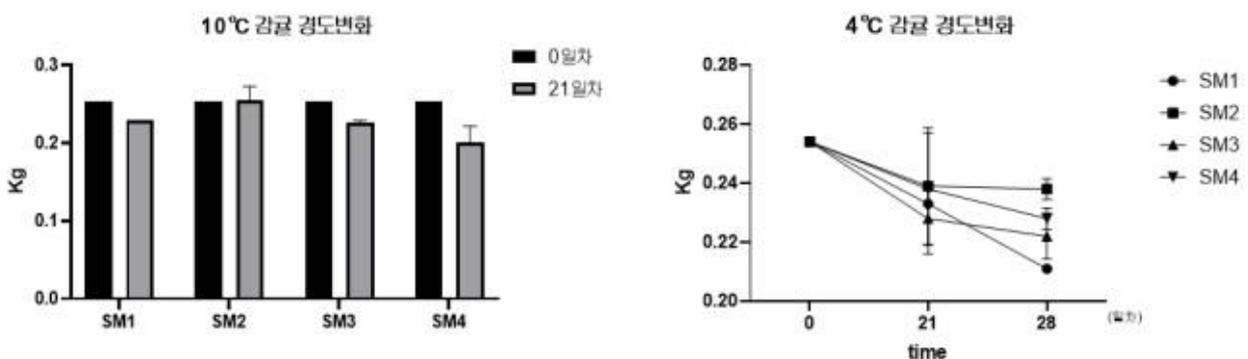


그림 29. 극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온(4℃와 10℃) 저장 중 경도변화에 미치는 효과

극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 경도유지에 미치는 효과를 조사한 결과(그림 29), 4°C와 10°C 두 저장온도에서 같은 결과를 보였는데 SM2 약제 처리에서 경도 유지효과가 대조구를 포함한 다른 약제처리구에서 보다 가장 뚜렷하였다. 이 결과는 생체중 유지 효과에 우선 기인한 것으로 부패억제에 미치는 영향이 경도유지에 미치는 영향도 매우 큰 것을 알 수 있다.

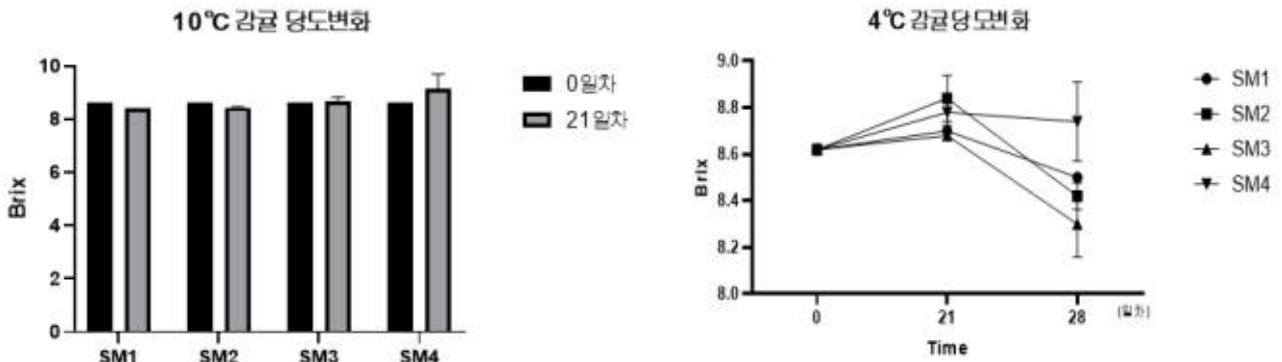


그림 30. 극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온(4°C와 10°C) 저장 중 당도변화에 미치는 효과

극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 당도유지에 미치는 효과를 조사한 결과(그림 30), 4°C와 10°C 두 저장온도에서 같은 경향으로 저장기간 21일(10°C와 4°C)까지는 비슷하게 유지되거나 약간 증가하는 결과였다. 4°C 저장 28일에는 약제처리 중에서 SM4 처리가 다른 약제에 비하여 통계적으로 유의성 있는 높은 함량을 유지하였다.

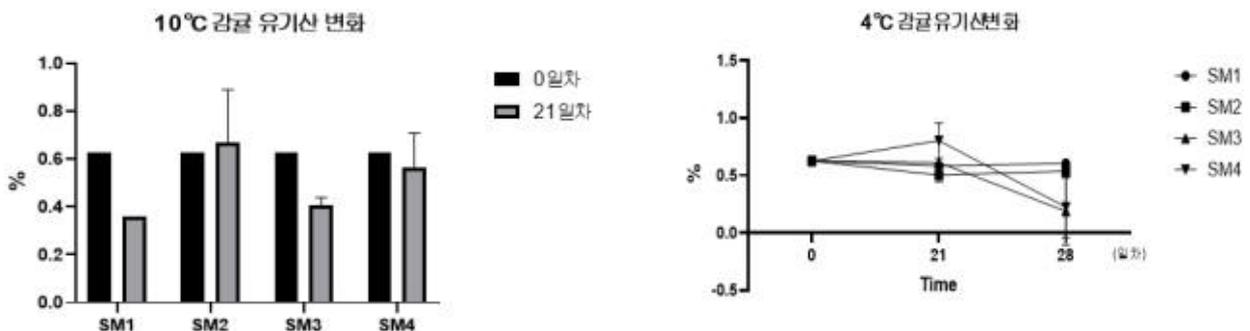


그림 31. 극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온(4°C와 10°C) 저장 중 유기산 함량에 미치는 효과

그림 31에서 보는 바와 같이, 극조생 노지감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 유기산 유지에 미치는 효과는 4°C와 10°C 온도에서 같은 경향으로 저장기간 21일까지 비슷하게 유지되거나 감소하였는데 저장 28일 후에는 약제처리 중에서 SM2 처리가 다른 처

리에 비하여 통계적으로 유의성 있는 높은 함량을 유지하였다. 생리화학적 품질에 미치는 약제의 효과는 극조생 노지감귤의 4°C 저온저장 4주 후 외관의 시장성 평가에서도 같은 결과였다(그림 32).



사. 황금향 감귤

2019년 10월 9일 중문농협 관내 농가에서 수확한 하우스 황금향 감귤을 사용하였다. 황금향 감귤의 유통전처리는 극조생 노지감귤과 같이 처리하였다.

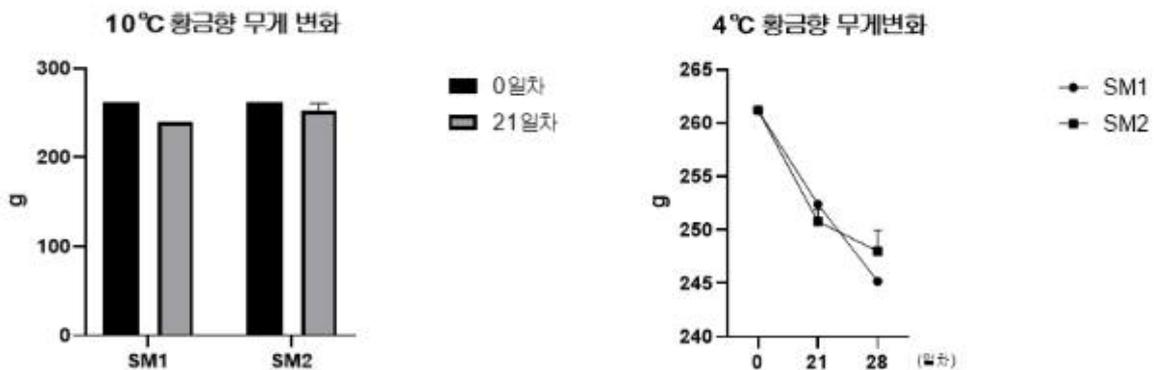


그림 33. 황금향 감귤의 약제 처리가 저온(4°C와 10°C) 저장 중 무게변화에 미치는 효과

황금향 감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 무게변화에 미치는 효과를 조사한 결과(그

림 28), 10°C 저장온도에서는 저장 21일까지 뚜렷이 감소하였는데 대조구인 SM1에 비하여 약제처리구인 SM2에서 무게감소가 확연하게 지연되었다. 이는 극조생 노지 감귤에서 마찬가지로 부패억제를 통한 생체중감소를 지연시킨 결과로 판단된다. 저장온도를 4°C로 유지한 경우 저장 28일까지 측정하였는데 10°C에 비하여 저장온도의 차이에 따른 생체중 감소 비율(%)이 비교적 적게 감소하였고 부패억제를 통한 추가적인 효과가 확인되었다. 4°C 저장에서 황금향 감귤의 무게 감량에 미치는 약제 효과는 SM2 처리에서 가장 효과적이었다.

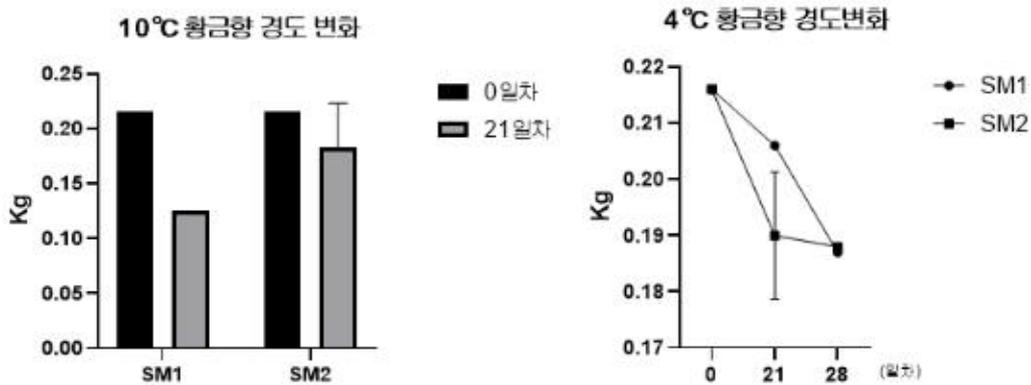


그림 34. 황금향 감귤의 약제 처리가 저온(4°C와 10°C) 저장 중 경도변화에 미치는 효과

황금향 감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 경도유지에 미치는 효과를 조사한 결과(그림 34), 4°C와 10°C 두 저장온도에서 같은 결과를 보였는데 SM2 피막제 처리에서 경도 유지효과가 대조구에 비하여 통계적으로 확연한 차이를 보였다. 이 결과는 생체중 유지 효과에 우선 기인한 것으로 경도유지에 미치는 영향도 매우 큰 것을 알 수 있다.

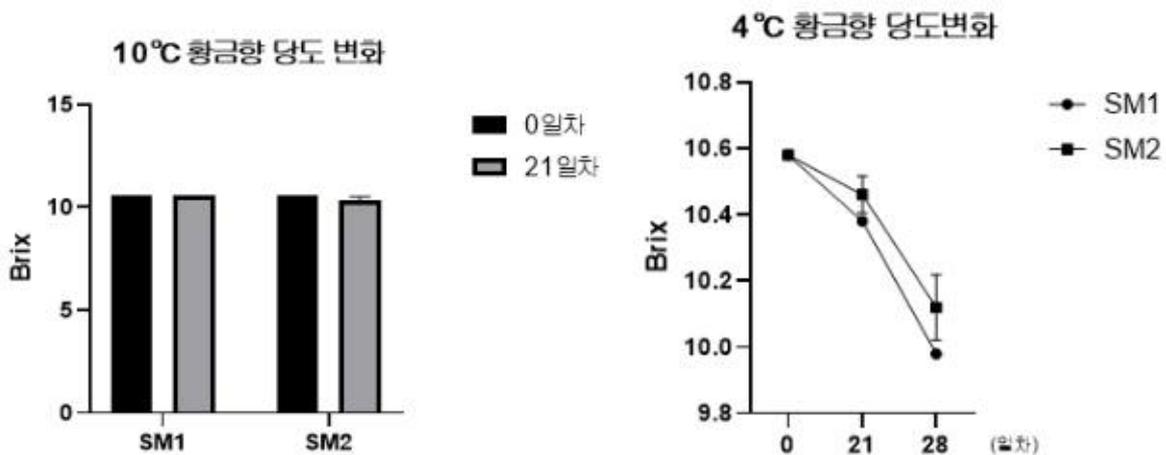


그림 35. 황금향 감귤의 약제 처리가 저온(4°C와 10°C) 저장 중 당도변화에 미치는 효과

황금향 감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 당도유지에 미치는 효과를 조사한 결과(그림 30), 4℃저장온도에서 저장기간 21일(4℃)에는 10.6oBrix에서 10.4와 10.5oBrix로 두 처리간 큰 이를 보이지 않았으나 저장 28일에는 SM2 약제처리가 대조구에 비하여 통계적으로 유의성 있는 높은 함량을 유지하였다.

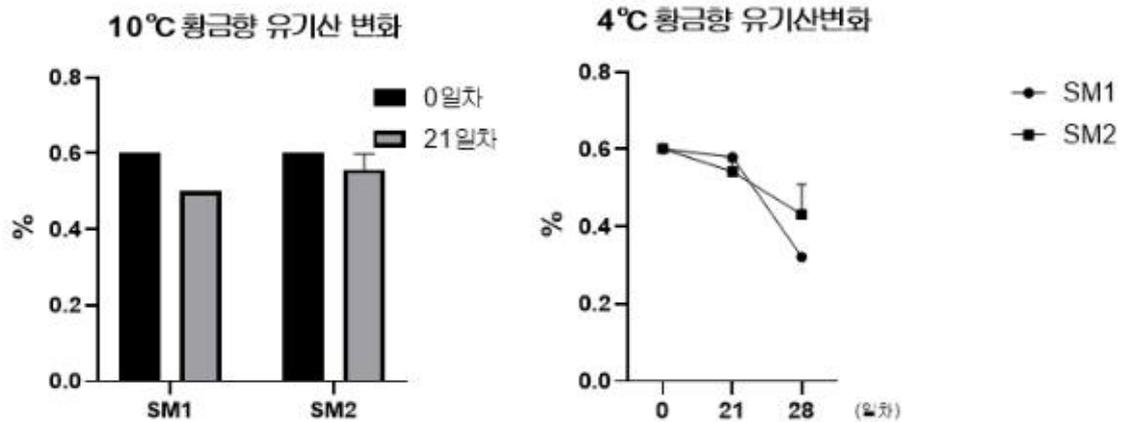


그림 36. 황금향 감귤의 약제 처리가 저온(10℃) 저장 중 유기산 함량에 미치는 효과

그림 36에서 보는 바와 같이, 황금향 감귤의 약제 처리가 저온 저장 중 유기산 유지에 미치는 효과는 10℃ 저장온도에서 저장기간 21일까지 감소하였는데 대조구에 비하여 SM2 처리가 대조를 포함한 다른 약제에 비하여 통계적으로 유의성 있는 높은 함량을 유지하였다.



그림 37. 황금향 감귤의 10℃ 저온 12일 저장후 약제 처리 효과(좌; 대조구(SM1), 우: SM2)



그림 38. 황금향 감귤의 4℃ 저온 28일 저장 후 약제 처리효과(좌; SM1, 우: SM2)

그림 37과 38에서 보는 바와 같이, 황금향 감귤의 외관에 미치는 약제처리 효과는 10℃ 12일 저장 중인 상태에서 뚜렷이 확인되었고, 4℃ 저장온도 28일 저장한 황금향 감귤에서도 약제처리 효과가 매우 컸다. 이와 같은 결과로 과피가 얇은 하우스감귤과 극조생 감귤에서 뿐만 아니라 만감류인 황금향 감귤에서도 약제처리를 통한 부패 억제와 시장성 유지를 통한 유통기한 연장 효과가 뚜렷이 확인되었다.

□ 오존수를 이용한 미생물 저감 자동화 기술 개발 (㈜오존에이드)

☞ 대기압 저온플라즈마 적용 오존수 발생장치 개발 및 미생물 제어

□ 대기압 저온플라즈마와 공기를 이용한 plasma activated air 생산

☞ Plasma activated air 처리로 오존수 생산

1) 대기압 저온 플라즈마와 에어를 이용한 오존수 사전 테스트 시행 (2019년 3월 11일)

○ 소용량 대기압 저온플라즈마를 이용한 오존수 세척 테스트 시행

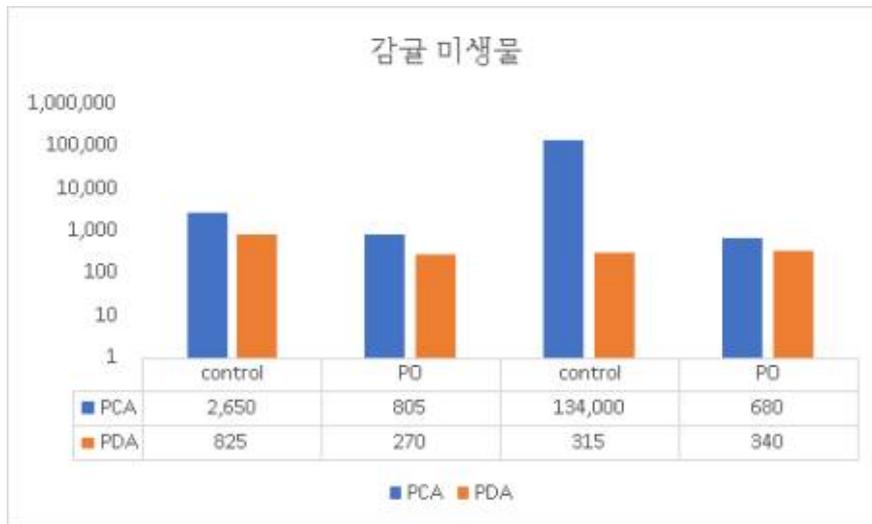


[Air Plasma Activated Water Test] [중문APC 선과장 세척라인 오존수 적용]

○ 유량 4LPM 기준 0.50 ~ 0.58ppm 오존수 생산 확인

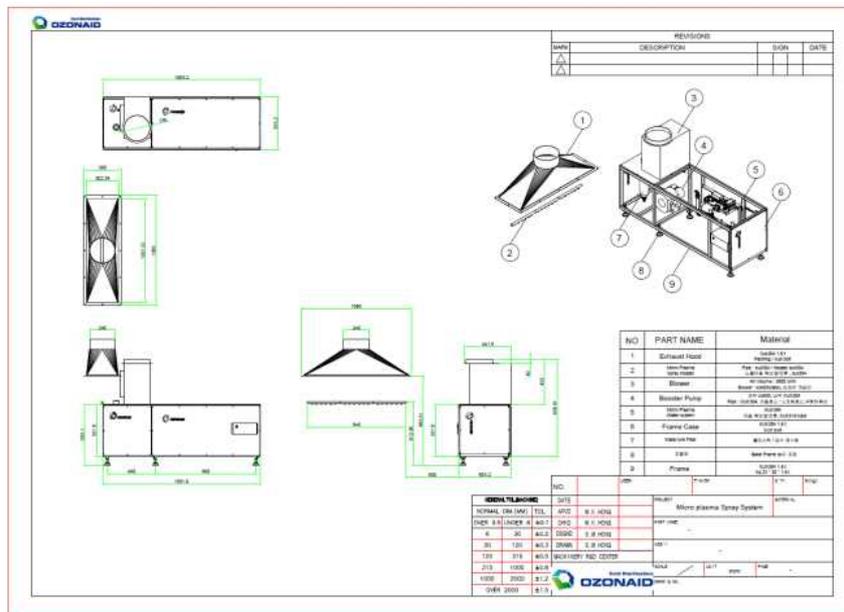


○ 감귤 미생물 측정 결과 평균 약 84%의 미생물 감소 확인

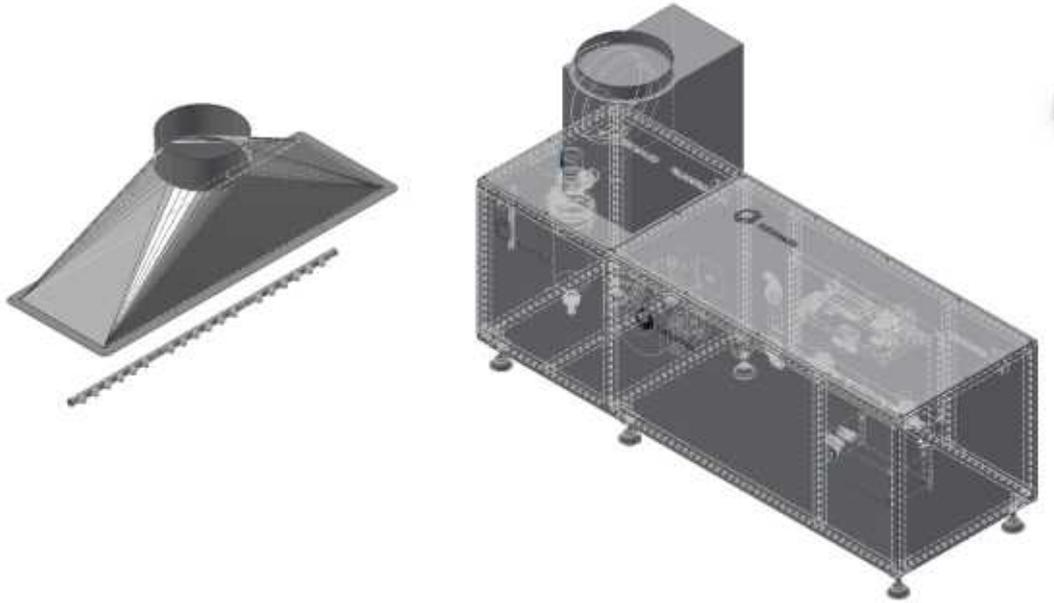


2) Air Plasma Activated Water System 설계, 제작, 설치 (2019년 6월 ~ 9월)

○ 시스템 설계



○ 3D 그래픽 구현



○ 시스템 제작 및 설치



□ 대기압 저온플라즈마와 공기를 이용한 오존수 품질 측정 및 미생물 제어

1) Air Plasma Activated Water 농도측정

○ 처리 내용 : 자동선과기에서 오존수를 이용한 세척 공정 개발

① 오존수 농도 : 0.3 ppm 이상

② 오존수 생산량 : 0.3 ton/hr

③ 기존 세척공정내 행굼공정 또는 터널식 오존수 분사 방식 적용

○ 연구 개발 결과

<오존수 농도 측정>

① DPD reagent (간단농도 측정법)

: 오존측정기 (Colorimeter C105, EUTECH INSTRUMENTS)를 이용

Air Plasma Activated Water의 오존농도 0.3ppm ~ 0.5ppm

② 산화환원전위 (ORP, oxidation-reduction potential)

: Mi 106 (pH/ mV/ temperature meter, MARTINI instruments),

보조수단으로서 ORP 측정 400mV 이상

[측정 결과]



- 오존측정기 (Colorimeter C105, EUTECH INSTRUMENTS)로 1차 측정결과 유량 4lpm 기준 오존수 농도 0.6 ~ 0.69ppm
- Mi 106 (pH/ mV/ temperature meter, MARTINI instruments)를 이용한 산화환원전위 (ORP, oxidation-reduction potential) 측정시 480mV ~ 505mV (22.7°C 기준)

2) 감귤 표면 미생물 살균력 측정

· 오존수 생산 및 선도유지제 공정 융합 설계 및 장치개발



-오존수 와 선도유지제 개별 처리

- ①대조구 : 일반상수세척 또는 APC 세척공정
- ②오존수 (0.3 ppm 이상) : 세척 컨베이어에 통과되는 오존수 린싱 개념 적용
- ③대조구 대비 미생물 저감 목표 : 감귤 표면 미생물 25~50% 저감

○ 연구 개발 결과

가. 오존수를 이용한 자동선과기에서의 세척 과정 중 감귤 표면 미생물 감소

(1) 감귤의 오존수 세척에 의한 미생물 감소 효과 실험 재료 및 방법

(가) 시험재료 : 실제 상품선별과정 중의 수확된 제주산 감귤을 이용

(나) 시험처리구

- ① 대조구 : 별도의 처리 없이 세척된 상태의 감귤을 사용하였다.
- ② 오존수세척 : 감귤 선별과정 중 세척단계에서 오존수(0.3ppm)를 분무하여 오존수 세척 공정을 마친 감귤을 채취하여 실험을 진행하였다.

(다) 미생물시험

① 세균수수

- ㉠ 총균수 측정방법은 식품공전의 세균수, 총균수의 방법에 준하여 실시하였다. Plate count agar 에 검체를 혼합 응고시켜 배양 후 발생한 세균 집락수를 계수하여 검체 중의 세균수를 산출하였다.
- ㉡ 시험검체는 상기 “(나)”의 방법으로 제조된 시료를 9배수의 멸균수 (10배희석)에서 강하게 진탕하여 혼합한 것을 시험용액으로 하였다. 이것을 각 10배수씩 단계별 희석한 것을 시험 검체로 사용하였다.
- ㉢ 시험검체 단계별 희석액 1.0 mL을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하였다.

- ㉠ 약 43~45℃로 유지한 plate count agar (PCA) 약 15.0 mL를 무균적으로 분주하고 페트리접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하면서 조용히 회전하여 좌우로 기울이면서 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고시켰다.
- ㉡ 응고시킨 페트리접시는 거꾸로 하여 35±2℃에서 48시간 배양하였다.
- ㉢ 배양 후 즉시 집락 계산기를 사용하여 생성된 집락수를 계산하였다. 1개의 평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 집락수를 계산하는 것을 원칙으로 하였다.
- ② 진균류 (곰팡이, 효모)
 - ㉠ 총균수 측정방법과 동일하게 실시하였다. Potato dextrose agar에 검체를 혼합 응고시켜 배양 후 발생한 세균 집락수를 계수하여 검체 중의 생균수를 산출하였다.
 - ㉡ 시험검체는 상기 “(나)”의 방법으로 제조된 시료를 9배수의 멸균수 (10배희석)에서 강하게 진탕하여 혼합한 것을 시험용액으로 하였다. 이것을 각 10배수씩 단계별 희석한 것을 시험 검체로 사용하였다.
 - ㉢ 시험검체 단계별 희석액 1.0 mL을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하였다.
 - ㉠ 약 43~45℃로 유지한 potato dextrose (PDA) 약 15.0 mL를 무균적으로 분주하고 페트리접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하면서 조용히 회전하여 좌우로 기울이면서 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고시켰다.
 - ㉡ 응고시킨 페트리접시는 거꾸로 하여 25±2℃에서 3~5일간 배양하여 발생한 집락을 확인하였다.
 - ㉢ 배양 후 즉시 집락 계산기를 사용하여 생성된 집락수를 계산하였다. 1개의 평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 집락수를 계산하는 것을 원칙으로 하였다.

(2)세균수의 감소효과

오존수 세척의 살균 효과를 입증하기 위해 자동선과기의 세척용수를 오존수로 바꾸어 선별 상의 감귤을 채취하여 세균수 감소효과를 확인하였다.(Table 1). 오차의 범위를 줄이기 위해 1회 실험 진행 시 2~5개의 감귤을 무작위선정하여 반복실험을 진행 후 결과값에 대해 평균내었다. 총 5회에 걸쳐 미생물 저감 효과 실험을 진행하였다. 시험시기가 다른 조건 하에서 5회의 반복시험에서 대조구는 27.5, 707, 343, 1140, 378 CFU/g의 세균수가 나타났다. 오존수로 세척하였을 때 0, 433, 197, 755, 209CFU/g의 세균수가 나타났는데 대조구와 비교하였을 때 100, 38.76, 42.57, 33.77, 44.71% 감소한 것으로 나타났다.

Table 1. Bacterial reduction effect of Citrus by ozone water.

| Treatment | Lot #1 | | Lot #2 | | Lot #3 | | Lot #4 | | Lot #5 | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] |
| Control ¹⁾ | 2.75×10 ¹ | | 7.07×10 ² | | 3.43×10 ² | | 1.14×10 ³ | | 3.78×10 ² | |
| Ozone water ²⁾ | 0 | 100 % | 4.33×10 ² | 38.76 % | 1.97×10 ² | 42.57% | 7.55×10 ² | 33.77 % | 2.09×10 ² | 44.71 % |

(3)진균수의 감소효과

오존수 세척의 살균 효과를 입증하기 위해 자동선과기의 세척용수를 오존수로 바꾸어 선별 상의 감귤을 채취하여 세균수 감소효과를 확인하였다.(Table 2) 오차의 범위를 줄이기 위해 1회 실험 진행 시 2~5개의 감귤을 무작위선정하여 반복실험을 진행 후 결과값에 대해 평균내었다. 총 5회에 걸쳐 미생물 저감 효과 실험을 진행하였다. 시험시기가 다른 조건 하에서 5회의 반복시험에서 대조구는 217.5, 888, 128, 860, 1317 CFU/g의 세균수가 나타났다. 오존수로 세척하였을 때 7.5, 621, 103, 569.5, 354CFU/g의 세균수가 나타났는데 대조구와 비교하였을 때 96.55, 30.07, 19.53, 33.78, 73.12% 감소한 것으로 나타났다.

Table 2. Eumycetes reduction effect of citrus by ozone water

| Treatment | Lot #1 | | Lot #2 | | Lot #3 | | Lot #4 | | Lot #5 | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth [log10 (%)] |
| Control ¹⁾ | 2.75×10 ¹ | | 7.07×10 ² | | 3.43×10 ² | | 1.14×10 ³ | | 3.78×10 ² | |
| Ozone water ²⁾ | 0 | 100 % | 4.33×10 ² | 38.76 % | 1.97×10 ² | 42.57% | 7.55×10 ² | 33.77 % | 2.09×10 ² | 44.71 % |

나. *Penicillium digitatum*균 접종시킨 감귤의 표면미생물 저감 효과 확인

(1) *Penicillium digitatum*균을 접종시킨 감귤의 표면미생물 저감 실험

- (가) 시험재료 : 실제 선별과정에 들어가는 수확된 제주산 감귤을 이용
- (나) 시료준비 : *Penicillium digitatum*균을 순수배양한 배지에서 5*5 크기의 콜로니를 화염멸균한 백금으로 채취하여 멸균수 200ml에 희석하여 시료를 만든다.
- (나) 시험처리구
 - ① 대조구 : 감귤 표면에 이쭉시개를 이용하여 5번 씩 5군데 상처를 내어(총 25개의 상처) 시료를 면봉을 이용하여 표면에 균을 접종 후 감귤 표면을 채취하여 실험을 진행하였다.
 - ② 멸균수세척 : 감귤 표면에 이쭉시개를 이용하여 5번 씩 5군데 상처를 내어(총 25개의 상처) 시료를 면봉을 이용하여 표면에 균을 접종 후

멸균수에 1분동안 세척 공정을 거쳐 감귤의 표면 채취하여 실험을 진행하였다.

- ③ 오존수세척 : 감귤 표면에 이쭈시개를 이용하여 5번 씩 5군데 상처를 내어(총 25개의 상처) 시료를 면봉을 이용하여 표면에 균을 접종 후 오존수(0.3ppm)에 1분동안 세척 공정을 거쳐 감귤의 표면 채취하여 실험을 진행하였다.

(다) 미생물시험

상기 “1. 가. (1) (다)”의 방법에 준하여 PDA배지 진균류를 이용하여 균의 총균수를 관찰하였다.

(2) *Penicillium digitatum*균의 미생물 저감 효과

감귤의 부패요인 중 주요 균종인 *Penicillium digitatum*균의 살균 효과를 확인하기위해 균 접종 후 멸균수와 오존수 세척을 통해 균의 저감 효과를 확인해보았다. (Table 3~4) 첫 번째 실험에서는 대조구 4900, 4150, 4850, 4800, 8650CFU/g 일반 멸균수로 세척 570, 740, 460, 320, 395CFU/g 오존수 세척 510, 400, 340, 330, 305 CFU/g 나타났다. 멸균수 세척 시 평균 90.91 % , 오존수 세척 시 평균 93.11% 감소의 효과를 보였다.

Table 3. The Sterilization Effect of *Penicillium digitatum*

| Treatment | Control ¹⁾ | wash by Sterilized water ²⁾ | | wash by Ozone water ³⁾ | |
|-----------|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth(%) | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth(%) |
| #1 | 4.90×10 ³ | 5.70×10 ² | 88.37 | 5.10×10 ² | 89.59 |
| #2 | 4.15×10 ³ | 7.40×10 ² | 82.17 | 4.00×10 ² | 90.36 |
| #3 | 4.85×10 ³ | 4.60×10 ² | 90.52 | 3.40×10 ² | 92.99 |
| #4 | 4.80×10 ³ | 3.20×10 ² | 93.33 | 3.30×10 ² | 93.13 |
| #5 | 8.65×10 ³ | 3.95×10 ² | 95.43 | 3.05×10 ² | 96.47 |

두 번째 실험에서 대조구 900, 1225, 560, 435, 735 CFU/g 일반 멸균수로 세척 350, 40, 195, 580, 170 FU/g 오존수 세척 0, 160, 10, 55, 30 CFU/g 나타났다. 멸균수 세척은 평균 53.31 % , 오존수 세척 시 평균 93.69% 감소의 효과를 보였다.

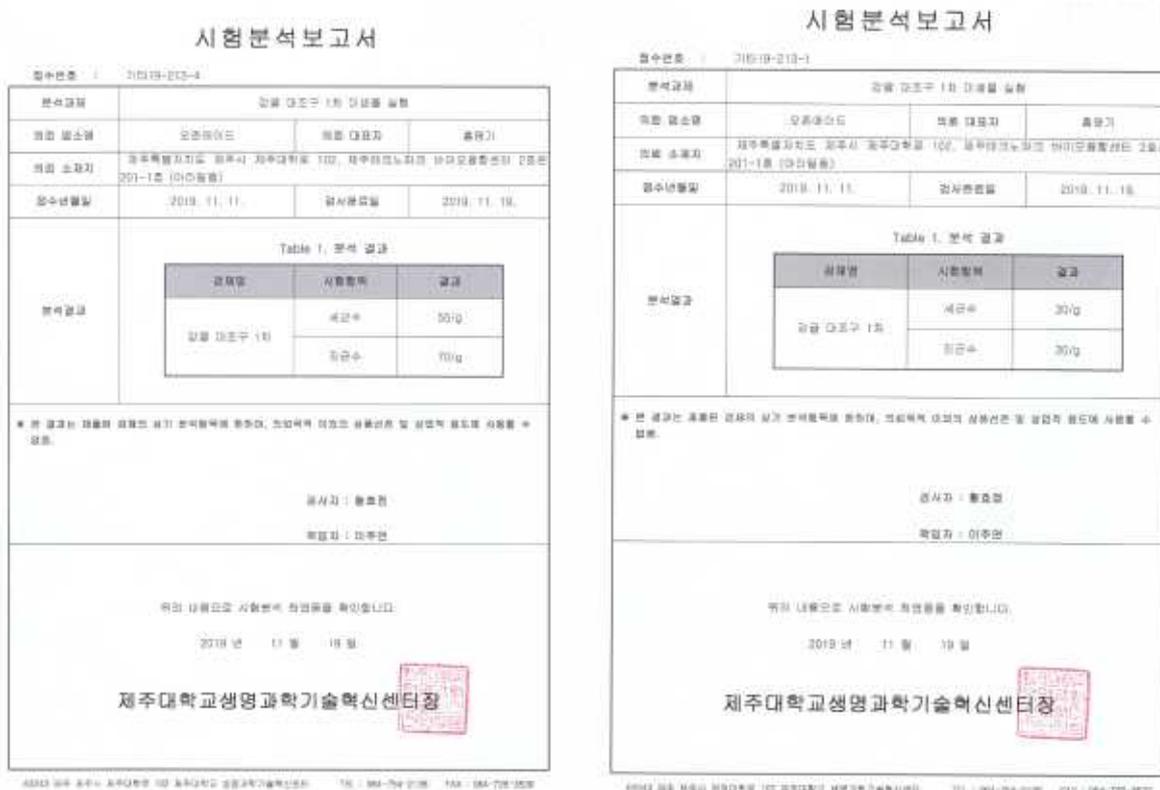
Table 4. The Sterilization Effect of *Penicillium digitatum*

| Treatment | Control ¹⁾ | wash by Sterilized water ²⁾ | | wash by Ozone water ³⁾ | |
|-----------|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth(%) | Total microorganism (log10) | Inhibition of growth(%) |
| #1 | 9.00×10^2 | 3.50×10^2 | 61.11 | 0.00×10^0 | 100.00 |
| #2 | 1.23×10^3 | 4.00×10^1 | 96.73 | 1.60×10^2 | 86.96 |
| #3 | 5.60×10^2 | 1.95×10^2 | 65.18 | 1.00×10^1 | 98.21 |
| #4 | 4.35×10^2 | 5.80×10^2 | -33.33 | 5.50×10^1 | 87.36 |
| #5 | 7.35×10^2 | 1.70×10^2 | 76.87 | 3.00×10^1 | 95.92 |

다음과 같은 결과들을 미루어 봤을 때, 감귤의 주요 부패균인 *Penicillium digitatum*균의 살균효과에 있어서 오존수 세척이 멸균수 세척보다 좀 더 높은 살균력을 확인할 수 있다.

다. 공인성적기관의 시험성적보고서(시험성적서)

Figure 1. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 대조구(1차) 시험성적서



시험분석보고서

접수번호 : 2019-11-10-2

| | | | |
|---|--|--------|---------------|
| 분석대상 | 삼겹 다즈구 1차 미생물 실험 | | |
| 원래 접수명 | 오른대이드 | 역종 대표자 | 홍영기 |
| 원래 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 102, 제주오동행정대 2층 201-1호 (2015년 11월) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 11. | 검사연월일 | 2019. 11. 19. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출량 | 시험항목 | 결과 |
| 삼겹 다즈구 1차 | 세균수 | 15/g | |
| | 효균수 | 30/g | |
| <p>* 본 결과는 표준된 검체의 상기 분석항목 결과에, 적용하여 도출의 상용기준 및 상장의 용도에 사용될 수 있음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영경 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 완료함을 확인합니다. 2019 년 11 월 19 일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

43249 제주 제주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 964-754-2106 FAX : 964-754-2229

시험분석보고서

접수번호 : 2019-11-10-3

| | | | |
|---|--|--------|---------------|
| 분석대상 | 삼겹 다즈구 1차 미생물 실험 | | |
| 원래 접수명 | 오른대이드 | 역종 대표자 | 홍영기 |
| 원래 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 102, 제주오동행정대 2층 201-1호 (2015년 11월) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 11. | 검사연월일 | 2019. 11. 19. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출량 | 시험항목 | 결과 |
| 삼겹 다즈구 1차 | 세균수 | 30/g | |
| | 효균수 | 45/g | |
| <p>* 본 결과는 표준된 검체의 상기 분석항목 결과에, 적용하여 도출의 상용기준 및 상장의 용도에 사용될 수 있음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영경 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 완료함을 확인합니다. 2019 년 11 월 19 일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

43249 제주 제주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 964-754-2106 FAX : 964-754-2229

시험분석보고서

접수번호 : 2019-11-210-5

| | | | |
|---|--|--------|---------------|
| 분석대상 | 삼겹 다즈구 1차 미생물 실험 | | |
| 원래 접수명 | 오른대이드 | 역종 대표자 | 홍영기 |
| 원래 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 102, 제주오동행정대 2층 201-1호 (2015년 11월) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 11. | 검사연월일 | 2019. 11. 19. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출량 | 시험항목 | 결과 |
| 삼겹 다즈구 1차 | 세균수 | 45/g | |
| | 효균수 | 25/g | |
| <p>* 본 결과는 표준된 검체의 상기 분석항목 결과에, 적용하여 도출의 상용기준 및 상장의 용도에 사용될 수 있음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영경 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 완료함을 확인합니다. 2019 년 11 월 19 일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

43249 제주 제주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 964-754-2106 FAX : 964-754-2229

Figure 2. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 오존처리구(1차) 시험성적서

시험분석보고서

접수번호 : 21019-210-10

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 1차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 처리 대표지 | 출발기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교노조고 미생물실험실 2호문 201-1호 (여진동동) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 11. | 검사완료일 | 2019. 11. 19. |

| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
|------|----------------|-------|------|
| | 과목명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 오존수 처리구 1차 | 세균수 | 50/g |
| 효균수 | | 100/g | |

※ 본 결과는 최종된 결과의 상기 분석항목에 한하며, 기타의 미생물 실험은 별도 상담이 필요합니다.

검사자 : 황효경
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 11월 19일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-754-2528

시험분석보고서

접수번호 : 21019-210-6

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 1차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 처리 대표지 | 출발기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교노조고 미생물실험실 2호문 201-1호 (여진동동) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 11. | 검사완료일 | 2019. 11. 19. |

| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
|------|----------------|------|------|
| | 과목명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 오존수 처리구 1차 | 세균수 | 15/g |
| 효균수 | | 15/g | |

※ 본 결과는 최종된 결과의 상기 분석항목에 한하며, 기타의 미생물 실험은 별도 상담이 필요합니다.

검사자 : 황효경
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 11월 19일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-754-2528

시험분석보고서

접수번호 : 21019-210-7

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 1차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 처리 대표지 | 출발기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교노조고 미생물실험실 2호문 201-1호 (여진동동) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 11. | 검사완료일 | 2019. 11. 19. |

| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
|------|----------------|------|------|
| | 과목명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 오존수 처리구 1차 | 세균수 | 15/g |
| 효균수 | | 40/g | |

※ 본 결과는 최종된 결과의 상기 분석항목에 한하며, 기타의 미생물 실험은 별도 상담이 필요합니다.

검사자 : 황효경
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 11월 19일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-754-2528

시험분석보고서

접수번호 : 21019-210-8

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 1차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 처리 대표지 | 출발기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교노조고 미생물실험실 2호문 201-1호 (여진동동) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 11. | 검사완료일 | 2019. 11. 19. |

| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
|------|----------------|------|-----|
| | 과목명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 오존수 처리구 1차 | 세균수 | 5/g |
| 효균수 | | 70/g | |

※ 본 결과는 최종된 결과의 상기 분석항목에 한하며, 기타의 미생물 실험은 별도 상담이 필요합니다.

검사자 : 황효경
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 11월 19일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-754-2528

시험분석보고서

접수번호 : 기대18-218-9

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오렌주 대조구 1차 미생물 분석 | | |
| 요청 접수명 | 순천대이도 | 최희 대표자 | 홍영기 |
| 요청 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제1대학로 100, 제주대이도지구 (H1)순천대이도 오렌주 201-1호 (의뢰일독) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 11. | 검사완료일 | 2019. 11. 19. |

분석결과

Table 1. 분석 결과

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|---------------|------|------|
| 감귤 오렌주 대조구 1차 | 세균수 | 0/g |
| | 효모수 | 15/g |

* 본 결과는 최종본 검체와 같이 분석항목에 한정되며, 미생학적 이외의 성분분석 및 영양적 등도에 사용될 수 없습니다.

검사장 : 조충영
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 확인결과를 확인합니다.
2019년 11월 19일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

2024 제주 제주시 순천대이도 지구 제1대학로 100 순천대이도 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-755-0200

Figure 3. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 대조구(2차) 시험성적서

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-218-2

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 2차 | | |
| 요청 접수명 | 순천대이도 | 최희 대표자 | 홍영기 |
| 요청 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제1대학로 100, 제주대이도지구 (H1)순천대이도 오렌주 201-1호 (의뢰일독) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 19. | 검사완료일 | 2019. 11. 25. |

분석결과

Table 1. 분석 결과

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|------|
| 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 10/g |
| | 효모수 | 0/g |

* 본 결과는 최종본 검체와 같이 분석항목에 한정되며, 미생학적 이외의 성분분석 및 영양적 등도에 사용될 수 없습니다.

검사장 : 조충영
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 확인결과를 확인합니다.
2019년 11월 25일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

2024 제주 제주시 순천대이도 지구 제1대학로 100 순천대이도 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-755-0200

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-218-9

| | | | |
|--------|--|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 0차 | | |
| 요청 접수명 | 순천대이도 | 최희 대표자 | 홍영기 |
| 요청 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제1대학로 100, 제주대이도지구 (H1)순천대이도 오렌주 201-1호 (의뢰일독) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 19. | 검사완료일 | 2019. 11. 25. |

분석결과

Table 1. 분석 결과

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|-----|
| 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g |
| | 효모수 | 5/g |

* 본 결과는 최종본 검체와 같이 분석항목에 한정되며, 미생학적 이외의 성분분석 및 영양적 등도에 사용될 수 없습니다.

검사장 : 조충영
책임자 : 이주연

본의 내용으로 시험분석 확인결과를 확인합니다.
2019년 11월 25일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

2024 제주 제주시 순천대이도 지구 제1대학로 100 순천대이도 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-755-0200

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-210-3

| 분석대상 | 감귤 대조구 2차 | | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--------------|-----|------|----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 의뢰 접수명 | 오존제이드 | 의뢰 담당자 | 홍영기 | | | | | | | | |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주대학교로 100 제주오송농업센터 2호선 201-1호 (의뢰일명) | | | | | | | | | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 18 | 검사완료일 | 2019. 11. 25 | | | | | | | | |
| 분석결과 | <p>Table 1. 분석 결과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>검사항</th> <th>시험항목</th> <th>결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">감귤 대조구 2차</td> <td>세균수</td> <td>0/g</td> </tr> <tr> <td>진균수</td> <td>0/g</td> </tr> </tbody> </table> | | | 검사항 | 시험항목 | 결과 | 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | 진균수 | 0/g |
| | 검사항 | 시험항목 | 결과 | | | | | | | | |
| 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| | 진균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검사의 상기 분석항목을 한하여, 이외의 다른 항목의 성분은 및 상대적 함도에 사용될 수 없음.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 상정내용을 확인합니다. 2019년 11월 25일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | | | | | | | | | |

2024 제주 제주시 제주대학교 100 제주대학교로 100 제주오송농업센터201 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-750-2529

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-210-4

| 분석대상 | 감귤 대조구 2차 | | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--------------|-----|------|----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 의뢰 접수명 | 오존제이드 | 의뢰 담당자 | 홍영기 | | | | | | | | |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주대학교로 100 제주오송농업센터 2호선 201-1호 (의뢰일명) | | | | | | | | | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 18 | 검사완료일 | 2019. 11. 25 | | | | | | | | |
| 분석결과 | <p>Table 1. 분석 결과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>검사항</th> <th>시험항목</th> <th>결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">감귤 대조구 2차</td> <td>세균수</td> <td>0/g</td> </tr> <tr> <td>진균수</td> <td>0/g</td> </tr> </tbody> </table> | | | 검사항 | 시험항목 | 결과 | 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | 진균수 | 0/g |
| | 검사항 | 시험항목 | 결과 | | | | | | | | |
| 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| | 진균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검사의 상기 분석항목을 한하여, 이외의 다른 항목의 성분은 및 상대적 함도에 사용될 수 없음.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 상정내용을 확인합니다. 2019년 11월 25일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | | | | | | | | | |

2024 제주 제주시 제주대학교 100 제주대학교로 100 제주오송농업센터201 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-750-2529

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-210-1

| 분석대상 | 감귤 대조구 2차 | | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--------------|-----|------|----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 의뢰 접수명 | 오존제이드 | 의뢰 담당자 | 홍영기 | | | | | | | | |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주대학교로 100 제주오송농업센터 2호선 201-1호 (의뢰일명) | | | | | | | | | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 18 | 검사완료일 | 2019. 11. 25 | | | | | | | | |
| 분석결과 | <p>Table 1. 분석 결과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>검사항</th> <th>시험항목</th> <th>결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">감귤 대조구 2차</td> <td>세균수</td> <td>0/g</td> </tr> <tr> <td>진균수</td> <td>0/g</td> </tr> </tbody> </table> | | | 검사항 | 시험항목 | 결과 | 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | 진균수 | 0/g |
| | 검사항 | 시험항목 | 결과 | | | | | | | | |
| 감귤 대조구 2차 | 세균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| | 진균수 | 0/g | | | | | | | | | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검사의 상기 분석항목을 한하여, 이외의 다른 항목의 성분은 및 상대적 함도에 사용될 수 없음.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 상정내용을 확인합니다. 2019년 11월 25일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | | | | | | | | | |

2024 제주 제주시 제주대학교 100 제주대학교로 100 제주오송농업센터201 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-750-2529

Figure 4. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 오존처리구(2차) 시험성적서

시험분석보고서

접수번호 : 기일19-216-7

| | | | |
|---|---|----------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 2차 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 의뢰 (의뢰자) | 농원가 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대 근노파크 연구도움센터 2층 (201-1호) (생산물물) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 18 | 분석연월일 | 2019. 11. 25 |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출량 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오존수 처리구 2차 | 세균수 | 5log | |
| | 효균수 | 5log | |
| <p>※ 본 결과는 최종본 결과의 상기 분석항목에 한하며, 미시학적 여과의 성분산란 및 광학적 원인에 사용될 수 없음.</p> <p style="text-align: right;">검사자 : 조충영 책임자 : 김주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 영증명을 확인합니다. 2019년 11월 25일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

10244 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102 제주대연구도움센터2층 TEL : 064-704-2104 FAX : 064-704-2524

시험분석보고서

접수번호 : 기일19-216-9

| | | | |
|---|---|----------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 2차 | | |
| 의뢰 접수일 | 오존처리구 | 의뢰 (의뢰자) | 농원가 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대 근노파크 연구도움센터 2층 (201-1호) (생산물물) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 18 | 분석연월일 | 2019. 11. 25 |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출량 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오존수 처리구 2차 | 세균수 | 5log | |
| | 효균수 | 5log | |
| <p>※ 본 결과는 최종본 결과의 상기 분석항목에 한하며, 미시학적 여과의 성분산란 및 광학적 원인에 사용될 수 없음.</p> <p style="text-align: right;">검사자 : 조충영 책임자 : 김주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 영증명을 확인합니다. 2019년 11월 25일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

10244 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102 제주대연구도움센터2층 TEL : 064-704-2104 FAX : 064-704-2524

시험분석보고서

검수번호 : G2019-216-10

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석대상 | 감람 오렌주 차진구 2차 | | |
| 의뢰 부서명 | 오렌아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학로 102, 제주테크노파크 제이오물류센터 2층 201-1호 (04년월형) | | |
| 검수날짜 | 2019. 11. 18 | 검사분석일 | 2019. 11. 25 |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출명 | 시험항목 | 결과 |
| 감람 오렌주 차진구 2차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 제출된 용제와 용기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항목의 함도에 사용될 수 없습니다. | | | |
| 검사자 : 조희영 책임자 : 이주연 | | | |
| 위의 내용으로 시험분석 영장증을 확인하십시오. 2019 년 11 월 25 일 제주대학교생명과학기술혁신센터장 | | | |

02042 제주 제주시 제주대학로 102 제주테크노파크 제이오물류센터2층 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-750-3020

시험분석보고서

검수번호 : G2019-216-8

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석대상 | 감람 오렌주 차진구 2차 | | |
| 의뢰 부서명 | 오렌아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학로 102, 제주테크노파크 제이오물류센터 2층 201-1호 (04년월형) | | |
| 검수날짜 | 2019. 11. 18 | 검사분석일 | 2019. 11. 25 |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출명 | 시험항목 | 결과 |
| 감람 오렌주 차진구 2차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 제출된 용제와 용기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항목의 함도에 사용될 수 없습니다. | | | |
| 검사자 : 조희영 책임자 : 이주연 | | | |
| 위의 내용으로 시험분석 영장증을 확인하십시오. 2019 년 11 월 25 일 제주대학교생명과학기술혁신센터장 | | | |

02042 제주 제주시 제주대학로 102 제주테크노파크 제이오물류센터2층 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-750-3020

시험분석보고서

검수번호 : G2019-216-6

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석대상 | 감람 오렌주 차진구 2차 | | |
| 의뢰 부서명 | 오렌아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학로 102, 제주테크노파크 제이오물류센터 2층 201-1호 (04년월형) | | |
| 검수날짜 | 2019. 11. 18 | 검사분석일 | 2019. 11. 25 |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검출명 | 시험항목 | 결과 |
| 감람 오렌주 차진구 2차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 제출된 용제와 용기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항목의 함도에 사용될 수 없습니다. | | | |
| 검사자 : 조희영 책임자 : 이주연 | | | |
| 위의 내용으로 시험분석 영장증을 확인하십시오. 2019 년 11 월 25 일 제주대학교생명과학기술혁신센터장 | | | |

02042 제주 제주시 제주대학로 102 제주테크노파크 제이오물류센터2층 TEL : 064-754-2100 FAX : 064-750-3020

Figure 5. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 대조구(3차) 시험성적서

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-220-1

| | | | |
|--------|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수명 | 오른아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (연일동) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|-------|
| 감귤 대조구 3차 | 세균수 | 300/g |
| | 효균수 | 600/g |

※ 본 결과는 제출된 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항균력 등도해 시험할 수 없음.

검사자 : 홍영경
책임자 : 이주연

위와 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 12월 6일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

82324 제주 제주시 제주대학교 100 제주테크노파크 바이오융합센터2층201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-754-3236

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-220-2

| | | | |
|--------|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수명 | 오른아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (연일동) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|-------|
| 감귤 대조구 3차 | 세균수 | 15/g |
| | 효균수 | 150/g |

※ 본 결과는 제출된 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항균력 등도해 시험할 수 없음.

검사자 : 홍영경
책임자 : 이주연

위와 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 12월 6일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

82324 제주 제주시 제주대학교 100 제주테크노파크 바이오융합센터2층201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-754-3236

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-220-3

| | | | |
|--------|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수명 | 오른아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (연일동) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|-------|
| 감귤 대조구 3차 | 세균수 | 30/g |
| | 효균수 | 350/g |

※ 본 결과는 제출된 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항균력 등도해 시험할 수 없음.

검사자 : 홍영경
책임자 : 이주연

위와 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 12월 6일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

82324 제주 제주시 제주대학교 100 제주테크노파크 바이오융합센터2층201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-754-3236

시험분석보고서

접수번호 : 기대19-220-4

| | | | |
|--------|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수명 | 오른아이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 100, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (연일동) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |

| 검체명 | 시험항목 | 결과 |
|-----------|------|------|
| 감귤 대조구 3차 | 세균수 | 25/g |
| | 효균수 | 15/g |

※ 본 결과는 제출된 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰목적 이외의 성분분석 및 항균력 등도해 시험할 수 없음.

검사자 : 홍영경
책임자 : 이주연

위와 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.
2019년 12월 6일

제주대학교생명과학기술혁신센터장

82324 제주 제주시 제주대학교 100 제주테크노파크 바이오융합센터2층201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-754-3236

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-270-5

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 (오존수 3차) 미생물 실험 | | |
| 작성 장소명 | 오존에이드 | 작성 대표자 | 홍영기 |
| 작성 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층은 201-1호 (여귀빌딩) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 (오존수 3차) | 세균수 | 15/g |
| | | 곰팡이수 | 50/g |
| <p>* 본 결과는 재출판 권리의 일부 분석항목 중생리, 생화학적 항목의 상용검사 및 상업적 용도에 사용될 수 없음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 결과를 확인합니다. 2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주테크노파크 바이오융합센터 201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-756-3209

Figure 6. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 오존처리구(3차) 시험성적서

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-270-6

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 (오존수 처리구 3차) 미생물 실험 | | |
| 작성 장소명 | 오존에이드 | 작성 대표자 | 홍영기 |
| 작성 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층은 201-1호 (여귀빌딩) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 (오존수 처리구 3차) | 세균수 | 5/g |
| | | 곰팡이수 | 15/g |
| <p>* 본 결과는 재출판 권리의 일부 분석항목 중생리, 생화학적 항목의 상용검사 및 상업적 용도에 사용될 수 없음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 결과를 확인합니다. 2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주테크노파크 바이오융합센터 201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-756-3209

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-270-7

| | | | |
|--|--|--------|--------------|
| 분석과목 | 감귤 (오존수 처리구 5차) 미생물 실험 | | |
| 작성 장소명 | 오존에이드 | 작성 대표자 | 홍영기 |
| 작성 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층은 201-1호 (여귀빌딩) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 25. | 검사완료일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감귤 (오존수 처리구 5차) | 세균수 | 0/g |
| | | 곰팡이수 | 0/g |
| <p>* 본 결과는 재출판 권리의 일부 분석항목 중생리, 생화학적 항목의 상용검사 및 상업적 용도에 사용될 수 없음.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p style="text-align: center;">위의 내용으로 시험분석 결과를 확인합니다. 2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: center;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주테크노파크 바이오융합센터 201-1호 TEL : 064-754-2136 FAX : 064-756-3209

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-220-8

| | | | |
|---|---|--------|--------------|
| 분석과목 | 감람 오일수 첨가구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (의진빌딩) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사연월일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감람 오일수 첨가구 3차 | 세균수 | 0/g |
| | | 진균수 | 0/g |
| <p>※ 본 결과는 표준화 절차에 따라 분석된 것에 한하며, 측정목적 이외의 유용성분 및 상대적 함도에 대한 사용은 불가함.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 미우연</p> | | | |
| <p>본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: right;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0540 제주 제주시 의진빌딩 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-734-2130 FAX : 064-734-2539

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-220-9

| | | | |
|---|---|--------|--------------|
| 분석과목 | 감람 오일수 첨가구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (의진빌딩) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사연월일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감람 오일수 첨가구 3차 | 세균수 | 0/g |
| | | 진균수 | 0/g |
| <p>※ 본 결과는 표준화 절차에 따라 분석된 것에 한하며, 측정목적 이외의 유용성분 및 상대적 함도에 대한 사용은 불가함.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 미우연</p> | | | |
| <p>본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: right;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0540 제주 제주시 의진빌딩 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-734-2130 FAX : 064-734-2539

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-220-10

| | | | |
|---|---|--------|--------------|
| 분석과목 | 감람 오일수 첨가구 3차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대표자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주테크노파크 바이오융합센터 2층 201-1호 (의진빌딩) | | |
| 접수연월일 | 2019. 11. 25. | 검사연월일 | 2019. 12. 6. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| | 감람 오일수 첨가구 3차 | 세균수 | 5/g |
| | | 진균수 | 5/g |
| <p>※ 본 결과는 표준화 절차에 따라 분석된 것에 한하며, 측정목적 이외의 유용성분 및 상대적 함도에 대한 사용은 불가함.</p> <p style="text-align: right;">검사장 : 홍영기 책임자 : 미우연</p> | | | |
| <p>본의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 6일</p> <p style="text-align: right;">제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

0540 제주 제주시 의진빌딩 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-734-2130 FAX : 064-734-2539

Figure 7. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 대조구(4차) 시험성적서



시험분석보고서

검수번호 : 기타18-231-6

| | | | |
|--|---|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 대조구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대상자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 중주시 제주대학교 102, 제주대학교로 100(오름캠퍼스 201-1호) (오름캠퍼스) | | |
| 검수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 13. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 대조구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 효모수 | 0/g | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검체명 및 분석항목에 한하여, 최종목적 이외의 사용처에 대해서는 사용될 수 없습니다.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 13일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

02045 제주 중주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2130 FAX : 064-754-2329

Figure 8. 공인성적기관에 의뢰한 감귤의 표면 미생물 오존처리구(4차) 시험성적서

시험분석보고서

검수번호 : 기타18-231-6

| | | | |
|--|---|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대상자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 중주시 제주대학교 102, 제주대학교로 100(오름캠퍼스 201-1호) (오름캠퍼스) | | |
| 검수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 13. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오존수 처리구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 효모수 | 0/g | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검체명 및 분석항목에 한하여, 최종목적 이외의 사용처에 대해서는 사용될 수 없습니다.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 13일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

02045 제주 중주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2130 FAX : 064-754-2329

시험분석보고서

검수번호 : 기타18-231-7

| | | | |
|--|---|--------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오존수 처리구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른에이드 | 의뢰 대상자 | 홍영기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 중주시 제주대학교 102, 제주대학교로 100(오름캠퍼스 201-1호) (오름캠퍼스) | | |
| 검수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 13. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오존수 처리구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 효모수 | 0/g | |
| <p>* 본 결과는 최종본 검체명 및 분석항목에 한하여, 최종목적 이외의 사용처에 대해서는 사용될 수 없습니다.</p> <p>검사자 : 홍영기 책임자 : 이주연</p> <p>위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다.</p> <p>2019년 12월 13일</p> <p>제주대학교생명과학기술혁신센터장</p> | | | |

02045 제주 중주시 제주대학교로 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2130 FAX : 064-754-2329

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-231-8

| | | | |
|--|---|-----------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오렌주 과일구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른대이드 | 의뢰 대표자 | 홍연기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 101(오름동) (주소: 201-1호) (의뢰일:) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 12. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오렌주 과일구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 최종본 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰자의 의뢰의 상세사항 및 상담의 필요에 사용할 수 없음. | | | |
| 검사자 : 황효정 | | 확인자 : 이주연 | |
| 위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다. 2019년 12월 12일 | | | |
| 제주대학교생명과학기술혁신센터장  | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2138 FAX : 064-728-3238

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-231-9

| | | | |
|--|---|-----------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오렌주 과일구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른대이드 | 의뢰 대표자 | 홍연기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 101(오름동) (주소: 201-1호) (의뢰일:) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 12. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오렌주 과일구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 최종본 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰자의 의뢰의 상세사항 및 상담의 필요에 사용할 수 없음. | | | |
| 검사자 : 황효정 | | 확인자 : 이주연 | |
| 위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다. 2019년 12월 12일 | | | |
| 제주대학교생명과학기술혁신센터장  | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2138 FAX : 064-728-3238

시험분석보고서

접수번호 : 기타19-231-10

| | | | |
|---|---|-----------|---------------|
| 분석과목 | 감귤 오렌주 과일구 4차 미생물 실험 | | |
| 의뢰 접수일 | 오른대이드 | 의뢰 대표자 | 홍연기 |
| 의뢰 소재지 | 제주특별자치도 제주시 제주대학교 102, 제주대학교로 101(오름동) (주소: 201-1호) (의뢰일:) | | |
| 접수년월일 | 2019. 11. 29. | 검사완료일 | 2019. 12. 12. |
| 분석결과 | Table 1. 분석 결과 | | |
| | 검체명 | 시험항목 | 결과 |
| 감귤 오렌주 과일구 4차 | 세균수 | 0/g | |
| | 진균수 | 0/g | |
| * 본 결과는 최종본 검체의 상기 분석항목에 한하며, 의뢰자의 의뢰의 상세사항 및 상담의 필요에 사용할 수 없음. | | | |
| 검사자 : 황효정 | | 확인자 : 이주연 | |
| 위의 내용으로 시험분석 하였음을 확인합니다. 2019년 12월 12일 | | | |
| 제주대학교생명과학기술혁신센터장  | | | |

0204 제주 제주시 제주대학교 102 제주대학교 생명과학기술혁신센터 TEL : 064-754-2138 FAX : 064-728-3238

3) 세척 공정 조건

- 세척 후 건조 전 세척 공정 설계
 - ①감귤 처리량에 따른 오존수량 제어
 - ②처리량에 따른 노즐량 및 분무량 연계



- 최대 4LPM까지 유량 제어 가능하게 시스템 설계 및 시제품 테스트 완료
 - 현장 조건은 건조공정의 효율성 문제로 1~2LPM의 조건으로 운영을 희망함
 - 희망유량에 따른 최소의 벤투리 이젝터 사용으로 최대 4LPM의 유량 조건 확정
 - 기존 세척공정의 드롭식 세척방식 채택
 - 유량센서를 이용하여 물 공급밸브 작동만으로 전체 시스템 제어 설계됨
 - ※ 유량센서 작동 시스템으로 최초 구동시 최대유량을 유입시켜 시스템을 작동시키고 필요한 유량을 찾아 밸브를 조절해야 함

4) 왁싱공정 약제 혼합공정 적용

- ①이류체 분무방식 왁싱공정에서 약제 혼합 비율 설정
- ②약제혼합 왁싱 분무시 이류체 분무시 기액비 설정
- ③왁스와 약제 혼합방식 엔지니어링



- 약제와 물의 혼합비율은 1:10으로 혼합하여 서비스탱크에 충전
 - 약제 2리터, 물 20리터 혼합
- 왁스와 약제의 혼합비는 5:1의 비율로 혼합
 - 이류채 분무시 기체의 압력은 1kg/cm², 약제 혼합 왁싱은 0.7kg/cm²로 조정
 - 기체의 유량은 25LPM, 약제혼합왁싱은 0.15LPM으로 기액비 설정

5) 오존 대응 작업 안전성 설계

- ① 배오존 파괴 : 미 용해 오존의 파괴 또는 배출 공정 설계,
- ② 인력이 투입되는 작업공간의 오존농도 0.1ppm 초과시 작업중단 등 매뉴얼 수립
- ③ 노즐 분사시 배오존 Suction : 국소배기시스템 설계 및 적용, 저농도 오존수 활용
- ④ 작업자 안정성 확보를 위한 오존센서 비치 및 모니터링 : 세척공정 주변 및 작업자 인근 오존농도 측정, 다중이용시설 0.06ppm 기준 충족



3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 국내산 감귤의 유통 중 상품성 유지 및 비상품과 발생을 방지하기 위한 처리 기술 개발 및 현장 적용
 - 감귤의 유통단계별 상품성 유지 위한 수확 후 관리 기술 개발
 - 감귤 부패과 발생 억제와 약제처리 기술에 대한 표준화 제시
 - APC 자동선과장치 적용 살균 자동화 장치 개발 및 현장 실증

3-2. 목표 달성여부

- 감귤의 수확 후 처리 기술 적용을 통하여 유통 품질 유지 방안 마련
- 감귤 유통과 저장 중 부패 억제를 위한 항균 성분 선발 및 적용 매뉴얼 개발
- 감귤 선과 전 오존수 살균 처리를 통한 유통 중 상품성 유지 효과 확립

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 감귤의 유통 품질 유지 기술 개발과 현장 적용을 통한 실증 연구를 수행하였음
- 국내산 감귤의 안전성 향상과 내수/수출 중 품질 유지를 위한 유통시스템 개선에 관한 추가적인 연구 수행이 필요함

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 국내산 감귤의 유통 품질을 유지하기 위해서 수확 후 관리 기술, 선과 공정의 개선, 유통체계의 표준화 등의 종합적인 표준매뉴얼 개발을 위하여 연구개발성과를 도출하였음
- 감귤의 수확 후 품질 유지를 위한 기술의 확립과 적용으로 국내산 감귤의 상품성 향상
- 국내산 감귤 맞춤형 부패억제용 최적 항균제 적용으로 운송 중 비상품과 발생비율 감소
- 기존 APC 자동선과 공정에서의 적용 가능한 기술 개발을 통한 조기 산업화 추진
- 국내산 감귤의 유통 품질 유지와 상품경쟁력 향상과 농가 소득 증대에 기여

붙임. 참고문헌

- Burdon J, P. Pidakala, P. Martin, D. Billing, H. Boldingh, “Fruit maturation and the soluble solids harvest index for ‘Hayward’ kiwifruit” , *Scientia Horticulturae* vol. 213, no. 193-198, 2016.
- Crisosto G.U., G. F. Mitchell, M. L. Arpaia, G. Mayer. The effect of growing location and harvest maturity on the storage performance and quality of “Hayward” kiwifruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(4): 584-587. 1984.
- Fattahi J, “Postharvest Quality of Kiwifruit affected by Pre-storage application of Salicylic acid” , *South west J Hortic Biol Environ South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, pp. 2067-2068, 2010.
- Harvey J.M., C. Harris, M. Msarousky. Transit temperatures and quality maintenance in export shipments of kiwifruit. *International Journal of Refrigeration.* 6(4):219-224. 1983.
- Harvey J.M., C. M. Harris. In-storage softening of kiwi fruit: effects of delayed cooling. *International Journal of Refrigeration.* 9(6):352-356. 1986.
- Hayama H., T. Shimada, H. Fujii, A. Ito, Y. Kashimura, “Ethylene-regulation of fruit softening and softening-related genes in peach” , *J. Exp. Bot.* vol. 57, 4071-4077. 2006.
- Kaya M., L. C. Esoniene, R. Daubaras, D. Leskauskaite, D. Zabulione, “Chitosan coating of red kiwifruit(*Actinidia melanandra*) for extending of the shelf life” , *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 85, pp. 355-360, 2016.
- Kim S., S. H. Han, J. Kim, H. J. Lee, J. G. Lee, E. J. Lee. Inhibition of hardy kiwifruit ripening by 1-methylcyclopropene during cold storage and anticancer properties of the fruit extract. *Food Chemistry.* 190:150-157. 2016.
- Klee H.J., J. J. Giovannoni, “Genetics and control of tomato fruit ripening and quality attributes” , *Annu. Rev. Genet.* vol. 45, pp. 41-59, 2011.
- Latocha P. O, T. Krupa, P. Jankowski, J. Radzanowska, “ Changes in postharvest physicochemical and sensory characteristics of hardy kiwifruit after cold storage under normal versus controlled atmosphere” , *Postharvest Biology and Technology* vol. 88, pp. 21-33, 2014.
- Lee A.Y., Postharvest Characteristics of Golden Kiwifruit and Storability as influenced by pre- and postharvest treatments. Master of Agricultural Science Thesis. Chungnam National University. 2015.
- Lim B.S., J. S. Lee, S. Y. In, H. J. Park, Y. J. Yang. Effects of Ethylene Treatment on Postharvest Quality of Kiwi fruit. *J. Agr. Sci. Chungbuk. Nat’ l Univ.* 31(2):114-118. 2015.
- Lim B.S., J. S. Lee, S. Y. In, H. J. Park, Y. J. Yang, “Effects of Ethylene Treatment on Postharvest Quality of Kiwi fruit” , *J. Agr. Sci. Chungbuk. Nat’ l Univ.* vol. 31, no. 2, pp. 114-118, 2015.
- MacRae E.A., N. Lallu, A. N. Searle, J. Bowen. Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *J. Sci. Food Agric.* 49:413-430. 1989.
- Park Y.S., M. H. Lim, J. H. Choi, S. H. Yim, H. Leontowicz, M. Leontowicz, M. Suhaj, S. Gorinstein. The effects of ethylene treatment on the bioactivity of conventional and organic growing ‘Hayward’ kiwi fruit. *Scientia Horticulturae* 164:589-595. 2013.
- Saltveit M.E., Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15:279-292. 1999.
- Yang Y.J., B. S. Lim, “Temperature and length of cold storage affect the Quality Maintenance of fresh kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch)” , *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* vol. 18, no. 1, pp. 256-261. 2017.