11-1543
000-002
174-01

수출전략기술개발사업 R&D Report

참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발 최종보고서

2017

농림축산식품부

발 간 등 록 번 호
11-1543000-002174-01

# 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발 최종보고서

2017. 12. 17.

주관연구기관 / 서울대학교

농 림 축 산 식 품 부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발”(개발기간 : 2015 . 12 . ~ 2017 . 12 .)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017 . 12. 17.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김 성 철 (인)

주관연구책임자 : 이 은 진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

# 보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>115068-2</td><td>해당단계<br>연구기간</td><td>2015. 12. 18<br>- 2017. 12.<br>17. (24개월)</td><td>단 계 구 분</td><td>2/2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>단 위 사 업</td><td colspan="4">농식품기술개발사업</td></tr>
<tr><td>사 업 명</td><td colspan="4">수출전략기술개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">이은진</td><td>해당단계<br>참 여<br>연구원 수</td><td>총: 5 명<br>내부: 5 명<br>외부: 1 명</td><td>해당단계<br>연 구 개 발 비</td><td>정부: 70,000천원<br>민간: 23,333천원<br>계: 93,333천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간<br>참 여<br>연구원 수</td><td>총: 7 명<br>내부: 7 명<br>외부: 1 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:140,000천원<br>민간: 46,666천원<br>계: 186,666천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및<br>소 속 부 서 명</td><td colspan="3">서울대학교 식물생산과학부</td><td colspan="2">단순참여기업 (주)씨앤케이프로팩</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">해당 없음</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">○ 국내산 참다래 수확 후 저장온도에 따른 유통기한을 제시함<br>○ 국내산 참다래 후숙방법(자연후숙, 강제후숙)에 따른 품질 차이의 과학적 근거 제시하였으며 에틸렌을 이용한 강제후숙시 발생하는 부정적 품질변화는 없었음<br>○ 요오드 반응을 이용한 국내산 참다래의 숙기판정 차트 개발<br>○ 딸기의 수확 후 부패억제 및 착색증진을 위한 메틸자스모네이트 적용 기술 제안함<br>○ 위의 정성적 성과이외에 SCI논문(IF 4.5) 1편, 기술이전(유상) 2건, 특허 2건, 제품화 1건, 매출액(655만원), 홍보 및 전시 11건, 인력양성 4명, 교육 및 지도 2건의 정량적 성과를 달성함</td><td colspan="2">보고서 면수<br>147 페이지</td></tr>
</table>

## 국문 요약문

| | 코드번호 | D-01 |
|---|---|---|

| | |
|---|---|
| 연구의<br>목적 및 내용 | ○ 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 온도 이용 후숙 조절 유통 프로그램 개발<br>○ 참다래 부패 억제 및 후숙 기술 개발<br>-참다래 후숙 촉진 기술 개발<br>-참다래 강제후숙과 자연후숙의 맛 관련 대사체 구명<br>○ 천연물을 이용한 국산 딸기 착색증진 및 부패 억제 기술 개발<br>○ 수출용 딸기의 품질 유지를 위한 복합처리 선행연구<br>-메틸자스모네이트 및 이산화탄소 훈증처리 기술 적용 |
| 연구개발성과 | ○ 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 온도 이용 후숙 조절 유통 프로그램 개발<br>- 저장 5개월 된 참다래의 저장유통기간<br>⇒ 8℃ 유통 시 3주 이내<br>⇒ 6℃ 유통 시 4주 이내<br>⇒ 2, 4℃ 유통시 5주 이내 가능함을 각각 제시함(기준 경도 4N)<br>- 요오드 반응을 이용한 국내산 참다래(3품종)의 숙기 판정 차트 개발<br>○ 참다래 부패 억제 및 후숙 기술 개발 확립 및 관련 기작 연구<br>-일라이트가 함유된 기능성 필름으로 소포장 참다래의 부패 지연 확인<br>-강제 후숙과 자연후숙 참다래 간의 극성대사체와 비타민 C함량의 차이는 있었으나 품질과 관능평가에서는 차이는 없음을 구명함<br>-국산 품종 제시그린, 한라골드, 해금을 대상으로 후숙 기술을 성공적으로 개발함<br>○ 천연물을 이용한 국산 딸기 착색증진 및 부패 억제 기술 개발<br>-메틸자스모네이트 100μM를 수출 착색 수준인 50% 적용 기술 확립함<br>-메틸자스모네이트가 딸기의 안토시아닌 색소 증진, 메틸자스모네이트 생합성 유도, 부패율 감소 효과를 보여 착색증진 및 부패억제 천연물로 선발함<br>○ 수출용 딸기의 품질 유지를 위한 복합처리 선행연구<br>-이산화탄소 훈증처리 기술을 시행하여 복합처리가 가능한 수확후처리 기술을 착안함 |
| 연구개발성과의<br>활용계획<br>(기대효과) | ○ 수출용 참다래의 후숙 조절 프로그램 개발로 인한 참다래 수출 증대 및 원활한 유통 기대<br>○ 수출용 딸기의 착색 불량 및 부패 문제 해결로 딸기 수출, 유통 시장 확대 기대<br>○ 수출용 참다래의 강제후숙과 자연후숙간의 맛관련 대사체 연구를 처음으로 수행하여 근거 제시함<br>○ 수확후 처리기술에 대한 과학적인 입증 연구로 관련 분야의 연구 확대 |

| 중심어<br>(5개 이내) | 참다래 | 딸기 | 수출 | 착색증진 | 메틸자스모네이트 |
|---|---|---|---|---|---|

영문 요약문

# 〈 SUMMARY 〉

| 코드번호 | D-02 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Purpose& Contents | ○ Development of postharvest technology for kiwifruit, strawberry fruit during oversea market<br>○ Development of postharvest technology to prevent fruit decay<br>○ Development of postharvest technology using natural extracts<br>○ Development of postharvest technology to combine CO2 and methyl jasmonate |
| Results | ○ Development of optimal postharvest condition od kiwifruits for oversea market<br>- Incase of kiwifruit stored for 5 months<br>- 8°C for 3 weeks<br>- 6°C for 4 weeks<br>- 2, 4°C for 5 weeks<br>○ Apply functional film containing ilite material to small package for three kiwifruit cultivars<br>- Funtional film will be applied for small package products<br>○ Development of postharvest technology to control strawberry fruit decay<br>- Natural compoumd methyl jasmonate effectively controls fruit decay and induces anthocyanin pigment<br>○ Combination of methyl jasmonate and CO2 is more effective to control fruit decay but depend on fruit maturity |
| Expected Contribution | ○ Our results will be applied to oversea export of domestic kiwifruits.<br>○ Our results will overcome undesirable postharvest problems of uneven coloration and decay of strawberry fruit.<br>○ Our results first suggest scientific information between naturally induced or exo-ethylene induced ripen kiwifruit quality.<br>○ Fianlly, our results could be applied to export other fresh crops. |

| Keywords | kiwifruit | strawberry | export | pigmentation | methly jasmonate |
|---|---|---|---|---|---|

# 〈 목 차 〉

제 1 장. 연구개발과제의 개요 ····· 6
제 2 장. 국내외 기술개발 현황 ····· 7
제 3 장. 연구수행 내용 및 결과 ····· 21
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 128
제 5 장. 연구결과의 활용 계획 등 ····· 129
제 6 장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 129
제 7 장. 연구개발성과의 보안등급 ····· 129
제 8 장. 국가과학기술종합정보시스템이 등록한 연구시설, 장비현황 ····· 130
제 9 장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ····· 131
제 10 장. 연구개발과제의 대표적 연구실적 ····· 133
제 11 장. 기타사항 ····· 134
제 12 장. 참고문헌 ····· 134

# 제 1 장. 연구개발과제의 개요

| 코드번호 | D-03 |
|---|---|

## 제 1절. 연구 개발의 목적

○ 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 저온 및 후숙 조절 유통 프로그램 개발
○ 참다래 후숙용 저장, 포장 기술 개발
○ 딸기 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발

## 제 2절. 연구 개발의 필요성

○ 국산 품종의 재배 기술 보급은 상당 부분 진행되었으나, 수출용 국산품종에 대한 수확후 관리 기술 정보가 매우 부족하다.

○ 해외 수출 요구도는 높아지고 있으나, 현장 수확 후 관리 기술 적용 전무하며 수출용 참다래의 수확 후 관리 매뉴얼 부재 및 보급이 미흡하다.

○ 소포장형 참다래 후숙 처리는 과실을 고르게 후숙시켜 소비자의 입맛을 충족시킬 것이며, 해당 기술 개발은 수출(내수)시장의 다변화를 가져올 것이다.

○ 자연 후숙과 강제 후숙 된 참다래의 '맛' 관련 품질 차이를 과학적으로 구명할 필요가 있다.

○ 수출용 딸기 '매향'의 수출 증대를 위해서는 '착색 증진 및 부패 억제'를 해결하기 위한 품질 개선 연구가 요구된다.

○ 수출용 딸기의 신선도 유지를 위해 고농도 이산화탄소 처리 기술이 적용되고 있다.
⇒ 가격 경쟁력을 확보하려면 '매향'의 '착색 증진'을 위한 수확후처리 기술 개발이 반드시 필요하다.

○ 식물 호르몬의 일종인 메틸자스모네이트는 딸기의 착색을 증진시킴과 동시에 부패를 억제하는 효과를 보인다.

## 제 3절. 연구 개발 범위

○ 국내산 참다래 유통 및 수출용 후숙 프로그램 구축
○ 국내산 참다래 유통 및 수출용 매뉴얼 개발
○ 수출 딸기를 포함한 과실 부패 방지 기술 개발
○ 포장 기술 홍보 및 산업체 이전
○ 핵심 기술 특허 등록

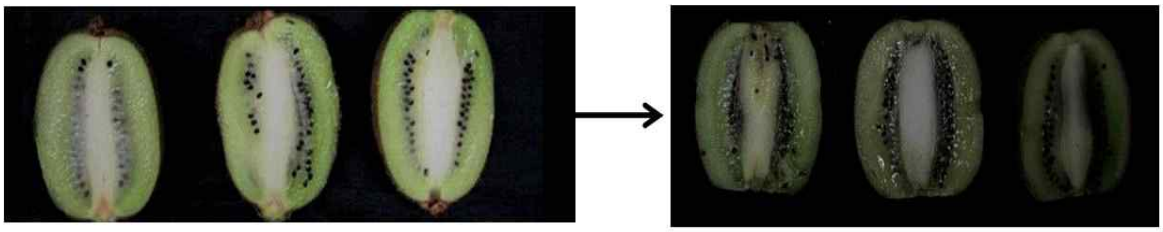
# 제 2 장. 국내외 기술개발 현황

| 코드번호 | D-04 |
|---|---|

## 제 1절. 국내외 현황

### 1. 수확후 후숙이 반드시 필요한 국내산 참다래

- 참다래는 호흡 급등형과실로 수확 한 후 후숙 즉, 연화 시켜야 먹을 수 있다.
- 수확 직 후의 참다래는 경도 40N 이상으로 매우 단단하여 바로 먹을 수 있는 품질이 아니며, 경도 4N이 참다래의 조직감과 풍미를 느끼면서 식용할 수 있는 적정 경도이다.
- 후숙은 온도 조절, 자연 후숙, 왜생 에틸렌을 이용한 강제 후숙 등으로 진행될 수 있다.
- **국내산 참다래의 수출 및 유통, 소비자 관점에서의 최상의 품질을 즐길 수 있는 후숙 조절 방법 및 프로그램이 없다.**




<참다래 수확 직후 및 후숙 진행 후 먹기 좋은 단계의 품질 비교>

### 2. 기후 온난화로 인한 참다래 재배 가능지역의 확대

- 제주도에 국한적으로 재배되던 참다래는 기후 온난화로 인하여 현재 남해지역까지 확대되면서 기후 변화 대응 작물로 각광 받고 있다.
- 1990년 재배면적 813 ha → 2012년 1,147 ha로 매년 1.6% 증가하였다.

→ 새로운 소득 작물로써의 부가가치 증대 및 수출 가능 작물이다.

<최근 30년간 지구온난화로 인한 국내 작물 재배지역 변화 및 기후온난화로 국산 참다래 면적 증대>

### 3. 고품질의 국산 품종 육성으로 로열티 지출 절감

- 국내에서 개발한 신품종 '제시골드', '한라골드' '제시그린'은 국내에서 유통되고 있는 국내외 품종 10품종 중 3품종을 차지하고 있으며 수확기간이 서로 달라 공급기간이 확대될 것으로 기대된다.
- 국산품종 재배 면적 2014년 260ha, 2017년까지 300ha까지 확대 전망 → 2014년 31.5억, 2016년 50억 이상의 재배로 경비가 절감되었다.
- 품질이 우수하여 국외 참다래 품종과의 경쟁력 확보가 가능해졌다.

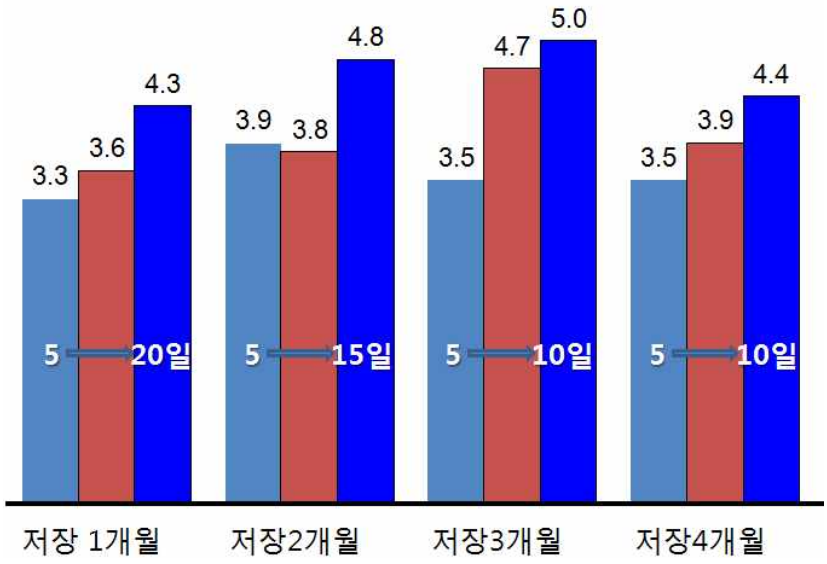
<농진청이 육성 및 보급한 참다래 국산품종 3종 한라골드, 해금, 제시그린>

### 4. 저장 온도에 의한 후숙(자연 후숙)과 외생 에틸렌 처리에 의한 후숙(강제 후숙)

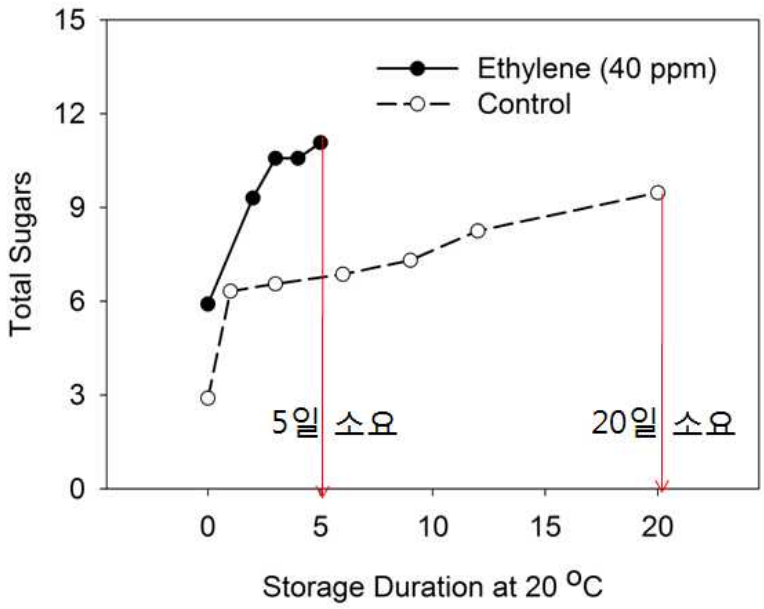
- 참다래는 후숙 과실이나 저장 및 유통 중 후숙이 과다하게 진행되면 '맛'과 '선호도'가 급감하므로 저장 이력에 따른 정확한 후숙용 프로그램이 적용되어야한다.
- 참다래 후숙은 온도를 15-20℃로 설정하여 저장하여 자연 후숙을 유도하는 방법과 외생에틸렌을지속적 처리하여 강제 후숙하는 방법이 있다.

- 국외 품종인 ‘헤이워드’를 기준으로 저장 기간 및 저장 온도에 따른 자연 후숙 진행 결과를 보고한 바 있다.
- 외생에틸렌은 ‘헤이워드’를 대상으로 40ppm을 밀폐된 공간에서 처리 후 후숙을 유도하는 방법이 보고된 바 있다.

**⇒ 국내산 참다래 수확 후 자연 후숙으로 대기하는 기간이 약 20-30일 정도 소요됨, 수확 직후부터 저장한계기간 까지 출하 할 수 있는 수확후처리 기술이 필요하다.**



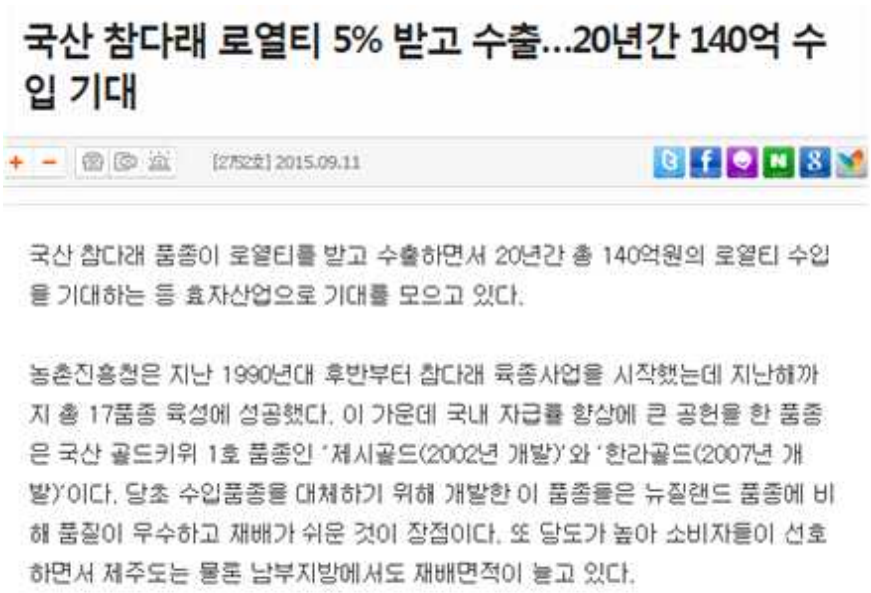

<저장 기간에 따른 참다래의 기호도 변화(20℃ 저장)>




<외생에틸렌 처리에 의한 참다래의 당도 증가>

## 5. 국산 참다래 묘목 중국 시장 개척 성공

- 홍콩, 대만, 중국에 2010년부터 묘목 수출 시작 향후, '한라골드'와 '제시골드' 과실 수출도 확대될 전망이다.



국산 참다래 로열티 5% 받고 수출...20년간 140억 수입 기대

[2752호] 2015.09.11

국산 참다래 품종이 로열티를 받고 수출하면서 20년간 총 140억원의 로열티 수입을 기대하는 등 효자산업으로 기대를 모으고 있다.

농촌진흥청은 지난 1990년대 후반부터 참다래 육종사업을 시작했는데 지난해까지 총 17품종 육성에 성공했다. 이 가운데 국내 자급률 향상에 큰 공헌을 한 품종은 국산 골드키위 1호 품종인 '제시골드(2002년 개발)'와 '한라골드(2007년 개발)'이다. 당초 수입품종을 대체하기 위해 개발한 이 품종들은 뉴질랜드 품종에 비해 품질이 우수하고 재배가 쉬운 것이 장점이다. 또 당도가 높아 소비자들이 선호하면서 제주도는 물론 남부지방에서도 재배면적이 늘고 있다.

<국산 참다래 로열티 5% 받고 수출, 2015.09.11.>

<국산 참다래의 세계 수출국으로의 성장>

**6. 국산 신선딸기 최근 수출 증대**

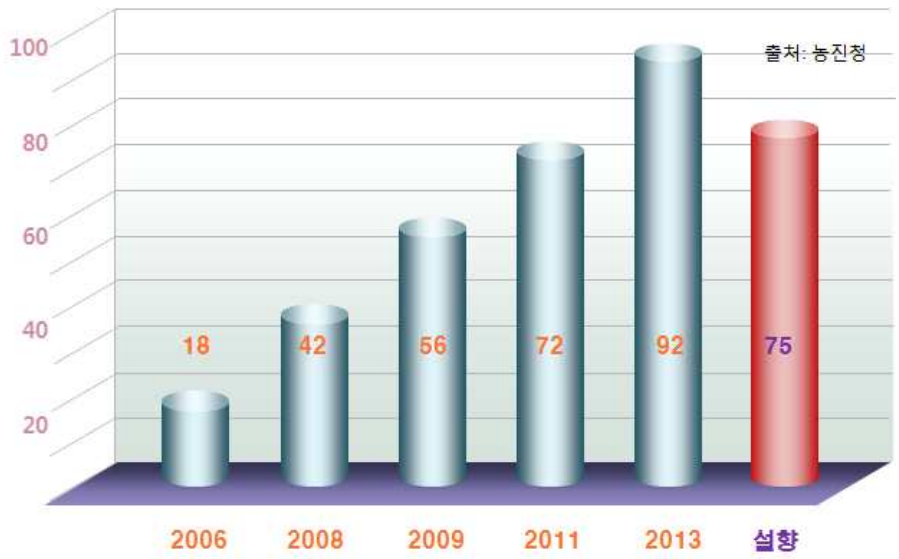
- 2012년 2,525톤 → 2013년 3,117톤, 23% 증가하였다.
- 일본, 홍콩 및 싱가포르 등 동남아 수출국 증대되었지만 **현재 생산량 대비 수출국 18위이다.**

<세계 신선딸기 수출 규모, FAO 2012>

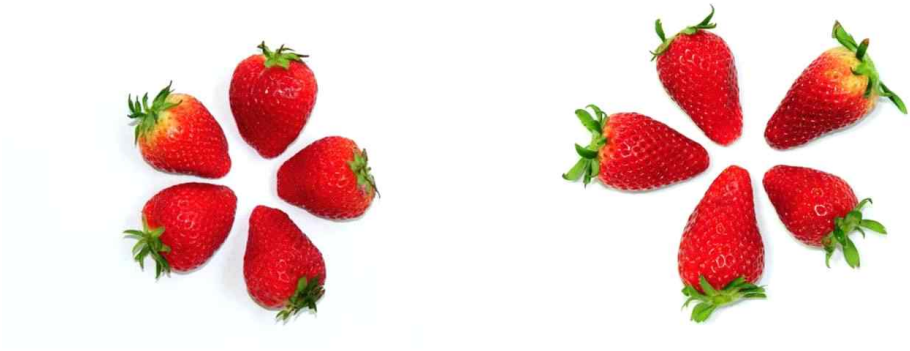
<중국 및 동남아 딸기 수출 증대>

**7. 국내 과채류 중 딸기의 비중이 지속적으로 증대되면서 신품종 육성 및 수확후 관리 기술이 요구됨**

- 국내 과채류 총 생산량 10.7 %, 총 생산액 27%를 차지하고 있지만 주요 품종은 2 품종뿐이어서 수출시장을 다변화시키기 위한 품종 육성뿐만 아니라, 과육이 연하고 저장성이 약한 특성을 고려한 **수출용 수확 후 관리 기술 적용이 필요하다.**




<최근 딸기의 국내육성 품종 점유율 변화>



'설향'
국내 주 재배 품종

'매향'
수출용 주 품종

<국내 및 수출용 주요 재배 품종>

## 제 2 절. 문제점 및 필요성

**1. 국산 품종의 재배 기술 보급은 상당 부분 진행되었으나, 수출용 국산품종에 대한 수확후 관리 기술 정보가 매우 부족함**

- 국내에서 육성된 '제시그린', '한라골드', '제시골드'는 수확시기도 각각 다르며 저장성 및 상품과 기준이 다르다.

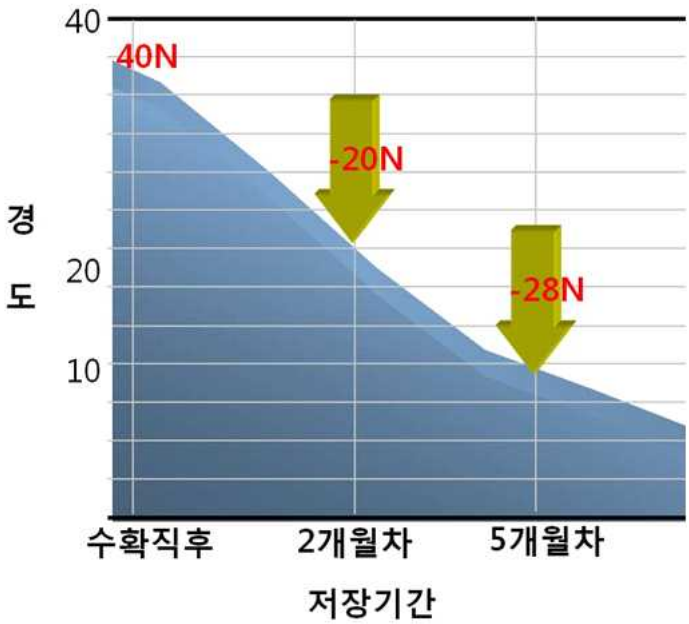
<국산 참다래의 수확기 및 저장 특성>

- 외부 육안으로 숙기 판단이 어려운 참다래는 품종에 따른 숙기판정을 위한 명확한 가이드라인 필요하다.

**→ 개선되지 않으면 숙기 불균일로 인한 부패 및 상품성 저하 우려됨**

- 저장 이력 및 품종에 따라 후숙 생리가 다르기 때문에 국산 품종에 적합한 저장 및 후숙 프로그램 개발이 요구됨. 즉, 1개월 저온저장 후 유통, 3개월 저온저장 후 유통 등 저온 저장에 따른 유통 온도를 고려한 후숙 기간 설정이 필요하다.

**→ 개선되지 않으면 과다 후숙으로 인한 부패율 증가 우려됨**




<저장기간에 따른 '제시그린'의 경도 감소, 2℃ 저장 조건>

**2. 해외 수출 요구도는 높아지고 있으나, 현장 수확 후 관리 기술 적용 전무**

- **수출용 참다래의 수확 후 관리 매뉴얼 부재 및 보급이 미흡**
- 선행 연구된 수확 후 생리 연구는 수입 품종에 국한되어 있다.

- 국산 품종을 위한 수출 프로토콜 확립이 요구된다.
- **품종 특성, 수출 대상국 거리 및 저장이력에 따른 수출 프로토콜 개발에 필요한 정확한 연구 결과가 필요하다.**

**3. 소포장용 참다래 후숙 기술 개발은 수출(내수)시장의 다변화를 가져올 것임**

- 농산물 소포장 기술을 적용한 연구 및 상품 개발은 국내외 소비자의 요구 및 농산물 시장의 트렌드를 반영한다.
- 현재까지는 대형 저장고 혹은 벌크형으로 후숙을 진행하여 품질이 고르지 못하여 소비자의 재구매 의사를 저감시키는 경향이 있다.
- 에틸렌 발생제를 이용한 소포장 참다래는 수출용 참다래의 운송 및 유통 중 후숙을 촉진시키지 않고 품질을 유지하되 소비지에서 또는 소비자가 직접 후숙하는 방식으로 소비자가 먹고 싶은 일정에 맞추어 맛있는 참다래를 먹을 수 있다.
- 소포장형 후숙 처리는 과실을 고르게 후숙시켜 소비자의 입맛을 만족 시킬 것이다.

**4. 자연 후숙과 강제 후숙 된 참다래의 '맛' 관련 품질 차이를 과학적으로 구명할 필요가 있음**

- 참다래 농가 및 유통 관련자들에 따르면 강제 후숙된 참다래는 맛이 떨어진다고 인식하고 있다.
- 참다래의 경우 에틸렌을 처리하면 쓴맛이 증가하는 물질이 급증한다고 보고되어 있다.
- 외생 에틸렌이 참다래 맛 관련 대사과정에 미치는 과학적 연구 결과가 전무하다.

**5. 수출용 딸기 '매향'의 수출 증대를 위해서는 '착색 증진 및 부패 억제'를 해결하기 위한 품질 개선 연구**

- 싱가포르(동남아)에 수출되는 딸기는 주로 미국, 일본 그리고 한국 순이다.
- 한국산 딸기는 농가마다의 수확 시기가 달라 착색이 불균일한 상태로 유통 및 수출되고 있다.
- 가격과 품질을 종합적으로 평가하면 한국산 딸기가 경쟁력이 있지만 일본 딸기에 비해 착색의 고르기가 좋지 않아 일본보다 5배 낮은 가격으로 유통되고 있어 내수 가격보다도 낮다.
- 수확 후 불균일 착색을 개선하고 신선도를 유지하기 위한 복합처리로 고품질에 적절한 한국산 딸기 가격을 높게 형성할 수 있는 연구 개발이 필요하다.

싱가포르 주요 수출국 딸기 비교

| | 한국 | 일본 | 미국 |
|---|---|---|---|
| 포장 | 상 | 상 | 중 |
| 품질 | 상 | 상 | 하 |
| 가격($/100 g) | 1.8 | 9.27 | 1.67 |

**무려 5배 낮은 가격**

싱가포르 수입업자의 우리나라 딸기 개선사항

① 일정한 품질유지
② 조금 더 큰 크기의 딸기 => 매향 < 설향
③ 포장 용기 안의 균일하게 정리된 딸기

- **미국산 딸기- 선별 및 포장 내 배치 미흡**
- **한국산 딸기- 일본산에 비해 착색이 균일하지 못함**
- **일본산 딸기- 균일한 품질 및 착색**

<수출 시장에서 미국산, 한국산, 일본산 딸기 비교>

## 6. 수출용 딸기의 신선도 유지를 위해 고농도 이산화탄소 처리 기술이 적용되고 있음

- 고농도 이산화탄소를 단시간 처리하여 경도를 유지시키는 기술이며, 이미 국제적으로 보편화 되고 있는 수확후 처리 기술이다.
- 하지만, 선적, 운송 및 유통 중 발생 할 수 있는 '착색 증진 및 부패 방지'에 대한 효과는 구명된 바 없다.

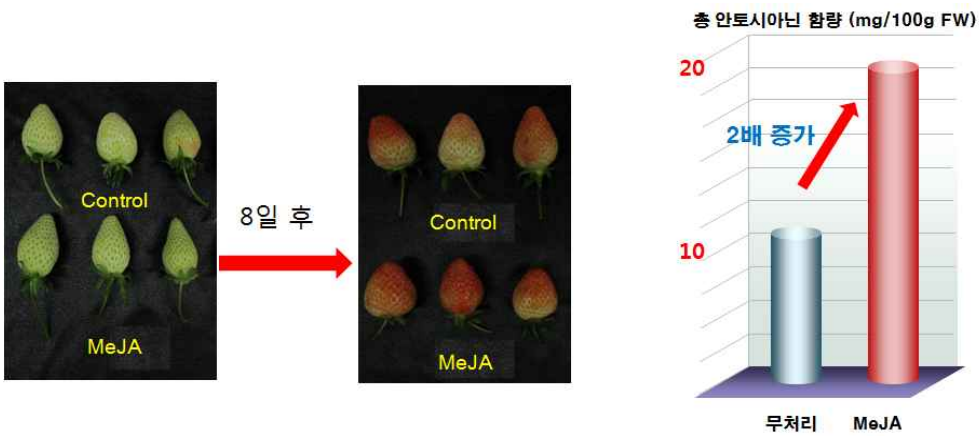
**⇒ 가격 경쟁력을 확보하려면 '매향'의 '착색 증진'을 위한 수확후처리 기술 개발이 반드시 필요함**

<고농도 이산화탄소를 적용한 수출용 딸기의 경도 유지 효과 홍보 및 처리 장면>

## 7. 식물 호르몬의 일종인 메틸자스모네이트는 딸기의 착색증진 및 부패 억제 효과

- 천연물로써 안전성이 보장되는 메틸자스모네이트는 토마토, 딸기의 착색을 증진시킨다.
- 본 연구팀의 [선행연구] 결과에서 외생 메틸자스모네이트를 처리한 '설향'에서 딸기의 착색정도를 나타내는 총 안노시아닌의 합성이 8일 이내에 2배 증가하여 착색을 증진시키는 효과를 구명한 바 있다.
- 천연물로써 안전성이 확보될 것이며, 저장 및 모의 수출과 같은 현장 실증연구를 통해 재구명할 필요가 있다.

<식물호르몬 메틸자스모네이트의 기능>




<외생 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 착색 증진 효과>

# 제 3 장. 연구수행 내용 및 결과

| 코드번호 | D-05 |
|---|---|

## 제 1절. 연구 수행 내용 및 결과

### 1. 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 저온 및 후숙 조절 유통 프로그램 개발

가. '제시그린' 참다래의 최적 저장 온도 및 유통 온도 및 기간 구명

(1) 연구 목적

참다래는 전형적인 후숙과실로써 수확 직후에는 경도와 풍미가 미숙하여 반드시 일정기간 후숙 과정을 거친 후 소비자에게 공급된다. 하지만 국산품종인 '제시그린'은 수확적기 판정 및 유통기한 설정 기준이 전무하여 장기저장 시 품질의 예측 및 출하시기를 판단할 근거가 부족하다. 따라서 '제시그린'을 대상으로 저온에서 장기저장 후 저장 온도에 따른 후숙 특성을 파악하고 외생적으로 후숙을 조절하여 소비자에게 맛있는 국산 참다래를 제공할 필요가 있다.

(2) 연구 방법

저장 온도를 다르게 설정하여 후숙을 조절할 수 있는 유통온도를 설정하고자 아래와 같은 조건으로 '제시그린' 참다래를 6개월간 장기 저장하였다. 저장 후 1개월, 3개월 5개월 차에 '제시그린'의 품질 및 저장성 분석을 실시하였다.

그림 1. 한경농협 저장고에서 저장한 '제시그린' 참다래 사진

그림 2. 한경농협 저장고 '제시그린' 참다래 적재 사진

(가) 저장 온도 조건

① 2 ℃에서 5개월 저장 후 → 2, 4, 6, 8℃에 각각 유통
(저온저장 후 노출되는 온도에 따른 유통 기한 설정 목적)
② 습도: 상대습도 70% 이상
③ 저장 기간: 5-6개월을 수행하였고 제주 한경농협 소재의 저온저장고 및 서울대 저온저장고에서 실제 모두 실시함

(나) 조사 항목

① 호흡률 및 에틸렌 생성량: 다래를 1.2L 밀폐용기에 300g을 넣은 후 상온에서 2시간 밀폐 후 용기내부에 축적된 가스를 1mL 주사기로 채취하여 가스 크로마토그래피로 분석(표 1).

표 1. 호흡률 및 에틸렌 생성량 분석 조건

| 장비명 | 분석조건 |
|---|---|
| 가스크로마토그래피 | YL9100 HPLC system (binary pumps) |
| 컬럼 | packed column |
| 이동상 용매 | 헬륨 |
| 유량 | 기체상 20 mL/min |
| 검출기 1(호흡률) | Thermal conductive detector (150℃) |
| 검출기 2(에틸렌) | Flame ionization detector (200℃) |
| 오븐 온도 | 70℃ |
| 샘플 주입량 | 1 mL |

② 품질 조사: 경도, 당도, 산도, 외관, Ascorbic acid 정량 분석

㉮ 경도

한 과실 당 적도 부위 두 곳을 plunger 물성측정계(TA Plus, Llyoid Instrument, Ametek, Inc., England)를 이용하여 직경 5mm의 probe로 측정하여 Newton(N)으로 표시함

㉯ 당도

생체시료 균질 후 원심분리한 상등액 0.2 mL을 디지털 굴절 당도계(Atago Co. Japan)으로 측정하여 %로 나타냄

㉰ 산도

적정산도법으로 측정하였으며, 과즙을 10배로 희석한 후 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid 함량으로 나타냄

㉱외관

과육을 절단하여 내부 및 외관 사진 촬영함

㉲중량감모율

초기치 무게를 기준으로 감모율을 백분율로 나타냄

㉳기능성 성분 정량분석(ascorbic acid 함량 (mg/g 생체중))

생체시료 5g을 3%의 meta-phosphoric acid 용액에 넣고 1분간 균질 후 30분간 정치함. 이후 2mL 추출액만 분리하여 원심분리(8,000 rpm에서 10분간)하여 얻은 상등액과 10mM DTT용액을 1:1 비율로 혼합하여 여과한 뒤 액체크로마토그래피(YL 9100)으로 분석함(표 2). 외부표준물질로 ascorbic acid 를 사용하여 검량곡선으로 함량을 환산함

표 2. Ascorbic acid 분석 조건

| 장비명 | 분석조건 |
|---|---|
| 액체크로마토그래피 | YL9100 HPLC system (binary pumps)-PDA |
| 컬럼 | water-bondapack NH4(3.9 × 300 mm, 10$\mu$m) |
| 이동상 용매(isocratic) | 10mM ammmonium dihydrogen phosphate (pH 2.8) |
| 유량 | 1.0 mL/min |
| 검출범위(흡광도) | 254 nm |
| 분석시간 | 30 분 |
| 샘플 주입량 | 10 $\mu$L |

(3) 연구 결과

(가) 저장 기간에 따른 품질변화(그림 3. 4)

참다래는 저온 저장 중 후숙이 장기간에 걸쳐 진행되며 2°C에서 5개월 이상 부패나 품질의 큰 변화 없이 저장 가능하였다. 수확 당시 참다래의 경도는 39.5 N이며 저장 2개월 차에는 26 N, 5개월 차에서는 25 N으로 조직의 연화가 서서히 진행되었다. 수확 당시 당도는 7.4 °Brix 이었고, 저장 2개월 및 5개월 차에는 각각 12.3 brix 와 13.8 brix로 증가하였다. 저장고는 설정온도는 2℃이고 습도는 70%이상이었으나, 실제로는 4℃와 상대습도 83%로 유지되었다. 따라서 저장고의 온도와 습도 관리는 별도로 진행하지 않아, 출고 건이 발생할 시에는 온도와 습도의 변이가 매우 큰 부분이었다(그림 4).

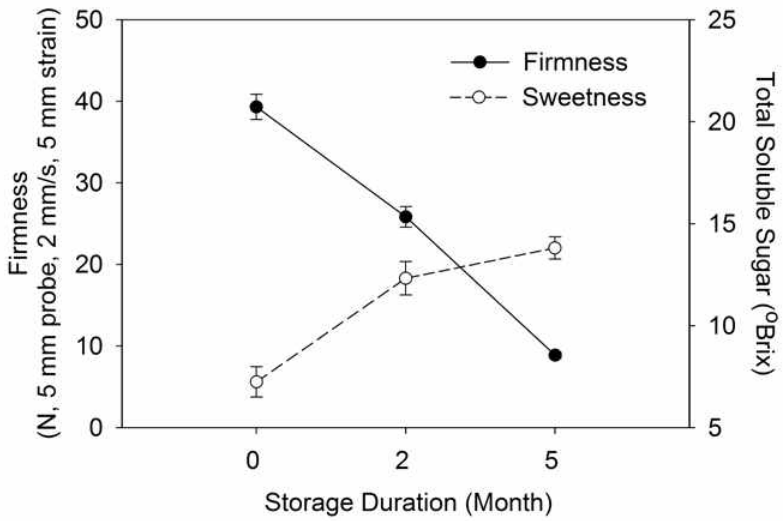



그림 3. 저온저장고에서의 참다래 경도(좌) 및 당도(우) 변화
(저장고 실제 설정 온도: 2℃)

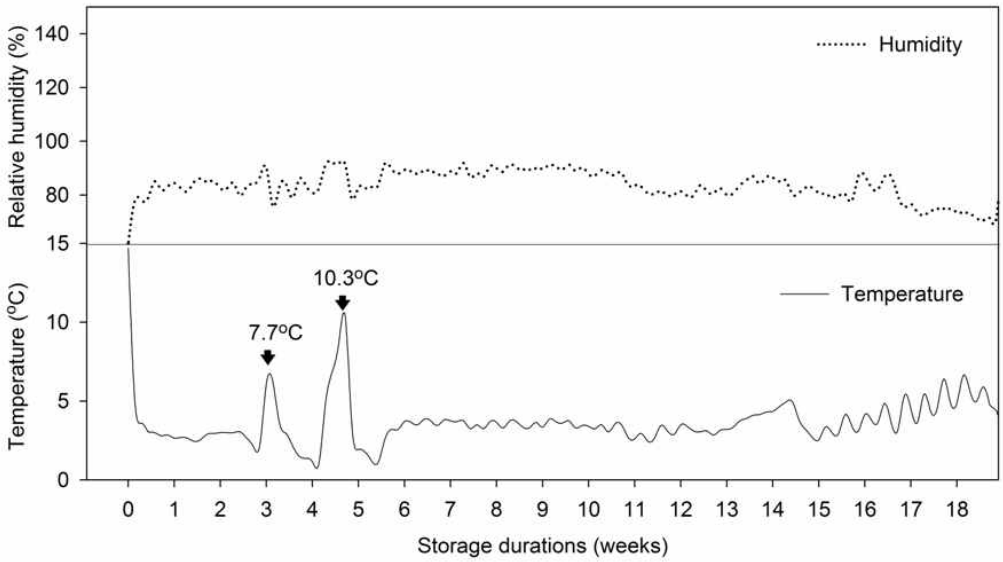
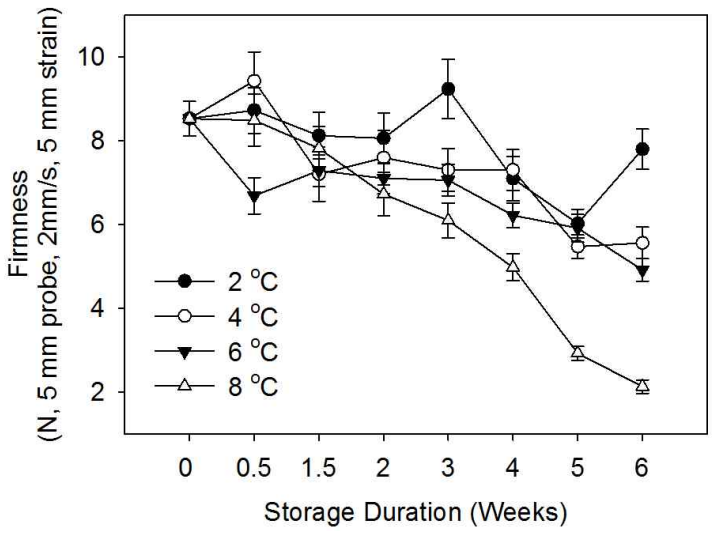
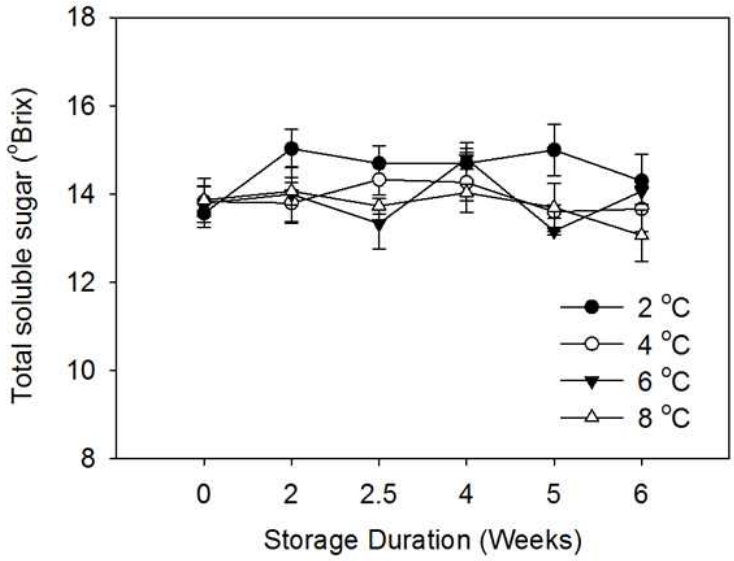



그림 4. 저온 저장고의 실제 온습도 기록
(5 개월 간 온습도 데이터 로거 사용)

(나) 저온 저장 후 유통 온도별 품질특성 및 유통 기한 설정 연구

장기저장용 참다래의 장기운송 중 저장 특성을 파악하고자 하였으며 다음과 같이 설정할 수 있었다. 2℃에서 5개월 저장 후 2, 4, 6, 8℃에서 각각 이동 시 온도별 후숙 도달 기간(유통 기간) 설정하였다(그림 5). 유통 온도별 후숙 설정 기준은 소비자가 구입 후 1-2일 이내 상온에 둔 후 식용 가능한 품질 기준 경도 6N, 당도 14°brix로 설정하였고 이에 도달하는데 소요되는 기간을 조사하였다. 결과적으로 저장온도 2℃에서 5개월 저장한 제시그린은 8℃로 변경한 경우 3주 이내, 6℃ 유통은 4주 이내, 2와 4℃ 유통에서는 5주 이내에 식용 가능한 품질로 후숙된다는 결과를 도출하였다. 저장중 당도와 저장온도에 따른 유의성은 보이지 않았다.





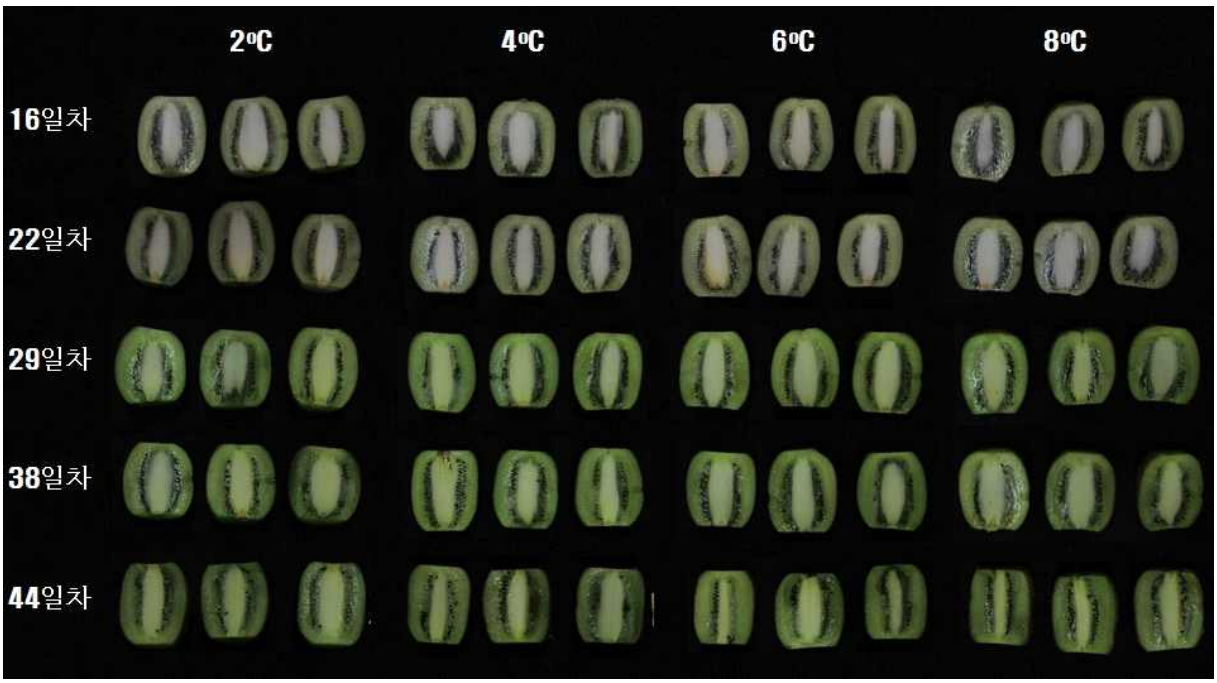




그림 5. 저온 저장고에서의 참다래 경도(좌) 및 당도(우) 변화와 참다래 과육 변화 모습
(2℃, 저장 5개월 후 → 2, 4, 6, 8℃에서 각각 유통함)

(다) 결론: 온도를 이용한 후숙 및 유통 프로그램 가이드라인 설정(그림 6)

제주산 참다래(제시그린)을 대상으로 현장에서 저온 저장 기간에 따른 후숙 기간을 설정하는 연구를 수행하였다. '제시그린'의 경우 수확 후 저온(2℃)에서 5개월 저장 후 온도별 후숙의(경도) 차이가 나타났다. 저장이력에 따른 참다래의 후숙 정도를 판단하여 유통기간을 설정 및 제어하는 것이 소비자들이 맛있는 참다래를 구매할 수 있는 주요한 척도가 될 것으로 사료

된다.

그림6. 저장 5개월 된 제시그린의 온도별 후숙 도달 소요기간

## 2. 참다래 후숙용 소포장 기술 개발

가. 상온유통 중 부패 억제 기능성 필름 선발

(1) 연구 목적

청과물은 대부분 상온에 노출되면서 대기 중에 있는 부패 미생물 번식에 의한 상품의 변질 및 부패가 진행되었다. 참다래는 저온 환경에서의 장기저장 중 내재되어 있던 곰팡이 등이 운송단계 혹은 상온 유통 환경에서 서식이 왕성해지면서 품질이 저하되는 현상이 있다. 이러한 부패미생물에 의한 참다래의 변질을 억제하기 위한 연구로 참여기업(㈜ 씨앤케이프로팩)에서 개발한 부패 억제 기능성 필름을 선발하고자 하였다.

(2) 연구 방법

(가) 공시재료 및 처리

① 시험재료: 품종 '제시그린'
② 수확지역 및 시기: 제주 한경(2015년 11월 중순)
③ 처리내용: 온도 2 처리, 필름 5 종
· 상온 저장: 기존 PE 필름 1종(한경농협에서 사용하던 필름), 기능성 필름 4종
· 저온 저장: 기존 PE 필름 1종(한경농협에서 사용하던 필름), 기능성 필름 4종

· 기능성 필름 4종: 위즈프레쉬텍사의 제올라이트 함유(W), 씨앤케이프로팩사의 섬광석 함유(C-1), 화산석 함유(C-2), 일라이트 함유(C-3) 필름

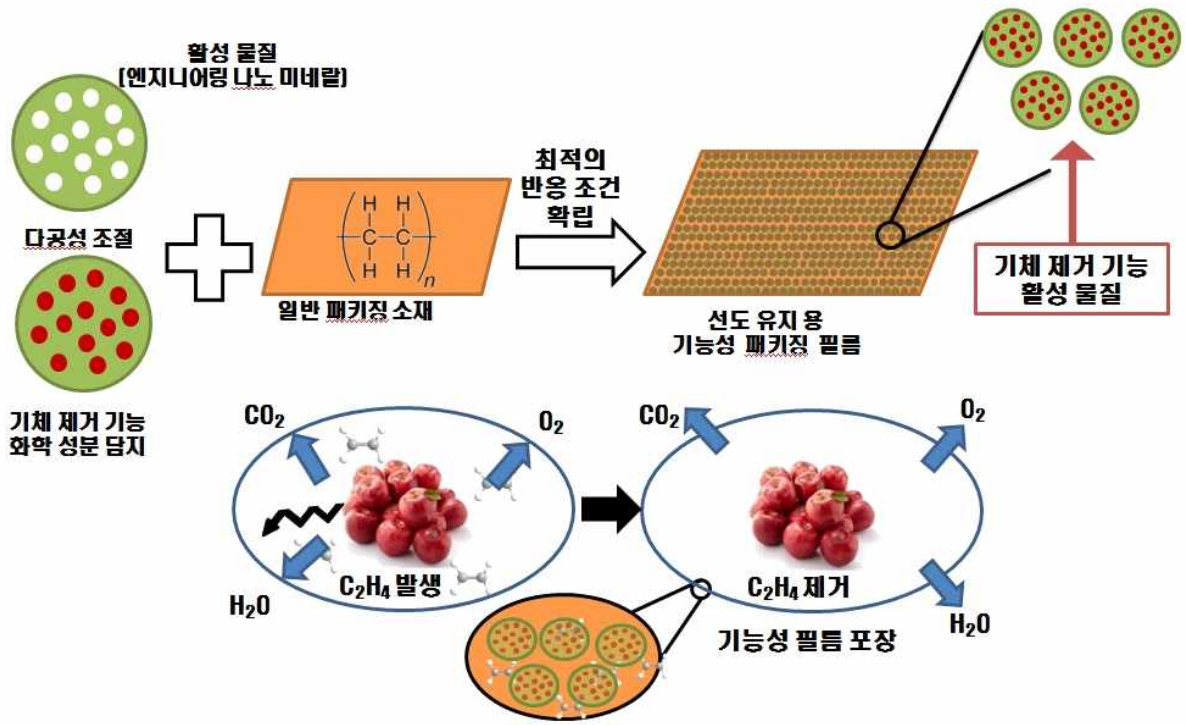
④저장 조건: 팔렛 단위로 필름 포장 후 2℃에 저장함

⑤기능성 필름의 특징

해당과제 참여기업인 C&K 프로펙에서 개발한 농산물용 기능성 필름지를 선발 및 적용 할 수 있도록 과제를 수행하였다. 참여기업이 자체적으로 개발한 기능성 필름을 제공 받아 연구를 수행하였다. ㈜씨앤케이프로팩에서 자체 개발한 기능성 필름은 아래와 같은 특징을 갖고 있으며 에틸렌을 흡착하는 무기물을 함유하고 있다.

**▣ 기술명 : 수확 후 농산물 포장용 기능성 필름 제조기술**

- **주원료인 나노 다공성 무기물은 농산물 성숙 호르몬인 에틸렌을 비롯한 암모니아, 황화수소 등의 농산물 유통에 발생할 수 있는 유해가스를 흡착(식품 안전성)**
- **부원료인 항균제를 이용하여 내부 과습으로 인한 미생물 증식을 억제(식품 선도유지)**
- **기존 광물질 포함 선도유지필름이 가진 불투명성의 개선(신선 농산물에 적용)**
- **농산물에 노출되는 표면적이 넓어 선도유지에 효과적**




<참여기업 ㈜씨앤케이프로펙에서 개발한 나노무기물 농산물 포장지 원리>

(나) 조사 항목

① 호흡률 및 에틸렌 생성량: 다래를 1.2L 밀폐용기에 300g을 넣은 후 상온에서 2시간 밀폐 후 용기내부에 축적된 가스를 1mL 주사기로 채취하여 가스 크로마토그래피로 분석함

② 품질 조사: 경도, 당도, 산도, 외관, Ascorbic acid 정량 분석

㉮ 경도

한 과실 당 적도 부위 두 곳을 plunger 물성측정계(TA Plus, Llyoid Instrument, Ametek, Inc., England)를 이용하여 직경 5mm의 probe로 측정하여 Newton(N)으로 표시함

㉯ 당도

생체시료 균질 후 원심분리한 상등액 0.2 mL을 디지털 굴절 당도계(Atago Co. Japan)으로 측정하여 %로 나타냄

㉰ 산도

적정산도법으로 측정하였으며, 과즙을 10배로 희석한 후 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid 함량으로 나타냄

㉱외관

과육을 절단하여 내부 및 외관 사진 촬영함

㉲중량감모율

초기치 무게를 기준으로 감모율을 백분율로 나타냄

(3) 연구 결과

(가) 기능성 필름에 따른 상온 저장 중 참다래의 외관 관찰(그림 7)

총 5 종류의 필름으로 참다래를 포장 한 뒤 상온에 저장하면서 관찰하였다. 상온 저장 후 14일차에 C-1과 C-2 필름군에서는 과육이 물러져 부패가 진행된 상태이며, 가장 신선도가 오래 유지된 필름은 C-3 필름군이었다. 이러한 예비실험을 토대로 한경농협 저온저장고에서 기능성 필름에 따른 선도 유지 효과를 구명하는 실험을 수행하였다.

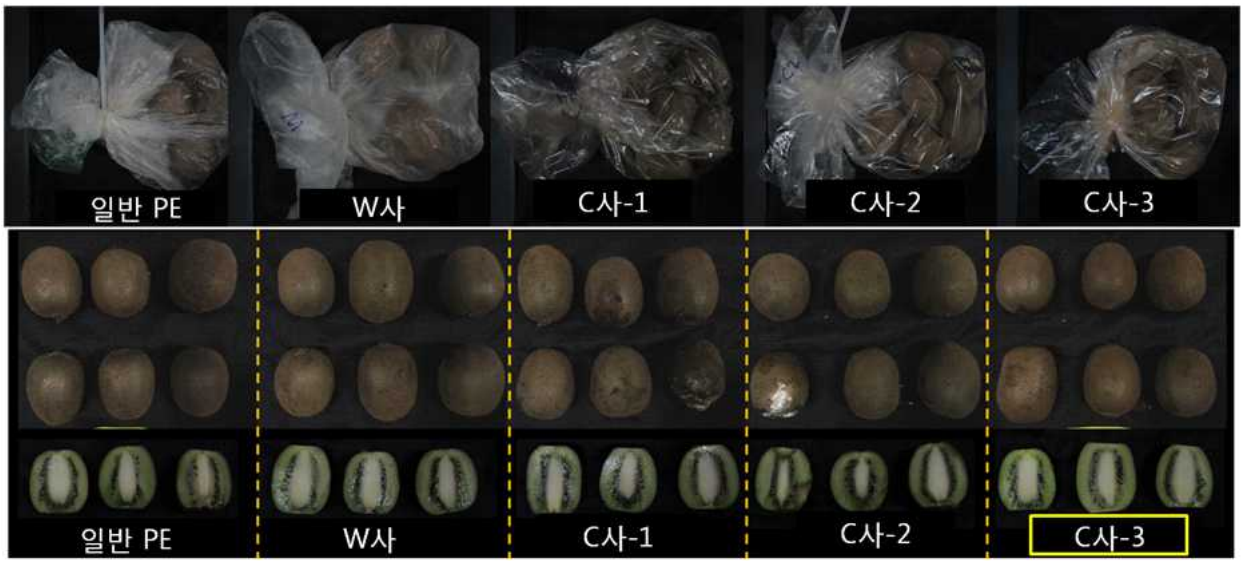


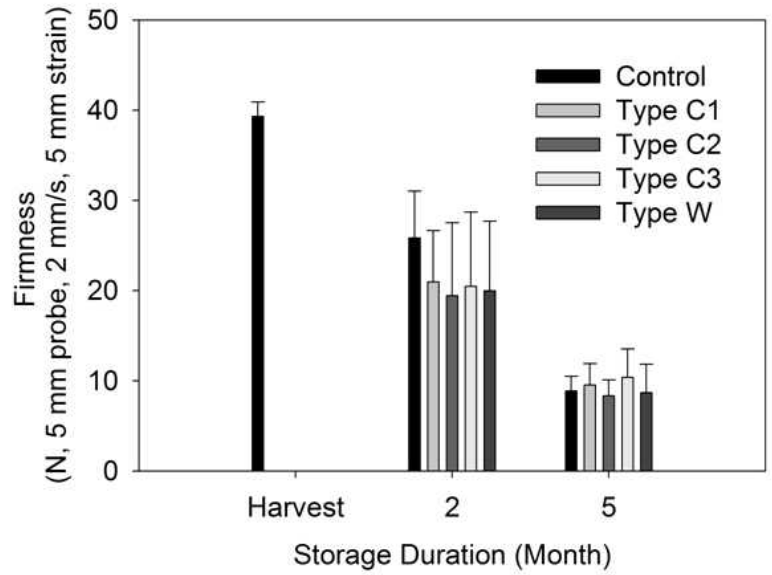

그림 7. 기능성 필름에 의한 참다래의 부패 발생(상온 14일 차) 사진 및 현장 적용 사진

그림 7. 기능성 필름에 의한 참다래의 부패 발생(상온 14일 차) 사진 및 현장 적용 사진

(나) 기능성 필름에 따른 저온 저장 중 참다래의 품질변화(그림 8, 9, 10)

저장기간 동안 장기간에 걸쳐 후숙이 진행되었다. 수확 당시 참다래의 조직감은 39.5 N이며 저장 2개월 차에는 대조군이 26 N으로 가장 높았고, 나머지 4개 필름은 유의적인 차이를 보이지 않고 19~21 N 수준이었다. 5개월 차에서는 C-3 필름이 10 N으로 가장 높았으나 다른 처리군과의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나, 저장 중 필름에 따른 참다래의 경도 유지 효과는 크게 나타나지 않았다. 저장 2개월 차 당도는 C-2 필름군이 13.7 brix로 유의적으로 가장 높았으며, 대조군은 12.3 brix로 가장 낮았다. 저장 2개월차 C-1, C-3, W 필름군은 모두 13 brix이상의 당도를 보였다. 저장 5개월차 대조군과 C-2 필름군이 각각 13.8과 14.1 brix 로 가장 달았고 W 필름군이 12.8 brix 로 가장 당도가 낮았다.

저장 5개월 차 부패율은 C-3 필름군이 2.6%로 가장 신선도를 오랫동안 유지했고, 대조군은 11.7%로 신선도가 가장 떨어지며 부패균의 확산과 침투가 가장 심하게 나타났다. 다음으로 W→C-2→C-1 필름군 순으로 높은 부패율을 보였다.



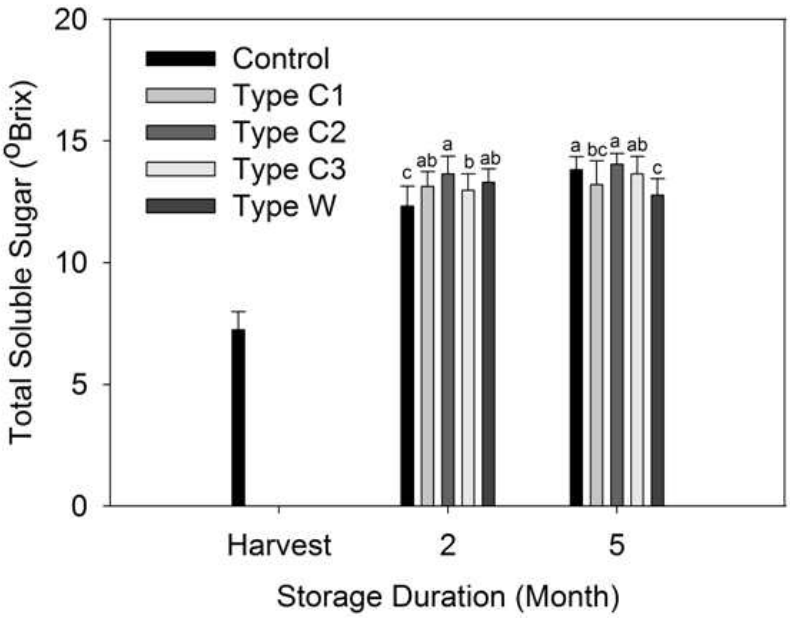




그림 8. 기능성 필름에 의한 참다래의 조직감 및 당도의 변화
(Duncan test, $p$ <0.05 유의 수준)

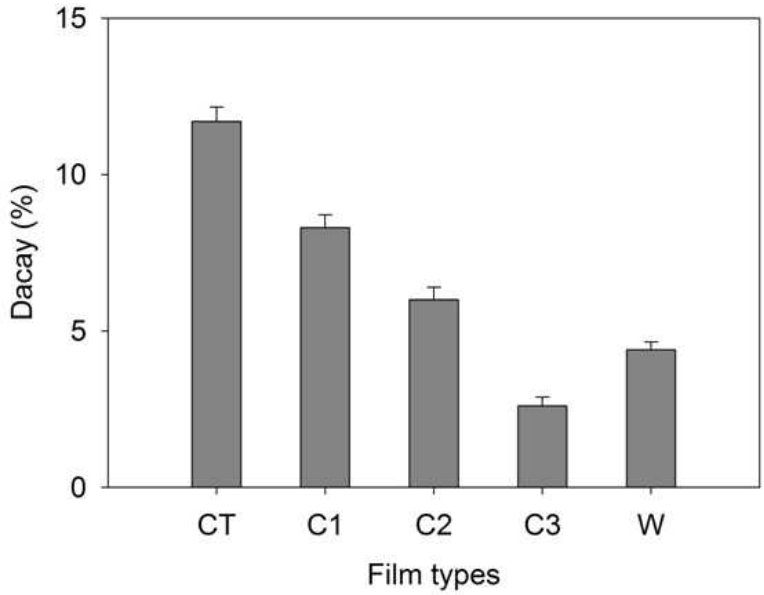



그림 9. 기능성 필름에 의한 참다래의 부패율 차이
(저장 5개월 차)

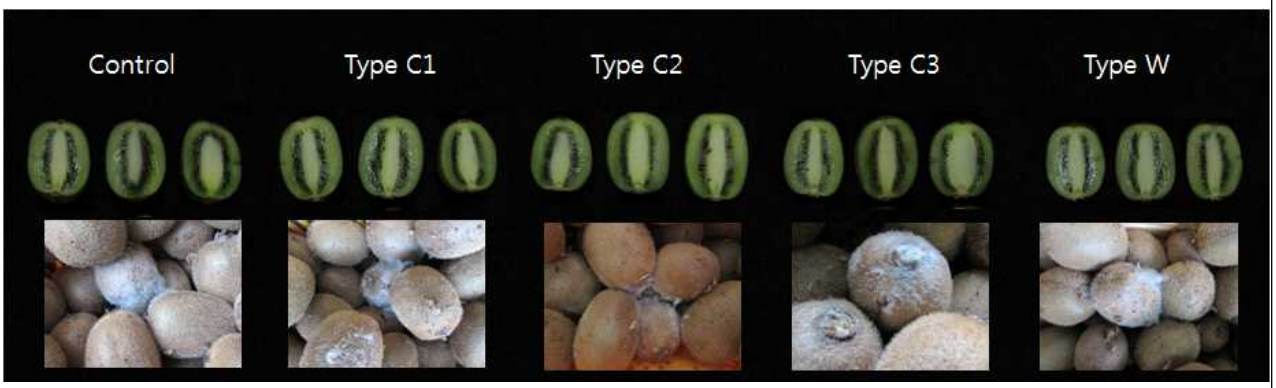



그림 10. 기능성 필름에 의한 참다래의 부패율 발생 사진
(저장 5개월 차)

(다) 결론

종합적으로 유의적인 차이를 보였던 당도와 부패율을 기준으로 대조군을 포함한 타 필름에 비해 C-3 필름을 사용하면 선도유지 및 부패 방지에 더 효과적이었다. 부패율이 낮은 C-3필름으로 5개월간 저장한 참다래는 2℃에 저장 할 경우 그림 10과 같이 2개월 정도는 추가적으로 저장성이 보장되어 전체적으로 7개월까지 저장이 가능할 것이다. 이러한 결과를 경제적 효과로 전망하여 볼 때 표 3에 경제적 이익을 표현하여 이익을 창출할 것으로 판단된다.

표 3. 기능성필름의 신선도 유지에 따른 이익 증(예상치)

| 구 분 | 기존 필름 | C-3 필름 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 포장비 | 125천원<br>(250원/20kg) | 385천원<br>(750원/20kg) | - |
| 저장기간 | 5개월<br>(3월까지 출고) | 7개월<br>(5월까지 출고) | - |
| 부패율 | 11.7% | 2.6% | - |
| **합계** | **270,714천원** | **296,142천원** | **총 25,428천원 이익** |

○ 예시) 참다래 100톤 물량 저장, 현재 가격 대입
(2016.05.01.기준 국산 3,080원, 2016.06.01.기준 수입 4,600원)로 책정함

나. 자가 후숙용 에틸렌 발생제 선발 및 발생제의 처리

(1) 연구 목적

국산 참다래는 후숙을 조절하는 기술이나 프로토콜이 확립되지 않아 후숙 및 수출 프로토콜이 잘 정립되어 있는 경쟁 상품과 상대적으로 품질을 비교하였을 경우 풍미가 약하다거나 과실별 편차가 크다는 평가를 얻고 있다. 또한 이러한 품질을 개선하기 위한 수확후 처리기술로써 인체에 전혀 무해한 식물호르몬인 에틸렌을 외생적으로 처리할 경우 소비자의 편견 및 관능평가에서 부정적인 측면만 부각되고 있다. 따라서 본 연구기간 동안 실질적으로 국산 참다래의 외생에틸렌 처리에 의한 품질 변화와 관련된 과학적인 근거를 마련하는 연구를 수행하기에 앞서 참다래 소포장용에 적합한 외생 에틸렌 발생제를 선발하여 '제시그린' 참다래에 적용하는 연구를 실시하였다.

(2) 연구 내용

(가) 공시 재료 및 방법

① 시험재료: 품종 '제시그린'
② 외생 에틸렌(후숙제)발생제 종류
· 소포장, 소포장+에텔렌 발생제 A 타입, 소포장+에틸렌 발생제 B 타입
· A타입은 에틸렌 타블렛 제형으로 물에 용해시켜 사용하며 강원대학교 정천순 교수에게 제공 받음
· B타입은 티백 제형으로(탑프레쉬사 제품) 공기 중에 노출시키면 에틸렌이 발생됨

③ 조사기간

· 발생제는 소포장 단계에서 투입함
· 후숙제 처리 후 상온에 7-14일간 조사
· 수확직후, 저장 2개월 차, 5개월 차 참다래에 각각 적용
· 소포장 참다래에 후숙제 투입 후 상온 유통

그림 11. 후숙 소포장에 사용된 후숙제 타입 및 소포장 형태

(나) 조사 항목

① 호흡률 및 에틸렌 생성량: 다래를 1.2L 밀폐용기에 300g을 넣은 후 상온에서 2시간 밀폐 후 용기내부에 축적된 가스를 1mL 주사기로 채취하여 가스 크로마토그래피로 분석함(표 1).
② 품질 조사: 경도, 당도, 산도, 외관, Ascorbic acid 정량 분석함

(3) 연구 결과

(가) 발생원리가 다른 후숙제의 농도 비교(그림 12)

다음 그림은 1L 포집용기로 24시간 반응시켜 측정한 결과이다. Type A는 1,400ppm, Type B는 9,700ppm으로 Type A보다 약 7배 높은 수준으로 검출되었다. 이러한 후숙제형에 따른 발생농도의 차이가 후숙 속도의 차이로 연계되었을 것으로 판단된다.

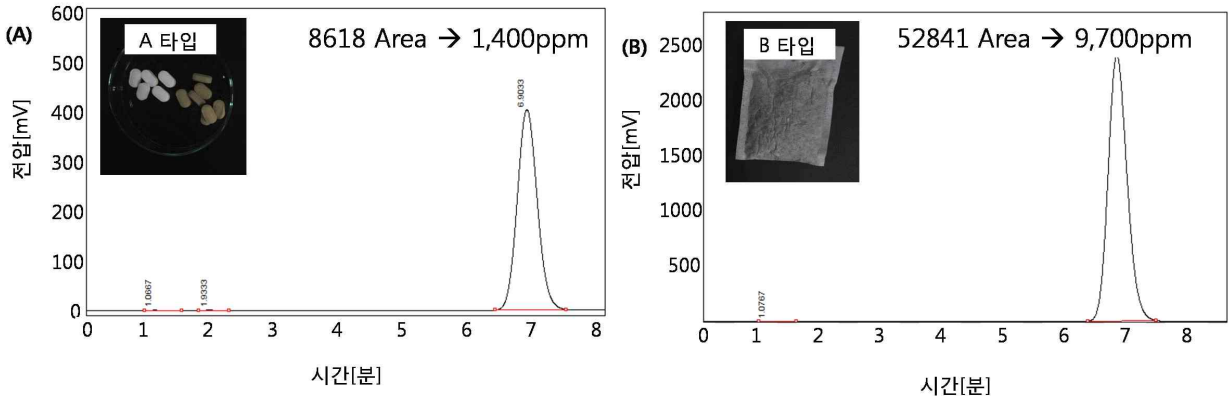



그림 12. Type A와 B의 에틸렌 발생 농도 차이

(나) 수확 직후 참다래의 후숙 실험(그림 13-15)

① 조직감 차이(그림 13)

Control은 후숙제를 넣지 않은 대조군이며 각각 후숙제 A와 B를 투입한 처리군은 Type A와 Type B로 표시하였다. Control은 소포장 후 0, 5, 7일차 과육의 조직감을 조사하였으며, 저장기간이 경과할수록 39 → 30 → 24 N으로 감소되었으나 먹기 이상적인 조직감 (약 2-4 N 예상)으로 연화되지 않았다. Type A는 0, 5일차 과육의 조직감을 조사하였으며, 5일차에 Control보다 5 N 정도 낮은 25 N이 측정된 것으로 보아 후숙 효과가 나타났음을 확인하였다. Type B는 0, 5, 7일차까지 조직감을 조사하였는데, 5일차 및 7일차에 각각 14와 4N의 급격하게 감소되는 조직감을 보여 Control 뿐만 아니라 Type A보다 후숙이 더 빠르게 진행되었다고 판단하였다. 후숙에 도달하는 기간은 경도가 4 N에 도달하였을 때를 기준으로 정의하였고 Control이 상온에서 자연 후숙하는 기간은 2주 이상 소요되는 반면에 에틸렌을 인위적으로 처리한 Type B는 1주일 이상 앞당긴 7일이 소요되었다.

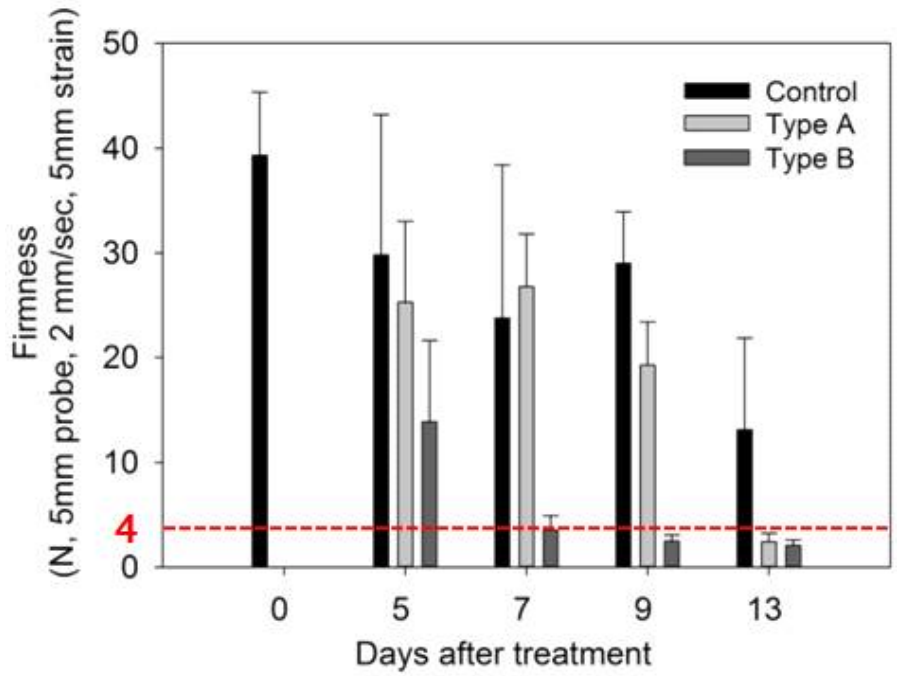



그림 13. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 조직감 변화

② 당도 차이(그림 14)

당도는 저장양분이 유기산 등이 분해된 산물로 과실의 단맛을 대표한다. Control은 소포장 후 0, 5, 7일차 과육의 당도는 저장기간이 경과할수록 7 → 10 → 11 °Brix로 증가되었으나 먹기 이상적인 당도 (약 13 °Brix 이상)으로 유기산등이 분해되지 않았다. Type A와 Type B는 5일차에 각각 11 과 13 °Brix로 측정되었으며 이는 Type B가 Control 보다는 3 °Brix, Type A보다는 2 °Brix 더 높아 후숙이 가장 빠르게 진행되었다. 추후 7일차 Type B로 후숙된 참다래의 당도는 15-16 °Brix까지 높아져 먹기 좋은 수준이었다.

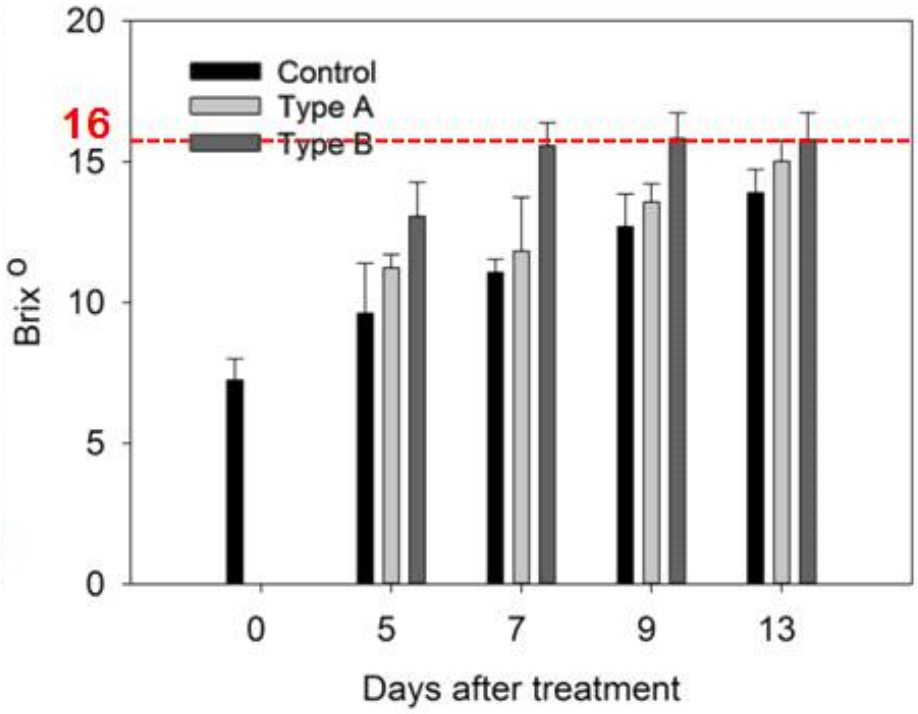



그림 14. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 당도 변화

③ 관능평가(그림 15)

당도가 높아도 신맛이 강하면 과실의 풍미가 떨어지며, 이를 종합적으로 평가하기 위한 관능평가를 실시하였다. 1점부터 5점까지의 척도를 두고 단맛, 신맛, 당산비, 경도를 평가하였다. 5일차에 후숙제 Type A와 Type B 모두 당도측정에서는 대조군보다 높은 편이었으나 신맛이 강해 모두 맛이 없다고 평가되었다. 7일차에는 후숙제 Type B만이 단맛과 신맛이 먹기 좋고 과육이 연화되어 먹기 좋았다고 평가되었다.

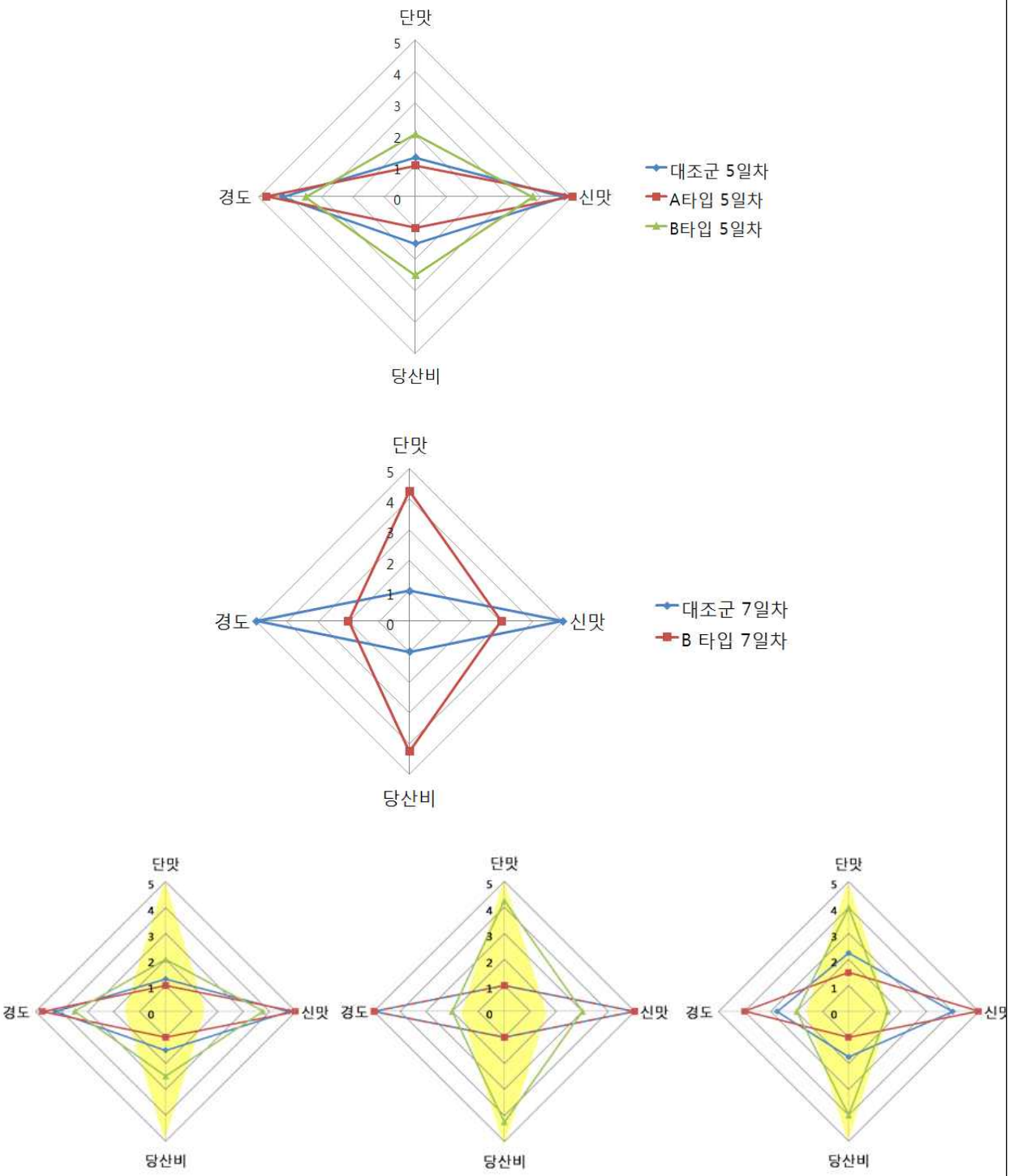



그림 15. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 관능평가
(좌: 처리 후 5일차 된 참다래, 우: 처리 후 7일차 된 참다래)
(아래: 5일차, 7일차, 9일차 각각 관능 평가 된 참다래)

④ 육안 차이(그림 16)

처리전 0일차의 참다래의 경우 백색이 겉도는 연두색이며 저장일수가 경과할수록 백색 정도가 줄어들고 투명도가 높아진다. Control과 Type A는 저장 5일차까지 투명도가 낮은 편이었으며, Type B 만이 5일차와 7일차에 투명도가 증가되어 짙은 녹색을 띄는 과육이 관찰되었다. 이러한 관찰은 후숙이 진행되었음을 의미하며 Type B가 Type A보다 빠르게 과육의 연화를 촉진하였다고 판단하였다.

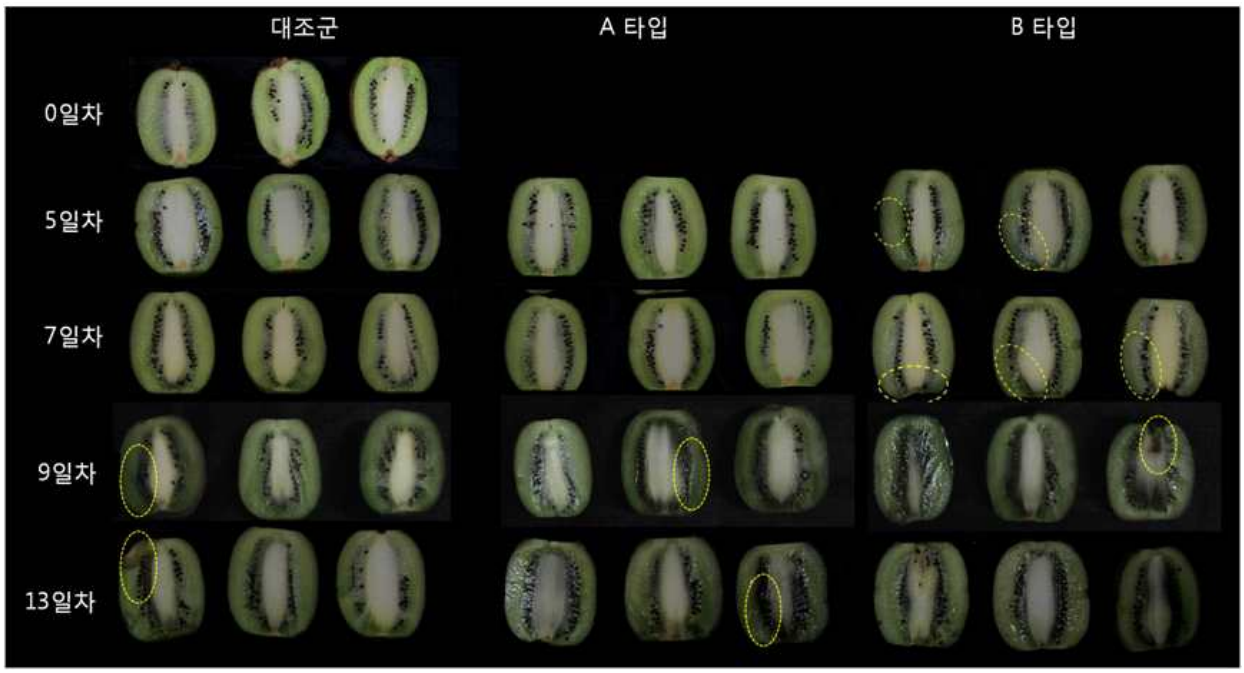



그림 16. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 과육 사진
(노란 타원형은 과육이 연화된 부분을 의미함)

(다) 저장 2개월차 참다래의 후숙 실험(그림 17, 18, 19)

① 조직감 차이(그림 17)

저장 2개월된 참다래를 사용하였기 때문에 초기 경도는 26 N으로 수확직후보다 13 N 낮은 수준이며, 당도는 12.3 brix으로 약 5 brix 높아진 상태로 시험에 적용되었다. Control은 소포장 후 9일이 경과하여도 4-5 N 수준의 조직감으로 연화되지 않았다. 반면에 에틸렌을 인위적으로 처리한 Type A는 4-5 N의 조직감으로 연화되기까지 9일이 소요되었고, 또한 Type B는 4일이 소요되어 Control 보다 5일 정도 후숙을 단축시켰다고 판단하였다.

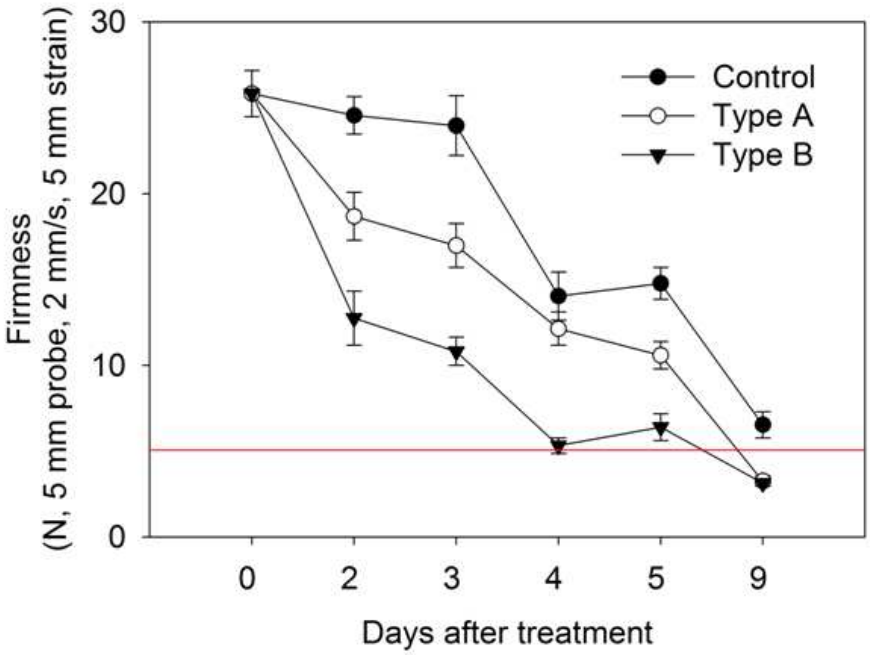



그림 17. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 조직감 변화

② 당도 차이(그림 18)

당도는 저장 2개월 된 참다래가 수확직후의 참다래를 사용할 때보다 최종 도달하는 당도의 수준이 1-2 brix 낮은 13.8-14.5 brix로 저장기간이 경과할수록 당도의 증가될 잠재적 수준은 낮아지는 것으로 보였다. 모든 처리구에서 소포장 후 당도는 12.3 brix에서 13.8-14.5 brix까지 지속적으로 증가하였다. Type B는 먹기 좋은 조직감을 가진 4일과 5일차에 13 brix 이상의 당도를 보였고, 9일차에는 14 brix로 더 높았으나 조직이 많이 연화되어 상품성이 낮은 것으로 판단되었다. Type A는 먹기 좋은 조직감을 가진 9일차에 14.4 brix 의 당도를 보여 모든 처리구 중 가장 당도가 높았다. 반면에 Control은 14 brix 이상의 당도를 보이는 구간이 없었다.

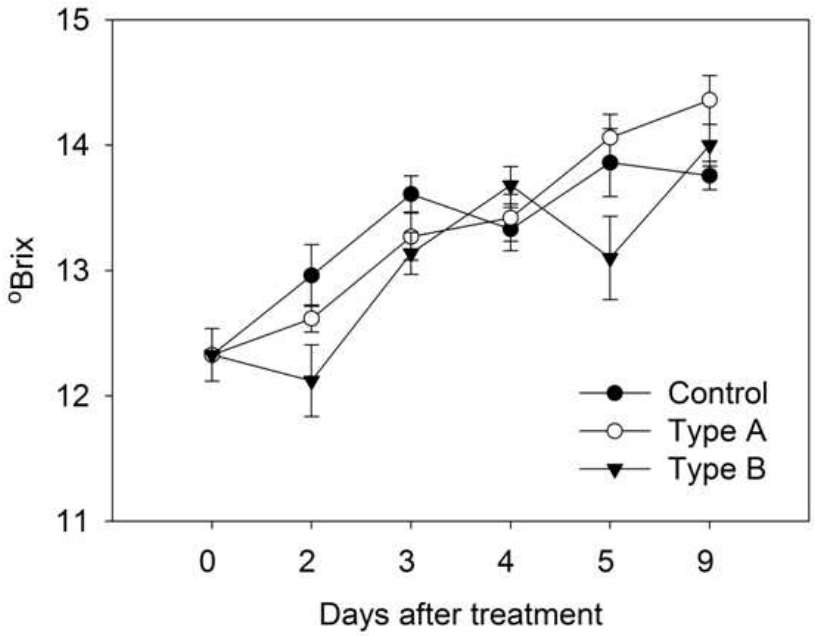



그림 18. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 당도 변화

③ 중량감모율(그림 19)

관찰 9일 동안 가장 높은 중량감모율을 보인 처리군은 Control이었으며, Control과 처리군간의 감모율 차이는 약 2% 정도로 큰 차이는 보이지 않았으나, 에틸렌을 이용한 강제 후숙이 중량 감모율을 증가시키지 않음을 확인하였다.

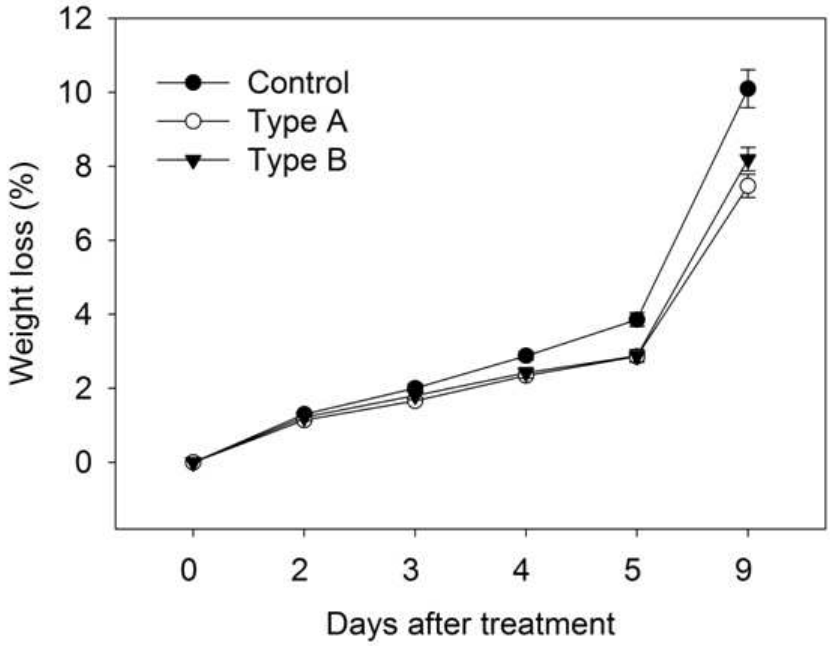



그림 19. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 중량감모율

④ 관능평가(그림 20)

소포장 후 4일과 5일차에 에틸렌 제형 Type B가 가장 맛있는 수준으로 평가되었다.

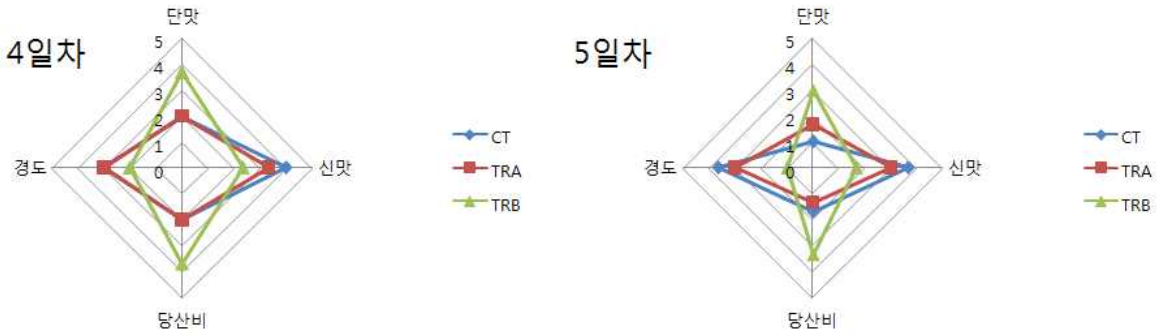


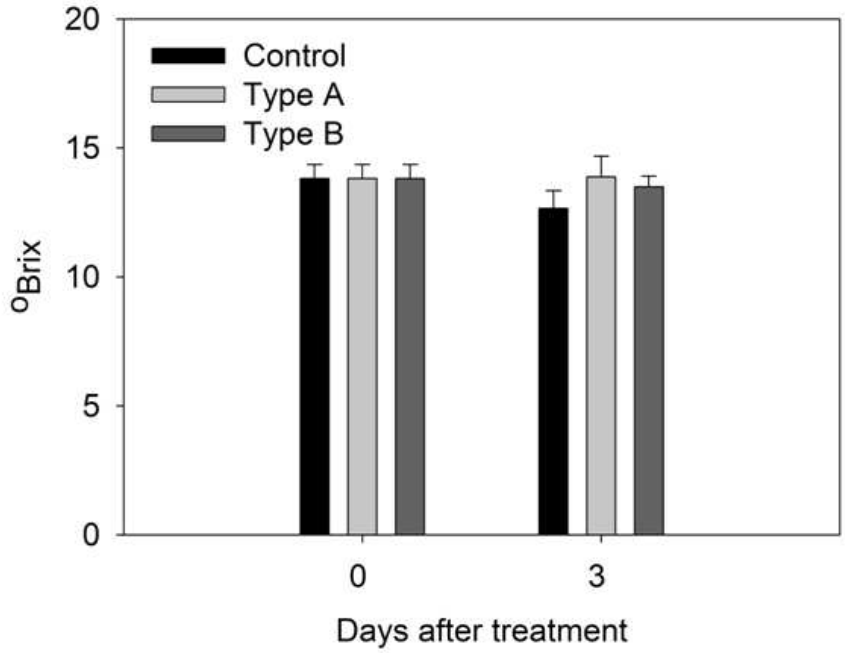

그림 20. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장 참다래의 관능평가

(라) 저장 5개월 차 참다래의 후숙 실험(그림 21)

① 조직감과 당도 차이

저장 5개월된 참다래를 사용하였고 초기 경도는 8.9 N, 당도는 13.7 brix 의 수준에서 시험을 수행하였다. Control은 소포장 후 3일이 경과하여도 4-5 N 수준의 조직감으로 연화되지 않았으며, Type A는 4-5 N의 조직감으로 연화되기까지 3일 이상이 소요되었으나, Type B는 3일이 소요되었다.

Control의 경우 강제로 후숙이 진행되지 않아 후숙 처리된 Type A와 B보다 낮은 12.7 brix 당도를 보였고 후숙이 진행된 처리구는 13.5 brix이상의 당도를 보였으며, 저장기간이 경과 할수록 당도가 감소되는 경향이었다.



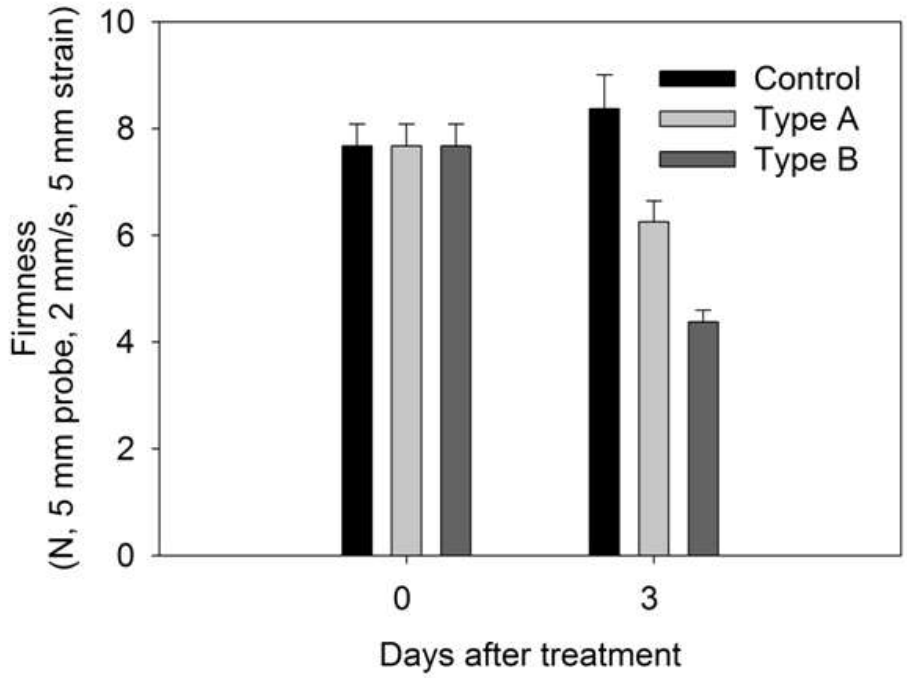




그림 21. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 조직감(좌) 및 당도(우)의 변화

② 후숙된 참다래의 관능평가 및 Vitamin C 함량 변화(그림 22, 23, 24)

평가의 착안점은 소포장 후 상온에서 Control과 처리군과의 후숙 속도 차이와 후숙 수준이 같은 Control과 처리군과의 맛의 차이를 비교하고자 하였다. 먼저 에틸렌 발생제를 처리하여 강제 후숙을 진행한 참다래가 동일한 저장기간에 Control보다 당도, 산도, 맛이 좋음을 나타내었다. 또한 후숙 정도가 유사한(경도 4-6 N의 참다래로 선별) Control과 Type B를 대상으로 당도, 경도, 산도, 맛의 순위 등에서 맛의 유의적인 차이가 없음을 확인하였다. 참다래의 Vitamin C함량은 후숙제 형태와 상관없이 Control이 상온 저장기간 동안 높은 수준으로 유지되는 경향을 보였다. 후숙제 처리 3일차에 Control은 Vitamin C의 함량이 41.7 mg/100g FW 이었던 반면에 Type A와 B는 각각 41.0과 37.5 mg/100g FW로 검출되었다. 하지만 강제 후숙 처리에 의해 3일 이내에 함량의 차이는 보이지만 상온에서의 시간이 경과할수록 모든 처리구에서 유의적인 감소는 나타나지 않음을 확인하였다.

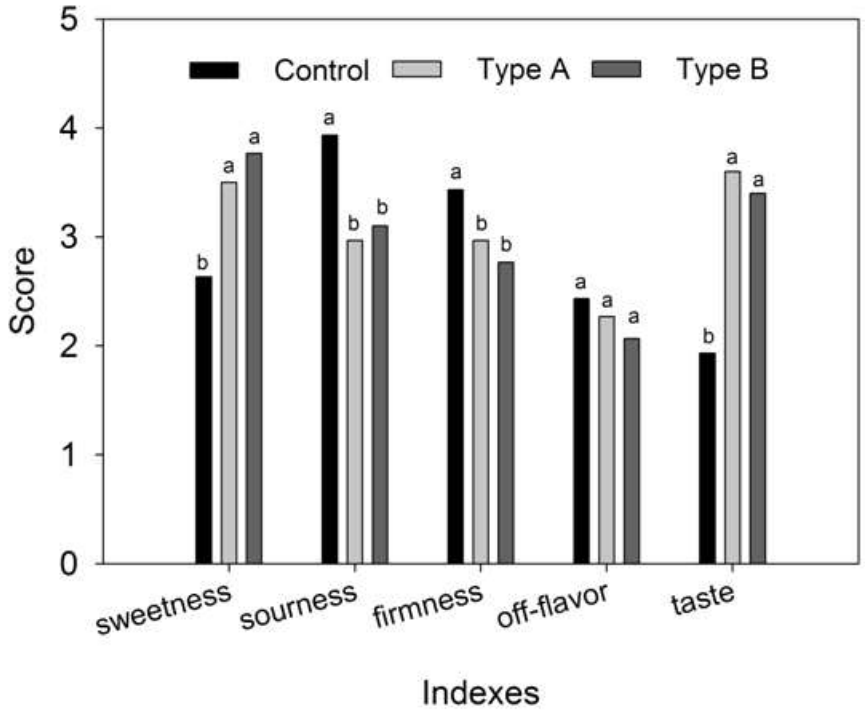



그림 22. 에틸렌 발생제에 의해 강제 후숙된 참다래의 관능평가
(Duncan test, p <0.05 유의 수준)

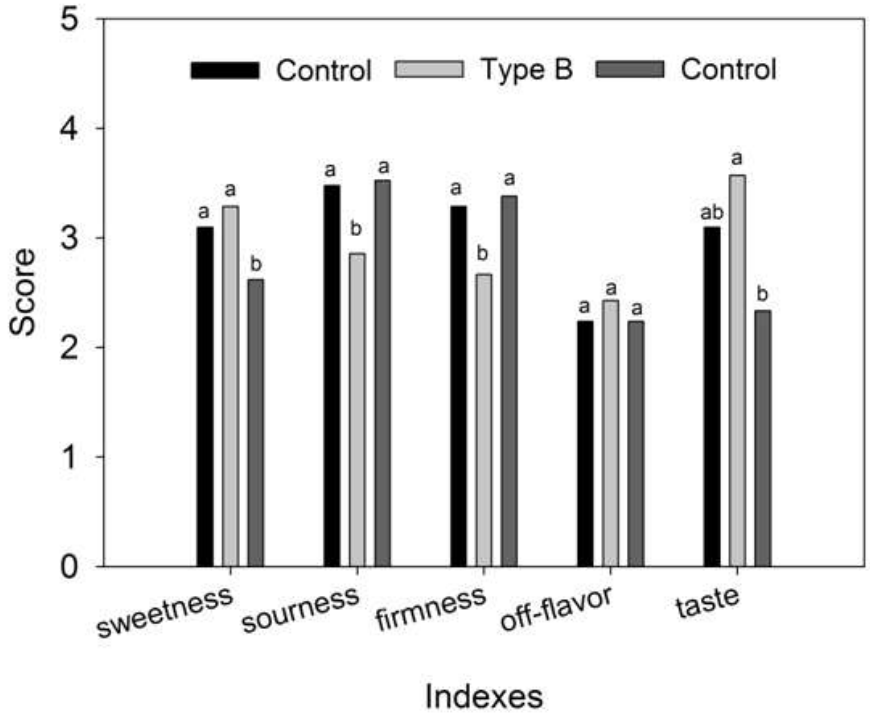



그림 23. 자연 및 강제 후숙된 참다래의 관능평가
(Duncan test, p <0.05 유의 수준)

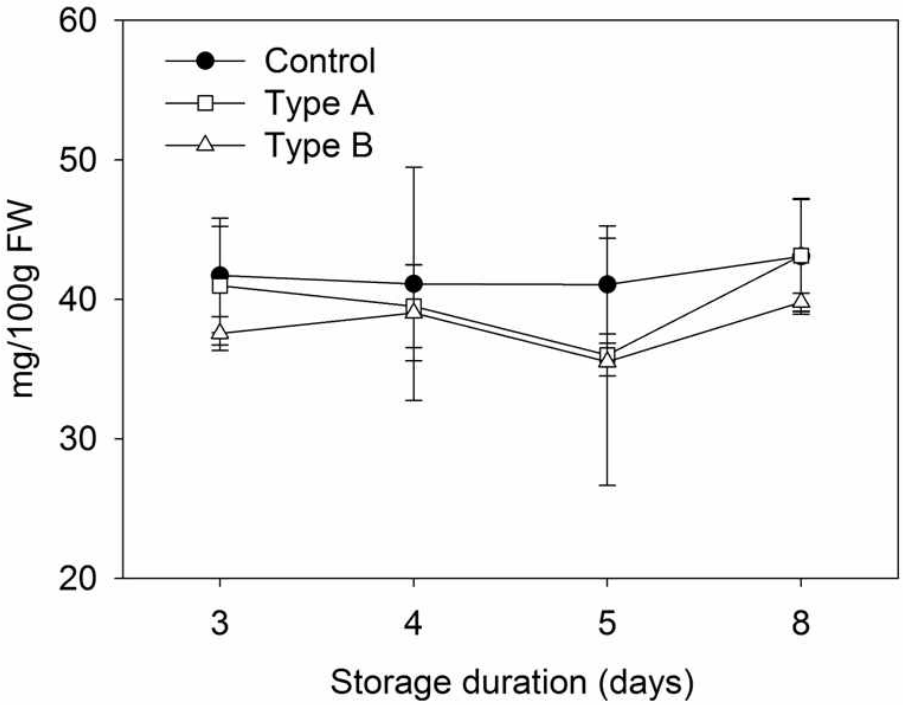



그림 24. 자연 및 강제 후숙에 따른 소포장된 참다래의 Vitamin C 함량 변화

(라) 결론

일반적으로 참다래의 후숙을 촉진시키기 위하여 약 100 ppm 농도의 외생 에틸렌을 밀폐용기에서 처리하는 방법이 선행적으로 연구되어 왔다. 하지만 이러한 방법은 실질적으로 완전 밀폐가 불가한 소포장 용기에 포장된 참다래를 대상으로 간편하게 후숙을 촉진시키기 위한 목적으로는 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 고농도의 에틸렌이 첨가된 소포장 단위의 참다래 품질을 조사하여 후숙이 촉진되는지를 살펴보았다. 외생 에틸렌 처리는 타블렛 제형으로 물에 용해시켰을 시 에틸렌이 발생되는 A 타입 후숙제와 티백 제형으로 공기 중에 노출시키면 에틸렌이 발생되는 B 타입 후숙제를 이용하였다. 후숙제들은 각각 1,000 ppm과 10,000 ppm의 농도로 측정되었고, 이를 수확직후와 저온저장 2개월, 5개월 된 참다래를 대상으로 상온에서 적용하였다. 고농도의 에틸렌 처리 시 소포장 참다래의 후숙이 촉진되는 것을 확인하였고, 이는 장기간 저장된 참다래일수록 촉진시기가 단축되었다. 수확직후는 7일, 저장 2개월 차는 5일, 저장 5개월 차는 3일이 후숙되는 데 소요되었다. 관능평가 결과에 의하면, 강제 후숙과 자연 후숙된 참다래 간의 맛의 차이는 없는 것을 확인하였다. 또한 대조군과 처리군 모두 ascorbic acid의 함량은 후숙이 진행될수록 소폭 감소되는 경향이었다.

다. 한라골드, 해금의 외생에틸렌 처리에 의한 후숙 기간 단축 연구

(1) 연구 목적

1차년도에 수행한 '제시그린'의 외생에틸렌 처리에 의한 후숙기간 단축 효과를 확인하였음. '제시그린'과는 저장성이나 과육의 특성이 다른 '한라골드'와 '해금'에도 외생 에틸렌의 처리가 후숙기간을 단축하는지에 대한 후숙연구를 진행하였다.

(2) 연구 내용

(가) 공시재료 및 처리

① 품종: '한라골드', '해금'
② 에틸렌 처리 농도: 100ppm 농도 12시간 처리 후 상온유통

(나) 조사항목

① 품질 조사: 경도, 당도, 산도, 외관, Ascorbic acid 정량 분석
㉮ 경도
한 과실 당 적도 부위 두 곳을 plunger 물성측정계(TA Plus, Llyoid Instrument, Ametek, Inc., England)를 이용하여 직경 5mm의 probe로 측정하여 Newton(N)으로 표시함
㉯ 당도
생체시료 균질 후 원심분리한 상등액 0.2 mL을 디지털 굴절 당도계(Atago Co. Japan)으로

측정하여 %로 나타냄

㉰ 산도

적정산도법으로 측정하였으며, 과즙을 10배로 희석한 후 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid 함량으로 나타냄

㉱외관

과육을 절단하여 내부 및 외관 사진 촬영함

㉲중량감모율

초기치 무게를 기준으로 감모율을 백분율로 나타냄

(3) 연구 결과

한라골드와 해금의 외생에틸렌 처리 유무에 따른 경도 변화를 살펴보면 후숙의 진행정도를 분석 할 수 있다. 그림 25에 따르면, 먹기 좋은 수준의 경도인 6N 이하로 감소되기까지 한라골드와 해금은 각각 7일과 4일이 소요되었다. 반면에 외생에틸렌을 처리한 경우 한라골드와 해금은 모두 2일이내에 경도 6N 이하로 경감되어 일반적으로 후숙되는데 필요한 기간을 각각 5일과 2일 단축하였다. 이러한 경향은 당도의 변화에서도 유사하였다(그림 26). 대조군의 경우 먹기좋은 수준의 당도 13 brix와 15brix를 초과하기까지 한라골드와 해금에서 각각 7일씩 소요되었다. 반면에 외생에틸렌을 처리하면 한라골드와 해금 모두 4일이면 먹기좋은 수준의 당도에 도달하였다. 따라서 본 연구에서 '제시그린' 참다래 뿐만 아니라 과육특성이 다른 '한라골드'와 '해금'에서도 외생 에틸렌 처리에 의한 후숙기간 단축 효과가 있음을 구명하였다.

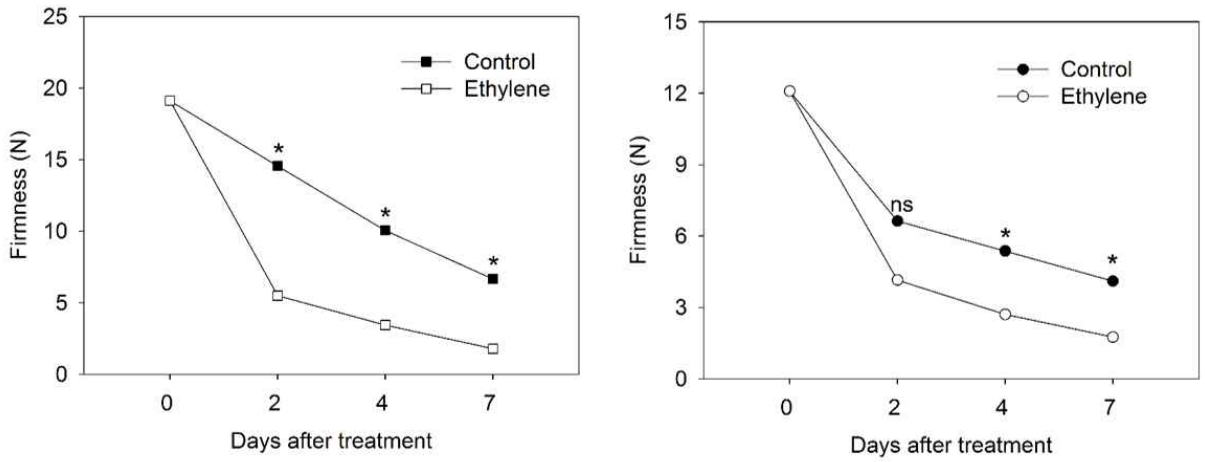



그림 25. 외생 에틸렌 처리에 따른 한라골드(좌)와 해금(우)의 경도 변화

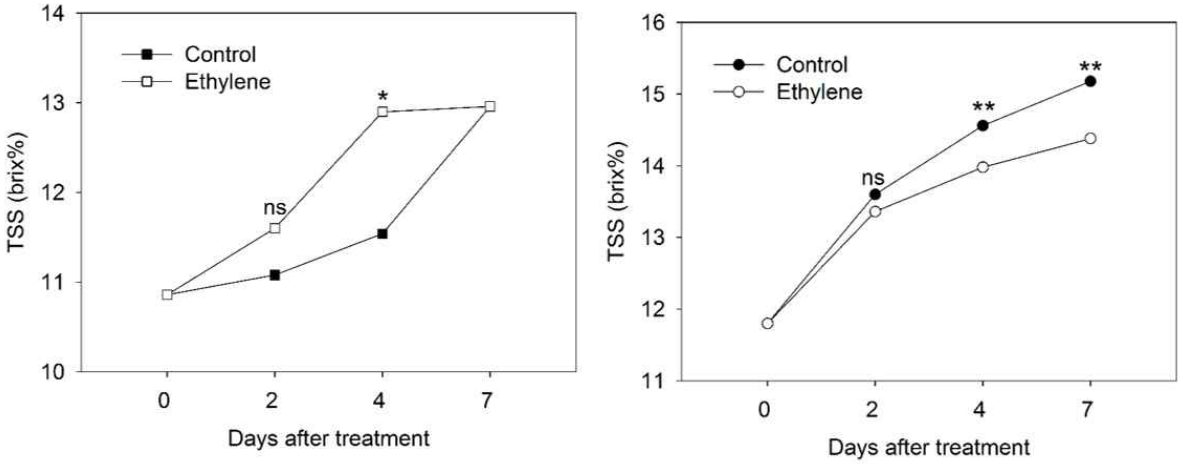



그림 26. 외생 에틸렌 처리에 따른 한라골드(좌)와 해금(우)의 당도 변화

라. 후숙 방법에 따른 참다래 맛 관련 대사체 분석(자연후숙과 강제후숙 참다래의 맛 차이 구명)

(1) 연구 목적

참다래 후숙 방법에 따라 맛이 다르고, 강제 후숙은 맛이 떨어진다는 현장의 인식을 제고할 필요성이 있음. 따라서 후숙 방법에 따른 맛 관련 인자들을 과학적으로 분석하여 비교함. 특히 앞서 수행한 외생 에틸렌 처리가 참다래의 맛과 관련하여 부정적 효과가 있는지에 대한 여부를 과학적으로 규명하고자 자연 후숙과 에텔렌을 처리한 강제 후숙 참다래의 맛 관련 대사체를 분석하였음.

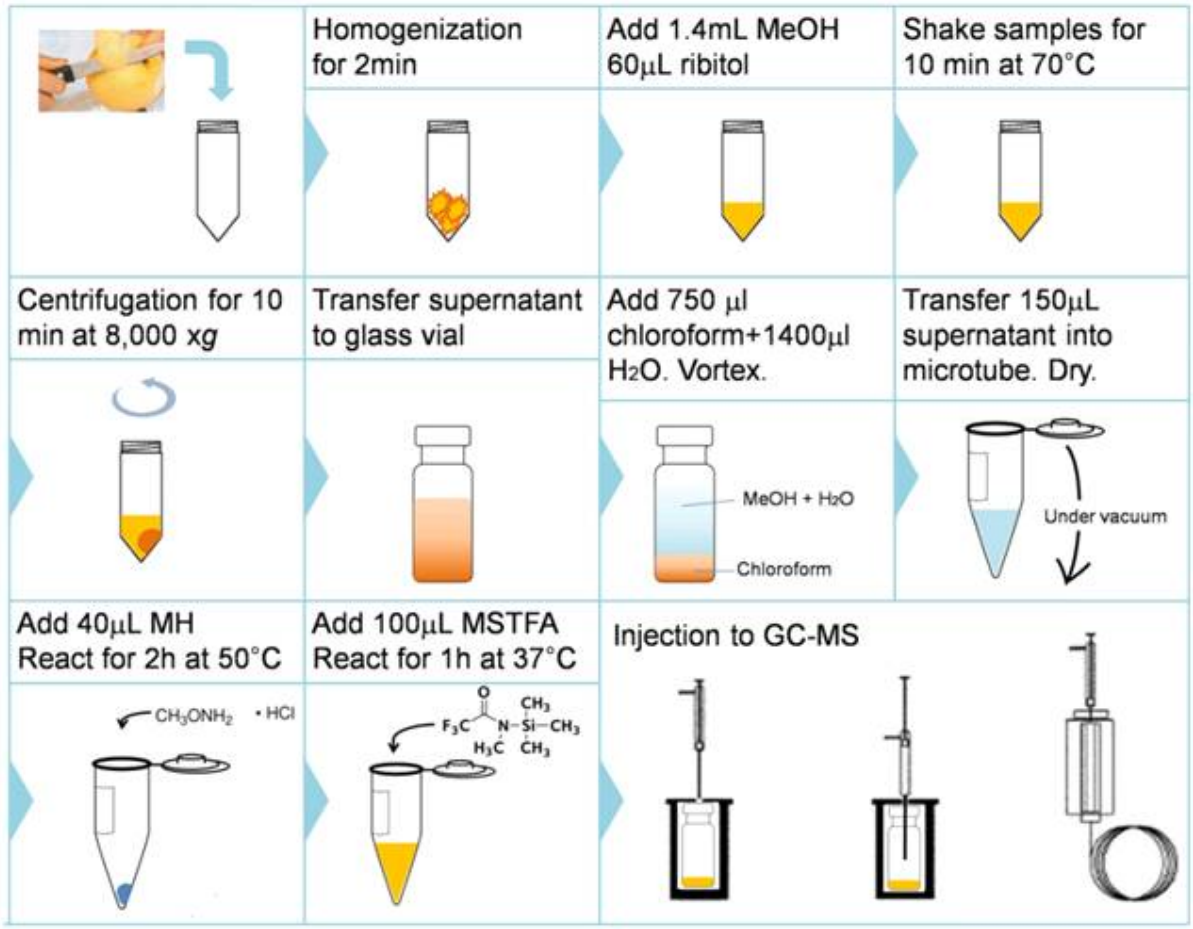
(2) 연구 방법

(가) 공시재료 및 처리
① 품종: 제시그린
② 자연 후숙 및 강제 후숙의 처리
상온에 노출시켜 자연적으로 후숙이 유도되도록 처리한 자연후숙 참다래와 에틸렌 발생제를 소포장 단위로 처리하여 상온에 노출시켜 후숙이 단축되도록 한 강제후숙 참다래를 대상으로 대사체 분석 연구를 수행함

(나) 분석 항목

① 품질 인자 및 관능 평가
② 맛 관련 대사체 분석
GC-MS 데이타베이스를 이용한 각 종 유기산, 당, 아미노산 분석/ 비타민C, 페놀화합물 분석

을 실시하고 품질과 맛 관련 대사체간의 상관성 분석 후 자연 후숙과 강제 후숙과의 대사체 수준의 차이를 다변량 분석법을 통하여 결과를 도출함




<본 연구에서 확립한 GC-MS 기반 극성 대사체 분석 과정>

(다) 연구 결과

참다래가 에틸렌에 의해 강제후숙된 처리군과 자연후숙된 대조군과의 관능평가를 실시하여 주성분분석을 수행하였다(그림 27). 개체간의 차이가 클 뿐 처리군과 대조군간의 분리는 일어나지 않은 것으로 보아 관능평가자 대상으로 참다래의 후숙방법에 따른 맛 차이는 구별되지 않은 것으로 나타났다. 추가적으로 참다래를 외생에틸렌을 처리하여 후숙을 유도한 처리군과 상온에서 자연적으로 후숙된 대조군의 극성 대사체를 검출하여 주성분 분석을 수행하였다(그림 28). 처리기간에 따른 주성분들을 분석해보면, 처리 당일 참다래의 대사체로부터 처리군과 대조군 모두 시간이 경과할수록 분리가 일어남을 확인하였다. 특히, 후숙이 진행되면 유기산들의 함량이 대체적으로 감소하고 sucrose, glucose, fructose함량이 증가하는 경향이 나타났으며, 가장 후숙이 과도하게 진행된 처에틸렌 처리구 9일차의 참다래는 맛을 대표로 하는 극성대사체가 분리되기 어려웠다. 소비자가 식용 가능한 수준의 품질(경도4-6N, 당도 14brix 이상)이었던 참다래는 대조군에서는 처리후 9일차였으며, 처리군은 처리후 4일차였다. 이 두 처리군 간

의 대사체간의 차이를 살펴보기 위하여 검출된 대사체들을 대상으로 metabolic pathway 지도를 작성하였다(그림 29). 강제후숙과 자연후숙된 참다래 간의 큰 차이를 보인 대사체는 TCA 회로에 관여하는 succinic acid, citric acid와 malic acid로 대조군에서 함량이 더 높은 수준이었다. 반면에 참다래의 대표적인 기능성분이라고 알려진 ascorbic acid함량은 에틸렌을 처리한 강제 후숙된 참다래에서 함량이 더 높은 것으로 나타났다. 그밖에 세포벽 구성성분인 galactose와 xylose도 강제 후숙된 참다래가 더 높은 함량이 보인 것으로 나타났다. 에틸렌이 처리된 참다래가 대사체간의 함량차이를 보이긴 하였으나 함량이 미미하여, 품질과 관능적으로는 구별하기 어려운 수준인 것으로 사료된다. 기타 선발된 대사체들의 종류를 당, 유기산, 아미노산, 기타로 구분하여 후숙기 간동안의 변화를 살펴보았다(그림 30). 당에는 당알콜을 포함하여 표현하였으며, 주로 fructose, glucose, inositol 등에서 처리군이 더 높은 성향을 보였다. 아미노산의 경우 필수아미노산이 모두 검출되지는 않았지만 상대적으로 후숙이 늦은 대조군에서 aspartic acid, valine, threonine의 함량이 높게 유지되는 경향을 보였다. 후숙이 진행되면 급증하는 단당류(fructose, glucose, sucrose)는 후숙을 촉진시킨 에틸렌 처리군에서 빠르게 급증하고 반대로 후숙 시 분해가 되는 아미노산의 경우는 처리군에서 더 낮은 함량을 유지하는 것으로 보아 후숙과 관련된 대사체 임을 확인하였다.

**※ 해당 연구내용은 JCR 상위 5% 저널인 Food chemistry에 2017년 11월에 게재됨.**

Food Chemistry 234 (2017) 81–92

Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem

# Comparison of fruit quality and GC–MS-based metabolite profiling of kiwifruit 'Jecy green': Natural and exogenous ethylene-induced ripening

Sooyeon Lim, Jeong Gu Lee, Eun Jin Lee *

*Department of Plant Science, Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea*

ARTICLE INFO

*Article history:*
Received 3 February 2017
Received in revised form 24 April 2017
Accepted 25 April 2017
Available online 27 April 2017

*Keywords:*
*Actinidia chinensis Planch*
Ethylene
Metabolites
Postharvest
Quality
Ripening
Taste

ABSTRACT

We applied exogenous ethylene to 'Jecy green' kiwifruit to elucidate the differences in fruit quality and metabolite profiling between naturally ripe (NR) and ethylene-induced ripe (ER) kiwifruit. Kiwifruit were exposed to ethylene (200 μL/L) for 12 h at 20 °C and maintained for 9 days at 20 °C. Two metabolites of ascorbic acid and arabinose significantly decreased during kiwifruit ripening regardless of the ripening method. The concentrations of sucrose, *myo*-inositol, citric acid, and malic acid in NR fruit were substantially higher than those in ER fruit, while the concentrations of fructose, glucose, and quinic acid in ER fruit were higher than those in NR fruit. NR and ER kiwifruit were statistically similar in regard to overall sensory profile, even though the metabolite profiling showed a little difference. The application of ethylene to 'Jecy green' kiwifruit to regulate ripening for commercial purposes can result in good quality fruit without side effects.

© 2017 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

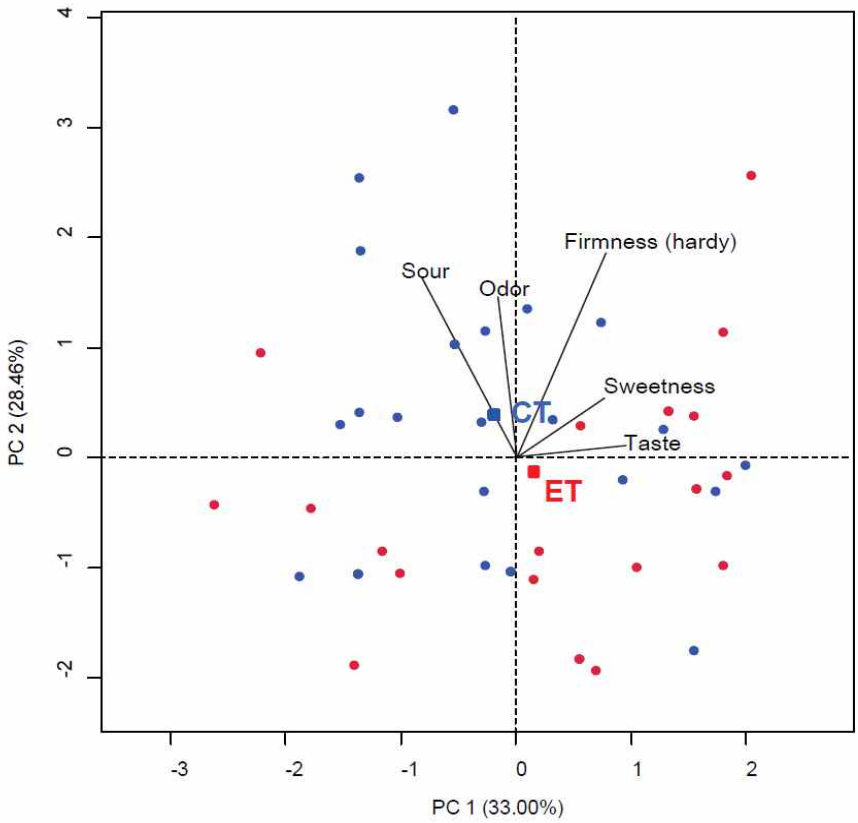



그림 27. 강제후숙과 자연후숙에 따른 참다래의 관능평가 주성분 분석 결과
(CT, 자연후숙 ; ET, 에틸렌 강제후숙)

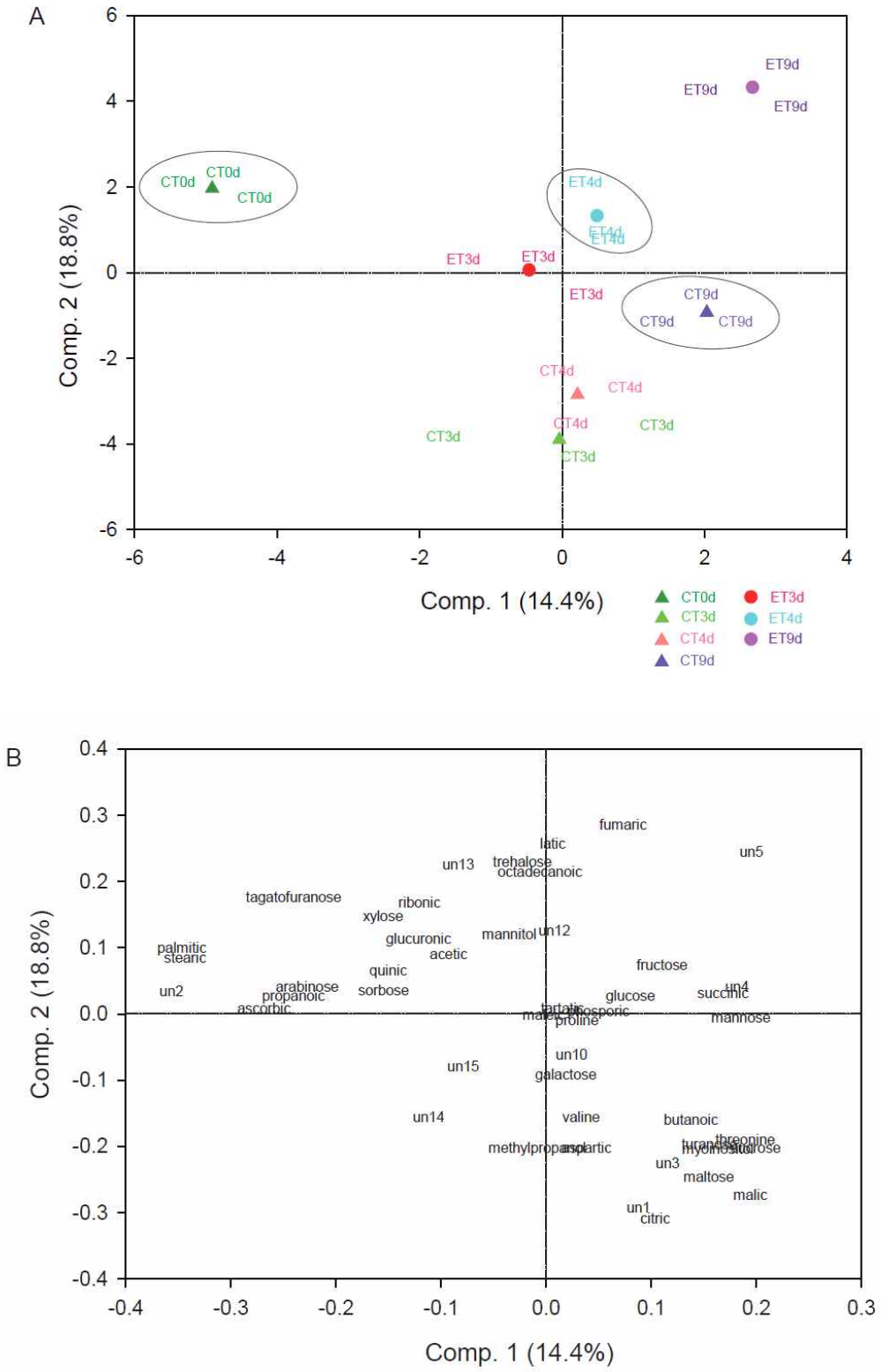



그림 28. 강제후숙과 자연후숙에 따른 참다래의 극성대사체 주성분 분석
(A, loading score; B, loading plot)

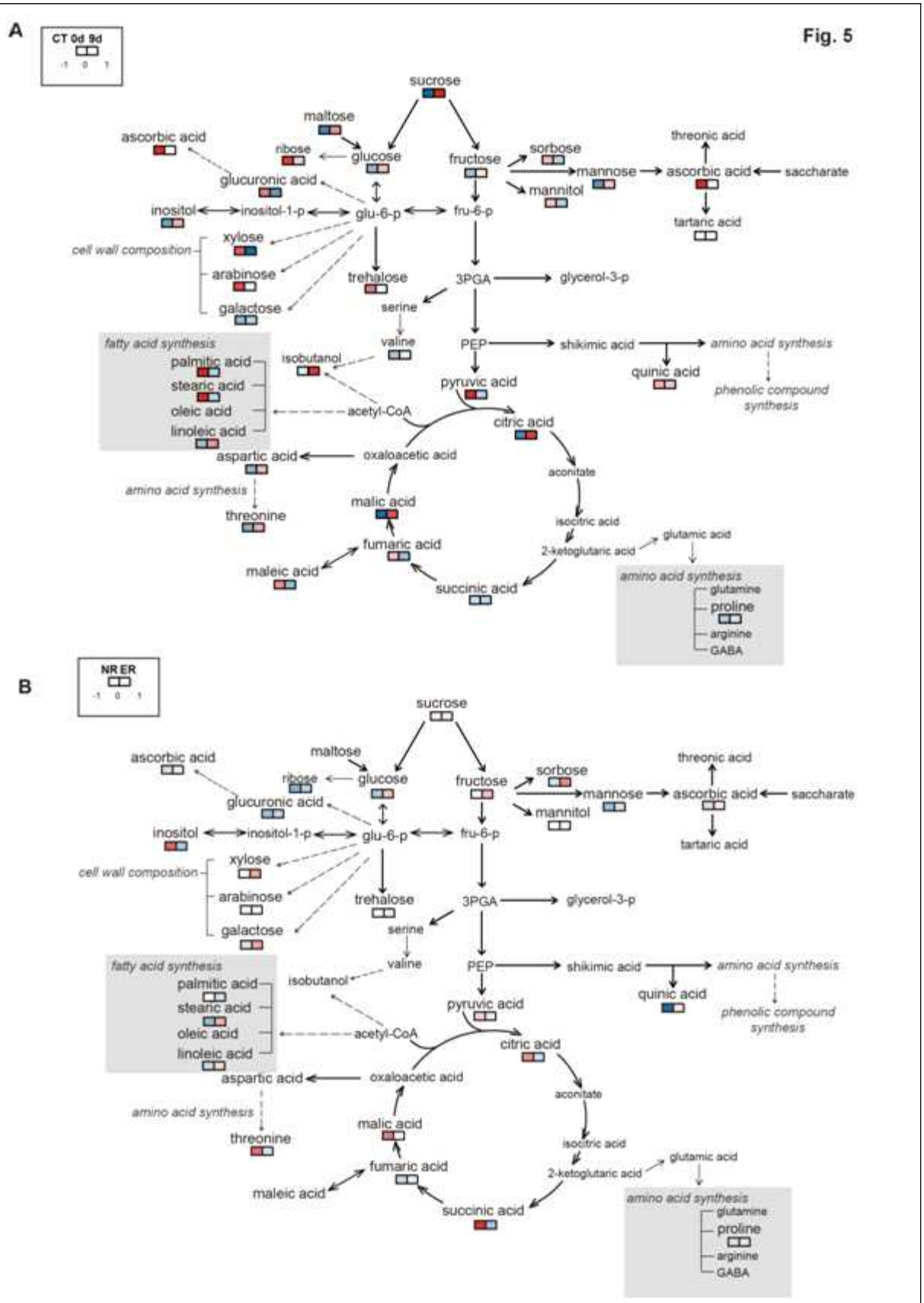



그림 29. 강제후숙과 자연후숙된 참다래간의 대사경로 비교
(NR, 자연후숙된 참다래; ET, 에틸렌에 의해 강제후숙된 참다래)

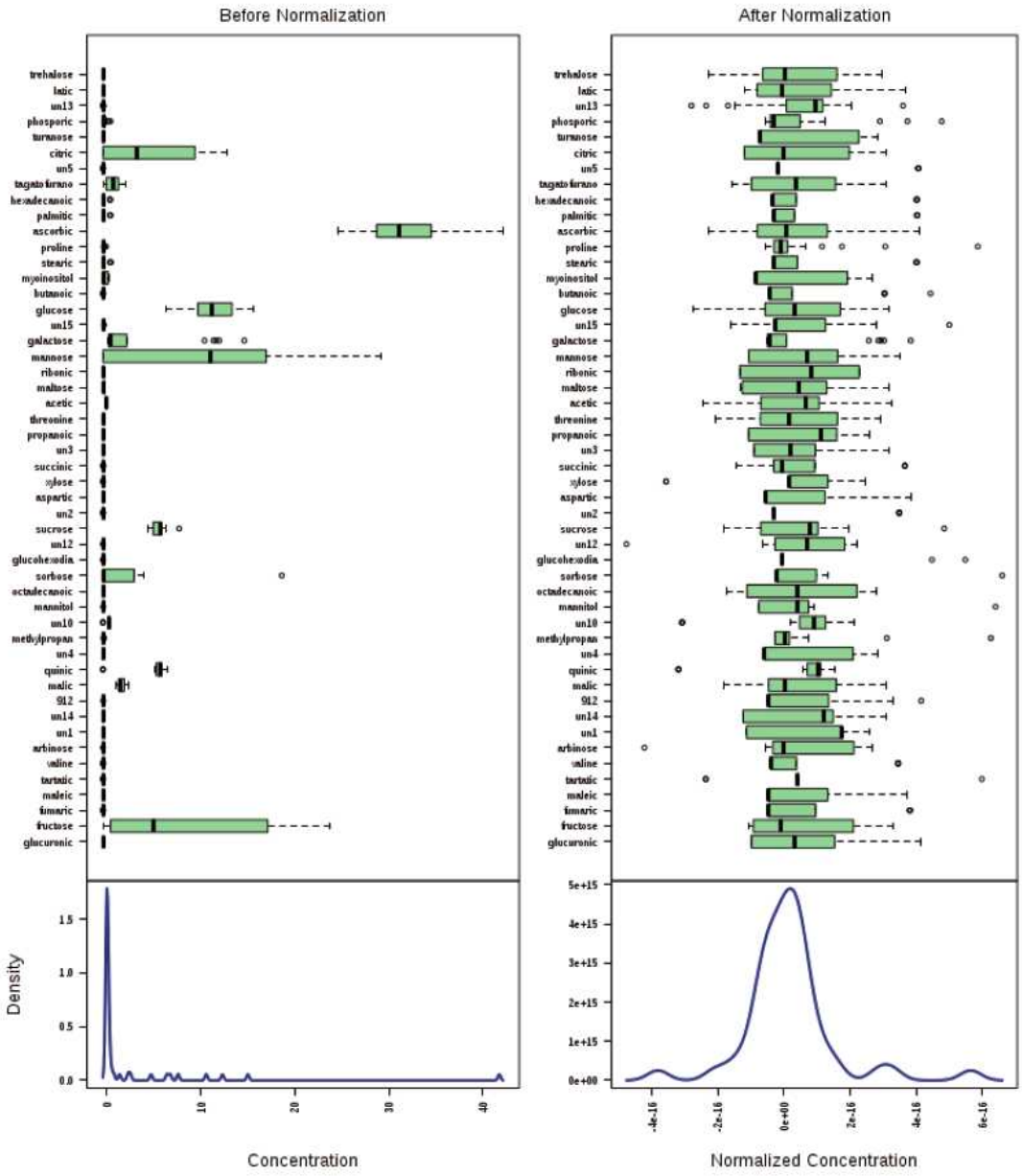



그림 30. 정규화된 전의 대사체 결과, 정규화된(이후) 대사체 함량

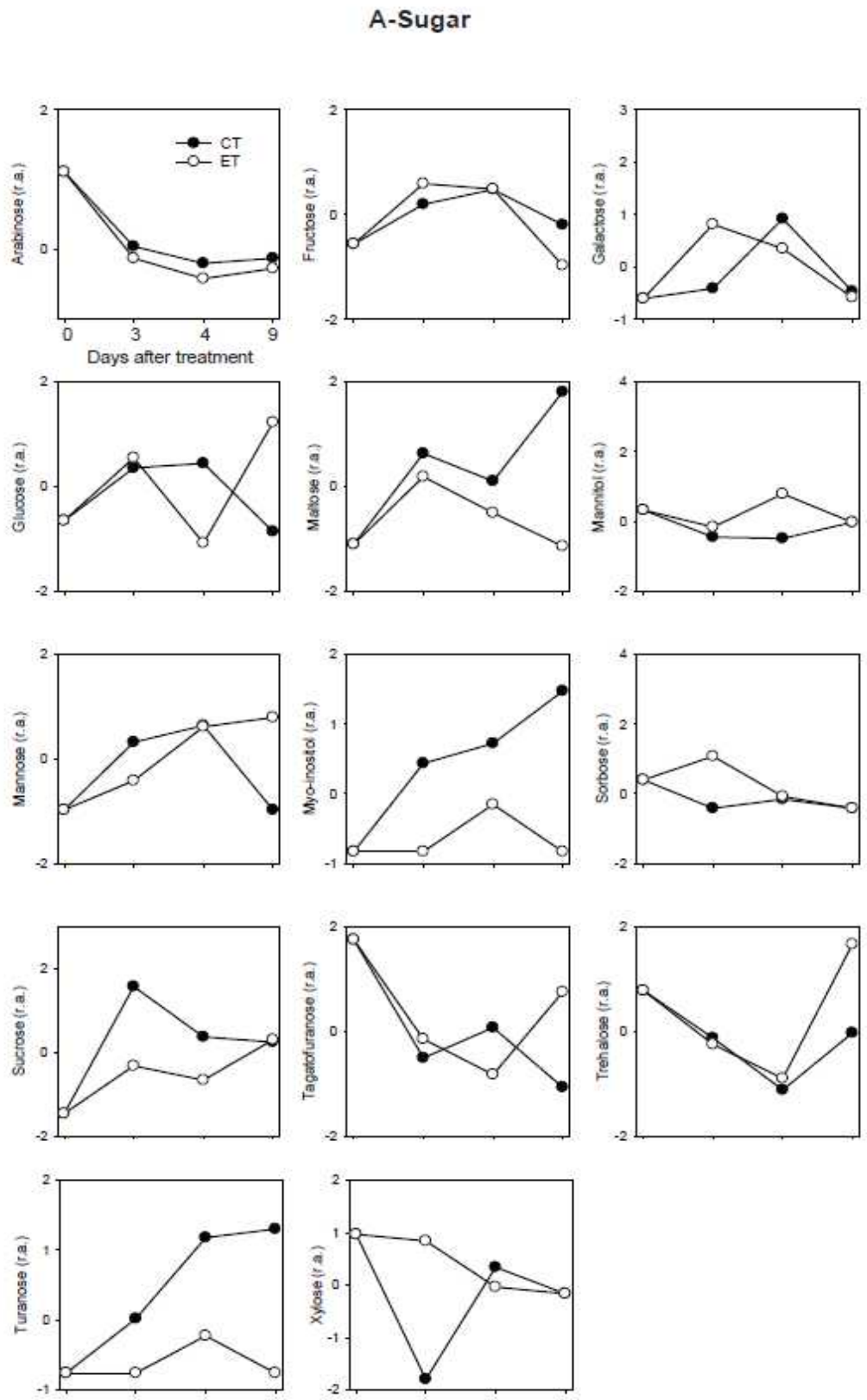



그림 31. 강제후숙과 자연후숙된 참다래간의 극성대사체들의 변화
(A, 당류; B, 유기산류; C, 아미노산류; D, 기타)

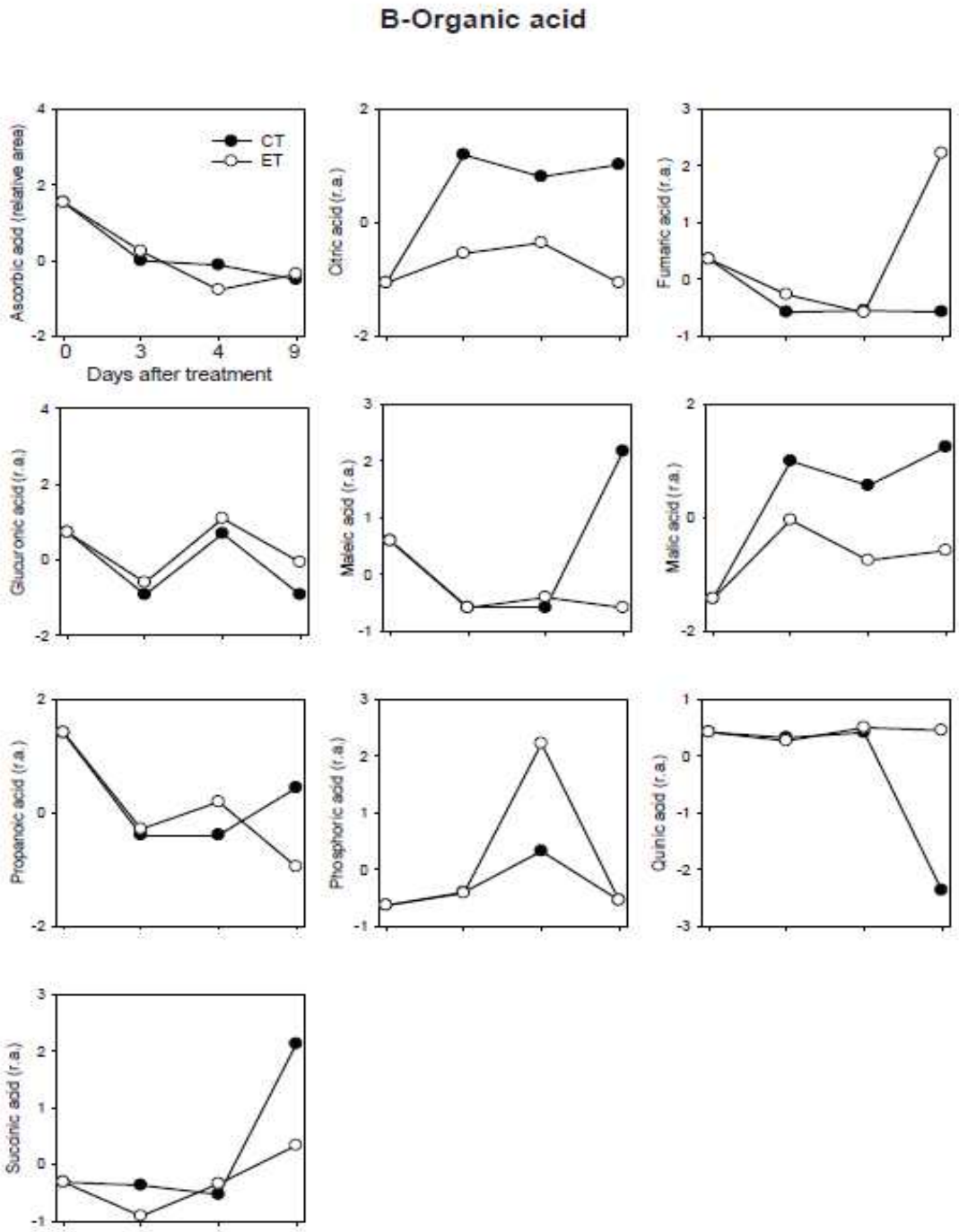



그림 31. 강제후숙과 자연후숙된 참다래간의 극성대사체들의 변화
(A, 당류; B, 유기산류; C, 아미노산류; D, 기타)

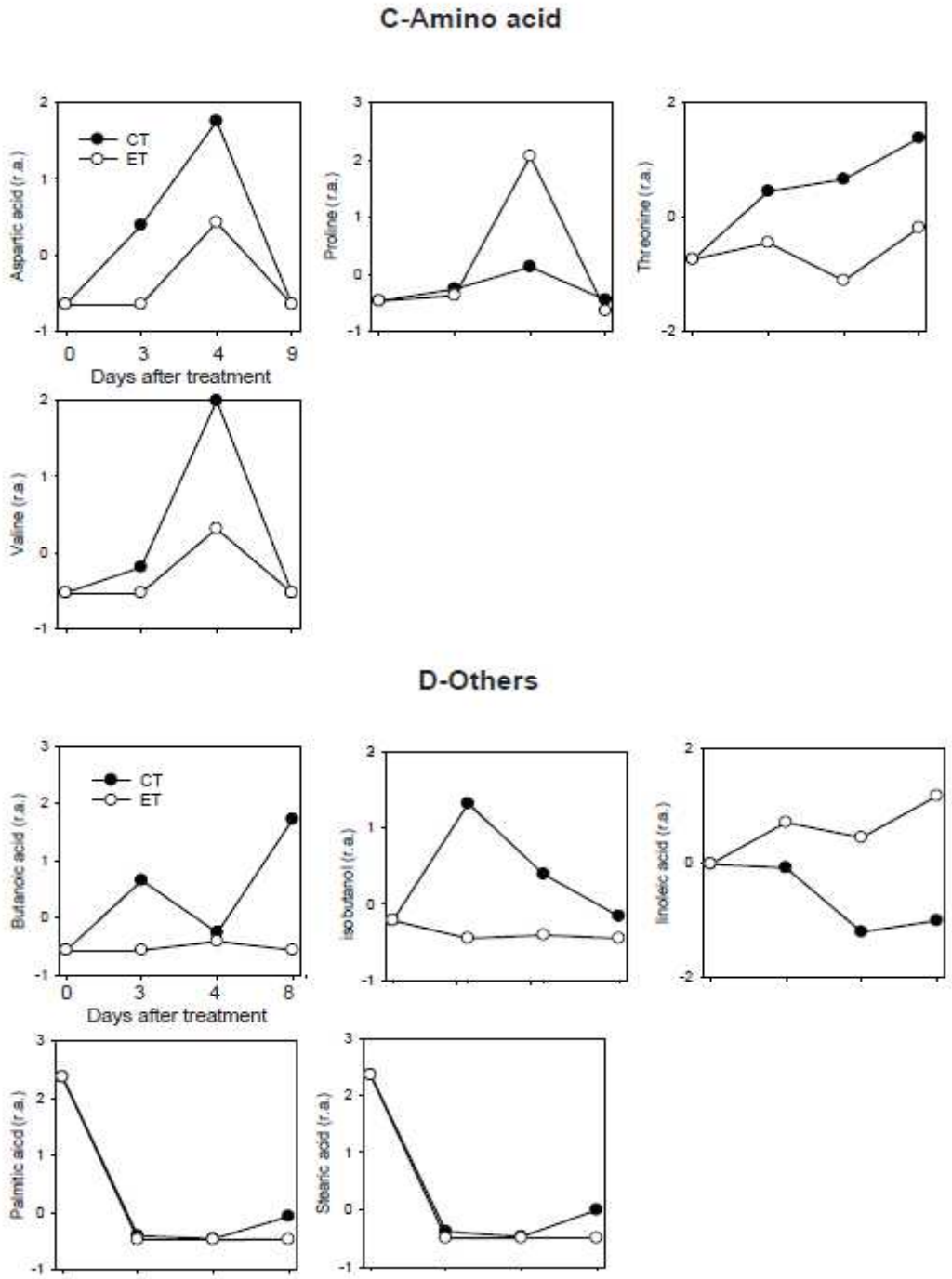



그림 31. 강제후숙과 자연후숙된 참다래간의 극성대사체들의 변화
(A, 당류; B, 유기산류; C, 아미노산류; D, 기타)

마. 요오드를 이용한 참다래 숙기 판정용 차트 개발

해당 결과는 연구목적에는 없었으나 연구를 수행하는 중에 소포장용 또는 장기저장용 참다래의 숙기를 판정하는 것이 중요하여 개발하게 되었다. 사과와 같은 과실에 적용된 요오드화 반응을 이용하여 참다래의 숙기를 판정하는 방법을 개발하였고 이를 특허출원 및 기술이전 하였다. 결과는 아래 그림과 같다.

참다래의 숙기 판정용 차트, 이의 제조방법 및 이를 이용한 참다래의 숙기 판정 방법에 관한 것이다. 일 양상에 따른 참다래의 숙기 판정용 차트, 이의 제조방법 및 이를 이용한 참다래의 숙기 판정 방법에 의하면 간편하게 측정할 수 있는 전분지수를 통하여 과육의 숙기, 경도, 산도, 또는 당도 등을 포함하는 과육의 품질을 결정할 수 있으므로 정밀분석기기 없이도 출하시기나 수확시기를 판정하여 참다래의 유통, 수출 및 수확 후 관리 기술을 통한 원활한 유통 활성화 효과를 가져올 수 있다.

● 제시골드 품종

| | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | 5단계 |
|---|---|---|---|---|---|
| 과육단면 | | | | | |
| 전분사진 | | | | | |
| 전분지수 | 80% 이상 | 60~80% | 20~60% | 10~20% | 10% 미만 |
| 경도 | 14~19N | 10~14N | 6~10N | 3~6N | 3N이하 |
| 당도 | 11.0% 미만 | 11.0~11.3% | 11.3~11.8% | 11.8~13.1% | 13.1% 이상 |

● 제시그린 품종

| | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | 5단계 |
|---|---|---|---|---|---|
| 과육단면 | | | | | |
| 전분사진 | | | | | |
| 전분지수 | 80% 이상 | 50~80% | 20~50% | 10~20% | 10% 미만 |
| 경도 | 19~22N | 13~19N | 7~13N | 5~7N | 5N이하 |
| 당도 | 11.0% 미만 | 11.0~12.7% | 12.7~13.1% | 12.7~13.1% | 13.1% 이상 |

● 해금 품종

| | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 |
|---|---|---|---|---|
| 과육단면 | | | | |
| 전분사진 | | | | |
| 전분지수 | 80% 이상 | 50~80% | 10~50% | 5~10% |
| 경도 | 7~12N | 5~7N | 3~5N | 3N이하 |
| 당도 | 13.0% 미만 | 13.0~13.6% | 13.6~14.5% | 14.5% 이상 |

**※ 해당 연구내용은 특허출원(번호 10-2017-0153322) 및 기술이전(2건) 완료되었음.**

# 기술이전(라이센싱) 계약서

서울대학교 산학협력단(이하 '서울대'라 한다)과 씨앤케이프로팩(주)(이하 '회사'라 한다)은 '서울대'가 농림축산식품부의 수출전략기술개발사업(과제명: 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발) 수행 결과 보유하고 있는 하기 기술을 기술도입 희망자인 '회사'에게 제공하고 실시권을 허여함에 있어 다음과 같이 합의하고 계약을 체결한다.

**제1조(용어의 정의)**

본 계약의 적용을 위한 용어는 다른 특별한 언급이 없는 한 다음 각 호의 의미로 사용된다.

1. 본 계약에서 '계약기술'이라 함은 '서울대'가 보유하고 있는 하기 기술 또는 Know-How를 말한다.
   □ (노하우) 수출용 참다래 포장재 개발을 위한 국산 참다래 숙기판정 및 숙기 조절 기술
2. 본 계약에서 '실시'라 함은 대한민국 특허법 제2조 제3호 각 목의 1에 해당하는 것을 말한다.
3. 본 계약에서 '계약제품'이라 함은 '계약기술'을 적용하여 제조한 제품 및 생산 장치를 말하고, 중간체 또는 원료를 생산 판매하는 경우 그 중간체 또는 원료를 포함한다.
4. 본 계약에서 '개량기술'이라 함은 '계약기술'을 개량, 대체, 확장 또는 추가한 기술을 의미한다.
5. 본 계약에서 '선행기술'이라 함은 '계약기술'을 개발하기 위해서 '서울대'가 이전에 개발한 기술을 의미한다.
6. 본 계약에서 '파생기술'이라 함은 '계약기술'에서 갈려 나왔고 '서울대'가 개발한 기술을 의미한다.
7. 본 계약에서 '관련기술'이라 함은 '계약기술'과 관련되었지만 계약에 포함되지 않는 '서울대'가 개발한 기술을 의미한다.

**제2조 (실시권의 내용)**

① '서울대'는 '회사'에게 본 계약의 조건에 따라 본 '계약기술'을 대한민국에서 실시할 수 있는 통상실시권을 허여한다. 단, 국외실시의 경우에는 별도의 계약을 체결하여야 한다.

② '서울대'는 '회사'가 본 '계약기술' 중 실시하지 아니하는 부분에 대하여는 실시권을 포기한 것으로 간주할 수 있다.

# 기술이전(라이센싱) 계약서

서울대학교 산학협력단(이하 '서울대'라 한다, 대표개발자: 농업생명과학대학 이은진 교수)과 씨앤케이프로팩(주)(이하 '회사'라 한다)는 '서울대'가 농림축산식품부의 수출전략기술개발사업(과제명: 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발) 수행 결과 보유하고 있는 하기 기술을 기술도입 희망자인 '회사'에게 제공하고 실시권을 허여함에 있어 다음과 같이 합의하고 계약을 체결한다.

**제1조(용어의 정의)**

본 계약의 적용을 위한 용어는 다른 특별한 언급이 없는 한 다음 각 호의 의미로 사용된다.

1. 본 계약에서 '계약기술'이라 함은 '서울대'가 보유하고 있는 하기 Know-How를 말한다.
   □ (노하우) 농산물 숙기판정에 대한 노하우
2. 본 계약에서 '실시'라 함은 대한민국 특허법 제2조 제3호 각 목의 1에 해당하는 것을 말한다.
3. 본 계약에서 '계약제품'이라 함은 '계약기술'을 적용하여 제조한 제품 및 생산장치를 말하고, 중간체 또는 원료를 생산 판매하는 경우 그 중간체 또는 원료를 포함한다.
4. 본 계약에서 '개량기술'이라 함은 '계약기술'을 개량, 대체, 확장 또는 추가한 기술을 의미한다.
5. 본 계약에서 '선행기술'이라 함은 '계약기술'을 개발하기 위해서 '서울대'가 이전에 개발한 기술을 의미한다.
6. 본 계약에서 '파생기술'이라 함은 '계약기술'에서 갈려 나왔고 '서울대'가 개발한 기술을 의미한다.
7. 본 계약에서 '관련기술'이라 함은 '계약기술'과 관련되었지만 계약에 포함되지 않는 '서울대'가 개발한 기술을 의미한다.

**제2조 (실시권의 내용)**

① '서울대'는 '회사'에게 본 계약의 조건에 따라 '계약기술'을 대한민국에서 실시할 수 있는 통상실시권을 허여한다. 단, 국외실시의 경우에는 별도의 계약을 체결하여야 한다.

② '서울대'는 '회사'가 본 '계약기술' 중 실시하지 아니하는 부분에 대하여는 실시권을 포기한 것으로 간주할 수 있다.

③ '회사'는 '서울대'의 동의를 얻지 아니하면 제3자에게 본 '계약기술'에 대한 실시

리&목 특허법인
Y. P. LEE, MOCK & PARTNERS

이 특 제170-45882호 2017.11.20
수 신: 서울대학교 산학협력단장
제 목: 특허출원 보고

**출원번호 :** 특허출원 제17-153322호
**출원일자 :** 2017년 11월 16일
**영 칭 :** 창다래의 숙기 판정용 차트, 이의 제조방법 및 이를 이용한 창다래의 숙기 판정 방법

귀단의 무궁한 발전을 기원합니다.

당법인에 출원 의뢰하신 건이 위와 같이 출원되었음을 알려드리며, 본 특허출원에 대한 출원서 사본, 출원번호 통지서 및 안내문을 동봉하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

저희 법인을 이용하여 주셔서 다시 한번 깊이 감사드리며, 본 특허출원과 관련하여 궁금하신 사항이 있으시면 당법인의 담당자에게 문의하여 주시기 바랍니다.

리 & 목 특허법인
대표변리사 이영필

• 별 첨 1. 안내문 1부
2. 출원번호 통지서 1부
3. 출원서 사본 1부. 끝.

• 연락처 변경시 : 주소나 전화번호등 연락처에 변동사항이 있을 경우, 지체하지 마시고 저희 법인으로 연락하여 주시기 바랍니다. 만일, 연락처의 변동사항이 저희 법인에 통지되지 않아 서류가 전달되지 못하는 경우 고객께서 불이익을 받을 수 있습니다.

## 3. 딸기 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발

가. 메틸자스모네이트를 이용한 수출 딸기의 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발

(1) 연구 목적

딸기는 수확후 3-5일 이내로 상품성을 상실하는 저장성이 약한 과채류임이다. 하지만 국산 딸기의 우수성과 고부가 가치의 수출 효자 농산물로 각광 받으며 진주 등지에서 딸기를 관행 착색기(80%)보다 이른 시기(50% 착색)에 수확하여 항공운송으로 동남아 지역에 수출하고 있다. 그러나 부적절한 수확시기로 인한 불균일한 착색과 품질이 수출 현지의 경쟁국가(미국, 일본)와의 가격 경쟁력에서 뒤처지고 있음. 이를 극복하기 위한 방안으로 외생적 처리가 적용가능하며 딸기를 천연 식물호르몬인 메틸자스모네이트 처리에 의한 착색 증진 및 부패 억제 효과를 검증하기 위한 연구를 수행하였다. 해당 연구의 목적을 달성하기 위해 먼저 국내에서 가장 많이 재배되는 '설향'을 대상으로 in vitro 수준에서 적정 처리 농도를 구명하는 연구를 전반부에 수행하고 후반부의 "나. 복합처리에 의한 수출 딸기의 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발"에서 실제 적용 연구를 수행하였다.

(2) 연구 방법

(가) 공시재료 및 처리

①시험재료: 딸기 설향
- 수확지역: 논산 계룡 지역, 2016년 3월
② 처리내용:
· 메틸자스모네이트 용액 10$\mu$M(효과가 없어 결과는 싣지 않음), 100$\mu$M
· 착색 50% 과실을 수확하여 메틸자스모네이트 용액에 꽃자루를 침지하고 10℃에 저장함

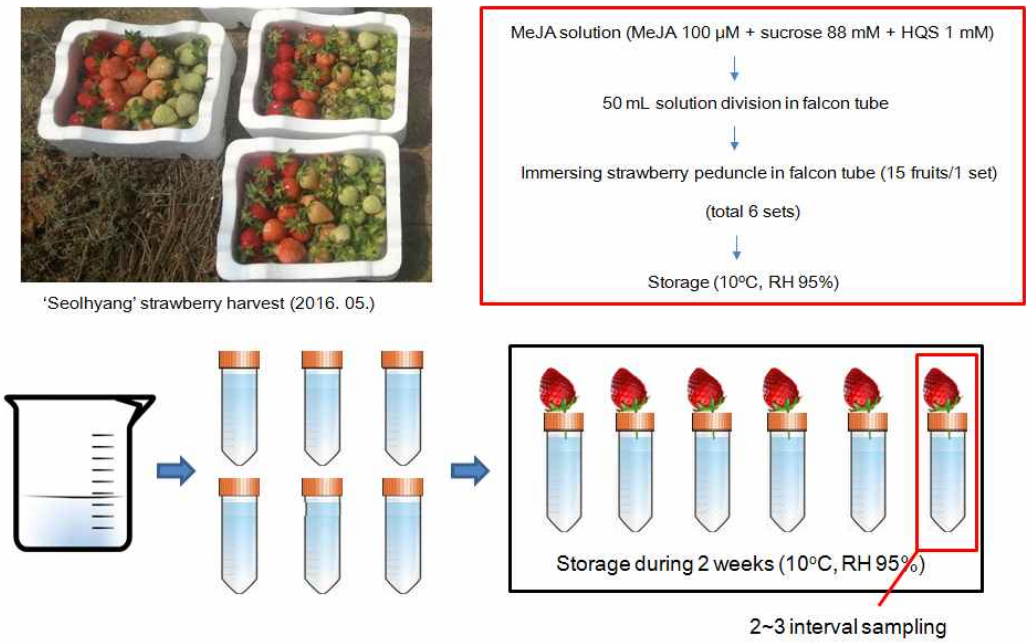



그림 32. 메틸자스모네이트의 처리 과정
(메틸자스모네이트의 착색 및 부패 억제 효과를 *in-vivo* 확인하는 실험)

(나) 조사항목

① 품질 조사: 경도, 당도, 산도 조사
② 안토시아닌 색소 분석
딸기 3g 동결과육을 1% 염산이 첨가된 메탄올과 균질시킨 뒤, 개미산 3%용액에 농축하여 SPE과정을 거친 뒤 HPLC-UVD에 525nm의 흡광도에서 분석함
③ 유전자 발현 연구
딸기의 착색에 관여하는 안토시아닌 생합성과 메틸자스모네이트 생합성 관련 유전자의 발현을 조사함(표 4)

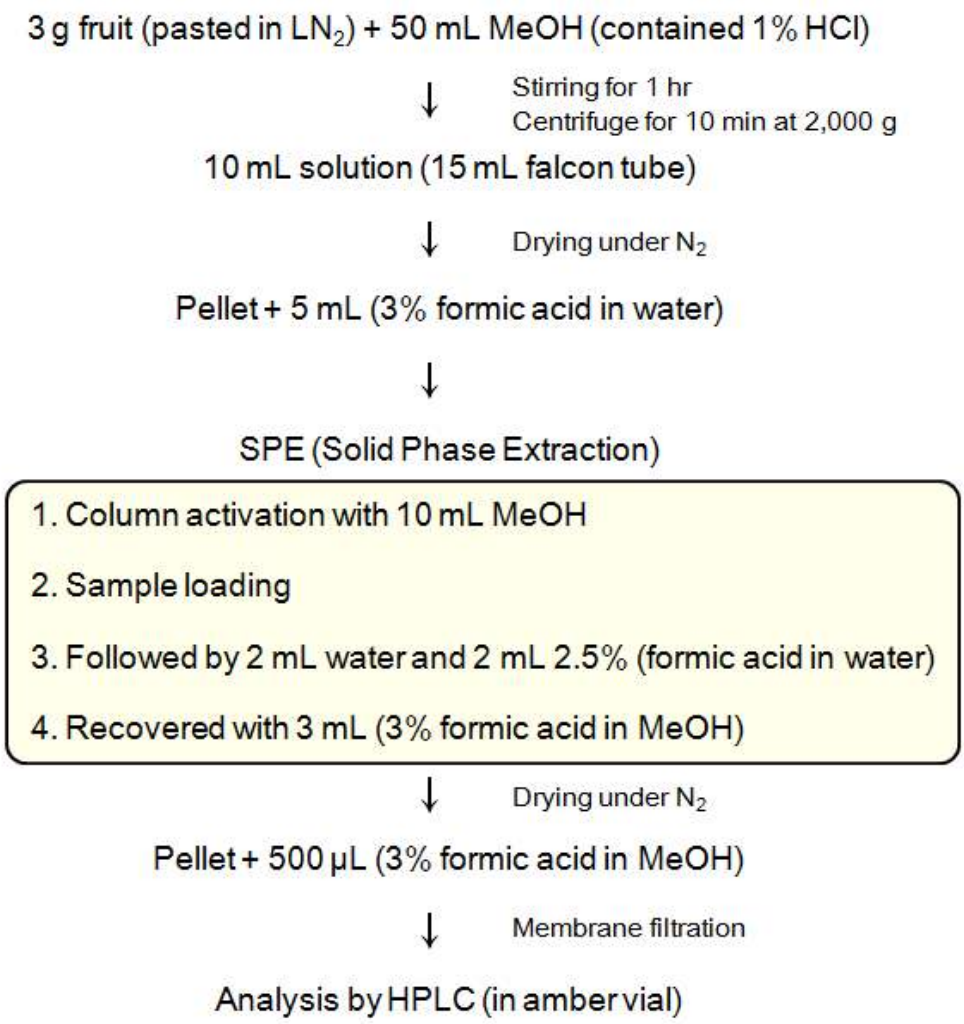



그림 33. 딸기의 안토시아닌 색소 분석 과정

표 3. 메틸자스모네이트에 의한 착색 및 후숙 관련 유전자 연구를 위한 프라이머 목록

| Gene | Forward primer sequence | Reverse primer sequence | Product size (bp) |
|---|---|---|---|
| PAL | GATTTGAGGCATTTGGAGGA | CTTGCCTTAGCCTTTGCATC | 217 |
| CHS | GCCGAGGAGTTGACAGAGTC | TTTCAATGGCTTTCGCTTCT | 190 |
| CHI | TGATGATTGGCATCTCCAAA | TGCCTTGTTTTCTGCTTCCT | 233 |
| F3H | TTGTCCATAGCGACATTCCA | AGTTGCTCCTTTGCATGCTT | 176 |
| DFR | ACCCTGCAATCAAAGGAACC | TAAATGCTGCTTCCTCCGTG | 234 |
| ANS | AGTGCGTACCCAACTCCATC | TGTGCTGGATATGCTCGAAG | 240 |
| UFGT | GTGGTCACTTCGGGACAACT | AGTTTCTGATCGCCGAAGAA | 219 |
| LOX | TCTGCATTTTAGGCCACCAG | GATGAGAGTGCTCCACACGG | 232 |
| AOS | CCCCGAGTTTCACTCCAGCT | AAGAGAACCCATTTCCGGGAC | 197 |
| AOC | CCCCAAGACCCACAAAAGTT | CTTTCTTTTCCGGCTTGCTT | 216 |
| OPR3 | GCTATGGACTCCGACCCAGT | TGCTTCATCTTGATCACTGCC | 168 |
| JMT | CCGGTCTTGATCATCCTTCG | ACCGGGGACAGCAGAAATC | 185 |
| JAR1 | TCTCCGGTTCTCACTGGAA | TGAACTGTAAGGCCTTCCCG | 183 |

(3) 연구 결과

(가) 딸기의 품질(경도, 호흡률, 색도, 외관사진) 변화(그림 34-39)

메틸자스모네이트를 처리한 결과, 1일차에 대조군은 7.7N의 조직감(그림 34)을 보인 반면에 처리군은 12.1N으로 유의적으로 높은 조직감이 유지되었다. 하지만 8일차에는 대조군이 8.3N, 처리군이 5.7N으로 측정되어 처리군에서 메틸자스모네이트에 의해서 후숙이 촉진되었음을 확인하였다. 또한 호흡량(그림 35)에서도 대조군이 33.6 ± 8.1 ml CO2kg-1h-1 수준으로 처리군(22.6 ± 2.6 ml CO2kg-1h-1)보다 높았으며, 실험의 전 기간에서 유사한 경향을 보였다. 특히 경도부분에서는 메틸자스모네이트 용액에 의해서 후숙이 촉진되는 것을 관찰하였는데, 반면에 부패과 발생률(그림 36)은 저조한 것으로 나타났다. 그림 34를 보면, 대조군이 처리후 2주차에 22%의 부패율을 보였는데 처리군은 16%였고 3주차에는 더욱 격차가 벌어져 대조군은 65%, 처리군은22%의 부패율을 보였다. 착색의 정도도 메틸자스모네이트에 의해 차이가 색도 측정(그림 37)에서는 나타나지 않았으나 과피를 촬영한 외관사진에서 나타났다(그림 38, 39). 처리후 3일차부터 메틸자스모네이트 처리군에서 착색된 부위가 대조군에 비해 넓어지기 시작하여 처리후 8일까지 그 차이가 유지된 것이 관찰되었다. 따라서 메틸자스모네이트 100$\mu$M 용액이 딸기의 착색과 후숙은 촉진시키면서도 부패율은 경감시키는 결과가 도출되었으며, 이는 맛은 증진시키면서도 신선도는 오래 보존되는 보존 및 착생 증진제로써

의 메틸자스모네이트가 딸기에 효과가 있음을 확인하게 되었다.

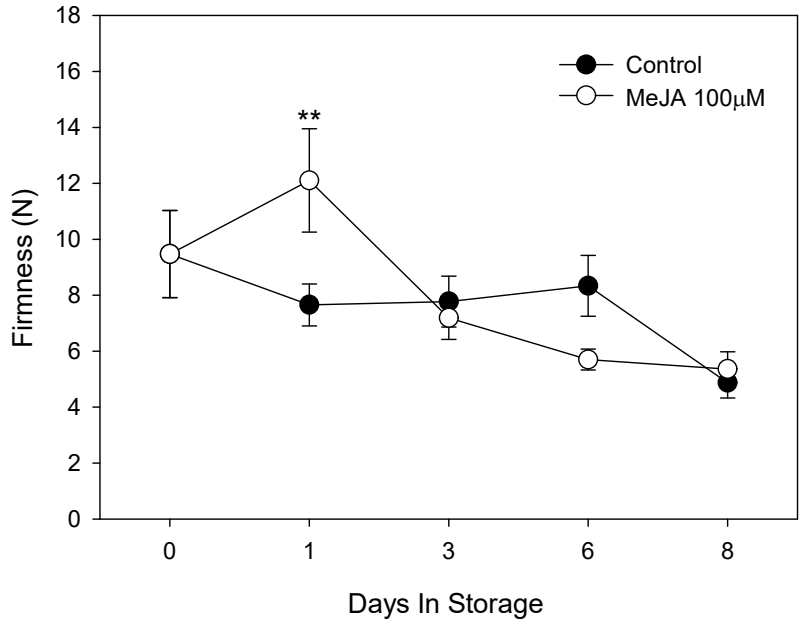



그림 34. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 경도 변화

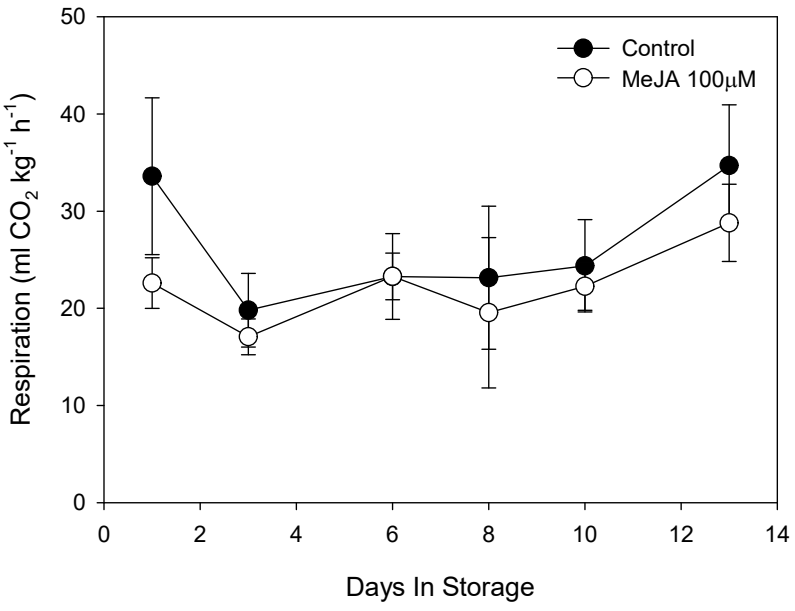
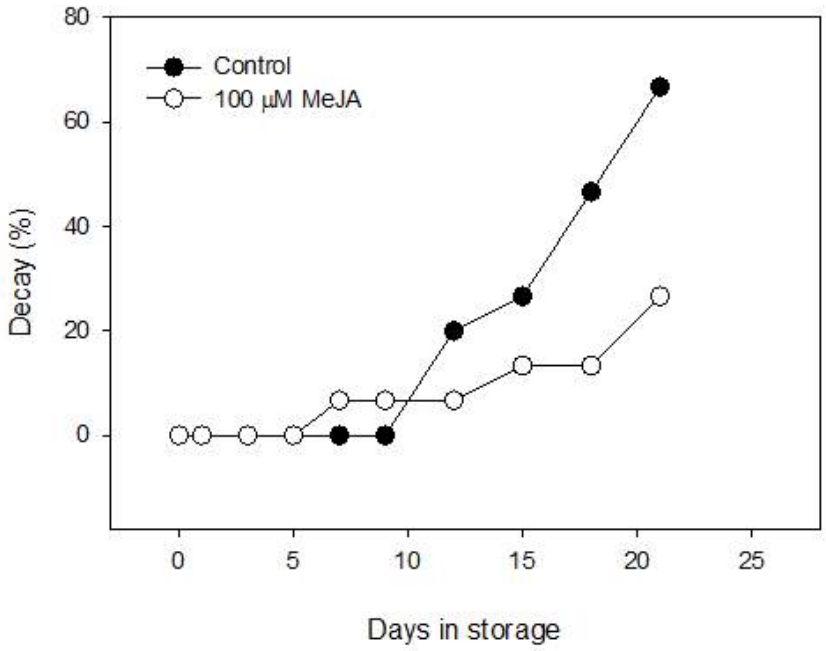



그림 35. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 호흡률 변화



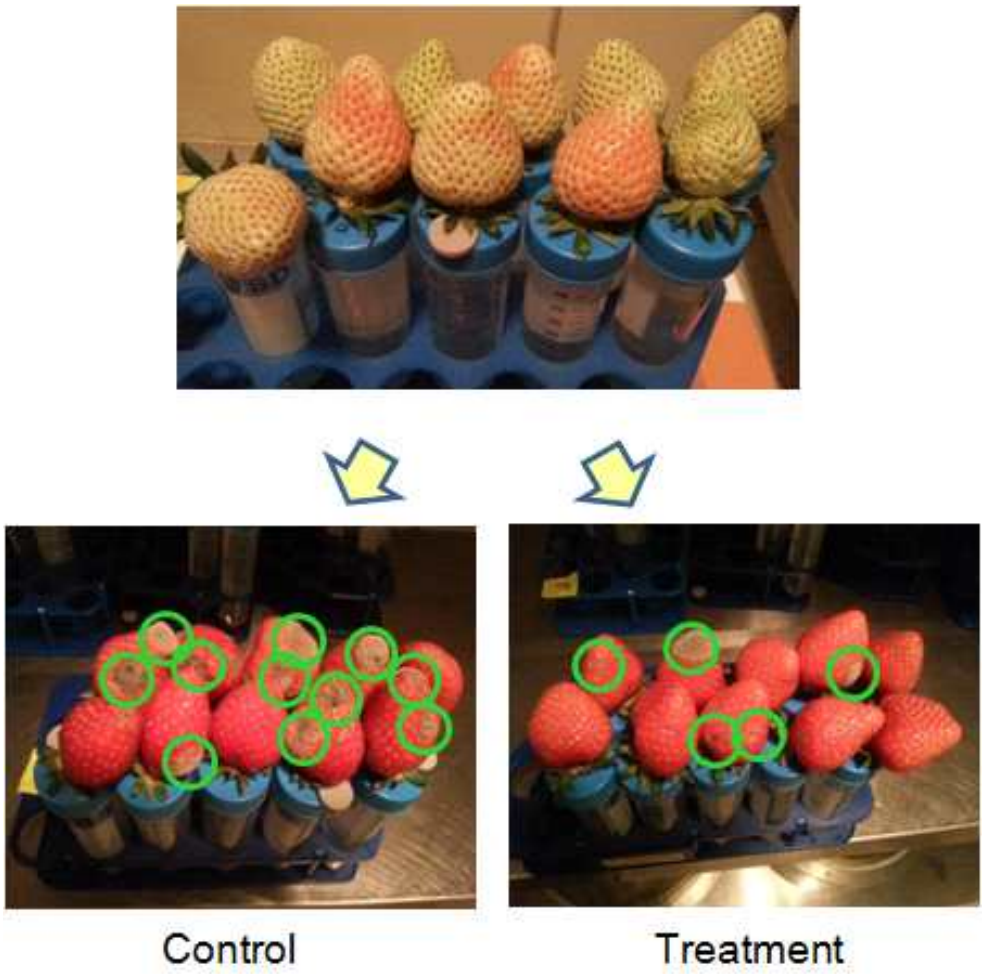




그림 36. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 부패율 변화

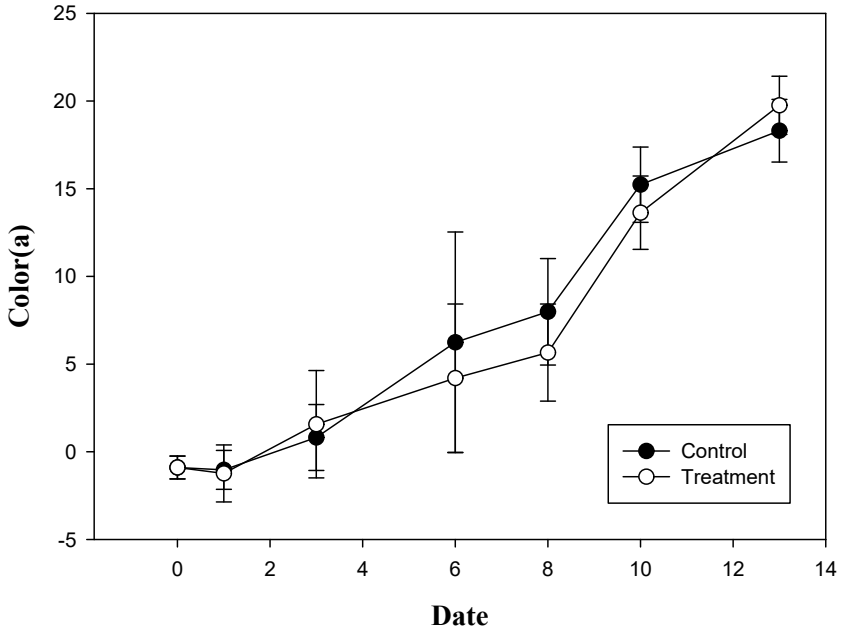
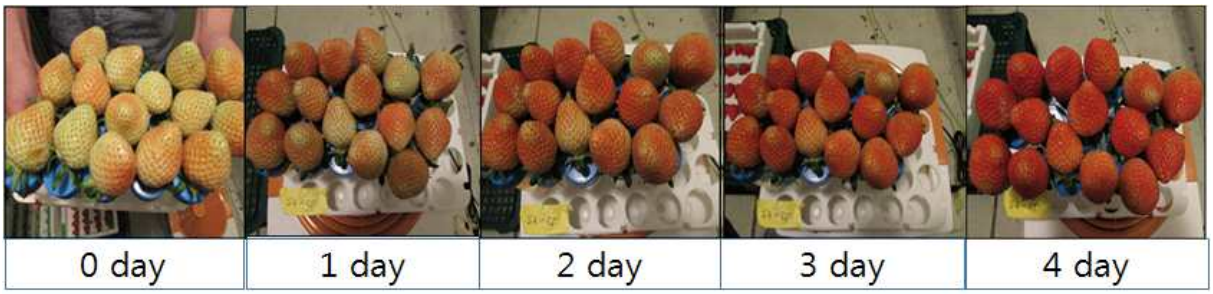
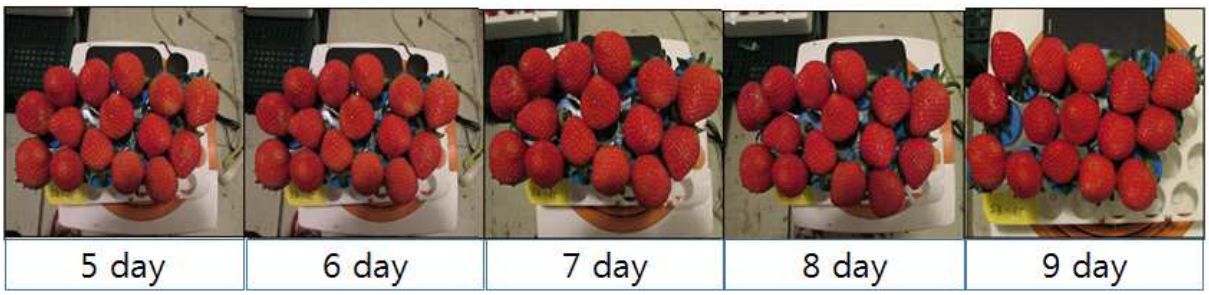



그림 37. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 착색도

그림 38. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 착색 변화 외관사진




<대조군>

<메틸자스모네이트 처리군>

그림 39. 메틸자스모네이트에 의한 딸기의 착색 변화 외관사진(전 조사기간 사진)

(나) 안토시아닌 색소 및 관련 유전자 발현 연구(그림 40-42)

안토시아닌 중 pelagonidin-3-glucoside가 딸기의 주요 색소인 것으로 HPLC 분석결과 도출되었으며(그림 40) 그 다음으로는 petunidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside가 검출되었다. 이들을 총 안토시아닌 함량으로 환산하여 메틸자스모네이트가 안토시아닌색소 합성에 미치는 효과를 알아보았다(그림 41). 처리후 5일부터 13일까지 대조군보다 메틸자스모네이트에서의 안토시아닌 함량이 약 2배정도 높게 검출되었다. 대조군은 13일차에 최고 농도인 13 mg100-1FW을 보였으나, 처리군은 이미 처리후 7일차에 14.5 mg100-1FW가 검출되어 13일차에는 22.8 mg100-1FW의 안토시아닌이 함유되어 있음이 확인되었다. 안토시아닌 함량이 증가한 것에 대한 원인을 규명하기 위해 안토시아닌 생합성 유전자 발현정도를 조사하였다(그림 42). 후보 유전자 군 중에서도 PAL, CHS, CHI, F3H, DFR, ANS가 메틸자스모네이트에 의해서 대조군보다 3-4일 빠르게 발현되었다. 따라서 메틸자스모네이트는 외생으로 딸기에 처리되었을 때 50%의 착색정도를 안토시아닌 생합성 유전자의 발현 시기와 발현량이 급증하도록 조절하여 기능성 색소인 안토시아닌 함량을 증가시키는 것으로 사료되었다.

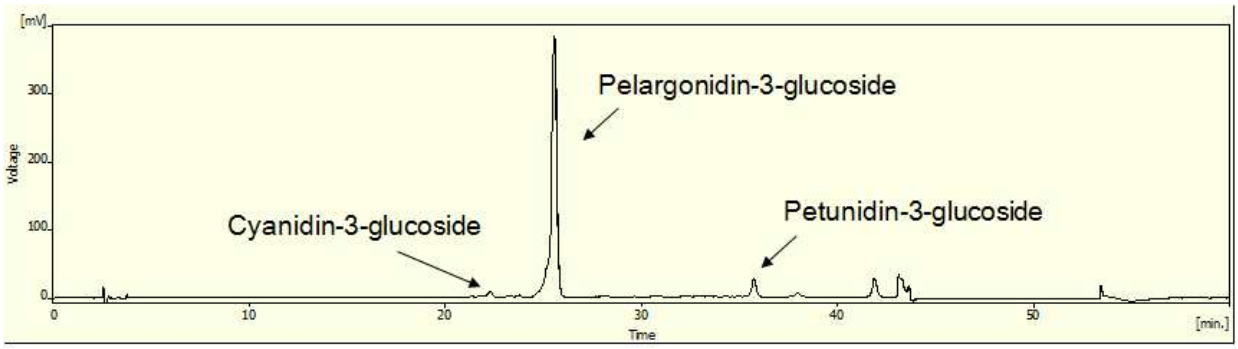



그림 40. 딸기의 안토시아닌 분석 크로마토그램

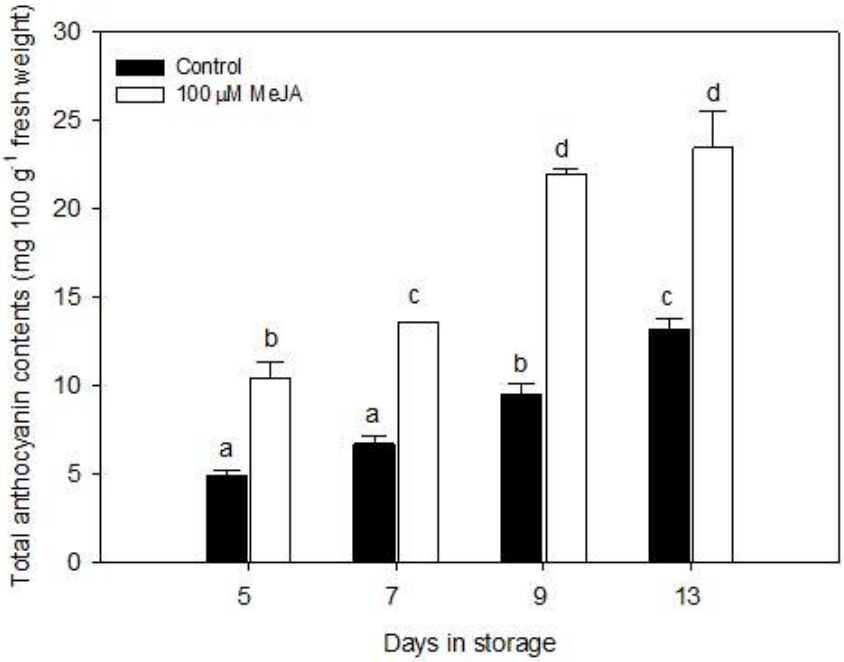
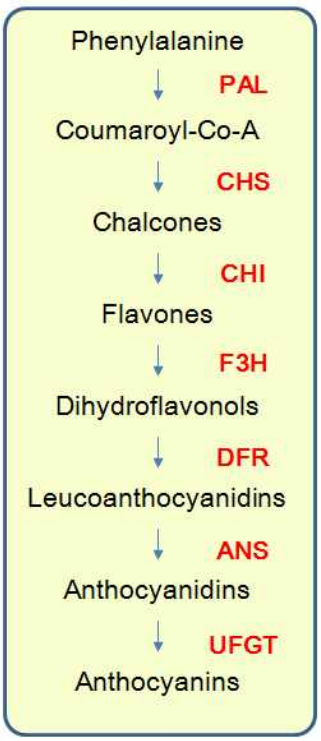
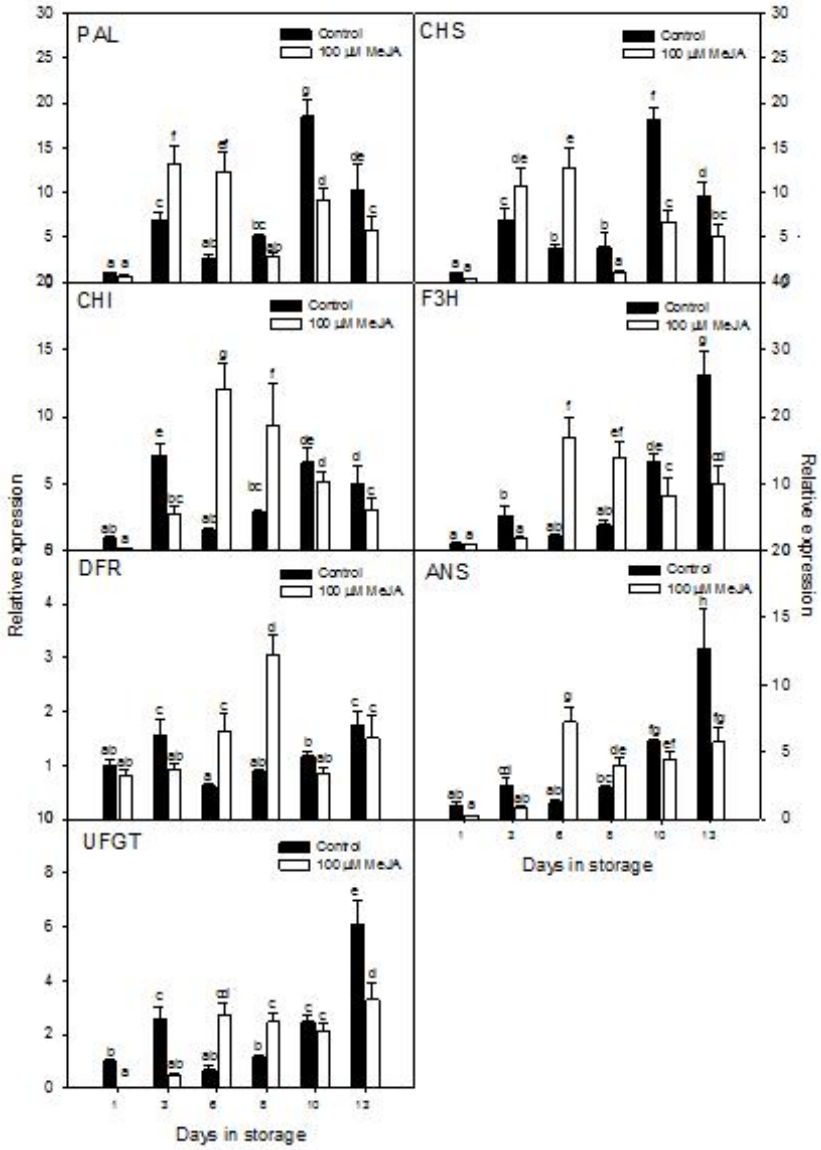
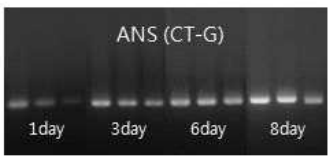



그림 41. 메틸자스모네이트를 처리한 딸기의 안토시아닌 색소 변화

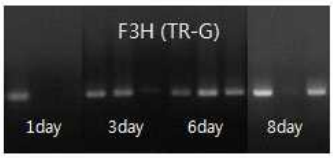

Anthocyanin pathway
Phenylalanine
PAL
Coumaroyl-Co-A
CHS
Chalcones
CHI
Flavones
F3H
Dihydroflavonols
DFR
Leucoanthocyanidins
ANS
Anthocyanidins
UFGT
Anthocyanins

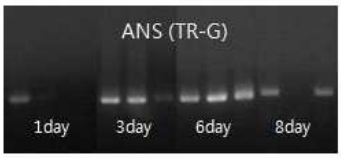

PAL
CHS
CHI
F3H
DFR
ANS
UFGT
Control
100 μM MeJA
Relative expression
Days in storage

F3H (CT-G)
1day
3day
6day
8day


ANS (CT-G)
1day
3day
6day
8day

UFGT (CT-G)
1day
3day
6day
8day


F3H (TR-G)
1day
3day
6day
8day


ANS (TR-G)
1day
3day
6day
8day

UFGT (TR-G)
1day
3day
6day
8day

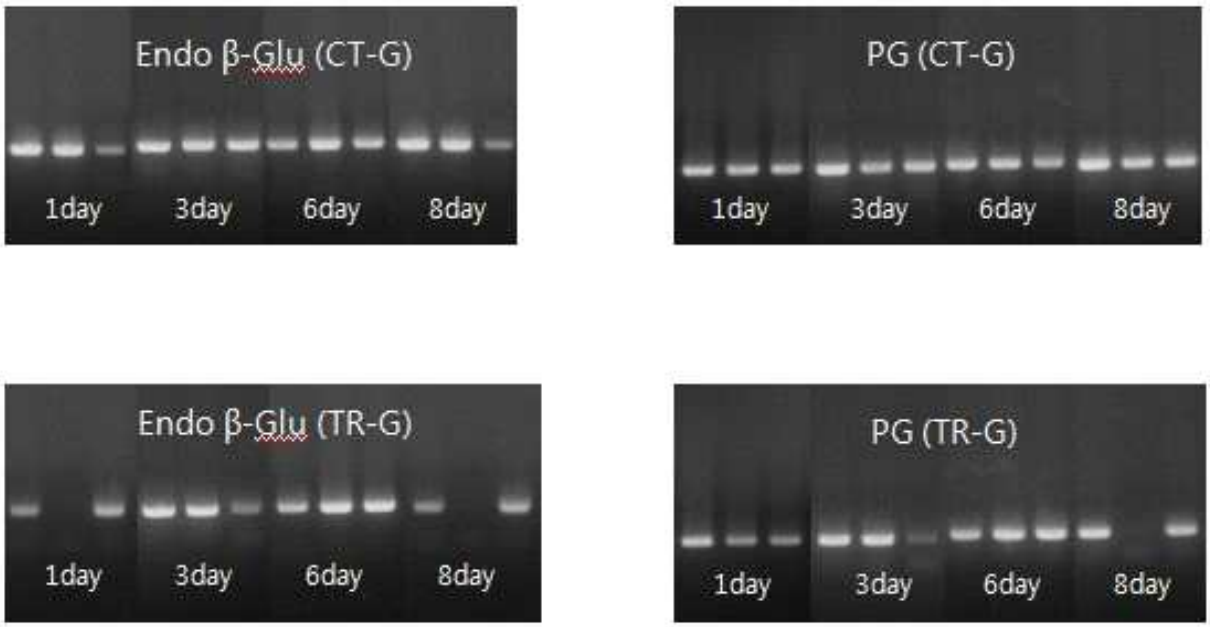
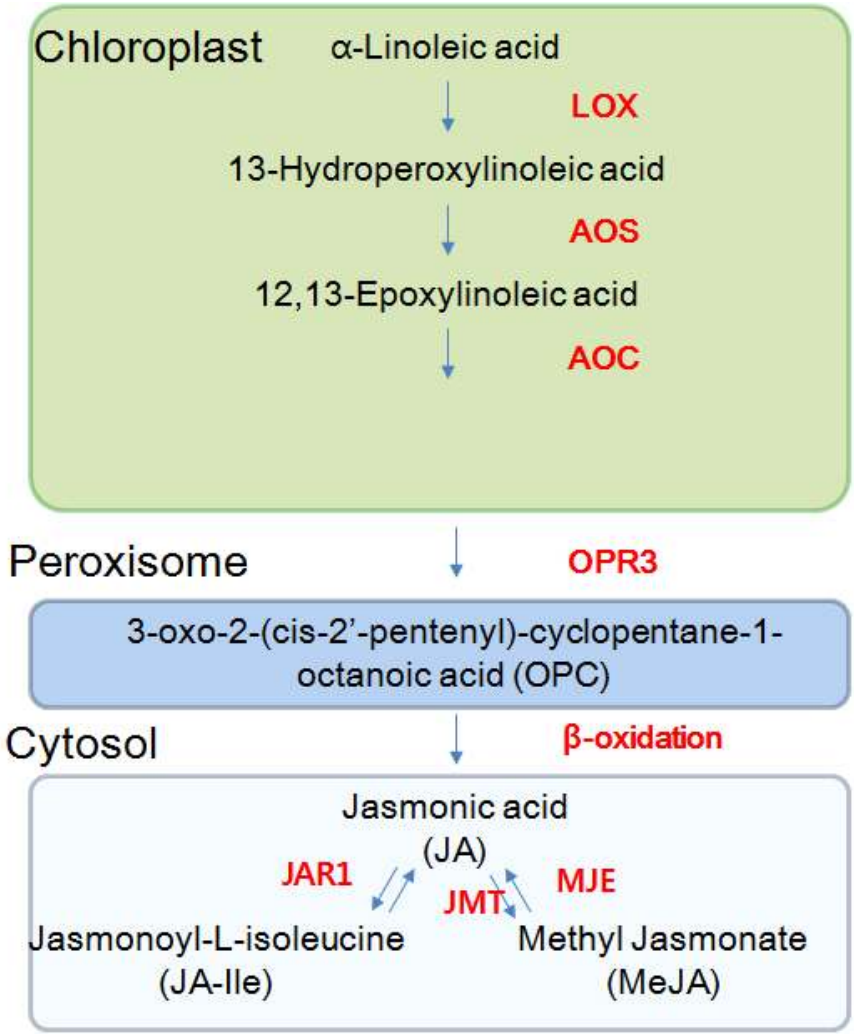



그림 42. 메틸자스모네이트를 처리한 딸기의 안토시아닌 생합성 유전자의 발현

(다) 메틸자스모네이트 관련 유전자 발현 연구(그림 43)

메틸자스모네이트는 식물 호르몬 중에 하나로써 메틸자스모네트만으로도 자가 촉매반응을 일으켜 생합성이 유도되는 특성을 가지고 있다. 그래서 딸기에 메틸자스모네이트를 처리 한 뒤 메틸자스모네이트 생합성이 촉진되는지를 알아보고자 하였다. 조사 결과, 처리후 3일과 5일차에 생합성 유전자인 LOX, AOS, AOC, OPR3, JMT의 발현이 처리구에서 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 메틸자스모네이트를 외생적으로 처리하였을 때 색소의 발현과 부패율을 조절하여 선도를 유지시키는 메틸자스모네이트의 생합성이 촉진되는 것으로 판단된다.


Chloroplast
α-Linoleic acid
LOX
13-Hydroperoxylinoleic acid
AOS
12,13-Epoxylinoleic acid
AOC
Peroxisome
OPR3
3-oxo-2-(cis-2'-pentenyl)-cyclopentane-1-octanoic acid (OPC)
Cytosol
β-oxidation
Jasmonic acid (JA)
JAR1
JMT
MJE
Jasmonoyl-L-isoleucine (JA-Ile)
Methyl Jasmonate (MeJA)

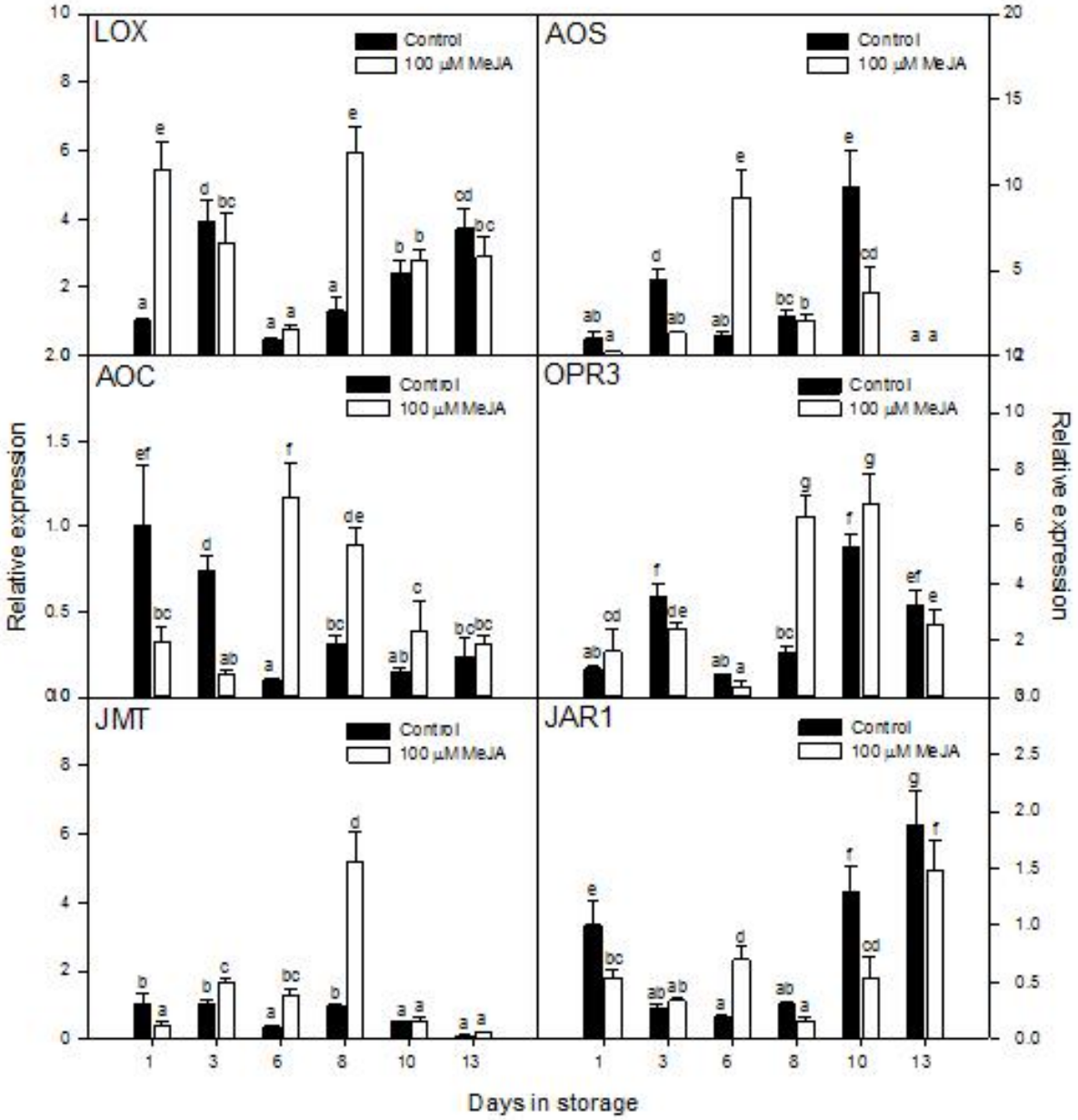



그림 43. 메틸자스모네이트를 처리한 딸기의 메틸자스모네이트 생합성 유전자 발현

(라) 딸기의 착색기간 중 식물호르몬의 함량 분석(그림 44)

추가적으로 딸기에서는 착색 정도가 상품성에 가장 큰 요인으로 작용하기 때문에 이를 조절하는 식물호르몬을 구명할 필요가 있다고 판단하여 지베렐린, 옥신, ABA, 그리고 메틸자스모네이트 함량을 분석하였다. 분석한 결과(그림 44), 옥신과 지베렐린의 함량은 착색이 진행될수록 감소하여 착생 80%에 도달하였을 땐 검출되지 않았다. 반면에 메틸자스모네이트와 ABA는 착색기간중에 함량이 지속적으로 검출되었다. 따라서 착색을 촉진시키는 역할로

메틸자스모네이트와 ABA가 상당부분일 것으로 결론지었다.

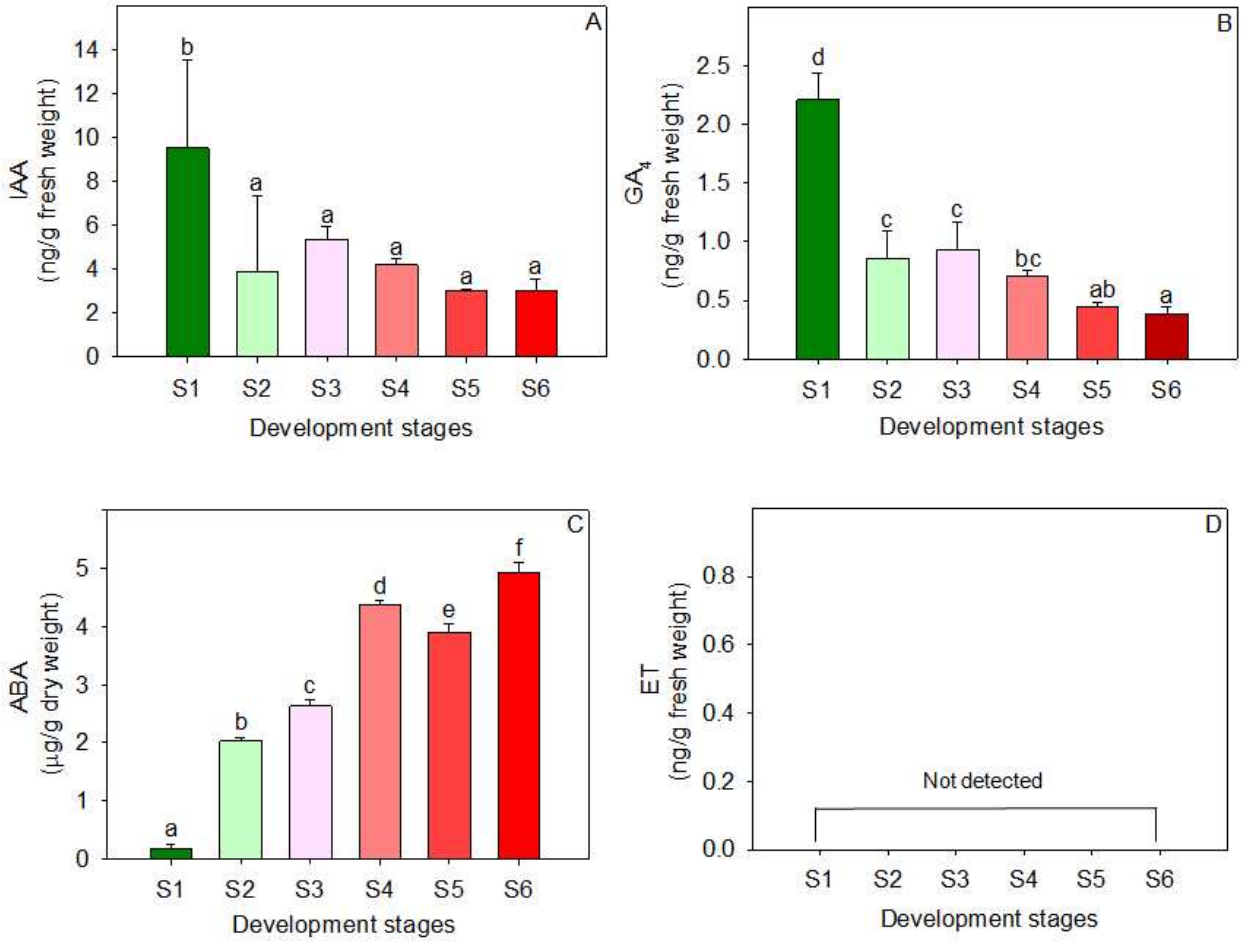



그림 44. 딸기의 착색기간 중 옥신, 지베렐린, ABA, 에틸렌의 함량 조사
(S1, 착색 0%; S2, 착색 20%; S3, 착색 50%; S4, 착색 70%; S5-6, 착색 80%이상)

(마) 결론

딸기는 수확후 선도유지기간이 매우 짧아 관행적기인 착색 80%로는 수출이 불가하므로 수출시 착색 50% 수준으로 수확하여 유통하게 되는데 이 때문에 착색 불량, 향미 불량으로 상품성을 보장하기 어렵다. 이러한 착색불량 문제를 개선하면서 유통시간이 짧은 딸기의 부패 발생을 제어하는 천연소재를 탐색하고자 하였다. 저장 기간 중 육안 관찰을 통해 무처리구에 비해 처리구에서 착색이 빠르게 진행되는 것을 확인하였고, 저장 13일차에 무처리구 및 처리구의 안토시아닌 함량 역시 각각 13과 27mg 100g-1FW으로 처리구에서 더 높았다. 안토시아닌 생합성 유전자 발현을 PCR로 분석한 결과, 처리 6일차와 8일차에 무처리구보다 처리구에서 안토시아닌 생합성 관련 유전자가 더 많이 발현되었다. 따라서 메틸자스모네이트가 수확후 '설향' 딸기의 안토시아닌 생합성을 유도하여 착색을 촉진시키는 것을 확인하였다.

또한 저장 후 7일차부터 부패가 발생하여 13일차에 무처리구 및 처리구에서 각각 20%와 7%의 부패율을 나타냈고, 저장 15일차에는 각각 67%와 21% 부패율로 메틸자스모네이트를 처리한 딸기에서 부패가 억제되었다. 종합적으로 메틸자스모네이트 100$\mu$M의 용액을 딸기가 착색 50%에 도달한 수준에 침지처리하면, 안토시아닌 생합성 유도, 부패과 감소, 메틸자스모네이트 생합성 촉매로 인하여 착색증진 및 상품성 유지기간 증대의 기대효과를 볼 수 있다고 사료된다. 추가적으로 부패 발생이 제어되었으나 향후 경도 감소를 보완하기 위한 추가적인 복합 처리 기술과 간편한 훈증방식 개발이 필요할 것으로 사료된다.

나. 고농도 이산화탄소에 의한 딸기의 저장성 증진 기작 구명 연구

(1) 연구 목적

먼저, 메틸자스모네이트의 적정처리방법과 농도를 모색하는 과정을 진행하면서 1차년도에는 설향 딸기를 대상으로 이산화탄소 처리가 딸기 저장성을 증진하는 효과가 있는지를 평가하고 저장성을 증진시키는 기작에 대한 연구가 선행적으로 수행되었다. 해당 연구가 진행되어야만 저장성 증진을 위한 복합처리 기술 개발이 가능하고 과학적 근거를 마련하기 위하여 연구를 수행하였다.

(2) 연구 내용

(가) 공시 재료 및 처리

① 품종: 설향(이산화탄소 처리만 실시하였음)
② 처리 농도
이산화탄소($CO_2$)처리는 고농도에 해당하는 30%로 3시간 처리하였으며, 처리 직후 10℃에 저장하면서 품질 및 유전자 발현량 등을 조사함.

<딸기 재배 농가(논산) 사진 및 연구수행 당시의 딸기>

그림 44. 고농도 이산화탄소를 딸기에 처리하는 과정

(나) 조사 항목

① 품질조사: 경도, 당도, 산도, 육안 조사
② 세포벽 추출 및 펙틴 함량 분석

건조시킨 딸기 시료를 80% ethanol 100㎖와 섞어 homogenize 한 후 buchner 깔때기에 miracloth를 2장 깔아 감압여과함. 상등액은 제거하고 잔사를 획득한 후, 색소 및 지질을 제거하기 위해 chloroform/methanol(1:1,v/v) 용액 100㎖를 첨가하였음. 10분간 hot plate 상에서 교반한 후 혼합액을 sintered glass funnel을 이용해 감압여과함. 재차 잔사만을 얻어 acetone 50㎖를 첨가 한 후 5분간 교반함. 혼합액을 감압 여과하여 얻은 잔사는 진공 하에서 건조제(P2O5)와 함께 3일간 건조함. 건조가 끝난 시료는 전분을 제거하기 위해 α-amylase(1unit/㎖)가 들어있는 20mM HEPES-NaOH (pH7.0) buffer 용액 70㎖와 섞어 12시간 동안 37℃에서 shaking함. 교반이 종료되면 20mM HEPES-NaOH (pH7.0) buffer 용액 200㎖과 5차 증류수 200㎖로 각각 수세한 뒤 acetone 200㎖로 5분간 교반시켜 여과함. 획득한 잔사는 1일간 상온에서 풍건한 후 진공 하에서 건조제(P2O5)와 함께 3일간 건조시켜 조세포벽의 무게를 측정하였고, 이를 밀폐용기에 보관하면서 실험에 사용함. 세포벽 10mg을 시험관에 넣고 2㎖의 진한 황산을 가한다음 시험관을 얼음 위에서 진탕하면서 차가운 증류수 0.5㎖를 한 방울씩 첨가함. 약 5분 후 다시 증류수 0.5㎖를 가하여 완전히 분해가 될 때까지 진탕하였다. 용액 0.4㎖을 취한 후 40㎕의 sulfamate-KOH를 넣은 다음, 황산에 녹인 75mM sodium tetraborate 2.4㎖를 첨가하여 20분간 끓인 후 상온에서 식힘. 시료액에 0.15% m-phenylphenol 80㎕를 넣어 잘 섞은 후 발색되면 20분 후 525nm에서 흡광도를 측정함. Standard는 세포벽 중 uronide의 주성분인 galacturonic acid(0~400㎍/㎕)를 사용함.

③ 세포벽, 방어기작 관련 유전자 발현 조사

이산화탄소 처리후 경도 유지효과의 기작을 구명하기 위한 실험으로 세포벽 분해 효소 및 방어 기작 관련 유전자의 발현 정도는 RNA 추출후 후보 프라이머를 제작하여 qPCR법으로 상대적 발현량을 분석함.

표 4. qRT-PCR를 수행하기 위한 프라이머 목록

| Gene | Acession No. | Sequence | Size |
|---|---|---|---|
| 18s | X15590 | F: GTGCTCAAAGCAAGCCTACG | 241 |
| | | R: ATCTGATCGTCTTCGAGCCC | |
| PE | AY324809 | F: GAAACCTGTGGTTGCCCTCT | 256 |
| | | R: TTTCAAACAACACCAATGCG | |
| PG | EF441274 | F: GCAACAACGCCGAGTAGAGT | 247 |
| | | R: TGCAGTCGTTGTCTTTCCAAG | |
| PL | U63550 | F: ATGCTGTTGGGGCATAGTGA | 236 |
| | | R: TTCGCAAAACGGTTGTTAGG | |
| LOX | AJ578035 | F: CTGATGTGGCCTTCCTCAAA | 284 |
| | | R: TGAGGTGCTGGGATAGAGCA | |
| EG | AJ006348 | F: AACTTCGCTATCGTTCCTGCTT | 297 |
| | | R: GGGTTTGGATTCGGACTCAG | |
| EXP | AF159563 | F: AGAGGAGGGGGATCGAGATT | 271 |
| | | R: AGAACAAAGCAACTGCCCCA | |
| XTH | GQ367550 | F: CATCCCAATCCGAGTGTTCA | 250 |
| | | R: CTCCTTCTGATCCCACCACC | |

④ 이산화탄소 처리 후 대사체 분석

대사체 분석방법은 “가. 후숙 방법에 따른 참다래 맛 관련 대사체 분석”의 내용과 상동함.

(다) 연구 결과

① 딸기의 품질(경도, 색도, 호흡률, 외관사진)

고농도 이산화탄소를 처리한 뒤 경도의 차이를 대조군과 비교하였다(그림 45). 처리 후 1일차부터 대조군은 경도가 초기치보다 30% 낮은 수준을 보였지만 대조군은 초기의 경도 수준을 유지하였다. 이러한 이산화탄소에 의한 경도의 유지는 저장 10일차까지 유의적으로 지속되었다. 색도의 경우 hunter L, a, b, chroma, Hue angle값을 측정하였는데(표, 그림 46-48), 특이한 부분은 이산화탄소를 처리하면 처리 직후 1일차에서만 L값은 높고, a와 b 값은 낮게 유지되는 현상이 발견되었다. 이는 경도가 유지되면서 처리군이 대조군에 비해 물러짐이나 굴곡이 생기지 않고 증산에 의해 색이 진해지는 현상이 지연되었다고 사료된다. 또한 중량감소율(그림 49)을 조사하였는데 대조군과 처리군간의 큰 차이는 유의적으로 없었다. 호흡률 조사(그림 50)에서는 처리 직후 처리군에서 이산화탄소 농도가 높았는데, 이는 고농도의 이산화탄소를 처리한 직후로 과피 혹은 근접한 환경에 잔존한 이산화탄소의 잔여농도로 예상되며 대조군과 처리군간의 호흡률 차이는 크게 나타나지 않았다. 상온에서 처리군과 대조군을 육안으로 관찰하였을 때(그림 51), 처리 후 5일차에 대조군은 부패가 진행되었지만

처리군에서는 신선도가 유지된 딸기의 외관이 관찰되었다. 이를 저온에서 저장하면서 14일간 관찰하였을 때에도(그림 52) 대조군은 14일차에 절반이상이 곰팡이에 감염된 형상이었으나, 처리군은 선도를 유지하였다. 따라서 고농도의 이산화탄소를 처리한 딸기는 조직이 연화되는 것을 지연시켜 선도를 유지하는 것으로 판단되며, 이러한 기술을 메틸자스모네이트와 복합처리 한다면 수출 딸기의 경도 유지와 착색증진을 모두 유도할 수 있을 것으로 사료된다. 향후 2차년도에 이러한 결과를 활용하여 복합처리 연구를 진행하였다.

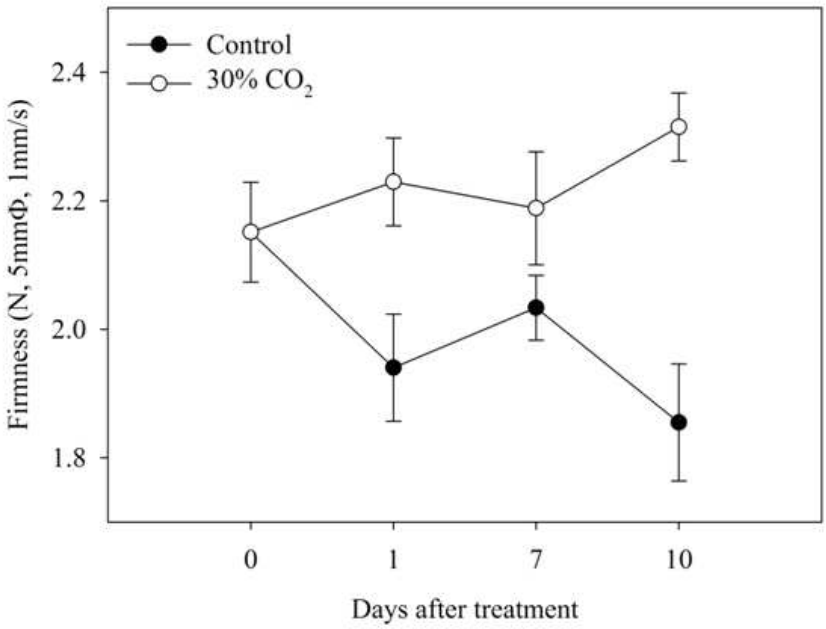



그림 45. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 경도 변화

표 5. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 색도 변화

| Treatment | Storage day | L* | a* | b* | Chroma | Hue angel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | 0 | 47.2 | 24.3 | 20.7 | 32.0 | 40.5 |
| | 1 | 47.5 | 24.2 | 20.8 | 31.9 | 40.6 |
| | 3 | 42.0 | 30.6 | 23.7 | 38.7 | 37.8 |
| | 7 | 40.6 | 30.8 | 26.3 | 40.5 | 40.6 |
| | 10 | 40.2 | 29.1 | 21.2 | 36.0 | 36.1 |
| | 14 | 40.5 | 26.9 | 20.7 | 33.9 | 37.6 |
| 30% CO2 | 0 | 47.2 | 24.3 | 20.7 | 32.0 | 40.5 |
| | 1 | 53.2 | 19.5 | 17.6 | 26.3 | 42.1 |
| | 3 | 40.0 | 29.6 | 22.5 | 37.2 | 37.2 |
| | 7 | 40.2 | 29.3 | 22.3 | 36.8 | 37.2 |
| | 10 | 41.2 | 28.6 | 21.5 | 35.8 | 36.9 |
| | 14 | 39.7 | 26.8 | 19.8 | 33.3 | 36.5 |

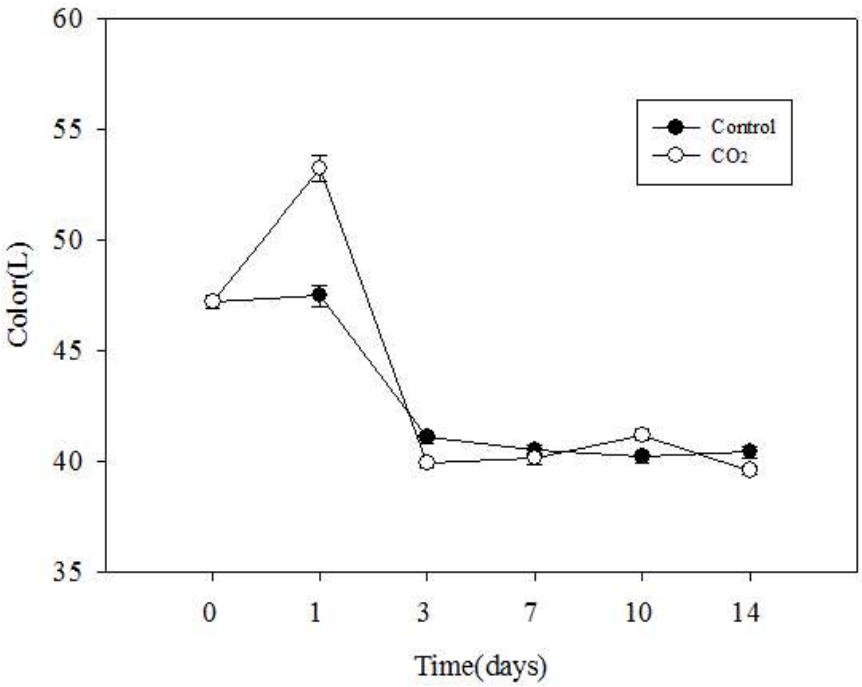



그림 46. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 색도(L값) 변화

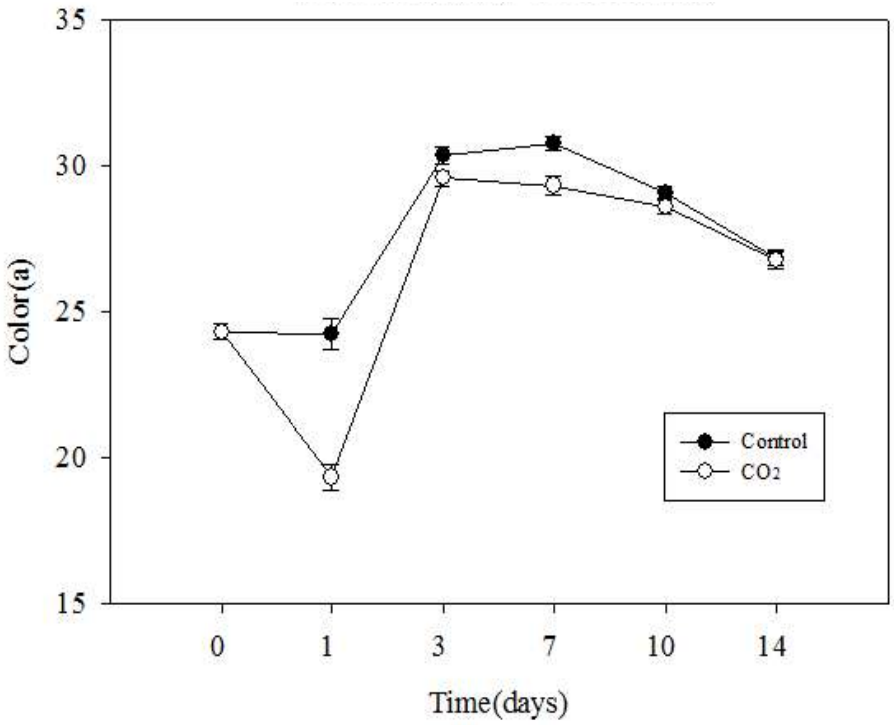



그림 47. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 색도(hunter a값) 변화

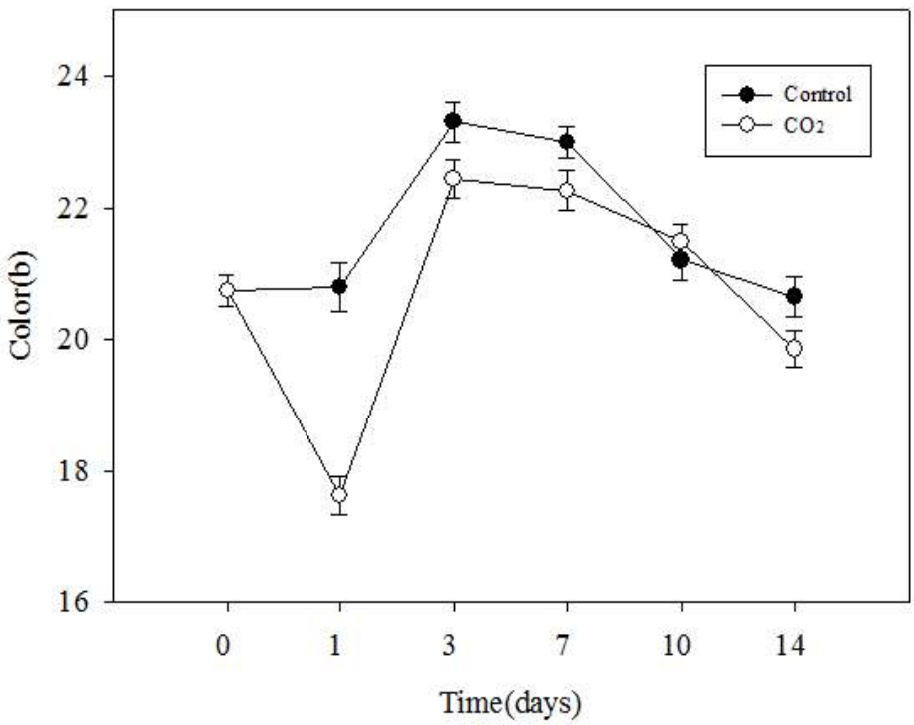



그림 48. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 색도(hunter b값) 변화

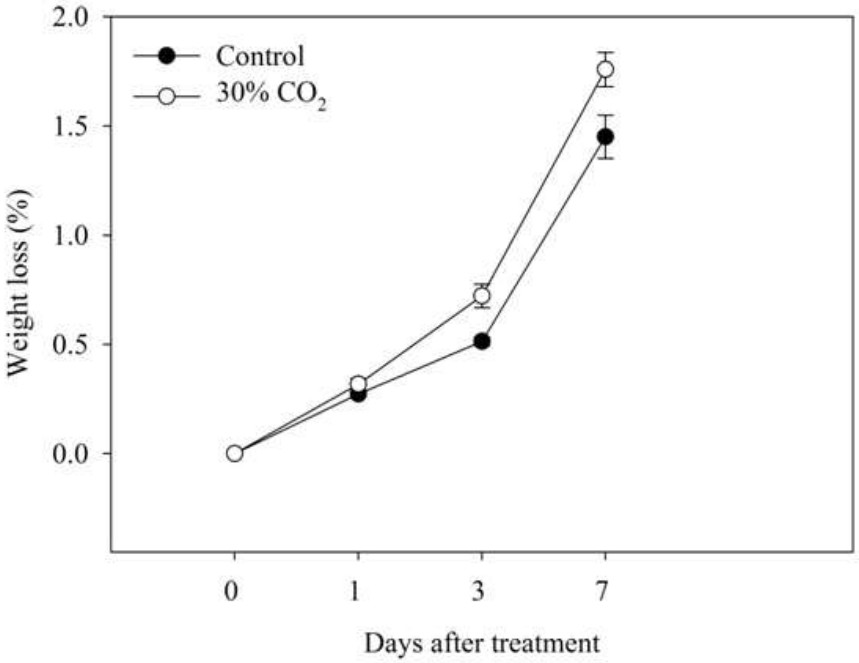



그림 49. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 중량감소율 변화

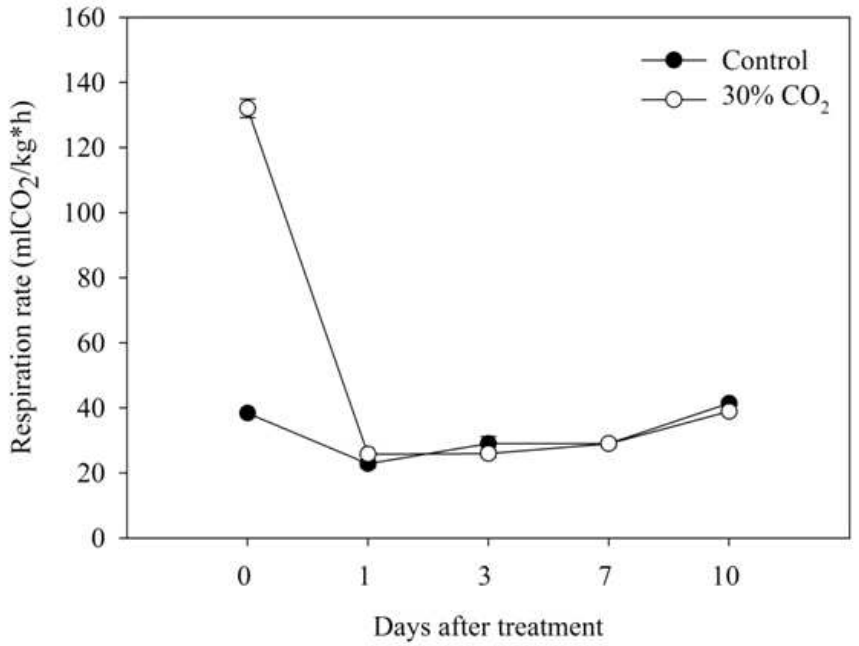



그림 50. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 호흡률 변화

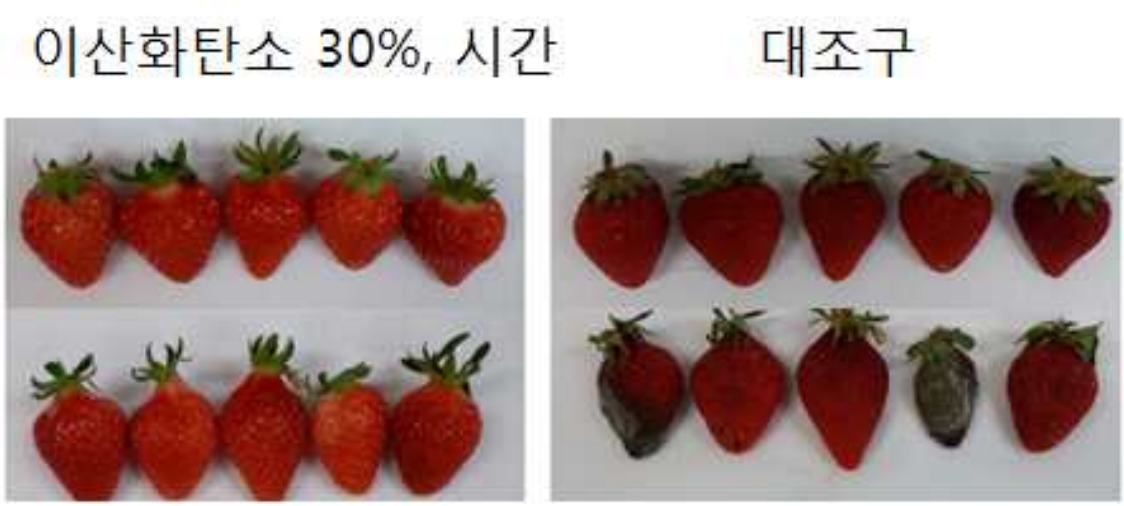


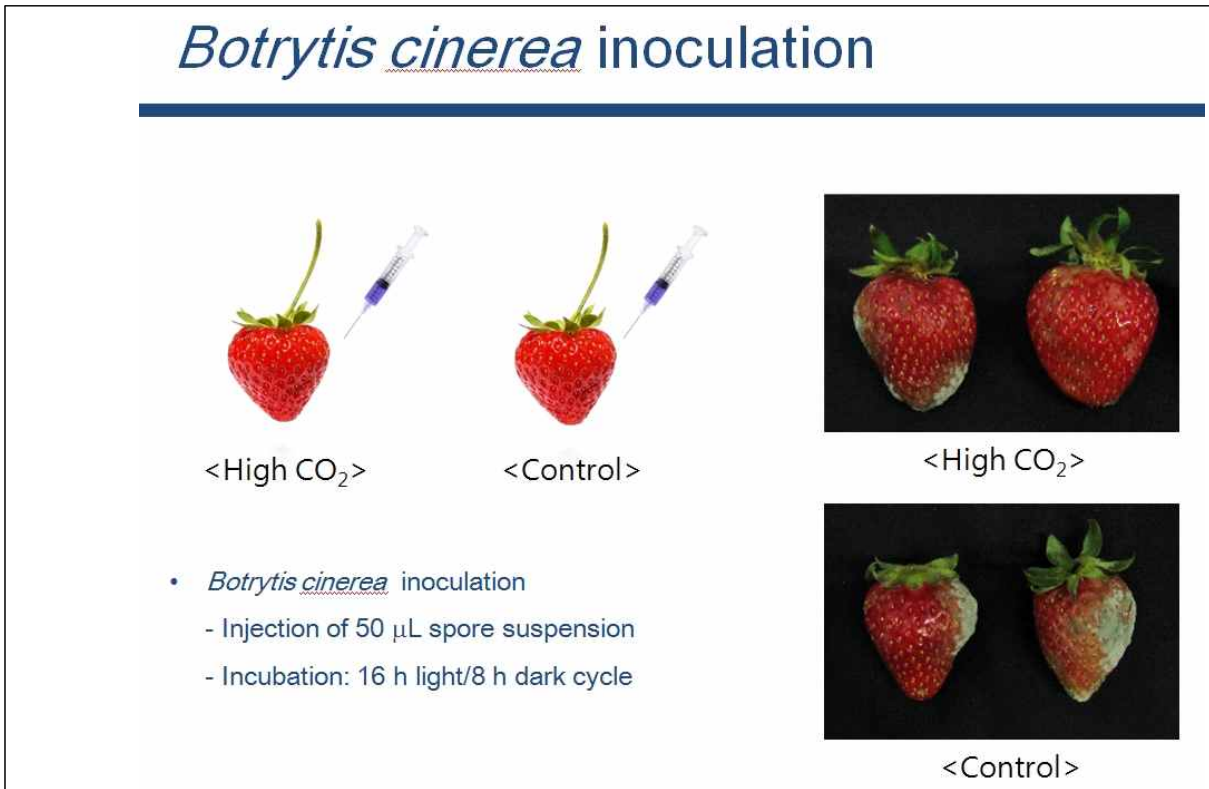

그림 51. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 신선도(상온 저장 5일차)

<처리 직후 상온> <처리 후 7일차 상온> <처리 후 14일차 상온>

그림 52. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 신선도 (10℃ 저장)

② 병원균 접종 실험

고농도 이산화탄소를 처리한 뒤 선도가 유지되는 이유를 정확하기 구명하기 위하여 인위적으로 병원균(잿빛곰팡이균)을 접종하여 관찰한 결과 이산화탄소를 처리한 딸기가 병원균이 발병이 낮은 것으로 확인되었다. 이러한 효과는 상온중에 뚜렷하게 나타났다.




③ 세포벽 분해 효소의 유전자 발현 및 세포벽 펙틴 함량 분석(그림 53, 54, 55)

고농도 이산화탄소가 딸기의 조직감 유지에 영향을 준 기작이 세포벽 분해를 억제하였을 것으로 추측되어 대조군과 처리군 딸기를 세포벽 성분 중 펙틴 함량을 분석하였다. 펙틴의 함량은(그림 53) 처리 후 1일차에서 대조군이 2.1 mg/g DW 이었고 처리군은 이보다 높은 2.4 mg/g DW로 조직감에 기인하는 세포벽 성분이 이산화탄소에 의해 유의적으로 높게 유지됨을 확인하였다. 조사기간 전반적으로 처리군의 세포벽 성분이 더 높게 유지된 것을 미루어보아 이산화탄소를 고농도로 처리하였을 때 세포벽 구성성분의 분해가 지연될것으로 사료된다. 그래서 세포벽 분해효소의유전자 발현 정도를 비교해보았다(그림 54). 분석 결과, 펙틴의 주요 사슬 분해와 연관된 PE, PL, PG, LOX의 발현이 전 조사기간 중 대조군에 비해 발현량이 많게는 2배 이상 낮았다. 따라서 고농도의 이산화탄소는 딸기의 세포벽 분해를 억제시켜 경도를 유지시키면서 부패 억제, 착색 경감 억제를 시키는 선도유지 효과가 있음을 확인하였다. 추가적으로 고농도 이산화탄소가 딸기의 부패를 억제한 원인이 세포벽 분해 억제뿐만 아니라 방어기작에도 관여하는 지를 알아보고자 수용성 펙틴의 구성을 분석하였다(그림 55). 일반적으로 알려진 방어기작에 관여하는 펙틴의 종류는 수용성펙틴으로 알려져 있어 추출한 수용성 펙틴을 size-exclusion 컬럼에 로딩하여 분리하였다. 그 결과 정성적으로는 확인이 불가하지만 특정 수용성 펙틴이 고농도 이산화탄소 처리에 의해 높은 비율로 조성되어 있음이 확인되었다. 향후, 방어기작에 관련된 연구를 수행하여 심층적으루 구명하고자 한다.

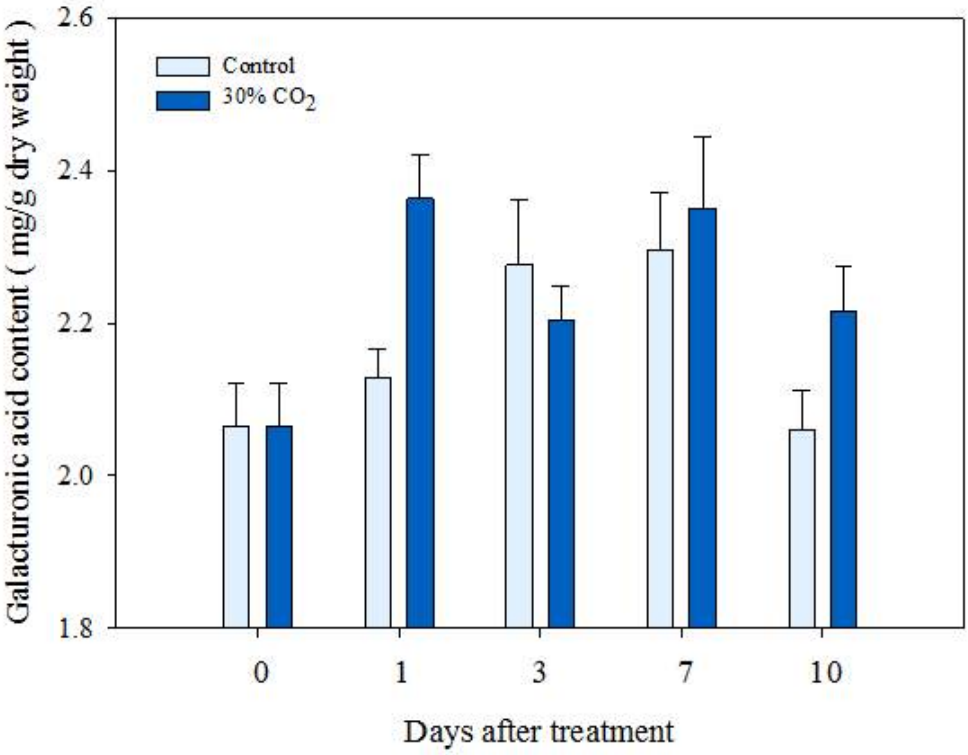
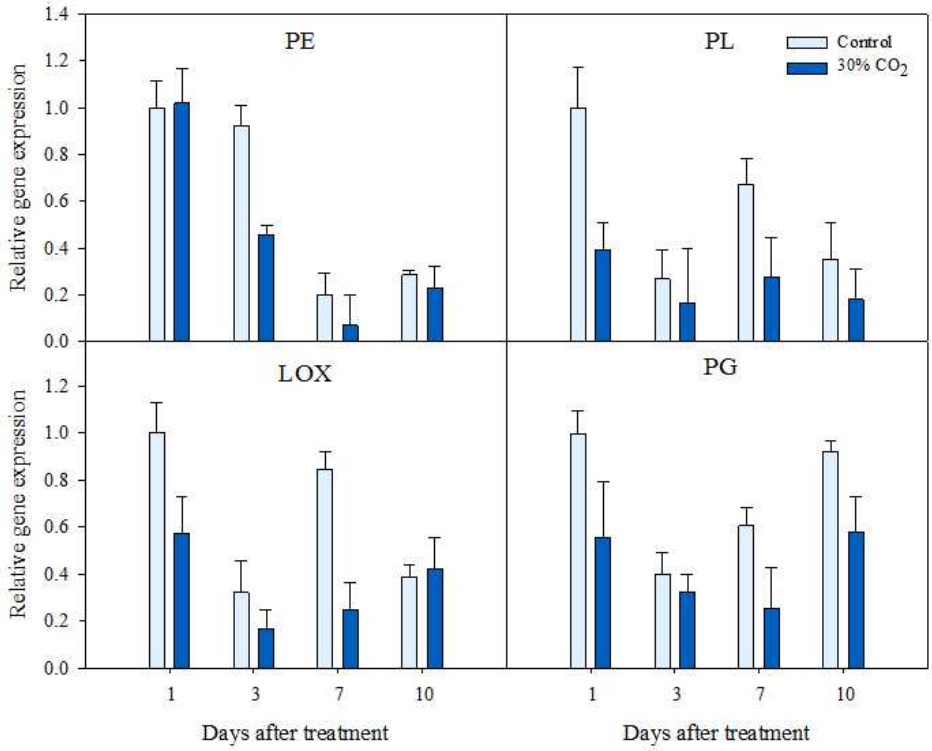



그림 53. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 세포벽 분해 산물 함량



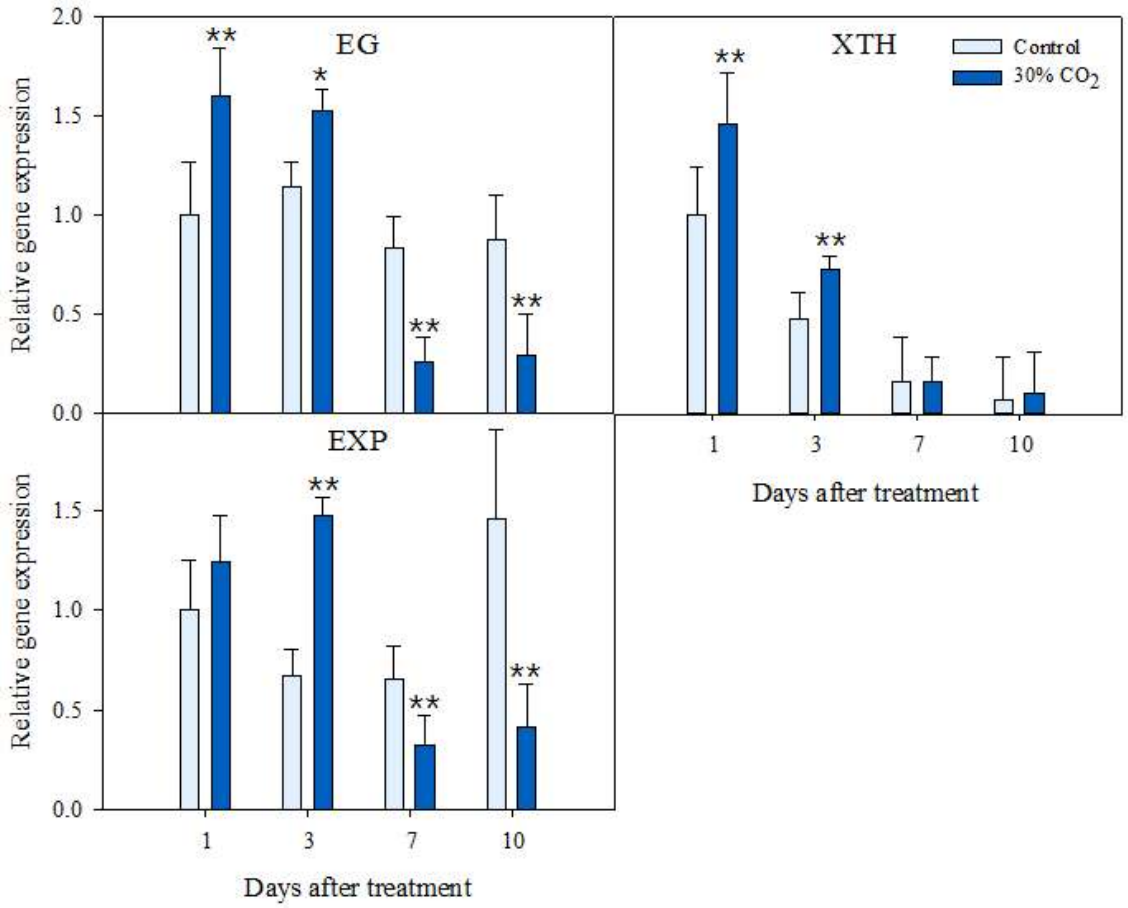



그림 54. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 세포벽 분해 효소 유전자 발현

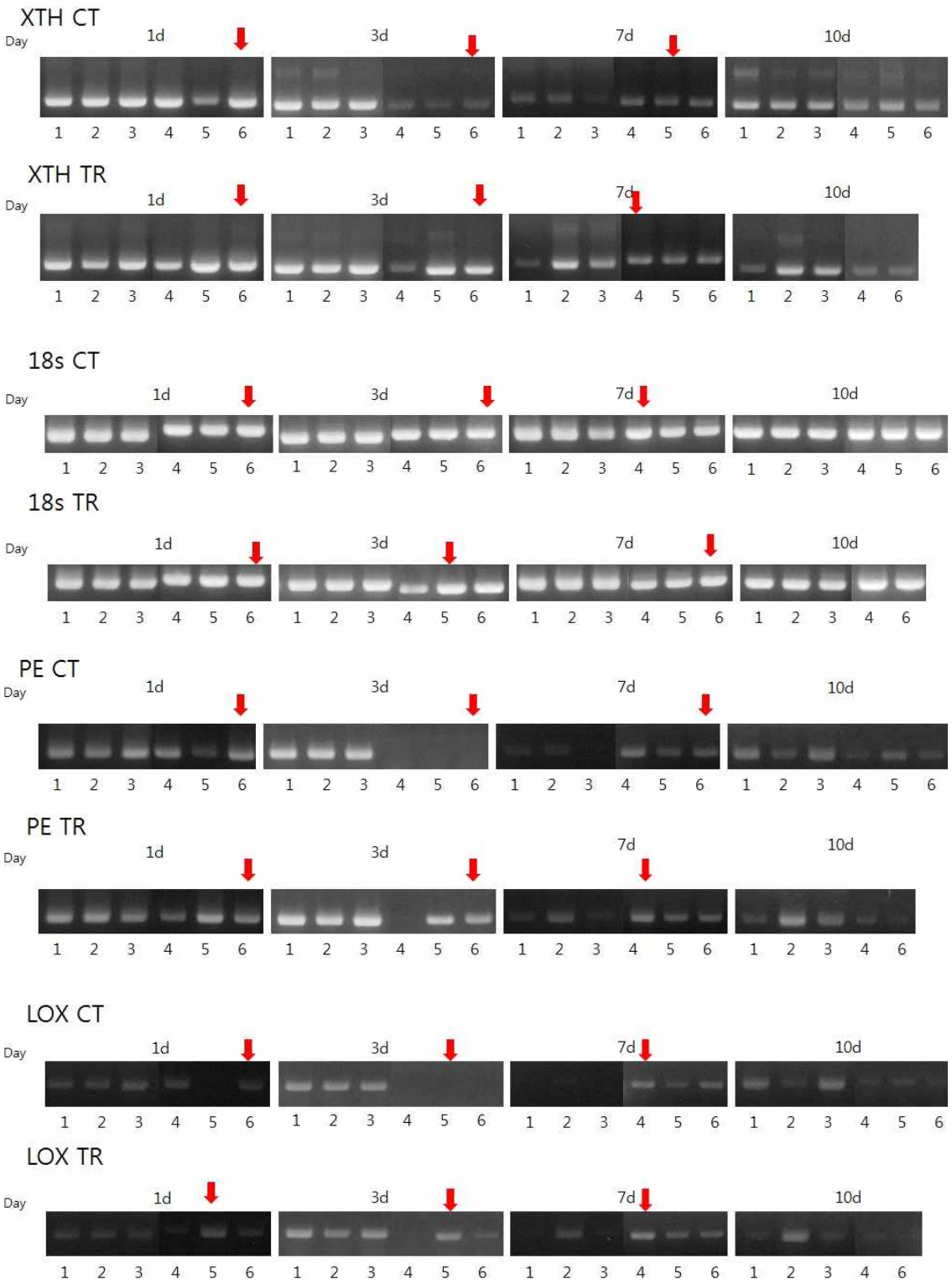



그림 54. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 세포벽 분해 효소 유전자 발현

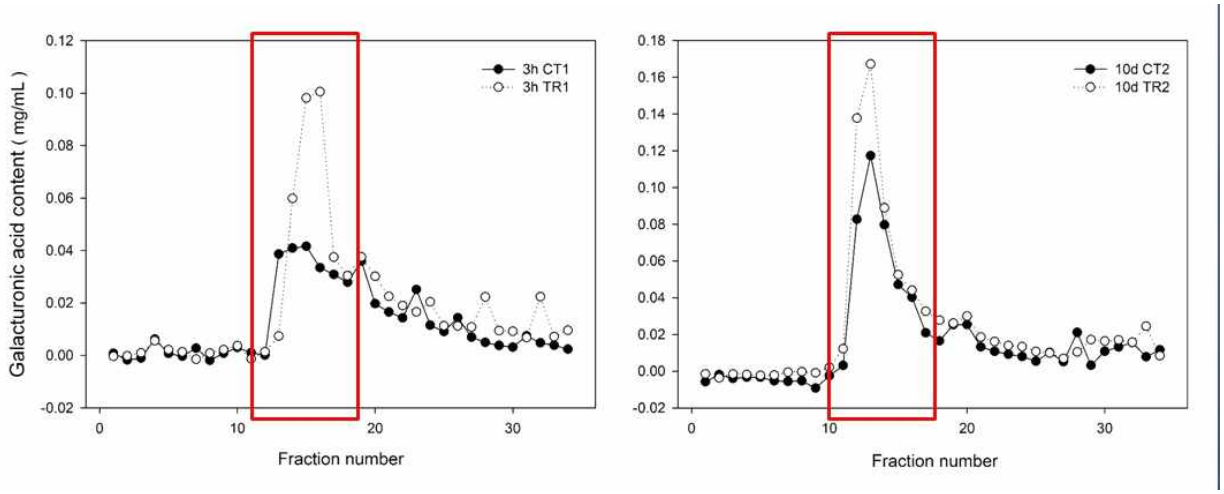



그림 55. 고농도 이산화탄소를 처리한 딸기의 수용성 펙틴의 분리

(라) 결론

수확 후 고농도 이산화탄소 처리는 저장 기간이 짧은 딸기의 경도품질을 유지시키는 효과가 있다고 알려져 있으나 고농도 이산화탄소가 딸기의 세포벽 변화에 관여하는 기작은 확실하지 않다. 따라서 본 연구에서는 고농도 이산화탄소 처리가 '설향' 딸기의 세포벽 및 지질 대사에 미치는 영향을 펙틴 분석과 유전자 발현 실험을 통하여 구명하고자 하였다. 또한 고농도 이산화탄소에 의한 세포벽의 분해와 부패와의 연관성을 구명하고자 잿빛곰팡이병 접종 실험도 함께 진행하였다. 시료는 '설향' 딸기로 80% 착색되었을 때 수확하여 상온에서 30% 이산화탄소로 3시간 처리 후 10℃, 상대습도 90±5% 조건에서 2주 동안 저장하였다. 저장하는 동안 고농도 이산화탄소 처리구가 대조구에 비해 경도와 펙틴의 함량이 높게 유지되었고 부패과 발생률이 낮았다. 세포벽 및 지질 대사 관련 유전자를 RT-PCR로 분석한 결과, 처리구에서 세포벽 분해 효소인 PG, PE, PL 유전자와 지질 대사 관련 효소인 LOX 유전자 발현이 낮게 나타났다. 잿빛곰팡이병균을 접종한 후 7일 뒤에 처리구에서 부패과 발생률이 낮게 나타나 고농도 이산화탄소에 의해 딸기 품질이 유지됨을 확인할 수 있었다. 최종적으로 고농도 이산화탄소는 딸기 세포벽 구성 성분인 펙틴의 분해를 억제하여 딸기 품질을 유지시키는 것으로 보이며, 또한 잿빛곰팡이균에 대한 방어 기작을 향상시키는 것으로 예상한다. 고농도 이산화탄소 처리로 유도되는 딸기 과실 변화를 세포 수준에서 이해함으로써 이산화탄소의 농업적 활용을 기대해 볼 수 있다.

**다. 복합처리에 의한 수출 딸기의 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발**

(1) 연구 목적

딸기는 수확후 저장성이 약한 과채류로 수출용 딸기의 착색증진 및 부패 방지 기술로

메틸자스모네이트의 적정 처리 방법 및 처리 농도 연구를 1차년도에 수행한 바 있다. 상품성을 더욱 증진시키기 위한 목적으로 딸기의 경도 유지 효과가 있는 고농도 이산화탄소 처리 기술과 메틸자스모네이트의 복합 처리에 의한 상품성 유지 효과를 검증하고자 본 연구를 수행하였다.

(2) 연구 내용

(가) 공시 재료 및 처리

① 품종: 매향(복합처리 실험)

② 처리군 정보: 대조군(Control, CT), $CO_2$ 단일 처리군, 메틸자스모네이트(MJ) 처리군, $CO_2$+ MJ 복합처리군

③ 처리 농도

이산화탄소($CO_2$)처리는 고농도에 해당하는 30%로 3시간 처리하였으며, 메틸자스모네이트는 100uM 농도로 24시간 훈증 처리하였다. 복합처리군의 경우 이산화탄소 처리 후 메틸자스모네이트를 처리하는 순서로 진행하였다.

<딸기의 메틸자스모네이트 및 이산화탄소 복합 훈증처리 장면>

(나) 조사 항목

① 품질조사: 경도, 당도, 산도, 육안 조사

② 향기성분 분석(그림 56)

딸기의 향기성분은 SPME 법을 적용하였음. 동결시료를 액체질소 하에 마쇄한 다음 15g을 바이알에 평량함. $CaCO_3$, NaCl을 각각 처리 후 밀폐한 뒤 30분간 상온에서 충분히 휘발성 성분을 포집함. 포집된 향기성분은 SPME fiber (PDMS/DVB/CAR, 2cm, 24Ga)로 흡착시킨 뒤 GC-MS에 주입하여 분리하였고, nonyl acetate를 내부 표준품으로 사용하여 상대적 정량값을 환산하여 결과에 활용하였다.

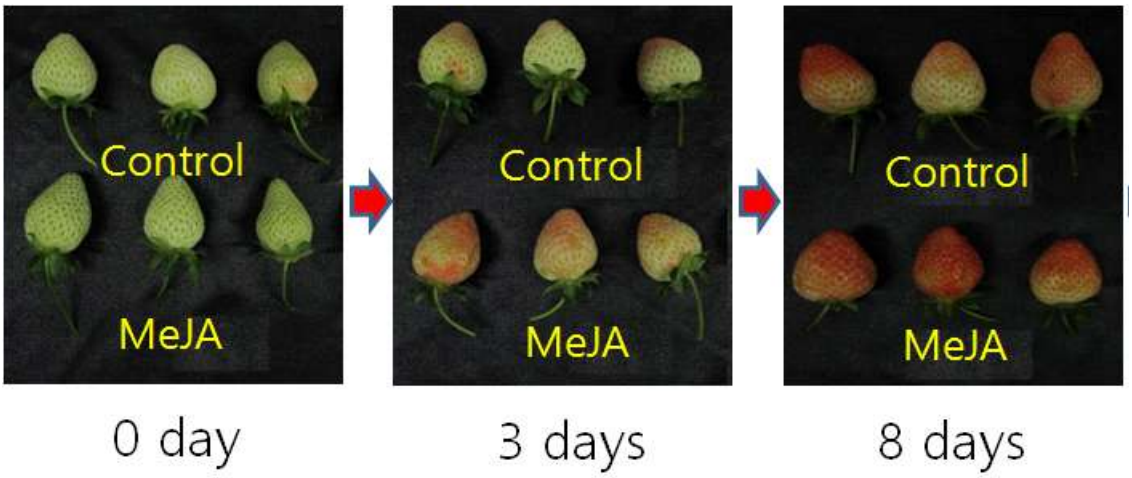
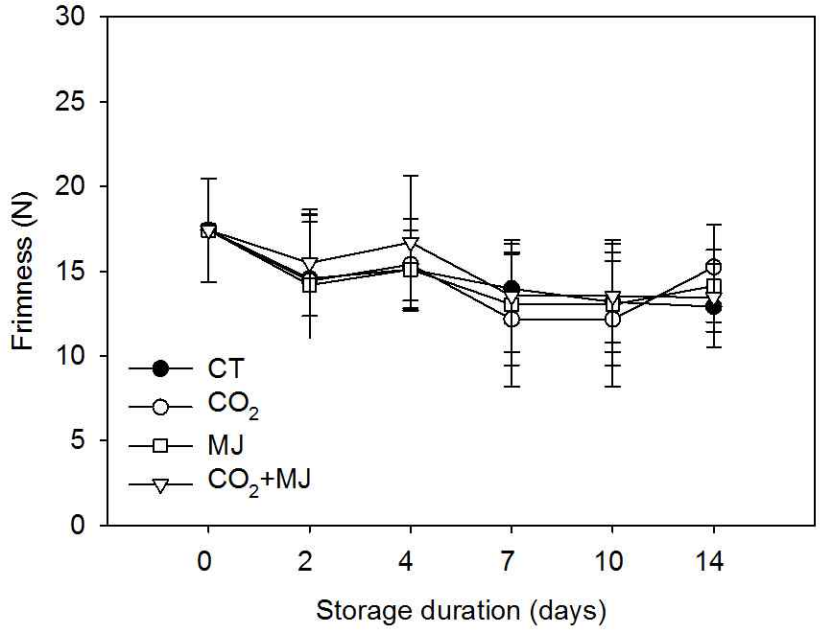


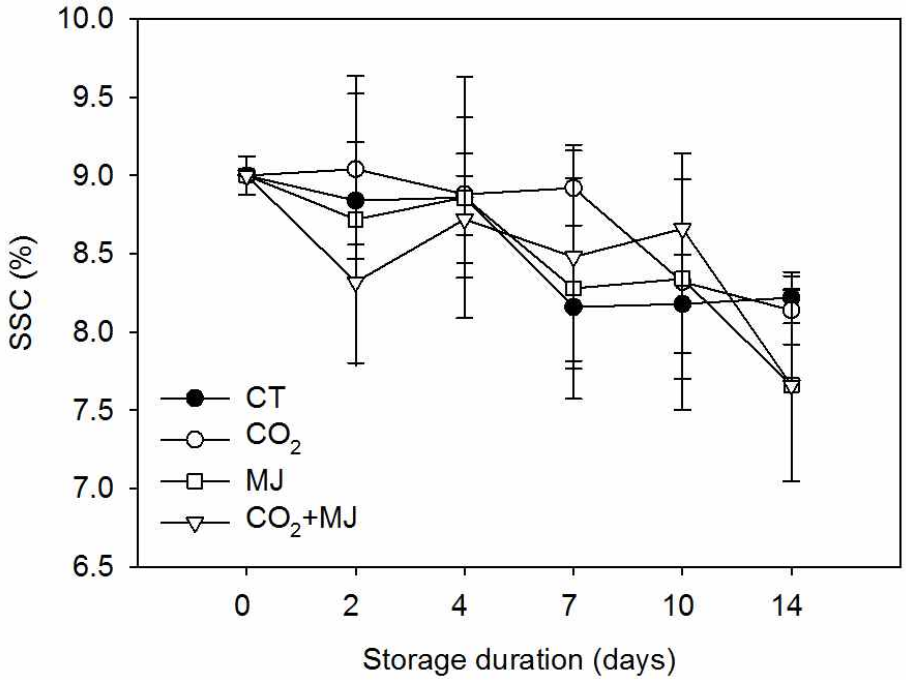

그림 56. 향기성분 분석에 활용한 딸기의 사진

(3) 연구 결과

(가) 복합처리에 의한 딸기의 품질 변화(그림 57)

착색정도가 50~60%에 해당하는 딸기를 대상으로 고농도 이산화탄소, 메틸자스모네이트, 복합(이산화탄소+메틸자스모네이트) 처리를 실시하고 10℃에서 2주간 경도, 당도, 산도, 그리고 부패율을 조사하였다. 딸기의 저장성과 가장 높은 연관성을 보이는 경도의 경우 저장 4일까지 복합처리군이 타 처리군과 대조군보다 2.2 N정도 높은 수준인 17.2 N이었으며, 나머지 대조군과 단일처리군들을 유의적인 경도의 차이를 보이진 않았다(그림 57). 당도의 경우 저장 기간동안 감소하는 경향이었으나 각 처리군간의 유의적인 차이는 없었다. 다만 유의적인 차이는 없으나 복합처리군이 타 처리군보다 저장 4일차까지는 당도가 가장 낮은 수준인 8.7 brix를 보였다(그림 57). 딸기의 산미에 기여하는 산도를 측정한 결과 고농도 이산화탄소 처리군과 메틸자스모네이트 처리군이 7일차까지 대조군에 비해 약 1.2배 정도 높은 수준이었으나 유의적인 차이는 없었다. 특히 착색을 증진시키는 효과와 더불어 저장성에 복합처리군의 효과를 살펴보고자 부패율을 분석한 결과, 부패율이 가장 낮은 처리군은 메틸자스모네이트 처리군으로 저온저장(10℃) 30일차엔 대조군과 타 처리군에 비해 2배 이상 부패를 억제하는 효과를 보였다(그림 58-60). 장기저장 조건임에도 불구하고 메틸자스모네이트 처리군의 경우 부패과 발생이 적었으며, 이러한 결과는 경도, 당도, 산도의 유의적 변화 없이 저장성과 부패억제 효과를 동시에 보기위한 처리군은 메틸자스모네이트 단독 처리 혹은 복합처리군임을 도출하였다.


Frimness (N)
30
25
20
15
10
5
0
CT
CO2
MJ
CO2+MJ
0
2
4
7
10
14
Storage duration (days)


SSC (%)
10.0
9.5
9.0
8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
CT
CO2
MJ
CO2+MJ
0
2
4
7
10
14
Storage duration (days)

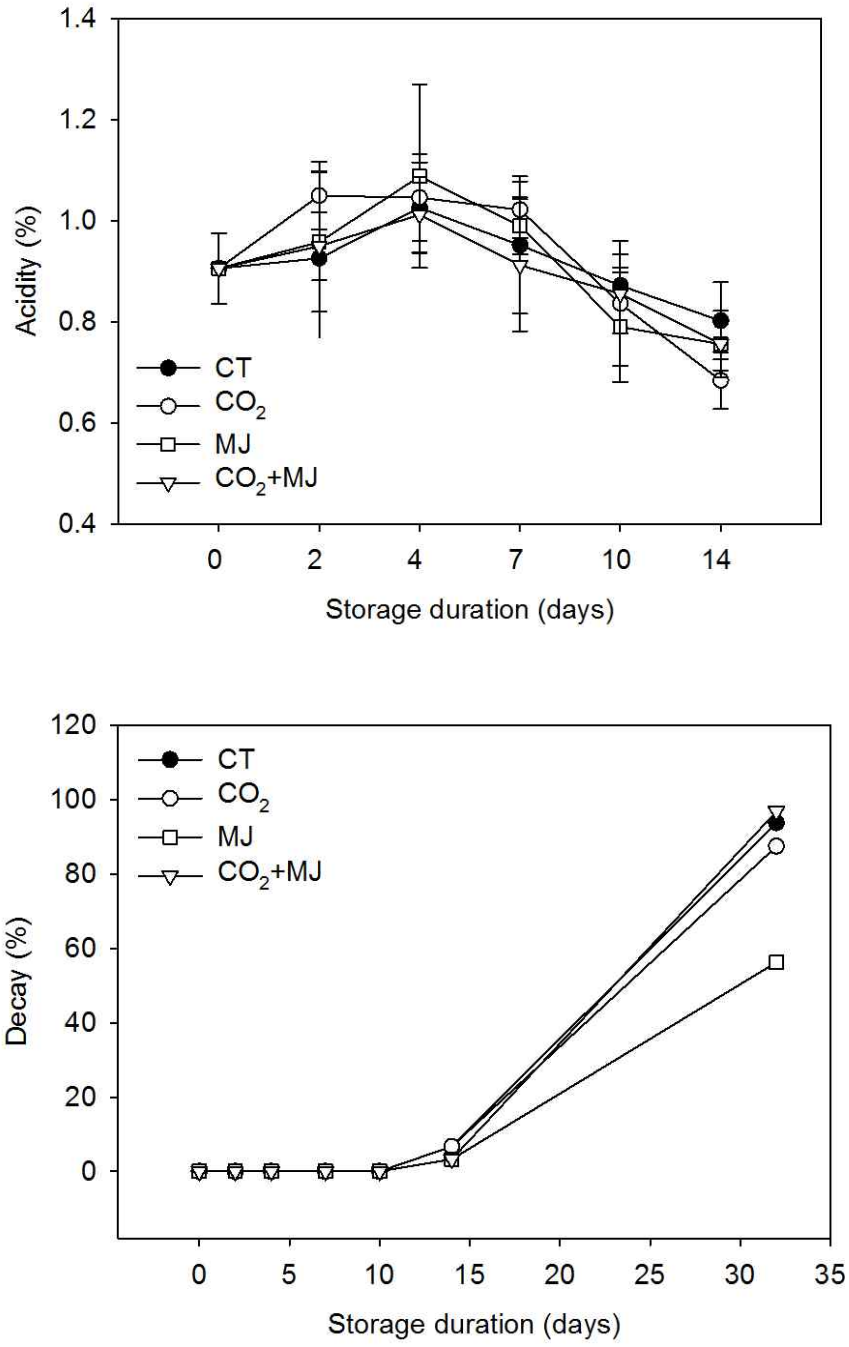



그림 57. 복합 처리에 따른 '매향' 딸기의 조직감, 당도, 산도, 부패율 변화

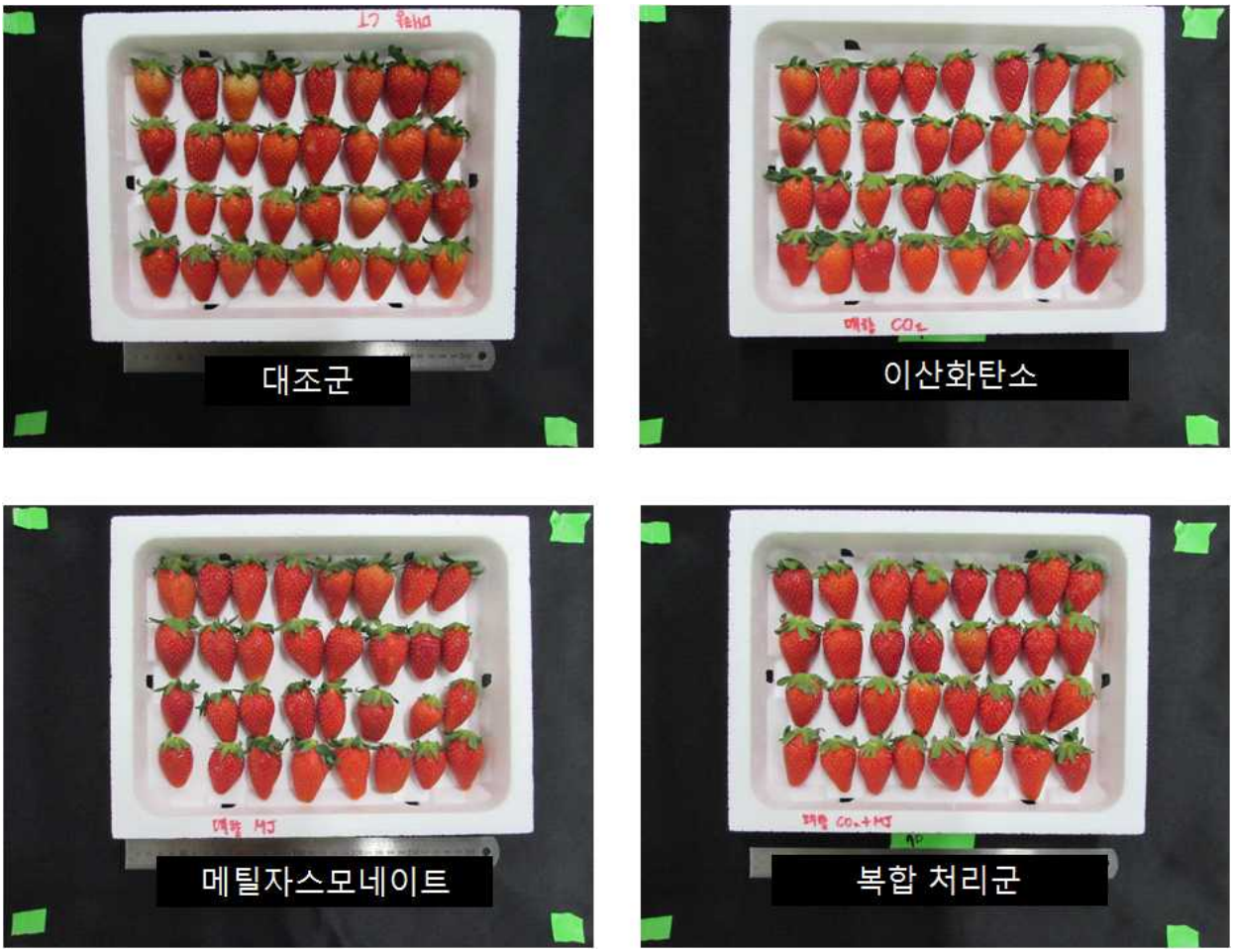



그림 58. 복합 처리에 따른 '매향' 딸기의 저장 7일차 육안 사진

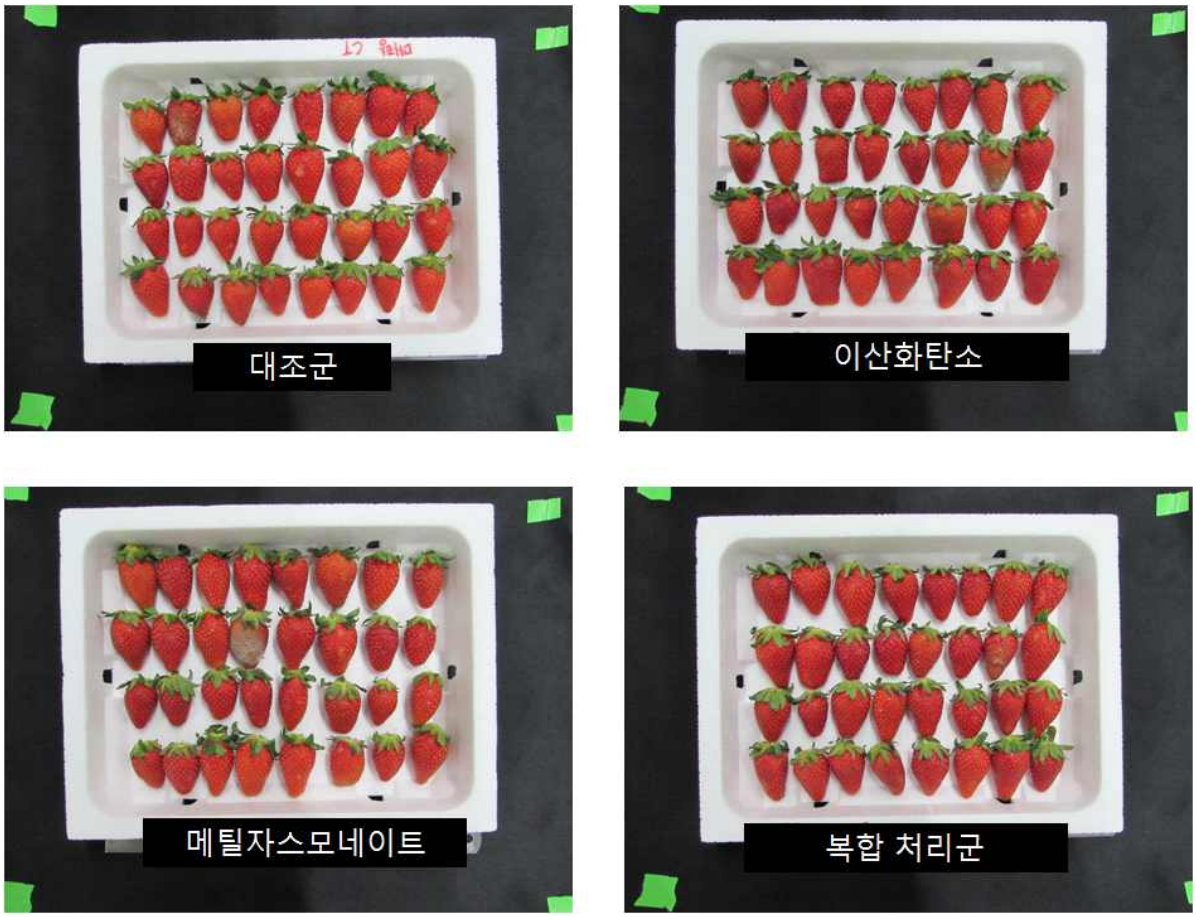



그림 59. 복합 처리에 따른 '매향' 딸기의 저장 14일차 육안 사진

그림 60. 복합 처리에 따른 '매향' 딸기의 저장 20일차 육안 사진
(복합 처리의 경우 딸기의 숙도가 매우 중요한 요인임)

(나) 메틸자스모네이트 처리에 의한 딸기의 향기성분 변화

딸기의 착색증진과 부패억제 효과를 동시에 도모하고자 실시한 메틸자스모네이트와 고농도 이산화탄소의 복합처리 연구는 대조군에 비해 선도를 유지시켰으나 단독으로 메틸자스모네이트를 처리할 경우 가장 효과가 극대화 되었음을 품질분석을 통하여 도출하였다. 그러나 딸기의 상품성은 그 향기성분에 있으므로 외생적으로 처리한 메틸자스모네이트가 딸기의 향기성분에 미치는 영향에 대한 연구가 추가적으로 필요하였다. 메틸자스모네이트를 100$\mu$M 농도로 훈증처리한 '매향'딸기를 저장 0, 1, 3, 5, 7일에 향기성분 분석을 위한 시료를 채취하

였다. SPME방법으로 '매향' 딸기의 향기성분을 검출한 결과 총 56개의 향기성분으로 구성되어있음을 확인하였다(표 6). 주로 alkene, acetate 종류와 terpene 계열의 성분이 검출되었으며, 딸기의 풋내를 유기하는 성분 중 하나인 methyl acetate와 hexanal, 2-hexenal 등이 검출되었고, 딸기의 전형적인 딸기향을 유기하는 성분 중 sesquiterpene종류가 다량 검출되었다. 딸기의 과육에서 채취한 향기성분은 다변량이기 때문에 통계분석을 위한 정규화 작업을 먼저 수행하였다(그림 61). 정규화된 결과를 향기성분의 농도 범위를 조정하여 주성분 분석에 활용하였다. 다변량 분석에 저장기간이 포함되므로 PLS-DA로 결과를 도출하였다(그림 62). 먼저, 대조군도 저장기간이 경과하면서 저장 0일차로부터 분리되면서 향기성분의 변화를 보였다. 동일한 저장기간에 메틸자스모네이트 처리군은 대조군보다 딸기향과 연관이 있는 sesquiterpene함량이 5일차부터 급증하고 풋내를 유기하는 acetate성분과 alkene성분이 급감하였다. 이러한 추세는 대조군보다 메틸자스모네이트 처리군이 3일 정도 빠르게 진행되었다. 대조군과 처리군의 분리된 경향을 분석하기 위해 heat-map분석을 실시하였다(그림 63). Heat-map분석 결과에서도 저장기간이 경과할수록 착색 등 후숙이 진행되면서 함량이 많은 부분인 붉은 계통이 acetate와 alknene계열에서 sesquiterpene계열로 이동하는 것을 관찰하였다. 메틸자스모네이트 처리군의 경우 이러한 향기성분 조성의 변화가 대조군에 비해 빠르게 진행됨을 확인하였다. 계통분석을 통해서도 유사한 결과을 도출하였다(그림 64). 따라서 메틸자스모네이트의 외생적 처리는 '매향'딸기의 착색 증진 및 부패억제효과 뿐만아니라 상품성 있는 향기성분으로의 전환을 유도하는 것으로 나타났으며, 부정적 효과는 관찰되지 않았다.

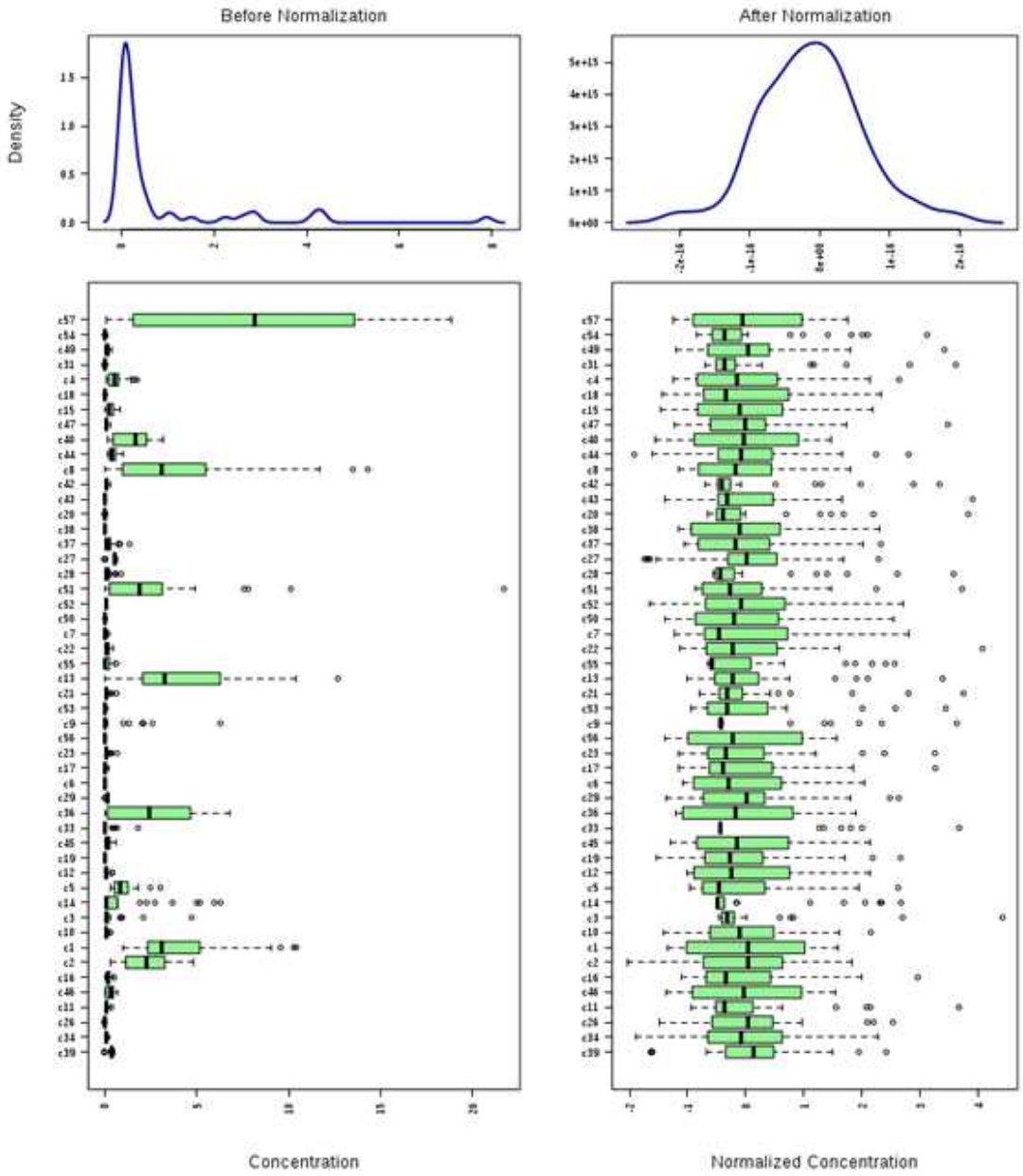



그림 61. 딸기 향기성분 다변량 분석을 위한 normalization 과정
(대조군:CT, 메틸자스모네이트 처리군: MJ이며 처리후 1, 3, 5, 7일차의 향기성분을 분석함)

표 6 '매향' 딸기의 SPME 법에 의해 검출된 향기성분 목록

표. 분석된 딸기의 주요 향미 성분들 목록

| Chemical names | accession no. | Chemical names | accession no. |
|---|---|---|---|
| Acetic_acid,_methyl_ester | c1 | 2-Decanone | c30 |
| Butanoic_acid_methyl_ester | c2 | Acetic_acid,_nonyl_ester | c31 |
| Butanoic_acid,_ethyl_ester | c3 | Nonanoic_acid,_1-methylethyl_ester | c32 |
| Benzene,_methyl- | c4 | L-LINALOOL | c33 |
| Hexanal | c5 | 6-Methyl-1-octanol(low) | c34 |
| 2-Propenoic_acid,_2-methyl-,_2-hydroxyethyl_es | c6 | 1-Octanol | c35 |
| 2-Trifluoroacetoxydodecane | c7 | Acetic_acid,_dec-2-yl_ester | c36 |
| Benzene,_1,4-dimethyl- | c8 | 3(2H)-Furanone,_4-methoxy-2,5-dimethyl- | c37 |
| Hexanoic_acid,_methyl_ester | c9 | Butanoic_acid,_octyl_ester | c38 |
| Benzene,_1,2-dimethyl- | c10 | Decanoic_acid,_ethyl_ester_(low) | c39 |
| un2 | c11 | 1-Nonanol | c40 |
| un3 | c12 | (E)-β-Famesene(low) | c41 |
| Butanoic_acid,_butyl_ester | c13 | Acetic_acid,_decyl_ester | c42 |
| 2-Hexenal,_(E)- | c14 | α-Terpineol | c43 |
| Hexanoic_acid,_ethyl_ester | c15 | un1 | c44 |
| 1-Fluorodecane | c16 | β-Bisabolene | c45 |
| Acetic_acid,_hexyl_ester(low) | c17 | α-Farnesene | c46 |
| 2-Hexenoic_acid,_methyl_ester,_(E)-(low) | c18 | Widdrol(low)-1 | c47 |
| Oxalic_acid,_nonyl_propyl_ester(low) | c19 | Methyl_nicotinate | c48 |
| 2-Octanol,_acetate | c20 | Widdrol(low)-2 | c49 |
| 3-Chloro-2-fluoro-2-methylpentane(low) | c21 | Acetic_acid,_2-phenylethyl_ester | c50 |
| 1,1,1,3,5,7,9,9,9-Nonamethylpentasiloxane | c22 | Hexanoic_acid | c51 |
| Pentanoic_acid,_methyl_ester | c23 | 4-Methylbenzyl_acetate(low) | c52 |
| Butanoic_acid,_1-methylhexyl_ester_(low) | c24 | Propanoic_acid,_2-methyl-,_3-hydroxy-2,4,4-trim | c53 |
| Butanoic_acid,_hexyl_ester_(low) | c25 | Propanoic_acid,_2-methyl-,_2,2-dimethyl-1-(2-h | c54 |
| un4 | c26 | Butylated_Hydroxytoluene | c55 |
| (S)-2-Ethylhex-5-enyl_acetate(LOW) | c27 | Benzeneethanol | c56 |
| Acetic_acid,_octyl_ester | c28 | Nerolidol | c57 |
| TRANS-LINALOOL_OXIDE | c29 | | |

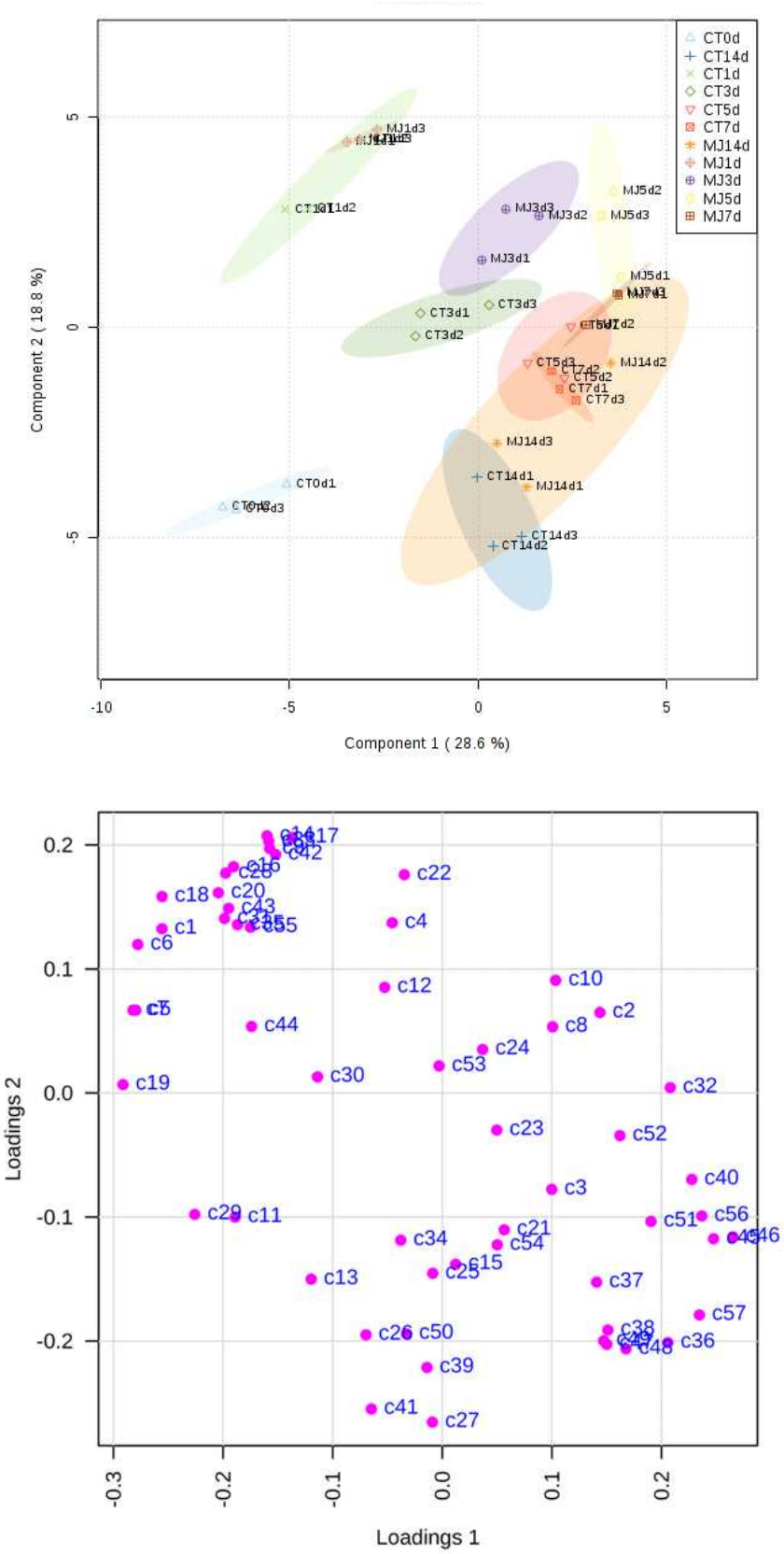



그림 62. 메틸자스모네이트 처리에 따른 딸기 향기성분 함량의 PLS-DA score plot(좌) 및 loading plot(우)

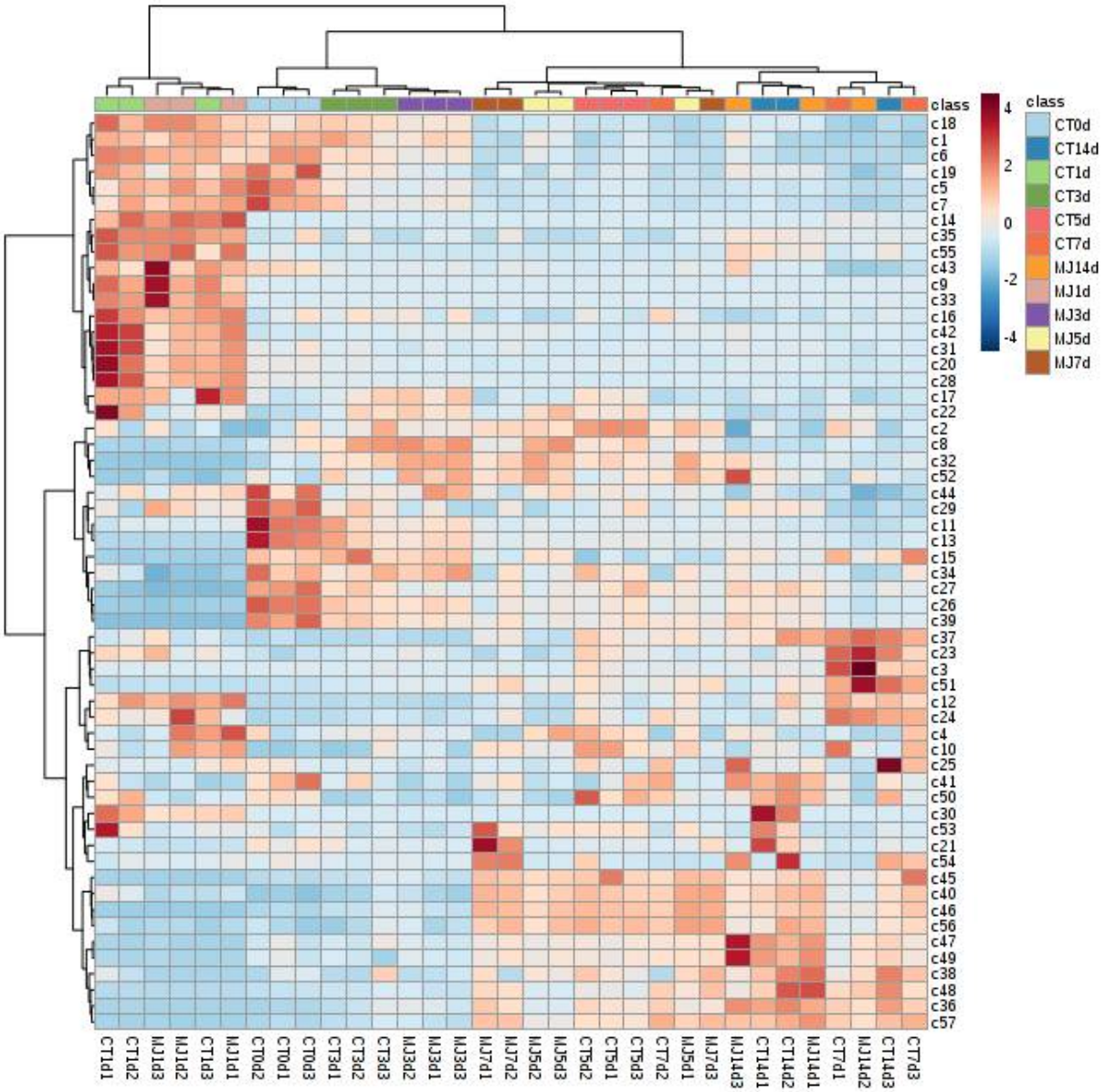



그림 63. 메틸자스모네이트 처리에 따른 딸기의 향기성분 heat-map 결과

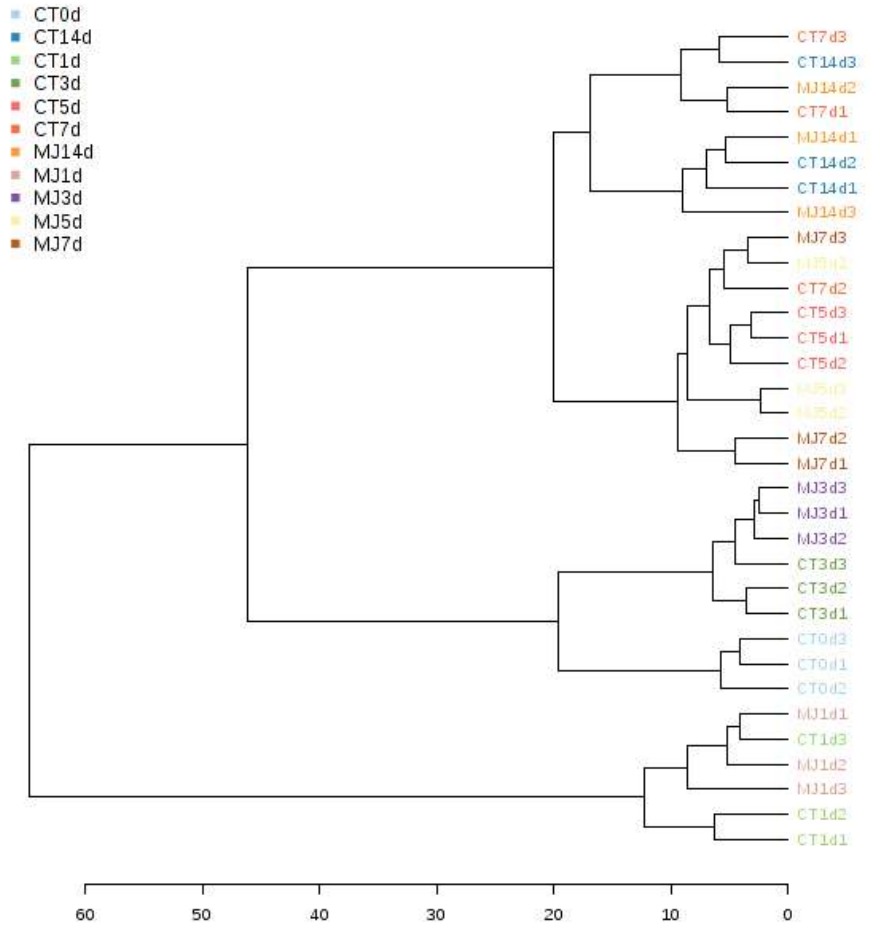



그림 64. 메틸자스모네이트 처리에 따른 딸기 향기성분 함량의 계통 분석(dendrogram)

**※ 해당 연구내용은 특허출원(과채류의 처리 방법, 번호 10-2017-0153322) 되었음.**

리&목 특허법인
Y. P. LEE, MOCK & PARTNERS

이 특 제17D-29791호 2017.07.26
수 신: 서울대학교 산학협력단장
제 목: 특허출원 보고

**출원번호 :** 특허출원 제17-93685호
**출원일자 :** 2017년 07월 24일
**명 칭 :** 과채류의 처리 방법

귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

당법인에 출원 의뢰하신 건이 위와 같이 출원되었음을 알려드리며, 본 특허출원에 대한 출원서 사본, 출원번호 통지서 및 안내문을 동봉하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

저희 법인을 이용하여 주셔서 다시 한번 깊이 감사드리며, 본 특허출원과 관련하여 궁금하신 사항이 있으시면 당법인의 담당자에게 문의하여 주시기 바랍니다.

리 & 목 특허법인
대표변리사 이영필

* 별 첨 1. 안내문 1부
2. 출원번호 통지서 1부
3. 출원서 사본 1부. 끝.

* 연락처 변경시 : 주소나 전화번호등 연락처에 변동사항이 있을 경우, 지체하지 마시고 저희 법인으로 연락하여 주시기 바랍니다. 만일, 연락처의 변동사항이 저희 법인에 통지되지 않아 서류가 전달되지 못하는 경우 고객께서 불이익을 받을 수 있습니다.

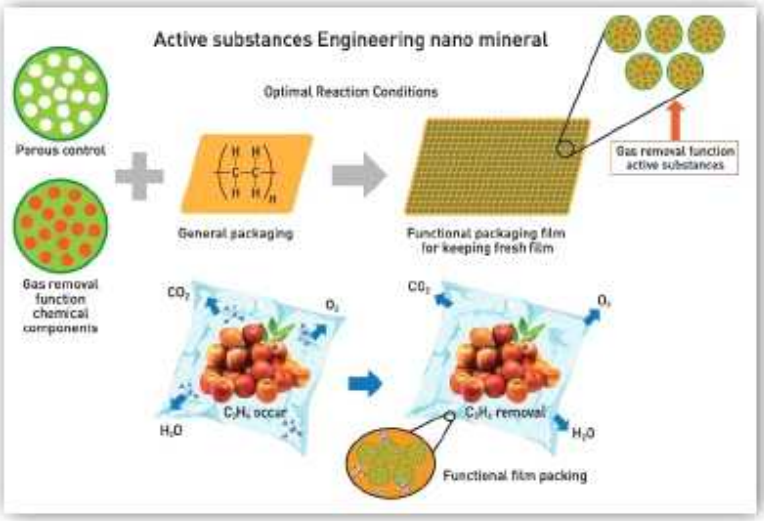
## 4. 참여기업 (주) 씨앤케이프로팩의 선도유지 필름 개발

본 과제에 참여중인 해당 기업은 과제연구비를 지원받지는 않지만 자체개발한 신선농산물용 필름을 제작하여 서울대에 제공하여 공동연구를 수행하였다. 서울대는 개발한 필름의 기능 및 성능을 높일 수 있도록 데이터를 제공함과 동시에 제품화가 될 수 있도록 협력을 하고 있다. 해당 참여기업은 홍보용 브로셔를 제작하여 농산물 필름 시장에 적극 활용하고 있으며 다양한 형태의 제품을 개발하는 중에 있다. 아래 자료들은 몇 가지 예를 보여준 것으로 개발된 필름의 성능을 업그레이드하여 상표등록을 마치고 사업화 실적을 기록하기 시작했다.

C&K PROPACK KEY FRESH 2015

C&K PROPACK

## 키프레쉬® 원리




**키프레쉬®**에 적용된 천연유래 성분은 균일한 다공성과 높은 표면적을 가지고 있는 무기물을 배합한 기술입니다. 배합된 무기물은 기체 투과도를 개선하여 포장재 내부의 공기와 외부의 공기를 원활하게 합니다. 또한 유해가스의 흡착으로 변색을 방지하고 부패균의 발생과 수분증발을 억제하여 농산물을 신선하고 오래 보관하도록 도와줍니다.

천연유래 성분의 입자크기, 기공 크기를 최대화하여 최적 흡착성능을 나타내도록 하였으며, 기존 필름이 가진 높은 흐림도를 개선하였습니다.

타사 A
타사 B
KEY FRESH
타사 A
타사 B
KEY FRESH
부패율(%)
14
12
10
8
6
4
2
0
11.7
4.5
2.6
부패율이 낮아 저장비용 절감!!

## 응용 분야

Storage film

Storage film

Pallet bag

Shrink film

Fruit net

Mold

Roll bag

Packaging bag

Zipper bag

❖ 기능성 포장재 필름은 다양한 생활용 포장으로 적용이 가능하여 신선도 및 신선편이에 효과적이며 경제적입니다.

<(주) C&K 프로팩의 홍보 브로셔>

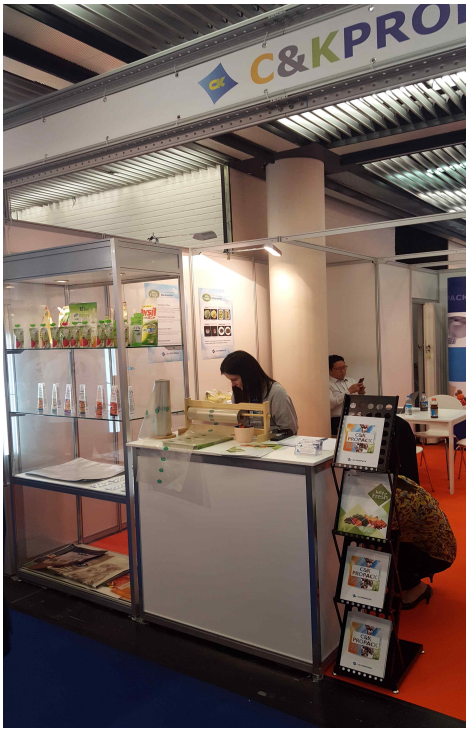
## 가. 참여기업 ㈜씨앤케이프로펙의 기타 홍보, 전시 활동

(1) 전시회 2회 참가

- 일시: 2016년 5월 4일~6일
- 전시명: 중국 심천 유기농산품전시회

- 일시: 2017년 5월 2일~12일
- 전시명: Interpack (독일 뒤셀도르프)
- **요약:** 3년에 한번씩 열리는 유럽 최대 포장전시회로, 포장 제품과 포장 소재 전반의 생산 및 유통과정에서 소비자 보호에 이르는 전체가치를 창출하고자 열리는 전시회. 주요 전시품목은 식품, 음료, 제약, 화장품, 소비재, 산업재 등의 포장 기계 및 공정. 포장 소재, 포장 생산에 관한 내용, 제과제빵 및 의약품을 위한 공정 및 기계 등을 전시. 약 17만명의 방문객과 2600여개의 전시자가 모이게 되며, 전시장 규모는 17만㎡의 대형 전시회.
- **성과:** 당사 부스에 방문한 총 200개의 업체 중 농산물 신선도유지포장재에 대한 문의 건이 57건, 그 중 전시 이후 샘플 발송 및 추가 문의를 진행한 유효 상담이 8건으로 주로 동남아 또는 중동국가에서 과일 적용범위 및 사용 조건에 대한 문의가 많아 영업시에 사용방법부터 유의사항과 저장 조건까지 제안하는 토탈패키징솔루션을 제시하도록 요청하는 경우가 많았음.

interpack
alliance
interpack
alliance


C&K

Mechanism
Effectiveness
REGULAR FILM
KEYFRESH
C&K PROPACK

Reinventing humidity control
ISO 9001

(2) 홍보

(가) 나노조합, 전자신문 공동기획(2016년 5월 25일)

나노 강소기업이 뛴다 〈10〉씨앤케이프로팩

# 나노기술 적용 포장재로 中시장 공략

## 농산물 보존기간 늘리고 신선도 유지
## 매출 90% 수출…식품사업 준비 중

나노 기술이 적용된 키프레시 원료 물질.

기능성 포장재 전문기업 씨앤케이프로팩(대표 김우진)은 식품 신선도 유지 필름 '키프레시(Key Fresh)'를 출시하고 중국시장 영업을 시작했다고 23일 밝혔다. 이 회사는 2005년 설립돼 기능성 포장재를 미국, 캐나다, 멕시코, 태국, 인도 등지로 수출했다. 키프레시로 중국시장 공략을 본격화한다. 초도 물량으로 1억8000여만원, 연간 판매로 10억원가량 매출을 올리는 게 목표다.

키프레시는 나노 기술을 적용한 포장재다. 천연 유래 무기물을 나노 입자로 만들어 기존 필름에 첨가했다. 나노 물질이 과일, 채소에서 발생하는 에틸렌, 이산화탄 같은 유해가스를 흡착·배출한다. 유해가스가 포장 내부에 남으면 부패와 노화가 촉진된다.

이 문제를 해결해 농산물 보존기간을 늘리는 것은 물론이고 신선도와 맛을 유지한다. 느타리버섯으로 28일간 대조 실험 결과 일반 폴리에틸렌(PE) 포장재보다 경도가 1.5배 단단하게 유지됐다. 결구상추는 일반 필름에 12일 보관했을 때 중량이 95% 이상 감소했다. 반면에 키프레시 보관제품은 중량 감소율이 80% 정도로 낮았다.

키프레시는 천연 농산물을 장기 보관하기 위해 개발됐다. 수확 후 저장, 유통 과정에서 변질을 최소화한다. 통기성은 기존 필름보다 두 배 이상 향상됐다. 키프레시에 적용한 천연 유래 무기물은 식중독 유발균과 곰팡이를 억제하는 항균 성능을 갖췄다.

김우진 대표는 "나노 기술을 적용한 기능성 포장재는 오랜 기간 연구개발을 거쳐 지난해 말 최종적으로 브랜드를 확정했다"며 "중국 고객사에 샘플을 보내 최종 가격 조율 중이어서 조만간 초도 물량 공급이 이뤄질 것"이라고 밝혔다.

씨앤케이프로팩은 매출 90% 이상을 해외에서 올린다. 미군 전투식량 포장재는 내년 25~50% 가량을 이 회사가 공급한다. 미국 캠벨(Campbell), 인도 캐피탈푸드도 고객사다. 식품 회사와 직접 계약을 맺고 고객사가 지정해준 포장 전문기업에 포장재를 납품하는 구조다.

식품을 직접 제조·가공해 포장까지 마치는 신사업도 준비 중이다. 상온 보관 가능한 즉석 조리식품을 만든다. 이유식, 죽, 국, 찜 등 다양한 제품군을 갖췄다. 박리다매를 목적으로 한 초저가 제품과 고가 고급 제품으로 나눌 계획이다.

김우진 대표는 "포장재를 어떻게 사용하느냐에 따라서 맛을 개선할 수 있는 방법도 있고, 포장재 사업을 하면서 식품 사업 프로세스에 대한 노하우도 쌓였다"며 "하반기부터 막바지 개선 작업을 거치면 내년 초쯤에는 식품사업을 론칭할 수 있을 것"이라고 밝혔다.

송준영 기자

공동기획: 나노융합산업연구조합 / 전자신문

(나) 원예산업신문(2016년 8월 29일)

기획·특집
기획

# 고품질화의 최종 미션은 수확후 관리

품질 제고를 위한 농자재 소개

원예산업신문 | webmaster@wonyesanup.co.kr

승인 2016.08.29 16:14:37

■씨앤케이프로팩(주)

## 장기 신선저장 기능성필름 개발
## '키프레쉬' 유해가스 흡착·배출시켜

농산물 수확 후 신선도를 유지하기 위해 천연유래 성분을 함유한 기능성 포장재를 생산·공급하고 있는 씨앤케이프로팩(주)(대표이사 김우진)의 '키프레쉬(KEY FRESH)'는 저장 및 유통 단계에서 부패와 부식으로 배출되는 각종 유해가스를 흡착, 배출시킬 수 있는 우수한 통기성을 가진 필름이다.

키프레쉬에 적용된 천연유래 성분은 균일한 다공성과 높은 표면적을 가지고 있는 무기물을 배합한 기술로 배합한 무기물은 기체 투과도를 개선해 포장재 내부의 공기와 외부의 공기를 원활하게 한다. 또한 유해가스 흡착으로 변색을 방지하고 부패균의 수분 증발을 억제해 농산물을 신선하고 오래 보관하도록 도와준다.

과일과 채소에서 발생되는 호르몬인 에틸렌은 부패와 노화를 촉진시키는 역할을 하나 키프레쉬는 이러한 에틸렌을 비롯한 이산화황 등의 유해가스를 흡착, 배출하는 기능을 한다. 필름 내부에 함유돼 있는 다공성의 무기물들에 의해 산소와 수분의 투과도를 향상시켜 통기성을 기존 필름보다 2배 이상 높여준다.

필름은 과일과 채소 내부의 수분을 조절하며 대장균을 비롯한 식중독 유발균과 곰팡이를 억제하는 역할을 한다.

제품 크기로는 20kg 컨테이너 상자를 포장할 수 있는 저장용 610㎜×850㎜, 250g(200㎜×300㎜), 500g(280㎜×350㎜), 1kg(320㎜×400㎜), 3kg(400㎜×500㎜), 5kg(500㎜×600㎜) 등이 있다.

권영창 씨앤케이프로팩(주) 부사장은 "키프레쉬는 농촌진흥청에서 기술이전을 받아 우리회사 자체적으로 기능성 광물을 활용한 것"이라며 "배 농가에서 키프레쉬를 사용한 후 수분을 빼앗기지 않아 배 맛이 좋아 가격을 잘 받았다고 했다"고 말했다.

그는 "실용화재단과 함께 참외수출을 하는데 키프레쉬를 사용했으며 중국에서 버섯을 유럽을 수출할 때 처음에는 전량 클레임을 당했으나 키프레쉬를 사용한 후 클레임을 받지 않았다"고 전했다.

/이경한 기자

(다) 한국농업신문, 2017년 7월 24일

# 농산물 신선도 유지 필름 '키프레쉬'

씨앤케이프로팩, 부패·변질 방지 포장재
유해가스 흡착·배출...통기성 우수해

이도현 기자 | 등록 2017.07.24 17:12:27

▲ '키프레쉬'필름에 저장된 농산물. [사진제공=씨앤케이프로팩]

(한국농업신문=이도현 기자)농산물의 신선함을 유지할 수 있는 기능성 포장재가 개발돼 눈길을 끌고 있다.

포장재 전문기업 씨앤케이프로팩(주)(대표 김우진)은 농산물 신선 유통을 위한 기능성 포장재로 '키프레쉬'를 개발하고 공급하고 있다고 최근 밝혔다.

(라) 키프레쉬 국내 상표등록(2017년 4월 19일)

# 상표등록증
CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION

등 록 Registration Number: 제 40-1247265 호

출원번호 Application Number: 제 40-2016-0024227 호

출원일 Filing Date: 2016년 04월 01일

등록일 Registration Date: 2017년 04월 19일

상표권자 Owner of the Trademark Right

씨앤케이프로팩 (주)(121111-*******)

서울 강남구 언주로159길 27, 401호 (신사동)

상표를 사용할 상품 및 구분
List Of Goods

제 16 류

전자레인지용 백등 20건

key Fresh

위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, a trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

특허청
Korean Intellectual Property Office

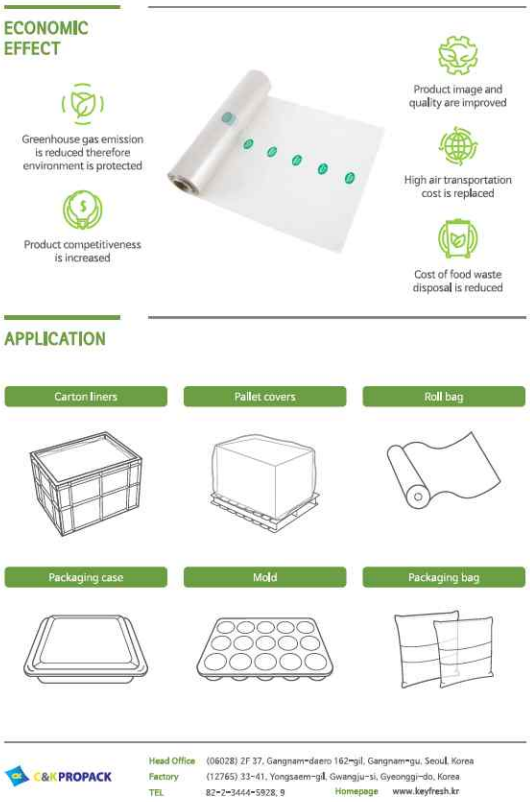
2017년 04월 19일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

(마) 제품 카달로그 리뉴얼(2017년 8월)

- 한국어, 영어, 스페인어, 러시아어



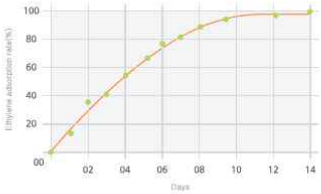
## KEYFRESH

The meaning of KEYFRESH® is Key Packaging Material for solving problems of **keeping freshness** of agricultural products to prevent from losing freshness that can be caused during transportation process. KEYFRESH® contains natural materials that is able to **adsorb and discharge harmful gases caused by decomposition during transportation.**

## PRINCIPLE FUNCTION

- Ethylene, a mature hormone of greengrocery is adsorbed
- KEYFRESH® is made with natural inorganic materials that extend display period and quality improvement
- Permeability is improved as transmission of oxygen and moisture gets higher

## KEYFRESH ADSORPTION RATE




Ethylene is plant hormone, causing fruit to ripening, however, it can cause plants to decay once generated amount increases. Controls of ethylene rate, acting as a key in the extension of shelf life and fruit quality during storage.

## CASE STUDY

(바) 제품 설명회 개최(2016년 9월 28일, 부천패키징센터 내 회의실)

- 중국 귀주성 키위 생산 및 유통관련업계 종사자 대상
- 신선도 연장 기능성 개발 포장 필름 설명 및 홍보

(사) 사업화 실적 제품 상담

① 과일 개별포장재

- 국내 카페체인업체에서 기존 일반포장재로 포장하여 상온유통하고 있는 과일을 신선유지포장을 이용하고자 상담 및 해당업체 샘플 실험 진행하여 효과를 확인하였으며, 포장 형태에 대해 추가 협의중.

②선물용 고급과일 포장재

- 회원제 농산물 공급업체에서 추석 선물용 고급 과일에 신선유지포장을 이용하고자 상담.
- 가격 단가까지 협의하였고, 생산 스케줄 문제로 향후 적용하기로 함.

③ 택배 배송용 포장재

- 택배 배송용 과일의 내포장재로 활용하고자 하였으며, 타사 필름 대비하여 착색 지연 효과 확인.

(아) 사업화 실적

# 농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

| 과제명 | 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 주관연구기관 | 서울대학교 | | 참여기관 | ㈜씨앤케이프로팩 | | |
| 책임자 | 이은진 | | 연구기간 | 2015년 12월 ~ 2017년 12월(총 2년) | | |
| 정부출연금 | 70,000,000 | 기업부담금 | 23,333,000 | 총계 | 93,333,000 | |
| 기술이전명 | 수출용 참다래 포장재 개발을 위한 국산 참다래 숙기판정 및 숙기 조절 기술 | | 기술실시대상기관 | ㈜씨앤케이프로팩 | | |
| 기술료 | 1,100,000 | | 기술실시일 | 2017.06.26. | | |

| 구 분 | | 기술실시 업체 결산액 (단위 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성 | 해당기술을 통한 사업화 실적 | |
|---|---|---|---|---|
| 실적 | 자산 총계 | 4,952 (2016년 재무제표 기준) | 제품건수 | 1 |
| | 자본 총계 | 1,243 | | |
| | 부채 총계 | 3,709 | 기술개발성과활용 매출액 | 300,000 |
| | 매출액 총계 | 6,213 | | |

제품별 실적

| 구분 | 제품명 | 제품사진 | 제품 출시일 | 매출액 (백만원) | 해당기술의 매출액 기여율 (%) | 원산지 | 품질 인증 여부 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 키프레쉬 | | 2017. 08.01 | 6.552 | 5 | 국내 | 인증 |

2017년 12월 13일

연구책임자 : 이 은 진 (서명 또는 인)

# 제 2절. 연구 개발 성과

## 1. 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

### 가. 목표 대비 실적

(단위 : 건수)

| 성과목표 | | 사업화지표 | | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 지식재산권 | | | 기술실시(전) | | 사업화 | | | | | 기술인증 | 학술성과 | | | 교육지도 | 인력양성 | 정책활용·홍보 | | 기타(타연구활용등) |
| | | | | | | | | | | | | | 논문 | | | | | | | |
| | | 특허출원 | 특허등록 | 품종등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 | | SCI | 비SCI | 학술발표 | | | 정책활용 | 홍보전시 | |
| **최종목표** | | **2** | | | **2** | | | | | | | | **2** | | **3** | | **3** | | | |
| 1차년도 | 목표 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| | 실적 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | | | |
| 2차년도 | 목표 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 2 | | 1 | | | |
| | 실적 | 2 | | | 2 | 2,200,000(원) | 1 | 6,552,000(원) | | | | | 1 | | 9 | | 1 | | 11 | 1 |
| 소계 | 목표 | 2 | | | 2 | | | | | | | | 1 | | 3 | | 3 | | | |
| | 실적 | 2 | | | 2 | 2,200,000(원) | 1 | 6,552,000(원) | | | | | 1 | | 11 | | 4 | | 11 | 1 |
| 종료1차년도 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| 종료2차년도 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 소 계 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| **합 계** | | **2** | | | **2** | **2,200,000(원)** | **1** | **6,552,000(원)** | | | | | **1** | | **11** | **2** | **4** | | **11** | **1** |

나. 정량적 성과 세부 내용

### (1) 국내외 논문 게재(SCI 1건, 1건 투고 예정)

| 연번 | 논문명 | 학술지명 | 주저자명 | 호 | 발행기관 | SCI여부 | 게재일 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Comparison of fruit quality and GC - MS-based metabolite profiling of kiwifruit 'Jecy green': Natural and exogenous ethylene-induced ripening | Food chemistry | 임수연<br>이은진 | 234 | ELSE VIER | SCI | 2017.11.01 |
| 2 | Transcriptomic and metabolomics analyses reveal novel cellular responses of harvested strawberry fruit subjected to short-term exposure to high levels of carbon dioxide | 2018년 2월 투고 예정 | 방지원<br>이은진 | | | | |

### (2) 국내 및 국제학술회의 발표(총 11건)

| 연번 | 발표자 | 발표제목 | 발표일시 | 장소 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 임수연, 이정구, 방지원, 이은진 | Differences in postharvest quality and polar metabolites between normal versus exogenous ethylene treatment during kiwifruit ripening | 2016-05-27 | 창원컨벤션센터 |
| 2 | 한승현, 임수연, 방지원, 이은진 | High CO2 Prolongs Postharvest Life of Strawberry Fruit by Reducing Decay and Cell Wall Degradation | 2016-06-23 | 미국 오스틴 |
| 3 | 임수연, 이정구, 이은진 | Comparison of fruit quality and metabolite profiling of natural or exogenous ethylene-induced ripe kiwifruit 'Jecy green' | 2017-04-02 | 미국 샌프란시스코 |
| 4 | 이은진, 김중곤, 임수연, 이정구 | Quantification fo major hormone and expression of ABA-metabolism related genes during ripening in strawberry fruit | 2017-09-12 | 전주 국립원예특작과학원 |
| 5 | 임수연, 이정구, 방지원, 이은진 | Comparison of fruit quality and polar metabolite profiling of naturally- or exogenous ethylene-induced ripe kiwifruit | 2017-05-26 | 대전컨밴션센터 |
| 6 | 김중곤, 임수연, 이정구, 방지원, 이은진 | Hormonal changes and expression of ABA-metabolism related genes during strawberry fruit development | 2017-05-25 | 대전컨밴션센터 |
| 7 | 방지원, 임수연, 이정구, 김중곤, 이은진 | Transcriptomics and metabolomics-based approaches to understand high-CO2 induced cellular responses in harvested strawberry fruit | 2017-09-13 | 대전컨밴션센터 |
| 8 | 김중곤, 임수연, 이정구, 이은진 | Quantification of major hormone and expression of ABA-metabolism related genes during ripening in strawberry fruit | 2017-09-20 | 미국 |
| 9 | 임수연, 이정구, 방지원, 이은진 | Changes in Postharvest Quality and Polar Metabolites of Kiwifruit By Exogenous Ethylene | 2017-09-21 | 미국 |
| 10 | 방지원, 임수연, 이정구, 이은진 | Transcriptome and Metabolomic Analysis of High CO -responsive Genes in | 2017-09-20 | 미국 |
| 11 | 김중곤, 임수연, 이은진 | The Exact Quantification of Major Plant Hormones and ABA-related Genes | 2017-09-20 | 미국 |

(3) 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램) (총 2건)

| 연번 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 국 명 | 출원 | | | 기여율 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | |
| 1 | 과채류의 처리 방법 | 대한민국 | 이은진, 임수연 | 2017.07.24 | 10-2017-0093684 | 100 |
| 2 | 참다래의 숙기 판정용 차트, 이의 제조방법 및 이를 이용한 참다래의 숙기 판정 방법 | 대한민국 | 이은진, 임수연 | 2017.11.16 | 10-2017-0153322 | 100 |

(4) 전문연구 인력양성(총 4명)

| 연번 | 인력양성명 | 인력양성년도 | 인력양성 대상수 |
|---|---|---|---|
| 1 | 이정구 | 2016 | 1(석사 졸업) |
| 2 | 이한준 | 2016 | 1(석사 졸업) |
| 3 | 한승현 | 2016 | 1(석사 졸업) |
| 4 | 방지원 | 2017 | 1(삭사 졸업) |

(5) 기술거래(이전) 등(총 2건)

| 연번 | 기술이전 유형 | 기술실시계약명 | 기술실시 대상기관 | 기술실시 발생일자 | 기술료 (당해연도 발생액) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 통상실시권 | 수출용 참다래 포장재 개발을 위한 국산 참다래 숙기판정 및 숙기 조절 기술 | 씨앤케이프로팩(주) | 2017.06.26 | 1,100,000 |
| 2 | 통상실시권 | 농산물 숙기판정에 대한 노하우 | 씨앤케이프로팩(주) | 2018.01.22 | 1,100,000 |

(6) 사업화 현황(총 1건, 매출액 총6,552,000원)

| 과제명 | 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 주관연구기관 | 서울대학교 | | 참여기관 | ㈜씨앤케이프로팩 | | |
| 책임자 | 이은진 | | 연구기간 | 2015년 12월 ~ 2017년 12월(총 2년) | | |
| 정부출연금 | 70,000,000 | 기업부담금 | 23,333,000 | 총계 | 93,333,000 | |
| 기술이전명 | 수출용 참다래 포장재 개발을 위한 국산 참다래 숙기판정 및 숙기 조절 기술 | | 기술실시대상기관 | ㈜씨앤케이프로팩 | | |
| 기술료 | 1,100,000 | | 기술실시일 | 2017.06.26. | | |
| 구 분 | 기술실시 업체 결산액 (단위: 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성 | | 해당기술을 통한 사업화 실적 | | | |

| 실적 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 자산 총계 | 4,952 (2016년 재무제표 기준) | 제품건수 | 1 |
| | 자본 총계 | 1,243 | | |
| | 부채 총계 | 3,709 | 기술개발성과활용 매출액 | 300,000 |
| | 매출액 총계 | 6,213 | | |

제품별 실적

| 구분 | 제품명 | 제품사진 | 제품 출시일 | 매출액 (백만원) | 해당기술의 매출액 기여율 (%) | 원산지 | 품질 인증 여부 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 키프레쉬 | | 2017. 08.01 | 6.552 | 5 | 국내 | 인증 |

### (7) 홍보 실적(총 4건)

| 연번 | 홍보유형 | 매체명 | 제목<br>산업재산권 종류 | 일시 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 지방전문지 | 전자신문 | 나노기술 적용 포장재료 중 시장 공략 | 2016-05-25 |
| 2 | 월간잡지 | 원예산업신문 | 고품질화의 수확후 미션은 품질관리 | 2016-08-29 |
| 3 | Internet/PC 통신 | 브릭 생물학연구정보센터 | Comparison of fruit quality and GC-MS-based metabolite profiling of kiwifruit 'Jecy green': Natural and exogenous ethylene-induced ripening | 2017-05-01 |
| 4 | 주간잡지 | 한국농업신문 | 농산물 신선도 유지 필름 '키프레쉬' | 2017-07-24 |

### (8) 전시회 참가(총 3건)

| 연번 | 유형 | 행사명칭 | 전시품목 | 장소 | 활용년도 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 전시회 | NOPE China 2016 | 기능성 필름 | 중국 | 2016 |
| 2 | 제품설명회 | 부천패키징센터 | 신선도 포장재 | 부천패키징센터 | 2016 |
| 3 | 전시회 | Interpack | 키프레쉬 필름 | 독일 뒤셀도르프 | 2017 |

### (9) 기타 활용 및 단행본 발간(총 4건)

| 연번 | 일자 | 활용명칭 | 활용내역 |
|---|---|---|---|
| 1 | 2017-01-01 | 브로셔 | 농산물 선도유지 필름 홍보책자 한글판 작성 |
| 2 | 2017-01-01 | 브로셔 제작 | 농산물 선도유지 필름 홍보책자 스페인어 발간 |
| 3 | 2017-01-01 | 브로셔 제작 | 농산물 선도유지 필름 홍보책자 영어 발간 |
| 4 | 2017-02-01 | 브로셔 제작 | 농산물 선도유지 필름 홍보책자 러시아어 발간 |

### (10) 교육 및 지도활동 내역(총 2건)

| 연번 | 교육명 | 교재명 | 주요내용 | 활용년도 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 해남난지과수연구소 직원들을 상대로한 참다래 수확후 관리 기술 교육 및 강의 | 원예작물 수확후 관리 기술: 참다래 연구 내용소개 및 제안 | -참다래 주산지이며 국내참다래 육종을 연구하고 있는 해남난지과수연구소의 초청으로 강의함<br>-참다래 수확후 관리 기술 및 수확후 생리 특성을 교육함<br>-참다래 저장실험을 위한 품종을 소개받고 이를 본 연구에 이용할 계획임<br>-참다래, 토종다래 등 국내난지과수에 대한 수확후 관리 필요성 및 요구를 논의 하고 교육함 | 2016 |
| 2 | 전남농업마이스터대학 참다래 과정 | 원예학개론2: 참다래 수확후 관리 | -참다래 재배농민을 상대로한 참다래 수확후 관리 기술을 교육함<br>-국내산 참다래 수확시기, 품종간 저장력, 주요 품질 변화 요인등을 교육함<br>-참다래 상품성 제고를 위한 육종-재배-수확-저장-유통의 일괄된 프로그램의 중요성을 교육함 | 2016 |

### (11) 기타(타 연구에의 활용)(총 1건)

해당 과제 종료 후 농촌진흥청에서 주관하는 수출과제에 참여하여 딸기 수출을 위한 후속연구를 2018년 1월부터 2020년 12월 까지 수행하기로 되어 있으며 현재 협약중임

# 제 4 장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

| 코드번호 | D-06 |
|---|---|

1. 연차별 연구개발 목표 및 수행현황

가. 1차년도

| 구분(연도) | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 달성도(%) | 연구결과 |
|---|---|---|---|---|
| 1차년도(2015. 12 ~ 2016. 12) | 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 온도 이용 후숙 조절 유통 프로그램 개발 | ○ 국산 3품종(제시그린, 한라골드, 해금) 최적 저장/유통 온도 및 기간 구명 | 70 | ○ 저장 5개월 된 제시그린의 저장유통기간<br>⇒ 8℃ 유통 시 3주 이내<br>⇒ 6℃ 유통 시 4주 이내<br>⇒ 2, 4℃ 유통시 5주 이내<br><br>○ 요오드를 이용한 숙기판정 기술 개발로 국내산 참다래 품종별 비교함 |
| | | ○ 온도를 이용한 후숙 및 유통 프로그램 가이드라인 설정 | 100 | ○ “Ready to Eat”(경도 4N)에 도달하는 시점을 기준으로 하여 제시함 |
| | 참다래 부패 억제 및 후숙 기술 개발 | ○ 소포장용 기능성 포장용기: 상온 유통 중 부패를 억제시킬 수 있는 기능성 필름 선발 | 100 | ○ 일라이트 함유된 기능성 필름은 대조군보다 부패율이 5배 낮음 |
| | | ○ 자가 후숙용 에틸렌 발생제 선발 및 적용 | 100 | ○ 에틸렌 1,000ppm과 10,000 ppm이 발생되는 발생제 선발함<br>○ 적용시험 진행하여 저장이력에 따른 후숙 촉진효과 유도함<br>○ 선행적으로 참다래의 강제후숙에 의한 맛 관련 대사체 연구 수행함<br>○ 관능평가에서는 후숙 방법의 차이가 없음 |
| | 딸기 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발 | ○ 천연물을 이용한 국산 딸기 착색증진 및 부패 억제 기술 개발<br>○ 수출용 딸기의 품질 유지를 위한 복합처리 선행연구<br>-이산화탄소 적용 | 100 | ○ 메틸자스모네이트 100$\mu$M이 착색증진, 부패억제 효과를 보임<br>○ 30% 고농도 이산화탄소가 경도유지와 세포벽 분해 억제로 선도를 대조군보다 7일 더 유지시킴 |

나. 2차년도

| 구분(연도) | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 달성도(%) | 연구결과 |
|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 (2016. 12 ~ 2017. 12) | 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 온도 이용 후숙 조절 유통 프로그램 개발 | ○ 국산 3품종 중 한라골드, 해금의 최적 저장/유통 온도 및 기간 구명 | 100 | ○ 주요연구결과<br>- 유통 온도별 후숙 기간 구명함<br>- 즉, 동일한 품질 기준 경도 6N, 당도 14 brix에 도달하는 기간임<br>* 수확직후 한라 품종<br>⇒ 8℃ 유통(2주 이내)<br>⇒ 6℃ 유통(4주 이내)<br>⇒ 2, 4℃ 유통(8주 이내)<br>* 수확직후 해금 품종<br>⇒ 8℃ 유통(2주 이내)<br>⇒ 6℃ 유통(4주 이내)<br>⇒ 2, 4℃ 유통(8주 이내) |
| | | ○ 온도를 이용한 후숙 및 유통 프로그램 가이드라인 설정 | 100 | ○ “Ready to Eat”(경도 4N)에 도달하는 시점을 기준으로 하여 제시함 |
| | 참다래 부패 억제 및 후숙 기술 개발 | ○ 국산 3품종 중 한라골드, 해금의 후숙 기술 개발 | 100 | ○ 한라골드, 해금 후숙기간 3일 이상 단축함<br>○ 제시그린, 한라골드, 해금 모두 후숙 조절 기술 개발 완료<br>○ 요오드를 이용한 숙기판정 기술 개발로 국내산 참다래 품종별 비교함 |
| | 딸기 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발 | ○ 고농도 이산화탄소 처리에 의한 딸기의 저장성 증진 기작 연구<br>○ 메틸자스모네이트를 포함한 복합처리 연구 | 100 | ○ 30% 고농도 이산화탄소가 저장성이 증진되는 기작은 세포벽 분해효소 발현의 지연 및 관련 대사체에 의한 것임<br>○ 복합처리보다는 메틸자스모네이트 혹은 이산화탄소를 각각 처리하는 것이 경제적임. |

# 제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 1절. 연구달성도

| 코드번호 | C-06 |
|---|---|

| 세부과제명 | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 달성도(%) | 비중 |
|---|---|---|---|---|
| 참다래, 딸기 수출 시장 개척을 위한 숙기 조절 및 부패 억제 기술 개발 | 수출시장 개척을 위한 국내산 참다래 온도 이용 후숙 조절 유통 프로그램 개발 | ○ 국산 3품종(제시그린, 한라골드, 해금) 최적 저장/유통 온도 및 기간 구명 | 100 | 25 |
| | | ○ 온도를 이용한 후숙 및 유통 프로그램 가이드라인 설정 | 100 | 25 |
| | 참다래 부패 억제 및 후숙 기술 개발 | ○ 소포장용 기능성 포장용기: 상온 유통 중 부패를 억제시킬 수 있는 기능성 필름 선발 | 100 | 20 |
| | | ○ 자가 후숙용 에틸렌 발생제 선발 및 적용 | 100 | 10 |
| | 딸기 착색 증진 및 부패 억제 기술 개발 | ○ 천연물을 이용한 국산 딸기 착색증진 및 부패 억제 기술 개발<br>○ 수출용 딸기의 품질 유지를 위한 복합처리 선행연구<br>-이산화탄소 적용 | 100 | 20 |

# 제 5 장. 연구결과의 활용 계획

| 코드번호 | D-07 |
|---|---|

○ 해당 연구에서 얻어진 결과는 타 부처에서 실시하는 후속연구에 활용할 계획이다. 현재 딸기 수출관련 연구과제가 2018년 1월부터 2020년 12월 까지 수행될 것이며 현재 협약 중에 있다. 딸기 이산화탄소 적용 및 메틸자스모네이드 적용 실험 연구결과가 활용될 것이며 동남아시아로 시범 수출할 계획이다.

○ 국내산 참다래 숙기 판정 및 숙기조절에 연구 결과는 향후 국내산 참다래 수확 및 유통에 적용이 가능한지 여부를 현장적용 후 활용 할 계획이다.

○ 참여기업과 공동연구한 연구성과인 기능성 필름 제작 및 이를 활용한 포장, 제품개발, 마케팅 및 포장재 수출을 꾸준히 과제 종료 이후에도 진행할 계획이다. 해당 기술의 문제점 및 보완사항도 점검하여 기능이 향상된 포장재를 개발 완료할 것이다.

# 제 6 장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

| 코드번호 | D-08 |
|---|---|

○ 해당 없음

# 7. 연구개발결과의 보안등급

| 코드번호 | D-09 |
|---|---|

○ 해당 없음

# 제 8 장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

| | | | | | 코드번호 | | D-10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 구입 기관 | 연구시설/ 연구장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입 가격 (천원) | 구입처 (전화번호) | 비고 (설치 장소) | NTIS장비 등록번호 |
| 해당 없음 | | | | | | | | |

# 제 9 장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

| 코드번호 | D-11 |
|---|---|

1. 연구실 안전 담당 기관: 서울대학교 환경안전원

2. 서울대학교 안전조치 이행계획

가. 연구활동종사자 환경안전교육 실시

(1) 신규교육 및 정기교육

- 석/박사 신규교육: 2014년 2월, 8월 (매 학기 이틀 간 14시간)
- 석/박사 정기교육: 서울대학교 환경안전원 홈페이지와 교직원 홈페이지에 사고사례 및 안전교육 동영상 공개
- 학부생 신규교육: 신입생 오리엔테이션에서 환경안전교육 진행, 실험실 안전 동영상 제공
- 학부생 정기교육: 연구개발인력교육원에서 개발한 연구실 안전 온라인 컨텐츠를 서울대 온라인 강좌 기반 시스템에 접목하여 실시

(2) 수시교육: 수시(기관의 요청에 의해 실시)

(3) 병원체 및 LMO 실험실 안전교육

- 내용: 생물안전에 관한 이론교육(3시간) 및 실무교육 병행
- 기간: 2014년 2월 ~ 8월(총4회)

(4) 방사선 안전교육:

- 내용: 방사선안전이론교육(6시간)과 방사선취급 실습교육 병행
- 기간: 2014년 2월

나. 실험실 안전점검

- 실험 특성에 따라 유형별로 분류하여 일상점검, 정기점검, 특별안전점검, 정밀안전진단을 실시함

[표1] 안전점검 실험실 수(2013년)

| A유형 실험실 | B유형 실험실 | C유형 실험실 | D유형 실험실 | 합계 |
|---|---|---|---|---|
| 310 | 345 | 303 | 223 | 1,181 |

* 실험실 분류 기준 :

A형: 미생물 및 동물(LMO), 방사성동위원소 물질 등을 사용하는 실험실

B형: 화학약품 등을 사용하는 실험실

C형: 기계・전기 설비 등을 사용하는 실험실

D형: 실험 ・ 실습을 수행하지 않는 설계 ・ 컴퓨터 관련 등의 실험실

다. 실험실 안전사고 대응 및 예방

(1) 실험실 안전사고 대응조직을 설치하여 대응 및 처리 매뉴얼 보완 및 사고 대응 훈련 실시하여 유사사고 발생 시 대응능력 향상

(2) 실험실 안전사고에 대한 경각심을 높이고 유사사고를 예방하기 위하여 사고사례를 이메일을 통해 전파

(3) 실험실 사고처리 흐름도 및 비상연락스티커 제작 배포

라. 실험실 환경개선사업 실시
- 화학약품 적정보관 유도를 위한 밀폐형시약장과 인화성 화학약품 저장 캐비닛을 각 기관에 배포하여 실험실 환경 개선 유도

마. 실험폐기물관리 강화:
- 실험실에서 발생되는 실험폐수 관리를 위해 처리의뢰부터 반출까지의 이력을 추적 관리하는 실험폐수처리의뢰 프로그램 구축하고 실험폐기물 발생 저감을 위해 환경안전교육 실시

바. 공기오염도 조사 실시(2014년 11월 ~ 12월)
- 내용: 미세먼지, 휘발성유기화합물, 포름알데히드, 이산화탄소 등 7가지 항목

사. 연구활동종사자 특수건강검진 실시 및 보험가입
- 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제18조 4항에 따라 「산업안전보건법 시행령」 제29조 및 동법 시행규칙 별표 12의2 「특수건강진단 대상 유해인자」 및 바이러스 등에 노출될 위험성이 있는 연구활동종사자를 모니터링하여 특수건강검진 실시
- 매년 정기적으로 보험가입 및 갱신처리를 지속적으로 이행함
- 보험가입현황

| 구분 | 학부생 | 대학원생 | | 연구원 | 보조연구원 | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 석사/박사 | 연구생 | | | |
| 2013.6.12. - 2014.6.12. | 8,934 | 6,668 | 3,482 | 334 | 312 | **19,730** |

아. 연구활동종사자 보험가입 추진 계획(2014년도)
(1) 가입대상: 학부생, 대학원생, 연구원(보조연구원 포함)
(2) 보험계약기간: 2014. 6. 12. - 2015. 6. 12. (1년 계약)
(3) 추진일정
- 보험가입 대상자 파악 : 2014. 4월 중순 ~ 4월 말
- 보험료 산정 및 입찰추진 : 2014. 5월 중
- 계약 예정일: 2014. 6월 초

※ 2014. 6월 계약 이후 정보 업데이트 후 재공고 할 예정

※ 국가연구개발사업 수행 시 필요한 '연구실 등의 안전조치 이행계획'을 요약한 자료입니다. 추가적인 내용은 '2012년도 서울대학교 연구·실험실 안전관리 이행계획' 전문을 참고하여 주시기 바랍니다. (서울대학교 환경안전원: http://ieps.snu.ac.kr/)

* 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」에 따른 연구실 안전조치 이행계획(해당 연구실 안전점검 및 정밀안전진단실시, 참여연구원의 교육훈련 및 건강검진실시, 보험가입 등) 및 기타 당해 연구개발사업 수행 시 필요한 연구실안전 확보 계획 등을 서술

# 제 10 장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| | | | | | | 코드번호 | | D-12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 번호 | 구분 (논문/특허/기타 | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관명 | 역할 | 논문게재지/특허등록국가 | Impact Factor | 논문게재일/특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부/인용횟수 등) |
| 1 | 논문 | Comparison of fruit quality and GC–MS-based metabolite profiling of kiwifruit 'Jecy green': Natural and exogenous ethylene-induced ripening | 서울대 | 주저자/교신저자 | Food chemiatry | 4.5 | 2017.11.01 | 중복 (IPET. 미래부) | SCI |
| 2 | 특허 | 과채류의 처리 방법 | 서울대 | 개발자 | 대한민국 | | 2017.07.24 | 단독 | 출원 |
| 3 | 특허 | 참다래의 숙기 판정용 차트, 이의 제조방법 및 이를 이용한 참다래의 숙기 판정 방법 | 서울대 | 개발자 | 대한민국 | | 2017.11.16 | 단독 | 출원 |
| 4 | 기술이전 | 수출용 참다래 포장재 개발을 위한 국산 참다래 숙기판정 및 숙기 조절 기술 | 서울대 | 개발자 | ㈜씨앤케이프로팩 | | 2017.06.26 | 단독 | 유상 |
| 5 | 기술이전 | 농산물 숙기판정에 대한 노하우 | 서울대 | 개발자 | ㈜씨앤케이프로팩 | | 2018.01.22 | 단독 | 유상 |

# 제 11 장. 기타사항

| | 코드번호 | D-13 |
|---|---|---|
| ○ 해당 없음 | | |

# 제 12 장. 참고문헌

| | 코드번호 | D-14 |
|---|---|---|
| ○ 해당 없음 | | |

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.