

11-15430  
00-00265  
4-01

국내산 목재 추출물을 이용한 수출입 농산물의 유통 개선용  
기능성 패드의 사업화 기획 최종보고서

2019

농림축산식품부

Development of functional freshness pad using a wood extract

보안과제( ), 일반과제( v ) / 공개( v ), 비공개( )

기술사업화지원사업 제2차년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002654-01

국내산 목재 추출물을 이용한  
수출입 농산물의 유통 개선용  
기능성 패드의 사업화 기획  
최종보고서

2019. 03 . 29 .

주관연구기관 / (주)피러스  
협동연구기관1 / 인하대학교  
산학협력단  
협동연구기관2 / (주)대왕

농림축산식품부

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 목재 추출물을 이용한 수출입 농산물의 유통 개선용 기능성 페드의 개발”(개발기간 : 2017. 05. 30 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 2 . 18 .

주관연구기관명 : (주) 피러스

(대표자)

협동연구기관명 : 인하대학교 산학협력단

(대표자)

참여기관명 : (주) 대왕

(대표자)



주관연구책임자 : 김배용

협동연구책임자 : 이운규

참여기관책임자 : 전용진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	817019-02	해 당 단 계 연 구 기 간	2017.05.30.~ 2018.12.30	단 계 구 분	(2)/(2)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	기술사업화지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	국내산 목재 추출물을 이용한 수출입 농산물의 유통 개선용 기능성 패드의 개발			
연구책임자	김배용	해당단계 참여연구원 수	총: 11 명 내부: 11 명 외부: 0 명	해당단계 연구개발비	정부: 292,000 천원 민간: 98,000 천원 계: 390,000 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 11 명 내부: 11 명 외부: 0 명	총 연구개발비	정부: 487,000 천원 민간: 163,000 천원 계: 650,000 천원
연구기관명 및 소속부서명				참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

**9대 성과 등록·기탁번호**

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		10-201 8-0167 631									

**국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황**

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

<p><b>요약</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>침엽수 추출물의 안전성 및 성분분석한 후, 마이크로캡슐을 만들어 서방성을 제어 및 최적화 하였으며, 저장성 관련 곰팡이의 효능을 검증한 후 신선도 패드 현장효능검증을 완료하여 제품 최적화를 통해 최종 제품화함.</li> </ul>	<p>보고서 면수</p> <p><b>P. 108</b></p>
--	------------------------------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>기존 이산화황(SO<sub>2</sub>)패드를 대체하는 잣나무 추출물의 최적 추출조건에 대한 확립과 높은 서방화를 제어하기 위한 마이크로캡슐 기술 개발을 통한 신선도 패드 제품 개발을 하고자합니다.</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>항균력이 뛰어난 잣나무 추출물을 얻은 후 정제 및 정량화한다. 정제된 잣나무 추출물을 이용하여 항곰팡이시험 검증 및 지표성분을 확립하였으며, 높은 서방성을 조절하기 위해 마이크로캡슐화 기술을 통해 제형을 개발하였다. 개발된 제품은 안전성을 토대로 인체에 무해한 제품으로 입증하였으며, 수출입 농산물 수확 후 개발된 신선도 유지제 제품을 분무 처리함으로써 항균력 증대 등 농산물의 품질유지 효과를 확인하였다.</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>가. 연구개발 결과의 활용방안</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 잣나무 추출물의 선도 유지 기술 개발 및 산업화 연구 강화             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 잣나무 추출물과 같은 부산물 유래 기능성 물질의 저장산업 응용 연구 강화</li> <li>- 추출 기능성 물질을 이용한 선도유지 개발에 대한 노하우 축적</li> <li>- 부산물 유래 고기능성 물질의 과학적 효능 입증 및 안전성 검증</li> <li>- 폐기되는 임산 부산물의 폐자원 활용</li> </ul> </li> <li>▪ 부산물 유래 고기능성 추출물의 효율적 관리 및 산업화 촉진을 위한 관련제도 정비</li> <li>▪ 획득된 특허 및 신제품 개발 기술을 국내 관련 기관 및 산업체에 전수 활용케 함</li> <li>▪ 현장적용 방안             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 유통 포도의 상품성 향상을 위한 기술개발을 위한 기초자료로 활용</li> <li>- 포도 등 수출입 과실의 부패균 저감화 방안 마련으로 고품질 농산물 생산을 위한 기초자료로 활용</li> </ul> </li> </ul> <p>나. 기대성과 및 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시장 경쟁력             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 시장 선도제품 대비 가격 경쟁력 확보</li> <li>- 원자재 자체 수급 및 양산기술의 확보로 경쟁력 확보</li> </ul> </li> <li>▪ 수요 시장의 안정성             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남미, 유럽, 아시아권으로 균등 분포</li> <li>- 친환경 제품에 대한 세계적 관심 증가</li> <li>- 폐기되는 임산 부산물을 이용한 부가가치 증대 및 폐자원 활용 효과</li> </ul> </li> </ul>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>신선도유지</p>	<p>잣나무 추출물</p>	<p>친환경 신선도 유지제</p>	<p>항곰팡이</p>	
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Freshness</p>	<p>Korea pine extract</p>	<p>Freshness pad</p>	<p>Anti-fungal</p>	

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	8
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	10
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	97
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	99
붙임. 참고 문헌 .....	100

## 1. 연구개발과제의 개요

### 1-1. 연구개발 목적

- 기존 이산화황( $SO_2$ ) 패드를 대체하는 친환경 신선도 유지제의 사업화
  - 유황패드( $SO_2$ )의 유해성 대체: 신선과일의 유통이 필수적인 신선도 유지 및 친환경 기능성 제제 효과
  - 기술차별성: 한국 고유의 잣나무 추출물 적용으로 유사 경쟁제품 출시 곤란
- 다양한 수출·입 농산물의 확대
  - 각종 과일류의 수출유통 과정에서 잣빛곰팡이(*gray mold rot*)의 발생억제
  - 선도 유지가 필수적인 각종 과채류의 유통과정에서 다양하게 적용 가능

### 1-2. 연구개발의 필요성

- 수입용 망고, 포도 및 수출 또는 유통되고 있는 과실에 신선도 유지제는 각종 병해충의 예방 뿐 아니라 당도 등의 품질을 향상시키기 위하여 널리 이용되고 있다.
- 그러나 신선도 유지제(패드)로 사용되는 이산화황( $SO_2$ )이나, 내부 코팅제의 원료로 사용되는 에폭시 수지, 요소 수지 등의 유해성은 논란의 대상이 되고 있어 이의제기가 끊이지 않고 있다.
- 수출입 농산물에는 남아공, 호주산 이산화황( $SO_2$ ) 패드를 주로 사용하는데 이는 환경에 대한 부담이나 농산물에 대한 잔류성에 따른 2차 오염 문제가 발생하므로 자연생태계에 안전한 생물학적 신선도 유지제를 적용하는 것이 세계적인 추세이다.
- 생물농약 중에서도 환경 및 인체에 안전성이 높은 천연물질을 이용한 병해충 방제제 개발이 활발하게 추진되고 있으나 많은 문제점을 안고 있으며, 특히 휘발성 천연물질은 종자에 직접 분의하거나 식물에 살포할 경우 천연물질 자체의 휘발성 및 분해성이 매우 강해 식물 주변에 오래 머무르지 못하여 그 효과가 낮은 치명적인 약점이 있어, 산업화에 가장 큰 제한요인으로 알려져 있다.
- 이러한 문제점을 갖고 있는 휘발성천연물질의 특성이 유효성분의 휘발 및 분해에 의한 병해충 방제의 약효 저감을 방지하기 위해서는 유용물질을 안전하게 담지하고 필요에 따라 서서히 방출되어 약효를 지속적으로 발휘할 수 있게 하는 기술이 요구되고 있다.
- 선행 연구한 서방형 복합체는 유용물질의 휘발성 억제와 방출제어를 실현하기 위하여 천연물인 무기담체로 사용한 새로운 기법을 도입하였고, 앞으로 제조방법 및 작물에 대한 적용 방법만 개발한다면 실용화 가능성이 매우 기대되고 있다.
- 잣나무 추출물은 50여종의 유효성분을 갖고 있고, 여기에 선발된 항균성 식물 정유 성분을 첨가하면 항균 효율이 대폭 강화되어 기존의 식물 정유성분의 효과보다 탁월한 작용기작을

나타내므로 수출용 과일 및 채소류의 안전보존성 증대뿐만 아니라 병해방제제로 활용가능성이 매우 높다.

- 이와 같이 잣나무 추출물을 기반으로 하는 방출 조절형 복합체를 이용한 친환경 신선도 유지제를 개발함으로써 배, 사과, 포도 등 다양한 수출 농작물에 적용이 가능할 것으로 기대할 뿐만 아니라 보존기간을 연장해 장기저장에도 효율적으로 사용이 가능하다.

### 1-3. 연구개발 범위

기관	최종목표	세부목표
(주)피러스	기존 화학 패드를 대체하는 친환경 신선도 유지제의 개발 및 사업화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 잣나무 추출물의 대량 추출 정제기술 확립 및 표준화</li> <li>▪ 신선도 패드 적용을 위한 최적의 추출 방법 및 지표성분 확립</li> <li>▪ 마이크로캡슐레이션을 이용한 서방화 기술 개발</li> <li>▪ 잣나무 추출물을 이용한 신선도 패드 시제품 개발</li> <li>▪ 개발된 제품의 기능성 검증 및 대량생산 기술과 품질관리 기술 구축</li> <li>▪ 제품에 대한 특허</li> <li>▪ 시제품 현장적용시험 총괄</li> </ul>
인하대학교 산학협력단	수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 저장, 유통기간 및 신선도유지 효과 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 효과검증</li> </ul>
(주)대왕	친환경 신선도 유지용 제품개발 및 생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 친환경소재 개발</li> <li>▪ 목재 추출물 함유 신선도 유지 시제품 개발</li> <li>▪ 본제품 개발 및 대량생산</li> </ul>

## 2. 연구수행 내용 및 결과

### 2-1. 주관기관: (주)피러스

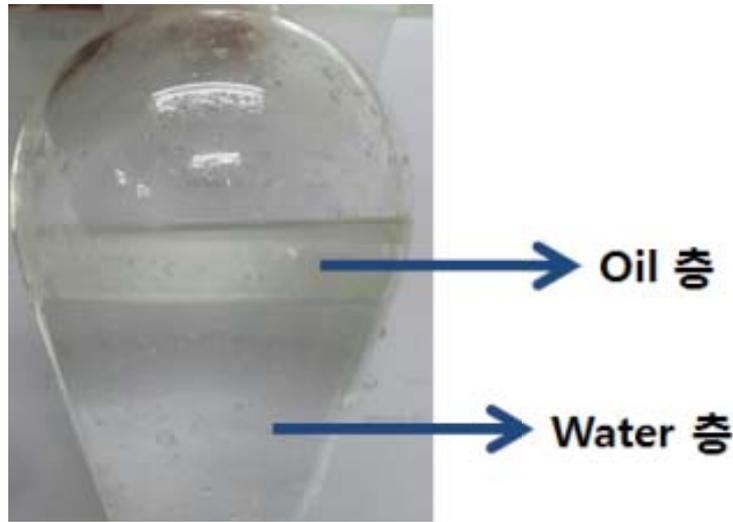
#### (1) 최적 추출방법 및 지표성분 확립 가. 추출방법

[표 1 ] Extraction method

추출방법	장점	단점
수증기 증류법	가장경제적인 방법 짧은 시간에 많은 양 추출가능	물질이 물과 열에 의해 분해될 수도 있음
압착법	열에 의한 영향을 받지 않음	시트러스 계열의 정유만 추출 가능
용매 추출법	비교적 높은 수율	용매의 완전 제거가 관건
초임계 유체 추출법	성분파괴 없이 고순도 정유추출	설치 비용이 많이 듦

- 일반적으로 대부분의 식물체에서 얻어진 terpene을 함유하는 잣나무구과 추출물에 있어서 독특한 향에 영향을 미치는 것은 terpene이 아니고 알코올 또는 에스테르 등을 포함하는 함산소 terpene으로 알려져 있다.
- 잣나무구과 추출물의 대표적인 성분으로는  $\alpha$ -pinene 및  $\beta$ -pinene을 꼽을 수 있으며 잣나무구과 추출물 함량이 높은  $\alpha$ -pinene은 식물계에서 가장 많은 terpenoid로서 성장이 가장 활발할 때 분비되는 생체활성물질이며 이 물질은 방충 및 향균의 작용을 한다.
- 수증기 증류법은 보통 용매 추출에 비해 비휘발성 부분의 혼입이 적고 용매 추출의 단점인 용매의 양도 소량으로 처리 가능하고 필요에 따라 용매 부분인 물 층을 사용도 가능하며, 물에 혼합 되지 않는 비등점이 높은 휘발성 유기 혼합물, 또는 고온에서 분해하기 쉬운 물질의 추출에 적합하여 대체로 수율이 좋아 대량생산 공정에도 적합하다.
- 초임계 추출법은 용매를 공정에 옮겨 놓는 것으로 환경에 대한 영향을 받지 않고, 잔존 용매가 없어서 원료추출이 깔끔한 장점이 있으나 용매를 고압 상태로 유지하므로 설비 투자가 비용이 많이 들어가는 단점이 있다.
- 열수추출법은 직접 원료를 끓는 물에 넣어 추출하는 것으로 가열 방법이 열 요소로부터 원료를 보호하지만 수증기 증류법에 비해 직접적으로 원료와 접촉함으로써 추출물의 성분 구성이 달라질 수 있다.
- 본 연구에서는 대량 생산과 경제성, 고수율과 설비의 실용성, 용매로써 물을 사용하는 친환경 방법인 수증기 증류법을 사용하고자 한다.
- 시료는 가평에서 잣송이를 수거하여 잣을 탈각한 후 부산물을 사용하였으며, 음건하여 3cm 크기의 부산물 형태로, 1kg을 5L 용량의 둥근 플라스크에 넣었으며, 별도의 스팀장치를 두어 증류 온도는  $100 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서 스팀을 발생시켜 시료의 하단부로 직접 통과하도록 하였으며, 일정 시간 동안 증류시켰다. 증류로 얻어진 용액을 비중에 의해 오일

상과 수상이 분리되는데, 상등액은 잣나무 추출물 PK-18로 명칭 하였으며, 수상은 잣나무수(pine water)로 분리하고 밀봉, 냉장 보관하여 실험에 사용하였다.



[그림 1] 잣나무구과 추출물과 증류수의 분리현상

#### 나. 추출시간

[표 2] 단국대학교 천안캠퍼스 공동기기실 GC/MS 분석 조건

GC/MS	GC-MS (PerkinElmer Clarus 600, 600T)
Column	DB-5 (Agilent) / Length 30 m / Thickness 0.25 $\mu\text{m}$ / Diameter 0.25 mm
Injector Temp.	250 $^{\circ}\text{C}$
Oven Temp.	40 $^{\circ}\text{C}$ - 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ to 250 $^{\circ}\text{C}$ (hold 8 min)
Column flow	1.5 mL/min (He gas)
Split ratio	10:1
Ion Source Temp.	320 $^{\circ}\text{C}$
Interface Temp.	310 $^{\circ}\text{C}$
MS Scan range	50 ~ 600 m/z
SIM	77, 91, 93, 121 m/z ( $\alpha$ -pinene)

- 추출된 시료 중 전체성분은 한국고분자시험연구소(주)에 분석 의뢰한 데이터를 사용하였으며, 단일성분은 단국대학교 천안캠퍼스 공동기기실의 GC/MS분석실에서 분석한 데이터를 사용하였다. 본 분석에 사용된 표준용액은 sigma 사에서 구매한  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene 그리고 D-limonene을 사용하였다.
- 시료의 전처리는 시료를 ethyl ether를 용매로 하여 10,000배 희석 한 뒤, 이를 sample로 하여 측정한다. 표준물질은 10, 20, 50, 100mg/L로 제조하여 검량곡선(calibration curve)을 작성하였다.

- 수증기 증류법을 통하여 잣나무 구과 부산물을 수증기 증류법을 이용해 30분간 추출을 진행하였으며, 이를 GC/MS를 통해 전체 성분을 확인해보았다.

[표 3] 잣나무 구과 추출물 GC/MS 분석 결과

Component	pine cone waste(%)
$\alpha$ -pinene	39.89
camphene	0.76
$\beta$ -pinene	10.78
$\beta$ -myrcene	4.12
D-limonene	36.46
(+)-4-carene	0.39
Bornyl acetate	0.86
Ylangene	0.34
$\alpha$ -cubebene	0.4
Seychellene	1.6
Caryophyllene	1.17

- [표 3]의 결과에 따르면  $\alpha$ -pinene의 경우 39.89%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 D-limonene과  $\beta$ -pinene이 각각 36.46%, 10.78%로 가장 높게 나타났다. 잣나무의 대표적인 본 과제에서는 버려지는 잣나무 구과 부산물을 활용하기 위해 이를 수증기증류법을 통해 분석한 결과 잣나무의 대표적인 성분으로는  $\alpha$ -pinene 및  $\beta$ -pinene 및 D-limonene로 꼽는데, 이를 바탕으로 함량이 높은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene 그리고 D-limonene을 분석대상으로 잡았다.

[표 4] 추출시간에 따른 대표성분 함량

Compounds	15min(%)	20min(%)	25min(%)	30min(%)	35min(%)	40min(%)
$\alpha$ -pinene	<b>46.31</b>	45.98	41.08	39.89	38.08	37.13
$\beta$ -pinene	<b>11.1</b>	<b>11.23</b>	10.69	10.78	10.41	10.01
D-limonene	31.3	33.15	<b>37.3</b>	36.46	36.43	36.24

- 추출시간을 15분, 20분, 25분, 30분, 35분, 40분의 변수를 주어 추출시간에 따른 추출물 속 유효성분인  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene 그리고 D-limonene의 함량변화를 통해 최적 추출조건을 잡고자 한다.
- [표 4]는 수증기 증류법을 이용한 잣나무구과 부산물의 추출시간에 따른 추출물 속  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene 그리고 D-limonene 을 분석하였다. 수증기 증류법의 추출시간대에 따라 잣나무구과 추출물 대표 물질인  $\alpha$ -pinene 함유량이 15분에 46.31%에서 40분에서는

37.13%까지 감소하였다.  $\beta$ -pinene의 경우 20분까지는 11%를 유지하였으나, 25분에서는 10.69%, 40분에서는 10.01%로 감소하였다. D-limonene의 경우 25분대에서 37.3%로 증가하였으나 그 이후로는 36%대를 유지하는 것을 확인하였다.

- 상기 내용들을 종합해보면  $\alpha$ -pinene 및  $\beta$ -pinene의 함량은 15분에서 가장 많은 함유량을 보인다. 하지만 D-limonene의 경우 25분에서 가장 많은 함유량을 보여 이들 물질을 합리적으로 취할 수 있는 최적의 추출시간을 15분에서 25분 사이로 결정하였다.

#### 다. 추출온도

[표 5] 추출시간에 따른 대표성분 함량

Compounds	80°C	90°C	100°C	120°C	130°C	140°C
$\alpha$ -pinene	<b>39.24</b>	39.62	39.89	38.66	38.02	37.49
$\beta$ -pinene	10.48	10.62	10.78	10.80	10.83	<b>10.87</b>
D-limonene	33.28	35.24	<b>36.46</b>	36.51	36.69	36.92

- 추출온도에 따른 유효성분 함량변화를 알아보고 이를 통해 최적 추출온도를 잡고자한다. 추출온도로는 물이 끓어 수증기가 발생하는 시점을 기준으로 80°C, 90°C, 100°C, 120°C, 130°C, 140°C의 조건을 통해 추출물을 분석하였다.
- [표 5]는 추출 시간에 따른 대표성분 함량 결과를 나타내었다.  $\alpha$ -pinene의 경우 100°C 이상에서는 함량이 줄어드는 것을 확인하였으며,  $\beta$ -pinene의 경우 10%대에서 변동이 없는 것을 확인하였다. D-limonene의 경우 100°C 이상부터는 36%대에서 일정하게 나오는 것을 확인하였다.
- 상기 내용들을 종합해보면  $\alpha$ -pinene의 함량이 가장 높은 것은 80°C에서 100°C 사이이며,  $\beta$ -pinene은 80°C에서 140°C 사이까지 함량이 동일하였으며, D-limonene은 100°C이상에서 가장 많은 함유량을 보였다. 따라서, 생산 공정 상 에너지 절감을 위해 함량이 높은 온도인 80°C로 하는 것으로 진행하였다.

#### 라. 지표성분 및 자체품질기준 확립

- 상기 실험을 통해 기준 물질인  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene 그리고 D-limonene으로 잡았으나, 품질기준을 잡기에는 천연물 자체의 성분 함량 변동으로 인해 함량이 가장 많은  $\alpha$ -pinene을 기준으로 자체 품질규격 물질로 잡았으며, 이를 한국기능식품연구원에 의뢰한 결과, 41.6%의 함량이 도출되었는데, 이를 기준으로 최종 지표성분을 함량범위를 30%~50%로 잡았다.

제 D001811027 호  
분서확인

### 시험·검사성적서

계명	잣나무구과추출물	제조업체 (유용기업)	
업체명	이우이비즈	날짜	2018년 11월 30일
주소	충청북도 단양군 괴림면 뱀바길 15		
제조번호	HK0001	검수년월일	2018-11-30
검사목적	알과	검수번호	D001811027

귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

시험 - 검사 항목 : 2018-11-30  
 시험 - 검사 책임자 : 이철규  
 검사관련 출 역일자 : 김진희

시험 - 검사항목	시험 - 검사 결과	시험-검사원
알과피렌(mg/L)	200812 mg/L	장내민

분석법-검체명:

2018년 11월 30일

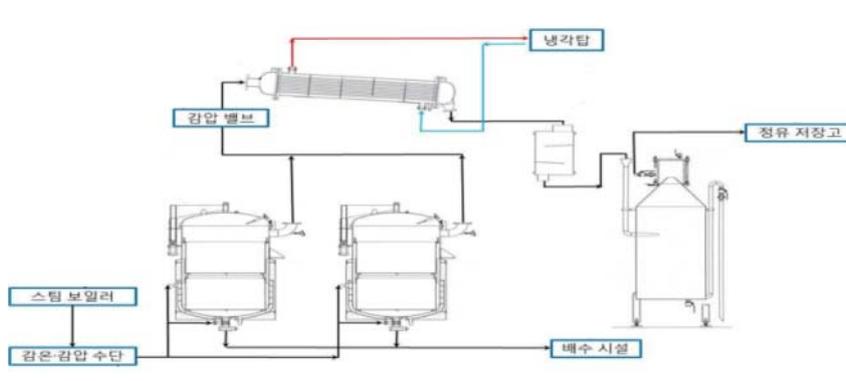
**한국기능식품연구원**

1차원서인용기능성식품 품질 한국기능식품연구원 <http://www.khfi.or.kr> 전화번호 010-628-0430-1

[그림 1] 잣나무 추출물 알과-피렌 한국기능식품연구원 성적서

(2) 대량 추출 정제 기술 및 표준화

- 산업화를 위한 공업적 생산을 위해서는 추출공정에서 생산량에 대한 재현성이 유지되어야 하며 이를 위해서는 다양한 형태의 잣나무구과 추출물을 대상으로 충분한 양의 추출 실험이 이루어져야 한다.
- 각각의 증류 시간을 15분에서 20분의 조건을 유지하며, 증류온도는 80℃로 맞추었다. 대량생산 공정은 수증기 증류법과 동일한 방법으로 진행되어지는데 스팀 방생을 위한 보일러의 용량과 스팀의 공급량, 냉각기의 길이에 따라 수율이 달라지며, 스팀을 발생시키는 압력과 용량은 효율적 추출 시간에 대한 중요한 변수이고 냉각탑을 흐르는 냉각수의 유속과 냉각수 온도는 대량 생산 시 오일상과 수상의 비율에 영향을 미친다.



[그림 2] Schematic diagram of mass production process for phytoncide extraction .

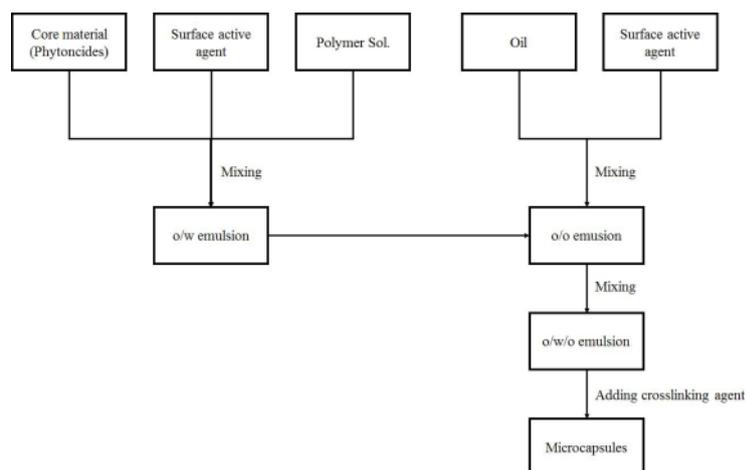
### (3) 마이크로캡슐화 제조방법

#### 가. 액상 마이크로캡슐

- 용매 증발법(solvent evaporation)은 주로 소수성 심물질, 예를 들어 용매에 대한 용해도가 낮은 저분자량의 단백질이나 펩타이드 종류 등의 심물질을 마이크로캡슐화하기 위한 방법이다. 유기용매에 심물질을 용해 및 분산시킨 후 이를 고분자 용액에 다시 분산시켜 균질화 한 뒤 유상 혹은 수상의 분산상에 분산시키는 방법이며 이렇게 분산시킨 분산액을 가열하여 유기 용매를 증발시키면 심물질이 분산되어 있는 고분자 용액의 용매 농도가 줄어들어 고분자가 석출되며 중합된다.
- 상분리법 혹은 코아서베이션(phase separation or coacervation)은 크게 세 가지 단계로 구성된다. 이들 단계는 (1) 코아세르베이트 입자를 형성하기 위해 벽재 물질을 상 분리시키는 단계, (2)심물질 표면에 코아세르베이트 입자를 흡착시키는 단계, (3)마이크로캡슐의 고화 단계로 이루어지지만 대량 생산이 불가능하여 산업상 적용이 어려움이 있다.
- 분사 건조법(spray drying) 친수성 혹은 소수성 고분자 모두를 이용해도 무방하며, 심지어 심물질이 용매에 불용성일지라도 분산시키는 방법을 통해 공적 적용이 가능하다. 고분자가 용해된 용매에 심물질을 용해, 혹은 분산시킨 뒤 노즐을 통해 분사시켜 이를 모아 건조하여 캡슐을 제조할 수 있다. 하지만 노즐로 주입되는 원료의 점도, 균일성, 주입 속도 등과 같은 많은 수의 공정 변수가 존재하여 최적 캡슐화 공정 변수를 설정하기 어려우며, 일정 점도 이상의 고점도 원료에 대해서는 분사가 불가능해 공정 적용이 불가능한 한계 역시 존재한다.
- 이온경화법/고분자 전해질 복합체 성형법(inotropic gelation/polyelectrolyte complexation)은 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 이용되고 있는 공정법으로 이온성 고분자와 그 반대 극성의 가교제 사이의 결합을 이용하는 방법으로 사용되는 고분자들은 수용성이라 유해한 유기용매를 사용할 필요가 없으며 이에 따라 유기 용매의 증발 단계를 생략할 수 있으며 열에 의해 고분자가 변성되지 않는 장점이 있다. 본 방법을 이용해 제조한 마이크로캡슐은 심물질의 장시간 방출제어에 어려움이 있는데 특히 방출 속도 제어가 어려운 특징이 있다. 그중 초기 방출 속도를 제어하기가 매우 어렵지만 이는 고분자의 선택과 그 캡슐 물질 제어를 통해 어느 정도 해소가 가능하다.
- 계면중합법(interfacial polymerization)은 서로 혼합되지 않는 두 개의 반응성 고분자 단량체를 o/w emulsion화시켜, 이 두 고분자 단량체 사이의 반응을 통해 캡슐을 형성하는 방법으로 나일론 마이크로캡슐 제조에 사용되는 방법이기도 하다. 두 종류의 서로 반응성이 있는 고분자 단량체를 요구하기 때문에 폭 넓은 분야에 적용되지는 못한다. 초기 방출 속도가 폭발적이며, 아주 고효율의 심물질 캡슐화 효율을 갖기 때문에, 고부가가치의 약물 전달 공정, 특히 인슐린 나노캡슐 제조와 같은 분야에서 주로 사용되지만 두 종류의 고분자 단량체의 반응 중 심물질이 손상을 입을 수 있는 점, 고분자 중합 반응을 제어하기 어려운 점이 있기에 단량체의 농도, 반응 온도, 혼합율, 반응시간등과 같은 공정 변수 제어에 심혈을 기울여야한다.
- 최근 산업에서 대부분 사용되는 고분자 합성수지인 반면에, 키토산은 셀룰로오스와 같은 천연 고분자로서 생체 적합성과 생분해성을 갖고 있기 때문에 그 적용치가 확대되고 있다. 키토산은 이온결합법에 적합한 고분자이며, 가교제는 alginate, arabic gum, tripolyphosphate 등이 이용되지만 키토산의 생체적합성의 특성을 유지하고, 단가가 낮아

산업상 이용이 가능한 가교제는 tripolyphosphate로 보여 진다.

- 잣나무 추출물의 방출제어를 위해 키토산을 이용할 예정이며, 이를 사용하기 위해서는 용매 증발법을 사용할 예정이나 이러한 방법으로 제조한 캡슐은 추가적으로 여과 및 건조 과정이 필요하며 신선도 유지제에 도포 및 살포하기 위해서는 캡슐이 액상으로 분산되어 있는 상태로 존재하는 것이 바람직하다. 따라서 상기 기존 캡슐화 공정을 수정하여 적용한다.
- 키토산은 중성의 물에는 용해되지 않으며 산에 용해되는 특징이 있어 벽재물질로 이용하기 위해서는 수상의 키토산 내의 유상의 잣나무 추출물을 분산시켜야한다. 실제로 대부분의 에센셜 오일의 캡슐화 공정은 이러한 o/w emulsion법을 이용하여 캡슐을 제조한다.
- 키토산은 중성의 물이나 염기성 분위기에서는 용해되지 않으며, 산성 분위기에서 용해된다. 일반적으로 키토산의 용해에 사용되는 산은 초산(acetic acid)이며, 키토산은 상온에서도 잘 녹기 때문에 추가적인 가열 없이 300rpm으로 교반하여 상온에서 용해시킨다. 키토산 용액의 농도는 캡슐화 공정에서 캡슐의 두께에 영향을 주는 인자로서 서방성을 위한 키토산 마이크로캡슐을 제조하기에 두꺼운 캡슐벽이 요구된다. 따라서 4%(w/w)의 키토산을 이용하여 캡슐을 제조하고자 한다.
- 제조한 키토산 용액은 계면활성제와 혼합한 후 심물질을 분산시켜야한다. 여기서 계면활성제는 Tween 20을 사용하였는데, 계면활성제의 선택은 용액의 점도와 에멀전의 상태에 따라 결정된다. Tween 20, Tween 80, Span 80을 혼합하여 실험을 했으며, 서로 비교하여 상안정성을 확인, 또한 이들 계면활성제의 양에 따른 상안정성을 확인한다. 키토산 용액과 계면활성제의 혼합은 상온에서 균질기(homogenizer)를 이용, 9,000rpm으로 10분 동안 교반하여 혼합하였으며, 키토산은 상기에서 명시하였듯 전해질고분자로서, 전해질고분자는 기체 분위기 조성 및 가열 등의 조건 필요 없이 전 공정이 모두 상온에서 이루어지기기에 향후 단계에서도 가열 조건 없이 상온에서 전 공정을 진행한다.



[그림 3] 잣나무 추출물 마이크로캡슐 제조공정

- 제조된 키토산 용액은 계면활성제를 함유하고 있기 때문에 수상의 키토산 용액에 유상의 잣나무 추출물을 분산시킬 수 있다. 이를 위해 균질기를 이용하였으며, 9,000rpm으로 한 시간 동안 교반하여 혼합한다. 본 과정에서 잣나무 추출물은 키토산 용액 중에 미세하게

분산되며, 이 단계에서 교반속도에 따라 키토산 캡슐의 크기가 결정된다. 만약 계면활성제가 부족하다면, 본 과정이 끝난 혼합액의 표면에는 분산되지 못한 잣나무 추출물이 부유하게 되며, 너무 과량의 계면활성제가 함유된다면 전체 액상의 점도가 지나치게 상승하여 겔화되기 때문에 적정 계면활성제 양을 투입해야한다.

- 캡슐화에서 캡슐의 물성을 정하는 가장 중요한 변수가 바로 가교제이다. 가교제는 가교제의 종류, 농도, 양 모두 캡슐화에 민감한 변수로서, o/w emulsion 기반 캡슐화 공정에서는 가교제의 양을 과량으로 투입할 수 없는데, 만약 과량으로 투입한다면, 액 중의 키토산이 모두 가교되어 버리기에 적정 농도의 가교제를 넣으면 가교반응이 일어나기 전에 가교제가 균질하게 액 중으로 분산되고, 가교반응이 일어나게 된다. 결합하고 있는 키토산 이온은 액 중에 분산되어 있는 키토산 용액보다 열역학적으로 불안정한 상태이기 때문에 액 중 키토산 이온보다 먼저 반응이 진행된다. 하지만 일정량이 넘어가면 키토산 용액 중의 이온과 반응을 시작하기 때문에, 적정량을 설정해야할 필요성 있다.
- o/w/o emulsion 법은 상기 o/w emulsion 법과 거의 유사하지만 차이점은 상기와 같이 제조한 o/w emulsion을 오일 상에 분산한다는 점이다. 오일 상에 분산되어야 할 o/w emulsion의 점도는 키토산 용액의 점도와 Tween 계열 계면활성제에 의한 영향으로 높은 상태이기 때문에 o/w emulsion에 사용되는 계면활성제를 사용하는 것이 바람직하다. Span 계열의 계면활성제를 사용하여 상안정성을 높이고자하며, 최적화된 계면활성제의 양을 투입하여 호모게나이저를 이용해 9,000rpm으로 10분 동안 교반하여 혼합한다.
- o/w emulsion을 오일 상에 분산시켜주면 잣나무 추출물이 분산된 키토산이 분산제에 분산하게 되는데 본 과정에서 잣나무 추출물은 키토산 용액 중에 미세하게 분산되며, 이 단계에서 교반속도에 따라 키토산 캡슐의 크기가 결정된다. 잣나무 추출물이 분산된 키토산 용액은 점도가 높은 상태이기 때문에 키토산 용액의 투입은 천천히 droplet방식으로 30분간 진행하였으며, 그 후 9,000rpm으로 한 시간 동안 충분히 교반한다.

가교제 무첨가군

가교제 첨가군



[그림 4] 가교제를 이용한 캡슐 변수실험

계면활성제 무첨가군



계면활성제 첨가군



[그림 5] 계면활성제를 이용한 장기보관 실험

나. 분말 마이크로캡슐

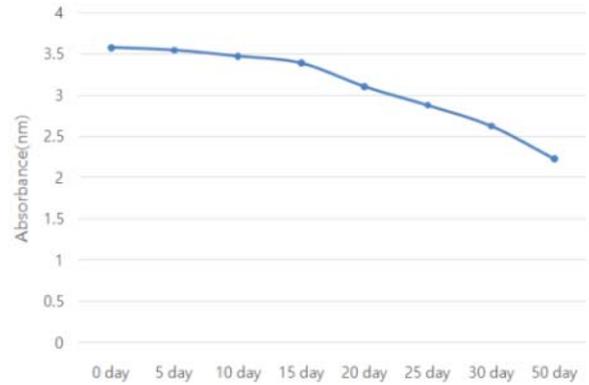
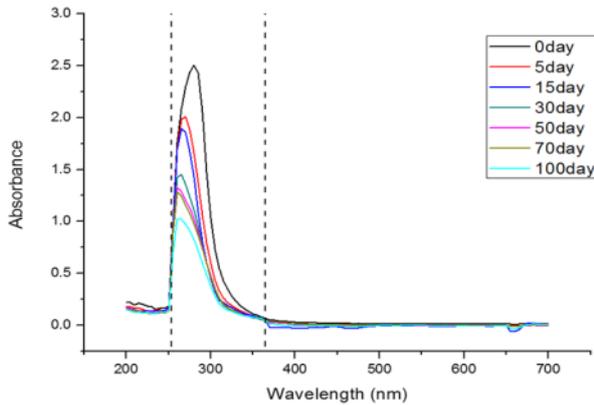
- 무기담체를 이용하여 서방성을 조절하고자 한다. 기존 무기담체를 활용하는 방법은 흡수성이 뛰어난 광물질 담체에 활성 성분과 생분해성 수지를 용제와 혼합하여 무기 담체의 표면에 용융시켜 제조하는 방법과 무기 담체의 결정 구조를 이용하여 층간에 활성 성분을 삽입하는 방법이 있다. 무기 담체 표면에 코팅하는 방법은 방출속도 조절이 수지의 분해속도 및 광물질의 흡수율에 의해 결정되기 때문에 약효의 장기간 방출 염려와 경제성이 떨어지는 단점이 있다. 서방성 방출형 제제를 개발하는 것은 담체와 활성물질의 비율 등을 적절하게 선택하여 원하는 방출 속도의 고상의 방출제를 제조하는 것이다. 방출제어는 방출 속도를 조절하는 것을 의미하는데 영향을 미치는 인자로는 담체의 종류, 점도, 용량, 제조공정이다. 가장 영향을 미치는 인자로서 담체의 선택이 중요하다.
- 담체의 종류로는 점토(clays), 일라이트, zeolite, porous silicate, kaoline, 텍스트린, 백운모 등 다공성 규산염이 알려져 있다.
- 잣나무 추출물의 적용범위를 넓히기 위해 무기담체를 사용하여 캡슐레이션을 달리하여 제조하였는데, 베타-사이클로덱스트린을 에탄올과 물을 1:2로 혼합한 에탄올 수용액에 투입하여 온도가 70℃가 되면 잣나무구과 추출물을 베타-사이클로덱스트린 에탄올 수용액에 투입한 후 이를 가열하여 녹인 후 상온에서 4시간 동안 냉각시켜 잣나무구과 추출물을 혼합한 베타-사이클로덱스트린 에탄올 수용액을 4℃ O/N 인큐베이션시킨 후 10,000rpm으로 4℃에서 원심 분리하여 상층액은 버리고 24시간 동안 건조하였다.

(4) 마이크로캡슐 서방성 확인

- 제조된 잣나무 추출물 마이크로캡슐의 심물질 방출거동을 알아보기 위하여 15mL 에틸알코올에 제조된 잣나무 추출물 마이크로캡슐 0.1g을 넣고, 시간에 따라 용액을 채취하여 UV-Vis 분광광도계(human Co. X-ma1000)를 이용하여, 잣나무 추출물 성분인  $\alpha$ -pinene의 발색 피크인 단파장대 254nm, 장파장대 365nm에서 흡광도를 측정하였다. 50일 동안 잣나

무 추출물 성분인  $\alpha$ -pinene이 방출되는지 확인했다.

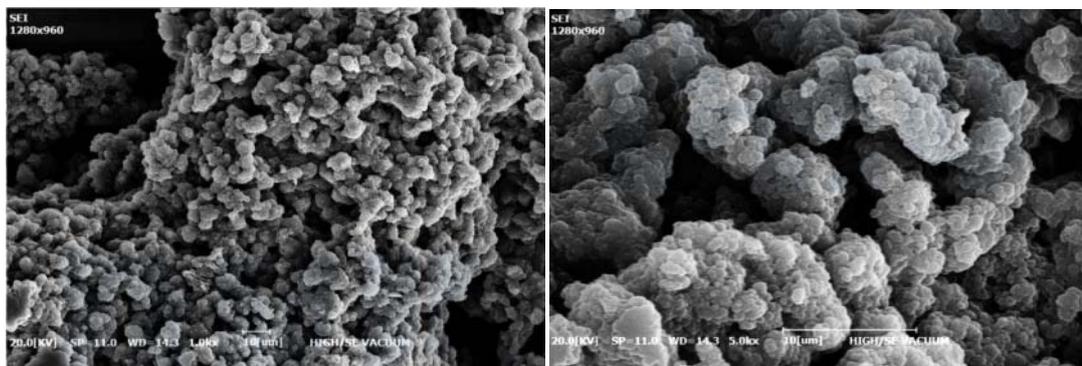
그 결과, 마이크로캡슐은 100일 동안 심물질이 방출되었으나, 신선도 유지제에 맞게 서방성을 조절하여 제조한 결과, 50일이 되었어도 심물질이 방출된다는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 해외에서 수입되어 오는 기간보다 더 오랜 기간 동안 심물질이 방출된다는 점과 항균효과를 내는 것으로 사료된다.



잣나무 추출물 마이크로캡슐 100일 서방성 확인

잣나무 추출물 마이크로캡슐 50일 서방성 확인

[그림 6] 잣나무 추출물 마이크로캡슐 서방성 확인



10,000배 확대

15,000배 확대

[그림 7] 잣나무 추출물 마이크로캡슐

○ 마이크로캡슐을 동결건조 후 SEM을 이용하여 마이크로캡슐 사이즈를 확인한 결과 사진 처럼 입자의 형태가 고른상태로 캡슐형성이 안정적으로 생성된 것을 확인했으며, 이들 사이즈는 10.7um임을 확인하였다.

(5) 잣나무 추출물을 이용한 신선도 패드 시제품 개발

- 잣나무 추출물 마이크로캡슐레이션 용액을 처리하여 시제품을 제작하였으며, 패드 소재로는 (주)피러스 FRU-VEG 신선도 패드의 경우 부직포를 사용하였으며, (주)대왕 신선도 패드의 경우 펄프를 사용, GH신소재는 PE소재를 사용함.

[표 6] 신선도 패드 제조사별 분류

		
<p>(주)피러스 FRU-VEG</p>	<p>(주)대왕 펄프 신선도 패드</p>	<p>GH신소재 신선도 패드</p>

(6) 신선도 패드 기능성 검증 및 대량생산 기술과 품질관리 기술 구축  
가. 국내산 딸기

1) 연구방법

○ 대 상 : 국산 딸기를 이용한 무처리군, 아황산패드, 신선도 패드(PK-18 처리군)

(1) 아황산패드

한국 자체 생산 SO<sub>2</sub> 패드

- ① 제조사: (주)파인아그로케미칼(前 (주)탑프레쉬)
- ② 사업자등록번호: 217-81-17471
- ③ 주소: 서울특별시 서초구 강남대로 55길 24, 1314호
- ④ 전화번호: 02.588.1401-2 /팩스: 02.588.7896
- ⑤ 제품명: 후레쉬 골드(상품코드: SH100101)
- ⑥ 제품 사이즈: 가로23.5cm \* 세로 15.6cm
- ⑦ 사양: 총 무게 9g / 구멍1개 속 SO<sub>2</sub> 분말 0.08g / 구멍 속 SO<sub>2</sub> 분말 총 무게: 2.8g(35개 구멍\*0.08=2.8g)
- ⑧ 본 SO<sub>2</sub>패드는 2kg 포장용.



(2) PK-18패드(잣나무 추출물 마이크로캡슐 코팅군)

- ① 제조사: (주)피러스
- ③ 주소: (본사) 충북 단양군 적성면 쌀미길 18번지  
(연구소) 경기도 용인시 수지구 동천동 899  
분당수지유타워 A동 1110호
- ④ 전화번호: 043-421-0330 /팩스: 0303-3440-0330
- ⑤ 제품명: FRU-VEG
- ⑥ 제품 사이즈: 가로23.5cm \* 세로 15.6cm



⑦ 사항: 총 무게 3.8g / 부직포 무게 1g, 유효물질 무게: 2.8g)

**\*SO2 패드의 유용성분인 SO2분말을 기준으로 g수를 맞춤.**

⑧ 유용성분: 잣나무 추출물 마이크로캡슐 2.8g

⑨ 본 신선도 유지제 FRU-VEC 패드는 2kg 포장용.

○ 시험방법 : 과일을 소분하여 패드를 과일 밑에 깔음.

온도는 0~1℃ 냉장저장

○ 처리방법

처리별	딸기	비 고
무처리군	6개 1묶음/ 3회	무처리
아황산패드군	6개 1묶음/ 3회	패드 삽입 후 저장
PK-18 처리군	6개 1묶음/ 3회	패드 삽입 후 저장

○ 조사내용 : 부패율, 신선도, 저장 중 과피 이상증상 발생을 등

2) 주요 연구결과 요약

○ 외관 변화



[그림 8] 딸기 1차 실험 결과

- 무처리군의 경우 1주 후부터 3개의 열매에서 곰팡이가 발생하였으며, 이산화황패드의 경우 3주 후에 2개의 열매에서 곰팡이 발생하였다. PK-18패드의 경우 3주 후까지도 곰팡이가 발생하지 않았다.

패드 실험군	무처리군 1	이산화황패드	PK-18패드
0			
1			
2			
3			

[그림 9] 딸기 2차 실험 결과

- 무처리군의 경우 1주 후부터 6개 딸기에서 모두 곰팡이가 발생하였으며, 아황산패드의 경우 2주 후부터 3개의 열매에서 곰팡이가 발생하였으나 PK-18패드의 경우 3주후부터 2개의 열매에서 곰팡이가 발생하였다.



[그림 10] 딸기 3차 실험 결과

- 무처리군에서는 2주 후부터 2개의 열매에서 곰팡이가 발생하였으며, 이산화황패드의 경우 1주 후부터 열매5개에서 곰팡이가 발생하였으며, PK-18패드의 경우 3주 후까지 곰팡이가 발생하지 않았다.

(7) 신선도 패드 특허 출원

- 국내산 목재 추출물을 이용한 수출입 농산물의 유통 개선 기능성 패드의 개발 (출원번호:10-2018-0167631)

【서지사항】

<b>【서유명】</b>	특허출원서
<b>【출원구분】</b>	특허출원
<b>【출원인】</b>	
<b>【명칭】</b>	(주)피러스
<b>【특허고객번호】</b>	1-2006-084826-4
<b>【출원인】</b>	
<b>【성명】</b>	김배웅
<b>【특허고객번호】</b>	4-2008-009307-4
<b>【발명의 국문명칭】</b>	유무기복합체를 이용한 신선도 유지제
<b>【발명의 영문명칭】</b>	freshness maintenance agent using organic inorganic composite

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

<b>【과제고유번호】</b>	1545015182
<b>【부처명】</b>	농림축산식품부
<b>【연구관리 전문기관】</b>	농림식품기술기획평가원
<b>【연구사업명】</b>	기술사업화지원
<b>【연구과제명】</b>	국내산 목재 추출물을 이용한 수출입 농산물의 유통 개선용 기능성 패드의 개발
<b>【기여율】</b>	1/1
<b>【주관기관】</b>	(주)피러스
<b>【연구기간】</b>	2017.05.30 ~ 2017.12.31

(8) 시제품 현장적용시험 총괄

○ 칠레포도 신선도 패드 테스트(1안)

가. 해당업체 : 선우마켓팅 (칠레산 과일 전문 업체 / 해외포도 최대 수입업체)

나. 물 량 : 2 파렛트 약190 박스

다. 시 기 : 2019년 4월 한국 도착

라. 패드배송 : 해당업체 대표이사가 칠레에 직접 가져감.

칠레 내 포도생산지역의 잦은 변경으로 패드의 분실우려



[그림 11] 칠레 포도 컨테이너

○ 태국 현지 망고 패드실험 1차 실험

가. 목 적 : PK-18 패드를 이용하여 운송방법을 개선 기존 항공운송에서 해상으로의 운송으로의 방법 개선과 패드판매의 활성화 목적으로 실험하였다. 태국 방콕에서 해상운송 시 선도유지 필요기간은 21일이다.

나. 대 상 : 태국산 현지 망고를 이용한 신선도 패드(PK-18 처리군)

다. 설 정

- 온도 : 냉장고 설정온도 14℃, 적정온도 14.2℃
- 기간: 1차 확인 2018.02.24. ~ 03.06(11일) 아침에 테스트를 시작, 시작일 포함  
2차 확인 2018.02.24. ~ 03.15(20일)
- 품종 : 남독마이
- 중량: 평균 500g이상의 대과 8개 사용



냉장고 설정온도



냉장고 내부 온도



테스트 진행중

[그림 12] 태국 망고 현지 신선도 패드 실험

- 망고 1차로 확인 결과 망고의 상태는 양호하여 테스트 기간을 연장해 3월 16일에 확인해보기로 했고, 2차 확인 시 태국 파트너의 부득이한 사정으로 인해 하루 앞당겨 확인한 결과 총 8알 중 6개의 품질저하현상이 있었는데 유형으로는 과다수분증발과 탄저현상이 발생되어 성적이 좋지 않았으나 유의성을 좀 더 검증하기 위해 추가현장시험 진행할 예정이다.
- 첫 컨테이너(20피트)에 20박스 적용, 3월 한국도착



망고 1차 확인



망고 2차 확인



망고 2차 확인

[그림 13] 태국 망고 현지 신선도 패드 결과

○ 태국 현지 망고 패드실험 2차 실험

가. 목 적 : 태국 현지에서부터 PK-18패드를 적용하여 항공을 이용해 한국까지 운송 방법을 적용하여 신선도 연장에 관한 실험

나. 대 상 : 태국 현지 망고 농장에서 신선도 패드(PK-18 처리군)

다. 설 정

- 기간 : 2019.03.30. ~ 2019.04.02

- 품종 : 남독마이

- 중량 : 1박스에 평균 500g이상의 대과 12개 / 10박스



[그림 14] 태국 망고

- 태국 망고 현지에서 망고상자에 적용 후 항공을 통해 한국으로 들여온 뒤 냉장창고에서 선도 실험을 할 예정이며, 1차 태국 현지 실험보다 처리용액을 개선하여 실험하고자 한다.

○ 태국 망고봉지(2안)

가. 현재 상황 : 최종샘플의 테스트 진행 중 3월 초 결과 나옴.

나. 수출예정시기 및 물량 : 첫 컨테이너(20피트)를 2019년 5월 예정



[그림 15] 피리스 망고봉지 현지 테스트 및 수출계약서

○ 농산업벤처스

가. 현재 상황: 국내 과·채류 수출업체로서 신선도 패드 적용 시험 중

2-2. 참여기관1: 인하대학교 산학협력단

(1) 수출입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 효과검증 1차 [안전성 검증]

1. 처리구

가. 과일 : 딸기 (경남 산청), 파인애플, 국산 포도, 수입산 포도

나. 패드 : 아황산패드, 신선도패드(PK-18 무처리구), 신선도패드1, 신선도패드2

(1) 아황산패드

한국 자체 생산 SO<sub>2</sub> 패드

- ① 제조사: (주)파인아그로케미칼( 前 (주)탑프레쉬)
- ② 사업자등록번호: 217-81-17471
- ③ 주소: 서울특별시 서초구 강남대로 55길 24, 1314호
- ④ 전화번호: 02.588.1401-2 /팩스: 02.588.7896
- ⑤ 제품명: 후레쉬 골드(상품코드: SH100101)
- ⑥ 제품 사이즈: 가로23.5cm \* 세로 15.6cm
- ⑦ 사양: 총 무게 9g / 구멍1개 속 SO<sub>2</sub> 분말 0.08g / 구멍 속 SO<sub>2</sub> 분말 총 무게: 2.8g(35개 구멍\*0.08=2.8g)
- ⑧ 본 SO<sub>2</sub>패드는 2kg 포장용.



(2)신선도패드(PK-18 무처리군)

무처리군의 경우 저희 (주)피러스 신선도 유지제인 부직포에 아무것도 처리하지 않은 제품.

- ① 사이즈: 가로 23.5cm \*세로 15.6cm



(3) 신선도패드1[FRU-VEC-잣나무 추출물 마이크로캡슐 코팅]

- ① 제조사: (주)피러스
- ③ 주소: (본사) 충북 단양군 적성면 쌀미길 18번지 (연구소) 경기도 용인시 수지구 동천동 899 분당수지유타워 A동 1110호
- ④ 전화번호: 043-421-0330 /팩스: 0303-3440-0330
- ⑤ 제품명: FRU-VEC
- ⑥ 제품 사이즈: 가로23.5cm \* 세로 15.6cm
- ⑦ 사양: 총 무게 3.8g / 부직포 무게 1g, 유효물질 무게: 2.8g



**\*SO<sub>2</sub> 패드의 유용성분인 SO<sub>2</sub>분말을 기준으로 g수를 맞춤.**

- ⑧ 유용성분: 잣나무 추출물 마이크로캡슐 2.8g
- ⑨ 본 신선도 유지제 FRU-VEC 패드는 2kg 포장용.

(4) 신선도패드2[썬세이-잣나무 추출물 분말상]

- ① 제조사: (주)피러스
- ③ 주소: (본사) 충북 단양군 적성면 쌀미길 18번지  
(연구소) 경기도 용인시 수지구 죽전로 152  
단국대학교 죽전캠퍼스 3공학관 203호
- ④ 전화번호: 043-421-0330 /팩스: 0303-3440-0330
- ⑤ 제품명: 썬세이
- ⑥ 제품 사이즈: 가로 9cm \* 세로 8cm
- ⑦ 사양: 총 무게 9g



**\*SO2 패드의 유용성분인 SO2분말을 기준으로 g수를 맞춤.**

- ⑧ 유용성분: 무기담체+ (주)피러스 잣나무 추출물
- ⑨ 본 썬세이는 2kg 포장용.

2. 포장 및 저장 조건

가. 포장

- 과일을 2kg씩 담아 패드를 과일에 접촉하도록 엮음
- 모든 처리구는 각각 개별의 PE 소재의 지퍼백에 담음

나. 온도 : 0~1℃ 냉장저장

다. 습도 : 90% 이하

라. 저장기간 : 2017년 10월 24일(0주)부터 2017년 11월 15일(3주)까지 1주 간격으로 품질평가

3. 실험항목

	딸기	파인애플	국산 포도	수입산 포도
외관	동일한 포장단위의 과일을 1주 간격으로 촬영함			
PH	과일은 blneder(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)를 이용하여 갈아준 뒤 pH meter(AB15 plus, Fischer scientific, Pittsburgh, Pennsylvania, USA)를 이용하여 측정			
당도	과일은 blneder(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)를 이용하여 갈아준 뒤 10배희석하여 디지털당도계(PR-201 α, ATAGO, Japan)으로 측정하였으며 이를 환산하여 ° Birx로 나타냄			
경도	딸기는 세로방향으로 절단하여 절단면을 바닥으로 향하게 하고 과일의 중앙부분을 측정.	파인애플은 slice된 절단면을 측정.	포도는 과육의 중앙을 측정.	포도는 과육의 중앙을 측정.
	TA-XT2(Stable Micro System, Haslemere, Surry, Uk)를 이용하여 상온에서 측정하였으며 지름 5.0mm의 cylindrical probe를 이		TA-XT2(Stable Micro System, Haslemere, Surry, Uk)를 이용하여 상온에서 측정하였으며 지름 3.0mm의 cylindrical probe를	

	용하여 5.00 mm/sec의 속도로 시료의 60% 깊이까지 도달했을 때 얻은 최대값을 경도(g)로 나타냄	이용하여 5.00 mm/sec의 속도로 시료의 60% 깊이까지 도달했을 때 얻은 최대값을 경도(g)로 나타냄
증량 감소율	동일한 과일의 중량을 1주일 간격으로 측정하여 백분율로 나타냄.	
관능 검사	훈련된 패널들을 바탕으로 무작위의 번호가 부여된 접시에 과일을 제공한 뒤 저장 중 과일의 외관(윤기, 색), 향, 경도, 맛, 종합적기호도에 대해 9점 척도법으로 평가	

#### 4. 실험결과

##### 가. 외관

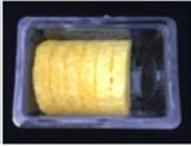
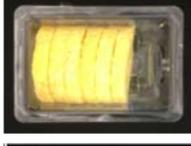
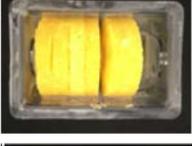
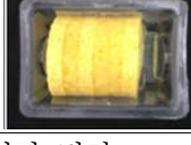
표. 잣나무 껍질 유래 PK-18 처리에 따른 과실의 저장 중 외관변화

##### 1) 딸기

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0				
1				
2				
3				

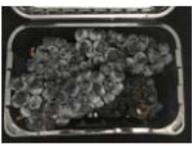
[그림 16] 딸기 외관 결과

2) 파인애플

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0				
1				
2				
3				

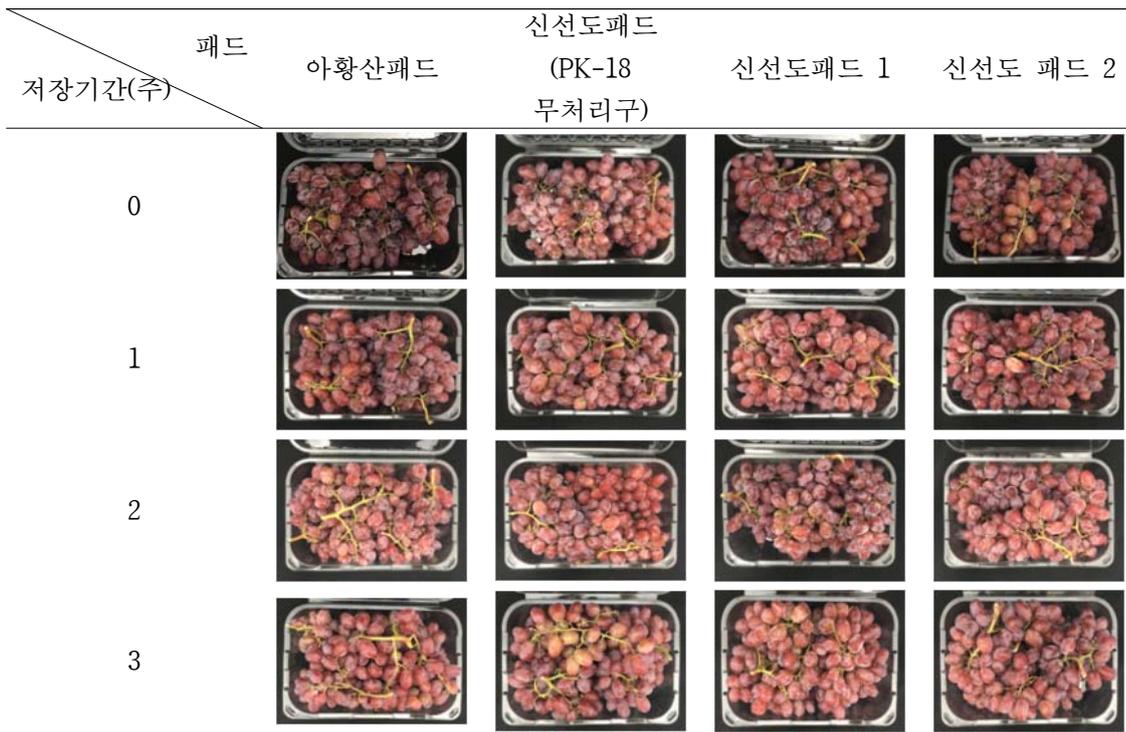
[그림 17] 파인애플 외관 결과

3) 국산포도

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18 무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0				
1				
2				
3				

[그림 18] 국산포도 외관 결과

3) 수입산 포도



[그림 19] 수입산 포도 외관 결과

나. pH

표. 잣나무 껍질 유래 PK-18 처리에 따른 과실의 저장 중 pH 변화

1) 딸기

[표 7] 딸기 pH 변화 결과

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	4.40±0.07 <sup>a</sup>	4.40±0.07 <sup>a</sup>	4.40±0.07 <sup>a</sup>	4.40±0.07 <sup>a</sup>
1	3.92±0.10 <sup>b</sup>	3.88±0.09 <sup>bc</sup>	3.92±0.15 <sup>b</sup>	3.90±0.11 <sup>c</sup>
2	3.80±0.03 <sup>cc</sup>	3.83±0.03 <sup>cb</sup>	3.84±0.02 <sup>bb</sup>	4.00±0.01 <sup>bcA</sup>
3	3.96±0.03 <sup>bb</sup>	3.94±0.03 <sup>bb</sup>	3.98±0.02 <sup>bb</sup>	4.08±0.05 <sup>ba</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-C</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

2) 파인애플

[표 8] 파인애플 pH 변화 결과

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	4.00±0.19 <sup>a</sup>	4.00±0.19 <sup>a</sup>	4.00±0.19 <sup>a</sup>	4.00±0.19 <sup>a</sup>
1	3.62±0.01 <sup>b</sup>	3.60±0.01 <sup>c</sup>	3.64±0.03 <sup>c</sup>	3.62±0.01 <sup>c</sup>
2	3.63±0.01 <sup>bB</sup>	3.64±0.01 <sup>bB</sup>	3.65±0.02 <sup>cB</sup>	3.89±0.01 <sup>bA</sup>
3	3.58±0.01 <sup>cB</sup>	3.56±0.03 <sup>dBC</sup>	3.70±0.00 <sup>bA</sup>	3.54±0.01 <sup>dC</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>A-C</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

3) 국산 포도

[표 9] 국산포도 pH 변화 결과

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	3.87±0.05 <sup>a</sup>	3.87±0.05 <sup>a</sup>	3.87±0.05 <sup>a</sup>	3.87±0.05 <sup>a</sup>
1	3.32±0.07 <sup>b</sup>	3.36±0.03 <sup>b</sup>	3.37±0.01 <sup>b</sup>	3.34±0.09 <sup>b</sup>
2	3.36±0.01 <sup>bA</sup>	3.37±0.03 <sup>bA</sup>	3.30±0.03 <sup>cB</sup>	3.38±0.04 <sup>bA</sup>
3	3.40±0.05 <sup>bA</sup>	3.36±0.03 <sup>bAB</sup>	3.28±0.06 <sup>cC</sup>	3.31±0.03 <sup>bBC</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>A-C</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

4) 수입산 포도

[표 10] 수입산 포도 pH 변화 결과

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	4.26±0.03 <sup>a</sup>	4.26±0.03 <sup>a</sup>	4.26±0.03 <sup>a</sup>	4.26±0.03 <sup>a</sup>
1	3.72±0.05 <sup>b</sup>	3.69±0.03 <sup>c</sup>	3.68±0.05 <sup>c</sup>	3.72±0.11 <sup>b</sup>
2	3.73±0.02 <sup>bC</sup>	3.77±0.02 <sup>bB</sup>	3.84±0.02 <sup>bA</sup>	3.71±0.02 <sup>bC</sup>
3	3.51±0.04 <sup>cA</sup>	3.46±0.03 <sup>dAB</sup>	3.49±0.06 <sup>dA</sup>	3.42±0.03 <sup>cB</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>A-C</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ).

다. 당도

1) 딸기

[표 11] 딸기의 저장 중 당도 변화

(단위 : ° Brix)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	10.5±0.6 <sup>a</sup>	10.5±0.6 <sup>a</sup>	10.5±0.6 <sup>a</sup>	10.5±0.6 <sup>a</sup>
1	10.0±0.0 <sup>ab</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>
2	10.25±0.5 <sup>ab</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	10.25±0.5 <sup>ab</sup>
3	9.50±0.6 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>b</sup>	9.50±0.6 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

2) 파인애플

[표 12] 파인애플의 저장 중 당도 변화

(단위 : ° Brix)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	15.0±0.0	15.0±0.0 <sup>a</sup>	15.0±0.0 <sup>a</sup>	15.0±0.0 <sup>b</sup>
1	15.0±0.0	15.0±0.0 <sup>b</sup>	15.0±0.0 <sup>b</sup>	15.0±0.0 <sup>b</sup>
2	15.0±0.0 <sup>B</sup>	15.75±0.5 <sup>bA</sup>	15.0±0.0 <sup>bB</sup>	16.0±0.0 <sup>aA</sup>
3	15.0±0.0 <sup>C</sup>	15.0±0.0 <sup>bC</sup>	15.5±0.6 <sup>bB</sup>	16.0±0.0 <sup>aA</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

3) 국산 포도

[표 13] 국산포도의 저장 중 당도 변화

(단위 : ° Brix)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	15.0±0.0 <sup>b</sup>	15.0±0.0 <sup>a</sup>	15.0±0.0 <sup>a</sup>	15.0±0.0 <sup>a</sup>
1	14.3±0.5 <sup>ca</sup>	14.3±0.5 <sup>bB</sup>	15.0±0.0 <sup>aA</sup>	14.8±0.5 <sup>a</sup>
2	14.3±0.5 <sup>c</sup>	15.0±0.0 <sup>a</sup>	14.8±0.5 <sup>a</sup>	14.0±0.0 <sup>bAB</sup>
3	16.5±0.6 <sup>a</sup>	14.8±0.5 <sup>ab</sup>	14.5±0.6 <sup>a</sup>	14.5±0.6 <sup>ab</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

4) 수입산 포도

[표 14] 국산포도의 저장 중 당도 변화

(단위 : ° Brix)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	23.0±0.0 <sup>a</sup>	23.0±0.0 <sup>a</sup>	23.0±0.0 <sup>a</sup>	23.0±0.0 <sup>a</sup>
1	21.0±0.0 <sup>cb</sup>	20.0±0.0 <sup>cc</sup>	21.0±0.0 <sup>bB</sup>	23.0±0.0 <sup>aA</sup>
2	23.0±0.0 <sup>aA</sup>	21.0±0.0 <sup>bc</sup>	23.0±0.0 <sup>aA</sup>	21.8±0.5 <sup>bB</sup>
3	22.0±0.0 <sup>bA</sup>	21.0±0.0 <sup>bB</sup>	21.0±0.0 <sup>bB</sup>	22.0±0.0 <sup>bA</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

라. 경도

1) 딸기

[표 15] 딸기 저장 중 경도 변화

(단위 : g)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	448.48 ± 26.90 <sup>a</sup>	448.48 ± 26.90 <sup>a</sup>	448.48 ± 26.90 <sup>a</sup>	448.48 ± 26.90 <sup>a</sup>
1	468.69 ± 31.32 <sup>aA</sup>	397.69 ± 64.20 <sup>bB</sup>	395.55 ± 72.67 <sup>bB</sup>	446.66 ± 24.24 <sup>aA</sup>
2	320.49 ± 49.72 <sup>bB</sup>	348.68 ± 41.43 <sup>cA</sup>	364.41 ± 33.14 <sup>bCA</sup>	269.09 ± 35.58 <sup>bC</sup>
3	399.27 ± 22.03 <sup>bA</sup>	324.57 ± 30.37 <sup>B</sup>	344.78 ± 64.59 <sup>bB</sup>	271.24 ± 30.25 <sup>bC</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

2) 파인애플

[표 16] 파인애플 저장 중 경도 변화

(단위 : g)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	626.50 ± 46.23 <sup>a</sup>			
1	502.54 ± 41.71 <sup>bB</sup>	521.88 ± 70.23 <sup>bB</sup>	514.52 ± 58.40 <sup>bB</sup>	652.36 ± 82.23 <sup>aA</sup>
2	483.74 ± 42.89 <sup>b</sup>	459.14 ± 29.16 <sup>c</sup>	461.82 ± 51.32 <sup>b</sup>	488.77 ± 76.81 <sup>b</sup>
3	485.45 ± 38.55 <sup>b</sup>	463.81 ± 64.48 <sup>c</sup>	502.61 ± 65.26 <sup>b</sup>	476.39 ± 88.62 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

### 3) 국산 포도

[표 17] 국산 포도 저장 중 경도 변화

(단위 : g)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	768.78 ± 48.18 <sup>a</sup>	768.78 ± 48.18 <sup>a</sup>	768.78 ± 48.18 <sup>a</sup>	768.78 ± 48.18 <sup>a</sup>
1	675.00 ± 64.53 <sup>bA</sup>	626.73 ± 44.67 <sup>bB</sup>	717.65 ± 57.98 <sup>aA</sup>	662.53 ± 56.66 <sup>bB</sup>
2	651.93 ± 78.50 <sup>bAB</sup>	608.54 ± 47.43 <sup>bB</sup>	727.36 ± 92.72 <sup>aA</sup>	702.85 ± 102.76 <sup>abA</sup>
3	584.07 ± 54.53 <sup>b</sup>	613.78 ± 71.63 <sup>b</sup>	636.36 ± 49.56 <sup>b</sup>	662.53 ± 56.22 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

### 4) 수입산 포도

[표 18] 수입산 포도 저장 중 경도 변화

(단위 : g)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	837.98 ± 25.93 <sup>a</sup>			
1	666.11 ± 45.60 <sup>b</sup>	664.74 ± 44.82 <sup>b</sup>	628.14 ± 39.25 <sup>b</sup>	666.26 ± 39.77 <sup>c</sup>
2	801.27 ± 51.68 <sup>aA</sup>	631.47 ± 24.91 <sup>bC</sup>	625.90 ± 37.64 <sup>bC</sup>	743.67 ± 39.91 <sup>bB</sup>
3	651.70 ± 49.74 <sup>bB</sup>	619.15 ± 82.32 <sup>bB</sup>	636.36 ± 49.56 <sup>bB</sup>	738.08 ± 57.97 <sup>bA</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

마. 중량감소율

1) 딸기

[표 19] 딸기 저장 중 중량감소율 변화

(단위: %)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	-	-	-	-
1	0.07±0.14 <sup>B</sup>	0.11±0.22 <sup>B</sup>	1.32±1.25 <sup>A</sup>	0.01±0.01 <sup>B</sup>
2	0.09±0.13 <sup>B</sup>	0.06±0.13 <sup>B</sup>	1.33±1.28 <sup>A</sup>	0.11±0.15 <sup>B</sup>
3	0.14±0.12 <sup>B</sup>	0.06±0.12 <sup>B</sup>	1.37±1.33 <sup>A</sup>	0.27±0.35 <sup>B</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

2) 파인애플

[표 20] 파인애플 저장 중 중량감소율 변화

(단위: %)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	-	-	-	-
1	2.38±0.31 <sup>c</sup>	2.54±0.12 <sup>c</sup>	2.51±0.29 <sup>b</sup>	2.43±0.35 <sup>c</sup>
2	3.96±0.52 <sup>b</sup>	4.74±0.54 <sup>b</sup>	4.36±0.71 <sup>a</sup>	4.35±0.57 <sup>b</sup>
3	5.35±0.92 <sup>a</sup>	6.25±1.01 <sup>a</sup>	5.54±1.19 <sup>a</sup>	5.67±0.96 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly

3) 국산 포도

[표 21] 국산포도 저장 중 중량감소율 변화

(단위: %)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	-	-	-	-
1	0.03±0.03	0.09±0.09	0.03±0.02	0.33±0.59
2	0.12±0.14 <sup>AB</sup>	0.62±0.61 <sup>AB</sup>	0.02±0.04 <sup>B</sup>	0.83±0.65 <sup>A</sup>
3	0.37±0.33 <sup>AB</sup>	0.54±0.55 <sup>AB</sup>	0.07±0.05 <sup>B</sup>	0.85±0.66 <sup>A</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly

4) 수입산 포도

[표 22] 수입산 포도 저장 중 중량감소율 변화

(단위: %)

패드 저장기간(주)	아황산패드	신선도패드 (PK-18무처리구)	신선도패드 1	신선도 패드 2
0	-	-	-	-
1	0.81±0.89 <sup>A</sup>	0.02±0.05 <sup>B</sup>	0.01±0.01 <sup>B</sup>	0.04±0.07 <sup>bB</sup>
2	1.31±1.03	0.05±0.09	1.70±2.97	1.75±1.26 <sup>ab</sup>
3	1.67±1.09	0.00±0.01	2.18±3.18	2.79±2.08 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly

바. 관능검사

1) 딸기

[표 23] 딸기 관능적 특성

(단위 : 점)

	Week at 0 °C	아황산패드	신선도패드 (피톤 무처리)	신선도패드1	신선도패드2
Appearance	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	7.40±1.07 <sup>bA</sup>	7.10±0.99 <sup>bAB</sup>	7.90±0.88 <sup>bA</sup>	6.50±0.71 <sup>bB</sup>
	2	6.40±0.97 <sup>cA</sup>	6.50±0.97 <sup>bA</sup>	4.70±1.16 <sup>cB</sup>	3.50±0.97 <sup>cB</sup>
	3	2.70±1.16 <sup>dAB</sup>	3.60±1.17 <sup>cA</sup>	2.40±1.07 <sup>dB</sup>	3.60±0.97 <sup>cA</sup>
Aroma	0	8.60±0.52 <sup>a</sup>	8.60±0.52 <sup>a</sup>	8.60±0.52 <sup>a</sup>	8.60±0.52 <sup>a</sup>
	1	6.80±0.92 <sup>bA</sup>	6.50±1.08 <sup>bAB</sup>	5.80±0.92 <sup>bB</sup>	5.80±0.79 <sup>bB</sup>
	2	6.40±1.17 <sup>bA</sup>	6.20±0.79 <sup>bA</sup>	5.40±1.17 <sup>bA</sup>	4.00±1.15 <sup>cB</sup>
	3	3.20±1.03 <sup>cBC</sup>	4.60±1.17 <sup>cA</sup>	2.60±1.07 <sup>cC</sup>	3.70±0.82 <sup>cAB</sup>
Texture	0	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>
	1	7.50±0.53 <sup>bA</sup>	7.10±0.88 <sup>bAB</sup>	6.40±1.07 <sup>bB</sup>	6.60±0.97 <sup>bB</sup>
	2	6.20±1.14 <sup>cAB</sup>	6.60±1.07 <sup>bA</sup>	5.40±1.07 <sup>cBC</sup>	4.90±0.88 <sup>cC</sup>
	3	-	-	-	-
Taste	0	8.40±0.52 <sup>a</sup>	8.40±0.52 <sup>a</sup>	8.40±0.52 <sup>a</sup>	8.40±0.52 <sup>a</sup>
	1	7.30±1.16 <sup>bA</sup>	6.40±0.97 <sup>bAB</sup>	5.50±0.97 <sup>bB</sup>	6.00±0.94 <sup>bB</sup>
	2	5.60±0.8 <sup>cA</sup>	6.20±1.14 <sup>bAB</sup>	4.70±1.16 <sup>cBC</sup>	4.60±1.07 <sup>cC</sup>
	3	-	-	-	-
Overall acceptability	0	8.50±0.53 <sup>a</sup>	8.50±0.53 <sup>a</sup>	8.50±0.53 <sup>a</sup>	8.50±0.53 <sup>a</sup>
	1	7.10±1.10 <sup>bA</sup>	6.40±0.97 <sup>bAB</sup>	6.10±0.88 <sup>bB</sup>	6.20±1.03 <sup>bAB</sup>
	2	5.90±1.10 <sup>cA</sup>	6.20±1.14 <sup>bA</sup>	4.70±0.67 <sup>cB</sup>	4.10±0.88 <sup>cB</sup>
	3	2.80±1.14 <sup>dA</sup>	4.30±1.06 <sup>cA</sup>	2.50±1.08 <sup>dB</sup>	3.90±0.99 <sup>cB</sup>

<sup>a-d</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

2) 파인애플

[표 24] 파인애플 관능적 특성

(단위 : 점)

	Week at 0 °C	아황산패드	신선도패드 (괴톤 무처리)	신선도패드1	신선도패드2
Appearance	0	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>
	1	6.90±0.99 <sup>b</sup>	7.80±1.03 <sup>b</sup>	7.00±1.15 <sup>b</sup>	6.60±1.17 <sup>b</sup>
	2	5.90±0.88 <sup>c</sup>	6.10±1.10 <sup>c</sup>	6.00±0.94 <sup>c</sup>	5.40±1.07 <sup>c</sup>
	3	3.50±1.08 <sup>dA</sup>	3.60±1.07 <sup>dA</sup>	3.20±0.63 <sup>dA</sup>	2.30±0.95 <sup>dB</sup>
Aroma	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	7.20±1.03 <sup>bA</sup>	7.30±1.06 <sup>bA</sup>	6.50±0.53 <sup>bAB</sup>	6.20±0.92 <sup>bB</sup>
	2	5.40±1.17 <sup>c</sup>	5.40±0.97 <sup>c</sup>	4.60±0.70 <sup>c</sup>	4.70±1.16 <sup>c</sup>
	3	3.30±1.06 <sup>d</sup>	3.00±0.94 <sup>d</sup>	3.10±0.99 <sup>d</sup>	2.80±1.03 <sup>d</sup>
Texture	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	7.30±0.82 <sup>b</sup>	7.20±0.92 <sup>b</sup>	6.60±0.84 <sup>b</sup>	6.40±1.07 <sup>b</sup>
	2	5.20±0.92 <sup>cB</sup>	6.40±0.97 <sup>cA</sup>	5.70±1.16 <sup>cAB</sup>	5.40±1.07 <sup>cB</sup>
	3	-	-	-	-
Taste	0	8.0±0.48 <sup>a</sup>	8.0±0.48 <sup>a</sup>	8.0±0.48 <sup>a</sup>	8.0±0.48 <sup>a</sup>
	1	6.90±0.99 <sup>bA</sup>	7.40±0.84 <sup>bA</sup>	5.80±0.92 <sup>bB</sup>	5.30±0.95 <sup>bB</sup>
	2	4.70±1.06 <sup>cB</sup>	5.90±1.10 <sup>cA</sup>	4.40±0.97 <sup>cB</sup>	4.20±1.16 <sup>cB</sup>
	3	-	-	-	-
Overall acceptability	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	7.00±1.05 <sup>bAB</sup>	7.60±0.84 <sup>bA</sup>	6.20±0.79 <sup>bBC</sup>	5.50±1.18 <sup>bC</sup>
	2	4.80±1.14 <sup>cAB</sup>	5.60±1.07 <sup>cA</sup>	4.60±1.07 <sup>cB</sup>	4.30±0.82 <sup>cB</sup>
	3	2.80±1.03 <sup>d</sup>	2.60±1.17 <sup>d</sup>	2.80±1.87 <sup>d</sup>	2.70±1.16 <sup>d</sup>

<sup>a-d</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

3) 국산 포도

[표 25] 국산 포도 관능적 특성

(단위 : 점)

	Week at 0 °C	아황산패드	신선도패드 (피톤 무처리)	신선도패드1	신선도패드2
Appearance	0	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>
	1	7.70±.082 <sup>b</sup>	7.60±0.97 <sup>b</sup>	7.90±0.88 <sup>b</sup>	7.90±0.74 <sup>b</sup>
	2	7.60±0.97 <sup>b</sup>	7.60±0.97 <sup>b</sup>	7.50±0.97 <sup>bc</sup>	7.50±0.97 <sup>bc</sup>
	3	6.30±0.95 <sup>c</sup>	7.10±0.88 <sup>b</sup>	7.00±0.97 <sup>c</sup>	7.10±0.88 <sup>c</sup>
Aroma	0	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>
	1	7.00±1.15 <sup>b</sup>	7.20±0.92 <sup>b</sup>	6.40±0.84 <sup>b</sup>	7.00±1.05 <sup>b</sup>
	2	6.90±0.74 <sup>bA</sup>	6.00±1.05 <sup>bcB</sup>	5.90±1.91 <sup>bB</sup>	5.70±0.82 <sup>cB</sup>
	3	5.30±0.82 <sup>cB</sup>	6.70±1.16 <sup>cA</sup>	4.90±0.74 <sup>cB</sup>	4.80±1.14 <sup>dB</sup>
Texture	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	6.90±0.88 <sup>b</sup>	7.00±1.05 <sup>b</sup>	7.10±0.99 <sup>b</sup>	7.20±0.92 <sup>b</sup>
	2	7.00±0.82 <sup>b</sup>	6.80±0.92 <sup>b</sup>	7.10±1.10 <sup>b</sup>	6.70±0.95 <sup>b</sup>
	3	5.80±1.03 <sup>c</sup>	6.30±1.16 <sup>b</sup>	6.00±0.94 <sup>c</sup>	5.70±1.06 <sup>c</sup>
Taste	0	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>
	1	7.40±0.84 <sup>b</sup>	7.80±1.03 <sup>b</sup>	7.00±0.94 <sup>b</sup>	7.50±1.08 <sup>b</sup>
	2	7.10±1.10 <sup>b</sup>	7.30±1.16 <sup>b</sup>	6.40±1.17 <sup>b</sup>	6.30±0.67 <sup>c</sup>
	3	5.10±0.88 <sup>cB</sup>	6.40±0.97 <sup>cA</sup>	4.80±0.63 <sup>cB</sup>	5.10±1.10 <sup>dB</sup>
Overall acceptability	0	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>
	1	7.10±0.82 <sup>bAB</sup>	7.70±1.06 <sup>bA</sup>	6.70±0.95 <sup>bB</sup>	7.40±0.84 <sup>bAB</sup>
	2	7.30±1.25 <sup>bA</sup>	6.80±1.14 <sup>cAB</sup>	6.00±1.05 <sup>bB</sup>	6.20±1.14 <sup>cB</sup>
	3	5.30±1.16 <sup>cB</sup>	6.60±0.84 <sup>cA</sup>	5.00±0.82 <sup>cB</sup>	5.40±0.84 <sup>dB</sup>

<sup>a-d</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

4) 수입산 포도

[표 26] 수입산 포도 관능적 특성

(단위 : 점)

	Week at 0 °C	아황산패드	신선도패드 (피톤 무처리)	신선도패드1	신선도패드2
Appearance	0	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>	8.90±0.32 <sup>a</sup>
	1	6.50±1.18 <sup>b</sup>	7.30±1.16 <sup>b</sup>	7.40±0.97 <sup>b</sup>	6.90±0.88 <sup>b</sup>
	2	6.30±1.06 <sup>b</sup>	7.00±1.15 <sup>b</sup>	7.00±1.15 <sup>bc</sup>	7.00±1.15 <sup>b</sup>
	3	6.00±0.94 <sup>b</sup>	6.40±1.07 <sup>b</sup>	6.20±0.92 <sup>c</sup>	5.60±1.07 <sup>c</sup>
Aroma	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	6.80±0.92 <sup>b</sup>	7.00±0.82 <sup>b</sup>	6.10±1.10 <sup>b</sup>	6.60±1.17 <sup>b</sup>
	2	6.50±1.03 <sup>b</sup>	6.50±1.08 <sup>b</sup>	6.20±0.79 <sup>b</sup>	5.60±1.07 <sup>c</sup>
	3	6.50±1.08 <sup>bA</sup>	5.60±0.97 <sup>cA</sup>	4.60±1.17 <sup>cB</sup>	4.30±0.95 <sup>dB</sup>
Texture	0	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>	8.80±0.42 <sup>a</sup>
	1	7.70±1.06 <sup>b</sup>	7.40±1.17 <sup>b</sup>	7.10±0.88 <sup>b</sup>	7.90±0.74 <sup>b</sup>
	2	7.20±1.03 <sup>bc</sup>	7.10±0.99 <sup>b</sup>	7.60±1.07 <sup>b</sup>	7.20±0.92 <sup>b</sup>
	3	6.60±1.17 <sup>cB</sup>	6.00±0.94 <sup>cAB</sup>	5.90±0.74 <sup>cAB</sup>	5.50±1.18 <sup>cB</sup>
Taste	0	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>
	1	7.20±0.92 <sup>bAB</sup>	7.50±0.71 <sup>bA</sup>	6.50±0.53 <sup>bB</sup>	7.20±1.03 <sup>bAB</sup>
	2	6.80±1.03 <sup>b</sup>	6.80±0.92 <sup>b</sup>	6.90±0.74 <sup>b</sup>	6.40±0.70 <sup>c</sup>
	3	6.50±1.18 <sup>bA</sup>	5.90±0.99 <sup>cA</sup>	4.60±0.97 <sup>cB</sup>	4.60±0.97 <sup>dB</sup>
Overall acceptability	0	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>	8.70±0.48 <sup>a</sup>
	1	7.10±1.10 <sup>bAB</sup>	7.50±0.97 <sup>bA</sup>	6.40±0.97 <sup>bB</sup>	7.30±1.16 <sup>bAB</sup>
	2	6.40±0.84 <sup>bc</sup>	6.60±0.97 <sup>c</sup>	6.80±0.92 <sup>b</sup>	6.40±1.17 <sup>b</sup>
	3	6.10±1.10 <sup>cA</sup>	5.30±0.95 <sup>dAB</sup>	4.80±1.14 <sup>cB</sup>	4.60±1.17 <sup>cB</sup>

<sup>a-d</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-B</sup>Means within row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

- 1주차 외관의 큰 변화는 없으며 밀폐된 포장으로 인하여 신선도패드의 강한 향이 과실에 영향을 주어 향과 맛에 큰 변화를 주었으며. 그 외의 pH, 당도, 중량 감소율, 경도 모두 감소함. 각 처리군 간의 변화 차를 보이지 않았다. 무처리군 에서의 감소폭이 좀 더 두드러지게 나타났다.
- 2주차 딸기와 파인애플의 다소 손상된 외관변화를 보였으며, 껍질이 있는 포도의 경우 가지의 마름 등을 제외하고 큰 변화 보이지 않다. pH, 당도, 경도 등 소폭 감소하나 패드처리군의 경우 다소 증가하는 것도 보였다.
- 3주차 딸기, 파인애플은 식음이 어려워졌으며. 포도의 경우 과실의 탈락이 보였다. 모든 과실 갈아놓았을 때 수분감이 현저히 증가하였다. pH, 당도 소량 변화하였으나, 경도, 중량 감소율에서는 두드러진 감소폭을 보다.
- 잣나무 껍질 유래 PK-18 패드의 지속성 및 방출제어 능력에 대한 검증과 껍질이 있는 과실과 껍질이 없는 과실에서 사용 시 영향력의 차이를 발견할 수 있었다. 지속성은 좋으나 서서히 방출되어지는 것으로 보이지 않음. PK-18의 향과 약효가 서서히 방출될 수 있도록 보완이 필요해 보였다..

## (2) 수출입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 효과검증 2차 [대상선정 예비연구]

### 실험방법

#### ① 처리구

- 가. 과일 및 버섯류 : 감귤, 감, 복숭아, 바나나, 국산포도, 국산양송이
- 나. 패드: 부직포(무처리구), 아황산패드, PK-18 분말상 패드, PK-18 코팅 패드

#### ② 포장 및 저장 조건

- 가. 포장
  - 패드를 과일 아래 깔고 과일을 2kg씩 담아 저장함.
  - 모든 실험구는 각각 개별의 용기에 담아서 6일 동안 저장하였다.
- 나. 온도 : 20~25℃ 실온 보관
- 다. 저장기간: 6일 동안 저장하면서 2일 간격으로 시료를 꺼내어 외관 및 품질평가 실시함.

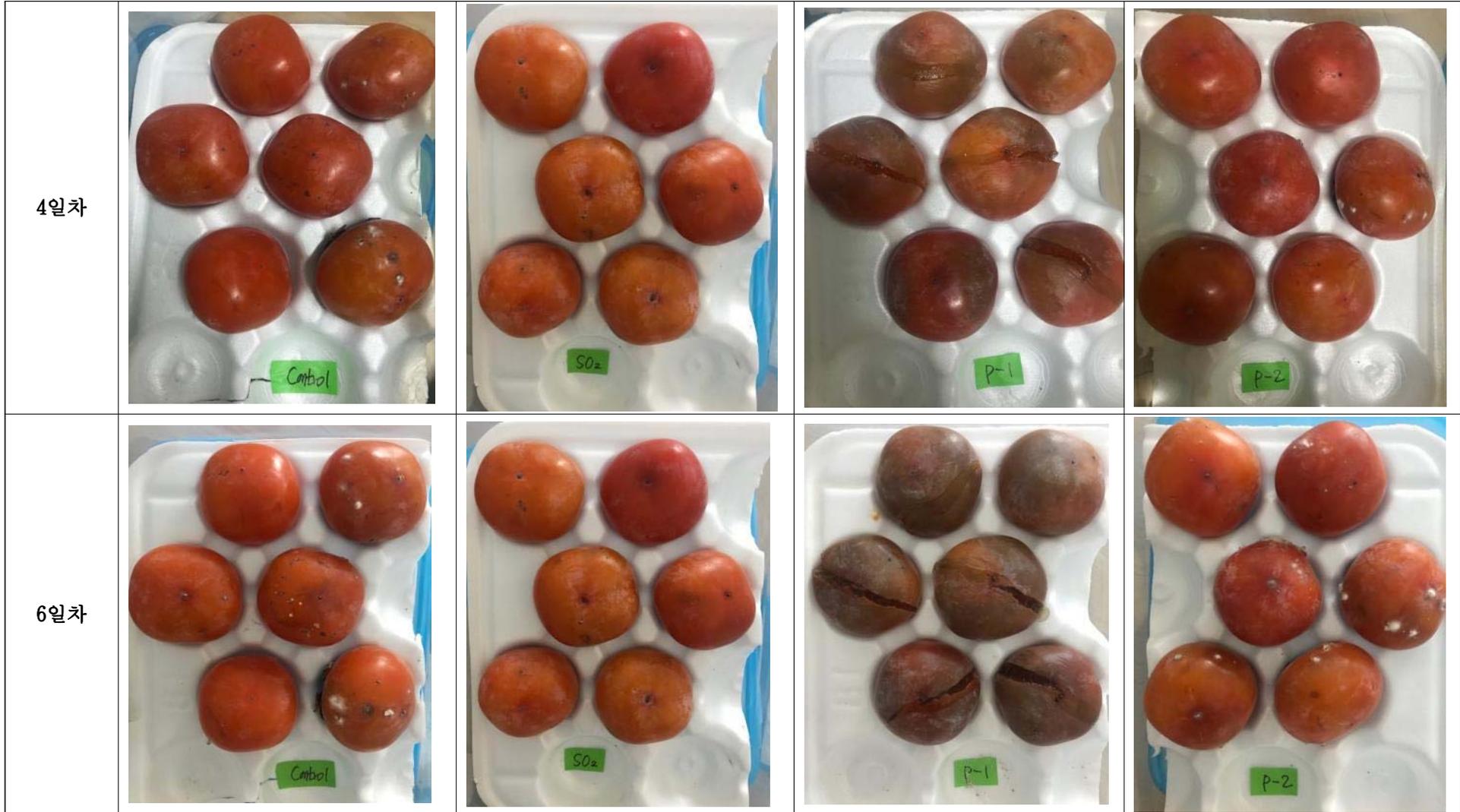
	대조구		아황산패드		분말상 패드		코팅 패드	
0일차								
2일차								
4일차								



결론: 무처리군의 경우 2일차부터 곰팡이 발생되었으며, 4일차부터 아황상패드를 제외한 모든 처리군에서 곰팡이 발생되었다.

1. 감 저장실험

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
0일차				
2일차				



	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
8일차				

결론: 아황산패드에 대비해 PK-18 패드 2가지 모두 곰팡이가 발생하여 저장성이 떨어짐을 확인하였다.

3. 복숭아 저장실험

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
0일차				
2일차				



결론: 대조군은 2일차에서 곰팡이 포자가 발생되었으며, 아황산패드에 6일차가 되어도 곰팡이가 발생되지 않았으나, 다른군들에서는 4일차부터 곰팡이가 발생하여 아황산패드에 비해 저장성이 떨어짐을 확인하였다.

4. 바나나 저장실험 1차

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
4일차				
6일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
8일차				

4-1. 바나나 저장실험(2차)

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
0일차				
2일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
4일차				
6일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
8일차				
10일차				

결론: 잣나무 추출물을 코팅 처리한 패드가 다른 기타제제들에 비해 높은 신선도 유지율을 확인하였다.

5. 포도 저장실험

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
0일차				
2일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
4일차				
6일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
8일차				
10일차				

결론: 10일차까지 보았을 때 아황산패드 처리가 좋았으며, 분말상과 코팅 패드는 아황산패드보다 미흡하지만 대조군보다 양호하게 외관 상태를 유지함을 확인하였다.

6. 양송이 저장실험

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
0일차				
2일차				

	대조구	아황산패드	분말상 패드	코팅 패드
4일차				
6일차				

결론: 4일차부터 무치리균을 포함한 처리군에서 곰팡이 발생함을 확인하여 양송이버섯에는 적합하지 않음을 확인하였다.

### (3) 잣나무구과 추출물 유래 PK-18 처리에 따른 국산포도의 저장 중 품질변화

#### 1. 처리구

가. 과일 : 국산포도

나. 패드 : 부직포(무처리구), 아황산패드, PK-18패드1(썬세이, 분말상), PK-18패드2(잣나무 추출물 마이크로캡슐 코팅처리군)

#### 2. 포장 및 저장 조건

가. 포장

- 패드를 과일 아래 깔고 과일을 2 kg씩 담아 저장하였다.

- 모든 실험구는 각각 개별의 락앤락 밀폐용기에 담아서 12일 동안 저장하였다.

나. 온도 : 20-25°C 실온 보관

다. 저장기간 : 12일 동안 저장하면서 3일 간격으로 시료를 꺼내어 외관 및 품질평가 실시하였다.

#### 3. 실험항목

가. 외관 : 동일한 포장 단위의 과일을 3일 간격으로 촬영하였다.

나. pH : 과일은 blender(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)를 이용하여 갈아준 뒤 pH meter(AB15 plus, Fischer scientific, Pittsburgh, Pennsylvania, USA)를 이용하여 측정하였다.

다. 당도 : 과일은 blender(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)를 이용하여 갈아준 뒤 디지털당도계(PR-201  $\alpha$ , ATAGO, Japan)으로 측정하였다.

라. 적정산도 : 착즙한 시료 5mL에 증류수 20mL를 가한 후 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.2까지 적정하여 0.1N NaOH 소비 mL를 tartaric acid로 환산하여 표시하였다.

마. 중량감소율 : 동일한 과일의 중량을 3일 간격으로 측정하여 백분율로 나타내었다.

바. 탈립과 : 동일한 과일의 탈립과의 무게를 3일 간격으로 측정하여 백분율로 나타내었다.

사. 색도 : 시료를 5×5 cm의 크기로 잘라 색도계(Color meter CR-400, Minolta, Co, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)를 3회 반복하여 측정 후 평균값을 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판은 L=96.35, a=0.17, b=1.79이었다.

아. 유리당 : 유리당 분석을 위한

glucose (Junsei chem 98%), galactose (Sigma 99%), arabinose (Aldrich 99%), xylose (Aldrich 99%), fructose (Sigma 99%), mannose (Sigma 99%), sucrose (Sigma 99.5%), maltose monohydrate (Junsei chem 99%), lactose monohydrate (Junsei chem 99%), raffinose (Sigma 99%), stachyose (Sigma 99%)의 표준품을 사용하였다. 시료 10 g 에 증류수 90 mL을 넣어 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Laboretechnik Co., Staufen, Germany)로 30초간 균질화하고 원심분리(15,000 rpm, 15분)한 후 상등액을 여과하여 100 mL로 정용하였다. 시료 추출물은 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Dionex ultimate 3000 , Thermo Dionex, USA) 로 분석하였다.

Conditions	
HPLC	Dionex ultimate 3000 (Thermo Dionex, USA / pump, autosampler, oven)
Detector	Shodex RI-101(Shodex, japan)
Column	Sugar-pak (Waters, 300*6.5mm, USA)
Oven Temp.	70°C
Flow rate	0.5ml/min
Injection volume	10 $\mu$ L

자. 유기산 :

유기산 분석을 위한 lactic acid sodium salt (Fluka 99%), citric acid (Showa chem 99.5%), malic acid (Kanto chem 99%), succinic acid (Aldrich 99%), oxalic acid (Showa chem 99.5%), fumaric acid (Showa chem 99%), VOAs mixture (AccuStandard FAMQ-004 10mM)을 사용하였고, 분석용 시료 추출물은 유리당 함량과 동일한 방법으로 조제하였다. 시료 추출물은 HPLC(Dionex ultimate 3000 , Thermo Dionex, USA)로 분석하였다.

Conditions	
HPLC	Ultimate3000 (Thermo Dionex, USA)
Detector	RI(ERC, RefractoMAX520, Japan), UV 210nm
Column	Aminex 87H column (300x10mm, Bio-Rad, USA)
Mobile phase	0.01N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.5N용액 희석하여 사용/ Fluka, USA)
Oven Temp.	40°C
Flow rate	0.5ml/min
Injection volume	10 $\mu$ L

차. 에탄올 : 유기산 분석을 위한 ethanol 표준품을 사용하였고, 분석용 시료 추출물은 유리 당 함량과 동일한 방법으로 조제하였다. 시료 추출물은 HPLC(Dionex ultimate 3000 , Thermo Dionex, USA) 로 분석하였다.

Conditions	
HPLC	Ultimate3000 (Thermo Dionex, USA)
Detector	RI(ERC, RefractoMAX520, Japan), UV 210nm
Column	Aminex 87H column (300x10mm, Bio-Rad, USA)
Mobile phase	0.01N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.5N용액 희석하여 사용/ Fluka, USA)
Oven Temp.	40°C
Flow rate	0.5ml/min
Injection volume	10 $\mu$ L

카. 향기성분 : SPME 방법을 이용한 향기성분 분석은 20mL 바이알에 포도 착즙액을 넣고 50°C Oven에서 가열 및 shaking 30분 한 후 fiber에 30분동안 흡착시킨 후 GC에 injection 하였다.

Conditions	
GC-MS	GC : Thermo TRACE1310(Thermo, USA) MS : Thermo TSQ8000(Thermo, USA)
Detector	Shodex RI-101(Shodex, japan)
Column	DB-WAX column (Agilent 60m*0.25mm, 0.5um film thickness)
Oven	40°C (5)-15°C /min-120°C -2°C /min- 200°C (5)-10°C /min-240°C (10)
Injector	240°C
Flow rate	2 mL/min
Split flow	50 mL/min
Injection SPME fiber	50/30 $\mu$ m PDMS/DVB 23Ga
Injection SPME oven	50°C, 30min
Mass range	35-350
Transfer line	250°C
Ion source	250°C

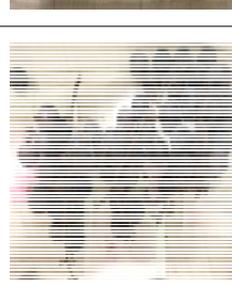
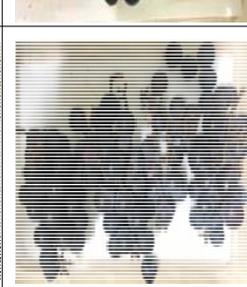
타. 전자코 측정 : 전자코 측정은 다음의 조건으로 분석하였다.

Conditions	
Electronic nose	Heracles II, Alpha MOS (Toulouse, France) MS : Thermo TSQ8000(Thermo, USA)
Detector	2 Flame ionized detector(FID)
Column	MTX-5/MTX-1701
Oven	40°C (5)-15°C /min-120°C -2°C /min- 200°C (5)-10°C /min-240°C (10)
Injector	240°C
Flow rate	1 mL/min
Mass range	35-350
Injection volume	1,000 $\mu$ L

하. 통계처리: 본 실험에서 얻어진 결과는 SAS program(2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

#### 4. 실험결과

##### 가. 외관

저장기간 (일)	패드			
	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
0				
3				
6				
9				
12				

[그림 20] 국내산 포도의 저장 중 외관 변화

국내산포도를 12일 동안 저장한 결과 저장 3일에는 탈립과들이 나타났으나 외관상으로는 크게 차이를 나타내지는 않았다. 저장 6일후에는 과육의 탈립이 많이 생겨나지 시작하였으며 대조구와 아황산패드에서 PK-18처리구보다 많은 탈립을 보였으며 특히 아황산패드에서는 과육의 색깔도 적색으로 변하기 시작하였다. 저장 9일에는 과육의 1/3 이상이 탈립되었고 아황산패드는 적색이 더 많이 나타났다. 저장 12일에는 대부분의 과육이 탈립되었고 외관상 가장 탈립이 적게 나타난 것은 코팅 패드 처리구였고, 가장 많은 탈립을 보인 것은 대조구였다. 색깔과 외관상 가장 좋은 실험구는 코팅 패드로 나타났다.

나. pH

[표 27] 국내산 포도의 저장 중 pH 변화

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리구
0	3.47±0.04 <sup>e</sup>	3.52±0.05 <sup>e</sup>	3.70±0.07 <sup>e</sup>	3.67±0.05 <sup>d</sup>
3	3.87±0.17 <sup>d</sup>	3.86±0.10 <sup>d</sup>	4.05±0.13 <sup>d</sup>	4.09±0.17 <sup>c</sup>
6	4.02±0.01 <sup>c</sup>	4.04±0.01 <sup>c</sup>	4.22±0.03 <sup>c</sup>	4.18±0.01 <sup>c</sup>
9	4.23±0.01 <sup>b</sup>	4.08±0.01 <sup>b</sup>	4.29±0.01 <sup>b</sup>	4.30±0.01 <sup>b</sup>
12	4.36±0.01 <sup>a</sup>	4.27±0.01 <sup>a</sup>	4.39±0.01 <sup>a</sup>	4.45±0.01 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산 포도를 12일동안 저장한 결과 저장 3일에는 저장 0일보다 pH가 유의적으로 증가하기 시작하여 3.86~4.09로 나타났다. 저장 6일에는 pH가 많이 증가하였으며 4.02~4.22로 분말상 패드에서 높은 pH를 보였다. 그러나 처리구간에는 과육의 숙성정도가 다르기 때문에 처리구간의 pH의 변화에 따른 유의성을 비교하는 것보다는 저장기간별로 pH변화를 보는 것이 바람직하다고 생각된다. 저장 9일에는 4.08~4.30으로 나타났으며 가장 많은 증가를 보인 처리구는 대조구와 PK-18 처리구였다. 저장 12일에는 4.27~4.45의 pH 증가를 보였으며 가장 낮은 pH를 보인 처리구는 아황산패드였고 가장 높은 pH는 코팅 패드 처리구였다. pH의 증가가 늦게 일어나는 것은 포도에 유기산의 분해가 천천히 이루어지고 있거나 포도 중의 당의 생성이 천천히 일어나고 있다고 생각된다.

다. 당도

[표 28] 국내산 포도의 저장 중 당도 변화

		(단위 : ° Brix)			
저장기간(일)	패드	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
	0		14.65±0.19 <sup>a</sup>	14.70±0.20 <sup>a</sup>	14.90±0.10 <sup>a</sup>
3		14.00±0.12 <sup>b</sup>	14.63±0.08 <sup>a</sup>	14.85±0.05 <sup>a</sup>	14.60±0.12 <sup>ab</sup>
6		13.33±0.04 <sup>c</sup>	14.10±0.21 <sup>b</sup>	14.33±0.27 <sup>b</sup>	14.50±0.07 <sup>b</sup>
9		13.25±0.05 <sup>c</sup>	13.48±0.11 <sup>c</sup>	14.20±0.05 <sup>b</sup>	13.76±0.08 <sup>c</sup>
12		13.53±0.04 <sup>d</sup>	13.13±0.13 <sup>d</sup>	14.05±0.15 <sup>c</sup>	13.50±0.07 <sup>d</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산 포도를 12일 동안 저장하면서 당도를 측정한 결과 저장 3일에는 14.00~14.85 ° Brix으로 모든 처리구에서 감소하였으나 유의적인 차이를 보인 처리구는 대조구에서만 감소를 보였다. 저장 6일에는 13.33~14.50 ° Brix으로 가장 많은 감소를 보인 것은 대조구였으며 가장 적은 감소는 보인 것은 코팅 패드 처리구였다. 저장 9일에는 13.25~14.20 ° Brix으로 가장 당도가 높은 것은 분말상 패드 처리구였다. 저장 12일에는 13.13~13.50 ° Brix을 나타냈고 가장 많은 당도의 차이를 보인 것은 대조구였고 다음이 아황산패드로 당도가 감소되는 것을 보였다. 당도는 과일 호흡에 의한 유기산의 감소가 일어나면서 당의 증가에 의하여 증가될 수도 있고, 과피의 두께가 감소되면서 고형분의 증가로 당도가 증가될 수도 있다. 또한 당도의 감소는 당이 분해되면서 알코올 발효가 일어나기 때문에 당의 감소를 나타낼 수도 있다. 본 실험에서는 저장 12일 동안 모든 처리구에서 지속적인 당의 감소를 나타내어 알코올 발효에 의한 당의 감소가 나타났다고 생각된다. 가장 많은 감소를 보인 실험구는 대조구였으며 다음이 아황산패드 처리구였다.

라. 적정산도

[표 29] 국내산 포도의 저장 중 적정산도 변화

(단위: %)

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
0	0.33±0.05 <sup>d</sup>	0.34±0.05 <sup>d</sup>	0.32±0.05 <sup>c</sup>	0.31±0.05 <sup>c</sup>
3	0.48±0.05 <sup>c</sup>	0.47±0.05 <sup>c</sup>	0.36±0.02 <sup>c</sup>	0.35±0.07 <sup>bc</sup>
6	0.75±0.02 <sup>a</sup>	0.71±0.04 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>b</sup>	0.51±0.05 <sup>a</sup>
9	0.62±0.03 <sup>b</sup>	0.58±0.03 <sup>b</sup>	0.57±0.05 <sup>a</sup>	0.54±0.04 <sup>a</sup>
12	0.34±0.05 <sup>d</sup>	0.54±0.04 <sup>b</sup>	0.50±0.06 <sup>ab</sup>	0.41±0.04 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산포도를 12일동안 저장하면서 적정산도를 측정한 결과, 적정산도는 저장 3일에 0.35~0.48%로 모든 실험구에서 증가하였으며 저장 6일까지는 0.47~0.75%로 모든 실험구에서 산도의 증가를 나타냈다. 가장 크게 증가된 실험구는 대조구였으며 다음이 아황산패드처리구였다. 저장 9일에는 대조구와 아황산패드 처리구는 유의적으로 산도의 감소를 나타냈으며 PK-18 처리구는 산도의 증가를 보였다. 저장 12일에는 모든 실험구에서 감소를 보여 0.34~0.54%로 나타났다. 적정산도의 증가는 고형분의 증가와 유기산이 당으로 변화하지 않고 있다는 실험결과로 당도의 감소가 천천히 일어나면서 과일의 호흡율이 급속히 일어나지 않는다고 할 수 있다. 따라서 PK-18 처리구에서 포도의 호흡을 지연시킬 수 있다고 생각된다.

마. 중량감소율

[표 30] 국내산 포도의 저장 중 중량감소율의 변화

(단위: %)

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
3	0.23±0.04 <sup>c</sup>	0.28±0.07 <sup>c</sup>	0.22±0.04 <sup>c</sup>	0.19±0.07 <sup>c</sup>
6	0.26±0.03 <sup>c</sup>	0.32±0.04 <sup>c</sup>	0.25±0.06 <sup>c</sup>	0.22±0.05 <sup>c</sup>
9	0.60±0.05 <sup>b</sup>	0.70±0.03 <sup>b</sup>	0.59±0.05 <sup>b</sup>	0.52±0.06 <sup>b</sup>
12	0.98±0.04 <sup>a</sup>	1.15±0.05 <sup>a</sup>	0.94±0.06 <sup>a</sup>	0.87±0.03 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 중량감소율을 측정한 결과, 저장 6일까지는 중량감소율이 크게 나타나지 않았으나 저장 9일부터는 0.52~0.70%로 나타났고, 저장 12일에는 모든 실험구에서 중량감소율이 크게 증가하여 0.87~1.15%의 중량감소율을 보였다. 가장 많은 중량감소율을 보인 실험구는 아황산패드처리구였고 PK-18처리구에서 가장 적은 중량감소율을 보였다.

바. 탈립율

[표 31] 국내산 포도의 저장 중 탈립율의 변화

(단위: %)

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
3	4.77±0.12 <sup>d</sup>	3.97±0.23 <sup>d</sup>	1.66±0.21 <sup>d</sup>	1.41±0.19 <sup>d</sup>
6	19.92±2.21 <sup>c</sup>	13.65±1.53 <sup>c</sup>	13.78±1.03 <sup>c</sup>	15.71±1.32 <sup>c</sup>
9	34.16±2.41 <sup>b</sup>	25.80±2.47 <sup>b</sup>	37.08±2.02 <sup>b</sup>	28.16±2.04 <sup>b</sup>
12	58.90±3.65 <sup>a</sup>	48.70±2.43 <sup>a</sup>	65.80±3.45 <sup>a</sup>	49.70±4.03 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 탈립율을 실험한 결과, 저장 3일에는 1.41~4.77%로 가장 많은 탈립과를 보인 실험구는 대조구였으며, 저장 6일에는 13.65~19.92%로 나타났다. 저장 9일에는 탈립과가 크게 증가되어 25.0~37.08%를 보였으며 저장 12일에는 48.70~65.80으로 가장 탈립과가 많은 실험구는 PK-181 처리구였으며 다음이 대조구로 나타났다.

사. 색도

[표 32] 국내산 포도의 저장 중 색도 변화

(단위: %)

저장기간(일)	패드	패드			
		무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
L	0	21.63±0.24 <sup>c</sup>	24.30±0.01 <sup>e</sup>	24.20±3.08 <sup>c</sup>	22.07±0.05 <sup>c</sup>
	3	25.35±1.21 <sup>b</sup>	25.48±0.51 <sup>d</sup>	26.60±1.35 <sup>b</sup>	26.30±2.54 <sup>b</sup>
	6	26.60±0.22 <sup>b</sup>	28.10±0.22 <sup>c</sup>	27.82±0.11 <sup>ab</sup>	26.83±0.39 <sup>b</sup>
	9	27.33±0.34 <sup>a</sup>	29.83±0.20 <sup>b</sup>	29.03±0.88 <sup>ab</sup>	27.75±3.12 <sup>ab</sup>
	12	28.15±1.34 <sup>a</sup>	31.67±0.31 <sup>a</sup>	30.05±0.22 <sup>a</sup>	30.50±0.07 <sup>a</sup>
a	0	0.40±0.38 <sup>b</sup>	0.45±0.05 <sup>d</sup>	0.17±0.05 <sup>d</sup>	0.30±0.07 <sup>c</sup>
	3	0.48±0.36 <sup>b</sup>	3.25±0.05 <sup>c</sup>	1.88±0.51 <sup>c</sup>	0.54±0.25 <sup>c</sup>
	6	0.67±0.25 <sup>b</sup>	4.73±0.17 <sup>b</sup>	2.73±0.31 <sup>b</sup>	0.83±0.18 <sup>b</sup>
	9	0.73±0.09 <sup>b</sup>	7.52±1.21 <sup>a</sup>	3.18±0.20 <sup>ab</sup>	0.87±0.05 <sup>b</sup>
	12	3.33±0.12 <sup>a</sup>	8.82±0.13 <sup>a</sup>	3.38±0.04 <sup>a</sup>	2.23±0.09 <sup>a</sup>
b	0	-1.77±0.09 <sup>b</sup>	-2.47±0.05 <sup>c</sup>	-1.73±0.05 <sup>d</sup>	-0.73±0.05 <sup>a</sup>
	3	-1.36±0.05 <sup>b</sup>	-1.78±0.05 <sup>bc</sup>	-0.30±0.12 <sup>c</sup>	-1.00±0.34 <sup>b</sup>
	6	-0.76±0.15 <sup>a</sup>	-0.52±0.04 <sup>ab</sup>	0.65±0.21 <sup>b</sup>	-1.23±0.04 <sup>b</sup>
	9	-0.75±0.17 <sup>a</sup>	-0.50±0.08 <sup>ab</sup>	0.83±0.04 <sup>b</sup>	-1.35±0.05 <sup>c</sup>
	12	-0.70±0.12 <sup>a</sup>	0.23±0.05 <sup>a</sup>	1.18±0.08 <sup>a</sup>	-1.42±0.47 <sup>c</sup>

<sup>a-b</sup>Means within column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

국내산포도를 12일동안 저장하면서 색도를 측정 한 결과, 명도값(L값)에서는 저장기간이 증가되면서 대조구 21.63~28.15, 아황산패드 24.30~31.67, 분말상 패드 24.20~30.05, 코팅 패드 22.07~30.05로 모든 실험구에서 명도값의 증가를 보였으며 가장 크게 증가율을 보인 것은 아황산패드 처리구였다. 명도값은 포도에 있는 안토시아닌색소가 저장기간의 증가에 따라 분해되면서 증가될 수도 있으며 특히 아황산패드에서는 적색이 증가되면서 명도값이 증가된다고 생각된다. 이는 아황산패드에서 휘발되는 성분에 의해 산성으로 되면서 안토시아닌색소가 자색에서 적색으로 변화된다고 생각된다.

적색도(a값)를 저장 12일 동안 측정한 결과에서는 대조구에서는 저장 9일까지는 크게 증가하지 않다가 저장 12일에 적색도가 증가되었고, 아황산패드는 저장 3일 이후부터 크게 증가되어 0.45~8.82로 실험구에서 가장 크게 적색도가 증가되었다. 이는 안토시아닌 색소의 산성에서 적색을 나타내는 결과와 일치함을 보였다. 분말상 패드 처리구에서는 저장 3일 이후부터 적색도가 증가되었고 코팅 패드 처리구에서는 저장 12일에 적색도가 증가하였다. 저장12일 동안 가장 적색도가 증가가 적게 나타난 실험구는 피톤치드패드2 처리구였다.

황색도는(b값) 저장 0일에는 -2.47~-0.73로 녹색도(-b값)가 가장 많은 실험구는 아황산패드 처리구였고 코팅 패드 처리구에서 녹색도가 가장 적었다. 녹색도는 과일의 미성숙된 것을 의미하며 숙성이 많이 되면서 감소됨을 알 수 있다. 12일 동안 저장하면서 저장 기간이 증가함에 따라 실험구 모두에서 녹색도의 감소가 일어나고 황색도가 증가되었으며 저장 12일에는 코팅 패드 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 황색도값이 증가하였다.

아. 유리당

[표 33] 국내산 포도의 저장 중 유리당 변화

(단위 : mg/L)

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리구	
Glucose	0	54,115.84	56,192.74	57,154.29	51,473.56
	3	51,038.11	55,051.14	56,122.75	50,075.63
	6	44,508.00	48,516.97	49,081.48	52,621.81
	9	49,432.08	46,998.11	45,629.86	47,137.62
	12	44,698.72	45,048.47	49,413.54	39,301.59
Fructose	0	78,986.79	81,997.89	80,466.99	77,506.58
	3	78,741.35	81,815.79	79,378.13	73,789.21
	6	69,369.88	71,716.99	72,327.98	76,789.85
	9	73,129.83	70,796.34	68,503.59	69,765.68
	12	68,440.72	67,157.12	71,256.77	56,805.88

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 유리당을 측정한 결과, 포도당(glucose)은 저장기간이 증가되면서 감소되기 시작하였으며 저장 3일에 50,075.63~56,122.75 mg/L에서 저장 12일에는 39,301.59~49,413.54 mg/L로 나타났다. 포도에 가장 많이 함유된 과당(fructose)은 저장 3일에 73,789.58~81,815.79 mg/L에서 저장 12일에는 56,805.88~67,157.12 mg/L로 나타났다. 가장 감소가 적게 나타난 실험구는 분말상 패드 처리구였다.

자. 유기산

[표 34] 잣나무 껍질 유래 PK-18 처리에 따른 국내산 포도의 저장 중 유기산 변화

(단위 : mg/L)

패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군	
Citric acid	0	89.66	56.45	71.56	62.54
	3	129.50	36.64	44.41	41.64
	6	217.73	74.20	45.64	56.04
	9	55.72	49.58	71.47	61.84
	12	47.73	47.61	59.42	46.45
Tartaric acid	0	4,266.77	3,663.93	3,563.93	3,663.93
	3	3,926.84	3,539.62	3,426.11	3,571.77
	6	4,257.24	3,295.10	3,473.59	3,454.82
	9	3,146.68	3,242.37	3,610.38	3,414.05
	12	3,160.70	3,222.07	3,593.35	3,189.65
Shikimic acid	0	7.47	8.25	7.24	8.98
	3	10.48	11.11	9.51	8.92
	6	9.69	14.29	10.93	8.72
	9	9.28	11.21	10.61	9.86
	12	9.51	11.30	13.73	6.46
Fumaric acid	0	14.56	6.11	18.99	23.65
	3	13.63	9.61	18.74	22.73
	6	15.28	19.40	22.37	20.90
	9	25.82	14.91	17.06	25.11
	12	27.38	14.83	14.74	22.81
Acetic acid	0	94.10	31.60	17.08	47.16
	3	785.00	78.94	94.10	99.59
	6	2,457.12	96.81	127.07	300.84
	9	558.78	207.19	1,095.07	817.13
	12	64.75	346.60	1,006.81	307.26

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 유기산을 측정된 결과, 구연산(citric acid), 주석산(tartaric acid), 안식향산(shikimic acid), 푸마르산(fumaric acid), 초산(acetic acid) 등이 검출되었다. 포도에 주요 유기산은 주석산으로 저장 기간에 따라 감소가 일어났으며 대조구는 저장 6일 이후부터 감소하였고, 아황산패드 처리구는 3일 이후부터 조금씩 감소하였으며, 분말상 패드 처리구는 저장 12일부터 약간의 감소를 보였고, 코팅 패드 처리구는 저장 기간 동안 계속적으로 감소하였다. 그러나 주석산의 감소율은 대조구를 제외하고는 크게 차이를 보이지 않았다. 그러나 초산은 대조구에서 저장 6일에 크게 증가되어 저장 3일에 785.00 mg/L에서 저장 6일에 2,457.12 mg/L로 크게 증가되었다. 초산은 알코올 발효가 지난 후 생성되는 유기산으로 대조구에서 적정산도 저장 6일에 크게 증가되었던 것은 초산함량과 유기산의 증가로 일어나는 결과와 일치함을 보였다.

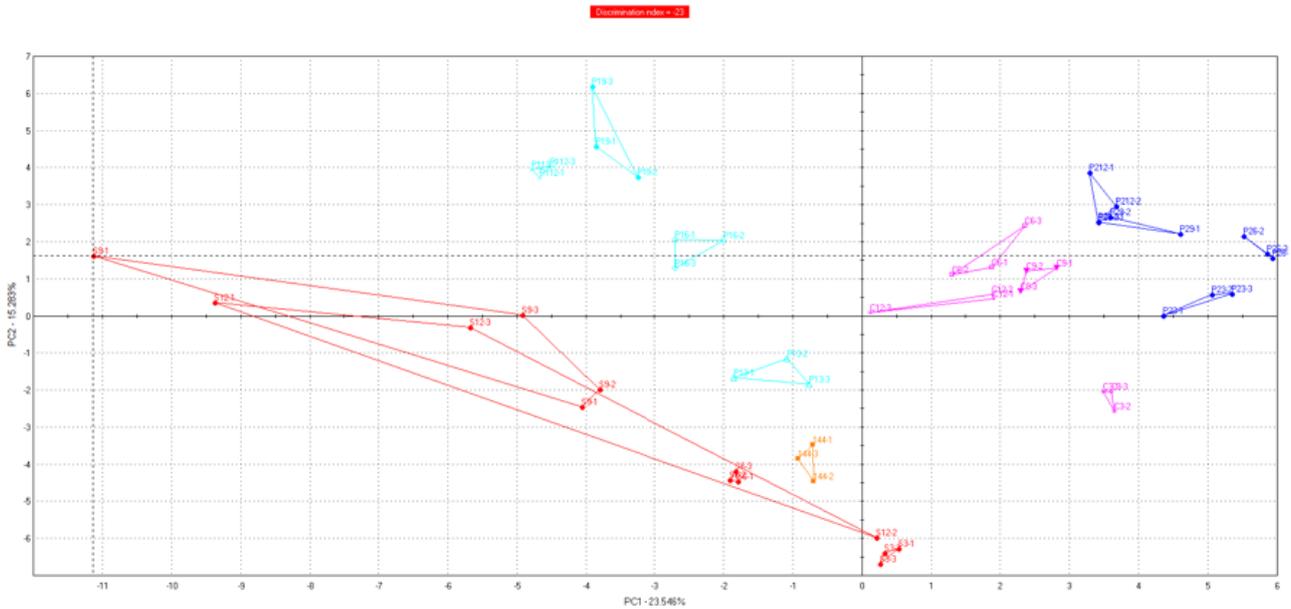
차. 에탄올

[표 35] 잣나무 껍질 유래 PK-18 처리에 따른 국내산 포도의 저장 중 에탄올 변화

(단위 :mg/L)				
패드 저장기간(일)	무처리구	아황산패드	분말상 패드	코팅처리군
0	755.59	821.72	823.56	756.99
3	1,853.97	2,558.25	3,466.11	2,431.39
6	3,090.57	5,692.63	5,216.38	3,499.44
9	3,979.20	8,231.81	4,738.25	4,494.12
12	3,911.73	9,340.96	4,807.01	3,566.87

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 에탄올 함량을 측정된 결과, 에탄올 함량은 저장 3일 이후부터 계속 증가하여 대조구는 755.59~3,979.20 mg/L로 저장 9일까지는 크게 증가하였고 저장 12일에는 감소하였다. 이는 대조구에서는 저장 9일 이후에는 알코올이 분해되기 시작하면서 초산발효가 일어나기 시작하였다고 생각된다. 아황산패드에서는 821.72~9,340.96 mg/L으로 저장 12일 동안 계속적으로 알코올이 생성되면서 모든 실험구에서 가장 알코올생성이 크게 증가되었다. 따라서 아황산패드는 알코올발효를 촉진하는데 효과적인 패드라 작용한다고 생각된다. 분말상 패드 처리군은 알코올함량이 823.56~4,807.01 mg/L로 저장 12일 동안 계속 증가하였으나 알코올 생성은 크게 증가하지 않았다. 코팅 패드 처리군은 756.99~3,566.87 mg/L로 저장기간에 따라 가장 에탄올 함량의 증가가 적게 나타났으며 모든 실험구에서 12일 동안 상온에서 저장하였을 때 포도의 저장기간을 연장할 수 있는 처리구라고 생각된다.

카. 전자코



[그림 21] 국내산 포도의 저장 중 주성분함량 변화

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 전자코로 주성분 함량의 변화를 측정 한 결과, PC1에서는 대조구와 코팅 패드 처리군에서는 주성분 값이 양의 방향에 있었고 아황산패드와 PK-18패드는 음의방향에 있었다. 저장기간에 따라서는 저장기간이 지나면서 점차로 음의 방향으로 이동 하였으며 가장 많은 이동을 한 실험구는 아황산패드 처리구로 저장 3일의 0.5의 위치에서 저장 9일에는 -11 가까이 음의방향으로 이동하였다. 두 번째로 가장 많은 향의 변화를 보인 처리구는 분말상 패드 처리구로 저장 3일에는 -1의 위치에서 저장 12일에는 -4.5의 이동을 보였다. 따라서 저장하면서 많은 휘발성 향기물질을 보인 실험구는 아황산패드에서 가장 많이 나타났다. 이는 알코올이 아황산패드에서 가장 많이 생성되면서 휘발성물질이 가장 많이 증가된 것으로 생각된다.

타. 향기성분

[표 36] 국내산 포도의 저장 중 향기성분 변화

(단위 : Area %)

	무처리구					아황산패드				분말상 패드				코팅처리군			
	0	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
ethyl acetate	4.32	7.66	4.58	5.68	5.92	9.80	6.95	6.49	4.28	6.32	10.48	7.68	6.38	5.86	4.15	1.87	1.56
Ethyl_(E)-2-octenoate	1.99	1.61	2.52	3.20	4.05	2.21	3.60	3.14	3.70	2.33	2.97	4.13	4.16	13.65	15.21	14.99	16.55
Methyl_salicylate	0.07	12.07	10.01	5.67	6.98	7.57	9.50	8.55	7.38	5.33	2.54	1.41	5.54	4.42	4.58	3.89	4.48
Ethyl_3-phenylpropionate	2.68	1.45	14.02	10.21	6.07	1.44	5.21	5.38	5.07	3.93	8.26	13.46	9.01	2.72	3.79	3.72	3.57
Ethyl_trans-2-cis-4-decadienoate	3.87	4.53	5.34	6.97	7.25	4.18	5.21	4.86	6.30	7.36	5.82	8.07	6.99	5.17	5.32	5.32	7.46
ethanol	2.90	1.64	4.41	7.86	6.86	3.64	8.52	10.54	18.90	5.98	4.20	2.95	4.12	5.18	4.21	3.15	4.94
1-Butanol,_3-methyl-	14.05	5.91	4.53	6.79	6.08	5.39	6.17	6.55	6.37	11.99	9.63	5.57	5.39	1.86	1.62	0.97	1.13
4-Terpineol	1.53	1.00	1.20	6.30	1.59	0.97	6.70	13.98	3.91	12.45	7.98	7.71	1.38	6.95	8.50	8.49	9.33
1-Nonanol	4.34	9.45	9.71	9.97	7.48	6.24	6.89	4.17	4.78	7.37	4.78	9.00	6.02	4.35	2.17	1.56	1.72
1-Dodecanol	3.37	8.06	6.48	6.49	6.10	4.84	3.71	5.13	6.42	6.46	6.39	8.66	7.10	7.38	4.31	4.89	4.22
Phenylethyl_Alcohol	4.31	8.96	6.85	9.30	9.18	8.80	7.40	6.91	6.56	5.81	4.98	5.55	5.63	3.46	2.23	2.07	2.00
Butanoic_acid,_3-methyl-,_ethyl_ester	0.59	4.57	12.78	12.46	11.88	2.37	1.77	1.90	1.29	4.16	11.17	14.37	17.82	0.40	0.61	0.90	0.97

2-Butenoic_acid,_ethyl_ester	2.12	8.44	4.63	3.89	2.21	22.91	15.33	10.16	6.79	4.72	4.10	4.88	3.88	2.20	1.32	1.58	0.86
Hexanoic_acid,_ethyl_ester	10.64	6.15	8.66	6.85	9.87	5.60	5.76	4.77	5.09	4.09	7.05	8.52	11.17	1.53	1.35	1.54	1.37
2-Hexenoic_acid,_ethyl_ester	10.83	6.41	5.21	9.39	11.45	7.59	7.12	6.70	8.46	5.54	3.76	5.03	5.58	3.29	0.85	1.25	1.55
Butanoic_acid,_3-hydroxy-,_ethyl_ester	2.15	7.40	7.64	9.29	8.20	8.66	8.51	8.25	9.09	4.73	5.58	4.82	4.51	3.61	2.65	2.57	2.33
Propanoic_acid,_2-(ethylthio)-,_ethyl_ester	1.13	9.83	11.15	13.06	15.96	3.99	5.15	3.19	2.90	5.79	7.51	7.35	6.82	2.50	1.70	1.49	0.49
Decanoic_acid,_ethyl_ester	15.74	3.65	3.48	6.70	6.58	3.65	4.16	3.06	4.99	4.39	4.34	5.43	4.07	7.41	8.75	8.12	5.47
Benzoic_acid,_ethyl_ester	7.17	5.00	4.70	4.90	5.02	5.23	5.68	3.94	3.80	5.15	6.04	7.87	7.40	6.87	6.36	9.62	5.24
Benzeneacetic_acid,_ethyl_ester	0.96	12.81	22.68	13.43	13.50	2.48	3.08	2.59	2.55	2.54	4.30	7.69	8.42	0.90	0.63	0.66	0.77
Acetic_acid,_2-phenylethyl_ester	45.63	4.53	4.24	5.22	5.41	2.97	2.26	1.55	1.78	6.57	2.45	8.20	3.00	1.68	1.63	2.09	0.79
2,4-Decadienoic_acid,_ethyl_ester	7.87	3.05	4.64	9.50	8.00	2.46	4.09	4.15	6.08	7.69	5.99	12.35	6.95	3.17	3.62	4.41	5.98
Dodecanoic_	13.26	1.69	3.06	5.39	7.62	1.94	2.71	5.77	6.99	4.18	3.53	5.91	3.85	10.32	10.65	7.51	5.60

acid_ethyl_ester																	
2-Propenoic_acid,_3-phenyl-,_ethyl_ester	0.48	0.98	17.96	11.33	6.99	1.06	8.09	5.73	1.95	5.09	9.49	14.01	12.66	1.53	1.20	0.93	0.53
mesifuranne	4.12	10.59	10.24	9.24	10.81	5.07	4.01	2.95	3.17	5.72	4.11	4.71	5.04	5.76	4.85	4.66	4.96
THYMYL_METHYL_ETHER	0.02	0.67	0.78	1.10	1.03	1.60	2.98	2.08	2.95	7.12	11.05	11.76	11.77	8.98	11.47	10.42	14.22
Caryophyllene	1.43	0.96	5.95	7.76	9.12	0.91	3.12	5.86	10.96	2.61	3.93	9.28	10.56	3.52	6.98	7.96	9.09
(E)- $\beta$ -Farnesene	7.17	5.00	4.70	4.90	5.02	5.23	5.68	3.94	3.80	5.15	6.04	7.87	7.40	6.87	6.36	9.62	5.24
Thymol	0.05	0.17	0.13	0.17	0.20	0.63	2.35	1.52	2.51	7.22	9.54	9.06	8.13	12.22	15.26	14.95	15.90
Benzene,_1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)-	0.58	12.36	10.34	12.18	8.51	2.80	3.58	3.20	3.30	10.41	9.35	8.17	6.43	1.26	1.85	2.66	3.03
2-tert-Butyl-4-isopropyl-5-methylphenol	5.46	3.20	4.32	8.55	3.90	2.78	4.95	13.75	16.86	2.16	2.15	6.77	5.14	2.11	2.60	8.10	7.21

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 향기성분의 변화를 측정된 결과, 대조구에서는 저장초기에는 과일의 향기성분으로 많이 검출되는 ethyl acetate 등의 aldehyde와 ester 등의 향기성분이 저장 6일까지는 증가하다가 저장 9일부터는 ethanol 등의 알코올이 증가하였으며 아황산패드 처리구에서는 초기에는 대조구와 유사하게 ethyl acetate를 비롯한 aldehyde와 ester가 많았으나 저장기간이 증가하면서 ethanol이 크게 증가되었다. 아황산패드에서는 대조구와는 다르게 향균성분인 Thymol과 2-tert-Butyl-4-isopropyl-5-methylphenol의 성분이 증가되었다. PK-18패드 처리구 모두에서 Ethyl\_(E)-2-octenoate 성분이 증가하였으며 ethanol의 함량은 크게 증가되지 않았으며 향산화제와 향균성분인 THYMYL\_METHYL\_ETHER과 Thymol의 성분이 다른 처리구에 비하여 크게 증가되었다. 따라서 PK-18패드 처리구에서는 다른 처리구에 비하여 포도의 저장 중에 숙성을 지연시킬 수 있는 향균성분의 증가로 인하여 다른 실험구에 비해 저장기간을 지연시킬 수 있는 효과가 있다고 생각된다.

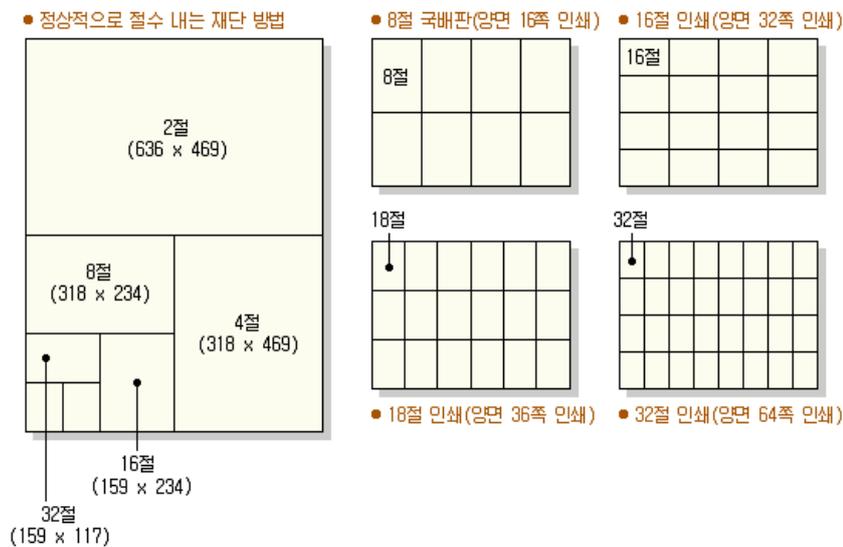
## 2-3. 참여기관2: (주)대왕

### (1) 신선도 유지제 재질 및 규격설정

- 선도 유지제는 높은 방수로 인해 물에 잘 풀리지 않아야하며 침지 혹은 도포된 물질을 오래 머물고 있어야 하는 고도의 기술을 요하며 친환경적 혹은 리사이클, 생분해성이 좋아야함. 시장에 나온 선도유지제의 경우 모든 제품에서 높은 방수력을 가지고 있지만 침지 혹은 살포된 물질을 오래 머물고 있지 않은 단점 그리고 친환경적이지 못하고 리사이클이 불가능하다는 점이 존재함. 이를 해결하기 위해 재질 중 생분해성이 뛰어나고 100% 펄프만 사용해 친환경적이고 공정 하나만 추가하면 충분히 방수력을 높일 수 있는 제품 중 화장지 및 키친타올 등에 사용되고 있는 펄프를 선택함.
- 물티슈나 키친타올과 같이 보습력이 요구되는 재질의 재료는 합성섬유와 비스코스 레이온(viscose rayon)을 약 40:60의 비율로 혼합하여 가공하고 고압의 물을 이용하는 스펀레이스(spunlace) 공법으로 원료를 물리적으로 교락시켜 제조되거나, 폴리에스테르와 레이온을 접합하여 케미컬 본딩으로 제조되거나, 펄프가루와 저융점 폴리에스테르를 압축공기와 접착제를 이용하여 에어 레이드하여 제조되거나, 또는 펄프와 합성섬유에 열을 가하여 열융착(써멀본딩)하여 제조됨.
- 스펀레이스 공법이란 제트수류를 분사하여 섬유 원료를 결합하는 방식으로서, 대량생산이 가능하고 다양한 디자인을 얻을 수 있으며 접착제를 사용하지 않기 때문에 벌키성 등이 우수함.
- 상기 제조방법으로 제조된 물티슈나 키친타올은 조직이 치밀하지 않아 워터 펀칭과 같은 공정에서 펄프와 같은 원료물질이 유출되어 수류가 탁해지기 쉽고, 이로 인하여 수질관리가 어렵고 사용된 물의 리사이클 비율이 매우 낮아 폐기된 폐수로 인한 환경오염 가능성이 높으며 합성섬유만으로 가공된 원지는 강도가 높으나 보습율이 낮은 단점이 있음.
- 수분이나 유분과 접촉 시에 잘 찢어지지 않아 물티슈, 키친타올, 산업용 드라이 티슈, 와이퍼, 마스크, 기저귀, 생리대, 미용용 마스크 팩, 또는 의료용 팩의 재료로 유용하게 사용될 수 있으며, 수류 내에서 가공 시 펄프 섬유가 조직이탈되지 않도록 하여 리사이클되는 수류의 비율을 높일 수 있어 가공성을 좋게 하고 환경 공해를 최소화할 수 있는 친환경 원지를 제조하고자함.
- 펄프 및 합성섬유와 같은 원료를 일반적인 건식 원료 혼합 방식이 아니라, 습식 초지 공정에 의하여 가공하면 조직이 매우 치밀해지므로 이어지는 워터 펀칭 등의 가공시 펄프의 손실을 줄임으로써 수류의 리사이클이 가능하여 우수한 가공성으로 원지 제조가 가능함. 또한 합성섬유의 사용을 최소화하고 천연

소재인 펄프를 주성분으로 가공하여 환경 친화적일 뿐 아니라 보습율, 강도, 및 촉감이 우수하여 선도유지제에 적합하며 응용제품으로서 물티슈, 키친타올, 산업용 드라이 티슈, 와이퍼, 마스크, 기저귀, 생리대, 미용용 마스크 팩, 또는 의료용 팩 제품으로 사용될 수 있음.

- 원지 조성물을 초지공정에 따라 와이어와 바트에서 각각 초지한 후 배향성을 다르게 하기 위하여 겹치하고, 저융점 합성섬유와 융점보다 약간 높은 120~140°C에서 열처리하면, 각 재료의 결속력을 증가시켜 고강도의 원지가능
- 저융점 합성섬유는 필요에 따라 일반 폴리에스테르로 대체될 수 있으며, 저융점 합성섬유 대신 일반 폴리에스테르를 사용하는 경우 에폭시 수지, 전분, 카제인, 또는 폴리비닐알코올로부터 선택되는 바인더를 첨가하면 가공성을 높일 수 있음



[그림 22] 펄프의 다양한 사이즈

- 시장에 나와 있는 선도 유지제들의 경우 사이즈가 각각 다양한데 이는 최적의 효과를 본 사이즈에 국한되어있기에 침지 및 살포를 통해 만들어진 펄프를 다양한 사이즈를 가지고 최적의 효과를 확인하고자함.
- 기존 수출입과일 포장상자 혹은 포장재를 기준을 일순위로하고 더 작은 사이즈인 화장지(두루마리)를 최소 사이즈로 설정
- 화장지를 기준으로 도포 및 침지하여 샘플을 만들어 1차 실험인 곱팡이 실험을 한 결과 평균성은 높게 나온 것을 확인함.

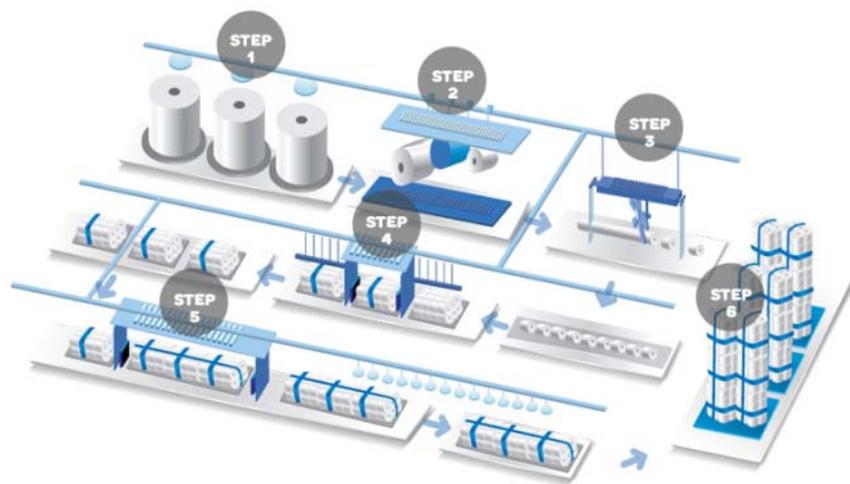
(2) 잣나무 추출물 침지 및 전이 가공기술 개발

- 기존 화장지 및 키친 타올 제조 시 다음과 같은 공정과정을 거치게 됨.
- 원지입고: 두루마리 화장지를 만들기 위해 원지 공장에서 롤형태의 대형 화장지(원지)입고됨
- 인쇄+엠보싱/리와인더: 입고된 원지를 풀어 무늬를 인쇄하고 엠보싱을 생성하는 작업이 수행됨 그 후 상품으로 만들기 위해 일정한 길이로 다시 감음.
- 제단 작업: 원형 칼날이 회전하며 일정한 높이로 화장지를 자름(일반 두루마리 화장지 1롤의 형태가 완성됨)

- 비닐포장(1차 포장): 재단기를 거친 화장지는 알맞은 수량으로 비닐 포장을 함(슈퍼마켓이나 마트에서 구매하는 화장지의 형태가 완성됨)
- 번들포장(2차 포장): 팔레트에 적재되기 전 상품의 훼손을 방지하기 위해 1차 포장된 화장지를 일정수량을 모아 2차 포장을 함.
- 팔레트 적재 및 창고 이동: 화장지를 팔레트에 적재하고 램으로 고정시킨 후 물류창고로 이동함.



[그림 23] 화장지 및 키친타올 제조공정 모식도



[그림 24] 두루마리 및 키친타올 제조공정



[그림 25] 대왕제지 신선도 패드 공정사진

(3) 신선도 유지제 샘플(펄프)을 이용한 곰팡이 실험

-무처리, A type, B type 샘플(펄프)의 항곰팡이 시험은 검은 곰팡이(*Aspergillus niger* ATCC 9642) 강제 배양을 4주 동안 곰팡이 전이여부 실험을 함.

-결과의 판독은 다음과 같이 정함.

0 :시험편의 접촉한 부분에 균사의 발육이 인지되지 않음.

1 :시험편의 접촉한 부분에 인지되는 균사 발육부분의 면적이 전 면적의 10% 미만임.

2 :시험편의 접촉한 부분에 인지되는 균사 발육부분의 면적이 전 면적의 10 ~ 30 % 임.

3 :시험편의 접촉한 부분에 인지되는 균사 발육부분의 면적이 전 면적의 30 ~ 60 % 임.

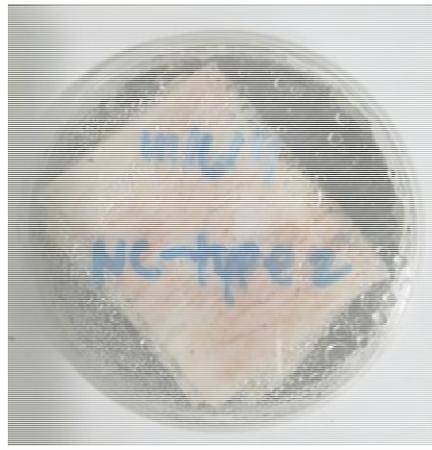
4 :시험편의 접촉한 부분에 인지되는 균사 발육부분의 면적이 전 면적의 60 % 이상 임.

시험항목	단위	시험결과				시험방법	시험환경
		배양 시험의 기간					
		1주후	2주후	3주후	4주후		
항곰팡이 무처리	등급	0	2	4	4	ASTM G 21 : 2013	(29.0 ± 0.2) °C
항곰팡이 NA-type	등급	0	0	0	0		(99.0 ± 1.0) %
항곰팡이 NB-type	등급	0	0	1	1		R.H.

-무처리군



0주



1주



3주



4주

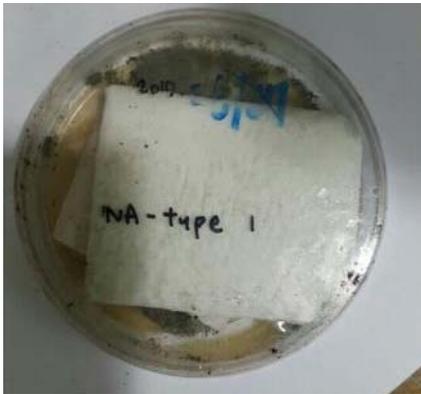
-A 처리군



0주



1주

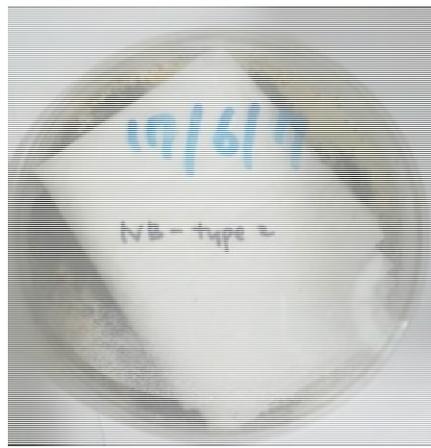


3주



4주

-B 처리균

	
0주	1주
	
3주	4주

-무처리 펄프의 곰팡이 배양의 경우 4주 후 시료에 곰팡이가 100% 생성 및 전이됨.

- A type 펄프에서는 4주 후 시료에 곰팡이가 0% 생성 및 전이됨.

- B type 펄프에서는 4주 후 시료에 곰팡이가 100% 생성 및 전이됨.

-이를 토대로 A type의 펄프를 사용하면 과채류에 발생하는 곰팡이를 사멸 혹은 제거가 가능함을 알 수 있음.

(4) 목재추출물 함유량별 시제품 생산 및 적용시험

가. 함유량별 시제품 생산

입고된 K/T원지를 2겹으로 한 후 제품 규격에 맞추어 가공하는데, 이때 펄프 원단이 절취선과 엠보싱을 넣은 후 사이즈에 맞춰 절단하기 전에 잣나무 추출물 마이크로캡슐용액을 스프레이한 후 120℃의 열풍을 1초 동안 건조한 후 롤로 감아 커팅 하였다.

1m<sup>2</sup>당 잣나무 추출물 마이크로캡슐을 20g, 30g, 40g을 한쪽만 코팅한 것을 1로 표현하였으며, 양면을 코팅한 경우 2로 표시하였다. 재단 시 수출용 포도 상자를 기준으로 가로 53cm\*세로 35cm로 재단하여 롤로 생산하였다.



[그림 26] 신선도패드 공정도



[그림 27] 신선도 패드 제조공정도



단면코팅 처리군



GT 120 처리군 확대사진



GT1 130 처리군 확대 사진



GT 140 처리군 확대 사진



양면처리군 GT 2처리군



GT 220 처리군 확대사진



GT 230 처리군 확대사진



GT 240 처리군 확대사진



신선도 패드 사이즈

[그림 28 잣나무 추출물 마이크로캡슐 처리한 신선도 패드 시제품

#### 나. 시제품 현장테스트

수출입용 박스(가로 53.5cm\*세로 35.5cm / 5kg)에 포도를 넣은 뒤 그 위에 함유량별 신선도 유지제 패드 샘플을 올려둔 뒤 온도 10℃, 습도 70%에서 곰팡이 및 과피이상이 생기는지 실험하였다.

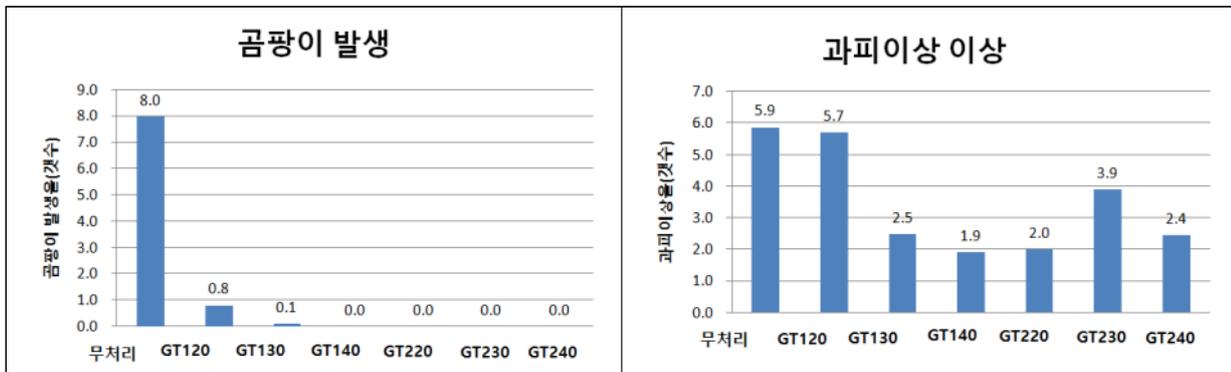
[표 37] 시제품 현장테스트

TEST ITEMS		단면(1)			양면(2)		
	무처리	20g	30g	40g	20g	30g	40g
	10개	10개	10개	10개	10개	10개	10개

[표 38] 시제품 현장실험 결과

	무처리군	단면(1)			양면(2)		
		20	30	40	20	30	40
곰팡이 평균	8.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
갈변 평균	5.9	5.7	2.5	1.9	2.0	3.9	2.4

대체적으로 PK-18패드처리군 포도에서는 곰팡이가 발생하지 않다. 하지만 높은 온도 때문에 과피이상이 많이 발생하였으나 그 중에서 GH140 샘플은 과피이상과 곰팡이 발생율이 낮았으나 오랜 시간 효능이 지속되지 않는 단점이 있어, 서방성과 효능 지속에 대해 추가적으로 제품 개선을 하면 좋은 상품이 될 것 같다.



[그림 29] 시제품 포도 신선도 실험 결과

### 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 3-1. 목표

- 기존 이산화황(SO<sub>2</sub>)패드를 대체하는 친환경 신선도 유지제의 사업화
- 농산물 수확 후 관리

#### 3-2. 목표 달성여부

구분 (연도)	기관	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2017)	(주)피러스	기존 화학 패드를 대체하는 친환경 신선도 유지제의 개발 및 사업화	갯나무 추출물의 대량 추출 정제기술 확립 및 표준화	100	추출기법과 추출시간을 정해 최적의 조건 및 지표성분 확립
			신선도 패드 적용을 위한 최적의 추출방법 및 지표성분 확립	100	
			마이크로캡슐레이션을 이용한 서방화 기술 개발	100	
	(주)대왕	수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 저장, 유통기간 및 신선도 유지 효과검증	수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 효과검증	100	수출(배, 사과) 및 수입(바나나, 망고) 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 저장, 유통기간 및 신선도 유지효과 등 안전성 규명
	2차 년도 (2018)	(주)피러스	기존 화학 패드를 대체하는 친환경 신선도 유지제의 개발 및 사업화	갯나무 추출물을 이용한 신선도 패드 시제품 개발	100
수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 저장, 유통기간 및 신선도 유지 효과검증				100	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 여러 과채류에 대한 대상 선정위해 예비 연구 실시 후 가장 효과적으로 도출된 국산 포도를 대상으 로 선정</li> </ul>
친환경 신선도 유지용 제품개발 및 생산				100	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ FRU-VEG제품으로 생 산함</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>서방성 50일까지 되는 Pk-18코팅액 처리 후 1차 생산 완료함.</li> </ul>
			시제품 현장적용시험 총괄	80	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내산 수출과일로 신선도 패드 시제품 시험</li> <li>칠레 포도 신선도 패드 적용이 되었으나 한 컨테이너가 4월 도착예정</li> <li>태국 망고 3월 항공편 적용</li> </ul>
인하대학교 산학협력단	수출·입과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 저장, 유통기간 및 신선도 유지 효과검증	수출·입 과실에 대한 친환경 신선도 유지제의 효과검증		100	총6종에 대한 예비실험을 통한 신선도 유지 효과 규명 및 최적 과채류 선정
(주)대왕	친환경 신선도 유지용 제품개발 및 생산	목재 추출물 함유 신선도 유지 시제품 개발		100	<ul style="list-style-type: none"> <li>갓나무 추출물 마이크로캡슐을 패드에 코팅하여 최적 잡음.</li> <li>펄프를 이용한 친환경 신선도 패드 제작</li> </ul>
		본제품 개발 및 대량생산		100	키친타올 공정을 활용해 대량공정 확립 최적 제조공정 확립

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

2018년 칠레 포도 작기 상황이 좋지 못했으며, 농산물의 특성상 수확기가 한 해를 넘어서 추가 현장시험은 2019년 4월에 수입될 예정입니다.

#### 4. 연구결과의 활용 계획 등

- 잣나무 추출물의 선도 유지 기술 개발 및 산업화 연구 강화
  - 잣나무 추출물과 같은 부산물 유래 기능성 물질의 저장산업 응용 연구 강화
  - 추출 기능성 물질을 이용한 선도유지 개발에 대한 노하우 축적
  - 부산물 유래 고기능성 물질의 과학적 효능 입증 및 안전성 검증
  - 폐기되는 임산 부산물의 폐자원 활용
- 부산물 유래 고기능성 추출물의 효율적 관리 및 산업화 촉진을 위한 관련제도 정비
- 획득된 특허 및 신제품 개발 기술을 국내 관련 기관 및 산업체에 전수 활용케 함
- 현장적용 방안
  - 국내 유통 포도의 상품성 향상을 위한 기술개발을 위한 기초자료로 활용
  - 포도 등 수출입 과실의 부패균 저감화 방안 마련으로 고품질 농산물 생산을 위한 기초자료로 활용

## 붙임. 참고문헌

- 권기현, 정진웅, 김종훈, 최창현. (2006) 저 에너지형 축냉식 저온유통 시스템 개발. 바이오시스템공학 31(3): 161-167.
- 김연중, 박현태, 한혜성. (2006) 새싹·쌈채소 생산·유통실태 및 육성방안. 한국농촌경제연구원, 연구보고서 C2006-26.
- 김창길, 정학균, 문동현. (2009) 최근 국내외 친환경농산물의 생산실태 및 시장전망. 한국농촌경제연구원, 농정연구속보 58권.
- 농림수산식품부. (2009) 농림수산식품 주요통계: 농림업 생산액. 농림수산식품부 홈페이지, <http://www.mifaff.go.kr>. accessed 10 May 2010.
- 박철호, 강위수, 홍순관, 이주경, 박병재, 장광진. (2006) 농업신소재로서의 약용메밀 신품종 육성 및 재배이용기술 개발. 강원대학교, 농림기술개발사업 연구보고서.
- 이용선, 김성훈, 김동훈. (2009) 신선편이농산물 시장의 실태와 활성화 방안. 한국농촌경제연구원, 연구보고서 R602.
- 이현희, 홍석인, 김동만. (2009) 메밀 새싹채소의 주요 내재미생물 분석 및 염소처리 에 따른 품질변화. 한국식품과학회지 41(4): 452-457.
- 장수경, 이현희, 홍석인, 한영숙. (2010) 유기산 전처리에 따른 메밀 새싹의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지 42(2): 190-197.
- 홍석인, 김동만, 최정희, 이현희, 손석민, 권오연, 김세광. (2006) 냉장유통 fresh-cut 채소의 고품질화를 위한 유해미생물 검지 및 제어기술 연구. 한국식품연구원, 농림 기술개발사업 연구보고서.
- 홍석인, 김동만. (1999) 신선 과채류 편의식품의 새로운 품질보존 기술. 식품기술 12(2): 10-25.
- 홍석인, 손석민, 정명수, 김동만. (2003) 포장방법에 따른 신선 편의가공 양파의 저장품질 변화. 한국식품과학회지 35(6): 1110-1116.
- 홍석인, 이현희, 손석민, 김동만. (2004) 열수처리가 신선 편의가공 양파의 저장품질 에 미치는 효과. 한국식품과학회지 36(2): 239-245.
- 홍석인, 조미나, 김동만. (2000) 절단 대파의 품질특성에 미치는 세척 및 포장재의 효과. 한국식품과학회지 32(3): 659-667.
- Abelson P, Forbes MP, Hall G. (2006) The annual cost of food-borne illness in Australia. Australian Government Department of Health and Ageing.
- Abelson P. (2007) Establishing a Monetary Value for Lives Saved: Issues and Controversies: WP 2008-02, Department of Finance and Deregulation, <http://www.finance.gov.au/obpr/docs/Working-paper-2-Peter-Abelson.pdf>. accessed 10 June 2009.
- Agnelli ME, Mascheroni RH. (2001) Cryomechanical freezing: A model for the heat transfer

- process. *J. Food Eng.* 47(4): 263–270.
- Ahvenainen R. (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 7(6): 179–187.
  - Alasalvar C, Nesvadba P. (1995) Time/temperature profiles of smoked salmon packaged with cooling gel and shipped at ambient temperature. *J. Food Sci.* 60(3): 619–621.
  - APHA. (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Method 4-54. American Public Health Association, Washington DC, USA.
  - Bari ML, Nazuka E, Sabina Y, Todoriki S, Isshiki K. (2003) Chemical and irradiation treatments for killing *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa, radish, and mung bean seeds. *J. Food Prot.* 66(5): 767–7.
  - Barret E, Chaos C. (1996) An outbreak of salmonellosis associated with eating alfalfa sprouts, Lexington, Virginia. *Sproutnet*. [http://www.sproutnet.com/Research/an\\_outbreak\\_of\\_salmonellosis.htm](http://www.sproutnet.com/Research/an_outbreak_of_salmonellosis.htm). Accessed on 24 February 2009.
  - Beuchat LR, Ward TE, Pettigrew CA. (2001) Comparison of chlorine and a prototype produce wash product for effectiveness in killing *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. *J. Food Prot.* 64(2): 152–158.
  - Beuchat LR. (1996) Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J. Food Prot.* 59(2): 204–216.
  - Bolton DJ, Byrne CM, Sheridan JJ, McDowell DA, Blair IS. (1999) The survival characteristics of a non-toxicogenic strain of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Appl. Microbiol.* 86(3): 407–411.
  - Brackett RE. (1994) Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Wiley RC. (ed.), pp. 269–312, Chapman and Hall, New York, USA.
  - Brackett RE. (1996) Food safety: microbiological concerns. In: *Fresh-Cut Products: Maintaining Quality and Safety*. Postharvest Horticulture Series 10, Mar. UC Davis, CA, USA.
  - Breuer T, Benkel DH, Shapiro RL, Hall WN, Winnett MM, Linn MJ, Neimann J, Barrett TJ, Dietrich S, Downes FP, Toney DM, Pearson JL, Rolka H, Slutsker L, Griffin PM. (2001) A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections linked to alfalfa sprouts grown from contaminated seeds. *Emerg. Infect. Dis.* 7(6): 977–982.
  - Brooks JT, Rowe SY, Shillam P, Heltzel DM, Hunter SB, Slutsker L, Hoekstra RM, Luby SP. (2001) *Salmonella typhimurium* infections transmitted by chlorine-pretreated clover sprout seeds. *Am. J. Epidemiol.* 154(11): 1020–1028.
  - Casada ME, Ram MS, Flinn PW. (2008) Thermal design of shipping containers for beneficial insects. *Appl. Eng. Agric.* 24(1): 63–70.
  - CDC (1990) Food-borne disease outbreak listing. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us\\_outb/fbo1990/fbofinal1990.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us_outb/fbo1990/fbofinal1990.pdf). Accessed

on 24 February 2010.

- CDC (1996) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 1996. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us\\_outb/fbo1996/fbofinal1996.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us_outb/fbo1996/fbofinal1996.pdf). Accessed on 24 February 2010.
- CDC (1998) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 1998. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us\\_outb/fbo1998/fbofinal1998.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us_outb/fbo1998/fbofinal1998.pdf). Accessed on 24 February 2010.
- CDC (2000) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 2000. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us\\_outb/fbo2000/fbofinal2000.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us_outb/fbo2000/fbofinal2000.pdf). Accessed on 24 February 2010.
- CDC (2002) Update on *Salmonella* serotype Enteritidis infections, outbreaks, and the importance for traceback. Centers for Disease Control. <http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/files/2001SECSTE.pdf>. Accessed on 24 February 2010.
- CDC (2003) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 2003. Centers for Disease Control. 24 February 2010.
- CDC (2004) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 2004. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us\\_outb/fbo2004/Outbreak\\_Linelist\\_Final\\_2004.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/us_outb/fbo2004/Outbreak_Linelist_Final_2004.pdf). Accessed on 24 February 2010.
- CDC (2006) Listing of Food-borne Disease Outbreaks, United States, 2006. Centers for Disease Control. [http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/documents/2006\\_line\\_list/2006\\_line\\_list.pdf](http://www.cdc.gov/food-borneoutbreaks/documents/2006_line_list/2006_line_list.pdf). Accessed on 24 February 2010.
- Charkowski AO, Barak JD, Sarreal CZ, Mandrell RE. (2002) Differences in growth of *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa sprouts. *Appl. Environ. Microbiol.* 68(6): 3114-3120.
- Charkowski AO, Sarreal CZ, Mandrell RE. (2001) Wrinkled alfalfa seeds harbor more aerobic bacteria and are more difficult to sanitize than smooth seeds. *J. Food Prot.* 64(9):1292-1298.
- Como-Sabetti K, Reagan S, Ritter K, Parrott CM, Simonds S, Hraboxy S, Ritter B. Outbreaks of *E. coli* O157:H7 associated with eating alfalfa sprouts—Michigan and Virginia, June–July Morbidity and Mortality Weekly Report 46(32): 741–744 (1997)
- Cooley MB, Miller WG, Mandrell RE. (2003) Colonization of *Arabidopsis thaliana* with *Salmonella enterica* and enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 and

- competition by *Enterobacter asburiae*. Appl. Environ. Microbiol. 69(8): 4915-4926.
- Costerton JW, Lewandowski Z, Caldwell DE, Korber DR, Lappin-Scott HM. (1995) Microbial biofilms. Annu. Rev. Microbiol. 49: 711-745.
  - Cover TL, Aber RC. (1989) *Yersinia enterocolitica*. New Engl. J. Med. 321(1): 16-24. Delaquis PJ, Sholberg PL, Stanich K. (1999) Disinfection of mung bean seed with gaseous acetic acid. J. Food Prot. 62(8): 953-957.
  - Department of Health WA. (2002) Microbiological safety and quality of sprouts in Western Australia. Food Surveillance Newsletter Summer: 1-4.
  - Dolye MP. (1990) Fruit and vegetable safety-microbiological. HortScience 25(12): 1478-1481
  - Dong YM, Iniguez AL, Ahmer BMM, Triplett EW. (2003) Kinetics and strain specificity of rhizosphere and endophytic colonization by enteric bacteria on seedlings of *Medicago sativa* and *Medicago truncatula*. Appl. Environ. Microbiol. 69(3): 1783-1790.
  - East AR, Smale NJ. (2008) Combining a hybrid genetic algorithm and a heat transfer model to optimize an insulated box for use in the transport of perishables. Vaccine 26(10):1322-1334.
  - Enomoto K, Takizawa T, Ishikawa N, Suzuki T. (2002) Hot-water treatments for disinfecting alfalfa seeds inoculated with *Escherichia coli* ATCC 25922. Food Sci. Technol. Res. 8(3):247-251.
  - Erdogdu F. (2008) A review on simultaneous determination of thermal diffusivity and heat transfer coefficient. J. Food Eng. 86(3): 453-459.
  - FDA. (1999) Reducing microbial food safety hazards for sprouted seeds: Guidance for industry. US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition.
  - FDA. (2002) Consumers advised of risks associated with eating raw and lightly cooked sprouts. US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Talk paper T02-37.
  - FDA. (2008) Bad Bug Book. US Food and Drug Administration. <http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html>. Accessed on 25 February 2008.
  - Ferguson DD, Scheftel J, Cronquist A, Smith K, Woo-Ming A, Anderson E, Knutsen J, De AK, Gershman K. (2005) Temporally distinct *Escherichia coli* O157 outbreaks associated with alfalfa sprouts linked to a common seed source - Colorado and Minnesota, 2003. Epidemiol. Infect. 133(3): 439-447.
  - Fett WF, Cook, PH. (2003a) Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on laboratory-inoculated alfalfa seed with commercial citrus-related products. J. Food Prot. 66(7): 1158-1165.
  - Fett WF, Cook, PH. (2003b) Scanning electron microscopy of native biofilms on mung bean

- sprouts. *Can. J. Microbiol.* 49(1): 45-50.
- Fett WF. (2000) Naturally occurring biofilms on alfalfa and other types of sprouts. *J. Food Prot.* 63(5): 625-632.
  - Fett WF. (2002a) Factors affecting the efficacy of chlorine against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on alfalfa seed. *Food Microbiol.* 19(2-3): 135-149.
  - Fett WF. (2002b) Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. on laboratory-inoculated mung bean seed by chlorine treatment. *J. Food Prot.* 65(5): 848-852.
  - Fett WF. (2002c) Reduction of the native microflora on alfalfa sprouts during propagation by addition of antimicrobial compounds to the irrigation water. *Int. J. Food Microbiol.* 72(1-2):13-18.
  - Fett WF. (2006a) Inhibition of *Salmonella enterica* by plant-associated *Pseudomonas* in vitro and on sprouting alfalfa seed. *J. Food Prot.* 69(4): 719-728.
  - Fett WF. (2006b) Interventions to ensure the microbial safety of sprouts. In: Saper GM, Gorny JR, Yousef AE. (eds). *Microbiology of Fruit and Vegetables*. Chapter 8. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp.187-210.
  - Francis GA, Thomas C, O'Berine DO. (1999) The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34(1): 1-22.
  - FSANZ. (2009) Primary Production & Processing Standard for Seed Sprouts. [11-09] Proposal P1004, Food Standards Australia New Zealand, 15 July 2009.
  - Fu TJ, Reineke KF, Chirtel S, Vanpelt OM. (2008) Factors influencing the growth of *Salmonella* during sprouting of naturally contaminated alfalfa seeds. *J. Food Prot.* 71(5): 888-896.
  - Gandhi M, Golding S, Yaron S, Matthews KR. (2001) Use of green fluorescent protein expressing *Salmonella* Stanley to investigate survival, spatial location, and control on alfalfa sprouts. *J. Food Prot.* 64(12): 1891-1898.
  - Gill CJ, Keene WE, Mohle-Boetani JC, Farrar JA, Waller PL, Hahn CG, Cieslak PR. (2003) Alfalfa seed decontamination in a *Salmonella* outbreak. *Emerg. Infect. Dis.* 9(4): 474-479.
  - Gould GW. (1995) *New methods of food preservation*. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK.
  - Hall G, Kirk MD, Becker N, Gregory JE, Unicomb L, Millard G, Stafford R, Lalor K, the OzFoodNet Working Group (2005) Estimating food-borne gastroenteritis, Australia. *Emerg. Infect. Dis.* 11(8): 1257-1264.
  - Harman GE. (1983) mechanisms of seed infection and pathogenesis. *Phytopathol.* 73(2):326-329.
  - Harris LJ, Farber JN, Beuchat LR, Parish ME, Suslow TV, Garrett EH, Busta FF. (2003) Outbreaks associated with fresh produce: Incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 2(s1): 78-141.

- Himathongkham S, Nuanualsuwan S, Riemann H, Cliver DO. (2001) Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium in artificially contaminated alfalfa seeds and mung beans by fumigation with ammonia. J. Food Prot. 64(11): 1817-1819.
- Holliday SL, Scouten AJ, Beuchat LR. (2001) Efficacy of chemical treatments in eliminating *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on scarified and polished alfalfa seeds. J. Food Prot. 64(10): 1489-1495.
- Hong SI, Kim DM. (2001) Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh-cut green onion. Int. J. Food Sci. Technol. 36(3): 283-290.
- Honish L, Nguyen Q. (2001) Outbreak of *Salmonella enteritidis* phage type 913 gastroenteritis associated with mung bean sprouts-Edmonton, 2001. Can. Commun. Dis. Reprt. 27(18):151-156.
- Howard MB, Hutcheson SW. (2003) Growth dynamics of *Salmonella enterica* strains on alfalfa sprouts and in waste seed irrigation water. Appl. Environ. Microbiol. 69(1): 548-553.
- Hurst WC. (1995) Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. HortScience 30(1):22-24.
- Inami GB, Moler SE. (1999) Detection and isolation of *Salmonella* from naturally contaminated alfalfa seeds following an outbreak investigation. J. Food Prot. 62(6): 662-664.
- Itoh Y, Sugita-Konishi Y, Kasuga F, Iwaki M, Hara-Kudo Y, Saito N, Noguchi Y, Konuma H, Kumagai S. (1998) Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 present in radish sprouts. Appl. Environ. Microbiol. 64(4): 1532-1535.
- Jain D, Pathare P. (2007) Modelling of the internal cooling of fish during ice storage. Int. J. Food Eng. 3(4): Article 4.
- Jaquette CB, Beuchat LR, Mahon BE. (1996) Efficacy of chlorine and heat treatment in killing *Salmonella* Stanley inoculated onto alfalfa seeds and growth and survival of the pathogen during sprouting and storage. Appl. Environ. Microbiol. 62(7): 2212-2215.
- Joce R, O'Sullivan DG, Strong C, Rowe B, Hall MLM, Threlfall EJ. (1990) A national outbreak of *Salmonella* Gold-Coast. Commun. Dis. Reprt Rev. 4: 3-4.
- Johnston LM, Elhanafi D, Drake M, Jaykus LA. (2005) A simple method for the direct detection of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 from raw alfalfa sprouts and spent irrigation water using PCR. J. Food Prot. 68(11): 2256-2263.
- Kader A. (1996) Fresh-Cut Products: Maintaining Quality and Safety. Postharvest Horticulture Series 10, Mar. UC Davis, CA, USA.
- Kader AA, Lipton WJ, Morris LL. (1973) Systems for scoring quality of harvested lettuce.

HortScience 8(5): 408-409.

- Kemmeren JM, Mangen M-JJ, Duynhoven YTHP, van Havelaar AH. (2006) RIVM: Priority setting of food-borne pathogens - Disease burden and costs of selected enteric pathogens: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330080001.html>. accessed on 10 June 2009.
- KFIA, Korea Foods Industry Association. (1998) Food Code. Moonyongsa Co., Seoul, Korea. p.637-643.
- Khalifa AN. (2001) Natural convective heat transfer coefficient - a review I. Isolated vertical and horizontal surfaces. *Ener. Conver. Mang.* 42(4): 491-504.
- Kim C, Hung YC, Brackett RE, Lin CS. (2003) Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. *J. Food Prot.* 66(2): 208-214.
- Kim HJ, Lee DS, Paik HD. (2004) Characterization of *Bacillus cereus* isolates from raw soybean sprouts. *J. Food Prot.* 67(5): 1031-1035.
- Kocharunchitt C, Ross T, McNeil DL. (2009) Use of bacteriophages as biocontrol agents to control *Salmonella* associated with seed sprouts. *Int. J. Food Microbiol.* 128(3): 453-459.
- Lang MM, Ingham BH, Ingham SC. (2000) Efficacy of novel organic acid and hypochlorite treatments for eliminating *Escherichia coli* O157:H7 from alfalfa seeds prior to sprouting. *Int. J. Food Microbiol.* 58: 73-82.
- Lee HH, Hong SI, Kim DM, Han YS. (2003) Effect of hot water treatment on biochemical changes in minimally processed onion. *Food Sci. Biotechnol.* 12(4): 445-450.
- Liao CH. (2008) Growth of *Salmonella* on sprouting alfalfa seeds as affected by the inoculum size, native microbial load and *Pseudomonas fluorescens* 2-79. *Lett. Appl. Microbiol.* 46(2): 232-236.
- Lin CM, Moon SS, Dolye MP, Mcwatters KH. (2002) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on lettuce by hydrogen peroxide and lactic acid and by hydrogen peroxide with mild heat. *J. Food Prot.* 65(8): 1215-1220.
- Liu B, Schaffner DW. (2007) Quantitative analysis of the growth of *Salmonella* Stanley during alfalfa sprouting and evaluation of *Enterobacter aerogenes* as its surrogate. *J. Food Prot.* 70(2): 136-322.
- Looney ML. (1995) *Active Food Packaging*. Blackie Academic & Professional, London, UK.
- Mahon BE, Ponka A, Hall WN, Komatsu K, Dietrich SE, Siitonen A, Cage G, Hayes PS, Lambert-Fair MA, Bean NH, Griffin PM, Slutsker L. (1997) An international outbreak of *Salmonella* infections caused by alfalfa sprouts grown from contaminated seeds. *J. Infect. Dis.* 175(4): 876-882.
- Manvell PM, Ackland MR. (1986) Rapid detection of microbial growth in vegetable salads at chill and abuse temperatures. *Food Microbiol.* 3(1): 59-65.
- Marchetti R, Casadei MA, Guerzoni ME. (1992) Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Italian J. Food Sci.* 44(1): 97-108.

- Matsunaga K, Burgess G, Lockhart H. (2007) Two methods for calculating the amount of refrigerant required for cyclic temperature testing of insulated packages. *Packag. Technol. Sci.* 20(2): 113–123.
- Mattila L, Leirisalo-Repo M, Koskimies S, Granfors K, Siitonen A. (1994) Reactive arthritis following an outbreak of *Salmonella* infection in Finland. *Br. J. Rheumatol.* 33(12):1136–1141.
- Mazzoni AM, Sharma RR, Demirci A, Ziegler GR. (2001) Supercritical carbon dioxide treatment to inactivate aerobic microorganisms on alfalfa seeds. *J. Food Safety* 21(4):215–223.
- Michino H, Araki K, Minami S, Takaya S, Sakai N, Miyazaki M, Ono A, Yanagawa H. (1999) Massive outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection in schoolchildren in Sakai City, Japan, associated with consumption of white radish sprouts. *Am. J. Epidemiol.* 150(8):787–796.
- Millard G, Rockliff S. (2001) Microbiological quality of seed sprouts. ACT Health Protection Service.
- Ministry of Agriculture and Forestry (2003) Trends and sources of zoonotic agents in animals, feedingstuffs, food and man in Finland in 2002. Department of Food and Health, Finland. <http://wwwb.mmm.fi/el/julk/kuvat/zoon/02/table12.0.pdf#search=%22s.%20abony%20and%20finland%20and%20mung%20bean%20sprouts%22>. Accessed on 24 February 2009.
- Mohle-Boetani J, Werner B, Polumbo M, Farrer J, Vugia D, Komatsu K, Tagg K, Peterson N, Painter J, Van Dunn S, Winthrop K, Beatty M. (2002) Outbreak of *Salmonella* serotype Kottbus infections associated with eating alfalfa sprouts—Arizona, California, Colorado, and New Mexico, February–April 2001. *MMWR Morb. Mortal Wkly. Rep.* 51(1):7–9.
- Mohle-Boetani JC, Farrar JA, Werner SB, Minassian D, Bryant R, Abbott S, Slutsker L, Vugia DJ. (2001) *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* infections associated with sprouts in California, 1996–1998. *Ann. Intern. Med.* 135(4): 239–247.
- Montville R, Schaffner DW. (2004) Analysis of published sprout seed sanitization studies shows treatments are highly variable. *J. Food Prot.* 67(4): 758–765.
- Montville R, Schaffner DW. (2005) Monte Carlo simulation of pathogen behavior during the sprout production process. *Appl. Environ. Microbiol.* 71(2): 746–753.
- Moureh J, Derens E. (2000) Numerical modelling of the temperature increase in frozen food packaged in the distribution chain. *Int. J. Refrig.* 23(7): 540–552.
- Moureh J, Laguerre O, Flick D, Commere B. (2002) Analysis of use of insulating pallet covers for shipping heat-sensitive foodstuffs in ambient condition. *Comput.*

- Electron. Agric. 34(1-3): 89-109.
- Mundt JO, Hinkle NF. (1976) Bacteria within ovules and seeds. Appl. Environ. Microbiol. 32(5): 694-698.
  - NACMCF. (1999a) Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. Int. J. Food Microbiol. 52(3): 123-153.
  - NACMCF. (1999b) Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. <http://www.cfsan.fda.gov/~mow/sprouts2.html>. Accessed on 19 January 2010.
  - Nelson SO, Lu CY, Beuchat LR, Harrison MA. (2002) Radio-frequency heating of alfalfa seed for reducing human pathogens. Trans. ASAE. 45(6): 1937-1942.
  - Nguyen-the C, Carlin F. (1994) The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 34(4): 371-401.
  - O'Mahony M, Cowden J, Smyth B, Lynch D, Hall M, Rowe B, Teare EL, Tettmar RE, Rampling AM, Coles M. (1990) An outbreak of *Salmonella* Saint-Paul infection associated with bean sprouts. Epidemiol. Infect. 104(2): 229-235.
  - O'Mahony M, Cowden J, Smyth B, Lynch D, Hall M, Rowe B, Teare EL. (1990) An out break of *Salmonella saintpaul* infection associated with bean sprouts. Epidemiol. Infect. 104(2): 229-235
  - Ohlsson T. (1994) Minimal processing-preservation methods of the future: an overview. Trend Food Sci. Technol. 5(11): 341-344.
  - OzFoodNet. (2006) Burden and causes of food-borne disease in Australia: Annual report of the OzFoodNet network, 2005. Commun. Dis. Intell. 30(3): 278-300.
  - OzFoodNet. (2007) Monitoring the incidence and causes of diseases potentially transmitted by food in Australia: annual report of the Ozfoodnet Network, 2006. Commun. Dis. Intell. 31(4): 345-365.
  - Palmai M, Buchanan RL. (2002) Growth of *Listeria monocytogenes* during germination of alfalfa sprouts. Food Microbiol. 19(2-3): 195-200.
  - Pandrangi S, Elweeell MW, Anantheswaran RC, LaBorde LF. (2003) Efficacy of sulfuric acid scarification and disinfectant treatments in eliminating *Escherichia coli* O157:H7 from alfalfa seeds prior to sprouting. J. Food Sci. 68(2): 613-618.
  - Pao S, Khalid MF, Kalantari A. (2005) Microbial profiles of on-line-procured sprouting seeds and potential hazards associated with enterotoxigenic *Bacillus* spp. in homegrown sprouts. J. Food Prot. 68(8): 1648-1653.
  - Park CM, Taormina PJ, Beuchat LR. (2000) Efficacy of allyl isothiocyanate in killing enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. Int. J. Food Microbiol. 56(1): 13-20.
  - Parry RT. (1993) Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK.

- Ponka A, Andersson Y, Siitonen A, de JB, Jahkola M, Haikala O, Kuhmonen A, Pakkala P. (1995) Salmonella in alfalfa sprouts. *Lancet* 345(8947): 462-463.
- Portnoy BL, Goepfert JM, Harmon SM. (1976) An outbreak of *Bacillus cereus* food poisoning resulting from contaminated vegetable sprouts. *Am. J. Epidemiol.* 103(6): 589-594.
- Proctor ME, Hamacher M, Tortorello ML, Archer JR, Davis JP. (2001) Multistate outbreak of *Salmonella* serovar Muenchen infections associated with alfalfa sprouts grown from seeds pretreated with calcium hypochlorite. *J. Clin. Microbiol.* 39(10): 3461-3465.
- Prokopowich D, Blank G. (1991) Microbiological evaluation of vegetable sprouts and seeds. *J. Food Prot.* 54(7): 560-562.
- Puohiniemi R, Heiskanen T, Siitonen A. (1997) Molecular epidemiology of two international sprout-borne *Salmonella* outbreaks. *J. Clin. Microbiol.* 35(10): 2487-2491.
- Rajkowski KT, Boyd G, Thayer DW. (2003) Irradiation D-values for *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* sp. on inoculated broccoli seeds and effects of irradiation on broccoli sprout keeping quality and seed viability. *J. Food Prot.* 66(5): 760-766.
- Rajkowski KT, Thayer DW. (2000) Reduction of *Salmonella* spp. and strains of *Escherichia coli* O157:H7 by gamma radiation of inoculated sprouts. *J. Food Prot.* 63(7): 871-875.
- RIRDC (2008) Economic Analysis of the Australian Lucerne Seed Industry. Rural Industries R&D Corporation. <http://www.rirdc.gov.au/reports/PSE/08-103.pdf>. Accessed on 7 January 2009.
- Robertson LJ, Johannessen GS, Gjerde BK, Loncarevic S. (2002) Microbiological analysis of seed sprouts in Norway. *Int. J. Food Microbiol.* 75(1-2): 119-126.
- Saltveit ME. (2004) Respiratory metabolism. In *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. Agriculture Handbook Number 66, BARS, USDA. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/019respiration.pdf>. accessed 10 May 2010.
- Samadpour M, Barbour MW, Nguyen T, Cao TM, Buck F, Depavia GA, Mazengia E, Yang P, Alfi D, Lopes M, Stopforth JD. (2006) Incidence of enterohemorrhagic *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in retail fresh ground beef, sprouts, and mushrooms. *J. Food Prot.* 69(2): 441-443.
- Sastry SK, Kilara A. (1983) Temperature response of frozen peas to di-thermal storage regimes. *J. Food Sci.* 48(1): 77-83.
- Schelch WF, Lvigne PM, Boltolussi RA, Allen AC, Haldane EV, Wort AJ, Hightower AW. (1983) Epidemic listeriosis—evidence for transmission by food. *New Eng. J. Med.* 308(4): 203-206.
- Sewell AM, Farber JM. (2001) Food-borne outbreaks in Canada linked to produce. *J. Food Prot.* 64(11): 1863-1877.
- Sharma RR, Demirci A, Beuchat LR, Fett WF. (2002) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated alfalfa seeds with ozonated water and heat treatment. *J. Food Prot.* 65(3): 447-451.

- Sharma RR, Demirci A. (2003a) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated alfalfa seeds with pulsed ultraviolet light and response surface modeling. *J. Food Sci.* 68(4): 1448-1453.
- Sharma RR, Demirci A. (2003b) Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. *Int. J. Food Microbiol.* 86(3): 231-237.
- Singh SP, Burgess G, Singh J. (2008) Performance comparison of thermal insulated packaging boxes, bags and refrigerants for single-parcel shipments. *Packag. Technol. Sci.* 21(1): 25-35.
- Sinton LW, Braithwaite RR, Hall CH, Mackenzie ML. (2007) Survival of indicator and pathogenic bacteria in bovine feces on pasture. *Appl. Environ. Microbiol.* 73(24): 7917-7925.
- Stan SD, Daeschel MA. (2003) Reduction of *Salmonella enterica* on alfalfa seeds with acidic electrolyzed oxidizing water and enhanced uptake of acidic electrolyzed oxidizing water into seeds by gas exchange. *J. Food Prot.* 66(11): 2017-2022.
- Stewart D, Reineke K, Ulaszek J, Fu T, Tortorello M. (2001a) Growth of *Escherichia coli* O157:H7 during sprouting of alfalfa seeds. *Lett. Appl. Microbiol.* 33(2): 95-99.
- Stewart DS, Reineke KF, Ulaszek JM, Tortorello ML. (2001b) Growth of *Salmonella* during sprouting of alfalfa seeds associated with salmonellosis outbreaks. *J. Food Prot.* 64(5): 618-622.
- Stratton J, Stefaniw L, Grimsrud K, Werker DH, Ellis A, Ashton E, Chui L, Blewett E, Ahmed R, Clark C, Rodgers F, Trottier L, Jensen B. (2001) Outbreak of *Salmonella paratyphi* B var java due to contaminated alfalfa sprouts in Alberta, British Columbia and Saskatchewan. *Can. Commun. Dis. Rep.* 27(16): 133-137.
- Stubbs DM, Pulko SH, Wilkinson AJ. (2004) Wrapping strategies for temperature control of chilled foodstuffs during transport. *Trans. Inst. Meas. Contr.* 26(1): 69-80.
- Sugiyama H, Yang KH. (1975) Growth potential of *Cl. botulinum* in fresh mushroom packaged in semipermeable plastic film. *Appl. Microbiol.* 30(6): 964-969.
- Taormina PJ, Beuchat LR, Slutsker L. (1999) Infections associated with eating seed sprouts: an international concern. *Emerg. Infect. Dis.* 5(5): 626-634.
- Taormina PJ, Beuchat LR. (1999) Comparison of chemical treatments to eliminate enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. *J. Food Prot.* 62(4): 318-324.
- Thayer DW, Rajkowski KT, Boyd G, Cooke PH, Soroka DS. (2003) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* by gamma irradiation of alfalfa seed intended for production of food sprouts. *J. Food Prot.* 66(2): 175-181.
- van Beneden CA, Keene WE, Strang RA, Werker DH, King AS, Mahon B, Hedberg K, Bell A, Kelly MT, Balan VK, MacKenzie WR, Fleming D. (1999) Multinational

outbreak of

- *Salmonella enterica* serotype Newport infections due to contaminated alfalfa sprouts. J. Am. Med. Assoc. 281(2): 158-162. van Duynhoven YTHP, Widdowson MA, de Jager CM, Fernandes T, Neppelenbroek S, van den Brandhof W, Wannet WJB, van Kooij JA, Rietveld HJM, van Pelt W. (2002)
- *Salmonella enterica* serotype Enteritidis phage type 4b outbreak associated with bean sprouts. Emerg. Infect. Dis. 8(4): 440-443.
- Velani S, Roberts D. (1991) *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* spp. in prepacked mixed salads and individual salads ingredients. PHLS Microbiol. Digest 8(1): 21-22.
- Venczel LV, Arrowood M, Hurd M, Sobsey MD. (1997) Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Clostridium perfringens* spores by a mixed-oxidant disinfectant and by free chlorine. Appl. Environ. Microbiol. 63(4): 1598-1601.
- Wade WN, Scouten AJ, McWatters KH, Wick RL, Demirci A, Fett WF, Beuchat LR. (2003) Efficacy of ozone in killing *Listeria monocytogenes* on alfalfa seeds and sprouts and effects on sensory quality of sprouts. J. Food Prot. 66(1): 44-51.
- Waje C, Kwon JH. (2007) Improving the food safety of seed sprout through irradiation treatment. Food Sci. Biotechnol. 16(2): 171-176.
- Warriner K, Spaniolas S, Dickinson M, Wright C, Waites WM. (2003) Internalization of bioluminescent *Escherichia coli* and *Salmonella* Montevideo in growing bean sprouts. J. Appl. Microbiol. 95(4): 719-727.
- Watanabe Y, Ozasa K, Mermin JH, Griffin PM, Masuda K, Imashuku S, Sawada T. (1999) Factory outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection in Japan. Emerg. Infect. Dis. 5(3):424-428.
- Weiss A, Hammes WP. (2003) Thermal seed treatment to improve the food safety status of sprouts. J. Appl. Bot.-Angew. Bot. 77(5-6): 152-155.
- Weissinger WR, Beuchat LR. (2000) Comparison of aqueous chemical treatments to eliminate *Salmonella* on alfalfa seeds. J. Food Prot. 63(11): 1475-1482.
- Weissinger WR, Chantarapanont W, Beuchat LR. (2000) Survival and growth of *Salmonella bairdson* in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. Int. J. Food Microbiol. 62(1-2): 123-131.
- Weissinger WR, McWatters KH, Beuchat LR. (2001) Evaluation of volatile chemical treatments for lethality to *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. J. Food Prot. 64(4):442-450.
- Wiley RC. (1994) Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Chapman & Hall, New York, USA.
- Winthrop KL, Palumbo MS, Farrar JA, Mohle-Boetani JC, Abbott S, Beatty ME,

- Inami G, Werner SB. (2003) Alfalfa sprouts and *Salmonella* Kottbus infection: A multi-state outbreak following inadequate seed disinfection with heat and chlorine. *J. Food Prot.* 66(1): 13-17.
- Wu FM, Beuchat LR, Wells JG, Slutsker L, Doyle MP, Swaminathan B. (2001) Factors influencing the detection and enumeration of *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. *Int. J. Food Microbiol.* 71(1): 93-99.
  - Wuytack EY, Diels AMJ, Meersseman K, Michiels CW. (2003) Decontamination of seeds for seed sprout production by high hydrostatic pressure. *J. Food Prot.* 66(6): 918-923.
  - Zuritz CA, Sastry SK. (1986) Effect of packaging materials on temperature fluctuations in frozen foods: Mathematical model and experimental studies. *J. Food Sci.* 51(4): 1050-1056.
  - Zuritz CA, Singh RP. (1985) Modelling temperature fluctuations in stored frozen foods. *Int. J. Refrig.* 8(5): 289-293.

주 의

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