

발간등록번호

11-1543000-000831-01

# 신선식품의 위생안전성 증진을 위한 천연항균물질 함유 능동형 식품 포장기술 개발

(Development of Antimicrobial Food Packaging  
Material Using a Microencapsulation Technique for  
Safety Assurance of Fresh Food)

고려대학교

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “신선식품의 위생안전성 증진을 위한 천연항균물질 함유 능동형 식품 포장 기술 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발

제2세부연구과제 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성 검증

제1협동연구과제 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술 개발

보고서와 관련된 기술은 특허출원 준비 중이므로 보고서를 수령하신 분들은 비밀을 유지해야 합니다.

2015 년 1 월 25 일

주관연구기관명 : 고려대학교

주관연구책임자 : 한 재 준

제1세부연구책임자 : 한 재 준

연 구 원 : 권 상 조

연 구 원 : 이 수 현

제2세부연구책임자 : 류 지 훈

연 구 원 : 방 지 현

연 구 원 : 서 현 선

연 구 원 : 최 선 영

연 구 원 : 박 선 형

연 구 원 : 홍 아 영

제1협동연구기관명 : SR테크노팩(주)

협동연구책임자 : 김 기 범

# 요 약 문

## I. 제 목

- 신선식품의 위생안전성 증진을 위한 천연항균물질 함유 능동형 식품 포장기술 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 신선 과일 및 야채의 식품위해미생물(식중독균과 식품부패균) 오염으로 인한 사고 및 피해 방지에 기여할 능동형 항균 포장기술 개발을 최종 목표로 하고 있다. 신선 식품은 신선한 상태의 제품 특성을 크게 변화시키지 않으면서 고유 기능성을 증가시킬 수 있도록 가공한 식품을 말하며 제품에 따라 일반적으로 세척, 절단, 혼합, 포장 과정을 거친다. 신선식품의 수요는 국민들의 건강에 대한 관심이 높아져 가면서 식품의 소비 패턴이 건강 지향적으로 변화한 결과로 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 최소가공채소류는 필요한 최소의 가공 처리 후에도 미생물이 잔존할 수 있으며 이 중에는 식품의 안전성에 심각한 문제를 야기하는 식중독균도 포함된다. 실례로 국외 및 국내 신선농식품 관련 식중독 발생은 2000년대 들어 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 따라서 포장 이후에도 식중독균 및 식품 부패균을 지속적으로 제어할 신선식품 포장 기술 개발이 필요하다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 신선식품의 위생안전성 향상을 위해 포장 신소재를 이용한 포장기법을 개발했다. 본 연구팀은 효과적인 천연항균 물질 탐색 및 항균활성도 평가, 항균물질의 미세캡슐화 및 항균포장소재 개발, 항균포장재의 항균성 분석, 그리고 저장기간 중 식품의 미생물 위생 안전성 분석, 품질 평가 분석에 대한 연구를 수행했다. 최종적으로 신선식품의 위생안전성을 향상시킬 포장소재 및 기술을 개발하고 항균포장재의 실용화를 위한 시제품 제작을 수행했다.

각 세부별 연구 내용은 다음과 같다.

제1세부 연구팀은 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술을 개발하였다. 1차년도에는 천연항균물질 방출 항균 sachet를 개발했다. 이어서 2차년도에는 천연항균물질 함유 미세캡슐을 코팅한 항균포장재의 기술을 개발했다. 마지막으로 3차년도에는 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술을 개발했다.

제2세부 연구팀은 전반적으로 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성을 검증하였다. 1차년도에는 천연항균물질 방출 sachet의 식중독균 생육저해능력을 확인하였고, 2차년도에는 천연 항균기체 방출 항균 sachet의 적용과 천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정 및 항균특성을 평가하였으며, 마지막으로 3차년도에는 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효과 검증과 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균효능을 평가하였다. 1차년도에 기체의 항균력 측정장치를 발명하고 시제품을 개발하였으며, 2차년도에 항균력 측정장치를 개선하여 항균력 측정법을 확립하였으며, 3차년도에는 시제품을 개발 및 완성하였다.

제1협동 연구팀은 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술을 개발했다. 1차년도에는 천연항균물질 방출 sachet의 현장적용기술을 개발했고, 2차년도에는 천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 현장적용기술을 개발했으며, 3차년도에는 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술의 현장적용기술을 개발하였다.

## IV. 연구개발결과

### 【제1세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발】

#### 1. 1차년도 (2012년도): 천연항균물질 함유 미세캡슐을 적용한 항균 sachet의 개발

##### 가. 후보 항균물질군의 항균활성 테스트 (제2세부 연구팀과 협의)

- (1) 휘발성의 천연항균물질 20가지를 vapor상에서의 항 미생물능을 분석하여 가장 효과가 좋은 물질을 선정하고자 타임(레드), 타임(화이트), 클라리 세이지, 세이지, 오레가노, 민트, 시나몬, 로즈마리, 클로브, 파인, 유칼립투스, 오렌지, 제라늄, 사이프러스, 진저, 티트리, 펜넬의 20종 에센셜 오일을 확보하였다.
- (2) 에센셜 오일의 항균력을 vapor diffusion test를 통해 측정하였다. 이를 통해 식품 부패미생물인 *Erwinia* spp.에 대한 항미생물능을 보인 에센셜 오일은 오레가노, 타임(레드), 타임(화이트) 오일임을 알 수 있었고, 이 중 가장 큰 항미생물능은 오레가노 오일로서 결정되어 이의 휘발성을 안정화하기 위한 미세캡슐화를 진행함

##### 나. 피복 물질 선정

- (1) 적절한 피복 물질로서 polyvinyl alcohol (PVA)이 선정되었는데 PVA는 분자변수의 조절을 통하여 고강력 섬유에서부터 의료용 재료로까지 그 응용범위가 매우 다양해지고, 낮은 혼성배열의 저분자량 PVA부터 입체 규칙성을 지니는 고가의 고분자량 PVA까지 매우 다양하여 본 연구 과제의 목표와 부합된다고 판단하여 선정되었다.

##### 다. 천연항균물질과 피복물질의 적절한 혼합비 결정

##### 라. 천연항균물질 함유 미세캡슐 제조

##### 마. 미세캡슐의 특성 분석 및 최적의 조건 확립

- (1) 미세캡슐 에멀전을 광학현미경(Optical microscopy)을 이용하여 200배에서 관찰한 결과 심(core)물질인 에센셜 오일의 첨가량이 증가할 때, 분산되어 있는 oil droplet의 수도 증가하였다. 5/5 비율의 미세캡슐 에멀전이 단위 면적당 가장 많은 droplet의 수를 보였다.

- (2) FE-SEM 관찰 결과, 캡슐의 크기 및 모양이 일정하게 균일한 모습을 가지고 있었다. 또한 심(core)물질인 에센셜 오일의 양이 증가하면서 매우 작은 particle의 수가 증가하였다.
- (3) 입도분석기(Zeta potential analyzer)을 이용하여 분석한 결과 Oil의 양이 증가할수록, 캡슐입자의 크기는 감소했지만 분산도(span)가 대체적으로 증가하며 입자 분포가 넓게 퍼져있는 그래프를 얻을 수 있었다. 또한, Oil의 양이 적을 때에는 입자 분포가 가장 좁으며, 비슷한 크기의 캡슐들이 만들어졌음을 알 수 있었다.
- (4) 미세캡슐내 심(core)물질의 encapsulation efficiency(EE)을 측정하여 캡슐 형성 효율의 최적화를 모색하였다. PVA로 만든 미세캡슐의 효율은 oil의 양이 증가할수록 증가하는 경향을 보이다가 3/5(w/w)의 비율에서 약 58.32%의 수치로 가장 높은 효율성을 보였다. 그 이상의 비율에서는 더 이상 증가하지 않고 비슷하거나 감소하는 경향을 보였다. 이는 막(wall)물질의 양은 일정하지만 심(core)물질의 양이 증가하면서 심물질을 감싸는 한계에 다다르며 효율의 감소를 나타냈다.

**바. 천연항균 미세캡슐 sachet 개발 및 방출경향 분석**

- (1) 온도 및 습도 별 시간에 따른 sachet의 방출특성 확인한 결과, 온도 및 습도의 두 가지 요인은 방출경향에 큰 영향을 미쳤다. 특히, 상대습도 83%, 25 °C의 조건하에서 가장 빠른 방출속도를 보였다. 이는 PVA는 친수성 고분자이기 때문에, 높은 상대습도의 환경에서는 고분자 매트릭스가 성기게 되어 방출을 더욱 빠르게 유도했다.

**사. 천연항균캡슐 sachet의 항균력 측정**

- (1) 고온조건서의 미세캡슐화 과정으로 항균력이 손실되었는지를 분석하기 위해 천연항균 미세캡슐을 적용한 sachet의 항미생물능을 분석했다.
- (2) 그 결과, 제작한 sachet는 총 5개의 *Erwinia* 미생물 중 *Erwinia chrysanthemi*에 대한 35~40 mm의 clear zone을 보였고, 항미생물능을 확인할 수 있었다.

**2. 2차년도 (2013년도): 천연항균물질 함유 미세캡슐을 코팅한 항균포장재의 기술개발**

**가. 천연항균물질 방출 항균 sachet의 신선식품 포장으로의 적용**

- (1) Oregano oil을 함유한 microcapsule sachet의 신선식품 포장으로 적용했을 때 부패균 생육 저하 효과와 sachet의 적용 여부가 식품의 품질에 미치는 영향을 확인했다.
- (2) 일반중온성세균 (mesophilic aerobic bacteria)의 경우 control에서는 개체수가 저장기간동안 유지되었으며 5g의 오레가노 미세캡슐이 함유된 sachet에서 1.7 log CFU/5pieces만큼 감소했다.
- (3) *Erwinia chrysanthemi*의 경우 control에서 저장 기간 동안  $5.3 \pm 0.4$  log CFU/5 pieces로 약 1로그 스케일 정도 감소하였으나 5 g의 오레가노 미세캡슐이 함유된 sachet를 넣어 저장한 것에서 3.9 log CFU/5 pieces만큼 감소했다.
- (4) 곰팡이와 효모 (molds and yeasts)의 경우 control에서 저장기간 동안 거의 동일하게 유지되었으나 5 g의 오레가노 오일 미세캡슐을 넣은 sachet로 저장한 것에서 2.1 log CFU/5 pieces 가량 저감화되었다.

**나. 미세캡슐 코팅 항균포장재 개발을 위한 천연 항균물질 탐색 (제2세부 과제팀과 협동)**

- (1) *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *typhimurium* (이하 *Salmonella typhimurium*)에 대해 vapor상에서 항균 활성을

보이는 휘발성의 향균물질을 찾고 그 향 미생물 능력을 평가하여 효과가 우수한 물질을 선택하고자하기 위해 *L. monocytogenes* 및 *S. typhimurium*에 향균 효능을 가지고 있다고 알려진 에센셜 오일 중 4종(오레가노, 타임, 시나몬, 클로브)을 선정하여 향균력을 측정했다.

- (2) Vapor diffusion test를 이용하여 향균력을 측정한 결과 *S. typhimurium*에 대해서는 클로브 오일은 상대적으로 낮은 향균력을 보였으며, 오레가노 오일, 타임 오일, 시나몬 오일이 좋은 향균력을 보였다. 또한, *L. monocytogenes*에 대해서는 리스테리아 균에 대하여 클로브 오일은 거의 향균력을 나타내지 않았으며, 살모넬라의 결과와 같이 타임, 오레가노, 시나몬 오일이 상대적으로 더 높은 향균력을 보였다.
- (3) 향균력 확인 실험 결과를 통해 오레가노, 타임, 시나몬 오일이 리스테리아 및 살모넬라 균에 대하여 향균력이 상대적으로 우수하다는 결론을 얻었으며 오레가노 오일을 최종적으로 선정했다.

#### 다. 천연향균물질 함유 미세캡슐의 코팅 기술 확립

- (1) 향균력을 가지는 에센셜 오일을 미세캡슐화하여 코팅 스트립의 형태로 제작하여 일정 기간 동안 에센셜 오일이 지속적으로 방출되도록 했다.
- (2) 코팅 소재로 PVA를 선정하여 오레가노 오일과 에멀전을 생성한 후 TEOS (tetraethyl orthosilicate)를 첨가하여 물에 대한 저항성을 주고자했다.

#### 라. 천연향균물질 미세캡슐 코팅 소재의 물리적 특성 측정

- (1) 제작한 pure PVA, PVA/OEO, 3가지 농도의 PVA/OEO/TEOS 스트립의 두께, 밀도, 색도, 물에 대한 용해성, 향균물질 함유율 등을 측정하여 스트립의 특성을 분석했다.
- (2) 스트립의 두께를 측정한 결과 PVA스트립에 비해서 OEO가 포함된 스트립들의 두께가 평균적으로 2배 이상 두꺼워지는 것을 알 수 있었다.
- (3) TEOS의 첨가에 의해 평균 두께는 작아지면서도 밀도는 다소 감소한 것으로 보아 주변의 PVA 매트릭스와 결합하면서도 내부에 약간의 여유 공간이 생겨나는 것으로 생각되었다.
- (4) 색도 측정 결과 3 종류의 스트립들은 밝기(L값)은 비교적 비슷한 것으로 나타났고 PVA/OEO 스트립의 경우 가장 노란 빛을 보인 것으로 나타났다.
- (5) 코팅 스트립의 물에 대한 용해성을 측정한 결과 TEOS가 첨가된 스트립은 물에 대한 용해성이 감소하기 시작하여 PVA/OEO/TEOS8 스트립에서 가장 낮은 용해율을 나타냈다.
- (6) 향균물질 함유율을 측정한 결과, PVA/OEO 스트립의 경우 평균 10 mg의 스트립에  $8.30 \pm 1.42$  mg의 OEO가 함유된 것으로 나타났다(스트립 중량의 약 83%).

#### 마. 미세캡슐 함유 코팅 향균포장재의 향균물질 방출 경향 분석

- (1) PVA/OEO 스트립과 PVA/OEO/TEOS 스트립 모두 저장 이후 1일이 지났을 때 향균물질의 약 40%가 방출되며, 4일이 경과했을 때까지는 전체의 약 50% 정도가 방출되는 것을 알 수 있었다.
- (2) TEOS를 처리한 스트립에서 같은 기간 동안 상대적으로 더 많은 향균물질이 방출된 것을 알 수 있음. 이는 스트립 내의 밀도가 낮아지면서 PVA안에 갇혀있는 향균물질들의 외부로의 방출이 상대적으로 용이해 졌기 때문으로 보였다. 이 결과를 통해

TEOS 처리로 인해 가속되는 향균물질의 방출을 고려하여 향균물질의 초기 농도를 조절할 수 있을 것으로 판단했다.

### 3. 3차년도 (2014년도): 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발

#### 가. 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 향균 포장재 신선식품 포장으로의 적용

##### (1) 미세캡슐 코팅 포장재 적용 중 신선식품의 품질지표 변화 확인

(가) 실험 결과 향균필름을 적용하여 저장한 방울토마토는 물성 및 색도에서 양호한 수준을 보여주었다.

#### 나. 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발 (제1협동과 협업)

(1) 천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발을 위한 조건을 확립했다.

(2) 사출 성형기 등을 이용한 향균 시트와 용기를 제작했다.

(3) 천연항균물질 함유 포장재의 물리적 특성을 측정 및 평가했다.

## 【제2세부: 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성 검증】

### 1. 1차년 (2012년도): 천연항균물질 방출 sachet의 식품위해미생물 생육저해능력 확인

#### 가. 전반적인 연구수행을 위한 실험인자들의 결정

(1) 전반적인 연구수행을 위한 기초 연구로 각 세부 연구수행에 필요한 실험인자들 (제어목표 미생물과 대상 신선식품)을 결정하였다. 제어목표 미생물로는 식중독세균 6종과 식품부패균 및 채소병원균 4종을 선정하여 확보하였다. 대상 신선식품으로는 양상추를 선정하여 대형마트에서 구입하여 실험에 사용하였다.

#### 나. 식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름의 형성조건 확인/시스템 구축

(1) 양상추에 식중독 세균인 *Escherichia coli* O157:H7을 접종시켜 저장조건에 따른 *E. coli* O157:H7의 바이오필름 형성 조건 (상대습도 100%와 저장온도 12°C 또는 25°C)을 확립하였다.

#### 다. 1세부에서 선정한 천연항균물질의 항균특성 확인

(1) 천연항균물질 중 에센셜 오일의 기화특성을 고려하여 기체상태에서 최소저해능도를 확인하기 위한 기체의 minimal inhibitory concentration (MIC) 측정법을 개발하였다.

#### 라. 천연항균 미세캡슐 함유 향균 sachet의 식품위해미생물별 항균특성 확인

#### 마. 식물유래 천연항균물질 탐색 (600종 이상)

(1) 국내 자생식물, 약용식물, 국외식물 등 625종의 식물유래 추출물들을 확보하였고 항균활성 테스트 (agar well diffusion test)를 통해 식품위해미생물에 우수한 항균활성을 보인 추출물들을 선별하였다.

### 2. 2차년 (2013년도): 천연항균기체 방출 향균 sachet의 적용 및 천연항균물질이 코팅 처리된 향균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정/항균특성 평가

#### 가. 천연항균기체 방출 향균 sachet의 적용

- (1) 천연항균기체 (30종 이상)의 *E. coli* O157:H7에 대한 최소저해농도와 최소치사농도 확인하였다.
- (2) 항균기체의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 확인하였다.
- (3) 천연항균기체의 방출 sachet를 이용한 신선식품의 *E. coli* O157:H7 제어를 확인하였다.

**나. 천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정/항균특성 평가**

- (1) 1차년도에 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 항균력을 보인 천연식물추출물의 최소저해농도와 최소치사농도 확인을 확인하였다.
- (2) 식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과를 확인하였다.

**다. 항균기체의 항균력을 측정하기 위한 실험기구의 시제품 제작 및 개발**

**3. 3차년 (2014년도) : 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효과 검증, 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균효능 평가**

**가. 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효능 평가**

- (1) 천연식물추출물의 조합처리에 의한 *L. monocytogenes*의 또는 *S. aureus*의 살균시너지를 확인하였다.
- (2) 식품 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균조합물의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균시너지를 확인하였다
- (3) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균포장재의 항균효과를 검증하였다.

**나. 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균특성 평가**

- (1) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 중 신선식품의 위해미생물 생육저해 효과 확인하였다.

**【제1협동 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술 개발】**

**1. 1차년도 (2012년도): 천연항균물질 방출 sachet의 현장적용기술 개발**

**가. 천연항균물질의 안정화 기술**

- (1) 천연항균물질이 빛, 산소, 수분 등의 외부요인에 의해 손실되는 것을 막고, 이미·이취 등을 차단하고 물질의 방출속도를 조절하기 위하여 미세캡슐화기법을 도입했다.
- (2) 본 연구과제에서 항균물질로 사용한 오레가노 오일의 경우 휘발성이 뛰어나 산업적 규모에서 포장재 생산 시 고온·고압의 제조 환경으로 인해 항균물질이 손실될 우려가 있으므로 이와 같은 제조공정 상의 손실을 완화하기 위해 미세캡슐화를 시도했다 (제1세부 연구팀과 공동 연구 진행).
- (3) 광학현미경을 이용하여 에멀전의 이미지를 관찰하고, FE-SEM을 이용하여 미세캡슐의 표면관찰과 입도분석기를 이용하여 미세캡슐의 크기 측정, GC 분석을 통해 오레가노 오일의 encapsulation efficiency(캡슐화 효율성)를 측정한 결과, 오레가노 오일과 PVA의 비율이 3:5(w/w)일 때 미세캡슐이 가장 잘 형성되는 것을 확인했다.



#### 나. 천연항균물질 함유 sachet 디자인 및 제작

- (1) 천연항균물질의 지속적인 방출을 유도할 수 있는 sachet의 현장 산업 규모에서의 작 조건을 확립했다.
- (2) 본 연구과제에서 개발하고자하는 항균포장기술이 항균물질의 휘발성에 기반을 둔 것이므로, 항균물질이 원활하게 방출될 수 있는 소재인 PE를 선정했다.
- (3) 자체적으로 개발한 천공필름 2종을 이용했으며, 이 필름은 30, 40, 50마이크론의 두께이며 기계적 천공방식을 이용했다. 천공하는 깊이는 완전한 관통 또는 불완전한 미세 관통 등 작업조건에 따라서 조정이 가능하다. 균일한 투과도를 위하여, 완전 관통한 이후, T-die를 이용했다.
- (4) LLDPE, CPP등은 원활한 파우치 제작을 위해, 고속 실링이 가능한 재질을 선택했으며, 천공 필요의 경우는 최종 필름을 합지시키기 이전에 천공함을 원칙으로 삼았다.

#### 다. 항균 sachet가 부착된 식품포장용 시제품 개발

- (1) 두부 포장용 PP tray에 적용
  - (가) 제1협동 연구팀에서 제조·납품하고 있는 시판용 두부 용기에 시범적으로 적용했다. Tray 자체는 PP소재, 상단은 PE/PP복합 소재이며 PE 필름에 sachet를 부착한 후 핫 실링했다.
  - (나) Tray 제조 후 이를 개봉하여 실제로 sachet로부터 오레가노 오일이 방출되는 것을 확인했다.
- (2) 천연항균물질 함유 다층 시트 소재 개발
  - (가) 실되는 천연항균물질의 양을 감소시키기 위해 다층 시트를 제작하고 천연항균물질을 직접 적용했다.
  - (나) 외층을 통해 중간층인 발포층으로 항균물질을 주입했으며 주사기 1회 타공 시 0.3~0.4mg의 항균물질을 주입했다. 항균물질 주입 후, 사용 전까지 항균물질의 비의도적인 방출을 막기 위해 타공이 실시된 외층에 점착테이프를 부착했다.

## 2. 2차년도 (2013년도): 천연항균물질 함유 코팅형 식품포장기술 현장적용

### 가. 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 제작 공정 기술 연구

- (1) 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 제작
  - (가) 신선야채나 신선과일의 신선도 및 유통기한을 획기적으로 개선하기 위해 천연항균물질을 함유하여 천연항균물질의 방출 속도를 조절하는 서방성(sustained release) 패드(PAD)를 개발했다.
  - (나) 천연항균물질을 포함하는 서방성 패드는 외층, 중간층(발포층), 내층으로 3가지 층으로 구성되어있다(두께는 0.9mm). 내층은 PVA층(Polyvinyl alcohol), 발포성 EPS(Expanded Polystyrene)을 중간층, PE층 (Poly ethylene)을 외층으로 구성된 다층 패드를(PAD) 개발했다.
- (2) 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 방출량 측정
  - (가) 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 실제 식품 포장용기에 부착 시 천연항균물질의 방출 지속성 분석을 하고자 실험 진행했다.
  - (나) 방출량 결과 타임(red)가 2.515 mg, 타임(white)가 1.175 mg, 오레가노가 0.655 mg, 시나몬이 1.545 mg 방출되었음을 알 수 있었다.

(3) 천연항균물질 미세캡슐 함유 코팅 스트립의 시제품 개발

- (가) 천연항균물질을 트레이(tray)에 직접 도포하는 것에는 어려움이 있어 strip을 제작하여 트레이에 접착하여 휘발성을 지닌 천연항균물질이 방출되어 신선식품에 긍정적인 영향을 미치게하기 위해 이용하고자 했다.
- (나) PVA/TEOS/EO strip를 실제 용기(tray)에 적용한 시제품을 제작했다.
- (다) 제1협동 연구팀에서 제조 및 납품하고 있는 여러 식품 포장 용기에 PVA/TEOS/EO strip를 접착하여 시험적으로 시제품 제작했다.
- (라) 여러 용기(tray) 하단에 PVA/TEOS/EO strip를 부착하며 상단은 PE/PP복합소재로 열접착하여 밀봉했다.

3. 3차년도 (2014년도): 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술의 현장적용기술 개발

가. 천연항균물질 함유 합성 고분자 포장재 시제품 개발

(1) 항균 마스터배치를 이용한 시제품 개발

- (가) 항균 마스터배치를 이용한 시제품을 만들기 위해 적절한 가공 방법 결정.
- (나) 가공 조건 및 배합 비율 결정.
- (다) 실제 생산 설비에서 sheet 가공 및 용기 성형.

(2) 시제품 측정

- (가) 제품 특성 측정 결과 기존과 큰 차이 없었음.
- (나) 산소투과도 및 열 안정성 또한 기존 제품과 특별한 차이가 없었음.

(3) 경제성 평가

- (가) 마스터배치를 적용한 트레이가 기존 제품에 비해 원가 상승이 있었음
- (나) 구연산 마스터배치를 적용한 사각햇반 용기의 경우 kg당 약 100원 가량 상승했음.
- (다) 시나몬 마스터배치를 적용한 컵의 경우 kg당 배합비율에 따라 다소 원가가 상승하여 더 저렴한 천연항균물질의 탐색, 적용이 필요할 것으로 보임.

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구 과제로부터 도출된 주요 연구 성과는 SCI급 게재 논문 6편, 비SCI급 게재 논문 1편, 국내 특허 출원 4건, 국내 특허 등록 2건, 해외 특허 출원 1건 외 국내 학술 대회 발표 8건, 국외 학술 대회 발표 5건이 있다. 또한 본 연구 과제의 연구 결과를 국내 학술 대회에서 구두 발표하여 박사/장려상, 석사/장려상을 수상하였고 국내외 학술대회에서 우수포스터상을 수상한 바 있으며, 총 3명의 석사 인력 양성에 공헌함.

지난 3년간의 연구 결과로 당초 계획한 정량적 성과를 초과달성하는 성공적인 연구 성과를 도출하는데 성공하였으며, 지금까지 진행된 연구 노하우를 이어나가 더욱 진보된 형태의 신선식품 항균 포장재를 개발하기 위해 힘쓸 것임.

본 연구과제 수행을 통해 확보한 항균 포장재 기술은 제1협동 기관인 SR테크노팩에서 수년 이내 제품화를 위해 지속적인 품질 개선, 공정 개선 등의 노력을 더해갈 것이며, 그로인한

추가적인 관련 지적재산권 확보가 기대됨. 제1세부 및 제2세에서도 추가적인 관련 연구 지속을 통해 세계적 수준의 논문 게재가 기대되며 추가적인 관련 인력 양성도 가능할 것으로 예상하고 있음.

본 연구 과제로부터 도출한 천연항균물질 함유 신선식품 포장재가 성공적으로 제품화에 성공할 경우 국내시장뿐만 아니라 해외시장으로의 진출도 가능할 것으로 기대됨. 또한 항균포장재가 성공적으로 도입된다면 신선식품으로 인해 발생하는 식중독 및 경제적 손실을 크게 줄일 수 있을 것으로 예상함.

## SUMMARY

### (영문요약문)

Novel and innovative food packaging materials containing natural antimicrobial substances for minimally processed fresh fruit and vegetable produces were developed through this research project for 3 years.

The main objective of this research was to develop the active food packaging materials with antimicrobial property for enhancing the safety of fresh fruits and vegetables. We aimed at (i) developing antimicrobial sachet containing natural antimicrobial compounds prepared by encapsulation techniques for controlled release mechanism, (ii) developing antimicrobial packaging materials (films and sheets) using surface coating treatment with natural antimicrobial compounds, and (iii) developing the novel food packaging polymeric plastics for ensuring food safety using lab scale and pilot scale plant facility.

As the results of 1st year, the antimicrobial sachet was successfully developed and evaluated the effectiveness of antimicrobial sachet against several pathogenic bacteria. Also, the controlled release phenomena of microencapsulated active agents were verified to apply the antimicrobial sachet to food packaging system for further step. From the 2nd year research works, the antimicrobial surface coating techniques on plastic films/sheets were accomplished. The developed active films/sheets were verified for their effectiveness of antimicrobial functionality. Then, these antimicrobial films/sheets were applied to fresh fruits and vegetable packaging, and their effectiveness was evaluated systematically. Finally, according to 3rd year research results, the antimicrobial masterbatch was produced using the pilot plant scale equipment, which was an essential attempt for practical application in packaging industry. And then, active plastic films/sheets and containers were developed using antimicrobial masterbatch containing cinnamon oil or citric acid. These processings and operations were carried out at pilot plant scale facilities followed by lab scale experiments. Their antimicrobial activity and yield efficiency were evaluated for food packaging application. Consequently, novel and innovative food packaging materials containing natural antimicrobial substances were successfully developed in combination with microencapsulation technology. We promise these high-valued active packaging materials surely can apply to fresh fruit and vegetable produces for enhancing their quality preservation as well as for ensuring their safety issues.

Throughout this research project, we have published 6 SCI papers and 1 non-SCI paper in highly prominent academic journals. We have applied 4 domestic patents and 1 international patent, and registered 2 domestic patents so far. We have presented our research outcomes 9 times at Korean domestic conferences and 7 times at

international conferences, respectively. Especially, 1 master course graduate student has presented research results and awarded at academic oral competition, the annual meeting of Korean Food Science and Technology in 2014. Also, 1 doctor course graduate student has presented research results and awarded at 1) academic paper competition, The International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH) of the International Union of Microbiological Societies (IUMS) in 2013, 2) academic paper competition, the annual meeting of Korean Food Science and Technology in 2012 and 3) academic oral competition, the annual meeting of The Korean Society of Food Science and Nutrition in 2014. We have contributed to educate and graduate 3 master students supported by this research project.

We highly convinced that our research results and technical experience and know-hows will contribute to produce high-valued food packaging materials, which create profits in food and packaging industries in the near future.

# CONTENTS

## (영 문 목 차)

- Chapter 1. Overview of research and development
- Chapter 2. Current state of technical development in Korea and abroad
- Chapter 3. Research contents and results
- Chapter 4. Achievements and contributions to related field
- Chapter 5. Plans for application of research result
- Chapter 6. International scientific information collected during development
- Chapter 7. Current state of registered facilities and equipments
- Chapter 8. References

# 목 차

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

제2절 연구개발의 목적

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내·외 관련기술개발 현황

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 연구개발 수행 내용

제2절 연구개발 수행 결과

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발목표의 달성도

제2절 관련분야 기술발전예의 기여도

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제1절 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

제2절 연구개발 성과 현황

제3절 연구개발 성과 활용 계획

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

## 제 8 장 참고문헌

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제1절 연구개발의 필요성

### 1. 신선식품의 정의

신선식품이란 신선한 상태의 제품특성을 크게 변화시키지 않으면서 고유 기능성을 증가시킬 수 있도록 가공한 식품을 말한다. 신선식품은 그 제품에 따라 그 공정이 다른데 농산물의 경우 일반적으로 세척, 절단, 혼합, 포장 과정을 거친다.

### 2. 신선식품의 수요 증가

- 가. 국민들의 건강에 대한 관심은 높아져가며, 식품의 소비 패턴도 건강 지향적으로 변화하고 있다.
- 나. 편의성 및 경제성 등을 앞세워 완전 조리 상태의 식품과 즉석섭취·편의식품 등의 소비가 증가하고 있는 추세이다.
- 다. 최근 생활수준의 향상으로 가공식품보다는 신선식품에 대한 요구가 증가했으며, 신선식품 안전성확보의 중요성도 점차 증대되고 있다.
- 라. 신선편이 농산물의 국내 생산액은 2002년에는 80억 원, 2004년에는 120억 원, 그리고 2005년에는 160억 원으로 지속적인 증가세를 보이고 있다(연평균 24% 증가).

### 3. 신선식품의 미생물오염 가능성

- 가. 최소가공채소류는 숙음, 껍질 벗김, 얇게 잘라냄, 세척 등의 방법을 거쳐 포장한 뒤 냉장 저장을 한다. 이런 ready-to-use (RTU) 채소류는 가공을 한 후에도 미생물이 잔존하며 식품의 안전성에 심각한 문제를 야기하는 식중독균도 포함된다.
- 나. 대부분 물로만 세척하여 섭취하는 새싹채소와 샐러드는 대부분 가열처리 없이 제품화하고 개봉 후 그대로 섭취하는 제품의 특성상 안전성 확보가 어려워 생산, 세척, 포장 및 유통과정 중 주의를 소홀히 할 경우 식중독 발생 가능성이 있다.
- 다. 2009년 연구보고서에 따르면 신선편이 농산물 시장 규모는 5510~6380억 원에 달하지만 대다수의 신선편이 농산물을 가공하는 업체들은 소규모의 영세한 규모이다. 따라서 가공 시설에 대한 Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) 적용이 제한적이고 작업 공정에 대한 위생 관리 체계 및 방법이 확립되지 않은 상태이므로 병원성 미생물에 의한 위험성에 노출되어 있다.
- 라. 병원성 미생물이 과일과 채소 등의 신선식품에 오염되었을 경우, 병원성 미생물은 세척 시 물에 닿기 어려운 틈새에 주로 오염되어 있으며, 신선식품 표면에 biofilm을 형성하여 세척 및 살균과정에 저항성을 지닌다.
- 마. RTU 과일 및 채소류의 경우 장출혈성대장균 오염 가능성이 있으며, 이런 장출혈성 대장균은 장내에서 베로독소(verotoxin)를 생성하여 식중독을 일으키며 환자수도 점진



적으로 증가하고 있는 추세이다.

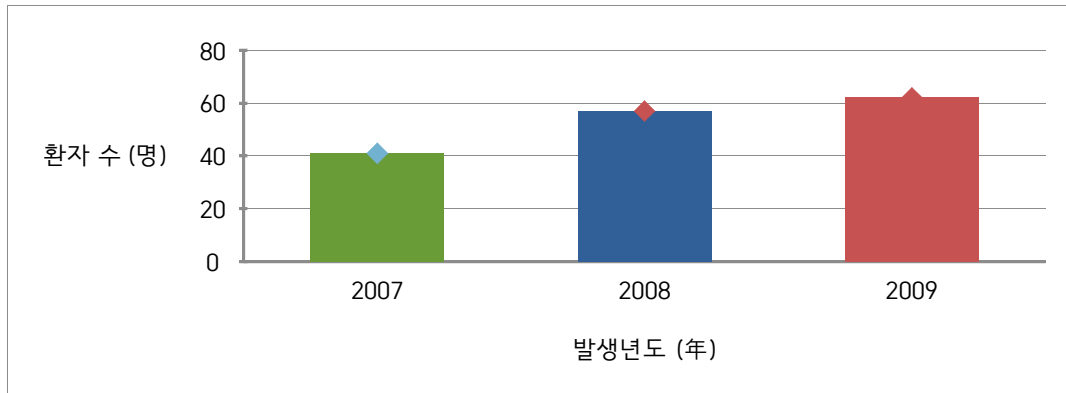


그림 1 장내출혈성대장균으로 인한 식중독 환자 수

- 바. 신선채소 중 새싹채소는 종자의 위생적이지 못한 채종조건과 더불어 높은 온도와 수분 활성도에서 2-7일간 생장을 거치는 생육조건으로 인해 미생물 오염 및 증식의 가능성이 높은 품목이다. 원재료의 초기 미생물 오염도가 상당히 높은 것으로 조사되어 신선편이 농산물의 안전성 확보 방법에 대한 필요성이 점차 고조되고 있다.
- 사. 신선채소는 높은 습도나 넓은 절단면과 같은 특성으로 미생물의 성장에 이상적인 조건을 지닌다. 따라서 원재료보다 최소 가공 채소류에 병원성 미생물의 잠재적인 성장 가능성이 더욱 크다. 특히, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella* spp., *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* 등이 식품의 유형 및 저장 조건에 따라 자라 식중독을 일으킬 수 있다.
- 아. *Listeria*균은 냉장온도에서도 성장이 가능하므로 cold chain이 잘 발달되어 있는 선진국에서 많이 발생하는 선진국형 식중독균으로서, 최적 성장온도는 37℃이고 -0.4~4.5℃에서도 성장이 가능하다. 미호기성 균이지만 호기성과 혐기성 상태 모두에서 성장 가능하며, 진공상태 또는 질소충전포장 식품, 10% 염 농도에서도 성장이 가능하다. *Listeria*균에는 8개 균종이 있으나, 이 중 *Listeria monocytogenes* 및 *L. ivanovii* 두 종만 인체에 병원성을 보이고, 주로 *L. monocytogenes*에 의해 식중독이 발생한다.

#### 4. 신선식품의 미생물오염 사례

- 가. 미국내 신선농식품 관련 집단 식중독 발생현황은 1990년대 이후 급격히 증가하였으며, 최근에는 약간 줄어드는 추세를 보이고 있으나 신선농식품의 식중독균 제어는 여전히 식품안전분야의 중요한 이슈임에 틀림없다.

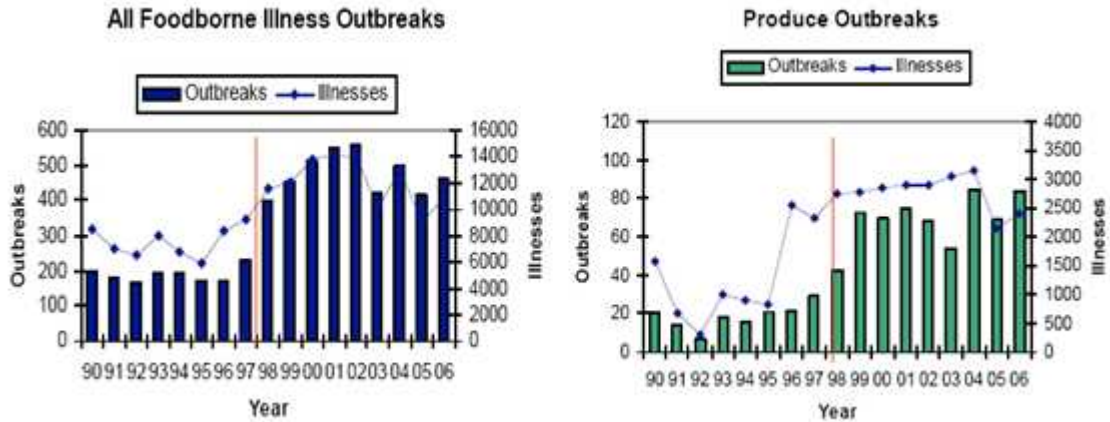


그림 2 미국의 전체 식중독 발생현황과 신선농식품 관련 식중독 발생현황 (1990-2006). (출처: Center for Science in the Public Interest)

- 나. 국내의 신선농식품 관련 식중독 발생현황은 2000년대 들어 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 2000년대 들어 영양학적으로 우수한 웰빙식품을 선호하는 경향이 뚜렷해지고, 식습관이 보다 서구화되면서 나타나는 현상으로 향후 지속적으로 신선농식품 관련 식중독 집단발병은 지속될 것으로 예상된다.
- 다. 한국은 2007년까지는 채소, 샐러드등과 같은 신선편의 식품을 단순 농산물로 분류하여, 별도의 미생물 품질 기준이 없었으나, 2008년에 즉석섭취, 편의식품 유형에 신선편의 샐러드 제품이 포함되면서, 대장균, 살모넬라, 장염비브리오균은 음성이고, 황색포도상구균은 100 CFU/g 이하, 바실러스 세레우스는 1000 CFU/g 이하의 미생물학적 품질 기준이 설정되었다.
- 라. 최근 식품의약품 안전처 (식약처)에서 시중 유통 중인 샐러드 등 신선식품에 대한 수거·검사 결과 총 25건 중 10건에서 *Escherichia coli* O157:H7이 검출된 보고가 있다.
- 마. 2011년 1~10월에 발생한 식중독 원인 균주를 분석한 보고서에 따르면, 병원성 대장균 (13.7%), 노로바이러스 (13.3%), 살모넬라 (8.1%), 황색포도상구균 (5.7%) 등의 순으로 나타났다.
- 바. 최근 웰빙 식품을 선호하는 소비추세의 영향으로 인해 신선식품 관련 식중독 집단발병 및 환자수의 지속적인 증가를 보이고 있다.

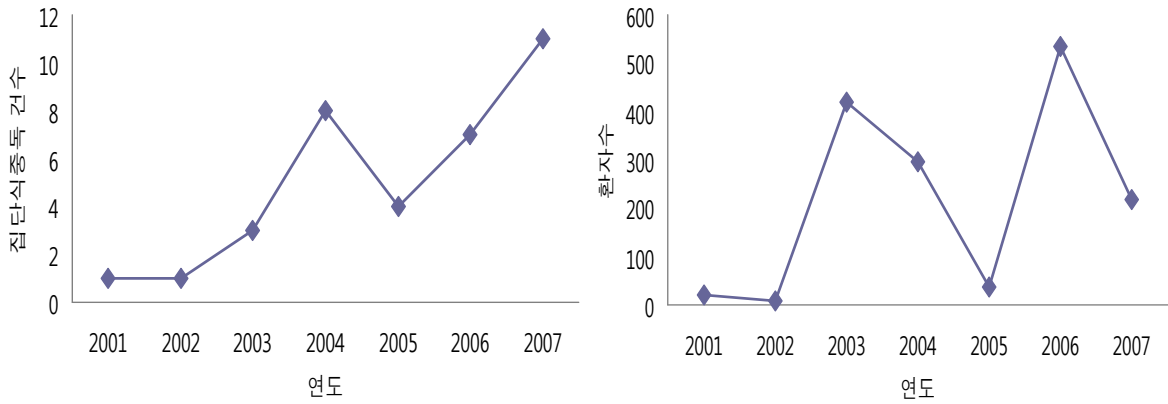


그림 3 국내 신선식품 관련 식중독 발생 현황 및 환자 발생 건수  
(2001-2008년도; 출처: 식품의약품 안전청)

사. 한국의 최근 식중독 발생 통계에 따르면, 급식과 외식의 생활화로 인해 5년 전보다 식중독 발생 건수가 3.8배 증가하였고, 환자 수는 20% 증가하였으며, 2009년에도 228건으로 많은 수의 식중독이 보고되었다. 또한 건강에 대한 관심의 증가로 샐러드 등 여러 종류의 채소를 섭취량이 증가함에 따라 새싹 및 양상추 등의 신선 채소와 관련된 식중독 사고가 많이 일어나게 되었다.

### 5. 미생물로부터 오염가능성이 큰 신선식품의 예

- 가. 딸기는 2007년 기준으로 국내 생산액이 7,997억 원에 이르고 우리나라 전체 채소생산액 (74,830억 원)의 10.6%를 차지하는 중요한 원예 작물로서 고추 (13,447억 원) 다음으로 농가의 중요한 소득원이 되고 있음. 이러한 딸기는 대부분 신선과일로 이용되기 때문에 반드시 안전성이 확보되어야 한다.
- 나. 국내에서는 딸기는 생식뿐만 아니라 잼, 젤리, 제과, 요구르트의 원료 등으로 수요가 증가하고 있지만, 조직이 연하고 수확, 선별 및 수송과정에서 물리적 손상을 받기 쉽고, 세균 및 곰팡이 균에 쉽게 부패되고 상온으로 유통할 경우 1~2일이 지나면 품질 저하가 일어나 전처리 기술이 절실히 요구되는 농산물이다.
- 다. 1982년부터 2002년까지, 미국에서 350번의 식중독이 발생해 8598명이 피해를 입었다. 이 사례들 중 52%는 식품 유래 식중독이고, 약 21%는 양상추, 시금치, 포도 및 새싹채소 등으로 인한 것이었다. 2006년에는 *E. coli* O157:H7으로 오염된 시금치 (baby spinach)를 섭취하여 205명의 식중독 환자와 용혈성 요독 증후군 31명, 3명이 사망하는 식중독 사고가 발생했다.
- 라. 양상추가 토양에서 재배됨으로 *Bacillus cereus*나 대장균균 등의 식중독 세균에 오염되어 있을 수 있다. *B. cereus*는 그람음성이며 포자 형성 균으로써, 자연에 널리 분포하여 다양한 식품에 존재한다.  $10^5$  CFU/g 이상이 포함된 식품을 섭취하게 되면 식중독을 일으킬 수 있다.
- 마. 특히 신선편이 양상추는 원형 양상추와는 달리, 절단, 박피 등의 가공 과정으로 인해 공기 중 노출 및 조직 손상에 기인된 세포의 호흡 속도가 증가한다. 절단면의 산화적

갈변과 미생물의 오염을 일으키고 품질 저하가 빠르게 진행되는 문제점이 제기되었다.

- 바. 미국에서 2005~2007년 사이 신선 농산물과 관련된 식중독 사고는 콩, 양배추, 사과, 바나나, 딸기, 멜론 등으로 인한 것으로써, 오염된 병원성 세균으로는 *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7이 가장 많았고, 이외에도 포자를 형성하는 균인 *B. cereus*, *Clostridium* spp.,와 드물게 *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei*가 원인균으로 드러났다.
- 사. 2011년 미국 8개 주에서 약 72명이 식중독에 걸리고, 최소 16명이 *Listeria*균에 오염된 멜론의 일종인 cantaloupe을 먹은 후 사망하는 사건이 발생됨. *Listeria*균은 잘 알려져 있지만 심하면 사망까지 이르게 하는 위험한 식중독균이며, 특히 면역계가 약한 노년층, 유아들에게 위험하다. 보통 설사와 같은 가벼운 식중독 증상을 보이지만, 몇몇 경우에는 박테리아가 장내에서 근육 세포나 척수로 이동해 뇌막염과 같은 심각한 질병의 원인이 되기도 한다.

## 6. 미생물오염으로부터 신선식품의 안전성 확보를 위해 현재 이용되는 방법

- 가. 채소류는 대개 채소용 세척제나 염소수 등을 이용하여 부착된 미생물 및 이물질을 제거하고 있다. 그러나 비가열 채소류와 샐러드에서 다양한 병원성 미생물들의 검출이 다수 보고된 바 있는데, 특히, *Escherichia coli* O157:H7은 매우 소량의 균으로도 감염을 일으킬 수 있으며 *Listeria monocytogenes*는 식품표면에 부착 시 독성 biofilm을 형성하여 세척하여도 잘 제거되지 않으며 일반 병원균이 발육할 수 없는 5℃에서도 증식이 가능하다.
- 나. 신선 농산물의 저감화 방법에는 크게 화학적 처리방법과 물리적 처리방법이 이용되고 있다. 미생물학적 안전성 확보를 위해 대부분의 (76%) 신선편이 식품제조업체에서는 기능수를 이용하여 세척하는 방법을 적용한다. 하지만 살균효과가 미미하거나 식품에 독성물질이 잔류할 수 있는 가능성이 있어 문제제기가 되고 있다.

## 제2절 연구개발의 목적

### 1. 최종연구목적

본 연구는 신선 과일 및 야채의 식품위해미생물 오염으로 인한 사고 및 피해 방지에 기여할 능동형 향균 포장기술 개발을 최종 목표로 설정했다. 세부연구목표들로는 i) 천연항균 물질 방출 향균 sachet를 이용한 향균포장기술의 개발, ii) 천연항균물질이 코팅 처리된 향균포장기술의 개발, iii) 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술 개발이 있다.

### 2. 세부연구목적

연차	연차별 세부목표	연구 성격
1년차 (2012)	<p>&lt;천연항균물질 방출 항균 sachet를 이용한 항균포장기술의 개발&gt;</p> <p>1세부: 천연항균물질 방출 항균 sachet의 기술 개발</p> <p>2세부: 천연항균물질 방출 sachet의 식품위해미생물 생육저해능력 확인</p> <p>1협동: 천연항균물질 방출 sachet의 현장적용기술 개발(시제품 개발)</p>	실용화 연구
2년차 (2013)	<p>&lt;천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 개발&gt;</p> <p>1세부: 천연항균물질이 코팅 처리된 포장재 개발</p> <p>2세부: 천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 식품위해미생물 생육저해능력 확인</p> <p>1협동: 천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 현장적용기술 개발 (시제품 개발)</p>	실용화 연구
3년차 (2014)	<p>&lt;천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술 개발&gt;</p> <p>1세부: 천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발 및 최적화</p> <p>2세부: 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술의 식품위해미생물 생육저해능력 확인</p> <p>1협동: 천연항균물질 함유 고분자 포장재 기술의 현장적용기술 개발 (시제품 개발)</p>	실용화 연구
최종	신선식품의 식품위해미생물 저해를 위한 능동형 항균 포장기술 개발	

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제1절 국내·외 관련기술개발 현황

#### 1. 국내외 기술 수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
천연항균물질 마이크로캡슐화 기술개발	-	70	70	90	
항균포장 신소재를 이용한 신선식품 포장기술 개발	-	80	80	100	

#### 2. 특허 분석

##### 가. 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Aureka DB
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목 및 초록

##### 나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		천연항균물질 마이크로캡슐화 기술개발	항균포장 신소재를 이용한 신선식품 포장기술 개발
Keyword		Natural antimicrobial compound, Microencapsulation	Antimicrobial packaging, Fresh food packaging
검색건수		139	14
유효특허건수		3	3
핵심특허 및 관련성	특허명	고추냉이 추출물이 봉입된 알긴산염 마이크로캡슐 및 그제조방법	신선편이 농산물의 선도유지 포장방법
	보유국	한국	한국
	등록년도	2005	2007
	관련성(%)	60%	40%
	유사점	휘발성이 강한 항균물질을 고분자를 이용하여 캡슐화 시도	신선식품의 저장성을 포장방법을 이용하여 증진시킴
차이점	알긴산 이외의 고분자 물질로는 캡슐화가 어려운 방법임	단순히 포장내 고농도 산소 공기를 주입함으로써 선도유지 향상시킴. 포장소재의 기능적 특이성 없음.	
핵심특허 및 관련성	특허명	신선도 지속효과가 있는 마이크로캡슐 유지분말의 제조방법	항균성 식품포장용 필름
	보유국	한국	한국
	등록년도	2006	2010
	관련성(%)	50%	50%
	유사점	고분자를 피복물질로 분무건조하여 핵심물질의 마이크로캡슐 시도	합성수지 소재에 항균물질을 첨가하여 기능성 포장재 개발
차이점	액상에서 시도하는 마이크로캡슐 기술이며 유지분말이 아닌 휘발성 항균물질에 적용이 어려움	항균물질이 은나노 입자로서 식품포장시 안전성 문제 제기가능. 캡슐화하지 않음으로서 항균물질의 방출조절 어려움.	
핵심특허 및 관련성	특허명	마이크로캡슐형 입자 및 이의 제조 방법	항산화 및 항균특성을 갖는 식품포장용 필름 및 그 제조방법
	보유국	미국	한국
	등록년도	2006	2006
	관련성(%)	50%	40%
	유사점	연장된 방출능력을 갖는 마이크로캡슐 입자 제조	항균물질을 포장재 내에 적층하여 포장재 제조.
차이점	캡슐제조 방법이 용액상에서 교반을 일으킨후 가교제 첨가에 의해 유도하므로 제조방법이 상이함.	항균물질의 마이크로캡슐을 적용하는 것이 아닌 항균물질을 삽입한 합성수지 필름을 다층구조로 접착하여 사용.	

### 3. 논문 분석

#### 가. 논문분석 범위

대상국가	미국, 일본, 유럽
논문 DB	Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		(기술 1)	(기술 2)
Keyword		Natural antimicrobial compound, Microencapsulation	Antimicrobial packaging, food packaging
검색건수		13	18
유효논문건수		3	3
핵심논문 및 관련성	논문명	The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol	The use of natural essential oils as antimicrobial solutions in paper packaging
	학술지명	International Journal of Food Microbiology	Progress in Organic Coatings
	저자	Abel Guarda 외 3인	A. Rodríguez 외 2인
	게재년도	2011	2007
	관련성(%)	60	50%
	유사점	천연항균물질의 캡슐화 시도	천연항균물질이 함유된 포장재를 이용하여 신선과채류의 저장안전성 연구
	차이점	항균물질을 에멀전화하여 용액상에서 캡슐화하였으며, 따라서 캡슐의 안정성이 부족함	항균물질의 캡슐화없이 종이포장재 표면에 단순 코팅하여 사용.



핵심논문 및 관련성	논문명	Antimicrobial activity of microencapsulated lemongrass essential oil and the effect of experimental parameters on microcapsules size and morphology	Postharvest decay control and quality retention in litchi (cv. McLean's Red) by combined application of modified atmosphere packaging and antimicrobial agents
	학술지명	Materials Science and Engineering	Crop Protection
	저자	Fernanda V. Leimann 외 3인	Dharini Sivakumar 외 2인
	게재년도	2009	2008
	관련성(%)	60%	50%
	유사점	천연항균물질의 캡슐화 시도	천연항균물질과 MAP포장기법을 이용하여 과일의 저장안전성 연구
	차이점	단순한 coaceration으로 액상 캡슐제조	천연항균물질을 포장재에 적용하는 것이 아닌 과일세척에 사용함.

핵심논문 및 관련성	논문명	Antimicrobial activity of cotton and silk fabric with herbal extract by micro encapsulation	The influence of electron beam irradiation on the effectiveness of trans-cinnamaldehyde-coated LDPE/polyamide films
	학술지명	Asian Pacific Journal of Tropical Medicine	Journal of Food Science
	저자	R Saraswathi 외 2인	한재준 외 2인
	게재년도	2010	2006
	관련성(%)	50%	50%
	유사점	천연항균물질의 캡슐화 시도	천연항균물질을 포장재에 적층하여 신선채소 포장에 적용한 후 저장안전성 평가
	차이점	효모의 활성을 이용하여 자연발생적으로 마이크로캡슐을 제조	천연항균물질의 마이크로캡슐화가 없으며 방사선조사와의 접목을 시도함.

#### 4. 제품 및 시장 분석

##### 가. 국내 제품생산 및 시장 현황

- (1) 국내 신선 과채류의 소비시장은 웰빙을 추구하는 선진국형 생활 패턴의 영향으로 연평균 24% 시장규모가 커지고 있음. (2006.09. 한국농촌경제연구원)
- (2) 신선식품의 특성상 위생안전성의 확보가 반드시 필요하며 생산 시점부터 유통, 저장되는 동안 발생될수 있는 미생물 오염을 방지할 수 있는 포장 기술이 절실히 필요한 시점임.
- (3) 국내 항균포장재를 이용한 신선식품의 포장 기술 현황은 초기 단계에 머물러 있으며, 항균활성을 지속시킬수 있는 식품 포장 소재 개발 및 실용화는 전혀 이루어지지 않고 있음.

**나. 국외 제품생산 및 시장 현황**

- (1) 해외 선진국들의 경우 신선 과채류의 소비 규모가 가공식품에 비해 월등히 높은 성장률을 보이고 있으며, 이에 따른 관련 식품들의 식중독 발생 건수도 증가 추세임.  
(출처: Center for Science in the Public Interest, 미국)
- (2) 신선식품의 안전성 확보를 위한 기능성 포장재의 개발 및 적용이 시도되고 있으나 식품과의 조화도 및 재료비 등의 이유로 상용화에는 한계를 보임.
- (3) 선진국에서는 이미 신선도, 향균포장 등 기능성 포장재를 개발하여 적극적으로 산업화하는 단계이며, 이러한 기능성 포장재 개발 및 이용은 인류사회에 공헌하는 면에서 매우 중요한 분야로 부각되고 있음

# 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

## 제1절 연구개발 수행 내용

【 제1세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발 】

### 1. 1차년도 (2012년)

가. 후보 항균물질군의 항균활성 테스트 (제2세부 연구팀과 협의)

실험목적: 휘발성의 천연항균물질 20가지를 vapor상에서의 항 미생물능을 분석하여 가장 효과가 좋은 물질을 선정하고자 함

나. 천연항균물질의 미세캡슐화 및 그 특성 연구

(1) 천연항균물질의 미세캡슐화 시도

(가) 실험목적

천연항균물질이 빛, 산소, 수분 등의 외부요인에 의해 손실되는 것을 막고, 이미·이취 등을 차단하고 물질의 방출속도를 조절하기 위하여 미세캡슐화기법을 이용하고자 함

(나) 에센셜 오일의 선정 및 확보

표 1 항균력 측정에 이용한 에센셜 오일 목록

에센셜 오일	학명	에센셜 오일	학명
타임(레드)	<i>Thymus vulgaricus</i>	파인	<i>Pinus rigida</i>
타임(화이트)	<i>Thymus vulgaricus</i>	유칼립투스	<i>Eucalyptus globulus</i>
클라리 세이지	<i>Salvia sclarea</i>	오렌지	<i>Citrus sinensis</i>
세이지	<i>Salvia officinalis</i>	제라늄	<i>Pelargonium graveolens</i>
오레가노	<i>Origanum vulgare</i>	사이프러스	<i>Cypressus sempervirens</i>
민트	<i>Mentha spp.</i>	진저	<i>Zingiber officinale</i>
시나몬	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	티트리	<i>Melalueca alternifolia</i>
로즈마리	<i>Rosematinus officinalis</i>	펜넬	<i>Foeniculum vulgare</i>
클로브	<i>Syzygium aromaticum</i>		

오레가노 오일은 노이몬트사에서 구입하였고, 이외에 에센셜 오일은 쉐트피아에서 실험 샘플로 제공받았음

**(다) 에센셜 오일의 항균력 측정**

**vapor diffusion test**

- ①  $10^4$  CFU/ml의 미생물 희석액을 배지에 도말함
- ② paper disc를 페트리디쉬 뚜껑 부분에 위치시키고, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125% 등으로 희석한 에센셜 오일을  $10 \mu\text{l}$  넣음
- ③ 에센셜 오일의 손실을 줄이기 위해서 파라필름으로 가장자리를 감싸 휘발성으로 인한 손실이 없다고 가정함
- ④  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양하여 clear zone 관찰함

결과적으로, 식품부패미생물인 Erwinia에 대한 항미생물능을 보인 에센셜 오일은 오레가노, 타임(레드), 타임(화이트) 오일이었고, 이 중 가장 큰 항미생물능은 오레가노 오일로서 결정되어 이의 휘발성을 안정화하기 위한 미세캡슐화를 진행함

**(라) 적절한 피복물질 선정**

**Polyvinyl alcohol (PVA)**

- ① 수용성의 고분자 물질로서, 비닐 에스테르 계열의 전구체를 합성하고 이들을 알칼리나 산에 의해 가수분해하는 방법에 의해 제조
- ② 건조 시 저장 안정성이 우수하며, 열 안정성은 온도에 따라 다름  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  이상에는 서서히 분해되며,  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  이상의 온도에서는 변색,  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  이상의 온도에서는 급격히 분해됨
- ③ PVA는 분자변수의 조절을 통하여 고강력 섬유에서부터 의료용 재료로까지 그 응용범위가 매우 다양해지고, 낮은 혼성배열의 저분자량 PVA부터 입체규칙성을 지니는 고가의 고분자량 PVA까지 매우 다양

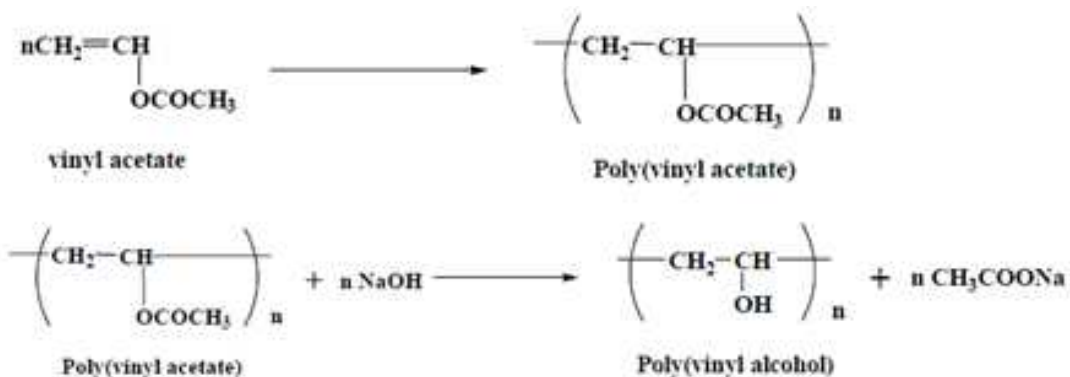


그림 4 Polyvinyl alcohol(PVA)의 제조과정<sup>2)</sup>

**(마) 천연항균물질과 피복물질의 적절한 혼합비 결정**

피복물질인 PVA 5 g에 오레가노 오일 1 g, 2 g, 3 g, 4 g, 5 g을 각각 첨가하며, 최대비율은 1/1(w/w)로서 그 이하의 비율로 혼합함

(바) 천연항균물질 함유 미세캡슐 제조

- ① 5 wt%의 비율로 PVA를 85~90 °C온도의 증류수에서 10분간 용해
- ② 3분간 상온에 정치시킨 후, 0.7%(w/v) Tween 20과 각각 다른 비율로 오레가노 오일을 첨가함
- ③ 8000rpm에서 3분간 균질화하여 에멀전을 형성함
- ④ 제조된 에멀전을 spray drying기법으로 천연항균물질을 포함한 미세캡슐 제조 (BUCHI spray dryer B-290)



그림 5. 분무건조기(spray dryer) 및 제조된 미세캡슐  
표 2 미세캡슐화를 위한 spray drying 조건

Parameter	Operation Condition
Inlet temperature	130±2 °C
Outlet temperature	90±5 °C
Feed rate	3 ml/min

(2) 미세캡슐의 특성 분석 및 최적의 조건 확립

(가) 실험목적

다른 비율로 제조한 캡슐의 모양 및 효율 등의 특징을 확인하여 최적의 조건을 확립하여 이를 sachet에 적용하고자 함

(나) 항균 미세캡슐 에멀전의 이미지 관찰

① 미세캡슐 에멀전을 광학현미경(Optical microscopy, Olympus BX51)을 이용하여 200배에서 관찰

(다) 항균 미세캡슐의 FE-SEM 관찰

① 미세캡슐의 분말을 double-sided tape으로 부착 후, 백금(Pt)으로 코팅하여 field emission-scanning electron microscope(FE-SEM, JSM-7600F)을 이용하여 표면 관찰

(라) 입도 분석

① 입도분석기(Zeta potential analyzer, ELS-Z)을 이용하여 분석

(마) 미세캡슐 내 심(core)물질의 encapsulation efficiency(EE)을 측정하여 캡슐 형성효율의 최적화

① Gas chromatography (GC)를 이용하여 측정

② 캡슐효율 분석을 통하여 최적의 미세캡슐 형성조건 확립

③  $EE(\%) = \frac{\text{actual amount}}{\text{theoretical amount}} \times 100$

④ 미세캡슐 10 mg을 증류수 10 ml에 완전하게 용해시켜 분산시킴

⑤ 아세톤 10 ml를 첨가해 투명하게 용해시킴

⑥ 그 후, 헥산 10 ml를 넣어 고분자 층과 에센셜 오일 층으로 분리시킴

⑦ 약 45 °C의 항온수조에 5 분간 정치시켜 층 분리를 촉진시킴

⑧ 헥산 층에서 1 μl의 시료를 채취하여 GC 기기 분석

⑨ GC분석 조건은 다음과 같다.

표 3 캡슐효율 측정을 위한 gas chromatography 조건

Parameter	Operation Condition
장비	Agilent 7890 (FID)
컬럼	HP-5 (30m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m thickness)
오븐 온도	50 $^{\circ}$ C (2min hold) ~ 260 $^{\circ}$ C (5min hold) (5 $^{\circ}$ C/min)
인젝터/디텍터 온도	250 $^{\circ}$ C/320 $^{\circ}$ C
이동상	Nitrogen (N <sub>2</sub> )
스플릿 모드	2:1
유량	1.2 ml/min
주입량	1 $\mu$ l

(3) 향균 미세캡슐 sachet 개발 및 방출경향 분석

(나) 실험목적

피복물질의 종류, 온도와 상대습도, 시간 등에 따라 캡슐에서 천연항균물질이 방출되는 경향을 분석하기 위함

천연항균물질의 지속적인 방출을 유도할 수 있는 sachet를 개발

이를 통해 최종적으로 천연항균물질의 방출에 관한 지속적인 예측모델을 제시

(다) 천연항균물질 방출 sachet 개발을 위한 기초연구

roll paper (노루지)

- ① 한 면은 종이, 다른 한 면은 PE(비닐)코팅을 한 것으로 종이 면을 곱고 부드럽게 하는 사이징처리를 한 식품 포장 소재
- ② 유분 및 수분에 인장력이 강하도록 가공함
- ③ 음식물을 포장하는 포장용, 기름을 흡수하는 유산지용 및 식품에 근접한 제품을 포장 및 보존하는 제품의 원지로도 사용함

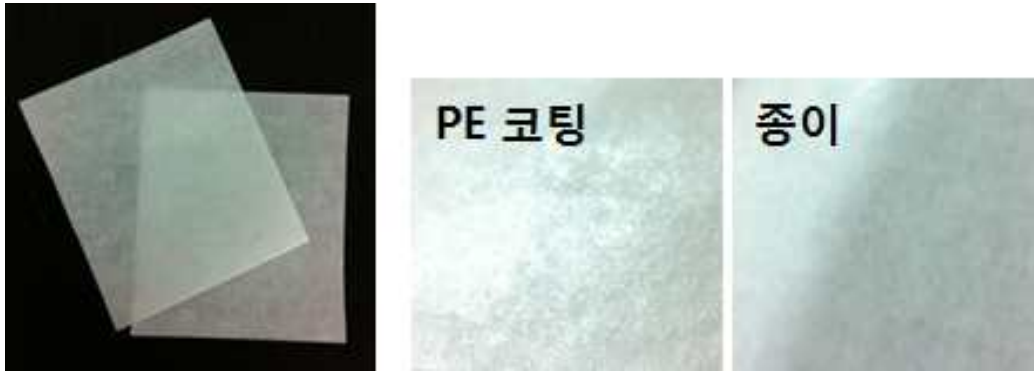


그림 6 Roll paper의 모습 및 형태

#### 천연항균 미세캡슐을 이용한 sachet의 개발

- ① 가장 뛰어난 효율을 나타낸 비율의 캡슐(3/5, w/w)을 sachet로 적용하였다.
- ② 약 1 g씩 sachet 봉투(roll paper 5x5 cm)에 담고 heat sealing하여 항균미세 캡슐 함유sachet를 제작하였다.

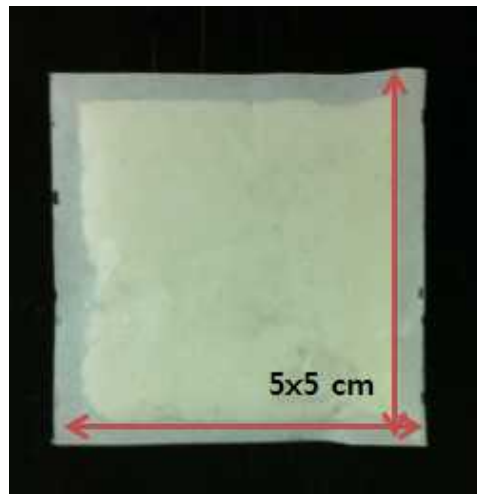


그림 7 제작된 천연항균 미세캡슐 sachet

#### 온도 및 습도 별 시간에 따른 sachet의 방출특성 확인

- ① 상대습도(RH):  $20 \pm 2\%$ ,  $43 \pm 2\%$ ,  $83 \pm 2\%$
- ② 각각 Lithium chloride(LiCl), Potassium carbonate(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Potassium chloride(KCl)의 포화 염용액을 이용하여 48시간 이상 정치하여 습도를 유지 및 조절함
- ③ 온도(Temperature):  $4 \pm 1$  °C,  $25 \pm 1$  °C
- ④ 일정 시간마다 SPME fiber를 이용하여 head-space 내부의 공기를 포집한 후, GC를 이용해 포집된 공기의 성분 분석



표 4 방출경향을 분석하기 위한 gas chromatography 조건

Parameter	Operation condition
장비	Agilent 7890, USA (FID)
컬럼	HP-5 (30m length, 0.32mm i.d., 0.25 $\mu$ m thickness)
오븐 온도	50 $^{\circ}$ C (2 min) to 250 $^{\circ}$ C (5 min) (5 $^{\circ}$ C/min)
인젝터/디텍터 온도	320 $^{\circ}$ C
이동상	Nitrogen
스플릿 모드	2 : 1
유량	1.2 ml/min
SPME fiber 흡착	1 $\mu$ l

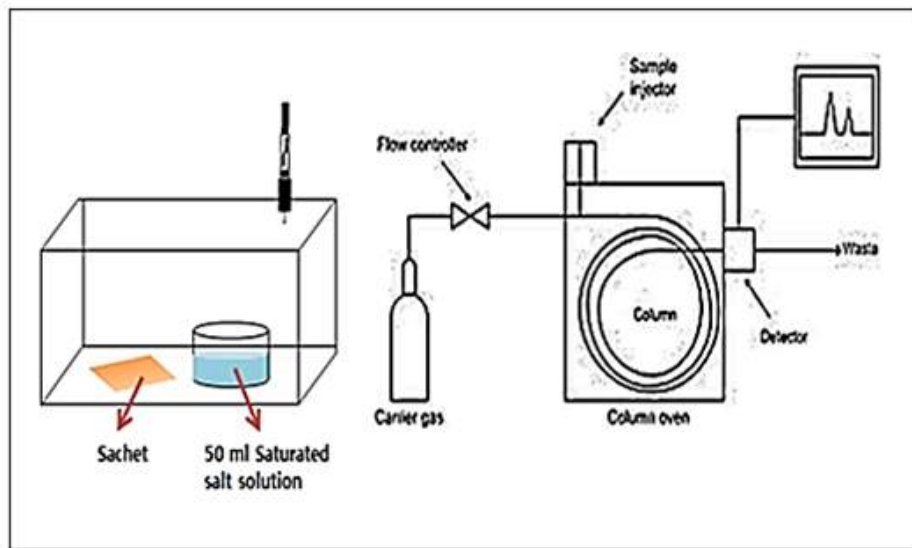


그림 8 GC를 이용한 방출경향 분석과정 모식도

(4) 천연항균캡슐 sachet의 항균력 측정

(가) 실험목적

고온조건에서의 미세캡슐화 과정으로 항균력이 손실되었는지를 분석하기 위해 천연 항균 미세캡슐을 적용한 sachet의 항미생물능을 분석하고자 함

(나) 실험방법

### 항균미세캡슐을 포함한 sachet의 항균력 확인

- ① 가장 빠르고 많은 방출 경향을 나타낸 상대습도 83%, 25 °C 조건하에서 저장하여 방출유도
- ② 104 CFU/ml의 미생물 희석액을 배지에 도달한 후, vapor diffusion test와 같이 페트리디쉬 뚜껑 부분에 sachet를 위치시킴
- ③ 30 °C에서 24시간 배양하여 clear zone 관찰함



그림 9 sachet의 항균력 측정 방법

### (5) 천연항균캡슐 sachet 적용 중 신선식품의 품질지표 확인 (2차년도로 이어짐)

#### (가) 실험목적

천연항균물질 함유 sachet를 실제로 식품 포장에 적용했을 때의 항균효과를 확인함과 동시에 항균 sachet의 부착여부가 식품의 품질변화에 미치는 영향을 알아보기 위함

#### (나) 실험방법

##### 대상 신선 과일 및 채소류의 선정

- ① 식품위해미생물인 Erwinia속 미생물이 유발하는 세균성 무름병에 취약한 신선식품 선정
- ② 배추, 무, 고추, 비트, 셀러리, 치커리 등의 채소류

##### 저장기간 중 신선식품의 품질지표 확인

현재 마트나 슈퍼에서 미생물 생육 저해 온도인 4 °C가 항상 유지되지 못하고 있기 때문에, 온도조절 실패 조건인 12~15 °C의 환경에서 저장 실험 예정

##### 식품의 물성 및 색도 측정

- ① Texture analyzer를 이용하여 저장 기간 동안 신선식품의 물성을 측정하여 negative control과의 경도, 탄력성 등의 품질 차이를 비교함
- ② Colorimeter를 이용해 저장기간에 따른 신선식품의 색 변화 관찰
- ③ L\*(Lightness), a\*(Redness), b\*(Yellowness), ΔE value 측정



그림 10 물성분석기(Texture analyzer)와 색도계(Colorimeter)

## 2. 2차년도 (2013년)

### 가. 천연항균물질 방출 향균 sachet의 신선식품 포장으로의 적용

- (1) 실험목적: Oregano oil을 함유한 microcapsule sachet의 신선식품 포장으로 적용했을 때 부패균 생육 저하 효과를 확인하기 위함. Sachet의 적용 여부가 식품의 품질에 미치는 영향을 확인하기 위함.

### 나. 미세캡슐 코팅 항균포장재 개발을 위한 천연 항균물질 탐색 (제2세부 과제팀과 협동)

- (1) 실험목적: *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *typhimurium* (이하 *Salmonella typhimurium*)에 대해 vapor상에서 항균 활성을 보이는 휘발성의 항균물질을 찾고 그 항 미생물 능력을 평가하여 효과가 우수한 물질을 선택하고자하기 위함
- (2) 실험방법:
- (가) 에센셜 오일 후보군 선정
- ① 에센셜 오일 후보군은 문헌 조사를 통해 기존 연구에 의해 *L. monocytogenes* 및 *S. typhimurium*에 항균 효능을 가지고 있다고 알려진 에센셜 오일 중에 4종을 후보로 선정함
  - ② 항균성 평가 실험에 사용된 에센셜 오일은 다음과 같음.

표 5 향균력 측정에 이용한 에센셜 오일의 종류와 학명

에센셜 오일	학명
오레가노	<i>Origanum vulgare</i>
타임	<i>Thymus vulgaricus</i>
시나몬	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
클로브	<i>Syzygium aromaticum</i>

- ③ 향균성 평가 실험에는 노이먼트사의 제품을 사용함  
**(나) 에센셜 오일의 향균력 측정**  
 ① 기체상에서 에센셜 오일의 향균력은 1차년도에 vapor diffusion test를 응용하여 측정함

**Vapor diffusion test**

- ① 37°C에서 24시간씩 계대 배양한 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella* Typhimurium 배양액을 준비 (약 10<sup>9</sup> CFU/ml)  
 ② 20 ml로 준비된 TSA 배지에 10<sup>4</sup> CFU/ml로 희석한 배양액을 도말함  
 ③ 멸균된 paper disc를 페트리디쉬 뚜껑 중앙에 위치시키고 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625%로 희석한 에센셜 오일을 10 μl 적심  
 ④ 페트리디쉬 밖으로 휘발되어 손실되는 에센셜 오일의 양을 줄이기 위해 파라필름으로 밀봉함  
 ⑤ 37°C에서 24시간 배양한 후 clear zone을 측정함

**다. 천연항균물질 함유 미세캡슐의 코팅 기술 확립**

- (1) 실험목적: 향균력을 가지는 에센셜 오일을 미세캡슐화하여 코팅 스트립의 형태로 제작하여 일정 기간 동안 에센셜 오일이 지속적으로 방출되도록 만들기 위함. 포장재 내부에 위치해 신선식품과 직접 접촉 가능성이 있으므로 제작된 포장 소재는 식품 표면의 수분에 저항성을 가져야 함.

(2) 코팅 방법

(가) 코팅 소재

**PVA (Polyvinyl alcohol)**

- ① PVA는 수용성의 고분자 물질로, vinyl acetate와 같은 전구체를 알칼리나 산에 의해 가수분해하는 방법에 의해 제조함  
 ② 건조 시 저장 안전성이 우수하며 인체독성이 없는 것으로 알려져 있음  
 ③ PVA는 분자량(중합도에 의한), 가수분해도에 따라 다양한 물리적 특성을 가지게 되어 이를 통해 고강력 섬유에서 의료용 재료로 다양하게 응용되어지고 있음

(나) PVA/OEO 에멀전 생성

- ① PVA는 5% 수용액으로 준비하고, 오레가노 에센셜 오일(OEO)은 1차년도에서 미세캡슐 분말 제조에서 가장 우수한 에센셜 오일 함유율을 나타냈던 3 g의 양을

넣어 에멀전을 제조

**(다) TEOS 첨가**

- ① Tetraethyl orthosilicate (TEOS)는 상온에서 액체로 존재하는 중앙에 규소 원자를 중심으로 4개의 에틸기가 산소를 통해 결합되어 있는 구조의 물질로 sol-gel method 등에서 망상 실리카 구조를 만드는 전구물질로 쓰이는 물질임
- ② 산이나 염기의 촉매 존재 하에 물과 만나면 에탄올을 생성하면서 Si-O-Si 또는 Si-OH 등과 같은 결합을 이루면서 망상 구조를 만들고 첨단의 수산화기는 다른 수용성 물질의 수산화기 등과 수소결합을 이루어 내부 망상구조를 만들 수 있음
- ③ PVA에 TEOS를 첨가하여 cross-link를 유도하면 PVA의 약점인 물에 대한 약한 저항성을 크게 개선시킬 수 있다는 연구 결과가 있음
- ④ 내부의 망상 구조를 발전시킴으로써 향균물질의 방출 경향에 어떠한 영향을 줄 것으로 기대됨
- ⑤ 본 연구에서는 TEOS를 물, 염산과 각각 1:1:0.1의 비율로 섞어 투명해질 때까지 섞어 부분적으로 가수분해된 상태의 TEOS를 실험에 사용함

**(라) 향균 코팅 스트립 제조 방법**

- ① 85~90℃의 증류수 95 ml에 5 g의 PVA를 완전히 녹임
- ② TEOS를 첨가하는 샘플의 경우 미리 준비된 부분적으로 가수분해된 상태의 TEOS를 각각 4, 8, 12 ml/ 100ml 5% PVA용액의 농도로 첨가
- ③ 약 40℃ 미만으로 식힌 후 OEO 3 g과 tween20 0.7 g 첨가
- ④ 8000rpm에서 3분간 균질화
- ⑤ 페트리디쉬에 18 ml씩 분주하고 25℃에서 24시간 건조하여 코팅 스트립을 얻음
- ⑥ 코팅 스트립은 실험에 사용하기 전까지 밀봉하여 4℃에서 보관
- ⑦ 스트립의 명칭은 PVA만으로 만들어진 스트립은 pure PVA, OEO가 첨가된 스트립은 PVA/OEO, TEOS가 첨가된 스트립의 경우 TEOS의 첨가량에 따라 각각 PVA/EO/TEOS4, PVA/EO/TEOS8, PVA/EO/TEOS12로 칭함

**라. 천연향균물질 미세캡슐 코팅 소재의 물리적 특성 측정**

(1) 실험목적: 제작한 pure PVA, PVA/OEO, 3가지 농도의 PVA/OEO/TEOS 스트립의 두께, 밀도, 색도, 물에 대한 용해성, 향균물질 함유율 등을 측정하여 스트립의 특성을 분석하기 위함

(2) 측정 방법

(가) 스트립의 두께는 샘플 당 임의의 지점 다섯 곳의 두께를 측정하여 평균을 낸 값을 샘플 하나의 두께로 보았으며 3개의 샘플의 두께의 평균을 구함. 밀도는 지름 2.8 cm의 크기로 스트립을 절취하여 무게를 측정한 뒤, 평균 두께를 이용하여 밀도를 계산함

$$d = \frac{w}{1.4^2 \pi \times l} \quad d = \text{밀도} (\text{mg}/\text{cm}^3), w = \text{무게} (\text{mg}), l = \text{두께} (\text{cm})$$

(나) 스트립의 색도는 colorimeter를 이용하여 측정하였으며, 스트립은 투과성이 있어

배경의 색에 의해 색도 값이 달라질 수 있으므로 흰 종이를 바닥에 깔고 스트립을 위에 올려 측정함.  $\Delta E$  값은 흰 종이의 색도 값을 기준으로 계산함

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

- (다) 물에 대한 용해성은 지름 2.8 cm의 크기로 절취한 스트립 샘플과 필터페이퍼를 70°C에서 24시간 건조시킨 뒤 스트립 샘플의 건조 중량을 구하고 20 ml의 물과 함께 50 ml vial에 넣어 25°C에서 24시간 둔 뒤, 건조 중량을 구한 필터페이퍼에 걸러내고 다시 이것을 70°C에서 24시간 동안 건조시켜 중량 변화를 통해 물에 녹지 않은 스트립의 중량과 원래 중량의 차이를 가지고 용해성을 계산함
- (라) 향균물질의 함유율은 약 10 mg으로 절취한 스트립 샘플을 10 ml의 증류수, 10 ml의 아세톤, 10 ml의 헥산에 완전히 녹인 다음 에센셜 오일이 완전히 헥산층에 녹아 상층에 뜨도록 45°C의 향온수조에서 5분간 거치시킨 뒤 syringe로 1  $\mu$ l 채취하여 GC로 성분을 분석하여 10 mg의 스트립에 존재하는 에센셜 오일의 중량으로 환산함

표 6 코팅 스트립의 향균물질 함유율 GC 분석 조건

Parameter	Operation condition
장비	Agilent 7890A (FID)
컬럼	HP-5 (30 m × 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m thickness)
오븐 온도	50°C (2분 정지) - 260°C (5분 정지) (5°C/min)
인젝터/디텍터 온도	250°C / 320°C
이동상	Nitrogen (N <sub>2</sub> )
스플릿 모드	2:1
유량	1.2 ml/min

**마. 미세캡슐 함유 코팅 향균포장재의 향균물질 방출 경향 분석**

- (1) 실험목적: 연향균물질 미세캡슐을 함유한 코팅 스트립으로부터 향균물질이 방출되는 경향을 확인하기 위함. TEOS 첨가에 의한 방출 특성 변화 확인.
- (2) 분석방법
- (가) PVA/OEO만으로 구성된 코팅 스트립과 PVA/OEO/TEOS 코팅 스트립을 지름

1cm의 원형으로 잘라 샘플을 만들고 25℃에서 4일간 저장하면서 자연스럽게 향균물질이 방출되도록 유도

- (나) 매일 24시간마다 샘플을 꺼내 100ml vial에 넣어 gas tight시키고 70℃에서 1시간 동안 컨디셔닝 시키면서 코팅 스트립 안에 남아있는 향균물질이 최대한 head space상으로 방출되도록 유도
- (다) SPME-fiber를 이용해 20분간 vial안의 기체를 포집시킨 뒤, GC에 2분간 injection하여 포집된 성분 분석

표 7 코팅 스트립의 방출경향 GC 분석 조건

Parameter	Operation condition
장비	Agilent 7890A (FID)
컬럼	HP-5 (30 m x 0.32 mm, 0.25 μm thickness)
오븐 온도	50℃ (2분 정지) - 260℃ (5분 정지) (5℃/min)
인젝터/디텍터 온도	250℃ / 320℃
이동상	Nitrogen (N <sub>2</sub> )
스플릿 모드	2:1
유량	1.2 ml/min

**바. 미세캡슐을 함유한 향균포장재 적용 중 신선식품의 품질지표 측정**

- (1) 실험목적: 천연향균물질 미세캡슐 코팅 스트립을 신선식품 저장에 적용했을 때 코팅 스트립이 신선식품의 품질 지표(물성, 색도)에 미치는 긍정적 또는 부정적 영향을 알아보기 위함
- (2) 실험방법
  - (가) 대상 신선식품의 선정
    - ① 식중독균인 *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* 에 의한 식중독 사고 발생 위험이 있는 신선 식품으로 선정
    - ② 깻잎, 상추, 새싹 채소 등의 채소류로 저장 실험 진행

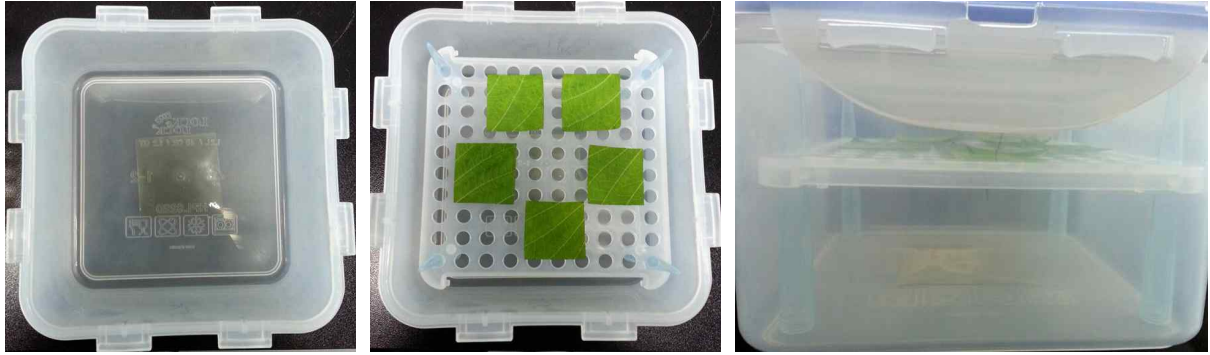


그림 12 좌측에서부터 실험 트레이 안에 코팅 필름을 위치시킨 모습, 구멍이 뚫린 채반 위에 신선식품 샘플을 위치시킨 모습, 실험 중인 트레이를 측면에서 찍은 사진

(나) 저장기간 중 신선식품의 품질지표 확인

- ① 신선식품의 미생물 생육 억제를 위한 상업적 냉장 보관 온도인 4℃의 유지가 실패했을 경우를 가정하여 15℃의 환경을 조성하여 실험 진행

(다) 식품의 물성 측정

- ① Texture analyzer에서 5 blade kramer shear cell을 이용하여 0~5일간 저장한 신선식품 샘플의 물성을 측정



그림 13 좌측부터 깻잎, 상추, 새싹 채소 샘플의 물성을 측정하는 모습

(라) 식품의 색도 측정

- ① Colorimeter를 이용해 저장 기간 중 신선식품 샘플의 색도 변화 측정
- ②  $L^*$  (Lightness),  $a^*$  (Redness),  $b^*$  (Yellowness) 측정,  $\Delta E$  값 계산





그림 14 실험 샘플들의 색도를 측정하는 모습

- ③ 각 실험 결과를 코팅 스트립의 종류에 따라 통계 처리하여 물성 및 색도의 변화에 유의적인 차이가 있는지 확인함.

### 3. 3차년도 (2014년)

#### 가. 연구내용

- (1) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재 신선식품 포장으로의 적용 (제2세부와 공동 진행)

##### (가) 방울토마토 저장 실험

- ① 제작한 항균 PVA/OEO 필름이 실제로 항균 효능을 가지는지, 식품의 품질 특성에 영향을 미치는지 여부를 알아보기 위함.  
 ② 방울토마토의 경우 쉽게 무르는 식품이므로 저장 기간에 따른 무르기의 변화와 색도 변화를 알아보기로 함.  
 ③ 실제 식중독균의 저해 여부도 측정 (제2세부와 공동 진행)

- (2) PVA/OEO 필름의 FTIR측정

##### (가) PVA에 혼입시킨 OEO의 결합상태를 알아보기 위해 FT-IR측정 시행

- (나) 만약 PVA와 OEO가 별도의 화학적 결합을 형성했다면 peak의 변화가 있을 것이나 단순히 내부에 capsule화되어 들어있다면 peak의 변화가 관측되지 않을 것임.

- (3) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발

##### (가) 항균마스터 배치(Masterbatch) 제작

- ① 천연항균물질들을 실제 식품 포장에 널리 쓰이는 합성 고분자 플라스틱 포장재에 적용하기 위한 방법을 모색했음.  
 ② 기존 실험실 수준의 solvent casting법은 필름을 만들기 위해 고분자 물질의 용액에 천연항균물질을 capsulation하여 혼입시킨 후 용액의 용매가 자연적으로 건조되기까지 기다려야하므로 시간이 많이 소요되며, 필름의 두께를 원하는 두께로 조정하기 힘들며 추가적인 성형이 힘들고, 기존 고분자 물질의 용매에 매우 취약

하다는 단점이 있다. 따라서 성형이 유용하고 여러 가지 물성이 우수한 합성 고분자 플라스틱에 천연 항균물질을 적용하는 것이 필요함.

- ③ 그러나 합성 고분자 플라스틱 식품 포장재의 생산은 보통 고온의 압출, 사출 성형 과정을 거치기 때문에 온도에 민감한 천연항균물질을 적용하는 것이 쉽지 않다.
  - ④ 또한 용매를 사용하는 방법에 비해 고온에서의 성형 방법은 천연항균물질을 고르게 분산시키는 것 또한 어려운 과제로 남아있음.
  - ⑤ 따라서 고분자 포장재에 색상을 넣는데 주로 사용되는 마스터배치 법을 응용하기로 했음.
- (나) 마스터배치를 이용한 천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발 (1협동과 진행)
- ① 마스터배치를 플라스틱 고분자 레진과 배합하여 실제 시중에 판매되는 식품 포장용 용기를 제작

나. 연구 방법

(1) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재 신선식품 포장으로의 적용

(가) 방울토마토 저장 실험

- ① 트레이 안에 컨트롤 필름, OEO를 2%, 3% 함유한 PVA필름을 두 가지 크기로 준비하여 바닥에 깔고 그 위에 직접 접촉을 피하기 위해 채반을 얹음.
- ② 뚜껑을 PP필름으로 열접착하여 밀봉하고 4℃와 22℃에서 10일간 저장함.

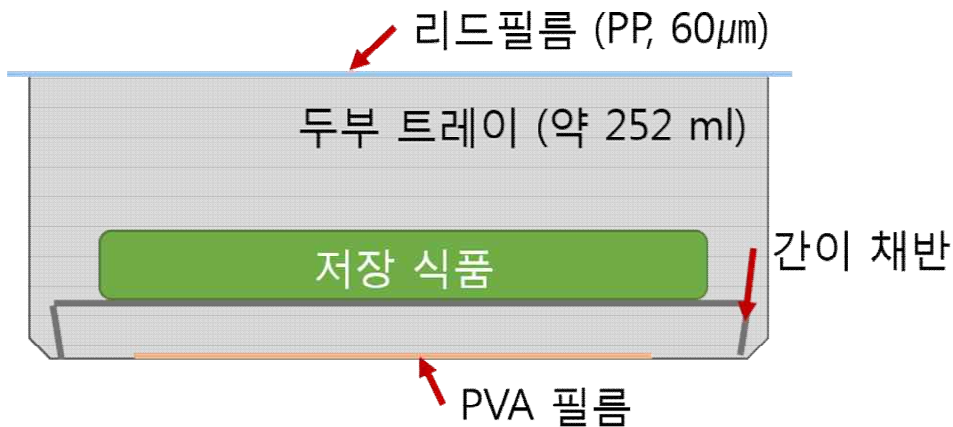


그림 15 저장실험 디자인

(나) 방울토마토의 품질 지표 변화 측정

- ① Texture analyzer를 이용하여 각 저장일자별로 토마토를 cylinder probe로 눌러 hardness를 측정함.
- ② 각 저장일자별로 색도계를 이용하여 색도 변화 측정함.
- ③ 각 저장일자별로 0일차와 비교하여 무게 변화량, 무게 변화율을 측정함.

(2) PVA/OEO 필름의 FTIR측정

(가) 필름 샘플을 ATR을 이용해 FTIR 측정했으며, OEO의 경우 ATR에 직접 오일을

떨어뜨려 측정함.

(나) 파수는  $400 \sim 4000 \text{ cm}^{-1}$  범위에서 측정했으며 resolution은  $4 \text{ cm}^{-1}$  이었음.

### (3) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발

#### (가) 항균마스터 배치(Masterbatch) 제작

- ① 마스터배치 생산에 사용되는 PE 레진 사용.
- ② 천연항균물질로는 시나몬 오일과 구연산을 사용.
- ③ 시나몬 오일의 경우 고온의 가중 조건에서 손실이 클 것으로 생각하여 실리카에 함침시킨 후 마스터 배치 생산함.
- ④ 실리카에 함침시킨 시나몬 오일과 레진을 배합하여 고온의 압출기에서 뽑아낸 후 냉각시켜 필라멘트 형태로 얻은 다음 잘라내어 마스터배치를 제작.
- ⑤ 구연산의 경우 바로 레진과 배합하여 고온의 압출기에서 뽑아낸 후 냉각시켜 필라멘트 형태로 얻어낸 다음 잘라내어 마스터배치 제작.

#### (나) 마스터배치를 이용한 천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발 (1협동과 진행)

- ① 제작된 용기의 특성 측정 및 평가 (제1협동)

## 【 제2세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성 검증 】

### 1. 1차년도 (2012년)

#### 가. 연구내용

- (1) 전반적인 연구수행을 위한 기초연구로 각 세부 연구수행에 필요한 실험인자들을 결정한다.
- (2) 신선식품의 저장 및 유통조건에 따른 식중독 균의 바이오필름 형성 여부 및 형성 조건을 확인한다.
- (3) 1세부에서 선정한 천연항균물질의 항균특성을 확인한다.
- (4) 식물유래 천연항균물질 탐색으로, 600 중 이상의 식물유래 추출물을 확보하고 항균활성테스트를 통해 식품위해 미생물에 대한 항균특성이 우수한 물질들을 선별한다.

#### 나. 연구방법

##### (1) 전반적인 연구수행을 위한 실험인자들의 결정

###### (가) 제어목표 미생물의 선정

- ① 신선식품에서 문제를 일으키는 식품위해미생물 중 식중독 세균과 식품부패균 및 채소병원균에 속하는 위해미생물들을 선정하였다.

###### (나) 대상 신선식품의 선정

- ① 신선식품 중 양상추는 *E. coli* O157:H7과 관련된 식중독 사고의 발병사례가 있으며, 특히 신선편이 양상추의 경우, 절단, 박피 등의 가공과정으로 인해 식품위해미생물 오염을 일으키고 품질저하가 빠르게 진행되는 문제점이 있어 신선식품 대상으로 양상추를 선정하였다.

## (2) 식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름 형성조건 확인/시스템 구축

### (가) 신선식품의 바이오필름 형성을 위한 식중독균 접종방법 선정

- ① 식중독균의 바이오필름 모델을 결정하는데 있어서 식중독균의 접종방법은 매우 중요하다. 일반적으로 알려진 방법들인 dipping method, spray method, spot inoculation method를 중에서 가장 바이오필름 형성에 유리한 접종방법을 선택하였고, 또한 식중독균의 접종수준도 결정하였다.

### (나) 바이오필름 내재 식중독균의 생존 개체수 확인을 위한 샘플처리 방법 선정

- ① 신선식품에 식중독균의 바이오필름을 형성시킨 후, 생존 개체수 확인을 위해 효과적인 detachment 방법이 결정되어야 한다. Homogenization, stomaching method, sonication method, glass beads method 등의 방법들 중에서 가장 효과적이고 효율적인 detachment 방법으로 결정하였다.

### (다) 식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름 형성조건

- ① 실험에 사용한 양상추는 홈플러스 (local market, Seoul, Republic of Korea)에서 구입하였다. 실험하기 1일 전, 양상추를 약 3 cm × 3 cm (오차범위 ±0.5 cm) 크기로 잘라 멸균된 플라스틱 용기에 넣어 4°C에서 보관하였다. 100% 상대습도 조건을 만들기 위하여 멸균된 밀폐용기 (1.2 L; 155 mm long × 155 mm wide × 87 mm high) (Lock&Lock, Seoul, Republic of Korea)에 멸균된 3차 증류수를 170 ml씩 분주하였다. 이 밀폐용기들은 12°C 또는 25°C의 배양기에서 최소 24시간 이상 저장하였다.
- ② 식중독 균인 *E. coli* O157:H7 균주를 10 ml의 TSB에 접종하여 37°C에서 24시간 동안 배양하였다. 24시간마다 10 μl씩 세 번의 계대배양한 *E. coli* O157:H7의 배양액을 ca. 7.0–8.0 log CFU/ml이 되도록 희석하였다. 균 접종을 위해 제조한 inocula 100 μl을 슬라이스된 양상추 5 조각 (5 pieces) 당 25번의 spot inoculation 한 후, 1시간 동안 실온의 무균작업대에서 건조시켰다. 1시간 건조 후, 상대습도가 100%로 조절되어 있는 밀폐용기에 *E. coli* O157:H7이 접종된 5 조각의 양상추를 넣고 12°C 또는 25°C에서 5일간 저장하였다.

## (3) 1세부에서 선정한 천연항균물질의 항균특성 테스트

### (가) 1세부에서 선정한 천연항균물질

- ① 1세부에서 선정한 휘발성의 천연항균물질은 18 종의 에센셜 오일이었다. 17 종의 에센셜 오일은 센트피아 (Scentpia Co., Ltd., Bucheon, Republic of Korea)에서 구입하였고, 1 종의 에센셜 오일은 오레가노 에센셜 오일로 노이몬트 (Neumond-Dufte der Natur GmbH, Raisting, Germany) 제품을 구입하였다. 실험에 사용한 18 종의 에센셜 오일들은 oregano, thyme red, thyme white, clary sage, sage, mint, cinnamon, rosemary, garlic, clove, pine, eucalyptus, orange, geranium, cypress, ginger, tea tree, fennel 오일들 이었다.

### (나) 기체상태 에센셜 오일의 항균력 측정

- ① 천연항균물질 중 에센셜 오일의 기화특성을 고려한 표준화된 기체상태 항균력 측정법은 현재까지 개발되어 있지 않다. 본 연구에서는 기체상의 항균력

측정법을 개발하고자 하였다. 기체상 물질의 항균력을 정확하게 측정하기 위해서 기체의 농도를 일정하게 유지하기 위하여 기체가 한정된 공간 안에 포화된 상태에서 외부로 방출되지 않고 기체에 일정한 농도의 미생물이 처리될 수 있는 실험기구를 개발하였다.

- ② 미생물의 증식여부를 판정하기 위해 *E. coli* O157:H7의 선택배지인 MacConkey sorbitol agar (MSA; BBD/Difco, Sparks, MA, USA)를 이용하여 다양한 농도의 기체상 에센셜 오일에 24 시간 노출시켜 항균력을 측정하였다.

#### (4) 600종 이상의 식물유래 천연항균물질 탐색

(가) 항균성 테스트를 위한 천연 추출물의 선정

- ① 국내 자생식물, 약용식물, 국외식물 등 600 종 이상의 식물유래 추출물을 확보하였다. 국립원예특작과학원에서 300 종, 한국생명공학연구원의 식물추출물은행에서 30 종, 그리고 원광대학교 부설기관인 천연물신약표준화은행에서 197 종의 추출물을 확보하였다. 그리고 노이몬트사 제품의 유기농 에센셜 오일 98 종을 구입하였다 (첨부 1 참조).

(나) 항균성 테스트를 위한 미생물의 선정

- ① 항균성 테스트에 사용한 미생물은 식중독 세균과 식품부패균 및 채소병원균으로 분류하여 선정하였다. 식중독 세균인 *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Cronobacter sakazakii*, 그리고 *Salmonella enterica*와 충치균인 *Streptococcus mutans*, 식품부패균 및 채소병원균인 *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Xanthomonas campestris*, 그리고 *Ralstonia solanacearum* 으로 결정하였다.
- ② 모든 미생물은 15% (v/v)의 글리세롤 (Yakuri Pure Chemicals Co., LTD., Kyoto, Japan)을 첨가한 tryptic soy broth (TSB; BBD/Difco, Sparks, MA, USA)에 배양액을 만든 후, -25℃에서 냉동 보관하였다. 냉동 보관된 균주들을 각각 10 ml의 TSB에 접종한 후, 37℃ (*S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. sakazakii*, *S. enterica*, *S. mutans*, *P. aeruginosa*)와 30℃ (*E. carotovora*), 그리고 25℃ (*X. campestris*와 *R. solanacearum*)에서 24시간 배양하여 활성화시켰고, 활성화된 배양액은 10  $\mu$ l의 loop를 이용하여 10 ml의 TSB에 24시간 간격으로 세 번 계대배양한 후, 실험에 사용하였다.

(다) 항균성 테스트 (agar well diffusion assay)

- ① 항균성 테스트에 사용할 고품질의 모든 추출물은 0.2 ml의 dimethylsulfoxide (DMSO) (A.C.S. reagent,  $\geq 99.9\%$ ; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 0.8 ml의 멸균된 TSB가 혼합한 용매 (1 ml)에 20 mg/ml의 농도로 용해시켜 실험에 사용하였다.
- ② 식품위해미생물에 대한 식물추출물의 항균활성을 측정하기 위하여 agar well diffusion assay를 이용하였다. 300 ml의 tryptic soy agar (TSA; BBL/Difco)를 121℃에서 15분간 고압멸균 시킨 후, 45℃의 항온수조에서 30분간 유지하여 반고형 (semisolid) 상태의 TSA를 준비하였다. 반고형 상

태의 TSA에 각각의 미생물 개체수가 ca. 5.0-6.0 log CFU/ml이 되도록 접종한 후, 접종된 배지를 petri dish에 17 ml씩 옮긴 후, 실온에서 30분간 굳혔다. 배지가 굳은 후, 멸균상태의 biopsy punch (Stiefel Biopsy Punch; Stiefel Laboratories, Florida, USA)를 이용하여 지름 6 mm의 well (6-8 wells/plate)을 만들었다. 각 well에 20 mg/ml의 추출물들을 50  $\mu$ l씩 분주하고, 각각의 균에 적합한 온도에서 24시간 배양하였다. 배양 후, well 주위의 형성된 저해환의 지름 (mm)을 측정하여 항균활성의 유무를 확인하였다.

## 2. 2차년도 (2013년)

### 가. 연구내용

#### (1) 천연항균물질 방출 항균 sachet의 적용

- (가) 천연항균기체 (30 종 이상)의 *E. coli* O157:H7에 대한 최소저해농도 (MIC)와 최소치사농도 (MLC)를 확인한다.
- (나) *E. coli* O157:H7에 대해 개별적으로 항균성이 우수했던 항균기체를 선별하여, 항균기체의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지를 확인한다.
- (다) 천연항균기체의 방출 sachet를 이용하여 신선식품에 존재하는 *E. coli* O157:H7의 생육 저해효과를 확인한다.

#### (2) 천연항균물질 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정 / 항균특성 평가

- (가) 1차년도에 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 항균력을 보인 천연식물추출물의 최소저해농도 (MIC)와 최소치사농도 (MLC)를 확인한다.
- (나) 식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질들의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과를 확인한다.

### 나. 연구방법

#### (1) 천연항균물질 방출 항균 sachet의 적용

- (가) 천연항균기체 (30 종 이상)의 *E. coli* O157:H7에 대한 최소저해농도 (MIC)와 최소치사농도 (MLC) 확인

##### ① 천연항균기체의 최소저해농도와 최소치사농도 측정

㉔ Upper well에 0.025% (w/v) bromocresol purple (pH indicator)이 첨가된 고영양배지(Nutrient Agar)를 부어 고형화시킨 뒤, 5개 strains이 혼합된 *E. coli* O157:H7 배양액 (ca. 7.0 log CFU/mL)의 10 ml를 접종하여 미생물이 배지에 부착되도록 laminar flow biosafety hood에서 30 분간 유지시켰다. Lower well에 멸균된 8 mm 지름의 disc를 넣고 diethyl ether를 이용하여 1/2씩 희석된 에센셜 오일을 10 ml씩 분주한 후, upper chamber와 lower chamber를 조임 나사로 고정시켰다. 고정된 실험기구를 30° C에서 48시간 배양한 후 upper well의 색 변화를 확인하여 MIC를 결정하였다. 노란색은 미생물이 증식한 well이고, 보라색은 미생물이 증식하지 않은 well로, 보라색 well에서 항균기체의 농도가 가장 낮은 well이 MIC가 된다. 색 변화가 나타나지 않은 배지들은 loop를 이용

하여 NA에 획선도말한 후 37° C에 24 시간 배양한 후 집락의 유무를 확인하여 MLC를 측정하였다.

(나) 항균기체의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 확인

① 조합 처리된 기체의 항균시너지 확인

㉞ *E. coli* O157:H7에 우수한 항균력을 보인 3종의 에센셜 오일인 시나몬 (cinnamon bark), 타임 (thyme), 오레가노 (oregano) 에센셜 오일들을 각각 2 종류씩 1:1의 비율로 혼합한 조성물을 제조하였다. 제조된 혼합 조성물은 diethyl ether로 1/2씩 희석하여 실험에 사용하였다.

(다) 천연항균기체의 방출 sachet를 이용한 신선식품의 *E. coli* O157:H7의 제어

① 천연항균기체 방출 sachet의 제조

㉞ 기체 투과도가 우수하고 식품포장산업에서 많이 사용되고 있는 low-density polyethylene (LDPE)을 sachet 소재로 선정하였으며, 천연항균기체의 빠른 방출을 유도하기 위하여 20  $\mu$ m 두께의 LDPE film을 사용하였다.

② *E. coli* O157:H7이 접종된 신선식품에 대한 천연항균기체의 방출 sachet의 항균효과 확인

㉞ 슬라이스 된 양상추 표면에 *E. coli* O157:H7을 접종 한 후, 상대습도 43 또는 85%로 조절된 밀폐용기에 항균 sachet와 함께 넣어 25°C에서 5일간 저장하였다.

(2) 천연항균물질 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정 / 항균특성 평가

(가) 1차년도에 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 항균력을 보인 천연식물추출물의 최소저해농도 (MIC)와 최소치사농도 (MLC) 확인

① 선별된 천연식물추출물의 MIC와 MLC 측정

㉞ 1차년도에 agar well diffusion 테스트에서 선별된 식물추출물의 최소저해농도와 최소치사농도를 결정하기 위한 실험을 진행하였다. Broth microdilution method를 이용하여 선별된 식물추출물들의 MIC와 MLC를 알아보았다. TSB에 식물추출물을 희석하여 4.0000, 2.0000, 1.0000, 0.5000, 0.2500, 0.1250, 0.0625, 그리고 0.0313 mg/ml의 농도로 식물추출물 용액들을 준비하고, 96-well microtiter plate (30096; SPL Life Science)의 well에 희석된 추출물들을 100  $\mu$ l씩 분주하였다. 희석된 추출물들이 분주된 각 well에 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus* 배양액 (5.0 log CFU/ml)을 100  $\mu$ l씩 접종하여 96-well microtiter plate에 옮겨진 식물추출물의 최종 농도는 2.0000, 1.0000, 0.5000, 0.2500, 0.1250, 0.0625, 0.0313, 그리고 0.0156 mg/ml이 되도록 하였다. 식물추출물과 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*의 혼합액이 포함된 96-well microtiter plate를 37°C에서 24시간 배양한 후, 육안으로 관찰하였을 때, 균의 성장이 저해되는 식물추출물의 최소 농도를 최소저해농도 (MIC)로 결정하였다. 균이 자라지 않은 well의 혼합액을 TSA에 획선도말하여 37°C에서 24시간 배양한 뒤, 단일 콜로니가 자라지 않은 최소 농

도를 최소치사농도 (MLC)로 결정하였다.

(나) 식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질들의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과 확인

① 천연항균물질의 코팅방법 선정

㉔ 식품 및 식품접촉 표면에 적합한 코팅은 폴리머를 이용하여 천연항균물질이 함유된 항균필름을 제조하는 방법으로 결정하였다. 5% (w/v)의 polyvinyl alcohol (PVA) 레진에 제주지네고사리, 매자나무, 지네고사리, 짚신나물, 천황련A, 쯤보리사초, 진득찰 식물추출물들을 각각 1% (w/v) 씩 첨가하여 casting한 후, 식물추출물 함유 항균필름을 제조하였다.

### 3. 3차년도 (2014년)

#### 가. 연구내용

(1) 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효능 평가

(가) 천연식물추출물의 조합처리에 의한 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*의 살균시너지를 확인한다.

(나) 식품 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균조합물의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균시너지를 확인한다.

(다) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균포장재의 항균 효과를 검증한다.

(2) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균특성 평가

(가) 천연항균물질 함유 고분자 포장재를 적용하기 위하여 식품위해미생물에 대한 항균 효과를 확인한다.

(3) 항균기체의 항균력을 측정하기 위한 실험기구의 시제품 제작 및 개발

#### 나. 연구방법

(1) 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효능 평가

(가) 천연식물추출물의 조합처리에 의한 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*의 살균시너지 확인

(나) 식품 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균조합물의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균시너지 확인

① 식품 및 식품접촉 표면에 적합한 코팅은 폴리머를 이용하여 천연항균물질이 함유된 항균필름을 제조하는 방법으로 결정하였다. 5% (w/v)의 polyvinyl alcohol (PVA) 레진에 조합처리된 식물추출물들을 첨가하여 casting한 후, 식물추출물 함유 항균필름을 제조하였다.

(다) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균포장재의 항균효과 검증

(2) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균특성 평가

(가) 천연항균물질 함유 고분자 포장재를 적용하기 위하여 식품위해미생물에 대한 항균 효과 확인

(3) 항균기체의 항균력을 측정하기 위한 실험기구의 시제품 제작 및 개발



## 【 제1협동 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술 개발 】

### 1. 1차년도 (2012년)

#### 가. 천연항균물질 방출 sachet의 시제품 개발

##### (1) 천연항균물질의 안정화 기술

(가) 천연항균물질이 빛, 산소, 수분 등의 외부요인에 의해 손실되는 것을 막고, 이미·이취 등을 차단하고 물질의 방출속도를 조절하기 위하여 미세캡슐화기법을 이용하고자 함

##### (나) 미세캡슐화

- ① 본 연구과제에서 항균물질로 사용한 오레가노 오일의 경우 휘발성이 뛰어나.
- ② 산업적 규모에서 포장재 생산 시 고온·고압의 제조 환경으로 인해 항균물질이 손실될 우려가 있음
- ③ 이와 같은 제조공정 상의 손실을 완화하기 위해 미세캡슐화를 시도함(제1세부 연구팀과 공동 연구 진행)

##### (다) 미세캡슐화 과정

###### 에멀전 제조

- ① 벽물질(피복물질)로는 PVA, 심물질로는 오레가노 오일을 사용
- ② PVA와 오레가노 오일의 혼합비율을 달리하여 에멀전 제조
- ③ 에멀전의 유화안정성을 높이기 위해 유화제로서 Tween 20을 사용

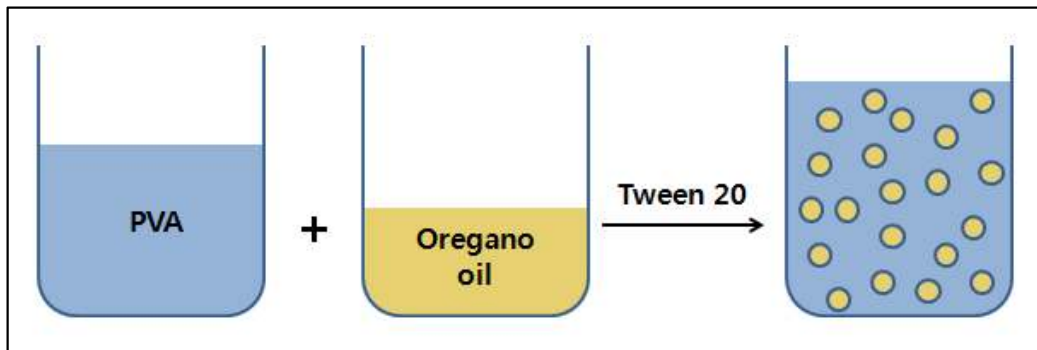


그림 16 유화액 제조과정 모식도

###### Spray drying을 이용한 용매제거

- ① Spray를 통해 공기와 유화액의 접촉면적을 증가시킴
- ② 130℃ 정도의 뜨거운 공기를 이용해 순간적으로 용매를 증발시켜 제거함

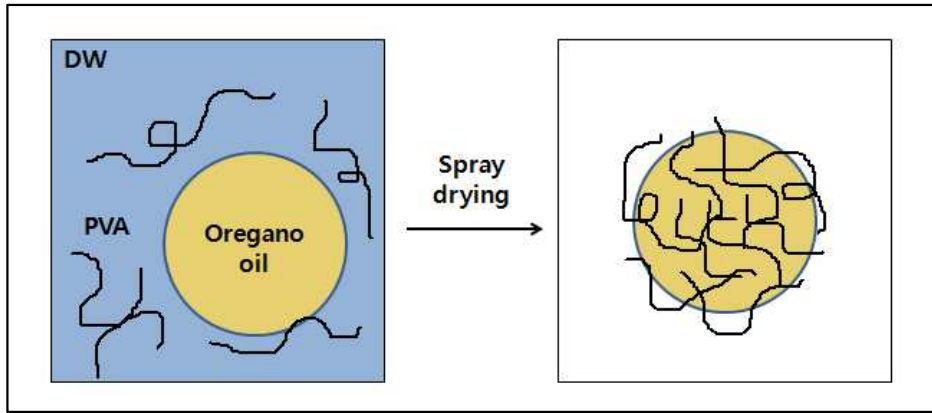


그림 17 Spray drying을 이용한 미세캡슐화의 원리

### 미세캡슐 제조방법의 최적화

- ① 광학현미경을 이용하여 에멀전의 이미지 관찰
- ② FE-SEM을 이용하여 미세캡슐의 표면관찰
- ③ 입도분석기를 이용하여 미세캡슐의 크기 측정
- ④ GC 분석을 통해 오레가노 오일의 encapsulation efficiency(캡슐화 효율성)를 측정
- ⑤ 위에 기술한 실험들을 통해 오레가노 오일과 PVA의 비율이 3:5(w/w)일 때 미세캡슐이 가장 잘 형성되는 것을 확인함

### (2) 천연항균물질 함유 sachet 디자인 및 제작

(가) 천연항균물질의 지속적인 방출을 유도할 수 있는 sachet를 현장 산업 규모에서의 제작 조건 확립

(나) Sachet 소재 선정

- ① 본 연구과제에서 개발하고자하는 항균포장기술이 항균물질의 휘발성에 기반을 둔 것이므로, 항균물질이 원활하게 방출될 수 있는 소재를 선정함
- ② 합성 필름 중 가스투과도가 높은 것으로 알려진 PE 소재
- ③ 제1협동에서 자체적으로 개발한 천공필름 2종
- ④ 기계적 천공방식을 이용하였다. 이 필름은 30, 40, 50마이크론의 두께이며, 천공하는 깊이는 완전한 관통 또는 불완전한 미세 관통 등 작업조건에 따라서 조절이 가능함
- ⑤ 하지만 균일한 투과도를 위하여, 완전 관통한 이후, T-die를 이용함.
- ⑥ 20마이크론의 LDPE를 균일하게 코팅해서 일정한 투과도를 보이도록 유도하여, 필요한 투과량에 대한 조절의 방법을 추후 실험할 계획임.
- ⑦ 실험에 사용된 필름의 천공깊이는 0.75mm 간격은 1mm로 설정



그림 18 기계적 천공방식의 예시

**(다) Sachet의 크기**

- ① 미세캡슐이 방출될 수 있는 면적을 증가시키기 위해서는 sachet의 크기를 크게 하는 것이 좋음
- ② Sachet를 크게 만들수록 sachet 소재의 소비량이 증가하므로 포장재의 단가가 높아짐
- ③ 식품포장에 실제로 적용하였을 경우를 고려하여 가로, 세로 5cm 내외가 적합할 것으로 판단
- ④ 재질은 PE, PP, PET를 복합적으로 설정하여 사용이 가능함. 단 실링 층의 경우는 PE, PP를 사용하였음. (아래사진은 가로\*세로=50\*50mm 내용물의 중량은 1.5g의 경우)
- ⑤ PET층등 앞의 필름은 인쇄를 위하여 층 준비가 필요함 (‘먹지 못함’ 표기 목적 적용)
- ⑥ LLDPE, CPP등은 원할한 파우치 제작을 위해, 고속 실링이 가능한 재질을 선택
- ⑦ 천공 필요의 경우는 최종 필름을 합지하기 이전에 천공함을 원칙으로 실험
- ⑧ 대표적 층 구성은 아래와 같음
  - PET(12)/PE(30)/LLDPE(20)
  - PET(12)/PE(40)/LLDPE(20)
  - PET(12)/CPP(40)
  - PET(12)/CPP(50)
  - PET(12)/Ny(15)/CPP(30)
  - PET(12)/Ny(15)/CPP(30)
  - PET(12)/Ny(15)/CPP(30)
  - OPP(30)/Al(9)/열접착OPP(30)
  - OPP(40)/Al(9)/열접착OPP(30)

**(라) Sachet의 제작방법**

- ① 상기 재질의 각 필름을 고주파 실러를 이용하여 3면을 실링

② 내용물을 투입한 후, 마무리 실링 함

**(3) 향균 sachet가 부착된 식품포장용 시제품 개발**

**(가) 향균 sachet 부착 시, 실제 식품 포장으로의 적용 가능성을 탐색하고 시제품을 개발함**

- ① 두부 포장용 PP tray에 적용
- ② 현재 제1협동에서 제조·납품하고 있는 시판용 두부 용기에 시범적으로 적용
- ③ Tray 자체는 PP소재, 상단은 PE/PP복합 소재
- ④ PE 필름에 sachet를 부착한 후 핫 실링

**(4) 천연항균물질 함유 다층 시트 소재 개발**

**(가) 손실되는 천연항균물질의 양을 감소하기 위해 다층 시트를 제작하고 천연항균물질을 직접 적용하여 항균포장기술 개발의 가능성을 알아보고자 함**

**(나) 천연항균물질 함유 다층 시트 제조방법**

**항균물질의 주입**

- ① 외층을 통해 중간층인 발포층으로 항균물질을 주입
- ② 소형 주사기를 이용해 가로·세로로 5mm 의 격자 간격으로 타공하면서 주입 (2.0~5.0mm 격자간격 주입 가능)
- ③ 주사기 1회 타공 시 0.3~0.4mg의 항균물질을 주입
- ④ 항균물질 주입 후, 사용 전까지 항균물질의 비의도적인 방출을 막기 위해 타공이 실시된 외층에 점착테이프를 부착

**2. 2차년도 (2013년)**

**가. 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 제작 공정 기술 연구**

**(1) 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 제작**

**(가) 신선야채나 신선과일의 신선도 및 유통기한을 획기적으로 개선하기 위해 천연항균물질을 함유하여 천연항균물질의 방출 속도를 조절하는 서방성(sustained release) 패드(PAD)를 개발**

**(나) 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 구성**

- ① 천연항균물질을 포함하는 서방성 패드는 외층, 중간층(발포층), 내층으로 3가지 층으로 구성 (두께는 0.9mm)
- ② 내층은 PVA층(Polyvinyl alcohol), 발포성 EPS(Expanded Polystyrene)을 중간층, PE층 (Poly ethylene)을 외층으로 구성된 다층 패드(PAD) 개발
- ③ 서방성 패드의 두께는 920 $\mu$ m으로, 내층은 100 $\mu$ m, 발포성 EPS층의 두께는 800 $\mu$ m, 외층인 PE층의 두께는 20 $\mu$ m으로 구성
- ④ 내층인 PVA층에서 천연항균물질이 서서히 방출되도록 하여 식품 부패균이나 유해균의 성장이나 번식을 억제하는 기작
- ⑤ 내층 PVA층 위에 천연항균물질과 유화제 혼합물을 균일하게 코팅함
- ⑥ 함유된 천연항균물질의 종류 : 오레가노 에센셜 오일(Oregano essential oil), 시나몬 에센셜 오일(Cinnamon essential oil) 또는 타임 에센셜 오일(Thyme

essential oil)

- ⑦ 유화제는 천연항균물질이 PVA층에 균질하게 분산되도록 하기 위해 첨가
- ⑧ 중간층인 발포성 EPS층은 표면에 요철이 존재하여 PVA위에 코팅 시 점착이 용이하며 중간층 위에는 PE층이 공압출 코팅됨
- ⑨ 외층인 PE층은 신선식품과 접촉하는 층으로 수용성인 PVA층이 식품이나 야채와 접촉하여 수분에 의해 용해되는 것을 방지하며 발포성 EPS층을 통해 천연항균물질의 방출 속도 및 경향을 조절
- ⑩ PE층 위에 기계적으로 마이크론 크기의 미세한 기공이 일정간격(300-900 μm간격)으로 PVA층까지 타공시켜 이 기공을 통해 천연항균물질의 방출속도를 조절함
- ⑪ 서방성 패드를 식품용기에 적용하기 전에 천연항균물질이 지속적으로 방출되는 것을 방지하기 위해 미세타공 된 패드 상부에 박리성 점착테이프를 부착함
- ⑫ 천연항균물질이 포함된 서방성 패드는 식품 용기 내에 부착하여 방향성이 강한 천연항균물질에 의해 신선식품에 피해를 입히는 식품 유해균을 저해할 수 있음

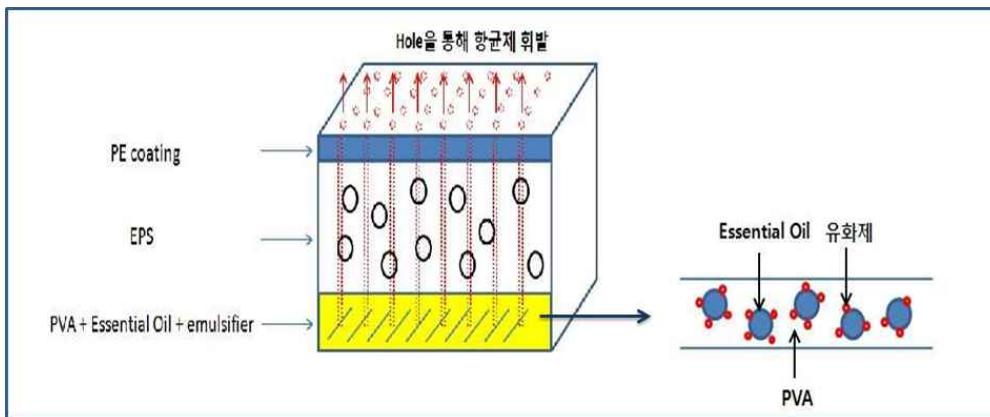


그림 19 천연항균물질을 함유하는 서방성 패드의 단면을 도시한 모식도

- (2) 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 방출량 측정
  - (가) 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 실제 식품 포장용기에 부착 시 천연항균물질의 방출 지속성 분석을 하고자 실험 진행
  - (나) 각 천연항균물질이 코팅된 서방성 패드를 가로×세로 50×50mm 크기로 절취하여 샘플로 사용
  - (다) 내층 PVA층에는 각 천연항균물질 (타임 [red], 타임 [white], 오레가노 [oregano], 시나몬 [cinnamon])가 7.5mg이 코팅된 상태
  - (라) 용기 체적이 54.5cc인 포장 용기의 바닥면에 샘플(서방성 패드)를 부착한 후 신선 야채인 파슬리를 위치시킨 후 용기를 밀폐시킴
  - (마) 밀폐된 용기 내에서 각 천연항균물질이 서서히 방출되는 동안, 항균제 방출농도를 일정시간(24시간) 후 SPME fiber를 이용해 흡착하여 GC(Gas chromatography)를 통해 분석

표 8 서방성 패드의 천연항균물질 방출량 GC분석 조건

Parameter	기기조건
기기명	Agilent 7890, USA (FID)
칼럼	HP-5 (길이 30m, 0.32mm I.d., 두께 0.25 $\mu$ m)
오븐 온도	50 $^{\circ}$ C (2분) ~ 250 $^{\circ}$ C (5분)
검출온도	320 $^{\circ}$ C
유동상	질소
스플릿 모드	1:2
유속	1.2ml/min
SPME fiber 흡착시간	20분

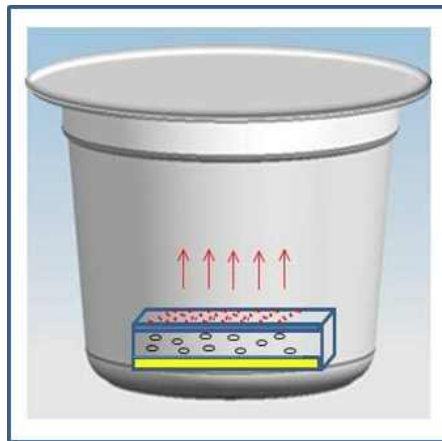


그림 20 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 방출 농도 측정을 위한 모식도

나. 천연항균물질 미세캡슐 함유 코팅 스트립의 시제품 개발

(1) 실험목적

(가) PVA(polyvinyl alcohol) 와 TEOS(tetraethyl orthosilicate) 결합을 통해 천연 항균물질(Essential oil; EO)의 방출 속도 조절 및 PVA의 용해성을 낮추기 위한 PVA/TEOS/EO strip을 제작을 하고자 했음.

(나) 천연항균물질을 트레이(tray)에 직접 도포하는 것에는 어려움이 있어 strip을 제작하여 트레이에 접착하여 휘발성을 지닌 천연항균물질이 방출되어 신선식품에 긍정적인 영향을 미치게 하기 위해 이용하고자 했음.

(2) 천연항균물질 미세캡슐 함유 코팅 스트립의 제조 과정

- (가) TEOS solution은 TEOS : D.W. : HCl=1:1:0.1 의 비율로 solution을 제작
- (나) TEOS는 PVA에 첨가되었을 때, cross-linking agent로서 PVA의 용해성을 낮춤
- (다) PVA (polyvinyl alcohol) solution과 TEOS solution을 다양한 비율로 혼합
- (라) PVA/TEOS solution과 천연항균물질의 유화안전성을 높이기 위해 유화제로서 Tween 20을 첨가
- (마) 형성된 PVA/TEOS/EO solution을 건조시켜 strip을 제작
- (바) 이와 같은 제조공정을 통해 휘발성이 뛰어난 천연항균물질의 방출 속도를 조절하며 strip의 물성을 향상시키기 위해 시도 (제1세부 연구팀과 공동연구 진행)

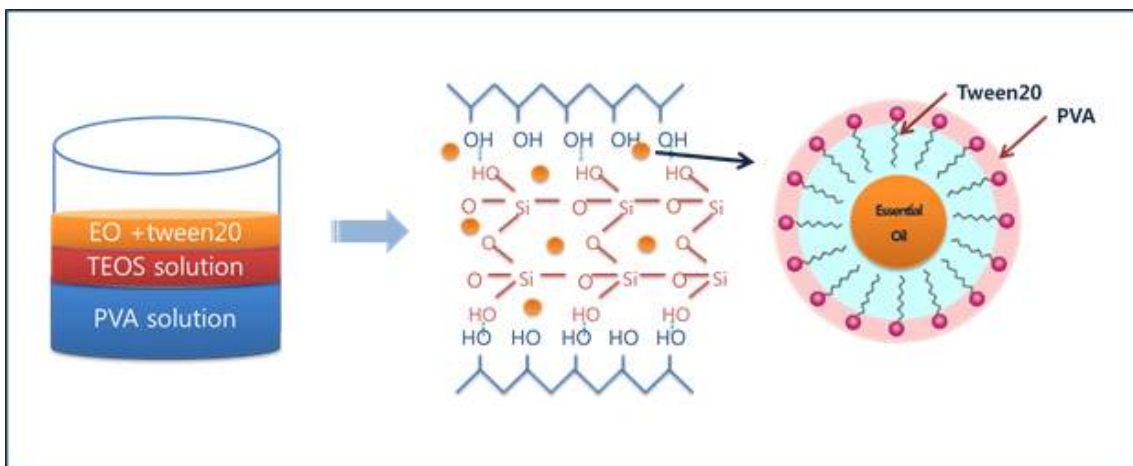


그림 21 PVA/TEOS/EO strip 제조 및 원리

다. PVA/TEOS/EO strip를 실제 용기(tray)에 적용하여 제작

- (1) 현재 제1협동에서 제조 및 납품하고 있는 여러 식품 포장 용기에 PVA/TEOS/EO strip를 접착하여 시험적으로 시제품 제작
- (2) 여러 용기(tray) 하단에 PVA/TEOS/EO strip를 부착하며 상단은 PE/PP복합소재로 열접착하여 밀봉

### 3. 3차년도 (2014년)

가. 연구내용

(1) 천연항균물질 함유 합성 고분자 포장재 시제품 개발

(가) 항균 마스터배치를 이용한 시제품 개발

- ① 항균 마스터배치를 이용한 시제품을 만들기 위해 적절한 가공 방법 결정
- ② 가공 조건 및 배합 비율 결정
- ③ 실제 생산 설비에서 sheet 가공 및 용기 성형

(나) 시제품 측정

- ① 만들어낸 sheet 및 시제품의 물성 등을 평가하기 위한 측정
- ② 서로 다른 배합 비율로 만들어진 시제품의 특성을 비교

③ 실제 제품에서 중요한 산소투과도 및 열 안정성을 별도로 측정

(다) 경제성 평가

- ① 제품생산에 있어서 가격 상승분이 중요하므로 평가가 필요함
- ② 향균 마스터배치 배합에 따른 원가 상승분 비교

나. 연구방법

(1) 천연항균물질 함유 합성 고분자 포장재 시제품 개발

(가) 향균 마스터배치를 이용한 시제품 개발

- ① 구연산 마스터배치 및 시나몬 마스터배치 원료 배합



그림 22 배합장비 모습



그림 23 시나몬 오일 향균마스터배치 15% 배합 모습





그림 24 시나몬오일 향균마스터배치 30% 배합 모습



그림 25 구연산 향균마스터배치 15% 배합 모습

② 사출 성형 과정 (컵용기): 성형 온도 220 °C



그림 26 배합 원재료 호퍼 투입 장면



그림 27 배합된 재료가 호퍼 안에 들어간 모습



그림 28 Purge 상태



그림 29 사출 성형 모습

- ③ 압출성형 및 압진공성형 과정: 성형 온도 225 °C  
■ Sheet 성형 과정



그림 30 배합원재료 호퍼 투입



그림 31 압출 후 T-DIE를 통한 Sheet 성형



그림 32 권취 과정

④ Tray 성형 과정: 성형 온도 270 °C



그림 33 성형기에 Sheet 투입하는 모습



그림 34 고온 고압하의 압진공 성형 모습



그림 35 트레이의 형태로 컷팅하는 모습

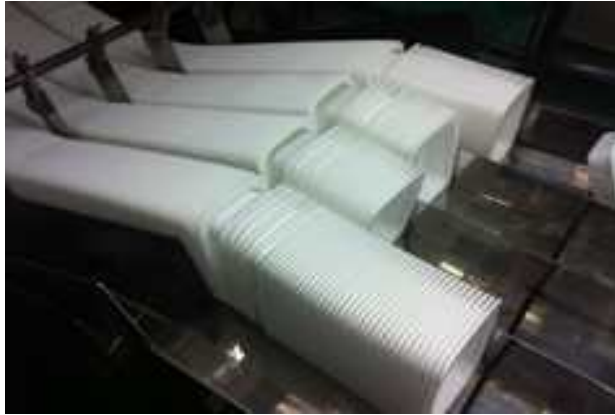


그림 36 제품을 생산 및 포장하는 모습

(나) 시제품 측정

- ① Sheet의 단층 현미경촬영
- ② 성형한 용기의 중량, 만량, 크기, 외경 등의 값을 측정 및 비교



그림 37 Height gauge를 이용한 높이 측정



그림 38 Micrometer를 이용한 두께 측정



그림 39 전자저울을 이용한 시제품 무게 측정



그림 40 Varnier calipers를 이용한 시제품  
외경 측정

③ 산소투과도 및 DSC 측정

산소투과도 측정 조건:

- Temp : 23.1 ° C
- Pressure : 760.00 mmHg
- Permeant Concentration : 21%
- ExamMinutes : 60 min
- Conditioning : 18 Hours

(다) 경제성 평가

- ① 단가 비교 평가

## 제2절 연구개발 수행 결과

### 【 제1세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발 】

#### 1. 1차년도 (2012년)

- 가. 항균 미세캡슐 에멀전의 이미지 관찰

미세캡슐 에멀전을 광학현미경 (Optical microscopy, Olympus BX51)을 이용하여 200 배에서 관찰

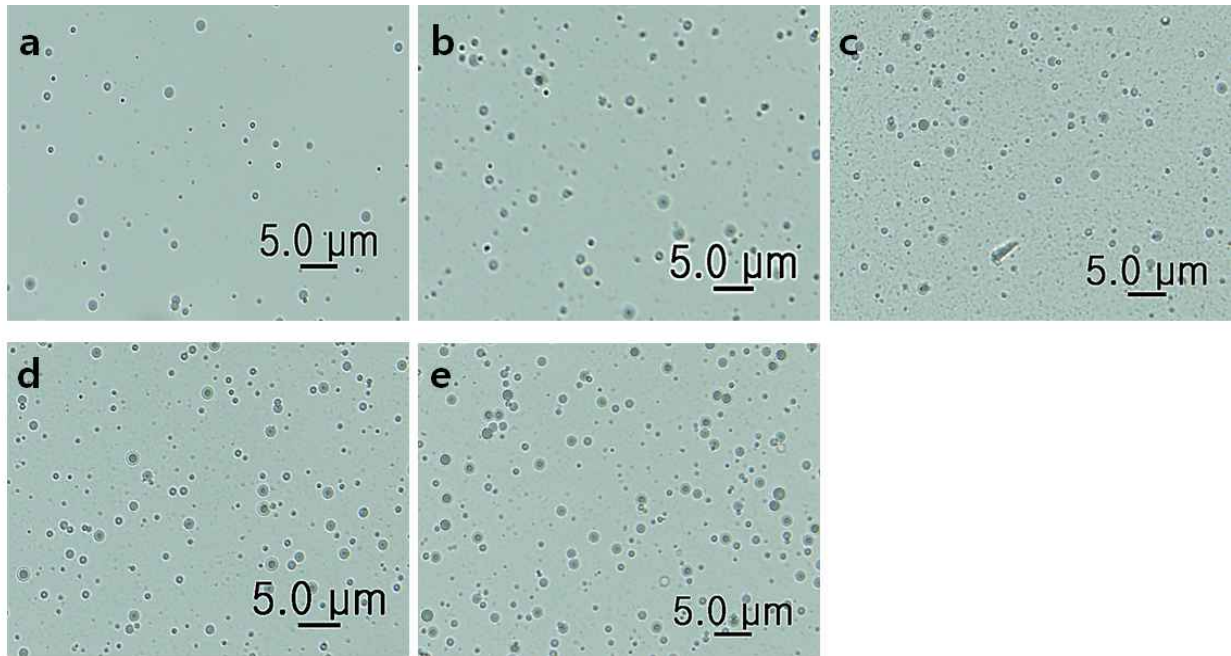


그림 41 다른 비율로 제조된 미세캡슐 에멀전의 광학현미경 관찰 core/wall ratio(w/w):  
(a) 1/5, (b) 2/5, 3/5, (d) 4/5, (e) 5/5

- (1) 심(core)물질인 에센셜 오일의 첨가량이 증가할 때, 분산되어 있는 oil droplet의 수도 증가하였다. 5/5 비율의 미세캡슐 에멀전이 단위 면적당 가장 많은 droplet의 수를 보였다.
- (2) 유화제인 Tween 20을 첨가했을 시, oil droplet의 크기 및 모양이 작고 균일하게 형성되었다.
- (3) 유화제의 첨가로 인하여 oil droplet 가장자리에 투명한 막이 형성됨을 볼 수 있었다.

#### 나. 항균 미세캡슐의 FE-SEM 관찰

미세캡슐의 분말을 double-sided tape으로 부착 후, 백금(Pt)으로 코팅하여 field emission-scanning electron microscope(FE-SEM, JSM-7600F)을 이용하여 표면 관찰

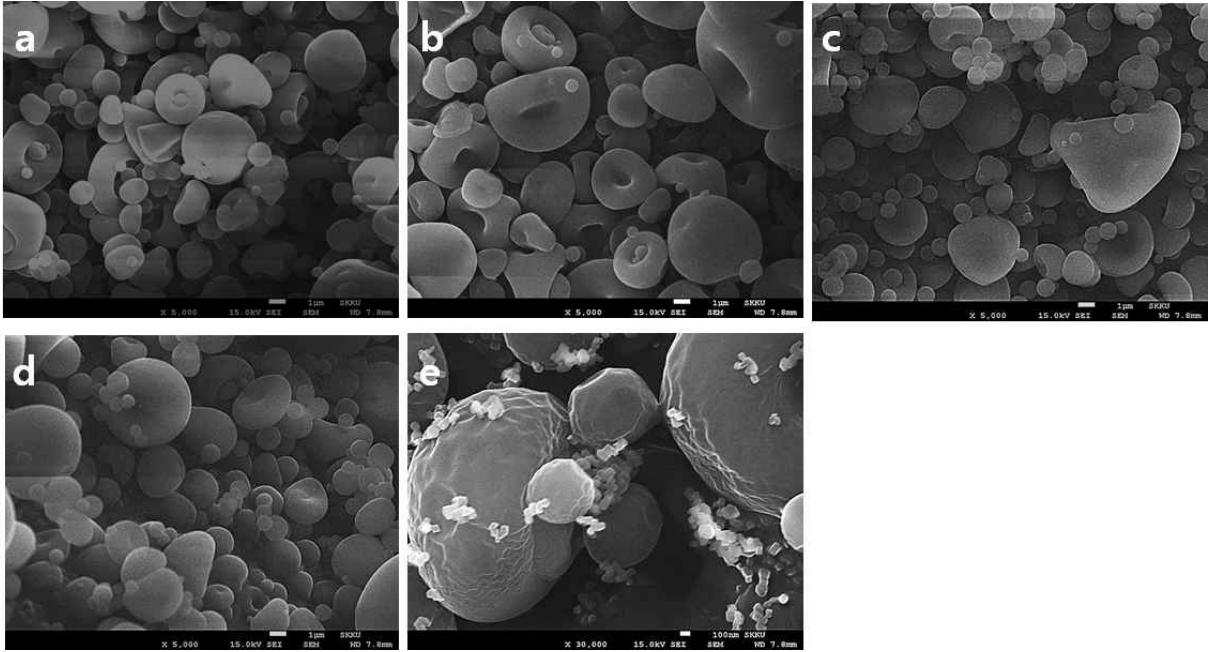


그림 42 다른 비율로 제조된 미세캡슐의 FE-SEM 분석 core/wall ratio(w/w): (a) 1/5, (b) 2/5, (c) 3/5, (d) 4/5, (e) 5/5

- (1) 캡슐의 크기 및 모양이 일정하게 균일한 모습을 가지고 있었다.
- (2) 심(core)물질인 에센셜 오일의 양이 증가하면서 매우 작은 particle의 수가 증가하였다.

다. 입도분석기(Zeta potential analyzer, ELS-Z)을 이용하여 분석

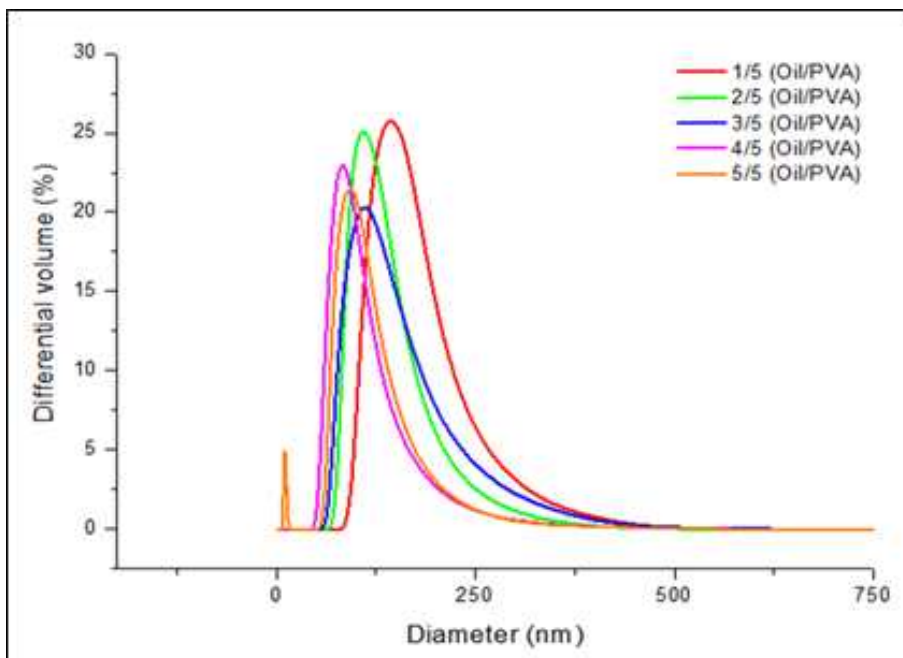


그림 43 다른 비율로 제조된 미세캡슐의 사이즈 분석



Oil / PVA ratio	D(%) (nm)			
	d <sub>10</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>90</sub>	span
1 / 5	103.4	138.9	212.7	0.787
2 / 5	82.2	109.9	177.6	0.868
3 / 5	75.8	110.6	192.1	1.052
4 / 5	59.7	82.9	139.3	0.960
5 / 5	61.1	87.8	143.3	0.936

표 9 미세캡슐의 크기 분포 측정 (d<sub>10</sub>, d<sub>50</sub>, d<sub>90</sub>)

$$(1) \text{span} = \frac{d_{90} - d_{10}}{d_{50}}$$

- (2) Oil의 양이 증가할수록, 캡슐입자의 크기는 감소했지만 분산도(span)가 대체적으로 증가하며 입자 분포가 넓게 퍼져있는 그래프를 얻을 수 있었다.
- (3) Oil의 양이 적을 때에는 입자 분포가 가장 좁으며, 비슷한 크기의 캡슐들이 만들어졌음을 알 수 있었다.

라. Gas chromatography 기기 분석을 이용하여 캡슐 효율(Encapsulation efficiency, EE)를 분석한 결과

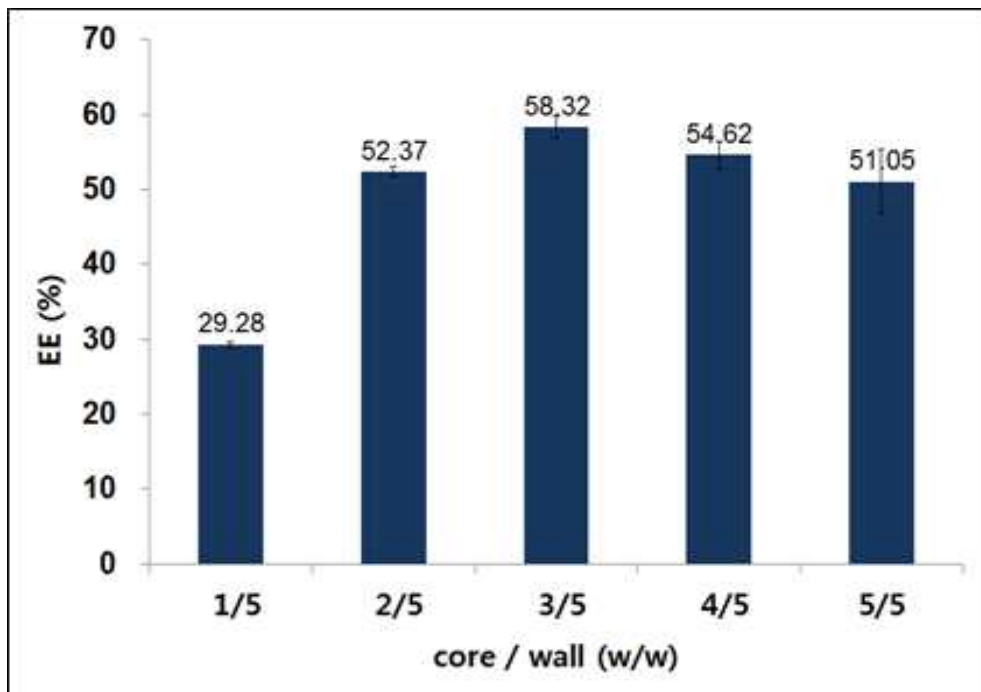


그림 44 다른 비율로 제조한 미세캡슐의 효율

- (1) Tween 20의 첨가로 인해 oil과 PVA의 결합력이 더욱 개선되어 캡슐형성의 효율이 증가함을 보였다.

- (2) PVA로 만든 미세캡슐의 효율은 oil의 양이 증가할수록 증가하는 경향을 보이다가 3/5(w/w)의 비율에서 약 58.32%의 수치로 가장 높은 효율성을 보였다.
- (3) 그 이상의 비율에서는 더 이상 증가하지 않고 비슷하거나 감소하는 경향을 보였다. 이는 막(wall)물질의 양은 일정하지만 심(core)물질의 양이 증가하면서 심물질을 감싸는 한계에 다다르며 효율의 감소를 나타냈다.

마. 방출경향 확인 결과

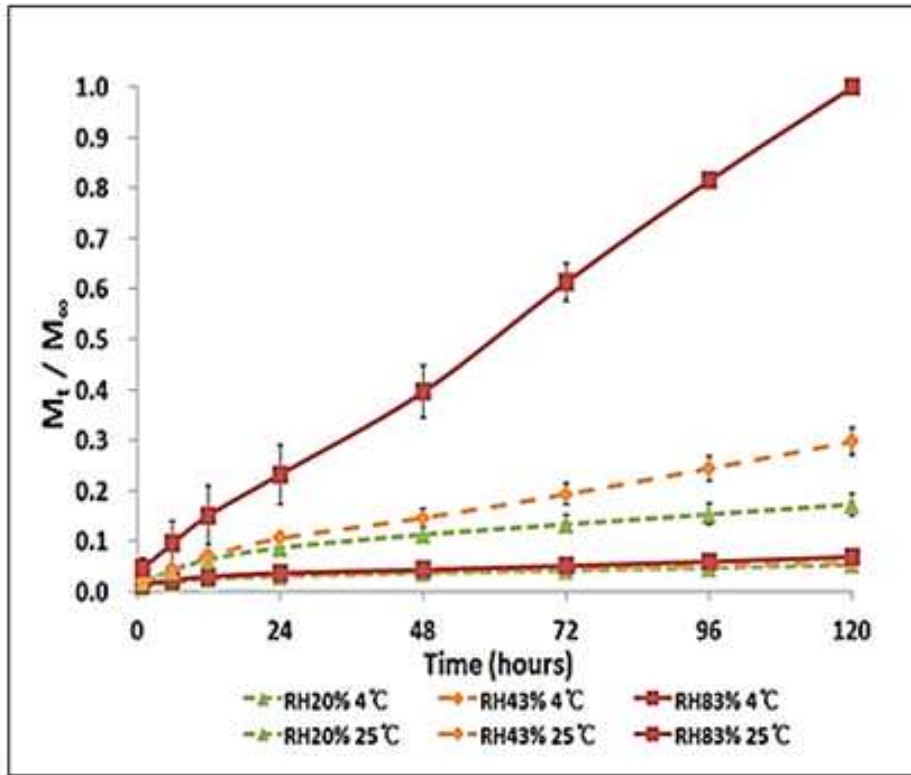


그림 45 미세캡슐 sachet의 온도 및 습도별 방출경향

- (1) 온도 및 습도의 두 가지 요인은 방출경향에 큰 영향을 미쳤다. 특히, 상대습도 83%, 25 °C의 조건하에서 가장 빠른 방출속도를 보였다. 이는 PVA는 친수성 고분자이기 때문에, 높은 상대습도의 환경에서는 고분자 매트릭스가 성기게 되어 방출을 더욱 빠르게 유도했다.

바. vapor diffusion test를 통하여 항균력 검증

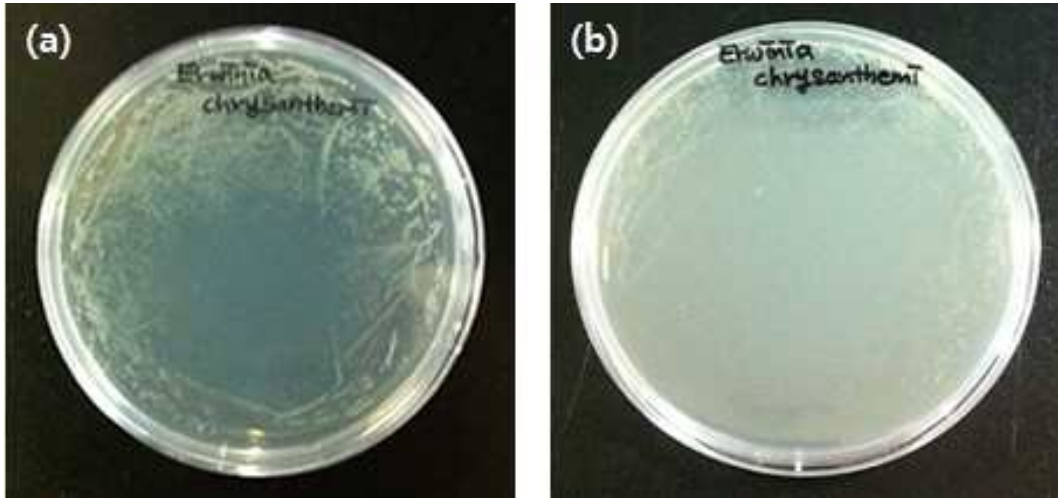


그림 46 *Erwinia chrysanthemi*에 대한 sachet의 항균력 검증  
 (a) 1g, (b) 2g 미세캡슐을 포함한 sachet 각각 적용함

- (1) 제작한 sachet는 총 5개의 *Erwinia* 미생물 중 *Erwinia chrysanthemi*에 대한 35~40 mm의 clear zone을 보였고, 항미생물능을 확인할 수 있었다.
- (2) capsule의 양이 증가하면서 sachet의 수용량을 늘리기 위해 크게 제작하였는데 (7x7 cm), 항균물질의 기체가 더욱 고르게 퍼지고 농도가 증가하여 clear zone의 직경이 증가하였다.

## 2. 2차년도 (2013년)

### 가. 천연항균캡슐 sachet 적용 중 신선식품의 품질지표 확인 실험결과

#### (1) 일반중온성세균 (mesophilic aerobic bacteria; MAB)

- (가) control의 경우, MAB의 초기 개체수는  $6.7 \pm 0.2 \log \text{CFU}/5 \text{ pieces}$ 로 저장기간 동안 유지됨
- (나) 5g의 오레가노 미세캡슐이 함유된 sachet에서  $1.7 \log \text{CFU}/5 \text{ pieces}$ 만큼 감소

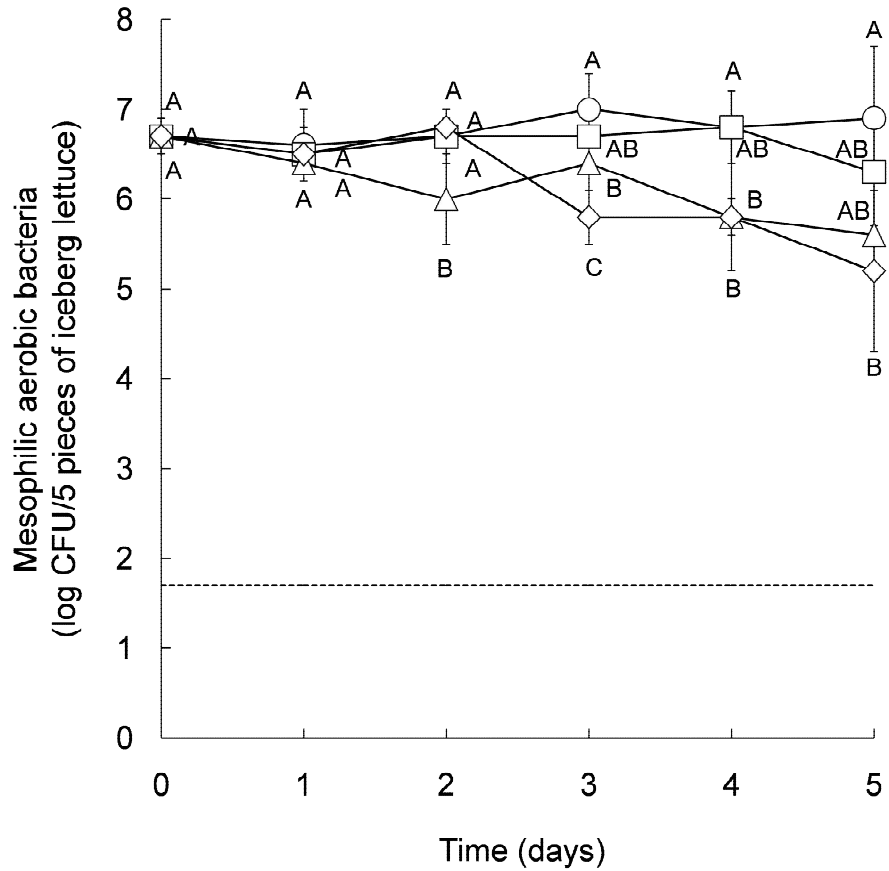


그림 47 저장기간 중 일반중온성세균 수 변화 추이, ○: 컨트롤 sachet □: 1 g 오레가노 캡슐 sachet △: 2 g 오레가노 캡슐 sachet ◇: 5 g 오레가노 캡슐 sachet

(2) *Erwinia chrysanthemi*

- (가) control의 경우 *E. chrysanthemi*의 초기 개체수는  $6.4 \pm 0.5$  log CFU/5 pieces로 저장 기간 동안  $5.3 \pm 0.4$  log CFU/5 pieces로 약 1로그 스케일 정도 감소
- (나) 저감화가 가장 잘된 조건은 5 g의 오레가노 미세캡슐이 함유된 sachet를 넣어 저장한 것으로  $3.9$  log CFU/5 pieces만큼 감소함

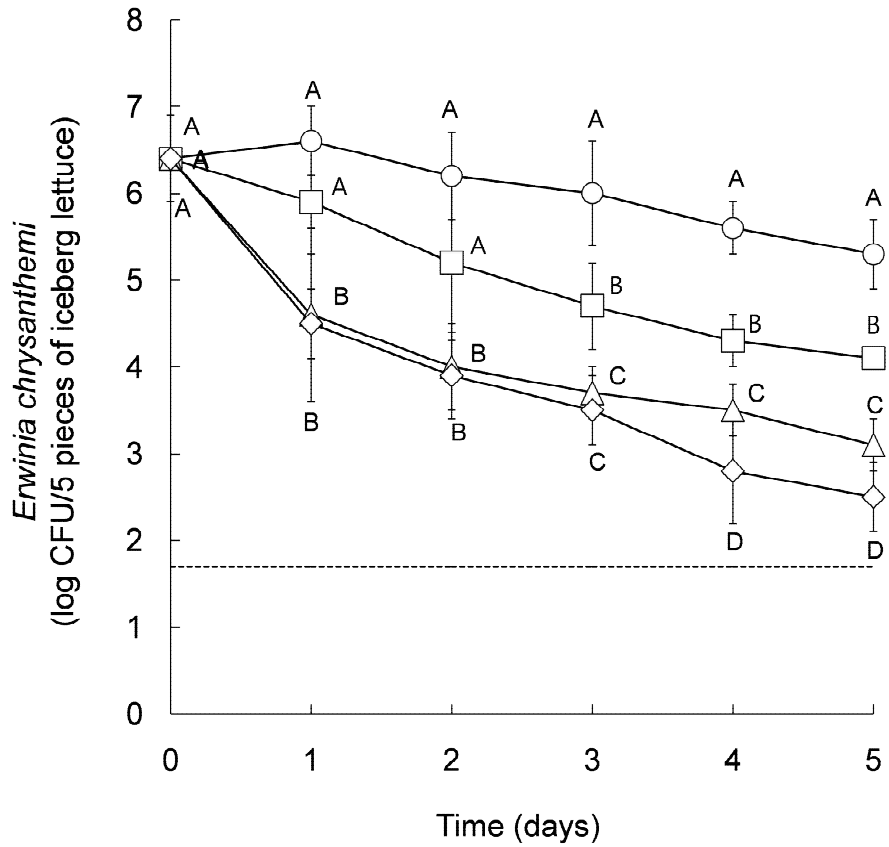


그림 48 저장기간 중 *E. chrysanthemi* 수 변화 추이, ○: 컨트롤 sachet □: 1 g 오레가노 캡슐 sachet △: 2 g 오레가노 캡슐 sachet ◇: 5 g 오레가노 캡슐 sachet

(3) 곰팡이와 효모 (molds and yeasts; MY)

- (가) control의 초기개체수는  $6.1 \pm 0.6$  log CFU/5 pieces로 저장기간 동안 거의 동일하게 유지됨
- (나) 저감화가 가장 잘된 조건은 5 g의 오레가노 오일 미세캡슐을 넣은 sachet로 저장한 것으로 2.1 log CFU/5 pieces 가량 저감화 됨

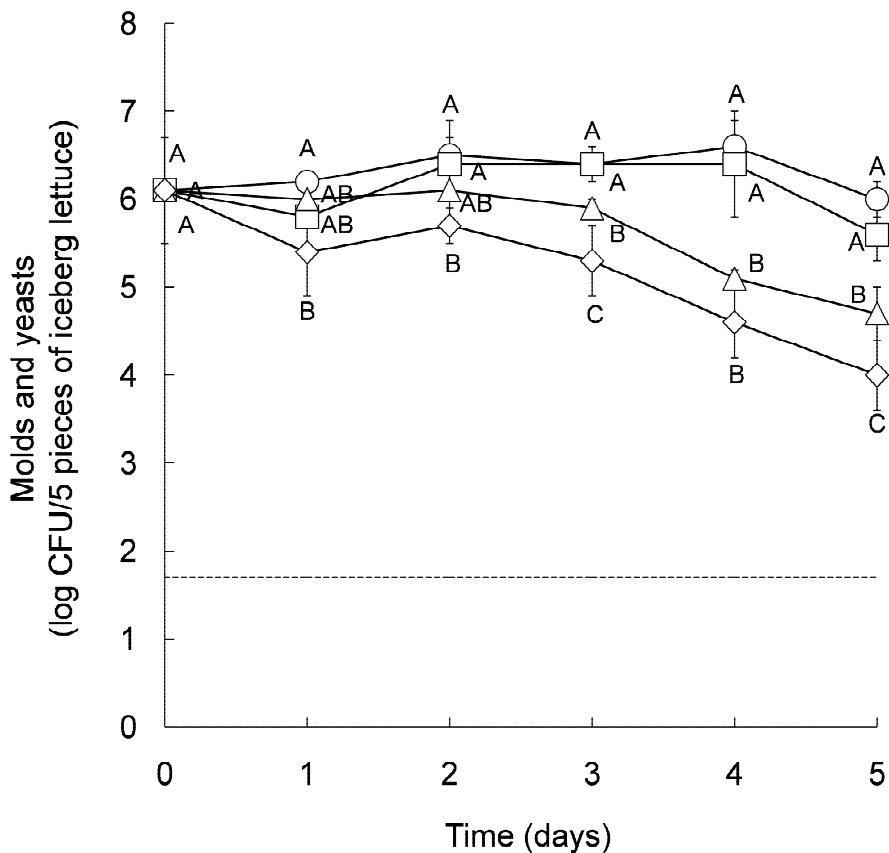


그림 49 저장기간 중 곰팡이 및 효모의 수 변화 추이, ○: 컨트롤 sachet □: 1 g 오레가노 캡슐 sachet △: 2 g 오레가노 캡슐 sachet ◇: 5 g 오레가노 캡슐 sachet

나. 에센셜 오일의 항균력 측정 결과

(1) *S. typhimurium*에 대한 항균력 실험 결과

(가) 살모넬라 균에 대하여 클로브 오일은 상대적으로 낮은 항균력을 보였으며, 오레가노 오일, 타임 오일, 시나몬 오일이 좋은 항균력을 보였다.



그림 50 시나몬 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)



그림 51 타임 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)



그림 52 오레가노 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)

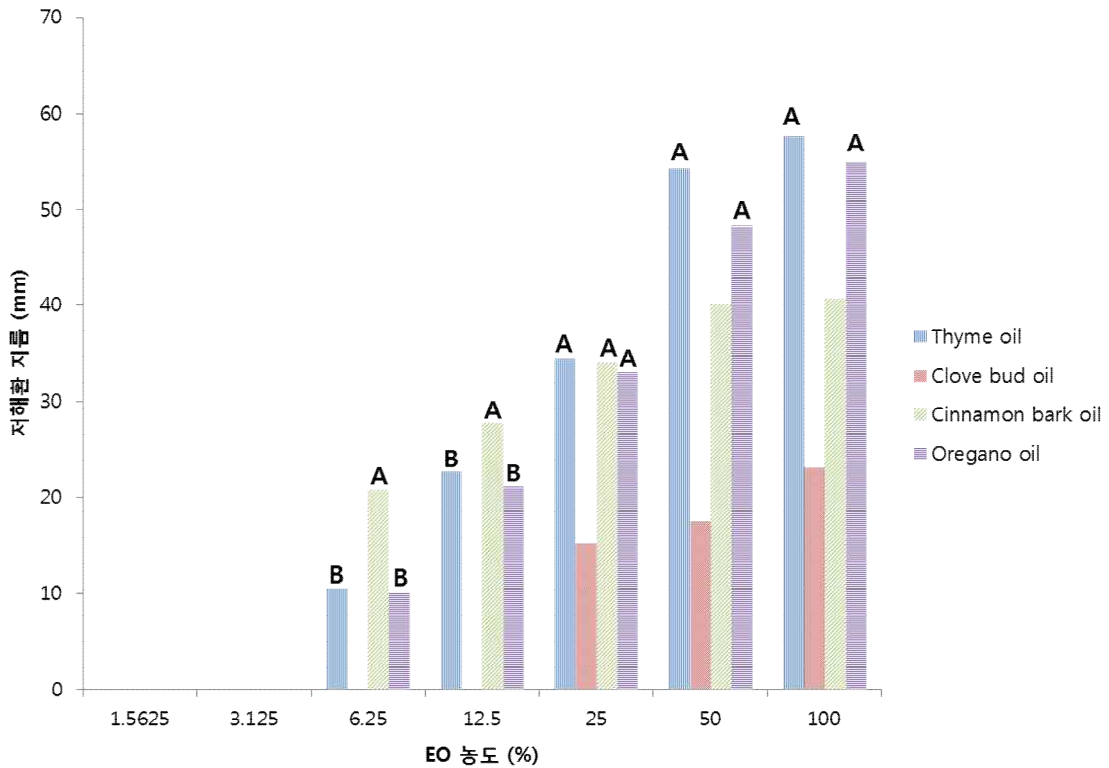


그림 53 에센셜 오일들의 농도별 저해환 지름 크기 변화

(2) *L. monocytogenes*에 대한 항균력 실험 결과

- (가) 리스테리아 균에 대하여 클로브 오일은 거의 항균력을 나타내지 않았으며, 살모넬라의 결과와 같이 타임, 오레가노, 시나몬 오일이 상대적으로 더 높은 항균력을 보였다.
- (나) 모든 에센셜 오일들이 살모넬라에 비해 리스테리아에 대하여 더 낮은 항균력을 보였다.



그림 54 시나몬 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)

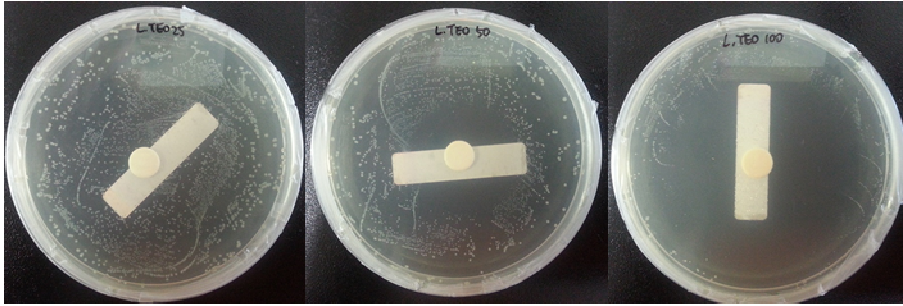


그림 55 타임 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)



그림 56 오레가노 오일의 농도별 항균력 결과 (좌→우: 6.125%→100%)



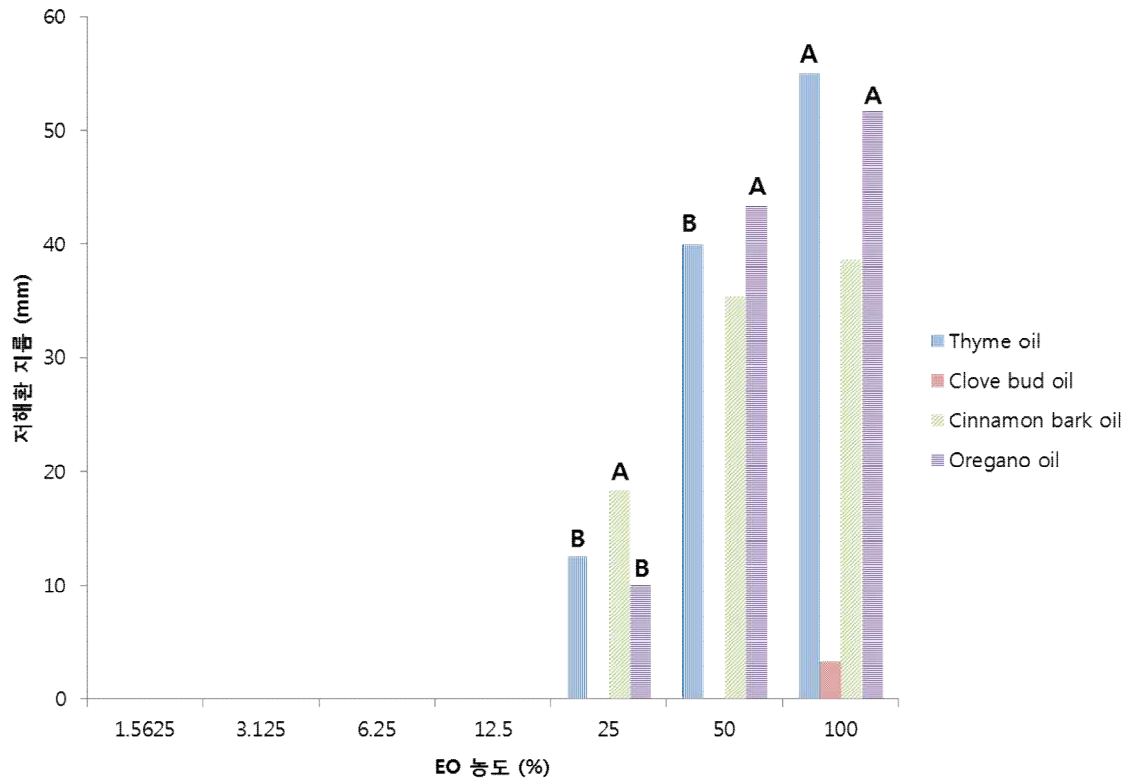


그림 57 에센셜 오일들의 농도별 저해환 지름 크기 변화

- (다) 본 항균력 확인 실험 결과를 통해 오레가노, 타임, 시나몬 오일이 리스테리아 및 살모넬라 균에 대하여 항균력이 상대적으로 우수하다는 결론을 얻음
- (라) 1차년도에서도 기체상에서의 항균력이 검증된 오레가노 오일을 선정

다. 코팅 스트립의 두께/밀도

- (1) 스트립의 두께를 측정한 결과 PVA스트립에 비해서 OEO가 포함된 스트립들의 두께가 평균적으로 2배 이상 두꺼워지는 것을 알 수 있음
- (2) 이는 에센셜 오일과 PVA가 유화제에 의해 미세캡슐을 생성하고 이것이 PVA 매트릭스 안에 혼재하면서 두께에 영향을 주는 것으로 보임
- (3) 밀도는 PVA가 상대적으로 매우 낮고 OEO를 첨가한 스트립에서 크게 증가하며, TEOS를 첨가하면 조금 감소하는 것으로 나타남
- (4) TEOS의 첨가에 의해 평균 두께는 작아지면서도 밀도는 다소 감소한 것으로 보아 주변의 PVA 매트릭스와 결합하면서도 내부에 약간의 여유 공간이 생겨나는 것으로 보임

표 10 스트립의 종류에 따른 평균 두께와 밀도 값

스트립 종류	평균 두께 (mm)	밀도 (mg/cm <sup>3</sup> )
pure PVA	0.130	2.995
PVA/OEO	0.292	14.663
PVA/OEO/TEOS8	0.256	13.222

라. 코팅 스트립의 색도

- (1) 색도 측정 결과 3 종류의 스트립들은 밝기(L값)은 비교적 비슷한 것으로 나타났고 PVA/OEO 스트립의 경우 가장 노란 빛을 보인 것으로 나타남
- (2) TEOS의 첨가로 스트립의 b값이 크게 감소하여 노란 빛이 상대적으로 약해진 것을 알 수 있음
- (3) 흰 종이를 기준으로 한 ΔE값 결과 세 종류의 스트립은 서로 매우 다른 색을 띠고 있다고 볼 수 있음

표 11 스트립의 종류에 따른 색도 값 결과

스트립 종류	L*	a*	b*	ΔE
PVA	87.63	2.18	-4.86	1.03
PVA/OEO	76.79	0.19	17.72	25.83
PVA/OEO/TEOS8	84.13	0.04	4.65	11.00

마. 코팅 스트립의 물에 대한 용해성

- (1) 실험 결과 PVA와 PVA/OEO 스트립은 물에 의해 완전히 녹은 것을 알 수 있으나, TEOS가 첨가된 스트립은 물에 대한 용해성이 감소하기 시작하여 PVA/OEO/TEOS8 스트립에서 가장 낮은 용해율을 나타냄
- (2) TEOS의 첨가에 의한 용해성의 획기적인 개선이 나타남

표 12. 스트립의 종류에 따른 물에 대한 용해율

스트립 종류	평균 용해율 (%)
PVA	100
PVA/OEO	100
PVA/OEO/TEOS4	85
PVA/OEO/TEOS8	22
PVA/OEO/TEOS12	28

**바. 항균물질 함유율**

- (1) PVA/OEO 스트립의 경우 평균 10 mg의 스트립에  $8.30 \pm 1.42$  mg의 OEO가 함유된 것으로 나타남 (스트립 중량의 약 83%)
- (2) PVA/OEO/TEOS 스트립의 경우 본 실험 방법에 의해 스트립이 녹지 않아 분석하지 못함

**사. 방출경향 분석 결과**

- (1) 분석 결과, PVA/OEO 스트립과 PVA/OEO/TEOS 스트립 모두 저장 이후 1일이 지났을 때 항균물질의 약 40%가 방출되며, 4일이 경과했을 때까지는 전체의 약 50% 정도가 방출되는 것을 알 수 있음
- (2) TEOS를 처리한 스트립에서 같은 기간 동안 상대적으로 더 많은 항균물질이 방출된 것을 알 수 있음. 이는 스트립 내의 밀도가 낮아지면서 PVA안에 갇혀있는 항균물질들의 외부로의 방출이 상대적으로 용이해 졌기 때문으로 보임
- (3) 이 결과를 통해 TEOS처리로 인해 가속되는 항균물질의 방출을 고려하여 항균물질의 초기 농도를 조절할 수 있을 것임

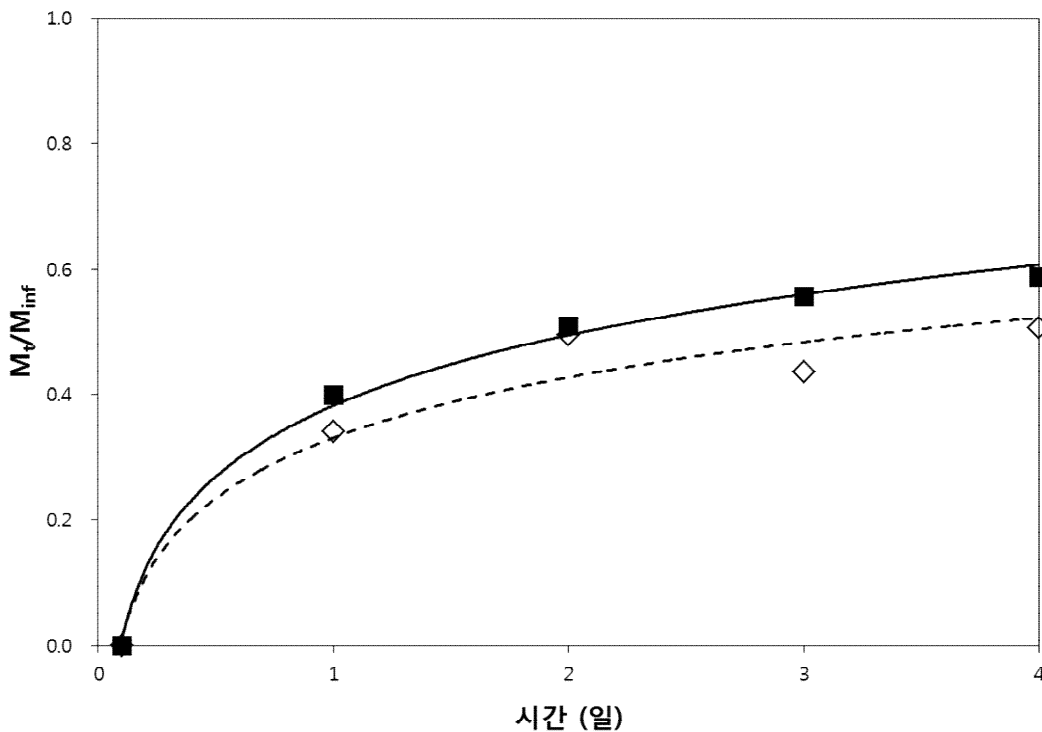


그림 58 코팅 스트립의 항균물질 방출 경향 그래프,  
■: PVA/OEO/TEOS 스트립, ◇: PVA/OEO 스트립

**3. 3차년도 (2014년)**

**가. 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재 신선식품 포장으로의 적용**

- (1) 저장 기간에 따른 방울토마토의 Hardness 변화 (unit: kg)

표 13 Hardness 변화 결과

Storage temperature	Film type	Days of storage									
		0	1	3	5	7	10				
22 °C	Control	2.35	± 2.28	± 2.28	± 2.12	± 2.12	± 2.34	±			
		0.09	0.34a	0.26a	0.44a	0.19a	0.31a				
	2%S	2.35	± 2.22	± 2.37	± 2.31	± 2.28	± 2.34	±			
		0.09	0.23a	0.06a	0.22a	0.26a	0.31a				
	2%L	2.35	± 2.12	± 2.20	± 2.40	± 2.42	± 1.93	±			
		0.09	0.17a	0.49a	0.41a	0.82a	0.27a				
	3%S	2.35	± 2.45	± 2.45	± 2.05	± 1.86	± 1.86	±			
		0.09	0.43a	0.11a	0.59a	0.00a	0.58a				
	3%L	2.35	± 2.09	± 2.38	± 1.92	± 1.44	± 1.16	±			
		0.09	0.34a	0.71a	0.12a	0.70a	0.81a				
	4 °C	Control	2.35	± 2.53	± 2.50	± 2.47	± 2.25	± 2.34	±		
			0.09	0.46a	0.27a	0.10a	0.45a	0.16a			
2%S		2.35	± 2.69	± 2.53	± 2.41	± 2.42	± 2.27	±			
		0.09	0.58a	0.38a	0.21a	0.14a	0.31a				
2%L		2.35	± 2.47	± 2.64	± 2.49	± 2.49	± 2.41	±			
		0.09	0.18a	0.33a	0.34a	0.23a	0.16a				
3%S		2.35	± 2.52	± 2.43	± 2.42	± 2.26	± 2.08	±			
		0.09	0.20a	0.16a	0.24a	0.38a	0.15a				
3%L		2.35	± 2.35	± 2.86	± 2.37	± 2.01	± 1.90	±			
		0.09	0.19a	0.40a	0.24a	0.26a	0.11a				

(가) 같은 온도에서 같은 열의 같은 알파벳 문자는 유의적 차이가 없음을 나타냄 ( $p > 0.05$ )

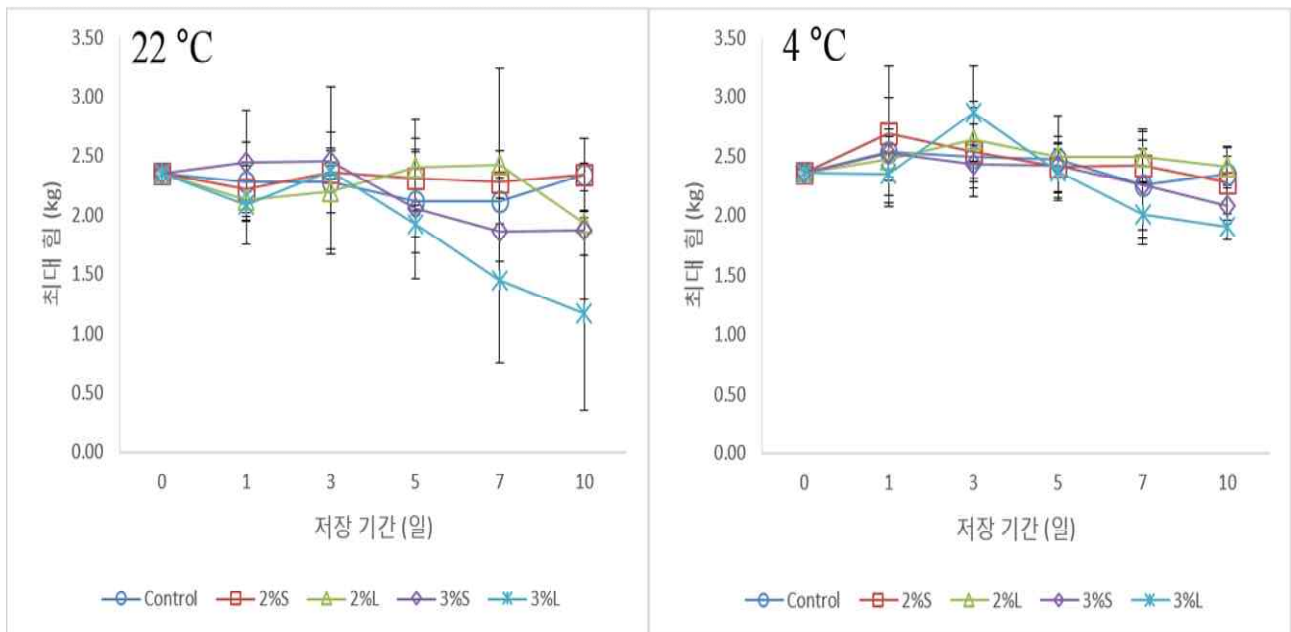


그림 59 22 °C 및 4 °C에서 저장하는 동안 방울토마토의 Hardness 변화

(나) 방울토마토의 Hardness는 10일 간의 저장 기간 동안 대체적으로 감소하거나 유지되는 경향을 보였으며, 같은 저장 온도에서 컨트롤과 처리군(항균 필름을 적용

한 샘플) 사이에 유의적 차이는 보이지 않음.

(다) 방울토마토의 Hardness 변화는 각 방울토마토의 초기 Hardness에 큰 영향을 받는 것으로 생각되며, 저장기간 중의 hardness가 직접적으로 감소한 경우는 22도의 3%L 필름 처리군 정도였음.

(2) 저장 기간에 따른 색도 값의 변화 (L\*, a\*, b\*)

표 14 22 °C에서 저장한 방울토마토의 색도 변화

Storage temperature	Color parameters	Days of storage				
		1	3	5	7	10
22 °C	<i>L</i>					
	Control	35.97 ± 0.52a	36.22 ± 0.42a	36.32 ± 0.31a	35.72 ± 0.36a	36.34 ± 0.47a
	2%S	36.38 ± 0.78a	35.97 ± 0.05a	36.19 ± 0.75a	36.32 ± 0.73a	36.30 ± 0.32a
	2%L	36.17 ± 0.18a	36.19 ± 0.50a	36.58 ± 0.42a	37.25 ± 0.96a	36.24 ± 0.24a
	3%S	36.26 ± 0.52a	36.21 ± 0.65a	35.95 ± 0.29a	35.97 ± 0.15a	36.46 ± 0.56a
	3%L	35.84 ± 0.43a	36.31 ± 0.50a	36.08 ± 0.39a	37.26 ± 0.77a	37.09 ± 0.17a
	<i>a</i>					
	Control	20.77 ± 1.75a	19.38 ± 1.03a	20.39 ± 0.92a	21.84 ± 0.68a	21.01 ± 1.27a
	2%S	22.20 ± 1.80a	18.47 ± 0.84a	19.24 ± 2.04a	21.79 ± 1.29a	20.26 ± 1.19a
	2%L	20.93 ± 1.49a	18.85 ± 1.33a	20.49 ± 0.23a	21.46 ± 1.33a	20.38 ± 1.86a
	3%S	19.65 ± 1.55a	19.74 ± 1.91a	20.17 ± 0.47a	19.69 ± 1.08a	21.14 ± 1.41a
	3%L	18.16 ± 1.79a	20.37 ± 1.99a	18.37 ± 0.81a	21.32 ± 3.36a	21.34 ± 0.49a
	<i>b</i>					
	Control	16.89 ± 0.76a	16.38 ± 0.18a	16.22 ± 0.72a	15.63 ± 0.42a	16.30 ± 0.64b
	2%S	16.88 ± 1.35a	15.93 ± 0.63a	16.41 ± 1.09a	16.44 ± 1.35a	16.10 ± 0.69b
	2%L	16.64 ± 1.18a	16.20 ± 0.42a	17.05 ± 0.28a	18.18 ± 1.72a	16.37 ± 0.34b
	3%S	16.64 ± 1.18a	16.30 ± 0.49a	15.75 ± 0.41a	16.62 ± 1.01a	16.68 ± 0.12b
	3%L	15.14 ± 0.79a	16.04 ± 1.07a	15.95 ± 0.79a	18.81 ± 1.79a	18.47 ± 0.89a

표 15 4 °C에서 저장한 방울토마토의 색도 변화

Storage temperature	Color parameters	Days of storage				
		1	3	5	7	10
4 °C	<i>L</i>					
	Control	34.12 ± 1.17a	34.23 ± 0.33a	33.27 ± 0.36a	33.59 ± 1.50a	33.55 ± 0.76a
	2%S	32.91 ± 0.97a	34.64 ± 0.82a	33.53 ± 0.84a	33.76 ± 1.08a	33.74 ± 0.86a
	2%L	33.82 ± 1.11a	34.99 ± 0.38a	33.74 ± 0.47a	34.15 ± 1.23a	34.62 ± 0.89a
	3%S	34.80 ± 0.81a	34.95 ± 0.58a	34.04 ± 0.50a	34.36 ± 0.97a	34.31 ± 0.13a
	3%L	33.93 ± 1.24a	34.98 ± 1.16a	34.76 ± 1.09a	34.58 ± 1.29a	34.76 ± 0.12a
	<i>a</i>					
	Control	22.41 ± 1.48a	21.16 ± 0.73a	19.89 ± 1.47a	22.45 ± 0.64a	22.86 ± 0.92a
	2%S	22.36 ± 1.19a	22.55 ± 1.32a	22.58 ± 2.35a	23.65 ± 2.48a	23.37 ± 1.04a
	2%L	21.72 ± 1.06a	22.64 ± 4.17a	23.23 ± 1.22a	22.83 ± 1.93a	22.16 ± 2.22a
	3%S	21.14 ± 1.96a	22.19 ± 2.93a	20.44 ± 2.03a	22.52 ± 4.54a	21.61 ± 2.78a
	3%L	20.24 ± 2.65a	21.09 ± 2.51a	20.61 ± 0.81a	21.68 ± 3.43a	20.52 ± 1.84a
	<i>b</i>					
	Control	20.16 ± 1.66a	19.08 ± 1.48a	18.54 ± 0.19a	20.79 ± 0.88a	19.21 ± 0.64a
	2%S	19.51 ± 1.14a	20.40 ± 1.32a	19.59 ± 0.76a	20.60 ± 1.20a	18.86 ± 0.78ab
	2%L	19.96 ± 1.47a	19.52 ± 0.30a	19.89 ± 0.68a	20.46 ± 0.25a	18.73 ± 0.27ab
	3%S	20.26 ± 1.55a	18.83 ± 1.47a	19.68 ± 0.83a	19.90 ± 1.02ab	17.55 ± 0.82ab
	3%L	18.72 ± 1.89a	18.24 ± 1.41a	18.81 ± 1.31a	18.41 ± 0.39b	17.16 ± 0.94b

- (가) 각 색도 parameter 별로 같은 열에 있는 서로 다른 알파벳 문자는 유의적으로 차이가 있음을 나타냄 (  $p < 0.05$  )
- (나) 대체적으로 토마토의 색도는 컨트롤과 처리군 사이에 유의적 차이가 대부분 없는 것으로 나타났으며, 저장 기간에 따라서도 방울토마토의 색은 거의 변하지 않는 것으로 나타남.
- (다) 단, yellowness 지표에서 온도 별로 7 - 10일차에서 3%L 필름 처리 군이 상대적으로 더 높은 값을 나타냄.

(3) 저장 기간에 따른 방울토마토의 무게 변화량 및 무게 변화율

(가) 무게 변화량 (unit: g)

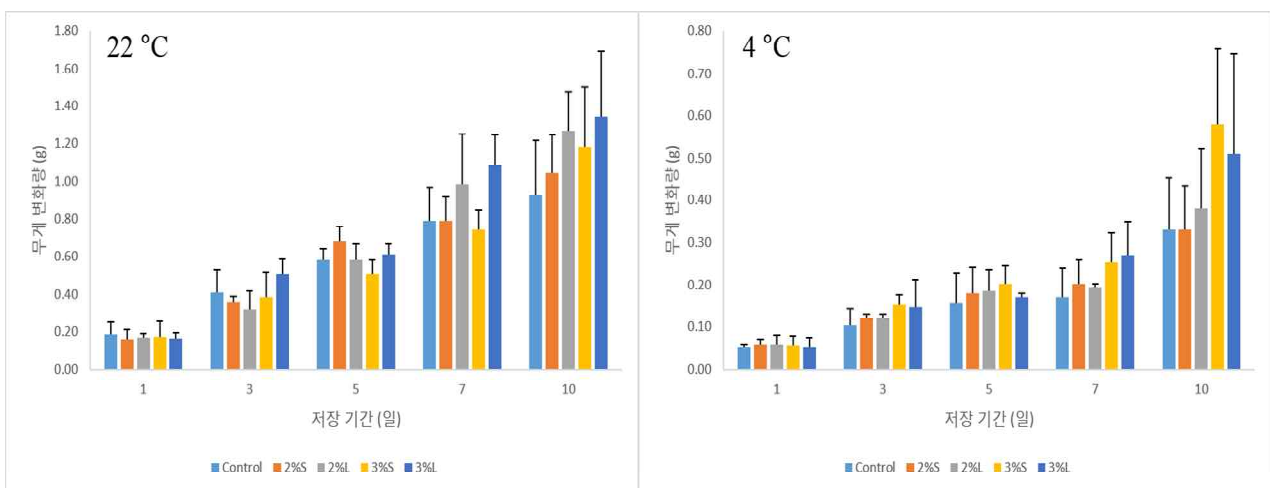


그림 60 22 °C와 4 °C에서 저장 중 방울토마토의 무게 변화량(g) 추이

- ① 무게 변화량은 방울토마토 샘플의 초기무게와 각 샘플 별 저장기간 이후의 무게의 차이의 절대값으로 샘플의 초기 무게 분포와 독립적인 값.
- ② 전반적으로 4도에 비해 22도에서 저장한 샘플이 훨씬 많은 무게 변화량을 보였음.
- ③ 22도에서 컨트롤에 비해 처리군의 변화량 평균이 약간 높게 나왔음.
- ④ 4도에서 컨트롤에 비해 처리군의 변화량 평균이 다소 높게 나왔으며 특히 3% 필름 처리군이 높은 변화량을 보였음.

(나) 저장 기간에 따른 방울토마토의 무게 변화율 (%)

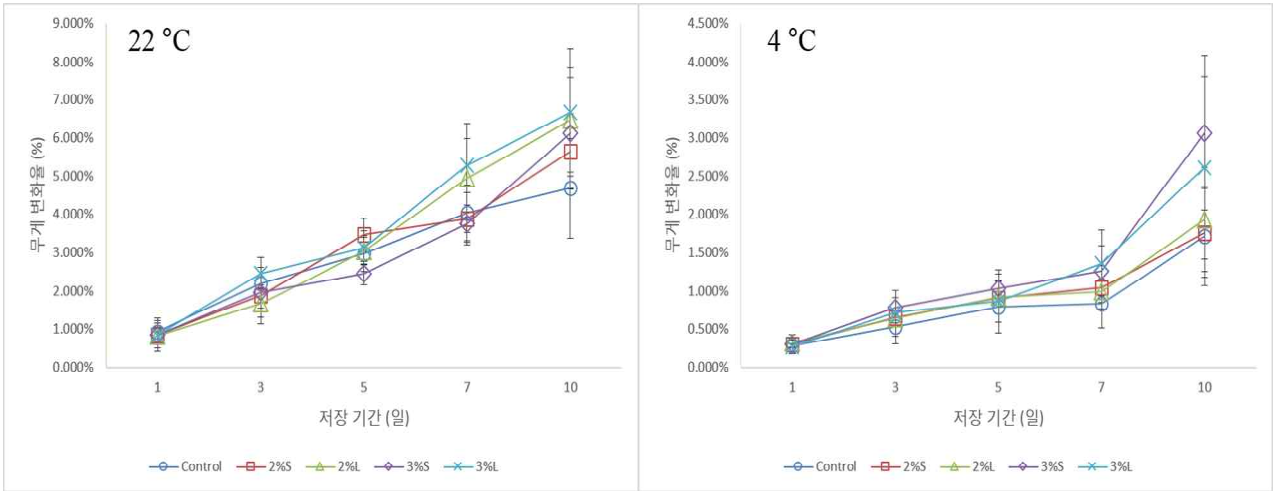


그림 61 22 °C와 4 °C에서 저장 중 방울토마토의 무게 변화율(%) 추이

- ① 무게 변화율은 방울토마토 샘플의 초기무게를 무게 변화량으로 나눠준 값으로써 방울토마토의 초기 무게가 샘플마다 최대 ±2 g까지 날 수 있는 점을 고려한 값.
- ② 변화량과 마찬가지로 22도가 4도에 비해 10일후 무게 변화율이 더 높게 나옴.
- ③ 22도와 4도 모두 컨트롤과 처리군 사이에 특별한 차이는 보이지 않음.

#### 나. PVA/OEO 필름의 FTIR측정

##### (1) FT-IR 결과

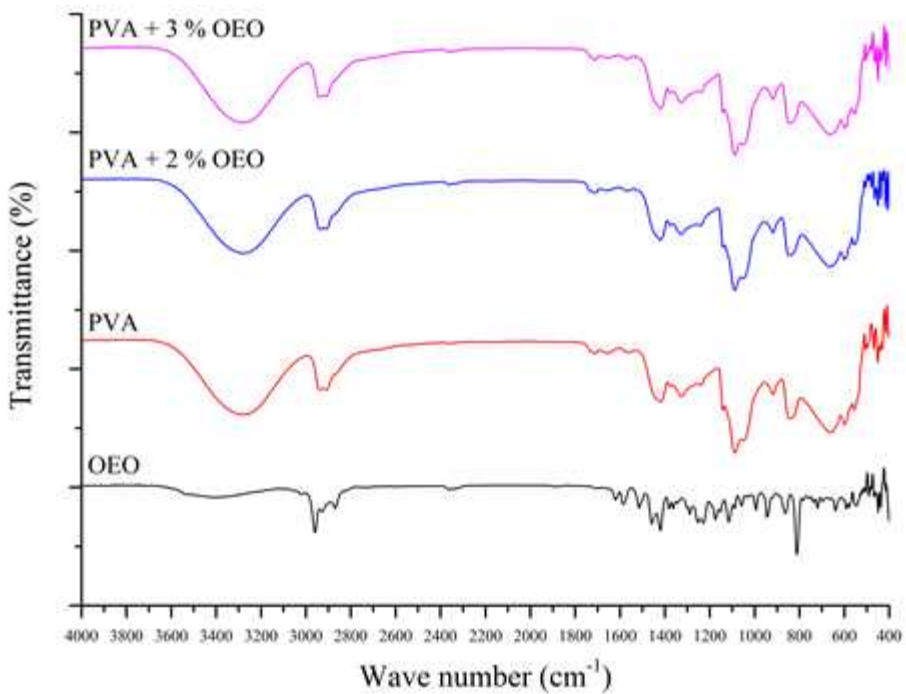


그림 62 PVA/OEO, PVA필름 및 OEO의 FT-IR 결과

(가) OEO와 PVA의 주요 peak wavenumber가 상당수 겹치는 것으로 보임.

- (나) OEO가 첨가된 PVA 필름의 peak 위치는 PVA와 거의 차이가 없는 것으로 보아 두 물질이 특정한 새로운 화학결합을 만들지는 않았다고 보여짐.
- (다) 따라서 OEO는 PVA안에 capsule화되어 갇혀있을 뿐 OEO와 PVA가 별도의 결합을 형성하는 것이 아닌 것으로 확인됨.

**다. 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발**

**(1) 항균 마스터배치 제작**

- (가) 제작된 마스터배치는 2종으로 시나몬 오일을 실리카에 함침시킨 후 만든 것과 구연산을 이용해 만든 두 가지임.
- (나) 베이스 레진은 PE를 이용함.



그림 63 제작된 2종의 마스터 배치

**(2) 마스터배치를 이용한 천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발 (1협동과 진행)**

- (가) 제작된 용기는 2종으로 햇반 용기와 컵을 제작함.
- (나) 제작된 용기의 특성 측정 및 평가 자료는 제1협동 결과에 수록





그림 64 시나몬 마스터배치로 제작된 컵

【 제2세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성 검증 】

1. 1차년도 (2012년)

가. 천연항균물질 방출 sachet의 식중독균 생육저해능력 확인

(1) 전반적인 연구수행을 위한 실험인자들의 결정

(가) 제어목표 미생물의 선정 및 확보

- ① 식중독세균은 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Streptococcus mutans*, *S. aureus*, *Cronobacter sakazakii*, 그리고 *Salmonella enterica*를 선정하여 확보하였다.
- ② 식품부패균 및 채소병원균으로 *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris*, 그리고 *Ralstonia solanacearum*을 선정하여 확보하였다.

(나) 대상 신선식품의 선정 및 확보

- ① 식중독균의 신선식품 표면에 바이오필름 형성조건 확인 실험을 위해 양상추 (Iceberg lettuce)를 선정하였으며, 대형마트에서 구입하여 실험에 사용하였다.

(2) 식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름 형성조건 확인/시스템 구축

(가) 신선식품의 바이오필름 형성을 위한 식중독균 접종방법 확립

- ① 식중독균의 바이오필름 모델을 결정하는데 있어서 식중독균의 접종방법은 매우 중요하다. 일반적으로 알려진 방법들 중 양상추 표면에서 바이오필름 형성에 유리한 접종방법인 spot inoculation 방법을 선택하였다.

(나) 바이오필름 내재 식중독균의 생존개체수 확인을 위한 샘플처리 방법 확립

- ① 신선식품에 식중독균의 바이오필름을 형성시킨 후 생존개체수 확인을 위해

효과적인 detachment 방법이 결정되어야 한다. 본 실험에서는 양상추 표면에 형성된 바이오필름을 효과적으로 detachment하기 위한 방법으로 stomaching method 방법을 이용하였다.

(다) 식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름 형성조건 확인 및 성숙곡선 작성

- ① 식중독균 *E. coli* O157:H7이 슬라이스 된 양상추 표면에 접종된 후, 상대습도 100%와 저장온도 12°C 또는 25°C에서 5일간 저장하였다.
- ② 상대습도100%와 12°C에서 *E. coli* O157:H7의 초기 개체수는  $5.4 \pm 0.0$  log CFU/5 pieces에서 저장 2일째  $5.6 \pm 0.4$  log CFU/5 pieces였으며, 저장 2일 후부터 *E. coli* O157:H7 개체수가 증가하여 저장 5일째  $7.4 \pm 0.1$  log CFU/5 pieces에 도달하였다.
- ③ 100% RH와 25°C에서 *E. coli* O157:H7의 초기 개체수는  $5.4 \pm 0.0$  log CFU/5 pieces에서 저장 1일 만에  $7.2 \pm 0.4$  log CFU/5 pieces로 증가하였다. 저장 1일에서 저장 5일 동안 *E. coli* O157:H7의 개체수는 유지되는 것을 관찰하였다.
- ④ *E. coli* O157:H7은 온도와 상관없이 슬라이스된 양상추 표면에서 5일간 생존하였으며, 양상추 표면에서 바이오필름이 12°C에서 3일 만에 그리고 25°C에서 1일 만에 형성되는 것을 관찰하였다.

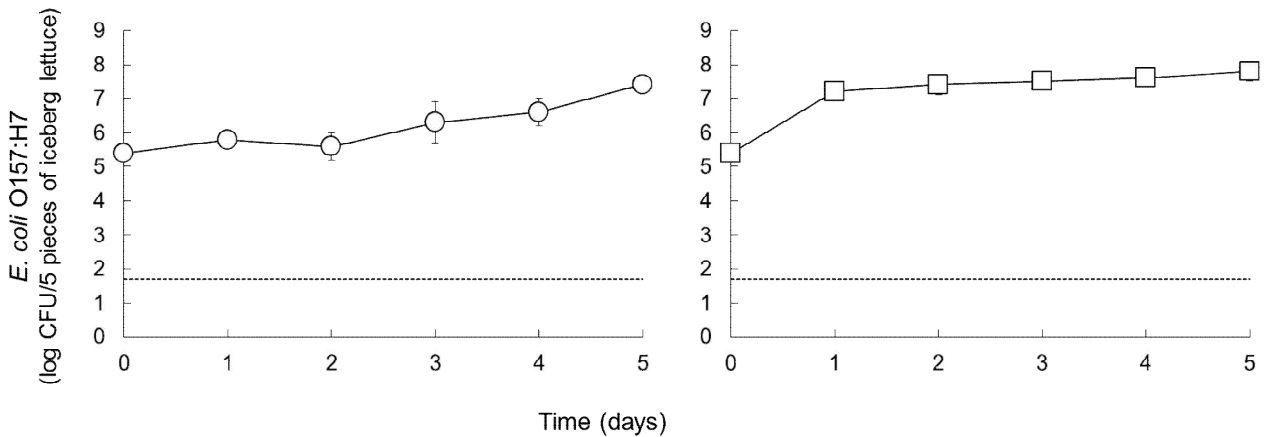


그림 65 *E. coli* O157:H7이 양상추 표면에 접종 된 후 상대습도 100%와 12°C 또는 25°C에서 5일간 저장하였을 때의 개체수 변화 (좌측: 12°C의 저장온도, 우측: 25°C의 저장온도)

### (3) 1세부에서 선정된 천연항균물질의 항균특성 확인 (항균측정 실험장비의 개발)

(가) 기체상태 에센셜 오일의 MIC를 측정하기 위한 실험장비의 개발

- ① Polycarbonate를 이용하여 기체상태 천연항균물질의 MIC를 측정할 수 있는 제작틀(container)을 개발하였다.

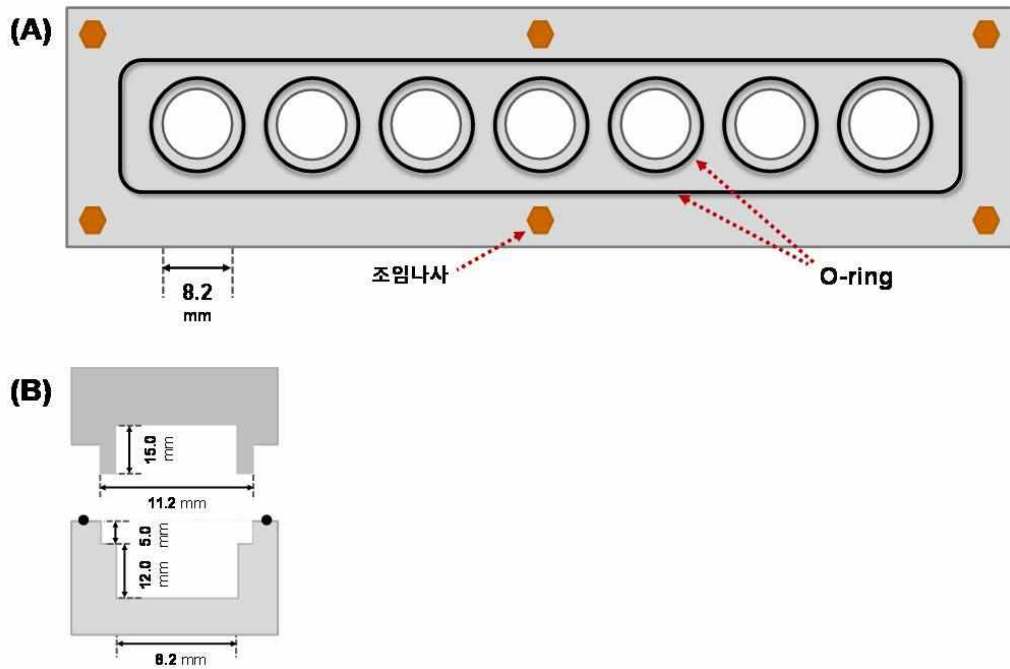


그림 66 기체상태의 천연항균물질의 최소저해농도 (MIC)를 측정하기 위한 실험틀의 도면



그림 67 기체상태의 천연항균물질의 MIC를 측정하기 위해 개발한 제작틀 (container)

- (나) 제작틀(container)을 이용한 기체상태의 천연항균물질의 MIC 측정법 확립
- ① 제작한 틀에 *E. coli* O157:H7이 접종된 MacConkey sorbitol agar를 다양한 농도의 오레가노 에센셜 오일에 24시간 노출시켜 항균특성을 관찰하였다.
  - ② 그 결과  $0.142 \mu\text{l/ml}$  (headspace)의 농도에서 *E. coli* O157:H7이 저해되는 것을 확인하였다.

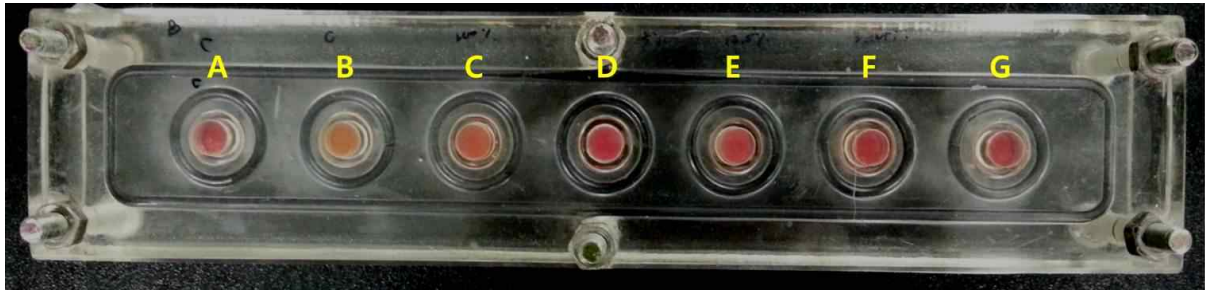


그림 68 제작틀(container)을 이용한 *E. coli* O157:H7에 대한 기체상태의 오레가노 에센셜 오일의 MIC 측정 (A: blank, B: control, C: 0.071  $\mu\text{l/ml}$ , D: 0.142  $\mu\text{l/ml}$ , E: 0.284  $\mu\text{l/ml}$ , F: 0.568  $\mu\text{l/ml}$ , 그리고 G: 1.136  $\mu\text{l/ml}$ 의 오레가노 에센셜 오일의 농도)

#### (4) 식물유래 천연항균물질 탐색 (600종 이상)

##### (가) 식물유래 천연항균물질 625종 확보

- ① 국립원예특작과학원에서 300종, 한국생명공학연구원의 식물추출물은행에서 30종, 그리고 천연물신약표준화은행에서 197종을 분양받았다. 그리고 유기농 에센셜 오일 98종을 노이몬트사에서 구입하였다.

##### (나) 항균활성 테스트(well diffusion test)를 이용한 스크리닝

- ① 625종 식물 추출물에 대한 식품위해미생물별 항균활성을 확인하였다.
- ② *S. mutans*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. sakazakii*, *S. enterica*, *E. carotovora*, *P. syringae*, *X. campestris*, 그리고 *R. solanacearum*에 우수한 항균력을 보이는 추출물을 각각 20가지씩 선별할 수 있었다.
- ③ 미생물 종류에 따라 가장 우수한 항균력을 보인 추출물로 *S. mutans*는 진득찰, *S. aureus*는 황련 표준화시료1, *L. monocytogenes*는 홍지네고사리, *C. sakazakii*와 *X. campestris*는 복자기, *S. enterica*는 개소시랑개비, *E. carotovora*는 딱지꽃, *P. syringae*는 사위질빵, 그리고 *R. solanacearum*은 시나몬(Cinnamon Bark)으로 나타났다.

표 16 Well diffusion assay 후, *Streptococcus mutans*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	진득찰	32
2	천마 표준화시료1	31
3	제주지네고사리	30
4	후박 표준화시료1	30
5	홍지네고사리	29
6	비늘고사리	29
7	지네고사리	28

8	단삼 표준화시료2	28
9	홍화 표준화시료1	28
10	초두구 표준화시료1	28
11	결명자 추출물	27
12	운향	26
13	병솔꽃나무	26
14	황백 표준화시료1	26
15	지구자 표준화시료1	24
16	짚신나물	23
17	사업 표준화시료1	23
18	오배자 표준화시료1	22
19	포도근	22
20	청대 표준화시료1	22

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

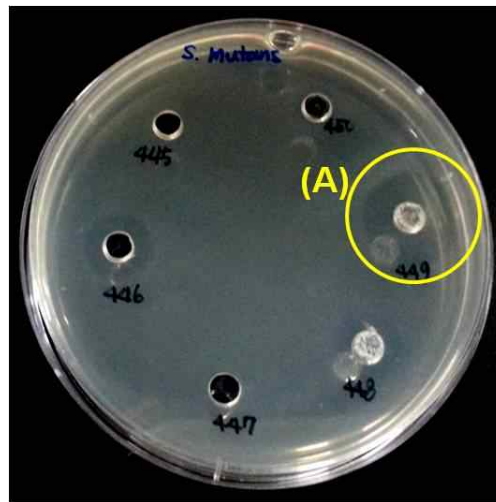


그림 69 *S. mutans*에 항균성을 보이는 천마 표준화시료1(A)의 저해환

표 17 Well diffusion assay 후, *Staphylococcus aureus*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	황련 표준화시료2	18
2	홍지네고사리	17
3	병솔꽃나무	16

4	포도근	16
5	오배자W	16
6	오배자 표준화시료1	15
7	매자나무	15
8	황백 표준화시료1	15
9	뱀무 (열매)	14
10	초두구 표준화시료2	14
11	천황련A	14
12	깊신나물	14
13	비늘고사리	14
14	비쭈기나무	14
15	뱀무 (지상부)	14
16	감초 (유럽)	14
17	산수유나무	14
18	좁보리사초	14
19	단삼 표준화시료1	14
20	현호색 추출물	14

※ 저해환 크기는 지름에서 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

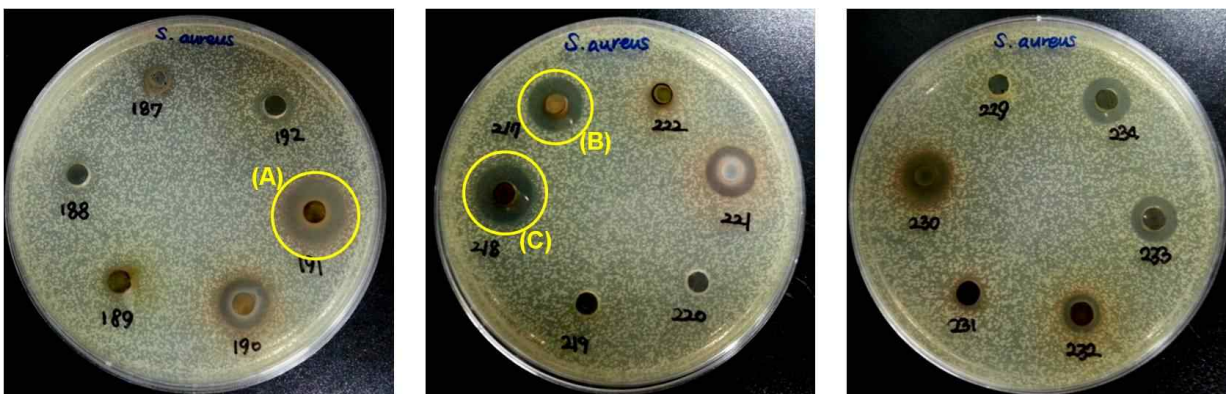


그림 70 *S. aureus*에 항균성을 보이는 병솔꽃나무(A), 황련 표준화시료2(B), 그리고 홍지네고사리(C)의 저해환

표 18 Well diffusion assay 후, *Listeria monocytogenes*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
------	----------	--------------

1	홍지네고사리	29
2	지네고사리	28
3	제주지네고사리	27
4	병솔꽃나무	22
5	비늘고사리	18
6	오배자 표준화시료1	17
7	후박 표준화시료1	17
8	큰족제비고사리	16
9	포도근	16
10	오배자	15
11	깊신나물	15
12	감초 (유럽)	15
13	딱지꽃	15
14	산수유나무	15
15	고삼 표준화시료1	14
16	진득찰	14
17	희침A	14
18	단삼 표준화시료1	14
19	지구자 표준화시료1	14
20	초두구 표준화시료2	14

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

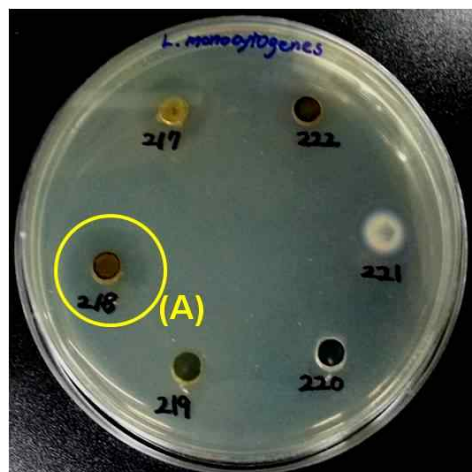


그림 71 *L. monocytogenes*에 항균성을 보이는 홍지네고사리(A)의 저해환

표 19 well diffusion assay 후, *Cronobacter sakazakii*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	복자기	16
2	개소시랑개비	13
3	층층나무	12
4	비쭈나무	12
5	오배자W	11
6	오레가노 오일	11
7	시나몬(Cinnamon Bark) 오일	11
8	신나무 (지상부)	10
9	유채	10
10	클로브 오일	10
11	타임(Thyme-thymol) 오일	10
12	시나몬 오일	10
13	복분자딸기	9
14	짚신나물	9
15	산딸나무	9
16	클로브(Clove Bud) 오일	9
17	신나무 (지상부)	8
18	자작나무	8
19	뱀무	8
20	산수유나무	8

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.



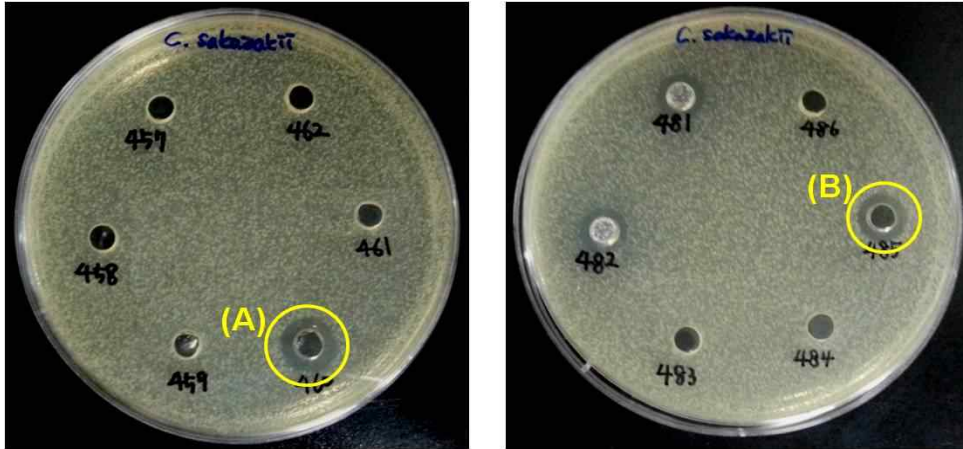


그림 72 *C. sakazakii*에 항균성을 보이는 복자기(A)와 오레가노 에센셜 오일(B)의 저해환

표 20 항균활성 테스트 결과 *Salmonella enterica*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	개소시랑개비	14
2	비쭈기나무	13
3	오배자 표준화시료1	12
4	시나몬(Cinnamon Bark) 오일	12
5	복자기	11
6	층층나무	11
7	오배자W	11
8	소리쟁이	10
9	산수유나무	10
10	복분자딸기	10
11	질신나물	9
12	산딸나무	9
13	오레가노 오일	9
14	시나몬 오일	9
15	신나무	8
16	자작나무	8
17	뱀무	8
18	낙지다리	8
19	클로브(Clove Bud) 오일	8
20	타임티몰(Thyme-thymol) 오일	8

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

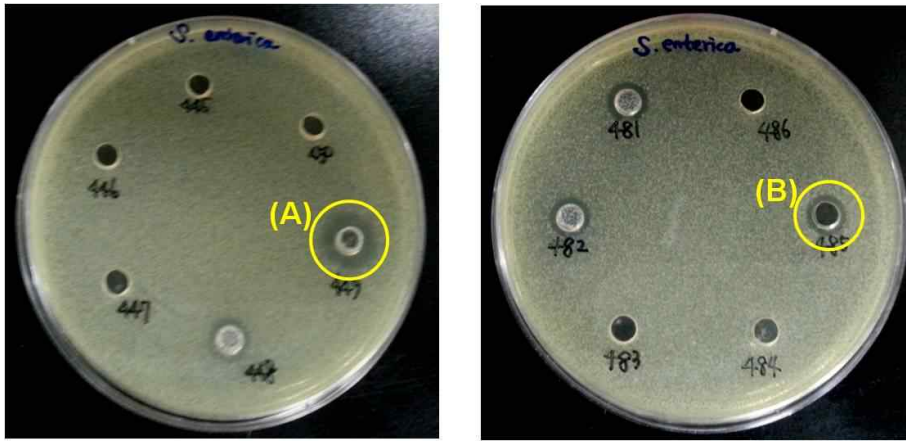


그림 73 *S. enterica*에 항균성을 보이는 시나몬(Cinnamon Bark) 오일(A)과 오레가노 오일(B)의 저해환

표 21 항균활성 테스트 결과 *Erwinia carotovora*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	딱지꽃	18
2	복자기	16
3	오배자 표준화시료1	16
4	산딸나무	14
5	오배자W	14
6	비쭈나무	13
7	짚신나물	13
8	소리쟁이	12
9	개소시랑개비	12
10	땀무	12
11	산수유나무	12
12	파출리	12
13	복분자딸기	11
14	클로브	11
15	층층나무	10
16	해당화	10
17	절레꽃	10

18	오레가노	10
19	클로브(Clove Bud)	10
20	타임(Thyme-thymol)	10

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

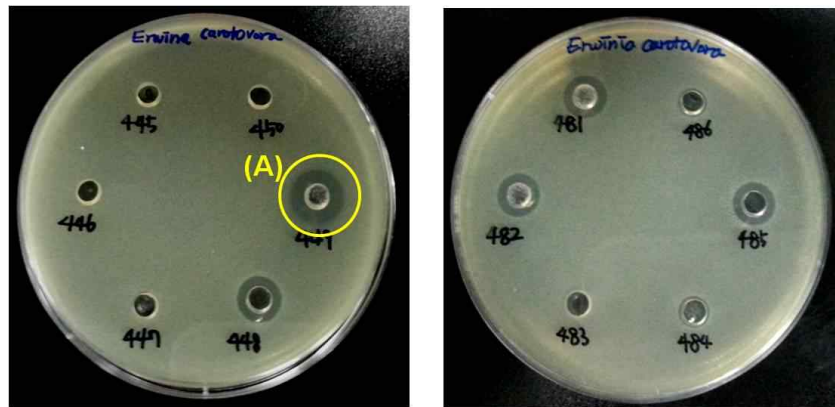


그림 74 *E. carotovora*에 항균성을 보이는 클로브 오일(A)의 저해환

표 22 항균활성 테스트 결과 *Pseudomonas syringae*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	사위질빵	20
2	복자기	18
3	오배자 표준화시료1	18
4	오배자W	17
5	뱀무 (지상부)	16
6	뱀무 (뿌리)	16
7	개소시랑개비	15
8	비쭈나무	15
9	뱀무 (열매)	14
10	뱀무 (열매)	14
11	산수유나무	14
12	딱지꽃 (지상부)	14
13	산딸나무	14
14	딱지꽃 (지상부)	13
15	유채	12

16	층층나무	11
17	질레꽃	11
18	복분자딸기	10
19	신나무 (지상부)	10
20	신나무 (지상부)	10

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

표 23 항균활성 테스트 결과 *Xanthomonas campestris*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	복자기	23
2	오배자W	21
3	뱀무 (지상부)	20
4	질레꽃	19
5	뱀무(열매)	19
6	비쭈나무	18
7	산수유나무	18
8	오배자 표준화시료1	18
9	산딸나무	18
10	시나몬(Cinnamon Bark) 오일	18
11	개소시랑개비	17
12	뱀무 (뿌리)	17
13	사철쭉	17
14	배롱나무	17
15	오레가노 오일	17
16	딱지꽃	16
17	해당화	16
18	복분자딸기	15
19	클로브 오일	14
20	타임(Thyme-thymol) 오일	14

※ 저해환 크기는 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

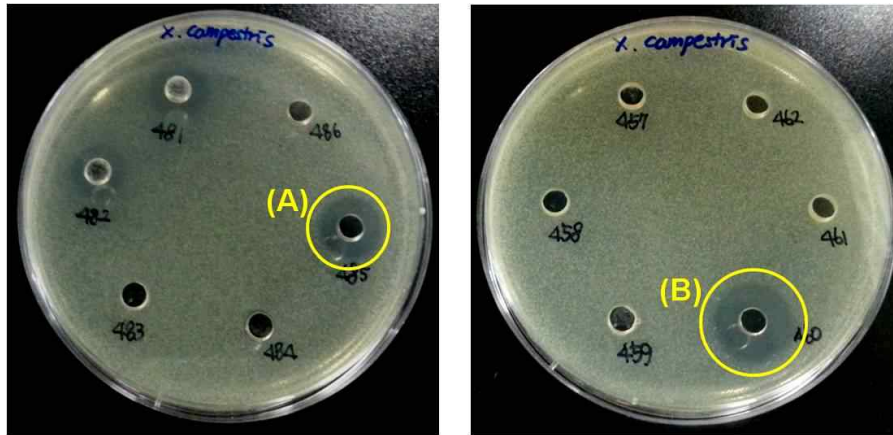


그림 75 *X. campestris*에 항균성을 보이는 오레가노 오일(A)와 복자기(B)의 저해환

표 24 항균활성 테스트 결과 *Ralstonia solanacearum*에 우수한 항균성을 보인 식물유래 추출물

Rank	식물유래 추출물	저해환의 크기 (mm)
1	시나몬(Cinnamon Bark) 오일	32
2	사위질빵	27
3	신나무 (지상부)	22
4	신나무(지상부)	22
5	해당화	22
6	대극 (뿌리)	22
7	복자기	21
8	선이지풀	21
9	선이지풀	21
10	대극 (지상부)	21
11	느티나무	21
12	지유 표준화시료2	21
13	오배자W	21
14	해당화 (잎)	20
15	뱀무 (뿌리)	20
16	선이지풀	20
17	오배자 표준화시료1	20
18	오레가노	20
19	클로브 (뿌리)	20
20	뱀무	19

※ 저해환 크기의 단위는 mm이며, 전체 저해환의 지름에서 well의 지름인 6 mm를 포함한 수치임.

※ 식물유래 추출물 목록 중 추출물A는 에탄올 추출물, W는 물 추출물을 의미함.

표 25 <첨부 1> 식물유래 추출물 목록

번호	국명	학명	분양처
1	살구나무	<i>Prunus armeniaca</i>	국립원예 특작 과학원
2	살구나무	<i>Prunus armeniaca</i>	
3	살구나무	<i>Prunus armeniaca</i> Linne	
4	산사나무	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	
5	뱀무	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	
6	뱀무	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	
7	뱀무	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	
8	뱀무	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	
9	뱀딸기	<i>Duchesnea chrysantha</i>	
10	모과나무	<i>Chaenomeles sinensis</i>	
11	딱지꽃	<i>Potentilla chinensis</i>	
12	파리	<i>Physalis alkekengi</i>	
13	헛개나무	<i>Hovenia dulcis</i>	
14	사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	
15	사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	
16	사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i> D.C.	
17	사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i> D.C.	
18	큰까치수염	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	
19	좁쌀풀	<i>Lysimachia vulgaris</i>	
20	금교맥	<i>Fagopyrum dibotrys</i> Rhizoma	
21	금교맥	<i>Fagopyrum dibotrys</i> Rhizoma	
22	금교맥	<i>Fagopyrum dibotrys</i> Rhizoma	
23	금교맥	<i>Fagopyrum dibotrys</i> Rhizoma	
24	금교맥	<i>Fagopyrum dibotrys</i> Rhizoma	
25	의성개나리 (연교)	<i>Forsythia viridissima</i> LINDLEY	
26	의성개나리 (연교)	<i>Forsythia viridissima</i> LINDLEY	
27	의성개나리 (연교)	<i>Forsythia viridissima</i> LINDLEY	
28	뽕나무	<i>Morus alba</i> L.	
29	뽕나무	<i>Morus alba</i> L.	
30	수박풀	<i>Hibiscus trionum</i> L.	
31	배롱나무	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	
32	아마	<i>Linum usitatissimum</i> L.	
33	아마	<i>Linum usitatissimum</i> L.	
34	원추리	<i>Hemerocallis fulva</i> L.	
35	아스파라거스	<i>Asparagus officinalis</i> L.	
36	아스파라거스	<i>Asparagus officinalis</i> L.	
37	개맥문동	<i>Liriope spicata</i> LOUR.	

38	두메부추	<i>Allium senescens L.</i>
39	두메부추	<i>Allium senescens L.</i>
40	결명자	<i>Senna tora Linne</i>
41	석결명	<i>Senna occidentalis L.</i>
42	석결명	<i>Senna occidentalis L.</i>
43	석결명	<i>Senna occidentalis L.</i>
44	골담초	<i>Caragana sinica (Buchoz) Rehder</i>
45	고삼	<i>Sophora flavescens Aiton</i>
46	고삼	<i>Sophora flavescens Aiton</i>
47	갯완두	<i>Lathyrus japonica WILLD.</i>
48	개감초	<i>Glycyrrhiza pallidiflora MAK.</i>
49	개감초	<i>Glycyrrhiza pallidiflora MAK.</i>
50	개감초	<i>Glycyrrhiza pallidiflora MAK.</i>
51	개감초	<i>Glycyrrhiza pallidiflora MAK.</i>
52	취개풀	<i>Mosla dianthera Maxim</i>
53	익모초	<i>Leonurus sibiricus Linne</i>
54	배초향	<i>Agastache rugosa</i>
55	배초향	<i>Agastache rugosa</i>
56	꿀풀	<i>Prunella vulgaris L.</i>
57	꿀풀	<i>Prunella vulgaris L.</i>
58	개박하	<i>Lamium amplexicaule L.</i>
59	개박하	<i>Nepeta cataria L.</i>
60	개박하	<i>Nepeta cataria L.</i>
61	광대나물	<i>Nepeta cataria L.</i>
62	독일붓꽃	<i>Iris germanica L.</i>
63	독일붓꽃	<i>Iris germanica L.</i>
64	독일붓꽃	<i>Iris germanica L.</i>
65	독일붓꽃	<i>Iris germanica L.</i>
66	독일붓꽃	<i>Iris germanica L.</i>
67	물레나물	<i>Hypericum ascyron L.</i>
68	물레나물	<i>Hypericum ascyron L.</i>
69	선이질풀	<i>Geranium krameri FR. Et SAV.</i>
70	선이질풀	<i>Geranium krameri FR. Et SAV.</i>
71	선이질풀	<i>Geranium krameri FR. Et SAV.</i>
72	선이질풀	<i>Geranium krameri FR. Et SAV.</i>
73	선이질풀	<i>Geranium krameri FR. Et SAV.</i>
74	파마자 (빨강-브라질)	<i>Ricinus communis L.</i>
75	파마자 (빨강-브라질)	<i>Ricinus communis L.</i>
76	피마자	<i>Ricinus communis L.</i>
77	피마자	<i>Ricinus communis L.</i>
78	피마자	<i>Ricinus communis L.</i>
79	속수자	<i>Euphorbia lathyris L.</i>
80	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense Linne</i>
81	하늘타리	<i>Trichosanthes kirilowii Maxim</i>

82	겨자무	<i>Armoracia lapathifolia Gilib</i>
83	겨자무	<i>Armoracia lapathifolia Gilib</i>
84	겨자무	<i>Armoracia lapathifolia Gilib</i>
85	평의비름	<i>Hylotelephium erythrostictum</i>
86	평의비름	<i>Hylotelephium erythrostictum</i>
87	평의비름	<i>Hylotelephium erythrostictum</i>
88	평의비름	<i>Hylotelephium erythrostictum</i>
89	평의비름	<i>Hylotelephium erythrostictum</i>
90	기린초	<i>Sedum kamtschaticum Fisch.</i>
91	산수유나무	<i>Cornus officinalis</i>
92	나팔꽃	<i>Pharbitis nil Chosy</i>
93	나팔꽃	<i>Pharbitis nil Chosy</i>
94	나팔꽃	<i>Pharbitis nil Chosy</i>
95	나팔꽃	<i>Pharbitis nil Chosy</i>
96	산국	<i>Dendranthema boreale</i>
97	산국	<i>Dendranthema boreale</i>
98	도꼬마리	<i>Xanthium strumarium Linne</i>
99	도꼬마리	<i>Xanthium strumarium Linne</i>
100	도꼬마리	<i>Xanthium strumarium Linne</i>
101	비수리	<i>Lespedeza cuneata G.Don</i>
102	자귀나무	<i>Albizia julibrissin Durazz.</i>
103	아스파라거스	<i>Asparagus officinalis L.</i>
104	딱지꽃	<i>Potentilla chinensis SER</i>
105	딱지꽃	<i>Potentilla chinensis SER</i>
106	딱지꽃	<i>Potentilla chinensis SER.</i>
107	딱지꽃	<i>Potentilla chinensis SER.</i>
108	돌마타리	<i>Patrinia rupestris (Pall.) Juss.</i>
109	돌마타리	<i>Patrinia rupestris (Pall.) Juss.</i>
110	닥풀 (큰것)	<i>Hibiscus manihot L.</i>
111	닥풀 (큰것)	<i>Hibiscus manihot L.</i>
112	닥풀 (큰것)	<i>Hibiscus manihot L.</i>
113	닥풀 (큰것)	<i>Hibiscus manihot L.</i>
114	눈개승마	<i>Aruncus dioicus</i>
115	눈개승마	<i>Aruncus dioicus</i>
116	눈개승마	<i>Aruncus dioicus</i>
117	감초 (유럽)	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>
118	감초 (유럽)	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>
119	갯패랭이	<i>Dianthus japonicus Thunb.</i>
120	갯패랭이	<i>Dianthus japonicus Thunb.</i>
121	거북꼬리	<i>Boehmeria tricuspis</i>
122	거북꼬리	<i>Boehmeria tricuspis</i>
123	(중국) 파리	<i>Physalis alkekengi</i>
124	(중국) 파리	<i>Physalis alkekengi</i>



125	까마중	<i>Solanum nigrum L.</i>
126	까마중	<i>Solanum nigrum L.</i>
127	까마중	<i>Solanum nigrum L.</i>
128	갈퀴꼭두서니	<i>Rubia cordifolia</i>
129	갈퀴꼭두서니	<i>Rubia cordifolia</i>
130	복분자딸기	<i>Rubus coreanus Miq.</i>
131	고마리	<i>Persicaria thunbergii</i>
132	목화	<i>Gossyium nanking MEYEN</i>
133	보골지	<i>Psoralea corylifolia L.</i>
134	보골지	<i>Psoralea corylifolia L.</i>
135	대극	<i>Euphorbia pekinensis RUPR.</i>
136	대극	<i>Euphorbia pekinensis RUPR.</i>
137	솔채꽃	<i>Scabiosa tschiliensis</i>
138	솔채꽃	<i>Scabiosa tschiliensis</i>
139	솔채꽃	<i>Scabiosa tschiliensis</i>
140	낙지다리	<i>Penthorum chinense Pursh</i>
141	낙지다리	<i>Penthorum chinense Pursh</i>
142	낙지다리	<i>Penthorum chinense Pursh</i>
143	꽃다지	<i>Draba nemorosa L. for. Nemorosa</i>
144	나개라막사리	<i>Verbesina alternifolia Britton</i>
145	산비장이	<i>Serratula coronata</i>
146	산비장이	<i>Serratula coronata</i>
147	산비장이	<i>Serratula coronata</i>
148	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata</i>
149	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata L.</i>
150	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata L.</i>
151	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata L.</i>
152	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata L.</i>
153	삼잎국화	<i>Rudbeckia laciniata L.</i>
154	개미취	<i>Aster tartaricus L.</i>
155	산뿔풀	<i>Achillea alpina</i>
156	공심채	<i>Ipomea aquatica Forsk</i>
157	공심채	<i>Ipomea aquatica Forsk</i>
158	능소화	<i>Campsis grandiflora Thunb.</i>
159	느티나무	<i>Zelkova serrata Thunb.</i>
160	고구마	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam.</i>
161	방울비짜루	<i>Asparagus oligoclonos Maxim.</i>
162	방울비짜루	<i>Asparagus oligoclonos Maxim.</i>
163	포도	<i>Vitis vinifera L.</i>
164	포도	<i>Vitis vinifera L.</i>
165	흰제비꽃	<i>Viola patrinii DC</i>
166	넓은잎쥐오줌풀	<i>Valeriana officinalis</i>
167	금마타리	<i>Patrinia saniculaefolia Hemsl.</i>

168	당귀	<i>Angelica gigas Nakai</i>
169	고수	<i>Coriandrum astivum L.</i>
170	고수	<i>Coriandrum astivum L.</i>
171	구릿대	<i>Angelica dahurica</i>
172	구릿대	<i>Angelica dahurica</i>
173	구릿대	<i>Angelica dahurica Benth et Hooker</i>
174	미나리	<i>Oenanthe javanica (Blume) DC.</i>
175	미나리	<i>Oenanthe javanica (Blume) DC.</i>
176	시호	<i>Bupleurum falcatum L.</i>
177	느티나무	<i>Zelkova serrata Makino</i>
178	느티나무	<i>Zelkova serrata Makino</i>
179	구기자	<i>Lycium chinense Mill</i>
180	파리	<i>Physalis alkekengi L.</i>
181	파리	<i>Physalis alkekengi L.</i>
182	파리	<i>Physalis alkekengi L.</i>
183	파리	<i>Physalis alkekengi L.</i>
184	구기자	<i>Lycium chinensis Miller</i>
185	지황	<i>Rehmannia glutinosa</i>
186	수국	<i>Hydrangea macrophylla</i>
187	수국	<i>Hydrangea macrophylla Ser.</i>
188	황벽나무	<i>Phellodendron amurense Rupr.</i>
189	황벽나무	<i>Phellodendron amurense Rupr.</i>
190	황벽나무	<i>Phellodendron amurense</i>
191	황벽나무	<i>Phellodendron amurense RUPR.</i>
192	황벽나무	<i>Phellaodendron amurense Rupr.</i>
193	운향초	<i>Ruta graveolens L.</i>
194	운향초	<i>Ruta graveolens L.</i>
195	운향	<i>Ruta grabeolens L.</i>
196	운향	<i>Ruta grabeolens L.</i>
197	해당화	<i>Rosa rugosa Thunb.</i>
198	해당화	<i>Rosa rugsa Thunb.</i>
199	노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i>
200	노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i>
201	순비기나무	<i>Vitex rotundifolia L.</i>
202	독말풀	<i>Datura stramonium</i>
203	독말풀	<i>Datura stramonium</i>
204	까치수염	<i>Lysimachia barystachys Bunge</i>
205	까치수염	<i>Lysimachia barystachys Bunge</i>
206	까치수염	<i>Lysimachia barystachys Bunge</i>
207	까치수염	<i>Lysimachia barystachys Bunge</i>
208	족제비싸리	<i>Amorpha fruticosa L.</i>
209	신나무	<i>Acer tataricum</i>
210	신나무	<i>Acer tataricum</i>

211	유채	<i>Brassica campestris</i>
212	소리쟁이	<i>Rumex Sp.</i>
213	사상자	<i>Torilis japonica D. C.</i>
214	사상자	<i>Torilis japonica D. C.</i>
215	쑥류	<i>Artemisia dracunculus</i>
216	사철쑥	<i>Artemisia capillaris Thunb.</i>
217	싸리	<i>Lespedeza bicolor Turcz.</i>
218	큰제비쑥	<i>Artemisia japonica</i>
219	큰비쑥	<i>Artemisia fukudo</i>
220	산뽕쑥	<i>Artemisia sieversiana Ehrh. Ex Willd.</i>
221	산뽕쑥	<i>Artemisia sieversiana Ehrh. Ex Willd.</i>
222	황해쑥	<i>Artemisia argyi</i>
223	황해쑥	<i>Artemisia argyi</i>
224	괴불나무	<i>Lonicera maackii</i>
225	나비나물	<i>Vicia unijuga A. Braun</i>
226	평의 다리	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>
227	평의 다리	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>
228	조밥나물	<i>Hieracium umbellatum L.</i>
229	조밥나물	<i>Hieracium umbellatum L.</i>
230	복자기	<i>Acer triflorum Kom.</i>
231	꼭두서니	<i>Rubia akane Nakai</i>
232	개소시랑개비	<i>Potentilla sipina L.</i>
233	쉬땅나무	<i>Sorbaria sorbifolia</i>
234	물오리나무	<i>Alnus sibirica Fisch. Ex Turcz.</i>
235	물오리나무	<i>Alnus sibirica Fisch. Ex Turcz.</i>
236	귀룽나무	<i>Prunus padus Linne</i>
237	층층나무	<i>Cornus controversa</i>
238	지리산오갈피	<i>Eleutherococcus divaricatus</i>
239	비쭈기나무	<i>Cleyera japonica Thunb.</i>
240	가시나무	<i>Quercus mysinaefolia Blume</i>
241	해홍나물	<i>Suaeda maritima</i>
242	자작나무	<i>Betula platyphylla</i>
243	단풍잎돼지풀	<i>Ambrosia trifida L.</i>
244	아마	<i>Linum usitatissimum L.</i>
245	개쑥갓	<i>Senecio vulgaris L.</i>
246	꾸지뽕나무	<i>Cudrania tricuspidata</i>
247	삼백초	<i>Saururus chinensis (Lour.) Baill.</i>
248	삼백초	<i>Saururus chinensis (Lour.) Baill.</i>
249	끈끈이대나물	<i>Silene armeria L.</i>
250	끈끈이대나물	<i>Silene armeria L.</i>
251	끈끈이대나물	<i>Silene armeria L.</i>
252	오크라	<i>Abelmoschus esculentus</i>

253	사스타데이지	<i>Chrysanthemum burbankii</i>
254	사스타	<i>Chrysanthemum burbankii</i>
255	탄지 (제충국)	<i>Tanacetum bungeia</i>
256	탄지	<i>Tanacetum bungeia</i>
257	탄지	<i>Tanacetum bungeia</i>
258	울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>
259	울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>
260	스테비아	<i>Stevia rebaudiana Bertonii</i>
261	스테비아	<i>Stevia rebaudiana Bertonii</i>
262	장백도라지	<i>Platycodon grandiflorum A.D.C.</i>
263	장백도라지	<i>Platycodon grandiflorum A.D.C.</i>
264	장백도라지	<i>Platycodon grandiflorum A.D.C.</i>
265	여주	<i>Momordica charantia L.</i>
266	(중국) 여주	<i>Momordica charantia L.</i>
267	(중국) 여주	<i>Momordica charantia L.</i>
268	접시꽃 (붉은)	<i>Althaea rosea CAV.</i>
269	접시꽃 (붉은)	<i>Althaea rosea CAV.</i>
270	수리취	<i>Synurus deltoides</i>
271	쇠무릎	<i>Achyranthes japonica</i>
272	쇠무릎	<i>Achyranthes japonica</i>
273	천일홍	<i>Gomphrena globosa L.</i>
274	찔레꽃	<i>Rosa multiflora Thunb.</i>
275	찔레꽃	<i>Rosa multiflora Thunb.</i>
276	무늬동굴레	<i>Polygonatum odoratum</i>
277	무늬동굴레	<i>Polygonatum odoratum</i>
278	서양민들레	<i>Taraxacum officinale Weber</i>
279	섬초롱꽃	<i>Campanula takesimana Nakai</i>
280	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense Linne</i>
281	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense Linne</i>
282	더덕	<i>Codonopsis lanceolata Trautv.</i>
283	더덕	<i>Codonopsis lanceolata Trautv.</i>
284	더덕	<i>Codonopsis lanceolata Trautv.</i>
285	매호나무	<i>Prunus mume Sieb. et Zucc</i>
286	돌나물	<i>Sedum sarmentosum Bunge</i>
287	순비기나무	<i>Vitex rotundifolia L. fil.</i>
288	산수유	<i>Cornus officinalis Sieb et Zucc</i>
289	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
290	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
291	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
292	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
293	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
294	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
295	층꽃나무	<i>Caryopteris incana (Thunb.) Miq.</i>
296	일당귀	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>

297	일당귀	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	
298	일당귀	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	
299	석결명	<i>Senna occidentalis L.</i>	
300	석결명	<i>Senna occidentalis L.</i>	노이몬트
301	갈릭	<i>Allium scorodopram</i>	
302	겔바님	<i>Ferula galbaniflua</i>	
303	그레이프 푸룻	<i>Citrus paradisi</i>	
304	넛멕	<i>Myristica fragrans</i>	
305	네룰리	<i>Citrus aurantium</i>	
306	니아올리	<i>Melaleuca viridiflora</i>	
307	다바나	<i>Artemisia pallens</i>	
308	딜	<i>Anethum graveolens</i>	
309	라반딘	<i>Lavandula Flagrans</i>	
310	라벤트사라	<i>Cinnamomum camphora</i>	
311	라벤더	<i>Lavandula ang</i>	
312	라벤더 스파이크	<i>Lavendula Spica</i>	
313	라벤사라	<i>Ravensara aromatica</i>	
314	라임	<i>Citrus aurantifolia</i>	
315	레몬	<i>Citrus limon</i>	
316	레몬 머틀	<i>Backhousia citriodora</i>	
317	레몬글라스	<i>Cymbopogon citratus</i>	
318	로렐리프	<i>Lourus nobilis</i>	
319	로즈	<i>Pelagonium hortorum</i>	
320	로즈(Rose otto Bulgarian)	<i>Rosa damascena</i>	
321	로즈마리	<i>Rosmarinus Officinalis</i>	
322	로즈마리 (Rosemary verbenon)	<i>Rosemarinus officinalis CT verbenon</i>	
323	로즈우드	<i>Aniba rosaeodora</i>	
324	로터스	<i>Lotus corniculatus</i>	
325	마누카	<i>Leptospermum scoparium</i>	
326	마조람	<i>Majorana hortensis</i>	
327	마조람 (Marjoram sweet)	<i>Origanum Marjorana</i>	
328	만다린 (Mandarin Green)	<i>Citrus reticulata</i>	
329	만다린 (Mandarin Red)	<i>Citrus mandurensis</i>	
330	메스틱	<i>Thymus mastichina</i>	
331	머틀 그린	<i>Myrtus communis</i>	
332	메이창	<i>Litsea cubena</i>	
333	멜리사	<i>Melissa officinalis</i>	
334	몰약	<i>Commiph myrrha</i>	
335	바질	<i>Ocimum basilicum</i>	
336	베르가못	<i>Monarda didyma</i>	
337	벤티버	<i>Vetiveria zizanoides</i>	
338	벤조인	<i>Styrax benzoin</i>	
339	블랙페퍼	<i>Piper nigrum</i>	

340	사이프러스	<i>Cupressus Sempervirens</i>
341	샌달우드 (india Mysore)	<i>Santalum album</i>
342	샌달우드 (New-caled)	<i>Santalum austro-Caledon</i>
343	샌달우드 (Australia)	<i>Santalum spicatum</i>
344	세이지 (Sage)	<i>Salvia officinalis</i>
345	세이지 (Spanish Sage)	<i>Salvia lavandulaefolia</i>
346	스파이크나드	<i>Nardostachys jatamansi</i>
347	스피아민트	<i>Mentha Spicata</i>
348	시나몬 (Cinnamon)	<i>Cinnamomum verum</i>
349	시나몬 (Cinnamon Bark)	<i>Cinnamomonn zeylanicum</i>
350	시더우드 (Verginia)	<i>Juniperus virginiana</i>
351	시더우드 (Atlas)	<i>Cedrus atlntica</i>
352	시스터스 (Rock Rose)	<i>Cistus ladaniferus</i>
353	시트로넬라	<i>Cymbopogon nardus</i>
354	아이리스	<i>Iris germanica</i>
355	아니스	<i>Pimpinella anisum</i>
356	안젤리카	<i>Angelica archangelica</i>
357	애니씨드	<i>Pmpinella anisum</i>
358	야로우	<i>Achillea millefolium</i>
359	엘레미	<i>Canarium luzonicum</i>
360	오레가노	<i>Origanum vulgare</i>
361	오렌지	<i>Citrus sinensis</i>
362	유칼립투스	<i>Eucalyptus globules</i>
363	유칼립투스 (Eucalyptus Radiata)	<i>Eucalyptus globules</i>
364	일랑일랑	<i>Cananga odorata</i>
365	자스민	<i>Jasminum officinale</i>
366	제라늄	<i>Pelargonium graveolens</i>
367	제라늄 (Geranium Bourbon)	<i>Pelargonium graveolens</i>
368	주니퍼	<i>Juniperus communis</i>
369	진저	<i>Zingiber officinale</i>
370	카누카	<i>Kanuka</i>
371	카다멈	<i>Elettaria cardamomum</i>
372	카제팟	<i>Melaleuca leucodendron</i>
373	캐러웨이	<i>Carum carvi</i>
374	캐롯씨드	<i>Daucus carota</i>
375	캐모마일	<i>Chamaemelum nobile</i>
376	캐모마일 (Chamomile German)	<i>Matricaria chamomilla</i>
377	캄퍼	<i>Cinnamomum camphora</i>
378	코리앤더	<i>Coriandrum sativum</i>
379	쿠민	<i>Cuminum cyminum</i>
380	클라리세이지	<i>Salvia sclarea</i>
381	클로브	<i>Syzygium aromaticum</i>
382	Clove Bud	<i>Syzygium aromaticum</i>

383	타임	<i>Plectranthus amboinicus</i>	식물추출물은행 (한국생명공학연구원)
384	타임 (Thyme-linalool)	<i>Thymus vulgaris</i>	
385	타임 (Thyme-Thymol)	<i>Thymus vulgaris</i>	
386	티트리	<i>Melaleuca Alternifolia</i>	
387	파인	<i>Pinus sylvestris</i>	
388	파인(Pine Dwarf)	<i>Pinus pumila</i>	
389	파출리	<i>Pogostemon cablin</i>	
390	팔마로사	<i>Palmarosa</i>	
391	퍼	<i>Abies holophylla</i>	
392	퍼 (Fir Silver Needle)	<i>Abies alba</i>	
393	페티그레인	<i>Citrus aurantium</i>	
394	페퍼민트	<i>Mentha × piperita</i>	
395	펜넬	<i>Foeniculum Vulgare</i>	
396	프랑킨센스	<i>Frankincense</i>	
397	헬리크리스ם	<i>Boswellia carteri</i>	
398	히솅	<i>Hyssopus officinalis</i>	
399	천황련W	<i>Coptis japonica</i>	
400	천황련A	<i>Coptis japonica</i>	
401	큰족제비고사리	<i>Dryopteris pacifica</i>	
402	수호초	<i>Pachysandra terminalis</i>	
403	희침A	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	
404	강진향W	<i>Dalbergia odorifera</i>	
405	짚신나물	<i>Agrimonia pilosa</i>	
406	꽃개오동	<i>Catalpa bignonioides</i>	
407	매자나무	<i>Berberis koreana</i>	
408	털진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	
409	시로미	<i>Empetrum nigrum</i>	
410	호장근	<i>Polygoni Cuspidati Radix</i>	
411	현호색	<i>Corydalis Tuber</i>	
412	홍지네고사리	<i>Dryopteris erythrosora</i>	
413	진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	
414	방아풀	<i>Isodon japonicus</i>	
415	산딸나무	<i>Cornus kousa</i>	
416	진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	
417	진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	
418	지네고사리	<i>Lastrea japonica</i>	
419	병솔꽃나무	<i>Callistemon lanceola</i>	
420	관중	<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	
421	섬기린초	<i>Sedum takesimense</i>	
422	제주지네고사리	<i>Dryopteris championi</i>	
423	비늘고사리	<i>Dryopteris lacera</i>	
424	좁보리사초	<i>Carex pumila thunb</i>	
425	좁보리사초	<i>Carex pumila thunb</i>	
426	마두령	<i>Aristolochia contorta Bunge</i>	

427	포도근	<i>Vitidis vinifera</i>	천연물 신약 표준화 소재은행
428	오배자	<i>Rhus javanica</i>	
429	갈근 추출물	<i>Pueraria lobata</i>	
430	갈근 표준화시료2	<i>Pueraria lobata</i>	
431	계혈등 추출물	<i>Spatholobus suberectus</i>	
432	계혈등 표준화시료1	<i>Spatholobus suberectus</i>	
433	계혈등 표준화시료2	<i>Spatholobus suberectus</i>	
434	고삼 표준화시료1	<i>Sophora flavescens</i>	
435	고삼 표준화시료2	<i>Sophora flavescens</i>	
436	일당귀 추출물	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	
437	일당귀 표준화시료1	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	
438	일당귀 표준화시료2	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	
439	모과 추출물	<i>Chaenomeles sinensis</i>	
440	모과 표준화시료1	<i>Chaenomeles sinensis</i>	
441	모과 표준화시료2	<i>Chaenomeles sinensis</i>	
442	백두옹 추출물	<i>Pulsatilla koreana</i>	
443	백두옹 표준화시료1	<i>Pulsatilla koreana</i>	
444	백선피 추출물	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	
445	백선피 표준화시료2	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	
446	백지 추출물	<i>Angelica dahurica</i>	
447	백지 표준화시료1	<i>Angelica dahurica</i>	
448	백지 표준화시료2	<i>Angelica dahurica</i>	
449	복분자 표준화시료1	<i>Rubus coreanus</i>	
450	산사자 표준화시료1	<i>Crataegus pinnatifida Bunge</i>	
451	산사자 표준화시료2	<i>Crataegus pinnatifida Bunge</i>	
452	산수유 추출물	<i>Cornus officinalis</i>	
453	산수유 표준화시료1	<i>Cornus officinalis</i>	
454	산수유 표준화시료2	<i>Cornus officinalis</i>	
455	상륙 추출물	<i>Phytolacca esculenta</i>	
456	상륙 표준화시료1	<i>Phytolacca esculenta</i>	
457	상륙 표준화시료2	<i>Phytolacca esculenta</i>	
458	상백피 추출물	<i>Morus alba</i>	
459	상심자 추출물	<i>Morus alba</i>	
460	상심자 표준화시료1	<i>Morus alba</i>	
461	애엽 추출물	<i>Artemisia argyi</i>	
462	애엽 표준화시료1	<i>Artemisia argyi</i>	
463	영실 추출물	<i>Rosa multiflora</i>	
464	영실 표준화시료1	<i>Rosa multiflora</i>	
465	영실 표준화시료2	<i>Rosa multiflora</i>	
466	오미자 추출물	<i>Schisandra chinensis</i>	
467	오미자 표준화시료1	<i>Schisandra chinensis</i>	
468	오미자 표준화시료2	<i>Schisandra chinensis</i>	
469	오배자 표준화시료1	<i>Rhus javanica</i>	
470	오약 추출물	<i>Lindera strichnifolia</i>	



471	오약 표준화시료1	<i>Lindera strichnifolia</i>
472	오약 표준화시료2	<i>Lindera strichnifolia</i>
473	강황 표준화시료1	<i>Curcuma longa</i>
474	원지 추출물	<i>Polygala tenuifolia</i>
475	원지 표준화시료1	<i>Polygala tenuifolia</i>
476	원지 표준화시료2	<i>Polygala tenuifolia</i>
477	육종용 추출물	<i>Cistanche deserticola</i>
478	육종용 표준화시료1	<i>Cistanche deserticola</i>
479	육종용 표준화시료2	<i>Cistanche deserticola</i>
480	백작약 추출물	<i>Paeonia japonica</i>
481	백작약 표준화시료1	<i>Paeonia japonica</i>
482	백작약 표준화시료2	<i>Paeonia japonica</i>
483	천련자 표준화시료1	<i>Melia azedarach</i>
484	택사 추출물	<i>Alisma orientale</i>
485	택사 표준화시료2	<i>Alisma orientale</i>
486	판람근 추출물	<i>Isatis tinctoria</i>
487	판람근 표준화시료1	<i>Isatis tinctoria</i>
488	판람근 표준화시료2	<i>Isatis tinctoria</i>
489	적하수오 추출물	<i>Fallopia multiflora</i>
490	적하수오 표준화시료1	<i>Fallopia multiflora</i>
491	적하수오 표준화시료2	<i>Fallopia multiflora</i>
492	단삼 추출물	<i>Salvia miltiorrhiza</i>
493	단삼 표준화시료1	<i>Salvia miltiorrhiza</i>
494	단삼 표준화시료2	<i>Salvia miltiorrhiza</i>
495	용담 추출물	<i>Gentiana scabra</i>
496	용담 표준화시료1	<i>Gentiana scabra</i>
497	용담 표준화시료2	<i>Gentiana scabra</i>
498	자근 표준화시료1	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>
499	자근 표준화시료2	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>
500	건지황 추출물	<i>Rehmannia glutinosa</i>
501	현삼 추출물	<i>Scrophularia buergeriana</i>
502	현삼 표준화시료1	<i>Scrophularia buergeriana</i>
503	황금 표준화시료1	<i>Scutellaria baicalensis</i>
504	황금 표준화시료2	<i>Scutellaria baicalensis</i>
505	건강 추출물	<i>Zingiber officinale</i>
506	건강 표준화시료1	<i>Zingiber officinale</i>
507	건강 표준화시료2	<i>Zingiber officinale</i>
508	대황 추출물	<i>Rheum palmatum</i>
509	대황 표준화시료1	<i>Rheum palmatum</i>
510	대황 표준화시료2	<i>Rheum palmatum</i>
511	승마 표준화시료1	<i>Cimicifuga heracleifolia</i>
512	지모 표준화시료2	<i>Anemarrhena asphodeloides</i>
513	천궁 추출물	<i>Cnidium officinale</i>
514	천궁 표준화시료1	<i>Cnidium officinale</i>

515	천궁 표준화시료2	<i>Cnidium officinale</i>
516	천마 추출물	<i>Gastrodia elata</i>
517	향부자 추출물	<i>Cyperus rotundus</i>
518	향부자 표준화시료1	<i>Cyperus rotundus</i>
519	현호색 추출물	<i>Corydalis ternata</i>
520	황련 표준화시료1	<i>Coptis japonica</i>
521	황련 표준화시료2	<i>Coptis japonica</i>
522	결명자 추출물	<i>Cassia tora</i>
523	빈랑자 추출물	<i>Areca catechu</i>
524	진랑자 표준화시료1	
525	육두구 추출물	<i>Myristica fragrans</i>
526	육두구 표준화시료1	<i>Myristica fragrans</i>
527	차전자 추출물	<i>Plantago asiatica</i>
528	구기자 표준화 시료1	<i>Lycium chinense</i>
529	구기자 표준화시료2	<i>Lycium chinense</i>
530	사인 추출물	<i>Amomum villosum</i>
531	사인 표준화시료1	<i>Amomum villosum</i>
532	사인 표준화시료2	<i>Amomum villosum</i>
533	산초 추출물	<i>Zanthoxylum piperitum</i>
534	산초 표준화시료2	<i>Zanthoxylum piperitum</i>
535	연교 표준화시료1	<i>Forsythia viridissima</i>
536	연교 표준화시료2	<i>Forsythia viridissima</i>
537	오수유 추출물	<i>Evodia officinalis</i>
538	오수유 표준화시료1	<i>Evodia officinalis</i>
539	오수유 표준화시료2	<i>Evodia officinalis</i>
540	익지인 추출물	<i>Alpinia oxyphylla</i>
541	익지인 표준화시료1	<i>Alpinia oxyphylla</i>
542	익지인 표준화시료2	<i>Alpinia oxyphylla</i>
543	지실 추출물	<i>Poncirus trifoliata</i>
544	지실 표준화시료2	<i>Poncirus trifoliata</i>
545	진피(귤) 표준화시료1	<i>Citrus unshiu</i>
546	진피(귤) 표준화시료2	<i>Citrus unshiu</i>
547	후추 추출물	<i>Piper nigrum</i>
548	후추 표준화시료1	<i>Piper nigrum</i>
549	음양곽 추출물	<i>Epimedium koreanum</i>
550	음양곽 표준화시료1	<i>Epimedium koreanum</i>
551	음양곽 표준화시료2	<i>Epimedium koreanum</i>
552	익모초 추출물	<i>Leonurus sibiricus</i>
553	익모초 표준화시료1	<i>Leonurus sibiricus</i>
554	익모초 표준화시료2	<i>Leonurus sibiricus</i>
555	계피 표준화시료1	<i>Cinnamomum cassia</i>
556	두충 추출물	<i>Eucommia ulmoides</i>
557	두충 표준화시료1	<i>Eucommia ulmoides</i>

558	목단피 추출물	<i>Paeonia suffruticosa</i>
559	목단피 표준화시료2	<i>Paeonia suffruticosa</i>
560	오가피 추출물	<i>Paeonia suffruticosa</i>
561	황백 표준화시료1	<i>Paeonia suffruticosa</i>
562	후박 추출물	<i>Magnolia obovata</i>
563	후박 표준화시료1	<i>Magnolia obovata</i>
564	괴화 추출물	<i>Magnolia obovata</i>
565	괴화 표준화시료1	<i>Magnolia obovata</i>
566	괴화 표준화시료2	<i>Magnolia obovata</i>
567	금은화 추출물	<i>Lonicera japonica</i>
568	금은화 표준화시료1	<i>Lonicera japonica</i>
569	금은화 표준화시료2	<i>Lonicera japonica</i>
570	하고초 추출물	<i>Prunella vulgaris</i>
571	하고초 표준화시료1	<i>Prunella vulgaris</i>
572	하고초 표준화시료2	<i>Prunella vulgaris</i>
573	홍화 표준화시료1	<i>Carthamus tinctorius</i>
574	홍화 표준화시료2	<i>Carthamus tinctorius</i>
575	목향 추출물	<i>Aucklandia lappa</i>
576	목향 표준화시료2	<i>Aucklandia lappa</i>
577	속단 추출물	<i>Dipsacus asperoides</i>
578	속단 표준화시료1	<i>Dipsacus asperoides</i>
579	속단 표준화시료2	<i>Dipsacus asperoides</i>
580	지유 표준화시료1	<i>Sanguisorba officinalis</i>
581	지유 표준화시료2	<i>Sanguisorba officinalis</i>
582	파극천 추출물	<i>Morinda officinalis</i>
583	파극천 표준화시료2	<i>Morinda officinalis</i>
584	보골지 표준화시료1	<i>Morinda officinalis</i>
585	보골지 표준화시료2	<i>Morinda officinalis</i>
586	사상자 추출물	<i>Cnidium monieri</i>
587	사상자 표준화시료1	<i>Cnidium monieri</i>
588	사상자 표준화시료2	<i>Cnidium monieri</i>
589	오매 추출물	<i>Prunus mume</i>
590	오매 표준화시료1	<i>Prunus mume</i>
591	오매 표준화시료2	<i>Prunus mume</i>
592	지구자 표준화시료1	<i>Hovenia dulcis</i>
593	지구자 표준화시료2	<i>Hovenia dulcis</i>
594	질려자 추출물	<i>Tribulus terrestris</i>
595	질려자 표준화시료1	<i>Tribulus terrestris</i>
596	초과 추출물	<i>Amomum tsao-ko</i>
597	초과 표준화시료1	<i>Amomum tsao-ko</i>
598	초과 표준화시료2	<i>Amomum tsao-ko</i>
599	초두구 표준화시료1	<i>Alpinia katsumadai</i>
600	초두구 표준화시료2	<i>Alpinia katsumadai</i>

601	상기생 추출물	<i>Loranthus parasticus</i>
602	상기생 표준화시료1	<i>Loranthus parasticus</i>
603	인진호 표준화시료1	<i>Artemisia capillaris</i>
604	인진호 표준화시료2	<i>Artemisia capillaris</i>
605	포공영 표준화시료1	<i>Taraxacum platycarpum</i>
606	상엽 추출물	<i>Morus alba</i>
607	상엽 표준화시료1	<i>Morus alba</i>
608	청대 표준화시료1	<i>Persicaria tinctoria</i>
609	측백엽 추출물	<i>Thuja orientalis</i>
610	측백엽 표준화시료1	<i>Thuja orientalis</i>
611	고련피 추출물	<i>Melia azedarach</i>
612	고련피 표준화시료1	<i>Melia azedarach</i>
613	꾸지뽕근 표준화시료2	<i>Cudrania tricuspidata</i>
614	결하조백전 추출물	
615	상기생 표준화시료2	<i>Loranthus parasticus</i>
616	지골피 추출물	<i>Lycium chinense</i>
617	신이 추출물	<i>Magnolia denudata</i>
618	조구등 추출물	<i>Uncaria sinensis</i>
619	호황령 추출물	<i>Picrorhiza kurroa</i>
620	당귀 추출물	<i>Angelica gigas</i>
621	팔루근 추출물	<i>Trichosanthes kirilowii</i>
622	길경 추출물	<i>Playtcodon grandiflorum</i>
623	시호 추출물	<i>Bupleurum falcatum</i>
624	우슬 추출물	<i>Achyranthes japonica</i>
625	방기추출물	<i>Sinomenium acutum</i>

## 2. 2차년도 (2013년)

### 가. 천연항균기체 방출 향균 sachet의 적용

#### (1) 천연항균기체 (30종이상)의 *E. coli* O157:H7에 대한 최소저해농도와 최소치사농도 확인

(가) 30종 이상의 천연항균기체 선정 및 확보

① 문헌조사를 통해 식중독세균 *E. coli* O157:H7에 대해 항균력이 우수한 천연항균기체 30종 이상을 선정하였다. 선정된 천연항균기체들은 노이몬트사의 유기농 천연 에센셜 오일들을 구입하여 확보하였다.

표 26 천연항균기체의 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 항균활성을 확인하기 위하여 확보한 유기농 천연 에센셜 오일 목록

No.	에센셜 오일		
	국명	영명	학명
1	갈릭	Garlic	<i>Allium scorodopram</i>
2	그레이프 푸룻	Grapefruit	<i>Citrus papdisi</i>

3	딜	Dill	<i>Anethum graveolens</i>
4	라벤더	Lavender	<i>Lavandula ang</i>
5	라임	Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>
6	레몬	Lemon	<i>Citrus limon</i>
7	레몬글라스	Lemongrass	<i>Cymbopogon citratus</i>
8	로즈마리	Rosemary	<i>Rosmarinus officinalis</i>
9	마조람	Marjoram	<i>Majorana hortensis</i>
10	바질	Basil sweet	<i>Ocimum basilicum</i>
11	블랙페퍼	Black pepper	<i>Piper nigrum</i>
12	사이프러스	Cypress	<i>Cupressus sempervirens</i>
13	세이지	Sage	<i>Salvia officinalis</i>
14	스피아민트	Spearmint	<i>Mentha spicata</i>
15	시나몬	Cinnamon bark	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
16	시스투스	Cistus	<i>Cistus ladaniferus</i>
17	시트로넬라	Citronella	<i>Cymbopogon nardus</i>
18	오레가노	Oregano	<i>Origanum vulgare</i>
19	유칼립투스	Eucalyptus globules	<i>Eucalyptus globules</i>
20	진저	Ginger	<i>Zingiber officinale</i>
21	케모마일	Chamomile Roman	<i>Chamaemelum nobile</i>
22	클라리세이지	Clary Sage	<i>Salvia sclarea</i>
23	클로브	Clove	<i>Syzygium aromaticum</i>
24	타임	Thyme Spanish	<i>Plectranthus amboinicus</i>
25	타임	Thyme-linalool	<i>Thymus vulgaris</i>
26	타임	Thyme-thymol	<i>Thymus vulgaris</i>
27	티트리	Tea tree	<i>Melaleuca Alternifolia</i>
28	파인	Pine	<i>Pinus sylvestris</i>
29	페퍼민트	Peppermint	<i>Mentha×piperita</i>
30	펜넬	Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>
31	히솅	Hyssop	<i>Hyssopus officinalis</i>

(나) 천연항균기체의 *E. coli* O157:H7에 대한 항균성을 확인하기 위한 시제품 개발

- ① 1차년에 개발된 천연항균기체의 MIC 측정법을 토대로 식품위해미생물에 대한 천연항균기체의 항균성을 확인하기 위한 시제품을 개발하였다.



그림 76 식품위해미생물에 대한 천연항균기체의 항균성을 확인하기 위해 개발된 시제품

- ② 1차년도에 제작한 틀을 수정하여 기체상태 에센셜 오일의 최소저해농도와 최소치사농도를 측정하는데 적합한 시제품을 개발하였다.

(다) *E. coli* O157:H7에 대한 천연항균기체의 최소저해농도와 최소치사농도 확인

- ① 미생물의 생화학적 특성을 이용하여 배지의 색변화에 따라 미생물의 생육여부를 판단할 수 있는 배지를 제조하였다.



그림 77 식중독세균의 생화학적 특성을 이용하여 미생물의 생육여부 판별배지 (A: 균이 접종되지 않은 배지, B: *Listeria monocytogenes*가 접종되어 색변화가 나타난 배지, C: *Escherichia coli* O157:H7이 접종되어 색변화가 나타난 배지)

- ② 30종의 에센셜 오일들의 항균력을 측정하기 위해 시제품에 배지를 부어 굳힌 후, *E. coli* O157:H7을 접종하였다. *E. coli* O157:H7이 접종된 배지를 다양한 농도의 에센셜 오일에 24시간이상 노출시켜 항균특성을 관찰하였다.
- ③ 최소저해농도와 최소치사농도를 측정한 결과, 30종의 에센셜 오일 중 19종의 에센셜 오일에서 최소저해농도와 최소치사농도를 확인하였다.

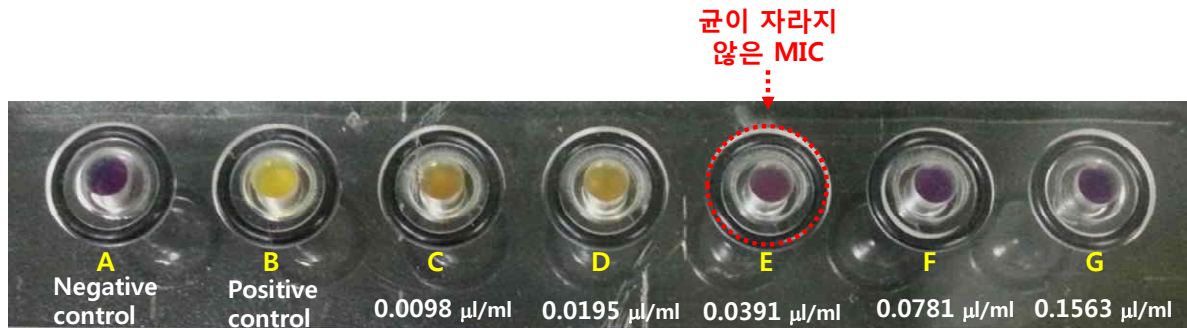


그림 78 시제품을 이용한 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 기체상태의 시나몬 (cinnamon bark) 에센셜 오일의 최소저해농도 측정 (A: blank, B: control, C: 0.0098  $\mu$ l/ml, D: 0.0195  $\mu$ l/ml, E: 0.0391  $\mu$ l/ml, F: 0.0781  $\mu$ l/ml, G: 0.1563  $\mu$ l/ml의 headspace에 대한 cinnamon bark 에센셜 오일의 농도)

- ④ *E. coli* O157:H7에 대한 최소저해농도는 시나몬 (cinnamon bark) 오일이 0.0391  $\mu$ l/ml로 가장 낮았다. 그 다음으로는 타임 (thyme spanish, 0.0781  $\mu$ l/ml), 오레가노 (oregano, 0.3125  $\mu$ l/ml)와 페퍼민트 (peppermint, 0.3125  $\mu$ l/ml), 스피아민트 (spearmint, 0.625  $\mu$ l/ml)와 클로브 (clove, 0.625  $\mu$ l/ml) 에센셜 오일 순서로 낮은 최소저해농도를 보였다.

표 27 시제품을 이용한 *E. coli* O157:H7에 대한 기체상태의 에센셜 오일의 MIC와 MLC 측정 결과

에센셜 오일		MIC	MLC
에센셜 오일명	학명	( $\mu$ l/ml)	( $\mu$ l/ml)
레몬	<i>Citrus limon</i>	20.00	>20.00
갈릭	<i>Allium scorodopram</i>	10.00	10.00
레몬글라스	<i>Cymbopogon citratus</i>	2.50	2.50
사이프러스	<i>Cupressus sempervirens</i>	2.50	2.50
파인	<i>Pinus sylvestris</i>	2.50	2.50
블랙페퍼	<i>Piper nigrum</i>	1.25	2.50
세이지	<i>Salvia officinalis</i>	1.25	1.25
시스투스	<i>Cistus ladaniferus</i>	1.25	1.25
시트로넬라	<i>Cymbopogon nardus</i>	1.25	1.25
클라리세이지	<i>Salvia sclarea</i>	1.25	2.50
타임 (Spanish)	<i>Thymus vulgaris</i>	1.25	1.25
티트리	<i>Melaleuca Alternifolia</i>	1.25	1.25
스피아민트	<i>Mentha spicata</i>	0.6250	1.25
클로브	<i>Syzygium aromaticum</i>	0.6250	1.25
타임 (linalool)	<i>Thymus vulgaris</i>	0.6250	0.6250

오레가노	<i>Origanum vulgare</i>	0.3125	0.3125
페퍼민트	<i>Mentha×piperita</i>	0.3125	0.6250
타임 (thymol)	<i>Thymus vulgaris</i>	0.0781	0.0781
시나몬 (bark)	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	0.0391	0.1563

\* 최소저해농도 (minimum inhibitory concentrations; MIC)

\* 최소치사농도 (minimum lethal concentrations; MLC)

## (2) 항균가스의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 확인

(가) 개별 천연항균기체의 조합처리 방법 결정

① *E. coli* O157:H7에 우수한 항균력을 보인 3종의 에센셜 오일인 시나몬 (cinnamon bark), 타임 (thyme), 오레가노 (oregano) 에센셜 오일들을 각각 2 종류씩 1:1의 비율로 혼합한 조성물을 제조하였다. 제조된 혼합 조성물은 diethyl ether로 1/2씩 희석하여 실험에 사용하였다.

(나) 조합 처리된 항균기체의 항균성을 확인하기 위한 방법 확립

① *E. coli* O157:H7에 대한 조합 처리된 항균기체의 항균력을 확인하기 위해 두 종류의 에센셜 오일들을 혼합한 조성물을 제조한 후 항균기체 MIC 측정틀을 이용하여 천연항균기체의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 효과를 확인하였다.

(다) *E. coli* O157:H7에 대해 우수한 항균력을 보이는 항균기체 조합조건 확립 및 저해 시너지 확인

① 시나몬과 타임, 시나몬과 오레가노, 시나몬과 페퍼민트, 타임과 오레가노, 타임과 페퍼민트, 오레가노와 페퍼민트 에센셜 오일 조합물들을 제조하여 각각의 조합물의 항균력을 측정하였다.

② *E. coli* O157:H7에 대해 조합 처리된 항균기체의 MIC를 측정한 결과, 시나몬과 타임, 타임과 오레가노 조합 기체의 최소저해농도는 0.0391  $\mu$ l/ml로 가장 낮았다. 특히, 타임과 오레가노의 경우, 개별 처리 (타임: 0.0781  $\mu$ l/ml, 오레가노: 0.3125  $\mu$ l/ml)보다 조합 처리 (0.0391  $\mu$ l/ml)의 최소저해농도가 낮아 타임과 오레가노 조합 기체에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 효과를 확인할 수 있었다.



표 28 향균기체의 조합처리에 의한 *E. coli* O157:H7 저해 시너지 효과 확인

에센셜 오일의 혼합(A+B) 조성물			MIC	MLC
A	B	혼합비율 (A:B)	( $\mu$ l/ml)	( $\mu$ l/ml)
시나몬 <sup>1</sup>	타임 <sup>2</sup>	1:1	0.0391	0.0391
시나몬	오레가노	1:1	0.3125	0.3125
시나몬	페퍼민트	1:1	0.6250	1.25
타임	오레가노	1:1	0.0391	0.0781
타임	페퍼민트	1:1	0.6250	1.25
오레가노	페퍼민트	1:1	0.6250	1.25

<sup>1</sup> 시나몬: cinnamon bark essential oil

<sup>2</sup> 타임: thyme-thymol essential oil

### (3) 천연항균기체의 방출 sachet를 이용한 신선식품의 *E. coli* O157:H7 제어

#### (가) 천연항균기체 방출 sachet의 개발

- ① 문헌조사를 통해 천연항균기체의 방출이 우수한 sachet 소재 선정
  - ㉠ 기체 투과도가 우수하고 식품포장산업에서 많이 사용되고 있는 low-density polyethylene (LDPE)을 sachet 소재로 선정하였으며, 천연항균기체의 빠른 방출을 유도하기 위하여 20  $\mu$ m 두께의 LDPE film을 사용하였다.

#### (나) 천연항균기체 방출 sachet를 이용한 신선식품의 *E. coli* O157:H7 제어

- ① 신선식품대상 선정
  - ㉠ 신선식품 중 양상추는 *E. coli* O157:H7와 관련된 식중독 사고가 발생사례가 있으며, 특히 신선편이 양상추의 경우 절단, 박피 등의 가공과정으로 인해 미생물 오염을 일으키고 품질저하가 빠르게 진행되는 문제점이 있다. 신선식품 대상으로 양상추를 선정하였다.
- ② 신선식품의 *E. coli* O157:H7의 접종방법과 접종수준 결정
  - ㉠ 신선식품 표면에 식중독균을 부착시키는데 있어서 식중독균의 접종방법은 매우 중요하다. 일반적으로 알려진 방법들 중 양상추 표면에서 식중독균 부착에 유리한 접종방법인 spot inoculation 방법을 사용하였다. 양상추 (5조각) 표면에 *E. coli* O157:H7를 접종하여 1시간 건조 후 5.0 log CFU/5 pieces 수준으로 부착되었다.
- ③ *E. coli* O157:H7의 개체 수 확인을 위한 샘플처리방법 확립
  - ㉠ 신선식품에 식중독균을 접종시킨 후, 생존 개체수 확인을 위해 효과적인 detachment 방법이 결정되어야 한다. 본 연구에서는 양상추 표면에 부착된 *E. coli* O157:H7를 효과적으로 detachment 하기 위한 방법으로

stomaching method를 이용하였다. 또한 양상추 표면에 부착된 *E. coli* O157:H7의 생존 개체수는 선택배지 MacConkey sorbitol agar를 이용하여 plate에 형성된 콜로니를 계수하여 확인하였다.

④ *E. coli* O157:H7이 접종된 신선식품에 대한 천연항균기체 방출 sachet의 살균효과 확인

㉠ 슬라이스 된 양상추 표면에 *E. coli* O157:H7을 접종 한 후, 상대습도 43 또는 85%로 조절된 밀폐용기에 항균 sachet와 함께 넣어 25°C에서 5일간 저장하였다.

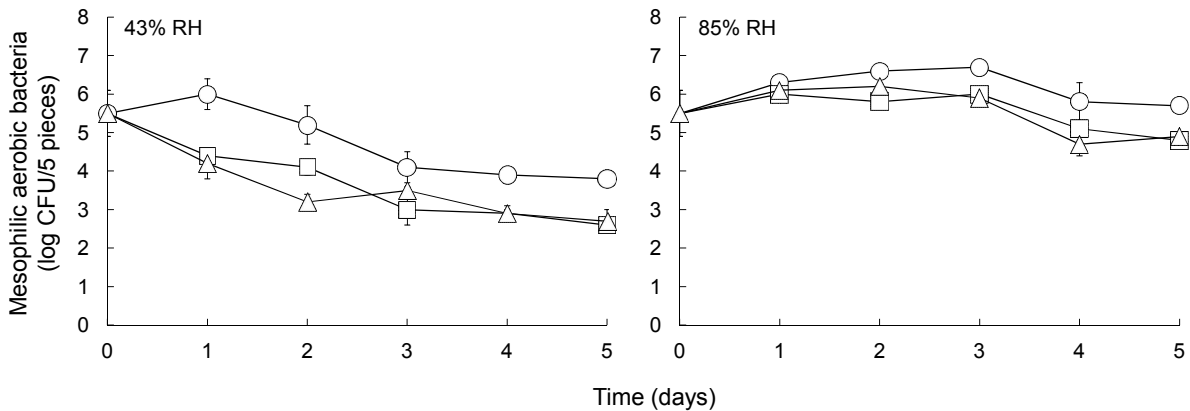


그림 79 양상추(5조각)가 시나몬 항균기체 방출 sachet와 함께 25° C의 온도조건과 43%와 85%의 상대습도조건에서 5일간 저장될 때, 중온성 일반세균 (MAB)의 개체수 변화 (대조군 [○], 시나몬 에센셜 오일 1 ml이 함유된 sachet [□], 시나몬 에센셜 오일 2 ml이 함유된 sachet [△])

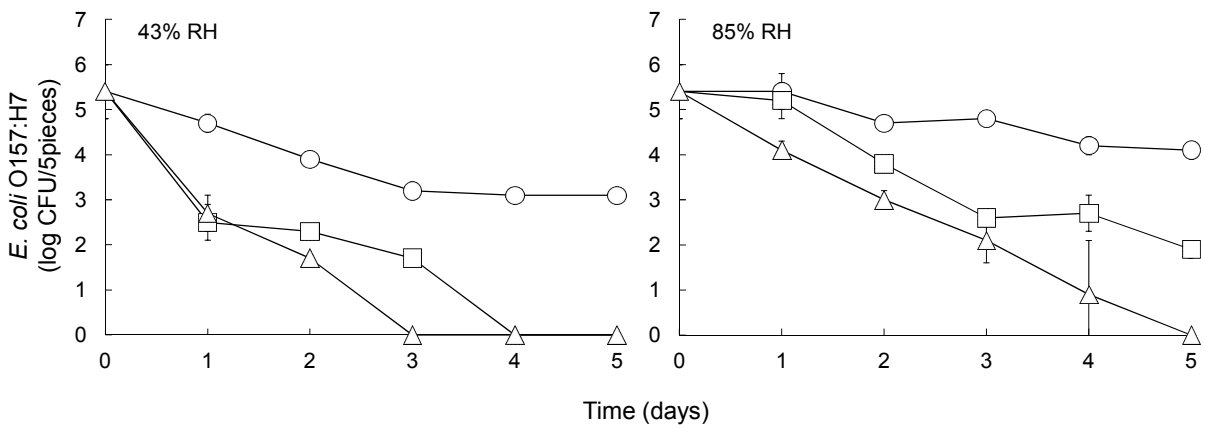


그림 80 양상추가 시나몬 항균기체 방출 sachet와 함께 25° C의 온도조건과 43%와 85%의 상대습도조건에서 5일간 저장될 때, *E. coli* O157:H7의 개체수 변화 (대조군 [○], 시나몬 에센셜 오일 1 ml이 함유된 sachet [□], 시나몬 에센셜 오일 2 ml이 함유된 sachet [△])

나. 천연항균물질 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정/항균특성

평가

(1) *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 항균력을 보인 천연식물추출물들의 최소저해농도와 최소치사농도 확인

(가) 최소저해농도(MIC) 또는 최소치사농도(MLC) 측정방법 및 조건 확립

① 96well plate에 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125, 0.015625, 0.0078, 0.0039 mg/ml의 농도로 식물추출물을 주입한 후, 100 μl의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus* (10<sup>6</sup> cfu/ml)를 접종하여 최적 배양온도에서 24시간 배양 후 나타나는 결과를 통해 MIC 결과를 확인한다. MIC 이상의 농도에 접종된 균은 tryptic soy agar (TSA)에 백금이를 이용하여 streaking하여 최적 배양온도에서 24시간 배양 후 나타나는 콜로니의 유무를 통해 MLC를 확인한다.

(나) Agar well diffusion assay를 통해 선별된 15종의 식물추출물들의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 최소저해농도와 최소치사농도 확인

① *L. monocytogenes*에 대한 최소저해농도는 제주지네고사리 추출물이 0.0625 mg/ml로 가장 낮았다. 그 다음으로 지네고사리, 짚신나물, 그리고 비쭈기나무 추출물이 0.125 mg/ml이었고, 산수유나무와 현호색 추출물이 0.25 mg/ml, 딱지꽃과 진득찰 추출물이 0.5 mg/ml, 희침A와 뱀무 추출물이 1 mg/ml이었다.

표 29 액체배지 (tryptic soy broth; TSB)에서 *Listeria monocytogenes*에 대한 식물추출물의 최소저해농도와 최소치사농도 측정결과

추출물명	식물추출물 학명	MIC (mg/ml)	MLC (mg/ml)
제주지네고사리	<i>Dryopteris championi</i>	0.0625	0.0625
매자나무	<i>Berberis koreana</i>	0.0625	0.125
지네고사리	<i>Lastrea japonica</i>	0.125	0.125
비늘고사리	<i>Dryopteris lacera</i>	0.125	0.25
짚신나물	<i>Agrimonia pilosa</i>	0.125	0.125
비쭈기나무	<i>Cleyera japonica</i> Thunb.	0.125	0.5
천황련A	<i>Coptis japonica</i>	0.125	0.25
산수유나무	<i>Cornus officinalis</i> Sieb et Zucc	0.25	0.25
현호색	<i>Corydalis Tuber</i>	0.25	0.5
딱지꽃	<i>Potentilla chinensis</i>	0.5	1.0
진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	0.5	0.5
희침A	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	1	2.0
뱀무	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	1	2.0

② *S. aureus*에 대한 최소저해농도는 병솔꽃나무와 쯤보리사초 추출물이

0.0625 mg/ml로 가장 낮았다. 그 다음으로는 매자나무, 천황련A, 짚신나물, 그리고 비늘고사리 추출물이 0.125 mg/ml이었고, 홍지네고사리, 오배자W, 뱀무, 그리고 산수유나무 추출물이 0.25 mg/ml이었으며, 비쭈기나무와 진득찰 추출물이 0.5 mg/ml이었다.

표 30 액체배지(tryptic soy broth;TSB)에서 *Staphylococcus aureus*에 대한 식물추출물의 최소저해농도와 최소치사농도 측정결과

식물추출물		MIC	MLC
추출물명	학명	(mg/ml)	(mg/ml)
병솔꽃나무	<i>Callistemon lanceola</i>	0.0625	0.0625
좁보리사초	<i>Carex pumila thunb</i>	0.0625	0.0625
매자나무	<i>Berberis koreana</i>	0.125	0.125
천황련A	<i>Coptis japonica</i>	0.125	0.125
짚신나물	<i>Agrimonia pilosa</i>	0.125	0.25
비늘고사리	<i>Dryopteris lacera</i>	0.125	0.25
홍지네고사리	<i>Dryopteris erythrosora</i>	0.25	0.5
오배자W	<i>Rhus javanica</i>	0.25	1.0
뱀무(열매)	<i>Geum japonicum Thunb.</i>	0.25	1.0
산수유나무	<i>Cornus officinalis</i>	0.25	1.0
비쭈기나무	<i>Cleyera japonica Thunb.</i>	0.5	0.5
진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	0.5	1.0
현호색	<i>Corydalis Tuber</i>	≥ 2.0	≥ 2.0

<sup>1</sup> 천황련A: 에탄올을 이용하여 추출한 천황련 추출물

<sup>2</sup> 오배자W: 물을 이용하여 추출한 오배자 추출물

## (2) 식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질들의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과 확인

### (가) 천연항균물질의 코팅방법 확립

- ① 최소저해농도와 최소치사농도 측정 결과를 바탕으로 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 우수한 항균력을 보인 7종의 식물추출물들 (제주지네고사리, 매자나무, 지네고사리, 짚신나물, 천황련A, 좁보리사초, 진득찰)을 선정하였다.
- ② 식품 및 식품접촉 표면에 적합한 코팅은 폴리머를 이용하여 천연항균물질이 함유된 항균필름을 제조하는 방법으로 결정하였다. 5% (w/v)의 polyvinyl alcohol (PVA) 레진에 제주지네고사리, 매자나무, 지네고사리, 짚신나물, 천황련A, 좁보리사초, 진득찰 식물추출물들을 각각 1% (w/v)씩 첨가하여 casting한 후, 식물추출물 함유 항균필름을 제조하였다.

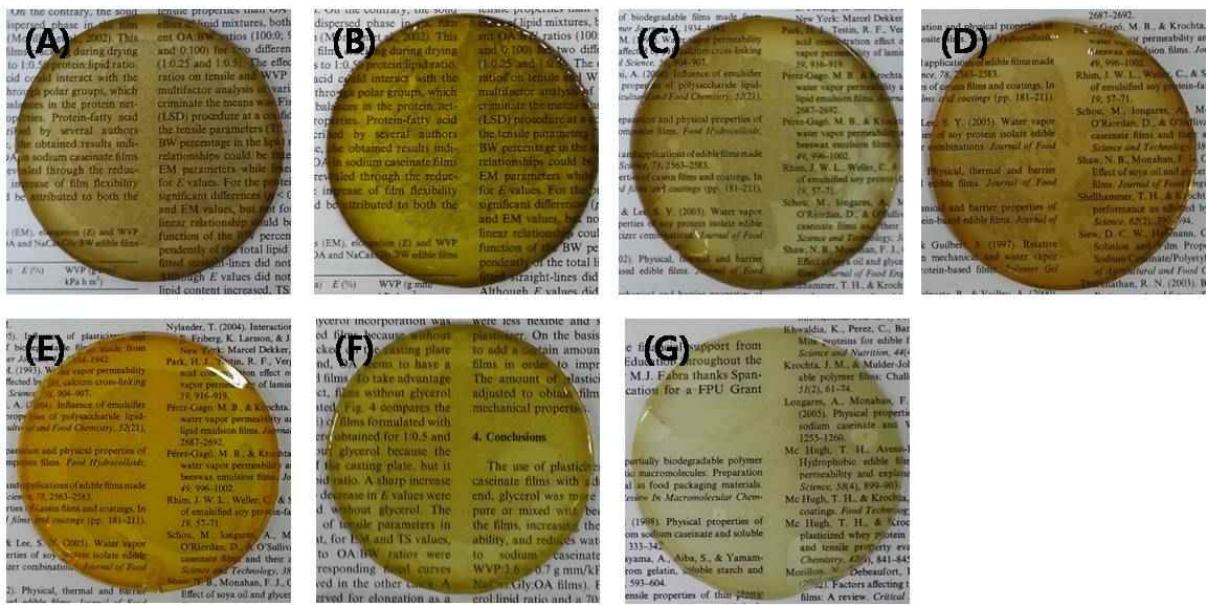


그림 81 5%의 polyvinyl alcohol에 1%의 식물추출물이 함유된 천연항균필름 (A: 제주 지네고사리, B: 매자나무, C: 지네고사리, D: 짚신나물, E: 천황련A, F: 쯤보리사초, G: 진득찰 추출물이 함유된 필름)

- (나) 식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질들의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과 확인
- ① 식품표면 또는 식품접촉 표면에 식물추출물 함유 필름을 코팅하기 전, 필름제조 환경에 따라 식물추출물의 항균활성이 영향을 받을 수 있다고 판단하여 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*가 접종된 배지에서 식물추출물 함유 필름의 항균특성을 확인하였다.
  - ② *L. monocytogenes*가 도말된 tryptic soy agar (TSA)에서 7종류의 식물추출물 함유 필름의 항균특성을 확인한 결과, 진득찰, 짚신나물, 천황련A, 매자나무 추출물이 함유된 4종류의 필름에서만 저해환이 나타났다. 4종류의 필름 중 진득찰이 함유된 필름의 저해환이 50.0 mm으로 가장 큰 저해환을 보였다.

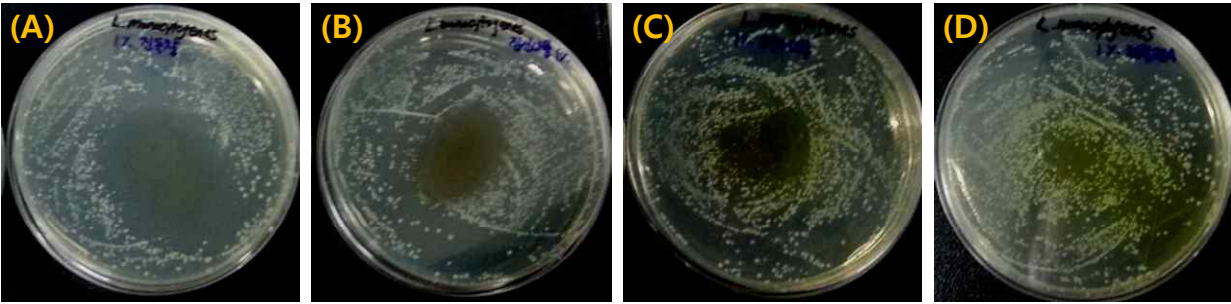


그림 82 *L. monocytogenes*에 대한 식물추출물 함유 필름의 항균특성 확인 (A: 진득찰, B: 짚신나물, C: 매자나무, D: 천황련A 추출물이 함유된 PVA 필름)

- ③ *S. aureus*가 도말된 TSA에서 7종류의 식물추출물 함유 필름의 항균특성을 확인한 결과, 진득찰, 짚신나물, 천황련A, 매자나무 추출물이 함유된 4종류의 필름에서만 저해환이 나타났다. 진득찰 (17.0 mm), 짚신나물 (15.0 mm), 천황련A (20.0 mm), 매자나무 (16.0 mm) 추출물 함유 필름에서 *S. aureus*에 대한 식물추출물 필름의 저해환은 비슷한 크기를 보였다.

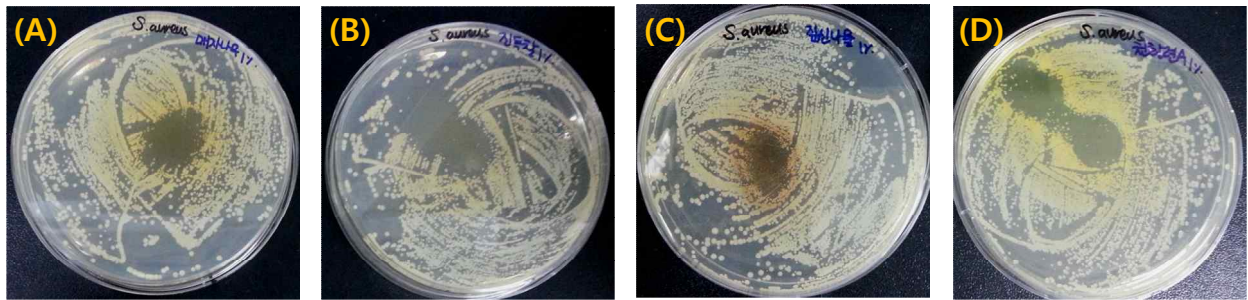


그림 83 *S. aureus*에 대한 식물추출물 함유 필름의 항균특성 확인 (A: 매자나무, B: 진득찰, C: 짚신나물, D: 천황련A 추출물이 함유된 PVA 필름)

### 3. 3차년도 (2014년)

#### 가. 천연항균물질들이 코팅 처리된 항균포장기술의 적용 및 항균효과 검증

##### (1) 천연식물추출물의 조합처리에 의한 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*의 살균 시너지 확인

(가) 천연식물추출물의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 최소저해농도와 최소치사농도 확인

- ① 2차년도의 결과를 토대로 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대해 우수한 항균력을 보인 식물추출물 중 7종을 선정하여 실험실에서 추출하여 실험에 사용하였다. 실험실에서 추출한 식물추출물은 오배자, 상백피, 진득찰, 쯤보리사초, 천황련, 홍지네고사리, 소목 추출물이었다. 이 7종의 추출물을 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 최소저해농도와 최소치사농도를 측정하였다.
- ② *L. monocytogenes*에 대한 최소저해농도는 상백피, 홍지네고사리, 천황련 추출물이 0.125 mg/ml로 가장 낮았다. 그 다음으로 소목추출물 (0.25 mg/ml), 쯤보리사초 추출물 (0.5 mg/ml), 진득찰 추출물 (4.0 mg/ml) 순으로 낮은 최소저해농도를 보였다. 최소치사농도의 순서는 홍지네고사리 추출물이 0.125 mg/ml로 가장 낮았고, 그 다음으로 상백피 추출물과 천황련 추출물 (0.5 mg/ml), 쯤보리사초 추출물과 소목 추출물 (1.0 mg/ml) 순으로 나타났다.
- ③ *S. aureus*에 대한 최소저해농도는 상백피 추출물이 0.0625 mg/ml로 가장 낮았다. 그 다음으로 홍지네고사리 추출물과 천황련 추출물 (0.125 mg/ml), 쯤보리사초 추출물과 소목추출물 (0.5 mg/ml), 진득찰 추출물 (4.0 mg/ml)

순으로 낮은 최소저해농도를 보였다. 최소치사농도는 홍지네고사리 추출물이 0.125 mg/ml로 가장 낮았고, 상백피 추출물과 천황련 추출물 (0.5mg/ml), 소목 추출물 (1.0 mg/ml), 쯤보리사초 추출물 (4.0 mg/ml) 순으로 낮은 최소치사농도를 보였다.

표 31 천연식물추출물의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 최소저해농도와 최소치사농도

추출물명	식물추출물 학명	<i>L. monocytogenes</i>		<i>S. aureus</i>	
		MIC (mg/ml)	MLC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MLC (mg/ml)
오배자	<i>Rhus javanica</i>	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>
상백피	<i>Mori cortex</i>	0.1250	0.5000	0.0625	0.5000
진득찰	<i>Sigesbeckia glabrescens</i>	4.000	>4.00	4.0000	>4.00
홍지네고사리	<i>Dryopteris erythrosora</i>	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250
쯤보리사초	<i>Carex pumila</i>	0.5000	1.0000	0.5000	4.0000
천황련	<i>Coptis japonica</i>	0.1250	0.5000	0.1250	0.5000
소목	<i>Caesalpinia sappan</i>	0.2500	1.0000	0.5000	1.0000

—<sup>a</sup> : not determined

(나) 천연식물추출물의 조합처리에 의한 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*의 항균시너지 확인

- ① *L. monocytogenes*에 대해 낮은 최소저해농도를 보인 상백피, 홍지네고사리, 천황련 추출물을 두 개씩 조합 (상백피와 홍지네고사리, 상백피와 천황련, 홍지네고사리와 천황련)하여 조합에 따른 상승효과 여부를 확인하였다. 홍지네고사리와 천황련 추출물 조합은 0.16의 부분저해농도지수를 보여 시너지 효과를 보였다. 상백피와 홍지네고사리 추출물 조합과 상백피 천황련 추출물 조합은 각각 1.03과 1.13의 부분저해농도지수를 보여 indifference를 보였다.

표 32 *L. monocytogenes* 에 대해 낮은 농도의 MIC를 보인 추출물 (상백피, 홍지네고사리, 천황련)을 두 가지씩 조합한 조성물의 항균시너지 확인

식물추출물	MIC (mg/ml)		FIC <sup>a</sup>	FICI <sup>b</sup>	Outcome <sup>c</sup>
	Alone	In combination			
상백피	0.1250	0.1250	1.00	1.03	Indifference
홍지네고사리	0.1250	0.0039	0.03		
상백피	0.1250	0.1250	1.00	1.13	Indifference
천황련	0.1250	0.0156	0.13		
홍지네고사리	0.1250	0.0039	0.03	0.16	Synergism
천황련	0.1250	0.0156	0.13		

<sup>a</sup> Afractional inhibiting concentration (FIC): MIC in combination/MIC alone.

<sup>b</sup> Fractional inhibiting concentration index (FICI): Sum of FICs of two plant extracts.

<sup>c</sup> The FICI was interpreted as described by Isenberg (1992): Synergy (FICI≤0.5), partial synergy (FICI >0.5 but <1.0), indifference (FICI≥1.0 but ≤4.0), antagonism (FICI>4.0).

② *S. aureus* 에 대해 낮은 최소저해농도를 보인 상백피, 홍지네고 고사리, 천황련 추출물을 두 개씩 조합 (상백피와 홍지네고사리, 상백피와 천황련, 홍지네고사리와 천황련)하여 조합에 따른 상승효과 여부를 확인하였다. 홍지네고사리와 천황련 추출물 조합은 0.53의 부분저해농도지수를 보여 partial synergy를 보였다. 상백피와 홍지네고사리 추출물 조합과 상백피 천황련 추출물 조합은 각각 1.03과 1.00의 부분저해농도지수를 보이며 indifference를 보였다.

표 33 *S. aureus* 에 대해 낮은 농도의 MIC를 보인 추출물 (상백피, 홍지네고사리, 천황련)을 두 가지씩 조합한 조성물의 항균시너지 확인

식물추출물	MIC (mg/ml)		FIC <sup>a</sup>	FICI <sup>b</sup>	Outcome <sup>c</sup>
	Alone	In combination			
상백피	0.0625	0.0625	1.00	1.03	Indifference
홍지네고사리	0.1250	0.039	0.03		
상백피	0.0625	0.0313	0.50	1.00	Indifference
천황련	0.1250	0.0625	0.50		
홍지네고사리	0.1250	0.0039	0.03	0.53	Partial synergy
천황련	0.1250	0.0625	0.50		

<sup>a</sup> Afractional inhibiting concentration (FIC): MIC in combination/MIC alone.

<sup>b</sup> Fractional inhibiting concentration index (FICI): Sum of FICs of two plant extracts.

<sup>c</sup> The FICI was interpreted as described by Isenberg (1992): Synergy (FICI≤0.5), partial synergy (FICI >0.5 but <1.0), indifference (FICI≥1.0 but ≤4.0), antagonism (FICI>4.0).

(2) 식품 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균조합물의 *L. monocytogenes* 또는 *S.*



## *aureus* 에 대한 항균시너지 확인

### (가) 천연항균 조합물이 함유된 PVA 필름 제조

- ① *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대해 가장 낮은 최소저해농도를 보인 상백피, 홍지네고사리, 천황련 추출물이 함유된 필름을 각각 제조하였다. 상백피와 천황련 조합물, 홍지네고사리와 천황련 조합물의 *L. monocytogenes*에 대한 FIC 농도로 함유된 필름을 각각 제조하였다.

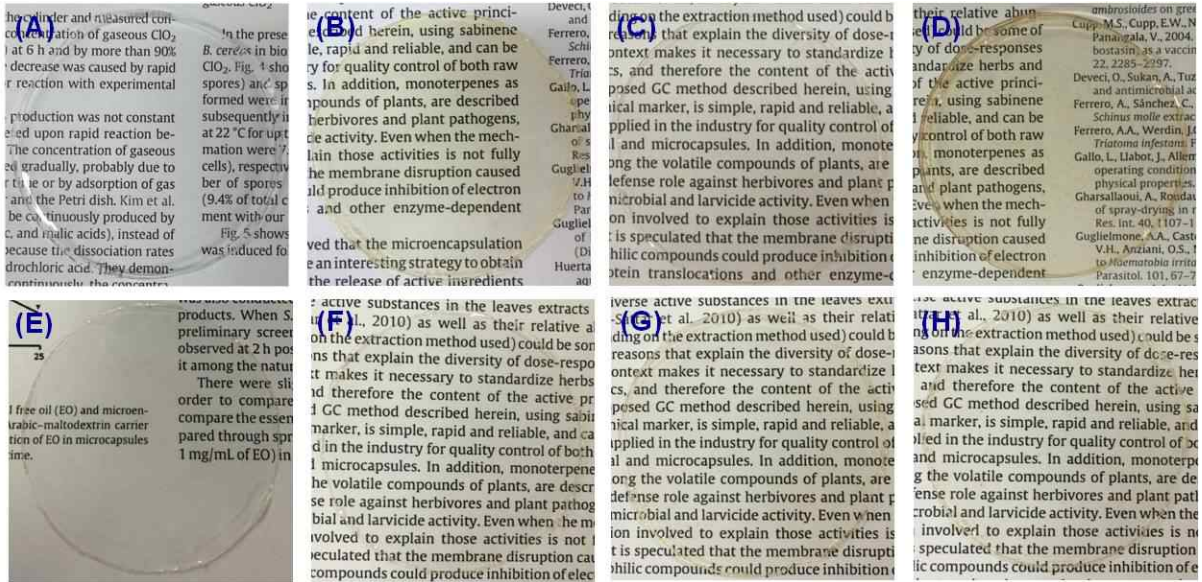


그림 84 식물추출물이 함유된 PVA 필름. (A)는 control 필름, (B)는 상백피 추출물 (0.125 mg/ml)이 함유된 필름, (C)는 천황련 추출물 (0.125 mg/ml)이 함유된 필름, (D)는 홍지네고사리 추출물 (0.125 mg/ml)이 함유된 필름, (E)는 상백피 (0.125 mg/ml)와 천황련 (0.0156 mg/ml) 조합물이 함유된 필름, (F)는 홍지네고사리 (0.0039 mg/ml)와 천황련 (0.0156 mg/ml) 조합물이 함유된 필름, (G)는 상백피 (0.5 mg/ml)와 천황련 (0.0624 mg/ml) 조합물이 함유된 필름, (H)는 홍지네고사리 (0.0156 mg/ml)와 천황련 (0.0624 mg/ml)이 함유된 필름.

### (나) 천연항균 조합물이 함유된 필름의 *L. monocytogenes* 또는 *S. aureus*에 대한 항균효과 검증

- ① 모든 plate에서 저해환이 나타나지 않았다.

### (3) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균포장재의 항균효과 검증

#### (가) 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균포장재의 항균효과 검증을 위한 기초실험자들의 결정

- ① 오레가노 에센셜 오일이 농도별로 함유된 PVA를 1세부에서 제조하였고, 제조된 필름의 항균력은 2세부에서 진행하였다.
- ② 신선식품 대상 및 신선식품과 관련된 식중독 균 선정
- ③ 신선식품 중 방울토마토는 *Salmonella* spp.와 관련된 식중독 사고 발생사

레가 있으며, 특히 신선편이 방울토마토의 경우, 날것으로 섭취하고, 절단 등의 가공과정으로 인해 미생물 오염을 일으키고 품질저하가 빠르게 진행되는 문제점이 있다. 따라서 신선식품 대상으로 방울토마토를 선정하였다.

③ 신선식품의 *S. enterica*의 접종방법과 접종수준 결정

㉠ 방울토마토 표면에 식중독균을 부착시키는데 있어서 식중독균의 접종방법은 매우 중요하다. 일반적으로 알려진 방법들 중 방울토마토 표면에서 식중독균 부착에 유리한 접종방법인 spot inoculation 방법을 사용하였다. 1개의 방울토마토 표면에 *S. enterica*를 접종하여 1시간 건조 후 약 5.0 log CFU/tomato 수준으로 부착시키도록 결정하였다.

④ *S. enterica*의 개체 수 확인을 위한 샘플처리방법 확립

㉡ 신선식품에 식중독균을 접종시킨 후, 생존 개체수 확인을 위해 효과적인 detachment 방법이 결정되어야 한다. 본 연구에서는 방울토마토 표면에 부착된 *S. enterica*를 효과적으로 detachment 하기 위한 방법으로 rubbing method를 이용하였다.

㉢ 또한 방울토마토 표면에 부착된 *S. enterica*의 생존 개체수는 선택배지 XLD agar를 이용하여 plate에 형성된 콜로니를 계수하여 확인하였다.

(나) *S. enterica*가 접종된 신선식품에 대한 천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재의 항균효과 확인

① 식중독균 *S. enterica*를 방울토마토 표면에 접종시킨 후, 저장온도 4℃ 또는 22℃에서 7일간 저장하면서 호기성 중온세균, *S. enterica*, 곰팡이와 효모의 개체수를 확인하였다.

② 그림 85는 *S. enterica*가 접종된 방울토마토를 대조군으로 다양한 농도의 오레가노 오일 함유 PVA 필름과 함께 넣은 샘플을 시료군으로 하여 4℃ 또는 22℃의 온도에서 7일간 저장하면서 측정된 중온 호기성 세균 (mesophilic aerobic bacteria)의 개체수이다. 토마토의 MAB의 초기 개체수는  $5.3 \pm 0.3$  log CFU/cherry tomato 이었다. 4℃에 저장한 경우, 오레가노 PVA 필름은 첨가하지 않은 대조군의 MAB 개체수는 저장 7일 동안 유의적으로 변하지 않았다. 2% oregano-small 필름이 첨가된 토마토의 MAB 개체수는 저장 7일째  $4.1 \pm 0.2$  log CFU/cherry tomato 이었고, 2% oregano-large 필름이 첨가된 토마토의 MAB 개체수는 저장 7일째  $2.7 \pm 0.4$  log CFU/cherry tomato 이었고, 3% oregano-small 필름이 첨가된 토마토 MAB 개체수는 저장 7일째  $2.3 \pm 0.0$  log CFU/cherry tomato, 3% oregano-large 필름이 첨가된 토마토 MAB 개체수는 저장 7일째  $2.5 \pm 0.6$  log CFU/cherry tomato 이었다. 22℃에 저장한 경우, 대조군의 MAB 개체수는 저장 3일째  $4.6 \pm 0.3$  log CFU/cherry tomato 이었고, 저장 5일째  $5.1 \pm 0.4$  log CFU/cherry tomato 로, 저장 7일째  $4.7 \pm 0.6$  log CFU/cherry tomato으로 나타났다. 2% oregano-small 필름이 첨가된 토마토의 경우, 초기 개체수와 비교하여 저장 7일 만에  $3.6 \pm 0.7$  log CFU/cherry tomato로 약 1.7 log 감소하였고, 2% oregano-large 필름이 첨가된 토마토의 MAB는 저장 7일 만에  $2.1 \pm 0.5$

log CFU/cherry tomato로 약 3.2 log 감소하였다. 3% oregano-small 필름이 첨가된 토마토의 경우, 저장 7일 만에  $2.6 \pm 0.4$  log CFU/cherry tomato로 약 2.7 log 감소하였고, 3% oregano-large 필름이 첨가된 토마토의 경우, 저장 7일 만에  $1.9 \pm 0.2$  log CFU/cherry tomato로 약 3.4 log가 감소하였다.

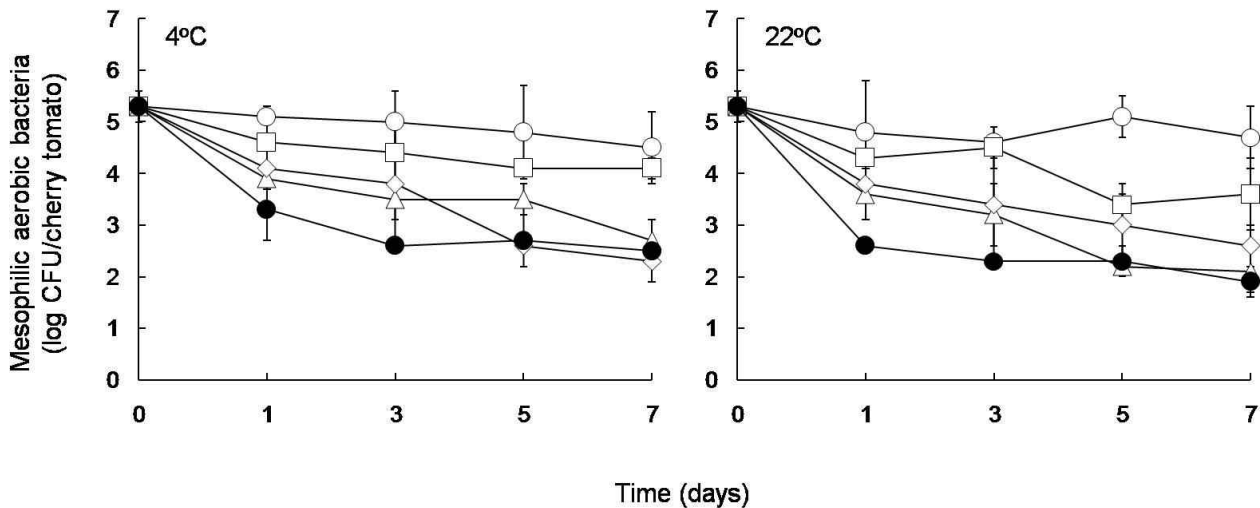


그림 85 *Salmonella enterica*가 방울토마토 표면에 접종된 후, 4°C 또는 22°C에서 7일간 저장하였을 때 중온 호기성세균 (mesophilic aerobic bacteria)의 개체수 변화 (○: 대조군, □: 2% oregano-small 필름 처리군, △: 2% oregano-large 필름 처리군, ◇: 3% oregano-small 필름 처리군, ●: 3% oregano-large 필름 처리군).

③ 그림 86은 *S. enterica*가 접종된 방울토마토를 대조군으로 다양한 농도의 오레가노 오일 함유 PVA 필름과 함께 넣은 샘플을 시료군으로 하여 4°C 또는 22°C의 온도에서 7일간 저장하면서 측정된 *S. enterica*의 개체수이다. 토마토의 *S. enterica*의 초기 개체수는  $4.7 \pm 0.2$  log CFU/cherry tomato 이었다. 4°C에 저장한 경우, 오레가노 PVA 필름은 첨가하지 않은 대조군의 *S. enterica* 개체수는 저장 7일 동안 약 1.0 log ( $3.7 \pm 1.0$  log CFU/cherry tomato) 정도 감소하였다. 방울토마토와 oregano 오일 함유 PVA 필름을 함께 넣은 시료군의 경우, 저장 7일 동안 방울토마토에 존재하는 *S. enterica*의 개체수는 초기 개체수와 비교하여 약 2.4 (2% oregano-small)과 3.2 (2% oregano-large) log CFU/cherry tomato 만큼 감소하였다. 특히, 3% oregano-small과 3% oregano-large 필름이 첨가된 토마토의 경우, 저장 7일과 저장 5일 만에 증균배양 후에도 검출되지 않았다. 22°C에 저장한 경우, 대조군의 *S. enterica*의 개체수는 저장 7일 동안 약 0.5 log ( $4.1 \pm 0.2$  log CFU/cherry tomato) 정도 감소하였다. 3% oregano-small과 3% oregano-large 필름이 처리된 방울토마토의 *S. enterica*의 개체수는 저장 7

일과 저장 5일 만에  $0.0 \pm 0.0$  log로 사멸한 것을 알 수 있었다.

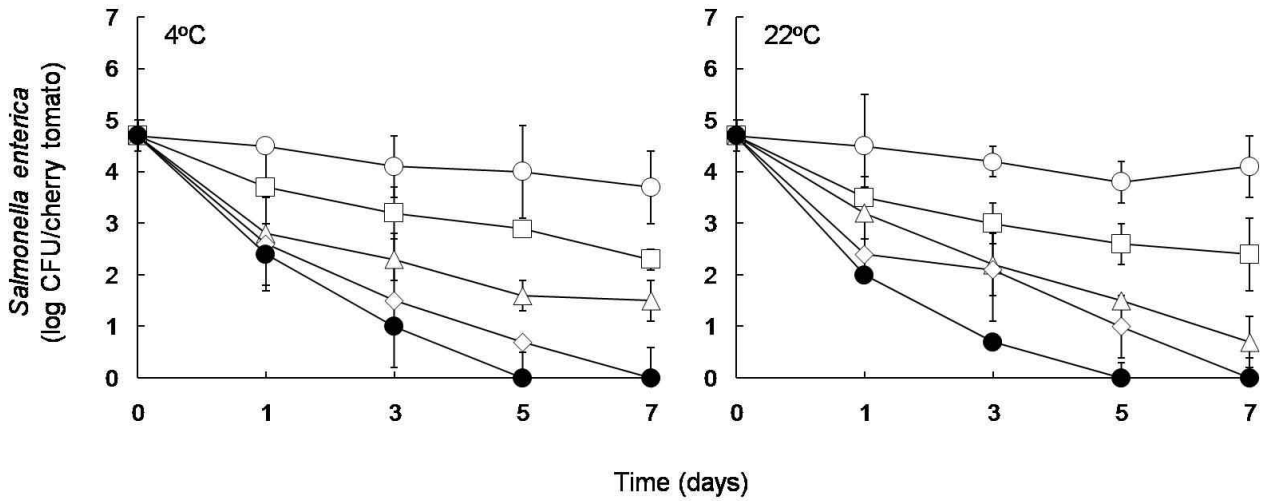


그림 86 *Salmonella enterica*가 방울토마토 표면에 접종된 후, 4°C 또는 22°C에서 7일간 저장하였을 때 *Salmonella enterica*의 개체수 변화 (○: 대조군, □: 2% oregano-small 필름 처리군, △: 2% oregano-large 필름 처리군, ◇: 3% oregano-small 필름 처리군, ●: 3% oregano-large 필름 처리군).

- ④ 그림 87은 *S. enterica*가 접종된 방울토마토를 대조군으로 다양한 농도의 오레가노 오일 함유 PVA 필름과 함께 넣은 샘플을 시료군으로 하여 4°C 또는 22°C의 온도에서 7일간 저장하면서 측정된 곰팡이와 효모 (MY)의 개체수이다. 토마토의 MY의 초기 개체수는  $3.8 \pm 0.1$  log CFU/cherry tomato 이었다. 4°C에 저장한 경우, 오레가노 PVA 필름은 첨가하지 않은 대조군의 MY 개체수는 저장 7일 동안 약 0.8 log ( $3.0 \pm 0.5$  log CFU/cherry tomato) 정도 감소하였다. 방울토마토와 oregano 오일 함유 PVA 필름을 함께 넣은 시료군의 경우, 저장 7일 동안 방울토마토에 존재하는 MY의 개체수는 초기 개체수와 비교하여 1.3 (2% oregano-small), 2.3 (2% oregano-large), 2.7 (3% oregano-small), 2.8 (3% oregano-large) log CFU/cherry tomato 만큼 감소하였다.

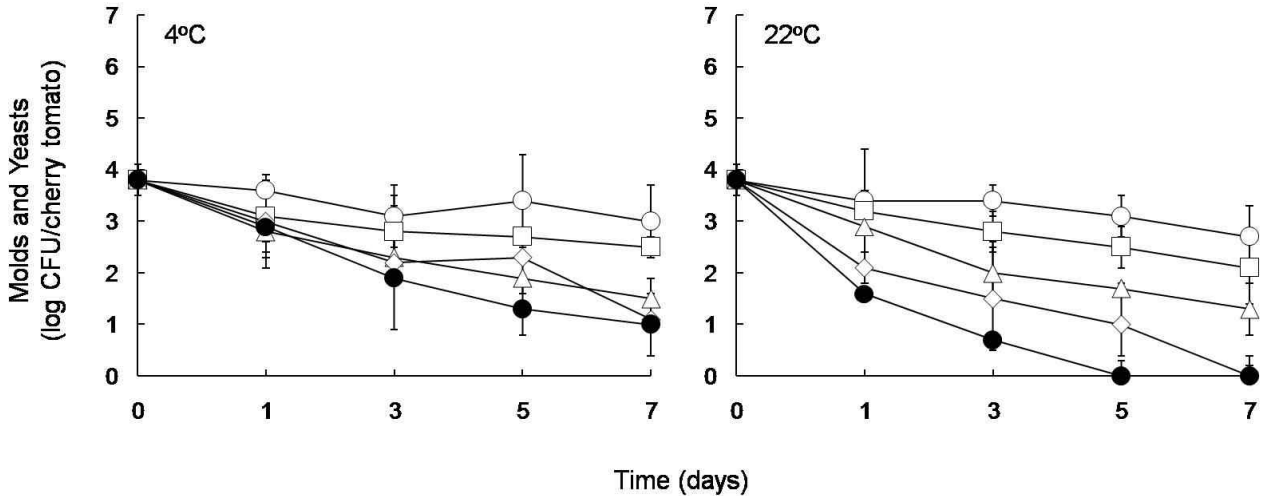


그림 87 *Salmonella enterica*가 방울토마토 표면에 접종된 후, 4°C 또는 22°C에서 7일간 저장하였을 때 곰팡이와 효모 (molds and yeasts)의 개체수 변화 (○: 대조군, □: 2% oregano-small 필름 처리군, △: 2% oregano-large 필름 처리군, ◇: 3% oregano-small 필름 처리군, ●: 3% oregano-large 필름 처리군).

#### 나. 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적용 및 항균효능 평가

##### (1) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 제조

###### (가) 천연항균물질 함유 고분자 (마스터 배치)의 제조

- ① 문헌조사를 통해 식품위해미생물에 대하여 우수한 항균력을 보이는 것으로 알려져 있는 시나몬 에센셜 오일과 구연산을 선정하여 기능성 마스터배치를 제조하였다. 플라스틱 원료 (base resin)인 고분자 LDPE 레진에 항균물질을 첨가하여 일정량의 농도록 농축, 분산시켜 놓은 펠렛 (pellet)형태의 원료를 제조하였다. 그림 88은 구연산과 시나몬 에센셜 오일을 각각 첨가하여 제조한 마스터배치 제조 공정도이다.

**1. 마스터배치 제조 준비**



마스터배치 제작 공장 전경



마스터배치 제작 기기

**2. 원재료 투입**



LDPE 레진 투입

**3. 천연항균물질 혼합**



천연항균물질 첨가  
(시나몬 오일 또는 구연산)

**4. 압출성형**



구연산이 첨가되어 strand  
형태로 압출됨



시나몬 오일이 첨가되어  
strand 형태로 압출됨

**5. 냉각**



냉각 수조



구연산 첨가 strand 형태 냉각



계피정유 첨가 strand 형태 냉각

**6. 절단 및 건조 포장**



절단 및 건조

일정한 크기(pellet)로 절단

포장

그림 88 구연산과 시나몬 에센셜 오일이 각각 함유된 마스터배치 제조 공정도

(나) 천연항균물질 함유 고분자 포장재 (필름)의 제조

- ① 구연산이 함유된 마스터배치와 시나몬 에센셜 오일이 함유된 마스터배치를 각각 LDPE 레진과 다양한 농도로 혼합하여 필름을 제조하였다.

(2) 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 항균효능 평가

(가) 다양한 미생물에 대한 천연항균물질 함유 고분자 포장재의 항균력 확인

- ① 13 종의 식품위해미생물에 대하여 구연산이 함유된 마스터배치로 제조한 필름, 시나몬 오일이 함유된 마스터배치로 제조한 필름, 구연산 함유 마스터배치와 시나몬 오일 함유 마스터배치를 혼합하여 제조한 필름들은 항균력을 보이지 않았다.

다. 항균기체의 항균력을 측정하기 위한 실험기구의 시제품 제작 및 개발

(1) 항균기체의 항균력을 측정하기 위한 실험기구 시제품의 금형틀 제작

(가) 항균기체의 항균력을 측정하기 위해 기존에 개발된 항균력 측정기구를 간편하고 소형화시켜 개별적으로 사용 가능하도록 vial 형태의 모습으로 시제품을 제작하였다. 우선 시제품을 제작하기 위해 시제품의 사출성형을 하기 위한 금형틀을 제작하였다.

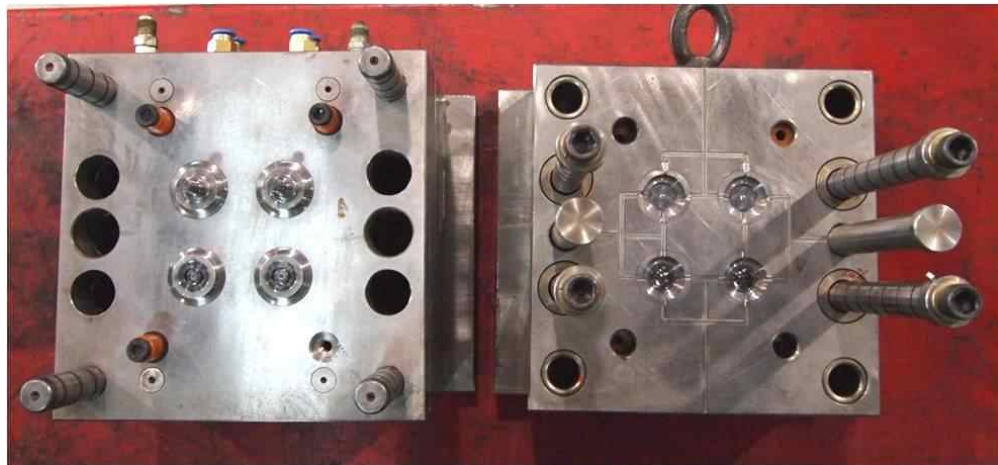


그림 89 시제품을 사출성형하기 위해 제작한 금형틀의 모습

(2) 시제품 제작 과정

### 1. 시제품 제작하기 위해 필요한 재료 준비



### 2. 사출 성형하기 위한 준비 과정



### 3. 시제품 제작 중



### 4. 시제품 제작



그림 90 시제품 제작 과정

### (3) 시제품 완성

(가) polycarbonate 소재로 사출하여 시제품을 제작하였다.



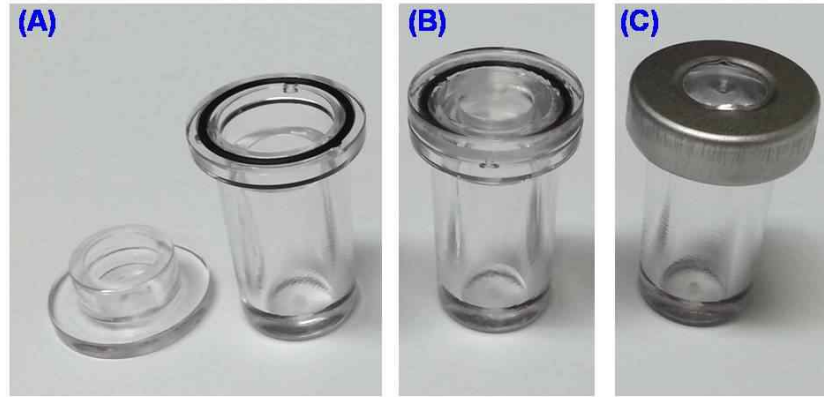


그림 91 완성된 시제품 사진 (A는 cap 부분과 vial 부분으로 구성된 사진, B는 cap과 vial 부분을 일체시킨 사진, C는 밀폐하기 위해 septa를 이용해 sealing한 사진)

【 제1협동 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술 개발 】

1. 1차년도 (2012년)

가. Sachet의 제작



그림 92 산업현장 기술이 적용된 sachet

나. 항균 sachet가 부착된 식품포장용 시제품 개발

(1) 항균 sachet 부착 시, 실제 식품 포장으로의 적용 가능성을 탐색하고 시제품을 개발



그림 93 두부 용기에 sachet를 적용한 시제품 모습

(다) Tray 제조 후 이를 개봉하여 실제로 sachet로부터 오레가노 오일이 방출되는 것을 확인함

**다. 천연항균물질 함유 다층 시트 소재 개발**

(1) 다층 시트의 구조

(가) 0.9mm의 두께

(나) 외층, 중간층(발포층), 내층의 3가지 층으로 구성됨

(다) 층구성

① 안) A / C / B

② 각층은 그 비율이 A층은 10~25%, B층은 10~25%, C층은 50~70%까지 층의 비율을 임의의 형식으로 조절이 가능한 공압출 방식의 설비임.

③ A, C층은 폴리프로필렌(PP) 혹은 폴리스티렌(PS) 수지를 사용 제조 = 약 0.2mm

④ B층(중간층=발포층)은 PP 혹은 PS의 발포수지층으로 제조 = 약0.5mm



그림 94 항균물질이 주입된 다층시트의 단면 및 주입구(40배)

**2. 2차년도 (2013년)**

가. PVA/OEO/TEOS 스트립 개발을 1세부와 함께 진행함

나. 천연항균물질이 함유된 서방성 패드의 방출량 측정 결과

표 34 천연항균물질이 포함된 서방성 패드의 방출량 결과

천연항균물질	방출량 (mg)
타임 (red)	2.515
타임 (white)	1.175
오레가노	0.655
시나몬	1.545

다. PVA/TEOS/EO strip를 실제 용기(tray)에 적용하여 시제품 제작

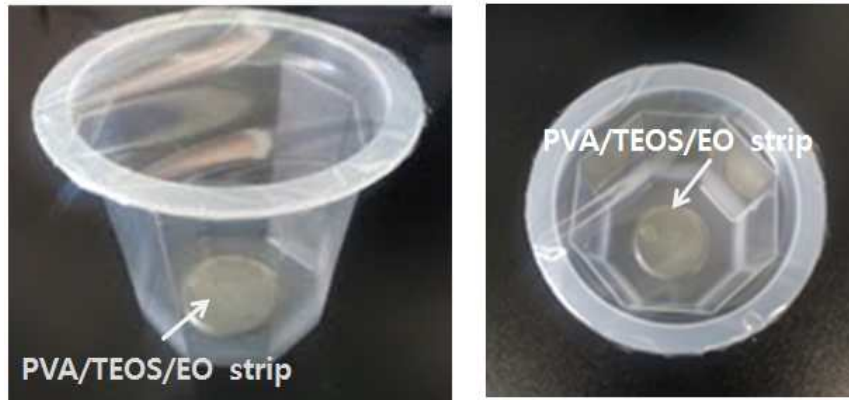


그림 95 PP/EVOH/PP의 재질로 구성된 산소차단과 뛰어난 위생성으로 장기간 보존이 가능한 고투명 압공용기에 strip을 적용

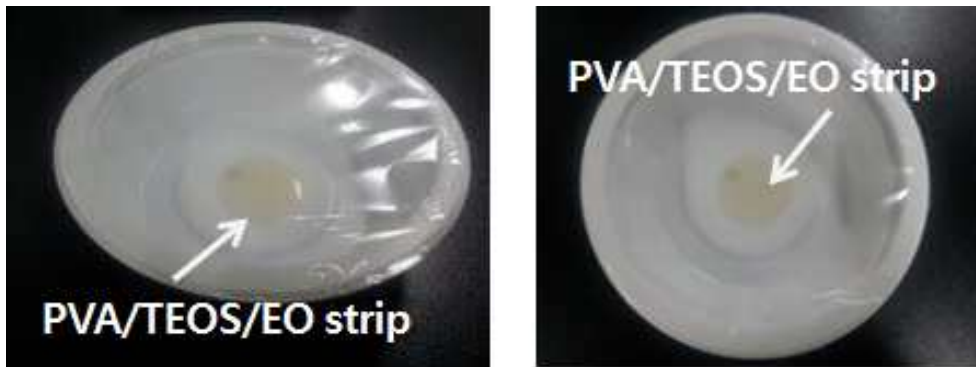


그림 96 PP/EVOH/PP로 구성되어 있으며 상온에서도 장기간 보존이 가능하고 산소 및 수증기 차단성이 우수한 불투명 용기에 strip을 부착하여 적용

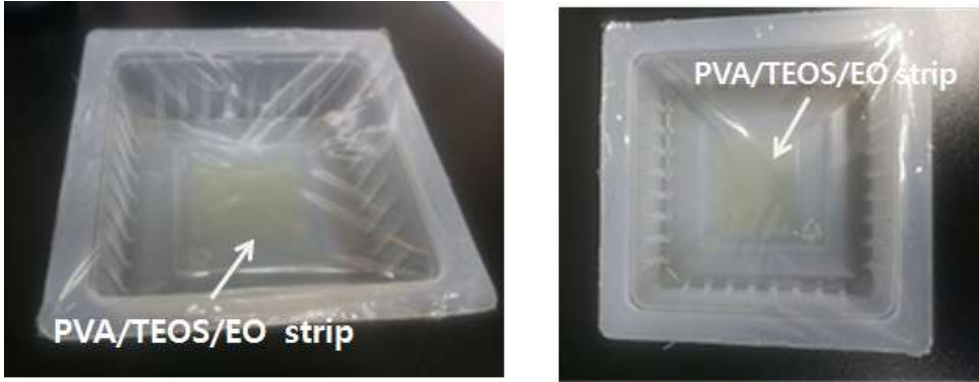


그림 97 PP 소재의 두부용기에 PVA/TEOS/EO strip을 적용



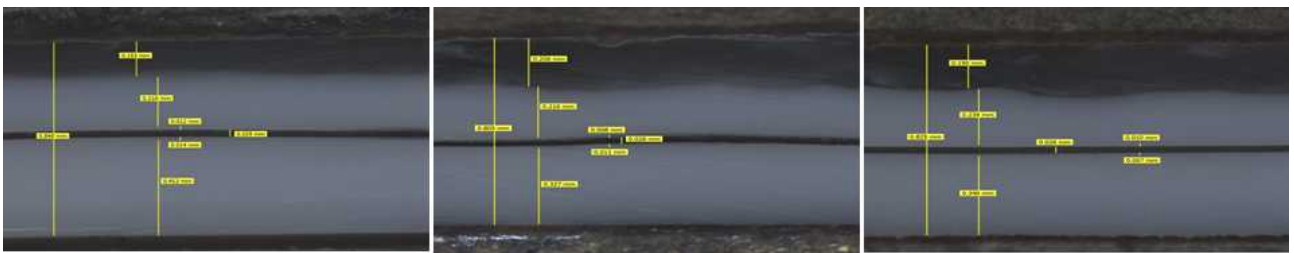
그림 98 상단과 하단부분 모두 PET로 구성된 셀러드용 투명 용기 하단에 strip를 적용

### 3. 3차년도 (2014년)

#### 가. 천연항균물질 함유 합성 고분자 포장재 시제품 개발

##### (1) 시트 및 용기 시제품 측정 결과

##### (가) 구연산 마스터배치 적용 sheet 단층 현미경 촬영 결과



단위: mm

SHEET 두께	0.84	0.805	0.825
M/B 두께	0.153	0.206	0.19
EVOH 두께	0.029	0.028	0.026
접착제 두께	0.012/0.014	0.008/0.011	0.010/0.007

(나) 용기 시제품 측정 결과

표 36 68¢ (평균M/B 15%)DATA (시나몬 오일)

구분	중량	만량	HEIG HT	외경		BODY						BOT TOM
				FLANGE		U		C		L		BC
1	15.53	245.1	106.75	67.64	67.08	0.67	0.63	0.71	0.69	0.63	0.67	1.28
2	15.62	245.0	106.77	67.10	67.37	0.66	0.69	0.71	0.66	0.68	0.63	1.27
3	15.50	245.7	106.65	67.16	67.54	0.64	0.66	0.68	0.67	0.70	0.63	1.19
4	15.54	245.6	106.75	67.08	67.38	0.71	0.63	0.69	0.66	0.67	0.67	1.16
5	15.51	245.8	106.79	67.16	67.35	0.71	0.71	0.71	0.66	0.69	0.69	1.19
6	15.44	245.6	106.65	67.29	67.30	0.63	0.64	0.66	0.66	0.67	0.69	1.28
AVG	15.52	245.47	106.73	67.29		0.66		0.68		0.67		1.23
MAX	15.62	245.76	106.79	67.64		0.71		0.71		0.70		1.28
MIN	15.44	245.00	106.65	67.08		0.63		0.66		0.63		1.16
RAN	0.18	0.76	0.14	0.56		0.08		0.05		0.07		0.12
제품 AVG	15.92	242.47	106.68	67.33		0.60		0.68		0.66		1.23

표 37 68¢ (평균M/B 30%)DATA (시나몬 오일)

구분	중량	만량	HEIG HT	외경		BODY						BOT TOM
				FLANGE		U		C		L		BC
1	15.73	247.0	107.35	68.05	67.86	0.66	0.69	0.72	0.69	0.66	0.67	1.31
2	15.82	247.2	107.15	68.14	67.87	0.70	0.70	0.73	0.67	0.68	0.64	1.31
3	15.77	246.7	107.15	67.96	68.24	0.72	0.69	0.70	0.69	0.69	0.65	1.34
4	15.85	247.6	106.98	67.96	67.98	0.71	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	1.28
5	15.79	246.9	107.01	67.96	67.95	0.71	0.71	0.71	0.72	0.70	0.63	1.29
6	15.81	246.7	107.20	67.94	67.86	0.69	0.73	0.69	0.73	0.68	0.69	1.28
AVG	15.80	247.02	107.14	67.98		0.70		0.70		0.67		1.30
MAX	15.85	247.64	107.35	68.24		0.73		0.73		0.70		1.34
MIN	15.73	246.71	106.98	67.86		0.66		0.67		0.63		1.28
RAN	0.12	0.93	0.37	0.38		0.06		0.06		0.07		0.06
제품 AVG	15.92	242.47	106.68	67.33		0.62		0.68		0.66		1.23

표 38 75¢ (평균M/B 15%)DATA (시나몬 오일)

구분	중량	만량	HEIG HT	외경		BODY						BOT TOM
				FLANGE		U		C		L		BC
1	16.12	281.1	107.56	75.24	75.08	0.69	0.68	0.71	0.68	0.71	0.69	0.78
2	16.24	283.4	107.42	75.10	75.37	0.64	0.68	0.70	0.68	0.75	0.70	0.75
3	16.03	282.2	107.44	75.06	75.04	0.68	0.67	0.70	0.67	0.73	0.76	0.74
4	15.97	281.9	107.67	75.08	75.28	0.67	0.70	0.73	0.70	0.70	0.81	0.78
5	15.99	282.7	107.39	75.16	75.25	0.68	0.67	0.69	0.69	0.75	0.71	0.80
6	16.05	280.8	107.55	75.24	75.30	0.66	0.68	0.70	0.67	0.75	0.70	0.89
7	16.13	281.2	107.49	75.06	75.04	0.64	0.64	0.69	0.67	0.74	0.72	0.82
8	16.21	282.0	107.50	75.08	75.28	0.70	0.70	0.67	0.69	0.72	0.67	0.75
AVG	16.09	281.91	107.50	75.18		0.68		0.69		0.73		0.79
MAX	16.24	283.40	107.67	75.37		0.70		0.73		0.81		0.89
MIN	15.97	280.80	107.39	75.04		0.64		0.67		0.69		0.74
RAN	0.27	2.60	0.28	0.33		0.06		0.06		0.12		0.15
제품 AVG	15.27	279.66	107.72	74.99		0.67		0.67		0.69		0.88

표 39 75¢ (평균M/B 30%)DATA (시나몬 오일)

구분	중량	만량	HEIG HT	외경		BODY						BOT TOM
				FLANGE		U		C		L		BC
1	15.73	247.0	107.35	68.05	67.86	0.60	0.68	0.63	0.61	0.66	0.67	0.90
2	15.82	247.2	107.15	68.14	67.87	0.64	0.68	0.64	0.61	0.65	0.64	0.88
3	15.77	246.7	107.15	67.96	68.24	0.60	0.67	0.64	0.62	0.66	0.65	0.89
4	15.85	247.6	106.98	67.96	67.98	0.63	0.66	0.64	0.63	0.63	0.67	0.89
5	15.79	246.9	107.01	67.96	67.95	0.63	0.67	0.62	0.64	0.65	0.63	0.92
6	15.81	246.7	107.20	67.94	67.86	0.62	0.68	0.64	0.63	0.68	0.69	0.91
7	15.79	247.0	107.27	67.66	68.64	0.64	0.64	0.62	0.64	0.62	0.72	0.88
8	15.83	247.3	106.91	67.76	67.88	0.57	0.68	0.61	0.68	0.63	0.69	0.90
AVG	15.80	247.06	107.13	67.98		0.65		0.63		0.66		0.90
MAX	15.85	247.64	107.35	68.24		0.68		0.64		0.69		0.92
MIN	15.73	246.71	106.91	67.86		0.60		0.61		0.63		0.88
RAN	0.12	0.93	0.44	0.38		0.09		0.03		0.06		0.04
제품 AVG	15.27	279.66	107.72	74.99		0.67		0.67		0.69		0.88

표 40 사각햇반 300(항균 M/B 15%) DATA (구연산)

NO	중량	만량	높이	FLANGE				SKIRT				BODY CENTER				B/C
				1	2	3	4	M/D		T/D		M/D		T/D		
1	13.82	435.7	42.51	0.58	0.60	0.56	0.64	0.30	0.31	0.31	0.31	0.34	0.38	0.38	0.41	0.70
2	13.79	435.1	42.46	0.62	0.63	0.60	0.68	0.32	0.30	0.33	0.39	0.37	0.39	0.38	0.37	0.70
3	13.88	435.5	42.67	0.69	0.65	0.60	0.60	0.31	0.31	0.31	0.36	0.39	0.37	0.37	0.35	0.71
4	13.90	435.7	42.70	0.66	0.68	0.65	0.63	0.31	0.32	0.32	0.32	0.38	0.39	0.37	0.39	0.70
5	13.72	435.6	42.82	0.70	0.62	0.58	0.61	0.32	0.32	0.31	0.33	0.41	0.37	0.38	0.38	0.68
6	13.86	435.4	42.79	0.62	0.65	0.62	0.64	0.30	0.30	0.34	0.32	0.37	0.39	0.40	0.40	0.69
7	13.75	435.2	42.74	0.56	0.60	0.61	0.59	0.30	0.31	0.32	0.31	0.37	0.38	0.44	0.39	0.70
8	13.80	435.6	43.20	0.64	0.64	0.64	0.57	0.32	0.31	0.34	0.30	0.39	0.40	0.36	0.36	0.70
AVG	13.82	435.4 6	42.74	0.62				0.31		0.33		0.38		0.38		0.70
MAX	13.90	435.7 1	43.20	0.70				0.32		0.39		0.41		0.44		0.71
MIN	13.72	435.0 5	42.46	0.56				0.30		0.30		0.34		0.35		0.68
RAN	0.18	0.66	0.74	0.14				0.02		0.09		0.07		0.08		0.03
제품 AVG	15.44	431.9 4	42.74	0.62				0.39		0.39		0.38		0.40		0.70

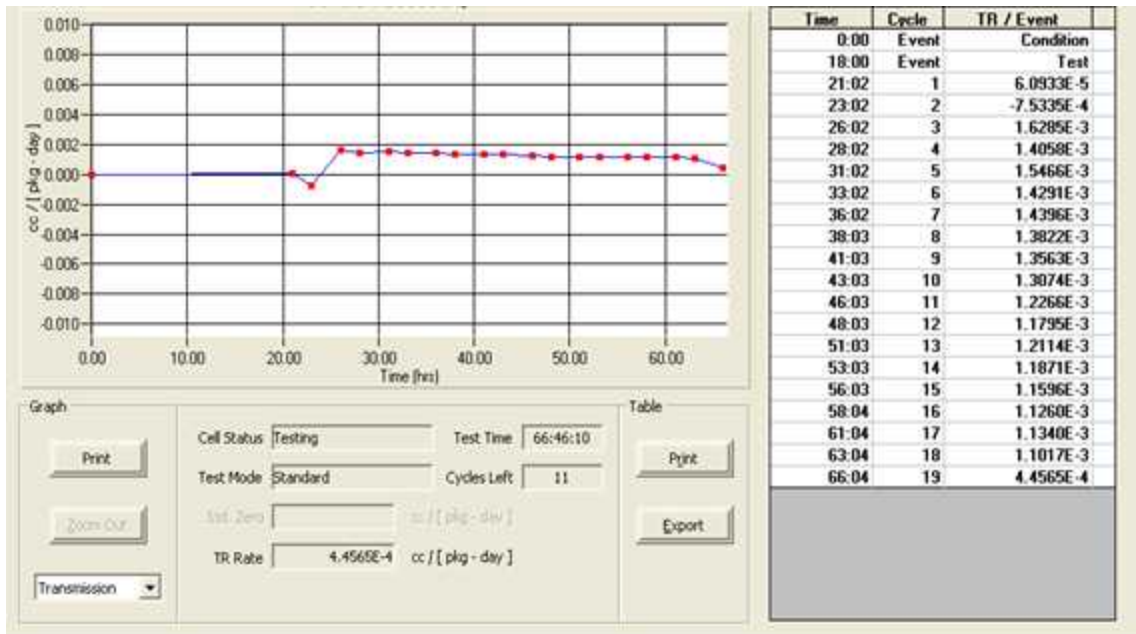
① 품질 규격 측정 결과 본제품 품질 규격 및 스펙에 양호 함.

(다) 산소투과도 및 열안정성 결과

① 산소투과도 측정 결과: 구연산M/B, 사각 햇반 용기

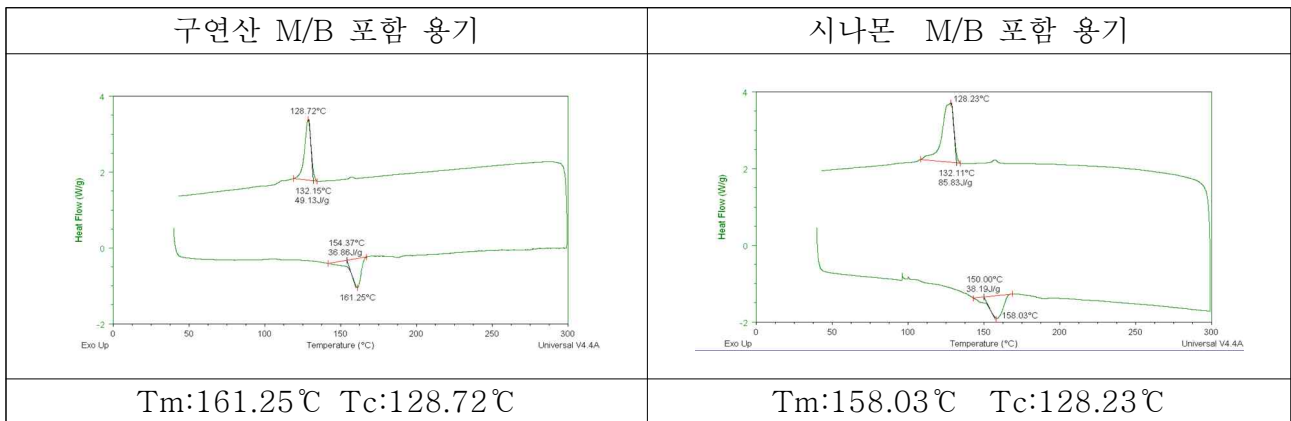
항목	(cc/package day atm)	(cc/m <sup>2</sup> day atm)
측정값	0.00110	0.22





- 기존 다층 햇반 용기와 차이 없음 ( 기존 산소 투과도 결과 값 : 0.2~0.4 cc/m<sup>2</sup> day atm)
- IML CUP 용기는 단층 용기라 산소투과도 측정 불가 ( Poly propylene 단층 용기 산소투과도 값 : 1000 cc/m<sup>2</sup> day atm 이상)

② DSC 측정 결과



- DSC 측정 결과 : 기존 용기와 차이 없음

(2) 경제성 평가

(라) 사각햇반 300(향균 M/B 15%, 구연산)

기안일자 : '14. 11. 11 기안자 : 김정희 제 목 : 사각햇반 300g 생산전제  <b>1. 품 명 : 사각햇반 300g (양품)</b> <b>2. 원재료비</b> 비 중 0.93 수 율 95 % - 수출감안 원재료비 <b>2,221 원/Kg</b>  <b>3. T R A Y</b>	기안일자 : '14. 11. 14 기안자 : 이희규 제 목 : 국책과제A 향균SHEET 사각햇반 300g  <b>1. 품 명 : 국책과제A 향균SHEET</b> <b>2. 원재료비</b> 비 중 0.94 수 율 95 % - 수출감안 원재료비 <b>2,322 원/Kg</b>  <b>3. T R A Y</b>																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th rowspan="2">단 위</th> <th colspan="2">내 용</th> </tr> <tr> <th colspan="2">'14년 생산실적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>본당이론중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>15.8</td> <td>/ 35.1</td> </tr> <tr> <td>본당소요중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>24.2</td> <td>/ 53.7</td> </tr> <tr> <td>본당수율중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>26.4</td> <td>/ 58.7</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	단 위	내 용		'14년 생산실적		본당이론중량/원재료비	g, 원	15.8	/ 35.1	본당소요중량/원재료비	g, 원	24.2	/ 53.7	본당수율중량/원재료비	g, 원	26.4	/ 58.7	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th rowspan="2">단 위</th> <th colspan="2">내 용</th> </tr> <tr> <th colspan="2">'14년 생산실적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>본당이론중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.1</td> <td>/ 32.8</td> </tr> <tr> <td>본당소요중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>21.6</td> <td>/ 50.2</td> </tr> <tr> <td>본당수율중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>25.5</td> <td>/ 59.1</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	단 위	내 용		'14년 생산실적		본당이론중량/원재료비	g, 원	14.1	/ 32.8	본당소요중량/원재료비	g, 원	21.6	/ 50.2	본당수율중량/원재료비	g, 원	25.5	/ 59.1
구 분			단 위	내 용																																	
	'14년 생산실적																																				
본당이론중량/원재료비	g, 원	15.8	/ 35.1																																		
본당소요중량/원재료비	g, 원	24.2	/ 53.7																																		
본당수율중량/원재료비	g, 원	26.4	/ 58.7																																		
구 분	단 위	내 용																																			
		'14년 생산실적																																			
본당이론중량/원재료비	g, 원	14.1	/ 32.8																																		
본당소요중량/원재료비	g, 원	21.6	/ 50.2																																		
본당수율중량/원재료비	g, 원	25.5	/ 59.1																																		

	사각 햇반 제품	향균 M/B 15% 함유 용기 (구연산)
원재료비 (원/kg 당)	2,221	2,322
용기 비용(원 /용기 1개당)	58.7	59.1

(마) 68ϕ IML CUP (향균M/B,시나몬 오일)

기안일자 : '14. 11. 11 기안자 : 이희규 제 목 : ϕ68 IML cup  <b>1. 품 명 : ϕ68 IML CUP</b> <b>2. 원재료비</b> 비 중 0.92 수 율 99.2 % - 원재료비 <b>1,908 원/Kg</b>  <b>3. T R A Y</b>	기안일자 : '14. 11. 14 기안자 : 김정희 제 목 : ϕ68 시나몬M/B IML CUP 생산전제(시나몬/B 15%)  <b>1. 품 명 : ϕ68 IML CUP</b> <b>2. 원재료비</b> 비 중 0.95 수 율 98.9 % - 원재료비(수출적용) <b>5,456 원/Kg</b>  <b>3. T R A Y</b>	기안일자 : '14. 11. 14 기안자 : 김정희 제 목 : ϕ68 시나몬M/B IML CUP 생산전제(시나몬/B 30%)  <b>1. 품 명 : ϕ68 IML CUP</b> <b>2. 원재료비</b> 비 중 0.99 수 율 98.9 % - 원재료비(수출적용) <b>8,973 원/Kg</b>  <b>3. T R A Y</b>																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th rowspan="2">단 위</th> <th colspan="2">내 용</th> </tr> <tr> <th colspan="2">'13년 IML #5 실적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>본당이론중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.20</td> <td>/ 27.09</td> </tr> <tr> <td>본당소요중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>0.0</td> <td>/ -</td> </tr> <tr> <td>본당수율중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.31</td> <td>/ 27.31</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	단 위	내 용		'13년 IML #5 실적		본당이론중량/원재료비	g, 원	14.20	/ 27.09	본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -	본당수율중량/원재료비	g, 원	14.31	/ 27.31	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th rowspan="2">단 위</th> <th colspan="2">내 용</th> </tr> <tr> <th colspan="2">'13년 IML #5 실적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>본당이론중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.25</td> <td>/ 77.75</td> </tr> <tr> <td>본당소요중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>0.0</td> <td>/ -</td> </tr> <tr> <td>본당수율중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.41</td> <td>/ 78.61</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	단 위	내 용		'13년 IML #5 실적		본당이론중량/원재료비	g, 원	14.25	/ 77.75	본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -	본당수율중량/원재료비	g, 원	14.41	/ 78.61	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th rowspan="2">단 위</th> <th colspan="2">내 용</th> </tr> <tr> <th colspan="2">'13년 IML #5 실적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>본당이론중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.25</td> <td>/ 127.87</td> </tr> <tr> <td>본당소요중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>0.0</td> <td>/ -</td> </tr> <tr> <td>본당수율중량/원재료비</td> <td>g, 원</td> <td>14.41</td> <td>/ 129.29</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	단 위	내 용		'13년 IML #5 실적		본당이론중량/원재료비	g, 원	14.25	/ 127.87	본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -	본당수율중량/원재료비	g, 원	14.41	/ 129.29
구 분			단 위	내 용																																																				
	'13년 IML #5 실적																																																							
본당이론중량/원재료비	g, 원	14.20	/ 27.09																																																					
본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -																																																					
본당수율중량/원재료비	g, 원	14.31	/ 27.31																																																					
구 분	단 위	내 용																																																						
		'13년 IML #5 실적																																																						
본당이론중량/원재료비	g, 원	14.25	/ 77.75																																																					
본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -																																																					
본당수율중량/원재료비	g, 원	14.41	/ 78.61																																																					
구 분	단 위	내 용																																																						
		'13년 IML #5 실적																																																						
본당이론중량/원재료비	g, 원	14.25	/ 127.87																																																					
본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/ -																																																					
본당수율중량/원재료비	g, 원	14.41	/ 129.29																																																					

	68ϕ IML CUP (작은 컵)	68ϕ 향균 M/B 15% 함유 (시나몬)	68ϕ 향균 M/B 30% 함유(시나몬)
원재료비 (원/kg 당)	1,908	5,456	8,973
용기 비용(원 /용기 1개당)	27.31	78.61	129.29

기안자 : 이 지 현 제 목 : Φ75 IML CUP 생산전제  1. 품 명 : Φ75 IML CUP - 16.0g 2. 원재료비                   비 중 0.92 수 율 98.94 % - 원재료비(수율적용)   1,938 원/Kg  3. T R A Y			기안일자 : '14. 11. 14 기안자 : 김 정 희 제 목 : Φ75 시나몬M/B IML CUP 생산전제(15%)  1. 품 명 : Φ75 IML CUP 2. 원재료비                   비 중 0.95 수 율 97 % - 원재료비(수율적용)   5,563 원/Kg  3. T R A Y			기안일자 : '14. 11. 14 기안자 : 김 정 희 제 목 : Φ75 시나몬M/B IML CUP 생산전제(단가 확인용)  1. 품 명 : Φ75 IML CUP 2. 원재료비                   비 중 0.99 수 율 97 % - 원재료비(수율적용)   9,149 원/Kg  3. T R A Y									
구	분	단 위	내	용	구	분	단 위	내	용	구	분	단 위	내	용	
			'13년 IML #5 실적					IML 5호기					'13년 IML #5 실적		
본당이론중량/원재료비		g, 원	16.00	/	31.01	적 용 성 령 기			IML 5호기	적 용 성 령 기				IML 5호기	
본당소요중량/원재료비		g, 원	0.00	/	0.00	본당이론중량/원재료비	g, 원	13.50	/	75.10	본당이론중량/원재료비	g, 원	13.50	/	123.51
본당수율중량/원재료비		g, 원	13.56	/	26.28	본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/	-	본당소요중량/원재료비	g, 원	0.0	/	-
						본당수율중량/원재료비	g, 원	13.78	/	76.63	본당수율중량/원재료비	g, 원	13.78	/	126.03

	68Φ IML CUP (작은 컵)	68Φ 향균 M/B 15% 함유 (시나몬)	68Φ 향균 M/B 30% 함유(시나몬)
원재료비 (원/kg 당)	1,938	5,563	9,149
용기 비용(원 /용기 1개당)	26.28	76.63	126.03

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제1절 연구개발 목표의 달성도

【 제1세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발 】

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발내용	달성도 (%)
1차 년도 (2012)	천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술 개발	천연항균물질의 탐색	100
		천연항균물질의 미세캡슐화 및 그 특성 연구	100
		천연항균물질 방출 sachet개발을 위한 기초연구	100
		천연항균 미세캡슐을 이용한 sachet의 개발 및 방출경향 분석	100
		천연항균캡슐을 포함한 sachet의 항균 력	100
		천연항균캡슐 sachet 적용 중 신선 식 품의 품질지표 확인	100
2차년도 (2013)	천연항균물질 방출 항균 sachet 의 신선식품 포장으로의 적용	천연항균물질 방출 항균 sachet 적용 중 신선식품의 품질지표 및 미생물 저감화 확인	100
		천연항균물질 탐색	100
	천연항균물질 미세캡슐 함유 코 팅 항균포장재의 기술개발	천연항균물질 미세캡슐 함유 코팅 기술 확립	100
		천연항균물질 미세캡슐 코팅 소재의 물리적 특성 측정	100
		미세캡슐 함유 코팅 항균포장재의 항균물질 방출 경향 분석	100
미세캡슐을 함유한 항균포장재 적용 중 신선식품의 품질지표 측정	100		
3차년도 (2014)	천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재 신선식품 포장으로의 적용	미세캡슐 코팅 포장재 적용 중 신선식품의 품질지표 변화 확인	100
		천연항균물질 함유 고분자 포장재 개발을 위한 조건 확립 및 기술 모색	100
	천연항균물질 함유 고분자 포장재의 기술개발	사출 성형기 등을 이용한 항균 필름 또는 시트 제작	100
천연항균물질 함유 포장재의 물리적 특성,		100	

		방출 경향 확인	
		포장재 적용 중 신선식품의 품질변화 확인	100

【 제2세부 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 위생안전성 검증 】

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발내용	달성도 (%)
1차 년도 (2012)	천연항균물질 방출 sachet 의 식중독균 저해능력 확인	전반적인 연구수행을 위한 기초 연구로 각 세부 연구 수행에 필요한 실험인자들 결정	100
		식중독균의 신선식품 표면의 바이오필름 형성 조건 확인/시스템 구축	100
		1세부에서 선정한 천연항균물질의 항균 특성 확인	100
		식품유래 천연항균물질 탐색 (600종 이 상)	100
		천연항균 미세캡슐 함유 항균 sachet의 식품위해미생물별 항균특성 확인	100
2차년도 (2013)	천연항균기체 방출 항균 sachet의 적용	천연항균기체 (30종이상)의 <i>E. coli</i> O157:H7에 대한 최소저해농도와 최소치사농도 확인	100
		항균가스의 조합처리에 의한 <i>E. coli</i> O157:H7 저해 시너지 확인	100
		천연항균기체의 방출 sachet를 이용한 신선식품의 <i>E. coli</i> O157:H7 제어	100
	천연항균물질이 코팅 처리된 항균포장기술의 개발을 위한 천연항균물질의 선정/ 항균특 성 평가	1차년도에 <i>L. monocytogenes</i> 또는 <i>S.</i> <i>aureus</i> 에 항균력을 보인 천연식물추출물들의 최소저해농도와 최소치사농도 확인	100
식품표면 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연항균물질들의 <i>L. monocytogenes</i> 또는 <i>S. aureus</i> 에 대한 항균효과 확인		100	
3차년도 (2014)	천연항균물질들이 코팅 처리 된 항균포장기술의 적용 및 항균효능 평가	천연식물추출물의 조합처리에 의한 <i>L.</i> <i>monocytogenes</i> 또는 <i>S. aureus</i> 의 살 균시너지 확인	100
		식품 또는 식품접촉 표면에 코팅된 천연 항균조합물의 <i>L. monocytogenes</i> 또는 <i>S. aureus</i> 에 대한 항균시너지 확인	100
		천연항균물질 함유 미세캡슐 코팅 항균 포장재의 항균효과 검증	100
	천연항균물질 함유 고분자 포 장재의 적용 및 항균 특성 평	천연항균물질 함유 고분자 포장재의 적 용 중 신선식품의 위해미생물 생육 저해	100

가	효과 확인
---	-------

【 제1협동 : 천연항균물질 함유 능동형 식품포장기술의 현장적용기술 개발 】

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발내용	달성도 (%)
1차 년도 (2012)	천연항균물질 방출 sachet의 현장적용 기술 개발	천연항균물질의 휘발성을 제어하기 위해 마이크로캡슐화를 시도	100
		천연항균물질 함유 마이크로캡슐을 이용 한 sachet 제작	100
		항균 sachet가 부착된 식품포장용 시제 품 개발	100
		천연항균물질 함유 다층 시트 소재 개발	100
2차년도 (2013)	천연항균물질 함유 서방성 패드의 현장 적용 기술 개발	천연항균물질이 포함된 서방성 패드 제작	100
		천연항균물질이 포함된 서방성 패드를 사용하여 방출 농도 측정	100
	천연항균물질이 함유된 코팅 스트립의 현장 적용 기술 개발	천연항균물질 미세캡슐 함유 코팅 스트립 제작	100
		천연항균물질 미세캡슐을 함유한 식품포장용 코팅 스트립 시제품 개발	100
3차년도 (2014)	천연항균물질이 포함된 미세캡슐분말을 함유한 고분자 식품 포장 필름 제작	벽 물질로 PVA를 사용하여 천연항균물질이 함유된 미세캡슐분말 제조	100
		제작된 천연항균미세캡슐과 PP/PE 플라스 틱 수지와 혼합하여 사출성형기를 이용하여 필름 제작	100
		산업화를 위한 생산 공정에 적합한 조건 확 립, 시제품 제작 및 실제 제품 적용 가능성 평가	100

## 제2절 관련분야 기술발전예의 기여도

### 1. 산업화방향

가. 범용 식품포장 소재인 PP(폴리프로필렌)의 경우 약 20,000원/kg의 원가를 보이며, 대 표적 천연 항균제인 시나몬 오일의 경우 순도에 따라 50,000~150,000원 정도이다.

항균제를 1% 정도의 농도로 필름에 적용한다고 가정한다면, 필름 kg당 500원 정도의 가격상승이 예상되며, 게다가 일반적으로 항균물질은 희석하여 적용하므로 최종 항균 포장필름의 가격 상승분이 기능성에 비해 작은 수준임을 유추할 수 있음. 최종 제품의 가격 경쟁력은 충분하다고 분석됨.

- 나. 최종 개발될 천연 항균물질 함유 마이크로캡슐과 이것을 포장재에 적용한 항균포장재는 항균력의 효율, 대상 식품과의 조화도, 항균활성의 지속성 등을 면밀히 검토 실험 개발하여 최종적으로 산업화 및 대량 생산이 가능하도록 시제품을 제작, 제시할 것임.
- 다. 본 연구가 성공적으로 수행된다면 식품의 안전성 관련 사고를 방지할 수 있는 기능성 고부가가치 신소재 개발을 가져올 것임.
- 라. 국내 시장뿐만 아니라 수출용 농산물 포장으로도 적용 가능하며, 이를 통해 위생안전성에 있어 국제적 수준의 수출경쟁력을 기대할 수 있음.

## 2. 산업화를 통한 기대효과 (추정)

(단위 : 백만원)

항 목 \ 산업화 기준	1차년도	2차년도	3차년도	계
직접 경제효과	1,000	1,000	2,000	4,000
경제적 파급효과	1,000	1,000	1,000	3,000
부가가치 창출액	2,000	2,000	3,000	7,000
합 계	4,000	4,000	6,000	14,000

- ※ 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- ※ 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- ※ 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제1절 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

#### 1. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품종				시제품 개발	논문		기타 (학술발 표)
	출원	등록	품종 명칭등 등록	품종생 수입판 매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차 년도	목표	1					1		1	
	달성	1					1	1		6
2차 년도	목표	1					1	2	1	
	달성	1					2	2	1	5
3차 년도	목표	1						2	1	
	달성	국내2 해외1	2				1	3	0	5
계	목표	3					2	4	3	
	달성	5	2				4	6	1	16

가. 논문 성과의 경우 비SCI급 논문 목표를 SCI급 논문 게재에서 초과 달성함.

#### 2. 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	1	1			
	달성	0	0			

가. 기술이전 및 상품화는 제1협동인 SR테크노팩에서 목표 달성을 위한 사전 작업 중임.

### 제2절 연구개발 성과 현황

#### 1. 논문 게재 성과



계재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2013년	Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation	김성진	한재준	조아름	Food Control	29(1), pp.112-120	국외	SCI
2013년	Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas	오정민	한재준	조현주, 조아름, 김성진	Food Control	31(2), p.403-409	국외	SCI
2013년	Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef	김성진	한재준	민세철, 신호진, 이윤정, 조아름, 김소연	Meat Science	93(3), p.715-722	국외	SCI
2013년	식물유래 천연항균물질 첨가에 의한 김치의 발효조절	서현선	류지훈	김선화, 김진솔, 한재준	한국식품 과학회지	45(5), p.1-7	국내	비SCI
2014년	Efficacy of gaseous chlorine dioxide in inactivating <i>Bacillus cereus</i> spores attached to and in a biofilm on stainless steel*	Hyegyeng Nam, Hyun-Sun Seo	Jee-Hoon Ryu	Jihyun Bang, Hoikyung Kim, Larry R. Beuchat	International Journal of Food Microbiology	188 p.122-127	국외	SCI
2015년	Characterization of physical, mechanical, and antioxidant properties of soy protein-based bioplastic films containing	Jaejoon Han	Jaejoon Han	So-Hyang Shin, Ki-Moon Park, Ki Myong Kim	Food Science and Biotechnology	24(3) p.871-877	국내	SCI

	carboxymethylcellulose and catechin							
2015년	Fate of mesophilic aerobic bacteria and <i>Salmonella enterica</i> on the surface of eggs as affected by chicken feces, storage temperature, and relative humidity*	Sunhyun-g Park, Seonyeong Choi	Jee-Hoon Ryu	Jihyun Bang, Hoikyung Kim, Larry R. Beuchat	Food Microbiology	미정**	국외	SCI

\* 본 2편의 논문은 JCR 기준 상위 10% 저널에 게재되었음.

\*\* 본 논문은 게재 확정되었으나 아직 게재 권(호)수가 확정되지 않음.

## 2. 특허 성과

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2012	천연 항균제를 함유하는 다층 시트(Laminate sheet containing Natural antibacterial agent)	이생테크노팩	한국	10-2012-118007
2013	천연항균제를 함유하는 서방성패드	에스알테크노팩	한국	10-2013-125944
2014	기체의 항균력 측정장치 및 기체의 항균력 측정방법	고려대학교 산학협력단	한국	2014-0029504
2014	이산화염소 기체를 이용한 무균 식물 종자의 생산 방법	고려대학교 산학협력단	한국	2014-0063547
2014	기체의 항균력 측정장치 및 기체의 항균력 측정방법 (Apparatus and Method for Measuring Antimicrobial Activity of Gas)	고려대학교 산학협력단	PCT	*

\* 본 특허는 출원되었으나 고려대학교 산학협력단으로부터 출원 번호를 받지 못하였음.

등록된 특허의 경우				
등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2014	기체의 항균력 측정장치 및 기체의 항균력 측정방법	고려대학교 산학협력단	한국	10-1406387
2014	이산화염소 기체를 이용한 무균 식물 종자의 생산 방법	고려대학교 산학협력단	한국	10-1465409

### 3. 학술대회 발표 성과

연번	발표자	발표제목	발표일시	국가	장소	발표내용
1	김성진, 조아름, 한재준	Potential application of leafy vegetable extracts as natural preservatives for meat products	2012-06-01	한국	창원	포스터 발표
2	조아름, 이윤정, 김성진, 한재준	Microencapsulation of essential oils by polyvinyl alcohol to develop antibacterial sachet	2012-06-14	한국	대전	포스터 발표
3	김성진, 조아름, 이윤정, 한재준	Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of Leafy Green Vegetable Extracts and Their Application to Fresh Meat Preservation	2012-06-14	한국	대전	포스터 발표
4	서현선, 류지훈	Control of kimchi fermentation by naturally occurring antimicrobial agents	2012-06-12	한국	대전	포스터 발표
5	방지현, 김희경, 류지훈	Development of DNA Microarray Chip Containing Non-sequenced Genomic DNA Fragments for the Detection of <i>Listeria monocytogenes</i> in Milk	2012-07-24	미국	로드아일랜드	포스터 발표
6	조아름, 신소향, 한재준	PVA(polyvinyl alcohol)을 이용한 essential oil 향균 캡슐의 천연포장기술 개발	2012-10-12	한국	제주	포스터 발표
7	서현선, 류지훈	Control of kimchi fermentation by the addition of naturally occurring antimicrobial agents	2013-07-15	미국	시카고	포스터 발표
8	서현선, 류지훈	Development of antimicrobial sachet containing oregano microcapsules to inhibit the growth of <i>Erwinia chrysanthemi</i> on fresh iceberg lettuce	2013-08-29	한국	천안	포스터 발표
9	서현선, 류지훈	Development of an antimicrobial film to inhibit the growth of foodborne pathogens	2013-11-14	한국	광주	포스터 발표
10	Sang-Jo Kwon; Jaejoon Han	Development of an Antimicrobial Packaging Material Using a Microencapsulated	2013-07-14	미국	시카고	포스터 발표

		Essential Oil with Polyvinyl Alcohol				
11	Heon-Joo J o o ; Jaejoon Han	Antioxidant and Antimicrobial Activities of Various Leafy Herbal Teas	2013-07-16	미국	시카고	포스터 발표
12	Sang-jo Kwon, Jaejoon Han	Growth inhibition of <i>Erwinia chrysanthemi</i> by applying an antimicrobial sachet containing microcapsules of oregano essential oil on fresh-cut iceberg l	2014-08-17	캐나다	몬트리올	포스터 발표
13	Sang-jo Kwon	Incorporation of Antimicrobial Essential Oil into Polyvinyl Alcohol Microcapsule and Its Application for Fresh Food Packaging	2014-08-25	한국	광주	구두 발표
14	Hyun-Sun Seo, Jee-Hoon Ryu	Development of an Experimental Method to Evaluate Inhibitory Activities of Gaseous Antimicrobial Agents	2014-08-05	미국	인디애나 폴리스	포스터 발표
15	Hyegyeng Nam, Hyun-Sun Seo, Jee-Hoon Ryu	Inactivation of <i>Bacillus cereus</i> Attached to and in Biofilm on a Stainless Steel Surface by Combined Treatment of Gaseous Chlorine dioxide and Heat	2014-08-06	미국	인디애나 폴리스	포스터 발표
16	Hyun-Sun Seo, Jee-Hoon Ryu	Development of an Experimental Apparatus and Method to Determine Antimicrobial Activities of Gaseous Agents	2014-10-27	한국	대전	구두 발표

#### 4. 수상 성과

본 연구과제의 연구 내용을 바탕으로 국외 수상 1건, 국내 수상 3건의 성과를 이룸.

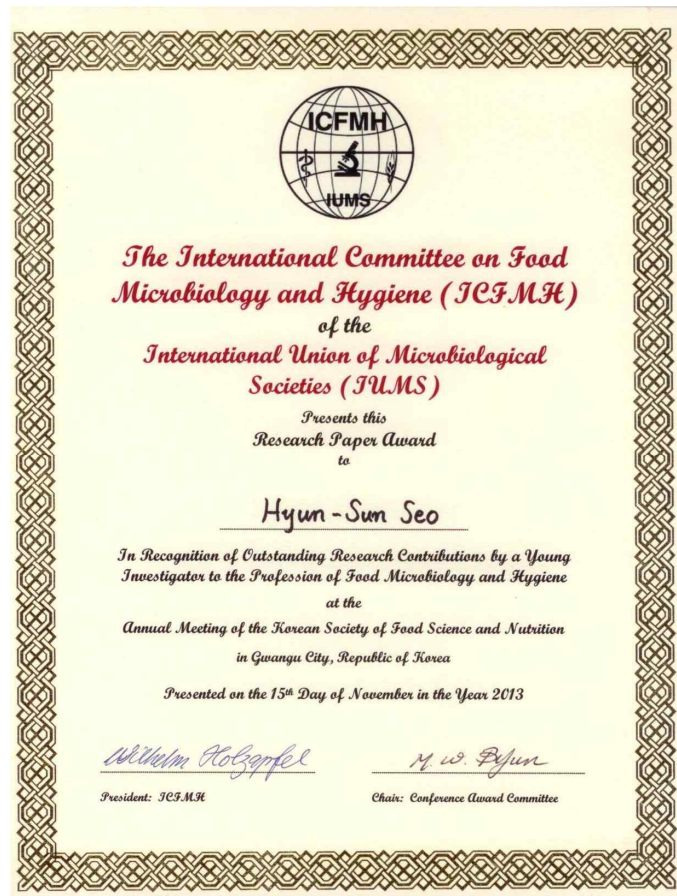
##### 가. 국외 수상

(1) 2013 The International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH) of the International Union of Microbiological Societies (IUMS) presents this Research Paper Award.

(가) 발표제목: Development of an antimicrobial film to inhibit the growth of foodborne pathogens

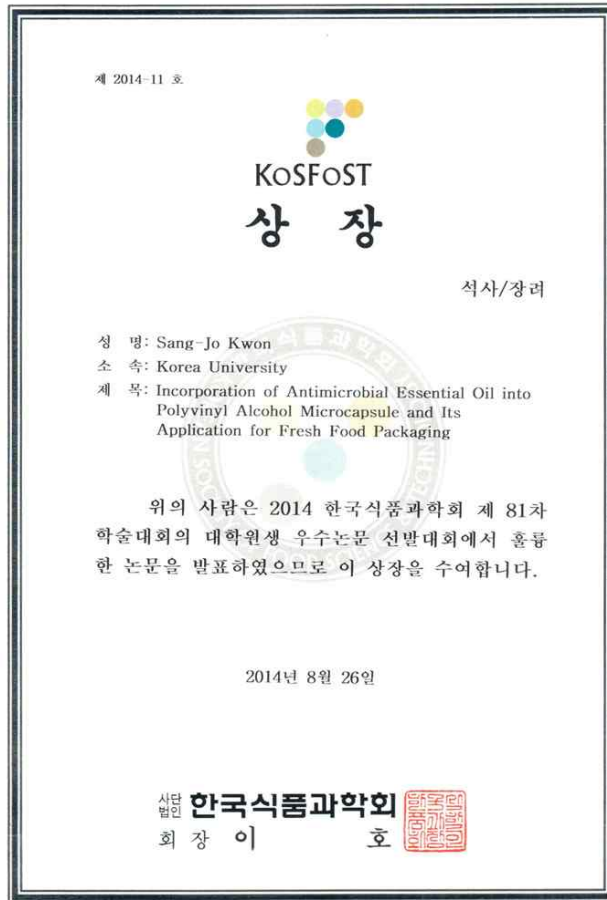
(나) 발표자: Hyun-Sun Seo

(다) 발표 일시 및 장소: 2013-11-15, 김대중 컨벤션센터, 광주, 대한민국



#### 나. 국내 수상

- (1) 2012 한국식품과학회 제81차 학술대회 및 정기총회에서 우수포스터상 수상
  - (가) 발표제목: Control of kimchi fermentation by naturally occurring antimicrobial agents
  - (나) 발표자: Hyun-Sun Seo
  - (다) 발표 일시 및 장소: 2012-06-12, 대전컨벤션센터, 대전, 대한민국
  
- (2) 2014 한국식품과학회 제81차 학술대회 및 정기총회에서 논문발표 장려상 수상
  - (가) 발표제목: Incorporation of Antimicrobial Essential Oil into Polyvinyl Alcohol Microcapsule and Its Application for Fresh Food Packaging
  - (나) 발표자: Sang-jo Kwon
  - (다) 발표 일시 및 장소: 2014-08-25, 김대중 컨벤션센터, 광주, 대한민국



- (3) 2014 한국식품영양과학회 제 65차 학술대회 및 정기총회에서 논문발표 장려상 수상
- (가) 발표제목: Development of an experimental apparatus and method to determine antimicrobial activities of gaseous agents
- (나) 발표자: Hyun-Sun Seo
- (다) 발표 일시 및 장소: 2014-10-29, 대전컨벤션센터, 대전, 대한민국



### 제3절 연구개발 성과 활용 계획

1. 본 연구 과제로부터 도출된 주요 연구 성과는 SCI급 게재 논문 6편(JCR 기준 상위 10% 저널 2편 게재), 비SCI급 게재 논문 1편, 국내 특허 출원 4건, 국내 특허 등록 2건, 해외 특허 출원 1건 외 국내 학술 대회 발표 8건, 국외 학술 대회 발표 5건이 있다. 또한 본 연구 과제의 연구 결과를 국내외 학술 대회에서 발표하여 국외수상 1건, 국내 우수포스터상 1건, 국내 논문발표상(구두 발표) 2건을 수상한 바 있으며, 총 3명의 석사 인력 양성에 공헌함.
2. 지난 3년간의 연구 결과로 당초 계획한 정량적 성과를 초과달성하는 성공적인 연구 성과를 도출하는데 성공하였으며, 지금까지 진행된 연구 노하우를 이어나가 더욱 진보된 형태의 신선식품 향균 포장재를 개발하기 위해 힘쓸 것임.
3. 본 연구과제 수행을 통해 확보한 향균 포장재 기술은 제1협동 기관인 SR테크노팩에서 수년 이내 제품화를 위해 지속적인 품질 개선, 공정 개선 등의 노력을 더해갈 것이며, 그로 인한 추가적인 관련 지적재산권 확보가 기대됨. 제1세부 및 제2세에서도 추가적인 관련 연구 지속을 통해 세계적 수준의 논문 게재가 기대되며 추가적인 관련 인력 양성도 가능할 것으로 예상하고 있음.

4. 본 연구 과제로부터 도출한 천연항균물질 함유 신선식품 포장재가 성공적으로 제품화에 성공할 경우 국내시장뿐만 아니라 해외시장으로의 진출도 가능할 것으로 기대됨. 또한 항균포장재가 성공적으로 도입된다면 신선식품으로 인해 발생하는 식중독 및 경제적 손실을 크게 줄일 수 있을 것으로 예상함.



## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 세계 식품시장의 규모는 2011년 약 5조 2천억 달러로 2008년 이후 연평균 3.2%의 증가를 보이고 있으며, 2015년에는 2011년 이후 연평균 3.8%의 높은 성장 추세를 보여 약 6조 달러에 이를 것으로 전망하고 있다 (www. datamonitor.com).
2. 특히, 해외 선진국들의 경우 신선 과채류의 소비 규모가 가공식품에 비해 월등히 높은 성장률을 보이고 있으며, 이에 따른 식품들의 식중독 발생 건수도 증가하고 있는 추세이다. 신선식품의 특성상 위생안전성의 확보가 반드시 필요하며 생산 시점부터 유통, 저장되는 동안 발생될 수 있는 미생물 오염을 방지할 수 있는 포장기술이 요구되고 있다.
3. 2011년 기능성 패키징 (active packaging), 조절 패키징 (controlled packaging), 지능형 패키징 (intelligent packaging)을 포함한 첨단 패키징 전세계 시장은 314억 달러를 기록하였다. 향후 2017년 시장 전체 규모는 연평균 복합 성장률 (CAGR) 5.8%로 성장하여 약 443억 달러 규모로 성장할 것으로 예상되고 있다.  
([http://www.giikorea.co.kr/press/bc60397\\_kr.html](http://www.giikorea.co.kr/press/bc60397_kr.html))
4. 신선식품의 안전성 확보를 위한 기능성 포장재의 개발 및 적용이 시도되고 있으나, 식품 향미에 미치는 영향 및 재료비 등의 이유로 상용화에 한계를 보이고 있다. 하지만 생활수준 향상과 안전성, 편리성, 건강, 지속가능성 측면에서 매우 중요하기 때문에 신선도, 항균 포장 등 기능성 포장재를 개발하여 적극적으로 산업화하려는 추세이다.

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

※ 본 연구팀은 해당 사항 없음.

## 제 8 장   참고문헌

1. 식품의약품안전청 (KFDA): 식중독예방   대국민   홍보사이트(<http://fm.kfda.go.kr/>). (2009).
1. 박용배 외 2인. (2005). 유통 샐러드중의 병원성 미생물 오염 실태조사. Korean J. Sanitation., 20(1), 23-31.
2. 김수진 외 3인. (2011). 신선편이 농산물 가공업체의 미생물학적 위해 요소 분석 및 중점 관리 지점(CCP)의 검증. 동아시아식생활학회지. 21(3): 392-400.
3. 이경아 외 2인. (2009). 염소수 처리에 의한 새싹채소의 살균 효과. Journal of Life Science. 19(6): 751-755.
4. Cinzia L. R. et al. (2009). Biopreservation of minimally processed iceberg lettuces using a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* wild strain. Food Control. 20:756-763.
5. 식품의약품안전청 (KFDA). (2009). Food Code. 10-3-1-43. Korea Food and Drug Administration. Seoul. Korea.
6. 식품나라(식품안전청정보서비스): <http://www.foodnara.go.kr>.
7. 식품의약품안전청 (KFDA): 식중독예방   대국민   홍보사이트(<http://fm.kfda.go.kr/>). (2011).
8. 배영민 외 4인. (2011). 한국에 유통 중인 신선편이 채소류의 미생물 품질 및 병원성 세균의 오염도 조사. 한국식품과학회지. 43(2): 161-168.
9. 김애영 외 5인. (2008). 딸기 유기 재배 시 주요 품종 간 생육, 수량 및 병해충 발생 특성. Journal of Bio-Environment Control, 17(4), 336-341.
10. Yaoxin H. et al. (2011). Effect of organic acids, hydrogen peroxide and mild heat on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on baby spinach. Food Control. 22: 1178-1183.
11. 조선경 외 2인. (2010). 신선편이 양상추의 온도별 저장 중 미생물과 품질 변화. 한국식품영양과학회지. 39(12): 1867-1872.
12. 윤예리 외 3인. (2008). 결구 차이에 따른 양상추 신선편이 제품의 품질 비교. 한국식품과학회지. 40(4):460-465.
13. Newyorktimes. (2011). Deaths from cantaloupe *Listeria* rise.
14. 류시현. (2007). 급식소에서 제공되는 브로콜리에 있어 이산화염소 처리가 *Escherichia coli* O157:H7과 *Listeria monocytogenes*의 균수에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 36(12): 1622-1627.
15. 장수정 외 3인. (2011). 유기산 전처리에 따른 메밀 새싹의 저장 중 품질변화. 한국식품과학회지. 42(2): 190-197.
16. 배영민 외 1인. (2009). 국내 신선 농산물의 미생물 품질 및 저감화 기술. Safe Food 회원논단. 4(4): 33-39.
17. Singh, G. et al. (2007). A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their

- constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1650–1661.
18. Unlu, M. et al. (2010). Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3274–3280.
  19. Yoo M. J. et al. (2006). Antibacterial Effects of Natural Essential Oils from Ginger and Mustard against *Vibrio* Species Inoculated on Sliced Raw Flatfish. *Food Science and Biotechnology*, 15: 462–465.
  20. Tugris M. et al. (2009). Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi*. *Food Control*, 20: 1073–1079.
  21. Kang S. K. (2005). Antimicrobial activities in the Korean Traditional Leaf Mustard, *Brassica juncea* Coss. *Korean J. Plant Res.*, 8: 96–102.
  22. Li J. et al. (2011). Peppermint Oil Decreases the Production of Virulence-Associated Exoproteins by *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, 16: 1642–1654.
  23. Schelz Z. et al. (2006). Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. *Filoterapia*, 77: 279–285.
  24. Cocero M. J. et al. (2009). Encapsulation and co-precipitation processes with supercritical fluids: Fundamentals and applications. *J. Superfluids*. 47: 546–555.
  25. Atman M. et al. (2006). Flavour encapsulation and controlled release—a review. *International J. Food Sci. Tech.* 41: 1–21.
  26. Han J. H. (1997). Active packaging and controlled release antimicrobial packaging. *Food Engineering Progress*. 1: 71–80.
  27. Agrawal M. et al. (2010). Cyclodextrin inclusion complex formation with butylated hydroxytoluene and its application in polyethylene film. *Journal of Applied Polymer Science*, 118, 1184–1190.
  28. 대한민국특허청. 특1999-0078895
  29. Pornpun Theinsathid et al. (2011). Antimicrobial effectiveness of biobased film against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium. *Adv. J. Food Sci. Technol.* 3(4):294–302.
  30. Han, J., Salmieri, S., Le Tien, C., Lacroix, M. (2010). Improvement of water barrier property of paperboard by coating application with biodegradable polymers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 3125–3131.
  31. Han, J., Bourgeois, S., Lacroix, M. (2009). Protein-based coatings on peanut to minimise oil migration. *Food Chemistry*, 115(2), 462–468.
  32. Han, J., Castell-Perez, E., Moreira, R.G. (2007). The influence of electron beam irradiation of antimicrobial-coated LDPE/polyamide films on antimicrobial activity and film properties. *LWT—Food Science and Technology*, 40(9), 1545–1554.
  33. Han, J., Castell-Perez, E., Moreira, R.G. (2008a). Effect of food

- characteristics, storage conditions, and electron beam irradiation on active agent release from polyamide-coated LDPE films. *Journal of Food Science*, 73(2), E37–E43.
34. Han, J., Guenier, A.-S., Salmieri, S., Lacroix, M. (2008b). Alginate and chitosan functionalization for micronutrient encapsulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), 2528–2535.
  35. Turgis, M., Han, J., Borsa, J., Lacroix, M. (2008). Combined effect of natural essential oils, modified atmosphere packaging and gamma irradiation on the microbial growth on ground beef. *Journal of Food Protection*, 71(6), 1237–1243.
  36. Han, J., Castell-Perez, E., Moreira, R. G. (2006). The influence of electron beam irradiation on the effectiveness of trans-cinnamaldehyde-coated LDPE/polyamide films. *Journal of Food Science*, 71(5), E245–E251.
  37. Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011). Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. *Food Chemistry*, 124(4), 1589–1594
  38. Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011). Effect of polyphenolic ingredients on physical characteristics of cheese. *Food Research International*, 44(1), 494–497
  39. Beuchat, L.R., et al. (1997). Produce handling and processing practices. *Emerg. Infect. Dis.* 3: 459–465.
  40. Kim, H.K., et al. (2006a). Survival of *Enterobacter sakazakii* on fresh produce as affected by temperature, and effectiveness of sanitizer for its elimination. *Int. J. Food Microbiol.* 111(2): 134–143.
  41. Kim, H., et al. (2006b). Attachment and biofilm formation by *Enterobacter sakazakii* on stainless steel and enteral feeding tubes. *Appl. Environ. Microbiol.* 72(9): 5846–5856.
  42. Kim, H., et al. (2008). Fate of *Enterbacter sakazakii* attached to or in biofilms on stainless steel upon exposure to various temperatures or relative humidities. *J. Food Prot.* 71: 940–945.
  43. Ryu, J.H., et al. (2004a). Attachment and Biofilm Formation by *Escherichia coli* O157:H7 on Stainless Steel as Influenced by Exopolysaccharide Production, Nutrient Availability, and Temperature. *J. Food Prot.* 67: 2123–2131.
  44. Ryu, J.H., et al. (2004b). Attachment and biofilm formation on stainless steel by *Escherichia coli* O157:H7 as affected by curli production. *Lett. Appl. Microbiol.* 39:359–362.
  45. Ryu, J.H., et al. (2005). Spore Formation by *Bacillus cereus* in broth as affected by temperature, nutrient availability, and manganese. *J. Food Prot.* 68(8): 1734–1738.

46. Ryu, J.H., et al. (2005). Biofilm formation and sporulation by *Bacillus cereus* on a stainless steel surface, and subsequent resistance of vegetative cells and spores to chlorine, chlorine dioxide, and peroxyacetic acid-based sanitizer. *J. Food Prot.* 68(12): 2614–2622.
47. Ryu, J.H., et al. (2005). Biofilm Formation by *Escherichia coli* O157:H7 on stainless steel and its resistance to chlorine as affected by exopolysaccharide and curli production. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 247–254.
48. Kim, H., et al. (2010). Synergistic effect of chlorine dioxide and drying treatments in inactivating *Escherichia coli* O157:H7 on radish seeds. *J. Food Prot.* 73: 1225–1230.
49. Bang, J., et al. (2011). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on radish seeds by sequential treatments with chlorine dioxide, drying, and dry heat without loss of seed viability. *Appl. Environ. Microbiol.* 77: 6680–6686.
50. Bang, J., et al. (2011). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 on radish seeds by sequential application of aqueous chlorine dioxide and dry-heat treatment. *Lett. Appl. Microbiol.* 53: 424–429.
51. Bang, J., et al. (2011). Combined effects of chlorine dioxide, drying, and dry heat treatments in inactivating microorganisms on radish seeds. *Food Microbiol.* 28: 114–118.
52. Kim, H.Y., et al. (2009). Microbiological examination of vegetable seed sprouts in Korea. *J. Food Prot.* 72: 856–859.
53. Kim, H.Y., et al. (2008). Production and stability of chlorine dioxide in organic acid solutions as affected by pH, type of acid, and concentration of sodium chlorite, and its effectiveness in inactivating *Bacillus cereus* spores. *Food Microbiol.* 25: 964–969.
54. 권영희, 유아영, 유종연, 강호영. 2009. 배추무름병 원인균 분리 및 특성 연구. *Journal of Life Science.* 19(8): 1177~1182.
55. 최재웅. 1998. 식물병원세균의 분류. *식물병과 농업.* 4: 57–68.
56. 정은경, 장현철, 최보라, 이은주, 용영록, 김병섭. 2003. 배추 무름병에 대한 저항성 품종 검정. *Research Plant Disease.* 9(1): 39–41.
57. 노석균, 최규하, 광진우, 류원석. 2004. 다양한 분자변수를 갖는 PVA 수지의 합성 및 응용. *고분자과학과 기술.* 15(1): 4–11.
58. 류원석. 2004. 초고성능 PVA 재료 및 응용기술의 개발. *고분자과학과 기술.* 15(1): 3.

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.