

## 기능성 포장필름의 농산물 신선도 유지기능 증대

박찬영\*, 김광섭, 은종방<sup>1</sup>  
전남대학교 응용화학공학부 및 촉매연구소  
<sup>1</sup>전남대학교 식품공학과

### Augmentation of Freshness keeping of Fresh Produce Using a Functional Packaging Film

Chanyoung Park\*, Kwang-sub Kim, <sup>1</sup>Jong-Bang Eun  
Faculty of Applied Chemical Engineering and The Research Institute for Catalysis  
<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology Chonnam National University

#### Abstract

The functional packaging film, that keeps the freshness of the fresh produce, has composed of the ferro fluid particles, chitin and chitosan. The film exhibited selectivity in permeability for carbon dioxide and ethylene gases. Antagonistic effect of the film for Fusarium, Botryosphania, Altanaria and E. coli was excellent. The film kept the favorable taste of Kimchi and Korean strawberry well.

---

**Key words** : freshness keeping, packaging film, antagonistic effect

#### 1. 서 론

1993년도 국내 농림수산 부분 총 생산액은 26조원에 이르렀다. 이들의 생산액 분포는 과실 1조6,800억원, 채소 5조5,300억원, 곡류 7조3,000억원, 축산 4조6,300억원이었고, 생산량은 과실 220만톤, 채소 810만톤, 곡류 570만톤, 육류 120만톤, 어류 70만톤에 달했다. 이와 같은 방대한 농수산물량은 어느 경로를 거치든지 저장과 유통의 과정을 필요로 하고 있으며, 특히 GR 및 UR시대 국가경쟁력의 차원으로서 해외 수출을 감안

을 해보면 이 방대한 물량의 가격 경쟁력 우위 확보를 위한 신선도 유지형 포장재의 개발은 범국가적인 사업이라 아니할 수 없다.

상기의 품목 중 화훼류, 채소류, 과일류, 어류 및 육류 등은 저장 및 유통기간 중 신선도 유지는 이들을 포장하는 포장재의 특성에 따라 좌우된다. 이것들은 저장 또는 유통개시 직후 생리대사로 인하여 수분, 탄산가스, 에틸렌가스 등을 발생한다. 또한 포장 내에 침투되었거나 자기 자신의 미생물들은 적당한 수분과 영양분 및 고유 파장을 가지는 가시광선이나 적외선과 같은 전자파 및 알맞은 온도하에서 성장 및 분해를 개시하여 품질의 신선도를 저하시키고 마침내는 상품의 부패를 초래시키는 주요원인이 된다. 이 부패 또는 신선도 하락은 애써서 생산된 농림 수산 제품의 가격 경쟁력과 품질 경쟁력을 약화시켜서 결국은 국제 경쟁력을 추락시키는 결정적 치명타를 입히게 된다.

이미 선진 각국에서는 일찍이 이 분야에 깊은 연구와 기초조사가 이루어 졌으며 현재로도 활발히 그 개선책이 강구되고 있으나, 우리나라는 신선도유지를 위한 포장재에 관한 집중적 연구가 뒤떨어진 상태에 있다. 포장재는 주원료가 고분자재료이다. 공산품으로 시판되는 음료나 패스트 후드용 포장재는 대기업에서 자체 생산하고 있으며, 이들은 필요한 기술을 개발할 능력을 갖고 있으나 농림 수산물을 겨냥한 포장재의 개발은 생산자나 유통사업자들의 영세성으로 인해 누구도 엄두를 내지 못하는 실정이다.

여기에 더해 우리나라 농림수산물 유통은 생산 및 출하규모가 영세하여 산지 수집상과 중간상들이 주도하고 있어서 유통단계가 복잡하고 유통기한이 길어지게 된다. 이러한 우리나라의 실정을 감안하면 우리의 실정에 맞는 포장재는 오히려 선진국보다 훨씬 더 발전된 형태의 것이어야 함에도 불구하고, 생산자나 도소매상 및 수출업자들은 포장재를 발주할 때 원가를 절감하기 위해 포장재의 질보다는 가격을 위주로 발주하게 되어 신선도 상실로 인한 농산물 쓰레기가 엄청나게 발생한다. 따라서 농산물의 신선도를 유지하는 포장재는 시급히 개발되어야한다. 그러나 이 기능성 포장재는 다음과 같은 특수 기능이 있어야한다.

- 신선도 유지형 포장재는 항균성, 가스 차단성, 내용품 보호성, 안정성, 위생성 등을 갖는 기능성 고분자로서 이의 제조에는 고도의 첨단 복합기술이 요구됨.
- 채소, 과일, 어류, 화훼 등 각종 농림 수산물에 따라 상기 기능들이 차별화되어야 함.
- 무균포장, 멸균포장, 기체 충전포장 등 포장방법에 따라 기능이 차별화되어야 함.
- 생산과 출하규모가 적고 유통단계가 복잡한 한국형 포장재의 개발은 규모가 큰 선진국에서 사용하는 포장재보다 더 엄격한 특성의 기능성이 요구됨.
- 기능성 충전제의 표면처리와 박막 코팅 기술 등 기초적 포장재 생산기술의 개발이 필요함.
- 한국형 포장재개발의 미비로 인한 막대한 농림수산 폐기물 처리로 사회적 문제화

의 소지가 있음.

그러나 이러한 기능을 갖는 포장재를 개발하기 위한 우리의 현실은 다음과 같은 실정에 있다.

- 현재까지의 고분자 소재 포장재는 수분 증발방지나 분위기 가스 조절과 같은 화학적 성분 조절에 의한 신선도 유지기법에 의존하여 왔음.
- 그러나 신선도는 과채류나 또는 아무리 죽은 생선이라 할지라도 생리기능이 지속되는 현상을 감안하여 생리기능을 조절하는 기술의 부가가 필요한 상태임.
- 이와 관련된 기술은 이미 일본을 중심으로한 원적외선 이용기술이 상당한 수준에 이르고 있음.
- 그러나 원적외선의 실체가 불확실하고 그 효율이 의심이 가는 바 기본적으로 에너지 흡수형인 전자파 흡수 세라믹을 기본소재로 충전시킨 기능성 포장재의 개발이 필요한 단계에 있음.
- 포장재 재료중 상당부분, 특히 특수기능을 갖는 부분을 수입에 의존하고 있음.
- 신선도 유지형 포장재, 특히 화훼류 및 원예작물 포장기술이 취약함.
- 다층 필름가공에서의 표면처리기술, 접착기술 및 공압출기술에 대한 기반이 없음.
- 포장재의 기능성부여에 대한 기반 기술을 거의 선진국에 의존하고 있음.
- 한국형 농림수산물 포장재의 개발은 절음마 단계임.

그런데, 농수산물 유통구조 개선의 필요성은 커지고, 선진국 사회로 진입함에 따라, 신선한 농산물에 대한 소비자의 욕구가 증대되어 신선도 유지형 포장재의 수요가 폭발적으로 늘어날 것으로 예측된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 사회적·경제적 욕구에 부응하는 충분한 가격경쟁력을 갖는 다기능성 생리조절 기능 포장재를 개발코자 하였다.

기능성 필름의 작용은 생리 조절기능 세라믹으로 기체 투과 선택성 필름을 제조하여 그 필름으로 과일을 포장하여 저장했을 때 그 효과를 검증하는 방법으로 그 기능을 검정하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 2-1. 생리활성 세라믹 제조 및 생리 활성기능 측정

#### 가. 생리활성 세라믹 제조

전자파 흡수능이 좋은 것으로 알려진 생리활성 세라믹은 산화제이철(65wt%), 산화망간(10wt%), 산화아연(15wt%) 및 산화마그네슘(15wt%)을 원료로 하였다.

이들을 위에 표기된 무게비율대로 칭량한 다음 분말들을 분쇄 혼합하여 증류수와 함께 혼합물 대 증류수를 1대 1.5 비율로 혼합한 다음 분쇄구의 무게 2에 대하여 혼합물 2.5의 비율로 2시간 습식혼합 분쇄하였다. 혼합 분쇄된 시료는 110℃로 유지시킨 항온건조기에서 48시간 동안 건조시켜 수분을 제거하였다. 건조된 덩어리를 분쇄하여 70mesh의 체를 통과시킨 다음 이 분말을 도가니에 넣어 1250℃에서 3시간 소성하였다. 이것을 다시 습식 ball milling 방법을 사용하여 2시간동안 분쇄하였다. 분쇄한 시료는 항온건조기에서 110℃로 충분히 건조시켜 준비하였다. 이 준비된 시료는 체로 쳐서 38 $\mu$ m- 58 $\mu$ m크기의 분말로 선별하여 사용하였다. 선별한 분말을 질산은 수용액에 넣고 담지시켰다. 질산은 수용액중 질산은의 질량기준 함량은 2.0%로 조정하였으며 은이 세라믹표면에 고르게 흡착되도록 하기 위해 교반기로 교반하면서 24시간 동안 침침시켰다. 이 담지시킨 세라믹을 110℃에서 2시간 건조시킨 후 다시 도가니에 넣고 350℃에서 4시간 동안 소성하여 은을 표면에 입혀 항균성을 부여하였다.

#### 나. 미세세라믹 충전제

미세세라믹은 REIMERS와 KOBAYASHI의 방법을 토대로 액상에서 제조하였다. 먼저 FeCl<sub>2</sub>와 FeCl<sub>3</sub>를 2:1의 비율로 100ml의 증류수에 녹인 후 저어주면서 진한 암모니아수(암모니아 28%함유)를 빠른 속도로 첨가한다. 암모니아용액을 첨가한 용액은 철입자가 끌고루 퍼져 있는 Ferrofluid를 형성하게 된다. Ferrofluid중의 철입자는 100℃의 오븐에서 건조하고 분말의 특성을 X-ray회절분석으로 알아보았다.

제조한 Ferrofluid는 침전시켜 상층부의 용액을 가만히 따라내고 증류수로 두차례 세척하였다. 증류수에 퍼져있는 Ferrofluid를 70℃로 가열하고 고분자 필름에 충전이 용이하도록 Oleic Acid이나 Ammonium Oleate를 첨가하여 Oleic Acid로 철입자의 표면을 처리하였다. Oleic Acid로 덮인 Ferrofluid는 다시 100℃정도로 알코올 램프로 가열하며 용액중의 암모니아를 증발시킨다. 이 과정에서 Ferrofluid는 증류수와 Oleic Acid로 처리된 Ferrofluid로 층이 확연히 분리되며 물만을 제거하고서 Toluene이나 n-Hexane에 분산시키며 미세세라믹을 얻어냈다.

#### 다. 세라믹의 생리활성실험

##### ① 무우씨의 발아 및 성장비교

세라믹분말이 식물생장을 촉진시키는지를 알아보려고 우선 무우씨 발아와 성장에 미치는 영향을 검토기로 하였다. 먼저 직경 10cm인 배양접시에 솜을 얇게 깔고 나서 그 위에 세라믹분말 1g을 고르게 뿌린 다음 준비된 진주대평무우씨(서울종묘:No VR-To-14)20 개씩 무게를 칭량하여 세라믹분말이 깔려 있는 배양접시에 등간격으로 놓은후 물을 15mL주었다 또 다른 하나는 같은 조건에서 세라믹분말만을 제외시켰다. 이 두가지 배양접시를 30℃로 유지된 항온조에 넣고 무우씨에 대한 발아와 성장을 비

교하여 관찰하였다.

② 콩나물에 대한 생리활성

일반슈퍼에서 시판되는 콩나물을 구입하여 약 40g씩 무게를 칭량하여 준비한후 250mL플라스틱병에 넣고 물을 2/3정도 채운후 세라믹 30g을 넣은 것과 넣지 않은 것을 실온에서 배양하였다. 이 배양한 콩나물을 72시간 후에 꺼낸후 무게변화량을 칭량하여 세라믹분말이 콩나물생장에 미치는 영향을 조사하였다.

2-2. 기체투과 선택성 필름 제조 및 물성측정

가. 필름제조

필름수지는 일반포장재로 가장 널리 사용되는 LDPE선택하였으며, 시험에 사용된 수지는 한화5350등급이었다. 충전제는 은처리한 생리활성연자성세라믹 분말을 LDPE 대비 2wt%를 첨가하였다.

필름의 제조는 먼저 LDPE에 2wt%세라믹을 혼합하고, 혼합된 마스터 배치를 Blown Type의 필름압축기를 사용하여 필름두께가 30um(AC30), 60um(AC60)가 되도록 압출제조하였다. 혼합은 표면온도 115℃, 롤속도가 압롤 12rpm 뒷롤 15rpm으로 조절된 롤밀을 사용하였으며 압출조건은 Die 온도 190℃, Die 직경 200mm, 로 조절하여 압출하였다. 다중 필름의 경우 Blown Type 압출기를 사용 표면층과 중간층에 LLDPE 필름, 내부층에 LLDPE에 항균세라믹 2wt%을 충전시킨 필름으로 접착시킨 3중 필름 FCA(0.06mm), 일반세라믹을 충전시킨 FCG(0.06mm), 미세세라믹을 충전시킨 FPT(0.06mm)필름 3종류를 사용하였다. 그리고 키틴 0.1%와 은처리세라믹 3wt%첨가시킨 기능성 필름인 CWC(0.03mm)을 사용하였으며 대조구의 필름은 LDPE필름으로 두께 30, 45, 60um 로 압출제조하여 사용하였다.

나. 필름의 물리적 특성조사

제조한 필름의 인장강도를 실험하기 위하여 인장시험기(Instron사 Model:6021)을 사용하여 온도 20℃ 습도 50%조건하에서 Tension을 증가시키면서 각 필름의 인장강도를 측정하였다. 가스투과도측정기는 ASTM D1434-81에 준하여 자체 제작하였으며 압력센서는 Omega사 제품인 PX26-030GV을 사용하였다.(Fig. 1) 이 투과 장치를 사용하여 산소, 이산화탄소, 에틸렌 가스에 대한 각각의 필름의 투과도를 측정하였다.

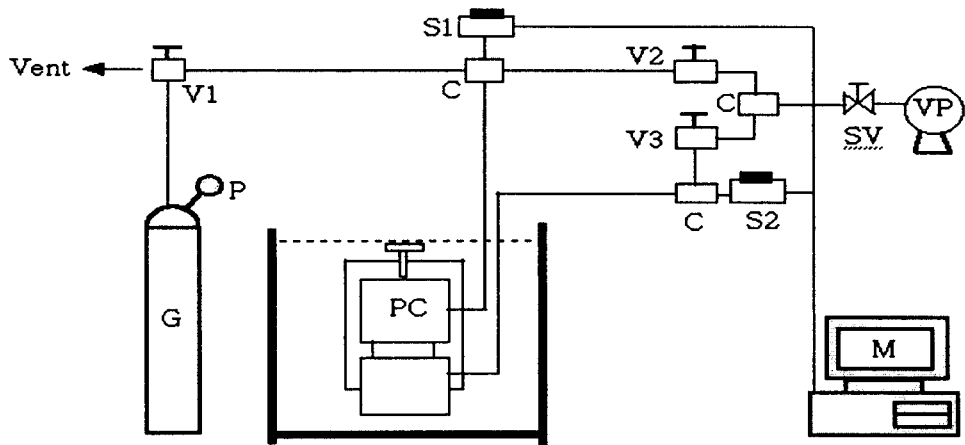


Fig Schematic diagram of a gas permeability apparatus

C: tube G: gas bomb M: monitoring system P: pressure gage  
 PC : permeation cell S1, S2: pressure sensor SV: screw valve  
 V1, V2, V3: valve VP : vacuum pump

#### 다. 필름의 항균력검사

LDPE필름과 은처리한 연자성세라믹을 충전한 포장필름을 5cm×5cm크기로 자른후 Petri dish에 넣고 그 위에 젖산균과 대장균을 0.5ml씩 접종하여 24시간후에 고형배지에 갈아 발생하는 Colony수를 세어 필름에 대한 항균력을 검사하였으며 배색음균주는 고형배지 위해서 균주와 필름을 대치배양시켜 균의 진행경로를 조사하여 항균력을 측정하였다.

### 2-3. 기능성 포장 필름의 신선도 유지기능 측정

가. 은처리 세라믹과 키틴을 첨가한 LDPE필름을 이용한 딸기의 저장  
 (농산물저장유통학회지 제 4권 3호 1997)

- 필름종류: WC30(두께 30 um): 은처리세라믹 충전필름,  
 CWC(두께 30 um) : 은처리세라믹과 키틴첨가필름  
 LDPE(두께 30 um): 무충전필름
- 저장온도: 20±1℃
- 실험방법: 포장내 기체조성, 무게변화율, 산도, pH, Soluble soild, 비타민 C, 색도 관능검사

나. 항균세라믹 충전 LDPE필름의 김치저장성  
(한국식품과학회지 제 30권 4호 1998)

- 필름종류 ; AC30(두께 30 um): 은처리세라믹 충전필름  
AC60(두께 60 um): 은처리세라믹 충전필름  
LDPE(두께 30 um)): 무충전필름
- 저장온도 :  $20 \pm 2^\circ\text{C}$
- 실험방법 : 포장내 기체조성, 산도, pH, 비타민 C, 젖산균의 측정  
관능검사

다. 기체투과도 조절 세라믹충전필름이 저장중 배“행수”품질에 미치는 영향  
(한국원예학회지 게재중)

- 필름종류 ;FCA(두께 60 um): 은처리세라믹 충전3중필름  
WC30(두께 30 um): 은처리세라믹 충전단층필름  
LDPE(두께 50 um)): 무충전필름  
필름무처리
- 저장온도 :  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도(RH) 85-95%
- 실험방법 : 과중감모율, 포장내 기체조성, 산도, pH, 당도, 경도, 설탕 및 색차  
유리당과 유기산. 관능검사

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 은처리세라믹의 무우씨와 콩나물에 대한 생리활성

은처리한 세라믹분말로 무우씨를 발아시킨 결과는 Table 1과 같다. 이 도표에서 비교지수(relative index)란 최종무게/초기무게로서 1%와 2%질산은수용액에 은처리한 세라믹분말이 무우씨의 발아율 상당히 촉진시켜서 1%질산은수용액에 처리된 세라믹의 경우에는 72시간동안에 36.9%나 촉진시켰다. 이러한 증가율은 은처리 하지 않는 세라믹분말로 키웠던 증가율 24%에 비해 약 13%나 더 증가시킨 것 이외에도 무우씨 유묘의 뿌리모습이 훨씬 건강하고 길어서 건강한 무우로 성장할수 있는 가능성을 육안으로 확인할수 있었다. 콩나물의 경우도 100시간내에 약 5.1%이상의 성장촉진 효과를 보여주었다.

### 3-2. 필름의 물리적 특성

#### 가. 필름의 인장력과 신장율, 기체투과도

각 필름에 대한 인장시험을 한 결과 단층필름의 경우 필름모두 인장초기에 S-S (strain-stress)곡선이 거의 유사하였으나, 은처리 세라믹을 충전한 필름의 인장강도, 신장율은 하락하는 경향을 나타내었다. 특히 WC30필름은 신장율이 현저히 하락하였는데 이는 충전된 세라믹입자가 최대 38um에 이르므로 두께가 30um인 WC30필름의 경우 세라믹이 필름을 관통하여 인장이 진행되면 계면이 분리되고 세라믹존재 지점에서 구멍이 생기면서 급격한 파괴에 이르게 되는 것으로 판단된다. 이에 반하여 AC60은 두께가 60um로 인장시험시 구멍이 발생하는 현상은 일어나지 않아 물성하락이 비교적 적었다. 물성하락을 방지하기 위해서는 입자경을 더욱 적게 할 필요가 있다고 사료된다. 3중필름의 경우도 비슷한 양상을 보여주었으나 인장강도나 신장율은 하락하지 않았다. 다층필름으로 할 경우 물성하락을 방지할수 있음을 보여주었다. 한편 각 포장재에 대한 이산화탄소, 산소, 에틸렌 가스의 기체투과도 시험결과는 Table. 1와 같이 나타났다. 순수 LDPE필름에 비하여 같은 두께의 세라믹함유 LDPE필름인 AC60의 기체투과도는 같은 비율로 나타나지 않았다. 이산화탄소의 투과도는 약 2배의 두께에 거의 비례하였으나 산소는 약 20%투과도가 증가함에 반해 에틸렌가스는 약4배의 투과도 증가를 보여 서로 다른 양상을 보였다. 이는 산소의 경우 필름내부의 확산계수보다는 필름표면의 친화성들에 큰 영향을 받는 것으로 보여지며 반대로 에틸렌의 경우는 LDPE와 세라믹의 계면을 통한 투과가 일어나며 때문에 필름투과가 얇아 세라믹이 관통되어 있는 WC30에서 가스투과도가 높은 것으로 추정되어진다. 하지만 두께와 세라믹 입자크기 그리고 함량에 따라 선택적 기체투과도를 가진 필름의 제조가 가능할 뿐 아니라 실제 사용에서도 WC30의 효과가 큰 것으로 예측된다.

#### 나. 필름의 항균력 평가

대장균과 배싹음균주에 대한 항균력실험결과는 아래의 Table 2와 같이 나타났다.

대장균은 LDPE필름경우 항균력이 거의 없었고, FCA필름, FPT 필름은 높은 항균력을 나타내었다. 배싹음균주에 대해서도 세라믹충진필름이 항균력이 있음을 보여주었다.

세가지 필름에 대한 젖산균의 반응을 조사해 본결과 초기 Colony수가 1500에서 LDPE필름의 경우 950, AC30의 경우 100 AC60의 경우 105로 나타나 은처리한 연자성세라믹을 충전한 필름이 항균력을 가지고 있어 미생물의 성장을 조절할수 있음을 보여 주었다.(Table 3)



**Table 1. Physical properties of packaging material.**

Packaging material	Thickness (µm)	Carbon dioxide transmission rate	Oxygen transmission rate	ethylen gas transmission rate
LDPE <sup>a)</sup>	45	1.39E-09	3.00E-10	6.83E-10
AC60 <sup>b)</sup>	60	1.42E-09	3.13E-10	7.23E-10
WC30 <sup>c)</sup>	30	1.52E-09	3.26E-10	7.44E-10
FCA <sup>d)</sup>	60	1.14E-09	2.45E-10	5.37E-10
FPT <sup>e)</sup>	60	1.31E-09	2.79E-10	6.35E-10
FCG <sup>f)</sup>	60	1.25E-09	2.66E-10	6.09E-10
CWC <sup>g)</sup>	30	1.41E-09	3.23E-10	7.35E-10

- a) Low density polyethylene, thickness :30 µm  
 b) 3% ceramic treated silver in LDPE, thickness : 60µm  
 c) 3% ceramic treated silver in LDPE, thickness : 30µm  
 d) Threelayer film LLDPE/LLDPE/3% ceramic treated silver in LLDPE, thickness : 60µm  
 e) Threelayer film LLDPE/3% ceramic in LLDPE/LLDPE, thickness : 60µm  
 f) Threelayer film LLDPE/3% fine ceramic in LLDPE/LLDPE, thickness : 60µm  
 g) 0.1 chitn + 3% ceramic treated silver in LLDPE, thickness : 30µm

**Table 2. Antagonistic power of functional LDPE films; symbol + means a power of antagonistic effect.**

No	flim type	number of E.coli remained among 1000 species	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Botryspthania sp</i>	<i>Altanaria sp.</i>
1	FCA	1	++++	+++	++++
2	FPT	1	+++	+++	+++
3	LDPE	830	-	-	-

**Table 3. Change in viable cell count of lactic acid bacteria in packaged kimch during storage at 20°C (Unit: cfu/ml)**

Packaging material	storage days					
	0	2	4	6	8	10
LDPE <sup>a)</sup>	1.86 × 10 <sup>b</sup>	7.63 × 10 <sup>8</sup>	1.62 × 10 <sup>9</sup>	5.61 × 10 <sup>8</sup>	5.13 × 10 <sup>8</sup>	5.03 × 10 <sup>8</sup>
AC30 <sup>b)</sup>	1.86 × 10 <sup>b</sup>	6.84 × 10 <sup>8</sup>	1.17 × 10 <sup>9</sup>	4.19 × 10 <sup>8</sup>	4.19 × 10 <sup>8</sup>	4.01 × 10 <sup>8</sup>
AC60 <sup>c)</sup>	1.86 × 10 <sup>b</sup>	6.21 × 10 <sup>8</sup>	1.04 × 10 <sup>9</sup>	4.89 × 10 <sup>8</sup>	4.89 × 10 <sup>8</sup>	4.53 × 10 <sup>8</sup>

- a) Low density polyethylene, thickness :30 µm  
 b) 3% ceramic treated silver in LDPE, thickness : 30µm  
 b) 3% ceramic treated silver in LDPE, thickness : 60µm

### 3-3. 신선도유지기능

#### 가. 은처리 세라믹과 키틴을 첨가한 LDPE필름을 이용한 딸기의 저장

포장내 기체조성은 대조구인 LDPE보다 CWC와 WC30내의 CO<sub>2</sub>함량이 저장기간동안 높게 유지되었다. 저장기간중 무게변화는 5일째 WC30이 가장 작게 나타났고 CWC가 가장 높으며 경도는 WC30에 저장한 딸기가 가장 높게 유지되었고 대조구인 LDPE에 있는 시료가 가장 낮게 나타났다. 딸기저장중 pH의 변화는 1일 저장후 약간 증가하다가 그후 거의 변화가 없었다. 당도는 저장기간중 거의 변화가 없었으며 비타민 C는 2일째까지 급격한 감소를 나타내다 그후 거의 변화가 없었고 포장재간 차이는 보이지 않았다. 색도는 명도의 L값이 WC30에서 가장높게 나타나 다른 시료에 비해 좋음을 알수 있었다. 관능검사에서 전체적으로 WC30이 가장좋은 점수가 나와 기존의 LDPE나 CWC보다도 WC30이 딸기포장재에서 우수한 것으로 나타났다.

#### 나. 항균세라믹 충전 LDPE필름의 김치저장성

김치포장저장중 포장재내의 기체 조성의 변화는 저장 초기에는 포장재의 재질에 따라 차이가 있어서 저장초기 CO<sub>2</sub>의 농도는 0.05%였는데 저장2일후 LDPE, AC30, AC60각각 23.18, 11.46, 38.71로 급격히 증가하여 저장 4일후에는 각각 26.80, 23.80, 44.30로 최대였다가 저장 6일째는 19.40, 8.50, 8.70로 감소하였으며 저장 10일째는 각각 13.00, 7.11, 8.52%가 되었다. 20℃에서 숙성을 시켰을 때의 pH 변화는 은처리세라믹을 첨가하여 만든 AC30, AC60포장재에서 pH감소가 적었으며 특히 AC30포장재의 감소가 적었다. 김치의 적숙기를 pH 4.0-4.5[5]로 보았을 때 대조구 LDPE에 비해 미미한 변화이지만 적숙기의 기간을 2배 연장하였음을 볼수 있었다. 총산도의 변화도 pH와 비슷한 경향을 나타내었으며 pH의 감소가 큰 LDPE가 다른 포장재에 비해 총산도의 증가가 낮게 나타났다.

Vitamin C 함량 역시 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보여주었으며 LDPE와 다른 포장재들내 김치사이에 별다른 차이를 보이지 않은 것으로 나타났으나 AC30포장재속 김치의 Vitamin C 함량이 가장 높게 유지되었다. 포장재질에 따른 젖산균의 변화를 보기 위하여 생균수를 측정된 결과 저장중의 포장재질에 따른 생균수의 차이는 약간 있으나 그다지 크지 않았고 전반적으로 LDPE가 AC30, AC60포장구에 비해 균수가 많은 것으로 나타났다. 저장중 5일째 젖산균의 수가 최대였다가 저장기간이 증가하면서 약간의 감소됨을 보였다. AC30과 AC60에서 젖산균성장이 지연된 이유는 은처리한 연자성세라믹의 항균작용으로 보여진다.

저장중 김치의 종합적인 기호도는 저장 2일째 가장 높았고 저장기간이 경과하면서 젖산의 생성으로 인한 강한 신맛의 생성으로 기호도가 낮아짐을 볼수 있다. 저장 2일째는 LDPE의 기호도가 다소 높았으나 저장 6일째는 AC30과 AC60포장재가 LDPE보다 더욱 기호도가 높았고 저장 10일째는 AC30이 가장 좋은 기호도를 보였다. 김치의 맛은 pH나 산도와 상호

관계성이 있는 것으로 보여지며 pH나 산도가 높은 LDPE는 신맛과 쓴맛을 나타내며 질감이 좋지 않는 것으로 평가되었다. 그러나 pH나 산도가 낮은 AC30, AC60은 김치의 단맛을 내었으며 전체적인 기호도도 다른 것에 비해 뛰어났다. 김치는 pH가 4.0-4.5에서 가장 알맞은 맛을 내었으며 AC30이 가장 오랫동안 좋은 맛을 유지하였다.

#### 다. 기체투과도 조절 세라믹충전필름이 저장중 배“행수”품질에 미치는 영향

조생종 배“행수”품종 과실의 저장기간을 연장하기 위한 방안으로 기능성 포장재를 개발하고자 세라믹을 처리한 LDPE 플라스틱필름을 제조한후 배를 포장하여 20℃에서 저장하면서 배의 품질변화를 조사하였다. 포장내 기체조성중 CO<sub>2</sub> 발생량은 대조구인 LDPE보다 FCA와 WC30이 저장기간동안 높게 유지되었다. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>와 O<sub>2</sub> 함량은 필름처리간 유의성이 없었다. 과피의 착색을 나타내는 Hunter L과 색차(ΔE)값은 FCA필름에 포장한 과실이 WC30 이나 LDPE 필름에 포장한 과실보다 변화가 적게 나타났다. 경도는 FCA에 저장한 배가 가장 높게 유지 되어 품질유지 효과가 좋게 나타났으며 WC30와 LDPE에 저장한 시료는 낮게 나타났다. 유리당의 함량변화는 sucrose는 저장 후 급속히 감소하였으며, fructose와 glucose는 저장후 2주간은 증가한후 감소하는 경향을 보였다. 당알코올의 일종인 sorbitol은 저장기간동안 변화가 없다가 저장 3주이후 감소하였다. 유리당과 유기산 함량은 전체적으로 필름처리간 차이는 유의차가 없었다. 전체적으로 관능검사 및 과실의 저장중 품질유지에서 기존의 LDPE나 LDPE수지에 3wt% 항균세라믹을 혼합하여 제조한 WC30(0.03mm) 필름보다 표면층과 중간층에 LLDPE필름, 내부층에 LLDPE에 항균세라믹2wt%을 충전시킨 필름으로 접착시킨 FCA(0.06mm) 필름이 가장 좋은 포장재로 평가되었다.

## 4. 결 론

생리조절기능 세라믹을 충전한 기능성필름을 사용하였을 때 농산물의 신선도유지기능을 증대시켜주었으며 특히 필름에 생리조절 세라믹을 충전함으로써 필름의 투과도를 조절할수 있게 되어 수확후 농산물의 호흡을 조절할수 있었다 또한 필름이 항균력이 보유하고 있어서 저장유통시 농산물의 부패를 방지하는데 많은 효과가 있었다. 이러한 생리활성세라믹을 사용하여 각 농산물에 맞는 선택적투과성을 지닌 필름을 설계하여 저장한다면 더욱더 효과적인 저장방법으로 사용되리라 본다. 이러한 연구들이 본 실험실에서 진행되어지고 있으며 필름의 투과성과 농산물의 호흡량을 모델화 한 포장재가 설계될 때 농산물을 오랫동안 신선하게 유지하여 우리나라 저장유통구조에 많은 도움이 되리라 보여진다.

## 5. 참고 문헌

1. 선홍석, 강용구, 박찬영, 액침초미립 충전포장필름의 기계적물성과 광투과도, 한국화학공학회지 36(2), pp 300, 1998
2. 강용구, 선홍석, 박찬영, 기능성세라믹입자 충전히 포장필름의 기계적강도, 광투과도및 열안정성에 미치는영향 36(2), pp 257, 1998
3. 김광섭, 강용구, 김종대, 은종방, 박찬영, 항균세라믹 충전 LDPE필름의 김치저장성 한국식품과학회지 1998
4. 김종대, 은종방, 박찬영, 은처리세라믹과 키틴을 첨가한 LDPE필름을 이용한 딸기의 저장, 한국저장유통학회지 4(3), 1998
5. 김유정, 안준철, 박찬영, 황백, . 연자성세라믹 분말에 의한 식물세포및 조직의 생장 촉진 효과, 한국생물공학회지 1998
6. 김광섭, 선홍석, 배경운, 박찬영, 은입힌 세라믹 분말을 이용한 채소의 항균적 생장 촉진, 한국생물공학회지 12(1), 1997
7. You-jung Kim, Jun-chul Ahn, Back Hwang, Effects of soft ferrite ceramic powders on growth and secondary metabolites production in tissue culture of some medical plant, Acta Horticulture 1998
8. 박찬영 과실 개화부 부패방지와 호흡조절효과가 있는 상표검용 부착재, 특허출원번호:98-44766