

## 수확한 포도의 선도유지를 위한 항균성 포장필름

정순경 · 이동선\* · 조성환

경상대학교 식품공학과, \*경남대학교 식품공학과

## Antimicrobial Packaging Films for the Preservation of Harvested Grapes

Sun-Kyung Chung, Dong-Sun Lee\*, and Sung-Hwan Cho

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

\*Department of Food Engineering, Kyungnam University

### Abstract

To develop a wrapping film, which suppresses the microbial decay through the storage and distribute of greenhouse fresh produce, the antimicrobial packaging films were made and applied to the preservation of grapes(Campbell early). For the purpose the films were made by adding 1% grapefruit seed extract(GFSE) to LDPE with high gas permeability. On the antimicrobial effects, they were investigated with plain LDPE film(Control). Grapes were separately wrapped with packaging films in the state of closely-adhered packaging as well as modified atmosphere packaging(MAP). The wrapped grapes were stored at 5°C for 65 days and then the colony count of contaminated microorganisms, decay ratio of grapes, the gas component within the packages and chemical qualities were investigated. The antimicrobial film packaging showed the efficient results to suppress microbial growth as compared with control. The total number of contaminated microorganisms were decreased gradually through all the storage period. In the closely-adhered packaging and MAP the decay ratios of grapes was 31% and 19%, individually. After the storage period of 65 days, the interior gas components of MAP were 4.5% of O<sub>2</sub> and 17.6% of CO<sub>2</sub>, which were efficient for the storage of grapes. In addition, no negative effects in sweetness and acidities occurred.

**Key words** : greenhouse fresh produce, grapefruit seed extract, antimicrobial film. modified atmosphere packaging, closely-adhered packaging

### 서 론

과채류의 선도유지에는 품종, 재배 및 수확조건, 수확후 처리, 저장 유통의 조건 등이 밀접하게 관련되나 적정 포장의 사용에 의하여 유통기간 중의 선도를 향상시키고 유지시키는 것이 가능하며, 최근에 선도를 능동적으로 향상시키는 포장시스템에 대한

관심이 증가하고 있다. 현재, 국내외적으로 생산, 시판되고 있는 와사비 포장필름과 같은 항균포장소재가 그 좋은 예가 될 수 있다. 이러한 포장시스템은 과채류 변패 미생물의 발생과 생육을 억제하면서 과채류의 여러 생리적 변화를 바람직한 방향으로 유도시키고 바람직하지 않은 생리활성반응은 억제한다. 사용되는 포장시스템은 온도, 습도, 포장내부의 가스 조성, 에틸렌 가스의 농도 등을 조절하는 기능을 가지도록 설계되며, 포장재료에는 필요한 기능성을 위해 적절한 투과성을 가진 플라스틱 필름과 함께 세

Corresponding author : Sung-Hwan Cho, Department of Food Science. & Technology., Gyeongsang National University, 900 Kazwa-Dong, Chinju, 660-701, Korea

라믹, 고흡수성 고분자, 활성탄,  $\text{KMnO}_4$  등의 다양한 재료를 복합적으로 결합하여 사용하고 있다. 이러한 신선도 유지의 기능을 가진 포장에 관련된 특허나 문헌이 최근에 들어 많이 나타나기 시작하고 있으며, 이러한 포장의 이용범위가 무한히 확대될 가능성을 가지고 있다. 따라서, 선도유지 포장의 원리를 과채류에 적용시킴으로써 과채류 제품을 시장에 신선한 고품질의 상태로 공급하고 이로 인해 국내 과채류의 소비를 도와주고 가치를 향상시키는 역할을 할 것이다. 이러한 취지의 일환으로 본연구에서는 항균작용이 뚜렷하게 밝혀진 천연항균제인 자몽종자추출물(Grapefruit seed extract : 이하 GFSE라 칭함)(1~9)을 첨가하여 항균성포장필름을 제조하고, 경남산 과채류 중 포도를 포장하여 저장하는 동안 품질열화특성을 비교·검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

포도(*Campbell early*)는 진주지역의 농가에서 1998년 9월 수확된 것을 실험실로 운반하여 하루 밤 보관 후 다음날 부패된 포도 알맹이를 골라내고 손질하여 포장실험에 사용하였다.

### 항균성 포장필름

전보에서(1~9) 우수한 항균활성이 있는 것으로 확인된 자몽종자추출물(Grapefruit seed extract : GFSE)을 저밀도폴리에틸렌(LDPE) 수지(Grade 5302, 밀도 0.921 g/cc, 한화화학(주), 여천)에 1% 농도로 첨가하여 제조한 두께 50 $\mu\text{m}$  내외의 항균성 필름을 포도의 포장에 사용하였다. 동일한 저밀도폴리에틸렌(LDPE)에 아무런 첨가없이 제조한 두께 28 $\mu\text{m}$  필름을 대조구 필름의 하나로 사용하였다. 실험에 사용된 필름의 산소 및 이산화탄소 투과도를 준등압법(isostatic method)(10)에 의하여  $\text{mL/m}^2 \text{ atm hr}$ 의 단위로 측정하였다.

### 포장내 기체조성 측정

5 $^{\circ}\text{C}$  냉장고에 저장 하면서 포장내 기체조성과 포도의 품질변화를 측정하였다. 포장내 산소 및 이산화탄소 농도는 포장내 기체 1mL를 취하여 기체크로마토그래프(Hitachi Model 163, Hitachi사, Tokyo, Japan)에 의해서 측정하였다. 가스크로마토그래프의 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Gas chromatographic conditions for the analysis of  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$  gases

Items	Conditions
G.C.	HP 5890A
Column	Alltech CTR 1 column
Carrier gas flow rate	He 30 mL/min
Reference gas flow rate	He 40 mL/min
Detector	TCD
Oven Temp.	40 $^{\circ}\text{C}$
Injection Temp.	70 $^{\circ}\text{C}$
Detector Temp.	90 $^{\circ}\text{C}$

### 포도의 포장 및 저장

폴리스틸렌 트레이(18 x 13cm) 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE필름을 깎아 다음 포도를  $400 \pm 10\text{g}$ 을 담았다. 이를 40 x 30cm 크기의 항균성 혹은 대조구 저밀도폴리에틸렌 필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 그리고 또다른 포장처리구로 항균성 필름의 포장조건에 대해서 직경 0.5mm의 편홀을 두 개 내어 외부와의 통기성을 가져서 포장내부의 기체조성이 통상공기와 같도록 한 포장 상태이다. 이렇게 포장된 포도를 5 $^{\circ}\text{C}$  냉장고에서 65일간 저장하면서 포장내 딸기의 품질변화를 측정하였다.

### 품질변화의 측정

포도 표면에서의 미생물수를 측정하기 위하여 포장필름과 접촉된 포도송이에서 포도알맹이를 따서 homogenizer(Moder AM-7, Nihonseiki Kaisha LTD., Japan)에서 15,000rpm으로 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 순차적으로 희석하여 영양배지에 도말배양하였다. 호기성 총균수는 Plate Count Agar(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 30 $^{\circ}\text{C}$ 에서 3일간 배양하였다. 효모수는 시료용액을 chloroamphenicol을 첨가시킨 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에서 도말하고 25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5일간 배양하였다. 실험은 3반복의 시료에 대하여 수행하였다. 부패를 측정하는 각각의 포장에서 염부현상을 나타내거나 곰팡이가 핀 포도를 골라서 전체에 대한 개수의 비율로서 표시하였다. 저장 65일째는 대조구 및 처리구 각각 20개의 포장에 대하여 이루어졌다. 가용성 고형분은 굴절당도계(Atago사, Japan)에 의하여  $^{\circ}\text{Brix}$ 농도로 측정하였다. pH는 마쇄된 포도즙액에 대하여 pH meter(Model 230A, Orion research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다. 총산은 포도 5g을 물 100mL와 합하여 homogenize 시킨후 0.1N NaOH로서 pH 8.1이 될 때까지 pH meter로 적정하여 주석산 %로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 포장필름의 가스투과도 측정

수확한 포도의 포장에 요구되는 산소 및 이산화탄소의 다양한 선택적 투과도의 범위를 갖는 플라스틱 필름을 찾기위해 상업화된 필름을 수집하여 5℃에서 이들의 가스 투과도는 다음식 (1)에 의하여 투과도 계수  $P_{fi}$ 로 나타내었다.

$$q_i = \frac{S_f P_{fi} \Delta P_i}{L} \quad (1)$$

여기서  $q_i$ 는 단위시간당  $i$  기체의 투과속도(mg/h 혹은 mol/h),  $S_f$ 는 포장의 표면적( $m^2$ ),  $P_{fi}$ 는  $i$ 기체에 대한 포장 필름의 투과도(mol  $\mu m/m^2 \cdot h \cdot atm$ ),  $\Delta P_i$ 는 포장필름을 경계로한  $i$ 기체의 분압의 차(atm), 그리고  $L$ 은 포장필름의 두께( $\mu m$ )이다. 측정된 투과도 값은 Table 2와 같다.

Table 2. Gas permeabilities of packaging films at 5℃

Material name(Maker)	Film Thickness( $\mu m$ )	Gas permeability (mg $\cdot \mu m/m^2 \cdot h \cdot atm$ ) 5℃	
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
LDPE*(Daelim, Korea)	32	3673	34220
HDPE** Clean Bag (Clean Wrap, Korea)	10	3332	28046
Polyolefin MPD 2055 (Cryovac, USA)	15	1548	11736

\* low density polyethylene.

\*\* high density polyethylene.

### 항균성 포장필름

앞에서 얻어진 결과를 토대로, 가스투과도가 가장 높은 저밀도폴리에틸렌(LDPE)에 항균력이 뛰어난 천연의 자몽종자추출물과 현재 식품보존료로 허가된 Sorbic acid를 1%농도로 혼합하여 30 $\mu m$ 의 필름으로 제조하고 이들의 항균특성을 측정하였다. 항균특성의 시험은 미생물이 접종된 평판배지 위에 제조된 필름을 얹고 미생물 억제영역을 관찰하였다. 결과는 Table 3에서 보여주듯이 1%의 GFSE를 함유한 LDPE 필름에서는 *Bacillus subtilis*와 *Escherchia coli*에서 약간의 항균활성을 나타내고 있으며, *Staphylococcus aureus*와 *Pseudomonas syringae*에서 강한 항균력을 나타내었다. 그리고 1% Sorbic acid 함유한 필름에서는 *Escherchia coli*와 *Staphylococcus aureus*에서 약간의 항균활성을 갖는 것으로 확인하였다. 따라서 이들 항균 필름은 일부의 균에 대하여 항균활성을 가지고 있으

므로 과채류의 포장시 미생물에 대한 억제효과를 나타낼 것으로 기대하는 바이다.

Table 3. Antimicrobial action of test packaging films as observed by disk test

Film Material	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Escherchia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>
LDPE	-	-	-	-	-
LDPE containing 1% GFSE	+	-	+	++	++
LDPE containing 1% Sorbic acid	-	-	+	+	-

- : no reaction, + : clear zone of 1.0~2.0 mm, ++ : 2.0~5.0 mm.

### 수확한 포도의 품질열화 특성

포도를 5℃에서 저장 중 환경기체조절포장의 내부 가스조성은 저장 65일 까지도 O<sub>2</sub> 농도를 4.5% 가까이 유지하고, CO<sub>2</sub> 농도는 시간에 따라 점차 증가를 보여 17.6%에 달하였다. 이는 환경기체조절포장에서 저장성에 도움을 주는 O<sub>2</sub> 농도와 CO<sub>2</sub> 농도의 조성에 적합한 내부 가스조성을 보여주고 있는 것으로 판단된다. 이러한 공기조성이 미생물 증식억제(Fig.1)와 부패율(Fig. 2)에 기여하는 것으로 보여진다. GFSE를 1% 농도로 첨가시켜 제작된 항균필름으로 포장된 포도의 저장 중 미생물수의 변화를 Fig. 1에서 보여주고 있다. 저장 초기의 총균수 변화에서 항균필름에 대한 효과보다는 환경기체조절포장에 대한 효과가 있는 것으로 나타났으나, 저장 18일 이후부터는 항균 필름에 의해 낮은 미생물 증식을 보여주고 있다. 또한 효모수의 변화에 있어서는 저장초기에는 MAP와 항균필름의 효과가 없는 것으로 보여지나 저장 18일 이후부터는 역시 총균수와 마찬가지로 증식을 억제하는 것으로 나타나고 있다. 이러한 항균성 필름에 의한 미생물 증식의 억제효과는 Lee 등(11)의 상추와 콩나물 실험에서의 결과와 비슷한 것으로 나타났다. 이는 항균필름과 포도와 밀착포장으로 인하여 항균필름이 포도표면의 미생물을 증식억제하고 있는 것이기 때문이라고 생각된다. 포도의 저장 중에 나타나는 부패율에 있어서도 이러한 미생물 증식의 억제 효과가 기여하는 것으로 보여진다. Fig. 2는 포도를 5℃에서 저장 65일째 부패율을 나타내고 있다. 5℃에서 50일간의 저장 중에는 부패가 관찰되지 않았고, 65일째 대조구 LDPE 필름을 사용한 포장에서 72%정도의 부패를 보인 반면, 항균성 포장필름인 통기성 포장과 MAP 포장에서 각각 31%, 19%로 낮은 부패

율을 얻을 수 있었다. 이는 Fig. 1에서의 미생물 증식의 결과와 유사하게 잘 일치하는 것으로서 항균성 필름에 의하여 포도와 밀착시킨 형태로 포장하면 저온에서의 저장 유통 중 미생물 성장을 억제하고 이는 부패를 현저하게 낮추어 줄 수 있다는 것을 확인하는 것이다. 포장된 포도의 저장 중 pH, 총산 그리고 가용성고형분의 변화를 Table 4에서 보여주고 있다. 포도를 65일 저장하는 동안 pH는 3.73에서 3.35~3.55로 감소하였고, 총산도 0.8%에서 0.69%~0.71%로 감소하였다. 또한 가용성고형분은 13.46°Brix에서 10.2~11.9로 감소하였다. 포장 처리구간에 pH와 총산에 있어서는 뚜렷한 차이를 보이지 않으나 가용성고형분에 있어서는 대조구에 비교해서 항균필름의 포장에서 약간의 차이를 보이고 있다. 이러한 결과는 정 등의 딸기실험에 있어서의 결과와 상이한 점을 가지고 있다. 따라서 결과에 대하여 좀 더 연구점을 남겨두고 있다. 결론적으로 GFSE 1% 농도를 첨가시킨 항균필름은 포도의 포장에 있어서 포도와 필름간에 접촉되는 포장조건에서 미생물의 증식을 억제하고 이로 인하여 부패를 낮추어 주었다. 그리고 화학적 품질변화에서도 부정적인 영향은 나타내지 않았다.

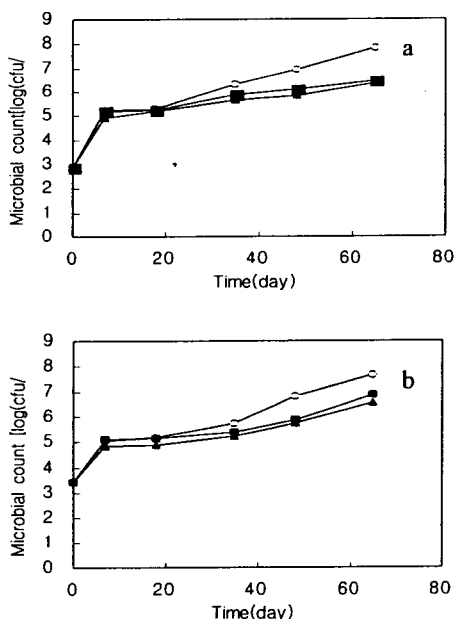


Fig. 1. Effect of packaging film on microbial growth on grapes stored at 5°C.

a ; Total aerobic bacteria b ; Yeast.

○: Control (LDPE film), ■: Air packaging in LDPE film containing 1% grapefruit seed extract, ●: MAP in LDPE film containing 1% grapefruit seed extract.

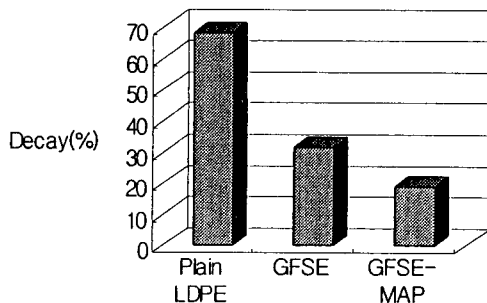


Fig. 2. Decay ratio of grapes packaged in different films and stored at 5°C for 65 days.

Table 4. Changes in pH, titratable acidity and soluble solid of grapes packaged in LDPE film containing 1% of grapefruit seed extract and stored at 5°C

Film Packaging	Quality attribute	Storage time (days)				
		0	7	18	35	48
Control(plain LDPE film packaging)	pH	3.73	3.64	3.63	3.58	3.55
	Acidity(%)	0.80	0.76	0.74	0.73	0.71
	Soluble solid(°Bx)	13.46	13.0	12.8	12.0	11.4
	pH	3.73	3.69	3.68	3.68	3.63
Air packaging in antimicrobial film	Acidity(%)	0.80	0.77	0.76	0.76	0.75
	Soluble solid(°Bx)	13.46	13.3	13.2	12.8	12.6
	pH	3.73	3.65	3.65	3.74	3.64
	Acidity(%)	0.80	0.76	0.75	0.68	0.72
MAP in antimicrobial film	Soluble solid(°Bx)	13.46	13.2	13.0	13.0	12.8

## 요 약

시설원예산물의 저장유통중 발생하는 미생물적 부패를 억제할 수 있는 포장필름을 개발하기 위하여 천연항균물질을 자몽종자에서 추출한(Grapefruit seed extract: GFSE) 항균성 소재를 가스 투과도가 큰 LDPE에 1%농도로 첨가하여 필름을 제조하고, 항균제 무첨가구인 LDPE 필름과 항균효과를 비교하였다. 먼저 제조된 항균필름에 대하여 항균력을 확인하고, 저장 실험은 포도(Campbell early)를 제조된 항균성 필름과 대조구 필름에 밀착되게 각각 포장하여 통기성 포장을 하였다. 또한 환경기체조절포장(MAP)의 효과를 보기위해 항균필름은 밀봉상태로도 포장하였다. 포장된 포도는 5°C에서 65일간 저장하면서 미생물증식, 부패율, 기체조성 그리고 화학적 품질변화를 측정하였다. 제조된 항균필름의 항균력은 미생물에 대하여 억제효과를 나타내었다. 포도의 저장 실험에서는 대조구에 비교해서 항균성 포장필름이 포도의 총균수, 효모수에서 미생물의 생육을 억제하였고, 부패율은 65일째 통기성 포장과 MAP 포장에서 각각

31%와 19%로 낮은 부패율을 얻을 수 있었다. MAP 포장의 내부 가스조성은 65일 까지도  $O_2$ ,  $CO_2$  농도가 각각 4.5%, 17.6%로 포도의 저장성에 도움을 주었다. 그리고 당도와 산도에 있어서도 부정적인 영향은 주지 않았다.

## 감사의 글

본 논문은 대산농촌문화재단의 1998년도 연구비지원사업에 의하여 수행된 연구의 일부이며, 지원에 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. 조성환, 이현철, 서일원, 김재욱, 장영상, 신재익 (1991) Grapefruit종자추출물을 이용한 밀감의 저장효과. 한국식품과학회지 23(5), 614-618.
2. 조성환, 이상열, 서일원, 이근희 (1993) 농축산물 및 그 가공제품의 자연식물성 항균제를 이용한 저장효과. 농업과학논문집(농업산학협동편) 35, 275-282.
3. 조성환, 서일원, 이근희 (1993) 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해 방지에 관한 연구(저장중 병리적 장해 방지를 중심으로)한국농화학회지 36(4), 265-270.
4. 조성환, 정진환, 류충호 (1994) 천연항균제처리를 병용한 과채류의 자연저온저장 기술개발에 관한 연구. 한국영양과학회지 23(2), 315-321.
5. Woe Yeon Kim, Na Eun Cheong, Dae Yeop Jae, Dong Chul Lee, Jae Won Kim, Sung Hwan Cho and Sang Yeol Lee (1994) Characterization of an antimicrobial chitinase purified from the grapefruit extract. Korean J. Plant Pathol. 10(4), 277-283.
6. 정순경, 조성환 (1997) 박피양파의 선도유지를 위한 포장조건. 한국농산물저장유통학회지 4(3), 259-264.
7. Park, Woo-Po, Lee, Dong-Sun, Cho, Sung-Hwan (1997) Effect of Grapefruit Seed Extract and Antibrowning Agents on the Keeping Quality of Minimally Processed Vegetables. Proceedings of the 7th ISHS Symposium on Vegetable Quality (Seoul, Korea) pp.169-172
8. 정순경, 조성환, 이동선 (1998) 항균성 포장필름이 딸기의 저장성에 미치는 영향. 산업식품공학회지 2(2), 157-161.
9. 박우포, 조성환, 이동선 (1998) Grapefruit Seed Extract와 Ascorbic Acid의 혼합 처리가 콩나물 변패미생물과 저장 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 27(6), 1086-1093.
10. Karel, M., Issenber, P., Ronsivalli, I. and Jurin, V. (1963) Application of gas chromatography to measurement of gas permeability of packaging materials. Food Technology., 17, 91-94.
11. Lee, D. S., Hwang, Y. I., and Cho, S. H. (1998) Developing antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. Food Sci. Biotechnol. 7(2), 117-121

(1999년 1월 18일 접수)