

항균소재를 함유한 포장재로 포장한 밀감과 배의 저장중 품질 특성 변화

박우포¹ · 정준호² · 조성환^{2*} · 김철환³

¹마산대학 식품과학부

²경상대학교 식품공학과 · 농업생명과학 연구원

³경상대학교 산림과학부

Quality Characteristics of *Unshiu* Orange and Pear Packaged with Paper Incorporated with Antimicrobial Agents

Woo-Po Park¹, Jun-Ho Jung², Sung-Hwan Cho^{2*} and Chul-Hwan Kim³

¹Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, and Institute of Agriculture and Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Dept. of Forest Products, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

In order to help the preservation of the *unshiu* orange and pear, antimicrobial paper incorporating grapefruit seed extract and zeolite was applied to pack fruits. *Unshiu* orange was packed in a box (24×24×22 cm) attached with antimicrobial paper and then stored respectively at 10°C. Pears were wrapped individually before storage at 10°C. During the storage, weight loss, pH, total acidity, soluble solid content, microbial load and decay were measured as quality indices. Steady pH increase in *unshiu* orange was observed to slightly decrease total acidity during the storage with little difference between the packaging treatments. The microbial loads of total aerobic bacteria, and yeast/mold counts were suppressed during storage by the antimicrobial paper packaging, which also contributed to reducing the decayed *unshiu* orange. Limited reduction of total aerobic bacteria and yeast/mold counts was observed only for initial storage period for the pears wrapped with 9 and 12% antimicrobial agent-added papers. Antimicrobial paper was useful for the reduction of microbial load in *unshiu* orange and pear without other quality deterioration.

Key words: antimicrobial paper, shelf-life, *unshiu* orange, pear

서 론

과채류는 수확한 다음 저장하거나 유통하는 동안에 호흡 작용, 증산작용 등의 생리작용이 활발해질 뿐만 아니라 곰팡이를 비롯한 미생물의 오염 및 성장으로 인한 부패가 일어난다. 또한 과채류 자체의 경도가 저하되는 물리적인 변화뿐만 아니라 비타민, 유기산, 당분 등과 같은 영양적인 변화도 동반된다. 또한 품질에 영향을 미치는 수분, 색소함량 등도 감소함으로써 외관, 맛, 신선도 등이 저하되므로 상품성이 떨어지게 된다(1,2). 이를 방지하기 위하여 유통·저장시에 포장재가 필수적이며, 포장에 사용되는 포장재가 과채류의 변패 미생물의 생육을 저해할 수 있는 항균물질을 함유하고 있다면 과채류의 저장성이 증대되는 효과를 기대할 수가 있을 것이다. An 등(3)은 항균소재를 함유한 저밀도폴리에틸렌 필름으로

상추와 오이 포장하여 저장했을 때 대조구보다 총균수가 낮았다고 하였고, Chung 등(4,5)은 항균물질을 포함한 저밀도 폴리에틸렌 필름이 포도 및 딸기의 저장시에 총균수 및 부패율을 낮추었다고 하였다. Kim 등(6)은 겔착제를 함유한 항균물질을 코팅한 저밀도폴리에틸렌 필름으로 딸기를 저장했을 때 호기성 세균, 효모 및 곰팡이의 생육을 억제하였다고 하였다. 또한 이러한 연구에서 기존의 포장지와 비교했을 때 과채류의 품질에는 영향을 없었다고 하였다.

과채류의 저장 기간중 품질 저하 방지와 건강에 대한 소비자들의 관심이 증대되는 것을 감안한다면 과채류의 포장시에 천연항균제가 포함된 포장지의 사용이 바람직할 것이다. 따라서 본 연구에서는 항균력이 있는 것으로 알려진 자몽종 자추출물(7-9)을 함유한 포장지를 만들고 이를 감귤과 배의 저장에 사용하고, 저장 기간중 품질 변화를 고찰하였다.

*Corresponding author. E-mail: sunghcho@gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5478, Fax: 82-55-753-4630

재료 및 방법

항균포장지의 제조 및 시료의 구입

Cho 등(10)의 방법으로 제조한 자몽종자추출물(grapefruit seed extract)에 젖산과 구연산을 각각 5%씩 첨가한 식물성 천연항균제 자몽추출물제제는 탄산칼슘을 이용하여 분말 형태로 만들었다. 분말 형태의 식물성 천연항균제 자몽추출물제제와 제올라이트를 각각 3%, 4.5% 및 6%를 넣고 0.9 mm 두께의 항균포장지를 만들었으며, 각각 항균제 6% 첨가 포장지, 항균제 9% 첨가 포장지, 항균제 12% 첨가 포장지로 하였다. 실험에 사용한 감귤과 배는 실험 당일 마산의 시장에서 구입하였으며, 처리구별로 1회 시험에 3반복이 될 수 있도록 시험구를 준비하였다.

시료의 포장 및 저장조건

감귤은 24×24×22 cm 크기의 박스의 모든 내면에 항균포장지를 밀착시킨 다음 약 5 kg을 담았으며, 배는 항균포장지로 하나씩 싸서 각각 10°C에서 저장하였다.

중량 감소율 및 부패율의 측정

저장 중 중량 감소율은 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 표시하였다. 또한 감귤의 부패율은 박스 내부에 있는 감귤 전체에 대하여 부패한 감귤의 수를 백분율로 환산하여 표시하였다.

pH, 총산 및 가용성 고형물의 측정

과육 부분을 blender로 마쇄한 즙액을 가제로 여과하여 pH meter(Model 220, Corning Co., USA)로 pH를 측정하였고, 총산은 여과액 10 mL를 취한 다음 0.1 N NaOH로 pH

8.3이 될 때까지 적정한 후 구연산 %로 나타내었다(11). 가용성 고형물은 굴절당도계(Model N1, Atago Co., Japan)로 측정하여 °Brix 농도로 나타내었다.

미생물의 측정

감귤과 배의 총균수, 곰팡이 및 효모수를 측정하기 위하여 박피한 껍질 일정량을 취한 다음 Lab blender(LB-400SG, TMC Co., Korea)에 넣고 마쇄하였다. 이 중에서 1 mL을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 총균수는 희석액 0.1 mL을 plate count agar(Difco Laboratories) 배지에 도말하여 25°C에서 3일간 배양하였고, 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar(Difco Laboratories) 배지에 희석액 0.1 mL을 도말한 다음 25°C에서 5일간 배양하여 형성된 colony의 수를 colony forming unit(CFU/g)로 표시하였다(12).

결과 및 고찰

감귤의 중량 감소율 변화

골판지 박스의 내부에 항균포장지를 붙인 다음 약 5 kg의 감귤을 담아서 10°C에서 저장하는 동안 중량 감소율은 Table 1과 같았다. 즉 저장 기간이 경과함에 따라 감귤의 무게는 줄어들었으며, 이러한 중량 감소는 수확 후에도 계속되는 호흡작용에 의한 성분변화와 과피로부터 수분이 증발하기 때문이다(13). 저장 2주까지는 대조구와 항균제 6% 첨가포장지 시험구의 중량 감소가 대체적으로 큰 것으로 나타났으나 그 이후에는 항균제 9% 첨가포장지 시험구의 중량 감소가 큰 것으로 나타났다. 과실이 위축되어 상품가치가 떨어지기 시작하는 것은 일반적으로 수분감소율이 중량의 5%되는 때부터라는 Park 등(14)의 결과로 보아 감귤도 3주 이후에는

Table 1. Changes in quality characteristics of unshiu orange packaged with antimicrobial packaging paper during storage at 10°C

Quality index	Packaging paper ¹⁾	Storage time (week)				
		Initial	1	2	3	4
Weight loss (%)	Control	0	1.65±0.05 ²⁾	3.20±0.08	6.75±0.12	9.58±0.15
	6%		1.25±0.08	3.57±0.06	6.08±0.03	8.97±0.21
	9%		1.47±0.11	2.70±0.04	6.33±0.04	10.84±0.16
	12%		1.50±0.09	2.69±0.05	5.60±0.07	9.33±0.22
pH	Control	3.77±0.01	4.07±0.03	4.01±0.05	3.95±0.07	3.86±0.04
	6%		4.04±0.02	3.95±0.13	3.90±0.01	3.94±0.14
	9%		3.76±0.05	3.94±0.02	3.98±0.12	4.04±0.14
	12%		3.68±0.07	3.89±0.06	4.01±0.05	3.91±0.11
Total acidity (%)	Control	0.78±0.07	0.51±0.03	0.55±0.07	0.57±0.01	0.50±0.02
	6%		0.60±0.02	0.63±0.12	0.62±0.03	0.54±0.18
	9%		0.88±0.04	0.60±0.06	0.58±0.10	0.45±0.15
	12%		0.81±0.03	0.71±0.06	0.66±0.01	0.54±0.13
Soluble solid (°Brix)	Control	11.1±1.3	10.2±0.24	11.5±0.14	11.1±0.42	11.1±0.14
	6%		11.4±0.16	10.6±0.53	11.3±0.42	11.5±0.14
	9%		10.0±0.10	11.3±0.14	10.4±0.28	11.0±0.28
	12%		11.0±0.12	11.6±0.57	10.3±0.14	10.9±0.71

¹⁾Mixture of BAAG (Botanical antimicrobial agent-GFSE mixture) and zeolite in same ratio was added to make antimicrobial packaging paper.

²⁾Values are means±standard deviation (n=3).

품질에 영향이 클 것으로 보인다. 저장 4주에는 8.97~10.84%의 중량 감소가 일어났으나 시험구간의 차이는 그다지 크지 않았다.

감귤의 pH, 총산 및 가용성 고형물 변화

포장직후 감귤의 pH는 3.77이었으며, 저장 기간이 경과함에 따라 대체적으로 증가하였으나 그 차이는 그다지 크지 않았다(Table 1). 이러한 pH의 증가는 저장 기간 중 감귤의 호흡의 기질로서 산이 주로 소비되기 때문이다(12). 또한 이것은 총산의 함량에도 영향을 줄 것으로 생각된다. 즉 포장 직후에는 총산이 0.78%였으나 저장 기간이 경과함에 따라 pH의 증가와는 반대로 대체적으로 감소하였다. 이는 감귤의 저장 중 과육 부분에서 총산이 점차 감소하였다는 Park 등(15)의 결과와 유사하였다. 감귤의 포장 직후의 가용성 고형물은 11.1°Brix였으며, 저장 기간 동안에도 큰 변화가 없었으며, 시험구간의 차이도 거의 나타나지 않았다. 감귤은 저장 기간 중 호흡작용에 주로 산이 이용되며, 당은 그다지 많이 이용되지 않는다는 Yoon(13)의 결과로 보아 감귤의 당과 같은 가용성 고형물의 양은 그다지 큰 변화가 없는 것으로 판단된다.

감귤의 저장중 미생물 수의 변화

감귤의 저장전 총균수는 1.07×10^5 CFU/g이었으며, 효모 및 곰팡이는 4.89×10^4 CFU/g이었다(Fig. 1). 즉 감귤의 표피에 있는 미생물의 대부분은 효모와 곰팡이였으며, 저장 2주까지는 저장 전과 큰 차이를 보이지 않았다. 항균제 6% 첨가 포장지로 포장한 감귤은 저장 2주까지 대조구보다 다소 높은 총균수, 효모 및 곰팡이 수를 보였으나 다른 항균제 첨가 포장지는 대조구보다 낮았다. 그러나 저장 3주에는 저장 2주에 비하여 10^2 CFU/g 이상 총균수, 효모 및 곰팡이 수가 증가한 것으로 보아 부패가 촉진될 것으로 생각된다. 대조구는 저장 4주에 2.45×10^7 CFU/g의 총균수를 나타내어 다른 시험구에 비하여 높았으며, 12% 항균포장지로 포장한 시험구의 총균수는 1.02×10^6 CFU/g으로 가장 낮았다. 이는 항균성 포장필름으로 오이를 밀착 포장했을 때 뿐만 아니라 딸기와 포도의 포장시에도 미생물의 생육 억제 효과가 있었다는 보고(4,5)와 비슷한 결과로 보인다. 즉 항균물질이 들어있는 포장지가 과실류에 직접 접촉하는 것 뿐만 아니라 포장지로 사용했을 경우에도 항균 효과가 있는 것으로 판단된다. 이러한 항균포장지의 항균작용으로 인하여 대조구에 비하여 낮은 총균수, 효모 및 곰팡이 수를 나타낸 것으로 판단되며, 저장 중 부패율을 낮춤으로서 품질 유지에 긍정적으로 작용할 것으로 보인다.

감귤의 저장중 부패율

감귤은 저장 1주부터 부패한 과육이 발생하기 시작하였으며, 대조구와 항균포장지로 포장한 시험구 모두에서 발생하였다(Fig. 2). 저장 2주까지는 모든 시험구의 부패율의 증가에 큰 차이가 없었으나 저장 3주에는 대조구가 다른 시험구에 비하여 급격하게 증가하였다. 이는 항균포장지의 미생물

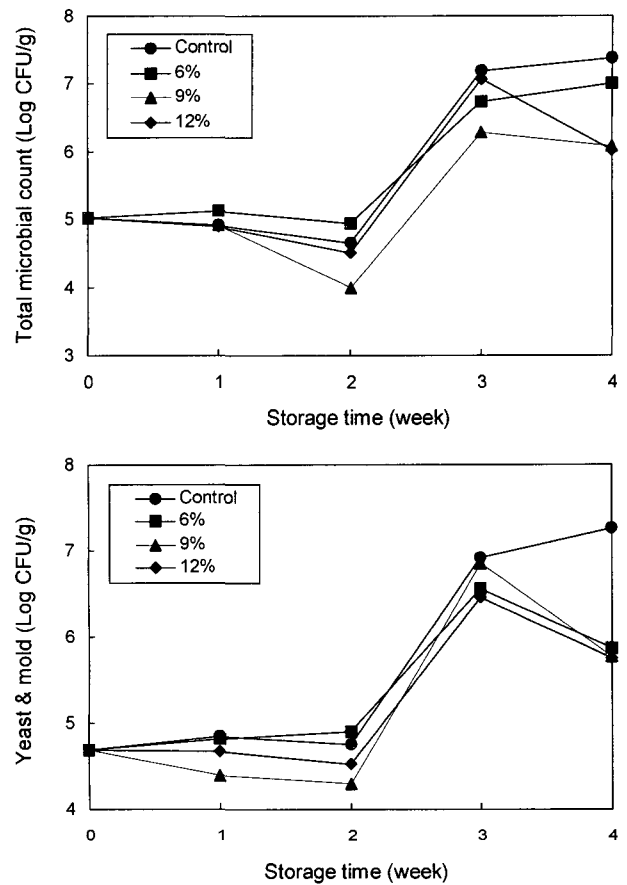


Fig. 1. Changes in total microbial count, yeast and mold of unshiu orange packaged with antimicrobial packaging paper during storage at 10°C.

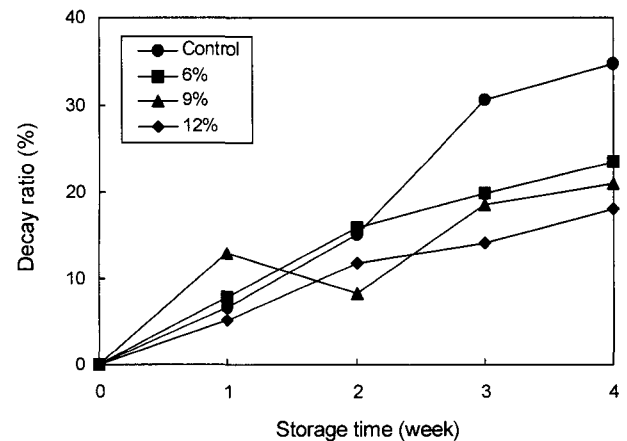


Fig. 2. Changes in decay ratio of unshiu orange packaged with antimicrobial packaging paper during storage at 10°C.

억제작용이 저장 3주 이후에 높았기 때문이라고 판단된다. 또한 저장 4주의 감귤의 부패율을 보면 항균제 12% 첨가 포장지로 포장한 시험구는 18.0%인데 비하여, 대조구는 34.7%로 나타났다. 즉 포장지에 항균제의 첨가 비율이 높을수록 부패율이 낮은 것으로 나타나 항균제가 감귤의 저장시 부패율을 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Changes in quality characteristics of pear packaged with antimicrobial packaging paper during storage at 10°C

Quality index	Packaging paper ¹⁾	Storage time (week)				
		Initial	1	2	3	5
Weight loss (%)	Control	0	1.73±0.15 ²⁾	2.93±0.22	4.65±0.31	6.22±0.09
	6%		2.00±0.25	3.05±0.21	5.39±0.24	7.30±0.15
	9%		1.56±0.19	3.42±0.13	5.50±0.15	6.20±0.22
	12%		1.69±0.27	2.99±0.24	5.59±0.11	7.28±0.25
Soluble solid (°Brix)	Control	13.0±1.62	11.1±0.62	12.3±1.47	11.5±0.14	12.7±0.90
	6%		11.4±0.66	12.5±0.84	12.1±0.71	12.6±0.28
	9%		13.5±0.81	11.5±0.62	13.2±0.28	11.7±0.99
	12%		12.4±0.62	12.7±0.26	11.5±0.42	13.7±0.42

¹⁾Mixture of BAAG (Botanical antimicrobial agent-GFSE mixture) and zeolite in same ratio was added to make antimicrobial packaging paper.

²⁾Values are means±standard deviation (n=3).

배의 중량 감소율

항균제를 첨가한 포장지로 배를 하나씩 포장한 다음 10°C에서 저장하면서 측정한 배의 중량 감소율은 Table 2와 같았다. 즉 저장 1주일에는 1.56~2.00%였으며, 저장 기간이 경과함에 따라 배에 있는 수분의 증산으로 인하여 중량감소율이 증가하였다. 과실이 위축되어 상품가치가 떨어지기 시작하는 것은 일반적으로 수분감소율이 중량의 5%되는 때부터라는 Park 등(14)의 결과로 보아 배도 3주 이후에는 품질에 영향이 있을 것으로 보인다. 또한 육안으로 관찰시 저장 5주일 경에는 부분적으로 위조 현상이 관찰되어 상품성이 없어질 것으로 판단하였다. 시험기간에 중량감소율의 차이는 그다지 크게 나타나지 않았으며, 저장 20일까지의 중량 감소율도 7.30% 이하로 나타나 배의 포장시에 항균포장지로 싸고 골판지 박스 등과 같은 박스에 담는다면 중량 감소는 품질에 큰 영향을 주지는 않을 것으로 판단된다.

가용성 고형물의 변화

포장 직후의 가용성 고형물은 13.0°Brix였으며, 저장 기간이 경과함에 따라 대체적으로 감소하였다(Table 2). 이는 저장 기간중 배의 생리작용 등으로 인하여 당과 같은 가용성 고형분이 소비되었기 때문이라고 생각된다. 항균성 포장지로 포장한 시험구의 가용성 고형물이 대조구와 비슷하거나 다소 높은 것으로 나타나 항균포장지로 포장하는 것이 저장 기간 중 배의 품질에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

미생물 수의 변화

포장 직후 배의 총균수는 1.48×10^5 CFU/g이고, 효모 및 곰팡이 수는 1.26×10^5 CFU/g로 나타나 배의 표면에 있는 미생물은 주로 효모 및 곰팡이인 것으로 나타났다(Fig. 3). 저장 1주일에는 포장 직후에 비하여 미생물 수가 증가한 것으로 나타났다. 그러나 저장 기간이 경과함에 따라 미생물 수는 다소 감소하는 것으로 나타났다. 항균제 9% 및 12% 첨가 포장지로 포장한 배의 총균수, 효모 및 곰팡이수가 저장 2주까지는 다른 시험구보다 낮았으며, 12% 첨가 포장지의 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 항균제 6% 첨가 포장지는 저장 기간 중 대조구와 비슷하거나 다소 높은 미생물수를

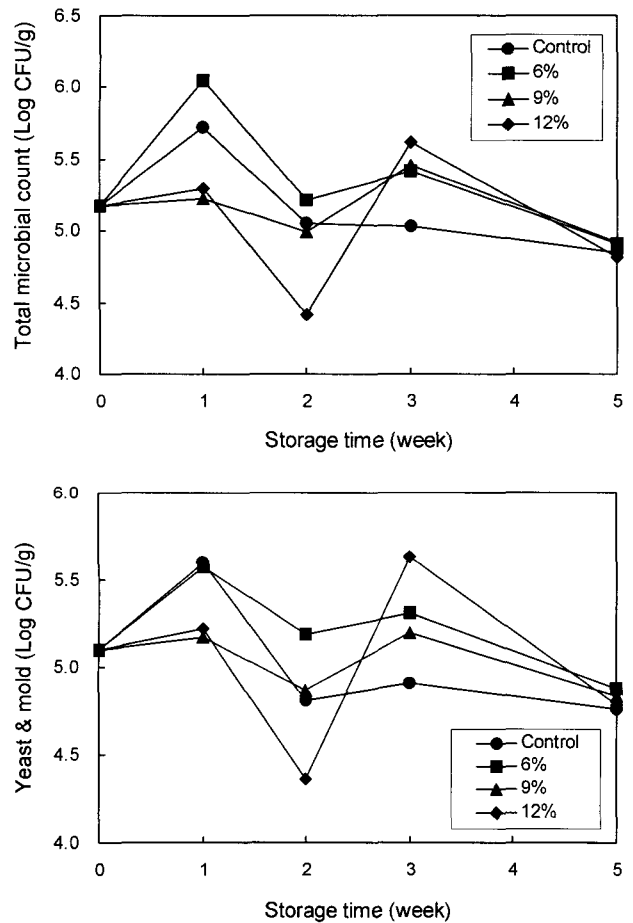


Fig. 3. Changes in total microbial count, yeast and mold of pear packaged with antimicrobial packaging paper during storage at 10°C.

나타내어 항균 효과가 거의 없는 것으로 판단된다. 저장 2주 이후에는 항균제 9%, 12% 첨가 포장지 모두 미생물수가 급격하게 증가한 것은 항균포장지에 의한 항균 효과가 제한적일 수 있음을 나타내는 것이라고 판단된다. 따라서 항균포장지로 배를 포장하여 10°C에서 저장하면 2주 정도의 제한된 기간동안 배의 표면에 있는 미생물의 생육을 억제함으로써 품질 유지에 긍정적으로 작용할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의한 연구 결과의 일부이며, 연구비지원에 감사드립니다.

요 약

항균성이 있는 것으로 알려진 자몽종자추출물에 젖산과 구연산을 각각 5%씩 첨가한 식물성 천연항균제 제재와 제올라이트를 첨가하여 항균포장지를 만든 다음 감귤과 배의 저장을 위한 포장재로 사용하였다. 저장 기간중 품질 변화의 지표로 중량감소율, pH 산도, 가용성고형물, 총균수, 효모 및 곰팡이수 등을 측정하였다. 감귤은 저장 2주까지 대조구와 항균제 6% 첨가 포장지 시험구의 중량 감소가 대체적으로 큰 것으로 나타났으나 그 이후에는 항균제 9% 첨가 포장지 시험구의 중량 감소가 큰 것으로 나타났다. 포장직후 감귤의 pH는 3.77이었으며, 저장 기간이 경과함에 따라 대체적으로 증가하였으며, 총산은 pH의 증가와는 반대로 대체적으로 감소하였다. 감귤의 저장전 총균수는 1.07×10^5 CFU/g이었으며, 효모 및 곰팡이는 4.9×10^4 CFU/g이었다. 즉 감귤의 표피에 있는 미생물의 대부분은 효모와 곰팡이였으며, 저장 2주까지는 항균제 6% 첨가 포장지에서는 대조구와 비슷하거나 다소 높은 미생물수를 나타내었으나 다른 처리구는 대조구보다 낮아서 항균 효과가 있는 것으로 나타났다. 포장지에 항균제의 첨가 비율이 높을수록 감귤의 부패율은 낮았으며, 저장 4주에 항균제 12% 첨가 포장지로 포장한 시험구는 18.0%인데 비하여, 대조구는 34.7%로 나타났다. 배는 항균제 9% 및 12% 첨가 포장지로 포장한 시험구의 총균수, 효모 및 곰팡이수가 저장 2주까지는 다른 시험구보다 낮았으며, 12% 첨가 포장지의 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 저장 2주 이후에는 항균제 9%, 12% 첨가 포장지 모두 미생물수가 급격하게 증가한 것은 항균포장지에 의한 배의 미생물 생육 억제 효과가 제한적일 수 있음을 나타내는 것이라고 판단된다. 따라서 다른 품질특성과 미생물수의 변화를 동시에 고찰하면 항균포장지에 의한 배의 저장은 2~3주 이내로 제한적일 수 있을 것으로 보인다.

문 헌

1. Cho SH, Chung JH, Ryu CH. 1994. Inhibitory effects of

- natural antimicrobial agents on postharvest decay in fruits and vegetables under natural low temperatures. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 315-321.
2. Lattanzio V, Cardianli A, Palmieri S. 1994. The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetables, browning reactions and fungal diseases. *Ital J Food Sci* 6: 3-22.
3. An DS, Hwang YI, Cho SH, Lee DS. 1998. Packaging of fresh curled lettuce and cucumber by using low density polyethylene films impregnated with antimicrobial agents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 675-681.
4. Chung SK, Lee DS, Cho SH. 1999. Antimicrobial packaging films for the preservation of harvested grapes. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 43-47.
5. Chung SK, Cho SH. 2002. Preservation of strawberries and cucumbers packaged by low density polyethylene film impregnated with antimicrobial agent, *Scutellariae baicalensis* extract. *Korean J Food Preservation* 9: 271-276.
6. Kim YM, Lee SB, Cho SH, Lee DS. 2000. Fabrication of polyethylene films coated with antimicrobials in a binder and their application to modified atmosphere packaging of strawberries. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 12-18.
7. Cho SH, Seo IW, Lee KH. 1993. Prevention from microbial post-harvest injury of fruits and vegetables by using grapefruit seed extract, a natural antimicrobial agent. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 265-270.
8. Cho SH, Kim KO, Lee KH. 1994. Prevention from microbial post-harvest injury of fruits and vegetables by using grapefruit seed extract, a natural antimicrobial agent. *Korean J Post-harvest Sci Technol Agri Products* 1: 1-7.
9. Cho SH, Lee SY, Kim JW, Ko GH, Seo IW. 1995. Development and application of natural antimicrobial agent isolated from grapefruit seed extract -Antimicrobial activities of grapefruit seed extract-. *J Fd Hyg Safety* 10: 33-39.
10. Cho SH, Lee HC, Seo IW, Kim ZU, Chang YS, Shin ZI. 1991. Efficacy of grapefruit seed extract in the prevention of *Satsuma mandarin*. *Korean J Food Sci Technol* 23: 614-618.
11. Park WP, Cho SH, Kim CH. 2002. Changes in quality characteristics of cherry tomato packaged with different films. *Korean J Postharvest Sci Technol* 9: 121-125.
12. Kim YM, Lee NK, Park HD, Lee DS. 2000. Migration of bacteriocin from bacteriocin-coated film and its antimicrobial activity. *Food Sci Biotechnol* 9: 325-329.
13. Yoon CH. 1991. Studies on the controlled atmosphere storage of *Unshiu* orange. *J Korean Agric Chem Soc* 34: 14-20.
14. Park CY, Kim KS, Kim WS, Choi JH. 1999. Effects of antibiotic ceramic film packaging on the quality of 'Kosui' pear during storage. *J Kor Soc Hort Sci* 40: 443-446.
15. Park NP, Choi EH, Byun KE, Back JH. 1972. Studies on the storage of citrus fruits. *Korean J Food Sci Technol* 4: 285-290.

(2004년 9월 1일 접수; 2004년 10월 13일 채택)