

Journal of KOPAST

Vol.4 No.1 1998

Printed in Korea

## 셀룰로오스코팅이 자두의 저장중 품질특성에 미치는 영향

송태희 · 김철재  
숙명여자대학교 식품영양학과

### Effect of Cellulose Coatings on Postharvest Storage Qualities of Plums(*Prunus salicina* L.)

Tae-Hee Song · Chul-Jai Kim

*Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University*

#### Abstract

Immature and mature plums(*Prunus salicina* L.) were coated with calcium-added methylcellulose(CaMC) and hydroxypropylmethyl-cellulose-15(CaHPMC-15). Physicochemical, nutritional and sensory characteristics were compared during the 8-day storage period at 30°C. Irrespective of maturity, pH of plums increased and the titratable acidity decreased during storage. Free sugars such as glucose, fructose, sucrose and sorbitol were eventually decreased during storage, but Ca-added cellulose coatings influenced on the prevention of free sugars from decreasing especially in mature plums. Vitamin C contents in immature and mature plums became decreased during storage, but the coatings took effective on its retention. Changes of malic acid, the major organic acid in plums were appeared the same tendency as vitamin C during storage. Results of sensory evaluation showed the development of red color in peel and the softening of plum tissue, and also showed that the overall eating quality and appearance generally decreased during storage. However, the coated plums either CaMC or CaHPMC-15 exhibited the better sensory characteristics.

As though the significant difference in postharvest storage quality were not found between the two coatings, CaMC and CaHPMC-15 coatings significantly contributed to the improvement of overall storage quality, especially the retention of vitamin C and organic acids only on the mature plums.

Key Words : plum, cellulose, free sugar, vitamin C, malic acid, sensory evaluation

## I. 서 론

자두를 포함한 과일은 특유의 풍미를 지니고 있어서 기호를 충족시켜줄 뿐만 아니라 식욕을 증진시키며 영양학적으로 볼 때 영양원이나 열량원으로서의 가치는 적으나 비타민 및 무기질의 공급원으로서의 가치가 크며 특수한 색소, 향기 및 맛 성분을 가지고 있다. 과일은 신선함을 유지하기 위하여 주로 냉장이 사용되었으나 저온은 숙성지연과 품질변화를 방지하기에 충분하지 않아 CA 또는 MA저장을 냉장과 병행하여 이용하여 왔다. 특히, 자두의 경우 원거리 수송이 곤란할 뿐만 아니라 가게에서의 판매 기간도 제한되므로 장기간 성공적으로 보존하기 위해서는 냉장이 많이 사용되어 왔다. Smith<sup>1)</sup>는 저장온도의 조절에 의하여 내부갈변을 조절할 수 있다고 하였으며 Robertson 등<sup>2)</sup>은 Au-Rubrum 자두를 0°C에서 저장시 5주 정도 저장이 가능하다고 보고하였다.

Komiyama 등<sup>3)</sup>은 상온에서(20°C) 대석 조생 자두의 경우 3~5일 후, Sordum 자두의 경우 7~10일 후에 현저히 품질이 저하되었으나<sup>4)</sup>, 저온(3°C)저장에서는 30일까지 상품 가치가 보존된다고 하여 저온 유통과 저장에 의하여 일정기간 동안 품질에 문제가 없음을 보고하였다. 그러나 Van der Plank와 Rees<sup>5)</sup> 및 Smith<sup>6)</sup>에 의하면 영국에서 수확된 Victoria 자두는 34°F(1.1°C) 이하의 온도에서는 내부갈변이 발생하며, 21일 이상 저온에서 저장하던 자두를 낮은 온도나 상온에 보존할 경우 연화현상 등의 저온장해가 확인되었다. 또한 냉장고의 설비투자와 유통경비 등과 자두의 가격을 고려할 때 냉장저장의 문

제점이 제기되고 있다. 최근 산소와 이산화탄소 등의 가스와 수증기압의 저해성을 가지고 있는 식용필름이 과일에 코팅 용도로 식품의 외부에 사용하거나, 수분활성도가 현저히 다른 요소들로 구성된 식품 사이에 사용되어 왔으며, 과일에 코팅하여 제한적인 수분손실이나 산소흡수의 감소로 호흡을 감소시킨다고 보고<sup>7)</sup> 되어 있다. 이러한 식용필름 중 다당류코팅은 산소와 이산화탄소투과도가 많은 후숙형 과일의 숙성을 지연시키고 혐기적 호흡의 생성없이 저장수명을 연장할 수 있다<sup>8)</sup>고 보고되고 있다.

이러한 연구배경과 더불어 송의 연구결과<sup>9)</sup> methylcellulose(MC)필름이 투습도, 가스투과도가 낮고 인장강도가 높게 나타났으며, MC와 hydroxypropylmethylcellulose(HPMC)필름은 칼슘의 첨가에 의하여 가스투과도가 감소하여 과일과 채소에 적용이 가능할 것으로 나타나 본 실험에서는 동일점도인 MC(점도: 15cp)와 HPMC-15(점도: 15cp)에 칼슘을 첨가한 CaMC와 CaHPMC-15를 자두에 코팅하여 그 효과를 보고자 한다.

한편 과일은 나무에서 충분히 완숙시키는 것이 맛이 좋지만 수확후 급속하게 과숙상태가 된다. 자두는 특히 성숙한 과일이면 과피 및 과육이 현저히 연화되어 취급하기가 어렵게 된다는 보고<sup>10)</sup>가 있다. 그러므로 코팅적기를 판단하기 위하여 포모사 품종을 미숙과와 판매적기에 수확(이하 적숙과)하여 MC와 HPMC에 CaCl<sub>2</sub>를 첨가한 액을 코팅하여 30°C에서 8일간 저장하면서 비코팅군(Control)과 비교하여 각각의 기간별로 pH 및 산도, 비타민 C, 유리당, 유기산을 분석하였으며, 동시에

관능적 기호도의 변화를 알아봄으로서 자두의 저장 중 품질특성과 코팅 효과를 알아보고자 한다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 자두는 1995년 7월과 8월에 충청북도 영동군 용산면 매금리 과수원에서 포모사(포모사) 품종을 구입하였다. 미숙 자두는 완전히 덜 익어 거의 녹색이 나는 것, 적숙자두는 판매용으로 수확한 것으로 약간 덜 익어 일부가 붉은 빛인 자두를 과수원에서 딴 후 실험실로 운송 후 선별하여 균등하게 미숙과와 적숙과 각각 세 군으로 분리하여 시료로 사용하였다. 코팅의 재료는  $\text{CaCl}_2$ (Calcium chloride, anhydrous(first grade))와 99.9% ethanol(EtOH)은 Duksan Pure Chemical Co. Ltd.(Yonginuoop, Kyongkido, Korea)의 것을 사용하였다. Methylcellulose(MC)와 hydroxypropylmethyl-cellulose-15(HPMC-15)는 The Dow Chemical Co. (Midland, MI, U.S.A.)의 Methocel A 15 LV Premium과 Methocel E 15 LV Premium을 각각 사용하였다. Polyethylene glycol 400 (PEG 400)은 Shinyo Chemical Co., Ltd. (Osaka, Japan)의 것을 사용하였다.

### 2. 코팅시료의 제조 및 저장

칼슘을 첨가한 MC(이하 CaMC)와 HPMC-15(이하 CaHPMC-15)코팅액을 송과 김의 방법<sup>11)</sup>에 의하여 제조하였다. 이때 건조후 코팅자두를 표본추출하여 코팅을 벗겨 두께를 측정할 결과 평균 0.025 ± 0.004 mm의 두께를 나타내었다. 미숙

과와 적숙과는 비코팅(Control), CaMC코팅, 그리고 CaHPMC-15코팅자두로 분류하여 30°C의 항온실에 8일간 보관하면서 저장기간별로 채취하여 실험에 임하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 자두코팅의 두께 측정

자두에 씌운 코팅을 벗겨서 micrometer (Peacock, G-6 : No.5, Japan)를 사용하여 20회 측정하였다.

#### 2) 일반성분 분석

미숙과와 적숙과의 일반성분분석은 수확 첫날의 시료를 AOAC<sup>12)</sup> 방법에 의하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 측정하였다.

#### 3) 무기질 분석

수확한 첫날의 미숙과와 적숙과를 시료로 사용하여 무기질의 농도를 측정하였다. 전처리 및 실험은 식품공전<sup>13)</sup>에 준하여 건식법(Dry ashing method)으로 하였다. 분석기기는 ICP(Inductively Coupled Plasma) Emission Spectro Analyser(JY 38 Plus ISA, Jobin Yvon, Lonjumeau, France)를 사용하였고, carrier gas는 argon을 사용하였다. 표준용액으로는 ml당 1,000 µg을 함유한 각 원소의 ICP 분석용 표준용액을 사용하여 분석하였다.

#### 4) pH 및 적정산도 측정

씨를 제거한 자두 과육을 blender(Oster, Model 861-66, Milwaukee, WI., U.S.A.)로 파쇄한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(Model MF300, Hanil Industrial Co., Seoul, Korea) 한 후 얻은 상등액을

pH meter(Beckman  $\Phi$ 34 pH meter, Palo Alto, CA, U.S.A.)로 3회 측정하였다. 산도는 pH측정과 동일한 상등액으로 AOAC방법<sup>12)</sup>에 의하여 실험하여 malic acid로 환산하여 표시하였다.

### 5) 유리당 정량

김 등<sup>14)</sup>의 방법을 수정하여 Table 1의 조건으로 분석하였으며, 각 시료에서 얻은 chromatogram을 서당, D-과당, 포도당, 맥아당, sorbitol(Sigma Chemical Co. Ltd., St. Louis, MO, U.S.A.) 표준용액의 chromatogram 면적과 비교하여 정량하였다.

### 6) 유기산 정량

자두의 유기산은山下 등<sup>15)</sup>의 방법을 수정하여 정량하였다. 즉, 각각의 시료자두를 blender(Model 861-66, Oster, Milwaukee, WI, U.S.A.)에 갈아서 15 g을 정확히 취한 후 1N NaOH로 pH를 8.6에서 8.9사이로 조정하고 증류수를 가해 25 ml로 정용한다. 원심분리기(Model MF 300, Hanil Industrial Co., Seoul, Korea)에서 3,000 rpm으로 원심분리한 후 상정액 10 ml를

cap tube에 넣은 다음 14% BF<sub>3</sub>/methanol (14% boron trifluoride methanol complex, BDH Laboratory Supplies, Poole, England) 5 ml를 넣고 60°C의 수욕조에서 1시간 동안 방치한 후 진한 황산 한 방울을 가한다. Chloroform에 200 ppm 농도로 용해시킨 dodecane(Fluka Biochemica, Fluka Chemie AG Buchs, Germany)을 내부표준용액으로 5 ml를 가한 후 포화 NaCl 용액 5 ml를 넣고 30°C의 건열에서 30~40분간 진탕한다. 위와 같이 전처리한 시료 20  $\mu$ l를 Table 2의 조건으로 GC에 injection하여 유기산을 구하였다. 이때 표준유기산은 malic acid, oxalic acid, citric acid, lactic acid, tartaric acid, quinic acid(Sigma Chemical Co. Ltd., St. Louis, MO, U.S.A.)를 사용하여 동일한 방법으로 전처리하여 각각의 표준유기산의 chromatogram 면적과 비교하여 각각의 유기산의 양을 산출하였다.

### 7) 비타민 C 정량

비타민 C는 각각의 자두를 blender(Model 861-66, Oster, Milwaukee, WI, U.S.A.)에 갈아서 약 20 g을 취하여 식품

Table 1. Operating conditions of high performance liquid chromatography for free sugar analysis

Instrument	HP 5890 (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, U.S.A.)
Column	Waters Carbohydrate analysis HPLC column (125Å 10 $\mu$ m, 3.9×300 mm, Part No. 84038 : Millipore Co., Milford, MA, U.S.A.)
Detector	RI (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, U.S.A.)
Mobile phase	Acetonitrile : H <sub>2</sub> O = 90 : 10
Flow rate	2 ml/min
Temperature	40°C
Injection volume	15 $\mu$ l

**Table 2. Operating conditions of gas chromatography for organic acid analysis**

Instrument	Perkin-Elmer, Autosystem (Norwalk, CT, U.S.A.)
Detector	FID (Flame Ionization Detector)
Column	HP-FFAP Capillary column (25 × 0.2 mm I.D., 0.33 μl film thickness, Hewlett Packard, Palo Alto, CA, U.S.A.)
Column Temp	Initial temp : 60°C, 3min      rate : 15°C/min raise Second temp : 220°C, 2 min      rate : 20°C/min raise Final temp : 240°C, 5 min
Injection Temp	250°C
Detector Temp	250°C
Carrier gas	N <sub>2</sub> , 21.7 psi/ml
Split ratio	1 : 100
Sample volume	20 μl

**Table 3. Operating conditions of high performance liquid chromatography for vitamin C**

Instrument	HP 1050 HPLC (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, U.S.A.)
Column	Hypersil APS-NH (5 μm, 200 × 4.6 mm)
Detector	UV 254 nm (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, U.S.A.)
Mobile phase	0.05M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : Acetonitrile = 60 : 40
Flow rate	1 ml/min
Injection volume	20 μl

공전<sup>13)</sup>의 고속액체크로마토그래피에 의한 정량법에 의하여 Table 3의 조건으로 HPLC에 시험용액 20 μl를 주입하여 얻은 피크의 넓이를 L- ascorbic acid (Sigma Chemical Co., Ltd., St Louis, MO, U.S.A.) 표준용액의 넓이로 구한 검량선과 비교하여 비타민 C의 농도(μg/ml)를 구하고, 시료 중의 비타민 C 함량(mg/100g)으로 계산하였다.

### 8) 관능검사

관능검사는 숙명여자대학교 학생 10명으로 구성되었으며 먼저 자두의 외관과 색을 본 후 물에 씻어 보아 씻김성과 향

을 평가 후 번호를 바꾼 후 맛을 보면서 맛과 경도, 즙의 생성, 전체적인 취식특성을 평가하도록 하였으며 이때 자두의 특성은 7점 평점법<sup>16)</sup>을 사용하여 1에서 7까지의 등급을 사용하여 가장 낮은 평점을 1점으로 하고 7점으로 갈수록 강도가 강해지거나 취식특성이 좋아지도록 평가하였다.

### 9) 통계분석

모든 실험결과와 관능검사의 결과는 SAS<sup>17)</sup>를 이용하여 분산분석(ANOVA) 후 Duncan's multiple range test에 의하여 분석하였다(p<0.05).

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1) 일반성분

자두의 일반성분을 수확시기에 따라 분석하여 보면 미숙과의 경우 수분 91.43%, 지질 0.63%, 단백질 1.02%, 회분 0.36%, 탄수화물 6.56% 함유하고 있었다. 적숙과의 경우 수분 91.38%, 지질 1.31%, 단백질 0.51%, 회분 0.41% 그리고 탄수화물 6.38%로 90% 이상이 수분으로 구성되어, 미숙과보다 단백질 함량은 적게, 지질과 회분의 함량은 다소 많게 나타났다. 그러므로 자두는 숙성이 진행됨에 따라 지질 함량은 증가하고 단백질함량은 감소함을 알 수 있었는데, 이는 Komiyama 등<sup>18)</sup>이 Sordum 자두의 총질소 함량은 미숙과가 적숙과보다 많았다는 결과와 일치하는 결과를 나타내었다.

#### 2) 무기질 함량

자두의 무기질함량은 Table 4에 나타내었다. 한국인 영양권장량<sup>19)</sup>의 포모사 자두와 비교시 인의 함량은 비슷하고 칼슘, 칼륨, 철의 함량은 적고 나트륨의 함량은 많았으며, 일본식품성분표<sup>20)</sup>와 비교해보면 미숙과의 경우, 칼슘, 인, 철, 칼륨의 함량은 적고 나트륨함량은 적게 나타났으며, 적숙과의 경우는 인과 칼슘 철의 함량은 비슷하고 칼륨함량은 적었으며 나트륨함량은 많게 나타났다. Komiyama 등<sup>21)</sup>의 6종의 *Prunus salicina* 주스의 무기질함량은 칼륨이 695.3~1,157.8 ppm, 마그네슘이 38.7~66.6 ppm, 칼슘이 24.0~44.2 ppm으로 칼륨, 마그네슘, 칼슘이 풍부한 무기질이고, 철과 구리, 망간은 적었다는 보고와 대체로 일치하였다.

Table 4. Mineral contents of plums

Immature Plum		Mature Plum	
Mineral	Contents (mg/100 g)	Mineral	Contents (mg/100 g)
P	10.02	P	12.05
Mg	4.14	Mg	5.65
Ca	2.39	Ca	5.49
K	91.05	K	123.76
Na	6.56	Na	9.58
Fe	0.09	Fe	0.17
Cu	0.009	Cu	0.01
Co	N.D. <sup>1)</sup>	Co	N.D.
Cr	0.002	Cr	0.008
Mn	0.18	Mn	0.27
Se	N.D.	Se	0.0006
Zn	0.03	Zn	0.05
As	N.D.	As	N.D.
Pb	N.D.	Pb	N.D.
Cd	N.D.	Cd	N.D.

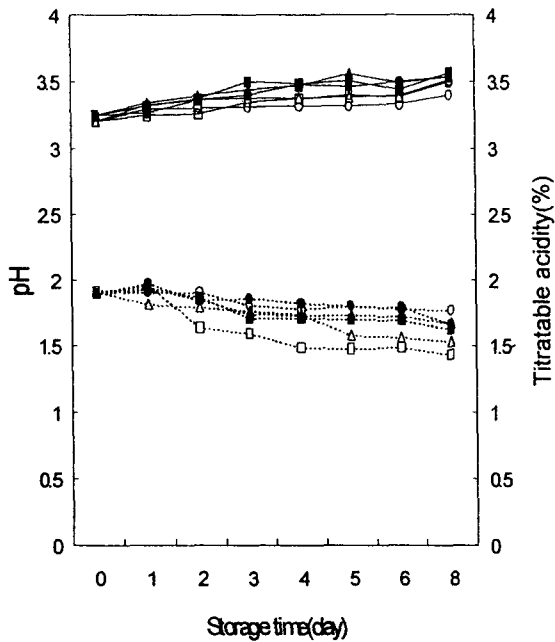
<sup>1)</sup>N.D. means not detected.

#### 3) pH 및 적정산도

자두의 저장기간 중의 pH 및 적정산도의 결과는 Fig. 1에 나타나 있다. 미숙과 적숙과 모두 pH는 3.2~3.3에서 3.5정도로 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 적정산도는 모두 1.9에서 1.4으로 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 숙성 중 유기산의 감소에 기인한 것으로 사료된다.

pH 및 산도는 CaMC 및 CaHPMC-15 코팅에 의하여 뚜렷한 효과를 나타내지 않아 Santerre 등<sup>22)</sup>이 사과에 Semperfresh™을 코팅한 결과, 숙성은 지연되었으나 pH, 산도 및 고형분의 함량에는 영향을 미치지

지 않았다고 보고한 것과 일치하는 결과를 나타내었다.



**Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of plums.**

- : pH
- - - : titratable acidity
- : Control of immature plum
- ▲ : Immature plum with CaMC coating
- : Immature plum with CaMC coating
- : Control of mature plum
- △ : Mature plum with CaMC coating
- : Mature plum with CaHPMC-15 coating

**4) 유리당**

당은 과일의 주요 구성성분으로 산과 더불어 과일의 맛을 좌우하며 저장물질로 중요하다. 자두의 당함량은 품종, 지리적 조건, 계절, 숙성 정도, 채취 시기, 수확 후의 조건과 가공 조건이 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다<sup>23,24</sup>. 김 등<sup>25</sup>은

Sordum 자두를 성숙단계별로 미숙기, 적숙기, 완숙기, 과숙기로 나누어 당을 정량하였을 때 주로 서당과 포도당 및 과당이 주된 당이었으며, 서당함량은 성숙이 진행됨에 따라 서서히 증가하였다고 보고하였는데 Table 5에서 볼 수 있듯이 본 실험에 사용한 포모사 자두의 구성당은 미숙과와 적숙과 모두 포도당, 과당, 서당과 sorbitol이며 저장 중 당함량이 변화함을 알 수 있었다.

미숙과의 저장 중 과당과 포도당 그리고 서당은 대체로 증가하다 서서히 감소하는 경향을 나타내었으며, sorbitol은 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 코팅에 의하여 서당의 분해 억제효과는 나타나지 않았다. 적숙자두는 저장 중 과당의 경우 control군은 감소후 말기에 증가하는 경향을, CaMC군은 증가후 일정한 경향을, CaHPMC-15군은 대체로 증가 경향을 나타내었다. 포도당의 경우 control군과 CaMC군은 감소후 증가 경향을, CaHPMC-15군은 증가 경향을 나타내었다. Sorbitol의 경우 control군과 CaHPMC-15군은 감소후 말기에 증가 경향을 CaMC군은 대체로 감소 경향을 나타내었다. 서당의 경우 control은 증가후 감소 경향을, 코팅군은 감소후 증가경향을 나타내었다. 이로서 자두는 호흡시 기질로 당을 사용함을 알 수 있었다.

Vangdgal<sup>26</sup>은 노르웨이에서 생장한 자두는 저장 중 총당의 함량이 감소되었으며 포도당과 과당은 초기에는 감소하다가 그 후 증가하였으며, sorbitol과 서당은 전체기간동안 감소하여 서당의 효소적 분해에 의하여 포도당과 과당의 증가를 설명하였다. 이러한 결과들은 본 실험 결과와

Table 5. Changes in free sugar and sorbitol of plums during storage  
(% as weight basis)

I m m a t u r e	S.	Control				CaMC				CaHPMC-15			
	T. <sup>1)</sup>	Fru	Glu	Sor	Suc	Fru	Glu	Sor	Suc	Fru	Glu	Sor	Suc
	0	1.923	1.714	0.407	1.215	1.923	1.814	0.407	1.215	1.923	1.814	0.407	1.215
	2	2.634	2.638	0.529	1.519	2.277	2.577	0.490	2.676	2.420	2.551	0.483	1.772
	4	2.704	2.651	0.299	1.534	2.393	2.376	0.345	2.521	2.729	2.967	0.421	1.677
	6	2.502	2.964	0.778	2.593	2.508	3.046	0.307	2.450	2.435	2.889	0.299	1.535
	8	2.535	2.613	0.466	2.313	2.232	2.332	0.468	1.369	2.404	2.467	0.350	1.662
M a t u r e	S.	Control				CaMC				CaHPMC-15			
	T.	Fru	Glu	Sor	Suc	Fru	Glu	Sor	Suc	Fru	Glu	Sor	Suc
	0	1.958	1.973	0.400	1.845	1.958	1.973	0.400	1.845	1.958	1.973	0.400	1.845
	2	1.782	1.929	0.371	2.102	2.151	1.854	0.108	1.636	2.532	2.636	0.444	1.815
	4	1.702	0.212	0.212	0.824	2.121	1.803	0.219	0.427	2.107	2.253	0.244	0.662
	5	2.382	2.503	0.254	1.093	2.072	2.069	0.266	0.829	2.264	2.327	0.262	0.998
	8	2.222	2.200	0.517	2.840	2.374	2.330	0.327	1.205	2.736	2.780	0.780	2.697

<sup>1)</sup>S.T. means storage time(day).

<sup>2)</sup> Fru: Fructose, Glu: glucose, Sor: sorbitol, Suc: sucrose.

차이를 나타내는 결과였는데 이는 품종 및 수확시기의 차이에 기인한 것으로 여겨진다.

### 9) 유기산

일반적으로 과일은 호흡의 중요한 기질로서 탄수화물이나 지방산보다 유기산의 사용이 많은데 이는 유기산은 당이나 지방산보다 탄소원자당 산소를 더 많이 함유하고 있으므로 이산화탄소 생산을 위하여 산소 소비가 덜 요구되기 때문이라고 한다<sup>27)</sup>. 또한 유기산은 과일에서 차지하는 비율은 크지 않지만 당과 조합하여 과일의 풍미에 중요한 영향을 미치는 성분이다.

Table 6의 결과에서 보듯이 자두의 주요 유기산은 malic acid이며, oxalic acid와 citric acid가 소량 검출되고 있다. Citric acid의 함량은 세 군 모두 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며 malic

acid는 저장 중 대체로 감소하였는데, 코팅군의 감소율이 control군의 감소율보다 대체로 적게 나타났으며, CaMC 및 CaHPMC-15코팅에 의하여 malic acid의 감소율이 적게 나타난 것으로 보아 코팅에 의하여 유기산이 호흡의 기질로 사용되는 것을 억제하는 것으로 보인다. Hulme<sup>28)</sup>은 사과와 CA저장에 의하여 유기산의 함량이 영향을 받으며, 자두는 당과 malic acid를 사용하여 이산화탄소와 에탄올을 형성하며, 포도의 경우 고온저장 중 malic acid와 tartaric acid는 소모되지만 citric acid는 여전히 존재한다고 보고하여 본 실험의 포모사 자두의 저장기간에 따라 호흡에 의하여 malic acid가 감소하는 경향과 일치하는 결과였다.

### 6) 비타민 C

자두의 비타민 C의 함량은 Table 7에서 볼 수 있듯이 대체로 1.9 mg/100 g 정



**Table 6. Changes in organic acid content of plums during storage (mg/100g)**

I m m a t u r e	S.T. <sup>1)</sup>	Control			CaMC			CaHPMC-15		
	(day)	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid
	0	5.66	1,506	4.67	5.6	1,506	4.67	5.66	1,506	4.67
	2	4.79	1,400	41.24	3.49	1,610	53.68	6.62	1,827	29.35
	4	5.08	1,197	18.91	5.09	1,577	13.04	4.56	2,182	56.33
	8	2.48	1,114	7.51	4.27	1,725	21.14	9.14	1,657	28.26
M a t u r e	S.T.	Control			CaMC			CaHPMC-15		
	(day)	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid
	0	11.36	1,720	8.5	11.36	1,720	8.5	11.36	1,720	11.36
	2	8.32	1,730	8.5	4.69	1,750	11.8	6.70	1,768	9.4
	4	11.15	1,550	67.2	7.81	1,748	13.9	4.57	2,026	6.9
	8	7.31	1,313	15.9	2.45	1,347	14	10.21	1,339	90.3

<sup>1)</sup>S.T. means storage time.

**Table 7. Changes in vitamin C contents of plums during storage (mg/100 g)**

Storage time(day)	Immature			Mature		
	Control	CaMC	CaHPMC-15	Control	CaMC	CaHPMC-15
0	1.906	1.906	1.906	1.954	1.954	1.954
2	1.537	1.603	1.807	1.895	1.917	2.487
4	1.858	2.503	1.857	1.872	1.856	1.992
6	1.018	2.094	2.200	1.335	1.841	1.866
8	1.193	2.165	1.879	2.640	1.642	1.719

도 함유되어 있으며, 저장기간동안 대체로 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 16~28℃에서 3일 저장한 망고의 비타민 C 함량변화를 조사한 결과 Kent종을 제외한 Haden, Irwin, Keitt종은 비타민 C 함량이 감소한다고 보고<sup>29)</sup> 및 감귤류는 10% 정도의 비타민의 손실을 나타내며 guava도 숙성동안 비타민이 감소한다는 보고<sup>24)</sup>와 비슷한 경향을 나타내었다. 또한 control군은 미숙과보다 적숙과의 경우 vitamin C의 감소율이 적어, 적숙시기에 수확하는 것이 vitamin C의 보유율을 높일 수 있는 방법이라 사료된다. CaMC와 CaHPMC-15코팅군의 vitamin C 함량은

저장기간중 증가하다 감소하는 경향을 나타내었으며, 대체로 control보다 코팅군의 비타민 C 함량이 높았다. 이는 Dhalla와 Hanson<sup>30)</sup>의 연구 결과 망고에 Pro-long 코팅을 한 결과 비타민 C의 감소율이 적었다는 보고와 일치하는 결과로서, 코팅에 의하여 공기의 접촉을 차단하여 비타민 C의 산화방지효과를 나타낸 것으로 사료된다.

## 7) 관능검사

자두의 저장기간에 따른 관능검사 결과를 Table 8에 나타내었다. 외관은 대체로 미숙과가 적숙과보다 높게 나타났으며, 저

장 기간의 경과에 따라 대체로 감소하였으나, control군보다 CaMC와 CaHPMC-15 코팅군이 대체로 높은 점수를 나타내고 있으며 각 군간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았다( $p < 0.05$ ). 색은 저장기간의 경과에 따라 유의적으로 적색이 발달하였으나, 코팅군이 적색의 발달이 적게 나타났다( $p < 0.05$ ).

외관과 색을 평가한 후 물에 씻어 보아 그 느낌을 묘사한 씻김성은 control군이 잘 씻기며 코팅군은 잘 씻기기 않는다고 응답하였으나 이는 코팅때문에 씻는 시간이 조금 오래 걸려 낮게 평가된 것으로 사료되며 CaHPMC-15군이 CaMC군보다 더 잘 씻긴다고 평가되었다.

신맛은 각 군별로 비교해보면 저장초기에는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 미숙과는 저장에 따라 신맛이 대체로 감소하였고, 적숙과는 신맛이 증가하였다 감소하였으며, 전기간 동안 코팅에 의하여 신맛이 더욱 높게 나타났는데 이는 malic acid가 자두의 신맛에 영향을 줄 수 있는 결과로 코팅군은 malic acid의 감소율이 적어 신맛의 감소가 적었음을 알 수 있었다.

향에 있어서는 세 실험군 및 저장 기간별로 일정한 경향을 나타내지 않았으며 미숙한 사과에 코팅을 하였을 때 혐기적 호흡으로 인한 에탄올과 acetaldehyde의 생성으로 이취를 발생하였다는 보고<sup>31)</sup>와는 달리 이취는 느낄 수 없었다.

단단함을 평가하는 경도는 저장기간을 통하여 감소하였으며, 미숙과의 경우가 적숙과의 경우보다 경도의 감소가 크게 나타났다으며 세 실험군을 비교해 볼 때 control군이 코팅군보다 대체로 낮았다

( $p < 0.05$ ). 즙은 대체로 control군이 코팅군에 비하여 많다고 평가되었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 미숙과가 적숙과 보다 즙이 많은 것으로 평가되었다. 전체적인 취식특성은 저장기간에 따라 미숙과, 적숙과 모두 대체로 감소하는 경향을 나타내었으며, 코팅군이 control군보다 높은 취식 특성을 나타내었다. 동양계 자두에 관한 관능검사 결과를 알아보면 Komiyama 등<sup>4)</sup>은 대석조생 자두의 경우 6일까지 식미가 서서히 향상되다가 그 후 감소하였으며, Sordum 미숙자두는 수확후 식미가 향상되다가 감소하였으나 높은 점수를 얻지는 못하였다고 보고하였다. 그러나 본 실험결과는 미숙과 수확시 취식특성이 대체로 감소하는 경향을 나타내어 위의 보고와 반대의 경향을 나타내었는데 이는 산지에서 수확하여 초기의 신선함이 관능검사에서 좋은 점수를 나타내었기 때문으로 사료된다.

Robertson 등<sup>2)</sup>의 유럽계 Au-Rubrum 적숙자두를 0°C에 저장하면서 관능검사를 실시한 결과 단맛 및 신맛은 점차 증가하여 저장 2주에 가장 좋았으며, 경도는 전체기간을 통하여 미숙과보다 단단하다고 평가되었으며, juciness는 전체기간을 통하여 비슷하였으나 저장 2주간에 적절하였으며, 기호도도 5주간동안 거의 비슷하게 평가하였다. Komiyama 등<sup>4)</sup>은 대석조생 적숙과 자두를 수확하였을 때 3일후부터 식미가 감소하고 완숙 자두는 수확후부터 감소하여 저장성이 없다고 보고하였으며, Sordum 적숙과 자두의 경우 11일간은 높은 식미를 나타내었으며 완숙 자두는 수확후 4일정도의 저장이 가능하다고 하였다.

Table 8. Changes in sensory scores of plums during storage

Characteristics	Group	Immature			Maure		
		Storage time(day)			Storage time(day)		
		2	4	8	2	4	8
Appereance	Control	4.22 <sup>aA1,2)</sup>	4.22 <sup>aA</sup>	3.60 <sup>aA</sup>	4.16 <sup>bA</sup>	4.00 <sup>aA</sup>	2.44 <sup>bB</sup>
	CaMC	5.33 <sup>aA</sup>	5.37 <sup>aA</sup>	4.40 <sup>aA</sup>	6.00 <sup>aA</sup>	5.33 <sup>aB</sup>	4.00 <sup>aB</sup>
	CaHPMC	5.33 <sup>aA</sup>	4.87 <sup>aAB</sup>	3.60 <sup>aB</sup>	5.83 <sup>aA</sup>	5.28 <sup>aA</sup>	4.22 <sup>aA</sup>
Color	Control	3.66 <sup>aB</sup>	5.50 <sup>aA</sup>	6.20 <sup>aA</sup>	4.16 <sup>aB</sup>	4.28 <sup>aB</sup>	6.44 <sup>aA</sup>
	CaMC	3.00 <sup>aB</sup>	4.50 <sup>bA</sup>	4.60 <sup>bA</sup>	4.33 <sup>aA</sup>	4.33 <sup>aA</sup>	4.88 <sup>bA</sup>
	CaHPMC	3.77 <sup>aA</sup>	4.11 <sup>bA</sup>	4.41 <sup>b</sup>	4.00 <sup>aB</sup>	4.14 <sup>aB</sup>	5.33 <sup>bA</sup>
Water Washable	Control	6.66 <sup>aA</sup>	5.37 <sup>aA</sup>	6.60 <sup>a</sup>	7.00 <sup>aA</sup>	6.00 <sup>aA</sup>	5.33 <sup>aA</sup>
	CaMC	1.33 <sup>CA</sup>	1.37 <sup>bA</sup>	2.40 <sup>b</sup>	1.50 <sup>CA</sup>	1.83 <sup>bA</sup>	1.33 <sup>bA</sup>
	CaHPMC	2.77 <sup>bA</sup>	2.66 <sup>bA</sup>	3.20 <sup>b</sup>	4.16 <sup>bA</sup>	4.41 <sup>aA</sup>	3.11 <sup>aA</sup>
Sourness	Control	3.44 <sup>aA</sup>	2.37 <sup>aAB</sup>	1.80 <sup>bB</sup>	3.33 <sup>aA</sup>	4.28 <sup>aA</sup>	2.44 <sup>aA</sup>
	CaMC	4.44 <sup>aA</sup>	3.50 <sup>aA</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>aAB</sup>	5.33 <sup>aA</sup>	2.77 <sup>aB</sup>
	CaHPMC	3.66 <sup>aA</sup>	3.77 <sup>aA</sup>	3.80 <sup>a</sup>	3.66 <sup>aA</sup>	3.42 <sup>aA</sup>	3.44 <sup>aA</sup>
Sweetness	Control	4.55 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>aB</sup>	5.80 <sup>A</sup>	4.50 <sup>aB</sup>	3.57 <sup>bA</sup>	4.88 <sup>aA</sup>
	CaMC	4.77 <sup>aB</sup>	5.37 <sup>aA</sup>	3.60	4.83 <sup>aA</sup>	4.50 <sup>aA</sup>	5.11 <sup>aA</sup>
	CaHPMC	5.22 <sup>aA</sup>	5.44 <sup>aA</sup>	5.60	5.00 <sup>aA</sup>	4.85 <sup>aA</sup>	4.88 <sup>aA</sup>
Flavor	Control	3.88 <sup>aA</sup>	5.00 <sup>aA</sup>	4.60	3.66 <sup>aA</sup>	5.14 <sup>aA</sup>	4.33 <sup>aA</sup>
	CaMC	3.77 <sup>aA</sup>	3.75 <sup>aA</sup>	4.00	4.00 <sup>aA</sup>	3.83 <sup>aA</sup>	3.11 <sup>aA</sup>
	CaHPMC	4.77 <sup>aA</sup>	4.11 <sup>aAB</sup>	3.40 <sup>B</sup>	3.66 <sup>aA</sup>	4.28 <sup>aA</sup>	3.88 <sup>aA</sup>
Firmness	Control	3.44 <sup>bA</sup>	2.87 <sup>aA</sup>	1.40 <sup>nB</sup>	4.33 <sup>aA</sup>	3.85 <sup>aAB</sup>	2.11 <sup>bB</sup>
	CaMC	5.00 <sup>aA</sup>	3.62 <sup>aB</sup>	3.40 <sup>aB</sup>	4.66 <sup>aA</sup>	4.16 <sup>aA</sup>	3.77 <sup>aA</sup>
	CaHPMC	5.33 <sup>aA</sup>	3.55 <sup>aB</sup>	4.00 <sup>aB</sup>	4.16 <sup>aA</sup>	4.00 <sup>aA</sup>	3.88 <sup>aA</sup>
Juiceness	Control	5.33 <sup>aA</sup>	5.50 <sup>aA</sup>	5.40	4.33 <sup>aA</sup>	3.85 <sup>aA</sup>	5.33 <sup>aA</sup>
	CaMC	4.33 <sup>aA</sup>	4.62 <sup>abA</sup>	4.00 <sup>A</sup>	3.16 <sup>aB</sup>	5.00 <sup>aA</sup>	3.33 <sup>bA</sup>
	CaHPMC	5.00 <sup>aA</sup>	4.22 <sup>bA</sup>	4.00	4.00 <sup>aA</sup>	4.71 <sup>aA</sup>	3.22 <sup>bA</sup>
Overall quality	Control	5.33 <sup>aA</sup>	3.77 <sup>bB</sup>	3.00 <sup>B</sup>	4.33 <sup>aA</sup>	4.42 <sup>aA</sup>	2.00 <sup>bB</sup>
	CaMC	5.55 <sup>aA</sup>	4.25 <sup>bB</sup>	3.60 <sup>aB</sup>	4.50 <sup>aA</sup>	4.50 <sup>aA</sup>	3.11 <sup>aA</sup>
	CaHPMC	5.88 <sup>aA</sup>	5.37 <sup>aA</sup>	4.00 <sup>B</sup>	4.66 <sup>aA</sup>	4.42 <sup>aA</sup>	3.11 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean scores of 10 panels.

<sup>2)</sup>Values in the same vertical columns for each characteristics bearing different small letters differ significantly, and capital letters not in common for plums among storage days denote significantly differences( $p < 0.05$ ).

따라서 자두의 수확시기는 품종에 따라 다름을 알 수 있었으며, 본 실험에 사용된 포모사도 미숙과보다는 적숙과를 수확하였을 때가 대체로 식미도 좋고 코팅에 의한 효과도 확실히 볼 수 있었음을 알 수 있었다.

#### IV. 요약 및 결론

미숙과와 적숙과의 포모사 자두에

칼슘을 첨가한 methylcellulose(CaMC)와 hydroxypropylmethylcellulose-15(CaHPMC-15)액을 코팅하여 30°C에서 8일간 저장하면서 저장 후 품질특성 및 코팅의 효과를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 미숙과와 적숙과 모두 pH는 증가하고 적정산도는 감소하였다.
2. 자두의 유리당은 포도당, 과당, 서당, sorbitol이었으며, 적숙과의 경우 코팅

에 의한 당당류의 감소를 억제하였다.

3. 자두의 유기산은 주로 malic acid로 구성되어 있으며 저장기간의 경과에 따라 감소하였는데 미숙과와 적숙과 모두 코팅에 의하여 malic acid의 감소 억제 효과를 나타내었다.
4. 자두의 저장 중 비타민 C의 함량은 감소되었는데, 코팅에 의하여 감소억제효과를 나타내었다.
5. 자두의 관능검사 결과 저장기간의 경과에 따라 적색의 발달과 조직의 연화가 감지되었으며 외관과 전체적인 취식특성은 점차 나빠졌으나 CaMC와 CaHPMC-15코팅 자두의 경우 control 자두에 비하여 미숙과와 적숙과 모두 우수한 관능검사 결과를 나타내었다.

이상의 결과로 미숙과 및 적숙과 자두에 CaMC와 CaHPMC-15의 코팅의 적용은 유기산과 비타민 C의 감소 억제효과는 뚜렷하였다. 관능검사결과는 대체로 코팅군이 우수하게 평가되었으나 CaMC와 CaHPMC-15코팅간에는 자두의 품질에 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. CaMC와 CaHPMC-15코팅은 포모사 자두의 수확후 저장시 품질 특성이 우수하였으며 특히 적숙과에 적용시 그 효과가 뚜렷함을 알 수 있었다.

#### 인용문헌

1. Smith, W. H. : Further observations on physiological breakdown in stored plums. *J. Pomol. hort. Sci.* 18:274(1940)
2. Robertson, J. A., Meredith, F. I., Lyon, B. G. and Norton, J. D. : Effect of cold storage on the quality characteristics of Au-Rubrum plums. *J. Food quality.* 14:107(1991)
3. Komiyama, Y., Harakawa, M. and Tsuji, M. : Influences of low temperature storage on the qualities of Sordum plum. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 26(8):351(1979)
4. Komiyama, Y., Harakawa, M. and Tsuji, M. : The after ripening characteristics of plum fruits and ethephon on their after ripening. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 51(1):115(1982)
5. Van der Plank, J. E. and Rees, D. : Temperature-cold injury curves of fruits. *J. Pomol. hort. Sci.* 15:226(1937)
6. Smith, W. H. : The refrigerated storage of Victoria plums in low oxygen atmospheres. *J. hort. Sci.* 42:223(1967)
7. Kester, J. J. and Fennema, O. R. : Edible films and coatings : A Review. *Food Technol.* 40(12):47(1986)
8. Baldwin, E. A. : Edible coatings for fresh fruits, and vegetables : past, present, and future. In "Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Krochta, J. M., Baldwin, E. A. and Nisperos-Carriedo, M. O. (eds.), Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, PA, U.S.A. p45(1994)
9. 송태희: 칼슘을 첨가한 셀룰로오스 식용필름의 제조 및 기능성과 자두에의 적용효과, 숙명여자대학교 박사학위논문, 숙명여자대학교(1996)
10. Kitamura, Y., T., Itamura, H. and Fukushima, E. : Ripening changes in respiration, ethylene emanation and ascorbic acid content of plum fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52(3):325(1983)

11. 송태희, 김철재 : 셀룰로오스 식용코팅이 자두의 저장 중 색 변화에 미치는 영향, 한국포장학회지, 2(1):3(1996)
12. AOAC: Official Methods of Analysis, 16th, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.,U.S.A.(1995)
13. 한국식품공업협회 : 식품공전 pp. 702, pp. 773-777, pp. 790-791(1994)
14. 김성수, 이창호, 오상룡, 정동효 : 국내산 무화과의 화학적 성분에 관한 연구. 한국농화학회지 35(1): 51(1992)
15. 山下 市田, 田村 太郎, 吉川 誠次, 鈴木 重治 : 揮發性 および不揮發性有機酸のガス クロマトグラフィーによる同時定量のためのブチルエステル化(第4報). *Japan Analyst.* 22:1334(1973)
16. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, pp.185-188(1989)
17. SAS Institute Inc. : *SAS/STAT Guide for Personal Computer.* SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.(1985)
18. Komiyama, Y., Harakawa, M. and Tsuji, M. : Effect of high temperature (30°C) storage on protein pattern of plum fruit determined by means of polyacrylamide gel disc electrophoresis. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31(4):241(1984)
19. 한국영양학회 : 한국인 영양권장량 제 6차 개정. 중앙문화 진수출판사, p.262(1995)
20. 香川 綾 : 四訂 食品成分表. 女子栄養大學出版部, 東京, 日本 p.172(1992)
21. Komiyama, Y., Otoguro, C. and Ozawa, S. : Physical and chemical compositions of juices and purees from several varieties of plums. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 24(11):559(1977)
22. Santerre, C. R., Leach, T. F. and Cash, J. N. : The influence of the sucrose polyester, Semprefresh<sup>TM</sup>, on the storage of Michigan grown McIntoshi and Golden Delicious apples. *J. Food Process. Preserv.* 13:293(1989)
23. Komiyama, Y., Harakawa, M. and Ozawa, S. : Changes in physical compositions of plums during maturation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 26(7):305(1979)
24. Wrostad, R. E. and Shallenberger, R. S. : Free sugar and sorbitol in fruits-A complication from the literature. *J. Assoc. Off. Anal. Chem* 64:91(1981)
25. 김현주, 문광덕, 손태화 : 자두 과실의 성숙중 당함량 및 Invertase의 활성 변화. 경북대농학지 6:129(1988)
26. Vandgal, E. : Sugar and sugar alcohols in Norwegian-grownplums. *Meld. Norg. Landbr. Hogsk* 61(12):1(1982)
27. Wills, B. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B. and Hall, E. G.: *Postharvest.* AVI Publishing, Westport, CT, U.S.A.(1981)
28. Hulme, A. C. : *The Biochemistry of Fruits and Their Products.* Vol. I. and II, Academic Press, NY, U.S.A.(1970)
29. Vazquez-Salinas, C. and Lakshminarayana : Compositional changes in mango fruit during ripening at different storage temperatures. *J. Food Sci.* 50:1646(1985)
30. Dhalla, R. and Hanson, S. W. : Effect of permeable coating on the storage life of fruits. II. Pro-long treatment of mangoes (*Mangifera indica* L. cv. Julie). *Int. J. Food Sci. Technol.* 23:107(1988)
31. Trout, S. A., Hall, E. G. and Sykes, S. M. : Effects of skin coating on the behavior of apples in storage. *Aust. J. Agr. Res.* 4:57(1953)