

가식성 코팅물질을 이용한 포도의 저장성 연장 연구

김준열 · 한명륜 · 장문정¹ · 김병용² · 김명환*

단국대학교 식품공학과, ¹국민대학교 식품영양학과, ²경희대학교 식품공학과

(2002년 7월 12일 접수, 2002년 10월 11일 수리)

포도의 가식성 코팅물질로 methyl cellulose에 별도로 미생물 생육억제 효과가 있는 *n*-capric acid isopropyl ester와 sodium nitrate를 spray한 다음 EPS(expanded polystyrene) tray에 0.05 mm PE(polyethylene) 필름으로 wrapping한 후 30°C에서 16일간 저장하면서 품질을 분석하였다. 증광감소율에서 상품가치를 잃게 되는 7% 수준이 되는 시점이 대조구는 6일인 반면 methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester 처리구는 9일로 차이를 보였다. 대조구의 산도는 처리구에 비하여 저장기간이 길어짐에 따라서 감소율이 높게 나타났다. Vitamin C 함량의 경우 대조구는 저장초기에 비하여 저장 16일 후 64.8% 감소한 반면 methyl cellulose + sodium nitrate와 methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester 처리구는 각각 51.5와 49.8%의 감소를 나타내었다. 경도변화로는 대조구가 가장 크게 감소하여 저장 16일째 초기에 비하여 44.2% 감소한 반면 methyl cellulose + sodium nitrate와 methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester 처리구는 각각 26.5와 23.2%로 나타나 큰 차이를 보였다. 저장기간 중 sodium nitrate와 *n*-capric acid isopropyl ester 처리가 총균수와 효모수의 억제에 효과가 있었으며 관능검사의 기호도에서는 methyl cellulose 처리구보다 methyl cellulose + sodium nitrate 처리구와 methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester 처리구가 높게 나타났다.

Key words: 포도, 저장성, methyl cellulose, *n*-capric acid isopropyl ester, sodium nitrate

서 론

우리나라 과일 생산량은 2001년도를 기준으로 2,488천톤이 있으며, 그 중 포도는 454천톤이 생산되어 전체과일류의 18.2%를 점하고 있으며 2000년도까지는 사과에 이어 두 번째로 많은 양이었으나 2001년도에는 과일류 중 가장 많이 생산되는 품목이었다. 또한 포도는 우리나라 총 과수 재배면적 174,000 ha의 16.7%인 21,809 ha에서 재배되고 있으며 특히 농산물 시장이 개방된 이후 포도는 경쟁력 있는 과수로 평가되어 재배면적이 매년 급진적으로 확대되고 있다.¹⁾ 국내에서 재배되고 있는 포도의 품종은 약 15종 정도이며 그 중 Campbell Early가 63.4%, 거봉이 14.4%, Sheridan이 11.8% 정도를 차지하고 있다. 유통, 저장 중 품질저하로 인하여 많은 포도가 낭비되고 있으며 감모율은 10~15%로 추산되며 감모율을 5%만 낮추어도 연간 22.7천톤의 자원 절약 효과가 발생하게 된다.

과일은 일반적으로 수확 후 생리활성, 즉 호흡 활성과 내재 효소 활성의 증가를 수반하여 호흡의 증대, chlorophyll의 분해, 과육의 연화, 휘발성 물질의 생성, 당화 등이 발생되어 노화, 부패 등으로 인한 품질저하가 일어난다. 이러한 과일의 수확 후 신선도를 유지하기 위한 기술로 CA(controlled atmosphere) 저장이 시도되었지만, 포도의 경우 그 가격에 비하여 CA저장의 비용이 너무 높으므로 다소 경제적이라고 알려진 MAP(modified atmosphere packaging) 기술이 적용되어지고 있다.^{2,7)} 또한 곰팡이 오염에 의한 부패를 막기 위하여 아황산처

리 방법을 쓰기도 하는데⁸⁾ 이 방법은 SO₂ 가스를 이용한 flow system으로서 장비와 gas가 고가라는 점과 sulfite의 잔류 허용이 식품첨가물 범규에 3 ppm 이하(생과)로 규정되어 있을 뿐만 아니라 과다처리에 의한 표백작용, 수분감소 등의 문제점들이 있어 포도의 저장에 적용하는데 어려움이 있다. 최근에 활발히 연구되고 있는 gluten,⁹⁾ zein,¹⁰⁾ cellulose,¹¹⁾ soy protein,^{12,13)} wax와 composite^{14,15)} 등을 이용한 edible film에 관한 연구는 현대 산업 사회에서 부각되고 있는 환경친화적 요소로 포도뿐만 아닌 다른 연과실류에도 두루 연구되고 있다. 포도와 같은 연과실류의 효과적인 저장에 요구되는 포장의 조건은 크게 네 가지로 볼 수 있는데 첫째, 적당한 호흡작용 억제 둘째, 수분증발 억제 셋째, 미생물에 의한 부패 억제 넷째, 표면충격 완화이다.¹⁶⁾

따라서 본 연구에서는 수분손실과 호흡을 억제하고 외부 환경에 대한 물리적 요인으로부터 최대한 보호할 수 있으며 포도 과실 사이의 공극에 효과적으로 대처할 수 있는 표면 edible coating제로 methyl cellulose와 이에 미생물 생육억제 효과가 있는 *n*-capric acid isopropyl ester와 sodium nitrate를 첨가제로 이용하여 포도의 저장성 향상을 도모하고자 하였다.

재료 및 방법

재료. 포도(*Vitis labrusca* L.)는 셰리단(Sheridan)으로 충남 천안시 직산면 일대에서 수확된 것을 수확 다음날 실험실로 운반하여 4°C에서 보관하면서 사용하였다.

코팅 재료 및 코팅 공정. 코팅 재료로 1.67%(w/v) methyl cellulose(MC)를 사용하였으며 MC에 미생물 생육억제효과가 있는 *n*-capric acid isopropyl ester(ci)와 sodium nitrate(sn)을

*연락처

Phone: 82-41-550-3563; Fax: 82-41-550-3566

E-mail: kmh1@dankook.ac.kr

0.02%(w/v) 농도의 용액으로 만들어 각각 spray 처리하였다. MC코팅공정은 실온(20°C)에서 포도를 MC에 3초간 침지하였으며 표면여액 제거공정은 포도를 실에 매달은 상태에서 30분간 진행시켰다. 그다음 EPS(expanded polystyrene) tray에 0.05 mm PE(polyethylene) 필름으로 wrapping한 후 30°C에서 16일간 보관하면서 2일 간격으로 품질조사를 하였다.

중량감소율. 중량감소율은 저장초기의 중량에 대한 중량감소율을 측정하여 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{중량감소율}(\%) = \frac{\text{초기중량}(\text{g}) - \text{당일중량}(\text{g})}{\text{초기중량}(\text{g})} \times 100$$

산도 측정. 산도는 과즙 20 ml를 0.1 N NaOH로 pH가 8.1이 될 때까지 적정한 다음 소비된 NaOH 부피를 malic acid로 환산하였다.

Vitamin C 함량. Vitamine C 표준시약(Sigma Chemical Co.)을 1000, 100, 50, 10 ppm으로 각각 만들어 이를 2 g 정도 취해 50 ml 정용 플라스크에 넣은 다음 여기에 10% 메탄인산 용액 20 ml를 넣어 충분히 교반한 후 다시 5% 메탄인산 용액을 넣어 50 ml로 맞춘 다음 다시 충분히 교반하였고 이를 이용하여 standard curve를 작성하였다. 검체는 표준시약과 마찬가지로 포도액 2 g을 취하여 동일한 과정을 거쳐서 HPLC(Waters-600, Waters Co., USA)로 측정하였고 UV detector는 Waters-480를 사용하여 254 nm에서 측정하였으며 column은 symmetry C₁₈ 4.6×250 mm를 사용하였다. 이때 flow rate는 1.0 ml/min이었으며 용매는 0.05 M 메탄인산칼륨을 사용하였다.¹⁷⁾

색도 측정. 색도 측정은 포도송이 전체를 5등분하여 부위별로 각각 시료를 취한 다음 색도색차계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(전반적인 색차)를 조사하였다.

조직감 측정. 포도송이에서 지름이 약 20 mm 정도인 시료를 선별하여 각 시료에 대한 firmness측정은 직경 1 mm probe가 부착된 Texture Analyzer(Model TA-XT2, SMS, England)를 사용하였으며 puncture test를 7회 실시한 다음 평균값으로 나타내었다. 이때 plunger speed는 10 mm/min이었으며 distance는 2 mm였다.

미생물 검사. 호기성 총균수는 PCA(plate count agar, Difco Lab., Detroit, USA) 배지에 도말하여 30°C에서 3일간 배양하였고 효모수는 시료용액을 PDA(potato dextrose agar, Difco Lab., Detroit, USA) 배지에 도말하고 25°C에서 5일간 배양하여 측정하였다.¹⁸⁾

관능검사 평가. 단국대학교 식품공학과에서 관능검사 과목을 이수한 학생들 중 24명을 선발하여 관능검사요원으로 활용하였다. 화학적인 냄새와 맛의 강도측정은 평점법으로 하였고 색상, 냄새, 맛, 조직감, 종합적 평가는 기호도 측정법으로 하였으며 각각 9점 채점법으로 1(매우 나쁘다)에서 9(매우 좋다)까지의 점수를 사용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

중량 감소율. 저장기간이 지날수록 대조구와 처리구의 중량

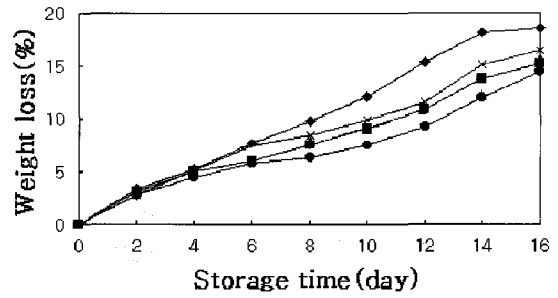


Fig. 1. Changes in weight losses of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. ◆- control, ■- methyl cellulose, ×- methyl cellulose + sodium nitrate, ●- methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester.

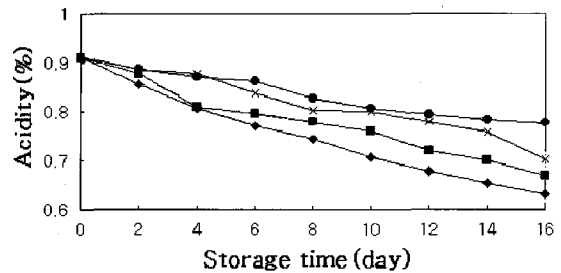


Fig. 2. Changes in acidity of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. ◆- control, ■- methyl cellulose, ×- methyl cellulose + sodium nitrate, ●- methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester.

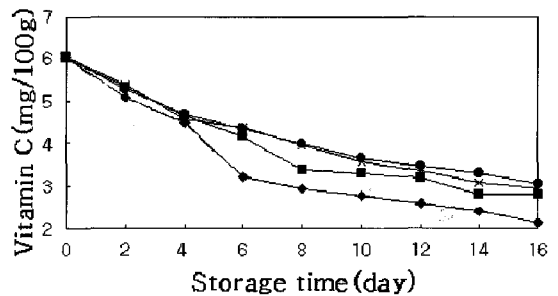


Fig. 3. Changes in vitamin C contents of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. ◆- control, ■- methyl cellulose, ×- methyl cellulose + sodium nitrate, ●- methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester.

감소에 있어서 차이를 나타내었다(Fig. 1). 대조구(C)의 경우 저장 16일째에는 18.5%의 감소를 보였으며 이에 반하여 methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester(MCci)와 methyl cellulose(MC)는 각각 14.4 및 15.1%의 중량감소를 보여 차이를 나타냈다. 특히, C의 경우 유통기간의 일반적인 기준인 중량감소율 7% 수준이 되는 시점이 6일인 반면 MCci는 9일로 차이를 보였다.

산도 변화. 산도는 저장 초기 0.9%에서 점차 감소하는 경향을 보였으며 methyl cellulose + sodium nitrate(MCsn)와 MCci는 각각 저장 4일째와 6일째부터 급격히 감소한 반면 C와 MC는 저장초부터 저장말기까지 완만한 감소를 보였다(Fig. 2). 저장 중 대조구가 처리구에 비하여 전반적으로 낮은 산도

Table 1. L, a, b and ΔE value of grapes coated with various edible coating materials after 6 days of storage at 30°C

Color value	Coating material			
	C	MC	MCsn	MCci
L	28.33 ^{ab}	27.75 ^b	27.93 ^b	27.87 ^b
a	1.94 ^a	1.59 ^b	1.52 ^b	1.90 ^a
b	-0.30 ^a	-0.41 ^b	-0.40 ^b	-0.39 ^b
ΔE	0.77 ^a	0.74 ^a	0.54 ^b	0.89 ^a

C: control, MC: methyl cellulose, MCsn: methyl cellulose + sodium nitrate, MCci: methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester.

¹⁾Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

값을 나타내었는데 이는 처리구의 호흡과 미생물에 의한 유기산의 파괴가 대조구에 비해 적었다고 사료된다.

Vitamin C 함량 변화. 색소인 anthocyanin이 분해되는 시점에서 vitamin C가 관여하여 함께 손실이 일어나게 되는데 C의 경우 저장 6일째까지 급속한 감소를 보였으며 MC의 경우에는 저장 8일째까지 큰 변화를 보인 것으로 보아 이 시기 동안에 각각 색소의 손실이 일어난 것으로 사료된다(Fig. 3). 반면 MCsn과 MCci의 경우에는 저장시간이 지남에 따라 완만한 감소를 보였다. C는 저장초기와 비교해 저장말기에 64.8% 감소한 반면 MCsn과 MCci는 각각 51.5와 49.8% 감소해 차이를 보였는데 이는 호흡에 의한 vitamin C의 감소 차이라고 사료되며 고온(30°C)저장으로 인하여 전반적으로 저장기간 중 vitamin C 감소속도가 높게 나타났다.

색도 변화. 당함량과 포도의 착색은 밀접한 관계가 있어 당함량이 일정수준으로 올라가야 착색이 시작되고 일반적으로 당함량이 높을수록 착색이 잘된다. 그 이유는 포도의 색깔을 나타내는 anthocyanin 색소의 원료물질의 하나가 당이기 때문이다.¹⁹⁾ 저장초기의L(명도)값은 28.21을 나타내었으며 30C에서 6일간 저장하면서 C만이 28.33으로 증가하였을 뿐 다른 처리구는 감소하는 경향을 보였다(Table 1). a(적색도)는 저장초기값이 1.56이었으며 저장과정에서 C와 MCci가 1.94, 1.90으로 다른 처리구에 비해 적색도가 증가하였고 다른 처리구는 저장초기와 별 차이를 보이지 않았다. C의 경우 산소에 의한 oenin의 파괴가 주원인으로 사료되나 MCci의 경우 적색도의 증가는 더 깊은 연구가 있어야 할 것으로 보인다. b(황색도)는 저장초기값이 -0.45를 나타내었으며 저장과정에서 전체적으로 증가하는 경향을 보였고 C만이 다른 처리구에 비하여 유의차를 보였다. ΔE (전체적인 차이)는 MCsn과 C가 각각 0.54와 0.77로 유의성 차이를 보였다. C 경우 L, a, b 모든 값이 다른 처리구와 유의차를 나타내어 전체적인 차이를 보였고 MC와 MCci간에는 단지 a값의 차이에 의해 ΔE값이 큰 차이를 보인 것으로 보아 MCci의 첨가제인 *n*-capric acid isopropyl ester가 포도의 색소에 영향을 주는 것으로 사료된다.

조직감 변화. 과일 세포벽의 주요한 구성다당류는 펙틴, 헤미셀룰로오스와 셀룰로오스이고, 펙틴은 대부분의 과일에서 숙성 동안 분해되어 수용화된다.²⁰⁾ 일반적으로 미숙과일은 수용성 펙틴을 적게 함유하고 있으나 숙성과 더불어 점차 증가한다고 보고²¹⁾되어 있으며, 이러한 불용성 펙틴질의 수용성으로의

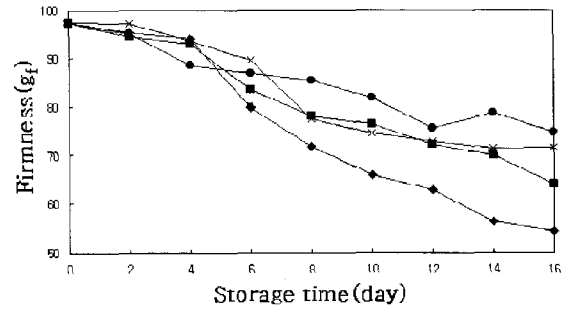


Fig. 4. Changes in firmnesses of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. -◆- control, -■- methyl cellulose, -×- methyl cellulose + sodium nitrate, -●- methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester.

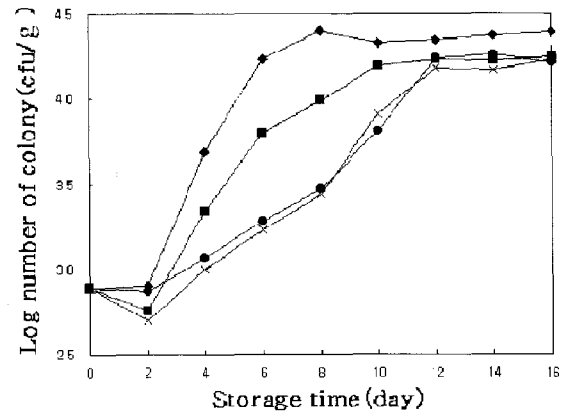


Fig. 5. Changes in the number of total bacteria of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. -◆- control, -■- methyl cellulose, -×- methyl cellulose + sodium nitrate, -●- methyl cellulose + *n*-capric acid isopropyl ester.

전환은 숙성과 관련된 과일연화의 중요한 기작으로 여겨지며 펙틴의 수용화에 영향을 미치는 요인으로는 세포벽의 칼슘함량과 펙틴의 메틸에스테르화라고 하였다.²²⁾ 표면의 경도는 시간이 지남에 따라 전체적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4). C는 다른 처리구에 비해 빠른 정도 감소 현상을 볼 수 있었다. 이는 C가 다른 처리구에 비해 수분손실로 인한 표면의 탄력저하와 과실의 숙성에 의한 펙틴의 수용화가 빠르게 진행되었음을 보여준 것이라 사료된다. 저장 초기에 비해 저장 16일째 C는 44.2% 감소한 반면 MCsn과 MCci는 26.5와 23.2% 감소해 큰 차이를 보였다.

미생물 변화. 포도 주위에는 야생효모 및 미생물이 존재하는데 당함량이 높은 포도의 저장시 문제점 중 하나가 부패에 의한 상품성 저하이다. 대표 적으로 포도의 부패에 기인하는 미생물은 *Botrytis cinerea*이다. 총균수는 C와 MC는 저장 초기에 급격한 증가를 보이다가 저장 8일째부터 변화를 거의 보이지 않았으며 미생물 생육억제제 처리군인 MCsn과 MCci는 다른 처리구에 비해 저장 10일째까지는 완만한 증가를 보여 항균효과를 나타냈다(Fig. 5). 효모수는 전체적으로 저장 12일까지 증가하다가 그 이후 변화를 보이지 않았다. 미생물 생육억제제 처리군인 MCsn과 MCci는 비처리군인 MC와 저장 12일째까지 큰 차이를 나타냄을 알 수 있었다(Fig. 6).

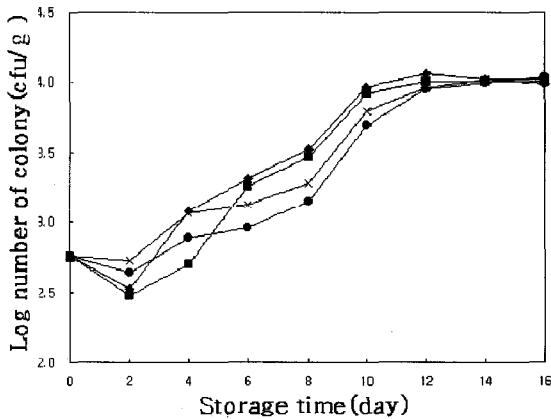


Fig. 6. Changes in the number of yeast of grapes coated with edible materials during storage at 30°C. -◆- control, -■- methyl cellulose, -×- methyl cellulose + sodium nitrate, ●- methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester.

Table 2. Sensory evaluation scores of grapes coated with various edible coating materials after 16 days of storage at 30°C

	Coating Material			
	C	MC	MCsn	MCci
Color	6.33 ^{ns1)}	5.25 ^{ns}	5.83 ^{ns}	6.17 ^{ns}
Odor	5.50 ^{a2)}	4.00 ^b	4.83 ^a	5.08 ^a
Taste	5.17 ^{ab}	4.00 ^b	5.83 ^a	5.92 ^a
Texture	4.33 ^b	5.83 ^a	6.33 ^a	6.50 ^a
Overall	5.50 ^a	4.33 ^b	5.50 ^a	5.33 ^a
Chemical-odor	2.83 ^{ns}	3.17 ^{ns}	3.33 ^{ns}	2.92 ^{ns}
Chemical-taste	3.17 ^{ns}	3.75 ^{ns}	3.33 ^{ns}	3.33 ^{ns}

C: control, MC: methyl cellulose, MCsn: methyl cellulose + sodium nitrate, MCci: methyl cellulose + n-capric acid isopropyl ester.

¹⁾Not significant at 5% level.

²⁾Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

관능검사 결과. 시료간의 색상은 유의성 차이를 보이지 않았으며 냄새에서는 MC가 다른 처리구보다 낮은 값을 보였다 (Table 2). 맛에서는 MCsn, MCci가 MC보다 높게 나타났으며 조직감은 C가 가장 낮은 값을 보였고 이는 저장 중 다른 처리구에 비하여 육질연화현상이 높았기 때문이라 사료된다(Fig. 5). 전체적인 평가에서 또한 methyl cellulose(MC)로 coating 처리된 것보다는 sodium nitrate(MCsn)나 n-capric acid isopropyl ester(MCci)로 복합처리하는 것이 보다 높은 평가를 얻었다. 화학적 냄새와 맛에서 처리군은 C보다 약간 높은 강도값을 보여 주었지만 유의성차이는 나타나지 않았다.

감사의 글

이 논문은 2000년 단국대학교 교내연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry (2002) Annual production data of fruits.

2. Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **28**, 1-30.

3. Giese, J. (1997) How food technology covered modified atmosphere packaging over the years. *Food Technology* **51**, 76-77.

4. Lau, O. L. and Yastremski, R. (1991) Retention of quality of 'Golden Delicious' apples by controlled and modified-atmosphere storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **26**, 564-566.

5. Hewett, E. W. and Thompson, C. J. (1989) Modified atmospheres during storage and transport for bitter pit reduction in 'Orange Pippin' apple. *New Zealand J. Corp and Hort. Sci.* **17**, 275-282.

6. Little, C. R. Faragher, J. D. and Taylor, H. J. (1982) Effects of initial oxygen stress treatments in low oxygen modified atmosphere storage of 'Granny Smith' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **107**, 320-323.

7. Park, H. W. (1994) Studies on the development of modified atmosphere packaging films for fruits and vegetables. Thesis of Ph.D, Korea University, Seoul.

8. Park, S. H., Roh, Y. K., Cho, D. H. and Choo, Y. D. (2000) Effect of acetic acid fumigation to prevent postharvest decay of grapes. *Korea J. Postharvest Sci. Technol.* **7**, 241-244.

9. Nathalie G., Stephane G. and Jean-Louis C. (1992) Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J. Food Sci.* **57**, 190-196.

10. Prepared foods (1987) Extending shelf life with edible films. March, 174.

11. Delmy, C. Rico-Pena, J. and Antonio, T. (1990) Oxygen transmission rate of an edible methylcellulose-palmitic acid film. *J. Food Process Engineering* **13**, 125-133.

12. Brandenburg, A. H., Weller, C. L. and Testin, R. F. (1993) Edible films and coatings from soy protein. *J. Food Sci.* **58**, 1086-1889.

13. Yvonne, M., Stuchell, J. and Krochta, M. (1994) Enzymatic treatments and thermal effects on edible soy protein films. *J. Food Sci.* **59**, 1332-1337.

14. Kamper, S. L. and Fennema, O. (1984) Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci.* **49**, 1469-1486.

15. Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J. and Guilbert, S. (1994) Edible composite films of wheat gluten and lipids: Water vapour permeability and other physical property. *Inter. J. of Food Sci. and Technol.* **29**, 39-50.

16. Baldwin, E. A. (1994) In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality: Edible coatings for fresh fruits and vegetables: Past, present, and future*. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster.

17. Lee, K. M. (1999) Quality characteristics of Korean citrus sudachi influenced by harvest time. Ph.D, Thesis. Duksung Women's University, Seoul.

18. Chung, S. K., Lee, D. S. and Cho, S. H. (1999) Antimicrobial packaging films for the preservation of harvested grapes. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **6**, 43-47.

19. Lee, J. C. (1999) In *Cultivation Technique of Grape*. Sunjin Press Co.. Korea.

20. Proctor, A. and Peng, L. C. (1989) Pectin transitions during blueberry fruit development and ripening. *J. Food Sci.* **54**, 385-387.
21. Huber, D. J. (1993) The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Hort. Reviews* **5**, 169-219.
22. Bartley, I. M. (1978) Exo-polygalacturonase of apple. *Phytochem.* **17**, 213-216.

Study on the Extending Storage Life of Grape by Applying Edible Coating Materials

Joon Yeol Kim, Myung Ryun Han, Moon Jeong Chang¹, Byung Yong Kim² and Myung Hwan Kim (*Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea; ¹Department of Food and Nutrition, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea; ²Department of Food Engineering, Kyunghee University, Kyungki 449-701, Korea*)

Abstract: This study was conducted to increase the shelf life of grape by edible coating material such as methyl cellulose (MC) with antimicrobial substances, *n*-capric acid isopropyl ester (ci) and sodium nitrate (sn), added by spraying method. The quality changes of packaged grapes with wrapping PE film on EPS tray were investigated for 16 days at 30°C. The shelf-lives of C and MCci based on the weight reduction ratio of 7% were 6 days and 9 days, respectively. The reduction rate of acidity of C was higher value than those of treatments during 18 days of storage at 30°C. The vitamin C reduction ratios of C, MCsn and MCci were 64.8, 51.5 and 49.8%, respectively, after 16 days at 30°C. The reduction rates of firmness of C, MCsn and MCci after 16 days at 30°C were 44.2, 26.5, and 23.2%, respectively compared to that of initial storage grapes. The additions of ci and sn had much affected the reductions of bacteria and yeast counts especially early stage of storage. The hedonic sensory evaluation scores of MCci and MCsn had higher values than those of MC.

Key words: grape, storage life, methyl cellulose, *n*-capric acid isopropyl ester, sodium nitrate

*Corresponding author