

기능성 소재가 코팅된 골판지상자의 감귤의 신선도 유지 효과

박형우·김동만·김윤호·이선아

Freshness Extension of Corrugated Fiberboard Box coated with Functional Materials

Hyung Woo Park, Dong Man Kim, Yoon Ho Kim, Seon A Lee

Korea Food Research Institute

Abstract

This study was measured weight loss, total ascorbic acid, titratable acidity, soluble solids content and overall appearances to investigate the effect of corrugated fiberboard box coated with functional materials ; R, G, X box, R, G and X box and Con(double wall corrugated fiberboard) box during storage at 25°C. Weight loss of mandarin of control, corrugated paperboard box coated with functional materials(Y-, R-, G-box) after 8 days were 2.56% to 3.67%. There was not different to weight loss among the four kind of packages. Titratable acidity and soluble solids content of packages was not significant. Total ascorbic acid content(TAA) of mandarin packed with R-box and Y-box was 10% higher than that of control after 8 days. Decay ratio of R-box, Y-box, G-box and control was 4%, 10%, 10% and 8%, respectively. Overall appearance of R-box was the best.

Key Words : paperboard box, functional box, mandarin

서론

1997년도 과일류 생산량은 2,207천톤이었으며, 이 중 감귤은 514천톤이 생산되어⁽¹⁾ 전 과일류의 23.3%를 점하고 있다. 감귤은 유통, 저장 중 품질저하로 인하여 식품자원이 낭비되고 있으며 감모율을 5%만 낮추어도 25,700톤, 연간 약 342억원의 자원절약 효과가 발생하게 된다. 감귤에 관한 연구로 한국산 감귤 10종의 화학성분 및 품질변화에 관한 연구로

당, 산의 함량 및 무기성분을 분석 조사하였고 또 이들의 수확시기에 따른 품질변화⁽²⁾를, 당 함량의 변화와 산도의 변화에 관하여⁽³⁾, Mineola 오렌지의 관능 검사에 의한 향기성분과 화학조성에 관하여⁽⁴⁾ 구멍 뚫은 폴리에틸렌 bag으로 Florida, California 오렌지를 포장해서 저장 중 중량감소를 줄이려고 했⁽⁶⁾, 온주밀감의 당도, pH, 기호도 변화 등에 관하여⁽⁷⁾ 또 플라스틱 필름으로 포장해서 CO₂, O₂, N₂가스 등의 투과에 대해⁽⁸⁾ 미세공을 뚫은 LDPE 필름으로 온주밀감을 포장해서 저장 중의 품질변화를⁽⁹⁾ 오렌지 저장에는 포장체내의 산소농도가 5%이상은 되어야 하며⁽¹⁰⁾ 캘리포니아 오렌지를 구멍 뚫은 것과 안 뚫은 폴리에틸렌 bag에 포장하여 이들간의 품질변화⁽¹¹⁻¹³⁾를,

Corresponding author : Hyung Woo Park, Korea Food Research Institute, 46-1, Baekheun, Bundang, Seungnam, Kyungki, Korea, 463-746

그 외에도 감귤류에 관한 연구가 많이 보고되어⁽¹⁴⁻¹⁷⁾ 있으나 이들은 주로 감귤의 CA, MA저장 포장에 관한 것으로 골판지 상자에 기능성 소재를 직접 코팅하여 포장한 것에 관한 연구는 거의 수행된바 없다. 따라서 본 연구에서는 기존에 유통 중인 골판지 상자와 동일한 크기와 형태의 골판지 상자를 제작, 신선도 유지기능이 있는 소재 3종을 골판지에 코팅한 상자에 감귤을 포장하여, 저장중의 신선도 변화를 비교 고찰하였다.

재료 및 방법

재료

제주 위미산 감귤(조생종)은 가락동 시장에서 1997년 10월 말에 구입하여 시료로 사용하였다.

시험방법

포장재

감귤의 포장은 대조구로 기존의 유통되고 있는 양면골판지 상자를 사용하였고, 동일 크기의 골판지 상자 내부에 신선도 유지기능이 부여된 소재 3종을 코팅하여 이를 Y-Box(항균성 소재), G-Box(가스흡착성 소재), R-Box(수분조절재)라 명명하여 실험에 사용하였다.

포장방법

가락시장에서 구입한 감귤을 균일하고 외상이 없으며 외피색이 비슷한 것들만 수작업으로 선별하였다. 감귤은 각 포장상자에 주의하면서 1상자 당 5kg 씩 넣어 포장한 후 25℃에 저장하였다.

중량 변화율

중량 변화율은 포장 후 초기 값에 대한 중량에서 측정 시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

Vitamin C 함량 측정

감귤의 Vitamin C의 함량은 Hydrazine비색법(2, 6-Dichlorophenol indophenol method)으로 측정하였다. 즉, 시료 100g을 취하여 mixer(Osterizer,

Philips사, 미국)로 완전히 분쇄, 추출한다. 추출한 시료액을 0℃에서 15분간 8,000 rpm으로 원심분리(Beckman사, JA-14 rotor, 독일)한 후 여과한다(Toyo No.2). 여액을 100ml 정용플라스크에 정용한 후 일정배수로 희석하여 비색법으로 비타민 C 함량을 측정한다.

적정산도 및 당도

적정산도의 측정은 과육 50g을 mixer(Osterizer, Philips사, 미국)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취해 0.1N NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 량을 malic acid로 환산하여 나타내었다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{산도} = \{0.1N \text{ NaOH 소비량(ml)} \times \text{산도계수} \\ (0.0067) \times 100 / \text{시료(g)}\}$$

당도는 과육 100g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙을 굴절 당도계(Atago Co., Ltd, Japan)를 사용하여 측정하였다.

상품성 조사

상품성은 감귤의 외관을 중심으로 곰팡이 발생, 부패파, 물러짐, 위조현상 등의 전체적인 외관상 상품 가치가 없는 것을 상자 전체의 감귤 갯수에 대하여 %로 나타냈다.

결과 및 고찰

중량손실율

제주 위미산 감귤을 25℃에서 8일간 각 소재 처리 상자 당 중량손실을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 감귤의 중량은 저장기간 동안 약간씩 감소하는 경향을 보였으며 대조구(control)와 Y-Box는 저장 8일 후 2.6%의 중량손실을 보여 가장 감소가 적었으며 R-Box는 3.2%였다. G-Box는 저장 2일째부터 다른 상자에 비해 크게 감소하였으며 저장 8일 후의 중량손실율은 3.7%로 가장 높았다. Bhullar 등⁽⁹⁾도 구멍 뚫은 PE필름으로 3.3℃에서 85일 저장 후 4.75%의 중량감소가 발생했다고 보고했는데 이는 저장온도 차와 MA효과에 의한 것으로 사료되었다.

Table 1. Changes in the weight loss of packed 'Satsuma' mandarin during storage at 25 °C

Packaging Methods	Storage(day)			
	0D ¹	2D	5D	8D
CON. ²	100	98.9	96.3	97.4
Y ³	100	99.2	98.9	97.4
R ⁴	100	98.5	97.4	96.8
G ⁵	100	98.2	97.0	96.3

¹0D : Initial Day

²CON : Double wall corrugated paperboard box

³Y : Double wall corrugated fiberboard box coated with anti-microbial material

⁴R : Double wall corrugated fiberboard box coated with RH controlling material

⁵G : Double wall corrugated fiberboard box coated with ethylene absorbing material

산도

저장 중 산도의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같이 저장기간 중에 서서히 일어났다. 즉 대조구와 Y-Box, G-Box, R-Box 모두 저장 8일째까지 약간의 감소를 보였으며, 산도 초기치는 1.23g malic acid/100g 였으며 저장 8일 후 대조구 1.18g malic acid/100g, Y-Box는 1.19g malic acid/100g, G-Box는 1.17g malic acid/100g, R-Box는 1.19g malic acid/100g으로 각 처리구간에 산도의 차이는 거의 나타나지 않았다. 고 등⁽¹⁸⁾은 특히, 상온저장에서는 장기 저장시에 증산작용이 심하여 산함량의 감소가 심하다고 하였는데 저장기간이 8일 정도로 짧은 기간에서는 산도의 변화가 크지 않았다. Bhullar 등(9)은 산도의 초기치가 1.02였고 저장 85일 후 LDPE필름 포장구에서 0.81로 나타났다고 보고한 바 있는데 이는 품종간의 차이와 수확시기 차에 의한 것으로 판단되었다. Hirano⁽¹⁹⁾는 온주밀감의 산도는 0.759에서 1.006g malic acid/100g이었다고 하며 Yagi(20)도 저장기간 중 산도 변화가 적었다는 보고와 일치하고 있다.

가용성 고형분 함량

저장 중 감귤의 가용성 고형분 함량변화는 Table 3과 같다. 저장 중 조금씩 감소하였으며 저장 8일 후

Table 2. Changes in the titratable acidity of packed 'Satsuma' mandarin during storage at 25 °C

(unit : g malic acid/100g)

Packaging Methods	Storage(Day)			
	0D ¹	2D	5D	8D
CON ²	1.23	1.21	1.19	1.18
Y ³	1.23	1.22	1.17	1.19
R ⁴	1.23	1.20	1.19	1.19
G ⁵	1.23	1.20	1.18	1.17

¹0D : Initial Day

²CON : Double wall corrugated paperboard box

³Y : Double wall corrugated fiberboard box coated with anti-microbial material

⁴R : Double wall corrugated fiberboard box coated with RH controlling material

⁵G : Double wall corrugated fiberboard box coated with ethylene absorbing material

Table 3. Changes in the soluble solids content of packed 'Satsuma' mandarin during storage at 25 °C

(unit : °Brix)

Packaging Methods	Storage(Day)			
	0D ¹	2D	5D	8D
CON ²	9.3	9.6	9.8	10.4
Y ³	9.3	9.3	9.5	9.6
R ⁴	9.3	9.4	9.6	9.7
G ⁵	9.3	9.4	9.5	9.6

¹0D : Initial Day

²CON : Double wall corrugated paperboard box

³Y : Double wall corrugated fiberboard box coated with anti-microbial material

⁴R : Double wall corrugated fiberboard box coated with RH controlling material

⁵G : Double wall corrugated fiberboard box coated with ethylene absorbing material

에는 무처리구인 대조구와 소재를 처리한 구간에 약간의 차이가 있었다. 대조구는 약간씩 감소하여 저장 8일 후에 10.4°Brix를 나타냈으며 Y-Box, G-Box, R-Box는 각각 9.6°Brix, 9.7°Brix, 9.6°Brix를 나타내 코팅한 소재 코팅구에서 더 낮게 나타났는데 이는 소재가 감귤의 수확 후 생리에 영향을 미친 것으로 사료되었으며, 김 등⁽²¹⁾에 의하면 제주산 감귤의 환원당 함량은 4.0~6.5% 였다고 했는데 이는 수확

시기 차이 때문이라고 사료되었다. Hirano⁽¹⁹⁾는 온주 밀감의 당도는 8.7~9.9 Brix였고 Yagi⁽²⁰⁾도 저장 중 산도, 당도는 저장 중 크게 변하지 않았다고 하는 것과 일치하고 있었다.

비타민C

저장 중 감귤의 비타민C의 함량변화는 Table 4와 같다. 저장 2일 후 대조구는 초기 33.16mg%에서 30.76mg%로 처리구에 비해 약간 많은 감소를 보였으며 5일 후에는 27.5mg%, 저장 8일 후에는 26.34mg%로 초기치에 비해 20%가 감소했다.

그러나 R-Box과 Y-Box는 저장 8일 후 각각 30.51 mg%, 31.25 mg% 및 31.11로 초기치에 비해 8%가 감소해 대조구 보다 비타민 C 함량이 10% 높게 유지되고 있었다. Bhullar 등⁽⁹⁾은 감귤의 초기 비타민 C가 35.00 mg/100g이었다고 했으며 구멍 뚫은 LDPE로 포장하여 저장 70일 후에는 14.11mg/100g으로 나타났다고 했다. 김 등^(22,23)은 측과 홍옥을 저장 중 비타민 C가 경시적으로 감소했다고 했으며, 박⁽²⁴⁾은 오이 저장 중 비타민 C 함량은 경시적으로 저하했으며 대조구에서 포장구 보다 감소율이 컸다고 하는 보고와 일치하고 있다.

Table 4. Changes in the total ascorbic acid of packed 'Satsuma' mandarin during storage at 25°C (unit : mg%)

Packaging Methods	Storage(Day)			
	0D ¹	2D	5D	8D
CON ²	33.16	30.76	27.55	26.34
Y ³	33.16	32.86	32.25	31.25
R ⁴	33.16	32.91	31.42	30.51
G ⁵	33.16	32.13	31.63	31.11

¹0D : Initial Day

²CON : Double wall corrugated paperboard box

³Y : Double wall corrugated fiberboard box coated with anti-microbial material

⁴R : Double wall corrugated fiberboard box coated with RH controlling material

⁵G : Double wall corrugated fiberboard box coated with ethylene absorbing material

상품성 조사

저장 중의 부패율을 조사한 것은 Table 5와 같다. 저장 8일 후의 대조구는 한 상자에 들어 있는 50개 감귤 중에 약 6개가 상품가치가 없어서 11%의 부패율을 보였으며 Y-Box와 G-Box는 4개가 상품성이 없는 것으로 나타나 8%, 그리고 R-Box는 5%의 부패를 보여 가장 낮은 부패율을 나타냈다. 감귤의 종합적인 외관인 상품성은 전체적인 외관을 기준으로 상품적 가치의 유무를 판별하였으며, 곰팡이 발생, 부패과수, 물러짐 등이 주요 판별기준이 된다. 대조구는 저장 2일 후부터 회색곰팡이(gray mold)가 나타났으며 부패가 시작되었다. 이외에도 Penicillium 속(green mold)에 의한 부패가 저장 5일째 대조구에서 나타나기 시작했다. 그리고 감귤은 저장 중에 부분적으로 과피가 검게 변하면서 썩어가는 현상이 있는데 본 실험기간은 단시간이어서 흑변현상이 심하지는 않았다. 따라서 감귤 저장의 상품가치는 R-Box가 가장 우수하였다.

Table 5. Changes in the overall appearances of packed 'Satsuma' mandarin during storage at 25°C

Packaging Methods	Score(point) ¹			
	0D ²	2D	5D	8D
CON ³	9.0	6.1	4.2	2.9
FC ⁴	9.0	7.7	6.8	5.2
LD ⁵	9.0	7.9	6.4	5.6
CE ⁶	9.0	7.8	6.9	5.7

¹Score : 9 : very good, 7 : good, 5 : fair(still marketable ; 4 piece was decay), 3 : poor(not marketable ; 6 piece was decay) 1 : very poor(10 piece was decay)

²0D : Initial Day

³CON : Double wall corrugated fiberboard box

⁴Y : Double wall corrugated fiberboard box coated with anti-microbial material

⁵R : Double wall corrugated fiberboard box coated with RH controlling material

⁶G : Double wall corrugated fiberboard box coated with ethylene absorbing material

요 약

제주산 감귤을 기존의 골판지와 이골판지에 특성이 다른 선도 유지기능성 소재 3종을 상자 내면에 코팅하여 여기에 감귤을 넣고 25℃에 8일간 저장하면서 선도 유지효과를 조사하였다. 중량은 모든 포장구에서 2.6-3.7%가 감소하였고 산도와 당도는 포장구간에 차가 없었으며 비타민 C 함량은 대조구 보다 R-Box와 Y-Box가 10% 높게 유지되고 있었다. 부패율도 R-Box는 4%였으나 나머지 포장구는 8-11%의 감귤이 부패되었으며 외관도 R-Box가 가장 양호하였다.

참고문헌

1. 농림부 ; 농림수산 통계연보(1997)
2. Yang, C. B., Park, H., Kim, Z. U. : Studies on the chemical composition of citrus fruits in Korea(1). Korean Agri. Chem. Soc., 8, 29(1967)
3. Izumi, H., Ito, T., Yoshida, Y. : Changes in fruit quality of Satsuma mandarin during storage after harvest from exterior and interior canopy of trees. J. Japan Soc. Hort. Sci., 58, 885(1990)
4. Genizi, A., and Cohen, E. : The chemical composition and sensory flavour quality of Mineola tangerines. II. Relationship between composition and sensory properties. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 63, 179(1988)
5. Kaufman, J., Hardenburg, E. R., and Jutz, M. J. : Weight losses and decay of Florida and California oranges in mesh and perforated polyethylene consumer bags. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 67, 35(1958)
6. Purvis, C. A., Brown, E. G., and Carter, D. R. : Postharvest water loss from freeze-damaged citrus fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 20, 756(1985)
7. Iino, K., Osodo, K. : Evaluation of edible quality of commercial Satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci., 41, 398(1972)
8. Kawano, S., Iwamoto, M., Hayakawa, A., Manago, M. : Gas permeability of carbon dioxide, oxygen and nitrogen through the peel of Satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci., 46, 389(1977)
9. Bhullar, S. J., Dhillon, S. B., and Randhawa, S. J. : Effect of wrappers on the storage of Kinnow mandarin. J. Res. Punjab Agric. Univ., 22, 663(1985)
10. Biale, J. B. : Respiration of fruits, Plant Physiol., 12, 536(1960)
11. Rygg, G.L., and Wells, A.W. : Experimental storage of California lemons in controlled atmospheres. U.S. Dept. Agr. Market, Serv. AMS-475(1962)
12. Hruschka, H.W. : Postharvest weight loss and shrivel in five fruits and five vegetables. U.S. Dept. Agr. Market. Res. Rpt., 23, 1059(1977)
13. Aharoni, Y. : Respiration of oranges and grapefruits harvested at different stages of development. Plant. Physiol., 43, 99(1968)
14. Eaks, I.L. : Respiration response, ethylene production and response to ethylene of citrus fruit during ontogeny. Plant Physiology, 45, 334(1970)
15. Hyodo, H. : Ethylene production and respiration of Satsuma mandarin (Citrus unshiu Marc.) fruit harvested at different stages of development. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 45, 427(1977)
16. Hatton, T. T., and Cubbedge, H.R. : Status of controlled atmosphere storage research of citrus fruits. Atmos. Kes. Conf. Mich. State Hort. Rpt., 28, 250(1977)
17. Chuma, Y. and Shiga, T. : Mechanical properties of Satsuma orange as related to the design of a container for bulk transportation. International Congress on Engineering and Food., 9,13(1976)
18. 고정삼, 양영택, 송은영 : 제주산 보통온주의 품질특성. 농산물 저장유통학회지., 2(2), 251(1995)
19. Hirano, S. : Relation of fruit size of Satsuma mandarin to the sugar and acid contents. J. Japan Soc. Hort. Sci., 48, 162(1979)
20. Yagi, M.I. : Storage behavior of Bala야 mandarins in the Sudan. Hort. Science., 15, 300(1980)
21. 김병주, 김효선, 강영주 : 감귤 품종별 이화학적 성분 비교. 농산물저장유통학회지., 2(2), 259(1995)
22. 김광수, 박용태, 홍순영, 손태화 : 과실의 감압 저장법에 관한 연구(1). 한국농화학학회지., 11, 67-76(1969)
23. 김광수, 이광갑, 홍순영, 손태화 : 과실의 감압 저장법에 관한 연구(1). 한국농화학학회지., 11, 77-82(1969)
24. 박권우 : 고품질 과실, 채소류의 생산과 신선도 유지 기술체계 개발. 농진청., 114-118(1994)