

기능성 MA 포장재가 '후지' 사과의 신선도에 미치는 영향

박형우[†] · 김동만

한국식품개발연구원

Effect of Functional MA Packaging Film on Freshness Extension of 'Fuji' Apples

HyungWoo Park[†] and Dongman Kim

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

Abstract

To investigate the effect of packaging condition on functional MA films laminated (30CE, 50CE), corrugated paperboard box (control), 30LDPE, and 50LDPE pouches on the freshness extension of Fuji apples, the weight loss, firmness, total ascorbic acid, titratable acidity, soluble solids content and appearance were evaluated at 5°C after 75 days. Weight loss of 30CE and 50CE, and 30LD and 50LD was 0.4 to 0.5%, and 0.2%, but control was 2.7%. Firmness in film packages was higher than that of control, and CE packagings were higher than LD. Total ascorbic acid content of Fuji apple in control after 75 days was 2.12 mg%, that of control was decreased by 42%, those of LD packagings were 31% and 29%, and those of CE were 24% and 22%. Titratable acidity and soluble solids content in control changed more than that of MA film packagings. Overall appearance of 'Fuji' apples in CE packagings was better than that of control.

Key words: paperboard box, MA, Fuji apple

서 론

1998년도 우리나라 과일 생산량은 2,207천톤이었으며, 그 중 사과는 651천톤이 생산되어(1) 전체 과일류 생산량의 29.5%를 점하고 있다. 사과는 7월말 경부터 생산되어 11월 초까지 수확하여 단기출하를 하거나 저장을 하여 익년 6월경까지 계속 출하를 하고 있다. 그러나 저장 중 품질 저하로 인하여 감도가 생겨, 많은 식품자원이 낭비되고 있으며, 감모율은 10~15%로 추산하고 있는 실정이다. 따라서 저장중 감모율을 5%만 낮추어도 연간 32.6천톤, 약 434억원의 자원절약 효과가 발생하게 된다. 사과의 수확 후 품질변화를 조사한 연구로는 Hong 등(2)이 상온 및 저온 저장한계기간을 설정하였으며, 저장력을 증진을 위해 칼슘제제 처리를 이용한 방법(3,4), 피막제로 Prowax-F, Prolong 또는 키토산이나 왁스를 코팅처리하는 방법(5-7)이 검토되었다. 과채류의 수확 후 신선도를 유지하기 위한 기술의 하나로 적용되고 있는 MAP(modified atmosphere packaging) 기술(8-10)이 많은 작물에 적용되면서 그 가능성이 입증되었다. 특히 후지(11), 국광(12,13), Golden Delicious(14), Cox's Orange Pippin(15), Granny Smith(16), Spartan(17) 품종 등의 경우 필름봉투나 MA 방법에 의한 저장으로 연장시킬 수 있다. 그 외에도 Smith

등(18)이 사과를 MA포장하여 저장하였고, Smock(19), Kweon 등(20,21)은 CA(controlled atmosphere) 저장관련 연구를, Park 등(22)은 사과의 저장에 미치는 포장재의 영향을 보고하였다. 이 연구들은 실제로 생산농가에서 사용할 수 있는 MAP 기술에 대해 시도하지는 않았다. 본 연구에서는 기존에 유통 중인 골판지 상자와 LDPE 필름과, Park(23)이 개발한 기능성 필름을 골판지의 내부에 라미네이팅(laminating)한 상자에 사과를 포장하여 저장 중의 신선도 변화를 비교 연구하였다.

재료 및 방법

재료

사과는 후지를 가락동 시장에서 1998년 11월 구입하여 시료로 사용하였다.

포장재 및 포장방법

과일류의 외포장은 대조구로 기존의 유통되고 있는 이중양면 골판지 상자를 사용하였고, 외포장은 같은 종류의 골판지 상자에 MA(modified atmosphere)효과를 나타내는 내포장으로 0.03, 0.05 mm 두께의 LDPE(30LD, 50LD, low density polyethylene)와 기능성 MA 필름을 골

[†]To whom all correspondence should be addressed

판지 상자 내부에 침합시켜 이를 CE(30CE, 50CE, functional MA film pouch)로 명명하여 사용하였다. 가락시장에서 구입한 과실을 균일하고 외상이 없으며 외피색이 비슷한 것들만 수작업으로 선별하였다. 이를 각 포장 상자에 주의하면서 다시 넣어 15 kg씩 박스단위로 포장했다. MA 필름 포장구들은 내부의 가스가 새지 않도록 밀봉하여 5°C에 75일간 저장하였다

중량 변화

시료의 중량 변화는 포장 후 초기 중량에서 측정시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

과육 경도

과육의 경도는 시료의 중심에서 약 1 cm 정도 위치를 종단면으로 절단한 후 Rheometer(CR-200D, SUN과학사, Japan)를 사용하여 과피의 중심부에서 깊이 2 mm 정도로 편편하게 깎아내고 과학쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 10 mm 삽입할 때 나타나는 조직의 저항값으로 나타내었다(24).

비타민 C 함량 측정

시료 100 g에 메타인산과 초산 혼합액을 15 mL 부은 후 마쇄하여 원심분리하여 상층액을 분리하고, 침전물에 다시 메타인산과 초산혼합액 10 mL 부어서 원심분리 후 얻은 상층액을 먼저 얻은 상층액과 합한 후 50 mL까지 희석하였다. 이중에서 20 mL을 취하여 2,6-dichloroindophenol로 적정한 값을 비타민 C 값으로 환산(25)하였다.

적정 산도 및 가용성 고형분 함량

적정 산도의 측정은 과육 50 g을 mixer(Osterizer, Philips사, USA)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취해 0.1 N NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다. 사과 과즙의 당도는 Abbe 굴절당도계(Atago, Japan)로 즙의 가용성 고형물(Brix 당도)로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 포장된 사과의 외관색택, 시들음, 부패를 기준으로 한 종합적인 기호도를 10명의 관능검사요원에 의해 실시하였다. 시료를 제시 후 변화가 없다(10점), 변화가 있다(5점), 변화가 아주 심하다(1점)까지 점수를 나타내게 하였고 5점을 상품성 한계치로 하였으며, 분산분석과 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 5%의 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

중량변화

사과의 중량변화를 5°C에 저장하면서 조사한 결과는

Table 1과 같다. 저장 75일 후 골판지 상자만으로 포장한 대조구는 2.7%의 중량이 감소되었다. 30LD와 50LD 포장구의 경우 약 0.2%의 중량손실이 발생하였고 30CE와 50CE 포장구의 경우 0.4~0.5%의 중량감소가 나타났다. 필름포장구들이 대조구 2.7%보다 2.2% 정도 중량감소가 적게 일어났다. Scott와 Roberts(26)는 5°C에 저장한 조나단 사과의 중량감소가 저장 10주 후 1~2% 정도라고 했는데, 본 연구와의 차이는 품종차이에 기인된 것으로 사료된다. Lee와 Kwon(27)은 후지 사과를 0.03 mm 두께의 LDPE 필름으로 3개씩 포장하여 8°C에 저장하였을 때 저장 12주 후 중량감소가 1.3%정도에 달했다고 보고했는데 이는 저장온도가 본 연구보다 높아서 높은 호흡으로 인한 중량감소가 이루어진 것으로 판단된다. Park 등(22)과 Park(28)의 연구 보고에서도 플라스틱 필름이나 코팅을 한 것이 대조구보다 중량감소는 현저히 적었다고 하는 보고와 일치하였다.

경도 변화

사과의 경도변화를 5°C에 저장하면서 관찰한 결과는 Table 2와 같다. 저장 75일 후 대조구는 1.70 kgf 나타냈으며, 30LD와 50LD 포장구는 각각 1.80과 1.71 kgf의 경도를 보였으며 30CE와 50CE 포장구의 경우 각각 1.65와 1.89 kgf의 경도를 보여 필름두께가 두꺼운 50LD와 50CE가 높은 경도를 보였다. 동일 두께의 LD와 CE 필름 포장구에

Table 1. Changes in the weight of packed 'Fuji' apple during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Weight loss (%)		
	0D ²⁾	35D	75D
CON	100	98.1	97.3
30LD	100	99.8	99.8
50LD	100	99.9	99.8
30CE	100	99.7	99.5
50CE	100	99.8	99.6

¹⁾CON: Double wall corrugated paperboard box
 30LD: Thickness: 30 µm, LDPE film pouch.
 50LD: Thickness: 50 µm, LDPE film pouch.
 30CE: Thickness: 30 µm, functional MA film pouch.
 50CE: Thickness 50 µm, functional MA film pouch.

²⁾D Storage (day).

Table 2. Changes in the firmness of packed 'Fuji' apple during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Firmness (kgf)		
	0D ²⁾	35D	75D
CON	2.11	1.82	1.70
30LD	2.11	1.74	1.80
50LD	2.11	1.84	1.71
30CE	2.11	1.89	1.65
50CE	2.11	1.93	1.89

¹⁾/²⁾Abbreviations are the same as Table 1

서는 LD 포장구가 경도가 다소 낮게 나타났다. 저장 중 경도는 경시적으로 감소하였으며, 포장구에서는 대조구보다 경도가 더 높게 유지되고 있는 것으로 보아 과실의 연화가 대조구 보다는 느리게 진행됨을 알 수 있었다.

비타민 C 함량변화

저장 중 사과와 비타민 C 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 저장 75일 후의 비타민 C 함량은 LD필름 포장구와 CE 포장구가 대조구보다 더 높게 유지되었다. 초기의 3.67 mg%에서 대조구는 2.12 mg%로 42% 감소되었고 30LD는 2.55 mg%로 31%, 50LD는 2.59로 29%, 30CE는 2.78 mg%로 24%, 50CE는 2.85 mg%로 22% 감소되었다. 비타민 C가 저장기간 중 경시적으로 감소했는데 이는 Kim 등(29,30)이 즉과 홍옥을 저장 중 비타민 C가 경시적으로 감소되었다는 보고와 일치하고 있다. 또 필름이 얇은 것보다는 두꺼운 필름구에서 비타민 C의 손실이 적은 것으로 나타났고, LD 보다는 CE 포장구에서 감소가 적게 나타났다. 이는 기능성 소재가 에틸렌 가스를 흡착한 것(23)이 생리대사에 영향을 미친 것으로 보인다. Cano 등(31)은 골덴텔리셔스 사과를 상대습도 85%와 2°C에 저장한 결과, 5개월 후에 비타민 C가 27% 감소하였다고 했는데, 이는 품종 및 저장온도의 차이에 의한 것이라고 사료된다

산도변화

저장 중 사과와 산도변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 저장 75일 후 대조구는 0.37%(malic acid F.W.)로 22%가 감소되었고, 30LD와 50LD 포장구는 0.36과 0.38

Table 3. Changes in the total ascorbic acid of packed 'Fuji' apple during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Total ascorbic acid (mg/100 g F.W.)		
	0D ²⁾	35D	75D
CON	3.67	2.56	2.12
30LD	3.67	3.01	2.55
50LD	3.67	3.18	2.59
30CE	3.67	3.22	2.78
50CE	3.67	3.34	2.85

^{1),2)} Abbreviations are the same as Table 1

Table 4. Changes in the titratable acidity of packed 'Fuji' apple during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Titratable acidity (g malic acid/100 g F.W.)		
	0D ²⁾	35D	75D
CON	0.41	0.35	0.32
30LD	0.41	0.37	0.36
50LD	0.41	0.39	0.38
30CE	0.41	0.40	0.39
50CE	0.41	0.41	0.39

^{1),2)} Abbreviations are the same as Table 1.

로 12~7% 감소되었으며, 30CE와 50CE 포장구는 0.39로 5%가 감소되어 필름포장구는 대조구에 비해 산도변화가 10~17% 적게 일어났다. 또 LD 보다는 CE 포장구에는 감소가 적게 일어났으며, 필름 두께차이에서는 두꺼운 포장재에서 산도 변화가 적게 일어났고 산도는 경시적으로 감소했다. 그러나 Allen과 McKinnon(32)은 CA 조건에서 90일 저장 후 사과와 산도가 0.32라고 보고했는데 이는 품종차이에 의한 것으로 판단된다.

가용성 고형분 변화

사과의 저장 중 가용성 고형분 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 저장 75일 후의 가용성 고형분 함량은 대조구가 15.2 °Brix이며, 30LD와 50LD는 14.4와 14.3 °Brix였으나 30CE와 50CE 포장구들은 14.2와 14.1 °Brix를 나타내고 있었다. 즉 CE포장구들은 LD나 대조구에 비해서 생리대사가 그 만큼 억제되고 있다고 판단된다. 또 필름포장구들은 대조구보다는 고형분 함량의 변화가 적게 일어나고 있었다. Shin 등 (33)도 후지사과를 LDPE 필름으로 포장하여 저장하였을 때 당은 크게 변하지 않았다고 보고하여 본 결과와 일치하였다.

부패와 외관

저장 중 사과와 부패 및 외관을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 저장 75일 후 각 처리구 별 부패에 의한 외관상의 차이는 나타나지 않았으나, 대조구는 포장구에 비해 wilting 등으로 전체적인 기호성은 떨어지는 것으로 나타

Table 5. Changes in the soluble solid content of packed 'Fuji' apples during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Soluble solid content (°Brix F.W.)		
	0D ²⁾	35D	75D
CON	14.1	14.6	15.2
30LD	14.1	14.4	14.4
50LD	14.1	14.5	14.3
30CE	14.1	14.2	14.2
50CE	14.1	14.2	14.1

^{1),2)} Abbreviations are the same as Table 1.

Table 6. Changes in the overall appearance of packed 'Fuji' apples during storage at 5°C

Packaging methods ¹⁾	Score (point) ³⁾			
	0D ²⁾	3D	5D	7D
CON	10	8.4	4.9	3.2
30LD	10	9.5	7.2	5.0
50LD	10	9.4	7.3	5.1
30CE	10	9.6	7.5	5.1
50CE	10	9.5	7.9	6.4

^{1),2)} Abbreviations are the same as Table 1

³⁾ 10: very good, 7: good (still marketable), 5: fair (still marketable), 3: poor (not marketable), 1: very poor.

났다. Park(34)은 사과를 상온 저장한 결과 대조구는 12일 부터 상품성을 잃기 시작했으나 coating구는 48일까지 선도가 유지되었다고 보고하였다. Park 등(35)도 피막제 처리가 사과의 선도유지에 더 유리하여 품질이 우수하게 유지되었다고 하였다 이상의 결과에서 개발한 필름은 두께의 LD 포장구와 신선도 유지 상태가 비슷하게 나타났으며, 대조구보다는 품질이 더 우수하게 유지되고 있어 사과포장용 포장재로 활용 가능성이 있음이 입증되었다.

요 약

기능성 필름을 코팅한 골판지 상자에 사과를 저장하면서 품질유지 상태를 조사하고자 대조구로 기존에 유통 중인 골판지 상자과 두께 0.03, 0.05 mm의 LDPE필름(30LD와 50LD)과, 두께 0.03 mm, 0.05 mm의 기능성MA 필름을 골판지 상자에 코팅한(30CE와 50CE) 후 이 상자에 후지사과를 15 kg씩 포장하여 5°C에 75일간 저장하면서 신선도 변화를 비교 연구하였다. 중량 감소는 저장 75일 후 대조구는 2.7%, LD와 CE 포장구들은 0.2~0.5% 감소했다. 경도는 대조구보다는 필름포장구들에서 변화가 적었고 LD보다는 CE 포장구에서 변화가 더 적게 나타났다. 비타민 C 함량은 초기의 3.67 mg%에서 대조구는 42%, LD 포장구들은 31~29%, CE 포장구들은 24~22%가 감소하였다. 산도 및 가용성 고형분의 경우 대조구가 필름포장구들에서 변화가 심했으며, 필름포장구들 중에서는 LD 포장구보다 CE 포장구에서 변화가 적게 나타났으며, 부패도 대조구보다는 LD와 CE 포장구에서 적게 나타났다

감사의 글

본 논문은 1996년도 농림수산특정연구과제('96첨단기술사업)에 의하여 수행된 결과중 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

- 1 Ministry of Agrncure and Forestry : *Statistical Yearbook of Agriculture & Forestry*. Samjeong Pub Co. Seoul, p.104 (1998)
- 2 Hong, Y.P, Hong, S.S, Jung, D.S and Kim, Y.B. . Establishment of storage period in cold storage and marketing-period in ambient temperature for apple major cultivars. Paper presented at 14th Ann. Conference of Kor Soc. Hort. Sci., Seoul, Korea, p 154-155 (1996)
- 3 Ryou, M.S., Lee, J.C and Hwang, Y S. . Effects of fenoprop with calcium acetate and daminozide on maturation and shelf life of 'Tsugaru' apples *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 27, 261-268 (1986)
- 4 Chang, K.H and Byun, J.K : Storage potential differences of apple cultivars caused by various postharvest calcium infiltration methods. *J. Kor Soc. Hort. Sci*, 32, 335-339 (1997)

5. Lum, B.S., Choi, S T , Lee, C.S., Kim, Y B and Moon, B. W. Effect of Prowax-F coating on keeping quality, CO₂ and ethylene evolution in 'Tsugaru' apple during room and low temperature storage. *RDA. J Hort Sci*, 40, 96-101 (1998)
6. Lee, J.C., Kweon, O.H. and Ryou, M.S. ' Effects of "Prolong" on keeping quality and ethylene evolution in 'Tsugaru' apple fruits. *J. Kor Soc. Hort. Sci.*, 27, 347-362 (1986)
7. Hwang, Y.S., Kim, Y.A and Lee, J.C. ' Effects of postharvest application of chitosan and wax, and ethylene scrubbing on the quality changes in stored 'Tsugaru' apples. *J. Kor. Soc. Hort Sci*, 39, 579-582 (1998)
- 8 Kader, A A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. : Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci Nutr.*, 28, 1-5 (1989)
- 9 Kader, A A. . Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40, 99-104 (1986)
- 10 Giese, J. ' How food technology covered modified atmosphere packaging over the years. *Food Technol.*, 51, 76-77 (1997)
- 11 Kim, C.C., Son, K.C. and Ko, J.Y : Influence of various films and low ethylene CA conditioner on gas compositions and quality of 'Fuji' apple fruits in plastic bags during short-term storage *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36, 74-82 (1995)
12. Okamoto. T., Horitsu, K and Harata, J. . Studies on the use of polyethylene film to extend storage life of apple fruits (Part 1). *The Report on Agriculture of Koudai University*, 7, 23-28 (1961)
13. Okamoto, T , Horitsu, K. and Harata, J. . Studies on the use of polyethylene film to extend storage life of apple fruits (Part II). *The Report on Agriculture of Koudai University*, 8, 29-34 (1962)
14. Lau, O.L. and Yastremski, R. : Retention of quality of 'Golden Delicious' apples by controlled- and modified-atmosphere storage. *HortScience*, 26, 564-566 (1991)
15. Hewett, E. W. and Thompson, C. J. ' Modified atmospheres during storage and transport for bitter pit reduction in 'Cox's Orange Pippin' apple. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 17, 275-282 (1989)
16. Little, C.R., Faragher, J.D. and Taylor, H J : Effects of initial oxygen stress treatments in low oxygen modified atmosphere storage of 'Granny Smith' apples. *J. Amer Soc Hort Sci.*, 107, 320-323 (1982)
17. Lau, O.L : Effects of storage procedures and low oxygen and carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Spartan' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108, 953-957 (1983)
18. Smith, S., Geeson, J and Stow, J. : Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of film and coatings. *Hort. Sci.*, 22, 772-775 (1997)
19. Smock, R.M. : Controlled atmosphere storage of fruits Horticultrual reviews, AVI Publishing Co. Westport, Connecticut, USA, p 1(1970)
- 20 Kweon, H J , Kim, H.Y., Ryu, O.H. and Byun, J.K : Effect of CA and cold storage on ethylene in carbon dioxide production of 'Tsugaru' apple. *J. Kor. Soc Hort. Sci.*, 14, 372-373 (1996)
21. 권현중, 김호열, 류언하, 변제균 ' CA 및 저온저장이 쓰가루 사과의 에틸렌 및 호흡에 미치는 영향. 한국원예학회

- 제 14회 발표논문 초록, p.374-375 (1996)
22. Park, N.P., Choi, E.H., Lee, O.H. and Kim, Y.M. . Studies on the storage of apple I Effect of single or combined treatments of gamma-radiation in PE film packaging *J Kor. Food Sci. Tech.*, 2, 81-87 (1970)
 23. Park, H W : Studis on the development of modified atmosphere packaging films for fruits and vegetables. *Ph.D Dissertation*, Korea Unversity (1994)
 24. Robert, L.S : Measuring quality and maturity. In *Post-harvest Handling* Robert, L.S and Stanley E.P. (eds), Academic Press, Inc., San Diego, p.99-105 (1993)
 25. AOAC · *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., p. 844-847 (1984)
 26. Scott, K J. and Roberts, E.A. The important of the weight loss in reducing breakdown of 'Jonathan' apple *Austral. J. Expt. Agri. Ani. Husr.*, 8, 377-380 (1968)
 27. Lee, J.C and Kwon, O.W. : Effect of prolong on storage quality and evolution in 'Jonathan' and 'Fuji' apple fruits *J Kor. Soc. Hort. Sci.*, 31, 247-254 (1990)
 28. Park, N P : Studies on the preservation of apples by plastic film coating. *J. Kor Agri. Chem. Soc.*, 13, 131-159 (1970)
 - 29 Kim, K.S., Park, Y J., Hong, S.Y and Sohn, T H. : Studies on the reduced pressure storage of fruit (1), Comparison of the reduced pressure storage to the other storage for the American Summer Fairman. *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, 11, 67-76 (1969)
 - 30 Kim, K.S., Lee, K.L , Hong, S.Y and Sohn, T.H Studies on the reduced pressure storage of fruit (II), Preservation of Jonathan under various pressure of storage chamber. *J Kor. Agri. Chem Soc.*, 11, 77-82 (1969)
 31. Cano, M.P., De La Plaza, J.L and Delgado, M.L. : Effects of several postharvest fungicide treatments on the quality and ripeness of cold-stored apple *J. Agri. Food Chem* , 37, 33-39 (1989)
 32. Allen, F.W. and McKinnon, L.R . Storage of Yellow Newton apples in chambers supplied with artificial atmosphere *Amer Soc. Hort. Sci* , 32, 146-151 (1985)
 - 33 Shin, K.C , Moo, J Y , Choi, J S. and Kim. S.B. : Effects of CaCl₂ treatment on keeping quality and calcium content in 'Fuji' and 'Megumi' apples *Horticulture Agriculture*. 25, 76-79 (1983)
 34. Park, N.P. : Studies on the preservation of apples by plastic film coating. *J. Kor. Agri. Chem Soc.*, 12, 89-97 (1969)
 35. Park, N.P., Choi, E H and Lee, O.H. . Effect of the treatment of coating materials and gibberellin on the storage of apples. *J Kor Soc Hort Sci.*, 7, 15-19 (1970)

(1999년 10월 14일 접수)