

특 등급 품질 후지사과 선도유지를 위한 플라스틱 용기 포장 효과 연구

정대성[†] · 이윤석¹

농진청 국립원예특작과학원, ¹연세대학교 패키징학과

Applications of Functional Tray Form Packaging to Extend the Freshness of High-Quality 'Fuji' Apples

Dae-Sung Chung[†] and YounSuk Lee¹

National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

¹Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

Abstract

We investigated the effects of storage temperature and packaging treatment on the freshness of high-quality 'Fuji' apples to improve consumer confidence in the maintenance of high fruit quality during distribution. A 0.35 mm-deep PET tray form-sealed with a 0.05 mm LDPE film lid was developed and tested with the aim of optimizing gas composition within the package headspace to utilize potential modified atmosphere (MA) storage to maintain the freshness of apples. Weight loss, color difference, firmness, respiration rate, gas concentrations in packages, acidity, solid soluble content, and fruit decay rate were measured during storage at 5°C and 25°C. The results showed that respiration rate, weight loss, color difference, and firmness were lower and overall quality better during storage at 5°C compared with 25°C. Also, the fruits packed in the functional tray form showed a low level of quality changes compared with the control (no packaging). The accumulated gas concentrations in the headspace of the packages decreased from 21% to 12% O₂ and increased from 0% to 5% CO₂ (v/v) on day 7, and after remained at those levels thereafter. Soluble solid contents and total acidities of the packaged fruits were in the range of 11 - 14 °Brix and 0.2 - 0.3% during storage. Decay rates in the control and packaged fruits were more than 20% and less than 10% at 3 weeks, respectively. Based on the standard acceptable level (less than 10%) of total weight loss, it could be estimated that the shelf life of top-quality fruits packed in functional trays was 3 weeks at 5°C and 16 weeks at 25°C, whereas the shelf life of the control fruit was 1 week and 12 weeks, respectively. For the top-quality fruit 'Fuji' apples, the best results were obtained with a functional tray form for packaging treatment and a storage temperature of 5°C.

Key words : top fruit apple, fuji, functional plastic packaging, quality change, freshness

서 론

자유무역협정(FTA), 다자간 무역협상(DDA) 등의 외국 농산물 시장 개방에 대응하고자 국내 대표적 농산물은 글로벌 시장에서 품질 및 가격 경쟁력 확보 방안으로 품질이 높은 농산물의 생산, 유통 및 마케팅 강화가 중요시되고 있다(1). 최근 소비자의 고품질 신선 농산물의 수요 증가로

유통 판매자들은 상품성이 갖춘 질 높은 농산물을 요구하고 있는 추세이다. 2008년 국내 과일 총생산량은 223만 톤으로 2007년 204만 톤보다 7% 감소하였으나, 사과 생산량은 8% 증가 하였으며 최근 농가에는 최고 품질 과일 생산 기술 확대 관심과 노력을 하고 있다. 그러나 수확 직후 최고 품질의 사과 일지라도 시간이 경과하고 유통형태에 따라 최고 품질 기준을 만족시키는 데는 한계가 있다. 따라서 유통형태별로 연구 조사하여 현황을 파악하고 개발 기술을 적용하여 유통 한계기간을 설정해 줌으로써 사과의 유통 중 품질 유지와 유통 중 손실률을 경감시키고 최고품질 사과 유통

[†]Corresponding author. E-mail : cdsung@rda.go.kr,
Phone : 82-31-240-3687 Fax : 82-31-240-3668

환경을 조성하여 소비자의 신뢰를 높이는 최고 품질의 농산물을 유지하는 것이 절대적으로 필요하다. 또한 현재 수확 후 신선도 품질 유지 연구로 예냉 처리(2), CA 저장(3), 저온 저장(4), MA 포장 기술 적용(5) 등 사과 품질 유지를 위한 연구들이 국내외적으로 활발히 시도되고 있다. 특히 사과는 수확 후 호흡이 급상승하는 climacteric 형 과일로서 호흡억제 방법인 MA 및 CA저장 효과가 큰 것으로 보고되고 있다(6,7). 현재 국내 사과의 유통형태는 크게 무포장 또는 포장된 상태로 유통되고 있으며, 포장된 사과의 유통은 단순한 내용물 보호 차원이 아닌 MA포장으로 호흡억제, 높은 습도 유지 그리고 GAP(우수농산물관리) 차원의 2차 오염방지 효과를 얻을 수 있다. 그 외에도 방담, 향균, 고차단, 분해성, 원적외선 방사 등의 부가적인 기능을 부여한 기능성 포장재의 활용도 가능하다. 특히 MA 효과로 밀봉된 포장지내에서 사과 자체 호흡에 의하여 산소 농도는 낮아지고 탄산가스 농도는 높아져 소규모의 CA조건이 될 수 있다. 이러한 특성을 기반으로 기존 유통 판매 사과 박스에 기능성 포장 효과를 부여함으로써 품질이 우수한 재배 사과 제품에 대한 저장 유통 중 최고의 상품성 부여할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 품질이 우수한 후지 사과의 저장 중 밀봉 용기 포장재 적용 효과 및 제품 품질 특성 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

특등급 사과 '후지' 품종은 2008년 10월에 전북 장수 탑푸르츠 생산단지에서 과피의 색이 고르고, 크기가 일정하며 상처가 없는 과실을 직접 수확한 후 상온에서 연구소로 운반한 다음 '후지'사과의 품질 선별 기준(8)으로 특등급 품질 후지 사과의 최고 품질 등급인 무게 $320 \pm 10\%$, 당도 12°Brix , 착색도 70% 이상인 사과를 선별하였다. 선별한 사과 샘플을 포장 한 후 본 실험에 사용하였다.

포장 및 저장방법

일반 5 kg 단위 개방형 난좌 사과 골판지 박스와 0.05 mm LDPE(low density polyethylene) 필름으로 덮개를 가진 개발한 0.35 mm PET(polyethylene terephthalate) 난좌 포장을 저장 실험에 사용하였다(Fig. 1). 선별된 과실을 포장한 후 저장 온도별 품질 변화를 관찰하고자 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지되는 저온 저장고와 상온($25 \pm 2^\circ\text{C}$)에 각각 입고, 저장하면서 1주와 2주 간격으로 각각 12개의 시료를 취하여 이화학적 품질 변화를 조사하였다.

호흡율과 에틸렌 측정

저장 중 사과의 이산화탄소 및 에틸렌가스 발생량은 저

장 시기별로 시료를 채취하여 1 L의 Polymethylpentene소재 밀폐용기 (straight-side wide-mouth jar, Nalgene Labware, pittsburgh, USA)에 과실(320 ± 12 g)을 넣고 중앙에 주사기 주입 포트 (injection port)를 가진 뚜껑으로 닫은 후 일정 시간 동안 밀폐된 용기 내에 축적된 이산화탄소와 에틸렌가스 가스를 5 mL 플라스틱 주사기로 각각 1 mL 씩 포집하여 가스크로마토그래프 HP 6890 A (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA)로 측정하였다. 각 단위 시간 당 발생한 가스량을 구하여 단위 중량 및 용기 부피를 고려한 값으로 이산화탄소 및 에틸렌가스값을 계산하였다. 분석조건으로 이산화탄소는 thermal conductivity detector(TCD) 검출기로 column은 active carbon 60-80 mesh 컬럼을 이용하였고 이때 주입 온도는 110°C 과 검출기 온도는 150°C 로 측정하였다. 에틸렌가스는 active alumina (60-80 mesh) column을 이용한 flame ionization detector(FID)로 측정하였으며, 주입 온도는 110°C , 컬럼 온도는 70°C , 검출 온도는 250°C 로 측정하였다.

표면 색상 및 과육의 경도

사과의 표면 색상은 Colorimeter(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter 값의 명도 (lightness, L), 적색도 (redness, a), 황색도 (yellowness, b)를 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. 사과 과육의 경도는 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, England)를 이용하여 측정하였다. 측정 조건은 5 mm인 probe를 이용하여 깊이 10 mm까지 test speed 5.0 mm/s의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 최대값을 측정하고 이를 경도로 나타내었다.

pH, 산도 및 당도

각 처리구의 시료를 박피하고, 착즙기로 착즙하여 얻은 액을 pH meter(Model 520A, Orion research Inc, Boston, MA, USA)로 측정 하였다. 총산은 착즙액 5 mL을 취한 다음 증류수 20 mL을 넣어서 희석한 후 이 희석액을 0.1N NaOH로서 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH 양을 구연산 백분율(%)로 계산하였다. 그리고 당도는 디지털 굴절당도계 (PR201, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하여 $^\circ\text{Brix}$ 농도로 나타내었다.

중량 감소율 및 부패율

중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율(%)로 환산하여 표시하였다. 또한 부패율은 저장 실험한 사과 전체에 대하여 부패한 사과수를 백분율(%)로 환산하여 표시하였다.

통계분석

모든 실험에서 얻어진 결과들은 SAS 통계프로그램을 이용하여 5% 유의수준에서 분산분석과 Duncan의 다중 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

포장설계

개발한 유통 후지 사과 PET 난좌 포장은 마찰, 부딪힘 등 물리적 손상을 막아 상품화를 높이는 효과를 얻음과 동시에 밀봉에 의한 포장재 내의 가스 조절 MA 효과를 얻고자 하였다(Fig. 1). 또한 LDPE 필름 덮개 포장은 수분 손실 방지 및 외부 부패균 침입 방지로 인한 이차 오염 예방 효과를 가지도록 하였다. 그리고 투명난좌를 사용한 기능적 설계 구조는 포장 제품 외관상 상품과 선별을 가능하도록 하여 소비자들에게 제품 신뢰를 얻을 수 있도록 하였다.

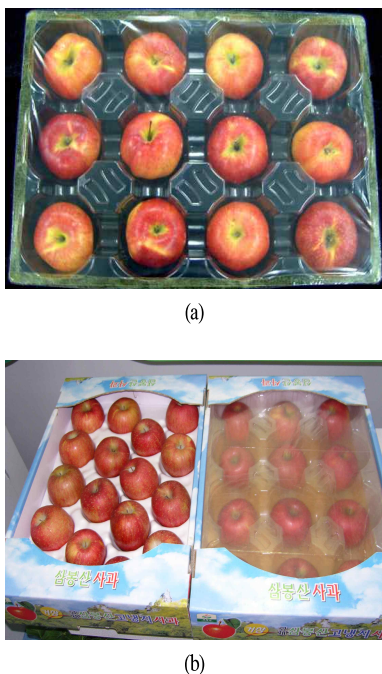


Fig. 1. Functional packaging structure of 'Fuji' apples for the storage arrangement.

(a) An inner tray for a functional PET tray form sealed with LDPE film (b) Corrugated open-top boxes (the left side represents the control without a PET inner tray, and the right side represents the outer box with a PET inner tray).

포장재내 가스조성

저장 기간 동안 LDPE 필름 밀봉 포장 내부의 가스조성 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 상온저장에서는 저장 1주일 만에 초기 산소 농도 21%에서 12.14%로 감소되었고 초기 탄산가스 농도 0.03%에서 4.27%로 증가 되었다. 한편 저온에서는 저장 2주째 산소 농도가 21%에서 15.87%로 감소되고 탄산가스 농도 0.03%에서 2.47%로 증가되었다가 그 후 일정한 농도로 나타냈는데, 이는 일정한 탄산가스 발생량이 저장 용기 부피, 포장재 가스 투과도와 그 외 포장 필름 integrity 상태 등 여러 요인들에 의하여 일정한 이산화탄소 가스 농도를 유지되었다고 판단된다. LDPE 필름 밀봉 PET

난좌 용기의 저장 실험 연구 결과 과실의 신선도 유지를 높이는 MA 효과를 유도한 것으로 관행의 난좌보다 유통 중 과실의 부패율 및 손상율이 낮음을 보여 주었다. Mostofi 등(5) 연구에서도 산소 농도의 감소와 탄산가스 농도의 증가로 품질변화 속도를 늦추는 결과를 얻었으며 polypropylene 필름내 1% O₂+4% 이산화탄소로 처리한 사과의 저장 중 품질상태 유지에 가장 효과가 좋은 것으로 조사 되었다.

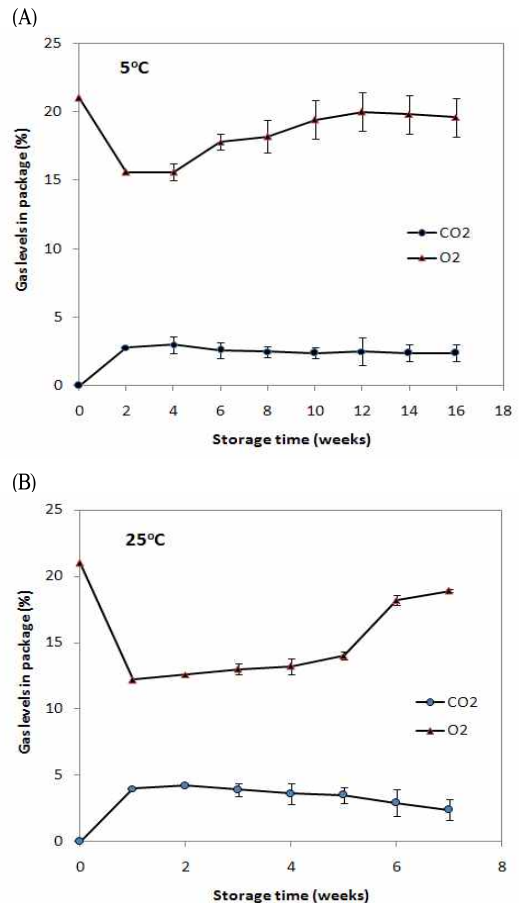


Fig. 2. Gas levels for 'Fuji' apples in an inner PET tray at 5(A) and 25°C(B).

Values are means±standard deviation (n=12).

호흡율과 에틸렌 발생률

포장된 후지 사과의 저장 중 호흡패턴을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 8주간의 상온저장 중 호흡율은 전체적으로 무포장구가 LDPE 필름 밀봉 포장구보다 호흡율이 높았다. 저장 초기의 호흡율은 3.19 mL/kg/hr이었던 것이 저장 1주일 후에 무포장은 12.87 mL/kg/hr 및 LDPE 적용 포장구는 7.03 mL/kg/hr로 각각 높아 졌다가, 저장 2 주일 후에는 무포장구가 6.52 mL/kg/hr 및 LDPE 필름 밀봉 포장구가 4.21 mL/kg/hr로 각각 낮아졌다. 이는 일반적으로 수확 후 저장 초기에 호흡율이 서서히 증가되는 climacteric형의 호흡 패턴과 다른 결과를 보여준 것으로 Kang 등(9)의 연구에

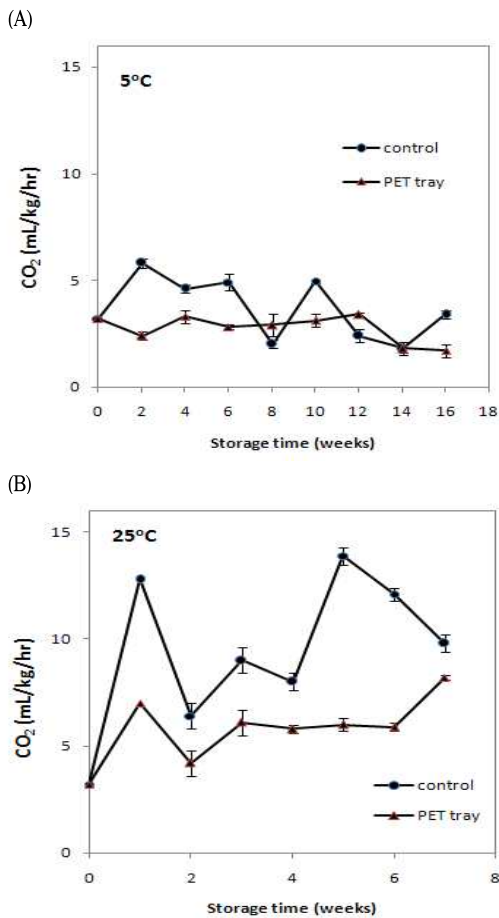


Fig. 3. Changes in respiration rate of 'Fuji' apples at 5(A) and 25°C (B).

Values are means±standard deviation (n=12).

서 "Tsugaru" 품종 사과의 경우 초기 이산화탄소 농도가 7.29 mL/kg/hr 이었던 것이 4주 후에 6.51 mL/kg/hr로 다소 감소하는 경향을 보였다. 저온 저장 중 후지사과의 호흡패턴으로 무포장구의 초기 호흡량은 3.19 mL/kg/hr에서 5.76 mL/kg/hr로 증가 되었는데 비하여 LDPE 필름 밀봉 포장구는 밀봉 저장 후에 2.49 mL/kg/hr로 낮아졌고, 그 후 계속 호흡이 억제되는 경향을 보였다. 이는 저온 및 LDPE 필름의 밀봉에 따른 MA 효과로 보였으며, Chung 등(3)의 '홍로'와 '감홍' 사과 품종의 다른 가스조성의 CA 및 PE 필름 상온 저장 연구에서 무포장구가 CA 처리 및 PE 필름 처리 포장구가 두드러진 신선도가 연장 유지되었다고 보고와 일치한 결과를 나타냈다. 저장 중 사과의 에틸렌은 Table 2에서 상온 저장 중 초기 에틸렌 발생량이 6.27 uL/kg/hr 이었던 것이 저장 2주 이후부터 급상승하기 시작하여 무포장의 경우 저장 6주 후에 40.20 uL/kg/hr로 급격히 높아졌고, LDPE 필름 밀봉 포장구도 20.46 uL/kg/hr로 다소 증가됨을 보여 주었으며, 두 처리 조건 모두 저장 4주 이후에는 다시 낮아졌다. 이는 전형적인 사과의 수확 후 숙성 과정에서 에틸렌 발생율이 높아지는 경향으로 상온 저장 초기에 1.27

uL/kg/hr에서 저장 3주 후에 60.16 uL/kg/hr로 증가하는 유사한 에틸렌 발생 패턴을 나타내었다(9). 저온저장에서는 다소 변화가 있었으나 무포장구가 LDPE 필름 적용 밀봉 포장구 보다 에틸렌 발생량이 낮았고 전체적으로 같은 에틸렌 발생 패턴을 보였다. 따라서 과실의 에틸렌 생성은 숙성 및 노화에 지대한 영향을 미치어 품질의 빠른 저하를 유도한다.

중량변화

저장 중 중량 감모율을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 상온 저장 7주째 무포장 상태는 8%로 높은 반면 LDPE 필름 적용 밀봉 처리구는 1%로 낮았으며, 저온 저장 16주째에서도 무포장은 7%로 높은 반면 LDPE 필름 적용 밀봉 처리구는 1%로 낮았다. 이 결과는 Chung 등(3) 연구에서도 LDPE 필름 밀봉 포장구가 대조구보다 중량 감소가 적은 결과 보고와 비슷한 경향을 보여주었다. 즉 LDPE 필름 밀봉 포장구가 상온 및 저온 모두에서 변화량이 적었으며, 무포장 처리구의 경우에는 변화 폭이 크게 나타났으며, 저장 7주 경과시 저온 무포장은 3.4%로 상온 저장에 비교하여

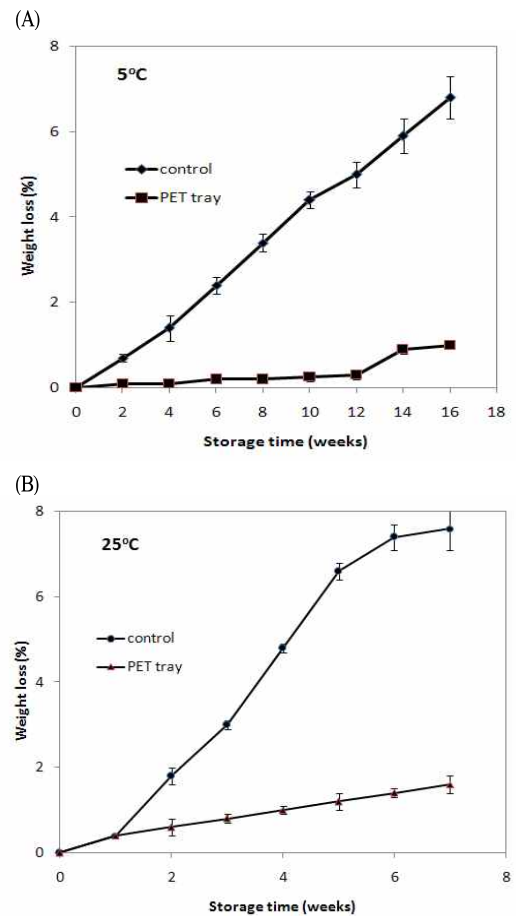


Fig. 4. Weight loss of 'Fuji' apples at 5(A) and 25°C(B).

Values are means±standard deviation (n=12).

상대적으로 낮은 중량변화를 보여 주었다. 또한 저온 LDPE 필름 밀봉 처리구는 0.3%로 낮은 중량 변화를 보였으며, 상온 무포장구에서 중량 감소율이 가장 높았다. 또한 Khan 등(10)은 “Amri”, “Mashhadi” 그리고 “Golden delicious” 사과 품종의 무포장 저장 품질 평가 연구에서 6주 상온 저장 기간 동안 최대 19.2, 18.6, 그리고 16.8 %의 중량 감소를 보여 주었다.

색상변화

명도(L)값의 변화는 Table 1에서 나타내었다. 상온저장 중 L값은 초기 39.12 이었던 것이 포장 처리 간에 차이 없이 상온저장 8 주째 각각 무포장 41.08, LDPE 필름 밀봉 포장 처리구는 41.16로 증가 되었고, 저온저장 16주 후에는 초기 L값이 39.03이었던 것이 무포장 에서는 L값이 38.70으로 약간 낮은 경향을 보였으며 LDPE 필름 밀봉 포장 처리구는 39.77로 약간 높아졌다. 적색도(a)값의 변화의 경우 상온 저장에서는 처리에 관계없이 낮아졌는데 초기 21.35였던 것이 감소되었으며, 저장 8주 이후에 무포장구는 19.42와 LDPE 필름 밀봉 포장 처리구는 18.36로 무포장보다 상대적으로 낮은 ‘a’ 값을 보였다. 저온저장에서 무포장구는 저장 16주 동안 변화가 거의 없었고 LDPE 필름 밀봉 포장 처리구는 20.67로 감소되어 후속 진행이 억제 되어 저온에서는 색도가 유지되었다.

경도변화

저장 중 경도는 Table 1에 나타난 것과 같이 저장 초기 12.4 N을 가졌으나 상온 저장 4주째 무포장에서 16.3 N로 증가되었다가 점차 감소되었다. 상온 무포장에서 4주까지 경도 값의 증가는 저장 기간 중 과실의 수분 감소에 따른 과피의 경도 값이 증가된 것으로 판단되며, 4주 이후 다시 조직 연화가 진행됨에 따라 경도가 감소되는 결과를 보여 주고 있다. 이 결과는 ‘후지’를 저장한 연구결과에서 LDPE 밀봉 포장구가 대조구보다 저장 중 경도가 더 높게 유지 되었다는 연구 보고와 일치한다(3). 또한 저온 저장의 경우도 저장 2주 이후부터 경도가 약 17 N 전후로 증가한 후대조구는 저장 4주 기간과 LDPE 필름 밀봉 포장구는 저장 10주 이후에 감소됨을 보였으며 상온 및 저온 모든 저장 조건에서 LDPE 필름 밀봉 처리 포장구가 무포장구와 비교하여 경도 유지 효과가 높은 것으로 나타났다. Park 등(11)의 연구에서 0.04 mm LDPE 포장구에서 40일 저장 후 대조구에 비해 약 9.88% 경도 변화를 보여주어 반면 본 연구의 0.04 mm LDPE 밀봉 포장구는 42일 저장 후 대조구에 비해 약 20.97%의 약간 높은 경도 변화를 보여 주었다. Ghafir 등(12)의 품종별 사과의 0°C 저온저장 연구에서 180 일 저장 기간 동안 “Gala” 와 “Golden delicious” 품종이 가장 낮은 경도 변화를 보여 주었다.

Table 1. Changes in skin color and hardness of ‘Fuji’ apples during storage

Parameters			Storage (weeks)									
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	
Hunter ‘L’ value	LT ¹⁾	Control ³⁾	39.03a ^z	38.87a	38.33a	38.56a	39.01a	38.81a	37.84a	38.11a	38.70a	
		PKG ⁴⁾	39.03a	39.01a	39.25a	39.31a	39.83a	39.46a	39.36a	39.54a	39.77a	
	RT ²⁾	Control	39.12a	39.18a	39.34a	40.41a	41.08a	-	-	-	-	
		PKG	39.12a	39.29a	39.41a	40.93a	41.16a	-	-	-	-	
	Hunter ‘a’ value	LT	Control	21.27b	21.95b	21.13b	21.10b	21.08b	21.14b	22.36b	19.88b	21.05b
			RT	21.27b	20.31b	19.64b	20.83b	20.05b	20.11b	21.34b	20.61b	20.67b
RT		Control	21.35b	20.35b	20.28b	19.32bc	19.42bc	-	-	-	-	
		PKG	21.35b	19.84b	18.88b	18.41b	18.36a	-	-	-	-	
Hunter ‘b’ value	LT	Control	23.73b	23.90b	21.89b	16.33c	12.41cd	13.56cd	14.33cd	13.52cd	15.01cd	
		PKG	21.77b	22.92b	23.48b	14.32c	11.29cd	11.49cd	13.41cd	12.06cd	13.16cd	
	RT	Control	22.66b	21.88b	22.82b	16.60c	12.28cd	-	-	-	-	
		PKG	22.66b	21.70a	22.12a	18.41c	16.35cd	-	-	-	-	
Hardness (N)	LT	Control	13.2c	16.8d	16.9d	13.4c	12.9c	11.7d	11.5d	11.2d	10.8d	
		PKG	13.2c	15.7d	15.8d	16.1d	16.3d	16.5d	13.9c	13.3d	13.1d	
	RT	Control	12.4c	13.6c	16.3d	13.8c	11.7c	-	-	-	-	
		PKG	12.4c	14.6d	12.4c	10.3e	9.8e	-	-	-	-	

¹⁾LT and ²⁾RT indicate the storage temperatures of 5 and 25°C.
³⁾Control and ⁴⁾PKG mean the outer corrugated boxes without a PET inner tray and with a PET plastic tray.
 Data are the average value for 12 samples. ^zMean separation in the same row by Duncan’s multiple range test at p=0.05.

산도변화

총 산함량 변화 (Table 2)를 관찰한 결과, 저장 초기에는 0.29%이었던 것이 상온과 저온 2 주 기간에 각각 0.32% 및 0.31%로 조금 증가한 후 서서히 감소되어 상온 저장 7 주 후와 저온 저장 16 주후에 각각 0.22%과 0.23%로 약간 낮아 졌다. 전체적으로 총산 함량 변화는 거의 없었다. 또한 저온 저장 중 LDPE 필름 밀봉 포장구와 무포장구의 산도 변화는 큰 차이를 보이지 않고 저장 시간에 따라 서서히 감소됨을 보였다. CA저장 및 PE 포장 저장 비교 실험을 한 Chung 등(3) 실험 결과에서 유사한 감소 변화 값을 나타냈다. 일반적으로 과실의 산도는 숙성이 일어나는 동안 호흡 중 기질로 소모되거나 당으로 전환되기 때문에 감소되는 것을 의미한다. 따라서 실험 결과의 유사한 산도 변화 값은 저장 중 무포장구에서 생성되는 총산이 다른 대사 작용 통하여 변화되기 때문에 비교적 숙성 진행이 늦어 총산 발생이 적은 포장구와 두드러진 차이가 보이지 않은 것으로 판단된다.

온에서는 서서히 증가하다가 저장 10주째 무포장이 13.7 °Brix를 보였다. 상온 8주 및 저온 16주간에 전체적으로 평균 12 °Brix를 유지하여 최고 품질 기준에 만족하였다. Park등(11)의 연구에서 사과저장 대조구 무포장 사과보다 기능성 MA 포장 처리한 사과가 고형분 함량변화가 적게 일어났다고 보고하여 본 연구 결과가 일치하였다. 품질의 가치를 좌우하는 중요한 요인으로 작용하는 사과의 당도는 저장 중 산물이 성숙함에 따라 당도가 증가되지만 수확 후에는 호흡기질에 사용되어 감소하는 경향이 있다(6).

부패율

저장 기간 중 후지 사과의 부패율을 비교 평가하였다(Fig. 5). 상온저장 무포장구는 1 주일 이후부터 부패되어 2 주일에 20%까지 증가된데 비하여 LDPE 필름 밀봉 포장구는 저장 3 주일에도 10%미만으로 적었다. 저온저장 무포장구는 10 주일부터 부패되기 시작하여 14 주일에 12%까지 증가된데 비하여 저온저장 LDPE 필름 포장구는 14 주일에

Table 2. Changes in soluble solid content, total acidity and ethylene production of 'Fuji' apples during storage

Parameters			Storage (weeks)									
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	
Soluble solid content (°Brix)	LT ¹⁾	Control ³⁾	12.0a	11.9a	12.2a	12.3a	12.4a	13.7a	13.2a	12.6a	12.3a	
		PKG ⁴⁾	12.0a	12.0a	12.1a	11.9a	11.9a	12.0a	12.1a	12.0a	11.9a	
	RT ²⁾	Control	12.2a	13.1a	13.0a	13.2a	13.2a	-	-	-	-	
		PKG	12.2a	13.0a	12.2a	12.0a	12.1a	-	-	-	-	
Total acidity (%)	LT	Control	0.29b	0.28b	0.28b	0.27b	0.27b	0.26b	0.25b	0.23bc	0.22bc	
		RT	0.29b	0.32b	0.31b	0.30b	0.28b	0.26b	0.25b	0.22bc	0.23bc	
	RT	Control	0.28b	0.24b	0.22c	0.20c	0.18c	-	-	-	-	
		PKG	0.28b	0.31b	0.28b	0.24b	0.22c	-	-	-	-	
C ₂ H ₄ (uL/g/hr)	LT	Control	5.03c	15.01d	15.03d	12.31d	7.48e	21.31f	11.89de	9.45de	17.43de	
		PKG	5.03c	15.11d	4.87e	9.25e	4.96e	12.88de	10.01de	7.31e	7.42e	
	RT	Control	6.27c	10.39d	40.20e	42.03e	39.51e	-	-	-	-	
		PKG	6.27c	10.33d	20.46e	22.64e	31.27e	-	-	-	-	

¹⁾LT and ²⁾RT indicate the storage temperatures of 5 and 25 °C.

³⁾Control and ⁴⁾PKG mean the outer corrugated boxes without a PET inner tray and with a PET plastic tray.

Data are the average value for 12 samples. ⁵⁾Mean separation in the same row by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

당도변화

사과의 당도변화는 Table 2에 나타난 것과 같이 상온 저장 기간 중 초기 당도 12.2 °Brix였던 것이 저장 2주후 무포장구는 13.1 °Brix로 LDPE 필름 밀봉 포장구는 13.0로 각각 증가되었다. 저장 2주 후에는 저장기간이 경과함에 따라 후숙이 진행되어 서서히 감소되는 경향을 보였다. 저

부패되기 시작하여 16 주일에도 6%로 낮았다. Park등(11)의 저장 중 기능성 MA 포장재를 적용한 '후지'사과 외관 부패율 조사에서 75일간 5°C 저온 저장 중 각 처리구별 외관 상에 의한 부패 차이를 보이지 않았으나 대조구는 포장구에 비해 wilting 등으로 전체적인 기호가 떨어짐을 보고하였다.

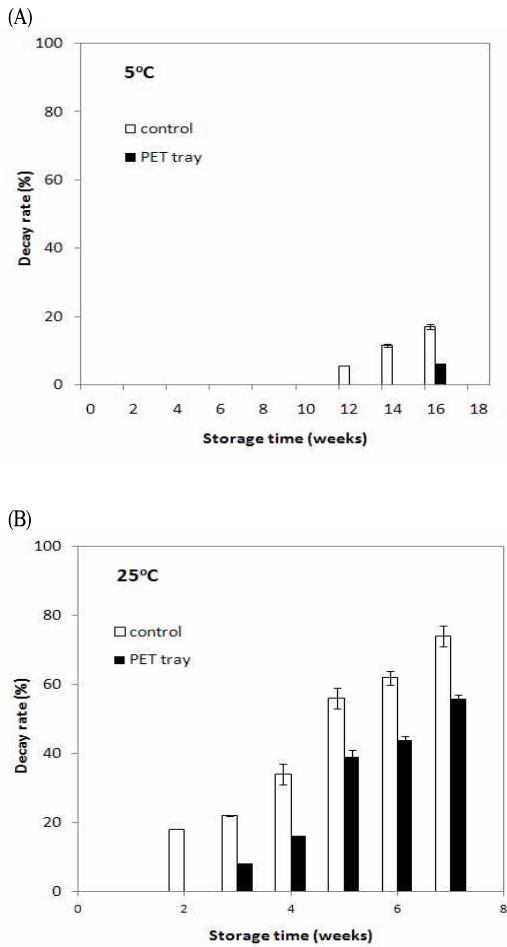


Fig. 5. Decay rate of 'Fuji' apples at 5(A) and 25°C(B). Values are means±standard deviation (n=12).

요 약

특 등급 품질 후지사과의 상온 저장에서의 호흡율 특성을 분석한 결과 전형적인 climacteric형 패턴을 보여 주었으며 저장 유통 중 선도유지를 확보하기 위하여 LDPE 필름을 밀봉한 난좌형태의 포장 구조를 설계하여 저장 온도에 따른 품질 변화 특성을 비교 평가하였다. 본 실험 연구 결과 필름 밀봉 용기 포장 적용이 관행 난좌보다 신선도 유지를 높이는 것으로 확인하였다. 이는 LDPE 필름 덮개로 밀봉한 난좌형태의 용기 포장은 날개의 난좌컵 형태에 과실을 적용함으로써 포장된 과실의 호흡작용과 증산억제를 유도하여 신선도를 유지하는 MA 조건을 가졌음을 나타낸다. 우수 품질 과실에 대한 차별화된 포장재 용기 적용 연구는 기존 과실 포장재로부터의 품질 개선 및 상품성 효과를 가질 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Lee, K.C. (2007) Development trends of food industry with the expansion of FTAs, Food Preserv. Processing Industry, 6, 2-7
2. Echeverría, G., Fuentes, T., Graell, J., Lara, I., López, M.L. (2004) Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology: A comparison of two seasons. Postharvest Biol. Technol., 32, 29-44
3. Chung, D.S., Hong, Y.P., Lee, Y.S. (2006) Effects of packaging film application and CA storage on changes of quality characteristics in 'Hongro' and 'Gamhong' apples, Korean. J. Hort. Sci. Technol., 24, 48-55
4. Parvathy, S., Abdullah, H., Latifah, M.N., Tarmizi, S. (2003) Effect of packaging system on the quality of wax apple (*Eugenia javanica* syn. *Samarangense*) stored at low temperature, J. Food Sci. Technol., 40, 177-182
5. Mostofi, Y., Hajizadeh, H.S., Talaie, A., Mousavi, M.A.E.Z. (2008) Modified atmosphere packaging (MAP) effects on quality maintenance and storage life extension of local Iranian apple 'Golab Kohanz', Acta. Hort., 768, 103-109
6. Watkins, C.B. (2008) Postharvest ripening regulation and innovation in storage technology, Acta. Hort., 796, 51-58
7. Tareq, Al-Ati and Hotchkiss, J.H. (2003) The role of packaging film permselectivity in modified atmosphere packaging, J. Agric. Food Chem., 51, 4133-4138
8. Chung, D.S. (2008) Study of quality evaluation and standardization for domestic major fruits. 2008 Final Research Report in RDA, 1-5
9. Kang, I.K., Kim, H.Y., Kweon, H.J., Byun, J.K. (1999) Changes in ethylene production, respiration rates and cell wall hydrolase activities during storage of apples, J. Korean. Soc. Hort. Sci., 40, 451-454
10. Khan, M.A. and Ahmad, I. (2005) Morphological studies on physical changes in apple fruit after storage at room temperature, J. Agric. Soc. Sci., 1, 102-104
11. Park, H.W. and Kim, D. (2000) Effect of functional MA packaging film on freshness extension of 'Fuji' apples, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 80-84
12. Ghafir, S.A.M., Gadalla, S.O., Murajei, B.N., El-Nady, M.F. (2009) Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions, Afr. J. Plant Sci., 3, 133-138