

CA저장조건에 따른 “여봉” 딸기의 품질변화

김지강 · 홍성식 · 정석태 · 김영배 · 장현세
농촌진흥청 원예연구소

Quality Changes of “Yeobong” Strawberry with CA Storage Conditions

Ji-Gang Kim, Seong-Sik Hong, Seok-Tae Jeong,
Young-Bae Kim and Hyun-sae Jang

Post-harvest Technology Division, Horticultural Research Institute, RDA

Abstract

“Yeobong” strawberries were stored at 2°C under controlled atmosphere (CA) containing the combinations of O₂ (3, 8%) and CO₂ (10, 15, 20%) and air as control. Atmospheres of 3% O₂+15% CO₂ and 8% O₂+15% CO₂ reduced respiration and ethylene production rates. Fruits kept under CA conditions of 10% and 15% CO₂ were harder than those stored under 20% CO₂ and air. The CA conditions of 10% or 15% CO₂ maintained approximately 80% of vitamin C for 24 days. Redness were increased and then decreased, but the changing trends were not clear among the storage conditions. Anthocyanin contents in 3% O₂+15% CO₂ and 8% O₂+15% CO₂ were slightly increased for 16 days and then decreased thereafter, while anthocyanin content in air was rapidly increased for 8 days. After 16 days of storage, off-flavor were perceived in all CA storage. And strawberries stored in 20% CO₂ conditions were unacceptable after 20 days. The 20% CO₂ significantly affected off-flavor of strawberries, but there was no significant difference between 10% CO₂ and 15% CO₂ conditions. Ethanol which is in relation to off-flavor was higher with elevated CO₂ levels. Although CA conditions under 3% O₂+15% CO₂ was effective in delaying the quality changes, there was high ethanol content compared to 8% O₂+15% CO₂ condition. Strawberry kept under 8% O₂+15% CO₂ was maintained the shelf-life for 24 days and the condition prolonged more 4~8 days and 12 days than the other CA conditions and air, respectively.

Key words: strawberry, CA storage, quality, shelf-life

서 론

딸기는 비타민C 함량이 풍부하며 독특한 향기를 갖는 과채류로서 국내에서는 대부분 생식용으로 이용되고 있으며 일부 잼, 젤리, 아이스크림, 냉동딸기, 딸기 주등의 원료로 이용되고도 있다⁽¹⁾. 그러나 딸기는 과피의 조직이 약하여 수확, 운송 등의 취급시 쉽게 상처를 받아 압상 및 부패 등의 비상품과 발생이 많아 장기저장이 매우 어렵기 때문에 생과를 주로 이용하는 국내에서는 수확시기에만 한정되어 짧은기간내에 유통되고 있는 실정이다⁽²⁾. 따라서 저장력이 낮은 딸기의 신선도를 오래 유지하기 위한 연구로는 수확 즉시 에 냉처리를 하여 호흡량을 줄임으로서 신선도를 연장하는 방법⁽³⁾, γ -선 조사에 의한 딸기 회색곰팡이병의 발

생 억제⁽⁴⁾, chitosan coating 처리에 의한 딸기의 부패 지연방법^(5,6) citric acid 및 Ca lactate 용액에 침지처리하여 품질을 유지하는 방법⁽⁷⁾ 등이 보고되었다. 그리고 딸기를 수확한 후 낮은 O₂ 농도 또는 높은 CO₂ 농도에 단기간 노출시켜 부패와 연화를 감소시킬 수 있는 방법⁽⁸⁾, 딸기를 antifogging OPP film 및 chitosan film 등의 기능성 필름에 의한 선도유지방법 등^(9,10)이 보고되었다. 또한 딸기의 주요 품종에 대한 MA포장 및 CA 저장방법의 적용이 시도되어 딸기가 탄산가스에 대한 내성이 매우 강하며 CA조건에서는 품질이 오래 유지된다는 것이 알려졌다. 그러나 우리나라에 1980년대 중반에 도입되어 재배면적이 빠르게 증가하고 있으며 현재 축성 및 반축성형태로 하우스에서 재배되어 주로 1~4월에 출하되고 있는 “여봉” 딸기⁽¹¹⁾에 대한 적정 CA조건이 확립되어 있지 않다. 따라서 본 시험에서는 국내 딸기 대표품종의 하나인 “여봉” 딸기의 저장성을 향상하기 위한 적정 CA조건을 구명하기 위하여 저

Corresponding author: Ji-Gang Kim, Post-harvest Technology Division, Horticultural Research Institute, 475 Imok-Dong, Jangnan-Gu, Suwon 440-310, Korea

장용기내의 환경기체 조성을 달리하여 딸기를 저장한 뒤 저장기간중의 딸기 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 재료는 딸기 주산지인 충남 논산 지역에서 반축성재배된 "여봉"딸기(*Fragaria ananassa* Duch)로 과피가 60~70% 착색된 미숙한 과실을 4월 상순에 채취하여 2°C (±1) 저온저장고에서 12시간 방치한 다음 크기 및 속도가 균일한 건전과만을 선별하여 사용하였다.

CA저장처리

딸기의 CA저장을 위하여 아크릴판(5T)으로 제작된 40 L 원통형 CA chamber를 이용하여 15 mm 두께의 스티로폼로 chamber내를 3층으로 나눈 다음 각 층마다 딸기를 약 10 cm 높이로 적재하여 밀봉하였다. CA chamber내의 공기중 기체농도를 조절하기 위하여 Air, N₂ 및 CO₂ 기체를 purge type flow system을 이용하여 total flow를 300 mL/min으로 조절한 다음 O₂와 CO₂의 흐름속도를 달리하여 O₂농도를 3, 8%로 CO₂농도를 10, 15, 20%로 각각 조합하여 2°C에서 저장하였다. 또한 동일한 아크릴 chamber에 같은 방법으로 딸기를 넣어 Air 상태에 놓은 저온저장구를 대조구로 비교하였다.

품질분석

딸기 저장중의 CO₂ 및 C₂H₄ 발생량은 1 L용기에 딸기를 넣고 저장온도에서 1일 방치하여 1시간 밀폐한 다음 GC (Varian 3400)로 측정하였다. 이때 CO₂ 측정시 column은 active carvon (60/80 mesh)으로 충전된 2.4 mm (ID)×2 m (L)의 column을 사용하였고 110°C에서 helium을 carrier gas (30 mL/min)로 하여 thermal conductivity detector (TCD)로 검출하였다. 그리고 C₂H₄ 측정시 column은 CO₂와 동일하였으며 110°C에서 nitrogen을 carrier gas (30 mL/min)로 하여 flame ionization detector (FID)로 검출하였다. 딸기의 부패과율은 회색 곰팡이병 및 연화등으로 상품가치를 상실한 과실을 육안으로 판정하여 딸기 수량에 대한 백분율로 나타냈으며, 경도는 Texture analyzer (TA-XT2, England)를 사용하여 딸기 적도부에 Φ 2 mm probe를 2 mm/sec 속도로 침투하여 측정하였고, Vitamin C는 시료를 5% HPO₃ 용액으로 혼합하여 마쇄한 다음 여과하여 Hydrazine 비색법에 준하여 520 nm에서 total vitamin C를 정량하였다. 딸기의 색은 색차계(Minolta CR-300, Japan)를

사용하여 시료의 적도부를 측정하여 Hunter color의 a 값을 조사하였으며, 안토시아닌 함량은 시료 2 g에 추출용매(에탄올:증류수:HCl=85:13:2) 15 mL을 가하여 추출한 액을 여과한 후 20 mL로 정용한 뒤 냉암소에서 1일 방치한 다음 Spectrophotometer (HP8452) 535 nm에서 흡광도를 측정하여 Park 등⁽¹²⁾이 사용한 방법으로 총안토시아닌을 계산하였다. 또한 딸기저장중 이취발생정도는 원예연구소 직원 남, 녀 10명을 대상으로 전혀 못느낀다(0)~이취가 매우 심하다(3)로 구분하여 평가 하였으며 에탄올함량은 과육 10 g을 채취하여 마쇄한 다음 증류수 20 mL로 혼합하여 증류한 후 그 액 10 mL을 GC (HP5890, Dector: Carbograph1 2 m×2 mmID)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

CA저장조건에 따른 CO₂ 및 에틸렌 생성량 변화

"여봉" 딸기를 CA조건에 따라 저장기간중 CO₂ 및 에틸렌 생성량의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 딸기의 호흡량은 저장조건에 관계없이 저장 8일 이후에 크게 높아지다가 저장 후기로 갈수록 낮아지는 경향을 나타내었으며, 저장조건에 따라서는 저온저장이 CA저장보다 높게 나타났고 CA조건에서는 CO₂ 농도 15%에서 비교적 낮은 호흡량을 나타내어 CO₂ 농도가 15%인 조건이 호흡의 억제에 좋은 영향을 미친 것으로 판단되었다. 그리고 O₂ 농도에 따라서는 3%가 8%보다 낮은 경향을 나타내어 낮은 O₂ 농도

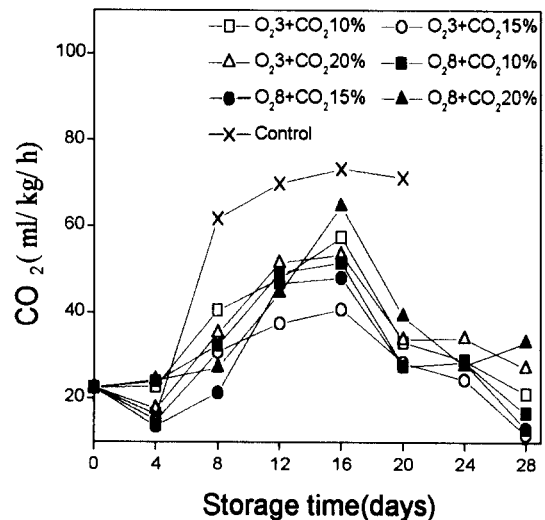


Fig. 1. Changes in respiration rate of strawberries with CA conditions.

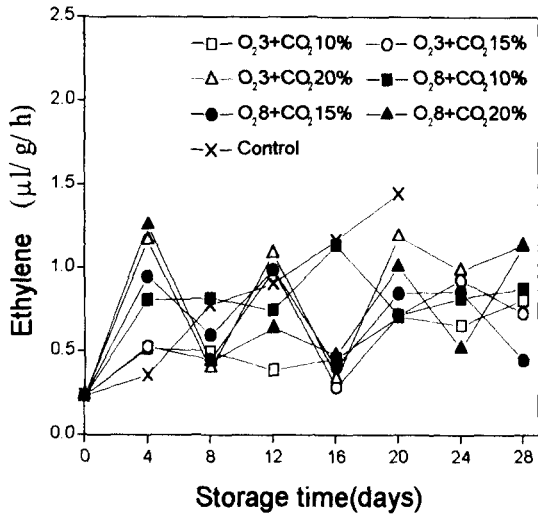


Fig. 2. Changes in ethylene production of strawberries with CA conditions.

가 호흡을 보다 억제할 수 있었으며 이 결과는 Kim 등⁽¹³⁾의 보고와 일치하였다. 또한 에틸렌 생성량은 저온저장에서는 저장 20일까지 계속 증가하였으며 CA 저장에서는 저장 4일에 증가한 다음 O₂ 농도 3% 및 8% 모두 CO₂ 20%인 조건에서 높게 나타났고, CO₂ 10% 및 15% 조건에서는 낮게 나타내었다. 따라서 딸기가 CO₂ 내성이 강하지만 CO₂ 20%의 높은 농도에서는 선도유지에 적합하지 않은 것으로 나타났다. 이 결과는 Li 등⁽¹⁴⁾이 CO₂ 농도가 증가할수록 딸기의 CO₂ 및 에틸렌 생성량이 감소한다는 결과와 Song 등⁽¹⁵⁾이 CO₂ 농도가 증가할수록 딸기의 CO₂ 및 에틸렌 생성량이 증가한다는 결과중의 어느것과도 일치하지 않았는데 이는 품종의 차이도 있지만 O₂ 및 CO₂의 조합에 따른 차이라고 생각된다.

CA저장조건에 따른 부패과율 변화

딸기 저장중 부패과율은 Table 1과 같이 저온저장에

Table 1. Decay rates of strawberries with CA conditions during storage (Unit: %)

CA conditions		Storage time (days)						
O ₂ (%)	CO ₂ (%)	4	8	12	16	20	24	28
3	10	0	0	5.0	9.5	11.5	14.9	16.5
	15	0	0	0	1.7	4.6	7.1	11.7
	20	0	0	3.7	14.6	18.4	41.5	57.9
8	10	0	0	0	4.4	7.8	14.6	19.3
	15	0	0	0	7.7	11.2	12.8	16.0
	20	0	0	6.9	13.9	16.9	32.7	51.6
Control		0	3.7	11.8	19.9	47.3	86.9	-

서는 저장 8일에 발생이 시작하였고 16일에는 약 20%가 발생하여 12일 이상 저장이 어려웠다. 그러나 CA 저장에서는 저장 12일 또는 16일에 부패과 발생이 시작하였고 CO₂ 농도 10% 및 15%인 조건에서는 저장 24일 까지 부패과율이 15% 미만으로 곰팡이발생 및 연화를 억제하는데 적합하였다. 특히 O₂ 3%+CO₂ 15% 조건은 저장 28일에도 11.7%에 불과하여 가장 부패과율을 억제하는데 좋은 조건으로 여겨졌다.

CA저장조건에 따른 경도 변화

CA저장중 딸기의 경도변화는 Fig. 3과 같이 저장기간이 경과하면서 점차 낮아져 저온저장에서는 저장 12일 이후에 경도가 관능적으로 수용하기 어려운 100 g미만으로 낮아져 연화되었음을 알 수 있었다. 그리고 CA조건에 따라서는 CO₂ 농도가 낮을수록 경도가 높게 유지되는 경향을 나타내었으나 CO₂ 농도 10%와 15%간에는 큰 차이가 없었으며, CO₂ 20%에서는 16일 이후 경도가 100 g 미만으로 낮아졌다.

또한 O₂ 농도는 3% 일 때 8% 보다 높은 경도를 나타내어 이를 조합하여 가장 높은 경도를 나타낸 조건은 O₂ 3%+CO₂ 15% 및 O₂ 3%+CO₂ 10%로 저장 28일 까지 각각 122 g, 118 g으로 높게 유지되었다. 그러나 이 조건은 Okasha 등⁽¹⁶⁾이 O₂ 3% 이며 CO₂ 15%인 조건에서 딸기는 1주일간 경도가 변함없이 유지된다는 결과보다는 낮은 경도를 나타내었다. 이러한 딸기의 경도저하는 딸기의 조직이 매우 약하여 쉽게 손상되고 미생물 증식이 활발하므로 세포벽 분해효소 및 딸기 자체의 자가분해효소 등에 의해 가속되는 것으로

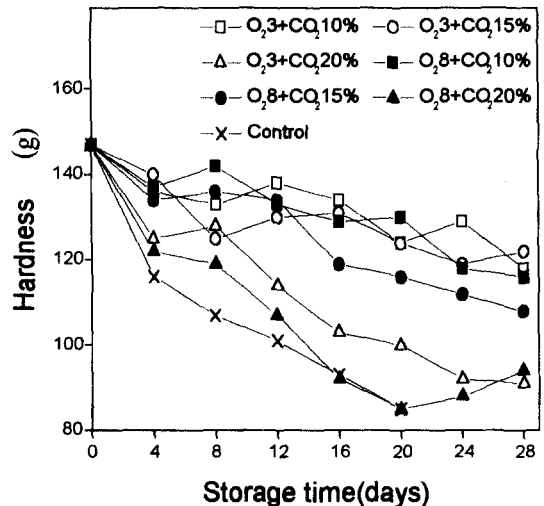


Fig. 3. Changes in hardness of strawberries with CA conditions.

알려져 있다⁽¹⁷⁾.

CA저장조건에 따른 Vitamin C 변화

딸기 저장중 비타민C의 변화는 Fig. 4와 같이 저장 초기부터 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 저장조건에 따라서는 저온저장에서 초기의 63.7 mg%가 저장 12일에는 49.4 mg%로 감소되어 저장전에 비하여 비타민C가 약 20%이상 손실되었음을 나타내었다. 그리고 CA조건에 따라서는 O₂ 3%+CO₂ 20% 및 O₂ 8%+CO₂ 20%인 조건에서 각각 저장 20일, 16일에 비타민 C가 약 20% 손실되어 이후에는 신선도가 많이 떨어짐을 나타내었다. 그러나 O₂ 농도에 관계없이 CO₂ 10% 및 15%인 농도에서는 저장 28일에 이르러서 비타민C의 손실이 약 20%정도 발생하여 이때까지는 비타민C의 유지가 비교적 양호하였다. 이 결과는 비타민C가 성숙과정중 그 함량이 증가하여 적숙상태에서 peak를 보이다가 과숙에 이르러 감소된다는 Park 등⁽¹⁸⁾의 보고와 관련지어 본 실험에 사용된 재료가 비록 미숙상태였으나 저장중에 계속 비타민C가 감소되어 미숙과 일치라도 수확후에는 비타민C가 감소한다는 결과를 얻었다.

CA저장조건에 따른 Anthocyanin 변화

딸기는 성숙됨에 따라 점차 녹색이 없어지고 특유의 선홍색을 나타내며 과숙되면 선홍색은 검붉은 적색으로 변하는 과정을 갖는다. 딸기에서 안토시아닌 함량은 성숙을 나타내는 지표로서 CA저장중 안토시아닌

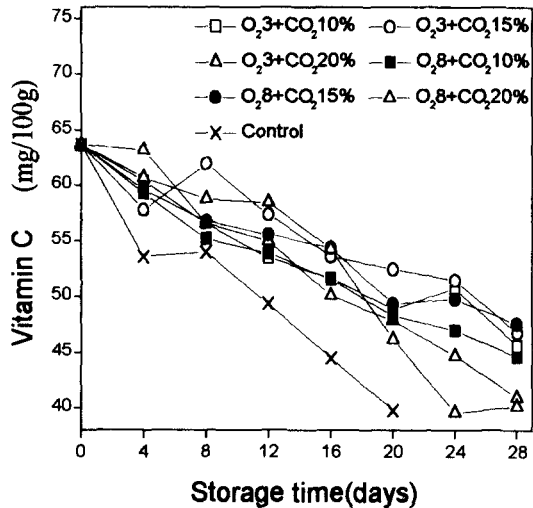


Fig. 4. Changes in vitamin C of strawberries with CA conditions.

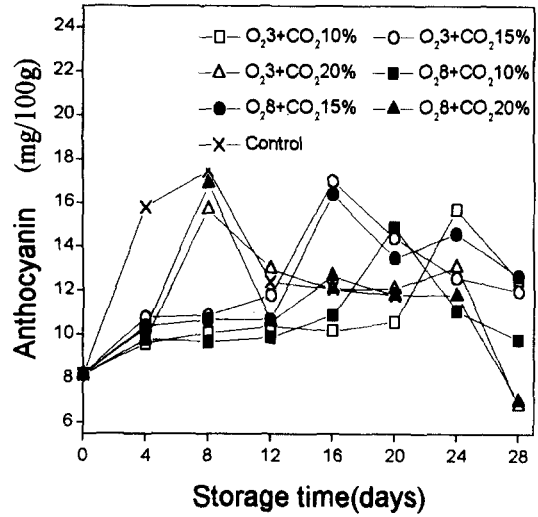


Fig. 5 Changes in anthocyanin contents of strawberries with CA conditions

의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 5와 같다. CA저장 및 저온저장 모두 저장기간이 경과하면서 안토시아닌함량이 증가하다가 저장후기에 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 시험에 사용된 재료가 적숙되기 이전의 과실로 저장중에 성숙되면서 안토시아닌 함량이 증가하였다가 낮아진 것으로 딸기는 성숙되면서 안토시아닌 함량이 증가하다가 과숙되기 시작하면 안토시아닌이 소실되는데 여기에는 불안정한 aglycone의 가수분해 및 과숙되면서 증가하는 polyphenoloxidase (PPO)의 활성이 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다^(18,19).

저장조건에 따라서는 저온저장에서 안토시아닌 함량이 가장 급격하게 증가하였으며, CA저장에서는 O₂ 농도에 관계없이 CO₂ 20%에서 빨리 증가하였고, CO₂ 10% 및 15%인 조건에서는 비교적 완만하게 증가하여 딸기의 성숙 억제에 효과적인 것으로 나타났다.

CA저장조건에 따른 Redness 변화

딸기 저장중 딸기 표면의 색을 나타내는 Hunter color value중 성숙에 영향을 미치는 redness의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다. 딸기 a값의 변화는 저온저장 및 CA저장 모두 저장중에 증가하다가 낮아져 Park 등⁽¹⁸⁾이 딸기 성숙과정중 a값은 점차 증가하여 최고점에 이르는 시기가 딸기의 고유 색상인 선홍색을 나타내며 이 후에는 안토시아닌의 변화와 함께 감소한다는 보고와 관련하여 미숙상태의 딸기가 저장중에 적숙되면서 a값이 증가하였다가 과숙되면서 감소하는 것으로 판단되었다. 저장조건에 따라서는 CA저장 및

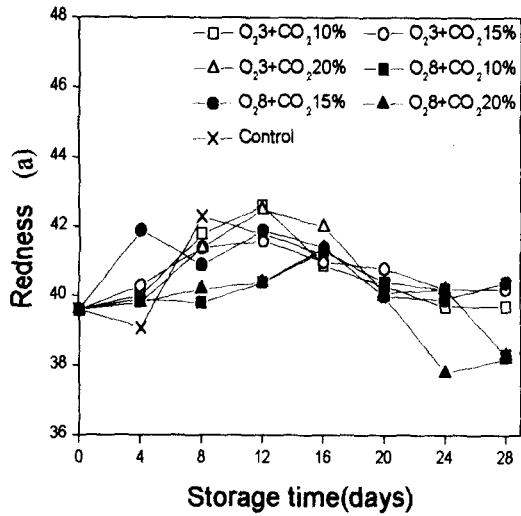


Fig. 6. Changes in redness of strawberries with CA conditions.

저온저장 모두 a값의 큰 차이는 볼 수 없었지만 저장 8일에 저온저장이 42.3으로 가장 높게 나타났으며 이후에 낮아져 Kim 등⁽²⁰⁾이 저온저장중 초기의 a값이 급속히 감소된다는 보고와는 다른 결과를 보였는데 이는 사용된 재료의 속도가 다른 것이 영향을 미친 것으로 여겨졌다. 그리고 CA저장에서는 저장 12일에 O₂ 농도 3%이고 CO₂ 10, 20%에서 각각 42.6 및 42.5로 높았으며 O₂ 농도에 관계없이 CO₂ 15%인 조건에서는 비교적 "a" 값이 낮게 나타나 딸기의 성숙을 억제하는데 적합한 것으로 나타났다.

CA저장조건에 따른 이취발생정도 및 에탄올함량

딸기는 CA저장중 에탄올이 어느정도 이상으로 축적되면 이취가 발생하여 관능적 가치를 잃어버리고⁽⁶⁾ 특히 딸기가 높은 CO₂ 농도에 내성을 갖지만 2%이하의 낮은 O₂ 농도에서는 CA저장중 이취 발생이 심하다⁽³⁾. 따라서 이취발생은 비록 딸기가 외관이 양호하고

경도가 유지될지라도 관능적 수용이 어렵기에 CA조건별로 이취발생정도를 Table 2에 나타내었다. CA저장에서의 이취는 저장 16일 이후 느끼기 시작하였으며, 특히 O₂ 3%+CO₂ 20% 및 O₂ 8%+CO₂ 20%의 높은 CO₂ 농도 하에서 관능적인 이취발생 정도가 높게 나타났다. 그리고 O₂ 농도에 관계없이 CO₂농도 10% 및 15%조건에서는 유의차 없이 적은 이취발생을 나타내었으나 저장 20일 이후에는 관능적 품질을 상실하였고 단지 O₂ 8%+CO₂ 15% 인 조건에서는 24일 까지 관능적 수용이 가능하였다. 또한 딸기 CA저장중 이취발생이 심하게 나타난 저장 24일의 에탄올 함량은 CO₂ 농도가 높을 수록 에탄올함량이 높게 나타나 O₂ 3%+CO₂ 20% 및 O₂ 8%+CO₂ 20%에서 각각 595, 605 ppm이었으나 CO₂ 농도 10%와 15%에서는 큰 차이가 없이 비교적 적게 나타났다. 이 결과는 Li 등⁽¹⁴⁾이 O₂ 농도가 낮고 CO₂ 농도가 높을 때 에탄올 축적이 증가된다는 보고와 Kim 등⁽²⁰⁾이 CO₂를 높게 혼합시킨 CA저장구에서 에탄올 증가가 빨리나타났다는 결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 그러나 에틸렌이 145 ppm으로 가장 낮은 O₂ 3%+CO₂ 10%가 이취발생 관능평가에서는 가장 낮게 나타나지는 않았는데 이른 다른 품질저하 요인이 영향을 미친 것으로 여겨졌다. 그리고 지금까지 호흡량, 에틸렌발생량이 적고 비타민 C 및 경도유지가 높으며 안토시아닌 함량 및 Redness가 가장 완만하게 증가되어 성숙억제에 가장 효과가 있었던 O₂ 3%+CO₂ 15%는 에탄올이 243 ppm으로 높게 나타나 관능적인 면을 고려할 때 O₂ 8%+CO₂ 15% 조건이 보다 적합한 것으로 여겨졌다.

요 약

"여봉" 딸기에 적합한 CA조건을 구명하기 위하여 O₂ (3, 8%)와 CO₂ (10, 15, 20%)를 각각 조합한 CA저장 및 대조구인 저온저장중의 딸기 품질변화를 비교하였다. 호흡량은 증가하다가 감소하였으며 O₂ 3, 8% 모

Table 2. The degree of off-flavor and ethanol contents in strawberries with CA storage conditions

CA conditions		The degree of off-flavor ¹⁾					Ethanol content after 24 days (ppm)
O ₂ (%)	CO ₂ (%)	12 Days	16 Days	20 Days	24 Days	28 Days	
3	10	0 ^{h2)}	0.2 ^b	0.8 ^{bc}	1.5 ^b	1.8 ^b	155
	15	0 ^b	0.4 ^{ab}	0.7 ^c	1.7 ^b	2.0 ^b	243
	20	0.3 ^a	0.7 ^a	1.4 ^a	2.3 ^a	2.8 ^a	595
8	10	0 ^b	0.2 ^b	0.6 ^c	1.6 ^b	1.9 ^b	171
	15	0.1 ^{ab}	0.3 ^{ab}	0.8 ^{bc}	1.3 ^b	1.7 ^b	174
	20	0.2 ^{ab}	0.6 ^{ab}	1.2 ^{ab}	2.6 ^a	2.7 ^a	605

¹⁾0: no off-flavor, 1: weak off-flavor (acceptable), 2: strong (unacceptable), 3: extremely strong

²⁾Duncan's multiple range test at 5% level

두 CO₂ 15%인 조건에서 적게 나타났고 에틸렌은 저온 저장에서는 계속 증가하였으며 CA저장은 CO₂ 20%에서 높게 나타났다. 부패과율은 저온저장 12일에 11.7%가 발생하였으나, O₂ 3%+ CO₂ 15%의 CA저장에서는 28일에 11.7%로 가장 억제되었으며, 경도는 CA저장시 CO₂ 10% 및 15%에서는 24일, 20%에서는 16일 까지 비교적 유지되었다. 비타민 C는 저장중에 계속 감소하였으며, O₂ 3, 8% 모두 CO₂ 15%인 조건에서는 저장 24일 까지 약 80% 유지하여 가장 높게 나타났다. 안토시아닌은 O₂ 3, 8% 모두 CO₂ 20%인 조건에서 빠르게 증가한 다음 감소하였으나 CO₂ 10% 및 15%인 조건에서는 완만하게 변화하였다. 저장중 Hunter color의 a값은 전체적으로 높아지다가 감소하였으며 저온저장에서 가장 빨리 높은 값에 이르렀고 CA저장에서는 차이가 없었다. 또한 딸기의 이취발생 정도는 CO₂농도 20%에서 가장 심하여 저장 16일 후 관능적 수용이 어려웠고, CO₂ 10% 및 15%간에는 관능적으로 이취를 느끼는 차이가 없었으나 O₂ 8%+CO₂ 15%조건에서 가장 적은 이취발생을 나타내어 저장 24일까지는 품질이 유지되었다. 그리고 이때의 에탄올 함량은 CO₂ 농도가 높을수록 높게 나타났으나 O₂ 8%에서는 CO₂ 10%와 15%간에 차이가 적었다. 이상의 결과로 이취발생 및 에탄올함량을 제외하고는 O₂ 3%+CO₂ 15%인 CA조건이 딸기의 선도유지에 가장 뛰어났지만 생식용 딸기에 있어서 이취가 품질에 미치는 영향이 매우 큰 점을 고려할 때 O₂8%+CO₂15% 조건이 보다 적합하였다.

감사의 글

본 연구는 1997년 농림수산특정과정제 "호흡생리조절을 통한 선도연장기술 개발"의 연구결과의 일부이며, 이에 대한 지원에 감사드립니다.

문헌

- Lee, T.S. and Chi, Y.S.: Studies on the changes in chemical composition of strawberry during maturing (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **32**(3), 232-239 (1989)
- Chung, H.D., Yun, S.J., Kim, B.Y. and Kang, K.Y.: Effect of cultivars and harvest date on keeping quality of frozen strawberries (in Korean). *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, **33**(1), 21-30 (1991)
- Salunkhe, D.K. and Desai, B.B.: Postharvest biotechnology of fruits Vol. 1, 117-120 CRC press. N.Y. (1984)
- Maxie, E.C., Sommer, N.F. and Mitchell, F.G.: Infeasibility of irradiating fresh fruits and vegetables, *Hortscience*, **6**(3), 202-204 (1971)
- Ghaouth, A.E., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M.: Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries *J. Food Sci.*, **56**(6), 1618-1620 (1993)
- Chen A.H., Sun, M. and Li, K.P.: Effects of chitin on superoxide dismutase activity and vitamin C content of strawberries during storage. *Food Science, China*, **7**, 65-67 (1994)
- Morris J.R., Sistrunk, W.A., Sims, C.A. and Main, G.L.: Effects of cultivar, postharvest storage, preprocessing dip treatments and style of pack on the processing quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **110**(2), 172-177 (1985)
- Ke, D., Goldstein, L., O'mahony, M. and Kader A.A.: Effects of short-term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. *J. Food Sci.*, **56**(1), 52-53 (1991)
- Lee S.K. and Yoo, S.Y.: Effect of various films on shelf-life of sliced strawberry fruit. Proceedings of the 7th ISHS Symposium on Vegetable Quality p. 200-204 (1997)
- 정대성, 홍윤표, 홍성식, 김영배 : 원예연구소 시험연구 보고서(과수, 저장이용편). p. 474-484 (1995)
- 강시용, 오세현, 최재현 : 딸기축성재배기술(여부품종중심) p. 6-12 충청남도농촌 진흥원(1996)
- Park, S.J., Lee, J.H., Rhim, J.H., Kwon, K.S., Jang, H.G. and Yu, M.Y.: The change of anthocyanin and Spread-meter value of strawberry jam by heating and preservation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(4), 365-369 (1994)
- Kim, Y.B., Kubo, Y.T., Inaba, A.T. and Nakamura R.S.: Effect of low O₂ or high CO₂ levels on the physiological responses of strawberry and tomato (in Korean). *RDA J. Hort. Sci.*, **34**(2), 57-61 (1992)
- Li, C. and Kader, A.A.: Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **114**(4), 629-634 (1989)
- Song, J.C., Park, N.K., Chung, W.K. and Lee, S.Y.: Studies on post-harvest physiology and storability of strawberry with controlled CO₂ concentrations (in Korean). *RDA J. Agri. Sci.*, **37**(2), 687-695 (1995)
- Okasha K.A. and El-Zayat M.M.: Influence of controlled atmosphere upon the development of postharvest gray mold rot and quality of strawberries. Sixth International CA Research Conference I. p. 386-391 (1993)
- Smith, R.B.: Controlled atmosphere storage of 'Redcoat' strawberry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **117**(2), 260-264 (1992)
- Park, I.K., Kim, K.S., Lee, M.S., Kim, M.H. and Kim, S.D.: Changes in quality of strawberry during circulation by the refrigerate case (in Korean). *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products.* **1**(1), 45-53 (1994)
- Wesche-Ebeling, P. and Montgomery, M.W.: Strawberry polyphenoloxidase; Its role in anthocyanin degradation. *J. Food Sci.*, **55**(3), 731-734 (1990)
- Kim, D.M., Kang, H.S. and Kim, K.H.: On the storability of strawberry in air included the different CO₂ concentrations (in Korean). *Korean J. Food Sci.*, **18**(1), 66-70 (1986)