KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL.
Vol. 8. No. 3, pp.239~245 (2001)

CA저장 중 방울토마토의 품질특성 변화

이현동 · 윤홍선 · 최종욱*
농촌진흥청 농업기계화연구소, *경북대학교 식품공학과

Changes of Quality Characteristics on the Cherry Tomatoes during the CA(Controlled Atmosphere) Storage

Hyun Dong Lee, Hong Sun Yoon and Jong Uck Choi*
National Agricultural Mechanization Institute, Suwon 441-100, Korea
** Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea*

Abstract

The CA(Controlled Atmosphere) storage of cherry tomatoes were carried out under seven gas compositions including air. The weight loss of cherry tomatoes progressively increased with storage time. In the case of cherry tomatoes stored under CA conditions, increment of weight loss was reduced. However, cherry tomatoes (in air) lost about 15% weight at the end of storage. In CA stored cherry tomatoes lost about 10% weight at the same time. General trend was a decrease in titratable acidity with storage time. In air and 6.4% O_2, 4.2% CO_2, titratable acidity was lower than that in other storage conditions. During storage of cherry tomatoes, soluble solids increased till 8 days of storage, and then decreased. Stored cherry tomatoes in air and 6.4% O_2+4.2% CO_2 have lower values. Lycopene contents of cherry tomatoes with 6% O_2 storage condition increased and cherry tomatoes with 1% O_2+6% CO_2 and 3% O_2+3.1% CO_2 maintained as initial contents. In air, flesh firmness decrease till 8 days, and then increase. At 1% O_2+6% CO_2, ethanol contents were ten times to that of other experimental conditions. Air and 6% O_2+7.8% CO_2 condition had lowest value for the ethanol contents. In changes of organic acid and citric acid decreased slowly during storage, malic acid in air and below 3% O_2 was disappeared at 8 days. Above 4% O_2 concentration malic acid contents were maintained till 16 days. In over all acceptability, air and 6.4% O_2+7.8% CO_2 condition took a good score from the panel. Quality of stored cherry tomatoes was not edible condition in 1% O_2+6% CO_2. CA storage cherry tomatoes took a good score in firmness and juiciness where as control received good score in color and sweetness. This result was explained that in air and 6.4% O_2+7.8% CO_2 stored cherry tomato was ripened and full color development, but in CA was break stage because of suppressed ripening.

Key words : cherry tomatoes, CA storage, quality, ripening

서 론

방울토마토는 이전부터 관상용으로 재배되어 왔다. 최근 들어 생식용 품종의 개발이 급속도로 진전됨과 동시에 식생활의 다양화에 따라서 가정소비도 서서히 증가하고, 시장에서도 성장채소의 하나로 주목받고 있다.

방울토마토의 경우 시설원예로 연중생산이 가능한 과채류로서, 재배면적 및 생산량이 크게 늘고 있다. 그러나 기온이 비교적 낮은 10월에서 4월 사이에는 생산 및 유통이 용이한 편이나, 기온이 높은 5월에서 9월 사이

Corresponding author : Huun-Dong Lee, National Agricultural Mechanization Research Institute, 249 Seodun-dong, Gwonson-gu, Suwon-city, Gyeonggi--do 441-100 Korea
E-mail : z951246@rda.go.kr

에는 생장이 빨라져 과실조직의 연화, 열과 발생, 과숙현상으로 인한 이취 등이 발생하여 수확과 유통에 많은 어려움을 겪고 있다. 이에 따른 홍수출하로 인하여 가격 폭락이 농가에 부담이 되고 있는 실정이다. 수송과 열과 발생을 방지하기 위해서는 3-5일의 수송기간 중 품질저하를 방지할 수 있는 유통기술과 2주정도 단기저장기술이 있으면, 가격경쟁력을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위해서는 break 성숙기의 토마토에서 발생하는 저온장해현상을 억제할 수 있으며 과실의 성숙을 지연시켜 저장기간 및 shelf-life를 연장시킬 수 있는 CA저장법이 적절할 것으로 생각된다[1-5].

일반적으로 토마토의 호흡패턴은 climacteric형으로 알려져 있으며, 착색이 50~60%에 이르는 때에 climacteric maximum에 도달한 후 서서히 감소한다고 알려져 있다[5,6]. 따라서 토마토 저장의 기본은 수확 후 climacteric maximum 호흡시기를 늦추는데 있다. 이를 위하여 저온저장, 필름포장저장, 환경기체조절저장 등이 행하여지고 있다[2-4, 6-8]. 토마토는 오이, 녹숙고추 등의 작물과 같이 저온장해를 받는 작물로 알려져 있다. 토마토의 저온장해 현상은 녹숙과에서 0~5℃사이에서 발생하며, 완숙과는 발생하지 않고 부분 착색된 break 상태의 과실일 경우 녹색부분만 저온장해를 입는 현상을 보이고 실온에 옮기더라도 정상적으로 착색이 진행되지 않고 부패하여 버린다[1,9].

토마토의 일반적인 저장조건은 저장온도 8~10℃ 상대습도 90~95%에서 4~7일간 저장 가능한 것으로 보고[10]되고 있다. 일반 토마토의 환경기체 조성은 산소농도 3~5%, 이산화탄소 농도 0~5% 범위로 연구자들과 토마토의 성숙정도에 따라 기체조성의 조합은 다르게 보고되고 있으나, 대체적으로 3% O_2 + 3% CO_2와 5% O_2 + 5% CO_2조건에서 환경기체조절저장이 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[10,11].

본 연구에서는 환경기체조성에 따른 저장 중 방울토마토의 품질특성 변화를 측정하여 방울토마토의 CA저장 가능성 및 적정 환경기체조성 농도를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

CA저장실험에 사용된 방울 토마토는 꼬꼬 품종으로 1999년 7월 경북 성주군 벽진면 소재의 시설원예농가에서 수확하여 실험의 공시재료로 사용하였다.

저장조건 및 품질특성 측정

Table 1과 같이 6구간의 CA저장 조건과 일반대기(air) 조건의 총 7구간에서 방울토마토의 저장실험을 수행하였으며, 저장 품질특성은 4일 간격으로 측정하였다. 기체조성은 flow-through system을 사용하여 N2, O_2 와 CO_2를 혼합 후 저장용기에 공급하여 환경기체를 조성하였다[12].

Table 1. Conditions of CA and cold storage of cherry tomatoes

Storage	Temperature	Gas Level	
		O_2(%)	CO_2(%)
CA storage	12℃± 0.5	1	6
		3	3.1
		3	8.9
		4	6
		6.4	4.2
		6.4	7.8
Cold storage	12℃± 0.5	21	0

중량감소율

중량의 변화는 각 저장구별로 시료를 평량하여 초기 중량에 대한 감소율을 백분율로 나타내었다.

가용성 고형물

저장 조건별로 취한 시료의 과육을 착즙기로 착즙한 후 Abbe refractometer(Model PR-101, Atago CO., Japan)를 사용하여 측정하였다.

적정산도

각 저장구의 시료를 박피하고, 착즙기로 착즙하여 얻은 액 20㎖에 증류수를 가하여 100㎖까지 정용하였다. 이 정용액 20㎖을 취하여 0.1N-NaOH로 pH 8.3 까지 적정하여 소비된 NaOH 양을 citric acid로 환산하여 나타내었다.

과육 경도

방울토마토의 과육 경도는 Texture analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro System, England)를 이용하여 측정하였다. 이때 측정조건은 probe 2.0mm, pre-test speed

2.0mm/s, test speed 5.0mm/s, post-speed 5.0mm/s 및 distance 15.0mm이었다.

Lyocpene 함량

시료 5g을 동결하여 아세톤 15㎖를 가하여 마쇄한 후 37℃ 암소에서 15분간 진탕하여 추출하였다. 추출액을 12000rpm에서 10분간 원심분리 후 20㎖로 정용하여 503nm에서 흡광도를 측정하였다.

에탄올 함량

시료 10g에 증류수 30㎖를 가한 뒤 환류냉각관을 설치하고 가열하여 증류액 10㎖가 되도록 증류한 후 증류액 5㎕를 GC(DS 6200, Donam Instrument Inc., Korea)로 분석하였다. 이때 분석조건은 F.I.D(Frame Ionized Detector)를 사용하였고, carrier(N2) 유속은 30㎖/min였으며 column은 carbowax를 사용하였다. injection volume은 5 ㎕였으며, column detecter 및 injecter의 온도는 각각 105℃, 280℃ 및 220℃였다13).

유기산

방울토마토를 착즙하여 얻은 액을 400rpm으로 20분간 원심분리 하였다. 상등액을 취해 Sep-Pak I (C18)과 0.45㎛ Millipore filter로 여과한 다음 HPLC(Model S2100, Sykynm, Germany)로 분석하였다. 이 때 분석조건으로 column은 C18(250 x 4mm)를 사용하였으며 column temperature는 30℃였다. 이동상은 20mM NaPO4를 사용하여 0.5㎖/min.의 유속으로 설정하였다. 유기산은 UV detector를 사용하여 220nm에서 검출하였다.

관능검사

저장 방울토마토의 관능 검사는 경북대학교 식품공학과 재학생 및 대학원생 중 과실 채소류의 저장품질에 기초지식이 있는 검사요원에 대하여 9점 채점법으로 실시하였으며 Duncan's multiple range test로 저장시료간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

중량감소율

저장기간 중 환경기체 조성에 따른 방울토마토의 중량감소는 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 환경기체조절 저장구에서 방울토마토의 중량감소가 일반대기 저장구에 비해 낮았다(Fig. 1). 환경기체조절 저장구에서는 저장 20일째까지 초기중량의 90%를 유지하였으나, air 구간에서는 초기중량의 85%를 유지하는 것으로 나타났다.

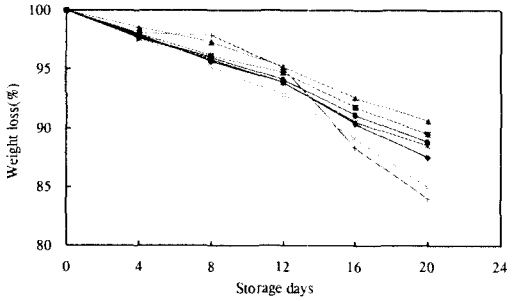

Fig. 1. Changes in weight loss of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2 +: Air

적정산도

저장기간 중 방울토마토의 적정산도의 변화(Fig. 2)는 모든 저장구에서 저장시일이 경과함에 따라 계속적으로 감소하는 경향이었다. 대조구와 6.4% O_2 + 4.2% CO_2 환경기체조절 저장구에서 다른 저장구보다 적정산도의 감소가 크게 나타났다. 저장 16일째까지는 4% O_2 + 6% CO_2구의 적정산도가 가장 높게 나타났으며, 저장 20일째에 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

가용성 고형물

저장 중 가용성 고형물 함량의 변화(Fig. 3)는 저장 8일째까지 증가하다가, 저장 10일 이후에는 다시 감소하는 경향이었다. 적정산도에서와 같이 대조구와 6.4% O_2 + 4.2% CO_2 구간에서 가장 낮은 가용성 고형물 함량을 나타내었다. 3% O_2 + 8.9% CO_2와 4% O_2+ 6% CO_2 구의 가용성 고형물 함량이 다른 저장구에 비하여 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 환경기체 조성에서 방울토마토의 호흡이 억제되어 호흡기질로 사용되는 가용성 고형물이 잘 유지된 것으로 판단된다.

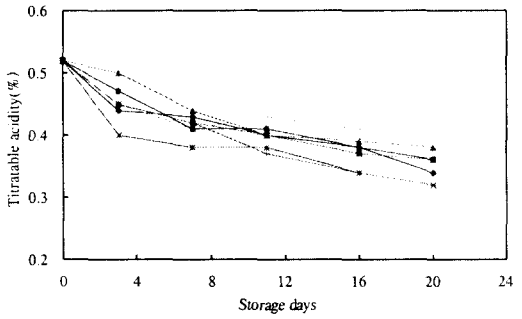

Fig. 2. Changes in titratable acidity of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2, +: Air

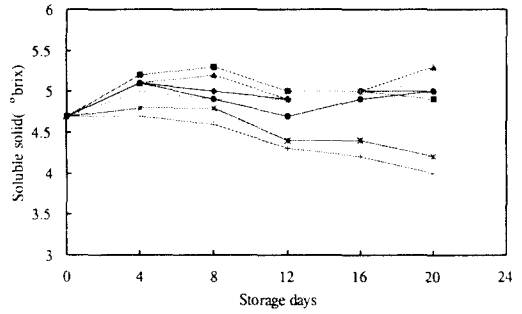

Fig. 3. Changes in soluble solids of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2, +: Air

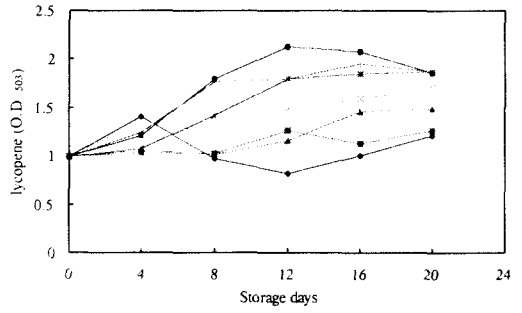

Fig. 4. Changes in lycopene of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2, +: Air

Lycopene함량

Lycopene 함량의 변화(Fig. 4)를 분광광도계를 이용하여 503nm에서 측정한 결과 6.4% O_2 + 7.8% CO_2 구가 가장 크게 증가하였으며 1% O_2 + 6% CO_2, 3% O_2 + 3.1% CO_2 구간에서 가장 작은 변화량을 나타내었다. 외관 검사에서도 산소농도 4% 이하에서는 저장 20일째까지 pink break 상태였으며, 1% O_2 조건에서는 저장이 끝날 때까지도 약간의 녹색을 가진 break 성숙기의 색상을 나타내고 있었다.

과육 경도

방울토마토의 환경기체조성 저장중 과육경도의 변화(Fig. 5)는 결과에 약간의 불규칙함은 있으나, 전반적인 경향은 저장기간이 경과됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. Air 저장구의 경우에는 저장8일째까지 과육경도가 감소하다가, 그 이후에는 다시 증가하였다. 이러한 현상은 수분손실로 인한 과피의 경화가 주된 원인으로 생각된다.

에탄올 함량

저장 중 과육내 에탄올 함량의 변화(Fig. 6)는 1% O_2+6% CO_2 구간에서는 저장 20일째까지 에탄올 함량이 직선적으로 증가하였다. 3% O_2+8.9% CO_2 구간에서도 에탄올 함량의 증가가 관찰되었으며, 6% O_2+7.8% CO_2 구와 같이 산소농도가 높은 고이산화탄소 저장구에서는 에탄올 함량이 낮은 것으로 나타났다. 또한 에탄올 축적량은 4% O_2 + 6% CO_2구를 경계로 산소농도 4%이하에서는 축적량이 높고 4%이상에서는 축적량이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구에서 저장 방울 토마토의 에탄올 함량은 저산소·고이산화탄소 조건에서 축적량이 높은 것으로 나타났다. Saltiveit와 Mencarelli 등은 에탄올 훈증에 의하여 토마토 과실의 착색과 성숙이 지연된다고 보고하고 있다[14]. 그러나 에탄올 농도가 과도하게 높은 경우에는 생리적 장해현상이 발생한다는 보고도 있다[15]. 이상의 결과에서 볼 때 본 연구에서 설정된 저장조건에서 에탄올축적은 다른 저장구의 중간 정도로 나타나, 생리적 장해없이 토마토의 착색 및 후숙을 지연시키는 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

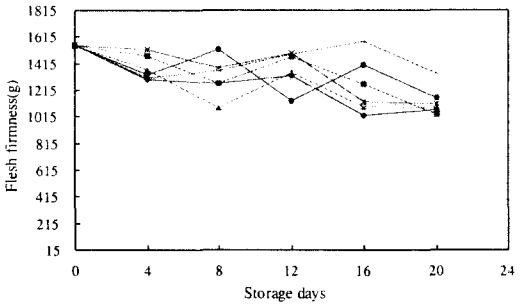

Fig. 5. Changes in flesh firmness of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2, +: Air

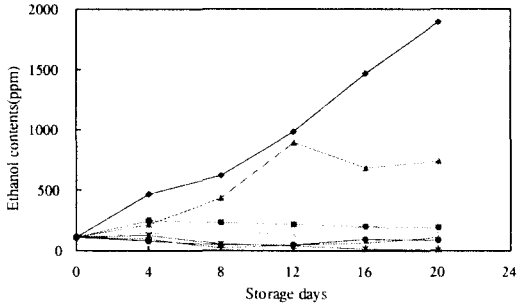

Fig. 6. Changes in ethanol contents of cherry tomatoes during CA storage.
◆: 1.0% O_2 + 6.0% CO_2, ■: 3.0% O_2 + 3.1% CO_2, ▲: 3.0% O_2 + 8.9% CO_2, ×: 4.0% O_2 + 6.0% CO_2, ✳: 6.4% O_2 + 4.2% CO_2, ●: 6.4% O_2 + 7.8% CO_2, +: Air

유기산 함량

CA저장중 유기산 함량의 변화(Table 2)는 citric acid의 경우 저장기간 중 서서히 감소하는 경향이었다. malic acid의 경우에 산소농도 3% 이하와 air 저장구에서 저장 8일째에 거의 소실되었으며, 산소농도 4%와 6.4%에서는 저장 16일째까지 malic acid 함량을 유지하고 있었다. Air 저장구에서 malic acid의 소실은 저장기간 중 노화에 의한 감소로 생각된다. 산소농도 1%와 3%에서 malic acid의 감소는 호흡억제로 인한 장해현상[16]으로 판단되어, 방울토마토의 경우 break 성숙기에 수확하여 저장할 경우 산소농도를 4%이상으로 저장하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

Table 2. Changes in the contents of organic acid in cherry tomatoes during CA storage at various conditions

Conditions \ Storage period (days)	Organic acid	0	4	8	12	16	20
1%O_2 /6%CO_2	Citric	0.27	0.29	0.33	0.26	0.23	0.23
	Malic	0.04	0.04	0	0	0	0
3%O_2 /3.1%CO_2	Citric	0.27	0.27	0.34	0.26	0.23	0.17
	Malic	0.04	0.04	0	0	0	0
3%O_2 /8.9%CO_2	Citric	0.27	0.29	0.3	0.28	0.19	0.3
	Malic	0.04	0.04	0.05	0	0	0
4%O_2 /6%CO_2	Citric	0.27	0.32	0.28	0.28	0.26	0.25
	Malic	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0
6.4%O_2 /4.2%CO_2	Citric	0.27	0.28	0.27	0.26	0.22	0.25
	Malic	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0
6.4%O_2 /7.8%CO_2	Citric	0.27	0.31	0.28	0.27	0.25	0.33
	Malic	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02	0
Air	Citric	0.27	0.3	0.29	0.27	0.24	0.21
	Malic	0.04	0.05	0.04	0	0	0

관능검사

저장 20일째 방울토마토의 관능검사 결과(Table 3) Air 저장구와 6.4% O_2+7.8% CO_2 조건에서 저장한 토마토가 가장 좋은 것으로 나타났다. 1% O_2+6% CO_2 조건에서 저장한 토마토의 경우 먹기 곤란한 상태였다. 산소농도 3%이하에서 저장한 실험구의 경우 낮은 점수를 나타내었다. 환경기체조절 저장 토마토의 경우 firmness, juiciness에서 좋은 점수를 얻은 반면, air 저장구에서는 color와 sweetness에서 좋은 점수를 나타내었다. 이는 대조구인 air 저장구의 경우 색도자료에서 알 수 있듯이 과실의 착색이 완전히 진행된 완숙과인 반면 CA 저장구는 6.4% O_2+7.8% CO_2 저장구를 제외하고는 후숙이 억제되어 break 상태인 관계로 색상이나 기호도 등에서 panel들에게 좋은 점수를 얻지 못한 것으로 판단된다. 그러나 토마토 CA저장 중 가장 큰 문제점인 off-flavor의 발생은 1% O_2+6% CO_2구를 제외하고는 모두 평균 이상의 점수를 얻어 소비자들이 거부감 없이 받아들일 수 있는 상태였다. CA저장을 마친 후 상온에서 유통되는 동안 성숙이 진행될 것이므로, 판매기간 동안 shelf life 연장과 수송 중 열과 발생을 방지하는데 효과가 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Sensory score of air and controlled atmosphere stored cherry tomatoes

Storage condition	Sensory characteristics						
	Hardness	Juiciness	Color	Acidity	Sweetness	Smell	Overall acceptability
1%O_2+6%CO_2	4.0^{cd}	4.2^{b}	5.1^{abc}	2.1^{b}	2.3^{b}	3.1^{b}	2.4^{c}
3%O_2+3.1CO_2	4.7^{cd}	5.5^{ab}	4.9^{bc}	4.8^{a}	5.4^{a}	5.7^{a}	4.8^{b}
3%O_2+8.9CO_2	3.1^{d}	6.3^{a}	5.2^{abc}	4.9^{a}	4.8^{a}	5.3^{a}	4.9^{b}
4%O_2+6%CO_2	5.3^{abc}	6.3^{a}	5.7^{abc}	6.2^{a}	5.9^{a}	5.5^{a}	6.4^{ab}
6.4%O_2+4.2%CO_2	7.1^{a}	6.0^{ab}	4.4^{c}	5.8^{a}	5.2^{a}	5.7^{a}	6.4^{ab}
6.4%O_2+7.8%CO_2	6.0^{ab}	6.7^{a}	6.6^{ab}	6.3^{a}	5.5^{a}	5.3^{a}	6.8^{a}
Air	6.2^{ab}	5.9^{ab}	7.1^{a}	6.5^{a}	5.7^{a}	6.5^{a}	6.8^{a}

The same superscript letters in each column are not significantly different(P(0.05).

요 약

방울 토마토의 환경기체조절 저장 중 품질특성을 측정하기 위하여 대조구인 air 저장구를 포함하여 7개의 저장조건에서 저장실험을 수행하였다.

저장기간 중 방울 토마토의 중량 감소율은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다. CA 저장구에서는 초기 중량의 90%를 유지하였으나, air 저장구에서는 초기중량의 85%를 유지하는 것으로 나타났다. 저장 중 적정산도의 변화는 저장 기간이 경과함에 따라 계속적으로 감소하는 경향이었다. air 저장구와 6.4% O_2 + 4.2% CO_2 저장구에서 다른 CA 저장구보다 적정산도 및 가용성 고형물 함량의 감소가 크게 나타났다. 4% O_2 + 6% CO_2와 3% O_2 + 8.9% CO_2저장구의 적정산도 및 가용성 고형물 함량이 높게 나타났다. Lycopene 함량의 변화는 1% O_2 + 6% CO_2와 3% O_2 + 3.1% CO_2저장구에서 변화가 가장 작은 것으로 나타났으며, 다른 저장구에서는 저장기간이 경과함에 따라 계속적으로 증가하였다. 방울토마토의 CA 저장 중 과육 경도의 변화는 저장기간이 경과됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 방울 토마토의 유기산 함량의 변화는 산소농도 3% 이하 CA저장구와 air 저장구에서 malic acid의 소실이 관찰되었다. 저장 중 과육내 에탄올 함량의 변화는 1% O_2 + 6%CO_2저장구에서는 저장 20일째 에탄올 함량이 다른 CA저장구의 10배 이상으로 증가하였다. 6% O_2 + 7.8% CO_2저장구와 air 저장구의 에탄올 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 저장 토마토의 관능검사 결과 air 저장구와 6.4% O_2 + 7.8% CO_2 조건에서 저장한 토마토의 점수가 가장 좋은 것으로 나타났다. 1% O_2 + 6% CO_2조건에서 저장한 토마토의 경우 가식하기 곤란한 상태였다. 4% O_2 + 6% CO_2에서 저장한 토마토는 관능검사에서 두 번째로 높은 점수를 받았으며, 산소농도 4%미만에서 저장한 토마토의 경우 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 4% O_2 + 6% CO_2 조건에서 저장한 시료의 경우 성숙이 억제되었으며, 저장 품질 분석실험결과 저장품질이 우수한 것으로 나타났다. 관능검사에서 대조구에 비해 낮은 점수를 받았으나, 이는 시료의 성숙도가 다른데 기인하는 것으로 분석되었다. 이상의 모든 결과를 분석해 볼 때 환경기체조절저장은 방울토마토의 성숙 억제 및 저장품질유지에 효과가 있는 것으로 나타났다. 환경기체조성은 일반토마토의 저장조건보다 이산화탄소농도가 다소 높은 산소농도 3%~5% 이산화탄소농도 5~8%에서 저장하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Weichmann, J. (1987) Post harvest Physiology of Vegetables. Marcel Dekker Inc., p 455-468
2. Bhowmik, S. and Pan. J.C. (1992) Shelf life of Mature Green Tomatoes Stored in Controlled Atmosphere and High Humidity. *J. Food Sci.*, **57**, 948-953
3. Salunkhe, D.K. and Wu. M.T. (1973) Effects of Low Oxygen Atmosphere Storage on Ripening and Associated Biochemical Changes of Tomato Fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **98**, 12-14
4. Özlem T. and Levent, B. (1998) Controlled Atmosphere Storage and Edible Cating Effects on Storage Life and Quality of Tomatoes. *J. Food Processing Preservation*, **22**, 303-320
5. Yang, C.C. and Chinnan. M.S. (1998) Modeling the Effect of O_2 and CO_2 on Respiration and Quality of Stored Tomatoes. Transations of the ASAE., **31**, 920-925
6. Moon, K.D., Lee, C.H Kim, J.K. and Sohn. T.H. (1992) Storage of Tomatoes by Polyethylene Film Packaging and CO_2 Treatment. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **24**, 603-609
7. Parsons, C.S., Anderson, R.E. and Penney. R.W.

(1970) Storage of Mature-Green Tomatoes in Controlled Atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **95(6)**, 791-794

8. Parsons C.S. and Spalding. D.H. (1972) Influence of a Controlled Atmosphere, Temperature, and Ripeness on Bacterial Soft Rot of Tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97(3)**, 297-299
9. Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. (1986) The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nuisery Stocks. U. S. Department of Agriculture., **71**
10. Thompson, A.K. (1998) Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables. *CAB International.*, 214-217
11. Saltveit, M.E. (1997) A Summary of CA and MA Requirements and Recommendations for Harvested Vegetables. CA **97**, 117
12. Choi, S. J. and Y.B. Kim (1994) The Development of Experimental Gas Mixing and Treatment Apparatus for Storage of Horticultural Product. *The Korean Society for Hortcultural Science(Abstract)*, **12**, 84-85
13. Choi, S.J. (1997) Physiological Properties Related to Flesh Browning in 'Fuji' Apple Fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **38**, 250-254
14. Saltveit, Jr.,M.E. and Mencarelli. F. (1988) Inhibition of Ethylene Synthesis and Action in Ripening Tomato Fruit by Ethanol Vapors. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **113(4)**, 572-576
15. Ratanachinakorn, B., Klieber, A. and Simons. D.H. (1999) Ethanol Vapor Vacuum Infiltration of Tomatoes. Morphological Analysis and Effect on Ripening and Eating Quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **124**, 283-288
16. Kader A.A. (1986) Biochemical and Physiological Basis for Effects Of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables., *Food Technol.*, 99-104

(접수 2001년 5월 28일)