

## 총전가스의 CO<sub>2</sub> 함량 및 노출기간의 변화가 방울토마토의 품질변화에 미치는 영향

이승연 · 이승재 · 최동수<sup>1)</sup> · 허선진<sup>¶</sup>

중앙대학교 동물생명공학과<sup>¶</sup>  
농촌진흥청 국립농업과학원<sup>1)</sup>

## Effect on Quality Change of Cherry Tomato by CO<sub>2</sub> Concentration of Flushed Gas and Storage Period

Seung Yuan Lee, Seung Jae Lee, Dong Soo Choi<sup>1)</sup>, and Sun Jin Hur<sup>¶</sup>

Dept. of Animal Science & Technology, School of Bioresource & Bioscience,  
Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-857, Korea<sup>1)</sup>

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the quality changes and contamination of microorganisms such as *Escherichia coli*, mold and yeast in cherry tomatoes during storage at different temperatures, gas composition and periods(7 and 14 days). This study determined pH, color change and the growth pattern of microorganisms in cherry tomato during storage at 5°C, 10°C and 15°C. According to the results, pH level was a little raised with storage period. On average, L\*, a\* and b\* value of cherry tomato were irregular value of increase and decrease of all gas packaging with storage period. In regard of the types of microorganism, aerobic count plate, coliform count, mold and yeast were detected when cherry tomatoes were stored at 5°C, 10°C and 15°C during storage for 14 days. Equally, all microorganisms of cherry tomato were irregular with storage period and complex gas packaging. However, this study determined that packaging with a higher CO<sub>2</sub> concentration than O<sub>2</sub> concentration can reduce growth of microorganism. These studies can be used as primary data for determining the optimal complex gas to storage enlargement.

**Key words:** cherry tomato, self-carbon dioxide generator, active packaging, complex gas, microorganisms

### I. 서 론

최근 경제성장에 따른 국민들의 생활수준의 향상과 여성들의 사회활동에 따라 국민의 소득이 증가하고, 이에 건강에 대한 관심이 높아지면서 항산화, 항암, 항염증과 같은 질환의 예방 및 보호

효과를 나타내는 천연자원과 식품, 식품안전 및 건강기능성 제품에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한, 신선하며 편리함에 초점을 맞춘 신선편이 식품이 함께 각광을 받으며, 이와 관련한 연구가 활발히 진행되고 있다(Lee SY et al 2014).

일반적으로 신선편이 식품에는 과채류를 이용

¶: 허선진, +82-31-670-4673, hursj@cau.ac.kr, 경기 안성시 대덕면 서동대로 4726 중앙대학교

한 제품이 대부분을 차지하며, 그 중에서도 토마토는 시중에서 쉽게 접할 수 있는 대표적인 웰빙(Well-being)식품으로 알려져 있다. 토마토에 유일하게 존재하는 토마틴(tomatine)과 디하이드로 토마틴(dehydrotomatine)은 녹색토마토와 플럼토마토(plum tomato)에 함유되어 있으며, 인체 박테리아의 항생물질로 작용하며, 척추동물에서는 염증성 사이토카인(cytokines)을 유도하고, 체내 암세포의 다약제 내성(multidrug resistance)을 저해함으로써, 항암 치료에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Hwang ES & Bowen PE 2004).

토마토의 국내 유입은 1600년대 초반으로 추측하고 있으며, 현재 재배면적은 약 6,000 ha 이상이고 생산량은 40만톤 이상이며, 생산금액은 약 6,000억원 규모로 1인당 소비량이 2000년 9.2 kg에서 약 2배 가량 증가한 것으로 보고되어진다(Son CY et al 2011). 이러한 토마토 공급량의 99%는 신선 형태로 소비하고 있으며, 그 외 케첩, 소스, 주스 등 가공 산업에도 활용되고 있다(Son CY et al 2011).

1980년도 이후에는 생식용 품종의 개발에 따라 알이 작고 단맛이 많은 방울토마토에 대한 소비가 증가하여 급속하게 보급되었다(Park WP et al 2004). 방울토마토는 2~3 cm 정도 크기의 토마토로 남미지역에서 처음 생산된 것으로 추측된다(Smith AF 1994). 방울토마토는 가지 속에 속하는 식용 작물로 잎이나 열매 거의 모든 부분에서 토마토와 비슷하나, 당도가 좀 더 높으며, 90% 정도가 수분이며, 비타민 C, A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 및 carotene을 많이 함유한다(Kim SR et al 2011).

방울토마토는 연중 생산이 가능한 과채류이지만, 기온이 높은 5월~9월에 빠른 생장으로 과실 조직의 연화, 과숙현상으로 인한 이취 등이 발생하기 때문에 신선도 유지가 어렵다는 특징이 있다. 과채류의 신선도 유지를 위해 저온저장, 감압저장, 방사선 조사, 화학약제 처리에 의한 저장 및 CA(controlled atmosphere) 저장 등이 이용되고 있다(Moon KD et al 1992). 그 중 CA 저장이 가장

효과적인 것으로 알려져 있으나, 국내 농가의 기술 수준과 초기 투자와 시설 유지의 비용 부담으로 인해 우리나라에서는 실용화 되지 못하고 있는 실정이다(Park HW et al 2006; Lee SH et al 2004). 이러한 CA포장의 단점으로 인해, 간편하고 경비가 적게 드는 필름포장에 의한 저장(Park HY et al 2011) 및 포장용기 내의 초기 기체를 조절하는 가스치환 포장방식인 MAP(modified atmosphere packaging) 저장을 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Ali MS et al 2004; Daş E et al 2006). 일반적으로 소비자는 과채류 구매 시, 제품의 품질변화가 발생하게 되면 구매 욕구가 감소하는 것으로 알려져 있다(Cho SD et al 2008). 그러므로 방울토마토의 효과적인 저장 방법은 부패속도를 지연시키고, 냉해 감소, 미생물 번식을 억제시키는 것 등으로 품질변화를 최소화하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다(Ali MS et al 2004; Park WP et al 2004; Elif Das et al 2006; Choi WS et al 2013). 현재 시중에서 유통되어 사용되고 있는 방울토마토는 주로 일정한 온도에서 일반적인 포장방법으로 저장되어 판매되는 것에만 국한되어, 판매 후 가정에서 보관 시 설정되는 저장 온도 및 기간에 관한 미생물 종류 및 품질변화에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 방울토마토의 저장 중에 여러 종류의 가스 중 이산화탄소 함량에 따른 온도 및 기간별 신선편이 방울토마토의 품질변화 및 미생물 분석에 관한 연구를 수행하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 신선편이 방울토마토는 2014년 5월 세도농협(부여, 충남)에서 출고한 외상이 없는 신선한 제품을 선별하여, 크기와 모양이 유사한 제품으로 구입한 후 저온상태에서 1시간 이내에 실험실로 운반하여 사용하였다.

### 2. 포장 재료 및 저장조건

〈Table 1〉 Various complex gas composition in PE film-package

Gas	Gas composition (%)					
	A	B	C	D	E	F*
O <sub>2</sub>	70	-	-	-	30	-
CO <sub>2</sub>	20	-	90	60	40	100
N <sub>2</sub>	10	100	10	40	30	-

\* Self-carbon dioxide generator

포장재는 폴리에틸렌(polyethylene, PE) 포장필름을 사용하였다. 포장방법에서 포장재 내에 봉입한 치환가스로는 산소(O<sub>2</sub>), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소(N<sub>2</sub>)를 혼합하여 5종의 가스조성과 CO<sub>2</sub> 발생제를 실험에 사용하였다(Table 1). 모든 실험은 5℃, 10℃ 그리고 15℃에 보관하였고, 각각 0일, 7일 및 14일 동안 저장하면서 위의 조건에 따른 변화를 조사하였다.

### 3. 미생물학적 특성 분석

미생물 측정 및 분석을 위해 시료 25 g을 취한 뒤, 225 mL의 멸균된 0.85% 생리식염수를 혼합하여 stomacher(Bagmizer 400, Interscience, Co., Saint Nom, France)를 이용하여 3분간 균질화 시킨 후, 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 희석액에 단계별로 희석하여 도말하였다. 건조필름 배지는 3M 주식회사(Minnesota, U.S.A)로부터 구입하였으며, 총균수(petrifilm aerobic count, PAC), 대장균 및 대장균군수(petrifilm *E. coli*/coliform count, PEC), 효모 및 곰팡이(petrifilm yeast and mold count, PYM)의 건조필름 배지를 각각 사용하였으며, 균수는 CFU/g으로 표시하였다.

### 4. 색도 및 pH

방울토마토 pH 측정은 시료 30 g과 증류수 30 g을 넣어 30초간 마쇄하여 4점의 거즈로 여과한 후에 pH meter(FiveEasy Plus™ pH, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하였다.

표면색은 표준백판(L=96.40, a=0, b=1.5)으로 보정된 색차계(CR-13 Color Reader, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 시료를 5회

반복으로 Hunter 색차계인 L\*, a\* 및 b\*값을 측정하였다.

### 5. 통계분석

각 시료에 대한 실험 결과는 SPSS(v12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 one-way ANOVA 분석을 실시하고, 시료간의 유의성이 있는 경우 Turkey 검정법(Tukey range test)으로  $p < 0.05$  수준에서 사후검증을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. pH 변화

PE 필름으로 포장한 방울토마토의 가스 충전 및 이산화탄소 발생제에 의한 온도 및 시간에 따른 pH의 변화는 〈Table 2〉와 같다. 저장 당일 방울토마토의 pH는 5℃, 10℃ 그리고 15℃에서 4.16 ± 0.01을 나타냈고, 저장기간이 증가함에 따라 충전 기체를 서로 다른 비율로 처리한 모든 군에서 pH가 대체적으로 미미하게 증가하는 경향을 나타냈다. 특히, 방울토마토의 pH는 충전 기체 중에 이산화탄소 비율이 높은 C군과 F군에서 저장기간이 증가함에 따라 유의적( $p < 0.05$ )으로 차이를 나타냈다. 5℃에서 7일과 14일째 저장한 방울토마토의 pH는 A군과 B군이 다른 군들에 비해서 높게 나타났지만, 변화폭은 그다지 크지 않았으며, 나머지 그룹의 pH 값은 유사한 결과를 확인하였다. 10℃에서도 7일과 14일째 저장한 방울토마토의 pH 값은 A군과 E군에서 높게 나타났지만, 변화폭은 그리 크지 않았으며, D군과 F군의 pH 값은 거의 비슷하게 나타났다. 마지막으로 15℃에서 7일

〈Table 2〉 Changes in pH value of PE film-packaged cherry tomato during the storage period at 5, 10 and 15°C depending on gas composition

Temp. (°C)	Storage (days)	Packaging treatments					
		A	B	C	D	E	F
5°C	0	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>
	7	4.37±0.00 <sup>Bc</sup>	4.37±0.01 <sup>Bc</sup>	4.40±0.00 <sup>Cc</sup>	4.33±0.00 <sup>Ba</sup>	4.33±0.00 <sup>Ba</sup>	4.35±0.00 <sup>Cc</sup>
	14	4.43±0.00 <sup>Cd</sup>	4.40±0.00 <sup>Bc</sup>	4.33±0.01 <sup>Cc</sup>	4.45±0.00 <sup>Cd</sup>	4.44±0.01 <sup>Cd</sup>	4.36±0.01 <sup>Cb</sup>
10°C	0	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>
	7	4.44±0.01 <sup>Bc</sup>	4.43±0.01 <sup>Cc</sup>	4.38±0.00 <sup>Cb</sup>	4.34±0.01 <sup>Ca</sup>	4.47±0.01 <sup>Cc</sup>	4.33±0.04 <sup>Ca</sup>
	14	4.49±0.01 <sup>Cc</sup>	4.27±0.00 <sup>Ba</sup>	4.44±0.01 <sup>Cc</sup>	4.35±0.01 <sup>Cb</sup>	4.51±0.05 <sup>Cc</sup>	4.35±0.01 <sup>Cb</sup>
15°C	0	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>	4.16±0.01 <sup>Aa</sup>
	7	4.54±0.01 <sup>Cc</sup>	4.40±0.04 <sup>Ca</sup>	4.41±0.07 <sup>Ca</sup>	4.32±0.00 <sup>Ba</sup>	4.49±0.03 <sup>Bb</sup>	4.39±0.02 <sup>Ca</sup>
	14	4.59±0.01 <sup>Cc</sup>	4.40±0.00 <sup>Cb</sup>	4.38±0.00 <sup>Ca</sup>	4.46±0.00 <sup>Cc</sup>	4.54±0.01 <sup>Cc</sup>	4.40±0.01 <sup>Cb</sup>

The results are expressed as mean±S.D(n=5). <sup>A-C</sup> Means with different capital letters in row are significantly different at ( $p<0.05$ ). <sup>a-d</sup> Means with different small letters in column are significantly different at ( $p<0.05$ )

일과 14일째 저장한 방울토마토의 pH 값은 A군에서 높게 나타났지만, 변화폭은 크게 나타나지 않았다. C군에서 토마토의 pH는 초기에 비해 7일째에 약간 증가하였다가 14일째에 다소 감소하는 경향을 보였다. 이는 토마토의 초기가 pH가 4.1이고, 저장 중 다소 증가하는 경향이었으나, 다시 감소하는 결과와 비슷하였다(Moon KD et al 1992). 토마토의 pH는 주로 acid에 의해 결정되며(Anthon GE et al 2011), 주요 유기산으로는 citric acid가 가장 많은 부분을 차지한다(Davis JN et al 1981). 따라서, 토마토의 pH 증가는 토마토가 성숙함에 따라 citric acid가 감소하여 영향을 미친 것으로 보인다.

기존의 연구에서 토마토는 저장 온도와 포장재의 종류와 상관없이 저장기간이 증가함에 따라 pH 점차 증가한다고 보고하여, 본 연구결과와 유사한 것을 확인하였다(Lee SH et al 2004; Kim JH et al 2010). 그러나 Lee SY 등(2013)의 연구에서는 신선편이 방울토마토의 저장기간과 온도에 따라 pH가 감소하는 경향을 확인하였다고 보고하였다. 다양한 기존연구들의 결과 차이가 나타나는 것은 방울토마토의 재배 환경과 계절 등의 차이 때문으로 사료되며, 명확한 결과를 도출하기 위해 체계적인 연구방법이 확립되어야 할 것으로 판단

된다.

## 2. 색도변화

토마토의 색은 성숙 정도를 보여주는 중요한 외형적 특징 중 하나로서, 소비자의 구매 결정에 주요한 요인으로 작용한다(Lopez camelo AH & Gomez PA 2004). 저장기간 및 저장온도에 따른 토마토의 색도는 Hunter's color value(L\*, a\*, b\* 값으로 표기)로 나타냈으며, 색도 변화를 측정된 결과는 〈Table 3~5〉와 같다. L\* 값은 토마토를 당일 저장했을 때 22.27±0.20으로 수치가 가장 높게 나타났으며, 저장기간이 증가할수록 초기에 비해 감소하는 경향을 나타냈다. 5°C와 10°C에서 저장한 방울토마토의 L\* 값은 모든 군에서 감소와 증가가 불규칙하게 나타났다. 그 중 F군인 CO<sub>2</sub> 100%의 발생체가 기간별로 변화폭이 가장 크게 나타났다. 15°C에서 저장한 방울토마토의 경우, F 가스 포장재를 제외한 모든 군에서 점차적으로 감소하는 경향을 나타냈다. Lopez camelo AH & Gomez PA (2004)의 연구결과에서는 토마토의 적색 색소가 합성되기 시작하면서 L값이 감소하는 모습을 보였는데, 이는 적색의 darkening에 따른 것으로 보인다고 하였다. 이 결과에 따라 CO<sub>2</sub> 처리는 토마토의 L값에 영향을 미쳐 CO<sub>2</sub> 처리가 되

〈Table 3〉 Changes in L\* value of PE film-packaged cherry tomato during the storage period at 5, 10 and 15°C depending on gas composition.

Temp. (°C)	Storage (days)	Packaging treatments					
		A	B	C	D	E	F
5°C	0	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>
	7	16.77±0.51 <sup>Ac</sup>	15.14±0.45 <sup>Aa</sup>	17.20±0.31 <sup>Ac</sup>	15.45±0.28 <sup>Aa</sup>	15.90±0.49 <sup>Ab</sup>	15.59±0.42 <sup>Aa</sup>
	14	18.86±1.21 <sup>Bc</sup>	18.79±1.25 <sup>Bc</sup>	18.79±0.70 <sup>Bc</sup>	19.06±0.33 <sup>Bc</sup>	17.32±1.72 <sup>Ba</sup>	20.03±0.29 <sup>Bc</sup>
10°C	0	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>
	7	15.62±1.31 <sup>Ab</sup>	17.78±1.07 <sup>Ac</sup>	15.73±1.28 <sup>Aa</sup>	16.62±0.96 <sup>Aa</sup>	17.48±0.79 <sup>Ac</sup>	15.77±0.74 <sup>Aa</sup>
	14	18.91±0.41 <sup>Cc</sup>	17.78±0.79 <sup>Aa</sup>	18.27±0.31 <sup>Ba</sup>	18.54±0.26 <sup>Bb</sup>	18.72±0.20 <sup>Bc</sup>	23.99±0.49 <sup>Cc</sup>
15°C	0	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>	22.27±0.20 <sup>Ca</sup>
	7	22.58±0.70 <sup>Cd</sup>	17.68±0.34 <sup>Ab</sup>	19.87±0.19 <sup>Bc</sup>	20.34±0.76 <sup>Bc</sup>	22.24±0.39 <sup>Cd</sup>	16.61±0.73 <sup>Aa</sup>
	14	18.58±0.15 <sup>Ac</sup>	16.50±0.41 <sup>Ba</sup>	18.01±0.20 <sup>Ab</sup>	18.74±0.12 <sup>Ac</sup>	18.33±0.16 <sup>Ac</sup>	21.01±0.06 <sup>Bd</sup>

The results are expressed as mean±S.D(n=5). <sup>A-C</sup> Means with different capital letters in row are significantly different at ( $p<0.05$ ). <sup>a-d</sup> Means with different small letters in column are significantly different at ( $p<0.05$ ).

〈Table 4〉 Changes in a\* value of PE film-packaged cherry tomato during the storage period at 5, 10 and 15°C depending on gas composition.

Temp. (°C)	Storage (days)	Packaging treatments					
		A	B	C	D	E	F
5°C	0	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Aa</sup>	3.25±0.35 <sup>Ca</sup>	3.25±0.35 <sup>Aa</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>
	7	2.11±1.29 <sup>Ba</sup>	1.49±1.44 <sup>Aa</sup>	2.23±1.40 <sup>Aa</sup>	2.83±1.85 <sup>Ca</sup>	2.73±1.12 <sup>Aa</sup>	2.53±1.23 <sup>Ba</sup>
	14	1.56±0.93 <sup>Aa</sup>	2.47±1.64 <sup>Ba</sup>	2.18±1.29 <sup>Aa</sup>	2.09±1.17 <sup>Aa</sup>	3.00±2.11 <sup>Aa</sup>	2.82±0.82 <sup>Aa</sup>
10°C	0	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Aa</sup>	3.25±0.35 <sup>Ca</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ca</sup>	3.25±0.35 <sup>Ca</sup>
	7	0.85±1.79 <sup>Aa</sup>	2.31±0.77 <sup>Ab</sup>	0.68±0.98 <sup>Aa</sup>	1.46±1.11 <sup>Ab</sup>	1.69±0.58 <sup>Aa</sup>	0.33±2.19 <sup>Ac</sup>
	14	1.86±1.52 <sup>Aa</sup>	2.20±1.58 <sup>Aa</sup>	2.76±0.70 <sup>Aa</sup>	1.81±1.61 <sup>Aa</sup>	2.34±0.60 <sup>Ba</sup>	2.11±1.24 <sup>Ba</sup>
15°C	0	3.25±0.35 <sup>Ca</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>	3.25±0.35 <sup>Ba</sup>
	7	-0.22±1.89 <sup>Aa</sup>	1.48±0.86 <sup>Aa</sup>	2.19±1.07 <sup>Ac</sup>	2.58±1.53 <sup>Bc</sup>	1.74±1.43 <sup>Ab</sup>	1.47±1.62 <sup>Abc</sup>
	14	1.59±1.22 <sup>Bb</sup>	3.34±2.04 <sup>Bb</sup>	2.30±1.07 <sup>bAb</sup>	1.44±0.93 <sup>Aa</sup>	2.49±1.30 <sup>Ac</sup>	2.33±0.13 <sup>Bb</sup>

The results are expressed as mean±S.D(n=5). <sup>A-C</sup> Means with different capital letters in row are significantly different at ( $p<0.05$ ). <sup>a-d</sup> Means with different small letters in column are significantly different at ( $p<0.05$ ).

지 않은 것에 비해 높은 L값을 갖게 한다고 추측할 수 있었다. 이는 카로티노이드 합성 특히 라이코펜 합성에 따른 darkening 현상이 덜 이루어진 것으로 생각된다. a\* 값은 토마토를 당일 저장했을 때 3.25±0.35으로 가장 높게 나타났으며, 저장기간이 증가할수록 D가스 포장재를 제외한 모든 군에서 a\* 값의 감소와 증가가 불규칙하게 나타나는 경향을 보였다. 그 중 A가스 포장재는 15°C에서 저장했을 때 a\* 값의 변화의 폭이 가장 크게

나타났다. 그러나 D가스 포장재는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났다. 마지막으로 b\* 수치의 경우, 당일 저장했을 때 0.65±0.24에 비해 5°C에서 저장했을 때 증가했다가 감소하는 경향을 나타냈으며, 10°C와 15°C에서 저장기간이 증가할수록 감소하였다가 증가하는 불규칙한 변화를 나타냈다. 본 연구결과 방울토마토의 색차는 초기 저장했을 때보다 14일째 저장한 경우, 평균적으로 감소하는 경향을 나타내었고, 저장 온도와

**<Table 5> Changes in b\* value of PE film-packaged cherry tomato during the storage period at 5, 10 and 15°C depending on gas composition.**

Temp. (°C)	Storage (days)	Packaging treatments					
		A	B	C	D	E	F
5°C	0	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>
	7	1.13±0.53 <sup>Ba</sup>	1.33±0.87 <sup>Aa</sup>	0.64±0.25 <sup>Aa</sup>	1.44±0.55 <sup>Ca</sup>	1.23±0.63 <sup>Aa</sup>	1.20±0.69 <sup>Aa</sup>
	14	1.07±0.92 <sup>Aa</sup>	1.03±0.93 <sup>Aa</sup>	0.87±0.70 <sup>Aa</sup>	0.39±0.35 <sup>Aa</sup>	1.15±1.15 <sup>Aa</sup>	0.63±0.45 <sup>Aa</sup>
10°C	0	0.65±0.24 <sup>Ba</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Ba</sup>	0.65±0.24 <sup>Ba</sup>	0.65±0.24 <sup>Ca</sup>	0.65±0.24 <sup>Ca</sup>
	7	-1.03±0.65 <sup>Aa</sup>	1.24±0.53 <sup>Bc</sup>	-0.50±0.74 <sup>Aa</sup>	-0.18±0.61 <sup>Ab</sup>	-0.33±0.48 <sup>Ab</sup>	-1.28±0.74 <sup>Aa</sup>
	14	0.41±0.37 <sup>Ba</sup>	0.95±0.65 <sup>Ab</sup>	0.33±0.19 <sup>Ba</sup>	0.47±0.30 <sup>Ba</sup>	0.22±0.19 <sup>Ba</sup>	0.69±0.50 <sup>Ca</sup>
15°C	0	0.65±0.24 <sup>Ba</sup>	0.65±0.24 <sup>Ba</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Aa</sup>	0.65±0.24 <sup>Ca</sup>	0.65±0.24 <sup>Ca</sup>
	7	-0.06±0.83 <sup>Ac</sup>	-1.37±0.53 <sup>Ab</sup>	0.39±0.38 <sup>Ac</sup>	0.16±0.73 <sup>Ac</sup>	-1.44±0.68 <sup>Ab</sup>	-1.71±0.97 <sup>Aa</sup>
	14	0.36±0.28 <sup>Aa</sup>	1.43±0.84 <sup>Cc</sup>	0.43±0.33 <sup>Aa</sup>	0.17±0.15 <sup>Aa</sup>	0.33±0.25 <sup>Ca</sup>	0.13±0.07 <sup>Ca</sup>

The results are expressed as mean±S.D(n=5). <sup>A-C</sup> Means with different capital letters in row are significantly different at ( $p<0.05$ ). <sup>a-d</sup> Means with different small letters in column are significantly different at ( $p<0.05$ )

기간별로 불규칙한 차이를 확인하였다. Tijssens LMM & Evelo RGT(1994)의 연구에서는 토마토가 30°C 이상의 높은 온도에서 저장되는 경우, lycopene의 합성저해와 카로티노이드의 축적으로 인해 b\* 수치가 영향을 많이 받으며, 12°C이하의 낮은 온도에서 저장되는 경우, chlorophyll은 분해되지 않으며, lycopene의 축적은 일어나지 않는다고 보고한 바 있다. 본 연구 결과는 저장기간에 따라 초기 저장 색도에 비해 전체적으로 감소하는 것을 보아 토마토의 색소성분의 작용으로 인해 품질 측면에서 영향을 미칠 것으로 판단되며, Messina V 등(2012)의 연구결과도 비슷한 결과를 나타냈음을 알 수 있다.

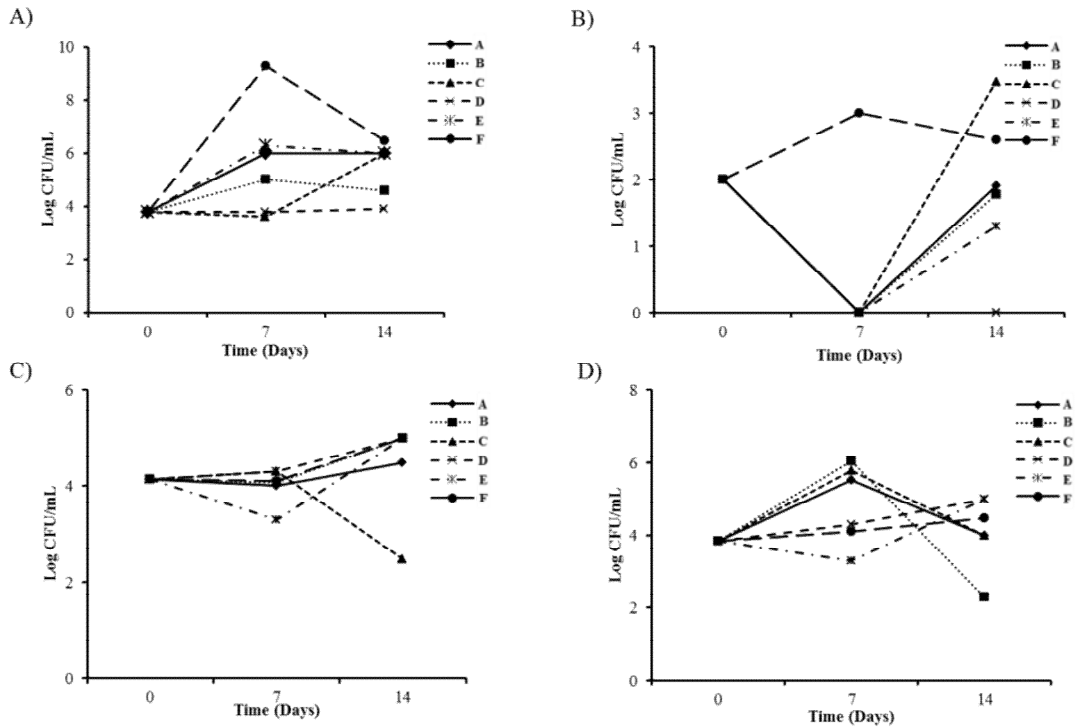
### 3. 미생물학적 품질변화

저장기간 및 저장온도에 따른 방울토마토의 미생물의 생장패턴에 대한 연구결과를 <Fig. 1~3>에 나타냈다. 방울토마토에서 저장 당일 총균수(Aerobic count plate, ACP)는 3.77 log CFU/g을 확인하였으며, 저장기간 7일째 5°C에서는 F가스 포장재에서 9.31 log CFU/g으로 가장 높았고, 14일째에서도 동일 포장재가 6.47 log CFU/g으로 다른 포장재군보다 높았다. 위의 결과로 보아, 산소가 충전되지 않았던 B, C, D 및 F군에서도 호기성

균수가 증가한 것을 확인할 수 있었는데, 이것은 산소 투과성이 있는 PE film이 저장기간 중에 외부의 산소가 포장재 내로 투과되었을 것으로 추측할 수 있다. 위와 같이 투과된 산소가 처음 입고된 방울토마토에서 생존해 있던 호기성균들의 번식 및 생장에 영향을 주었을 거라고 사료된다.

이상의 결과는 10°C, 15°C에서도 유사한 결과를 나타냈는데, C가스 포장재가 3.60 log CFU/g에서 6.00 log CFU/g을 나타내어 C가스 포장재를 제외하고 전체적으로 유의적인 차이는 없었다. 방울토마토를 이용하여 연구하였을 때 평균적으로 기간과 온도에 영향을 받았으며, 15°C에서 저장하였을 때 총균수의 발생이 증가하는 것을 확인하였고, 이는 5°C와 10°C에서 큰 변화가 없는 것으로 사료되어 보관 및 저장 시 저온이 적합하다고 판단된다.

방울토마토의 저장 당일 대장균군(Coliform count, CC)은 각 온도별 조건에서 유사한 경향을 확인할 수 있었다. 거의 모든 가스 포장재군에서 기간별, 온도별 조건에서 큰 차이를 나타내지 않았고 특히 5°C의 저온에서는 7일차에 거의 모든 군에서 대장균군이 검출되지 않았다. 방울토마토의 대장균 생장 패턴은 저장기간이 증가할수록 낮은 온도를 유지해야 균의 증식을 억제하는데



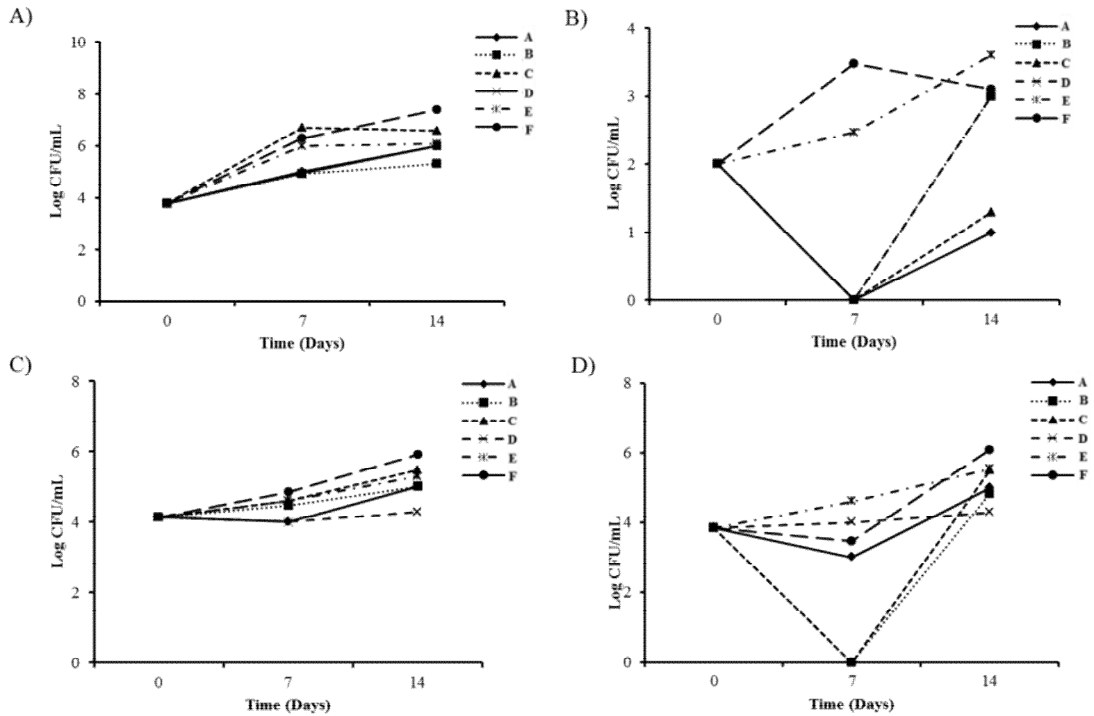
**<Fig. 1> Changes in microorganisms of cherry tomato during the storage period at 5°C.** The results are expressed as mean±SD (n=5). A) ACP, B) CC, C) Mold, and D) Yeast. Complex gas composition in groups: A-70%O<sub>2</sub>, 20%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; B-100%N<sub>2</sub>; C-90%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; D-60%CO<sub>2</sub>, 40%N<sub>2</sub>; E-30%O<sub>2</sub>, 40%CO<sub>2</sub>, 30%N<sub>2</sub>; F-CO<sub>2</sub> generator.

영향을 미치는 것을 확인할 수 있었고, 저장 온도관리가 중요한 것으로 Solberg M 등(1990)은 비가열 조리음식의 대장균수는 3 log CFU/g 이하로 적정 관리 기준을 제시하였다.

본 연구결과에 따르면 저장온도에 관계없이 14 일째까지 적정 관리 기준에 적합하였지만, 10°C 이상, 7일 이상 저장 시 주의가 필요한 것으로 판단된다. 대장균이 확인된 시료에서 동일한 PEC 필름을 이용하여 대장균 오염 유무를 확인하였다. 그 결과, 대장균을 식별할 수 있는 형태가 나타나지 않은 것으로 보아, 방울토마토에서 대장균은 검출되지 않았다.

페트리 필름을 이용한 곰팡이(Mold) 측정은 넓고 다양한 색깔을 띄고 있으며, 핵과 가장자리의 선이 불분명한 개체수를 계수하였다. 방울토마토에서 저장 당일 곰팡이는 4.14 log CFU/g였으나,

저장기간 및 온도에 영향을 받지 않고 B가스 포장재를 제외하고 큰 변화를 확인할 수 없었다. 또한, 효모(Yeast) 측정은 전형적으로 작고, 녹색 또는 푸른색 균체로 핵과 가장자리의 선이 뚜렷한 개체수를 계수하였는데, 방울토마토에서 저장 당일 효모는 3.84 log CFU/g으로 곰팡이와 마찬가지로 뚜렷한 수치적인 차이는 나타나지 않았지만, 효모 성장패턴을 분석하면 5°C에서 A, B, 그리고 C가스 포장재에서 14일째에 유의적으로 감소하는 것을 확인하였고, 다른 D, E, 그리고 F가스 포장재도 미세하게 증가하였다. 특히하게 10°C와 15°C에서 저장된 C가스 포장재에서 7일째에 효모가 검출되지 않았으며, 다른 가스 포장재군은 시간별, 온도별 조건에 큰 영향을 받지 않은 것을 확인하였다. 이와 같은 결과는 가스 충전 비율이 C와 같이 CO<sub>2</sub>가 많은 경우, 포장 내부가 습윤할 가능



〈Fig. 2〉 Changes in microorganisms of cherry tomato during the storage period at 10°C. The results are expressed as mean±SD (n=5). A) ACP, B) CC, C) Mold, and D) Yeast. Complex gas composition in groups: A-70%O<sub>2</sub>, 20%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; B-100%N<sub>2</sub>; C-90%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; D-60%CO<sub>2</sub>, 40%N<sub>2</sub>; E-30%O<sub>2</sub>, 40%CO<sub>2</sub>, 30%N<sub>2</sub>; F-CO<sub>2</sub> generator.

성이 다른 포장보다 상대적으로 낮으므로 미생물 수가 낮을 것으로 사료된다.

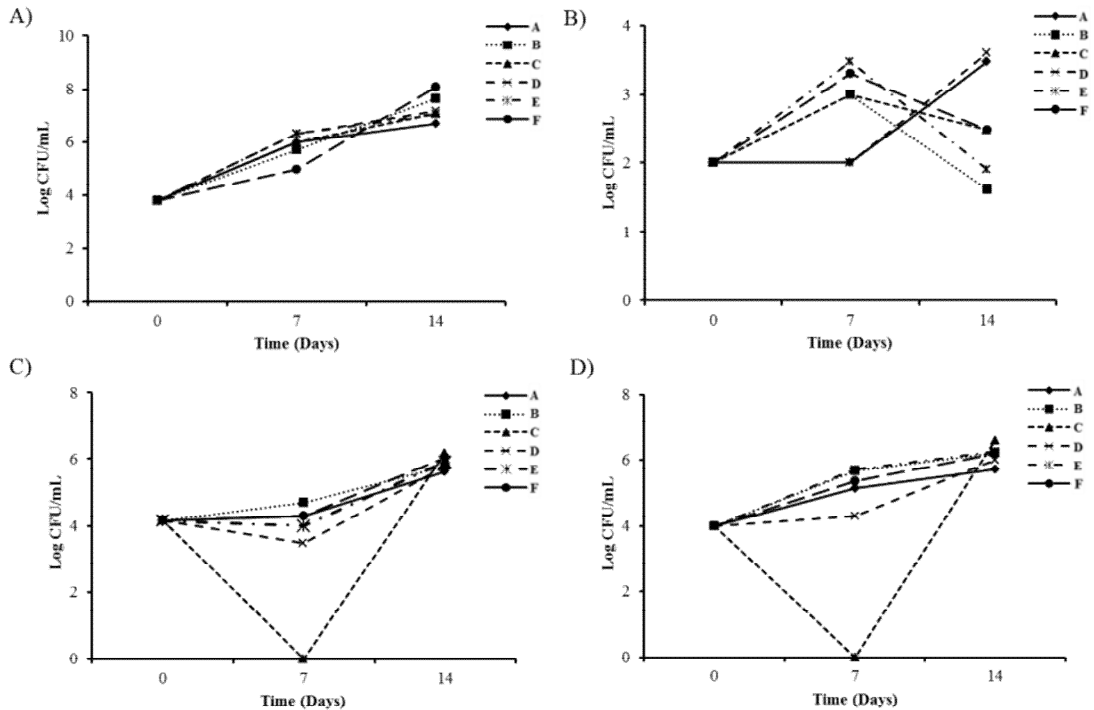
본 연구결과에서 저장성을 확인하기 위해 시간 대별, 온도별 그리고 포장재에 충전되는 가스 조성별로 실험을 진행하였을 때, 저장온도 및 저장 기간이 낮을수록 미생물의 생육이 낮은 경향으로 나타났다. 이와 같은 결과는 실제로 소비자들이 방울토마토를 구매한 후, 냉장온도인 5~8°C에서 저장하며, 단기간에 섭취를 하는 것이 가장 효과적인 방법이라고 사료된다. 또한, 포장재 내에 충전된 가스 중 무조건 CO<sub>2</sub> 함량이 높다고 하여, 미생물 생육 저해 효능을 확인하기에는 문제점들이 있기 때문에 상대적으로 O<sub>2</sub> 함량이 CO<sub>2</sub> 함량보다 낮은 경우에 미생물의 성장속도가 더딘 것을 확인하였고, 적합한 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>의 충전조건에 관한 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 이와 같은

결과는 향후 식품 저장의 단계에서 기초자료를 제시함으로써 보다 신선한 식품소재 및 원료를 공급하기 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

## V. 요약 및 결론

본 연구는 저장 기간과 온도 및 다양한 가스 조성에 따른 방울토마토의 특성과 미생물 종류 및 성장 패턴을 구명하였다. 방울토마토를 각각 5°C, 10°C와 15°C 저장 조건에서 1주일 간격으로 pH, 색도, 미생물 종류와 성장 패턴을 조사하였다. 방울토마토의 모두 저장 초기에 비해 저장기간 및 저장온도가 증가할수록 미세하게 증가하는 경향을 나타내었지만, 변화폭은 크지 않았다. 이는 유기산 성분 용출이나 성숙함에 따라 용출저해로 인해 pH 감소하거나 증가가 일어나는 반면, PE 포





**[Fig. 3]** Changes in microorganisms of cherry tomato during the storage period at 15°C. The results are expressed as mean±SD (n=5). A) ACP, B) CC, C) Mold, and D) Yeast. Complex gas composition in groups: A-70%O<sub>2</sub>, 20%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; B-100%N<sub>2</sub>; C-90%CO<sub>2</sub>, 10%N<sub>2</sub>; D-60%CO<sub>2</sub>, 40%N<sub>2</sub>; E-30%O<sub>2</sub>, 40%CO<sub>2</sub>, 30%N<sub>2</sub>; F-CO<sub>2</sub> generator.

장재와 다양한 조성의 가스를 충전하여 큰 변화가 일어나지 않은 것으로 사료되며, 저장성에 있어서 중요한 자료를 제공할 것으로 판단되어진다. 또한, 색도 변화에서 차이를 보였는데, 특히 전체 중 CO<sub>2</sub> 발생 포장재가 큰 변화폭을 나타냈지만, 평균적으로 수치가 불규칙하여 큰 변화를 확인할 수 없었다. 저장기간 및 온도에 따른 미생물의 종류 및 성장 패턴의 결과를 분석한 결과, 시간이 지날수록 총균수는 일반적으로 증가한 것을 확인하였으나, 전체적으로 유의적인 차이는 없었다. 그러나 산소, 이산화탄소 및 질소가스를 다양한 비율로 충전한 방울토마토의 미생물 생장은 불규칙한 성장패턴을 나타냈다. 호기성균에 부적합한 혐기 상태라 할 수 있는 CO<sub>2</sub> 함량이 높아도 미생물이 성장한 것은 PE포장재의 산소 투과성을 고려하지 않아 나타난 결과라고 사료된다. 본 연구결

과에서 저장성을 확인하기 위해 시간대별, 온도별 그리고 포장재에 충전되는 가스 조성별로 실험을 진행하였을 때 저장온도 및 저장기간이 낮을수록 미생물의 생육이 낮은 경향으로 나타났다. 또한, 상대적으로 O<sub>2</sub> 함량이 CO<sub>2</sub> 함량보다 낮은 경우에 미생물의 성장속도가 더딘 것을 확인하였다. 본 연구결과에서는 방울토마토의 식품 저장의 단계에서 방법과 결과를 제공함으로써 보다 신선한 식품소재 및 원료를 공급하기 위한 기초자료로 활용될 수 있다고 판단된다.

### 국문초록

본 연구에서는 방울토마토를 이용하여 다양한 온도와 저장기간(0, 7, 그리고 14일) 및 포장재의 기체조성을 달리하여 품질 변화 및 대장균, 곰팡

이 그리고 효모와 같은 미생물의 오염도에 관해 분석하였다. 본 연구는 5℃, 10℃ 그리고 15℃의 상태에서 0일 7일 그리고 14일간 저장하여 pH, 색도 변화 및 미생물의 성장패턴을 확인하였다. 방울토마토의 pH의 변화에서는 기간에 따른 증가를 확인하였지만, 큰 차이는 보이지 않았다. 또한, 색도를 측정하였을 때도 기체조성과 온도에 독립적으로 밝기와 적색도 그리고 황색도에서 불규칙한 결과를 확인하였다. 미생물은 총균수, 대장균군수, 곰팡이 및 효모를 측정하였다. 혼합가스로 5℃, 10℃ 그리고 15℃의 상태에서 저장한 방울토마토의 미생물도 불규칙적인 성장패턴을 확인하였다. 그러나 산소함량에 비해 이산화탄소 함량이 많은 포장재에서 평균적으로 균의 성장 속도를 늦출 수 있는 것을 확인하였다. 따라서 본 연구는 저장이 우수한 최적의 기체조성 및 온도 등의 확립을 위한 기초자료로 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 말

본 연구는 농촌진흥청 2014년도 농업현장실용 화기술개발 사업의 지원에 의해 수행된 연구의 일부로써(PJ009376012014) 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Ali MS, Nakano K, Maezawa S (2004). Combined effect of heat treatment and modified atmosphere packaging on the color development of cherry tomato. *Postharvest Biol Technol* 34 (1):113-116.
- Anthon GE, LeStrange M, Baret DM (2011). Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *J Sci Food Agric* 91(7):1175-1178.
- Cho SD, Youn SJ, Kim DM, Kim GH (2008). Quality evaluation of fresh-cut lettuce during storage. *Korean J Food Nutr* 21(1):28-34.
- Choi WS, Ahn BJ, Kim YS, Kang HM, Lee JS, Lee YS (2013). Quality changes of cherry tomato with different chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>) gas treatments during storage. *J Korea Society of Packaging Sci & Technol* 19(1):17-27.
- Daş E, Gürakan GC, Bayindirli A (2006). Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella* Enteritidis on cherry tomatoes. *Food Microbiol* 23(5): 430-438.
- Davies JN, Hobson GE (1981). The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype. *Crit Rev Food Sci Nutr* 15(3):205-280.
- Hwang ES, Bowen PE (2004). Effects of tomatoes and lycopene on prostate cancer prevention and treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33 (2):455-462.
- Kim JH, Gu JR, Kim G, Choi S, Yang JY (2010). Effect of storage temperature on the quality of tomato. *Korean J Food Nutr* 23(3):428-433.
- Kim SR, Ji HS, Kim JK, Jeong HK (2011). Trend and outlook of fruit vegetables supply and demand. In: *Agricultural Outlook*, KREI, 613-662, Korea.
- Lee SH, Lee MS, Lee YW, Yeom HJ, Sun NK, Song KB (2004). Effect of packaging material and storage temperature on the quality of tomato and plum fruits. *Korean J Food Preserv* 11(2):135-141.
- Lee SY, Yu HY, Choi DS, Hur SJ (2013). A Study on the types and growth patterns of microorganisms and quality characteristics in cherry tomatoes and head lettuces according to storage period and temperature. *Korean J Food & Nutr*

- 26(4):700-705.
- Lopez Camelo AF, Gomez PA (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Hortic Bras* 22(3):534-537.
- Messina V, Domínguez PG, Sancho AM, Walsöe de Reça N, Carrari F, Grigioni G (2012). Tomato quality during short-term storage assessed by colour and electronic nose. *Int J Electrochem* 2012(1):1-7.
- Moon KD, Lee CH, Kim JK, Sohn TH (1992). Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO<sub>2</sub> treatment. *Korean J Food Sci Technol* 24(6):603-609.
- Park WP, Cho SH, Kim CH (2004). Quality characteristics of cherry tomatoes packaged with paper bag incorporated with antimicrobial agents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(8):1381-1384.
- Park HW, Kim SH, Cha HS, Kim YH, Lee SA, Pabie SM (2006). Freshness of tomatoes cultivated in egypt by packaging functional MA film. *J Korea Society of Packaging Sci & Technol* 12(1):41-44.
- Park HY, Ahn JA, Seo HJ, Choi HS (2011). Quality characteristics of small package *kimchi* according to packing material and storage temperature. *Korean J Food Cookery Sci* 27(1):63-73.
- Smith AF (1994). The tomato in America: Early History, Culture, and Cookery. University of Illinois Press, 224, Illinois.
- Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'eil K, McDowell J, Post LS, Borderck M (1990). Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *J Food Technol* 44(12):68-73.
- Son CY, Jung YJ, Lee IH, Kyoung JH, Lee JS, Kang KK (2011). Studies on genetic variation of soluble solids, acidity and carotenoid contents in tomato fruits from germplasm. *Korean J Plant Res* 24(2):195-199.
- Tijskens LMM, Evelo RG (1994). Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. *Postharvest Biol Technol* 4(1):85-98.

---

2014년 09월 30일 접수

2014년 10월 30일 1차 논문수정

2014년 11월 20일 2차 논문수정

2014년 11월 30일 3차 논문수정

2014년 12월 05일 논문게재확정