

## 수확후 감의 착색 촉진에 미치는 에틸렌 처리효과

이귀현 · 김기성  
강원대학교 농업공학부

### Effects of Ethylene Treatment on Accelerating Color Development of Postharvested Persimmons

Gwi-Hyun Lee and Ki-Sung Kim

Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University

#### Abstract

Optimum conditions of ethylene concentration and treatment temperature on accelerating color development of persimmon fruits(cv. Bansi and Tongcheolsi) were investigated by evaluating the change in color. Ethylene treatments(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm) were effective to increase the color difference ( $\Delta E$ ) of Bansi and Tongcheolsi due to acceleration of color development in comparison with control. The L value of Bansi treated with ethylene at 30°C was greatly decreased at the end of storage period in comparison with those treated at 15°C and 20°C. Also, the L value of Tongcheolsi treated with ethylene at 20°C and 30°C in comparison with 15°C was significantly lowered at the end of storage period due to acceleration of color development.

Key words: ethylene, color development, persimmon, Bansi, Tongcheolsi

#### 서 론

감의 원산지는 동아시아로 한국, 일본에서 현재 많이 재배되고 있다. 감은 뚝은감과 단감으로 크게 분류되며, 각기 많은 품종이 있다. 감의 뚝은 맛 성분은 타닌의 일종인 디옥스피린으로 뚝은감에는 1.1~1.5% 들어있고, 단감에는 미숙과의 경우 0.9% 함유하고 있으며 완숙과에는 0.2% 들어있다. 이러한 뚝은맛 성분은 과육 중에 존재하는 타닌세포속에 있으며 다른 부드러운 조직세포에는 없다. 뚝은감과 미숙과의 타닌세포막은 약해서 파괴되기 쉽고 또한 디옥스피린은 수용성이므로 뚝은맛을 띤다. 감의 탈삼은 자연적인 경우나 인공적인 경우나 일단 세포내 호흡에 의해 생긴 알콜이 감속의 효소인 알콜디하이드로게나제에 의하여 탈수되어 알세트알데히드로 되어 이것이 디옥스피린과 반응하여 불용성 성분으로 변화함으로써 이루어진다(한응수, 1997). 감의 인공 탈삼법에는 온탕 탈삼법, 알콜

탈삼법, 이산화탄소 탈삼법, 수상 탈삼법 등이 있으며, 카바이드를 사용하는 탈삼법이 재래적으로 많이 이용되어왔다. 그러나, 카바이드는 공업용으로 식품안정성에 상당한 문제가 있는 것으로 알려져 있다.

단감의 저장성 및 품질의 향상을 위해 수확전 ethphon, CPTA과 같은 식물생장조절제를 처리하는 경우가 있으며, 이들은 모두 성숙을 촉진시키는 것으로 알려져 있다(이용문, 1986). MGC-140은 과실의 착색을 조절할 수 있으며 저장성을 높일 수 있고(El-zeftawi, 1971), GA<sub>3</sub> 처리된 단감은 MGC-40 처리된 단감에 비해 경도가 높았음이 보고되었다(이용문 등, 1995). 또한 감의 저장기간을 연장시키기 위해 과실의 호흡과 밀봉재료에 의해 자연적으로 가스농도를 변화시키는 MAP 방법(Ben-Arie and Zutkhi, 1992; MacRae, 1987)이나 인위적으로 가스 농도의 조성을 조절하는 CA 방법(양용준, 1996)을 이용하는 경우도 있다. 그러나, 장기저장중 발생하는 과피 변색(흑변 및 갈변) 현상은 감의 저장중 발생하는 중요한 문제로 해결해야 할 큰 문제점으로 대두되고 있다.

에틸렌은 식물의 노화를 촉진하고, 그로 인한 다양

Corresponding author: Gwi-Hyun Lee, Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

한 생리적 현상을 일으키는 중요한 인자이지만 이러한 에틸렌의 생리적 작용을 이용하여 조기에 수확된 과실의 숙성을 촉진시켜 과일의 품질을 향상시키는데 이용할 수 있다(이승구, 1997). 특히, 에틸렌은 과실의 경우 생장은 완료되었으나 숙성되지 않아 상품가치가 낮은 때 출하전 에틸렌 처리로 숙성을 유도하여 상품가치를 높이는데 유용하게 쓰일 수 있다. 예로, 에틸렌 처리는 토마토(Kada, 1992), 바나나(Haard와 Salunkhe, 1975; Kader, 1992; Reid, 1992), 감, 망고, 파인애플, 감귤, 레몬 등의 상품성 향상을 위한 후숙 촉진에 이용될 수 있다. 이러한 에틸렌은 엽록소의 분해 촉진과 안토시아닌 또는 카르티노이드 색소의 합성을 유도함으로써 과실의 착색을 증진시켜 상품성을 향상시키는 효과를 얻을 수 있으며, 에틸렌 발생제인 ethephon을 이용하기도 한다(Rouhan *et al.*, 1975). 소비자들의 구매 의욕을 유발시키는 중요한 요소는 과실의 색깔이며 품질을 결정하는데 맛이나 조직감과 더불어 매우 중요한 특성이다. 우리나라의 감 수확은 대부분 녹색과인 성숙상태에서 이루어지며, 수확후 장기 저장에 들어가거나 또는 수확후 출하된다. 수확후 즉시 유통되는 감은 판매중에 자연히 노란색으로 숙성되면서 소비된다. 그러나, 성숙된 녹색기에 수확된 감에 짧은 기간 동안 에틸렌을 처리하여 출하하면 유통과정에서 착색이 촉진되어 노란색으로 균일하게 후숙된 상태에서 판매될 수 있다. 또한 현재까지 우리나라에서 이용하고 있지 않는 에틸렌 처리는 수확된 감의 탈사에 이용하여 상품성을 높일 수 있어 에틸렌의 활용이 기대된다.

본 연구의 목적은 성숙상태인 녹색기에 수확된 감의 상품성 향상을 위한 착색 촉진에 최적인 에틸렌 처리농도 및 처리온도 조건을 구명하는데 있다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 과실은 경상남도 창녕에서 수확한 감(cv., Bansi) 및 강원도 고성에서 수확한 감(cv., Tongcheolsi)을 실험재료 사용하였다. 실험재료의 균일성을 위해 크기가 고르고 손상이 없는 성숙된 균일한 숙도의 감을 선별하여 사용하였다. 에틸렌 처리는 4.5 L의 유리병에 5개의 시료를 넣고 밀폐시킨 후 순도 99.9%의 에틸렌을 유리병마개의 중앙에 설치된 고무마개(rubber stopper)를 통하여 1 mL주사기로 주입함으로써 행해졌다. 실험재료인 반시 및 동철시의 색도변화를 조사하기 위해 유리병에 넣기 전에 색도를 측정할 3곳의 위치를 지름 1 cm 크기로 표시하였다. 주입

된 에틸렌의 양은 유리병의 공기량과 주입되는 에틸렌의 체적비로 계산하였다.

본 실험은 에틸렌 농도 4수준 및 처리온도 3수준의 4×3 요인실험에 의해 수행되었다. 에틸렌 농도는 0 ppm(대조구), 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm이었으며, 처리온도는 반시의 경우 15°C, 20°C, 30°C였으며, 동철시는 10°C, 20°C, 30°C였다. 반시 및 동철시의 에틸렌 처리기간은 3일이었고, 에틸렌 처리후 반시는 1~2 일, 동철시는 2일 동안 각각 에틸렌 처리 없이 항온항습기(MIR-553, Japan)에 저장하였다. 에틸렌 처리 및 처리 후 저장기간 동안 반시 및 동철시의 색도 변화를 조사하기 위해 색도계(CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 색도 좌표계에 있어서 a 값은 적색의 정도를, b 값은 황색의 정도를, L 값은 명도를 나타내며, 측정된 L, a, b 값은 다음의 식으로 색도차, ΔE를 계산하는데 사용하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

반시 및 동철시의 착색촉진에 미치는 에틸렌 처리농도 및 처리온도의 효과를 분석하기 위해 저장 4일째 날 각 처리 결과에 대해 얻어진 과실의 색도차, ΔE를 통계분석 하였다(SAS Institute, Inc., 1991).

## 결과 및 고찰

반시의 착색 촉진을 위한 에틸렌 처리 효과

에틸렌 처리농도가 반시의 색도차에 미치는 영향을 통계분석 하여 Table 1에 나타내었다. 각 각의 에틸렌 처리농도(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm)간에는 반시의 색도차에 미치는 유의차가 없었으나, 에틸렌 처리되지 않은 반시에 비해 큰 효과를 나타냈다. 즉, 에틸렌 처리는 무처리보다 반시의 착색 촉진을 유도하여 색도를 발달시켰기 때문인 것으로 사료된다.

각각의 저장온도에서 에틸렌 처리된 반시의 색도, L 값의 변화 과정을 Fig. 1에 나타내었다. 에틸렌 처리된 반시의 L 값은 대체로 저장 후기로 가면서 매우

**Table 1. Effects of ethylene concentration on color difference (ΔE)**

Treatment	DE
50 ppm	16.66 a
100 ppm	14.08 a
200 ppm	14.28 a
Control	9.38 b

Mean separation within columns by Duncan's Multiple range test, 5% level. Data are means of 15 observations.

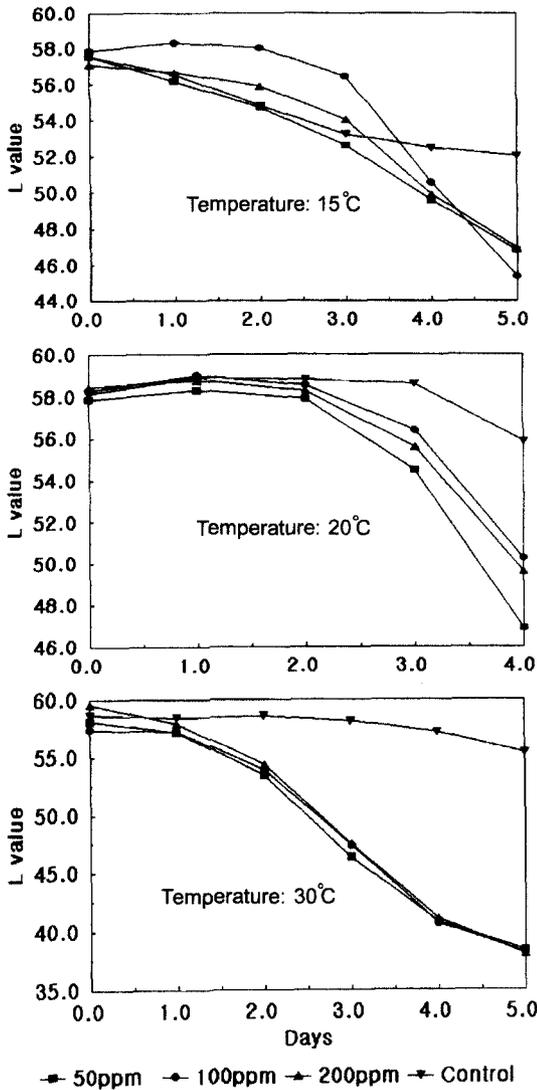


Fig. 1. The changes in L value with various ethylene concentrations and treatment temperatures.

낮아지는 경향을 보이고 있으며, 특히 에틸렌 처리된 반시는 대조구에 비해 L 값(명도)이 매우 낮아지는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 에틸렌 처리된 반시가 처리되지 않은 반시에 비해 착색이 크게 촉진된 결과로 보여진다. 또한, 에틸렌 처리된 반시의 L 값은 저장 후기에 온도가 15°C 및 20°C 일 때보다 30°C 일 때 크게 감소하였으며, 이것은 30°C에서 에틸렌 처리 효과가 매우 컸기 때문인 것으로 사료된다. 즉, 감과 실은 녹색상태로부터 숙성이 진행됨에 따라 오렌지색이 진해지고 또한 리코펜 색소의 생성으로 붉어지면서 색도, L값이 낮아지며(Coggins *et al.*, 1970; Elahi

Table 2. Main effect of treatment temperature on color difference ( $\Delta E$ )

Treatment	$\Delta E$
10°C	10.44 a
20°C	24.91 b
30°C	37.16 c

Mean separation within columns by Duncan's Multiple range test, 5% level. Data are means of 16 observations.

Table 3. Main effect of ethylene concentration on color difference ( $\Delta E$ )

Treatment	$\Delta E$
50 ppm	27.37 a
100 ppm	29.72 a
200 ppm	26.86 a
Control	12.74 b

Mean separation within columns by Duncan's Multiple range test, 5% level. Data are means of 12 observations.

*et al.*, 1973), 이러한 착색 촉진 현상은 30°C에서 에틸렌 처리할 때 효과가 큰 것으로 나타났다.

등철시의 착색 촉진을 위한 에틸렌 처리 효과

등철시의 색도차( $\Delta E$ )에 미치는 에틸렌 처리온도 및 처리농도의 주 효과를 Table 2 및 Table 3에 나타내었다. 에틸렌 처리온도가 등철시의 색도차에 미치는 효과는 10°C, 20°C, 30°C 순이었다(Table 2). 그러므로, 30°C에서 에틸렌 처리하는 것이 등철시의 착색을 촉진시켜 에틸렌 처리전과 처리후의 색도차를 크게 하는데 효과가 있었다. 등철시의 색도차에 미치는 영향에 대한 에틸렌 처리 농도간의 유의차는 없었으나, 에틸렌 처리가 무처리에 비해서 큰 영향을 미쳤다(Table 3). 각각의 처리온도에 대해 각 에틸렌 처리농도간의 유의차가 있는지를 조사하기 위해 통계 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 분석결과 각각의 처리온도(10°C, 20°C, 30°C)에 있어서 에틸렌 처리농도(50 ppm,

Table 4. Effects of ethylene concentration and treatment temperature on color difference ( $\Delta E$ )

Ethylene	Temperature		
	10°C	20°C	30°C
50 ppm	10.70 a	30.28 a	41.14 a
100 ppm	12.15 a	35.40 a	41.61 a
200 ppm	13.55 a	28.78 a	38.74 a
Control	5.38 b	5.69 b	27.14 b

Mean separation within columns by Duncan's Multiple range test, 5% level. Data are means of 5 observations.

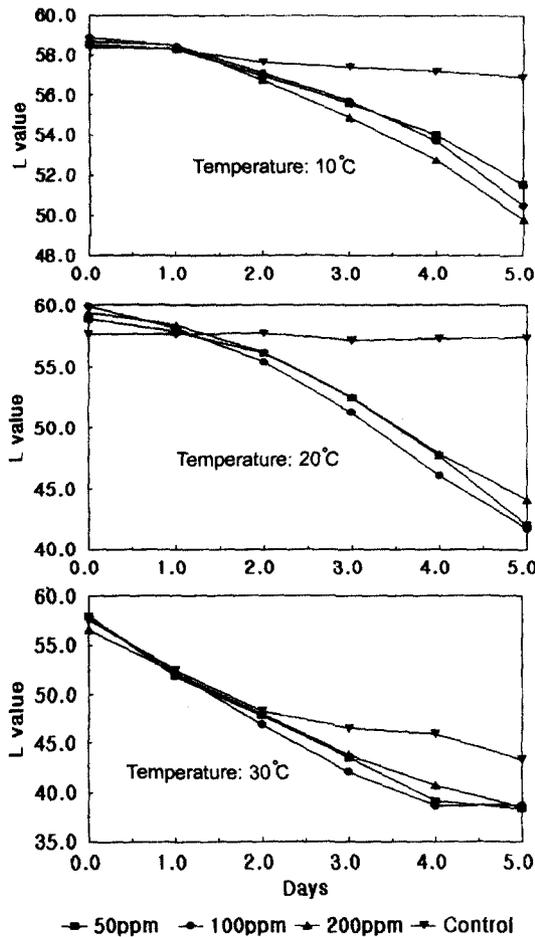


Fig. 2. The changes in L value with various ethylene concentrations and treatment temperatures.

100 ppm, 200 ppm)간에는 동철시의 색도차,  $\Delta E$ 에 미치는 유의차가 없었으나, 모든 처리온도에서 에틸렌 처리는 대조구보다 동철시의 색도차에 큰 영향을 미쳤다. 즉, 이러한 결과를 종합해보면 실험에 적용된 어떤 에틸렌 농도(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm)든 에틸렌 처리가 무처리 보다 동철시의 착색 촉진으로 인한 색도차를 크게 하는데 효과적이었으며, 특히 30°C에서 에틸렌 처리하는 것이 20°C 및 10°C에서 처리하는 것보다 큰 효과가 있었다.

각각의 처리온도에서 에틸렌 처리된 동철시의 L 값 변화 과정을 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 각각의 저장온도에 있어서 에틸렌 처리된 동철시의 L 값은 저장 후기로 갈수록 대조구 보다 크게 낮았다. 이러한 결과는 반시의 경우와 같이 에틸렌 처리된 동철시는 처리되지 않은 것 보다 착색이 크게 촉진되었기

때문인 것으로 사료된다. 또한, 저장 후기에 L 값의 감소 정도는 처리온도가 10°C 일 때보다는 20°C 및 30°C 일 때가 더 컸으며, 이는 에틸렌 처리로 인한 착색 촉진에 의해 동철시의 과피색이 녹색에서 오렌지색으로 진행되면서 붉어져 명도(L 값)가 감소된 결과로 사료된다. 이러한 결과는 CPAT 처리로 리코펜 색소가 형성되어 과실이 홍색을 띠게 되는 것과 비슷한 효과 때문인 것으로 사료된다(Coggins *et al.*, 1970; Elahi *et al.*, 1973; Yokoma *et al.*, 1971)

## 요 약

수확후 반시 및 동철시의 착색 촉진을 위한 최적의 에틸렌 처리농도 및 처리온도 조건을 조사하였다. 에틸렌 처리(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm)는 무처리 보다 반시의 착색 촉진으로 인해 처리전과의 색도차가 크게 나타났다. 저장 후기로 갈수록 에틸렌 처리된 반시의 L 값(명도)은 온도가 15°C 및 20°C 일 때보다 30°C 일 때 크게 감소하였으며, 이것은 30°C에서 에틸렌 처리 효과가 매우 컸기 때문인 것으로 사료된다. 실험에 적용된 어떤 에틸렌 농도(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm)든 에틸렌 처리가 무처리 보다 동철시의 착색 촉진으로 인한 색도차를 크게 하는데 효과적이었으며, 특히 30°C에서 에틸렌 처리하는 것이 20°C 및 10°C에서 처리하는 것보다 큰 효과가 있었다. 에틸렌 처리 후 저장 후기에 L 값의 감소 정도는 처리온도가 10°C 일 때보다는 20°C 및 30°C 일 때가 더 컸다. 이러한 저장 후기에서의 L 값 감소 정도가 크게 나타나는 것은 에틸렌 처리로 인한 착색 촉진에 의해 반시 및 동철시의 과피색이 녹색에서 오렌지색으로 진행되면서 붉어져 명도(L 값)가 감소된 결과로 사료된다.

## 감사의글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산물특정연구사업의 연구결과 중 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

- 양용준, 1996. '부유' 단감의 저온 및 CA 저장중 과피내 엽록소와 카로티노이드 함량변화. *한원지* 37(4): 544-547  
 이용문, 1986. 단감과실성숙 및 저장에 미치는 연구. *동아대 한농기연* 7(1): 9-16  
 이용문, 장선주, 이용재, 1997. MGC-140과 GA<sub>3</sub> 수확전 살포 처리가 '부유' 단감의 저장 중 품질에 미치는 영향. *한원지* 38(2): 157-161  
 이승구, 1997. 원예작물의 수확후 생리. 성균사, 수원, 대한

- 민국  
한용수. 1997. 청과물 저장과 가공기술. 유림문화사, 서울, 대한민국
- Ben-Arie, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. *HortSci.* **27**(7): 811-813
- Coggins, C. W., Jr. G. L. Heming, and H. Yokoyama. 1970. Lycopene accumulation induced by 2-(4-chlorophenylthio)-triethylamine hydrochlorid. *Science* **168**: 1589-1590
- Elahi, M. T., H. Lee., K. L. Simpson, and C. O. Chester. 1973. Effect of CPTA and cycocel on the biosynthesis of carotenoids by phycomyces blokesleeanus mutants. *Phytochemistry* **12**: 1633-1639
- El-zeftawi, B. M. 1971. Some effects of GA and 2,4-D on Navel oranges. *Journal of the Australian Institute of Agr. Sci.* **37**(2): 151-153
- Haard, N. F. and D. K. Salunkhe. 1975. *Postharvest Biology and Handling of Fruits and Vegetables*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn., USA
- Kader, A. A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. A. A. Kader(ed.). Univ. of California, Davis, CA, USA. pp15-20
- MacRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zealand J. Expt. Agr.* **15**: 333-334
- Reid, M. S. 1992. Ethylene in postharvest technology. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. A. A. Kader(ed.). Univ. of California, Davis, CA, USA. pp. 97-108
- Rouhan, I., A. Bassiri, and B. Shaybany. 1975. Effect of postharvest ethephon applications on ripening and physiology of persimmon fruits at various stages of maturity. *J. Hort. Sci.* **50**: 73-79
- SAS Institute, Inc. 1991. *SAS System for Linear Model*. 3rd ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA
- Yokoma, H., C. W. Coggins, Jr., and G. L. Henning. 1971. The effect of 2-(4-chlorophenylthio)-triethylamine hydrochloride on the formation of carotenoids in citrus. *Phytochemistry* **10**: 1831-1834