

## 수확 후 고온처리가 참외의 저온장해 완화와 저장성 향상에 미치는 영향<sup>1)</sup>

강호민\* · 박권우<sup>1</sup> · 김일섭  
강원대학교 원예학과, <sup>1</sup>고려대학교 생명산업과학부

### Effects of Postharvest Heat Treatment on Alleviation Chilling Injury and Improvement Storability of Oriental Melon

Ho-Min Kang\*, Kuen-Woo Park<sup>1</sup>, and Il Sop Kim

Dept of Horticulture, Kangwon Nat. Univ., Chunchon 200-701, Korea

<sup>1</sup>Division of Bioscience and Technology, Korea Univ., Seoul 136-701, Korea

**Abstract.** Oriental melons hold at 38°C for 48 hours before storage increased their soluble solid, titratable acidity, vitamin C contents and  $\alpha$ -tocopherol activity. These heat treated oriental melons maintained lower production of carbon dioxide, ethylene and acetaldehyde and loss of fresh weight than untreated them, called control, during 3°C MA storage. After 39 days in storage, the last day of storage, visual quality and internal quality, such as firmness, soluble solid, titratable acidity, vitamin C and  $\alpha$ -tocopherol activity, showed higher in heat treated oriental melons. Especially, Ion leakage of flesh, index of chilling injury, increased remarkably in control, so that heat treatment had to alleviate chilling injury in oriental melon. Moreover, while *Alternaria* rot was shown in control plot after 25 days in 3°C MA storage, oriental melons treated heat were not appeared any decomposition after 39 days in 3°C MA storage. As storage life of oriental melon was calculated by regression equation between visual quality and days in storage, that was longer 8 days in heat treated than control. Consequently, heat treatment that was mild, 38°C and long period, 48 hours, executed before storage, sterilized surface alleviated chilling injury and lengthened storage life in oriental melons.

**Key words :** carbon dioxide, ethylene and acetaldehyde, *Alternaria* rot, ion leakage, storage life

\*Corresponding author

<sup>1</sup>본 연구는 강원대학교 농업과학연구소의 지원에 의해 수행되었음.

## 서 언

참외(*Cucumis melo* var. *makuwa*)는 수박과 함께 대표적인 우리나라 여름철 과채류로, 서양계 멜론과 달리 아삭거리고 당도가 높고 무기질, 비타민 함량이 높다(R.D.A., 1993). 국내에서는 참외의 재배적 측면에서 품질향상과 관련된 연구(Shin과 Lee, 1997a, 1997b; Sin 등, 1991)는 많이 수행되었으나 저장관련에서는 Lee 등(1974), 그리고 Kang과 Park(2000)의 MA저장 논문이 전부이다. 과채류나 과실의 저장성 향상을 위한 방법으로 살균과 저온장해 완화 효과가 있는 고온처리는 토마토(Lurie와 Klein, 1991), 오이

(Hiroe, 1985), 사과(Klein과 Lurie, 1990), 배(Hong과 Lee, 1997) 등에서 이미 연구된 바 있다. 그러나 참외와 같은 종인 머스크 멜론에 있어서도 살균효과를 위해 주로 실시되었는데 1960년대부터 주로 살균제로 부패 방제 처리하다가 1970년에 Stewart와 Wells가 Cantaloupe를 135 °F(57.2°C)에서 열탕처리하여 살균제를 대신한 부패억제효과를 발견하였으며, 그 후 Teitel 등(1991) 그리고 Mayberry와 Hartz(1992)에 의해 열탕처리와 MA저장방법이 병행되어 부패억제와 함께 저장수명을 연장시켰다. 그러나 이 실험에서는 열탕처리로 인한 살균효과에 초점을 맞추었기 때문에 저온장해 완화에 관한 내용은 찾아볼 수 없었다. 따라서 본 실험

험에서는 기존에 참외와 같은 과에 속한 식물인 오이와 과실의 모양과 크기가 유사한 토마토에 실시한 수확 후 열처리 조건을 참외에 적용하여 저온저장 중 저온장해를 완화하며 저장성 향상시키고자 하였다.

### 재료 및 방법

고려대학교 온실에서 토양재배한 ‘금보라 참외’(중양종묘)를果皮색이 Hunt a값은 -7, b값은 36 이상인 것만 수확하였다. 기존의 멜론의 경우 고온에서 단시간 처리하였으나(Mayberry와 Hartz, 1992; Stewart와 Wells, 1970; Teitel 등, 1991), 본 실험에서는 기존의 연구에서 저온장해 완화에 효과가 컸던 오이의 38°C, 1일(Hirose, 1985)과 토마토의 38°C, 3일(Lurie와 Klein, 1991)의 중간수준인 38°C 항온기에서(상대습도 90% 이상) 2일간 고온처리하였다. 대조구(고온처리하지 않은 참외)는 고온처리 종료시 수확하였다. 고온처리구와 대조구의 참외는 모두 3°C 저온고에서 과실품온이 5°C까지 통풍예냉한 후 실험에 사용하였다. 고온처리구와 대조구 참외는 Kang과 Park(2000)의 보고에서 참외 저온저장에서 가장 우수한 성적을 보인 ceramic 40 µm 필름(CE 40)으로 포장하여 3°C에서 저장하였다. 저장 후 6일 간격으로 생체중 감소와 포장내 이산화탄소, 에틸렌, 아세트알데히드 함량과 발생량을 gas chromatography(HP 5890II, Hewlett-Packard, USA)를 이용하여 측정하였다(Kang과 Park, 2000). 그밖에 저장 최종일에 Instron(Model 1101, Instron LTD, England)을 사용하여 경도를 측정하였고, 당도측정에는 hand refractometer(ATAGO NI, Japan)를 이용하였고 적정산도는 NaOH로 적정하여 % citric acid의 양으로 표시하였으며 비타민 C 함량은 형광광도법(AOAC, 1995)을 이용하여 측정하였다. α-tocopherol의 활성은 Meir와 Bramlage(1988)의 방법으로 조사하였다. 저온장해 정도를 알아보기 위해 전기전도도계(Suntex SC-12, Japan)로 참외 과육의 이온 용출량을 측정하였다(Kang과 Park, 2000). 외관상 품질은 저장전 신선한 상태를 5점, 판매가능한 상태를 3점, 그리고 폐기상태를 1점으로 하였다. 통계 분석은 평균과의 차이를 나타낸 표준편차와 SAS(SAS Institute, 1987) program을 이용한 Duncan의 다중검정을 하였으며, Microsoft Excel 2002 program을 사용하여 회귀식을 얻었다.

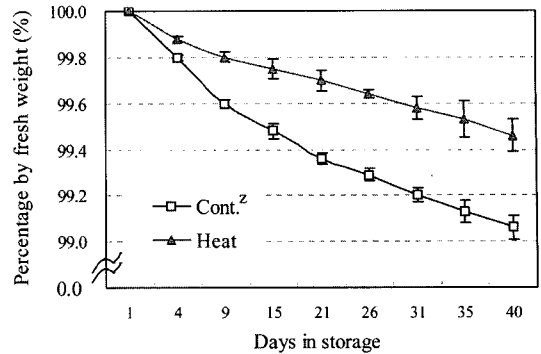


Fig. 1. Changes in fresh weight during storage of oriental melon fruit at 3°C as influenced by heat treatment. Vertical bars represent ±SD from the mean (n=5).

<sup>2</sup> Cont : Non-heat treated oriental melon fruits.

Heat : hold 48 hrs at 38°C chamber (R.H. over 90%).

### 결과 및 고찰

참외와 같은 종인 머스크 멜론의 경우 5% 이상의 생체중 감소가 발생하면 상품성을 잃는다고 하는데(Lester등, 1988) 본 실험에서는 저장온도가 3°C였고 40 µm의 ceramic film으로 포장하였기 때문에 수분손실이 거의 발생하지 않아 모든 처리에서 1%미만의 감소를 보였다. 처리별로는 대조구가 가장 많은 0.95%의 감소를 보였으며 고온처리는 0.63%의 생체중 감소를 보여 고온처리에 의해 생체중 감소가 완화되는 결과를 보였다(Fig. 1). 그러나 수확후 고온처리구는 고온처리(38°C, 2일) 동안 2%의 생체중 감소가 발생하여(데이터 표시하지 않음) 저장 전에 품질이 다소 저하되었다.

3°C 저장중에 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)발생량은 대조구에서 높았는데 저장 25일까지는 감소하는 경향을 보이다가 이후 급격히 증가하는 양상을 보였다. 고온처리구는 저장 초부터 낮은 이산화탄소 발생량을 보이며 25일 이후에도 급격한 증가를 보이지 않았다(Fig. 2A).

이렇게 대조구의 이산화탄소 발생량이 높은 것은 저온장해의 증상으로 보여지는데, 저온장해로 나타나는 호흡의 증가는 오이(Eaks와 Morris, 1956), 토마토과실(Autio와 Bramlage, 1986)등에서 이미 보고된 바 있다. 또한 이러한 저온장해로 나타나는 호흡량의 증가는 수확후 열처리로 완화시킬 수 있다고 하였는데(McCollum 등, 1993) 본 실험의 결과와 일치하였다.

에틸렌 발생량 증가 역시 사과, 배, 오이, 아보카도

수확 후 고온처리가 참외의 저온장해 완화와 저장성 향상에 미치는 영향

등 여러 작물에서 저온장해현상으로 보고되었는데 (Abeles 등, 1992), 본 실험에서 참외과실의 에틸렌 ( $C_2H_4$ ) 발생량도 저온장해를 입은 것으로 보이는 대조구에서 전 저장기간 동안 고온처리구 보다 높은 발생량을 보였다(Fig. 2B). 고온처리구의 에틸렌 발생량은 저장초기부터 낮았는데 이는 고온처리한 참외의 경우 38°C의 고온처리로 에틸렌 생합성이 억제된 상태에서 바로 5°C에서 예냉한 후 3°C의 저장조건에 놓였기 때문에 에틸렌 생합성이 정상적인 상태로 되돌아가지 못하였기 때문이라 생각된다. Lurie와 Klein(1992)의 실험에서도 수확후 열처리한 녹숙토마토의 에틸렌 발생량

이 12°C 저장에서도 초기에는 매우 적었다. 또한 대조구는 3°C의 저장온도에서 저온장해현상으로 에틸렌의 급증하였던 것으로 사료된다. Kimmerer와 Kozlowski (1982)의 연구에서 보면 여러 종류의 스트레스로 아세트알데히드, 에탄올, 에틸렌, 이산화탄소의 발생량이 증가하는 것을 발견하였으며, 스트레스로 인해 나타나는 necrosis 면적과 에틸렌아세트알데히드, 에탄올은 necrosis 면적이 70~80%가 될 때까지는 정의 상관관계를 나타내었다고 하였다. 본 실험에서 저장 1일째에는 고온처리구가 대조구에 비해 아세트알데히드( $CH_3CHO$ )의 발생량이 높았던 것은 고온처리중 참외과실이 고온 스트레스를 받았다는 것을 간접적으로 나타내는 것이다. 저장중의 아세트알데히드 발생량은 저장기간동안 대조구에서 높았고, 고온처리가 낮은 수준을 보였다(Fig. 2C). 배에서도 이러한 현상을 나타났다고 하는데, 저온저장이 끝난 배를 20°C에서 3일간 저장한 후에 배과육에서 방향물질을 분석해 보면 저온장해를 입은 배과육에서는 아세트알데히드와 에탄올 함량은 초기값에 비해 증가하였다(Schirra 등, 1997)고 한다. 아세트알데히드의 발생량으로 볼 때, 고온처리가 모두 저온장해 정도를 완화한 것으로 보여졌다.

열처리에 의한 참외과실의 품질 변화와 저장 중 변화 양상을 살펴보았는데, 먼저 저장전 경도를 보면, 고온처리구가 대조구에 비해 낮았다. 이는 38°C에서 24시간동안의 고온처리로 나타난 참외과실의 수분손실(생체중이 2% 감소, 데이터 표시 없음)과 고온의 스트레스로 조직이 손상이 그 원인으로 생각된다. 그러나 저장 최종일에 경도를 보면 대조구에 비해 고온처리구에서 높게 유지되었다(Table 1). 저장중 경도감소의 원인은 일반적으로 수분손실과 에틸렌의 영향으로 보는데 0.5%의 수분손실은 polygalacturonase 등의 펙틴

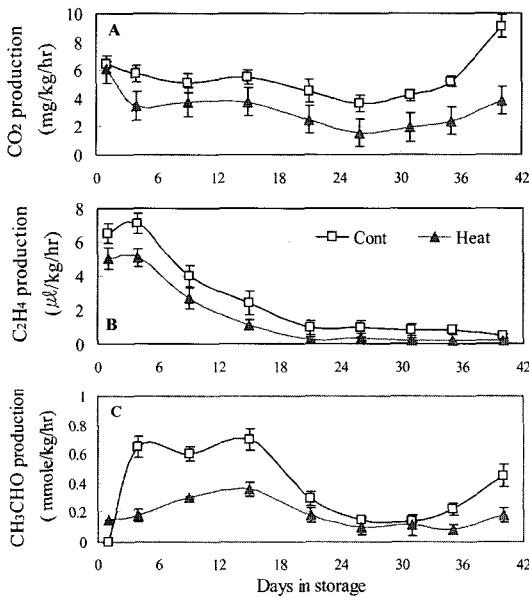


Fig. 2. Changes in carbon dioxide( $CO_2$ ), ethylene( $C_2H_4$ ), and acetaldehyde ( $CH_3CHO$ ) production during storage of oriental melon fruit at 3°C as influenced by heat treatment. Vertical bars represent  $\pm$ SD from the mean (n=5).

Table 1. The effects of heat treatments on internal quality, such as firmness, soluble solid, titratable acidity, visual quality and storage life of oriental melon in final day(39 days) at 3°C storage.

Treatment <sup>z</sup>	Firmness (N)		Soluble solid (°Brix)		Titratable acidity (% citric acid)		Vitamin C content(mg 100 g FW)				$\alpha$ -tocopherol activity of peel ( $\mu$ g·ml <sup>-1</sup> )	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final	Flesh		Peel		Initial	Final
							Initial	Final	Initial	Final		
Cont	194a <sup>x</sup>	147b	10.3b	8.9b	0.141a	0.095a	13.4a <sup>y</sup>	11.4a	7.2b	1.9b	65.7ab	29.7b
Heat	185b	157a	11.8a	10.5a	0.146a	0.113a	13.1a	11.6a	7.6a	2.9a	71.0a	38.0a

<sup>z</sup>See Fig. 1.

<sup>y</sup>5-Excellent, 3-moderate(marketable), 1-very poor unsalable.

<sup>x</sup>Means separation within columns by DMRT, at the 5% level.

가수분해 효소의 활성을 증가시키며(Lee, 1996). 또한 에틸렌은 polygalacturonase와 같은 펙틴 가수분해 효소의 활성화와 같은 과실의 노화를 촉진하여 정도감소의 원인이 된다고 한다(Abeles 등, 1992). 따라서 본 실험에서도 대조구의 저장중 에틸렌 발생량과 생체중 감소가 가장 많았던 대조구에서 정도감소가 가장 컸던 원인이라 생각된다. Porritt와 Lidster(1978)는 사과를 38°C에서 고온처리할 경우 저장전 초기경도는 대조구보다 낮았으나, 4개월 저장후에 고온처리기간이 길수록 경도는 높게 유지되었다고 하였고, Hong과 Lee(1997)는 배를 90°C에서 15분과 48°C에서 3시간동안 고온처리하였을때 저장전 경도는 대조구와 같은 수준이었으나 저장 중에는 열처리구에서 높게 유지되었다고 하였다.

당도와 산도는 고온처리시 증가하는 경향이었는데, 특히 당도의 경우 그 증가폭이 컸다(Table 1). 이러한 결과는 기존의 녹속토마토의 수확후 고온처리 실험에서 찾아볼 수 있었다(Lurie and Klein, 1992). 본 실험의 경우 수확후 38~40°C의 고온처리는 참외과피색을 더욱 노랗게 하였는데 처리전에 hunt a, b 값이 각각 -7.1, 36.7였던 것이 고온처리후에는 -4.3, 37.4로 더욱 노랗게 되었다. 이러한 과색의 변화는 성숙을 의미하는데 고온처리를 통한 이러한 성숙은 과실의 당도를 증가시켰을 것이라 생각된다. 일반적으로 과실의 성숙에 따른 당과 산의 변화를 보면 당은 모든 과실에서 성숙중 증가하지만 적정산도의 경우 작물에 따라 다르게 나타나는데 citrus나 사과 등의 과실은 대부분 성숙하면서 적정산도가 감소하지만 파인애플, 바나나 등과 같이 과실에 신맛이 많지 않는 과실은 성숙중 오히려 적정산도가 증가한다(Seymour 등, 1993)고 하였다.

저장 최종일에 당산의 변화를 보면 당도의 경우는 처리간 큰 차이가 없었으나 적정산도는 대조구에서 그 감소폭이 컸는데, 이는 저온저장중 호흡속도가 가장 빨랐던 대조구에서 TCA cycle의 citric acid나 malic acid 등 유기산의 소비가 많았기 때문이라 생각된다. 이와 같은 이산화탄소 발생의 증가로 과실의 TCA cycle 중 malic acid나 citric acid와 같은 유기산의 과도한 소비가 이루어져 과실의 산도가 감소한 경우는 사과에서 보고된 바 있으며(Klein과 Lurie, 1990), 참외의 MA 저장에서도 호흡기질로 당보다 산의 소모가 많았다(Lee 등, 1974)고 하였다.

저장전 참외 과육의 비타민 C의 함량은 대조구에

비해 고온처리하는 다소 감소하였다. 이는 수확후 고온처리의 스트레스를 해소하기 위해 항산화제인 비타민 C를 소비하였기 때문으로 보인다. 기존의 오이의 고온처리 실험(Kwon 등, 1999)에서도 수확후 고온처리시 같은 경향을 보였다. 저장 39일째에 과육의 비타민 C 함량 역시 수확전 고온처리가 가장 높았으며, 수확후 고온처리는 대조구보다 다소 높은 함량을 보였으나 통계적 차이는 없어 수확후 고온처리는 참외과육의 수용성 항산화제인 비타민 C의 함량증가나 저장중 함량유지에는 효과가 없었다. 그러나 참외 과피의 비타민 C는 다소 다른 경향을 보였는데 수확후 고온처리가 수확전 고온처리보다는 그 효과가 적었으나 저장전 후 모두 대조구보다는 높은 함량을 보였으며, 특히 저장후 비타민 C 함량유지에 있어서는 효과적이었다(Table 1). 이와 같이 수확후 고온처리에 있어 과피와 과육의 항산화제함량에 차이가 있는 것은 고온처리의 영향이 과실의 부위에 따라 미치는 정도가 다르기 때문으로 보이는데, 참외과실의 38°C의 고온처리를 할 경우 처리 후 24시간 이후에 과실의 온도를 측정해본 결과 과피쪽은 37.5°C인데 반해 과육쪽은 36.0°C였다. 또한 저온장해도 pitting이나, sunken area와 같이 주로 과피쪽에서 발생하므로 고온처리의 효과 또한 과피쪽에 영향을 많이 줄 것이라 생각된다. Mozafar(1993)는 항산화제인 비타민 C가 산화적 스트레스를 받은 식물에서 축적되는 free radicals를 제거해서 저온에 대한 내성을 가지게 한다는 가설을 세웠는데, 본 실험에서도 수확전, 후에 증가한 과피의 비타민 C는 참외의 저온장해현상을 완화하는데 영향을 주었던 것이라 생각된다. 저온장해에 완화에 대한 비타민 C와 같은 수용성 항산화제의 효과뿐만 아니라 지용성 항산화제인  $\alpha$ -tocopherol에 대한 보고도 있었는데, anti-GA계 물질인 paclobutrazol처리시 저온장해완화를 보인 피망에서 세포막의 지용성 항산화제인  $\alpha$ -tocopherol 함량의 증가로 저온의 스트레스에 대한 내성이 향상되었다고 하였다(Lurie 등, 1995). 본 실험에서 고온처리시 참외과피의  $\alpha$ -tocopherol 활성도 증가하였고, 3°C저장 39일 후에도 고온처리구의  $\alpha$ -tocopherol 활성이 대조구에 비해 높게 유지되었다(Table 1). 이와 같은 고온처리를 통한 수용성 및 지용성 항산화제의 증가는 저온장해완화의 기작을 설명하는데 좋은 자료가 될 수 있을 것이라 사료된다.

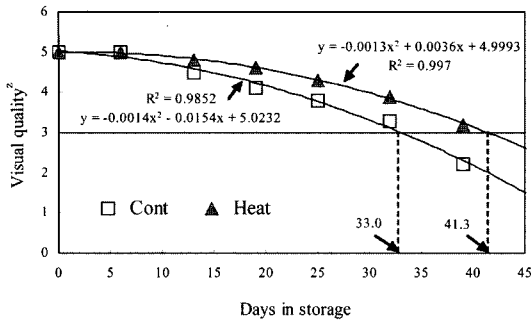


Fig. 3. Changes in visual quality during storage of oriental melon fruit at 3°C as influenced by heat treatment. Arrow point numbers, 32.9(cont) and 41.8(heat) were storage life calculated by equation shown in graph.

저장 최종일에 외관 품질을 비교해 보면 대조구는 저장 39일째에 2.2로 판매가 어려운 상태가 되었으나, 고온처리는 3.2로 판매가능한 품질을 유지하고 있었다 (Fig. 3). 대조구의 경우 참외의 저온장해으로 알려진 *Alternaria rot*로 보이는 부패가 발생하여(데이터 표시 없음) 외관상 품질을 저하시켰다. 이러한 참외 과실 표피의 *Alternaria rot*의 발생은 soaking(수침상 반점)이 나타난 지점의 조직 연화에 의한 침투로 다른 멜론계 작물에서도 대표적인 저온장해 증상으로 나타난다 (Snowdon, 1991).

이에 반해 고온처리구는 저온장해는 물론 저장부패 균도 발생하지 않아 저장 39일까지도 좋은 품질을 유지할 수 있었다. 이러한 외관품질을 고려하여 판매가능 단계로 본 외관상 점수 3점이 되는 저장일을 계산하여 저장수명을 결정하면 대조구는 33.0일, 고온처리구는 41.3일이었다(Fig. 3).

저장전 전해질 용출량은 처리간 9% 내외로 통계적 차이는 없었으나 대조구가 낮았다. 그러나 저장 39일 후의 전해질 용출량을 보면, 대조구는 20% 이상이었으나 고온처리는 12%로 낮은 전해질 용출량을 보였다 (Fig. 4). 참외의 경우는 저온장해현상의 지표로서의 전해질 용출량에 대한 보고는 없었으나 Lester 등(1988)이 머스크 멜론을 수확후 45°C에서 0, 1.5, 3시간동안 열처리하여 저장중 전해질 용출량을 측정하였는데 그의 실험에서는 저장초기에는 1.5, 3시간 열처리구의 전해질 용출량이 많았고, 저장후기에 고온처리구의 전해질 용출량의 증가폭은 작아졌으나 대조구보다 낮게 나타나지는 않았다. 그의 실험에서는 열처리를 통한 전

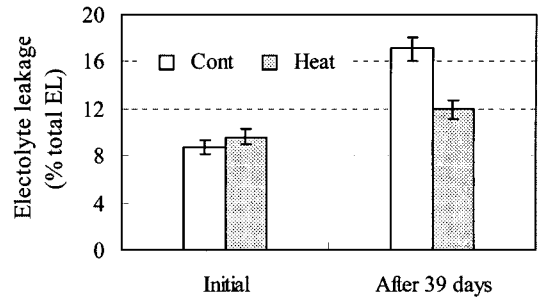


Fig. 4. The effects of heat treatments on electrolyte leakage of oriental melon at 3°C storage. Vertical bars represent  $\pm$ SD from the mean (n=5).

해질 용출량의 감소가 나타나지 않았는데 이는 열처리 온도는 45°C로 높았으나 처리시간이 1.5~3시간으로 짧아 충분한 열처리 효과가 나타나지 않았던 것으로 보인다. 또한 이러한 열처리는 주로 살균효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Barkai-Golan, 1973; Teitel 등, 1991). 본 실험에서는 참외와 같은 박과채소인 오이의 기존 열처리조건(36~40°C: Hirose, 1985)을 적용하여 전해질 용출량의 증가가 억제되었으므로 참외의 경우 고온처리를 통해 저온장해를 완화하기 위해서는 고온에서 단시간 처리하는 것보다 비교적 저온(38~40°C)에서 장기간(2일 내외) 처리하는 것이 효과적이라 사료된다.

## 적 요

저장전 고온처리(38°C, 48시간)는 참외의 당도, 산도, 비타민 C의 함량과  $\alpha$ -tocopherol 활성을 높였으며, 3°C의 MA저장중 생체중 감소 이산화탄소, 에틸렌그리고 아세트알데히드 발생량을 낮게 유지시켰다. 또한 저장후 외관상 품질, 경도, 당도, 산도, 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 활성 등 내적품질이 고온처리한 참외에서 높은 수준을 유지하였는데 특히 저온장해정도를 알 수 있는 이온용출량이 고온처리구에서 낮아 수확후 고온처리로 저온장해가 완화되었음을 알 수 있었다. 고온처리를 하지 않은 대조구는 저장 25일부터 *Alternaria rot*이 발견되었으나 고온처리구는 저장 종료일인 39일까지 부패가 발견되지 않았으며 외관상 품질에 대한 저장일수로 세운 회귀식에 의하면 저장수명이 고온처리구에서 8일 이상 연장되었다. 참외의 경우 저장전 38°C의 낮은 고온에서 장시간 열처리를 함으로써 살균효과 저온장해 완화효과와

더불어 수명연장까지 얻을 수 있었다.

**주제어** : 이산화탄소, 에틸렌, 아세트알데히드, *Alternaria* rot, 이온용출량, 저장수명

## 인 용 문 헌

1. Abeles, F.B., P.W. Morgan, and M.S. Saltveit. 1992. Ethylene in plant biology. Academic Press, Inc. pp. 211-213.
2. AOAC. 1995. Vitamin C(total) in vitamin preparations. AOAC Official Methods of Analysis 2:967.22.
3. Autio, W.R. and W.J. Bramlage. 1986. Chilling sensitivity of tomato fruit in relation to ripening and senescence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:201-207.
4. Barkai-Golan, R. 1973. Postharvest heat treatment to control *Alternaria tenuis* Auct. rot in tomato. Phytopathol. Med. 12:108-111.
5. Eaks, I.L. and L.L. Morris. 1956. Respiration of cucumber fruits associated with physiological injury at chilling temperatures. Plant Physiol. 31:308-315.
6. Hirose, T. 1985. Effects of Pre- and interposed warming on chilling injury, respiratory and membrane permeability of cucumber fruits during cold storage. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 53:459-466.
7. Hong, J.H. and S.K. Lee. 1997. Effects of postharvest heat treatment on fruit quality and the incidence of skin blackening during cold storage of 'Niitaka' pears. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:506-509.
8. Kang, H.M. and K.W. Park. 2000. comparison of storability on film sources and storage temperature for oriental melon in modified atmosphere storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:143-146.
9. Kimmerer, T.W. and T.T. Kozlowski. 1982. Ethylene, ethane, acetaldehyde, and ethanol production by plants under stress. Plant Physiol. 69:840-847.
10. Klein, J.D. and S. Lurie. 1990. Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:265-269.
11. Kwon, H.R., K.W. Park, and H.M. Kang. 1999. Effects of postharvest heat treatment and calcium application on the storability of cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:183-187.
12. Leach, D.N., V. Sarafis, R. Spooner-Hart, and S.G. Wyllie. 1989. Chemical and biological parameters of some cultivars of *Cucumis melo*. Acta Horticulturae 247:353-357.
13. Lee, K.J., J.R. Park, and S.W. Lee. 1974. Studies on low-temperature and film-packing storage of oriental melon. J. Kor. Soc. Food Nutri. 3:29-34.
14. Lester, G., L. Dunlap, and S. Lingle. 1988. Effect of postharvest heating on electrolitic leakage and fresh weight loss from stored muskmelon fruit. Hort. Sci. 23:407-409.
15. Lurie, S. and J.D. Klein. 1991. Acquisition of low temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 1007-1012.
16. Lurie, S. and J.D. Klein. 1992. Ripening characteristics of tomatoes stored at 12°C and 2°C following a prestorage heat treatment. Scientia Horticulturae 51:55-64.
17. Lurie, S., R. Ronen, and B. Aloni. 1995. Growth-regulator-induced alleviation of chilling injury in green and red bell pepper fruit during storage. HortScience 30:558-559.
18. Lee, S.G., D.M. Kim, S.W. Park, Y.J. Yang, S.J. Choi, J.G. Kim, Y.M. Park, and Y.S. Hwang. 1996. Postharvest Physiology of Horticultural crop. Sunggun Publish. pp. 106-112, 185-187.
19. Mayberry, K.S. and T.K. Hartz. 1992. Extension of muskmelon storage life through the use of hot water treatment and polyethylene wraps. Hort. Sci. 27: 324-326.
20. McCollum, T.G., S. D'Aquino, and R.E. McDonald. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. Hort. Sci. 28:197-198.
21. Meir, S. and W. J. Bramlage. 1988. Antioxidant activity in 'Cortland' apple peel and susceptibility to superficial scald after storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:412-418.
22. Mozafar, A. 1993. Plant vitamins. agronomic physiological, and nutritional aspects. CRC press. Florida. pp. 291-321.
23. Park, K.W., H.M. Kang, M.H. Chiang, and Y.S. Kwon. 1995. Effects of soil moisture content according to irrigation methods in culture on storability of cucumber. J. Bio-Environment Control 4:74-79.
24. Porritt, S.W. and P.D. Lidster. 1978. The effect of pre-storage heating on ripening and senescence of apples during cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:584-587.
25. R.D.A. 1993. '92 Agriculture and livestock criterion profit. p. 10-13. Press of RDA.
26. SAS. 1985. SAS/STAT User's Guide, SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
27. Schirra, M., G. Barbera, G.D'Hallewin, P. Inglese, and T. La Mantia. 1997. Storage response of cactus pear fruit to CaCl<sub>2</sub> preharvest spray and postharvest heat treatment. Journal of Horticultural Science 72:371-377.
28. Seymour, G.B., J.E. Taylor, and G.A. Tucker. 1993. Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman & Hall. London.
29. Shin, Y.S. and W.S. Lee. 1997a. Effect of root zone warming by hot water on rhizosphere environment and growth of greenhouse-grown oriental melon(*Cucumis melo* L.). J. Bio-Environment Control 6:103-109.

30. Shin, Y.S. and W.S. Lee. 1997b. Effect of root zone warming by hot water on fruit characteristics and yield of greenhouse-grown oriental melon(*Cucumis melo* L.). J. Bio-Environment Control 6:110-116.
31. Sin, G.Y., C.S. Jung, and K.C. Yoo. 1991. Effects of temperature, light intensity and fruit setting position on sugar accumulation and fermentation in oriental melon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32:440-446.
32. Snowdon, A.L. 1991. A Colour of Atlas of Post-Harvest Disease & Disorder of Fruit & Vegetables Vol. II. Wolf Scientific Ltd. London. pp. 12-51.
33. Stewart, J.K. and J.M. Wells. 1970. Heat and fungicide treatments to control decay of cantaloupes. J. Amr. Soc. Hort. Sci. 95:226-229.
34. Teitel, D.C., R. Barkai-Golan, Y. Aharoni, Z. Copel, and H. Davidson. 1991. Toward a practical postharvest heat treatment for 'Galia' melons. Scientia Horticulturae 45:339-344.