

수출딸기 ‘매향’과 ‘수경’의 수확후 예냉 및 저장온도의 효과

박지은¹ · 황승재^{1,2*}

¹경상대학교 농업생명과학연구원, ²경상대학교 원예학과

Effect of Precooling and Storage Temperatures on the Post-harvest Management of the Fruits in ‘Maehyang’ and ‘Soogyong’ Strawberries for Export

Ji Eun Park¹ and Seung Jae Hwang^{1,2*}

¹Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract. A study was conducted to examine the effect of precooling (2, 4, or 8°C) and storage (4, 8, or 10°C) temperatures on the storage life of ‘Maehyang’ and ‘Soogyong’ strawberries for export. Fruits at a 70% ripe stage were harvested from a commercial greenhouse in Jinju on March 16, 2010. Fruits were pre-cooled by a forced draft cooling for 3 hours, transported for about 30 minutes to a lab., and then stored. For precooling, small precoolers set in the farm were used. During storage, fruits were examined for their changes in weight, hardness, color (hunter value), soluble solid content, incidence of gray mold (*Botrytis cinerea*), and marketability at a two days interval from March 16 to March 30. In both cultivars, hardness, sugar content, and hunter value were higher in ‘Soogyong’ than ‘Maehyang’. The greatest hardness and soluble solid content were obtained after storage at 4°C in both cultivars. As the ripening stage progressed, hardness and soluble solid content decreased. Also, fresh weight decreased during storage at all temperatures. Gray mold was the greatest at 10°C storage temperature. The results indicate that effectiveness for keeping the freshness was best achieved by precooling at 2°C and storage at 4°C in both cultivars.

Key words : gray mold, hardness, hunter value, storage temperature

서 론

딸기는 고유의 향기와 색이 우수하고 비타민 C와 항산화 활성이 있는 페놀성 화합물 함량이 풍부한 과채류로 최근 전세계적으로 그 소비량이 급증하고 있는 추세이다. 세계 딸기 생산 규모는 2008년 기준으로 미국 1,149천톤, 스페인 264천톤, 터키 261천톤, 멕시코 261천톤, 한국 208천톤으로 세계 5위의 생산량을 자랑하며 최근 들어 시설의 자동화 및 시설재배 면적의 자주적 증가추세에 따라 재배면적과 생산량 또한 꾸준히 증가하고 있다(MIFFAF, 2010). 국내 딸기는

싱가포르, 홍콩 및 말레이시아 등 동남아시아 지역으로 수출이 활성화되고 있는 가운데 2004년부터 동남아시아로 신선딸기 수출이 크게 증가하여 2009년 2,152톤이 되었다. 또한 2007년 이전까지 수출은 냉동딸기가 60% 이상이었지만 2009년은 신선딸기가 75% 이상을 차지하고 있다(KREI, 2010).

그러나 딸기는 수확후 선별, 저장 및 유통 과정에서 위해 미생물 증식에 의한 오염으로 인해 부패하기 쉽고 물리적 손상 및 조직의 연화 등으로 과육의 표면이 물러지고 활발한 호흡작용 및 지나친 증산작용에 의한 표면 건조로 무게감량, 과숙으로 인한 변색 등의 외관품질이 저하되는 심각한 문제가 발생 된다(Vicente 등, 2002; Marquenie 등, 2003). 이러한 이유로 딸기의 유통력 증진을 위하여 다양한 수확전후 처리 방안

*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr
Received November 19, 2010; Revised December 1, 2010;
Accepted December 21, 2010

이 모색되어 왔다. 그 방안에는 수확 즉시 예냉처리를 하여 호흡량을 줄임으로서 신선도를 유지하는 방법 (Salunkhe과 Desai, 1984), 저장온도(Kim 등, 1996), 칼슘의 수확전 살포(Chung 등, 1993), CO₂ 처리(Yang, 1995; Hwang 등, 1999), CA 저장(Yang과 Lee, 1999) 등이 알려져 있지만 저온저장이 가장 실용화되어 있다. 특히, 수확시 원예산물이 가진 품온을 강제로 낮추어 수확후 호흡, 증산, 효소작용 등을 억제시켜 저온저장이나 유통을 하는 예냉처리 방법이 농가에서 행해지고 있다. 예냉방법에는 원예산물을 밀폐된 챔버에 넣고 압력을 낮추면 물의 증발온도가 낮아지고 원예산물의 표면에서 물이 빠른 속도로 증발하게 되는데, 물이 증발할 때 주위로부터 증발열을 빼앗아 예냉하는 방식인 진공식이 있다. 그리고 수냉식과 빙냉식 예냉법이 있는데 이 예냉법들은 냉수와 얼음을 사용하기 때문에 골판지 상자 등 포장재의 사용이 불가능한 단점이 있다. 그래서 일반적으로 많이 이용되는 예냉법은 예냉실 내에 포장상자를 쌓아 놓고 그 주위로 냉기를 강제적으로 불어주어 냉각하는 강제통풍예냉법을 사용하고 있다.

본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 수출용 딸기 '매향'과 '수경' 품종의 신선도 유지를 위하여 일반적으로 많이 사용하고 있는 강제통풍 예냉법에 따른 수확시기별 예냉처리 효과와 적정 저장온도를 구명하여 품질 변화에 미치는 영향을 알아보하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 딸기는 경남 진주시 대평지역의 고설식 수경재배농가에서 2010년 3월 16일 오전 8시에 수확된 '매향'과 '수경' 품종으로, 과피의 착색이 70% 진행된 과실만을 수확하였다. 수확후 농가 온실내에 설치되어 있는 3평 규모의 간이 예냉실에서 2°C, 4°C, 8°C로 3시간 동안 예냉처리 하였다. 그리고 인근의 대평영농조합의 공동선별장으로 운송하여 선별과 포장 과정을 거친 후 승용차에 탑재하여 30분 동안 경상대학교 원예학과 시설원예학 연구실로 운반하였다. 상자에 포장된 딸기는 각각 저장온도 4°C, 8°C, 10°C로 설정된 식물생장상(KGC 175VH, Koencon, Korea)에 저온 저장하였다. 수출시 검역 및 통관절차 등에 따른 상온 노출 시간을 계산하여 5시간 챔버를

개방하여 상온에 강제 노출시킨 후 다시 저온 저장을 하였다. 챔버내에 딸기는 완전임의 배치 3반복으로 저장 하였고, 이를 간격으로 챔버에서 꺼내어 2주간 당도, 경도, 색도, 잿빛곰팡이병 발생 등을 조사 하였다. 딸기의 무게는 처리별 3팩씩(1팩당 약 340g) 측정하였으며, 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 측정한 뒤 평균값으로 나타내었다. L value는 0(black), +100(white), a value는 100(redness), -800(greenness), b value는 +70(yellowness), -70(blueness)으로 수치화 하였다. 경도는 물성분석기(TA-XT2, Stable micro systems, U.K.)에 5mm probe를 장착하여 과실의 동일한 부위에 7mm 깊이로 측정하였다. 당도(PR-201a, Atago, Japan)는 경도를 측정하고 과실의 앞쪽을 5mm 가량을 잘라낸 후 측정하여 측정하였다. 잿빛곰팡이병 발생율은 육안으로 이들에 한번씩 '팩' 내부의 곰팡이 발생 유무를 관찰하여 %로 나타냈고, 또한 무게변화율도 온도 처리별로 조사했다. 실험결과는 SAS(Statistical Analysis System, V. 9.1, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정으로 통계적 유의성을 검정하였으며, 그래프는 SigmaPlot(10.0, Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 작성하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1은 딸기 '매향'과 '수경' 품종을 2°C, 4°C, 8°C에서 예냉처리 과정을 거쳐 각각 4°C, 8°C, 10°C의 온도에서 저장일수 경과에 따른 품질 변화과정을 조사한 결과이다. 저장기간이 경과함에 따라 무게의 변화, 당도, 경도가 낮아지는 경향을 나타냈다. 일반적으로 과채류 무게의 변화는 수분손실과 관련이 있고, 이러한 수분손실은 저장력과 품질에 있어 가장 중요한 요인이며(Ben-Yehoshua, 1989; Hardenburg, 1986), 수분이 3~10% 이상의 손실이 왔을 경우에는 대부분의 과채류의 신선도가 떨어지기 때문에 수분손실은 품질에 결정적인 영향을 준다고 볼 수 있는 것이다(Burton, 1982; Peleg, 1985; Robinson 등, 1975). 특히 8°C에 예냉하여 10°C에 저장한 '매향' 품종의 수분손실이 8일 이후 급격히 감소하였다. 저장 온도에 따른 수분 손실율은 10°C 온도에서 가장 급격한 변화

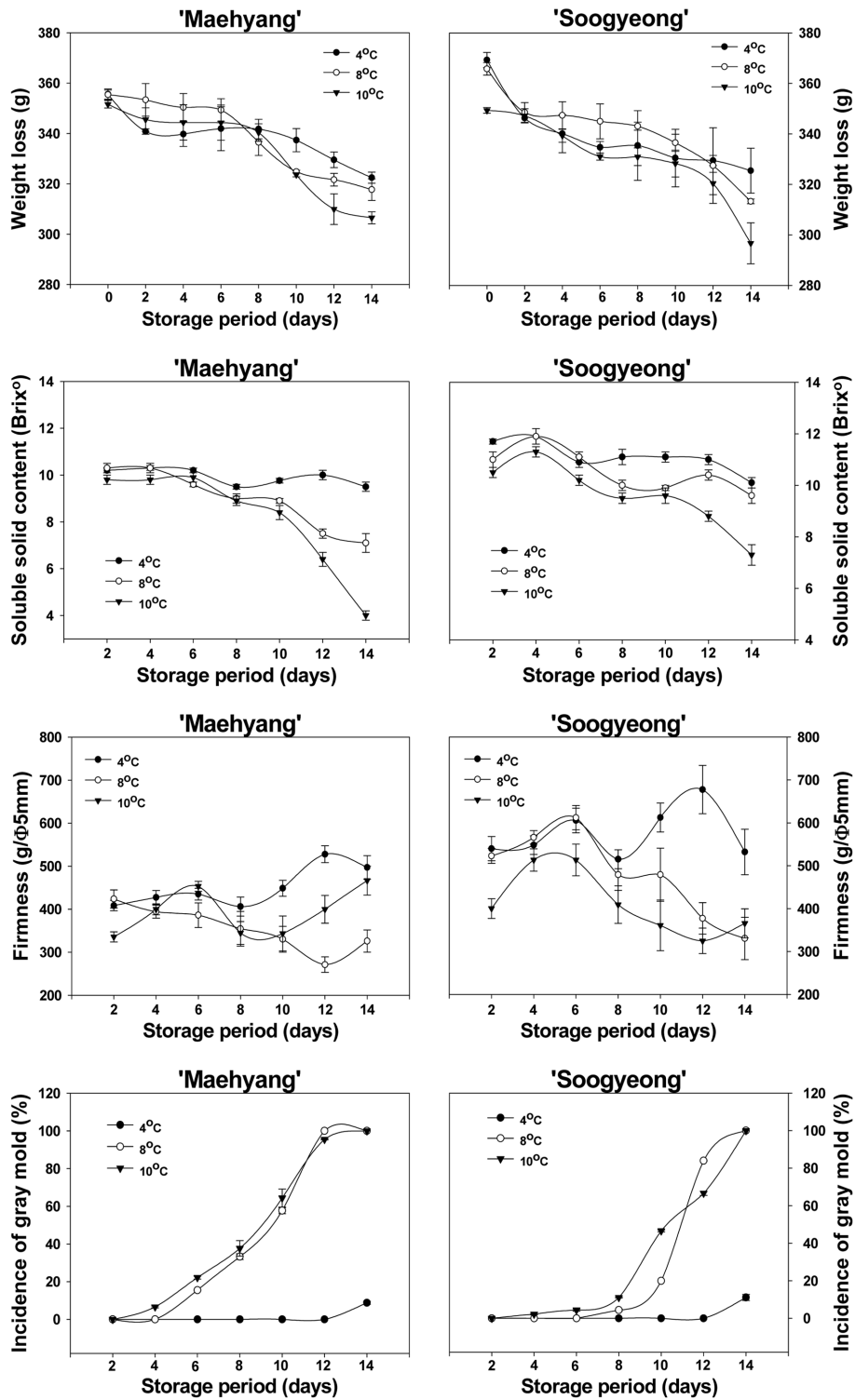


Fig. 1. Changes in weight loss, soluble solid content, firmness, and incidence of gray mold of fruits of strawberry 'Maehyang' and 'Soogyong' during 14 days as affected by storage temperature.

수출딸기 ‘매향’과 ‘수경’의 수확후 예냉 및 저장온도의 효과

폭을 보이며 저장 14일째 가장 유의적인 무게손실을 나타냈다. 당도는 실험개시 당시 두 품종 모두 약 10~12°Brix를 유지하다가 8~10일째부터 유의적으로 감소하여 10°C 온도에 저장되었던 ‘매향’ 품종은 14일째에 4°Brix까지 떨어졌다. ‘수경’은 ‘매향’ 품종보다 당도 변화폭이 크지 않았지만 저장온도별로 4°C와 비교해서 8°C와 10°C의 저장온도 처리에서 당도가 유의적으로 떨어지는 경향을 보였다. 딸기의 저장성 연장과 신선도 유지의 지표가 되는 경도는 ‘매향’ 보다는 ‘수경’ 품종이 유의적으로 높게 측정되었다. 특히 ‘수경’ 품종에서 초기 경도에 비해 6일째와 12일째 4°C 저장 온도 처리에서 상승추이를 나타냈는데 이는 저장기간 경과에 따른 수분손실로 인해 과피 표면이 일시적으로 경화된 것으로 판단된다. 잿빛곰팡이병 발생율은 경도가 약한 ‘매향’이 ‘수경’보다 높았다. ‘매향’ 품종은 4°C 저장온도에서 12일째, 약 10% 정도만 잿빛곰팡이병이 발생되어 저장성이 높았고, 8°C 저장에서는 약 7일째부터 20% 이상의 잿빛곰팡이병 발생이 관찰되었다. 10°C 저장온도에서는 6일째에 잿빛곰팡이병이 급격히 발생되기 시작하여 상품성을 소실하였는데 4°C 저장을 제외한 8°C와 10°C 저장온도에서 14일째에 100% 잿빛곰팡이병에 감염되었다. 이에 반해 ‘수경’ 품종은 4°C 저장에서 14일경, 8°C 저장에서 10일경, 10°C에서 9일경에 20% 이상의 잿빛곰팡이병이 발생하여 상품성을 소실하는 것으로 나타났다.

Table 1은 저장온도에 따른 딸기 ‘매향’과 ‘수경’ 품종의 저장일수 경과에 따른 색도변화를 나타내었다. 딸기의 외관적 품질을 결정하는 중요한 요소 중 하나인 과피의 색도 변화는 hunter L, a, b 값으로 나타내었는데 과피의 명도를 나타내는 hunter L 값은 처

리 직후 ‘매향’ 품종에서 30 이상의 값을 나타냈으며, ‘수경’은 40 이상의 값을 나타내었다. 저장기간 동안 4°C, 8°C, 10°C의 온도 처리간, 품종간의 차이를 나타냈는데 모든 처리에서 초기 측정값 보다 감소하는 추이를 보였다. 특히 색도의 L 값은 저장기간이 지속될수록 전체적으로 수치가 감소하였는데, 이는 토마토의 경우에 저장기간이 지속되고, 저장온도가 높아질수록 L 값이 떨어졌던 결과(Park 등, 2005)와 같은 경향이였다. 또한 딸기의 적색도를 나타내는 a 값은 품종에 관계없이 둘째날부터 약 23~28 범위의 값에서 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다. 황색도를 나타내는 b 값 또한 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타냈다.

이상의 결과를 종합적으로 고려할 때 수출딸기 ‘매향’과 ‘수경’ 품종은 시간이 경과함에 따라 무게의 변화, 경도, 당도, 적색을 나타내는 색도의 a 값이 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 당도는 저장온도 관계없이 시간이 경과함에 따라 저장 초기보다 크게 감소되는 경향을 나타내었다. 그리고 저장온도가 4°C와 8°C보다 가장 높았던 10°C 온도 처리에서 감소되는 정도가 크게 나타났다. 이것은 저장온도가 높고 저장기간이 경과할수록 당 함량이 감소된다는 보고와 동일한 결과를 얻었다(Chisholm과 Picha, 1986; Cohen과 Hicks, 1986). 딸기의 경도가 고온일수록 낮아지는 것은 세포 벽내 soluble pectin이 수분감소 및 고온에 의해 증가되는 것이 그 원인으로 판단되었다(Choi 등, 1983). 그리고 ‘매향’이 ‘수경’ 품종 보다 경도가 약한 품종이며, 잿빛곰팡이병 발생율도 빠르게 발생되어 저장성이 다소 떨어지는 품종으로 확인 되었다. 또한 저장온도 4°C 처리에서 딸기의 무게변화, 경도, 당도, 색도 측정

Table 1. Changes in hunter value of fruits of ‘Maehyang’ and ‘Soogyeong’ during 14 days as affected by storage temperature.

Cultivar	Temperature (°C)	2 days			8 days			14 days		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
‘Maehyang’	4	39.83 d ^z	26.48 cd	0.86 b	38.12 b	25.79 ab	-2.34 b	37.23 b	24.09 b	-9.61 c
	8	39.30 e	24.65 e	2.09 b	38.80 b	25.92 ab	-1.50 b	21.90 d	17.39 d	-7.47 c
	10	37.47 f	24.88 de	1.84 b	37.86 b	25.06 b	-2.08 b	11.83 e	15.54 d	-0.11 a
‘Soogyeong’	4	44.71 a	29.39 a	4.86 a	41.97 a	26.83 ab	1.31 a	41.72 a	26.89 a	-7.14 bc
	8	43.40 b	28.41 b	5.94 a	42.78 a	28.17 a	1.53 a	32.05 c	21.28 c	-4.87 b
	10	42.30 c	27.47 bc	5.88 a	41.83 a	25.60 ab	-1.36 b	21.57 d	17.79 d	-4.59 b

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p = 0.05$.

후 가장 유의적으로 양호한 결과를 나타냈다. 결과적으로 딸기의 수확후 신선도를 장기간 유지하기 위해서는 2°C 예냉 후 4°C에서 저장하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 예냉이란 수확한 즉시 신속하게 원예산물이 가지고 있는 품온을 낮추어 호흡량을 줄임으로써 신선도를 높여 품질을 장기간 유지시키기 위한 작업이다. 본 연구에서는 2°C, 4°C, 8°C 예냉처리 과정을 거쳐 4°C, 8°C, 10°C 저장온도에서 14일간 품질변화를 측정하였다. 하지만 향후 동결온도 이전까지의 보다 낮은 예냉온도와 저장온도에서의 실험수행을 통한 최적의 예냉온도와 저장온도를 구명하는 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

적 요

예냉(2, 4, 8°C)과 저장온도(4, 8, 10°C)가 수출용 딸기 '매향'과 '수경'의 저장성에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 수행하였다. 2010년 3월 16일에 속도 70%의 과실을 진주지역 온실에서 수확하였다. 농가의 예냉기에서 3시간 동안 예냉한 딸기를 30분만에 실험실로 수송하였고, 즉시 챔버에 저장하였다. 예냉을 위해 농가 현장에 설치되어 있는 간이 예냉기를 이용하였다. 저장하는 동안 딸기의 무게변화, 경도, 색도, 당도, 잿빛곰팡이병 발생율을 이를 간격으로 3월 16일부터 3월 30일까지 조사하였다. 두 품종 모두 경도, 당도, 색도는 '매향'보다 '수경'이 높았고, 4°C에 저장하였을 때 경도와 당도함량이 가장 높았다. 속도가 진행됨에 따라 경도와 당도는 감소하는 경향을 보였다. 또한 모든 온도처리에서 저장기간이 경과함에 따라 무게의 변화가 감소하였다. 잿빛곰팡이병은 10°C에 저장하였을 때 발생율이 가장 높았다. 따라서 딸기의 신선도를 장기간 유지하기 위해서는 두 품종 모두 2°C에 예냉하여 4°C에 저장하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

주제어 : 경도, 잿빛곰팡이, 저장온도, Hunter value

사 사

본 연구는 2010년 농림수산식품부 농림기술개발사업(과채류공통수출연구사업단) 지원으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

1. Ben-Yehoshua, S. 1989. Individual seal-packing of fruit and vegetables in plastic film. In: A.L. Brody (ed). Controlled/modified atmosphere/vacuum packaging of foods. Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, CT, USA.
2. Burton, W.G. 1982. Postharvest physiology of food crops. Longman, London, UK.
3. Chisholm, D.N. and D.H. Picha. 1986. Effect of storage temperature on sugar and organic acid contents of watermelon. HortScience 21:1031-1033.
4. Choi, S.J., Y.C. Kim, and K.W. Park. 1983. Changes in pectic substance during the storage of tomato fruits at varied temperature. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24:118-123.
5. Chung, H.D., K.Y. Kang, S.J. Yun, and B.Y. Park. 1993. Effect of foliar application of calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:7-15.
6. Cohen, R.A. and J.R. Hicks. 1986. Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:553-557.
7. Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.L. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. US Dept. Agr., Agr. Handbook. 66:65.
8. Hwang, Y.S., Y.A. Kim, and W.S. Lee. 1999. Effect of postharvest CO₂ application time on the flesh firmness and quality in 'Nyoho' strawberries. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:179-182.
9. Kim, Y.B., K. Yasutaka, I. Akitsugu, and N. Reinosuke. 1996. Effect of storage temperature on keeping quality of tomato and strawberry fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:526-532.
10. Korea Rural Economic Institute (KREI). 2010. Agricultural outlook 1998~210.
11. Marquenie, D., C.W. Michiels, J.F. Van-Impe, E. Schrevels, and B.N. Nicolai. 2003. Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. Postharv. Biol. Technol. 28:455-461.
12. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2010. Annual report of greenhouse vegetable product.
13. Park, S.W., E.Y. Ko, M.R. Lee, and S.J. Hong. 2005. Fruit quality of 'York' tomato as influenced by harvest maturity and storage temperature. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:31-37.
14. Peleg, K. 1985. Produce, handling, packaging, and distribution. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT, USA.
15. Robinson, J.E., K.M. Brown, and W.G. Burton. 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. Ann. Appl. Biol. 81:339-408.
16. Salunkhe, D.K. and B.R. Desai. 1984. Postharvest bio-

수출딸기 ‘매향’과 ‘수경’의 수확후 예냉 및 저장온도의 효과

- technology of fruit. CRC Press, New York, NY, USA. pp. 117-120.
17. Vicente, A.R., G.A. Martinez, P.M. Civello, and A.R. Chaves. 2002. Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharv. Biol. Technol.* 25:59-71.
 18. Yang, Y.J. 1995. Physiological responses to different temperatures and high carbon dioxide concentrations during storage of strawberry fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 5:108-109.
 19. Yang, Y.J. and K.A. Lee. 1999. The changes of acetaldehyde, ethanol and firmness during CA storage of strawberries. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:303-35.