

수출 딸기 ‘매향’의 일중 수확시기와 예냉 및 저장 온도에 따른 상품성 변화

박지은¹ · 김혜민^{2,5} · 황승재^{2,3,4,5*}

¹경상남도농업기술원 원예연구과, ²경상대학교 대학원 응용생명과학부, ³경상대학교 농업생명과학대학 원예학과,

⁴경상대학교 농업생명과학연구원, ⁵경상대학교 생명과학연구원

Changes in Marketability of Strawberry ‘Maehyang’ for Export as Affected by Harvest Time of the Day and Temperature of Precooling and Storage

Ji Eun Park¹, Hye Min Kim^{2,5}, and Seung Jae Hwang^{2,3,4,5*}

¹Horticultural Research Division, Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju 52733, Korea

²Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Department of Horticulture, College of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract. This study was conducted out to investigate the effect of harvest time of the day, precooling or not, and temperature of precooling and storage on the marketability in strawberries ‘Maehyang’ for export in May. Strawberry colored with 60±5% of the skin was harvested at 07:00 am or 15:00 pm, respectively. After harvesting, some strawberries were precooled to 0, 2, 4°C for 3 hours in the cold store, respectively, and the others were kept at room temperature. And then, strawberries were stored at low temperature in the cold store set at 4, 8 or 10°C storage temperatures. The weight loss rate, firmness, soluble solids content, color, incidence of gray mold of strawberries were measured at two days intervals during storage for 14 days. Both 07:00 am and 15:00 pm harvest, fruits as the storage periods lapses increased weight loss rate compared to the weight at harvest time of the day, and the difference in the weight loss rate of fruits depending on the treatment was greater at 15:00 pm harvest than at 07:00 am. Firmness tended to increase again after 8th day at 07:00 am or 15:00 pm harvest, respectively. In the afternoon harvest, 10°C storage without precooling showed the lowest fruit firmness on the 2nd day after storage. The soluble solids content at 07:00 am or 15:00 pm harvest tended to be maintained at high value with precooled and stored at low temperature as storage days elapse. The color values were significantly higher at ‘L’ indicating brightness and lower at ‘a’, indicating redness at low storage temperature regardless of harvesting time of the day and whether it was precooling or not. The incidence of gray mold was higher at 15:00 pm harvest than at 07:00 am harvest, and it was significantly higher in the treatments stored at 10°C after precooling similarly. In this study, strawberry ‘Maehyang’ for export harvested at 07:00 am and stored at 4°C after precooling at 0°C maintained the best shelf life, therefore, it is judged that desirable to harvest in the morning with low temperature and to precool and store at low temperature.

Additional key words : firmness, incidence of gray mold, soluble solids content, weight loss

서 론

국내에서 딸기 생과의 수출은 2015년에는 수출량 3,678톤, 수출액 33,027천불에서, 2019년 현재에는 수출량 4,628톤, 수출액 41,228천불로 꾸준히 증가하는 추세이며, 수출량은 홍콩, 싱가포르, 태국 순으로 많다(Kati, 2019). 이 중 경상남도

는 전국 딸기 수출액의 90.6%의 비중을 차지하고 있으며, 과실이 단단해 저장성과 운반성이 좋아 장거리 이동에 유리한 수출 전용 딸기(*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘매향’을 주로 생산하고 있다. 수출은 11월말부터 다음 해 5월까지 이루어지고 있으나, 온도가 급격히 높아지는 3-5월에는 수출 후 딸기의 신선도가 급격히 저하되고 잿빛곰팡이가 다발하여 수입국으로부터 클레임 발생이 증가하고 있어 이를 해결하기 위한 방안이 필요하다.

과실의 신선도를 유지하고 저장기간을 늘리기 위해 CA

*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr

Received December 19, 2019; Revised January 29, 2020;

Accepted March 12, 2020

(controlled atmosphere) 저장, 이산화탄소 처리, 자외선 처리, 오존 처리, 키토산 처리, 열처리, 염화칼슘 처리, 에틸렌 생합성을 억제하는 1-MCP(1-methylcyclopropene) 처리, 예냉 처리, 이산화염소 처리 등 다양한 연구가 진행되어 왔다 (Golding 등, 1998; Marquenie 등, 2002; Park과 Hwang, 2010; Pérez 등, 1999; Reddy 등, 2000; Saks 등, 1996; Smith, 1992; Vanchon 등, 2003; Vicente 등, 2002). 딸기는 과육이 연약하여 저장기간이 7일 정도로 짧기 때문에 간단하면서 신속하고 경제적으로 처리할 수 있는 다양한 예냉 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 예냉이란 저장 전 과실의 품온을 인위적으로 낮추어 호흡 등의 대사 작용을 지연시키고 저장 양분의 소모와 수분 증산을 억제하여 저장기간을 증가시키는 방법이다(Li와 Kader, 1989; Nunes 등, 1995a, 1995b; Martinez-Romero 등, 2003; Park과 Hwang, 2010; Pérez 등, 1998).

이러한 예냉 방법을 적용한 딸기 저장성 증대에 관련된 여러 연구가 보고 되고 있지만(Eum 등, 2014; Hwang 등, 2013; Kim과 Hwang, 2013), 딸기 생산 시기 중 온도가 가장 높고 클레임 발생이 가장 많은 5월에 수행된 연구는 보고되지 않았다. 그러므로 5월에 딸기를 수확하여 품온을 낮추기 위한 일환으로 재배온실 내부 온도가 낮은 오전과 온도가 비교적 높은 오후 중 수확 시기, 예냉의 유·무, 그리고 예냉온도와 저장온도에 따른 수출딸기 ‘매향’의 품질변화에 대한 조사가 필요하다.

따라서 본 연구는 수출 딸기 ‘매향’의 고온기 수확 후 상품성 유지를 위한 적정 수확 시기, 예냉 유·무, 그리고 예냉온도와 저장온도를 구명하고 이에 따른 과실의 품질변화를 관찰하고 자 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 딸기는 경남 진주 지역 수곡면의 딸기 재배농가에서 재배된 수출 전용 딸기 ‘매향’을 5월에 오전 07:00 시와 오후 15:00시에 각각 수확하였다. 수확 당시 온실 내부의 온도는 오전 07:00시에 13-15°C, 오후 15:00시에는 30-35°C 범위였다. 수확 직후 온실 내에 설치되어 있는 20m³ 규모의 간이 예냉실에서 관행적인 예냉 온도를 기준으로 하여 딸기의 품온이 각각 0, 2, 4°C가 되도록 3시간 동안 예냉 처리하였다. 오전과 오후에 각각 수확하여 예냉처리 하지 않은 과실을 대조구로 하였다. 간이 예냉실에서 목표온도까지 과실의 품온을 하강시키기 위해 품온 측정용 온도계(AL 9100150E, DAIHAN Co. Ltd., Wonju, Korea)를 처리별로 과육의 중앙부에 꽂아 모니터링 하였다. 과실은 과피의 착색이 60±5%로 진행된 과실 중 ‘Large’ 등급(17-25g) 만을 선별하였다. 목표 온도에 도달 후 상온에서 2시간에 걸친 선별작업 후 30분 이내에 경상대학교 원예학과 시설원예학 연구실로 운반하였다. 상자에 포장된 딸기는 수곡지역의 딸기 선별장에 설치된 저장온도가 4-5°C인 점과 저장고의 온도 저하 성능을 고려하여 처리별로 저장온도 4, 8, 10°C로 설정된 저온저장고(KGC 175VH, Kocon Co. Ltd., Hanam, Korea)에 저장하였다 (Table 1).

통상적인 수출 시 검역 및 통관절차 등에 따른 상온 노출 시간을 적용하여 5시간 동안 저온저장고를 개방하여 23±2°C의 상온에 강제 노출시킨 후 다시 저온 저장하였다. 저온저장고 내에 딸기는 난피법 3반복으로 저장하였고, 이를 간격의 총 14일간 처리 당 5개체씩 3반복으로 총 15개체를 이용하여 무게

Table 1. Experimental treatment of strawberry ‘Maehyang’ for export harvested in May.

Harvesting time	Precooling status	Precooling temperature (°C)	Storage temperature (°C)
07:00	○ ²	0	4
		2	8
		4	10
	×	-	4
		-	8
		-	10
15:00	○	0	4
		2	8
		4	10
	×	-	4
		-	8
		-	10

²○, pre-cooled; ×, non-pre-cooled; and -, non-treatment.

손실률, 경도, 당도, 색도, 잿빛곰팡이 발생률을 조사하였다. 경도는 과일경도계(DFT-01, Proem Co. Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 직경 5mm 탐침으로 과실의 측면 중앙부를 찔러 측정하였으며, 당도(PR-201a, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)는 경도를 측정된 과실의 앞쪽을 5mm 가량을 잘라낸 후 착즙하여 측정하였다. 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 측정된 뒤 평균값으로 나타내었다. ‘L’ 값은 0(black)-100(white), ‘a’ 값은 100(redness)--800(greenness), ‘b’ 값은 70(yellowness)--70(blueness)으로 수치화 하였다. 잿빛곰팡이 발생률은 처리에 따라 육안으로 관찰하였을 때 잿빛곰팡이가 관찰된 딸기의 수를 집계하여 백분율로 나타냈다. 시험결과는 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’ 품종을 오전 07:00시와 오후 15:00시에 수확하여 예냉하지 않거나 0, 2, 4°C에서 예냉처리 과정을 거쳐 각각 4, 8, 10°C의 온도에 저장하여 저장 일수에 따른 무게 손실률의 변화과정을 나타낸 결과이다. 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 모두 저장기간이 경과함에 따라 무게 손실률이 증가하였으며, 오전 07:00시 수확에 비해 오후 15:00시 수확 처리에서 처리 간에 무게 손실률 차이가 컸다. 오전 07:00시 수확에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았지만, 오후 15:00시 수확

의 경우 예냉을 한 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 예냉하지 않은 처리에 비해 무게 손실률이 적은 것을 확인할 수 있었다. 오후 15:00시 수확 시 예냉처리하지 않고 10°C에 저장한 처리에서 저장기간 8일 이후 무게 손실률이 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 저장기간 10일 이후부터는 예냉을 하지 않고 8°C와 10°C 저장 처리에서 무게 손실률이 유의성 있게 가장 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 수확 시 온도와 저장온도에 따른 결과인 것으로 판단되며(Kumar 등, 1999), 토마토 ‘Clermon’을 저온(5±0.5°C)과 상온(25-27°C)에서 14일 동안 저장했을 경우 상온저장 시 무게 손실률이 빠르게 증가했던 결과와 유사하였다(Javanmardi와 Kubota, 2006). 또한 대부분 과채류에서 수분이 3-10% 이상이 손실됐을 때 신선도가 떨어지므로 딸기 과실의 경우 무게 손실률이 3% 이상 초과하지 않기 위해서는 예냉 후 저온에서의 저장기간은 7일을 넘기지 않아야 할 것으로 판단된다(Robinson 등, 1975; Burton, 1982).

딸기의 경도는 오전 07:00시에 수확하여 예냉을 하지 않고 8°C와 10°C에 저장한 처리를 제외하고는 각각 8일째까지 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 이러한 추이는 저장기간이 경과됨에 따라 수분 손실률이 높아져 과피 표면이 일시적으로 경화되어 나타난 결과인 것으로 판단된다. 오후 15:00시 수확 시 예냉을 하지 않고 10°C 저장 처리는 저장 후 2일째에 과실의 경도가 유의적으로 가장 낮게 나타났는데 이는 오전 수확에 비해 오후 수확 시 온도가 17-20°C 가량 높고 저장온도 또한 높았기 때문에 다른 처리구에 비해 과실이 빠르게 연화되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 저장 14일째에 수확 시간과 예냉 유무에 관계없이 딸기를 고온에 저

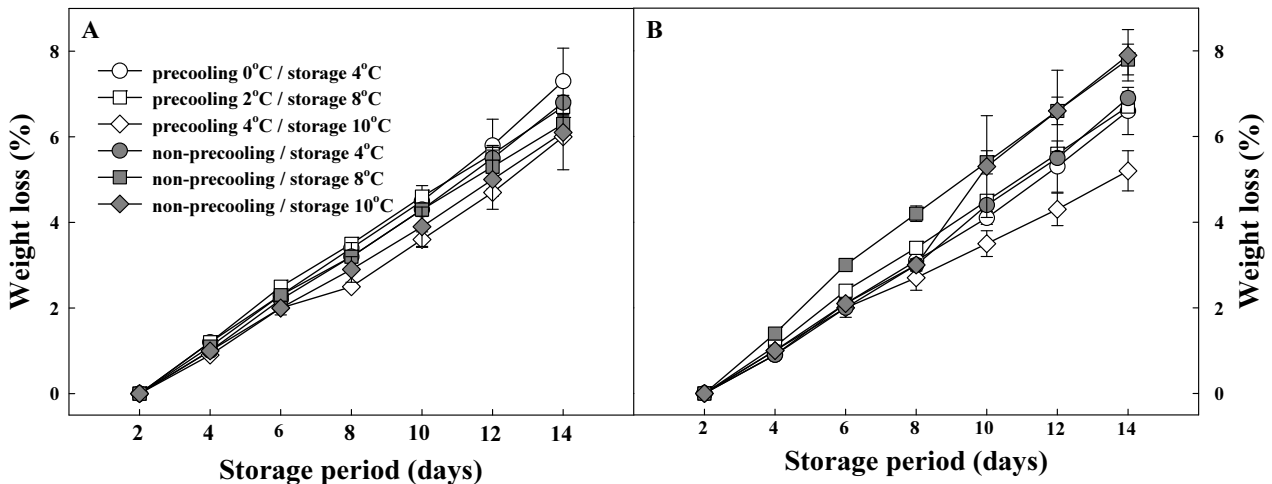


Fig. 1. Changes in weight loss of strawberry ‘Maehyang’ during 14 days under simulated marketing procedure as affected by harvest time of the day and temperature of precooling and storage in May. A, 07:00 am harvest; and B, 15:00 pm harvest. Vertical bars represent the standard error (n = 15).

Table 2. Changes in firmness of strawberry ‘Maehyang’ during 14 days under simulated marketing procedure as affected by harvest time of the day and temperature of precooling and storage in May.

Precooling temperature (°C) (A)	Storage temperature (°C) (B)	2nd day		8th day		14th day	
		07:00 am ^z	15:00 pm	07:00 am	15:00 pm	07:00 am	15:00 pm
0	4	1.08 a ^y	0.75 ab	0.84 a	0.73 a	1.12 a	0.94 a
2	8	0.93 a	0.75 a	0.86 a	0.66 a	1.00 ab	0.97 a
4	10	0.90 a	0.75 ab	0.79 a	0.67 a	0.73 c	0.72 b
- ^x	4	0.99 a	0.86 a	0.92 a	0.71 a	1.03 ab	0.95 a
-	8	0.97 a	0.80 ab	0.94 a	0.60 a	0.90 bc	0.72 b
-	10	0.93 a	0.58 b	0.91 a	0.65 a	0.70 c	0.71 b
F-test ^w	A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	B	NS	NS	NS	NS	***	**
	A*B	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zHarvest time.^yMean separation within columns by 5% DMRT.^x-, non-precooled.^wNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

장했을 때 경도가 유의적으로 낮았으며, 특히, 저장 기간이 8 일에서 14일로 늘어남에 따라 경도의 증가 폭이 적거나 떨어졌다. 딸기의 예냉 및 저장온도에 관련된 연구는 다수 수행되어 있지만 수확 시 온도에 대한 연구는 미비하다. 이러한 결과는 단감 ‘청도반시’를 9월과 10월에 수확한 후 10, 15, 20°C에 저장하였을 때 온도가 비교적 높은 9월에 수확하면서 저장온도가 높을수록 과실의 경도가 저장일수의 경과에 따라 빠르게 연화된 결과와 유사하였다(Park 등, 2000). 또한 멜론의 경우 수확 후 0, 4, 10°C에 저장 하였을 때 저장온도가 높을수록 경도가 급격히 감소하는 결과를 보였다(Youn 등, 2009). 세포벽의 다당류는 펙틴, 헤미셀룰로스, 셀룰로스로 구성된다(Van Buren, 1979). 펙틴은 펙티나아제에 의해 점점 가용화되며 펙티나아제의 활성은 온도에 영향을 받는다. 펙티나아제의 활성은 0°C 에서 30°C 까지 온도가 증가함에 따라 활성이 증가하고 30°C에서부터 45°C까지는 감소하게 된다(Poondla 등, 2015). 결과적으로 과실의 조직감 및 신선도 유지를 위해서는 예냉 및 저온 저장이 중요하다고 판단된다.

당도는 오후 15:00시 수확에서 저장 8일째와 14일째에 예냉처리를 하고 낮은 저장온도 처리에서 높은 값으로 측정되는 경향을 보였지만 전반적으로 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다(Table 3). 이러한 결과는 다른 과실을 이용한 연구에서도 관찰되었다. 사과와 저장 및 유통 중 당도 변화는 다양한 요인으로 인해 뚜렷한 경향성을 보이지 않는다고 보고되었고(Park 등, 2005b; Saftner 등, 2002), 단감 ‘부유’에서도 에틸렌이나 저장온도 처리의 환경적인 요인 보다 과실 개체변이가 더 크

게 작용했다고 보고되었다(Park과 Lee, 2006). 이처럼 딸기 ‘매향’에서도 당도변화가 뚜렷한 경향을 보이지 않은 것은 사과나 단감과 같은 이유인 것으로 판단된다.

Table 4와 5는 딸기 ‘매향’ 품종의 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 시 저장 일수에 따른 색도의 변화과정을 나타낸 결과이다. 과피의 명도를 나타내는 ‘L’ 값은 저장일수가 경과함에 따라 값이 낮아지는 경향을 보여 과실의 착색이 수확 시 보다 더 진행된 것을 확인할 수 있으며, 이러한 결과는 토마토를 5, 10, 15°C의 상온에 저장했을 때와 동일하게 나타났다(Park 등, 2005a). 또한 오전 07:00시와 오후 15:00시에 수확한 과실 모두 예냉 유·무에 상관없이 저장온도가 낮을수록 ‘L’ 값이 유의적으로 높은 경향을 보였다. 또한 적색도를 나타내는 ‘a’ 값은 저장 후 2일째까지는 저장온도에 따른 차이를 보여 낮은 온도에서 저장할 시 적색도가 유의적으로 낮게 나타났으나, 저장 시간이 경과함에 따라 8일째와 14일째에는 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 각각 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. ‘a’ 값은 저장일수가 경과함에 따라 값이 증가하여 착색으로 인해 딸기의 적색도가 높아지는 것을 확인할 수 있었으며, 이 또한 토마토의 결과와 같았다(Park 등, 2005). 예냉 처리를 하고 저장온도가 낮은 처리에서 2일째에 ‘a’ 값이 유의적으로 낮은 경향을 보여 딸기 과실이 낮은 온도에서 착색이 지연되는 것을 확인할 수 있었다. 수치가 높을수록 황색에 가까워지는 ‘b’ 값은 저장온도가 낮을수록 높은 값을 보였다. 결과적으로 저장 초기에 저장온도가 낮을수록 명도가 높고 적색도가 낮아 과실의 착색이 지연된 것을 확인할 수 있었다.

젯빛곰팡이는 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 시 모두 저장기간 8일째 이후에 발생하였다(Fig. 2). 오전 07:00시 수확에 비해 오후 15:00시 수확 시 발생률이 높았으며, 공통적으로 예냉을 한 후 10°C에 저장한 처리에서 젯빛곰팡이 발생률이 현저히 높았다. 이는 상대적으로 저온인 오전 07:00시에 수확한 후 4°C의 예냉고에 저장되어 있던 딸기를 높은 저장온도인 10°C로 옮겼을 때 온도차로 인해 과실표면에 수증기가 응결되어 예냉을 했음에도 불구하고 젯빛곰팡이 발생률이 높게

나타난 것으로 판단된다. 그러므로 예냉온도 4°C와 저장온도 10°C 보다 더 낮은 온도에서 예냉 및 저장이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이 외에도 예냉하지 않은 처리에서는 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 시 젯빛곰팡이 발생률이 높은 경향을 보였다. 이 결과로 딸기의 젯빛곰팡이 발생률을 낮추기 위해서는 오후 15:00시에 수확하기 보다는 상대적으로 온도가 낮은 오전 07:00시에 수확하고 낮은 온도에서 저장하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 이러한 결과는 딸기 ‘수경’

Table 3. Changes in soluble solids content of strawberry ‘Maehyang’ during 14 days under simulated marketing procedure as affected by harvest time of the day and temperature of precooling and storage in May.

Precooling temperature (°C) (A)	Storage temperature (°C) (B)	2nd day		8th day		14th day	
		07:00 am ^z	15:00 pm	07:00 am	15:00 pm	07:00 am	15:00 pm
0	4	9.07 a ^y	9.58 ab	7.86 c	9.69 a	8.67 ab	9.49 a
2	8	9.21 a	9.68 a	8.31 bc	9.11 a	9.06 a	8.91 bc
4	10	7.95 b	8.95 abc	7.89 c	8.33 b	7.65 c	8.57 cd
- ^x	4	8.38 b	8.67 bc	8.35 bc	9.25 a	8.53 b	9.28 ab
-	8	9.29 a	8.38 c	9.22 a	8.48 b	8.57 ab	8.77 c
-	10	9.05 a	8.73 bc	8.89 ab	8.30 b	8.71 ab	8.21 d
F-test ^w	A	NS	**	***	*	NS	NS
	B	***	NS	NS	***	***	***
	A*B	***	NS	NS	NS	***	NS

^zHarvest time.

^yMean separation within columns by 5% DMRT.

^x-, non-precooled.

^wNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05, 0.01, \text{ or } 0.001$, respectively.

Table 4. Changes in hunter value of fruits of ‘Maehyang’ strawberry during 14 days as affected by temperature of precooling and storage at 07:00 am harvest in May.

Precooling temperature (°C) (A)	Storage temperature (°C) (B)	2nd day			8th day			14th day		
		L ^z	a	b	L	a	b	L	a	b
0	4	51.50 a ^y	27.30 c	30.05 a	42.25 a	35.93 a	29.25 a	43.54 a	34.32 a	28.87 a
2	8	48.16 ab	29.30 bc	29.78 a	39.54 bc	35.52 a	26.12 bc	39.56 b	36.27 a	26.30 a
4	10	47.70 ab	32.73 ab	31.46 a	39.16 bc	35.99 a	24.10 c	37.47 b	35.40 a	21.70 b
- ^x	4	47.39 b	33.49 ab	30.03 a	41.31 ab	35.76 a	27.82 ab	41.99 a	36.39 a	27.41 a
-	8	43.54 c	35.20 a	29.94 a	39.43 bc	35.51 a	26.85 ab	39.16 b	35.49 a	23.48 b
-	10	43.14 c	36.77 a	29.74 a	38.88 c	35.70 a	25.90 bc	37.58 b	36.05 a	22.88 b
F-test ^w	A	***	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	B	**	NS	NS	***	NS	***	***	NS	***
	A*B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zL^z value, 0 (black) - +100 (white); ‘a’ value, 100 (redness) - -800 (greenness); ‘b’ value, +70 (yellowness) - -70 (blueness).

^yMean separation within columns by 5% DMRT.

^x-, non-precooled.

^wNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05, 0.01, \text{ or } 0.001$, respectively.

Table 5. Changes in hunter value of fruits of ‘Maehyang’ strawberry during 14 days as affected by temperature of precooling and storage at 15:00 pm harvest in May.

Precooling temperature (°C) (A)	Storage temperature (°C) (B)	2nd day			8th day			14th day		
		L ^z	a	b	L	a	b	L	a	b
0	4	47.26 a ^y	31.75 b	31.68 ab	42.48 a	36.87 a	29.55 a	42.02 a	37.08 a	28.70 a
2	8	42.39 b	35.20 a	28.65 c	39.17 b	36.29 a	25.49 b	37.73 b	35.85 a	24.26 b
4	10	42.59 b	36.13 a	28.59 c	39.08 b	37.19 a	24.22 b	37.60 b	35.57 a	22.12 bc
- ^x	4	44.91 ab	36.80 a	31.89 a	43.33 a	35.71 a	29.74 a	43.57 a	36.60 a	29.68 a
-	8	45.40 ab	35.89 a	29.47 abc	39.24 b	35.70 a	24.38 b	37.58 b	35.96 a	22.07 bc
-	10	42.24 b	38.02 a	28.88 bc	39.10 b	36.37 a	24.57 b	37.08 b	35.46 a	21.16 c
F-test ^w	A	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	B	**	NS	**	***	NS	***	***	NS	***
	A*B	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zL^z value, 0 (black) - +100 (white); ‘a’ value, 100 (redness) - -800 (greenness); ‘b’ value, +70 (yellowness) - -70 (blueness).

^yMean separation within columns by 5% DMRT.

^x-, non-precooled.

^wNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05, 0.01, \text{ or } 0.001$, respectively.

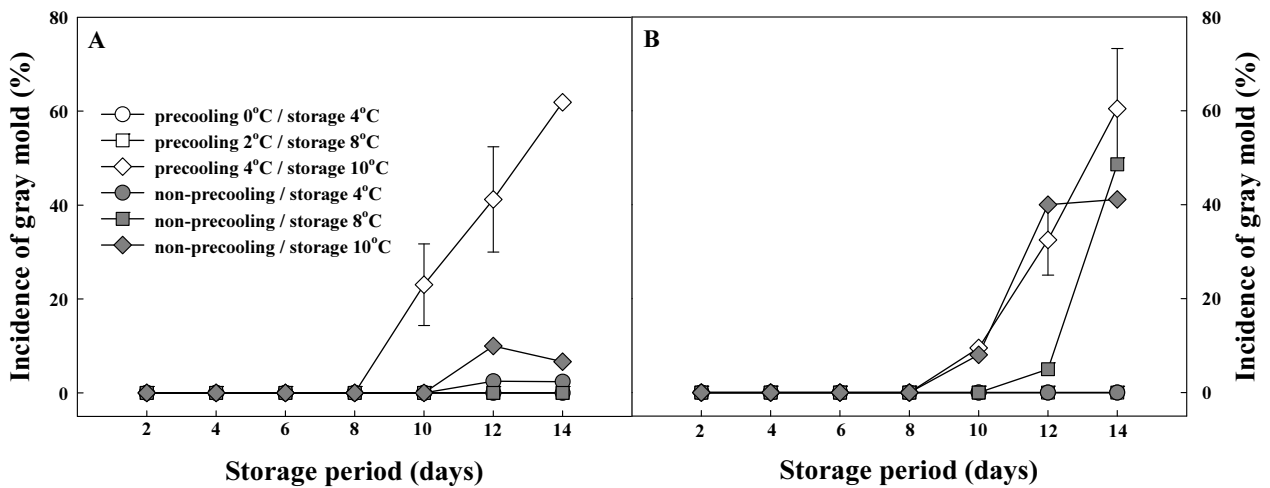


Fig. 2. Changes in incidence of gray mold of strawberry ‘Maehyang’ during 14 days under simulated marketing procedure as affected by harvest time of the day and temperature of precooling and storage in May. A, 07:00 am harvest; and B, 15:00 pm harvest. Vertical bars represent the standard error (n = 15).

품종을 수확 후 2, 4, 8°C에 예냉하여 각각 4, 8, 10°C에 저장했을 때와 유사한 결과를 보였다(Park과 Hwang, 2010).

본 연구에서 수출딸기 ‘매향’ 품종을 오전 07:00시에 수확하여 0°C 예냉 후 4°C에 저장하여 수확 시부터 저장까지 낮은 품온을 유지하고 호흡량을 감소시킴으로써 무게 손실률, 색도 등의 품질 및 상품성을 유지시킬 수 있다는 결과를 얻었으며, 이 결과를 농가 및 딸기 선별장에서와 유통 및 판매 시 적용하여 고품질의 딸기를 생산 및 판매할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 5월 일중 수확시기, 예냉 유무, 예냉 및 저장 온도가 수출 딸기 ‘매향’의 상품성에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 과피의 착색이 60±5%로 진행된 딸기를 오전 07:00시와 오후 15:00시에 각각 수확하였다. 수확 후 일부 딸기는 예냉고에서 품온을 0, 2, 4°C로 각각 3시간 동안 예냉처리하였으며, 일부는 상온에 보관하였다. 이후 딸기는 처리별로 저장온도 4, 8, 10°C로 설정된 저온저장고에 저온 저장하였다.

저장고에 14일간 저장하면서 딸기의 무게 손실률, 경도, 당도, 색도, 잿빛곰팡이 발생률을 이를 간격으로 조사하였다. 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 모두 저장기간이 경과함에 따라 수확 시 무게에 비해 무게 손실률이 증가하였으며, 오전 07:00시 수확에 비해 오후 15:00시 수확에서 처리에 따른 무게 손실률 차이가 컸다. 경도는 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확 각각 6일째와 8일째까지 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다. 오후 15:00시 수확 시 예냉하지 않은 10°C 저장 처리는 저장 후 2일째에 과실의 경도가 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 당도는 오전 07:00시와 오후 15:00시 수확에서 예냉처리하고 낮은 저장온도 처리에서 저장일수 경과함에 따라 높은 수치로 유지되는 경향을 보였다. 색도는 일중 수확시기 및 예냉 유·무에 관계없이 낮은 저장온도에서 명도를 나타내는 ‘L’ 값은 유의적으로 높았고 적색도를 나타내는 ‘a’ 값은 유의적으로 낮은 경향을 보였다. 잿빛곰팡이 발생률은 오전 07:00시 수확에 비해 오후 15:00시 수확 시 발생률이 높았으며, 공통적으로 예냉을 한 후 10°C에 저장한 처리에서 잿빛곰팡이 발생률이 현저히 높았다. 본 연구에서 07:00시에 수확하여 0°C 예냉 후 4°C에 저장하는 것이 가장 우수한 저장성을 유지하였다. 그러므로 온도가 낮은 오전에 수확을 하고 낮은 온도에 예냉과 저장을 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

추가 주제어: 경도, 잿빛곰팡이 발생률, 당도, 무게 손실률

사 사

본 연구는 농림축산식품부 농생명산업기술개발사업(과제 번호 315004-5)의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Burton, W.G. 1982. Postharvest physiology of food crops. Long-man, London, UK.
- Eum, H.L., S.J. Bae, D.K. Hang, Y.R. Yeoung, and S.J. Hong. 2014. Effects of shipping temperature and precooling treatment of everbearing strawberry cultivars ‘Goha’ and ‘Flamenco’ grown on highland through export simulation. *Kor. J. Hort. Technol.* 32:202-209.
- Golding, J.B., D. Shearer, S.G. Wyllie, and W.B. McGlasson. 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 14:87-98.
- Hwang, D.K., H.L. Eum, Y.R. Yeoung, K.W. Park, and S.J. Hong. 2013. Characteristics of everbearing strawberry cultivars and the effect of precooling treatment to maintain quality of ‘Charlotte’ cultivar grown on highland in summer season. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:282-288.
- Javanmardi, J., and C. Kubota. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biol. Technol.* 41:151-155.
- Kati. 2019. Korea Agricultural Trade Information. <https://www.kati.net/>. Accessed 09 Dec. 2019.
- Kim, H.M., and S.J. Hwang. 2013. Qualitative changes in maturity, precooling temperatures and light illumination on the post-harvest management of the fruits in ‘Maehyang’ strawberry for export. *Protected Hort. Plant Factory* 22: 432-438.
- Kumar, A., B.S. Ghuman, and A.K. Gupta. 1999. Non-refrigerated storage of tomatoes-effect of HDPE film rapping. *J. Food Sci. Technol.* 36:438-440.
- Li, C., and A.A. Kader. 1989. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:629-634.
- Marquenie, D., C.W. Michiels, A.H. Geeraerd, A. Schenk, C. Soontjens, J.F. Van Impe, and B.M. Nicolaï. 2002. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *Intl. J. Food Microbiol.* 73:187-196.
- Martinez-Romero, D., S. Castillo, and D. Valero. 2003. Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Postharvest Biol. Technol.* 28:135-142.
- Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, A.M.M.B. Morais, and S.A. Sargent. 1995a. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Technol.* 6:17-28.
- Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, S.A. Sargent, and A.M.M.B. Morais. 1995b. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). *Food Control* 6:323-328.
- Park, J.E., and S.J. Hwang. 2010. Effect of precooling and storage temperatures on the post-harvest management of the fruits in ‘Maehyang’ and ‘Soogyong’ strawberries for export. *J. Bio-Environ. Control* 19:366-371.
- Park, S.J., S. Hong, and C.S. Lee. 2000. Softening of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) as affected by harvest time, temperature, and ethephon treatment. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:395-398.
- Park, S.W., E.Y. Ko, M.R. Lee, and S.J. Hong. 2005a. Fruit quality of ‘York’ tomato as influenced by harvest maturity and storage temperature. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:31-37.
- Park, Y.M., and Y.J. Lee. 2006. Ripening responses and quality changes of ‘Fuyu’ persimmon fruit as influenced by exogenous ethylene and subsequent short-term storage temperature. *Kor. J. Hort. Technol.* 24:216-221.
- Park, Y.M., T.M. Yoon, and M.G. Hwang. 2005b. Analysis of

- storage method and marketing temperature effects on the storage potential of mid-season apple cultivar 'Hongwol'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:49-55.
- Pérez, A.G., R. Olias, J.M. Olias, and C. Sanz. 1998. Strawberry quality as a function of the 'high pressure fast cooling' design. Food Chem. 62:161-168.
- Pérez, A.G., C. Sanz, J.J. Ríos, R. Olias, and J.M. Olías. 1999. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. J. Agr. Food. Chem. 47:1652-1656.
- Poondla, V., R. Bandikari, R. Subramanyam, and V.S.R. Obulam. 2015. Low temperature active pectinases production by *Saccharomyces cerevisiae* isolate and their characterization. Biocatalysis Agr. Biotec. 4:70-76.
- Reddy, B., K. Belkacemi, R. Corcuff, F. Castaigne, and J. Arul. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. Postharvest Biol. Technol. 20:39-51.
- 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.
- Saftner, R.A., J.A. Abbott, W.S. Conway, C.L. Barden, and B.T. Vinyard. 2002. Instrumental and sensory quality characteristics of 'Gala' apples in response to prestorage heat, controlled atmosphere, and air storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:1006-1012.
- Saks, Y., A. Copel, and R. Barkai-Golan. 1996. Improvement of harvested strawberry quality by illumination: colour and *Botrytis* infection. Postharvest Biol. Technol. 8:19-27.
- Smith, R.B. 1992. Controlled atmosphere storage of 'Redcoat' strawberry fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:260-264.
- Van Buren, J.P. 1979. The chemistry of texture in fruits and vegetables. J. Texture Studies 10:1-23.
- Vanchon, C., G.D. Aprano, M. Lacroix, and M. Letendre. 2003. Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria spp.* on storage-keeping quality. J. Food Sci. 68:608-611.
- Vicente, A.R., G.A. Martínez, P.M. Civello, and A.R. Chaves. 2002. Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. Postharvest Biol. Technol. 25:59-71.
- Youn, A., K. Kwon, B. Kim, S. Kim, B. Noh, and H. Cha. 2009. Changes in quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) during storage at different temperatures. Kor. J. Food Sci. Technol. 41:251-257.