

머스크멜론의 저장 후 모의 유통온도가 품질변화에 미치는 영향

최현경 · 박성민 · 유근창 · 정천순*

강원대학교 농업생명과학대학 식물응용과학부

Effects of Shelf Temperature on the Fruit Quality of Muskmelon after Storage

Hyun Kyoung Choi, Sung Min Park, Keun Chang Yoo, and Cheon Soon Jeong*

Division of Applied Plant Sciences, Kangwon National Univ. Chuncheon 200-701, Korea

*corresponding author

ABSTRACT The study was conducted to investigate quality changes by different shelf temperature after storage at 5°C for 15 days. Fruits on the shelf at room temperature produced more C₂H₄ and CO₂ than those at 5°C by 30% and seven times, respectively. By 10 days on the shelf, flesh firmness was held better at 5°C, while it was softened very rapidly at 13°C and room temperature. In contrast, at low shelf temperature, contents of soluble solid did not show significant difference except that, in room temperature, it showed tendency to decrease. Sucrose content tended to be higher on the third day of marketing. At room temperature, however, all the sugar contents decreased from 10 days of marketing. Small quantity of ethanol and acetaldehyde were detected on the first day of marketing at 5°C and 13°C, but they were high at room temperature. Also, these contents increased significantly with prolonging the shelf period and with rising marketing temperature.

Additional key words: acetaldehyde, ethanol, sugar, pulp firmness, soluble solid content

서 언

머스크멜론은 지중해, 아시아, 북유럽과 미주지역에서 광범위하게 재배되고 있으며, 과실의 독특한 향기와 높은 당도로 인하여 각광을 받고 있다(Pratt, 1971). 멜론은 고온, 건조, 강광을 요하는 작물이기 때문에 우리 나라는 주로 시설 내에서 재배되고 있다. 멜론은 착과 후 약 50-55일경에 수확되는데, 이때 가용성 고형물 함량이 약 10-15%이며 품질은 조직감, 향기, 당도, 경도 및 네트형성 정도 등 미각, 후각 및 시각적인 측면에서 평가되기 때문에 재배하기에 까다로운 작물로 취급되고 있다(Davis, 1965; Evensen, 1983; Lester, 1988).

지금까지 원예산물들은 상품성을 연장하기 위하여 예냉처리 후, 저온저장, CA 저장 및 MA 저장 등에 역점을 두고 연구가 추진되어 왔다(Miyazaki와 Ookubo, 1989). 그러나 일반 소비자들은 저장산물의 소비를 가장 기피하는 원인으로 유통기간의 단축이라고 급격한 온도변화에 접하게 되면 호흡급등에 의해 품질이 급속도로 변질된다는 것을 지적한다. 최근에는 멜론이나 수박 등 과채류의 수확 후 유통기간 중에 수분손실 감소 및 저장성을 향상시키기 위하여 꼭지부분을 은박지나 비닐로 감싸서 판매하고 있다. 소비자

들의 멜론 구매욕을 높이기 위해서는 재배적인 측면에서도 고품질 생산이 중요하겠지만, 수확 후 관리 즉, 저장온도 및 저장기간에 따른 후숙정도가 식미에 결정적으로 작용하기 때문에 후숙온도 및 기간도 중요하다고 생각한다. 또한 국내에서는 멜론재배에 관한 연구가 많지만(Han과 Park, 1993; Park 등, 1998; Lee 등, 1994), 저장 및 유통 중 품질변화에 관한 연구는 부족한 실정이다(Yeoung 등, 1996; Jeong 등, 1998).

본 연구에서는 일정기간 저장한 멜론을 모의 유통시킬 때 온도에 따른 품질변화를 분석하여 저장한 멜론의 적정 유통온도와 유통기간을 조사하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

공시품종은 '슈퍼 VIP'(㈜ 중앙종묘)를 2000년 1월 24일 파종하여 강원대학교 부속농장 비닐하우스에서 토경재배하였다. 과실은 10절 위에 착과시켰고, 23절에서 적심하여 관행재배하였다. 수확된 머스크멜론을 향온·항습기(BR-590H/S, Fisons P/C, UK) 내의 온도 및 습도를 각각 5°C, RH93±3%의 조건에서 15일간 저장하였다. 저장 후 모의 유통온도에 따른 생리적 반응과 품질변화를 보

* Received for publication 13 January 2001. Accepted for publication 22 March 2001.

기 위해 과실을 5.2L 밀폐용기에 저장하면서 모의 유통온도 처리 후 1, 2, 3, 5, 10 및 15일에 CO₂ 및 C₂H₄ 발생량을 측정하였다. CO₂ 및 C₂H₄는 Park 등(1997)의 방법에 준하여 gas chromatography(GC, model 680D, 영인과학, 국산)를 이용하여 CO₂는 oven 온도를 150℃, TCD 온도를 200℃로 하였고, C₂H₄는 oven 온도를 225℃, FID 온도를 200℃에서 승온식으로 0.5ml씩 주입하여 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15 × 1/8 SS (2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다. Acetaldehyde 측정은 수확한 멜론을 변온 후 1, 2, 3, 5, 10 및 15일에 과육부를 착즙 후 gas 포집용 vial(20ml)에 원액 10ml를 취해 70℃ 수조에서 1시간 동안 휘발성물질을 추출하여 1ml씩 주입하여 측정하였다. 측정은 Park 등(1997)의 방법에 준하여 GC를 이용하였고, FID 온도를 250℃에서 측정하였다. Column은 5% Carbowax 20M 80/120 CarboBlack™ B, 2m 1/8 OD×2mm ID(Restek Co., USA)를 사용하였고, 이동 gas는 고순도 질소를 이용하였다. 가용성 고형물함량은 변온 후 1, 3, 5, 10 및 15일간 저장하면서 과육부를 착즙후 Brix 당도계(ATAGO N1, 0-32%, Japan)로 3과를 측정하여 평균치로 계산하였다.

당류 및 에탄올 분석은 3개의 과실을 각각 10g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상등액을 0.45µm membrane filter로 여과 후 10µl씩 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. 당 및 ethanol 분석은 HPLC(model : RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mmØ×30cm)로 환원당 및 비환원당을 분석하였다(Jeong 등, 1998).

경도의 변화를 보기 위하여 저장온도 및 저장기간에 따라 과육의 중앙부위를 측정하였다. 측정방법은 Rheometer(Sun Scientific Co., LTD., Compac-100, Japan)에 감압축 No. 4(축경: 3mm)를 장착하여 60mm/min.의 속도로 압축하여 최대강도를 측정하였다.

머스크멜론을 15일간 저장한(저장온도 5℃, 습도 RH 93±3%) 다음 유통온도에 따른 C₂H₄ 발생량은 실온유통(약 25℃) 1일에서 1.3 µl/kg.hr⁻¹, 13℃에서 0.8µl/kg.hr⁻¹ 그리고 5℃에서 0.4µl/kg.hr⁻¹로 각각 발생하였다. 특히 실온유통 7일까지 계속 다량 발생된 것에 비해 5℃ 및 13℃ 유통에서는 3일부터 15일까지 소량으로 유사한 경향을 보였다(Fig. 1). 유통기간 중에 C₂H₄ 발생량이 많다는 것은 조직의 연화 및 노화를 촉진시켜 상품성을 상실하는 중요한 요인이다. 따라서 유통 중에 C₂H₄ 발생을 최소화하는 방법으로는 저장온도와 유통온도의 변화 폭을 최소화하여 유통시키는 것이 바람직하다고 생각된다. Park(2000)은 홍고추를 7℃에서 30일간 저장한 다음 유통기간에 에틸렌 발생량을 측정한 결과, 수확 후 5℃에서 발생한 에틸렌량보다도 유통기간 중에 현저하게 많이 발생했다는 보고와 일치하고 있다.

저장 후 유통온도에 따른 호흡량은 1일의 실온에서 40.8mg/kg.hr⁻¹, 13℃에서 9.1 mg/kg.hr⁻¹ 그리고 5℃에서 6.0mg/kg.hr⁻¹로 각각 나타났다. 실온유통 2일째는 24.3mg/kg.hr⁻¹로 급격히 감소하여 온도변화 폭이 크면 유통온도 초기부터 호흡량이 매우 높았다. 그리고 5℃ 및 13℃에서는 다소 차이는 있지만, 유사한 경향을 보였다(Fig. 2). Ning 등(1992)은 저장온도에 따른 호흡량에 있어서 저장온도를 5℃에서 20℃로 전환시켰을 때 20℃에서의 호흡량이 무처리구 20℃에서의 호흡량과 같았다고 하였다. 이러한 결과는 저온상태에서 호흡에 관여하는 효소가 급격한 온도변화에 의해 활성이 촉진되면서 호흡량이 급증한 것으로 생각된다. 따라서 이러한 저장에 관한 생리적인 특성은 차후에 구명되어져야 할 것이다. 원예산물은 수확 후 최적의 저장온도 및 습도조건에서 저장력은 오래 지속될 수 있어도 유통과정에서 급격한 온도변화를 주면 호흡량의 급등으로 저장산물의 신선도는 물론 외관을 손상시켜 상품성을 저하시킬 수 있기 때문에 저장산물의 유통온도가 상대적으로 중요하다고 생

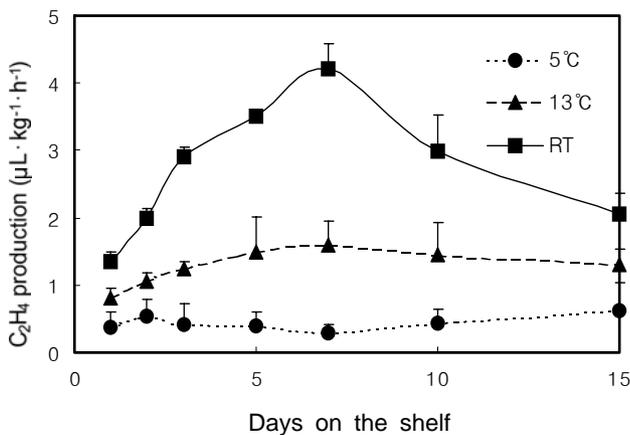


Fig. 1. The effect of shelf temperature on ethylene production during simulated marketing period after 15 day storage at 5℃. RT: room temperature (about 25℃). Vertical bars indicate standard errors.

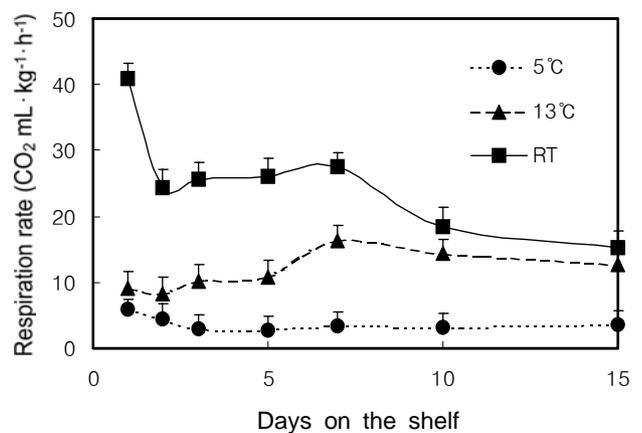


Fig. 2. The effect of shelf temperature on respiration rate during simulated marketing period after 15 day storage at 5℃. RT: room temperature (about 25℃). Vertical bars indicate standard errors.

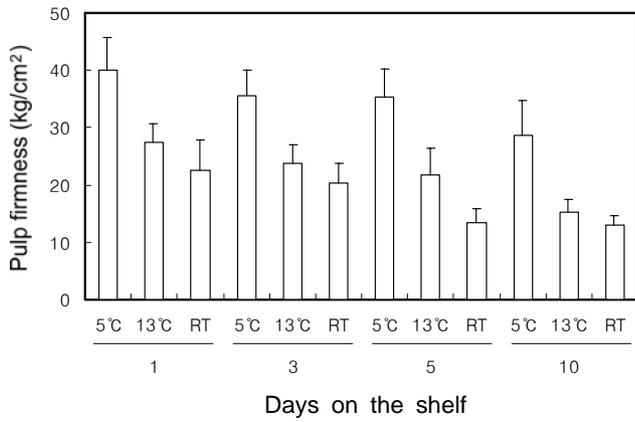


Fig. 3. The effect of shelf temperature on pulp firmness during simulated marketing period after 15 day storage at 5°C. RT: room temperature (about 25°C). Vertical bars indicate standard errors.

각된다.

경도의 변화는 1일의 5°C에서 40.1kg/cm², 13°C에서 27.5 kg/cm² 그리고 실온에서는 22.6kg/cm²으로 각각 나타났다. 유통기간이 길어짐에 따라 경도는 급격하게 감소하는 경향을 보였는데, 10일의 5°C에서 28.6kg/cm², 13°C에서 15.3kg/cm² 그리고 실온에서 13.1kg/cm²로 나타났다(Fig. 3). Lester와 Bruton(1986)에 의하면 머스크멜론을 shrink-film으로 밀봉하여 4°C에 저장하면 생체중 손실억제는 물론 경도를 40일까지 유지할 수 있다고 하였는데, 세 포내의 수분함량은 경도유지와 밀접한 관계가 있다고 생각된다. 과실의 경도는 온도변화 폭이 큰 13°C나 실온에서 조직의 연화가 촉진되는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 Fig. 1의 결과에서 C₂H₄ 발생량이 온도변화 후 급격하게 증가하면서 발생된 에틸렌이 반복적으로 저장산물에 계속 피해를 주어 조직이 빠르게 연화·붕괴되는 것으로 생각된다.

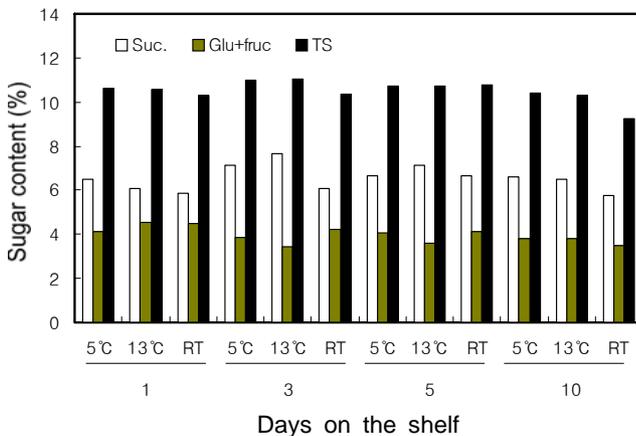


Fig. 5. The effect of shelf temperature on sugar content during simulated marketing period after 15 day storage at 5°C. RT: room temperature (about 25°C). Suc.: sucrose, Glu+ Fruc.: glucose+fructose, TS: total sugar.

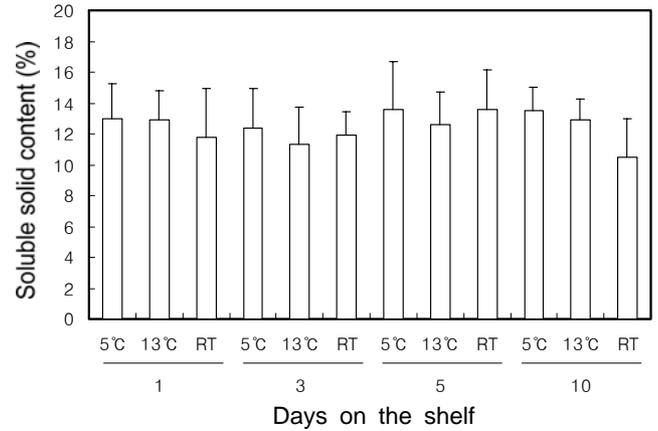


Fig. 4. The effect of shelf temperature on soluble solid content during simulated marketing period after 15 day storage at 5°C. RT: room temperature (about 25°C). Vertical bars indicate standard errors.

가용성 고형물함량은 저장 후 유통 1일부터 5일까지는 5°C 및 13°C에서 약 13% 내외로 계속 유지되는 경향을 보였지만, 10일째의 실온에서는 10-11% 내외로 약 1-2% 정도 감소하였다(Fig. 4). Miyazaki와 Ookubo(1989)에 의하면 저장온도별 호흡이 20°C에서는 10°C의 2-3배, 10°C는 4°C의 1.5-2배 정도 높다고 보고되었는데, 특히 본 연구의 결과에서 유통온도 변화에 따라 호흡량이 급격히 증가하여 가용성 고형물함량의 소모가 많았던 것으로 판단된다.

당류의 변화는 3일과 5일의 13°C에서 비환원당인 sucrose 함량이 7.64%로 다소 높게 나타났지만, 환원당인 glucose+fructose 함량이 다소 낮아 전당함량은 유사한 경향을 보였다. 그러나 10일의 실온유통에서는 sucrose 함량이 5.74%, glucose+fructose 함량이 3.51%로 다소 낮게 나타나 전당함량이 타 처리구에 비해 1-2% 정도 감소하였다(Fig. 5). 이러한 결과는 Fig. 2의 호흡량이 저온유

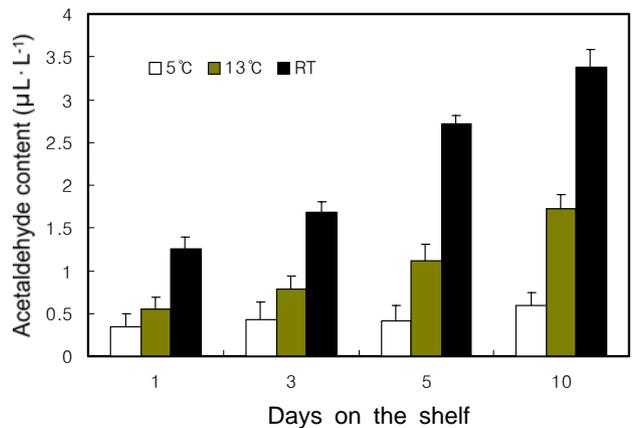


Fig. 6. The effect of shelf temperature on acetaldehyde content during simulated marketing period after 15 day storage at 5°C. RT: room temperature (about 25°C). Vertical bars indicate standard errors.

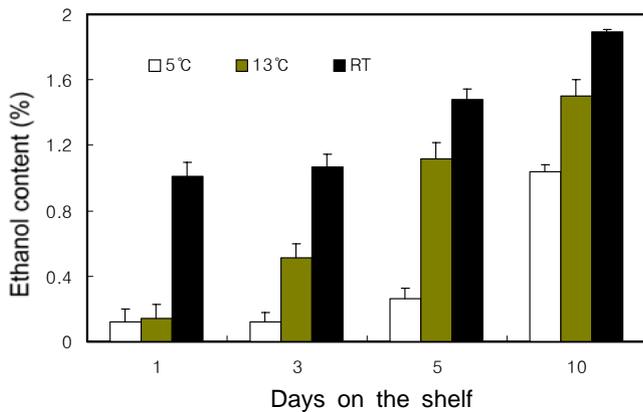


Fig. 7. The effect of shelf temperature on ethanol content during simulated marketing period after 15 day storage at 5°C. RT: room temperature (about 25°C). Vertical bars indicate standard errors.

통보다는 실온유통에서 높았는데, 호흡에 따른 당의 소모가 촉진된 것으로 추측된다. 기존의 보고(Evensen, 1983; Ogle와 Christopher, 1957)에서도 저장기간 중 당의 감소는 호흡에 의해 소모한다는 내용과 일치하고 있다. 머스크멜론은 climacteric 과실로서 저장 중에 호흡속도는 2배 이상 증가하였다가 노화가 진행되면서 감소한다. 저장 10일째 당 함량이 증가하는 것은 저장중 생체중의 감소를 보면 당함량의 증가를 이해할 수 있을 것이다. 과실은 상대습도가 90±5%에서 저장한 것으로 저장 10일까지 수분손실에 의해 생체중이 7.5-10%로 급격히 감소한 반면에 10일에서 20일 사이에는 2-4%로 수분손실 속도가 호흡속도보다 높다는 보고(Yeoung 등, 1996)가 있는데, 이는 결과적으로 당이 과실에 농축되어 과실내 수분장력이 낮아져 상대적으로 당 함량이 높아진 것으로 추측된다.

Acetaldehyde 함량 변화는 5°C에서 저장기간 1일부터 10일까지 0.4-0.6µl/l로 낮았으나, 13°C에서는 0.6-1.7µl/l로 다소 높았고, 실온에서는 1.3-3.4µl/l로 급격히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 6).

Ethanol 함량은 유통 1일부터 5일까지 5°C에서는 0.1-0.3%로 낮았지만, 10일에서는 1.0%로 급격히 증가하였다. 그리고 13°C 및 실온에서는 유통기간이 길어짐에 따라 증가하는 속도가 빠르게 진행되어 10일째는 1.9%로 높게 나타났다(Fig. 7). 저장 중에 외관상 관찰하기 어려운 태과조직에 조직이 붕괴되면서 수침현상이 일어나 품질이 저하되어 상품가치를 상실한다고 하였다(Pratt, 1971; Rosa, 1928). 멜론이나 참외에 발효과일의 특징 중 정상과에 비해 알코올과 acetaldehyde 축적이 높고, 경도와 관련이 많은 세포벽 성분인 수용성 pectin이 현저하게 낮아 세포벽 붕괴에 의해 조직의 함몰현상이 나타난다고 하였다(Goto, 1985; Hwang, 1993; Hwang과 Lee, 1993; Sin 등, 1991). Miyazaki와 Ookubo(1989)는 저온저장 후 상온으로 이동했을 때 상품성은 2-3일이 적당하고 그 이상의 기간은 상품성을 상실한다고 하였다. 본 연구의 결과에서 유통온도가 높고, 저장기간이 길어짐에 따라 조직의 연화현상이 급격하게 진행되었고, ethanol과 acetaldehyde 함량이 많이 검

출된 것으로 보아 머스크멜론을 장기저장할 때 5°C 및 13°C의 유통은 3-5일 정도는 상품성이 유지되었지만, 실온유통은 3일 이후에 과실내에서 조직이 붕괴되고, 발효와 증상이 나타나서 상품성이 상실되었다. 따라서 일정기간 저장된 머스크멜론의 상품성을 유지하기 위해서는 13°C에서 유통하는 것이 적당하다고 판단된다.

초 록

본 연구는 5°C에서 15일간 저장 후 변온에 따른 품질변화를 분석하여 적정 유통온도와 유통기간을 제시하고자 실시하였다. 5°C에서 15일간 저장 후 유통온도를 달리했을 경우 C₂H₄ 및 CO₂ 발생량은 5°C 유통보다 실온유통에서 C₂H₄는 약 30% 이상, CO₂는 7배 정도 높게 발생되었다. 경도는 5°C에서는 유통 10일까지도 조직이 단단하게 유지되었지만, 13°C 및 실온에서는 빠르게 연화하였다. 가용성 고형물 함량은 저온유통에서 커다란 차이가 없었지만, 실온유통에서는 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 당 함량은 3일째 유통에서 가장 높았고, 10일째의 실온유통에서는 전당함량이 감소하였다. Ethanol 및 acetaldehyde 함량은 유통 1일의 5°C 및 13°C에서는 적게 검출되었지만, 실온유통에서는 많았다. 그리고 유통기간이 길어질수록, 온도가 높아질수록 이들 함량은 현저하게 증가하는 것으로 나타났다.

추가 주요어 : 아세트알데히드, 에탄올, 당, 경도, 가용성고형물 함량

인용문헌

- Davis, R.M. 1965. Concerning flavor in cantaloupes, vegetable crop series. No 137. Univ. of Calif. Davis.
- Evensen, K.B. 1983. Effects of maturity at harvest, storage temperature, and cultivar on muskmelon quality. HortScience 18:907-908.
- Goto, K. 1985. Scheme of protection and reason of occurrence of fermentation fruit in 'Prince' melon. Agri. and Hort. 60:79-83.
- Han, S.K. and K.W. Park. 1993. Effects of leaf number in upper stem of fruit stalk on the quality of melon (*Cucumis melo* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:199-206.
- Hwang, Y.S. 1993. Characteristics of cell walls in melon fruits affected by abnormal fermentation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:273-278.
- Hwang, Y.S. and J.C. Lee. 1993. Physiological characteristics of abnormal fermentation in melon fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:339-343.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and Y.R. Yeoung. 1998. Effects of foliar application of CaCl₂ on quality of netted muskmelons during postharvest storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:170-174.
- Lee, K.B., S.K. Kim, C.H. Yang, C.H. Yoo, J.H. Chon, D.K. Lee,

- and J.D. So. 1994. Effect of irrigation period on quality of melon (*Cucumis melo* L.). J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 27:269-274.
- Lester, G. 1988. Comparisons of 'Honey Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. HortScience 23:180-182.
- Lester, G.E. and B.D. Bruton. 1986. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:727-731.
- Miyazaki, T and M. Ookubo. 1989. Effects of maturity and post-harvest techniques on keeping quality of melons. J. Japan Soc. Hort. Sci. 58:361-368.
- Ning, B., Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakamura. 1992. Effects of storage temperature on occurrence of chilling injury and storage life in chinese pear 'Yali'. J. Japan Soc. Hort. Sci. 61:461-467.
- Ogle, W.L. and E.P. Christopher. 1957. The influence of maturity, temperature, and duration of storage on quality of cataloupes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70:319-324.
- Park, D.K., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.C. Um, H.T. Kim, and Y.H. Choi. 1998. The effect of soil water content at fruit ripening stage on yield and quality in muskmelon. J. Bio. Fac. Env. 7:330-335.
- Park, J.C. 2000. Effects of storage temperature and calcium chloride treatments on compound contents and shelf-life of red pepper (*Capsicum annuum* L.). MS. Thesis. Kangwon University, Korea.
- Park, Y.S., T.S. Na, and K.M. Lee. 1997. Effects of O₂ and CO₂ treatments within polyethylene film bags on the fruit quality of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:510-515.
- Pratt, H.K. 1971. Melons. In: A.C. Hulme(Ed.). The biochemistry of fruits and their products. Vol. 2. Academic Press. New York p. 207-209.
- Rosa, J.T. 1928. Changes in composition during ripening and storage of melons. Hilgardia 3:421-443.
- Sin, G. Y., C.S. Jeong, 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.
- Yeoung, Y.R., C.S. Jeong, and H.K. Kim. 1996. Effects of storage temperature and duration on sugar and fruit quality of muskmelon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:252-256.