

여름 착색단고추의 저장에 따른 품종별 품질 변화

안철근^{1*} · 황해준¹ · 심재석¹ · 정병만¹ · 손길만¹ · 송근우¹ · 임채신² · 조정래²

¹경상남도농업기술원 수출농산물연구센터, ²경상대학교 응용생명과학부 원예학과

Changes of Fruit Quality in Response to Storage on Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars in Summer

Chul Geon An^{1*}, Hae Jun Hwang¹, Jae Suk Shim¹, Byeong Mahn Chong¹, Gil Man Shon¹, Geun Woo Song¹, Chae Shin Lim², and Jeoung Lai Cho²

¹Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju 660-360, Korea

²Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract. The summer production of sweet pepper in Korea which cultured in the highland area such as Hapchon is essential for a year-round export, but has the problem, fruits lose easily their marketability. This study was carried out to find changes of fruit quality in response to storage on sweet pepper cultivars in summer. Seven cultivars of sweet peppers, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' were obtained from growers in Hapchon which was highland of 600-800m from sea level and stored at 10°C with box packing. Fruit quality was evaluated every 4 days up to 4 weeks. The weight loss of 'Jubilee' was the lowest, that of 'Romeca' was the highest. The firmness of 'Goal' was maintained highly for 4 weeks and the red cultivars was higher than those of other color cultivars. The lightness of 'Jubilee' was sensitively affected by storage duration. Seeds of 'Plenty' and 'Derby' were plentifully browned after 4 weeks storage. The occurrence of fruit rotting was after 16-20 day storage and those of 'Plenty' and 'Maximalia' were the earliest. The marketability of 'Jubilee' and 'Romeca' maintained by 70% for 16 days was the highest, but most cultivars lost those by 20% after 24 days storage. It may be suggested that the marketability of sweet pepper produced in summer can be stored at 10°C for 2 weeks to maintain that of 80%.

Key words : brown seed, hunter value, soluble solids, stalk browning

*Corresponding author

서 언

착색단고추는 우리나라 도입 10년만에 수출 대표작물로서 가장 중요한 위치를 차지하고 있다. 전국적으로 2006년 현재 경남과 전·남북 중심으로 302ha가 재배되고 있으며, 강원도는 주로 고랭지 여름재배 단지로서 50ha 정도의 면적에서 전국 생산량의 10%정도로 연중 생산에 크게 기여하고 있다.

착색단고추는 수확해서 선별 후 선적하는데 1~2일, 배로 일본으로 운송하는데 1일, 일본에서 검역 통관에 1~2일 정도 소요되고, 일본 유통과정에 1~2일이 더 필요하여, 우리나라에서 수확 후 일본 소비자까지 전달되는데 모두 5~7일 정도가 소요된다.

일본에 착색단고추를 수출함에 있어서 우리나라의

수출 경쟁국인 네덜란드의 경우에는, 항공운송을 하기 때문에 유통기간은 한국산과 비슷하지만 운송료가 300엔/kg으로 한국산의 55엔/kg보다 월등히 비싼 편이다.

착색단고추의 생산시기에 따라 상품성 유지기간이 달라질 수 있겠지만, 여름을 제외하고는 10°C 내외의 저온 유통을 할 경우에 4주 정도는 상품성을 유지할 수 있기 때문에(Lim 등, 2005) 일본에서의 판매상의 품질문제는 없다고 볼 수 있다. 하지만 적온에 저장을 하더라도 여름에 생산된 과실은 대부분의 과채류에서 저장성이 크게 떨어지는 것으로 알려져 있다.

착색단고추는 열대지방을 원산지로서 하는 고온성 채소로서 품종과 상온에 노출되는 시간에 따라 수확 후 7-10°C의 저온장해에 민감하기 때문에(Fung 등, 2004; Mercier 등, 2001; Lee, 2003; Yang과 Lee, 1997)

적정 저장온도는 10~12°C로 알려져 있다. 하지만 이 온도는 착색단고추의 성숙이 진행되는 온도이며, 또한 박테리아 등에 의한 부패가 촉진될 수 있는 조건이 되기도 한다(Cho와 Choi, 2002; Huges 등, 1981). 특히 여름에 재배된 경우에는 이러한 성숙속도가 빨라지고, 각종 병의 감염 가능성이 높아져 저장유통에 더욱 어려움을 겪을 수밖에 없다.

특히, 2006년부터 착색단고추의 미국수출 가능성이 열린 상황에서 장기저장의 필요성은 무엇보다 중요하게 요구되는 시점이며, 연중 공급체계 구축을 위해 여름에 재배된 착색단고추의 품종별 저장에 따른 품질의 변화와 상품성을 유지할 수 있는 품종별 유효기간을 비교하여 제시할 필요가 있어 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

시험에 이용된 착색단고추는 여름재배의 주산단지인 해발 600-800m의 합천군 가야면 ‘치인 착색단고추 수출단지’에서 2005년 7월 15일 생산된 7품종을 수집하여, 2시간 내에 10°C의 실험용 저온저장실에서 수출용 포장박스에 넣어 저장을 시작하였다. 조사는 4일 간격으로 4주간 하였다.

시험에 사용한 7품종은 빨간색 ‘Goal’(Seminis, The Netherlands), ‘Jubilee’(Rijk Zwaan, The Netherlands), ‘Plenty’(De Ruiter, The Netherlands) 등 3품종이었고, 노란색은 ‘Romeca’(Rijk Zwaan, The Netherlands), ‘Derby’(De Ruiter, The Netherlands), ‘Mydas’(Seminis, The Netherlands) 등 3품종이었으며, 오렌지색은 ‘Maximalia’(Seminis, The Netherlands) 품종이 사용되었다.

과실 수분감소율(WL)은, 품종 당 5개의 과실을 저장일부터 4일 간격으로 전자저울(G4410-3, KERN Co., Germany)을 이용하여 과실의 무게를 달아 저장 전 무게($W_{t=0}$)와 저장후 무게($W_{t=}$)의 차이를 감소율(%)로 환산하였는데, 계산방식은 다음과 같았다.

$$WL(\%) = (W_{t=0} - W_{t=}) / W_{t=0} \times 100.$$

경도는, 직경이 12.3mm인 경도계(FHM-5, Tokyo, Japan)를 이용하여 4일 간격으로 품종 당 5개 과실의 어깨, 중간, 선단부위를 측정하여 각각 9.81로 나누어 계산된 수치의 평균값을 취하였다.

상품율은, 품종 당 5개의 과실을 저장 28일까지 4일 간격으로 과피의 무름정도와 부패정도를 0~2까지 정하여 0은 우수, 1은 보통, 2는 미흡으로 조사하였고, 또한 0~1은 상품으로, 2는 비상품으로 분류하였다.

고형물 함량은, 4일 간격으로 5개 과실의 어깨, 중간, 선단부위의 즙을 내어, 디지털당도계(PR32, Atogo, Japan)로 측정하여 평균값을 취하였다.

색도는, 4일 간격으로 5개 과실의 어깨, 중간, 선단부위를 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)를 이용해 조사하였다.

결과 및 고찰

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).

과실의 수분손실율은 Fig. 1에서와 같이 저장기간이 길어질수록 높아졌는데, 저장 24일 후의 품종별 수분손실율은 ‘Jubilee’가 4.6%로 가장 낮았고, ‘Romeca’는 10%로 가장 높았다. Lim 등(2005)이 수행한 온도에 따른 저장성 평가에서도 저장기간이 길어지고 저장온도가 높아질수록 수분손실율이 증가하였고, 12°C 저장에서 28일후의 수분손실율은 1.7-2.5% 수준으로 본 시험의 결과보다 낮았는데, 이는 겨울에 재배되어 3월에 수확된 과실을 사용했기 때문에 수분손실율의 차이가 많았던 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과로 품종간에 차이는 있었지만, 여름에 생산된 착색단고추는 최대 3주동안 과실의 경도와 위조를 일어킬 수 있는 10%이상의 수분손실율(Burton, 1982)을 벗어나지 않았으나, 상품율과 경도 등을 감안했을 때 선도유지는 2주 정도인 것으로 추정할 수 있었다.

착색단고추의 품종별 저장전 경도는 2.5~2.6kg정도였으나 ‘Maximalia’는 2.2kg으로 다소 낮았다. 저장에 따른 경도의 변화는 모든 품종에서 저장기간이 길어질수록 감소하였는데, 저장 24일 후의 경도는 ‘Goal’이 2.37kg으로 가장 높았고 ‘Derby’가 가장 낮았다. 저장에 따른 경도의 감소율도 ‘Derby’가 가장 높았고

여름 착색단고추의 저장에 따른 품종별 품질 변화

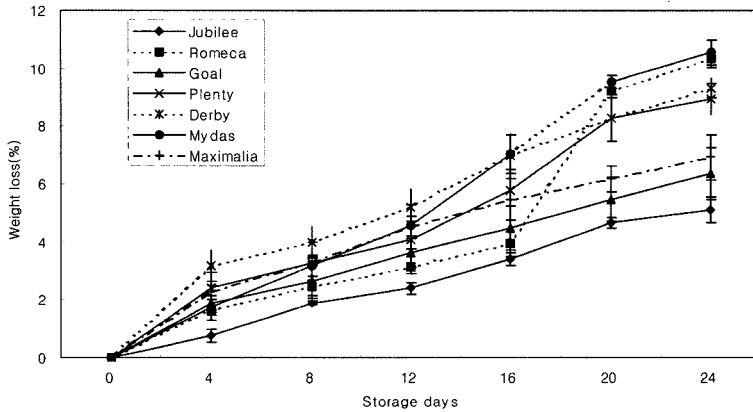


Fig. 1. Changes in weight loss of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

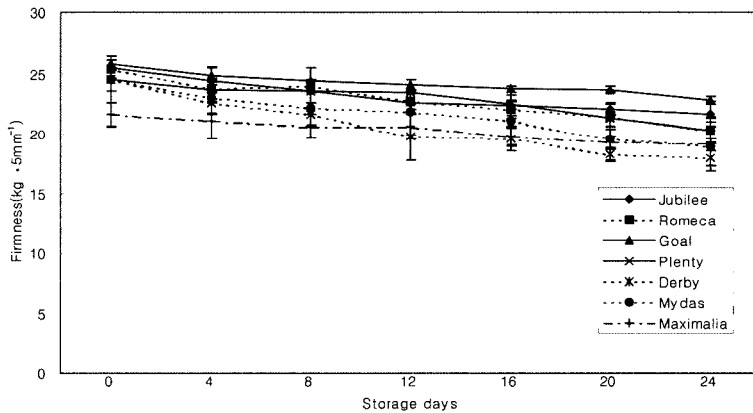


Fig. 2. Changes in firmness of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

'Goal'이 가장 낮았는데, 'Maximalia'의 저장 후 경도는 1.95kg으로 낮았지만, 감소율은 'Goal' 다음으로 낮은 결과를 보였다. 색깔별로는 빨간색 품종이 가장 높았고 오렌지색에서 경도가 낮았다(Fig. 2).

색도의 L값은 저장기간이 지속될수록 감소하였는데, 이는 토마토의 경우에 저장기간이 지속되고 저장온도가 높아질수록 L값이 떨어졌던 결과(Park 등, 2005)와 같은 경향이였다. 'Maximalia'의 경우에는 저장기간동안에 L값이 40내외로 큰 변화없이 유지되었지만, 'Jubilee'와 'Mydas', 'Derby'는 처음에는 50정도로 높이 유지되다가 저장 12일째부터 감소가 심해져 'Jubilee'의 경우에는 30이하로 떨어졌고 'Mydas'는 40이상을 유지하였다. 'Romeca'와 'Plenty', 'Goal'은 저장전에 L값이 30내외로 낮았는데, 'Plenty'는 저장 16일째부터 하락하

여 20이하까지 떨어졌지만 'Romeca'와 'Goal'은 큰 변화없이 저장전과 비슷한 상태를 유지하였다(Fig. 3).

과탁의 갈변은 'Plenty'에서 저장 4일째부터 발생되었고 나머지는 12일째부터 발생하기 시작하였다. 저장 24일 후의 갈변 발생율은 'Plenty'와 'Jubilee'에서 가장 높았고 'Derby'와 'Mydas'는 5~6%정도, 'Maximalia'는 4.1%로 가장 낮은 갈변율을 보였다(Fig. 4). 온도 별 저장에서는 5°C의 낮은 온도에서 발생율이 높았지만, 12°C로 저장했을 경우에는 갈변시기를 지연시키고 갈변율도 낮았으나, 저장기간이 길어질수록 갈변율은 높아졌다(Lim 등, 2005)는 보고에 비추어 본 실험의 10°C 저장조건은 과탁갈변율을 억제하는 효과가 있었을 것으로 추정할 수 있었으며 저장기간이 경과함에 따라 갈변율은 상승하였다.

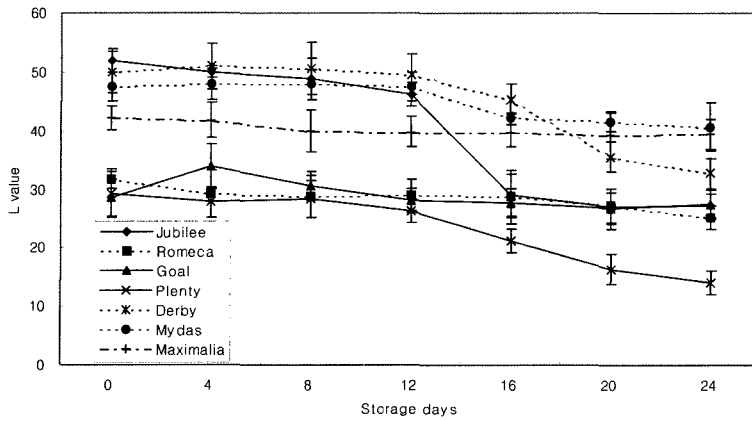


Fig. 3. Changes in L value of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

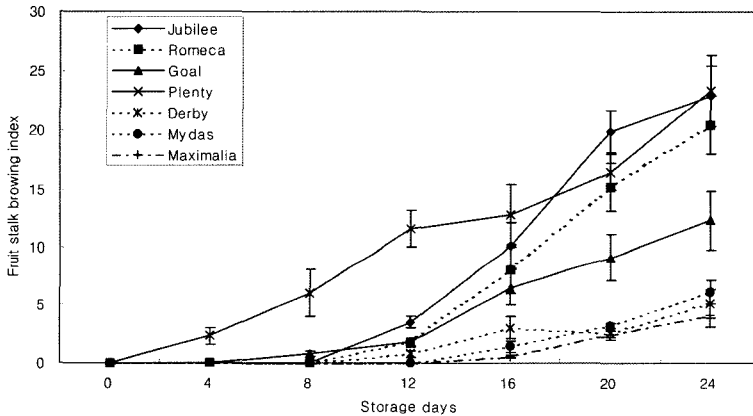


Fig. 4. Changes in Fruit stalk browning index of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

종자의 갈변은 'Plenty'와 'Derby'에서 가장 많았고 'Mydas'는 20%로 가장 적은 종자의 갈변을 보였다. 'Jubilee'와 'Romeca', 'Goal'은 저장 12일째부터 종자 갈변이 갑자기 증가하기 시작하였고, 'Plenty'와 'Derby'는 저장 8일째부터 종자갈변이 급증하였다. 'Mydas'와 'Maximalia'는 저장 초기에는 종자갈변이 다소 많았지만 저장과정에서의 갑작스런 증가는 없었다. 저장 24일 후의 종자갈변을 조사한 결과, 'Goal'이 가장 적었고, 'Derby'와 'Mydas'가 가장 많은 종자의 갈변을 보였다(Fig. 5).

저장중의 부패는 'Maximalia'와 'Plenty'에서 저장 16일째부터 시작되었고 저장 20일째부터는 모든 품종에서 부패가 나타났는데, 'Maximalia'와 'Plenty'가 높은 부패율을 보였다. 하지만 저장 28일째는 'Goal'과

'Mydas', 'Romeca'에서 부패율이 50%이상으로 가장 높게 나타났다. 'Jubilee'와 'Derby' 품종은 24일째까지 5%내외였고, 28일째도 30%내외로 부패율이 낮았다(Fig. 6). 이러한 높은 부패상황은 상품성을 떨어뜨리는 주요인이지만, 과실부패 이전에 수분손실율로 인한 경도감소와 선도하락의 문제가 상품율에 영향을 준 것이기 때문에 초기의 상품을 저하에는 과실의 부패가 직접적으로 관여하지 않았던 것으로 사료되었다.

품종간의 당함량은 'Maximalia'가 가장 높았고 다음이 'Goal'과 'Romeca'순이었으며, 'Derby'와 'Mydas'는 낮았다. 저장중 당함량은 품종간 차이가 있었지만, 저장 12일까지는 큰 변화가 없다가 16일째부터 함량이 높아졌으며, 20일째부터 다시 감소하여 24일째는 저장전과 비슷한 함량을 보였다(Fig. 7). 하지만 'Jubilee'

여름 착색단고추의 저장에 따른 품종별 품질 변화

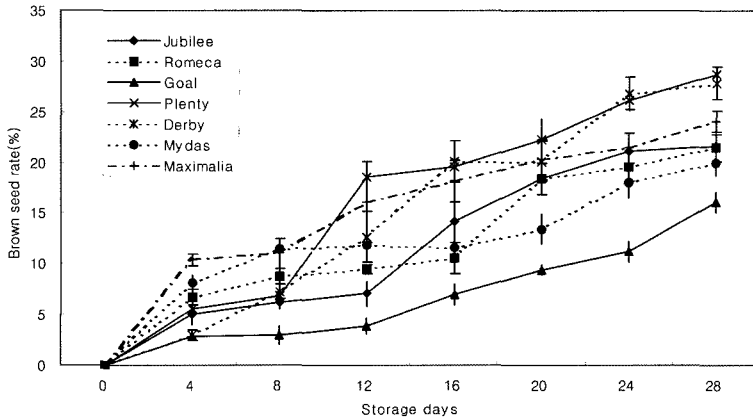


Fig. 5. Changes in brown seed rate of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

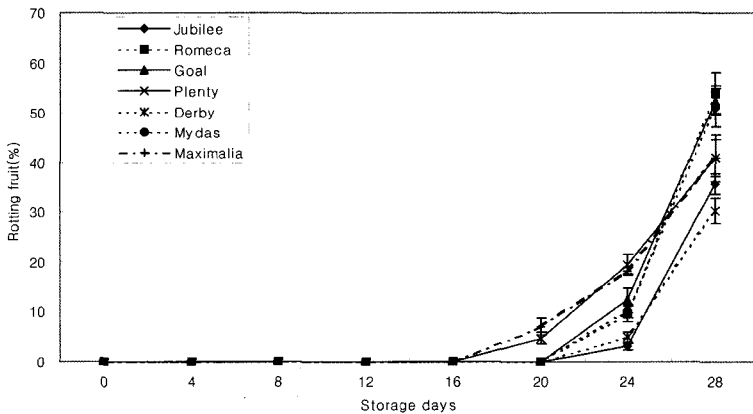


Fig. 6. Changes in rotting fruit rate of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 28days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

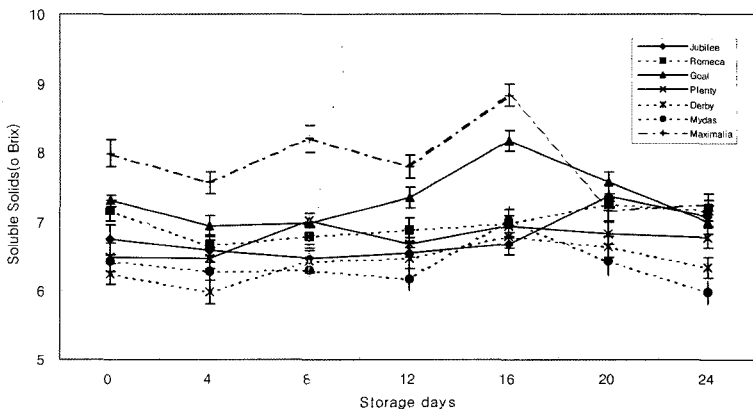


Fig. 7. Changes in soluble solids of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 24days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

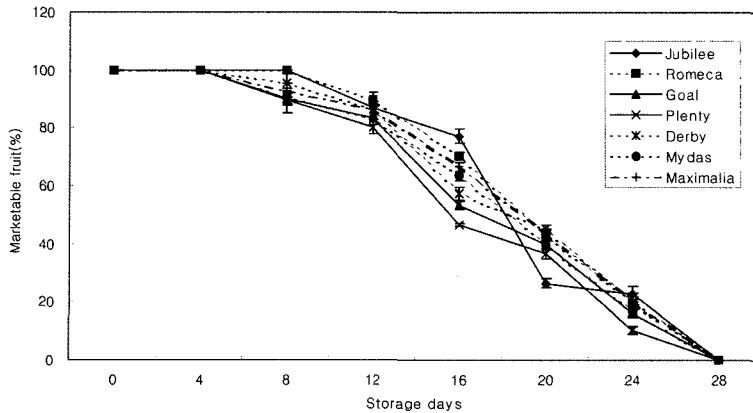


Fig. 8. Changes in marketable fruit rate of sweet pepper cultivars, 'Jubilee', 'Plenty', 'Goal', 'Romeca', 'Derby', 'Midas' and 'Maximalia' as affected by storage at 10°C for 28days. Vertical bars indicate standard errors of the means.

와 'Romeca'는 저장 20일째에 높아졌다가 24일째에 다소 감소하는 경향을 보였는데, 품종적인 특성으로 추정하였다. 저장기간이 진행됨에 따라 당함량이 지속적으로 감소하는 완숙토마토(Park 등, 2005)와는 달리 착색단고추에서는 저장이 시작되면서 초기에는 성숙과정이 진행되므로 당함량이 일정기간동안 유지되다가 다소 증가했던 것으로 추정하였다.

상품을 저하는 저장 8일째부터 일어났는데, 'Jubilee'와 'Romeca'는 저장 8일째부터 상품을 저하가 발생하기 시작하였으며, 저장 16일째부터는 상품율이 급격하게 저하하였고, 저장 24일째에는 대부분의 품종에서 20%이하의 상품율을 보였다. 초기의 상품을 저하는 수분손실에 의한 경도감소와 과육의 갈변이 주요인이었으나, 저장 28일째는 모든 품종에서 과피의 무름과 부패가 심해져 상품성이 없었다(Fig. 8). 'Jubilee'와 'Romeca'는 상품율의 저하도 늦게 시작하였고, 저장 16일째까지 70%이상의 상품성을 보여, 저장에 따른 상품성 유지가 가장 양호한 품종으로 판단되었다.

적 요

착색단고추의 일본 수출시장 확대를 위해서는 단경 기인 여름철에 고랭지 여름재배를 통한 연중공급이 매우 중요하게 여겨지고 있지만, 여름에 생산된 과실은 상품성이 쉽게 상실되는 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 여름에 생산된 착색단고추 7품종(빨간색 'Goal', 'Plenty', 'Jubilee', 노란색 'Derby', 'Romeca',

'Mydas' 및 오렌지색 'Maximalia' 등)의 저장에 따른 품질의 변화를 비교하였다. 시험에 사용된 과실들은 합천의 600-800m 고랭지에서 생산된 것을 구입하여 수출용 박스에 포장하여 10°C에서 저장하였고, 과실품질 조사는 4주간 4일 간격으로 하였다. 감모율은 'Jubilee'가 가장 낮았고 'Romeca'가 높았다. 경도는 'Goal'이 저장 4주 동안 높게 유지되었고, 색깔별로는 빨간색 품종들이 높은 경도를 보였다. 과색의 L value는 저장기간이 길어질수록 감소하였는데, 'Jubilee'가 가장 민감하게 반응하였다. 종자의 갈변은 'Plenty'와 'Derby'가 가장 많았다. 과실의 부패는 16-20일부터 발생하였는데, 'Maximalia'와 'Plenty'가 빨리 시작되었다. 상품성은 'Jubilee'와 'Romeca'가 저장 16일째까지 70% 이상을 유지해 가장 높았지만, 저장 24일부터는 대부분의 품종에서 20%이하로 상품성을 거의 상실하였다. 따라서 여름에 생산된 착색단고추 과실들은 10°C에서 저장할 경우, 2주정도까지는 80% 내외의 상품성을 유지할 수 있었다.

주제어 : 과육갈변, 당도, 색도, 종자갈변

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. Long-man, London, UK.
3. Cho, I.H. and S.T. Choi. 2002. Freshness retention during postharvest period of sweet pepper fruit. NHRI annual report. p. 529-534.
4. Fung, R.W.M., C.Y. Wang, D.L. Smith, K.C. Gross, and M. Tian. 2004. MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Plant Sci. 166:711-719.
5. 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.
6. Huges, P.A., A.K. Thompson, R.A. Plumbley, and G.B. Seymour. 1981. Storage of Capsicums (*Capsicum annuum* L. Sendt.) under controlled atmosphere, modified atmosphere and hypobaric conditions. J. Hort. Sci. 56:261-265.
7. Lee, J.M. 2003. Vegetables. Hyangmunsa. p. 119-142.
8. Lim, C.S., J.M. Lim, B.S. Kim, S.M. Kang, and J.L. Cho. 2005. Changes in fruit quality of two paprika (*Capsicum annuum* L.) Cultivars in response to storage temperatures. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:369-374.
9. Mercier, J., M. Baka, B. Reddy, R. Corcuff, and J. Arul. 2001. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in bell pepper: Induced resistance and germicidal effects. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:128-133.
10. 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.
11. Peleg, K. 1985. Produce, handling, packaging, and distribution. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT, USA.
12. 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.
13. Yang, Y.J. and K.A. Lee. 1998. Chilling injury affected by Thiabendazole and CA during cold storage of green pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:680-683.