

## 포장 조건에 따른 방울토마토의 저장 중 품질 특성 변화

박우포 · 조성환\* · 김철환\*\*  
마산대학 식품과학계열  
\*경상대학교 식품공학과, \*\*산림과학부

### Changes in Quality Characteristics of Cherry Tomato Packaged with Different Films

Woo-Po Park, Sung-Hwan Cho\* and Chul-Hwan Kim\*\*

Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

\*Department of Food Science and Technology, \*\*Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

#### Abstract

Cherry tomato was packed with several plastic films, and investigated the quality characteristics such as gas composition, weight loss, microbial load, soluble solid content, total acidity during storage at 12°C. Cast polypropylene (CPP), low density polyethylene (LDPE), polyolefin (MPD, PD961) and perforated polyolefin (PY85) were used as packaging film. Oxygen and carbon dioxide concentration inside packages generally showed a stabilized levels after 10 days, but those of CPP and PD961 changed throughout the storage. Weight loss of PY85 was 25.6% after 20 days, while others maintained around 1.0%. Total microbial count showed a increase pattern similar to yeast and mold, and CPP maintained the highest microbial load after 10 days. MPD retarded the decay of cherry tomato to 5.3%, while others showed above 20% after 20 days.

Key words : plastic film, quality characteristics, shelf life

## 서 론

주로 관상용으로 재배되어온 방울토마토는 생식용 품종이 다양하게 개발되고, 식생활의 다양화로 인하여 1980년대 이후에 급속하게 보급되었다. 또한 단맛이 많고, 알이 작아서 가정에서의 소비량도 점차 증가하고 있다. 따라서 이를 생산하는 농가도 많아지고 있으며, 기온이 낮은 10월에서 4월 사이에 생산 및 유통이 용이한 편이나 기온이 높은 5월에서 9월 사이에는 과실 조직의 연화, 과숙으로 인한 이취 등이 발생함으로써 수확과 유통에 어려움이 많다(1).

토마토의 저장에 대해서는 polyethylene 필름 포장과 이산화탄소 처리(2), 포장재의 종류와 저장온도(3), 높은 상대 습도에 의한 품질 특성(4) 등에 대한 연구들이 진행되어 왔다. 또한 비교적 최근에 생산량이 많은 방울토마토에 대해서는 CA 저장 중 품질 특성 변화(1)에 대한 연구가 있다. 토마토는 일반적으로 저장온도 8~10°C, 상대습도 90~95%에서 4~7일간 저장이 가능한 것으로 보고되고 있다(5).

과채류는 CA(controlled atmosphere) 저장이 비교적 효과가

좋은 것으로 알려져 있으나 국내 농가의 기술수준, 경제적 인 측면 및 유통 여건 등을 고려하면 필름을 이용한 MA(modified atmosphere) 저장이 우리나라 농가에 맞는 방법이다(3). 따라서 본 연구에서는 국내에서의 생산량이 비교적 많은 방울토마토에 대하여 농가에서 비교적 간편하게 포장하여 유통하면서 품질 특성을 유지할 수 있는 적절한 포장재를 선별하기 위하여 기체 투과성이 다른 몇 가지 포장재로 방울토마토를 포장하고 저장하면서 품질 특성의 변화를 밝히고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

방울토마토는 실험 당일 마산의 어시장에서 구입하였고, 실험에 사용한 필름은 30 µm cast polypropylene (CPP, STC Co., Korea), 20 µm low density polyethylene (LDPE, Daelim Vinyl, Korea), 15 µm polyolefin (MPD, Cryovac, U.S.A.), 30 µm polyolefin (PD961, Cryovac, U.S.A.) 및 15 µm perforated polyolefin(PY85, Cryovac, U.S.A.)였다. 포장의 크기는 20×15 cm 였으며, 여기에 방울토마토를 약 300 g씩 넣고 밀봉한 다음 12°C에서 저장하면서 5일, 10일, 15일, 20일에 품질 특

Corresponding author : Woo-Po Park, Division of Food Science, Masan College, 100 Yongdam-ri, Naeseo-eup, Masan 630-729, Korea  
E-mail : wppark@masan-c.ac.kr

성의 변화를 측정하였다. 또한 하나의 포장 재료에 대하여 1회에 3반복씩 실험을 할 수 있도록 준비하였다.

### 포장 내부의 기체 조성 측정

방울토마토의 저장 중 포장 내부의 기체 조성 변화를 알아보기 위하여 gas-tight syringe를 사용하여 포장 내부의 기체를 1 mL 취하여 gas chromatography (860D, Young-In Co., Korea)에 주입하여 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 조사하였다. 사용한 column은 CTR I (Alltech Associates Inc., U.S.A.)이었으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 40 mL/min로 하였다(6).

### 중량 감소율 및 부패율의 측정

방울토마토의 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 표시하였다. 또한 부패율은 포장 내부에 있는 방울토마토 전체에 대하여 부패한 방울토마토의 수를 백분율로 환산하여 표시하였다.

### 미생물의 측정

방울토마토의 총균수 및 곰팡이, 효모수 측정을 위하여 기체 조성 측정을 마친 방울토마토 포장을 개봉하여 50 g을 취한 다음 Lab blender(LB-400SG, TMC Co., Korea)에 넣고 마쇄하였다. 이중에서 1 mL을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 총균수는 희석액 0.1 mL을 plate count agar (Difco Laboratories) 배지에 도말하여 25°C에서 3일간 배양하였고, 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar (Difco Laboratories)배지에 희석액 0.1 mL을 도말한 다음 25°C에서 5일간 배양하여 형성된 colony의 수를 colony forming unit (CFU/g)로 표시하였다(7).

### pH, 총산 및 가용성 고형물의 측정

방울토마토를 blender로 마쇄한 즙액을 가제로 여과한 다음 pH meter (220, Corning Co., USA)를 이용하여 pH를 측정하였고, 총산은 여과액 10 mL를 취한 다음 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 구연산 %로 나타내었다. 그리고 가용성 고형물은 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan)로 측정하여 °Brix 농도로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 포장 내부의 기체 조성 변화

방울토마토를 산소와 이산화탄소의 투과성이 다른 필름으

로 포장하고 저장하면서 기체 농도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 즉 포장 재료에 따라서 서로 다른 기체 조성을 나타내었으며, CPP와 PD961을 제외하면 저장 10일에 포장 내부의 기체 조성은 대체적으로 평형에 도달한 것으로 보인다. CPP와 PD961로 포장한 시험구는 저장 기간 중 산소와 이산화탄소 농도가 계속적으로 변화하였으며, PY85로 포장한 시험구는 공기의 조성과의 거의 비슷한 기체 조성을 나타내었다. PY85 포장은 필름에 구멍이 있는데, 이를 통하여 포장 내부의 공기가 비교적 자유롭게 외부로 통할 수 있었기 때문이라고 생각한다. PD961 포장재로 포장한 시험구는 저장 10일 이후에 산소 및 이산화탄소의 농도가 급격하게 변화하는 데, 이는 포장 내부에 있는 방울토마토의 생리적인 변화가 급격하게 일어났기 때문이라고 생각된다. 산소 농도는 CPP와 PD961로 포장한 시험구가 저장 5일에 3.7%와 5.7%를 나타내어 LDPE와 MPD로 포장한 시험구의 11.6% 및 18.0%에 비하여 낮았다. 이산화탄소의 농도는 CPP로 포장한 시험구가 가장 높은 값을 나타내었으며, 저장 5일에 14.7%를 나타내었고 저장 기간이 경과함에 따라서 지속적으로 증가하여 저장 20일에는 53.1%에 달하였다. Kader(8)는 산소의 농도가 2-3% 이하로 감소하면 혐기적 호흡에 의한 발효가 일어나서 이취가 발생한다고 하였다. 또한 이산화탄소의 농도가 증가하면 과채류의 호흡이 감소하고, 20% 이상이 되면 산소의 농도나 작물에 따라서는 조직 내에 에탄올과 아세트알데히드가 축적된다고 한다(9). CPP와 PD961은 저장 20일경에 산소 농도가 2% 이하가 되므로 그 이전에는 포장 내부의 산소 농도 저하로 발효가 일어날 가능성이 그다지 없는 것으로 생각된다. 그러나 CPP와 PD961 포장은 저장 20일 이전에 이산화탄소 농도가 20% 이상에 도달하므로 방울토마토의 조직 내에는 에탄올 등이 축적될 수는 있을 것으로 판단된다.

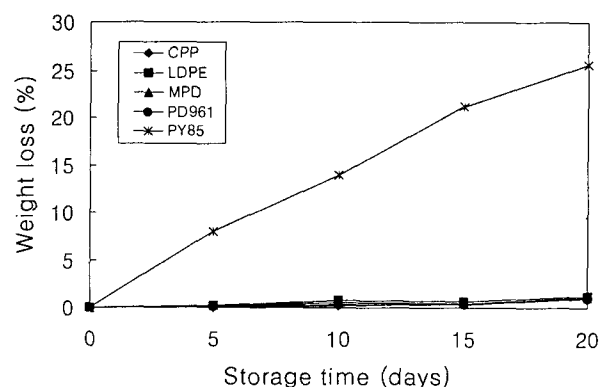


Fig. 1. Changes in gas composition of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

중량감소율

저장 기간 중 방울토마토의 중량 감소율은 Fig. 2와 같이 PY85로 포장한 시험구가 가장 현저하였으며 다른 포장재로 포장한 시험구는 저장 20일까지도 1% 부근이어서 중량 감소가 품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 그러나 PY85로 포장한 시험구는 저장 5일 이전에 5% 이상의 중량이 감소하여 품질에 큰 영향을 받을 것으로 판단된다. 이것은 포장에 있는 구멍을 통하여 방울토마토에 있는 수분이 증산 작용 등으로 쉽게 제거되었기 때문이라고 판단된다. 따라서 포장에 구멍이 있는 포장재를 과채류의 저장에 사용하고자 할 때에는 구멍의 크기와 수를 조절할 필요가 있다고 생각된다.

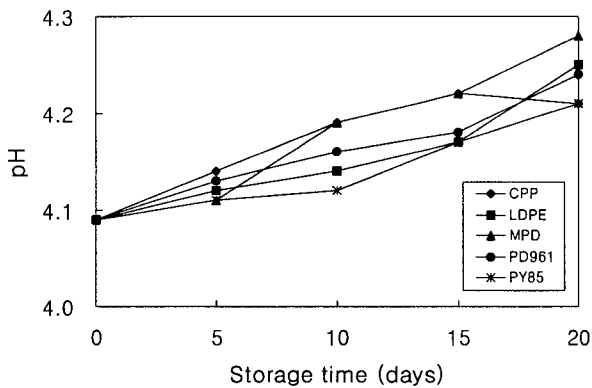


Fig. 2. Changes in weight loss of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

미생물 수의 변화

저장 기간 중 포장 내부의 총균수, 효모 및 곰팡이의 수는 Fig. 3과 같았다. 즉 포장시에는 총균수가  $10^4$  CFU/g 부근이었으며, 이들은 대부분 곰팡이나 효모인 것으로 나타났다. 또한 저장 기간이 경과함에 따라서 대체적으로 미생물의 수는 증가하는 것으로 나타났으며, CPP로 포장한 시험구는 저장 5일에는 총균수, 효모 및 곰팡이 수가 가장 적었으나 10일 이후에는 가장 많았다. 즉 저장 20일에는 총균수가  $10^8$  CFU/g 이었으며, 효모 및 곰팡이 수는  $10^{7.97}$  CFU/g 이었다. 저장 기간 중 총균수와 효모 및 곰팡이의 변화가 거의 유사한 경향을 나타내어 방울토마토의 표면에 증식한 미생물은 주로 효모와 곰팡이일 것으로 생각된다. PY85 포장재로 포장한 방울토마토는 저장 직후보다 저장 5일에 총균수, 효모 및 곰팡이 모두 줄어들었다가 다시 증가하는 경향을 나타내어 다른 포장재로 포장한 시험구와는 다른 경향을 나타내었다. Wall과 Berghage(10)은 포장이 수분이 줄어드는 것을 막아줄 수는 있지만 포장 내부의 습윤한 환경을 조성함으로써 포장 내부에 있는 과채류가 병에 걸릴 가능성은 높아진다고 하였다. PY85 포장재는 공기의 소통이 원활하여

포장 내부가 습윤할 가능성이 다른 포장보다 상대적으로 낮으므로 미생물 수가 낮을 것으로 생각된다.

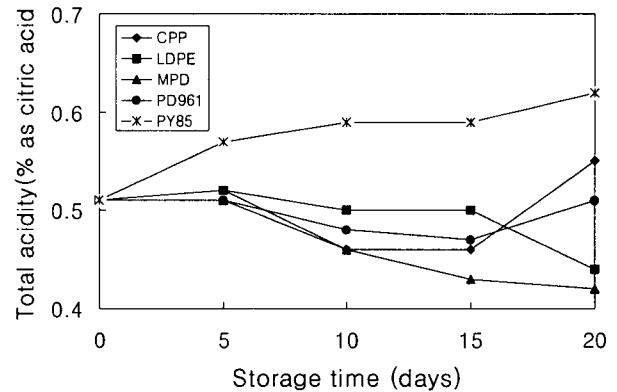


Fig. 3. Changes in microbial load of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

pH, 총산 및 가용성 고형물

방울토마토는 포장 직후에 pH 4.09였으며, 저장 기간이 증가함에 따라 다소 증가하여 저장 20일에는 pH 4.21~4.28로 나타났다(Fig. 4). 즉 저장 20일이 경과하더라도 pH의 변화폭은 그다지 크지 않았으며, 포장재 종류에 따른 차이도 그다지 나타나지 않았다. 총산은 PY85 포장재로 포장한 시험구를 제외하면 저장 기간 중 대체적으로 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 5). 이와 같이 PY85 포장 내부에 있는 방울토마토의 총산이 증가한 것은 저장 기간이 경과함에 따라 방울토마토의 수분 감소로 인한 고형물의 농축 때문이라고 생각된다. 포장 직후의 가용성 고형물은 7.3 °Brix였으나 포장재의 종류에 따라 저장 기간 경과에 따라 서로 다른 경향을 나타내었다(Fig. 6). 즉 PY85로 포장한 방울토마토는 저장 기간이 경과함에 따라 계속적으로 가용성 고형물의 함량이

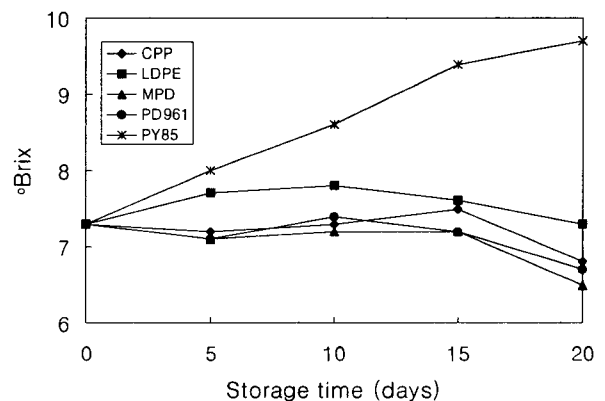


Fig. 4. Changes in pH of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

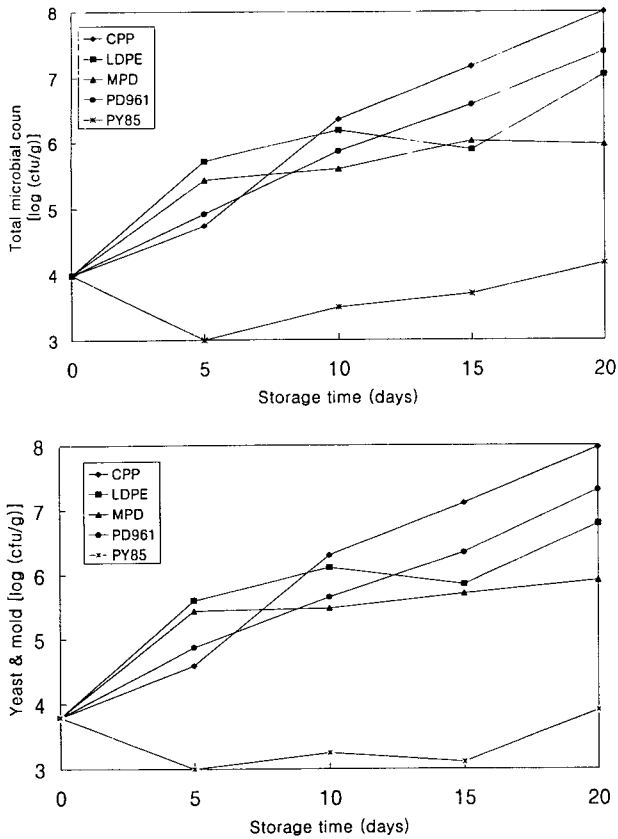


Fig. 5. Changes in total acidity of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

증가하여 저장 20일에는 9.7 °Brix에 달하였다. LDPE로 포장한 시험구는 저장 10일까지는 계속적으로 증가하여 7.8 °Brix까지 높아졌으나 그 이후에는 감소하였다. 다른 포장재로 포장한 방울토마토는 저장 기간이 경과하더라도 큰 변화를 보이지 않다가 저장 20일에는 처음보다 가용성 고형물의 함량이 대체적으로 낮았다.

부패율

방울토마토의 저장 중 부패율은 Fig. 7과 같이 저장 5일까지는 모든 처리구에서 부패가 발생하지 않았으나 MPD와 PY85포장을 제외하면 10일 이후부터 부패가 발생하기 시작하였다. 저장 15일에 CPP 포장은 44.8%, PD961 포장은 30.0% 및 LDPE 포장은 18.9%에 달하였다. 저장 20일에는 PD961 포장에서 100%의 부패율을 나타내어 포장재 중에서 가장 높은 부패율을 보였고, MPD는 5.3%로 가장 낮은 부패율을 나타내었다.

이상의 결과를 보면 PY85 포장재는 방울토마토의 수분 증발을 억제하지 못하여 중량 감소가 너무 급격하게 일어나 품질 저하가 빨리 왔다. 또한 CPP 포장은 기체의 투과도가 낮아서 포장 내부의 산소 농도가 낮고 이산화탄소 농도가

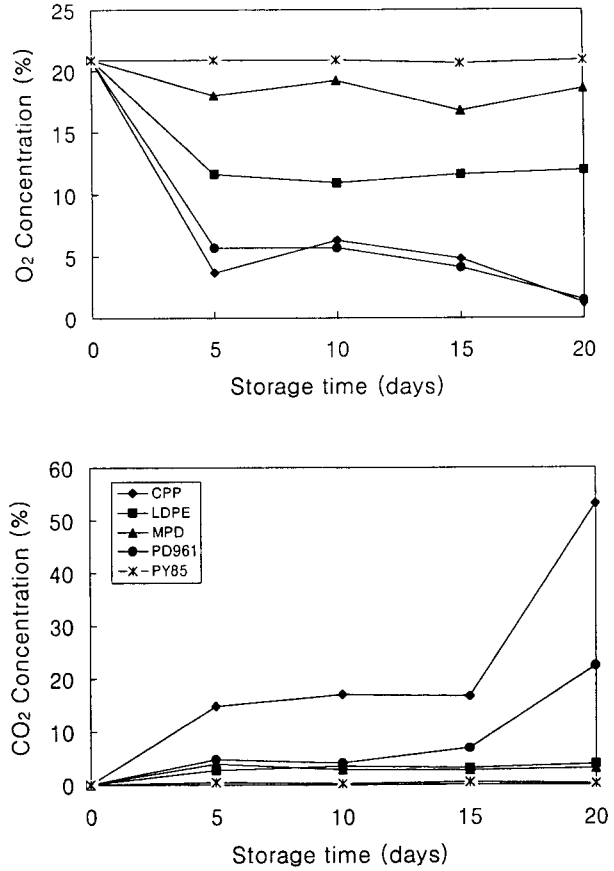


Fig. 6. Changes in soluble solid content of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

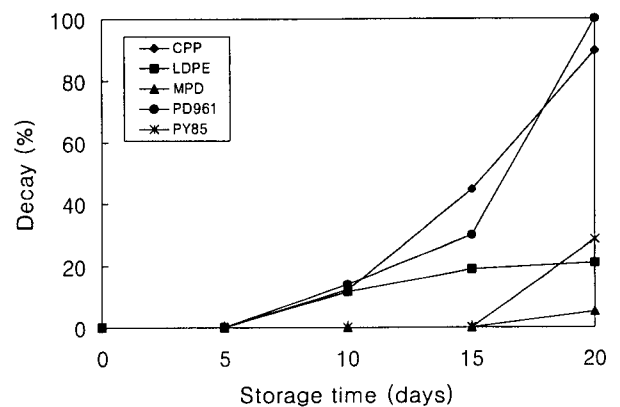


Fig. 7. Changes in decay of cherry tomato packaged with plastic films during storage at 12°C.

지나치게 높아서 저장 10일 이후에 총균수 및 효모와 곰팡이 수가 가장 많았으며 부패율 또한 높았다. PD961 포장은 저장 15일 이후에 산소 및 이산화탄소의 농도가 급격하게 변하면서 방울토마토의 생리적인 변화가 일어났음을 추측하게 했고, 총균수 및 곰팡이와 효모수가 급격하게 증가하였

으며 부패율 또한 높아졌다. MPD 포장재는 저장 5일 이후부터 비교적 안정된 기체 농도를 유지하였고, 부패율 또한 저장 기간 동안 다른 포장재보다 낮았다. 따라서 방울토마토의 포장에 가장 적절한 포장재는 MPD이며, 이들이 저장 기간 중에 나타낸 산소 농도 16~19%, 이산화탄소 농도 2.5~4.0%가 방울토마토의 품질 특성 유지에 적절할 것으로 보인다.

## 요 약

방울토마토의 포장에 적합한 필름을 선택하기 위하여 기체 투과도가 다른 여러 가지 필름으로 방울토마토를 포장하고 저장하면서 포장내 기체 농도, 총균수, 효모 및 곰팡이 수, 중량 감소율, 부패율 등을 조사한 결과는 다음과 같았다. CPP와 PD961로 포장한 시험구는 저장 기간 동안 계속적으로 산소와 이산화탄소 농도가 계속적으로 변화하였으나 다른 포장재로 포장한 시험구는 저장 10일 경에 대체적으로 평형에 도달하였다. 저장 기간 중 중량 감소율은 PY85로 포장한 시험구가 가장 현저하였으며 다른 포장재로 포장한 시험구는 저장 20일까지도 1% 부근이었다. 포장 직후의 총균수는  $10^4$  CFU/g 부근이었으며, 이들은 대부분 곰팡이나 효모인 것으로 나타났다. 또한 저장 기간이 경과함에 따라서 대체적으로 미생물의 수는 증가하였다. CPP로 포장한 시험구는 저장 5일에는 총균수, 효모 및 곰팡이 수가 가장 적었으나 10일 이후에는 가장 많았으며, 저장 20일에는 총균수가  $10^8$  CFU/g이었으며, 효모 및 곰팡이 수는  $10^{7.97}$  CFU/g 이었다. 저장 기간 중 pH는 대체적으로 증가하였으며, 총산 및 가용성 고형물은 큰 변화가 없으나 대체적으로 감소하였다. 단지 PY85로 포장한 시험구는 저장 기간동안 지속적으로 총산과 가용성 고형물이 증가하였다. 저장 5일 이후에는 MPD와 PY85를 제외한 시험구에서 부패가 발생하기 시작하였으며, CPP와 PD961로 포장한 시험구의 부패율이 대체적으로 높았다. MPD는 저장 20일에도 5.3%의 가장 낮은 부패율을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과물의 일부이며, 연구비 지원에 감사 드립니다.

## 참고문헌

1. Lee, H.D., Yoon, H.S. and Choi, J.U. (2001) Changes of quality characteristics on the cherry tomatoes during the CA storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 239-243
2. Moon, K.D., Lee, C.H., Kim, J.K. and Sohn, T.H. (1992) Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO<sub>2</sub> treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 603-609
3. Park, K.W., Kang, H.M., Kim, D.M. and Park, H.W. (1999) Effects of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato. *J. Kor. Hort. Sci.*, 40, 643-646
4. Pai, T. (2000) Effects of high relative humidity on weight loss, color change, and microbial activity of tomatoes during refrigerated storage. *Agric. Chem. Biotechnol.*, 43, 250-253
5. Thompson, A.K. (1998) Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. *CAB International.*, 214-217
6. Park, W.P., Yoo, J.I. and Cho, S.H. (1998) Plastic films affect the storage quality of green chili pepper. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 207-210
7. Kim, Y.M., Lee, S.B., Cho, S.H. and Lee, D.S. (2000) Fabrication of polyethylene films coated with antimicrobials in a binder and their application to modified atmosphere packaging of strawberries. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 7, 12-18
8. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 1-30
9. Kader, A.A. (1986) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40, 99-104
10. Wall, M. and Berghage (1996) Prolonging the shelf life of fresh green chile peppers through modified atmosphere packaging and low temperature storage. *J. Food Qual.*, 19, 467-477

(접수 2002년 2월 2일)