

## 포장방법이 토마토의 저장성에 미치는 영향

정기태 · 이공준 · 유 정 · 나종성 · 주인옥

전라북도 농촌진흥원

### Effect of Packaging Methods on the Shelf-life of Tomato

Gi-Tai Jung, Gong-Joon Lee, Jeong Ryu, Jong-Seong Na and In-Ok Ju

Chonbuk Provincial Rural Development Administration

#### Abstract

The influence of packaging methods(punched, vacuum, shrunked), mature stages(mature-green, completely ripe) and storage temperatures(5°C, 25°C) on the shelf-life and quality were investigated in tomatoes. Weight-loss was reduced by the treatment of polyethylene film packaging(vacuum>shrunked>punched) and the effect was more outstanding at 5°C than 25°C. The soluble solid content of completely ripe tomato was higher than mature green tomato, but acidity and firmness were lower. Soluble solid contents increased in the begining and decreased after that. Acidity and firmness decreased gradually during the storage. The decrease of acidity and firmness in mature-green tomato was lower than completely ripe one, at 5°C than 25°C and shrunked packaging than non packaging.

The shelf-life of mature-green tomato in shrunked packaging was longest, 17 days at 25°C and 21 days at 5°C.

**Key words** : tomato, packaging, shelf-life, storage

#### 서 론

토마토(*Lycopersicon esculentum* mill)는 남미 페루, 에쿠아도르 원산으로[1] 우리나라에 들어 온 것은 확실하지는 않지만 고사에 수록된 것으로 보면 1614년 이전이라고 하였으며[2] 용도에 따라 생식용과 가공용으로 구분되고 당과 유기산 뿐만 아니라 비타민 A와 B가 풍부하고 Ca도 많아 알칼리도가 높은 식품이다.

생식용 과실은 수확후 증산과 호흡 작용이 일어나 추숙, 연화 그리고 노화되어 상품성이 저하되는데 수확시 성숙도 및 유통온도에 따라 많은 차이가 있다.

과채류의 신선도를 유지하기 위해서는 예냉 처리, 저온저장, CA저장, MAP저장, 감압저장, 방사선조사 그리고 화학제처리 등이 연구 및 이용되고 있다. 이중 CA저장이 가장 장기간 신선도를 보존할 수 있는 방법으로 유럽, 미국, 일본등에서 실용화되고 있으나 시설유지비가 고가이므로 경제성이 떨어져 간편하고 경비가 적게 드는 기체투과성 plastic film 포장에 의한 저장 및 포장용기내의 초기 기체를 조절하여 저장하는 MAP저장이 연구되고 실용화되는 추세에 있다.

Plastic film 포장에 관한 연구로는 양 등[3, 4]의 가을 배추의 품종, 저장온도 및 포장방법

에 따른 저장성, 정 등[5]의 high-density polyethylene film 포장처리가 잎상추의 품질에 미치는 영향, 박 등[6]의 야생 산채류의 polyethylene film 저장 그리고 Ruth와 Lillian[7]의 kiwifruit, 홍 등[8]의 잎상추의 MA저장 효과에 대한 보고가 있다.

토마토 저장에 관한 연구는 저장중 유기산 [9], 유리당[10], 색과 polygalacturonase[11]의 변화에 대한 보고가 있으며 저장중 용기내 기체의 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub> 농도를 조절하거나[12] 식물 노화 hormone으로 ethylene의 전구체인 ACC(1-amino cyclopropane-1-carboxylic acid)를 분해하는 유전자(ACC deaminase)를 토마토에 발현시켜 저장성을 증대시키는 연구가 수행되었고 [13] Saguy와 Mannheim[14]은 화학제 침지와 포장재가 shelf-life에 미치는 영향에 대하여 Geeson 등[15]은 토마토 유통기간 연장을 위한 MA포장 효과를 문 등[15]은 polyethylene film 두께별 CO<sub>2</sub> 처리별 토마토 과실의 저장효과를 검토하였다.

본 연구는 토마토의 shelf-life를 연장시키기 위하여 polyethylene film으로 포장방법을 달리하여 효과를 조사하였고 토마토 숙기별 포장효과를 구명하고자 녹색기(mature-green stage)와 완숙기(completely ripe stage)에 수확한 후 신선도유지에 가장 우수한 수축포장을 하여 생체중량감소율, 경도, 당도, 산도 그리고 shelf-life를 조사하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

전라북도 농촌진흥원 시험포장에서 재배되고 있는 토마토 서광품종을 녹색기(mature-green stage)와 완숙기(completely ripe)로 나누어 수확한 뒤 공시재료로 사용하였다.

### 포장방법 및 저장조건

유공포장은 직경 6mm 통기공이 2×2개 뚫어진 0.03mm poly ethylene(PE) film으로 포장하였고 진공포장은 0.03mm PE film으로 진공포장기 Mark 5(한국전자, 4HP)를 사용 1분간 탈기후

포장하였다. 수축포장은 0.03mm PE 2축 연신 수축 film으로 오븐온도 200°C인 수축포장기 SS-2400(신성기업)에 콘베어로 3개 포장하였으며 저장은 저온(5°C)과 상온(25°C)에서 포장처리구 및 무포장구를 동시에 저장하면서 조사 분석하였다.

### 생체 중량감소율

저장전 토마토의 중량에서 조사시 중량을 빼 값을 초기중량에 대한 총감소중량의 백분율로 나타내었다.

### 경도

토마토의 윗부분, 옆부분, 아랫부분의 3지점을 Hard ness meter로 측정하여 평균값을 kg/cm<sup>2</sup>로 표시하였다.

### 적정산도

산함량은 시료 10g을 homogenizer로 마쇄, 100ml로 정용 여과한 후 일정량을 취하여 0.1N NaOH용액으로 적정하여 citric acid로 환산하여 나타내었다.

### 당도

토마토를 착즙한 후 과즙을 Abbe 굴절계(Atago)에 의한 가용성 고형물(° Brix)로 측정하였다.

### 상품성

상품성은 전라북도 농촌진흥원 남녀 각각 5명씩 10명의 관능검사요원을 선발하여 토마토 상품성을 9점 채점법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 포장방법별 생체중량감소율 및 상품성

녹색 토마토의 포장방법 및 저장온도가 shelf-life 연장에 미치는 효과를 알아본 결과는 그림 1, 2와 같다.

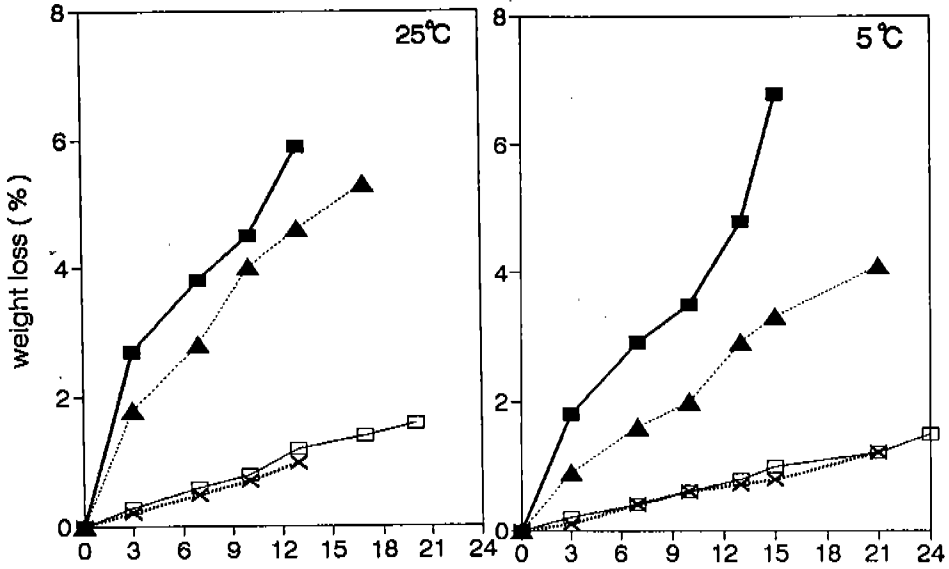


Fig 1. The effect of storage temperature and packaging methods on the weight loss of mature-green stage tomato during storage.

■ non packaging    ✕ vacuum packaging    -▲- punched packaging    □ shrunk packaging

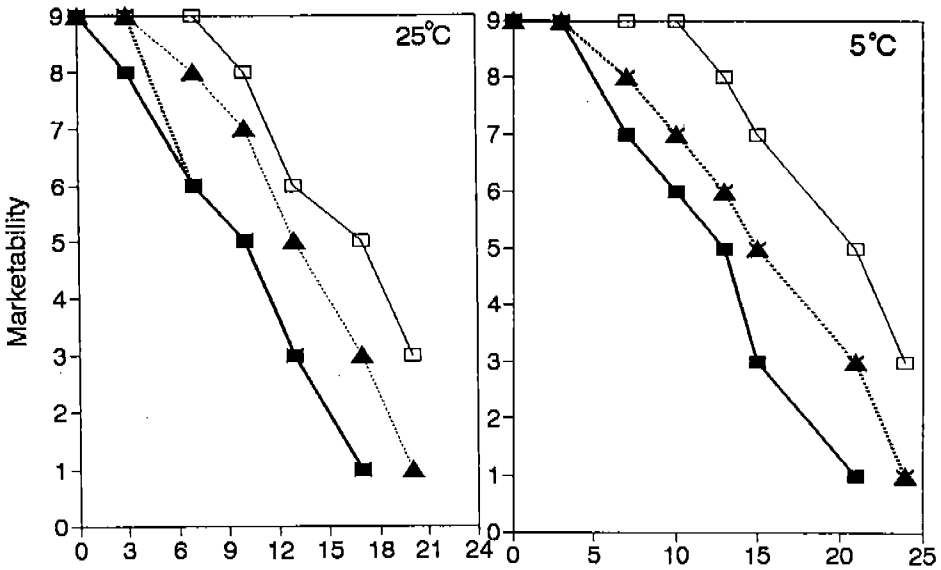


Fig 2. The effect of storage temperature and packaging methods on the marketability of mature-green stage tomato during storage.

9 : excellent    7 : good    5 : moderate    3 : poor    1 : very poor

■ non packaging    ✕ vacuum packaging    -▲- punched packaging    □ shrunk packaging

토마토의 저장기간이 길어질수록 증산 및 호흡작용에 의하여 점진적으로 생체중량감소율이 증가하였으며 상온저장에서 보다 저온저장하였을시 각 처리구 공히 토마토의 증산 및 호흡작용이 억제되어 생체중량 감소가 지연되었다.

포장방법별로 보면 저장 1주일 후 토마토의 생체중량감소율은 무포장에서 3.8%(25°C), 2.9%(5°C), 유공포장은 2.8%(25°C), 1.6%(5°C), 수축포장은 0.6%(25°C), 0.4%(5°C), 진공포장은 0.5%(25°C), 0.4%(5°C)로 무포장에 비해 유공포장은 1.4~1.8배, 수축포장은 6.3~7.3배, 진공포장은 7.3~7.6배 생체중량감소가 적게 일어나 포장방법에 관계없이 PE film 포장에 의해 수분증발을 억제시킬 수 있는 것으로 사료된다.

정 등[5]은 일상추를 저온저장시 HDPE film 포장으로 박 등[6]은 야생 산채류를 PE film 밀봉저장으로 수분 증발을 억제할 수 있다 하였고 양 등[3, 4]은 봄 및 가을 배추를, Ben-Yehoshua[17]는 과일 및 야채를 plastic film 포장하여 저장중 작물의 호흡 및 증산을 억제할 수 있다는 보고를 한 바 있는데 본 실험에서도 포장에 의하여 생체중량 감소를 줄일 수 있었으며 특히 진공 포장이나 수축포장시 월등히 효과가 인정되었다.

녹숙 토마토의 상품성은 무포장시 상온저장에서는 저장기간이 길어지면서 추숙되어 붉어지고 계속해서 조직연화가 일어나 10일 이후에는 상품성을 잃게되며 이후에는 곰팡이의 침입에 의해 부패되기 시작하였다. 저온저장에서도 호흡 및 대사작용이 억제되어 진행속도는 약간 늦어지지만 같은 경향이였으며 상온저장보다 3일 연장된 13일간 상품성이 유지되었다.

유공포장은 무포장과 같은 대사현상이 일어나 상온에서는 선도유지기간에 차이가 없었으나 저온저장에서는 무포장보다 4일간이나 더 신선도가 유지되었다.

진공포장은 무포장에 비하여 3~4일간 상품성이 더 유지되었는데 진공포장 후 상온저장시 공기의 제거에 의해 외부로 부터의 O<sub>2</sub>공급 보다는 체내에 이미 존재하고 있는 산소를 이용한 호흡작용으로 CO<sub>2</sub>를 방출하여 밀착된 film이 부풀었으며 대사작용에 의해 추숙되고 조직 연

화가 일어나 상품성을 잃었으나 저온저장시에는 대사작용 및 호흡작용이 지난하게 되어 완전 추숙되지 않고 세균이 침입하여 부패되었다.

수축포장은 포장방법 중 가장 오랜기간 동안 상품성이 양호하게 유지되어 상온저장시 진공 및 무포장 보다 7일간, 유공포장 보다 4일간, 저온저장시 무포장 보다 7일간 진공 및 유공포장 보다 3일간의 shelf-life 연장효과가 있었다.

#### 숙기별 저장중 성분변화 및 신선도 유지

녹숙기(mature-green stage)와 완숙기(completely ripe stage)의 토마토를 포장효과가 가장 우수한 수축포장을 하여 5°C와 25°C에서 저장하면서 경시적으로 당도(°Brix), 산도(citric acid), 경도 그리고 상품성의 변화를 검토한 결과는 그림 3, 4, 5, 6과 같다.

과실의 당도는 저장 후 계속 증가하다가 저장기간이 길어지면서 감소되었는데 이는 토마토가 수확후에도 살아있는 유기체로서 생리작용으로 축적된 전분등 다당류가 단당류로 분해되었다가 저장이 계속되면서 호흡작용에 의해 호흡기질로 이용되기 때문에 당함량이 줄어드는 것으로 생각된다[9~11]. 토마토 당도의 최고 peak가 나타나는 저장기간은 완숙기 보다 녹숙기에서, 무포장 보다 수축포장에서, 25°C보다 5°C저장시 더 길어졌다.

산도는 녹숙기의 산함량이 완숙기 보다 약 0.1% 정도 많았고 각처리구에 관계없이 저장기간이 길어질수록 산함량은 점차 감소되었고 상온저장보다 저온저장에 의해, 무포장보다 수축포장에 의해 산함량 감소곡선이 완만하였다. 이는 호흡과 같은 대사와 생리작용이 억제되어 산함량의 감소폭이 줄어든 것으로 사료된다.[9, 15, 16]

과실의 경도는 저장기간이 경과할수록 감소되었는데 무포장보다 수축포장에서 훨씬 감소폭이 적었으며 상온저장 보다 저온저장시 감소가 완만하였는데 이는 저온저장으로 pectinase등 효소반응의 억제에 기인되고 수축포장할 경우 비닐내의 gas 조성이 O<sub>2</sub> 농도가 낮아지고 CO<sub>2</sub> 농도가 높아져 MAP 저장효과가 일어나 토마토의 육질연화가 억제된 것으로 생각된다.[17-18]

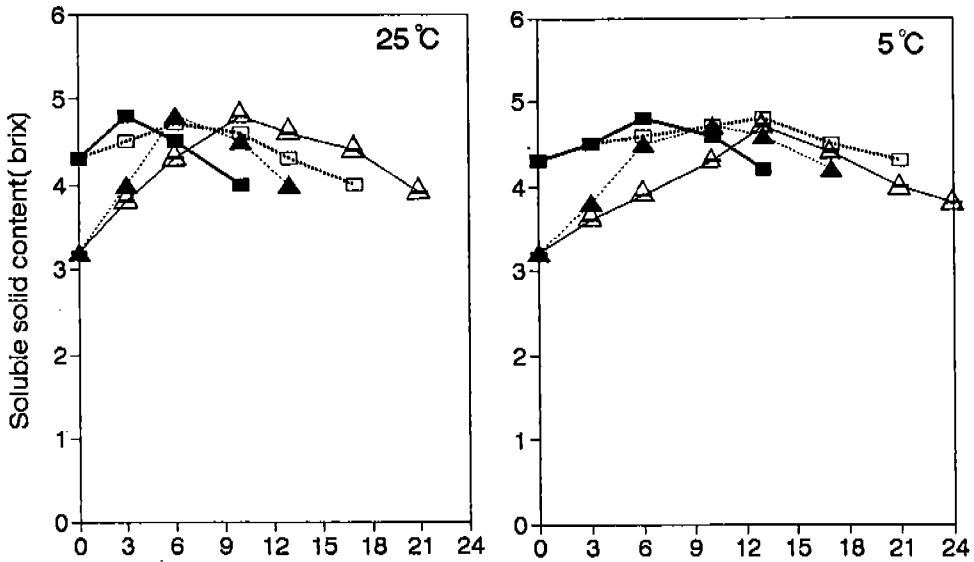


Fig 3. Changes of soluble solid contents at different temperature and matur stages in shrunk package of tomato during storage.

non package mature-green     
  shrunk package mature-green     
  non package completely ripe     
  shrunk package completely ripe

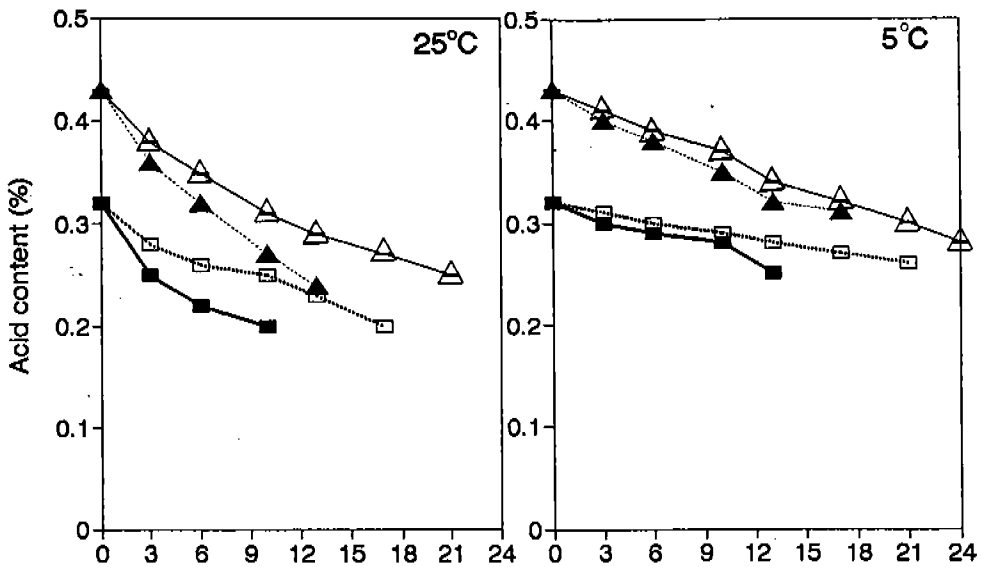


Fig 4. Changes of acid contents at different temperature and matur stages in shrunk package of tomato during storage.

non package mature-green     
  shrunk package mature-green     
  non package completely ripe     
  shrunk package completely ripe

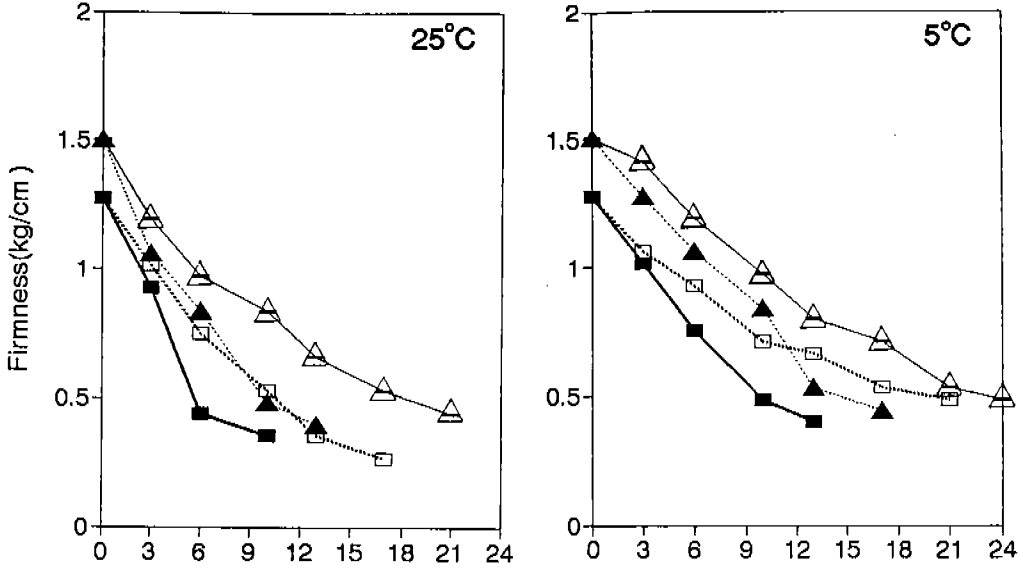


Fig 5. The effect of storage temperature and mature stages on the marketability of tomato during storage.

non package mature-green    
  shranked package mature-green    
  non package completely ripe    
  shranked package completely ripe

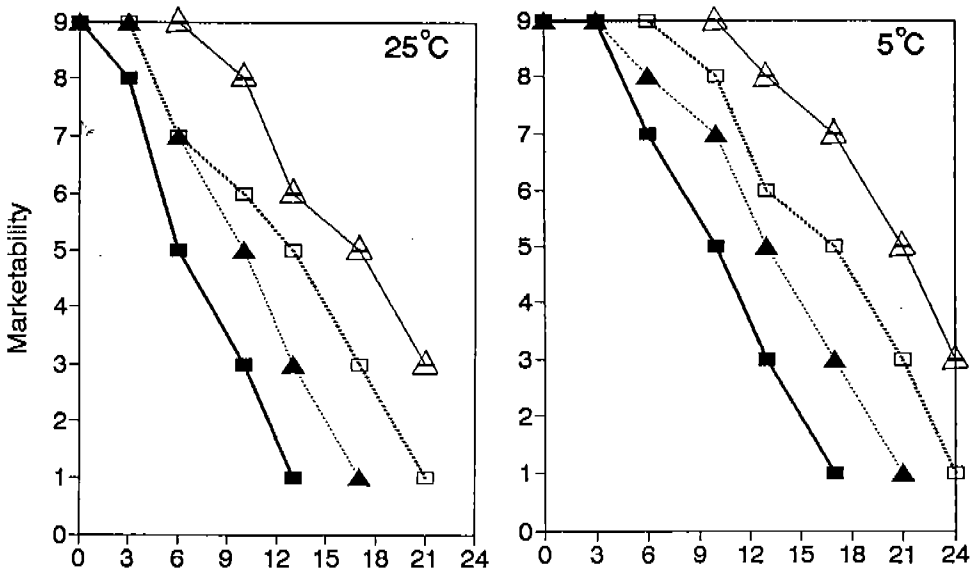


Fig 6. Changes of acid contents at different temperature and matur stages in shranked package of tomato during storage.

9 : excellent    7 : good    5 : moderate    3 : poor    1 : very poor

non package mature-green    
  shranked package mature-green    
  non packages completely ripe    
  shranked package completely ripe

시장성 유무의 판단기준을 5점 이상의 등급까지를 상품성이 있다고 보았을 때 완숙기와 녹색기 토마토의 shelf-life는 상온저장에서 무포장은 6일과 10일, 수축포장은 13일과 17일이었으며 저온저장에서 무포장은 10일과 13일, 수축포장은 17일과 21일로써 토마토를 수축포장 하므로써 저장기간이 7일간 연장되었다.

이상의 결과를 종합해 보면 토마토의 수확기는 유통기간을 고려할 때 녹색기가 적당하며 생산지에서 소비자까지 cold chain이 이루어져야 하고 무포장 유통보다는 plastic film으로 포장하는 것이 좋고 특히 수축포장방법을 사용하는 것이 shelf-life 연장에 가장 효과적이었으나 앞으로 포장비용을 줄이고 보다 손쉽게 포장할 수 있도록 포장기기를 개선해 나아가야 할 것이다.

## 요 약

토마토의 포장방법, 수확시기 그리고 저장온도가 저장성에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다.

포장방법에 따른 생체중량감소율은 상온 및 저온저장 공히 무포장 > 유공포장 > 수축포장 > 진공포장 순이었으며 shelf-life는 상온저장시 수축포장 > 유공포장 > 진공·무포장 순으로 길었다.

토마토 숙기별 성분중 당도(°Brix)는 녹색기보다 완숙기에서 높았으나 산도 및 경도는 완숙기보다 녹색기에서 높았다. 당도는 저장후 일정기간 동안 계속 증가하다가 무포장 보다 수축포장시, 상온저장 보다 저온저장에서 늦어졌다. 산도 및 경도는 저장기간이 길어질수록 감소되었는데 완숙기보다 녹색기에서, 상온저장 보다 저온저장시, 무포장 보다 수축포장구에서 감소폭이 적었다.

완숙기와 녹색기 토마토의 shelf-life는 상온저장에서 무포장은 6일과 10일, 수축포장은 13일과 17일이었으며 저온저장에서는 무포장은 10일과 13일, 수축포장은 17일과 21일로써 수축포장의 경우 저장기간이 7일간 연장되었다.

## 참 고 문 헌

1. 문범수, 이갑상(1984) 식품재료학, 수확사, 서울, Pp, 94-95.
2. 장지현(1981) 한국채소류재배사, 서울농업대학문집, 6, 1-30.
3. 양용준, 정진철, 장탁중, 이시열, 백운화(1993) 온도 및 포장방법에 따른 저온저장 봄배추의 호흡량 및 감모율, 한국원예학회지, 34(4), 267-272.
4. 양용준, 정진철, 장탁중, 이시열, 백운화(1993) 가을배추의 장기 저온저장중 저장성에 미치는 품종 및 포장방법의 효과, 한국원예학회지, 34(3), 184-190.
5. 정진철, 박현우, 양용준(1990) 저온저장시 high-density polyethylene film 포장처리가 잎상추의 품질에 미치는 영향, 한국원예학회지, 31(3), 219-225.
6. 박권우, 최성진, 정진철, 박광우(1993) 몇가지 야생산채류의 저장, 한국원예학회지, 34(2), 191-198.
7. Ruth B. A. and Lillian S.(1985) Modified atmosphere storage of kiwifruit with ethylene removal. Scientia Horticulture, 27, 263-269.
8. 홍석인, 김윤지, 박노현(1993) 잎상추의 MA포장, 한국식품과학회지, 25(3), 270-276.
9. Sturart N. T. and Bernald J. O. E.(1989) Changes in organic acid in chilled tomato fruit. J. Sci. Food Agric, 44, 309-314.
10. Buescher R. W.(1975) Organic acid and sugar levels in tomato pericarp as influenced by storage at low temperature. Hortscience, 10, 158-162.
11. Peter W. G., Gregory A. T., Donald G. and Turdor T.(1982) Changes in color, polygalacturonase, monosaccharides and organic acids during storage of tomatoes. Phytochemistry, 21, 281-287.
12. Kim Y. B., Kubo Y., Inaba A. and Nakamura R.(1992) 저농도 O<sub>2</sub> 또는 고농도

- CO<sub>2</sub>가 딸기와 토마토에 미치는 생리적 반응 연구, 농사시험연구논문집(원예편) 34(2), 57-61.
13. Harry J. K., Maria B. H., Keith A. K., Gerard F. B. and Ganesh M. K.(1991) Control of ethylene synthesis by expression of bacterial enzyme in transgenic tomato plant. *The Plant Cell*, 3(11), 1187-1193.
  14. Saguy I. and Mannheim C. H.(1975) The effect of selected plastic film and chemical dips on the shelf-life of marmande tomatoes. *J. Food Technol.*, 10, 547-552.
  15. Geeson J. D., Brown J. M., Kersten M., Judith S. and Francesca G.(1985) Modified atmosphere packaging to extend the shelf-life of tomatoes. *J. Food Technol.*, 20, 339-345.
  16. 문광덕, 이철현, 김종국, 손태화(1992) Polyethylene film 포장 및 CO<sub>2</sub> 처리에 의한 토마토 과실의 저장, *한국식품과학회지*, 24(6), 603-609.
  17. Ben-Yehoshua S.(1985) Individual seal packaging of fruits and vegetables in plastic film, a new postharvest technique. *HortScience*, 20, 32-37.
  18. 윤기도(1993) 과일 야채 해산물 및 육류의 MAP 저장기술, *식품기술*, 6(3), 114-123.