

최 종
연구보고서

수출용 방울토마토의 고품질 유지를
위한 포장 신기술 및 새로운 저장유통
기술개발

New Postharvest Technology for Enhancing
the Market Quality and the Development of a
New Packaging Box for Cherry Tomato

연구기관
상 명 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “수출용 방울토마토의 고품질 유지를 위한 포장 신기술 및 새로운 저장 유통 기술 개발 ” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 10월 9 일

주관연구기관명 : 상 명 대
총괄연구책임자 : 양 용 준
연 구 원 : 이 경 아
협동연구기관명 : 원예연구소

요 약 문

I. 제 목

수출용 방울토마토의 고품질 유지를 위한 포장 신기술 및 새로운 저장유통기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

예냉처리에 의한 방울토마토의 고품질유지 효과의 구명을 위해 수출용 방울토마토의 포장신기술(포장박스)을 개발하고, 개발된 포장박스의 적용을 위한 모의 수송 및 유통 연구를 하였다. 또한 방울토마토의 수확 후 품질특성 및 열과 원인의 구명, 그리고 토마토 열과와 관련된 미생물의 순수분리 및 균주동정, 유통조건, 온수 침지처리, 키토산코팅, 예냉, active MA 등 수확 후 처리에 의한 방울토마토의 열과 발생 억제와 상품성 향상 연구를 수행하여 수출용 방울토마토의 새로운 저장·유통 관리기술 확립함으로써 소득농가의 소득증대에 이바지하고자 함.

III. 연구개발 내용 및 범위

- 예냉처리에 의한 방울토마토의 고품질유지 효과 구명
- 수출용 방울토마토의 포장신기술(포장박스) 개발
- 포장·유통 개발 기술이 적용된 방울토마토의 모의 유통단계 중 품질 평가 monitoring
- 방울토마토의 수확 후 품질특성 구명 및 열과 원인 구명

- 유통조건과 온수 침지처리에 따른 품질변화와 열과발생
- 키토산 코팅에 따른 열과발생의 억제효과 구명
- 예냉과 active MA 처리에 의한 방울토마토의 상품성 향상
- 미생물의 순수분리 및 균주 동정

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

방울토마토의 예냉 및 유통에 적합한 포장신기술(포장박스)을 개발하고, 방울토마토의 열과 발생 억제와 상품성 향상을 위한 새로운 저장·유통 관리기술 확립하기 위하여 연구를 수행하였으며 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

○ 방울토마토의 경도와 가용성 당함량(SSC, %)은 외부 에틸렌 주입 시 감소되었고, O₂ 처리농도가 높을수록 감소된 반면 CO₂는 높을수록 경도는 높게 유지되었다. 방울토마토의 저장 중 50% CO₂ 조건에서는 이산화탄소 장해인 과피의 흑변화가 확인되었다. 과피의 열과(fruit cracking)는 여러 온도 조건의 저장 중 높은 습도 조건이 형성된 MA 용기 내에서 낮은 습도 조건에서 보다 뚜렷하게 많이 발생하였고, 에틸렌(100ppm)을 외부에서 주입한 경우에서 열과 발생이 촉진되었다. 방울토마토의 열과는 O₂ 처리농도가 높을수록 그리고 CO₂는 20% 농도에서 효과적으로 억제되었다. 호흡률은 저장기간이 길어질수록 그리고 저장온도가 낮을수록 높았고, 이것은 저장후기에서 저온장해에 기인한 과실의 생리적 붕괴에 따른 것이며, 에틸렌을 외부에서 주입한 경우 과실의 호흡률 및 내부에틸렌 발생은 뚜렷이 증가하였다. 부패율(decay)은 5% O₂에서 매우 낮다가 O₂ 농도가 20%에서 50%로 높을수록 증가하였고 CO₂도 50% 처리에서 고농도 CO₂ 장해에 기인하여 부패율이 가장 높았다.

○ 열과 발생은 상온보다는 저온에서 크게 억제되었고 저장 및 유통 환경 내 상대습도와 에틸렌이 열과발생에 크게 영향을 주었다. 방울토마토의 모의 유통과정

을 상온(7일), 저온(7일), 상온(1일)-저온(2일)-상온(4일), 저온(1일)-상온(2일)-저온(4일), 저온(1일)-상온(6일), 상온(1일)-저온(6일)의 6가지로 변하는 유통조건으로 설정하고 이 조건에서 밀폐/높은 습도(95%), 오픈/낮은 습도(60-70%), 0.03mm LDPE film 포장 처리/높은 습도(90%)를 혼합처리하였다. 열과 발생은 LDPE 포장에서 크게 발생하였고 지속적 상온이거나, 상온-저온-상온, 저온-상온에서 뚜렷하게 나타난 반면, 지속적 저온인 상태에서는 개봉상태나 플라스틱 용기 포장조건에 의하여 열과 발생이 나타나지 않았다. 그리고 저장 초기(2일) 저온에 유지된 상태에서 이후 상온이거나 저온조건일 경우 열과는 뚜렷하게 억제되는 것으로 나타나, 고온기에 토마토를 수확할 경우 예냉처리가 열과발생을 억제하는데 크게 효과적일 것으로 판단되었으며 이러한 결과는 CO₂와 C₂H₄ 측정에서도 같은 결과였다. 방울토마토의 저온장해는 개봉된 낮은 습도상태에서 보다 밀봉된 상태에서 뚜렷이 진전되었다.

○ 방울토마토의 품질향상을 위하여 4단계(수돗물, 45°C, 50°C, 55°C)로 나누어 60초 동안 온수 침지처리한 결과, 과피 b값은 처리 온도 중 50°C에서 가장 좋았고 토마토의 수확 후 호흡급등 현상이 온수 침지처리로써 뚜렷이 연장되어 방울토마토의 적정 열처리 온도는 50°C가 효과적인 것으로 판단되었다. 온수 침지처리는 모든 처리시간 (30초, 60초, 120초)에서 무처리에 비하여 과피 b값이 약간 낮았고 호흡률과 에틸렌발생 등 방울토마토의 수확 후 생리적 대사억제에 효과적으로 나타났다. 또한 온수 침지처리로 방울토마토의 수확 후 열과발생을 억제하지는 못한 것으로 나타난 반면 낮은 저온으로 인한 저온장해 현상은 50°C, 60초 처리로 대조구를 비롯한 다른 처리에 비하여 효과적으로 지연되었다.

○ 방울토마토의 부패율은 키토산 코팅처리로 억제되어 장기간 유통 시 코팅처리는 상품성유지에 효과적이었다. 방울토마토의 저장 중 생체중, 경도, SSC(%)는 분자량이 50CPS 키토산 코팅제 처리로 저장 초기 값을 가장 효과적으로 유지되었다. 분자량이 50CPS 키토산 코팅 처리한 과실의 호흡률(ml·kg·h)과 에틸렌발생량이 가장 낮게 유지되어 방울토마토의 수확 후 생리활성 억제에 50CPS

코팅제 처리가 가장 효과적이었다. 또한 방울토마토의 열과발생율과 대조구의 방울토마토는 10.8%의 열과발생율을 나타낸 반면 키토산 코팅 50CPS 처리에서 0.9%로 나타났으며, 부패율(decay)과 시장성 조사에서도 같은 결과였다.

○ 생산지에 수확 즉시 차압통풍식 예냉처리된 방울토마토의 경도는 저장 중 높게 유지하였고 부패율도 나타나지 않은 반면 다른 처리에서는 저장 12일 쯤 까지 10-20%의 부패 발생률을 나타냈다. 예냉처리된 방울토마토의 외관품질도 무예냉 방울토마토에 비하여 우수한 품질을 나타냈다. 방울토마토의 신선도 유지 및 숙성억제에 표준 MA 처리(3% CO₂+2% O₂)처리가 가장 효과적이었고 MA 가스에 의한 열과 발생의 억제효과는 없었다.

○ 열과된 토마토에서 분리된 미생물은 계대배양과 형태적 특징을 기준으로 판단하여 *Geotricum* sp. 으로 밝혀졌다. 초음파로 얻은 키토산용액의 분자량에 상관없이 5% potassium sorbate이 *Geotricum* sp.의 생장을 가장 효과적으로 억제하였다.

○ 수확전에 미리 설치해 둔 차압식 예냉시설 (원예연구소 개발 시제품)을 이용하여 수확된 방울토마토를 본 연구에서 개발 적용한 예냉상자에 바로 담아 2시간(25-5도) 동안 예냉시켜 품온을 낮춘 다음 저온 냉장차로 수송 후 모의 유통실험을 위하여 원예연구소 저장고(5도)에 저장하면서 관행적으로 예냉하지 않고 냉기 순환이 되지 않는 상자에 담아 상온으로 수송한 무처리 방울토마토와 저장 중 품질변화를 비교 하였다<위탁과제>.

○ 본 연구에서 개발된 예냉 및 수송용 포장박스에서 예냉된 토마토의 호흡률이 관행 상자에서 예냉처리된 토마토에 비하여 현저히 억제되었고 에틸렌 발생량도 적었다. 방울토마토의 식미와 관계되는 당도 및 산도는 저장 후 관행상자구와 비교하여 개선된 예냉 상자구에서 높게 유지되었다. 개선된 예냉상자에서 저장된 방울토마토는 관행상자구에 비하여 색도 증가 폭과 경도 감소폭이 적었다.

저장 중 개선된 예냉 상자구에서 방울토마토의 중량감소율이 3-4%로 낮았으며 특히 부패율의 경감 효과가 컸다<위탁과제>.

○ 방울토마토의 코팅처리에 의한 탄수화물 함량변화에서 sucrose는 상온코팅 처리에서 약간 감소하고 반면 fructose함량은 크게 증가하였으며 이 중 코팅여부에 상관없이 상온조건에서 가장 높았다. 방울토마토의 유기산 함량은 저장 11일 후 저장 초기값과 비교하여 별 다른 변화가 없었다<위탁과제>.

○ Edible Coating (Chitosan + Glycerine)처리구가 무처리구에 비하여 품질 유지 면에서 다소 효과가 있으나 본 실험 전체로 볼 때 예냉, 저온 수송 등 온도의 효과가 더 크므로 방울토마토의 유통 방법 개선은 예냉, 저온수송, 저온유통의 온도관리가 더 선행 되어야 함을 보여 주었다<위탁과제>.

SUMMARY

This study was carried out to develop the packaging box effectively available for precooling and transport, and to find new postharvest treatments for inhibiting the fruit cracking and enhancing the fruit quality in cherry tomato. The summarized results were as follows;

○ Firmness and soluble solids contents(SSC, %) of fruit were decreased by applying the external ethylene, and its values were less in higher oxygen concentration and higher in higher carbon dioxide concentration injected in the storage box at initial time before storage. High concentration of carbon dioxide above 50% caused skin discoloration that seemed as a CO₂ toxicity during storage of cherry tomato. More fruit cracking rate was firmly observed in high humidity modified condition than in low humidity, and external ethylene supply(100ppm) accelerated its rate. Fruit cracking rate was obviously inhibited by treatments of higher oxygen concentration and 20% carbon dioxide. Fruit respiration and ethylene production were distinctly increased by external ethylene supply. Decay rate was low in 5% O₂ and high in higher concentration of carbon dioxide from 20% to 50% due to a CO₂ injury during storage of cherry tomato.

○ Low temperature storage inhibited largely incidence of fruit cracking that was influenced by high humidity and existing ethylene concentration. Cherry tomato fruit of six changing marketing simulation such as room temperature(RT)(7 days), low temperature(LT)(7 days), RT(1 day)-LT(2 days)-RT(4 days), LT(1 day)-RT(2 days)-LT(4 days), LT(1 day)-RT(6 days), RT(1 day)-LT(6 days) were stored in three different modified

storage condition such as sealed state(95% r.h.), open state state(60–70%) and 0.03mm LDPE film packaging(95% r.h.). Incidence of fruit cracking could be evidently inhibited by keeping cherry tomato in low temperatures at least two days in early stages after harvest as soon as possible, and the analysing results of fruit respiration and ethylene production supported such investigation about fruit cracking.

○ Hot water dipping (50°C) for 60 seconds maintained peel b value compared to the value at harvest in cherry tomato. Climacteric rise of increasing respiration rate and ethylene production was well delayed by hot water dipping treatment in cherry tomato. Heat treatment using hot water dipping didn't affect the reduction of fruit cracking rate however could effectively delay the chilling injury symptoms of cherry tomato.

○ Chitosan coating containing 50CPS molecular weight reduced obviously the decay rate(%) of cherry tomato. Chitosan coating maintained effectively the initial values such as fruit weight, firmness, SSC(%) compared to the not-coated fruit. Cherry tomato represented relatively low physiological responses of respiration and ethylene in fruit chitosan-coated with 50CPS molecular weight. Fruit cracking showed only the 0.9% rate among whole stored fruit while representing 10.8% in not-coated fruit. Decay and marketability evidenced above results in coated fruit again.

○ Forced air cooling immediately after harvest maintained good firmness and market quality of cherry tomato fruit and showed no decay rate however high decay rate of 10–20% was observed in not-precooled fruit.

○ Standard MA gas (3% CO₂+2% O₂) contributed to the retention of

freshness and the inhibition of ripening in cherry tomato but the combined gas showed no effects on inhibiting fruit cracking.

○ The microorganism isolated from cracking tomato was identified as *Geotricum* sp. based on its distinctive cultural and morphological characters. Regardless of the molecular weight of ultrasonicated chitosan solution, ultrasonicated 2% chitosan in 2% acetic acid had inhibitory effect on the growth of this species. Among eight kinds of washing solution, 5% potassium sorbate had the highest inhibitory effect on the growth of this species.

○ Respiration rate and ethylene production of cherry tomato stored in new designed precooling box were distinctively lower than those in commercially used box. Quality features such as firmness, total acids and SSC(%) of cherry tomato stored in new designed precooling box were maintained higher than those in commercially used box. The new designed precooling box affected low weight loss of 3–4% and little decay incidence<NHRI>

○ Sucrose was a little decreased in coated fruit while fructose increased greatly in fruit stored in room temperature regardless of edible coating. Organic acids was not changed during storage of cherry tomato<NHRI>.

○ Edible Coating (Chitosan + Glycerine) to cherry tomato fruit showed a good effect on postharvest quality retention. But the low temperature during precooling and transport of cherry tomato was more important to retain fruit quality<NHRI>.

CONTENTS

Chapter I	Introduction	17
Section 1	Background and objectives	17
Section 2	Scope of research development	20
Chapter II	Technology background	21
Chapter III	Research results	24
Section 1	Development of new postharvest technology for enhancing the market quality of cherry tomato	24
1.	Introduction	24
2.	Materials and methods	24
1)	Samples and experiment treatment	24
2)	Analysis, separation and cloning of microorganism	28
3.	Results and discussion	30
1)	Postharvest quality features and causes of fruit cracking in cherry tomato	30
2)	Quality changes and fruit cracking affected by postharvest condition and hot water dipping	42
3)	Inhibition effect of postharvest fruit cracking according to chitosan coating	60
4)	Enhancing market quality by precooling and active MA treatment	69
5)	Separation and cloning of microorganism related to fruit cracking	86
Section 2	Development of precooling technology and a new packaging box for cherry tomato	90
1.	Introduction	90
2.	Materials and methods	90
3.	Results and discussion	92

1) New designed precooling box for cherry tomato	92
2) Edible coating effect on maintaining the freshness	99
3) Consumer panel test of precooled tomato at market	105
Chapter IV. Achievement and contribution	107
Chapter V. Apply plan of acquired research results	108
Chapter VI. International research information	109
Chapter VII. References	111

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	17
제 1 절	연구개발의 목적 및 필요성	17
제 2 절	연구개발의 범위	20
제 2 장	국내외 기술개발 현황	21
제 3 장	연구개발 수행내용 및 결과	24
제 1 절	방울토마토의 품질향상을 위한 수확 후 저장 및 유통관리 기술 확립	24
1.	서론	24
2.	재료 및 방법	24
가.	시료 및 실험처리	24
나.	분석방법과 미생물의 순수분리 및 균주 동정	28
3.	결과 및 고찰	30
가.	방울토마토의 수확 후 품질특성 구명 및 열과 원인 구명	30
나.	유통조건과 온수 침지처리에 따른 품질변화와 열과발생	42
다.	키토산코팅에 따른 열과발생의 억제효과 구명	60
라.	예냉과 active MA처리에 의한 방울토마토의 상품성향상	69
마.	열과된 방울토마토에서의 미생물의 순수 분리 및 균주 동정	86
제 2 절	방울토마토의 예냉 및 포장신기술 개발	90
1.	서론	90
2.	재료 및 방법	90
3.	결과 및 고찰	92
가.	방울토마토의 예냉 상자 개선 연구	92
나.	방울토마토 edible coating 처리 효과 구명	99
다.	예냉처리된 방울토마토 소비자 기호도 조사	105
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	107

제 5 장	연구개발결과의 활용계획	108
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	109
제 7 장	참고문헌	111

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 기술적 측면

○ 최근 국내 방울토마토는 수출 물량이 증가하는 경향(수출실적 93년 2,600톤, 99년 6,358톤)을 보이고 있으며, 거의 대부분 일본지역에 수출되고 있음. 따라서 저장 및 수송과정에서의 신선도유지 기술의 확보가 수출 경쟁력 확보의 일차적인 요인이 됨.

○ 방울토마토 수출은 1kg당 2천원, 내수는 3천원선에 판매됨. 국내가격이 높은 년도에는 수출을 기피하는 경향이 있음. 또한 저품질 토마토의 수출은 수출시장 확대에 장애요인으로 작용함.

○ 방울토마토 신선도 유지기간은 작형 별로 다르나 봄, 여름 재배는 7일, 겨울 재배는 10일 정도이며, 수확을 2-3회 걸쳐 하는데 하우스 내에서 취급물량이 소량인 관계로 예냉을 실시하지 못함. 또한 수출 시 4월까지의 일반 컨테이너를 이용한 선박수출이 주류를 이루고 있으므로 이시기에 품질 열화가 급속히 진행 됨.

○ 우리나라에서는 대부분 농가산지에서 예냉 출하를 못하고 상온유통으로 출하하고 있어 유통기간이 짧고 품질과 선도가 떨어져 소비자에게 좋은 품질의 방울 토마토를 공급하지 못하고 있다.

○ 소비지의 저온저장고, 냉장진열대 부족 등 산지와 소비지간 저온유통 시설간 연계 미비로 저유통의 효율성이 저하되고 있는데 유통단계별 저온유통체계의 연계성을 강화하는 것이 매우 중요한 실정이다.

○ 또한 우리 실정에 맞게 품종, 생산과정, 유통과정 등을 종합적으로 고려하여 예냉처리, 매뉴얼의 제작 및 보급되도록 한국형 예냉 처리 기법의 정착이 수출 토마토의 고품질 유지를 유하여 절실히 필요하다.

○ 방울토마토 수출시 가장 문제되는 점은 열과로 인한 상품성 저하임. 농가에서

녹숙기(pink stage)에서 수확한 뒤 일본에 도착하면 열과가 발생하며, 전체 수출 물량의 3-4% 정도로 추정됨.

○ 열과는 수확 시에 발생하는 열과와 수송 중 발생하는 두 가지 유형이 있는데 수확 시 열과 상품은 포장하는 과정에서 선별되는데 수확 후 열과의 발생은 에틸렌 발생을 급속히 촉진하여 숙성이 급속히 일어나고 또한 인접과일로의 곰팡이가 급속히 전이된다.

○ 열과로 인한 일차적인 과실 손상은 상온 상태로 선박수송 하는 중 1-2일 사이에 박스 전체로 확산되어 이차적인 감염으로 연결되고 전체 과일의 상품성을 잃게 된다. 박스 전체가 감염되어 진물이 흐르게 되면 컨테이너 하단에 위치한 박스는 습화되어 견고성을 잃게 되어 위에 층적되어 있는 박스의 무게를 견디지 못하고 무너지게 된다. 결국은 컨테이너 내에 적재되어 있는 토마토 박스에서 압상으로 인한 피해가 발생되어 최종적으로 수출지 도착 후 바로 폐기 처분되는 실정이다.

○ 농가와 수출업체에서는 열과 방지를 위한 노력을 하고 있으나, 아직까지 열과 발생의 원인조차 구명되지 않았으며, 이를 방지하기 위한 마땅한 대안이 없는 실정임. 따라서 열과 발생의 원인 구명과 함께 이를 방제하기 위한 기술개발이 매우 중요함.

○ 일부 과채류에서 수확 후 선도유지를 위하여 예냉처리, 열처리, active MA, 고이산화탄소처리 등이 시도되고 있으나, 토마토에서는 아직 실용화 단계에 이르지 못하고 있는 실정이므로, 토마토가 내수 및 수출 시장에서 경쟁력을 갖춘 작물로써 정착되기 위해서는 수출 토마토의 포장 신기술개발과 새로운 수확 후 저장 및 유통기술(예냉처리, 열처리, active MA, 고이산화탄소처리) 확립이 필수적임.

○ 지금까지 방울토마토의 포장용 박스는 내수용을 기준으로 골판지로 제작되어 수출 시 원거리수송(4Kg)에도 이용되고 있다. 그러나 장거리 선박수송 과정에서 박스가 부분적으로 습기에 노출될 가능성이 매우 높아 견고성 부족으로 인한 압상의 위험이 높다. 방울토마토의 경우 수확후 처리와 예냉, 그리고 수송과정 동안 충분히 견딜 수 있는 수출용 박스의 설계 및 제작은 고품질 유지 및 현지 시

장에서 호감도 향상 측면에서 매우 중요함.

○ 개발된 열과 방지와 고품질 유지 기술이 적용된 방울 토마토를 개발된 기능성 박스에 포장되어 수출시 유통경로별 모의 품질 모니터링을 통한 연속적인 품질평가를 수행하는 일도 절실히 요구된다.

2. 경제·산업적 측면

○ 방울토마토의 수확 후 열과 방지 기술을 개발함으로써 수출 지역 도착 시 claim으로 인한 막대한 경제적 손실을 예방하고 우리 농산물 수출 확대에 이바지할 것으로 사료됨.

○ 열처리와 active MA 기술 적용으로 인한 토마토의 고 품질 유지는 수출 대상국에서의 국산 농산물의 이미지 제고에 크게 기여할 것임.

○ 아직까지 토마토 산업에 적용되고 있지 못하고 있는 예냉 기술을 적용함으로써 토마토의 특화상품으로써의 이미지 구축이 가능함.

○ 방울토마토에 적합한 예냉, 판매, 수송용 포장 박스를 개발, 제작하여 부가 가치를 최대한 증진시킴.

○ 저장성이 짧은 방울토마토의 저장성을 연장시킴으로써 계획적인 수출상품의 수급조절이 가능할 것이라 여겨짐.

○ 수출은 '96년 2,600톤(4,648천불)을 수출한 이래 매년 꾸준히 증가하여 '99년에는 6,358톤(13,476천불)의 토마토를 수출하였으며, 그 중 일본에 물량 5,682M/T, 금액 13,083천불로 전체 수출물량과, 금액의 대부분을 차지하고 있어 앞으로는 러시아, 대만 등으로 수출 활로가 넓어져야함.

3. 사회·문화적 측면

○ 방울토마토의 저장 및 품질향상기술을 개발하여 외국시장에서 국내 상품의 우수성을 인정받고 수출 다변화의 가능성을 증진시킬 수 있음.

○ 포장 및 유통기술 개발은 방울토마토의 품질고급화를 가져와 국내 소비자의 인식변화와 수요의 저변 확대에 이바지함.

○ 방울토마토의 저장 및 유통기술 개발의 체계적 연구는 기타 많은 작물에 응용되어 국내 농산물의 수출경쟁력 강화에 이바지 함.

제 2 절 연구개발의 범위

본 연구에서는 예냉처리에 의한 방울토마토의 고품질유지 효과의 구명을 위해 수출용 방울토마토의 포장신기술(포장박스)을 개발하고, 개발된 포장박스의 적용을 위한 모의 수송 및 유통 연구를 하였다. 또한 방울토마토의 수확 후 품질 특성 및 열과 원인의 구명, 그리고 토마토 열과와 관련된 미생물의 순수분리 및 균주동정, 유통조건, 온수 침지처리, 키토산코팅, 예냉, active MA 등 수확 후 처리에 의한 방울토마토의 열과 발생 억제와 상품성 향상 연구를 수행하여 수출용 방울토마토의 새로운 저장·유통 관리기술 확립하는 것이 연구범위이다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내기술현황

최근 수출이 증가하고 있는 방울토마토의 장기 신선도 유지기술 개발이 시급한 실정이나 기초생리 연구 결과를 바탕으로 한 선도유지 기술개발은 초보적 수준에 머물러 있고 지금까지 토마토의 포장 및 유통 기술 연구는 대부분 일반 토마토에 국한되어 수행되어 왔다.

토마토의 재배시기와 재배방식이 생육 및 품질에 미치는 영향에 관하여 호남대에서, 고려대에서는 일반토마토의 재배 중 고온처리에 의한 저장 중 저온장해 감소 및 포장재의 종류와 저장온도가 적숙 토마토의 MA 저장에 미치는 영향에 관해 연구한 바 있다. 강원대에서는 광조사에 의한 토마토의 수확 후 처리기술에 관하여, 경남농촌진흥청에서는 저장온도가 토마토와 딸기의 품질보존에 미치는 영향에 관하여, 그리고 원예연구소에서 과채류의 예냉 처리 후 저온수송 및 저장 중 고품질 유지기술 연구가 보고된 바 있다.

제 2 절 국외기술현황

미국, 독일과 네덜란드 등의 유럽에서는 일반토마토 등 과채류에서 수확 후 선도유지를 위하여 예냉처리, 열처리, active MA, 고이산화탄소처리 등이 산업화 기술로 정착되어 산업계에 적용되고 있고 일반토마토의 경우 내수 및 수출 시장에서 경쟁력을 갖춘 작물로 자리 잡은 상태이다. 또한 지속적으로 수출 토마토의 포장 신기술을 개발하고 있으며 특히 신선도연장과 품질향상을 위한 예냉처리와 살균목적으로의 열처리 등 새로운 수확 후 저장 및 유통기술을 개발하고 있다.

유럽에서는 방울토마토의 장거리 수송을 위하여 저온 및 CA 컨테이너를 이용

하는 비율이 급증하고 있는 상황이다. 특히 이스라엘에서는 토마토의 수확 후 예냉 및 열처리 기술이 장거리 수송 및 수출국 통관을 위하여 적용되고 있다.

제 3 절 국내기술의 취약성

○ 주요 토마토 수출 대상국인 일본은 수송 상 유리한 인접국이면서도 원격지로 부터의 수송 단계가 증가되고 있어 유통에 장시간을 소요하게 됨. 따라서 유통과정 중 품질저하 방지 및 선도 유지기술이 절실히 요구됨.

○ 토마토 신선도 유지기간은 작형별로 다르나 봄, 여름 재배는 7일, 겨울재배는 10일 정도이며, 수확을 2-3회 걸쳐 하는데 하우스 내에서 취급물량이 소량인 관계로 예냉을 실시하지 못함. 또한 수출시 4월까지의 일반 컨테이너를 이용한 선박수출이 주류를 이루고 있으므로, 이 시기에 품질 열화가 급속히 진행됨.

○ 예냉 시설은 99년 저온유통 기반사업 확충사업 시작으로 빠른 속도로 정착, 확산되고 있으나 (99년말 현재, 15여개소 설치) 방울토마토의 생산량이 농가단 위로는 소규모이고 생장특성(화방)에 따라 수확시기가 2개월에 걸쳐 분산 수확되어 예냉기술이 적용되지 못하고 있다.

○ 또한 우리 실정에 맞게 품종, 생산과정, 유통과정 등을 종합적으로 고려하여 예냉처리, 매뉴얼의 제작 및 보급되도록 한국형 예냉 처리 기법의 정착이 수출 토마토의 고품질 유지를 위하여 절실히 필요한 시점이다.

○ 방울토마토 수출시 가장 문제되는 점은 열과로 인한 상품성 저하임. 농가에서 녹숙기(pink stage)에서 수확한 뒤 일본에 도착하면 열과가 발생하며, 전체 수출

물량의 3-4% 정도로 추정됨.

○ 많은 수출업체에서는 수확 후 열과 피해를 세 단계로 나누어 설명하고 있다. 우선 열과로 인한 일차적인 과실 손상은 상온 상태로 선박수송 하는 중 1-2일 사이에 박스 전체로 확산되어 이차적인 감염으로 연결되고 전체 과일의 상품성을 잃게 된다. 박스 전체가 감염되어 진물이 흐르게 되면 컨테이너 하단에 위치한 박스는 습화되어 견고성을 잃게되어 위에 층적되어 있는 박스의 무게를 견디지 못하고 무너지게 된다. 결국은 컨테이너 내에 적재되어 있는 토마토 박스에서 압상으로 인한 피해가 발생되어 최종적으로 수출지 도착 후 바로 폐기 처분되는 실정이다.

○ 농가와 수출업체에서는 열과 방지를 위한 노력을 하고 있으나, 아직까지 열과 발생의 원인조차 구명되지 않았으며, 이를 방지하기 위한 마땅한 대안이 없는 실정임.

○ 일부 과채류에서 수확 후 선도유지를 위하여 예냉처리, 열처리, active MA, 고이산화탄소처리 등이 시도되고 있으나, 토마토에서는 아직 실용화 단계에 이르지 못하고 있는 실정임. 방울토마토가 내수 및 수출 시장에서 경쟁력을 갖춘 작물로써 정착되기 위해서는 포장과 수확 후 저장기술 그리고 유통체계의 상호 유기적 연계가 필수적임.

○ 지금까지 방울 토마토의 포장용 박스는 내수용을 기준으로 골판지로 제작되어 수출 시 원거리 수송(4Kg)에도 이용되고 있다. 그러나 장거리 선박수송 과정에서 박스가 부분적으로 습기에 노출될 가능성이 매우 높아 견고성 부족으로 인한 압상의 위험이 높다. 방울 토마토의 경우 수확후 처리와 예냉, 그리고 수송과정 동안 충분히 견딜 수 있는 수출용 박스의 설계 및 제작은 고품질 유지 및 현지 시장에서의 호감도 향상 측면에서 매우 중요함.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 방울토마토의 품질향상을 위한 수확 후 저장 및 유통관리 기술 확립

1. 서 론

본 연구에서는 방울토마토의 수확 후 품질특성 및 열과 원인의 구명, 그리고 토마토 열과와 관련된 미생물의 순수분리 및 균주동정, 유통조건, 온수 침지처리, 키토산코팅, 예냉, active MA 등 수확 후 처리에 의한 방울토마토의 열과 발생 억제와 상품성 향상 연구를 수행하여 수출용 방울토마토의 새로운 저장·유통 관리기술 확립하는 데 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 시료 및 실험처리

1) 실험재료

방울토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)는 부여군 세도면에서 하우스내 토경재배된 것으로 하여 수확하였으며 수확 즉시 대학 실험실로 수송하여 건전과(sound fruit)와 상처과(injured fruit)를 분리한 뒤 크기가 일률적으로 비슷한 것을 건전과를 실험에 사용하였으며, 이 때 사용되는 방울토마토는 녹숙과(mature green stage)의 숙도(maturity)인 것으로 하였다. 재배작형 별로 수확된 방울토마토의 일련의 연구를 위하여 연구목적에 따라 각각 다르게 처리하였다.

2) 실험처리

가) 방울토마토의 수확 후 품질특성 구명 및 열과 원인 구명

방울토마토의 열과원인을 수확 후 상대습도와 에틸렌에 의한 것인지를 구명하기 위하여 저장온도는 2°C, 8°C, 15°C로 세 조건으로 하고 용기 내 상대 습도는 95%이상과 60-70%로 구분하였고, 저장용기 내 외부에틸렌 공급은 10ppm을 사용하였다. 저장용기는 1.35L 유리병을 사용하였고 처리 당 200g, 5반복하였으며 저장기간은 17일이었다.

고농도 이산화탄소와 여러 산소농도가 방울토마토의 수확 후 품질과 열과발생에 미치는 효과를 구명하기 위하여 O₂ 농도를 5%, 20%, 50%, 80%로 하고, CO₂ 처리 농도는 0%, 5%, 10%, 20%, 50% 농도로 하였으며 조성가스 외 보충가스는 질소로 하였다. MA 가스 처리는 용기 내 방울토마토를 넣은 후 가스 주입관을 통하여 내부의 기존 공기를 완전히 밖으로 빼내고 새로운 가스로 용기 안을 채워지는 동안 주입하였다. 산소와 이산화탄소 처리를 위해 1.35L 유리용기에 200g, 5반복하였으며 이 때 저장온도는 상온과 8°C로 하였고 저장기간은 18일이었다.

나) 유통조건과 온수 침지처리에 따른 품질변화와 열과발생

저장온도는 상온과 3°C로 하고 상대습도는 95%이상과 60-70%의 두 가지로 조성하여 주었다. 실험처리는 가습 후 용기밀폐, 용기 개봉, 가습 후 개봉, 그리고 0.03mm LDPE 필름 밀봉 처리 등 모두 4가지 처리를 두어 품질변화와 열과발생율을 조사하였다. 용기 내 가습처리는 용기 밑면에 2cm 높이의 받침대를 깔고 그 밑에 물을 100ml 공급한 뒤 과실을 저장하는 방식을 택하였다. 각 처리는 1.35L 용기 내 200g, 5반복하였으며 저장기간은 20일이었다.

실제 유통조건에 따른 방울토마토의 품질변화와 열과 발생의 simulation을 위하여 상온과 저온조건을 일정 시간간격을 두고 변화시키며 품질을 조사하였다;

상온(7일), 저온(7일), 상온(1일)-저온(2일)-상온(4일), 저온(1일)-상온(2일)-저온(4일), 저온(1일)-상온(6일), 상온(1일)-저온(6일)의 6가지 조건에 밀폐/높은 습도(95%), 오픈/낮은 습도(60-70%), 0.03mm LDPE film 포장 처리/높은 습도(90%)를 혼합처리하였다. 저장기간은 7일로 하였다.

방울토마토의 고온수 침지처리에 적합한 온도범위를 조사하기 위하여 침지시간은 60초로 하고 수돗물(냉수)처리를 대조구로 하여 45°C, 50°C, 55°C 4가지 처리를 두었다. 온수처리를 위하여 침지용 온도조절기(heating maschine, 독일 Frigotec社)의 철침 센서 2개를 200L 수조에 넣어 원하는 온도를 조절하였으며 이 때 온도편차는 0.5°C 편차였다. 처리된 방울토마토는 바로 3°C 저장고로 바로 옮겼으며 저장기간은 19일이었다. 방울토마토의 고온수 침지 처리에 적합한 온도범위를 조사한 이후 적절한 침지시간을 구명하기 위하여 침지온도를 50°C로 고정하고 처리시간을 30초, 60초 120초로 나누어 처리하였다. 저장온도는 3°C로 하고 저장기간은 25일이었다. 방울토마토의 온수침지에 적합한 정확한 처리시간을 조사하기 위하여 온수 침지에 관한 세 번째 연구로 온수의 온도를 54.5°C로 고정하고 대조구로 수돗물침지, 10초, 20초, 40초, 60초, 120초 동안 침지 등 6가지 처리로 하고 저장조건은 상온과 10°C였으며 저장기간은 14일로 하였다.

다) 키토산 코팅에 따른 열과발생의 억제효과 구명

에멀전 코팅필름은 화학적 구성요소(functional groups)에 의해 크게 친수성(hydrophilic)과 소수성(hydrophobic)으로 나뉘어진다. 과채류의 표면은 대개 천연wax로 덮여있고 표면의 물리적 특성에 따라 코팅필름이 코팅되는 정도에 큰 영향을 미친다. 코팅필름이 코팅에 사용되기 전에 우선 코팅두께를 고려하여야 한다. 코팅두께는 여러 가지 인자에 영향을 받는 것으로 나타났으나 지금까지 주로 영향을 주는 인자는 다음과 같다.

코팅두께 = f(코팅시간, 온도, 농도, 점도, 과육표면성질)

본 연구에서 사용된 가식성 과피 코팅제(Edible chitosan emulsion)는 2% lactic acid Sol. (solvent) +1.5% Chitosan 10cp (cemi pose, pas)에 pH를 NaOH로 5.97로 맞추었다. 또한 방울토마토 과피의 물리적 성질을 고려하여 과피의 손상이 가장 적은 Dipping 방법에 의하여 10초간 코팅하였다.

라) 예냉과 active MA 처리에 의한 방울토마토의 상품성 향상

수확 후 신속한 예냉처리 및 에틸렌처리에 따른 품질변화와 열과발생의 최소화를 위하여 방울토마토의 품온을 수송용 차압통풍 예냉고를 이용하여 3℃(40분 소요)로 떨어뜨린 후 실험실로 신속하게 냉장 수송하였다. 본 연구에서는 예냉처리 후 저온저장, 무예냉 후 저온저장을 한 방울토마토를 낮은 습도 조건(60-70%)에서의 에틸렌 100ppm 처리와 무처리, 그리고 높은 습도조건(95%)에서의 에틸렌 처리와 무처리로 나누어 저장 중 품질변화와 열과발생율을 조사하였다. 각 처리는 5반복하였고 저장온도는 3℃, 그리고 저장기간은 12일이었다. 처리한 것을 5반복 하였다.

고농도 이산화탄소와 여러 산소농도에 의한 방울토마토의 수확 후 생리특성을 구명한 뒤 active MA 가스(혼합가스)가 방울토마토의 품질변화와 열과발생을 억제하는 지를 조사하기 위하여 대조구(0% CO₂+21% O₂+79% N₂), 1% CO₂+1% O₂+N₂ balance, 5% CO₂+3% O₂+N₂ balance, 10% CO₂+3% O₂+N₂ balance의 네 가지 처리를 수행하였다. 저장용기 내 가는 주입관을 통하여 원하는 가스로 채워질 만큼 충분히 저장초기 1회 주입하였으며, 7L 용기에 300g씩 5반복으로 상온과 10℃의 두 가지 조건에 저장하였고 저장기간은 14일이었다. 이 후 혼합가스의 효과를 재구명하기 위하여 일차 실험에서 효과적이었던 5% CO₂+3% O₂+N₂ balance와 대조구(0% CO₂+21% O₂+79% N₂) 그리고 3% CO₂+2% O₂+N₂ balance의 세 가지 처리를 위와 같은 방식으로 하여 저장온도는 5℃ 그리고 저장기간은 20일로 하였다.

나. 분석방법과 미생물의 순수분리 및 균주 동정

1) 분석방법

무게감량 : 저장전 과실의 중량을 기준으로 저장 후 감소된 무게를 백분율 (%)로 환산하여 표시하였다.

경도(Firmness) : 과실경도계(Atago 5kg, Japan)를 사용하여 방울토마토의 최대 크기에 이르는 중앙 부위를 과피를 관통할 때 측정되는 최대값을 택하였으며 이 때 diameter가 0.8mm인 원형의 관통침(plunger)을 사용하였다. 위탁과제에서의 경도측정은 Texture analyser (TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, England)가 사용하였고 측정 조건은 5mm인 probe를 이용하여 깊이 10mm 까지 test speed 5.0mm/s의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 최대값을 측정하고 이를 경도로 표시하였다.

수용성 고형분(당도) : 방울토마토의 과육을 blender로 파쇄한 다음 얻은 상등액을 과즙으로 당도계 (Hand Refractometer, Attago, Japan)를 이용하여 측정하였으며 당도의 표시는 °Brix로 나타내었다.

색도 : 과피의 색도 측정은 Chromameter(CR-200, Minolta, Japan)을 사용하였으며 표준광원 상태에서 방울토마토의 b값을 측정하였다.

pH측정 : 시료의 pH 측정은 10g의 방울토마토의 과육에 증류수 10ml을 첨가하여 blender로 파쇄한 후 고형물을 pH meter로 3회 반복 측정하였다.

호흡률 : 각 처리별로 3개체를 선별하여 7L 부피의 아크릴 용기에 옮겨 24시간 동안 밀폐하였다. 이때 생성된 이산화탄소를 용기의 상단으로부터 1ml씩 취하

여 gas chromatography(TCD, SHIMADZU model 8APF)를 이용하여 분석하였다.

에틸렌 발생량 : 호흡 측정을 위한 시료 채취 1시간 경과 후 아크릴 용기의 상단으로부터 1ml씩 취하여 gas chromatography(FID, SHIMADZU model 8APF)를 이용하여 분석하였다. 분석조건으로서 Column은 SUS column(SHIMADZU model 201-48705-20)을 사용하였으며, detector 온도는 100°C, column 온도는 120°C로 설정하였으며, 운반기체로 헬륨을 사용하였다.

유리당 분석 : 박피된 과일 5g씩 시료를 채취하고 증류수를 첨가한 후 homogenise하였다. 그 다음 3,000 rpm으로 30분간 원심분리기를 사용한 후 상등액을 Sepak으로 filtering한 뒤 추출액 1mL를 분석에 이용하였다. 컬럼은 Sugar-pak 1(6.5×300mm)를 사용, 검출기는 RI(refractive index) 이용, 이동상은 증류수를 사용하여 SP 8800 HPLC 로 분석하였다.

유기산 분석 : 유리당에 사용된 전처리 용액을 50-100배 희석 한 뒤 1mL를 분석에 이용하였다. 컬럼은 ICE-AS6(9×250mm), 검출기는 ECD(electroconductivity detector) anion-ICE micromembrane suppressor, 이동상은 0.4mM heptafluorobutric acid, postcolumn reagent는 5mM tetrabutylammonium hydroxide를 각각 사용하여 Bio-HPLC(Dionex-500, USA)으로 분석하였다.

품질평가 : 5명의 panelis가 일정한 시간간격으로 방울토마토의 상품성, 부패율, 열과발생율, 저온장해 등을 아래와 같은 방법으로 평가하였다.

- 부패율 ; 총 개체 중 눈으로 확인 가능한 곰팡이 발생 개체가 차지하는 비율(%)

- 열과발생율 ; 총 개체 중 눈으로 확인 가능한 열과가 발생한 개체가 차지하는 비율

- 상품성 지수 ; 5단계 지수

(1=very poor, 2=poor, 3=moderate, 4=good, 5=very good)

2) 미생물의 순수 분리 및 균주 동정

열과된 토마토에서의 균의 분리를 위해 열과 부위를 멸균 면봉으로 취하여 potato dextrose agar (PDA) 배지와 malt extract (ME, Difco, USA) 한천 배지에 올려 놓고 28℃에서 2-3일간 배양하였다. 시료로부터 곰팡이 균주의 분리에 있어서는 세균의 증식을 억제하기 위하여 chloramphenicol을 첨가하고 Rhizopus속과 Mucor속 곰팡이의 빠른 기균사 생육을 억제하여 다른 곰팡이의 분리를 용이하게 하기 위하여 rose bengal을 첨가한 rose bengal chloramphenicol agar (RBC)배지를 사용하였다. 균체를 순수 분리하기 위하여 위와 같이 배양된 균체를 tween 20을 0.02% 함유한 구연산 완충액 (50 mM, pH 4.8)에 현탁시키고 독립 균락을 취하였으며 순수 분리 여부를 계대 배양으로 확인하였다. 균주의 동정을 위하여 한국 농업과학기술원 농업미생물 보존 센터 (KACC)로부터 기증받은 균주들과 비교하여 집락의 모양, 현미경으로 관찰한 균체의 미세 구조와 배양 특성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 방울토마토의 수확 후 품질특성 구멍 및 열과 원인 구명

1) 저장온도, 습도, 외부가스(에틸렌, O₂, CO₂)의 처리에 따른 수확 후 품질특성

방울토마토의 경도는 MA(플라스틱 용기, 1.35L vol.)로 밀봉된 상태에서 저장동안 감소 없이 유지된 반면, 개봉된 상태나 외부 에틸렌 처리 시(초기 1회 주입) 약간 감소되었는데 이러한 경향은 여러 저장 온도에서 같은 경향을 보였다

(그림 1). 저장용기 내 외부가스(O_2 와 CO_2) 주입은 밀봉 시 1회 주입하였는데 이 처리로 방울토마토의 경도는 O_2 처리농도가 높을수록 감소된 반면 CO_2 는 높을수록 경도는 높게 유지되었으나 처리 간 차이는 적었다(그림 2). 저장 10일째 밀봉된 상태가 개봉된 상태나 외부에틸렌 처리에서 보다 방울토마토의 가용성 당함량(SSC, %)을 확실히 높게 유지하였으나 이 후 노화과정으로 진행되면서 처리 간 차이는 소멸되었다(그림 3). 이 SSC 값은 방울토마토의 밀봉 시 1회 처리된 O_2 농도가 높을수록 감소되었고($50\% > 80\%$), CO_2 농도가 높을수록 ($20\% < 50\%$) 높게 유지되었다(그림 4). 방울토마토 과피 b값은 높은 O_2 농도 (80%)에서 저장 10일째 상온 및 저온에서 높았고 CO_2 는 20% 처리에서 높았다. 매우 높은 농도인 50% CO_2 조건에서는 이산화탄소 장해인 과피의 흑변화가 확인되었다(그림 5).

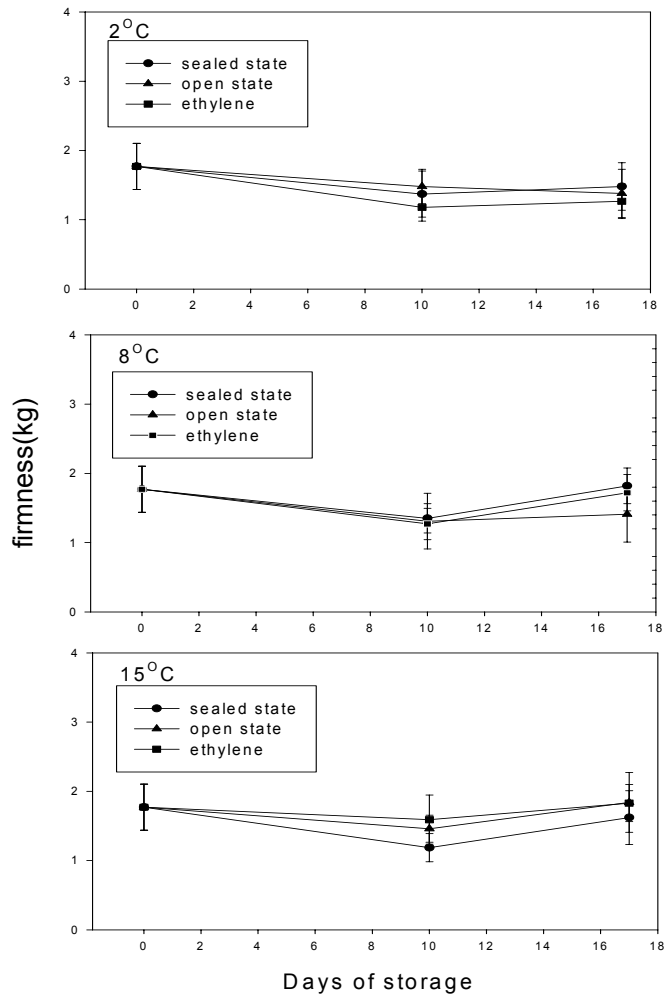


Fig 1. Effect of various storage temperatures MA on firmness of cherry tomato

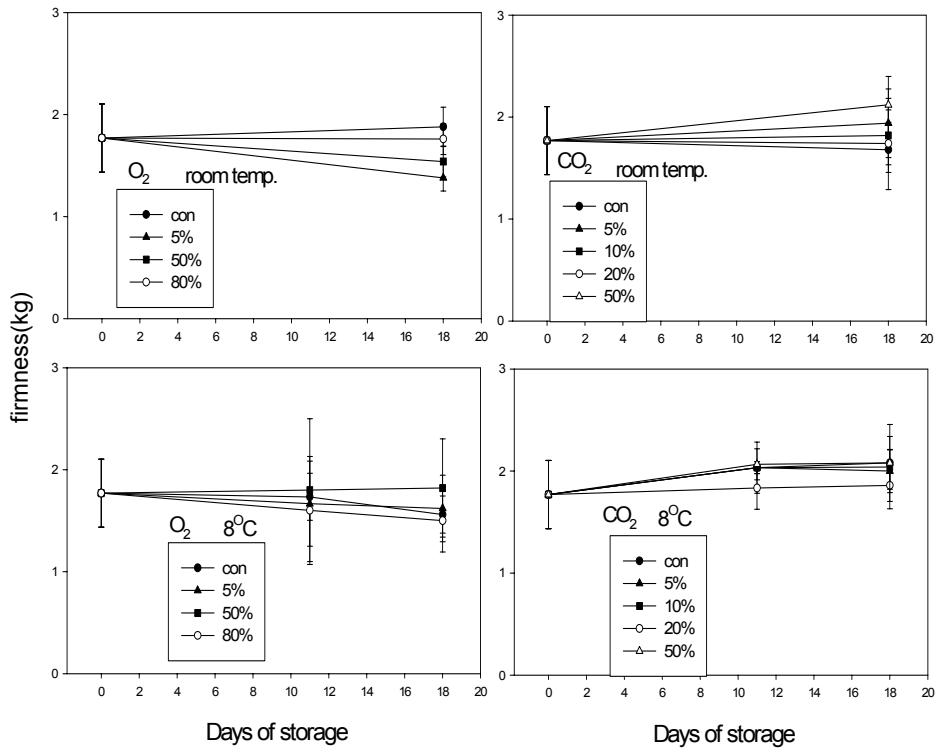


Fig 2. Effect of various O₂ and CO₂ treatment on firmness during cold storage of cherry tomato

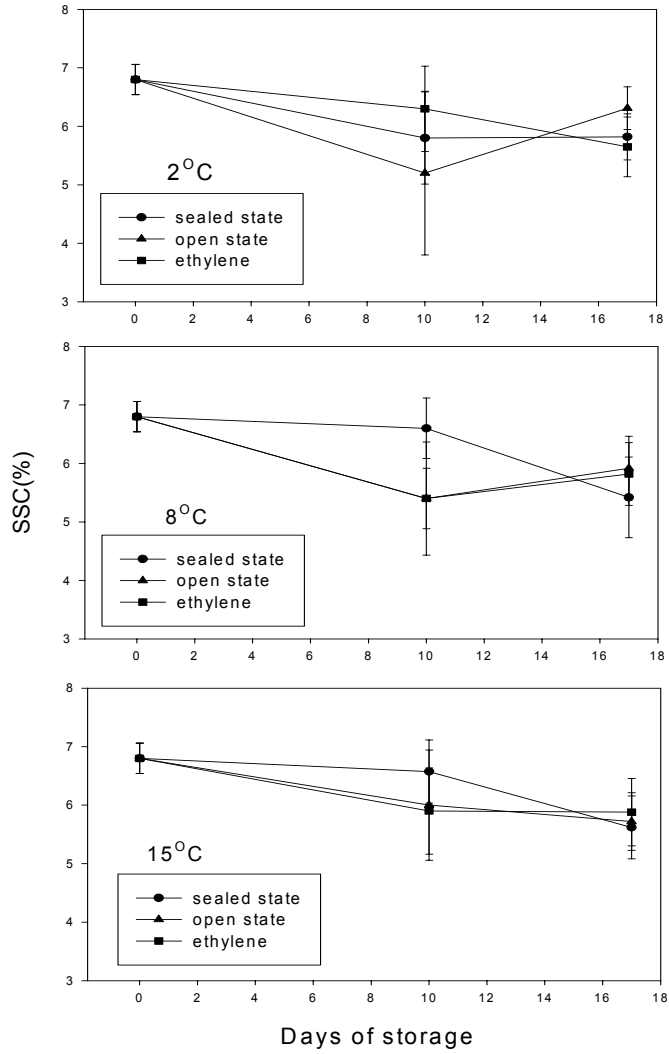


Fig 3. Effect of various storage temperatures MA on SSC of cherry tomato

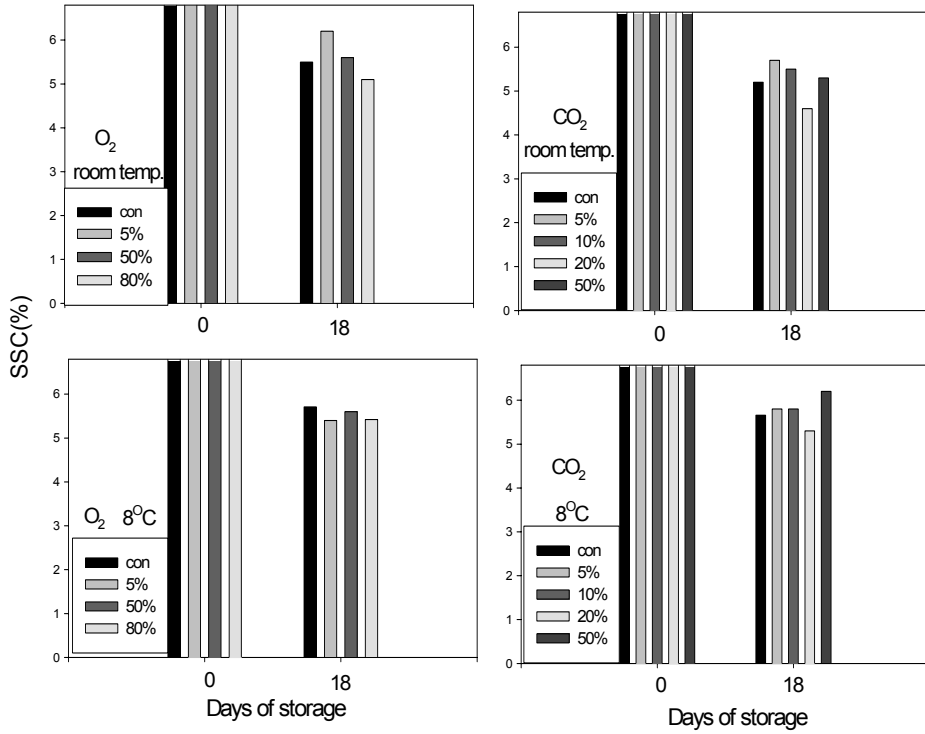


Fig 4. Effect of various O₂ and CO₂ treatment on SSC during cold storage of cherry tomato.

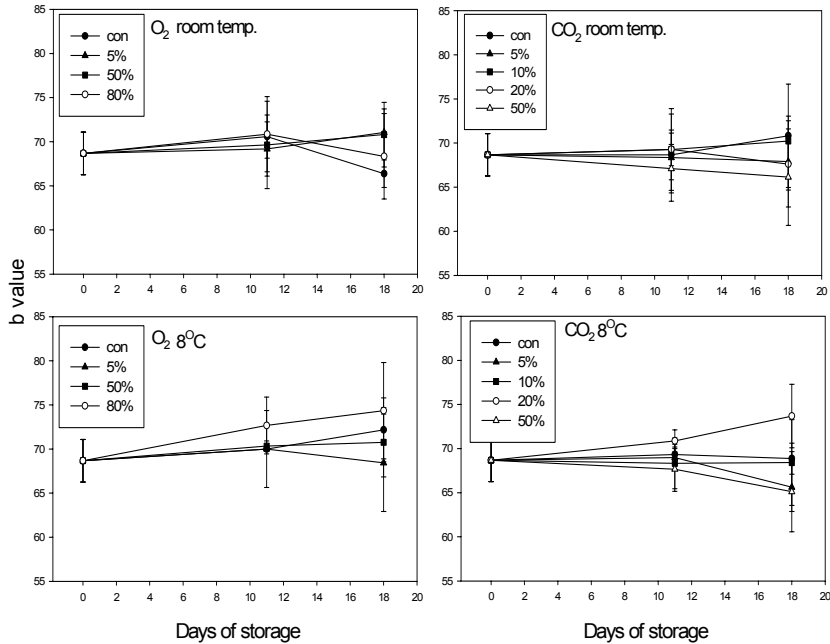


Fig 5. Effect of various O₂ and CO₂ treatment on the peel b value during cold storage of cherry tomato.

2) 외부가스에 따른 열과발생 및 부패율

과피의 열과는 저장 동안 높은 습도 조건이 형성된 MA 용기 내에서 낮은 습도 조건에서 보다 뚜렷하게 많이 발생하였고, 이 같은 결과는 여러 저장온도에서 확인되었다(그림 6). 또한 PE 필름으로 밀봉 시 100ppm 에틸렌을 외부에서 주입한 경우에서 개봉된 경우보다 열과 발생이 높아 에틸렌에 의한 열과 발생도 촉진되었다. 그러나 개봉된 용기 내 낮은 습도상태에서도 열과는 전체 저장과실 중 10% 정도로 진행되어 열과(fruit cracking)의 원인이 습도와 에틸렌 등 수확 후 요인으로만 완전히 해석되는 것은 아니고 재배환경과 재배 시 영양조건도 어느 정도 관련되는 것으로 판단되었다.

방울토마토의 열과 발생 억제 방안으로써 O_2 와 CO_2 를 처리한 결과 O_2 는 높을수록, 그리고 CO_2 는 20%가 효과적으로 나타났다.(그림 7). 호흡률은 저장기간이 길어질수록 그리고 저장온도가 낮을수록 높았는데(그림 8), 이는 저장후기에서 이르러 낮은 저장온도 때문에 저온장해가 발생하여 과실의 급속한 생리적 붕괴에 기인한 것이고, 에틸렌을 외부에서 주입한 경우 과실의 호흡률은 뚜렷이 증가하였다. 내부 에틸렌 발생은 외부 에틸렌을 주입한 경우 $15^{\circ}C$ 에서 저장 10일 쯤 높게 측정되었으나 낮은 온도에서는 처리 간 차이가 적었다(그림 9). MA 용기 내 외부 O_2 를 공급한 경우, 부패률(decay)은 5% O_2 에서 매우 낮다가 O_2 농도가 20%와 50%로 높을수록 증가하였고 80%에서는 억제되었는데 이러한 현상은 저온처리에서도 같은 결과였다. 반면 CO_2 50%에서 부패률이 가장 높았는데 이는 고농도 CO_2 장해에 기인하여 부패가 촉진되었기 때문으로 판단된다(그림 10).

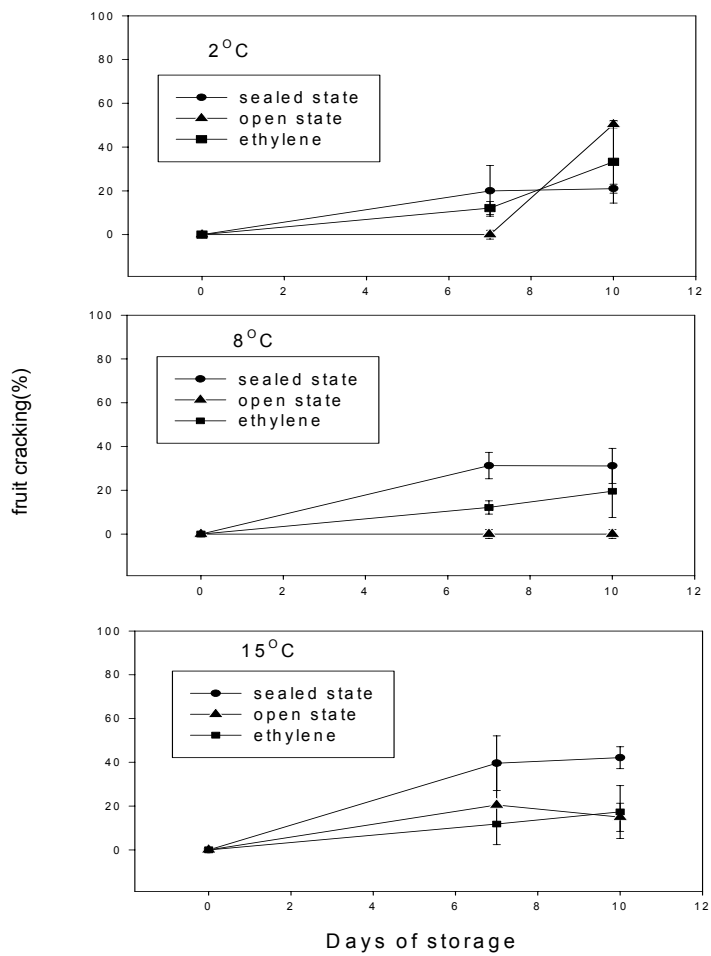


Fig 6. Effect of various storage temperatures and MA on fruit cracking of cherry tomato

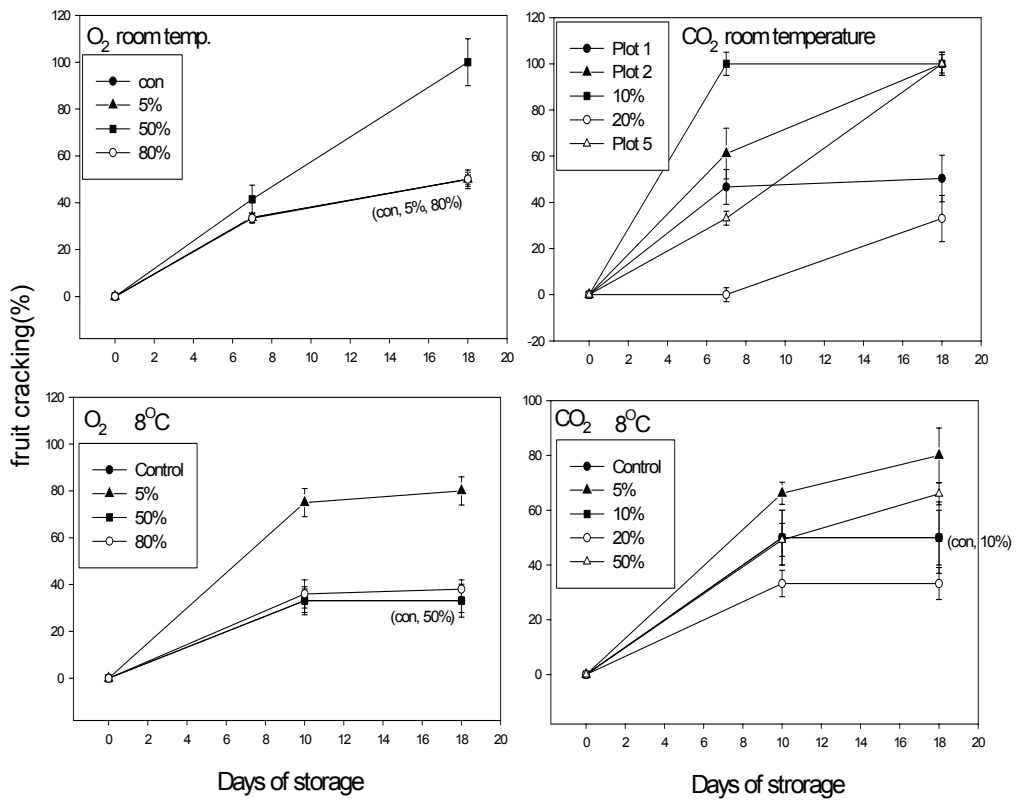


Fig 7. Effect of various O₂ and CO₂ treatment on fruit cracking during cold storage of cherry tomato

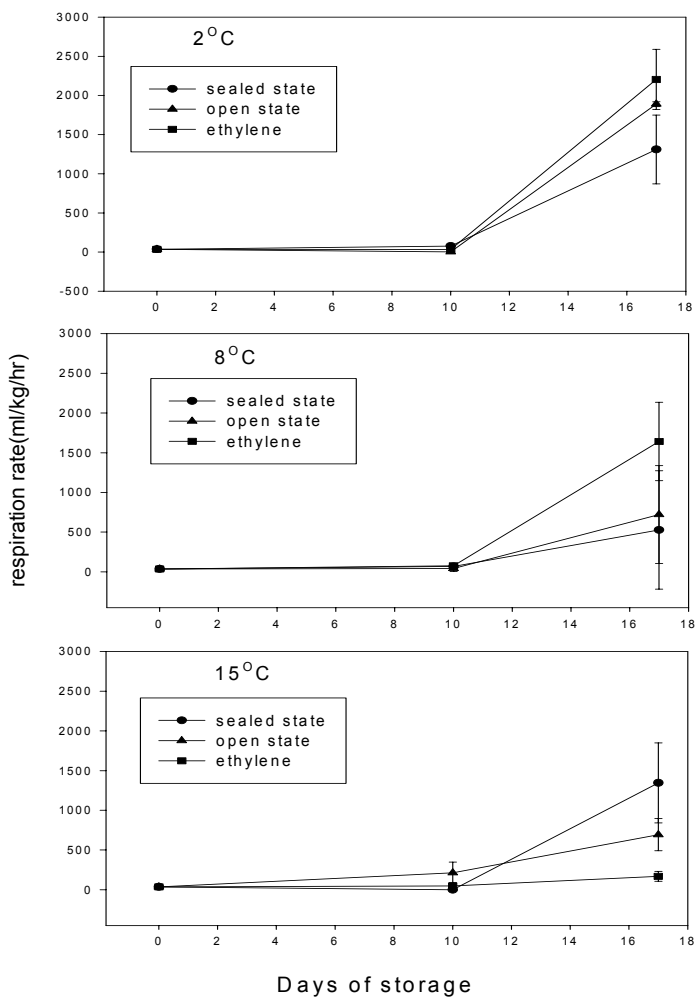


Fig 8. Effect of various storage temperatures and MA on respiration rate of cherry tomato

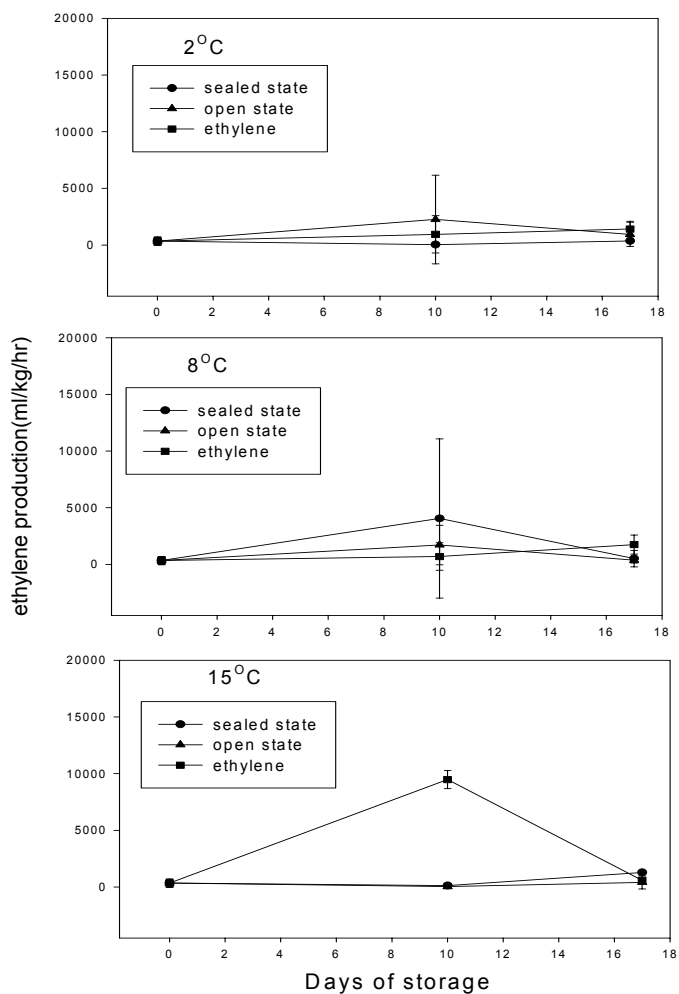


Fig 9. Effect of various storage temperatures and storage conditions on ethylene production of cherry tomato

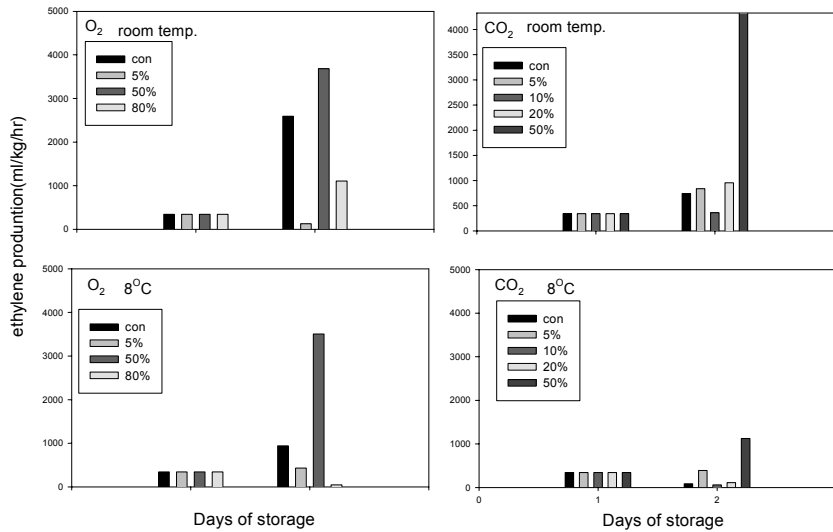


Fig 10. Effect of various O₂ and CO₂ treatment on ethylene production during cold storage of cherry tomato

나. 유통조건과 온수 침지처리에 따른 품질변화와 열과발생

1) 온도 및 습도조건에 따른 열과발생

열과 발생률을 상온 및 저온 저장, 그리고 여러 MA 조건의 복합적 상황에서 조사한 결과, 상온보다는 저온에서 열과 발생율이 낮게 조사되어 방울토마토의 유통 시 열과 억제를 위해서는 저온유지가 필수적이라 판단되었다(그림 11). 열과 발생은 0.03mm LDPE 필름포장(고습) > 플라스틱 용기(1.35L) 밀봉(고습) > 가습처리된 용기밀봉상태 > 용기밀봉 상태 > 가습처리된 개봉상태 > 개봉상태(저습) 순으로 발생되었다. 저온에서는 열과 발생이 크게 억제되었고 개봉상태 외 다른 처리에서 열과가 조금씩 확인되어 상대습도와 에틸렌이 열과발생에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다(사진 1). CO₂ 발생은 플라스틱 용기 밀봉상태에서 가장 높았다(그림 12). 상온에서 보관된 방울토마토의 부패율을 MA 조건

별로 조사한 결과 저장 6일 이후 모든 처리에서 발생하기 시작하였는데 0.03mm LDPE 필름포장에서 가장 높은 반면 개봉된 상태에서는 발견되지 않았다(그림 13). 생체중감소는 개봉상태에서 저장 7일째 30%로 나타나 상품성을 상실하였고 저온(3°C)에서는 저장 10일째 10% 정도였으나 밀봉한 MA 상태에서는 생체중이 거의 감소되지 않았다(그림 14).

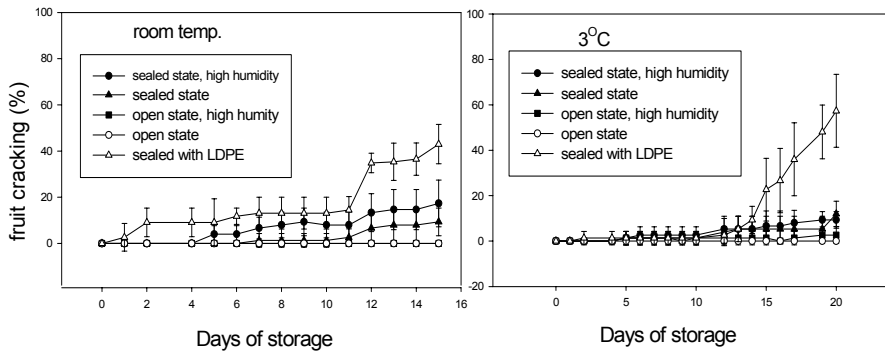


Fig 11. Effect of MA and relative humidity on fruit cracking during cold storage of cherry tomato



사진 1. 수확 후 처리에 따른 열과 진행 정도

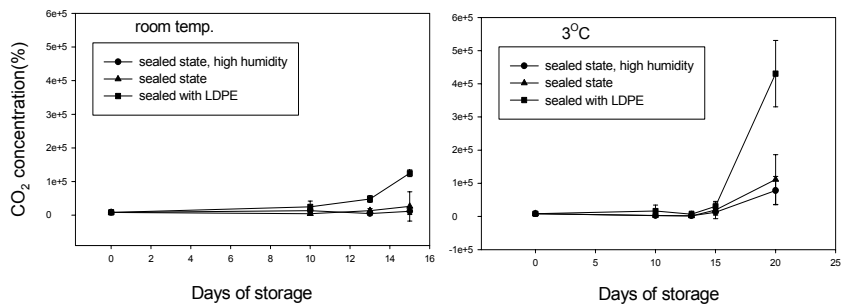


Fig 12. Effect of MA and relative humidity on CO₂ concentration during cold storage of cherry tomato

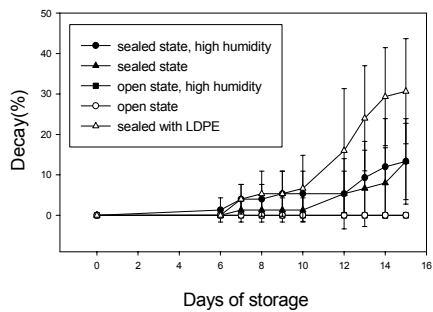


Fig 13. Effect of relative humidity on decay of cherry tomato held in room temperature

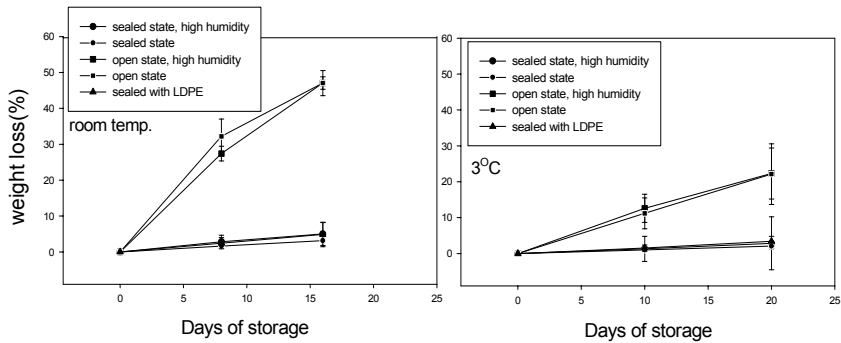


Fig 14. Effect of MA and relative humidity on weight loss during cold storage of cherry tomato

2) 유통조건에 따른 품질변화와 열과발생

방울토마토의 모의 유통과정을 실험하기 위하여 다음과 같이 처리하였다. 상온(7일), 저온(7일), 상온(1일)-저온(2일)-상온(4일), 저온(1일)-상온(2일)-저온(4일), 저온(1일)-상온(6일), 상온(1일)-저온(6일)의 6가지 바뀌는 저장기간을 우선 설정하고 이 조건에서 밀폐/높은 습도(95%), 오픈/낮은 습도(60-70%), 0.03mm LDPE film 포장 처리/높은 습도(90%)를 혼합처리하였다. 과피 b값은 유통과정별로 큰 차이를 확인할 수 없었다(그림 15). 열과 발생은 LDPE 포장에서 저장기간이 경과함에 따라 크게 발생하였고 지속적 상온이거나, 상온-저온-상온, 저온-상온에서 뚜렷하게 나타난 반면, 지속적 저온인 상태에서는 개봉상태나 플라스틱 용기 포장조건에 의하여 열과 발생은 조사되지 않았다(그림 16). 그리고 저장초기(2일) 저온에 유지된 상태에서 이후 상온이거나 저온일 경우 열과는 뚜렷하게 억제되는 것으로 나타나, 고온기에 토마토를 수확할 경우 예냉처리가 열과발생을 억제하는데 크게 효과적일 것으로 판단되었다. 이와 같은 현상은 CO₂와 C₂H₄ 조사에서도 같은 결과였다(그림 17과 18). 부패율을 조사한 결과 3가지 유통조건을 simulation한 결과에서 개봉된 상태에서는 실험기간 동안 확인되지 않은 반면 상대습도가 높은 MA (LDPE 필름, 용기밀봉)에서 크게 발생하였으나 두 처리간 차이는 적었다(그림 19). 관능검사로 향미와 저온장해를 조사한 결과(그림 20와 21), 1일 상온-저온과 지속적 저온조

건이 다른 4가지 조건에서 보다 좋았고, 저온장해는 방울토마토가 밀봉된 상태에
서 뚜렷이 진전되었다.

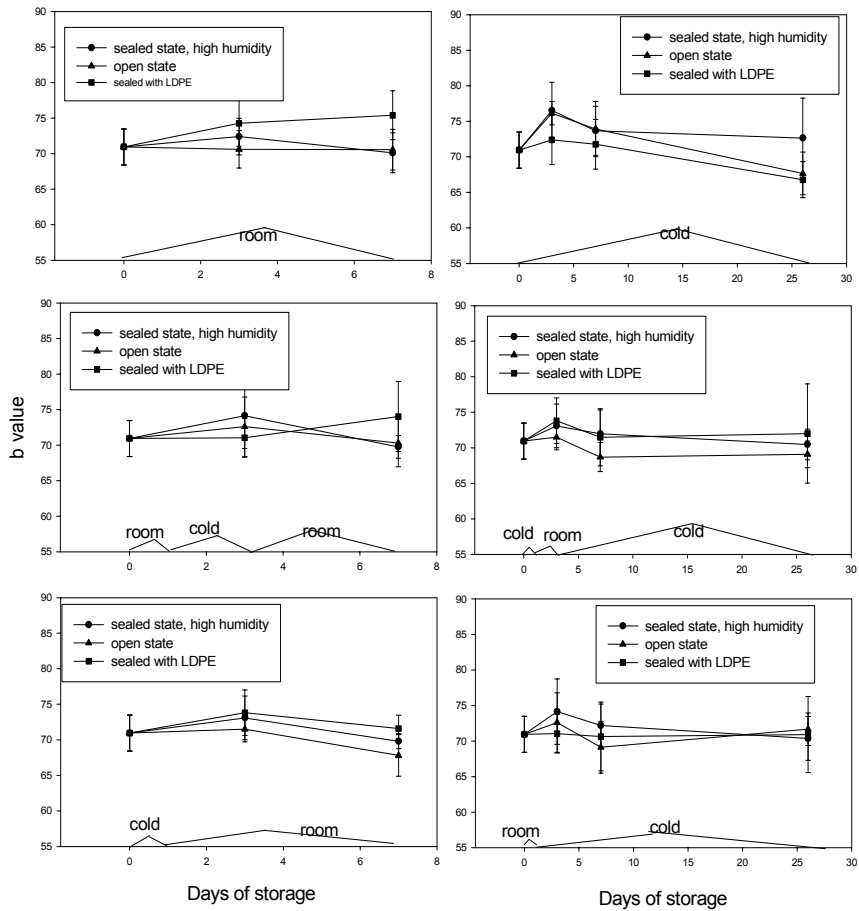


Fig 15. Effect of changing storage conditions(cold/room state) and storage duration on the peel b value in MA-packaged cherry tomato

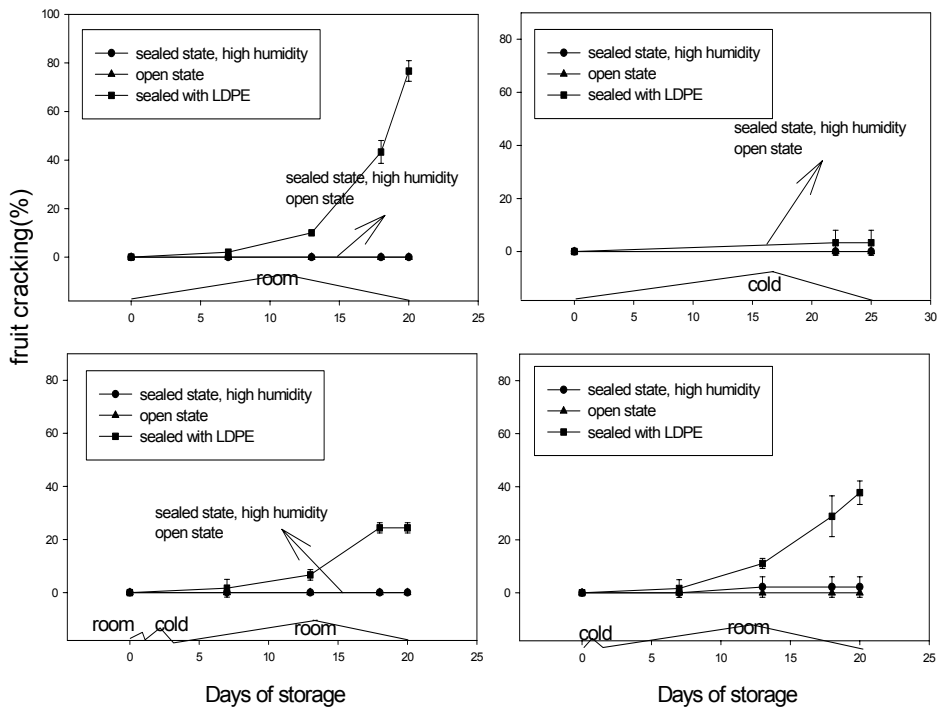


Fig 16. Effect of changing storage conditions(cold/room state) and storage duration on fruit cracking in MA- packaged cherry tomato

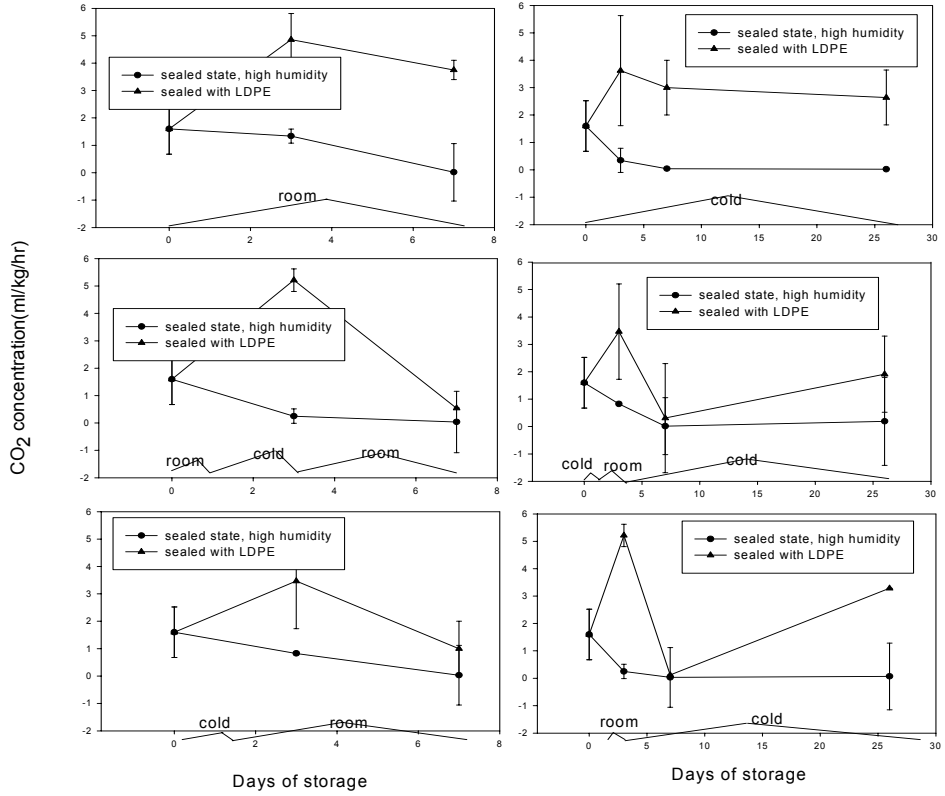


Fig 17. Effect of changing storage conditions(cold/room state) and storage duration on CO₂ concentration MA-packaged cherry tomato

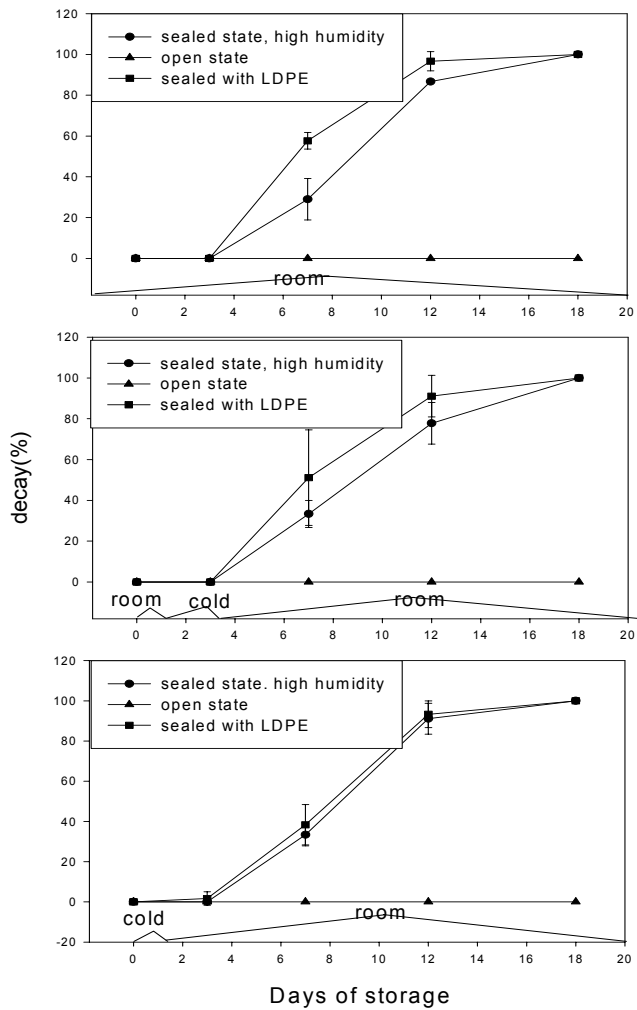


Fig 19. Effect of changing storage conditions(cold/room state)and storage duration on decay in MA-packaged cherry tomato

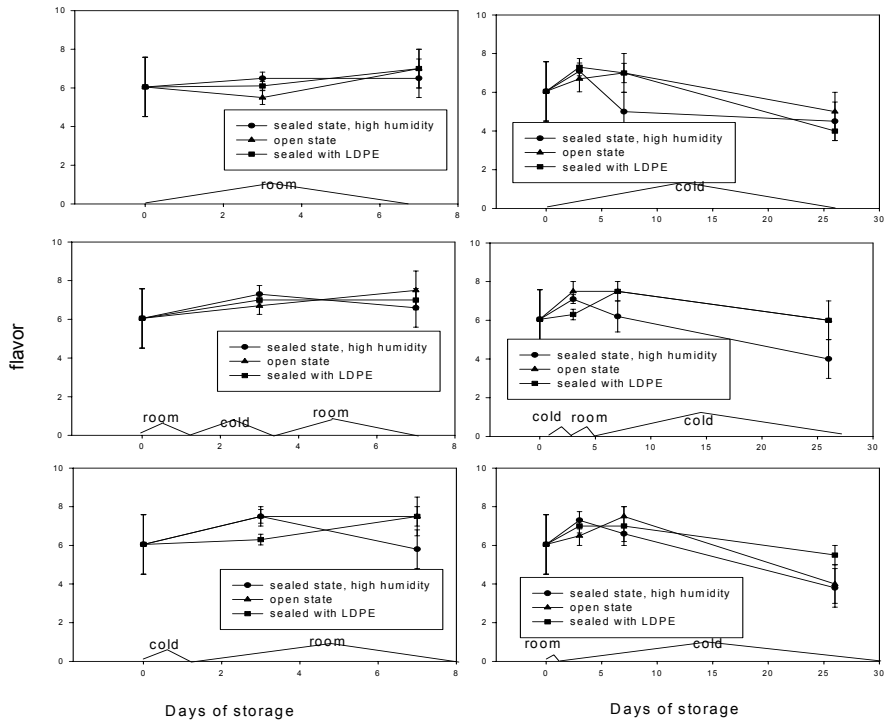


Fig 20. Effect of changing storage conditions(cold/room state)and storage duration on sensory quality in MA-packged cherry tomato (1=very poor, 5=moderate, 10=very good)

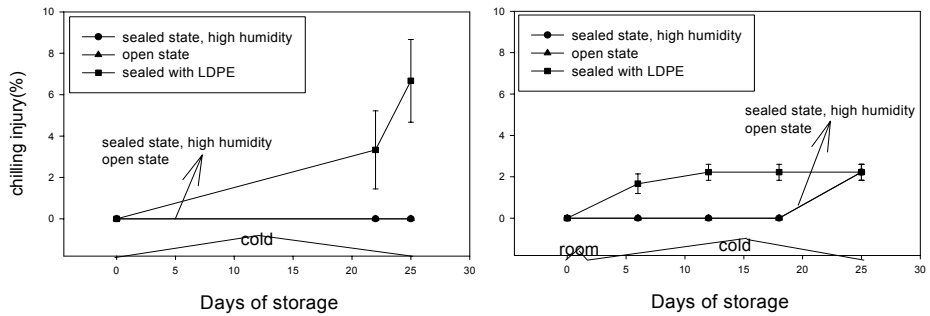


Fig 21. Effect of changing storage conditions on chilling injury during cold storage(3°C) of cherry tomato

3) 온수 침지처리

가) 온수 온도의 효과

온수 온도를 4단계(수돗물, 45°C, 50°C, 55°C)로 나누어 60초 동안 침지하여 방울토마토의 품질을 조사한 결과 과피 b값은 50°C에서 좋았다(그림 22). CO₂는 저장 3일째 대조구에 비하여 낮게 유지되다가 저장 7일째 대조구에 비하여 크게 증가하였는데 이는 토마토의 호흡급등 현상이 온수 침지처리로써 4일 정도 연장된 결과로, 그 이후 저장 18일까지 점차적으로 감소하여 대조구와 차이가 없었다(그림 23). 따라서 이후 방울토마토의 적정 열처리 온도는 50°C가 적당할 것으로 판단되어 다음의 연구를 이 온도조건에서 침지시간별로 수행하였다.

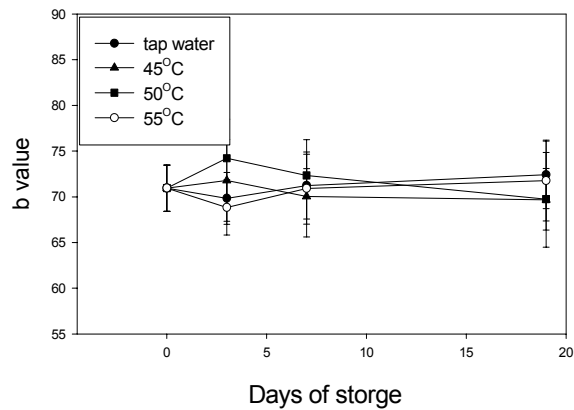


Fig 22. Effect of heat treatment for 60 seconds on the peel b value during cold storage(3°C) of cherry tomato

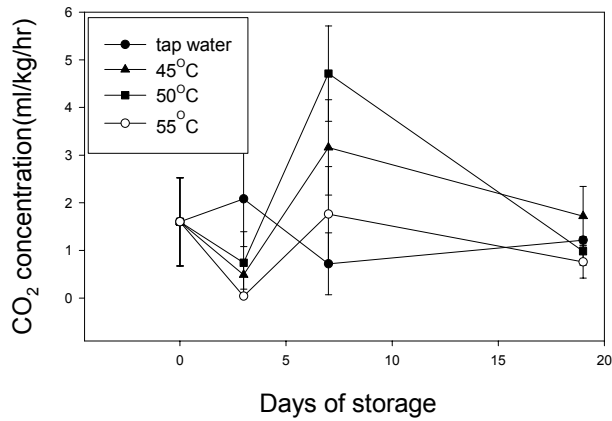


Fig 23. Effect of heat treatment for 60 seconds on CO₂ concentration during cold storage(3°C) of cherry tomato

나) 침지시간의 효과

온수 침지처리를 처리시간별로 조사한 결과 50°C에 30초, 60초, 120초 처리는 모두 무처리에 비하여 b값은 약간 낮게 나타났다(그림 24). 그러나 CO₂ 발생률은 저장 3일 까지 무처리에서 가장 높게 나타났고 이 후 크게 감소한 반면 50°C의 120초 처리에서는 저장기간 동안 같은 값을 유지하여 온수 침지처리가 방울토마토의 수확 후 생리적 대사억제에는 효과적으로 조사되었고(그림 25), 이러한 경향은 에틸렌에서도 같은 경향이였다(그림 26). 온수 침지처리는 60초 처리시간을 제외하고는 저온저장 동안 저온장해 현상이 크게 진전되었다(그림 27).

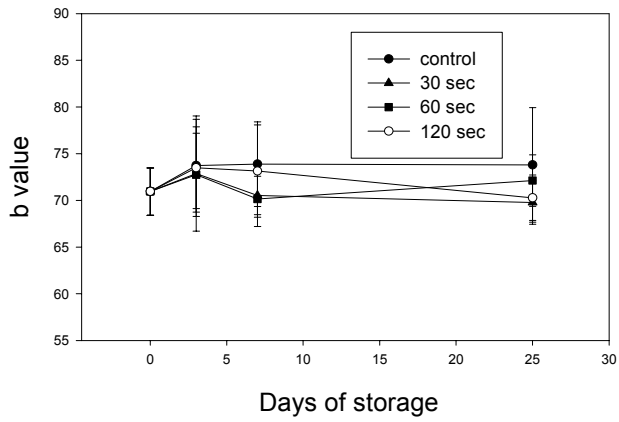


Fig 24. Effect of dipping duration at 50°C on the peel b value during cold storage(3°C) of cherry tomato

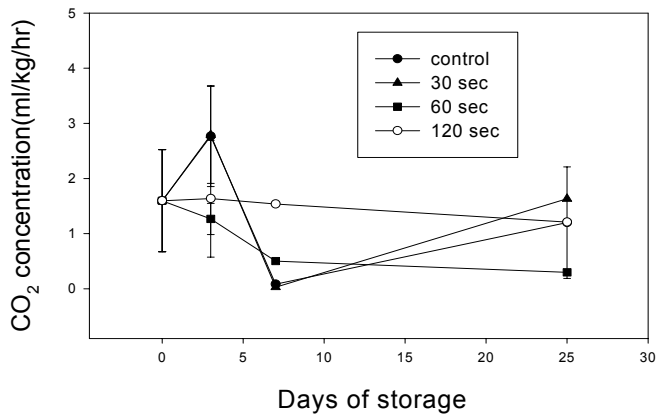


Fig 25. Effect of dipping duration at 50°C on CO₂ concentration during cold storage(3°C) of cherry tomato

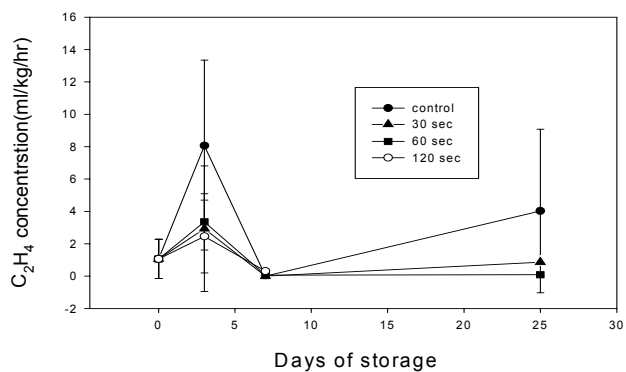


Fig 26. Effect of heat dipping duration at 50°C on C₂H₄ c concentration during cold storage(3°C) of cherry tomato

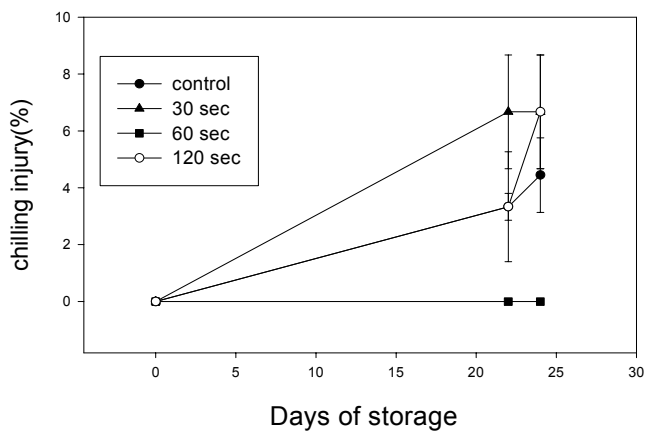


Fig 27. Effect of heat dipping duration at 50°C on chilling injury during cold storage(3°C) of cherry tomato

다) 온수침지에 의한 품질변화

(1) 생체중 감소, pH, SSC, 과피 b값

방울토마토의 신선도 유지 효과와 열과발생을 억제하기 위하여 과실을 고온 온수침지(Hot water dipping)한 결과 생체중 감소(그림 28), 저온에서의 과육의 pH(그림 29)와 경도(그림 30)에서는 대조구인 수돗물처리와 비교할 때 효과가 없었다. 과육의 SSC(그림 31)와 과피의 b값은 54.5℃, 60초 처리한 방울토마토의 함량이 저장 초기값과 비슷한 값을 유지하여 대조구에 비하여 좋은 결과를 보였다(그림 32).

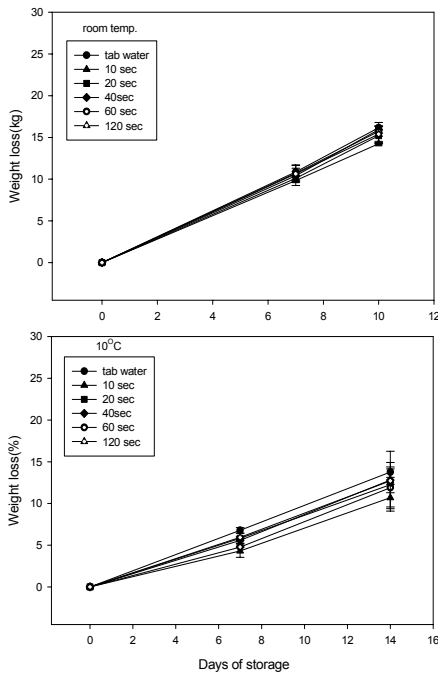


Fig 28. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit weight loss during cold storage of cherry tomato.

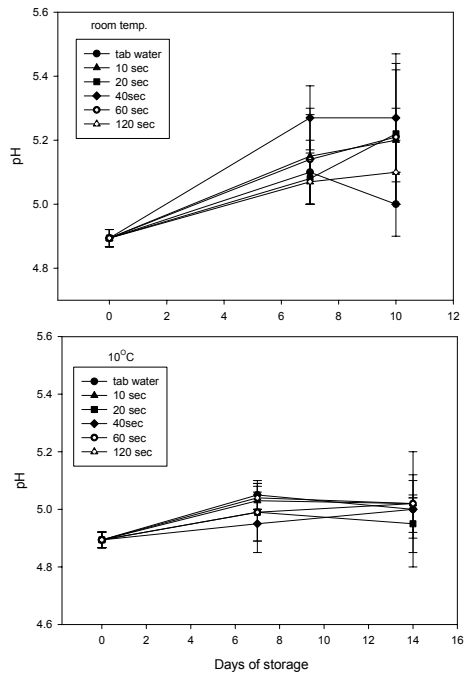


Fig 29. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit pH during cold storage of cherry tomato.

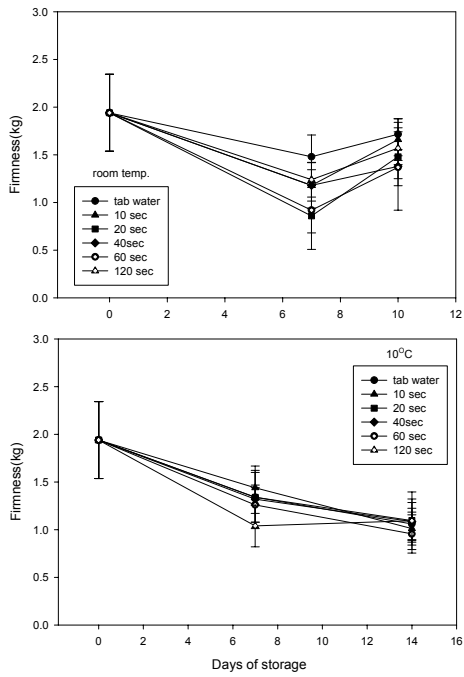


Fig 30. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit firmness during cold storage of cherry tomato.

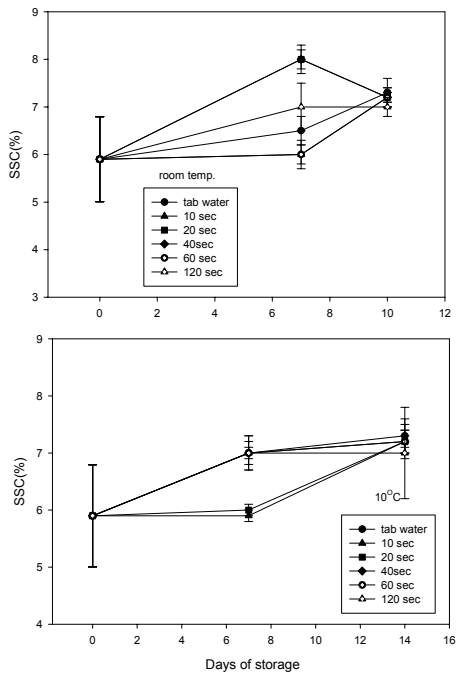


Fig 31. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit soluble solid content(SSC) during cold storage of cherry tomato.

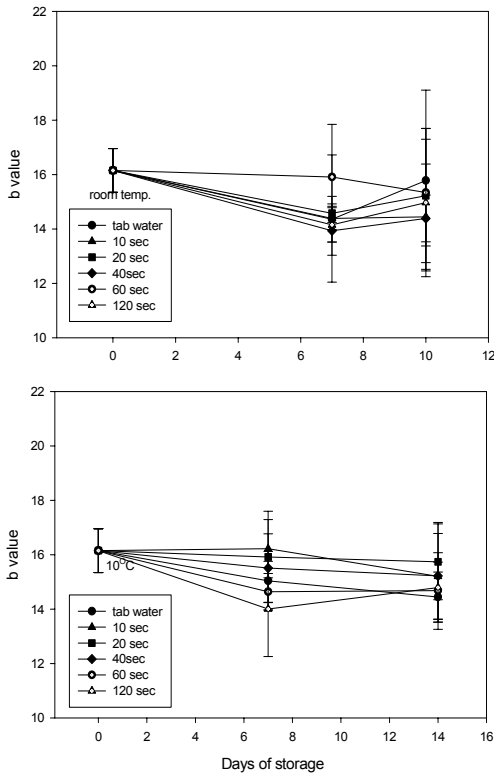


Fig. 32 Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit the peel b value during cold storage of cherry tomato.

(2) 호흡률, 에틸렌발생량, 부패율

방울토마토의 호흡률(ml·kg·h)은 저장 7일째 크게 감소하였다가 급증하는 결과를 나타내었고 온수(54.5°C) 침지 60초 처리가 다른 침지시간에 비하여 뚜렷하게 억제된 것으로 나타났으며(Table 1), 이와 같은 경향은 상온과 저온에서 같은 결과였다. 또한 에틸렌함량은 60초 침지처리에서 저장 중 측정되지 않았던 반면 대조구인 수돗물처리와 20초 침지처리에서 크게 증가하였다(그림 33). 온수 침지처리로 방울토마토의 시장성 연장효과를 조사한 결과 상온에서는 수돗물 침지가 가장 효과가 좋았고 그 다음 54.5°C, 60초 침지 처리였으며, 저온(10°C)에서는 54.5°C, 60초 침지처리가 가장 효과적이었다(그림 34). 이와 같은 결과는 저온에서 과실의 부패율을 조사한 결과에서도 같았다(Table 2). 온수 침지처

리로 방울토마토의 수확 후 열과발생을 억제하지는 못한 것으로 나타났다(Table 3). 온수 침지처리(Hot water dipping)는 일정한 처리온도에서 처리시간이 길어지면 방울토마토의 불규칙한 숙성을 발생시키고 오히려 열과의 발생을 촉진하였으며 신맛의 감소와 단맛의 증가로 내부품질이 크게 하락하는 결과를 나타냈다. 따라서 방울토마토의 온수 침지처리는 54.5℃ 온도를 선택할 경우 처리시간이 60초 이내로 한정해야 할 것으로 판단되었다.

Table 1. Effect of dipping duration at 54.5℃ on fruit respiration rate (ml·kg·h) during cold storage of cherry tomato.

Day of storage	tab water	10sec.	20sec.	40sec.	60sec.	120sec.
room temp.						
0				15510.5		
7	2413.7	703.2	831.4	963.1	125.7	2110.2
10	1454.2	1498.3	1595.3	1732.9	986.7	1335.4
10℃						
7	286.0	865.2	697.4	1574.5	474.8	1515.6
14	51560.0	67497.5	47791.1	42984.9	39551.9	8165.7

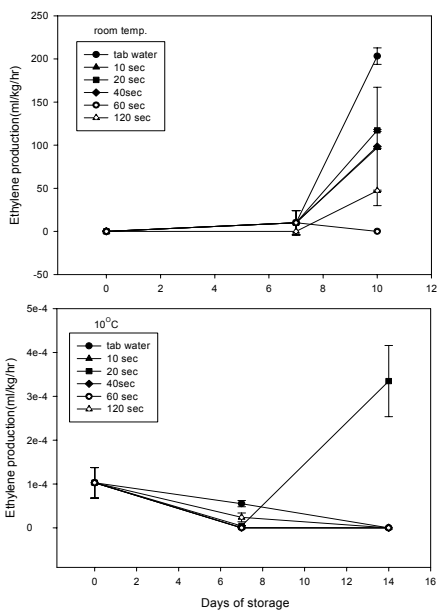


Fig. 33 Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit ethylene production during cold storage of cherry tomato.

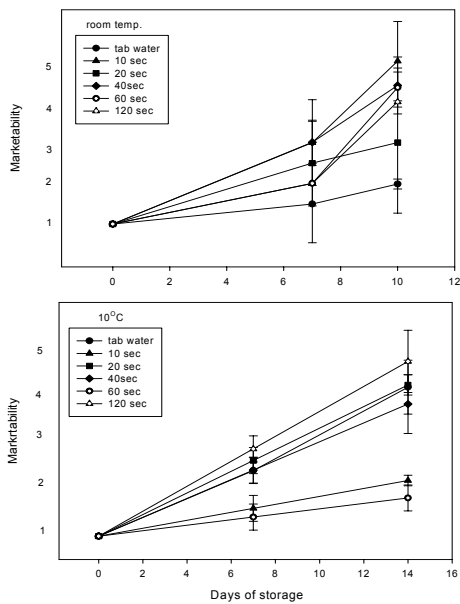


Fig. 34. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit marketability during cold storage of cherry tomato. (*Marketability was evaluated as follows; 1 = best, 5 = very poor)

Table 2. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit decay(%) during cold storage of cherry tomato.

Day of storage	tab water	10sec.	20sec.	40sec.	60sec.	120sec.
room temp.						
2	1.9	4.8	3.9	3.85	2.9	2.9
10	31.4	31.4	34.2	32.2	32.9	31.9
10°C						
2	0.95	0	0	0	0	0
13	11.5	4.2	11.6	10.2	2.9	13.4

Table 3. Effect of dipping duration at 54.5°C on fruit cracking(%) of cherry tomato.

Day of storage	tab water	10sec.	20sec.	40sec.	60sec.	120sec.
0	0.9	1.4	3.2	2.7	1.8	3.7

다. 키토산코팅에 따른 열과발생의 억제효과 구명

1) 키토산 코팅의 효과

방울토마토를 키토산 에멀전으로 코팅하고 0.03mm LDPE 포장과 용기밀봉 상태에서 상온 및 저온조건에서 저장한 결과 과피 b 값이 저장동안 높게 유지되었으나 무코팅의 경우 상온과 저온에서 모두 감소되었다(그림 35). 이산화탄소와 에틸렌 발생량에서는 0.03mm LDPE 필름에서 저장 3일 째 용기밀봉보다 크게 증가한 반면 이후 크게 감소하여 두 처리 모두 같은 값을 보였다(그림 36과 37). 이것은 방울토마토의 호흡률이 저장초기에 크게 증가한 뒤 이후 포장 밖으로 투과되었기 때문에 방울토마토의 부패율은 코팅처리로 저장 12일까지 억제되었고 이후 용기 밀봉한 상태에서 부패율이 가장 크게 증가하였으며 다음 LDPE 필름 포장 순이었다. 반면 무코팅에서는 저장 2일 뒤부터 부패가 발생하여 저장 8일 째 20%를 나타냈다(그림 38). 관능검사 결과 향미도(flavor)는 저장 5일 째 개봉된 상태에서 좋게 유지되다가 저장 후기에 용기 밀봉과 필름 포장한 것이 좋았고 장기간 유통(10일 이상)시 코팅처리는 상품성유지에 매우 효과적으로 나타났다(그림 39).

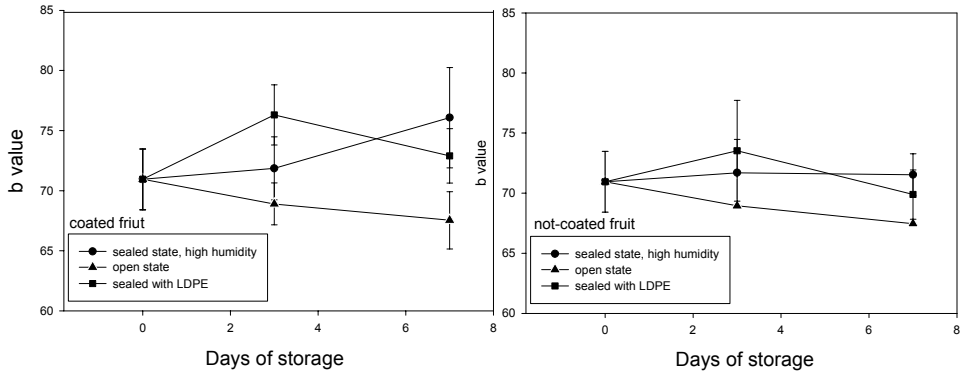


Fig 35. Effect of coating treatment and MA on the peel b value of cherry tomato held in room teperature

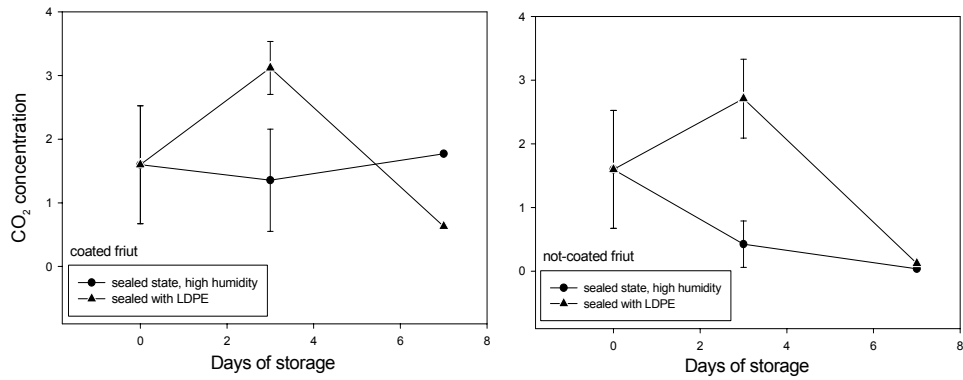


Fig 36. Effect of coating treatment on CO₂ concentration of during MA storage of cherry tomato held in room temperature

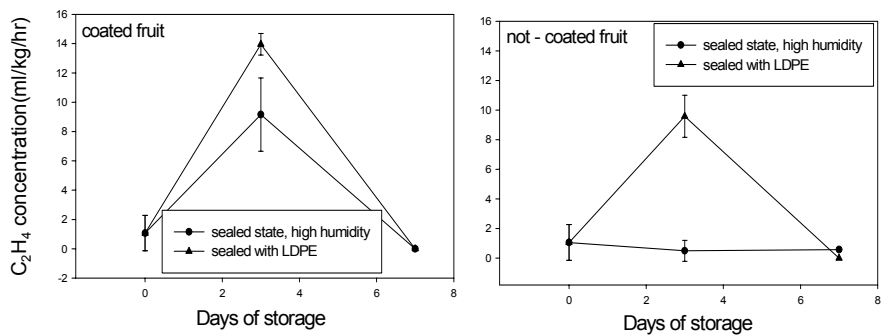


Fig 37. Effect of coating treatment on C_2H_4 concentration during MA storage of cherry tomato in room temperature

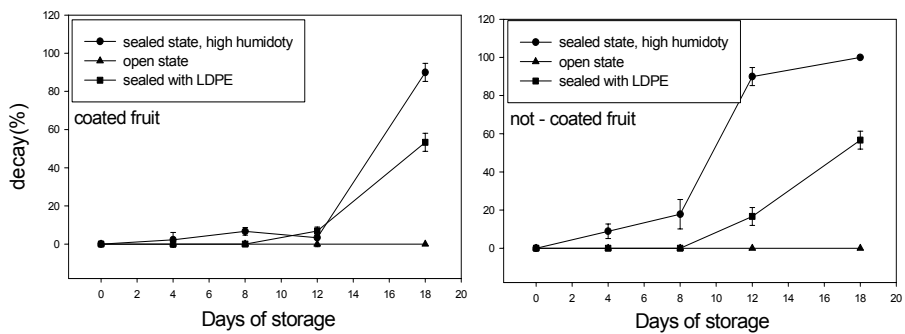


Fig 38. Effect of coating treatment on decay during MA storage of cherry tomato in room temperature

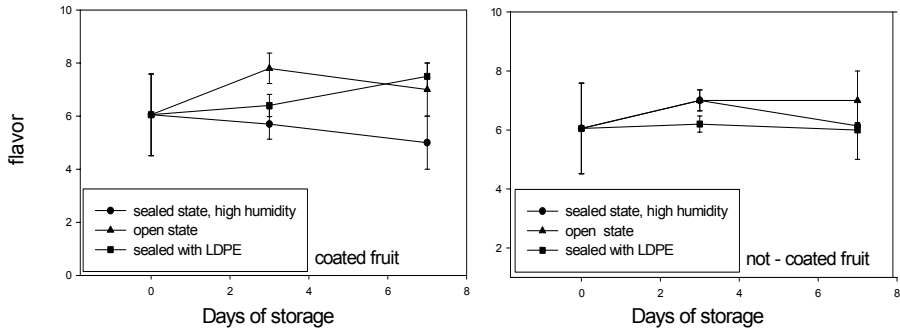


Fig 39. Effect of coating treatment on sensory quality during MA storage of cherry tomato in room temperature (1=very poor, 5=moderate, 10=very good)

2) 키토산 분자량에 따른 코팅의 효과

가) 생체중과 과육 pH 변화

방울토마토를 수확한 후 키토산 코팅제의 분자량 (10CPS, 50CPS, 100CPS)에 따라 1.5% 용액을 1분간 침지처리한 후 3℃의 저장고에 저장하였다. 생체중 감소는 용기가 개봉된 무처리의 방울토마토에서 가장 컸고 분자량이 50CPS인 키토산 코팅제 처리에서 가장 적게 나타났다(그림 40). 방울토마토의 과육 pH는 저장 9일 후 처리간 차이는 나타나지 않았다(그림 41).

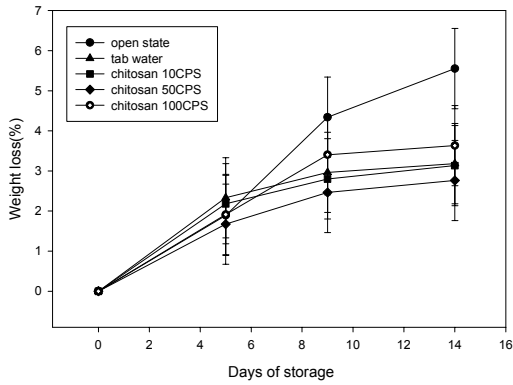


Fig 40. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit weight loss during cold storage(3°C) of cherry tomato.

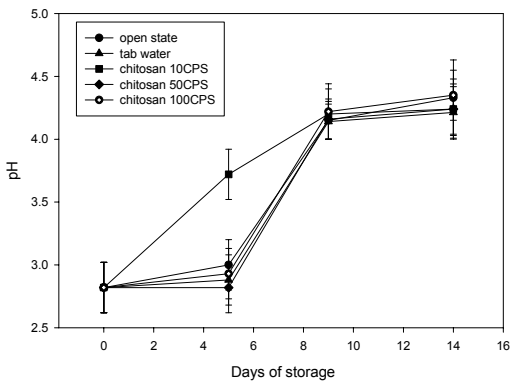


Fig 41. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit pH during cold storage(3°C) of cherry tomato.

나) 경도, SSC,果皮 b값

방울토마토의 키토산 코팅에 따른 경도는 저장 중 점차적으로 감소하였는데 코팅에 의하여 감소폭은 지연되었다(그림 42). 키토산 코팅처리를 하지 않고 저장용기를 개봉한 상태(open state)와 밀봉한 상태(tap water)의 두 가지 처리에서 방울토마토의 경도는 저장 중 크게 감소한 반면 키토산 코팅으로 인한 경도의 유지 효과는 뚜렷하였고 분자량이 50CPS와 100CPS인 처리가 효과적이었다.

이와 같은 결과는 SSC(%)의 함량변화에서도 비슷한 결과였지만 키토산 코팅의 분자량에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다(그림 43). 방울토마토 과피의 b값은 저장 중 키토산 코팅으로 처리 간 차이 없이 저장 중 약간 감소하는 경향이었으나 개봉된 상태에서의 b값은 다른 처리에서 보다 높은 값을 유지하였다(그림44).

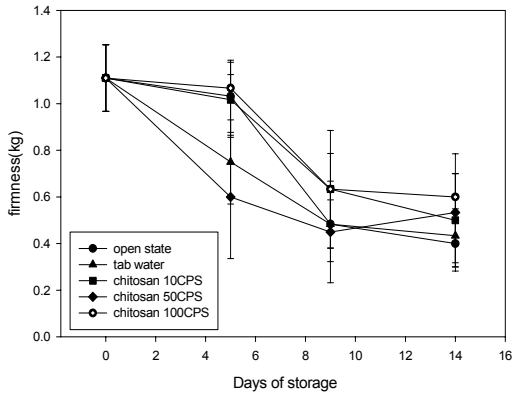


Fig 42. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit firmness during cold storage(3°C) of cherry tomato.

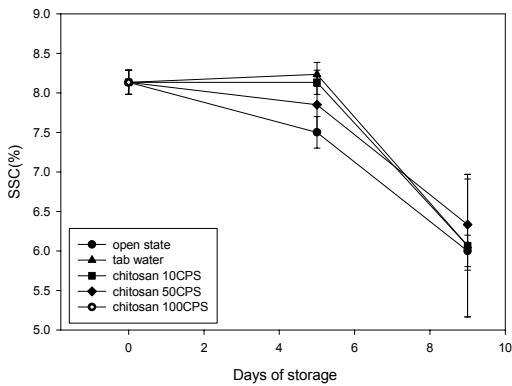


Fig 43. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit Solid Solid Solid(SSC) during cold storage(3°C) of cherry tomato.

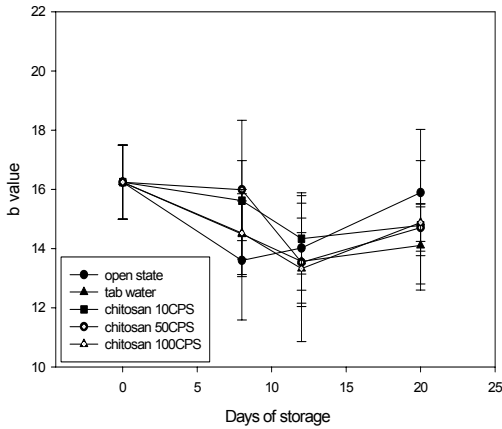


Fig 44. Effect of coating treatment for 15 seconds on fruit the pee b value during cold storage(5°C) of cherry tomato.

다) 호흡률, 에틸렌 발생량

방울토마토의 저온저장 중 키토산 코팅에 따른 과실의 호흡률을 조사한 결과 저장초기 호흡률(ml·kg·h)이 저장 5일 후 크게 감소하고 저장 9일째 크게 증가하는 형태를 나타내었다가 저장 14일째 감소하였다(Table 4). 이것은 저장 9일째 방울토마토의 호흡률이 최고점을 나타내는 수확 후 호흡 급등형 과실의 생리를 보여주는 것으로 키토산 코팅처리하지 않은 개봉된 상태와 수돗물로 침지한 두 가지 처리에서 최고점의 피크가 크게 나타난 반면 키토산 코팅 처리한 과실의 호흡률은 낮게 유지되었고 그 중 분자량이 50CPS에서 가장 낮았다. 이 결과로 방울토마토의 수확 후 호흡률의 억제에 50CPS 코팅제 처리가 가장 효과적인 것으로 판단된다. 방울토마토의 저온저장 중 에틸렌 발생량을 조사한 결과 개봉된 상태에서의 과실의 에틸렌 발생이 저장 13일째 다른 처리에 비하여 가장 높게 측정되었고 키토산 코팅 분자량 50CPS 처리에서 가장 낮게 조사되어 호흡률 조사에서와 같은 결과로 키토산 코팅으로 방울토마토의 과실의 숙성이 억제되었다(그림 45).

Table 4. Effect of coating treatment with several molecular weights of chitosan for 60 seconds on fruit respiration rate(ml·kg⁻¹·h) during cold storage(3°C) of cherry tomato.

Days of storage	open state	tab water	chitosan 10CPS	chitosan 50CPS	chitosan 100CPS
0	257.3				
5	32.4	31.1	30.2	24.1	41.7
9	7557.6	17023.6	2491.0	1931.8	5267.0
14	3201.7	2114.1	833.7	646.5	1708.3

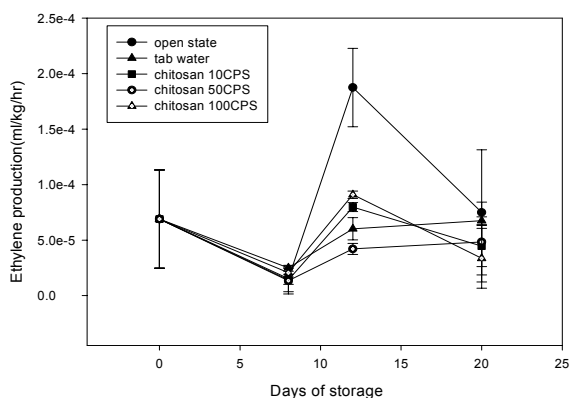


Fig 45. Effect of coating treatment for 15 seconds on fruit ethylene production during cold storage(5°C) of cherry tomato.

라) 열과발생율

방울토마토의 상온저장 중 열과발생율을 조사한 결과 저장 4일째 수돗물로 침지했던 방울토마토는 10.8%의 열과발생율을 나타냈고 이에 반하여 키토산 코팅 50CPS 처리에서는 0.9%로 나타나 키토산 코팅으로 방울토마토의 열과발생이 크게 억제되는 것으로 나타났다(Table 5). 키토산 코팅 처리한 방울토마토의

저장 중 시장성 유지 여부를 조사한 결과에서는 저장 7일 후 50CPS와 100CPS의 키토산 코팅제 처리에서 시장성이 유지된 반면 대조구를 포함한 다른 처리에는 시장성이 상실되었다(Table 6). 저장 14일 후 과실의 시장성을 조사한 결과에서 키토산 50CPS 처리가 가장 효과적인 것으로 나타난 과실의 호흡률에서의 같은 결과였다.

Table 5. Effect of coating treatment with several molecular weights of chitosan for 60 seconds on fruit cracking during cold storage of cherry tomato.

Days of storage	open state	tab water	chitosan 10CPS	chitosan 50CPS	chitosan 100CPS
room temp.					
4	2.8	10.8	6.4	0.9	5.2

Table 6. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit marketability^z

Days of storage	open state	tab water	chitosan 10CPS	chitosan 50CPS	chitosan 100CPS
7	3.7	4.0	4.5	2.0	2.5
14	4.0	4.5	5.0	3.0	3.5

during cold storage of cherry tomato.

^z Fruit marketability was evaluated; 1 = best, 3 = moderate, still marketable, 5 = very poor

마) 부패율

방울토마토의 저온저장 중 과실의 부패율(%) 상태를 조사한 결과 용기가 개봉된 상태와 수돗물로 침지한 후 밀봉된 처리에서 높게 나타난 반면 키토산 코팅 처리로 과실의 부패율은 크게 억제되었다(그림 46). 키토산 코팅처리에서는 50CPS가 과실의 부패율을 가장 크게 억제시켰고 그 다음은 100CPS처리였다.

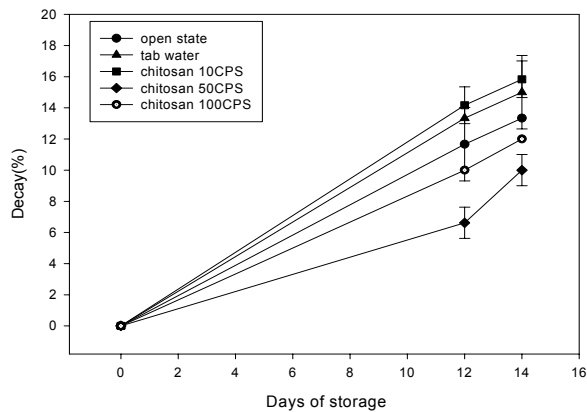


Fig 46. Effect of coating treatment for 60 seconds on fruit decay during cold storage(3°C) of cherry tomato.

라. 예냉과 active MA처리에 의한 방울토마토의 상품성향상

1) 예냉처리에 따른 상품성변화

차압통풍식 예냉 방식으로 생산지에서 품온을 3°C(40분 소요)로 떨어뜨린 후 냉장 수송하였고 실험실에서 MA처리한 뒤 저온저장하였다(원예연구소 저장이용과와 공동 수행). MA 처리는 플라스틱 용기 밀봉(1.35L vol.), 플라스틱 용기 밀봉 뒤 1회 100ppm 에틸렌 처리, 플라스틱 용기 내 고습처리, 플라스틱 용기 내 고습과 에틸렌 처리 등 4가지로 나누었다. 예냉된 방울토마토는 무예냉상태에

서 저온 저장된 토마토에 비하여 저장기간 동안(12일) 높은 경도 값을 유지하였다. 단순 용기밀봉 처리되거나 밀봉 뒤 에틸렌 처리된 경우에 경도 값이 상대적으로 약간 높았으나 통계적인 유의성은 없었고(그림 47), SSC(%)와 pH에서도 같은 경향을 보였다(그림 48과 49). 과피 b값은 처리 간 차이가 없었다(그림 50).

CO₂와 C₂H₄ 발생률을 조사한 결과 용기 내 외부 에틸렌(100ppm)을 공급한 처리에서 저장초기에 가장 급격히 많게 이산화탄소와 에틸렌 발생이 증가하였고 다음으로 용기밀봉, 용기 내 에틸렌과 고습처리 순이었으며 밀봉 고습처리에서는 별 다른 변화가 없었다(그림 51과 52). 또한 용기 내 외부 에틸렌처리와 고습처리를 병행한 경우 방울토마토의 에틸렌 발생은 적게 조사되었다. 저장 12일 째 예냉 처리된 경우 부패률은 용기 밀봉으로 저온 저장된 경우 전혀 발생하지 않는 반면 다른 3가지 처리에서는 저장 12일 째 까지 10-20%의 부패 발생률을 나타냈다(그림 53). 이는 용기밀봉으로 상대습도가 95-98%에 도달하여 추가적인 고습처리가 필요하지 않는 반면 오히려 부패률을 높이고 외관품질을 떨어뜨리는 결과를 초래하였으며 이 같은 경향은 향미와 과피색을 평가한 관능검사 결과에서 같은 결과였다(그림 54와 55).

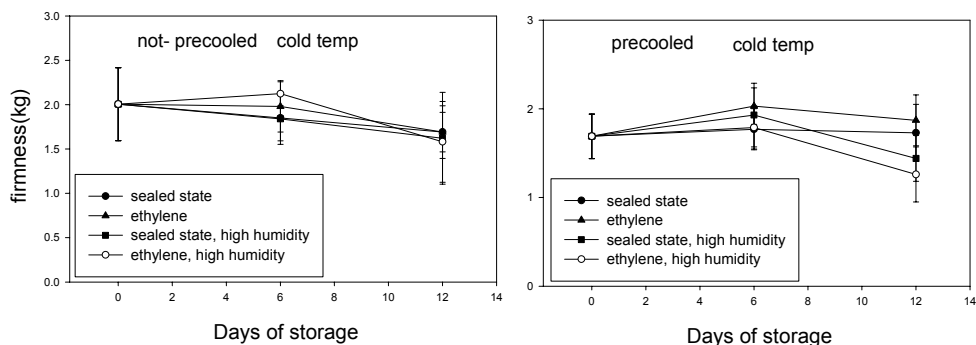


Fig 47. Effect precooling treatment and and MA on firmness during cold storage(3°C) of cherry tomato

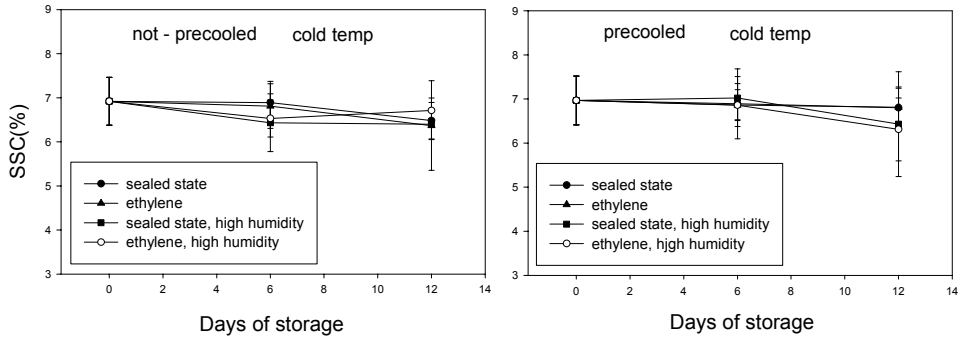


Fig 48. Effect of precooling treatment and MA on SSC during cold storage(3°C) of cherry tomato

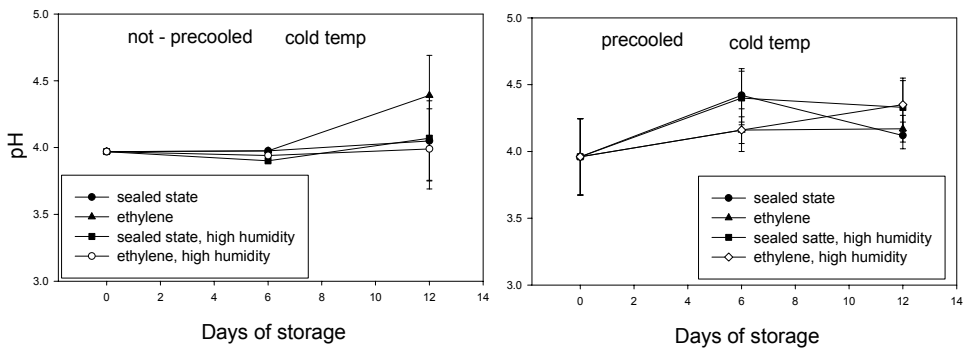


Fig 49. Effect of precooling treatment and MA on pH during cold storage(3°C) of cherry tomato

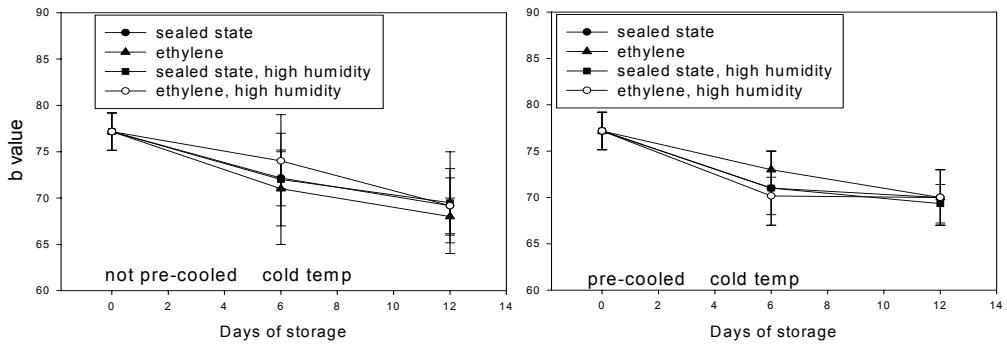


Fig 50. Effect of precooling treatment and MA on the peel b value during cold storage of cherry tomato

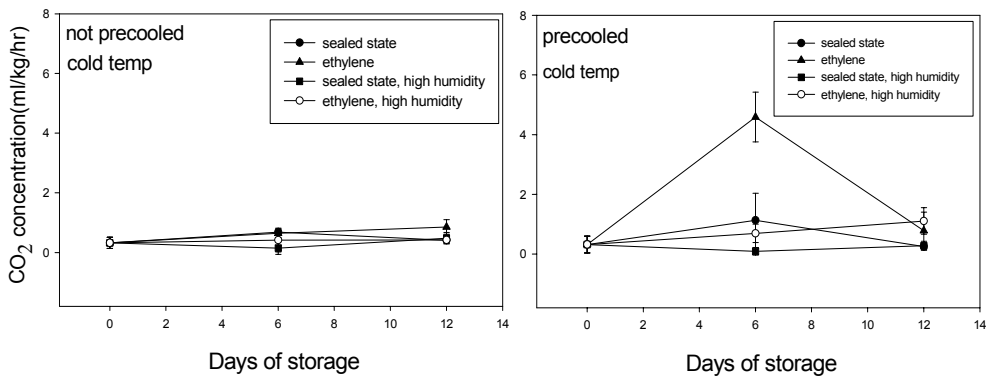


Fig 51. Effect of precooling and on CO₂ concentration during cold storage(3⁰C) of cherry tomato

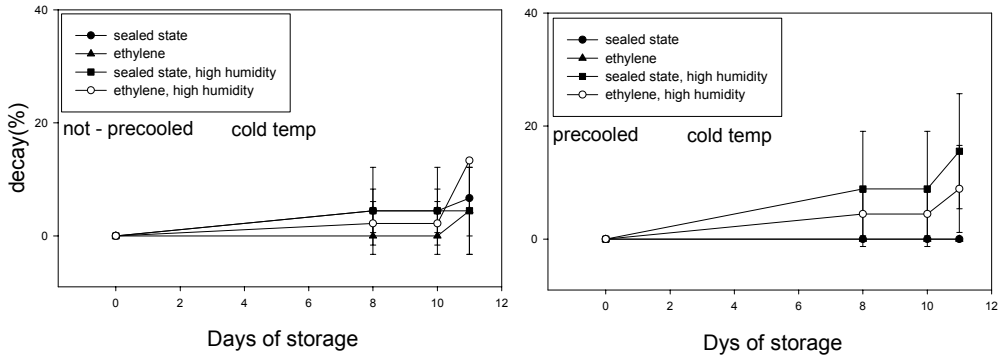


Fig 53. Effect of precooling treatment and MA on decay during cold storage(3°C) of cherry tomato

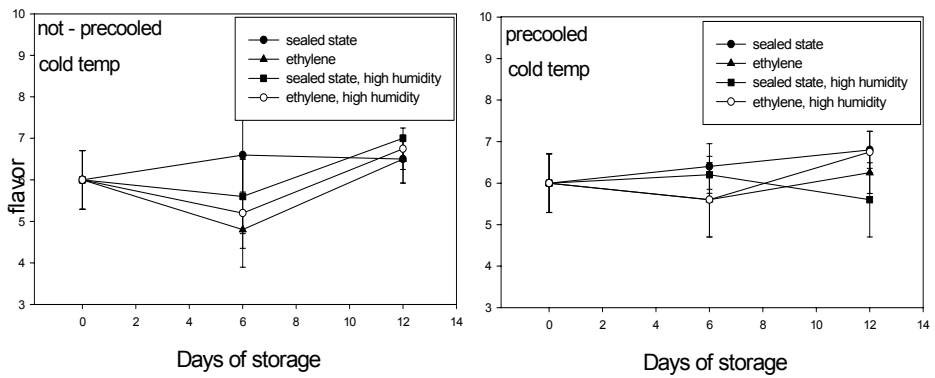


Fig 54. Effect of precooling treatment and MA sensory quality on flavor during cold storage(3°C) of cherry tomato (1=very poor, 5=moderate, 10=very good)

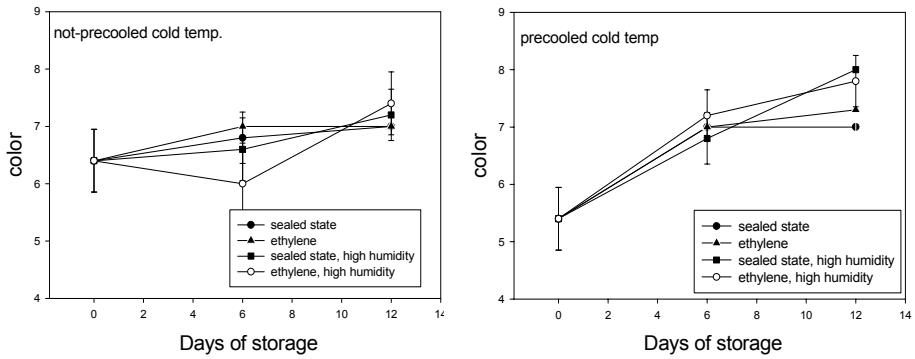


Fig 55. Effect of precooling treatment and MA on sensory quality during cold storage(3°C) of sherry tomato (1=very poor, 5=moderate, 10=very poor)

2) Active MA 처리에 따른 생리특성 변화

방울토마토의 과피 b값은 처리된 혼합가스 조건에서 별 다른 차이가 없었으나 (그림 56), CO₂와 에틸렌(C₂H₄)은 저장 초기(3일 후) 고농도의 이산화탄소 MA 조건인 두 가지 5% CO₂ + 3% O₂ 와 10% CO₂ + 3% O₂ 처리에서 낮게 유지되었다(그림 57과 58).

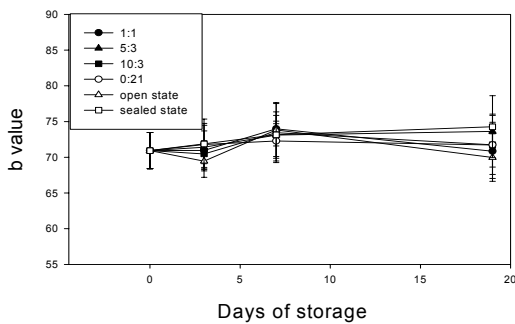


Fig 56. Effect of gas combination of CO₂ and O₂ on the peel b value during MA storage(3°C) of cherry tomato

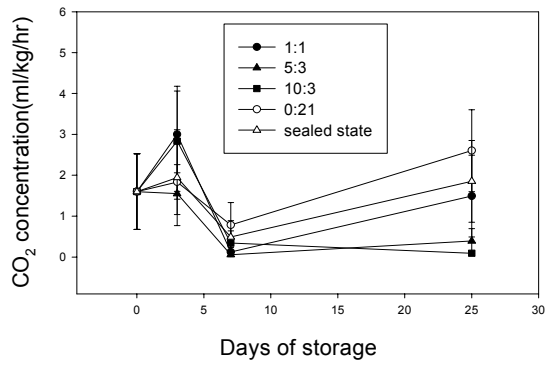


Fig 57. Effect of gas combination of CO₂ and O₂ on CO₂ concentration during cold storage(3°C) of cherry tomato

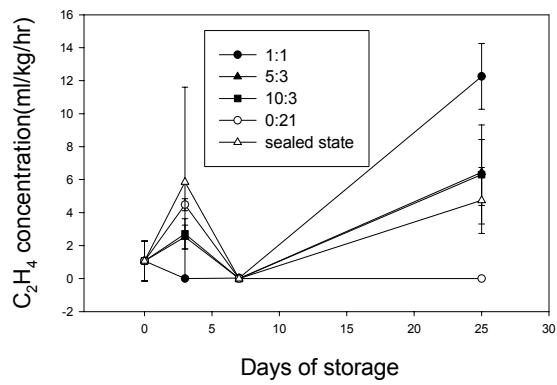


Fig 58. Effect of gas combination of CO₂ and O₂ treatment on C₂H₄ concentration during cold storage(3°C) of cherry tomato

3) Active MA 처리에 따른 품질 변화

가) 생체중, 과육 pH, 경도, SSC

방울토마토를 상온과 저온(10℃)조건에서 일차 실험보다 규모가 큰 15L 아크릴용기에 저장하여 MA 가스를 처리한 결과, 대조구인 무처리에서 생체중 감소가 가장 컸고 MA의 두 가지 처리(1% CO₂+1% O₂와 5% CO₂+3% O₂)에서 감소가 거의 없었다(그림 59). 방울토마토의 상온저장에서 과실의 pH는 모든 처리에서 뚜렷하게 증가하는 경향이었고, 저온(10℃)에서도 처리 간 차이가 없이 저장 중 약간 증가하였다(그림 60). 상온과 저온저장 중 방울토마토의 경도는 크게 감소하였는데 MA 처리의 효과는 저온보다는 상온에서 뚜렷하게 나타났으나 MA 처리 간 차이는 없었다(그림 61). 방울토마토 과실의 SSC(%)는 상온과 저온에서 저장 7일째 뚜렷하게 증가하였고 이러한 증가는 MA 가스처리로 억제할 수 있었으며 상온의 경우 MA(1% CO₂+1% O₂)에서 상대적으로 낮게 유지되었다(그림 62).

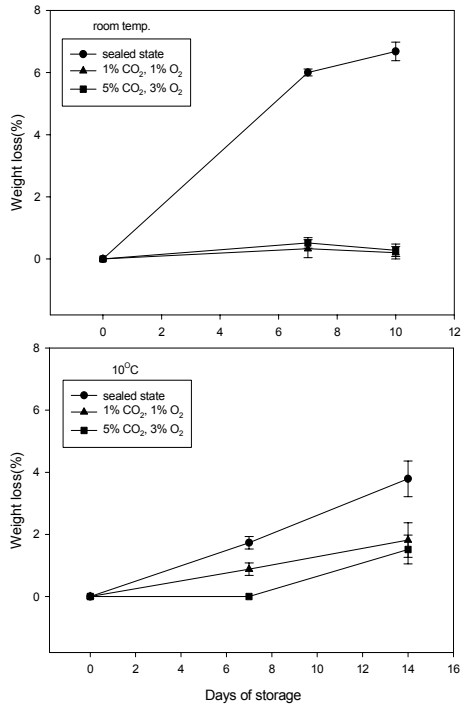


Fig 59. Weight loss changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

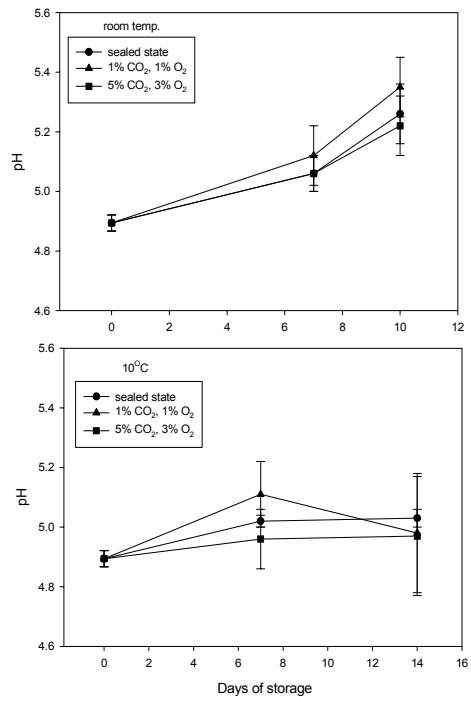


Fig 60. PH changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

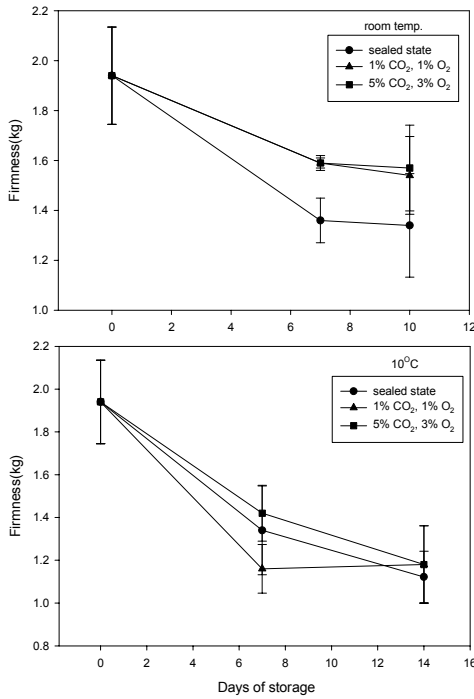


Fig 61. Firmness changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

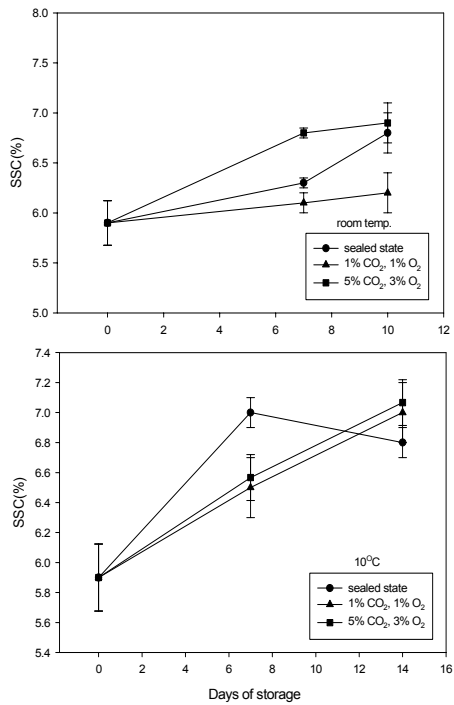


Fig 62. Soluble Solid Content(SSC) changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

나) 호흡률, 에틸렌, 과피 b값

방울토마토의 상온과 저온저장 중 호흡률은 저장 7일째 크게 감소하였고 저장 14일째 급증하는 결과를 보였으며 MA 처리(5% CO₂+3% O₂)로 호흡률 발생이 가장 억제되었다(Table 7). 에틸렌 발생은 저온(10°C) 상태의 MA처리에서는 거의 측정되지 않았으나 대조구인 저온 처리구(sealed state)에서 저장 7일 이후 14일째 크게 증가하였다(그림 63). 이것은 MA 가스 처리로 에틸렌 발생을 억제하였기 때문으로 이해되며 CO₂에 의한 에틸렌 발생억제 효과가 뚜렷하게 나타났다. 방울토마토 과피의 b값은 저장 7일째 약간 증가하다가 이후 14일째

감소하는 결과를 보였고 상온과 저온 저장에서 대조구와 MA 가스처리 간 통계적인 차이는 없었다(그림 64).

Table 7. Respiration rate(ml·kg·h) changes according to active MA* using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

Days of Storage	cold storage	1% CO ₂ + 1% O ₂	5% CO ₂ + 3% O ₂
Room temp.			
0		15510.5	
7	778.4	658.7	528.8
10	9749.8	5211.3	1963.1
10°C			
7	3605.4	2835	1996.2
14	37816.7	46442.1	33152.4

*Active MA was so modified that a mixed gas injected once to the chambers before storage.

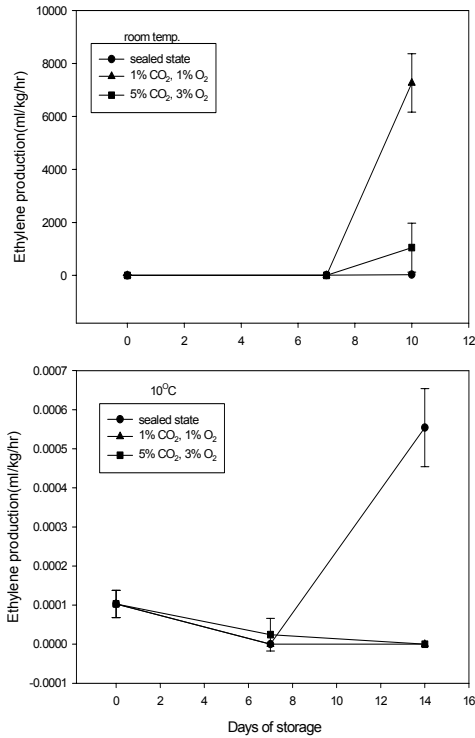


Fig 63. Ethylene production changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

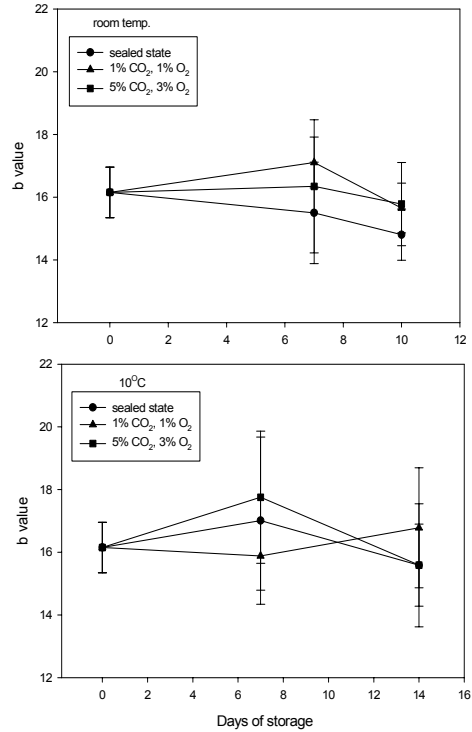


Fig 64. The peel b value changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

다) 시장성과 열과발생율

방울토마토의 상온과 저온저장 중 과실의 시장성은 저산소 MA처리(1% CO₂+1% O₂)에서 대조구인 저온처리에서 보다 더 빨리 상실되었고 MA(5% CO₂+3% O₂) 처리는 대조구보다 좋은 결과를 나타냈다(그림 65). 이것은 방울토마토의 시장성 유지에 저산소 조건이 좋지 않은 결과로 토마토 과실의 저장에는 1% 산소보다는 높은 농도가 적절하다는 결과를 나타냈다. 저장 중 방울토마토 과실의 열과발생율을 조사한 결과 MA 처리에서보다 저온 처리인 대조구에서 열과발생율이 가장 적은 것으로 나타났고(Table 8). 이 결과로 처리한 두 가지

MA 가스처리는 방울토마토의 신선도 유지 및 열과발생을 억제하는데 대조구에 비하여 효과가 없는 것으로 나타났다.

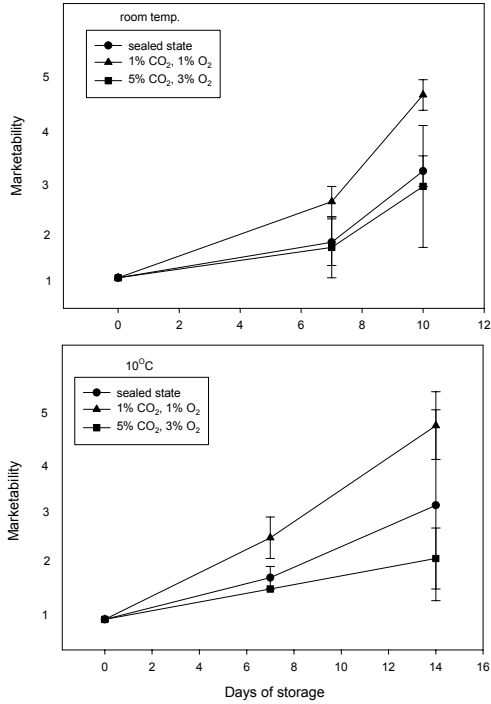


Fig 65. Marketability changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato. (*Marketability was evaluated as follows; 1 = best, 5 = very poor)

Table 8. Fruit cracking(%) changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

Days of Storage	cold storage	1% CO ₂ + 1% O ₂	5% CO ₂ + 3% O ₂
Room temp.			
7	1.3	5.3	2.6
10°C			
7	0	0	0
14	0.4	7.3	4.7

라) 적정 active MA 조건 구명

(1) 생체중 감소, pH, 경도, SSC, 과피 b값

방울토마토의 신선도 유지 및 열과의 발생을 억제하기 위한 active MA 처리의 최적조건을 구명하기 위하여 일차 연구에서 비교적 효과적이었던 MA 처리(5% CO₂+3% O₂)와 새로운 MA 처리(3% CO₂+2% O₂)를 포함하여 실험을 한 결과, 생체중 감소는 저온(5°C) 처리구인 대조구에서 가장 높았고 3% CO₂+2% O₂ 보다 5% CO₂+3% O₂의 MA 처리에서 저장 동안 상대적으로 낮게 유지되었다(그림 66). 방울토마토의 과육의 pH값은 저장 중 증가하는 경향이었고 대조구를 포함한 모든 MA 처리에서 통계적인 유의차는 없었으나 저장 7일째 MA에서 약간 낮게 나타났다(그림 67). 방울토마토 과실이 경도는 저장 7일째까지 약간 증가하다가 다음 크게 감소하는 경향이었고 MA 처리(3% CO₂+2% O₂)에서 과실의 경도변화가 가장 적었다(그림 68). 이와는 반대로 방울토마토 과육의 SSC(%)는 저장 중 크게 감소하였는데 MA 처리에 의한 뚜렷한 효과는 확인할 수 없었다(그림 69). 방울토마토 과피의 b값은 저장 중 약간 감소하다가 저장 12일 이후 증가하는 경향이었고 두 가지 MA 처리로 저온에서보다 상대적으로 낮게 유지되었다(그림 70).

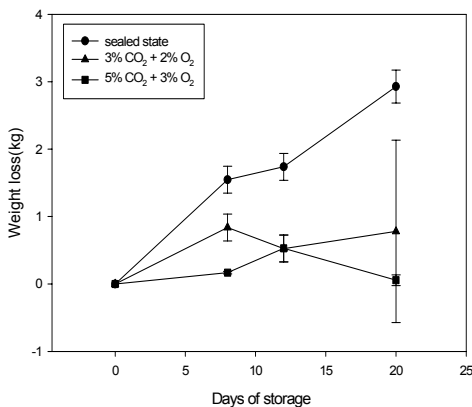


Fig 66. Weight loss changes according to active MA using storage chambers during cold storage(5°C) of cherry tomato.

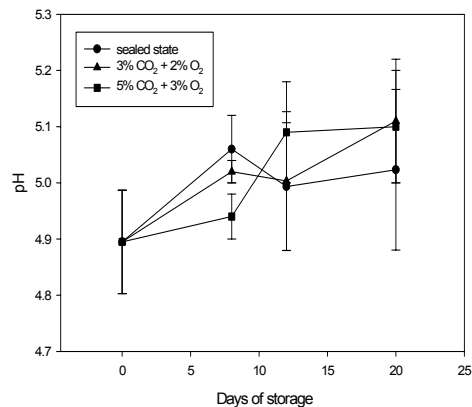


Fig 67. PH changes according to active MA using storage chamber during cold storage of cherry tomato.

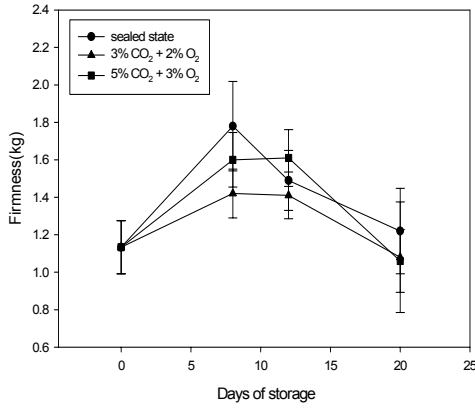


Fig 68. Firmness changes according to active MA using storage chambers during cold storage(5°C) of cherry tomato.

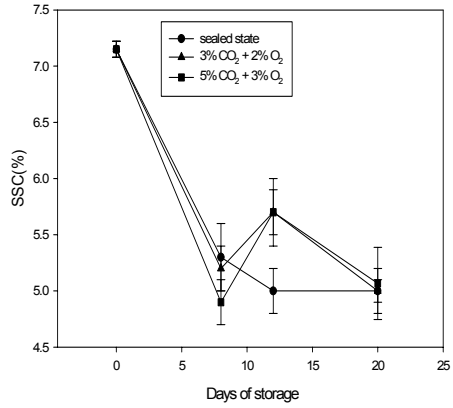


Fig 69. Soluble Solid Content (SSC) changes according to active MA using storage chambers during cold storage(5°C) of cherry tomato.

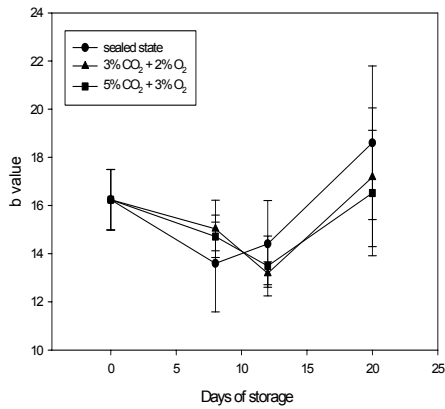


Fig 70. The peel b value changes according to active MA using storage chambers during cold storage(5°C) of cherry tomato.

(2) 호흡률, 에틸렌발생량, 열과발생율

방울토마토의 호흡률(ml·kg·h)은 저장 8일째 크게 감소하였다가 저장 12일째 크게 증가하였고 이후 저장 20일에 크게 감소하는 결과를 보여 이로써 방울토마토는 전형적인 수확 후 호흡급등형 과실(climacteric fruit)이라고 판단되었고 고농도 이산화탄소 MA (5% CO₂+3% O₂) 처리에서 가장 낮은 호흡률을 보였으며 다음으로 표준 MA 처리(3% CO₂+2% O₂) 순이었다(Table 9). 그러나 방울토마토의 저장 중 에틸렌은 표준 MA 처리(3% CO₂+2% O₂)에서 가장 낮게 측정된 반면 대조구인 저온처리에서는 가장 높게 발생하였다(그림 71). 방울토마토의 신선도는 표준 MA 처리(3% CO₂+2% O₂)에서 가장 오래 유지되었으나(Table 10), MA 가스에 의한 열과 발생의 억제효과는 없었다(Table 11).

Table 9. Respiration rate(ml·kg·h) changes according to active MA* using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

Day of storage	Control	3/2	5/3
5°C			
0		13280.9	
8	1203.3	1113.3	1184.4
12	14701.7	7691.7	5577.5
20	6688.3	5013.3	1827.7

*Active MA was so modified that a mixed gas injected once to the chambers before storage.

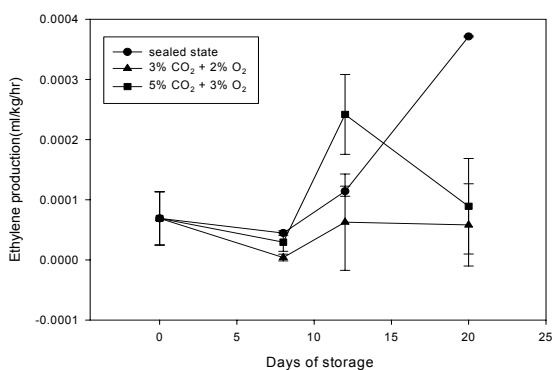


Fig 71. Respiration rate changes according to active MA using storage chambers during cold storage(5°C) of cherry tomato.

Table 10. Marketability* changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

Days of storage	cold storage	3% CO ₂ + 2% CO ₂	5% CO ₂ + 3% CO ₂
8	2.2a	1.5b	2.0ab
20	3.5a	2.0b	2.8ab

*Marketability was evaluated; 1 = best, 3 = moderate, still marketable, 5 = very poor.

Table 11. Fruit cracking(%) changes according to active MA using storage chambers during cold storage of cherry tomato.

Days of Storage	cold storage	3% CO ₂ + 2% O ₂	5% CO ₂ + 3% O ₂
5°C			
20	5.3	3.5	2.0

마. 열과된 토마토의 미생물의 순수 분리 및 균주 동정

균주의 동정을 위하여 한국 농업과학기술원 농업미생물 보존 센터(KACC)로부터 기증받은 균주들과 비교하여 집락의 모양, 현미경으로 관찰한 균체의 미세 구조와 배양 특성을 조사한 결과 열과된 토마토에서 분리된 미생물은 *Geotricum* sp.으로 밝혀졌다(사진 2와 3). 초음파로 얻은 키토산용액의 분자량에 상관없이 5% potassium sorbate이 *Geotricum* sp.의 성장을 가장 효과적으로 억제하였다 (Table 12와 13, 사진 4).



사진 2. 열과된 토마토에서 분리한 균(*Geotricum* sp.)

특성: A very simple genus characterized by the formation of chains of colourless, slimy spores (conidia) through the segmentation of vegetative filaments. Some with strong odours.





사진 3. *Geotrichum sp.* 표준균주

Table 12. Activity of the species according to the the molecular weight of ultrasonicated chitosan solution *

Number	molecular weight	Clear zone diameter	Remarks
①	100KDa more	1.4cm	
②	50~100KDa	1.4cm	
③	30~50KDa	1.4cm	
④	10~30KDa	1.4cm	
⑤	3~10KDa	1.4cm	

* 2% chitosan dissolved in 2% HAC for 2 hours, 30W Ultrasonication

Table 13. Effect of activity determination of inhibitory chemicals on the growth of *Geotricum* sp.

Number	Sample	Diameter	Remarks	Diameter	Sample	Diameter	Remarks
1	2% Thiabendazole	No activity	In DMF	5	10% Na ₂ CO ₆	not measurable	transparent
2	5% K·sorbate	3.2cm		6	5% Na-hypochlorite	not measurable	transparent
3	5% NaHCO ₃	No activity		7	5% Ca-hypochlorite	not measurable	transparent
4	5% KH ₂ PO ₄	No activity		8	5% KH ₂ PO ₄	not measurable	transparent



사진 4. 식물병원균 To에 대한 8종 억제물질의 활성 측정

제 2 절 방울토마토의 예냉 및 포장신기술 개발 <위탁과제>

1. 서론

본 연구에서는 예냉처리에 의한 방울토마토의 고품질유지 효과의 구명을 위해 수출용 방울토마토의 포장신기술(포장박스)을 개발하고, 개발된 포장박스의 적용을 위한 모의 수송 및 유통 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

방울토마토의 주산지인 부여군 세도면 농가에서 방울토마토의 유통 방법을

개선하고자 농가 현장 실증 실험을 하였다. 수확전에 미리 설치해 둔 차압식 예냉시설 (원예연구소 개발 시제품)을 이용하여 수확된 방울토마토를 본 연구에서 개발 적용한 예냉상자에 바로 담아 2시간동안 예냉시켜 품온을 5°C로 낮추었다(사진 1). 그 후 저온 냉장차로 수송 후 모의 유통실험을 위하여 원예연구소 저장고(5°C)에 저장하면서 관행적으로 예냉하지 않고 냉기 순환이 되지 않는 상자에 담아 상온으로 수송한 무처리 방울토마토와 저장 중 품질변화를 비교하였다(사진 2).

예냉 처리한 방울토마토를 무처리를 대조구로 하고 edible coating처리하여 각각 상온(20°C±5)와 저온(5°C±1)에 저장하면서 호흡패턴 및 품질조사를 하여 예냉 후의 edible coating 효과를 구명하였다(사진 3). 방울토마토 수출단지인 부여 세도 농가에서 수확한 방울토마토를 5°C까지 모두 예냉시킨 후 저장온도별로 상온(20°C±5) 및 저온(5°C)에 각각 처리 하였고 edible coating처리를 chitosan에 접착성을 부여하기 위하여 glycerine을 첨가하여 코팅하였다.



사진 1. 방울토마토의 차압예냉



사진 2. 방울토마토의 저온유통



사진 3. 방울토마토의 Edible coating 처리

3. 결과 및 고찰

가. 방울토마토의 예냉 상자 개선 연구

- 관행상자와 통기구를 타원형 처리한 예냉 상자에 각각 처리 후 방울토마토의 호흡패턴 및 품질 조사를 하여 개선 예냉 상자의 효과를 구명하였다.

1) 방울토마토 예냉 상자 제작



- 총 옆면적 : 936cm²
 $((29 \times 9) \times 2) + ((23 \times 9) \times 2)$
- 모든 통기구의 면적 : 48cm²
 $((1 \times 3) \times 8) + ((1 \times 3) \times 8)$
- 이론적으로 예냉 상자의 통기구의 넓이가 5~8%가 연구 결과를 토대로 본 상자 통기구 : 0.51 적합하다는 평 (Fig 1, 사진 4)
 (예냉 시간의 단축과 결로 방지 기대)

Fig 1. 자체 설계한 방울토마토 예냉용 골판지박스 (원예연구소 저장이용과, 2004)



사진 4. 자체 설계한 방울토마토 예냉용 골판지 박스
 (원예연구소 저장이용과, 2004)

2) 유통 예냉상자 개선 연구

가) 호흡 특성 및 에틸렌 발생량

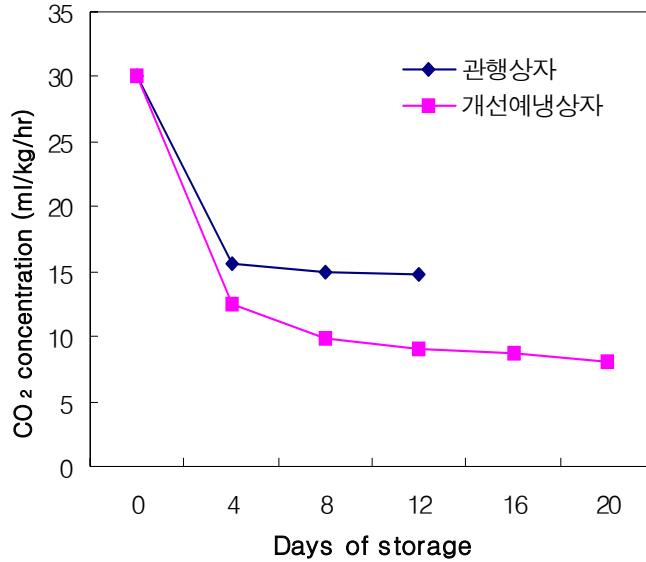


Fig 2. CO₂ concentration of precooled cherry tomato using by improved box for storage.

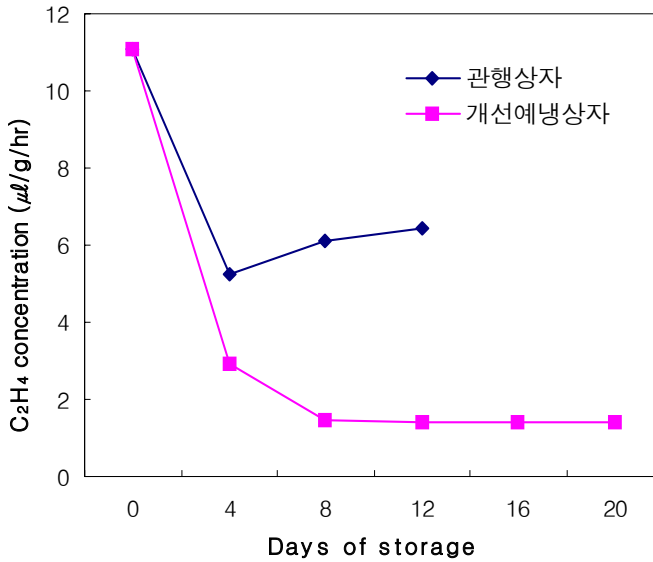


Fig 3. C₂H₄ concentration of precooled cherry tomato using by improved box for storage.

방울토마토의 호흡률은 30.14ml/kg/hr였던 것이 저장 8일째 관행상자구는 9.86ml/kg/hr로 급격히 감소되어 호흡 억제 효과를 보였다(Fig. 2). 방울토마토의 에틸렌 발생량은 초기 11.10 μ l/g/hr였던 것이 저장 후에는 전반적으로 감소되는 경향이었으나 저장 8일째 관행상자구가 6.12로 증가된데 비하여 개선 예냉상자구는 1.46으로 급격히 발생량이 억제되었고 그 이후 계속 비슷하게 억제 유지 되었다(Fig. 3).

나) 방울토마토의 당도 및 총산

Table 1. SSC(%) of precooled cherry tomato using by improved box for storage.

	0	4	8	12	16	20
관행상자	6.5	6.4	5.7	6.1	-	-
개선 예냉상자	6.5	6.1	6.1	6.1	5.8	5.8

1차년도 예냉 상자를 개선하기 위하여 통기구 면적이나 모양은 개선한 상자를 이용하여 예냉 처리를 하였다. 방울토마토의 초기 당도가 6.5Bx°였던 것이 처리간 차이가 다소 있었으나 저장 12일째 6.1Bx°로 같게 되었다(Table 1).

Table 2. Total acid(%) of precooled cherry tomato using by improved box for storage.

	0	4	8	12	16	20
관행상자	0.98	1.03	0.74	0.80	—	—
개선 예냉상자	0.98	0.97	1.02	0.77	0.78	0.67

방울토마토의 총산 변화는 저장초기 0.98%였던 것이 저장기간이 경과해 감에 따라 감소되었는데 개선 예냉 상자구는 저장 20일째 0.67%로 감소되었다(Table 2).

다) 방울토마토의 색도

Table 3. Hunter 'a' value of precooled cherry tomato using by improved box for storage.

	0	2	4	12	16	20
관행상자	7.94	8.67	10.71	8.08	—	—
개선 예냉상자	7.94	8.42	8.69	8.87	8.49	8.34

방울토마토의 색도는 저장 후 조금 증가되는 경향이었으나 저장 초기 'a'값이 7.94였던 것이 개선 예냉 상자구는 그 증가 폭이 적어 저장 20일에도 8.34였다(Table 3).

라) 방울토마토의 경도

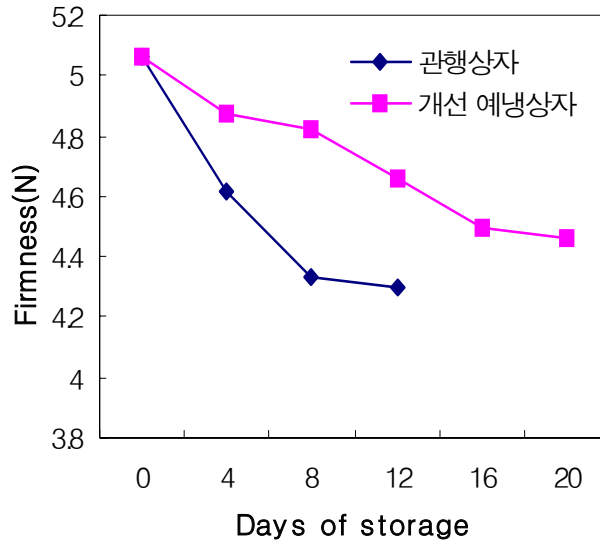


Fig. 4. Firmness of pre-cooled cherry tomato using by improved box for storage.

방울토마토의 초기 5.06N 이었던 것이 무포장의 경도는 저장 4일까지는 4.62N로 다소 유지되었으나 그 이후 급격히 경도가 감소되었으며 개선 예냉 상자구는 저장 20일에도 4.46N으로 다소 높게 유지 되었다(Fig. 4).

마) 방울토마토의 중량감모율 및 부패율

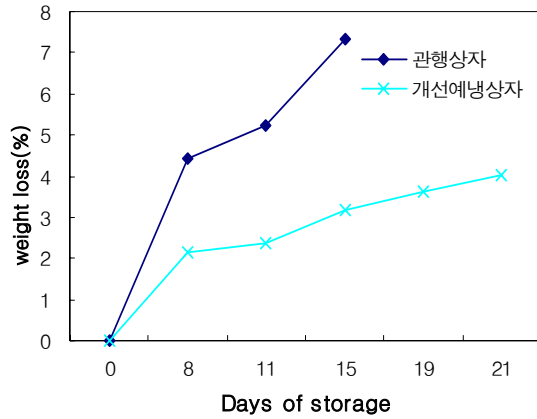


Fig. 5. Weight loss of pre-cooled cherry tomato using by improved box for storage.

방울토마토의 자연감소율은 관행구가 12일째 7.3%로 높았으나 개선 예냉 상자에서는 같은 기간에 3.2%로 낮았으며 20일째에도 4.0%로 낮았다(Fig 5).

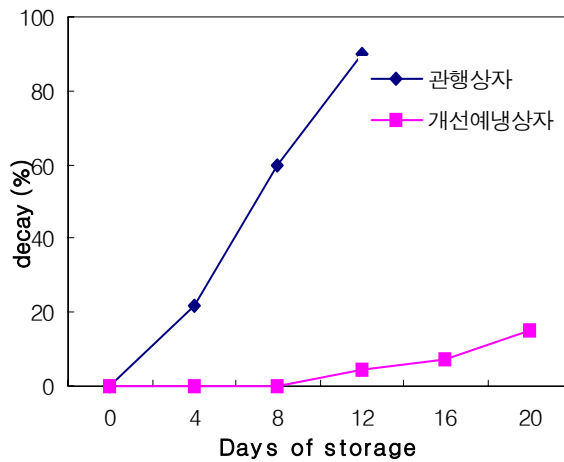


Fig. 6. Decay ratio of pre-cooled cherry tomato using by improved box for storage.

방울토마토의 개선된 예냉 상자의 활용으로 부패율의 경감효과를 보면 저장 8일에 관행상자가 부패율이 60.0%인데 비하여 개선 예냉 상자는 전혀 부패되지 않았으며 저장 16일까지 부패율이 7.3%로 낮게 나타났다. 또한 예냉처리로 방울 토마토의 수확 후 열과발생이 크게 억제되었다(사진 5).



무 예 냉 (상온)

예 냉 (저온)

사진 5. 예냉 효과 비교(저장기간 : 3주)

나. 방울토마토 edible coating 처리 효과 구명

코팅처리별 호흡 패턴을 보면 CO₂ 발생량이 저장 초기 9.86이었던 것이 저장 2일째 상온에서는 무처리가 23.89이고 edible coating 처리가 23.06로 높아졌으나 저온에서는 무처리가 6.34 edible coating 처리가 5.40으로 낮아져 온도에 따른 변화를 보였으나 코팅처리에 따른 효과는 없었다(Fig. 7).

Ethylene 발생 변화를 보면 저장 초기 1.46이었던 것이 상온 저장 2일째 무처리가 13.40으로 급격히 높아진 데 비하여 edible coating 처리한 것은 6.78로 조금 높아져 edible coating 효과를 볼 수 있었으며 저온 저장에서는 코팅 처리에 관계없이 무처리는 1.11이고 edible coating 처리는 1.51로 ethylene 발생 변화가 거의 없었다(Fig. 8). 방울토마토의 당도 변화를 보면 저장 초기 6.1Bx°에

서 건조에 의해서 증가된 상온 무처리를 제외하고 모든 처리구에서 조금 감소되는 경향이 있으나 당도의 변화가 없는 것으로 나타났다(Table 4). 방울토마토의 경도 변화는 저장 초기 6.36N에서 저장 4일째 상온 무처리 4.52N 저온 무처리가 4.87으로 낮아진데 비하여 상온 코팅 처리구가 4.70N, 저온 코팅구가 5.38N로 각각 높게 유지 되었다(Fig. 9).

방울토마토의 저장 온도별 코팅처리에 따른 총산 함량 변화는 초기 총산 1.02%였던 것이 저장 2일째 상온 무처리, 상온 코팅처리 모두 0.84%로 코팅처리에 관계없었다. 저장 중 총산 함량은 4일째 상온 무처리 0.72%, 상온코팅 0.75%로 상온에서는 코팅처리에 관계없이 감소되었고 저온에서는 무처리가 0.78%였으나 코팅처리가 0.86%로 높게 유지되어 저온에서의 edible coating 효과를 얻었다(Table 5). 초기 Hunter 'a' 값이 8.69였던 것의 코팅처리 후의 색도 변화는 저온 무처리를 제외하고 모두 감소하였는데 저온 코팅 처리구는 저장 4일째 저온 무처리 8.49와 비슷한 8.13으로 색도를 회복하였다(Table 6). 방울토마토의 코팅처리 후 중량 감소를 보면 저장 4일째 상온 무처리 및 코팅 처리가 각각 높은데 비하여 저온 무처리에서 낮고 코팅처리구가 가장 낮았다(Fig. 10). 방울토마토의 부패율을 보면 저장 4일째는 저장 2일째 저온 코팅구가 무처리 4.7%에 비하여 2.0%로 낮았고 코팅처리에 관계없이 상온구는 모두 부패한 것에 비하여 저온 처리구는 부패율이 7.3%로 낮았다(Fig. 11).

방울토마토의 코팅처리에 의한 탄수화물 함량은 sucrose는 약간 감소하고 반면 fructose함량은 증가하였고 이 중 코팅여부에 상관없이 상온조건에서 가장 높았다(Table 7). 방울토마토의 유기산 함량은 저장 11일 후 저장 초기값과 비교하여 별 다른 변화가 없었다(Table 8).

1) 호흡특성 및 에틸렌 발생량

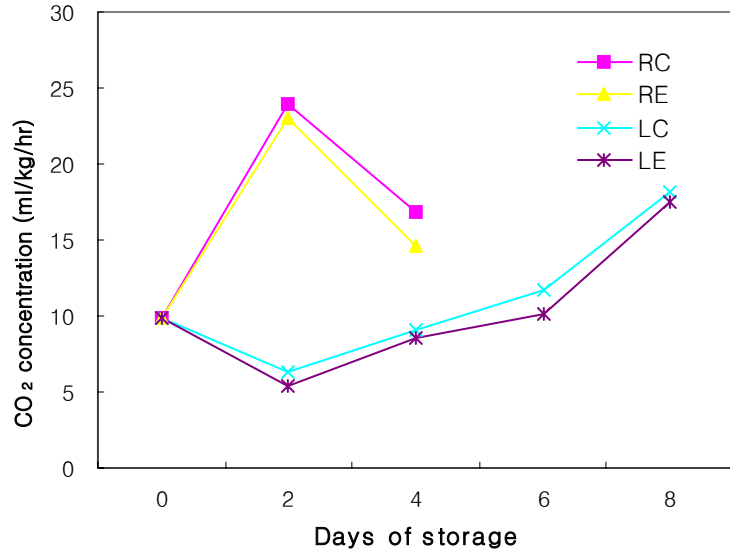


Fig. 7. CO₂ concentration on edible coating cherry tomato during storage.

RC : Room temp. Control

RE : Room temp. Edible coating

LC : Low temp. Control

LE : Low temp. Edible coating

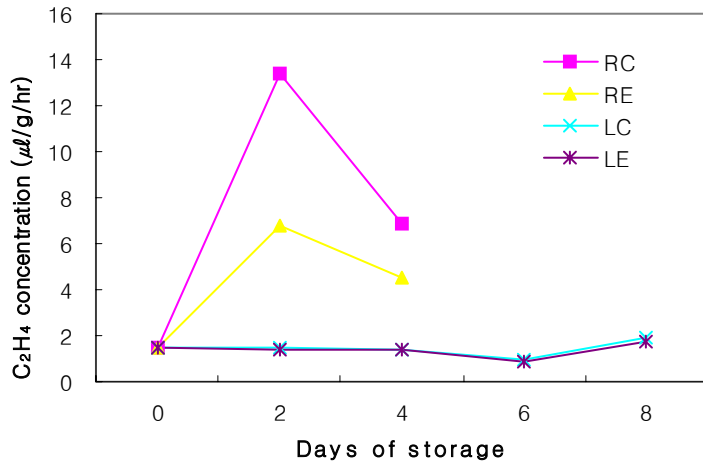


Fig. 8. C₂H₄ concentration on edible coating cherry tomato during storage.

2) 방울토마토의 당도 및 총산

Table 4. SSC(%) on edible coating cherry tomato during storage.

	0	2	4	6	8
상온 예냉 무처리	6.1	6.0	6.2	-	-
상온 예냉 코팅	6.1	6.1	5.6	-	-
저온 예냉 무처리	6.1	6.1	5.8	5.8	5.9
저온 예냉 코팅	6.1	6.0	5.9	6.0	5.9

Table 5. Total acid(%) on edible coating cherry tomato during storage.

	0	2	4	6	8
상온 무처리	1.02	0.84	0.72	-	-
상온 코팅처리	1.02	0.84	0.75	-	-
저온 무처리	1.02	0.78	0.77	0.67	0.67
저온 코팅처리	1.02	0.87	0.86	0.81	0.76

3) 방울토마토의 색도

Table 6. Hunter 'a' value on edible coating cherry tomato during storage.

	0	2	4	6	8
상온 무처리	8.69	8.77	9.53	-	-
상온 코팅처리	8.69	8.70	8.71	-	-
저온 무처리	8.69	8.49	8.57	9.34	12.32
저온 코팅처리	8.69	8.67	8.70	8.90	10.21

4) 방울토마토의 경도

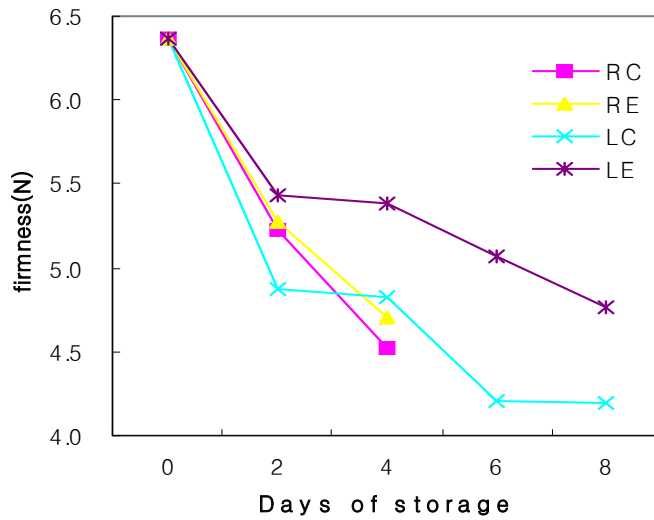


Fig. 9. Firmness on edible coating cherry tomato during storage.

5) 방울토마토의 증량감모율 및 부패율

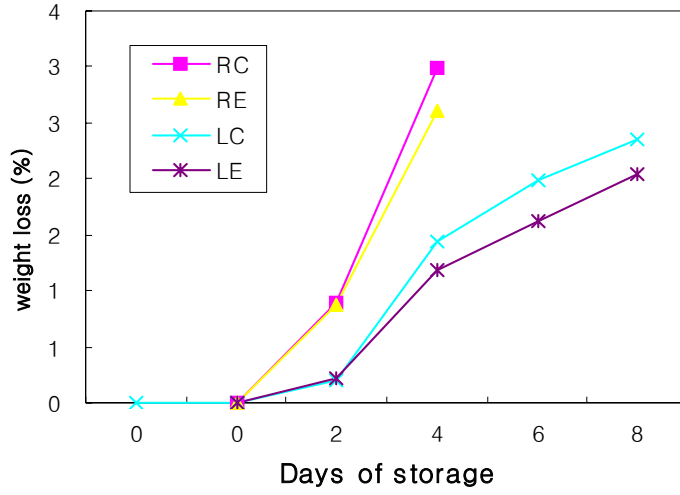


Fig. 10. Weight loss(%) on edible coating cherry tomato during storage.

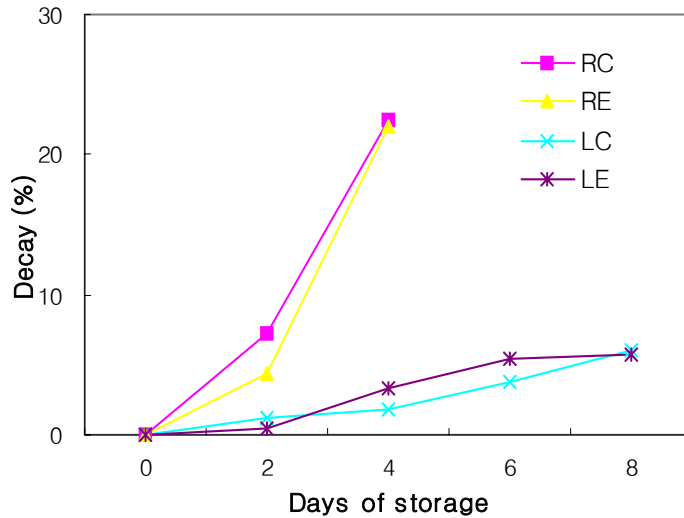


Fig. 11. Decay ratio on edible coating cherry tomato during storage.

Table 7. Carbohydrate contents(%) affected by fruit coating for 11 days in cherry tomato.

Treatment	Sucrose	Glucose	Fructose
저장 초기값	0.05	0.76	1.02
대조구	0.04	0.86	1.19
상온 무처리	0.05	1.04	1.38
상온 코팅처리	0.03	0.96	1.36
저온 무처리	0.06	0.92	1.29
저온 코팅처리	0.05	0.87	1.19

Table 8. Organic acids(%) affected by fruit coating for 11 days in cherry tomato.

Treatment	Citric Acid	Malic Acid
저장 초기값	0.20	0.02
대조구	0.21	0.02
상온 무처리	0.22	0.03
상온 코팅처리	0.19	0.02
저온 무처리	0.20	0.03
저온 코팅처리	0.20	0.02

다. 예냉처리된 방울토마토 소비자 기호도 조사

예냉과 저온유통된 방울토마토와 상온유통된 방울토마토의 품질을 평가하기 위하여 갤러리아백화점에서 소비자 남녀 300명을 대상으로 기호도 조사를 하였다. 예냉처리에 의하여 품질이 무예냉에 비하여 뚜렷이 낮다고 판단하는 경우가 94.6%로 이르렀고 예냉처리에 의하여 방울토마토의 가격이 상승되더라도 예냉된 방울토마토를 구입할 의향이 있는 소비자는 90.6%에 달하였다. 예냉처리로

상온유통에 비하여 수확 시 방울토마토의 고품질은 뚜렷이 유지, 향상된 것으로 이 결과는 일반 과일매장에서 소비자들에 의하여 확인되었다.

- 장 소 : 갤러리아 백화점 식품 매장
- 인 원 : 300명 (남: 109명 ,여 : 191명)
- 연령별 : 20대(13%), 30대(26%), 40대(28.5%),
50대(27.7%), 60대(3.01%)
- 조사 항목
- 1. 방울 토마토 구입시 적정 포장 단위는?
1kg (38.5%) 2kg (42.3%) 3kg(19.23%) 5kg(3.07%)
- 2. 방울 토마토의 신선도 판단 기준?
맛 (8.5%) 색깔 (27.7%) 경도(27.7%) 기타(5.4%)
- 3. 예냉 처리에 대해 들어본 경험이?
예(30.8%) 아니요 (69.2%)
- 4. 예냉 처리에 의한 선도 유지 효과가 있을 경우 구입하실 의향은?
있음 (94.6%) 없음 (5.4%)
- 5. 구입 후 보관은 ?
즉시 소모 (5.4%) 상온 보관 (0.1%) 냉장 보관 (94.5%)
- 6. 예냉 처리에 의해 가격 인상의 경우 구입하실 의향이 있으십니까?
있음 (90.6%) 없음 (9.4%)
- 7. 가격이 기존의 가격보다 최대 어느 정도 인상이 되면 구입하실 의향이 있으십니까 ?
10% 상승 (94.8%) 15% 상승 (5.2%) 20% 상승 (0%)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구 분	연구 개발 목표	달성도	기술발전예의 기여도
1차년도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예냉처리에 의한 방울토마토의 고품질유지 효과 구명 ○ 수출용 방울토마토의 포장 신기술 (포장박스) 개발 ○ 방울토마토의 수확 후 품질특성 구명 및 열과 원인 구명 ○ 수확 후 처리(active MA, edible coating, heat treatment)에 따른 품질 변화 구명 	수행완료됨	<p>차압통풍식 예냉기술</p> <p>방울토마토용 포장박스</p> <p>열과방지기술</p> <p>Active MA기술</p>
2차년도 (2003)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 방울토마토의 포장 신기술(포장박스) 적용 ○ 방울토마토의 열과 방지 기술 적용 ○ 방울토마토의 품질향상을 위한 가온 및 active MA 처리조건 구명 ○ 포장·유통 개발 기술이 적용된 방울토마토의 모의 유통단계 중 품질 평가 monitoring 	수행완료됨	<p>품질향상기술</p> <p>키토산코팅기술</p> <p>열처리기술</p> <p>저온유통체계</p>

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구로 방울토마토의 수확 후 품질향상 및 열과방지 기술이 개발됨으로써 수출국에서의 우리 농산물에 대한 이미지 제고에 기여하여 수출 확대에 이바지하고 수출농가들의 소득증가에 이바지할 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서 개발된 기술을 다른 과실에 적용함으로써 기술개발에 따른 시간 및 경제적 절감효과가 클 것이다.

본 연구결과를 토대로 토마토의 수확 후 관리기술이 산업화되기 위하여 heat treatment와 active MA 처리기술을 지속적으로 연구해야 하며, 특히 살균목적으로의 열처리 기술은 토마토의 수출확대를 위해서도 반드시 산업화기술로 정착되어야 할 것이다.

저온에 민감한 농산물의 저온저장 중 저온장해로 인한 수확 후 손실을 최소화하기 위한 기술로 CA, methyl jasmonate(MJ)와 키토산코팅 기술개발이 필요하고 생물학적 방제 연구와 기술도 개발되어야 할 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

미국, 독일과 네덜란드 등의 유럽에서는 일반토마토 등 과채류에서 수확 후 선도유지를 위하여 예냉처리, 열처리, active MA, 고이산화탄소처리 등이 산업화 기술로 정착되어 산업계에 적용되고 있고 일반토마토의 경우 내수 및 수출 시장에서 경쟁력을 갖춘 작물로 자리 잡은 상태이다. 또한 지속적으로 수출 토마토의 포장 신기술을 개발하고 있으며 특히 신선도연장과 품질향상을 위한 예냉처리와 살균목적으로의 열처리 등 새로운 수확 후 저장 및 유통기술을 개발하고 있다.

에틸렌 수용체(ethylene receptor)에 친화력이 강한 1-MCP (1-methylcyclopropene)이 토마토의 숙성지연 및 노화작용을 억제하는 탁월한 물질로 각광받고 있으며, 미국내 물류센타에서 *Geotrichum candidum*(sour rot) 또는 *Rhizopus stolonifer*(Rhizopus rot) 방제를 위하여 25°C 조건에서 염소제(chlorine) 25ppm, pH 7.0 토마토를 침지 처리한다고 알려져 있다. 최근 효율적인 오존(O₃) 발생기의 개발로 오존에 대한 이용이 증가하고 있고 초산(acetic acid)도 가스의 형태로 사용할 경우 병해억제에 가능성 있는 물질로 인정되고 있다.

토마토의 저온저장 중 저온장해로 인한 수확 후 손실을 최소화하기 위하여 고온과 저온을 이용한 저장 전처리, CA 처리, 여러 물질(에틸렌, ABA, methyl jasmonate) 등을 이용한 전처리, 1% CaCl₂ 칼슘처리, 감압저장, 왁스처리, 포장, 유전자조절 등이 연구되고 있다.

최근 관심을 끌고 있는 수확 후 병해의 방제법으로 생물학적 조절법이 있다. 생물학적 방제는 정확한 환경조건이 설정되고 유지되어야 하고, 처리약제가 효율적으로

작용해야 하며, 약제처리로 인하여 경제적인 부담이 크지 않아야 하는데 최근 *Bacillus substilis* 계통이 생물학적 방제 약제로 개발되어 사용되고 있다.

제 7 장 참고문헌

Argruener, B. 1992. Energie und Lagerungstechnische Untersuchungen Zur CA-Lagerung von Aepfeln. Besseres Obst. 2: 4-7.

Barkai-Golan 등. 1993. Combined hot water and radiation treatments to control decay of tomato fruits. Sci. Hort. 56:101-105.

Barkai-Golan and Phillips. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Plant Dis. 75:1085-1089.

Boeke, J. E. 1968. Evolution of post-harvest trends of respiration rates and softening of apples and tomato. Mededeliugen van de Landbouwhogesschool, Wageningen 68-15, 1-89.

Bohling, H. und H. Hansen. 1974. Respiration measurements in various kinds of vegetables and fruit during storage under increased CO₂ and reduced O₂ concentrations. Acta. Hort. 38, Vol . 1, 83-87.

Braendle, R.,1968 . Die Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen in fleischigen Speicherorganen (Äpfle, Bananen and Kartoffelknollen). Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft. 7330-365.

Cantwell, M. and X. Nie. 1996. Use of heat treatments to control postharvest pathogens on tomatoes and melons. DANR Pub. #3356.

Couey, H.M. 1989. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. HortScience. 24:198-201.

Fallik 등. 1993. Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruit ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 77:985-988.

Henze, J. 1983. Criteria to determine the quality of apples dependent on

harvesting date and storage treatments. *Acta Horticulture* 138, 99. 69-75.

Henze, J. und H. Hansen, 1988 . *Lagerräume für Obst und Gemüse*. KTBL-Schrift 327.

정기태 등. 1995. 포장방법이 토마토의 저장성에 미치는 효과. *농산물저장유통학회지* 2(1):147-154.

Kader, A. A. 1985 . An overview of the physiological and biochemical basis of CA effects on fresh horticultural crops. In : S.M. Blankenship (ed.). *Proc. 4th Natl. CA Res. Conf. North Carolina State Univ., Raleigh*. Hort. Rep. 126, 1-9.

Kader, A.A. 1985. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40:99-104.

강호민, 박권우. 1998. 토마토 과실의 성숙 중 에틸렌의 생성과 유리지방산 조성의 변화. *한국원예학회지* 39(4):385-390.

김영봉 등. 1996. 저장온도가 토마토와 딸기의 품질보존에 미치는 영향. *한국원예학회지*. 37(4):526-532.

김종기, K.C. Gross. 1995. 저산소에 저장 중인 토마토 세포벽의 galactose와 체내 유리된 galactose 함량의 변화. *한국원예학회 발표요지*.

Lee K. A and Y.J. Yang. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on quality retention during cold storage of squash(*Cucurbita moschata*). *Acta Horticulture* 10. No. 483. p.339-34.

Lee K. A and Y.J. Yang 1999. Effect of prestorage temperature manipulations on reduction of chilling injury and quality retention during storage of squash. *한국원예학회지*. 40(4) p.416-418

Lurie 등. 1997. Heat treatments to decrease chilling injury in tomato fruit. Effect on lipids, pericarp lesions and fungal growth. *Physiol. Plant.* 100:297-302.

Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharv. Biol. Technol.* 14:257-269.

Mitcham, B. and M. Cantwell. 1995. Heat treatments for control of postharvest decay. *UC Perish. Handling Newsletter* 82:13-16.

노필성. 1996. 선진국의 농산물 예냉 및 저장기술의 현황과 국내기술의 문제점. *원예저장유통회지* (7):12-14

박권우 등. 포장재의 종류와 저장온도가 적숙 토마토의 MA 저장에 미치는 영향. *한국원예학회지* 40(6):643-646.

박세원 등. 1999. 오이, 가지, 멜론 및 방울토마토 과실의 수송온도가 모의 수출 및 유통중 품질에 미치는 영향. *원예과학기술지* 17(2):118-122.

박우포 등. 2002. 포장조건에 따른 방울토마토의 저장 중 품질 특성 변화. *한국식품저장유통학회지*. 9(2):121-125.

박형우 등. 1999. 포장 방법에 따른 토마토의 품질변화. *농산물저장유통학회지*. 6(3): 255-259.

Saltveit, M.E. 1997. A summary of CA and MA recommendations for harvested vegetables. *CA '97 Proc.* 4:98-117.

Suslow, T.V. 2003. Prevention of postharvest water infiltration into fresh market tomatoes: Food safety and spoilage control practices. *UC Davis, Vegetable Research and Information Center* 1-3.

Thompson 등. 1998. Commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers. *UC Davis. DANR Pub.*

양용준, 정대성. 2003. 모의 유통조건 및 예냉처리에 따른 방울토마토의 열과 및 품질변화 구명. *원예과학기술지* 21(2):55.

양용준, 정대성. 2003. CA에 의한 방울토마토의 수확후 열과방지 및 품질향상 기술. 원예과학기술지 21(2):55.

양용준. 2004. 토마토의 수확후 관리. 부민문화사.

Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest—An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. CAB International.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.