

최 종
연구보고서

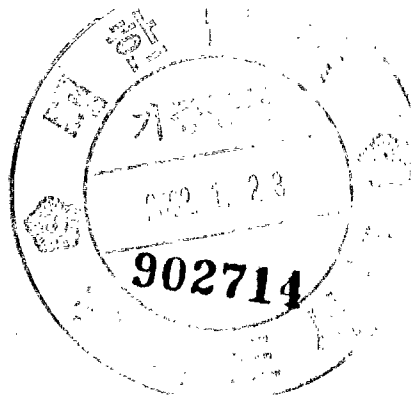
동절기의 홍고추 및 홍단고추 단경기 출하를
위한 재배작형 및 저장기술 개발

Development of Culture and Storage System to
Red hot pepper and Sweet pepper Fruits in
Winter Season

연구기관

강원대학교 농업생명과학대학

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “동절기의 홍고추 및 홍단고추 단경기 출하를 위한
재배 작형 및 저장기술 개발” 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2001. 11. .

주관연구기관명 : 강원대학교

총괄연구책임자 : 정 천 순

세부과제책임자 : 김 일 섭

세부과제책임자 : 이 윤 수

연 구 원 : 이 귀 현

연 구 원 : 강 원 희

연 구 원 : 박 성 민

연 구 원 : 박 경 철

요 약 문

I. 제목

동절기의 홍고추 및 홍단고추 단경기 출하를 위한 재배작형 및 저장기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

고추는 수확후 호흡량과 에틸렌의 변화가 거의 없는 non-climacteric형 과실로서 녹색기(mature-green stage) 및 적숙기(redding)에 수확하여 이용한다. 고추 및 단고추재배는 우리 나라의 경우 여름의 강우기를 지나면 역병과 탄저병에 의해 약 80% 이상 수확이 불가능할 정도로 심각한 실정이다. 그리고 고추는 생육후기에 접어들면 과신품질 및 수량이 급격하게 감소되어 10월부터 홍고추 및 홍단고추의 가격이 상승되어 동절기까지 이어진다. 따라서 홍고추 및 홍단고추를 동절기에 출하할 목적으로 재배작형과 재배기간 중 CaCl_2 처리에 의한 저장성 향상 및 저장기술을 개발하여 농가소득에 기여하고자 하였다. 그리고 저장기간을 연장하기 위하여 저온저장에 의한 생리·생태 특성, CA 저장 및 MA 저장을 연구하고, 저장 중 발생하는 병원균을 분류하여 저장에 필요한 길항 미생물을 분리하여 저장에 이용하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 홍고추 및 홍단고추의 재배작형 및 저장 중 생리적 특성과 품질변화

- 가. 동절기 저장용 고추 및 단고추의 재배작형 개발과 재배방법 개선
- 나. CaCl_2 엽면시비가 홍고추 및 홍단고추의 저장 중 품질에 미치는 영향
- 다. 고추 및 단고추의 숙도별 저장온도에 따른 생리적 특성 및 품질변화
- 라. 에넵처리에 따른 홍고추 및 홍단고추의 온도별 품은 및 저장성에 미치는 영향
- 마. 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 습도가 품질에 미치는 영향
- 바. 홍고추의 저온저장 후 모의 유통온도가 품질에 미치는 영향
- 사. 에틸렌 처리가 고추 및 단고추의 최숙과 착색증진 및 성분변화.

2. 홍고추 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용

- 가. 저장중 병해의 원인구명 및 병원균의 분리동정
- 나. 저장 병원균 길항균 선발
- 다. 길항 균주의 홍고추 처리, 7°C 및 24°C(실온)에서의 저장성 확인
- 라. 저장온도에 따른 부패균 및 미생물 분류
- 바. 선발된 길항균의 2차산물 선발 및 물질의 분리동정

3. 홍고추 및 홍단고추의 장기저장 기술개발

- 가. 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 효과
- 나. 홍고추 및 홍단고추의 미세공 MA 저장 효과
- 다. NaCl을 이용한 홍고추 및 홍단고추의 MA 저장 효과

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

홍고추 및 홍단고추의 재배작형은 비가림 시설 또는 가온시설이 설치된 장소에서 재배하는 것이 기존의 재배작형 보다 생산성 및 품질면에서 유리하고, CaCl_2 처리시 한낮의 고온상태나 적정농도 이상을 처리할 경우 엽소현상이 나타날 우려가 있어 주의를 요한다. 그리고 장기간 저장하기 때문에 저장온도 ($7\pm 1^\circ\text{C}$) 및 저장습도($\text{RH}90\pm 5\%$)는 반드시 준수하는 것이 저장실패를 최소화할 수 있다. 최숙과는 수확전 포장에서 ethrel를 처리하는 착색증진에 효과적이었고, 수확후 에틸렌 및 jasmonic acid 처리는 효과가 적은 것으로 나타났다. 홍고추 및 홍단고추는 생리·생태적 특성상 조직의 노화, 호흡 및 에틸렌 발생이 적어 장기저장에 유리한 조건을 갖추고 있는 작물로 인정되었다.

홍고추 및 홍단고추의 재배작형 및 저장중 과실의 생리·생태적 특성, 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용 그리고 장기저장을 위한 기술을 개발하여 동절기에 단경기 출하를 목적으로 연구를 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 동절기 저장 후 출하를 위한 재배작형은 5월 중순경에 파종하여 7월 20일 경에 정식 후 10월초에 수확을 시작하여 11월에 종료하고, 12월 저장 후 출하하는 것이 유리하다고 판단되었다.
2. 홍고추 및 홍단고추의 저장성을 향상시키기 위한 CaCl_2 는 수확 3주전(최숙기)에 0.3-0.5%를 2회 처리하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.
3. 고추 및 단고추의 생육단계별 저장성은 녹숙과, 최숙과, 적숙과 순으로 길었고, 저장온도는 $7\pm 1^\circ\text{C}$ 내외, 습도는 $\text{RH}90\pm 5\%$ 에서 홍고추는 40일, 홍단

고추는 25-30일 정도 저장이 가능하였다..

4. 저장기간 동안 성분 변화는 저장온도가 높으면 당 및 ascorbic acid 함량은 감소하였고, capsaicinoids 함량에는 차이가 없었다.
5. 홍고추의 저장 전 예냉처리는 1℃에서 34시간, 홍단고추는 5℃에서 29시간 처리가 저장성을 향상시키는데 효과가 인정되었다.
6. 저온저장한 홍고추는 저장온도를 크게 벗어나지 않게 유통시켜야하며, 30일간 저장한 것은 13℃이하에서 10일 이내에 판매하는 것이 요구되었다.
7. 최숙과의 착색증진을 위한 에틸렌, ethrel 및 jasmonic acid를 처리한 결과 ethrel 처리구에서 착색증진 효과가 인정되었고, 온도가 높으면 후숙이 빠르게 진행되는 것으로 나타났다.
8. 고추의 저장 기간동안 발생하는 부패균의 종류는 저장온도에 따라 차이가 없었다. 다만 저장 중 발생하는 병원균들의 균사 성장 및 포자 형성 시기가 저장 온도에 따라 차이가 있었다. 균주 G1과 G4, G5의 경우 대체로 저온에서 성장을 시작하였으나, 고온의 조건에서도 생장이 왕성하였고, 포자 형성도 잘 되었다. *Fusarium*균들(G3, G6, 그리고 G7)은 저온 보다 고온에서 균사 성장 및 포자 형성이 왕성하였다.
9. EtOAc층과 BuOH층에서 분리한 세균 배양액은 전혀 반응이 나타나지 않았으며, Pellet과 물 층에서 분리한 세균 배양액은 각 농도별로 다음과 같은 길항 반응을 보였다. 그 결과 pellet층에서 분리한 배양액의 경우 농도가 10,000ppm의 경우 G1, G4, G6, 그리고 G7에 대하여 길항성이 있었고, 100,000ppm의 경우 G6과 G7에 대하여, 그리고 200,000ppm은 G4와 G6에 대하여 길항성을, 300,000ppm은 G1, G6, 그리고 G7에 대하여, 500,000ppm은 G1에 대하여 길항성을 나타내었다. 물층에서 분리한 배양액의 경우 10,000ppm은 G7에 대하여, 100,000ppm은 G4와 G6에 대하여, 200,000ppm, 300,000ppm 그리고 500,000ppm은 각각 G7에 대하여 길항성을 나타내었다.

10. 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 중 색도변화, 중량감소, 곰팡이 발생을, 경도변화 같은 품질열화를 최소화할 수 있는 가스조성비는 O₂ 1%, CO₂ 1%, 및 N₂ 98%인 것으로 나타났다.
11. 고습도 조건(70-80%)의 MA 저장과 CA 저장을 복합적으로 처리할 경우 홍고추는 50일 및 홍단고추는 40일간 저장기간을 연장할 수 있었다.
12. 홍고추 및 홍단고추의 NaCl을 이용한 MA 저장에서 중량손실, 곰팡이 발생 및 색도변화에 무처리에 비해 효과가 탁월한 것으로 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하여 볼 때 개발된 홍고추 및 홍단고추의 재배작형 및 저장기술을 농가에 보급하면 동절기의 열악한 환경조건에서 재배생산하는 것보다는 저장 후 출하하는 것이 농가의 고수익 모델이 될 것으로 판단된다. 또한 상기의 확립된 기술들은 농가의 지도사업에 반영하여 농가보급을 도모할 수 있다고 생각된다.

SUMMARY

I . Title

Development of Culture and Storage System to Red hot pepper and Sweet pepper Fruits in Winter Season

II . Objectives and Importance

Hot peppers are non-climacteric fruits which almost do not show ethylene synthesis and respiration rate. Sweet peppers are harvested and used at the stage of mature-green or redding. Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) and late blight(*Phytophthora infestans* (Montange) de Bary) attack hot pepper and sweet pepper plants and fruits after heavy rains at monsoon season in Korea and about 80% of hot pepper fruits are lost as results of pathogens. Quality and yield of hot pepper fruits dropped sharply at the last stage of growth and the price of red hot and red sweet peppers increased rapidly and continued from October to the end of winter. The objective of our research was to develop the method for the improvement of stage and storage techniques, transfer know-hows and methods concerning storage, and finally increase the income of farmer by treating red hot and red sweet pepper fruits with

CaCl₂ during culture at the field and developing new cultural system to produce. To increase the duration of hot pepper storage, researches on physiological and ecological characteristics, controlled atmosphere, and modified atmosphere storage were conducted. Also disease and pathogens, which attack hot peppers treat during storage were classified and antagonistic microbe were separated for the use during storage.

III. Research Scopes and Perspectives

- 1. Physiological characteristics and change of quality of red hot and red sweet peppers by cultural system and during storage**
 - a. Development of cultural system and improvement of cultural method for the storage of red hot and red sweet peppers in winter season
 - b. Effects of foliar application of calcium chloride on quality of red pepper and sweet pepper fruits during storage
 - c. Changes of postharvest physiology and quality of hot pepper and sweet pepper fruits by harvest maturity and storage temperature
 - d. Effects of several pre-cooling methods on shelf-life of red pepper and sweet pepper fruits
 - e. Effect of storage temperature and relative humidity on the quality of red hot pepper and sweet pepper fruits
 - f. Effects of shelf temperature on the quality of red pepper after low temperature storage
 - g. Coloring and quality changes in hot pepper and sweet pepper fruits

treated with ethylene

2. Selection and use of antagonistic microbes during storage of red hot peppers

- a. Isolation of storage rot pathogens
- b. Storage rot antagonists selection
- c. Tests for effectiveness of antagonists against storage rot microbes at 7°C and 24°C (room temperatures)
- d. Identification of rot microbes depending on the storage temperatures
- e. Tests for antagonistic effect with fractionation of selected bacterial culture fluids

3. Development of method for the long-term storage of red hot and red sweet peppers

- a. Effects of CA storage of red hot and red sweet pepper fruits for long-term storage
- b. Effects of MA storage with fine holes for red hot and red sweet pepper fruits
- c. Effects of MA storage with NaCl for red hot and red sweet pepper fruits

IV. Results and Suggestions

In cultural systems of red hot and red sweet peppers, rain shelter or heating system are encouraged because of the high quality and yield of the production of pepper fruits. Application of CaCl_2 at high temperature of the day or high concentration can cause on pepper leaves. For the long-term storage of red hot pepper and red sweet pepper fruits, it is recommended following the temperature ($7 \pm 1^\circ\text{C}$) and humidity (RH $90 \pm 5\%$), and these storage conditions are necessary for keeping away from failure. The effect of ethrel on the development of pigments was found when the coloring fruits were treated with the chemical at the time of harvest in the field. The effect of treatment of ethylene and jasmonic acid were not found on the coloring fruits after harvest. Because of physiological and ecological characteristics of red hot and red sweet pepper fruits, aging of tissues, respiration, and ethylene synthesis were detected at low level, and these characteristics of pepper fruits made easy in long-term storage. Physiological and ecological characteristics of red hot and red sweet pepper fruits in cultural system and storage were investigated.

Selection and use of antagonistic microbes during storage of red pepper fruits were conducted. For the marketing of red pepper fruits on an off-season in winter, systems for the long-term storage of fruits were development are below.

1. For the markets of pepper fruits in winter season, cultural systems were found : Seeds were planted in the middle of May, seedlings were transplanted at 20th of July, red hot and red sweet pepper fruits were harvested during the beginning of October and the end of November, and stored during December. It is recommended the supply of stored pepper fruits on the market from January.
2. For the improvement of storage of red hot and red sweet pepper fruits, the application of CaCl_2 is recommended two times at the concentration of 0.3~0.5% three weeks ago before harvest.
3. The effect of developmental stage of red hot and red sweet peppers on the storage were in order of mature-green, coloring, and redding. Red hot and red sweet pepper fruits can be stored do as 25~30 days, respectively, in the storage conditions of $7 \pm 1^\circ\text{C}$, and $\text{RH } 90 \pm 5\%$.
4. The high storage temperature increased the contents of sugars and ascorbic acids, but no effect of temperature on the capsaicinoids contents were found during storage.
5. Effects of pretreatment on red hot and red sweet peppers at 1°C for 34 hours, and 5°C for 29 hours, respectively were found.
6. The red hot pepper fruits stored at low temperature should not stored below or at the same storage temperature on the shelf. The fruits stored for 30 days should be sold within 10 days at 13°C .
7. The effects of ethylene, ethrel and jasmonic acid on inducing pigments on coloring fruits. Only ethrel developed pigment on coloring fruits. High temperature increased the development of postharvest ripening.
8. Bacterial isolate LS98-10 was selected for its strong inhibition of

several pepper storage rot fungi, and its culture extract was tested for their antagonistic effects on several storage rot fungi. Bacterial culture extracts were separated into upper extracts and pellets.

9. The supernatant was fractionated with ethylacetate (EtoAC) and butanol (BuOH), and the pellet was extracted with methanol (MeOH). Fractionated layers were evaporated by rotary evaporator and the concentrations were adjusted to 10,000ppm, 100,000ppm, 200,000ppm, 300,000ppm, 500,000ppm, and 1,000,000ppm. In order to test the inhibition effects of bacterial culture extract against the fungal isolates, PDA-plugs of the fungal isolates and paper discs, which saturated with different concentrations of evaporated extracts, were placed on PDA, and incubated at 25°C for one week. As a result, EtoAC and BuOH fractionated supernatant extracts did not show any inhibitory effect. However, MeOH fractionated pellet extracts showed inhibitory effects against fungal isolates of G1, G4, G6, and G7 at the concentration of 10,000ppm. Concentration of 100,000ppm, 200,000ppm, 300,000ppm, and 500,000ppm showed inhibitory effect against G6 and G7, G4 and G6, G1, G4, G6 and G7, and G1, respectively. In water fractionated extracts, concentration of 10,000ppm, 100,000ppm, and 200,000ppm, 300,000ppm, and 500,000ppm showed inhibitory effects against G7, G4 and G6, and G7, respectively.
10. The maximum effect of mixed gases on the change of color, weight loss, the outbreak of fungi, and the change of hardness of red hot and red sweet peppers were investigated. The compositions of gases were 1% of O₂, 1% CO₂, and 98% N₂.

11. Combined treatment of modified atmosphere (RH 70~80%) and controlled atmosphere can increase the storage of red hot and red sweet peppers up to 50 days.
12. Modified atmosphere storage of red hot and red sweet peppers treated NaCl showed highly improved effects on weight loss, the breakout of fungi, and the change of color.

The comprehensive results could recommend that developed cultural and storage systems can increase the income of farmers by supplying the red hot and red sweet peppers after storage to the market instead of producing pepper fruits in bad environmental conditions. Also established above systems can be adapted to guide and promote the spread of new system culture and storage system of the red hot and sweet peppers for farmers.

CONTENTS

SUMMARY	7
Chapter 1 Introduction	27
Section 1 Necessities of research	27
Section 2 Object and scopes of research	28
Chapter 2 Physiological characteristics and changes of quality of red hot and red sweet peppers by cultural system and during storage	30
Section 1 Introduction	30
Section 2 Materials and methods	31
Section 3 Results and dicussions	32
Section 4 Summary	37
Literature cited	38

Chapter 3 Effects of foliar application of calcium chloride on quality of red hot and red sweet pepper fruits during storage	39
Red hot pepper	39
Section 1 Introduction	39
Section 2 Materials and methods	40
Section 3 Results and discussions	42
Section 4 Summary	50
Literature cited	51
Red sweet pepper	53
Section 1 Introduction	53
Section 2 Materials and methods	54
Section 3 Results and discussions	55
Section 4 Summary	62
Literature cited	63
Chapter 4 Changes of postharvest physiological and quality of hot pepper and sweet pepper fruits by harvest maturity and storage temperature	66

Hot pepper	66
Section 1 Introduction	66
Section 2 Materials and methods	67
Section 3 Results and discussions	68
Section 4 Summary	76
Literature cited	77
Sweet pepper	80
Section 1 Introduction	80
Section 2 Materials and methods	81
Section 3 Results and discussions	82
Section 4 Summary	89
Literature cited	90
Chapter 5 Effects of several pre-cooling methods on shelf-life of red hot and red sweet pepper fruits	93
Section 1 Introduction	93
Section 2 Materials and methods	94
Section 3 Results and discussions	95
Section 4 Summary	103
Literature cited	105

Chapter 6 Effect of storage temperature and relative humidity on the quality of red hot and red sweet pepper fruits 107

Section 1 Introduction 107
Section 2 Materials and methods 108
Section 3 Results and discussions 110
Section 4 Summary 117
Literature cited 119

Chapter 7 Effects of shelf temperature on the quality of red hot and red sweet pepper fruits after low temperature storage 122

Section 1 Introduction 122
Section 2 Materials and methods 123
Section 3 Results and discussions 124
Section 4 Summary 131
Literature cited 132

**Chapter 8 Coloring and quality changes in hot
and sweet pepper fruits treated with
ethylene 134**

Section 1 Introduction 134

Section 2 Materials and methods 135

Section 3 Results and discussions 136

Section 4 Summary 143

Literature cited 145

**Chapter 9 Selection of antagonistic microbes
against hot pepper fruits storage
rot pathogens 155**

Section 1 Introduction 155

Section 2 Isolation of storage rot pathogens 157

1. Materials and methods 157

2. Results and discussions 157

Section 3 Storage rot antagonists selection 158

1. Materials and methods 158

2. Results and discussions 158

Section 4 Tests for effectiveness of antagonists against storage rot
microbes at 7°C and 24°C (room temperature) 166

1. Tests for effectiveness of antagonists against storage rot

microbes at 24°C (room temperature)	166
1) Materials and methods	166
2) Results and discussions	166
2. Tests for effectiveness of antagonists storage rot microbes at 7°C	170
1) Materials and methods	170
2) Results and discussions	170
Section 5 Identification of rot microbes depending on the storage temperature	174
Section 6 Tests for antagonistic effect with fractionation of selected bacterial culture fluids	175
1. Materials and methods	175
2. Results and discussions	175
Section 7 Summary	180
Literature cited	181

Chapter 10 Effects of CA storage of red hot pepper and red sweet pepper fruits for long-term storage

Section 1 Introduction	183
Section 2 Materials and methods	184
Section 3 Results and discussions	188
Section 4 Summary	196

Literature cited	198
------------------------	-----

Chapter 11 Effects of MA storage with fine holes for red hot pepper and red sweet pepper fruits 200

Section 1 Introduction	200
Section 2 Materials and methods	201
Section 3 Results and discussions	203
Section 4 Summary	211
Literature cited	212

Chapter 12 Effects of MA storage with NaCl for red hot and red sweet pepper fruits 214

Section 1 Introduction	214
Section 2 Materials and methods	216
Section 3 Results and discussions	218
Section 4 Summary	227
Literature cited	229

Appendix : Market research and shipment after storage of red hot and red sweet pepper fruits 231

목 차

요 약 문	2
제1장 서 론	27
제1절 연구개발의 필요성	27
제2절 연구개발의 목적과 범위	28
제2장 동절기 저장용 홍고추 및 홍단고추의 재배작 형 개발과 재배방법 개선	30
제1절 서 설	30
제2절 재료 및 방법	31
제3절 결과 및 고찰	32
제4절 결과요약	37
인용문헌	38
제3장 CaCl_2 엽면시비가 홍고추 및 홍단고추 저장 중 품질에 미치는 영향	39
홍고추	39
제1절 서 설	39
제2절 재료 및 방법	40
제3절 결과 및 고찰	42

제4절 결과요약	50
인용문헌	51

홍단고추	53
제1절 서 설	53
제2절 재료 및 방법	54
제3절 결과 및 고찰	55
제4절 결과요약	62
인용문헌	63

제4장 고추의 속도별 저장온도에 따른 생리적 특성 및 품질 변화

66

고추	66
제1절 서 설	66
제2절 재료 및 방법	67
제3절 결과 및 고찰	68
제4절 결과요약	76
인용문헌	77

단고추	80
1절 서 설	80
제2절 재료 및 방법	81
제3절 결과 및 고찰	82
제4절 결과요약	89

인용문헌	90
------------	----

**제5장 예냉처리에 따른 홍고추 및 홍단고추의 온도
별 품온 및 저장성에 미치는 영향** 93

제1절 서 설	93
제2절 재료 및 방법	94
제3절 결과 및 고찰	95
제4절 결과요약	103
인용문헌	105

**제6장 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 습도가
품질에 미치는 영향** 107

제1절 서 설	107
제2절 재료 및 방법	108
제3절 결과 및 고찰	110
제4절 결과요약	117
인용문헌	119

**제7장 홍고추의 저온저장 후 모의 유통온도가 품질
에 미치는 영향** 122

제1절 서 설	122
제2절 재료 및 방법	123

제3절 결과 및 고찰	124
제4절 결과요약	131
인용문헌	132

제8장 에틸렌 처리가 고추 및 단고추의 최숙과 착색증진 및 성분변화

제1절 서 설	134
제2절 재료 및 방법	135
제3절 결과 및 고찰	136
제4절 결과요약	143
인용문헌	145

제9장 홍고추의 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용

제1절 서 설	155
제2절 저장 중 병해의 원인구명 및 병원균의 분리 동정	157
가. 재료 및 방법	157
나. 결과 및 고찰	157
제3절 저장병원균 길항균 선발	158
가. 재료 및 방법	158
나. 결과 및 고찰	158
제4절 길항 균주의 고추 처리, 7℃ 및 24℃(실온)에서의 저장성 확인	166
1. 길항 균주의 고추 처리 및 24℃에서의 저장성 확인	166

가. 재료 및 방법	166
나. 결과 및 고찰	166
2. 길항균주의 실온 및 7℃에서의 저장 연장효과 시험	170
가. 재료 및 방법	170
나. 결과 및 고찰	170
제5절 저장온도에 따른 부패균 및 미생물 분류	174
제6절 선발된 길항균의 2차산물 선발 및 물질의 분리 동정	175
가. 재료 및 방법	175
나. 결과 및 고찰	175
제7절 결과요약	180
인용문헌	181

제10장 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 효과

제1절 서 설	183
제2절 재료 및 방법	184
제3절 결과 및 고찰	188
제4절 결과요약	196
인용문헌	198

제11장 홍고추 및 홍단고추의 미세공 MA 저장 효과

제1절 서 설	200
---------------	-----

제2절 재료 및 방법	201
제3절 결과 및 고찰	203
제4절 결과요약	211
인용문헌	212

제12장 NaCl을 이용한 홍고추 및 홍단고추의 MA

저장 효과

제1절 서 설	214
제2절 재료 및 방법	216
제3절 결과 및 고찰	218
제4절 결과요약	227
인용문헌	229

부록: 홍고추 및 홍단고추의 저장 후 시장조사 및

출하

제1장 서론

제1절 연구개발의 필요성

제2절 연구개발의 목적과 범위

제 1 장 서 론

제1절 연구개발의 필요성

고추는 호온·호광성 채소로서 하절기의 환경하에서는 품종에 따라 다소 차이는 있지만, 개화 후 45-50여일 후면 적숙과가 되는데 비해 동절기에는 저온, 단일, 약광 등 재배조건이 불리한 환경에 의해 과실성숙이 65일 이상 소요되어 재배생산에 많은 어려움이 있다. 그리고 우리나라의 경우는 노지재배에서 7월중 장기간 우기가 지속되어 탄저병 및 역병이 발생되어 약 80% 이상 수확이 불가능하고, 수확후기에 접어들어 품질이 열악하여 가격이 10월을 정점으로 급상승하는 경향이 있다. 소비자들이 고추에 함유하고 있는 비타민 A와 C 함량에 관심이 높아지면서 건조하는 과정에서 이들 성분이 99% 이상 파괴되어 생물소비의 비중이 매년 급격하게 증가하는 추세이다. 따라서 기존의 재배작형 보다는 새로운 동절기 저장 후 출하할 수 있는 재배작형을 개발할 필요가 있고, 장기저장 방법을 모색하여 농가소득에 기여할 필요가 있다.

저장방법으로는 저온저장, CA 저장 및 MA 저장 등을 복합적으로 처리하여 홍고추 및 홍단고추의 장기 저장할 수 있는 방법을 연구할 필요가 있다. 또한 고추를 비롯한 호온성 채소는 저장의 한계온도 이상에서 저장하면 저온장해를 방지할 수 있지만, 저장기간 중 호흡량의 증가로 저장산물이 시들거나 부패되어 상품성을 상실하기 쉽다. 따라서 저장과정에서 발생하는 부패균 또는 미생물을 분리하여 부패에 주동적으로 작용하는 부패균 또는 미생물에 대한 길항 미생물을 선발하여 저장 전에 처리하여 병해발생을 억제시켜 홍고추 및 홍단고추의 선도를 지속할 있는 방법을 연구할 필요가 있다.

제2절 연구개발의 목적과 범위

고추는 수확후 호흡량과 에틸렌의 변화가 거의 없는 non-climacteric형 과실로서 녹색기(mature-green stage) 및 적숙기(redding)에 수확하여 이용한다. 고추 및 단고추재배는 우리 나라의 경우 여름의 강우기를 지나면 역병과 탄저병에 의해 약 80% 정도 수확이 불가능할 정도로 심각한 실정이다. 그리고 고추는 생육후기에 접어들면 과실품질 및 수량이 급격하게 감소되어 10월부터 홍고추 및 홍단고추의 가격이 상승되어 동절기까지 이어진다. 따라서 홍고추 및 홍단고추를 동절기에 출하할 목적으로 재배작형과 재배기간 중 CaCl_2 처리에 의한 저장성 향상 및 저장기술을 개발하여 농가소득에 기여하고자 하였다. 그리고 저장기간을 연장하기 위하여 저온저장에 의한 생리·생태 특성, CA 저장 및 MA 저장을 연구하고, 저장 중 발생하는 병원균을 분류하여 저장에 필요한 길항 미생물을 분리하여 저장에 이용하고자 하였다.

1. 동절기 저장용 홍고추 및 홍단고추의 재배작형 개발과 재배방법 개선
 - 저장용 홍고추의 최대 수확확보를 위한 재배작형 확립
 - 저장성 향상을 위한 재배기간 중 CaCl_2 처리효과 검증
 - 에틸렌 처리가 고추 및 단고추의 최숙과 착색증진 및 성분변화
2. 홍고추 및 홍단고추의 저장 후 생리 및 생태적 특성 구명
 - 고추 및 단고추의 숙도별 저장온도에 따른 생리적 특성 및 품질변화
 - 예냉처리에 따른 홍고추 및 홍단고추의 온도별 품온 및 저장성에 미치는 영향
 - 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 습도가 품질에 미치는 영향
 - 홍고추의 저온저장 후 모의 유통온도가 품질에 미치는 영향

3. 홍고추의 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용
 - 저장 중 병해의 원인구명 및 병원균의 분리동정
 - 저장 병원균 길항균 선발 및 길항균주의 효과 확인
 - 저장온도에 따른 부패균 및 미생물 분류
 - 선발된 길항균의 2차산물 선발 및 물질의 분리동정
4. 홍고추 및 홍단고추의 장기저장을 위한 저장방법 모색
 - 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 효과
 - 홍고추 및 홍단고추의 미세공 MA 저장 효과
 - NaCl을 이용한 홍고추 및 홍단고추의 MA 저장 효과

제2장 동절기 저장용 홍고추 및 홍단고추 의 재배작형 개발과 재배방법 개선

제1절 서 설

제3절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 2 장 동절기 저장용 홍고추 및 홍단고추의 재배작형 개발과 재배방법 개선

제1절 서 설

시설재배의 발달과 아울러 고추 및 단고추의 주년공급이 가능하게 됨에 따라 다양하게 작형의 분화가 이루어지게 되고 작형에 적합한 품종들이 출현하게 되었다. 우리 나라에서는 대체로 고추의 작형을 축성재배, 반축성재배, 억제재배, 터널재배, 노지 조숙재배로 나눌 수 있으며, 작형의 선택은 지역적 특성과 경제성 등을 고려해서 재배해야 한다. 특히 작형을 선택할 때는 품종의 재배적 특성을 감안하여야 한다.

고추는 호온·호광성 식물로서 하절기의 환경에서는 품종에 따라 다소 차이는 있지만, 개화 후 50일경이면 적숙과가 되는 반면, 동절기에는 저온, 단일, 약광 등의 재배환경이 열악하기 때문에 과실의 적숙과까지는 65일 이상 소요되어 재배상 어려움이 많다(Jeong 등, 1994, 1995; Han 등 1996). 특히 홍고추의 소비량이 매년 증가하고 있는 상황에서 동절기의 생산은 불리한 재배환경으로 인하여 생산이 어렵기 때문에 저장하여 혹한기에 유통할 수 있는 재배방법이 개발되는 것이 바람직하다고 생각된다.

일반적으로 남부지방을 중심으로 9월말 경에 축성재배에 의해 동절기에 풋고추용으로 재배되고 있는 작형이 있을 뿐 홍고추나 홍단고추를 생산할 목적으로 재배되는 작형을 아직 개발되지 않았다.

따라서 동절기에 단경기 출하를 목적으로 재배할 수 있는 재배작형을 개발하고, 일시에 저장용을 다량 확보할 수 있는 방법을 모색하고자 본 연구를

실시하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '녹광고추'(주홍농종묘)와 '뉴에이스'(주TAKII seed, Japan)를 이용하였고, 재배작형을 개발하기 위해 1999년 5월 20일, 6월 20일 및 7월 20일에 강원대학교 비닐하우스에 정식하였다. 유기물 및 무기물시비는 10a 기준으로 질소 19.0kg, 인산 11.2kg, 칼리 15.0kg을 표준 시비하였고, 퇴비는 완숙된 것을 3톤, 석회는 150kg, 붕소는 2kg 정도 사용하였다. 재배방법은 1줄 이랑재배로 이랑넓이를 80cm로 하였다.

표 1. 고추 및 단고추 양액조성표 (물 1톤기준)

양액구분	양액조성 성분	조성액량(kg)
A 탱크	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$	39.0
	KNO_3	30.3
	FeEDTA(13%)	1.27
B 탱크	KNO_3	30.3
	KH_2PO_4	12.9
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	19.7
	NH_4NO_3	5.1
C 탱크	H_3BO_3	300g
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	200g
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22g
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5g
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2g

그리고 유리온실에서 원시처방에 의해 pH 6.5, EC 2.0~2.1로 조절하였고, 8~10회/일 그리고 0.8L/주를 공급하여 재배하였다(표 1). 재배작형을 확인하기 위하여 2000년에 반복 재배하였다.

저장용 홍고추 및 홍단고추를 일시에 최대수량을 확보하기 위해 1분지 및 2분지의 꽃을 제거한 후 각각의 분지에서 완숙된 홍고추 및 홍단고추의 과장, 과실굵기 및 과중을 조사하였다. 조사분지는 1분지부터 5분지까지의 과실을 조사하였다. 재배기간은 비닐하우스인 경우는 10월 초순, 유리온실은 11월말에 종료하였다.

제3절 결과 및 고찰

홍고추의 재배시기별로 각 분지의 과실 비대를 비교한 결과는 표 2와 같다. 5월 20일 및 6월 20일에 정식하여 수확한 과실은 1분지부터 4분지까지는 과장은 14~16cm, 과실 굵기는 18~20mm 그리고 생체중은 21~22g/과로 유사하였지만, 5분지에서는 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 그리고 7월 20일에 정식한 과실은 1분지는 대부분 낙화하여 착과되지 않았고, 2분지부터 5분지까지 비슷한 과실을 얻었다. 이러한 결과는 1분지에서 착과되지 않아 식물체의 생육이 왕성하여 과실이 균일하게 비대한 것으로 생각된다. 1분지에 결과가 안된 것은 한여름의 고온에 의한 결과로 생각된다.

표 2. 고추 재배시기에 따른 각 분지별 과실비대 비교

정식시기	분지	과장(cm)	과굵기(mm)	생체중(g)/과
5월20일	1	16.1a	18.5b	21.3a
	2	15.5a	18.6b	22.5a
	3	15.0a	20.2a	21.7a
	4	14.3b	19.3a	21.1a
	5	13.8b	18.7b	19.7b
6월 20일	1	15.0a	19.6a	19.4a
	2	15.4a	18.8a	19.6a
	3	15.5a	17.9a	19.4a
	4	15.3a	18.1a	18.2b
	5	14.1b	17.2b	17.8b
7월 20일	1	-	-	-
	2	15.8a	20.1a	20.1b
	3	16.2a	20.3a	21.1a
	4	16.5a	20.5a	19.4b
	5	15.3b	18.1b	18.0b

홍단고추의 재배시기별로 각 분지의 과실 비대를 비교한 결과는 표 3과 같다. 5월 20일 및 6월 20일에 정식하여 수확한 홍단고추는 1분지부터 3분지까지는 과장이 약 11cm, 과실 굵기는 약 68mm 그리고 생체중은 122g 내외였지만, 4분지부터는 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 7월 20일에 정식한 과실은 2분지부터 5분지까지 과장, 과실 굵기 및 생체중이 유사하였다. 고추에서도 지적되었지만, 고온기의 여름재배는 고온에 의해 낙화가 원인인 것으로 생각된다.

표 3. 단고추 재배시기에 따른 각 분지별 과실비대 비교

정식시기	분지	과장(cm)	과굵기(mm)	생체중(g)/과
5월 20일	1	10.9a	67.0a	121.0a
	2	10.6a	67.6b	123.9a
	3	10.6a	68.3a	122.2a
	4	10.1a	60.7b	103.4b
	5	9.1b	55.4c	87.1c
6월 20일	1	10.3a	70.2a	120.1a
	2	10.1a	68.3a	118.0b
	3	10.8a	69.9a	116.9b
	4	10.3a	60.2a	110.1a
	5	9.2b	61.0b	100.2c
7월 20일	1	-	-	-
	2	10.5a	71.4a	121.5a
	3	10.3a	70.2a	118.3a
	4	10.2a	69.5a	118.3a
	5	10.4a	69.1a	117.9b

고추 및 단고추재배시 1분지 및 2분지의 꽃을 적화하여 재배한 결과는 표 4와 같다. 적화하지 않은 것보다는 1분지 및 2분지 적화에서 다소 과실 크기가 감소되기는 했으나 커다란 차이는 없었다. 이러한 결과는 1분지나 2분지의 꽃을 적화하면 식물체가 왕성하게 생육하기 때문에 그후에 과실을 착과시키면 과실 비대가 빠르게 이루어지므로 1분지 및 2분지 적화시 초기 수량은 감소되겠지만, 총 수량에서는 커다란 차이가 없을 것으로 생각된다. 또한 저장용은 일시에 많은 량을 확보하여 저장하는 것이 유리하기 때문에 특히 동절기의 저장 후 단경기 출하를 위해서는 1분지 또는 2분지의 꽃을 적화하여 재배하는 것이 유리하다고 생각된다.

표 4. 고추 및 단고추 재배시 1분지 및 2분지 적화가 과실비대에 미치는 영향

작물	처리	과장(cm)	과굵기(mm)	생체중(g)/과
홍고추	무처리	17.5a	20.4a	28.3a
	1분지적화	16.5b	18.8b	24.9b
	2분지적화	16.3b	18.4b	23.6b
홍단고추	무처리	11.5a	77.6a	137.5a
	1분지적화	10.7b	75.7b	127.2ab
	2분지적화	10.4b	74.3b	116.5a

동절기의 저장용 홍고추 및 홍단고추를 생산하기 위해서는 5월 중순경에 파종하여 7월 중순경에 정식 후 1분지 및 2분지의 꽃을 적화하여 11월말 또는 12월초까지 생산하는 것이 품질면에서 유리하다고 생각된다(그림 1). 일반적으로 고추나 단고추는 9월초에 반숙성 재배하여 동절기를 거쳐 이듬해 5월까지 재배하는 것이 관례 재배법이나 이들 작물은 호온성 및 호광성 작물로 동절기 재배는 가온에 소요되는 연료비가 생산비에 부담을 주고, 여름재배보다는 개화 후 10~15일 정도가 더 경과되어야 생산이 가능하기 때문에 동절기의 저장 후 출하를 목적으로 재배하기 위해서는 본 재배법이 이들 단점을 극복할 수 있다고 생각된다.

재배작형 /월별	5	6	7	8	9	10	11	12	1
시설재배	♥파종	♠육묘	♣정식	-----	♣수확 및 저장개시	-----	♣출하개시	-----	

그림 1. 저장용 홍고추 및 홍단고추 최대수량 확보 및 동절기 단경기 출하 모식도

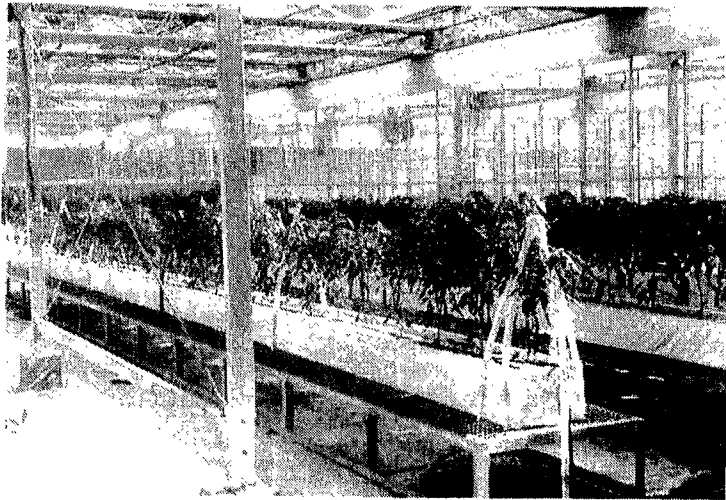


사진 1. 고추 및 단고추의 토경(상) 및 양액재배(하) 전경
(정식시기 2000년 7월 20일)

제4절 결과요약

고추 및 단고추를 저장용으로 재배하기 위한 재배작형을 개발하기 위하여 5월 20일, 6월 20일 및 7월 20일에 정식하여 과실 비대에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다. 고추 및 단고추 모두 어느 때나 정식해도 과장, 과실 굵기 및 생체중에는 차이가 없었고, 7월 20일 정식에서는 1분지에 착과가 되지 않았다. 동절기의 저장용 홍고추 및 홍단고추를 생산하기 위해서는 5월 중순경에 파종하여 7월 중순경에 정식 후 1분지 및 2분지의 꽃을 적화하여 11월말 또는 12월초까지 생산하는 것이 품질면에서 유리하다고 생각된다

인용문헌

- Han, K.P., C.S. Jeong, I.S. Kim, H.K. Yun, and M. Nagaoka. 1996. Effect of environment factors on the yield of fruit in *Capsicum annuum* L. Inst. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ. 7:59-68.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and K.P. Han. 1994. Comparison of capsaicin content and sugar accumulation at each growth stage of native cultivar and introduced *Capsicum annuum* L. J. Sci. Tech. Kangwon Nat. Univ. 33:166-217.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka, and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:211-217.
- 농촌진흥청. 2001. 고추재배
- Ohta, Y. 1960. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, Capsaicin content of several varieties of *C. annuum* and related species. Seiken Ziho 11:63-72
- Ohta, Y. 1962. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, III. Development of *Capsicum* species. Jap. Jour. Genet. 37:86-90.
- 표현구, 최정일, 이강희. 1992. 채소학 각론. 고추편. 향문사. pp.141-160
- Saga, K. 1970. Studies on the changes of some constituents in the fruits in relation to the growth of pepper fruits, especially on development of capsaicin in the fruits. Dept. of Agro., Faculty of Agri., Hokkaido Univ. 7:294-299.

제3장 CaCl_2 엽면시비가 홍고추 및 홍단 고추의 저장성 및 품질변화에 미치는 영향

홍고추

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

홍단고추

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 3 장 CaCl_2 엽면시비가 홍고추 및 홍단고추 저장 중 품질에 미치는 영향

홍고추

제1절 서 설

일반적으로 저장성 연장을 위한 저장방법으로는 저온저장, CA 저장 및 MA 저장 등 복합적으로 처리하여 신선도 유지는 물론 장기간 저장하는 방법이 모색되어져 왔다. 그리고 재배방법에 의한 저장성 연장방법으로는 Ca 처리에 의한 방법이 있다.

Ca의 역할은 세포벽을 유지하여 저장력 향상과 밀접한 관계가 있으며, 세포벽 유지를 위해서는 세포에 함유하고 있는 Ca 함량이 매우 중요한 요인으로 작용하고, 세포벽을 연결하는 중층의 주성분인 펙틴분자를 교차결합 시킴으로써 더욱 단단한 중층을 형성하게 된다. 이러한 Ca의 작용을 이용하여 저장력 향상을 위해 Ca를 직접 과실표면에 뿌리거나 엽면시비하여 머스크멜론, 딸기, 토마토 및 사과 등의 과실에서 노화지연, 부패과 발생감소, 호흡 및 에틸렌 발생을 감소시켜 저장력을 향상시키는 방법이 시도되고 있고, 효과도 인정되는 것으로 알려져 있다(Bramlage 등, 1995; Burns와 Pressey, 1987; Chéour 등, 1990; Chéour 등, 1991; Chung 등, 1993; Conway와 Sams, 1987; Faust와 Shear, 1972; Glenn 등, 1988; Jeong 등 1998).

본 연구에서는 홍고추를 수확 전에 칼슘을 엽면시비하여 수확된 과실의 생

리적 특성, 저장에 따른 품질변화 및 저장성을 향상시키기 위하여 수행하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 (주) 흥농종묘의 '녹광고추'를 이용하였다. 재배는 1999년 7월 15일에 정식하였고, 강원대학교 부속농장 유리온실에서 양액재배하였다. 홍고추를 수확 3주전부터 4일 간격으로 CaCl_2 를 0.1, 0.3 및 0.5%씩 각각 2회 처리 후 완숙과를 11월중에 수확하여 저장재료로 이용하였다. 수확된 홍고추를 7°C에 저장하면서 CO_2 , C_2H_4 , 당류, ascorbic acid, capsaicinoids 함량 및 부패율을 조사하였다.

CO_2 및 C_2H_4 측정은 1, 2, 3, 4, 5, 6 및 7일간 측정하였고, 성분분석은 30일과 40일간 저장한 시료를 채취하여 분석에 이용하였다. CO_2 및 C_2H_4 는 Park 등(1997)의 방법에 준하여 gas chromatography(model 680D, 영인과학, 국산)를 이용하여 CO_2 는 oven 온도를 150°C, TCD 온도를 200°C로 하였고, C_2H_4 는 oven 온도를 225°C, FID 온도를 200°C에서 승온식으로 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15' x 1/8" SS(2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다. 당 분석 및 ascorbic acid 분석을 위해 5, 10, 15 및 20°C의 저온항온기내에 저장하면서 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40 및 50일에 각각 5과씩 분석시료로 이용하였다. 당 분석은 5개의 과 중심부분에서 각각 5g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μm membrane filter로 여과 후 10 μL 씩 2회 반복 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다.

당 분석은 HPLC(model : RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm ϕ x 30cm)로 환원당 및 비환원당을

분석하였다 (Jeong 등, 1995). Ascorbic acid 분석은 5개의 과 중심부분에서 4g씩 채취하여 총 20g을 6% HPO₃ 200ml와 함께 10,000rpm으로 10분간 마쇄 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 10 μ l씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다(Park 등, 1997). HPLC(model : SPD-10AV)의 조건은 UV-detector로 하였고, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm ϕ x 30cm)으로 UV 254nm로 분석하였다. 부패율은 각각 50과씩 저장하여 꼭지 부분에 곰팡이가 발생하면 부패과로 간주하였다.

Capsaicinoids 분석은 Jeong 등(1995)의 방법에 준하여 5개의 과실을 냉동 건조하여 분쇄 후 400mg 분말을 acetone 20ml와 함께 삼각 flask에 넣고 약 16시간 동안 진탕하였다. UV-분광기(U-3210, spectrophotometer, Hitachi, Japan) 246nm에서 측정하였다.

엽과 과실내의 Ca 함량 측정은 시료를 80℃에서 48시간 건조하여 분쇄 후 0.5g을 취하여 H₂O₂-H₂SO₄법으로 식물체를 열판에서 분해하였다. 이 분해액에 적당량의 증류수를 넣어 희석후 filter paper No. 42로 여과하여 얻은 액을 3차 증류수로 다시 100mL로 표선하여 원자흡광분광기(atomic absorption spectrophotometer, model : 6701F, Shimadzu, Japan)로 Ca를 측정하였다.

제3절 결과 및 고찰

호흡량은 무처리구에서는 $0.94\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 높았지만, CaCl_2 처리구는 약 $0.82\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 낮게 나타났고, 저장 3일까지는 현저하게 감소하였고, 이후에는 전체적으로 소량씩 감소하는 경향을 보였으나, 처리농도간에는 차이가 없었다(Fig. 1). Poovaiah(1986)에 의하면 사과에 Ca를 처리하면 CO_2 및 C_2H_4 발생이 억제된다고 하였는데, 본 연구의 결과에서도 일치하였다.

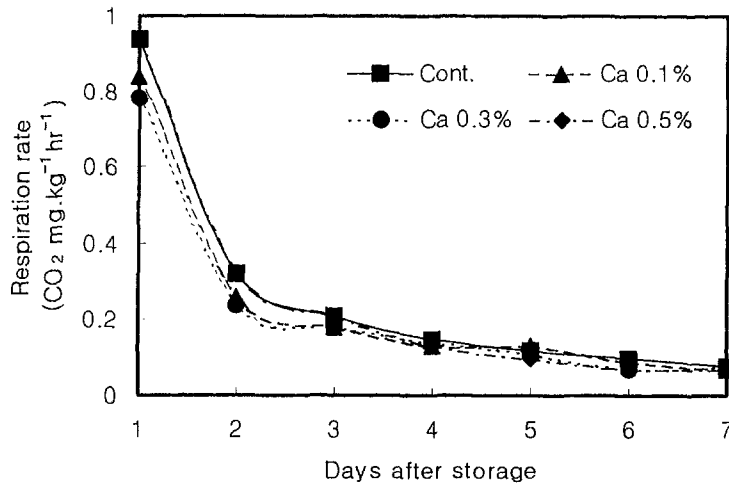


Fig. 1. The effect of CaCl_2 foliar application on the red pepper storage and CaCl_2 concentration on the respiration.

홍고추를 수확 3일전에 CaCl_2 를 각 농도별로 처리한 결과 CaCl_2 처리구에서 무처리구 보다는 C_2H_4 발생량이 저장초기부터 낮게 나타났고, 특히 CaCl_2 0.5%구에서는 저장 1일에는 $172.0\text{nL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 저장기간이 길어짐에 따라 서서히 감소하여 저장 7일째 $15.5\text{nL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 현저하게 낮았다(Fig. 2).

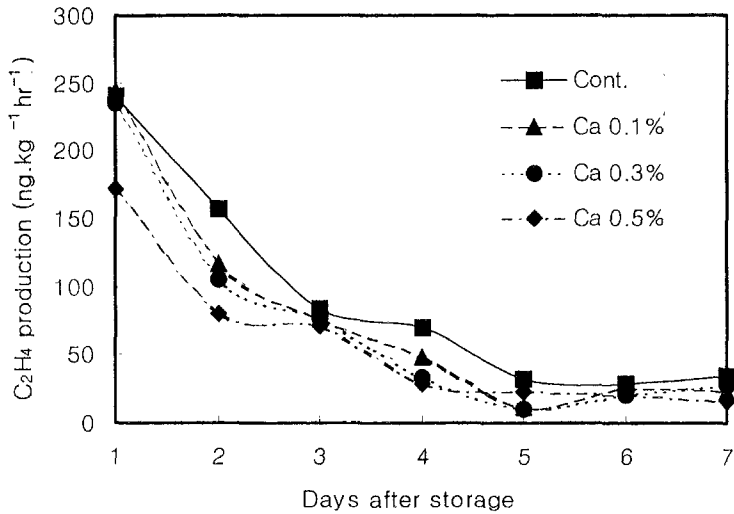


Fig. 2. The effect of CaCl₂ foliar application on the red pepper storage and CaCl₂ concentration on the ethylene production.

CaCl₂ 처리후 엽과 과실에 Ca 축적량을 분석한 결과 엽에서는 Ca 축적 함량이 무처리구에서는 2.01%, CaCl₂ 0.1% 처리구는 2.61%, 0.5% 처리구는 3.36%로 처리농도가 높을수록 현저한 차이를 보였지만, 과실에서는 무처리구 0.4%, CaCl₂ 처리구는 약 0.47% 정도로 매우 적은 양이 축적된 것으로 나타났다(Fig. 3). Jeong 등(1998)은 머스크멜론 재배시 Ca를 엽면시비하여 수확된 과실내에 축적된 Ca를 분석한 결과 무처리구와 Ca 처리구간에 차이가 있었다는 보고와 유사하였다. 그리고 딸기에 Ca를 처리하면 잎과 과실에 Ca 함량이 증가하고, 무처리에서는 중층이 보이지 않았으나, Ca 처리에서는 중층이 선명하게 관찰된다고 하였다(Chéour 등, 1990; Chung 등, 1993). 그런데 본 연구에서는 엽 보다는 과실내에서 Ca 함량이 적게 검출된 것은 과실은 과피에 두터운 wax층에 의해 흡수가 억제된 반면, 엽은 조직이 연하거나 기공

을 통해 Ca 흡수가 용이하기 때문에 엽에 더 많이 축적된 것으로 생각된다.

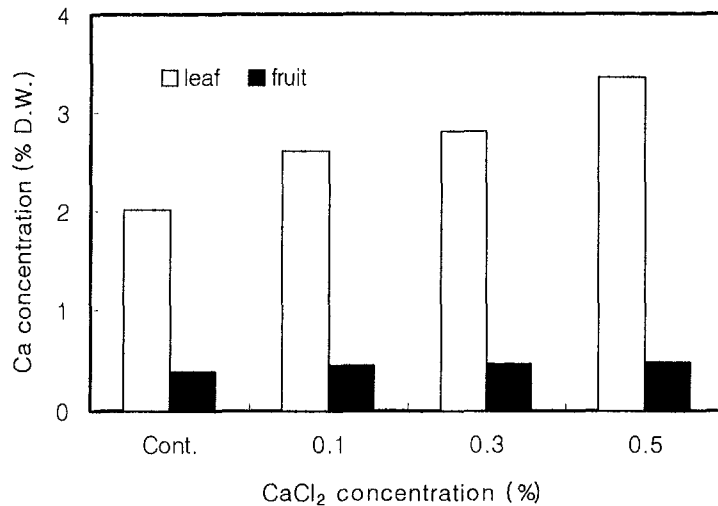


Fig. 3. The effect of foliar application of CaCl₂ on the Ca content in leaves and red pepper fruits.

CaCl₂ 처리한 과실의 당 함량은 CaCl₂ 농도가 높아질수록 저장 후 당 함량이 호흡에 의한 감소 폭이 무처리 보다는 적었다. 그리고 저장 30일 보다는 40일에서 sucrose 함량이 절반이상 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 전당 함량은 6~7%로 CaCl₂ 처리에 따른 당의 변화에는 커다란 차이가 없었다 (Fig. 4). Jeong 등(1998)은 머스크멜론재배시 CaCl₂ 0.5%를 엽면시비하여 20일간 저장한 결과 무처리 과보다는 CaCl₂ 처리과실에서 당 함량이 저장기간 동안에 높게 유지되었고, 특히 당류 중에서도 sucrose 함량은 CaCl₂ 처리한 과실에서 저장기간 동안 높은 당 함량이 유지된다고 하였다. 본 연구에서도 유사한 연구 결과를 얻었는데 이것은 Ca를 처리하면 저장 중에 호흡 및 에틸렌 생성이 억제된다는 보고가 있는데(Conway와 Sams, 1987; Glenn 등, 1988; Sams와 Conway, 1984), Ca를 처리하면 저장기간 중 호흡이 억제되어 당 함

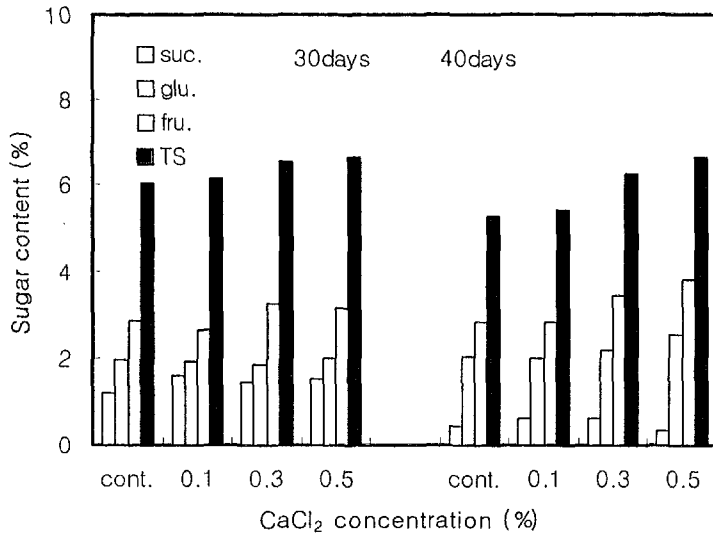


Fig. 4. The effect of CaCl₂ foliar application on the red pepper storage and CaCl₂ concentration on the sugar content.

량이 오래 유지되었다고 생각된다. Ascorbic acid 함량도 무처리구에서는 약 230.0mg/100g fresh wt.으로 나타난 반면, CaCl₂ 처리구에서 약 237.0mg/100g fresh wt.으로 다소 높았고, 저장 후 40일에서는 약간 감소하는 경향을 보였다 (Fig. 5).

그리고 당과 ascorbic acid 함량이 저장 1일 후 보다 3일째는 저장온도가 높아지면서 다소 증가하는 경향을 보였는데, 이것은 Lester와 Bruton(1986)의 결과와 유사하였는데, 그들은 저장중 생체중의 손실이 호흡속도 보다 빠르면 당 함량이 일정기간 동안 높아진다고 하였다.

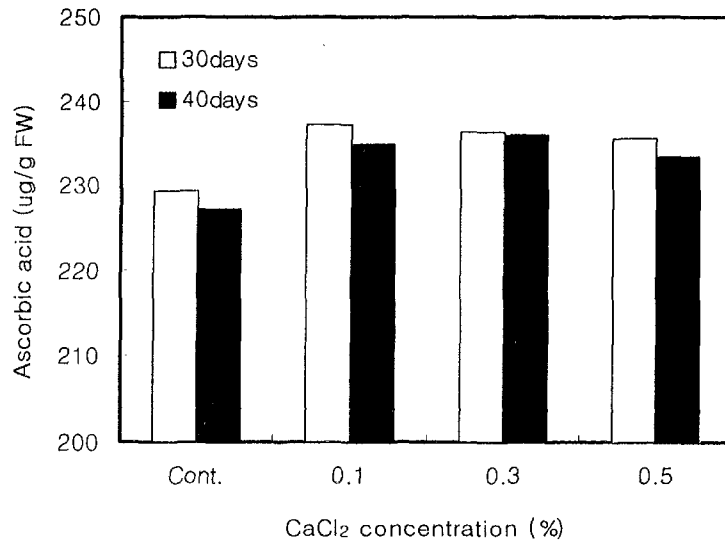


Fig. 5. The effect of CaCl₂ foliar application on the red pepper storage and CaCl₂ concentration on the ascorbic acid content.

Capsaicinoids 함량은 CaCl₂ 처리에 따른 변화는 0.16% dry wt. 내외로 저장기간에 관계없이 차이가 거의 없는 것으로 나타났다(Fig. 6).

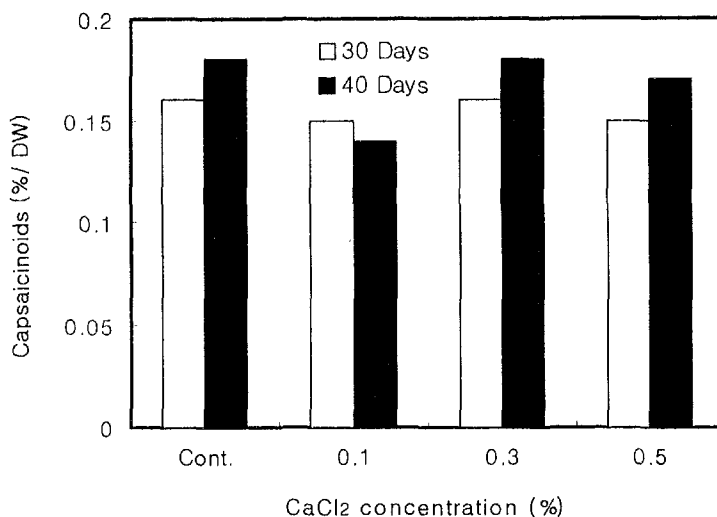


Fig. 6. The effect of CaCl₂ foliar application on the red pepper storage and CaCl₂ concentration on the capsaicinoids content.

저장성은 40일간 저장 후 부패율을 조사한 결과 무처리구에서 25%, CaCl₂ 0.1%에서 22%, 0.3%에서 17.2% 그리고 0.5%에서는 15.6%로 각각 나타나 CaCl₂ 처리농도가 높을수록 저장력을 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다 (Fig. 7).

이러한 결과는 Ca 처리 농도가 높을수록 세포벽 구조와 중층을 유지하는데 효과적이고, 과실의 경도가 단단해져 저장력 향상과 부패율이 감소한다는 보고와 일치하였다(Chéour 등, 1991; Chung 등, 1993; Conway와 Sams, 1987). Park과 Lee(1996)에 의하면 사과에 Ca를 처리하면 경도가 저장기간 동안에 높게 유지되었을 뿐만 아니라 사과 겹무늬썩음병균의 발생을 억제하는 효과가 있다고 하였다. 또한 Ca 처리는 호흡과 에틸렌의 발생억제, 노화 지연, 기타 생리적인 장애를 감소시키며, 곰팡이나 박테리아의 침입에 대한 내성을

증가시킨다(Faust와 Shear, 1972; Tingwa와 Young, 1974). 그러나 Ca는 처리 후 엽소현상(Chung 등, 1993; Jeong 등, 1998)을 유발시킬 수 있기 때문에 처리농도와 처리시기가 중요하고 특히 한낮의 고온기에는 주의를 할 필요가 있다.

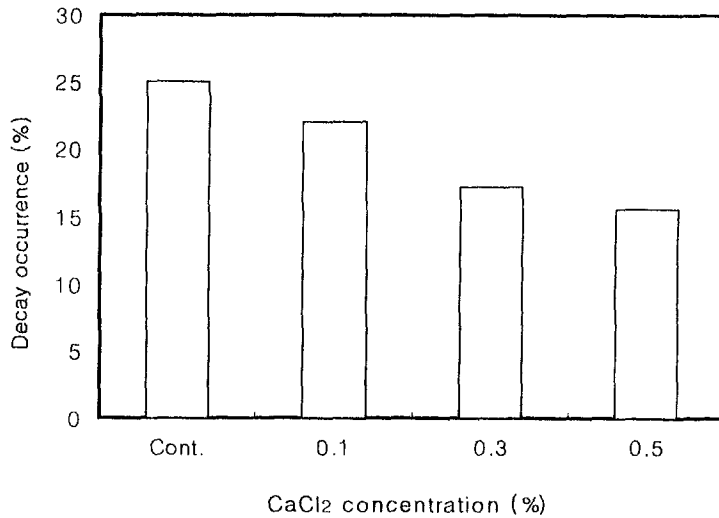


Fig. 7. The effect of CaCl₂ foliar application on the red pepper storage and CaCl₂ concentration on the decay occurrence.

이상의 결과에서 홍고추 재배시 CaCl₂를 처리하면 저장성에 상당한 효과가 인정되므로 저장용 홍고추를 재배하고자 할 때 수확 3주전에 5일 간격으로 0.3~0.5% 범위의 농도를 2회 정도 처리하면 저장성이 향상되는 결과를 확인하였다.

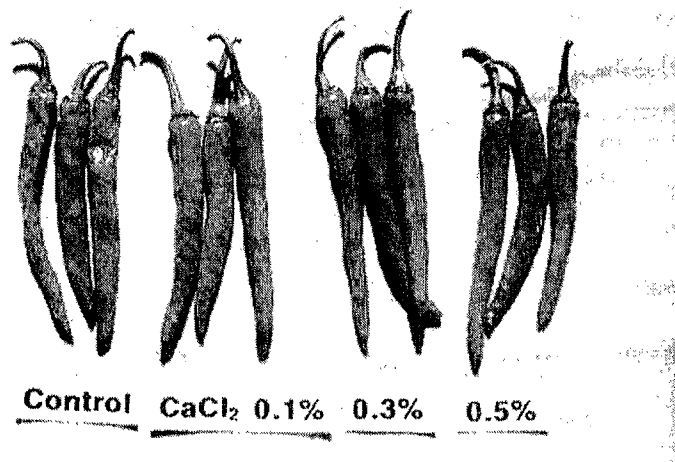


사진 1. 고추 재배기간 중 칼슘처리하여 재배한 과실 (저장 후 40일)

제4절 결과요약

홍고추의 저장성 및 품질을 향상시키기 위해 CaCl_2 처리하였고, 7°C 에서 30일간 저장 후 유통온도에 따른 품질변화에 대하여 연구하였다. 홍고추를 수확 전에 CaCl_2 를 처리하면 저장기간 동안 에틸렌 및 호흡량이 현저하게 감소하였다. CaCl_2 처리에서 당 함량은 30일 저장에서 무처리 보다는 높게 유지되었고, 40일 저장에서는 약간 감소하는 경향을 보였다. CaCl_2 처리에 의해 저장기간 동안 ascorbic acid 함량은 유지되었고, 7°C 에 저장 후 유통온도가 기존 저장온도 보다 높으면 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 저장기간 동안 CaCl_2 처리 및 변온에 따른 capsaicinoids 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. CaCl_2 처리에 따른 부패율은 40일간 저장하면 무처리구에서 25%, CaCl_2 0.5% 처리구에서 15.6% 정도 부패되어 CaCl_2 처리에 의해 부패과의 발생율이 감소되었다. CaCl_2 를 0.3~0.5% 처리하면 약 40일간 저장이 가능하고 신선한 품질을 유지할 수 있다고 생각된다.

인용문헌

- Bramlage, W.J., M. Drake, and S.A. Weis. 1985. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate and calcium chelate as foliar sprays for 'McIntosh' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:786-789.
- Burns, J.K. and R. Pressey. 1987. Ca_2^+ in cell walls of ripening tomato and peach. *J. Amer.Soc. Hort. Sci.* 112:783-787.
- Chéour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhlouf, P.M. Charestr, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:789-792.
- Chéour, F., C. Willemot, J. Arul, J. Makhlouf, and Y. Desjardins. 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of $CaCl_2$. *HortScience* 26:1186-1188.
- Chung, H.D., K.K. kang, S.J. Yun, and B.Y. Kim. 1993. Effect of foliar application calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:7-15.
- Conway, W.S. and C.E. Sams. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration and ethylene production in apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:300-303.
- Faust, M. and C.B. Shear. 1972. The effect of calcium on respiration of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97: 437-439.
- Glenn, G.M., A.S.N. Reddy, and B.W. Poovaiah. 1988. Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. *Plant Cell Physiol.* 29:565-572.

- Jeong, C.S., K.C. Yoo and Y.R. Yeung. 1998. Effects of foliar application of CaCl₂ on quality of netted muskmelons during postharvest storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(2): 170-174.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36(2):211-217.
- Lester, G.E. and B.D. Bruton. 1986. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:727-731.
- Park, S.H. and C.U. Lee. 1996. Effect of postharvest calcium infiltration on firmness, pectin content and occurrence of *Botryosphaeria dothidea* in apple fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(1):81-86.
- Park, Y.S., T.S. Na and K.M. Lee. 1997. Effects of O₂ and CO₂ treatments within polyethylene film bags on the fruit quality of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(5):510-515.
- Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Tech.* 40:86-89.
- Sams, C.E. and W.S. Conway. 1984. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:53-57.
- Tingwa, P.O. and R.E. Young. 1974. The effect of calcium on the ripening of avocado (*Persia americana* Mill) fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:540-542.

홍단고추

제1절 서 설

세계적으로 지금까지 많은 연구자에 의해 저장중인 과실류와 채소류의 품질유지와 병원균이나 생리장해에 의한 손실을 감소시키기 위하여 연구가 진행되고 있다(Klien과 Lurie, 1992). 최근에는 저온저장, CA 저장, MA 저장 및 Ca 처리 등을 복합적으로 처리하여 신선도를 유지시키고, 장기저장 방법이 모색되어 많은 원예작물의 수확 후 품질보존을 위한 저장기술이 획기적으로 발전하게 되었다. 특히, 여러 가지 저장성을 연장하기 위한 방법들 중 Ca 처리는 식물체의 세포벽을 유지하여 저장성 향상과 밀접한 관계가 있으며, 세포벽을 유지하기 위해서는 세포에 함유하고 있는 Ca 함량이 매우 중요한 요인으로 작용한다 (Poovaiah, 1986, 1988). 저장성을 향상시키기 위하여 Ca를 직접 과실표면에 뿌리거나 엽면시비하여 딸기, 토마토 및 사과 등의 과실에서 노화 지연, 부패과 발생 감소, 호흡 및 에틸렌 발생을 감소시켜 저장성을 향상시킨 연구가 다수 보고되었다(Burns와 Pressey, 1987; Bramlage 등, 1985; Chéour 등, 1990, 1991; Chung 등, 1993; Conway, 1987; Faust와 Shear, 1972; Glenn 등, 1988).

홍단고추의 과실은 일반적으로 수확 후 상자내에 폴리에틸렌 봉지에 넣어서 출하되고 있으며, 그 후 상점에서 소비자에게 이르는 동안 품질이 저하되고, 부패가 발생하여 상품의 가치가 떨어지는 경우가 많기 때문에 저장성 및 품질향상을 위한 방법이 모색되어야 한다. 또한 동절기에는 열악한 기후특성에 따른 단고추의 착색까지는 장시간이 소요되어 재배농가에서도 생산을 기피하고, 대부분 청단고추를 생산하고 있어 동절기의 홍단고추 가격은 고가

로 형성되고 있다.

본 연구에서는 동절기에 홍단고추의 단경기 출하를 목적으로 저장성을 향상시키기 위해 수확 전에 CaCl_2 를 엽면시비하여 수확 후 저장기간 중 호흡 및 에틸렌 발생량, 성분변화 및 저장성을 검토하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '뉴에이스'(㈜Takii seed, Japan) 단고추를 이용하였다. 홍단고추는 1999년 7월 15일에 정식하였고, 강원대학교 부속농장 유리온실에서 원시처방에 의해 양액재배하였다. CaCl_2 처리는 과실이 최숙기에 접어들었을 때 무처리, 0.1%, 0.3% 및 0.5%로 수확 3주전에 4일 간격으로 2회 엽면시비하여 완숙과를 수확해서 저장재료로 이용하였다. 홍단고추를 수확하여 항온·항습기(BR-590H/S, Fisons P/C, UK)내의 온도 및 습도를 각각 7°C 및 $93\pm 3^\circ\text{C}$ 의 조건에서 저장하였다. CO_2 및 C_2H_4 측정은 저장후 1, 2, 3, 4, 5, 6 및 7일째에 gas chromatography(GC, model 680D, 영인과학, 한국)를 이용하였고, 측정은 박 등(1997)의 방법에 준하였다. 과실을 4L 용기에 약 600g 정도를 넣은 다음 측정 3시간 전에 밀폐하여 0.5mL씩 채취하여 GC로 측정하였다. CO_2 측정은 oven 온도를 150°C , TCD 온도를 200°C 로 하였고, 에틸렌 측정은 oven 온도를 225°C , FID 온도를 200°C 에서 승온식으로 하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, $15' \times 1/8''$ SS(2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다.

엽과 과실내의 Ca 함량은 시료를 80°C 에서 48시간 건조시켜 분쇄 후 0.5g을 취하여 H_2O_2 - H_2SO_4 법으로 식물체를 열판에서 분해하였다. 이 분해액에 적당량의 증류수로 다시 100ml로 맞추어 원자흡광분광기(Atomic Absorption

Spectrophotometer, model : 6701F, Shimadzu, Japan)로 Ca를 측정하였다.

당 및 ascorbic acid 분석은 저장 후 20일 및 30일에 시료를 채취하여 분석에 이용하였다. 당 분석은 5개의 과실에서 각각 10g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과 후 10 μ L씩 주입하여 HPLC(Shimadzu, RID-10A, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm \varnothing x 30cm)으로 분석하였다(Jeong 등, 1998).

Ascorbic acid 분석은 5개 과실의 중앙부에서 4g씩 채취하여 총 20g을 6% HPO₃ 200ml와 함께 10,000rpm으로 10분간 마쇄 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 10 μ L씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다. HPLC(SPD-10AV)의 조건은 UV-detector 254nm로 하였고, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm \varnothing x 30cm)로 분석하였다(Park 등, 1997). 부패율은 30과씩 3반복하여 과병 부위에 곰팡이가 발생하거나 과실이 부패한 것을 부패과로 간주하였다.

제3절 결과 및 고찰

에틸렌 발생량은 저장 1일째 무처리구에서 166.9nL.kg⁻¹.hr⁻¹, CaCl₂ 0.1% 처리구에서 133.4nL.kg⁻¹.hr⁻¹로 높게 나타난 반면, CaCl₂ 0.3%와 0.5% 처리구에서는 무처리구 보다 약 1/2정도 발생량이 적었다. 에틸렌 발생은 저장 2일까지는 현저하게 감소하였고, 그 후 저장기간이 길어짐에 따라 점감하여 저장 7일째는 처리농도에 관계없이 유사하였다. 호흡량은 무처리 보다 CaCl₂ 처리구가 다소 낮았으며, 저장 3일까지는 현저하게 감소하다가 이후부터는 전체적으로 서서히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1).

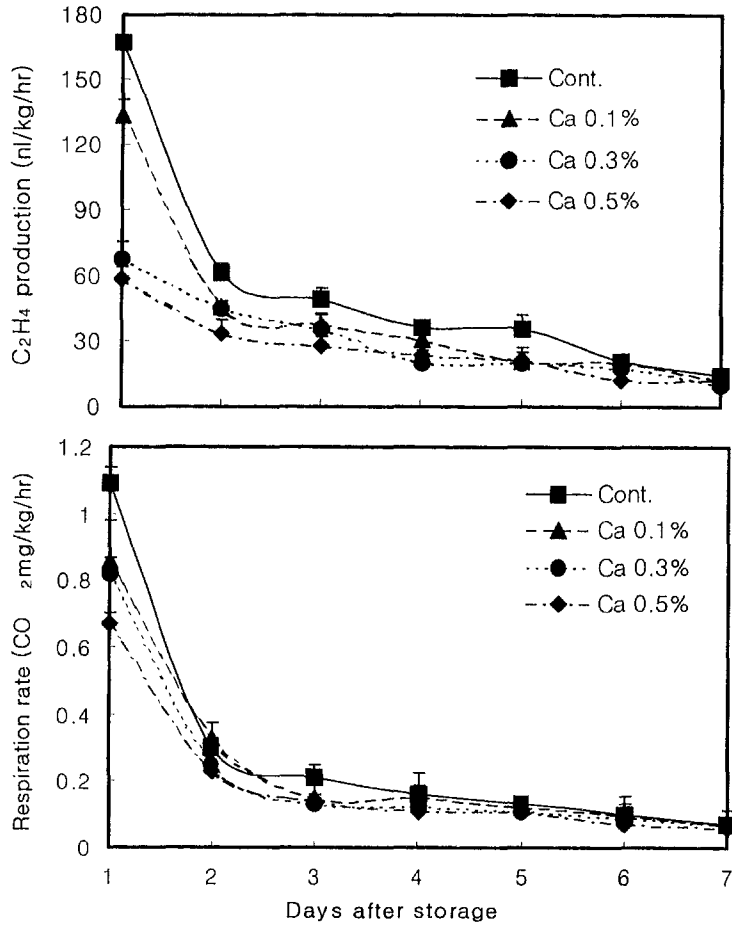


Fig. 1. The effects of CaCl₂ foliar application on the ethylene production and respiration rate in red sweet-pepper fruits during storage.

Vertical bars indicate standard errors.

일반적으로 Ca는 호흡과 에틸렌 발생을 감소시킨다고 보고되어 있으며 (Faust, 1974; Watada와 Massie, 1981), 또한 Wills과 Rigney(1979)는 토마토에서 미토콘드리아 활성 및 펙틴효소를 억제하여 호흡을 감소시킨다고 보고

하였다. 본 실험에서도 저장기간 중 무처리 보다 Ca 처리에서 호흡 및 에틸렌 발생이 감소되어 비슷한 결과를 얻었다. 그러나 저장 후 1일째에서 2일째의 현저한 호흡과 에틸렌 발생의 감소는 식물체에서 과실을 수확하였을 때 생리적으로 상처를 치유하기 위해 수확당시에는 많이 발생되는 것으로 생각된다.

엽과 과실에 함유된 Ca 함량을 분석한 결과 엽의 무처리구에서 2.36% dry wt., CaCl₂ 0.1% 처리구에서는 2.86% dry wt.로 무처리와 CaCl₂ 농도간에는 Ca 함량의 차이가 나타났으나, CaCl₂ 농도간에는 차이가 없었다. 과실에 함

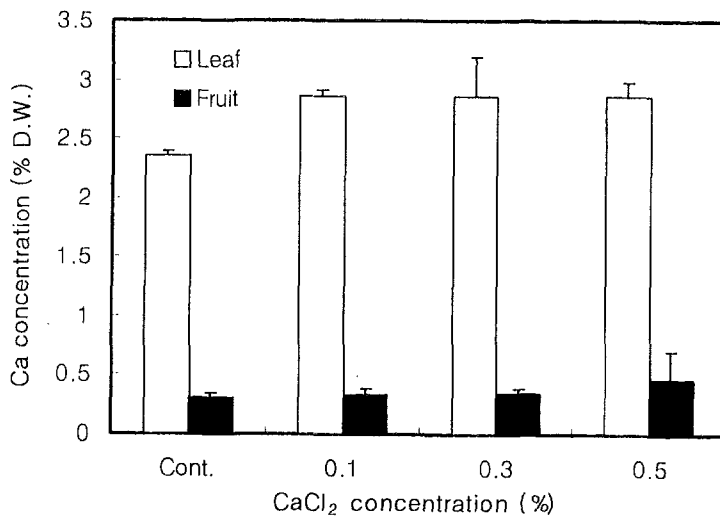


Fig. 2. The effects of foliar application of CaCl₂ on the Ca content in leaves and red sweet-pepper fruits. Vertical bars indicate standard errors.

유된 Ca 함량은 무처리구와 0.1%, 및 0.3% 처리구에서는 Ca 함량의 차이가 거의 없었지만, 0.5%구에서는 소량 증가한 것으로 나타났다(Fig. 2).

Chéour 등(1990)은 딸기의 수확 전 CaCl₂ 엽면시비를 하였을 때 잎과 조

직에서 Ca 함량이 증가하여 숙기가 지연되거나 저장성이 연장되었다고 보고하였다. 본 실험에서도 엽과 과실내에서 무처리구 보다 처리구에서 Ca 함량이 높게 나타나 같은 결과를 얻었다. 그러나 0.3% 이하 농도에서는 무처리구와 거의 비슷한 Ca 함량이 나타나 앞으로 CaCl_2 보다 과실로 이동을 촉진시킬 수 있는 효율적인 Ca제를 이용한다면 낮은 농도에서도 식물에 생리장애를 방지할 수 있고 저장성 향상에도 효과가 있을 것으로 생각된다.

당 함량은 무처리 보다 Ca 처리에서 당류 중 sucrose 함량의 변화가 가장 많았다. Sucrose 함량은 무처리구에서 0.49%, CaCl_2 0.1%와 0.3%에서는 각각 0.89%와 0.90%로 무처리구 보다 약 2배정도 높았으나, CaCl_2 0.5% 처리에서는 0.33%로 무처리구 보다 낮았다. 그리고 glucose와 fructose 함량은 무처리와 CaCl_2 처리구 사이에 커다란 차이가 없었으며, 전당 함량은 약간 높은 경향을 보였다(Fig. 3). 30일간 저장한 과실의 sucrose 함량은 현저하게 감소하였고, 전당 함량은 무처리구에 비해 약간 높았다. Jeong 등(1998)은 멜론재배시 CaCl_2 를 엽면시비하여 20일간 저장한 결과 무처리 보다는 CaCl_2 처리과에서 당 함량이 저장기간 동안에 높게 유지되었다고 하였으며, 또한 딸기에서도 저장기간 중에 무처리 보다는 CaCl_2 처리과실에서 당 함량이 증가하여 (Chung 등, 1993; Chéour 등, 1991), 본 실험 결과와 유사하였다. 이와 같은 결과는 Ca를 처리하면 저장 중에 Fig. 1의 결과와 같이 호흡 및 에틸렌 발생이 억제되어 당 함량이 오래 유지된 것으로 생각된다.

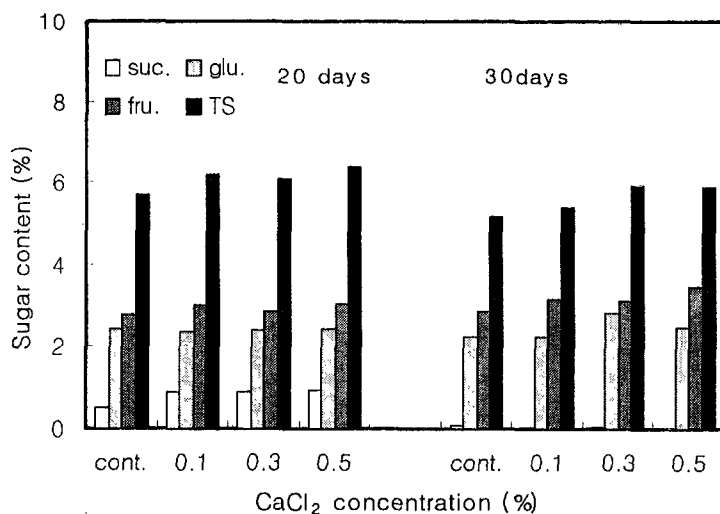


Fig. 3. The effects of CaCl₂ foliar application on the sugar content in red sweet-pepper fruits during storage. suc.; sucrose, glu.; glucose, fru.; fructose, TS; total sugar

Ascorbic acid 함량은 무처리구 보다 처리구에서 높게 나타났으며, 20일 저장의 CaCl₂ 0.3%에서 205.9mg/100g fresh wt.으로 가장 높았다. 30일간 저장한 과실의 ascorbic acid 함량은 20일간 저장한 과실의 함량보다도 약간 감소하는 경향을 나타냈다(Fig. 4). Kwon 등(1999)은 열처리한 오이와 칼슘처리한 오이에 있어서 저장 중 ascorbic acid 함량을 조사한 결과 열처리구보다 칼슘 처리구에서 높은 함량을 나타냈다고 보고하였으며, Poovaiah(1986)는 사과에서 4%의 칼슘을 감압하여 침적시켰을 때 대조구에 비해 ascorbic acid 함량이 약 1.7배정도 증가하였다고 보고하여 본 실험 결과와 비슷하였다.

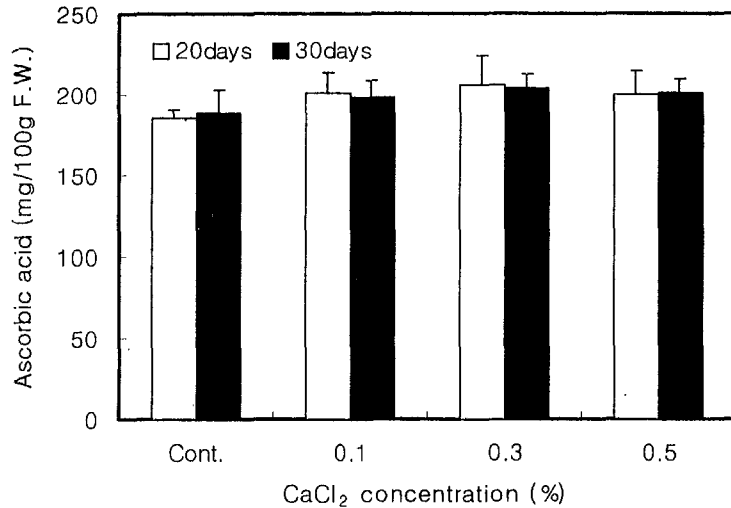


Fig. 4. The effects of CaCl₂ foliar application on the ascorbic acid content in red sweet-pepper fruits during storage. Vertical bars indicate standard errors.

부패율은 무처리구에서 86.0%으로 높게 나타난 반면, CaCl₂ 0.1%에서 80.0%, CaCl₂ 0.3%에서 57.1% 그리고 CaCl₂ 0.5%에서 42.9%로 부패율을 나타내 CaCl₂ 처리농도가 높을수록 저장력을 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다(Fig. 5). 저장기간 중 부패의 원인들 중 곰팡이 병이나 조직의 연화에 의한 부패가 저장력을 저하시키는 가장 큰 요인들로 지적되고 있다(El-Kazzaz 등, 1983; Sommer 등, 1973; Barnes와 Patchett, 1976; Huber, 1983, 1984). 이러한 부패과의 발생을 억제시키는 방법 중에 Ca 처리가 이용되었으며, Chéour 등(1990, 1991)은 CaCl₂를 딸기 수확 전 엽면살포 후 4℃에 저장한 결과 회색곰팡이 발생과 연화가 현저하게 억제되었다고 보고하였으며, Chung 등(1993)도 딸기에서 CaCl₂를 엽면시비한 결과 실온과 저온에서 부패와 연화가 감소되어 저장기간을 연장시킬 수가 있었다고 보고하였다. 본 실험에서도

홍단고추에 CaCl_2 를 엽면시비한 결과 부패율이 무처리구 보다 현저하게 감소되어 저장성이 크게 향상되었다. Ca 처리는 세포벽의 펙틴분자를 결합시켜 막의 원상유지에 도움을 주고 원형질막의 외표면에 Ca가 부착되어 막의 기능유지에 작용한다고 하였으며(Ferguson과 Drøbak, 1988), 또한 Glenn과 Poovaish(1990)도 세포벽의 polyuronide의 가용화를 억제하며 가용성 펙틴함량을 감소시켜 세포벽의 중층이 유지되어 부패와 연화를 억제시킨다고 하였다.

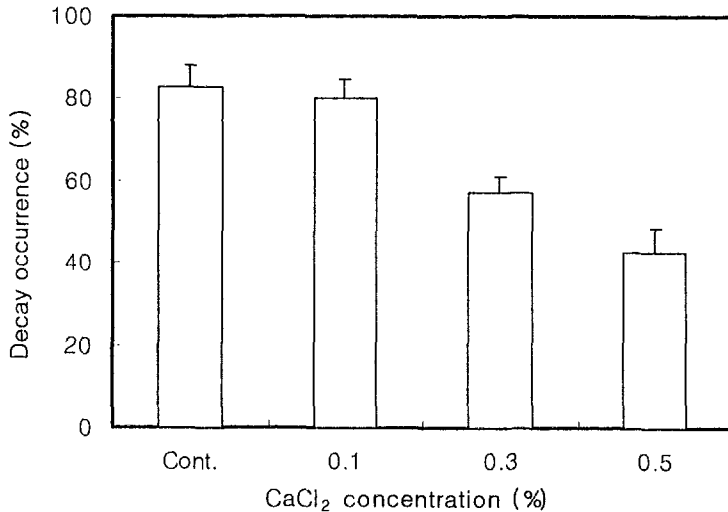


Fig. 5. The effects of CaCl_2 foliar application on the decay occurrence in red sweet-pepper fruits during storage. Vertical bars indicate standard errors.

이상의 결과에서 저장성을 향상시키기 위한 CaCl_2 의 엽면시비는 호흡 및 에틸렌 발생량을 감소시켰고, 저장력을 연장하는 효과가 인정되었는데, CaCl_2 를 엽면시비하고자 할 때 Ca농도, 고온기에 한낮의 처리는 엽소현상(Chung 등, 1993; Jeong 등, 1998)의 우려가 있기 때문에 주의를 요한다.

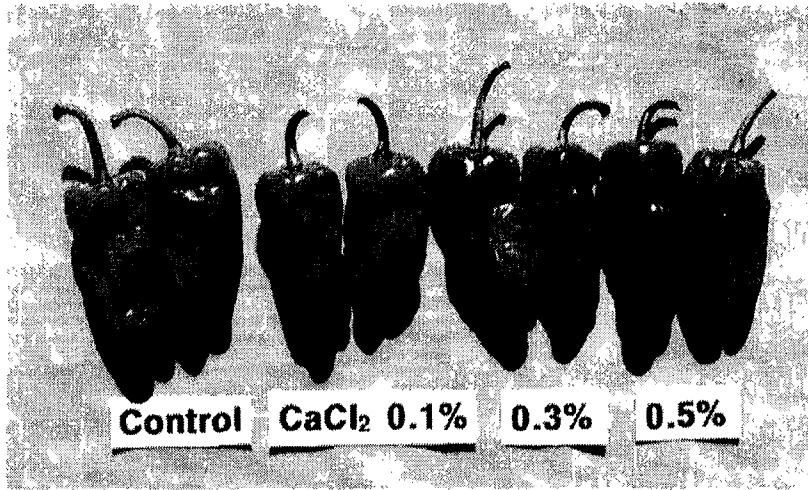


사진 1. 홍단고추 재배기간 중 칼슘처리하여 재배한 과실 (저장 후 30일)

제4절 결과 요약

홍단고추의 저장성을 향상시키기 위하여 수확전 CaCl_2 를 엽면시비하여 수확 후 생리적 특성, 품질변화 및 저장성을 조사하였다. 홍단고추는 CaCl_2 처리시 에틸렌 발생과 호흡율의 감소를 나타냈고, 저장 7일째는 처리농도간에 관계없이 유사하였다. CaCl_2 처리후 엽과 과실에 함유된 Ca 함량은 무처리구보다 증가하였다. CaCl_2 처리 후 당 함량은 Ca 농도가 높을수록 sucrose 함량이 높게 유지하였으나 전당 함량은 거의 차이가 없었다. 그러나 저장 후 30일에는 sucrose 함량이 감소하였다. Ascorbic acid 함량은 무처리구보다 약간 증가하는 것으로 나타났으며, 35일 저장한 홍단고추의 부패율은 Ca의 농도가 높아질수록 부패율이 현저하게 감소하였다. 이상의 결과에서 CaCl_2 처리농도는 0.3~0.5% 범위에서 수확 3주전에 엽면시비하면 저장성 및 품질을 향상시킬 수 있다고 판단된다.

인용문헌

- Barnes, M.F. and B.J. Patchett. 1976. Cell wall degrading enzymes and the softening of senescent strawberry fruit. *J. Food. Sci.* 41:1392-1395.
- Bramlage, W.J., M. Drake, and S.A. Weis. 1985. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate and calcium chelate as foliar sprays for 'McIntosh' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:786-789.
- Burns, J.K. and R. Pressey. 1987. Ca^{2+} in cell walls of ripening tomato and peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:783-787.
- Chéour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhoul, P.M. Charest, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:789-792.
- Chéour, F., C. Willemot, J. Arul, J. Makhoul, and Y. Desjardins. 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of $CaCl_2$. *HortScience* 26:1186-1188.
- Chung, H.D., K.K. Kang, S.J. Yun, and B.Y. Kim. 1993. Effect of foliar application calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:7-15.
- Conway, W.S. and C.E. Sams. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration and ethylene production in apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:300-303.
- El-Kazzaz, N.F. Sommer and R.J. Fortlage. 1983. Effect of different atmosphere on postharvest decay and quality of fresh strawberry. *Phytopathology* 73:282-285.

- Faust, M. 1974. The role of calcium in respiratory mechanism and senescence of apples. International Colloquium CNRS Facteurs et Regulation de la Maturation des Fruits 238:87-92.
- Faust, M. and C.B. Shear. 1972. The effect of calcium on respiration of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:437-439.
- Ferguson, I.B. and B.K. Drøbak. 1988. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. HortScience 23:262-266.
- Glenn, G.M., A.S.N. Reddy, and B.W. Poovaiah. 1988. Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. Plant Cell Physiol. 29:565-572.
- Glenn, G.M. and B.W. Poovaiah. 1990. Calcium-mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in 'Golden Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:962-968.
- Huber, D.J. 1984. Strawberry fruit softening: The potential roles of polyuronides and hemicellulose. J. Food Sci. 49:1310-1315.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and Y.R. Yeoung. 1998. Effects of foliar application of CaCl₂ on quality of netted muskmelons during postharvest storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:170-174.
- Klien, J.D. and S. Lurie. 1992. Heat treatment for improved postharvest quality of horticultural crops. Hort. Technology 2:316-320.
- Kwon, H.R., K.W. Park, and H.M. Kang. 1999. Effects of postharvest heat treatment and calcium application on the storability of cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:183-187.
- Park, Y.S., T.S. Na, and K.M. Lee. 1997. Effects of O₂ and CO₂ treatments within polyethylene film bags on the fruit quality of non-astringent

- 'Fuyu' persimmon fruits during storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:510-515.
- Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Tech.* 40:86-89.
- Poovaiah, B.W. 1988. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. *HortScience* 23:267-271.
- Sommer, N.F., R.J. Fortlage, F.G. Mitchell, and E.C. Maxie. 1973. Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 98:285-288.
- Watada, A.E. and D.R. Massie. 1981. A compact automatic system for measuring CO₂ and C₂H₄ evolution by harvested horticultural crops. *HortScience* 16:39-41.
- Wills, R.B.H. and C.J. Rigney. 1979. Effect of calcium on activity of mitochondria and pectic enzymes isolated from tomato fruits. *J. Food Biochem.* 3:103-110.

제4장 고추 및 단고추의 숙도별 저장온도 에 따른 생리적 특성 및 품질 변화

고추

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

단고추

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 4 장 고추의 숙도별 저장온도에 따른 생리적 특성 및 품질 변화

고추

제1절 서 설

고추는 주년수요에 부응하여 작형이 다양하게 분화되어 있으며, 품종 또한 신미종과 감미종, 청과용(생식용)과 건과용 등 재배방식과 용도에 따라 다양하게 육성·이용되고 있다(Ohta, 1960, 1962; Saga, 1970; Schoch, 1972; Jeong 등, 1995). 고추는 호온·호광성 식물로서 하절기의 환경에서는 품종에 따라 다소 차이는 있지만, 개화 후 50일경이면 적숙과가 되는 반면, 동절기에는 저온, 단일, 약광 등의 재배환경이 열악하기 때문에 과실의 적숙과까지는 65일 이상 소요되어 재배상 어려움이 많다(Jeong 등, 1994, 1995; Han 등 1996). 특히 홍고추의 소비량이 매년 증가하고 있는 상황에서 동절기의 생산은 불리한 재배환경으로 인하여 생산이 어렵기 때문에 저장하여 혹한기에 유통할 수 있는 저장방법이 개발되는 것이 바람직하다고 생각된다.

고추는 호온성 작물로서 7℃ 이하에서 저장할 경우 저온장해를 받고 곰팡이의 2차 감염에 의해 반점성 부패현상을 보이는 것으로 알려져 있으며, 수확 전이나 수확후 4~5℃ 이하의 저온을 받는 고추는 이후 저장, 보관 중 회색곰팡이균(*Botrytis cinerea*)에 의한 부패 발생율이 큰 것으로 알려져 있다(Salunkhe와 Desai, 1984). 고추의 저장에 관한 연구는 풋고추를 중심으로 일

부 연구가 있지만(Yang과 Lee, 1997), 홍고추에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 고추의 저장을 위한 기초연구로서 숙기별(녹숙과, 최숙과 및 적숙과), 저장온도 및 저장기간에 따른 생리적 특성 및 품질변화를 조사하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '녹광고추'(㈜ 흥농종묘)를 1998년 7월에 정식하였고, 강원대학교 유리온실에서 토경으로 관행 재배하였다. 과실을 숙기별로 녹숙과, 최숙과 및 적숙과로 구분하여 4L 용기에 약 600g 정도를 넣어 항온기에 저장하였다. 온도는 각각 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃의 항온기내에 저장하면서 CO₂ 및 C₂H₄ 발생량을 측정하였다. 측정은 저장 후 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 및 60일에 각각 측정하였다. CO₂ 및 C₂H₄ 측정은 Park 등(1997)의 방법에 준하여 측정 3시간 전에 가스를 채취하여 gas chromatography(GC, model 680D, 영인과학, 한국)를 이용하였다. CO₂는 oven 온도를 150℃, TCD 온도를 200℃로 하였고, C₂H₄은 oven 온도를 225℃, FID 온도를 200℃에서 승온식으로 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15' x 1/8" SS(2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다. 당 분석 및 ascorbic acid 분석을 위해 5, 10, 15 및 20℃의 저온항온기내에 저장하면서 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40 및 50일에 각각 5과씩 분석시료로 이용하였다. 당 분석은 과실 5개의 중앙부에서 각각 5g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μm membrane filter로 여과후 10 μL씩 2회 반복 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. 당 분석은 HPLC(model : RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm φ x 30cm)로 환원당 및 비환원당을 분석하였

다(Jeong 등, 1995). Capsaicinoids 분석은 Jeong 등(1995)의 방법에 준하여 5개의 과실을 냉동건조하여 분쇄 후 400mg을 acetone 20mL와 함께 삼각 flask에 넣고 약 16시간 동안 진탕하였다. UV-분광기(U-3210, spectrophotometer, Hitachi, Japan) 246nm에서 측정하였다. Ascorbic acid 분석은 5개의 과 중심부분에서 4g씩 채취하여 총 20g을 6% HPO₃ 200ml와 함께 10,000rpm으로 10분간 마쇄 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 10 μL씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다(Park 등, 1997). HPLC(model : SPD-10AV)의 조건은 UV-detector로 하였고, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm φ x 30cm)으로 UV 254nm로 분석하였다.

부패율은 각각 50과씩 저장하여 과병 부위에 곰팡이가 발생하거나 과실이 부패하면 부패과로 간주하였다.

제3절 결과 및 고찰

호흡량은 최숙과, 녹숙과 및 적숙과 순으로 적은 경향을 보였다. 녹숙과 및 최숙과는 5℃ 및 10℃ 저장 1일에서 약 20mg.kg⁻¹.hr⁻¹ 내외였고, 적숙과는 16.1mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 저장기간 동안 완만하게 감소하였다. 그리고 녹숙과 및 최숙과는 15℃ 및 20℃ 저장 1일에 24~34mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 저장 7일까지 다소 증가한 후 빠르게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1).

에틸렌 발생량은 저장초기에는 최숙과, 녹숙과 및 적숙과 순으로 적었다. 녹숙과 및 최숙과는 5℃ 및 10℃에서 7일과 10일에 최고치를 나타냈고, 15℃에서는 5일과 7일, 그리고 20℃ 저장구에서는 5일에 가장 높았고, 적숙과는 저장초기부터 서서히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2). Lin 등(1993)은 적숙

과 보다는 녹색과에서 호흡량과 에틸렌 발생이 많다고 하였다. 본 연구에서도 숙기별 에틸렌 및 호흡량이 상이하게 나타났는데, 이것은 과실이 성숙되는 과정에서 노화한다는 의미를 지니기 때문에 노화가 완료된 적숙과는 호흡 및 에틸렌 발생이 적은 것으로 생각된다. 그리고 15°C 및 20°C의 녹색과 및 최숙

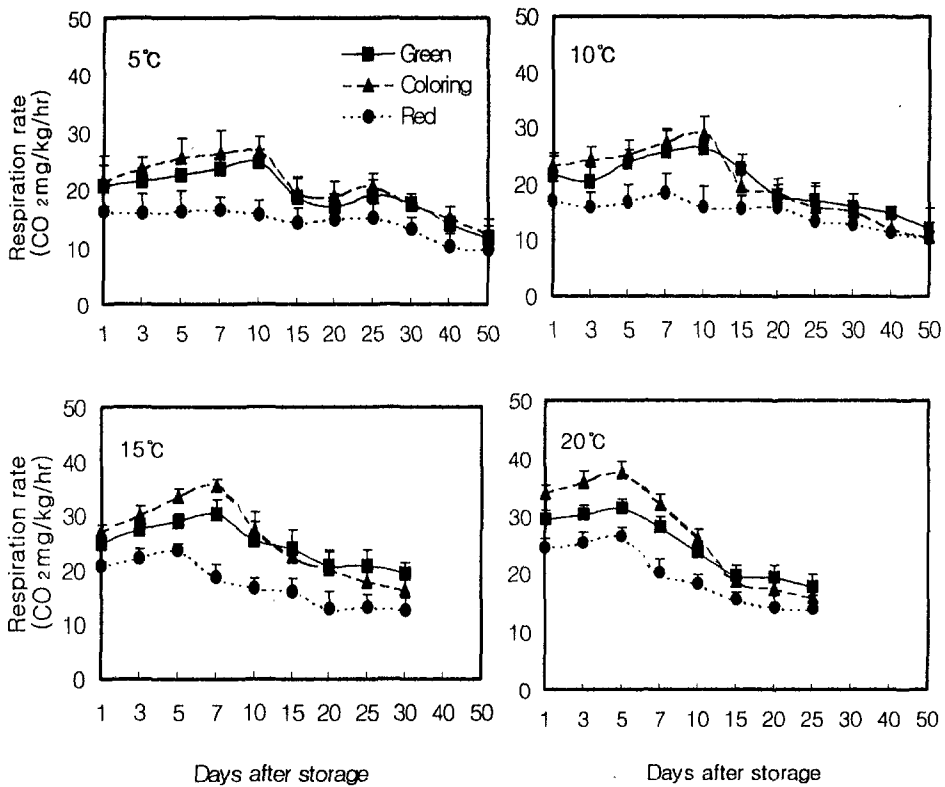


Fig. 1. The effect of storage temperature on the respiration rate of hot pepper fruits by harvest maturity.

Vertical bars indicate standard errors.

과에서는 저장기간이 지나면서 최고치에 도달한 시기가 빠른 것은 온도가 높아짐에 따라 후숙이 촉진되어 호흡 및 에틸렌 발생을 증가시킨 것으로 추측된

다. Hyodo(1977)는 온주밀감을 숙기별로 에틸렌 및 호흡량을 측정한 결과 미숙과 및 과피의 황화전에 가장 높게 발생되었고, 수확기에 접어든 과실은 노화되어 발생량이 현저히 적다고 하였는데 본 연구에서 적숙과에서 적게 발생되어 유사하였다.

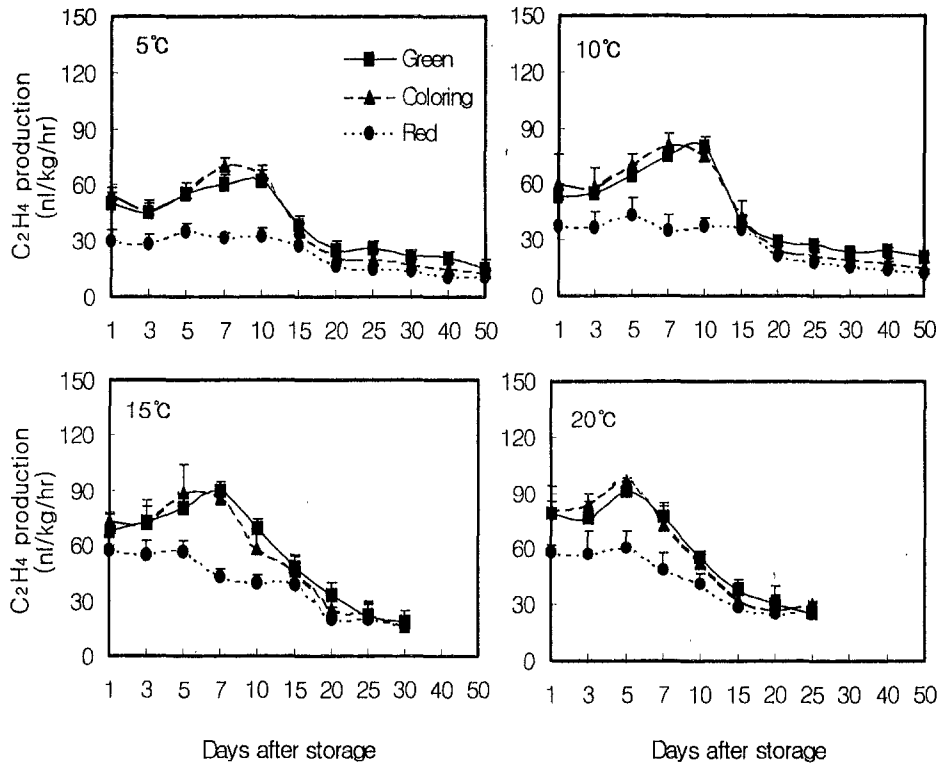


Fig. 2. The effect of storage temperature on the ethylene production of hot pepper fruits by harvest maturity. Vertical bars indicate standard errors.

당 함량은 최숙과 및 적숙과에서 전당 함량이 약 6% 내외로 유사하였고, 녹숙과에서 약 3% 내외로 가장 낮았다. 저장온도간에는 5°C 및 10°C의 저장에서는 저장 40일 동안 커다란 차이가 없었지만, 15°C 및 20°C 저장에서는 저

장기간이 길어짐에 따라 서서히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). Jeong 등 (1994, 1995)은 고추의 전당 함량은 숙기가 진행되면서 당의 축적이 증가하는데, 특히 적숙과에 가장 많이 축적된다고 하였다. 본 연구에서도 녹색과 및 최숙과 보다 적숙과에서 전당 함량이 가장 높아 유사하였고, 5℃ 및 10℃ 보

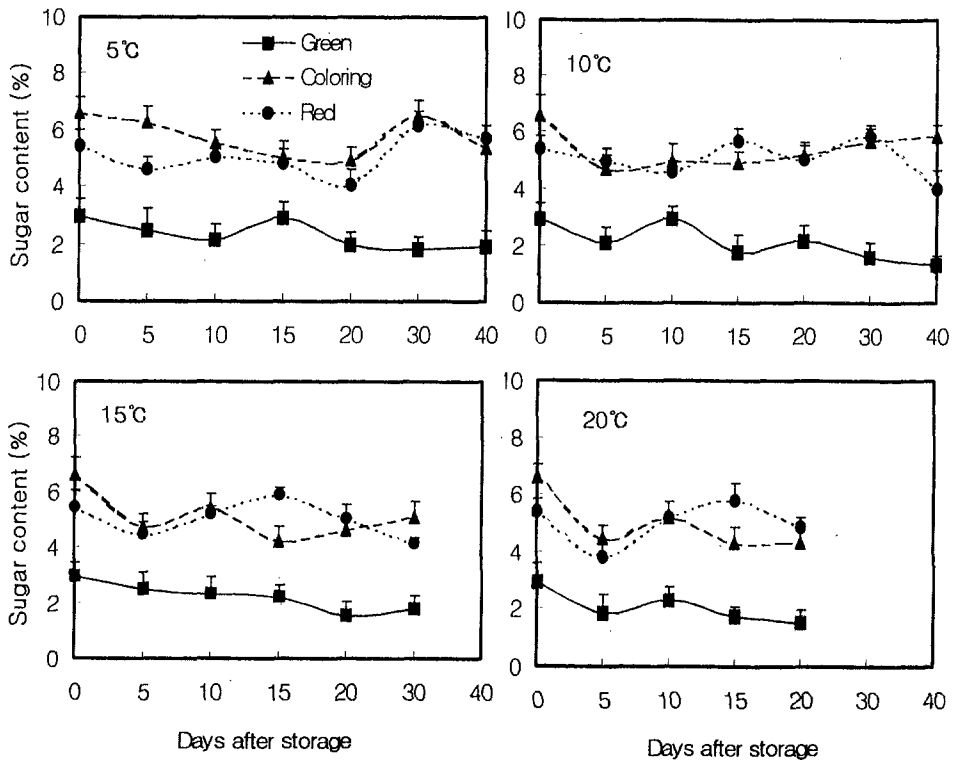


Fig. 3. The effect of storage temperature on the sugar content of hot pepper fruits by harvest maturity.

Vertical bars indicate standard errors.

다는 15℃ 및 20℃에서 저장기간이 길어짐에 따라 감소하는 정도는 상이하였다.

Capsaicinoids 함량은 최숙과가 약 0.26% dry wt.로 가장 높았고, 적숙과

가 약 0.18% dry wt., 녹색과가 0.12% dry wt. 순으로 나타났다. 그리고 저장온도 및 저장기간에 따른 함량의 변화에는 차이가 거의 없는 것으로 나타났다 (Fig. 4).

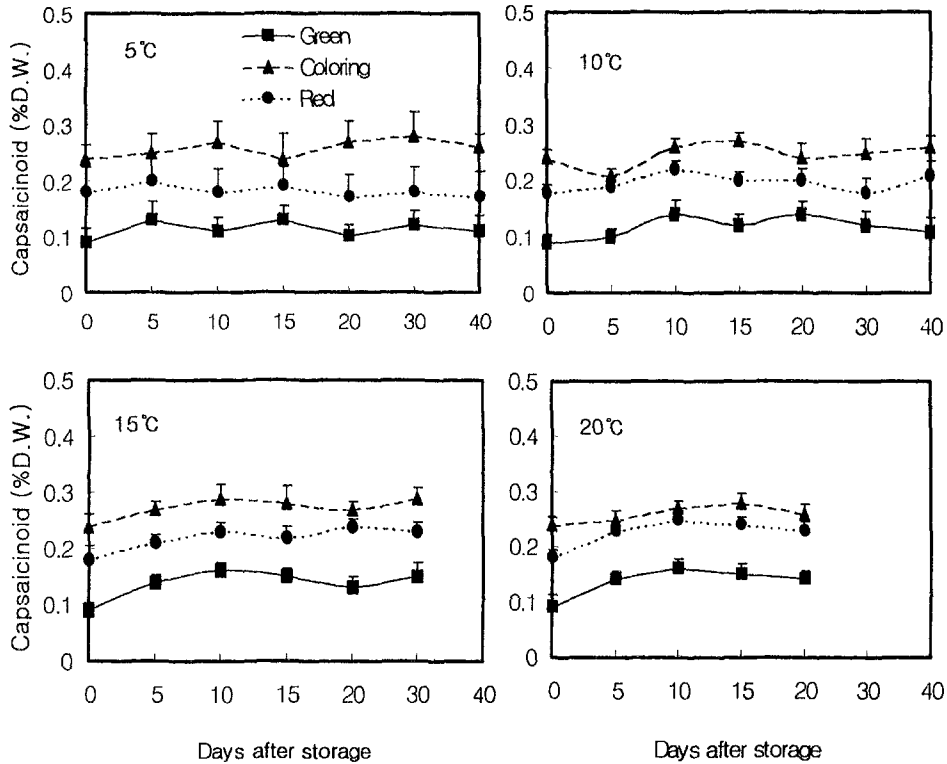


Fig. 4. The effect of storage temperature on the capsaicinoids content of hot pepper fruits by harvest maturity.

Vertical bars indicate standard errors.

이와 같이 숙기별 capsaicinoids 함량은 Jeong 등(1994, 1995)의 결과와 유사하였다. 그리고 Ohta(1962)에 의하면 건물중당 capsaicinoids 함량이 가장 많이 축적되는 시기는 *Capsicum* 종에 따라 상이하다고 하였다. 저장기간 및 저장온도에 따른 capsaicinoids 함량 변화가 없는 것은 capsaicinoids의 화학구

조는 휘발성인 methyl基를 갖고 있기 때문에 저장온도가 높거나 고온에서 건조하면 capsaicinoids가 휘발되어 감소할 수 있는 가능성은 있겠지만, 20℃ 이내의 저장온도에서는 휘발되는 양이 미미한 결과라고 생각된다.

Ascorbic acid 함량은 수확 직후에는 생육단계에 따라 적숙과, 최숙과 및 녹숙과 순으로 많이 축적되었고, 저장기간이 길어짐에 따라 녹숙과의 15℃ 및 20℃ 저장에서 가장 빨리 감소하였고, 최숙과 및 적숙과는 유사하게 감소하였다(Fig. 5).

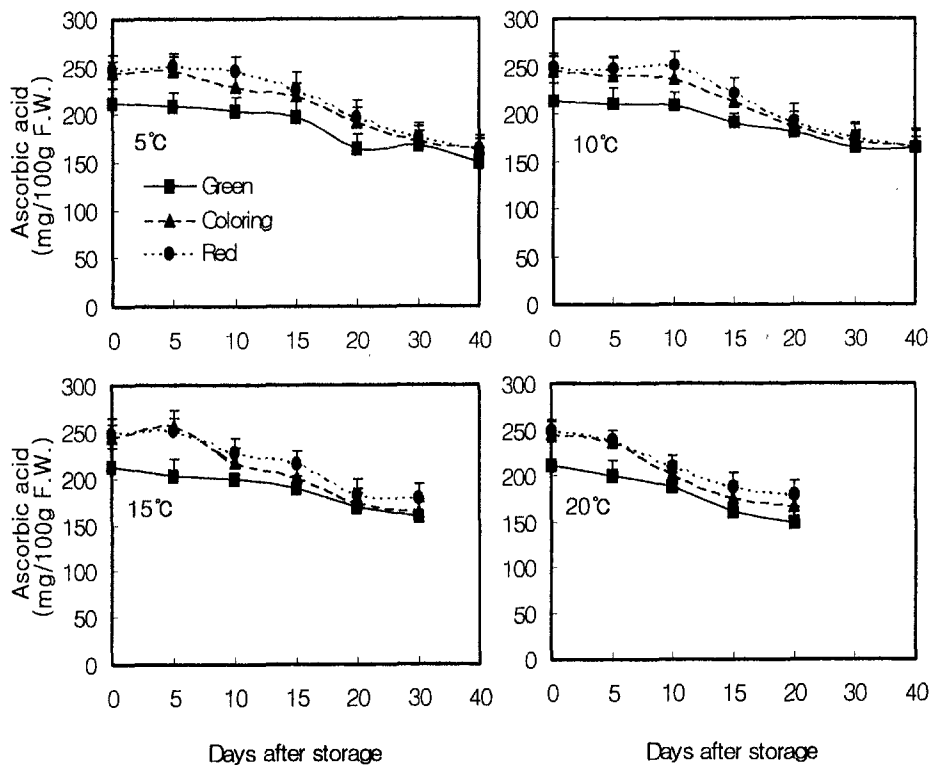


Fig. 5. The effect of storage temperature on the ascorbic acid content of hot pepper fruits by harvest maturity. Vertical bars indicate standard errors.

고추 및 단고추는 생육단계에 따라 녹숙과는 최숙과 및 완숙과보다 ascorbic acid 함량이 현저하게 적은 것으로 보고한 결과(Howard 등, 1994; Imahori 등, 1997, 1998)와 본 연구결과와 유사하였다. 그리고 Imahori 등 (1998)은 동일 품종에서도 재배시기, 재배조건, 부위 및 성숙정도에 따라 다르다고 하였다. Park과 Jung(1996)에 의하면 유자를 예열처리 및 저장온도간에 ascorbic acid를 측정 한 결과 예열처리에서는 저장초기에는 다소 증가한 후 감소하였고, 저장온도간에는 차이는 없다고 하였는데, 본 연구에서도 유사한 결과를 얻었다.

부패율은 적숙과, 최숙과 및 녹숙과 순으로 많았다. 저장온도간에는 5℃에서 30일간 저장까지는 부패되지 않았으나, 50일째는 녹숙과에서 82%, 최숙과에서 60%, 적숙과에서 45%로 각각 나타났고, 70일째는 100% 부패되었다. 10℃ 저장온도는 녹숙과 및 최숙과에서 저장 30일째 25% 발생되었고, 적숙과는 부패되지 않았다. 15℃에서 녹숙과는 저장 10일째부터 발생되기 시작하여 저장 30일째 100% 부패되었고, 최숙과 및 적숙과에서는 저장 15일째부터 발생되어 저장 30일째는 최숙과가 82%, 적숙과가 60% 부패되었다. 20℃ 저장에서는 저장 10일째에 녹숙과 및 최숙과가 부패하기 시작하였고, 적숙과는 저장 15일부터 발생되었다(Fig. 6).

이와 같이 녹숙과 및 최숙과가 홍고추 보다 저온저장시 부패율이 조기에 발생하는 이유는 호흡량 및 에틸렌 발생량이 많고, 과병 및 과실의 조직이 홍고추 보다 연하기 때문이라고 생각된다. 5℃ 이하의 온도에서 저장시 에너지 대사기능 저하로 저장력이 향상되고, 0℃ 저장시 에틸렌과 호흡량 생성감소로 저장력이 증진된다고 하였다(Hardenburg 등, 1986; Colelli 등, 1991). 본 연구의 결과에서도 5℃ 및 10℃ 저장에서는 호흡량 및 에틸렌 발생량이 적었고, 저장성도 증진되는 결과와 일치하고 있다. 그리고 Park과 Jung(1996)은 유자에서 부패과율은 0℃에 비해 10℃에서 현저히 높았는데, 이는 10℃에서 회색

곰팡이 발생이 많았기 때문이라고 하였다. Yang과 Lee(1997)에 의하면 풋고추를 4°C 저장 15일째 45%가 저온장해를 받았고, 10°C에서는 저온장해가 나타나지 않은 반면, 노화에 따른 급격한 품질열화로 저장 30일째 시장성을 상실하였음을 보고하였다.

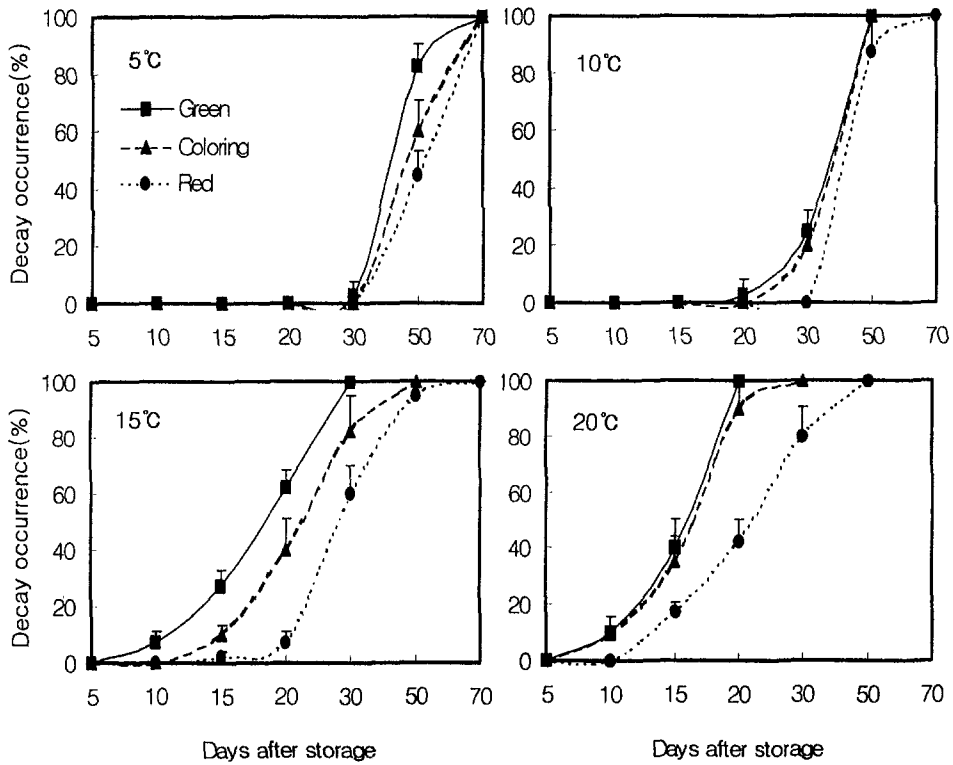


Fig. 6. The effect of storage temperature on the decay occurrence of hot pepper fruits by harvest maturity. Vertical bars indicate standard errors.

따라서 홍고추 저장시 5℃에 장기간 저장하게 되면 과병 부분에 저온장해를 받아 물러지고, 10℃ 이상에서 저장하면 회색곰팡이가 발생되어 상품성을 상실할 우려가 있어 저온저장시 정확한 저장온도를 유지하는 것이 바람직하다고 생각된다

제4절 결과요약

고추의 장기저장을 위해 과실의 숙기별, 저장온도 및 저장기간에 따른 생리적 특성 및 품질변화에 대한 기초연구를 하였다. 홍고추의 저장시 생육 단계별 C_2H_4 및 호흡량은 최숙과, 녹숙과 및 적숙과 순으로 적었고, 5℃ 및 10℃ 보다는 15℃ 및 20℃의 저장온도에서 현저하게 높았고, 저장기간이 길어짐에 따라 급격하게 감소하였다. 당 함량은 녹숙과 보다 최숙과 및 적숙과에서 약 6% 정도로 많았고, Ascorbic acid 함량은 숙기에 따라 적숙과, 최숙과 및 녹숙과 순으로 많았고, 저장기간이 길어짐에 따라 최숙과 및 적숙과 보다 녹숙과에서 가장 소모가 많았으며, 저장온도가 15℃ 이상에서는 급격히 감소하는 경향을 나타냈다. Capsaicinoids 함량은 최숙과에서 가장 많았고, 적숙과, 녹숙과 순으로 나타났고, 저장기간 및 저장온도에 따른 함량 차이는 없었다. 부패율은 녹숙과, 적숙과 및 최숙과 순으로 많았고, 고온저장보다는 저온저장에서 부패율이 크게 감소하였다.

인용문헌

- Colelli, G., F.G. Mitchell, and A.A. Kader. 1991. Extension of postharvest life of 'Misson' figs by CO₂-enriched atmospheres. HortScience 26:1193-1195.
- Han, K.P., C.S. Jeong, I.S. Kim, H.K. Yun, and M. Nagaoka. 1996. Effect of environment factors on the yield of fruit in *Capsicum annuum* L. Inst. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ. 7:59-68.
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stock. U.S. Dept. Agri. Handbook. p. 66
- Howard, L.R., R.T. Smith, A.B. Wagner, B. Villalon, and E.E. Burns. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars(*Capsicum annuum*) and processed jalapeños. J. Food Sci. 59:361-365.
- Hyodo, H. 1977. Ethylene production and respiration of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit harvested at different stages of development. J. Japan Soc. Hort. Sci. 45:427-432.
- Imahori, Y., Y.F., Zhou, Y. Ueda, K. Abe, and K. Chachin. 1997. Effects of wound stress by slicing sweet pepper fruits on ascorbic acid metabolism. J. Japan Soc. Hort. Sci. 66:175-183.
- Imahori, Y., Y.F., Zhou, Y. Ueda, and K. Chachin. 1998. Ascorbate metabolism during maturation of sweet pepper(*Capsicum annuum* L.) fruit. J. Japan Soc. Hort. Sci. 67:798-804.

- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and K.P. Han. 1994. Comparison of capsaicin content and sugar accumulation at each growth stage of native cultivar and introduced *Capsicum annuum* L. J. Sci. Tech. Kangwon Nat. Univ. 33:166-217.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka, and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:211-217.
- Lin, W.C., J.W. Hall, and M.E. Saltveit, Jr. 1993. Ripening stage affects the chilling sensitivity of greenhouse-grown peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:791-795.
- Ohta, Y. 1960. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, Capsaicin content of several varieties of *C. annuum* and related species. Seiken Zihō 11:63-72
- Ohta, Y. 1962. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, III. Development of *Capsicum* species. Jap. Jour. Genet. 37:86-90.
- Park, Y.S. and S.T. Jung. 1996. Effect of storage temperature and preheating on the shelf life 'Yuzu' during storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:285-291.
- Park, Y.S., T.S. Na, and K.M. Lee. 1997. Effects of O₂ and CO₂ treatments within polyethylene film bags on the fruit quality of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:510-515.
- Saga, K. 1970. Studies on the changes of some constituents in the fruits in relation to the growth of pepper fruits, especially on development of

- capsaicin in the fruits. Dept. of Agro., Faculty of Agri., Hokkaido Univ. 7:294-299.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Volume II. CRC. p. 49-58.
- Schoch, P.G. 1972. Effects of shading on structural characteristics of the leaf and yield of fruit in *Capsicum annuum* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:461-464.
- Yang, Y.J. and K.A. Lee. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on its reduction during cold storage of pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 478-482.

단고추

제1절 서 설

단고추는 호온, 호광성 식물로서 하절기의 환경 하에서는 품종에 따라 다소 차이는 있지만, 개화 후 50여일 이면 완숙과가 되는 반면, 동절기에는 저온, 단일, 약광 등의 재배환경이 열악하기 때문에 과실의 완숙기까지는 65일 이상이 소요되어 재배상 어려움이 많다(정 등, 1996; 정 등, 1994; 정 등, 1995). 그러나 생산에 소요되는 연료비의 가중으로 생산비가 높게 형성되어 시장가격도 고가로 거래되고 있다. 현재까지의 단고추재배는 남부지방을 중심으로 9월초에 정식하여 겨울동안에 생산하는 작형으로 고정되어 생산되고 있어 재배작형 개선도 시급하다고 생각된다. 단고추의 소비는 겨울철에 주로 젊은 층에서 이루어지면서 소비가 매년 급격하게 증가하고 있다.

고추를 비롯한 고온성 채소류는 각 작물에 대한 특이한 한계온도 이하에 노출될 때 저온장해를 받게된다. 저온장해는 실제 작물의 저장 중 크게 문제 시 될 수 있는 저장장해 중의 하나로 저온에 민감한 작물을 단순히 한계온도 이상의 온도에 저장함으로써 장해를 방지할 수 있다. 감미종인 단고추의 한계온도는 10℃ 정도로 알려져 있으며 그 저온 장해의 주요 증상으로는 막공(pitting)형성, 종자 및 화탁의 갈변, *alternaria rot* 증가, 에틸렌 발생, 호흡증가 등이 보고된 바 있다(Kozukue와 Ogata, 1972; Lownds 등, 1993).

일반적으로 에틸렌은 청과물의 성숙에 따라 생성되는 것은 정상적인 현상이지만, 호흡의 상승과 더불어 수송, 녹화 퇴색, 영양성분의 손실(단백질, 당 분해, 미네랄, 비타민류 감소), 조직의 연화 등을 수반하여 품질을 저하시

키는 요인으로 작용한다. 에틸렌은 저장온도가 높아짐에 따라 발생이 심해지고 발생한 에틸렌이 다시 산물에 악영향을 미치기 때문에 산물의 노화를 더욱 촉진시키는 역할을 한다(Kader, 1985; McGlasson, 1985; Reid, 1985; 淺野 등, 1991; Sherman, 1985). 따라서 저장산물의 특성과 저장온도는 밀접한 관계가 있기 때문에 각 저장산물의 적정온도는 매우 중요하다고 생각된다.

본 연구에서는 겨울동안에 청단고추 및 홍단고추를 저장후 단경기 출하를 목적으로 단고추의 장기저장을 모색하기 위한 기초 연구로써 단고추의 성숙기별 저장온도 및 저장기간에 따른 생리적 특성과 품질의 변화를 보기 위해 수행하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '뉴에이스'(㈜TAKII, Japan)를 1998년 9월초에 강원대학교 비닐 하우스내에 정식하여 재배한 단고추를 숙기별 수확하여 저장재료로 이용하였다. 과실의 숙기는 녹숙과 및 적숙과로 구분하여 4L의 용기에 약 600g 정도 넣고 밀폐하였고, 저장온도는 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃의 항온기에 저장하였다.

CO₂ 및 C₂H₄는 박 등(1997)의 방법에 준하여 GC를 이용하여 CO₂는 oven 온도를 150℃, TCD 온도를 200℃로 하였고, C₂H₄는 oven 온도를 225℃, FID 온도를 200℃에서 승온식으로 0.5mL씩 주입하여 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15' x 1/8" SS(2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다.

당 분석은 각각 10g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μm membrane filter로 여과 후 10 μL씩 주입하여 HPLC

(Shimadzu, RID-10A, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mmØ x 30cm)로 환원당 및 비환원당을 분석하였다.

Ascorbic acid 분석은 HPLC(SPD-10AV)의 UV detector, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mmØ x 30cm)로 분석하였다. 저장중 과실 부패율은 각각 30과의 적숙과를 넣고 꼭지부분에 곰팡이가 발생 또는 부패하면 부패과로 간주하여 계산하였다.

제3절 결과 및 고찰

단고추의 숙기 및 저장온도와 저장기간에 따른 호흡량의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 숙기별 호흡량은 녹숙과 보다는 적숙과에서 많았고, 저장 온도간에는 저온(5℃ 및 10℃) 보다는 고온저장(15℃ 및 20℃)에서 많이 발생하였다. 그리고 저장기간에 따른 5℃ 및 10℃의 저온저장에서는 1일에 1.5~2.5mL.kg⁻¹.hr⁻¹ 정도로 낮았으며, 저장기간 동안 완만하게 감소하였다. 그러나 15℃ 및 20℃의 고온저장에서는 3.5~6.5mL.kg⁻¹.hr⁻¹로 저장초기에 많았고, 이후부터는 급격하게 감소하였다. 저장온도가 높아짐에 따라 호흡량은 증가하였다.

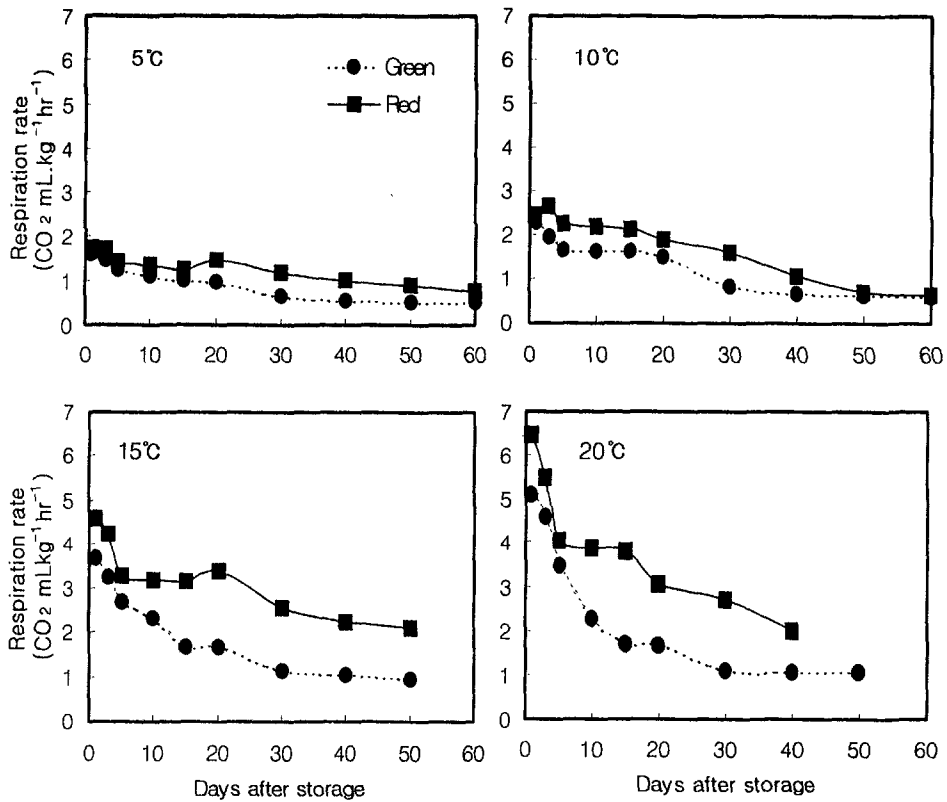


Fig. 1. The effect of storage temperature and storage period on the respiration rate depending on green mature fruit and red mature fruit.

녹숙과와 적숙과의 숙기별 에틸렌 발생량은 유사한 경향을 나타냈으며, 저장온도간에는 5°C 및 10°C의 저온저장 보다는 15°C 및 20°C의 고온저장에서 에틸렌 발생이 약간 더 높았다. 저장초기부터 저장 10일까지는 에틸렌 발생이 급격히 감소한 반면, 이후에는 완만하게 감소하였다(Fig. 2).

고추는 일반적으로 non-climacteric형(Biles 등, 1993; Lurie와 Klein, 1989; Lurie 등, 1986; 浅野 등, 1991)으로서 일정한 저장조건에서 저장할 경우 호흡

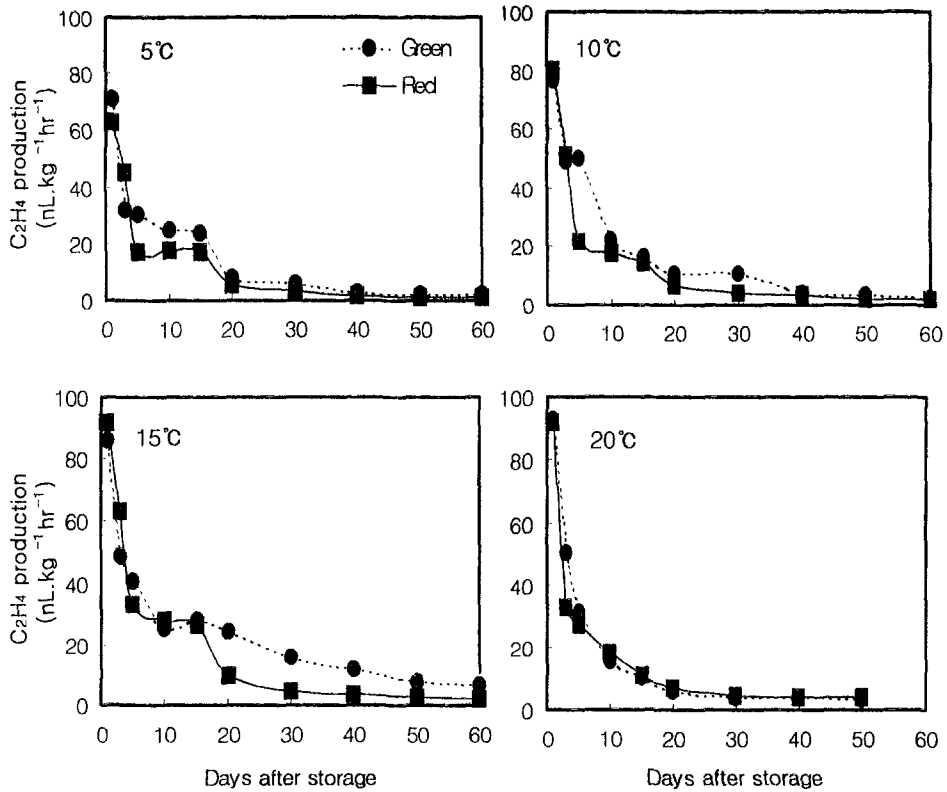


Fig. 2. The effect of storage temperature and storage period on the ethylene production depending on green mature fruit and red mature fruit.

량은 일정하나 낮은 온도에서 높은 온도로 증가되었을 때 호흡율은 10배 증가하는 것으로 보고되었으며, Vines 등(1968)은 lemon, grapefruit, tangerine 저장에서 온도를 10°C에서 35°C로 높일 때 호흡량은 배로 증가한다고 보고하였다. 본 실험에서도 저장기간 동안 호흡량과 에틸렌 발생은 녹숙과와 적숙과에서 큰 변화를 보이지 않았으나 저장온도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 나타내 저장중 호흡량 및 에틸렌 증가에 의한 품질저하를 억제시키기 위

해서는 낮은 온도에 저장하는 것이 단고추의 장기저장을 위하여 바람직하다고 생각된다. 또한 Hyodo(1977)는 온주밀감을 숙기별로 에틸렌 및 호흡량을 측정된 결과 미숙과 및 과피의 황화전에 가장 높게 발생되었고, 수확기에 접어든 과실은 노화되어 발생량이 현저히 적다고 보고하여 본 연구에서 적숙과에서 적게 발생된 것과 유사한 결과를 나타내었다.

숙기 및 저장온도와 저장기간에 따른 당 함량의 변화를 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 녹숙과의 5℃, 10℃, 20℃의 저장에서는 4~6%의 사이의 당 함량을 나타냈으며, 저장기간이 연장됨에 따라 일정하게 유지되어 저장온도간에는 커다란 차이가 없었다. 그러나 15℃에 저장한 녹숙과에서는 저장 후 5일에 당 함량이 증가하였다가 10일 후에는 약간 감소한 후 높은 당 함량이 일정하게 유지되었다. 적숙과에서는 저장온도간에 저장기간이 경과되어도 2%내로 당 함량을 나타내 커다란 변화가 없었다. 적숙과는 녹숙과 보다 약 3배정도 높은 당 함량을 나타내었다. 정 등(1994; 1995)은 고추의 전당함량은 숙기가 진행됨에 따라 당의 축적이 증가한다고 보고하였으며, 박(2000)은 녹숙과 보다 적숙과에서 전당함량이 높게 나타나 본 실험 결과와 잘 일치하였다.

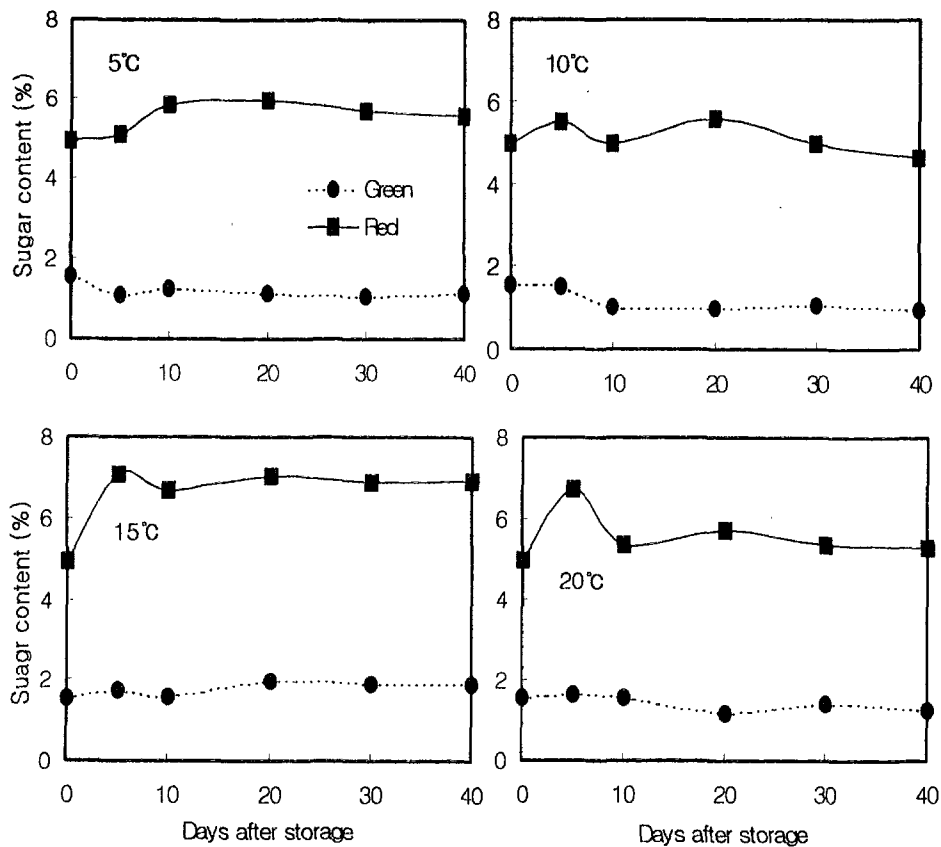


Fig. 3. The effect of storage temperature and storage period on the sugar content depending on green mature fruit and red mature fruit.

Ascorbic acid 함량은 적숙과가 녹숙과 보다 약 2배정도 높게 함유하고 있었고, 5°C 및 10°C 저장온도 및 저장기간에 따른 ascorbic acid 함량은 적숙과가 약 200mg/100g fresh wt., 녹숙과가 약 100mg/100g fresh wt.로 변화가 거의 없었다. 그러나 15°C 및 20°C의 저장온도에서는 저장기간이 길어짐에 따라 현저하게 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

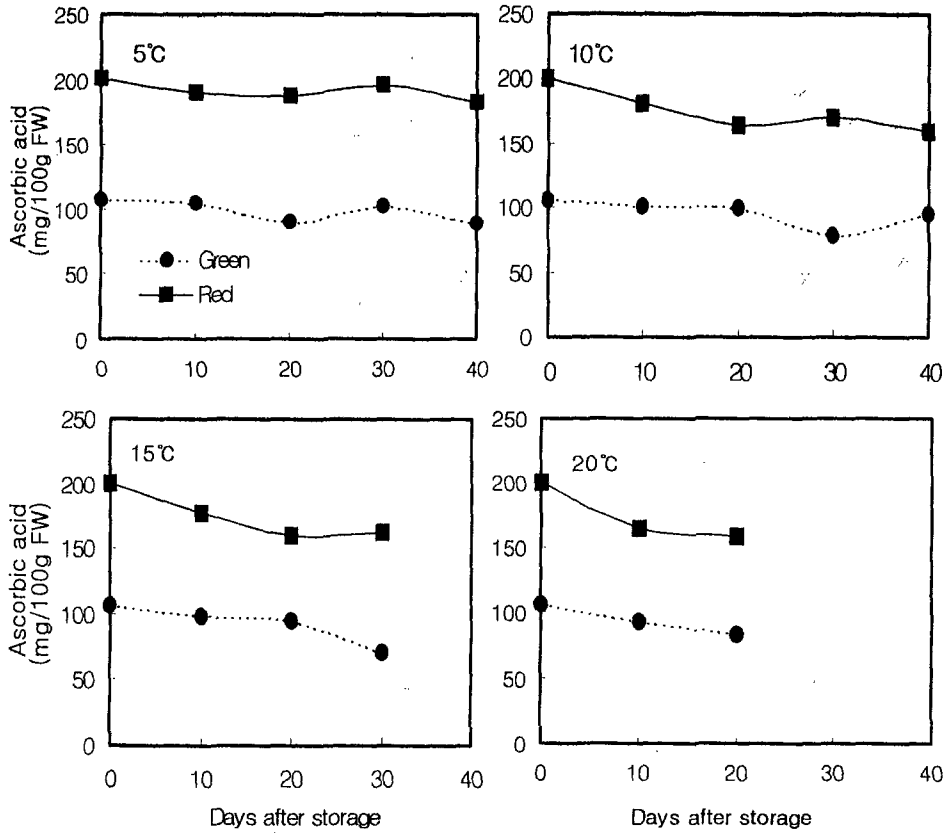


Fig. 4. The effect of storage temperature and storage period on the ascorbic acid content depending on green mature fruit and red mature fruit.

Anikeenko 와 Anikeenko(1980)는 고추의 숙기가 진행됨에 따라 ascorbic acid이 증가를 한다고 보고하여 본 실험과 비슷한 결과를 나타냈으며, 또한 박과 정(1996)은 유자를 저장온도간에 ascorbic acid를 측정 한 결과 저장온도는 차이가 없다고 보고하여 본 연구에서도 비슷한 결과를 나타냈다.

적숙과의 저장온도와 저장기간에 따른 부패율을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 5°C 및 10°C에서는 저장 15일 까지는 부패가 일어나지 않았으며, 30일

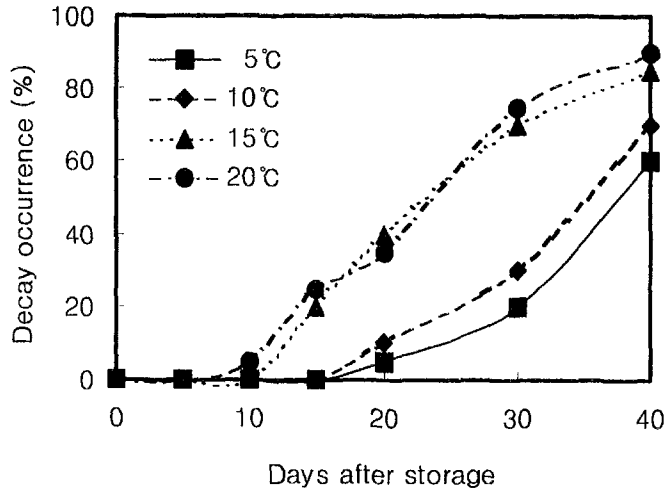


Fig. 5. The effect of storage temperature and storage period on the decay occurrence depending on green mature fruit and red mature fruit.

에 약 30% 정도 부패되었고, 반면에 15°C 및 20°C에서는 15일부터 부패가 발생하였으며 30일에는 약 70% 정도 부패되어 저온저장보다 고온저장에서 약 2배 높은 부패율을 나타냈다. 이와 같이 10°C 이하의 온도에서 저장시 에너지 대사기능 저하로 저장력이 향상되고 에틸렌 및 호흡량의 감소로 저장력이 증진된다고 생각된다. Platenius 등(1934)은 0°C에서 95~98%의 상대습도가 유지된다면 단고추를 적어도 40일간 저장이 가능하며, 5°C에서 16일간 저장이 가능하다고 보고하여 저온저장이 저장력 및 부패율을 감소시킬 수 있다고 생각된다. 그러나 홍단고추를 5°C에 저장시 꼭지 부분에 저온장해를 받아 물러지고, 10°C 이상에 저장하면 회색곰팡이가 발생하여 상품성을 저하시키는 경우가 있어 저온저장시 5~10°C 사이가 적당하고 저장온도 및 습도는 정확하게 조절하는 것이 바람직하다.

제4절 결과 요약

청단고추 및 홍단고추를 저장후 단경기 출하를 목적으로 단고추의 장기저장을 모색하기 위해 성숙기별 저장온도 및 저장기간에 따른 생리적 특성 및 품질의 변화를 보기 위하여 수행하였다. 숙기별 호흡량 및 에틸렌 생성은 청단고추 보다는 홍단고추에서 많았고, 저장온도간에는 저온(5℃ 및 10℃) 보다는 고온저장(15℃ 및 20℃)에서 많이 발생하였다. 그리고 저장기간이 경과됨에 따라 완만하게 감소하였다. 당 함량은 적숙과는 녹숙과 보다 약 3배정도 높은 당 함량을 나타냈으며, 저장기간이 연장됨에 따라 일정하게 유지되어 저장온도간 커다란 차이가 없었다. Ascorbic acid 함량은 적숙과가 녹숙과 보다 약 2배정도 높게 함유하고 있었고, 저장온도 및 저장기간에 따른 ascorbic acid 함량은 적숙과가 약 200mg/100g fresh wt., 녹숙과가 약 100mg/100g fresh wt.로 변화가 거의 없었다. 5℃ 및 10℃에서는 저장 15일까지는 부패가 일어나지 않았으며, 30일에 약 30% 정도 부패되었고, 반면에 15℃ 및 20℃에서는 15일부터 부패과가 발생하였으며 30일에는 약 70% 정도 부패되어 저온저장보다 고온저장에서 약 2배가 높은 부패율을 나타냈다.

인용문헌

- Anikeento, A.P. and V.S. Anikeento. 1980. Changes in chemical substances of capsicum fruits during ripening. *Genet, Sel.* 66:112.
- Biles, C.L., M.M. Wall and K. Blackstone. 1993. Morphological and physiological changes during maturation of New Mexican type peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:476-480.
- Eckert, J.W. and G.E. Brown. 1986. Postharvest citrus diseases and their control. pp. 315-353. In: Wardowski, W.F., S. Nagy and W. Grierson(ed). *Fresh citrus fruit*. Van Nostrand Reinhold Company Publish. The America.
- Hyodo, H. 1977. Ethylene production and respiration of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit harvested at different stages of development. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 45(4):427-432.
- 정천순, 유근창, 한교필, 長岡正昭. 1996. 광도 및 온도가 고추의 생육단계별 capsaicin 및 당 함량에 미치는 영향. *농업과학연구* 7:59-68.
- 정천순, 유근창, 한교필. 1994. 몇몇 재래종과 도입종 고추의 생육단계별 capsaicin 및 당 축적 양상. *강원대 논문집* 33:166-217.
- 정천순, 유근창, 長岡正昭, 今田成雄. 1995. 청과용 고추재배를 위한 광도, 야온 및 CO₂ 농도의 효과. *한원지*. 36(2):211-217.
- Kader, A.A. 1985. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *HortScience* 20(1):54-57.
- Kozukue, N. and K. Ogata. 1972. Physiological and chemical studies of chilling injury in pepper fruits. *J. Food Sci.* 37:708-711.

- Lownds, N.K., M. Banaras, and P.W. Bosland. 1993. Relationships between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit(*Capsicum annuum* L.) HortScience 28(12):1182 -1184.
- Lurie, S. and J.D. Klein. 1989. Cyanide metabolism in relation ethylene production and cyanide insensitive respiration in climacteric and non-climacteric fruits. J. Plant Physiol. 135:518-521.
- Lurie, S., B. Shapiro and S. Ben- Yehoshua. 1986. Effects of water and degree of ripeness on rate of senescence of harvested bell pepper fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:880-885.
- McGlasson, W.B. 1985. Ethylene and fruit ripening. HortScience 20(1):51-54.
- 박제천. 2000. 저장온도 및 CaCl₂처리가 홍고추의 저장성 및 성분 함량에 미치는 영향. 강원대학교 석사학위 논문.
- 박용서, 정순택. 1996. 저장온도 및 예열처리가 유자의 저장에 미치는 영향. 한원지. 37(2):285-291.
- 박용서, 나택상, 이건만. 1997. PE film내 O₂ 및 CO₂ 처리가 '부유' 단감 저장 중 과실 품질에 미치는 영향. 한원지. 38(5):510-515.
- Platenius, H., F.S. Jamison, and H.C. Thompson. 1934. Studies on cold storage of vegetables. Cornell Agric. Exp. Stn. Bull 602.
- Reid, M.S. 1985. Ethylene and abscission. HortScience 20(1):45-50.
- 淺野次郎 외 22인. 1991. 園藝農産物の鮮度保持. 青果物預冷貯藏施設協議會編. p.72.
- Saltveit, M.E.Jr. 1977. CO₂, ethylene, and color development in ripening mature green bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5):523-525.
- Sherman, M. 1985. Control of ethylene in the postharvest environment.

HortScience 20(1):57-60.

Vines, H.M., W. Grierson and G. J. Edwards. 1968. Respiration, internal atmosphere and ethylene evolution of citrus fruit. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 92:227-234.

제5장 예냉처리에 따른 홍고추 및 홍단고추의 온도별 품온 및 저장성에 미치는 영향

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 5 장 예냉처리에 따른 홍고추 및 홍단고추 의 온도별 품온 및 저장성에 미치는 영향

제1절 서 설

원예산물은 수확 후에도 호흡, 증산작용 등의 생리활동을 계속하며, 이러한 생리활동은 저장, 유통중 생산물의 품질을 저하시키는 원인이 될 수 있다 (Sacher, 1973). Ishii와 Okubo(1984)는 시금치와 단옥수수의 외관손상과 엽록소 함량 및 전당함량이 감소하는 속도가 고온하에서는 빠르게 진행되기 때문에 수확즉시 예냉하는 것이 중요하다고 하였다. Ishii와 Shinbori(1988a)에 의하면 예냉처리가 늦어지면 품질의 손상이 빠르게 진행되기 때문에 수확 후 가급적 조기에 예냉할 필요가 있고, 특히 외기온이 높은 시기에는 예냉처리가 중요하다고 하였다. Yang과 Lee(1997)는 풋고추의 저장 중 1℃ 및 4℃에서는 저온장해 증상이 나타나 저장성이 감소되었지만, 10℃에서는 저온장해 증상이 전혀 나타나지 않았다고 하였다.

예냉처리는 원예산물의 손실을 최소화하기 위한 처리인데, 예냉처리시 예냉처리 온도가 지나치게 낮을 경우나 예냉처리 시간이 길면 저온장해의 발생이 나타나 역효과가 야기될 수 있다. 그리고 일반적으로 예냉처리할 때 예냉고내의 온도를 낮추어 일정시간 지난 다음에 반출하기 때문에 과실내부까지 충분히 냉각되지 않은 상태에서 출하되는 경우가 종종 있다. 따라서 예냉처리를 할 때 냉각소요 시간을 밝힐 필요가 있다.

본 연구에서는 홍고추 및 홍단고추의 저장성을 연장시키기 위하여 각각의 예냉온도처리에 따른 품온의 변화, 품온에 따른 호흡 및 에틸렌 발생 및 부패율을 조사하여 예냉처리를 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

고추는 '녹광고추'(주 흥농종묘) 및 단고추는 '뉴에이스'(주TAKII seed, Japan)를 2000년 4월 강원대학교 부속농장 비닐하우스에서 관행재배하여 고온기인 8월 3일에 수확하여 실험에 이용하였다. 홍고추 및 홍단고추의 예냉처리를 위하여 골판지 상자내(44cm x 22cm x 32cm)에 약 15kg씩 넣고 비닐로 밀폐하여 항온기의 온도를 1℃, 3℃ 및 5℃로 조절하였고, 대조구는 실온(약 26℃)에서 비교하였다. 예냉처리시간에 품온변화를 측정하기 위해 data acquisition system(DBK 19, IO tech & Ts 16, RTD Co., USA)을 적용하였다. 온도센서는 과실내부, 골판지 중앙의 과실표면, 골판지 내부, 골판지 외부 및 항온기 내부 등 5곳에 각각 설치하였고, 시간당 25개 data를 받아 24시간 동안 온도변화를 측정하였다. 예냉장치는 600 x 500 x 500mm 규격의 150L의 강제대류식 저온항온기(LTI-601SD, EYELA, Japan)의 풍속 1.5m/s에서 실시하였다. 각각의 예냉온도에서 24시간 처리후 저장온도인 7℃에서 호흡량 및 에틸렌 발생량을 측정하였다. 측정은 Jeong과 Park 등(2000)의 방법에 준하여 gas chromatography(GC, model 680D, 영인과학, 한국)를 이용하여 CO₂는 oven 온도를 150℃, TCD 온도를 200℃로 하였고, C₂H₄는 oven 온도를 225℃, FID 온도를 200℃에서 승온식으로 0.5mL씩 주입하여 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15' x 1/8" SS(2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다.

홍고추 및 홍단고추의 예냉온도에 따른 부패율을 보기 위하여 1℃, 3℃ 및 5℃에서 24시간 동안 예냉처리 후 항온·항습기(BR-590H/S, Fisons P/C, UK)내의 온도 및 습도를 각각 7℃ 및 RH90±3%로 조절하여 30일간 저장하였다. 부패과 조사는 저온장해과, 꼭지부분에 곰팡이 발생과 및 과실이 부패한 것을 부패과로 간주하였다.

홍고추 및 홍단고추의 예냉처리 시간에 따른 부패율을 보기 위하여 3℃ 및 5℃에서 24시간, 29시간 및 34시간 동안 예냉처리 후 상기의 조건에서 저장하여 부패과를 조사하였다.

제3절 결과 및 고찰

홍고추의 예냉처리는 19시간 경과 후 예냉고 1℃에서 과실온도가 3℃, 3℃ 예냉고에서 4℃, 5℃ 예냉고에서 6℃로 나타나서 24시간 동안 계속 측정하였는데 더 이상 시간이 경과해도 과실온도는 예냉고내에는 도달하지 못하였다. 실온에서의 과실온도는 외기온도 보다 1~2℃ 정도 상승하였다. 상자내부의 온도는 약 14시간 경과후 1℃의 예냉 요구온도와 비슷하였다(Fig. 1).

홍단고추의 예냉처리는 20시간 경과 후 예냉고 1℃에서 과실온도가 2℃, 3℃ 및 5℃ 예냉고에서는 유사하게 도달하였고, 실온에서는 품온이 외기온도 보다 약 1.5℃ 정도 높게 나타났다(Fig. 2). Ishii와 Shinbori(1988a)에 의하면 순무의 예냉으로는 차압통풍예냉법이 가장 적합하고, 2℃의 냉풍에서 예냉하면 2.5시간 경과 후 27℃에서 4℃ 정도까지 냉각할 수 있다고 하였다. 그리고 Ishii와 Okubo(1984)는 수확당시의 오전에는 상자내의 품질온도가 외기온 보다 낮았지만, 오후에 온도상승과 더불어 상자내의 품질온도가 외기온 보다 1~1.5℃씩 비례적으로 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 예냉하지 않고 과

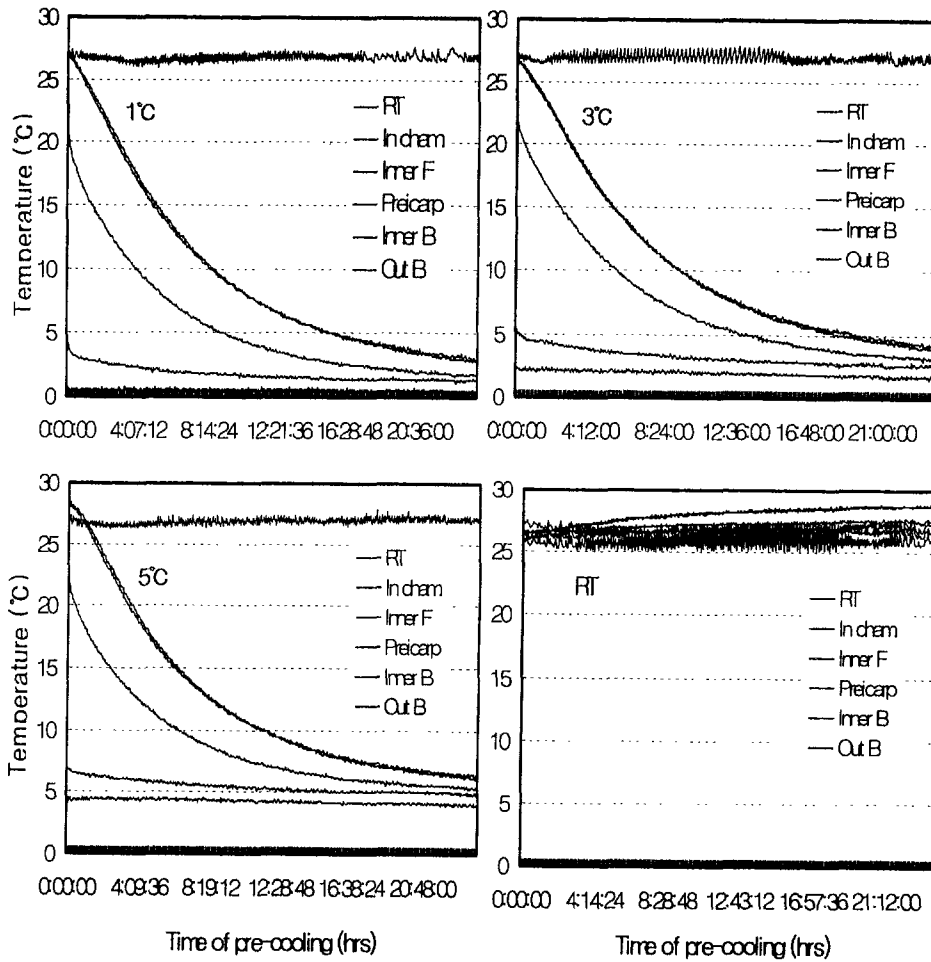


Fig. 1. The effects of several pre-cooling temperatures of red pepper fruits on fruit temperature change. RT: room temperature, In cham: Inner chamber, Inner F: Inner fruit, Inner B: Inner box, Out B: Out box.

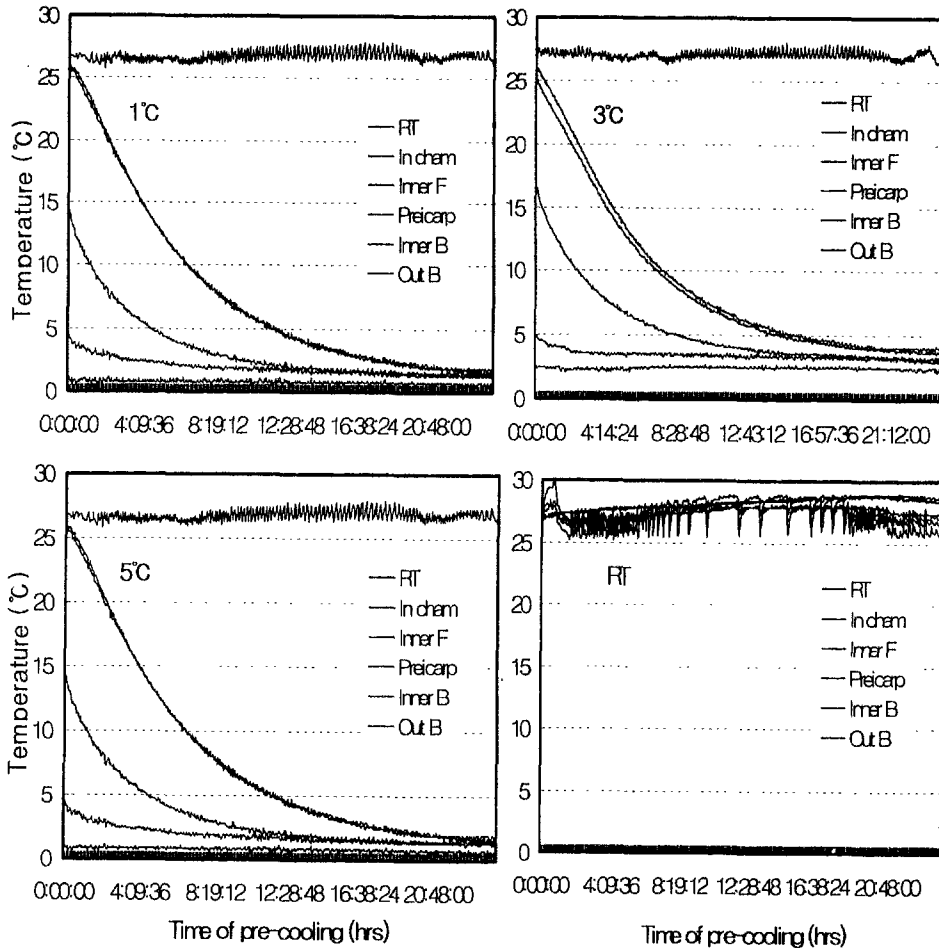


Fig. 2. The effects of several pre-cooling temperatures of red sweet pepper fruits on fruit temperature change. RT: room temperature, In cham: Inner chamber, Inner F: Inner fruit, Inner B: Inner box, Out B: Out box.

실온도를 실온에서 측정한 결과 1~2℃ 정도 높게 나타나 유사한 결과를 얻었다. 그러나 단옥수수는 초기에 24℃였지만, 1일 후에는 42~44℃까지 체온이 상승하여 작물간에도 호흡량에 따라 상이함을 알 수 있다(Ishii와 Okubo, 1984). 그리고 예냉고내의 온도와 상자내쪽의 온도는 요구한 온도에 빠르게 도달되었는데도 불구하고 과실의 내부 및 과피의 온도는 매우 느린 속도로 떨어지는 것을 볼 수 있는데, 이는 과실자체에서 발생하는 호흡열에 의해 나타난 결과라고 생각된다.

에틸렌 발생량은 홍고추의 경우 1℃ 예냉온도에서 $28.2\text{nL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 이었지만, 7℃ 저장온도에서는 $43.2\text{nL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 높게 나타났다. 이와 같이 예냉온도와 저장온도간의 변동폭이 크면 발생량이 많은 반면, 변동폭이 적으면 발생량의 차이는 유사하였다. 홍단고추는 홍고추 보다 다소 높게 발생하였다. 호흡량은 홍고추의 경우 1℃ 예냉처리에서 $5.9\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 이었는데, 저장온도인 7℃에서는 $11.7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 2배정도 높았다. 그리고 3℃ 및 5℃ 예냉처리는 7℃ 저장온도에서 다소 높았고, 실온에서는 $39.4\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 이었지만, 7℃에서는 $13.6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 현저하게 낮았다.

홍단고추는 1℃ 예냉처리에서 $7.7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 이었는데, 7℃ 저장온도에서는 $16.3\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 2배 상승하였다. 그리고 3℃ 및 5℃ 예냉처리는 홍고추와 유사하였고, 실온에서는 $51.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 높았지만, 7℃에서는 $15.6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 현저하게 감소하였다(Fig. 3). Choi 등(2001)은 머스크멜론을 5℃에서 15일간 저장 후 상온에 이동하면 수확당일의 실온에 저장한 것보다 에틸렌은 약 30% 이상, CO₂는 2배정도 높게 발생한 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 예냉온도인 1℃, 3℃ 및 5℃에서는 낮았지만, 저장온도인 7℃에서는 이동하면 호흡 및 에틸렌 발생이 증가하였고, 특히 온도변동폭이 크면 현저히 증가하여 적정 예냉온도는 예냉 후 저온장해가 발생되지 않고, 온도변동에 따른 호흡급등이 발생하지 않는 범위가 적당하다고 생각된다.

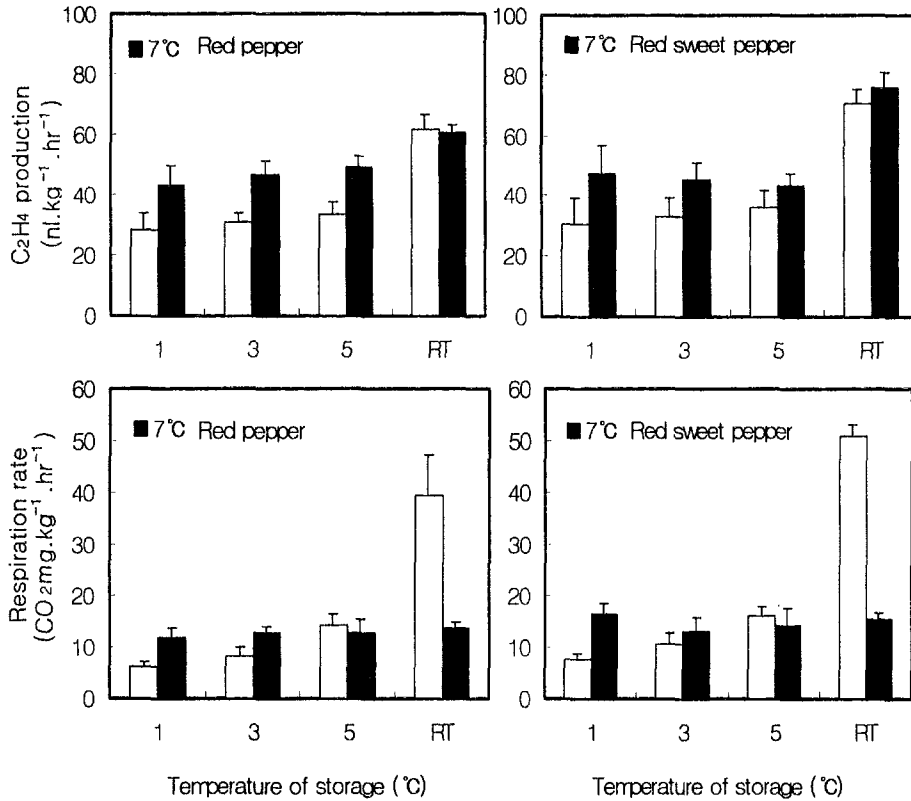


Fig. 3. The effects of storage at 7°C after several pre-cooling temperatures on the ethylene production and respiration rate of red pepper and sweet pepper.

RT: room temperature(about 26°C).

Vertical bars indicate standard errors.

예냉온도에 따른 부패율은 홍고추의 경우 무예냉에서는 32.8%, 1℃에서 20.2%, 3℃ 및 5℃에서는 약 8.5%로 유사하였고, 홍단고추의 경우 무예냉에서 67.5%, 1℃에서 54.5%, 3℃에서 45.7% 그리고 5℃에서 25.4%로 나타났다(Fig. 4).

Yang과 Lee(1997)에 의하면 풋고추를 온도에 따른 저온장해 증상을 관찰한 결과 1℃에서는 처리 3일째부터 나타나기 시작하여 15일에는 거의 모든 개체에서 발생되었고, 4℃ 처리에서는 50% 정도 감소하였고, 10℃에서는 저온장해 증상이 저장기간동안 전혀 발생되지 않았음을 보고하였다. 본 연구에서도 홍고추 3℃ 및 5℃ 보다는 1℃, 홍단고추에서는 5℃ 보다는 1℃ 및 3℃ 처리에서 부패율이 높게 나타났는데, 이것은 예냉처리의 온도가 지나치게 낮아 저온장해가 발생되어 저장성이 떨어진 결과라고 생각된다.

홍고추의 부패율은 무예냉처리에서 약 56%, 24시간 처리구에서 약 40%, 34시간 처리에서 30% 정도 부패하여 예냉온도가 길어질수록 부패억제 효과는 인정되었지만, 예냉온도간 차이는 없었다. 홍단고추는 무예냉처리에서 약 52% 부패하였고, 3℃의 24시간 처리에서 35.9%, 29시간에서 47.6% 그리고 34시간에서 59.5%로 처리시간이 길어질수록 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 그러나 5℃의 24시간에서 7.7%, 29시간 및 34시간에서 2.4%로 3℃ 보다 현저하게 감소하였다(Fig. 5).

Lin 등(1993)은 고추를 1℃ 저장에서 저온장해 증상인 과피면 pitting이 저장 3일째부터 나타났고, 호흡량 및 에틸렌 발생량이 급격히 증가하였지만, 13℃에서는 pitting 현상이 전혀 나타나지 않았으며 호흡량은 저장기간 동안에 서서히 감소하였고, 에틸렌은 저장 3일째 일시적으로 증가 후 감소한다고 하였다. 본 연구의 결과에서 홍단고추의 경우 3℃에서 예냉처리 시간이 길어질수록 부패과 발생이 급격하게 증가한 반면, 5℃에서는 길어질수록 감소하는 경향을 보였다.

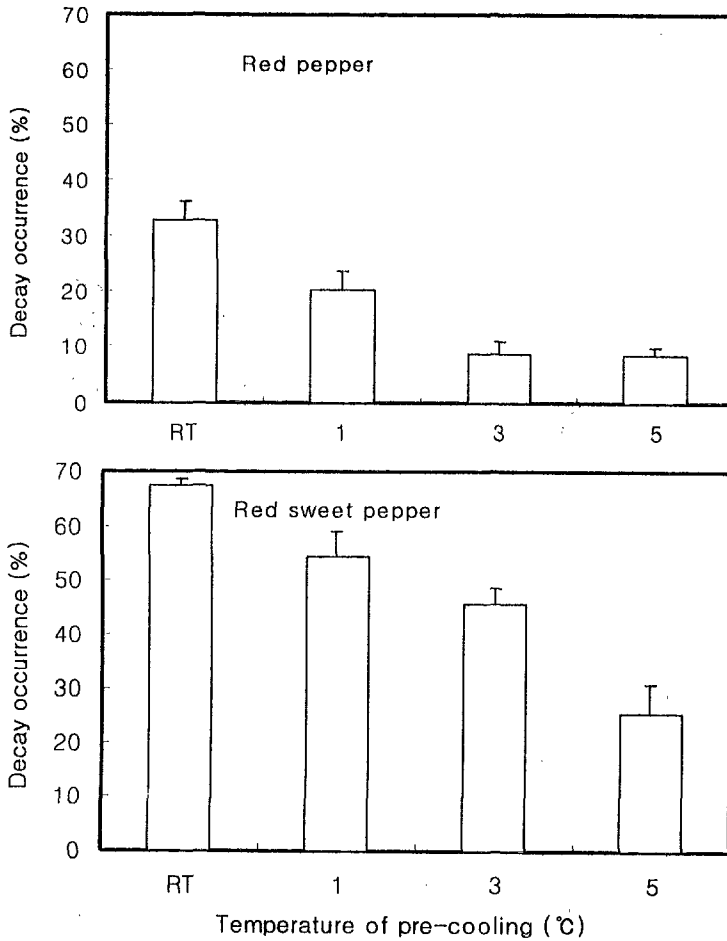


Fig. 4. The effects of several pre-cooling temperatures of red pepper and sweet pepper on decay occurrence.
 RT: room temperature(about 26°C)
 Vertical bars indicate standard errors.

이러한 결과는 Fig. 4에서 홍단고추의 경우 1°C 및 3°C에서 예냉처리하면 저온장해가 발생되어 저장성이 감소되었기 때문에 지나치게 낮은 저온에서 장시간 노출되면 저온장해가 더 많이 발생되어 부패과 발생이 증가한 것으로

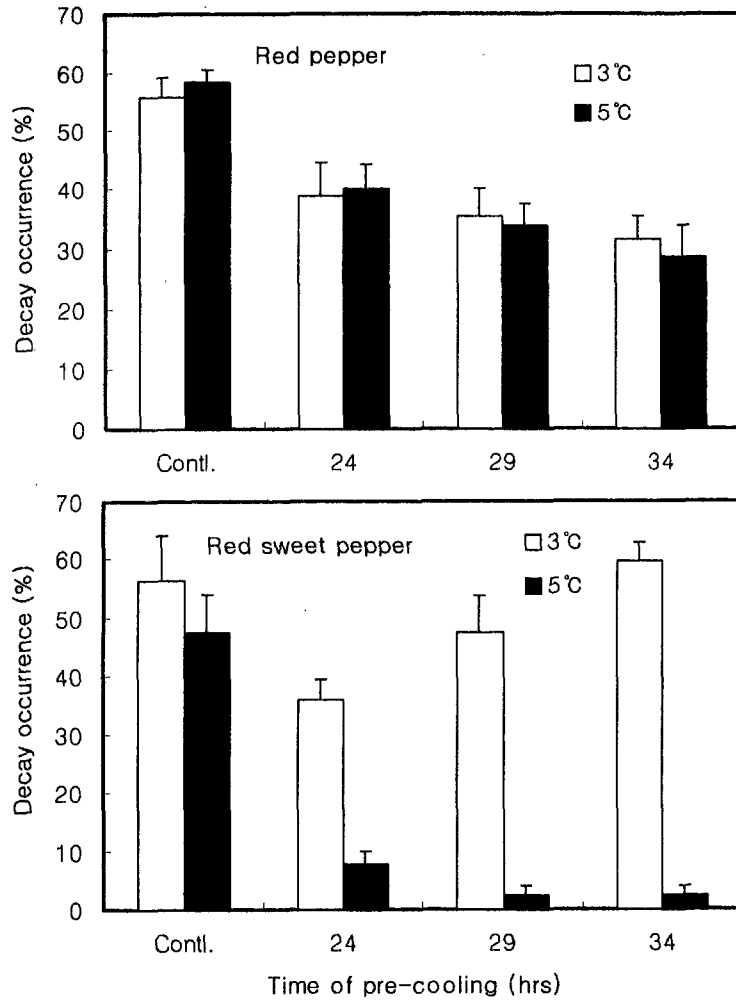


Fig. 5. The effects of pre-cooling times of red pepper(45 day) and red sweet pepper(30 day) fruits on decay occurrence. Vertical bars indicate standard errors.

생각된다. 저온장해 증상은 예냉처리할 때 즉시 나타나지 않다가 저장기간이 지남에 따라 과피면이 함몰되고, 꼭지부분이 물러지는 증상을 보였다. 그리고 홍고추 보다는 홍단고추에서 저장기간 동안 부패율이 높았는데, 그 이유는 홍고추(82.2%) 보다는 홍단고추(90.5%)가 함유하고 있는 수분함량이 높기 때문이라고 추측된다(data 생략).

이상의 결과에서 홍고추 및 홍단고추의 저장 전 예냉처리가 효과적으로 작용한 것으로 판단되고, 예냉처리시 홍고추는 3~5℃ 범위에서 34시간, 홍단고추는 5℃에서 24시간 정도가 적합하다고 생각된다.

제4절 결과 요약

홍고추 및 홍단고추의 저장성을 연장시키기 위하여 각각의 예냉처리 온도가 과실의 온도변화, 과실온도변화에 따른 호흡 및 에틸렌 발생 및 부패율을 조사하였다. 홍고추의 예냉처리에서는 24시간 경과 후에도 예냉고 온도보다 과실온도가 약 1℃ 높았고, 실온에서는 과실온도가 1~2℃ 높았다. 홍단고추는 예냉고의 온도와 과실온도가 동일하게 되는데는 약 20시간 걸렸고, 실온에서는 품온이 약 1.5℃ 높았다. 에틸렌은 홍고추의 경우 1℃ 예냉처리 때보다 7℃ 저장온도에서 약 43.2nL.kg⁻¹.hr⁻¹가 많이 발생하였다. 그러나 3℃ 및 5℃ 예냉처리에서는 발생량이 비슷하였고, 홍단고추에서도 유사한 경향을 보였다. 호흡량은 홍고추의 경우 1℃ 예냉처리 보다 7℃ 저장온도에서 2배정도 많았고, 3℃ 및 5℃ 예냉처리에서 다소 높았다. 그러나 실온에서는 39.4mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 높았지만, 7℃에서는 13.6mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 현저하게 감소하였다. 홍단고추에서도 유사하였다. 예냉온도에 따른 부패율은 홍고추에서는 1℃에서 20.2%, 홍단고추는 1℃(54.5%) 및 3℃(45.7%)에서 저온장해 증상과

함께 현저하게 증가하였다. 예냉처리 시간에 따른 부패율은 홍고추의 경우 예냉처리의 효과가 확실히 인정되었고, 예냉처리 시간이 24시간 보다는 34시간에서 약 20% 감소하였고, 예냉온도간 차이는 없었다. 홍단고추는 무예냉처리 보다 3℃의 24시간 처리에서 약 16% 감소하였고, 처리시간이 길어질수록 급증하였다. 그러나 5℃의 24시간 처리에서 7.7%, 29시간 및 34시간에서 2.4%로 3℃ 보다 현저하게 감소하였다.

인용문헌

- Choi, H.K., S.M., Park, K.C. Yoo, and C.S. Jeong. 2001. Effects of self temperature on the fruit quality of muskmelon after storage. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 19:135-139.
- Ishii, K. and M. Okubo. 1984. The temperature of fresh vegetables shipped to central wholesale markets in summer and the effect of delay in precooling on the quality of some fresh vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52:476-483.
- Ishii, K. and F. Shinbori. 1988a. Effects of outer-leaf trimming, precooling methods and delay in precooling on changes in quality of turnips (*Brassica campestris* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:544-548
- Ishii, K. and F. Shinbori. 1988b. Respiration rate and the relation between changes in some chemical components and appearance quality of turnips (*Brassica campestris* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:319-323.
- Jeong, C.S. and S.M. Park. 2000. Effects on the production of CO₂ and C₂H₄ and the quality of sweet pepper 'New Ace' during storage temperature and storage period. Inat. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ. 11:69-75.
- Lin, W.C., J.W. Hall, and M.E. Saltveit, Jr. 1993. Ripening stage affects the chilling sensitivity of greenhouse-grown peppers. J. Amer. Hort. Sci. 118:791-795.
- Sacher, T.A. 1973. Senescence and postharvest physiology. Ann. Appl. Biol. 81:399-408.

Yang, Y. J. and K.A Lee. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on its reduction during cold storage of pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:478-482.

제6장 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 습도가 품질에 미치는 영향

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 6 장 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 습도가 품질에 미치는 영향

제1절 서 설

습도나 온도, 공기조성 및 진동·충격 등은 청과물의 유통·저장에 따른 품질변화에 영향을 미치는 중요한 환경요인이다. 그 중에서도 온도와 습도의 관리는 청과물의 신선도 유지에 기본적이고, 습도는 온도 다음으로 중요한 환경요인으로 작용하는 것으로 보고되었다(Sharp, 1986; Shewfelt, 1986). Platenius(1934)는 단고추를 RH 95~98%, 저장온도 0℃에서 40일간 4% 정도 손실되었고, 4.4℃에서는 30일간, 10℃에서는 16일간 품질이 유지된다고 하였다. Xue 등(1995)은 바나나 과실에 대하여 습도환경은 수분손실이 제1차 반응이고, 2차적으로 여러 가지 생리적 반응을 유도하는데, 특히 과피의 황변이나 연화를 촉진하는 것으로 보고하였다. 또한 그들은 토마토와 오이는 저습 조건에 의한 수분손실이 일종의 스트레스로 되고, 2차적으로 생리활성이나 세포벽구성 성분분해효소 활성의 증대를 유도한다고 하였다. 그리고 바나나의 저습조건에서 수분손실이 많은 것이 일종의 스트레스로 작용하고, 성숙에 대하여 촉진적으로 작용한다고 하였다(Xue 등, 1996a, 1996b).

고추는 수확 후에 급속한 수분손실 때문에 저장수명을 제한하고, 품종에 따라 상이한 차이를 보이며 저장온도가 높으면 수분손실이 현저하게 증가한다고 하였다(Lownds 등, 1993, 1994). Kim 등(1982)은 고추에 함유하고 있는 비타민 C는 건조 및 분쇄 도중에 99% 이상이 감소된다고 보고하였다. 고추의 이용형태는 고춧가루가 주로 이용되어 왔지만, 최근에는 생고추 단독 또는

혼합하여 이용되는 경향이 많은데, 이러한 이유는 소비자들이 고추에 함유하고 있는 vitamin C, capsaicin, 당 등의 성분에 관심이 높아지면서 소비는 매년 증가하고 있다.

호은·호광성인 고추 및 단고추를 저장할 때 지나친 저온은 저온장해를 받을 우려가 많다. 또한 홍고추 및 홍단고추를 동절기에 출하할 경우 생체로 거래되고 있어서 저장기간 동안 생체중 감소는 상품성은 물론 가격적인 측면에서도 불리하게 작용하므로 저장습도도 상대적으로 중요하다고 본다. 지금까지 고추에 대한 저장은 풋고추를 중심으로 일부 이루어졌고(Yang과 Lee, 1997, 1998), 홍고추의 저장에서 습도에 관한 연구는 미진한 실정이다.

본 연구에서는 홍고추 및 홍단고추의 저장온도 및 저장습도에 따른 저장기간 동안 성분변화 및 저장성을 검토하고, 이를 토대로 적정 저장온도 및 저장습도를 구명하고자 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '녹광고추'(㈜홍농종묘) 및 '뉴에이스'(㈜TAKII seed, Japan) 단고추를 1998년 4월 15일 비닐 하우스내에 정식하여 강원대학교 부속농장에서 재배하였다. 저장온도 및 저장습도가 당, ascorbic acid, 중량손실 및 부패율에 미치는 영향을 보기 위하여 저장온도는 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃로 설정하였고, 저장습도는 두께 0.05mm의 폴리에틸렌 비닐봉지에 저장산물을 넣고, 습도계를 부착하여 예비검사를 충분히 검토한 다음 65±3%, 80±3% 및 95±3%로 조절한 저온 항온기에 저장하였다(Xue 등, 1995). 당 분석을 위하여 홍고추는 저장 0, 5, 10, 30 및 40일, 그리고 홍단고추는 0, 5, 10 및 30일 동안 저장된 5개의 과실 중앙부에서 각각 5g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으

로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과 후 10 μ L 씩 2회 반복 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. 당 분석은 HPLC(model : RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm ϕ x 30cm)으로 분석하였다 (Jeong 등, 1995).

Ascorbic acid 함량의 분석은 당 분석용과 동일한 시료를 1과당 5g씩 채취 하여 총 20g을 6% HPO₃ 200ml와 함께 균질기(10,000rpm)로 10분간 마쇄 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 10 μ L씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다(Park 등, 2001). HPLC(model : SPD-10AV)의 조건은 UV-detector 254nm로 하였고, column 은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm ϕ x 30cm)으로 분석하였다.

저장중 중량손실을 보기 위하여 홍고추는 저장 10, 20, 30, 40 및 50일, 그리고 홍단고추는 10, 20 및 30일에 각각 조사하였다. 저장조건에 따른 부패율을 조사하기 위하여 홍고추는 100과를 50일간, 홍단고추는 50과를 30일간 저장한 다음 꼭지부분에 저온장해 및 곰팡이가 발생하면 부패과로 간주하였다.

제3절 결과 및 고찰

홍고추의 당 함량은 저장온도에 관계없이 저장습도 65%구에서는 저장 10일까지 당 함량이 증가하는 경향을 보였고, 20℃의 65%구에서는 10일에 9.47%로 가장 높았고, 이후에는 전체적으로 약 1%내외 정도 감소하였다. 그리고 95%의 고습구에서는 저장기간 동안 당 함량의 변화는 거의 없었다. 홍단고추의 당 함량은 저장온도에 따라 15℃ 및 20℃에서는 80% 및 95% 저장에서 저장 5일에 약 1% 내외로 증가한 다음 점감하였다. 저장습도에서는 95% 보다는 80% 저장에서 다소 높게 나타났고, 두 처리구 모두 저장기간 30일에 약 1% 정도 감소하였다 (Fig. 1). Xue 등(1996c)은 바나나에서 자연추숙 바나나의 경우 sucrose, fructose 및 glucose 모두 5일후 보다 증가하여 7~8일에 최대값에 도달된 후 감소하였고, 습도구의 처리에서는 명확하지는 않았지만, 저습구에서 전체적으로 약간 낮았다고 하였다. 그리고 머스크멜론 저장에서 저장초기에 당 함량이 다소 증가한 후 감소한다는 보고가 있다 (Yeoung 등, 1996; Jeong 등, 1998). 본 연구에서도 유사한 결과를 얻었는데, 이러한 현상은 수확직후에는 과일 자체내의 호흡에 의한 당 소모보다는 증산에 따른 수분소모가 당 함량을 일시적으로 농축시킨 것으로 추측된다. 그리고 저장 중 고습구에서는 호흡량이 적고, 최고치에 도달되는 시점이 완만하고, 저습구에서는 호흡량이 많고, 조기에 최고치에 도달한 다음 감소하는 것이 습도와 관계된 호흡특성이라고 하였다(Xue 등, 1995, 1996a, 1996b). 따라서 고습구에서는 호흡량이 상대적으로 적고, 완만하게 진행되기 때문에 당의 소모량이 저습구 보다는 적을 것으로 판단된다.

홍고추의 ascorbic acid 함량은 수확당일에는 219.9mg/100g fresh wt.로 나타났고, 저장기간이 종료되는 시점인 40일에는 저장온도 및 습도간 차이가 상

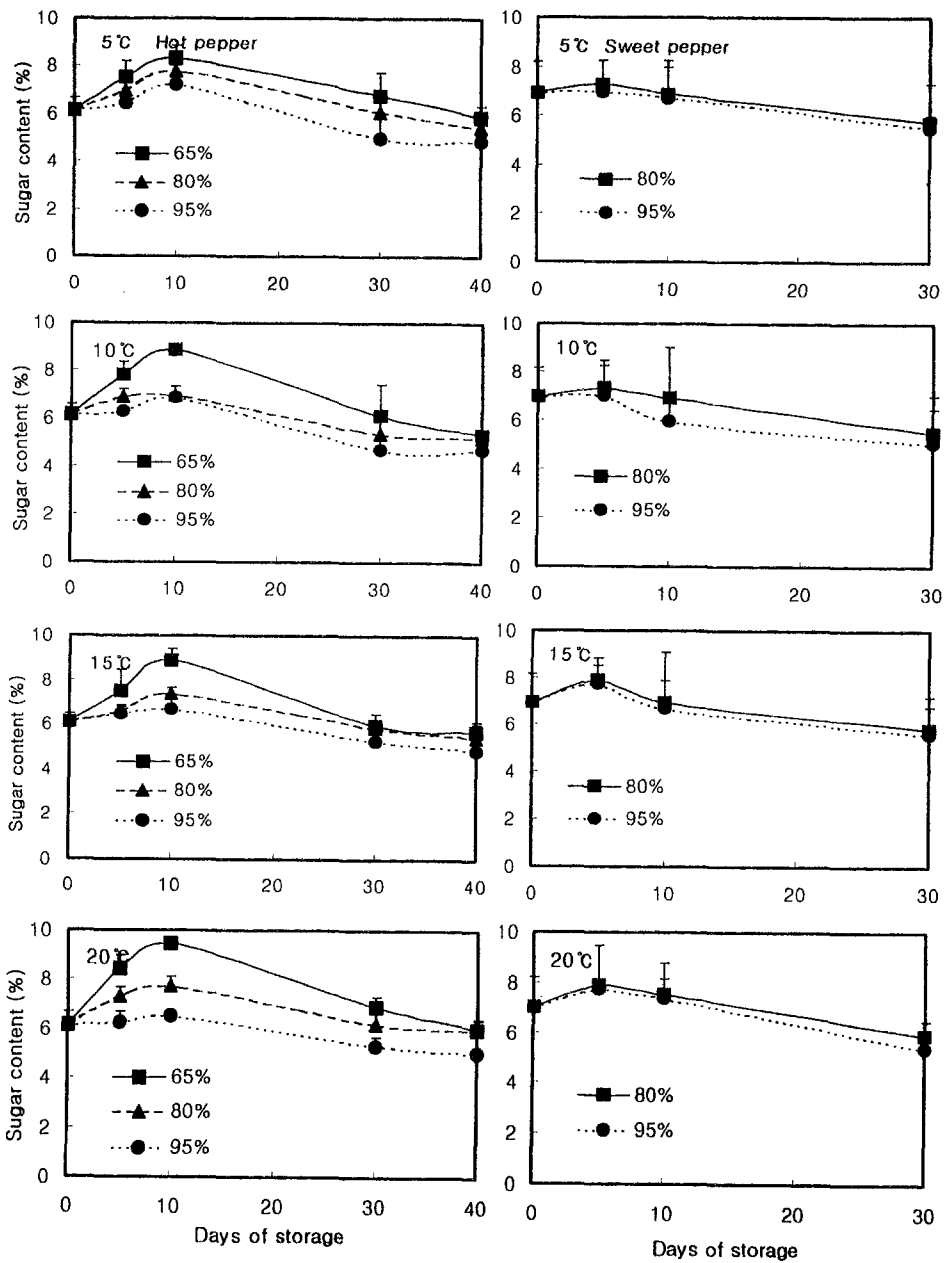


Fig. 1. Effect of storage temperature and relative humidity on the sugar content of red hot pepper and sweet pepper fruits. Vertical bars represent standard errors.

이하였다. 즉 저장온도가 높고(15℃ 및 20℃), 습도가 낮으면(65%) 감소가 빠르게 진행된 반면, 저장온도가 낮고(5℃ 및 10℃), 습도가 높으면(80% 및 95%) 점감하는 양상을 보였다. 홍단고추의 ascorbic acid 함량은 수확당시에는 220.9mg/100g fresh wt.로 나타났고, 저장온도 및 습도에 관계없이 저장 30일째는 저장습도 80% 및 95% 두 처리구간에 유사하게 저장초기보다 약 50~70mg/100g fresh wt. 정도 감소하는 경향을 보였다. 그리고 저장습도가 높은 90% 저장에서 다소 높았다(Fig. 2). Park 등(2001)은 홍단고추 저장에서 20일 저장보다는 30일 저장에서 다소 감소된다고 하였다. 그리고 Park 등(1997)은 단감저장에서 저장초기에 다소 증가한 것은 저장중 과실의 성숙이 진전되었기 때문이고, 저장 12주부터 서서히 감소하는 경향을 보인다고 하였다. 본 연구에서는 저장초기부터 계속 감소하는 경향을 보였는데, 이는 홍고추나 홍단고추의 경우는 숙기의 최종단계인 적숙기에 수확되었기 때문에 ascorbic acid 함량은 서서히 감소한 것으로 생각된다. 그리고 고습구 보다는 저습구에서 감소하는 정도가 많았는데, 저습구에서 호흡량이 높아 감소가 많은 것으로 추정된다.

홍고추의 저장기간 동안 중량손실은 저장온도가 높고(15℃ 및 20℃), 저장 습도가 낮으면(65%) 무게손실이 현저히 증가되었고, 저장습도가 높은 95% 처리구의 5℃ 및 10℃에서는 저장기간 동안 상품한계치인 5% 이내로 적었고, 15℃ 및 20℃에서는 저장 30일에 5%이상 증가하였다. 홍단고추는 80% 습도구의 5℃에서는 5% 이내로 감소하였고, 95% 습도구에서는 중량손실이 처리기간 동안 5% 이내를 유지하였다(Fig. 3). Lownds 등(1994)은 수분손실은 품종에 따라 상이하고, 저장온도가 높은 것보다는 낮은 것이 많다고 하였으며, 수분손실방지는 비닐포장에 의해 방지할 수 있다고 하였다. Xue 등(1996a)에 의하면 토마토는 중량감소율이 전체적으로 적고, 저장 12일에 고습구(97%)에서는 적었지만, 저습구(63%)에서는 상품한계치인 5%에 근접한 반

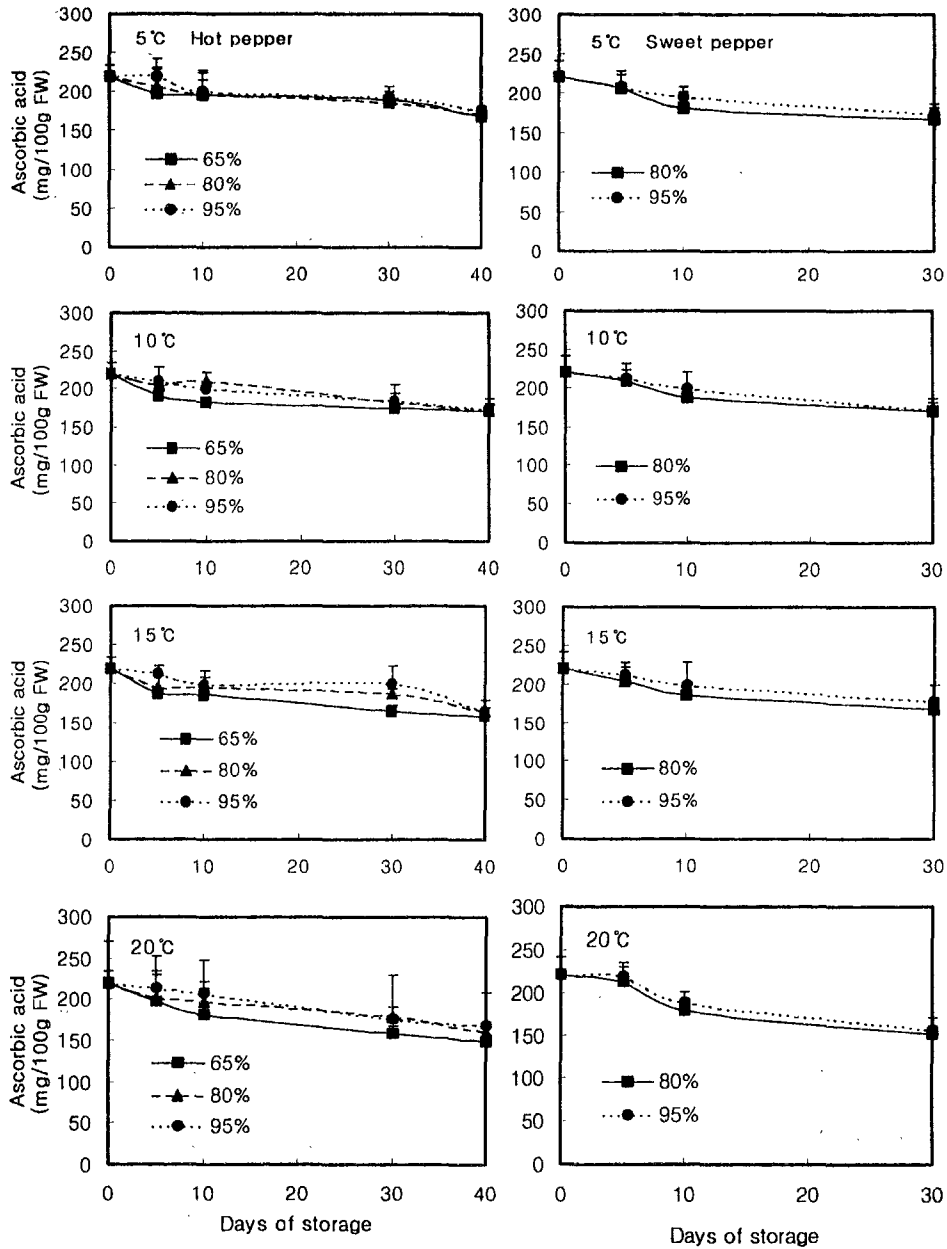


Fig. 2. Effect of storage temperature and relative humidity on the ascorbic acid of red hot pepper and sweet pepper fruits. Vertical bars represent standard errors.

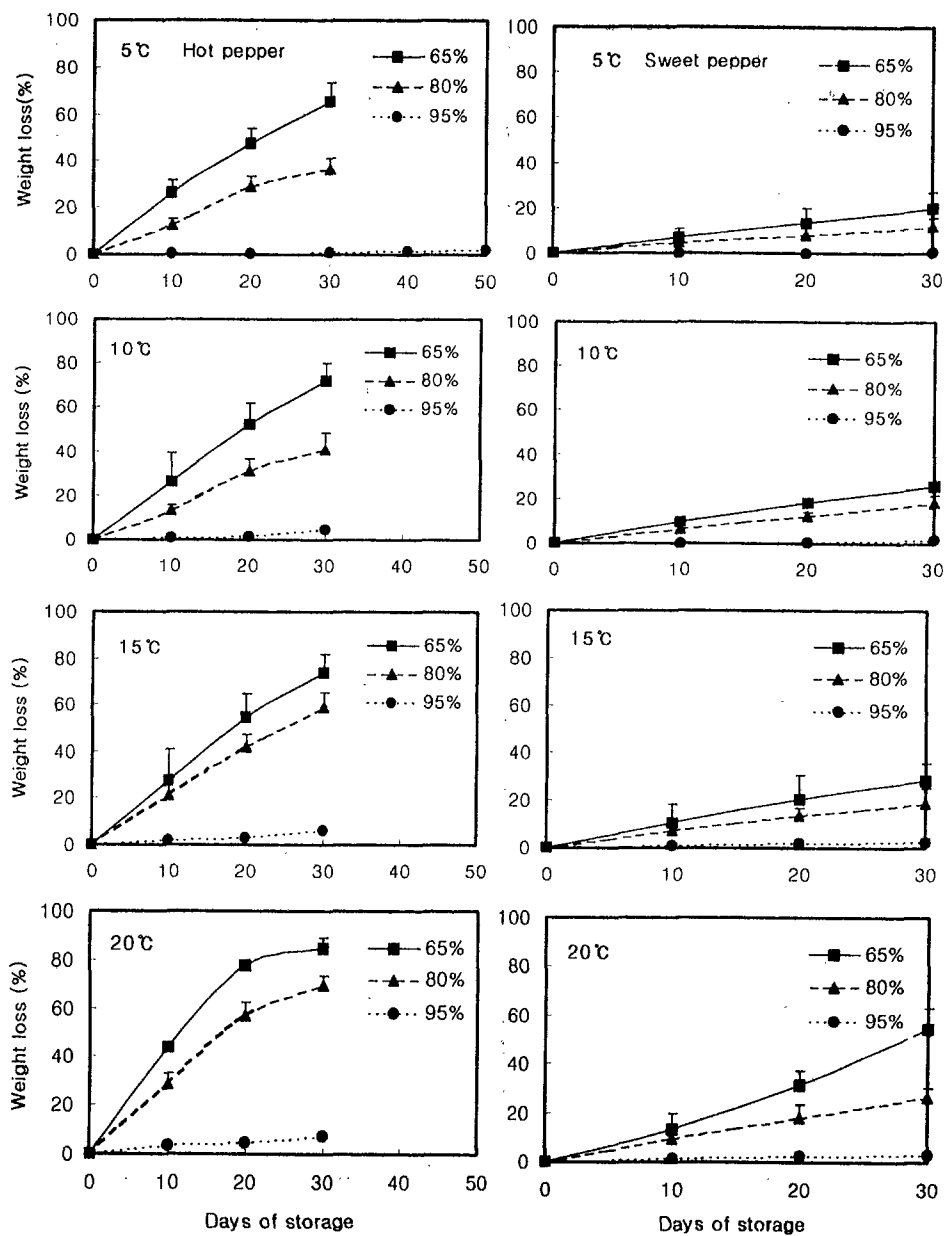


Fig. 3. Effect of storage temperature and relative humidity on the weight loss of red hot pepper and sweet pepper fruits. Vertical bars represent standard errors.

면, 오이는 중량감소를 5%에 달한 일수는 고습구에서 8일, 저습구에서는 1일이었다고 하였다. 본 연구에서 중량손실이 동일 저장조건에서도 홍단고추 보다는 홍고추에서 빠르게 감소하였는데, 이는 홍고추(82.2%) 및 홍단고추(90.2%) 자체의 수분함유량이 다르기 때문이라고 추측된다(data 생략). 그리고 일반적으로 청과물은 저장기간동안 중량손실이 5% 이상이면 위조증상이 나타나 상품성을 상실한다고 하였다. 그러나 홍고추 및 홍단고추의 경우는 약 10% 정도 수분이 손실되어도 외형적으로는 위조현상이 나타나지 않아 저장에 다소 유리한 조건을 갖추고 있다고 생각된다.

홍고추의 부패율은 저장온도 및 저장습도가 높으면 저장성이 현저하게 단축되는 것으로 나타났다. 5℃의 65%구에서는 10% 정도 부패된 반면, 80% 및 95%구에서 약 22% 정도 부패되었고, 5℃ 저장이 10℃ 보다 다소 높았다. 그리고 15℃ 및 20℃ 저장온도에서 저장습도와 관계없이 약 50~80% 이상 부패율이 급증하였다. 홍단고추는 5℃의 65%구에서는 20%, 80% 및 95%구에서 30% 정도 부패되었고, 10℃ 저장보다는 2~3% 정도 높았다. 그러나 15℃ 및 20℃에서는 저장습도와 관계없이 50~95% 정도 부패되어 홍고추 보다 부패되는 정도가 빨랐다(Fig. 4).

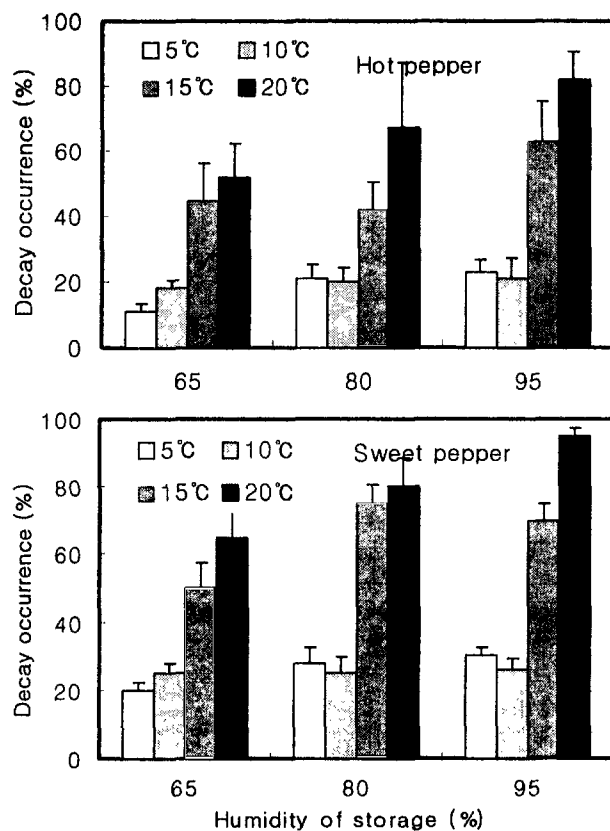


Fig. 4. Effect of storage temperature and relative humidity on the decay occurrence of red hot pepper (50 days storage) and sweet pepper (30 days storage) fruits.

Vertical bars represent standard errors.

Lownds 등(1994)은 *Capsicum* 계통 9품종을 폴리비닐봉지에 포장하여 14일간 저장하였는데, 저장온도가 높을수록 품종간 차이는 다소 있지만, 병발생이 많아 저장성을 조기에 상실한다고 하였다. 바나나, 토마토, 오이, 당근, 무 등은 고습구 보다는 저습구에서 경도의 연화가 빠르게 진행된다고 하였다(Xue등, 1995, 1996a, 1996b, 1996c). 이러한 결과는 저습구에서는 저장성이 상실한다는 것을 의미한다. 그리고 Pantastico(1975)에 따르면 풋고추는 7.2°C, RH 85~90%에서 저장하면 3~5주간 저장이 가능하고, 홍고추는 5.6~7.2°C, RH 90~95%에서 저장하면 2주정도 저장이 가능하다고 하였다.

본 연구에서 고습구 보다는 저습구에서 저장력이 좋게 나타나서 상반되는 결과를 얻었는데, 이것은 고습구에서는 장기간 저장함으로써 곰팡이 번식이 저습구 보다는 유리하기 때문에 저장성이 감소된 것으로 판단된다. 이와 같이 홍고추 및 홍단고추의 동절기 단경기 출하를 목적으로 저장할 경우 저장온도는 5~10°C, 습도는 95% 내외로 조절하면 과실내의 성분은 저장기간 동안은 상품성을 유지할 수 있지만, 부패율 저하를 위한 연구는 차후에 더 검토되어져야 할 것이다.

제4절 결과 요약

홍고추 및 홍단고추를 상이한 저장온도 및 습도조건에 따른 성분변화 및 저장성에 관한 결과는 다음과 같다. 당 함량은 홍고추의 경우 저장온도가 높고, 습도가 낮으면 저장 10일까지 당 함량이 증가하는 정도가 높았지만, 저장 습도가 높으면 변화정도가 낮았다. 홍단고추는 두 처리 모두 저장 5일까지 증가한 다음 감소하였다. Ascorbic acid 함량은 저장온도가 높고(15°C 및 20°C), 습도가 낮으면(65%) 감소가 빠르게 진행된 반면, 저장온도가 낮고(5°C

및 10℃), 습도가 높으면(80% 및 95%) 점감하는 양상을 보였다. 중량손실은 홍고추의 경우 저장온도가 높고(15℃ 및 20℃), 저장습도가 낮으면(65%) 중량손실이 현저히 증가되었고, 저장습도가 높은 95% 처리구에서는 저장온도에 관계없이 중량손실이 미미하였다. 이러한 양상은 홍단고추에서도 유사한 경향을 보였다. 부패과 발생은 홍고추의 경우 저온저장 및 저습구에서는 약 15% 정도인 반면, 고온저장 및 고습구에서는 약 50~80% 이상 급증하였다. 홍단고추는 저장온도가 높으면 저장습도와 관계없이 50~95% 정도 부패되어 홍고추 보다 부패되는 정도가 빨랐다

인용문헌

- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:211-217.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and Y.R. Yeoung. 1998. Effects of foliar application of CaCl₂ on quality of netted muskmelons during postharvest storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:170-174.
- Kim, D.Y., C.O. Rhee, and S.C. Shin. 1982. Color changes of red pepper by drying and milling methods. J. Korean Agri. Chem. Soc. 25:1-7.
- Lin, W.C., J.W. Hall, and Saltveit, Jr. 1993. Ripening stage affects the chilling sensitivity of greenhouse-grown peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:791-795.
- Lownds, N.K., M. Banaras, and P.W. Bosland. 1993. Relationships between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). HortScience 28:1181-1184.
- Lownds, N.K., M. Banaras, and P.W. Bosland. 1994. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. HortScience 29:191-193.
- Pantastico, Er.B., T.K. Chattopadhyay, and H. Subramanyam. 1975. Storage and commercial storage operations, in Postharvest physiology, Handling and Utilization of tropical and subtropical fruits and Vegetables, Pantastico, Er.B., ed., AVI Publishing, Westport, Conn. p.314.
- Park, S.M., Y.S. Lee, and C.S. Jeong. 2001. Effect of preharvest foliar

- application of calcium chloride on shelf-life of red sweet pepper 'Ace'.
Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 19:62-66.
- Park, Y.S., T.S. Na, and K.M. Lee. 1997. Effects of O₂ and CO₂ treatments within polyethylene film bags on the fruit quality of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:510-515.
- Platenius, H., F.S. Jamison, and H.C. Thompson. 1934. Studies on cold storage of vegetables. Cornell Agri. Exp. Stn. Bull. p.602.
- Sharp. A.K. 1986. Humidity: measurement and control during the storage and transport of fruits and vegetables. CSIRO Food Res. Q.46:79-85.
- Shewfelt. R.H. 1986. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. Food Technol. 5:70-89.
- Shirazi, A. and A.C. Cameron. 1992. Controlling relative humidity in modified atmosphere packages of tomato fruit. HortScience 27:336-339.
- Xue, Y., Y. Kubo, and A. Inaba. 1996a. Effects of humidity on physiological activity and texture of tomato and cucumber fruits. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi 43:164-171.
- Xue, Y., Y. Kubo, and R. Nakamura. 1996b. Effects of humidity on the ripening characteristics of banana fruit. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi 43:541-545.
- Xue, Y., Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakamura. 1995. Effects of humidity on ripening and texture in banana fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64:657-664.
- Xue, Y., K. Ishikawa, Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakamura. 1996c. Softening of several fruits and vegetables at low humidity with respect

- to their endogenous ethylene concentrations. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65:169-176.
- Yang, Y.S. and K.A. Lee. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on its reduction during cold storage of pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:478-482.
- Yang, Y.S. and K.A. Lee. 1998. Thiabendazole and CA effects on reduction of chilling injury during cold storage in pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:680-683.
- Yeoung, Y.R., C.S. Jeong, and H.K. Kim. 1996. Effects of storage temperature and duration on sugar and fruit quality of muskmelon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:252-256.

제7장 홍고추의 저온저장 후 모의 유통 온도가 품질에 미치는 영향

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 7 장 홍고추의 저온저장 후 모의 유통온도 가 품질에 미치는 영향

제1절 서 설

고추는 저온저장 후 상온으로 이동하면 저온장해의 증상이 더욱 심화되고, 정상인 경우도 상품성이 빠르게 상실된다. 또한 상대습도 95% 이상의 고습도에 보관하지 않으면 빠르게 물러지고, 건조한 상태에서는 상처난 부위로 탈수가 가속화되고, 저온장해의 증상을 악화시켜 pitting이 생성된다(Salunkhe와 Desai, 1984). 그리고 소매용으로 전시할 때 4.4~7.2℃에서 1~2일간 고추를 축축한 상태로 유지하면 피해를 주지 않지만, 10℃ 이상의 온도에 접하게 되면 부패를 증가시킨다고 하였다. Pantastico 등(1975)에 의하면 풋고추는 7.2℃와 상대습도 85~90%에서는 3~5주간 저장이 가능하고, 홍고추는 5.6~7.2℃와 상대습도 90~95%에서는 2주정도 저장이 가능하다고 하였다. Ning 등(1992)은 저장온도를 5℃에서 20℃로 변온시키면 20℃에서 호흡량이 처음부터 20℃에서 저장한 것과 호흡량이 같았으며, 저온장해를 받은 과실은 20℃로 온도를 상승시켰을 때 대조구보다 호흡량이 많다고 하였다. 이러한 결과는 저온저장 후 유통과정에서 온도변화에 따라 매우 민감하게 작용하여 품질의 급격한 저하를 초래한다. 홍고추의 저장에 대해서는 재배기간 중 CaCl₂ 엽면시비, CA저장, 그리고 저장온도 등에 관한 연구가 일부 이루어졌다(Lee와 Jeong, 2001; Park 등, 2000; Park 등, 2001). 이와 같이 홍고추의 저장에 관한 연구는 저장성 연장에 역점을 두고 진행되었지만, 저장 후 시장에 유통시킬 때 저장산물의 손실을 최소화하기 위해서는 유통환경이 매우 중요하다고

생각된다. 본 연구는 홍고추를 일정기간 동안 저온저장 후 모의 유통온도에 처리했을 때 생리적 특성과 품질변화에 미치는 영향을 구명하여 유통온도 및 유통기간에 대하여 검토하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 (주)홍농종묘의 '녹광고추'를 2000년 7월 15일에 강원대학교 부속농장 유리온실에서 정식하였다. 수확된 홍고추는 온도 및 습도를 7℃ 및 RH 93±3% 설정하여 항온·항습기(BR-590H/S, Fisons P/C, UK)에 30일간 저장하였다. 유통온도에 따른 저장한 홍고추의 생리적 특성과 품질변화를 알아보기 위하여 7℃, 10℃, 13℃, 15℃ 및 실온(약 20℃ 내외)에 저장하면서 CO₂, C₂H₄, 당류, ascorbic acid, capsaicinoid 함량 및 부패율을 조사하였다. CO₂ 및 C₂H₄ 측정은 1일 간격으로 5일간 측정하였고, 성분분석은 각 처리 후 5일된 과실에서 시료를 채취하여 분석하였다.

CO₂ 및 C₂H₄ 측정은 Park 등(2000)의 방법에 준하여 gas chromatography (GC, model 680D, 영인과학, 국산)를 이용하여 CO₂는 oven 온도 150℃와 TCD 온도 200℃로 하였고, C₂H₄은 oven 온도 225℃와 FID 온도 200℃에서 승온식으로 측정하였다. Column은 60/80 carboxen-1000, 15' x 1/8" SS (2.1mm ID) (SUPELCO Inc., USA)를 사용하였다.

당 분석은 5개 과실의 중앙부에서 각각 5g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45μm membrane filter로 여과 후 10μL씩 2회 반복 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. 당 분석은 HPLC(model: RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm φ x 30cm)으로 분석하였다

(Jeong 등, 1995).

Ascorbic acid 분석은 5개 과실의 중앙부에서 4g씩 총 20g을 채취하여 6% HPO₃ 200mL에 넣고 10,000rpm으로 10분간 마쇄 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 10 μ L씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다. HPLC(model : SPD-10AV)의 조건은 UV-detector 254nm로 하였고, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm ϕ x 30cm)으로 분석하였다(Park 등, 2000).

Capsaicinoids 분석은 Jeong 등(1995)의 방법에 준하여 5개의 과실을 냉동 건조하여 분쇄 후 400mg 분말을 acetone 20ml와 함께 삼각 flask에 넣고 약 16시간 동안 진탕하였다. 분석은 UV-분광기(U-3210, spectrophotometer, Hitachi, Japan) 246nm에서 측정하였다. 부패율은 50과씩 각각의 모의 유통 온도에서 10일간 저장 후 과병 및 과실부분에 곰팡이가 발생하면 부패과로 간주하였다.

제3절 결과 및 고찰

유통온도에 따른 호흡량은 저장 1일의 실온에서 13.4mg.kg⁻¹.hr⁻¹, 15°C에서 11.4mg.kg⁻¹.hr⁻¹, 13°C 및 10°C에서 7.7mg.kg⁻¹.hr⁻¹이었고, 7°C에서는 5.1mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 온도가 낮을수록 현저히 감소하였다. 특히 실온에서는 저장 2일째 36.6mg.kg⁻¹.hr⁻¹로 급격히 상승하여 높은 호흡량이 유지되었다. C₂H₄ 발생량은 실온(약 20°C 내외)에서 저장 1일에 1.1 μ L.kg⁻¹.hr⁻¹, 2일에는 2.4 μ L.kg⁻¹.hr⁻¹로 2배 이상 증가하다가 3일 이후에는 1.2 μ L.kg⁻¹.hr⁻¹로 급격히 감소하는 경향을 나타냈다. 15°C에서는 0.9 μ L.kg⁻¹.hr⁻¹로 저장 3일까지 계속 증가하였고, 7°C, 10°C 및 13°C에서는 변은 1일에 0.5~0.7 μ L.kg⁻¹.hr⁻¹로

유사한 경향을 보였다(Fig. 1). Ning 등(1992)은 저장온도를 5°C 저장 후 20°C로 상승시키면 20°C에서 계속 저장한 것과 호흡량이 유사하다고 하였다. 그리고 승은 전 호흡활성은 온도가 낮은 쪽이 억제되었지만, 0°C와 5°C에서는

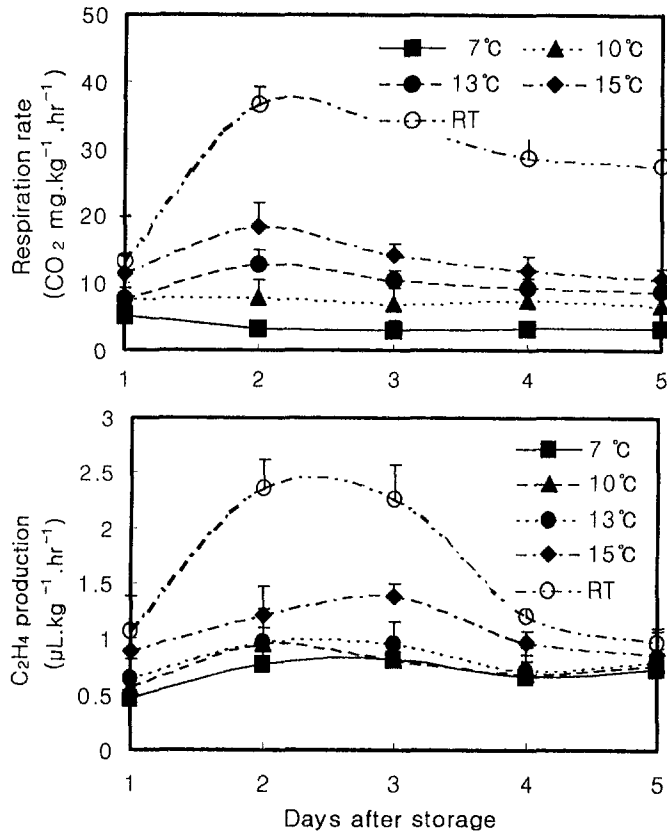


Fig. 1. Effect of shelf temperature on respiration rate and ethylene production during simulated marketing period after 30 days storage at 7°C. RT; room temperature (about 20°C). Vertical bars represent standard errors.

저온장해 발생 후에 약간 증가한다고 하였다. Choi 등(2001)은 머스크멜론을 5℃에서 15일간 저장 후 상온에 이동하면 5℃에 저장한 것보다 C₂H₄는 약 30% 이상, CO₂는 7배정도 높게 발생한 것으로 보고하였다. Mattoo와 White(1991)는 에틸렌 생성의 최종단계에 있는 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid에서 에틸렌으로 전환되는 과정을 촉매하는 에틸렌 생성효소의 활성은 막의 건전성과 밀접한 관계가 있다고 지적하였다. 이와 같이 저장 후 기존의 저장온도보다 높은 온도에 놓이게 되면 호흡급등에 따른 호흡량 및 에틸렌이 다량 발생되어 상품성을 저하시키는 원인으로 작용하기 때문에 기존의 저장온도 범위내에서 유통시키는 것이 바람직하다고 생각된다. 일반적으로 채소매장의 전시온도는 13℃로 설정하여 판매하는데, 저장한 홍고추를 유통할 때의 온도는 13℃ 이내에서 유통 및 판매하는 것이 적절한 유통온도라고 판단된다.

당 함량의 변화는 저장온도가 높을수록 sucrose 함량이 7℃에서는 1.0%였지만, 13℃ 이상에서는 절반이상 감소하는 경향을 보였고, 전당 함량(약 6.1% 내외)이 다소 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 이러한 결과는 Park 등(2000)과 Park 등(2001)의 보고와 유사하였다.

저장온도가 높아짐에 따라 당 함량이 다소 감소하는 것은 과일내의 저장물질은 당으로 가수분해되는 전분으로 저장되지 않기 때문에 많은 호흡으로 당의 감소가 일어난 것으로 생각된다.

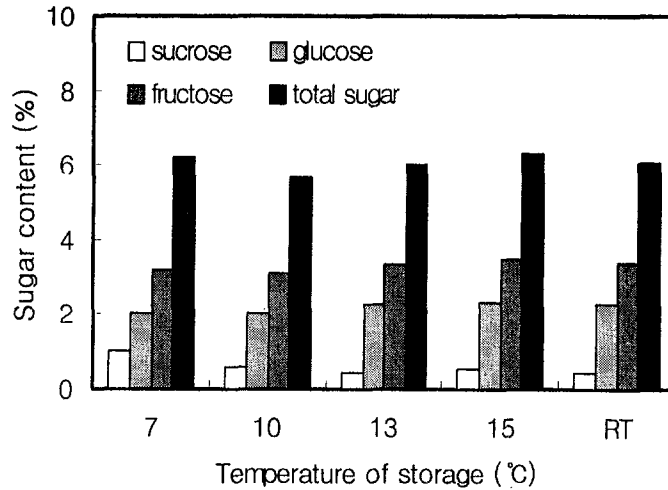


Fig. 2. Effect of shelf temperature on the sugar content of fresh red pepper fruit after 5 days of simulated marketing. Fruits were stored at 7°C for 30 days before marketing. RT; room temperature (about 20°C). Vertical bars represent standard errors.

Capsaicinoid 함량은 7°C 저장에서는 건물량의 0.13% dry wt.이며, 나머지 저장온도에서는 약 0.16% dry wt.로 저장 후 온도변화에 따른 capsaicinoid 함량의 차이는 거의 없었다(Fig. 3). 이와 같이 온도변화에 따른 capsaicinoid 함량에 거의 차이가 없다는 것은 capsaicinoid의 화학구조는 휘발성인 methyl기를 갖고 있기 때문에 저장온도가 높거나 고온에서 건조하면 capsaicinoid가 휘발되어 감소할 수 있는 가능성은 있겠지만, 20°C 이내의 저장온도에서는 휘발되는 양이 미미한 결과라고 생각된다.

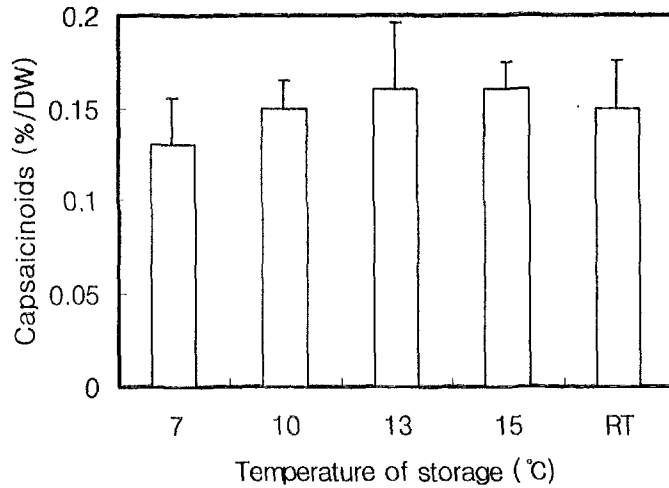


Fig. 3. Effect of shelf temperature on the capsaicinoids content of fresh red pepper fruit after 5 days of simulated marketing. Fruits were stored at 7°C for 30 days before marketing. RT; room temperature (about 20°C). Vertical bars represent standard errors.

Ascorbic acid 함량은 저장 7°C, 13°C 및 15°C에서 약 230mg/100g fresh wt.로 유지되었고, 15°C 및 실온에서는 약 210mg/100g fresh wt.로 감소하여 저장온도 보다 유통온도가 높으면 ascorbic acid 함량은 다소 감소하였다(Fig. 4). 고농도의 CO₂ 환경에서는 적색의 발달, 엽록소 파괴, ascorbic acid 축적이 억제된다. Ishii와 Okubo(1984)는 시금치에 함유하고 있는 ascorbic acid 함량은 수확즉시 예냉한 것보다 비예냉구에서 감소가 빠르게 진행된다고 하였다. Ishii와 Shinbori(1988)에 의하면 순무를 저장했을 때 저장온도가 높은 쪽이 ascorbic acid 함량의 감소속도가 빠르다고 하였다. 이와 같이 저장중이거나 저장 후에 온도는 호흡과 밀접한 관계를 유지하고 있는데, ascorbic acid 함량도 호흡량과 관련되어 감소하는 것으로 생각된다.

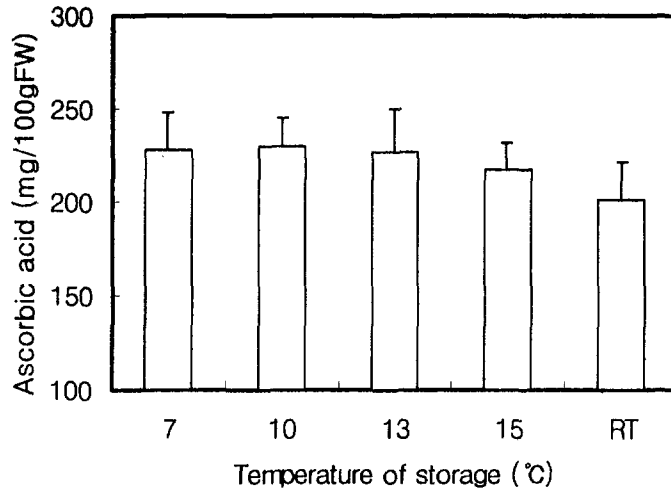


Fig. 4. Effect of shelf temperature on the ascorbic acid content of fresh red pepper fruit after 5 days of simulated marketing. Fruits were stored at 7°C for 30 days before marketing. RT; room temperature (about 20°C). Vertical bars represent standard errors.

부패율은 저장온도 13°C 이하의 온도에서는 발생되지 않았으나, 15°C에서 22.2%, 실온에서는 68.8%로 저온저장 후 온도를 높은 곳으로 이동했을 때 온도가 높아질수록 부패율이 급격하게 증가하였다(Fig. 5).

Ishii와 Shinbori(1988)는 예냉처리 후 상온유통하면 빠른 속도로 품질저하가 진행되기 때문에 예냉품을 유통하고자 할 때 10°C 이하로 저온유통하는 것이 바람직하다고 하였다.

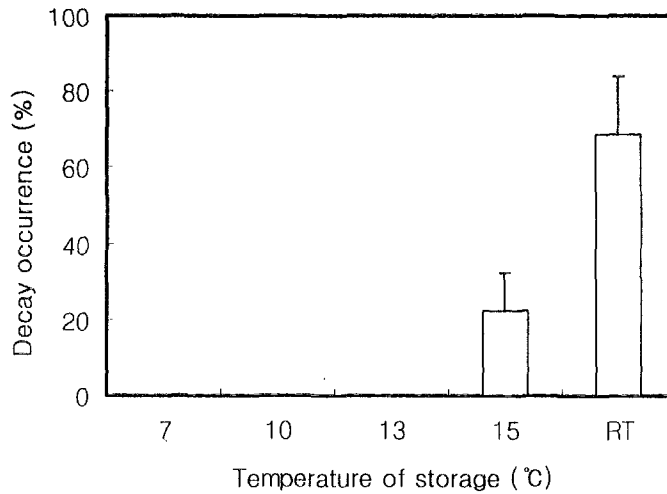


Fig. 5. Effect of shelf temperature on the decay occurrence of fresh red pepper fruit after 5 days of simulated marketing. Fruits were stored at 7°C for 30 days before marketing. RT; room temperature (about 20°C). Vertical bars represent standard errors.

본 연구의 결과에서 7°C에서 30일간 저온저장 후 15°C 이상의 온도에 이동했을 때 부패 발생율이 급격히 증가되었는데, 이것은 저온상태에서 잠재하고 있던 부패균들이 온도환경의 변화에 따라 급속하게 증식되어 부패를 가속화시킨 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합하면 저온저장한 홍고추는 저장온도를 크게 벗어나지 않게 유통시켜야 하며, 30일간 저장한 홍고추는 유통온도 13°C 이하에서 10일 이내에 판매하는 것이 바람직하다고 생각된다.

제4절 결과요약

홍고추를 수확하여 7℃에서 30일간 저장 후 변온처리에 따른 생리적 특성과 품질변화를 구명하여 저장산물의 유통온도 및 유통기간에 대하여 연구하였다. C_2H_4 발생량 및 호흡량은 10℃ 이상의 변온에서는 급격히 증가하였다. 모의유통 5일 후 조사한 당 함량은 약 6.1% 내외로 유통온도간 차이가 없었으나, sucrose 함량은 유통온도가 13℃ 이상일 때 지속적인 저온유통 과실에 비해 절반 정도 감소하였다. Capsaicinoid 함량은 변온처리별 큰 차이가 없었으나, ascorbic acid 함량은 7℃에 저장 후 유통온도가 저장온도 보다 높으면 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 저장 후 변온에 따른 부패율은 13℃ 이하의 유통온도에서는 부패되지 않았지만, 15℃에서 22.2%, 실온에서 68.8%로 7℃ 저장 후 온도가 높아질수록 부패율이 급격하게 증가하였다. 저온 저장한 홍고추는 저장온도를 크게 벗어나지 않게 유통시켜야 하며, 30일간 저장한 홍고추는 유통온도 13℃ 이하에서 10일 이내에 판매하는 것이 요구된다.

인용문헌

- Choi, H.K., S.M., Park, K.C. Yoo, and C.S. Jeong. 2001. Effects of shelf temperature on the fruit quality of muskmelon after storage. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 19:135-139.
- Ishii, K. and M. Okubo. 1984. The temperatures of fresh vegetables shipped to central wholesale markets in summer and the effect of delay in precooling on the quality of some fresh vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52:476-483.
- Ishii, K. and F. Shinbori. 1988. Respiration rate and the relation between changes in some chemical components and appearance quality of turnips (*Brassica campestris* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:319-323.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka, and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:211-217.
- Lee, G.H. and C.S. Jeong. 2001. Effects of CA storage of red peppers and red bell peppers for long-term storage. Food Engineering Progress. 5:52-57.
- Mattoo, A.K. and W.B. White. 1991. Regulation of ethylene biosynthesis. p. 21-42. In : A.K. Mattoo and J.C. Suttle (eds.). The plant hormone ethylene. CRC Press, London.
- Ning, B., Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakamura. 1992. Effects of storage temperature on occurrence of chilling injury and storage life in Chinese pear 'Yali'. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 61:461-467.

- Pantastico, Er. B., T.K. Chattopadhyay, and H. Subramanyam. 1975. Storage and commercial storage operations. In: Postharvest Physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables, Pantastico, Er.B., Ed., AVI Publishing, Westport, Conn. p. 314.
- Park, S.M., Y.S. Lee, G.H. Lee, and C.S. Jeong. 2000. Effects of foliar application of calcium chloride on quality of red pepper fruits during storage. *Inst. Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ.* 11:100-106.
- Park, J.C., S.M. Park, K.C. Yoo, and C.S. Jeong. 2001. Changes of postharvest physiology and quality of hot pepper fruits by harvest maturity and storage temperature. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:289-294
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Volume II. CRC. p. 49-58.

제8장 에틸렌 처리가 고추 및 단고추의 최숙과 착색증진 및 성분변화

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 8 장 에틸렌 처리가 고추 및 단고추의 최 속과 착색증진 및 성분변화

제1절 서 설

고추의 이용형태는 생식용으로 풋고추와 적색고추는 건조가공하고, 단고추는 주로 요리하는데 이용한다. 고추 및 단고추는 완전 착색된 상태가 동절기에는 가격형성이 당연히 높고, 여름에도 때에 따라 생산량의 불균형으로 높은 가격이 형성되는 경우가 종종 있다. 그런데 이들 과실은 최색기에 수확하여도 시간이 경과하면 후숙에 의해 착색되는 성질이 있다.

가을에 수확후기의 고추를 착색시키기 위하여 ethrel을 처리하여 완숙고추를 다량 수확할 수 있는 방법이 연구되었다. Ethrel을 처리할 경우 식물체 또는 과실에 ethylene이 발생되어 과실의 후숙이 촉진되는 효과가 있는 것으로 보고되었다(Kwack과 Chung, 1975). 이는 가공용 토마토를 기계수확하여 착색이 덜된 과실을 밀폐된 공간에서 에틸렌을 처리하여 후숙촉진하는 기술이 개발되었다(Watada 등, 1976; Hyodo, 1977; McGlasson, 1985). 그러나 에틸렌은 과실을 빠르게 후숙시켜 저장성을 악화시키는 기능도 내재하고 있어 산물이용의 목적에 따라 주의를 요구하는 식물호르몬이다(An과 Paull, 1990; Kader, 1985; Sherman, 1985; Reid, 1985).

고추 및 단고추를 저장하여 동절기에 출하할 목적으로 재배작형과 저장방법이 다양하게 개발되어 혹한기인 12월부터 1월 사이에 출하가 가능하게 되었다(Park 등, 2000; Jeong과 Park, 2000; Lee와 Jeong, 2001; Lee와 Jeong, 2001; Park 등, 2001; Park 등, 2001).

본 연구에서는 최색기의 과실을 수확하여 인위적으로 에틸렌 및 온도처리에 의해 착색을 촉진시키고, 이들 처리에 따른 성분변화를 검토하고자 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

공시품종은 '녹광고추'(㈜ 흥농종묘) 및 '뉴에이스' 단고추(㈜TAKII seed, Japan)를 이용하였다. 2000년 7월 20일에 강원대학교 부속농장 유리온실에서 재배하였고, 재배방법은 원시처방으로 양액재배하여, 동년 11월 중순에 완전 착색과와 50% 착색과를 수확하여 4.5L 밀폐용기에 고추는 50과, 단고추는 30과를 넣고, 표준 에틸렌 가스를 무처리, 0.5ppm 및 5ppm을 처리하여 7℃, 13℃ 및 실온(약 25℃)에 두면서 색채색차계(Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 착색정도를 측정하였다. 당도 및 ascorbic acid 측정을 위하여 고추는 당일과 처리 30일후, 단고추는 당일과 처리 25일에 각각 분석하였다. 고추의 Capsaicinoids는 수확당일과 처리 30일에 분석하였다. 당 분석은 각각 10g씩 채취하여 착즙 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과 후 10 μ L씩 주입하여 HPLC(Shimadzu, RID-10A, Japan)의 RI detector, column은 Shim-pack SCR-101N(7.9mm \varnothing x 30cm)로 환원당 및 비환원당을 분석하였다. Ascorbic acid 분석은 HPLC(SPD-10AV)의 UV detector, column은 μ BondapakTMC₁₈(3.9mm \varnothing x 30cm)로 분석하였다(Park 등, 2001).

최색과를 에틸렌 처리 후 저장성을 보기하기 위하여 무처리, 0.5ppm 및 5ppm을 각각 처리한 다음 폴리에틸렌 비닐 봉지에 넣어 7℃, 13℃ 및 실온(약 25℃)에 저장한 후 고추는 35일, 단고추는 25일에 과병부위가 물러지거나 과실이 부패된 것을 각각 조사하여 부패과로 간주하여 계산하였다.

제3절 결과 및 고찰

수확당시의 적숙기 고추는 Hunter a 값이 42.5이었는데, 30일 후에는 52.1 정도로 적색소가 농후한 것으로 나타났고, 최색기는 1~3정도 되는 고추를 수확하여 에틸렌을 처리했을 때 에틸렌 농도간 차이는 인정되지 않은 것으로 나타났다. 홍단고추는 수확당시의 Hunter a 값은 28.2이었고, 30일 후에는 43.4로 저장이 길어지면 진하게 진행되었다. 그리고 에틸렌 처리에 따른 착색촉진은 인정되지 않았다(Fig. 1). An과 Paull(1990)은 파파야 과실에 에틸렌을 처리한 결과 노란색으로 빠르게 후숙이 촉진되었다고 하였고, McGlasson(1985) 토마토의 적색색소가 촉진되었음을 보고하였다. 그러나 본 연구의 결과에서 고추 및 단고추의 최색기에 수확하여 에틸렌을 처리했지만, 착색촉진에는 영향을 미치지 않아 고추 및 단고추의 적색색소는 카로틴노이드계인 캡산틴과 토마토의 적색색소는 리코핀과 황색색소인 카로틴과 색소간 차이가 다르기 때문이라고 판단되고, 차후에 에틸렌이 색소에 따라 다르게 작용하는지에 대한 연구는 면밀한 검토가 있어야 하겠다.

수확당시 고추의 당 함량은 최색기에서 6.7%, 적숙기에서 6.9%로 나타났고, 저장 30일에서는 5.5% 이었다. 그러나 에틸렌 처리농도가 높은 5ppm 처리구에서는 약 1% 이상 감소하는 경향을 나타냈다. 단고추의 당 함량은 수확당시의 최색기는 6.8%, 적숙기는 6.7%였고, 30일 후에는 6.9%로 유사하였고, 에틸렌 처리에 따른 당 함량은 에틸렌 농도가 높거나 저장온도가 높으면 당 함량은 감소되는 것으로 나타났다(Fig. 2).

일반적으로 토마토, 고추 및 단고추는 식물체에서 완숙되면 당 함량이 완숙과가 되면 당 함량이 증가하는데, 최색기에 수확하게 되면 당 함량 축적이 정지되고, 에틸렌을 처리하거나 저장온도가 높으면 호흡량 증가로 당 함량이

감소하는 것으로 생각된다.

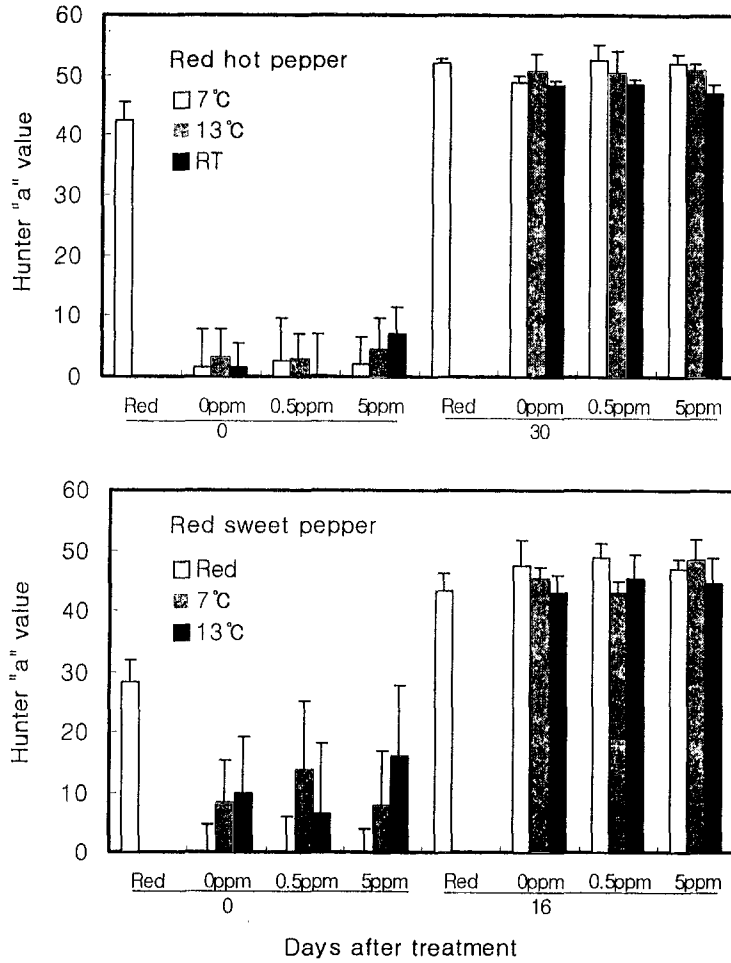


Fig. 1. The effect of ethylene and temperature on the coloring of red hot pepper and red sweet pepper fruits in mature stage.

RT; room temperature(about 25°C)

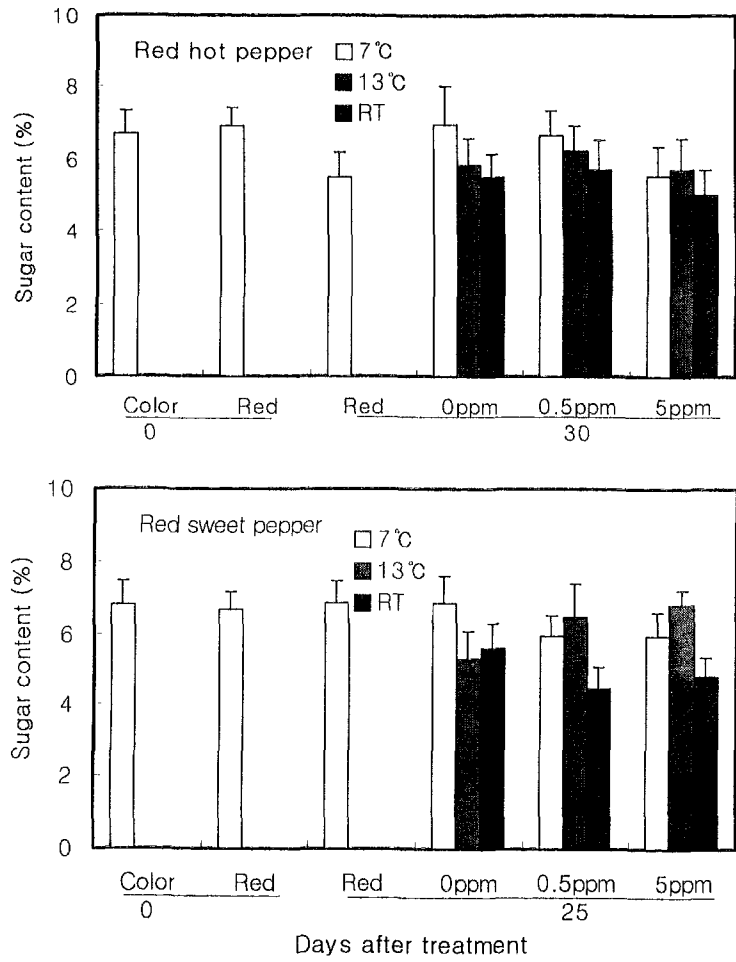


Fig. 2. The effect of ethylene and temperature on the sugar content of red hot pepper and red sweet pepper fruits in mature stage.

RT; room temperature(about 25°C)

수확당시 고추의 ascorbic acid 함량은 최색기에서 183.0mg/100g fresh wt., 적숙기에서는 221.9mg/100g fresh wt.로 나타났는데, 30일 저장 후 223.1mg /100g fresh wt.로 나타났고, 무처리구에서는 약 200mg/100mg fresh wt. 정도였는데 비해 에틸렌 농도가 높거나 저장온도가 높을수록 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 단고추의 ascorbic acid 함량은 197.0mg/100g fresh wt., 적숙기에는 214.5mg/100g fresh wt.이었는데, 적숙기는 30일 후에 162.1mg/100g fresh wt.로 현저하게 감소하였고, 에틸렌 처리 농도가 높고, 저장온도가 높으면 비타민 C함량은 현저하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3).

Watada 등(1976)은 토마토를 생육단계별로 수확하여 생육단계별로 ascorbic acid를 분석한 결과 미숙과 보다는 완숙과에서 성분함량이 높았고, 미숙과에 에틸렌을 처리한 결과 품종 및 성숙정도에 따라 다소 차이는 있지만, 전체적으로 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 최색기 보다는 완숙과에서 ascorbic acid 함량이 높았고, 최색기의 과실에 에틸렌을 처리했을 때 함량이 감소하는 경향을 나타내어 기존의 보고와 유사하였다.

고추 및 단고추의 과실을 숙기별로 호흡량 및 에틸렌 발생량을 측정한 결과 미숙한 과실에서 이들 발생량이 많았고, 저장성도 현저하게 감소되어 홍고추 및 홍단고추의 저장에 유리하게 작용한다는 기존의 보고와 잘 일치하고 있다(Park 등, 2001; Jeong과 Park 2000).

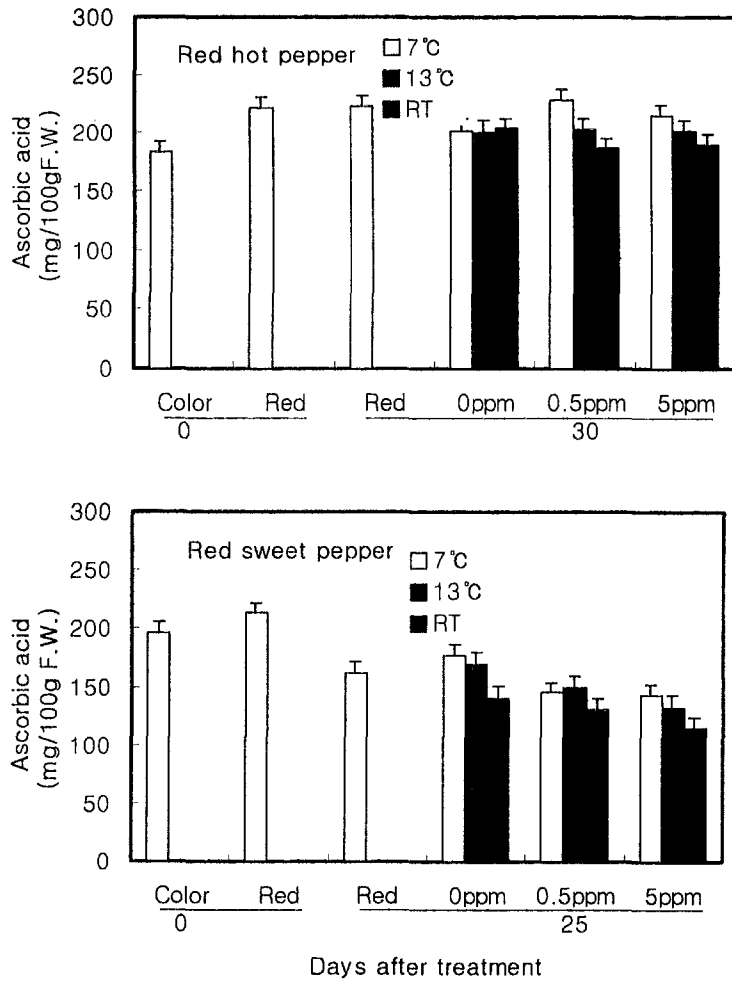


Fig. 3. The effect of ethylene and temperature on the ascorbic acid content of red hot pepper and red sweet pepper fruits in mature stage.
RT; room temperature(about 25°C)

수확 당일 최색기의 capsaicinoids 함량은 0.27% dry wt., 적숙기는 0.19% dry wt.이었는데, 30일간 저장한 후 적숙기는 0.2% dry wt.으로 나타났고, 에틸렌 처리는 처리구나 무처리구에서 0.25% dry wt. 내외로 유사한 함량을 나타냈다(Fig. 4). 따라서 고추 및 단고추는 에틸렌 처리에 의한 착색촉진 보다는 온도에 의해 더 민감하게 반응한다고 생각된다.

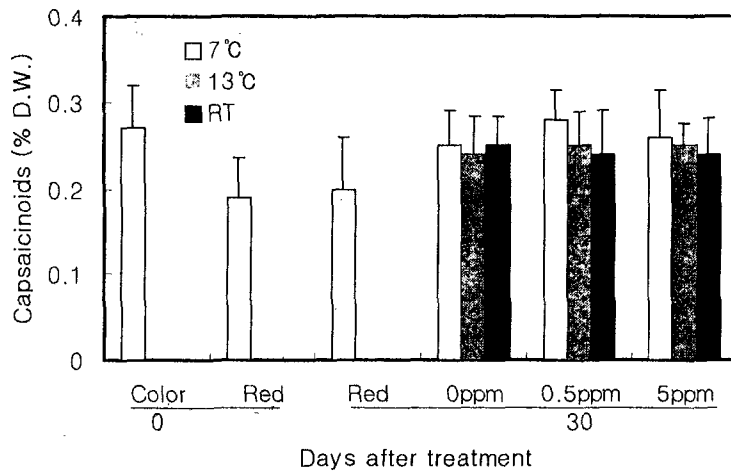


Fig. 4. The effect of ethylene and temperature on the capsaicinoid content of red hot pepper and red sweet pepper fruits in mature stage.
RT; room temperature(about 25°C)

최숙과의 고추를 수확하여 에틸렌 처리후 부패율을 조사한 결과 무처리구 7°C에서 최숙과는 17.5%, 적숙과는 9.2%로 저장기간 동안 부패율이 적은 반면, 최숙과를 에틸렌 처리하였을 경우 0.5ppm에서 20.1%, 5ppm에서 35.8%로 부패율이 급격하게 증가하였고, 저장온도가 높을수록 에틸렌에 의한 부패율은 빠르게 진행하였다.

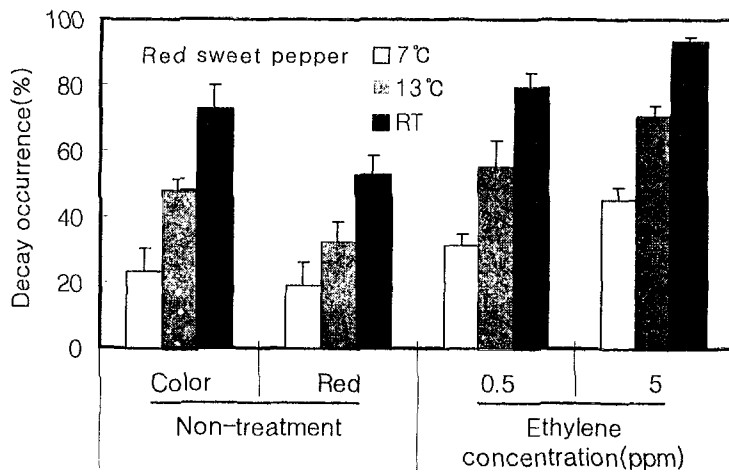
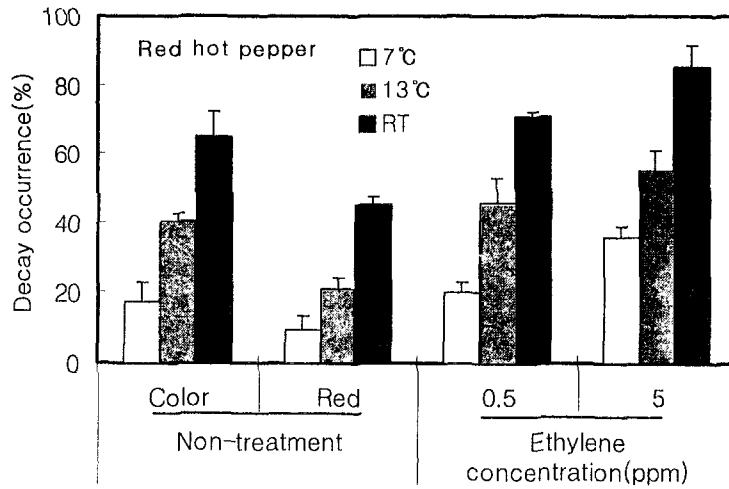


Fig. 5. The effects of ethylene and temperature on the decay occurrence of red hot pepper and red sweet pepper fruits in mature stage.

RT; room temperature (about 25°C)

단고추는 무처리구 7℃에서 23.5%, 적숙과는 18.9%로 나타났지만, 최숙과를 에틸렌 처리후 저장한 결과 0.5ppm에서 31.5%, 5ppm에서 45.2%로 급격하게 증가하였다. 그리고 저장온도 및 에틸렌 농도가 높을수록 고추보다 빠르게 부패하였다(Fig. 5). 이러한 결과는 최숙과는 적숙과 보다 호흡량이 많고 저장성이 떨어진다는 기존의 보고(Jeong과 Park, 2000)와 일치하는데, 에틸렌 처리에 의해 호흡량 및 에틸렌 발생량이 지속적으로 많이 발생되어 부패가 빠르게 진행된 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 보면 고추 및 단고추의 최색기에 수확하여 에틸렌을 처리하면 착색촉진 효과가 없고, 성분함량 감소, 저장성 감소 등의 결과를 초래하기 때문에 착색을 촉진하기 위하여 에틸렌 처리는 하지 않는 것이 바람직하다고 판단된다.

제4절 결과요약

고추 및 단고추를 최색기에 수확하여 각각의 농도 및 온도처리에 따른 착색촉진 효과를 보기 위하여 실시한 결과는 다음과 같다. 최색기의 고추 및 단고추는 에틸렌 처리에 의해 적색을 나타내는 Hunter "a"값에는 영향을 미치지 않았고, 온도를 높게 처리한 것에서 Hunter "a"값이 높게 나타났다. 당함량은 에틸렌 처리농도 및 저장온도 높거나 저장기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내서 자연적으로 적숙된 과실보다는 낮았다. Ascorbic acid 함량은 고추 및 단고추 모두 에틸렌 및 온도처리에 의해 현저하게 감소하였고, 고추의 경우 capsaicinoid 함량은 에틸렌 처리 및 온도처리에 의해 후숙된 과실보다는 자연 적숙과에서 다소 낮았다. 그리고 최숙과를 에틸렌 처리하였을 때 에틸렌 농도 및 저장온도가 높을수록 부패율이 빠르게 진행되었고, 고

추보다는 단고추에서 심하게 나타났다. 따라서 에틸렌 처리에 의한 착색촉진보다는 온도에 의해 더 민감하게 반응하여 고추 및 단고추의 착색촉진에는 효과가 적은 것으로 판단된다.

인용문헌

- An, J.F. and R.E. Paull. 1990. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:949-953.
- Han, K.P., C.S. Jeong, I.S. Kim, H.K. Yun, and M. Nagaoka. 1996. Effect of environment factors on the yield of fruit in *Capsicum annuum* L. Inst. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ. 7:59-68.
- Hyodo, H. 1977. Ethylene production and respiration of satuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit harvested at different stages of development. J. Japan Soc. Hort. Sci. 45:427-432
- Jeong, C.S. and S.M. Park. 2000. Effects on the production of CO₂ and C₂H₄, and quality of sweet pepper 'New Ace' during storage temperature and storage period. Inst. of Agr. Sci. Kangwon Nat. Univ. 11:69-75.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, and K.P. Han. 1994. Comparison of capsaicin content and sugar accumulation at each growth stage of native cultivar and introduced *Capsicum annuum* L. J. Sci. Tech. Kangwon Nat. Univ. 33:166-217.
- Jeong, C.S., K.C. Yoo, M. Nagaoka, and S. Imata. 1995. Effects of light intensities, night temperatures and CO₂ treatments on production of the mature-green peppers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:211-217.
- Kader, A.A. 1985. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. HortScience 20:54-57.
- Kwack, B.H. and T.W. Chung. 1975. The effect of ethrel on autumn-fruit ripening of korean hot peppers. J.Kor. Soc. Hort. Sci. 16:70-74.

- Lee, K.H. and C.S. Jeong. 2001. Effects of MA storage with fine holes for red chili pepper and red bell pepper fruits. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8:125-130.
- Lee, K.H. and C.S. Jeong. 2001. Effects of CA storage of red peppers and red bell peppers for long-term storage. Food Engineering Progress 5:52-57.
- McGlasson, W.B. 1985. Ethylene and fruit ripening. HortScience 20:51-54.
- Ohta, Y. 1960. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, Capsaicin content of several varieties of *C. annuum* and related species. Seiken Ziho 11:63-72
- Ohta, Y. 1962. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum*, III. Development of *Capsaicum* species. Jap. Jour. Genet. 37:86-90.
- Park, J.C., S.M. Park, K.C. Yoo, and C.S. Jeong. 2001. Changes in postharvest physiology and quality of hot pepper fruits by harvest maturity and storage temperature. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:289-294.
- Park, S.M., K.H. Lee, and C.S. Jeong. 2001. Effects of several pre-cooling methods on shelf-life of red pepper and red sweet pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:394-398.
- Reid, M.S. 1985. Ethylene and Abcission. HortScience 20:45-50.
- Sherman, M. 1985. Control of ethylene in the postharvest environment. HortScience 20:57-60.
- Takata, M. 1983. Respiration, ethylene production and ripening of japanese persimmon fruit harvested at various stages of development. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52:78-84.

Wadata, A.E., B.A. Barbarra, and J.T. Worthington. 1976. Vitamin A and C in ripe tomatoes as affected by stage of ripeness at harvest and by supplementary ethylene. *J. Food Science* 41:856-857.

최숙기 고추 및 단고추의 착색증진을 위한 착색촉진제 처리효과

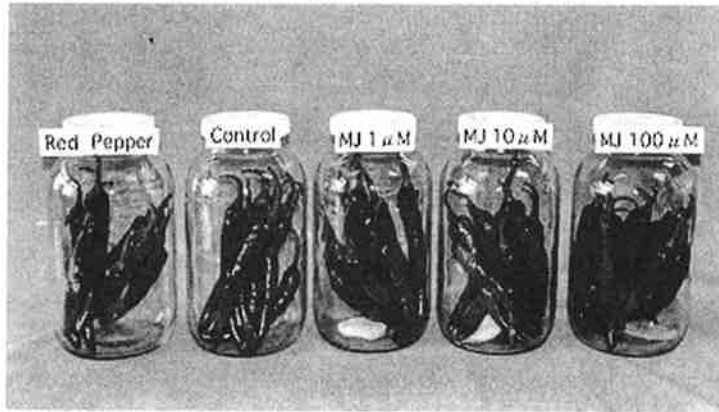


사진 1. 최숙기 고추에 methyl jasmonate 처리 16일후 착색상태

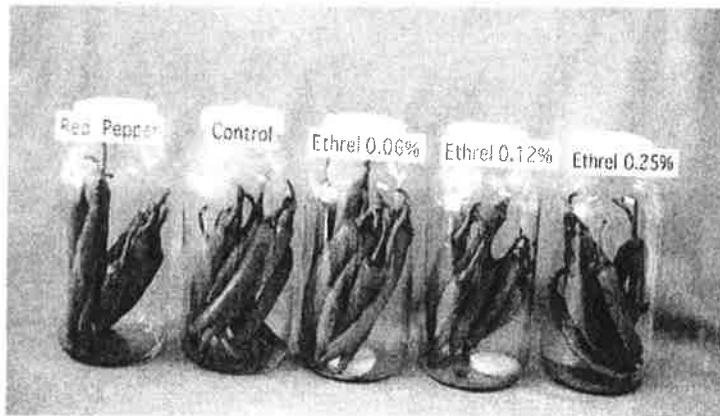


사진 2. 최숙기 고추의 ethrel 처리 16일후 착색상태

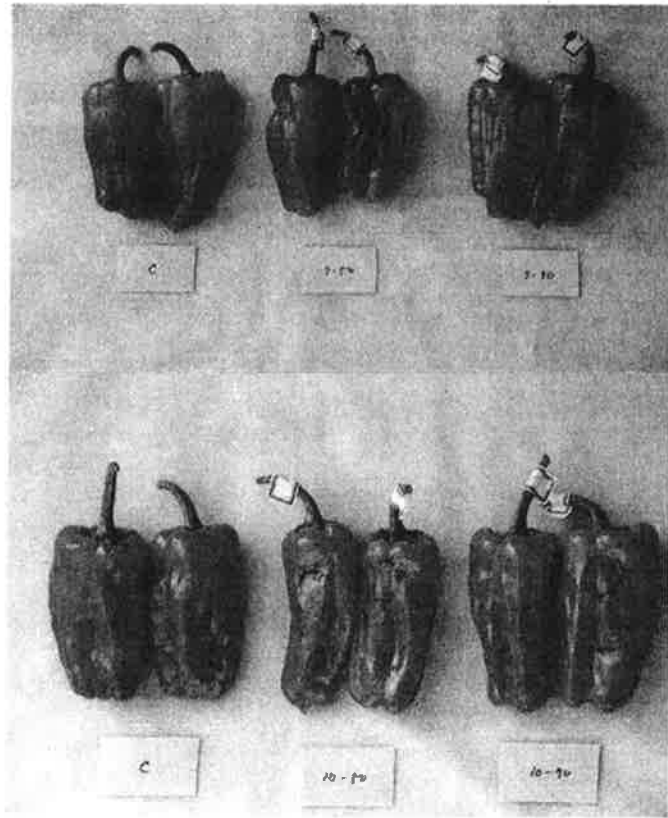


사진 3. 단고추의 착색정도가 온도에 따른 착색에 미치는 영향
(상; 50% 및 70% 착색과 7°C, 하; 50% 및 70% 착색과 10°C)

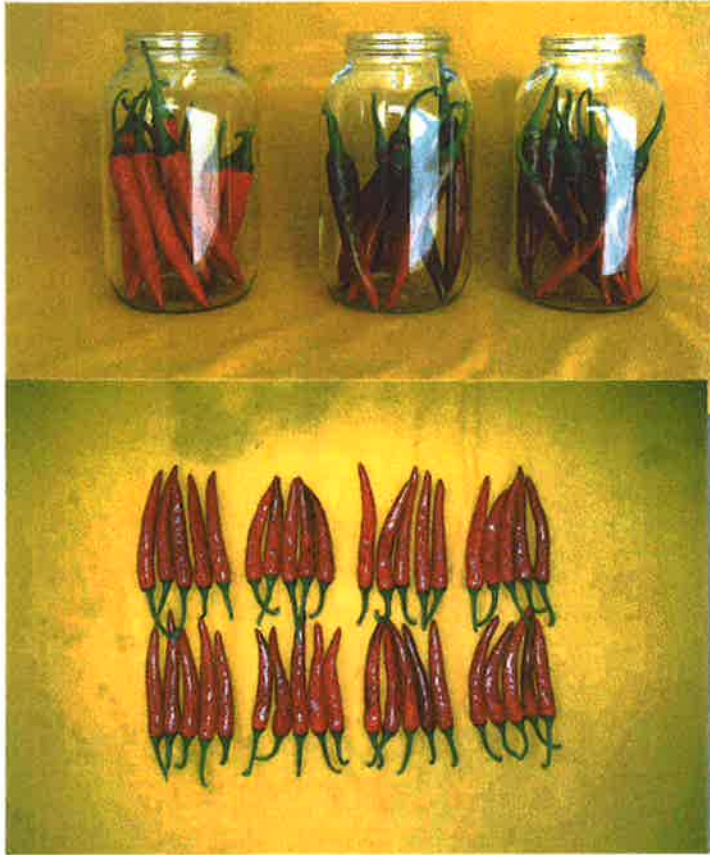


사진 4. 최색기 고추의 착색촉진을 위한 에틸렌 처리효과
(처리 10일). 처리전(상), 처리후(하)



사진 5. 최색기 단고추의 착색촉진을 위한 에틸렌 처리효과
(처리 10일). 처리전(상), 처리후(하)

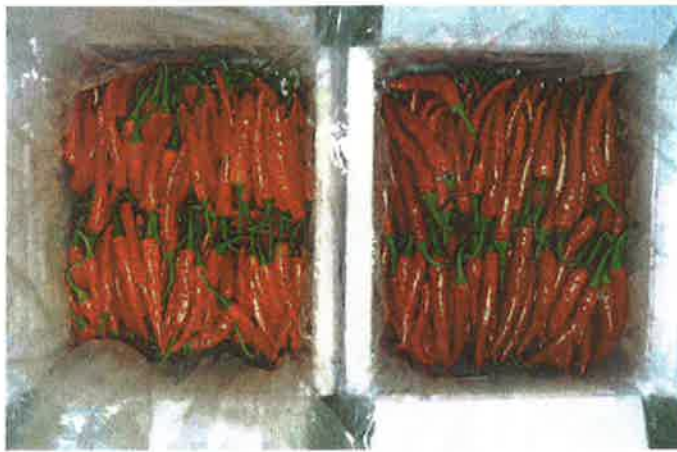


사진 6. 고추 최숙과 및 완숙과의 저온저장에 의한 저장전(상)
및 저장후(하) 후숙에 의한 착색효과



사진 7. 단고추 최숙과 및 완숙과의 저장전(상) 및 저장후(하) 후숙에 의한 착색촉진 효과



사진 8. 고추 및 단고추의 저장후 시장출하전 선별과실
(꼭지부분을 다듬었음)

제9장 홍고추 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용

제1절 서 설

제2절 저장 중 병해의 원인구명 및 병원균
의 분리동정

제3절 저장 병원균 길항균 선발

제4절 길항균주의 고추처리 7℃ 및 24℃
(실온)에서의 저장성 확인

제5절 저장온도에 따른 부패균 및 미생물
분류

제6절 선발된 길항균의 2차산물 선발 및
물질의 분리동정

제7절 결과요약

인용문헌

제 9 장 홍고추의 저장 중 발생하는 병원균의 길항균 선발 및 이용

제1절 서 설

고추를 비롯한 호온성 채소는 저장의 한계온도이하에 노출될 경우 저온장해를 받으므로 한계온도 이상에서 저장하면 저온장해를 방지할 수 있지만, 저장 기간 중 호흡량의 증가로 저장산물이 시들거나 부패되어 상품성을 상실하기 쉽다. 따라서 저장과정에서 발생하는 부패균 또는 미생물을 분리하여 부패에 주동적으로 작용하는 부패균 또는 미생물에 대한 길항 미생물을 선발하여 저장 전 세척과정에서 유용 미생물을 이용해 저장 중 병해발생을 억제시켜 홍고추의 선도를 지속시킬 수 있는 방법이 요구된다.

풋고추 및 피망은 7℃ 이하의 온도에서 저온 장해를 받는 반면 13℃ 이상에서는 숙성이 빨라지고 세균에 의한 부패가 증가하는 것으로 알려지고 있다. 7℃ 이하에서 저장하여 저장장애를 받는 고추는 곰팡이균의 2차 감염에 의해 반점성 부패 현상을 보이는 것으로 알려져 있으며, 수확 전이나 수확 후 4.5℃ 이하의 저온을 받는 고추는 이후 저장, 보관 중 회색 곰팡이균에 의한 부패 발생율이 큰 것으로 알려져 있다.

일반적으로 수확한 과실은 미생물에 대해 저항성을 가지고 있지만, 과실을 저장하면 최종적으로 부패하는 것이 많다. 과실에 부패를 일으키는 세균은 감귤류나 사과 등의 청색 또는 녹색 곰팡이 병을 일으키는 *Penicillium*, 배의 흑반(윤문)병, 사과의 심부병이나 토마토의 흑부병의 *Alternaria* 등이 있다. 그 외에 *Botrytis* (회색 곰팡이병), *Fusarium*, *Phytophthora* (역병, 갈색부패

병), *Colletotrichum*(탄저병)등이나 채소에서는 *Erwinia*나 *Pseudomona* 등과 같은 세균에 의해 부패된다.

유용 미생물을 처리해서 저장하면 저장기간 연장은 물론 고품질 농산물 가공이 가능하고, 길항 미생물을 이용해 부패균의 생성을 억제시켜 저장함으로써 무공해 농산물 출하로 높은 수익을 보장할 수 있고, 화학약품처리 등으로부터 탈피할 수 있어 농약에 대한 위험성을 제거할 수 있다.

고추는 수확하여 과피부를 이용하는데 농약, 불순물 등을 제거하고, 상품성을 제고하기 위하여 최근에는 고추세척기를 이용하여 수확물을 청결하게 하고 있다. 이와 같이 홍고추 저장시 부패방지를 위해 고추의 부패병원이나 미생물을 분리 또는 억제할 수 있는 길항 미생물을 개발하여 저장과정 중에 발생되는 부패의 방지책을 강구하는 것이 시급한 실정이다.

그리고 정상적으로 저온저장을 했는데도 불구하고 부패가 되는 원인은 저장산물 자체에 부패균이나 미생물에 의해 유발되는데, 이러한 부패균이나 미생물을 분류하고, 저장 전 소독 처리하여 저장한다면 저장효율은 상당히 연장될 것으로 사료된다. 또한 보건 위생상 소독에 이용되는 소독제는 무독성이어야 하고 이에 대한 개발도 시급하다.

제2절 저장 중 병해의 원인구명 및 병원균의 분리 동정

가. 재료 및 방법

고추를 15℃, 20℃ 및 25℃에서 저장했을 때 발생한 균들을 PDA배지에 치상한 후 여기서 자란 진균의 균사를 다시 PDA배지에 계대배양을 통해서 순수배양을 하였고, 균사의 형태 및 색깔을 기준으로 분리한 후 CBS에 동정을 의뢰하였다(표 1). 이 진균들은 PDA배지에서 25℃ 항온기 안에 보관하며 사용하였다.

나. 결과 및 고찰

CBS에 의뢰하여 동정된 6개의 진균은 다음의 표와 같다.

표 1. 저장 중 고추에서 분리해 동정된 진균.

	Strain
G1	<i>Botryosphaeria dothidea</i> (Mong:Fr.)Ces&de Not
G3	<i>Fusarium subglutinans</i> (Wollenweber&Reinking)Nelson et al.
G4	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom)Samson
G5	<i>Alternaria alternata</i> (Fries:Fries)von Keissler
G6	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda)Saccardo
G7	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda)Saccardo

제3절 저장병원균 길항균 선발

가. 재료 및 방법

배추, 감자 및 파 등이 재배되었던 토양에서 각종세균을 분리하였다. 시험관에 토양 3g을 넣고 증류수 20mL을 넣은 뒤 vortex 시킨 뒤 토양성분과 혼합된 증류수를 1mL 취한 후 1000배 희석하여 KB배지에 loop로 도말한 뒤 25℃의 항온기에서 3일간 도치 배양 후 세균의 집락에서 단일 colony를 다시 KB배지에 2번 반복하여 세균을 분리하였다. 분리된 세균은 30% glycerol과 증류수의 혼합액에 넣어서 -70 ℃에서 보관하며 사용하였다.

분리된 세균(150 Strain)을 KB배지에서 25℃의 항온기에서 48시간 배양한 뒤 단일 colony를 취하여 KB액체 배지 1mL이 들어 있는 고온고압으로 멸균된 eppendorf tube에 넣어 24시간 동안 35℃에서 현탁배양을 하였다. 이 현탁액을 12000 x g에서 10분간 원심분리 시킨 후 상정액을 사용하였다. PDA 배지에 직경 1cm인 진균의 PDA-plug를 접종한 뒤 4개의 고온고압으로 멸균된 8mm paper disc를 PDA-plug에서 약 2.5cm거리에 놓은 뒤 세균현탁액을 원심분리 시킨 상정액을 1개의 paper disc에 각각 다른 종류의 상정액을 20 μ L 씩 흡수 시켜 25℃의 항온기에 보관 후 진균의 성장을 관찰하였다. 이 실험을 3번 반복 실험하였다.

나. 결과 및 고찰

실험 결과 표 2 및 3과 같이 균주들을 분리하였다. 분리된 세균 strain들을 6개의 진균에 각각 3반복씩 길항성 활성반응을 조사한 결과 표 3에서 보여

준 바와 같이 12개의 세균 strain들이 강한 길항 반응을 보였다 (그림 1, A, B, C, D)

표 2. 각종작물 및 작물재배 토양에서 분리한 세균 균주

일련번호	지 역	작 물	채 집 일 시	분 리 균
1	서면 덕두원	파	4/20/1999	K13-1,2,3 B13-1,2 G13-1,2,3
2	서면 덕두원	마늘	4/20/1999	K14-1,2 B14-3 S14-2,3 G14-1,2
3	서면	감자	4/20/1999	K19-1,2 B19-1,2 S19-1 G19-1,2
4	서면	감자2	4/20/1999	B20-1
5	서면	호밀	4/20/1999	B22
6	서면	인삼	4/20/1999	K11-1,2 B11-1,2 S11-1,2 G11
7	서면	인삼2	4/20/1999	K15-1,2 B15-2,3 S15-1,2 G15-1,2
8	정문포장	지황	4/20/1999	K18-2, B18-1,3 S18-2 G18-1,2
9	정문포장	산마늘	4/20/1999	K16-3, B16-1,2,3 S16-1,2 G16-1,2
10	정문포장	배추	4/20/1999	K12-1,2 B12-1,2 G12
11	정문포장	당귀	4/20/1999	K17-1,2, B17-2, S17-1,2,3
12	정족리	부추	4/20/1999	B21-2 G21-2,#2
13	경기용문	시금치	4/28/1999	K39-1,2 B39 S39-1,2,4 G39
14	경기용문	치커리	4/28/1999	K33-1,2 B33 S33,33-1 G33
15	경기용문	호박	4/28/1999	K38 S38,38-1 G38-1,2,3
16	홍천 동산면	감자	4/28/1999	K35-2 B35-2 S35 G35
17	홍천 동산면	도라지	4/28/1999	K37-1,2 B37-1,2 S37 G37
18	홍천 군자리	고추	4/28/1999	K34 B34 S34-1,2 G34
19	홍천 군자리	호밀	4/28/1999	K65-1,2,3 B65-1,2 S65-1,2 G65-1,2
20	홍천 원창리	마늘	4/28/1999	K31 B31 S31 G31-1,2
21	홍천 월천리	인삼	4/28/1999	K36-1 B36 S36 G36
22	양평 단월면	참취나물	4/28/1999	K32-1,2 B32 S32 G32-1,2
23	삼척 미로면	마늘	5/5/1999	K49 B49-1,2 S49-1,2,3 G49

표 2. 계속

일련번호	지역	작물	채집일시	분리군
24	삼척 미로면	더덕	5/5/1999	K53 B53 S53 G53
25	삼척 미로면	더덕2	5/5/1999	B56 S56-1,2 G56
26	삼척 미로면	옥수수	5/5/1999	K55-1,2 B55 S55 G55
27	삼척 미로면	달래	5/5/1999	K46-1,2 B46-1,2,3 S46-1,2 G46-1,2
28	삼척 영경묘	밀	5/5/1999	K45-1,2 B45-1,2,3 S45-1,2 G45-1,2
29	삼척 영경묘	보리	5/5/1999	K44-1,2 B44-1,2 S44-1,2,3 G44
30	대관령	감자	5/5/1999	K40-1,2,3 B40-1,2 S40-1,2 G40-1,2
31	대관령	감자2	5/5/1999	K48-1,2 B48-1,2 S48-1,2 G48-1,2,3
32	진부	당근	5/5/1999	K42 B42 S42 G42
33	횡성	감자	5/5/1999	K41 B41-1,2 S41-1,2G41
34	횡성 우천면	감자	5/5/1999	K30 B30 S30 G30
35	횡성 우천면	배추	5/5/1999	K47-1,2 B47-1,2 S47-1,2,3 G47-1,2,3
36	횡성 우천면	도라지	5/5/1999	K43-1,2 B43-1,2 S43-1,2 G43-1,2
37	횡성 우천면	마늘	5/5/1999	K57-1,2 B57-1,2 S57-1,2 G57
38	춘천 사우동	호박	5/12/1999	K60-1,2,3 B60-1,2 S60-1,2 G60-1,2
39	춘천 사우동	오이	5/12/1999	K50-1,2,3,4 B50-1,2 S50-1,2 G50
40	춘천 사우동	토마토	5/12/1999	B58 S58-1,2 G58
41	화천 고탄	감자	5/12/1999	K63-1,2,3 B63-1,2 S63-1,2 G63-1,2
42	화천 고탄	마늘	5/12/1999	K62-1,2 B62-1,2 S62-1,2 G62-1,2,3
43	화천 고탄	인삼	5/12/1999	K51-3 B51 S51 G51
44	지암리	호박	5/12/1999	K61-1,2 B61-1,2 S61-1,2 G61-1,2
45	춘천 진흥원	배추	5/13/1999	K54-1,2,3 B54 S54-1,2 G54
46	춘천 진흥원	백합	5/13/1999	K52-1,2,3,4,5 B52 S52-1,2 G52
47	춘천 진흥원	산달래	5/13/1999	B59 S59-1,2 G59
48	춘천 진흥원	참산부추	5/13/1999	K64-1,2 B64-1,2 S64-1,2 G64

표 2. 계속

일련번호	지역	작물	채집일시	분리군
49	경기 광주	상추	5/21/1999	K66-1,2,3 B66-1,2 S66-1,2 G66-1,2
50	경기 광주	배추	5/21/1999	K77-1,2 B77 S77-1,2 G77-1,2
51	경기 광주	아욱	5/21/1999	K78-1,2 B78-1,2 S78-1,2 G78-1,2
52	경기 광주	파	5/21/1999	K70-1,2 B70-1,2 S70-1,2 G70-1,2
53	경기 광주	감자	5/21/1999	K80-1,2 B80-1,2 S80-1,2 G80
54	경기 광주	들깨	5/21/1999	K72-1,2 B72 S72-1,2 G72-1,2
55	경기 광주	양배추	5/21/1999	K81-1,2 B81-1,2 S81-1,2 G81
56	경기 남양주	썩갓	5/21/1999	K68-1,2 B68-1,2 S68-1,2 G68-1,2
57	경기 남양주	딸기	5/21/1999	K67-1,2 B67-1,2 S67-1,2 G67-1,2
58	경기 남양주	밭미나리	5/21/1999	K76-1,2 B76 S76-1,2,3 G76-1,2
59	경기 남양주	치커리	5/21/1999	K74-1,2 B74 S74-1,2,3 G74-1,2
60	경기 남양주	뉴그린	5/21/1999	K79-1,2 B79-2 S79-1,2 G79-1,2,3
61	경기 남양주	시금치	5/21/1999	K75-1,2,3 B75 S75-1,2 G75-1,2
62	경기 남양주	부추	5/21/1999	K73-1,2 B73 S73-1,2 G73-1,2
63	경기 남양주	치콘	5/21/1999	K82-1,2 B82 S82-1,2 G82
64	경기 남양주	근대	5/21/1999	K83-1,2 B83-1,2 S83-1,2,3 G83
65	경기 구리	파	5/21/1999	K71-1,2 B71-1,2 S71-1,2 G71-1,2
66	경기 가평	옥수수	5/21/1999	K69-1,2,3 B69-1,2 S69-1,2 G69-1,2
67	평창	양배추	6/4/1999	K84-1,2 B84-1,2 S84-1,2 G84
68	평창	무	6/4/1999	K85-1,2 B85-1,2 S85-1,2 G85
69	평창	배추	6/4/1999	K86-1,2 B86-1,2 S86-1,2 G86
70	산천리	옥수수	6/9/1999	K87-1,2 B87-1 S87 G87
71	산천리	무	6/9/1999	K88-1,2 B88-1,2 S88-1,2 G88
72	학교농장 (유포리)	고구마	6/9/1999	K89-1,2 B89 S89-1,2 G89

표 2. 계속

일련번호	지역	작물	채집일시	분리균
73	홍천	깨		K2,7 G1
74	사대부고	고추		K5 S2 G2
75	공대정문	파		K4 S1 G3
76	광판1	고추		K9 S9 G4
77	광판2	상추		K10 S5 G5
78		고추		K6 S4 G6
79	정문	고추		S6 S10
80	진부			K1 S7 G8
81	사대부고	고추2		K3 S3 G9
82		파		K8 S8 G10

표 3. 각종작물 재배토양 및 작물에서 분리한 방선균 목록

일련번호	지역	작물	채집일시	분리방선균
1	서면	고추	4/20/1999	S4-1,4
2	서면	마늘	4/20/1999	B4-1
3	서면	인삼	4/20/1999	B5-2 S11-1,2
4	정문	콩	4/20/1999	G7
5	서면	감자	4/20/1999	B10
6	서면	파	4/20/1999	G10-2
7	정문	배추	4/20/1999	G12
8	홍천 월천리	인삼	4/28/1999	K36-2
9	대관령	감자	5/5/1999	B40-3

표 4. 저장 중 고추에 발생하는 진균에 대하여 길항성이 확인된 세균과
 각각의 저장진균에 대한 길항성 반응

	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	+++	+++	+++	+++	++	+++
LS98-2	+++	+++	+++	+++	+	+
LS98-3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
LS98-6	+++	+++	+	+++	+++	+++
LS98-8	+++	+++	+++	+++	++	+++
LS98-10	+++	+	+++	++	++	++
LS98-12	+++	+++	+++	+++	++	+++
LS98-13	+++	+++	+++	+++	++	+++
LS98-16	+++	+++	+++	+++	+++	+++
LS98-17	+++	+++	+++	+++	+++	+++
LS98-18	+++	+++	+++	+++	++	+++
LS98-19	+++	+++	+++	+++	+++	+++
K14-1	++	++	+	++	+	+
K16-3	+	++	-	++	+	+
B21-2	++	++	+	++	++	++
K49	+	++	++	++	+	++
K62-1	++	+++	+++	++	++	+
K64-1	+++	+	+	++	+	++
K73-1	++	++	++	+++	+	+
S8	++	+++	+	++	+	+

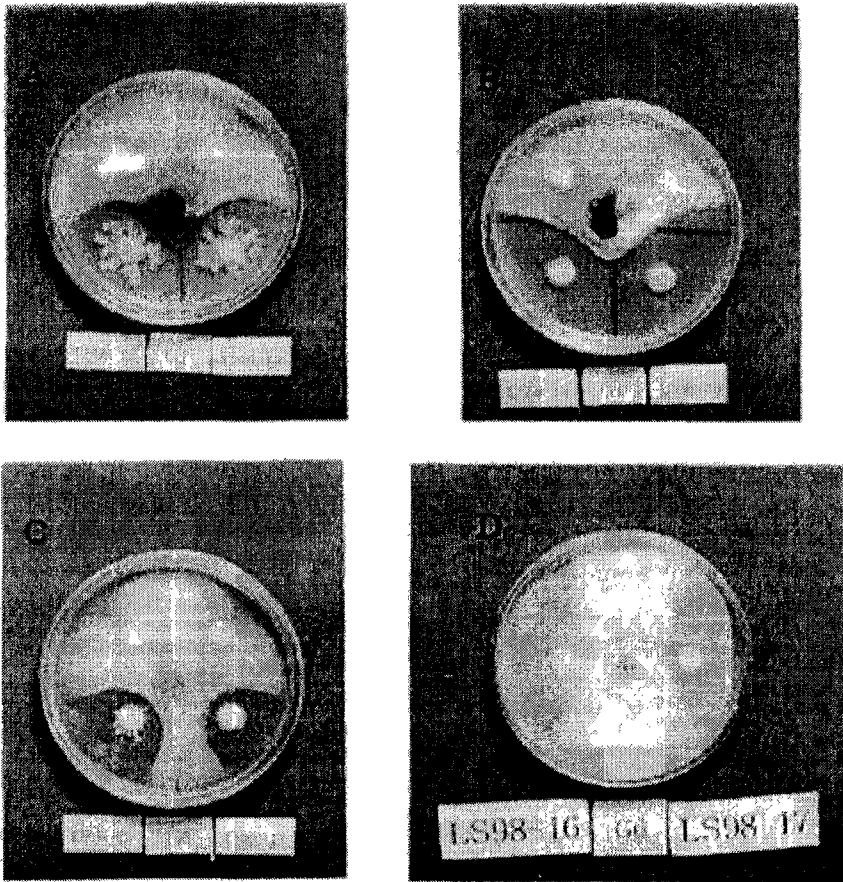


Figure 1. 저장병해균 일으키는 G1에 대해 길항성을 보이는 LS98-12, LS98-13, LS98-14, LS98-15(A, B)와 G6에 대해 길항작용을 보이는 LS98-12, LS98-13, LS98-16, LS98-17(C, D).

제4절 길항 균주의 고추 처리, 7℃ 및 24℃(실온)에서의 저장성 확인

1. 길항 균주의 고추 처리 및 24℃에서의 저장성 확인

가. 재료 및 방법

길항 균주의 고추처리를 통한 저장성 확인을 위하여 표면 살균한 고추에 선발된 길항 균주를 1차 접종하고, 1일, 2일, 3일, 그리고 5일 간격으로 부패균 G1, G3, G4, G5, G6, G7을 접종하여 고추의 부패 정도를 확인하여 보았다. 본 실험은 고추의 저장온도에 맞추어 하기 위한 예비 실험으로 24℃에서 수행되었다.

나. 결과 및 고찰

길항 균주의 고추처리 및 저장성 확인 결과 LS98-1은 G1, G4, 그리고 G6에 대하여 1일 처리한 경우가 저장성 연장에 효과가 있었으나 2, 3일 후에는 다소 효과가 감소하는 현상이 관찰되었다. LS98-3은 G3에 대하여 1일 처리한 경우가, LS98-8은 G1에 대하여 1일 처리한 경우가 효과가 있었다. 그러나 저장 연장 효과는 균주 마다 일정한 양상을 나타내지 않았으며, 실험에 이용된 다른 균주 들도 1일, 2일 및 3일 등 처리기간에 따라 일정한 저장연장 효과가 있는 것으로 밝혀지지 않았다(표 5). 그러나 표 6에서 나타낸 마와 같이 처리기간을 5일로 하였을 때 LS98-8, LS98-10, LS98-12, 그리고 LS98-13 등이 저장병원균들에 대하여 길항성이 있음이 밝혀졌다. LS98-8은

G3, G4, G5, G6, 그리고 G7에 대하여 높은 길항성을 나타내었고, LS98-10은 G1, G3, G6, 그리고 G7에 대하여, LS98-12는 G5, G6, G7에 대하여, 그리고 LS98-13은 G1, G4, G5, G7에 대하여 높은 길항성을 나타내었다.

표 5. 길항 균주의 고추 처리 및 저장성 확인 결과 (24℃).

처리기간 부패균 길항균	1 일						2 일						3 일					
	G1	G3	G4	G5	G6	G7	G1	G3	G4	G5	G6	G7	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	2	4	2	5	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3		2	3
LS98-2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3	4
LS98-3	4	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	5	5	4	5
LS98-6	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	4	3	5	3	3	5	4
LS98-8	2	3	3	4	4	5	3	3	4	3	4	5	3	3	3	4	3	3
LS98-10	3	4	4	5	3	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4
LS98-12	5	3	5	2	5	3	5	2	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5
LS98-13	3	5	4	4	4	4	2	3	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4
LS98-16	4	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	5	3
LS98-17	2	3	5	5	4	4	5	5	3	4	5	4	4	4	3	3	4	4
LS98-18	5	3	4	4	5	3	3	4	3	5	4	5	5	5	5	3	3	5
LS98-19	2	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4
K14-1	3	3	5	5	4	3	4	3	4	4	4	3	4	2	4	5	5	3
K16-3	5	3	4	3	5	4	4	4	3	3	5	4	5	3	5	2	4	4
B21-2	2	5	3	2	4	5	3	5	4	3	4	5	3	4	4	3	3	5
K49	5	3	5	3	3	4	4	4	3	3	3	4	5	5	3	3	4	4
K62-1	2	3	4	4	4	5	5	3	5	3	4	5	3	4	4	3	5	3
K64-1	5	3	3	5	5	3	3	4	4	3	5	4	4	3	5	4	3	4
K73-1	2	5	5	2	3	2	3	5	3	4	4	4	3	4	3	3	4	5
S8	3	5	3	3	5	4	4	3	3	3	5	5	3	3	4	4	5	4

^a길항성 혹은 저장 연장효과는 1-5의 scale을 사용: 1; 길항성이 매우 높음 (저장 연장효과가 매우 큼), 5: 길항성이 낮음(저장 연장성이 전혀없음).

표 6. 길항 균주의 고추 처리 5일 후 저장성 확인 결과 (24℃).

저장병원균 길항세균	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS 98-1	4	3	4	4	4	3
LS 98-2	4	3	3	4	5	3
LS 98-3	5	5	5	5	5	5
LS 98-8	3	1	1	1	2	1
LS 98-10	1	2	3	4	1	1
LS 98-12	3	3	3	1	1	1
LS 98-13	1	4	1	2	5	2

^a길항성 혹은 저장 연장효과는 1-5의 scale을 사용: 1; 길항성이 매우 높음 (저장 연장효과가 매우 큼), 5: 길항성이 낮음(저장 연장성이 전혀 없음).

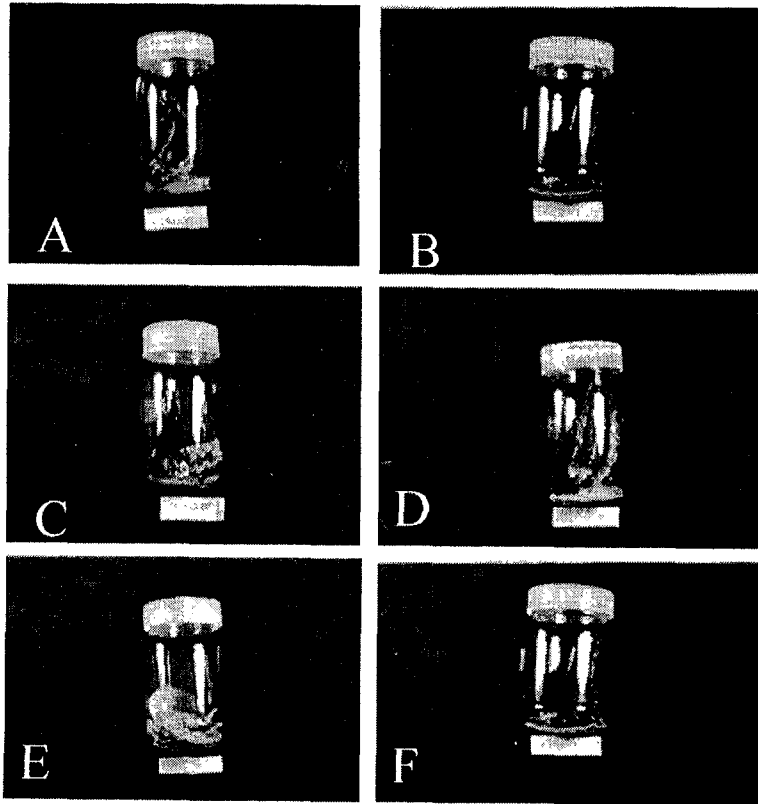


그림 1. 길항 균주의 고추 처리 5일 후 24℃에서 저장성을 확인한 결과. A: LS98-8/G4, B: LS98-12/G4, C: LS98-8/G7, D: LS98-13/G7, E: LS98-13/G6, F: LS98-12/G4.

2. 길항균주의 실온 및 7℃에서의 저장 연장효과 시험

선발된 길항균주의 실온 및 7℃에서의 고추 저장 연장효과 시험을 다음과 같이 수행하였다.

가. 재료 및 방법

길항 미생물을 전처리 하여 녹숙과와 적숙과를 실온과 7℃에 저장하였을 때 저장연장 효과가 있는지 여부를 알아보기 위하여 시험을 수행하였다. 처리방법은 수확한 고추를 저장하기 3일 전에 길항 미생물을 살포하고, 부패균들을 접종하여 각각의 온도에서 고추가 부패되는 정도를 관찰하였다. 결과는 부패균 접종 3-4주 후에 조사하여 구했다.

나. 결과 및 고찰

1) 실온 조건하에서 길항균을 이용한 홍고추 저장 연장효과 시험(표1)

실온 조건하에서는 거의 모든 길항균이 홍고추에 대하여 저장 연장효과 있음이 밝혀졌다. 예외로 LS98-10과 LS98-8 그리고 LS98-2가 G7, G5, 그리고 G3 각각에 대하여 길항성이 미약한 효과를 보였다.

표 1. 실온 조건하에서 길항균을 이용한 홍고추 저장 연장효과 시험 결과

저장병원균 길항세균	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-2	++++	++	++++	++++	++++	++
LS98-3	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-8	++++	++++	++++	++	++++	++++
LS98-10	++++	++++	++++	++++	++++	+
LS98-12	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-13	++++	++++	++++	++++	++++	++++

2) 실온 조건하에서 길항균을 이용한 녹숙과 저장 연장효과 시험(표 2)

실온 조건하에서 녹숙과의 경우는 홍고추의 경우에 비하여 저장 연장효과가 떨어지는 것을 관찰하였다. LS98-1, LS98-2 그리고 LS98-3이 대체적으로 효과가 있었고, LS98-10과 LS98-12, 그리고 LS98-13이 미약하지만 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

표 2. 실온 조건하에서 길항균을 이용한 녹숙과 저장 연장효과 시험 결과

저장병원균 길항세균	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	+++	++	+++	+++	+++	++
LS98-2	+++	++	++	+++	++++	++
LS98-3	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-8	++	+	+	+	+	+
LS98-10	+	+	++	+++	+	+
LS98-12	++	++	++	+	+	+
LS98-13	+	+++	+	+	++++	+

*저장중 발생한 진균에 대한 세균의 길항성 반응을 +로 표시

- ① 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추 전체에 진균이 퍼진 것 : ++++
- ② 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추의 절반정도 진균이 퍼진 것 : +++
- ③ 진균에 세균의 길항성이 보이며, 고추의 꼬투리정도에만 진균이 퍼진 것 : ++
- ④ 진균에 세균의 길항성을 강하게 보이며, 고추의 꼬투리에 진균이
약하게 퍼진 것 : +

3) 7°C 조건하에서 길항균을 이용한 홍고추 저장 연장효과 시험(표 3)

7°C 조건하에서 길항균을 이용한 홍고추 저장 연장효과 시험결과 대부분의 길항균이 홍고추의 저장을 연장시키는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 예외적으로 LS98-8이 G3에 대하여 효과가 낮은 것으로 밝혀졌다.

표 3. 7℃ 조건하에서 길항균을 이용한 홍고추 저장 연장효과 시험 결과

저장병원균 길항세균	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	++++	++	++++	++++	++	++
LS98-2	++++	++	++++	++++	++++	++++
LS98-3	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-8	++++	+	++	++++	++++	++++
LS98-10	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-12	++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-13	++++	++++	++++	++++	++++	++++

* 저장중 발생한 진균에 대한 세균의 길항성 반응을 +로 표시

- ① 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추 전체에 진균이 퍼진 것 : +++++
- ② 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추의 절반정도 진균이 퍼진 것 : +++
- ③ 진균에 세균의 길항성이 보이며, 고추의 꼬투리정도에만 진균이 퍼진 것 : ++
- ④ 진균에 세균의 길항성을 강하게 보이며, 고추의 꼬투리에 진균이 약하게 퍼진 것 : +

4) 7℃ 조건하에서 길항균을 이용한 녹숙과 저장 연장효과 시험(표 4)

7℃ 조건하에서 길항균을 이용한 녹숙과 저장 연장효과 시험결과, 대부분의 길항 균주들이 저장 연장효과가 있는 것으로 밝혀졌지만, LS98-1, LS98-2, LS98-8, LS98-10, LS98-12, LS98-13이 몇몇 균주들에 대하여 전혀 길항성이 없는 것으로 밝혀졌다.

표 4. 7℃ 조건하에서 길항균을 이용한 녹숙과 저장 연장효과 시험 결과

저장병원균 길항세균	G1	G3	G4	G5	G6	G7
LS98-1	++++	++++	++++	-	++++	++++
LS98-2	-	++++	++++	-	-	++++
LS98-3	++++	++++	++++	++++	++++	++++
LS98-8	++++	++++	-	-	++++	++++
LS98-10	++++	++++	-	++++	++++	+
LS98-12	++++	++++	++++	-	++++	-
LS98-13	++++	++++	-	++++	++++	++++

*저장중 발생한 진균에 대한 세균의 길항성 반응을 +로 표시

- ① 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추 전체에 진균이 퍼진 것 : ++++
- ② 진균에 대한 세균의 길항성이 약해 고추의 절반정도 진균이 퍼진 것 : +++
- ③ 진균에 세균의 길항성이 보이며, 고추의 꼬투리정도에만 진균이 퍼진 것 : ++
- ④ 진균에 세균의 길항성을 강하게 보이며, 고추의 꼬투리에 진균이
약하게 퍼진 것 : +

제5절 저장온도에 따른 부패균 및 미생물 분류

고추의 저장 기간동안 발생하는 부패균의 종류는 저장온도에 따라 차이가 없었다. 다만 저장 중 발생하는 병원균들의 균사 생장 및 포자 형성 시기가 저장 온도에 따라 차이가 있었다. 균주 G1과 G4, G5의 경우 대체로 저온에서 생장을 시작하였으나, 고온의 조건에서도 생장이 왕성하였고, 포자 형성도 잘 되었다. *Fusarium*균들(G3, G6, 그리고 G7)은 저온 보다 고온에서 균사 생장 및 포자 형성이 왕성하였다.

제6절 선발된 길항균의 2차산물 선발 및 물질의 분리동정

가. 재료 및 방법

선발된 균주중 길항성이 우수한 균주인 LS98-10을 현탁배양(10L) 한 후 10,000rpm으로 10분간 원심분리 하여 상징액과 펠렛으로 분리하였다. 상징액은 2L의 EtOAc로 분획을 하고 남은 물층을 수포화 BuOH 1L로 분획하였으며, 각 분획은 3회 반복하였다. 펠렛은 MeOH에 침지하여 ultrasonicator로 추출하였다. 각 분획층은 rotary evaporator로 농축한 결과 EtOAc층 0.8299g, BuOH층 1.8839g, 물층은 0.6917g이 추출되었다. 농축한 각 분획층을 10,000ppm, 100,000ppm, 200,000ppm, 300,000ppm, 500,000ppm 및 1,000,000ppm로 농도를 맞추었다. 길항성 검정을 위해 25℃ incubator에서 배양한 진균의 PDA-plug를 PDA베지에 접종하고 사흘간 배양한 후 고온고압으로 멸균한 paper disc를 미리 농도를 맞춰 놓은 농축물을 흡수시켜 접종한 진균에서 약 2.5cm 거리에 놓은 후 25℃ incubator에 보관하면서 진균과 세균의 성장을 관찰하였다.

나. 결과 및 고찰

EtOAc층과 BuOH층에서 분리한 세균 배양액은 전혀 반응이 나타나지 않았으며, pellet과 물 층에서 분리한 세균 배양액은 각 농도별로 다음과 같은 길항 반응을 보였다(표 1, 2). 그 결과 pellet층에서 분리한 배양액의 경우 농도가 10,000ppm의 경우 G1, G4, G6, 그리고 G7에 대하여 길항성이 있었고,

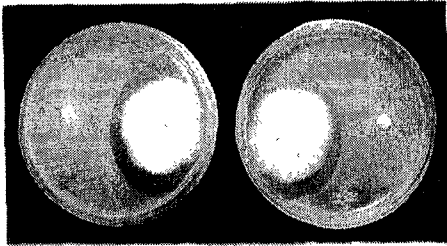
100,000ppm의 경우 G6과 G7에 대하여, 그리고 200,000ppm은 G4와 G6에 대하여 길항성을, 300,000ppm은 G1, G6, 그리고 G7에 대하여, 500,000ppm은 G1에 대하여 길항성을 나타내었다. 물층에서 분리한 배양액의 경우 10,000ppm은 G7에 대하여, 100,000ppm은 G4와 G6에 대하여, 200,000ppm, 300,000ppm 그리고 500,000ppm은 각각 G7에 대하여 길항성을 나타내었다.

표 1. 고추 저장병 유발 진균에 대한 pellet층에서 분리한 세균배양액의 길항 반응.

	1만ppm	10만ppm	20만ppm	30만ppm	50만ppm	100만ppm
G1	+++	-	-	++	++	+
G3	-	-	-	-	-	-
G4	+++	+	++	+	+	+
G5	-	-	-	-	-	-
G6	+++	++	+++	++	+	+
G7	+++	++	-	++	+	+

표 2. 고추 저장병 유발 진균에 대한 물층에서 분리한 세균배양액의 길항 반응.

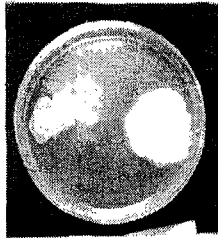
	1만ppm	10만ppm	20만ppm	30만ppm	50만ppm	100만ppm
G1	+	+	+	+	+	+
G3	-	-	-	-	-	-
G4	+	++	+	+	+	+
G5	-	-	-	-	-	-
G6	+	+++	+	+	+	+
G7	++	+	++	++	++	+



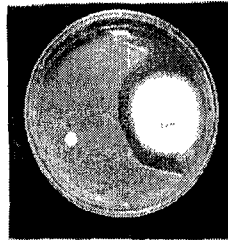
G1
Pellet layer 10,000 ppm



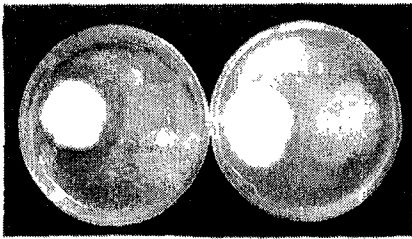
G6
Pellet layer 10,000 ppm



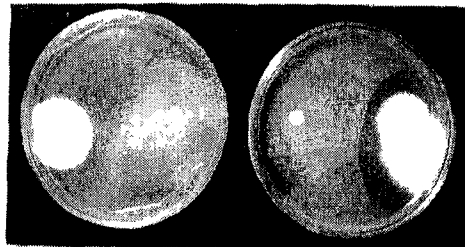
G4
Pellet layer 10,000 ppm



G7
Pellet layer 100,000 ppm

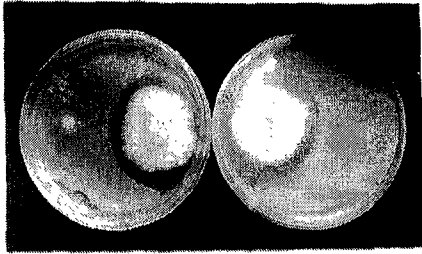


G6
Pellet layer 100,000 ppm

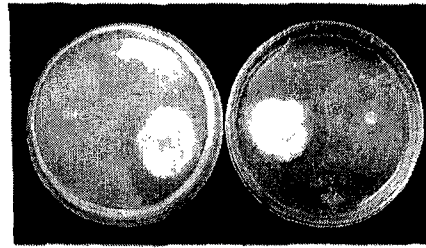


G4
Pellet layer 200,000 ppm

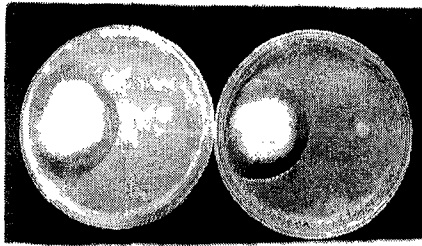
그림 1. 고추 저장병 유발 진균에 대한 Pellet층에서 분리한 세균배양액의
길항반응



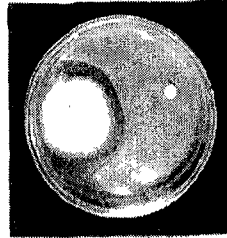
G1
Pellet layer 300,000 ppm



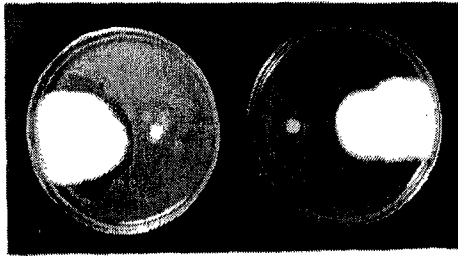
G4
Pellet layer 300,000 ppm



G6
Pellet layer 300,000 ppm

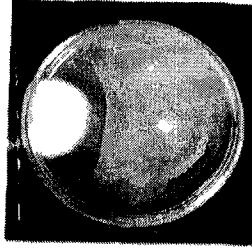


G7
Pellet layer 300,000 ppm

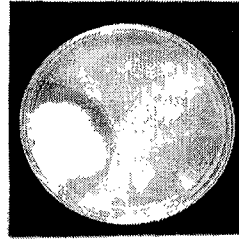


G1
Pellet layer 500,000 ppm

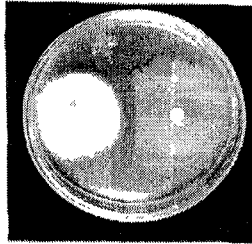
그림 1. 계속



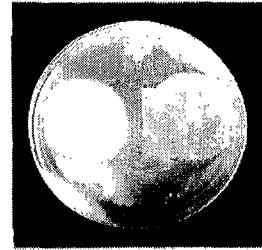
G4
Water later 100,000 ppm



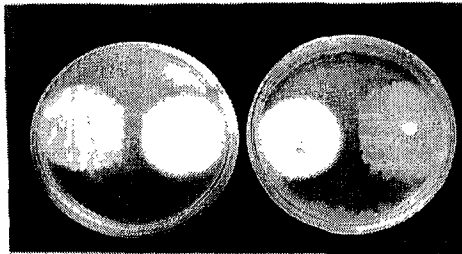
G6
Water layer 100,000 ppm



G7
Water layer 200,000 ppm



G7
Water layer 300,000 ppm



G7
Water layer 500,000 ppm

그림 2. 고추 저장병 유발 진균에 대한 물층에서 분리한 세균배양액의 길항 반응.

제7절 결과요약

고추의 저장 기간동안 발생하는 부패균의 종류는 저장온도에 따라 차이가 없었다. 다만 저장 중 발생하는 병원균들의 균사 성장 및 포자 형성 시기가 저장 온도에 따라 차이가 있었다. 균주 G1과 G4, G5의 경우 대체로 저온에서 성장을 시작하였으나, 고온의 조건에서도 생장이 왕성하였고, 포자 형성도 잘 되었다. *Fusarium*균들(G3, G6, 그리고 G7)은 저온 보다 고온에서 균사 성장 및 포자 형성이 왕성하였다. EtOAc층과 BuOH층에서 분리한 세균 배양액은 전혀 반응이 나타나지 않았으며, pellet과 물 층에서 분리한 세균 배양액은 각 농도별로 다음과 같은 길항 반응을 보였다. 그 결과 pellet층에서 분리한 배양액의 경우 농도가 10,000ppm의 경우 G1, G4, G6, 그리고 G7에 대하여 길항성이 있었고, 100,000ppm의 경우 G6과 G7에 대하여, 그리고 200,000ppm은 G4와 G6에 대하여 길항성을, 300,000ppm은 G1, G6, 그리고 G7에 대하여, 500,000ppm은 G1에 대하여 길항성을 나타내었다. 물층에서 분리한 배양액의 경우 10,000ppm은 G7에 대하여, 100,000ppm은 G4와 G6에 대하여, 200,000ppm, 300,000ppm 그리고 500,000ppm은 각각 G7에 대하여 길항성을 나타내었다.

인용문헌

- Baker, K.F. 1987. Evolving concepts of biological control of plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 21, 67-85.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Nomura, Y. and A. Kiso. 1982. Pathogenicity of *Verticillium dahliae* to sweet pepper and a test for resistance of sweet pepper cultivars. *Annals of the phytopathological Society of Japan* 48, 352. (Japanese, abstract)
- Campbell, R. 1986. The search for biological control agents against plant pathogens: a pragmatic approach. *Biological Agriculture and Horticulture* 3, 317-327.
- Chet, I. and R. Baker. 1980. Induction of suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology* 70, 994-998.
- Deacon, J.W. 1988. Biocontrol of soil-borne plant pathogens with introduced inocula. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 318, 249-264.
- Greenhalgh, F.G. and S.E. Lucas. 1984. Effect of soil pasteurization on damping off and root rot of subterranean clover caused by *Fusarium avenaceum* and *Pythium* spp. *Soil Biology and Biochemistry* 16, 87-88.
- Merriman, P.R. 1976. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 8, 385-389.
- Merriman, P.R., M. Pywell, G. Harrison, and J. Nancarrow. 1979.

- Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and effects of cultivation practices on disease. *Soil Biology and Biochemistry* 11, 567-570.
- Merriman, P.R., S. Isaacs, R.R. MacGrefor, and G.B. Towers. 1980. Control of white rot in dry bulb onions with artificial onion oil. *Annals of Applied Biology* 96, 163-168.
- Merriman, P.R., I.M. Samson, and B. Schippers. 1981. Stimulation of germination of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* at different depths in soil by artificial onion oil. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 87, 45-53.
- Porter, I.J. and P.R. Merriman. 1985. Evaluation of soil solarization for control of root diseases in Victoria. *Plant Pathology* 34, 108-118.
- Trutmann, P. 1983. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* with emphasis on evaluation of mycoparasites. Ph. D. thesis, La Trobe University, Bumdoora, Melbourne, Australia.

제10장 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단 고추의 CA 저장 효과

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 10 장 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 효과

제1절 서 설

고추는 마늘과 함께 가장 중요한 양념채소로서 우리 나라의 고추 주산지는 충북, 경북, 전북지역이다. 고추의 표준거래단위는 15kg, 20kg 및 40kg이며 주로 포장은 골판지상자나 합성수지대(PP)가 사용된다. 가을에 수확되는 홍고추의 대부분은 건고추 상태로 가공하여 시장에 출하하거나 장기저장 후 고춧가루 형태로 다시 가공되어 소비된다. 또한 국내의 홍단고추 수요 증가와 함께 재배 면적도 크게 증가하고 있다. 최근 들어 시설하우스의 보급과 더불어 생홍고추 및 생홍단고추의 주년재배가 가능하여졌으나, 난방비용의 상승으로 홍고추 및 홍단고추의 겨울철 재배는 매우 어려운 실정이다. 그러므로 겨울동안 소비용으로 늦가을에 수확된 홍고추 및 홍단고추를 장기 저장하여 겨울철에 출하함으로써 겨울철 시설재배를 위한 비용을 절감할 수 있을 것이다. 장기저장을 위한 방법 중 CA 저장은 호흡작용의 감소(Kubo 등, 1990), 부패율 저하(Zong 등, 1994; 이 등, 1998), 노화증상 발현의 지연, 저장력의 증대(김 등, 1992; Kader 등, 1978), 조직의 경도보존(Wang, 1977), 높은 팽윤성, 영양 및 기호적 품질의 우수성과 같은 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 저장고내의 공기조성이 정상적인 경우 산소 20.9%, 탄산가스 0.03% 및 질소 79%이며, 이에 비해 CA(controlled atmosphere)저장은 저장중 산물의 질적, 양적 손실을 최소화할 수 있는 고도의 발전된 저장방법으로 각 가스의 조성비를 인위적으로 조절한 상태를 유지하면서 산물을 저장하는 것이다(Smittle와

Miller, 1988; Yang, 1985). 이러한 CA 저장은 대체로 O₂와 CO₂ 농도를 1~5% 범위에서 조절하여 이용하고 있다(Kim과 Hall, 1976; Salunkhe와 Wu, 1973).

본 연구의 목적은 늦가을에 수확된 홍고추 및 홍단고추를 장기 저장하여 겨울 동안 시장에 출하 할 수 있는 장기저장을 위한 최적 CA 저장 조건을 구명하기 위한 것이다.

제2절 재료 및 방법

홍고추는 경상남도 진주시 문산읍에서 생산된 '녹광고추'(㈜ 흥농종묘)를 사용하였으며, 홍단고추는 전라남도 광주 동곡에서 생산된 '뉴에이스'(㈜ TAKII seed, Japan)를 사용하였다. 본 연구에서는 홍고추 및 홍단고추의 장기저장을 위한 최적 CA 저장조건을 구명하기 위해 여러 수준의 O₂, CO₂ 및 N₂ 농도를 갖는 CA 저장조건 하에서 2000년 1월 말경 실험을 수행하였다.

4.5L의 용기에 시료를 넣고 진공펌프(MDA-015, SINKU KIKO, Japan)로 용기 내부를 진공으로 만든 후 용기에서 시료가 차지하는 체적을 빼고 나머지 체적에 대해 각 처리별 O₂, CO₂ 및 N₂가 차지하는 체적을 산정한 후 각각의 가스를 적정 시간동안 용기 내부로 주입하여 서로 다른 6수준의 가스 조성(Table 1)을 제작하였다.

Table 1. Various combinations of gases (O₂, CO₂, N₂) used in CA storage

No	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	Treatment code
1	1	1	98	O1C1N98
2	1	3	96	O1C3N96
3	3	1	96	O3C1N96
4	3	3	94	O3C3N94
5	5	1	94	O5C1N94
6	5	3	92	O5C3N92
7		Air		Control

여섯 수준의 가스 농도에 따른 적절한 가스주입을 위해 제작된 실험장치는 Fig. 1과 같다. 실험장치에서 실린더에 저장된 순도 99.9%의 O₂, CO₂ 및 N₂ 가스는 출구압력을 조절하는 2-stage 압력계를 거쳐 가스의 개폐를 용이하게 하기 위해 설치된 ball valve를 통해 분당 최대 20mL의 용량을 갖는 유량계로 유입된다. 가스의 주입량은 유량계의 유량조절 밸브를 적절히 조절하여 각 처리 수준에 따라 요구되는 가스농도에 맞게 계산된 시간만큼 각 가스를 홍고추 또는 홍단고추가 저장된 진공상태의 용기에 적정 시간동안 주입함으로써 서로 다른 6수준의 가스조성을 얻을 수 있는 실험장치를 제작하였다.

처리별 CA저장에 사용된 홍고추 및 홍단고추의 개체수는 각각 20개 및 6개였다. 용기에 주입될 가스의 양을 산정하기 위해 홍고추 및 홍단고추가 차지하는 총 체적을, $V(\text{체적}) = 1/\rho(\text{밀도}) \times M(\text{질량})$ 의 식으로 계산하였다. 평균 크기의 홍고추 4개를 대표 시료로 선발하여 전자저울로 질량을 측정하고 후 알려진 양의 물이 채워진 1,000mL의 용량의 비커에 완전히 잠기게 하여 홍고추에 의해 대체된 물의 양을 측정함으로써 홍고추의 체적을 구하였고, $\rho = M/V$ 의 식에 의해 홍고추의 평균 밀도를 계산하였다. CA저장을 위한 처리

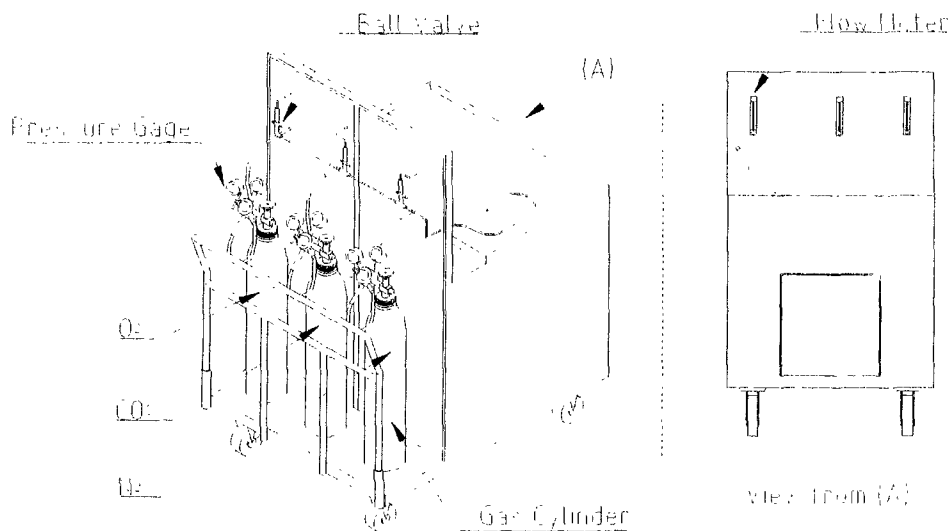


Fig. 1. Gas supplying system for CA storage.

별 홍고추가 차지하는 총 체적은 20개의 홍고추 시료 전체 질량을 측정 한 후 홍고추의 평균밀도와 함께 위에 언급한 식을 이용하여 구하였다. 홍고추의 총 체적은 평균 750mL이며, $V_{\text{head space}}/V_{\text{empty container}}$ 는 0.83이었다. 홍고추와 같은 방법으로 계산된 6개의 홍단고추 시료 총 체적은 평균 1,319mL였고, $V_{\text{head space}}/V_{\text{empty container}}$ 는 0.71이었다.

CA 저장 실험은 7°C로 고정된 항온항습기에서 수행하였고, 홍고추 및 홍단고추가 저장된 용기내의 습도는 98%의 상대습도를 유지하였다. CA 저장 동안 홍고추는 10일 간격, 홍단고추는 5일 간격으로 가스를 교체 주입함으로써 CA 저장동안 시료로부터 자체 발생된 가스에 의해 CA 가스조성이 변하는

것을 최소화하였다. CA 저장 기간은 예비실험 결과를 기초로 하여 홍고추를 50일, 홍단고추를 25일로 하였다.

실험에 사용된 홍고추 및 홍단고추의 색도, 중량 변화 및 꼭지부분의 곰팡이 발생여부를 각 각 10일 및 5일 간격으로 측정·조사하였다. 홍고추 및 홍단고추의 색도 측정 부분은 과실의 중간부위였으며, 홍고추는 10개의 시료를 무작위로 선별하여 개체 당 한 지점에서 측정하였고, 홍단고추는 실험에 사용된 6개의 전 시료에 대해 서로 다른 위치의 두 지점에서 측정하여 평균하였다. 색도측정은 색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b를 측정하였고, 색도차는 실험초기의 색도에 대한 저장 동안 측정된 색도의 차를 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

과실의 중량 변화는 처리별 실험에 사용된 전 시료에 대해 0.001g의 정확도를 갖는 전자저울(FA300KV, Japan)을 사용하여 측정하였으며, 과실의 꼭지부분에 조금이라도 곰팡이가 발생되면 곰팡이가 발생한 것으로 간주하였고, 곰팡이 발생율은 전체 과실의 개수에 대한 곰팡이가 발생한 과실의 개수 비의 백분율로 나타내었다.

CA저장 첫날 및 마지막 날에 홍고추 및 홍단고추의 경도를 측정하였으며, 경도는 Rheo Meter(Japan, Sun Scientific Co., LTD., Compac-100)에 감압축 No. 4(축경: 3mm)를 장착하여 분당 60mm의 속도로 압축하여 최대강도를 측정하였다. 경도의 측정 부분은 과실의 중간부위였으며, 홍고추는 무작위로 선별된 10개의 시료에 대해 경도를 측정하였고, 홍단고추는 실험에 사용된 6개의 전 시료에 대해 측정하였다. 경도의 감소정도는 실험 초기 정도값에 대한 저장실험 후에 측정된 정도값의 백분율로 나타내었다.

제3절 결과 및 고찰

홍고추 및 홍단고추는 과피에 왁스 층이 있어 수분 손실이 비교적 적은 작물이다. 홍고추의 CA 저장 동안 무게 손실을 조사한 결과 공기에 저장된 대조구의 경우 저장 50일 후 실험 전에 비해 2.5%의 무게가 감소되었으나, O1C1N98 및 O1C3N96에서 CA 저장된 홍고추의 무게감소는 약 1.7%로 대조구에 비해 0.8% 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2). 전체적으로 CA 저장된 홍고추의 무게 감소율은 대조구에 비해 낮았으며, 특히 산소조성이 낮은 CA 저장에 무게 손실이 적었다. 저장 중 홍단고추의 중량은 25일의 저장기간 동안 모든 처리구에서 직선적으로 감소하였다. Fig. 3과 같이 저장 25일 후 홍단고추의 무게손실은 대체로 대조구에 비해 CA 저장이 작았다. 특히, 대조구의 경우 실험 전에 비해 2.2%의 무게가 손실되었으나, O1C1N98 및 O1C3N96에서 CA 저장된 홍단고추의 중량감소율은 약 1.8%로 대조구에 비해 0.4% 낮았다. 수분손실의 주요 원인은 과실표면과 대기의 수증기압 차에 의한 발산작용에 의해 일어나며, 수증기압 차는 공기의 온도, 압력, 상대습도에 따라 달라질 뿐만 아니라 과실의 호흡열 및 과실 주위의 공기 유동에 의한 대류에 의해서도 영향을 받는다. 또한 과실의 호흡이 무게손실의 원인이 된다. 즉, 대기에서 흡수된 O₂로부터 만들어진 CO₂가 호흡작용에 의해 과실로부터 대기로 방출될 때마다 과실에서 탄소원자(C)가 손실되기 때문에 호흡은 무게손실의 한 원인이 된다. CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 무게손실이 대조구에 비해 낮게 나타난 것은 Bhowmik과 Pan(1992)의 연구에서와 같이 과실의 호흡이 억제되었기 때문인 것으로 사료된다.

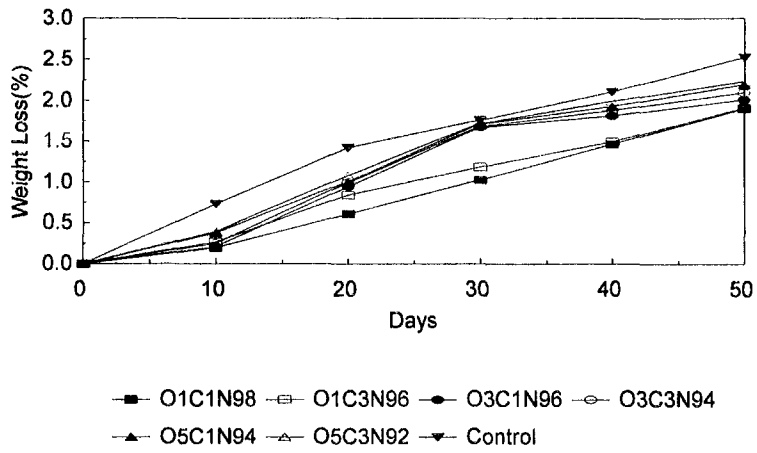


Fig. 2. Weight loss of red hot pepper fruits during storage in controlled atmosphere.

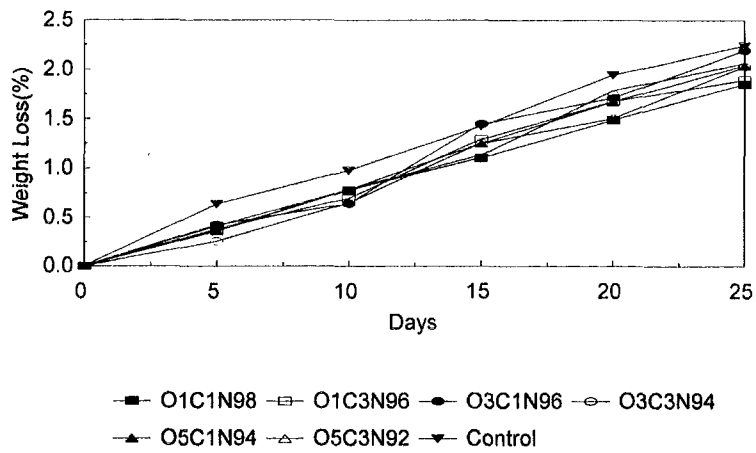


Fig. 3. Weight loss of red sweet pepper fruits during storage in controlled atmosphere.

홍고추의 곰팡이는 주로 꼭지부분에서 발생하기 시작했으며, Fig. 4와 같이 대조구인 공기에 저장될 때는 저장 20일부터 곰팡이가 나타나기 시작했다. 그러나 CA 저장인 경우는 저장 30일부터 곰팡이가 나타나기 시작하였다. 저장 50일 후 대조구의 곰팡이 발생율은 60%에 달하였으나, O1C1N98에 저장된 홍고추의 곰팡이 발생율은 단지 15%로 매우 낮았다. 꼭지부분에서 발생한 홍단고추의 곰팡이 발생은 Fig. 5와 같이 저장 20일 후부터 모든 처리구에서 나타나기 시작했다. 그러나 대조구인 경우 저장 25일 후 곰팡이 발생율이 50%였으나, O1C1N98, O1C3N96, O3C1N96에서는 20%, O3C3N94, O5C1N94, O5C3N92에서 35%로 CA 저장인 경우가 곰팡이 발생율이 매우 낮았다. 이와 같은 경우로 CA 저장된 참외의 부패율이 대조구에 비해 현저히 낮았으며, 특히 장기저장에서 곰팡이에 의한 부패율이 CA 저장인 경우가 대조구에 비해 매우 낮았다고 보고한 한 결과(이 등, 1999)와 일치하였다.

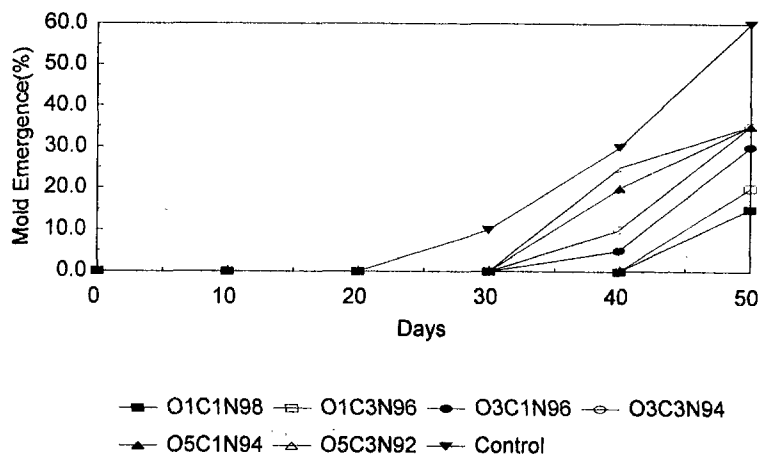


Fig. 4. Mold emergence of red hot pepper fruits during CA storage.

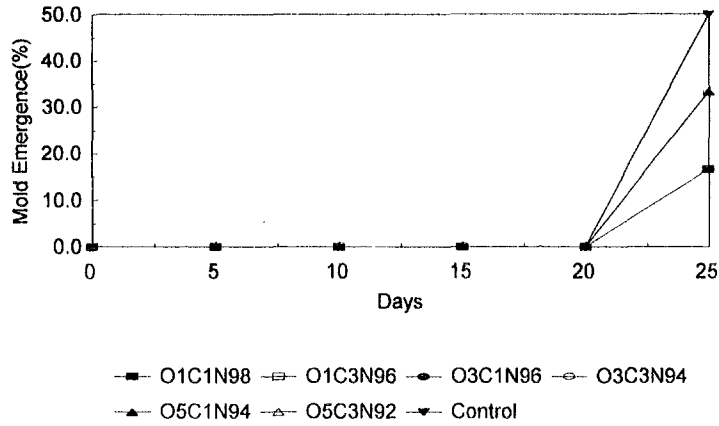


Fig. 5. Mold emergence of red sweet pepper fruits during CA storage.

CA 저장 중 홍고추의 적색도는 대체로 저장초기에 크게 감소하였으나, 저장 10일 후부터는 완만히 감소하는 현상을 나타내었다(Fig. 6). CA 저장 처리구 중에서도 O1C1N98에 저장된 홍고추의 적색도 감소가 가장 낮았으며, O1C3N96는 두 번째로 낮은 적색도 감소를 나타내었다. 홍단고추의 CA 저장 중 적색도 감소는 홍고추의 경우와 같이 저장 초기에 큰 감소율을 보였으나, 저장 5일 후부터는 완만한 감소를 나타내었다(Fig. 7). 대조구에 비해 대체로 CA 저장된 홍단고추의 적색도 감소가 작았으며, O1C1N98 처리구가 가장 낮은 적색도 감소를 나타내었다.

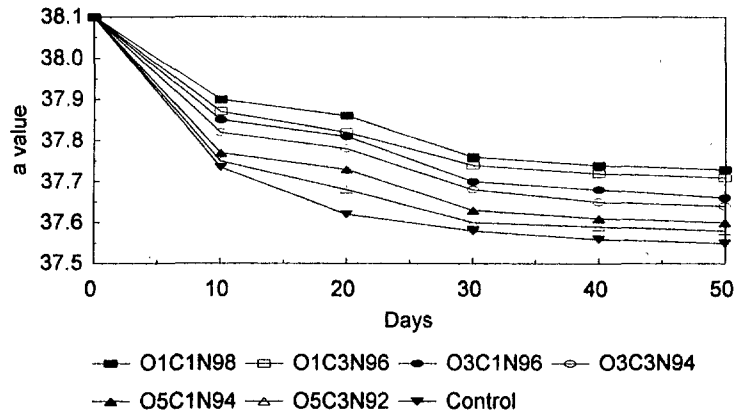


Fig. 6. Changes of color in a-value of red hot pepper fruits during CA storage.

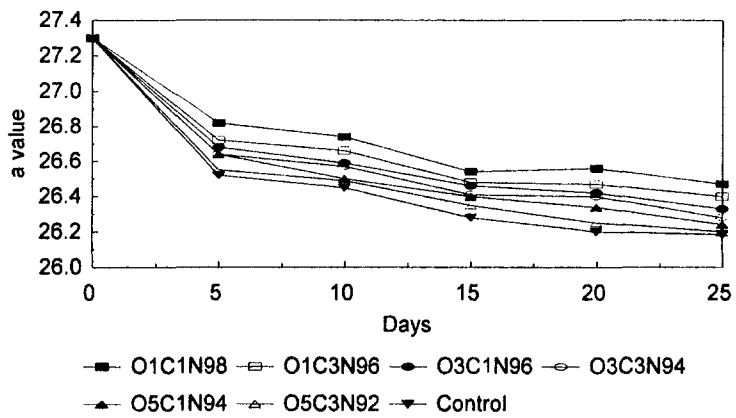


Fig. 7. Changes of color in a-value of red sweet pepper fruits during CA storage.

저장 초기에 비해 홍고추의 색도 변화는 Fig. 8에서와 같이 모든 처리구에서 대체로 저장 10일 동안 급격히 증가하였으나, 그 이후부터는 색도 변화율이 작았다. 대체로 CA 저장된 홍고추의 색도 변화가 대조구에 비해 작았음을 나타내었다. 특히 CA 저장 중 O1C1N98에서 저장된 홍고추의 색도변화가 가장 작음을 나타내었다. Fig. 9와 같이 저장 초기에 비해 홍단고추의 색도 변화는 모든 처리구에서 대체로 저장 5일 동안 급격히 증가하였으나, 그 이후부터는 색도 변화율이 작았다. 대조구에 비해 CA 저장된 홍단고추의 색도 변화가 작았으며, 특히 산소 농도 1%, 3% 및 5%에 저장된 순서로 색도 변화가 작았다. 이와 같은 경우로 토마토에 있어 CA 저장이 색도 발달을 지연시키는데 큰 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 특히 CA 저장에 있어 산소농도가 낮을수록(1~3% O₂) 색도 발달을 지연시키는데 큰 효과가 있다고 하였다 (Kim과 Hall, 1976).

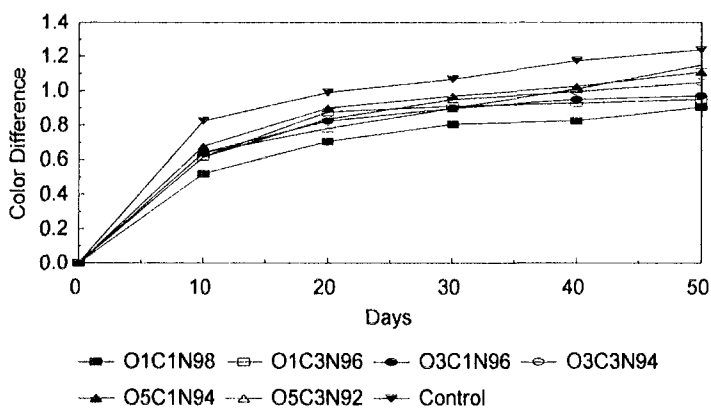


Fig. 8. Changes in color difference (ΔE) of red hot pepper fruits during CA storage.

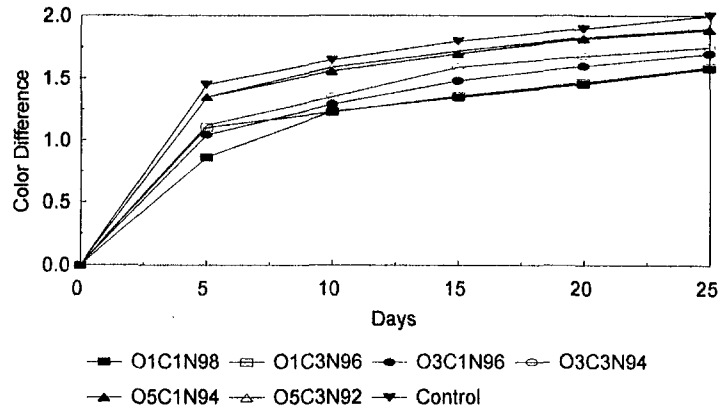


Fig. 9. Changes in color difference (ΔE) of red sweet pepper fruits during CA storage.

CA 저장 50일 후 홍고추 경도는 대조구에 있어 저장 초기에 비해 8.3%가 낮아졌으나, O1C1N98 및 O1C3N96의 경우 경도의 감소는 저장 초기에 비해 단지 2% 이내였다(Fig. 10). 대체로 대조구에 비해 CA 저장이 홍고추의 경도 유지에 효과적이었으나, CA 저장 중에서도 산소의 농도가 낮을수록 경도의 감소가 작았다. CA 저장 25일 후 홍단고추의 경도는 Fig. 11에 나타난 것과 같이 대조구가 저장 초기에 비해 7.3% 감소하였다. 그러나 O1C1N98 및 O1C3N96의 경우 경도 감소는 저장 초기에 비해 단지 1.5% 이내였다. CA 저장이 대조구에 비해 홍단고추의 경도 유지에 효과적이었으나, 홍고추와 같이 CA 저장 처리구 중에서도 산소의 농도가 낮을수록 경도의 감소가 작았다. CA 저장은 과일의 불용성 펙틴이 가용성 형태로 변화되는 것을 지연시키는 데 큰 효과가 있기 때문에 경도 유지에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Brecht, 1980).

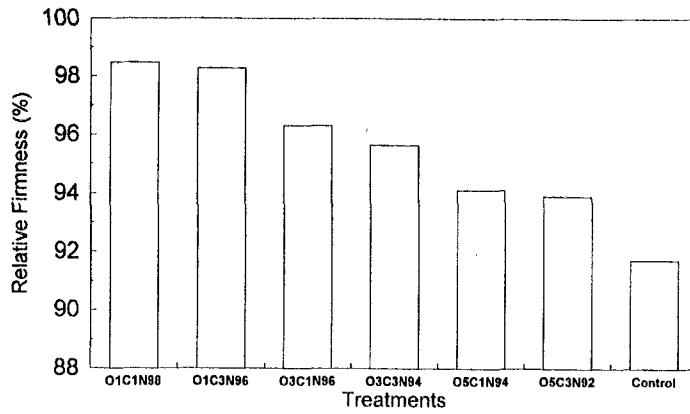


Fig. 10. Firmness change of red hot pepper fruits during CA storage.

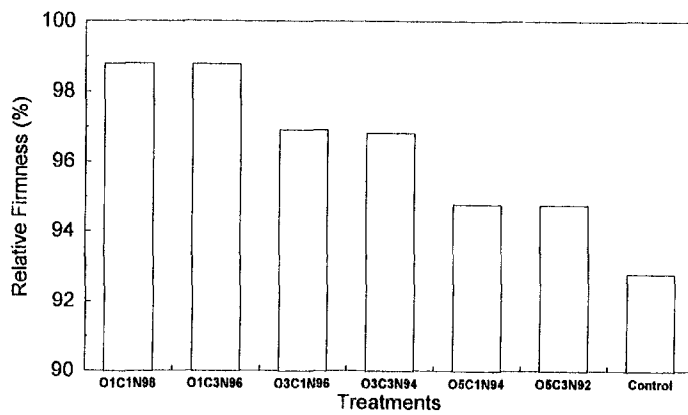


Fig. 11. Firmness change of red sweet pepper fruits during CA storage.

제4절 결과요약

본 연구에서는 홍고추 및 홍단고추의 장기저장을 위한 최적 CA 저장조건을 구명하기 위해 6수준의 서로 다른 O₂, CO₂ 및 N₂ 농도를 갖는 CA 저장 및 대조구 저장실험을 수행하였다. 저장기간 동안 주기적으로 색도, 중량 변화 및 곰팡이 발생율을 조사하였고, 저장 마지막 날에는 경도를 측정하였다. 대조구의 경우 홍고추는 저장 50일 후에 2.5%, 홍단고추는 저장 25일 후에 2.2%의 무게가 감소하였다.

CA 저장 처리구 중 O1C1N98 및 O1C3N96에서 저장된 홍고추 및 홍단고추의 무게감소는 각각 약 1.7% 및 1.8%로 대조구에 비해 매우 낮았다. 저장 50일 후 대조구의 곰팡이 발생율은 60%까지 증가하였으나, O1C1N98에서 저장된 홍고추의 곰팡이 발생율은 단지 15%로 매우 낮았다. 홍단고추는 저장 25일 후 대조구의 곰팡이 발생율이 50%였으나, O1C1N98, O1C3N96, O3C1N96에서는 20%, O3C3N94, O5C1N94, O5C3N92에서 35%로 CA 저장인 경우가 곰팡이 발생율이 매우 낮았다. CA 저장 중 O1C1N98에서 저장된 홍고추의 색도 변화가 가장 작음을 나타내었다. 대조구에 비해 CA 저장된 홍단고추의 색도 변화가 작았으며, 특히 산소 농도 1%, 3% 및 5%에 저장된 순서로 색도 변화가 작았다.

홍고추의 경도는 대조구의 경우 저장 초기에 비해 8.3%가 낮아졌으나, CA 저장 중 O1C1N98 및 O1C3N96의 경우 경도의 감소는 저장 초기에 비해 2% 이내였다. CA 저장 25일 후 홍단고추의 경도는 대조구가 저장 초기에 비해 7.3% 감소하였으나, O1C1N98 및 O1C3N96에 저장된 경우 경도 감소는 저장 초기에 비해 단지 1.5% 이내였다. 홍고추 및 홍단고추 모두 CA 저장 처리구 중에서도 산소의 농도가 낮을수록 경도의 감소가 작았다. 이러한 연구 결과

로 볼 때 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 중 색도변화, 중량감소, 곰팡이 발생
율, 경도변화와 같은 품질열화를 최소화할 수 있는 가스조성비는 O₂ 1%, CO₂
1% 및 N₂ 98%인 것으로 나타났다.

인용문헌

- Bhowmik, S.R. and J.C. Pan. 1992. Self life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J. Food. Sci.* 57(4): 948-953.
- Brecht, P.E. 1980. Use of controlled atmosphere to retard deterioration of produce. *Food Technol.* 34:45.
- Kader, A.A., L.L. Morris, M.A. Stevens, and M. Albright-Holton. 1978. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(1): 6.
- 김영태. Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakamura. 1992. 저농도 O₂ 또는 CO₂ 가 딸기와 토마토 품질에 미치는 생리적 반응 연구. *농시논문집(원예편)* 34(2):57-61.
- Kim, B.D. and C.B. Hall. 1976. Firmness of tomato fruit subjected to low concentrations of oxygen. *HortScience* 11:466.
- Kubo, Y., A. Inaba, and R. Nakamura. 1990. Respiration and C₂H₄ production in various harvested crops held in CO₂-enriched atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6):975-978.
- 이숙희, 김창배, 서영진, 김찬용, 윤재탁. 1999. 참외 CA 저장시 CO₂ 와 O₂ 농도에 따른 품질 변화. *농산물저장유통학회지* 6(4):386-391.
- 이숙희, 서영진, 박선도, 정은호. 1998. 복숭아 CA 저장시 CO₂ 농도의 영향. *원예논문집* 40(1): 134-139.
- Salunkhe, D.K. and M.T. Wu. 1973. Effects of low oxygen atmosphere

- storage on ripening and associated biochemical changes in tomato fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98:12-14.
- Smittle, D.A. and W.R. Miller. 1988. Rabbiteye blueberry storage life and fruit quality in controlled atmospheres and air storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(5):723-728.
- Wang, C.Y. 1977. Effect of CO₂ treatment on storage and self life of sweet peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:808.
- Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. HortScience 21(1): 41-45.
- Zong, R., L. Morris, and M. Cantwell. 1994. Postharvest physiology and quality of bitter melon (*Momordica charantia* L.). Postharvest Biology and Technology 6:65-72.

제11장 홍고추 및 홍단고추의 미세공

MA 저장 효과

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 11 장 홍고추 및 홍단고추의 미세공 MA 저장 효과

제1절 서 설

국내 홍고추 및 홍단고추의 수요 증가와 함께 재배 면적도 크게 증가하고 있다. 최근 시설하우스의 보급과 더불어 홍고추 및 홍단고추의 주년재배가 가능하여졌으나, 난방비용의 상승으로 홍고추 및 홍단고추의 겨울철 재배는 매우 어려운 실정이다. 그러므로 겨울동안 소비용으로 늦가을에 수확된 홍고추 및 홍단고추를 장기 저장하여 시기 적절하게 출하함으로써 겨울철 시설재배를 위한 난방비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 농가의 소득증대를 위해 경제적 가치가 매우 클 것으로 기대된다.

과채류 저장방법 중 MA 포장에 널리 이용되고 있으며, 필름류를 이용한 MA 포장시 포장내 환경가스 조성은 포장안에 들어있는 과채류의 호흡작용에 의해 소모되는 산소 및 발산되는 탄산가스의 양과 포장에 사용한 필름의 산소와 탄산가스의 투과속도에 의해 결정된다. 그러므로 포장내의 환경가스 조성을 과채류 저장에 적합한 수준으로 유지시키기 위해서 사용하는 포장용 필름류는 최소한의 호기적 호흡을 유지키 위한 산소가 포장 밖으로부터 안으로 일정하게 투과되어야 하며 이에 반해 발생하는 탄산가스는 포장 안에서부터 밖으로 배출 될 수 있어야 한다. MA 포장내의 산소가 저장산물의 호흡작용에 의해 저장초기에 비해 낮아지고, 탄산가스농도는 높아지게 되면 이러한 고농도의 탄산가스는 저장물에 해를 끼칠 수 있으므로 포장에 사용할 수 있는 필름류는 밖으로부터 안으로 투과되는 산소의 양보다 포장내에서 생성된 탄산가

스를 포장 밖으로 배출시키는 능력이 커야한다.

고추에 대한 MA 저장 연구로 포장 유무와 온도변화에 따른 단고추의 저장 특성이 보고되었고(Watada 등, 1987), 포장재질이 단고추의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 수행되었으며(Bussel과 Kenigsberger, 1977), PE필름 포장이 생홍고추의 저장성에 미치는 영향이 보고된 바 있다(이 등, 2000). 또한 MA 저장이 풋고추의 선도유지에 미치는 영향이 보고되었다(Lee 등, 1994; Wall과 Berghage, 1996). MA 포장내의 습도는 보통 98~100%에 이르며, 낮은 온도에서 저장할 경우는 포장내에 응축현상이 일어나 물방울이 맺히게 된다. 이와 같이 저장 중 과습에 의한 홍단고추의 부패율을 줄이기 위해 포장 내부에 NaCl을 삽입하여 습도를 적정수준으로 낮추는 MA 저장 방법이 보고된 바도 있다(Rodov 등, 1995). 그러나 간편한 습도유지 방법은 포장재 표면을 적당하게 마이크로 펀칭하여 미세공을 통한 최소한의 포장내외 공기 순환을 유도함으로써 포장내의 습도를 적절하게 유지하는 것이며, 또한 이로 인한 과채류의 최소한 호기적 호흡을 유지키 위한 산소가 포장 밖으로부터 안으로 일정하게 투과되게 하고, 포장 내부에서 발생하는 탄산가스를 밖으로 배출하게 하는 것이다.

따라서 본 연구에서는 늦가을에 수확된 생홍고추 및 생홍단고추를 장기 저장하여 겨울 동안 마켓에 출하할 수 있는 홍고추 및 홍단고추의 장기저장 방법으로 마이크로 펀칭된 미세공을 갖는 PE 필름을 이용한 MA 저장 효과를 조사하였다.

제2절 재료 및 방법

수확된 생홍고추 ('녹광고추', (주) 흥농종묘) 및 생홍단고추('뉴에이스', (주)

TAKII seed, Japan) 중에서 착색이 균일한 시료를 선발하여 실험에 사용하였다. MA 저장실험을 위한 포장재는 과채류 저장 및 포장을 위해 (주)태방팩에서 생산하는 미세공이 마이크로 펀칭된 여러 종류의 폴리에틸렌 필름을 사용하였다. MA 저장 실험을 위해 사용된 폴리에틸렌 필름의 종류와 이에 따른 총 면적에 대한 기공이 차지하는 면적비 및 저장시 필름내부의 습도를 Table 1에 나타내었다. 대조구로서 무포장 및 CA 저장조건인 O₂ 1%, CO₂ 1% 및 N₂ 98%의 가스조성에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 저장실험 결과를 MA 저장 실험결과와 비교하였다. 여기서 CA 저장 방법은 4.5L의 용기에 시료를 넣고 진공펌프(MDA-015, SINKU KIKO, Japan)로 용기 내부를 진공으로 만든 후 용기에서 시료가 차지하는 체적을 빼고 나머지 체적에 대해 O₂, CO₂ 및 N₂가 차지하는 체적을 산정한 후 가스공급장치로부터 각각의 가스를 적정 시간동안 용기 내부로 주입하여 O₂ 1%, CO₂ 1% 및 N₂ 98%의 가스를 조성하였다.

각 처리구에 대해 홍고추 및 홍단고추의 색도, 중량 변화, 곰팡이 발생여부를 주기적으로 측정·조사하였다. 저장동안 중량손실 정도를 구명하기 위해 홍고추는 10일 간격으로, 홍단고추는 5일 간격으로 0.001g의 정확도를 갖는 전자저울(FA300KV, Japan)을 사용하여 홍고추 및 홍단고추의 무게를 측정하였다. 또한 각각의 저장방법에 따른 홍고추 및 홍단고추의 저장기간 동안 발생된 곰팡이의 발생여부를 조사하였고, 곰팡이 발생율을 전체 과실에 대한 백분율로 나타내었다. 저장 전후 홍고추 및 홍단고추의 색도변화를 조사하기 위해 색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하여, 저장실험 전의 색도에 대한 저장실험 마지막날 측정된 색도의 차(ΔE)를 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

또한 경도의 변화를 조사하기 위해 저장 첫날 및 마지막 날에 홍고추 및 홍단고추의 경도를 측정하였으며, 경도는 Rheo Meter(Compac-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)에 압축을 가하는 장치로 감압축 No 4(축경: 3mm)를 장착한 후 분당 60mm의 속도로 압축하여 최대강도를 측정하였다.

Table 1. Fine holes of film and relative humidity (RH) inside packaging used for MA and CA storage at 7°C

Treatment	CA	MA(A)	MA(B)	MA(C)	MA(D)	MA(E)	Control
Air hole(%)	0	1.2	0.5	0.7	1.3	0	100
RH(%)	98	78	92	86	75	98	65

제3절 결과 및 고찰

무세공 MA(E) 처리구 및 CA 저장인 홍고추 및 홍단고추의 저장 중 중량 손실을 최소화 할 수 있었으며, 홍고추 및 홍단고추의 각각 50일 및 35일 저장 후에도 단지 3%이하의 중량손실을 나타내었다(Fig. 1, 2). 이것은 저장 환경내의 습도가 98%로 높아 대기중으로의 수분 손실이 매우 작았기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 상대습도가 65%인 항온항습기에 저장된 무포장인 대조구의 경우는 저장 마지막날에 홍고추는 약 50%, 홍단고추는 약 25%의 중량손실을 나타냈으며, 이는 수분손실의 주요 원인인 과실표면과 대기의 수증기압 차에 의한 발산작용이 크게 일어났기 때문인 것으로 사료된다 (Ben-Yehoshua, 1987; Lipton, 1993).

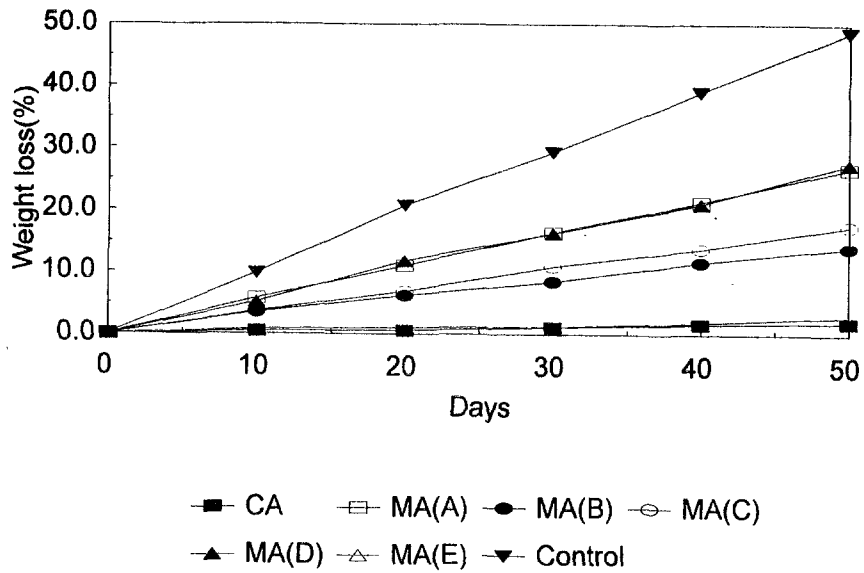


Fig. 1. Weight loss of red hot pepper fruits during storage at 7°C.

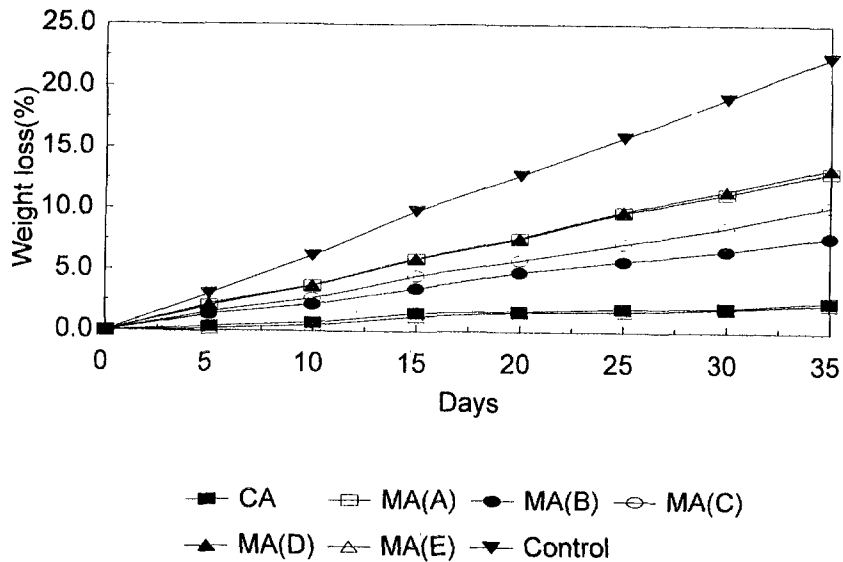


Fig. 2. Weight loss of red sweet pepper fruits during storage at 7°C

미세공 포장된 처리구의 경우는 기공이 전체 면적중에 차지하는 정도에 따라 저장동안 홍고추 및 홍단고추의 중량손실 정도가 달랐다. 즉 기공이 전체 면적의 0.5%인 MA(B)를 예로 볼 때 홍고추는 50일 저장 후 중량손실이 15% 정도였으며, 홍단고추는 저장 35일 후 중량손실이 7.8%로 낮았으나, 기공이 1.3%로 증가(MA(D)) 했을 때 중량손실이 홍고추는 30%, 홍단고추는 13.5%로 두 배정도 증가했다(Fig. 3, 4). 그러므로 전체 표면적에 대한 포장재의 기공이 차지하는 비율에 따라 포장재 내부의 습도는 크게 달랐으며, 이로 인해 홍고추 및 홍단고추의 저장동안 중량손실은 저장환경내의 습도에 따라 큰 차이를 나타냈다(Polderdijk 등, 1993).

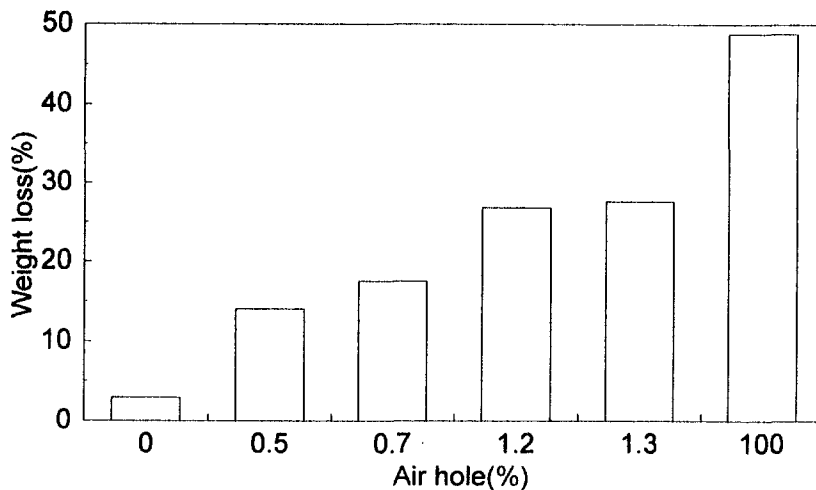


Fig. 3. Weight loss of red hot pepper fruits during MA storage of 50 days with the degree of air holes on film.

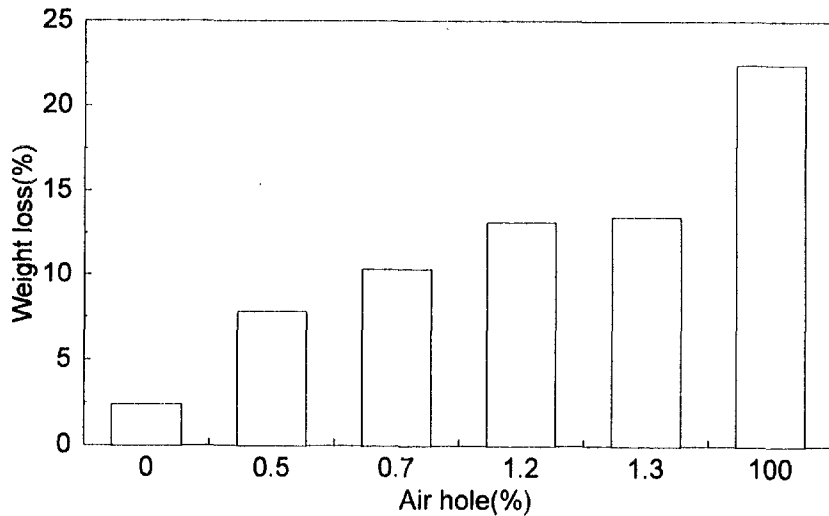


Fig. 4. Weight loss of red sweet pepper fruits during MA storage of 35 days with the degree of air holes on film.

MA 저장 방법 및 CA 저장에 따른 홍고추 50일 및 홍단고추의 35일간 저장동안 곰팡이 발생율을 조사한 결과를 각각 Fig. 5, 6에 나타내었다. 홍고추의 저장에 있어 무포장인 경우 낮은 습도조건에서 저장된 결과로 곰팡이의 발생이 전혀 없었으나, 높은 습도를 유지하는 환경에 저장된 MA(E) 및 CA 저장에서는 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 50일간 저장 후 곰팡이 발생율이 각각 60%와 50%로 크게 증가하였다. 또한 비교적 포장제내의 낮은 습도환경(70~80%)에 저장된 홍고추의 경우는 곰팡이가 저장 30일 이후부터 발생하기 시작하여 50일간의 저장 후에도 20%이하의 곰팡이 발생율을 보였다. 또한 92%의 상대습도를 갖는 MA(B)의 경우도 저장 50일 후에 약 35%의 곰팡이 발생율을 보였다.

홍단고추의 저장에 있어서도 무포장 및 비교적 낮은 습도 조건에서 저장된 MA(A)의 경우 35일간의 저장 후에 곰팡이가 전혀 발생되지 않았으나, 높은 습도의 저장환경을 갖는 MA(E) 및 CA 저장에서는 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 35일 후에 MA(E) 저장인 경우 곰팡이 발생율이 50%로 크게 증가하였고, CA 저장인 경우는 30%로 증가하였다. 또한 비교적 포장제내의 낮은 습도환경에 홍단고추를 저장한 MA(D)는 곰팡이 발생이 30일 이후에나 나타나기 시작하였다. 상대습도가 92%인 MA(B)의 경우 저장 35일 후에 15%의 곰팡이 발생율을 보였다. 이러한 결과로 볼 때 곰팡이의 발생율은 홍고추 및 홍단고추의 저장환경 중 습도가 가장 중요한 역할을 하고 있다고 사료된다. 이러한 결과는 무세공 포장된 홍단고추의 부패율이 습도가 다소 낮은 MA 저장된 홍단고추의 부패율 보다 높다는 보고와 일치한다 (Rodov 등, 1995; Ben-Yehoshua, 1983).

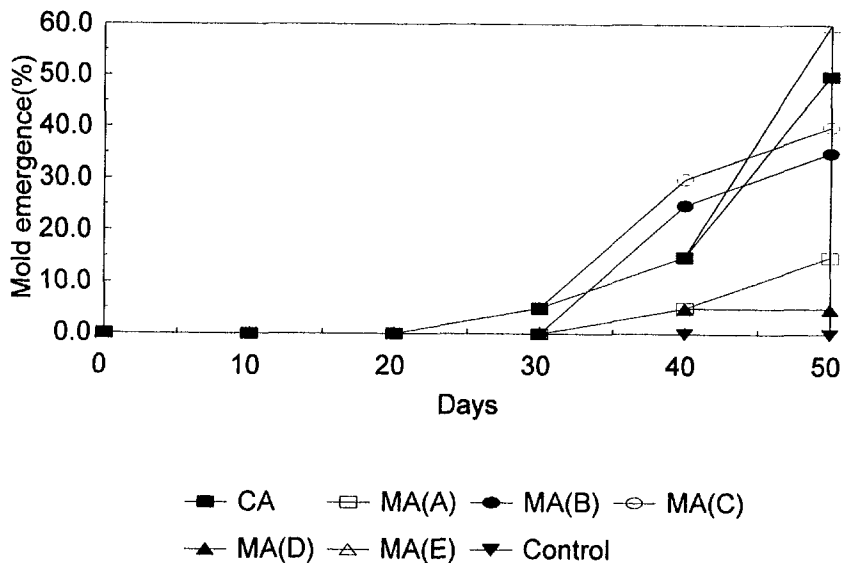


Fig. 5. Mold emergence of red hot pepper during MA and CA storage.

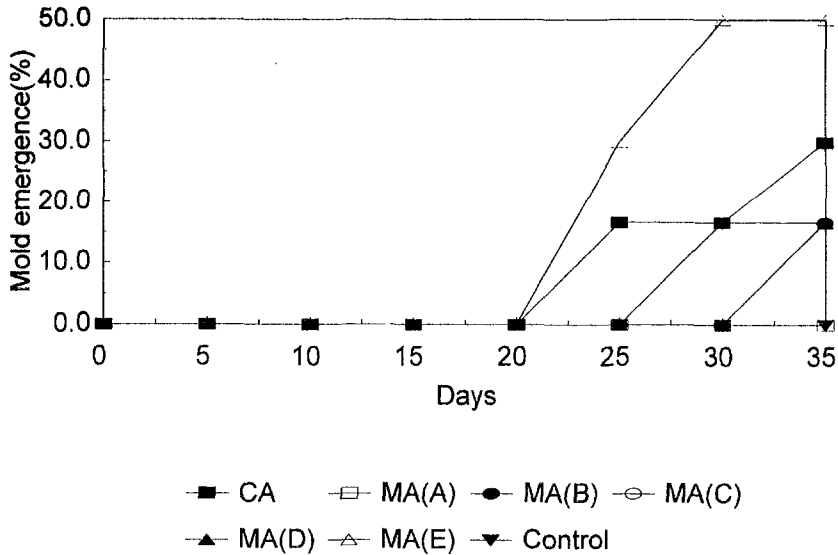


Fig. 6. Mold emergence of red sweet pepper fruits during MA and CA storage.

여러 MA 저장 방법 및 CA 저장에 따른 홍고추와 홍단고추의 저장실험 전후 색도차, ΔE 를 Table 2에 나타내었다. 다른 처리구에 비해 높은 저장습도의 포장재 내에 저장된 MA(E) 및 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도차는 각각 0.8 및 1.4 이하로 매우 낮았다. 또한 포장재내의 수분이 92%였던 MA(B)에 저장된 홍고추 및 홍단고추도 각각 0.85 및 1.54였으며, 상대적으로 낮은 색도차를 나타내었다. 그러나 저장습도가 매우 낮은 무포장의 경우 색도차가 매우 컸으며, 여기서 색도차는 대체로 저장 초기에 비해 저장 말기에 적색도(a)가 낮아진 결과에 큰 영향을 받은 것 같다(이 등, 2000). 특히 낮은 습도에 저장된 과실은 표면으로부터 수분손실이 커 전체적으로 색도가 크게 변화했기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Color change (ΔE) of red hot pepper and red bell pepper fruits stored at 7°C for 50 or 35 days

Treatment	CA	MA(A)	MA(B)	MA(C)	MA(D)	MA(E)	Control
Red pepper (ΔE)	0.73	0.92	0.85	0.87	0.99	0.78	1.28
Red bell pepper (ΔE)	1.22	1.63	1.54	1.84	1.72	1.36	2.13

실험초기에 비해 MA(E) 및 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 경도가 저장 초기에 비해 저장 말기에 다소 낮아졌지만, 다른 MA 및 무포장 처리구에 비해서 큰 경도를 유지하는 것으로 나타났다(Fig. 7, 8).

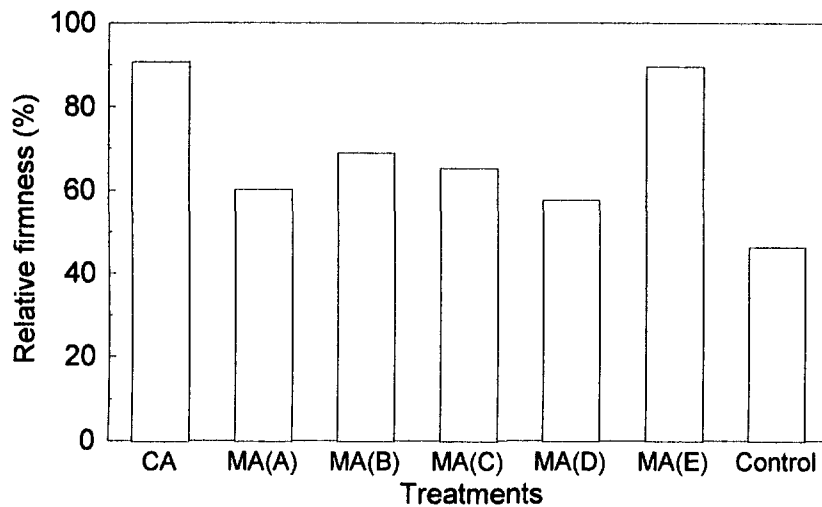


Fig. 7. Firmness change of red hot pepper during MA and CA storage of 50 days.

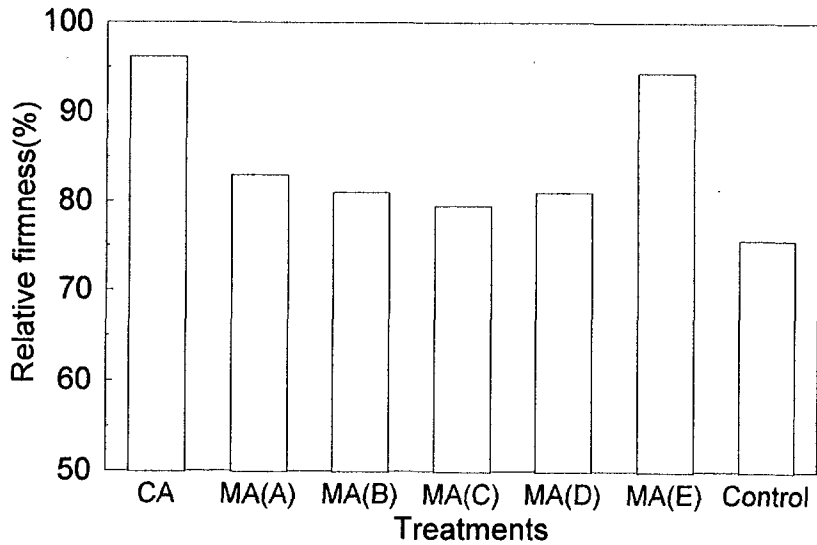


Fig. 8. Firmness change of red sweet pepper fruits during MA and CA storage of 35 days.

기공 포장된 MA 처리구 중에서도 홍고추는 습도가 클수록 경도변화가 작았으나, 홍고추에 비해 상대적으로 짧은 기간동안 저장된 홍단고추의 경우에는 처리간에 큰 차이가 없었다. 대체로 높은 습도를 유지했던 MA(E) 및 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 경도변화가 매우 낮았던 이유는 포장내 조성된 O_2 , CO_2 및 C_2H_4 농도의 영향 때문인 것으로 사료된다.

제4절 결과 요약

생홍고추 및 생홍단고추의 장기저장 방법으로 마이크로 펀칭된 미세공을 갖는 PE 필름을 이용한 MA 저장 효과를 조사하였다. 대조구로 무포장 및 CA 저장조건인 O₂ 1%, CO₂ 1% 및 N₂ 98%의 가스조성에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 저장실험 결과를 MA 저장 실험결과와 비교하였다. 홍고추 및 홍단고추 각각 50일 및 35일의 저장기간 동안 주기적으로 색도, 중량 변화 및 곰팡이 발생율을 조사하였고, 저장 마지막 날에는 경도를 측정하였다.

무세공 포장된 MA(E)와 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 중량손실은 단지 3%이하였으며, 상대습도 65%에 저장된 무포장인 경우 홍고추는 약 50%, 홍단고추는 약 25%의 중량손실을 나타내었다. 높은 상대습도인 MA(E) 및 CA 저장된 홍고추는 50일간의 저장 후 곰팡이 발생율이 각각 60%와 50%로 크게 증가하였다. 비교적 포장재내의 낮은 습도환경(70~80%)에 저장된 홍고추는 50일간의 저장 후에 20%이하의 곰팡이 발생율을 보였다. 다른 처리구에 비해 높은 저장습도의 포장재 내에 저장된 MA 저장과 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도변화는 낮았으나, 저장습도가 낮은 무포장의 경우 색도변화가 매우 큰 것으로 나타났다. 실험초기에 비해 MA(E)와 CA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 경도가 저장 말기에 다소 낮아졌지만, 다른 MA 및 무포장 처리구에 비해서 큰 경도를 유지하는 것으로 나타났다.

인용문헌

- Ben-Yehoshua, S. 1987. Transpiration, water stress and gas exchange. In Postharvest physiology of vegetables, Weichmann, J.(Editor), Marcel Dekker, Basel, N.Y. p.113-170.
- Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro, E.Z. Chen, and S. Lurie. 1983 Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol.*, 73(1):87-93.
- Bussel, J. and Z. Kenigsberger. 1977 Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.* 40:1300.
- 이가순. 이주찬. 이종국. 한규홍. 오만진. 2000 MA 및 CA저장에 의한 생홍고추의 저장성. *농산물저장유통학회지*, 7(2):139-144.
- Lee, K.S., K.L. Woo, and D.S. Lee. 1994. Modified atmosphere packaging for green chili peppers. *Packaging Technol. and Sci.*, 7:51-58.
- Lipton, W.J. 1993. Relative humidity may not be enough. *ASHS Nwsl.* 9(5):12.
- Polderdijk, J.J., H.A.M. Boerrigter, E.B. Wilkinson, and J.G. Meijer. 1993. The effects of controlled atmosphere storage at varying levels of relative humidity on weight loss, softening and decay of red bell peppers. *Scientia Horticulturae*, 55:315-321.
- Rodov, S., S. Ben-Yehoshua, T. Firerman, and D. Fang. 1995. Modified-humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. *HortScience*, 30(2):299-302.
- Wall, M.M. and R.D. Berghage. 1996. Prolonging the shelf-life of fresh

green chili peppers though modified atmosphere packing and low temperature storage. *J. Food. Qual.* 19:467-477.

Watada, A.E., S.D. Kim, K.S. Kim, and T.C. Harris. 1987. Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. *J. Food Sci.*, 52:1637.

제12장 NaCl을 이용한 홍고추 및 홍단고추의 MA 저장 효과

제1절 서 설

제2절 재료 및 방법

제3절 결과 및 고찰

제4절 결과요약

인용문헌

제 12 장 NaCl을 이용한 홍고추 및 홍단고추 의 MA 저장 효과

제1절 서 설

고추는 비타민 A와 비타민 C의 함유량이 풍부하며, 매운맛을 내는 향신료의 일종인 채소로 건강에 관한 국민의 관심이 높아지면서 생물소비가 점차 증가하고 있는 실정이다. 고추는 용도면에서 건과용 고추, 풋고추용 및 서양고추 등으로 나눌 수 있다. 풋고추는 생식용 생채, 고추튀김, 무침, 장조림, 물김치 등에 이용되며, 홍고추는 성숙되면 고춧가루 대신 김치에 이용되거나 다진 양념, 장담금, 양념장 제조에 이용된다. 최근 매운맛이 없는 서양고추인 피망이 샐러드용으로 수요가 크게 증가하고 있는 추세이다.

고추는 처음에 엽록소에 의해 진한 녹색을 띠지만 점차 익어감에 따라 연한 붉은 색, 진한 붉은 색으로 변해간다. 특히 고추의 적색색소는 여러 가지 카로테노이드로 구성되어 있는데, capsanthin, capsorubin, violaxanthin 등의 적색색소와 α 및 β carotene, cryptoxanthin, zeaxanthin, xanthophyll과 같은 황색색소의 혼합체로 되어 있으며, 이중 capsanthin이 34% 이상을 차지하는 주요 색소로 알려져 있다(한, 1997).

요즈음 시설재배의 보급으로 인하여 계절에 관계없이 생홍고추 및 생홍단고추의 주년생산이 가능하나, 유류 가격의 상승과 함께 과도한 난방비에 따른 재배비용의 상승으로 겨울철 재배는 현실적으로 매우 어려운 실정이다. 홍고추와 홍단고추는 계절에 따른 가격 변동이 매우 심한 품목으로, 1998년 기준으로 홍고추의 연간 최대 및 최소가의 진폭율이 500.5%나 되는 가격변동이 제

일 큰 작물로 보고되었다(이 등, 2000). 그러므로 현재 농가에서는 늦가을에 수확된 홍고추 및 홍단고추의 겨울 동안 출하를 목표로 저장기간 연장을 위해 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

홍고추 및 홍단고추는 수확 후 호흡작용이 매우 왕성한 작물의 하나로 장기저장을 위해서는 포장방법, 저장 온도 및 습도, 포장내의 공기 조성 등이 매우 중요한 요인이며, 특히 과도한 습도에 저장하면 부패율이 크게 증가하게 된다. 장기저장 방법으로 잘 알려져 있는 방법에는 CA 저장 및 MA 저장이 있다. 이중 CA 저장은 호흡작용의 감소(Kubo 등, 1990), 부패율 저하(Zong 등, 1994; 이 등, 1998), 노화증상 발현의 지연, 저장력의 증대(김 등, 1992; Kader 등, 1978), 조직의 경도보존(Wang, 1977), 높은 팽윤성, 영양 및 기호적 품질의 우수성과 같은 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA 저장 효과가 보고된 바 있다(이 등, 2000; 이와 정, 2001). 또한, 단고추의 CA 저장시 부패와 수분증발의 관점에서 적절한 온습도 조건은 8°C와 90%~95%의 상대습도라는 결과도 보고되었다(Janssens, 1993). MA 저장 연구로는 포장 유무와 온도변화에 따른 단고추의 저장 특성이 보고된 바 있고(Watada 등, 1987), 포장재질이 단고추의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 수행되었으며(Bussel과 Kenigsberger, 1977), PE필름 포장이 생홍고추의 저장성에 미치는 영향이 보고된 바 있다(이 등, 2000). 또한 홍고추 홍단고추의 미세공 MA 저장 효과(이와 정, 2001) 및 MA 저장이 풋고추의 선도유지에 미치는 영향이 보고되었다(Lee 등, 1994; Wall과 Berghage, 1996). 그러나 MA 포장내의 습도는 보통 98 ~ 100%에 이르며, 낮은 온도에서 저장할 경우 포장내에 응축현상이 일어나 물방울이 맺히게 된다. 이러한 MA 저장 중 과습에 의한 부패율을 줄이는데 포장내의 NaCl이 수분조절제 역할을 할 수 있는 것으로 알려져 있다(Rodov 등, 1995).

따라서 본 연구에서는 생홍고추 및 생홍단고추의 장기저장 방법으로 HDPE 및 LDPE 포장재내에 시료와 함께 서로 다른 양의 NaCl을 삽입함으로써 MA 저장 효과를 조사하였다.

제2절 재료 및 방법

경남 진주에서 수확된 홍고추('녹광고추', (주) 흥농종묘) 및 홍단고추('뉴에이스', (주) TAKII seed, Japan) 중 착색이 균일한 시료를 선발하여 실험재료로 사용하였다.

MA 저장실험을 위한 포장재는 고밀도 폴리에틸렌 필름(HDPE) 및 저밀도 폴리에틸렌 필름(LDPE)의 두 종류를 사용하였다. 포장내의 수분조절을 위해 천연펄프로 제조된 여과지에 감싼 15g, 20g 및 25g의 NaCl을 각 필름내에 시료와 함께 포장하였다. 여기서 NaCl은 필름내에 포장하기 전에 60℃에서 24시간 건조하여 사용하였다. 포장내의 NaCl은 홍고추 및 홍단고추 저장에 있어 각각 10일 및 5일 마다 교체되었다. NaCl을 포함한 MA 저장효과를 비교하기 위해 각 필름마다 NaCl을 포함하지 않는 처리구와 무포장으로 저장된 대조구가 사용되었다. 실험기간 동안 포장 및 무포장된 홍고추와 홍단고추는 7℃에서 83%의 상대습도로 고정된 항온항습기에 저장하였다. MA 저장동안 포장재내의 상대습도는 습도센서가 부착된 습도 측정장치(Model DP989, Protimeter Inc., England)로 측정하였으며, 처리구별 상대습도를 Table 1에 나타내었다. 처리구별 포장내의 상대습도는 NaCl 함유량이 많을수록 낮았으며, 대체로 90%에서 96%의 범위에 있었다.

Table 1. Relative humidity (RH) inside the packaging according to NaCl content.

Treatment	HDPE(NaCl)				LDPE(NaCl)				Control
	0g	15g	20g	25g	0g	15g	20g	25g	
Red chili pepper									
RH(%)	98.0	93.5	92.1	90.3	98.3	94.8	93.2	91.2	83
Red bell pepper									
RH(%)	98.3	94.6	92.7	90.6	98.8	95.8	93.4	91.1	83

각 처리구별 홍고추 및 홍단고추의 중량 변화와 곰팡이 발생여부를 일정한 간격으로 측정·조사하였다. 저장기간 동안 처리구별 중량손실 정도를 구명하기 위해 홍고추는 10일, 홍단고추는 5일 간격으로 0.001g의 정확도를 갖는 전자저울(FA300KV, Japan)을 사용하여 무게를 측정하였다. MA 저장 방법에 따른 홍고추 및 홍단고추의 저장기간 동안 곰팡이의 발생정도를 조사하여 대조구와 비교하였고, 곰팡이 발생율은 전체 과실에 대한 백분율로 나타내었다. 저장 전후 홍고추 및 홍단고추의 색도 변화를 조사하기 위해 색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였으며, 각 처리구별 저장실험 전후의 색도차(ΔE)를, $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 의 식으로 계산하였다. 또한 경도의 변화를 조사하기 위해 저장 첫날 및 마지막 날에 홍고추 및 홍단고추의 경도를 측정하였으며, 경도는 직경 5mm의 축이 부착된 과실경도계(FHM-5, Japan)를 사용하여 최대 압축강도를 측정하였다.

제3절 결과 및 고찰

홍고추 및 홍단고추의 각각 50일 및 35일 저장동안 일정한 간격으로 중량 감소율을 조사한 결과를 Fig. 1, 2에 나타내었다. NaCl을 포함하지 않은 HDPE와 LDPE 포장에 있어 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율은 각각 4~5% 및 3~4%의 범위로 매우 낮았다. 이와 같이 중량 감소율이 낮게 나타난 것은 포장내의 저장습도가 98% 이상으로 높아 대기중으로의 수분손실이 매우 작았기 때문인 것으로 판단된다(이와 정, 2001).

대조구인 무포장 저장의 경우 중량 감소율이 저장 말기에 홍고추 및 홍단고추 각각 45%와 22%로 높게 나타났으며, 이는 저장습도가 83%로 낮아 수분 증발이 컸기 때문인 것으로 사료된다. 포장재 내에 NaCl을 포함한 경우 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율은 각각 20% 및 6% 이하로 무포장에 비해 매우 낮게 나타났다. 특히 포장내에 NaCl 함유량이 적을수록 상대습도가 다소 커져 중량 감소율이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 또한 NaCl 함유량이 같더라도 HDPE에 비해 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율이 다소 낮았던 것은 HDPE 포장내의 상대습도가 LDPE에 비해 다소 낮았던 결과로 보여진다. 전체적으로 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장에 있어 저장 말기에 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율은 각각 16~19% 및 5~6%의 범위인 것으로 나타났다.

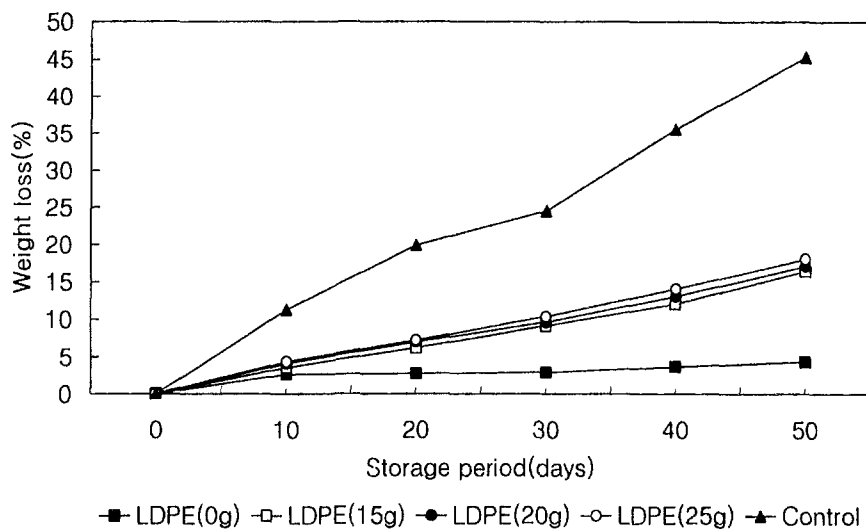
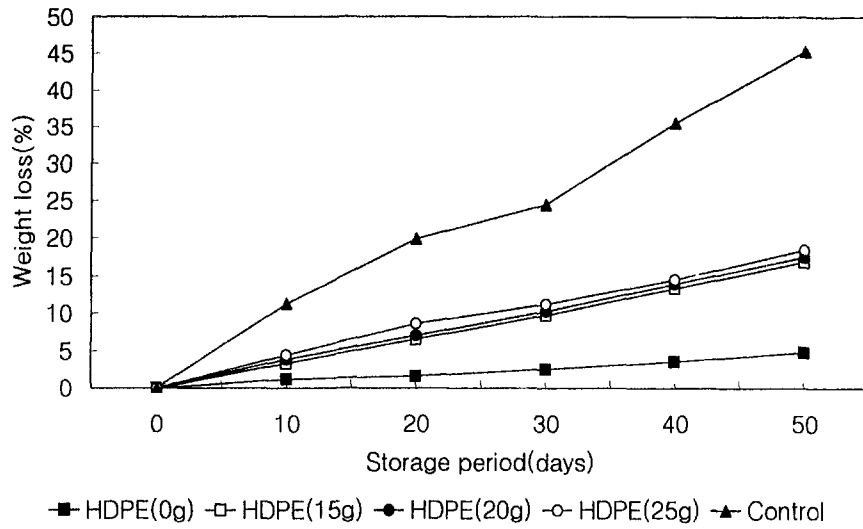


Fig. 1. Weight loss of red hot pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

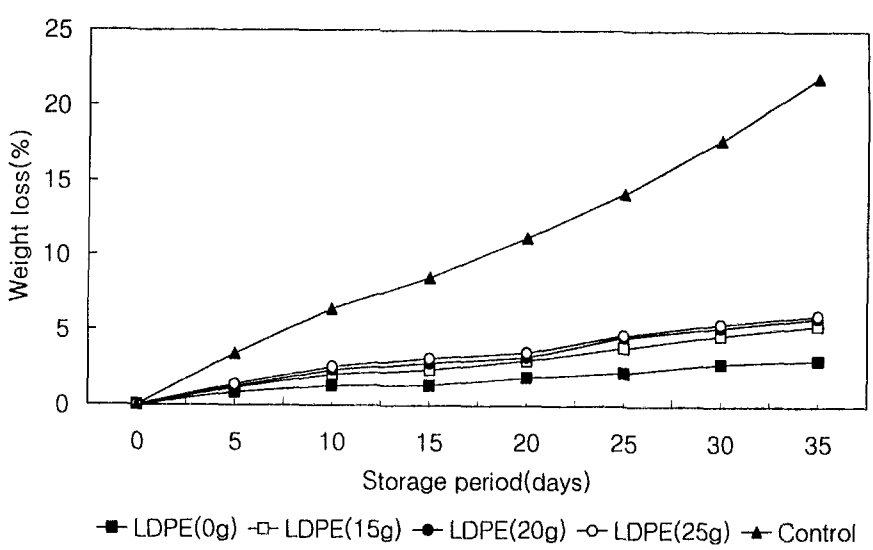
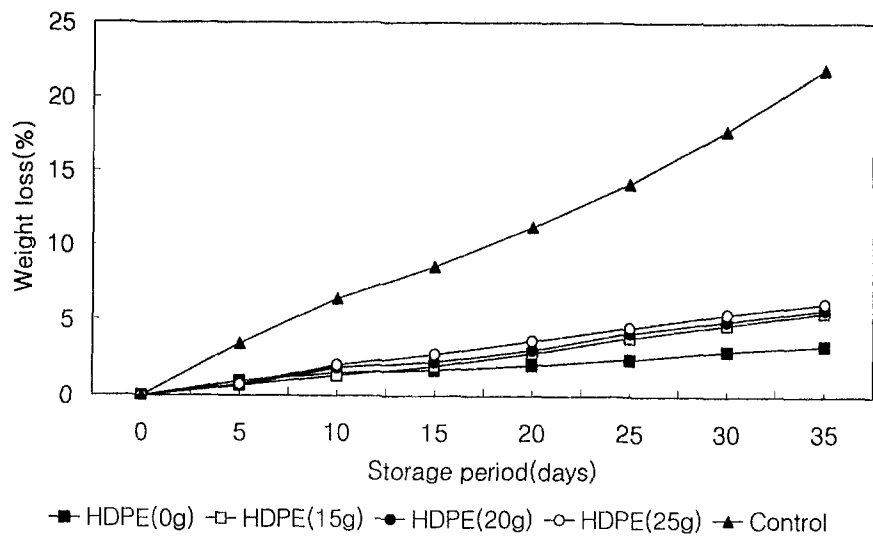


Fig. 2. Weight loss of red sweet pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

포장재 종류 및 NaCl 함유량에 따른 홍고추와 홍단고추의 MA 저장 동안 곰팡이 발생율을 조사한 결과를 각각 Fig. 3과 4에 나타내었다. 홍고추의 저장에 있어 무포장인 경우 상대적으로 낮은 습도조건에 저장된 결과로 곰팡이의 발생율이 5%로 매우 낮게 나타났다. 그러나 NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및 LDPE 저장에 있어서 높은 습도 환경으로 인해 저장 말기에 홍고추의 곰팡이 발생율이 55~60%로 매우 높게 나타났다. NaCl 함유량이 15g 및 20g일 때 HDPE 및 LDPE 포장에 저장된 홍고추의 경우에는 NaCl을 포함하지 않는 MA 저장에 비해서는 낮지만 비교적 높은 상대습도 환경으로 인해 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 50일 후에는 곰팡이 발생율이 35~45%의 범위에 도달하였다. 반면 25g의 NaCl을 포함하는 홍고추 MA 저장의 경우는 상대습도가 비교적 낮아 곰팡이 발생율이 20~25%로 낮은 편이었다. 또한 같은 양의 NaCl을 포함하는 MA 저장에 있어서 대체적으로 HDPE에 비해 LDPE에 저장된 홍고추의 곰팡이 발생율이 약간 낮게 나타난 것은 HDPE 포장이 LDPE에 비해 약간 낮은 상대습도를 유지한 결과로 사료된다.

홍단고추의 저장에 있어서도 비교적 낮은 상대습도 조건인 무포장의 경우 35일간의 저장 후에 곰팡이 발생율이 12.5%로 낮았다. 그러나 NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및 LDPE 포장에 있어 높은 상대습도로 인해 저장 20일 후부터 홍단고추에 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 말기에는 곰팡이 발생율이 50% 이상으로 크게 증가하였다. 대체로 20g 및 25g의 NaCl을 포함하는 HDPE와 LDPE 포장의 경우 낮은 습도 환경으로 인해 홍단고추의 곰팡이 발생율이 25%로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 높은 습도 환경에 저장된 홍단고추의 부패율이 습도가 다소 낮은 MA 저장된 홍단고추의 부패율 보다 높다는 보고와도 일치한다(Rodov 등, 1995; Ben-Yehoshua, 1983).

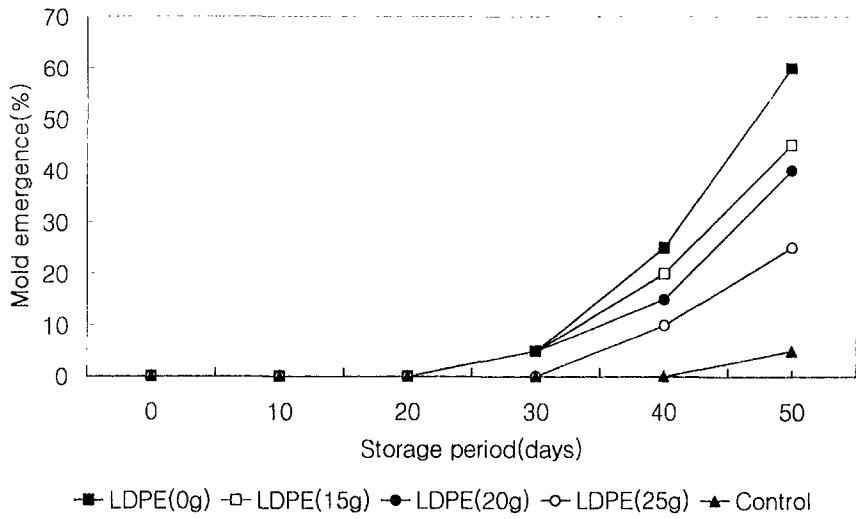
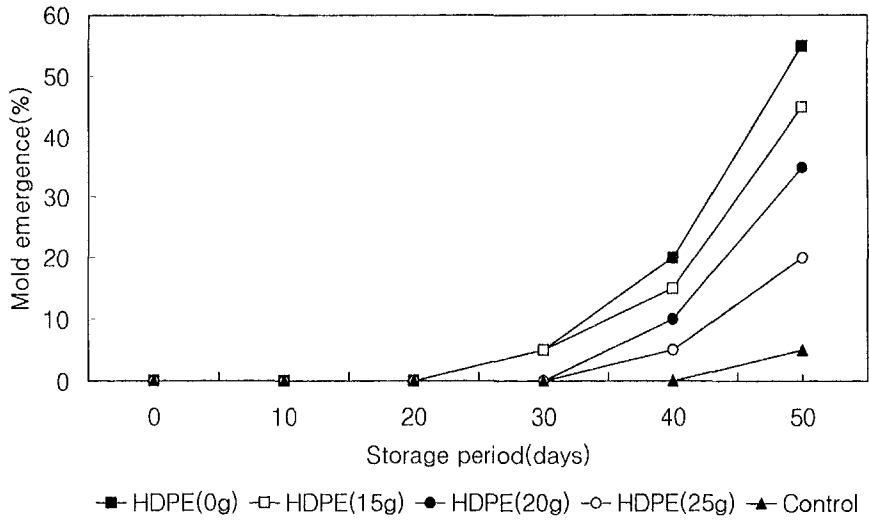


Fig. 3. Mold emergence of red hot pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

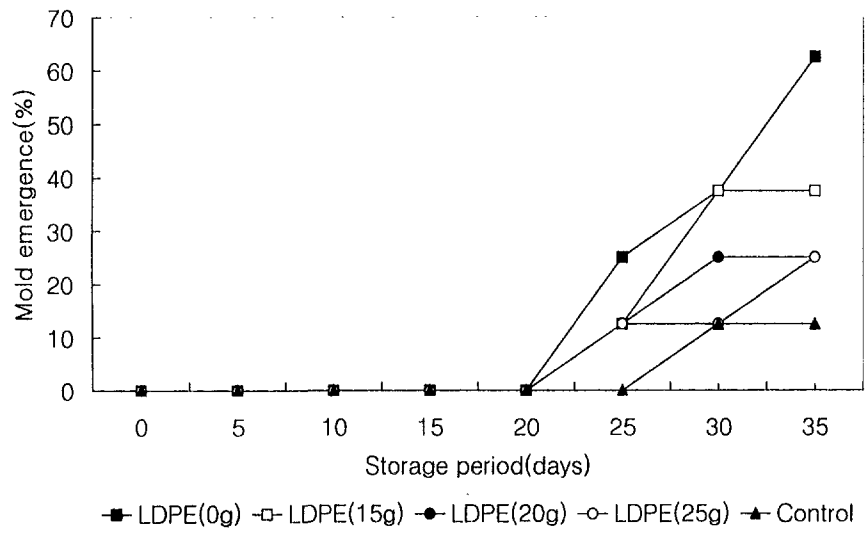
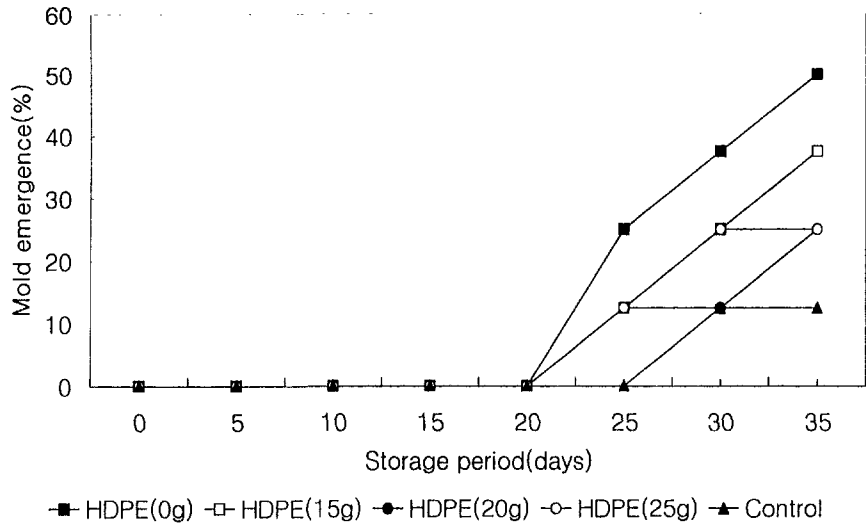


Fig. 4. Mold emergence of red sweet pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

MA 저장방법에 따른 홍고추와 홍단고추의 저장실험 전후의 색도차, ΔE 를 Table 2에 나타내었다. 비교적 높은 저장습도를 유지하는 NaCl을 포함하지 않는 HDPE와 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도차는 각각 0.74와 1.50 이하로 매우 낮았다. 또한 15~25g의 NaCl을 포함하는 HDPE와 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도차도 각각 0.85~0.88 및 1.56~1.61의 범위에 있었으며, 상대적으로 낮은 색도 변화를 나타내었다. 그러나 저장습도가 낮은 무포장의 경우 홍고추 및 홍단고추의 색도차가 각각 1.15 및 1.78로 다른 처리구보다 컸으며, 이러한 결과는 이와 정(2001)이 보고한 바와 같이 낮은 습도에 저장되어 과실의 표면으로부터 수분손실이 커 전체적인 색도 변화가 컸기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Color change (ΔE) of red hot pepper and red sweet pepper fruits stored with HDPE and LDPE for 50 or 35 days

Treatment	HDPE(NaCl)				LDPE(NaCl)				Control
	0g	15g	20g	25g	0g	15g	20g	25g	
Red chili pepper									
(ΔE)	0.75	0.86	0.87	0.88	0.74	0.85	0.86	0.87	1.15
Red bell pepper									
(ΔE)	1.51	1.58	1.59	1.61	1.50	1.56	1.59	1.60	1.78

처리구별 홍고추 및 홍단고추의 각각 50일과 35일간 저장 전후의 경도 변화를 비교한 결과를 Fig. 5와 6에 나타내었다. 저장 초기에 홍고추 및 홍단고추의 경도는 각각 3.60kg 및 2.27kg이었으며, 저장 말기에 모든 처리구에서 경도는 대체로 감소하였다. 무포장의 경도 감소는 홍고추 및 홍단고추의 각각

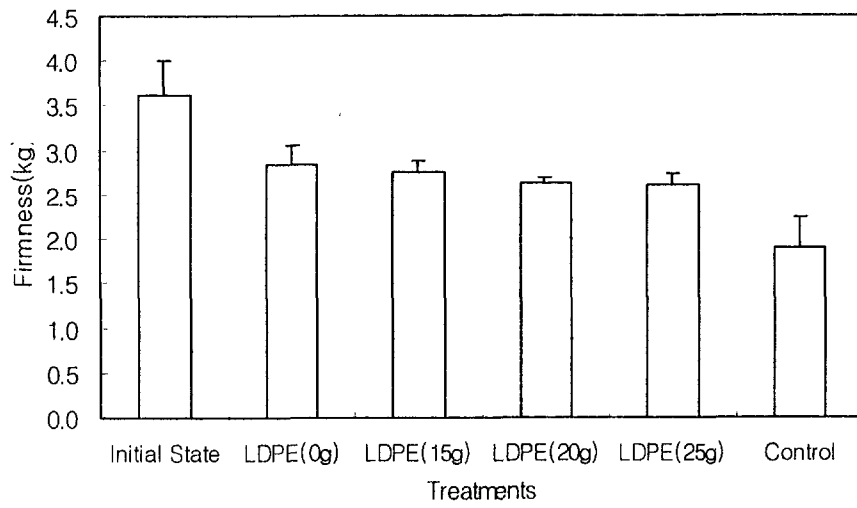
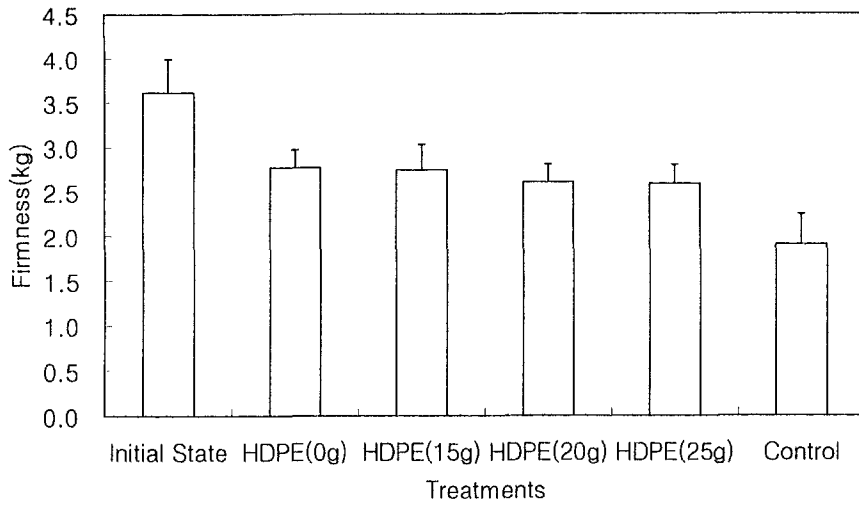


Fig. 5. Firmness change of red hot pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

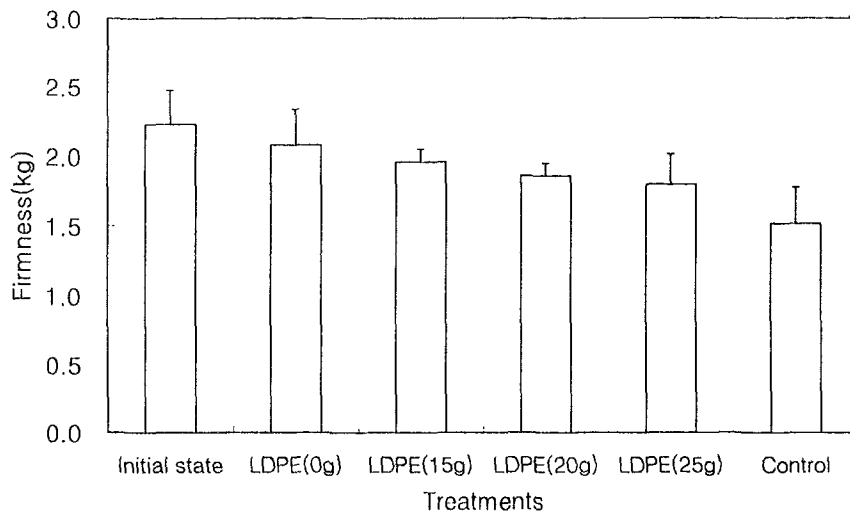
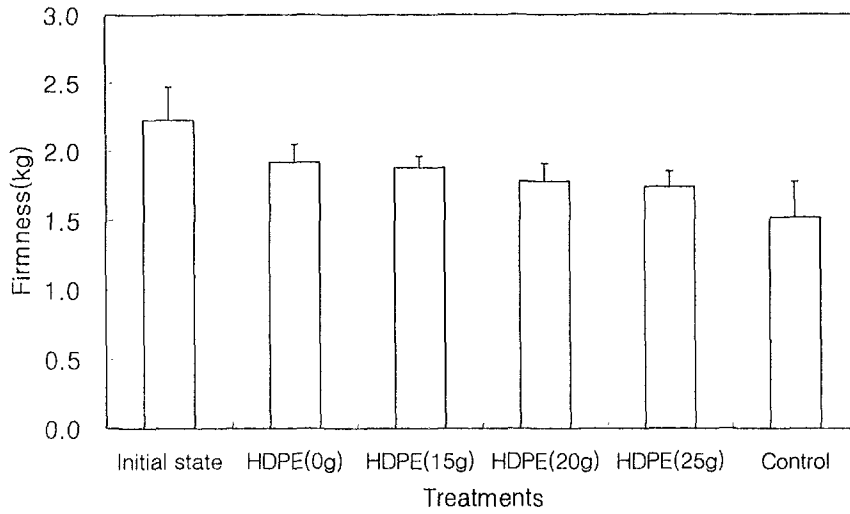


Fig. 6. Firmness change of red sweet pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

1.7kg 및 0.71kg으로 크게 나타났다. 그러나 무포장에 비해 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장의 경우 홍고추 및 홍단고추의 경도 감소는 각각 0.75~1.02kg 및 0.15~0.49kg의 범위로 낮았다. 특히 홍고추에 비해 상대적으로 짧은 기간동안 HDPE 및 LDPE에 저장된 홍단고추가 낮은 경도의 감소를 나타내었다. 그러나 같은 HDPE 및 LDPE 포장이라도 적은 양의 NaCl을 포함하는 경우가 포장내의 높은 습도로 인해 홍고추 및 홍단고추의 경도 감소가 더 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 포장내의 습도조건이 홍고추 및 홍단고추의 경도유지에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다(이와 정, 2001).

제4절 결과 요약

홍고추 및 홍단고추의 장기저장 방법으로 HDPE 및 LDPE 포장내에 시료와 함께 서로 다른 양의 NaCl을 삽입함으로써 MA 저장 효과를 조사하였다. HDPE 및 LDPE 포장내의 NaCl 함량은 0g, 15g, 20g 및 25g이었으며, 대조구로 무포장이 사용되었다. 홍고추 및 홍단고추의 각각 50일 및 35일간 MA 저장 동안 주기적으로 중량 변화와 곰팡이 발생율을 조사하였고, 저장 초기와 말기에는 색도와 경도를 측정·비교하였다.

NaCl을 포함하지 않은 처리구에 있어 HDPE와 LDPE 포장 모두 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율은 각각 4~5% 및 3~4%의 범위로 매우 낮았다. 그러나 대조구인 무포장의 경우 중량 감소율이 저장 말기에 홍고추 및 홍단고추 각각 45%와 22%로 높게 나타났다. 또한 포장 내에 NaCl을 포함한 경우 홍고추 및 홍단고추의 중량 감소율은 각각 19% 및 6% 이하로 무포장에 비해 매우 낮게 나타났다. 무포장인 홍고추 및 홍단고추의 저장에 있어 곰팡이 발생율이 각각 5% 및 12.5%로 매우 낮았으나, NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및

LDPE 저장에 있어서는 55~65%로 매우 높게 나타났다. NaCl 함유량이 15g, 20g 및 25g 일 때 HDPE 및 LDPE 포장에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 곰팡이 발생율은 20~45%의 범위로 나타났다. NaCl을 포함하지 않는 HDPE와 LDPE 포장기에 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도차는 각각 0.74와 1.50 이하로 매우 낮았다. 또한 15~25g의 NaCl을 포함하는 MA 저장된 홍고추 및 홍단고추의 색도차도 각각 0.85~0.88 및 1.56~1.61의 범위에 있었다. 그러나 저장습도가 낮은 무포장의 경우 홍고추 및 홍단고추의 색도차는 각각 1.15 및 1.78로 다른 처리구보다 매우 컸다. 무포장의 경도 감소는 홍고추 및 홍단고추에서 각각 1.7kg 및 0.71kg으로 크게 나타났으나, 무포장에 비해 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장의 경우 홍고추 및 홍단고추의 경도 감소는 각각 0.75~1.02kg 및 0.15~0.49kg의 범위로 낮게 나타났다.

인용문헌

- Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro, E.Z. Chen, and S. Lurie. 1983. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol.* 73(1):87-93.
- Bussel, J. and Z. Kenigsberger. 1977. Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.* 40:1300.
- 한응수. 1997. 최신 청과물 저장과 가공기술. 유림문화사, p.230-250
- Janssens, M.F.M. 1993. Sea transportation of bell peppers by a controlled atmosphere container. 6th Intl. Controlled Atmosphere Res. Conf. Cornell Univ., Ithaca, N.Y.(abstr.), p.18.
- Kader, A.A., L.L. Morris, M.A. Stevens, and M. Albright-Holton. 1978. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(1):6.
- 김영태, Y. Kubo, A. Inaba and R. Nakamura. 1992. 저농도 O₂ 또는 CO₂가 딸기와 토마토 품질에 미치는 생리적 반응 연구. *농시논문집(원예편)* 34(2): 57-61.
- Kubo, Y., A. Inaba and R. Nakamura. 1990. Respiration and C₂H₄ production in various harvested crops held in CO₂-enriched atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6):975-978.
- 이가순, 이주찬, 이종국, 한규홍, 오만진. 2000. MA 및 CA저장에 의한 생홍고추의 저장성. *농산물저장유통학회지*, 7(2):39-144.
- 이숙희, 서영진, 박선도, 정은호. 1998. 복숭아 CA 저장시 CO₂ 농도의 영향.

- 원예논문집 40(1):134-139.
- 이귀현, 정천순. 2001. 장기저장을 위한 홍고추 및 홍단고추의 CA저장 효과. 산업식품공학 5(1):52-57.
- 이귀현, 정천순. 2001. 홍고추 및 홍단고추의 미세공 MA저장 효과. 농산물저장유통학회지 8(2):125-130.
- Lee, K.S., K.L. Woo, and D.S. Lee. 1994. Modified atmosphere packaging for green chili peppers. *Packaging Technol. and Sci.*, 7:51-58.
- Rodov, S., S. Ben-Yehoshua, T. Firerman, and D. Fang. 1995. Modified-humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. *HortScience*, 30(2):299-302.
- Wall, M.M. and R.D. Berghage. 1996. Prolonging the shelf-life of fresh green chilli peppers though modified atmosphere packing and low temperature storage. *J. Food. Qual.* 19:467-477.
- Wang, C.Y. 1977. Effect of CO₂ treatment on storage and self life of sweet peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:808.
- Watada, A.E., S.D. Kim, K.S. Kim, and T.C. Harris. 1987. Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. *J. Food Sci.* 52:1637.
- Zong, R., L. Morris, and M. Cantwell. 1994. Postharvest physiology and quality of bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Postharvest Biology and Technology* 6:65-72.

**부록 : 홍고추 및 홍단고추의 저장 후 시장
조사 및 출하**

부록: 홍고추 및 홍단고추의 저장 후 시장조사 및 출하

1. 시장조사

저장기간별 판매	30일	40일
반응정도	♥♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
가 격	♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
품 질	♥♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
선 호 도	♥♥♥♥♥	♥♥♥♥

그림 1. 저장기간에 따른 홍고추 저장 후 시장출하시
소비자의 품질평가

저장기간별 판매	20일	30일
반응정도	♥♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
가 격	♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
품 질	♥♥♥♥♥♥	♥♥♥♥♥
선 호 도	♥♥♥♥♥	♥♥♥♥

그림 2. 저장기간에 따른 홍단고추 저장후 시장출하시
소비자의 품질평가

주) 매우만족; ♥♥♥♥♥♥, 만족; ♥♥♥♥♥,
중간; ♥♥♥♥, 나쁨; ♥

2. 저장 후 선별 및 출하



사진 1. 저장후 홍고추 선별작업(저장 40일)



사진 2. 저장후 홍단고추 선별작업(저장 30일)



사진 3. 선별된 홍고추 및 홍피망의 시장출하전
(홍고추 40일, 홍단고추 30일간 저장)



사진 4. 시장출하 판매대 전시(춘천시 농협 하나로 마트)
(2001. 1)



사진 5. 소비자들의 관심도 및 구매