

최 종  
연구보고서

Dehydro-freezing 방법에 의한  
생 홍고추의 냉동저장 기술개발

Freezing preservation of fresh red pepper  
by the dehydrofreezing method

연 구 기 관  
중 앙 대 학 교

농 립 부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “Dehydro-freezing 방법에 의한 생 홍고추의 냉동저장 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 4월 24일

주관연구기관명 : 중앙대학교

총괄연구책임자 : 이 영 춘

연 구 원 : 양 진 현

연 구 원 : 김 보 연

연 구 원 : 김 영 희

# 요 약 문

## I. 제 목

Dehydro-freezing 방법에 의한 생 홍고추의 냉동저장 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

생 홍고추(fresh red pepper)를 수확하여 일광 건조하여 양념으로 사용하는 현재의 방식에 수반된 여러 가지 문제점을 해결하기 위하여 생 홍고추를 세척 및 살균하여 냉동저장 또는 부분 건조 후 냉동저장(dehydro-freezing)하는 방법을 개발해서 장기저장하여 출하물량과 시기를 조절할 수 있고, 위생적이며 고품질의 고추를 식품제조업체와 소비자가 사용할 수 있도록 하고, post WTO 시장상황에서 값싼 수입 고춧가루와 차별화하여 국내 고추생산농가의 소득을 안정적으로 보전하고 고추의 저장유통산업을 활성화 하고자 한다.

### 1. 기술적 측면

- 홍고추의 냉동저장방법을 개발하여 종래의 일광건조 고추보다 품질이 우수한 제품을 생산할 수 있다.
- dehydrofreezing 후 냉동저장하는 방법의 개발로 좋은 품질을 유지하면서 통상적인 냉동저장에 비해 비용을 절감할 수 있고, 취급이 간편하다.
- 미생물이나 먼지 등의 험잡물이 없는 위생적인 제품을 생산할 수 있고, 저장 중 손실을 최소화 한다.
- 고추를 양념으로 사용하는 식품제조공장에서 균일한 품질의 고추를 연중 언제나 사용할 수 있다.

## 2. 경제 · 산업적 측면

- 홍고추의 냉동저장으로 생산된 생고추를 일광건조하는데 따른 노동력, 시간 및 건조 중 손실 등을 걱정할 필요가 없고, 저장된 제품을 시장 수요에 따라 연중 언제든지 출하할 수 있어 가격의 등락을 조절할 수 있고 고추재배 농가의 소득을 증진시킬 수 있다.
- WTO 체제하에서 값싼 외국산 건조고추와 품질을 차별화하여 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있다.
- 고품질이며 위생적인 제품을 생산할 수 있어, 고추를 양념으로 첨가하는 식품의 수출 등에 유리한 위치를 점할 수 있고, 냉동저장한 고품질 홍고추의 수출도 가능할 것으로 예상된다.

## Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도	생 홍고추의 전처리기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데치기</li> <li>• Ozone수 살균</li> <li>• 과산화수소수 살균</li> <li>• 차아염소산 나트륨</li> </ul> 의 살균 방법에서 각각의 최적살균 조건을 선정하고 이를 냉동 저장하여 평가한 후 평가 data를 기초로 최선의 살균 방법을 선정한다.
	생 홍고추의 dehydro-freezing을 위한 건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원료를 항속기간까지 건조시켜 건조 curve를 작성하여 건조온도 및 시간을 결정한다.</li> </ul>
	생 홍고추의 냉동방법 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉동온도를 -10, -20, -40℃으로 하여 최적 냉동 온도를 선정한다.</li> </ul>

구분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도	<p>살균처리한 생 홍고추 및 반건조 홍고추를 냉동저장하며 이를 품질평가 하여 냉동저장 조건을 설정하고 이를 바탕으로 생홍고추의 dehydro-freezing 기술을 확립하고자 한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생 홍고추의 냉동저장방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저장 온도: -18, -25, -30℃</li> <li>- Sampling schedule : 0, 3, 6, 9, 12개월</li> <li>- 품질평가: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ drip loss</li> <li>○ 관능적 특성 : scoring tests</li> <li>○ 텍스처 특성 : puncture test</li> <li>○ Hunter color : L, a, b &amp; ΔE</li> <li>○ 이화학적 특성 : capsaicinoids, carotenoids, ascorbic acid, 당, 향기성분</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- 냉동저장 조건 확립: 저장온도 및 shelf-life 결정</li> <li>- 해동 방법 비교 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저속해동 vs 급속해동</li> <li>○ 해동 시 발생하는 품질손실</li> </ul> </li> <li>- 개발제품의 적용 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 태양초 고춧가루와 냉동저장 시료를 사용한 물김치 제조 후 품질평가</li> <li>○ 최종생산품의 용도설정 : paste등</li> </ul> </li> <li>- 최종제품의 안전성 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>E. coli</i></li> <li>○ Coliform bacteria</li> </ul> </li> <li>- Dehydro-freezing 방법의 경제성 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 다대기 vs 개발제품</li> <li>○ 중국산 기존제품 vs 개발제품</li> </ul> </li> </ul>

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 제 1 절 연구 개발 결과

생 홍고추의 출하물량과 시기를 조절할 수 있고, 위생적이며 고품질의 고추제품을 식품제조업체와 소비자가 사용할 수 있도록 하기 위하여 홍고추를 살균하여 부분건조 후 냉동 및 냉동저장하는 방법을 연구하고, 냉동저장 중 품질변화를 연구한 결과를 요약하면 다음과 같았다.

##### 1. 제 1 차년도 : 생 홍고추의 냉동기술개발

###### 가. 홍고추의 살균방법 및 살균시간 설정

생 홍고추를 세척한 후 whole, 또는 반분하여 씨를 제거한 다음, Coliform bacteria와 *E. coli*를 살균하기 위하여 데치기(95℃), 오존수 처리, hydrogen peroxide 처리, sodium hypochlorite 처리한 결과 모든 처리구에서 *E. coli* 와 coliform negative의 살균효과를 얻을 수 있었다. 그러나 살균처리 후 냉동했다가 해동하여 품질특성을 조사한 결과 데치기한 시료에서 drip loss가 많았고, 관능검사 결과 홍고추의 색깔과 외관에서 오존수 살균한 것이 control과 품질차이가 없는 것으로 평가되었다. 이 결과를 기초로하여 홍고추의 살균방법으로 0.5ppm오존수로 실온에서 6분 살균하는 것으로 살균조건을 결정하였다.

###### 나. 생 홍고추의 dehydrofreezing을 위한 건조

통홍고추와 반분홍고추를 60, 70, 80℃에서 열풍건조하면서 수분함량이 약 50% 제거되는 건조시간을 조사하였다. 그 결과를 요약하면 통고추의 경우 60, 70, 80℃에서 각각 400분, 240분 및 170분이 소요되었고, 반분고추의 경우 60, 70, 80℃에서 각각 70분, 60분, 50분이 소요되었다.

반건조된 홍고추시료의 품질을 평가해본 결과 반분고추의 ascorbic acid함량이 통고추보다 약 4배 높았고, carotenoids의 함량도 반분고추에서 높았다. 텍스처 측정결과 반건조 통고추는 반분시료에 비하여 현저히 낮아 장시간 건조되는 동

안에 고추조직이 부분적으로 익어 텍스처에 큰 변화가 생기는 것으로 평가되었다. 그리고 관능검사결과 텍스처와 외관에서 통고추시료가 열등한 것으로 평가되었다. 이런 결과를 종합하여 홍고추의 건조조건을 오존살균한 반분고추를 70℃에서 60분 건조하는 것으로 결정하였다.

#### 다. 홍고추의 냉동방법개발

반분 홍고추(control)와 반분 반건조 홍고추의 적정 냉동온도를 설정하기 위하여 2 종류의 시료를 각각 -10℃(완만냉동), -20℃(저속냉동), -40℃(급속냉동)에서 냉동하여 저장조건으로 설정한 냉동저장온도에 저장하면서 저장기간 중 시료의 품질을 평가하였다. 이들 품질 평가 결과를 기초로 하여 냉동방법을 설정하고자 하였다. 이 연구는 냉동저장이 수반되므로 2차년도 연구와 연계하여 수행하였다.

#### 라. 홍고추의 냉동저장 방법 개발

냉동된 반분 홍고추(control)와 냉동된 반분 반건조 홍고추를 시료로 하여 -18℃(표준 냉장온도), -25℃(상업적으로 낮은 저장온도) 및 -30℃(아주 낮은 저장온도)에서 저장하면서 0, 3, 6, 9, 12개월마다 sampling하여 품질특성들을 조사하였으며, 여기서 얻은 결과를 기초로 하여 적정 냉동온도의 설정 및 냉동저장온도와 제품의 shelf-life를 설정하는데 기초자료로 사용하였다.

## 2. 제2차년도 : 홍고추의 냉동저장기술개발

### 가. 냉동온도 및 저장온도 설정

1차년도에 냉동하여 저장한 시료를 채취하여 품질변화를 평가하기 위해 drip loss, 관능적 색깔 및 외관, puncture test에 의한 텍스처 측정, 표면색도, capsaicinoids, carotenoids, ascorbic acid, 향, 유리당 및 향기성분을 분석하였다. 냉동온도와 냉동저장온도가 이들 품질특성에 미치는 영향을 평가하여 종합한 결과는 아래와 같았다.

냉동온도와 냉동저장온도가 홍고추의 품질특성에 미치는 영향 종합

품질특성	냉동온도 효과	냉동저장온도 효과
Drip loss	-40℃ 효과 있음	-25℃ 효과 있음
관능적 color	없음	없음
관능적 외관	없음	없음
Texture	-20℃ 이하 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Hunter L	없음	없음
a	없음	없음
△E	없음	없음
Capsaicinoids	-40℃ 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Carotenoids	-20℃ 이하 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Ascorbic acid	-20℃ 이하 효과(control)	control에서 효과
유리당	없음	없음
향기성분	-40℃ 효과 있음	-30℃ 효과 있음

홍고추의 색깔을 나타내는 관능검사 결과나 Hunter L, a, △E값과 유리당의 경우에는 냉동온도가 이들 품질특성에 유의성 있는 영향을 미치지 않은 것으로 평가되었으며, 그 외의 품질 특성들은 냉동온도가 낮을수록, 특히 -40℃에서 냉동한 홍고추에서 품질특성들이 우수하게 유지되는 것으로 나타났다. 이들 결과를 기초로 하여 홍고추의 냉동온도는 -40℃로 선정하였다. 이런 결과는 식품냉동에서 일반적으로 급속냉동이 냉동식품의 품질을 우수하게 유지하는 효과가 있는 것으로 알려진 많은 연구결과들과 일치하였다.

냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 품질특성에 미치는 영향은 홍고추의 색깔에 관련된 특성들(관능적 색깔, 관능적 외관, Hunter L, a, 및 △E)과 유리당에서 저장온도 효과가 유의성 있게 나타나지 않았으며, 이는 냉동온도 효과와 유사한 경향이였다. 그러나 drip loss, texture, capsaicinoids, carotenoids 및 향기성분 등에서는 저장온도가 이들 성분의 함량에 영향을 주는 것으로 평가되었다.

냉동저장온도 효과에 관한 결과를 분석해보면 홍고추의 색깔에 큰 영향을 주는 성분이라면서 비교적 저장온도 효과를 잘 나타내는 성분이 carotenoids였다. Carotenoids함량은 각 저장온도별로 저장기간이 연장되면서 비교적 서서히 감소

되는 경향을 보여 이 성분을 냉동저장 홍고추의 shelf-life추정을 위한 지표성분으로 선정하였으며, control과 반건조 홍고추의 냉동저장 온도별 shelf-life를 측정한 결과는 다음과 같았다.

		반건조 홍고추	Control
냉동저장온도	-18℃에서	shelf-life 9개월	3개월
	-25℃에서	shelf-life 12개월	9개월
	-30℃에서	shelf-life 12개월	9개월

따라서 냉동저장 온도는 원하는 저장기간에 따라서 선정되어야하나, control은 -25℃에서 9개월 저장하는 것이 적절하고 반건조 시료는 -25℃에서 12개월 저장할 수 있는 것으로 평가되었다.

#### 나. 해동방법 비교

냉동저장한 홍고추 시료의 해동방법을 결정하기 위하여 급속해동 방법으로 hot water해동방법과 저속해동방법으로 냉장고 해동방법(4℃)을 선택하여 해동된 시료의 품질특성을 비교하였다. 그 결과 생 홍고추나 반건조 홍고추 모두 급속해동하면 drip loss가 저속해동 시 보다 많았다. 그리고 반건조시료는 생 홍고추보다 해동방법에 상관없이 drip loss가 현저히(11~14% vs 4~7%)높았다. 생 홍고추는 냉동 전에 조직손상이 없었던 반면, 반건조 홍고추는 열풍건조 처리에 의하여 상당한 세포조직의 변화가 발생하였으며, 건조 시 발생한 조직파손이 세포 내에서 세포 밖으로 수분이동을 쉽게 일어나게 하여 drip loss가 많이 발생한 것으로 보였다.

해동한 시료의 텍스처 측정 결과 급속해동한 시료의 texture측정치(puncture test)가 저속해동한 것보다 높았으며, 이런 현상은 생 홍고추와 반건조 홍고추에서 동일하게 나타났다.

해동방법이 냉동저장한 홍고추의 색도에 미치는 영향의 실험결과 해동방법은 시료의 L값에 의미 있는 영향을 미치지 않았다. 그리고 control과 반건조고추 사이에도 유의성 있는 L값의 차이가 없었다. Hunter a값은 redness를 나타내는 척도로 홍고추의 붉은색을 반영한다고 할 수 있는데, 해동방법은 홍고추의 a값에

영향을 주지 않았다. 해동방법은 홍고추시료의 carotenoids 함량에 영향을 주지 않았으며, 생 홍고추는 반건조 홍고추 보다 carotenoids 함량이 높았다. 또한 capsaicinoids의 함량에 영향을 주지 않았으며, 반건조 홍고추의 capsaicinoids 함량이 control보다 낮았다. 이런 경향은 carotenoids와 같은 경향이였다. 이들 결과를 종합해 보면 저속해동이 급속해동보다 냉동저장한 홍고추의 품질을 유지하는데 유리하다고 평가되었다.

## 제 2 절 활용에 대한 건의

개발된 기술을 전국 고추생산자 조합 등의 생산자 단체와 농협 및 영농조합 등의 유통관련단체에 대한 교육 및 현장지도 등을 통하여 기술전수를 실시한다. 이를 통하여 고추 주산단지의 관련 행정기관 및 농림부 등에 정책건의를 통하여 본 기술이 원활히 보급될 수 있도록 추진하고자 한다. 아울러 본 연구에서 얻은 자료를 관련 학술지 및 학술회의에 발표하여 기술정보를 전파하고, 필요한 경우 기술의 특허를 신청하여 기술이 보호받을 수 있도록 한다.

# SUMMARY

## I. Title

Freezing preservation of fresh red pepper by the dehydrofreezing method

## II. Objectives and Necessity of Research

Using sun dried red peppers as a spice, as it is practiced now in Korea, causes lots of hygienic problems to food products. To solve these problems, fresh red peppers are subjected to washing, sterilization, partial dehydration, packaging, freezing and frozen storage, and this processing method is called in this project as the dehydrofreezing(DF). Advantages of DF process include extending the shelf-life of fresh red peppers, supplying hygienic and high quality red pepper products to food processors and general consumers throughout a year, and differentiating red pepper products from the low quality and low priced imported red pepper products, which could result in higher income to domestic red pepper growers by stabilizing the red pepper price.

The objectives of this research were to study the suitable sterilization method of fresh red pepper and the partial dehydration conditions to remove half of the moisture in fresh red peppers, to develop freezing and frozen storage conditions for dehydrofreezing storage, to monitor quality changes during the frozen storage period, and to select a suitable thawing method for the frozen stored red peppers.

## III. Contents and Scope of Research

## **1. Developing the freezing method of partially dehydrated red peppers**

- 1) Developing pretreatment methods of fresh red peppers.
- 2) Studies on the sanitizing method of fresh red peppers.
- 3) Studies on the dehydration conditions for partial dehydration of fresh red peppers.
- 4) Studies on freezing methods for partially dehydrated fresh red peppers.

## **2. Developing the frozen storage method for frozen red peppers**

- 1) Storing dehydrofrozen red peppers at 3 different storage temperatures.
- 2) Monitoring quality changes during the storage period.
- 3) Selecting an optimum freezing temperature and shelf-life at different storage temperatures.
- 4) Applying the dehydrofrozen red pepper product to the food system.
- 5) Evaluating the effectiveness of the sterilization method on the stored red pepper.
- 6) Economic feasibility analysis of the dehydrofreezing red peppers.

## **IV. Research Results and Recommendation for applications of results**

### **1. Research results**

#### **(1) Developing the freezing method of partially dehydrated red peppers**

Washed whole and halved fresh red peppers were subjected to hot water, ozon water, hydrogen peroxide solution, sodium hypochlorite solution for sanitizing coliform bacteria and *E. coli*. Among the tested methods, 0.5ppm ozon water treatment for 6 min. was the best, resulting in coliform bacteria and *E. coli* negative with the quality close to fresh red peppers.

Whole and halved fresh red peppers were subjected to dehydration at 60, 70

and 80°C to remove 50% of moisture in red peppers. Based on the quality evaluation of the dehydrated red peppers, dehydrating fresh red peppers at 70°C for 1 hour resulted in the best quality, and these were selected as the dehydration conditions.

### **(2) Developing the frozen storage method for frozen red peppers**

Partially dehydrated red peppers (moisture content about 50%) were frozen at -10, -20 and -40°C and subjected to frozen storage at -18, -25 and -30°C. Samples taken after 0, 3, 6, 9, and 12 months of storage were used to evaluate quality changes during the frozen storage. Drip loss, sensory color and appearance, texture, Hunter color, capsaicin, carotenoids, ascorbic acid, free sugars, flavor compounds were analysed for the stored samples.

Drip loss, texture, capsaicins, carotenoids and flavor compounds were affected by the freezing temperatures. Based on these results, -40°C was selected as the optimum freezing temperature of red pepper samples. When the effects of frozen storage temperatures on the quality factors of stored red pepper samples were evaluated, drip loss, texture, capsaicinoids, carotenoids, ascorbic acid, flavor compounds were found to be significantly affected. The shelf-life of the dehydrofrozen red peppers were 6, 12, and 12 months at -18, -25 and -30°C, respectively.

### **(3) Studies on the thawing method and application of dehydrofrozen red peppers**

The stored dehydrofrozen red pepper samples were subjected to hot water dipping for a rapid thawing and 4°C cold chamber for a slow thawing. Quality of thawed samples indicated that the slow thawing was better than the rapid thawing. Based on these results, the slow thawing in a cold chamber was selected as the suitable thawing method of the stored dehydrofrozen red peppers.

Dehydrofrozen(DF) red peppers were applied to make a watery Kimchi and Kaktoogi(redish cube Kimchi). The results of sensory evaluations indicated that watery Kimchi with DF red peppers had better acceptability than that with sun dried red pepper powder. Similar results were observed with Kaktoogi.

#### **(4) Evaluating the effectiveness of the sterilization method on the stored red pepper and economic feasibility of the dehydrofreezing preservation of fresh red peppers**

Red pepper samples stored for 9 months and 12 months were sampled to evaluate the effectiveness of the sterilization method applied to fresh red peppers before drying. *E. coli* was negative in all samples stored for 9 or 12 months, indicating the sterilization method was effective and stable for the storage period tested.

The estimated price of red pepper paste prepared with the stored dehydrofrozen red peppers was 1.74~3.03% higher than the currently marketed products. The dehydrofrozen red pepper imported from China could be sold in the Korean market at 6,210won/kg, whereas the test product at 7,540~7,720won/kg, depending on the storage period. This price difference was far less than that between Chinese sun dried red pepper and domestic sun dried red pepper.

## **2. Recommendation for application of results**

Results obtained from this research will be transferred to the red pepper growers association, red pepper processors, regional agricultural co-operative units and frozen food companies by presenting seminars or on-site education programs, etc. Appropriate recommendations for practical applications of the research results will also be made to Ministry of Agricultural and Forestry and to the administration offices of the red pepper growing area. The results

obtained from this research will also be presented at the academic meetings or seminars, and will be published in journals. Arrangements will be made to protect the important research results by applying for patent, if necessary.

# CONTENTS

SUMMARY .....	10
I . Scope of Research Project .....	23
II . Current status of technical development at home and abroad .....	25
III . Contents of the Project and Its results .....	27
Section I . Developing the freezing methods of fresh red peppers .....	27
Chapter 1. Developing pre-treatment methods of fresh red peppers .....	27
1. Raw material and pre-treatment .....	27
1) Washing .....	27
2) Type of raw materials .....	27
3) Sanitation method .....	27
2. Methods .....	28
1) Coliform bacteria and <i>E. coli</i> count .....	28
2) Statistical analysis .....	28
3) Drip loss .....	29
3. Results and Discussion .....	29
1) Results and of sanitation .....	29
2) Quality evaluation of sanitized red peppers .....	33
3) Selection of a sanitizing method .....	36
Chapter 2. Partial dehydration of fresh red peppers .....	38
1. Raw material and pre-treatment .....	38
1) Washing .....	38
2) Type of raw materials .....	38
3) Dehydration for the constant rate period .....	38

4) Dehydration curve .....	38
Chapter 3. Developing freezing methods of red peppers .....	44
1. Materials and Methods .....	44
1) Washing .....	44
2) Type of raw materials .....	44
3) Freezing temperatures .....	44
<b>Section 2. Studies on Frozen storage methods of patially dehydrated</b>	
<b>red peppers</b> .....	45
Chapter 1. Storage temperature and Sampling schedule .....	45
1. Storage temperatures .....	45
2. Sampling schedule .....	45
Chapter 2. Quality evaluation of frozen patially dehydrated red	
peppers .....	45
1. Materials and Methods .....	45
1) Materials .....	45
2) Methods and quality factor .....	45
2. Results and Discussion .....	50
1) Drip loss .....	50
2) Sensory color .....	53
3) Sensory apperance .....	55
4) Texture .....	57
5) Hunter color .....	62
(1) L(lightness) .....	62
(2) a(redness) .....	67
(3) $\Delta E$ (total color difference) .....	72
6) Capsaicinoids .....	75
7) Carotenoids .....	81
8) Ascorbic acid .....	87
9) Free sugars .....	91

10) Flavor compounds .....	95
Chapter 3. Establishing freezing and storage conditions .....	106
Chapter 4. Thawing methods .....	109
1. Materials and Methods .....	109
2. Results and Discussion .....	109
(1) Drip loss .....	109
(2) Texture .....	109
(3) Hunter color .....	109
(4) Carotenoids .....	110
(5) Capsaicinoids .....	110
(6) Ascorbic acid .....	111
Chapter 5. Studies on application of dehydrofrozen red peppers	
products .....	116
1. Watery kimchi .....	116
2. Kakdoogi kimchi .....	118
3. Usages dehydrofrozen red peppers .....	121
Chapter 6. Evaluating effectiveness of the sanitization method .....	121
1. Material and Method .....	121
2. <i>E. coli</i> and Coliform bacteria .....	121
1) <i>E. coli</i> .....	121
2) Coliform bacteria .....	122
Chapter 7. Economic feasibility of the dehydrofreezing red peppers .....	123
1. Test products vs. red pepper paste in market .....	123
2. Price comparison with Chinese red pepper products .....	125
Chapter 8. Validity of the dehydrofreezing red peppers .....	127
<b>IV. Achievement of the research goal and contribution to the</b>	
<b>    related field .....</b>	<b>131</b>

<b>V. Plan for application of the research results</b> .....	136
<b>VI. Reference</b> .....	138
Appendix I . .....	155
Appendix II . .....	156

# 목 차

요약문 .....	2
제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	23
제 2 장 국내의 기술현황 .....	25
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과 .....	27
1 차년도 생 홍고추의 냉동 기술개발 .....	27
제 1 절 생 홍고추의 전처리 기술개발 .....	27
1. 재료 및 전처리 .....	27
가. 원료의 세척 .....	27
나. 원료의 형태 .....	27
다. 살균조건 연구 .....	27
2. 실험방법 .....	28
가. 생존 coliform bacteria 수 및 생존 <i>E. coli</i> 수 .....	28
나. 관능적 특성 평가 .....	28
다. Drip loss 측정 .....	29
3. 결과 및 고찰 .....	29
가. 살균조건 연구결과 .....	29
나. 살균된 홍고추의 냉동저장 후 품질평가 결과 .....	33
다. 살균방법의 선정 .....	36
제 2 절 생 홍고추의 dehydro-freezing을 위한 건조 .....	38
1. 재료 및 전처리 .....	38
가. 원료의 세척 .....	38
나. 원료의 형태 .....	38
다. 향속기간 건조 .....	38
라. 건조 curve 작성 .....	38

제 3 절 생 홍고추의 냉동방법개발	44
1. 재료 및 방법	44
가. 원료의 세척	44
나. 원료의 형태	44
다. 냉동온도	44
<b>2 차년도 생 홍고추의 냉동저장 기술개발</b>	<b>45</b>
제 1 절 냉동저장 온도 및 Sampling 계획	45
1. 냉동저장온도	45
2. Sampling schedule	45
제 2 절 냉동저장 홍고추의 품질평가	45
1. 재료 및 방법	45
가. 재료	45
나. 실험방법	45
2. 결과 및 고찰	50
가. Drip loss	50
나. 관능적 color	53
다. 관능적 외관	55
라. Puncture test에 의한 텍스처 측정	57
마. 표면 색깔	62
1) L(lightness)	62
2) a(redness)	67
3) $\Delta E$ (total color difference)	72
바. Capsaicinoids	75
사. Carotenoids	81
아. Ascorbic acid	87
자. 유리당	91
차. 향기성분	95
제 3 절 냉동저장 조건 확립	106
제 4 절 해동방법 비교	109

1. 재료 및 방법 .....	109
2. 결과 및 고찰 .....	109
1) Drip loss .....	109
2) Texture .....	109
3) 색도 .....	110
4) Carotenoids .....	110
5) Capsaicinoids .....	110
6) Ascorbic acid .....	111
제 5 절 개발제품의 적용연구 .....	116
1. 물김치 .....	116
2. 깍두기 .....	118
3. 최종생산품의 용도설정 .....	121
제 6 절 최종제품의 안전성 검토 .....	121
1. 재료 및 방법 .....	121
2. <i>E. coli</i> 및 Coliform bacteria 검사결과 .....	121
가. <i>E. coli</i> .....	121
나. Coliform bacteria .....	122
제 7 절 Dehydro-freezing방법의 경제성 검토 .....	123
1. 기존 다대기와 개발제품의 가격비교 .....	123
2. 중국산 제품과의 가격비교 .....	125
제 8 절 홍고추의 dehydro-freezing 타당성 .....	127
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	131
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	136
제 6 장 참고문헌 .....	138
Appendix I. ....	155

Appendix II. .... 156

## 제 1장 연구 개발 과제의 개요

### 제 1 절 연구 개발의 목적

생 홍고추(fresh red pepper)를 수확하여 일광건조하여 양념으로 사용하는 현재의 방식에 수반된 여러가지 문제점을 해결하기 위하여 생 홍고추를 세척 및 살균하여 냉동저장 또는 부분건조 후 냉동저장(dehydro-freezing)하는 방법을 개발해서 장기저장하여 출하물량과 시기를 조절할 수 있고, 위생적이며 고품질의 고추를 식품제조업체와 소비자가 사용할 수 있도록 하고, post WTO 시장상황에서 값싼 수입 고춧가루와 차별화하여 국내 고추생산농가의 소득을 안정적으로 보전하고 고추의 저장유통산업을 활성화 하고자 한다.

### 제 2절 연구 개발의 필요성 및 범위

#### 1. 기술적 측면

- 홍고추의 냉동저장방법을 개발하여 종래의 일광건조 고추보다 품질이 우수한 제품을 생산할 수 있다.
- dehydrofreezing 후 냉동 저장하는 방법의 개발로 좋은 품질을 유지하면서 통상적인 냉동저장 보다 비용을 절감하고, 취급이 간편하다.
- 미생물이나 먼지 등의 협잡물이 없는 위생적인 제품을 생산할 수 있고, 저장 중 손실을 최소화 한다.
- 고추를 양념으로 사용하는 식품제조공장에서 균일한 품질의 고추를 연중 언제나 사용할 수 있다.

#### 2. 경제·산업적 측면

- 홍고추의 냉동저장으로 생산된 생 고추를 일광 건조하는데 따른 노동력, 시간 및 건조 중 손실 등을 걱정할 필요가 없고, 저장된 제품을 시장 수요에 따라 연

중 언제든지 출하할 수 있어 가격의 등락을 조절할 수 있고 고추재배농가의 소득을 증진시킬 수 있다.

- WTO 체제하에서 값싼 외국산 건조고추와 품질을 차별화하여 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있다.

- 고품질이며 위생적인 제품을 생산할 수 있어, 고추를 양념으로 첨가하는 식품의 수출 등에 유리한 위치를 점할 수 있고, 냉동 저장한 고품질 홍고추의 수출도 가능할 것으로 예상된다.

## 제 2 장 국내외 기술현황

생 홍고추의 가공 및 저장에 관한 연구로 최정희 등(2002), 이기순 등(2000), 이귀현과 정천순(2002)의 MA 또는 CA저장에 관한 연구결과와 권동진 등(1990)과 황성연 등(2003)의 생고추 페이스트 저장에 관한 연구결과, 정병선 과 강근욱(1985)의 생고추가공시 capsaicin의 변화에 관한 연구보고 등이 있다. 그러나 문헌조사에 의하면 지금까지 생 홍고추의 냉동저장이나 dehydro-freezing에 의한 냉동저장에 관한 연구결과는 보고된 바가 없다. 본 책임자의 연구실에서 실시한 선행연구결과에 의하면 생고추를 일광건조하면 carotenoids는 378mg에서 217mg으로 감소하였고, 유리당은 3.8에서 0.05%로 감소하였으며, 고추의 매운맛 성분으로 중요한 capsaicinoids는 60.7mg에서 43.3mg으로 감소하였다. 이들 자료로 보아 생 홍고추의 일광저장 시 상당히 심각한 유효성분의 손실이 발생하며, 이런 변화는 소비자가 느낄 수 있는 고춧가루의 향미에도 영향을 줄 것으로 평가된다.

최근 외국의 관련분야 연구보고를 살펴보면 Bozkurt 등(2004)의 hot pepper paste제조기술이 품질에 미치는 영향, Ade-Omowaye 등(2003)의 pulsed electric field 처리가 고추의 건조속도에 미치는 영향, Gonzales-Aguilar 등(2004)의 MA저장이 fresh bell pepper의 품질에 미치는 영향 등이 있다. 문헌조사의 결과에 따르면 외국에서도 생 홍고추의 냉동저장 방법 또는 dehydro-freezing에 관한 연구결과를 찾아보기 힘든 상황이다.

이런 국내외 연구동향과 국내의 고추 유통방법에서 문제점은 1) 생 홍고추의 MA 또는 CA저장은 단기저장이 가능하나 장기저장에는 적합하지 않고, 2) 일광 건조한 건조고추의 저장 및 유통은 앞에서 지적한바와 같이 건조 중 부패에 의한 손실이 많고 품질손실이 상당하며, 미생물이나 먼지 등의 오염이 심하여 위생적인 제품을 생산할 수 없다는 단점이 있다.

본 연구에서 중점적으로 시도하려고 하는 dehydro-freezing은 생고추의 자유수를 단시간에 열풍건조 방법으로 제거한 다음 압착 진공포장하여 냉동저장하므로 수분함량을 줄여 냉동저장비용을 현저히 감소시킬 수 있으며, 부피가 적어 저장/유통이 편리하고, 미생물이나 먼지 등의 오염을 방지하면서 고품질의 생고

추를 장기저장하여 연중 안정적으로 식품가공업자에게 공급하여 고추가격을 안정시키고 고추재배농가의 농가수익을 안정적으로 보장할 수 있을 것으로 예상된다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 1차년도 : 생 홍고추의 냉동기술 개발

#### 제 1 절 생 홍고추의 전처리 기술개발

##### 1. 재료 및 전처리

가. 원료의 세척 : 냉수세척

나. 원료의 형태

- Whole : 꼭지만 제거
- 반분 : 꼭지제거 → 가로로 반분 → 씨 제거

다. 살균조건 연구

##### 1) 데치기

증류수를 95℃로 유지시키고 접종시킨 고추를 침지시켜 이를 2분마다 취하여 시료로 사용하였다. 시료 10g을 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm™(3M, St. Paul, MN 55144-100, USA)를 이용하여, 세균을 37℃에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

##### 2) 오존수 살균

오존수기(OWA-0015-00-035)로 발생시킨 농도 0.5ppm의 오존수에 시료를 침지시켜 이를 2분마다 취하였다. 시료 10g을 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm™(3M, St. Paul, MN 55144-100, USA)를 이용하여, 세균을 37℃에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

### 3) 과산화수소수 살균

과산화수소를 각각 0.02, 0.2, 2%로 하여 각각의 용액에 고추를 침지시켜 이를 3분마다 취하였다. 이렇게 취한 시료 10g을 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm™(3M, St. Paul, MN 55144-100, USA)를 이용하여, 세균을 37°C에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

### 4) 차아염소산나트륨

차아염소산나트륨의 농도를 각각 0.3, 3%로 하여 살균수를 만들어 이에 고추를 침지시켜 2분마다 취하였다. 취한 시료 10g을 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm™(3M, St. Paul, MN 55144-100, USA)를 이용하여, 세균을 37°C에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

### 5) 냉동

홍고추를 각 살균방법에서 설정된 최적조건으로 살균하여 -70°C에서 24시간 동안 급속냉동 하였다.

### 6) 저장

-70°C에서 24시간동안 급속 냉동시킨 시료를 -30°C에서 한 달 간 저장한 후 평가하였다.

## 2. 실험방법

### 가. 생존 coliform bacteria 수 및 생존 *E.coli* 수

냉동된 시료를 10g씩 취하여 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm™(3M, St. Paul, MN55144-100, USA)를 이용하여, 세균을 37°C에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

### 나. 관능적 특성 평가

시료의 색깔 및 전체적인 외관 등의 종합적 품질에 대해 특성차이검사를 실시

하였다. 관능검사원의 선발을 위하여 먼저 3점 검사법으로 고추의 색깔, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수한 패널 25명을 선정하여 이들을 총 3회에 걸쳐 시료와 평가방법 및 평가 특성에 친숙해 지도록 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다. 시료의 처리 방법 및 저장 기간에 따른 관능적 색깔, texture 및 외관의 변화를 9점 평점법으로 측정하였다.

#### 다. Drip loss 측정

시료를 4℃에서 15시간 해동하여 분리된 액을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 살균조건 연구결과

데치기, 오존수, 과산화수소 및 차아염소산나트륨에서의 살균실험결과는 Fig. 1~4와 같았다.

즉, 95℃에서 데치기하면 4분 그리고 0.5ppm 오존수에서 6분 살균하면 *E.coli* negative에 도달하였다. 그리고 과산화수소에는 2%에서 12분, 차아염소산은 3%에서 4분 살균하면 *E. coli* negative에 도달하였다.

오존은 자연계에 존재하는 강력한 산화제로서 그 이용범위가 매우 광범위하다. 산화력이 강한 물질은 곰팡이, 미생물, 바이러스에 항균력이 매우 강한 것으로 알려져 있으며, 특히 대기 중에 유리 산소를 발생시키므로 NH<sub>3</sub>(암모니아)와 같은 유해 기체를 산화시키게 된다. 미생물에 있어서의 사멸 기작은 오존 기체를 이용할 때에는 미생물의 세포벽 주요성분을 산화시키므로 세포의 대사에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 또한, 오존을 물에 용존시켜 이용할 때에는 H<sub>2</sub>O + O<sup>-</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 발생시키기도 한다. 김 등(1999)은 이러한 강력한 항균작용제로서 오존의 장점은 high reactivity, high penetrability, spontaneous decomposition to a nontoxic products 등이 있으며, Achen 등(2001), 김, 박 등(1999)은 이러한 산화력은 미생물의 살균, 유해 기체의 중화(탈취), 중금속의 중화(하수 정화), 음용수의 정수 등에 이용되고 있다고 하였다. Palou 등(2002)은 "Elegant Lady" 복숭아에 *Monilinia fructicola*, *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis*, *Penicillium*

*expansum* 을 접종한 뒤에 5°C, 4주간. 상대습도 90%에서 저장하면서 균사의 성장과 포자형성이 0.3ppm(v/v)의 ozone 처리에 의해 억제된다고 보고하였다. Park 등(2000)은 3개월 저온 저장한 가을 더덕을 박피 가공한 후 0.5ppm 오존수에 침지 처리하였을 때에 세균활성 감소에 효과를 보였고, 곰팡이는 한시적인 억제 효과를 나타내었다고 보고하였다.

Venkitanarayana 등(1999)은 0.1% 과산화수소와 1.0 또는 1.5%의 젓산을 첨가하여 *E. coli* O157:H7을 배양한 결과, 8°C에서 30분, 22°C에서 20분, 40°C에서 10분 동안 처리하면 불활성화 된다고 보고하였다. 이는 과산화수소가 *E. coli* O157:H7을 불활성화하는데 역할을 하는 것을 의미한다. Chang 등(1999)은 과산화수소 0.5%에서 10분 동안 담귀 처리한 닭다리에서는 처리하지 않은 군과 비교해 볼 때 4°C에서 8일 정도 유통기한이 늘어난다고 보고하였다. Lillard와 Thomson(1983)도 계육을 냉수에서 0.53% 과산화수소 처리하면 *E. coli* 수를 상당수 줄인다고 보고하였다.

Weissinger 등(2000)은 상추와 토마토에 *Salmonella bairdson*을 약 3.3 log<sub>10</sub> CFU/mL 수준으로 접종하고 200ppm의 chlorinated water로 처리하였을 때 약 1 log<sub>10</sub> CFU/mL 정도 감소시켰다고 보고하였으며, Peng 등(2002)은 *B. cereus*의 planktonic cells을 50ppm의 hypochlorite로 30초가 처리하였을 때 5.5 log<sub>10</sub> CFU/mL 감소하였으며 biofilm을 형성한 *B. cereus*는 30초와 300초간 처리하였을 때 0.94-1.51 log<sub>10</sub> CFU/mL 수준으로 감소하였다고 보고하였다.

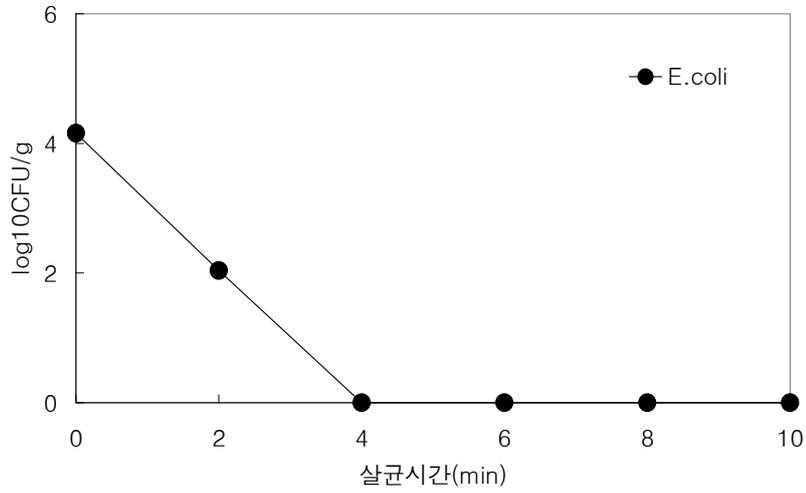


Fig. 1. The change of *E. coli* in red pepper during the sterilization by hot water blanching

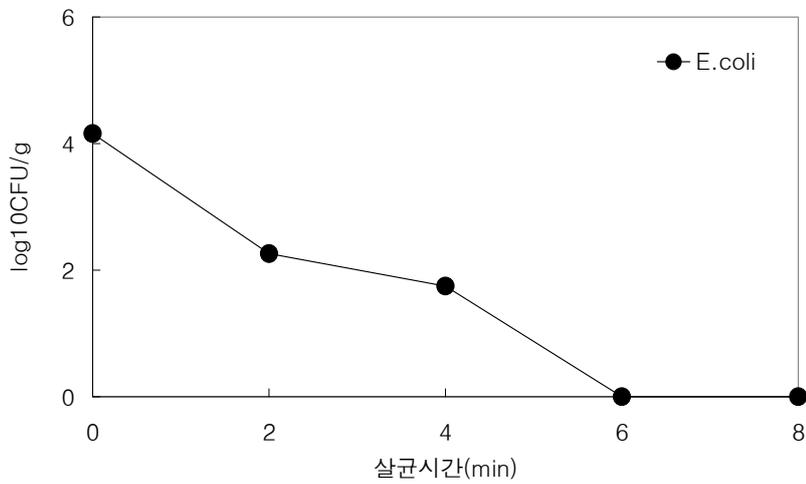


Fig. 2. The change of *E. coli* in red pepper during the sterilization in 0.5ppm ozoned water

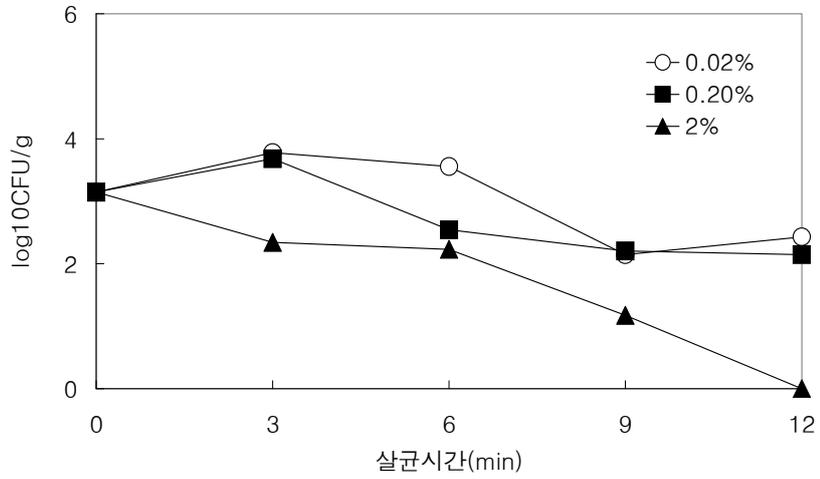


Fig. 3. The change of *E. coli* in red pepper during the sterilization in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solution

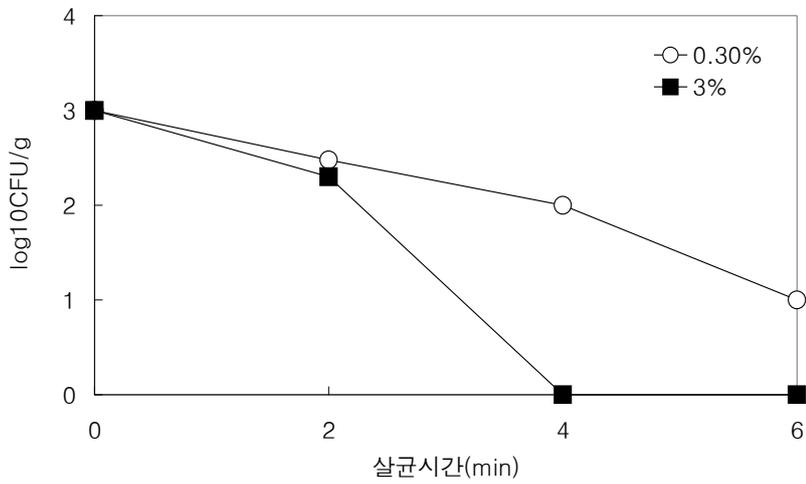


Fig. 4. The change of *E. coli* in red pepper during the sterilization in sodium chlorate solution

나. 살균된 홍고추의 냉동저장 후 품질평가결과

앞에서 *E. coli* negative에 도달하는데 필요한 조건을 설정한 다음 이들 조건에서 홍고추를 냉동저장하여 1개월 후에 품질을 평가한 결과는 다음 Fig. 5~7 및 Tables 1~2 와 같았다.

Fig. 5에서 보는바와 같이 통고추의 경우 미생물 실험에서 모두 negative를 나타내었고 반분고추의 경우 오존수에서 0.4log<sub>10</sub>CFU/g의 coliform이 검출되었지만 이를 제외한 살균방법에서는 통고추와 같이 한달 간 저장 후에도 *E. coli*와 coliform에 대해 negative 결과를 얻을 수 있었다.

Vianna 등(2004)은 0.5-5.25%의 sodium hypochlorite를 15초에서 30분 동안 반응시키면 약 8 log<sub>10</sub> CFU/mL의 *S. aureus*가 검출되지 않는다고 보고하였으며 Koivunen 등(2005)은 3 mg/L의 peracetic acid와 3-150 mg/L의 hydrogen peroxide로 enteric bacteria에 처리하였을 때 각각 2-3 log<sub>10</sub> CFU/mL, 0.3-1 log<sub>10</sub> CFU/mL 수준 정도 감소하였다고 보고하였다.

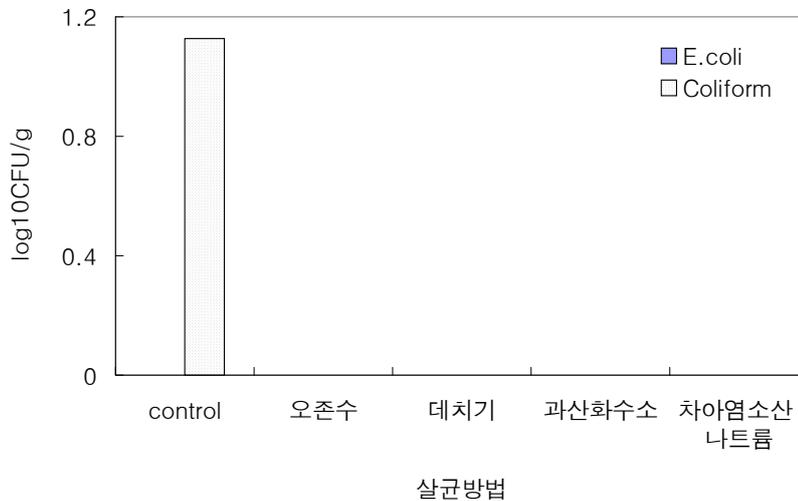


Fig. 5. The change *E. coli* and coliform red pepper after 1month strage count in whole

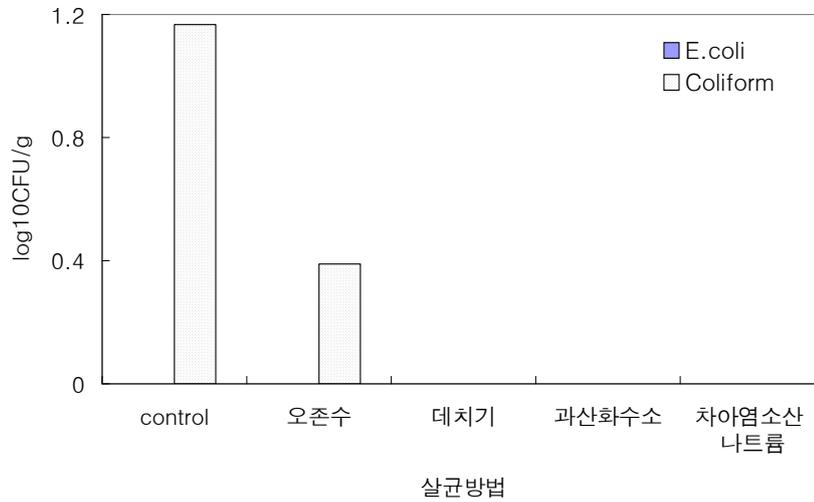


Fig. 6. The change *E. coli* and coliform count in halved red pepper after 1month storage

Driploss측정 결과는 Fig. 7과 같았다. 데치기가 가장 높은 loss를 나타내었다.

장 등(2004)은 sous vide 가공 시금치 제품을 열탕 살균하였을 때 살균온도와 시간에 따라서 6.11%-11.23%의 drip loss를 보인다고 보고하였다. 본 실험에서도 데치기한 시료에서 drip loss가 가장 높았으며, 이는 15%의 손실율을 보여 데치기에 의해 시료가 세포가 손상이 큼을 보여준다.

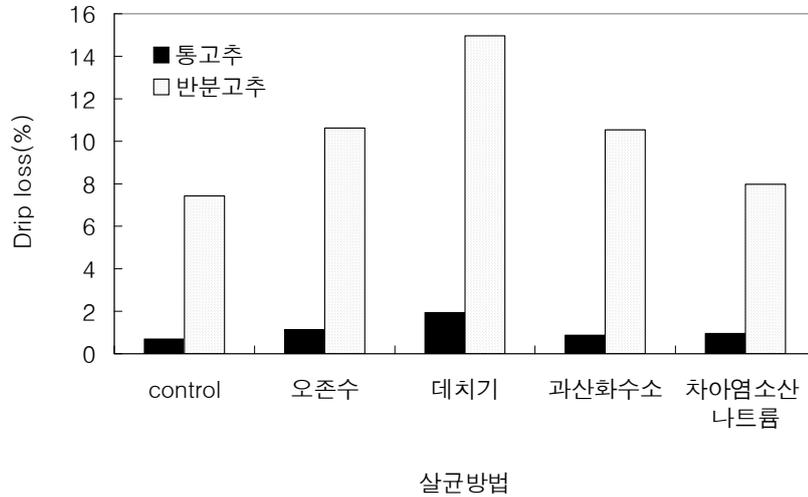


Fig. 7. The change drip loss in whole red pepper and halved red pepper after 1month storage

관능검사의 결과는 Tables 1~2와 같았다. Color와 외관에서 모두 데치기한 시료가 가장 나쁜 결과를 나타내었다. 과산화수소와 차아염소산나트륨 살균 시료도 대조구와 유의적 차이를 나타내었으나 오존수 살균 시료는 대조구와 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 관능적 품질변화가 가장 적은 우수한 살균 방법으로 평가되었다.

Table 1. Sensory color scores of whole red pepper and halved red pepper after 1month storage

	Control	Ozoned water	Blanching	Hydrogen peroxide solution	Sodium chlorate solution
whole red pepper	4.3 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	6.0 <sup>d</sup>	5.5 <sup>c</sup>	5.0 <sup>b</sup>
halved red pepper	3.8 <sup>f</sup>	4.1 <sup>f</sup>	6.1 <sup>h</sup>	4.7 <sup>g</sup>	4.5 <sup>g</sup>

<sup>a-h</sup>Means with the same letter in the same row are significantly different as determined by Duncan's Multiple Range test(p<0.05)

Table 2. Sensory scores of appearance in whole red pepper and halved red pepper after 1month storage

	Control	Ozoned water	Blanching	Hydrogen peroxide solution	Sodium chlorate solution
whole red pepper	4.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	5.8 <sup>c</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>
halved red pepper	4.5 <sup>f</sup>	4.4 <sup>f</sup>	5.6 <sup>g</sup>	4.7 <sup>f</sup>	5.8 <sup>g</sup>

<sup>a-g</sup>Means with the same letter in the same row are significantly different as determined by Duncan's Multiple Range test( $p < 0.05$ )

#### 다. 살균방법의 선정

각 방법으로 살균하여 1개월간 냉동저장 한 다음 그 품질을 평가한 결과(Fig. 5~7 및 Tables 1~2) *E. coli* negative를 유지할 수 있었으며, 데치기 한 시료에서 유의성 있게 높은 drip loss가 발생하였다. 한편 관능검사결과 오존수 살균한 홍고추가 control에 가장 가까웠고, 데치기 한 시료가 가장 나빴다. 이들 결과를 종합하여 오존수 살균(0.5ppm, 6분)을 홍고추의 살균방법으로 선정하였다.

양 등(1979), Burleson 등(1975)과 O'Donovan(1965)의 경우 오존은 강력한 산화력을 지닌 가스 상의 물질로 미생물의 살균 및 변식방지 등의 효과가 우수하다고 하였으며, 또한 Ingram(1954), Shingezo N 등(1989), Shingezo N(1991)에 의하면 자연상태에서 쉽게 분해되어 최종적으로 산소로 되돌아가므로 2차적 공해를 일으키지 않기 때문에 이를 이용한 식품의 살균 및 저장 분야를 비롯한 농산물의 청정화 연구가 활발하게 이루어지고 있다. Cotrovo 등(1977)과 Burleson 등(1979)의 오염된 미생물의 살균과 Rice 등(1981)의 유기물질의 분해제거, 탈색, 탈취 및 맛의 개량 등 다수의 연구가 보고되고 있다. Moon 등(1989)은 오존처리 는 목적에 따라서 오존의 처리형태(오존수 또한 오존가스), 농도, 온도, 습도 등의 조건을 결정해야하는 어려움이 따르나 식품에 맞는 적당한 처리조건으로 처리된 식품에서는 물리적 특성이나 맛에 별 영향을 끼치지 않는다는 장점이 있다고 하였다. 최근 오존 발생장치의 개량과 발전으로 공기 중의 산소로부터 비교적

간단하고 저비용으로 얻을 수 있게 되어 오존의 활용은 점차 증가되고 있는 실정이다. 본 연구결과에서도 오존수 살균 처리에 의한 시료가 적은 성분파괴와 낮은 물리적 변화를 보여 가장 좋은 품질을 나타내었다. 따라서 위의 결과를 토대로 하여 0.5ppm의 오존수로 6분간 살균처리하는 것을 홍고추의 최적 살균조건으로 설정할 수 있을 것으로 사료된다.

## 제 2 절 생 홍고추의 dehydro-freezing을 위한 건조

### 1. 재료 및 전처리

가. 원료의 세척 : 냉수세척

나. 원료의 형태

- control(생 홍고추) - Whole, 반분
- 살균된 홍고추 - Whole, 반분

다. 항속기간 건조 : 60℃, 70℃, 80℃에서 30~90분 건조한다.

라. 건조 curve작성

1) 생 홍고추의 dehydro-freezing을 위한 건조연구결과

살균한 홍고추를 60, 70, 80℃에서 건조하면서 건조 curve를 조사한 결과는 Fig. 8~13과 같았다.

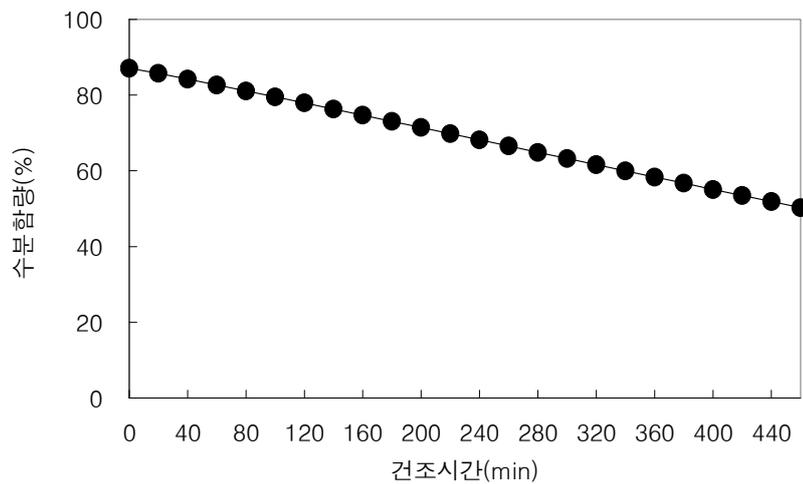


Fig. 8. Drying curve of whole red pepper at 60℃

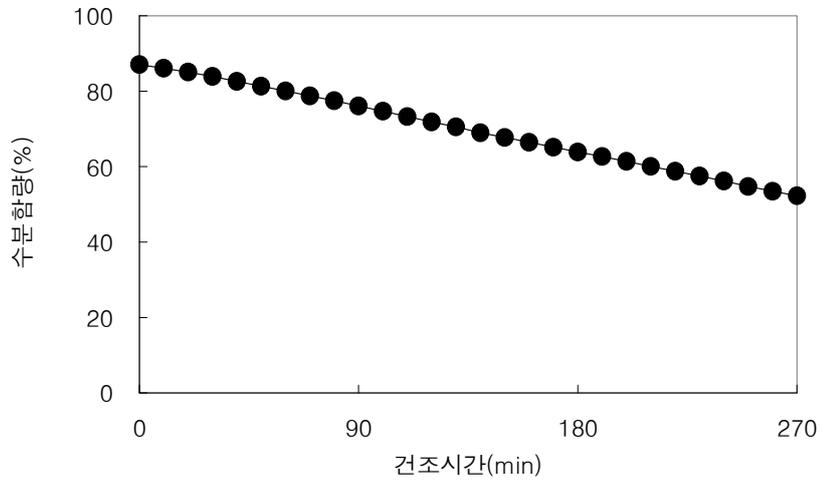


Fig. 9. Drying curve of whole red pepper at 70°C

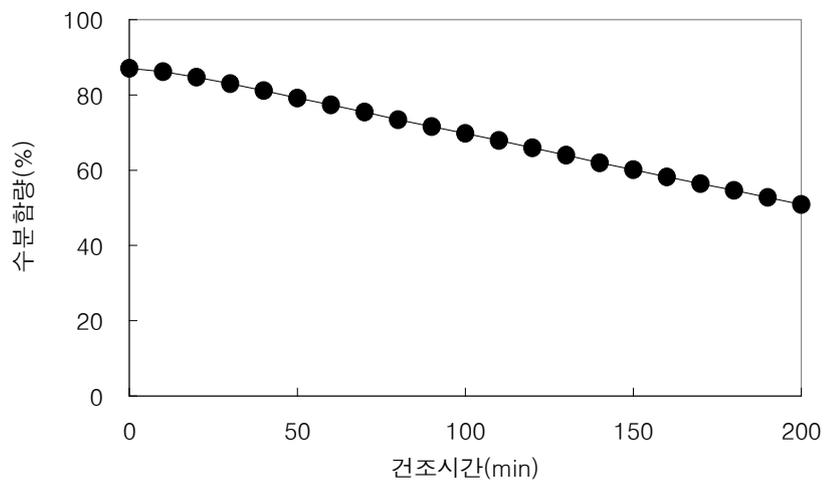


Fig. 10. Drying curve of whole red pepper at 80°C

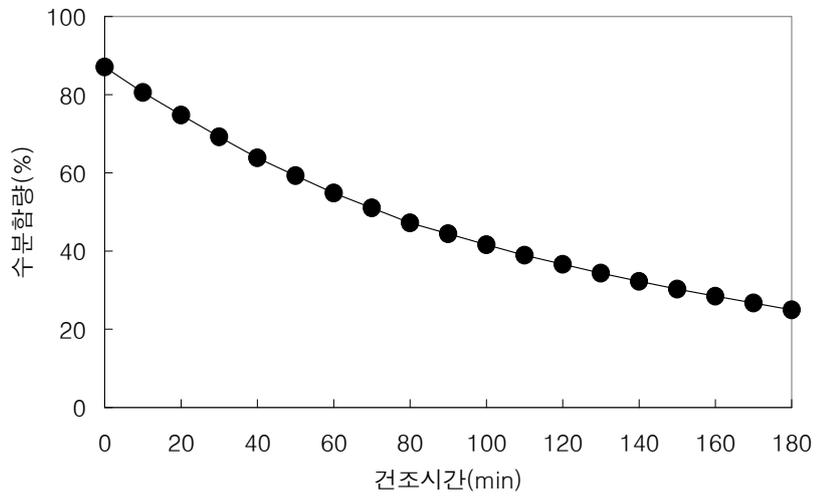


Fig. 11. Drying curve of halved red pepper at 60°C

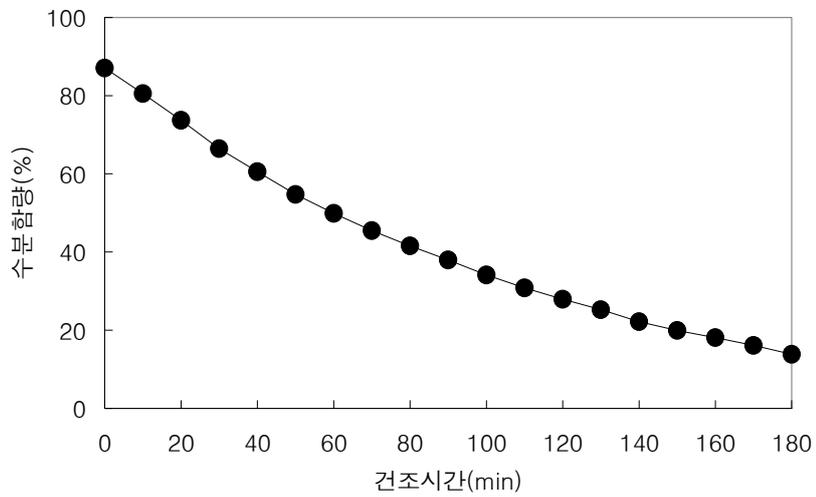


Fig. 12. Drying curve of halved red pepper at 70°C

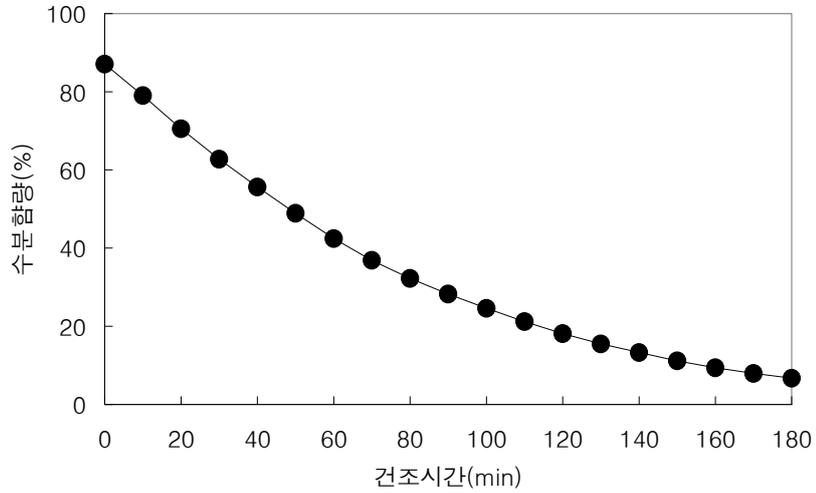


Fig. 13. Drying curve of halved red pepper at 80°C

## 2) 건조 조건의 선정

살균된 통고추와 반분고추를 각 온도에서 건조하면서 시료를 채취하여 관능검사(외관 및 color)한 결과 수분함량이 약 50%일 때가 dehydro-freezing을 위한 부분건조로 적합하였다. 각 온도에서 수분함량이 50%에 도달하는 시간은 다음과 (Table 3)같았다.

Table 3. Drying time of whole red pepper and halved red pepper at different temperatures

온도(°C)	수분함량(50%)도달 건조시간(분)	
	통고추	반분고추
60	400	70
70	240	60
80	170	50

60℃ 건조 시 건조에 장시간이 소요되었고, 80℃ 건조는 건조된 고추의 외관과 색깔이 control과 현저하게 다르게 평가되어 통고추와 반분고추의 건조온도는 70℃로 결정하였다.

반분고추와 통고추를 각각 70℃에서 60분 및 70℃에서 240분간 건조한 시료의 품질을 평가하기 위하여 carotenoids, ascorbic acid, texture 및 관능검사를 실시한 결과는 Tables 4~10과 같았다.

Table 4. Carotenoid content in dehydrated red pepper with different treatments

	통고추control	통고추오존수	반분고추control	반분고추오존수
합량(mg%)	109.71	123.77	180.85	180.3

Table 5. The Hunter color of dehydrated red pepper with different treatments

	통고추control	통고추오존수	반분고추control	반분고추오존수
L	30.0825	27.78	29.07	31.52
a	42.474	42.495	44.2175	42.64
b	38.52	38.17	39.8	36.03
HUE	-1.1	-1.11	-1.11	-1.18
Chroma	57.34	57.12	59.49	55.83
△E	64.82	63.61	66.27	64.13

Table 6. Ascorbic acid content in dehydrated red pepper with different treatments

	통고추control	통고추오존수	반분고추control	반분고추오존수
합량(mg%)	56.78	55.76	219.14	214.05

Table 7. Texture of dehydrated red pepper with different treatment

	통고추control	통고추오존수	반분고추control	반분고추오존수
Force(g)	2444.9	2157.44	3629.32	3438.03

Table 8. Sensory color of dehydrated red pepper with different treatments

통고추 control	3.45 <sup>a</sup>		
통고추 오존수		4.76 <sup>b</sup>	
반분고추 control		4.97 <sup>b</sup>	
반분고추 오존수		4.86 <sup>b</sup>	

<sup>a,b</sup>Means with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 9. Sensory texture of dehydrated red pepper with different treatments

통고추 control	6.24 <sup>b</sup>		
통고추 오존수	6.17 <sup>b</sup>		
반분고추 control		4.97 <sup>a</sup>	
반분고추 오존수		4.88 <sup>a</sup>	

<sup>a,b</sup>Means with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 10. Sensory preference of dehydrated red pepper with different treatments

통고추 control	6.75 <sup>c</sup>		
통고추 오존수	7.25 <sup>c</sup>		
반분고추 control		5.58 <sup>b</sup>	
반분고추 오존수			4.83 <sup>a</sup>

<sup>a,c</sup>Means with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

Carotenoids 함량은 반건조 통고추는 오존수 살균한 것이 안한 것(control)보다 11.76% 높았으나 반건조 반분고추의 경우는 살균한 것과 안한 것 간에 함량차이가 없었다. 반건조 반분고추에서 carotenoids 함량이 높은 것은 통고추의 경우 약 50% 수분함량에 도달하는데 오랜 건조시간이 걸렸기 때문으로 평가되었다. Ascorbic acid 함량은 통고추 시료가 반분고추 시료의 함량의 1/4가량의 함량을 나타내었다. 텍스처의 경우도 통고추시료의 force가 유의적으로 낮게 나와 통고추가 건조 중 텍스처의 변화가 큼을 알 수 있다. 관능검사결과에서도 텍스처와

외관에서 통고추 반건조 시료가 반분고추 반건조 시료에 비하여 안 좋은 결과를 나타내었다. 그리고 통고추의 경우 수분의 증발속도가 너무 느려서 중심부위가 steaming되는 현상이 나타나고, 조직과 색깔의 변화가 너무 심하여 상품적 가치가 없는 것으로 평가되었다. 이런 품질문제 때문에 차후의 시험에서는 반건조한 통고추를 제외하기로 결정하였다.

위의 연구 결과를 종합해보면 관능검사결과 반건조 통고추는 carotenoids 및 ascorbic acid 함량이 반건조 반분 고추보다 현저히 낮았고, steaming 효과로 인하여 texture값도 현저히 낮아 품질손실이 심각하게 평가되었다. 관능검사 결과 반건조 반분고추의 색깔, texture 및 외관이 반건조 통고추보다 전반적으로 우수하였으며, 특히 외관의 경우 반건조 반분고추가 가장 좋았다. 이들 결과를 기초로 하여 오존 살균한 반분고추를 70℃에서 60분 건조하여 냉동저장에 사용하기로 결정하였다.

### 제 3 절 생 홍고추의 냉동방법개발

#### 1. 재료 및 방법

가. 원료의 세척 : 냉수세척

나. 원료의 형태

- 생 홍고추
- 부분건조 홍고추

다. 냉동온도 : 완만냉동(-10℃)

저속냉동(-20℃)

급속냉동(-40℃)

## 2 차년도 : 생 홍고추의 냉동저장 기술개발

### 제 1절 냉동저장 온도 및 Sampling 계획

1. 냉동저장온도 :  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$
2. Sampling schedule : 0, 3, 6, 9, 12개월

### 제 2 절 냉동저장 홍고추의 품질평가

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 재료

생 홍고추를 control로 하고 홍고추를 반분하여  $70^{\circ}\text{C}$ 에서 60분간 건조 한 것을 반건조 홍고추시료로 사용하였다.

각 냉동저장 온도에서 저장한 홍고추 control과 반건조 홍고추를 3개월 간격으로 sampling하여 다음 품질특성을 분석 평가하였다.

##### 나. 실험방법

#### 1) 품질평가항목

##### 가) Drip loss

각 온도에 저장되어 있는 시료를  $4^{\circ}\text{C}$  냉장고에서 24시간 해동하여 유출 된 수분량을 구한 후 이를 해동 전 시료채취량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

나) 관능적 색깔 및 외관

시료의 색깔 및 전체적인 외관 등의 종합적 품질에 대해 Appendix I 과 II의 검사표를 사용하여 특성차이검사를 실시하였다. 관능검사원의 선발을 위하여 먼저 3점 검사법으로 고추의 색깔, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수한 패널 30명을 선정하여 이들을 총 3회에 걸쳐 시료와 평가방법 및 평가 특성에 친숙해 지도록 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다.

시료의 처리 방법 및 저장 기간에 따른 관능적 색깔 및 외관의 변화를 9점 평점법으로 측정하였다.

다) Texture

Texture는 texture analyser (Stable micro systems, TA-HDi, USA)를 사용하여 아래와 같은 조건으로 관통테스트(puncture test)를 실시하였다. 시료는 2×3cm로 잘라 내피부분이 위를 향하게 하여 측정하였다.

Apparatus	TA-HDi
Test Mode & option	measure Force in compression
Pre Test Speed	2.0mm/s
Test Speed	2.0mm/s
Post Test Speed	5.0mm/s
Distance	30mm/s
Probe type	P/0.25

라) Hunter color

색도는 분광색차계(Colorquest, Hunterlab, USA)를 사용하여, L(light-ness), a(redness/greenness), b(yellowness/blueness)를 reflectance mode에서 측정한다. 시료 저장 중 전체적인 색도차이를 보기 위해  $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 값으로 나타내었다.

마) Capsaicinoids

방법은 Ken과 Vincent(1987)의 방법을 약간 수정하여 다음과 같은 방법에 의해 매운 성분을 측정하였다. 시료 5g을 50mL 튜브에 넣고, acetonitrile 20mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10분간 추출하였다. 추출액 1mL를 취해 증류수 5mL를 섞은 후, 미리 acetonitrile 5mL와 증류수 5mL, methanol 5mL로 활성화시킨 C<sub>18</sub> Sep-pak에 흡착시킨 후 이를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4mL와 1% acetic acid 을 함유한 acetonitrile 1mL을 통과시켜 매운 성분을 용출시켰다. 용출된 시료를 1mL를 speed vac으로 농축한 후 acetonitrile 100 $\mu$ L에 녹여 membrane filter (pore size 0.45 $\mu$ m)로 여과하여 HPLC를 이용하여 정량하였다. 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물 (Sigma, Japan)을 사용하였다. HPLC 조건은 아래와 같다.

Apparatus	Gilson 305system	
Detector	Gilson UV/VIS 119	
Wave length	280nm	
Column	nucleosil 100-5 C <sub>18</sub> (25cm)	
Injection volume	20 $\mu$ L	
Flow rate	0.8mL/min	
Mobile phase		
A solvent : B solvent	Water	: MeOH
Gradient table time (min)	A(%)	B(%)
0 - 5	30	: 70
6 - 20	45	: 55
21 - 35	30	: 70
36 - 50	45	: 55

바) Carotenoids

시료 5g을 50mL Falcon tube에 담고 20mL benzene으로 30분간 추출하여 상층액을 포집하였다. 다시 15mL benzene을 상층액에 첨가하고 30분간 추출하여 총 추출액을 50mL로 정용하였다. 추출액의 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer

를 이용하여 최대흡수파장 scanning 후 그 파장 범위에서 흡광도를 측정하였고 capsanthin의 specific extinction coefficient( $E_{1\text{ml}}^{1\%}$ )인 2072를 계수로 이용하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Carotenoids (mg/100g)} = \frac{\text{Abs} \times \text{시료액의 량(mL)}}{E_{1\text{ml}}^{1\%} \times \text{시료의 무게(mg)}}$$

사) Ascorbic acid

식품공전 미량성분 분석법 2,6-dichlorophenyl indophenol법(1998)에 의해 측정하였다. 시료 50mL과 메타인산-초산용액 25mL, 묽은 메타인산-초산 용액 50mL을 혼합 후 homogenizer로 균질화한 후 여과하였다. 이 여액 중 20mL을 취해서 미리 만들어진 indophenol용액을 표정 후 환원형 Vit.C를 구하였다.

$$\text{VitC(mg/100g)} = A_{\text{mg}} \times \frac{S}{T} \times 10 \times \frac{\text{시료무게(g)} \times 2}{W} \times \frac{100}{\text{시료무게(g)}}$$

A : 인도페놀용액 TmL에 대응하는 아스코르빈산량 (mL)

T : Vit.C 표품(100mg/500L)으로 적정된 인도페놀용액의 소비량 (mL)

S : 시험용액에 적정 시 인도페놀용액의 소비량 (mL)

W : 적정시 취한 용액의 량 (mL)

아) 유리당

Gancedo 등(1986)의 방법에 따라 유리당 함량을 측정하였다. 즉, 각각의 고추 시료 20g을 취하여 80% ethyl alcohol로 추출하고 추출액은 40℃에서 감압농축을 시킨 후 물로써 20mL로 정용하였다. 이를 다시 원심분리 (8,000rpm, 20min)한 후, Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge (Waters Co., USA) 및 membrane filter (pore size 0.45μm)로 연속적으로 여과하여 아래와 같은 조건에 따라 HPLC로 분석하였다.

Instrument	Gilson 305system (France)
Column	Sugar-Pak (6.5× 300mm, Waters, USA)
Column temp.	90℃
Eluent	Ca-EDTA (0.05%)
Flow rate	0.5mL/min
Detector	R.I.(Model 132, Gilson Co., France)
Injection volume	20μL

#### 자) 향기성분

휘발성 향기성분의 추출은 연속수증기증류추출장치(Likens and Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)를 개량한 Schultz 등(1977)의 방법으로 추출하였다. 고추시료 100g과 증류수 400mL을 혼합하고, 추출용매는 n-pentane과 ethylether를 2 : 1 비율로 섞은 것 50mL를 사용하였다. 추출용매의 온도는 42℃로 유지하고, 고추시료는 70℃로 하여 약 3시간동안 추출하였다. 추출한 후 유기용매 층만을 분리하고 수분을 제거하기 위해 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수하여 24시간 동안 4℃의 냉장고에서 1일 동안 방치하였다. 이를 여과지에 여과한 후 42℃에서 약 30분 농축한 후 GC용 vial에 옮긴 후 질소층진하여 약 0.2mL까지 재농축하여 gas chromatography/mass spectrometry(Hewlett Packard 5890 GC, Hewlett Packard 5970 MS, USA)를 통해 분리·동정하였다.

#### 차) 통계처리

실험결과 얻어진 자료를 SAS(Statistical Analytical System, USA) program (1988)을 사용하여 분석하였으며, 분산 분석한 결과 시료간의 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검정하였다 (P<0.05).

## 2) 품질평가

냉동저장 중 홍고추의 품질변화를 측정된 결과는 다음과 같았다. 품질평가 data는 2고추시료 x 3냉동온도 x 3저장온도 = 18시료로 처리별 효과를 분석하기가 어려운 관계로 동일한 냉동온도의 평균값과 동일한 저장온도의 평균값을 구하여 냉동효과와 냉동저장온도 효과를 분석하였다. 그리고 저장기간이 홍고추 control과 반건조 고추에 미치는 영향은 냉동온도와 저장온도 시료를 통합하여 평균치를 구하고, 이들 평균치들 간의 통계적 유의차를 분석하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. Drip loss

냉동 홍고추시료의 저장 중 drip loss 변화를 측정된 결과는 Tables 11~13 및 Fig. 14와 같았다. 통고추와 반건조 고추에서 모두 저장기간이 연장되면서 drip loss가 증가하는 경향을 보였으며, 저장온도가 낮을수록 drip loss가 적었다 (Table 13). 그리고 반건조 고추는 control보다 drip loss가 더 많은 경향을 보였다. 이는 반건조 홍고추가 건조 중에 열에 의하여 조직손상을 받아 냉동저장 후 해동 시 세포조직내의 수분이 조직 밖으로 유출된 결과로 평가되었다. 이런 시료 간의 차이는 Table 11에서도 확인할 수 있었다.

Table 12 및 Fig. 14는 냉동온도가 저장 중 drip loss에 미치는 영향을 조사한 결과이다. 즉, control과 반건조 고추에서 모두 냉동온도가 낮을수록 drip loss가 적은 경향을 보였으며, 이런 현상은 일반적인 과채류의 냉동연구에서 보고된바와 일치하였다.

Table 11. 반건조가 냉동저장 홍고추의 drip loss에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 5.76 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 7.60 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 9.14 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 10.82 <sup>e</sup>
Dried red pepper	<sup>A</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 16.38 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 15.67 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 17.27 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 15.66 <sup>b</sup>

<sup>A,B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-e</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 12. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 drip loss에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	A0 <sup>a</sup>	A6.31 <sup>b</sup>	A9.33 <sup>c</sup>	AB9.49 <sup>c</sup>	A13.15 <sup>d</sup>
	-20	A0 <sup>a</sup>	A5.97 <sup>b</sup>	AB7.77 <sup>c</sup>	AB9.57 <sup>d</sup>	AB10.47 <sup>d</sup>
	-40	A0 <sup>a</sup>	A5.00 <sup>b</sup>	B5.72 <sup>b</sup>	B8.38 <sup>c</sup>	B8.85 <sup>c</sup>
Dried red pepper	-10	A0 <sup>a</sup>	B17.97 <sup>b</sup>	C16.75 <sup>b</sup>	C20.47 <sup>b</sup>	C19.16 <sup>b</sup>
	-20	A0 <sup>a</sup>	BC17.06 <sup>b</sup>	C16.89 <sup>b</sup>	CD16.75 <sup>b</sup>	C17.21 <sup>b</sup>
	-40	A0 <sup>a</sup>	C14.10 <sup>b</sup>	D13.38 <sup>b</sup>	AD14.60 <sup>b</sup>	AB10.59 <sup>b</sup>

<sup>A-D</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

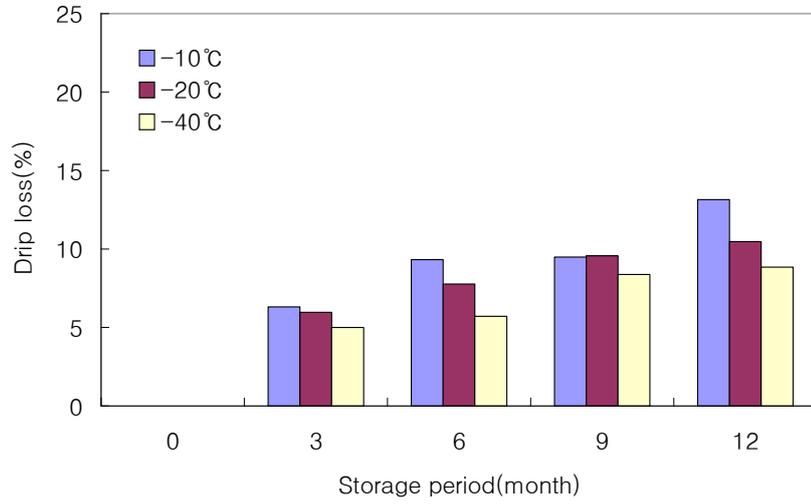
Table 13. 냉동저장 온도와 저장기간이 냉동저장 홍고추의 drip loss에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-18	A0 <sup>a</sup>	A6.05 <sup>b</sup>	A6.50 <sup>b</sup>	A8.40 <sup>bc</sup>	A11.08 <sup>c</sup>
	-25	A0 <sup>a</sup>	A6.06 <sup>b</sup>	A8.82 <sup>c</sup>	A9.11 <sup>cd</sup>	A10.94 <sup>d</sup>
	-30	A0 <sup>a</sup>	A5.16 <sup>b</sup>	A7.50 <sup>b</sup>	A9.92 <sup>c</sup>	A10.44 <sup>c</sup>
Dried red pepper	-18	A0 <sup>a</sup>	B19.24 <sup>b</sup>	B15.87 <sup>b</sup>	B21.01 <sup>b</sup>	A17.12 <sup>b</sup>
	-25	A0 <sup>a</sup>	C14.88 <sup>b</sup>	B15.12 <sup>b</sup>	C15.06 <sup>b</sup>	A16.54 <sup>b</sup>
	-30	A0 <sup>a</sup>	C15.02 <sup>b</sup>	B16.00 <sup>b</sup>	C15.75 <sup>b</sup>	A13.31 <sup>b</sup>

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

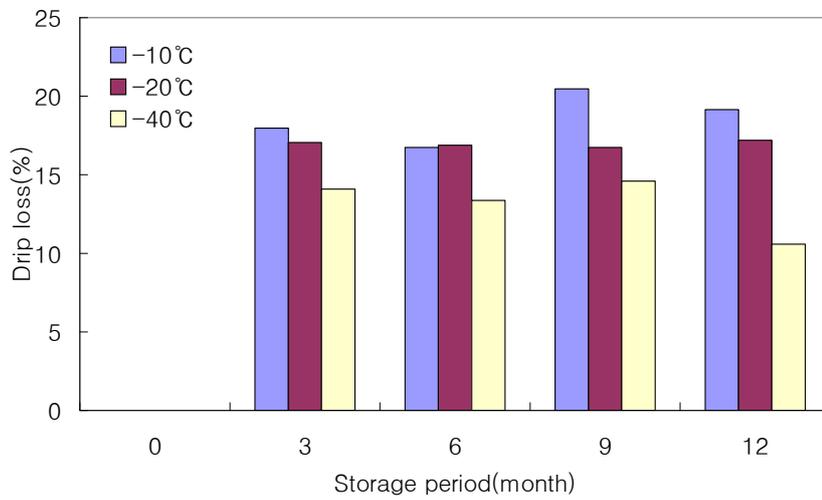


Fig. 14. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 drip loss에 미치는 영향

나. 관능적 color

냉동 홍고추시료의 저장 중 color변화를 관능검사를 통하여 측정한 결과는 Tables 14~16과 같았다. 반건조 처리는 냉동 중 홍고추 시료의 관능적 색깔에 유의성 있는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 14). 그리고 냉동온도가 저장 중 홍고추의 관능적 색깔에 미치는 영향은 Table 15에서 보는 바와 같았으며, 냉동온도가 저장기간의 홍고추 색깔변화에 미치는 영향은 유의성이 없었다. 저장온도가 저장 홍고추의 색깔에 미치는 영향(Table 16)은 유의성 있는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이런 현상은 control과 반건조 홍고추시료 간에도 동일한 경향을 보였다.

이 결과를 종합해 보면 반건조 처리, 냉동온도 또는 냉동저장온도는 냉동저장 홍고추의 관능적 색깔에 유의성 있는 영향을 주지 않는 것으로 평가되었다. 양(2006)의 연구결과에 의하면 건조고춧가루를 25℃에서 저장하면 저장 6개월 이후에 현저한 관능적 색깔의 손실이 있었다. 이로 보아 냉동저장한 홍고추의 관능적 색깔이 월등히 우수한 것으로 비교되었다.

Table 14. 반건조가 냉동저장 홍고추의 관능적 color에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)			
	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.8 <sup>a</sup>
Dried red pepper	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.7 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 15. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 관능적 color에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)			
		0	3	6	9
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.9 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.9 <sup>a</sup>
	-20	<sup>AB</sup> 3.8 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.3 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 3.5 <sup>a</sup>
	-40	<sup>C</sup> 2.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.2 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 3.0 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 3.0 <sup>a</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>AB</sup> 3.8 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.9 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3.8 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 3.9 <sup>a</sup>
	-20	<sup>B</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.2 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 3.2 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 3.4 <sup>a</sup>
	-40	<sup>B</sup> 3.5 <sup>Ba</sup>	<sup>A</sup> 3.7 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 3.4 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 3.8 <sup>a</sup>

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 16. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 관능적 color에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)			
		3	6	9	12
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>
	-25	<sup>A</sup> 3.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.7 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.7 <sup>a</sup>
	-30	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>A</sup> 3.9 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.8 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.0 <sup>a</sup>
	-25	<sup>A</sup> 3.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.4 <sup>a</sup>
	-30	<sup>A</sup> 3.8 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.7 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3.8 <sup>a</sup>

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

다. 관능적 외관

냉동 홍고추시료의 저장 중 관능적 외관을 평가한 결과는 Tables 17~19와 같았다. 냉동온도, 냉동저장온도 및 냉동저장기간은 냉동저장 홍고추의 외관에 유의성 있는 영향을 주지 않는 것으로 평가되었다. 그리고 control과 반건조 고추 사이에서도 냉동저장기간 동안 유의성 있는 외관의 차이가 없는 것으로 평가되었다.

이상의 관능검사 결과로 보아 반건조 고추를 냉동저장하면 control과 유사한 색깔과 외관을 유지할 수 있다고 평가되었다.

Table 17. 반건조가 냉동저장 홍고추의 관능적 외관에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)			
	0	3	6	9
Red pepper	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>
Dried red pepper	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 18. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 관능적 외관에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)			
		0	3	6	9
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 4.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>
	-25	<sup>A</sup> 4.0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>
	-30	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.6 <sup>a</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>
	-25	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>
	-30	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 19. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 관능적 외관에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)			
		0	3	6	9
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.7 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>
	-20	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>
	-40	<sup>A</sup> 4.0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.5 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.3 <sup>a</sup>
	-20	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.0 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4.0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.0 <sup>a</sup>
	-40	<sup>A</sup> 4.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.4 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4.0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4.1 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

라. Puncture test에 의한 텍스처 측정

냉동 홍고추시료의 저장 중 texture변화를 puncture test로 측정한 결과는 Tables 20~22 및 Fig. 15~17과 같았다. 냉동온도와 냉동저장온도 효과를 통합하여 통 홍고추(control)와 반건조 홍고추의 저장 중 텍스처 변화를 조사한 결과는 Table 20과 같았다. 즉, 저장 중 텍스처는 저장 초기에는 control이 반건조 시료보다 우수하였으나, 저장 6개월 이후부터는 control의 texture손실이 커져 반건조 홍고추가 control보다 texture 손실이 적었다. Control과 반건조 시료 모두 저장기간이 연장되면서 texture 손실이 점차 증가하는 경향을 보였다.

Table 20. 반건조가 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3125.15 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3093.34 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 3055.25 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 2981.56 <sup>d</sup>
Dried red pepper	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>Aa</sup>	<sup>A</sup> 3116.01 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3072.97 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3102.34 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3067.16 <sup>b</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

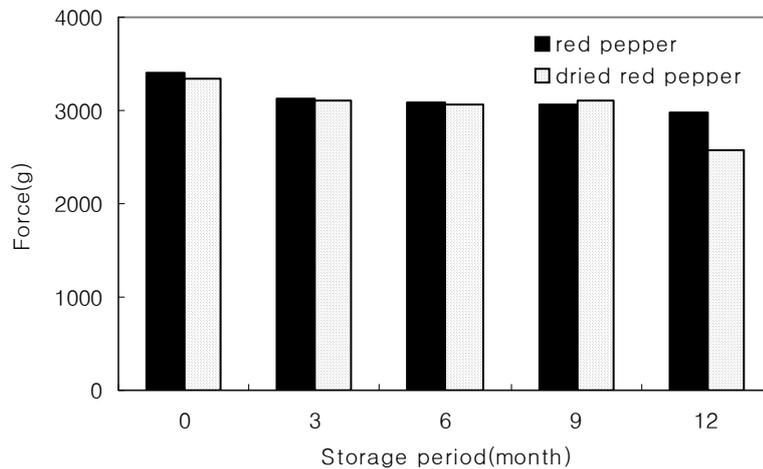


Fig. 15. 반건조가 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

냉동 온도가 냉동저장 홍고추의 텍스처에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 21 및 Fig. 16) 냉동온도가 낮을수록 우수한 텍스처를 유지하는 경향을 보였으며, 이런 경향은 control과 반건조 시료에서 유사하게 관찰되었다. 그러나 냉동에 의한 홍고추의 텍스처는 냉동저장기간이 길어질수록 감소하였으며, 급속냉동의 효과도 점차 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 control의 텍스처가 반건조 시료의 텍스처 값보다 높았으며, 이는 건조 시 수분증발과 열에 의한 조직의 변화를 받은 종합적인 결과로 해석되었다. 이런 현상은 비교적 높은 냉동온도에서 저속 냉동하면 큰 얼음입자들이 소수 생겨서 조직파손을 야기하여 puncture test에서 puncture에 대하여 낮은 저항값(force)을 나타내기 때문인 것으로 해석되며, 일반적으로 과채류를 저속냉동하면 텍스처가 많이 손상되고 냉동속도가 빨라질수록 작은 얼음입자가 많이 생겨 텍스처의 변화가 적다는 많은 연구 결과와 일치하는 것이었다.

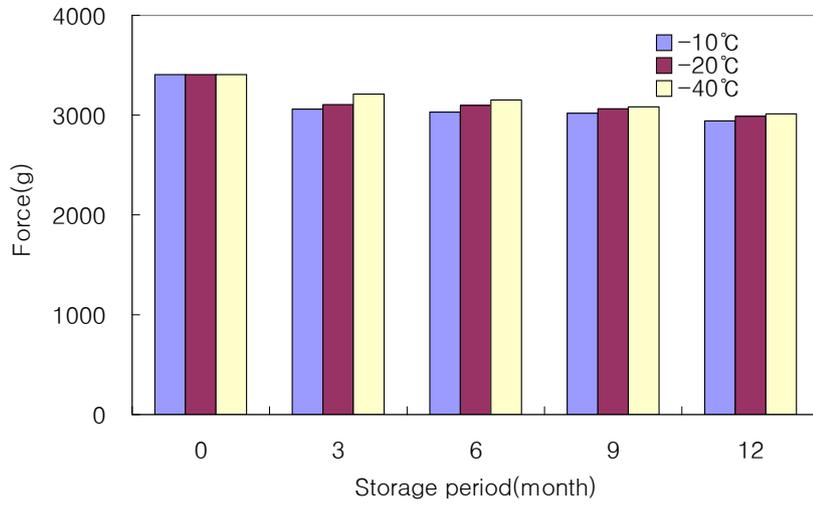
Table 21. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3059.60 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3031.07 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3018.51 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 2942.58 <sup>c</sup>
	-20	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3105.84 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3096.58 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3063.86 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 2989.02 <sup>c</sup>
	-40	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 3210.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3152.35 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 3083.39 <sup>bd</sup>	<sup>AB</sup> 3013.07 <sup>d</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3068.48 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3044.44 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3060.85 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 3023.30 <sup>b</sup>
	-20	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3126.55 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3099.25 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3117.14 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 3073.39 <sup>b</sup>
	-40	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3153.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3075.24 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3129.03 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 3104.78 <sup>b</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

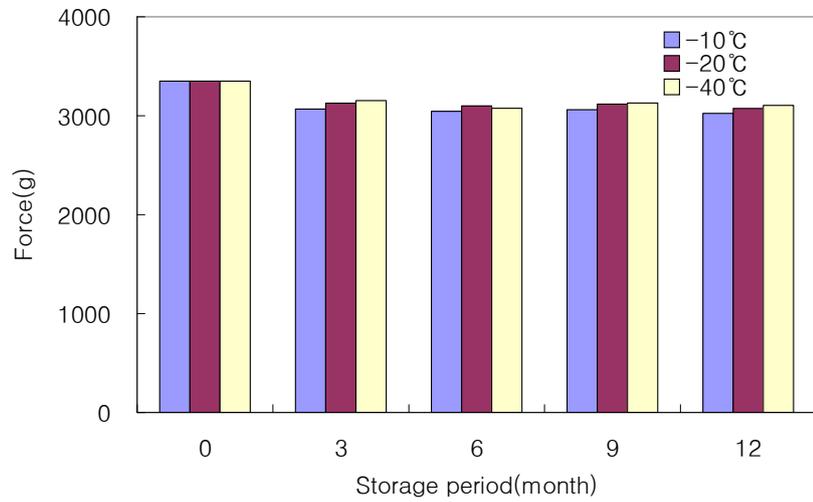


Fig. 16. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

냉동저장온도가 냉동저장 중 홍고추의 텍스처에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 22 및 Fig. 17에 종합한 바와 같았다. 반건조 홍고추의 경우 냉동저장 온도가 낮을수록 유의성 있게 높은 텍스처 값을 유지하는 것으로 나타났으나, control의 경우 저장온도 효과가 상대적으로 현저하지 않았다. 그리고 control과 반건조 홍고추 모두 저장기간이 연장될수록 텍스처 값이 현저히 감소하는 경향을 나타내어 냉동저장 기간이 9개월 이상이 되면 텍스처의 손실이 큰 것을 알 수 있었다. Control의 경우 냉동저장온도가 텍스처에 미치는 영향이 반건조 홍고추에 비하여 적은 것은 control이 whole 상태인 관계로 저장 중 조직 내 수분이동이 반건조 홍고추보다 훨씬 적게 일어나기 때문이며, 반건조 홍고추는 저장 중에 재결정 등으로 발생한 수분이동이 해동 시 drip loss로 쉽게 손실될 수 있기 때문에 재결정이 적게 발생하는 저온저장에서 텍스처 값의 변화가 상대적으로 적었다고 평가되었다.

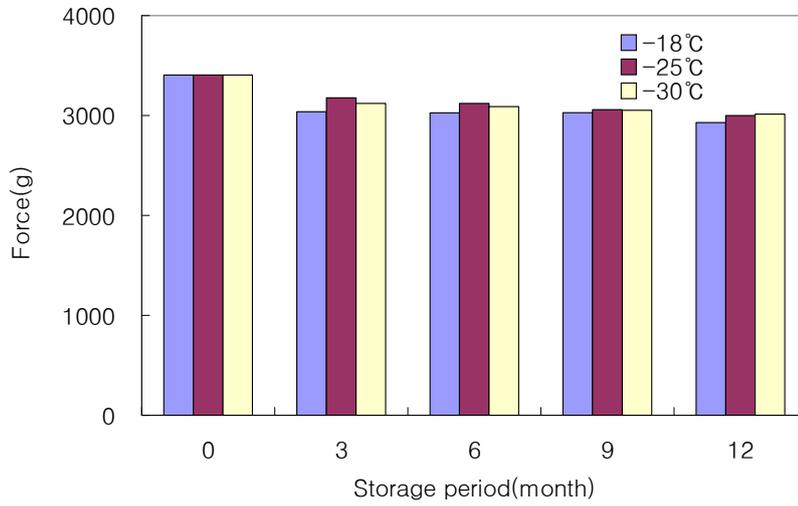
Table 22. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 3038.25 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 3027.21 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3028.76 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 2929.87 <sup>c</sup>
	-25	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 3176.43 <sup>b</sup>	<sup>AC</sup> 3121.81 <sup>bc</sup>	<sup>AB</sup> 3059.33 <sup>cd</sup>	<sup>AB</sup> 2999.65 <sup>d</sup>
	-30	<sup>A</sup> 3405.75 <sup>a</sup>	<sup>ABC</sup> 3160.78 <sup>b</sup>	<sup>AC</sup> 3130.99 <sup>b</sup>	<sup>ABC</sup> 3077.67 <sup>bc</sup>	<sup>B</sup> 3015.14 <sup>c</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 3053.79 <sup>b</sup>	<sup>BC</sup> 2984.41 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3038.25 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 3008.21 <sup>b</sup>
	-25	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>ABC</sup> 3099.04 <sup>b</sup>	<sup>ABC</sup> 3061.55 <sup>b</sup>	<sup>BC</sup> 3127.93 <sup>bc</sup>	<sup>BC</sup> 3072.32 <sup>c</sup>
	-30	<sup>A</sup> 3349.44 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 3195.22 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3172.96 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 3140.83 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 3120.93 <sup>b</sup>

<sup>A-C</sup> Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

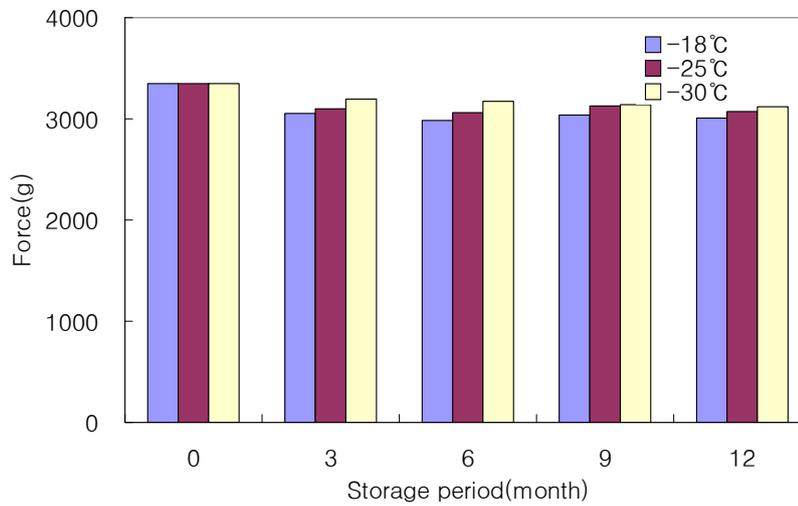


Fig. 17. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 texture에 미치는 영향

마. 표면 색깔

1) L(lightness)

냉동 전 반건조 처리가 냉동저장 홍고추의 L값에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 23 및 Fig. 18과 같았다. 즉, 반건조 처리는 냉동저장 홍고추의 L값에 현저한 영향을 주지 않은 것으로 평가되었다. Control과 반건조시료 모두 냉동저장이 시작되면서 0 time보다 L값이 크게 증가했다가 저장기간 동안 별 변화가 없었다.

Table 23. 반건조가 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.92 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.88 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.70 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.05 <sup>b</sup>
Dried red pepper	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.96 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.89 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.67 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.90 <sup>b</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .  
<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

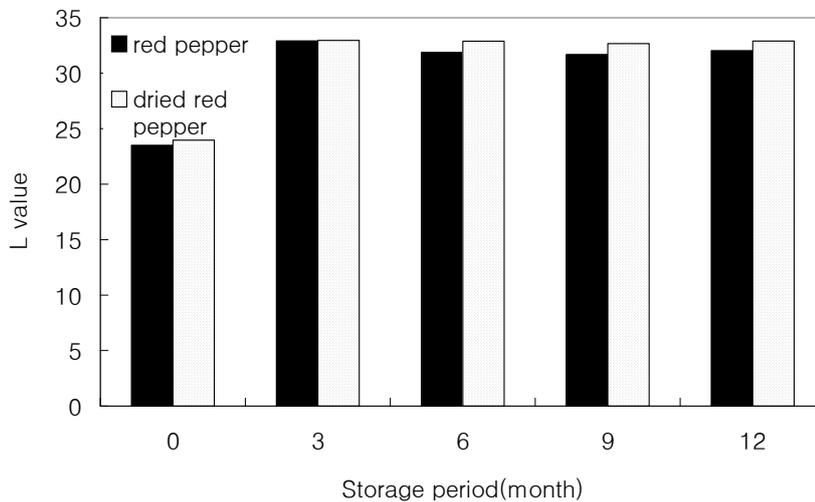


Fig. 18. 반건조가 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 중 홍고추의 표면색깔 중 L값에 미치는 영향은 Table 24 및 Fig. 19와 같았다. 저장기간이 연장되면서 L값이 증가하는 경향을 보였고, 냉동온도는 L값에 별 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이런 경향은 control과 반건조 홍고추에서 유사하였다. 저장 3개월 이후에 L값이 현저히 증가하여 12개월 동안 의미 있는 변화가 없었는데, L값이 증가했다는 것은 red color의 감소에 기인하는 것으로 평가할 수 있겠다.

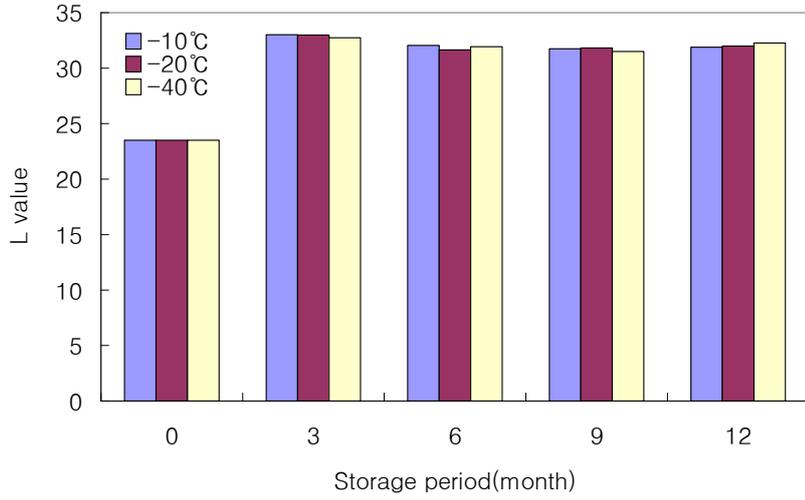
Table 24. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 33.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.06 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.75 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.89 <sup>b</sup>
	-20	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.99 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.65 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.83 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.99 <sup>b</sup>
	-40	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.75 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.94 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.52 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.27 <sup>b</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.96 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.90 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.79 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 33.15 <sup>b</sup>
	-20	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.98 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.91 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.68 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.76 <sup>b</sup>
	-40	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.92 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.85 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.54 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.80 <sup>b</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

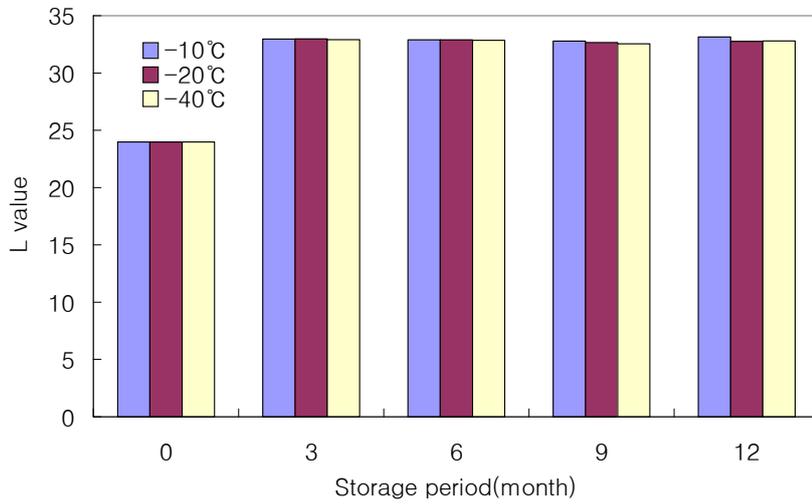


Fig. 19. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

냉동저장 온도가 냉동저장 고추의 L값에 미치는 영향은 Table 25 및 Fig. 20에서 보는 바와 같았다. 즉, L값은 냉동저장 3개월째부터 현저히 증가하여 저장기간 동안 큰 변화가 없었으며, 저장온도의 효과도 유의성이 없는 것으로 평가되었다.

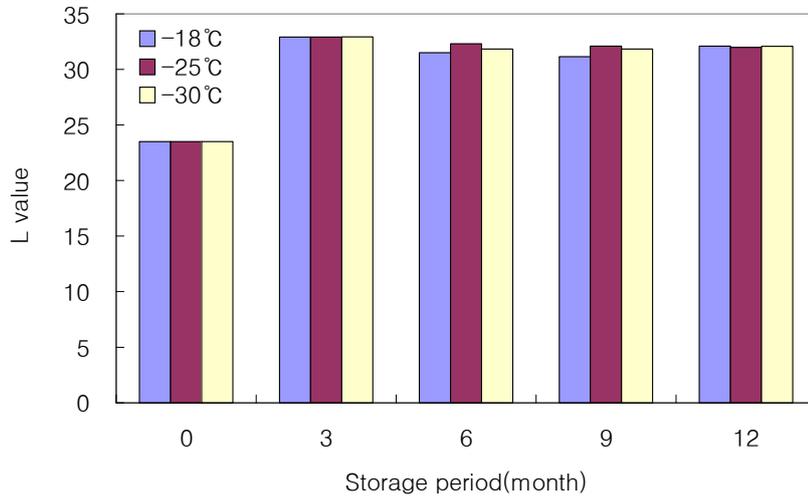
Table 25. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.92 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.50 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.15 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.10 <sup>b</sup>
	-25	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.91 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.30 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.10 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.98 <sup>b</sup>
	-30	<sup>A</sup> 23.51 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.93 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.84 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.84 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.07 <sup>b</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 33.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 33.06 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.31 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.59 <sup>b</sup>
	-25	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.97 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.76 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.07 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 33.06 <sup>b</sup>
	-30	<sup>A</sup> 23.98 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 32.87 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 32.84 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.63 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 33.05 <sup>b</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

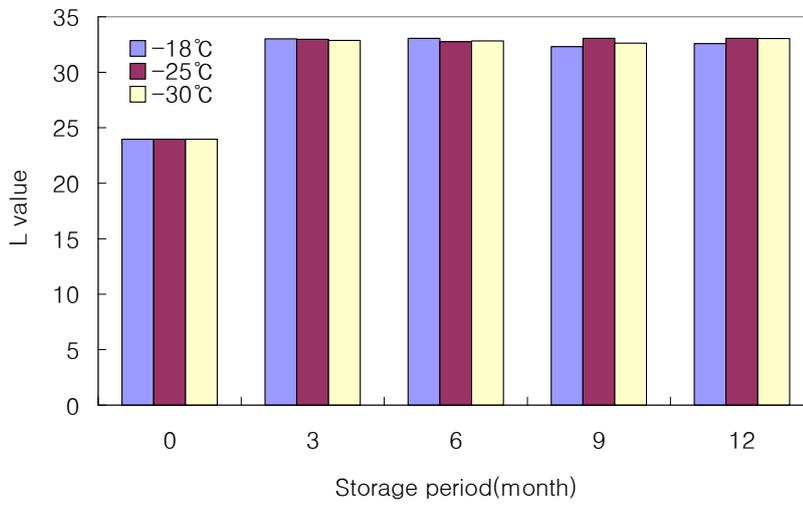


Fig. 20. 냉동저장온도 및 저장기간이 냉동저장 홍고추의 표면색도 L값에 미치는 영향

2) a(redness)

반건조 처리가 냉동저장 홍고추의 a값에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 26 및 Fig. 21과 같았다. Hunter a값은 붉은 색을 나타내는데, 반건조 홍고추의 a값은 0 time시 control보다 훨씬 높았으며, 이는 건조에 의한 수분제거로 나타난 결과라고 평가되었다. 그러나 냉동저장 3개월 후부터 a 값이 상당히 감소하였고, 그 이후부터는 12개월까지 의미 있는 변화가 없었고, 이런 경향은 control과 반건조 시료에서 동일하였다.

Table 26. 반건조가 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 31.12 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.70 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.73 <sup>b</sup>
Dried red pepper	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.73 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.92 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.75 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.15 <sup>b</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

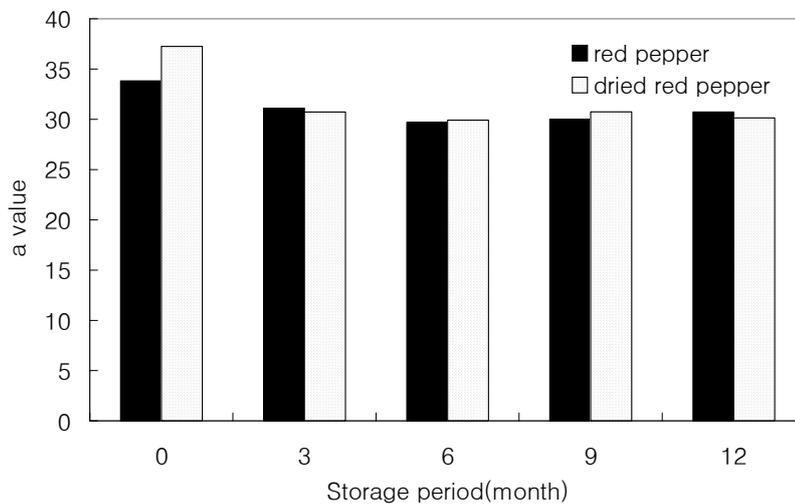


Fig. 21. 반건조가 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 중 홍고추의 a값에 미치는 영향은 Table 27 및 Fig. 22와 같았다. 냉동온도는 a값에 별 영향을 주지 않는 것으로 평가되었으며, 저장 3개월 이후 control과 반건조 시료에서 유의성 있는 변화가 없었다. 한편 양(2006)의 연구보고에 의하면 건조고춧가루를 25℃에서 저장하면 저장 3개월 이후부터 a값이 20으로 감소되었다. 따라서 냉동저장한 홍고추시료는 12개월이 지나도 a값이 30정도를 유지하므로 붉은 색깔이 상온저장 고춧가루에 비하여 월등히 우수하다고 평가되었다.

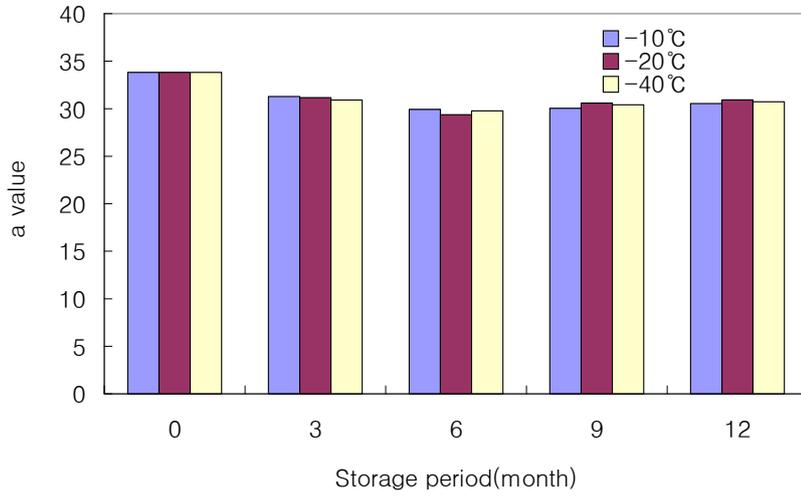
Table 27. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 31.29 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.94 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.05 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.55 <sup>b</sup>
	-20	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 31.16 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.37 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.60 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.93 <sup>b</sup>
	-40	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.92 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.79 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.41 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.73 <sup>b</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.78 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.82 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.89 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.91 <sup>b</sup>
	-20	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.78 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.82 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.88 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.91 <sup>b</sup>
	-40	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.72 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.87 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.16 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.77 <sup>b</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a Control



b. Dehydrofreezing

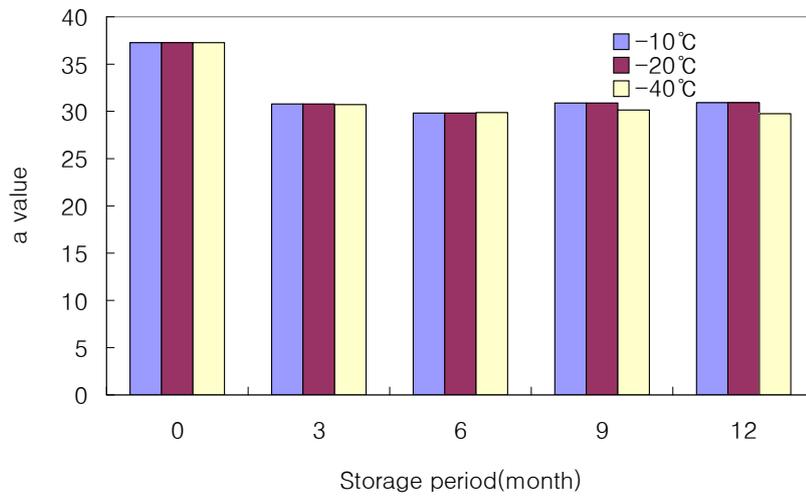


Fig. 22. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

냉동저장 온도가 Hunter a값에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 28 및 Fig. 23과 같았다.

저장온도는 a값에 의미 있는 영향을 주지 않았으며, 저장 중 변화도 저장 3개월에 유의성 있는 감소가 있을 후 별다른 변화가 없었다. 이런 경향은 control과 반건조 시료에서 동일하게 관찰되었다.

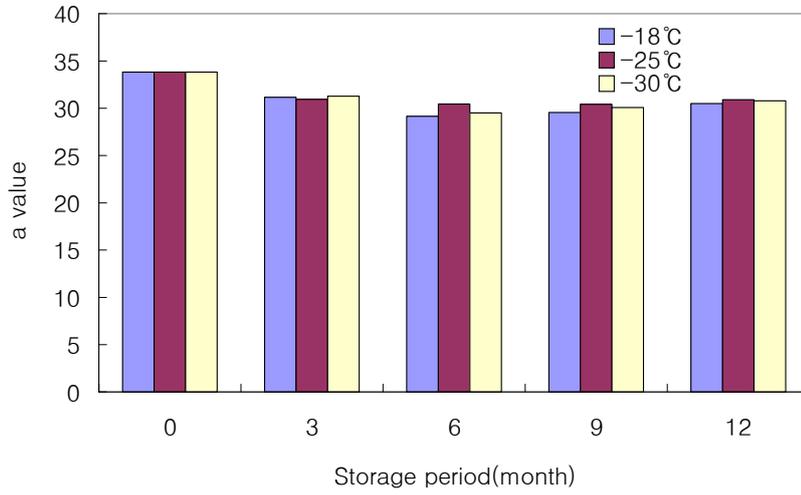
Table 28. 냉동저장온도가 저장기간이 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 31.16 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.15 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.55 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.49 <sup>b</sup>
	-25	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.94 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.45 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.42 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.91 <sup>b</sup>
	-30	<sup>A</sup> 33.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 31.27 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.51 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.08 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.80 <sup>b</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.99 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.39 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.51 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 29.11 <sup>b</sup>
	-25	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.66 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.19 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 31.19 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.75 <sup>b</sup>
	-30	<sup>B</sup> 37.26 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 30.55 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.18 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.56 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 30.60 <sup>b</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-b</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

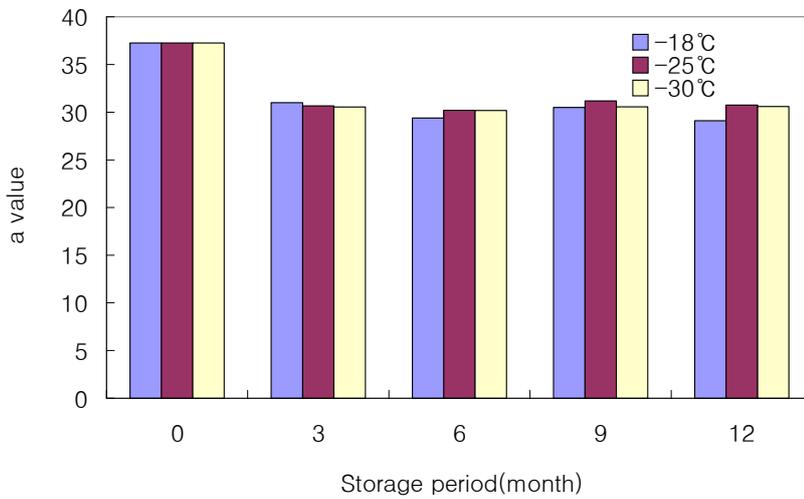


Fig. 23. 냉동저장온도가 저장기간이 냉동저장 홍고추의 표면색도 a값에 미치는 영향

3)  $\Delta E$ (total color difference)

반건조 전처리, 냉동온도 및 냉동저장온도가 냉동저장 중 홍고추의  $\Delta E$ 에 미치는 영향은 Fig. 24~26에 정리하여 그림으로 표시한 것과 같았다. Fig. 24에서 반건조 홍고추의  $\Delta E$ 값이 큰 것은 건조처리에 의한 Hunter L, a, b값의 변화 총합이 컸다는 것을 의미한다. 그러나 반건조 시료에서 이런  $\Delta E$ 값의 증가는 주로 건조에 의한 a값의 증가에 의한 것으로 홍고추에 negative effect를 주는 것은 아니라고 평가되었다. Fig. 25~26에서 볼 수 있듯이 냉동온도나 냉동저장온도는 홍고추의  $\Delta E$ 값에 별 영향을 주지 않았으며, 저장기간 중  $\Delta E$ 값의 변화에서 control과 반건조 시료 간에 유의성 있는 차이가 없었다.

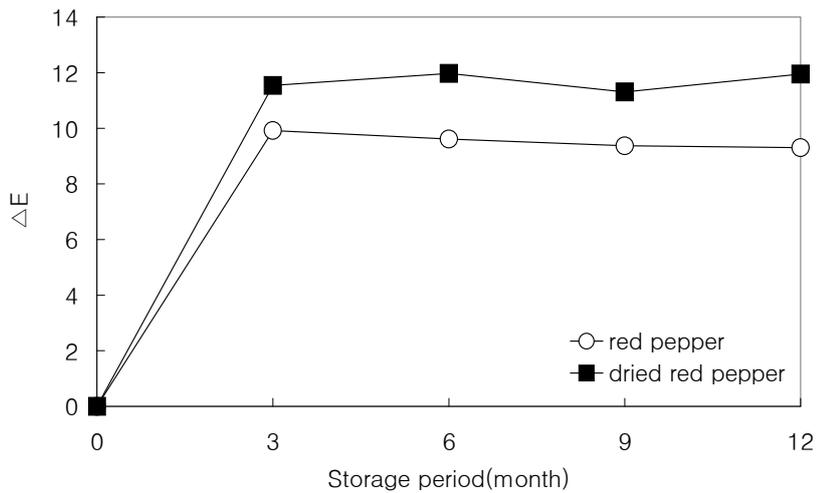
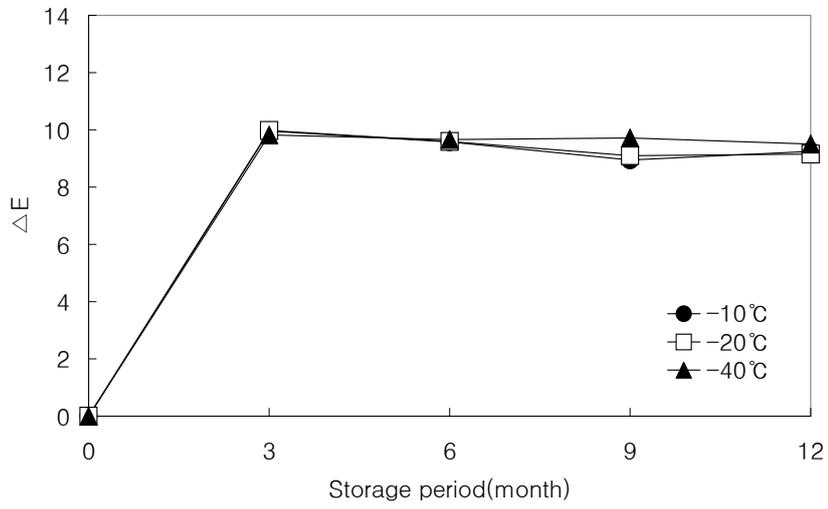


Fig. 24. 반건조가 냉동저장 홍고추의 표면색도  $\Delta E$ 값에 미치는 영향

a. Control



b. Dehydrofreezing

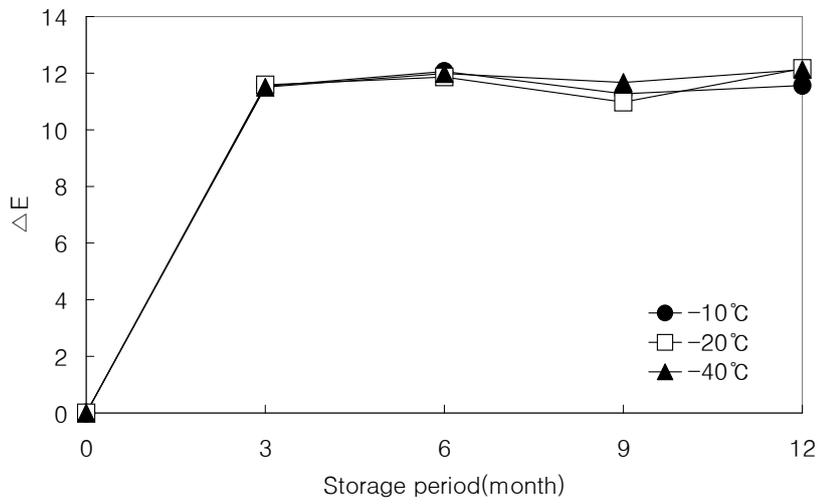
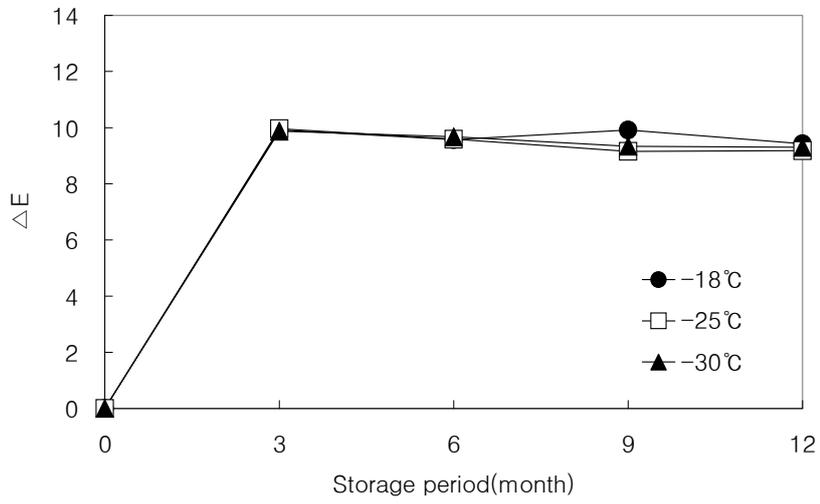


Fig. 25. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 표면색도  $\Delta E$ 값에 미치는 영향

a. Control



b. Dehydrofreezing

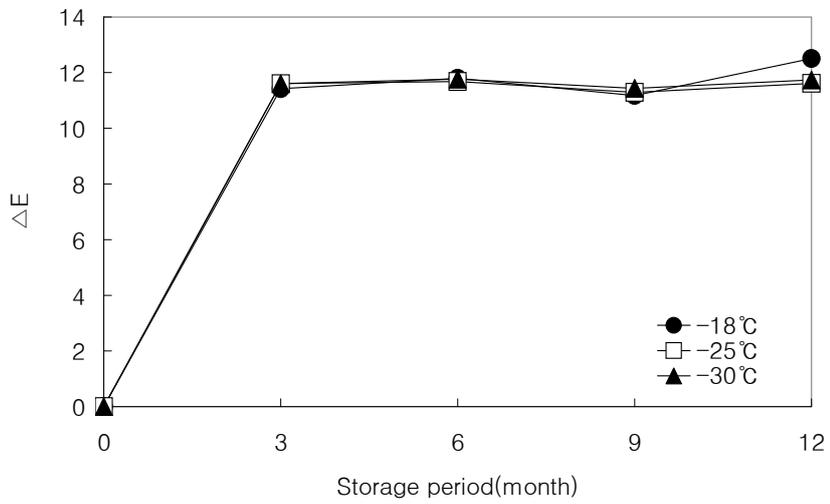


Fig. 26. 냉동저장온도가 저장기간이 냉동저장 홍고추의 표면색도  $\Delta E$ 값에 미치는 영향

바. Capsaicinoids

고추의 매운맛을 나타내는 capsaicinoids에는 매운맛의 대부분을 차지하는 capsaicin, dihydrocapsaicin이 있고 미량성분으로 nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin이 있다. 시료를 HPLC로 분석한 결과 capsaicin과 dihydrocapsaicin만이 검출되었고 대부분의 문헌에서도 이 두성분이 주성분으로 다른 미량성분들은 검출되지 않거나 소량이므로 이 두성분만을 대상으로 하여 분석하였다. 이(1996)의 경우 capsaicin 13.5-228.6mg%, dihydrocapsaicin 14.3-68.7mg%의 값을 갖는다고 하여 본 실험 결과와 비슷하였다. 신(2002)은 고추의 매운맛은 재배당시의 날씨나 온도 또는 지역, 건조방법 등에 따라 같은 품종이라도 달라질 수 있을 것이며 재배지역을 달리한 경우 capsaicin의 양은 홍복의 경우 31-156mg%, 홍일품의 경우 32-115mg%, 홍산호 26-46mg%의 범위로 같은 품종이라도 재배지역에 따라 매운맛에 큰 차이가 나타났고, 남쪽으로 갈수록 맛이 더 매워진다고 하였다.

Dehydrofreezing처리가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids 함량 변화에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 29 및 Fig. 27과 같았다. 냉동 전 반건조는 capsaicinoids의 약 35%손실을 야기하였으며, control이 반건조 홍고추 보다 12개월 냉동저장 기간 동안 유의성 있게 높게 capsaicinoids 함량을 유지하였다. 그리고 시료의 capsaicinoids 함량은 저장 9개월까지 현저하게 감소하였다. 열풍건조 시 고추의 capsaicinoids가 상당히 손실되는 현상은 다른 연구자들의 연구보고에서도 찾아볼 수 있는 것으로, 이는 건물중 당 건조고추가 홍고추 보다 덜 매운 이유로 해석되었다.

Table 29. 반건조가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids값에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 127.88 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 120.83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 72.06 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 24.77 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 20.60 <sup>c</sup>
Dried red pepper	<sup>B</sup> 83.36 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 69.87 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 38.87 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 12.28 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 12.18 <sup>d</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

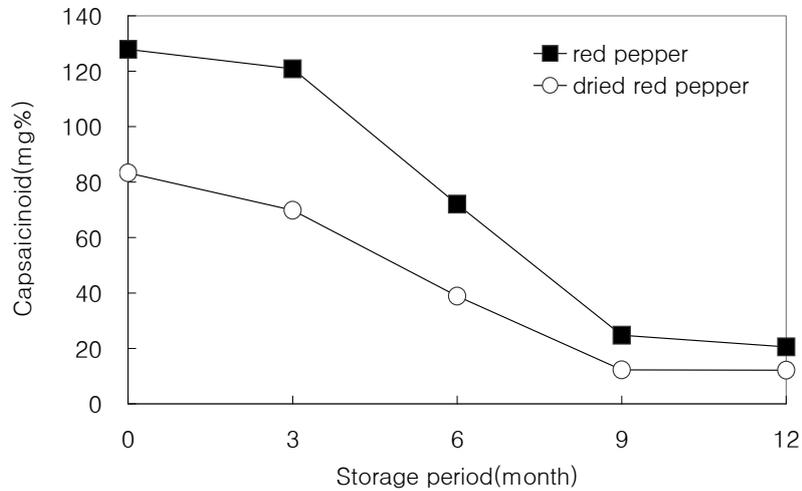


Fig. 27. 반건조가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids 값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 중 홍고추의 capsaicinoids 손실에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 30 및 Fig. 28과 같았다.  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 시료의 냉동저장 중 capsaicinoids 함량 변화는 유의성 있는 차이가 없었으며,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 급속 냉동한 시료의 capsaicinoids 함량은  $-10^{\circ}\text{C}$  및  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 저속 냉동한 시료 보다 높았다. 이런 경향은 control과 반건조 홍고추 시료에서 유사하였다. 급속냉동이 capsaicinoids 손실을 적게 하는 이유는 급속냉동 시 작고 수많은 얼음입자가 형성되어 비교적 크고 소수의 얼음입자가 형성되는 저속냉동보다 홍고추의 조직변화를 적게 유발하여 drip loss가 적어 결과적으로 capsaicinoids의 손실을 감소시켰다고 해석되었다.

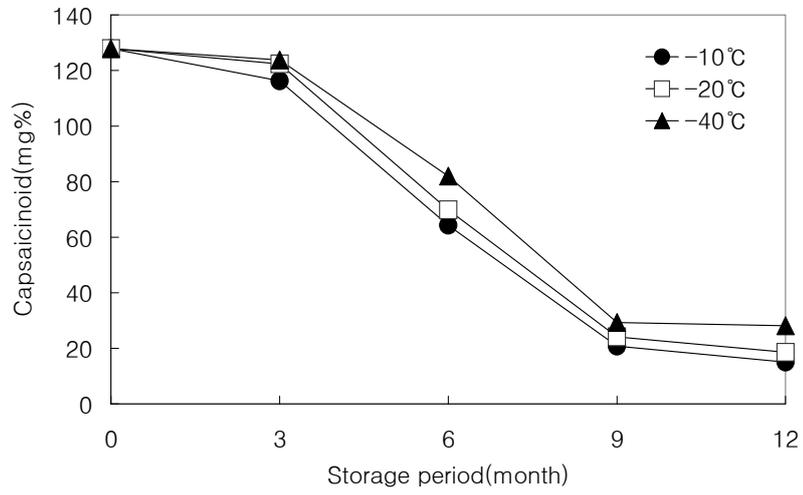
Table 30. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids 값에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 127.88 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 116.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 64.31 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 20.82 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 15.04 <sup>c</sup>
	-20	<sup>A</sup> 127.88 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 122.38 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 69.85 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 24.16 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 18.61 <sup>c</sup>
	-40	<sup>A</sup> 127.88 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 123.83 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 82.02 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 29.34 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 28.15 <sup>c</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>B</sup> 83.36 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 65.09 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 35.37 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 6.61 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 8.58 <sup>d</sup>
	-20	<sup>B</sup> 83.36 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 70.01 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 38.97 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 9.74 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 9.60 <sup>d</sup>
	-40	<sup>B</sup> 83.36 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 74.50 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 42.27 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 18.49 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 18.37 <sup>c</sup>

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

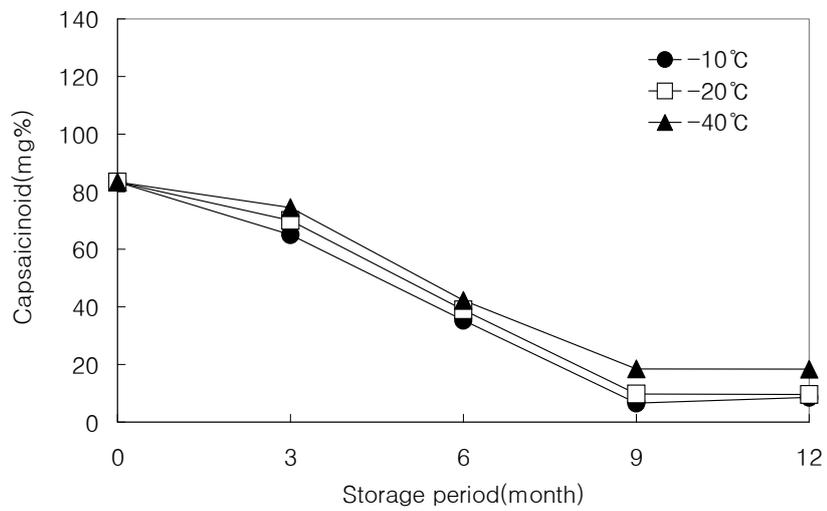
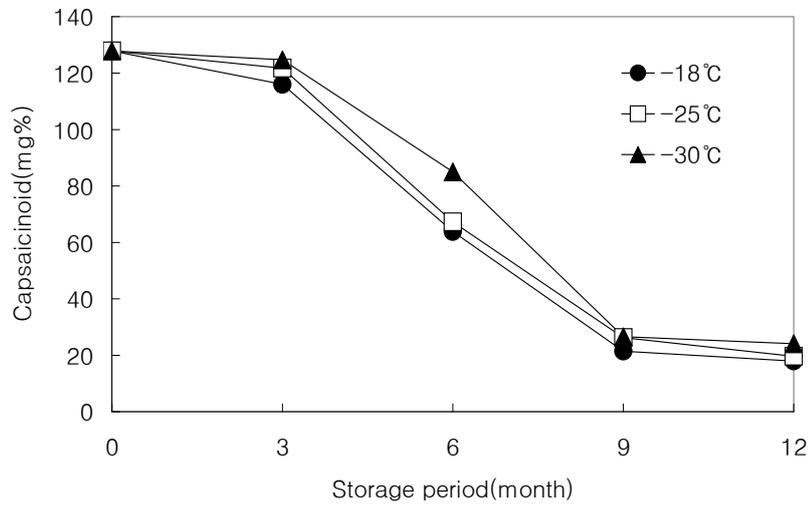


Fig. 28. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids값에 미치는 영향

냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids 값에 미치는 영향은 Fig. 29에 종합한바와 같았다. 즉,  $-18^{\circ}\text{C}$ 나  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 홍고추의 capsaicinoids 함량은  $-30^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 시료보다 capsaicinoids 함량이 적었으며, 이런 경향은 control과 반건조 시료에서 비슷하게 나타났다. 낮은 저장온도에서 capsaicinoids 손실이 적은 것은 온도효과로 평가되었다. 양(2006)의 연구보고에 의하면 건조고춧가루를  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 저장했을 경우 capsaicinoids 함량이 0 time에 43.4mg%에서 3개월 후 18.7mg%, 9개월 후 2.6mg%로 현저히 감소하였다. 이런 capsaicinoids의 함량감소는 고춧가루의 매운맛에도 큰 영향을 줄 것으로 평가되어 냉동저장하면 고추의 고품질을 유지할 수 있음이 입증되었다.

a. Control



b. dehydrofreezing

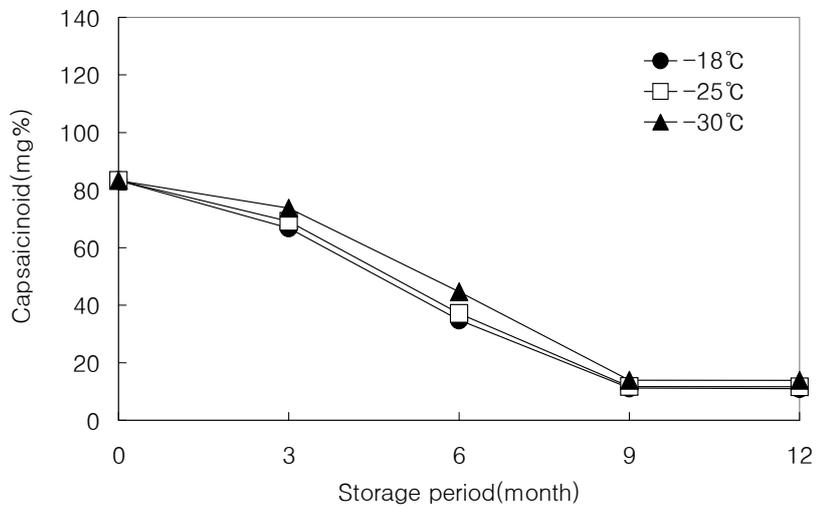


Fig. 29. 냉동저장 온도가 냉동저장 홍고추의 capsaicinoids 값에 미치는 영향

사. Carotenoids

고추의 적색소인 carotenoids는 일반적으로 capsanthin이 약 35%,  $\beta$ -carotene 과 violaxanthin 약 10%, cryptoxanthin 약 10%, capsorubin 약 6% 등으로 구성되어 있으며 고추의 품질 기준으로서 적색 또는 주로 carotenoids를 정량하거나 색차계를 이용하여 비교 판정하고 있다. 고추의 품질 평가에서 주요한 판단기준이 되고 있는 색깔, 매운맛, 매운 냄새 가운데 색깔의 경우는 일반적으로 적색소로 묘사되고 있는데 빨간색과 노란색의 carotenoids의 자극은 주로 specrophotometry법에 의하여 측정되고 있는데 최근에는 HPLC를 이용한 방법도 이용되고 있다. 본 실험에서는 김과 류(1998)의 방법에 의해 총 carotenoids함량을 측정하였다.

냉동 전 반건조 처리는 홍고추의 carotenoids를 약 20% 파손시켰으며(Table 31), control이 냉동저장 중 반건조 홍고추보다 비교적 높은 carotenoids함량을 유지하였으나(Fig. 30), 냉동저장 중 손실속도는 control이 높았으며, 12개월 저장 후에서 두 시료 간 carotenoids함량이 비슷하게 되었다.

Table 31. 반건조가 냉동저장 홍고추의 carotenoids값에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 120.96 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 113.10 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 111.21 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 100.21 <sup>c</sup>
Dried red pepper	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 95.13 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 94.87 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 94.34 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 93.34 <sup>b</sup>

<sup>A,B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a,c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

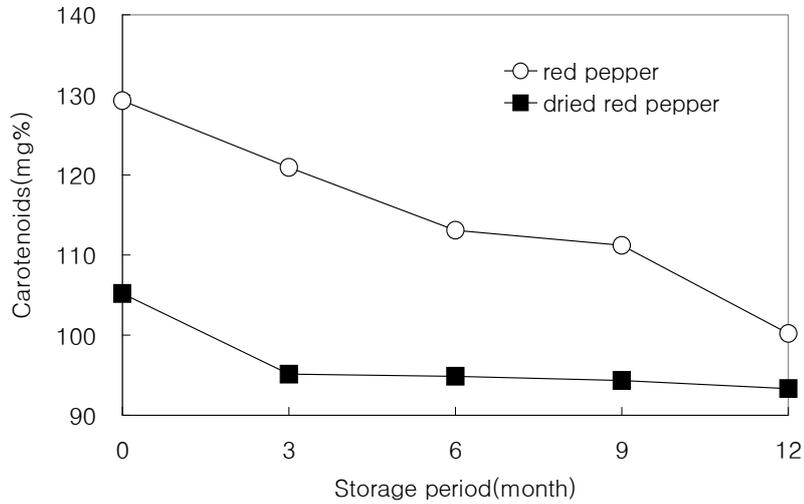


Fig. 30. 반건조가 냉동저장 홍고추의 carotenoids값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 중 홍고추의 carotenoids 손실에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 32 및 Fig. 31과 같았다. 냉동온도 효과는 control과 반건조 홍고추에서 잘 나타났으며, 특히 반건조 홍고추를  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 것은  $-20^{\circ}\text{C}$ 나  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 시료보다 carotenoids의 손실이 컸으며, 비슷한 경향이 반건조 시료에서도 나타났다. 이런 현상은 capsaicinoids에서도 관찰되었는데, 저속냉동에 의한 과도한 조직파손이 냉동저장 중 이들 성분의 손실을 초래한 것으로 평가되었다.

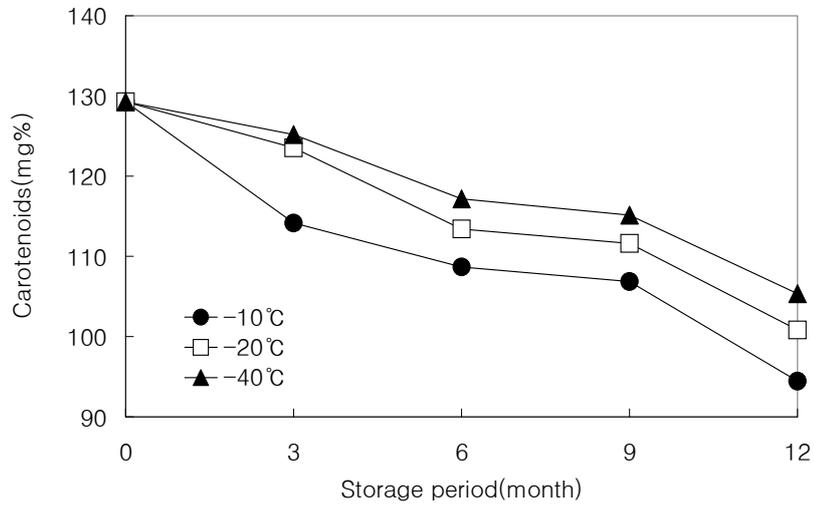
Table 32. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 carotenoids 값에 미치는 영향

	Freezing temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-10	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 114.16 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 108.69 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 106.87 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 94.45 <sup>c</sup>
	-20	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 123.54 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 113.42 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 111.62 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 100.84 <sup>b</sup>
	-40	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 125.19 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 117.18 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 115.15 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 105.35 <sup>b</sup>
Dried red pepper	-10	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 92.99 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 92.75 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 91.11 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 89.76 <sup>b</sup>
	-20	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 95.86 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 95.71 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 95.27 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 94.08 <sup>b</sup>
	-40	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 96.55 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 96.15 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 96.64 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 92.19 <sup>b</sup>

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

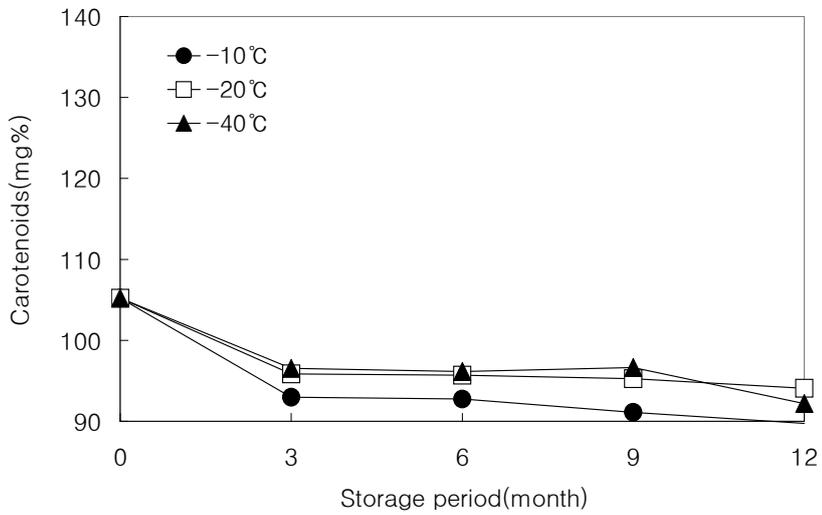


Fig. 31. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 carotenoids값에 미치는 영향

냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 carotenoids 손실에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 33 및 Fig. 32와 같았다. 즉, control의 경우 반건조 홍고추에 비하여 저장 초기에 carotenoids의 손실이 완만하였으며, 반건조 홍고추의 carotenoids 함량은 초기 저장 3개월 동안에 현저하게 감소한 후 3~12개월 저장기간 동안 손실이 적었다. 그리고 control과 반건조 홍고추 모두 냉동저장 온도가 낮을수록 carotenoids의 손실이 적었으며, 저장온도의 효과는 control에서 컸다.

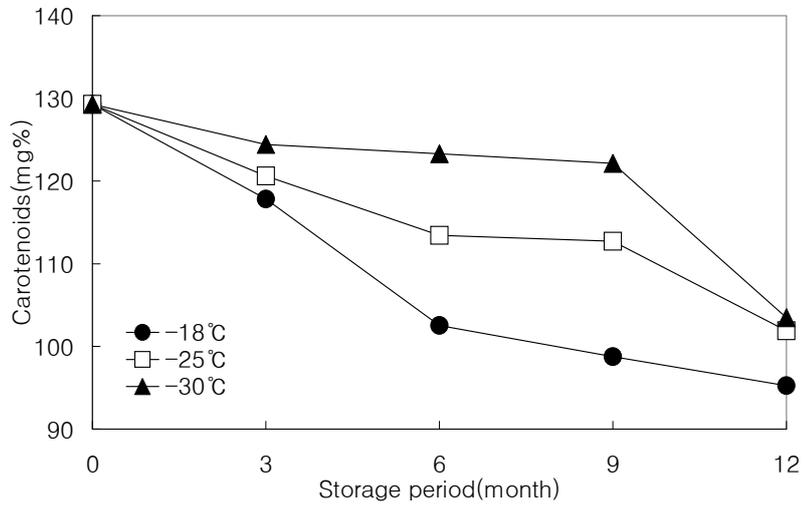
Table 33. 냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 carotenoids 값에 미치는 영향

	Storage temp. (°C)	Storage period(month)				
		0	3	6	9	12
Red pepper	-18	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 117.83 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 102.54 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 98.77 <sup>c</sup>	<sup>AB</sup> 95.27 <sup>c</sup>
	-25	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 120.63 <sup>ab</sup>	<sup>B</sup> 113.45 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 112.73 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 101.89 <sup>c</sup>
	-30	<sup>A</sup> 129.28 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 124.43 <sup>ab</sup>	<sup>C</sup> 123.31 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 122.15 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 103.49 <sup>c</sup>
Dried red pepper	-18	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 92.53 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 92.30 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 91.67 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 90.52 <sup>b</sup>
	-25	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 95.16 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 94.94 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 94.52 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 93.08 <sup>b</sup>
	-30	<sup>B</sup> 105.21 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 97.71 <sup>b</sup>	<sup>AD</sup> 97.37 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 96.83 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 96.43 <sup>b</sup>

<sup>A-D</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

a. Control



b. Dehydrofreezing

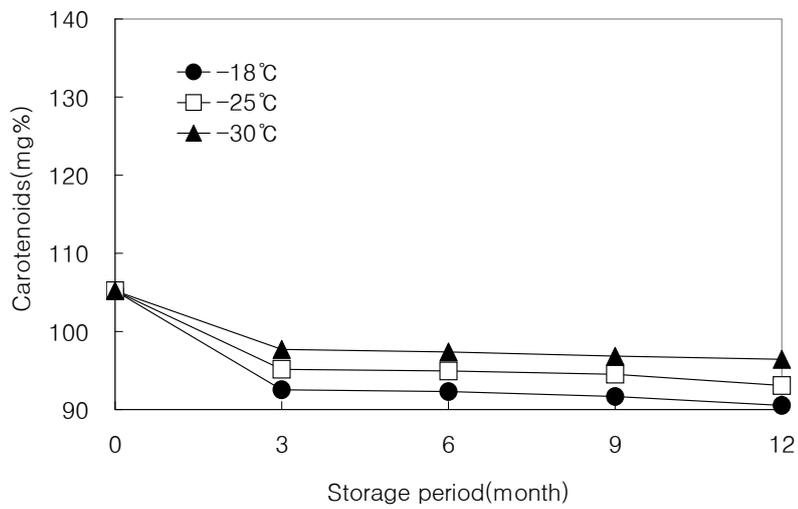


Fig. 32. 냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 carotenoids값에 미치는 영향

아. Ascorbic acid

고추에는 비타민 C가 많이 함유되어 있지만 품종, 재배 조건 등에 따라 그 함량 차이가 클 뿐만 아니라 건조 가공 및 저장 중에 많은 감소를 가져온다. 최 등(2000)은 한국산 고춧가루를 품질 비교한 결과 고춧가루의 총 비타민 C함량은 영양산이 263mg/100g로 가장 높았고 정읍과 순창산도 총 비타민 C함량이 각각 261mg/100g로 높은 편이었다고 하였다. 박 등(1975)은 일광 및 열풍건조 시 각각 76%, 89%의 비타민 C 감소가 있었다고 보고하였다.

비타민C는 가열 시 쉽게 산화되는데, Table 34 및 Fig. 33에서 보는 바와 같이 반건조 홍고추는 저장초기에 control보다 약 47% 낮은 ascorbic acid함량을 유지하였고 12개월 저장기간 동안 control이 유의성 있게 높은 ascorbic acid함량을 유지하였다.

Table 34. 반건조가 냉동저장 홍고추의 ascorbic acid값에 미치는 영향

Treatment	Storage period(month)				
	0	3	6	9	12
Red pepper	<sup>A</sup> 1032.40 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 830.20 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 691.51 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 616.74 <sup>cd</sup>	<sup>A</sup> 546.86 <sup>d</sup>
Dried red pepper	<sup>B</sup> 552.49 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 343.36 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 326.25 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 324.12 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 312.85 <sup>c</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

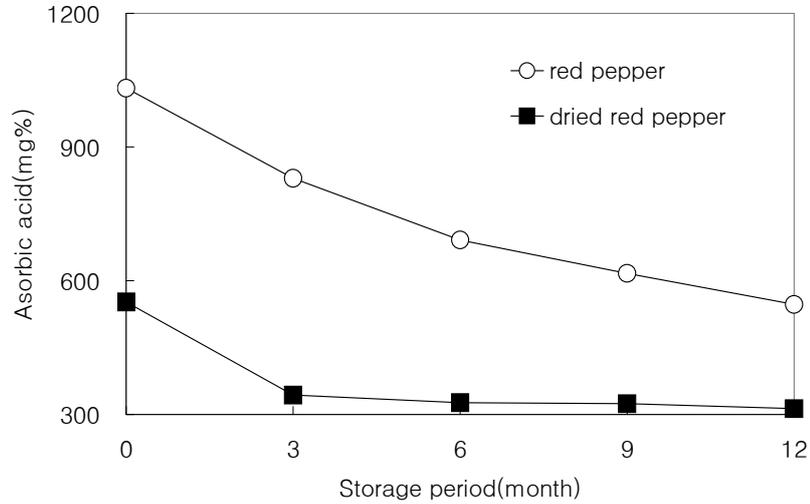
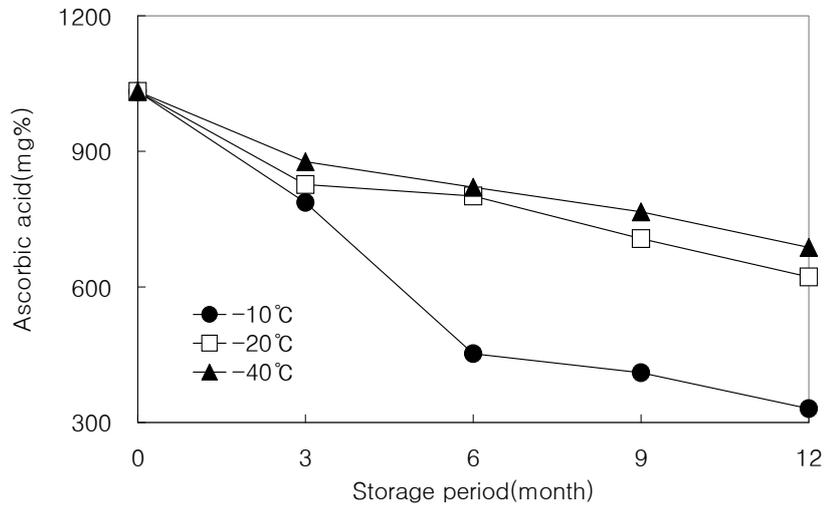


Fig. 33. 반건조가 냉동저장 홍고추의 ascorbic acid값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 중 홍고추의 ascorbic acid손실에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 34와 같았다. 즉, control의 경우  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 시료의 ascorbic acid 손실이  $-20^{\circ}\text{C}$ 나  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 것보다 현저히 많았다. 반면에 반건조 홍고추의 경우는 초기 저장 3개월간 ascorbic acid의 손실이 많았고, 그 이후에는 손실속도가 완만하였으며, 냉동온도의 효과도 나타나지 않았다. 이는 건조 시 많은 ascorbic acid가 산화되어 냉동저장 중에는 변화가 적은것 때문으로 해석되었다.

a. Control



b. Dehydrofreezing

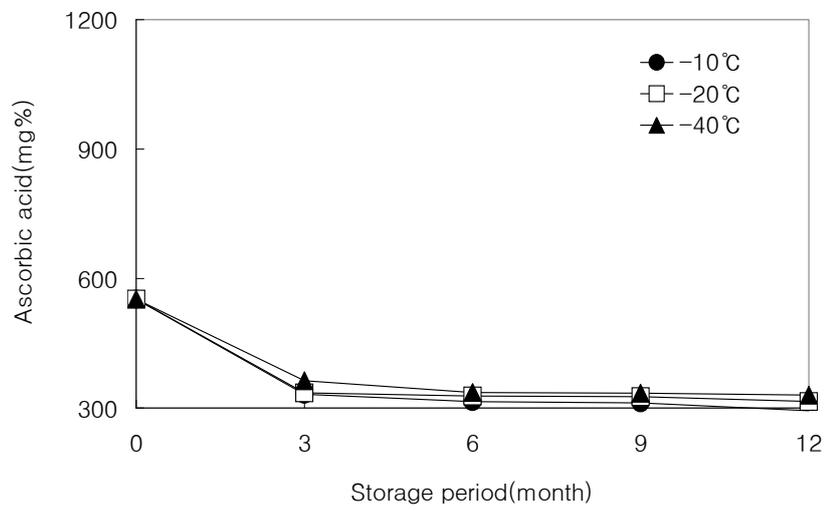
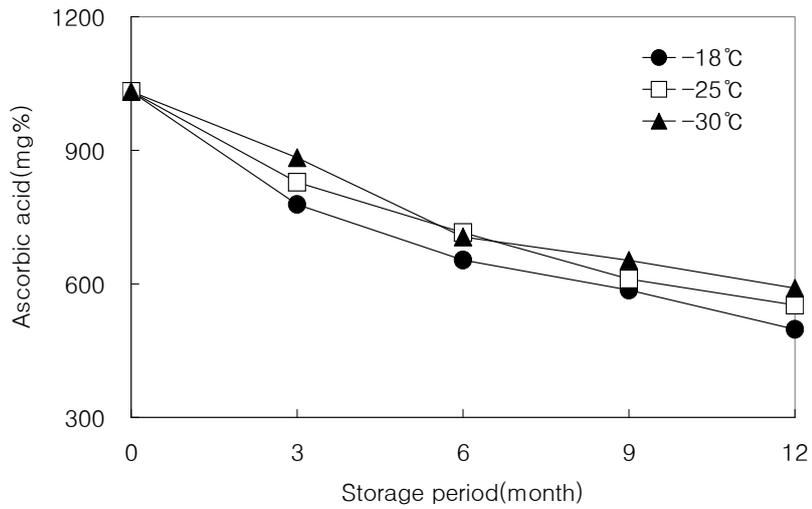


Fig. 34. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 ascorbic acid값에 미치는 영향

예상과는 달리 냉동저장온도는 냉동저장 중 홍고추의 ascorbic acid함량에 유의성 있는 영향을 미치지 않았으며, 이런 경향은 control과 반건조 홍고추시료에서도 유사하게 나타났다(Fig. 35).

a. Control



b. Dehydrofreezing

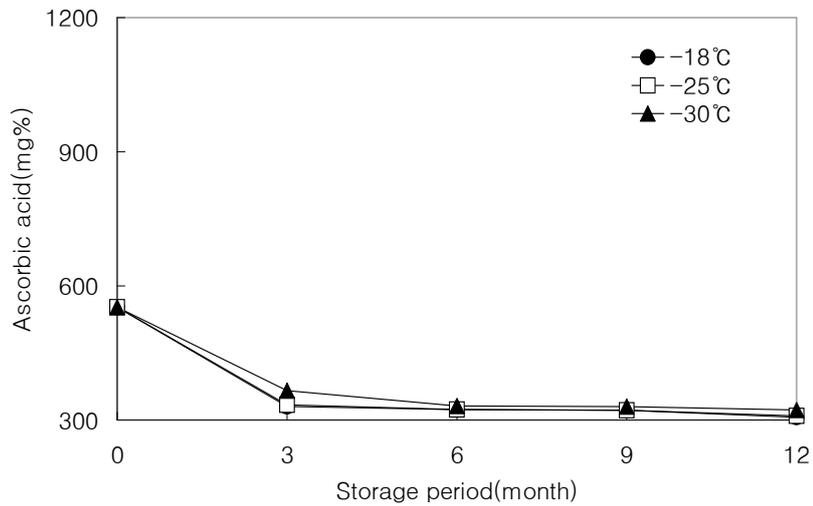


Fig. 35 냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 ascorbic acid값에 미치는 영향

자. 유리당

이 등(1992)은 일반적으로 고추의 단맛은 매운맛과 다른 맛 성분들이 어우러져 나타난다고 하였다. 그중에서 환원당인 sucrose, glucose, fructose는 특히 고춧가루의 단맛에 관여하여 전반적인 기호도에 유의적인 상관관계를 가진다고 하였다. 유리당 중 glucose, fructose가 주된 당으로 나타났으며 이는 이(1978), 배 등(1984)의 실험결과와 일치하는 결과이다.

반건조 전처리가 냉동저장 중 홍고추의 유리당 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 36과 같았다. 반건조는 홍고추의 유리당 함량에 별 영향을 주지 않는 것으로 나타났으며, 냉동저장기간 중 control과 반건조 홍고추의 유리당 함량은 별 차이가 없었다.

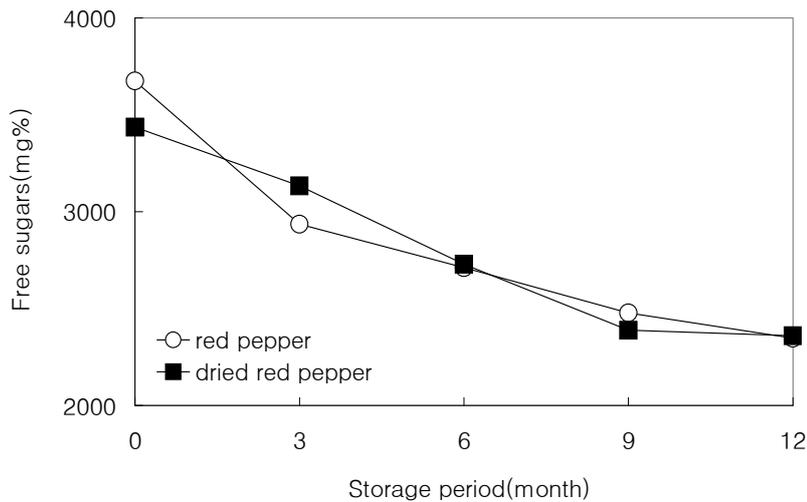
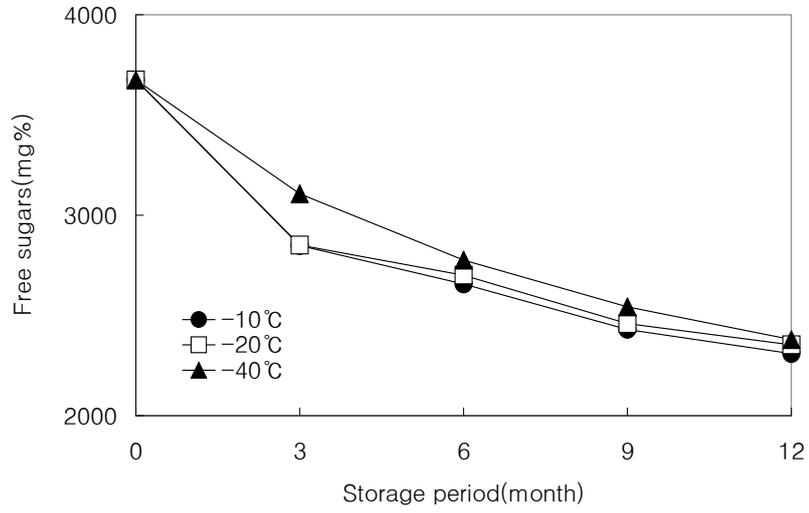


Fig. 36. 반건조가 냉동저장 홍고추의 유리당 값에 미치는 영향

냉동온도가 냉동저장 홍고추의 유리당 함량에 미치는 영향은 유의성이 없었으며(Fig. 37), 저장기간이 연장되면서 서서히 감소하는 경향을 보였으며, 이런 경향은 control과 반건조 홍고추에 유사하게 나타났다.

a. Control



b. Dehydrofreezing

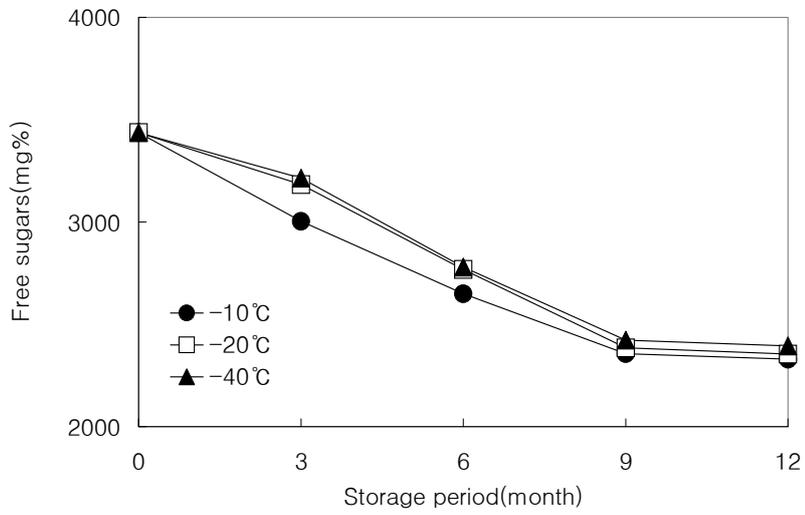
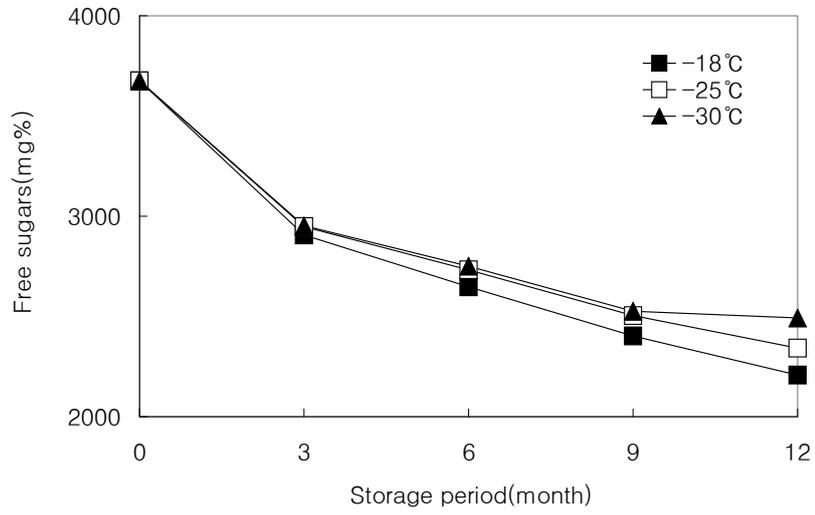


Fig. 37. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 유리당 값에 미치는 영향

냉동저장온도 또한 냉동저장 중 홍고추의 유리당 함량에 유의성 있는 영향을 주지 않았으며(Fig. 38), 냉동저장 중 유리당 함량 변화는 Fig. 37의 냉동온도 효과와 유사하였다. 이들 결과로 보아 반건조 처리와 냉동온도 및 냉동저장온도는 냉동저장 중 홍고추의 유리당 함량에 의미 있는 영향을 주지 않는 것으로 평가되었으며, 냉동저장 중 유리당 손실률은 control에서 약간 높았다. 냉동저장 중 유리당 손실은 주로 갈변현상에 당이 소모되기 때문인 것으로 알려져 있는데, 반건조 처리된 홍고추는 control에 비하여 건조 시 당의 손실이 많았기 때문에 냉동저장 중에는 control보다 손실률이 적은 것으로 사료되었다.

a. Control



b. Dehydrofreezing

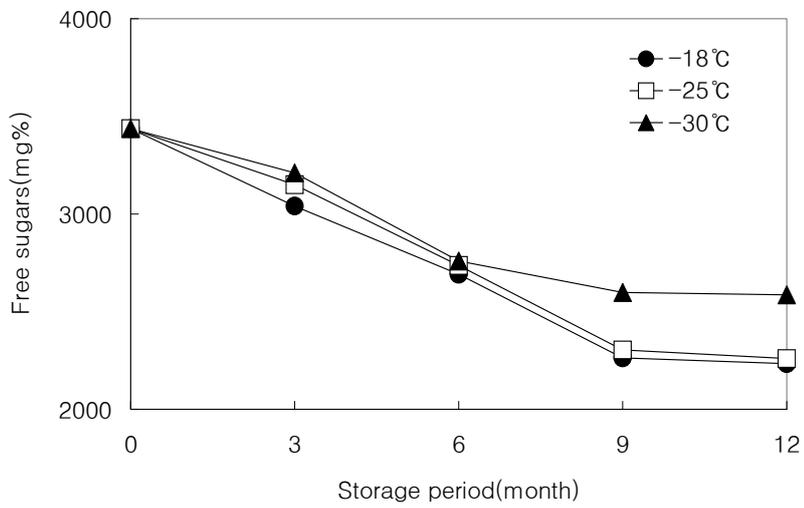


Fig. 38. 냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 유리당 값에 미치는 영향

차. 향기성분

홍고추의 향기분석을 위하여 향기성분을 Likens-Nickerson apparatus로 추출하여 GC/MS로 분석한 결과(Table 35) alkane류 10종, alkene류 3종, arene류 4종, alcohol류 4종, amine류 2종, aldehyde류 3종, ketone류 3종, carboxylic acid류 6종, pyrazine류 1종 등 총 36종의 flavor compound를 library를 사용하여 동정하였다. 한편 홍고추를 반분하여 반건조한 다음 같은 방법으로 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분리 동정한 결과 alkene류 2종, arene류 2종, alcohol류 1종, aldehyde류 2종, carboxylic acid류 5종 등 총 12종의 flavor compound가 동정되었다. 이는 열풍으로 반건조 하는 동안 향기성분의 수가 약 1/3로 감소되었으며, total flavor peak area도 건조 전 생 홍고추의 약 22%로 감소하였다(Table 35).

Table 35. 생 홍고추 control과 반건조 고추 control의 향기성분 groups별 total flavor peak area.

Family name	Compounds	생홍고추	반건조고추
Alkane	Tridecane	40,194,876	-
	Heptadecane	56,560,090	-
	Octadecane	56,145,131	-
	Pentadecane	8,873,221	-
	Docosane	26,166,288	-
	Tetratriacontane	16,370,294	-
	Triacontane	41,529,506	-
	Pentacosane	42,088,343	-
	Hexacosane	12,729,751	-
	Nonane	41,815,024	-
Alkene	Etene	3,112,143	-
	1,3,6-Octatriene	51,609,646	-
	E,E- $\alpha$ -Farnescene	10,326,851	-
	Z-.beta.-ocimene	-	14,321,047
	alpha-terpinolene	-	58,782,900

Arene	Benzene	11,061,176	11,221,993
	4-vinyl-2-methoxy-phenol	8,902,754	-
	1H-benzocycloheptene	9,203,405	-
	Phenol,2,6-bis(1,1-dimethylethyl-4-meyhyl)	329,630,685	-
	Phenol	-	112,030,381
Alcohol	3-Cyclohexene-1-methanol	27,641,871	-
	Geraniol	20,142,835	-
	Nerolidol	31,566,298	-
	L-linalool	136,617,027	-
	Farnesol	-	6,683,215
Amine	Pyridine	6,432,389	-
	Bis-(octylphenyl)-amine	10,734,868	-
Aldehyde	Benzaldehyde	29,025,308	2,638,536
	Benzeneacetaldehyde	8,223,950	4,945,319
	Tetradecanal	40,413,506	-
Ketone	Propanal	7,346,963	-
	$\beta$ -Damascenone	7,740,140	-
	2,6-Di-t-butyl-4-methyl	29,126,486	-
	-2,5-cyclohexadien-1-one		
Carboxylic acid	Benzoic acid	89,523,373	40,303,834
	Tetradecanoic acid	30,968,602	-
	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-methylpropyl ester	87,644,856	15,200,959
	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl)ester	154,439,735	36,035,544
	Hexadecanoic acid	188,158,188	11,130,433
	Hexanedioic acid, dioctyl ester	1,089,819,525	313,538,170
Pyrazine	2-Isobutyl-3-Methoxy-Pyrazine	12,229,328	-

반건조 처리가 향기성분의 종류별 손실에 미치는 영향은 Table 36에 정리하여 제시한 바와 같았다. 즉, 반건조 시 alkane류와 amine류, ketone류 및 pyrazine류의 성분들이 100%손실되었음을 알 수 있었다. 이외에도 arene류, alcohol류, aldehyde류, carboxylic acid류의 손실이 현저하게 발생하였다. 이와 같은 열풍건조에 의한 향기성분의 손실은 많은 건조과채류에서 발생하는 것으로 알려져 있으며, 홍고추의 건조 시 발생하는 향기성분의 손실도 이런 경향과 일치하였다.

Table 36. Dehydrofreezing이 향기성분 group별 total flavor peak area에 미치는 영향

Family name	control( C )	control(DF)
Alkane	342,472,524	0
Alkene	65,048,640	73,103,947
Arene	358,798,020	123,252,374
Alcohol	215,968,031	6,683,215
Amine	17,167,257	0
Aldehyde	77,662,764	7,583,855
Ketone	44,213,589	0
Carboxylic acid	1,640,554,279	416,208,940
Pyrazine	12,229,328	0
Total area	2,774,114,432 <sup>a</sup>	626,832,331 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Control(생 홍고추)과 반건조 고추를 냉동저장하면서 6개월과 12개월 저장된 시료를 sampling하여 냉동온도와 저장온도별 향기성분분석 결과를 compiling하여 저장기간의 효과를 정리한 것은 Fig. 39와 같았다. 앞에서 이미 설명한 바와 같이 생 홍고추를 반건조하면 건조 중에 상당 부분의 향기성분이 손실되었으며, 저장기간이 6개월로 연장되면서 total flavor peak area가 증가했다가 12개월 저장하면 감소하였으나 0 time 보다 높았다.

이 결과로 보아 냉동 및 냉동저장기간에 홍고추성분의 분해가 계속되어 peak area가 증가한 것으로 추정되며, 이는 효소 activity 및 산화반응 등에 기인하였을 것으로 해석되었다.

Control의 경우 향기성분의 종류별 peak area의 증가가 큰 것들을 살펴보면 alkene류, aldehyde류, ketone류 및 pyrazine류 등이었으며, 많게는 10배 증가에서 적게는 2~5배의 peak area증가가 관찰되었다(Table 35). 한편 dehydrofreezing시료의 경우 증가 폭이 큰 향기성분의 종류를 보면 alkene류, arene류, alcohol류, aldehyde류 및 carboxylic acid류 등이었으며, 특히 aldehyde류와 alcohol류는 10배 정도의 peak area증가가 관찰되어 가장 현저하게 향기성분의 증가에 기여함을 알 수 있었다.

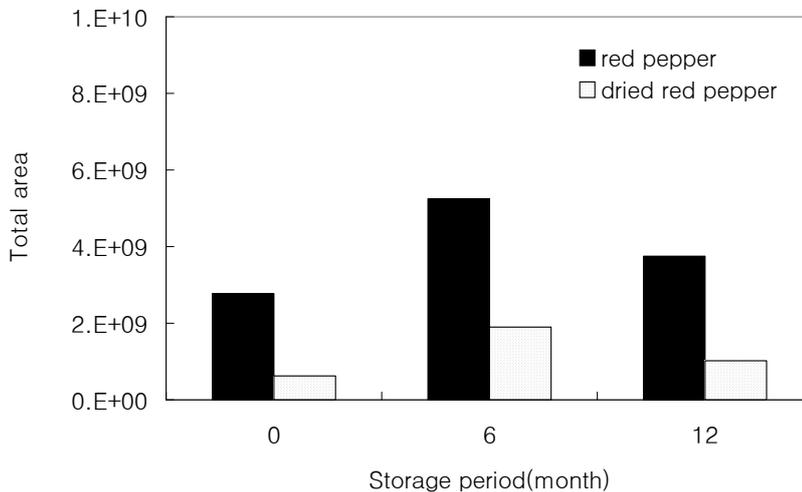


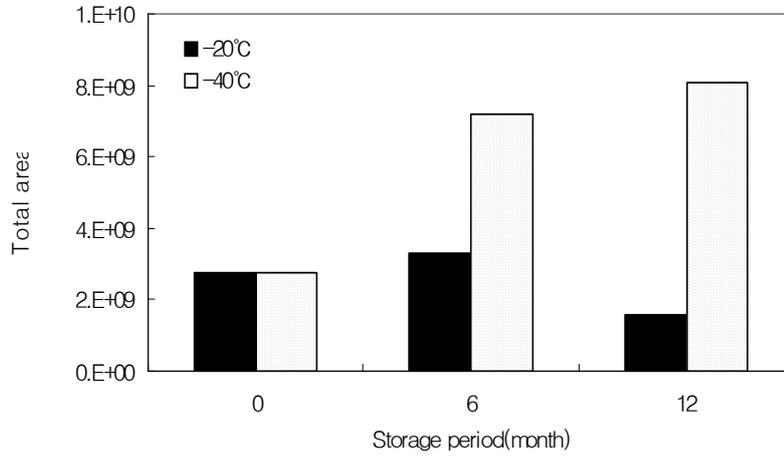
Fig. 39. Dehydrofreezing이 냉동저장 홍고추 향기에 미치는 영향

냉동온도 중 저속냉동온도인  $-20^{\circ}\text{C}$ 와 급속냉동온도인  $-40^{\circ}\text{C}$ 를 선정하여 냉동온도가 6개월 및 12개월 저장한 시료의 flavor peak area에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 40과 같았다.

Control의 경우 급속냉동( $-40^{\circ}\text{C}$ )한 홍고추의 향기 total flavor peak area가 저속냉동( $-20^{\circ}\text{C}$ )한 홍고추의 그것보다 저장 6개월 및 12개월에서 현저하게 높아 냉동온도의 효과가 뚜렷하게 나타났다. 그러나 dehydrofreezing한 시료의 경우에는 냉동온도 효과가 control만큼 나타나지 않았으며, 저장 12개월에서  $-40^{\circ}\text{C}$ 냉동한 것이 높게 나타났다. 그리고 Fig. 39에서 관찰된 바와 같이 control의 total flavor peak area가 dehydrofreezing한 것보다 현저히 높았다. 이런 결과는 예측 될 수 있는 것으로서 열풍건조 시 많은 향기 손실이 야기된 홍고추는 냉동저장 중에도 낮은 total flavor peak area를 유지하게 되기 때문이다.

Control의 저장 6개월 및 12개월 시료 중  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 한 것의 total flavor peak area가 0 time의 그것에 비하여 월등히 높은 것은 Fig. 40에서도 볼 수 있었으며, 어떤 mechanism에 의하여 이런 현상이 나타나는지 차후 더 많은 연구가 필요한 분야라고 생각되었다.

a. Control



b. Dehydrofreezing

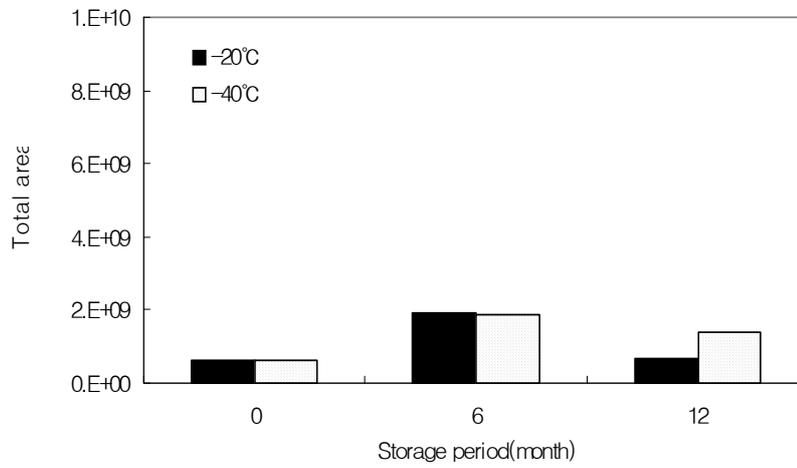
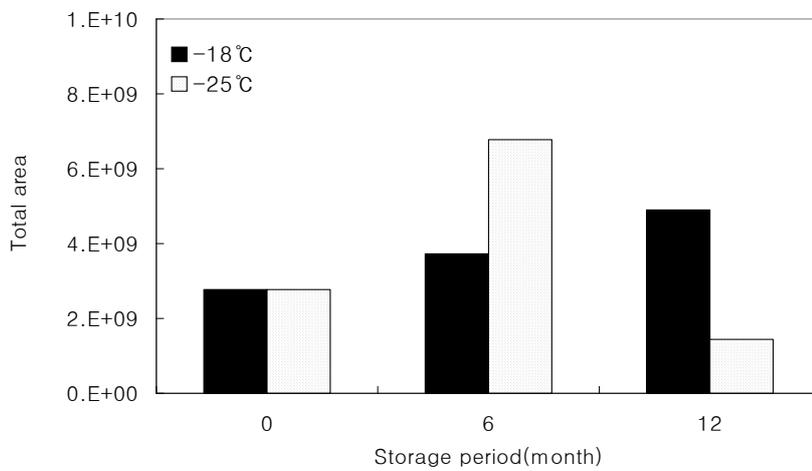


Fig. 40. 냉동온도가 냉동저장 홍고추의 total flavor peak area에 미치는 영향

냉동저장 중 표준저장온도인  $-18^{\circ}\text{C}$ 와 실용가능한 낮은 저장 온도인  $-25^{\circ}\text{C}$ 를 선정하여 6개월 및 12개월 저장 후 sampling하여 향기성분을 분석한 다음 냉동 저장온도가 total flavor peak area에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 41과 같았다.

a. control



b. Dehydrofreezin

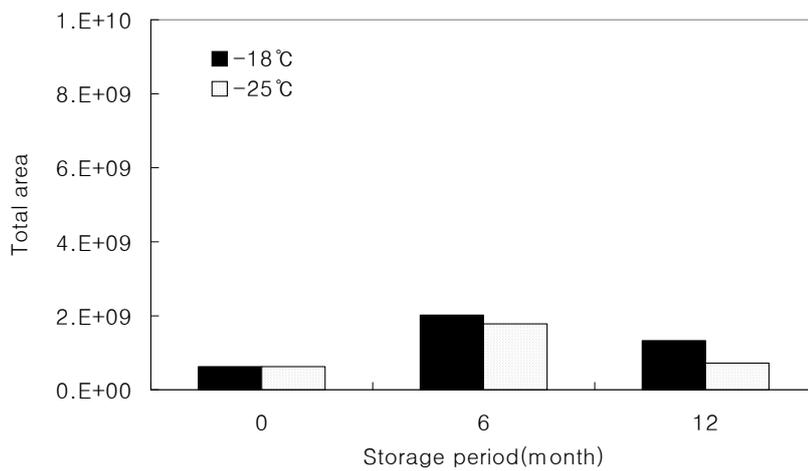


Fig. 41. 냉동저장온도가 냉동저장 홍고추의 total flavor peak area에 미치는 영향

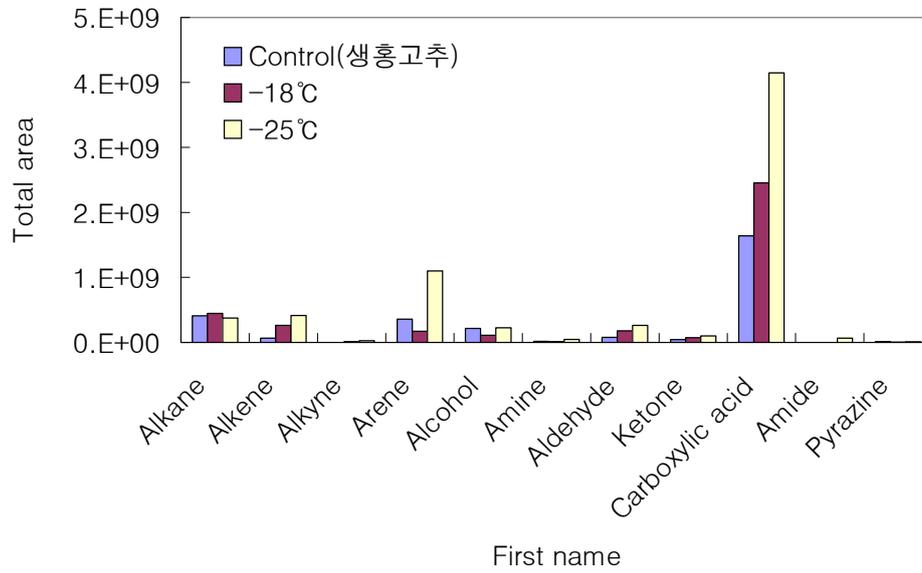
Control의 경우 6개월과 12개월 저장한 시료의 저장온도 효과가 같은 경향을 나타내지 않았으며, dehydrofreezing의 경우도 저장온도의 효과가 뚜렷하게 관찰되지 않았다(Fig. 41). 그러나 12개월 저장한 시료는 6개월 저장한 시료에 비하여 flavor peak area가 낮아 저장기간이 연장되면서 향기성분이 손실됨을 보여주었다.

반건조, 냉동온도 및 냉동저장온도가 peak area에 미치는 영향을 종합해보면 반건조는 홍고추의 향기성분 손실에 크게 영향을 주었으며, 냉동온도는 급속냉동이 flavor손실을 적게 하는 효과가 있었다. 그러나 표준저장온도보다 낮은  $-25^{\circ}\text{C}$  저장은 홍고추의 flavor retention에 유의성 있는 효과가 없었다.

6개월 간  $-18^{\circ}\text{C}$ 와  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 control 홍고추와 dehydrofreezing홍고추의 향기성분을 group별로 종합해보면 Fig. 42와 같았다. 여러 종류의 향기성분 group중에서 특히 carboxylic acid의 함량이 온도가 낮을수록 높았다. Control에서 왜 carboxylic acid함량이 저장온도에 큰 영향을 받는지에 관해서는 본 연구 결과만으로는 설명하기 어려우며, 향후 이에 관한 심도 있는 연구가 필요하다고 여겨진다.

Carboxylic acid 외에도 alkane, arene, aldehyde 등의 향기성분이 control에 더 많은 것을 알 수 있으며, 이런 결과는 0 time의 시료에서 가열건조 시 이들 성분의 손실이 많았던 것으로 비추어 보아 예견되는 결과였다.

a. Control (6개월 저장)



b. Dehydrofreezing(6개월 저장)

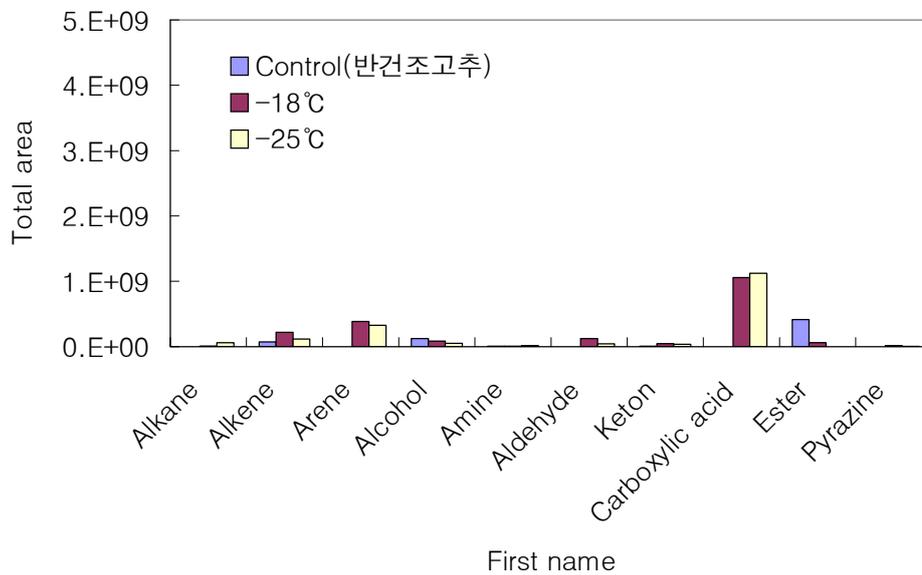
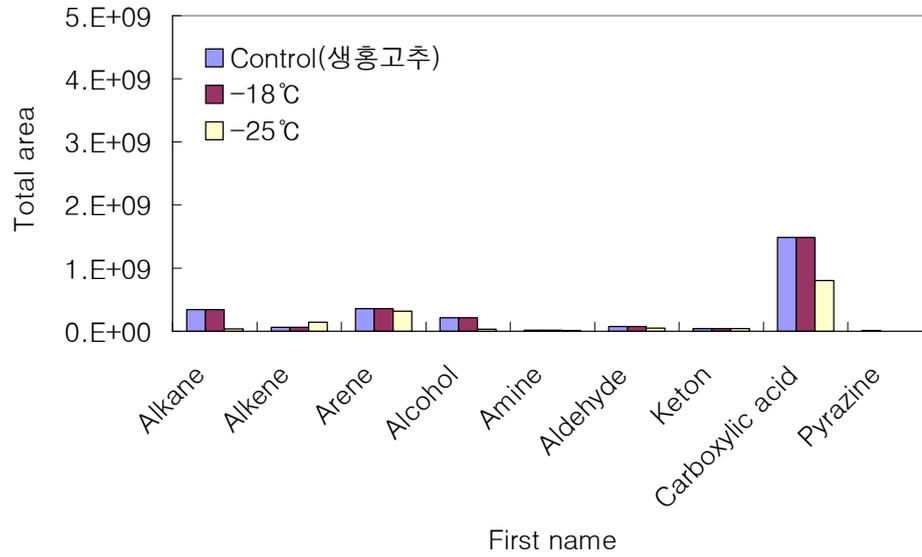


Fig. 42. 6개월간 냉동 저장한 홍고추의 group별 향기성분 비교

12개월  $-18^{\circ}\text{C}$  및  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동저장한 홍고추시료의 group별 향기성분을 종합해보면 Fig. 43과 같았다. 6개월 저장시료의 경우와 마찬가지로 control에서 carboxylic acid group의 peaks가 dehydrofreezing한 시료보다 현저히 높았다. Fig. 42와 Fig. 43을 비교해보면 12개월 저장한 control에서 alkane류, alkane류, alkene류, arene류 및 aldehyde류의 감소가 많았음을 알 수 있었다. 이들 6개월과 12개월의 향기성분 함량 변화로 보아 6개월 저장 이후에 상당한 향기성분의 손실이 발생하였으며, 이런 변화는  $-18^{\circ}\text{C}$ 와  $-25^{\circ}\text{C}$ 사이에 차이가 현저하지 않았다. 이런 결과로 보아 표준 냉동저장온도( $-18^{\circ}\text{C}$ ) 이하로 냉동저장온도를 낮추는 것은 경제적으로 실효성이 없는 것으로 평가되었다.

a. control(12개월)



b. Dehydrofreezing(12개월)

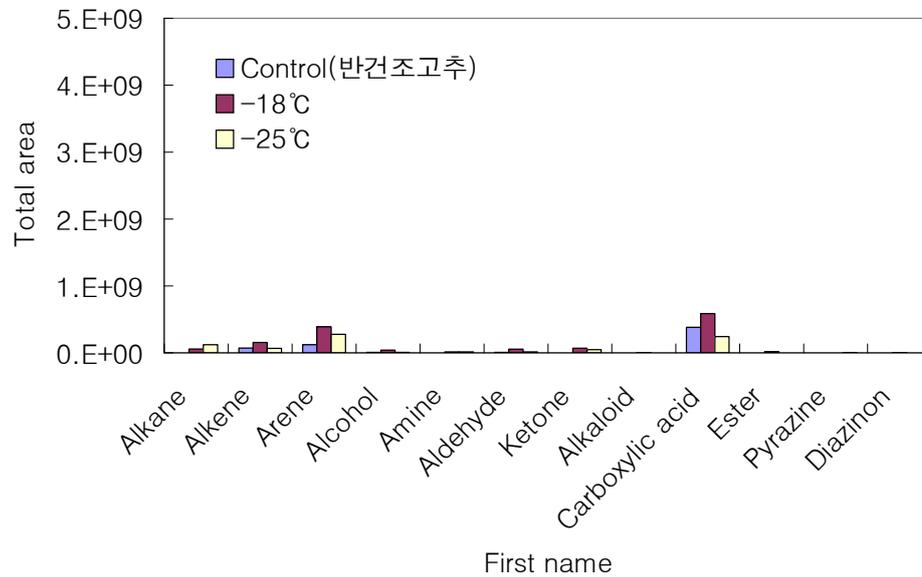


Fig. 43. 12개월간 냉동 저장한 홍고추의 groupe별 향기성분 비교

### 제3절 냉동저장 조건 확립

완만, 저속 및 급속 냉동된 홍고추 시료를 각각  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 3개월 간격으로 sampling하여 품질특성을 분석 평가한 결과를 종합하면 Table 37과 같았다. 홍고추의 색깔을 나타내는 관능검사 결과나 Hunter L, a,  $\Delta$ E값과 유리당의 경우에는 냉동온도가 이들 품질특성에 유의성 있는 영향을 미치지 않은 것으로 평가되었으며, 그 외의 품질 특성들은 냉동온도가 낮을수록, 특히  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 홍고추에서 품질특성들이 우수하게 유지되는 것으로 나타났다. 이들 결과를 기초로 하여 홍고추의 냉동온도는  $-40^{\circ}\text{C}$ 로 선정하였다. 이런 결과는 식품냉동에서 일반적으로 급속냉동이 냉동식품의 품질을 우수하게 유지하는 효과가 있는 것으로 알려진 많은 연구결과들과 일치하였다.

한편 냉동저장 온도가 냉동저장 홍고추의 품질특성에 미치는 영향(Table 37)은 홍고추의 색깔에 관련된 특성들(관능적 색깔, 관능적 외관, Hunter L, a, 및  $\Delta$ E)과 유리당에서 저장온도 효과가 유의성 있게 나타나지 않았으며, 이는 냉동온도 효과와 유사한 경향이였다.

식품의 shelf-life를 예측하는데 사용되는 품질특성은 과채류의 경우 ascorbic acid가 가장 널리 사용되고 있는데, 그 이유는 이 성분이 모든 과채류에 널리 분포되어 있고, 산화에 의하여 쉽게 분해되기 때문에 다른 품질특성은 ascorbic acid 보다 안정성이 높으며, 측정이 용이한 까닭이다. 그런데 홍고추의 경우에는 control이나 DF 홍고추에서 모두 ascorbic acid의 손실율이 여타의 과채류보다 월등히 높게 나타났다. 양(2006)의 연구에서도 냉동홍고추는  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 저장했을 때 저장 6, 9, 12개월 후에 각각 75%, 79%, 86% 감소한 것으로 보고되어, 본 연구결과와 유사하게 빠른 ascorbic acid손실을 보였다. 따라서 홍고추의 경우에는 일반 과채류에서 사용하는 ascorbic acid를 shelf-life 평가의 기준으로 사용하기에 여러 가지로 무리가 있었다.

Table 37의 결과를 보면 고추의 색깔이나 유효성분과 밀접한 관계가 있으면서 저장온도의 효과를 나타내는 성분으로 capsaicinoids와 carotenoids가 있는데 capsaicinoids는 분석방법이 복잡하고, 본 보고서에서는 포함시키지 않았으나

reaction kinetics로 분석해 보면 변화하는 경향이 이론치에서 많이 이탈하는 경향이 있었다. 반면에 carotenoids는 홍고추의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 색깔과 밀접한 관계가 있으면서, 비교적 저장온도 효과를 이론적 계산치에서 벗어나지 않으면서 나타내는 것으로 분석되었다. 이런 이론적인 요인들을 기초로 하여 각 저장온도에서 저장기간이 연장되면서 비교적 서서히 감소하는 경향을 보이는 carotenoids를 shelf-life 측정의 지표성분으로 선정하였으며, 냉동저장 홍고추와 냉동저장 DF 홍고추의 냉동저장 온도별 shelf-life를 측정한 결과는 다음과 같다 :

냉동저장온도 -18℃에서 shelf-life 9개월  
-25℃에서 shelf-life 12개월  
-30℃에서 shelf-life 12개월

그리고 control홍고추의 온도별 shelf-life는 다음과 같았다 :

냉동저장온도 -18℃에서 shelf-life 3개월  
-25℃에서 shelf-life 9개월  
-30℃에서 shelf-life 9개월

일반적으로 채소류의 shelf-life는 표준 저장온도 -18℃에서 저장할 때 12개월로 보고되어 있다. 이에 비하여 홍고추의 shelf-life가 비교적 짧은 이유는 데치기를 하지 않은 까닭으로 해석되었다. 식물성 생체 조직에는 활성이 높은 효소들이 존재하는데 이들 효소가 냉동저장 온도에서도 서서히 기질과 반응하여 식품성분들을 분해시켜 품질손상을 야기시킨다. 이를 방지하기 위하여 채소류는 냉동 전에 데치기를 실시하여 효소를 불활성화 시키는 것이 원칙이다. 그러나 생 홍고추를 포함한 대부분의 향신료는 끓는 물이나 steam에 데치기 하면 여러 가지 유효성분들의 손실이 심하기 때문에 냉동 전에 데치기를 하지 않는 것이 통상적인 냉동저장 방법이다. 홍고추도 이런 부류에 속하며, 본 실험에서 생 홍고추를 데치기 하지 않고 냉동 저장하였기 때문에 상대적으로 shelf-life가 짧게 평가된 것으로 해석되었다.

Table 37. 냉동온도와 저장온도가 홍고추의 품질 특성에 미치는 영향 종합

품질특성	냉동온도 효과	냉동저장온도 효과
Drip loss	-40℃ 효과 있음	-25℃ 효과 있음
관능적 color	없음	없음
관능적 외관	없음	없음
Texture	-20℃ 이하 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Hunter L	없음	없음
a	없음	없음
ΔE	없음	없음
Capsaicinoids	-40℃ 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Carotenoids	-20℃ 이하 효과 있음	-30℃ 효과 있음
Ascorbic acid	-20이하 효과(control)	control에서 효과
유리당	없음	없음
향기성분	-40℃ 효과 있음	-30℃ 효과 있음

## 제 4 절 해동방법 비교

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 재료

생 홍고추와 반건조 홍고추 모두  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 12개월 저장한 시료를 사용하였다.  $4^{\circ}\text{C}$ 냉장고에서 24시간 해동한 것을 저속해동 시료로 사용하였고, 급속해동 시료는 생 홍고추의 경우  $90^{\circ}\text{C}$  hot water에 넣어 약 15분간 해동하였고, 반건조 홍고추는 약 5분간 담귀 해동하여 같은 정도로 해동이 이루어 지도록 하였다.

#### 나. 실험 방법

##### 1) Drip loss

각 온도에 저장되어 있는 시료를  $4^{\circ}\text{C}$  냉장고에서 24시간 해동하여 유출된 수분량을 구한 후 이를 해동 전 시료채취량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

##### 2) Texture

Texture는 texture analyser (Stable micro systems, TA-HDi, USA)를 사용하여 아래와 같은 조건으로 관통테스트(puncture test)를 실시하였다. 시료는  $2\times 3\text{cm}$ 로 잘라 내피부분이 위를 향하게 하여 측정하였다.

Apparatus	TA-HDi
Test Mode & option	measure Force in compression
Pre Test Speed	2.0mm/s
Test Speed	2.0mm/s
Post Test Speed	5.0mm/s
Distance	30mm/s
Probe type	P/0.25

### 3) 색도

색도는 분광색차계(Colorquest, Hunterlab, USA)를 사용하여, L(light-ness), a(redness/greenness), b(yellowness/blueness)를 reflectance mode에서 측정한다. 시료 저장 중 전체적인 색도차이를 보기 위해  $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 값으로 나타내었다.

### 4) Carotenoids

시료 5g을 50mL Falcon tube에 담고 20mL benzene으로 30분간 추출하여 상층액을 포집하였다. 다시 15mL benzene을 상층액에 첨가하고 30분간 추출하여 총 추출액을 50mL로 정용하였다. 추출액의 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer를 이용하여 최대흡수파장 scanning 후 그 파장 범위에서 흡광도를 측정하였고 capsanthin의 specific extinction coefficient( $E_{1\text{ml}}^{1\%}$ )인 2072를 계수로 이용하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Carotenoids (mg/100g)} = \frac{\text{Abs} \times \text{시료액의 량(mL)}}{E_{1\text{ml}}^{1\%} \times \text{시료의 무게(mg)}}$$

### 5) Capsaicinoids

방법은 Ken과 Vincent(1987)의 방법을 약간 수정하여 다음과 같은 방법에 의해 매운 성분을 측정하였다. 시료 5g을 50mL 튜브에 넣고, acetonitrile 20mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10분간 추출하였다. 추출액 1mL를 취해 증류수 5mL를 섞은 후, 미리 acetonitrile 5mL와 증류수 5mL, methanol 5mL로 활성화시킨 C<sub>18</sub> Sep-pak에 흡착시킨 후 이를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4mL와 1% acetic acid 을 함유한 acetonitrile 1mL을 통과시켜 매운 성분을 용출시켰다. 용출된 시료를 1mL를 speed vac으로 농축한 후 acetonitrile 100 $\mu$ L에 녹여 membrane filter (pore size 0.45 $\mu$ m)로 여과하여 HPLC를 이용하여 정량하였다. 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물 (Sigma, Japan)을 사용하였다. HPLC 조건은 아래와 같다.

Apparatus	Gilson 305system		
Detector	Gilson UV/VIS 119		
Wave length	280nm		
Column	nucleosil 100-5 C <sub>18</sub> (25cm)		
Injection volume	20μL		
Flow rate	0.8mL/min		
Mobile phase			
A solvent : B solvent	Water	:	MeOH
Gradient table time (min)	A(%)	:	B(%)
0 - 5	30	:	70
6 - 20	45	:	55
21 - 35	30	:	70
36 - 50	45	:	55

#### 6) Ascorbic acid

식품공전 미량성분 분석법 2,6-dichlorophenyl indophenol법(1998)에 의해 측정하였다. 시료 50mL과 메타인산-초산용액 25mL, 묽은 메타인산-초산 용액 50mL을 혼합 후 homogenizer로 균질화한 후 여과하였다. 이 여액 중 20mL을 취해서 미리 만들어진 indophenol용액을 표정 후 환원형 Vit.C를 구하였다.

$$\text{VitC(mg/100g)} = A_{\text{mg}} \times \frac{S}{T} \times 10 \times \frac{\text{시료무게(g)} \times 2}{W} \times \frac{100}{\text{시료무게(g)}}$$

A : 인도페놀용액 TmL에 대응하는 아스코르빈산량 (mL)

T : Vit.C 표품(100mg/500L)으로 적정된 인도페놀용액의 소비량 (mL)

S : 시험용액에 적정 시 인도페놀용액의 소비량 (mL)

W : 적정시 취한 용액의 량 (mL)

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 해동방법이 냉동 저장한 홍고추의 품질에 미치는 영향

#### 1) Drip loss

Drip loss는 동결, 냉동저장 및 해동 중에 냉동식품에 발생하는 물리적 및 화학적 변화의 결과로 생기는 수분 및 수용성물질의 손실을 의미한다.

따라서 drip loss가 많으면 해동된 식품의 조직이 tough해지고, 식용할 때 dry한 느낌을 주며, 아울러 수용성 영양 성분의 손실을 초래한다. 생 홍고추와 반건조 홍고추를  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 control을 12개월 저장한 후  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 저온해동한 것과 hot water에서 급속 해동한 것의 drip loss를 측정된 결과는 Fig. 44와 같았다. 즉. 생 홍고추나 반건조 홍고추 모두 급속해동하면 drip loss가 저속해동 시보다 많았다. 그리고 반건조 시료는 생 홍고추보다 해동방법에 상관없이 drip loss가 현저히(11~14% vs. 4~7%)높았다. 생 홍고추는 냉동 전에 조직손상이 없었던 반면, 반건조 홍고추는 열풍건조 처리에 의하여 상당한 세포조직의 변화가 발생하였으며, 이런 건조 시 발생한 조직파손이 세포내에서 세포 밖으로 수분 이동을 쉽게 하여 drip loss가 많았던 것으로 평가되었다.

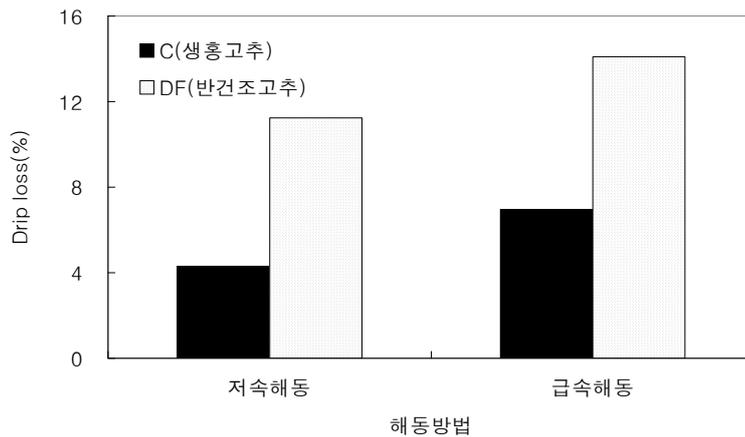


Fig. 44. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 drip loss에 미치는 영향

## 2) Texture

해동방법이 12개월 저장한 홍고추의 texture에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 45와 같았다. 즉, 급속 해동한 시료의 texture측정치(puncture test)가 저속 해동한 것 보다 높았으며, 이런 현상을 생 홍고추와 반건조 홍고추에서 동일하게 나타났다. Texture값이 높다는 것은 조직이 tough하다는 의미이며, 조직의 cell이 수분을 손실하여 납작하게 쪼그라들면 조직이 tough해진다. 즉, 해동 시 drip loss에 의하여 cell내의 수분이 손실되면 조직이 tough해지는 결과를 나타내는데, drip loss가 많았던 반건조고추의 texture가 tough한 것은 주로 수분손실의 결과로 평가되었다.

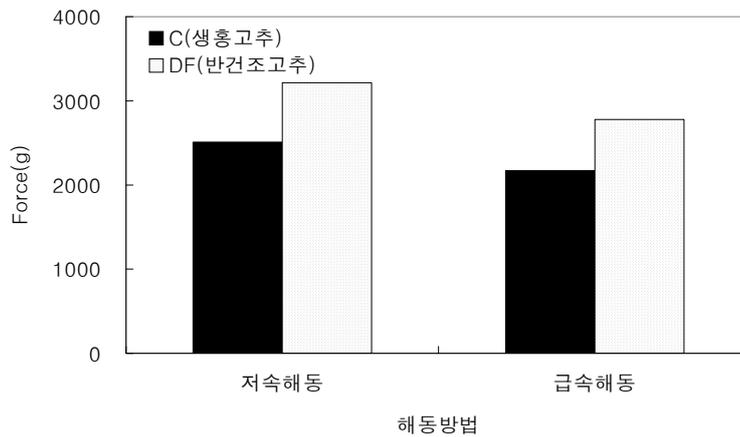


Fig. 45. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 texture에 미치는 영향

## 3) 색도

해동방법이 냉동 저장한 홍고추의 색도에 미치는 영향은 Table 36 및 37과 같았다. Hunter L값은 밝기를 나타내는데, 해동방법은 시료의 L값에 의미 있는 영향을 미치지 않았다(Table 38). 그리고 control과 반건조고추 사이에도 유의성 있는 L값의 차이가 없었다.

Hunter a값은 redness를 나타내는 척도로 홍고추의 붉은색을 반영한다고 할

수 있다. Table 39에서 볼 수 있듯이 해동방법은 홍고추의 a값에 영향을 주지 않았다. 그리고 control과 반건조고추 사이에도 a값의 차이에 유의성이 없었다.

Table 38. 해동 방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 L값에 미치는 영향

	저속해동	급속해동
C(생 홍고추)	<sup>A</sup> 39.17 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 38.14 <sup>a</sup>
DF(반건조고추)	<sup>A</sup> 37.17 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 38.00 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 39. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 a값에 미치는 영향

	저속해동	급속해동
C(생 홍고추)	<sup>A</sup> 39.32 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 39.87 <sup>a</sup>
DF(반건조고추)	<sup>A</sup> 39.55 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 39.41 <sup>a</sup>

<sup>A</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

#### 4) Carotenoids

해동방법이 냉동저장한 홍고추시료의 carotenoids 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 40과 같았다. 해동방법은 홍고추시료의 carotenoids 함량에 영향을 주지 않았으며, 생 홍고추는 반건조 홍고추 보다 carotenoids 함량이 높았다. 이는 건조 시 홍고추의 carotenoids가 열에 의하여 손실된 것으로 평가되었으며, 이런 결과는 앞의 “이화학적 특성-carotenoids”에서 관찰한 바와 동일한 경향이였다.

Table 40. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 carotenoids 함량에 미치는 영향

	저속해동(mg%)	급속해동(mg%)
C(생 홍고추)	<sup>A</sup> 145.04 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 142.94 <sup>a</sup>
DF(반건조고추)	<sup>B</sup> 105.53 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 103.29 <sup>a</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

5) Capsaicinoids

해동방법이 12개월 냉동저장한 홍고추의 capsaicinoids 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 41과 같았다. 즉, 해동방법은 capsaicinoids의 함량에 영향을 주지 않았으며, 반건조 홍고추의 capsaicinoids 함량이 control보다 낮았으며, 이런 경향은 carotenoids와 같은 경향이였다.

Table 41. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 capsaicinoids 함량에 미치는 영향

	저속해동(mg%)	급속해동(mg%)
C(생 홍고추)	<sup>A</sup> 117.89 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 114.69 <sup>a</sup>
DF(반건조고추)	<sup>B</sup> 82.48 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 80.23 <sup>a</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

6) Ascorbic acid

Table 42에서 보는 바와 같이 해동방법은 12개월 냉동 저장한 홍고추시료의 ascorbic acid 함량에 유의성 있는 영향을 미치지 않았다. Control이 반건조 시료보다 ascorbic acid 함량이 높았으며, 이런 경향은 carotenoids나 capsaicinoids에서 관찰한 것과 유사한 경향이였다.

Table 42. 해동방법이 12개월 냉동 저장한 홍고추의 해동방법이 ascorbic acid 함량에 미치는 영향

	저속해동(mg%)	급속해동(mg%)
C(생 홍고추)	<sup>A</sup> 850.2 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 848.4 <sup>a</sup>
DF(반건조고추)	<sup>B</sup> 363.3 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 352.2 <sup>a</sup>

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>a</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

이들 결과를 종합해보면 저속해동이 급속해동보다 냉동저장한 홍고추의 품질을 유지하는데 유리하다고 평가되었다.

## 제 5 절 개발제품의 적용연구

Dehydrofreezing(DF) 홍고추를 실제 식품에 적용하여 그 효과를 평가하기 위하여 가정에 고춧가루를 첨가한 제품으로 널리 이용되는 물김치와 깍두기를 선정하여, 표준 recipe에 의하여 제품을 만든 후 품질을 평가하였다.

### 1. 물김치

물김치를 담근 recipe는 다음과 같았으며 담근 후 실온에서 1일 숙성 후, 4℃에서 3일 숙성시킨 다음 품질평가 시료로 사용하였다. 물김치의 관능검사는 Fig. 46의 검사표에 따랐으며, 관능검사요원은 중앙대학교 식품공학과 3~4학년 학생 30명이었다.

#### 물김치 recipe

---

주재료 : 무 100g, 배추 200g, 굵은소금 25g, 실파 15g, 미나리 20g, 마늘 5g, 생강 2g

부재료(국물재료) : 물 1200g, 소금 20g, 설탕 5g, 태양초 고춧가루 15g  
또는 dehydrofreezing 고추 27g(26.964g)

#### 조리법

1. 무는 사방 2cm 크기로 납작하게 썬다. 배추는 겉잎은 떼어내고 노란 속 부분만 무와 같은 크기로 썰어 소금에 절인 후 헹구어 체에 건진다.
  2. 실파와 미나리는 다듬어 3cm길이를 썬다. 마늘과 생강은 곱게 채썬다.
  3. 국물을 만든다. 분량의 물에 고춧가루를 체에 넣고 흔들어서 색을 낸다. 색 깔이 우러나면 소금과 설탕을 넣는다.
  4. 40분정도 절인배추와 무에 ③을 붓는다. 다진 마늘과 생강, 실파를 넣어 실온에서 익힌 후 냉장고에 보관한다.
  5. 미나리를 익은 후 냉장고에 넣는 것이 좋다.
-

Name _____	Date _____
시료의 종류 : 물김치	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 색 평가</li> </ul>	
앞에 제시된 두 시료의 색깔을 평가하세요. 왼쪽에 제시된 것부터 보고, 두 시료 중 붉은색이 더 진한 시료에 √ 표시하세요.	
_____	_____
_____	_____
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 맛 평가</li> </ul>	
앞에 제시된 두 시료의 맛을 평가하세요. 왼쪽에 제시된 것부터 맛을 보고, 두 시료 중 더 감칠맛이 나는 시료에 √ 표시하세요.	
_____	_____
_____	_____
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외관</li> </ul>	
앞에 제시된 두 시료의 외관을 평가하세요. 왼쪽에 제시된 것부터 보고, 두 시료 중 색이 더 진한 시료에 √ 표시하세요.	
_____	_____
_____	_____

Fig. 46. 물김치의 관능검사표

Table 43에서 보는 바와 같이 control홍고추와 반건조 홍고추를 사용하여 제조한 물김치의 색과 맛에서 유의성 있는 차이가 없었다. 그러나 외관에서는 반건조 홍고추를 사용한 물김치가 유의성 있게 차이가 있는 것으로 평가되었다. 이 결과를 기초로 하여 2종의 물김치에 대한 선호도 조사를 한 결과 반건조 홍고추를 사용한 물김치의 선호도가 control보다 현저히 높게 평가되었다.

이 결과로 보아 태양초 고춧가루는 붉은색이 상당히 손실되어 냉동저장한 반건조 홍고추보다 외관과 맛에서 점수가 낮아 결과적으로 선호도의 차이를 나타

낸 것으로 해석되었다.

이(2001)는 마쇄 고추의 냉동저장에 관한 연구에서 마쇄 냉동저장한 홍고추로 담근 김치의 관능검사를 실시하였다. 이 연구결과 마쇄 저장한 고추가 적숙기인 10일째에 종합적 기호도에서 높은 점수를 얻어 마쇄저장한 고추가 열풍건조한 고춧가루와 비교하여 뒤떨어지지 않고 좋은 특성을 나타내는 것으로 나타났다.

Table 43. 이점검사방법에 의한 물김치의 관능검사 결과

Sample	색	맛	외관
Control	12 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Dehydrofreezing	18 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 44. 9점 기호 척도법에 의한 물김치의 기호도 조사 결과

Control	5.6 <sup>a</sup>
dehydrofreezing	6.7 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 45는 2종류 물김치 액체의 표면 색도를 측정된 결과이다. Redness를 나타내는 a값은 DF물김치가 상당히 높은 red color가 control보다 강함을 보여주었다. 이런 결과는 Table 42의 관능검사 결과와도 일치하는 것이었다.

Table 45. 물김치의 표면색도

	L	a
Control	31.31	18.16
Dehydrofreezing 고추	33.16	20.96

## 2. 깍두기

깍두기를 담근 recipe는 아래와 같았으며 담근 후 1일 숙성 후, 4℃에서 3일 숙성시킨 다음 품질평가 시료로 사용하였다. 깍두기의 관능검사는 물김치 관능 검사표와 동일한 것을 사용하였으며, 관능검사요원도 물김치와 같았다.

각두기의 전체적인 기호도는 건조 고춧가루를 사용한 control과 유의성 있는 차이가 없다(Table 46). 각두기 액의 Hunter color를 측정 한 결과(Table 47) DF 고추로 담은 각두기의 a값이 상당히 높은 것으로 나타났다. 그러나 DF각두기의 높은 a값이 기호도에는 반영되지 않았다.

이상의 결과로 보아 DF 홍고추는 red color가 강하여 김치에 적용할 경우 좋은 소비자 반응을 기대할 수 있을 것으로 평가되었다.

#### 각두기 recipe

주재료 : 무2개(1.5kg), 쪽파 100g, 굵은소금 70g, 물100g

부재료(양념장) : 까나리액젓 15g, 새우젓 5g, 다진마늘 45g, 다진생강 2g, 소금 10g, 설탕 10g

#### 조리법

1. 무는 껍질을 벗겨 2cm두께로 썰고 다시 사방 1.5cm로 깎둑썰기한 후 굵은 소금을 넣고 절인다.
2. 40분정도 절인 무가 숨이 죽으면 물에 깨끗이 헹구어 주고 체에 받쳐 물기를 뺀다.
3. 물기를 완전히 뺀 절인 무게 고춧가루 : 35.7g(dehydrofreezing고추는 태양 초고춧가루의 1.7976배의 양을 넣는다. : 64.2g)를 넣고 버무려 색을 낸다.
4. 예쁘게 고춧가루 빨간물이 들었으면 준비해둔 양념장과 쪽파 썬 것을 넣고 다시 버무려준다.

Table 46. 9점기호척도법에 의한 각두기의 기호도 조사 결과

Control	5.2 <sup>a</sup>
dehydrofreezing	5.3 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Means with the same superscripts in the same column are not significantly different at  $P < 0.05$

Table 47. 각두기의 표면색도

	L	a
Control	27.11 <sup>a</sup>	22.71 <sup>a</sup>
Dehydrofreezing 고추	25.42 <sup>a</sup>	25.47 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Means with the same superscripts in the same column are not significantly different at  $P < 0.05$

### 3. 최종생산품의 용도설정

Dehydrofreezing 방법으로 냉동저장한 홍고추를 식품에 이용할 수 있는 분야를 검토한 결과는 다음과 같다.

#### 가. 직접 사용가능한 분야

##### 1) 김치류의 원료

고춧가루를 첨가하는 모든 종류의 김치에 dehydrofreezing하여 냉동저장한 홍고추를 분쇄하여 사용할 수 있다. 예) 배추김치, 깍두기, 물김치, 열무김치, 기타 채소류의 김치제품

##### 2) 장류

건조고춧가루를 주 원료로 사용하는 고추장을 담그는데 건조고춧가루 대신 dehydro-freezing한 후 냉동저장한 홍고추를 분쇄하여 고추장을 담글 수 있다. 이때 수분첨가량의 조정이 필요할 것이다.

##### 3) 고추양념

고추 다대기, hot sauce 등의 고추원료로 사용할 수 있다.

##### 4) Soup 원료

고추를 첨가하는 soup mix재료로 사용할 수 있다.

#### 나. 건조 후 사용분야

Dehydrofreezing한 후 냉동저장 했다가 필요시 건조하여 건조고추로 활용 할 수 있다.

## 제 6 절 최종제품의 안전성 검토

살균처리 후 반건조하여 냉동저장한 홍고추시료의 미생물 안전성을 다음과 같이 검사하였다.

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 재료

- 1) 홍고추시료 : Control과 반건조 홍고추
- 2) 시료의 냉동온도 :  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$
- 3) 냉동저장온도 :  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$
- 4) Sampling schedule : 저장 9개월, 12개월

#### 나. 미생물 검사

냉동된 시료를 10g씩 취하여 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm<sup>TM</sup>(3M, St. Paul, MN55144-100, USA)를 이용하여, 세균을  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

### 2. *E. coli* 및 Coliform bacteria 검사결과

#### 가. *E. coli*

Control과 반건조 고추를 냉동저장하면서 9개월 및 12개월에 sampling하여 *E. coli*를 검사한 결과는 Table 48과 같았다.  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$  및  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동한 시료를  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$  및  $-30^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 *E. coli*를 detection한 결과 9개월 및 12개월 저장한 모든 시료에서 negative로 나타났다. 이는 냉동전처리로 실시한 살균처리의 효과가 1년 동안 유지되는 것으로 평가 할 수 있는 근거 자료라고 평가되었다.

Table 48. 냉동저장한 홍고추시료의 *E. coli* 검사 결과

	Storage temp.	Storage period(month)					
		9			12		
		Freezing temp.			Freezing temp.		
		-10℃	-20℃	-40℃	-10℃	-20℃	-40℃
red pepper (CFU/g)	-18℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-25℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-30℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dried red pepper (CFU/g)	-18℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-25℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-30℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND

나. Coliform bacteria

Table 49에서 보는 바와 같이 -18℃에서 저장한 시료(control 및 반건조 홍고추)에서는 12개월간 coliform bacteria가 negative로 나타났다. 그러나 -25℃ 및 -30℃에서 저장한 시료에서는 일부 시료에서 positive한 결과가 보였다. 이는 살균효과의 차이보다는 시료의 handling에 잘못이 있었던 것으로 판단할 수 있었는데, 그 이유로 -18℃에서 저장한 시료에서는 모든 시료에서 coliform negative로 나왔기 때문이다. 정확한 근거는 없으나 추정하기로는 살균 후 포장하는 과정에서 잘못이 있었을 가능성이 있다고 생각되었다.

Table 49. 냉동저장한 홍고추의 Coliform bacteria 검사

	Storage temp.(℃)	Storage period(month)					
		9			12		
		Freezing temp.			Freezing temp.		
		-10℃	-20℃	-40℃	-10℃	-20℃	-40℃
Red pepper	-18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-25	ND	0.5	0.5	1	ND	0.5
	-30	ND	1	1.5	19.5	2.5	5
Dried red pepper	-18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	-25	ND	ND	0.5	1	ND	2
	-30	ND	ND	ND	ND	1	1

## 제7절 Dehydor-freezing 방법의 경제성 검토

### 1. 기존 다대기와 개발제품의 가격비교

가. 시장에서 유통되고 있는 국산 100% 고추다대기 : 7,000원/kg  
(미완식품(주) 2007년 3월 가격)

#### 나. 개발제품가격 계산

1) 홍고추(상급품) 7,510원/kg(농수산물 유통공사 2007년 4월 유통정보 기준 연평균가격)

홍고추(중급품) 6,600원/kg(농수산물 유통공사 2007년 4월 유통정보 기준 연평균가격)

2) 건조비용 1.97원/kg/hr

(17,761원/250kg, 36시간건조 : 중앙정밀-고추건조기회사 및 금성농산-고추건조회사 자료)

반분 반건조비용 : 1.97원/kg/hr x 70℃에서 1시간 건조  
= 1.97원(2원)

3) 냉동비용 30원/kg (우양냉동(주) 자료)

4) 저장비용 15원/kg/월 (우양냉동(주) 자료)

6개월저장 90원/kg

9개월저장 135원/kg

12개월저장 180원/kg

5) 반건조 냉동 홍고추 제조원가;

상급품 : 7,510원 + 2원 + 30원 = 7,542원/kg

중급품 : 6,600원 + 2원 + 30원 = 6,632원/kg

6) 6개월 저장한 dehyrofreezing 홍고추 제조원가

상급품 : 7,542원 + 90원 = 7,632원/kg

중급품 : 6,632원 + 90원 = 6,722원/kg

7) 9개월 저장한 dehydrofreezing 홍고추 제조원가

상급품 : 7,542원 +135원 = 7,677원/kg

중급품 : 6,632원 +135원 = 6,767원/kg

8) 12개월 저장한 dehydrofreezing 홍고추제조원가

상급품 : 7,542원 +180원 = 7,722원/kg

중급품 : 6,632원 +180원 = 6,812원/kg

2007년 4월 시장에 유통되는 다대기는 계절적 영향 때문에 구하기 어렵고, 미완식품(주)에서 국산 고추를 이용하여 7,000원/kg에 생산한다는 자료를 제공하였다. 그러나 농수산물 유통공사의 유통정보에 따르면 홍고추의 연평균 가격이 7,510원(상급품)으로 제시된 것으로 보아 미완식품의 고추다대기는 중급품 고추(6,600원/kg)를 원료로 하여 다대기를 제조할 수 있는 가격으로 추정할 수 있었으며, 다대기 제조원가로 400원/kg(7,000원 - 6,600원)을 계산하는 것으로 볼 수 있었다. 이를 기초로 하여 dehydro-freezing한 후 냉동저장한 홍고추의 다대기 가격을 계산하면 :

6개월 저장 후 다대기 제조 상급품 : 7,632원 + 400원 = 8,032원/kg

중급품 : 6,722원 + 400원 = 7,122원/kg(1.74% up)

9개월 저장 후 다대기 제조 상급품 : 7,677원 + 400원 = 8,077원/kg

중급품 : 6,767원 + 400원 = 7,167원/kg(2.39% up)

12개월 저장 후 다대기 제조 상급품 : 7,722원 + 400원 = 8,122원/kg

중급품 : 6,812원 + 400원 = 7,212원/kg(3.03% up)이다.

따라서 중급품을 기준으로 비교하면 dehydrofreezing하여 6, 9, 12개월 냉동저장한 후 다대기를 만들면 현재 시장에 출하되는 다대기에 비하여 각각 1.74%, 2.39% 및 3.03% 가격이 상승되는 것으로 평가되었다. 여기서 주의할 점은 업체에서 다대기 제조원가, 사용원료의 등급, 사용원료의 origin등이 정확한지 확인할 수 없으나 일단 비교를 위한 자료로 사용될 수 있다고 생각된다.



산)보다는 적은 것이었다. 이런 자료로 보아 반건냉동고추(dehyrofreezing)의 중국산에 대한 가격 경쟁력이 건조고추보다 우수하다고 평가할 수 있겠다.

## 제8절 홍고추의 dehydro-freezing 타당성

지금까지 상업화된 식품가공 방법 중에서 식품의 품질을 신선한 원료상태와 가장 가깝게 장기 보존할 수 있는 방법으로 냉동방법이 있다. 그러나 냉동방법도 냉동 및 냉동저장 조건에 따라 품질변화가 발생하며, 특히 얼음입자의 형성에 따른 텍스처의 변화가 가장 두드러진 품질변화로 알려져 있다. 그런데 냉동은 다른 장기보존 방법인 살균이나 건조 등보다 가공비용이 비싸고, 저장 및 유통에 cold chain을 사용하는 등 생산에서 소비자에게까지 도달하는 동안에도  $-18^{\circ}\text{C}$  또는 그 이하의 온도를 유지해야하는 경제적인 문제점이 있다. 건조는 오랫동안 식품을 장기보존 할 수 있는 가장 값싼 방법 중의 하나로 식품산업계에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 식품을 건조하면 장시간의 열처리에 의하여 식품유효성분의 손실, 텍스처 변화, 색깔 손실 및 향미손실 등의 문제점이 있어 신선한 식품의 품질을 유지하면서 장기보존 할 수 있는 가공방법은 아니다. Dehydro-freezing은 이런 냉동과 건조의 장점과 단점을 보완하여 냉동저장보다는 비용이 덜 들면서 비교적 신선식품의 우수한 품질을 장기간 보존할 수 있는 가공방법으로 식품산업계에서 사업화되어 왔으며, 특히 여러 가지 과채류의 dehydro-freezing에 활용되고 있다. Dehydro-freezing 방법의 장점은 1)우수한 원료식품의 품질을 냉동과 유사하게 유지할 수 있고, 2)수분을 50% 또는 그 이상 제거하여 냉동비용이 저렴하며, 3)수분제거로 부피가 적고 무게가 감소되어 포장, 저장 및 취급이 간편하다.

홍고추는 가을철에 수확하여 주로 일광건조 방법으로 건조되어 상온에 보관했다가 사용하기 전에 분쇄하여 양념으로 사용되어 왔다. 그런데 근래에 일부 식품회사에서 열풍건조 방법으로 비교적 홍고추를 단기간에 건조하여 여러 가지 고추제품으로 2차가공하기도 하는데, 이 경우에 장시간의 열처리에 의한 색깔의 손실, 향미성분의 손실 등이 이미 보고되어 있다. 특히 우리나라에서는 수확한 홍고추를 세척도 하지 않은 채 지붕 또는 야외에 장기간 일광건조하기 때문에 미생물의 오염, 먼지 등 협잡물의 오염이 심각하여 식품회사에서 위생적인 고추양

념 제품의 생산에 많은 어려움을 겪고 있다. 그리고 고추양념을 사용한 식품을 해외에 수출하는 경우에는 미생물 오염이나 기타 오염물질 등이 적발되어 claims 을 당하는 경우가 상당히 보고되어 있어 이들 식품회사들의 경제적 손실도 크다.

본 연구에서 홍고추를 dehydro-freezing하여 장기보존할 수 있는 방법을 개발하고자 하는 것은 앞에서 지적한 고추의 냉동저장과 건조저장의 단점들을 없애고 상호보완적인 장점을 살려서 위생적이고, 우수한 품질의 홍고추를 장기보존하여 고추생산농가의 소득을 높이고 식품가공회사의 어려움을 해결하는 동시에 소비자에게도 도움을 주고자 하는데 있다. 생 홍고추는 수분함량이 약 88%이며, 부피가 크고, 내부조직에 void가 많다. 따라서 이를 그대로 냉동하면 열전달속도가 느리기 때문에 냉동시간이 길어지고, 이에 따른 냉동고추의 품질이 좋지 않고, 냉동비용이 증가하는 문제점이 있다. 그리고 냉동저장 후 해동하여 사용하려면 drip loss가 많고 씨를 제거하는데 어려움이 있다. 이런 문제를 해결하는 방법으로 홍고추를 세척한 후 반분하여 씨를 제거한 다음 살균하여 비교적 단기간(70℃에서 60분) 건조하여 수분함량을 원료 홍고추의 약 50%로 줄인 다음 냉동-저장하면 냉동비용이 현저히 감소하고, 급속냉동도 가능하여 품질손실을 줄일 수 있고, 무게와 부피가 적어 취급이 용이한 장점이 있다.

(1)양(2006)은 건조 고추와 냉동고추의 저장 중 품질변화를 연구한 보고에서 초기 건조고추의 당함량이 0.452g%인 반면에 냉동시료는 4.706%이었고, 관능적 색깔과 직접적인 관계가 있는 것으로 알려진 carotenoids의 함량도 초기 건조고추가 263mg%인 반면 초기 냉동고추는 378mg%이었고, 매운맛을 나타내는 성분인 capsaicinoids 도 초기 건조고추가 43mg%인 반면 냉동고추는 60.7mg%로 건조 고추의 많은 유효성분들이 손실됨을 알수 있다. 본 연구에서 실시한 여러 가지 홍고추 성분의 저장 중 손실을 조사한 결과를 종합해 보면 drip loss, texture, capsaicinoids, carotenoids, ascorbic acid 및 향기성분이 냉동온도와 냉동저장온도에 의하여 유의성 있게 영향을 받는 것으로 평가되었다. 그리고 반건조 고추가 냉동저장 초기에는 생 홍고추보다 품질특성이 떨어지는 경향을 보였으나 다수의 중요한 품질특성(관능적 색깔 및 외관, 텍스처, carotenoids, 유리당 등)이 저장기간이 경과하면서 점차 두 시료 간에 품질차이가 감소하는 것을 볼

수 있었다. 이런 냉동저장 중 품질특성의 변화를 기초로 하여 홍고추의 dehydro-freezing에 적합한 조건으로 냉동온도  $-40^{\circ}\text{C}$  와 냉동저장온도  $-18^{\circ}\text{C}$  또는  $-25^{\circ}\text{C}$  이하의 온도를 제시하였으며, 이와 같이 저장할 경우 홍고추의 우수한 품질을 각각 9개월 또는 12개월 유지할 수 있었다. 이런 결과들은 홍고추의 dehydro-freezing 방법이 홍고추의 우수한 품질을 장기 보존하는데 적합한 방법임을 입증하여 주었다.

양(2006)의 연구보고에 의하면 반분홍고추, 고추다대기를 각각  $-18^{\circ}\text{C}$ 에 저장하고 고춧가루를  $25^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 12개월 후 주요 품질특성들을 측정된 결과 carotenoids는 각각 69%, 83%, 94% 손실되었고; 유리당은 22%, 27%, 91% 손실되었고; capsaicinoids는 63%, 68%, 95% 손실되었으며; 관능적 색깔은 반분홍고추와 고추다대기에서는 유의성있는 차이가 없었으나 고춧가루의 경우에는 탈색이 심각하여 unacceptable로 평가되었다. 이 결과는 홍고추의 품질을 장기간 우수하게 저장할 수 있는 방법은 반분홍고추를 냉동저장하는 것임을 입증해주고 있다. 본 연구결과 냉동홍고추와 DF(dehydro-freezing) 홍고추의 12개월 저장 후 capsaicinods 손실량은 약85% 와 86%로 별 차이가 없었으며(Fig.28), carotenoids 손실량은 23%와 12%(Fig. 32)로 DF고추의 손실율이 오히려 낮았고, 관능적 색깔(Table 15 및 16)이나 관능적 외관(Tables 18 및 19)도 냉동저장한 홍고추와 DF 홍고추 사이에 유의성 있는 차이가 없었다. 이들 결과를 종합해 보면 dehydro-freezing 방법으로 홍고추를 냉동저장하면 냉동홍고추와 유사한 품질특성을 장기간 유지할 수 있음을 입증해주고 있다.

(2)Dehydro-freezing 방법으로 냉동저장한 홍고추를 김치제품에 적용한 결과 물김치의 경우 건조 고춧가루를 사용한 것보다 dehydro-freezing한 고추를 사용한 것이 관능검사 결과 유의성 있게 품질이 우수한 것으로 평가되었다.

(3)Dehydro-freezing 홍고추의 경제성을 검토한 결과 상급품을 기준으로 할 때 6, 9, 12개월 저장한 제품의 제조원가가 각각 7,632, 7,677, 7,722원/kg이었으며, 이는 중국에서 수입되어 유통될 수 있다고 제시되는 가격인 6,210원/kg보다 23 - 24% 높은 가격이었다. 그러나 실제로 중국으로부터 dehydro-freezing된 홍고추를 수입하여 유통한 실적은 없는 것으로 조사되었다. 한편 국내산 태양초는 상급품이 11,000원/kg으로 중국 수입품 8,400원/kg보다 약 31% 더 비싼 것으로 조사

되었다. 이들 결과로 보아 dehydro-freezing 한 홍고추가 태양초보다 중국제품에 대한 가격 경쟁력이 크다고 평가되었다.

이들 결과들을 종합해볼 때 dehydro-freezing 방법은 우수한 홍고추의 품질을 장기간 보존할 수 있는 가공방법임이 입증되었으며, dehydro-freezing하여 냉동 저장한 고추를 식품에 적용한 경우에도 관능적 품질의 우수성이 관찰되었고, 경제성에 있어서도 경쟁의 대상인 중국산 건고추보다 경쟁력이 있는 것으로 평가되었다. 따라서 dehydro-freezing 방법은 고품질 홍고추의 장기저장을 위하여 현장에 적용할 가치가 크며, 이를 통하여 고추재배농가의 소득이 보존되고, 아울러 위생적이고 우수한 여러 고추가공제품을 생산할 수 있는 가공기술로 현장에서 적용될 수 있다고 생각된다.



구분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2006~ 2007)	생 홍고추의 냉동저장 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생 홍고추의 냉동저장방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저장 온도 : -18, -25, -30℃</li> <li>- Sampling schedule : 0, 3, 6, 9, 12개월</li> <li>- 품질평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ drip loss</li> <li>○ 관능적 특성 : scoring tests</li> <li>○ 텍스처 특성 : puncture tests</li> <li>○ Hunter color : L, a, b &amp; ΔE</li> <li>○ 이화학적 특성 : capsaicinoids, carotenoids, ascorbic acid, 당, 향기성분</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- 냉동저장 조건 확립 : 저장온도 및 shelf-life 결정</li> <li>- 해동 방법 비교 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저속해동 vs 급속해동</li> <li>○ 해동 시 발생하는 품질손실</li> </ul> </li> <li>- 개발제품의 적용 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 태양초 고춧가루와 냉동저장 시료를 사용한 물김치 제조 후 품질평가</li> <li>○ 최종생산품의 용도설정 : paste 등</li> </ul> </li> <li>- 최종제품의 안전성 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>E. coli</i></li> <li>○ Coliform bacteria</li> </ul> </li> <li>- Dehydro-freezing 방법의 경제성 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 다대기 vs 개발제품</li> <li>○ 중국산 기존제품 vs 개발제품</li> </ul> </li> </ul>

## 제 2 절 연구평가의 착안점

구분	평가의 착안점 및 척도	척도 (점수)
	착안 사항	
1차년도 (2005 ~2006)	생 홍고추의 살균방법 연구	20
	살균된 홍고추의 냉동저장 후 품질평가	10
	살균방법 선정	10
	생 홍고추의 dehydro-freezing을 위한 건조 curve작성	20
	생 홍고추의 수분 50%제거 조건 설정	20
	냉동방법 개발을 위한 시료의 냉동속도 별 냉동	20
2차년도 (2006 ~2007)	냉동저장방법설정을 위한 냉동시료의 온도 별 저장	10
	냉동저장 중 품질평가	30
	해동방법비교	20
	개발제품의 적용연구	10
	최종제품의 적용연구	10
	최종제품의 안전성 검토	10
Dehydro-freezing 방법의 경제성 검토	10	

### 제 3 절 연구개발 목표의 달성도

구 분	연 구 내 용	달성도 (%)
1차년도	1. 생 홍고추의 냉동기술개발	100
	• 생 홍고추의 살균방법 연구	100
	• 생 홍고추의 dehydrofreezing을 위한 건조 curve작성	100
	• 반건조 조건 확립	100
	• 냉동방법개발을 위한 반건조 홍고추의 냉동속도별 냉동	100
2차년도	2. 생 홍고추의 냉동저장 기술개발	100
	• 냉동 홍고추의 온도별 저장	100
	• 냉동저장 중 품질평가	100
	• 냉동저장 조건 및 shelf-life설정	100
	• 해동방법 비교	100
	• 개발제품의 적용연구	100
	• 최종제품의 안전성 검토	100
	• Dehydro-freezing 방법의 개략적 경제성 검토	100

## 제 4 절 관련분야의 기술발전에 기여도

1. 개발된 기술은 전국고추현동조합 등의 생산자 단체와 농협 및 영농조합 등의 유통관련단체에게 교육 및 현장지도 등을 통한 기술전수를 실시하여 보급함과 동시에 주산단지의 관련행정기관 및 농림부 등에 정책건의를 통하여 기술이 원활히 보급될 수 있도록 추진하고자 한다.
2. 농림부 해당부서에 고추의 저장 및 유통에 관한 정책자료를 제출하여 국가차원에서 생산된 고추가 냉동저장되어 장기유통이 가능하도록 하고, 고추 가공 업체에 고추원료를 안정적으로 공급할 수 있도록 한다.
3. Dehydro-freezing한 고추의 품질에 관한 논문을 학술지에 게재하여 dehydro-freezing고추 및 이를 이용한 제품개발에 관한 기초자료를 제공한다.
4. 연구수행 중에 획득한 기술자료를 평가하여 가능하면 특허출원하여 고추제품 생산업체에 기술을 전수하고자 한다.

## 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 기대효과

#### 1. 기술적 측면

- 홍고추의 냉동저장방법을 개발하여 종래의 일광건조 고추보다 품질이 우수한 제품을 생산할 수 있다.
- dehydrofreezing 후 냉동저장하는 방법의 개발로 좋은 품질을 유지하면서 통상적인 냉동저장보다 비용을 절감하고, 취급이 간편하다.
- 미생물이나 먼지 등의 협잡물이 없는 위생적인 제품을 생산할 수 있고, 저장 중 손실을 최소화 한다.
- 고추를 양념으로 사용하는 식품제조공장에서 균일한 품질의 고추를 연중 언제나 사용할 수 있다.

#### 2. 경제 · 산업적 측면

- 홍고추의 냉동저장으로 생산된 생고추를 일광건조하는데 따른 노동력, 시간 및 건조 중 손실 등을 걱정할 필요가 없고, 저장된 제품을 시장 수요에 따라 연중 언제든지 출하할 수 있어 가격의 등락을 조절할 수 있고 고추재배 농가의 소득을 증진시킬 수 있다.
- WTO 체제하에서 값싼 외국산 건조고추와 품질을 차별화하여 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있다.
- 고품질이며 위생적인 제품을 생산할 수 있어, 고추를 양념으로 첨가하는 식품의 수출 등에 유리한 위치를 점할 수 있고, 냉동저장한 고품질 홍고추의 수출도 가능할 것으로 예상된다.

## 제 2 절 활용방안

- 개발된 기술을 고추생산협동조합 등의 생산자 단체와 영농조합 등의 유통 관련단체에게 교육 및 현장지도 등을 통한 기술전수를 실시하여 보급함과 동시에, 주산단지의 관련 행정기관 및 농림부 등에 정책건의를 통하여 이 기술이 원활히 보급될 수 있도록 추진하고자 한다.
- 식품 냉동저장 업체에 생 홍고추의 냉동저장기술을 전수하고자 한다.

## 제 6 장 참고문헌

- 1) Andrews J. Peppers, the domesticated capsicums. Texas University Ph. degree thesis (1985)
- 2) The 24th Session of Codex Alimentarius Commission (2001)
- 3) National Agricultural Cooperative Federation. National Agricultural Cooperative Federation Almanac. p38-39 (2003)
- 4) Kim DY, Lee JU, Shin SC. Color Changes of Red Pepper by Drying and Milling Methods. J. Korean Agric. Chem. Soc. 25(1),14 (1982)
- 5) Lee YD. Hongnong Jongmyo. A publishing department. p7 (1983)
- 6) Pickersgill,B. The domestication of chilli peppers, in the domestication and exploitation of plants and animals, Ucko,B.J.and Dimbleby, G.W.,Eds., Gerald Duckworth London (1969)
- 7) Mega JA. Capsicum. CRC Crit. Rev. Food. Sci. Nutr., 6(2), 177 (1975)
- 8) Kang HY, Park SJ. Vegetable crops. Publishing company Sunjina . p191(1984)
- 9) Korea Rural Economic Institute. Food Balance Sheet (2003)
- 10) Ministry of Agriculture and Forestry. The main extrapolate of agriculture. (2000)

- 11) Kwon DJ, Kim JH, Kim HK, Park MH. Establishment of Long-term Storage Condition of Fresh Red Pepper Paste. *Korean J. Food Technol.* 22(4) : 415-420 (1990)
- 12) Govindarajan VS, Rajalakshmi D, Chand N. Capsicum production, technology chemistry and quality. Part IV. Evaluation of quality. *CRC Critical Rev. Food. Sci. Nutr.* 25: 185-282 (1987)
- 13) Park JB, Koh HK. Development of drying system for fresh red pepper as processing material. *J. Kor. Capsicum Res. oop.*, 5,25-55 (1999)
- 14) Sul MS. Physico-chemical changes of the mashed red pepper during frozen storage and application to Kimchi and Kakdugi. Sejong University (2003)
- 15) Kim KH, Chun JK. The Effects of the Hot Air Drying of Red Pepper on the Quality. *Korean J. Food Technol.* 7(2) (1975)
- 16) Park SK, Chun JK. Originals : Survey Studies on the Korean Dietary Life of Red Pepper. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 20(1) (1977)
- 17) Lee SW. Gas Liquid Chromatographic Studies on Sugars and Organic Acids in Different Portions of Hot Pepper Fruit ( *Capsicum annum L . .* ), *Korean J. Food Technol.* 11(4). 278 (1979)
- 18) Crombie L, Dandegaonker SH, Simpson KH. Amides of vegetable origin.Part VI.Synthesis of capsaicin. *J. Chem. Soc.* 1025 (1955)
- 19) Chiang GH. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination

of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. J. Food. Sci. 51, 499 (1986)

20) Kim KS , Roh SM, Park JR. Effect of Light Quality ( Red , Blue ) on the Major Components of Hot Pepper Fruit, Korean J. Food Technol, 11(3). 162 (1975)

21) Korea Food Industry Association. Standards of food and food additive. p25 (1974)

22) Farkas J, Beczner J, Incze K. Radiation Preservation of Food Proc. Symp.Bombay,Nov. IAEA,Vienna. p389 (1973)

23) Shuster HV, Lockart EE. Development and application of objective methods of quality evaluation of spices. I. Colour grading of capcicum. Food Res. 19, 472 (1954)

24) Curl AL. The carotenoids of red bell peppers. Agric. Food. Chem. 10(6), 504 (1962)

25) Ramakrishnan TV, Francis FJ. Color and caroteniod changes in heated paprika. J. Food. Sci. 38, 25 (1973)

26) Chun JK, Suh CS. The Effect of Sun Light on Color Bleaching of Red Pepper Powder. J. Food. Sci. 12(2), 82 (1980)

27) Chen SL, Gutmanis F. Auto-oxidation of extractable color pigments in chilli pepper with special reference to ethoxyquin treatment. J. Food. Sci. 33, 274 (1968)

- 28) Kim DY, Rhee CO. Color and Carotenoid Changes During Storage of Dried Red Pepper, Korean J. Food Technol. 12(1), 53 (1980)
- 29) Kim DY, Rhee CO, Shin SC, Color Changes of Red Pepper by Drying and Milling Methods. J. Korean Agric. Chem. Soc. 25(1), 1 (1982)
- 30) Lee CH, Choi EH, Kim HS, Lee SR. Storage Stability and Irradiation Effect of Red Pepper Powder, Korean J. Food Technol. 9(3), 199 (1977)
- 31) Lease JG, Lease EJ. Factors affecting the retention of red color in red peppers. Food Technol. 10, 368 (1956)
- 32) Nagle BJ, Villaoln B, Burns EE. Color Evaluation of Selected Capsaicums. J. Food. Sci. 44(2). 416 (1979)
- 33) Chun JK, Park SK. Originals : Color Measurement of Red Pepper Powder and its Relationship with the Quality. J. Korean Agric. Chem. Soc. 22(1), 18 (1979)
- 34) Bea MH, Lee SO. Korean living science research. Hanyang university. Vol 1. 187 (1984)
- 35) Kim KH, Chun JK. The Effects of the Hot Air Drying of Red Pepper on the Quality. Korean J. Food Technol. 7(2), 69 (1975)
- 36) Lee SW. Gas liquid chromatographic studies on sugars and organic acids in different portions of hot pepper fruit(*Capsicum annum*). *Korean J. Food Sci. Technol*, 11(4):278-282 (1979)

- 37) Bae KY. Studies on the quality of Korean red peppers , Hanyang University Ph. degree thesis (1984)
- 38) Polasek-Pacz M, Pauli MP, Horvath G, Vamosvgyazo L. Enzymatic determination of sugars in red pepper. *Forsch.* 172(2), 115 (1981)
- 39) Hurst WJ, Martin JRRA, Zoumas BL. Application of HPLC to characterization of individual carbohydrates in foods. *J. Food. Sci.* 44, 892 (1979)
- 40) Huffman NL, Schadle ER, Villalon B, Burns EE. Volatile components and pungency in Fresh and processed Jalapeno pepper. *J. Food Sci.* 43, 1809 (1978)
- 41) Palacio JJR. Spectrophotometric determination of capsaicin. *J. AOAC.* 60(4), 970 (1977)
- 42) Kim SA. Pigment compositions of Korea red pepper (*Capsicum annum* L.) and pigment stability under drying and storage conditions. Seoul National University (2002)
- 43) Thresh JC. *Pharm. J. Trans.* 7, 21 (1876)(cited by Rogers,1966)
- 44) Nelson EK. The constitution of capsaicin, the pungent principle of capsicum. *J. Am. Chem. Soc.* 41, 1115 (1919)
- 45) Nelson EK, Dawson LE. The constitution of capsaicin, the pungent principle of capsaicin, *J. Am. Chem. Soc.* 45, 2179 (1923)

- 46) Kosuge S, Inagakim Y, Okumura H. Nippon Nogei Kagaku kaishi. 35, 540 (1965)
- 47) Jones ECS, Pyman FL. The relation between chemical constitution and pungency in acid amines. *J. Chem. Soc.* 127, 2588 (1925)
- 48) Kosuge S, Furuta P. Studies on the pungent principles of capsicum.X IV. Chemical composition of the pungent principles. *Agric. Biol. Chem.* 34, 248 (1970)
- 49) Balbaa SI, Karawya MS, Girgis AN. The capsaicin content of Capsicum fruits at different stages of maturity. *Lloydia.* 31, 272 (1968)
- 50) Lee SW. Physio - chemical studies on the after - ripening of hot pepper fruits ( part 5 ) - Changes in pigments. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 14(2), 157 (1971)
- 51) Seglie R, Burns E, Villalon B. Capsaicinoid and pungency in various capsicums. *Lebensm-Wiss. U-Technol.* 22, 196 (1989)
- 52) Bajaj KL. Colorimetric determination of capsaicin in capsicum fruits. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 63, 1314 (1980)
- 53) Karawyam MS, Balbaa SI, Girgis AN, Youssef NZ. Micromethod for the determination of capsaicin in capsicum fruits. *Analyst(London).* 92, 581 (1967)
- 54) Palacio JJR. Flavors and nonalcoholic beverages-spectrophotometric determination of capsaicin. *J. of AOAC.* 60(4), 970 (1977)

- 55) Kenneths, Rymal, Richard, Cosper, Durward A, Smith. Injection extraction procedure for rapid determination of relative pungency in fresh Jalapeno peppers. J. of AOAC. 67, 658 (1984)
- 56) Rajpoot NC, Govindarajan VS. Paper chromatographic determination of total capsaicinoids in capsicum an then oleoresin with precision, reproducibility, and validation through correlation with pungency in Scoville Units. J. of AOAC. 64(2), 311 (1981)
- 57) Sujuki T, Kawada KT, Iwai K. Effective separation of capsaicin and its analogues by reversed-phase high performance thin-layer chromatography. J. Chromatogr. 198, 217 (1980)
- 58) Pankar DS, Maga NG. New method for the determination of capsaicin by using multi-band thin layer chromatography. J. Chromatogr. 144. 149 (1977)
- 59) Masada Y, Hashimoto K, Inoue T, Suzuki M. Analysis of the pungent principles of capsicum annum by combined gas chromatography-mass spectrometry. J. Food. Sci. 36. 858 (1971)
- 60) Weaver KM, Awde DB. Rapid high performance liquid chromatographic method for the determination of very low capsaicin levels. J. chromatogr. 367, 438 (1986)
- 61) Lee CY, Woo SK, Lee YS, Kwon IB. ORIGINAL ARTICLES : Analysis of Pungent Principles of Capsicum Fruit by HPLC, Korean. J. Food Hygiene 4(3), 191-198 (1989)
- 62) Bae KY. Studies od the quality of Korean red pepper. Ph.D. dissertation.

Han Yang University. (1984)

63) Lee SW. Physico-chemical studies on the after-ripening of hot pepper fruits (Part 4) Changes in amino acids, organic acids and sugars. *J. of Korean Agr. Chem. Society.* 14(1), 43-50 (1971)

64) Park HK, Kim SB. Microbial Reduction of Fresh Vegetables by Treatment of Sanitizing Reagents. *Korean J. Food and Nutr.* 17(4), 436-441 (2004)

65) APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association (1992)

66) Ha SD, Evaluation of dryfilm method for isolation of microorganisms from foodsq. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 24(7)

67) Shin DH, Ahn EY, Kim YS, Oh JY. Fermentation Charateristics of kochujang containg Horseradish or mustard. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1350-1357 (2000)

68) Korea Food &Drug Administration, Food Index, Munyoung press. (2002)

69) Kwon DJ, Kim YJ, Lee S. Yu JY. Technical Development of Hot Sauce with Red Pepper. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 30(2):391-396 (1998)

70) Park YK, Kang YH. Enzymatic Maceration of Vegetables with Cell Separating Enzymes. *Korean J. Postharvest. Sci. Technol.* 7(2): 184-188 (2000)

71) Marsilli RT, Ostapenko H. Simmons RE, Green DE. High performance

liquid chromatographic determination of organic acids in dairy products. *J. Food Sci.* 46(1), 52-57 (1981)

72) Gancedo MC, Luh BS. HPLC analysis of organic acid and sugars in tomato juice *J. Food Sci.* 571-573 (1986)

73) Vincent KA, Ken AB. Rapid sample preparation method of HPLC analysis of capsaicinoids in Capsaicum fruits and oleoreins. *J. Agric. Food Chem.* 35(5): 777-779 (1987)

74) Choi MS, Kim DH, Lee KH, Lee YC. Effects of Additives on Quality Attributes of Minced Ginger During Refrigerated Storage. *Korean J. Food SCI. Technol.* 34(6):1048-1056 (2002)

75) Kim KO, Kim SS, Sun AK, Lee YC. Sensory evaluation methods and application. Shin-kwang press. (1993)

76) Kim KO. Sensory evaluation of Food. Hak-youn press. (1998)

77) SAS : SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Gray, NC, U.S.A. (1995)

78) Kim JB, Ahmed E, Yousef, Sandhya D. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods : A Review. *J. Protection* 62(9) : 1071-1087 (1999)

79) Achen M, Yousef AE. Efficacy of ozone against Escherichia coli O157:H7 on apples. *J. Food Sci.* 66(9): 1380-1384 (2001)

80) Kim ID, Park MJ, Kim EH, Jeoung US, Kim SD. Degradation of

Pesticides by Ozone Treatment. J. Korean Soc. Hygiene Sciences 5(1) : 11-17 (1999)

81) Palou L, Crisosto CH, Smilanick JH, Adaskaveg JE, Zoffoli JP. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 24 : 39-48. (2002)

82) Park YM, Lee JH. Effects of pre-treatments and shelf temperature on the market quality of Peeled Lance Asia Bell Roots. *J. Kor. Soc. Hort. Sci* 41(5) : 440-444 (2000)

83) Yun YY. Control of Microorganisms in Fresh Vegetables by Ozone Treatment of Washing Water , Chung-Ang University (2003)

84) Venkitanarayanan KS, Zhao T, Doyle MP. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by combinations of GRAS chemicals and temperature. *Food Microbiology*. 16:75-82 (1999)

85) Chang R, Kim JI, Kim, Lee YK. Effects of Hydrogen Peroxide on the Microbiological Contamination and Physicochemical Quality of Referigerated Chicken Legs. *Food Sci, Biotechnol*. 8(1) : 54-57 (1999)

86) Lillard HS, Thomson JE. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water. *J. Food Sci*. 48 : 125-126 (1983)

87) Weilssinger WR, Chantarapanont W, Beuchat LR. Survival and growth of *Salmonella baidon* in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. *Int. J. Food Microbiol*. 62:123-131 (2000)

88) Peng JS, Tsai WC, Chou CC. Inactivation and removal of *Bacillus cereus* by sanitizer and detergent. *Int. J. Food Microbiol*. 77:11-18 (2002)

- 89) Shigezo N. Studies on utilization of ozone in food preservation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 38:360-365 (1991)
- 90) Kim JS, Bang OK, Chang HC. Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Fd Hyg. Safety*, 19(2):60-65 (2004)
- 91) Lee MJ, Kim YS, Cho YH, Park HK, Park BK, Lee KH, Kang KJ, Jeon DH, Park KH, Ha SD. Evaluation of Efficacy of Sanitizers and Disinfectants Marketed in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(4): 671-677 (2005)
- 92) Wirtanen G, Salo S, Helander IM, Mattila-Sandholm T. Microsiological methods for testing disinfectant efficiency on Pseudomonac biofilm. *Colloids and Surfaces B: Bionterfaces* 20:37-50 (2001)
- 93) Hernandez A, Martro E, Matas L, Martin M, Ausina V. Assesment if in-vitro efficacy of 1% Virkon against bacteria, fungi, viruses and spores by means of AFNOR guidelines. *J. Hosp, Infect.* 46:203-209 (2000)
- 94) Koiunen J. Heinonen-Tanski H. Inactivation of enteric micro organisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combinend chemical/UV treatment. *Water Res.* 39:1519-1526 (2005)
- 95) Solberg M, Buckalew JI, Chen CM, Schaffiner DW, O'Neil K, McDewell J. post LS, Boderck M, Microbiological safety assurance system for food service facilities, *Food Technol*, 44:68, (1990)
- 96) Kim SH, Chung SY. Effect of pre-preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in foodservice operations. *J. Korean Soc. Fppd*

*Sci. Nutr.*, 32(2): 230–237 (2003)

97) Vianna ME, Gomes BPF, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Pathol.* 97:79–84 (2004)

98) Koivunen J, Heinonen-Tanski H. Inactivation of enteric microorganisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combined chemical/UV treatment. *Water Res.* 39:1519–1526 (2005)

99) Jang JD, Kim GT, Lee DS. Effect of Package Size and Pasteurization Temperature on the Quality of *Sous Vide* Processed Spinach. *Korean J Food Preservation.* 11(2):195–200 (2004)

100) Hong JH, Bae DH, Choi YH. Effects of Blanching Conditions on the Quality of Immatured Soybeans during Frozen Storage. *Korean J Post-Harvest Sci. Technol. Agri Products.* 4(2):189–196

101) Choi OS, Ha BS. Changes in Carotenoid Pigment of Oleoresin Red Pepper during Cooking. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23(2) : 225–231 (1994)

102) Lee DS, Kim HG. Carotenoid Destruction and Nonenzymatic Browning during Red Pepper Drying as Functions of Average Moisture Content and Temperature . *Korean J. Food SCI. Technol.* 21(3), 425–429. (1989)

103) Little AA. Research note on tangent. *J. Food Sci.* 40, 410–411 (1975)

104) Brady CJ. Fruit ripening. *Annu. Rev. Physiol.* 38, 155–172. (1987)

- 105) Pretel MT, Serrano M, Amoros A, Riquelme F, Romojaro F. Non-involvement of ACC and ACC oxidase activity on pepper fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 5, 295-302 (1995)
- 106) Kim ES, Lee HS. The Changes of Chlorophylls in Blanched and Fermented Chinese Cabbage. *J. Korean Soc. Food Sci.* 1:27. (1985)
- 107) Cho JW, Kim IS, Choi CD, Kim ID, Jang SM. Effect of Ozone Treatment on the Quality of Peach after Postharvest. *Korean J. Food Preservation.* 4(10) : 454 -458 (2003)
- 108) Lee DH, Lyu SA, Park SH, Kim JS, Kim CM. A Study of sanitization of ozoned water on *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli O157:H7* and vegetables. 181. (1998)
- 109) Hwang YS, Lee BI, Ku JH. Effect of Ozonized Water on the Bacterial Density and Storage of Soybean Sprout
- 110) Yang PPW, Chen TC. Stability of ozone and its germicidal properties on poultry meat microorganism in lipid phase. *J. Food Sci.* 44, 501-504 (1979)
- 111) Burleson GR, Murray TM, Pollafd M. Inactivation of viruses and bacteria by ozone, wuth and without sonication. *Appl, Microbiol.* 29, 340-344 (1975)
- 112) O'Donovan DC. Treatment with ozone. *J. AWWA*, p. 1167-1193 (1965)
- 113) Ingram M. Sterilization by means of ozone. *J. of Appl. Microbiol.*, 17, 246-270 (1954)

- 114) Shingezo N, Ichizo S. Effect of ozone treatment on elongation of hypocotyl and microbial counts of bean sprouts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36, 181-188 (1989)
- 115) Shingezo N. Studies on utilization of ozone in food preservation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 38, 360-367 (1991)
- 116) Cotrovo JA. Investigation of mutagenic effect of products of ozonation reaction in water. *Ann. N. Y. Academy of Sci*, 298, 124-128 (1977)
- 117) Burleson GR, caulfield MJ, Morris P. Ozonation of mutagenic and carcinogenic polyaromatic amines polyaromatic hydro-carbons in water. *Cancer Res.* 39, 2149-2152 (1979)
- 118) Rice RG, Brownig ME. Ozone treatment of industrial wastewater. *Noyes Data Corporation, N.Y.*, p. 85 (1981)
- 119) Bailey PS. Ozone in water and wastewater treatment (Ed Evans, F. L.). Ann Arbor science Puclisher Inc, ann Arbor., p. 25-29 (1972)
- 120) Moon JD, Lim J, Kim GS, Kim ID. Development of an Ozone Generator and Its Application and Influence to Rice Preservation. A Collection of Learned Papers of Kyung Pook University. 48, 37-43 (1989)
- 121) Kwon DJ, Jo JH, Kim HK, Park MH. Establishment of Long-term Storage Condition of Fresh Red Pepper Paste. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22 (4) :415-420 (1990)
- 122) Lee SW. Physico-chemical studies on the after ripening of hot pepper

fruits(Part4)Changes in amino acids, organic acids and sugars. *Korean J. Agr. Chem. Soc*, 14(1):43-50 (1971)

123) Lee HD, Lee CH. Changes of sensory characteristics in red pepper by different extraction condition. *Korean J. Food Sci. Technol*, 30(3):535-541 (1998)

124) Lee HD, Kim MH, Relationships between the taste components and sensory reference of Korean red peppers. *Korean J. Food Sci. Technol*, 24(3):266-271 (1992)

125) Bae KY. Studies of the quality of Korean red peppers. Han Yang University Ph. degree thesis, (1984)

126) Kwon DJ, Kim YJ, Lee S, Yu JY. Technical Development of Hot Sauce with Red Pepper. *Korean J Food Sci. Technol*. 30(2): 391-396 (1998)

127) Lee HD, Kim MH, Lee CH. Relationships between the Taste Components and Sensory Preference of Korean Red Peppers. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24(3), 266 (1992)

128) Lee SO. Gas Liquid Chromatographic Studies on Sugars and Organic Acids in Different Portions of Hot Pepper Fruit(*Capsicum annum L* .). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 11(4), 278 (1979)

129) Joe Y. Quality Characteristics of Red Pepper from Various Origins. Korea National Open University. 405-422 (1996)

130) Shin HE, Lee SL. Quality Attributes of Korean Red Pepper According to

Cultivars and Growing Areas. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23(3), 296-300 (1991)

131) Kim SA. Pigment compositions of Korea red pepper ( *Capsicum annuum* L.) and pigment stability under drying and storage conditions. *Seoul national University* (2002)

132) Choi SM, Jeon YS, Park KY. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32 (6) :1251-1257 (2000)

133) Park CR, Lee KJ. A study on the influence of drying methods upon the chemical changed in red pepper. *Kor. J. Nutr.*, 8, 27-32 (1975)

134) Lee KS, Lee JC, Lee JK, Han KH, Oh MJ. Shelf-life of Red Chili Pepper on MA and CA Storage. *Korean J. POSTHARVEST Sci. Technol.*, 7(2):139-144 (2000)

135) Lee GH, Jeong CS. Effects of CA Storage of Red Peppers and Red Bell Peppers for Long-term Storage. *Food Engineering Progress*. 5(1): 52-57 (2001)

136) Choi MS, Kim DH, Lee KH, Lee YC. Effects of Additives on Quality Attributes of Minced Ginger During Refrigerated Storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34(6):1048-1056 (2002)

137) Lee JM. Changes in Quality of Frozen Red Pepper Paste During Storage. *Kyunghee University*. (2001)

138) Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B. and Teranishi, R. Isolation of volatile components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25 : 446-449(1977)

139) Yang JH. Studies on Sanitization and Freezing Preservation Condition for Long-Term Storage of Fresh Red Pepper. Chung-ang University. (2006)

Appendix I

Name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

조사할 특성 : 고추시료의 색깔

여러분의 앞에는 고추시료가 놓여 있습니다. R로 표시된 것은 대조구를 의미합니다. 제시된 시료를 왼쪽부터 R과 비교하여 “붉은색”의 강도를 평가하십시오. 각 시료에 대해 다음의 척도를 사용하여 점수를 지정하십시오.

- 1 R보다 붉은색이 극도로 진하다.
- 2 R보다 붉은색이 상당히 진하다.
- 3 R보다 붉은색이 조금 진하다.
- 4 R과 같다.
- 5 R보다 붉은색이 조금 흐리다.
- 6 R보다 붉은색이 상당히 흐리다.
- 7 R보다 붉은색이 극도로 흐리다.

시료번호 \_\_\_\_\_  
점수 \_\_\_\_\_

시료번호 \_\_\_\_\_  
점수 \_\_\_\_\_

시료번호 \_\_\_\_\_  
점수 \_\_\_\_\_

시료번호 \_\_\_\_\_  
점수 \_\_\_\_\_

Appendix I. 고추의 관능검사표

**Appendix II**

Name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

조사할 특성 : 고추시료의 외관

여러분의 앞에는 고추시료가 놓여 있습니다. R로 표시된 것은 대조구를 의미합니다. 제시된 시료를 왼쪽부터 R과 비교하여 “고추시료의 외관상태”를 평가하시오. 각 시료에 대해 다음의 척도를 사용하여 점수를 지정하시오.

1. R보다 외관이 대단히 좋다.
2. R보다 외관이 상당히 좋다.
3. R보다 외관이 조금 좋다.
4. R과 외관이 같다.
5. R보다 외관이 조금 나쁘다.
6. R보다 외관이 상당히 나쁘다.
7. R보다 외관이 대단히 나쁘다.

시료번호	_____	_____	_____	_____	_____	_____
점수	_____	_____	_____	_____	_____	_____
시료번호	_____	_____	_____	_____	_____	_____
점수	_____	_____	_____	_____	_____	_____
시료번호	_____	_____	_____	_____	_____	_____
점수	_____	_____	_____	_____	_____	_____
시료번호	_____	_____	_____	_____	_____	_____
점수	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Appendix II. 고추의 관능검사표

## 주 의

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