

GOVP1200301617

633.83  
L293 6

19

최 종  
연구보고서

# 원형유지 건조기술에 의한 생강의 유통방법 개선연구

Study on distribution improvement for ginger  
by drying technology

연 구 기 관  
한국식품개발연구원

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “원형유지 건조기술에 의한 생강의 유통방법 개선연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 11 월 14 일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 종 태

세부연구책임자 : 김 종 훈

세부연구책임자 : 정 진 응

연 구 원 : 이 영 철

연 구 원 : 권 기 현

연 구 원 : 김 진 주

연 구 원 : 김 성 희

여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

생강의 원형유지 건조기술에 의한 유통방법 개선연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

생강은 이집트, 이라크 등의 열대 및 아열대 지역에서 유사 이전부터 재배되어 온 다년생 초본식물의 근경으로 특유한 향과 매운맛을 지니고 있어 전 세계적으로 많이 애용되고 있는 향신료 중의 하나이다.

생강의 세계 총 생산량은 약 50만톤에 달하고 이중 인도에서 50% 이상을 생산하고 있으며, 중국, 자마이카, 나이지리아 및 호주 등이 주요 생산국이다. 국내 생산량은 1999년에 약 4만 톤이며 충청남도과 전라북도 지방에서 전국 생산량의 90% 이상을 점유하고 있다. 생강의 시장규모는 약 1천8백억원 정도로 재배면적과 생산 농가수에 비하면 수익성이 높은 고소득 작물이다.

최근 식생활 패턴이 다양화되면서 생강의 소비형태가 생 생강 이용방법에서 편리하고 상품성 있는 새로운 형태의 생강제품을 요구하고 있다. 이러한 요구에 부합할 수 있는 생강제품은 생 생강의 신선함과 매운맛을 유지할 수 있고 저장성을 향상시켜 상품가치가 있는 형태의 원형이 유지된 건조생강제품이 될 것이다. 원형건조생강은 생 생강의 토굴저장에 비하여 장기저장이 가능하고 연중 유통시킬 수 있을 뿐 아니라 가공수율도 높고 상품성도 좋아 내수용 또는 수출용으로 실용화가 가능할 것으로 판단된다.

본 연구의 목표는 원형유지를 위한 건조기술 및 제조공정을 개발하는 것으로, 산지에서 원형상태의 건조생강을 생산할 수 있는 기술을 제공하고자 하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 생강의 건조방법별 건조특성 분석
2. 건조 또는 반건조 생강의 소비자 기호도 및 시장성 조사
3. 원형유지를 위한 건조기술 개발
4. 건조중 발생하는 미생물의 제거 및 세척기술개발
5. 건조품의 변색방지를 위한 전처리 기술개발
6. 건조제품별 품질평가 및 복원성 비교시험
7. 건조생강의 포장기간에 따른 품질변화 조사
8. 원형건조를 위한 제조공정 개발

### Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구에서는 생강의 원형건조 제품 생산을 위한 건조기술 및 제조공정에 관한 연구를 수행하였으며, 구체적인 연구결과는 다음과 같다.

#### 1. 생강의 전처리 기술

##### 가. 전해산화수 처리

생강의 전처리 기술로서 전해산화수 처리방법을 적용하여 생강의 균수를 제어하고자 하였으며, 생강의 효율적인 전해산화수의 처리 조건을 알기 위하여 침지 배수와 시간에 대한 실험을 수행하였다.

침지 배수에 대한 실험결과, 20배수의 전해산화수에서 20분간 침지하였을 때 대장균군이 1/28, 총균수가 1/43로 감소하였고, 5배수에서 대장균군의 경우 15분에

1/25, 10배수에서 총균수는 20분에 1/35로 감소하였다. 침지시간에 따른 실험에서 대장균균은 10배수 15분에서 1/15로 감소하였으며, 20분에는 1/25로 감소하였다. 5배수에서는 15분에 약 1/22로 감소하여 10배수에서보다 더 높은 효율을 나타냈으며, 20분에는 약 1/20로 감소하여 제균효과가 약간 떨어지는 경향을 나타냈다. 총균수는 10배수 15분, 20분에 각각 1/21, 1/20로 감소하여 큰 차이를 보이지 않았으며, 5배수에서도 15, 20분에 각각 1/20, 1/19로 감소하여 침지시간 15분과 20분간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 실험결과에서 침지 배수에 따른 미생물 제거효과는 큰 차이가 나타나지 않았고, 침지배수가 적을 때는 일정시간이 지나면 그 효과가 감소되는 것으로 나타났다.

현장에 적용시키기 위해서는 보다 적은 양의 전해산화수로 단시간에 효과를 거두는 것이 필요하므로, 생강은 5배수의 전해산화수에서 15분간 침지하는 것이 가장 효율적인 처리조건으로 판단되었다.

#### 나. 세척 처리

압축공기를 이용한 생강의 세척실험에서 압축공기 속도가 10m/s의 경우에는 시료의 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어의 회전속도 20rpm에서 세척효과가 좋은 것으로 나타났으며, 압축공기 속도가 20m/s의 경우에는 스크류 콘베어의 회전속도 30rpm일 때 세척효과가 좋은 것으로 나타났다. 그러나 압축공기를 이용한 생강의 세척의 경우 생강표면의 흙 등의 이물질이 완전히 제거되지 않는 것으로 나타나 생강의 세척방법에서 압축공기를 이용한 세척방법은 적절치 못한 것으로 판단되었다.

수세척 방법에 의한 실험에서 세척수의 분사량을 일정할 때 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어 속도가 30rpm까지는 스크류 콘베어의 회전속도가 적을수록 세척효과는 좋은 것으로 나타났으며, 스크류 콘베어가 30rpm 미만에서는 생강이 일부 파손되는 현상이 나타나 종합적인 세척효과에서는 떨어지는 것으로 나타났다. 수세척 방법에 의한 생강의 세척은 스크류 콘베어가 30rpm, 수세척 후 생강 표면의 물기와 생강표면에 남아있는 이물질을 제거하기 위한 압축공기 분사에서

는 압축공기의 속도가 20m/s의 경우가 세척효과가 좋은 것으로 나타났다.

## 2. 생강의 건조특성

### 가. 열풍건조 특성

생강의 열풍건조 속도는 건조초기에는 건조속도가 급격히 증가하다가 증가율이 완만하게 감소되며 일정시간이 지나면 건조속도의 변화가 미비한 것으로 나타났다. 건조온도에 따른 건조속도 변화의 형태는 유사한 것으로 나타났으며, 건조온도가 높을수록 건조과정 중 건조속도 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다. 대부분의 농산물이 항률건조기간이 없거나 초기에 존재하고, 대부분의 경우는 감률건조기간만이 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 생강의 경우도 항률건조기간이 존재하지 않거나 존재하여도 건조초기에 극히 짧은 시간인 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 열풍건조 속도를 예측할 수 있는 건조모델을 개발하였다. Exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수는 각각 0.9892, 0.9891, 0.9963으로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는 열풍건조 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 생강의 열풍건조모델 방정식이 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

### 나. 마이크로파 혼합건조 특성

건조시간에 대한 함수비의 변화는 건조시간이 증가함에 따라 함수비는 지수함수적인 유형으로 감소하는 것으로 나타났으며, 건조온도가 함수비 변화에 미치는 영향을 보면 감률건조 기간에는 건조온도가 높을수록 함수비의 감소폭이 큰 것으로

로 나타났으며, 건조 후반기에는 건조온도에 따른 함수비 변화의 차이가 미비하였다. 마이크로파 강도가 함수비 변화에 미치는 영향은 건조온도 70℃의 건조시간 2시간 이내에서만 마이크로파 강도가 함수비 차이를 나타냈을 뿐 건조온도 50, 60℃에서는 마이크로파 강도에 따른 함수비 차이는 미비한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 사용하여 건조실 내부에 건조공기를 순환시킴으로서 마이크로파와 열풍건조의 혼합건조방식에 기인한 것으로 판단된다.

마이크로파 혼합건조 모델은 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 개발하였다. Exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비 값과 실험치 함수비 값의 결정계수는 각각 0.989, 0.992, 0.995로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델 방정식이 이론적 예측치의 함수비와 실험치 함수비의 검증모델에서 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 마이크로파 혼합건조시 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

### 3. 건조방법별 품질평가 및 복원성

마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 방법을 이용한 건조생강의 품질평가를 위하여 수분함량, 비체적, 수화복원율, 갈변도 및 색도, 대장균 및 총균수, 향기성분을 분석하였다.

수분함량은 건조시간 6시간에서 두 가지 건조방법에서 모두 10% 이하로 수분함량이 감소되었으며, 부피감소율은 증가하는 것으로 나타났다. 건조제품의 복원성을 나타내는 수화복원율은 열풍건조보다는 마이크로파 혼합건조 생강에서 우수한 것으로 나타났으며, 건조시간에 따라서는 4시간 동안 처리한 건조생강에서 복원율이 가장 높게 나타났다. 갈변도와 색도는 건조시간이 증가할수록 변화량이 증가하



였으며, 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다 건조과정 중 갈변도 및 색도 변화는 적은 것으로 나타났다. 또한 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다 총균 및 대장균수에 있어서 사멸효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 건조과정 중 향기성분의 변화는 건조온도가 높아짐에 따라 향기성분의 소실이 큰 것으로 나타났으며, 동정된 향기 성분 중 94.1%를 차지하고 있었던 hydrocarbon류 들의 함량변화에서 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조를 이용하여 6시간 동안 건조한 처리구에서는 33.2%, 37.6%가 감소된 것으로 밝혀져, 마이크로파 혼합건조가 열풍건조 방법보다는 안정한 것으로 나타났다. 그러나 매운맛에 관여하는 성분인 zingiberene의 함량만을 살펴본 때는 마이크로파 혼합건조 처리구가 31.3%, 열풍건조 처리구가 30.6%가 감소된 것으로 나타나 매운맛 특성을 보존하는데는 건조방법별 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

#### 4. 건조생강의 포장방법에 따른 저장 중 품질변화

건조 생강의 저장기간 중 포장필름의 종류 및 두께가 저장기간 중 중량 및 품질변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 LDPE(low density polyethylene)필름과 PP(polypropylene)필름을 이용하여 밀봉한 건조생강을 18℃에서 저장하여 중량, 수분함량, 부패율, 갈변도 및 색도, 총균 및 대장균수의 변화를 측정하였다.

건조 처리한 생강은 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 모두 중량 변화가 2% 미만으로 처리구간 유의적인 차이는 없었으며, 포장재 중 PP 0.05mm 필름에서 가장 중량의 변화가 적은 것으로 나타났다. 부패율은 건조생강의 경우는 저장 6주 동안 발생하지 않았으며, 대조구인 생 생강에서는 LDPE 필름과 PP 필름에서 모두 필름의 두께가 0.03mm인 처리구에서 부패율이 현저히 증가하는 것으로 밝혀졌으며, 가장 부패율이 적은 포장재는 PP 0.05mm인 것으로 나타났다. 수분함량 또한 중량 감소율 및 부패율과 더불어 PP 0.05mm 필름 처리구에서 수분함량의 감소가 가장 적은 것으로 나타났다. 갈변도와 색도는 건조생강을 PP 0.06mm와 PP 0.05mm 필름으로 포장한 처리구에서 갈변현상이 억제되어 건조물의 품질저하를 막는데

우수한 것으로 나타났다. 저장 기간동안 미생물 수의 변화를 측정한 결과 건조생강은 대장균군이 검출되지 않았으며, 총균수에 있어 가장 효과적인 필름종류 및 두께는 PP 0.05mm 필름으로 가장 균의 증식이 억제된 것으로 나타났다. 본 실험에서는 전반적으로 PP 0.05mm 필름이 건조생강을 저장하는데 적합한 것으로 밝혀졌다.

## 5. 원형건조 생강의 공정 개발

생강의 저장, 유통을 개선하고, 건조생강을 이용한 식품개발을 활성화하기 위하여 생강의 품질을 유지할 수 있는 원형건조생강의 처리공정을 개발하고자 하였다. 원형건조 생강의 제조공정은 생강의 수확 후 박피 및 세척, 전해산화수처리, 절단 및 건조공정으로 건조공정은 열풍건조와 마이크로파 혼합건조 방법을 계획하였으며, 이들 공정별 생강의 품질변화를 측정하였다.

생강의 수분함량은 전해산화수 침지 단계에서 원료생강에 비해 0.95%가 증가하였으며, 건조공정 후에 약 8%로 감소되는 것으로 나타났다. 또한 전해산화수 침지는 갈변도를 감소시키고 색도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 건조공정을 거치면서 갈변도가 증가하고 명도, 적색도, 황색도 값이 모두 증가하여 외관색도가 다소 저하되는 것을 볼 수 있었다. 건조방법별로는 마이크로파 혼합건조 방법이 열풍건조에 비해 색도 및 갈변현상이 적은 것으로 나타났다. 총균 및 대장균수는 전해산화수 처리 단계에서 각각 2 log cycle, 1 log cycle이 감소되었으며, 이후 건조공정을 거침으로써 총 생균수가 4 log cycle이 감소되었고, 대장균군은 완전히 사멸되어 원형건조생강의 처리공정은 미생물 감균효과가 우수한 것으로 나타났다. 그외 건조생강의 비체적 및 수화복원율에서는 마이크로파 혼합건조 방법이 열풍건조보다 복원성이 우수한 것으로 나타났다.

여 백

# SUMMARY

This study was carried out to develop drying technology and processing for dried ginger.

## 1. Preprocessing technology of ginger

This study was carried out to develop the treatment of electrolyzed oxidizing water and cleaning process for sterilization effect. The most effective treatment of immersion conditions were 5 times of immersion volume and 15 minutes in electrolyzed oxidizing water for ginger. Cleaning with compressed air was not suitable washing of ginger. But water cleaning was appropriate method, it had optimum cleaning conditions under 30 rpm at the rotate rate of screw conveyer, 20 m/s at the rate of compressed air.

## 2. Development of drying characteristics of ginger

In this study, drying model to predict drying rate of ginger applying exponential model, approximate diffusion model and Page model was development.

$R^2$  of predicted value of moisture ratio and measured value of moisture ratio using exponential model, approximate diffusion model and Page model were 0.989, 0.989, 0.996, respectively. Hot air drying model applying Page model was found to be the reasonable model to predict drying time of ginger.

Also, Page model in microwave & hot air mix drying model showed the highest  $R^2$  value, 0.995 between predicted value of moisture ratio and measured

value of moisture ratio. Therefore, Page model was found to be the most reasonable model predicting drying time of ginger by microwave & hot air mix drying.

### 3. Quality evaluation and restoration according to drying methods

To evaluation quality ginger using hot air drying and microwave & hot air mix drying, moisture content, specific volume, rehydration ratio, degree of browning, color, coliform count, total viable cell count and volatile compounds were analyzed.

Moisture contents of dried ginger was decreased less than 10%, while specific volume was increased in both drying method. Rehydration ratio which showed restoration of dried products was better in processed microwave & hot air mix drying than in processed hot air drying and showed the highest rehydration ratio in 4 hours drying. The color and degree of browning increased with length of drying time and microwave & hot air mix drying was showed the best result for minimizing quality changes in color during drying process. Also, among these drying methods, the microwave & hot air mix drying was effective to sterilization effect for total viable cell and coliform count. Volatile compounds of ginger during drying were decreased as drying temperature increased and more stable in microwave & hot air drying than in hot air drying.

### 4. Effect of film thickness and materials on dried ginger during storage

The effects of film thickness and materials on the ginger qualities were investigated during storage at 18°C for 10 weeks. LDPE film of 0.03, 0.06 thickness and PP film of 0.03, 0.05 thickness were applied in storage of dried

ginger. Physico-chemical properties such as weight loss rate, moisture content, lotting rate, degree of browning, color and microbial changes of dried ginger during storage at 18°C were evaluated. These results showed that 0.05mm polypropylene film was more effective packaging material for dried ginger during storage.

#### 5. Development of production processing of dried ginger

This study was carried out to develop processing of dried ginger which sustain quality during storage and distribution. Process of dried ginger go through peeling, washing, immersing electrolyzed oxidizing water, cutting and drying. And ginger were dried by hot air drying and microwave & hot air mix drying. Physico-chemical properties were evaluated in each step of processing.

Moisture contents of ginger increased 0.95% after immersed in electrolyzed oxidizing water, while it decreased about 8% after drying. Also, Ginger treated with electrolyzed oxidizing water decreased degree of browning but didn't affect color. Ginger dried by microwave & hot air mix drying method showed better color and degree of browning than those by hot air drying method. In ginger immersed with electrolyzed oxidizing water, total viable cell and coliform counts decreased 2 log cycle and 1 log cycle, respectively. Also total viable cell counts decreased 4 log cycle, coliform was not detected after drying processing. Microwave & hot air mix drying improved restoration of dried ginger, such as specific volume and rehydration rate compared to hot air drying.

여 백

# CONTENTS

Chapter 1 Introduction .....	19
Section 1 Background .....	19
Section 2 Objectives .....	23
Chapter 2 Preprocessing technology and consumer acceptance .....	25
Section 1 Electrolyzed oxidizing water treatment technology .....	25
Section 2 Cleaning technology .....	29
Section 3 Consumer acceptance and marketability .....	35
Chapter 3 Development of drying technology for ginger .....	39
Section 1 Hot air drying characteristics .....	39
Section 2 Microwave & hot air mix drying characteristics .....	52
Section 3 Qualities and restoration of ginger by drying methods .....	70
Chapter 4 Quality change by packaging materials during storage .....	87
Section 1 Introduction .....	87
Section 2 Materials and methods .....	89
Section 3 Results and discussion .....	91



Chapter 5	Development of production processing of dried ginger	.....	107
Section 1	Introduction	.....	107
Section 2	Materials and methods	.....	109
Section 3	Results and discussion	.....	112
Chapter 6	Conclusions	.....	117
References	.....		123

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	19
제 1 절 연구개발의 필요성 .....	19
제 2 절 연구개발의 목표 .....	23
제 2 장 생강의 전처리 기술 및 소비자 기호도 .....	25
제 1 절 전해산화수 처리에 의한 전처리 기술 .....	25
제 2 절 세척 기술 .....	29
제 3 절 소비자 기호도 및 시장성 .....	35
제 3 장 생강의 원형건조기술 개발 .....	39
제 1 절 생강의 열풍건조 특성 .....	39
제 2 절 생강의 마이크로파 혼합건조 특성 .....	52
제 3 절 건조방법별 품질평가 및 복원성 .....	70
제 4 장 건조생강의 포장방법에 따른 저장 중 품질변화 .....	87
제 1 절 서 설 .....	87
제 2 절 재료 및 방법 .....	89
제 3 절 결과 및 고찰 .....	91

제 5 장 원형건조 생강의 공정개발 .....	107
제 1 절 서 설 .....	107
제 2 절 재료 및 방법 .....	109
제 3 절 결과 및 고찰 .....	112
제 6 장 요약 및 결론 .....	117
참고문헌 .....	123

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구개발의 필요성

생강은 이집트, 이라크 등의 열대 및 아열대 지역에서 유사 이전부터 재배되어 온 다년생 초본식물의 근경으로 특유한 향과 매운맛을 지니고 있어 전 세계적으로 많이 애용되고 있는 향신료 중의 하나이다.

생강의 세계 총 생산량은 약 50만톤에 달하고 이중 인도에서 50% 이상을 생산하고 있으며, 중국, 자마이카, 나이지리아 및 호주 등이 주요 생산국이다. 국내 생산량은 1999년에 약 4만톤이며 충청남도과 전라북도 지방에서 전국 생산량의 90% 이상을 점유하고 있다. 생강의 시장규모는 약 1천8백억원 정도로 재배면적과 생산농가수에 비하면 수익성이 높은 고소득 작물이다.

생강의 재배작형은 여러가지가 있으나 우리나라는 4월 초순에 정식하여 11월 초순에 수확하며 수확된 생강은 동절기에 저온장해를 받지 않기 위하여 곧바로 토굴속으로 저장된다. 생 생강(fresh ginger)을 저장할 때 토굴상태가 완벽하지 못하면 동절기에는 냉해에 의한 부패와 하절기에는 고온다습으로 발아되기 쉬워서 저장 5개월 후에는 부패율이 10~50%에 달하고 있다. 특히 동절기에는 냉해 때문에 생 생강은 거의 유통되지 않아 생강 향신료의 수급상 많은 문제점이 생기므로 연중 균일한 품질로 유통시킬 수 있는 방법이 필요하다.

국내에서는 생 생강형태로 토굴에 저장하면서 소비하는 것이 거의 대부분으로 김치, 젓갈, 과자류, 드링크, 다류 등에 이용되는 것 이외에 약리적 효능이 인정되어 한방의학에서 건위제, 구토, 복통, 설사 등의 치료제 및 살균제로서 이용되고 있다.

국제 교역에서는 건조생강을 분쇄한 후 식품에 첨가, 슬라이스하여 당장(糖藏), 염장, 통조림하여 유통되거나 oleoresin과 ginger oil 형태로 제조한 의약품, ginger

ale, ginger soda, 각종 식품 첨가물, 소스류, ginger candy 및 잼류 등의 제과류 가공소재 또는 화장품 소재 등으로 이용되고 있다.

최근 식생활 패턴이 다양화되면서 생강의 소비형태가 생 생강 이용방법에서 편리하고 상품성 있는 새로운 형태의 생강제품을 요구하고 있다. 이러한 요구에 부합할 수 있는 생강제품은 생 생강의 신선함과 매운맛을 유지할 수 있고 저장성을 향상시켜 상품가치가 있는 형태의 원형이 유지된 건조생강제품이 될 것이다. 원형건조생강은 생 생강의 토굴저장에 비하여 장기저장이 가능하고 연중 유통시킬 수 있을 뿐 아니라 가공수율도 높고 상품성도 좋아 내수용 또는 수출용으로 실용화가 가능할 것으로 판단된다.

## 1. 기술적 측면

생강의 유통형태는 생 생강, flake 또는 원형의 건조품, 분말 및 과립제품, 페이스트제품, oleoresin과 ginger oil의 가공제품 그리고 생 생강의 동결제품 등이 있다. 소비자의 기호에 따라 선호하는 제품유형이 다르겠지만 현재 국내 유통의 대부분을 차지하고 있는 생 생강을 대체할 수 있는 가장 좋은 제품형태는 원형을 유지시킨 저가의 건조품이 될 것이다.

생 생강의 동결제품은 해동시에 드립에 의한 조직의 연화현상으로 생 생강의 맛과 향 그리고 조직을 잃고 있으며, 동결건조 생강은 향기성분의 손실과 갈변을 최소화할 수 있으나 건조비용이 고가이고 복원시 조직이 스폰지화 되는 현상으로 경제성과 상품성 측면에서 문제가 있다.

또한 기존의 열풍건조방식으로 건조되고 있는 flake형의 건조품은 건조과정에서 수분이동과 함께 표면수축현상을 보여 상품가치를 잃고, 분무건조제품은 생강 착즙액에 부형제를 첨가하여 제조하므로 다량의 전분과 섬유질 등이 폐기물로 방치되어 자원의 효율화를 기하지 못하는 현상을 보이며, 특히 분말형태의 가공제품은 소비자로부터 신뢰도가 떨어지며 실용화가 되지 못하고 있다.

생강 페이스트 제품은 갈변, 가스축적 등 유통과 저장성에 문제가 있어 고온살

균이나 산화방지제 및 부형제 등의 혼합이 불가피한 실정이며 고유의 풍미를 손실시키고 있고 저장성에도 한계가 있는 실정이다.

일반적으로 상압하에서의 건조는 조직내에 있는 수분의 이동을 빨리하면서 갈변이나 품질열화현상을 최소화하는 것이 주된 목적이나 이 과정에서 조직을 유지하고 있는 섬유질이 수분이동을 위한 열 및 물질전달 속도에 의하여 피건조물에 따라 건조속도가 다르고 표면의 수축현상도 차이를 보이고 있다. 이는 피건조물의 조직을 유지하고 있는 물질의 물리적 성질이 다르기 때문이다.

따라서 상압하의 건조공정에서 생강을 건조할 때 품질변화를 최소화할 수 있는 건조기술을 개발하기 위하여, 탈피후의 세척 및 세정을 통한 미생물의 제거와 함께 다단계 건조방법, 건조온도 및 습도관리 등을 통하여 건조생강제품의 개발이 필요하다.

## 2. 경제·산업적 측면

생 생강으로 저장, 유통할 경우 저장 5개월 후 부패율은 10~50%로 매우 높고, 저장된 생강의 조직은 물러 있는 경우가 많이 나타난다. 이러한 생 생강의 저장, 유통을 소비자가 선호할 수 있는 원형건조생강으로 전환한다면 경제적 측면에서 여러 가지 효과가 기대된다.

현재 국내에서 생강의 대부분은 흙이 묻은 상태로 습도가 높은 토굴에 저장됨으로서 저장이 용이하지 못하고, 특히 수확직후 전처리 없이 토굴에 입고되어 왕성한 호흡량과 자체품온에 의한 영향으로 토굴내의 온도 및 습도가 일시적으로 상승되면서 생강의 발아 및 부패가 급속히 진행되고 있다.

생강은 반드시 박피 후 사용하게 마련이고 일반적으로 3~4단의 환봉이 부착된 원통형 박피기에서 1~4시간 정도 장시간 회전 박피하고 있다. 수확초기에는 1시간의 박피시간과 80%의 박피수율을 얻을 수 있으나 저장기간이 길수록 박피시간은 길어지고 박피수율은 떨어져 저장 8개월된 경우 4시간의 박피시간과 박피수율이 40%로 낮아지어 생 생강의 저장, 유통에는 경제적, 산업적으로 많은 문제점이 발생하고

있다.

따라서 수확 후 박피 → 세척 및 세정 → 건조 전처리 → 원형건조 → 저장 등의 공정기술이 개발된다면 저장에 따른 부패율을 줄일 수 있고 저장비용도 낮출 수 있으므로 기존의 생 생강유통에 비하여 부가가치를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

## 제 2 절 연구개발의 목표

최근 식생활 패턴이 다양화되면서 생강의 소비형태가 생 생강 이용방법에서 편리하고 상품성 있는 새로운 형태의 생강제품을 요구하고 있다. 이러한 요구에 부합할 수 있는 생강제품은 생 생강의 신선함과 매운맛을 유지할 수 있고 저장성을 향상시켜 상품가치가 있는 형태의 원형이 유지된 건조생강제품이 될 것이다.

따라서 본 연구의 목표는 원형유지를 위한 건조기술 및 제조공정을 개발하는 것으로, 산지에서 원형상태의 건조생강을 생산할 수 있는 기술을 제공하고자 하였다.



여 백

## 제 2 장 생강의 전처리 기술 및 소비자 기호도

### 제 1 절 전해산화수 처리에 의한 전처리 기술

최근 각광받고 있는 기능수를 이용하여 생강의 초기 미생물을 제어할 수 있다면 생강의 저장성 향상과 위생적 품질 향상에 매우 유효할 것이다. 현재까지 밝혀진 기능수로는 전기분해에 의한 전해산화수, 전장처리에 의한 전자전장수, 암석 미네랄수 등이 있으나, 이중 전해산화수는 대부분의 병원균에 대해 강한 살균효과를 나타낸다는 것이 여러 연구에 의해 보고되었다. 따라서 본 실험에서는 생강의 저장성 및 품질에 영향을 미치는 생강에 부착된 토양미생물, 세균류를 감소시키기 위하여 전해산화수처리 방법을 적용하였다.

실험에 사용한 전해산화수는 전해산화수 생성기(경우테크, Model: GRA 1200)로 제조한 산화환원전위와 pH가 각각 1,140~1,170mV, pH 2.4~2.6인 전해산화수를 사용하였으며, 전해산화수의 침지배수(5배수, 10배수, 20배수) 및 침지시간(10분, 15분, 20분, 30분)을 달리하여 처리한 후, 총균수와 대장균군을 측정함으로써 가장 효율적인 처리 조건을 알아보았다

표 2-1은 전해산화수를 시료 중량의 5배수, 10배수, 20배수를 가하고 침지시간을 10분, 15분, 20분, 30분으로 한 실험결과를 나타낸 것이다. 먼저 대장균군은 20배수에서 10분 처리시 약 1/8의 감소를 나타냈으며 15분에서 1/20, 20분에서 1/28로 감소하였으며 30분에서는 약 1/16정도 감소한 것으로 나타나 20분에서보다 제균 효과가 떨어지는 결과를 나타냈다. 10배수에서도 10분 처리시 약 1/8로 감소하였으며 15분과 20분에서 모두 약 1/20로 감소한 것으로 나타나 15분과 20분이 차이를 보이지 않았다. 30분에서는 1/18로 감소한 것으로 나타나 15분과 20분에 비해서 제균 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 5배수에서는 10분에 약 1/7로 감소하였고, 15분에는 약 1/25로 급격히 감소하였으며 20분에는 1/16, 30분에는 1/13의

감소율을 보여, 20분부터 제균 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

표 2-1. 전해산화수의 처리용량 및 처리시간에 따른 생강의 세척효과

Immersion time(min)	Immersion volume			Coliform count(CFU/g)			Total count(CFU/g)		
	20 times	10 times	5 times	20 times	10 times	5 times	20 times	10 times	5 times
0	$1.4 \times 10^3$	$8.0 \times 10^3$	$1.9 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$	$1.9 \times 10^4$	$3.1 \times 10^4$			
10	$1.8 \times 10^2$	$9.5 \times 10^2$	$2.6 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$	$4.2 \times 10^3$			
15	$7.0 \times 10^1$	$3.9 \times 10^2$	$7.5 \times 10^2$	$8.0 \times 10^2$	$5.9 \times 10^2$	$9.1 \times 10^2$			
20	$5.0 \times 10^1$	$3.9 \times 10^2$	$1.2 \times 10^3$	$6.5 \times 10^2$	$5.5 \times 10^2$	$9.3 \times 10^2$			
30	$9.0 \times 10^1$	$4.5 \times 10^2$	$1.5 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$2.1 \times 10^3$			

표 2-1에서 총균수는 20배수에서 10분 처리시 약 1/9의 감소를 나타냈으며 15분에서 1/35, 20분에서 1/43로 급격히 감소하였다. 30분에서는 약 1/25정도 감소한 것으로 나타나 역시 20분에서보다 제균효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 10배수에서는 10분 처리시 약 1/7로 감소하였으며 15분에서 약 1/32, 20분에서 약 1/35로 감소하였으며, 30분에서는 1/18로 감소한 것으로 나타나 15분과 20분에 비하여 제균효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 5배수에서는 10분에 약 1/7로 감소하였고, 15분에서 약 1/34, 20분에서 약 1/33로 급격히 감소하였으며 대장균군과 마찬가지로 20분에서 감소율이 약간 떨어지는 경향을 나타내었다. 30분에는 1/15의 감소되어 역시 제균효과가 많이 감소하였는데 침지 배수가 적을수록 30분 이상 침지시 감소율이 급격히 떨어지는 것으로 나타났다. 이상과 같은 결과로 볼 때 20배수의 전해산화수에서 20분간 침지하였을 때 대장균군이 1/28, 총균수가 1/43로 감소하여 가장 효과가 높은 것으로 나타났으나, 5배수에서 대장균군의 경우 15분에 1/25, 10배수에서 총균수는 20분에 1/35로 감소함으로써 침지 배수를 감안할 때 이 조건

이 보다 더 효율적인 방안으로 판단되었다.

침지 배수 5와 10배수에서 효과가 높았던 15분과 20분에서 다시 실험하여 그 결과를 표 2-2에 나타내었다. 먼저 대장균군은 10배수 15분에서 1/15로 감소하였으며, 20분에는 1/25로 감소하였다. 5배수에서는 15분에 약 1/22로 감소하여 10배수에서보다 더 높은 효율을 나타냈으며, 20분에는 약 1/20로 감소하여 제균효과가 약간 떨어지는 경향을 나타냈다. 총균수는 10배수 15분, 20분에 각각 1/21, 1/20로 감소하여 큰 차이를 보이지 않았으며, 5배수에서도 15, 20분에 각각 1/20, 1/19로 감소하여 침지시간 15분과 20분간에는 큰 차이를 보이지 않았다.

표 2-2. 전해산화수의 처리용량 및 처리시간에 따른 생강의 세척효과

Immersion time(min)	Immersion volume	Coliform count(CFU/g)		Total count(CFU/g)	
		10 times	5 times	10 times	5 times
0		1.97×10 <sup>4</sup>		6.10×10 <sup>4</sup>	
15		1.30×10 <sup>3</sup>	9.10×10 <sup>2</sup>	2.96×10 <sup>3</sup>	2.98×10 <sup>3</sup>
20		7.75×10 <sup>2</sup>	1.00×10 <sup>3</sup>	3.12×10 <sup>3</sup>	3.21×10 <sup>3</sup>

위의 결과에서 침지배수 10수와 5배수 사이에 큰 차이가 없었으므로 다시 5배수를 기준으로 침지시간 만을 달리하여 실험한 결과를 표 2-3에 나타내었다. 먼저 대장균군은 10분에 약 1/10로 감소하였고, 15분에 1/28로 급격히 감소하였다가 20분에는 1/14 정도 감소한 것으로 나타나 역시 20분에는 제균효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 총균수 역시 10분에 약 1/10로 감소하였고, 15분에는 1/29로 급격한 감소를 보였으며 20분에는 1/20로 감소되어 15분에서보다 제균효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서, 침지배수가 적을 때는 일정시간이 지나면 그 효과가 감소

되는 현상이 두드러지는 것으로 나타났으며, 이상과 같은 결과로 볼 때 생강은 5 배수의 전해산화수에서 15분간 침지하는 것이 가장 효율적인 적정처리 조건임을 알 수 있었다.

표 2-3. 전해산화수의 처리시간에 따른 생강의 세척효과

Immersion time(min)	M/O	Coliform count(CFU/g)	Total count(CFU/g)
0		$4.2 \times 10^3$	$4.1 \times 10^4$
10		$4.3 \times 10^2$	$4.2 \times 10^3$
15		$1.5 \times 10^2$	$1.4 \times 10^3$
20		$3.1 \times 10^2$	$2.0 \times 10^3$

\*Immersion volume : 5 times.

## 제 2 절 세척 기술

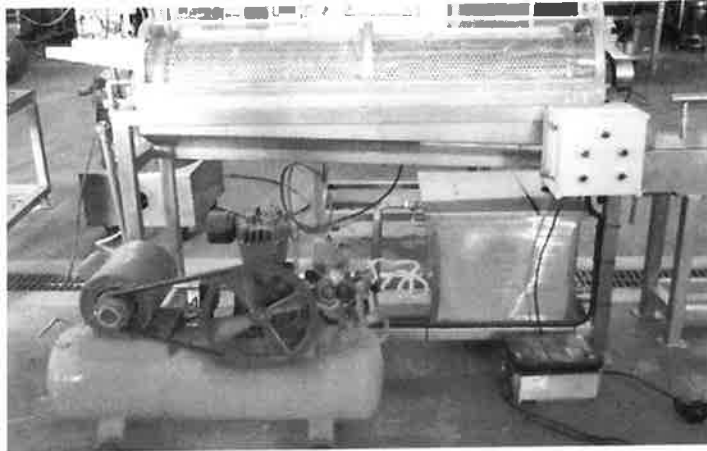
### 1. 압축공기를 이용한 세척

그림 2-1은 수세척 방법에 의한 생강의 세척실험에 사용된 세척장치이다. 세척 장치는 생강 시료 투입구와 배출구와 세척실로 구성되어있다. 생강 시료는 세척실 내부의 스크류 콘베어를 통해 이송되며 스크류 콘베어 내부에 압축공기를 분사하는 노즐을 설치하여 통마늘에 붙어있는 흙이나 이물질을 제거하도록 설계되었다. 압축공기량은 콤프레샤의 배출량에 의하여 조절하였으며, 세척시간의 조절을 위하여 스크류 콘베어의 회전속도를 제어할 수 있도록 제작하였다.

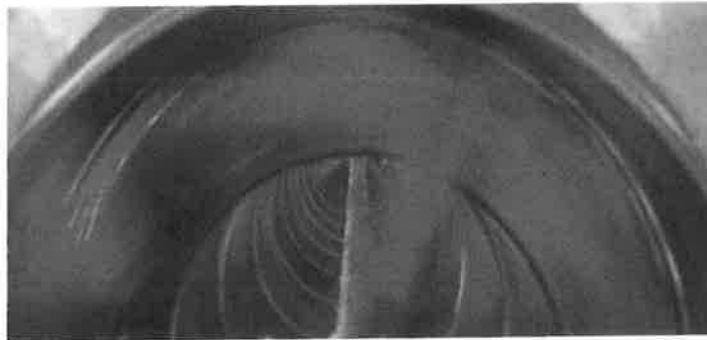
압축공기를 이용한 세척실험은 압축공기 분사속도가 10, 20m/s일 때 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어 회전속도가 20, 30, 40, 50rpm에서 실험을 수행하였다. 표 2-4는 압축공기를 이용한 세척실험의 결과를 나타낸 것으로, 세척효과는 세척과정 중 생강이 원형유지정도와 이물질 제거량을 기준으로 관능평가를 실시하였으며, 세척된 생강의 상태를 아주 좋음, 좋음, 보통, 불량으로 분석하였다.

표 2-4. 압축공기를 이용한 세척실험 결과

Conditions		Sensory evaluation			
Air velocity (m/s)	Screw c/v rotative speed (rpm)	very good	good	ordinary	poor
10	20		○		
	30			○	
	40			○	
	50				○
20	20			○	
	30		○		
	40			○	
	50				○



(a) 세척장기  
2xz



(b) 세척기 내부

그림 2-1. 압축공기를 이용한 세척장치

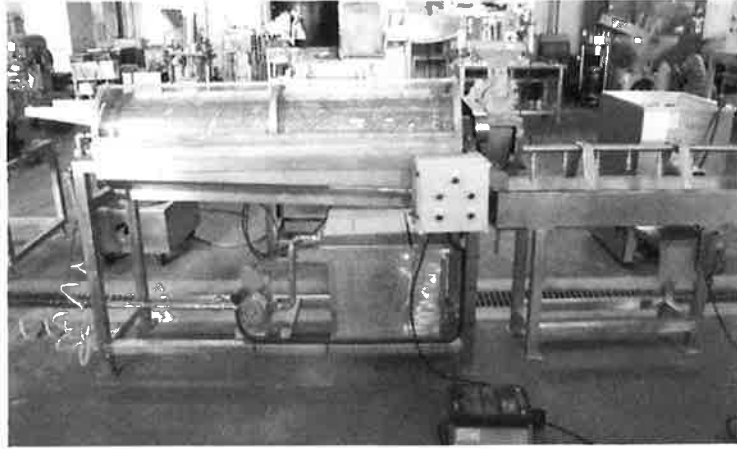
압축공기를 이용한 생강의 세척실험 결과에서는 압축공기 속도가 10m/s의 경우에는 시료의 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어의 회전속도 20rpm에서 세척효과가 좋은 것으로 나타났으며, 압축공기 속도가 20m/s의 경우에는 스크류 콘베어의 회전속도 30rpm일 때 세척효과가 좋은 것으로 나타났다. 그러나 압축공기를 이용한 생강의 세척의 경우 생강표면의 흙 등의 이물질이 완전히 제거되지 않는 것으로 나타나 생강의 세척방법에서 압축공기를 이용한 세척방법은 적절치 못한 것으로 판단되었다.

## 2. 수세척 방법에 의한 세척

생강의 수세척은 고압의 물을 분사하여 마늘 표면의 흙이나 이물질을 제거한 후 생강 표면의 물기와 표면에 남아있는 이물질을 제거하기 위하여 고압의 공기를 분사해주는 2단계 공정으로 계획되었다. 그림 2-2는 수세척 방법에 사용된 실험장치로서, 시료를 이송하면서 고압의 물을 분사하여 세척하는 본체는 세척수를 분사하고 회수, 정제하여 재활용하는 장치로 되어있고, 1차 수세척 후 생강 표면의 물기와 생강표면에 남아있는 이물질을 제거하기 위하여 고압의 공기를 분사하는 2단계 세척장치로 되어있다.

수세척 방법을 이용한 세척실험은 1단계의 세척수의 분사량을 일정하게 조절 한 후 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어 속도를 20, 30, 40, 50rpm로 조절하였고, 2단계의 공기 분사속도는 10, 20m/s로 조절하였다. 표 2-5는 수세척 실험결과를 나타낸 것으로, 세척효과는 세척과정 중 생강이 원형유지정도와 이물질 제거량을 기준으로 관능평가를 실시하였으며, 세척된 생강의 상태를 아주 좋음, 좋음, 보통, 불량으로 분석하였다.

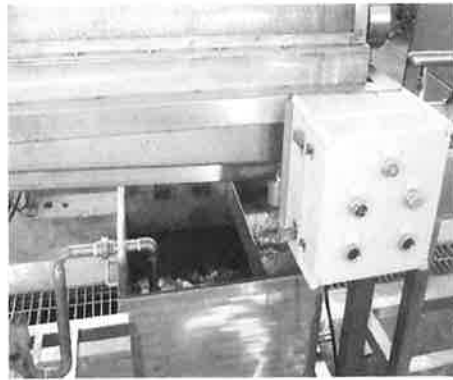




(a) 실험장치



(b) 압축공기분사노즐



(c) 세척수 저장 및 재사용

그림 5. 수세척 방법 실험장치

표 2-5: 수세척 방법에 의한 세척실험 결과

Conditions		Sensory evaluation			
Screw c/v rotative speed (rpm)	Air velocity (m/s)	very good	good	ordinary	poor
20	10			○	
30			○		
40			○		
50					○
20	20			○	
30		○			
40			○		
50					○

수세척 방법에 의한 실험결과에서 세척수의 분사량을 일정하게 조절한 후 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어 속도를 20, 30, 40, 50rpm로 변화하였을 때 스크류 콘베어의 회전속도가 적을수록 세척효과는 좋은 것으로 나타났다. 스크류 콘베어가 20rpm의 경우에는 스크류 회전속도가 너무 느려 생강이 일부 파손되는 현상이 나타나 종합적인 세척효과에서는 떨어지는 것으로 나타났으며, 스크류 콘베어가 30rpm의 경우에 세척효과가 가장 좋은 것으로 나타났다. 그리고 수세척 후 생강 표면의 물기와 생강표면에 남아있는 이물질 제거하기 위한 압축공기 분사에서는 압축공기의 속도가 20m/s의 경우가 세척효과가 좋은 것으로 나타났다.

표 2-6은 수세척 방법을 이용한 세척공정중의 생강의 수분, 총생균수 및 대장균수를 조사한 결과를 나타낸 것이다. 생강 과피의 수분의 경우에는 86.8%의 세척 전 수분이 수세척 후에는 94.9%로 증가하였으며, 압축공기 분사 후에는 93.8%

를 나타내었다. 생강 과육의 수분은 세척 전 83.2%, 수세척 후 86.6%, 압축공기 분사 후에는 85.8%로 나타났다. 총생균수는 세척전 시료의 경우에는  $1.80 \times 10^7$ CFU/g, 수세척 후에는  $5.00 \times 10^5$ CFU/g으로 나타났으며, 대장균균수는 세척전에는  $5.00 \times 10^4$ CFU/g, 수세척 후에는  $1.00 \times 10^3$ CFU/g으로 나타났다.

표 2-6. 수세척 공정에서 생강의 수분, 총균수 및 대장균 변화

처리구	수 분 (%)		총생균수 (CFU/g)	대장균균수 (CFU/g)
	과피	과육		
세척 전	86.77	83.23	$1.80 \times 10^7$	$5.00 \times 10^4$
세척 후	94.93	86.59	$5.00 \times 10^5$	$1.00 \times 10^3$
압축공기 분사 후	93.64	85.80	$5.60 \times 10^5$	$3.10 \times 10^3$

### 제 3 절 소비자 기호도 및 시장성

생강은 단백질, 당질 섬유소, 니아신 등 필수 영양소를 비롯 미량원소에 이르기까지 다양한 영양소를 함유하고 있어 예로부터 한약재로 많이 이용되어 왔고 근래에 건강식품 선호 및 김치수출량 증가 등으로 가공업체의 생강수요가 7~8% 증가추세에 있다. 생강은 덩이줄기의 크기에 따라 소생강, 중생강, 대생강으로 나누는데 대생강은 포기가 적고 저장성이 떨어져 주로 제과 및 마른 생강의 원료로 이용되고 있다. 현재 라면스프, 조미료(분말, 과립), 생강차, 한방제약용, 김치제조 원료, 편강(안주용)등의 용도로 쓰이고 있는 생강은 앞으로 생강주, 생강간장, 생강 녹, 생강강엿 등의 가공식품의 수요가 늘어날 것으로 전망된다. 특히 김치 및 양념 제조업체에서의 생강소비가 증가할 전망이다.

생강의 용도별 구성비를 보면 대부분이 양념용으로 사용되고 있으며 타품목과는 달리 약제용으로도 상당량 소비되고 있다. 1인 1일당 소비량은 증가추세에 있으며, 95년 2.28 g으로 최고의 소비량을 보이고 있고, 최근 10년간의 소비량은 1 g 정도로 나타내고 있다. 열풍건조와 마이크로웨이브를 이용한 건조생강과 반건조생강의 수화복원율을 보면 약 60~300%까지 나오는데 이는 생생강을 3 cm로 세절한 경우 수화복원율이 250~300, 5 cm로 세절한 경우 수화복원율이 200~250, 원형일 경우는 60~80%까지 나왔다.

생강의 유통은 생산농가에서 대부분의 물량을 산지 수집반출상에 판매하고, 건생강과 편생강 등의 대량 수요처에서는 수집 반출상을 통해 구매하는 것으로 나타났다. 산지 포전 거래 비율은 전국적으로 15~25%로 추정되며, 산지 수집상은 성출하기에 충남 지역이 300~400명 정도이고, 전북지역이 50명 정도로 추정된다. 서산의 경우 서울과 지방도시 출하비율이 6:4 정도이고 완주지역은 4:6 정도이다.

서울지역 반입량 중 가락시장이 80%, 유사시장이 20%정도로 추정되고, 가락시장의 경우 전문 생강도매상은 5명 내외이며, 그 외는 마늘, 양파 등과 혼합 취급하고 있다. 생강만 취급하는 소매상은 없으며 야채상회, 백화점, 슈퍼 등이 소매단계

의 유통주체로서 400g을 1근 단위로 스티로폴 랩포장 판매하거나 소비자들의 희망 물량에 따라 탄력적으로 판매한다. 주 유통경로는 농가 → 수집상 → 도매상 → 소매상 → 소비자의 4단계이며 취급하는 사람과 소비처가 많지 않고 용도도 다양하지 않아 유통경로가 타 품목에 비해 단순한 형태를 나타낸다.

산지에서는 상, 중, 하 3개 품위로 20kg 단량 종이포대를 사용하며, 도매 시장에서도 대부분 그대로 사용한다. 이외에도 망사, 가마대 등을 이용하기도 한다. 소매상 여론에 의하면 판매시 보통 20kg 1포대당 약 3kg정도 감모발생, 흙감량 분 1kg, 수분감량 2kg정도가 발생된다고 한다.

유통마진 및 판매가격 형성은 다음과 같다.

- 농가수취율(56.0%), 유통마진 (44.0%)
- 마진내용 : 직접비용 19.2%
  - (감모 10.7%, 위탁(상장)수수료 3.9%, 운송비 2.8%, 선별작업비 등 1.8%)
  - 간접비 및 이윤 24.8%
- 단계별 마진 : 수집반출 단계 8.8%, 도매단계 4.5%, 소매단계 30.7%
- 농가수취 가격 2,100원, 수집상 판매가격 2,230원
  - (선별 및 포장 인건비 40원, 포장재료비 4원, 상차비 4원, 운송비 28원, 하역비 4원, 간접비 및 이윤 50원)
- 반출상 판매가격 2,430원
  - (상차비 4원, 운송비 25원, 하역비 5원, 위탁수수료 146원, 간접비 및 이윤 20원)
- 도매상 판매가격 2600원
  - (운반비 5원, 간접비 및 이윤 165원)
- 소매상 판매가격 3750원
  - (상차비 8원, 운송비 50원, 감모 399원, 간접비 및 이윤 693원)

상품성을 구분함에 있어서 고급상품은 크기와 모양이 일정하고 속실(섬유질)이 적으며 연하고 싱싱해 보이는 것, 밭(붕아)이 6~7개로 적고 황토흙에서 재배한

재래종으로 육질이 단단하고 크며 저장성이 강한 것, 발이 굵고 넓으며 껍질이 잘 벗겨지며 고유의 매운맛과 향기가 강하고 독특한 것, 개당 중량이 재래종은 80g 이상, 개량종은 150g이상이다.

여 백

## 제 3 장 생강의 원형건조기술 개발

### 제 1 절 생강의 열풍건조 특성

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 실험재료

실험에 사용한 시료는 국내 생강의 주산단지인 충남 서산지역에서 생산된 발(봉아)이 6~7개로 적은 재래종으로 가락동 농수산물시장에서 직접 구입하여 사용하였다. 건조실험에서는 생강시료를 세척, 박피 후 몸체에 붙어있는 발의 부분을 절단한 후 5~6mm로 세절하여 건조실험에 사용하였다.

##### 나. 실험장치

실험에 사용된 열풍 건조장치는 향온항습기, 건조실, 송풍팬 및 덕트, 로드셀, 자료수집 및 제어장치로 구성되어있다. 향온항습기 내부크기는 80×90×90cm이며 운전조건은 건조온도 0~150℃와 상대습도 30~95%이다. 송풍팬은 0.5HP의 DC모터로 구동되며 최대송풍량은 0.96m<sup>3</sup>/min이다. 건조실 및 송풍기와 향온항습실의 연결관은 5cm 두께의 유리섬유 재질의 단열재로 피복되어 있다. 샘플이 건조되는 건조실의 크기는 50×50×50cm이고 내부에 20×20×20cm 크기의 사각형 트레이가 로드셀에 연결되어 시료무게를 측정하도록 되어있다. 시료무게 측정시 송풍의 영향을 줄이기 위하여 자료수집 및 제어장치에서 시료무게 측정 5초 전에 송풍기 작동을 멈추고 시료의 무게를 측정하도록 프로그램이 되어있으며, 제어프로그램은 Labview 5.0 윈도우용 제어프로그램 언어를 사용하여 작성하였다. 그림 3-1은 생강의 열풍건조 실험에 사용된 건조 장치를 나타낸 것이다.



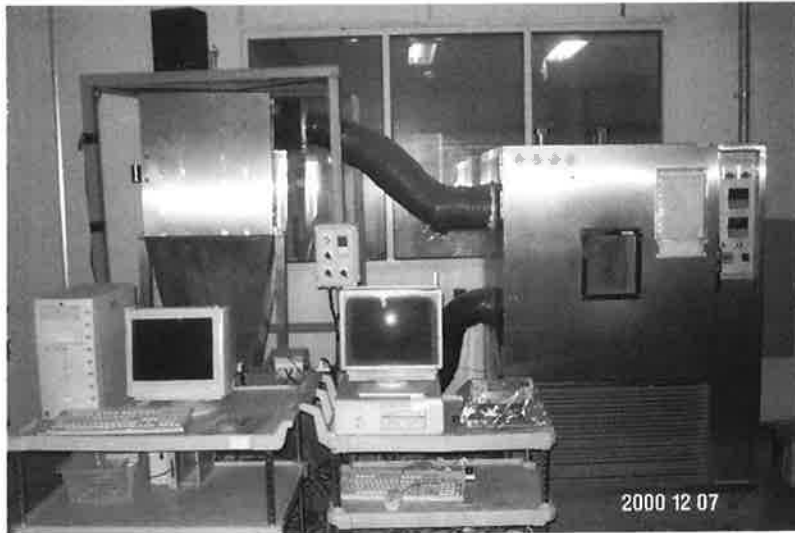


그림 3-1. 열풍 건조장치

#### 다. 실험방법

농산물의 건조속도를 예측하기 위한 건조모델 개발에 사용되는 모델식으로는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 등이 이용되고 있다. 본 연구에서는 생강의 건조모델을 개발하기 위하여 농산물의 건조과정을 예측하는데 많이 이용되는 exponential model, approximate diffusion model, Page model을 이용하여 생강의 건조 모델식을 개발하였다.

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e}$$

exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$

approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

where,

MR : Moisture ratio

M : Moisture content(% , db)

M<sub>o</sub> : Initial moisture content(% , db)

M<sub>e</sub> : Equilibrium moisture content(% , db)

t : Drying time(hour)

A, B : Parameters

건조실험은 열풍건조장치의 일정한 건조조건에서 시료용기에 겹치지 않도록 한층으로 넣어 박층건조 실험을 수행하였다. 건조 중 시료의 무게는 건조장치의 자료수집 및 제어장치에서 10분 간격으로 측정하였으며, 시료무게 측정 5초 전에 송풍기의 작동을 멈추고 시료의 무게를 측정하였다. 평형함수율은 각 건조조건에서 90분 동안 중량변화가 없을 때의 수분함량으로 하였다. 건조실험은 상대습도가 30%일 때 건조공기의 온도가 50, 60, 70℃에서 수행되었으며, 이때 풍속은 2 m/s 이었다.

건조모델식은 건조실험의 실험치를 선정된 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 적용하여 비선형 회귀모델을 이용하여 구하였으며, 비선형 회귀모델은 통계프로그램인 SAS 6.1의 NLIN PROC를 사용하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 생강의 열풍건조 특성

그림 3-2는 건조온도 50, 60, 70℃일 때 생강의 건조곡선을 나타낸 것으로, 함수비(moisture ratio)는 건조시간에 대하여 지수함수적 관계와 유사한 경향으로 감소하였다.

함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간일 때는 0.50, 0.38, 0.39으로 나타났으며, 건조시간 6시간에서는 0.014, 0.009, 0.006으로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다. 또한 건조초기 건조온도가 높을수록 함수비는 빨리 감소하였으며 건조시간 6시간 이후에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

그림 3-3은 건조온도 시간에 따른 건조속도(drying rate)를 나타낸 것이다. 생강의 건조속도는 건조초기에는 건조속도가 급격히 증가하다가 증가율이 완만하게 감소되며 일정시간이 지나면 건조속도의 변화가 미비한 것으로 나타났다. 건조온도에 따른 건조속도 변화의 형태는 유사한 것으로 나타났으며, 건조온도가 높을수록 건조과정 중 건조속도 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다.

농산물의 건조과정에서 예열기간 동안 시료의 온도는 송풍공기의 습구온도까지 상승하며 건조속도는 증가한다. 향률건조기간에는 건조가 시료의 표면으로부터 일어나며, 고체내부에서 표면으로 수분의 확산속도가 표면에서의 수분증발속도보다 빠르므로 표면이 충분히 젖어 물의 얇은 막으로 덮혀 있는 상태로서 습구에서의 수분증발현상과 유사하다. 향률건조기간은 물로 씻은 곡물 등의 건조에서 나타나며, 대부분의 농산물의 경우에는 나타나지 않거나 매우 짧다. 감률건조기간은 피건조물 표면의 수분이 없어진 상태로 내부수분의 확산속도가 표면의 증발속도에 미치지 못하여 건조속도가 점차로 감소하는 기간이다. 감률건조기간의 건조속도는 피건조물 내부의 수분이동 속도에 영향을 받으며, 수분이동은 주로 수분확산에 의하여 이루어지게 된다.

건조온도 60℃일 때 함수율은 건조시간이 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8시간에서 각각

83.8, 66.9, 30.9, 21.8, 13.2, 10.2, 9.7, 9.8, 9.49(% wet base)으로, 건조시간 3시간까지는 함수율이 급격히 감소하였으며, 그 이후 건조시간 5시간까지는 함수율의 감소폭이 완만하게 감소하는 경향을 알 수 있다. 대부분의 농산물이 항률건조기간이 없거나 초기에 존재하고, 대부분의 경우는 감률건조기간만이 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 생강의 경우도 항률건조기간이 존재하지 않거나 존재하여도 건조 초기에 극히 짧은 시간인 것으로 판단된다.

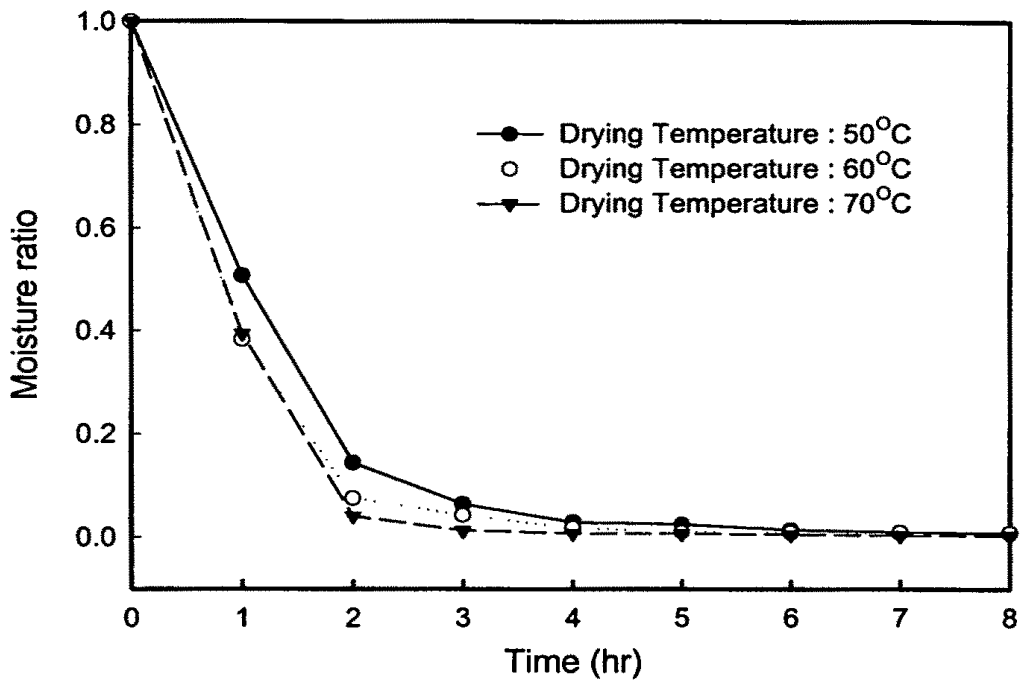


그림 3-2. 건조온도별 생강의 열풍건조 특성

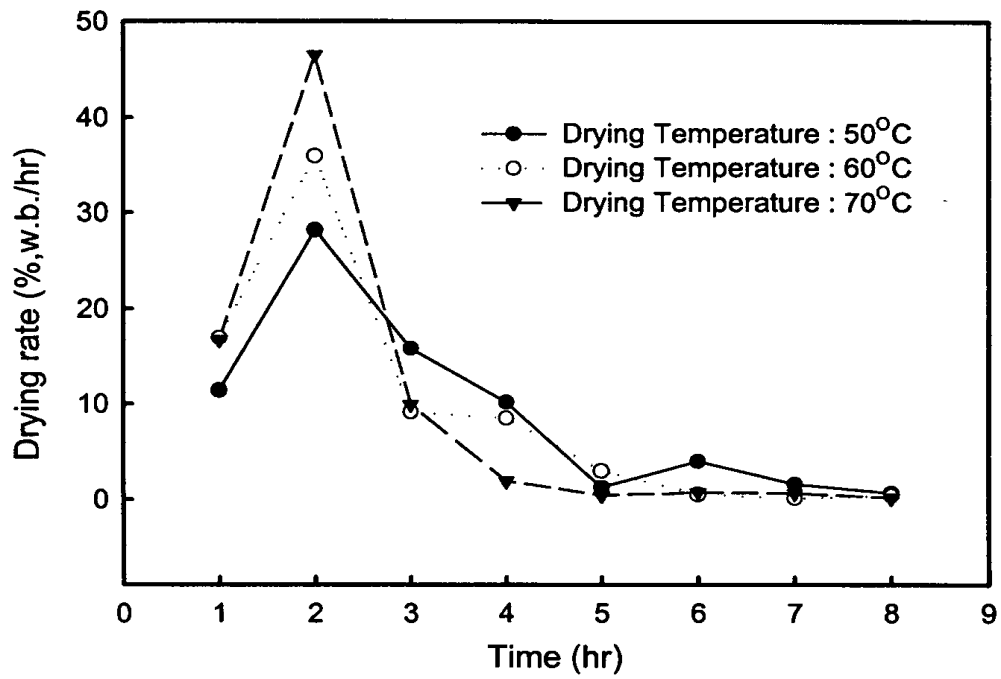


그림 3-3. 생강의 건조시간에 따른 건조온도별 건조율

## 나. 건조모델

주어진 건조조건에서 건조속도를 예측하기 위해서는 적합한 건조모델식의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 건조속도를 예측할 수 있는 건조모델을 개발하였다.

표 3-1은 exponential model을 적용하였을 때 건조온도에 따른 생강 열풍건조 모델의 상수값과 제곱합을 나타낸 것이다. 건조온도에 따라 제곱합은 0.0035~0.0092로 나타났으며, 이들 모델식에서 구한 이론치 함수비와 실측치 함수비를 비교하여 보면 건조초기에는 다소 차이가 나타났으나, 건조 후반기에는 비교적 유사해지는 경향이 나타났다. 또한 exponential model에서 건조상수로 표현되는 A 값은 건조온도가 증가함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보였다.

표 3-1. Exponential model<sup>1)</sup>에 의한 생강의 열풍건조모델

Temperature (°C)	A	Sum of squares
50	0.810586	0.0076
60	1.047248	0.0035
70	1.089755	0.0092

1) exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$

표 3-2는 approximate diffusion model을 적용하여 생강의 열풍건조모델 방정식을 구한 결과를 나타낸 것이다. 이론치 MR 값과 실측치 MR 값은 exponential model의 결과와 유사하였고, 제곱합도 0.0035~0.0091로 exponential model과 유사한 결과를 나타냈다.

표 3-2. Approximate diffusion model<sup>1)</sup>에 의한 생강의 열풍건조모델

Temperature (°C)	A	B	Sum of squares
50	0.819387	1.014130	0.0074
60	1.051271	1.005407	0.0035
70	1.096755	1.009911	0.0091

1) approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

표 3-3은 Page model을 이용하여 건조온도에 따른 생강의 열풍건조모델 방정식의 결과를 나타낸 것이다. Page model을 이용한 건조모델에서 건조온도별 제공합은 0.0003~0.0023으로 나타났으며, 이는 exponential model, approximate diffusion model을 적용한 모델방정식에서 나타난 제공합 보다 낮은 값이었다.

표 3-3. Page model<sup>1)</sup>에 의한 생강의 열풍건조모델

Temperature (°C)	A	B	Sum of squares
50	0.696014	1.362745	0.0023
60	0.969139	1.304389	0.0015
70	0.932384	1.762602	0.0003

1) Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

앞에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 건조속도를 예측할 수 있는 열풍건조모델 방정식을 개발하였다.



이들 건조모델에 대하여 적합성 검증 및 생강의 적정 열풍건조모델 방정식을 선정  
을 위하여 실험치 MR 값과 각 건조모델방정식에 의한 예측치 MR 값을 비교,  
분석하였다.

그림 3-4, 3-5, 3-6은 exponential model, approximate diffusion model, Page  
model에 의한 생강의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값을  
비교한 결과를 나타낸 것이다.

분석결과에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model에  
의한 생강의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수  
는 각각 0.9892, 0.9891, 0.9963으로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는  
열풍건조모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의  
한 생강의 열풍건조모델 방정식이 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정  
계수가 가장 큰 것으로 나타나 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델  
로 판단되었다.

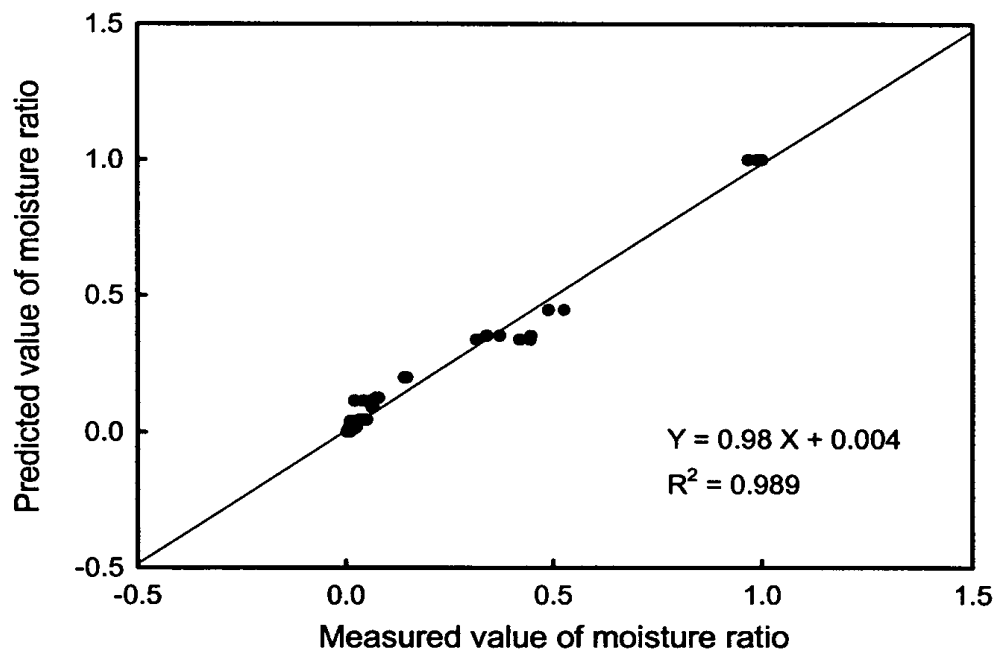


그림 3-4. Exponential model에 의한 생강의 열풍건조모델 검증

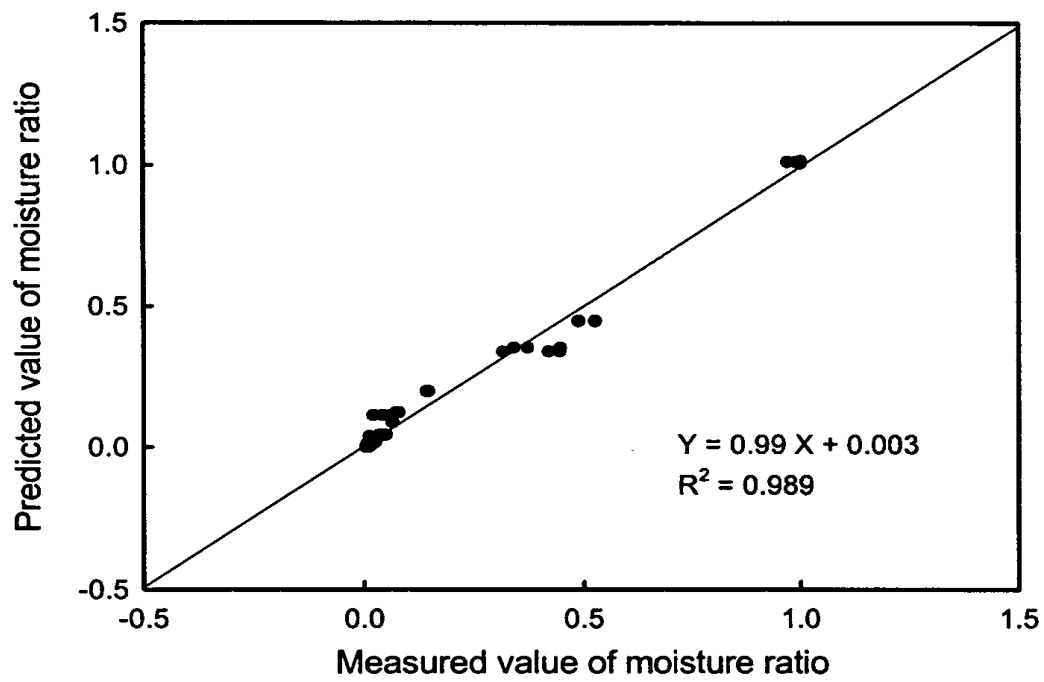


그림 3-5. Approximate diffusion model에 의한 생강의 열풍건조모델 검증

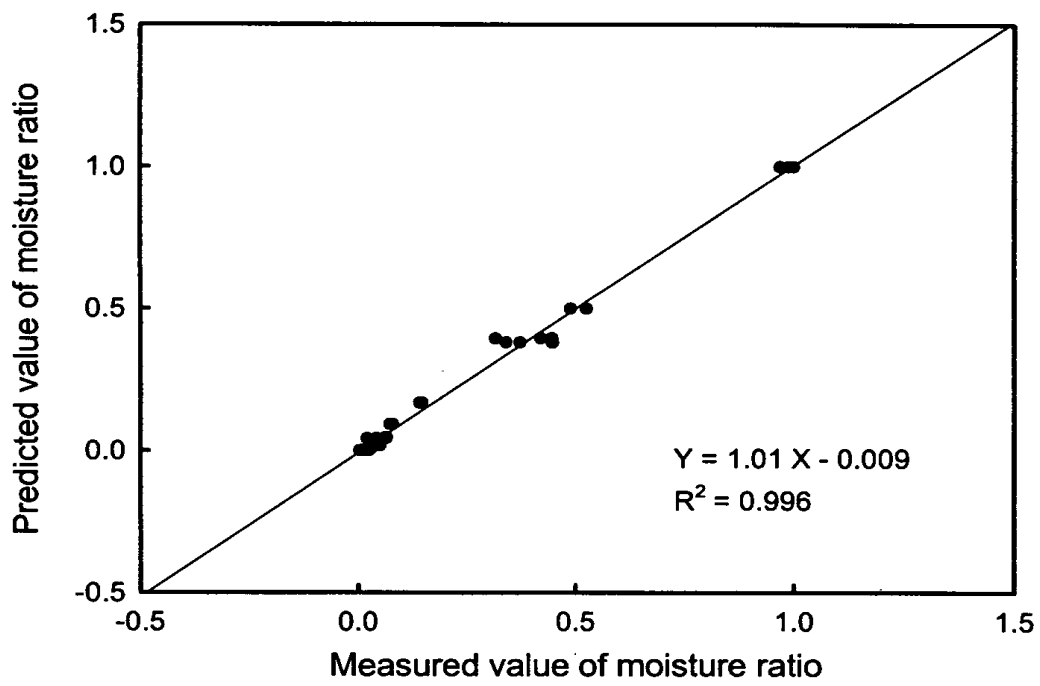


그림 3-6. Page model에 의한 생강의 열풍건조모델 검증

## 제 2 절 생강의 마이크로파 혼합건조 특성

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 실험재료

실험에 사용한 시료는 열풍건조 실험과 동일한 충남 서산지역에서 생산된 발(붕아)이 6~7개로 적은 재래종으로 가락동 농수산물시장에서 직접 구입하여 사용하였다. 건조실험에서는 생강시료를 세척, 박피 후 몸체에 붙어있는 발의 부분을 절단한 후 5~6mm로 세절하여 건조실험에 사용하였다.

#### 나. 실험장치

마이크로파 혼합건조를 이용한 생강의 건조특성을 분석하기 위하여 마이크로파 혼합건조 실험장치를 제작하였다. 그림 3-7은 제작된 마이크로파 혼합건조 실험장치로서 본체의 길이는 총높이 1.5m, 가로가 80cm, 세로가 60cm이며 실제적인 가용 건조실 용량은 약 10L이다. 본 장치의 건조부에 있어서는 Microwave(0~750MHz), 열풍건조장치, 풍속조절장치 등이 있으며 열풍 및 마이크로파가 단독 및 조합 사용에 의해 건조시킬 수 있다. 제어부는 시료의 품온과 건조실의 온도 및 마이크로파 강도 조절이 가능하도록 하였다.

마이크로파는 가정용 전자렌지를 이용하여 Ib제어를 통한 마이크로파 강도를 제어하였고, 열풍은 외기공기를 흡입하여 건조공기로 사용하는데 흡기팬의 출구쪽에 전기히타(1.5kW)가 설치되어 흡입된 외부공기를 가열 열풍으로 만들어 건조기 내로 공급할 수 있도록 설계되었다. 또한 시료로부터 증발된 수분은 건조기내에 설치된 배기덕트를 통해 흡입된 열풍 의해 방출된다.

마이크로파 혼합건조 실험장치의 온도조절 시스템인 Ib 조절기 및 열풍장치시료의 건조조건과 특성을 고려하여 Microwave조절과 열풍 히타가 독립적으로 작

동되도록 구성되어 있다. Ib조절은 가정용 Microwave을 이용하여 전류별 8단계로 나누어 설치하였으며 열풍온도 조절은 PT100Ω은 센서를 사용하고 풍량은 슬라이더를 이용 10단계로 제어하는 장치를 설치하였다. 시료 품온에 센서를 연결하여 온도를 읽은 다음 그 신호를 Indicator에 보내 한성 DX2을 이용하여 제어하고 열풍은 건조실 내부의 중심부에 센서를 설치하여 읽고 한성 DX3을 이용하여 읽고 제어하도록 구성되어 있다.

마이크로파 혼합건조 실험장치의 중량 측정 시스템은 일차 시스템의 예비 실험결과 스트레인 게이지가 정확한 Elettronica사 제품을 이용하였고 그 신호를 indicator로 표시하여 피건조물의 중량변화를 나타내도록 되어있다. 현재 건조실험 중에 자동으로 컴퓨터에서 건조 시료중량을 측정할 수 있도록 제작되었다.



그림 3-7. 마이크로파 혼합건조 실험장치

#### 다. 실험방법

마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 하여 건조실 내부는 설정한 건조온도를 유지하며 건조공기를 순환시켜 시료를 건조시키는 방식이다. 예비실험 결과에서 마이크로파 혼합건조의 함수비 변화는 열풍건조와 유사한 형태를 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서는 마이크로파 혼합건조의 건조모델을 개발하기 위하여 열풍건조모델 개발에 사용하였던 exponential model, approximate diffusion model, Page model을 이용하여 생강의 마이크로파 혼합건조 모델식을 개발하였다.

건조실험은 마이크로파 건조장치에서 시료용기에 겹치지 않도록 시료를 한층으로 넣어 박층건조 실험을 수행하였다. 건조 중 시료의 무게는 건조장치의 자료수집 및 제어장치에서 10분 간격으로 측정하였으며, 평형함수율은 각 건조조건에서 90분 동안 중량변화가 없을 때의 수분함량으로 하였다. 건조실험은 마이크로파 강도를 조절하는 Ib값이 200, 220, 240으로 조정하여, 건조실 온도가 50, 60, 70℃에서 수행되었으며, 이때 건조실 내부의 풍속은 1.19 m/s이었다.

건조모델식은 건조실험의 실험치를 선정된 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 적용하여 비선형 회귀모델을 이용하여 구하였으며, 비선형 회귀모델은 통계프로그램인 SAS 6.1의 NLIN PROC를 사용하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 생강의 마이크로파 혼합건조 특성

그림 3-8, 3-9, 3-10은 건조온도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조 특성을 나타낸 것으로, 각각 마이크로파 강도를 나타내는  $I_b$  값이 200, 200, 240일 때 건조시간에 대한 함수비의 변화를 보여주고 있다. 건조시간이 증가함에 따라 함수비는 지수함수적인 유형으로 감소하는 것을 알 수 있다.

$I_b$  값이 200일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.512, 0.415, 0.408로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.021, 0.017, 0.011로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다.  $I_b$  값이 220일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.505, 0.427, 0.357로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.017, 0.011, 0.009로 감소하였다.  $I_b$  값이 240일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.466, 0.425, 0.227로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.018, 0.009, 0.009로 나타났다. 건조온도가 함수비 변화에 미치는 영향을 보면 감률건조 기간에는 건조온도가 높을수록 함수비의 감소폭이 큰 것으로 나타났으며, 건조 후반기에는 건조온도에 따른 함수비 변화의 차이가 미비하였다.

그림 3-11, 3-12, 3-13은 마이크로파 강도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조 특성을 나타낸 것으로, 각각 건조온도가 50, 60, 70℃일 때 마이크로파 강도에 대한 함수비의 변화를 보여주고 있다.

건조온도 50℃일 때 함수비는  $I_b$  값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.512, 0.505, 0.466으로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.021, 0.017, 0.018으로 감소하였다. 건조온도 60℃일 때 함수비는  $I_b$  값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.415, 0.427, 0.425로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.017, 0.011, 0.009로 감소하였다. 건조온도 70℃일 때 함수비는  $I_b$  값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.408, 0.357, 0.227로 나타났으며, 건조시간 5시간에서는 0.011, 0.009, 0.009로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다. 위의 결과에서 마이크로파



강도가 함수비 변화에 미치는 영향은 건조온도 70℃의 건조시간 2시간 이내에서만 마이크로파 강도가 함수비 차이를 나타냈을 뿐 건조온도 50, 60℃에서는 마이크로파 강도에 따른 함수비 차이는 미비한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 사용하여 건조실 내부에 건조공기를 순환시킴으로서 마이크로파와 열풍건조의 혼합건조방식에 기인한 것으로 판단된다.

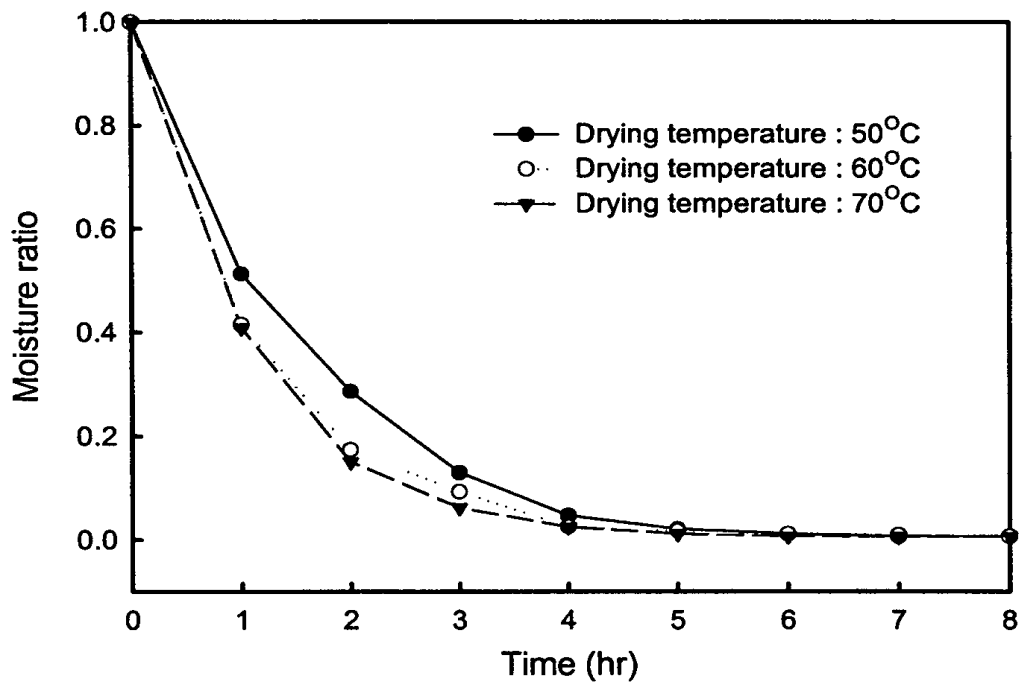


그림 3-8. 건조온도별 생강의 마이크로파 혼합건조 특성 (microwave Ib : 200)

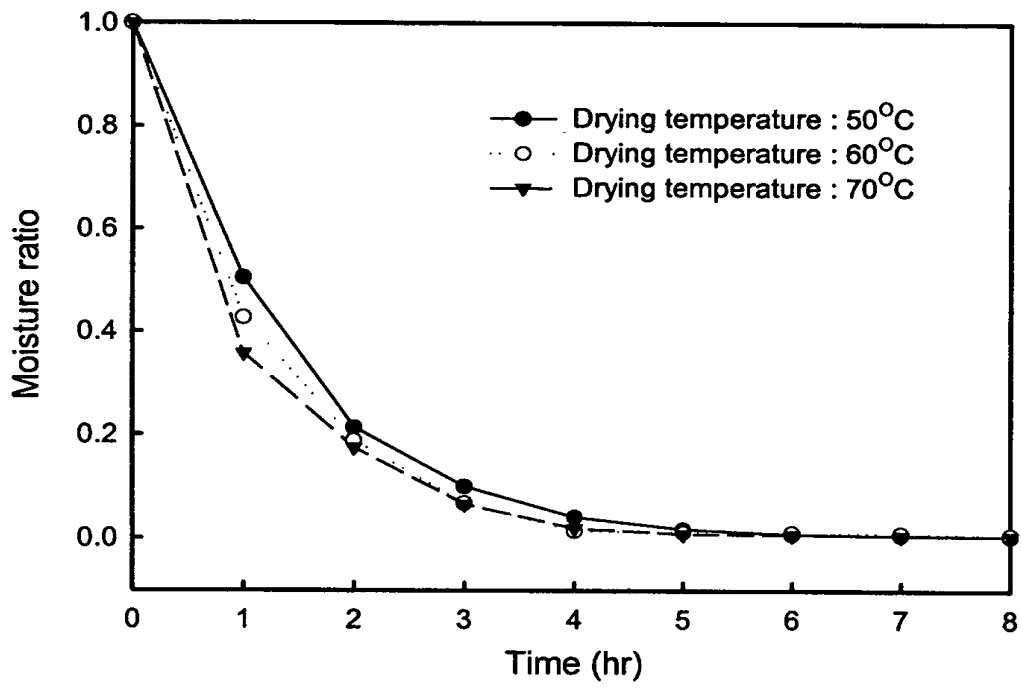


그림 3-9. 건조온도별 생강의 마이크로파 혼합건조 특성 (microwave Ib : 220)

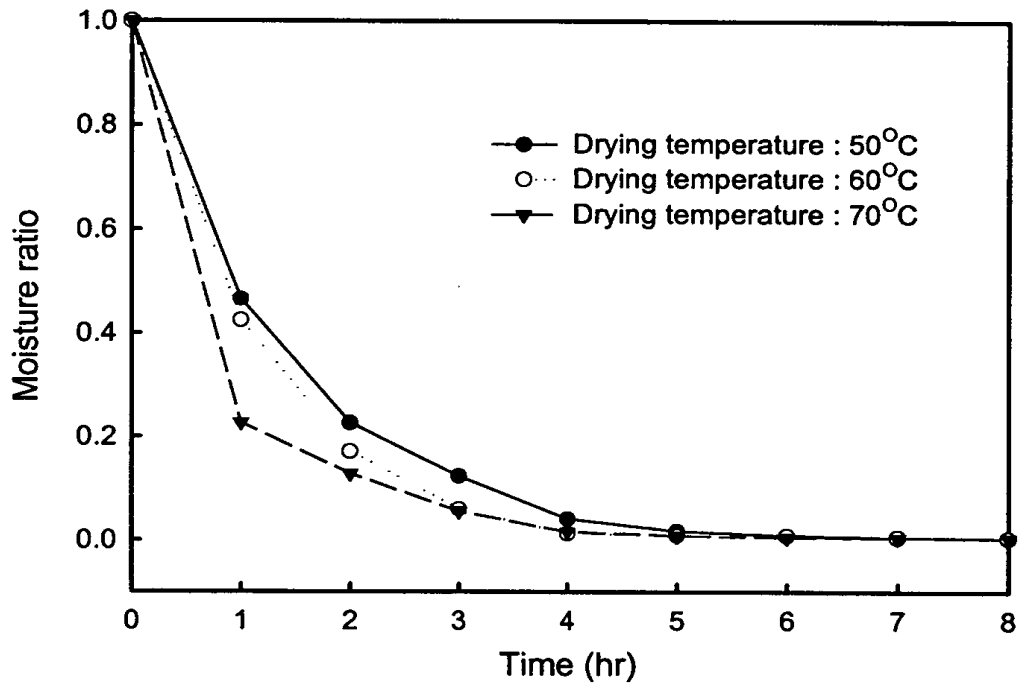


그림 3-10. 건조온도별 생강의 마이크로파 혼합건조 특성 (microwave Ib : 240)

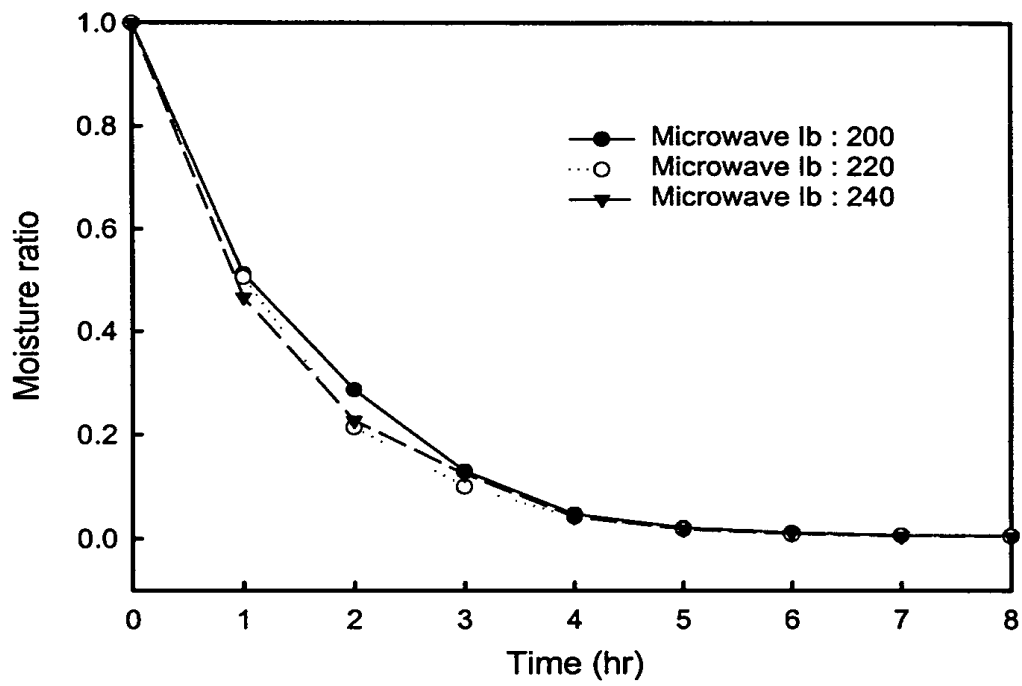


그림 3-11. 마이크로파 강도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 50°C)

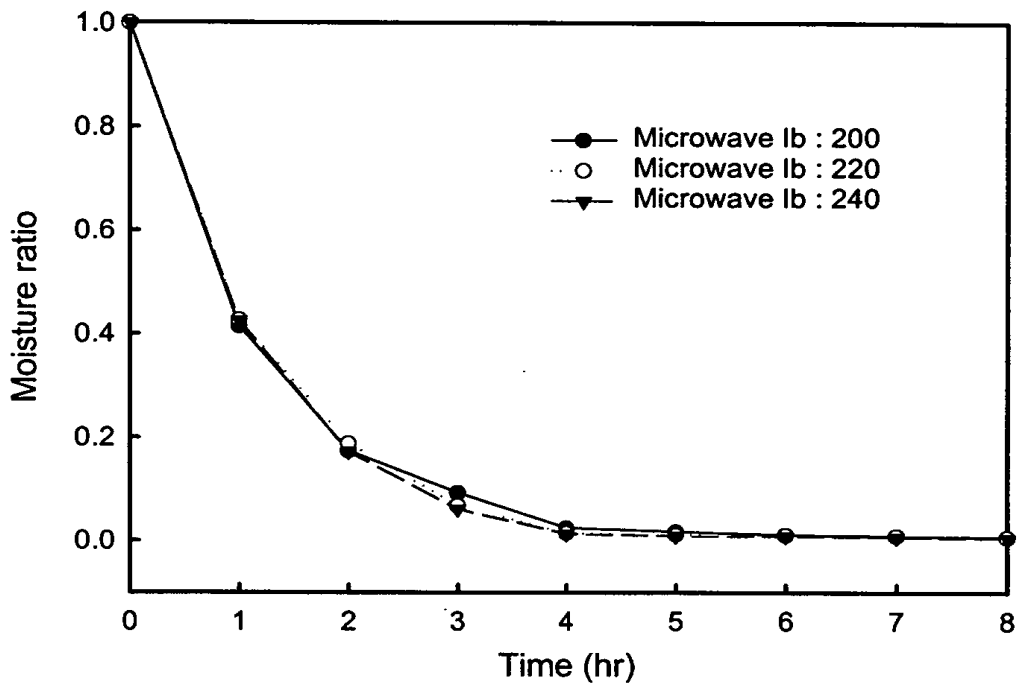


그림 3-12. 마이크로파 강도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 60°C)

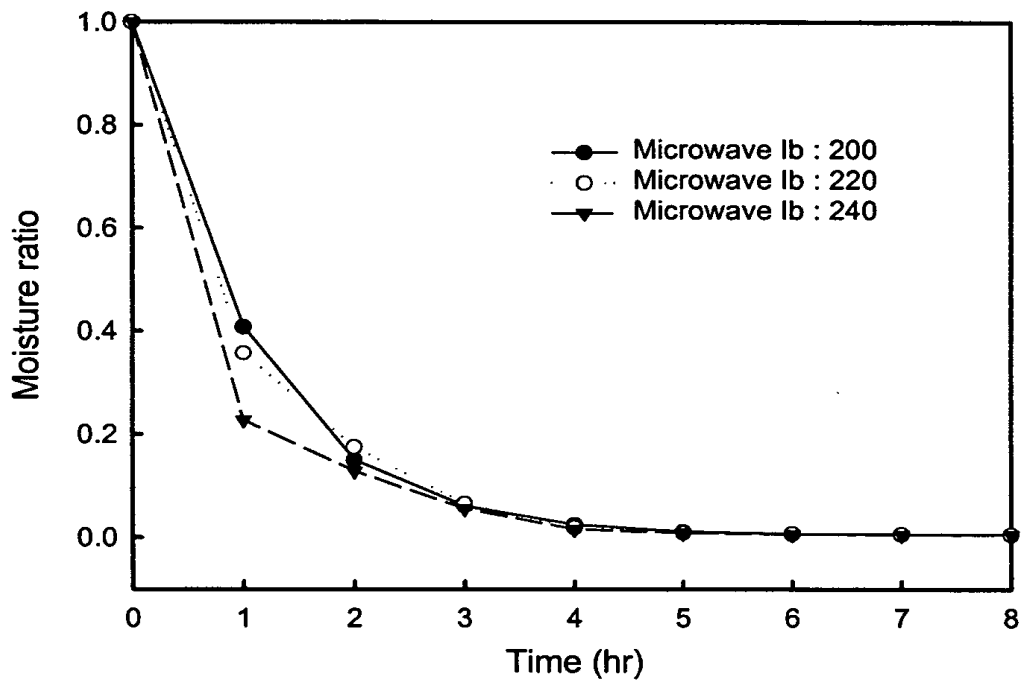


그림 3-13. 마이크로파 강도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 70°C)

나. 건조모델

마이크로파 혼합건조의 건조속도를 예측하기 위한 건조모델을 개발하기 위하여 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 건조방정식을 구하였다.

표 3-4는 exponential model을 적용하였을 때 건조온도와 마이크로파 강도에 따른 생강 마이크로파 혼합건조모델의 상수값과 제공합을 나타낸 것이다. 건조온도 50℃에서는 제공합은 0.0005~0.0013으로 나타났으며, 건조온도 60, 70℃에서 제공합은 각각 0.0005~0.0006, 0.0002~0.0065로 나타났다. 건조모델 방정식에 의한 함수비와 실측치의 비교에서 감률건조기간에서 다소 차이를 나타내었으며, 건조후 반부에서는 이론치와 실측치간의 차이는 미비한 것으로 나타났다.

표 3-4. Exponential model<sup>1)</sup>에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델

Temperature (°C)	Ib	A	Sum of squares
50	200	0.667583	0.0013
	220	0.738478	0.0012
	240	0.746116	0.0005
60	200	0.865033	0.0005
	220	0.856522	0.0006
	240	0.879265	0.0006
70	200	0.917141	0.0002
	220	0.959940	0.0002
	240	1.321753	0.0065

1) exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$



표 3-5는 approximate diffusion model을 적용하여 생강의 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 구한 결과를 나타낸 것이다. 이론치 함수비와 실측치 함수비의 차이는 exponential model의 결과와 유사하였고, 제곱합도 건조온도 50℃에서는 0.0005~0.0013, 건조온도 60℃에서는 0.0005~0.0006, 건조온도 70℃에서는 0.0002~0.0065으로 exponential model의 결과와 유사하게 나타났다.

표 3-5. Approximate diffusion model<sup>1)</sup>에 의한 마이크로파 혼합건조모델

Temperature (°C)	Ib	A	B	Sum of squares
50	200	0.669016	1.002526	0.0013
	220	0.742958	1.007417	0.0012
	240	0.744765	0.997877	0.0005
60	200	0.863634	0.998039	0.0005
	220	0.857434	1.001336	0.0006
	240	0.881250	1.002893	0.0006
70	200	0.918335	1.001664	0.0002
	220	0.955931	0.994852	0.0016
	240	1.315930	0.994240	0.0065

1) approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

표 3-6은 Page model을 이용하여 건조온도와 마이크로파 강도에 따른 생강의 마이크로파 혼합건조모델 방정식의 결과를 나타낸 것이다. Page model을 이용한 건조모델에서 건조온도별 제곱합은 건조온도 50℃에서는 0.0002~0.0011, 건조온도 60℃에서는 0.0002~0.0005, 건조온도 70℃에서는 0.0001~0.0009로 나타났으며, 이

는 exponential model, approximate diffusion model을 적용한 모델방정식에서 나타난 제곱합 보다 낮은 값이었다.

표 3-6. Page model<sup>1)</sup>에 의한 마이크로파 혼합건조모델

Temperature (°C)	Ib	A	B	Sum of squares
50	200	0.645005	1.049837	0.0011
	220	0.691355	1.116286	0.0002
	240	0.757067	0.975576	0.0004
60	200	0.884649	0.951817	0.0004
	220	0.841278	1.037985	0.0005
	240	0.850220	1.075645	0.0002
70	200	0.902019	1.041101	0.0001
	220	1.010558	0.877215	0.0007
	240	1.446145	0.632667	0.0009

1) Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

앞에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 건조속도를 예측할 수 있는 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 개발하였다. 이들 건조모델에 대하여 적합성 검증 및 생강의 적정 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 선정하기 위하여 실험치 함수비와 각 건조모델방정식에 의한 예측치 함수비를 비교, 분석하였다.

그림 3-14, 3-15, 3-16은 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비와

실험치 함수비를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

분석결과에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비 값과 실험치 함수비 값의 결정계수는 각각 0.989, 0.992, 0.995로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델 방정식이 이론적 예측치의 함수비와 실험치 함수비의 검증모델에서 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 마이크로파 혼합건조시 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

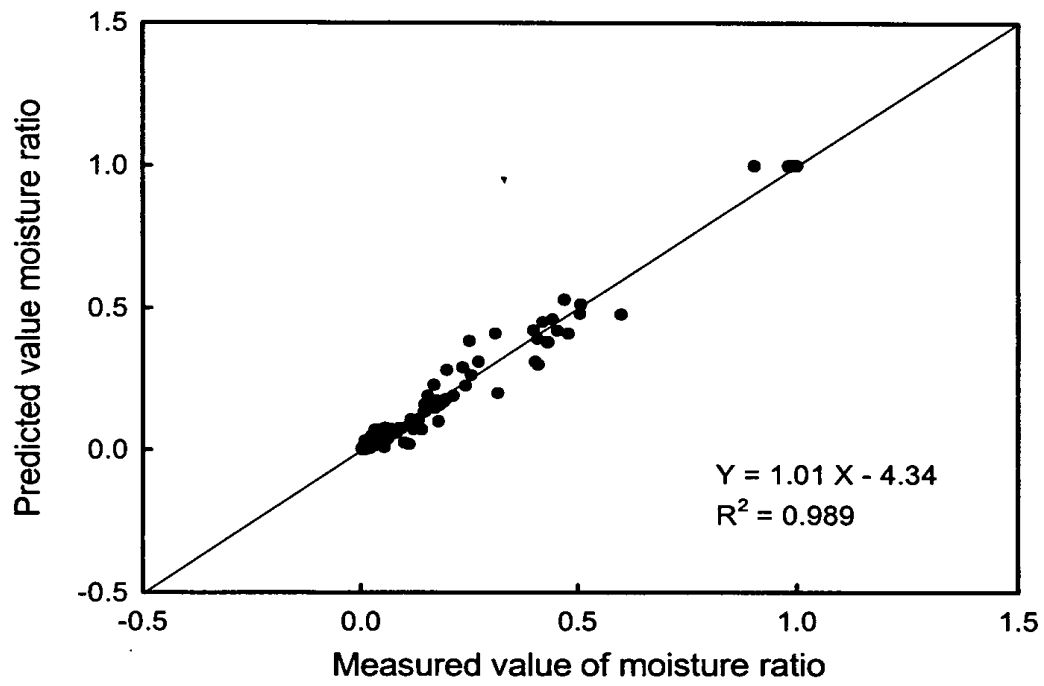


그림 3-14. Exponential model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델 검증

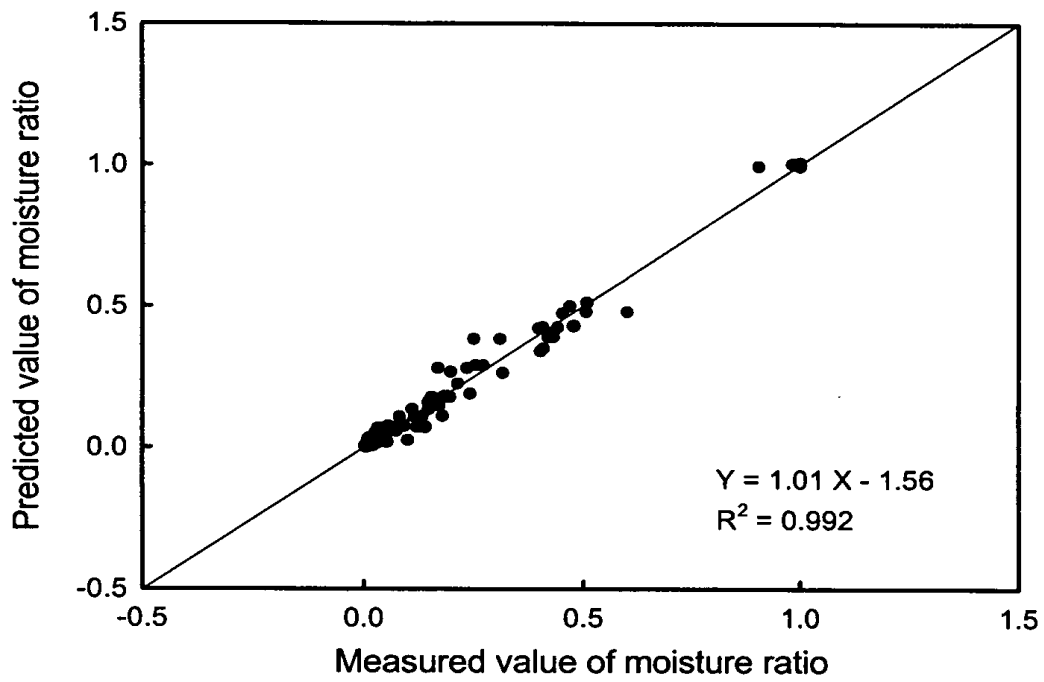


그림 3-15. Approximate diffusion model에 의한 생강의 마이크로파 혼합 건조모델 검증

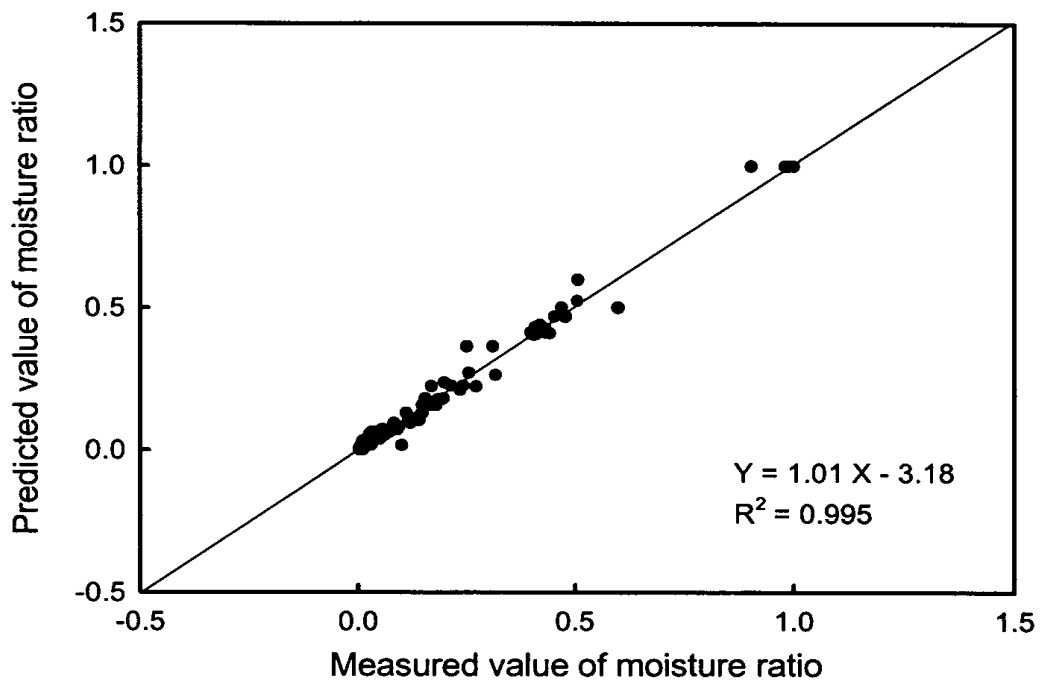


그림 3-16. Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델 검증

## 제 3 절 건조방법별 품질평가 및 복원성

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 재료 및 방법

생강은 충남 서산지방에서 수확한 것을 가락동 농수산물 시장에서 직접 구입하여 세척·박피한 후 5~6mm 두께로 세절하여, 건조용 시료로 사용하였다.

생강의 건조방법으로는 열풍건조와 마이크로파 혼합건조 방법을 적용하였으며, 건조 조건으로써 열풍건조는 건조온도를 60℃로 하고 상대습도가 30%가 되게 하였고, 마이크로파 혼합건조는 건조온도 60℃, 마이크로파 강도인 Ib값은 240, 건조실 내부의 풍속은 1.19 m/sec가 되도록 일정하게 유지하였다. 건조실험은 세절한 150g의 시료를 건조기에 넣고 시료상자에 겹치지 않도록 한 층으로 깔아서 건조실내에 넣고 주어진 건조조건에서 실험을 실시하였다. 이때 건조시간은 각각 2, 4, 6, 8시간으로 하였으며, 대조구인 생 생강을 포함하여 총 9개의 처리구에 대해 건조시간별 품질평가를 실시하였다.

#### 나. 건조 시료의 품질평가방법

건조방법별, 건조시간별 생강의 품질평가는 중량, 부피감소율, 수화복원율, 갈변도 및 색도, 대장균 및 총균수 등을 분석하였다.

##### 1) 수분함량

수분함량은 105℃ 상압가열 건조법으로 시료 5g씩 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

##### 2) 비체적 (specific volume)

비체적 측정은 50ml의 메스실린더를 이용하여 각 건조한 시료를 일정량 취한 후 해사(5 mesh, Showa chemical Co. Japan)로 충전하여 부피를 측정하고 그 부

피에서 해사의 부피를 뺀 부피를 시료의 부피로 하여 시료의 무게로 나누어서 결정하였다.

### 3) 수화복원율 (rehydration ratio)

수화복원율은 500ml의 비이커를 사용하여 100℃의 증류수에 10분간 완전히 침지시켜 2분간 drain시킨 후 분석하였다. 이때 수화복원율은 일정시간 재수화 후의 시료무게와 건조시료의 초기무게의 비로서 구하였으며, 수분의 흡수량(moisture gain)은 일정시간 재수화 후의 시료무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 g당 흡수량(g water/g solid)으로 환산하여 표시하였다.

### 4) 갈변도

갈변도는 Hendel 등(1950)의 방법으로서 건조 후 시료를 분쇄한 후 1.3g을 취하고 40ml의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 ml를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 spectrophotometer를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5) 색도

색도는 건조된 시료를 각각 20mesh로 분쇄한 후 색차계를 이용하여 L값(whiteness), a값(redness), b값(yellowness)와 각 처리구 간의 색차( $\Delta E$ )를 분석하였다.

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

색차( $\Delta E$ )값은 두 색의 비교 시 매우 유용하게 사용되는데, 색차 값이 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다.

### 6) 총균 및 대장균

건조에 따른 미생물 수의 변화를 측정하기 위해 각각의 건조시료 2 g을 취하여 10배의 멸균 생리식염수를 가한 후 10분 동안 30℃ 수조에서 진탕한 다음 각



각 1ml를 취하여 단계 희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab.)에 48시간, 대장균군은 Chromocult agar (Merck Co.)를 사용하여 18~24시간 후 계수하였다.

#### 7) 향기성분의 분리 및 비교

건조생강의 향기성분은 휘발성 성분의 추출 방법으로 dynamic headspace법에 따라 purge and trap concentrator(Tekmar LSC 3000, Ohio, U.S.A)을 사용하여 포집하였다. 각 건조시료는 20mesh 크기로 분쇄한 생강 중 건조중량이 0.1g이 되도록 취한 후 시료병에 담아 온도를 40℃로 유지하고 질소를 분당 60ml 속도로 30분간 purging하면서 추출하였다. Purging에 의하여 추출한 향기성분은 60~80 mesh의 Tenax GC(polymeroh 2,6-diphenyl-p-phenyloxide)가 충전된 흡착관(12×1/8 stainless steel)에 흡착시켰다. 흡착 후 수분을 제거하기 위해 dry purge를 3분간 실시하였으며 탈착은 흡착관을 50℃로 예비가열 한 후 180℃에서 3분간 가열하였다.

탈착된 향기성분은 자동적으로 즉시 flame ionization detector(FID)와 DB-5 칼럼(fused silica capillary column, 60m×0.31mm I.D., 0.25 $\mu$ m film thickness, J & W Scientific, CA, U.S.A.)이 장착된 GC(Hewlett-Packard 5890, CA, U.S.A.)에 주입되어 분리하였다. GC분석 조건은 표 3-7에 나타내었으며, 처리구별 생강의 향기성분에 대한 상대적 비교는 각 성분의 피크 면적을 각각 10,000으로 나눈 값을 이용하여 비교하였다.

#### 8) 향기성분의 동정

GC에 의하여 분리된 향기성분의 동정은 gas chromatograph-mass spectrometer(GC/MS : Hewlett-Packard 5972 system, CA, U.S.A)를 이용하였다. 향기성분의 추출 및 주입은 전술한 GC방법과 동일하게 하였다. 시료 도입을 위한 interface 온도는 200℃, ionization voltage는 70eV, resolution은 1000, mass range는 30-300m/e로 하였으며, 그 밖의 조건은 향기성분의 분리를 위한 GC 조건과 같다. GC 및 GC/MS로부터 얻어진 피크는 Wiley library와 비교하여 동정하였다.

표 3-7. 생강의 향기성분 분석을 위한 가스크로마토그래피의 분석조건

---

Injection temperature	230°C
Detector temperature	250°C
Pressure	0.9 kg/cm <sup>2</sup>
Column	DB-5 Column 60 m × 0.31 mm I.D. 0.25 μm film thickness
Carrier gas	1.5 ml He/min
Split ratio	1:20
Detector	FID
Oven temperature	50°C (hold 3min) → (3°C/min) → 230°C (hold 3min)

---

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 수분함량 및 비체적

건조방법에 따른 수분함량과 비체적의 변화를 표 3-8에 나타내었다. 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조를 이용해 6시간 동안 건조한 생강은 모두 수분함량이 10% 미만으로 떨어지는 것을 볼 수 있었으며, 두가지 건조법에서 모두 건조시간이 증가할 수록 수분함량의 감소와 더불어 비체적이 증가하는 것으로 나타났다. 건조 8시간 후에는 두 건조방법 모두 건조 전보다 비체적이 1.57에서 각각 4.30, 4.14로써 약 2.8배정도 높은 것으로 나타나 건조에 의한 생강의 수축이 급격히 일어났음을 알 수 있었다. 따라서 수분함량과 비체적에서는 두 건조방법 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-8. 건조방법에 따른 생강의 건조시간별 수분함량 및 비체적

Drying time (hours)	Microwave drying		Hot air drying	
	M.C. <sup>1)</sup>	S.V. <sup>2)</sup>	M.C.	S.V.
0	91.20	1.57	91.20	1.57
2	53.80	2.83	54.35	2.85
4	18.79	2.72	14.73	2.99
6	7.59	3.12	9.83	3.13
8	7.96	4.30	6.70	4.14

<sup>1)</sup> M.C. : moisture contents

<sup>2)</sup> S.V. : specific volumn

### 나. 수화복원을

재수화 후 건조생강의 복원성을 살펴보기 위하여 마이크로파 혼합건조와 열풍

건조를 이용하여 각각 2, 4, 6, 8시간 동안 건조시킨 생강을 100℃에서 10분간 재수화하여 그 특성을 표 3-9에 나타내었다.

재수화 후의 복원성을 나타내는 수화복원율이나 흡수량은 건조 6시간까지 열풍건조 보다는 마이크로파 혼합건조 방법을 이용한 생강에서 높게 나타나 복원성이 우수하였는데, 이는 건조 채소류를 마이크로파로 건조 처리한 윤 등(1996)의 보고와 유사하였다. 건조시간에 따른 생강의 복원율은 건조 방식에 관계없이 4시간 동안 처리한 생강이 가장 우수한 것으로 나타났고, 이때의 rehydration ratio과 흡수량은 마이크로파 혼합건조 처리구에서 각각 4.36, 3.36이었으며, 열풍건조 처리구에서는 3.35, 2.35로 나타났다. 그러나 그 이상의 시간으로 건조시간을 늘리는 경우, 건조시간이 4시간일 경우보다 오히려 복원율은 감소하는 것으로 나타나 건조 생강의 심한 수축현상으로 오히려 복원율을 감소시키는 것으로 생각되어진다. 이러한 재수화 특성은 열손상이 심할 경우 재수화능이 감소한다는 황 등(1994)의 보고와 유사한 결과를 보이는 것으로 사료된다.

표 3-9. 건조방법에 따른 생강의 건조시간별 재수화특성

Drying time (hours)	Microwave drying		Hot air drying	
	R.R. <sup>1)</sup>	M.G. <sup>2)</sup>	R.R.	M.G.
0	-	-	-	-
2	2.78	1.78	1.46	0.46
4	4.36	3.36	3.35	2.35
6	3.18	2.18	2.99	1.99
8	3.01	2.01	3.14	2.14

<sup>1)</sup> R.R. : rehydration ratio

<sup>2)</sup> M.G. : moisture gain(g water/g solid)

#### 다. 갈변도 및 색도

건조한 생강의 갈변도 및 색도 변화는 표 3-10과 같다. 건조시간이 길어질수록 갈변도는 증가하는 것으로 나타났으며, 마이크로파 혼합건조시킨 생강에서는 건조 전 갈변도 0.0265에서 건조 6시간 이후 갈변도 0.1064로 급격한 갈변현상을 보였고 열풍건조시에는 건조 8시간부터 갈변도 0.1479로 현저한 갈변현상이 일어남과 동시에 마이크로파 혼합건조 처리구보다 갈변도가 크게 나타났다.

갈변도와 더불어 건조시간이 증가함에 따라 색도의 변화가 일어났는데, 명도와 적색도는 모두 증가하는 경향을 보였으며, 황색도는 증가하다가 건조시간이 8시간이 되면서 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 전체적인 색차를 나타내는  $\Delta E$ 의 총 색택의 차는 갈변도와 더불어 건조시간이 늘어남에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 대조구와 가장 큰 차이를 보이는 처리구는 마이크로파 혼합건조와 열풍건조 모두 건조시간이 6시간일 때가 가장 큰 값을 나타내는 것으로 밝혀졌으며, 각 시간대별로  $\Delta E$ 값을 건조 방식에 따라 비교해 본 결과 마이크로파 혼합건조 방식이 열풍건조 방식보다 색차값이 적은 것으로 나타났다.

#### 라. 미생물 변화

토양과 직·간접적으로 접해 있는 채소류는 재배기간 중 토양으로부터, 또는 수확 후 유통 단계에서 일반 미생물과 병원성 미생물 및 부패 미생물에 의한 오염이 일어나며 일반적으로 채소류 및 과일류에서 검출되는 총균수는  $10^4$ - $10^7$  CFU/g, 대장균수는  $10^2$ - $10^4$  CFU/g 수준으로 알려져 있다. 금방 수확한 생강의 줄기 절단 부위는 축축하며, 표면은 표피층의 발달이 불완전하여 수확시나 운반 중에 물리적인 상처를 입어 미생물에 의해 감염되기 쉬울 뿐만 아니라, 수분손실과 곰팡이의 발생이 쉽게 일어난다. 더욱이 토굴에서 장기간 저장될 때 수확, 줄기 절단 및 운반과정에서 초래된 손상부위의 조직이 연약하여 토양 미생물의 침입으로 인한 부패가 발생할 우려가 매우 높으나 마이크로파와 열풍을 이용한 건조공정을 통하여 미생물 감균 효과를 볼 수 있을 것으로 사료된다.

표 3-10. 건조방법에 따른 생강의 건조시간별 갈변도 및 색도

Drying type	Drying time (hr)	Degree of browning (absorbance at 420 nm)	Hunter Value			
			L	a	b	$\Delta E$
Microwave drying	0	0.027	61.60	0.07	21.15	-
	2	0.054	62.81	0.15	22.59	1.89
	4	0.065	66.54	0.29	23.85	5.72
	6	0.106	78.33	0.34	24.63	17.09
	8	0.121	75.92	1.04	23.03	14.44
Hot air drying	0	0.027	61.60	0.07	20.34	-
	2	0.056	58.42	0.18	21.15	3.30
	4	0.057	77.65	0.43	24.29	16.45
	6	0.058	78.99	0.85	24.62	17.71
	8	0.148	77.78	1.03	23.54	16.36

건조시간에 따른 생강의 마이크로웨이브건조와 열풍건조가 미생물 수에 미치는 영향에 대해 표 3-11에 나타내었다. 대조구로서 박피한 생강의 초기 총균수와 대장균수는 각각  $3.25 \times 10^6$ ,  $3.57 \times 10^5$ 으로 나타났으며, 총균수에 있어서는 마이크로파 혼합건조와 열풍건조를 통하여 건조 2시간 경과 후 1 log cycle의 감소효과를 볼 수 있었다. 특히 마이크로파 혼합건조 처리구는 총균수에서 건조 8시간 이후 대조구보다 3 log cycle의 감소효과가 나타났으며, 열풍건조 처리구에서는 2 log cycle 만큼 감소된 것을 볼 수 있었다. 대장균군의 변화를 살펴보면, 마이크로파 혼합건조 처리구에서는 건조 4시간만에 3 log cycle이 감소되었으며, 건조 6시

간 후부터는 사멸되는 것으로 나타났고 열풍건조 처리구에서는 건조 8시간 후부터 검출되지 않았다. 따라서 두가지 건조방법 모두 효과적인 미생물 감균효과가 있음이 밝혀졌으며, 건조방법별로 비교해 볼 때 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다 총균 및 대장균 수에 있어서 사멸효과가 뛰어난 것으로 나타났다.

표 3-11. 건조방법에 따른 생강의 건조시간별 미생물수

(Unit : CFU / g)

Drying time (hours)	Microwave drying		Hot air drying	
	Total viable	Coilform	Total viable	Coilform
0	$3.25 \times 10^6$	$3.57 \times 10^5$	$3.25 \times 10^6$	$3.57 \times 10^5$
2	$1.26 \times 10^5$	$2.25 \times 10^4$	$8.75 \times 10^5$	$4.42 \times 10^3$
4	$8.10 \times 10^4$	$8.50 \times 10^2$	$3.8 \times 10^5$	$2.50 \times 10^3$
6	$6.05 \times 10^4$	N.D.	$1.85 \times 10^5$	$1.00 \times 10^2$
8	$3.65 \times 10^3$	N.D.	$3.65 \times 10^4$	N.D.

N.D. :  $< 10^1$  CFU/g

#### 마. 향기성분 분석

본 연구에서는 생강의 향신 천연물질 자원으로서의 목적이외에 생강을 조리 및 가공식품의 향미 개선에 보다 효율적으로 이용하고자 하는 시도로 여러 가지 건조방법을 적용하여 건조방법에 따른 휘발성 향기성분의 변화패턴을 조사하였다.

표 3-12, 표 3-13, 표 3-14는 건조시간과 건조방법, 전해산화수 처리에 따른 생강의 향기성분을 분석한 결과를 나타낸 것이다.

GC를 이용하여 생강의 향기성분을 분리한 결과 64개의 주요 피크를 얻었으며, GC/MS로 이중 30종의 화합물을 동정하였다. 확인된 30종의 향기성분을 관능기별

로 살펴보면 hydrocarbon류는  $\alpha$ -Pipene, Camphene,  $\beta$ -Myrcene,  $\alpha$ -Phellandrene,  $\alpha$ -Terpipene,  $\beta$ -Phellandrene, 3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene, Terpinolene, Ocimene, 1,4-Pentadiene, Myrcene,  $\alpha$ -Farnesene,  $\alpha$ -Bergamotene,  $\alpha$ -Humulene,  $\alpha$ -Curcumene,  $\rho$ -Cymene, Zingiberene,  $\alpha$ -Farnesene,  $\beta$ -Sesquiphellandrene,  $\gamma$ -Bisabolene,  $\alpha$ -Bisabolene,  $\alpha$ -Calacorene 의 22종으로 가장 많은 종이 확인되어 이들 hydrocarbon류가 생강의 방향에 중요한 역할을 할 것으로 판단되었다.

alcohol류는 1-Octen-3-ol,  $\beta$ -Fenchyl alcohol,  $\beta$ -Citronellol, Geraniol, 2,6-Octadien-1-ol 5종 그 밖에 aldehyde류 및 acid류로서 Citral, Citronellyl acetate 각 1종이 확인되어, 동정된 성분은 모두 30종이었다. 이들 성분들 중에서 함량이 많은 성분들은 zingiberene,  $\beta$ -Phellandrene,  $\rho$ -Cymene,  $\beta$ -Sesquiphellandrene, Camphene의 순이었고, 함량은 각각 30.1%, 14.6%, 8.2%, 8.1%, 7.4%으로 전체 향기성분의 68.4%를 차지하고 있는 것으로 보아 이들 화합물은 생강의 독특한 방향에 관여하는 주요 성분으로 판단되었다.

김 등(1994)은 생강 저장 중 향기성분의 변화를 조사한 연구에서 zingiberene, Citronellol,  $\beta$ -Sesquiphellandrene,  $\beta$ -Phellandrene, Camphene, geraniol,  $\gamma$ -Bisabolene,  $\alpha$   $\gamma$ -Curcumene, geranyl acetate,  $\alpha$ -Pinene 등이 주요 향기성분이었다고 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 유사한 것이었다. 한편 sesquiterpene hydrocarbon류인 zingiberene과  $\beta$ -Sesquiphellandrene이 검출되었는데 Terhune 등(1975)은 zingibernol이 열에 민감하여 GC 분석 중 zingiberene과  $\beta$ -Sesquiphellandrene으로 변환된다고 보고한 바 있어 상당량의 zingibernol이 zingiberene과  $\beta$ -Sesquiphellandrene으로 변환되어 이들이 검출된 것으로 생각된다.

전해산화수 처리 및 건조방법에 따른 생강의 총 향기성분의 변화를 살펴보면, 그림 3-17에서와 같이 전해산화수 처리를 한 생강은 신선한 생강에 비해 27.7%가 감소하였으며, 마이크로파 혼합건조 처리에서 건조시간이 증가함에 따라 각각 8.3%, 24.8%, 32.7%가 감소한 것으로 나타났다. 또한 열풍건조를 이용한 생강에서



는 2시간, 4시간, 6시간 건조처리에서 총 향기성분 감소율이 각각 14.2%, 21.1%, 33.4%로 마이크로파 혼합건조 처리보다는 조금 높은 것으로 나타났다. 신선한 생강에서 동정된 향기성분에서 94.1%를 차지하고 있었던 hydrocarbon류들의 함량변화를 보면 전해산화수 처리구에서 27.7%가 감소된 것을 확인할 수 있었는데, 이것은 hydrocarbon류들 중에서도 가장 많이 함유되어 있었던 zingiberene의 함량이 42.67%가 감소된 것 때문으로 추정된다. 그 밖에 마이크로파 혼합건조방법에서는 건조시간 증가에 따라 각각 9.1%, 24.6%, 33.2%가 감소하였고, 열풍건조방법을 이용한 생강에서는 각각 14.6%, 22.8%, 37.6%가 감소한 것으로 나타났다. 이는 역시 총 향기성분 감소율 경향과 비슷한 결과로서 마이크로파 혼합건조방법을 이용한 건조 처리구가 열풍건조 처리구 보다는 향기성분의 소실이 다소 적은 것으로 나타났다.

생강의 주요 향기성분 중에서 Macleod 등(1984)은 zingiberene은 생강 향기에 관여하기보다는 생강의 매운맛에 관여하는 성분이라는 보고를 하였다. 그림 3-18은 신선한 생강의 향기성분 중 가장 많은 함량을 가지고 있었던 zingiberene의 함량변화에 대해 분석한 결과를 나타낸 것이다. 신선한 생강에서는 총 향기성분의 29.6%를 함유하고 있었으며, 그 중 전해산화수로 침지한 생강에서는 42.7%가 감소되어 매운맛이 상당히 소실되었음을 알 수 있었으며, 마이크로파 혼합건조 처리구에서는 건조시간 증가에 따라 각각 21.4%, 24.3%, 31.3%가 감소하였으며, 열풍건조를 이용한 생강에서는 각각 11.3%, 12.3%, 30.6%가 소실된 것으로 나타났다. 따라서 zingiberene의 함량만을 살펴보았을 때 생강의 매운맛 특성을 보존하는데는 열풍건조방법이 마이크로파 혼합건조 방법 보다 우수한 것으로 나타났다.

전반적으로 생강의 휘발성 성분은 건조방법에 상관없이 건조온도가 상승함에 따라 감소율이 증가하였으나, 전해산화수 처리구에서 향기성분 소실이 가장 큰 것으로 나타났으며 건조방식으로는 마이크로파 혼합건조 방식을 이용하는 것이 열풍건조를 사용했을 때 보다 총 향기성분의 함량이나 하이드로카본류들의 소실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

표 3-12. 생 생강과 전해산화수 처리한 생강의 동정·확인된 휘발성 향기성분

(unit : peak area / 10,000)

Peak No.	RT <sup>1)</sup>	Compound	Fresh <sup>2)</sup>		EOW <sup>3)</sup>	
			(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)
1	21.46	$\alpha$ -pipene	69.0	(2.9)	59.8	(3.5)
2	22.45	camphene	171.9	(7.2)	161.7	(9.4)
3	23.92	1-octen-3-ol	7.4	(0.3)	6.9	(0.4)
4	24.45	$\beta$ -myrcene	35.7	(1.5)	28.5	(1.7)
5	25.48	$\alpha$ -phellandrene	53.5	(2.3)	27.8	(1.6)
6	26.23	$\alpha$ -terpipene	39.8	(1.7)	20.9	(1.2)
7	27.12	$\beta$ -phellandrene	380.6	(16.0)	336.2	(19.6)
8	28.52	3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	8.3	(0.3)	5.5	(0.3)
9	30.26	terpinolene	22.8	(1.0)	21.2	(1.2)
10	30.77	ocimene	12.5	(0.5)	15.6	(0.9)
11	34.94	1,4-pentadiene	17.3	(0.7)	15.9	(0.9)
12	36.15	$\beta$ -fenchyl alcohol	11.4	(0.5)	9.5	(0.6)
13	38.62	$\beta$ -citronellol	24.0	(1.0)	19.5	(1.1)
14	39.31	geraniol	13.6	(0.6)	20.0	(1.2)
15	40.22	myrcene	52.4	(2.2)	45.4	(2.6)
16	41.15	citral	14.6	(0.6)	11.1	(0.6)
17	44.05	citronellyl acetate	10.1	(0.4)	5.7	(0.3)
18	45.70	2,6-octadien-1-ol	84.6	(3.6)	48.7	(2.8)
19	48.31	$\alpha$ -farnesene	5.0	(0.2)	7.1	(0.4)
20	49.23	unknown from lime oil	11.2	(0.5)	8.3	(0.5)
21	49.52	$\alpha$ -bergamotene	14.4	(0.6)	8.8	(0.5)
22	50.02	$\alpha$ -humulene	29.3	(1.2)	23.2	(1.4)
23	50.26	$\alpha$ -curcumene	16.3	(0.7)	8.5	(0.5)
24	50.83	$\rho$ -cymene	190.8	(8.0)	112.5	(6.6)
25	51.77	zingiberene	701.5	(29.6)	402.2	(23.4)
26	51.93	$\alpha$ -farnesene	-	(-)	65.1	(3.8)
27	52.24	$\beta$ -sesquiphellandrene	189.4	(8.0)	89.6	(5.2)
28	52.97	$\gamma$ -bisabolene	118.9	(5.0)	110.2	(6.4)
29	53.17	$\alpha$ -bisabolene	59.1	(2.5)	13.8	(0.8)
30	53.55	$\alpha$ -calacorene	7.6	(0.3)	6.1	(0.4)
<b>Total</b>			<b>2372.7</b>	<b>(100)</b>	<b>1715.3</b>	<b>(100)</b>

1) RT: retention time

2) Sample was a fresh ginger.

3) Sample was immersed by electrolyzed oxidizing water during 15min.

표 3-13. 마이크로파 혼합건조 생강의 동정 · 확인된 휘발성 향기성분

(unit : peak area / 10,000)

Peak No.	RT <sup>1)</sup>	Compound	MWD <sup>2)</sup>		MWD <sup>3)</sup>		MWD <sup>4)</sup>	
			(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)
1	21.73	$\alpha$ -pipene	54.9	(2.5)	70.7	(4.0)	36.8	(2.3)
2	22.72	camphene	163.2	(7.5)	149.0	(8.4)	94.0	(5.9)
3	24.17	1-octen-3-ol	7.1	(0.3)	8.2	(0.5)	5.7	(0.4)
4	24.69	$\beta$ -myrcene	28.9	(1.3)	35.1	(2.0)	24.3	(1.5)
5	25.75	$\alpha$ -phellandrene	22.7	(1.0)	33.6	(1.9)	23.3	(1.5)
6	26.51	$\alpha$ -terpipene	16.5	(0.8)	25.2	(1.4)	17.7	(1.1)
7	27.43	$\beta$ -phellandrene	341.1	(15.7)	255.7	(14.3)	240.6	(15.1)
8	28.75	3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	5.2	(0.2)	6.2	(0.3)	5.8	(0.4)
9	30.49	terpinolene	18.0	(0.8)	24.6	(1.4)	18.2	(1.1)
10	30.97	ocimene	16.2	(0.7)	16.3	(0.9)	12.5	(0.8)
11	35.13	1,4-pentadiene	17.1	(0.8)	16.6	(0.9)	15.4	(1.0)
12	36.32	$\beta$ -fenchyl alcohol	10.6	(0.5)	10.9	(0.6)	10.4	(0.7)
13	36.82	$\beta$ -citronellol	23.2	(1.1)	3.0	(0.2)	26.7	(1.7)
14	39.41	geraniol	24.8	(1.1)	19.7	(1.1)	13.0	(0.8)
15	40.34	myrcene	50.7	(2.3)	54.0	(3.0)	51.1	(3.2)
16	41.26	citral	11.4	(0.5)	13.3	(0.7)	10.9	(0.7)
17	44.09	citronellyl acetate	8.9	(0.4)	8.4	(0.5)	6.4	(0.4)
18	45.68	2,6-octadien-1-ol	81.8	(3.8)	62.6	(3.5)	52.2	(3.3)
19	48.31	$\alpha$ -farnesene	9.2	(0.4)	8.7	(0.5)	4.8	(0.3)
20	49.22	unknown from lime oil	9.3	(0.4)	10.3	(0.6)	3.7	(0.2)
21	49.50	$\alpha$ -bergamotene	13.3	(0.6)	13.5	(0.8)	11.2	(0.7)
22	50.01	$\alpha$ -humulene	27.0	(1.2)	26.9	(1.5)	27.0	(1.7)
23	50.25	$\alpha$ -curcumene	14.5	(0.7)	11.8	(0.7)	10.8	(0.7)
24	50.83	$\rho$ -cymene	143.2	(6.6)	125.5	(7.0)	137.5	(8.6)
25	51.77	zingiberene	551.3	(25.3)	531.1	(29.8)	482.3	(30.2)
26	51.95	$\alpha$ -farnesene	124.2	(5.7)	-	(-)	-	(-)
27	52.21	$\beta$ -sesquiphellandrene	204.4	(9.4)	113.4	(6.4)	112.9	(7.1)
28	52.94	$\gamma$ -bisabolene	111.9	(5.1)	109.0	(6.1)	119.0	(7.5)
29	53.14	$\alpha$ -bisabolene	30.1	(1.4)	15.3	(0.9)	15.2	(1.0)
30	53.39	$\alpha$ -calacorene	35.0	(1.6)	5.4	(0.3)	6.6	(0.4)
<b>Total</b>			<b>2175.5</b>	<b>(100)</b>	<b>1784.1</b>	<b>(100)</b>	<b>1596.1</b>	<b>(100)</b>

<sup>1)</sup> RT : retention time

<sup>2)</sup> Sample was dried by microwave during 2 hours at 60°C

<sup>3)</sup> Sample was dried by microwave during 4 hours at 60°C

<sup>4)</sup> Sample was dried by microwave during 6 hours at 60°C

표 3-14. 열풍건조 생강의 동정·확인된 휘발성 향기성분

(unit : peak area / 10,000)

Peak No.	RT <sup>1)</sup>	Compound	HAD2 <sup>2)</sup>		HAD4 <sup>3)</sup>		HAD6 <sup>4)</sup>	
			(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)	(peak area %)
1	21.62	$\alpha$ -pipene	55.6	(2.7)	60.8	(3.2)	31.1	(2.0)
2	22.59	camphene	138.6	(6.8)	124.6	(6.7)	86.6	(5.5)
3	24.07	1-octen-3-ol	7.3	(0.4)	6.9	(0.4)	5.3	(0.3)
4	24.59	$\beta$ -myrcene	29.3	(1.4)	29.4	(1.6)	22.0	(1.4)
5	25.60	$\alpha$ -phellandrene	25.4	(1.2)	23.3	(1.2)	17.6	(1.1)
6	26.37	$\alpha$ -terpipene	13.9	(0.7)	9.4	(0.5)	9.1	(0.6)
7	27.29	$\beta$ -phellandrene	291.7	(14.3)	291.6	(15.6)	193.5	(12.2)
8	29.20	3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	5.5	(0.3)	-	(-)	4.6	(0.3)
9	30.36	terpinolene	16.9	(0.8)	17.4	(0.9)	11.8	(0.7)
10	30.87	ocimene	13.4	(0.7)	15.7	(0.8)	15.0	(0.9)
11	35.02	1,4-pentadiene	17.2	(0.8)	16.0	(0.9)	24.9	(1.6)
12	36.22	$\beta$ -fenchyl alcohol	9.9	(0.5)	10.4	(0.6)	13.4	(0.8)
13	38.74	$\beta$ -citronellol	38.4	(1.9)	34.7	(1.9)	37.3	(2.4)
14	39.34	geraniol	11.8	(0.6)	24.3	(1.3)	22.0	(1.4)
15	40.27	myrcene	50.7	(2.5)	43.0	(2.3)	53.7	(3.4)
16	41.21	citral	12.6	(0.6)	13.0	(0.7)	13.1	(0.8)
17	44.08	citronellyl acetate	7.7	(0.4)	9.0	(0.5)	10.8	(0.7)
18	45.70	2,6-octadien-1-ol	61.9	(3.0)	71.5	(3.8)	98.0	(6.2)
19	48.31	$\alpha$ -farnesene	6.5	(0.3)	7.1	(0.4)	7.3	(0.5)
20	49.22	unknown from lime oil	9.4	(0.5)	9.7	(0.5)	10.8	(0.7)
21	49.49	$\alpha$ -bergamotene	12.9	(0.6)	12.9	(0.7)	13.7	(0.9)
22	50.01	$\alpha$ -humulene	16.8	(0.8)	14.1	(0.8)	14.4	(0.9)
23	50.26	$\alpha$ -curcumene	13.1	(0.6)	10.5	(0.6)	11.8	(0.7)
24	50.81	$\rho$ -cymene	113.1	(5.6)	110.5	(5.9)	104.7	(6.6)
25	51.81	zingiberene	618.8	(30.4)	615.3	(32.9)	486.8	(30.8)
26	51.98	$\alpha$ -farnesene	122.1	(6.0)	-	(-)	-	(-)
27	52.24	$\beta$ -sesquiphellandrene	170.8	(8.4)	144.2	(7.7)	114.3	(7.2)
28	52.97	$\gamma$ -bisabolene	99.8	(4.9)	121.3	(6.5)	102.2	(6.5)
29	53.15	$\alpha$ -bisabolene	25.9	(1.3)	16.6	(0.9)	40.4	(2.6)
30	54.07	$\alpha$ -calacorene	19.0	(0.9)	8.9	(0.5)	5.0	(0.3)
<b>Total</b>			<b>2036.1</b>	<b>(100)</b>	<b>1872.2</b>	<b>(100)</b>	<b>1581.2</b>	<b>(100)</b>

<sup>1)</sup> RT : retention time

<sup>2)</sup> Sample was dried by hot air drier during 2 hours at 60°C

<sup>3)</sup> Sample was dried by hot air drier during 4 hours at 60°C

<sup>4)</sup> Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60°C

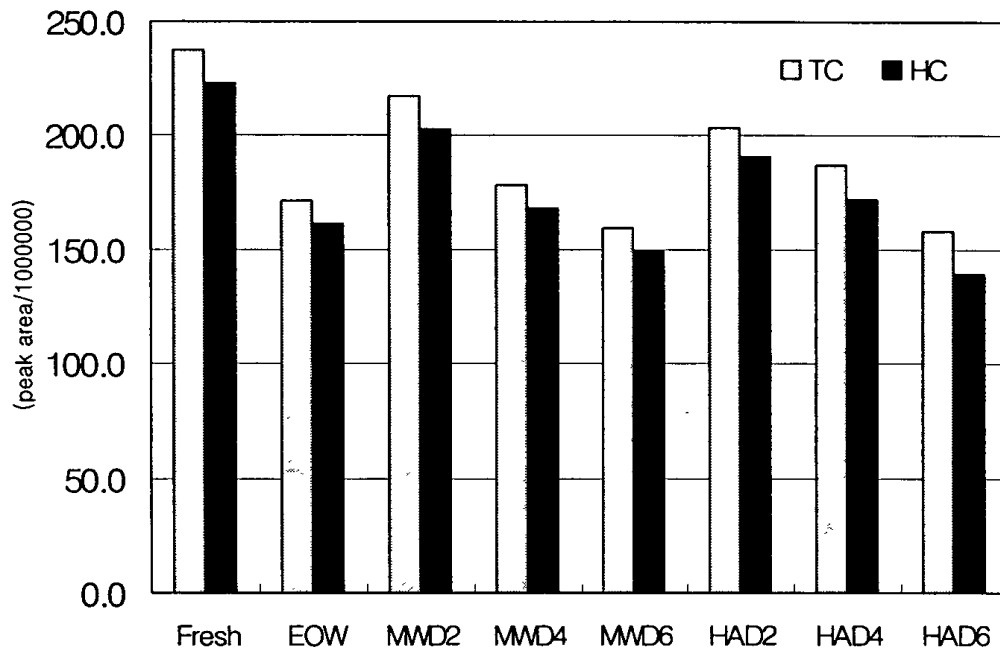


그림 3-1. 생강의 전해산화수 처리와 건조방법 및 건조시간별 총 향기성분의 함량과 하이드로카본류 함량의 비교  
(TC: total volatile compounds, HC: hydrocarbons)

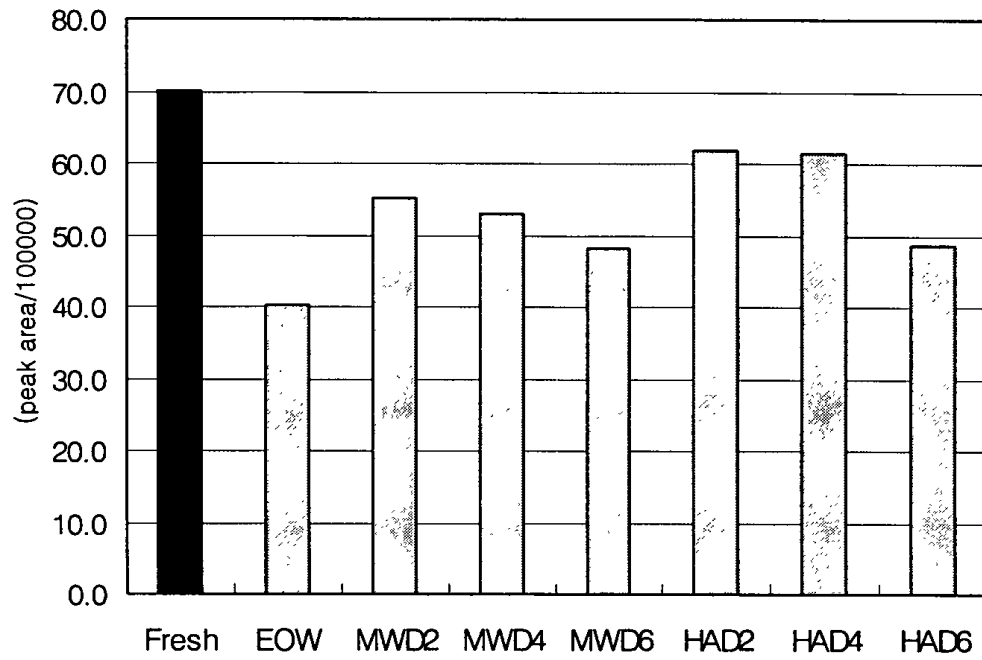


그림 3-18. 생강의 전해산화수 처리와 건조방법 및 건조시간별 Zingiberene 함량의 비교

# 여 백

## 제 4 장 건조생강의 포장방법에 따른 저장 중 품질변화

### 제 1 절 서 설

생강은 국내 양념 채소류 중 수익성이 매우 높은 고소득 작물의 하나이나 까다로운 저장특성으로 인하여 최근까지도 토굴에 저장되거나 흙이 부착된 채로 산물포장 상태에서 상온 유통되는 등 전근대적인 저장·유통방법을 채택하고 있는 향신료중의 하나이다. 현재 생강의 유통방법은 40kg과 80kg 단위의 비닐, 마대 및 종이포대에 포장하여 출하하고 있으며, 출하된 생강은 산지 수집 반출상, 도매시장 위탁상이나 도매 시장을 거쳐 중간판매상 및 소매상에 전달되며, 소비자에게는 비포장 상태에서 상온에 노출된 채 판매되는 5~6단계의 복잡한 유통경로를 나타내고 있다. 이로 인해 저장 유통 중 저온장해, 곰팡이 번식과 수축 및 연화작용이 일어나 저장성이 매우 낮다. 또한 생강을 필름으로 포장하여 유통할 경우 결로 현상이 다량 발생하여 필름내부에 물방울이 맺힘으로써 상품의 전시효과가 감소되는 문제와 더불어 포장지 내부에 형성된 물방울이 생강의 표면을 습윤화시켜 조직을 연화하게 하고 토양 미생물의 침입을 용이하게 함으로써 부패가 촉진되기도 한다. 따라서 생강의 가격안정 및 저장성 향상을 도모하고 소비자들에게 고품질의 상태로 전달하기 위해서는 세척, 탈수 한 후 건조공정을 통하여 필름포장으로 유통할 필요가 있다.

그러나 현재까지 생강의 저장 및 유통과 관련된 국내외 연구로는 저장 전처리와 저장방법에 중점을 두고 있을 뿐 건조생강의 유통방안에 대한 연구는 거의 수행되어 있지 않은 실정이다. 더욱이 소득 수준의 향상과 급격한 식품산업의 발달로 인하여 식품에 적합한 포장재의 개발 및 적용은 제품 개발에 수반되는 단순한



부수적인 분야에서 식품의 품질을 유지하는 중요한 수단으로 부각되고 있다. 따라서 본 연구에서는 건조생강이 등온흡습성, 저장 온습도, 포장재의 투습도에 따라 저장 유통 중 수분 흡습에 의해 품질이 손상될 우려가 있으므로 현재 농가에서 경제적이면서도 손쉽게 사용되고 있는 LDPE(low density polyethylene) 필름과 Polypropylene 필름을 이용하여 필름두께 별로 저장실험을 실시하여 포장재에 따른 생강의 품질변화를 측정하고자 하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 시료건조 및 저장방법

생강은 충남 서산지방에서 수확한 것을 5~6mm 두께로 세절하였으며, 건조조건으로 열풍건조는 건조온도를 60℃로 하고 상대습도가 30%가 되게 하였으며, 마이크로파 혼합건조는 건조실 내부온도 60℃, 마이크로파 강도 240 Ib로 하여 풍량이 1.19m/sec가 되도록 유지하였다. 이 때 세절한 생강을 시료상자에 담아 한층으로 깔아 수분함량이 10% 미만으로 되도록 각각 6시간 동안 건조시킨 것을 저장시료로 사용하였다. 비교구로서 건조시키지 않은 신선한 생강을 수세·박피한 후 건조생강과 마찬가지로 세절하여 사용하였으며, 각 시료를 18℃ 저장고에 저장하면서 2주 간격으로 품질변화를 조사하였다.

또한 건조생강의 포장방법에 따른 저장 중 품질변화를 측정하기 위하여 이용된 포장재로는 low density polyethylene(LDPE) 필름 각각 0.03mm, 0.06mm와 polypropylene 필름 각각 0.03mm, 0.05mm가 이용되었으며, 각 처리구들의 무게가 각각 50g이 되도록 하였다.

### 2. 품질변화 측정방법

건조 생강의 저장 기간 중 포장필름의 종류 및 두께가 저장기간 중 중량 및 품질변화에 미치는 영향을 조사하기 위해 수분함량, 부패율, 갈변도, 색도 및 미생물 수를 분석하였다.

#### 가. 중량변화율

생강의 초기 중량에 대한 저장 후 생강의 중량비로 나타내었다.

#### 나. 수분함량

105℃ 상압가열건조법으로 시료 5g씩 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내

었다.

다. 부패율

부패된 생강의 무게를 저장전 시료무게에 대한 비율로 표시하였다.

라. 갈변도

갈변도는 Hendel 등(1950)의 방법으로서 건조 후 시료를 분쇄한 후 1.3g을 취하고 40ml의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10ml를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 spectrophotometer를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

마. 색도

색도는 건조된 시료를 각각 20mesh로 분쇄한 후 색차계를 이용하여 L값(whiteness), a값(redness), b값(yellowness) 및 각 처리구 간의 색차( $\Delta E$ )를 분석하였다.

바. 총균 및 대장균

저장에 따른 미생물 수의 변화를 측정하기 위해 각각의 건조시료 2g을 취하여 10배의 멸균 생리식염수를 가한 후 10분 동안 30℃ 수조에서 진탕한 다음 각각 1ml를 취하여 단계희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하여 계수, 환산하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 중량의 변화

표 4-1은 저장 기간동안 생강의 중량변화를 나타낸 것으로, 건조생강에 비해 무처리구에서는 중량의 변화가 현저하게 일어났으며, 저장 6주에는 초기무게의 5~7%가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 저장기간 동안 수분함량의 감소로 인한 결과로 보여지며, 각 필름의 종류와 두께를 달리한 것 중 polypropylene 0.05 mm가 가장 저장 효과가 좋은 것으로 나타났다.

건조 처리한 생강은 6주간 저장하는 동안 흡습에 의해 중량이 증가하는 경향을 보였으나, 모든 처리구의 중량 변화가 2% 미만으로 처리구들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 마이크로파 혼합건조나 열풍건조 처리구 모두 무처리구와 마찬가지로 polypropylene 0.05mm 필름에서 가장 중량의 변화가 적은 것으로 나타났다.

### 2. 부패율의 변화

건조 처리한 생강의 18℃ 저장 중 필름종류 및 두께가 생강의 부패율에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 4-2와 같다. 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 생강의 부패율은 저장 6주까지는 발생하지 않은 것으로 나타났으나, 대조구로 이용된 생생강의 경우 전량이 급속히 부패되는 현상을 보였다. 이때 저장 4주를 기준으로 polyethylene과 polypropylene 포장재에서 0.03mm 필름 두께구는 부패율이 각각 78.16%, 64.19%로써 0.06 mm 필름보다도 부패율이 현저히 증가되는 것을 볼 수 있는 것으로 보아 필름의 두께가 얇은 처리구는 기체 및 수증기 투과도가 높아 부패율에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 본 실험에서 건조생강의 효과적인 포장재와 필름두께는 polypropylene 0.05 mm로 나타났다.

표 4-1. 저장기간 중 건조처리 생강의 포장재 종류 및 두께에 따른 중량

( unit : % )

Drying methods	Packing methods	Thickness (mm)	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
Control <sup>1)</sup>	LDPE <sup>4)</sup>	0.03	-	2.24	5.64	6.31	-	-
		0.06	-	3.85	4.21	5.13	-	-
	PP <sup>5)</sup>	0.03	-	0.50	5.91	7.54	-	-
		0.05	-	0.12	2.44	6.02	-	-
MWD <sup>2)</sup>	LDPE	0.03	-	0.05	0.14	1.53	1.54	1.65
		0.06	-	0.11	0.30	1.49	1.50	1.59
	PP	0.03	-	0.58	1.59	1.65	1.66	1.65
		0.05	-	0.23	0.67	1.46	1.46	1.52
HAD <sup>3)</sup>	LDPE	0.03	-	0.25	0.35	1.93	1.96	2.12
		0.06	-	0.33	0.64	1.37	1.49	1.56
	PP	0.03	-	0.34	0.65	1.11	1.39	1.68
		0.05	-	0.52	0.70	1.00	1.26	1.40

<sup>1)</sup> Control : fresh ginger

<sup>2)</sup> Sample was dried by microwave during 6 hours at 60°C

<sup>3)</sup> Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60°C

<sup>4)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>5)</sup> PP : polypropylene

표 4-2. 저장기간 중 건조처리 생강의 포장재 종류 및 두께에 따른 부패율

( unit : % )

Drying methods	Packing methods	Thickness (mm)	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
Control <sup>1)</sup>	LDPE <sup>4)</sup>	0.03	-	31.36	78.16	100	100	100
		0.06	-	28.84	56.50	100	100	100
	PP <sup>5)</sup>	0.03	-	7.55	64.19	100	100	100
		0.05	-	-	51.64	100	100	100
MWD <sup>2)</sup>	LDPE	0.03	-	-	-	-	-	-
		0.06	-	-	-	-	-	-
	PP	0.03	-	-	-	-	-	-
		0.05	-	-	-	-	-	-
HAD <sup>3)</sup>	LDPE	0.03	-	-	-	-	-	-
		0.06	-	-	-	-	-	-
	PP	0.03	-	-	-	-	-	-
		0.05	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Control : fresh ginger

<sup>2)</sup> Sample was dried by microwave during 6 hours at 60℃

<sup>3)</sup> Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60℃

<sup>4)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>5)</sup> PP : polypropylene

### 3. 수분함량의 변화

포장재 필름의 종류 및 두께가 건조방법을 달리한 생강의 18℃ 저장 기간 중 수분함량 변화에 대한 결과를 그림 4-1, 4-2, 4-3에 나타내었다. 그림 4-1은 생생강, 그림 4-2는 마이크로파 혼합건조 생강, 그림 4-3은 열풍건조 생강의 저장기간 중 포장재질에 따른 수분함량의 변화를 나타낸 것이다.

저장 기간이 증가함에 따라 무처리구인 생 생강의 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며, 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 처리구는 수분함량이 미비하지만 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 건조생강의 경우에서 수분함량이 증가하는 것은 저장기간동안에 흡습에 기인한 것으로 판단된다.

무처리구인 생 생강의 저장기간 중 수분함량은 포장재의 종류와 두께에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장기간 6주째를 기준으로 생 생강의 수분함량은 low density polyethylene 0.03mm는 82.6%, low density polyethylene 0.06mm는 82.5%, polypropylene 0.03mm는 82.5%, polypropylene 0.05mm는 82.9%로 polypropylene 0.05mm의 경우에서 가장 적은 감소량을 나타냈다.

마이크로파 혼합건조시료의 경우에는 저장기간 10주일 때 low density polyethylene 0.03mm는 9.2%, low density polyethylene 0.06mm는 9.4%, polypropylene 0.03mm는 9.4%, polypropylene 0.05mm는 8.3%로 수분함량이 0.7~1.7%가 증가되었다. 열풍건조시료의 경우에는 저장기간 10주일 때 low density polyethylene 0.03mm는 10.3%, low density polyethylene 0.06mm는 10.6%, polypropylene 0.03mm는 10.7%, polypropylene 0.05mm는 10.1%로 수분함량이 증가되었다. 실험결과에서 건조처리 시료의 경우에서 가장 수분함량의 변화가 적은 포장재는 polypropylene 0.05mm으로 나타났다.

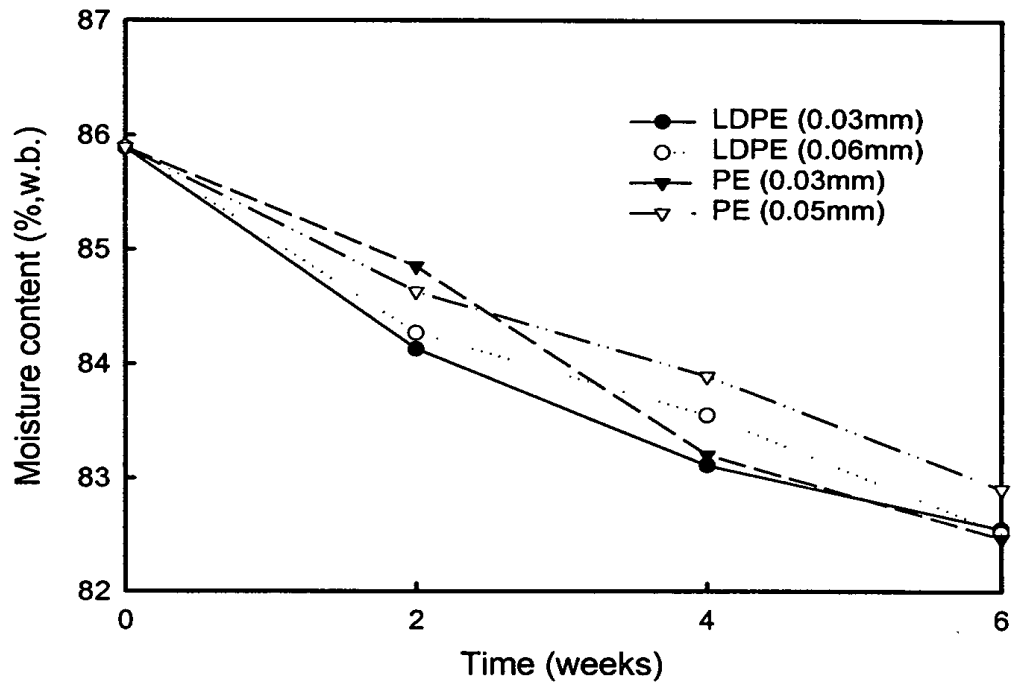


그림 4-1. 생 생강의 저장기간 중 포장재에 따른 수분함량



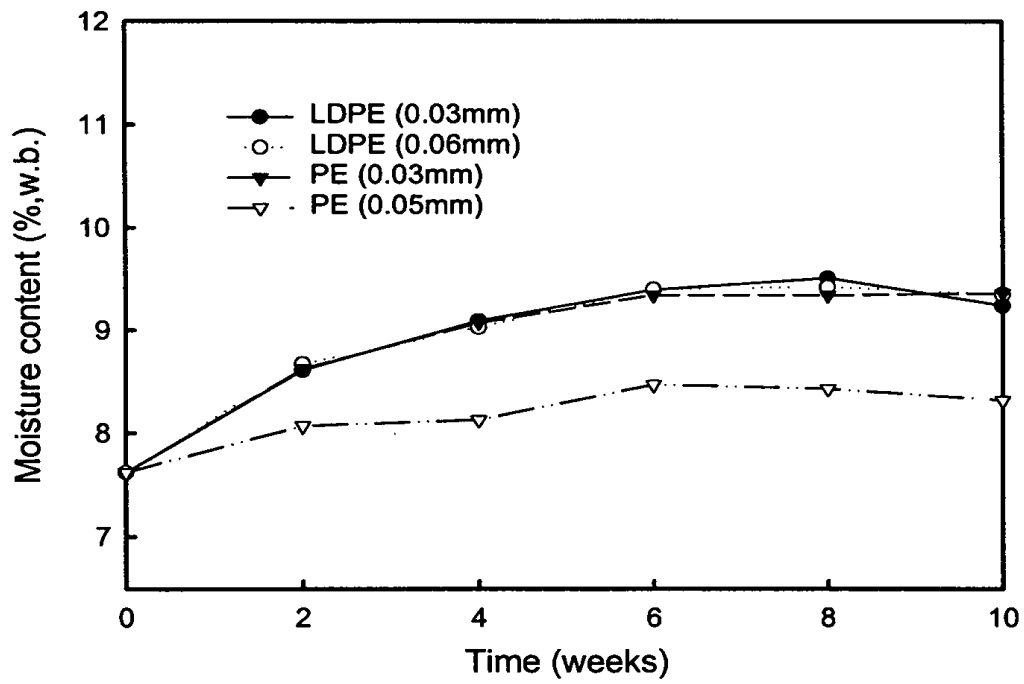


그림 4-2. 마이크로파 혼합건조 생강의 저장기간 중 포장재질에 따른 수분함량

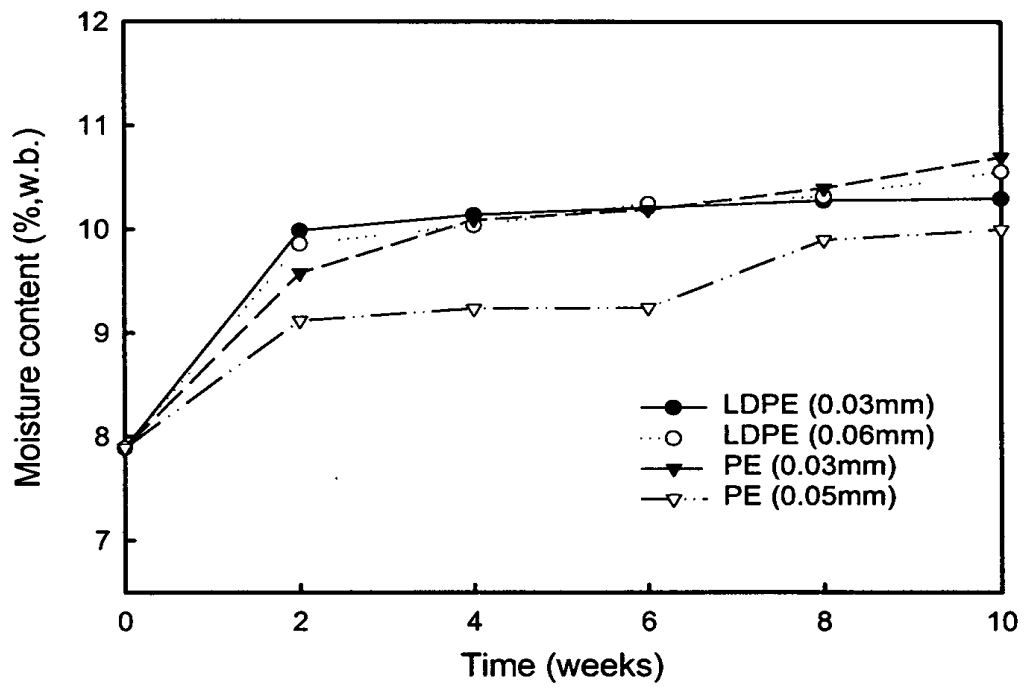


그림 4-3. 열풍건조 생강의 저장기간 중 포장재질에 따른 수분함량

#### 4. 갈변도의 변화

표 4-3은 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 갈변도 변화를 나타낸 것이다. 생 생강 및 건조생강은 18℃에서 6주간 저장하는 동안 갈변도는 저장기간이 증가할수록 증가되는 것으로 나타났으며, 건조생강은 저장기간 중에서 10주 째 갈변도가 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 대조구인 생 생강은 건조생강에 비해 갈변도 증가에 의한 외관색도가 급격히 저하되는 것을 알 수 있었으며, polyethylene 포장재는 필름의 두께에 상관없이 polypropylene 포장재보다 갈변도 증가를 막는데 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 마이크로파 혼합건조 및 열풍 건조생강의 경우에는 필름의 종류보다는 필름의 두께에 따른 영향이 큰 것으로 나타났는데, 두 처리구 모두 polyethylene 필름과 polypropylene 필름에서 필름두께가 각각 0.06 mm, 0.05 mm일 때 갈변현상이 억제되어 건조물의 품질이 저하되는 것을 막는데 우수한 것으로 나타났다.

표 4-3. 건조방법을 달리한 생강의 18℃ 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 갈변도의 변화

( unit : % )

Drying methods	Packing methods	Thick-ness (mm)	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
Control <sup>1)</sup>	LDPE <sup>4)</sup>	0.03	0.0262	0.0298	0.0269	0.3448	-	-
		0.06	0.0262	0.0364	0.0362	0.2049	-	-
	PP <sup>5)</sup>	0.03	0.0262	0.0298	0.0373	0.6496	-	-
		0.05	0.0262	0.0448	0.0343	0.5081	-	-
MWD <sup>2)</sup>	LDPE	0.03	0.0318	0.0476	0.0457	0.0971	0.0905	0.1216
		0.06	0.0318	0.0377	0.0422	0.0463	0.0985	0.1142
	PP	0.03	0.0318	0.0492	0.0607	0.0766	0.1088	0.1558
		0.05	0.0318	0.0411	0.0565	0.0666	0.0946	0.1538
HAD <sup>3)</sup>	LDPE	0.03	0.0326	0.0438	0.0797	0.0867	0.1570	0.1303
		0.06	0.0326	0.0442	0.0545	0.0651	0.1136	0.1286
	PP	0.03	0.0326	0.0439	0.0645	0.0784	0.1481	0.2192
		0.05	0.0326	0.0354	0.0545	0.0657	0.0925	0.1254

1) Control : fresh ginger

2) Sample was dried by microwave during 6 hours at 60℃

3) Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60℃

4) LDPE : low density polyethylene

5) PP : polypropylene

## 5. 색도

건조방법을 달리한 생강의 18℃ 저장기간 중 포장재의 종류 및 두께에 따른 색도의 변화를 표 4-4, 4-5, 4-6에 나타내었다. 건조처리하지 않은 신선한 생강을 각 필름에 포장하여 저장한 결과 앞서 나타낸 갈변도와 더불어 저장 6주가 되었을 때 급격한 색도의 변화를 볼 수 있었다. 모든 처리구에서 저장 일수가 증가함에 따라 명도인 L값은 감소하였으며 반면, 적색도인 a값과 황색도인 b값은 증가하는 것으로 나타나, 점차 생강 고유의 색을 소실하고 갈변현상이 두드러지게 일어나고 있음을 알 수 있었다.

생 생강의 경우 필름의 종류 및 두께에 따른 전반적인 색차를 나타내는  $\Delta E$ 값을 저장일수 6주에서 필름지의 두께가 두꺼운 polyethylene 0.06 mm와 polypropylene 0.05 mm에서 각각 36.21, 36.11으로 색의 변화가 두드러지게 나타남을 알 수 있었다. 따라서 대조구에서는 필름의 두께가 두꺼워질수록 낮은 수증기 투과율로 인하여 포장지내의 생성된 수분이 포장재 밖으로 충분히 배출되지 못함으로써, 결로 현상으로 인하여 색의 변화가 일어난 것으로 사료된다.

건조 처리한 생강은 저장기간이 증가함에 따라 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하는 경향을 보였으며, 대조구에 비해 전반적인 색차  $\Delta E$ 는 크게 증가하지 않은 것으로 나타났다. 특히 마이크로파 혼합건조 처리구는 18℃ 저장시 색도에 있어서 열풍건조 처리구보다 색도의 변화가 적은 것으로 나타났으며, 그 중 저장 6주일 때 polyethylene 0.06 mm와 polypropylene 0.05 mm에서  $\Delta E$ 값이 각각 5.15, 13.17로 나타나 가장 색의 변화가 적은 것으로 나타났다. 이는 열풍건조 처리구에서도 같은 양상을 나타내었으며, 그 결과 건조 생강에 있어서는 대조구와는 달리 필름지의 두께가 두꺼운 polyethylene 0.06 mm와 polypropylene 0.05 mm가 가장 색의 변화로 인한 품질저하를 막을 수 있는 가장 효과적인 포장재임을 알 수 있었다.

표 4-4. 생 생강의 18℃ 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 색도의 변화

Packing methods	Thick-ness(mm)	Hunter Value	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
LDPE <sup>1)</sup>	0.03	L	67.19	54.45	49.22	32.57	-	-
		a	0.08	0.47	4.35	4.66	-	-
		b	17.93	21.34	21.34	25.10	-	-
		$\Delta E^{3)}$	-	13.19	18.78	35.65	-	-
	0.06	L	67.19	53.74	49.07	31.94	-	-
		a	0.08	0.08	3.22	5.25	-	-
		b	18.01	20.08	22.35	24.48	-	-
		$\Delta E$	-	13.61	18.90	36.21	-	-
PP <sup>2)</sup>	0.03	L	67.19	52.46	49.37	36.21	-	-
		a	0.08	0.31	3.65	4.91	-	-
		b	17.93	19.30	21.34	22.22	-	-
		$\Delta E$	-	14.80	18.49	31.65	-	-
	0.05	L	67.19	49.30	51.71	31.86	-	-
		a	0.08	1.24	4.24	5.63	-	-
		b	17.93	18.01	21.34	22.97	-	-
		$\Delta E$	-	17.93	16.39	36.12	-	-

<sup>1)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>2)</sup> PP : polypropylene

<sup>3)</sup>  $\Delta E$ 는 각 처리구별 저장초기 시료에 대한 색차값임

표 4-5. 마이크로파 혼합건조 생강의 18℃ 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 색도의 변화

Packing methods	Thick-ness(mm)	Hunter Value	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
LDPE <sup>1)</sup>	0.03	L	79.15	76.29	71.22	60.28	60.26	60.35
		a	-0.15	0.06	1.13	3.42	3.37	3.72
		b	24.09	23.98	23.84	17.99	17.89	23.87
		$\Delta E^{3)}$	-	2.87	8.04	20.15	20.19	19.20
	0.06	L	79.15	78.78	74.79	74.74	74.63	74.38
		a	-0.15	0.2	0.57	1.27	1.16	1.46
		b	24.09	24.05	23.14	21.85	22.70	22.25
		$\Delta E$	-	0.51	4.52	5.15	4.91	5.36
PP <sup>2)</sup>	0.03	L	79.15	76.07	74.47	49.23	50.28	50.70
		a	-0.15	0.75	1.58	5.50	5.89	5.21
		b	24.09	21.52	21.02	17.72	17.69	17.40
		$\Delta E$	-	4.11	5.86	31.11	30.18	29.71
	0.05	L	79.15	78.04	75.09	68.65	68.41	59.81
		a	-0.15	0.05	0.17	1.65	1.40	3.47
		b	24.09	23.82	22.71	16.35	16.67	18.35
		$\Delta E$	-	1.16	4.30	13.17	13.15	13.22

<sup>1)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>2)</sup> PP : polypropylene

<sup>3)</sup>  $\Delta E$ 는 각 처리구별 저장초기 시료에 대한 색차값임

표 4-6. 열풍건조 생강의 18℃ 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 색도의 변화

Packing methods	Thick-ness(mm)	Hunter Value	Storage time (weeks)						
			0	2	4	6	8	10	
LDPE <sup>1)</sup>	0.03	L	79.85	63.46	54.78	44.98	44.74	44.95	
		a	0.65	3.32	3.45	5.22	4.18	3.43	
		b	24.87	18.36	18.25	18.00	19.14	19.75	
		$\Delta E^{3)}$	-	17.84	26.08	35.83	35.75	35.38	
	0.06	L	79.85	75.13	74.31	71.04	72.14	74.01	
		a	0.65	0.85	0.20	-0.69	-0.75	-1.59	
		b	24.87	22.08	21.69	20.62	20.57	19.94	
		$\Delta E$	-	5.49	6.40	9.87	8.94	7.96	
	PP <sup>2)</sup>	0.03	L	79.85	54.06	50.25	49.37	48.92	48.47
			a	0.65	5.25	5.52	6.08	4.34	4.58
			b	24.87	18.39	17.84	17.84	18.41	17.32
			$\Delta E$	-	26.99	30.81	31.74	31.81	32.51
0.05		L	79.85	78.39	73.84	60.10	59.81	60.62	
		a	0.65	0.50	2.36	3.65	3.47	3.79	
		b	24.87	18.93	17.37	16.14	18.35	19.84	
		$\Delta E$	-	6.12	9.76	21.80	21.26	20.12	

<sup>1)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>2)</sup> PP : polypropylene

<sup>3)</sup>  $\Delta E$ 는 각 처리구별 저장초기 시료에 대한 색차값임



## 6. 미생물수의 변화

표 4-7, 표 4-8은 필름의 종류 및 두께를 달리한 생강의 저장 기간 중 총 생균수 및 대장균군수를 결과를 나타낸 것이다.

대조구인 생 생강의 총생균수는 저장 4주째가 가장 많은 것으로 나타났고 그 이후로 균이 증식되지 않은 것으로 나타났다. 생 생강의 초기 생균수는  $3.64 \times 10^5$ 에서 저장 6주가 지나면서 polyethylene 필름에서 3 log cycle, polypropylene 필름에서 4 log cycle이 증가되는 것으로 나타나 필름두께에 관계없이 포장재가 polyethylene 필름일 때가 다소 균 증식 억제에 효과적인 것으로 나타났다. 건조처리구에서는 저장 기간이 증가할수록 저장 4주째 까지 다소 증가하는 경향을 보였으나, 6주째는 오히려 감소하는 경향을 나타냈다. 이들 처리구들은 필름의 종류 및 두께에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나, 가장 효과적인 필름종류 및 두께는 polypropylene 필름 0.05mm으로 가장 균의 증식이 억제된 것으로 나타났다. 또한 열풍건조를 이용한 생강은 초기  $1.45 \times 10^5$ 에서 polyethylene 필름 0.06mm와 polypropylene 필름 0.05mm에서 각각 저장 6주 이후  $7.04 \times 10^4$ ,  $6.31 \times 10^4$ 으로 1 log cycle이 감소된 것으로 나타났다.

대장균군수에 있어서는 마이크로파 혼합건조와 열풍건조 처리구 모두 균이 검출되지 않았으며, 저장 기간이 증가하여도 균의 증식은 일어나지 않는 것으로 나타났다. 대조구인 생 생강에서는 대장균군의 수가 저장 일수가 증가할수록 서서히 증가하여 저장 6주째 2-4 log cycle이 증가되는 것으로 나타났으며, 오히려 필름 두께가 두꺼워 질수록 대장균군의 증식 속도가 현저한 것으로 나타나, 대조구만을 비교하였을 때 가장 효과적인 필름은 polypropylene 0.03mm인 것으로 밝혀졌다. 그러나 건조생강에서는 10주의 저장 기간동안 대장균군의 양상을 관찰할 수 없었으며, 앞으로 장기저장을 통하여 효과적인 필름의 종류 및 두께에 따른 분석이 필요할 것이다.

표 4-7. 건조방법별 생강의 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 총균수

(unit : CFU/g)

Drying methods	Packing methods	Thick-ness (mm)	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
Control <sup>1)</sup>	LDPE <sup>4)</sup>	0.03	$3.64 \times 10^5$	$5.30 \times 10^8$	$6.41 \times 10^8$	$6.25 \times 10^8$	-	-
		0.06	$3.64 \times 10^5$	$3.25 \times 10^8$	$3.20 \times 10^9$	$1.56 \times 10^8$	-	-
	PP <sup>5)</sup>	0.03	$3.64 \times 10^5$	$1.68 \times 10^8$	$1.08 \times 10^9$	$1.00 \times 10^9$	-	-
		0.05	$3.64 \times 10^5$	$6.00 \times 10^9$	$6.04 \times 10^9$	$6.00 \times 10^9$	-	-
MWD <sup>2)</sup>	LDPE	0.03	$5.48 \times 10^4$	$6.70 \times 10^5$	$7.10 \times 10^5$	$9.45 \times 10^4$	$3.25 \times 10^4$	$8.15 \times 10^3$
		0.06	$5.48 \times 10^4$	$5.85 \times 10^4$	$5.41 \times 10^4$	$8.00 \times 10^4$	$1.00 \times 10^4$	$3.43 \times 10^4$
	PP	0.03	$5.48 \times 10^4$	$1.44 \times 10^5$	$2.13 \times 10^5$	$6.15 \times 10^4$	$1.20 \times 10^4$	$1.65 \times 10^4$
		0.05	$5.48 \times 10^4$	$7.35 \times 10^4$	$8.16 \times 10^4$	$4.00 \times 10^4$	$4.00 \times 10^3$	$6.40 \times 10^3$
HAD <sup>3)</sup>	LDPE	0.03	$1.45 \times 10^5$	$6.49 \times 10^5$	$7.60 \times 10^9$	$3.02 \times 10^5$	$1.26 \times 10^6$	$3.00 \times 10^6$
		0.06	$1.45 \times 10^5$	$1.08 \times 10^5$	$1.80 \times 10^7$	$7.04 \times 10^5$	$1.00 \times 10^3$	$2.20 \times 10^3$
	PP	0.03	$1.45 \times 10^5$	$1.45 \times 10^5$	$2.51 \times 10^5$	$2.60 \times 10^8$	$8.70 \times 10^8$	$1.78 \times 10^9$
		0.05	$1.45 \times 10^5$	$2.09 \times 10^5$	$2.46 \times 10^5$	$6.31 \times 10^4$	$3.30 \times 10^4$	$2.00 \times 10^4$

<sup>1)</sup> Control : fresh ginger

<sup>2)</sup> Sample was dried by microwave during 6 hours at 60°C

<sup>3)</sup> Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60°C

<sup>4)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>5)</sup> PP : polypropylene

<sup>6)</sup> N.D.:  $< 10^1$  CFU/g

표 4-8. 건조방법별 생강의 저장기간 중 필름종류 및 두께에 따른 대장균군수

(unit : CFU/g)

Drying methods	Packing methods	Thick-ness (mm)	Storage time (weeks)					
			0	2	4	6	8	10
Control <sup>1)</sup>	LDPE <sup>4)</sup>	0.03	$3.40 \times 10^5$	$5.90 \times 10^7$	$6.19 \times 10^7$	$7.40 \times 10^7$	-	-
		0.06	$3.40 \times 10^5$	$3.15 \times 10^7$	$6.00 \times 10^7$	$5.00 \times 10^8$	-	-
	PP <sup>5)</sup>	0.03	$3.40 \times 10^5$	$3.35 \times 10^7$	$4.00 \times 10^7$	$4.56 \times 10^7$	-	-
		0.05	$3.40 \times 10^5$	$5.60 \times 10^7$	$7.00 \times 10^7$	$1.33 \times 10^9$	-	-
MWD <sup>2)</sup>	LDPE	0.03	N.D. <sup>6)</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	PP	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
HAD <sup>3)</sup>	LDPE	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	PP	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

<sup>1)</sup> Control : fresh ginger

<sup>2)</sup> Sample was dried by microwave during 6 hours at 60°C

<sup>3)</sup> Sample was dried by hot air drier during 6 hours at 60°C

<sup>4)</sup> LDPE : low density polyethylene

<sup>5)</sup> PP : polypropylene

<sup>6)</sup> N.D.: < 10<sup>1</sup> CFU/g

## 제 5 장 원형건조생강의 공정개발

### 제 1 절 서 설

현재 국내에서 생강의 저장과 유통은 수확한 생강을 곧바로 전량 토굴 저장하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 생 생강은 10℃ 이하에서는 저온 냉해를 받고 18℃ 이상에서는 발아되기 쉬운 특성 때문에 동절기에는 냉해 방지를 위하여 생 생강은 거의 유통되고 않고 있다. 생 생강은 곰팡이 번식, 수축과 연화작용으로 저장성이 매우 낮다. 따라서 외국의 경우는 생 생강을 슬라이스 하여 염지 하거나 당장하는 경우가 있으나 대부분 국제 교역에서는 이들 생 생강을 건조하여 분말 하거나 건조 생강을 oleoresin, ginger oil 형태로 가공하여 유통시키고 있는 실정이다. 그러나 생강의 oleoresin은 원료 생강보다 저장성과 편리성은 있으나 가공 중 신선미와 매운맛이 대량 손실되는 등의 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하여 최근에는 생 생강과 거의 동일한 신선미와 매운맛을 그대로 유지하면서 비교적 장기간 저장할 수 있는 생강 페이스트 가공방법에 관하여 연구되고 있으나, 국내 토굴의 저장 온도, 습도 등 저장조건이 완벽하지 못한 상태임을 고려할 때 생강의 새로운 저장, 유통방법에 관한 연구는 전무한 실정이다.

농산물의 건조는 가격안정 및 저장성 향상을 위한 필수공정이며, 식품산업의 발달과 더불어 건조 농산물의 수요가 급증하고 있다. 그 중 향신료로 많이 이용되고 있는 생강의 경우 자극성 맛을 내는 성분과 휘발성 정유성분이 열에 약하여 건조과정 중에 쉽게 휘산되므로 원형을 유지하면서 품질변화를 최소화하기란 쉽지 않은 일이다. 현재 보급되어 있는 농산물 건조기는 대부분 수분 손실에 의한 수축현상, 빠른 건조에 의한 표면경화현상, 건조물의 낮은 복원력, 갈색화 반응으로 인한 색상, 조직감, 맛 및 영양가 저하등의 문제점이 있어 고품질의 제품을 기대할 수 없는 실정이다. 또한 최근 장기보존의 수단 및 사용시의 간편화로 인하여

양념으로서 식품의 첨가제 및 약제 등에 생강의 소비가 증가되는 추세에 있다. 일반적으로 가공분야에 사용되는 생강은 건조 작업을 행한 상태로 이용되고 있으며, 이러한 일련의 가공작업에서의 건조는 열풍건조나 마이크로파 건조, 동결건조가 행해지고 있으나, 동결건조는 식품을 높은 온도에 노출시키지 않고 이루어지므로 품질이 양호한 제품을 얻을 수 있는 장점에도 불구하고 건조비용이 많이 들고, 건조속도가 느리고, 부피가 커 부서지기 쉬우며, 응용되어지는 제품의 종류 및 그 양이 한정되는 결점이 있다. 이로 인하여 현재까지는 열풍건조가 널리 이용되고 있다. 뿐만 아니라 생강은 흠이 묻은 상태에서 수확·저장하므로 토양에서 유래된 미생물들이 가공·공정 중에 남아 변패 및 품질저하를 일으키므로 건조 전 전처리 단계에서의 미생물 오염을 줄이고 효과적인 건조를 통해 품질변화가 적으면서 유통기한 연장이 가능한 고품질의 건조생강에 대한 연구가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 생강의 저장, 유통을 개선하고, 건조생강을 이용한 식품 개발의 활성화하기 위하여 생강 품질을 유지할 수 있는 원형건조생강의 처리공정을 개발하고자 하였다. 원형건조 생강의 제조공정은 생강의 수확 후 박피 및 세척, 전해산화수처리, 절단 및 건조공정으로 건조공정은 열풍건조와 마이크로파 혼합건조 방법을 계획하였으며, 이들 공정별 생강의 품질변화를 측정하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 실험재료 및 방법

생강을 박피, 세척, 전해산화수 처리 및 절단과정을 거쳐 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 방법을 이용한 건조공정 등 원형건조 생강의 제조 공정별 품질변화를 분석하였다. 시료는 충남 서산지역에서 생산된 발(봉아)이 6~7개로 적은 재래종으로 가락동 농수산물시장에서 직접 구입하여 사용하였다. 표 5-1은 원형 건조 생강의 제조공정별 품질분석을 위한 공정을 나타낸 것으로 생 생강의 경우에는 각 처리공정별 품질의 비교구로 사용하였다.

표 5-1. 원형건조 생강의 제조공정별 품질평가 시험구

Index	Processing
A	fresh ginger
B	sliced ginger after filling
C	sliced gingers immersed in electrolysed oxidizing water
D	microwave & hot air mix dried ginger during 6 hours
E	hot air dried ginger during 6 hours

전해산화수 처리는 산화환원전위와 pH가 각각 1,150-1,200mV, pH 2.4~2.6 인 전해산화수를 이용하여 세척·박피 한 생강을 15분간 5배수로 침지하여 하였으며, 실험에 사용한 전해 산화수는 전해산화수 생성기(경우테크, Model : GRA 1200)로 제조하였다. 건조처리 조건은 열풍건조방법은 건조온도를 60℃, 상대습도가 30%에서 6시간 건조하였으며, 마이크로파 혼합건조 방법은 건조온도 60℃, 마이크로파 강도 240 Ib, 풍량이 1.19m/sec에서 6시간 건조하였다.

### 3. 공정별 품질 분석방법

원형건조 생강의 제조공정별 품질분석을 위하여 처리구별 수분 및 갈변도, 색도, 미생물수, 부피감소를 및 수화복원율을 분석하였다.

#### 가. 수분

생강의 수분함량은 105℃ 상압가열건조법으로 분석하였다.

#### 나. 갈변도

갈변도는 Hendel 등(1950)의 방법으로서 건조 후 시료를 분쇄한 후 1.3g을 취하고 40ml의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10ml를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 spectrophotometer를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 다. 색도

색도는 건조된 시료를 각각 20 mesh로 분쇄한 후 색차계를 이용하여 L값(whiteness), a값(redness), b값(yellowness)와 각 처리구 간의 색차( $\Delta E$ )는 처리 전 시료를 기준으로 하여 아래 식으로 나타내었다.

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

색차( $\Delta E$ )값은 두 색의 비교 시 매우 유용하게 사용되는데, 색차 값이 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다.

#### 라. 총균 및 대장균

저장에 따른 미생물 수의 변화를 측정하기 위해 각각의 건조시료 2g을 취하여 10배의 멸균 생리식염수를 가한 후 10분 동안 30℃ 수조에서 진탕한 다음 각각 1ml를 취하여 단계희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하여 계수, 환산하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult

agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

마. 비체적(specific volume)

비체적 측정은 50ml의 메스실린더를 이용하여 각 건조한 시료를 일정량 취한 후 해사(50mesh, Showa chemical Co. Japan)로 충전하여 부피를 측정하고 그 부피에서 해사의 부피를 뺀 부피를 시료의 부피로 하여 시료의 무게로 나누어서 결정하였다.

바. 수화복원율(rehydration ratio)

수화복원율은 500ml의 비이커를 사용하여 100℃의 증류수에 10분간 완전히 침지시켜 2분간 drain시킨 후 분석하였다. 이때 수화복원율은 일정시간 재수화 후의 시료무게와 건조시료의 초기무게의 비로서 구하였으며, 수분의 흡수량(moisture gain)은 일정시간 재수화 후의 시료무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 g당 흡수량(g water/g solid)으로 환산하여 표시하였다.



### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 수분함량의 변화

생강의 건조공정 및 전처리에 따른 수분함량의 변화를 표 5-2에 나타내었다. 전해산화수 처리단계를 거치면서 생강의 수분함량은 세척·박피 단계에서 보다 0.95% 가 증가하는 것으로 나타났으며, 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조에 의한 건조공정 후에는 8.16%, 8.52%로 감소하였다.

표 5-2. 원형건조 생강의 제조공정별 수분함량

Index	B	C	D	E
moisture contents (%,w.b.)	91.34	92.29	8.16	8.52

#### 2. 갈변도 및 색도의 변화

표 5-3은 원형건조 생강을 제조하기 위한 공정별 품질변화 중 갈변도 및 색도의 분석결과를 나타낸 것이다. 실험결과에서 갈변도는 세척 후 박피한 생강은 0.0514, 전해산화수 처리 공정 후에는 0.0366으로 갈변도가 현저히 감소하는 결과를 보였으며, 마이크로파 혼합건조와 열풍건조 과정 중에 다시 갈변도는 0.0652, 0.0817로 건조처리공정에서 갈변도는 증가하였으며 마이크로파 혼합건조 방법이 열풍건조보다는 증가폭이 작게 나타났다.

색도의 경우 처리공정을 거침으로써 L값은 증가하는 것으로 나타났으며, a값은 전해산화수 처리단계에서 현저히 증가하였다가 건조단계에서 다시 감소하였고, b값은 건조처리 공정 후에 다소 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 전해산화수 처리 후에는 명도와 적색도가 다소 증가하였으나, 색차 값은 1.21로서 생 생강과 비교하여

색도변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 건조공정 후 색도는 명도값, 적색도가 증가하였으며, 색차 값은 10.72, 20.48로 갈변에 의해 외관 색도가 저하됨을 알 수 있었다. 건조처리 방법에서는 마이크로파 혼합건조 방법이 열풍건조 방법보다 색도의 변화가 적은 것으로 나타났다.

표 5-3. 원형건조 생강의 제조공정별 갈변도 및 색도의 변화

Process	Degree of browning (absorbance at 420 nm)	Color			
		L	a	b	$\Delta E^*$
B	0.0514	63.30	-0.16	21.94	-
C	0.0366	64.30	0.51	21.88	1.21
D	0.0652	74.00	0.18	22.44	10.72
E	0.0817	83.74	0.15	23.17	20.48

\*  $\Delta E$  : 생 생강을 대조구로 하여 각 공정별 색차를 나타낸 것임

### 3. 미생물수의 변화

공정단계별 미생물수의 변화를 측정한 결과는 표 5-4와 같다. 전반적으로 총균 및 대장균균 수는 생 생강에서 세척·박피공정, 전해산화수 침지공정 및 건조처리 공정을 거침으로써 현저히 감소되는 결과를 나타냈다. 총균수는 각 단계를 거침으로써 최종 단계인 건조처리 공정 후에 총 4 log cycle이 감소되는 것으로 나타났고, 대장균은 건조 처리 이후 완전히 사멸된 것으로 나타났다. 생강에 있어 미생물 오염은 저장이나 유통 중 품질저하를 촉진 할 뿐만 아니라 인체에 위해적인 영향을 미침으로 공정 과정 중 이들의 효율적인 전처리 방법의 일환으로 전해산화수 처리를 이용하였는데, 그 결과 총균수에 있어 2 Log cycle, 대장균균에 있어 1 log cycle을 감소시켜 탁월한 감균 효과를 나타내는 것으로 밝혀졌다.

표 5-4. 원형건조 생강의 제조공정별 미생물수의 변화

( unit : CFU/g )

Process	Total viable	Coilform
A	$2.90 \times 10^7$	$4.88 \times 10^5$
B	$1.00 \times 10^6$	$6.20 \times 10^4$
C	$3.64 \times 10^4$	$1.00 \times 10^3$
D	$4.48 \times 10^3$	N.D.
E	$3.00 \times 10^3$	N.D.

N.D. :  $< 10^1$  CFU/g

#### 4. 수화복원율 및 비체적

원형건조 생강의 제조공정 중 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 후의 수화복원율과 건조생강의 재수화 후 복원성을 살펴보기 위하여 100℃에서 10분간 재수화하여 그 결과를 표 5-5에 나타내었다. 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 후의 비체적은 각각 3.13, 3.10로 건조과정 중 생강의 수축현상이 일어났음을 알 수 있었다. 또한 재수화 후의 복원성을 나타내는 수화복원율이나 흡수량은 마이크로파 혼합건조 처리구에서 각각 3.20, 2.92, 열풍건조 처리구에서는 2.37, 2.20으로 건조 처리방법에 따른 건조생강의 수화복원성은 마이크로파 혼합건조방법이 열풍건조 방법 보다 우수한 것으로 나타났다.

표 5-5. 건조처리방법에 따른 건조생강의 비체적 및 수화복원율

Process	Specific volume	Rehydration	
		R.R. <sup>1)</sup>	M.G. <sup>2)</sup>
D	3.1274	3.20	2.37
E	3.1038	2.92	2.20

<sup>1)</sup> R.R. : rehydration ratio

<sup>2)</sup> M.G. : moisture gain(g water/g solid)

여 백

## 제 6 장 요약 및 결론

본 연구에서는 생강의 원형건조 제품 생산을 위한 건조기술 및 제조공정에 관한 연구를 수행하였으며, 구체적인 연구결과는 다음과 같다.

### 1. 생강의 전처리 기술

#### 가. 전해산화수 처리

생강의 전처리 기술로서 전해산화수 처리방법을 적용하여 생강의 균수를 제어하고자 하였으며, 생강의 효율적인 전해산화수의 처리 조건을 알기 위하여 침지 배수와 시간에 대한 실험을 수행하였다.

침지 배수에 대한 실험결과, 20배수의 전해산화수에서 20분간 침지하였을 때 대장균군이 1/28, 총균수가 1/43로 감소하였고, 5배수에서 대장균군의 경우 15분에 1/25, 10배수에서 총균수는 20분에 1/35로 감소하였다. 침지시간에 따른 실험에서 대장균군은 10배수 15분에서 1/15로 감소하였으며, 20분에는 1/25로 감소하였다. 5배수에서는 15분에 약 1/22로 감소하여 10배수에서보다 더 높은 효율을 나타냈으며, 20분에는 약 1/20로 감소하여 제균효과가 약간 떨어지는 경향을 나타냈다. 총균수는 10배수 15분, 20분에 각각 1/21, 1/20로 감소하여 큰 차이를 보이지 않았으며, 5배수에서도 15, 20분에 각각 1/20, 1/19로 감소하여 침지시간 15분과 20분간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 실험결과에서 침지 배수에 따른 미생물 제거효과는 큰 차이가 나타나지 않았고, 침지배수가 적을 때는 일정시간이 지나면 그 효과가 감소되는 것으로 나타났다.

현장에 적용시키기 위해서는 보다 적은 양의 전해산화수로 단시간에 효과를 거두는 것이 필요하므로, 생강은 5배수의 전해산화수에서 15분간 침지하는 것이 가장 효율적인 처리조건으로 판단되었다.

## 나. 세척 처리

압축공기를 이용한 생강의 세척실험에서 압축공기 속도가 10m/s의 경우에는 시료의 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어의 회전속도 20rpm에서 세척효과가 좋은 것으로 나타났으며, 압축공기 속도가 20m/s의 경우에는 스크류 콘베어의 회전속도 30rpm일 때 세척효과가 좋은 것으로 나타났다. 그러나 압축공기를 이용한 생강의 세척의 경우 생강표면의 흙 등의 이물질이 완전히 제거되지 않는 것으로 나타나 생강의 세척방법에서 압축공기를 이용한 세척방법은 적절치 못한 것으로 판단되었다.

수세척 방법에 의한 실험에서 세척수의 분사량을 일정할 때 세척시간을 조절하는 스크류 콘베어 속도가 30rpm까지는 스크류 콘베어의 회전속도가 적을수록 세척효과는 좋은 것으로 나타났으며, 스크류 콘베어가 30rpm 미만에서는 생강이 일부 파손되는 현상이 나타나 종합적인 세척효과에서는 떨어지는 것으로 나타났다. 수세척 방법에 의한 생강의 세척은 스크류 콘베어가 30rpm, 수세척 후 생강 표면의 물기와 생강표면에 남아있는 이물질을 제거하기 위한 압축공기 분사에서는 압축공기의 속도가 20m/s의 경우가 세척효과가 좋은 것으로 나타났다.

## 2. 생강의 건조특성

### 가. 열풍건조 특성

생강의 열풍건조 속도는 건조초기에는 건조속도가 급격히 증가하다가 증가율이 완만하게 감소되며 일정시간이 지나면 건조속도의 변화가 미비한 것으로 나타났다. 건조온도에 따른 건조속도 변화의 형태는 유사한 것으로 나타났으며, 건조온도가 높을수록 건조과정 중 건조속도 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다. 대부분의 농산물이 항률건조기간이 없거나 초기에 존재하고, 대부분의 경우는 감률건조기간만이 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 생강의 경우도 항률건조기간이 존재

하지 않거나 존재하여도 건조초기에 극히 짧은 시간인 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 생강의 열풍건조 속도를 예측할 수 있는 건조모델을 개발하였다. Exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수는 각각 0.9892, 0.9891, 0.9963으로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는 열풍건조 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 생강의 열풍건조모델 방정식이 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

#### 나. 마이크로파 혼합건조 특성

건조시간에 대한 함수비의 변화는 건조시간이 증가함에 따라 함수비는 지수함수적인 유형으로 감소하는 것으로 나타났으며, 건조온도가 함수비 변화에 미치는 영향을 보면 감률건조 기간에는 건조온도가 높을수록 함수비의 감소폭이 큰 것으로 나타났으며, 건조 후반기에는 건조온도에 따른 함수비 변화의 차이가 미비하였다. 마이크로파 강도가 함수비 변화에 미치는 영향은 건조온도 70℃의 건조시간 2시간 이내에서만 마이크로파 강도가 함수비 차이를 나타냈을 뿐 건조온도 50, 60℃에서는 마이크로파 강도에 따른 함수비 차이는 미비한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 사용하여 건조실 내부에 건조공기를 순환시킴으로서 마이크로파와 열풍건조의 혼합건조방식에 기인한 것으로 판단된다.

마이크로파 혼합건조 모델은 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 개발하였다. Exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비 값과 실험치 함수비 값의 결정계수는 각각 0.989, 0.992, 0.995로, 개발된 모델들은 생강의 건조시간을 예측하는 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이



들 모델 중에서도 Page model에 의한 생강의 마이크로파 혼합건조모델 방정식이 이론적 예측치의 함수비와 실험치 함수비의 검증모델에서 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 마이크로파 혼합건조시 생강의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

### 3. 건조방법별 품질평가 및 복원성

마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 방법을 이용한 건조생강의 품질평가를 위하여 수분함량, 비체적, 수화복원율, 갈변도 및 색도, 대장균 및 총균수, 향기성분을 분석하였다.

수분함량은 건조시간 6시간에서 두 가지 건조방법에서 모두 10% 이하로 수분함량이 감소되었으며, 부피감소율은 증가하는 것으로 나타났다. 건조제품의 복원성을 나타내는 수화복원율은 열풍건조보다는 마이크로파 혼합건조 생강에서 우수한 것으로 나타났으며, 건조시간에 따라서는 4시간 동안 처리한 건조생강에서 복원율이 가장 높게 나타났다. 갈변도와 색도는 건조시간이 증가할수록 변화량이 증가하였으며, 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다 건조과정 중 갈변도 및 색도 변화는 적은 것으로 나타났다. 또한 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다 총균 및 대장균수에 있어서 사멸효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 건조과정 중 향기성분의 변화는 건조온도가 높아짐에 따라 향기성분의 소실이 큰 것으로 나타났으며, 동정된 향기 성분 중 94.1%를 차지하고 있었던 hydrocarbon류 들의 함량변화에서 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조를 이용하여 6시간 동안 건조한 처리구에서는 33.2%, 37.6%가 감소된 것으로 밝혀져, 마이크로파 혼합건조가 열풍건조 방법보다는 안정한 것으로 나타났다. 그러나 매운맛에 관여하는 성분인 zingiberene의 함량만을 살펴보았을 때는 마이크로파 혼합건조 처리구가 31.3%, 열풍건조 처리구가 30.6%가 감소된 것으로 나타나 매운맛 특성을 보존하는데는 건조방법별 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

#### 4. 건조생강의 포장방법에 따른 저장 중 품질변화

건조 생강의 저장기간 중 포장필름의 종류 및 두께가 저장기간 중 중량 및 품질변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 LDPE(low density polyethylene)필름과 PP(polypropylene)필름을 이용하여 밀봉한 건조생강을 18℃에서 저장하여 중량, 수분함량, 부패율, 갈변도 및 색도, 총균 및 대장균수의 변화를 측정하였다.

건조 처리한 생강은 마이크로파 혼합건조 및 열풍건조 모두 중량 변화가 2% 미만으로 처리구간 유의적인 차이는 없었으며, 포장재 중 PP 0.05mm 필름에서 가장 중량의 변화가 적은 것으로 나타났다. 부패율은 건조생강의 경우는 저장 6주 동안 발생하지 않았으며, 대조구인 생 생강에서는 LDPE 필름과 PP 필름에서 모두 필름의 두께가 0.03mm인 처리구에서 부패율이 현저히 증가하는 것으로 밝혀졌으며, 가장 부패율이 적은 포장재는 PP 0.05mm인 것으로 나타났다. 수분함량 또한 중량 감소율 및 부패율과 더불어 PP 0.05mm 필름 처리구에서 수분함량의 감소가 가장 적은 것으로 나타났다. 갈변도와 색도는 건조생강을 PP 0.06mm와 PP 0.05mm 필름으로 포장한 처리구에서 갈변현상이 억제되어 건조물의 품질저하를 막는데 우수한 것으로 나타났다. 저장 기간동안 미생물 수의 변화를 측정한 결과 건조생강은 대장균이 검출되지 않았으며, 총균수에 있어 가장 효과적인 필름종류 및 두께는 PP 0.05mm 필름으로 가장 균의 증식이 억제된 것으로 나타났다. 본 실험에서는 전반적으로 PP 0.05mm 필름이 건조생강을 저장하는데 적합한 것으로 밝혀졌다.

#### 5. 원형건조 생강의 공정 개발

생강의 저장, 유통을 개선하고, 건조생강을 이용한 식품개발을 활성화하기 위하여 생강의 품질을 유지할 수 있는 원형건조생강의 처리공정을 개발하고자 하였다. 원형건조 생강의 제조공정은 생강의 수확 후 박피 및 세척, 전해산화수처리, 절단 및 건조공정으로 건조공정은 열풍건조와 마이크로파 혼합건조 방법을 계획하였으

며, 이들 공정별 생강의 품질변화를 측정하였다.

생강의 수분함량은 전해산화수 침지 단계에서 원료생강에 비해 0.95%가 증가하였으며, 건조공정 후에 약 8%로 감소되는 것으로 나타났다. 또한 전해산화수 침지는 갈변도를 감소시키고 색도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 건조공정을 거치면서 갈변도가 증가하고 명도, 적색도, 황색도 값이 모두 증가하여 외관색도가 다소 저하되는 것을 볼 수 있었다. 건조방법별로는 마이크로파 혼합 건조 방법이 열풍건조에 비해 색도 및 갈변현상이 적은 것으로 나타났다. 총균 및 대장균균수는 전해산화수 처리 단계에서 각각 2 log cycle, 1 log cycle이 감소되었으며, 이후 건조공정을 거침으로써 총 생균수가 4 log cycle이 감소되었고, 대장균은 완전히 사멸되어 원형건조생강의 처리공정은 미생물 감균효과가 우수한 것으로 나타났다. 그외 건조생강의 비체적 및 수화복원율에서는 마이크로파 혼합 건조 방법이 열풍건조보다 복원성이 우수한 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. Byun, M. W., I. S. Lee, K. H. Lee, H. S. Yoon, K. O. Kang. 1999. Changes of Ascorbic Contents Induced from Gamma Irradiation, Heating and Microwave Treatments. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 954-1907.
2. Chang, S. K., M. H. Yun. 1999. Effect of Microwave Preheating and Hydrogenated Frying Fats on the Storage Stability of Yackwa. Korean J. Food Sci. Technol. 15: 264-527.
3. Cho, J. S., K. H. Ku, and Kim, W. J.. 1999. Effects of heating, pH, salts and organic acids on color changes of ground garlic. Korean J. Food Sci. Technol 31(2): 399-403
4. Chung, T.Y., S. E. Lee, M. C. Jeong. and D. C. Kim .1996. Studies on the Pretreatment Effect of Ginger on Long-term Storage. Korean J. Food Sci. Technol, 28(3): 458-463.
5. Chung, T. Y, M. C. Jeong, S. E. Lee, D. C. Kim. and O. W. Kim. 1996. Morphological Characteristics of Ginger Depending on Habitat. Korean J. Food Sci. Technol. 28(5): 834-840.
6. Ennis, D. M., H. Boeleus., H. Haring. and P. Bowman. 1982. Multivariate Analysis in Sensory Evaluation. Food Technol. 32(1): 83.
7. Etejere, E. O., R. B. Bhat., 1986. Traditional and Modern Storage Methods of Undergroud Root and Stem Crops in Nigeria, Turrialba. 36(1): 33.
8. Giese, J. 1992. Advances in Microwave Food Processing. Food Technol. 46
9. Hendel, C. E., G. F. Bailey, and D. H. Taylor. 1950. Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetable during storage. Food Technol. 14: 334-337.

10. Hwang, K. T. 1994. Effect of Various Pretreatments and Drying Methods on the Quality of Dried Vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26(6): 805-813.
11. Im, J. S., K. J. Park, and J. S. Kum. 1999. Changes in Physicochemical Properties of Korean Rice Cake Subjected to Microwave-Drying. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 631-1261.
12. Ji. W. D., M .S Jeong. and H. C. Chung. 1997. Antimicrobial Activity and Dstilled Components of Garlic and Ginger. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 519-524.
13. Kang, D. S., S. W. Jung, J. H. Kwon, H. K. Kim. 2000. Extraction Characteristics and Browning Inhibitory Effects of Fresh Garlic by Microwave - assisted Extraction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 291-581.
14. Kim, J. H., S. G. Yoon., J. B. Choi. J. C. Kim. and U. Y. Kong. 1995. Application of Principal Component Analysis to Shelf-life Determination of Processed Food. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(5): 703-707.
15. Kim, H. K., K. S. Jo., T. S. Kang. and H. S. Shin. 1987. Browning and Sorption Characteristics of Dried Garlic Flakes with Relative Humidity and Storage Temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19(2): 176-180.
16. Kim, M. H. 1998. Mass Transfer Characteristics and Browning Inhibition by Osmotic Dehydration of Mushrooms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(5): 903-907.
17. Kim, S. S., S. Y. Kim, and W. J. Lee. 1998. Microwave Vacuum Drying of Germinated Brown Rice as a Potential Raw Material for Enzyme Food. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1107-2213.
18. Kim, S. Y., Suk. S. K., and H. J. Roh. 1999. Microwave Vacuum Drying of Brown Rice Koji as an Enzymic Health Food. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 625-1249.

19. Kim H. W., Kyung, T. H., C. U. Choi. 1989. Studies on the Volatile Flavor Components of Spices in Curry. Korean J. Food Sci. Technol. 21(1): 127.
20. Kum, J. S., K. J. Park, C. H. Lee, and Y. H. Kim. 1999. Physicochemical Properties of Korean Ginseng Dried with Lower Power and Pulse Microwave. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 122-243.
21. Kum, J. S., K. J. Park, C. H. Lee, and Y. H. Kim. 1999. Changes in Saponin Composition and Microstructure of Ginseng by Microwave Vacuum Drying. Korean J. Food Sci. Technol. 31, pp. 427-853 1999.
22. Kwon, J. H., G. D. Lee., S. J. Lee., S. K. Chung. and J. U. Choi. 1998. Changes in Chemical Components and Physical Properties with Freeze Drying and Hot air-drying of *Dioscorea batatas*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr, 27(5): 908-913.
23. Kwon, J. H., K. E. Kim, G. D. Lee. 2000. Optimization of Microwave-Assisted Extraction under Atmospheric Pressure Condition for Soluble Ginseng Components. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 117-233.
24. Kum, J. S., K. J. Park, C. H. Lee, J. S. 1998. Physicochemical Properties of Dried Anchovy (*Engraulis Japonica*) Subjected to Microwave Drying. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 103-205.
25. Lee, D. S., and Y. R. Pyun. 1998. Kinetics Determination of Quality Changes for the Optimization of Food Dehydration. Korean J. Food Sci. Technol. 20(2): 272-279.
26. Lee, J. L., S. K. Lee, U. Choi. 1983. A Numerical Study on Microwave Freeze -Drying of Spherica Material. Journal of the Korean Institute of Chemical Engineers. 21: 143-285.
27. Mantri, A. R., Y. C. Agrawal. 1991. Effect of Process Variaion on Dried Ginger Quality. Indian Food Packer. 45(4): 13.
28. Macleod A. J., and N. M. Pieris. 1984. Phytochemistry. 23: 353

29. Manjeet, S. C. 1984. Evaluation of selected mathematical models for describing thinlayer drying of in-shell pecans. *Trans. of the ASAE*. 610-615.
30. Meisel, N. 1979. Microwave Vacuum Drying by Gigavecrprocess for Continous Manufacture of Instantly Soluble Fruit Powders. *Microwave Energy Appl. Newsletter*. 12(6): 3.
31. Nirmal K., S. Daniel., E. Guyer, D. A. Gage, and T. L. Carl. 1992. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Onion Flavors and Their Analysis by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 40: 842-845.
32. Noh, B. S., S. Y. Kim, S. S. Kim, and K. S. Chang. 1999. Microwave Vacuum Drying of Germinated Colored Rice as an Enzymic Health Food, *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 619-1237.
33. Oti, E., P. A. Okwuolu., V. U. Ohiti., G. O. Ghijioke. 1988. Biochemical Changes in Ginger Rhizomes Stored Under River Sand under Dry Grass in Pits in the Humid Tropics. *Trop. Sci.* 28(2): 87.
34. Park, W.P., S .H. Cho, and D. S. Lee. 1998. Screening of Antibrowning Agents for Minimally Processed Vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30(2): 278-282.
35. Richardson, K. C. 1986. Effect of Dehydration Temperature on the Quality of Dried Ginger. *Food Technol.* 18: 93.
36. Richardson, K. C. 1986. The Packaging and Storage of Dried Ginger. *Food Technol.* 18: 93.
37. Saper, G. M. and R .L. Miller. 1995. Heated Ascorbic/citric acid Solution as Browning Inhibitor for Pre-peeled Potatoes. *J. Food Sci.* 60: 762-766.
38. Shin, D. B., H. M. Seo., J. H. Kim, Y. C. Lee. 1999. Flavor Composition of Garlic from Different Area. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(2): 293-301.

39. Shin, D. B., J. B. Shin, Y. C. Lee. 1999. Effects of Pre-heating on the Flavor of Garlic. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(6): 1583-1589.
40. Terhune, S. J., A. C. Hogg, Bromstein and B. M. Lawrence. 1975. *Can. J. Chem.*, 53: 3285.
41. Youn, K. S. and Y. H. Choi. 1996. Mass Transfer Characteristics during the Osmotics Dehydration Process of Apples. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25(5): 824-830.
42. Youn, K. S. and Y. H. Choi. 1996. Drying Characteristics of Osmotically Pre-treated Carrots. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(6): 1126-1134.
43. Yu, T. H., C. M. W., and C. T. Ho. 1993. Volatile Compounds of Deep-Oil Fried, Microwave-Heated, and Oven-Baked Garlic Slices. *J. Agric. Food Chem.* 41: 800-805.
44. Yu, T. H., L. Y. Lin, and C. H. Ho. 1994. Volatile compound of blanched, fried blanched, and baked blanched garlic slices. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1342-1347.