

# 수급불안정 양념채소류의 반가공처리 및 제품 개발

Development of the semi-processed and final products  
of seasoning vegetables for improving their stability of  
supply and demand

연 구 기 관  
한 국 식 품 개 발 연 구 원

농 립 부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “수급불안정 양념채소류의 반가공처리 및 제품 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002. 6. 14

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 성 수

세부연구책임자 : 김 성 수(제1세부)

세부연구책임자 : 박 용 곤(제2세부)

세부연구책임자 : 김 현 정(제3세부)

세부연구책임자 : 김 동 만(제4세부)

(세부과제별 참여연구원)

과 제	주관연구기관		위탁연구기관		참여기업	
	기관명	연구원	기관명	연구원	기관명	연구원
<b>제1세부과제</b> 양념채소류의 수확, 처리 및 산지가공에 대한 종합적 이용 연구	한식연	김성수 황진봉 신농빈 이부용 홍희도 김경탁 양미옥	중앙대  단양마늘 시험장	이영춘  윤태 송인규 김영상 이정관	하농식품  완주봉상 생강조합	이정빈  임희문
<b>제2세부과제</b> 양념채소류를 이용한 외식산업형 제품 개발 및 산업화	한식연	박용곤 최희돈 김성란 김홍만 석호문 최인옥 류미라 차환수 박미원 유정화			부농	김중현
<b>제3세부과제</b> 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품의 개발	한식연	김현정 박동준 김현규 진향숙 김석중 석은주 최성인 권영주 최승규				
<b>제3세부 위탁과제</b> 마늘 및 양파로부터 초임계이산화탄소를 이용한 essential oil 추출			고려대	지영민		
<b>제5부세부과제</b> 원료 및 반 가공 양념 채소류의 유통기간 연장과 초장기 비축기술 개발	한식연	김동만 정문철 김병삼 박형우 남궁배 김건희 양은미				

여 백



# 요 약 문

## I. 제목

### 수급불안정 양념채소류의 반가공처리 및 제품 개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구의 목적은 양념채소류의 가공이용기술의 다양화와 극대화, 저장기간 연장, 신유통기술 개발 등을 확립하여 해마다 흉풍에 따른 수급불안정으로 인하여 가격의 등락 폭을 크게하므로써 재배농민들의 소득불안정과 소비자의 물가불안을 초래하게 되는 것을 방지하고자 하는 것이다. 향신채소류가 농가소득에 차지하는 비율은 곡류 다음으로 15%정도를 차지할 정도로 중요한 작목이다.

이런 목적을 달성하기 위해서는 양념채소류의 산지가공형 반가공 제품 개발로 원료 생산지역에서 수확과정과 연계시켜 가공, 저장 및 유통을 일괄수행 할 수 있는 기술과 system을 확립하는 것이다.

기존의 제품에서 나타나고있는 소비자 불편사항 즉 변색, 이취발생 및 보존성등의 문제점(마늘 청변 방지, 무취 마늘, 고추의 잔류농약과 이물오염 등)을 해결하고, 다양한 신제품개발(한국형 hot sauce, 무취 마늘저림, 생고추, 마늘, 양파 및 생강을 이용한 pickle류, 초임계추출한 alliin과 capsaicin 등 특수 기능성 물질의 생산 이용)과 첨단기술 활용으로 국제경쟁력 있는 가공산업으로 발전할 수 있는 기술을 제공하고자 한다.

그리고 고추, 마늘, 양파 및 생강 등 복합종합가공system을 구축하여 원료의 활용도 증가와 가동율 제고를 도모할 수 있는 가공system제시하는 것이 목적이다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 양념채소류의 수확, 처리 및 산지가공에 대한 종합적 이용 연구

- 마늘과 양파의 청변과 갈변 방지 기술 개발
- 마늘의 맵아역제제(maleic hydrazide)처리와 청변과의 관계 구명
- 마늘의 방사선 처리 및 저온저장 조건별 마늘의 청변 현상 구명
- 마늘의 청변 색소 분리 및 특성 구명
- 마늘, 양파 페이스트의 급속 냉동 처리 기술 개발
- 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지 가공제품 개발

#### 2. 양념채소류를 이용한 외식산업형 제품 개발 및 산업화

- 생홍고추를 이용한 핫소스 개발
- 고추, 마늘을 이용한 조미제품 개발

#### 3. 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품의 개발

- 마늘 및 양파를 이용한 건강기능식품의 가공과 개발
- 마늘 및 양파의 최적 전처리조건 및 초미분체화 조건 확립
- 분말식품용 무취 소재화를 위한 코팅소재의 선정 및 최적화
- 마늘 및 양파의 무취화 소재 개발

#### 4. 마늘 및 양파로부터 초임계 이산화탄소를 이용한 essential oil 추출

- 마늘 및 양파로부터 essential oil 추출을 위한 전처리 분석조건 확립
- 초임계 이산화 탄소를 이용한 추출의 최적조건 확립

#### 5. 원료 및 반 가공 양념채소류의 유통기간 연장과 초 장기 비축기술 개발

- 마늘 및 양파의 유통기간 연장기술 확립
- 고추의 저에너지 저장기술 개발

### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 연구개발 결과

##### 가. 양념채소류의 수확, 처리 및 산지가공에 대한 종합적 이용 연구

##### 1) 생마늘 사용 처리구

생마늘을 갈아서 갈색방지제를 단일 종류별로 첨가하여 30℃와 5℃에 저장하면서 갈변도를 조사한 결과 cystein 3%첨가구가 가장 효과가 있었으나 이취의 문제점이 있었다. 복합처리구로서는 cystein 0.5% + citric acid 1% 군이 가장 효과가 있었다. blanching마늘 사용 처리구에서는 60초 처리한 군이 가장효과가 있었다. 5℃와 30℃에서 저장한 마늘의 처리구에서는 cystein 첨가구가 가장 효과가 있었다. 생마늘과 저장한 마늘을 비교했을 때 저장한 후 사용한 마늘이 저장기간이 더 길게 나타났다.

## 2) 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지가공 제품 개발

미숙고추의 후숙처리는 에테폰(2-chloroethylphosphoric acid)을 800~1,200ppm 범위로 처리한 결과 약 45% 정도의 고추가 붉은색으로 후숙되었다. 생강 초절임 제품 개발에서 생강 : 조미액은 1 : 2 의 비율이 최적으로 나타났다. 생강초절임 제품의 최종 제품 배합비를 관능검사를 통하여 결정하였다. 생강 oleoresin 제조 기술의 개량에서 추출용매는 ethanol, 적정 혼합비율은 생강 : 용매 = 1 : 4, 추출시간은 8시간, 추출용매 농도는 50% ethanol이 가장 좋은 결과를 나타내었다. 생강농축액의 건조에서는 분무건조가 갈변을 억제하는데 효과적이었으며 냉동건조가 분무건조보다 유리당, 유리아미노산, 향기강도에서 더 우수하였다. 생강과 배 등의 과실류 혼합 기능성 드링크의 배합비를 관능검사를 통하여 확립하였다.

## 3) 마늘, 양파, 고추 및 생강의 수확 후 처리기술 및 산지가공을 위한 종합적 처리시스템 개발

마늘, 양파, 생강을 수확기에 대량처리하기 위하여 페이스트(paste)로 제조하여 급속냉동처리하는 기술을 개발하였으며 예건기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지하기 위하여 차압식 가속예건 처리방법을 적용하였다. 또한 마늘의 장기저장 기술로서 CA저장기술을 확립하였으며 Maleic Hydrazide의 처리결과 청변이 농약의 살포와 무관함을 밝혀내었다.

## 4) 청변이 발생하는 요소구명

무처리한 마늘과 농약이나 방부제로 알려져 있는 맹아억제제의 하나인 생장조절제 코링(maleic hydrazide, 씨엠엑제)을 처리한 균간에 유기산, 유리아미노산등의 분석에서 큰 차이가 없었으며, 색차계를 이용하여 L, a, b값을 측정해본 결과 MH가 청변현상 유발인자가 아님을 확인할 수 있었다.

## 5) 청변유도기간 측정 및 온도조절에 의한 청변억제

Conditioning온도에 따른 청변억제 조사 결과 마늘을 35℃ 배양기에서 4일간 Conditioning한 군이 가장 좋았다. Conditioning온도에 따른 유리당과 유기산을 분석한 결과 Conditioning시 유리당인 fructose는 감소하는 경향을 보인 반면, sucrose는 증가하는 양상을 띠었으며, 유기산중 fumaric acid와 pyruvic acid는 Conditioning시 다소 증가하였으며, pyroglutamic acid는 감소하였다.

## 6) 마늘 청변색소의 추출 및 분리기술 확립

청변색소의 추출을 위해 추출용매는 메탄올, 색소의 고정을 위해 1% HCl, 마늘의 농도는 30%로 확정되었다.

## 7) 개별색소의 분리

대조구, 청변마늘 그리고 Conditioning한 마늘과 이온교환수지판을 통과시켜 정제한 색소액 총 3점을 TLC plates 20×20cm Silica gel 60 F<sub>254</sub>로 전개시켜 개별색소를 분리하였다.

## 8) 대조구, 청변마늘, conditioning한 마늘간의 이화학적 성분 변화

청변마늘을 유발시키는 인자를 탐색하기 위하여 대조구, 청변마늘 그리고 Conditioning된 마늘의 pyruvic acid의 GC의 크로마토그램을 분석하였으며 유리아미노산, 향기성분등을 분석하였다.

총유리당 함량은 대조구, 청변마늘 그리고 conditioning한 마늘은 각각 100g당 1.22, 1.55, 1.74 g이 함유되어 있었으며 fructose는 청변마늘이 대조구에 비해 약 1.4배 높게 분석되었고 glucose은 비슷한 수준이었다. 그러나

sucrose는 대조구에 비해 conditioning한 마늘이 약 2.5배 그리고 청변마늘에 비해 약 2배가 높게 분석되었다.

유리아미노산 총합량은 100 g당 대조구가 687.36 mg, 청변마늘 699.52 mg, conditioning한 마늘 715.28 mg으로 arginine, lysine, glutamic acid의 순으로 많았다.

대조구, 청변마늘 그리고 conditioning한 마늘의 향미성분의 차이를 분석하기 위하여 을 GC-FID를 이용 분석한 결과 약 80여개의 피크를 분리할 수 있었다.

## **나. 양념채소류를 이용한 의식산업형 제품 개발 및 산업화**

### **1) 생홍고추를 이용한 핫소스 개발**

#### **가) 생홍고추 페이스트, 효소처리 착즙액의 특성**

생홍고추와 매운 맛이 강한 청량고추를 씨를 포함한 전체, 씨를 제거한 것, 95℃ 탈기함에서 3분간 열처리한 3가지 처리구로 나누어 페이스트화하였다. 고추의 고유 색택을 나타내는 capsanthin 값은 열처리한 것이 높았고 특히 생홍고추를 열처리한 것이 가장 높았다. 관능적 특성에 있어서 씨를 제거한 것은 붉은 색은 강하였으나 매운맛이 약하였고 열처리구는 풋내가 강하였다. 이들 페이스트를 핫소스용 재료로 사용하기에는 입자가 거칠어 부적합하였다. 생홍고추 고유의 색상과 맛을 지닌 착즙액의 제조를 위한 효소반응 조건을 설정하기 위해 생홍고추를 1차 chopping 후 중량대비 1/2의 물을 가수하고 여기에 식물세포분해효소의 첨가농도, 반응온도, 시간 변화에 따른 반응액의 특성을 조사한 결과 핫소스용 생홍고추의 효소반응 조건은 원료 중량대비 0.15%의 식물세포분해효소를 첨가하여 50℃에서 2시간 반응 후 착즙한 액이 가장 적합하였다. 동결처리한 생홍고추를 앞의 방법과 동일하게 효소처리하여 착즙한 결과 액의 수율, 점도, 고유색택이 대조구에 비해 상승하였으며 관능적 특성에 있어서도 붉은 색과 매운맛이 강한 것으로 나타났다.

## 나) 핫소스의 개발

생홍고추를 식물세포분해효소로 반응시키고 착즙한 액을 이용한 핫소스의 제조는 잔탄검과 솔스타를 일정량의 물에 용해하고 여기에 생홍고추 효소처리액, 당류, 산미료, 염류 등의 부재료를 첨가, 용해시킨 다음 균질화하고 가열 후 향료, 빙초산을 첨가하고 다시 가열하여 병용기에 hot filling하였다. 국내에서 가장 많이 사용되는 Tabasco 제품과 관능적 특성을 비교한 결과 개발 시제품이 향미뿐 아니라 전반적인 기호도에 있어서도 우수한 것으로 나타났다.

## 다) 핫소스의 저장 중 품질 특성

최종 배합비에 의해 제조한 시제품을 투명 병에 hot filling하고 냉각시킨 후 상온, 창가, 37℃에 각각 저장하였다. 저장 6개월 경과시 시제품의 염도, pH, 산도는 각각 6.83%, 3.28%, 3.60%로 저장초기와 차이가 없었으나 점도의 경우 37℃ 저장구는 약간씩 감소하여 6개월 경과시 17.5 cp로 감소하였다. 또한 색도에 있어서도 37℃ 저장구의 경우 다른 저장구에 비해 저장 4개월 이후부터 적색도, 황색도 값의 변화가 큰 것으로 나타났으나 개발 시제품의 경우 상온 12개월까지는 품질상에 큰 문제가 없는 것으로 판명되었다.

## 2) 고추, 마늘을 이용한 조미제품의 개발

### 가) 고추, 마늘의 염장 중 특성

담침유무, 최종 염농도, 빙초산의 첨가농도에 따른 염장 중 풋고추와 액의 염도, pH, 산도, 색도, 투광도(%T) 및 외형적 성상을 조사한 결과 조미 제품용 풋고추의 염장은 최종 염농도 15%에 원료 중량대비 0.3, 0.5%의 빙초산을 첨가하여 염장할 경우 연중 조미용 원료로 사용함에 문제가 없는 것으로 나타났다. 마늘의 자극적인 냄새와 매운맛을 제거하고자 각기 다른 온도(60, 70, 80, 90℃)에서 20분씩 열처리한 마늘에 동일량의 물을 가수하고 최

종 염농도를 20%가 되도록 천일염을 첨가하여 염장하였다. 마늘의 염도는 전처리 온도에 관계없이 염장 14일경에 이론치에 도달하였다. 마늘의 경도는 염장초기에는 열처리 온도가 낮은 것이 높았으나 염장기간이 경과함에 따라 90℃ 처리구를 제외하고는 큰 차이가 없었다. 마늘의 백색도 값은 초기에는 열처리 온도가 높은 것이 높았으나 100일 이후부터는 70℃ 이상 처리구는 차이가 없었다. 액의 투광도에 있어서는 염장 60일 이후부터 70℃ 처리구가 가장 높았다. 따라서 생마늘의 자극적인 냄새와 매운맛을 제거하고 염장 중 마늘의 변색 등의 변화를 최소화할 수 있는 염장용 원료 마늘의 전처리 온도는 70℃ 정도가 적당하였다.

#### 나) 염장 고추, 마늘의 탈염조건 설정

염장 고추를 이용한 조미 제품의 제조를 위해 고추 조직내의 염분을 제거하고자 물의 온도(20, 50, 65℃)를 달리하여 시간 변화에 따른 고추의 염도를 측정하고 결과 염장 고추 조직내의 염분을 50% 제거하는데 소요되는 시간은 20℃ 물의 경우 7일, 50℃의 물은 35시간, 65℃의 물에서는 30시간이 소요되었으며 65℃에서 탈염한 고추는 다른 것에 비해 풍미가 떨어지는 것으로 나타났다. 70℃에서 열처리 후 5개월 염장한 마늘을 중량대비 5배의 물에 담구어 실온, 60℃에서 각각 탈염한 결과 실온처리구는 24, 48시간 경과시 약 50, 70%의 염분이 제거되었고, 60℃ 처리구는 24시간 경과시 65%의 염이 제거되었다. 따라서 조미용 원료로 사용하는 염장 마늘의 탈염은 실온 48시간, 60℃ 온수의 경우 28시간 정도 탈염함으로써 마늘 조직내의 염분을 7~8%로 조정할 수 있었다.

#### 다) 고추, 마늘 조미제품의 개발

탈염한 고추를 이용한 외식산업형 조미제품은 설탕, 솔비톨, 구연산, 사과산, 알라닌, 글리신, HAP, 빙초산 등의 조미용 부재료로 제조한 조미액에 동일량의 고추를 첨가하고 포장한 후 85℃에서 15분간 살균, 냉각하여 제조하



였다. 마늘 조미제품(I)은 먼저 고과당 17.8%, 식초 6.75%, 호박산 0.91%, HAP 0.3%, 글루타민산나트륨 0.05%, 물엿 6.75%를 정제수 54.5%에 첨가하고 완전히 용해시킨 다음 가다랭이 추출물 8.0%를 첨가하여 제조한 조미액 및 또 다른 향미의 마늘 조미제품(II)은 고과당 42.31%, 식초 30.71%, 생강 농축액 0.5%를 정제수 24.58%와 함께 용해시킨 후 차소향을 0.015%첨가한 조미액에 각각 동일 중량의 탈염 마늘을 첨가한 후 80℃에서 15분간 살균하여 제조하였다. 마늘 조미제품(III)은 된장 33.0%, 고과당 21.5%, HAP 1.0%, 글루타민산나트륨 0.2%와 정제수 41.3%로 제조한 조미액에 앞의 조미제품 I의 마늘을 다시 첨가하고 일정기간 숙성, 조미시켜 된장의 풍미를 부여하였다.

#### 라) 조미 고추의 저장 중 품질 특성

조미액을 첨가하여 살균한 고추를 실온, 37℃에 저장한 결과 고추의 당도와 염도는 저장온도에 관계없이 차이가 없었으나 37℃에 저장한 고추 조미제품은 저장기간이 경과함에 따라 고추의 조직이 약간씩 물러지는 것으로 나타났다.

### 다. 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품의 개발

1) 마늘 및 양파는 암예방, 심혈관 질환 예방, 항미생물 활성 등 다양한 생리적 기능에도 불구하고 독특한 냄새로 인하여 가공제품 개발에 어려움이 있다. 이에 특유의 냄새를 적절한 소재를 코팅하여 차단하는 가공기법을 적용함으로써 무취화 마늘 및 양파 소재를 개발하고자 하였다. 여러 코팅 물질 중 compritol 888을 사용하였을 때 가장 피복효과가 우수하였으며 핵입자와 코팅물질의 혼합비율이 9 : 1이고 rotor 속도 15,000 rpm에서 3분간 코팅하였을 때 최적의 피복효과를 나타내었다. 이러한 코팅조건으로 제조한

무취화 마늘 및 양파소재는 원료가 지니고 있는 특유의 냄새가 유의적으로 감소되었다. 인간 암세포에 대한 치사활성, 독성물질에 대한 보호작용 및 대사효소에 대한 저해효과 등을 지표로 하여 시험하였을 때 본래의 마늘 및 양파가 지닌 생리적 특성을 그대로 지니고 있으면서 독특한 냄새만을 효과적으로 차단하였음을 확인할 수 있었다.

2) Conventional extraction(CE) 방법과 microwave-assisted extraction (MAE)방법에 의하여 마늘 및 양파로부터 물과 에탄올 추출물을 얻어 추출 조건에 따른 추출 시간을 비교하였다. 최적 추출시간을 비교하였을 때 MAE는 5분이었으나 CE는 2시간으로 MAE가 훨씬 효율적이었다. 5 ℃와 30 ℃에서 oleoresin을 저장하면서 thiosulfinate 및 pyruvate 함량을 비교한 결과 전반적으로 저장기간에 따라 감소하는 경향이었으나, oleoresin의 장기 저장에는 5 ℃가 더 적합하였다.

## 라. 마늘 및 양파로부터 초임계이산화탄소를 이용한 essential oil 추출

초임계이산화탄소를 이용하여 마늘과 양파로부터 oleoresin과 정유성분을 추출하였다.

1) 마늘로부터 diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide는 압력이 증가함에 따라 추출수율이 증가하였으나 wax 성분또한 증가하였다. 마늘의 정유성분 중 대표적인 성분인 diallyl disulfide는 420bar 40℃에서 시료 100g당 8mg이 추출되었고, diallyl trisulfide는 2mg이 추출되었다. modifier로서 6% methanol을 사용하였을때 가장효과적인 추출 수율을 보였다.

2) 양파로부터 oleoresin 추출의 수율은 추출압력과 온도가 높아짐에 따

라서 증가하였지만, 추출물 속의 황함량은 350bar 50℃에서 가장 높은 함량을 나타내었다. modifier로서 5% ethanol을 사용하였을 때 가장효과적인 추출 수율은 보였으며 연속적인 2개의 분리조를 통하여 추출물을 효과적으로 분리할 수 있었다.

## 마. 원료 및 반 가공 양념채소류의 유통기간 연장과 초장기 비축기술 개발

1) 마늘 및 양파의 기존 예건 방법은 천연 건조에 의존하고 있으나 예건기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지키 위해서는 강제 열풍건조 방법의 적용이 효과적이었다.

2) 예건처리 속도 향상과 저장고의 효율적 활용을 위하여 수확된 마늘의 경우 주대를 적절히 제거한 후 예건 작업을 하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 양파 및 마늘 표면에 부착된 건조된 마늘 껍질의 일부와 마늘뿌리 부위를 제거키 위해서는 브러쉬 처리와 압축공기를 이용한 고압분사식 세정처리를 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

3) 마늘, 양파의 장기저장을 위하여서는 CA저장이 냉장저장보다는 효과적이었으며 중량감소억제는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/9/89이었던 구가, 부패억제는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 4/7/89이었던 구가 비교적 우수하였으며 양파의 경우 중량감소억제는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/9/89이었던 구가, 부패억제는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/7/91이었던 구가 우수하였다. 한편 마늘의 냉동처리도 초장기 저장방법으로 적용이 가능하였다.

4) 마늘의 박피는 손 박피가 기계 박피보다는 품질 유지측면에서 효과

적이었고, 갈변은 품종 및 산지에 따라 차이를 보였는데, 열수 처리와 이에 유기산처리를 병용하는 것이 효과적이었다. 양파의 경우 열탕처리가 반 가공 후 품질 유지에 효과를 보였다.

5) 고품질 고추의 저 에너지 저장기술연구로 고추의 압축 처리 후 내부 공간을 질소가스로 치환시키는 방법을 적용하여 저장하였던 바 품질측면에서 기존 저장방법에 비하여 차이를 보이지 않았다.

## V. 주요 연구개발결과 및 성과

### 가. 학회발표

#### 1) 국내

○ Hyun-Jung Kim, Hyang-Sook Chun : Modulation of benzo[a]pyrene metabolizing enzymes by diallyl sulfide and diallyl disulfide in human hepatoma cell model, 한국식품과학회, 1999. 10. 30. 경희대학교

○ 전향숙, 김현정, 이정희, 김주연 : Human keratynocyte 모델에서 Benzo[a]pyrene 유발 독성에 대한 diallyl sulfide 및 diallyl disulfide의 보호 효과, 한국식품영양학회, 1999. 10. 23. 동국대학교

#### 2) 국외

○ Hyun-Jung Kim, Hyang-Sook Chun and Ryung Yang : Inhibitory effects of diallyl sulfide and diallyl disulfide on the benzo[a]pyrene induced toxicity in different cell culture conditions, Institute of Food Technologists, 2000 6. 13. Dallas, Texas, USA

○ Hyun-Jung Kim, Hyang-Sook Chun and Ryung Yang : Inhibitory effects of diallyl sulfide and diallyl disulfide on the benzo[a]pyrene induced toxicity in different cell culture conditions, Institute of Food Technologists, 2000 6. 13. Dallas, Texas, USA

○ Hyun-Jung Kim and Hyang-Sook Chun : Inhibition of benzo[a]pyrene bioactivation in a human hepatoma cell model by garlic oil and its active components, allyl sulfides, Word Congress of Food Science and Technology, 2001. 4. 27 Seoul, Korea

#### 나. 학회논문발표

##### 1) 국내

○ 김현정, 전향숙: *Allium* 속 식물 유래 함유황 유기화합물의 생리적 유용성, 한국식품영양과학회지, **28(6)**, 1412-1423 (1999)

##### 2) 국외

○ Hyun-Jung Kim, Hyang-Sook Chun and Ryung Yang : Use of a cyclodextrin for increased protective activity of volatile allyl sulfides against benzo[a]pyrene-induced toxicity in human cell model, *Biotechnology Letters*, **23**, 583-587 (2001)

여 백

## **SUMMARY**

### **I . Title of Research**

Development of the semi-processed and final products of seasoning vegetables for improving their stability of supply and demand

### **II . The Objectives and Importance of Research**

The main objective of this study was to encourage consumption of domestic garlic, onion, ginger and hot pepper, which highly fluctuate in yearly production among seasoning vegetables, through diversifying their utilizations as garlic paste, garlic puree, hot sauces and seasonings etc. for institutional use. These seasoning vegetables account for very much as 15% of total agricultural income following cereals. Technology and system to accomplish the processing, storage and distribution in a time have to establish, closely connecting the harvesting process at the their producing district through the development of semi-processed products of seasoning vegetables at that producing area. This study will prepared to develop the processing industry having the international competitive power for seasoning vegetables through solving the consumer's claim of discoloring, off-flavor, and short shelf-life etc. at present market and newly developing various products by application of the high-techn. And also this study will establish the comprehensive processing system to utilize garlic, onion, ginger and hot pepper totally, that will show the processing system to increase their utilization and its rate of operation.

### III. The Scope and Contents of Research

1. A study of the comprehensive utilization for harvest, treatment and process at the producing district
  - Development of technology preventing the blue and brown color reaction in the process of garlic and onion
  - Investigation of relation of blue color reaction between maleic hydrazide treatment and untreatment of garlic
  - Investigation of conditions of blue color reaction for irradiation and cold storage of garlic
  - Separation of blue pigment and investigation of its characteristics
  - Development of quick freezing technology of garlic and onion pastes
  - Development of post-harvest technology and processing products of hot pepper and ginger
  
2. Development and Industrialization of Products for Institutional Use Made with Seasoning Vegetables
  - Production of paste and enzyme-treated extract of fresh red pepper and investigating their properties
  - Developing hot sauces and monitoring their changes in quality properties during storage
  - Investigating changes in properties occurred by various pre-treatments and during brine storage of garlic and pepper
  - Establishing the optimum desalting condition of brined garlic and pepper
  - Developing seasoning products of garlic and pepper
  - Investigating changes in properties of seasoned garlic and pepper



during storage

3. Development of novel hybridization technique to make a deodorized garlic and onion powder and extracting and concentrating products.
  - Development of healthy and functional foods using garlic and onion
  - Establishment of optimum pretreatment condition and hybridization process
  - Optimum conditions of coating for deodorized garlic and onion powder
  - Development of deodorized materials of garlic and onion
  
4. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of essential oil and oleoresin from crushed garlic and onion
  - Establishment of optimum pretreatment and analysis condition for essential oil extraction from crushed garlic and onion
  - Establishment of optimum extracting conditions by the supercritical CO<sub>2</sub> pressure from crushed garlic and onion
  
5. Quality extension of raw and minimally processed garlic and onions, and for investigating the energy saving treatments for storage of chili.
  - Quality extension of raw and minimally processed garlic and onions
  - investigating the energy saving treatments for storage of chili.

## **IV. Results of Research and Recommendation**

### **1. A study of the comprehensive utilization for harvest, treatment and process at the producing district**

The results for the study of the comprehensive utilization for harvest, treatment and process at the producing district are as follows. In order to prevent the garlic paste and puree of garlic in the cold storage from being changed into the greening and browning colors, adding 3%(w/w) of cysteine, which is one of the various anti-greening and browning color agents, was the most effective method to get the natural garlic color, but had a strong off-flavor.

Mixture of 0.5% cysteine and 1% citric acid showed the effects of anti-greening and browning reaction. Proper blanching condition used to inactivate the oxydative enzyme which brings out the green pigment from garlic was to be heated for 60 sec in boiling water.

As a method to harvest the sum of the hot pepper in the field at a time, when the unripe hot peppers were treated with 800~1,200ppm of 2-chloroethyl phosphoric acid, those were after-ripened to 45% of them. The proper mixing ratio of 1 : 2 of seasoning solution to ginger slices showed the best sensory scores for the ginger slice pickled in vinegar. Manufacturing technology of ginger oleoresin was improved by choosing ethanol of various extracting solvents, proper mixing ratio of 1 : 4 of ginger to solvent, 8 hr of extracting time, 50% of extracting solvent concentration. Spray drying method for drying the ginger concentrate was effective in preventing the browning reaction. Freeze drying method was better than spray drying for free sugars, free amino acid and flavor

intensity. Functional beverage using the ginger, pear and the other fruits was manufactured through the sensory tests. It showed that garlic treated with maleic hydrazide(MH) and untreated garlic cultivated at the same place had no difference and relation between the two in greening reaction. By control of curing temperature at 35°C for 4 days in drying oven for the green reactive garlic, its reaction was prevented completely.

Green pigment of garlic was extracted with methanol, the pigment fixation was used by 1% HCl for 30% garlic content in methanol. Individual pigments of control, greening garlic and temperature conditioned garlic was separated by ion chromatography and TLC. Changes in free sugar content of the greening colored garlic showed that it had more than control in fructose and sucrose contents, especially.

## **2. Development and Industrialization of Products for Institutional Use Made with Seasoning Vegetables**

### 1) Developing hot sauce of fresh red pepper

(1) Properties of paste and enzyme-treated extract of fresh red pepper Fresh red pepper and Chungyang pepper that is famous for its distinctive hot taste were pasted according to three different conditions.

The first paste was processed by utilizing whole peppers otherwise second paste was produced from seeds removed peppers. The third paste sample was processed in a deaeration chamber at 95°C for 3min. The value of capsanthin representing pepper's characteristic redness in the heat treated group, especially with fresh red pepper, was the highest.

Although the pastes of seed-removed peppers showed intense redness, their sensoric qualities were not satisfying of reduced hot taste. The

heat-treated paste exhibited too strong in fresh flavor. In addition, these pastes had so coarse particles that they were not suitable for hot sauce processing. Plant enzymes were applied for producing the extract characteristic colors and flavors of fresh red pepper. Fresh red pepper was chopped and half volume of water was added. Then, plant enzymes of 0.15% of fresh red pepper was added and incubated at 50°C for 2hrs.

When freeze-dried fresh red pepper was used, the results were more promising in increased amounts in recovered extract, increased viscosity, improved colors, characteristic redness and tastes.

#### (2) Developing hot sauce

The hot sauce was processed by 1) dissolving xanthan gum and solstar into water, 2) adding enzyme-treated extract of fresh red pepper and other ingredients such as sugars, acids and salts and dissolving whole ingredients, 3) homogenizing, 4) heating, 5) adding some flavorings and glacial acetic acid, 6) sterilizing and, finally, 7) bottling with hot filling. When sensoric properties of the hot sauce were compared with the product of Tabasco, which has been most widely used in domestic institutional markets, the hot sauce developed in this research was more favorable in every sensoric aspect.

#### (3) Changes in properties of hot sauce during storage

To investigate quality changes during prolonged storage, the hot sauces that were processed by the final recipe were stored at room temperature, at 37°C and placed next to a window. Except slight decrease in viscosity to 17.5 cp, no changes in salt concentrations(6.83%), pH(3.28) and acidity(3.60) were observed after 6 months at 37°C.

Although redness and yellowness of the samples store at 37°C were more fluctuated than other samples after 4 months, no significant deterioration in quality was occurred up to 12 month at room temperature.

## 2) Developing seasonings of garlic and pepper

### (1) Properties of garlic and pepper during brine storage

Changes in salt concentrations, pH, acidity, colors, transparency and appearance in fresh pepper and brine solution during brine storage were investigated under a couple of different conditions : punctuation, final salt concentrations and concentrations of added glacial acetic acid. To be used as the best seasoning materials all year around, the final salt concentration needed in brine solution was 15% and adding glacial acetic acid up to 0.3 to 0.5% of fresh pepper was necessary. As an effort to remove garlic's distinctive pungent flavor and hot taste, garlic was pre-heated at 60, 70, 80, and 90°C for 20min, added by equivalent amount of water and, finally, brined by adding 20% of bay salts. The salt concentrations reached to a theoretical value after 14 days of brine storage regardless of different pre-heated temperatures. Although harder in texture in lower pre-heated garlic samples were observed at the initial stage of brine storage, this trend disappeared as storage period was prolonged. As garlic was pre-heated at higher temperatures, its whiteness was getting intense from the intial stage. However, as brine storage was extended longer than 100 days, no difference in whiteness of samples that were pre-heated at higher than 70°C was observed. The brine solution of garlic pre-heated at 70°C was the most transparent after 60 days of storage. According to these results, it seemed that

heating a garlic at 70°C previous to brine storage could most effectively remove pungent flavor as well as hot taste and prevent discoloring during brine storage.

(2) Establishing the optimum desalting conditions of brined pepper and garlic

Desalting process after brine storage is essential for producing quality seasonings. The time required to remove 50% of salts from brined pepper by soaking at 20°C, 50°C and 65°C water were 7 days, 35 hrs and 30 hrs, respectively. The flavor of pepper desalted by soaking at 65°C water was the least favorable. When desalting processes of the brined garlic, which was pre-heated at 70°C and brined for 5 months, were compared, soaking at 5 volumes of water at room temperature for 24 and 48hrs could remove up to 50 and 70% of salts, respectively, otherwise soaking at 60°C water for 24hrs resulted in removing 65% of salt. Therefore final salt concentrations of 7~8% in seasoned pepper could be achieved by desalting with soaking into water for 48hrs at room temperature or 28hrs at 60°C.

(3) Developing seasoned pepper and garlic

Seasoned pepper after desalting was processed by mixing desalted pepper and seasoned gravy. Flavoring ingredients in seasoned gravy were sucrose, sorbitol, citric acid, malic acid, alanine, glycine, HAP and glacial acetic acid. The mixture was packaged and sterilized at 85°C for 15 min followed by cooling. Seasoned garlic I was processed by dissolving high fructose corn syrup(17.8%), vinegar(6.75%), succinic acid(0.91%), HAP(0.3%), sodium glutamate(0.05%) and corn syrup(6.75%)

into water(54.5%) and, finally, a skipjack extract was added. Seasoned garlic II was processed dissolving high fructose corn syrup(42.31%), vinegar(6.75%) and ginger extract(0.5%) into water(24.58%) followed by adding equivalent amount of desalted garlic and sterilized at 80°C for 15min. Seasoned garlic III was produced by mixing seasoned gravy of soybean paste(33.0%), high fructose corn syrup(21.5%), HAP(1.0%), sodium glutamate(0.2%) and water(41.3%) and seasoned pepper of recipe I followed by aging.

#### (4) Changes in quality properties of seasoned pepper during storage

When sterilized seasoned pepper was stored at room temperature and 37°C, concentrations of sugar and salt were not changed regardless of storage temperature. However, a texture of the sample stored at 37°C turned to be getting smooth as storage period was prolonged.

### **3. Development of novel hybridization technique to make a deodorized garlic and onion powder and extracting and concentrating products.**

1) Garlic and onion have been reported to have various health-related benefits such as cancer prevention, benefits on cardiovascular disease, antimicrobial action and so on. However their unique flavor characteristics act as a negative factor in products development. In this study, novel hybridization technique was applied to make a deodorized garlic and onion powder having biological activity. The optimum conditions of coating were as follows; coating material was compritol 888, rotor speed and coating time were 15,000 rpm and 3 min,

respectively, and mixture ratio was 9 : 1 (core material : coating material). The hybridization process successfully decreased the flavor intensity for deodorized garlic and onion powder. When cytotoxicity on human derived cancer cell line, protection against benzo[a]pyrene-induced cellular toxicity and inhibition of benzo[a]pyrene-induced ethoxyresorufin *O*-deethylase activity were used as indicators for biological activity, results of deodorized products and extracts of garlic and onion showed that these products retain the original biological activity of raw materials.

2) Water and ethanol extracts of fresh garlic and onion were obtained by two types of method, i.e. conventional extraction (CE) and microwave-assisted extraction (MAE), under different extraction conditions. MAE was more efficient way than CE judging from the extraction time, which is required to obtain the same yield of oleoresin, 5 min. for MAE whereas 2 hrs for CE. After 5 weeks storage at 5 °C and 30 °C, thiosulfinate and pyruvate contents of garlic and onion oleoresin indicate that 5 °C was suitable for long-term storage of oleoresin. The obtained garlic and onion oleoresin were good for long term storage and easy for handling.

#### **4. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of essential oil and oleoresin from crushed garlic and onion**

1) The extraction yield of diallyl disulfide, diallyl trisulfide and wax from garlic increased, as the supercritical CO<sub>2</sub> pressure increased. 8mg of diallyl disulfide that is one of the most representative component, was extracted at 420bar and 40°C from 100g of crushed garlic. And 2mg of



diallyl trisulfide was extracted at same conditions. When 6% of methanol was used as a modifier, the extraction yield of two components are enhanced effectively.

2) The extraction yield of onion oleoresin increased with increase of extraction pressure and temperature, However, the highest sulfur content in extracted oleoresin was obtained at 350 bar and 50°C. The use of 5% ethanol as a modifier enhanced the yield of oleoresin effectively. The enriched and concentrated sulfur-containing oleoresin was obtained in a second separator through a two-stage separator fractionation of extractants.

## **5. Quality extension of raw and minimally processed garlic and onions, and for investigating the energy saving treatments for storage of chili.**

This studies was carried out for quality extension of raw and minimally processed garlic and onions, and for investigating the energy saving treatments for storage of chili.

Forced hot air drying is effective for precuring and drying of garlic and onions immediately after harvest. Elimination of stem of garlic and onions before drying immediately after harvest is good for in the aspect of drying velocity and storage. Brushing and compressed air injection give clean surface to garlic and onions. CA storage is more effective in long term storage of garlic and onions than conventional cold storage. Shelf-life of the garlic peeled by hand is longer than that by mechanical peeler and the shelf-life can be extended by immersion in hot water

dissolved acidulants.

The volume of dried chili can be reduced by compression and the quality do not differed from the non-compressed during storage.

# CONTENTS

<b>Chapter 1. A study of the comprehensive utilization for harvest, treatment and process at the producing district .....</b>	<b>59</b>
1. Introduction .....	59
2. Materials and methods .....	72
1) Materials .....	72
2) methods .....	72
(1) Development of processed products and post-harvest technology of garlic and onion at the producing district .....	72
(2) Development of processed products and post-harvest technology of hot pepper and ginger at the producing district .....	74
(3) Cultivation and storage of garlic .....	76
(4) Components analysis and Investigation of periods inducing greenish color change and components analysis for garlic greenish color change induced period .....	78
(5) Extraction and purification of greenish pigment of garlic .....	82
3. Results and discussion .....	88
1) Treatments of raw garlic .....	88
2) Development of processed products and post-harvest technology of hot pepper and ginger at the producing district .....	113
(1) Sorting technology for harvesting of fresh red pepper in a time and post-harvest technology of unripe-fresh red pepper .....	113
(2) Development of green pepper and fresh red pepper products for seasoning sauce .....	113

(3) Development of ginger slice pickled in venegar .....	116
(4) Development of green pepper and fresh red pepper products for seasoning sauce .....	123
(5) Manufacture of cold, frozen and dried products of ginger paste .....	126
(6) Development of dried products for ground ginger .....	128
(7) Development of sterilization, inhibition of color change and distribution technology of ginger .....	135
(8) Development of functional drink made from ginger, pear and other fruits etc. ....	138
3) Development of post-harvest technology of garlic, onion, hot pepper and ginger and their comprehensive processing system for processing at the producing district .....	139
4) study of factors of green color change .....	144
5) Measurement of period inducing greenish color change and its inhibition of that by temperature control .....	157
6) Establishment of technology for extraction and separation of greenish color of garlic .....	163
7) Separation of individual colors .....	168
8) Changes in physicochemical components of control, greenish garlic and temperature controled garlic .....	169
9) Development of comprehensive processing system at the producing district .....	180
Reference .....	186

**Chapter 2. Development of hot sauce and seasonings from  
fresh red pepper and garlic .....188**

1. Introduction .....	188
2. Materials and methods .....	190
1) Materials .....	190
2) Development of hot sauce from fresh red pepper .....	191
(1) Production of paste of fresh red pepper .....	191
(2) Production of enzyme-treated paste of fresh red pepper .....	191
(3) Development of hot sauce .....	192
(4) Properties of hot sauce during storage .....	192
3) Development of seasonings using pepper .....	192
(1) Brine of pepper .....	192
(2) Establishing the optimum desalting condition of brined pepper .....	193
(3) Developing seasoning products of pepper .....	193
(4) Properties of seasoned pepper during storage .....	194
4) Development of seasonings using garlic .....	194
(1) Pre-treatment and brine of garlic .....	194
(2) Establishing the optimum desalting condition of brined garlic .....	194
(3) Developing seasoning products of garlic .....	194
(4) Properties of seasoned pepper during storage .....	194
5) Physicochemical properties .....	195
(1) Brix .....	195
(2) Salt concentration .....	195
(3) Color .....	196
(4) Capsanthin .....	196
(5) pH .....	196
(6) Acidity .....	196

(7) Viscosity .....	197
(8) Hardness .....	197
(9) Microorganism .....	197
(10) Sensory evaluation .....	197
3. Results and discussion .....	198
1) Development of hot sauce from fresh red pepper .....	198
(1) Properties of paste and enzyme-treated extract of fresh red pepper .....	198
① Properties of paste of fresh red pepper .....	198
② Properties of enzyme-treated extract of fresh red pepper .....	199
(2) Development of hot sauce .....	204
① Establishing of recipe of hot sauce .....	204
② Properties of hot sauce during storage .....	209
2) Development of seasonings using pepper .....	211
(1) Properties of pepper during brine storage .....	211
(2) Establishing the optimum desalting condition of brined pepper .....	217
(3) Development of seasonings using pepper .....	218
① Development of seasonings using pepper .....	219
② Development of seasonings using Chungyang pepper .....	220
(4) Properties of seasoned pepper during storage .....	223
3) Development of seasonings using garlic .....	225
(1) Properties of pre-treatment garlic during brine storage .....	225
(2) Establishing the optimum desalting condition of brined pepper .....	231
(3) Development of seasonings using garlic .....	233
① Seasoned garlic I .....	233

② Seasoned garlic II .....	238
③ Seasoned garlic III .....	244
Reference .....	247

**Chapter 3. Development of novel hybridization technique to make a deodorized garlic and onion powder and extracting and concentrating products. ....249**

1. Introduction .....	249
2. Status of the arts .....	257
3. Results and Discussion .....	260
1) Materials and methods .....	260
(1) Materials .....	260
(2) Methods .....	260
① Change of cell viability by garlic/onion components .....	260
② Change of EROD activity by garlic/onion conoments .....	261
③ Pretreatment of raw materials .....	261
④ Particle size analysis .....	261
⑤ Selection of coating materials for powder-type food .....	261
⑥ Surface hybridization of garlic and onion for powder-type food .....	262
⑦ Surface analysis by SEM .....	262
⑧ Selection of coating materials for liquid-type food .....	263
⑨ Sensory evaluation .....	263
⑩ Oleoresin extraction .....	266
⑪ Oleoresin content .....	266
⑫ Surface color determination .....	266

⑬ Thiosulfinate content .....	267
⑭ Pyruvic acid content .....	267
⑮ Total polyphenol content .....	267
⑯ Preparation of garlic oil and its volatile compound analysis .....	267
⑰ Change of cell viability by deodorized materials and extracts .....	268
⑱ Change of EROD activity by deodorized materials and extracts .....	268
⑲ Cytotoxicity of cancer cells .....	268
2) Results and discussion .....	269
(1) Health benefits of garlic and onion .....	269
① Mechanism of cancer prevention .....	270
② Prevention of cardiovascular diseases .....	273
③ Antimicrobial action .....	275
④ Retardation of aging .....	278
⑤ Other health-benefits .....	279
(2) Modulatory effects of garlic and onion on chemical-induced toxicity .....	280
① Modulatory effects of garlic and onion on chemical-induced toxicity .....	280
② Mechanism of action .....	280
(3) Processing of deodorized garlic and onion by surface hydridiza- tion for powder-type food .....	283
① Optimization of pretreatment conditions for garlic and onion powder .....	283
② Selection of coating materials .....	284



③ Optimization of particle size .....	285
④ Optimization of surface hybridization condition .....	286
⑤ Characteristics of deodorized garlic and onion powder .....	286
(4) Processing of deodorized garlic and onion by surface hybridiza- tion for liquid-type food .....	292
① Optimization of particle size .....	292
② Optimization of surface hybridization condition .....	294
③ Characteristics of deodorized garlic and onion powder .....	295
④ Stability of deodorized materials .....	298
(5) Optimization of extraction process for garlic and onion oleoresin .....	303
① Extraction conditions of garlic and onion .....	303
② Selection of solvent .....	303
③ Optimization of extraction time .....	304
④ Optimization of solvent to material ratio .....	307
⑤ Optimization of extraction process for MAE .....	307
(6) Physiochemical properties of garlic and onion extracts .....	311
① Characteristics of garlic oleoresin .....	311
①-1 Change of surface color of extracts .....	311
①-2 Change of thiosulfinate contents .....	313
①-3 Change of pyruvate .....	313
①-4 Change of pH .....	315
② Characteristics of onion oleoresin .....	315
②-1 Change of surface color of extracts .....	315
②-2 Change of thiosulfinate contents .....	317
②-3 Change of pyruvate contents .....	317
②-4 Change of pH .....	320

(7) Change of chemical-treated cell viability and EROD activity by deodorized garlic and onion .....	322
(8) Change of chemical-treated cell viability and EROD activity by garlic and onion extracts .....	331
Reference .....	335

**Chapter 4. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of essential oil and oleoresin from crushed garlic and onion .....349**

1. Introduction .....	349
2. Manufacture of supercritical CO <sub>2</sub> extracting apparatus .....	354
1) Experiment of Apparatus .....	354
2) Establishment of pretreatment and analysis conditions for extraction of garlic essential oil .....	354
3) Extraction of essential oil by the supercritical CO <sub>2</sub> from garlic .....	362
3. Extraction of oleoresin by the supercritical CO <sub>2</sub> from onion .....	369
1) Identification of oleoresin components of onion .....	369
2) Extraction yields for different onion moisture .....	372
3) Optimization of extraction condition for oleoresin and sulfur compound from onion by supercritical CO <sub>2</sub> .....	374
4) Preparation for extraction method of organic solvents and supercritical CO <sub>2</sub> .....	387
5) Effect of modifier on supercritical CO <sub>2</sub> .....	389
6) Fractionation of the oleoresin .....	391
Reference .....	393

**Chapter 5. Quality extension of raw and minimally processed  
garlic and onions, and for investigating the energy  
saving treatments for storage of chili. ....399**

1. Pre-treatment of Fresh Garlic Immediately after Harvest and Shelf- life Extension of Garlic .....	399
1) Introduction .....	399
2) Materials and methods .....	412
3) Results and discussion .....	416
(1) Pre-treatment of garlic .....	416
(2) Treatment for reduction of microbial decay .....	429
(3) Shelf-life extension of garlic .....	431
2. Pre-treatment of Fresh Onions Immediately after Harvest and Shelf- life Extension of Onions .....	472
1) Introduction .....	472
2) Materials and methods .....	475
3) Results and discussion .....	478
(1) Pre-treatment of onions .....	478
(2) Treatment for reduction of microbial decay .....	482
(3) Shelf-life extension of onions .....	483
3. Storage of Chili using Energy Saving Method .....	499
1) Introduction .....	499
2) Materials and methods .....	504
3) Result and discussion .....	506
4. Technical Guides for Shelf-life Extension of Seasoning Raw Materials .....	523
1) Garlic .....	523

2) Onion .....	530
3) Chili .....	533
Reference .....	536

# 목 차

<b>제 1 장 양념채소류의 수확, 처리 및 산지가공에 대한 종합적 이용 연구</b> .....	<b>59</b>
제 1 절 서설 .....	59
제 2 절 재료 및 방법 .....	72
1. 재료 .....	72
2. 방법 .....	72
가. 마늘과 양파의 수확 후 처리기술 확립 및 산지가공 제품 개발 .....	72
1) 생마늘 처리구 .....	72
가) 갈변방지제 단독 사용 처리구 .....	72
나) 갈변방지제 혼합 사용 처리구 .....	73
2) Blanching마늘 처리구 .....	73
3) 저장마늘 처리구 .....	73
4) 포장지를 봉합한 처리구 .....	73
5) 마늘과 양파 페이스트의 블록 형태 급속냉동 처리 시험- .....	73
6) 마늘과 양파의 주스제조 시험 .....	73
7) 절임제품의 제조 시험 .....	74
8) 마늘쫀 가공제품 .....	74
나. 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지가공 제품 개발 ....	74
1) 홍고추의 일시 수확을 위한 선별 기술(고추잎, 미숙, 적숙) 및 미숙 고추의 후숙처리 기술개발 .....	74
2) 양념소스용 청고추, 홍고추 제품 개발 .....	74
3) 생강 초절임 제품 개발 .....	75
4) 생강 oleoresin 제조 기술의 개량 .....	75
5) 생강 페이스트의 냉장, 냉동 및 건조제품 제조 .....	75

6) 생강과 배 등의 과실류 혼합 기능성 드링크 개발 .....	76
다. 마늘재배 및 저장 - .....	76
1) 마늘 파종 .....	76
2) Maleic hydrazide 처리 및 방법 .....	76
3) Maleic hydrazide 처리구와 무처리구 수확 및 예냉 .....	77
4) 마늘 저장 .....	77
5) 마늘 싹 측정 .....	77
6) 청변된 마늘의 conditioning에 따른 청변억제효과 조사 .....	78
7) 청변마늘의 감마선 조사 .....	78
라. 청변 유도 기간 조사 및 성분분석 .....	78
1) 색도 측정 .....	78
2) MH 분석 .....	79
3) 유리당 .....	79
4) 유리아미노산 .....	79
5) 유기산 .....	80
6) Allicin .....	81
마. 청변마늘의 색소 추출 및 정제 .....	82
1) 추출용매의 선정 .....	82
2) 색소의 추출 및 정제 .....	82
3) pH의 영향 .....	83
4) 개별색소의 분리 .....	84
5) 향기성분 분석 .....	84
가) 향기성분 포집과 분리 .....	84
나) 향기성분의 동정 .....	85
6) 황화합물 분석 .....	86
가) 황화합물 포집과 분리 .....	86
나) 황화합물 동정 .....	87

제 3 절 결과 및 고찰 .....	88
1. 생마늘 사용 처리구 .....	88
가. 단일 갈변방지제 처리 시험 .....	88
나. 갈변방지제 복합처리구 .....	94
다. Blanching마늘 사용 처리구 .....	98
라. 저장마늘 사용 처리구 .....	100
마. 한계저장기간 .....	108
바. 포장지를 탈기 밀봉 처리한 마늘 처리구 .....	108
사. 마늘과 양파 페이스트의 블록 형태 급속냉동 처리시험 .....	108
아. 반찬용 마늘, 양파 절임제품의 품질개선 및 다양화 .....	109
자. 양념용과 식품중간소재용 마늘과 양파주스 제품 개발 .....	110
차. 부산물인 마늘짙을 이용한 가공제품 개발 .....	111
1) 가공제품들에 대한 현장적용 시험 .....	111
가) 마늘, 양파의 양념용 페이스트 현장 적용 시험 .....	111
나) 반찬용 절임식품의 현장적용 시험 .....	112
2. 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지가공 제품 개발 .....	113
가. 홍고추의 일시 수확을 위한 선별 기술(고추잎, 미숙, 적 숙) 및 미숙 고추의 후숙처리 기술개발 .....	113
나. 양념소스용 청고추, 홍고추 제품 개발 .....	113
1) 청고추를 이용한 제품개발 .....	113
2) 홍고추를 이용한 제품개발 .....	114
다. 생강 초절임 제품 개발 .....	116
1) 시판 생강초절임 제품 .....	116
2) 생강초절임 제품 개발을 위한 첨가물 배합비 시험 .....	116
3) 생강초절임 제품 개발 .....	121
라. 생강 oleoresin 제조 기술의 개량 .....	123
1) 추출용매의 영향 .....	123

2) 추출용매의 비율에 따른 영향 .....	124
3) 추출시간의 영향 .....	124
4) 추출용매 ethanol의 농도에 따른 추출율 .....	125
마. 생강 페이스트의 냉장, 냉동 및 건조제품 제조 .....	126
1) 생강 마쇄물의 일반성분 .....	126
2) 생강 마쇄물의 저장 중 품질변화 조사 .....	127
바. 생강 마쇄물의 건조제품 연구 .....	128
1) 생강 마쇄물의 제조 .....	128
2) 생강착즙액의 농축 .....	128
가) 역삼투압법 .....	128
나) 감압농축법 .....	128
3) 생강농축액의 건조 .....	128
가) 냉동건조법 .....	128
나) 분무건조법 .....	129
4) 생강마쇄물의 가공방법별 품질특성 조사 .....	129
가) 일반 품질특성 .....	129
나) 표면색도 와 갈변도 .....	131
다) 유리당 .....	131
라) 유리아미노산 .....	132
마) 생강분말의 향기강도 .....	134
사. 생강 마쇄물의 유통기술 개발 .....	135
1) 생강마쇄물의 살균기술 .....	135
가) 살균방법 : 가열살균 및 감압살균 .....	135
나) 살균온도 : 60, 80, 100, 120℃ .....	135
다) 생강 마쇄물의 살균중 품질loss 조사 .....	135
라) 살균방법의 채택 .....	135
2) 생강 마쇄물의 변색억제기술 개발 .....	136



가) 갈변억제제의 선정 .....	136
나) 갈변억제제의 조합 .....	137
3) 생강 마쇄물의 유통기술 개발 .....	138
가) 처리공정 확립실험 .....	138
나) 포장기술 확립실험 .....	138
다) 처리공정 및 포장방법별 생강 마쇄물의 유통중 품질변화조사 -	138
아. 생강과 배 등의 과실류 혼합 기능성 드링크 개발 .....	138
3. 마늘, 양파, 고추 및 생강의 수확 후 처리기술 및 산지가공을 위한 종합 적 처리 시스템 개발 .....	139
가. 수확 후 전처리 및 저장성 향상을 위한 1,2차 연도 연구 결과에대한 산업화 연구 .....	139
나. 개발된 가공제품에 대한 가공공정 확립 및 산업화 연구 .....	140
다. 산지 종합적 처리 시스템 개발라. 사업타당성 검토 .....	143
라. 사업타당성 검토 .....	143
4. 청변이 발생하는 요소구명 .....	144
가. 마늘 싹 측정 .....	144
나. 대조구와 MH처리한 마늘의 청변발생 구명 .....	145
다. 감마선 조사 및 열처리에 의한 청변 억제 .....	153
1) 감마선 조사 .....	153
2) 열처리에 따른 청변억제 .....	154
5. 청변유도기간 측정 및 온도조절에 의한 청변억제 .....	157
가. Conditioning온도에 따른 청변억제 조사 .....	157
나. Conditioning온도에 따른 유리당 변화 .....	159
다. Conditioning온도에 따른 유기산 변화 .....	160
라. Allicin .....	162
6. 마늘 청변색소의 추출 및 분리기술 확립 - .....	163
가. 추출용매의 선정 .....	163

나. HCl 농도에 따른 청변색소의 추출 .....	165
다. 메탄올 농도 및 마늘농도에 따른 청변색소의 추출 .....	165
라. 청변색소의 정제 .....	166
마. pH의 영향 .....	166
7. 개별색소의 분리 .....	168
8. 대조구, 청변마늘, conditioning한 마늘간의 이화학적 성분변화 .....	169
가. Pyruvic acid 분석 .....	169
나. 유리당 .....	171
다. 유리아미노산 .....	173
라. 향기성분 포집과 분리 .....	176
9. 산지의 종합적 처리 시스템 개발 .....	180
가. 양념채소류의 산지 종합적 처리, 가공공장 설치에 따른 경제성 ...	182
1) 국내산 양념채소류의 가격 및 품질경쟁력 .....	182
10. 결론 .....	183
참 고 문 헌 .....	186

## **제 2 장 양념채소류를 이용한 외식산업형 제품 개발 및 산업화** .....

**188**

제 1 절 서 설 - .....	188
제 2 절 재료 및 실험방법 .....	190
1. 재료 .....	190
2. 생홍고추를 이용한 핫소스 개발 .....	191
가. 생홍고추 페이스트의 제조 .....	191
나. 생홍고추 효소처리 착즙액의 제조 .....	191
다. 핫소스의 개발 .....	192
라. 핫소스의 저장 중 품질 특성 .....	192

3. 고추를 이용한 조미제품의 개발 .....	192
가. 고추의 염장 .....	192
나. 염장 고추의 탈염 조건 확립 .....	193
다. 고추 조미 제품의 개발 .....	193
라. 조미 고추의 저장 중 품질 특성 .....	194
4. 마늘을 이용한 조미제품 개발 .....	194
가. 마늘의 전처리와 염장 .....	194
나. 염장마늘의 탈염조건 확립 .....	194
다. 마늘 조미제품의 개발 .....	194
5. 이화학적 특성 .....	195
가. 당도 .....	195
나. 염도 .....	195
다. 색도 .....	196
라. 고유색택(capsanthin) .....	196
마. pH .....	196
바. 적정산도 .....	196
사. 점도 .....	197
아. 경도 .....	197
자. 미생물 .....	197
차. 관능적 특성 .....	197
제 3 절 결과 및 고찰 .....	198
1. 생홍고추를 이용한 핫소스의 개발 .....	198
가. 생홍고추 페이스트 및 효소처리 착즙액의 특성 .....	198
1) 생홍고추 페이스트의 특성 .....	198
2) 생홍초 효소처리 착즙액의 특성 .....	199
나. 핫소스의 개발 .....	204
1) 핫소스 배합비의 설정 .....	204

2) 핫소스의 저장 중 품질 특성 .....	209
2. 고추를 이용한 조미제품 개발 .....	211
가. 염장고추의 특성 .....	211
나. 염장고추의 탈염 중 특성 .....	217
다. 고추 조미제품의 개발 .....	218
1) 고추 조미제품의 제조 .....	219
2) 청양고추 조미제품의 제조 .....	220
라. 조미고추의 저장 중 특성 .....	223
3. 마늘을 이용한 조미제품 개발 .....	225
가. 전처리 마늘의 염장 중 특성 .....	225
나. 염장 마늘의 탈염 조건 확립 .....	231
다. 마늘 조미제품 개발 .....	233
1) 조미제품 I .....	233
2) 조미제품 II .....	238
3) 조미마늘 III .....	244
참고문헌 .....	247

### 제 3 장 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축

#### 제품의 개발 .....249

제 1 절 연구개발과제의 개요 .....	249
제 2 절 국내외 기술개발 현황 .....	257
1. 국외 연구개발 현황 .....	257
2. 국내 연구개발 현황 .....	259
제 3 절 연구수행 내용 및 결과 .....	260
1. 실험재료 및 방법 .....	260
가. 실험재료 .....	260

나. 실험방법	260
1) 마늘 및 양파 성분에 의한 세포생존능 변화	260
2) 마늘 및 양파 성분에 의한 ethoxyresorufin <i>O</i> -deethylase 활성변화	261
3) 원료 분말의 전처리	261
4) 입도 분석	261
5) 분말 식품용 피복재료의 선정	261
6) Hybridization system을 이용한 분말식품용 소재의 표면가공처리	262
7) 주사전자현미경(SEM)에 의한 분체표면 분석	262
8) 액상식품용 피복재의 선정 및 분급	263
9) 관능검사	263
10) 마늘 및 양파의 올레오레진 추출 장치	266
11) 추출조건에 따른 올레오레진 함량의 측정	266
12) 표면 색깔의 측정	266
13) Thiosulfinate 함량 측정	267
14) Pyruvic acid 함량 측정	267
15) 총 폴리페놀 함량	267
16) Garlic oil의 제조 및 휘발성 allyl sulfides의 분석	267
17) 무취화 소재 및 추출제품에 의한 세포생존능 변화	268
18) 무취화 소재 및 추출제품에 의한 ethoxyresorufin <i>O</i> -deethylase 효소 활성 변화	268
19) <i>In vitro</i> 암세포 치사 활성 평가	268
2. 연구결과 및 고찰	269
가. 마늘 및 양파의 생리적 기능성 고찰 (문헌 고찰)	269
1) 함유항 유기화합물의 암 예방 작용 및 암예방 기구	270
2) 심혈관계 질환 예방 효과	273
3) 항미생물 작용	275

4) 노화 억제 관련 활성 .....	278
5) 기타 활성 .....	279
나. 마늘 및 양파성분의 생체보호능 평가 .....	280
1) 마늘 및 양파 성분의 생체보호능 평가 .....	280
2) 마늘 및 양파 성분의 생체보호 기작 .....	280
다. 분체간 표면결합법을 이용한 마늘 및 양파의 분말식품용 식품소재화 연구 .....	283
1) 마늘 및 양파의 최적 전처리조건 및 초미분체화 조건 설정 .....	283
2) 분말식품용 무취 소재화를 위한 코팅소재의 선정 .....	284
3) 코팅소재의 최적 입도조건 설정 .....	285
4) 마늘 및 양파의 코팅조건 최적화 .....	286
5) 분말식품용 마늘 및 양파의 소재특성 평가 .....	286
라. 분체간 표면결합법을 이용한 마늘 및 양파의 액상식품용 식품 소재화 연구 .....	292
1) 코팅소재 및 최적 입도조건 선정 .....	292
2) 코팅조건 최적화 .....	294
3) 액상식품용 마늘 및 양파 무취화 소재의 특성 평가 .....	295
4) 저장안정성 평가 .....	298
마. 올레오레진 및 추출 농축 제품개발을 위한 마늘 및 양파의 추출 공정 최적화 .....	303
1) 마늘 및 양파의 추출조건 설정 .....	303
2) 적정 용매의 선정 .....	303
3) 추출시간 결정 .....	304
4) 시료 대 용매의 혼합비율 결정 시험 .....	307
5) MAE방법에 대한 마늘·양파의 추출 최적화 .....	307
바. 마늘 및 양파 올레오레진 및 추출 농축제품의 이화학적 특성 311	
1) 마늘 올레오레진의 특성 .....	311

가) 표면 색깔의 변화 .....	311
나) Thiosulfinate 함량의 변화 .....	313
다) Pyruvate 함량 변화 .....	313
라) pH의 변화 .....	315
2) 양파 oleoresin의 특성 .....	315
가) 표면 색깔의 변화 .....	315
나) Thiosulfinate 함량의 변화 .....	317
다) Pyruvate 함량 변화 .....	317
라) pH의 변화 .....	320
사. 마늘 및 양파 무취화 소재의 활성평가 .....	322
아. 마늘 및 양파 추출물의 활성평가 .....	331
참고문헌 .....	335

#### **제 4 장 : 마늘 및 양파로부터 초임계이산화탄소를 이용한**

#### **essential oil 추출 .....349**

제 1 절 서설 .....	349
제 2 절 마늘로부터 초임계 이산화탄소를 이용한 essential oil 추출 .....	354
1. 실험장치의 제작 .....	354
2. 마늘로부터 essential oil 추출을 위한 전처리 분석조건 확립 .....	354
가. 실험 목적 .....	354
나. 실험 방법 .....	357
다. 실험결과 .....	357
3 초임계 CO <sub>2</sub> 를 이용한 essential oil성분 추출 .....	362
가. 실험 목적 .....	362
나. 실험 방법 .....	362
다. GC 분석 .....	362

라. 연구 결과 .....	363
1) 압력의 영향 .....	363
2) 추출시간의 영향 .....	365
3) 온도의 영향 .....	366
4) modifier의 영향 .....	367
제 3 절 양과로부터 초임계 이산화탄소를 이용한 Oleoresin 추출 .....	369
1. 양과의 oleoresin 성분 확인 .....	369
가. 실험 목적 .....	369
나. 실험 방법 .....	369
다. 실험 결과 .....	370
2. 양과의 수분함량에 따른 추출효율 .....	372
가. 실험 목적 .....	372
나. 실험 방법 .....	372
다. 실험 결과 .....	373
3. 양과로부터 SCCO <sub>2</sub> 를 이용한 oleoresin 과 sulfur compound 추출을 위한 최적화 .....	374
가. 실험 목적 .....	374
나. 실험 방법 .....	374
다. 실험 결과 .....	376
4. 유기용매 추출과 SCCO <sub>2</sub> 추출 비교 .....	387
가. 실험 목적 .....	387
나. 실험 방법 .....	387
다. 실험 결과 .....	387
5. SCCO <sub>2</sub> 추출시 modifier의 영향 .....	389
가. 실험 목적 .....	389
나. 실험 방법 .....	389
다. 실험 결과 .....	389



6. Fractionation of the oleoresin .....	391
가. 실험 목적 .....	391
나. 실험 방법 .....	391
다. 실험 결과 .....	391
참고문헌 .....	393

**제 5 장 원료 및 반 가공 양념채소류의 유통기간 연장과 초장기  
비축기술 개발 .....399**

제 1 절 마늘의 수확 후 전처리 및 원료 및 반 가공 마늘의 유통기간 연장기술 .....	399
1. 서설 .....	399
가. 유통실태 .....	399
나. 반 가공 마늘 .....	402
다. 연구동향 .....	404
2. 재료 및 방법 .....	412
가. 시료 및 처리 .....	412
1) 시료 .....	412
2) 마늘표면 세정처리 .....	412
3) 가속예건처리 및 냉각 .....	412
4) CA저장 .....	413
5) 냉동저장 .....	413
6) 마늘의 박피, 절단 및 포장 .....	413
나. 품질분석 .....	414
1) 호흡율 .....	414
2) 표면색택의 측정 .....	414
3) 경도의 측정 .....	414

4) 균수 측정 .....	414
5) Drip발생율 .....	415
6) 관능검사 .....	415
3. 결과 및 고찰 .....	416
가. 마늘의 수확 후 정선, 세척, 예건기술 연구 .....	416
1) 마늘의 수확 후 예건처리 .....	416
2) 주대 절단처리 효과 .....	418
3) 세척 및 정선 처리효과 .....	427
나. 마늘의 수확 후 부패 미생물 감균 처리 기술연구 .....	429
1) 열처리 .....	429
2) 수세처리 .....	430
다. 원료 및 반가공 마늘의 유통기간 연장기술 연구 .....	431
1) 원료용 마늘의 초장기 저장처리 .....	431
2) 반가공 마늘의 유통기간 연장 기술연구 .....	437
가) 박피방법 및 종구의 원산지에 따른 박피후 호흡율 .....	437
나) 박피방법 및 절단처리에 따른 박피후 품질변화 .....	439
다) 마늘 종구의 원산지에 따른 박피 후저장중 품질 변화 .....	441
라) 전 처리방법에 따른 박피 마늘의 품질변화 .....	443
마) 신선편의 가공(반 가공, 최소가공)된 마늘의 품질보존 처리 효과 .....	445
바) 반가공 마늘의 녹변 발생 및 방지기술 .....	453
3) 반가공 마늘의 포장기술연구 .....	468
가) 원형 및 절단 박피마늘의 포장에 의한 선도유지 효과 .....	468
나) 포장재의 종류에 따른 마늘의 선도유지효과 .....	471
제 2 절 양파의 수확 후 전 처리기술 및 원료 및 반 가공 양파의 유통기간 연장기술 .....	472
1. 서설 .....	472

가. 유통실태 .....	472
나. 연구현황 .....	473
2. 재료 및 방법 .....	475
가. 시료 및 처리 .....	475
1) 시료 .....	475
2) 표면 세정처리 .....	476
3) CA저장 .....	476
4) 양파의 냉동저장 .....	476
5) 양파의 박피 및 열수처리 및 포장 .....	476
나. 품질분석 .....	477
1) 호흡율 .....	477
2) 표면색택의 측정 .....	477
3) 경도의 측정 .....	477
4) 관능검사 .....	478
5) 균수 측정 .....	478
3. 결과 및 고찰 .....	478
가. 양파의 수확 후 전처리기술 연구 .....	478
1) 예건 .....	478
2) 양파의 세척 및 정선 처리 .....	480
나. 양파의 수확 후 부패 미생물 감균 처리 .....	482
다. 원료 및 반가공 양파의 유통기간 연장 기술연구 .....	483
1) 원료 양파의 초장기 저장처리 .....	483
2) 박피 및 마쇄 양파의 냉동저장 .....	484
3) 반가공 양념류의 유통기간 연장 기술연구 .....	487
4) 반가공 양파의 포장기술연구 .....	497
제 3 절 고추의 저 에너지 저장기술연구 .....	499
1. 서설 .....	499

가. 유통실태 .....	499
나. 연구동향 .....	500
2. 재료 및 방법 .....	504
가. 고추의 반 가공 전처리 .....	504
나. 고추의 절단 건조처리 .....	504
다. 고추의 건조 전 표면처리 .....	505
라. 고추의 압축처리 .....	505
3 결과 및 고찰 .....	506
가. 고추의 반 가공 전처리 .....	506
나. 고추의 절단 건조처리 효과 .....	515
다. 고추의 건조 전 표면처리효과 .....	517
1) PC 및 EO의 처리효과 .....	517
2) PC, EO 및 BHA의 병용 처리효과 .....	518
3) Soybean oil, PC 및 BHA의 병용처리 효과 .....	518
라. 고추의 압축처리효과 .....	520
제 4 절 양념 채소류 유통기간 연장 기술지침 .....	523
1. 마늘 .....	523
가. 유통실태 .....	523
1) 원료마늘 .....	523
2) 반 가공 마늘 .....	526
나. 전 처리 및 저장기술 실태 .....	528
다. 권장 전 처리 및 저장기술 .....	528
2. 양파 .....	530
가. 유통실태 .....	530
나. 전 처리 및 저장기술 실태 .....	531
다. 권장 전 처리 및 저장기술 .....	532
3. 고추 .....	533

가. 유통실태 .....	533
나. 권장 전 처리 및 저장기술 .....	534
참고문헌 .....	536

여 백

# 제 1 장 양념채소류의 수확, 처리 및 산지가공에 대한 종합적 이용 연구

## 제 1 절 서설

현재 우리 나라의 양념채소류는 현지에서 가공 처리되는 것이 거의 없으며 대부분 수확되어 상당 거리로 수송되어 생체로 저온창고에 보관되었다가 시기별로 판매되고 있다. 마늘은 수확 후 전처리 과정에서 마늘쫑이 부산물로 나오는데 이것은 현재 일부가 절임 제품의 원료로 사용되고 대부분 폐기되고 있다. 이것도 좀더 다양한 가공기술로 여러 가지 제품을 제조할 수 있을 것으로 본다.

현장에서 수확된 마늘의 표피의 수분이 85%이상이 된다. 이것을 그대로 저온저장고에 넣을 경우 부패하기 쉬운데 이것을 적정수분인 13~15%까지 예비건조를 하여야 한다. 이 때의 적정건조 조건에 따라서 저장수명과 품질에 영향을 미치는데 아직 산지별, 품종별 마늘의 예건처리 기술의 확립이 미흡한 상태로서 장기저장을 위해서 적정조건이 확립되어야 한다고 본다.

마늘을 이렇게 생체로 저장하는 방법 외에 가공 처리하여 저장하는 방법이 있는데 마늘을 거칠게 마쇄하여 그대로 가공처리, 포장하여 양념제품으로 사용하는 방법과 블록형태로 포장하여 급속냉동 후 양념제품의 원료로 사용하거나 이것을 완전히 건조하여 분말양념으로 사용하는 방법이 있다. 이들 제품 모두 가공처리과정이나 유통중에 청변과 갈변을 적절하게 방지할 수 있는 기술과 향미의 손실을 최소화할 수 있는 냉동 혹은 건조기술의 확립이 필요하다. 지금까지 보고된 청변 및 갈변에 관한 기술개발 현황을 살펴보면 건조마늘 플레이크의 경우 온도가 상승할수록, 상대습도가 높을수록 갈변현상이 증가하며, 생강 페이스트의 저장 중 비효소적 갈색화에 영향을

주는 주요성분으로는 주로 Millard 반응과 ascorbic acid 산화반응에 의하여 촉진되며, 세절 마늘의 건조 중 갈변물질의 형성속도는 건조 온도가 증가함에 따라 가속된다고 단편적으로 보고되고 있다. 한편 외국의 경우 마늘의 용도는 직접 섭취하지 않고 마늘 또는 추출물을 이용하거나 무취 마늘을 기본으로 하여 이에 비타민 등을 강화한 후 캡슐 화하여 주로 사용하기 때문에 우리 나라처럼 냉장한 후 다진 마늘로 가공하여 상품화시켰을 때 발생하는 청변현상에 대한 구멍이 미흡하다. 또한 소비자들은 식물성장 조절제의 하나인 maleic hydrazide가 청변현상을 유발시킨다고 보는 경향도 있다.

따라서 본 연구에서는 마늘 저장중 발생하는 청변물질을 구멍함은 물론 청변을 억제할 수 있는 방법을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다. 이러한 연구가 무난히 완료될 경우에는 현재 마늘 가공제품 중 가장 문제가 되고 있는 청변에 의한 품질저하를 방지함으로써 마늘의 소비를 촉진할 수 있을 것으로 판단된다.

반찬으로서의 마늘절임 제품도 매운맛과 짠맛이 매우 강하여 소비량이 점점 감소하는 경향을 보여주고 있다. 특히 청소년의 기호에 접근하지 못하고 있는 것이 문제가 되고 있다. 제품의 자극성과 짠맛을 현저하게 줄여 감미와 산미를 적절히 조합시키는 것이 바람직하며, 색깔에 있어서도 마늘고유의 밝은 색깔을 유지시켜 젊은 세대의 기호에 맞는 제품으로 전환해 가는 기술이 필요하다. 본 과제에서 목표로 하는 제품은 약간의 감미와 산미를 첨가한 생마늘 절임제품은 일식집에 사용하는 락교 제품과 형태는 유사하나 맛과 조직감에서 보다 기호성이 좋을 수 있으며 일본 등지의 수출상품으로 발전이 가능할 것으로 본다. 그리고 간식이나 안주용 제품으로서 마늘튀김 제품의 개발이 필요하다고 본다. 이들 제품의 개발을 위해서는 마늘의 전처리와 적정 가공조건을 찾아야 할 것이다.

양파도 마늘과 비슷한 가공기술이 필요하다. 양파의 가공처리중 황변방지 기술이 완전하게 확립되어 있지 않다. 양파를 대량 처리하기 위하여 패이스트로 만들 때와 이것을 건조하거나 박편으로 건조할 때 변색과 향미손실 방



지기술이 완전하게 확립되어 있지 않아 저장중의 변색, 흡습 등의 품질변화를 초래하였다. 양파절임 제품도 새로운 기호를 창출할 수 있는 절임 방법과 조미액의 개발이 필요하다.

고추는 푸른 고추와 붉은 고추로 대별할 수 있는데 채소용으로 사용되는 푸른고추는 주로 생체로 소비되고 일부가 절임용 반찬으로 소비되거나 양념장의 원료로 사용되고 있다. 과잉생산시 대량을 염절임하였다가 탈염한 후에 조쇄하여 양념장으로 만들거나 페이스트로 만들어서 부재료와 혼합한 후 육류조리용 소오스 등으로 가공할 필요가 있으며 홍고추는 거의 다 건조하여 고춧가루로 사용하나 수확기에 미숙 고추는 그대로 방치되어 폐기되는 청초의 량도 전체의 30%가 되므로 이들을 이용할 수 있는 방안을 연구할 필요도 있다. 이들을 후숙처리하는 기술은 전혀 연구가 되어 있지 않다. 즉 이들을 에틸렌 가스에 의해서 홍초로 후숙시키는 기술의 개발이 필요하다. 이것을 이용하여 분말화하거나 홍초다데기 등의 용도 개발이 가능할 것으로 본다.

생강은 저온장애에 매우 민감하여 아직까지 저장고를 이용한 대량 저장 방식 기술이 개발되어 있지 못하다. 그래서 지금도 농가단위로 옮겨장되고 있거나 작은 꿀을 이용하여 저장하므로 부패율이 매우 높다. 이러한 점을 감안하여 용도별로 반가공처리하여 저장하였다가 원료성 제품으로 판매할 수 있다면 여러가지 잇점이 있을 수 있을 것으로 본다. 우선 생강을 갈아서 페이스트로 제조하여 양념으로 사용할 때 갈변이나 저장성의 문제를 해결하지 못하고 있어 장기 유통이 어려운 실정이다. 또한 식품 소재용 원료로서 사용량은 증가추세에 있으나 oleoresin추출 수율이 외국산에 비하여 매우 낮아 수입에 의존하고 있으나 효소를 처리하는 기술을 개발한다면 상당한 수율증대와 품질향상을 기할 수 있다고 본다.

이러한 비교적 소비량이 많은 다양한 제품들을 양념채소류별 주산지에 복합가공형 산지가공공장을 설립하여 종합적으로 대량 처리할 수 있는 체제를 구축해야만이 안정적 생산과 소비가 달성될 수 있다고 본다.

마늘은 향신료로서만 아니라 옛부터 향균, 저혈당, 항암, 항산화, 콜레스테롤 저하, 노화방지 작용 등 각종 생리적·기능적 활성이 있는 것으로 알려져 왔다. 이러한 생리활성은 alliin이 alliinase에 의하여 생성된 allicin과 allicin이 재차 분해 또는 결합된 2-vinyl-[4H]-1,3-dithin, 2-vinyl-[4H]-1,2-dithin 및 ajoene 등인 것으로 보고되어 있다. 이와 같은 생리활성 성분은 가공 및 저장 방법에 따라 생성 또는 손실될 수 있는데 이에 대한 체계적인 연구가 확립되어 있지 않다.

국내 소비량이 많은 건조 마늘의 경우 열풍 및 냉동건조법에 의해 주로 생산되어 장기저장 및 유통이 가능하나 열풍건조의 경우 제조비용은 저렴하나 향기성분 및 갈변이 심하며, 냉동건조법은 고가의 제조비용이 필요하다.

마늘의 수확시기는 대개 6월에서 8월로 한정되어 있어 장기 저장방법이 필요하며 현재 널리 이용되고 있는 방법은 예비건조한 후 4℃ 부근에서 저온 저장방법이므로 이를 출하할 때는 청변마늘이 된다. 그런데 통마늘 상태로 저장할 경우 넓은 공간과 그에 따른 많은 비용이 소요된다. 그러므로 식품가공시 제품의 표준화와 균일한 품질관리를 위해 알맞은 형태의 가공이 필요하다.

따라서 청변현상의 원인, 발생기작 및 방지 등 제요인을 구명함과 동시에 청변억제 기술을 개발함으로써 소비자가 요구하는 마늘을 소재로 한 다양한 고품질의 가공제품의 개발이 필요하다.

마늘은 특유한 향기성분과 생리활성으로 우리 나라에서는 옛부터 고유의 향신료로 고추와 더불어 널리 이용한 식품 중의 하나이다. 마늘의 독특한 향미특성은 마늘조직이 분쇄될 때 발생하는 마늘 고유의 냄새성분과 마늘 중에 존재하는 유리당, 유리아미노산 및 유기산이 어우러져 발생한다. 즉, 마늘 중의 alliin 이 alliinase에 의하여 allicin과 pyruvic acid로 분해되고 allicin이 다시 diallyl thiosulfinate와 diallyl disulfide로 분해되어 이들이 pyruvic acid와 서로 작용하여 저급 황화합물 및 carbonyl 화합물을 생성함으로써 발생하는 것으로 알려져 있다. 이러한 기작이 알려지면서 마늘의 향

균성, 항암성, 혈청콜레스테롤 저하작용, 항당뇨 및 혈압강하 작용, 피로회복, 동맥경화 예방 또는 치료 등의 효과가 밝혀지고 향신료이외의 의약품으로서 광범위한 연구가 여러 나라에서 시도되고 있다.

근래에 들어와서 경제활동에 힘입어 가공식품에 대한 소비자들의 요구가 다양화되어 반가공 형태의 제품에서 즉석식품에 이르기까지 다양한 형태의 가공제품이 생산, 판매되고 있다. 그러나 마늘을 이용한 가공제품은 극히 저조한 실정인데 즉, 마늘 전체 생산량 중 약 98%가 생마늘 형태로 이용되고 있는 반면 가공제품은 1-2%수준으로 알려져 있다.

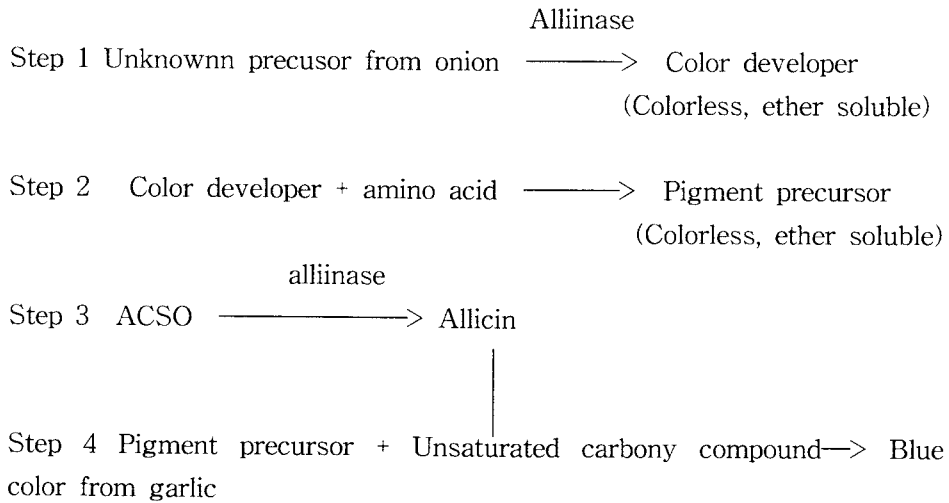
이와 같이 마늘을 이용한 가공제품이 저조한 이유는 우리의 식습관에도 기인하고 있으나 소비자가 요구하는 마늘을 소재로 한 고품질의 가공제품을 생산하지 못하는데도 큰 원인이 있다고 할 수 있다.

현재 마늘을 이용한 가공제품은 마늘절임류, 마늘다대기, 건조마늘분말 등이 국내에서 생산·시판되고 있다. 마늘 건조제품은 마늘을 적당한 크기로 절단하여 열풍건조 혹은 냉동건조 방법에 의하여 생산하는데 이는 주로 즉석식품의 스프 및 가정용 조미료로 시판됨에 따라 복원성의 부족 및 용해성이 없어 식품의 소재로 사용하는데 많은 제약을 받고 있다. 마늘을 분쇄하여 포장후 냉장 유통되고 있는 마늘 다대기의 경우 최근 마늘 가공품중 소비자에게 긍정적인 호응을 얻고 있지만 유통가능기간이 15일 정도에 불과하고 청변현상이 발생하여 많은 소비자로부터 불만이나 외면을 당하기도 한다.

지금까지 알려진 마늘혼합물의 청변 현상에 관한 작용 기작을 조사한 결과, 청변색소의 유발에 관여하는 화합물로 alliin(S-allyl-L-cysteine sulfoxide, 이하 ACSO라 함)이며 이에 효소인 allinase와 아미노산이 작용하여 형성하는 것으로 알려지고 있다. 즉 청변현상은 4단계로 구별되는데 (1) ACSO와 allinase의 작용에 의한 CD(color developer)의 형성되며, (2) CD와 아미노산의 작용에 의한 PP(pigment precursor)의 형성, (3) ACSO와 allinase의 작용에 의한 allicin의 형성, (4) PP & allicin의 작용에 의해서 청

변색소가 형성되는 것으로 알려지고 있다.

그런데 소비자들은 마늘다대기나 또는 다진 마늘을 제조하여 냉동 혹은 냉장저장한 후 실온에 방치하였을 때 청변마늘이 발생하는 것은 농약 (maleic hydrazide)에 의하여 기인하는 것으로 오해하고 있어 마늘소비확대에 장애가 되기도 한다.



따라서 본 연구에서는 무처리한 마늘과 생장조절제의 하나인 maleic hydrazide를 처리한 마늘사이에 그 차이점을 조사하고, 무처리한 마늘이 저온 저장중 생리적냉해(chilling injury)에 의하여 정상적인 대사가 억제되어 청변현상이 발생한다는 가설하에 청변된 마늘을 이용하여 기존의 문헌이나 특허에 기술된 화학적인 방법이 아닌 물리적인 방법인 conditioning을 사용하여 청변현상과 이의 방지방법을 검토하고자 한다.

경제적 측면에서 본다면, 조미채소류 171 ha 재배면적 중 마늘은 41.973 ha로 약 24%로서 그 생산량은 다른 조미채소와 달리 매년 증가하고 있는 추세이다. 그러나 마늘은 원할치 못한 수급조절로 이·삼년 주기로 가격 과

동을 겪고 있는데 최근 10년간 생산량의 등락은 303,304톤에서 480,513톤 사이이며 소비량은 414,000톤에서 481,000톤으로 이 기간 중 마늘 가격은 최저 2,214원(마늘 100개 기준)에서 5,848원으로 약 2.6배의 가격파동이 있었으며, 이러한 가격파동을 막기 위해서는 마늘 생산량의 약 20%에 해당하는 80,000~90,000톤의 원활한 수급 조절이 필요한 실정이다. 그러나 이 파동을 막기 위해서는 대부분 냉장저장을 하게 되는데 냉장 후 식품 가공시 일어나는 갈색 및 청변화 현상으로 식품의 색깔뿐 아니라 향미 및 영양가 등에 직접 또는 간접적으로 품질저하를 야기시켜 소비자로부터 기피되고 있다.

우리나라의 양념채소류의 대부분이 생체상태로 유통, 시판중이며 가공율은 매우 낮다. 현지에서 수확 후 가공 혹은 반가공 제품으로 50% 정도만 가공처리 된다면 현지 노동력의 활용에 의한 농가소득 증대, 신선농산물을 이용함으로써 손실을 최소화와 제품의 품질향상 및 고부가가치화, 현지에서 가공처리되므로서 가공처리시 발생하는 쓰레기의 도시유입을 막고 퇴비화하므로서 환경보호 및 토양보존의 효과도 있다. 한편 현지가공을 통하여 현저한 물류비용 감소로 제품의 원가절감으로 가격경쟁력이 제고될 수 있으며, 또한 저장에 의한 손실을 방지 및 창고보관비용도 대폭 감소시킬 수 있으며, 나아가서 해마다 흉풍으로 인한 물량수급조절이 매우 어려웠던 점을 대량의 가공처리를 통하여 해결할 수 있다. 이와 같이 가공처리에 의해서 여러 가지 이점이 동시에 얻어질 수 있는데, 반드시 우수한 가공기술로 소비자들이 생체를 선호하지 않을 정도의 고품질의 제품들을 개발해야만 한다.

시장에서 판매되고 있는 다진 마늘은 주로 냉장저장 상태이므로 청변현상이 발생하는 일은 없으나 이를 실온으로 방치시 급속하게 청변현상이 진행되므로 상품성이 떨어진다. 그러므로 시장에서 다진 마늘을 구입하여 가정으로 돌아와 조미채소로 사용할 때나 다시 가정에 있는 냉장고에 입고할 때 청변으로 인하여 생산자와 소비자간의 기본적인 신뢰도 하락으로 개인간은 물론 기업간에도 법적으로 분쟁의 조짐이 있어 사회적·경제적 문제를 야기시키고 있다. 또한 대부분의 마늘은 수확후 예비 건조시킨 후 냉장고에 입

고되기 때문에 이들 마늘을 출하할 때 모두 청변을 발생시키는 마늘이 된다.

따라서 소비자의 요구를 충족시킬 수 있는 고품질의 마늘가공제품을 가공하는 기술 개발이 매우 시급하게 필요하다.

WTO체제 출범으로 농수축산물 및 이를 이용한 가공식품 시장이 개방됨에 따라 각국은 자국의 농업생산기반을 지키기 위하여 새로운 가공기술 및 이를 이용한 고부가가치의 제품생산에 주력해야한다고 본다.

사회·문화적 측면에서, 국내산 양념채소류는 우리의 식생활에서 없어서는 안되는 매우 중요한 농산물로서 해마다 기후의 영향으로 흉풍에 따라 가격의 등락폭이 심하여 수급불안정을 초래하는 작물들이다. 김치를 연중 섭취해야 하고 또한 각종 탕류, 침채류 등의 조리에 유난히 자극적이고 개운한 맛을 좋아하는 기호성으로 인하여 양념을 사용해야만 하는 우리의 전통 식생활에서 이들 양념채소류의 소비는 해마다 일정량이 반드시 필요하다. 그러나 생산량의 조절이 잘 되지 않을 경우 심한 파동이 초래되어 농민과 소비자들에게 불안의 요소가 되고 있는 실정이다. 풍년에는 가격폭락과 대량의 폐기사태를 가져와 농민의 불안이 고조되고 흉년에는 가격이 폭등하고 대량의 수입을 가져오므로 소비자들의 불안이 초래되고 있다. 따라서 연중 안정적 공급을 통하여 국민식생활의 안정을 유지하는 것은 사회적으로 가계경제에 불안 요소를 해소하고, 식문화의 계승발전과 국민정서 안정에도 일조하게 될 것으로 본다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 생산량의 상당량을 저장과 가공을 통하여 비축할 수 있어야만 한다. 그러나 생체로의 연중 장기저장은 아직도 어려운 상태이므로 성수기에 대량 가공처리하여 제품으로 비축해 둘 수 있는 기술을 개발한다는 것은 사회, 문화적 측면에서도 반드시 필요하다고 본다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과에 속하는 여러해살이 식물로 옛부터 향신료와 한방 의약용으로 널리 사용되어 왔으며 건국 신화에도 마늘이 기록되었듯이 우리 식생활에 있어서 빼놓을 수 없는 조미채소이다.

한편 양념채소류는 그 성분에 있어서 인체건강에 매우 중요한 것으로 알려지고 있다. 특히 마늘과 양파의 알린, 고추의 캡사이신, 생강의 진저롤 성분은 각종 병원성 미생물의 살균력은 말할 것도 없고 항암효과를 비롯한 성인병 예방 등의 효과가 있으므로 국민건강 증진을 위해서도 항상 일정량을 섭취하여야 한다.

소비자들은 청변현상의 원인으로 식물성장조절제의 하나인 maleic hydrazide가 청변에 직접적으로 기인된다고 보는 경향이 있으므로 마늘의 청변현상의 원인구명이 반드시 필요하다. 최근 소비자의 가공식품에 대한 요구는 건강지향적 특성이 매우 강하다. 따라서 항균, 저혈당, 항암, 항산화, 콜레스테롤 저하, 노화방지 작용 등 각종 생리적·기능적 활성이 높은 마늘 가공품을 개발하여 새로운 수요를 창출하므로써 마늘의 소비가 확대되고, 마늘 재배농가의 생산기반 유지 및 가격지지 효과도 매우 클 것으로 생각된다. 외국의 경우 마늘의 사용은 마늘 또는 추출물을 이용하거나 무취마늘을 기본으로 하여 이에 비타민 등을 강화한 후 캡슐화하여 이용하므로 우리나라처럼 냉장저장한 다음 출하하여 생체를 이용하거나 다진마늘 등으로 이용하지 않으므로 청변현상 억제기술이 실제 필요치 않다. 청변마늘과 건전한 마늘의 영양상태 분석을 비교 검토함으로써 영양학적, 국민건강적 차원에서 매우 중요하다. 마늘의 alliin 분석은 마늘의 생리활성연구에 필수적인 요소이다. 우리나라 마늘은 한지형과 난지형으로 구분되는데 어느 종류의 마늘이 청변현상에 민감하고 급속하게 진행·발생하는지 조차 구별이 안되어있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 청변물질 구명 및 억제기술은 아직 국내에서 초기 개발단계이어서 현장에서 활용되지 못하고 있으므로 국가적인 차원에서 조속히 개발하여 활용할 필요가 있다.

마늘에 대한 연구는 저장방법, 가공방법 및 성분변화, 향기성분의 동정, 효소 등 특정성분의 분리 및 분석과 기능성 연구로 항균성, 항혈전성 및 항암성 등에 대한 연구가 있다. 마늘의 저장방법은 저온저장법으로 동결점이  $-4\sim-5^{\circ}\text{C}$ 이므로  $-4^{\circ}\text{C}$ 에서 마늘표피의 수분을 12%정도로 예건하여 저장하는

기술이 권장되고 있다. CA저장은 가스조성을 산소 2.4%, 이산화탄소 53%로 하고 상대습도 80~90%, 0℃에서 저장하는 것이 좋다고 보고되었다. 정 등은 마늘 저장중 발아억제를 위한 maleic hydrazide의 처리효과 및 allinase활성에 관하여 연구하였으며, Mathur를 비롯한 몇몇 연구자들은 방사선을 이용한 마늘의 장기저장법에 관한 연구도 보고되어 있다. 김 등은 마늘을 수확 후 30~40℃에서 수일간 예비건조하여 저장하면 저장중 마늘의 부패를 50%정도 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

휴면기가 지난 저장마늘을 이용하여 다진 마늘을 제조할 경우 청변현상이 일어나는데 이는 90℃에서 30분 정도 열처리하거나 마늘 중심부의 싹을 제거하면 방지할 수 있다고 박 등은 보고하였다. Lukes는 청변현상의 주요 원인 물질은 S-(1-propenyl) cysteine sulfoxide라고 하였으며, Joslin과 Sano에 의하면 마늘의 pH를 4.0으로 하여 70℃에서 3분간 유지하면 청변이 가장 잘 발생되며 청변된 것은 점차 공기와 접촉하는 부위부터 황색으로 변한다고 하였다. 또한 김 등은 마늘의 청변현상에 관하여 연구하였는데 청변반응은 pH, 온도, 반응시간 및 에틸알콜의 농도에 의존성을 나타내고 pH 5.5의 완충용액에 현탁시켜 50℃에서 30분간 열처리하면 가장 심하게 발생한다고 하였다.

Pruthi 등은 마늘의 건조 및 저장방법에 관한 연구에서 열풍건조시 최대 건조 임계온도는 60℃이며 저장중 품질저하를 최소화 하기 위하여 투기성이 없는 제품이 좋고 건조제품의 수분함량을 5%이하로 건조해야한다고 보고하였다. 정과 최는 열풍건조와 동결건조 제품의 품질 비교, 김 등은 열풍건조시 0.3% 염용액에 9분간 침지하여 50℃에서 건조하면 갈변화를 최소화 할 수 있다고 보고하였다.

마늘의 향기성분에 대한 연구는 국내외적으로 상당히 되어 있다. 향기성분의 전구물질의 생성 및 분해에 관여하는 효소와 분해시 생성되는 향기물질들이 밝혀지고 있다. 마늘추출물의 제조에 대한 연구는 조 등이 마늘 oleoresin제조 및 저장중의 변화에 관한 연구가 있으며 김은 원심식 박막증



발기를 이용한 마늘즙의 농축에 관하여 연구하였다.

이러한 마늘에 관한 연구가 매우 많이 되어 있으나 청변이나 갈변을 방지할 수 있는 확실한 방법이 아직도 확립되어 있지 못하여 간마늘이나 건조마늘 제품들이 판매되었다가 반품되는 경우도 매우 많아 기업체들의 해결해야 할 과제로 남아 있다. 한편 이외의 마늘을 이용한 가공품들도 마늘 고유의 신선한 향기가 잘 보존된 제품으로 고품질을 유지하기 위해서는 아직도 제품별 가공공정이 확립되어 있지 못하여 시중에 다양한 제품들이 판매되고 있지 못한 실정이다.

국내의 연구경향을 살펴보면 1998년 5월 현재 94건의 마늘에 관한 특허 중 마늘변색방지법에 관한 특허는 1건에 불과하며, 박 등(1993)은 다진 마늘의 변색방지법에서 다대기 형태로 제조한 후 여기에 L-cysteine, L-ascorbic acid, citric acid등을 첨가하여 장기 보존할 수 있다고 발표하였다. 상대습도와 저장온도에 따른 건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습특성에서 김 등(1987)에 의하면 저장시간에 따른 건조마늘 플레이크의 흡습곡선은 상대습도 51% 이하에서는 단시간내에 평형에 도달하여 수분함량의 변화가 거의 없었으나 20℃ 및 35℃의 상대습도 67% 이상에서, 5℃의 상대습도에서 평형수분함량이 급격히 증가하여 갈변현상이 발생하며, 또한 수분함량 및 저장온도가 낮으면 낮을 수록 흡습력이 크므로 건조마늘 플레이크의 장기저장에는 방습포장재가 필요하다고 하였다. 상대습도와 저장온도에 따른 마늘가루의 갈변 및 흡습특성에서 김 등(1988)은 마늘가루를 상대습도 11%에서 84%까지 8단계의 상대습도별로 5, 20, 35℃의 온도에 저장하면서 마늘가루의 갈변 및 흡습특성을 조사한 바에 의하면, 저장시간에 따른 마늘가루의 흡습곡선은 상대습도 51% 이하에서는 단시간내에 평형에 도달하여 수분함량의 변화가 거의 없었으나 20℃ 및 35℃의 상대습도 67%이상에서, 5℃의 상대습도 84%에서 평형수분함량이 급격히 증가하여 갈변현상이 발생한다고 보고 하였다. 저장 마늘의 녹변현상에 관한 연구에서 김 등(1990)은 녹변현상을 나타내는 마늘의 주요 구성성분의 함량을 건전한 마늘과 비교하였고

녹변의 진행에 관련한 몇 가지 인자의 영향에 관한 실험을 수행한 바에 따르면 마늘에 함유된 유기산 중 피르브산 및 숙신산, 이미노산 중 아르기닌, 지방산 중 리놀레산 및 리놀렌산은 녹변이 발생하는 마늘이 건전한 마늘에 비해 높은 값을 나타냈으며 전기영동에 의한 단백질의 양상에 있어서는 45~66.2kd 부근에서 큰 차이를 보였다. 마늘의 녹변반응은 온도, pH, 반응시간, 에탄올 농도에 의존성을 보였고 pH 5.5의 완충용액에 현탁시켜 50℃에서 30분간 열처리시 녹변도가 가장 높은 것으로 보고한 바 있다. 양념류 장기 저장방법 및 제품개발 연구에서 박 등(1990)은 휴면기가 지난 저장마늘을 이용하여 다진 마늘을 제조할 경우 청변현상이 일어나는데 이는 90℃에서 30분간 열처리하거나 마늘 중심부의 싹을 제거하면 방지할 수 있다고 보고하였다. 건조온도 및 아황산처리가 건조마늘의 품질에 미치는 영향에서 김 등(1992)은 세절 마늘의 건조중 갈변물질의 형성속도는 건조 온도가 증가함에 따라 증가한 반면, 건조마늘의 pyruvate 함량은 건조온도가 증가하거나 건조시간이 경과함에 따라서 감소하였고, sodium metabisulfite는 세절된 건조마늘의 비효소적 갈변을 줄일 수 있었고, pyruvate 함량의 감소를 억제할 수 있었다고 보고하였다. 생강 페이스트의 저장중 비효소적 갈색화에 영향을 주는 주요성분에서 조 등(1996)은 생강 페이스트의 저장중 비갈색화는 유리당 중 fructose와 아미노산 중의 asparagine이 주로 관여하는 Maillard 반응과 ascorbic acid 산화 반응에 의하여 촉진되며 gingerol에 의하여 억제되는 것으로 추정하였다. 양파농축액에 대한 항갈색화 억제효과에서는 손등(1996)은 갈색화 억제효과는 cystine(0.3%이하일 때)첨가시가 가장 높았으며, citric acid 첨가의 경우 비교적 낮았고, ascorbic acid 첨가시 오히려 갈색화가 촉진되었다고 보고하였다.

외국의 연구동향을 보면 식품응용을 위한 청변색소를 유발시키는 관점에서 양파와 마늘혼합물의 청변현상에 관한 작용기작을 조사한 결과, 청변색소의 유발에 관여하는 화합물로 양파는 PeCSO(trans-(+)-S-(1-propenyl-L-cysteine sulfoxide), 마늘은 allin(S-allyl-L-cysteine sulfoxide)이며 이에

효소인 allinase와 아미노산이 작용하여 형성하는 것으로 알려지고 있다. 청변반응 현상은 4단계로 구별되는데 즉 (1) PeSO와 allinase의 작용에 의한 CD(color developer)의 형성, (2)CD와 아미노산의 작용에 의한 PP(pigment precursor)의 형성, (3)ACSO 와 allinase의 작용에 의한 allicin의 형성, (4) PP & allicin의 작용에 의한 청변색소의 형성을 보고한 바 있다. 모든 청변현상의 최적 pH는 5~6사이이며 2단계와 4단계 작용시의 온도 상승은 청변색소의 형성속도와 양을 상당히 증가시켰으며, 소량의 crude allinase를 PeSO, ACSO와 glycine혼합물에 첨가한 결과 마늘의 allinase가 양파의 allinase보다 청변에 더욱 관여하는 것으로 나타났다.

우리나라에서 양념채소류의 소비는 국민 식생활 특성상 일정량이 반드시 필요하다. 상식하는 김치의 제조에서만 아니라 각종 탕류의 양념 등에 이들 양념채소류가 기본적으로 필요하기 때문이다. 재배작황에 따라서 가격의 등락폭이 매우 크고 농민과 소비자 모두에게 적정 가격을 보장해줄기가 매우 힘들어 해마다 우려되는 작물이기도 하다. 그러나 과잉생산시 잉여분을 적절한 방법으로 현지에서 가공처리한다면 가격의 폭락을 어느 정도 방지할 수 있고 또한 제품의 장기저장을 달성할 수 있는 기술이 개발된다면 흉년에 이 제품을 방출하므로써 가격의 폭등을 방지할 수도 있어 가공처리 기술의 지속적인 연구개발은 반드시 필요한 과제라고 생각된다. 향신채소류는 가정에서 조리시 박피와 마쇄 등의 손이 많은 가는 것으로서 간편하고 신선한 제품으로 주부들이 바로 사용할 수 있도록 개발된다면 제품의 시장 전망도 밝다고 본다. 한편 최근에는 이들 향신채소류들의 향암 항산화성 등의 기능성이 밝혀지고 있어 양념류가 아닌 반찬, 스낵, 추출물 등으로 수요가 크게 증가하고 있다.

현재까지 제품화된 마늘가공 제품은 마늘slice를 열풍건조한 제품, oleoresin, 마늘절임, 장아찌, 다데기 등이 있다. 마늘의 생리적 기능성은 항혈전 작용, 콜레스테롤 저하, 혈압강하, 암억제작용, 항산화, 항균, 정장작용 등이 알려져 있다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 재료

마늘시료는 단양산 마늘을 구입하여 4℃에 저장하면서 시료로 사용하였다. 마늘 껍질을 벗겨 수세 후 물기를 제거한 마늘을 식용으로 사용되는 갈변방지용 첨가물인 cystein, ascorbic acid, citric acid, NaCl 등을 첨가하여 분쇄기(Food Mixer, WHF-54)로 15sec동안 갈아서 사용하였다.

양파는 가락시장에서 냉장된 것을 구입하여 4℃에 냉장하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 방법

갈색방지제를 처리한 마늘을 conical-tube에 50g씩 담아서 Al-foil로 밀봉한 후 5℃와 30℃로 각각 저장하면서 저장 기간에 따른 갈색도를 측정하였다. 갈색도는 Hunter Lab. (color QUEST II sphere system)을 이용하여 L, a, b 값으로 측정하였다.

#### 가. 마늘과 양파의 수확 후 처리기술 확립 및 산지가공 제품 개발

##### 1) 생마늘 처리구

###### 가) 갈변방지제 단독 사용 처리구

대조구 및 갈변방지제인 cystein 0.5%, 1%, 2%, 3%, ascorbic acid 2%, 3%, citric acid 2%, 3%, NaCl 2%, 3%를 첨가하여 사용하였다.

#### 나) 갈변방지제 혼합 사용 처리구

cystein(0.5%)+citric acid(1%), cystein(0.5%)+ascorbic acid(1%), citric acid(1%)+ascorbic acid(1%), cystein(0.5%)+citric acid(1%)+ascorbic acid(1%)를 첨가하여 사용하였다.

#### 2) Blanching마늘 처리구

생마늘을 끓는 물에서 30 및 60 초 동안 데친 마늘을 사용하였다.

#### 3) 저장마늘 처리구

저장마늘에 사용된 마늘은 30℃에서 일주일동안 저장 후 항갈색화제를 처리하여 특성을 살펴보았다. 갈변방지제의 사용량은 cystein 0.5%, 1%, 1.5%, ascorbic acid 1%, 2%, citric acid 1%, 2%로 처리하여 사용하였다.

#### 4) 포장지를 봉합한 처리구

앞의 실험에서 효과가 있는 처리구(cystein 0.5%, cystein 0.5%+citric acid 0.5%, ascorbic acid 1.0%, blanching)를 봉합하여 공기와의 접촉이 없는 상태에서 L, a, b값을 측정하였다.

#### 5) 마늘과 양파 페이스트의 블록 형태 급속냉동 처리 시험

마늘과 양파 페이스트의 블록 형태 급속냉동 처리 시험은 이들의 페이스트를 30×300×300mm의 크기로 블록을 만들어 침상형 온도감지기를 중앙에 장착시킨 후 -60℃의 급속냉동기에 넣고 시간별 온도변화의 추이와 색깔의 변화를 조사하였으며, 블록을 절단하여 빙결정 형성상태를 조사하였다.

#### 6) 마늘과 양파의 주스제조 시험

마늘과 양파의 주스제조 시험은 주로 착즙율의 향상에 중점을 두었으며,

산업용 pectinase와 cellulase의 첨가량별 착즙수율과 착즙액의 품질을 조사하였다.

### **7) 절임제품의 제조 시험**

절임제품의 제조 시험은 염절임이 아닌 초절임에 의한 매운맛 감소효과와 조직감의 변화에 중점을 두고 초절임 농도와 시간별 적정조건을 조사하고, 적정 조미액의 제조를 위하여 여러 가지 배합비를 관능검사하였다.

### **8) 마늘쫀 가공제품**

마늘쫀 가공제품은 적정 염절임 조건과 양념 배합비의 결정시험에 중점을 두었으며, 마늘쫀 통조림 제품 제조 시험은 배합비와 조직감의 변화를 최소화하기 위한 살균조건 설정에 중점을 두었다.

## **나. 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지가공 제품 개발**

### **1) 홍고추의 일시 수확을 위한 선별 기술(고추잎, 미숙, 적숙) 및 미숙 고추의 후숙처리 기술개발**

충청북도 음성군와 고추재배장을 일정 규모 구입하여 고추완숙기인 10월 중순이 지나 완숙고추와 미숙고추가 혼합된 포장에서 일시에 수확하여 미숙 청고추의 함유 비율을 조사하고 컨베이어벨트시스템에서 혼합된 고추를 이송시키면서 선별율과 효율을 조사하였다. 선별된 미숙고추는 에테폰을 농도별로 처리하여 후숙상태를 조사하였다.

### **2) 양념소스용 청고추, 홍고추 제품 개발**

본 시험에서 사용한 청, 홍고추는 서울 가락시장에서 구입하여 사용하였고 부재료로 사용한 고추장, 간장, 마늘 등은 시중에서 구입하여 사용하였다. 양념소스는 주부식의 종류에 따라 적절한 배합비로 관능검사를 하면서 최종배합비를 결정하였다.

### 3) 생강 초절임 제품 개발

초절임용 대형생강을 두께 1mm정도로 절편하여 적정량의 식초와 당 및 조미료를 배합하면서 초절임 제품의 관능적 특성을 조사하였다. 수출용 제품으로 개발하기 위하여 일본과 미국에 현재 시판되고 있는 제품들을 수거하여 제품의 특성을 조사하고 개발시제품과 비교 평가하였다.

### 4) 생강 oleoresin 제조 기술의 개량

생강은 서울 가락시장에서 구입하여 수세, 박피한 후 4%정도의 수분을 함유하도록 동결건조하여 실험재료에 사용하였다.

동결건조한 생강에 용매를 이용하여 25℃, 100rpm으로 추출한 후 whatman No. 42로 여과하였다. 그 여과액을 50℃에서 농축시켰다. 그 농축물을 60℃에서 건조하여 가용성 고형분 함량으로 추출수율을 측정하였다.

5종류의 용매(aceton, ethanol, isopropanol, methanol, water)를 생강과 용매의 비율을 1 : 4로 추출하여 수율을 측정하였다.

선택된 용매를 사용하여 생강과 용매의 비율을 1:3, 1:4, 1:5 로하여 추출수율을 측정하였다.

선택된 용매를 사용하여 추출율이 가장 높은 비율로 하여 추출시간을 2, 4, 6, 8, 10, 12시간에 따라 추출율을 측정하였다.

5종류의 용매 중 선택된 ethanol을 0%, 25%, 50%, 75%, 100%별로 희석하여 추출용매로 사용하였다.

### 5) 생강 페이스트의 냉장, 냉동 및 건조제품 제조

생강을 박피, 수세한 다음 압착한 착즙액을 90℃, 10분간 블랜칭하고, 45℃에서 다시 농축하여 10±0.5 ° Brix의 농도로 조절한 후 xanthan gum 0.1%를 가하고 waring blender로 13,000rpm에서 5분간 혼합하여 생강 페이스트를 제조하였다.

## 6) 생강과 배 등의 과실류 혼합 기능성 드링크 개발

생강을 솔로 깨끗이 세척한 후 박피하여 생강에 묻어있는 흙이나 이물질 등을 완전히 제거한 후 크게 절편하고, 배는 세척하여 크게 파쇄하여 생강과 배의 함량을 달리하여 정제수를 부어서 농도별로 열수에서 추출, 여과한 후 관능검사를 통하여 그 적정농도를 결정하고, 그 추출액에 당과 산미료 및 다른 소재를 첨가하여 배합비를 결정하였다.

## 다. 마늘재배 및 저장

### 1) 마늘 파종

마늘 파종은 충북 단양군 어상천면 대전 2리에 소재하고 있는 단양마늘시험장에서 행하였다. 즉, 단양산 마늘을 마늘쪽으로 분리한 후 디메토(1,000배액)+메노람(500배액)에 1시간 침지 후 그늘에서 24시간 건조시킨 다음 파종골에 해충방제를 위하여 다이포네이트 입제를 10 ha당 5 kg을 살포시키고 이를 20×10 cm로 400평에 파종하였다.

### 2) Maleic hydrazide 처리 및 방법

마늘 수확 15일전인 대지 200평에 생장조절제의 하나인 코링(씨엠액제)을 10,000, 20,000 그리고 30,000 ppm으로 희석하여 200평에 53ℓ를 마늘 옆면에 배부식분무기로 희석액을 살포하였다.



### 3) Maleic hydrazide 처리구와 무처리구 수확 및 예냉

Maleic hydrazide(이하 MH라고 함) 처리구와 무처리구를 구별하여 수확한 후 이를 그늘진 곳에서 10일 간 예건 후 잎 부분을 절단하여 건조기(40℃)에 넣고 각각 12시간씩 2회 건조하여 시료로 사용하였다.

### 4) 마늘 저장

예냉시킨 MH처리, 무처리 마늘 각각 200 kg을 100 kg씩 분할하여 빨간 나이론 망사에 약 3 kg씩 넣고 이를 실온과 저온저장고에 입고 시켜 15일 간격으로 꺼내어 MH처리, 무처리한 마늘이 청변 현상을 유발시키는지 비교 관찰하였다.

### 5) 마늘 싹 측정

마늘의 청변현상과 싹(발아)의 상관관계를 조사하기 위해 15일 간격으로 버니어 캘리퍼스를 사용하여 길이를 측정하였다. 즉 실온(무처리와 MH처리 마늘) 및 저온저장(무처리와 MH처리마늘)된 마늘을 박피한 다음 뿌리부분을 제거하고 마늘꼭지와 수직되게 절단하여 과육 속에 자란 싹 길이를 조사하였다.

## 6) 청변된 마늘의 conditioning에 따른 청변억제효과 조사

저온 저장고에서 75일간 저장한 청변된 마늘 약 20 kg을 20, 25, 30, 35℃ 배양기에 넣어 7일 간격으로 conditioning에 따른 청변 억제 효과를 조사하였다.

## 7) 청변마늘의 감마선 조사

감마선조사는 저온 저장고에서 30일간 저장한 청변마늘을 각각 약 4 kg 씩 포장하여 선원 85만Ci의 조사시설(그린피아기술(주), 경기도 여주 소재)에서 실시하였고, 0.1 kGy/hr의 선량률로 각각 0.3, 0.5, 0.7, 1.2 kGy의 흡수선량을 얻도록 조사하였다. 흡수선량 측정은 PMMA dosimeter(Hawell Co., England)를 선택하여 0.3 kGy와 1.2 kGy 구간은 Hawell Amber Perspex Dosimeter Batch N type 3042를 이용하였다. 흡광도는 UV-spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)로 측정하였고, dosimeter의 두께측정은 Micrometer(0~25mm, Mitutoyo, Japan)로 측정하였다.

## 라. 청변 유도 기간 조사 및 성분분석

### 1) 색도 측정

실온과 저온저장고에 보관된 4종류의 마늘(실온 무처리, 실온 MH처리, 냉장 무처리, 냉장 MH처리)과 각 온도별로 conditioning(20, 25, 30, 35℃)한 마늘을 박피 제거한 후 녹즙기로 파쇄, 이를 폴리에틸렌 필름(100×100 mm)에 넣어 밀봉하였다. 마늘 다대기가 담겨진 폴리에틸렌 표면을 2시간 간격으로 청변 발생 유무를 확인하기 위해 색차계로 10회 측정, L, a, b값으로 계산하였다.

## 2) MH 분석

실은 무처리, 실은 MH처리, 냉장 무처리, 냉장 MH처리한 마늘을 박피 제거 후 녹즙기로 파쇄한 후 20 g을 취하여 80% 메탄올 200 ml를 넣고 실온에서 4시간 동안 진탕기로 흔들여 주었다. 이를 메탄올로 250 ml가 되도록 정용, 혼합하고 Whatman No. 1로 여과하여 MH 분석 시료로 사용하였다. 이때 HPLC 분석 조건은 다음과 같다. 칼럼은  $\mu$ -Bondpak C<sub>18</sub>(3.9×150 mm, Waters), 검출기는 UV(318 nm), 이동상은 MeOH:H<sub>2</sub>O=20:80, 유속 1.0 ml/min, 칼럼온도 35℃, 주입량 10  $\mu$ l이었다. 표준물질은 maleic hydrazide standard(Wako)를 사용하였다.

## 3) 유리당

박피 제거후 녹즙기로 파쇄한 마늘 3 g을 300 ml 삼각플라스크에 취한 다음 여기에 50 % 에탄올 90 ml를 넣고 80~85℃의 온탕에서 40분간 유리당을 추출 후 실온으로 냉각시킨 다음 100ml로 정용·혼합하고 Whatman No. 1로 여과하였다. 이를 원심분리한 뒤 상등액을 취하여 유리당 조성 분석 시료로 사용하였다. 이때 HPLC 분석 조건은 칼럼 carbohydrate(4.6×250 mm, Waters), 검출기는 ELSD(evaporative light scattering detector), 이동상은 75 % acetonitrile, 유속 1.2 ml/min, 주입량은 5  $\mu$ l이었다. 표준물질로는 fructose, glucose, sucrose(Sigma)를 사용하였다.

## 4) 유리아미노산

마늘을 박피한 후 녹즙기로 파쇄한 마늘 3 g을 취하여 50 % 에탄올 90 ml를 넣고 30분간 진탕한 후 100 ml로 정용하고 Whatman No. 1로 여과하였다. 이를 원심분리하여 상등액을 취하여 AccQ-Tag 방법으로 유리아미노산을 분석하였다. HPLC 분석 조건은 다음과 같다. 칼럼은 Nova-Pak C<sub>18</sub>(3.9×150 mm), 검출기는 fluorescence(Ex. 250nm, Em. 395nm), 시료 주

입량은 5 $\mu$ l, 칼럼 온도는 37 $^{\circ}$ C, 이동상은 0.14M sodium acetate(A), 60% acetonitrile(B)를 gradient법(표 1-1)으로 분석하였다. 이 때 사용된 표준물질로는 amino acids standard solution type H(Wako)이었다.

표 1-1. 유리아미노산 분석 조건

Time(min)	Flow(ml/min)	%A	%B
Initial	1	100	0
0	1	98	2
15	1	93	7
19	1	90	10
32	1	67	33
33	1	67	33
34	1	0	100
37	1	0	100
38	1	100	0
49	1	100	0

## 5) 유기산

시료 약 10 g을 300 mL 삼각플라스크에 취하고 여기에 80% 에탄올 100 mL을 가한 후 150 rpm에서 3시간동안 유기산을 추출하였다. 추출액을 여과하여 감압 건조한 후 여기에 증류수를 가해 100 mL로 정용하였다. 이를 여과한 다음 이 여액 50 mL를 취해 mixed bed resin (TMD-8, Sigma, USA)에 유기산을 흡착시킨 다음 100 mL 탈이온수로 수세하여 당류를 제거하였다. 흡착된 유기산은 6 N formic acid 100 mL로 유기산을 용출하여 이를 감압농축하였다. 감압건조한 시료에 14% BF<sub>3</sub>/methanol용액 5 mL, 내부표준물질로 methyl laurate가 들어 있는 chloroform 용액 2 mL 및 무수아황산나트륨을 가하고 냉각관을 연결시킨 후 80  $^{\circ}$ C의 sand bath상에서 30분간 반응시켜 유도제화하였다. 이를 10 mL의 시험관에 옮긴 다음 4 mL의 포화

ammonium sulfate용액을 가하여 진탕한 후 chloroform 층만을 취하고 소량의 무수 아황산나트륨으로 탈수하여 1.0  $\mu$ L를 flame ionization detector(FID)와 HP-FFAP 모세관 컬럼(crosslinked FFAP, 30 m  $\times$  0.32 mm I.D., PA, USA)이 장착된 GC(Hewlett-Packard 5890, PA, USA)에 주입하여 분리하였다. Injector와 detector온도는 각각 250  $^{\circ}$ C 및 270  $^{\circ}$ C로 하였고 오븐 온도는 70  $^{\circ}$ C에서 1분간 유지한 후 분당 5  $^{\circ}$ C씩 230  $^{\circ}$ C까지 상승시켜 230  $^{\circ}$ C에서 8분간 유지하도록 하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하였고 분당 유속을 1.2 mL로 하였으며 split ratio는 1 : 60으로 유지하였다. 유기산 표준품은 특급시약(Sigma Co. USA)을 사용하였고 계산은 Varian Chromatography Data System 402(USA)에 의해 내부 표준법으로 정량하였다. 표준물질로는 pyruvic acid, malonic acid, fumaric acid, succinic acid, lactic acid, citric acid, oxalic acid, malic acid, pyroglutamic acid(Sigma)를 사용하였다.

## 6) Allicin

Allicin의 측정은 Mochizuki의 방법으로 수행하였다. 즉 50 mL 원심분리통에 뺀 시료 1g을 넣고 여기에 증류수 10 mL을 넣어 ice-bath상에서 5분동안 균질화시킨다. 균질화된 시료에 0.01 M 인산염완충용액(pH 2.5) 50 mL로 희석시킨 다음 4 $^{\circ}$ C에서 10분 동안 5,000 rpm으로 원심분리한다. 그 상등액은 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과시킨 후 HPLC로 분석하였다. 이 때 사용한 표준물질은 NOPEX사 제품이었고 HPLC분석 조건은 아래와 같다.

<분석조건>

- Column : C<sub>18</sub> (4.6 × 250 mm, Waters, USA)
- Mobile phase : MeOH : H<sub>2</sub>O(40 : 60)
- Flow rate : 1.0 mL/min
- Injection volume : 10 μL
- Detection : 254 nm
- HPLC : Jasco PU-980 pump, UV-975 UV/VIS detector

## 마. 청변마늘의 색소 추출 및 정제

### 1) 추출용매의 선정

Chloroform, acetone, methanol(100, 50%), ethanol(100, 50%), 1% HCl을 함유한 MeOH, 완충용액(0.1 M phosphate buffer, pH 6.5), 증류수 등을 이용하여 추출효과가 가장 높은 용매를 선정하여 농도에 따른 추출량을 조사하였다.

### 2) 색소의 추출 및 정제

청변된 마늘 200g을 0.1% citric acid를 함유한 20% 에탄올 용액에 시료가 완전히 잠기도록 한 후 4℃ 암소에서 24시간 교반시키면서 색소를 추출하였다. 이를 Whatman No. 1 여과지를 사용한 Büchner funnel을 통하여 흡입 여과하고 잔사는 색소가 완전히 제거될 때까지 동일 용매를 가하여 반복 추출하고 이렇게 얻어진 색소 추출물을 청변 색소 정제용 시료로 사용하였다. 이 정제용 시료를 rotary vacuum evaporator를 이용, 40℃에서 에탄올 성분이 제거될 때까지 농축한 후 분액 여두를 사용, petroleum ether로 지용성 색소 및 지질 성분을 제거하였다. 이 과정을 3번 반복하였다. 이 여액을 모아 염기성 초산납으로 처리하고 0.5N NaOH를 사용하여 pH 7.0으로 조절하고 원심분리한 다음, 상징액을 동결건조하여 냉장고에 저장해 두면서 본

실험에 사용하였다.

### 3) pH의 영향

청변색소의 안정성을 조사하기 위하여 완충용액을 사용 pH를 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0으로 조절하였다. pH 1.0과 2.0은 HCl-KCl 완충용액(0.2 M KCl+0.2 M HCl), pH 3.0에서 pH 5.0까지는 MacIlvaine 완충용액(0.1 M citric acid+Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)을, pH 6.0~8.0은 Phosphate 완충용액(0.2 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>+NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), pH 9.0~10.0은 Glycine-NaOH 완충용액( 0.2 M Glycine+0.2 M NaOH), pH 11.0은 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> NaOH 완충용액(0.2 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>+0.2 M NaOH)을, pH 12.0~13.0은 NaOH-KCl 완충용액(0.2 M NaOH+0.2 M KCl)을 사용하였다. 앞에서 조제한 표준 색소 0.4 g에 각 pH 완충용액 40 mL으로 희석하여 각 pH별로 200개의 cap test tube에 10 mL씩 넣어 밀봉한 후 반응이 조속히 진행되도록 45°C의 정온기에 보관하면서 24시간 간격으로 시료를 취하여 분광광도계를 사용하여 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때 흡광도는 각 pH로 조절된 색소용액의 최대흡광도를 나타내는 파장에서 측정하였다.

#### 4) 개별색소의 분리

이온교환수지관을 통과시켜 정제한 색소액을 TLC plates 20×20cm Silica gel 60 F<sub>254</sub>(Merck)로 n-butanol : water : acetic acid : formic acid (28 : 8 : 9 : 2, v/v/v/v) 용매계를 사용하여 전개하였다. 이를 ninhydrin reagent에 1초 동안 담궜다가 따뜻한 공기를 쐬운 후 band의 색이 유지될때까지 120℃에서 건조시킨다. 분리된 각 개별색소들은 하단으로부터 순서에 따라 band 1,2,3,4로 구분하였으며 분리된 색소대를 취하여 0.1% HCl 함유 methanol로 추출하였다.

- Sep-pak(C<sub>18</sub> type)으로 정제후 membrane filter(0.2μm)로 여과
- HPLC 분석

컬럼 : μ-Bondapak C18(3mm×300mm)

이동상 : FWM(formic acid : water : MeOH = 7:63:30, v/v/v)

유속 : 1.0ml/min

검출기 : 530nm

#### 5) 향기성분 분석

##### 가) 향기성분 포집과 분리

20메쉬의 크기로 분쇄한 마늘 50 g과 증류수 100 mL를 가하여 흔들어 혼합한 후 이에 3회에 걸쳐 100 mL의 ether를 가하여 15분간 격렬히 흔든 후 방치하여 ether층을 모았다. 모은 ether층을 vigreux column을 부착하여 43℃에서 ether를 1차적으로 제거하고 최종적으로 질소 gas를 이용하여 300 μl로 농축하여 향기성분의 분석 시료로 사용하였다.

농축된 마늘 ether추출액 1.0 μl를 FID가 부착된 GC(Hewlett-Packard 6890, PA, USA)에 주입하여 분석하였다. 이 때 GC 시료 주입구는 250℃, FID의 300℃로 고정하였으며, column oven의 온도는 35℃에서 2분간 유



지한 다음 분당 1.5 °C의 비율로 280 °C 까지 상승시킨 후 15분간 유지하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하여 분당 1.2 mL로 흘렸고, split ratio는 1:20으로 하였다. 분리에 사용한 column은 0.32 mm 굵기에 5 % phenyl methylpolysiloxane이 coating된 J & W Scientific사(Folsom, California, USA)의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 column의 길이는 60 m 이었다. 향기성분의 양적인 변화 비교는 GC 검출기로 사용된 FID의 response(area count)를 자동분기(HP3396A, Hewlett-Packard, PA, USA)로 측정한 피크 면적을 상호비교하였다. 자동분기의 조작조건은 zero = 5, attenuation = 7, chart speed = 0.5 cm/min, area rejection = 50,000, threshold = 5, peak width = 0.04로 하였다.

#### 나) 향기성분의 동정

GC에 의하여 분리된 향기성분의 동정은 Gas Chromatograph-Mass Spectrometric Detector(GC/MSD, Hewlett-Packard 5972 system, PA, USA)를 이용하였다. 향기성분의 추출 및 주입은 전술한 GC방법과 동일하게 하였다. 시료도입을 위한 interface 온도는 280 °C, ionization voltage는 70 eV, resolution은 1000, mass range는 30~300 m/e로 하였으며 그 밖의 조건은 향기성분의 분리를 위한 GC와 동일한 조건으로 측정하였다.

GC 검출기로 사용한 FID에서 얻어진 chromatogram과 MSD에서 얻어진 Total Ion Chromatogram(TIC)을 상호 비교하기 위한 표준 index 물질로서 탄소수가 6인 hexane부터 33인 tri-trocontane까지의 n-alkane 혼합물을 사용하였다. 먼저 n-alkane을 GC에 주입하였을 때에 얻어지는 chromatogram으로부터 각각의 n-alkane에 대한 머무름 시간을 구하고 이들 시간을 n-alkane의 탄소수 × 100으로 치환하였다. 다음 시료에서 얻어진 각 성분의 머무름 시간을 n-alkane의 시간대에 따라 1차 함수로 대입하여 Linear Relative Index(LRI)를 구하였다. 한편 동일한 n-alkane 혼합액에 GC/MSD에 주입하여 TIC에서 얻어진 각 성분의 머무름 시간에 대한 LRI를 구한다

음 이를 GC의 FID에 의한 chromatogram상 각 성분의 LRI와 비교하여 GC의 chromatogram에 분리된 각 성분의 peak와 GC/MSD의 TIC에 나타난 각 성분의 peak를 확인하였다.

$$LRI = \left[ \frac{RtC - RtN}{Rt(N+1) - RtN} + N \right] \times 100$$

RtN : retention time of the n-alkane eluting before the component

Rt(N+1) : retention time of the n-alkane eluting after the component

RtC : retention time of the component

N : carbon number of n-alkane eluting before the component

## 6) 황화합물 분석

### 가) 황화합물 포집과 분리

20메쉬의 크기로 분쇄한 마늘 50 g과 증류수 100 mL를 가하여 흔들어 혼합한 후 이에 3회에 걸쳐 100 mL의 ether를 가하여 15분간 격렬히 흔든 후 방치하여 ether층을 모았다. 모은 ether층을 vigreux column을 부착하여 43 °C에서 ether를 1차적으로 제거하고 최종적으로 질소 gas를 이용하여 300 μl로 농축하여 향기성분의 분석 시료로 사용하였다.

농축된 마늘 ether추출액 1.0 μl를 FID가 부착된 GC(Hewlett-Packard 6890, PA, USA)에 주입하여 분석하였다. 이 때 GC 시료 주입구는 250 °C, FID의 300 °C로 고정하였으며, column oven의 온도는 35 °C에서 2분간 유지한 다음 분당 1.5 °C의 비율로 280 °C 까지 상승시킨 후 15분간 유지하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하여 분당 1.2 mL로 흘렸고, split ratio는 1:20으로 하였다. 분리에 사용한 column은 0.32 mm 굵기에 5 % phenyl

methylpolysiloxane이 coating된 J & W Scientific사(Folsom, California, USA)의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 column의 길이는 60 m 이었다. 향기성분의 양적인 변화비교는 GC 검출기로 사용된 FID의 response(area count)를 자동분기(HP3396A, Hewlett-Packard, PA, USA)로 측정한 피크면적을 상호비교하였다. 자동분기의 조작조건은 zero = 5, attenuation = 7, chart speed = 0.5 cm/min, area rejection = 50,000, threshold = 5, peak width = 0.04로 하였다.

#### 나) 황화합물 동정

GC에 의하여 분리된 황화합물의 동정은 Gas Chromatograph-Atomic Emission Detector(GC/AED, Hewlett-Packard G2350A, PA, USA)를 이용하였다. 황화합물 추출 및 주입은 전술한 GC방법과 동일하게 하였다. GC-AED에서 AED부분인 G2359A(Hewlett Packard)의 조건은 transfer line 과 cavity의 온도는 250℃로 설정하였고 반응기체로 수소, 산소 및 메탄과 보충기체로 헬륨을 사용하여 분광기의 내부를 깨끗한 상태로 유지하기 위하여 질소기체를 분당 30mL 흘렸다. 플라즈마형성 에너지는 24 eV, 플라즈마 크기는 약 0.5 cm(in length) x 1 mm (in diameter)이었으며 분광기는 Czerny-Turner type으로, 측정되는 파장은 170 - 800 nm이다. 분석파장은 탄소(C)의 경우 193 nm, 황(S)의 경우 181 nm에서 측정하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 생마늘 사용 처리구

#### 가. 단일 갈변방지제 처리 시험

생마늘을 갈아서 갈색방지제를 단일 종류별로 첨가하여 30℃와 5℃에 저장 중 갈변되는 정도를 조사한 결과는 표 1-2~3 및 그림 1-1~4에 나타내었다.

30℃ 저장구의 L값(그림 1-1)은 대조구의 경우 저장 1일만에 약 42 정도로 갈변이 진행되었으며 항갈색화제 처리구 중 NaCl 2.0, 3.0% 첨가구도 같은 수준으로 갈변이 진행되었다. 5일 경과 후 cystein 2.0, 3.0%를 제외하고 모든 처리구의 L값이 60 이하의 값으로 갈변이 진행되었으며 cystein 2.0% 첨가구는 40일, cystein 3.0% 첨가구는 50일 이후에 L값이 60이하로 갈변이 진행되는 것으로 나타났다. 저장 60일 후에는 ascorbic acid, NaCl, cystein 1.0% 첨가구는 대조구 보다 갈변이 심화되었으나 cystein 2.0, 3.0% 첨가구는 L값이 각각 약 52, 57로 갈변이 심하게 진행되는 않았다. 그러나 cystein 첨가량이 증가할수록 갈변방지 효과는 있으나 이취가 발생하는 문제점이 나타났다.

a값(그림 1-2)의 경우 cystein 첨가구를 제외한 처리구들은 저장 1일만에 (-)값으로 청변이 진행됨을 보였으며 citric acid 2.0, 3.0% 첨가구는 대조구 보다 청변이 심하게 진행되었다. 또한 cystein 첨가구를 제외한 처리구들은 저장 5~19일 사이 청변에서 갈변으로 진행되었다. Cystein 0.5, 1.0% 첨가구는 청변현상 없이 갈변이 진행되었으며 cystein 2.0, 3.0% 첨가구는 저장 45일 이후 a값이 5.00 이상으로 갈변이 진행됨을 볼 수 있었다. a값을 살펴보면 cystein 첨가구는 청변현상 없이 갈변이 진행됨을 볼 수 있었으며, 그 외 처리구들은 청변이 일어난 후 갈변으로 진행됨을 알 수 있었다.

5℃ 저장구들의 경우 전체적으로 30℃보다 L값이 높게 나타났다(그림 1-3) NaCl 첨가구의 경우 30℃와 같은 경향으로 저장 1일만에 60 이하의 값으로 대조구와 비슷한 경향으로 낮아졌으며 5일 이후에는 L값이 35~40 범위의 값을 유지하였다. Citric acid 첨가구의 경우 2.0% 첨가구는 1일, 3.0% 첨가구는 4일 이후 L값이 60이하의 값을 보였으며, ascorbic acid의 경우 2.0%는 8일, 3.0%는 18일 이후에 60 이하의 L값을 보였다. Cystein 첨가구 중 0.5% 첨가구는 저장 8일 후 60 이하의 L값을 보였으며 8일 이후 급속히 감소하여 저장 40일에는 40 이하의 값을 보였다. Cystein 2.0, 3.0% 첨가구의 경우 가장 양호한 값을 보였다. 3.0% 첨가구는 저장 60일에도 L값이 65 이상의 값을 보여 청변 및 갈변 현상이 나타나지 않았으며, 2.0% 첨가구는 저장 35일 이후 60 이상의 값을 보여 40일에는 약 58의 값을 보여 두 처리구의 경우 저장 40일 이후에도 양호하였다. 그러나 30℃ 저장구와 같이 cystein첨가 심하게 나타나는 것으로 나타났다.

5℃ 경우(그림 1-4) 30℃ 저장구와 유사한 변화를 보였다. Cystein 처리구들은 청변현상 없이 갈변으로 진행되었으며, 그 외 처리구들은 청변이 일어난 후 갈변으로 진행됨을 알 수 있었다. 30℃ 처리구와 비교해 보면 5℃는 청변에서 갈변으로 가는 시간이 길어졌으며 citric acid 첨가구의 경우 저장 60일 이후에도 a값이 (-)값을 보였다. 항갈색화제 처리구들 중 cystein 3.0의 경우 a값이 3이하의 값으로 우수한 효과를 보였으나 이취의 문제점이 있었다.

표 1-2. 저장기간별 30℃에서 갈변방지제 처리구별 색도 변화

30℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.25	18.30	40.46	0.15	15.68	39.75	9.33	16.44
cystein 0.5	67.89	1.04	16.34	50.87	8.35	17.77	43.94	10.90	17.39
cystein 1.0	68.47	0.99	15.83	50.18	5.35	16.61	41.57	7.97	14.48
cystein 2.0	66.96	-0.54	14.55	65.36	1.57	17.39	62.45	3.07	19.30
cystein 3.0	67.81	-0.71	13.44	65.37	1.24	15.25	65.29	1.58	18.33
ascorbic acid 2.0	64.44	-0.53	16.75	49.94	1.30	18.85	34.07	10.60	12.84
ascorbic acid 3.0	65.34	-0.60	16.75	54.34	3.35	21.84	37.42	11.03	14.78
citric acid 2.0	68.85	-1.00	18.10	42.16	-8.34	13.91	45.32	5.53	18.35
citric acid 3.0	68.76	-1.01	18.34	48.56	-7.94	17.92	49.07	5.25	20.12
NaCl 2.0	60.21	0.65	13.82	36.16	4.90	12.48	34.87	9.63	12.90
NaCl 3.0	60.42	0.60	12.70	34.56	4.34	10.46	37.03	9.51	14.37

표 1-2의 결과 0일 결과에서 control과 비교해 보면 NaCl 처리구를 제외하고 다른 처리구는 마늘을 가는 순간에 갈변방지의 효과가 있음을 알 수 있다. 그러나 cystein 2% 이상 첨가시에는 gas가 생성되었을 뿐 아니라 이취가 너무 강했다.

표 1-3. 저장기간별 5℃에서 갈변방지제 처리구별 색도 변화

5℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.25	18.30	38.33	-5.61	12.71	42.11	1.68	16.39
cystein 0.5	67.89	1.04	16.34	58.54	5.93	20.35	48.32	12.35	20.49
cystein 1.0	68.47	0.99	15.83	58.38	4.48	21.07	40.46	8.05	14.53
cystein 2.0	66.96	-0.54	14.55	65.22	1.27	17.03	61.85	3.04	20.08
cystein 3.0	67.81	-0.71	13.44	67.37	0.51	14.23	68.30	1.20	15.92
ascorbic acid 2.0	64.44	-0.53	16.75	59.42	-2.73	16.50	50.72	4.70	20.27
ascorbic acid 3.0	65.34	-0.60	16.75	62.95	-1.01	16.50	54.35	5.70	21.56
citric acid 2.0	68.85	-1.00	18.10	48.84	-12.47	10.83	46.20	-7.43	15.96
citric acid 3.0	68.76	-1.01	18.34	55.83	-9.85	14.75	54.41	-6.10	19.76
NaCl 2.0	60.21	0.65	13.82	38.98	-0.11	13.18	37.56	8.34	14.53
NaCl 3.0	60.42	0.60	12.70	38.39	0.31	12.93	36.61	7.99	13.84

표 1-3의 결과 cystein 3%경우는 오히려 흑변까지 보인후(마늘을 같은지 1일채 경과하기 전에 씨부분이 먼저 흑변이 보였다) 흰색이 나타났다. 흰색이 나타나는 것은 전체적으로 보이는 것이 아니라 거미줄 같이 보였다.

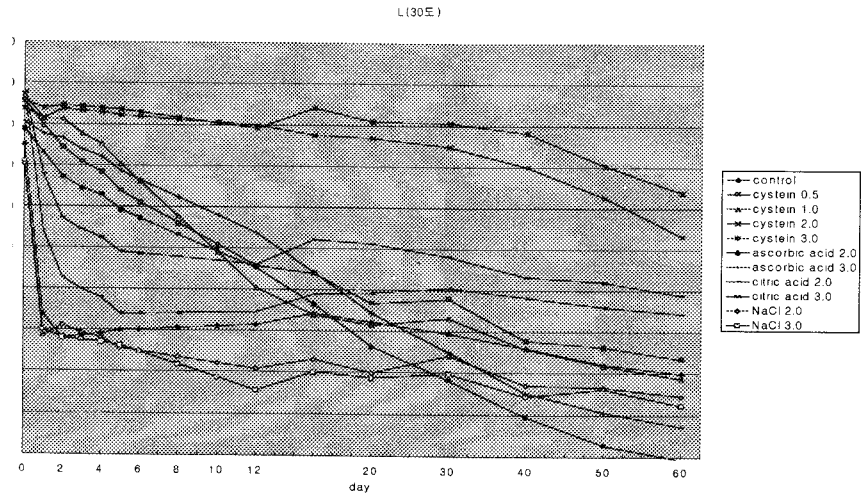


그림 1-1. 저장기간별 30°C에서 갈변방지제 처리구별 L값 변화

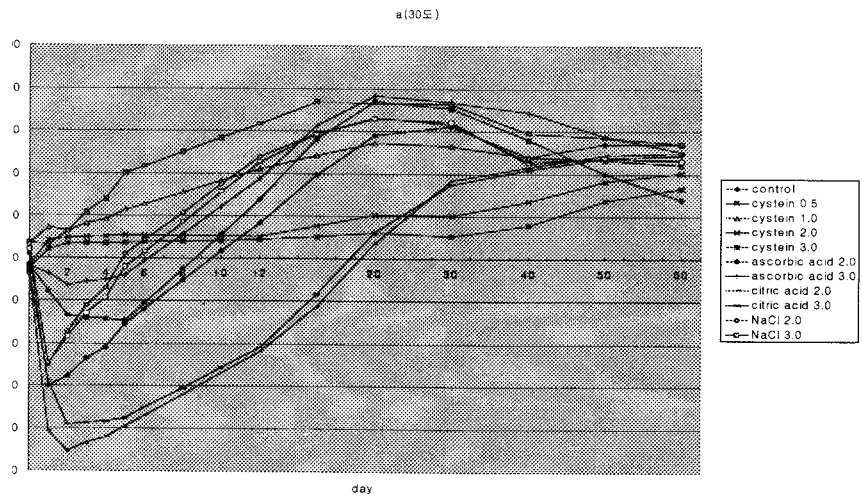


그림 1-2. 저장기간별 30°C에서 갈변방지제 처리구별 a값 변화



L(도)

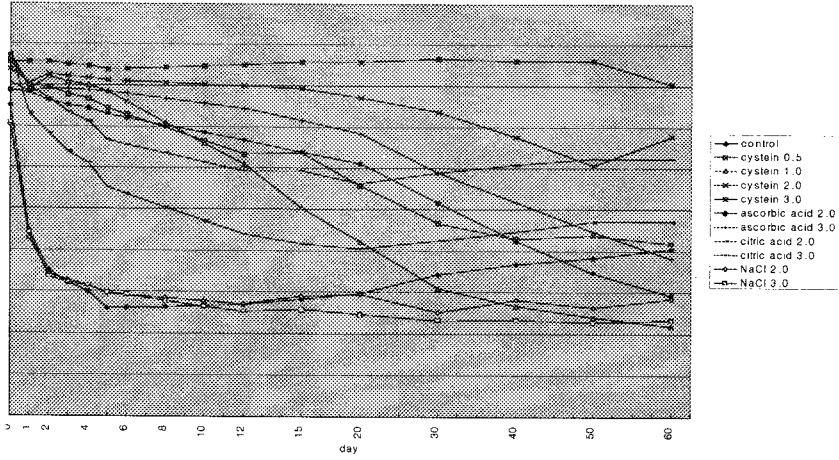


그림 1-3 저장기간별 5°C에서 갈변방지제 처리구별 L값의 변화

a(도)

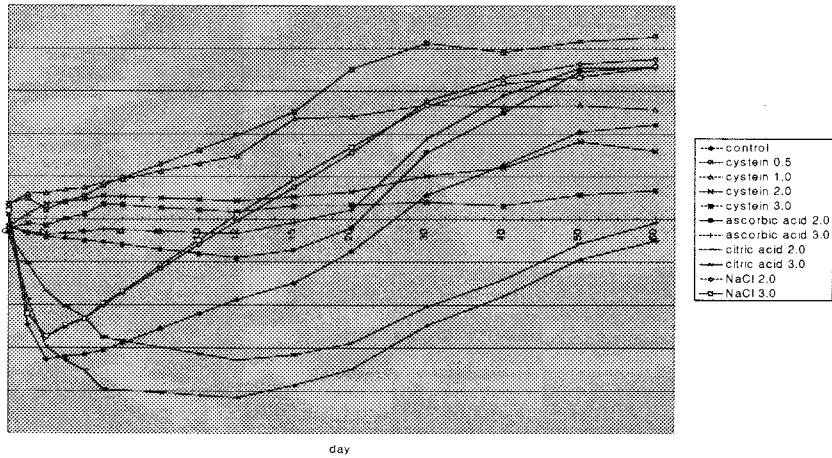


그림 1-4. 저장기간별 5°C에서 갈변방지제 처리구별 a값의 변화

## 나. 갈변방지제 복합처리구

생마늘에 갈변방지제를 복합 첨가하여 30℃ 및 5℃ 저장 중 색깔의 변화를 본 결과는 표 1-4~5 및 그림 1-5~8과 같다.

30℃ 저장구의 L값(그림 1-5)을 보면 cystein 0.5%+citric acid 1.0% 첨가구를 제외한 다른 처리구는 지속적으로 계속 떨어지며 20일이 경과했을 때 control보다 낮은 40 이하로 떨어졌다. 그리고 시간이 경과할수록 계속해서 떨어질 것으로 예상된다. cystein 0.5%+citric acid 1.0% 첨가구는 1일경과 후 56 정도로 떨어졌고 이후 큰 변화없이 그 수치를 지속시키다가 20일 경과후에는 52.5 정도가 되었다. 이 처리구는 20일이 경과하면 조금씩 떨어질 것으로 예상된다.

a값(그림 1-6)을 보면, control의 경우는 청변과 갈변의 정도가 다른 처리구에 비해 그 정도가 심하고 오래 지속된다. cystein 0.5%+citric acid 1.0% 첨가구는 청변을 나타내다가 6-8일 이후부터 갈변을 나타낸 것에 비해 다른 처리구는 청변이 보이지 않고 갈변이 되는 것을 알 수 있었다.

5℃ 저장구의 L값(그림 1-7)은 모두가 대조구보다 좋은 효과를 나타냈지만, 그 중 cystein 0.5%+citric acid 1.0%이 가장 좋은 효과를 나타내고 있었다. cystein 0.5%+citric acid 1.0% 첨가구는 8일 이후 L값이 60 이하로 떨어져 20일까지 60을 전후로 L값이 떨어지는 폭이 가장 적었다. ascorbic acid 1.0%+citric acid 1.0% 첨가구가 가장 심한 폭으로 떨어졌는데 3일 이후 60이하로 떨어졌고 20일에는 45 까지 떨어졌으며 이후 계속해서 떨어질 것으로 보아진다. cystein 0.5%+ascorbic acid 1.0%+citric acid 1.0% 첨가구는 15일까지는 L값이 60이상 유지하는 걸 볼 수 있다 cystein 0.5%+citric acid 1.0% 처리구를 제외하고 20일이후에도 L값이 계속해서 떨어질 것으로 예상된다.

a값(그림 1-8)의 경우 cystein 0.5%+ascorbic acid 1.0% 첨가구와 cystein 0.5%+ascorbic acid+citric acid 1.0% 첨가구 경우는 청변없이

1-2일만에 갈변이 되기 시작했다. ascorbic acid 1.0%+citric acid 1.0% 첨가구는 청변이 나타나지 않고 2일만에 갈변의 정도가 심화된 상온처리 구 경우에 비해 저온은 청변이 거의 보이지 않게 10일을 유지하다가 10일 이후 갈변이 급격하게 진행됨을 알 수 있었다. control과 cystein 0.5%+citric acid 1.0% 첨가구의 경우는 20일까지도 청변이 사라지지 않고 계속됨이 보여졌다.

표 1-4. 저장기간별 30℃에서 갈변방지제 복합처리구별 색도 변화

30℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.25	18.30	40.51	0.49	14.92	39.75	9.33	16.44
cys 0.5+vit C 1.0	62.82	1.16	19.57	47.18	10.10	19.64	31.73	8.34	10.24
cys 0.5+citric 1.0	67.47	-0.99	18.78	55.34	2.43	20.84	48.51	5.82	19.11
vit C 1.0+citric 1.0	66.21	-0.56	18.44	36.59	8.15	12.67	31.91	6.24	8.97
cys+vitC+citric	68.35	-0.85	18.22	45.72	9.87	18.52	32.19	6.85	9.59

표 1-5. 저장기간별 5℃에서 갈변방지제 복합처리구별 색도 변화

5℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.25	18.3	38.35	-6.62	11.73	42.11	1.68	16.39
cys 0.5+vit C 1.0	62.82	1.16	19.57	58.93	3.97	20.31	46.08	9.80	19.34
cys 0.5+citric 1.0	67.47	-0.99	18.78	59.78	-4.58	17.01	60.29	-0.75	19.96
vit C 1.0+citric 1.0	66.21	-0.56	18.44	54.26	-0.01	17.74	39.70	8.94	14.84
cys+vitC+citric	68.35	-0.85	18.22	62.99	2.51	18.97	48.79	9.38	19.16

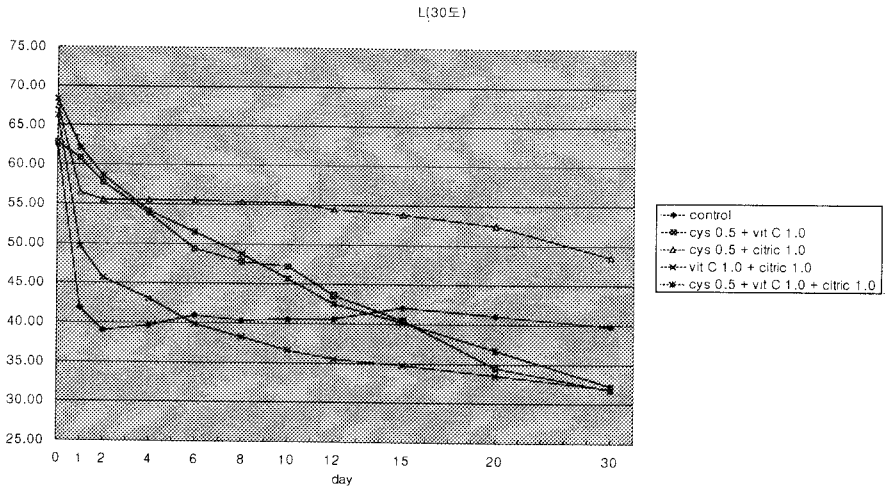


그림 1-5. 혼합처리구 L값 at 30°C

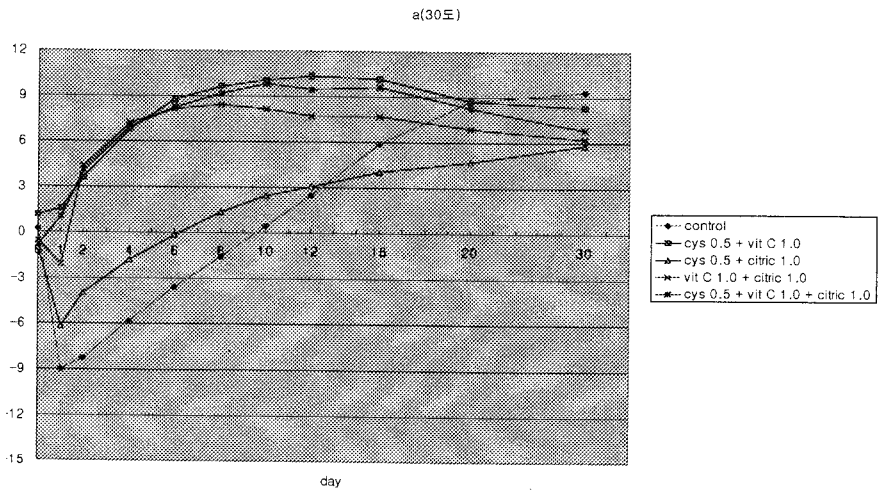


그림 1-6. 혼합처리구 a값 at 30°C

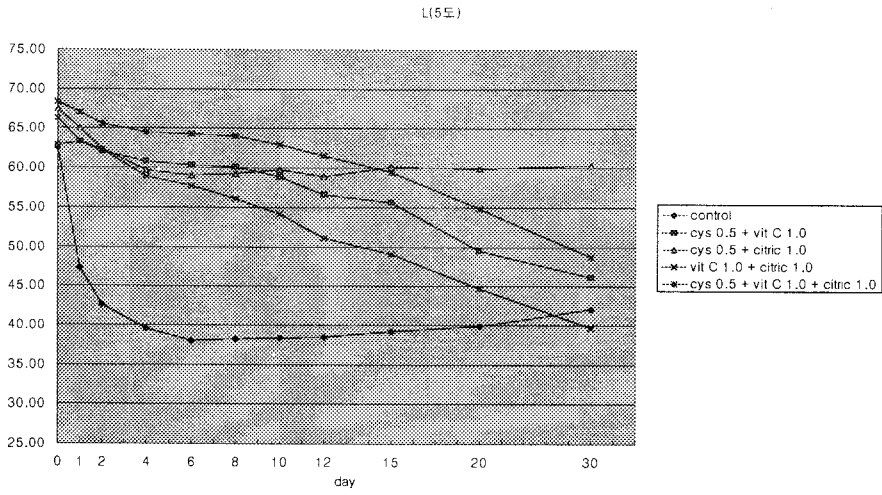


그림 1-7. 혼합처리구 L값 at 5°C

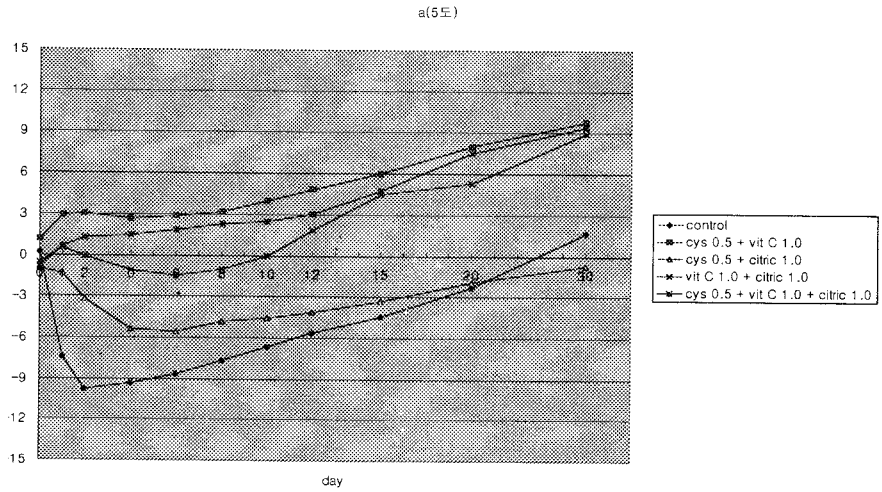


그림 1-8. 혼합처리구 a값 at 5°C

#### 다. Blanching마늘 사용 처리구

마늘의 30초 및 60초 동안 blanching 하여 30℃ 및 5℃ 저장 중 마늘의 색도변화는 표 1-6~7 및 그림 1-9~12에 나타났다.

30℃ 저장 중 L값(그림 1-9)의 변화는 대조구의 경우 저장 3일 이후 L값이 40 이하로 갈변이 일어남을 알 수 있었으며 3일 이후에는 L값의 변화가 거의 없이 저장 60일 까지 약 37 정도의 L값을 유지하였다.

Blanching 처리구의 경우 30초 처리구와 60초 처리구의 L값이 대조적으로 나타났다. Blanching 30초 처리구의 경우 저장 1일만에 L값이 35 정도로 크게 떨어져 갈변이 진행됨을 볼 수 있었으며 저장 60일 까지 그 값을 유지하는 것으로 나타났다.

Blanching 60초 처리구의 경우 45일 이후 L값이 60 이하로 떨어졌으며 저장 60일에는 약 58 정도로 갈변이 미비하게 일어나는 것을 알 수 있었다. 따라서 blanching의 경우 30초 보다 60초간 blanching이 더욱 효과가 좋은 것으로 나타났다.

30℃ 저장 중 a값(그림 1-10)은 L값과 비슷한 경향으로 대조구와 blanching 30초 처리구는 저장 1일 만에 청변이 심하게 나타났으며 대조구는 저장 9일, blanching 30초 처리구는 저장 13일 이후 갈변으로 진행되었다. Blanching 60초 처리구의 경우 저장 60일 경과후에도 약 3정도의 a값을 보여 청변 및 갈변이 나타나지 않는 것을 알 수 있었다.

5℃ 저장시 L값(그림 1-11)의 변화를 보면 30℃ 저장에서와 비슷한 경향을 보였다. 대조구와 blanching 30초 처리구는 저장 4일 까지 L값이 급격히 감소하였으며 4일 이후 조금씩 증가하는 경향을 나타냈으며 blanching 30초 처리구보다 대조구의 L값이 높게 나타났으나 두 처리구의 경우 청변과 갈변이 심하게 나타났다. Blanching 60초 처리구의 경우 0day에 65 정도의 L값을 보였으며 저장 60일 경과 후에도 약 65 정도의 값으로 변화가 나타나지 않았다. a값의 경우(그림 1-12) 30℃와 비슷한

경향을 보였으나 대조구와 blanching 30초 처리구의 경우 청변에서 갈변으로 가는 시간이 30℃ 저장시 보다 길어지는 것으로 나타났다. 대조구의 경우 30일 이후 갈변이 시작되었으며, blanching 30초 처리구의 경우 50일까지도 청변현상이 지속되며 60일 이후에 갈변이 나타났다. Blanching 60초 처리구의 경우 30℃ 처리구와 같은 결과로 저장 60일 이후에도 청변 및 갈변이 나타나지 않았다.

따라서 blanching 처리시 30초 보다 60초의 효과가 우수하였으며 blanching으로 마늘 저장 중 청변 및 갈변의 방지 효과가 있음을 확인하였다. 그러나 blanching을 60초간 하게되면 마늘의 향기가 없어질 뿐 아니라 마늘의 색이 하얀색을 띄어 원래의 마늘색과 차이가 나는 문제점이 있는 것으로 나타났다.

표 1-6. Blanching 처리구 at 30℃

30℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.37	18.46	41.10	0.77	15.41	38.81	8.10	15.39
Blanching 30sec	61.77	-0.79	15.03	33.88	-3.97	10.42	33.34	3.22	11.21
Blanching 60sec	65.39	-1.38	14.79	65.33	-0.42	14.09	65.35	0.27	14.55

표 1-7. Blanching 처리구 at 5℃

5℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.55	0.37	18.46	38.43	-6.53	12.12	42.42	1.93	16.61
Blanching 30sec	61.77	-0.79	15.03	32.57	-9.11	6.83	36.33	-4.03	12.02
Blanching 60sec	65.39	-1.38	14.79	63.62	-0.47	13.36	64.45	0.19	14.23

## 라. 저장마늘 사용 처리구

저장된 마늘을 이용한 실험의 결과는 표 1-8~9, 그림 1-13~16에 나타냈다.

30℃ 저장 중 L값(그림 1-13)의 변화를 보면 cystein 1.5% 첨가구를 제외한 모든 처리구의 L값이 저장 2일만에 60 이하의 값으로 갈변이 진행됨을 볼 수 있었다. cystein 1.5% 첨가구도 저장 4일 이후에 갈변이 진행되어 저장 기간이 늘어남에 따라 L값도 감소하는 경향을 보였다.

a값(그림 1-14)의 경우 citric acid 첨가구를 제외하고는 청변 현상이



없이 갈변으로 진행되는 것을 볼 수 있었다. ascorbic acid 1.0%의 경우 청변이 약하게 진행되다 갈변으로 진행되었다. Citric acid 첨가구의 경우 첨가량에 의한 변화는 거의 없었으며 저장 6일까지는 청변이 심하게 일어나다 6일 이후 갈변이 심화됨을 볼 수 있었다.

5℃ 저장 중 L값(그림 1-15)의 변화 중 대조구의 경우 저장 2일 까지 급격한 감소를 보였으며, 4일 이후에는 약 51-48 정도의 값을 유지하는 것으로 나타났다. 항갈색화제 첨가구들의 경우 citric acid 1.0, 2.0% 첨가구는 첨가량에 따라 큰 차이를 보였다. citric acid 1.0% 첨가구의 경우 대조구와 비슷한 경향을 보였으며, 2.0% 첨가구는 저장 30일 경과 후에도 L값이 55로 다른 처리구에 비해 높은 값을 나타내었다. Ascorbic acid의 경우 1.0% 첨가구보다 2.0% 첨가구의 효과가 우수하게 나타났으나 2.0% 첨가구도 저장 18일 이후에는 갈변이 심해지는 경향을 보였다. Cystein 첨가구의 경우 0.5, 1.5, 1.0% 첨가구 순으로 좋은 효과를 보였으며 0.5% 첨가구의 경우 citric acid 2.0%와 유사한 값을 보였다.

a값(그림 1-16)의 변화를 보면 citric acid 첨가구의 경우 청변이 30℃ 보다 지속적으로 일어나는 것을 보였으며, 대조구는 청변이 일어난 후 갈변으로 진행되는 것을 볼 수 있었다. Cystein과 ascorbic acid 첨가구의 경우 저장 15일 이후 갈변이 진행되는 것을 볼 수 있었으며, 그 중 cystein 1.5% 첨가구의 a값이 가장 낮은 값을 보였다.

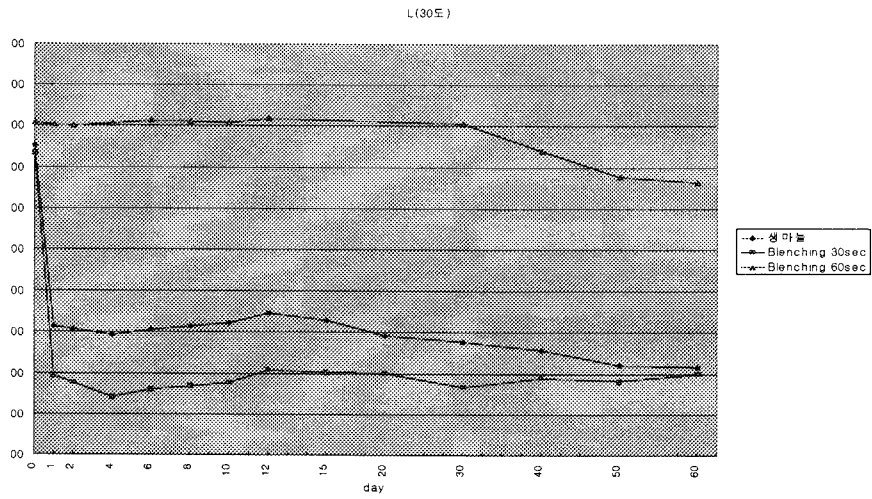


그림 1-9. Blanching 처리구 L값 at 30°C

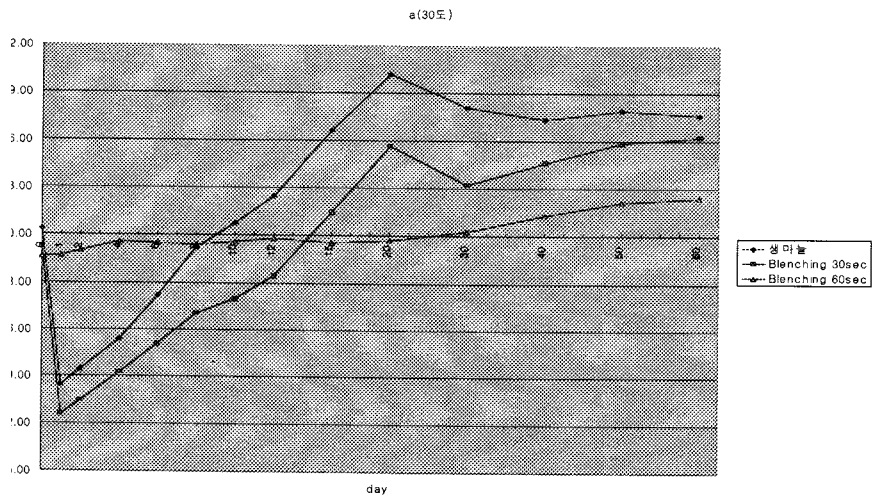


그림 1-10. Blanching 처리구 a값 at 30°C

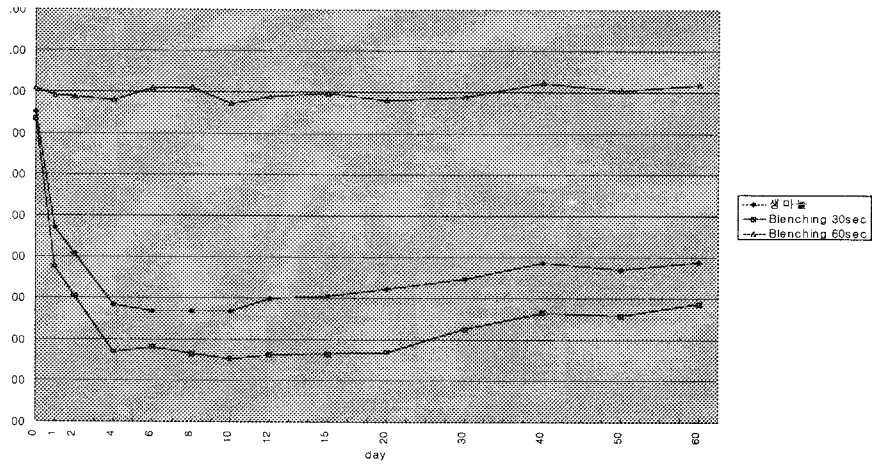


그림 1-11. Blanching 처리구 L값 at 5°C

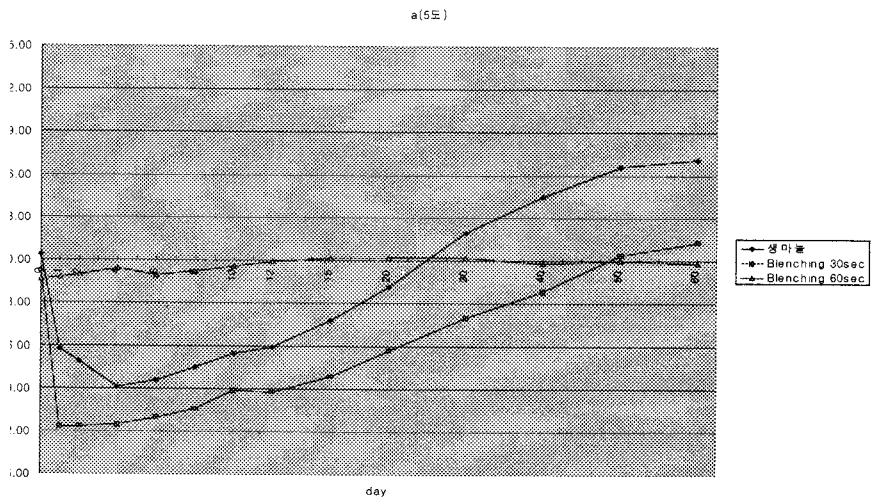


그림 1-12. Blanching 처리구 a값 at 30°C

표 1-8. 저장마늘 처리구 at 30℃

30℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	64.52	-0.68	18.45	42.56	9.73	18.51	39.42	8.53	15.79
cystein 0.5	66.20	-0.33	16.46	53.46	8.52	20.89	45.01	6.77	16.64
cystein 1.0	68.35	-0.24	16.12	41.14	7.89	15.40	35.45	6.79	11.16
cystein 1.5	69.90	-0.48	15.14	45.97	7.23	16.65	39.93	6.81	13.59
ascorbic acid 1.0	64.47	-1.27	16.39	38.00	9.57	14.40	29.37	5.46	7.61
ascorbic acid 2.0	66.97	-0.83	16.51	42.93	10.46	17.38	31.59	8.29	10.02
citric acid 1.0	67.50	-1.05	16.07	46.87	3.19	18.04	44.94	7.26	17.88
citric acid 2.0	69.16	-1.14	15.90	51.59	3.25	20.60	46.57	7.80	18.55

표 1-9. 저장마늘 처리구 at 5℃

5℃	0일			10일			30일		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	64.52	-0.68	18.45	47.84	-1.21	18.63	49.25	7.20	21.09
cystein 0.5	66.20	-0.33	16.46	62.01	3.48	19.17	55.87	10.41	23.09
cystein 1.0	68.35	-0.24	16.12	59.26	4.51	19.46	41.18	7.97	13.87
cystein 1.5	69.90	-0.48	15.14	62.89	2.03	18.34	48.23	6.09	17.75
ascorbic acid 1.0	64.47	-1.27	16.39	53.13	0.08	18.15	41.09	8.54	16.39
ascorbic acid 2.0	66.97	-0.83	16.51	58.89	0.61	18.01	45.59	9.23	18.76
citric acid 1.0	67.50	-1.05	16.07	48.11	-9.60	13.54	51.72	-3.39	18.32
citric acid 2.0	69.16	-1.14	15.90	55.87	-6.55	16.46	57.01	-2.79	20.56

표 1-10. 한계저장기간 조사

L값	생마늘		저장마늘	
	30℃	5℃	30℃	5℃
control	0	0	0	0
cystein 0.5	3	7	1	12
cystein 1.0	5	7	1	8
cystein 1.5	·	·	3	12
cystein 2.0	40	30	·	·
cystein 3.0	50	60	·	·
ascorbic acid 1.0	·	·	0	0
ascorbic acid 2.0	1	7	0	6
ascorbic acid 3.0	4	15	·	·
citric acid 1.0	·	·	0	1
citric acid 2.0	0	1	0	3
citric acid 3.0	0	4	·	·
NaCl 2.0	0	0	·	·
NaCl 3.0	0	0	·	·

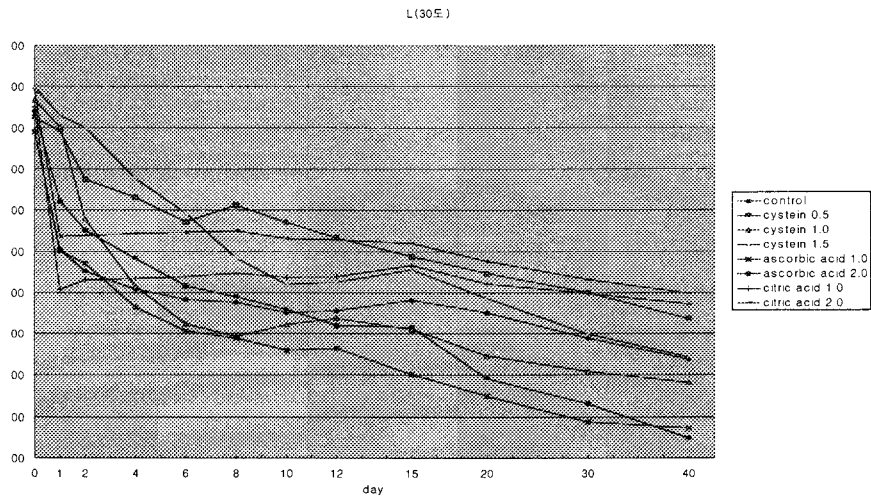


그림 1-13. 저장마늘 처리구 L값 at 30°C

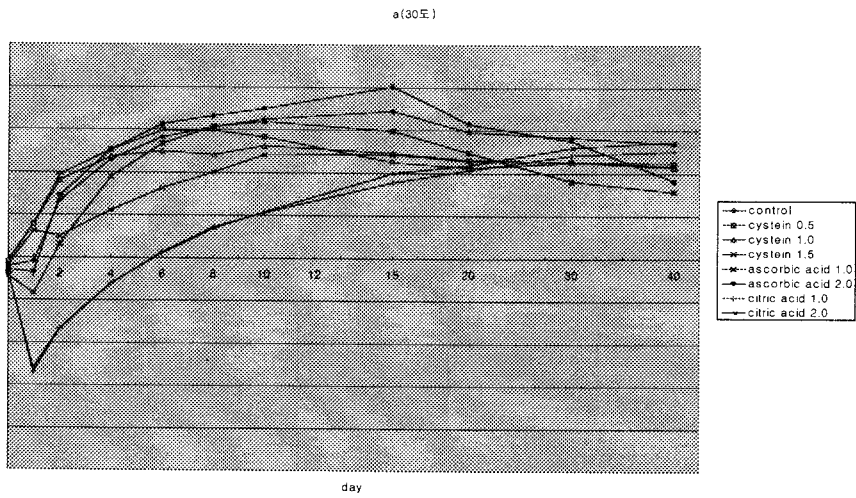


그림 1-14. 저장마늘 처리구 a값 at 30°C

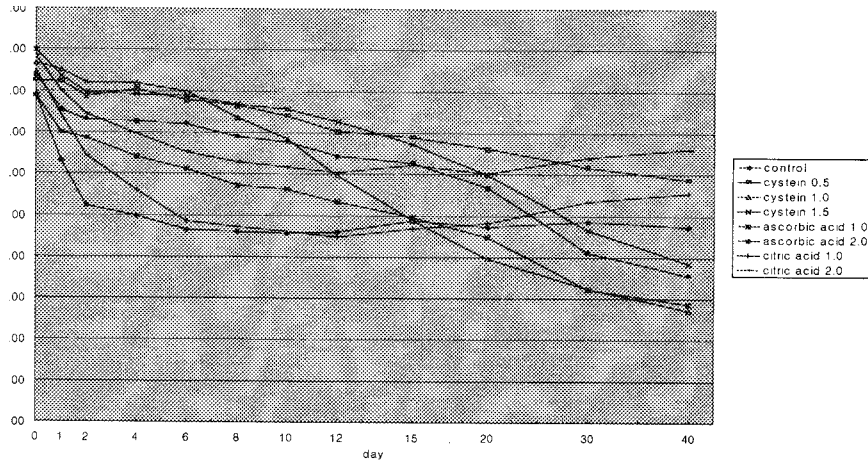


그림 1-15. 저장마늘 처리구 L값 at 5°C

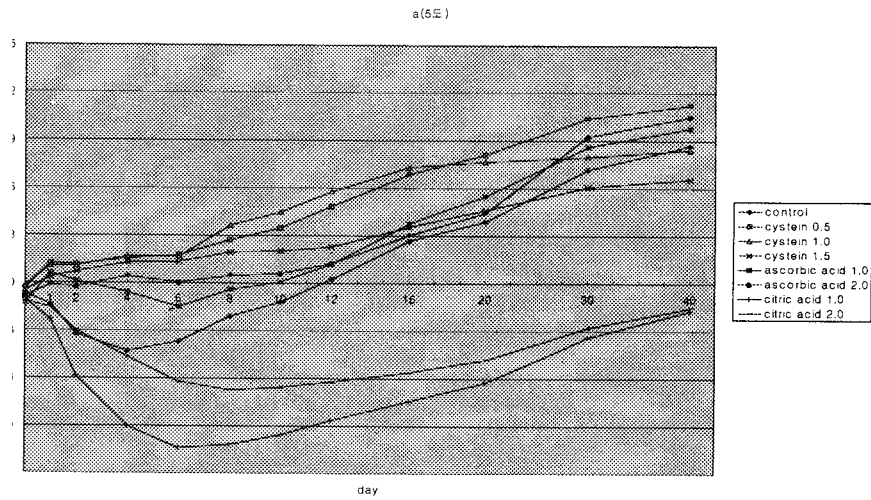


그림 1-16. 저장마늘 처리구 a값 at 5°C

## 마. 한계저장기간

갈변에 영향을 미치는 L값은 60.00정도이상, 청변에 영향을 미치는 a값은 (-)1.50~1.00사이 정도이면 상품으로서 가치가 있다고 사료된다. 따라서 L값이 60.00정도의 값을 가질 수 있는 한계저장기간을 조사하여 표 1-10에 나타내었다.

생마늘과 저장한 마늘을 비교했을 때 저장한 후 사용한 마늘이 효과가 좋은 것으로 저장 기간이 더 길게 나타났다(cystein 30℃와 ascorbic acid는 예외).

## 바. 포장지를 탈기 밀봉 처리한 마늘 처리구

포장지를 탈기 밀봉한 처리구는 앞에서 한 실험과 달리 색도를 체크할 때 공기와의 접촉을 배제하고자 하는 의도에서 시도하였다. 청변, 갈변의 기준이 앞의 실험과 약간의 차이를 가질 수 있다. 육안으로 봤을 때 L값은 65.00 이상, a값은 -2.00~2.00 정도면 가능할 것으로 생각되었다.

## 사. 마늘과 양파 페이스트의 블록 형태 급속냉동 처리시험

마늘과 양파 페이스트를 장기간 보관하는 방법중의 하나로 시도해 본 시험으로서 우선 마늘과 양파를 거칠게 마쇄하여 30×300×300mm의 형태로 블록을 만들어 비닐봉지에 넣고 -60℃가 유지되는 급속냉동고에서 냉동시간과 냉동 후의 형태를 조사하였다. 이 때 초기 온도를 4℃로 시작하여 냉동 온도의 변화를 조사해본 결과 마늘과 양파의 동결속도는 비슷한 양상을 나타내었으며, 마늘은 1시간 후에 0℃를 통과하여 3시간 후까지 -3℃를 유지하는 최대빙결정 형성대를 유지하다가 이후부터 급속하게 온도가 떨어져 5시간 후에 -10℃가 되었으며 이 때 블록의 중심부를 절단하여 조직을 육안으로 관찰한 결과 완전히 동결된 것을 볼 수 있었으며, 양파는 1시간 후에 0℃를 통과하여 2시간 후 까지 -2℃를 유지하는 최대빙결정형성대를 유지하



다가 온도가 급속히 떨어지면서  $-10^{\circ}\text{C}$ 를 4.5시간 후에 통과하였다. 마늘과 양파의 수분함량 차이에 따라 수분함량이 약간 더 높은 양파의 동결속도가 더 빠르게 나타났다. 마늘과 양파의 색깔의 변화는 거의 나타나지 않았으며, 해동 후의 색깔과 향미의 변화도 거의 없었다. 따라서 포장방법을 용도에 따라 다양화한다면 가정이나 식당용, 대규모 단체급식용 등으로 효과적으로 사용할 수 있는 방법이 될 수 있다고 생각되었다. 이것을 해동하여 냉장유통용 마늘페이스트 제품을 제조하는 실험은 진행중에 있다.

### 아. 반찬용 마늘, 양파 절임제품의 품질개선 및 다양화

현재 전통적으로 가정에서 제조하는 마늘과 양파 절임 제품은 대부분 20~30%의 소금물로 절임, 탈염하여 다시 간장에 졸임하거나 침지하므로서 짠맛이 매우 강하여 현대인의 입맛에 맞지 않다. 그래서 청소년들은 기피하고 일부 어른들만 아직도 전통 식습관에 따라 매우 짜게 섭취하고 있는 경향이 있다. 따라서 본 연구에서는 소금으로 절임을 하지 않고 초절임을 실시하여 강한 매운맛을 제거하고 단맛, 신맛, 짠맛의 조화를 이룰 수 있는 배합비를 개발하여 일식집에 나오는 락교제품과 유사하게 제조하므로서 마늘과 양파를 이용한 절임제품의 소비확대와 일본으로의 수출도 시도하고자 하였다. 현재까지 진행된 실험 결과는 햇마늘을 구입하여 박피한 후 양조발효 식초를 5%로 희석한 용액을  $65^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 가열한 후에 스테인레스통에 넣고 뜨거운 상태에서 여기에 마늘을 용액에 반정도 차도록 넣고 떠오르지 않도록, 충분히 잠길 수 있도록 망으로 눌린 상태에서 3주일 정도  $10^{\circ}\text{C}$  냉장고에서 침지하면 마늘의 매운맛과 향이 순하게 거의 제거되고, 조직도 쫄깃하면서 사각거리게 된다. 이 때 이것을 건져내어 적당한 양념을 배합하여 불고 병입하여  $60^{\circ}\text{C}$ 에서 30분 동안 열탕살균 하였다.

이 제품의 기호성은 연령에 관계없이 비교적 좋은 편이었다. 현재 실험진도에 따라 품질개선을 위하여 실험이 진행중에 있다.

## 자. 양념용과 식품중간소재용 마늘과 양파주스 제품 개발

마늘과 마늘주스 및 착즙잔사의 일반성분을 분석한 결과 마늘은 수분 60.5%, 조단백 7.5%, 탄수화물 30.5%, 조지방 0.3%, 조회분 1.2%, 조섬유 1.4%, 가용성고형물 39.7 °Bx, pH6.0 이며, 마늘주스는 수분 62.4%, 조단백 7.4%, 탄수화물 28.8%, 조지방 0.2%, 조회분 1.2%, 조섬유 0.6%, 가용성고형물 38.5 °Bx, pH6.1 이며, 마늘착즙잔사는 수분 57.5%, 조단백 7.5%, 탄수화물 33.5%, 조지방 0.2%, 조회분 1.3%, 조섬유 4.1%, 가용성고형물 38.5 °Bx, pH6.1이었다.

마늘 착즙수율은 마늘을 믹서에 갈아서 여과포에 넣고 그대로 압착한 결과 74% 정도였으며 여기에 Cellulase를 0.1% 첨가하여 60℃에서 2시간 동안 반응시킨 후 착즙 한 결과 77%로 3% 정도의 증가효과를 나타내었다. 이어서 Pectinase를 0.1% 첨가하여 50℃에서 2시간 반응시킨 후 착즙했을 때 84%로 10%정도의 증가효과가 있었다. 이어서 Cellulase와 Pectinase를 각각 0.1%씩 복합하여 2시간 동안 반응 처리했을 때는 대조구에 비하여 11.5%정도의 증가효과를 나타내었다.

양파의 마쇄하여 그대로 압착했을 때 착즙수율은 79%이며, 섬유소분해효소 79.4%, 펙틴분해효소 81.1%, 두효소의 복합처리 81.4%의 수율 증대효과를 나타내었다. 펙틴분해효소만을 처리하였을 때는 즙액이 분홍색으로 변색되는 경향을 나타내었다.

## 차. 부산물인 마늘종을 이용한 가공제품 개발

마늘종을 3cm 크기로 절단하여 5℃ 냉장고에서 20% 소금물에 15일 동안 염지한 후 다시 정제수에서 2일 동안 수회 물을 갈아주면서 충분히 탈염한 후 고추장, 식초, 마늘, 설탕, 조미료 등과 배합하여 파우치에 진공포장하여 제품으로 제조하였다. 고온 살균시 제품의 색깔이 변하고 마늘종의 사각 거리는 맛이 없어지므로 마늘종의 조직감을 살린 냉장유통용 중기저장가능한 반찬제품으로 제조하였다. 기존의 된장이나 간장에 절인 형태의 마늘종 제품의 짠맛을 현저하게 줄이고 달콤세콤한 신선한 맛이 나는 제품으로 전환하므로써 젊은이들도 좋아할 수 있도록 하여 가정용, 단체급식용으로 사용이 가능할 것으로 본다.

마늘종을 2.5cm 크기로 절단하여 마늘, 양파, 파, 쇠고기, 멸치, 마른새우, 조미료를 혼합하면서 frying pan에서 식용유와 같이 볶은 후에 통조림하여 제품으로 제조하였다. 역시 반찬용이나 술안주용으로 적당할 것으로 본다. 현재 저장실험이 진행중에 있다.

### 1) 가공제품들에 대한 현장적용 시험

#### 가) 마늘, 양파의 양념용 페이스트 현장 적용 시험

1999년 7월 12일 참여기업인 (주)신농공업식품을 방문하여 현황을 파악하고 공장시설과 현장의 애로사항을 청취, 조사하였다. 이 회사는 20년 전부터 마늘페이스트 제품을 전문 주력제품으로 생산하여 온 업체로서 현재는 풀무원에 납품하고 있으며 품질도 상당히 좋은 것으로 평가되고 있다. 그러나 아직도 기술애로 사항이 저장마늘의 청변현상을 완전히 막지 못하여 매우 많은 물량(년간 5,000만원어치이상)이 청변으로 인하여 반품되어 아주 헐값에 사료로 처리되고 있는 실정이었다.

이후 1999년 9월 29일 그 동안에 실험된 상기의 결과를 가지고 공장에 직접 적용실험을 실시하였다. 저장마늘 시료 10kg을 45℃에서 40시간 curing

후에 90℃에서 1.5분간 blanching 한 후 찬물에 세척 냉각하여 silent cutter에 넣고 서서히 갈면서 L-Cysteine 100g과 소금 100g을 넣어서 갈았다. 이후 포장하여 상온과 냉장온도에서 청변현상을 관찰한 결과 저장 2주일 후부터 상온에서는 약간의 갈변현상과 이취가 발생하였으며 냉장에서는 거의 변화가 없었다.

#### 나) 반찬용 절임식품의 현장적용 시험

건강마늘 절임식품의 제조 공정은 마늘 →예건 →쪽분리→박피→세척→1차 침지→교반 탈수 및 탈산 →원심탈수→2차 침지→포장→가열살균→상자 포장→제품 입고의 순으로 확립하였다.

단위공정별 최적화 시험에서는 다음 조건을 선택하였다.

마늘은 과육이 단단하고 과즙이 많은 싱싱한 햇마늘을 사용하였다. 예건은 40℃에서 48시간 정도 풍건하여 마늘쪽의 분리를 쉽게 하였으며 동시에 청변방지를 위한 curing도 겸할 수 있도록 하였다. 이어서 쪽분리기로 쪽을 분리하고, 박피는 풍압식 박피기를 이용하여 마늘의 날알이 상처나지 않도록 세심한 주의를 기울여 박피한다. 이렇게 박피된 마늘을 먼지나 이물질이 없도록 깨끗이 세척하고 1차 침지를 한다. 침지액은 염 10%, 식초액 5%의 농도가 되도록 하여 65~70℃로 가열한 침지액을 바로 밀폐가능한 스테인레스 탱크에 넣고 마늘이 뜨지 않도록 망이나 나무판을 눌러서 7~10일 정도 10℃정도의 냉장이 유지되도록 하여 절인다. 이 때 마늘의 매운맛이 순하게 되고 조직도 아삭아삭한 상태가 된다. 이어서 절임이 끝나면 교반하면서 탈수 및 탈산, 탈염을 하는데 절임마늘을 정수가 들어 있는 탱크에 넣고 수회에 걸쳐서 충분히 탈수한다. 다시 원심분리기에서 수분과 염분을 최대한으로 탈수하고 조미액에 2차 침지를 한다. 이 때 조미액은 설탕, 식염, 식초, 구연산 및 한방 향료소재 등으로 풍미와 맛이 좋도록 배합한다. 냉장에서 10일 정도 이상 숙성한다. 이어서 조미액의 침투가 충분하면 건져내어 일정량씩 조미액과 같이 포장하여 밀봉 후 60℃에서 20~30분 동안 가열 살균한다.

## 2. 고추와 생강의 수확 후 처리 기술 확립 및 산지가공 제품 개발

### 가. 홍고추의 일시 수확을 위한 선별 기술(고추잎, 미숙, 적숙) 및 미숙 고추의 후숙처리 기술개발

10월중순 이후에 충청도 음성군에 있는 고추밭을 선택하여 완전히 익은 홍고추와 미숙된 푸른 고추가 혼재되어 있는 상태에서 고추를 일시에 수작업으로 수확하였다. 이 때 수확된 전체 고추중에 홍고추와 미숙고추의 중량비는 80 : 20 정도를 나타내었다. 현재는 고추수확을 익는 순서를 골라서 따내고 있으며 기온이 급강하하는 11월 중순 이후쯤에는 서리가 내리고 미숙고추는 그대로 밭에서 버려지고 있다. 이들 일시 수확된 고추는 대량으로 처리할 경우는 색채선별기를 통하여 선별할 수 있는 시험기초자료를 과제 후반부에 나타낼 예정이며, 일반적으로 재배농가에서 할 수 있는 선별은 컨베이어벨트 이송기에서 고추수확물을 보내면서 양쪽에 2인 정도가 육안으로 식별하여 선별하는 것도 시간당 60~80kg 정도를 선별할 수 있었다.

선별된 미숙고추의 후숙처리는 에테폰(2-chloroethylphosphoric acid)을 800~1,200ppm 범위로 처리한 결과 약 45% 정도의 고추가 붉은색으로 후숙되었다. 후숙처리시험은 계속 진행할 예정이다.

### 나. 양념소스용 청고추, 홍고추 제품 개발

#### 1) 청고추를 이용한 제품개발

보통 채소용으로 사용되는 청고추는 대부분 생채를 소비된다. 일부 절임용 반찬이나 양념장의 원료로 사용되는 경우도 있으나 과잉생산시 대량 열절임을 하여 탈염후 다른 가공품을 만들기도 한다. 본 실험에서는 절임정도를 실험하였고 그 결과를 표 1-11에 나타내었다.

표 1-11. 청고추의 절임 제품

	기간	농도(%)	상태	색	매운맛 / 풋맛
소금	3일	10	절임안됨 육질이 질김	청색	강함 / 강함
		20	절임부족	청색	다소약함 / 강함
		30	절임부족 약간 물러짐	청색	약함 / 다소약함
	7일	10	부족	청색	강함 / 강함
		20	적당	청색	다소약함 / 약함
		30	약간과다 육질이 물러짐	약한 갈변	약함 / 약함
식초	3일	3	절임부족	약간 갈변	없음
		6	절임부족	많이 갈변	없음
		9	절임부족	많이 갈변	없음
	6일	3	약간부족	약간 갈변	없음
		6	적당	많이 갈변	없음
		9	과다	심한 갈변	없음

표 1-11에서 나타나듯이 염절임에서는 20%의 농도에 7일간 절임을 하고 초절임에서는 6%의 농도에 6일간 절임을 하는 것이 가장 좋았다.

## 2) 홍고추를 이용한 제품개발

홍고추는 대부분 건조하여 고춧가루로 사용하나 1/4정도는 그대로 방치되어 폐기되는 실정이다. 이런 홍고추는 선명한 붉은색과 다른재료(떡, 냉면, 쫄면)에 매운맛이 더 잘 침투되어 맛의 효과를 높일 수가 있을 것으로 사료되어 양념으로 이용되는 고춧가루를 사용하는 대신에 홍고추를 이용하는 방향으로 제품을 개발하였다.

표 1-12. 떡볶이용 양념다대기

(단위 : g)

다진 홍고추	18.0
고추장	22.0
간장	15.0
청주	7.5
다진 파	10.0
다진 마늘	18.0
설탕	14.0
후춧가루	0.5
참기름	1.0

표 1-13. 냉면, 쫄면용 양념

(단위 : g)

양파	10.0
마늘	4.0
다진 홍고추	15.0
고추장	50.0
진간장	24.0
사이다	90.0
대파	3.0
설탕	20.0
물엿	20.0

생체로 소비되는 청고추와 양념으로 사용되는 홍고추는 이러한 경우만 아니라 고명처럼 사용되어 비빔, 조림 등의 많은 음식에 마지막을 장식한다. 이것은 미관상의 이유로 좋은 효과를 가지고 있기 때문에 대부분 청, 홍고추가 같이 사용이 된다. 이것을 이용하여 양념장을 만들 때 같이 넣어 제품을 만든다면 훨씬 편리한 양념장으로 유통 될 것으로 사료된다. 이를 이용하여 제품을 만들고자 한다.

## 다. 생강 초절임 제품 개발

### 1) 시판 생강초절임 제품

시중 판매중인 국산 및 일본산 제품에 대하여 생강초절임 제품에 대한 전반적 품질평가를 살펴본 결과는 표 1-14와 같다.

표 1-14. 시판중인 생강초절임 제품의 특성

제품명	감초생강	생강청	감초생강	감초생강	감초생강
회사명	환팔	시출식품	한영식품	삼도식품	체화
첨가물	생강, 설탕, 양조초, 액당, 식염, 조미료, 산미료,보존료,착색료,감미료	생강, 식염, 양조초, 산미료, 차조기매초	생강, 식염수, 합성보존료, 합성감미료, 합성산미료, 구연산, 사과산 합성착색료, 식용색소적색	생강, 식염, 초산, 구연산, 솔비톨, 솔빈산칼륨, 합성보존료, 합성감미료	생강, 양조초, 설탕, 포도당, 과당, 액당, 식염, 산미료, 조미료,감미료, 보존료, 착색료
당도(Brix)	26.7	15.6	5.1	4.1	15.3
pH	3.02	1.96	1.85	2.82	2.5
산도	0.09	0.159	0.24	0.141	0.115
관능특성	신맛 강함	너무 짠맛	신맛 강함	무색	짠맛 강함
참고사항	고온주의 개봉후 빨리 사용	냉장보관	살균진공포장	포장지:PE 유통기한:12개월	냉장보관

### 2) 생강초절임 제품 개발을 위한 첨가물 배합비 시험

기존 시판중인 생강초절임 제품중 관능평가가 양호한 결과를 나타낸 한영식품의 제품을 참조하여 다음과 같은 배합비로 생강초절임 제조실험을 실시하여 표 1-15에 나타내었다.



표 1-15. 생강초절임 제품제조를 위한 배합비(실험 1)

(단위: g)

원 료		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
주원료	생강	64.50	64.50	64.50	64.50
2% 식염수	소금	0.60	0.60	0.60	0.60
	정제수	30.00	30.00	30.00	30.00
산미료	양조식초	3.55	3.55	3.55	3.55
	구연산	0.20	0.20	0.20	0.20
	사과산	0.30	0.30	0.30	0.30
	식용빙초산	-	-	-	-
보존료	솔빈산칼륨	-	-	0.03	0.03
감미료	사카린나트륨	-	-	0.09	0.09
	설탕	1.00	6.00	-	-
착색료	적색 40	-	-	0.01	0.01
	황색 4	-	-	-	0.01
pH		1.80	1.66	1.87	1.87
Brix		6.40	17.80	4.00	4.00

배합비 No. 1, 2, 3, 4의 경우 pH는 적절한 수준을 나타내었으나 생강의 매운맛이 오래 남고 신맛을 나타내지 않았다. 그리고 조미액이 너무 작아 생강속으로 조미액이 침투되지 않음으로 인하여 맛이 골고루 베이지 않은 결과를 나타내었다. 이런 현상을 보완하기 위하여 산미료와 감미료 및 물의 첨가량을 달리하여 표 1-16과 같은 배합으로 실험을 실시하였다. 그리고 감미료의 종류를 달리하여 실험한 결과를 표 1-17에 나타내었다.

그 결과 생강이 조미액에 잠길 정도의 양이 가장 적당했었고 그 비율이 생강 : 조미액이 1 : 2 비율이 최적으로 나타났다. 그리고 감미료 종류를 달리하여 실험한 것은 관능의 차이가 느껴지지 않았다. 따라서 원가가 가장 낮은 감미료를 사용하거나 사카린 나트륨만으로도 단맛을 조절해도 될 것으로 사료된다.

표 1-16. 생강초절임 제품제조를 위한 배합비(실험 2)

(단위: g)

원료		No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
주원료	생강	64.50	64.50	55.00	50.00
2% 식염수	소금	0.60	0.60	0.80	2.00
	정제수	30.00	30.00	40.00	100.00
산미료	양조식초	3.70	3.70	3.50	3.50
	구연산	0.20	0.20	0.30	0.03
	사과산	0.30	0.30	0.30	0.03
	식용빙초산	-	0.87	0.80	0.80
보존료	솔빈산칼륨	0.03	0.03	0.03	0.03
감미료	사카린 나트륨	0.09	0.09	0.08	0.05
	당중류별	-	-	-	1.00 (설탕)
착색료	적색 40	0.001	0.002	0.002	0.002
	황색 4	-	-	-	-
pH		1.88	1.77	1.70	2.04
brix %		6.2	5.2	4.60	4.60

표 1-17. 생강초절임 제품제조를 위한 배합비(실험 3)

(단위: g)

원료		No. 9-1	No. 9-2	No. 9-3	No. 9-4	No. 9-5
주원료	생강	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
2% 식염수	소금	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	정제수	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
산미료	양조식초	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
	구연산	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	사과산	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	식용빙초산	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
보존료	솔빈산칼륨	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
감미료	사카린나트륨	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	당종류별	2.52 설탕	2.52 포도당	2.52 사과당	2.52올리고	10.00사과당
착색료	적색 40	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	황색 4	-	-	-	-	-
pH		1.90	1.96	1.93	1.97	2.01
brix %		5.80	5.60	5.20	5.40	10.40

관능검사 조미액이 생강에 침투하여 고른 맛을 나타내었으며 실험 1의 배합비에 의한 결과보다는 전반적으로 양호한 관능평가를 나타내었다. 그리고 색소는 황색을 사용하는 것보다 적색 단독으로 사용하는 것이 색깔에 있어서 더 좋은 관능결과를 나타내었다.

신맛을 위해 산미료로 식초의 종류를 달리하거나 ascorbic acid를 첨가해보기도 하였으나 좋은 결과를 나타내지 않았다. 향료로 라임향이나 레몬향을 사용했지만 그 또한 좋은 결과를 보지 못하였다. 따라서 실험 2에 기초한 배합비에 의하여 제조한 생강초절임 제품 중 양호하다고 판단된 생강초절임 제품을 선택하여 관능평가 한 결과를 표 1-18에 나타내었다.

표 1-18. 생강초절임 제품의 관능검사 결과

	No. 5	No. 7	No. 9-1	No. 9-5	한영
외관 (색)	4.80	5.60	5.70	5.80	4.70
조직감 (아삭거림)	4.80	4.70	4.70	5.40	4.10
단맛	5.70	4.60	4.1	4.70	6.00
신맛	4.50	6.10	5.80	5.20	5.70
매운맛	5.50	5.70	5.50	5.80	5.50
기호도	4.50	5.50	4.30	4.80	3.80

관능검사 결과 색깔에서는 0.001g을 사용한 No. 5보다 0.002g을 사용한 No. 7이 더 좋은 결과를 나타내 적색 0.002g을 사용하고 단맛, 신맛, 매운맛 및 종합적 기호도에서 배합비 7번이 좋은 것으로 나타났다. 그 중 신맛의 관능점수가 가장 높은 No. 7이 기호성이 가장 높은 것으로 보아 이 제품에서는 신맛이 가장 중요할 것으로 사료된다. 기존 시판제품인 한영식품의 생강초절임 제품에 비하여도 양호한 결과를 나타내었다.

### 3) 생강초절임 제품 개발

표 1-19. 생강초절임 제품 배합비

(단위 : g)

원료		배합비
주원료	생강	50
2%식염수	소금	2
	정제수	100
산미료	양조식초	5.25
	구연산	0.45
	사과산	0.45
	식용빙초산	1.2
보존료	솔빈산칼륨	0.045
감미료	사카린나트륨	0.105
착색료	적색 40	0.003
pH		1.85
brix %		5.10



그림 1-17. 초생강 절임 식품



그림 1-17. 초생강 절임 식품

## 라.생강 oleoresin 제조 기술의 개량

### 1) 추출용매의 영향

동결건조한 생강에 5종류의 용매를 4배정도 가하여 2시간동안 추출시켰을 때의 수율을 표 1-20에 나타내었다. 용매에 따른 추출수율은 8.70%로 methanol이 가장 높았고 다음이 water, ethanol, isopropanol, acetone 순으로 높았다. 다음 실험인 비율별 실험을 할 때에는 이 실험의 결과에 따라 methanol을 사용해야 하겠지만 methanol의 경우는 용매를 회수시킬 때 미량이나마 잔류하게 되어 완전 제거가 다소 문제가 되므로 식품에 사용하기가 어렵다. 그리고 다음으로 높은 수율을 나타낸 물은 여과하기가 힘들어 여러 단계를 거쳐서 여과를 할 경우 생기는 손실이 클 것으로 사료된다. 따라서 ethanol을 사용하는 것이 가장 효과적일 것으로 생각되어 ethanol로 결정하였다.

표 1-20. 각종 용매로부터 추출한 건조생강의 농축물의 수율

용매	수율 (%)
acetone	3.78
ethyl alcohol	4.95
isopropyl alcohol	4.14
methyl alcohol	8.70
water	5.68



## 2) 추출용매의 비율에 따른 영향

oleoresin 추출수율에 미치는 첨가 용매량의 영향을 검토하기 위해 추출용매인 100% ethanol을 서로 다른 혼합 비율(w/w)로 첨가하여 25℃에서 2시간동안 추출하였을 때의 추출수율은 표 1-21에 나타내었다.

건조시킨 생강에 대한 용매의 비율은 1 : 4의 비율이 5.44%로 가장 높았다. 이것은 4.99%의 수율인 1 : 5의 비율보다는 0.45%정도 높지만 2.92%의 수율을 가지는 1 : 3의 비율보다는 2.52%정도나 높다. 1 : 3의 혼합비율은 용매의 양이 다소 적어 추출과정 중 추출이 제대로 이루어지지 않은 듯하다. 이는 시료는 다르지만 1 : 3의 혼합비가 가장 효과적이라는 배 등의 보고와 다른 결과를 나타냈다. 그러나 배 등의 실험에서는 건조시료가 아니라 는 점을 감안한다면 크게 다르지 않는 결과라고 사료된다. 따라서 건조시료를 사용한 이 실험에서의 적정 혼합비율은 1 : 4의 비율로 하였다.

표 1-21. 용매의 비율에 따라 추출한 생강의 수율

생강 : 용매	수율 (%)
1 : 3	2.92
1 : 4	5.44
1 : 5	4.99

## 3) 추출시간의 영향

추출시간에 따른 oleoresin 추출수율의 변화를 검토하기 위해 추출용매인 100% ethanol을 1 : 4의 혼합 비율(w/w)로 첨가하여 25℃에서 시간의 경과에 따라 추출하였을 때의 추출수율은 그림 1-18에 나타내었다.

추출시간에 따른 수율은 큰 차이가 없었다. 전체적으로 4.60%에서 5.20% 사이의 수율을 나타냈고 그 중 8시간째가 5.14%로 가장 높았다. 이는 고추를 이용하여 실험하여 3-5시간이 가장 좋다는 조 등의 실험과 마늘을 이용하여 실험하여 2-4시간이 효과적이라는 배 등의 보고와는 상이한 결과를 나타냈다.

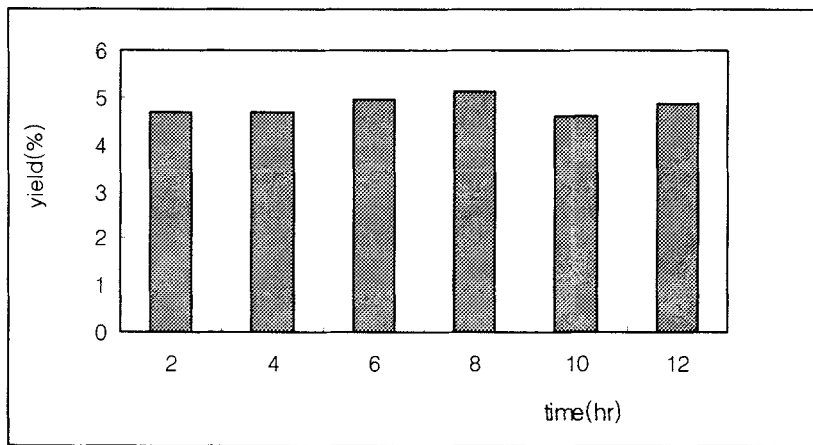


그림 1-18. 추출시간에 따른 농축물의 수율

#### 4) 추출용매 ethanol의 농도에 따른 추출율

oleoresin 추출수율을 높이기 위해 추출용매인 100% ethanol을 25%, 50%, 75%의 농도별로 희석하여 1 : 4비율(w/w)로 첨가하여 25℃에서 8시간 추출하였을 때의 추출수율을 표 1-22에 나타내었다. 가장 높은 수율을 나타내는 ethanol 농도는 50% ethanol이다. 이것은 15.43%로 물로 추출한 것보다 높은 수율을 나타내었다. 25% ethanol은 4.64%로 4.95%를 나타낸 100% ethanol보다 낮게 나타났지만 50% ethanol과 75% ethanol은 100% ethanol

을 사용하는 것보다 2-3배는 높은 것으로 나타났다. 0% ethanol 즉, water 는 13.42%로 높은 수율을 나타냈지만 위에서 말한 것처럼 여과하는 데 있어 어려움과 손실도 많다. 여과하는 과정에서 난이한 것은 25% ethanol도 마찬가지이다. 25% ethanol은 수율도 4.64%로 낮게 나타났다. 추출용매로 사용되는 적정한 ethanol은 물보다 2.01%나 높은 수율을 나타내며 여과하는 과정에서도 어려움이 없는 50% ethanol로 하였다.

표 1-22. ethyl alcohol의 농도에 따른 추출수율

ethanol의 농도	수율 (%)
0 %	13.42
25 %	4.64
50 %	15.43
75 %	10.13
100 %	4.95

#### 마. 생강 페이스트의 냉장, 냉동 및 건조제품 제조

1) 생강 마쇄물의 일반성분 : 원료 생강과 생강 마쇄물의 일반성분 조성은 거의 차이가 없었음.

표 1-23. Proximate composition of raw ginger and its paste

(unit : %)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Crude ash
Raw	89.0	2.4	0.8	7.0	0.8
Paste	89.2	2.3	0.7	7.0	0.8

2) 생강 마쇄물의 저장 중 품질변화 조사 :

- 방법 : 생강 마쇄물을 200g씩 필름 포장(retrot pouch)한 다음 30℃에 저장하면서 품질변화를 조사하여 주요 품질저하인자를 결정하고자 함

- 결과 : 생강 페이스트는 저장기간이 경과함에 따라 갈색화도(browning index)는 증가하고, 유리당 및 유리 아미노산은 감소하는 경향을 나타내었으나, 생강 특유의 매운 맛은 저장 30일 동안 큰 변화를 나타내지 못하였음. 특히 갈색화도는 초기의 0.482에서 0.873로, 유리당은 초기 0.97%에서 0.71%, 유리아미노산은 514.4mg%에서 303.5mg%로 감소하는 경향을 보여주었으나, 페이스트의 갈변도가 관능검사에서 가장 큰 영향을 미치고 있었음.

표 1-24. 저장기간별 갈색도 지수 와 유리당 함량

Storage days	0	10	20	30
Browning index	0.482	0.701	0.754	0.873
Free sugar (%)	0.97	0.90	0.78	0.71
Amino acids(mg%)	514.4	418.4	353.4	303.5

## 바. 생강 마쇄물의 건조제품 연구

### 1) 생강 마쇄물의 제조

### 2) 생강착즙액의 농축

#### 가) 역삼투압법

생강 착즙액의 역삼투압 농축은 착즙액중의 전분을 먼저 침전·분리한 후 역삼투압 농축기(DDS RO system, Lab-unit 20, Denmark)를 이용하였다. 역삼투막은 박층 복합필름으로 구성된 HR 98(Permeability %NaCl, <2.5)을 이용하여 상온에서 60bar의 압력으로 생강주스를 17 °Brix까지 농축한 다음 농축액과 사전 분리한 전분액을 혼합하였으며, 액화주스는 전분의 분리조작 없이 동일 농도로 농축하였다.

#### 나) 감압농축법

생강 주스의 농축은 이의 방법<sup>80)</sup>을 일부 수정하여 실험하였다. 즉, 감압농축기(RE121, Büchi, Switzerland)를 사용하여 40℃, 30~60mmHg의 조건에서 농축전 주스량의 1/2배량(12 °Brix 기준)이 될 때 까지 농축하였으며, 농축중 소실된 향기성분을 회수하기 위하여 농축전 시료량의 10% 회분에 상당하는 농축 초기의 응축수를 농축물에 재첨가하였다.

### 3) 생강농축액의 건조

#### 가) 냉동건조법

시료를 알루미늄 용기(300mm×400mm×4mm)에 넣고 -20℃에서 예비냉동시킨 후 냉동건조기(FD5512, IL-SHIN, Korea)를 이용하여 건조하였다. 냉동건조기의 chamber 압력은 0.4 torr이하였고 trap 온도는 -50℃이하였으며, 가열판 온도는 40℃로 설정하여 chamber내 온도, 선반온도, 시료온도가 일

정한 온도를 유지하기 시작한 다음 2시간이 지난 시점까지 건조하였다. 냉동 건조기는 일일 최대 12kg의 물을 승화시킬 수 있으며 건조실은 원통형의 선반식으로 내부 원통 크기는 500mm  $\phi$   $\times$  520mm L였다.

#### 나) 분무건조법

생강착즙액 과 액화주스의 분무건조는 feeding pump를 이용하여 시료를 일정하게 분무건조기(Bowen Engineering, USA)에 주입하여 건조하였으며, 주입시의 온도는  $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , 출구 온도는  $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 였다.

표 1-25. Operating conditions for spray drying ginger juice

---

Pump control : 20 rpm
Air control : 1.5kg/cm <sup>2</sup>
Aspirator control : 10.5psig
Inlet temperature : $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$
Outlet temperature : $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$

---

### 4) 생강마쇄물의 가공방법별 품질특성 조사

#### 가) 일반 품질특성

생강 착즙액을 농축 과 건조방법별로 제조한 분말의 일반 품질특성 과 수분용해도 지수는 표 1-26과 같다. 조지방의 경우에는 농축방법에 따라 약간의 차이를 보이고 있었는데, 생강 주스를 감압증류한 경우에는 증류단계에서 지질성분들이 일부 과량의 물과 함께 휘발된 관계로 역삼투압법보다 감소하는 경향이었으나, 건조방법별 함량차이는 인식할 수 없었다. 수분 용해도 지수는 농축 과 건조방법에 관계없이 3.2~3.4%의 범주로 차이가 없었다.

表 1-26. Effects of concentration and dehydration methods on physico-chemical properties of ginger paste

	Freeze dry		Spray dry	
	R · O	R · E	R · O	R · E
Crude Protein*(%)	23.24	21.44	23.58	22.15
Crude fat*(%)	1.42	1.21	1.50	1.20
Crude ash*(%)	10.99	10.16	12.05	11.88
Solubility	3.30	3.27	3.42	3.21

\* : dry basis

나) 표면색도 와 갈변도

농축방법별 색의 특성에서는 차이가 없었으나 건조방법에서는 lightness가 냉동건조제품과 분무건조제품이 각각 76.1~79.0, 80.7~81.5로 분무건조제품이 더 밝은 경향이었고, 갈변도 역시 각각 0.5~0.6, 0.3~0.4로 분무건조가 갈변을 억제하는 데 더 효과적이었다.

표 1-27. Effects of concentration and dehydration methods on surface color of ginger paste

	Freeze dry		Spray dry	
	R·O	R·E	R·O	R·E
Hunter L	76.12	79.02	81.50	80.72
Hunter a	-0.68	-0.58	-0.04	0.41
Hunter b	23.96	23.27	24.93	24.69
Browning index	0.61	0.51	0.41	0.39

다) 유리당

농축 과 건조방법별 당의 변화를 살펴보면 착즙액을 역삼투압으로 농축한 경우에는 냉동건조분말 16.3%, 분무건조분말 14.2%, 감압농축법에서는 각각 16.5%, 14.1%로 농축방법에 따른 차이라기 보다는 건조방법에 따라 당의 함량이 차이가 있었으며, 냉동건조가 분무건조보다 당의 보유율이 높은 것을 알 수 있었다.



표 1-28. Effects of concentration and dehydration methods on free sugars of ginger paste

(unit: %, dry basis)

	Freeze dry		Spray dry	
	R·O	R·E	R·O	R·E
Glucose	5.47	5.88	3.05	4.01
Fructose	4.48	5.13	4.47	5.24
Sucrose	5.94	4.90	6.14	4.29
DP2	0.28	0.28	0.25	0.28
DP3	0.12	0.10	0.12	0.12
DP4	-	0.18	0.14	0.19

#### 라) 유리아미노산

생강 착즙액을 RO농축한 후 냉동건조하면 초기치 3770.2mg/100g에서 3827mg/100g로 약 1.5%정도 증가하였으나 분무건조한 경우에는 2834.3mg/100g로 총 유리아미노산이 약 25%정도 감소하고 있었다. 또한 감압증류법으로 농축한 착즙액을 각각의 방법으로 건조한 경우 생강착즙액에 있어서는 냉동건조가 3722.8mg/100g, 분무건조시 2316.6mg/100g로 초기치에 비하여 각각 1.3%, 38.6% 정도 감소하는 경향이였다. 이상과 같은 결과로부터 생강 주스의 유리아미노산은 역삼투압식이나 감압증류식의 농축과정이나 냉동건조 중에서는 소실되지 않으나 건조온도가 높은 분무건조과정에서 상당량 감소함을 알 수 있었다.

Ⅴ 1-29. Effects of concentration and dehydration methods on free amino acids of ginger paste

(unit:mg/100g sample, dry basis)

	Freeze dry		Spray dry	
	R · O	R · E	R · O	R · E
Aspartic acid	195.0	172.4	299.0	226.7
Glutamic acid	371.1	352.5	357.5	279.4
Serine	1285.1	1268.0	863.2	690.6
Glycine	461.4	461.2	295.2	237.1
Histidine	76.6	72.7	67.0	56.1
Arginine	507.3	496.2	296.6	239.0
Threonine	152.6	145.0	101.5	80.2
Alanine	166.8	158.9	120.2	102.6
Proline	75.4	72.0	73.8	62.6
Tyrosine	65.8	59.5	55.3	45.3
Valine	116.1	106.3	78.8	56.2
Methionine	46.3	43.4	50.7	54.1
Cysteine	0	0	0	37.0
Isoleucine	70.1	63.1	42.1	31.8
Leucine	98.0	87.6	54.8	41.9
Phenylalanine	74.0	67.1	52.7	44.7
Lysine	66.5	96.8	25.8	30.9
Total	3827.9	3722.8	2834.3	2316.6

마) 생강분말의 향기강도

농축과 건조방법에 따른 생강 착즙액 분말의 향기성분 강도테스트를 평점법으로 실시한 결과는 표 1-30과 같다. 생강 분말의 농축 과 건조방법별 향기성분은 통상적인 5% 수준보다 유의성이 높은 0.1% 이하의 수준에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 생강분말의 향기는 RO농축이 감압농축보다 향기의 강도를 더 잘 유지할 수 있으며, 건조방법별로는 냉동건조가 분무건조보다 우수한 결과를 보이고 있음을 관능적으로도 알 수 있었다.

표 1-30. Effects of concentration and dehydration methods on flavor intensity of ginger paste

Freeze dry		Spray dry	
R·O	R·E	R·O	R·E
8.2 <sup>a)</sup>	7.1 <sup>ab)</sup>	6.4 <sup>bc)</sup>	5.5 <sup>cd)</sup>

Significant at  $p < 0.001$

a,b,c,d : Means with the same letter are not significantly different( $p < 0.05$ )

## 사. 생강 마쇄물의 유통기술 개발

### 1) 생강마쇄물의 살균기술

가) 살균방법 : 가열살균 및 감압살균

나) 살균온도 : 60, 80, 100, 120℃

다) 생강 마쇄물의 살균중 품질loss 조사

표 1-31. 생강마쇄물의 살균온도 시간에 따른 미생물수와 색, 관능품위의 상관관계

살균온도	Control	60℃				80℃	100℃		120℃	
		15	30	45	60	5	5	10	5	
살균시간										
미생물수 (cfu/g)	1.7x10 <sup>6</sup>	8.5x10 <sup>6</sup>	6.5x10 <sup>6</sup>	6.5x10 <sup>6</sup>	6.0x10 <sup>6</sup>	6.1x10 <sup>6</sup>	-	-	-	
색	L	0	-1.82	-0.65	-3.79	-4.09	-9.88	-3.47	-8.87	-9.40
	a	0	0.2	0.61	0.19	0.43	2.74	2.18	1.04	7.03
	b	0	-2.27	-3.29	-3.68	-4.07	-3.56	-3.49	-7.6	-8.48
관능품위 (냄새)	5.00	4.03	3.21	2.98	2.47	2.32	2.83	3.54	3.58	

라) 살균방법의 채택 : 생강 마쇄물의 감압살균은 오염 미생물에 대한 멸균효과와 함께 일반살균방법보다 이취의 발생율도 억제하는 효과가 있어, 본 조사방법들 중에서 가장 효과적인 것으로 판단됨

## 2) 생강 마쇄물의 변색억제기술 개발

### 가) 갈변억제제의 선정

- 대상물질 : vitamins(V), organic acids(O), amino acids(A), inorganic materials(IMa, IMb)

표 1-32. 생강 마쇄물의 상온유통(20℃) 중 갈변억제효과 조사

Surface color	Storage days	Control	Vitamin	Amino acid	Organic acid	IMa	IMb
L-value	0	70.23	74.58	74.55	70.65	68.11	63.12
	1	72.75	73.21	69.62	64.36	65.67	65.49
	2	67.62	72.84	68.99	63.13	63.33	66.6
a-value	0	-2.69	-2.22	-1.08	-1.51	-1.52	-0.88
	1	-1.31	-0.7	2.42	1.5	1.68	0.08
	2	0.92	-0.38	2.86	2.72	3.81	-0.42
b-value	0	34.21	31.37	29.05	32.91	30.4	30.69
	1	30.52	25.15	21.21	25.79	26.82	30.77
	2	23.49	24.18	20.17	24.93	23.63	30.97

표 1-33. 생강 마쇄물의 저온유통(5℃) 중 갈변억제효과 조사

Surface color	Storage days	Control	Vitamin	Amino acid	Organic acid	IMa	IMb
L-value	0	70.23	74.58	74.55	70.65	68.11	63.12
	5	68.68	73.67	71.84	67.68	65.66	60.37
	10	68.98	73.24	71.35	67.41	66.25	62.26
a-value	0	-2.69	-2.22	-1.08	-1.51	-1.52	-0.88
	5	-1.51	-1.37	0.41	-0.73	1.79	3.5
	10	-1.06	-1.25	1	0.49	2.09	3.12
b-value	0	34.21	31.37	29.05	32.91	30.4	30.69
	5	32.42	28.98	26.39	28.9	30.91	31.57
	10	32.7	28.82	26.26	28.92	31.36	33.72

나) 갈변억제제의 조합

표 1-34. 생강마쇄물의 갈변억제제의 조합

Color	Storage days	Mixture ratio of antibrowning materials							
		1	2	3	4	5	6	7	8
L-value	0								
	1	76.11	77.61	76.58	79.05	77.36	79.00	79.42	78.83
	2	75.25	76.53	76.03	78.39	75.71	78.44	78.90	78.01
	3	74.16	75.19	75.09	77.46	75.15	77.67	78.41	77.71
	4	73.17	74.63	75.32	77.38	74.61	77.18	77.89	77.19
a-value	0								
	1	-4.65	-4.14	-3.67	-4.02	-4.18	-4.27	-3.97	-4.18
	2	-4.11	-3.96	-3.30	-3.72	-3.61	-3.98	-3.73	-3.84
	3	-3.60	-3.46	-3.31	-3.35	-3.30	-3.66	-3.49	-3.80
	4	-3.36	-3.24	-3.09	-3.42	-3.35	-3.68	-3.47	-3.95
b-value	0								
	1	33.16	33.32	32.49	32.08	32.79	32.78	31.81	32.40
	2	31.44	32.13	31.63	30.63	31.33	31.58	31.03	30.68
	3	30.44	31.05	30.44	29.54	30.40	30.65	30.07	29.43
	4	29.71	30.01	30.38	29.35	29.47	30.15	29.88	29.07

### 3) 생강 마쇄물의 유통기술 개발

#### 가) 처리공정 확립실험

- 감압살균방법 : 생강 → 마쇄 → 갈변억제처리 → 포장 → 살균 → 유통
- 가열살균방법 : 생강 → 마쇄 → 갈변억제처리 → 살균 → 포장 → 유통
- 비가열처리 : 생강 → 마쇄 → 갈변억제처리 → 포장 → 유통
- 대조구 : 생강 → 마쇄 → 포장 → 유통

#### 나) 포장기술 확립실험

- 포장방법 : 진공포장, LLDPE포장
- 유통온도 : 5℃, 20℃

#### 다) 처리공정 및 포장방법별 생강 마쇄물의 유통중 품질변화조사

- 품질특성 : 표면색, 고액분리, 관능특성
- 적정 유통기술 확립

### 아. 생강과 배 등의 과실류 혼합 기능성 드링크 개발

생강과 배의 배합비를 결정하고 당류, 산미료 및 기타 한약재를 첨가하여 기침 및 감기예방용 기능성드링크 제품을 매우 많은 처리구로 제조해 본 결과 배 27.0, 생강 2.5, 통후추 0.1, 정백당 6.0, 대추 2.0, 벌꿀 1.0, 당귀 0.5, 천궁 1.5, 정제수 59.4%로 배합한 처리구가 기호성이 가장 좋았다.

### 3. 마늘, 양파, 고추 및 생강의 수확 후 처리기술 및 산지가공을 위한 종합적 처리 시스템 개발

#### 가. 수확 후 전처리 및 저장성 향상을 위한 1,2차 연도 연구 결과에 대한 산업화 연구

1) 마늘, 양파, 생강을 수확기에 대량처리하기 위하여 페이스트(paste)로 제조하여 급속냉동처리하는 기술을 산업화하고자 하였다. 우선 마늘, 양파, 생강을 세척한 후 초피에서 거칠게 간 후 30×300×300mm 블록 형태로 비닐봉지에 넣어 성형하여 -60℃의 냉풍식 냉동기에서 급속냉동하여 4-5시간 후 완전냉동된 제품을 -18℃의 냉동고에 보관하였다가 제품의 수요에 따라서 출하한다. 성수기의 양념류를 대량처리할 수 있으며, 신선도가 매우 높으며, 그 이용성도 다양하며, 저장시의 부피도 현저하게 감소시킬 수 있다.

2) 마늘과 양파의 수확 후 전처리 기술의 산업화는 예건기간의 단축 및 예건 중 품질손상을 방지하기 위하여 차압식 가속예건 처리방법을 적용하여 37℃에서 5mmAq일 때 3일 이내에 예건이 가능하였으며 이는 기존의 예건 방식에 비하여 기간을 최소 반이상 단축시킬 수 있는 결과였다. 따라서 마늘의 주산지에 적정용량의 차압예건 처리장치를 설치하는 방안을 검토 중에 있다.

3) 마늘의 장기저장 기술로서 CA저장기술을 확립하였다. 저장 6개월 후 중량 감모율, 부패율에서 매우 우수하여 CA저장이 매우 유리한 것으로 나타나 장기비축을 위해서는 마늘 산지에 CA저장고의 설치가 필요한 것으로 판단되었다. 그러나 이것도 역시 CA저장고의 설치비에 대한 장기비축시의 마늘가격의 경제성을 평가한 후 산업화를 검토하고 있다. 신규의 설치보다



는 인근 기존 시설을 이용할 수 있는지도 검토하고 있다.

4) 단양산 마늘을 현장의 재배포에서 Maleic Hydrazide를 처리하여 재배한 마늘에 대하여 청변발생 유무를 조사한 결과 MH처리와 청변과는 상관이 전혀 없는 것으로 나타났다. 항간에 농약의 살포에 의해서 청변이 발생한다고 하여 제품의 반품사태가 일어나거나 소비자들의 불신을 산 경우가 많았는데 본 연구 결과를 적극 활용하면 청변이 농약의 살포와는 전혀 상관이 없는 마늘의 생리적 현상이라는 것을 홍보하여 마늘의 소비촉진에 기여할 수 있을 것으로 본다.

#### 나. 개발된 가공제품에 대한 가공공정 확립 및 산업화 연구

1) 마늘의 청변 방지 기술에 대한 산업화는 참여기업인 하농식품에서 공장단위 생산 규모로 실제 생산을 시도하고 있다. 하농식품에서 기존의 그공장의 생산방법에 본 연구에서 개발한 기술을 접목하여 제품의 저장안정성과 품질을 높이고자 실용화 연구를 마무리하고 있다. 우선 냉장저장 후 간마늘 제품으로 제조할 때 물리적인 방법으로 20-30℃에서 7-10일 동안 curing한 후 콤프레셔를 이용한 공기압식 대량 박피기에서 박피한다. 박피된 마늘은 오존수에서 세척하여 초기의 균수를 최소화한 후 초퍼에서 거칠게 간다. 이 때 청변을 방지하기 위하여 L-cysteine 0.5%를 소량의 물에 녹인 후 분무하여 첨가한다. 한편 또 하나의 유통중의 품질열화의 중요한 지표인 갈변을 방지하기 위해서는 L-ascorbic acid와 citric acid를 각각 0.25%씩 같은 방법으로 동시에 첨가한다. 이 후 적정량씩 포장된 제품은 가능하면 5℃ 이하로 급냉하여 제품창고에 보관하여 냉장유통되도록 한다.

2) 반찬용 마늘, 양파 절임제품의 품질개선과 산업화는 현재 시중에 판매되고 있는 제품이 매우 짜고 색깔이 간장에 절임으로서 어둡고 진하여 요즈

음의 식문화에 적합하지 않은 면이 있기 때문에 제품의 염도를 낮추고, 맛도 장년층이나 젊은이들 모두에게 적합한 방향으로 개선하고 색깔도 백색이나 약간의 카라멜 색깔이 있을 정도의 제품으로 제조하여 산업화하고자 하였다. 그 제조공정은 마늘과 양파를 적당한 크기로 절단 한 후 5%의 식초 용액을 65℃로 가열한 후 이 액을 스테인레스 탱크에 넣고 뜨거운 상태에서 절단된 마늘과 양파를 투입한다. 그 위에 스테인레스 망으로 된 것을 무겁게 눌러서 침지한 마늘과 양파가 떠오르지 않도록 한다. 이렇게 눌러진 상태에서 10℃ 냉장고에서 3주일이 경과한 후에 이들을 건져내어 여기에 조미액을 다시 부어서 병입하여 60℃에서 30분 동안 살균하여 냉장 혹은 상온 보관한다.

3) 수출용 생강절임 제품의 산업화는 2년차 연구에서 상당히 좋은 결과를 얻어 참여기업인 완주군 봉상생강조합에서 적극적으로 산업화를 추진 중에 있으며 금년 중으로 수출을 달성하기 위하여 현재 미국 바이어와 수출상담 중에 있다. 산업화를 위한 제조공정은 생강→세척→절년→절임→조미→포장의 공정으로서 기존의 참여기업에서 사용하고 있는 기계나 설비를 이용하는 것이 많으며 포장기 정도만 다시 설치하면 제품의 제조가 가능할 것으로 본다. 본 시제품을 제조하여 2001년도 5월에 미국의 대형 시장에 직접 가져가서 시식한 결과 일본산, 중국산에 품질이 부족하지 않고 경쟁력이 있을 것으로 평가되어 적극적으로 실용화를 서두르고 있다.

4) 양념용과 식품중간 소재용 마늘과 양파주스 제품의 산업화는 현재 참여기업인 하농식품에서 추진하고 있다. 우선 그 제조공정은 마늘 혹은 양파→세척→마쇄→효소첨가→효소반응→착즙→농축→포장 혹은 착즙→포장→냉동 하는 공정으로서 그 용도는 매우 다양하게 이용할 수 있다. 액상양념류 제품의 소재나 분말양념류의 소재로도 언제나 이용이 가능하다. 최근에는 건강식품의 원료로도 생산이 시도되고 있다.

5) 생홍고추를 이용한 핫소스의 산업화는 참여기업인 부농에서 산업화를 추진하고 있다. 그 제조공정은 일반 생홍초와 청양 생홍초→초핑→콜로이드 밀 마쇄→조미→병입→탈기→살균으로 우선 대량생산으로 가지 않고 소량의 시험생산 및 판매를 위해서 콜로이드밀 장치와 hot-filling 병조립장치의 설비를 고려하고 있다. 만약에 이것도 어렵다면 병조립장치는 수동으로 시도하려는 시험도 하고 있다. 그러나 수동은 품질의 관리가 균일하지 못하고 생산성이 매우 낮은 단점이 있어 기계설비비와 경제성을 검토할 예정이다.

6) 양념채소류를 이용한 외식산업형 절임제품 산업화는 마늘절임제품과 풋고추절임제품을 산업화하고자 하였다. 마늘절임제품의 제조공정은 마늘→박피→세척→염장→탈염→조미→포장의 공정으로서 기존의 마늘절임 제품에 비하여 짠맛이 매우 낮고 가다랭이추출물로 지미를 보강하고 산미료를 적당히 첨가하여 신선한 맛을 줌으로서 외식산업에 적당할 것으로 생각된다. 제조설비도 과다하지 않고, 제품의 제조가 가능할 것으로 추정된다. 풋고추절임제품도 그 제조공정이 마늘절임제품과 거의 같다. 다만 조미방법이 차이가 있다. 수입되고 있는 미국산, 독일산과 비교한 풍미와 맛을 내도록 제조하였으며, 역시 세콤달콤한 맛으로 기존의 전통 풋고추절임과는 그 맛이나 풍미가 크게 차이가 나도록 제조하여 외식업계에서 사용이 가능하도록 산업화를 시도하고 있다. 현재 핫소스 제품은 생홍초를 이용하여 고추장, 다대기 등을 제조하여 판매하는 남제천농협에 기술전수를 위해 시제품을 만들어 제시한 상태이다.

7) 마늘 및 양파의 기능성 고찰 및 가공제품의 생체보호능 평가 결과는 본 연구를 통하여 생산되는 제품의 기능성과 관련된 홍보에 적극적으로 활용할 예정이다.

8) 극초단파 추출장치를 이용한 마늘 및 양파의 올레오레진과 추출농축제

품의 개발은 지금까지 실험실용 극초단파 추출장치를 사용하여 효율적인 제품을 얻었다. 산업화를 위해서는 scale-up된 장치의 개발이 지속적으로 추진되어야 할 것으로 본다.

9) 분말식품용 무취 소재화를 위한 코팅 시험의 산업화는 외부 환경으로부터 내용물의 생리적 활성이 파괴되지 않도록 효과적으로 보호하거나 내부 물질이 특이한 성상을 갖는 물질, 특히 냄새나 맛이 나쁜 경우에 이러한 소재의 외부를 피복하는 기술로서 본 연구에서는 hybridization system을 이용하여 마이크로캡슐화 방법을 이용하였다. 역시 산업화를 위해서는 실험실 규모가 아닌 대형 용량의 기계설비가 필요하여 당장 산업화를 위한 사업추진은 신중히 검토되고 있는 단계이다. 외국인을 위한 건강식품의 소재로 사용할 경우 이 기술이 적절히 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

10) 마늘 및 양파로부터 초임계이산화탄소를 이용한 essential oil추출 연구의 산업화는 우선 본 연구의 결과 실험실 규모의 초임계추출장치를 제작 완료하여 추출실험을 수행하였고 그 적정 추출조건도 확립하였다. 그러나 산업화를 위해서는 대량생산용 기계설비의 투자비와 목적하는 제품의 시장성이나 상품성을 고려한 경제성 분석이 검토되고 있다.

#### **다. 산지 종합적 처리 시스템 개발**

양념채소류의 산지 종합적 처리 시스템 개발은 양념류 주산지별로 검토되고 있다. 주산지별 예건처리, 저장고, 가공처리 공장 등을 종합한 처리 시스템을 구상하고 있다. 그와 관련된 Lay-out을 그리기 위하여 작업 중이다.

#### **라. 사업타당성 검토**

산업화 가능성이 높은 제품이나 장기 저장처리 시스템에 대한 경제성 분석을 시작하고 그 자료를 수집, 분석하고 있다.

## 4. 청변이 발생하는 요소구명

### 가. 마늘 싹 측정

본 연구의 목적은 maleic hydrazide 처리한 마늘이 청변현상과 밀접한 관계가 존재하는지가 주목적이므로 마늘 저장 중 마늘의 부패와 중량감소 등 외형적 특성 조사는 수행하지 않았다. 그러나 마늘 청변현상의 제요인을 구명하기 위한 연구의 한 방법으로 생리적 특성의 하나인 저장 중 싹이 발생하는 발아 길이를 측정하였다. 표 1-35에 기술한 바와 같이 실온에서 저장한 무처리 및 MH처리된 마늘은 무처리의 경우 초기 0일에서 60일이 경과 후부터 서서히 싹이 돌아 나와 마늘 싹은 약 1.8 mm 크기로 약간 성장되었다. 75일 된 마늘에서는 초기보다 약 3.0 mm로 발아되었으나 MH처리한 마늘은 일정한 유형을 보여 주었는데 특이한 현상은 발견할 수 없었다. 한편, 저온에서 저장 보관된 무처리 및 MH처리한 마늘은 서로 유사한 경향을 나타내어 커다란 변화를 관찰할 수 없었으나 실온에서 저장된 마늘과 비교해 볼 때 4~5 mm이상 마늘 싹이 늘어났음을 알 수 있었다.

표 1-35. 저장기간 중 발아 길이

단위: mm

저장기간(일)	실 온		저 온	
	무처리	MH처리	무처리	MH처리
0	6.7	8.1	6.7	8.1
편차*	1.3	2.0	1.3	2.0
15	7.3	7.5	8.1	8.1
편차	1.1	1.4	1.5	1.5
30	7.2	7.8	7.4	8.6
편차	0.9	0.9	1.2	1.0
45	7.2	8.8	9.9	9.9
편차	1.0	1.6	1.6	1.3
60	8.5	9.6	11.9	13.1
편차	0.9	1.6	1.5	1.2
75	9.7	9.0	13.6	13.9
편차	1.3	1.2	1.1	1.6

한편 김(1990) 등은 저장마늘의 녹변현상에 관한 연구에서 마늘의 외형특성에 보고에 따르면 녹변이 발생하는 마늘의 경우 싹의 외피에 안토시아닌 계통의 붉은 색이 침착되어 있었다고 발표하였으나 본 연구에서는 그러한 결과를 얻을 수 없었는데 이는, 시료차이에 따른 결과 사료된다.

#### 나. 대조구와 MH처리한 마늘의 청변발생 구명

우리 나라 식생활에서 주요한 향신료의 하나인 마늘은 수확한 후 상온과 저온에 저장하면서 필요에 따라 공급과 소비되고 있는데 저장 중 발아나 부패 그리고 변질로 인한 질적, 양적 손실은 매우 크다. 특히 마늘을 박피하고 착즙기나 마쇄기로 분쇄하여 조리시 간편하고 편리성을 도모하기 위해 다대기를 제조하여 냉장 또는 냉동하게 되는데, 이때 일부는 저장 중이거나 유통과정 중에 청변현상이 발생하여 제품을 생산자에게 반품시키거나 동물사

료 혹은 폐기하는 경우가 발생한다. 이로 인해 매스컴이나 신문지상 또는 소비자보호단체에서는 청변 발생 원인은 농약이나 방부제 그리고 기타 식품 첨가물을 마늘에 첨가함으로써 기인된다고 보는 견해가 매우 많은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 농약이나 방부제로 알려져 있는 맹아억제제의 하나인 성장조절제 코링(maleic hydrazide, 씨엠액제)을 인위적으로 마늘밭에 시비한 후 수확하여 일정시간동안 예건시킨 다음 MH처리한 마늘과 무처리한 마늘을 서로 비교하여 본 연구의 주목적인 maleic hydrazide가 과연 청변 생성을 유도시키는지 조사하였다. 표 1-36은 실험실에서 마늘 저장실험 직전 각 구간별로 초기의 색도값을 측정하기 위해 마늘을 박피하여 녹즙기로 마쇄한 후 일정시간별로 색차계로 측정한 값으로 시간에 따른 마늘 청변 생성을 살펴본 결과, 무처리한 마늘이나 MH처리한 마늘 모두 청변 발생에 주요 작용을 하는 a, b 값이 유사한 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

한편, 표 1-37은 15일 간격으로 시료를 채취하여 75일이 경과된 마늘까지 녹즙기로 마쇄한 후 6시간이 지난 후 측정한 각각의 색차계값으로서 초기(0일)의 L, a, b값과는 커다란 차이를 발견할 수 있었다. 즉, 무처리한 마늘과 MH처리한 마늘의 경우 실온에서 저장보관된 마늘에서는 a 값의 경우 일정한 크기로서 큰 차이를 보이지 않았으나, 저온에서는 무처리나 MH처리한 마늘은 모두 a 값이 -4이하로 관찰되었고, 외관상으로도 심한 청변 발생현상을 목격할 수 있었다. 자료는 공개하지 않았으나 저온에서 저장된 무처리나 MH처리한 마늘은 녹즙기로 마쇄한 후 2시간정도 흐르면 외관상 청변이 발생하는 것이 육안으로 목격되었고, 4시간이 지나면 완전히 청변현상이 관찰되었다. 따라서 MH처리한 마늘 뿐만아니라 무처리한 마늘에서도 청변이 일어난 사실을 비추어 볼 때 일반적으로 알려진 맹아억제제, 농약, 방부제로 알려진 MH가 청변현상 유발인자가 아님을 확인할 수 있었다(그림 1-19)

표 1-36. 무처리한 마늘과 MH처리한 마늘의 색도변화

	시간	무처리			MH처리		
		L	a	b	L	a	b
평균	0	54.5	-3.4	11.1	54.2	-3.5	10.8
편차*		1.0	0.1	0.4	1.0	0.1	0.5
평균	2	53.6	-2.8	10.8	54.9	-2.9	10.3
편차		1.0	0.1	0.4	0.9	0.1	0.4
평균	4	54.1	-2.5	10.9	53.7	-2.7	10.6
편차		1.2	0.1	0.9	0.9	0.1	0.4
평균	6	53.6	-2.0	11.4	54.7	-2.5	10.1
편차		0.8	0.2	0.5	0.9	0.1	1.0
평균	8	53.7	-1.8	11.7	53.8	-2.2	11.2
편차		0.6	0.1	0.6	0.7	0.1	0.4
평균	10	53.5	-1.8	11.0	54.0	-2.7	10.2
편차		1.0	0.4	0.8	0.7	0.1	0.7
평균	12	52.1	-0.7	10.2	52.4	-1.1	10.7
편차		0.6	0.4	0.3	0.9	0.4	0.6
평균	24	49.2	3.6	10.6	51.5	2.3	11.1
편차		1.1	0.5	0.7	0.8	0.3	0.7
평균	36	49.1	6.5	13.1	51.1	5.6	12.6
편차		1.3	0.6	1.2	1.4	1.0	0.9
평균	48	49.0	7.4	11.6	49.5	7.2	12.0
편차		1.0	0.3	0.9	1.0	0.4	0.8



표 1-37. 각 처리구별(15일 간격)로 6시간 경과후의 색도변화

		무처리						MH처리					
		실온			저온			실온			저온		
	기간 (일)	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
평균 편차*	0	53.6	-2.0	11.4	53.6	-2.0	11.4	54.7	-2.5	10.1	54.7	-2.5	10.1
		0.8	0.2	0.5	0.8	0.2	0.5	0.9	0.1	1.0	0.9	0.1	1.0
평균 편차	15	51.1	-3.7	11.2	53.9	-4.9	13.2	50.5	-3.5	10.6	55.0	-4.7	13.5
		1.8	0.1	0.7	1.4	0.2	0.5	1.3	0.1	0.6	2.3	0.2	0.6
평균 편차	30	50.0	-1.6	10.9	51.4	-5.2	11.2	50.5	-3.5	10.6	55.0	-4.7	13.5
		1.2	0.2	0.7	1.2	1.2	0.5	1.3	0.1	0.6	2.3	0.2	0.6
평균 편차	45	52.8	-3.3	11.4	48.2	-8.9	6.5	52.0	-3.6	10.7	49.1	-8.9	6.4
		0.9	0.2	0.5	0.5	0.2	0.3	0.6	0.1	0.5	0.4	0.2	0.2
평균 편차	60	51.9	-2.8	13.6	46.8	-9.0	5.5	51.6	-3.5	12.0	50.0	-8.0	5.6
		1.1	2.2	0.8	0.5	0.4	0.2	1.2	0.3	0.8	0.8	0.7	0.6
평균 편차	75	51.3	-4.2	13.8	47.5	-8.3	6.7	52.1	-3.9	13.4	47.8	-8.1	6.3
		1.2	0.4	1.0	0.8	0.3	0.4	1.1	0.1	0.5	1.5	0.4	0.7



그림 1-19. 단양산 마늘의 maleic hydrazide 처리한 색도변화

한편, 우리 나라에서의 MH 허용기준은 양파, 고추, 담배 등 식물의 품종에 따라 약간 차이는 있으나 일반적으로 50 ppm이며, 외국의 경우도 다소 차이는 있으나 50 ppm으로 알려져 있다. 따라서 마늘에 있어서 국내 MH 허용기준은 없으나 일반적인 기준인 50 ppm으로 설정하여 1차년도 연구를 수행하였다. 실온무처리, 실온 MH처리, 냉장무처리, 냉장 MH처리한 마늘을 HPLC로 분석한 결과(자료제공 하지 않았음) 4종의 시료에서 전혀 검출되지 않았으며 시중에 유통된 마늘을 구입하여 상기와 같은 방법으로 분석했을 때도 모두 불검출되었다. 이러한 원인으로는 다른 식물체에 살포시 MH를 직접 시비한데 비해 마늘은 수확하기 보름전에 살포한 MH가 잎에서 줄기를 통해 뿌리로 전이되는 시간이 결여된 것으로 사료된다.

또한 저장기간에 따른 유리당 변화를 HPLC로 분석한 결과 fructose와 sucrose만 검출되었고 glucose는 검출되지 않았는데 그 결과는 표 1-38과 같다.

표 1-38에 기술한 바와 같이 무처리와 MH처리한 유리당 함량은 초기 0

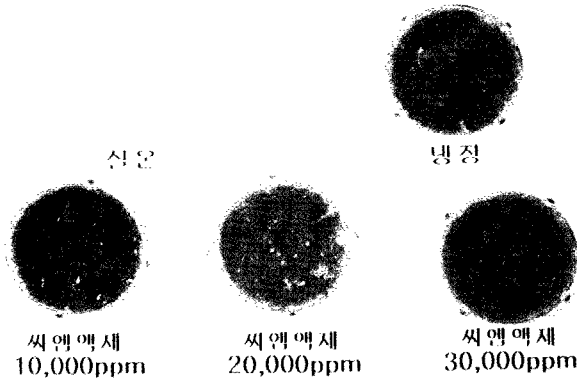


그림 1-19. 단양산 마늘의 maleic hydrazide 처리한 색도변화

한편, 우리 나라에서의 MH 허용기준은 양파, 고추, 담배 등 식물의 품종에 따라 약간 차이는 있으나 일반적으로 50 ppm이며, 외국의 경우도 다소 차이는 있으나 50 ppm으로 알려져 있다. 따라서 마늘에 있어서 국내 MH 허용기준은 없으나 일반적인 기준인 50 ppm으로 설정하여 1차년도 연구를 수행하였다. 실온무처리, 실온 MH처리, 냉장무처리, 냉장 MH처리한 마늘을 HPLC로 분석한 결과(자료제공 하지 않았음) 4종의 시료에서 전혀 검출되지 않았으며 시중에 유통된 마늘을 구입하여 상기와 같은 방법으로 분석했을 때도 모두 불검출되었다. 이러한 원인으로는 다른 식물체에 살포시 MH를 직접 시비한데 비해 마늘은 수확하기 보름전에 살포한 MH가 잎에서 줄기를 통해 뿌리로 전이되는 시간이 결여된 것으로 사료된다.

또한 저장기간에 따른 유리당 변화를 HPLC로 분석한 결과 fructose와 sucrose만 검출되었고 glucose는 검출되지 않았는데 그 결과는 표 1-38과 같다.

표 1-38에 기술한 바와 같이 무처리와 MH처리한 유리당 함량은 초기 0

일에서 75일까지 경시적으로 살펴본 결과 특이한 현상을 발견할 수 없었다. 한편, 무처리와 MH처리한 유리아미노산의 분석결과는 표 1-39와 같다. 무처리한 마늘을 실온에서 저장한 마늘은 총 유리아미노산 함량은 638.0 mg/100g이었고, MH처리한 마늘은 총 유리아미노산 함량은 630.3 mg/100g이었다. 또한 MH처리한 마늘을 실온에서 저장한 마늘은 총 유리아미노산 함량은 670.9 mg/100g이었고, MH처리한 마늘은 총 유리아미노산 함량은 682.5 mg/100g으로 유리당과 같이 별다른 차이점을 발견 할 수 없었다.

표 1-38. 무처리와 MH처리한 마늘의 유리당변화 mg/100g

기간 (일)	부처리						MH처리					
	실온			냉장			실온			냉장		
	F <sup>*1</sup>	G <sup>*2</sup>	S <sup>*3</sup>	F	G	S	F	G	S	F	G	S
0	150.9	-	652.9	150.9	- <sup>*4</sup>	652.9	142.5	-	600.7	142.5	-	600.7
15	200.5	-	592.5	355.9	-	825.9	199.8	-	585.2	401.2	-	799.8
30	224.9	-	600.9	390.4	-	888.9	201.9	-	611.5	395.8	-	821.5
45	235.9	-	625.8	400.5	-	947.8	212.2	-	599.4	421.5	-	935.9
60	244.9	-	633.4	388.9	-	925.3	229.8	-	602.5	415.9	-	922.5
75	250.9		644.5	405.8	-	939.4	255.7	-	628.1	414.4	-	919.4

F<sup>\*1</sup>: fructose

G<sup>\*2</sup>: glucose

S<sup>\*3</sup>: sucrose

-<sup>\*4</sup>: not detected

한편, 무처리와 MH처리한 유기산의 분석결과는 표 1-40~43과 같다.

표 1-39. 무처리와 MH처리한 마늘의 유리아미노산변화

단위 : mg/100g ,WB

	무처리		MH	
	실온	냉장	실온	냉장
Asp	6.4	8.3	7.4	4.2
Ser	19.9	16.6	20.3	17.4
Glu	22.5	24.4	19.5	27.3
Gly	2.4	2.1	3.0	3.8
His	5.2	5.8	4.4	6.5
Thr	13.4	14.6	15.1	16.0
Arg	479.2	499.1	469.2	500.0
Ala	7.7	8.0	6.6	8.8
Pro	12.5	15.1	13.9	17.2
Cys	6.0	5.8	6.6	6.0
Tyr	5.9	7.9	6.9	7.8
Val	6.2	7.2	6.5	7.8
Met	2.4	2.5	2.5	2.2
Lys	35.5	38.0	35.5	40.9
Isoleu	3.7	3.8	3.0	4.4
Leu	3.8	5.7	3.9	5.9
Phe	5.3	5.9	5.9	6.1
Total	638.0	670.9	630.3	682.5

표 1-40. 실온저장한 무처리 마늘의 유기산 변화(실온)

단위 : mg/100g, WB

기간(일)	citric acid	pyruvic acid	fumaric acid	malic acid	total
0	599.2	180.9	7.9	134.8	922.8
15	589.7	184.2	8.2	140.9	923.0
30	601.8	179.5	8.4	143.8	933.5
45	588.1	178.0	7.9	138.9	912.9
60	600.5	182.7	7.8	140.7	931.7
75	586.2	188.2	8.2	142.3	924.9

표 1-41. 실온저장한 MH처리한 마늘의 유기산 변화(실온)

단위 : mg/100g, WB					
기간(일)	citric acid	pyruvic acid	fumaric acid	malic acid	total
0	602.3	179.5	8.2	128.9	918.9
15	605.4	169.7	7.9	130.8	913.8
30	610.7	180.1	6.9	144.5	942.2
45	600.4	184.2	8.5	140.8	933.9
60	598.7	179.2	7.7	133.8	919.4
75	599.1	180.5	7.9	136.7	924.2

표 1-42. 냉장저장한 무처리한 마늘의 유기산 변화(냉장)

단위 : mg/100g, WB					
기간(일)	citric acid	pyruvic acid	fumaric acid	malic acid	total
0	599.2	180.9	7.9	134.8	922.8
15	640.5	220.5	8.2	150.6	1019.8
30	645.9	245.9	8.9	149.8	1050.5
45	650.7	250.4	7.9	155.9	1064.9
60	655.9	239.5	8.2	149.7	1053.3
75	647.1	240.8	8.9	153.7	1050.5

표 1-43. 냉장저장한 MH처리한 마늘의 유기산 변화(냉장)

단위 : mg/100g, WB					
기간(일)	citric acid	pyruvic acid	fumaric acid	malic acid	total
0	602.3	179.5	8.2	128.9	918.9
15	654.9	225.9	8.3	148.9	1038.0
30	651.8	239.8	8.9	147.4	1047.9
45	647.2	231.5	8.4	144.2	1031.3
60	656.8	241.0	7.9	150.9	1056.6
75	666.7	251.9	8.7	149.4	1076.7

장(1973) 은 MH처리구와 무처리구간의 alliinase활성 조사결과 activity와 pyruvic acid 함량이 낮았는데 이는 MH가 효소를 억제시켜 알린의 분해를 줄일 수 있었고 따라서 청변에 작용하는 효소인 알리나제와는 무관함을 보고하였다. 또한 김(1990) 은 녹변발생 함유성분 특성에서 유기산은 청변을 일으키는 마늘은 건전한 마늘에 비해 높은 값을 가진다고 보고한 바 있다. 이상과 같이 본 연구인 MH처리와 무처리 마늘사이에서 종합적으로 비교 검토와 기보고된 문헌 등을 검토한 결과 MH처리한 마늘과는 청변발현 현상과는 무관함을 알 수 있었다.

## 다. 감마선 조사 및 열처리에 의한 청변 억제

### 1) 감마선 조사

청변마늘의 영향을 주는 인자를 알아 보기위하여 물리적인 방법의 하나인 감마선조사에 따른 마늘의 색도 변화를 경시적으로 관찰한 결과 표 1-44와 같다. L값의 경우 대조구, 저온저장, 감마선 처리구인 0.3, 0.5, 0.7, 1.2 kGy 등은 큰 차이를 나타내지 않았으나 청변과 깊은 관련이 있는 a값과 b값에서 a값은 대조구에서 40일간 저장했을 때 일정한 수준을 유지하였으나 저온저장, 감마선 처리구인 0.3, 0.5, 0.7, 1.2 kGy 등은 대조구에 비해 녹색쪽으로 더 이동되었다. 또한 b값도 a값과 비슷한 경향을 보였는데 즉, 대조구에 비해 청색쪽으로 더 옮겨졌다. 이상과 같이 냉장저장된 마늘에 감마선을 조사한 후 일정기간 동안 저장하면서 색차계를 이용 살펴본 결과 감마선을 이용한 마늘 청변방지에는 부적합함을 알 수 있었다.

표 1-44. 감마선 조사량에 따른 6시간 경과 후의 색도변화

기간 (일)	실온	저온저장	0.3KGy	0.5KGy	0.7KGy	1.2KGy
	L a b	L a b	L a b	L a b	L a b	L a b
0	52.55 -3.53 13.24	48.51 -8.18 5.74	48.51 -8.18 5.74	48.51 -8.18 5.74	48.51 -8.18 5.74	48.51 -8.18 5.74
7	53.52 -3.32 10.76	50.35 -7.18 4.31	50.23 -7.67 3.91	49.59 -7.61 3.81	48.95 -7.36 3.6	48.35 -7.77 2.83
14	57.21 -3.03 10.27	51.07 -6.12 5.00	53.28 -5.85 4.98	53.9 -6.11 4.78	54.09 -5.71 5.34	52.79 -6.29 4.15
30	54.79 -3.02 11.29	52.91 -7.82 8.02	52.12 -5.48 6.86	52.46 -5.3 7.14	51.94 -5.51 7.04	52.85 -5.51 7.17
45	55.76 -3.8 16.28	54.2 -6.18 13.04	54.19 -6.14 10.88	53.62 -5.93 11.03	54.81 -5.75 11.31	54.21 -6 10.35

## 2) 열처리에 따른 청변억제

청변마늘이 마늘에 함유된 allinase에 의한 영향인지를 살펴보기 위하여 대조구, 40, 60, 80, 100 °C로 각각 1시간동안 가열한 후 마쇄하여 일정한 간격으로 색도를 측정 한 결과는 표 1-45와 그림 1-20과 같다.



표 1-45. 온도처리에 따른 마늘의 색도변화

		대조구	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C
0hr	L	68.12	68.12	68.12	68.12	68.12
	a	-4.78	-4.78	-4.78	-4.78	-4.78
	b	21.49	21.49	21.49	21.49	21.49
3hr	L	56.95	56.75	54.49	61.55	58.83
	a	-5	-5.92	-6.64	-4.05	-4.36
	b	15.26	14.16	11.87	21.25	21.03
12hr	L	38.67	41.18	41.71	58.81	55.81
	a	-10.03	-10.98	-10.84	-3.47	-3.76
	b	0.4	1.32	4.8	20.03	19.16

마쇄한후 3시간이 경과한 온도처리에 따른 마늘의 색도변화는 대조구, 40, 60 °C처리구에서 L값은 각각 56.95, 56.75, 54.59로 서로 비슷하였으나 a값은 다소 차이는 보였는데 각각 -5.0, -5.92, -6.64으로 처리온도가 상승할수록 blue색으로 전환되었으며 b값도 각각 15.26, 14.16, 11.87로 green으로 변화됨을 목격할 수 있었다. 그러나 80, 100 °C처리구에서는 L, a, b값 모두 유사하였고 청변현상을 관찰할 수 없었다. 한편 12시간이 경과한 마늘의 색도변화는 그림 1-2를 살펴보면 더욱 확실함을 관찰할 수 있었다.



그림 1-20. 온도차이에 따른 마늘의 색도 변화

신(1998) 등이 조사한 생체마늘의 예열처리가 마늘의 색도에 미치는 영향에 관한 보고에 의하면 70 °C 처리구에서는 청변이 심하게 발생하였음을 발표하였고, 80, 90 °C로 예열처리구에서는 색의 변화가 거의 없었다고 한 본 연구결과와 매우 유사하였다. 그런데 마늘의 청변은 휴면기가 타파된 마늘의 경우 발생하는데 박(1993) 등의 연구에 의하면 슬라이스한 마늘을 90 °C의 열탕에서 60초이상 가열하거나 마늘 중심부의 싹을 완전히 제거하였을 때는 청변현상이 발생하지 않았으며 알칼리성에서 보다는 산성영역에서 청변이 더 잘 일어났다고 발표한바 있다. Joslyn(1956) 등의 연구 결과에 의하면 이러한 청변현상은 온도, pH, 시간에 따라 큰 영향을 받는다고 하였는데 즉, 청변의 최적조건은 마늘퓨레를 pH 4.0으로하여 70 °C에서 3분간 가열하였을 때이며 실온의 경우 pH 6.0에서 24시간후에 청변이 최대를 이룬 후 차차 공기와 접촉하는 부분부터 갈변으로 진행되어 황색으로 변한다고 보고한바 있다. 이러한 청변현상은 마늘중의 최류성분인 S-(1-propenyl) cysteine sulfoxide와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 Luke(1986)는 보고하였다.

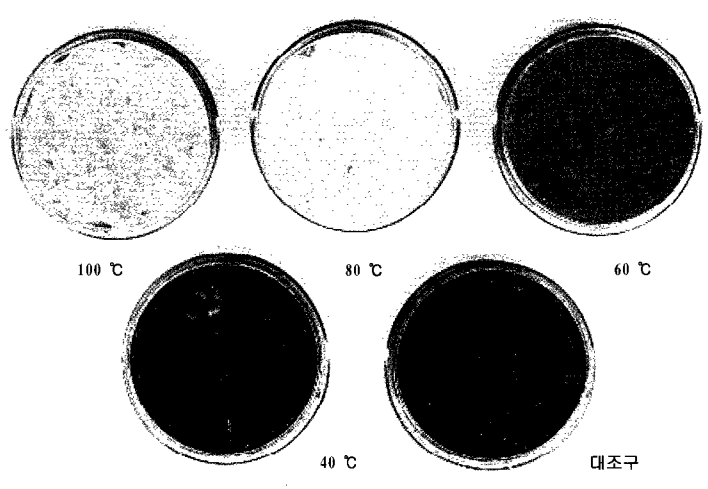


그림 1-20. 온도차이에 따른 마늘의 색도 변화

신(1998) 등이 조사한 생체마늘의 예열처리가 마늘의 색도에 미치는 영향에 관한 보고에 의하면 70 °C 처리구에서는 청변이 심하게 발생하였음을 발표하였고, 80, 90 °C로 예열처리구에서는 색의 변화가 거의 없었다고 한 본 연구결과와 매우 유사하였다. 그런데 마늘의 청변은 휴면기가 타파된 마늘의 경우 발생하는데 박(1993) 등의 연구에 의하면 슬라이스한 마늘을 90 °C의 열탕에서 60초이상 가열하거나 마늘 중심부의 싹을 완전히 제거하였을 때는 청변현상이 발생하지 않았으며 알칼리성에서 보다는 산성영역에서 청변이 더 잘 일어났다고 발표한바 있다. Joslyn(1956) 등의 연구 결과에 의하면 이러한 청변현상은 온도, pH, 시간에 따라 큰 영향을 받는다고 하였는데 즉, 청변의 최적조건은 마늘퓨레를 pH 4.0으로하여 70 °C에서 3분간 가열하였을 때이며 실온의 경우 pH 6.0에서 24시간후에 청변이 최대를 이룬 후 차차 공기와 접촉하는 부분부터 갈변으로 진행되어 황색으로 변한다고 보고한바 있다. 이러한 청변현상은 마늘중의 최류성분인 S-(1-propenyl) cysteine sulfoxide와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 Luke(1986)는 보고하였다.

## 5. 청변 유도기간 측정 및 온도조절에 의한 청변억제

### 가. Conditioning온도에 따른 청변 억제 조사

1차년도에의 결과에 의거하여 대조구의 일부를 저온저장고에서 30일동안 저장한 후 이를 꺼내어 5 kg 씩 각각 20, 25, 30, 35, 40, 45 °C 배양기에 4일간격으로 20일까지 조사한 결과 표 1-46과 같다. 대조구는 0일부터 20일까지 일정한 L, a, b값을 유지하고 있었으며 저온저장에서 보관된 마늘은 20일이 경과된 후에도 청변이 지속적으로 유지하였다. 20, 25 °C 배양기에 4일간격으로 20일까지 조사한 결과 저온저장한 마늘과 L, a, b값 모두 별다른 차이를 보이지 않고 청변이 유지되었으며, 30 °C 배양기에서 conditioning한 마늘은 4, 8, 16일 동안에도 청변은 목격되었으나, 20일이 경과하고부터 어느정도 청변이 억제되었다.

한편 35, 40, 45 °C 배양기에서 conditioning한 마늘은 4일이 경과되었을 때 대조구와 비슷한 L, a, b값을 나타내고 있었으며 육안으로도 청변현상이 제거되었음을 목격할 수 있었다.

따라서 상기의 결과에 근거하여 물리적인 방법에 의한 청변억제 기술은 그림 1 21에 나타낸 바와 같이 청변된 마늘을 35°C 배양기에서 4일간 conditioning하였을 때 가장 양호함을 알 수 있었다.

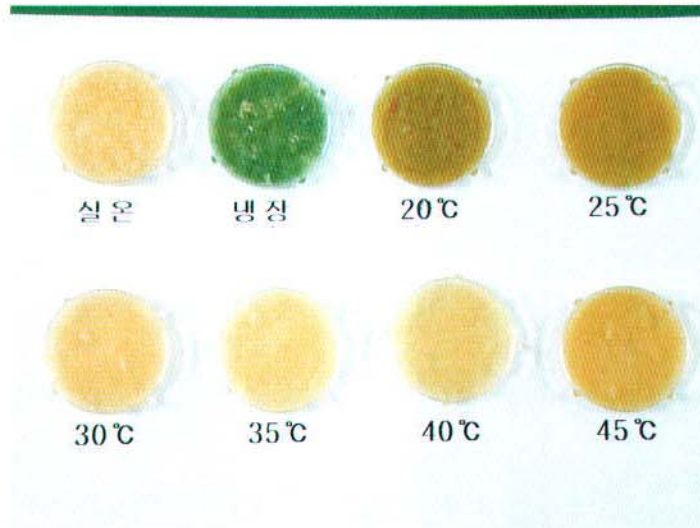


그림 1-21. Conditioning 온도에 따른 청변억제

표 1-46. Conditioning 온도에 따른 청변억제 시점

기간 (일)	대조구(실온)			4℃(저온저장)			20℃			25℃			30℃			35℃			40℃			45℃					
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b			
0	55.6	-3.8	11.1	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6
4	54.1	-3.4	10.2	53.2	-7.0	4.9	52.1	-6.8	4.2	52.8	-6.9	4.9	53.2	-6.0	5.2	52.1	-3.6	12.1	51.1	-3.0	13.8	52.4	-3.0	14.0			
8	54.5	-3.6	10.8	52.0	-6.9	9.2	52.9	-6.9	5.2	53.1	-7.0	5.0	52.0	-6.2	6.2	51.1	-3.4	11.3	50.1	-3.2	14.3	51.1	-3.0	14.1			
12	53.9	-3.7	10.3	52.1	-6.9	7.9	53.1	-6.8	5.9	53.2	-7.1	4.8	52.1	-5.8	6.9	50.2	-3.2	10.0	51.2	-3.6	14.0	50.2	-3.2	14.5			
16	55.5	-3.9	11.1	50.6	-7.2	4.9	52.7	-6.3	5.5	52.1	-6.0	5.0	50.6	-5.4	6.8	50.0	-3.5	9.8	51.1	-3.0	15.2	50.0	-2.9	15.9			
20	53.1	-3.8	11.1	50.8	-7.0	4.9	51.9	-6.9	4.7	50.9	-6.0	5.0	50.8	-4.8	9.7	49.8	-3.6	8.7	49.4	-3.2	14.9	49.7	-2.8	16.0			

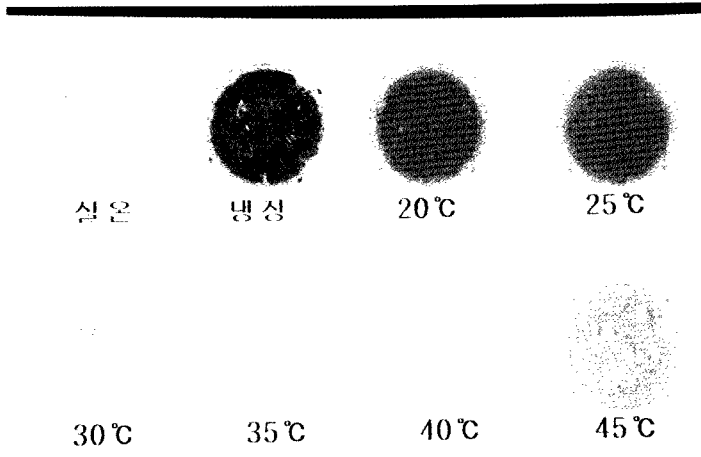


그림 1-21. Conditioning온도에 따른 청변억제

표 1-46. Conditioning온도에 따른 청변억제 시점

기간 (일)	대조구(실온)			4°C(저온저장)			20°C			25°C			30°C			35°C			40°C			45°C		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	55.6	-3.8	11.5	53.6	3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6	53.6	-3.2	12.6
4	54.1	-3.4	10.2	53.2	-7.0	4.9	52.1	6.8	4.2	52.8	-6.9	4.9	53.2	6.0	5.2	52.1	-3.6	12.1	51.1	3.0	13.8	52.4	-3.0	14.0
8	54.5	3.6	10.8	52.0	6.9	9.2	52.9	-6.9	5.2	53.1	7.0	5.0	52.0	-6.5	6.2	51.1	3.4	11.3	50.1	-3.3	14.3	51.1	3.0	14.1
12	53.9	-3.7	10.7	52.1	-6.9	7.9	53.1	6.8	5.9	53.2	-7.1	4.8	52.1	5.8	6.9	50.2	-3.2	10.0	51.2	3.6	14.0	50.2	-3.2	14.5
16	55.5	-3.9	11.4	50.6	7.2	4.9	52.7	-6.3	5.5	52.1	-6.0	5.0	50.6	-5.4	6.8	50.0	3.5	9.8	51.1	-3.0	15.2	50.0	-2.9	15.9
20	53.1	3.8	11.0	50.8	7.0	4.9	51.9	6.9	4.7	50.9	6.0	5.0	50.8	4.8	9.7	49.8	3.6	9.7	49.4	3.3	14.9	49.7	2.8	16.0

## 나. Conditioning 온도에 따른 유리당 변화

Conditioning 온도에 따른 유리당의 변화를 살펴본 결과 표 1-47과 같다. 먼저 대조구의 fructose는 100 g당 0.45~0.64 g으로 시간이 경과할수록 증가하는 경향을 보여 주었으며, glucose는 0.19~0.30 g사이인 것으로 분석되었다. 또한 sucrose는 0.30~0.45 g로 fructose와 비슷한 경향으로 서서히 증가하는 것으로 나타났다. 저온저장의 온도인 4 °C에 저장한 fructose는 100 g당 0.45~0.70 g으로 시간이 경과할수록 대조구와 유사하게 증가하는 경향을 보여 주었으며, glucose는 0.19~0.24 g으로 그 함량의 변화는 매우 미미하였다. 그리고 sucrose는 0.34~0.78 g로 fructose와 전반적으로 비슷한 경향으로 서서히 증가하는 것으로 나타났으며 그 함량은 거의 두배로 측정되었다. 한편, 저온저장에서 30일간 저장한 후 conditioning 온도 20, 25 °C 배양기에 따른 유리당의 변화는 fructose의 경우 conditioning한 기간이 늘어날수록 미미하게 감소하는 추세를 보인 반면, glucose는 거의 일정한 수준으로 별다른 변화를 발견할 수 없었다.

표 1-47. Conditioning 온도에 따른 유리당의 변화

단위: g/100g

기간 (일)	대조구(실온)			4°C(저온저장)			20°C			25°C			30°C			35°C			40°C			45°C		
	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S
0	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34	0.45	0.20	0.34
4	0.50	0.22	0.35	0.65	0.19	0.65	0.40	0.22	0.70	0.42	0.28	0.67	0.49	0.20	0.66	0.62	0.24	0.88	0.59	0.20	0.90	0.60	0.25	0.91
8	0.57	0.19	0.30	0.67	0.24	0.69	0.61	0.20	0.67	0.59	0.24	0.78	0.59	0.20	0.80	0.61	0.20	0.88	0.55	0.21	0.89	0.61	0.19	0.91
12	0.53	0.24	0.35	0.63	0.20	0.70	0.60	0.18	0.78	0.61	0.22	0.80	0.61	0.21	0.88	0.59	0.24	0.91	0.62	0.20	0.94	0.68	0.18	0.87
16	0.50	0.28	0.40	0.69	0.19	0.78	0.59	0.11	0.98	0.48	0.21	0.87	0.63	0.20	0.88	0.58	0.25	0.80	0.64	0.20	0.88	0.64	0.24	0.87
20	0.65	0.30	0.45	0.70	0.22	0.75	0.49	0.13	0.88	0.54	0.19	0.91	0.57	0.23	0.80	0.59	0.21	0.88	0.69	0.19	0.92	0.65	0.21	0.90

F: fructose G: glucose S: sucrose

그러나 sucrose는 초기에는 저온저장한 마늘과 유사한 경향을 보였으나 시간이 지남에 따라 증가하는 경향으로 분석되었다. 30 °C 배양기에 따른 유리당의 변화중 fructose와 glucose는 거의 일정한 수준이었으나 sucrose는 8일이 경과하고부터 마늘 100 g당 0.8 g으로 분석되었고 그 값은 20일동안 큰 변동없이 유지하였다. Conditioning한 온도 35, 40, 45 °C에 따른 유리당의 변화중 fructose와 glucose는 앞서 기술한 20, 25, 30 °C에서 배양한 마늘의 유리당 함량변화와 유사하였으나 sucrose는 4일이 경과하고부터 30 °C에서 conditioning 마늘과 같은 수준으로 관찰되었다.

#### 다. Conditioning 온도에 따른 유기산 변화

Conditioning 온도에 따른 유기산 변화를 살펴본 결과 표 1-48과 같다.

표 1-48. Conditionig 온도에 따른 유기산의 변화

단위: mg/100g

기간 (일)	대조구			4°C			20°C			25°C			30°C			35°C			40°C			45°C		
	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG	F	P	PG
0	1.6	48.0	10.1	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8	2.0	42.0	35.8
4	1.5	47.9	11.5	2.1	43.7	34.3	2.2	44.1	34.5	2.3	44.5	33.3	2.1	43.9	34.9	2.4	46.9	22.3	2.6	47.8	23.1	2.5	48.4	22.0
8	1.4	46.0	10.8	2.1	42.3	35.3	2.2	43.1	35.9	2.2	43.5	34.9	2.2	44.5	36.1	2.7	46.8	24.9	2.7	47.5	23.8	2.6	48.9	21.8
12	1.5	47.5	11.1	2.1	42.4	34.9	2.0	43.9	34.4	2.1	43.3	35.0	2.4	44.8	31.2	2.6	47.7	25.0	2.7	48.0	24.7	2.8	49.2	22.7
16	1.7	48.7	10.9	2.1	42.6	35.1	2.2	44.0	35.4	2.3	43.8	34.7	2.3	45.8	30.0	2.7	46.8	24.7	2.8	48.8	22.9	2.7	49.1	22.0
20	1.5	47.8	11.1	2.1	44.5	34.7	2.3	44.9	34.9	2.2	44.9	35.4	2.2	45.8	27.9	2.8	47.9	25.4	2.7	48.7	23.9	2.9	48.9	22.1

F: fumaric acid

P: pyruvic acid

PG: pyroglutamic acid



먼저 대조구의 fumaric acid는 100 g당 1.4~1.7 mg으로 20일동안 같은 값을 유지하고 있었고, pyruvic acid는 46.0~48.7 mg 사이인 것으로 분석되었다. 또한 pyroglutamic acid는 10.1~11.5 mg으로 conditioning기간이 길수록 증가하는 것으로 나타났다. 저온저장의 온도인 4 °C에 저장한 fumaric acid는 100 g당 2.0~2.1 mg으로 기간이 경과할수록 대조구와 유사하게 증가하는 경향을 보여 주었으며, pyruvic acid는 42.0~44.5 mg으로 그 함량의 변화는 미미하였으나 대조구에 비해서는 약 5 mg정도가 감소하였다. 그리고 pyroglutamic acid는 34.3~35.8 mg으로 일정한 수준으로 유지되었으나 대조구에 비교해 볼 때 약 3배이상 높게 분석되었다.

한편, 저온저장에서 30일간 저장한 후 conditioning 온도 20, 25, 30 °C 배양기에 따른 fumaric acid, pyruvic acid, pyroglutamic acid는 conditioning 한 기간이 늘어나도 일정한 값을 유지하였다. 35, 40, 45 °C 배양기에 따른 유기산의 변화중 fumaric acid는 별다른 특이점을 발견할 수 없었으나, pyruvic acid는 저온저장에 비해 5 mg이 증가한 반면, pyroglutamic acid는 약 10 mg이 감소하는 경향을 보여주었다.

그런데 Joslyn(1956) 등의 연구결과에 의하면 마늘의 청변은 온도, pH, 및 시간에 따라 큰 영향을 받는다고 하였고, 즉 청변의 최적조건은 마늘푸레를 pH 4.0으로 하여 70 °C에서 3분간 가열하였을 때이며 실온의 경우는 pH 6.0으로 하여 24시간후에 청변이 최대를 이룬 후 차차 공기와 접촉하는 부분부터 갈변으로 진행되어 황색으로 변한다고 하였다. 이러한 청변현상은 마늘 중의 최류성분인 S-(1-propenyl) cysteine sulfoxide와 밀접한 관계가 있는 것으로 Luke(1986)는 보고하였다. 또한 김(1993) 등은 청변마늘의 성분을 분석한 결과 유기산중 pyruvic acid와 succinic acid가 아미노산중에는 argine, 지방산중에는 linoleic 및 linolenic acid 함량이 비청변 마늘에 비하여 높았다고 보고하였다.

## 라. Allicin

마늘향미는 마늘 조직이 파괴될 때 마늘 중의 alliin이 alliinase에 의하여 allicin과 pyruvic acid로 분해되는 것으로 알려지고 있으며 allicin은 다시 diallyl sulfide, diallyl disulfide 등으로 분해되는 것으로 보고되어 있다. 따라서 본 연구에서는 청변마늘이 35 °C의 배양기에서 conditioning(이하 CON이라함)될 때 allicin이 관여하는지를 살펴보고자 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 allicin을 분석하였으며 그 결과는 표 1-49와 같다.

표 1-49. 대조구와 청변마늘 및 CON된 마늘의 allicin분석

	대조구	청변마늘	CON
Allicin	147.9±0.5	113.81±0.9	118.0±0.8

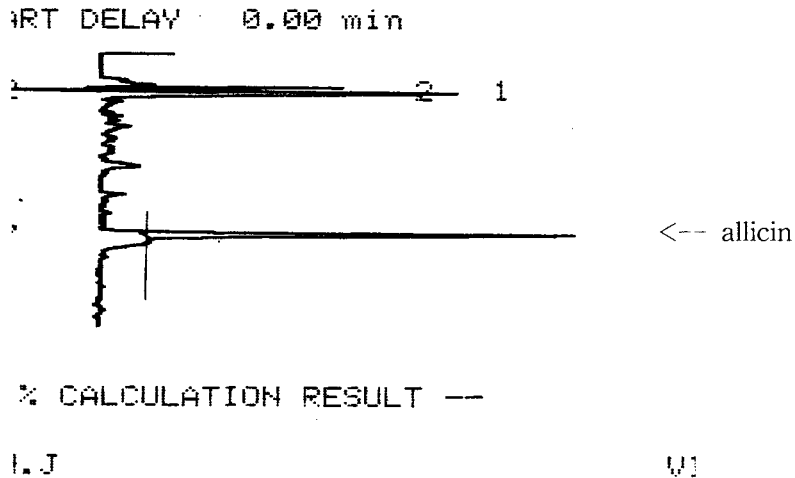


그림 1-22. HPLC를 이용한 청변마늘의 알리신 크로마토그램

표 1-49에 나타낸 바와 같이 allicin은 대조구에 가장 높은 마늘 100 g당 147.9 mg이었으며 청변마늘에서는 113.8 mg, 그리고 CON한 마늘은 118.0 mg으로 저온저장시 allicin이 감소하는 것으로 측정되었다. 따라서 이러한 사실을 비추어 볼 때 청변마늘에 allicin도 깊이 관여하는 것으로 사료된다. 그림 1-22은 청변마늘의 HPLC로 분석한 크로마토그램이다.

이상과 같이 물리적 방법에 의한 마늘의 청변제거 기술을 살펴본 결과 저온저장에서 발생하는 청변마늘의 청변현상을 억제하기 위해서는 35 °C에서 4일간 conditioning하였을 때가 가장 양호하였음을 알 수 있었고, 이때 이화학적 성분변화는 conditioning시 유리당인 fructose는 감소하는 경향을 보이는 반면, sucrose는 증가하는 양상으로 관찰되었다. 또한 유기산중 fumaric acid와 pyruvic acid는 conditioning시 다소 증가하였으며, pyroglutamic acid는 감소하였다.

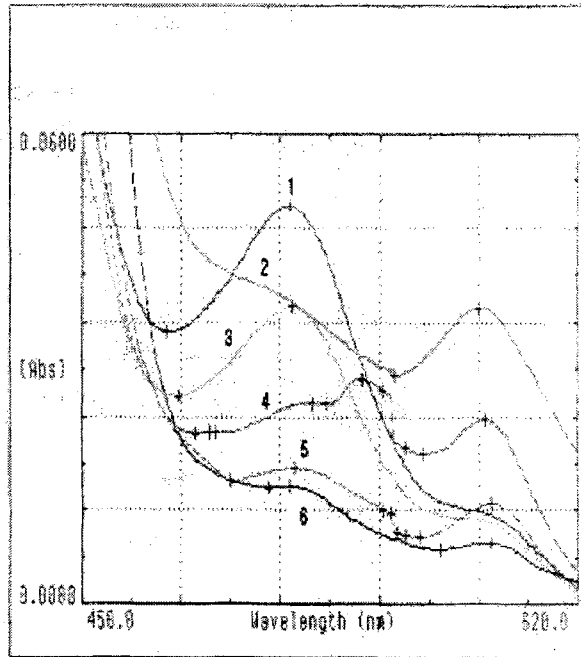
## 6. 마늘 청변색소의 추출 및 분리기술 확립

### 가. 추출용매의 선정

9종의 추출용매 즉, chloroform, acetone, methanol(100, 50%), ethanol(100, 50%), 1% HCl을 함유한 MeOH, 완충용액(0.1 M phosphate buffer, pH 6.5), 증류수 등을 이용하여 추출효과가 가장 높은 용매를 선정하였다. 추출 초기에는 증류수와 완충용액으로 처리한 용매에서 anthocyanin의 녹색이 검출되었으나 시간이 경과함에 따라 서서히 갈색으로 전환되었다. 또한 acetone, chloroform 처리구에서는 색소가 전혀 추출되지 않았으며, methanol과 ethanol를 처리한 용매에서는 앞서 기술한 용매와는 달리 24시간이 경과된 후에도 녹색을 유지하고 있었다.

특히 1% HCl을 함유한 methanol로 추출한 용매에서 흡광도가 가장 높게 나타났다. 한편 추출용매에 의한 분광학적 특성을 살펴본 결과, 그림 1-23과 같다. 증류수와 완충용액 용매에서는 최대 흡광도가 522 nm이었으나,

methanol과 ethanol를 사용한 구에서는 590 nm 근처에서 최대 흡광도를 보여주었다.



1. 0.1M phosphate buffer(pH 6.5) 2. 1%HCl을 함유한 MeOH 3. H<sub>2</sub>O  
4. 50% EtOH 5. 50% MeOH 6. 100% MeOH

그림 1-23. 추출용매에 마늘색소의 다른 분광학적특성

## 나. HCl 농도에 따른 청변색소의 추출

HCl 농도에 따른 청변색소의 추출율을 살펴본 결과, 1% HCl 농도에서 Abs 값은 0.29로 청변색소의 추출율이 높았으나 그 이후에는 별다른 차이를 보이지 않아 추출용매의 농도는 1% HCl로 선정하였다(자료제공하지 않았음).

## 다. 메탄올 농도 및 마늘농도에 따른 청변색소의 추출

HCl의 농도 1% 고정시킨 채 methanol 농도에 따른 청변색소의 추출율을 조사한 결과 그림 1-24와 같다. Methanol 농도에 따른 청변색소의 추출율은 0%에서 10~20%까지는 Abs값이 0.188로 다소 증가하는 경향을 보였으나 30%를 기점으로 서서히 추출율이 감소하여 60%에서는 Abs값이 0.14로 매우 낮게 측정되었다. 그러나 60% MeOH 이상에서는 다시 추출율이 증가하는 경향을 보여주었는데 100% MeOH에서는 Abs값이 0.218로 가장 높게 측정되었다.

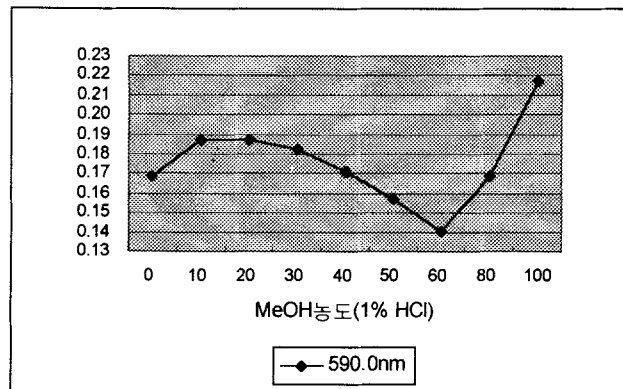


그림 1-24. Methanol농도에 따른 청변색소의 추출율

따라서 MeOH농도에 따른 청변색소의 용매는 100%로 선정하였다. 한편, 마늘 농도에 따른 청변색소를 추출한 결과 그림 1-25와 같다. 따라서

청변색소의 추출을 위해 추출용매는 메탄올, 색소의 고정을 위해 1% HCl, 그리고 마늘의 농도는 30%로 확정되었다.

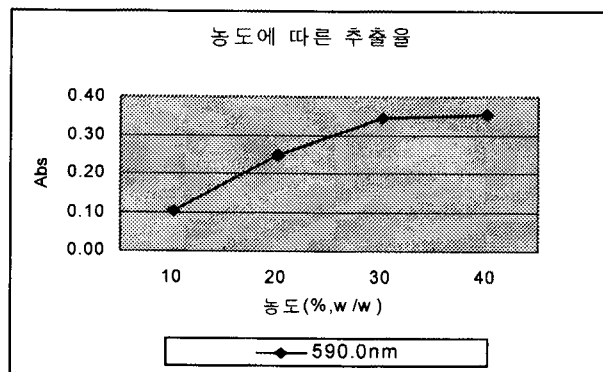


그림 1-25. 마늘의 농도에 따른 청변색소의 추출율

#### 라. 청변색소의 정제

무처리마늘, 청변마늘 및 35°C conditioning 한 마늘 각각 약 120g을 사용하여 anthocyanin색소를 분리하여 14g의 조색소를 얻었다. 이를 0.1% HCl이 함유된 MeOH에 녹여 냉동고에 보관하면서 본 실험에 사용하였다.

#### 마. pH의 영향

표준색소용액을 각각의 pH를 갖는 완충용액으로 희석하여 pH를 조사한 결과, 색소용액의 pH는 사용한 완충용액의 pH보다 약간 높게 나타내 색소용액에 대한 희석효과를 보여 주었다.

특히 pH 2에서 2.65로 가장 높게 측정되었는데 이는 색소의 추출 정제 중 함유된 HCl영향으로 추측된다. 한편, 각 pH별로 조절된 색소용액에 색깔 강도는 pH 2~3인 산성쪽으로 갈수록 심한 현탁한 현상이 발생하였으며 pH가 9이상인 알카리쪽으로 갈수록 청색이 아닌 연한 갈색을 띠는 경향을 보였는

데 이는 pH가 낮은 용액에서는 anthocyanin이 flavylium 양이온 존재하나 pH가 4~5 이상으로 증가하면서 flavylium 양이온이 양자를 잃게 되어 옅은 갈색이나 황색을 띠는 quinoidal anhydrobase를 형성하고 pH가 중성부근에 근접하면서 무색의 carbinol pseudobase를 형성하기 때문으로 알려져 있다.

따라서 anthocyanin을 함유하는 대부분의 색소는 pH가 4이하인 식품에서 사용되고 있다.

한편, 각 pH로 조절한 청변색소 용액을 45℃에서 6일간 저장하면서 색소의 안정성에 대한 pH의 영향을 조사한 결과 그림 1-26과 같으며 앞서 언급한바와 같이 pH 2~3에서 흡광도가 높게 측정되었으며 pH 4가 가장 안정성이 양호한 결과를 볼 때 anthocyanin을 함유하는 식품의 pH는 낮게 유지하는 것이 유리함을 알 수 있었다.

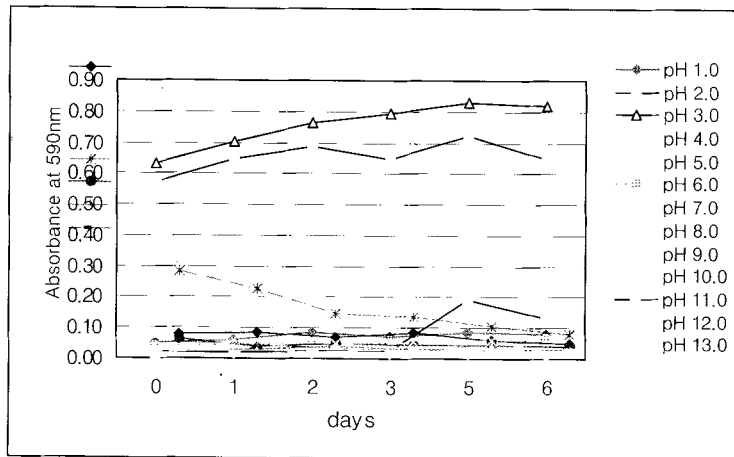


그림 1-26. 마늘 색소에 대한 pH의 영향

## 7. 개별색소의 분리

대조구, 청변마늘 그리고 CON한 마늘과 이온교환수지관을 통과시켜 정제된 색소액 총 3점을 TLC plates 20×20cm Silica gel 60 F<sub>254</sub>로 전개한 결과는 그림 1-27과 같다.

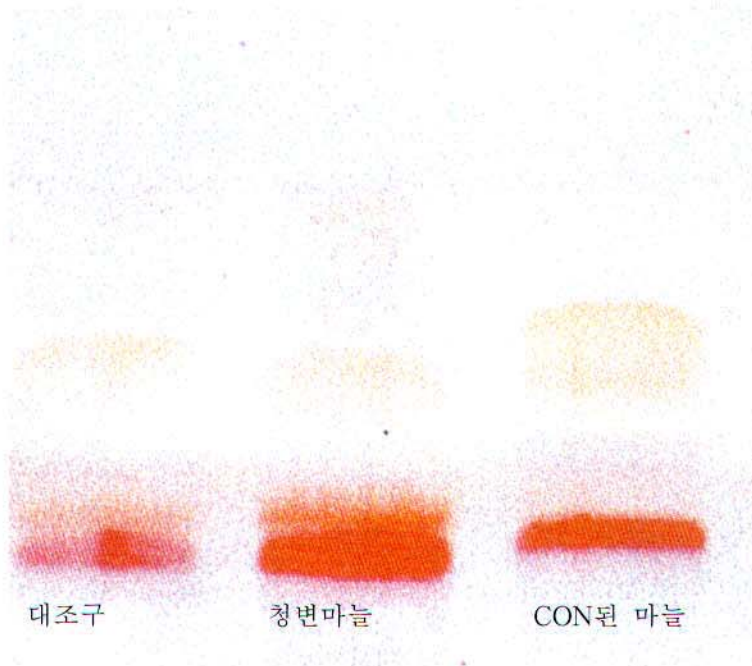


그림 1-27. 마늘의 thin layer chromatography

분리된 각 개별색소들은 하단으로부터 순서에 따라 밴드 1, 2, 3, 4로 구분한 결과 대조구, 청변마늘, CON된 마늘의 경우 청변마늘 3번 밴드가 다른 처리구에 비해 진하게 나타내었다. 또한 정제된 무처리 마늘에 비해 정제된 청변마늘 3번 밴드가 진하게 관측되었고, CON한 마늘에서는 정제된 대조구 및 청변마늘보다 4번 밴드가 더 관측되었다. 이상의 결과로부터 3번 밴드는 청변과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.



## 7. 개별색소의 분리

대조구, 청변마늘 그리고 CON한 마늘과 이온교환수지관을 통과시켜 정제한 색소액 총 3점을 TLC plates 20×20cm Silica gel 60 F<sub>254</sub>로 전개한 결과는 그림 1-27과 같다.

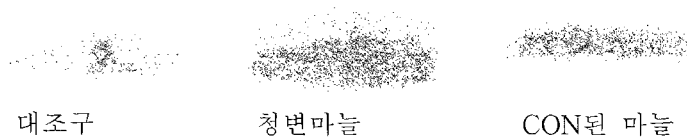


그림 1-27. 마늘의 thin layer chromatography

분리된 각 개별색소들은 하단으로부터 순서에 따라 밴드 1, 2, 3, 4로 구분한 결과 대조구, 청변마늘, CON된 마늘의 경우 청변마늘 3번 밴드가 다른 처리구에 비해 진하게 나타내었다. 또한 정제된 무처리 마늘에 비해 정제된 청변마늘 3번 밴드가 진하게 관측되었고, CON한 마늘에서는 정제한 대조구 및 청변마늘보다 4번 밴드가 더 관측되었다. 이상의 결과로부터 3번 밴드는 청변과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.

한편, TLC에 나타난 밴드 1, 2, 3, 4를 칼로 조심스레 긁어 모아 0.1% HCl이 함유된 MeOH 용액에 넣어 잘 용해한 후 원심분리하여 그 상등액을 0.25 $\mu$ m membrane 필터로 여과시킨 후 이 여액을 측정된 spectrophotometer 및 HPLC로 분석한 결과는 정제한 청변마늘의 1번 밴드에서는 7.5분대에서 높은 피크가 출현되었고, 2번 밴드에서는 동일한 피크와 크기가 관찰되었다. 또한 3 밴드에서는 1, 2번 피크에 비해 약 1/8수준의 작은 피크가 목격되었다. 이상의 결과로부터 3번 피크가 청변과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료되며, 정확한 실험을 통해 추후 연구해야 할 것으로 판단된다(자료제공하지 않았음).

## 8. 대조구, 청변마늘, conditioning 한 마늘간의 이화학적 성분변화

### 가. Pyruvic acid 분석

청변마늘을 유발시키는 인자를 탐색하기 위하여 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 pyruvic acid의 GC의 크로마토그램은 그림 1-28과 같으며, 분석한 결과는 표 1-50과 같다.

먼저 pyruvic acid는 대조구는 48.6 mg/100g인데 비해서 청변마늘은 44.8 mg/100g으로 약간 감소하는 경향을 보여주었고 CON된 마늘은 46.7 mg/100g 다시 증가하는 추세를 나타내었다. 그리고 oxalic acid와 succinic acid도 같은 경향이였다. 또한 lactic acid와 levulinic acid는 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘에 있어서 감소하는 경향으로 분석된 반면, citric acid, malic acid, fumaric acid 그리고 pyroglutarnic acid는 증가하는 경향으로 측정되었다. 한편, pyruvic acid는 마늘 중의 alliin 이 alliinase에 의하여 alliin과 pyruvic acid로 분해되는 1차물질로서 pyruvic acid 2분자의 alliin[(+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide]이 diallyl thiosulfinate와 amino-acrylic acid로 분해된 후 aminoacrylic acid로 2분자가 생성되며

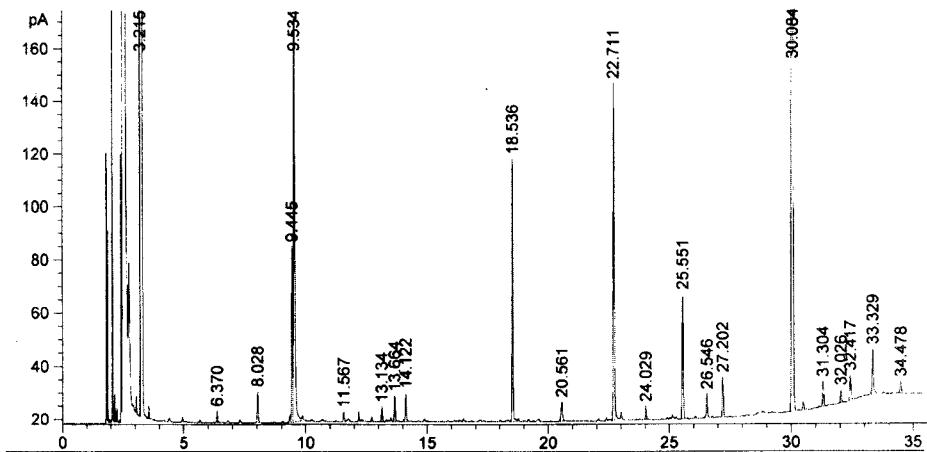


그림 1-28. 청변마늘의 유기산 GC 크로마토그램

pyruvic acids는 마늘의 flavor와 높은 상관관계가 있는데 이 성분이 감소하면 flavor도 감소하는 것으로 보고되어 있다. 한편 박 등은 다양한 조건에서 예비가열된 마늘의 pyruvic acid를 조사한 결과 온도가 올라갈수록 감소하는 추세를 보였다고 발표하였다. 신 등은 마늘의 냉동저장 및 해동방법 연구에서 냉동저장중의 마늘 품질변화 중 유기산의 변화를 추적한 결과 -40 °C 및 -18 °C에서 15개월간 저장하여도 유기산함량의 변화는 없는 것으로 보고한 바 있다.

표 1-50. 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 pyruvic acid

단위: mg/100g

	대조구	청변마늘	CON
	평균	평균	평균
Latic acid	10.6	9.5	9.1
Pyruvic acid	48.6	44.8	46.7
Oxalic acid	12.1	9.5	10.2
Malonic acid	1.8	1.4	1.5
Fumaric acid	1.7	2.2	2.5
Levulinic acid	2.0	1.5	1.4
Succinic acid	4.2	2.5	2.8
Malic acid	59.9	96.2	98.5
Citric acid	221.8	228.1	255.1
Pyroglutamic acid	11.1	34.8	22.4
합계	374.0	430.6	450.1

또한 같은 신(2002) 등은 산지별 마늘의 품질특성에서 석산산 마늘과 난지형 그리고 수입산 마늘간의 유기산함량을 조사한 결과 100 g당 각각 158.3, 167.0, 171.3 mg이 함유되어 있는 것으로 보고하였다. 김 등은 청변마늘의 성분을 분석한 결과 유기산중 pyruvic acid와 succinic acid가 비청변마늘에 비해 높았다는 연구결과와 일치됨을 알 수 있었다.

## 나. 유리당

청변마늘을 유발시키는 인자를 탐색하기 위하여 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 유리당 분석한 결과는 표 1-51과 같다.

표 1-51에 나타난 바와 같이 대조구와 청변마늘 및 CON된 마늘의 유리당 함량 마늘의 총유리당함량은 전반적으로 증가하는 경향을 보여주고 있었다. 대조구의 경우 총유리당함량은 100 g당 1.22 g로 비율은 fructose : glucose

: sucrose는 각각 46.7 : 23.8 : 29.5 이었고 청변마늘은 총유리당함량은 1.55 g으로 100 g당 fructose가 0.81 g, glucose가 0.29 g, sucrose가 0.45 g를 차지하고 있었는데 그 비율은 fructose : glucose : sucrose는 각각 52.3 : 18.7 : 29.0 이었다. 또한 CON된 마늘의 총유리당함량은 100 g당 1.74 g로 100 g당 fructose가 0.62 g, glucose가 0.24 g, sucrose가 0.88 g으로 그 비율은 fructose : glucose : sucrose는 각각 35.6 : 13.8 : 50.5 이었다.

즉, 청변마늘에 영향을 주는 인자로서 대조구에서 청변마늘로 전환될 때 glucose는 fructose로 전환되어 유리당인 glucose가 관여됨을 알 수 있었고 sucrose는 별다른 영향이 없음을 알 수 있었다.

표. 1-51. 대조구와 청변마늘 및 CON된 마늘의 유리당함량 단위 : g/100g

	대조구	청변마늘	CON
Fructose	0.57	0.81	0.62
Glucose	0.29	0.29	0.24
Sucrose	0.36	0.45	0.88
총유리당	1.22	1.55	1.74

그런데 청변마늘에서 CON된 마늘로 전이에 있어서는 fructose와 glucose가 매우 큰 영향을 미치고 있음이 목격할 수 있었는데 따라서 상기의 근거로 볼 때 청변마늘에 유리당도 매우 중요한 인자임을 알 수 있었다.

한편, 신(1996) 등이 보고한 산지별 마늘의 품질특성 중 마늘 6종에서의 sucrose가 전체 유리당의 30~50%를 차지하였고 그 다음으로 fructose, glucose순으로 발표한 바 있는데 본 연구결과와 비교해 볼 때 차이가 나는 것은 분석방법간에 의한 결과라 사료된다. 또한 같은 신(2001)은 한지계 마늘과 난지계 마늘의 유리당 함량은 한지계인 서산 및 의성산 마늘이 난지계인 남해와 함평마늘에 비해 유리당 함량이 더 함유하고 있다고 보고한 바 있다.

## 다. 유리아미노산

HPLC를 이용하여 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 유리아미노산을 분석한 크로마토그램은 그림 1-29와 같으며, 그 분석결과는 표 1-52와 같다.

표 1-52에 기술한 바와 같이 마늘중의 주요아미노산으로선 arginine이 가장 높게 함유되어 있었고 lysine, glutamic acid, proline 순으로 높게 분석되었다. 각 처리구별 마늘의 유리아미노산 총함량은 100 g당 대조구가 687.36 mg, 청변마늘이 699.52 mg, CON된 마늘이 715.28 mg이었다.

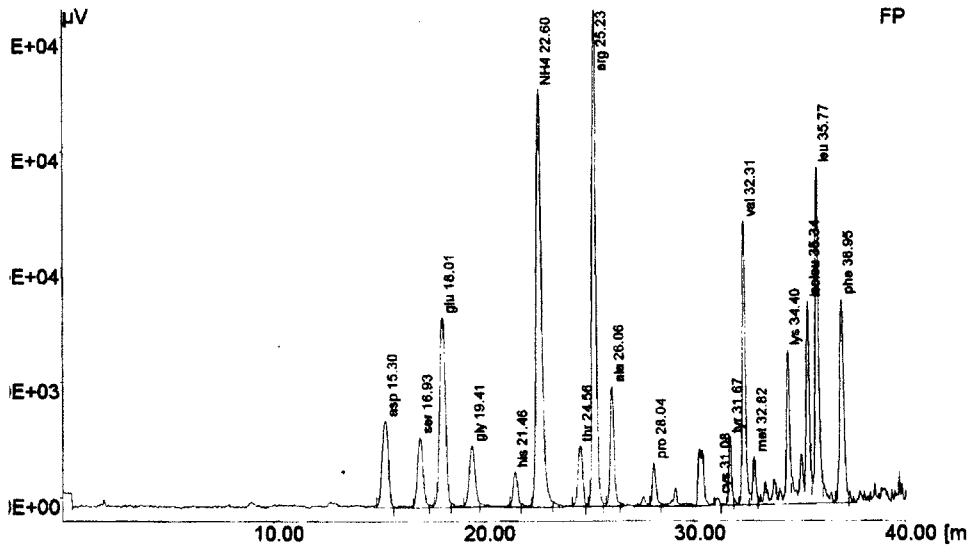


그림 1-29. 청변마늘의 유리아미노산 크로마토그램

지방족 중성아미노산인 glycine은 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘이 100 g당 각각 2.74 mg, 2.49 mg, 4.30 mg이었고, alanine은 각각 100 g당 9.07 mg, 6.02 mg, 8.43 mg 함유되어 있었다.

Glutamic acid와 같은 지방족 산성아미노산은 대조구, 청변마늘 그리고

CON된 마늘이 100 g당 33.99 mg, 35.49 mg, 40.28 mg으로 증가하는 경향을 보여 차이가 있는 것으로 분석되었다.

Arginine, lysine인 지방족 염기성 아미노산은 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 경우 100 g당 arginine이 각각 491.12 mg, 487.66 mg, 487.26 mg이었고, lysine은 100 g당 43.44, mg, 38.28 mg, 43.44 mg로 분석되었다.

방향족 아미노산인 tyrosine, phenylalanine는 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 경우 100 g당 tyrosine은 각각 7.47 mg, 12.92 mg, 17.11 mg으로 상당량 차이가 있음을 관찰할 수 있었고, phenylalanine는 100 g당 각각 5.67 mg, 13.81 mg, 8.87 mg이 함유되어 있었다.

한편, 함유황아미노산인 cysteine 및 methionine는 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 경우 100 g당 cysteine은 각각 7.08 mg, 5.48 mg, 6.83 mg이었고, methionine는 100 g당 각각 2.53 mg, 2.97 mg, 4.23 mg이 함유되어 있었다.

표 1-52. 대조구와 청변마늘 및 CON된 마늘의 유리아미노산함량변화  
단위 mg/100g

Amino Acids	대조구	청변마늘	CON
Asp	8.03	3.71	4.19
ser	15.97	27.31	19.76
Glu	33.99	35.49	40.28
Gly	2.74	2.49	4.30
His	5.92	7.88	7.93
Thr	10.90	10.63	12.96
Arg	491.12	487.66	487.26
Ala	9.07	6.02	8.43
Pro	21.12	17.69	25.24
Cys	7.08	5.48	6.83
Tyr	7.47	12.92	17.11
Val	7.90	8.61	9.20
Met	2.53	2.97	4.23
Lys	43.44	38.28	43.44
Isoleu	2.18	4.17	3.32
Leu	5.14	8.27	5.10
Phe	5.67	13.81	8.87
Total	687.36	699.52	715.28

유리아미노산에 대한 분석결과는 보고자들에 따라 많은 차이가 있으나 마늘중에는 arginine이 가장 많은 것으로 보고되어 있다. Granroth등은 마늘중의 아미노산은 향기의 전구물질 생합성에도 중요한 역할을 하는 것으로 보고하였다. 즉, allyl-L-cysteine sulfoxide 및 methyl-L-cysteine sulfoxide 화합물의 생합성에 serine, cysteine 및 valine이 관여한다고 하였다. 마늘중에는 arginine은 가장 함량이 많은 것으로 보고되었으나 그밖의 아미노산에 대해서는 연구자에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. Ueda 등은 일본지역에서 재배한 11종의 마늘과 판매시장에서 구입한 14종의 마늘에 대해 유리아미노산함량을 분석한 결과 시료간에는 많은 편차를 가지고 있었다. 그의 시험결과를 살펴보면 100 g당 arginine은 2,228mg, aspartic acid는 374 mg, glutamic acid는 375 mg, threonine은 244 mg이 함유되어 있으며 cysteine는 188 mg, serine는 101 mg, lysine은 158 mg, proline은 57 mg있다고 하



였다. 그러나 glycine, methionine, leucine, isoleucine 등은 미량만이 존재한다고 하였다. 한편, Madhari등은 arginine은 672mg으로 가장 많았으나 alanine은 154 mg, valine은 151 mg, glycine은 137 mg이 함유되어 있었고, proline, cysteine, methionine, isoleucine는 미량이 존재한다고 하였다. 한편 신 등이 보고한 서산산 마늘, 난지형 마늘 그리고 수입산 마늘의 유리아미노산의 결과를 살펴보면 총 유리아미노산 함량은 서산산이 1,216.8~1,729.1 mg%, 난지형 마늘은 1,970.1~2,100.1 mg%, 수입산은 1,412.4~1,477.9 mg%로 발표하였다. 또한 주요아미노산으로는 arginine이 가장 많았으며 cysteine, tyrosine, proline, lysine순으로 많았다고 보고하였다. 이상과 같이 유리아미노산에 대한 분석결과는 연구자에 따라 많은 편차를 가지고 있는데 이는 분석방법 및 품종간의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

#### 라. 향기성분 포집과 분리

대조구, 청변마늘 그리고 conditioning한 마늘의 향미성분의 차이를 분석하기 위하여 GC-FID를 이용 분석한 결과 약 80여개의 피크를 분리할 수 있었다. GC-FID에 의하여 분리된 각각의 피크를 동정하기 위하여 GC/MSD을 이용하여 분석한 결과 그림 1-30과 같이 total ion chromatogram을 얻었으며 또한 각각의 피크에 대한 mass spectrum을 얻었다. GC/MSD을 이용하여 각각의 피크에 대한 물질을 동정한 결과 32종의 피크에 대한 물질 동정이 가능하였다. 이들 향기성분을 분류한 결과 sulfide 계통의 성분이 13종으로 가장 많았으며 이어 aliphatic hydrocarbon과 acid and esters가 각각 5종이었으며 alcohols가 3종, aldehyde가 5종, ketone이 1종 그리고 기타 5종의 물질로 분리되었다.

이상의 결과를 바탕으로 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 확인된 향기성분을 GC-FID로 분석한 결과는 표 1-53과 같다. 표 1-20에서 보는 바와 같이 대조구, 청변마늘 그리고 CON된 마늘의 향기성분을 32종 청변마늘의 면적을 기준으로 할 때 대조구는 약 50%이었고 CON된 마늘은 97.6%

정도 인 것으로 나타났다.

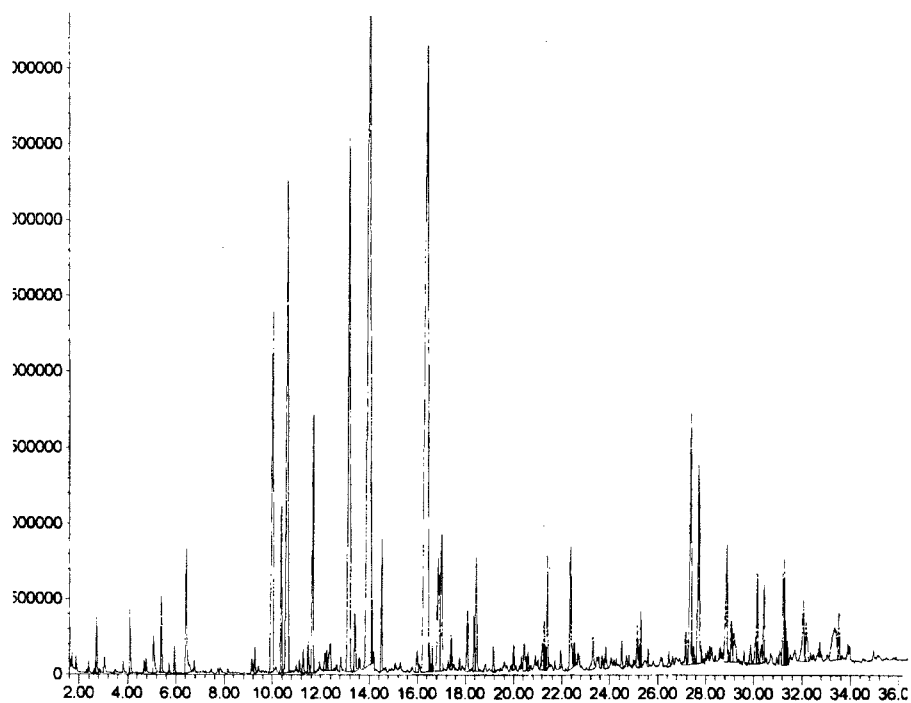


그림 1-30. 청변마늘의 향기성분 total ion chromatogram

표 1-53. 대조구와 청변마늘 및 CON된 마늘의 향기 성분 비교

(단위: 피크면적/100000  
)

	RT	NAME	대조구	청변	CON
1	2.7	tetrahydrothiophene	234	915	740
2	4.11	diallyl sulfide(1-propene,3,3-thiobis)	599	1333	956
3	5.42	methyl allylsulfide(disulfide, methyl 2-propenyl)	803	1821	1676
4	6.45	N,N'-dimehylthiourea	3142	7186	5240
5	10.01	diallyl disulfide	4501	1852	16710
6	10.57	5-methylperhydro-1,3,4-thiodiazine	2472	19665	11263
7	11.67	isothiocyano-ethane	2192	8948	8883
8	13.19	3,4 dihydro-3-vinyl-1,2-dithiin	11499	20245	28696
9	14.05	2-vinyl-4H-1,3-dithiin	31541	43290	66539
10	14.12	3H-1,2-dithio-3-one,4,5-dimethyl	850	1377	1171
11	14.54	2-methyl-5-(mehtylthil)-thiophene	2435	5089	3477
12	16.42	diallyl trisulfide	23133	52362	64128
13	18.36	cysteic acid thiohydatation	850	2674	1758
14	18.42	2-methyl-3-octyl-2-undecenoic acid	1368	2054	1334
15	21.2	methyl 3-chloro-2-cyanoacrylate	659	1671	1048
16	21.42	BHT	1925	2906	2432
17	22.37	diallyl tetrasulfide	1444	5152	2828
18	25.16		1022	1813	1414
19	25.31		1294	1503	1683
20	28.77	8-methyl-2-mehtylthioindolizine	1203	4649	2144

계속

21	30.15		1679	2149	2346
22	31.2	2-(1-thia-2-cyclohexe-6-nyl)1,3-orithia-cyclohex-5 ene	1658	2621	4141
23	31.26	2-(1-thia-2-cyclohexe-6-nyl)1,3-orithia-cyclohex-5 ene	1403	2141	3047
24	31.78	palmitic acid	7406	15992	6712
25	32.16	1-4,s-dimetyl-3-c1-carboxyethyl, d-(4)-thiazoline-2-thione	1065	2207	1646
26	33.51	3,4 dihydro-3-vinyl-1,2-dithiin	890	1026	1079
27	37.45	2-methyl-d3-cyclomonanone	1319	1590	1238
28	40.23	linoleic acid	1105	847	1320
29	40.93	2-mono palmitin	2269	7920	2266
30	41.97	stigmasteno!	9345	8014	6259
31	43.87	지방산	1341	3281	1009
32	43.99	지방산	2159	2147	524
<u>tota</u>			<u>124805</u>	<u>236440</u>	<u>255707</u>

## 9. 산지의 종합적 처리 시스템 개발

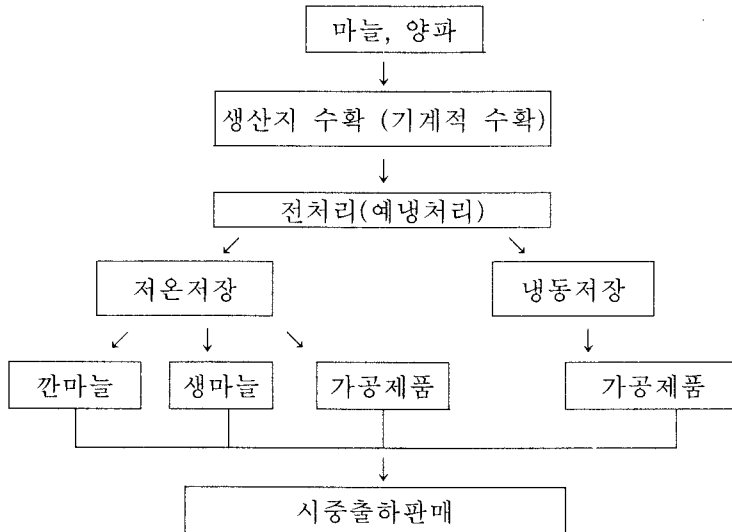


그림 1-31. 마늘, 양파의 종합적 처리시스템

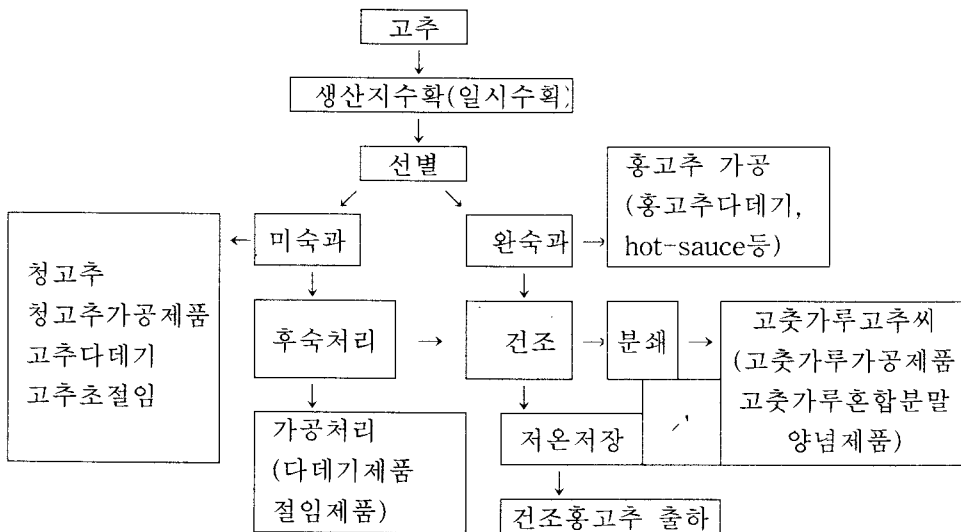


그림 1-32. 고추의 종합적 처리시스템

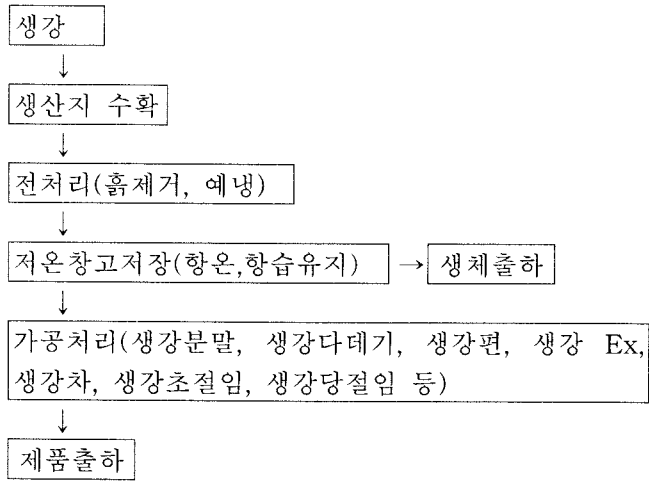


그림 1-33. 생강의 종합적 처리시스템

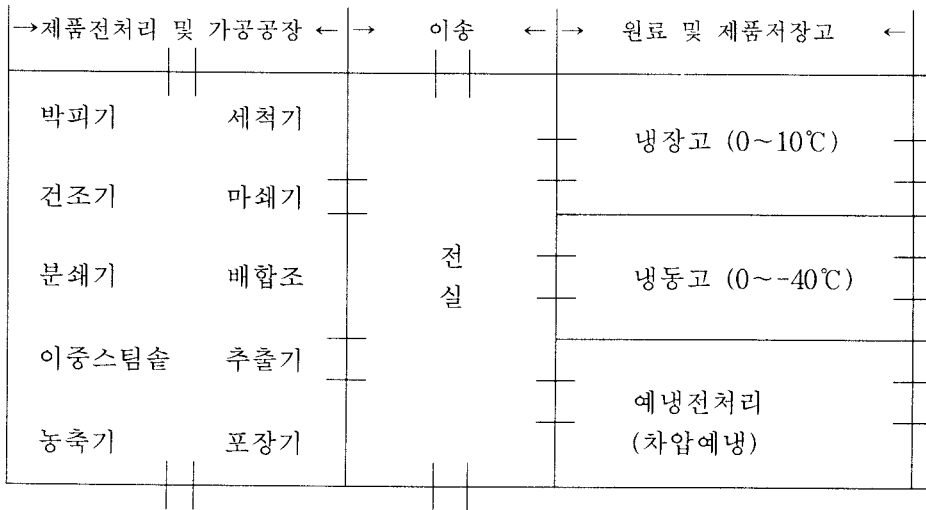


그림 1-34. 산지 종합적 처리 및 가공공장

## 가. 양념채소류의 산지 종합적 처리, 가공공장 설치에 따른 경제성

### 1) 국내산 양념채소류의 가격 및 품질경쟁력

마늘, 양파, 고추, 생강의 가격경쟁력은 중국산에 비하여 가격이 2~3배 이상 높기 때문에 상당히 낮으며 품질에 있어서도 크게 차별화될 정도로 우수하다고 볼 수 없으므로 전반적인 경쟁력이 매우 낮다고 볼 수 있다. 그러나 우리나라에서 양념채소류의 생산을 기계화, 생력화, 집단화하여 단위 생산량 증대를 통한 생산원가를 현저히 낮출 수 있도록 하고, 유통가공시스템을 선진화하여 산지에서 바로 수확 후 전처리, 저장, 가공을 종합화하여 고품질의 믿을 수 있는 국내산을 이용한 원료나 반가공 혹은 완전 가공제품을 최소 물류비용으로 소비자들에게 판매될 수 있는 시스템을 구축한다면 양념채소류의 수확 후 산지 종합적 처리, 저장, 가공 공장의 설치에 대한 경제성은 있다고 볼 수 있다.

물론 대규모 시설 투자는 적절하지 못하며 여러 지역단위 권역별 중앙지점에 원료생산량에 적합한 적정규모의 시설이나 장치가 필요하다. 지속적인 연구와 기술개발을 통하여 수확, 처리, 저장, 가공 및 유통 비용의 최소화가 달성될 수 있도록 하여야 한다.

한편 양념채소류는 국내 다른 농산물에 비하여 비교적 고가의 작물들로서 생채 뿐만 아니라 가공처리를 통한 고부가가치의 제품 생산이 가능하다. 예를 들어 마늘을 그대로 판매하는 것보다 마늘 양념제품으로 다양하게 가공하여 판매하거나, 양파농축품을 이용한 액상조미료를 제조하거나, 고추다테기, 생강절임 등등은 원료로 판매할 때 보다 훨씬 더 부가가치가 높다.

또한 최근에는 향신 양념채소류의 건강기능식품을 개발하여 고가에 판매하는 것도 한 방법이 될 수 있다. 정부는 임시방편적인 재배농민들에 대한 직불제 보다는 이러한 목적을 달성하기 위한 장기적인 계획하에 연구개발 투자를 아끼지 말아야 하며, 동시에 초기에 시설투자비와 운영비의 지원이 필요하다고 본다.

## 10. 결 론

청변마늘의 억제기술 개발을 위해 물리적인 방법에 의한 청변제거 기술, 청변마늘의 allicin, 유리아마노산, 유기산, 유리당 등 함량변화, 마늘청변에 영향을 미치는 인자탐색, 마늘 청변색소의 추출 및 분리기술 그리고 대조구, 청변마늘 conditioning된 마늘간에 이화학적 성분변화 등을 조사한 결과 다음과 같았다.

발아억제제로 알려진 maleic hydrazide를 마늘 수확하기전 15일전에 측면시비하여 청변인자 유무를 측정한 결과 무처리구와 maleic hydrazide처리한 시료 모두 청변발현이 나타나 발아억제제인 maleic hydrazide과는 무관함을 확인할 수 있었다.

물리적인 방법에 의한 청변제거기술을 위해 conditioning 온도에 따른 청변억제조사를 수행한 결과, 저온에서 저장된 생마늘을 각각 20, 25, 30, 35, 40, 45 °C 배양기에서 4일간 conditioning하였을 때 35 °C에서 conditioning한 마늘이 청변억제가 가장 양호하였다. 이때 청변마늘의 이화학적 성분변화로 fructose는 대조구인 생마늘에 비해 높게 분석되었고 glucose는 함량차이가 없었으며, sucrose는 약 2배정도 차이가 있었다.

청변마늘의 allicin 함량변화를 수행한 결과 대조구에서 청변마늘로 전이될 때 청변마늘의 allicin 함량변화는 allicin의 경우 대조구는 청변 발생시 allicin이 감소하는 경향을 보여주었다.

마늘청변에 영향을 미치는 인자를 탐색하기 위하여 저장온도, 감사선조사, 마늘썩 측정, 발아억제제투여 그리고 온도에 따른 allicin 생성 등을 조사한 결과, 물리적인 영향에 의한 인자로서 저장온도가 하강할수록 청변현상이 급격하게 촉진되는 것으로 보아 매우 중요한 인자임을 알 수 있었다. 마늘썩에 발아에 따른 청변생성여부를 조사한 결과 마늘썩과는 무관하였다.

감마선에 의한 청변억제법으로 0.3~1.2 kGy의 선량으로 마늘의 allinase를 불활성화 시켰을때 대조구와 감마선조사 시료간 발현 속도를 비교하였을 때 별다른 차이점을 발견할 수 없었다.



마늘에 함유되어 있는 allinase를 불활성화 시키기 위하여 온도별로 경시적으로 관찰한 결과 40, 60 °C까지는 표면색도를 측정할 결과 큰차이를 발견할 수 없었으며 육안으로도 확인이 가능하였다. 그러나 80, 100 °C에서는 청변발현을 목격할 수 없었는데 효소가 불활성화에 의한 결과로 사료되었다.

청변색소의 추출 및 분리기술을 확립하기 위하여 추출용매를 조사한 결과 590 nm에서 마늘의 농도가 30%인 1 % HCl가 함유한 100% methanol로 추출했을 때 0.29의 최대흡광도를 얻을 수 있었다. 청변색소의 정제는 120 g의 마늘을 이용하여 약 14 g의 조색소를 얻었다.

청변조색소의 pH의 영향을 살펴본 결과 pH 4에서 가장 안정한 결과를 보여주었다.

청변조색소의 thin layer chromatography로 대조구, 청변마늘 그리고 conditioning한 마늘에 대해서 측정한 결과 청변마늘에서 총 4개의 피크가 검출되어 그중 3번피크가 청변과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료되나 정확한 것을 추후 연구를 통해 밝혀져야 할 것이다.

대조구, 청변마늘 conditioning된 마늘간에 이화학적 성분변화는 pyruvic acid는 100 g당 각각 48.6, 44.8, 46.7 mg으로 별다른 함량차이는 없었으나 malic acid와 pyroglutamic acid의 경우는 대조구에 비해 청변마늘이 높게 분석되었다.

총유리당 함량은 대조구, 청변마늘 그리고 conditioning한 마늘은 각각 100 g당 1.22, 1.55, 1.74 g이 함유되어 있었으며 fructose는 청변마늘이 대조구에 비해 약 1.4배 높게 분석되었고 glucose은 비슷한 수준이었다. 그러나 sucrose는 대조구에 비해 conditioning한 마늘이 약 2.5배 그리고 청변마늘에 비해 약 2배가 높게 분석되었다.

유리아미노산 총함량은 100 g당 대조구가 687.36 mg, 청변마늘 699.52 mg, conditioning한 마늘 715.28 mg으로 arginine, lysine, glutamic acid의 순으로 많았다.

대조구, 청번마늘 그리고 conditioning한 마늘의 향미성분의 차이를 분석하기 위하여 GC-FID를 이용 분석한 결과 약 80여개의 피크를 분리할 수 있었다. GC-FID에 의하여 분리된 각각의 피크를 동정하기 위하여 GC/MSD을 이용하여 분석한 결과 total ion chromatogram과 각각의 피크에 대한 mass spectrum을 얻었다. GC/MSD을 이용하여 각각의 피크에 대한 물질을 동정한 결과 32종의 피크에 대한 물질 동정이 가능하였다. 이들 향기성분을 분류한 결과 sulfide계통의 성분이 13종으로 가장 많았으며 이어 aliphatic hydrocarbon과 acid and esters가 각각 5종이었으며 alcohols가 3종, aldehyde가 5종, ketone이 1종 그리고 기타 5종의 물질로 분리되었다.

## 참 고 문 헌

1. Fuleki, T. and Francis, F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. Extraction and determination of total anthocyanin in crabberries. J. Food Sci., 33, 266(1968)
2. 이란숙, 박종대, 박근형: 적미의 Anthocyanin 색소에 관한 연구, 농업과 학기술연보. 28, 1 (1993)
3. Francis, F.J.: Anthocyanin as food colors. J. Food Sci., 29, 52(1963)
4. 김선재, 임중환, 이란숙, 이준설: 자색고구마 색소의 추출과 특성, 한국식품과학회지, 28, 345 (1996)
5. Khan,I.,and Wahid,M.: Feasibility of radiation preservation of potaoes, onions and garlic in pakistan(Food preservation byr radiation,Vol.II), Vienna : IAEA-SM-221/48,63-70.(1978)
6. Singson,C.C., and Lustre,A.O.: Use of gamma irradiation for the extended commercial storage of philippine onions and other agricultural produce (Food preservation by irradiation, Vol.II),Vienna: IAEA-SM-221/76, p.133-153(1978)
7. Messiaen,C.M.,and Pereau-Leroy,P.: Improving the storage of garlic bulbs by gamma irradiation.C.R.Seances Acad.Agric.Fr.,5: 485-490 (1969)
8. 권중호 : 방사선조사가 마늘의 저장성과 그 향미성분에 미치는 영향, 경북대학교 대학원박사학위 논문 (1983)
9. 정신교, 최종욱: 건조방법이 분말마늘의 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 22(1), 44(1990)
10. Kim M.H. and B.Y.Kim : Development of optimun processing condition in air dried garlic using response surface methodology, J. Korean Soc. Food Nutr. 19(3), 934(1990)

11. 이희명 : 마늘의 동결건조 특성, 충남대학교대학원박사학위논문, (1989)
12. 김현구, 조길석, 강통삼, 신호손 : 상대습도와 저장온도에 따른건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습특성, 한국식품과학회지, 19(2), 176(1987)
13. Carson J.F. : Chemistry and biological properties of onions and garlic, Food review internationa,l3 (1&2) 71 (1987)
14. Joslyn, M.A. and Tatuso sano: The formation and decomposition of green pigment in crushed garlic tissue, *J. Food Sci.* 21(2) 170(1956)
15. Chung, Heedon: Effect of Maleic Hydrazide on Alliinase Activity of Garlic, *Allium sativum* L., *Jour. kor. Soc. Hort. Sci.*, 14, 37-40(1973)
16. 김동만, 김길환: 저장마늘의 녹변현상에 관한 연구, 한국식품과학회지 22(1), 50(1990)
17. 박노풍, 최언호, 김영무: 마늘의 발아억제 및 성분변화에 미치는 gama-선의 영향, 한국농화학회지, 12:83-88(1969)

## 제 2 장 양념채소류를 이용한 외식산업형 제품 개발 및 산업화

### 제 1 절 서 설

마늘, 고추는 오래전부터 향신료로서 뿐만 아니라 강장식품으로 애용되어 온 식품으로 우리나라에서는 가장 많이 소비되는 식품소재 중의 하나이다. 마늘, 고추는 개량종의 보급확대와 재배기술의 향상으로 단수가 향상되고 연평균 높은 성장율을 나타내어 고추는 채소 총 재배면적의 약 34%, 마늘은 10.4%를 점하고 있어 국내 농업생산에서 큰 비중을 차지하고 있다.

현재 우리 나라에 있어서 마늘의 주된 용도는 김치나 찌개, 국, 나물 등에 다대기 형태로 이용하는 방법과 건조 후 분말화하여 복합 조미료소재 등으로 이용하는 경우가 대부분으로 종래에는 주로 통마늘을 구입하여 손질 후 사용하였으나 최근에는 깎마늘을 위시하여 마늘다대기, 마늘짬아찌, 마늘혼합양념 등으로 가공되어 편의성이 높아지고 있다.

우리 나라에서 재배되고 있는 고추는 품종이 다양할 뿐 아니라 생산량은 매년 증가하여 약 20만톤에 이르며 수확 후 생체로 이용하나 약 60%는 고춧가루로 가공되며 김장용 35%, 고추장용 30% 나머지는 일반 양념으로 사용된다. 고추가공제품으로는 고추장, 고춧가루, 고추다대기, 고추부각, 고추짬아찌 등이 있고 이들 고추가공제품은 전통적으로 가내에서 제조되어 왔으나 최근에는 고추장, 고춧가루, 김치 등 고추를 주·부재료로 사용한 식품들이 많은 식품업체들에 의해 대량 생산되고 있으며 가정 주부들도 사회활동 증가에 따라 이들 제품을 구입하여 소비하는 빈도가 높아지고 있다.

흔히 채소류는 수확 후 장기저장이 어려운 관계로 저장성을 향상시키고 향미를 개선할 목적으로 소금, 식초, 간장 등에 절여 염분을 침투시키고 효소나 미생물의 작용에 의해 숙성된 식품을 제조하였는데 소금으로 간을 한

즉석 절임류에서부터 소금에 수십일간 절인 후 다시 간장, 된장 등의 조미료로 장기간 절인 것까지 종류가 매우 다양하여 절이는 방법에 따라 소금절임류, 식초절임류, 간장절임류, 된장절임류 등으로 구분되었다.

마늘, 고추를 이용한 짬아찌 등의 절임식품은 전통적으로 가내에서 제조되어 온 한국 고유의 전통식품으로 종래 수확기 원료의 보존성 측면에서 중요시되었으나 제조방법이 경험에 의존한 단순가공의 형태를 벗어나지 못하고 향과 맛을 부여하기 위해 사용하는 조미용 첨가물 또한 간장, 식초, 고추장 등 일부 조미료에 국한된 관계로 제품의 품질 다양화가 이루어지지 못한 관계로 현재 시판되고 있는 제품의 종류와 품질도 극히 제한적이다.

마늘, 고추를 이용한 조미제품의 색, 맛, 냄새 등과 관련된 품질특성은 이들 원료의 염장, 숙성 및 조미방법에 따라 큰 차이를 보이며 특히 최종 조미제품의 품질은 다양한 종류의 조미기술에 의해 좌우되나 국내의 경우 아직까지 이들 원료의 절임, 조미와 관련된 체계적인 연구는 거의 없고 단지 전통적인 방법에 의한 마늘 장아찌의 숙성 중 조직변화, allinase활성에 대한 단편적인 보고와 짬아찌 마늘가공방법에 대한 특허가 있는 정도이다.

한편 우리 나라에서 사용되고 있는 기호성 식품 중 조미식품은 간장, 된장, 고추장 등의 전통식품과 토마토케찹, 마요네즈, 드레싱류 및 핫소스를 비롯한 서양 소스류가 일반적으로 알려져 있다. 핫소스는 피자, 스파게티 등의 서구음식에 주로 조미를 목적으로 널리 애용되고 있는 조미발효식품으로서 원료는 칠리, 타바스코 등의 서양고추에 식염을 첨가, 혼합하여 3년 이상 숙성, 발효시킨 후 식초 등을 첨가한 제품이다. 핫소스 제품의 형태는 우리에게 잘 알려져 있는 타바스코와 같이 완전 액체상태에서 베트남 타입인 반고체형태로 다양하며 색상도 빨간색과 초록색제품 등 종류가 많다.

핫소스와 관련된 국외 연구로는 제품의 보존성 개선, 물성, 매운맛 및 색 등 이화학적 성분 분석에 대한 많은 보고가 있으나 국내의 경구 고춧가루, 고추장, 생홍고추를 이용한 핫소스의 제조방법 및 저장 중 성분변화에 대한 일부 연구가 보고되어 있다. 그러나 핫소스 제조와 관련된 기술적 방법은

거의 공개되지 않고 일반적인 방법들만 소개되어 있으며 국가에 따라 사용하는 원료의 종류, 제법 등이 다양하며 국내의 경우 거의 전량 외국에 의존하고 있다.

최근 우리 나라의 국민소득이 증대되고 주부의 사회진출 확대, 독신세대의 증가, 외식산업의 성장 등으로 식생활 패턴이 편의식 및 인스턴트식으로 변해감에 따라 피자 등의 서양음식이 점차 대중화되어 핫소스를 비롯한 서구식 조미제품의 소비가 급속히 증가하고 있으며 마늘, 고추를 이용한 조미식품 또한 완제품의 형태로 수입, 사용되고 있는 점을 감안할 때 국내 향신농산물 중 생산 및 가격변동이 가장 심한 마늘, 고추를 이용하여 향신료 특유의 매운 맛과 자극적인 냄새를 완화시켜 젊은 층의 기호에 적합하고 외식산업에 적용할 수 있는 조미제품 및 생홍고추를 이용한 핫소스의 개발, 산업화는 국내산 마늘, 고추의 새로운 소비창출을 도모할 수 있을 것이다.

## 제 2 절 재료 및 실험방법

### 1. 재료

1999년, 2000년에 수확한 생홍고추와 매운 맛이 강한 청량고추를 서울 가락동 농수산물도매시장에서 구입하였으며 고추는 경기도 양평에서 노지산 고추를 수확한 다음 익지 않고 남은 푸른 고추를 구입, 사용하였다. 마늘은 햇마늘과 저장마늘을 상업적으로 박피한 것 중 입자가 적은 중품 이하의 마늘을 사용하였다.

핫소스와 마늘, 고추 조미를 위한 부재료 및 첨가물로는 트레할로스(Hayashibara, Japan), 잔탄검(유창케미컬), 솔스타(Tae kyung food LTD.), 맛소금(백설표), 천일염, 비타민 C, 구연산, 고과당(미원), 토마토분말(Jin

seong F.M.), 물엿(해표), 사과 엑기스(충북원협), 빙초산(우성식품), 감색소(Jinwon technical co., LTD), 향료(영은산업), 감초엑기스(MSC), 솔비톨, MSG, HAP(정풍), 사과산, 구연산나트륨, 폴리인산나트륨, sodium acetate, DL-alanine, 글리신, 빙초산, 사과식초, 양조식초, 식염, 탈색간장, 포도당, 양조식초, 호박산, 가다랭이추출물(MSC), 생강농축액(영은산업) 등을 사용하였다.

## 2. 생홍고추를 이용한 핫소스 개발

### 가. 생홍고추 페이스트의 제조

일반 생홍고추 및 매운맛이 강한 청량고추를 수세하고 꼭지를 제거한 후 씨를 제거한 것과 제거하지 않은 처리구로 나누어 1차 chopping하고 가수하지 않은 상태로 콜로이드밀로 페이스트화 하였다. 또 다른 처리구는 홍고추를 그대로 95℃의 탈기함에서 3분간 열처리하여 페이스트화 하였다.

### 나. 생홍고추 효소처리 착즙액의 제조

생홍고추 페이스트에 동량의 물을 넣고 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 분해 효소와 식품세포분해효소를 각각 첨가, 45℃에서 1시간 반응시켰다. 적정 효소처리 조건을 설정하기 위해 생홍고추 페이스트에 중량대비 1/2의 물을 가하고 효소의 첨가농도(0.1%~0.3%), 반응시간(30분~3시간), 반응온도(40~60℃)를 달리하여 반응시켰다. 반응이 완료된 액은 가열하여 효소를 불활성화시킨 후 일회용 부직포를 이용, 유압식 착즙기로 압착하여 생홍고추 착즙액을 제조하였다.

한편 생홍고추의 경우 수확시기가 제한적인 점을 감안하여 1차 chopping 후 페이스트화시킨 것을 이용하여 동결유무에 따른 특성 변화를 조사하고자 -20℃에 냉동 저장 후 해동시킨 것에 식물세포분해효소를 0.2%씩 첨가하



고 50℃에서 2시간 반응시켜 착즙액을 제조하였다.

#### **다. 핫소스의 개발**

생홍고추 페이스트를 효소반응시켜 얻은 착즙액을 이용한 핫소스의 제조는 먼저 물에 잔탄검과 솔스타를 첨가, 완전히 용해시킨 다음 여기에 준비된 생홍고추 효소처리 착즙액과 고과당, 구연산, 토마토 분말 등을 첨가하고 homogenizer로 15,000 rpm에서 5분간 균질화시키고 1차 가열한 다음 여기에 천연색소, 빙초산, 사과 향을 첨가하고 한번 더 끓여 병용기에 hot filling 하였다.

#### **라. 핫소스의 저장 중 품질 특성**

투명 병용기에 hot filling한 핫소스를 냉각시킨 다음 상온, 창가, 37℃에 각각 저장하면서 일정기간별로 시료를 채취하여 당도, 산도, pH, 염도, 고유 색택(capsanthin), 점도, 미생물, 관능적 특성을 각각 조사하였다.

### **3. 고추를 이용한 조미제품의 개발**

#### **가. 고추의 염장**

고추는 선별 후 꼭지를 제거하지 않은 상태로 흐르는 물에 2회 수세하여 사용하였다. 먼저 고추의 탐침 유무에 따른 염장 중 특성 변화를 조사하기 위해 탐침처리한 고추와 탐침하지 않은 고추를 각각 최종 소금농도를 20%가 되게 염장하였으며 이때 사용된 물은 원료 중량대비 동일량을 첨가하였다.

또한 염장시 빙초산의 첨가에 따른 염장 고추의 특성을 조사하고자 0.3, 0.5%의 빙초산을 첨가하고 염장 후 최종 고추의 염농도를 15%가 되게 염장하였으며 염장시 사용된 물은 원료 중량대비 2배를 사용하였다.

고추의 염장시 첨가되는 소금은 1차 염장시 전체 양의 2/3을 첨가하였으며 염장 3일 후 나머지 1/3을 첨가하였다. 염장 고추의 상단부는 적당한 무게의 돌로 눌러 고추가 노출되지 않게 하였으며 염장 중 일정기간별로 시료를 채취하여 염도, 색도, 탁도, pH, 산도 등을 측정하였다.

한편 조미용 고추의 대규모 염장은 중량대비 2배의 물에 0.3%의 빙초산을 첨가하고 여기에 염장 후 고추의 최종 염농도가 15%가 되도록 칭량한 소금량 중 2/3를 달아 첨가, 용해시키고 망사 주머니에 고추를 담아 넣고 표면을 비닐로 덮은 다음 고추가 뜨지 않게 윗부분을 돌로 압상하였다. 3일 경과 후 1차 염장된 고추에 나머지 1/3의 남은 소금을 첨가하여 실온에 저장하면서 사용하였다.

#### **나. 염장 고추의 탈염 조건 확립**

염장 고추의 조미 제품화를 위한 조직내의 염분 제거공정인 탈염은 물의 온도(실온, 50℃, 65℃)를 달리하여 시간 변화에 따른 고추내부에 잔존하는 염도와 고추의 관능적 특성을 조사하여 적정 탈염 조건을 설정하였다. 즉 염장된 고추를 상온에서 용기에 담아 흐르는 물에 잠기게 하고, 일정시간 경과 후 염도를 측정하였다. 또한 염장된 시료를 흐르는 물에 한 번 씻은 후 각각 50℃, 65℃로 조정된 water bath에 넣고 뜨지 않게 하면서 탈염하였다. 이 때 물은 시료 중량의 약 10배로 하였고, 12시간 간격으로 물을 갈아주었다.

#### **다. 고추 조미 제품의 개발**

염도를 5~6%로 일정하게 탈염한 고추를 흐르는 물에 한번 씻어 물기를 뺀 후 꼭지를 0.5cm내외로 잘라 포장용기에 넣고 여기에 감초엑기스, 설탕, 솔비톨, MSG, HAP, 구연산, 사과산, 구연산나트륨, 폴리인산나트륨, sodium acetate, DL-alanine, 글리신, 빙초산으로 제조한 동량의 조미액을 붓고 밀봉한 후 85℃에서 20분간 살균하고 실온에 방치하여 조미하였다.

## 라. 조미 고추의 저장 중 품질 특성

조미한 고추를 각각 상온과 37℃에 저장하면서 일정 기간별로 시료를 채취하여 저장 중 고추와 액의 당도, 염도, 산도, 색도 등을 조사하였다.

## 4. 마늘을 이용한 조미제품 개발

### 가. 마늘의 전처리와 염장

마늘의 냄새와 매운 맛을 제거하기 위한 전처리는 마늘을 60, 70, 80, 90℃로 조정된 온수에 넣고 물의 온도를 조정하면서 15분간 열처리한 다음 건져내어 냉수에 침지하여 냉각한 다음 표면의 물기를 제거하였다. 마늘의 중량대비 동일량의 물에 최종 염농도를 20%로 조정할 경우 첨가되는 소금 중의 60%를 첨가하여 용해시킨 후 마늘을 첨가하여 실온에 방치하였다. 2일 후 나머지 40%의 소금을 첨가, 용해하고 실온에서 염장하였다.

한편 스팀으로 열처리하여 살균한 쌀겨와 소금을 마늘 중량에 대해 각각 10%, 14%의 농도로 혼합하고 앞서 열처리한 마늘을 이들과 함께 혼합하여 적당한 용기에 넣어 마늘과 동일 중량의 돌로 눌러 7℃에 저장하였다.

### 나. 염장마늘의 탈염조건 확립

염장한 마늘을 중량대비 5배의 냉수 및 60℃온수에 침지하면서 시간경과에 따른 마늘의 외형적 성상, 염도, pH, 색도 등의 변화를 조사하여 탈염조건을 설정하였다.

### 다. 마늘 조미제품의 개발

최종 제품의 맛과 향이 다른 3가지 종류의 마늘 조미제품을 제조하였다. 가다랭이(I) 또는 자소 맛(II) 조미제품의 제조는 탈염 마늘을 적당한 크기

의 용기에 넣고 고과당, 식초, HAP, 가다랭이 추출물, 생강농축액 등으로 제조한 동일량의 조미액을 첨가하고 밀봉한 후 85℃에서 15분간 가열, 냉각한 것을 3~7일간 실온에 방치하여 조미액이 마늘조직 내에 완전히 침투하도록 조미하였다. 또한 된장 맛(III) 조미제품의 제조는 앞서 1차 가다랭이 조미액에서 조미된 마늘을 이용, 된장, 고과당, 글루타민산나트륨 등을 혼합하여 제조한 조미액에 2차 조미하여 제조하였다.

마늘 조미제품을 4, 20, 37℃에 각각 저장하면서 품질변화를 조사하였다.

## 5. 이화학적 특성

### 가. 당도

고추는 잘게 다져 먼 거즈에 걸러져 나온 액, 핫소스는 제품 1 g 정도를 채취 Refractometer(Atago co., Ltd : serial no. 9543132)를 이용하여 측정하였다.

### 나. 염도

염도는 Mohr법에 준하여 측정하였다. 즉 고추는 잘게 다진 후 5 g을 취하여 증류수 20 mL과 함께 균질화(15,000 rpm, 5 min)하고 100 mL로 정용한 후 여과(No.2)하여 10 mL를 취하여 1 N K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>를 1 mL 넣은 후 0.1 N AgNO<sub>3</sub>의 소비량으로부터 염도를 구하였다. 염장액의 경우 시액 1 mL를 증류수로 100 mL로 희석, 정용하고 이 중 10 mL를 취해 동일한 방법으로 측정하였다.

$$\text{염도(\%)} = \frac{0.00585 \times T \times f \times D}{S} \times 100$$

T : 0.1N AgNO<sub>3</sub> 소비량(mL)

f : 0.1N AgNO<sub>3</sub>의 factor

D : 희석배수

S : 채취한 sample의 중량(g)

#### 다. 색도

색도는 color and color difference meter(Color Quest II, HunterLab)를 이용하여 밝기, 적색도, 황색도(L, a, b값)을 측정하였다. 고추는 잘게 다진 후 셀에 빈틈없이 담아 측정하였고, 염장액은 그대로 사용하였다.

#### 라. 고유색택(capsanthin)

고추의 고유색택인 capsanthin은 시료 0.5 g을 benzene 15 mL와 함께 30분간 진탕·추출한 후 25 mL로 정용하여 460 nm에서 흡광도를 측정한 값으로 비교하였다.

#### 마. pH

pH meter(Orion, model 720A)로 측정하였다.

#### 바. 적정산도

시료 10 g을 증류수 100 mL로 희석, 정용하여 10 mL를 취한 후 0.1 N NaOH로 적정하여 소비량으로 정량하였다. 단 고추의 경우 잘게 다진 후 5 g을 취하여 증류수 20 mL과 함께 균질화(15,000 rpm, 5 min)하고 100 mL로 정용한 후 여과(No.2)하여 10 mL를 취하여 pH가 8.4가 될 때까지 소비되는 0.1 N NaOH 양을 측정한 후 초산으로 환산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{0.006005 \times F \times V}{S} \times 100$$

F : 0.1N NaOH의 factor

V : 0.1N NaOH의 소비량(mL)

S : 시료무게(g)

## 사. 점도

점도는 Viscometer(Haake reometer)를 이용하여 측정하였다. 시료 9 mL를 넣고 작동하여 shear rate가 1,540~1,545사이일 때 값으로 처리구간에 비교하였다.

$$\text{Eta}[\text{pas}] = \frac{\text{Tau}[\text{pa}]}{D[1/\text{s}]}$$

Eta[pas] : 점도

Tau[pa] : shaer stress

D[1/s] : shaer rate

## 아. 경도

마늘과육의 염장기간에 따른 경도(hardness)변화는 과일경도계를 사용하여 10회 측정 후 평균값으로 산출하였다.

## 자. 미생물

시료를 미리 멸균하여 9 mL씩 분주하여 놓은 0.85% 생리 식염수에 1 mL 넣어 승수대로 희석하여 voltex로 일정하게 균질화시킨 후 petrifilm(3 M health care)에 접종하고 30℃와 37℃에서 각각 1~2일간 배양하여 총균수와 대장균을 측정하였다.

## 차. 관능적 특성

조미 고추, 마늘의 선택, 맛, 향을 저장 중 일정간격으로 시료를 취하여 7점 평점법으로 조사하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 생홍고추를 이용한 핫소스의 개발

#### 가. 생홍고추 페이스트 및 효소처리 착즙액의 특성

##### 1) 생홍고추 페이스트의 특성

일반 생홍고추와 매운 맛이 강한 청량초의 줄기를 제거하고 각각 씨를 포함한 전체, 씨를 제거한 처리구 및 95℃ 탈기함에서 3분간 열처리한 처리구로 나누어 1차 chopping 후 가수하지 않고 콜로이드밀로 페이스트화 하여 특성을 조사한 결과는 표 2-1과 같다. 페이스트의 당도는 씨를 제거한 청량고추가 7.6 Brix로 가장 낮았고 청양고추의 경우가 일반 생홍고추에 비해 낮았다. pH는 일반 생홍고추를 씨를 제거하고 페이스트화 한 것이 4.6으로 가장 낮았고 청양고추가 일반 생홍고추보다 높았다. 고추의 고유색택을 나타내는 capsanthin의 지표인 420 nm에서의 흡광도 값은 열처리 후 페이스트화 한 것이 높았고 특히 일반 생홍고추를 열처리한 것을 1.04로 처리구 중 가장 높았다. 색도의 경우 씨를 제거한 처리구가 백색도, 적색도, 황색도 값 모두 다른 처리구에 비해 낮은 값을 나타내었다.

이들 페이스트의 외형적 성상과 관능적 특성을 살펴보면 씨를 제거한 것이 붉은 색은 가장 진했으나 매운맛이 크게 감소하였고 열처리구는 풋내가 강하게 발현되어 생홍고추를 그대로 chopping한 것이 홍고추 고유의 특성을 가장 많이 가지고 있었다. 그러나 콜로이드밀로 처리한 페이스트의 경우 수입, 유통되고 있는 핫소스 제품과 비교할 때 입자가 거칠어 이들을 그대로 사용하는 것은 문제가 있었다. 또한 생홍고추 페이스트의 색상 강화를 위해 생홍고추의 씨를 제거하는 공정 및 가수하지 않고 콜로이드밀로 생홍고추를 페이스트로 제조하는 것 또한 산업적 규모에서는 문제가 있는 것으로 판단

되었다.

표 2-1. 생홍고추 페이스트의 특성

시 료		당도	pH	Capsanthin (420nm,OD)	색도			
					L	a	b	ΔE
생홍고추	전체	10.2	4.9	0.33	33.4	31.0	14.5	68.7
	씨제거	8.1	4.6	0.33	30.8	27.4	11.6	68.9
	열처리	9.2	4.9	1.04	35.8	31.6	16.1	67.2
청양고추	전체	10.1	5.3	0.73	32.9	28.9	14.1	68.1
	씨제거	7.6	5.2	0.75	28.9	26.8	11.3	70.3
	열처리	10.0	5.2	0.97	35.5	30.8	16.2	67.1

## 2) 생홍초 효소처리 착즙액의 특성

앞서 콜로이드밀로 페이스트화시킨 시료를 그대로 핫소스 제조에 사용하기에는 최종제품의 입자 균일성에 문제를 야기시키는 것으로 나타났다. 그러나 이들 페이스트를 단순히 착즙하여 얻은 액의 경우 생홍고추 고유의 붉은 색상이 거의 추출되지 않은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 예비실험의 하나로 이들 chopping처리한 생홍고추에 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스분해효소와 식물세포분해를 각각 첨가, 반응시킨 반응물을 착즙한 결과 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 처리구는 대조구와 차이가 없었으나 식물세포분해효소를 사용한 것을 착즙액의 수율은 물론 액의 색상에 있어서도 다른 처리구와 큰 차이가 있었으며 특히 식물세포분해효소 처리구는 매운맛이 강한 것으로 나타났다(표 2-2).



표 2-2. 생홍고추 효소처리 착즙액의 특성

처리구	색도				Capsanthin (420nm,OD)	관능적 특성
	L	a	b	$\Delta E$		
대조구	28.64	23.98	9.99	69.32	3.65	효소처리구가 매운맛이 강함
식물세포 분해효소	26.87	20.34	8.33	69.57	4.13	

생홍초 고유의 색상과 맛을 지니면서 수율이 높은 착즙액 제조를 위한 최적 효소처리 조건을 설정하기 위해 1차 chopping한 생홍고추에 중량대비 1/2의 물을 가수하고 효소 첨가농도를 달리하여 50℃에서 2시간 반응 후 착즙한 액의 특성을 조사하였다(표 2-3). 효소 첨가량이 증가할수록 착즙액의 수율은 증가하였고 색상도 다소 진하여지는 것으로 나타났으나 그 차이는 크지 않았으나 효소처리구와 대조구사이의 차이는 컸다. 효소반응 후 착즙액의 맛에 있어서도 대조구는 단순한 매운 맛을 띄는 반면 효소처리구는 감미가 있는 매운맛을 보였다. 효소첨가 농도별 착즙액의 색도 측정 결과 백색도와 황색도는 감소하였고, 고추의 고유색택(capsanthin)을 측정한 420nm에서의 흡광도 값은 대조구에 비해 2배 정도 증가하였다.

표 2-3. 효소 첨가농도에 따른 생홍고추 착즙액의 특성

효소농도 (%)	색도				수율 (%)	Capsanthin (420nm,OD)
	L	a	b	$\Delta E$		
0.1	29.72	20.14	10.76	67.10	68.3	0.418
0.2	28.62	18.28	9.77	67.45	70.8	0.438
0.3	28.25	18.10	9.46	67.71	74.4	0.479
대조구	30.91	18.54	11.84	65.67	60.8	0.205

식물세포분해효소의 첨가량을 0.15%, 반응온도를 50℃로 고정하고 반응시간을 달리하여 얻은 착즙액의 특성을 비교한 결과(표 2-4) 반응시간이 경과함에 따라 착즙액의 수율은 반응 30분에 67.3%에서 3시간 반응시 75.8%로 증가하였으나 2시간 이후부터는 증가 폭이 적었다. 착즙액의 색상은 육안으로 볼 때 진해졌으며 백색도, 적색도, 황색도 모두 반응시간이 길어짐에 따라 감소하였다. 착즙액의 점도는 30분 반응시 9.09cp에서 2시간 경과시 12.38cp로 증가하였다. 액의 매운맛도 상승하여 1시간의 경우 단조로운 매운맛인 반면 2, 3시간 처리구는 감미가 느껴지는 매운맛을 보였다.

표 2-4. 효소 반응시간에 따른 생홍고추 착즙액의 특성

반응시간 (min)	색도				수율 (%)	Capsanthin (420nm,OD)	점도 (cp)
	L	a	b	$\Delta E$			
30	29.22	19.02	10.53	67.37	67.3	0.203	9.09
60	27.97	16.17	9.29	67.62	71.6	0.305	10.25
120	27.50	16.29	8.92	68.66	74.4	0.355	12.38
180	27.14	15.62	8.55	68.20	75.8	0.371	12.92

표 2-5는 효소농도와 반응시간을 각각 0.15%, 2시간으로 고정하고 반응온도에 따른 착즙액의 특성을 조사한 결과이다. 반응온도별 착즙액의 특성을 살펴본 결과 40℃보다 50℃ 처리구의 색이 더 붉었으며 60℃의 경우 오히려 색이 연해졌다. 맛의 경우 40℃는 쓴맛이 있는 매운맛이었고 50℃의 경우 매운맛은 더 강한 반면 쓴맛을 약해졌다. 60℃의 경우 50℃와 매운맛은 비슷하나 약간의 단맛과 신맛이 감지되었다.

표 2-5. 반응온도에 따른 생홍고추 착즙액의 특성

반응온도 (℃)	색도				수율 (%)	Capsanthin (420nm,OD)	점도 (cp)
	L	a	b	$\Delta E$			
40	28.64	17.99	9.88	67.34	76.0	0.371	8.62
50	28.28	17.78	9.53	67.56	77.1	0.452	13.07
60	29.34	16.83	10.75	66.48	78.3	0.496	18.71

이상의 결과를 종합해 보면 핫소스용 생홍고추 착즙액의 제조는 원료를 chopping한 후 중량대비 1/2의 물을 가수하고 여기에 식품세포분해효소를 원료 중량대비 0.15% 첨가하여 반응온도 50℃의 shaking incubator에서 2시

간 반응하여 착즙하는 것이 선택, 수율, 점성, 관능적 측면에서 가장 적당한 것으로 나타났다.

한편 생홍고추는 연중 생산되고는 있으나 가격이 가장 싼 노지산 원료의 경우 수확시기가 제한되어 있어 연중 핫소스 제조를 위한 원료 확보 방안이 강구되어야 할 것이다. 본 실험에서는 수확기 생홍고추의 저장 방안의 하나로 수세하고 꼭지를 제거한 생홍고추를 1차 chopping 후 vinyl bag에 담아 -20℃에 동결하여 동결처리에 따른 효소반응 후 착즙액의 특성을 비교하였다(표 2-6). 착즙액의 당도는 동결처리에 관계없이 효소처리구가 대조구에 비해 약간 높았으나 pH는 차이가 없었다. 수율은 무처리구의 경우 차이가 없었으나 효소처리구의 경우에 있어서는 동결처리한 것이 약간 높았고 점도도 동결처리한 것이 높았다. 고유색택인 420 nm에서의 흡광도 값은 생홍고추를 바로 처리한 것이 동결 후 처리한 것보다 높았고, 효소처리구간에 있어서도 동일한 경향을 나타내었다. 착즙액의 관능적 특성을 살펴본 결과 동결 후 효소처리한 것이 붉은색이 가장 강하였고 효소처리한 생홍고추, 동결 대조구, 생홍고추 대조구 순으로 붉은색이 강하였다. 전반적으로 효소처리군의 착즙액이 점성이 높게 느껴졌고 농도도 진하였다. 맛은 효소처리군이 대조구에 비해 매운맛이 강하였고 특히 동결한 것의 매운맛이 가장 강하였다. 착즙박의 경우 효소처리군은 붉은 색이 거의 없었으나 대조구의 경우 붉은 색이 잔존하였다.

표 2-6. 동결 생홍고추의 효소처리 착즙액의 특성

처리구		색도				pH	당도	수율 (%)	Capsanthin (420nm,OD)
		L	a	b	ΔE				
대조구	생초	32.91	22.04	13.59	65.25	5.12	7.2	67.9	0.485
	동결	30.47	18.53	11.52	66.02	5.08	7.2	67.9	0.422
효소처리구	생초	30.31	21.48	11.44	67.08	4.91	8.2	80.7	0.532
	동결	28.76	18.98	10.02	67.54	4.94	8.1	82.6	0.483

## 나. 핫소스의 개발

### 1) 핫소스 배합비의 설정

생홍고추를 식물세포분해효소로 반응시킨 다음 착즙하여 얻은 액을 이용하여 한국인의 기호에 적합한 핫소스를 제조하였다. 생홍고추 반응액의 첨가농도, 맛과 관련되는 첨가물 및 핫소스의 점성부여를 위한 검류, 천연색소의 첨가유무 등에 관한 예비실험을 통하여 표 2-7과 같은 핫소스 제조용 원부재료의 배합비를 1차 선정하였다. 잔탄검과 솔스타를 일정량의 물에 용해하고 효소처리 후 착즙한 생홍고추 액, 당류, 산미료, 염류 등의 부재료를 첨가, 용해시킨 후 균질화시키고 가열한 다음 향료, 빙초산, 색소를 첨가하고 가열하여 핫소스를 제조하였다. 제조한 핫소스의 관능적 특성을 살펴보면 색상은 시판 핫소스와 비슷한 황색이 감도는 부드러운 주홍색을 띄고 있었고, 향은 새콤한 식초향과 달콤한 고추향이 강하게 나며 맛은 감미가 느껴지는 매운맛이 감지되어 제품의 전반적이 기호도는 좋은 것으로 나타났다.

한편 이들 핫소스의 경우 균질화 공정이 없이 제조된 배합비 1, 2는 36℃ 저장시 1일 후 고형물의 분리현상이 발생하였고 저장 11일 후에는 상온, 창

가, 37°C 저장구에서 수분분리현상이 발생하였다. 그러나 마지막 단계에서 균질화 공정이 추가된 배합비 5, 6의 경우 앞서 발생한 저장 중 수분분리현상은 발생하지 않았다.

표 2-7. 핫소스 제조용 원부재료의 배합비

원부재료	배합비 1	배합비 2	배합비 3	배합비 4	배합비 5	배합비 6
홍초착즙액	47.1	49.8	46.5	47.8	46.9	47.8
잔탄검	0.13	0.139	0.13	0.143	0.14	0.143
솔스타	0.13	0.139	0.13	0.143	0.14	0.143
맛소금	2.26	2.39	2.23	2.29	2.25	2.29
천일염	0.47	0.49	0.46	0.47	0.46	0.47
비타민 C	0.094	0.149	0.13	0.143	0.14	0.143
구연산	0.094	0.149	0.13	0.143	0.14	0.143
트레할로스	19.5	2.492	2.32	2.391	2.34	2.39
사과농축액	4.7	4.984	4.65	4.7	4.69	4.7
빙초산	1.65	1.744	1.62	1.67	1.64	1.67
감색소	0.047	0.049	0.046	0.047	0.046	0.047
사과향	0.023	0.024	0.023	0.239	0.023	0.023
고과당	-	7.477	6.97	5.74	6.57	6.21
물엿	-	7.477	6.97	5.74	6.57	6.21
토마토분말	-	2.492	2.32	2.39	2.34	1.43
물	23.59	19.939	25.29	26.02	25.53	26.02

표 2-8. 배합비에 따른 핫소스의 특성

특 성		배합비 1	배합비 2	배합비 4	배합비 5
당도( °Brix )		32	34	37.3	26.4
Capsanthin (420nm,OD)		0.153	0.260	0.324	0.178
색도	L	23.76	25.93	23.12	24.36
	a	9.41	13.85	11.12	13.89
	b	5.31	7.41	5.03	5.77
	ΔE	69.86	68.63	70.46	70.05
pH		3.25	3.63	3.56	3.2
산도(%)		2.2	2.8	2.7	2.3
점도(체)		20.09	53.75	36.6	17.7
미생물(총균수)		N·D	N·D	N·D	N·D
수분분리 현상		발생	발생	없음	없음

앞서 설정한 배합비를 토대로 핫소스의 품질 개선을 위해 핫소스의 신맛과 짠맛을 보강하였고 제품의 색상을 보다 자연스럽게 조정하고자 천연색소를 첨가하지 않은 핫소스를 제조하여 표 2-9의 최종 배합비를 설정하였다. 즉 생홍초의 독특한 풍미를 가지면서도 일반적으로 시판되고 있는 수입산 핫소스가 갖는 강한 산미를 내기 위한 것으로 관능적으로 보다 강한 맛을 나타냈으며, 설탕의 경우 감색소를 넣었던 핫소스에 비해 자연스러운 적색을 나타내었다. 천연색소를 첨가하지 않은 핫소스의 경우 백색도, 황색도, 적색도 값이 각각 26.29, 17.10, 7.84로 색소 첨가구보다 색도 값(24.61, 12.92, 5.66)이 증가하였다.

표 2-9. 핫소스의 배합비

원부재료	제조회사	첨가량(g)	비율(%)
홍초착즙액		47.8	44.51
잔탄검	유창케미컬	0.143	0.133
솔스타	태경식품	0.143	0.133
맛소금	백설표	2.29	4.45
천일염		0.47	0.44
비타민 C		0.143	0.133
구연산	홍성약품주식회사	0.143	0.133
트레할로스	Hayashibara	2.39	2.22
사과농축액	충북원예	4.7	4.45
빙초산	우성식품	1.67	4.45
사과향		0.023	0.022
고과당	미원	6.21	6.23
물엿	해표	6.21	6.23
토마토분말	진성식품	1.43	2.22
정제수		26.02	24.21

국내에서 유통되고 있는 핫소스 제품을 구입하여 이들 제품들의 염도, 산도, 색도, 당도, 점도 등의 이화학적, 관능적 특성을 개날 시제품과 비교하였다(표 2-10). A사 제품의 경우 신맛이 주를 이루고 B제품은 마늘향이 강하고 매운맛이 약하였으며 C제품은 신맛이 매우 강하며 약간의 발효취가 나는 특징을 가지고 있었다.



표 2-10. 개발 시제품과 시판 제품의 품질 비교

분석항목	A사	B사	C사	개발제품
염도(%)	7.3	5.3	2.6	6.7
당도(Bx)	10.8	23.4	8.6	31.4
산도(%)	7.4	0.8	18.1	7.2
pH	2.97	3.44	2.83	3.28
점도(cp)	17.59	120.75	18.99	24.55
색도	L:25.8,a:12.7, b:6.6	L:29.1,a:17.3, b:9.65	L:25.9,a:10.5, b:5.7	L:24.1,a:12.3, b:5.6

국내에 수입되어 시중에서 시판되고 있는 핫소스 중 일반인에게 가장 많이 알려지고 많은 업소에서 사용하고 있는 Tabasco소스와 개발 시제품을 대상으로 하여 9점 채점법에 의해 관능검사를 실시한 결과(표 2-11) 표에서 볼 수 있는 바와 같이 시제품의 경우 제품의 향과 맛 뿐만 아니라 전반적인 기호도에 있어서 수입산 제품의 그것보다 우수한 것으로 나타났다.

표 2-11. 개발 시제품과 시판 제품의 관능적 특성

	향	단맛	신맛	짠맛	전반적인 기호도
개발제품	6.0±1.3	5.9±1.1	6.2±0.9	5.7±1.4	6.5±0.5
시중제품	5.4±1.3	3.9±1.2	3.9±1.5	3.8±1.4	4.1±1.5

## 2) 핫소스의 저장 중 품질 특성

최종 배합비에 의해 제조한 핫소스를 투명한 유리병에 hot filling한 후 저장 조건을 달리하여 저장 중 품질 변화를 조사한 결과는 표 2-12와 같다. 제품의 염도, pH, 산도는 제조직 후 각각 6.83%, 3.28%, 3.6%에서 저장 6개월 이후에도 온도, 빛에 따른 차이없이 초기와 거의 유사하였다. 점도는 상온, 창가 저장구는 초기와 큰 차이가 없었으나 37℃ 저장구는 저장기간이 경과함에 따라 약간씩 감소하는 것으로 나타나 저장 6개월경에는 17.5cp를 나타내었다. 색도 중 적색도, 황색도 값에 있어서 37℃저장구는 저장 4개월 경과시 다른 처리구보다 감소 변화가 컸고 6개월경에는 37℃, 상온저장구가 창가 저장구보다 값의 변화가 높은 것으로 나타났다. 제품의 관능적 특성에 있어서 제조직후 핫소스 제품은 밝은 주홍색을 띄며 고추향이 감돌고 신맛과 단맛의 조화가 잘 이루어졌으나 저장 1개월 후 창가 저장군의 경우 색이 약간 옅어졌고 신맛이 증가하였다. 37℃의 경우 표면에 얇은 층이 형성된 것을 제외하고는 거의 변화가 없었으나 단 냄새가 약간 감지되었고 저장 6개월 후에는 색이 조금 더 어두워지고 카라멜향과 같은 가열취가 생성되었다. 제품의 색상은 저장 4개월 후 창가>상온>37℃의 순서로 조금씩 짙어졌다. 분리 현상은 상온과 창가 저장구와는 달리 37℃의 경우 1cm내외의 검붉은 분리층이 보였다.

표 2-12. 핫소스의 저장 중 품질 변화

저장기간 (개월)	0	1개월			4개월			6개월			
		상온	창가	37℃	상온	창가	37℃	상온	창가	37℃	
염도(%)	6.83	7.01	7.01	7.01	7.02	7.60	7.60	7.67	7.97	7.38	
당도(Brix)	30.7	30.5	30.7	30.3	31.1	31.3	30.9	31.5	30.6	30.8	
색도	L	24.08	24.29	24.52	23.87	24.09	24.67	23.19	23.67	24.33	22.07
	a	12.26	12.64	12.64	11.51	11.63	12.09	8.70	9.72	11.52	6.61
	b	5.55	5.73	5.47	5.28	5.47	5.39	4.00	4.87	5.66	3.54
	△E	70.01	68.89	69.64	70.05	69.88	69.39	70.23	69.77	69.47	70.90
Capsanthin (460nm,OD)	0.242	0.280	0.305	0.346	0.387	0.39	0.408	0.438	0.370	0.396	
pH	3.28	3.2	3.22	3.22	3.18	3.18	3.09	3.24	3.24	3.19	
산도(%)	3.6	3.32	3.30	3.32	3.90	3.63	3.87	3.90	3.93	3.81	
점도(cp)	24.55	27.28	25.51	21.83	27.37	24.32	21.77	26.5	25.5	17.5	
미생물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

한편 매운맛이 강한 청양고추를 효소반응시켜 착즙한 액을 일반 생홍고추 착즙액에 각각 5, 10, 15%씩 대체하여 핫소스를 제조한 결과 제품의 매운맛 및 전반적 기호도면에서 10, 15, 5%순으로 기호도가 높은 것으로 나타나 청양고추 효소처리 착즙액을 10%정도 대체한 핫소스는 앞서 일반 생홍고추만을 이용하여 제조한 제품과는 차별화가 가능하였다.

## 2. 고추를 이용한 조미제품 개발

### 가. 염장고추의 특성

고추의 표면은 왁스질로 구성되어 있어 염장시 소금의 침투가 다른 작물에 비해 느릴 것으로 판단된다. 본 연구에서는 고추의 탐침유무에 따른 염장시 특성 변화를 조사하고자 최종 염농도를 20%로 조정하여 염장한 고추의 특성을 조사하였다(표 2-13). 염도에 있어서 탐침 유무에 따른 차이가 염장 초기에 관찰되었다. 즉, 탐침처리 후 염장한 고추의 경우 염장 1개월에 16%로 대조구의 12.1%보다 염도가 높았고, 염장 3개월 경에는 이론치인 20%에 도달하였다. 그러나 탐침처리를 하지 않은 고추의 경우 염장 3개월 후에도 이론치에 도달하지 않았다. 염장 시기별 고추의 색도를 조사한 결과 탐침처리 후 염장한 것이 백색도, 황색도 값이 높았고 특히 탐침처리 고추의 a값은 염장 2개월까지 -0.18로 녹색도 값을 나타내었고 3개월 경부터는 황색도 값을 보였다. 그러나 이들 고추의 외형적 성상을 관찰한 결과 지나친 탐침은 도리어 고추 내부의 고형물을 염장액으로 용출시켜 염장 후 고추의 조직이 질겨지는 원인이 되었다.

표 2-13. 탐침유무에 따른 염장 중 고추의 염도 및 색도 변화

측정항목		탐침* 유무	염장기간(개월)				
			1	2	3	4	6
염도(%)		x	12.1	16.1	18.0	20.1	20.4
		o	16.0	19.4	20.7	20.5	20.3
색도	백색도	x	26.7	27.0	27.8	31.9	35.4
		o	27.1	28.9	30.6	38.4	41.2
	적색도	x	0.74	0.53	0.91	1.13	1.54
		o	-1.31	-0.18	1.24	2.10	2.52
	황색도	x	5.59	5.33	6.49	8.35	8.79
		o	6.45	7.36	8.17	10.24	10.01

\* x : 탐침하지 않은 고추, o : 탐침처리한 고추

탐침 유무에 따른 고추의 염장 중 액의 특성을 조사한 결과는 표 2-14와 같다. 액의 염도는 초기 이론치 20%에서 염장 1개월 후 탐침 처리한 고추 액은 18.6%로 탐침처리하지 않은 것의 21.5%보다 높았으나 2개월 이후부터는 차이가 거의 없었다. 액의 pH는 탐침처리하지 않은 고추의 것이 각 염장 기간별로 높은 반면, 산도는 낮은 것으로 나타났다. 액의 투광도 측정 결과에 있어서는 처리구간에 큰 차이를 보여 탐침처리한 고추의 액은 고추 내부의 고형물이 용출되어 혼탁한 것으로 나타났다. 한편 이들 탐침유무에 따른 고추의 염장 중 액의 색도를 조사한 결과 백색도, 적색도, 황색도 값 모두 탐침처리하지 않은 것이 높았다.

표 2-14. 탐침유무에 따른 염장 중 액의 특성 변화

측정항목	탐침* 유무	염장기간(개월)				
		1	2	3	4	6
염도(%)	x	21.5	20.3	20.5	20.3	20.4
	o	18.6	20.8	20.1	20.8	20.4
pH	x	6.18	5.03	4.80	4.62	4.60
	o	5.30	4.59	4.46	4.31	4.20
산도(%)	x	0.08	0.08	0.13	0.17	0.24
	o	0.23	0.17	0.16	0.21	0.27
투광도 (%T)	x	70.6	76.8	76.5	70.27	70.45
	o	58.4	51.4	51.2	45.12	40.23

\* x : 탐침하지 않은 고추, o : 탐침처리한 고추

표 2-15. 탐침유무에 따른 염장 중 액의 색도 변화

측정항목	탐침* 유무	염장기간(개월)				
		1	2	3	4	6
백색도	x	67.8	72.1	68.3	65.68	70.25
	o	48.6	48.1	55.6	58.23	63.21
적색도	x	0.28	0.06	1.55	2.48	3.74
	o	3.27	3.64	2.85	3.62	4.12
황색도	x	10.6	11.9	22.5	28.97	30.12
	o	19.4	19.7	12.2	18.97	20.12

\* x : 탐침하지 않은 고추, o : 탐침처리한 고추

최종 염농도를 10%가 되도록 조정하고 빙초산을 고추 중량대비 0.3% 첨가하여 염장한 고추의 경우 염도는 거의 비슷하였으나 색도는 백색도, 적색도, 황색도 모두 탐침처리한 것이 약간 높았다. 염장 액의 경우 탐침유무에 관계없이 염장 2개월 후 이론치의 염도에 도달하였고 색도 중 백색도 값은 탐침처리하지 않은 것의 액이 91.56으로 높고, 황색도는 탐침처리한 액이 22.50으로 높았다. a값은 탐침처리하지 않은 고추 염장액이 -1.78로 녹색 값이 높은 것으로 나타났다. 염장 액의 투광도는 앞의 20% 처리구와 마찬가지로 탐침처리한 것이 낮았고, pH는 탐침처리한 액이 4.6으로 높은 반면 산도는 0.099%로 낮았다.

10% 염농도의 경우 탐침처리를 한 것은 염장액이 뿌영고 염장액에 점성이 생겼으나 고추색은 양호한 편이었고, 탐침처리하지 않은 것은 염장액 표면에 산막효모가 형성되었으나 고추 조직과 색 모두 양호하였다. 본 결과에는 나타내지 않았으나 10% 염농도에서 염장한 고추는 염장 3개월 경과시 이상발효가 진행되는 것으로 나타나 고추의 염장 조건으로는 적당하지 못하였다.

표 2-16. 탐침유무에 따른 0.3% 빙초산 첨가 2개월 염장 고추의 특성

		염장액		고추	
탐침유무		o	x	o	x
최종염농도(%)		10	10	10	10
염도(%)		11.4	11.1	9.6	9.0
색도	L	76.84	91.56	32.00	28.68
	a	0.55	-1.78	1.55	1.43
	b	22.50	17.05	9.09	7.38
탁도(%T, 590nm)		10.49	42.04	-	-
pH		4.6	4.1		
산도(%)		0.09	0.16		

최종 염농도를 15%로 조정하고 원료 중량대비 0.3%의 빙초산을 첨가하여 탐침처리없이 염장한 고추의 특성을 조사한 결과는 표 2-17과 같다. 외형적 성장에 있어서 염장 14일 경과시 고추는 전체적으로 염장되지 않아 녹색부분이 많이 남아 있었고 염장 21일 경과시 고추는 전반적으로 황색을 띠는 부위가 많았으며 염장 30일 경에는 염장 특유의 풍미가 느껴지고 고추 표면이 약간 수축되었고 염장액은 비교적 맑았다. 고추의 염도는 염장 1, 2, 3주 경과시 각각 4.0, 6.7, 8.2%로 상승하여 60일경에는 이론치인 15%에 근접하였다. 색도는 녹색도 값이 서서히 감소하여 황색이 발현되어 30일 경에는 0.76을 나타내었다. 황색도 값은 염장 30일까지는 서서히 증가하였으나 60일 경에는 급격히 증가하였다.



표 2-17. 최종 염농도 15%, 0.3% 빙초산 첨가 염장 고추의 특성

		염장기간(일수)					
		7	14	21	30	60	90
염도(%)		4.0	6.7	8.2	11.4	14.2	15.1
색도	L	72.5	61.8	53.9	48.3	40.2	35.6
	a	-1.78	-1.45	-1.29	0.76	1.62	5.24
	b	2.12	3.68	4.45	8.64	17.32	21.31

한편 염장 후 최종 염농도가 15%가 되도록 고정하고 첨가되는 빙초산의 농도를 0.3, 0.5, 1.0, 2.01%씩 첨가하여 염장하였다. 염장 2개월 후 빙초산의 첨가농도가 1%이상인 염장 고추의 경우 외형적 색상에 있어서 고추 염장시 발생하는 색상이 아닌 황갈색을 띠는 검은 색상을 보였고, 고추의 조직 또한 질겨지는 것으로 나타났다. 염장 2개월 후 고추와 액의 산도는 0.5% 빙초산 처리구가 각각 0.48, 0.25%, 2%빙초산 처리구가 각각 1.38, 1.22%를 보여 지나친 빙초산의 첨가는 염장 중 발생하는 숙성에 의한 고추의 색상, 조직 변화를 억제함을 알 수 있었다.

또한 염장 후 고추의 최종 염농도를 각각 15, 20%가 되도록 조정하고 0.3%의 빙초산을 첨가, 염장한 고추의 염장 2개월 후 성상에 있어서도 20% 첨가구의 고추는 색상에 있어서 녹색이 많이 잔존하고 황색으로 변하지 않고 점차 녹색이 짙어져 녹색갈색을 띄었고, 고추의 조직 또한 다소 질겨지는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 보면 노지산 고추를 수확한 다음 익지 않은 상태로 남은 풋고추를 이용한 조미제품의 제조를 위한 고추의 염장은 고추의 수분을 고려하여 최종 염농도를 15%가 되도록 천일염을 첨가하고 여기에 원료 중량대비 0.3, 0.5%의 빙초산을 첨가하여 염장할 경우 연중 조미용 원료로 사용함에 문제가 없는 것으로 나타났다.

## 나. 염장고추의 탈염 중 특성

염장 후 조미를 위한 전 단계로서 고추의 조직, 풍미에 큰 영향을 주지 않으면서 빠른 시간 내에 탈염할 수 있는 조건 설정을 위해 탈염 온도와 시간에 변화를 주어 염도 변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 물의 온도(20, 50, 65℃)를 달리하여 탈염시간 변화에 따른 고추 조직에 잔존하는 염도를 측정된 결과는 그림 2-1과 같다. 초기 염도가 12~13%인 고추를 6~7%의 염분을 함유하도록 탈염하는데 소요되는 시간은 20℃의 물의 경우 7일, 50℃의 물은 35시간, 65℃의 물에서는 30시간이 소요되었다. 50, 65℃에서 고추를 탈염할 경우 염분의 제거정도는 큰 차이가 없었으나 이들 온도에서 각각 탈염한 고추의 관능적 특성은 차이를 보여 65℃의 온수에서 탈염한 고추는 풍미가 떨어지는 것으로 나타났다. 20℃와 50℃ 온수에서 비슷한 염농도가 되도록 각각 탈염한 고추를 조미한 결과 고추의 풍미, 조직감은 큰 차이를 보이지 않았으며, 반복 실험 결과 50℃ 온수(10시간 간격으로 물을 교체할 경우)에서 탈염할 경우 염장 고추 조직내의 염분은 시간당 평균 0.15%씩 제거되는 것으로 판명되었다.

최종 조미제품 제조를 위해 염장고추 조직내의 염도가 6~7% 잔존할 때까지 탈염한 것을 원료로 사용함이 최종 제품의 품질에 좋은 것으로 판명되었다. 그러나 같은 용기에 동일 시간 탈염한 고추 중에도 조직내에 잔존하는 염분에 다소 차이를 보이는 것으로 나타나 향후 조미제품의 품질 관리를 위해서도 탈염을 균일화할 수 있는 방안의 하나로 탈염탱크의 밑부분에 환류를 위해 air 삽입관을 설치하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

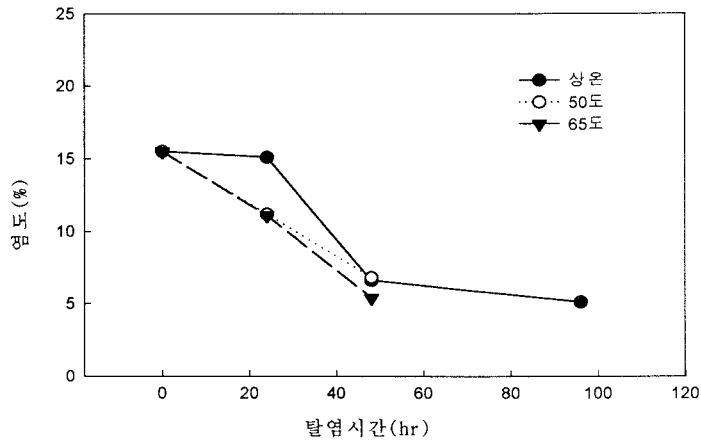


그림 2-1. 탈염온도에 따른 엽장 고추의 엽도 변화

#### 다. 고추 조미제품의 개발

현재 국내 식품 관련 시장에서 수입, 유통되고 있는 국내산 고추와 형태, 크기가 유사한 고추 조미제품을 수집하여 이들 제품의 엽도, 산도, 색도 등의 이화학적, 관능적 특성을 조사하여 개발 제품의 기준 설정을 위한 기초 자료로 활용하였다. 품질을 조사한 결과 미국산이 독일산에 비해 엽도, 당도가 높고, 특히 독일산 제품은 국산 풋고추와 그 형태가 유사하였다.

표 2-18. 수입산 조미 고추의 이화학적 특성

분석항목	A제품	B제품	C제품
당도(Bx)	5.6	6.9	6.9
엽도(%)	2.9	3.5	2.7
산도(%)	19.0	21.2	12.9
pH	3.7	3.5	3.4

## 1) 고추 조미제품의 제조

일반 풋고추를 염장, 탈염한 것을 이용, 감초엑기스, 설탕, 솔비톨, 미원, HAP, 구연산, 사과산, 구연산나트륨 등 첨가물의 비율을 달리하여 제조한 조미액에 탈염고추를 첨가, 조미한 다음 이들의 관능적 평가 결과를 토대로 고추 조미제품의 배합비를 설정하였다(표 2-19).

탈염 고추의 줄기를 초기에는 그대로 두었으나 조미시 부피문제와 조미액의 침투를 용이하게 하기 위해 0.5cm 내외로 절단하여 조미하는 것이 바람직하였고 고추와 조미액의 첨가비율은 초기에는 1.5배 사용하였으나 최종적으로는 동일량 첨가, 조미하였다. 고추와 조미액을 포장용기에 넣고 밀봉한 것을 85℃에서 20분 열처리한 후 냉각하여 실온에 일정기간 방치하여 조미하였다.

배합비 1로 고추를 조미한 결과 단맛이 너무 강하여 단맛과 관련이 있는 감초엑기스, 설탕, 솔비톨 등의 양을 1/10로 줄였으나(배합비 1) 여전히 단맛이 강하였다. 따라서 단맛을 내는 조미재료를 1/20(배합비 4), 1/30(배합비 5), 1/50(배합비 6)로 낮추어 조미한 결과 1/20첨가군의 기호도가 가장 좋았다. 단맛은 어느 정도 개선되었으나 신맛이 부족한 것으로 나타나 4, 5, 6 배합비에 식초를 0.9%씩 첨가한 결과 배합비 6의 경우 단맛이 약하여 신맛이 너무 강하게 느껴졌고 배합비 4, 5는 기호성이 더욱 개선되었으나 여전히 신맛이 부족하게 느껴졌다. 따라서 신맛을 각각 0.9%에서 1.3%로 높이고, 좀더 깔끔한 풍미를 위해 MSG와 HAP를 0.9%로 낮춰 조정하였다(배합비 7, 8). 그 결과 MSG, HAP의 가감에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나 배합비 7이 8보다 기호성이 좋았으며 신맛 또한 적당하였다.

표 2-19. 고추 조미 제품의 배합비

배합비 재료	1	2	3	4	5	6	7	8
감초 엑기스	0.84	0.08	-	0.04	0.03	0.01	0.04	0.03
설탕	2.10	0.21	-	0.11	0.07	0.04	0.11	0.07
솔비톨	5.68	0.57	-	0.30	0.20	0.12	0.30	0.20
MSG	1.05	1.06	1.15	1.14	1.15	1.15	0.91	0.91
HAP	1.05	1.06	1.15	1.14	1.15	1.15	0.91	0.91
구연산	0.63	0.63	0.69	0.68	0.69	0.69	0.68	0.68
사과산	0.37	0.38	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
구연산나트륨	0.52	0.53	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
폴리인산나트륨	0.54	0.55	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
sodium acetate	0.21	0.21	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22
DL-alanine	1.26	1.27	1.38	1.37	1.38	1.38	1.37	1.37
글리신	1.26	1.27	1.38	1.37	1.38	1.38	1.37	1.37
물(3% 염수)	84.2	84.9	92.4	91.96	92.1	92.2	91.5	91.6
빙초산	-	-	-	-	-	-	0.91	0.91

## 2) 청양고추 조미제품의 제조

매운맛이 강한 청양고추를 이용하여 앞서 일반 풋고추로 제조한 조미 제품과는 맛이 차별화되는 조미제품을 제조하였다. 앞의 조미액 타입과는 다르게 부재료를 단순화하면서 신맛이 강조된 조미액을 만들기 위해 다음과 같은 배합비의 조미액을 제조하였다(표 2-20). 이 때 염장 고추는 6~7% 사이의 염도가 되게 50℃에서 탈염한 것을 사용하였다.

먼저 배합비 1~4까지의 조미액을 제조하여 본 결과 배합비 3의 기호성이 가장 좋았으나 풍미 측면에서 깊은 맛이 없어 MSG와 솔비톨을 각각 0.8%씩 첨가하였다(배합비 5, 6). 솔비톨 첨가는 큰 영향이 없었고, 약간 싱거운

느낌이 들었으므로 설탕의 양을 늘리고 식염을 첨가하고 나머지 배합비를 약간씩 조정하여 배합비 7, 8, 9를 제조하였다. 배합비 9로 제조한 조미액의 당도는 9.3 ° Brix, 염도 3.03%, 산도 5.1%였고, 이들 조미액에서 조미한 고추의 경우 각각 12.8 ° Brix, 4.68%, 1.86%였다. 그러나 단맛과 신맛이 모두 부족하고 깊은 맛이 없어서 설탕과 사과 식초를 증가시키고 식염을 빼고 탈색간장을 첨가하여 배합비 10과 11을 제조하였다.

표 2-20. 청량고추 조미제품의 배합비

배합비 재료	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
물	90.9	86.9	90.9	94.3	80.4	80.5	82.9	83.2	77.4	78.6	75.7
설탕	2.72	2.60	2.72	2.83	1.60	0.80	2.48	2.49	3.87	3.93	3.78
술비톨	-	-	-	-	0.80	0.80	-	-	-	-	-
구연산	0.45	0.43	0.45	0.47	0.56	0.80	0.58	0.41	0.38	0.39	0.37
사과산	0.45	0.43	0.45	0.47	0.40	0.80	0.41	0.41	0.38	0.39	0.37
MSG	-	-	-	-	0.08	0.12	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
사과식초	-	-	4.50	-	16.0	16.1	12.4	12.4	15.4	15.7	15.1
양조식초	4.50	8.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
빙초산	-	-	-	0.94	-	-	0.82	0.83	0.77	0.78	0.75
식염	0.90	0.86	0.90	0.94	-	-	0.20	-	2.32	-	-
탈색간장	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.78

위의 배합비에 식염 양, 간장의 종류와 양을 달리한 배합비로 조미액을 만들어 본 결과 배합비 12, 13, 14 조미액의 당도, 염도, 산도는 각각 7.5, 8.5, 7.3 ° Brix, 1.46, 2.04, 1.46%, 2.20, 2.24, 2.29% 였다. 배합비 13은 재료 간의 조화는 있었지만 전체적으로 맛이 약하였기 때문에 각각의 첨가물들을 몇가지 형태로 증가시켜 배합비 16~18의 조미액을 제조하였다(표 2-21). 그 결과 배합비 17와 18은 맛이 너무 강하였고 배합비 16이 기호성이 좋았다.

그러나 신맛이 전체적으로 약해서 빙초산을 증가시켜 배합비 19와 20을 제조, 조미한 결과 배합비 19로 제조한 조미액의 맛이 더욱 조화로웠다. 배합비 19의 경우 조미액의 당도는 10.4 ° Brix, 염도 0.69%,였고, 조미 고추는 각각 11.9 ° Brix, 3.27%였다.

표 2-21. 청양고추 조미용 첨가물의 배합비

배합비 재료	12	13	14	15	16	17	18	19	20
물	77.4	75.1	78.0	78.3	70.0	66.5	64.0	67.6	64.5
설탕	3.87	3.75	3.90	3.91	5.60	6.65	6.40	5.41	5.16
구연산	0.38	0.37	3.90	0.39	0.56	0.66	0.64	0.54	0.51
사과산	0.38	0.37	3.90	0.39	0.56	0.66	0.64	0.54	0.51
MSG	0.07	0.07	0.07	0.07	0.14	0.13	0.12	0.13	0.12
사과식초	15.4	15.0	15.6	15.6	17.5	19.9	20.4	20.2	22.6
빙초산	0.77	0.75	0.78	0.78	1.40	1.33	1.92	2.02	3.22
식염	0.77	0.75	0.78	0.39	0.7	0.66	0.64	-	-
양조간장	0.77	-	-	-	-	-	-	-	-
탈색간장	-	3.75	-	-	3.50	3.32	4.48	3.38	3.22

## 라. 조미고추의 저장 중 특성

염도를 6~76%로 탈염한 고추의 꼭지를 0.5cm 내외로 잘라 포장 용기에 넣고 여기에 앞서 청양고추의 조미용 배합비 실험에서 설정한 기준에 따라 제조한 조미액을 고추 중량대비 동일량 넣고 밀봉한 후 85℃ 20분간 살균, 냉각한 것을 실온, 37℃에 각각 저장하였다. 이들 조미 고추의 저장 중 당도, 염도, 산도, 색도, 관능적 특성을 조사한 결과는 표 2-22, 2-23과 같다.

저장온도에 관계없이 조미액의 당도와 염도는 증가하고 산도는 낮아졌고 상대적으로 고추의 경우 당도와 염도는 각각 11.0 ° Brix, 6.2%로 떨어지고 산도는 1.4%로 증가하였다. 고추 조미제품의 저장 중 관능적 특성을 살펴보면 저장 20일에 상온 저장구의 경우 처음에 비해 조미액은 약간 싱거워지면서 신맛은 저하되었고 고추는 짠맛이 저하되면서 쓴맛이 약간 형성되었다.



37℃ 저장구의 경우 신맛이 강하고 조직감도 양호하였으나 전체적으로 매운 맛이 약간 감소하였다. 저장 80일에는 상온 저장구에 비해 37℃ 저장구의 경우 조미액의 색이 어두워졌으며 두 저장구 모두 병 바닥에 약간의 침전물이 생겼으며, 조미액은 전반적으로 짠맛이 강해지고 신맛은 낮아졌으며 고추의 신맛은 강해졌다. 37℃ 저장구의 경우 고추의 달콤한 풍미가 전체적으로 느껴졌다. 고추의 조직은 상온 저장구는 처음 상태와 비슷하였으나 37℃ 저장구는 약간 물러진 상태였다.

표 2-22. 조미고추의 저장 중 품질 변화

항목		저장일수(일)									
		0		20		80		140		230	
			상온	37℃	상온	37℃	상온	37℃	상온	37℃	
염도(%)		8.9	6.2	6.0	5.5	5.4	5.5	5.3	5.6	5.7	
산도(%)		0.5	7.0	9.0	5.5	5.0	5.5	5.5	5.0	6.0	
당도(Brix)		10.6	11.0	10.8	10.8	11.3	11.3	11.6	11.3	11.5	
색도	L	39.3	31.5	32.3	35.3	33.2	34.8	31.4	34.9	33.4	
	a	1.2	0.7	1.2	0.8	1.1	0.7	1.9	0.6	1.8	
	b	13.9	8.0	9.0	11.2	9.4	10.3	8.7	10.5	9.3	
	ΔE	55.0	61.4	60.8	64.8	61.2	58.1	61.7	58.5	59.9	

표 2-23. 조미고추의 저장 중 액의 품질 변화

항 목	저장일수(일)									
	0		20		80		140		230	
		상온	37℃	상온	37℃	상온	37℃	상온	37℃	
염도(%)	2.3	6.1	5.6	6.2	6.7	6.2	6.5	6.1	6.5	
산도(%)	21.0	13.0	12.5	5.5	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	
당도(Brix)	12.4	11.1	11.6	11.1	11.2	11.0	11.3	11.0	11.3	

### 3. 마늘을 이용한 조미제품 개발

#### 가. 전처리 마늘의 염장 중 특성

젊은 층이 선호하고 외식산업에 적합한 마늘 조미제품의 제조를 위해 먼저 마늘의 자극적이 냄새와 매운맛을 제거하고자 박피마늘을 각기 다른 온도(60, 70, 80, 90℃)의 온수에서 각각 20분간 열처리한 다음 찬물에서 냉각한 것을 염장용 원료로 사용하였다. 열처리 후 마늘의 외형적 색상은 열처리 온도가 상승함에 따라 희게 보였고, 마늘의 자극적인 냄새와 매운맛은 감소하는 것으로 나타났다.

마늘의 염장은 열처리 마늘에 최종 염농도 10%가 되도록 조정된 소금물을 동일량 첨가하여 1차 염장한 다음 3일 후 다시 최종 염농도가 20%가 되도록 천일염을 추가로 첨가하여 실온에서 염장하였다. 염장 중 마늘과 액의 경도, 염도, 색도, pH, 산도, 등의 이화학적 특성을 조사하였다(표 2-24~2-31). 마늘의 염도는 열처리 온도에 관계없이 염장 14일 경에 이론치에 도달하였다. 마늘의 경도는 염장초기에는 열처리 온도가 낮은 것이 높았으나

염장기간이 경과함에 따라 90℃ 처리구를 제외하고는 큰 차이가 없었다. 마늘의 백색도 값은 초기에는 열처리 온도가 높은 것이 높았으나 100일 이후부터는 70℃ 이상 처리구는 차이가 없었다. 액의 투광도(%T)에 있어서는 염장 60일 이후부터 70℃ 처리구가 가장 높았다.

한편 이들 염장 중 마늘의 외형적 색상의 경우 60℃ 처리구는 염장 3일경, 생마늘을 그대로 염장한 것은 5일경부터 마늘의 일부 부위가 황색화되어 염장 15일경에는 거의 대부분의 마늘이 황색을 띠었다. 염장액의 경우에 있어서도 이들 처리구 액은 다른 것에 비해 황색이 강하게 용출되었다. 그러나 70℃ 처리구부터는 염장 중 마늘의 황색화가 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다. 염장 중 액의 경우 마늘의 열처리 온도가 높은 것일수록 마늘에서 용출되는 고형물이 많아 액이 탁하고 80, 90℃ 처리구는 염장 20일경부터 액에서 발효취가 감지되었고 염장 2개월경에는 마늘이 검게 변하는 것으로 나타났을 뿐 만 아니라 염장 3개월 경에는 좋지 못한 냄새가 발생하였다. 따라서 생마늘의 자극적인 냄새와 매운맛을 제거하고 염장 중 마늘의 변색 등의 변화를 최소화 할 수 있는 염장용 원료 마늘의 전처리 온도는 70℃ 정도가 적당하였다.

표 2-24. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 경도 변화

(k g f)

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	2.74	2.68	2.72	2.42	2.29	2.53
60°C	2.36	2.54	2.50	2.33	2.62	2.64
70°C	2.10	2.51	2.66	2.66	2.64	2.75
80°C	1.90	2.38	2.19	2.35	2.07	2.49
90°C	1.36	1.18	1.09	1.14	1.07	0.97

표 2-25. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 염도 변화

(%)

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	14.23	21.99	21.01	21.00	20.94	20.51
60°C	12.27	21.41	21.12	21.01	21.32	21.12
70°C	11.69	21.99	21.89	21.54	20.92	20.86
80°C	15.49	21.41	21.99	21.56	21.84	21.21
90°C	13.44	19.67	19.09	19.38	19.56	19.84

표 2-26. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 액의 염도 변화

(%)

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	23.09	14.46	19.96	21.70	21.91	22.08
60°C	23.38	13.31	20.41	20.83	21.13	22.08
70°C	23.38	12.73	21.23	21.41	22.05	23.24
80°C	23.50	15.04	21.12	21.41	22.38	23.24
90°C	22.31	15.62	20.25	21.70	21.87	22.08

표 2-27. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 액의 pH 변화

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	5.73	6.41	6.14	6.01	6.02	5.68
60°C	6.05	6.50	6.08	6.12	5.97	5.72
70°C	5.16	5.06	4.81	4.76	4.79	4.66
80°C	5.18	6.04	6.19	7.21	6.40	6.37
90°C	5.12	6.48	6.25	5.81	5.74	6.12

표 2-28. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 액의 탁도 변화

(%T, 590nm)

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	48.13	38.51	34.10	26.58	22.21	20.08
60°C	51.81	36.23	30.27	28.14	26.36	14.24
70°C	40.93	33.83	31.97	32.18	30.80	31.47
80°C	29.61	22.82	4.50	1.47	1.79	1.64
90°C	4.80	1.73	0.88	0.72	0.74	0.70

표 2-29. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 백색도 변화

열처리온도 (°C)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	49.76	38.56	49.06	47.83	49.36	51.48
60°C	45.19	39.52	45.03	46.21	48.19	50.79
70°C	57.15	56.38	62.60	63.61	63.83	65.02
80°C	61.61	62.56	67.32	66.45	65.60	65.13
90°C	61.06	63.92	67.33	67.16	67.62	64.66

표 2-30. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 적색도 변화

열처리온도 (℃)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	14.37	14.43	13.84	14.91	14.49	16.54
60℃	12.40	12.00	13.38	15.47	14.71	17.10
70℃	11.90	13.35	13.08	14.37	15.04	15.95
80℃	10.14	11.67	11.66	11.70	10.83	10.59
90℃	9.83	11.39	11.67	10.79	11.09	9.29

표 2-31. 전처리 온도별 마늘의 염장 중 액의 황색도 변화

열처리온도 (℃)	염장일수(일)					
	7	14	28	60	100	150
생마늘	10.01	13.25	16.47	16.05	14.04	12.32
60℃	8.64	12.78	16.20	13.08	11.60	11.21
70℃	5.47	7.56	9.75	10.79	10.53	10.30
80℃	3.21	3.12	3.03	3.30	3.06	2.85
90℃	2.11	2.18	2.99	2.88	2.57	2.32

한편 70℃에서 열처리 한 마늘을 향후 절임용 소재로 사용하고자 위의 실험과는 별도로 열처리 후 최종 염농도가 20%가 되도록 염도를 조정하여 2겹의 비닐 봉지에 넣고 비닐의 상부를 고무밴드로 봉한 다음 실온에서 4개월 염장하였다. 그 결과 오픈식의 염장 마늘과는 달리 비닐포대에서 염장된 마늘은 열처리 직후 즉 염장초기 마늘에서 감지된 냄새에 비하여 훨씬 강한 자극적인 냄새가 마늘에서 풍기는 것으로 나타나 향후 공장규모의 마늘 절임시 절임조의 형태는 오픈식의 콘크리트 절임조를 그대로 이용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

또한 수확기 마늘과 저장 마늘을 동일 조건에서 열처리 후 염장한 결과 염장 후 마늘의 색상에 큰 차이를 보여 최종 마늘 조미제품의 색상을 고려할 때 염장용 마늘은 수확기 마늘을 바로 염장하여 사용함이 바람직하였고, 마늘의 크기는 다소 작은 것이 본 실험에서는 적합하였다.

## 나. 염장 마늘의 탈염 조건 확립

앞서 70℃에서 열처리 후 5개월 염장한 마늘을 이용하여 젊은 층이 선호하고 외식산업에 적합한 마늘 조미제품의 제조를 위해 먼저 염장 마늘을 물에 침지하여 탈염처리하였으며 이 때 물의 온도를 달리하여 탈염 중 마늘의 변화를 조사하였다(표 2-32, 2-33).

염장 마늘을 냉수에서 탈염한 결과 조직내에 함유된 염분을 완전히 제거하기 위해서는 오랜 시간이 소요되었으며 탈염시 사용되는 물의 온도가 상승함에 따라 탈염시간이 단축되었으며 탈염 후 마늘의 색상은 희고 조직은 양호한 것으로 나타났다.

염장 마늘을 중량대비 5배의 물에 담구어 실온에서 24시간 탈염시 약 50%의 염분이 제거되었고(중간에 1회 물 교환), 48시간 탈염시 약 70%의 염이 제거되었다(물 교환 2회). 그러나 60℃ 온수에서 24시간 탈염한 마늘은 65%정도의 염이 제거되었다. 염장 마늘을 이용한 조미제품을 제조할 경우 마늘 조직 내에 함유된 염분을 완전히 제거하기 위해서는 오랜 시간이 소요



될 뿐 아니라 탈염시간이 길어짐에 따라 마늘의 조직이 나빠지므로 조미용 원료로 사용될 염장 마늘의 탈염은 실온 탈염시 48시간, 60℃ 온수의 경우 28시간 정도 탈염하여 마늘 조직 내의 염분을 대략 7~8%로 조정한 것을 사용함이 바람직하였다.

표 2-32. 20℃에서 탈염 중 염장 마늘의 특성변화

특성	탈염시간(시간)							
	0	20	43	92	116	137	160	167
경도(kg)	2.58	2.02	2.02	1.83	1.83	1.83	1.82	1.82
염도(%)	16.98	9.77	8.84	3.03	3.72	1.98	1.40	0.70
환원당( )	26.13	19.91	16.37	13.35	8.03	6.55	4.29	3.75

표 2-33. 60℃에서 탈염 중 염장 마늘의 특성 변화

특성	탈염시간(시간)							
	0	2	6	9	12	16	18	25
경도(kg)	2.58	2.19	1.72	1.67	1.51	1.55	1.48	1.14
염도(%)	16.98	12.33	9.54	6.98	5.98	4.88	4.42	1.23
환원당( )	26.13	24.91	23.92	19.68	18.13	16.58	16.44	6.54

## 다. 마늘 조미제품 개발

### 1) 조미제품 I

매운맛과 냄새가 없는 다양한 종류의 마늘 조미제품의 하나로 먼저 가다랭이 맛이 풍부한 조미제품은 가다랭이엑기스에 고과당, 식초, 구연산, 호박산, HAP 등을 용해하여 제조한 조미액(표 2-34)에 탈염마늘을 첨가하여 일정기간 조미하였으며, 조미 후 마늘의 관능적 특성을 조사하였다.

No. 1은 단맛이 매우 약하고 짠맛은 강하여 이를 보완할 필요성이 있었고, 감칠맛을 부여하기 위해 첨가한 글루탐산나트륨을 제외시키는 것이 느끼한 뒷맛을 없애는데 바람직하다고 생각되어져 글루탐산나트륨 대신에 HAP를 첨가하기로 결정하였다. 또한 No. 2는 짠맛, 단맛, 감칠맛 등을 포함한 전체적인 맛이 매우 약하고, No. 3은 감칠맛과 같은 깊은 맛이 매우 약하고 짠맛이 너무 강한 것으로 나타났다. No. 4는 No. 1~No. 4배합비에서 가장 양호하였으나 다소 강한 짠맛과 후미에 나타나는 느끼한 맛을 보완하기 위해 그 변형으로 No. 5의 배합비를 제조하였으나 No. 4와 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다. 모든 배합비에서 전체적인 맛이 약한 것으로 판단되어 다른 배합비의 조미액을 제조하였다.

No. 6은 전체적인 맛이 매우 약하고, 느끼한 뒷맛으로 좋지 못하였고 No. 7의 경우에는 단맛이 다소 강한 점을 보완하면 전체적인 맛이 매우 양호한 것으로 판단되어졌다. 이들 조미 마늘의 경우 간장, 식초, 된장 등에서 절임한 기존의 마늘 짬아찌 제품과는 달리 매운맛, 냄새가 전혀없는 제품으로 현재 일본에서 무취 마늘을 이용하여 제조한 절임제품과 거의 유사하여 외식산업에 적합한 제품으로 판단되었다.

표 2-34. 마늘 조미제품(I)용 조미액의 배합비

배합비 원부재료	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	
	물	70.00	70.00	45.00	57.80	61.55	47.14	54.50
과당	16.12	15.00	26.00	20.80	20.80	20.80	17.80	
식초	5.60	5.60	11.15	7.99	7.99	9.10	6.75	
호박산	0.28	0.20	0.42	0.29	0.29	0.20	9.10	
HAP	-	0.20	0.43	0.29	0.17	0.50	0.30	
가다랭이추출물	6.00	5.00	9.50	7.13	5.50	7.50	8.00	
소금	2.00	4.00	7.50	5.70	3.70	3.00	3.00	
글루탐산나트륨	-	-	-	-	-	0.03	0.05	
물엿	-	-	-	-	-	11.74	6.75	
조미액	당도	18.90	19.10	34.00	28.10	23.90	35.00	29.40
	pH	3.76	3.26	3.42	3.42	3.34	3.58	3.71
	염도	3.49	5.81	9.30	6.98	5.23	5.23	5.52

한편 수확기 햇마늘의 장기저장 수단의 하나로 높은 농도의 염수를 이용하여 염장한 마늘은 조미에 앞서 조직내의 염분을 제거하기 위해 장시간의 탈염이 필수적이다. 본 실험에서는 쌀겨와 소금을 혼합한 것에 열처리 마늘을 함께 섞어 저온에서 2개월 숙성시켜 조미용 원료로 사용하였다. 쌀겨, 소금 혼합물에서 숙성된 마늘의 염도는 11.7%, 색상은 황색을 띄었고, 표면에 잔주름이 형성되었으며, 소금에 의해 마늘의 수분이 탈수되어 쫄깃한 조직감을 나타내었다.

이들 마늘을 물로 수세, 표면의 쌀겨를 제거한 후 별도의 탈염공정없이 바로 앞서 선정된 가다랭이 조미액을 이용, 조미한 결과 조미 후의 맛이 매우 은은하고 깊어, 탈염마늘(염도 8.5%정도)을 동일 조미액으로 조미했을 경우에 비해 더욱 기호도가 상승하는 것으로 나타났다.

한편 탈염 마늘과 조미액을 각각 1:1로 병 용기에 넣고 밀봉 후 80℃, 15분 살균, 냉각한 다음 각 온도별로 저장하였다. 저장 중 마늘의 특성을 조사한 결과는 표 2-35와 같다. 조미마늘 과육의 경도를 측정된 결과 저장기간이 경과함에 따라 마늘과육의 경도가 약간씩 감소하였는데, 이러한 현상은 저장온도에 따라 그 감소 폭에 차이를 보였다. 즉 4℃에 저장하였을 경우 저장 30일 이후부터 경도의 감소가 매우 적게 나타난 반면 37℃에 저장한 마늘은 저장 100일 경과시 0.88을 나타내어 다른 저장온도에서의 마늘보다 과육이 더욱 연화된 것을 알 수 있었다. 조미 마늘의 염도는 살균직후 5.7%에서 저장기간 30일 이후부터는 저장온도에 관계없이 평형에 도달함을 볼 수 있었다.

표 2-35. 조미마늘(I)의 저장 중 특성 변화

저장일수	경도(kg)			염도(%)		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	2.69			5.70		
30	1.86	1.69	1.45	2.43	2.13	2.13
50	1.73	1.54	1.24	1.81	2.00	2.05
100	1.99	1.62	0.88	2.02	2.19	2.00

조미마늘의 저장 중 색도 변화를 조사한 결과(2-36) 백색도는 저장초기 61.48에서 4, 20℃ 저장구는 30일에까지는 약간씩 증가하였으나 저장 50일 경에는 다시 감소하여 63.18, 62.17을 나타낸 반면 37℃에 저장한 것은 저장기간이 경과함에 감소하여 100일 경과 후에는 52.91을 나타내었다. 적색도는 4℃에 저장하였을 경우 저장 30일, 100일에 각각 1.50 및 1.59를 나타내어 저장초기와 큰 차이를 보이지 않았으나 20℃ 저장구는 저장 50일까지는 4℃ 저장구와 비슷하였으나 저장 100일 경과 후에는 2.30을 나타내었다.

37℃에 저장한 경우 적색도의 증가가 매우 두드러져 저장 100일 경과 후에는 4.43을 나타내어 저장초기에 비해 2.8배 정도 증가한 것을 알 수 있었다. 황색도의 변화를 조사한 결과 저장온도에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 모두 감소하는 것으로 나타났다.

표 2-36. 조미마늘의 저장 중 색도 변화

저장일수	백색도			적색도			황색도		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	61.48			-0.41			17.60		
30	65.58	65.07	58.66	1.50	1.68	2.84	15.98	16.00	15.43
50	63.92	62.61	58.28	1.34	1.59	3.65	15.49	15.24	14.58
100	63.18	62.17	52.91	1.59	2.30	4.43	15.60	15.35	13.86

조미마늘의 저장 중 관능적 특성은 4℃의 경우 저장기간이 경과하여도 저장초기의 매우 아작아작하고 신선한 맛의 변화가 거의 없었으며, 전체적으로 매우 좋은 것으로 나타났다. 20℃ 저장구는 저장 50일까지는 4℃와 큰 차이를 보이지 않았으나, 저장 100일 이후부터는 마늘의 조직이 약간 무른 느낌을 주었으나 제품으로서의 이상은 없었다. 그러나 37℃에서 저장한 마늘은 조직감, 전체적인 맛에 있어서 다른 저장 온도에 비해 떨어지는 것으로 나타나 조직감은 저장 50일 경부터 약간 연화되기 시작하여 저장 100일에는 심하게 연화됨을 볼 수 있었으며, 전체적인 맛에 있어서도 다른 저장구에서 나타나지 않았던 맛이 느껴졌다.

표 2-37은 조미마늘의 액의 당도 변화로서, 저장 30일 경과 후 15, 16 Brix를 보인 이후 저장 온도에 관계없이 모두 평형에 도달함을 알 수 있었다. 액의 pH는 저장초기의 3.11에서 저장 30일 경과시 약간 증가하여 3.5정도를 보였고 저장온도에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 것

으로 나타났다. 액의 염도는 저장 초기에는 마늘과육의 염과 평형에 도달하지 않아 비교적 높은 염도를 나타낸 반면, 저장 30일 이후부터는 염도가 점차적으로 감소하여 저장 100일 경엔 2.30%의 염도를 나타내었으며, 이러한 현상은 저장온도에 관계없이 이루어짐을 볼 수 있었다.

표 2-37. 조미마늘(I) 조미액의 저장 중 특성 변화

저장일수	당도(Brix)			pH			염도(%)		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	26.0			3.11			4.94		
30	15.0	14.9	16.2	3.58	3.59	3.52	3.40	3.40	3.40
50	16.1	16.3	16.1	3.30	3.31	3.47	2.63	2.63	2.63
100	16.0	16.2	16.0	3.17	3.14	3.07	2.38	2.32	2.30

표 2-38은 액의 색도 변화를 나타낸 결과로서, 백색도는 저장 30일까지는 저장초기의 40.88에 비해 큰 변화를 보이지 않다가 저장기간이 50일을 경과함에 따라 감소하여 23.26~24.53을 나타내었으며, 이러한 결과는 저장온도에 관계없이 유사한 것으로 나타났다. 적색도는 저장기간이 경과함에 따라 저장초기의 4.83에 비해 감소하는 것으로 나타나 37℃ 저장구는 50일 경과시에는 1.94를 보이다가 저장 100일 경에는 0.97을 나타내었다. 황색도는 4, 20℃ 저장구는 100일까지는 큰 변화가 없었으나 37℃ 저장구의 경우 30일 경과하였을 때 저장초기의 17.47에 비해 감소하여 14.96을 나타낸 이후 다시 증가하여 저장 100일 경과시에는 23.14의 황색도를 보였다.

표 2-38. 조미마늘 조미액의 저장 중 색도 변화

저장일수	백색도			적색도			황색도		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	40.88			4.83			17.47		
30	40.17	40.74	40.86	4.23	4.12	4.33	17.82	17.03	14.96
50	23.26	23.78	24.53	4.52	3.43	1.94	17.30	17.96	19.28
100	23.57	23.90	23.19	3.81	2.56	0.97	18.57	19.02	23.14

## 2) 조미제품 II

앞의 조미제품과는 풍미가 다른 마늘 조미제품을 제조하고자 실온에서 탈염한 마늘을 이용하여 과당, 포도당, 식초를 주베이스로 하는 조미액의 배합비를 선정하였으며, 아울러 조미제품의 기호도 증진을 위해 생강즙, 생강올레오레진, 생강절편, 자소향 등이 가미된 마늘 조미제품의 개발을 위한 조미액의 배합비 선정 실험을 수행하였다.

No. 1 조미액의 경우 짠맛이 강하고, 느끼한 맛이 감지되었으며 생강맛이 너무 강하였다. No. 2는 신맛과 짠맛이 강하고 상대적으로 단맛이 다소 약하였고 전체적인 맛이 다소 깔끔하지 못하였다. 따라서 No. 1을 약간 변형한 새로운 조미액 No. 3, 4를 제조하였다. No. 3, 4 모두 짠맛과 느끼한 맛이 감지되어 바람직하지 않았다. 또한 No. 1~6의 조미액 제조시 사용한 생강즙은 생강에서 추출된 전분으로 인해 조미액이 다소 혼탁하고 침전물이 생기는 현상을 보여 ginger oreoresin을 사용한 조미액을 제조하였다.

Ginger oreoresin을 용해시키기 위해 소량의 주정을 사용하였을 경우 완전 용해가 어려웠고 용해를 쉽게하기 위해 주정 양을 증가시킨 경우 조미 후 마늘 과육에서 주정냄새가 감지되어 바람직하지 않았다. 그러나 No. 7, 8 조미액 중 No. 8로 조미한 결과 단맛이 다소 강하고 뒷맛이 약간 개운하지

얇은 점을 제외하고는 다른 조미액보다 양호하였다. 따라서 No. 8을 변형하여 조미액 No. 9, 10을 제조한 결과 이 중 조미액 No. 10의 신맛을 약간 증가함이 좋을 것으로 생각되어 변형시킨 조미액을 제조하였다.



표 2-39. 마늘 조미제품용(II) 조미액의 배합비

배합비 원부재료	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No.10	
	물	54.50	36.18	28.78	28.28	42.23	43.92	42.76	27.89	36.41	34.41
과당	34.41	30.84	30.84	31.54	27.84	27.84	70.06	50.81	40.14	44.14	
포도당	9.50	10.82	10.82	10.82	9.81	7.82	10.82	7.84	5.74	5.74	
물엿	5.20	4.27	4.27	4.27	6.27	6.27	-	-	-	-	
솔비톨	-	-	5.00	5.00	-	-	-	-	-	-	
사과식초	12.10	12.10	12.10	12.10	10.04	10.04	13.20	11.45	13.70	13.70	
구연산	-	-	0.70	0.70	-	-	-	-	-	-	
비타민 C	-	-	0.70	0.70	-	-	-	-	-	-	
생강즙	4.00	3.00	3.50	3.00	-	-	-	-	-	-	
생강올레오레진	-	-	-	-	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.0025	
소금	4.50	2.50	3.00	3.30	3.50	3.80	2.80	2.00	2.00	2.00	
호박산	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-	-	-	
호박산나트륨	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	-	-	-	-	
조미액	당도	36.00	41.00	47.20	48.80	41.60	40.00	49.80	53.00	37.80	39.80
	pH	3.70	3.06	2.68	2.73	3.59	3.63	2.49	2.53	2.41	2.35
	염도	4.90	3.20	4.07	4.36	4.36	4.65	2.91	2.91	2.62	2.91

지금까지의 생강조미액 중 맛이 가장 양호하다고 판단되어지는 10을 변형하여 조미한 결과(표 2-40) 10A는 단맛은 강하고 신맛이 약한 것으로 보이며, 10B는 10A보다는 좋으나 신맛이 여전히 부족한 것으로 나타났다. 10C의 경우 단맛이 다소 강한 느낌이나 신맛이 적당하여 가장 좋은 맛을 주었다.

조미액 중 기호도가 가장 양호한 것으로 나타난 10C에 자소향을 0.015, 0.05, 0.1% 첨가한 결과 0.05% 이상 첨가구는 향이 너무 강한 것으로 나타나 0.015%로 고정하였다. 또한 생강을 마쇄, 여과하여 얻은 즙을 이용한 조미액은 액의 혼탁과 함께 침전물의 형성으로 제품의 상하 조미액이 균일하지 못하였으며, 생강 올레오레진을 사용한 경우 조미액과의 용해에 애로점 및 이를 해결코자 사용한 주정으로 인한 냄새가 좋지 못하여 본 연구에서는 생강 농축액을 0.1, 0.25, 0.5, 0.7% 사용한 결과 0.25% 이하의 생강농축액 첨가구는 다소 생강향이 약한 것으로 나타났고 0.7%는 강한 것으로 감지되어 생강농축액의 첨가량을 0.5%로 고정하였다.

표 2-40. 마늘 조미제품용(II) 조미액의 배합비

배합비		10A	10B	10C
원부재료				
	물	33.41	28.41	24.58
	과당	40.14	40.14	42.31
	포도당	5.74	5.74	-
	사과식초	18.70	23.71	30.71
	생강 올레오레진	0.0025	0.0025	0.0025
	소금	2.00	2.40	2.40
조미액	당도	40.80	40.20	38.00
	pH	2.31	2.33	2.41
	염도	2.91	3.20	3.20

이들 마늘 조미제품(II)의 저장 중 품질 변화 조사를 위한 실험은 병용기에 탈염마늘을 넣고 여기에 조미액을 첨가하여 밀봉한 후 85℃에서 20분간 살균, 냉각한 것을 4℃, 상온, 37℃에 각각 저장하면서 마늘과 액의 경도, 염도, 색도, 관능적 특성 등의 변화를 조사하였다.

표 2-41은 생강자소 조미마늘의 경도 및 염도를 조사한 결과이다. 경도

의 경우 저장기간이 경과함에 따라 약간씩 감소하였으며 감소 폭은 저장온도가 높을수록 증가하는 것으로 나타나 37℃에 저장하였을 때는 저장 50일경에 1.36을 나타낸 이후 계속적으로 경도가 감소함을 알 수 있었다. 염도의 변화는 온도처리구에 관계없이 저장 30일 이후부터 평형에 도달한 것으로 보여져 3.0% 전후의 염도를 나타내었다.

표 2-41. 마늘조미 제품(II)의 저장 중 경도 및 염도의 변화

저장일수	경도(kgf)			염도(%)		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	2.69			5.70		
30	2.62	2.43	1.53	2.92	2.95	3.01
50	2.20	2.01	1.36	3.04	2.93	3.04
100	2.18	1.89	1.22	2.81	2.80	2.93

표 2-42는 조미마늘 파육의 색도 변화를 나타낸 결과로서 백색도의 경우 저장온도 4℃ 및 20℃에서는 저장기간에 따라 62.81~65.87로 큰 변화가 없는 것으로 나타났으나 37℃의 경우 저장 50일 및 100일에 각각 57.05 및 50.33으로 감소하였다. 적색도는 저장온도가 높을수록 증가하였고 특히 37℃ 저장구는 저장 100일에 5.09로 4℃, 20℃ 저장구에 비해 각각 9.6, 3.1배 증가하였다. 그러나 황색도는 저장기간이 경과함에 따라 약간 감소하는 것으로 나타났으나 저장온도에 따른 차이는 크지 않았다.

표 2-42. 마늘조미 제품(II)의 저장 중 색도 변화

저장일수	백색도			적색도			황색도		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	61.48			-0.41			17.06		
30	66.82	64.48	62.08	0.30	1.02	3.13	16.25	17.02	16.75
50	65.35	64.73	57.05	0.63	1.17	4.33	16.45	16.45	15.94
100	65.67	62.81	50.33	0.53	1.63	5.09	16.04	16.04	14.77

표 2-43은 생강자소 조미마늘 액의 당도, pH 및 염도의 변화를 조사한 결과이다. 당도, pH 및 염도의 경우 모든 저장구에서 저장기간 30일 이후부터 25 Brix, 3.3, 2.2%부근으로 평형에 도달하여 저장기간에 따른 변화가 거의 없었다.

표 2-43. 마늘조미제품(II) 저장 중 액의 당도, pH, 염도 변화

저장일수	당도(Brix)			pH			염도(%)		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	38.0			2.33			3.20		
30	24.2	25.0	25.5	3.59	3.64	3.68	2.20	2.21	2.23
50	25.1	25.8	25.0	3.34	3.51	3.21	2.39	2.51	2.30
100	25.3	25.0	25.8	3.17	3.10	3.14	2.04	1.92	1.90

표 2-44는 생강자소 조미마늘 액의 색도변화를 조사한 결과이다. 백색도의 경우 저장 30일에 36.69~37.89로 저장초기의 36.28과 큰 차이를 보이지 않았으나 50일 이후부터 약간씩 감소하였고, 37℃ 저장구는 27.96으로 가장 낮았다. 적색도의 경우 모든 저장온도에서 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며,

황색도는 저장초기의 6.79에서 저장기간이 경과함에 따라 증가하였는데, 저장 30일에는 8.01~9.87로 나타났으며 저장 100일에는 4℃ 및 20℃의 경우 약간 증가한 반면 37℃ 저장구는 24.89로 매우 뚜렷하게 증가한 것으로 나타났다.

표 2-44. 마늘조미제품(II) 저장 중 액의 색도 변화

저장일수	백색도			적색도			황색도		
	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃	4℃	20℃	37℃
0	36.28			-0.05			6.79		
30	37.89	37.02	36.69	0.16	0.25	0.64	8.01	8.50	9.87
50	37.00	33.83	27.96	-0.93	-0.58	-0.13	8.26	11.92	12.89
100	35.24	30.25	25.34	-0.13	-0.25	0.60	10.78	13.15	24.89

### 3) 조미마늘 III

앞서 제조한 마늘 조미제품 중 가다랭이 조미마늘(I)을 이용, 된장의 풍미를 지니는 새로운 조미제품(III)을 개발하였다. 된장의 풍미를 가미하고자 1차 가다랭이 조미액에서 조미된 마늘을 다시 표 2-45의 배합비 조미액에 1:1의 비율로 조미하였다.

No. 1의 경우 본래 마늘에서 감지된 가다랭이 조미맛이 완전히 소실되고 된장의 짠맛만이 강하여 가다랭이와 MSG, HAP를 첨가한 No. 2와 No. 3를 제조하였다. No. 3의 조미액에 조미한 마늘의 맛이 가장 양호하였으며 일본 조미된장을 국산 쌈장으로 대체한 조미액 제조를 시도하였다. No. 4~7은 가다랭이 편을 사용한 조미액으로 4를 제외한 다른 조미액은 쌈장의 맛을 일본조미된장과 유사하게 하고자 일본미소를 사용하였으며 No. 8~10은 가다랭이 편을 액상과 과립으로 대체시켜 제조한 것이다. 조미액의 침투가 완전히 이루어진 후 맛을 본 결과 No. 4가 가장 양호하였다. No. 5의 경우 4

와 유사한 맛을 나타냈으나 짠맛이 강하였고 가다랭이 과립을 첨가한 조미액이 대체적으로 짠맛이 강한 반면 지미(旨味)가 약하여 관능적으로 좋지 않았다.

표 2-45. 마늘조미 제품용(III) 조미액의 배합비

배합비 원부재료	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
된장 1	55	32.8	33	-	-	-	-	-	-	-
된장 2	-	-	-	33	16.6	8.4	24.8	20.8	20.8	20.8
된장 3	-	-	-	-	16.6	24.8	8.4	12.4	12.4	8.4
가다랭이 (액상)	-	-	-	-	-	-	-	7.0	7.0	8.0
가다랭이 (과립)	-	-	-	-	6.0	6.0	7.0	-	2.0	3.0
가다랭이 (편)	-	1.5	2.7	2.7	2.0	1.5	1.5	-	-	-
고과당	15	25	21.5	21.5	21.5	21.5	20.9	21.8	21.4	21.4
MSG	-	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.4
HAP	-	0.5	1.0	1.0	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4
정제수	15	40	41.3	41.3	36.7	37.2	35.8	36.8	35.2	37.2

앞서 된장 맛 마늘제품의 조미액은 No. 4로 고정된 다음 조미 후 마늘의 색상부여를 위해 식용색소 중 황색 4호, 황색 5호, 적색 2호를 조미액에 첨가하여 최종제품에 약한 주황색을 부여하였다(표 2-46).

표 2-46. 식용색소의 배합비

배합비 색소		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
		황색 4호	0.0012	0.0084	0.0168	0.0252	0.0336
황색 5호	0.0063	0.0252	0.0504	0.0756	0.1008	0.126	
적색 2호	0.00075	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015	
조미액	백색도	34.74	32.80	31.74	31.05	29.85	28.54
	적색도	15.74	17.10	18.96	19.30	19.44	20.97
	황색도	13.87	12.82	12.13	11.75	10.89	9.99
	DE	62.44	64.44	64.98	65.81	66.63	67.74

식용색소를 첨가한 된장 맛 조미액의 백색도와 황색도는 색소 첨가량이 증가할수록 감소한 반면 적색도는 증가하였다. No. 1~6의 색소를 첨가한 조미액에서 숙성된 마늘의 색의 침투와 강도를 관찰한 결과, No. 1~3 색소 조미액의 경우 마늘의 말단부분만이 색소의 침투가 이루어져 외관상 좋지 못하였고 No. 4~6 색소액 조미액에서 조미한 마늘은 비교적 색의 침투는 균일하였으나 No. 6 색소액은 색의 강도가 강하여 다소 거부감을 준 반면 No. 5 색소액으로 조미한 마늘의 색은 양호한 것으로 판단되어졌다. 따라서 된장조미마늘 제조시 조미액에 첨가되는 식용색소는 황색 4호, 황색 5호, 적색 2호를 각각 0.336, 1.008, 0.12%로 고정하였다.

된장 조미액에서 조미가 완료된 마늘은 다시 분리한 다음 조미시 사용된 액에 다시 가다랭이 분말을 첨가하고 수분을 조정하여 분리한 마늘을 다시 첨가하여 2차 숙성, 조미하였다. 이때 된장 조미액 40g, 가다랭이분말 7.2g을 혼합한 것에 마늘을 100g 첨가하여 최종 된장조미마늘을 완성하였다.

## 참 고 문 헌

1. 농림부 : '99과실 및 채소류 가공현황(2000)
2. 정애련, 고무석 : 마늘장아찌 숙성 중 텍스처 특성의 변화. 한국식품과학회지, 25(6), 596(1993)
3. 송명주 : 마늘 장아찌 저장 중 allinase 활성도 변화. 충남대학교 석사학위논문(1989)
4. 권동진, 이 성, 윤기도, 한만수, 유진영, 정건섭 : 한국식 핫소스의 제조기술 개발. 한국식품과학회지, 28(6), 1014(1996)
5. 권동진, 이 성, 김유진, 유진영, 정건섭 : 한국식 핫소스의 저장 중 이화학적 특성 변화. 한국식품과학회지, 30(3), 548(1998)
6. 권동진, 김유진, 이 성, 유진영 : 생홍고추를 이용한 핫소스 제조 기술. 한국식품과학회지, 30(2), 391(1998)
7. 박용곤, 김홍만, 강윤한, 차환수 : 무, 우영, 매실을 이용한 절임류 제조 시험. 한국식품개발연구원 보고서 I1258(1997)
8. 이서래 : 『한국의 발효식품』. 이대출판부, p.153(1992)
9. 宮尾 茂雄 : 漬物における微生物研究の歩み. New Food Industry, 31(5), 29(1989)
10. 宮尾 茂雄 : 漬物における微生物研究の歩み (2). New Food Industry, 31(6), 49(1989)
11. 宮尾 茂雄 : 漬物における微生物研究の歩み (3). New Food Industry, 31(7), 33(1989)
12. 宮尾 茂雄 : 漬物における微生物研究の歩み (4). New Food Industry, 31(8), 37(1989)
13. Kaneko, K., Kurosaka, H. and Maeda, Y. : Studies on the mechanism of pectic substance changes in the salted radish root. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 29(10), 611(1982)



14. Kaneko, K., Sato, C., Watanabe, T. and Maeda, Y. : Changes of cation contents and solubilities of pectic substances during brining of various vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 31(6), 379(1984)
15. 이희섭, 이귀주 : 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가 효과. *한국식생활문화학회지*, 9(1), 53(1994)
- Flores, L. M., Palomar, L. S., Roh, P. A. and Bullerman. Effect of potassium sorbate and other treatments on the microbial content and keeping quality of a restaurant-type mexican hot sauce. *J. Food Protection*, 51(1), 4(1988)
16. Chung, S. L., Jorgensen. K. V. and price, R. L. Effects of processing temperature and added antimicrobial agents on keeping quality of mexican-style sauce. *J. Food Sci.*, 53(4), 1163(1988)
17. 허운정, 이혜수 : 예열처리 및 염도가 오이김치의 숙성 중 질감에 미치는 영향. 6(1), 1(1990)
18. 박무현, 김현구, 박노현, 조길석, 김병삼, 박형우, 권동진, 이동선 : 양념류 장기저장 방법 및 제품 개발. *한국식품개발연구원 보고서I1006* (1990)
19. 박무현, 석호문, 김홍만, 김인환 : 마늘, 양파, 고추제품의 산지가공기술 및 기능성 성분 활용 제품 개발. *한국식품개발연구원보고서 E1270* (1994)

# 제 3 장 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품의 개발

## 제 1 절 연구개발과제의 개요

마늘 및 양파는 전체 약 500여종으로 이루어져 있는 *Allium*속 식물의 일종으로 향신료 및 약리작용으로 말미암아 수세기 동안 경험적으로 이용되어 왔으나 효능에 대한 과학적인 연구는 1970년대 후반부터 산발적으로 이루어져 왔다(1-2). 역학조사결과 *Allium*속 식물을 많이 섭취하는 지역에서 암의 발생 빈도가 낮게 나타남에 따라 미국 보건기구는 마늘과 양파를 세포의 암화를 막는 새로운 식품을 개발하는 프로그램인 “Designer foods” 프로그램의 주된 후보자로 선정한 바 있고 암 예방 활성뿐만 아니라 혈소판 응집억제작용에 기인한 심혈관계 질환 예방작용, 항균 활성 및 노화관련 활성 등 *Allium*속 식물의 생리적 유용성에 대한 관심이 집중되고 있다(3). 마늘의 생리적 활성은 식물체 내에서는 활성을 나타내지 않는 전구체로부터 세포가 파괴되면서 효소적으로 생성된 allicin 때문이며, 이 allicin의 활성작용은 thiosulfinate기가 생리적으로 중요한 thiol기와 강하게 반응하여 세포 대사에 저해작용(4-5)을 함으로써 항균작용(6), 항암작용(7), 저혈당작용(8), 혈압강하작용(9) 등의 효능을 나타내는 것으로 밝혀져 있다. 양파는 마늘과 함께 수많은 약리효과가 확인되고 있지만 서양의 민간치료약으로서 위 소화촉진, 이뇨, 최면 등의 치료제로서 이용되고 있다. 양파즙의 동물에 대한 투여실험 결과에 의하면 맥박수, 관혈증, 관혈류의 증가 등 심장 자극작용이 있고, 담즙 분비기능을 자극하여 혈당을 감소시키는데 양파의 알콜 추출물도 같은 형태로 심장의 운동을 활발하게 하는 효력을 가지고 있는 것으로 보고된 바 있어 (10-11) 이러한 기능성을 목적으로 하는 다양한 가공식품이 개발되기 시작하였다.

일본의 건강식품 시장으로는 비타민, 미네랄 등의 영양보조식품과 더불어 동양형 허브 등 일본 특유의 건강식품도 커다란 시장을 구축하고 있다. 일본에서의 마

늘을 주원료로 한 건강식품의 시장 현황변화는 다음의 표 3-1에 나타내 바와 같다 (12).

표 3-1. 일본의 마늘을 주원료로 한 건강식품 시장 현황

품목명	1992년 (백만엔)	점유 (%)	1993년 (백만엔)	점유 (%)	전년비 (%)	1994년 (백만엔)	점유 (%)	전년비 (%)
마늘제품	9,600	3.0	12,500	3.5	30.2	12,000	3.0	-4

한편 미국의 경우 마늘을 주원료로 한 건강식품의 판매량이 98년 및 99년의 경우 전체 판매액의 각각 6.5%와 4.4%를 차지하고 있으며 판매순위로는 98년의 경우 4위를 차지하는 등 최근 건강식품 소재로서 많은 관심이 집중되고 있다 (13).

마늘 및 양파의 추출물이나 엑기스가 한국, 일본, 미국 등의 여러나라에서 건강식품으로 판매되고 있으나 한국의 경우 가칭 '국민건강증진을 위한 건강기능식품에 대한 법률안'의 제정이 임박해짐에 따라 마늘 및 양파를 이용한 건강기능식품의 가공, 개발을 위해서는 목적하는 활성화에 대한 명확한 자료가 제시되어야 한다. 이에 현재 산발적으로 보고되고 있는 마늘 및 양파의 다양한 생리적 기능성에 대한 종합적이며 체계적인 고찰이 필요한 실정이다.

우리나라에서 마늘의 생산량은 1994년의 경우 연간 362,000톤이며 소비량은 419,000톤이었으나 가공처리된 것은 1,054톤에 불과하여 99.7%가 가공되지 않은 채 소비되고 있다(28). 마늘 및 양파는 가격년동폭이 큰 작물로서 과잉생산된 경우 지금까지는 건조하여 저장하는 방식으로 잉여 생산분을 소비하였으나 작물의 특성상 건조된 제품은 갈변되어 식품으로 소비되기 어려우며 이렇게 건조된 마늘 분말은 개봉후 시간이 지남에 따라 흡습함으로써

본래의 물성이 소실되므로, 결국 풍작으로 과잉생산된 마늘은 적절히 소비되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다.

1994년 생산된 마늘의 농가판매가격은 8,051원이었으며 1995년에는 생산량이 462,000톤으로 증가하여 농가판매가격은 7,921원으로 하락한 반면 1996년의 마늘 생산량은 456,000톤으로 감소하였으나 농가판매가격은 4,913원으로 오히려 하락하였으며 이는 마늘의 생산량뿐만 아니라 정부의 수매정도가 마늘의 가격변동 요인이 된다(표 3-2). 표 3-2에 나타난 바와 같이 1994년의 농가판매가격은 전년대비 47%나 상승한 반면, 1996년에는 전년대비 38%나 하락하였으며 이와 같이 마늘의 국내가격은 연차변동이 대단히 심하여, 마늘의 가공수요는 가격안정에 크게 기여한다.

한편 마늘 자체의 수출은 가격경쟁력이 없어 어려우나, 지금도 마늘의 가공품의 수출은 소량이나마 수출되고 있으며 마늘의 특수한 냄새가 제거된 가공기술이 개발되면 생산된 제품의 국내소비는 물론 수출가능성도 높다. 마늘 및 양파가공품의 수출을 위해서는 마늘특유의 독특한 냄새의 제거가 필수적인데 일본의 마늘관련 제품의 현황을 보면 대부분 capsule 또는 tablet형태의 제품으로 건강보조식품 또는 의약품의 형태를 벗어나지 못하고 있다(표 3-3). 이는 아직까지 마늘의 무취화 가공제품의 형태가 단순하기 때문이며, 액상 또는 분말등 다양한 형태의 식품에 적용할 수 있는 기술의 개발이 요구된다.

한편 마늘은 나리과에 속하는 마늘 *Allium sativum* L.의 비늘 뿌리로 주 성분은 garlic oil(60%)을 비롯하여 마늘의 정유성분으로는 citral, geraniol, linalol,  $\alpha$ ,  $\beta$ -phellandrene 등이 있으며(14) 다양한 생리적 유용성에도 불구하고 특유의 냄새 때문에 섭취를 꺼리고 있어 적극적으로 가공제품을 개발함에 있어 걸림돌이 되고 있다. 마늘의 주요성분인 allyl sulfides 함량은 저장 방법에 따른 차이가 거의 없었으며 대조구 또는 0.1 mm P.E. 공기밀봉 저장 또는 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 저장 등 저장 조건에 따른 차이도 나타나지 않은 것으로 알려져 있어 저장방법에 의하여 마늘 특유의 냄새를 저감시키는 것은

표 3-2. 마늘의 식부면적, 생산량 및 농가판매가격 변동 추이

연 도	식 부 면 적 (천 ha)	생 산 량 (천M/T*)	농가판매가격 (원/kg)
1990	44	417	6,020
1991	49	481	4,719
1992	43	465	4,902
1993	36	393	5,467
1994	35	362	8,051
1995	40	462	7,921
1996	42	456	4,913

\* M/T : metric ton

표 3-3. 마늘의 건강식품으로서의 이용 실태(일본)

종류	분류	품명	형태	주성분
자양강장 Drink	의약품	ミ+D-100	500ml/병	마늘추출물(oxcaridine)의 6종
자양강장제	의약품	キヨ-レオピン	Capsule	마늘추출액 외 3종
농축액	식품	パウ&パウ	Capsule	마늘추출물, 쌀배추추출물의 2종
식용유가공식품	영양소식품	풍년elf strong	Capsule	마늘분말, 밀랍 외 18종
마늘extract粒	건강식품	파인파워	Tablet	마늘추출물 외 5종
무취마늘粒	마늘가공식품	무취 にんにく粒	Tablet	무취마늘분말 외 8종
마늘粒	건강식품	日凍의 마늘粒	Tablet	무취마늘분말 외 8종
마늘木가공식품	영양보조식품	スコルにんにく粒	Tablet	무취마늘木 외 8종
Ginkgolic		Wakunage Ginkgolic	Capsule	숙성마늘추출물의 4종
Kyolic		Aged garlic extract powder tablet	Tablet	숙성마늘추출물 외 4종

어려운 것으로 보고되고 있다(15). 또한 육종 등의 방법을 이용하여 마늘의 특유헤를 제거하려는 노력이 일부 이루어지고 있기는 하나 활성본체인 유기황화합물의 함량이 비례적으로 감소할 것으로 예상되고, 육종에서 실용화에 이르기까지 많은 시간이 소요된다는 점등을 고려할 때 마늘 및 양파를 이용하여 식품 특히 수출용 가공제품을 개발하기 위해서는 활성본체인 유기황화합물 함량은 유지하면서 특유한 냄새만 감소 또는 무취화시킬 수 있는 선택적인 가공기술을 적용할 필요가 있다(16). 마늘과 양파의 효능에 대한 인식은 일본뿐만 아니라 미국이나 유럽에서도 매우 높은 편이어서 건강 지향적인 supplement나 치료보조제로서 다양한 형태의 제품이 시판되고 있으며 이러한 제품들 역시 마늘제품이 갖는 강한 냄새를 제거하면서 생리적 활성을 온전하게 유지시키는 기술의 개발에 주력하고 있다.

미세캡슐화(microencapsulation) 또는 미세피복은 1  $\mu\text{m}$  이하로부터 수백 mm의 크기 범위를 가진 미세입자를 둘러싸는 캡슐을 생성하는 방법으로서 사용되는 캡슐화 소재의 종류 및 미세캡슐화 방법에 의해 다양한 크기, 외관 및 특성을 나타낸다. 일반적으로 미세캡슐의 가장 보편적이고 단순한 형태는 구형으로서 일정한 두께로 피복된 membrane 즉, 일종의 막으로 둘러싸여져 있다. 미세입자를 둘러싸는 막은 입자의 외관을 변형 혹은 향상시킬 수 있는 능력과 함께 그 내부물질을 외부와 차단시킴으로써 바람직하지 않은 외부환경에 내부물질이 직접적으로 노출되는 것을 방지하며 내부물질의 배출을 제어할 수 있다. 내부물질의 유출경로는 간단히 설명하기 어려우나 피복물질의 물리적인 파괴 및 용해, 내부물질의 확산 등에 의하여 일어나며 피복제재의 성질에 따라 온도, pH, 수분함량, 용매의 종류와 같은 외부환경에 대한 저항성이 달라지게 된다. 또한 같은 피복제재의 경우라 할지라도 캡슐화 조건에 따라 피복두께, 전연성, 크기 등이 달라지게 된다. 따라서 적합한 피복제재와 처리조건 설정은 피복효과에 결정적인 영향을 미치게 된다. 미세피복의 경우, 대부분이 유용한 추출물을 분리 농축시킨 액체, 기체 또는 분체의 외층에 코팅막을 형성시키는 것으로서 실생활의 다양한 용도에

쓰이고 있다. 그러나 분말의 경우, 액체나 기체와 달리 물리적인 충격에 의하여 입도를 감소시킨 원료소재를 대상으로 하는 것이기 때문에 특히 조작에 어려움이 있다. 한편 고체의 피복에 이용되는 기술로는 주로 유기용매에 고분자를 용해시킨 다음 분무하여 피막을 입히는 방법이 일반적이거나 최근에는 건식피복(dry coating)이나 용융(hot melting)에 의한 방법이 개발되고 있다.

이 중 분체간 표면결합법(Hybridization)은 액상의 바인더를 사용하지 않고 물리적인 충격력에 의하여 2종 이상의 분체를 표면의 최외층에서 접합시킴으로써 기존의 분무건조등에 수반되는 결합용 바인더를 재차 건조하는데 필수적인 열처리 공정이 필요없는 기법이다. 5 - 50  $\mu\text{m}$ 수준의 미분체를 외부환경으로부터 차단시킬 수 있도록 건식으로 박막 코팅하는 것이 가능하므로(17-19) 마늘의 다양한 생리적 기능성을 나타내는 활성분체는 최대한 잔존시키면서 효율적으로 마늘의 독특한 냄새만을 제거할 수 있는 효과적인 가공방법이다. 이는 외부환경이 어떤 pH의 액체나 또는 공기중에 노출되더라도 거의 영향을 받지 않도록 견고한 피복층을 형성시킬 수 있는 최신 가공기술이며 광범위한 의미로는 일종의 microencapsulation 기법으로 구분할 수 있으며 고도의 정밀성이 요구되는 의약분야에서 연구가 진행되고 있다(20). 분체결합에 의하여 미세입자 크기로 가공하게 되면 분말소재 자체로 사용할 수 있으나 액상이나 페이스트 형태의 식품, 의약품, 화장품 등에 활용하여도 분체 외부의 액체의 종류와 관계없이 안정한 상태를 유지하면서 생리적 활성을 발휘할 수 있는 장점이 있다. 아울러 이러한 가공소재는 크기가 10  $\mu\text{m}$ 수준으로 미세하여 분말이나 액상식품, 의약품, 화장품 등에 첨가하여도 인간의 오감, 즉 눈으로나 입안에서나 일차적으로는 전혀 특정한 맛이나 이질감을 느낄 수 없다. 특히 액상제품에 첨가하여도 혀로는 분체의 존재를 감지할 수 없는 수준이 가능하므로 마늘의 특유헤만을 선택적으로 제거하고 유효성은 최대한 발휘할 수 있는 최상의 가공방법으로 사료된다(21).

분말을 피복 또는 마이크로캡슐화하는데 따른 장점은 매우 많으나 크기는

물질의 차폐에 따른 보호효과, 배합변화, 맛, 냄새의 masking에 의한 안정화, 물질을 분말화함으로써 유동성 및 물리적 특성이 개선되는 점, 그리고 열, 빛, 습기에 대한 생리활성을 가진 내부 물질의 안정화와 위장장애나 독성에 의한 부작용방지 및 분말자체가 가진 물질의 방출을 조절하는 기능(서방화)을 들 수 있다.

특히 냄새가 심한 마늘의 경우, 유용물질의 섭취를 용이하게 하기 위한 무취화 가공기술은 크게 다음 3가지 방법에 의하여 수행되고 있다.

① 숙성(Aging) : 숙성과정을 통하여 향기성분이 소실되지만 생리적 기능을 가진 allicin의 활성 또한 소실되는 문제점이 있다. 일본의 경우 전통적으로 마늘을 식초에 장기간 담가서 자극적인 성분이 모두 소실되도록 한 상태로 제조하는 경우도 있다.

② 장용성 코팅(Enteric coating) : 내산성의 소재로 피복함으로써 실제 분해 및 소화가 이루어지는 소장에도달하기 전에 분해되는 것을 방지해주게 된다. 일단 이러한 방법이 실용화되면서 그 실효성이 검증되지 않은 제품들이 존재할 가능성이 있으나 현재로서는 allicin을 온전하게 보존할 수 있는 가장 효과적인 수단이다. 이 방법은 마늘의 allinase가 allicin으로 변환시키기 전에 동결 건조한 다음 장용성피복을 실시하여 소장에 도달하게 되면 allinase가 alliin을 활성물질인 allicin으로 전환시켜 체내로 흡수되도록 전제로 가공하여 건강보조식품을 섭취하도록 한다는 개념이다.

③ 완충유도(Buffering) : 마늘 정제(tablet)가 장에 도달하기 전까지 분해되지 않도록 citrus extracts와 같은 물질을 이용하여 pH를 조절함으로써 마늘의 향기성분이 발현되지 않도록 하는 방법이다. 정제(tablet) 뿐만 아니라 캡슐이나 연질캡슐의 형태로 가공할 수 있으며 다양한 허브류나 비타민과 혼합할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

본 연구에서는 위의 방법들 가운데 가장 피복효과가 높은 것으로 알려져 있는 장용성 코팅제를 포함한 여러 피복소재들에 대한 예비실험을 수행한 후, 선발된 재료를 이용하여 분말식품에 활용할 수 있는 마늘분말을 포함한



양념류의 무취소재화를 시도하였다. 본 연구에 마늘 및 양파의 무취화 소재를 개발하기 위한 가공방법으로 적용하고자 한다. 이에 마늘의 건강식품으로서의 활용차원에서 마늘취 감소 또는 무취화 기술을 개발하고 식품으로의 이용확대를 위한 분말 및 액상식품 응용기술을 개발하는 것은 마늘의 가격안정화 및 수출상품화 측면에서 그 필요성이 크다고 할 수 있다.

한편 올레오레진이란 마늘, 양파 등의 원료 향신료로부터 용매를 사용하여 추출해 낸 천연의 식물성 농축액(22)으로서 분쇄, 추출, 용매 제거 등의 공정을 거쳐서 생산되며 향신료의 품질을 균일화, 표준화한 제품(23)이라 할 수 있다. 올레오레진은 비교적 비점이 낮은 용매로 추출, 농축, 가공한 제품이기 때문에 마늘과 양파중의 휘발성 성분뿐만 아니라 비휘발성 성분도 함유하게 되어 맛과 향을 동시에 지니고 있는 향신료이다. 마늘과 양파 원료 향신료를 그대로 사용하는 것보다 가공한 마늘과 양파 올레오레진을 사용함으로써 취급과 보관이 용이할 뿐만 아니라 마늘과 양파 향신료를 장기간 보관할 수 있는 장점이 있다. 마늘 및 양파를 마쇄, 추출, 농축하여 만든 가공제품의 경우 장시간 추출하거나 가공처리·저장 온도가 높을수록 갈변화의 빠른 진행을 나타내는 단점이 있다(24). 마이크로웨이브 공정은 기존의 추출방법들이 외부에서 내부로의 열전달 방식인 것과는 달리 직접적인 마이크로웨이브의 내부로부터 외부로의 열전달 방식이기 때문에 단시간에 목표로 하는 물질을 효율적으로 추출할 수 있다(25). 그러므로 기존의 추출방법과 비교하여 적은 에너지를 이용하여 단시간에 목적하는 성분을 추출할 수 있는 마이크로웨이브 추출 공정(microwave-assisted extracion, MAE)(26-27)을 이용할 경우 마늘 및 양파의 유용성분을 빠른 시간에 용이하게 얻을 수 있다.

이러한 배경을 바탕으로 본 과제에서는 우리나라의 대표적인 양념채소류인 마늘 및 양파를 대상으로 무취화 소재 및, 식품공업에서 수요가 증가되고 있는 oleoresin 추출 농축제품 등 천연물 지향적인 식품소재를 개발하여 마늘 및 양파의 부가가치를 제고하고자 하였다. 아울러 개발된 소재의 활용

도를 높이기 위하여 본 과제에서는 암예방 활성뿐만 아니라 혈소판 응집억제작용에 기인한 심혈관계 질환 예방작용, 항균 활성 및 노화관련 활성 등 생리적 기능성에 관한 문헌을 수집, 고찰하여 체계적으로 종합하였으며 가공소재화에 따른 마늘, 양파의 생체보호능을 평가하였다.

## 제 2 절 국내외 기술개발 현황

### 1. 국외 연구개발 현황

*Allium* 속 식물은 향신료 및 민간전승으로서 수세기 동안 경험적으로 이를 이용해 왔으며(1-2) 마늘과 식물의 효능에 대한 과다적인 연구는 1970년대 후반부터 산발적으로 이루어져 오다가 최근 이들 성분의 항암효과, 심장계 질환에 대한 효과 등이 알려지면서 활성화되기 시작했다(3, 29). 마늘에 대한 연구는 뉴욕 주립대학의 Block(마늘 유기황화합물의 화학, 2), 나고야 대학의 Kawakishi(혈소판 응집효과, 30), 뉴저지 주립대학의 Yu(마늘의 풍미성분분석, 31, 32) 및 Yang(마늘유래 유기황화합물의 항독성 및 항암효과, 33, 34), 미네소타 대학의 Wattenberg(유기황화합물의 항암효과, 35-37)등의 소수 연구 group에 의해 주로 진행되어 왔다. 특히 뉴저지 주립대학의 Yang등은 N-nitrosodimethylamine(NDMA), carbon tetrachloride, 4-(methylnitrosamino)-1-(3-propyl)-1-butanone(NNK) 및 acetaminophen(APAP)등의 모델 독성화합물들에 의한 간독성 및 발암성에 대해 마늘의 대표적인 유기황화합물의 하나인 diallyl sulfide의 효과에 대해 지속적으로 연구한 바, diallyl sulfide는 이들 독성 물질의 대사활성화에 공통적으로 중요한 효소인 CYP 450 2E1의 활성을 저해하여 간독성 및 발암성을 감소시킨다고 하였으며 diallyl sulfide의 체내 대사물질인 diallyl sulfone이 CYP 450 2E1의 효소작용에 대해 suicide inhibitor로 작용함을 밝혔다(34, 38-42). 미

네소타 대학의 Wattenberg교수 group은 A/J 마우스 모델을 이용한 동물실험에서 마늘성분이 benzo[a]pyrene-induced neoplasia를 억제함을 관찰하였으며, 이는 대표적인 해독화 효소인 glutathione S-transferase의 활성을 유도시킴에 의한 것이라고 보고하고 있으나 효능검색에 국한되어 분명한 작용기전을 제시하지 못하였다(36). 마늘의 chemical toxicity 및 암예방에 관한 연구결과들을 종합적으로 살펴보면 첫째, 각 모델 독성화합물에 따라 체내 대사 활성화 기전이 다르므로 각각에 대해 효능 검색 및 작용기전이 제시되어야 하며(Ayrton et al., 1990 ; Liu et al., 1992), 둘째, 수행된 대부분의 연구들도 동물모델을 사용하여 얻어진 결과로 종(species)간의 기질 특이성이 매우 상이하므로 이들 결과를 바로 인간에게 외삽하여 적용하기는 어렵다는 점(43-45)과 셋째, 아직까지 작용기전이 불분명하므로 향후 연구가 진행되어야 할 분야로 요약될 수 있다. 또한 이들 마늘의 효능이 알려지면서 미국, 일본을 비롯한 외국에서도 유기황화합물의 함량이 비교적 높은 마늘로부터 제조된 추출물, 엑기스가 건강식품으로 이용되고 있으나 마늘의 특유한 냄새 때문에 생리적 유용성에도 불구하고 섭취를 꺼리고 있다(46-48).

분체간 표면결합법은 액상의 바인더를 사용하지 않고 물리적인 충격력에 의하여 2종 이상의 분체를 표면의 최외층에서 접합시킴으로써 기존의 분무 건조등에 수반되는 결합용 바인더를 재차 건조하는데 필수적인 열처리가 필요없는 기법이다. 따라서 이 기법은 미세분말화된 내용물질의 특성과 생리적 활성은 거의 완벽하게 유지하면서 분체의 외층만 효과적으로 코팅할 수 있으므로 외부환경이 어떤 pH수준의 액체나 또는 공기중에 노출되더라도 거의 영향을 받지 않도록 견고한 피복층을 형성시킬 수 있는 최신 가공기술로서 광범위한 의미로는 일종의 microencapsulation기법으로 구분지을 수 있으며 고도의 정밀성이 요구되는 의약분야에서 연구가 진행되고 있다.(20).

극초단파 공정에 의한 추출기술로는 캐나다 환경부에서 개발한 microwave-assisted process(MAP) 공정이 천연물 등에 대한 고도 고속 용매 추출공정의 산업화 가능성을 제시해 주고 있다. 이와 같이 추출에 필요

한 hardware는 일부 개발되고 있으나 고효율 신기술의 적용을 위한 실용화 기반 연구는 거의 수행된 바 없다. 특히 기능성 생리활성 물질을 다량 함유한 국내산 마늘과 양파자원의 고부가가치화를 위한 고효율 추출과 산업적 이용에 관한 연구는 아직 이루어지고 있지 않은 실정이어서 이에 대한 과학적이고 체계적인 활용연구가 기대된다.

## 2. 국내 연구개발 현황

마늘의 가장 일반적인 가공품인 마늘분말의 경우 동결건조 또는 열풍건조에 의하여 제조하고 있으나 가공 중 향기성분의 손실, 열처리과정 및 저장 중의 갈변, 개봉 후 흡습에 의한 급속한 caking현상 발생 등과 같은 많은 문제점이 있어서 한국인의 대표적인 양념류이자 건강식품소재임을 고려할 때 원료대비 가공비율과 가공기술수준이 상당히 낮은 편이다.

또한 마늘을 가공식품이나 건강보조식품으로 이용할 경우 독특한 향기성분 때문에 청소년, 여성 또는 외국인, 특히 북미계 서양인의 경우 상당한 거부감을 가지고 있으며 이러한 이유로 마늘로부터 유기황화합물의 독특한 향기성분을 제거 또는 감소시키려는 노력이 진행되어 왔으나 마늘의 활성분체로 알려진 유기황화합물은 그대로 잔존하면서 독특한 냄새만 효과적으로 제거하는 선택적 가공기술에 대한 연구는 없다(49). 국내의 경우 유기황화합물의 함량이 높은 농산물을 중심으로 주로 마늘이나 양파의 항산화 효과 및 항암효과 등 효능검색을 시도한 연구는 단편적으로 있으나 유기황화합물의 작용기작이나 이러한 기능성을 제대로 이용하기 위한 실용화 연구는 거의 없었다(50-51). 마늘 및 양파의 생리기능성에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있으나 특정분야에 대해 단편적인 연구만 진행되고 있어 생리적 기능성에 관한 종합적인 자료정리가 필요하며 극초단파 추출공정에 의한 고추 올레오레진의 추출조건에 대한 연구가 본 연구진에 의해 주도적으로 진행 된 바 있으나(52) 국내의 극초단파 추출공정을 이용한 식물성 유용물질의 추출기술은 아직 시작 단계이다.

## 제 3 절 연구수행 내용 및 결과

### 1. 실험재료 및 방법

#### 가. 실험재료

추출물 제조를 위한 마늘 및 양파는 가락시장(서울)에서 신선한 것을 구입하여 사용하였으며 무취화 가공 실험에는 시판중인 (주)삼양의 마늘분말과 수입산(McCormick & Co. Inc., U.S.A.)사의 양파분말을 사용하였다.

Benzo[a]pyrene, diallyl sulfide, diallyl disulfide, resorufin, ethoxyresorufin, MTT는 Sigma사로부터 구입하였으며, diallyl trisulfide는 LKB laboratory에서 제공받은 것을 사용하였다.

세포 배양에 사용한 MEM, penicillin/streptomycin은 Gibco제품을, FBS는 Hyclone사 제품을 사용하였으며 실험에 사용한 세포주의 경우는 A-549(lung cancer), MCF-7(breast cancer), SNU-1(stomach cancer), SNU-182(hepatoma), SNU-C4(colon cancer)와 U-937(lymphoma ; monocyte-like)은 한국세포주은행(KCLB, 서울)에서 분양받았으며, HepG2(hepatoma)는 ATCC(American Type Culture Collection)에서 분양받은 것을 사용하였다. 그 밖의 시약은 특급 제품을 사용하였다.

#### 나. 실험방법

##### 1) 마늘 및 양파 성분에 의한 세포생존능 변화

HepG2 세포는 10% FBS를 함유한 MEM 배지에서 증식시켜 일정 수 만큼 seed 한 후 allyl sulfides로 전처리한 후 배지를 교환하고 benzo[a]pyrene과 allyl sulfides를 처리한 다음 72시간 동안 배양하였다. 그 후 MTT 시약을 첨가한 후 생성된 formazan 양으로부터 세포의 생존율을

계산하였다.

## 2) 마늘 및 양파 성분에 의한 ethoxyresorufin *O*-deethylase 활성변화

HepG2세포를 24 well plate에서 24시간 동안 전 배양한 다음 allyl sulfides를 포함한 배지로 교환하여 다시 24시간 배양하고 allyl sulfides와 benzo[a]pyrene을 포함한 배지로 교환하여 추가로 24시간 동안 배양한 다음 Wortelboer 등의 방법(53)으로 효소활성을 측정하였다.

## 3) 원료 분말의 전처리

피복하고자 하는 내용물질과 피복재의 입자 크기의 비율을 일정하게 유지함으로써 균일한 피복효과를 얻기 위하여 시판중인 (주)삼양의 마늘분말과 수입산 (McCormick & Co. Inc., U.S.A.)사의 양파분말을 A10 Analytical Mill (IKA, Germany)를 이용하여 간헐적으로 분쇄한 후, Sieve (W. S. Tyler, U.S.A)를 이용하여 평균 입자 크기를 270 mesh (53  $\mu$ m)가 되도록 분획하였다.

## 4) 입도 분석

Particle size analyzer(CILAS 1064, France)를 사용하여 표면가공 처리 전후의 입도 분포를 분석하였으며 이때의 분석조건은 다음의 표 3-4와 같다.

## 5) 분말 식품용 피복재료의 선정

마늘과 양파분말의 피복은 내용물을 외부의 환경으로부터 보호하여 분말이 가진 독특한 향기가 나타나지 않도록 하고 수분의 흡수에 의한 고결(caking)현상을 방지하는 효과를 기대할 수 있다. 분말식품용 피복재료, 즉 코팅용 소재로는 글리세롤에스터계열인 Compritol 및 Sureteric, 셀룰로오스 유도체인 methylcellulose 및 carboxymethylcellulose 그리고 칼로리는 낮으

며 장내균총의 형성에 도움을 주는 올리고당 등을 사용하였다.

표 3-4. 마늘, 양파분말 및 코팅소재의 입도 분석 조건

Item	Condition
Instrument model	Cilas 1064
Laser emitter	Two fiber-mounted laser diodes, wavelength 830 nm
Photodetector	Special silicon multi-element single chip photodiode associated with 3 independent cell, plus a reference cell
Mesurement range	0.1 to 500 $\mu$ m
Resolution	100 calsses of measuremert
Operating temperatures	+15°C to +40°C
Pump rotation speed	Set to 110 rpm
Stirrer rotation speed	10 to 300 rpm

#### 6) Hybridization system을 이용한 분말식품용 소재의 표면가공처리

Hybridization system(NHS-O, Nara Machinery, Japan)의 운전조건은 예비실험을 통하여 적절한 범위의 처리 조건을 결정하였다. 처리구별 실험조건으로는 rotor 회전속도를 5,000 rpm, 10,000 rpm, 15,000 rpm으로 설정하였으며 batch별 피복 유도시간은 3분, 압축공기는 6 kgf/cm<sup>2</sup>의 조건에서 batch당 약 5 g정도의 마늘·양파분말과 피복재료를 혼합하여 실시하였다. 이때 최적 혼합비율 산출을 위하여 마늘·양파분말과 피복재료의 혼합비율은 2 : 1, 4 : 1, 9 : 1로 설정하여 피복효과를 조사하였다.

#### 7) 주사전자현미경(SEM)에 의한 분체표면 분석

주사전자현미경(S-2380N Scanning electron microscope, Hitachi, Japan)을 이용하여 분체의 표면을 관찰하였다. 시료는 양면테이프를 알맞은 크기로 잘라 표본대에 붙인 후 그 위에 분말을 부착하였다. 준비된 표본은 SEM ion sputter coater를 이용하여 gold-palladium 층으로 진공상태에서 60초간 코팅시켰다. 표본의 형태는 15kV의 accelerating voltage에서 관찰하였으며 대표적인 화상을 출력(FP-3000B45, 9×12 cm, Fuji, Japan)하여 비교하였다.

## 8) 액상식품용 피복재의 선정 및 분급

액상식품용 피복재는 Sureteric, Compritol 888, carboxymethylcellulose (CMC), methylcellulose, oligofructose등 5종의 시판중인 피복재료들 중 피복 능력 평가를 통하여 선발하였으며 최종적으로 마늘 및 양파 향의 초기 배출을 적정시기까지 지연시키기 위하여 미세한 분말상으로 되어 있고 glycerol ester형태의 장용성 제재인 Compritol 888(Gattefosse, France)을 피복재로 선정하여 그 능력을 평가하였다.

코팅 효과를 극대화하기 위해 선정된 피복재의 분쇄 및 분급을 실시하였다. 분쇄에는 입도 제어가 가능한 Impact mill(ZPS 100, Alpine Co., Germany)을 사용하였으며 적정한 입도의 분체를 얻기 위해 분쇄조건을 달리하여 시료를 회수하였다. 또한 분쇄된 입자의 밀도와 크기의 차이를 이용하여 분급할 수 있는 Air-Classifer(ATP 100, Alpine Co., Germany)를 이용하여 적정한 입도의 시료를 건조 상태로 회수하였다. 초미분쇄 처리조건은 Impact mill 속도를 각각 7,500 rpm, 15,000 rpm, 17,000 rpm으로 하였고 Air-classifier 속도를 각각 5,000 rpm, 10,000 rpm, 13,000 rpm으로 하여 처리한 다음 각 입도분포에 따른 피복효과를 분석하여 최적 분쇄/분급 조건을 확립하였다.

## 9) 관능검사

관능검사를 위해 표면처리 된 마늘·양파시료의 처리조건은 표 3-5와 같



다. 제조된 시료는 30 ml screw-cap 갈색 병에 내용물질의 함량을 기준으로 5 g 씩 넣고 평가 30 분전에 37°C incubator에서 향기성분이 충분히 시료병 내에 포화되도록 유도한 후 관능검사요원에게 제공되었으며 관능검사요원에 의한 평가 시에는 각 병의 뚜껑을 열고 가깝지 않은 거리에서 향을 흡입하도록 하였다. 그리고 다음 시료의 흡입은 2분의 휴식기를 가진 후 실시하였다. 관능평가요원은 시료의 차이를 구별할 수 있는 능력을 기준으로 미리 선발된 21명으로 구성하였으며 그림 3-1과 같이 각 시료의 마늘·양파향의 강도를 1~9점으로 배점하여 평가하였다. 관능평가 결과의 통계적 유의성 검증은 SAS 통계 프로그램의 1 way ANOVA를 이용하여 5%의 유의수준에서 차이를 조사하였으며 각 시료간의 차이는 LSD를 이용하여 분석하였다.

표 3-5. 관능 평가용 마늘 및 양파의 무취화 시료의 가공 조건

Sample and coding		Treatment	
		Formulation (core:coating material)	Condition of Hybridization
Garlic	523	10 : 0	no treatment
	497	9 : 1	no treatment <sup>a</sup>
	285	9 : 1	10,000 rpm, 3 min
	335	9 : 1	15,000 rpm, 3 min
Onion	591	10 : 0	no treatment
	179	9 : 1	no treatment <sup>a</sup>
	240	9 : 1	10,000 rpm, 3 min
	341	9 : 1	15,000 rpm, 3 min

분체간 표면결합을 위한 코팅소재로는 Compritol 888을 사용하였다.

<sup>a</sup>: 분체간 표면결합을 실시하지 않고 Compritol 888과 단순혼합한 시료

## 설 문 지

날짜 : 2001년 월 일

성명 : \_\_\_\_\_

제공된 시료의 향(마늘, 양파)의 강도를 평가하여 주십시오.

### 1. 마늘 향의 강도

① 497

매우 약함 보통 매우 강함

② 285

매우 약함 보통 매우 강함

③ 523

매우 약함 보통 매우 강함

④ 335

매우 약함 보통 매우 강함

### 2. 양파 향의 강도

① 179

매우 약함 보통 매우 강함

② 240

매우 약함 보통 매우 강함

③ 591

매우 약함 보통 매우 강함

④ 341

매우 약함 보통 매우 강함

그림 3-1. 관능평가용 평가표.

## 10) 마늘 및 양파의 올레오레진 추출 장치

본 실험에서 사용한 마늘, 양파는 가락시장에서 구입하였으며 실험마다 신선한 상태로 껍질을 제거한 후 마쇄하여 사용하였다. 극초단파 추출장치는 2450MHz의 주파수에 programmable power(max 250W), time control 등이 가능하고 환류 냉각관이 장치된 상압형 microwave 장치(Prolab, France)를 사용하였다. 본 추출공정에서 추출물의 온도변화는 digital megal 500 thermometer를 사용하여 측정하였다.

## 11) 추출조건에 따른 올레오레진 함량의 측정

마쇄한 마늘, 양파를 기존에 사용되었던 추출(conventional extraction, CE)과 마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction MAE)방법을 이용하여 추출시간, 용매비에 따른 올레오레진 함량의 변화를 측정하였다. 본 실험에서 CE는 20℃ 수욕상에서 실시하였고 MAE는 Soxwave-100 (Prolab, France)을 사용하였으며 용매로는 물과 에탄올을 사용하여 추출하였다. 추출물을 여과하여 얻어진 여과액을 회전감압 증발기로 감압농축하고 105 ℃에서 건조하여 수율을 측정하였다.

## 12) 표면 색깔의 측정

올레오레진의 색깔은 색차계(Color and Color Difference meter, Yasuda Seiki Co., UC 600IV, Japan)를 이용하여 시료의 색깔을 측정하여 Hunter scale에 의한 L, a, 및 b 값으로 나타내었다. Standard plate는 백색판을 사용하였고 그의 L, a, 및 b 값은 각각 89.2, 0.923, 0.78이었으며, 이 백색판을 기준으로 하여 각 시료의 색깔을 측정하였다.

### 13) Thiosulfinate 함량 측정

Alliin의 효소적 분해 산물인 thiosulfinate의 함량은 Freeman 등(54)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 냉각시킨 시료에 9배량의 냉각수를 가하여 신속히 마쇄, 여과하고 여액 일정량에 시료 2배량의 흡광분석용 hexane을 가한 후 5분간 진탕, 추출한 다음, hexane 층을 취하여 262 nm 부근에서 extinction maximum을 thiosulfinate의 상대적인 양으로 나타내었다.

### 14) Pyruvic acid 함량 측정

Total pyruvate는 Schwimmer 등(55)의 방법을 사용하여 측정하였다. 즉, 시료 10 g을 취하여 여기에 trichloroacetic acid 5 ml을 가한다. 1시간 방치 후 여과하고 여액 1 ml에 0.0125% 2,4-dinitrophenyl hydrazine 1 ml을 가한 다음 증류수 1 ml을 가하여 37°C에서 10분간 방치한다. 그 다음 0.6 N NaOH 용액 5 ml을 가한 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하여 미리 작성한 pyruvate 표준 곡선에 의하여 함량을 산출하였다.

### 15) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis 방법(56)으로 측정하였으며, 각각의 추출 조건에 따라 제조된 추출물의 1/25 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 5 ml에 Folin reagent 5 ml을 가하고 3분간 정치시킨 다음 5 ml의 10 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치 한 후 분광광도계 (UV/VIS spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하고 (+) catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

### 16) Garlic oil의 제조 및 휘발성 allyl sulfides의 분석

신선한 마늘로부터 Likens-Nickerson 장치를 이용하여 garlic oil을 제조하였으며 flame ionization detector (FID)와 DB-5 column (fused silica

capillary column, 60 m × 0.31 mm I.D., J&W Scientific, CA, USA)이 부착된 gas chromatography (Hewlett-Packard 5890, PA, USA)에 주입하였다. 이 때 주입구 및 검출기의 온도는 각각 230 °C 및 250 °C이었고 oven 온도는 초기 35 °C에서 3분간 유지하다가 분당 1.5 °C씩 220 °C까지 상승시킨 후 220 °C에서 10분간 유지하였다. 운반기체로는 Helium을 사용하여 분당 1.2 ml 속도를 유지하였으며 split ratio는 1 : 20으로 하였다. GC에 의하여 분리된 휘발성 allyl sulfides의 동정은 gas chromatography/mass spectrometer (GC/MS, Hewlett-Packard 5972 system, PA, USA)를 이용하였다. 이 때 시료 주입을 위한 interface 온도는 200 °C, ionization voltage는 70 eV, resolution은 1,000, mass range는 30-300 m/e로 하여 Wiley library의 spectrum과 비교하여 확인하였다.

#### 17) 무취화 소재 및 추출제품에 의한 세포생존능 변화

HepG2 세포는 10% FBS를 함유한 MEM 배지에서 증식시켜 일정 수 만큼 seed 한 후 함유항 유기화합물 또는 마늘 / 양파 분말로 전처리한 후 배지를 교환하고 benzo[a]pyrene과 시료를 처리한 다음 72시간 동안 배양하였다. 그 후 MTT 시약을 첨가한 후 생성된 formazan 양으로부터 세포의 생존율을 계산하였다.

#### 18) 무취화 소재 및 추출제품에 의한 ethoxyresorufin O-deethylase 효소활성의 변화

세포를 24시간 동안 전배양한 다음 함유항 유기화합물을 포함한 배지로 교환하여 다시 24시간 배양하고 함유항 유기화합물과 benzo[a]pyrene을 포함한 배지로 교환하여 추가로 24시간 동안 배양한 다음 Wortelboer 등의 방법(53)으로 효소활성을 측정하였다.

#### 19) *In vitro* 암세포 치사 활성 평가

시료의 암세포 치사 활성을 평가하기 위해 실험에 이용한 인체 유래 세포주는 다음과 같다. A-549(lung cancer), MCF-7(breast cancer), SNU-1(stomach cancer), SNU-182(hepatoma), SNU-C4(colon cancer)와 U-937(lymphoma ; monocyte-like)은 한국세포주은행(KCLB, 서울)으로부터 분양받아 사용하였다. 각 세포는 10% fetal bovine serum과 1% streptomycin-penicilline이 첨가된 RPMI1640 배지를 사용하여 배양하였다. 암세포 치사 활성은 MTT(3-[4,5-dimethylthiazole-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay를 이용하여 평가하였다. 세포배양에서 얻은 trypsin 처리 또는 하지 않은 single cell suspension ( $5 \times 10^4$  cells/mL)과 시료 10  $\mu$ l를 96-well에 넣고 37°C CO<sub>2</sub> incubator에서 72시간 배양한 후 MTT 시약 50  $\mu$ l를 넣고 다시 4시간 동안 반응시켰다. 이것을 상등액을 제거하고 DMSO 150  $\mu$ l를 첨가하여 생성된 formazan을 용해시킨 후, 540 nm에서 흡광도를 측정하여 암세포 치사활성을 평가하였다.

## 2. 연구결과 및 고찰

### 가. 마늘 및 양파의 생리적 기능성 고찰 (문헌 고찰)

백합과에 속하는 *Allium*속 식물은 500여종으로 이루어져 있으며 향신료 및 약리작용으로 말미암아 수세기 동안 경험적으로 이용되어 왔으나 효능에 대한 과학적인 연구는 1970년대 후반부터 산발적으로 이루어져 왔다(1-2). 역학조사결과 *Allium*속 식물을 많이 섭취하는 지역에서 암의 발생 빈도가 낮게 나타남에 따라 미국 보건기구는 마늘과 양파를 세포의 암화를 막는 새로운 식품을 개발하는 프로그램인 “Designer foods” 프로그램의 주된 후보자로 선정하는 등 *Allium*속 식물의 생리적 유용성에 대한 관심이 집중되고 있다(3). 본 과제에서는 암예방 활성뿐만 아니라 혈소판 응집억제작용에 기인한 심혈관계 질환 예방작용, 항균 활성 및 노화관련 활성 등 생리적 기능성에 관한 문헌을 수집, 고찰하여 체계화하였다. 마늘 및 양파에 공통적으로

존재하는 지용성, 수용성 함유황 유기화합물의 구조는 다음 표 3-6과 같다.

표 3-6. *Allium* 속 식물에 존재하는 활성 유기황화합물의 구조

Chemical	Structure
diallyl sulfide	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
diallyl disulfide	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
diallyl trisulfide	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
diallyl sulfone	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
allicin	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SO}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
allyl methyl trisulfide	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_3$
S-allylcysteine	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{Cys}$
S-allylmercaptocysteine	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{Cys}$
(E)-ajoene	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SO}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

### 1) 함유황 유기화합물의 암 예방 작용 및 암예방 기구

중화인민공화국 및 이태리에서 실시된 역학조사결과 위암율이 높은 지역에서 마늘, scallion, 중국 chive 등 *Allium* 속 식물의 섭취가 증가할수록 위암 발생능력이 현저히 감소되는 것으로 보고하고 있다(3, 57). 이로부터 마늘 및 양파의 암예방 활성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. *Allium* 속 함유황 유기화합물은 암세포를 이용한 세포주 모델에서 암세포 치사 작용 또는 증식 억제 활성을 나타낸다. ajoene은 종양성 림프세포종(tumorigenic lymphoid cell line)에 대해 세포치사활성을 나타내며( $\text{EC}_{50}=12 \mu\text{M}$ )(57) 마늘의 수용성 성분의 일종인 S-allylmercaptocysteine과 지용성 성분 중 diallyl sulfide 및 diallyl disulfide는 전립선암세포(prostate carcinoma cells)의 생육을 억제한다 (58). 또한 여러 함유황 유기화합물들은 인간 유래 대장암 세포(HCT-15)의 성장을 억제하며 주된 기작은 세포분열의 저해와 apoptosis에

의한 것으로 생각된다. 특히 diallyl disulfide는 세포분열에 관여하는 효소인 p34<sup>cdc2</sup>와 cdc25C phosphatase의 발현을 억제한다(59). 활성 함유량 유기화합물뿐만 아니라 *Allium*속 식물 중 마늘의 추출물에 의해서도 장암세포(60) 및 위암세포(61)의 생육이 억제되었다.

함유량 유기화합물은 동물모델에서 여러 발암원에 의해 유발된 암에 대해 예방 활성이 있는 것으로 알려져 있다. 쥐에서 7,12-dimethylbenz[a]anthracene에 의해 유발되는 유방종양(mammary tumor)이 마늘 분말의 급여로 감소되었고(62) 1,2-dimethylhydrazine으로 유발시킨 결장암 및 간암의 발생이 diallyl sulfide에 의해 감소되었다(63). Diallyl disulfide 및 체내 대사산물인 allyl mercaptan은 N-nitrosodiethylamine에 의해 유발된 폐종양(pulmonary tumor)의 발생을 억제시킨다(64). diallyl sulfide는 N-nitrosomethylbenzylamine에 의한 식도암발생을 유의적으로 감소시켰다(65). Sparnins등은 benzo[a]pyrene으로 유발시킨 전위암(forestomach tumor)과 폐선종(pulmonary adenoma)이 마늘 및 양파 유래 함유량 화합물을 급여한 생쥐에서 유의적으로 감소되었음을 보고하였다(36, 37).

*Allium*속 식물 유래 함유량 유기화합물이 여러 발암원에 의한 암 발생을 억제하는 것은 공통적으로 종양 발생 병소 및 주 대사 기관의 이물질 대사 효소의 활성을 변화시키기 때문이라고 생각된다. 많은 phytochemical들은 발암원의 화학적 반응성을 증가시키는 phase I 대사 효소 및 반응성이 증가된 대사산물에 생체 내 거대분자를 결합하여 체외로 배설을 용이하게 하는 phase II 효소 활성을 조절함으로써 암 발생에 영향을 미치게 된다(62, 64, 66, 36-37, 66-67). 함유량 유기화합물은 주로 해독화 효소계를 induction 또는 activation시키거나(62, 66, 36, 37, 67, 68, 69) 발암원의 대사적 활성화를 저해하여 궁극적으로 세포내 목표분자와의 결합을 억제함으로써 암 예방 작용을 나타낸다(62, 70, 40). 함유량 유기화합물에 의한 외인성 물질 대사의 변화는 여러 가지 실험적 결과로부터 해석할 수 있다. 표 3-7에 정리한 바와 같이 함유량 유기화합물은 여러 외인성 물질 대사 관련 효소에 대해 선



택적인 유도 또는 저해작용을 나타낸다.

*Allium*속 식물의 함유황 유기화합물은 외인성 물질의 해독화에 관련된 대표적인 효소인 glutathione S-transferase의 활성을 증가시키는 것으로 알려져 있다(3, 36, 37, 66, 69). Glutathione S-transferase는 포유동물의 경우  $\alpha$ ,  $\mu$ ,  $\pi$  등 3 종류의 isozyme으로 구성되어 있으며(69), 암 예방에는  $\pi$  isozyme이 가장 큰 역할을 하는 것으로 추정되고 있다. 동물실험에 의하면 함유황 유기화합물에 의하여  $\pi$ -isozyme이 상당량 증가하며, 암 발생 감소에 밀접하게 영향을 주는 것으로 판단된다(69, 71-72). 이와 같이 선행된 연구결과를 종합해 보면 diallyl disulfide를 비롯한 함유황 유기화합물은 반응성 발암원과 세포내 DNA 또는 단백질과의 결합을 억제하는 blocking agent로

표 3-7. *Allium*속 식물의 유기황화합물에 의한 외인성 물질 대사의 조절

	Mode of action	Animal model	Reference
<b>Phase I enzymes</b>			
CYP 2E1	Inactivation	Rat	Brady et. al. 1991(34, 38)
CYP 2B1	Induction		
CYP 3A	Induction	Rat	Dragnev et. al. 1995(117)
<b>Phase II enzymes</b>			
Glutathione S-transferase	Induction	Mouse	Liu et. al. 1992(62) Sparnins et. al. 1986(37)
DT-diaphorase (Quinone oxidoreductase)	Induction Induction	Mouse Rat	Benson et. al. 1986(68) Dragnev et. al. 1995(117)
<b>Adduct formation</b>			
DNA	Inhibition Inhibition	Mouse Human lymphocyte	Liu et. al. 1992(62) Wargovich et. al. 1988(65) Hageman et. al. 1997(108)

작용할 가능성이 높을 것으로 사료된다. 그러나 7,12-dimethylbenz[a]anthracene(62), 1,2-dimethylhydrazine(63), N-nitrosodiethylamine(64), N-nitrosomethylbenzylamine(65), benzo[a]pyrene(36, 37)등 여러 가지 발암원에 대한

*Allium*속 식물 유래 함유황 유기화합물의 암예방 기작에 대해서는 대체적으로 glutathione S-transferase와 같은 phase II 효소의 활성 증가가 중요한 역할을 할 것으로 예상하고 있을 뿐, cytochrome p450 등 phase I 효소의 저해가 동시에 수반되는지, 또는 어떤 효소계에 주도적으로 작용하여 암 예방활성을 나타내는 지에 대해서는 명확하지 않으므로 이에 대한 연구가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

## 2) 심혈관계 질환 예방 효과

마늘을 비롯한 *Allium*속 식물은 심혈관계 질환을 예방하는 것으로 보고되고 있는데, 이는 크게 혈장 지질의 조절(73, 29), 혈전분해(74-75), 혈소판 응집 저해(74, 76)에 의한 효과로 나누어볼 수 있다.

관상동맥 심장질환 환자가 하루에 6 mg 정도의 ajoene 및 dithiins를 포함하는 마늘유(garlic oil)를 3년 동안 섭취한 경우 혈중 지질함량이 크게 줄어들었고, 심장마비 증세가 35% 감소하였으며 총 사망건수의 45%가 위약(placebo)을 섭취한 경우보다 감소한 것으로 나타났다(77). 마늘유 900 mg과 생선유 12 g을 고콜레스테롤 환자에게 단독 섭취시킨 다음 공복시 혈장지질에 미치는 효과를 비교, 분석한 연구결과 마늘유 섭취군은 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 총콜레스테롤/HDL 및 LDL/HDL의 비가 감소된 반면, 생선유 섭취군의 경우는 triglyceride(TG)는 감소하였으나 LDL 콜레스테롤이 증가되었다. 또한 마늘유와 생선유를 복합적으로 섭취한 경우 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, TG의 저하뿐만 아니라 총콜레스테롤/HDL 및 LDL/HDL의 비도 감소하여 복합효과가 있는 것으로 나타났다(78). *Allium*속 식물에 의한 혈중 콜레스테롤 저하 효과는 함유황 유기 화합물이 여러 단계에서 콜레스테롤의 생합성 과정을 저해하기 때문에 나타나는 것으로 여겨진다. 즉, allicin은 콜레스테롤 합성 초기단계의 acetyl-CoA synthetase를 저해하고(79), diallyl disulfide은 콜레스테롤 합성의 중추적인 효소인 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase(HMG-CoA reductase)를 비가

역적으로 불활성화 시키는 것으로 보고되었다(73, 80-81). 또한 allicin, diallyl disulfide, allyl mercaptan 등의 함유황 유기 화합물은 HMG-CoA reductase의 저해뿐만 아니라 lanosterol의 축적을 감소시키는 것으로 나타나 생합성 후기단계의 lanosterol 14 $\alpha$ -demethylase의 저해에도 관여하는 것으로 보인다(73). 그밖에 콜레스테롤 7 $\alpha$ -hydroxylase 및 콜레스테롤 acyltransferase 등이 마늘 추출물 또는 함유황 유기 화합물들에 의해 미약하나마 저해되며(81), fatty acid synthetase도 저해되어 혈장 triacylglycerol의 저하 효과가 나타난다고 보고되고 있다(82). 또한 ajoene은 식이 지방의 소화와 흡수에 관여하는 sulfhydryl enzyme인 human gastric lipase(HGL)를 불활성화시킨다(83). 한편, 동맥경화증의 발병 및 진행에 관여하는 여러 요인 중 산화된 LDL의 비중이 점차 높아지고 있는데, 마늘 추출물 및 S-allylcysteine(SAC) 등은 혈관내피세포의 막손상 방지, 세포 생육도 증가 및 과산화 지질의 축적 방지 등을 통하여 산화된 LDL에 의해 야기될 수 있는 장애로부터 보호하는 역할을 하였다(84). 또한 마늘 추출물 및 SAC 등은 심혈관계 질환의 발병과 관련성이 높은 oxygen free radical을 효과적으로 소거하며(85), Cu<sup>2+</sup>로 유도시킨 LDL의 산화를 용량-의존적으로 저해하였다(86).

혈소판의 응집작용은 상처에 대한 방어 기작으로 작용하나 비정상적인 혈소판 응집은 혈관내 혈전형성을 야기하여 심근경색, 심장발작, 동맥경화증의 가장 큰 요인이 된다(87). 혈소판은 정상적인 경우에는 부착성이 없으나, 혈관벽이 손상될 경우 혈관내벽에 존재하는 collagen fibril과 혈소판 저장립(platelet storage granules)으로부터 유래된 ADP, 응집작용에 의해 생성되는 thrombin등에 의해 변형되어 응집된다(88-90). 이에 대한 마늘과 양파를 비롯한 *Allium*속 식물의 저해효과는 1970년대부터 알려져 있고 ajoene, adenosine, allicin, alliin, polysulfide류, vinyl dithiin등이 활성분체로 보고되고 있다(74, 76). *Allium*속 식물의 추출물은 단독으로 또는 혼합하여 사용했을 때 혈소판 응집 억제활성이 있으며, 표 3-8에 나타낸 바와 같이 특히 양

과와 마늘을 혼합하여 사용하였을 때 응집 억제 활성이 상승되는 것으로 보고되고 있다(91).

마늘 추출물을 하루에 0.25 mg/kg 씩 4주간 섭취시켰을 때 ADP에 의해 유발되는 혈소판 응집이 크게 감소되었으며 주된 활성물질은 ajoene 및 dithiins으로 생각된다(92). *Allium*속 식물의 대표적인 혈소판 응집 억제 물질인 ajoene은 5-lipoxygenase와 cyclooxygenase 활성을 저해하여 TXA<sub>2</sub>의 생성을 억제하는 등 granule release 억제와 fibrinogen binding 억제 활성이 주된 작용 기작이라고 할 수 있다. 그 이외에도 혈장막 내부의 점도에 영향을 주며(93), 혈소판 활성화에 관련된 hemoprotein의 구조를 변화시켜서 혈소판 응집효과를 나타낸다는 연구결과도 보고되고 있다(94). Ajoene중에서도 (z)-ajoene이 높은 활성을 나타내며 allyl cysteine 계열 화합물 및 cepaenes 등도 강력한 혈소판 응집 저해활성이 있다 (표3-9).

*In vitro*에서 allicin은 calcium의 이동을 조절하여 혈소판 응집을 저해하는 것으로 보고되고 있으며, ajoene과는 달리 cyclooxygenase, thromboxane synthase활성 또는 cyclic AMP 수준에는 영향을 주지 않는 것으로 판단된다(95).

### 3) 항미생물 작용

현대적인 항생제가 나오기 전에는 티푸스, 콜레라, 이질, 디프테리아 등 질병의 치료약으로 마늘을 비롯한 *Allium*속 식물이 널리 사용되었다(1-2). *Allium*속 식물 중 마늘은 세균(96-97), 곰팡이(98-100), 바이러스(101)에 대한 생육억제 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 마늘 추출물을 4% 농도로 처리하였을 때 *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*의 생육이 저해되었다(96). *Staphylococcus aureus*는 마늘 추출물에 대한 감수성이 *E. coli*보다 낮은 것으로 보고되었다(101). 마늘의 수용성 추출물은 *Candida albicans*의 생육을 억제하며 효모세포 외벽의 구조를 변화시키는 것으로 알려져 있는데, 효모의 대사에 필수적인 효소

의 SH기를 산화시켜 효소를 불활성화 시키고 결국 미생물의 생육을 억제하는 것으로 생각된다(102). 또한 양파 추출물은 4% 농도에서 *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*의 생육을 억제하였으며 *Escherichia coli*에 대해서는 약한 생육 저해 활성을 나타내고 있다(97). 양파추출물 중 S-methylcysteine sulphoxide와 S-n-propylcysteine sulphoxide가 항미생물 활성의 주성분으로 밝혀져 있다(96).

마늘의 함유황 유기화합물중 allicin의 항미생물활성에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있는데 Allicin은 *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*등의 병원성 미생물의 생육을 억제하는 것으로 보고되고 있다(103). 일반적으로 gram 양성균은 gram 음성균보다 allicin에 대한 감수성이 높은 것으로 알려져 있다(104). Allicin은 30.9 µg/ml에서 *Aspergillus niger*의 생육을 95% 저해하였으며 대조구로 사용한 5-fluorocytosine은 5.0 µg/ml에서 95% 생육을 저해하였다(105). Allicin의 항미생물 활성의 기작으로는 thiosulfinate기가 SH기에 결합함으로써 세포대사가 저해되어 결국 세포의 생육이 저해되는 것으로 생각된다(106).

마늘의 대표적인 지용성 함유황 화합물인 ajoene의 항균작용에 대해서도 보고되고 있다. (106-107). ajoene은 5 ~ 20 µg/ml에서 gram 양성균에 대한 생육저해 활성이 있었으며 gram 음성균에 대해서는 100 ~ 160 µg/ml에서 생육이 저해되었다. *Candida albicans* 등의 효모는 20 µg/ml 미만의 농도에서 증식이 억제되었다. 또한 300 µg/ml이상의 농도에서는 휴지기의 미생물에 대한 사멸작용이 있었다(107). 그 외에도 ajoene은 상당한 곰팡이 성장 억제작용이 있으며 20 µg/ml의 농도에서 *Aspergillus niger*, *Fusarium* 속의 성장을 저해하는 것으로 보고되고 있다(105). Ajoene은 16.6 µg/ml에서 *Aspergillus niger*의 생육을 95% 억제하였으며 이는 대조구로 사용한 5-fluorocytosine의 5.0 µg/ml보다는 높은 농도에서 곰팡이의 생육을 저해하지만 비교적 곰팡이 생육 억제 활성이 강한 물질이다(105). Ajoene을 20 µg/ml농도로 처리하여 배양한 *Aspergillus niger*에서는 균사의 표면 구조가

변화하고 세포벽의 두께가 감소할 뿐만 아니라 세포 내부구조가 붕괴되는 등 형태학적 변화가 관찰되었다. 정상세포에서는 세포질의 밀도가 높고, 두꺼운 세포벽에 의해 둘러 싸여져 있으며 세포벽과 세포막이 밀착되어 있는 반면, ajoene처리에 의하여 세포벽의 두께가 감소하고 세포막이 세포벽으로부터 떨어져 나오며 세포의 팽창으로 야기된 공극은 무정형의 물질로 채워진 것을 관찰 할 수 있다(105). 이로부터 ajoene의 작용 기작은 아직 불분명하지만 다른 항곰팡이 제제와 유사하게 세포벽에 작용하는 것으로 생각된다(100). Ajoene의 disulfide 결합에 cysteine이 결합하면 활성이 소실되는 것으로부터 항균활성에는 disulfide결합이 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다(107). 그 외에도 diallyl trisulfide는 곰팡이 세포벽의 구조에 영향을 미쳐 항균활성이 있는 것으로 알려져 있다. Allicin보다는 활성이 낮지만 양파 추출물에서 발견되는 methyl methanethiosulfinate, propyl propanethiosulfinate와 thiosulfates도 항미생물 활성이 있는 것으로 보고되고 있다.

표 3-8. 사람의 혈소판응집에 대한 *Allium* 속 식물 추출물의 저해작용

Extract	Inhibition (%)	
	20 $\mu$ g	10 $\mu$ g
Onion	29	-
Rakkyo	0	-
Garlic	100	57
Onion plus rakkyo	79	11
Onion plus garlic	100	100
Garlic plus rakkyo	100	52

Compounds	Inhibition(%)	IC <sub>50</sub> ( $\mu$ M)
Methyl cis/trans-1-propenethiosulfinate	41.4	-
Propyl thiosulfinate	20.0	-
Allylthiosulfinate	14.3	-
3-Ethyl-2,4,5-trithiahexane-2-S-oxide	78.8/100	67.6/18.4
trans-5-Ethyl-4,6,7-trithia-2-octene 4-S-oxide	0.0	-
trans-3-Ethyl-2,4,5-trithia-6-octene 2-S-oxide	92.8/100	48.9/11.7
cis-3-Ethyl-2,4,5-trithia-6-octene 2-S-oxide	100/100	6.1/1.4
trans-5-Ethyl-4,6,7-trithia-2-decene-4-S-oxide	77.1	-
cis-5-Ethyl-4,6,7-trithiadecane 4-S-oxide	94.3	-
6-Ethyl-4,5,7-trithia-2-decene 7-S-oxide	100/100	5.1/3.0
cis/trans-5-Ethyl-4,6,7-trithiadecane 4-S-oxide	17.1	-
trans-6-Ethyl-4,5,7-trithia-1,8-decadiene 7-S-oxide	21.4	-
(Z)-Ajoene	90.7	-
(E)-Ajoene	14.3	-

#### 4) 노화 억제 관련 활성

S-Allylcysteine을 포함한 함유황 유기화합물들은 유리 라디칼의 생성과 세포막의 지방과산화물을 저해하는 것으로 알려져 있다(108). Munagami는 (109) 쥐 brain ischemia model을 사용한 실험에서 S-allylcysteine을 투여한 경우, 운동능력향상, 기억손상의 회복, 뇌경색등이 감소됨을 관찰하였다. 이러한 S-allylcysteine의 작용기작은 지방과산화물을 저해하기 때문으로 추측되고 있다. Nishiyama(110)는 함유황 유기화합물을 식이 내 2% 수준으로 노화촉진 마우스(SAM)에게 장기 투여하였을 때 수명증가와 더불어 전뇌와 학습능력이 쇠퇴되는 것을 예방할 수 있었다고 보고했다. 또한 S-allylcysteine은 용량 의존적으로 hippocampal neuron의 생존을 및 axonal branching을 촉진하였다. 따라서 S-allylcysteine을 포함한 함유황 유기화합

물들은 노화관련 증상들의 예방인자로서 역할 할 가능성이 높은 것으로 보이며 이에 대한 계속적인 연구가 요망된다.

## 5) 기타 활성

앞서 살펴본 암예방 작용, 심장혈관계 질병 예방 효과 및 항미생물 작용 이외에도 함유된 유기화합물들은 여러 가지 생리적 유용성을 나타낸다. 즉, 마늘 및 양파 추출물은 천식억제효과가 있는 것으로 알려졌는데 활성의 주 성분은 thiosulfinates와 cepaenes이다(111). 이들 화합물은 arachidonic acid 대사의 cyclooxygenase, lipoxygenase 경로를 저해하고 histamine분비와 leukotriene 생합성을 억제하며 동물모델에서 알레르기원과 혈소판 활성화 인자를 흡입한 다음에 생길 수 있는 기관지 천식을 예방한다(111). 당뇨병과 관련해 S-allylcysteine은 alloxan으로 당뇨병이 유발된 쥐에서 인슐린과 유사하게 작용하여 당뇨병을 완화하는 작용이 있으며 정상 쥐의 Langerhans의 B 세포에서도 인슐린 분비를 촉진하는 작용을 한다(112). 또한 S-allyl cysteine을 포함한 함유된 유기화합물은 겸상적혈구빈혈(sickle cell anemia) 환자에서 흔히 관찰되는 현상인 deoxy-oxy cycling에 의한 밀집된 세포형성을 저해함으로써 혈관폐색을 예방한다(59).

*Allium*속 식물은 다양한 생리적 활성뿐만 아니라 생체내 이용의 측면에서도 몇 가지 장점이 있다. *Allium*속 식물의 조직을 완전히 마쇄되지 않은 상태로 섭취할 경우 S-alk(en)ylcysteine S-oxides가 변환되지 않은 형태로 장내로 들어가 장내 세균에 의해서 sulfoxides가 분해되어 궁극적으로 disulfides가 생성된다(2). Thiosulfinates는 위액의 낮은 pH에 오래 머물러도 분해되지 않고 병원성 미생물에 작용하여 생육을 억제하는 것으로 알려져 있다. Thiosulfinate류, di- 또는 polysulfide류, ajoene등은 생체내 물질의 SH기를 수식하여 유용성을 증진시킨다. 예를 들어 thiamine이 allithiamine이 되면 thiamine보다 장내에서 흡수가 빠르다(113). 또한 위궤양 발생과 밀접한 관련이 있는 *Helicobacter pylori*의 생육을 억제함으로써 위궤양에 대



한 예방 효과가 있다(114). 이와 같은 효과는 *Helicobacter pylori* 감염이 위 암발생 위험요인 중의 하나로 여겨지고 있어 함유황 유기화합물의 암예방 활성과도 관련될 것이다. 그 밖에 함유황 유기화합물들은 암환자에 있어서 methotrexate와 같은 항종양 약제 투여시 야기되는 장손상(intestinal damage)에 대해 보호작용을 나타내는 것으로 관찰되었다(59).

## 나. 마늘 및 양파성분의 생체보호능 평가

### 1) 마늘 및 양파 성분의 생체보호능 평가

대표적인 함유황 유기화합물로 diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide를 선정하여 모델 독성화합물인 benzo[a]pyrene에 의한 독성으로부터 인체 간암세포(HepG2)의 생존을 변화를 시험하였다. 함유황 유기화합물의 휘발성을 감안하여 실험한 결과 함유황 유기화합물은 동물모델의 경우와 마찬가지로 *in vitro* 세포계에서도 benzo[a]pyren에 의해 유도된 독성으로부터 시험 세포주를 보호하는 결과를 나타내었다. 휘발성이 가장 큰 diallyl sulfide는 동물실험의 결과와는 달리 보호작용을 나타내지 않았고 처리 농도를 달리하여 실험한 결과 일반적으로는 용량의존적인 결과를 나타내었으나 diallyl trisulfide의 경우는 1000  $\mu$ M에서 세포독성으로 인하여 활성이 감소되었다. 이들 화합물의 휘발성을 고려하여 inclusion vehicle을 혼합하여 실험하였을 때 보호작용이 보다 증진되었으나 diallyl sulfide는 활성이 매우 미약하였다. 그러나 diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 의 경우는 각각 100  $\mu$ M과 10  $\mu$ M이상에서 보호작용을 나타내었다(그림 3-2). 그러나 이러한 활성을 최대화하기 위해서는 활성 본체의 물리적 화학적 특성을 잘 고려한 가공 방법이 제안되어야 할 것으로 생각된다.

### 2) 마늘 및 양파 성분의 생체보호 기작

마늘 및 양파의 대표적인 지용성 함유황 유기화합물은 체내에서 주로 해

독화 효소계인 glutathione S-transferase의 활성을 유도하여 ultimate carcinogen의 배설을 촉진, 여러 발암원에 의한 암 발생을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 한 편 체내 유입된 각종 발암원들은 대부분 자체는 반응성이 없고, phase I 효소계에 의해 반응성이 증대되는데 이 단계에서 ultimate carcinogen이 생성된다. 본 과제에서는 인체내에서 각종 외인성 독성물질의 해독화를 담당하는 간 세포 (정상세포의 형질을 잘 보유하고 있는 human hepatoma cell line, HepG2)에서 phase I 효소계의 활성에 대한 함유황 유기 화합물의 영향을 연구하였다.

앞서 생체보호능 평가결과, diallyl disulfide와 diallyl trisulfide가 용량 의존적으로 benzo[a]pyrene에 의해 유도된 세포독성을 감소시켰는데, benzo[a]pyrene에 의해 유도되는 cytochrome P 450 1A subclass 효소 활성이

각 실험군의 세포생존율은 4  $\mu$ M의 벤조피렌을 72시간 처리한 대조군의 세포생존율을 기준으로 하여 백분율로 나타내었다. 각 실험군의 경우 벤조피렌을 처리하기 18시간전에 알릴 설파이드를 처리하였으며 벤조피렌과 알릴 설파이드를 모두 함유한 신선한 배지로 교환하여 72시간동안 배양한 다음 MTT를 이용하여 세포생존율을 측정하였다. 실험결과와 통계적 유의성은 students t-test를 이용하여 분석하였다. \*: P<0.05, \*\*: P<0.01, (A) Diallyl sulfide, (B) Diallyl disulfide, (C) Diallyl trisulfide

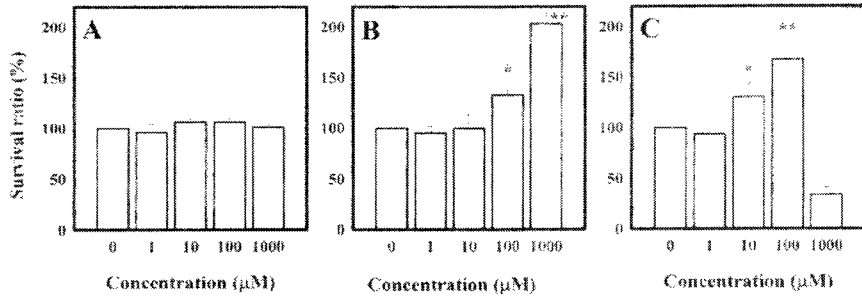


그림 3-2. 벤조피렌을 처리한 사람 간 세포의 세포 생존율에 미치는 알릴 설파이드 화합물의 영향.

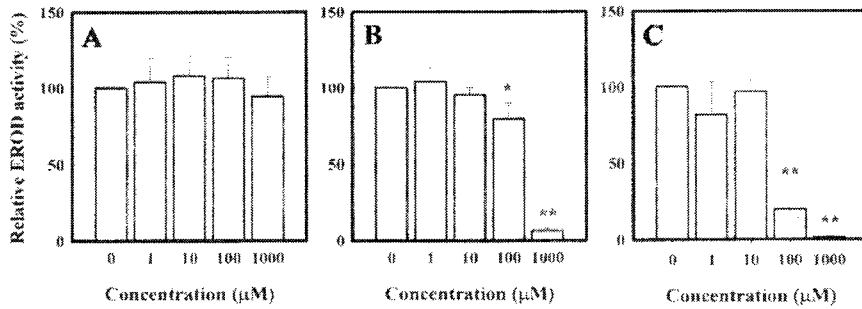


그림 3-3. 벤조피렌을 처리한 HepG2 세포의 ethoxyresorufin O-deethylase 활성에 미치는 알릴설파이드 화합물의 영향.

HepG2 세포는 알릴 설파이드 화합물을 24시간 처리한 후 알릴 설파이드 및 벤조피렌을 함유한 신선한 배지로 교환하여 24시간 추가로 배양한 다음 EROD 활성을 측정하였다. 벤조피렌으로 유도시키지 않았을 때의 EROD 활성은 0.037 nmol/min/mg microsomal protein이었다. 실험결과와 통계적 유의성은 students t-test를 이용하여 분석하였다. \*: P<0.05, \*\*: P<0.01, (A) Diallyl sulfide, (B) Diallyl disulfide, (C) Diallyl trisulfide diallyl disulfide와 diallyl trisulfide가 용량 의존적으로 감소하여 benzo[a]pyrene 독성에 대한 이들 화합물의 보호작용의 일부는 활성화 효소 계인 cytochrome P 450 1A subclass 효소의 활성을 억제하기 때문인 것으로 생각된다.

시험 화합물의 물리적 특성을 고려한 실험조건에서의 cytochrome P 450 1A subclass 효소 활성은 다음의 그림 3-3에 나타낸 바와 같다.

## 다. 분체간 표면결합법을 이용한 마늘 및 양파의 분말식품용 식품 소재화 연구

### 1) 마늘 및 양파의 최적 전처리조건 및 초미분체화 조건 설정

연구에 사용된 마늘과 양파분말의 초기입도는 표 3-10과 같다. 마늘과 양파분말의 평균입자의 직경은 각각 235 및 303  $\mu\text{m}$ 이었다. 분체표면의 피복 처리과정에서 부수적으로 수반되는 원료 입자크기의 감소를 고려하여 초기 입자의 크기를 현저하게 축소시키지는 않았으며, 이는 초미세분말을 core material로 이용 시 증가할 가능성이 있는 분진의 양과 이에 따른 회수율 (yield)의 감소를 억제하기 위함이다. 또한 액상식품용 소재의 경우 침전하지 않고 분산될 수 있는 분말소재의 크기와 무게 등을 신중하게 고려해야하나 본 실험에 사용한 마늘 및 양파분말의 경우, 수백  $\mu\text{m}$  수준이었으므로 다양한 소재에 무리 없이 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

## 2) 분말식품용 무취 소재화를 위한 코팅소재의 선정

외부 환경으로부터 내용물질의 생리적 활성이 파괴되지 않도록 효과적으로 보호하거나 내부물질이 특이한 성상을 갖는 물질, 특히 냄새나 맛이 나쁜 경우에는 이러한 소재의 외부를 피복함으로써 양호한 외적 특성을 부여하는 기술이 활용되고 있다.

표 3-10. 마늘 및 양파분말입자의 직경

Sample \ Size	Diameter( $\mu\text{m}$ )			
	At 10%	At 50%	At 90%	Mean
Garlic powder	35	214	444	235
Onion powder	75	337	465	303

이때 사용되는 피복제들은 천연 또는 합성물질로서 피막을 형성시킬 수 있는 다양한 종류의 polymer가 이용되고 있으며 이때, 피복물질의 선정은 피복하고자하는 내용물질(core material)의 이화학적인 특성, 표면가공처리 방법의 종류 그리고 피복된 소재의 최종적인 목적에 따라 선택하여야 한다.

본 과제의 수행목적인 마늘 및 양파 향기성분의 초기 배출을 적정시기까지 지연시키며, 지나친 내부물질의 특이한 맛의 발현을 억제하기 위하여 검토한 여러 피복소재들 가운데 Compritol 888, Sureteric, Methylcellulose(MC), Carboxymethylcellulose(CMC)를 일차적인 피복제로 선정하였으며 여러 가지 기능성을 인정받고 있는 소재가운데 하나인 분말형 올리고당의 활용가능성을 검토하였다.

위의 피복제 중 Compritol 888과 Sureteric은 glycerol ester형태의 장용성 제제이며 MC와 CMC는 cellulose의 유도체로서 식품의 flavor 코팅에 다양하게 이용되고 있는 대표적 탄수화물소재들이다(표 3-11 참조).

표 3-11. 피복제의 평균입자 크기와 특성

Coating Ingredients	Particle size( $\mu\text{m}$ )	Characteristics	Manufacturer
Compritol 888	10.6	enteric (pH dependent)	Cettefosse/France
Sureteric	5.3	enteric (pH dependent)	Colorcon/UK
Methyl cellulose	40.6	water soluble	Hanawa/Japan
Carboxymethyl cellulose	47.8	water soluble	Sigma/USA
Carboxyethylmethylcellulose	15.5	enteric (pH dependent)	Hurointo/Japan
Eudragit S-100	5.3	enteric (pH dependent)	Rohm/Germany
Eudragit L-100-55	22.5	enteric (pH dependent)	Rohm/Germany
Oligofructose(10%)	25.8	water soluble	Orafti/Belgium
Oligofructose(95%)	135.0	water soluble	Orafti/Belgium

### 3) 코팅소재의 최적 입도조건 설정

Hybridization system은 최근들어 마이크로 캡슐화에 사용되기 시작한 기술이며 메카노퓨전(mechano-fusion) 방식과 함께 액상의 바인더나 습식결합 방식을 채용하지 않고 건식으로 분체간 결합을 유도시킬 수 있는 첨단기술의 하나이다. 이러한 분체간 결합원리는 미분체에 보다 작은 입자의 미분체를 압축공기로 쏘아 두 분체사이의 표면에서 결합을 유도시킴으로써 견고한 표면 결합을 유도하는 것이며, 궁극적으로는 표면의 성질을 포함한 분체의 물성을 개선하기 위해 개발된 방법이다.

이러한 분체표면 가공기법은 피복되는 내용물과 피복제의 입도 차이가 매우 중요한 공정변수로 작용하게 된다. 피복에 사용된 Hybridizer의 경우 내용물과 피복제의 입도 비율이 10:1 내지 15:1 일 경우 가장 피복효과가 우수

한 것으로 알려져 있다. 본 실험의 소재로 쓰인 마늘 및 양파분말의 평균입도는 200 - 300  $\mu\text{m}$  수준이었으며 피복소재의 입도가 대부분 이들의 1/10 수준이거나 그 이하이므로 특별한 소재를 제외하고는 별도의 분쇄공정을 거치지 않고 적절한 입도를 가진 소재를 선별하여 활용할 수 있었다.

Hybridization system에 의해 표면가공처리한 분체를 주사전자현미경으로 분석한 결과, 사용된 피복제, 혼합비율, 운전처리속도 등의 조건에 따라 표면의 성상에 현저한 차이를 나타내는 것을 알 수 있었다.

실험에 사용된 피복재료 중 methylcellulose(MC)와 carboxymethylcellulose는 cellulose계열의 소재로서 피막을 용이하게 형성할 수 있는 부드러운 성질을 가지고 있었다. 그러나 분쇄되지 않은 선상의 입자들의 존재는 표면가공처리공정의 일부 저해요인이 되는 단점을 가지고 있었다. 이와는 달리 Compritol 888과 Sureteric의 경우에는 균일한 입자 구성으로 인해 대체적으로 효과적인 것으로 판명되었다. 또한 100  $\mu\text{m}$  이상의 입자 크기를 가진 마늘분말과 양파분말은 피복제와 표면가공처리 후 입자 크기가 평균 50  $\mu\text{m}$  수준으로 입도가 감소하였는데 이는 피복공정에서 일반적으로 발생하는 2차적인 분쇄가 유도된 것으로 판단된다.

#### 4) 마늘 및 양파의 코팅조건 최적화

마늘 및 양파와 피복제의 혼합비율에 따른 Hybridizer 처리조건은 표 3-12와 같다. 양파분말의 표면처리도 일부를 제외하면 대부분 마늘분말의 경우와 동일한 조건으로 실시하였으며 아래 표에 나타낸 처리구의 약어는 마늘(Garlic)을 의미하는 이니셜인 "G" 그리고 양파(Onion)를 지칭하는 "O"로 대치하여 표현하였다.

#### 5) 분말식품용 마늘 및 양파의 소재특성 평가

본 실험에 사용한 마늘분말소재는 평균입도 200  $\mu\text{m}$  수준의 불균일한 건조물로서 외형은 당의 영향에 의하여 표면조직에서의 견고한 조직을 가지고

있었으며, 양과분말은 약  $300\mu\text{m}$  수준의 불균일한 외형을 갖고 있으며 마늘 분말의 경우보다 잔주름과 굴곡이 심한 외형을 갖고 있었다. 마늘분말의 경우 Methylcellulose(MC) 처리구에서는 Hybridizer rotor의 회전속도가 5,000 rpm인 G-MC-1, G-MC-4, G-MC-7 처리구를 제외한 나머지 처리구에서 마늘분말 표면에 피복제가 막을 형성한 정도가 우수한 것으로 나타났다 (그림 3-4). 그러나 2 : 1의 혼합비로 처리한 G-MC-2, G-MC-3 은 상대적으로 피복효과가 불균일하게 나타났다. 이는 다량의 피복제가 첨가됨에 따라서 피복에 참여하지 못한 여분의 입자들이 오히려 피복의 저해요소로 작용하게 되어 소량 첨가된 처리구에 비해 피복율을 저하시키는 것으로 판단된다. 또한 운전속도가 15,000rpm인 처리구 G-MC-3, G-MC-6, G-MC-9 에서 가장 우수한 피복효과를 나타냈고, 주사전자현미경상으로 관찰되는 입자의 표면도 매끄러운 표면으로 처리되었다.



표 3-12. 마늘분말의 표면가공조건

Mixture ratio <sup>1)</sup>	Revolution (rpm)	Coating materials			
		Compritol 888	Sureteric	Methylcellulose	Carboxymethyl cellulose
2 : 1	5,000	G-C-1	G-S-1	G-MC-1	G-CMC-1
	10,000	G-C-2	G-S-2	G-MC-2	G-CMC-2
	15,000	G-C-3	G-S-3	G-MC-3	G-CMC-3
4 : 1	5,000	G-C-4	G-S-4	G-MC-4	G-CMC-4
	10,000	G-C-5	G-S-5	G-MC-5	G-CMC-5
	15,000	G-C-6	G-S-6	G-MC-6	G-CMC-6
9 : 1	5,000	G-C-7	G-S-7	G-MC-7	G-CMC-7
	10,000	G-C-8	G-S-8	G-MC-8	G-CMC-8
	15,000	G-C-9	G-S-9	G-MC-9	G-CMC-9

1) Mixture ratio = garlic powder : coating material

\* 양파분말의 경우도 같은 방식으로 시료를 처리하였다. 이때 각 처리구의 약어(abbreviation of treatments)는 마늘의 경우와 같으나 G대신 O를 사용하였다.

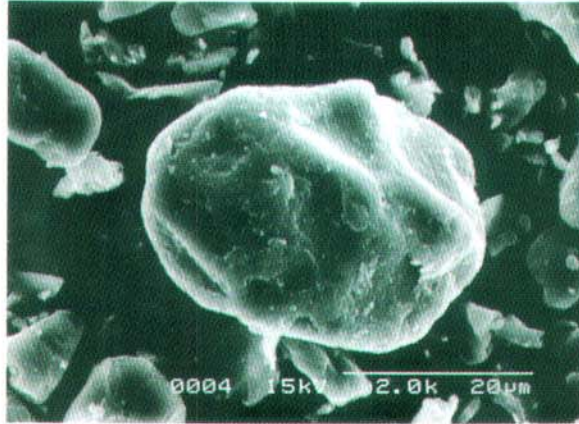


그림 3-4. Methylcellulose(MC-6)로 코팅한 마늘 분말의 형태.

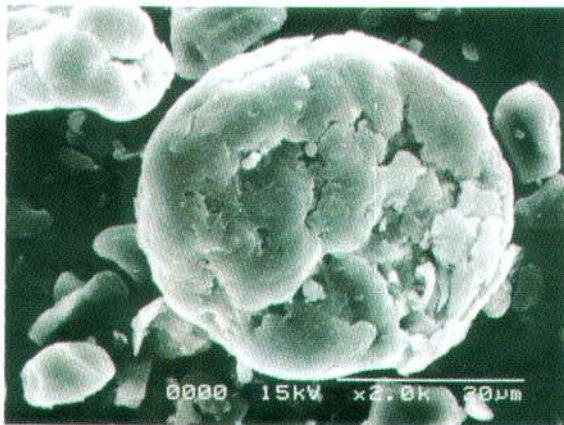


그림 3-5. Carboxymethylcellulose(CMC-6)로 코팅한 마늘 분말의 형태.

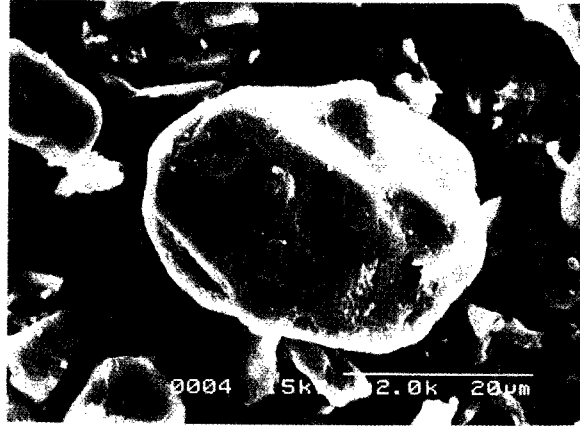


그림 3-4. Methylcellulose(MC-6)로 코팅한 마늘 분말의 형태.

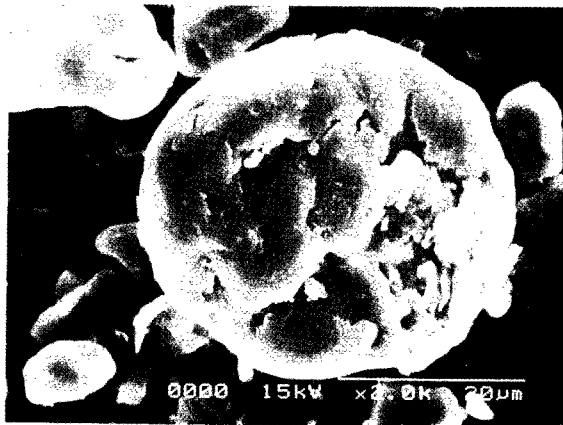


그림 3-5. Carboxymethylcellulose(CMC-6)로 코팅한 마늘 분말의 형태

Carboxymethylcellulose(CMC) 처리구의 경우에는 methylcellulose와 마찬가지로 10,000rpm 이상의 고속운전속도로 처리한 처리구(G-CMC-2, G-CMC-3, G-CMC-5, G-CMC-6, G-CMC-8, G-CMC-9)에서 양호한 피복 효과를 나타냈었다(그림 3-5). 그러나 배합비에 따른 피복효과를 비교해보면 methylcellulose와 carboxymethylcellulose 모두 2 : 1의 배합비를 제외하고는 배합비 4 : 1, 9 : 1의 처리구에서 유사한 결과를 나타내었다. 이는 사용되는 소재들의 입도가 불균일하고 평균 입자 크기가 알맞게 작지 못했기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 내용물질에 비해 피복물질이 1/10~1/15 정도일 때 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. 피복재료의 전처리로 초미분쇄과정을 통해 사용되어지는 피복재료의 평균 입자 크기를 5~10  $\mu\text{m}$ 로 처리할 필요가 있다.

Compritol 888의 경우에는 대체적으로 전 처리구에서 우수한 피복효과를 보였다. 운전속도를 5,000 rpm으로 처리한 G-C-1, G-C-4, G-C-7는 분체의 불균일한 각들이 처리과정 중 깎여나가 구형화를 이루기는 하였으나 피복효과를 나타내는 처리구는 없었다. 이는 운전속도가 부적절하여 나타난 결과라고 할 수 있다. 반면 10,000rpm 이상의 고속운전속도로 처리한 처리구 G-C-2, G-C-3, G-C-5, G-C-6, G-C-8, G-C-9 에서는 양호한 피복효과를 나타냈었다. 특히 15,000 rpm의 고속운전속도로 처리하고 각각 2 : 1, 4 : 1의 배합비로 처리한 G-C-3, G-C-6에서 구형의 분체와 매끄러운 표면을 나타내는 결과를 얻었다. 배합비 2 : 1로 혼합하고 10,000 rpm, 15,000 rpm으로 처리한 G-C-2, G-C-4 처리구가 가장 우수한 결과를 나타내었다.

Sureteric의 경우에도 다른 재료와의 결과와 유사하였다. 비교적 저속인 5,000 rpm 으로 처리한 G-S-1, G-S-4, G-S-7을 제외한 나머지 처리구에서 Sureteric 분체가 내용물질인 마늘분체에 부착되어진 것을 볼 수 있다. 그러나 대체적으로 다른 재료를 사용했을 때보다 우수한 피복 효과는 관찰되지 않았다.

양과분말을 살펴보면 methylcellulose(MC)의 경우에는 rotor의 회전속도가

5,000 rpm인 O-MC-1, O-MC-4, O-MC-7 처리구를 제외한 나머지 처리구에서 양과분체 표면이 매끄럽게 피복처리 되어진 것을 볼 수 있었다. 하지만 O-MC-3, O-MC-6 처리구에서 만이 피복제에 의한 피복 효과가 우수한 것을 볼 수 있다. 이때의 혼합비는 각각 2 : 1, 4 : 1 이었고 운전속도는 15,000 rpm이었다.

Carboxymethylcellulose(CMC)의 경우에는 methylcellulose와 유사한 결과를 나타내었는데 처리구 O-CMC-3, O-CMC-6에서 피복제인 carboxymethylcellulose에 의해 피복된 것을 관찰할 수 있으며 다른 처리구에서는 피복 효과보다는 구형화에 가까운 결과를 나타내었다.

두 가지의 cellulose 소재들에서 나타난 결과로 미루어 볼 때, 마늘분말과는 달리 피복제가 과량 함유되고 고속운전 하였을 때 더욱 효과적인 것으로 판단되었다.

Compritol 888의 경우에는 대체적으로 전 처리구에서 우수한 피복효과를 보였다. 운전속도를 5,000 rpm으로 처리한 O-C-1, O-C-4, O-C-7는 구형화만을 나타내었을 뿐 피복효과를 나타내지는 않았다. 그 외의 처리구인 O-C-3, O-C-5, O-C-6, O-C-8, O-C-9 에서는 우수한 피복효과를 나타냈다. 특히 처리구 O-C-2, O-C-3, O-C-5, O-C-6의 경우에는 구형에 가까운 형상을 보이며 피복제가 고루 피복 되어진 것을 관찰할 수 있고 처리구 O-C-6의 경우는 가장 우수한 결과를 나타내었다.

Sureteric의 경우에는 전체 처리구 중 15,000 rpm으로 고속운전속도로 처리한 O-S-3, O-S-6, O-S-9에서 양호한 피복효과를 보였다. 특히 처리구 O-S-9의 경우에는 다른 처리구에 비해 피복효과가 우수하였다. Sureteric의 경우 다른 재료와는 달리 소량의 피복제가 첨가된 경우에 효과가 좋았다.

지금까지 검토한 재료들을 참고로 마늘분말과 양과분말을 oligofructose 분말을 이용하여 피복하였다. 이때의 처리조건은 각 9 : 1의 혼합비와 15,000 rpm의 운전속도에서 3분간 처리하였다. 대체적으로 피복효과는 각 처리구에서 양호하게 나타났으나 다른 피복제들과 비교하였을 때는 우수하

다고 보기 어려웠다.

Hybridization system에 의해 표면가공처리한 결과를 주사전자현미경으로 분석한 결과 사용된 피복제, 혼합비율, 운전처리속도에 따라 현저한 차이를 보였다. 마늘·양파분말은 피복제와 표면가공처리 후 입자 크기가 평균 45  $\mu\text{m}$  수준으로 입도가 작아졌는데 이는 처리과정에서 2차적인 분쇄가 유도된 것으로 판단된다. 또한 같은 종류의 피복제라도 각각 마늘분말과 양파분말에 적용했을 때 서로 다른 양상을 나타내었다. 이는 마늘분말과 양파분말이 가지는 분체 특성에 의한 것으로 판단된다.

## 라. 분체간 표면결합법을 이용한 마늘 및 양파의 액상식품용 식품 소재화 연구

### 1) 코팅소재 및 최적 입도조건 선정

Hybridization system을 이용한 미세캡슐화 방법은 최근 비타민 C, 비피더스균 등을 미세 캡슐화하는데 이용되는 기술로 미분체에 보다 작은 입자의 미분체를 압축공기로 쏘아 분체표면의 성질을 개선하기 위해 개발된 방법이다. Hybridization의 원리는 일정한 배합비로 내용물질과 피복물질을 혼합하고 두 분체간의 정전기적 힘으로 내용물질 주위에 피복물질을 부착하여 ordered mixture를 형성시키고 이 ordered mixture를 Hybridization system에 공급하게 되면 system내에서 압축공기와 회전 rotor에 의해 공기중에 분산되며 입자를 파괴하지 않을 정도의 충격을 위주로 한 기계적·열적 에너지를 개별 입자에 부여하여 단시간 내에 고형화 처리하고 피복된 분체를 회수하는 원리로 되어 있다. 이러한 Hybridization system을 이용한 표면가공처리 기술은 내용물의 함유율을 90%이상 크게 높일 수 있고 얇게 코팅이 되며 열발생이 거의 없어서 제품의 품질변화가 적다는 장점이 있다.

액상 식품용 무취화 소재 개발을 위한 코팅소재로 선정된 Compritol 888은 미세한 분말상으로 되어 있고 액상의 용제를 전혀 사용하지 않는 melt

coating, dry coating 등에 사용되는 코팅소재로서 바람직하지 않은 외부환경 즉, 공기·빛·열·습도와외 접촉으로부터 내부물질이 직접적으로 노출되는 것을 방지하고 내부물질의 배출을 제어 할 수 있는 우수한 제재이다.

Hybridization system은 건식 코팅 방법으로, 사용되는 분말 입자 크기의 비율이 코팅 효과와 최종 생산물의 입자 크기에 영향을 미친다. 특히 액상 식품용 소재로 사용하고자 하는 목적으로 무취화 된 마늘 및 양파 분말을 이용할 경우에는 캡슐화 된 분말 입자의 크기는 더욱더 중요하다. 일반적으로는 내용물질에 비해 피복물질의 크기가 1/10~1/15 정도일 때 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. 따라서 코팅 효과를 극대화하기 위해 Impact Mill 과 Air-Classifer를 사용하여 코팅 소재를 분쇄, 분급하여 입도를 제어하였는데 그 결과 Impact Mill speed 17,000 rpm과 Air-Classifer speed 13,000 rpm의 조건에서 처리하였을 때 평균 입도 10.06  $\mu\text{m}$ 인 분말을 얻을 수 있었다. Impact mill과 Air-Classifer에 의한 분쇄와 분급의 결과는 표 3-13에 나타내었다.

연구에 사용된 마늘과 양파분말의 초기 입도는 100~200  $\mu\text{m}$  수준으로 조정하였는데 이는 코팅 소재와의 입자경 비율 조절에 따른 코팅 효과를 알아보기 위해서 내용물질인 마늘 및 양파 분말의 입도가 일정해야 하기 때문이다.

표 3-13. 코팅을 의하여 분쇄·분급한 Compritol 888의 평균입자크기

Impact Mill (rpm)	Air-Classifer (rpm)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )			
		At 10%	At 50%	At 90%	Mean
7,500	5,000	2.02	23.13	46.45	24.18
15,000	10,000	1.68	12.92	20.50	12.03
17,000	13,000	1.48	10.02	18.42	10.06

## 2) 코팅조건 최적화

내용 물질과 코팅 소재와의 입자경 비율에 따른 코팅 효과를 비교해 본 결과 Impact mill 속도 17,000 rpm, Air classifier 속도 13,000 rpm으로 처리되어 회수된 평균 입도 10.06  $\mu\text{m}$ 인 코팅 소재를 사용하였을 때 다른 처리구에 비해 우수하였으나 처리구간의 차이는 두드러지지 않았다. 하지만 내용 물질과 코팅 소재와의 입도 차이가 클수록 코팅 효과가 증대되었다. 따라서 무취화 소재개발을 위한 가공시 코팅 소재의 입도를 제어하기 위한 전처리 공정이 필요한 것으로 나타났다(그림 3-6, 3-7).

Compritol 888과 마늘 및 양파 분말과의 코팅 조건 최적화를 위해 rotor 회전속도, 운전시간, 내용물질과 코팅소재의 혼합 비율에 따른 코팅 효과를 알아 본 결과 rotor 회전속도 15,000 rpm, 운전시간 3 min, 내용물질과 코팅 소재의 혼합비율 9 : 1 일 때 가장 우수한 피복 효과를 나타내었다.

Rotor 회전속도에 따른 코팅효과는 회전속도가 증가할수록 증대되었는데 5,000 rpm으로 처리할 경우에는 분체의 불균일한 각들이 처리과정 중 깎여 나가 구형화를 이루기는 하였으나 피복으로 판정하기는 어려웠다. 하지만 10,000rpm 이상의 고속운전속도로 처리할 경우에는 우수하고 균일한 코팅 효과를 나타내었다. 운전시간은 코팅 효과에 별다른 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 내용물질과 코팅소재의 혼합비율은 코팅소재를 과량 첨가한 혼합비율 2 : 1 인 처리구에 비해 9 : 1 로 혼합한 처리구가 우수한 피복효과를 나타내었다. 이는 코팅소재가 과량 첨가될 경우 코팅에 참가하지 않는 입자들이 코팅 저해 인자로 작용하여 코팅 효율을 저하시키는 것으로 사료된다.

지금까지 검토된 결과를 토대로 하였을 때 Hybridization system의 운전 조건에 따른 마늘 및 양파 분말의 초미분쇄된 Compritol 888에 의한 최적화된 코팅 조건은 rotor 회전속도 15,000 rpm, 운전시간 3 min, 혼합비율 9 : 1 으로 나타났다.



### 3) 액상식품용 마늘 및 양파 무취화 소재의 특성 평가

전술한 바와 같이 마늘 및 양파의 무취 소재화를 위한 코팅소재로 Compritol 888을 선정하여 피복화에 따른 휘발성 함유황 화합물의 변화를 분석하였다. 휘발성 화합물로는 그림 3-8에 나타난 바와 같이 주로 diallyl sulfide, diallyl disulfide와 diallyl trisulfide 등 allyl sulfide계 화합물이 분석되었다. 이들 함유황 화합물은 마늘 또는 양파 등 *allium*속 식물의 특징적인 향기를 구성한다. 마늘 또는 양파 분말과 코팅소재를 단순히 9 : 1로 혼합한 대조구의 경우에도 기존에 알려진 마늘 및 양파의 향기성분 보다는 매우 낮은 수준의 휘발성 함유황 화합물이 분석되었는데 이는 본 연구에서 시료의 범용성을 높이기 위하여 시판품(마늘 분말 : (주) 삼양, 양파분말 : McCormik사)을 사용하였으며 이들 시판품의 경우 건조 및 유통 과정에서 휘발성이 높은 향기성분들 중 상당부분이 소실되었기 때문인 것으로 사료된다.

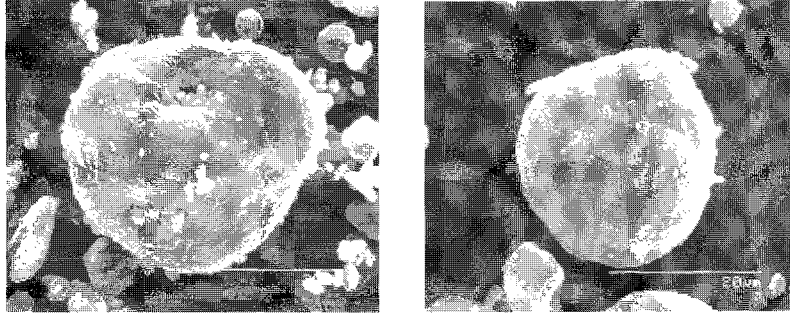


그림 3-6. 미세분급한 Compritol 888로 코팅한 마늘 분말의 형태.

사용한 Compritol 888의 평균 입자크기는  $24.18 \mu\text{m}$ (좌)와  $10.06 \mu\text{m}$ (우)였다. 핵 입자와 코팅물질과의 혼합비율은 9 : 1이었으며 rotor의 운전속도는 15,000 rpm 이었고 운전시간은 3분이었다.

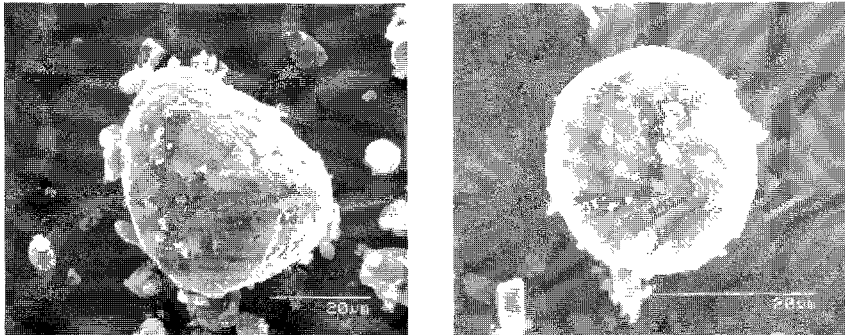


그림 3-7. 미세분급한 Compritol 888로 코팅한 양파분말의 형태.

사용한 Compritol 888의 평균 입자크기는 24.18  $\mu\text{m}$ (좌)와 10.06  $\mu\text{m}$ (우)였다. 핵 입자와 코팅물질과의 혼합비율은 9 : 1이었으며 rotor의 운전속도는 15,000 rpm 이었고 운전시간은 3분이었다.

그러나 이들 대조구와 비교하였을 때 10,000rpm(HB10K)과 15,000rpm(HB-15K)으로 결합시킨 소재의 경우 표 3-14에 나타낸 바와 같이 마늘의 경우 대조구의 diallyl sulfide (DAS), diallyl disulfide (DADS) 및 diallyl trisulfide (DATS)와 비교하였을 때 15,000rpm에서 결합시킨 HB15K의 경우는 약 10 - 15% 수준으로 감소하였으며, 대조구에서는 allyl methyl trisulfide (AMTS)가 검출되었으나 무취화 가공처리를 거친 HB10K나 HB15K의 경우 검출되지 않는 등 휘발성 함유황 화합물이 효과적으로 차단 되었음을 확인할 수 있었다. 그러나 양파의 경우는 대조구와 비교하였을 때 휘발성 allyl sulfide의 함량은 크게 변화하지 않았으며 이는 양파분말 뿐만 아니라 양파 자체에 존재하는 allyl sulfide양이 매우 작기 때문인 것으로 생각된다.

무취화를 위한 피복재로 선정된 Compritol 888은 미세한 분말상으로 되어 있으며 액상의 용제를 전혀 사용하지 않는 건식 피복 등에 사용 가능한 피복재로서 바람직하지 않은 외부환경 즉, 공기·빛·열·습도와외의 접촉으로부터 내부물질이 직접적으로 노출되는 것을 방지하여 내부물질의 배출을 제어 할 수 있는 것으로 나타났다.

Hybridization system을 이용한 표면가공처리 기술은 내용물의 함유율을 90%이상 크게 높일 수 있고 얇은 두께로 피복이 가능하며 공정시 열 발생이 거의 없어서 피복소재의 품질변화를 최소화 할 수 있는 것으로 판단된다.

Compritol 888은 우수한 피복 효과를 나타내었으나 분체 복화화를 이용하여 제조된 분말은 액상 식품에 적용하기에는 충분하지 못한 분산성·용해성을 나타내었다. 이같은 결과는 피복소재에 함유된 비극성물질 때문인 것으로 생각된다. 따라서 본 제품은 액상 식품보다는 분말 식품이나 고형 식품,

또는 지용성 식품에 혼합·첨가하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

제조된 시료에 대한 관능 검사 결과는 그림 3-9, 10과 같다. 마늘의 무처리 대조구 (523) 에서 향기의 강도는 시료와 피복재를 표면처리 없이 물리적으로 혼합한 시료 (497)와 차이를 나타내지 않았으나 분체복합화를 통해 제조한 처리구(285 와 335)는 무처리 대조구 또는 물리적 혼합처리구와 유의적인 차이를 나타내었다 ( $P<0.05$ ). 그리고 분체복합화 조건을 달리 하여 제조한 시료들(285, 335) 간에는 유의적인 차이가 발견되지 않았다. 이 같은 결과는 단순한 피복 소재의 물리적인 첨가로는 무취소재화를 이루기 어려운 것을 의미하며, 분체복합처리된 시료는 낮은 냄새의 강도를 보임으로써 분체복합화가 효과적으로 무취화에 이용될 수 있는 것으로 사료된다. 양파분말에서도 유사한 경향이 관찰되었으나 물리적 혼합처리구와 분체복합화 처리구간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. 그 원인은 마늘과 양파의 강도를 직접적으로 비교하기는 불가능하기 때문에 명확히 구분하기는 어려우나 마늘의 자극적인 향이 양파보다 쉽게 인지됨으로써 마늘 시료에서 그 차이를 용이하게 구별할 수 있었던 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 표 3-14에서의 휘발성 allyl sulfides 조성의 변화와 같다.

#### 4) 저장안정성 평가

본 실험을 통하여 제조된 마늘 및 양파분말의 피복에 의한 향기성분의 억제효과 판정을 위해 gas chromatography를 이용하여 향기성분을 분석하였다.

그 결과, 저장 3개월까지는 향기성분의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 Compritol 888과 같은 피복재료를 사용하여 제조된 양파 및 마늘분말은 분말이나 고체식품의 첨가용으로는 적합할 것으로 판단된다. 그러나 액상식품 용도로 활용하기는 분산성 등의 측면에서 다소 장애요인이 있을 것으로 생각된다. 또한 외국의 경우와 마찬가지로 무취화 마늘을 소재로한 food supplement 제조시에 활용하는 것이 부가가치 면에서나 소재의 형태를 고려

할 때, 가장 바람직한 용도인 것으로 보인다. 현재 시판중인 McCormick을 비롯한 많은 건강보조식품 제조회사에서 시판중인 tablet 및 capsule 형태의 무취화 및 농축 supplement 제품들의 경우 유통기한이 1년 이상이 접으로 미루어볼 때 일반적인 무취화공정에 따른 저장중의 문제점은 거의 없다고 평가된다. 특히 본 연구를 통하여 사용된 의약품 안정화 소재를 건식으로 복합화한 제품은 통상제품보다 높은 상온 안정성 및 내산소성을 가짐으로써 유통 및 저장에 따른 문제점의 발생이 없을 것으로 판단된다.

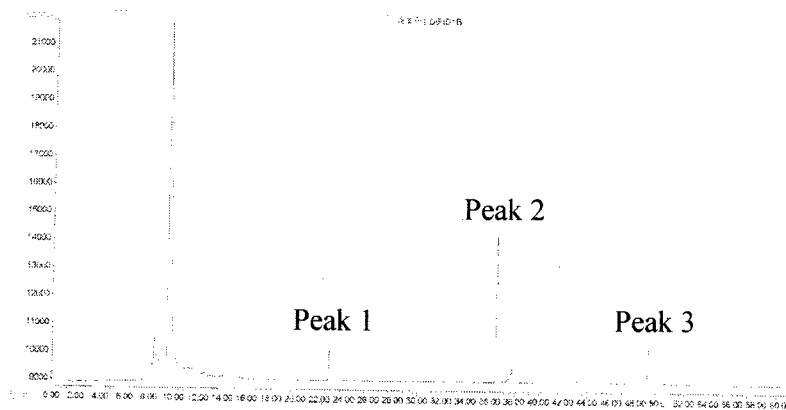


그림 3-8. 시판 마늘 및 양파분말에 존재하는 알릴 설파이드류의 GC 크로마토그램.

Peak 1 : Diallyl sulfide, Peak 2 : Diallyl disulfide, Peak 3 : Diallyl trisulfide.

표 3-14. 무취화 가공에 의한 마늘 및 양파분말의 휘발성 알릴설파이드 함량 변화

	Garlic				Onion		
	DAS	DADS	AMTS	DATS	DAS	DADS	DATS
Control	288540.0	509027.0	19761.0	157547.0	14539.0	34285.0	15418.0
HB10K	41365.0	112043.5	-	39551.0	16010.5	37000.0	18862.0
HB15K	26526.0	73705.5	-	25725.5	15182.5	32465.5	15259.5

대조구로는 마늘 또는 양파분말과 코팅소재를 단순 혼합한 것을 사용하였다. HB10K : 10,000rpm에서 코팅한 마늘 또는 양파분말의 무취화 소재, HB15K : 15,000rpm에서 분체간 결합시킨 마늘 또는 양파분말의 무취화 소재, DAS : Diallyl sulfide, DADS : Diallyl disulfide, AMTS : Allyl methyl trisulfide, DATS : Diallyl trisulfide. 표시한 각 항의 값은 양파 대조구(1회 측정)의 경우를 제외하고는 모두 2회 측정한 결과의 평균값을 나타내었다.

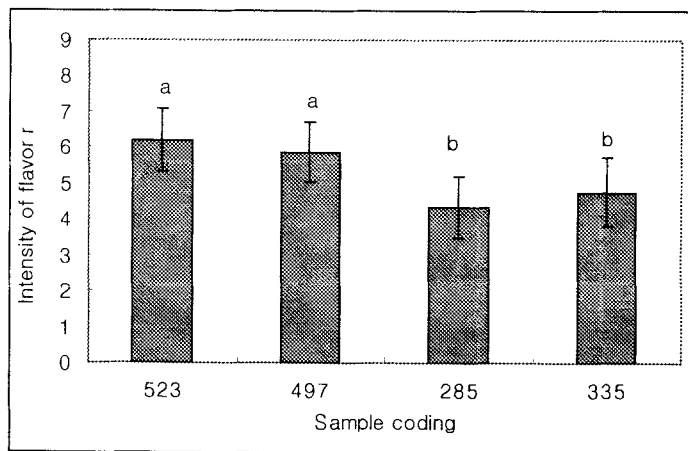


그림 3-9. 코팅된 마늘 분말의 향기 강도.

523: 처리하지 않은 대조구, 497: 분체간 결합 없이 코팅소재와 단순 혼합한 시료, 285: 10,000 rpm에서 3 분간 결합시킨 시료, 335: 15,000 rpm에서 3분간 결합시킨 시료

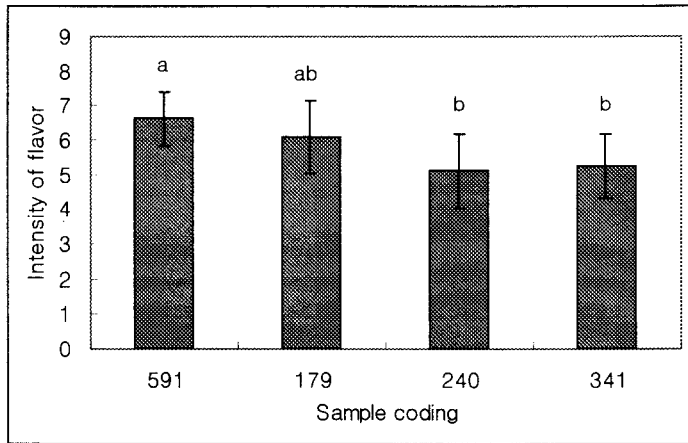


그림 3-10. 코팅된 양파분말의 향기강도.

591: 처리하지 않은 대조구, 179: 분체간 결합 없이 코팅소재와 단순 혼합한 시료, 240: 10,000 rpm에서 3 분간 결합시킨 시료, 341: 15,000 rpm에서 3분간 결합시킨 시료



## 마. 올레오레진 및 추출 농축 제품개발을 위한 마늘 및 양파의 추출 공정 최적화

우리 나라 식문화에서 주된 양파의 섭취방법은 대부분 가정에서 생물(生物)로 섭취하거나 볶아서 요리하여 먹는 것이 주를 이루고 있으므로 성인병 예방을 위한 하루 권장 섭취량인 양파 10개 정도를 섭취한다는 것은 어려우며 가공품은 분말, 음료, 스낵과 같은 몇 가지에 불과하다. 위와 같은 문제점을 개선하기 위하여 원료를 용매로 추출하여 용매를 제거한 농축액의 품질을 표준화시킨 제품인 올레오레진으로 가공하는 방법이 연구되고 있다.

본 연구는 마늘 및 양파를 제품화하기 위한 기초자료로서 올레오레진 및 추출 농축제품 개발을 위한 마늘 및 양파의 적정 추출공정을 설정하고 올레오레진 제품의 이화학적 특성 및 저장 안정성을 밝히고자 하였다.

### 1) 마늘 및 양파의 추출조건 설정

생체 마늘 및 양파로부터 올레오레진을 추출하기 위하여 사용된 유기용매들의 물리, 화학적인 특성은 표 3-15에 나타내었다. 극성인 용매는 대체로 물에 녹기 쉬우나 비극성인 유기용매는 물에 녹기 어려운 경향을 보였다. Methylene chloride와 같은 유기용매는 비점이 38~41℃로 낮기 때문에 올레오레진 추출시 용매제거, 회수가 용이할 것으로 생각되었지만 ethyl alcohol은 비점이 78~80℃ 정도로써 비교적 고온, 고압에서 용매의 회수가 가능하기 때문에 올레오레진 추출시 고온으로 인한 올레오레진의 품질저하뿐만 아니라 flavor의 손실이 있을 것으로 추측되었다.

### 2) 적정 용매의 선정

생체 마늘 및 양파로부터 올레오레진의 수율을 극대화하기 위하여 유기용매를 이용하여 추출한 생체 마늘 및 양파의 올레오레진 함량은 표 3-16과 같다.

즉, 추출시간, 추출온도, 용매 대 생체마늘의 혼합비율이 일정할 때 ethyl

alcohol을 사용하여 추출한 올레오레진 함량의 수율은 4.08%로써, 본 시험에 사용한 6가지의 유기용매 중에서 가장 수율이 높았고 다음이 isopropyl alcohol, acetone 순으로 높았으나 ethyl acetate, ethylene dichloride, methylene dichloride로 추출한 올레오레진의 함량은 1% 미만이었다. 생체 양과의 경우도 마늘과 유사한 경향이었으나 그 함량이 높게 나타나 ethyl alcohol을 사용하여 추출한 올레오레진 함량의 수율은 7.35% 이었고 isopropyl alcohol과 acetone으로 추출할 경우 각각 5.15% 및 3.24% 이었다. 이와같이 추출에 사용한 용매에 따라서 수율이 상이한 것은 마늘과 양파 중에는 탄수화물, 지방질, 합황화합물 등과 같은 비휘발성 성분들과 allyl alcohol, diallyl trisulfide, methyl allyl trisulfide 등과 같은 휘발성 성분(115)들이 함유되어 있기 때문이다.

### 3) 추출시간 결정

앞에서 올레오레진 함량 적정 용매 선정시험에서 ethyl alcohol이 수율면에서 가장 우수한 용매로 판명되었다. 따라서 이 용매를 이용하여 마늘중의 올레오레진을 추출할 때 적정 추출시간을 결정하기 위하여 시간별로 올레오레진 함량을 측정하여 표 3-17에 나타내었다. 즉, 추출온도 및 용매 대 생체마늘과 양파의 혼합비율이 일정할 때 ethyl alcohol로 추출한 마늘 및 양파의 올레오레진 함량은 추출 1 시간 후에 각각 2.84 % 및 4.21 %였고, 2 시간 이후부터는 각각 4.02 % 및 7.25 % 수준을 유지하였다. 한편 acetone으로 추출한 마늘 및 양파의 올레오레진 함량은 추출 1시간 후에 0.75 % 및 1.82 % 였고 2시간 이후부터는 1.35 % 및 3.20 %를 유지하였다.

표 3-15. 마늘 및 양파에서 올레오레진 추출을 위한 용매의 이화학적 특성

Solvents	Solubility (g/100ml at 25°C)	Boiling point ( °C ) (760 mm)	Density at 5-20°C kg/Liter	Molecular weight
Acetone	∞	55.5-56.5	0.789-0.792	58.05
Ethyl acetate	7.4	76-79	0.900-0.903	88.11
Ethyl alcohol	∞	78-80	0.790	46.07
Ethylene dichloride	0.9	84	1.24-1.25	98.96
Methylene chloride	-	38-41	1.326	84.93
Isopropyl alcohol	-	82.7	0.789	60.10

표 3-16. 추출용매에 따른 마늘 및 양파의 올레오레진 함량

용매	수율 (%)	
	마늘	양파
Acetone	1.41	3.24
Ethyl acetate	0.76	1.44
Ethyl alcohol	4.08	7.35
Ethylene dichloride	0.34	1.62
Methylene chloride	0.49	1.12
Isopropyl alcohol	2.21	5.15

\*추출 조건 : 시료 대 용매, 1 : 2

추출 시간 : 90 분 , 추출 온도 : 20 °C

표 3-17. 추출 시간에 따른 마늘 및 양파의 올레오레진 함량 변화

추출시간 (시간)	수율(%)			
	Ethyl alcohol		Acetone	
	마늘	양파	마늘	양파
1	2.84	4.21	0.75	1.82
2	4.02	7.25	1.35	3.20
6	4.12	7.31	1.45	3.27
16	4.10	7.28	1.42	3.25
32	4.08	7.26	1.40	3.23

\*추출 조건 : 시료 대 용매, 1 : 2

추출 시간 : 90 분 , 추출 온도 : 20 ℃

표 3-18. 시료 대 용매비율에 따른 올레오레진 함량변화

시료	시료 대 용매	수율(%)	
		마늘	양파
1	1 : 2	4.02	7.25
2	1 : 3	3.95	7.21
3	1 : 4	3.80	6.75
4	1 : 6	3.21	6.21
5	1 : 8	2.95	5.89

추출 시간 : 90 분 , 추출 온도 : 20 ℃

#### 4) 시료 대 용매의 혼합비율 결정 시험

마쇄한 생체 마늘 및 양파로부터 올레오레진 함량 추출을 위한 적정 용매 선정 및 추출시간 결정시험에서 적정 용매는 ethyl alcohol이었고 추출시간은 2시간이 적당하다고 하는 실험결과를 근거로 하여 생체 마늘 및 양파 대 ethyl alcohol의 적정 혼합비율을 시험한 후 그 결과를 표 3-18에 나타내었다.

즉, 일정 온도 조건 및 2시간 추출조건 하에서 시료 대 용매의 비가 1 : 2 일 때 마늘 및 양파의 올레오레진 함량은 4.02% 및 7.25 % 이었고 1 : 3 일 때 3.95 % 및 7.21 %, 1 : 4 일 때 3.80 % 및 6.75 %, 1 : 6 일 때 3.21 % 및 6.21 %, 그리고 1 : 8일 때 각각 2.95% 및 5.89 %로서 시료 대 용매의 비가 1 : 2 일 때 올레오레진 함량이 가장 많았고 용매의 비를 증가시킴에 따라 그 양은 감소하는 경향을 보였는데 생체 마늘 및 양파로부터 올레오레진 함량을 효율적으로 추출하는데는 용매의 비가 크게 작용함을 알 수 있었다.

#### 5) MAE방법에 대한 마늘·양파의 추출 최적화

마늘·양파를 MAE방법으로 마이크로웨이브 에너지 수준을 달리하여 추출하여 얻어진 각각의 올레오레진 함량을 비교하였다. 이 때 마이크로웨이브 에너지 수준(60~120W)에 따른 시간에 대한 온도 변화를 그림 3-11에 나타내었다. 즉, 추출용매를 물로 하였을 때 120W인 경우는 끓은 점에 도달하는 시간이 14분이며 60W 일 때 15분에 비해서 큰 차이는 없었다. 그러나 에탄올로 추출하였을 때는 에너지 수준이 60W인 경우 끓은 점에 이르는 시간이 15분인 반면 120W일 때는 6분으로 끓은 점에 이르는 시간이 크게 단축되었다. 이때 추출하여 얻은 마늘, 양파 올레오레진에 대한 수율과 polyphenol 함량을 비교하였으며 그 결과는 표 3-19에 나타내었다.

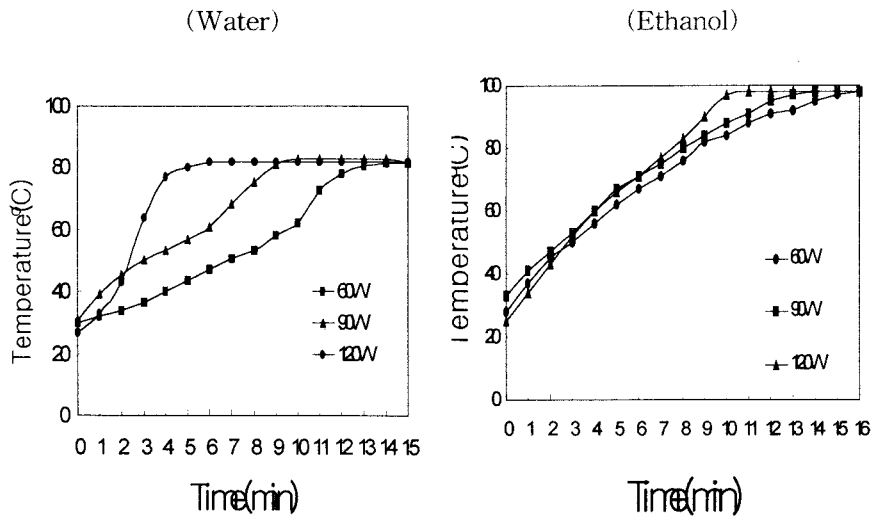


그림 3-11. 마이크로웨이브 출력에 따른 가열 곡선.

표 3-19. 마이크로웨이브 추출 출력에 따른 마늘과 양파의 올레오레진 수율 및 폴리페놀 함량변화

용매	Power(W)	마늘		양파	
		수율 (%)	폴리페놀 함량 (mg)	수율 (%)	폴리페놀 함량 (mg)
Ethanol	60	7.2	350.2	8.4	202.5
	90	8.3	331.4	9.2	235.4
	120	8.5	360.7	12.3	256.2
Water	60	9.4	345.7	8.8	230.7
	90	10.5	363.5	11.8	236.2
	120	11.2	363.7	12.7	258.5

<sup>1)</sup>신선한 시료 20 g과 용매 50 ml을 혼합한 후 MAE를 수행하였다.

표 3-20. 용매비율에 따른 마늘 및 양파의 올레오레진 수율 변화

용매	시료 대 용매	마늘		양파	
		수율 (%)	폴리페놀 함량(mg)	수율 (%)	폴리페놀 함량(mg)
Ethanol	1: 10	7.2	351.4	7.6	170.4
	1: 5	7.3	355.4	7.9	195.4
	1: 2.5	7.5	350.2	8.4	202.3
Water	1: 10	9.7	341.7	8.8	222.4
	1: 5	9.5	350.2	9.0	228.5
	1: 2.5	9.4	338.5	9.2	230.5

<sup>1)</sup>신선한 시료 20 g과 용매 50 ml을 혼합한 후 MAE를 15분간 수행하였다.

마늘의 경우 에너지 수준이 60W일 때 에탄올 올레오레진 함량은 7.2%이며 에너지 수준을 90W로 증가시킬 때 함량도 8.3%로 증가함을 나타내었다. 양파 올레오레진의 경우도 마늘과 마찬가지로 에너지 수준이 60W인 경우는 에탄올 올레오레진 함량은 8.4%, 120W는 12.3%로써 에너지가 증가할수록 함량이 증가함을 볼 수 있고, polyphenol 함량도 60W로 추출한 경우는 202.5 mg이며 120W로 에너지를 증가시키므로 256.2 mg으로 증가하였다. 물로 추출한 경우 에탄올과 유사한 경향으로 에너지 증가에 따라 올레오레진 함량과 polyphenol 함량은 증가하였다. 이와 같은 결과를 이용해 올레오레진 추출에 사용된 에너지의 효율(yield/W)을 계산해 보면 마늘은 60W(100%)에 비해 90W는 76.7%이고 120W는 59.2%의 낮은 효율을 나타내었으며 양파는 60W(100%)에 비해 90W는 72.9%이고 120W는 73.2%의 낮은 효율을 나타내었다. 따라서 본 실험에서는 에너지 효율과 추출시간 등을 고려하여 마이크로웨이브 에너지 수준을 60W가 가장 적당함을 알 수 있었다.

시료에 대한 용매비를 달리하여 MAE방법으로 추출하여 얻어진 올레오레진의 수율과 polyphenol 함량을 측정하였으며 그 결과는 표 3-20과 같다. 즉, MAE방법을 이용하여 용매의 양을 50 ml로 고정하고 시료를 5, 10, 20 g으로 혼합하여 60W에서 15분간 추출하였다. 그 결과 에탄올 추출물은 용매비의 증가에 따라 올레오레진 함량이나 polyphenol 함량은 큰 차이를 나타내지 않았다. 물 추출물도 마찬가지로 올레오레진 함량과 polyphenol 함량은 큰 차이가 없었다. 이와 같은 결과로 시료에 대한 용매비율은 1 : 2.5가 가장 적절한 조건임을 알 수 있었다.

위와 같은 결과로 인해 마늘 및 양파에 대한 물, 에탄올 올레오레진 추출시 추출시간이 5분이 효율적임을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 장등(116)에 의한 마늘의 마이크로웨이브 추출 특성과 유사한 경향을 보였다. 따라서 MAE방법에 의한 가장 효율적인 추출조건은 60W의 에너지 수준으로 용매에 대한 시료 비율은 1 : 2.5이며, 추출시간은 5분이 가장 적당한 조건임을 알 수 있었다.



## 바. 마늘 및 양파 올레오레진 및 추출 농축제품의 이화학적 특성

### 1) 마늘 올레오레진의 특성

추출한 마늘 올레오레진 함량은 저장 중 이화학적 특성을 보기 위하여 올레오레진 함량을 5 주간 저장하면서 표면 색깔의 변화, thiosulfinate 함량의 변화, pyruvate 함량의 변화 및 pH의 변화를 조사하였다.

#### 가) 표면 색깔의 변화

저장 중 마늘 올레오레진을 Hunter scale에 의한 L, a 및 b 값으로 표시하여 표 3-21에 나타내었다. 즉, 30℃에서 저장 한 시료의 L 및 b 값은 저장 초기에 각각 25.9 및 19.4, 저장 1주 후에 39.0 및 25.0으로 약간 증가하였으나 그 이후부터는 큰 변화가 없었다. 그러나, 적색도를 나타내는 a값은 저장 초기 2.53, 저장 2주 후에 10.71, 저장 5주 후에 17.0으로 점차적으로 증가하여 올레오레진의 색깔이 검붉어지는 경향이였다. 한편 5℃에서 저장한 마늘 올레오레진의 L 및 b 값은 저장 중 거의 변화가 없었으나 a 값은 30℃ 저장 중 시료와 마찬가지로 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때 L 및 b 값은 크게 감소하였으나 저장 온도가 낮을수록 거의 변화가 없었다. 그러나 적색도를 나타내는 a 값은 온도에 관계없이 저장 초기부터 증가하기 시작하였는데 온도가 높을수록 그 증가폭이 약간 크게 나타나는 경향이였다. 전체적으로 올레오레진의 색깔은 점차적으로 검붉어지는 경향이였다.

표 3-21. 5℃ 및 30℃에서 올레오레진 저장 중 표면색깔의 변화

온도(℃)	Color* value	저장 기간(주)					
		0	1	2	3	4	5
30 ℃	L**	25.9	39.0	13.0	17.6	15.5	15.0
	a	2.53	10.10	10.71	16.03	17.5	17.0
	b	19.4	25.0	6.4	11.1	9.9	8.5
5 ℃	L	25.9	22.9	24.4	25.9	25.8	25.5
	a	2.53	7.57	7.38	11.80	11.10	11.53
	b	19.4	15.0	15.6	16.7	16.6	16.0

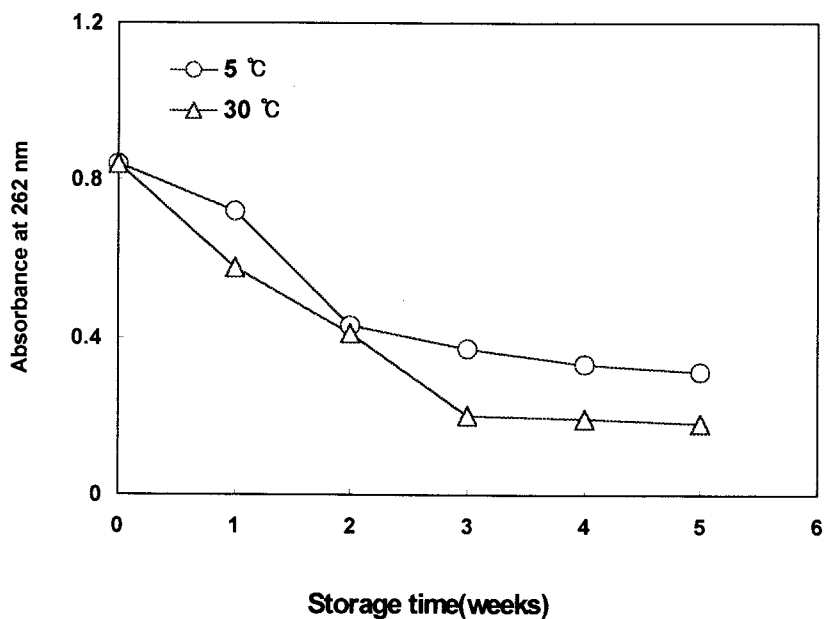


그림 3-12. 5℃ 및 30℃에서 올레오레진 저장 중 thiosulfinate 함량의 변화

#### 나) Thiosulfinate 함량의 변화

Alliin의 1 차 분해 산물인 thiosulfinate 함량의 변화를 알아보기 위하여 마늘 올레오레진을 5주 동안 저장하면서 thiosulfinate 함량을 측정 한 결과는 그림 3-12에 나타낸 바와 같다.

즉, 저장 초기의 흡광도는 0.85이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 흡광도가 점차 감소하는 경향을 보였다. 또한 저장 온도가 높을수록 그 감소 속도가 급격하게 일어났으나 저장 온도가 낮을수록 그 감소 속도가 완만하게 일어나서 저장 말기에는 5 ℃에서 0.25, 30℃에서 0.16으로 감소함을 보였다. 이와 같은 경향은 권 등이 마늘을 방사선 조사하여 저온 및 실온 저장하였을 때 저온 저장한 처리구가 실온 저장한 처리구보다 thiosulfinate 함량이 약간 높았다고 하는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

#### 다) Pyruvate 함량 변화

저장 온도 및 시간에 따른 마늘 올레오레진의 pyruvate 함량을 조사한 결과는 그림 3-13에 나타낸 바와 같다. 즉, 마늘 올레오레진 중의 pyruvate 함량은 저장 초기부터 모두 감소하는 경향이였다. 특히 저장 초기에 급격히 감소하였는데 30℃에서 저장한 처리구가 5 ℃에 저장한 처리구보다 pyruvate의 파괴 속도가 급격하게 나타내었다. 이와 같이 pyruvate 함량이 감소하는 것은 마늘 올레오레진의 진처리 과정 중 가열 또는 용매를 가함으로서 효소가 거의 모두 불활성화 되었다고 추측되었다. 따라서 전구물질로부터 pyruvate 생성이 감소됨과 더불어 이미 생성된 pyruvate는 계속적으로 분해됨으로써 pyruvate 함량이 급격히 감소되었다고 생각되었다.

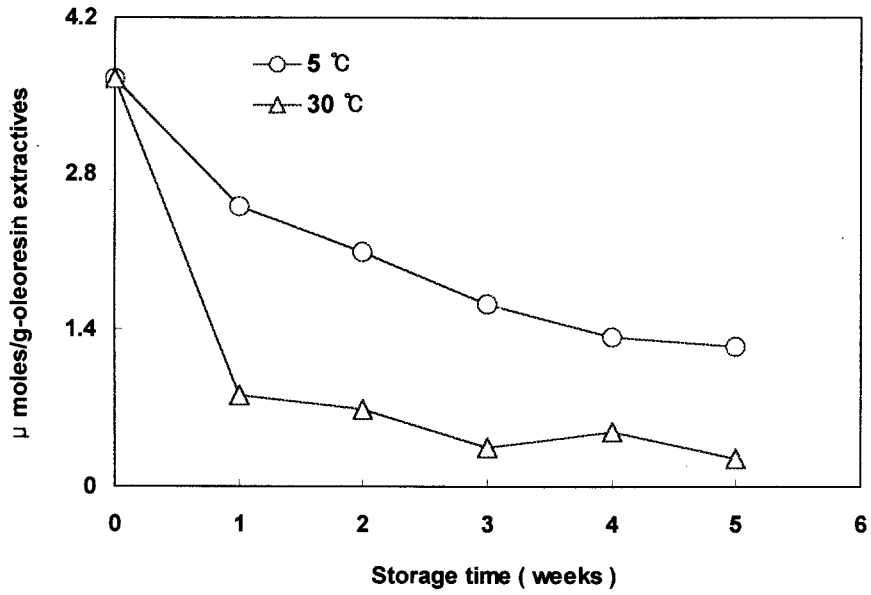


그림 3-13. 5°C 및 30 °C에서 올레오레진 저장 중 pyruvate 함량의 변화

### 라) pH의 변화

저장 온도 및 시간에 따른 마늘 올레오레진의 pH 값의 변화는 그림 3-14에 나타낸 바와 같다. 즉, 마늘 올레오레진의 pH 값은 저장 1 주까지는 급격하게 증가하였으나 그 이후부터는 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 그림 3-14에서 보는 바와 같이 pyruvate 함량은 저장 기간이 증가함에 따라서 감소하는 것과는 대조적인 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 저장 중 pyruvate가 파괴됨으로서 pyruvate가 지니는 산성의 성질을 잃어버리게 된다. 그러나, pyruvate와 함께 생성된 암모니아로 인하여 상대적으로 올레오레진의 pH 값은 증가하게 되나 저장 후기에는 pyruvate의 증감이 거의 없기 때문에 pH 값의 변화도 거의 없었다고 생각되었다. 또한 저장 온도가 높으면 pyruvate의 파괴속도가 빨리 일어남과 동시에 pH값은 급격히 증가함을 보였다.

## 2) 양파 oleoresin의 특성

추출한 양파 올레오레진 함량은 저장 중 이화학적 특성을 보기 위하여 올레오레진 함량을 5 주간 저장 하면서 표면 색깔의 변화, thiosulfinate 함량의 변화, pyruvate 함량의 변화 및 pH의 변화를 조사하였다.

### 가) 표면 색깔의 변화

저장 중 양파 올레오레진을 Hunter scale에 의한 L, a 및 b 값으로 표시하여 표 3-22에 나타내었다. 즉, 30℃에서 저장 한 시료의 L 및 b 값은 저장 초기에 각각 23.8 및 17.5 저장 1주 후에 35.4 및 22.0으로 약간 증가하였으나 그 이후부터는 큰 변화가 없었다. 그러나, 적색도를 나타내는 a값은 저장 초기 2.62 저장 2주 후에 12.71 저장 5주 후에 19.78로 점차적으로 증가하여 올레오레진의 색깔이 검붉어지는 경향이였다.

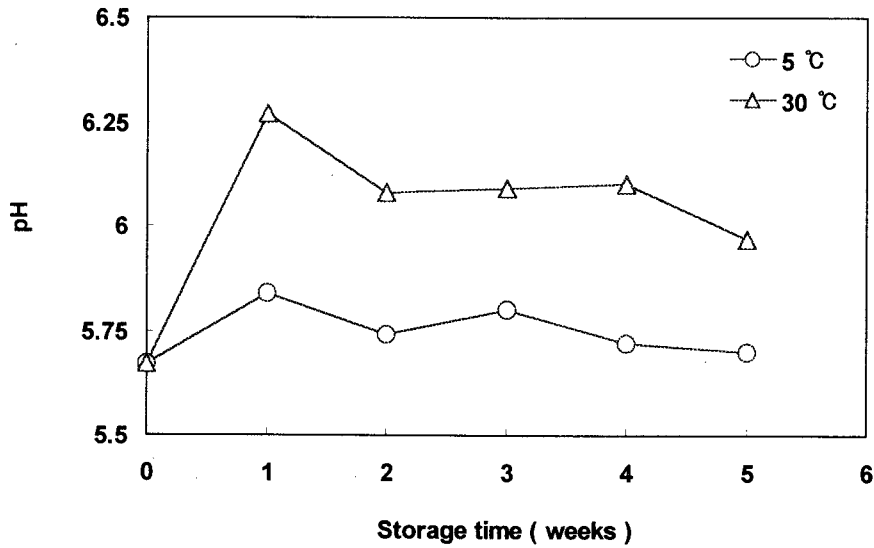


그림 3-14. 5°C 및 30 °C에서 올레오레진 저장 중 pH의 변화.

표 3-22. 5°C 및 30°C에서 올레오레진 저장 중 표면색깔의 변화

온도(°C)	Color* value	저장 기간(주)					
		0	1	2	3	4	5
30 °C	L**	23.8	35.4	19.5	15.4	13.2	12.4
	a	2.62	12.41	12.71	19.32	20.41	19.78
	b	17.5	22.0	10.8	9.2	8.5	7.4
5 °C	L	23.8	22.9	23.4	24.1	24.5	24.6
	a	2.62	9.31	9.82	10.21	10.15	10.21
	b	17.5	12.4	13.5	13.9	14.1	14.0

한편 5 °C에서 저장한 양파 올레오레진의 L 및 b 값은 저장 중 거의 변화가 없었으나 a 값은 30 °C 저장 중 시료와 마찬가지로 점차적으로 증가하

는 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때 L 및 b 값은 크게 감소하였으나 저장 온도가 낮을수록 거의 변화가 없었다. 그러나 적색도를 나타내는 a 값은 온도에 관계없이 저장 초기부터 증가하기 시작하였는데 온도가 높을수록 그 증가 폭이 약간 크게 나타나는 경향이였다. 전체적으로 올레오레진의 색 같은 점차적으로 검붉어지는 경향이였다.

#### 나) Thiosulfinate 함량의 변화

Alliin의 1차 분해 산물인 thiosulfinate 함량의 변화를 알아보기 위하여 양파 올레오레진을 5주 동안 저장하면서 thiosulfinate 함량을 측정된 결과는 그림 3-15에 나타낸 바와 같다. 즉, 저장 초기의 흡광도는 0.64이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 흡광도가 점차 감소하는 경향을 보였다. 또한 저장 온도가 높을수록 그 감소 속도가 급격하게 일어났으나 저장 온도가 낮을수록 그 감소 속도가 완만하게 일어나서 저장 말기에는 5 °C에서 0.11, 30 °C에서 0.08으로 감소함을 보였다. 이와 같은 경향은 마늘을 방사선 조사하여 저온 및 실온 저장 하였을 때 저온 저장한 처리구가 실온 저장한 처리구보다 thiosulfinate 함량이 약간 높았다고 하는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

#### 다) Pyruvate 함량 변화.

저장 온도 및 시간에 따른 양파 올레오레진의 pyruvate 함량을 조사한 결과는 그림 3-16에 나타낸 바와 같다. 즉, 양파 올레오레진 중의 pyruvate 함량은 저장 초기부터 모두 감소하는 경향이였다. 특히 저장 초기에 급격히 감소하였는데 30°C에서 저장한 처리구가 5 °C에 저장한 처리구보다 pyruvate의

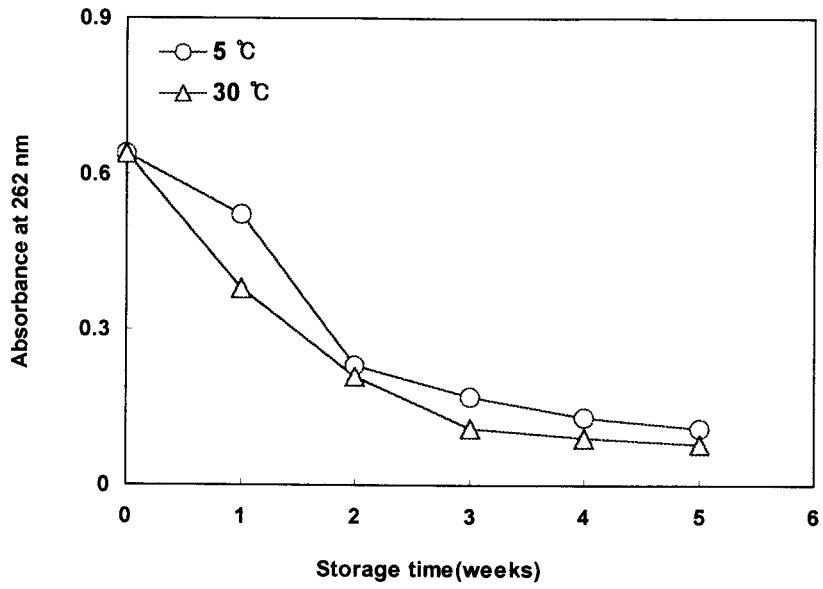


그림 3-15. 5 °C 및 30 °C에서 올레오레진 저장 중 thiosulfinate 함량의 변화



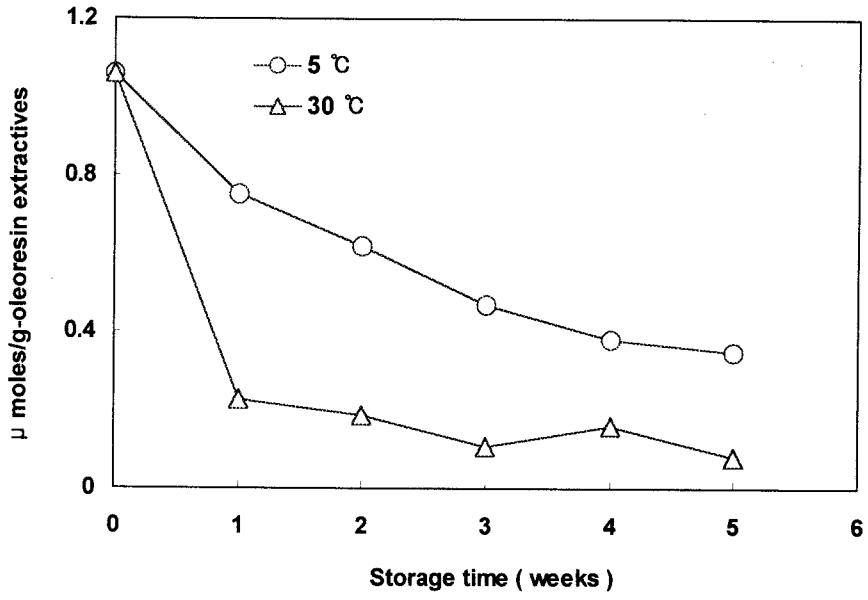


그림 3-16. 5 °C 및 30 °C에서 올레오레진 저장 중 pyruvate 함량의 변화

파괴 속도가 급격하게 나타내었다. 이와 같이 pyruvate 함량이 감소하는 것은 양파 올레오레진의 전처리 과정 중 가열 또는 용매를 가함으로서 효소가 거의 모두 불활성화 되었다고 추측되었다. 따라서 전구물질로부터 pyruvate 생성이 감소됨과 더불어 이미 생성된 pyruvate는 계속적으로 분해됨으로써 pyruvate 함량이 급격히 감소되었다고 생각되었다.

#### 라) pH의 변화

저장 온도 및 시간에 따른 양파 올레오레진의 pH 값의 변화는 그림 3-17에 나타낸 바와 같다. 즉, 양파 올레오레진의 pH 값은 저장 1 주까지는 급격하게 증가하였으나 그 이후부터는 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 그림 3-16에서 보는 바와 같이 pyruvate 함량은 저장 기간이 증가함에 따라서 감소하는 것과는 대조적인 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 저장 중 pyruvate가 파괴됨으로서 pyruvate가 지니는 산성의 성질을 잃어버리게 된다. 그러나, pyruvate와 함께 생성된 암모니아로 인하여 상대적으로 올레오레진의 pH 값은 증가하게 되나 저장 후기에는 pyruvate의 증감이 거의 없기 때문에 pH 값의 변화도 거의 없었다고 생각되었다. 또한 저장 온도가 높으면 pyruvate의 파괴속도가 빨리 일어남과 동시에 pH값은 급격히 증가함을 보였다.

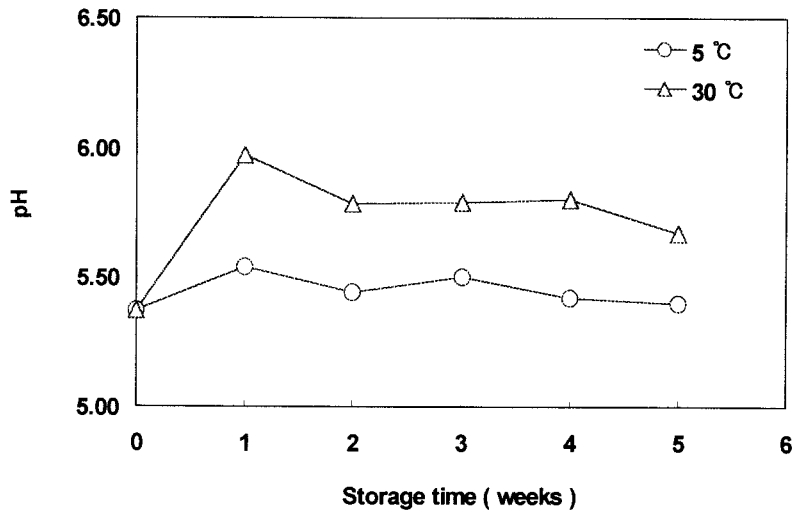


그림 3-17. 5°C 및 30 °C에서 올레오레진 저장 중 pH의 변화.

## 사. 마늘 및 양파 무취화 소재의 활성평가

본 연구에서 선정된 최적 코팅 조건에서 가공한 마늘 및 양파의 무취화 소재의 활성을 측정하였다. 시험할 무취화 소재는 마늘 또는 양파분말과 액상 식품용 무취화 소재 개발을 위한 코팅소재로 선정된 Compritol 888을 9:1로 혼합한 다음 hybridization 조건을 각각 10,000 rpm 과 15,000 rpm으로 달리하여 제조하였다. 이 때 Compritol 888과 마늘 또는 양파분말을 단순 혼합한 것을 대조구로 사용하였다.

마늘 및 양파의 무취화 가공에 의한 암세포 치사 활성의 변화를 측정하기 위하여 인간 유래 암세포종 A-549(lung cancer), MCF-7(breast cancer), SNU-1(stomach cancer), snu-182(hepatoma), SNU-C4(colon cancer)와 U-937(lymphoma ; monocyte-like)등 6종을 선정하여 시험하였다.

다음의 표3-23에 나타낸 바와 같이 마늘분말의 경우 사용한 모든 암세포에 대해서 치사활성을 나타내었다. 마늘 분말과 코팅 소재를 단순히 혼합한 control의 암세포 치사활성과 비교하였을 때 10,000 rpm과 15,000 rpm에서 결합시킨 마늘 무취화 소재의 경우에도 암세포 치사활성은 크게 감소하지 않아 본 연구에서 사용한 무취화 가공 처리가 마늘 고유의 생리적 기능성은 변화시키지 않으면서 효과적으로 독특한 냄새만 제거한 것으로 판단된다. 표3-24에 나타낸 양파의 경우에도 hybridization 처리에 의한 활성의 변화는 두드러지지 않았으나 암세포에 대한 치사활성은 기존 문헌에 보고된 바와 같이 마늘보다는 낮게 나타났다. 무취화 가공처리에 의한 마늘 및 양파 분말의 휘발성 성분 변화는 앞의 표 3-14에 나타낸 바와 같다.

표 3-23. 인간유래 암세포주에 대한 무취화 마늘분말의 암세포치사활성

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Growth inhibition(%)					
		A-549	MCF-7	SNU-1	SNU-182	SNU-C4	U-937
Control	0	-	-	-	-	-	-
	100	23.4 $\pm$ 4.3	9.7 $\pm$ 8.5	30.2 $\pm$ 4.9	29.5 $\pm$ 5.2	37.5 $\pm$ 5.2	19.0 $\pm$ 11.2
	500	37.7 $\pm$ 2.9	27.9 $\pm$ 7.0	76.3 $\pm$ 4.5	38.0 $\pm$ 5.0	69.7 $\pm$ 6.1	94.5 $\pm$ 0.6
	1000	45.7 $\pm$ 2.7	79.4 $\pm$ 16.2	93.6 $\pm$ 2.1	76.4 $\pm$ 5.9	90.8 $\pm$ 0.6	94.0 $\pm$ 0.2
HB10K	0	-	-	-	-	-	-
	100	25.7 $\pm$ 4.6	4.6 $\pm$ 7.8	18.2 $\pm$ 4.3	37.1 $\pm$ 5.4	42.1 $\pm$ 5.8	17.2 $\pm$ 14.4
	500	35.2 $\pm$ 5.5	19.6 $\pm$ 5.4	68.1 $\pm$ 7.9	45.2 $\pm$ 2.1	67.2 $\pm$ 2.8	86.6 $\pm$ 4.7
	1000	43.2 $\pm$ 5.4	83.0 $\pm$ 2.9	93.2 $\pm$ 1.0	64.3 $\pm$ 7.5	89.7 $\pm$ 1.9	93.1 $\pm$ 0.2
HB15K	0	-	-	-	-	-	-
	100	28.1 $\pm$ 4.6	9.7 $\pm$ 5.4	27.5 $\pm$ 7.5	35.2 $\pm$ 5.1	43.4 $\pm$ 7.1	22.4 $\pm$ 10.9
	500	41.3 $\pm$ 2.7	24.7 $\pm$ 7.8	54.4 $\pm$ 12.5	43.8 $\pm$ 3.0	68.8 $\pm$ 5.8	85.6 $\pm$ 5.6
	1000	42.8 $\pm$ 2.1	72.7 $\pm$ 17.8	90.7 $\pm$ 2.5	72.9 $\pm$ 5.9	90.8 $\pm$ 0.5	93.5 $\pm$ 0.3

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 마늘 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말

표 3-24. 인간유래 암세포주에 대한 무취화 양파분말의 암세포치사활성

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g/mL}$ )	Growth inhibition(%)					
		A-549	MCF-7	SNU-1	SNU-182	SNU-C4	U-937
Control	0	-	-	-	-	-	-
	100	19.2 $\pm$ 4.6	6.3 $\pm$ 10.2	22.2 $\pm$ 4.7	22.3 $\pm$ 4.6	27.2 $\pm$ 6.3	18.9 $\pm$ 12.7
	500	28.0 $\pm$ 4.0	14.2 $\pm$ 9.1	29.4 $\pm$ 6.5	30.3 $\pm$ 7.1	37.9 $\pm$ 5.7	27.5 $\pm$ 9.0
	1000	37.0 $\pm$ 3.6	22.8 $\pm$ 5.0	45.5 $\pm$ 3.7	39.5 $\pm$ 6.3	45.9 $\pm$ 4.9	41.2 $\pm$ 2.5
HB10K	0	-	-	-	-	-	-
	100	23.1 $\pm$ 5.2	2.1 $\pm$ 9.9	15.7 $\pm$ 5.2	28.3 $\pm$ 6.2	12.1 $\pm$ 19.8	10.8 $\pm$ 12.4
	500	32.3 $\pm$ 4.3	7.1 $\pm$ 5.6	26.3 $\pm$ 7.6	35.4 $\pm$ 4.5	37.8 $\pm$ 5.6	14.8 $\pm$ 11.7
	1000	37.4 $\pm$ 4.6	12.8 $\pm$ 4.7	35.9 $\pm$ 7.6	39.7 $\pm$ 2.7	45.2 $\pm$ 8.0	14.2 $\pm$ 9.8
HB15K	0	-	-	-	-	-	-
	100	21.8 $\pm$ 4.1	11.4 $\pm$ 5.7	20.2 $\pm$ 5.3	27.1 $\pm$ 3.2	33.5 $\pm$ 3.9	21.4 $\pm$ 10.5
	500	35.0 $\pm$ 3.1	16.6 $\pm$ 7.2	34.4 $\pm$ 5.9	33.7 $\pm$ 2.8	43.5 $\pm$ 4.2	30.9 $\pm$ 7.6
	1000	42.1 $\pm$ 2.7	24.6 $\pm$ 3.1	52.7 $\pm$ 4.7	42.9 $\pm$ 2.9	50.2 $\pm$ 3.7	38.0 $\pm$ 2.1

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 양파 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양파 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양파 분말

1차년도 연구결과 마늘 및 양파에 존재하는 함유황 유기화합물은 benzo[a]pyrene에 의해 유발된 독성으로부터 세포를 보호하는 작용을 함을 알 수 있었다. 이에 마늘 및 양파의 무취화 가공 소재에 대해서도 hybridization 가공처리에 의한 benzo[a]pyrene 유발 세포독성에 대한 보호 효과의 변화를 조사하였다(표3-25, 26). 마늘 및 양파 무취화 소재 모두 benzo[a]pyrene유발 독성에 대해서는 보호작용을 나타내지 않았으며 코팅소재와 단순히 혼합한 대조구의 경우에도 보호활성이 나타나지 않아 무취화 가공처리에 의하여 활성이 변화되지는 않은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 범용성을 살리기 위하여 시판 마늘 및 양파분말을 사용하였는데 이 경우 제조 및 유통 과정 중 benzo[a]pyrene 독성에 대한 보호작용의 활성본체인 휘발성 allyl sulfides의 상당부분이 소실되어 benzo[a]pyrene 유발 독성에 대한 보호 작용이 미미한 것으로 생각된다.

Benzo[a]pyrene을 비롯한 다환성 방향족 탄화수소는 독성을 나타내기 위해서는 cytochrome P450로 대별되는 Phase I 활성화 효소계의 작용을 거쳐 독성 대사산물로 전환되어야 한다. 따라서 benzo[a]pyrene 독성에 대한 보호 작용의 기작으로 대표적인 phase I 효소인 EROD 활성을 측정하였다. 앞서 마늘 및 양파의 경우 대조구와 무취화 가공 소재 모두 benzo[a]pyrene 독성에 대해 보호작용을 나타내지 않았으며 EROD 활성에 대해서도 100 - 500  $\mu\text{g/ml}$  농도에서 저해효과를 나타내지 않았다. 다만 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 농도에서는 미미한 활성저해작용이 나타났다(표 3-27, 28). 그림 3-18에 나타난 바와 같이 마늘과 양파의 무취화 가공 소재를 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 농도로 처리하였을 때의 EROD 활성 저해 효과는 코팅소재와의 결합과정을 거치지 않은 대조구와 유의적으로 다르지 않아 무취화 가공처리에 의해 마늘 및 양파의 활성능이 변화하지 않음을 시사하고 있다.

표 3-25. 벤조피렌 유발 세포독성에 대한 무취화 마늘 분말의 보호작용

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	O.D.	Relative cytotoxicity(%)
Control	B[a]P	$0.569 \pm 0.036$	-
	100	$0.425 \pm 0.011$	74.6
	500	$0.378 \pm 0.029$	66.4
HB10K	B[a]P	$0.610 \pm 0.061$	-
	100	$0.297 \pm 0.019$	48.7
	500	$0.235 \pm 0.021$	38.6
HB15K	B[a]P	$0.538 \pm 0.043$	-
	100	$0.317 \pm 0.017$	58.9
	500	$0.242 \pm 0.033$	45.0

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 마늘 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말



표 3-26. 벤조피렌 유발 세포독성에 대한 무취화 마늘 분말의 보호작용

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g/mL}$ )	O.D.	Relative cytotoxicity(%)
Control	B[a]P	$0.665 \pm 0.065$	-
	100	$0.464 \pm 0.034$	69.8
	500	$0.476 \pm 0.037$	71.6
HB10K	B[a]P	$0.651 \pm 0.056$	-
	100	$0.394 \pm 0.014$	60.5
	500	$0.378 \pm 0.035$	58.1
HB15K	B[a]P	$0.634 \pm 0.047$	-
	100	$0.390 \pm 0.031$	61.5
	500	$0.374 \pm 0.026$	58.9

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 양과 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양과 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양과 분말

표 3-27. 벤조피렌 처리에 의해 유도된 ethoxyresorufin-*O*-deethylase 활성에 대한 무취화 마늘 분말의 저해효과

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g/mL}$ )	EROD activity (nM resorufin/mg protein/min)	Inhibition rate (%)
Control	B[a]P	$82.6 \pm 13.3$	-
	100	$87.6 \pm 8.0$	-
	500	$83.0 \pm 13.5$	-
	1000	$71.8 \pm 8.2$	13.1
HB10K	B[a]P	$75.7 \pm 16.1$	-
	100	$88.2 \pm 13.3$	-
	500	$77.1 \pm 10.2$	-
	1000	$66.2 \pm 7.5$	12.5
HB15K	B[a]P	$81.4 \pm 9.8$	-
	100	$92.1 \pm 14.3$	-
	500	$80.7 \pm 11.5$	0.9
	1000	$68.7 \pm 11.3$	15.6

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 마늘 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 마늘 분말

표 3-28. 벤조피렌 처리에 의해 유도된 ethoxyresorufin-O-deethylase 활성에 대한 무취화 양과 분말의 저해효과

Test sample	Concn. of sample ( $\mu\text{g/mL}$ )	EROD activity (nM resorufin/mg protein/min)	Inhibition rate (%)
Control	B[a]P	$88.3 \pm 14.0$	-
	100	$91.6 \pm 14.9$	-
	500	$92.0 \pm 14.4$	-
	1000	$83.6 \pm 11.9$	5.3
HB10K	B[a]P	$99.0 \pm 14.7$	-
	100	$107.3 \pm 15.0$	-
	500	$113.8 \pm 22.2$	-
	1000	$104.0 \pm 18.9$	-
HB15K	B[a]P	$96.0 \pm 15.8$	-
	100	$97.8 \pm 16.4$	-
	500	$94.9 \pm 9.0$	1.0
	1000	$90.2 \pm 9.5$	6.0

대조군은 분체간 표면결합을 시키지 않고 코팅 소재와 단순 혼합한 양과 분말을 사용하였다.

HB10K : 10,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양과 분말

HB15K : 15,000 rpm에서 분체간 표면결합시킨 양과 분말

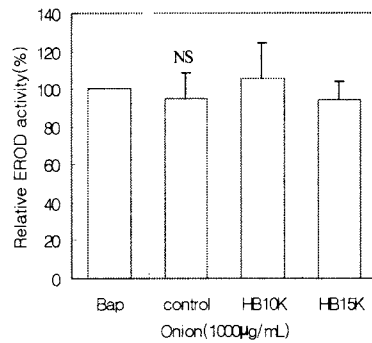
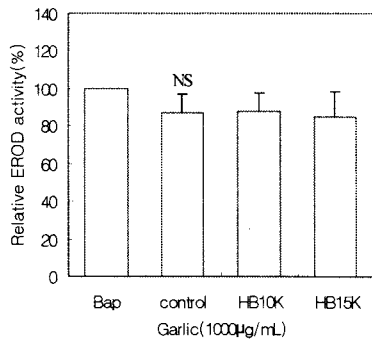


그림 3-18. 벤조피렌 처리에 의해 유도된 ethoxyresorufin-*O*-deethylase 활성에 대한 무취화 마늘 및 양파 분말의 저해효과.

A: 무취화 마늘 분말, B: 무취화 양파 분말.

## 아. 마늘 및 양파 추출물의 활성평가

마늘 및 양파의 휘발성 향기성분은 표 3-14에 나타낸 바와 같이 diallyl sulfide, diallyl disulfide 및 diallyl trisulfide 등 allyl sulfides이었다. 각각의 allyl sulfide들의 benzo[a]pyrene 독성에 대한 보호효과는 그림 3-2에 나타낸 바와 같았으며 이들의 작용기작으로는 benzo[a]pyrene의 bioactivation에 직접적으로 관여하는 cytochrome P450 1 subfamily의 활성을 저해함을 확인한 바 있다(그림 3-3). 마늘 및 양파 추출물의 활성을 평가하기 위하여 마늘 및 양파의 지용성 성분을 Likens-Nickerson 장치를 이용한 연속 증류 추출법으로 추출하였다. 추출된 garlic oil의 휘발성 향기성분은 GC/MS로 분석하여 이 중 allyl sulfides의 조성을 표 3-29에 나타내었다. Garlic oil의 경우 전체 휘발성 향기성분 중 5.5%가 diallyl sulfide (DAS)인 것으로 분석되었으며 diallyl disulfide (DADS)는 26.4%를 그리고 diallyl trisulfide (DATS)는 전체 향기 성분 중 약 1.2%를 구성하였다. DADS는 garlic oil의 전체 향기 성분 및 allyl sulfide중에서 가장 함량이 높은 화합물이었으며 DADS는 100 - 1000  $\mu\text{M}$  농도에서 benzo[a]pyrene에 의해 저해된 세포 생존율을 30 - 100 % 가량 증가시켜 본 실험에서 추출한 garlic oil은 benzo[a]pyrene에 의해 유발된 세포 독성에 대해 보호 작용을 나타낼 것으로 예상되었다. 한편 양파의 경우도 표 3-14에 나타낸 바와 같이 allyl sulfides가 주된 휘발성 향기성분으로 나타나 마늘의 경우와 같았다.

그림 3-19에 나타낸 바와 같이 DADS와 DATS가 전체 휘발성 향기성분의 약 27.6%를 구성하고 있는 garlic oil은 10  $\mu\text{g/ml}$  농도에서 benzo[a]pyrene에 의해 독성이 나타난 세포의 생존율을 60% 정도 증가시켰다.

Benzo[a]pyrene 유발 세포 독성에 대한 garlic oil의 저해 기작으로 ethoxyresorufin-O-deethylase(EROD)활성을 측정하였으며 세포의 생존율을 고려하여 단백질 함량으로 보정한 결과를 그림 3-20에 나타내었다. 10  $\mu\text{g/ml}$  농도에서 저해 효과가 나타나기 시작하여 100  $\mu\text{g/ml}$  농도에서는

EROD 활성이 크게 저해되었다. 따라서 garlic oil의 allyl sulfides 조성에서 예측된 바와 같이 EROD 활성으로 대별되는 제 1상계 효소의 활성 억제가 B[a]P 유발 독성에 대한 보호 작용의 기작에 관여하는 것으로 생각되었다. 양과 추출물도 활성 주성분이 allyl sulfides로 마늘 추출물과 같아 benzo[a]pyrene 유발 세포독성에 대한 보호작용을 나타내었다. 또한 이 때의 주된 작용 기작으로 예상하고 있는 cytochrome p450 1의 활성 (benzo[a]pyrene을 처리로 활성이 유도되며 본 연구에서는 그 지표활성으로 ethoxyresorufin O-deethylase 활성을 측정하였음)을 저해시키는 결과를 나타내어 외인성 물질의 독성에 대한 생체보호효과 및 그 작용 기작이 마늘 추출물의 경우와 거의 유사한 것으로 보였다.

표 3-29. 마늘유 중 휘발성 알릴설파이드 화합물

Compound	Area (%) <sup>a</sup>
Diallyl sulfide	5.5
Diallyl disulfide	26.4
Diallyl trisulfide	1.2

<sup>a</sup> Area (%)는 다음과 같이 계산하였다. 즉,  $Area(\%) = (\text{area count of each peak} / \text{total area count}) \times 100$ .

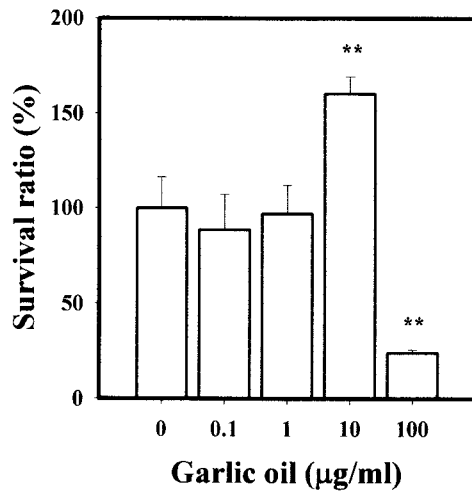


그림 3-19. 벤조피렌에 의한 세포독성에 미치는 마늘유의 영향.

마늘유는 신선한 마늘로부터 Likens-Nikerson 장치를 이용하여 추출하였다

\*\* :  $P < 0.01$ .

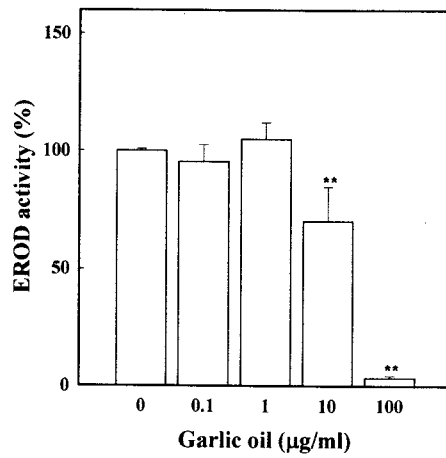


그림 3-20. 벤조피렌에 의해 유도된 ethoxyresorufin-*O*-deethylase활성에 대한 마늘유의 저해효과. \*\* :  $P < 0.01$ .



## 참 고 문 헌

1. Block, E. : The art and the science. : In folk medicine. Steiner, R.P. (ed.), American Chemical Society, Washington, D. C., 125-137 (1986)
2. Block, E. : The organosulfur chemistry of the genus *allium* - Implications for the organic chemistry of sulfur. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **31**, 1135-1178 (1992)
3. You, W. C., Blot, W. J., Chang, Y. S., Ershow, E., Yang, Z. T., An, Q., Henderson, B. E., Fraumeni, J. F. Jr. and Wang, T. G. : *Allium* vegetables and reduced risk of stomach cancer. *J. Natl. Cancer Instit.*, **81**, 162-164 (1989)
4. Small, L.D., Bailey, J.H. and Cavallito, C.J. : Alkyl thiosulfinates. *J. Am. Chem. Soc.*, **69**, 1710 (1947)
5. Bogin, E., and Abrams, M. : The effect of garlic extract on the activity of some enzymes. *Food Cosmet. Toxicol.*, **14**, 417 (1976)
6. Al-Delaimy, K.S. and Barakat, M.M. : Antimicrobial and preservative activity of garlic on the fresh ground camel meat. I. Effect of fresh ground garlic segments. *J. Sci. Food Agric.*, **22**, 96 (1971)
7. 中田利一 : 腫瘍發育 に及ぼすニンニク抽出液の 影響. 日本衛生學雜誌, **91**, 237 (1973)
8. Jain, R.C. and Vyas, C.R. : Garlic in alloxaniduced diabetic rabbits. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 684 (1975)
9. Chi, M.S., Koh, E.T., and Stewart. T.J. : Effects of garlic on the lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *J. Nutr.*, **112**, 24 (1982)
10. Park, P. S., Lee, B. R. and Lee, M. Y. : Effects on onion diet on carbon tetrachloride toxicity of rats. *J. Korean Food Sci. Nutr.* **20**, 121-125 (1993)
11. Park, Y. K and Lee, C. Y. : Identification of isohamnetin

- 4'-glucoside on onions. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 34-36 (1996)
12. 허석현, 김민희 : 현대인의 건강과 건강보조식품, 홍익재, p182-183 (1997)
  13. 노완섭, 허석현 : 건강보조식품과 기능성 식품, 효일, p88 (1999)
  14. 지형준 : 건강식품생약, 서울대학교 출판부, p50-51 (1999)
  15. 나우현 : 마늘, 파, 양파, 오성출판사, p161 (2000)
  16. Ceci, L. N., Curzia, O. A. and Pomilio, A. B. : Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv. Red. *J. Food Sci.*, **56**, 44-46 (1991)
  17. Takafumi, I., Honda, H. and Koishi, M. : Drug dissolution from indomethacin-starch hybrid powders prepared by the dry impact blending method. *J. Pharm. Pharmacol.*, **45**, 770-774 (1993)
  18. Takafumi, I., Honda, H., Kikuchi, Y., Ono, K., Katano, T. and Koishi, M. : Preparation of drug-diluent hybrid powders by dry processing. *J. Pharm. Pharmacol.*, **41**, 361-368 (1989)
  19. Takafumi, I., Honda, H., Ikawa, K., Kizu, N., Yano, K. and Koishi, M. : Complexation of aspirin with potato starch and improvement of distribution rate by dry mixing. *Chem. Pharm. Bull.*, **36**, 2562-2569 (1988)
  20. 산업연구원 : 최신식품가공기술, Dec., 53-71 (1993)
  21. Nystrom, C. and Westerberg M. : The use of ordered mixtures for improving the dissolution rate of low solubility compounds. *J. Pharm. Pharmacol.*, **38**, 161-165 (1986)
  22. 奥田治 : 香料化學總覽, 廣川書店, 東京, **1**, p. 43 (1980)
  23. Pagington, J.S. : A review of oleoresin black pepper and its extraction solvents. *Perfume & Flavorist*, **8**, 29 (1983)
  24. Kim, D. M and Kim, K. H. : On the development of flesh greening

- of the stored garlic. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 50-55 (1990)
25. Son, J. C. : What is microwave oven? *Food Science & Industry*. **32**, 2-11 (1999)
26. Lopez-Avila, V. and Young, R. : Microwave-assisted extraction of organic compounds from standard reference soils and sediments. *Anal. Chem.* **66**, 1097-1106 (1994)
27. Jocelyn Pare, J. R., Belanger, J. M. R. and Stafford S. S. : Microwave-assisted process(MAP<sup>TM</sup>)<sup>a</sup>: a new tool for the analytical laboratory. *Trends Anal. Chem.* **13**, 176-184 (1994)
28. 농림수산부 : 농림수산주요통계, p. 246 (1995)
29. Agarwal, K.C. : Therapeutic actions of garlic constituents. *Med. Res. Rev.*, **16**, 111-124 (1996)
30. Itakura, K., Uchida, K. and Kaeakishi, S. : Selevtive formation of oxidole and formylkynurenine-type products from tryptophan and its peptides treated with a superoxide-generating system in the presence of iron(III)-EDTA : a possible involvement with iron-oxygen complex. *Chem. Res. Toxicol.*, **7**, 185-190 (1994)
31. Yu, T. H. : Flavor chemistry of thermally processed garlic. Dissertation Abstracts international., **55**, 650 Order no. DA9421843, 373pp (1994a)
32. Yu, T. H., Wu, C. M. and Ho, C. T. : Meat-like flavor generated from thermal interaction of glucose and alliin or deoxyalliin. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1005-1009 (1994b)
33. Lin, M. C., Wang, E. J., Patten, C., Lee, M. J., Xiao, F., Reuhl, K. R. and Yang, C. S. : Protective effect of diallyl sulfone against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice. *J. Biochem. Toxicol.*,

- 11, 11-20 (1996)
34. Brady, J. F., Ishizaki, H., Fukuto, J. M., Lin, M. C., Fadel, A., Gapac, J. M. and Yang, C. S. : Inhibition of cytochrome P-450 2E1 by diallyl sulfide and its metabolites. *Chem. Res. Toxicol.*, **4**, 642-647 (1991a)
  35. Wattenberg, L. W., Spornins, V. and Barany, G. : Inhibition of N-nitrosodiethylamine carcinogenesis in mice by naturally occurring organosulfur compounds and monoterpenes. *Cancer Res.*, **49**, 2689-2692 (1989)
  36. Spornins, V. L., Barany, G. and Wattenberg, L. W. : Effects of organiosulfur compounds from garlic and onions on benzo[a]pyrene-induced neoplasia and glutathione S-transferase activity in the mouse. *Carcinogenesis*, **9**, 131-134 (1988)
  37. Spornins, V. L., Mott, A. W., Barany, G. and Wattenberg, L. W. : Effects of allyl methyl trisulfide on glutathione S-transferase activity and BP-induced neoplasia in the mouse. *Nutr. Cancer*, **8**, 211-215 (1986)
  38. Brady, J. F., Ishizaki, H., Fukuto, J. M., Lin, M. C., Fadel, A., Gapac, J. and Yang, C. S. : Inhibition of cytochrome P-450 2E1 by diallyl sulfide and its metabolites. *Chem. Res. Toxicol.*, **4**, 642-647 (1991c)
  39. Brady, J. F., Li, D., Ishizaki, H. and Yang, C. S. : Effect of diallyl sulfide on rat liver. microsomal nitrosamine metabolism and other monooxygenase activities. *Cancer Res.*, **48**, 5937-5940 (1988)
  40. Hong, J. Y., Smith, T., Lee, M. J., Li, W., Ma, B. L., Ning, S. M., Brady, J. F., Thomas, P. E. and yang, C. S. : Metabolism of carcinogenic nitrosamines by rat nasal mucosa and the effects of diallyl sulfide. *Cancer Res.*, **51**, 1509-1514 (1991)

41. Chen, L. and Yang, C. S. : Effects of cytochrome P450 2E1 modulators on the pharmacokinetics of chlorzoxazone and 6-hydroxychlorzoxazone in rats. *Life Sci.*, **58**, 1575-1585 (1996)
42. Chen, L., Lee, M., Hong, J. Y., Huang, W., Wang, E. and Yang, C. S. : Relationship between cytochrome P-450 2E1 and acetone catabolism in rats as studied with diallyl sulfide as an inhibitor. *Biochem. Pharmacol.*, **48**, 2199-2205 (1994)
43. Adams, N. H., Levi, P.E., and Hodgson, E. : In vitro studies of the metabolism of Atrazine, Simazine, and terbutryn in several vertebrate species, *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 1411-1417 (1990)
44. Litterst, C, Mimnaugh, E. G., Reagan, R. L., and Gram, T. : Comparison of in vitro drug metabolism by lung, liver, and kidney of several common laboratory species. *Drug Metab. and Disp.*, **3**, 259-265 (1975)
45. Doehmer, J., Holtkamp, D., Soballa, V., Raab, G., Schmalix, W., Seidel, A., Greim, H. and Jacob, J. : Cytochrome P450 mediated reactions studied in genetically engineered V79 chinese hamster cells. *Pharmacogenetics*, **5**, S91-S96 (1995)
46. Rapior, S., Breheret, S., Talou, T. and Bessiere, J. M. : Volatile flavor constituents of fresh *Marasmius alliaceus* (garlic *Marasmius*). *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 820-825 (1997)
47. Rosin, S. and Tuorila, H. : Flavor potency of garlic, pepper and their combination in different dispersion media. *Leben. Wissen. Tech.*, **25**, 139-142 (1992)
48. Ueda, Y., Sakaguchi, M., Hirayama, K., Miyajima, R. and Kimizuka, A. : Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agric. Biol. Chem.*, **54**, 163-169 (1990)

49. 손경현, 임재각, 공운영, 박지용, 野口明德 : 고압처리에 의한 Allinase의 불활성화가 마늘의 풍미에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **28**, 593-599 (1996)
50. 임승우, 김태효 : 한국산 마늘로부터 분리한 Alliin과 에탄올 추출물의 in vitro 계 생리 활성, *한국식품과학회지*, **29**, 348-354 (1997)
51. Kim, M. R., Lee, K. J., Kim, Y. B, and Sok, D. E. : Induction of hepatic glutathione S-transferase activity in mice administered with various vegetable extracts. *J. Food Sci. Nutr.*, **2**, 207-213 (1997)
52. 이정은, 권중호, 김현구 : 마이크로웨이브 공정에 의한 고추 oleoresin의 추출조건 설정. 제 60차 한국식품과학회 학술발표 초록, 43 (1998)
53. Wortelboer, H. M., De Kruif, C. A., Van Iersel, A. A. J., Falke, H. E., Noordhoek, J. and Blaauboer, B. J. : The isoenzyme pattern of cytochrome P450 in rat hepatocytes in primary culture, comparing different enzyme activities in microsomal incubations and in intact monolayers. *Biochemical Pharmacology* **40**, 2525-2534 (1990)
54. Freeman, G.G., and McBreen, F. A. : Rapid spectrophotometric method of determination of thiosulfinate in onion and its significance in flavor studies. *Biochem. Soc. Trans.*, **1**, 1150 (1973)
55. Schwimmer, S., and Weston, W.J. : Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agric. Food Chem.* **9**(4), 301 (1961)
56. AOAC. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. USA (1985)
57. Buiatti, E., Palli, D., Decarli, A., Amadori, D., Avellini, C., Bianchi, S., Biserni, R., Cipriani, F., Cocco, P. and Giacosa, A. : A case-control study of gastric cancer and diet in Italy. *Int. J. Cancer*, **44**, 611-616 (1989)

58. Pinto, J. T., Qiao, C., Xing, J., Rivlin, R. S., Protomastro, M. L., Weissler, M. L., Tao, Y., Thaler, H. and Heston, W. D. W. : Effects of garlic thioallyl derivatives on growth, glutathione concentration, and polyamine formation of human prostate carcinoma cells in culture. *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**, 398-405 (1997)
59. Petesch, B. L. and Sumiyoshi, H. : Recent advances on the nutritional benefits accompanying the use of garlic as a supplement. *Trends Food Sci. Technol.*, **9**, 415-418 (1999)
60. Lim, S. W. and Kim, T. H. : Physiological activity of alliin and ethanol extracts from korean garlic(*Allium Sativum*, L.). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **29**, 348-354 (1997)
61. Park, K. Y., Lee, K. I. and Lee, S. H. : Inhibitory effect of green-yellow vegetables on the mutagenicity in *Salmonella* assay system and on the growth of AZ-521 human gastric cancer cells. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 149-153 (1992)
62. Liu, J., Lin, R. I. and Milner, J. A. : Inhibition of 7,12-dimethylbenz[*a*]anthracene induced mammary tumors and DNA adducts by garlic powder. *Carcinogenesis*, **13**, 1847-1851 (1992)
63. Hayes, M. A., Rushmore, T. H. and Goldberg, M. T. : Inhibition of hepatocarcinogenic responses to 1,2-dimethylhydrazine by diallyl sulfide, a component of garlic oil, *Carcinogenesis*, **8**, 1155-1157 (1987)
64. Wattenberg, L. W., Spornins, V. L. and Barany, G. : Inhibition of N-nitrodiethylamine carcinogenesis in mice by naturally occurring organosulfur compounds and monoterpenes, *Cancer Res.*, **49**, 2689-2692 (1989)
65. Wargovich, M. J., Woods, C., Eng, V. W. S., Stephens, L. C. and

- Gray, K. : Chemoprevention of N-nitrosomethylbenzylamine-induced esophageal cancer in rats by the naturally occurring thioether, diallyl sulfide. *Cancer Res.*, **48**, 6872-6875 (1988)
66. Sumiyoshi, H. and Wargovich, M. J. : Chemoprevention of 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in mice by naturally occurring organosulfur compounds. *Cancer Res.*, **50**, 5084-5087 (1990)
67. Gudi, A. A. and Singh, S. V. : Effect of diallyl sulfide, a naturally occurring anti-carcinogen, on glutathione-dependent detoxification enzymes of female CD-1 mouse tissues. *Biochem. Pharmacol.*, **42**, 1261-1265 (1991)
68. Benson, A. M., Barretto, P. B. and Stanley, J. S. : Induction of DT-diaphorase by anticarcinogenic sulfur compounds in mice. *J. Natl. Cancer Insitut.*, **76**, 467-473 (1986)
69. Maurya, A. K. and Singh, S. V. : Differential induction of glutathione transferase isoenzymes of mice stomach by diallyl sulfide, a naturally occurring anticarcinogen. *Cancer Lett.*, **57**, 121-129 (1991)
70. Brady J. F., Li, D., Ishizaki, H. and Yang, C. S. : Effect of diallyl sulfide on rat liver microsomal nitrosamine metabolism and other monooxygenase activities. *Cancer Res.*, **48**, 5937-5940 (1988)
71. Hu, X., Benson, P. J., Srivastava, S. K., Xia, H., Bleicher, R. J., Zaren, H. A., Awasthi, S., Awasthi, Y. C. and Singh, S. V. : Induction of glutathione S-transferase  $\pi$  as a bioassay for the evaluation of potency of inhibitors of benzo[a]pyrene-induced cancer in a murine model. *Int. J. Cancer*, **73**, 897-902 (1997)
72. Hu, X. and Singh, S. V. : Glutathione S-transferase of female A/J mouse lung and their induction by anticarcinogenic organosulfides from garlic. *Arch. Biochem. Biophys.*, **340**, 279-286 (1997)



73. Gebhardt, R. and Beck, H. : Differential inhibitory effects of garlic derived organosulfur compounds on cholesterol biosynthesis in primary rat hepatocyte cultures. *Lipids*, **31**, 1269-1276 (1996)
74. Ariga, T., Oshiba, S. and Tamada, T. : Platelet aggregation inhibitor in garlic. *Lancet*, **1(8212)**, 150-151 (1981)
75. Harenberg, J., Giese, C., Zimmermann, R. : Effect of dried garlic on blood coagulation, fibrinolysis, platelet aggregation and serum cholesterol levels in patients with hyperlipoproteinemia, *Atherosclerosis*, **74**, 247-249 (1988)
76. Apitz-Castro, R., Cabrera, S., Cruz, M. R., Ledezma, E. and Jain, M. K. : Effects of garlic extract and of three pure components isolated from it on human platelet aggregation, arachidonate metabolism, release reaction and platelet ultrastructure. *Thromb. Res.*, **32**, 155-169 (1983)
77. Bordia, A. : Effect of garlic on blood lipids in patients with coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2100-2103 (1981)
78. Alder, A. J. and Holub, B. J. : Effect of garlic and fish oil supplementation on serum lipid and lipoprotein concentrations in hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 445-450 (1997)
79. Focke, M., Feld, A. and Lichtenthaler, K. : Allicin, a naturally occurring antibiotic from garlic, specifically inhibit acetyl-CoA synthetase. *FEBS Lett.*, **261**, 106-108 (1990)
80. Okumar, R. V., Kadam, S. M., Banerji, A. and Ramasarma, T. : On the involvement of intramolecular protein disulfide in the irreversible inactivation of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase by diallyl disulfide. *Biochem. Biophys. Acta.*, **1164**, 108-112 (1993)
81. Gebhardt, R. : Inhibition of cholesterol biosynthesis by water soluble

- garlic extract in primary cultures of rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung*, **41**, 800-804 (1991)
82. Yeh, Y. Y. and Yeh, S. M. : Garlic reduces plasma lipids by inhibiting hepatic cholesterol and triacylglycerol synthesis. *Lipids*, **29**, 189-193 (1994)
83. Gargouri, Y., Moreau, H., Jain, M. K., de Haas, G. H. and Verger, R. : Ajoene prevents fat digestion by human gastric lipase in vitro. *Biochim. Biophys. Acta.*, **1006**, 137-139 (1989)
84. Ide, N. and Lau, B.H. : Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxidized low density lipoprotein-induced injury. *J. Pharm. Pharmacol.*, **49**, 908-911 (1997)
85. Prasad, K., Laxdal, V. A., Yu, M. and Raney, B. L. : Evaluation of hydroxy radical-scavenging property of garlic. *Mol. Cell Biochem.*, **154**, 55-63 (1996)
86. Ide, N., Nelson, A. B. and Lau, B. H. : Aged garlic extract and its constituents inhibit Cu(2+)-induced oxidative modification of low density lipoprotein. *Planta Med.*, **63**, 263-264 (1997)
87. Puri, R. J. : ADP-induced platelet aggregation and inhibition of adenylyl cyclase activity stimulated by prostaglandins. *Biochem. Pharmacol.*, **57**, 851-859 (1999)
88. Rynningrn, A., Jensen, B. O. and Holmsen, H. : Role of autocrine stimulation on the effects of cyclic AMP on protein and lipid phosphorylation in collagen-activated and thrombin-activated platelets. *Eur. J. Biochem.*, **260**, 87-96 (1999)
89. Blockmans, D., Deckmyn, H. and Vermynen, J. : Platelet activation. *Blood Rev.*, **9**, 143-156 (1995)
90. Shattil, S. J., Gao, J. and Kashiwagi, H. : Not just another pretty

- face: regulation of platelet function at the cytoplasmic face of integrin alpha IIb beta 3. *Thromb. Haemost.*, **78**, 220-225 (1997)
91. Morimitsu, Y., Morioka, Y. and Kawakishi, S. : Inhibition of platelet aggregation generated from mixtures of *Allium* species and/or S-alk(en)nyl-L-cysteine sulfoxides, *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 368-372 (1992)
  92. Apitz-Castro, R., Ledezma, E., Escalante, J. and Jain, M. K. : The molecular basis of the antiplatelet action of ajoene: direct interaction with the fibrinogen receptor. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **141**, 145-150 (1986)
  93. Rendu, F., Daveloose, D., Debouzy, J. C., Bourdeau, N., Levy-Toledano, S., Jain, M. K. and Apitz-Castro, R. : Ajoene, the antiplatelet compound derived from garlic, specifically inhibits platelet release reaction by affecting the plasma membrane internal microviscosity. *Biochem. Pharmacol.*, **38**, 1321-1328 (1989)
  94. amaluddin, M. P., Krishnan, L. K. and Thomas, A. : Ajoene inhibition of platelet aggregation : possible mediation by a hemoprotein. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **153**, 479-486 (1988)
  95. Makheja, A. N. and Bailey, J. M. : Antiplatelet constituents of garlic and onion. *Agents Actions*, **29**, 360-363 (1990)
  96. Al-Dlaimy, K. S. and Ali, S. H. : Antibacterial action of vegetable extracts on the growth of pathogenic bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 110-112 (1970)
  97. Saleem, Z. M. and Al-Delaimy, K. S. : Inhibition of *Bacillus cereus* by garlic extracts. *J. Food Prot*, **45**, 1007-1009 (1982)
  98. Moore, G. S. and Atkins, R. D. : The fungicidal and fungistatic effects of an aqueous garlic extract on medically important yeast-like

- fungi. *Mycologia*, **67**, 341-348 (1977)
99. Yin, M. C. and Cheng, W. S. : Inhibition of *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus* by some herbs and spices. *J. Food Prot.*, **61**, 123-125 (1998)
  100. Appleton, J. A. and Tansey, M. R. : Inhibition of growth of 200 pathogenic fungi by garlic extract. *Mycologia*, **67**, 882-885 (1975)
  101. Woo, H. : Vegetable extracts as antibacterial preservatives and their applications in foods. Ph D Thesis, Florida State University, Tallahassee (1974)
  102. Ghannoum, M. A. : Studies on the anticandidal mode of action of *Allium sativum* (garlic). *J. Gen. Microbiol.*, **134**, 2917-2924 (1988)
  103. Kumar, M. and Berwal, J. S. : Sensitivity of food pathogens to garlic(*Allium sativum*). *J. Appl. Microbiol.*, **84**, 213-215 (1998)
  104. Zaika, L. A. and Kissinger, J. C. : Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. *J. Food Sci.*, **46**, 1205-1210 (1983)
  105. Yoshida, S., Kasuga, S., Hayashi, N., Ushiroguchi, T., Matsuura, H. and Nakagawa, S. : Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 615-617 (1987)
  106. Bogin, E. and Abrams, M. : The effect of garlic extract on the activity of some enzymes. *Food Cosmet. Toxicol.*, **14**, 417-419 (1976)
  107. Naganawa, R., Iwata, N., Ishikawa, K., Fukuda, H., Fujino, T. and Suzuki, A. : Inhibition of microbial growth by ajoene, a sulfur-containing compound derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**, 4238-4242 (1996)
  108. Hageman, G. J., van Herwinen, M. H. M., Schilderman, P. A. E. I., Rhijnsburger, E. H., Moonen, E. J. C., and Kleinjans, J. C. S. :

- Reducing effects of garlic constituents on DNA adduct formation in human lymphocytes in vitro. *Nutr. Cancer*, **27**, 177-185 (1997)
109. Munagami, Y., Sato, S. and Ohnishi, S. T. : Attenuation of rat ischemic brain damage by aged garlic extracts: a possible protecting mechanism as antioxidants. *Neurochem. Int.*, **29**, 135-143 (1996)
110. Nishiyama, N., Moriguchi, T. and Saito, H. : Beneficial effects of aged garlic extract on learning and memory impairment in the senescence-accelerated mouse. *Exp. Gerontol.*, **32**, 149-60 (1997)
111. Dorsch, W. and Wagner, H. : New antiasthmatic drugs from traditional medicine? *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.*, **94**, 262-265 (1991)
112. Augusti, K. T. and Sheela, C. G. : Antiperoxide effect of S-allylcysteine sulfoxide, an insulin secretagogue, in diabetic rats. *Experientia*, **52**, 115-120 (1996)
113. Motonori, F. : Allithiamine and its properties. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **22**, 57-62 (1976)
114. You, W. C., Zhang, L., Gail, M. H., Ma, J. L., Chang, Y. S., Blot, W. J., Li, J. Y., Zhao, C. L., Liu, W. D., Li, H. Q., Hu, H. Q., Hu, Y. R., Bravo, J. C., Cprrea, P., Xu, G. W. and Fraumeni, J. F. Jr. : *Helicobacter pylori* infection, garlic intake and precancerous lesions in a Chinese population at low risk of gastric cancer. *Int. J. Epidemiol.*, **27**, 941-944 (1998)
115. Brodnitz, M.H., Oascale, J.V., and Derslice, L.V. : Flavor components of garlic extracts. *J. Agr. Food Chem.*, **19**, 273 (1971)
116. Kang D.S., Jeong S.W., Kwon J.H. and Kim H.K. : Extraction characteristics and browning inhibitory effects of fresh garlic by microwave-assisted extraction. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**,

291-297 (2000)

117. Dragnev, K. H., Nims, R. W. and Lubet, R. A. : The chemopreventive agent diallyl sulfide. A structurally atypical phenobarbital-type inducer. *Biochem. Pharmacol.*, **12**, 2099-2104 (1995)

## 제 4 장 : 마늘 및 양파로부터 초임계이산화탄소를 이용한 essential oil 추출

### 제 1 절 서 설

마늘 및 양파로부터 essential oil추출은 지금까지 주로 수증기 증류법과 유기용매를 이용한 추출법을 사용해 왔다. 그러나 수증기 증류법의 경우 추출물의 대부분이 열처리에 매우 민감한 불안정한 성분을 포함하고 있기 때문에 열 추출을 하는 동안 많은 변성 성분이 생겨나 소비자의 욕구를 충족시킬만한 품질의 추출물을 생산하는 데 어려움이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 상온에서의 유기용매-acetone, ether, benzene, methyl alcohol, isopropyl alcohol등-을 이용한 추출법이 개발되었으나 이 방법 역시 정제 후에도 잔존하는 유기용매 때문에 건강 지향적인 최근의 추세로 볼 때 소비자의 불안감을 떨치기가 쉽지 않을 뿐만 아니라, 추출된 essential oil 성상에 있어서도 깨끗한 색도를 나타내지 못하는 단점이 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해 본 연구에서 개발하려는 방법이 초임계 이산화탄소를 이용한 추출법이다.

여기에서 초임계 유체의 특징에 대하여 몇 가지 기술하기로 한다. 즉, 각 물질에는 고유한 임계점이 있으며, 이 임계점 이상의 온도 및 압력영역에 있어서는 액체와 기체의 양상태는 공존 할 수 없게 되고, 물질은 초임계 유체라 불리는 상태에 돌입하게 된다. 고밀도 가스 상태라고도 불리는 초임계 상태에서는 분자간 상호작용이 발생하기 때문에 용질을 용해하는 용해력이 발생되게 된다. 초임계 유체는 표 4-1에 나타난 바와 같이 첫째, 밀도는 액체에 가까운 값을 가짐에도 불구하고, 기체에 가까운 점도를 갖는 점 둘째, 액체에 비해 약 100배 이상의 확산계수를 나타내는 점 셋째, 용질에 대한

용해도가 압력과 온도의 조절에 따라 용이하게 변화하는 등의 성질을 나타낸다. 이러한 초임계 유체의 물리적 성질은 추출용매로서는 타용매와 비교할 수 없는 장점을 가진 것으로 사료된다.

표 4-1. 초임계 유체의 물리적 성질

	밀도 ( g/ml)	점도 (g/cm · s)	확산계수 (cm <sup>2</sup> /s)
기체	(0.6~2)×10 <sup>-3</sup>	(1~3)×10 <sup>-4</sup>	0.1~0.4
초임계 유체	0.2~0.5	(1~3)×10 <sup>-4</sup>	0.7×10 <sup>-3</sup>
액체	0.6~1.6	(0.2~3)×10 <sup>-2</sup>	(0.2~2)×10 <sup>-5</sup>

특히 초임계 이산화탄소의 경우는 임계온도가 상온에 가까운 31.1℃, 임계압력이 비교적 낮은 72.9atm, 불연성, 인체에 대한 안전성, 가격이 싸다는 등의 추출용매로서 사용하기에 적합한 장점을 가지고 있다. 따라서, 초임계 이산화탄소를 이용하여 추출을 행할 때에는 상온부근에서 추출이 행하여지므로 추출물의 열에 의한 변성작용이 감소 할 뿐만 아니라 약간의 압력변화에 따라 원하는 물질을 손쉽게 분리 할 수 있다는 것이 특별한 장점이 된다. 아울러 인체에 유해한 유기용매를 첨가하지 않기 때문에 잔존 유기용매에 따른 우려를 불식시킬 수 있어서 초임계 이산화탄소를 이용한 essential oil의 추출이 효율적으로 행하여진다면 고부가가치의 essential oil을 얻을 수 있음과 동시에 마늘 및 양파를 이용한 유용상품의 개발에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

마늘 및 양파는 오래전부터 향신료로서 뿐만 아니라 강장 식품으로서 애용되어 온 식품이다. 현재 우리나라에 있어서 마늘 및 양파의 주된 용도는 김치나 찌개, 국, 나물, 무침등에 있어서 다대기 형태로 이용하는 방법과 건조후 분말화하여 복합조미료 소재등으로 이용하는 경우가 대부분인데 반하여, 서구 및 일본에서는 양념으로서 뿐만아니라 기능성식품, 화장품 및 사료



첨가제로서 이용하는등 다양한 형태의 제품을 개발하고 있다. 따라서 우리나라는 마늘 및 양파의 최대소비국이면서도, 고부가가치 제품의 경우는 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그러므로 본 연구에서 목표로하고 있는 마늘 및 양파로부터의 essential oil의 추출이 효율적으로 이루어진다면 제품의 고부가가치에 기여할 것으로 사료되며 아울러 마늘 및 양파의 안정적수요를 창출하여 농가 소득의 안정화에도 이바지 할 것으로 기대된다.

마늘은 단군신화에 나올 정도로 역사가 오래 되었고 우리 나라의 주된 식품의 하나로 여겨지고 있다. 그러나 서구문화의 유입과 동시에 서구음식도 수입됨으로서 우리고유의 식품에 대한 수요가 감소하게 되었고 이에 따라 마늘의 소비도 줄어들게된 반면 극히 최근에 마늘 및 양파의 효용성이 과학적으로 증명되면서 마늘과 양파를 원료로 한 고부가가치제품은 무차별적으로 수입되고 있다. 따라서 이에 대처할 수 있는 경쟁력 있는 제품을 개발하기 위해서는 마늘 및 양파에 대한 보다 과학적이고 체계적인 접근을 통해 제품의 다양화를 이루어야 한다고 생각된다.

초임계 이산화탄소를 이용하여 천연물로부터 유용물질을 추출하고자 하는 노력은 1980년대에 들어와서 본격적으로 이루어지기 시작하였다. 그 결과 현재는 유럽 및 일본에서, 담배 잎으로부터의 원하는 향의 추출이나 니코틴 및 타르의 함량조절, 맥주의 뚝은맛의 원료물질인 호프의 제거, 식물로부터 천연색소나 향의 추출 등과 같은 부분에서는 현재 공업적으로 생산되고 있으며 그 응용범위를 넓히기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

지금까지 초임계 이산화탄소를 이용하여 마늘 및 양파로부터 essential oil이나 oleoresin을 추출하려는 노력은 전무하다고 할 수 있다. 1997년 중국의 Yanxiang등은 중국산 양파로부터 oleoresin을 추출하였는바, 그들의 연구에 따르면 초임계 이산화탄소 추출법은 온도와 압력을 최적에 맞출 경우 기존의 수증기 증류법에 의한 추출보다는 많고, 유기용매를 이용한 Soxhlet추출법 보다는 적은 양의 oleoresin이 추출되었으나, 추출된 oleoresin의 맛과 향 등 식품 첨가물로서의 가치 및 품질 면에서는 월등하였다고 보고하고 있다.

한편 국내에서는 1997년 부경대학의 천병수 교수 팀이 극히 제한된 압력조건하에서 마늘로부터 fatty oil 및 Tocopherol을 추출한 결과를 보고<sup>9)</sup>하고 있으나, 이는 essential oil이나 oleoresin과는 관계가 없는 것이어서 그 추출물은 식품 첨가물로서의 가치는 극히 미약하다고 하겠다.

본 연구실에서는 초임계 이산화탄소를, lipid를 기질로 하는 lipase의 반응용매로 이용한 경험이 축적되어 있으며 최근에는 1000기압의 압력이 protease반응의 촉매정수에 미치는 영향 등에 관하여 연구하고 있는바, 현재의 실험장치를 약간만 변형시키면, 넓은 범위의 초임계 이산화탄소 압력하에서 마늘 및 양파로부터의 essential oil이나 oleoresin의 추출에 관한 정보를 얻을 수 있다고 확신한다.

초임계 이산화탄소를 이용한 추출방법은 식품, 제약, 화학 및 석유산업에 있어서 전세계적으로 급속도로 각광을 받고 있는 분리공정중의 하나이며 지난 10여년에 걸쳐 여러 종류의 유용물질이 상업적으로 생산되고 있다. 그러나 한국에 있어서는 상업적 생산과 연결되어진 초임계 이산화탄소 추출법은 보고되지 않고 있다. 이는 추출을 위한 고압설비가 일상적인 추출설비와 비교하여 고가인 이유이기 때문으로 사료된다. 그러나 일단 설비가 완료된 이후의 운전 경비에 있어서는 초임계 이산화탄소를 추출용매로 이용할 경우가 훨씬 값싸게 생산되어지는 것이 일반적이다. 그와 함께 추출되는 제품의 품질 면에 있어서는 일반적인 추출법에 의한 제품보다 초임계 이산화탄소를 이용한 것이 고품질이라는 보고가 이어지고 있다. 특히 마늘 및 양파와 같은 휘발성 및 비휘발성 성분이 맛과 향을 좌우하는 경우, 초임계 이산화탄소를 이용하면 일상적인 추출법으로는 추출되지 않는 비휘발성 성분이 고농도로 추출되므로 생산 이후의 제품의 안정성 면에 있어서도 우수한 것으로 알려지고 있다. 이러한 추출용매로서의 장점을 이용하면, 마늘 및 양파의 다량 소비국이면서도 마늘 및 양파의 가공된 첨가물의 상당 부분을 수입에 의존하고 있는 한국으로서는 절대적으로 연구되어야 할 분야라고 생각된다.

마늘과 양파로부터 essential oil의 추출은 지금까지 주로 수증기 증류법과

유기용매를 이용한 추출법을 사용해 왔다. 그러나 수증기 증류법의 경우 추출물의 대부분이 열처리에 매우 민감한 불안정한 성분을 포함하고 있기 때문에 열추출을 하는 동안 많은 변성 성분이 일어나는 문제점이 발생한다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 상온에서의 유기용매를 이용한 추출법이 개발되었으나 이 방법 역시 정제 후에도 잔존하는 유기용매 때문에 건강 지향적인 최근 추세로 볼 때 소비자의 불안감을 야기 시키고 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해 본 연구에서는 초임계 이산화탄소의 물리적 특성을 이용한 추출법을 이용하여 고품질의 essential oil을 얻으려 한다. 이 추출법은 상온부근에서 진행되므로 추출물의 열적 변성을 방지할 수 있으며 추출이 끝난 후에는 용매로 사용된 초임계 CO<sub>2</sub>가 압력 및 온도 조절로 인해 가스상태로 대기중으로 날아가기 때문에 추출물의 정제도 용이한 장점이 있다. 이러한 초임계 CO<sub>2</sub> 추출법은 주요 변수인 온도와 압력을 변화시킴으로서 용해력과 밀접한 관계가 있는 추출용매의 밀도를 조절할 수 있다. 그러므로 본연구는 마늘과 양파로부터 essential oil 추출시 온도와 압력을 변화시켜 초임계 추출의 최적조건을 설정하고자 한다.

## 제 2 절 마늘로부터 초임계 이산화탄소를 이용한 essential oil 추출

### 1. 실험장치의 제작

본 연구실에서 보유하고 있는 가압용 booster와 booster 구동용 compressor, 초고압에 견딜수 있는 500ml의 cylinder, 200ml의 extractor, 70ml의 separator 2개를 기본구조로한 실험장치를 제작하였다.(그림 4-1~2)

### 2. 마늘로부터 essential oil 추출을 위한 전처리

#### 분석조건 확립

##### 가. 실험 목적

마늘의 essential oil성분은 90%이상이 diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide로 이루어지는 것으로 알려져있다. 따라서 본연구는 이들 성분들을 중심으로 하여 최적 추출조건의 확립을 목적으로 한다. 마늘의 essential oil성분은 2가지 반응 경로에 의해 생성된다. 그첫번째 반응 경로는 마늘 조직이 파괴될 때 기질인 alliin이 allinase에 의해 allicin과 pyruvic acid로 분해되고 이 allicin은 다시 diallyl disulfide등의 essential oil성분으로 분해된다. 두 번째 반응경로는 alliin이 열에 의해 thermal degradation을 일으켜 allicin을 생성하지 않고 바로 essential oil성분이 생성된다. 이때 마늘의 수분함량이 essential oil 생성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되었으며 시간이 지남에 따라 저급 황화합물로 분해된다.

위와 같이 마늘의 essential oil성분은 특이한 반응 경로에 의해 생성되기 때문에 초임계 CO<sub>2</sub> 추출을 하기 전에 마늘로부터 다량의 정유성분을 생성



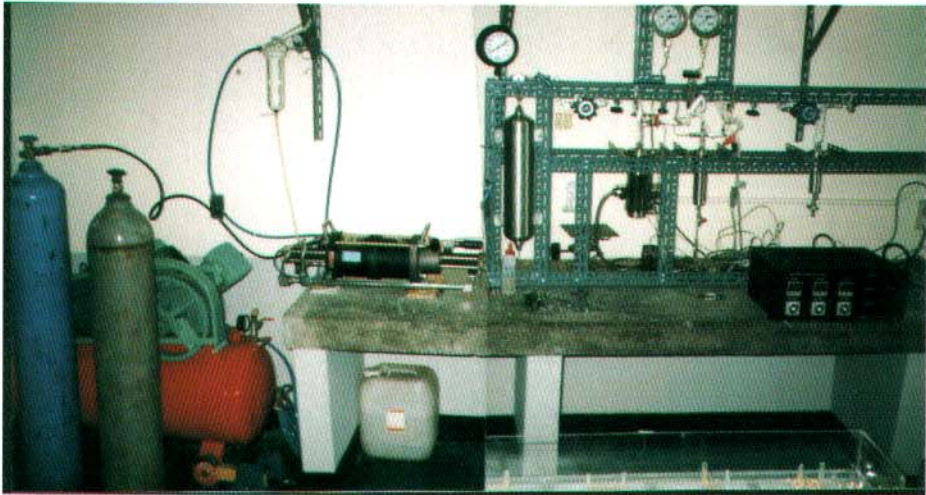


그림 4-2. 초임계 추출장치.

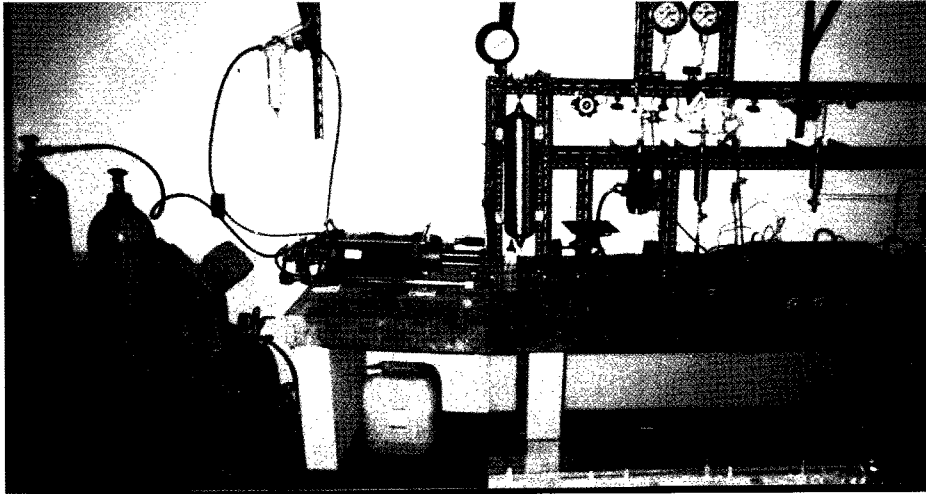


그림 4-2. 초음계 추출장치.

## 나. 실험 방법

경남 남해산 마늘을 시료로 사용하였다. 먼저 마늘을 homogenizer로 파쇄시킨 후 생체시료(수분함량 68%,w/w)15g을 취하여 oven에 온도와 시간을 달리하여 방치 하였다. 그 후 시료를 꺼내어 1시간 얼음방치를 시키고 추출용매인 diethyl ether 20ml을 넣어 1시간 동안 추출하였다. Essential oil성분의 정량 분석은 GC를 이용하였고 diethyl sulfide를 내부표준물질로 사용하였다. 이때 정해진 최적의 온도와 시간조건하에서 처리된 생체 마늘(수분함량 68%, w/w)과 60℃에서 12시간 열풍건조시킨 마늘로부터 추출된 essential oil을 정량분석함으로서 수분함량에 따른 정유생성량을 비교하였다. 또한 주요 정유성분외에 diethyl ether에 의해 추출되는 volatile compound도 GC/MS를 통하여 확인하였다.

## 다. 실험결과

diallyl sulfide는 각 온도에서 24시간 까지는 증가 하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타냈다. 그 이유는 diallyl sulfide가 24시간 이후에는 pyruvic acid와 서로 작용하여 저급 황화합물 및 carbonyl 화합물을 생성하며, 또한 thermal degradation에 의해서도 분해되기 때문이다. 특히, 60℃와 80℃에서 방치할 경우 alliin의 thermal degradation 때문에 diallyl sulfide의 생성이 촉진되어 40℃에서 보다 많은 양이 생성되었다. 그러나 24시간 이상 방치할 경우 계속된 thermal degradation에 의해 저급 황화합물로 변환되는 것을 관찰하였다.(그림 4-3)

Diallyl disulfide는 40℃와 60℃에서 20시간까지 생성량이 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타냈고 80℃에서는 12시간까지 생성량이 증가하다가 감소하였다. 이런 결과는 diallyl sulfide가 감소하는 이유와 같으나 diallyl sulfide 보다는 훨씬 많은 양이 생성되었다. 특히 20시간 이후 온도가 증가할수록 감소하는 경향이 뚜렷했는데 이런 결과는 thermal degradation이 온도가 높을수록 잘 일어난다는 것을 나타내는 것이다. (그림



4-4) Diallyl trisulfide도 diallyl disulfide와 비슷한 경향을 나타냈으나 생성량은 증가하였다. (그림 4-5)

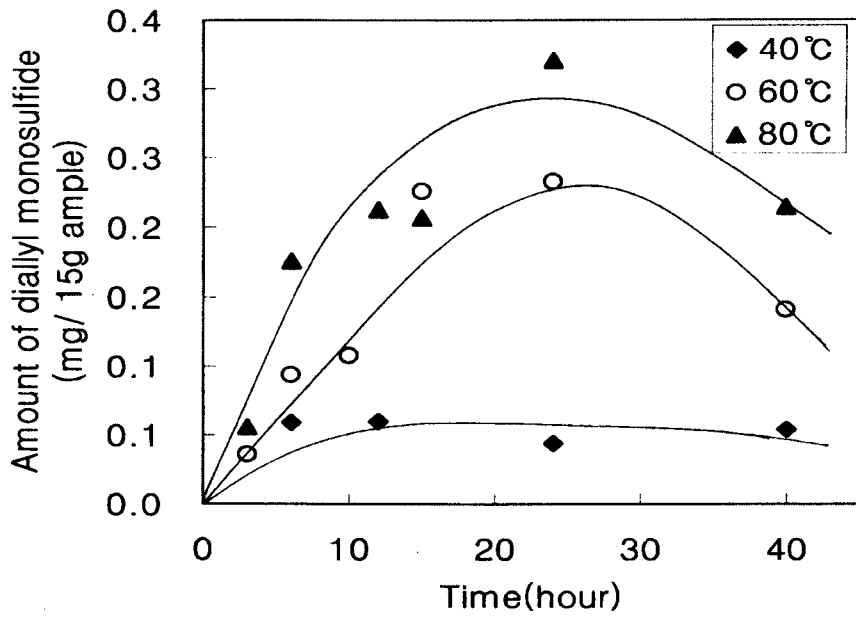


그림 4-3. 여러 온도에서 전처리 시간에 따른 diallyl sulfide 함량.

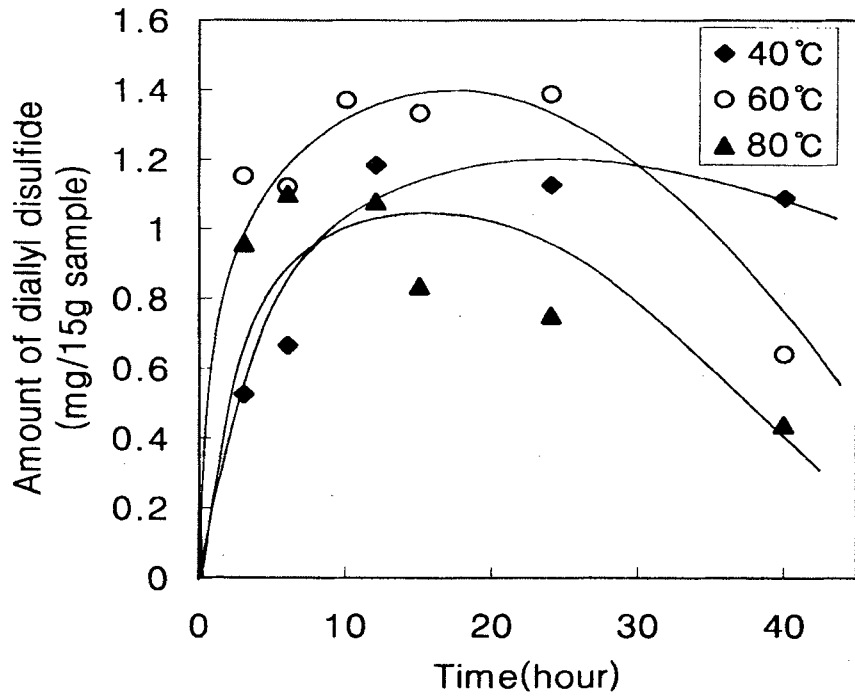


그림 4-4. 여러 온도에서 전처리 시간에 따른 diallyl disulfide 함량.

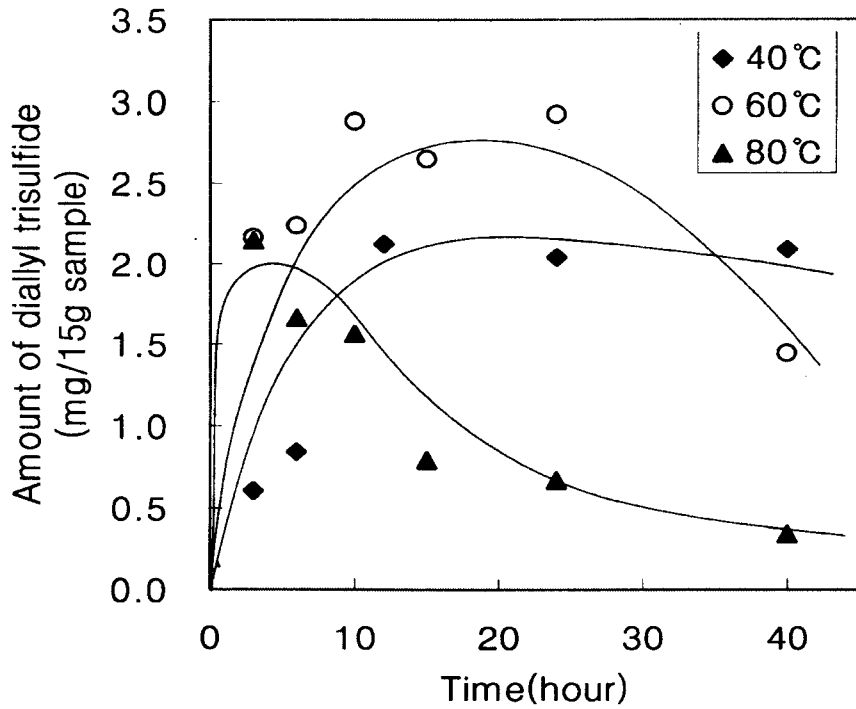


그림 4-5. 여러 온도에서 전처리 시간에 따른 diallyl trisulfide 함량.

이와 같은 실험 결과를 통해 파쇄한 마늘 시료를 60°C에서 20~24시간 방치할 때 가장 많은 essential oil성분을 얻을수 있다는 것을 확인했다. 이렇게 하여 얻어진 온도와 시간조건하에서 생체 시료와 60°C에서 12시간 열풍건조시킨 건조마늘의 정유생성량을 비교하였다. 실험결과는 생체마늘이 더 많은 양의 정유성분을 생성하는 것으로 나타났다. (그림 4-6)

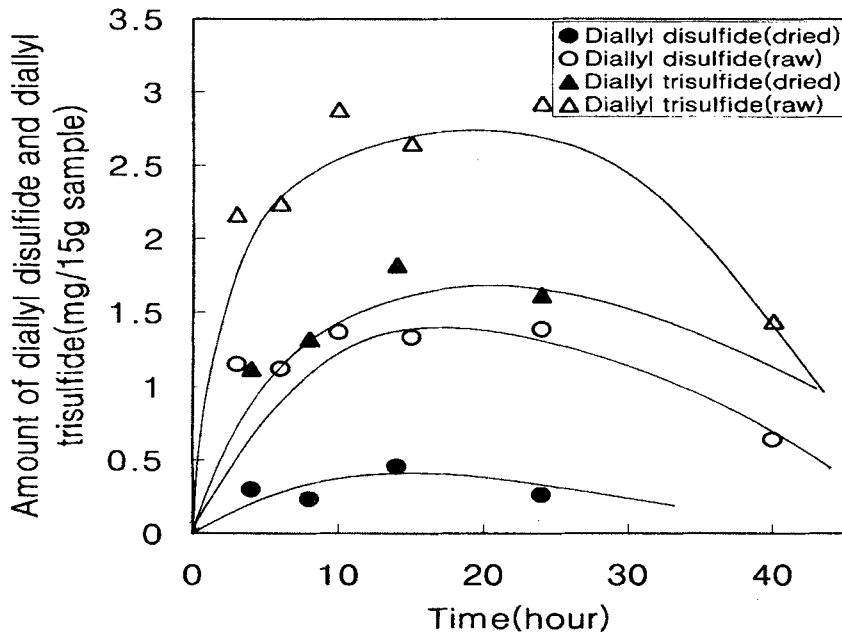


그림 4-6. 열풍건조시간에 따른 생마늘과 건마늘의 diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 함량.

그 이유는 첫째 60℃ 열풍 건조시 allinase활성이 떨어져 alliin성분이 줄어들어 essential oil성분이 생성되지 못했기 때문이며, 두 번째로는 수분감소로 인해 alliin의 thermal degradation이 감소했기 때문으로 사료된다.

위의 결과를 종합해 볼 때 생체 마늘을 60℃에서 20~24시간 방치시킬 때 많은 양의 essential oil성분을 얻을 수 있음을 알았다.

### 3 초임계 CO<sub>2</sub>를 이용한 essential oil성분 추출

#### 가. 실험 목적

다량의 정유성분 생성을 위한 전처리 과정을 거친 마늘 시료로부터 효율적 추출을 위한 초임계 이산화탄소의 온도, 압력 및 추출시간을 설정하고자 하였으며 또한 modifier의 영향도 알아보하고자 하였다.

#### 나. 실험 방법

200ml용적의 추출조에 25g의 전처리된 마늘시료를 투입 후에 heating mantle와 thermocouple로 원하는 온도까지 올린 후 compressor를 작동시켜 이산화탄소를 가압하였다. Pressure reducing regulator를 이용하여 추출조 유입압력이 일정하도록 하였으며 추출조에 대한 내부가 원하는 온도와 압력에 도달하면 Back pressure regulator와 micrometering valve를 이용하여 급격한 압력강하를 방지하였으며 Joule-Thomson 효과에 의하여 밸브가 막히는 것을 방지하기 위해 heating tape를 사용하여 일정온도로 유지시켜주었다. 추출조로부터 나온 유체는 일정한 온도와 압력으로 유지되는 1st separator로 보내진다. 이 separator는 고휘발성인 essential oil성분의 회수율을 높이기 위해 trapping solvent인 15ml의 ethanol을 포함한다. 2nd separator는 1st separator에서 회수하지 못한 essential oil성분을 회수하기 위하여 설치하였으며 dry ice를 이용하여 -50℃가 되도록 조절하여 사용하였다.

#### 다. GC 분석

초임계 CO<sub>2</sub>에 의해 추출된 essential oil성분은 GC (HP5890 Series II)를 사용하여 Flame Ionization Detector(FID)로 분석하였다. 이때 사용한 capillary column은 HP-5(25m × 0.25mm i.d. × 0.11μm film thickness)이고 carrier gas는 helium으로서 부피유속은 60ml/min 이었다. Injector 와 detector의

온도는 각각 270℃와 290℃였고 column oven의 온도는 80℃에서 300℃로 5℃/min의 속도로 승온되었고 최종온도에서는 20분간유지되었다. Split ratio는 1:50 이었다.

## 라. 연구 결과

### 1) 압력의 영향

압력에 의한 영향을 살펴보기 위해 정해진 각 압력 및 온도 40℃에서 1시간 동안 추출하였다. 결과는 그림. 4-7에서 보는 바와 같이 정유성분의 추출량은 압력이 증가함에 따라 증가하였지만 증가하는 정도는 감소하였다. 이와 같은 결과는 3000psi 이상부터 초임계 CO<sub>2</sub>의 밀도의 증가폭이 감소하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 초임계 CO<sub>2</sub>를 이용한 essential oil성분의 추출은 추출량의 증가 측면뿐만아니라 선택성도 고려해야 하기 때문에 압력의 증가에 따른 essential oil성분과 lipid 추출량을 상대비교하였다. 그림 4-8에서 보는 바와 같이 낮은 압력에서는 주로 정유성분이 추출되지만 고압으로 갈수록 상당히 많은 양의 lipid가 추출됨을 알 수 있다.

이러한 결과를 종합해 볼 때 저압에서는 선택성은 높았으나 추출량이 적고 고압의 초임계 이산화탄소에서는 상대적으로 높은 밀도를 지니므로 정유 성분뿐만 아니라 우리에게 불필요한 lipid도 다량 추출하는 것을 알 수 있다. 그러므로 정유성분의 추출량과 선택성을 높이기 위해서는 압력조건을 보다 세분화할 필요가 있다고 사료되었다.

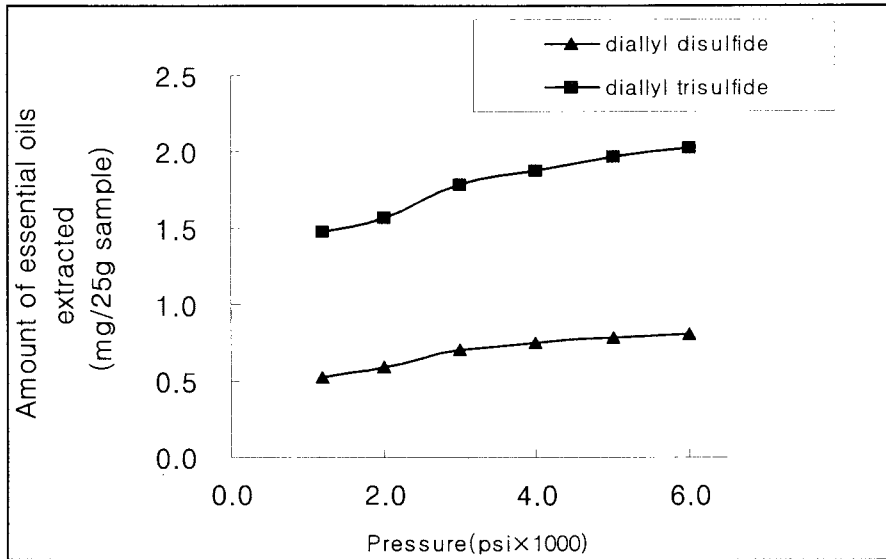


그림 4-7. Diallyl disulfide와 diallyl trisulfide 추출에 있어서 추출압력의 영향.

(1atm ≒ 14.69psi; Temperature : 40°C, Extraction time : 60 min)

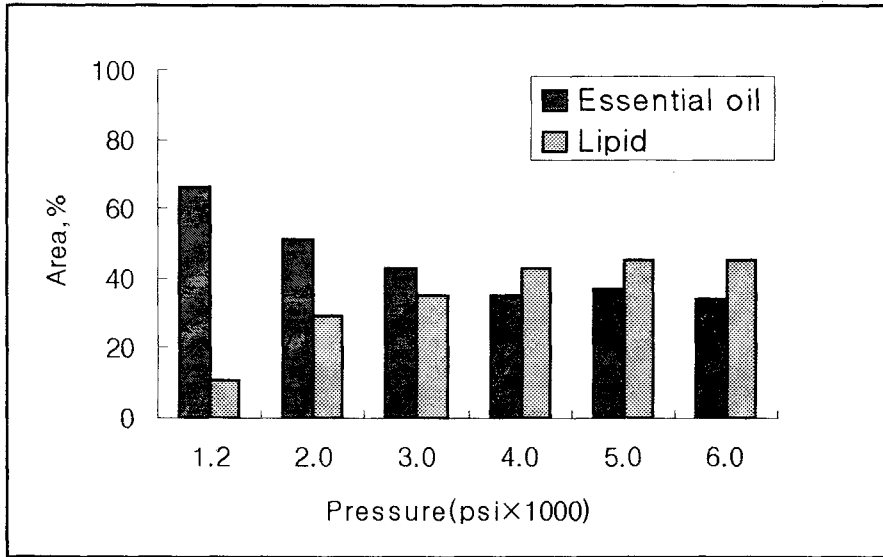


그림 4-8. 추출압력에 따른 추출물중의 essential oil과 lipid 함량의 변화.

## 2) 추출시간의 영향

추출시간에 대한 영향을 알아보기 위해 1200psi, 40℃에서 추출시간을 다르게 하여 실험하였다. 결과는 추출시간이 증가할수록 추출량도 증가하였다. 이런 결과는 추출시간이 증가할수록 용매인 초임계 이산화탄소의 유량도 증가하므로 당연한 결과이다. 그러나 추출시간의 증가는 용매에 대한 비용문제 뿐만 아니라 시간낭비의 문제가 발생할 것이다. 그림. 4-9에서 보는 바와 같이 90분 이상에서는 추출량이 크게 증가하지 않고 있다. 그러므로 추출시간을 90분 이상 하는 것은 시간과 비용의 측면에서 볼 때 바람직하지 못하다는 것을 알 수 있다.



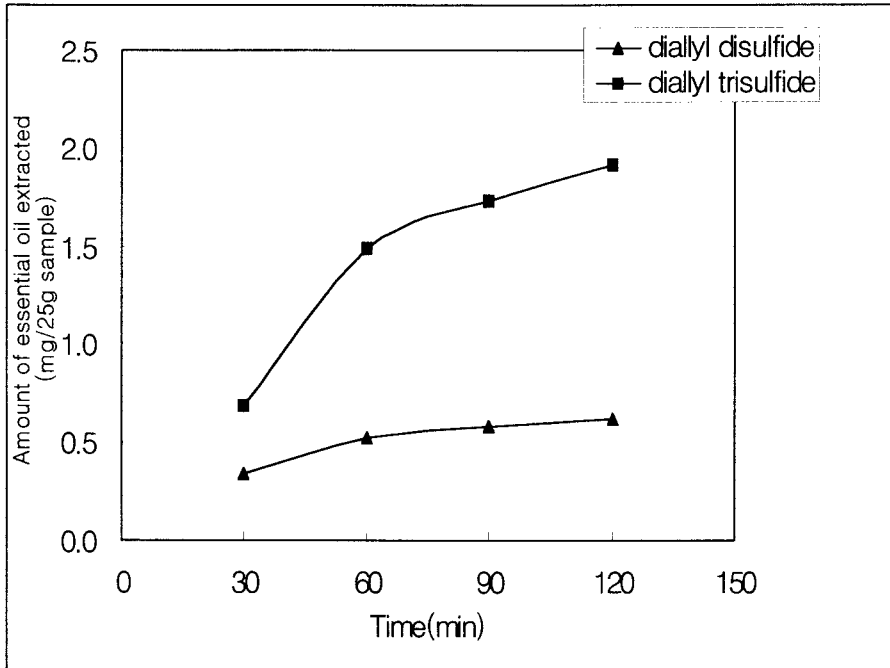


그림 4-9. Diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 추출에 대한 추출시간의 영향.(Pressure : 1200psi, Temperature : 40℃)

### 3) 온도의 영향

온도의 영향을 살펴보기 위해 1200psi에서 1시간동안 온도를 다르게 하여 추출하였다. 실험결과는 그림 4-10에서 보는바와 같이 40℃에서 가장 많은 essential oil성분이 추출되는 것으로 나타났다. 이런 결과는 이산화탄소의 경우 30℃에서는 초임계 상태가 아니며 초임계 상태에서는 온도가 증가할수록 밀도가 감소하여 용질에 대한 용해도가 줄어들기 때문에 추출량도 감소하는 것으로 예측할수 있다. 그러므로 초임계 CO<sub>2</sub>를 추출용매로 사용할 때에는 임계점을 약간 상회하는 온도가 적합하다는 것을 알수 있었다.

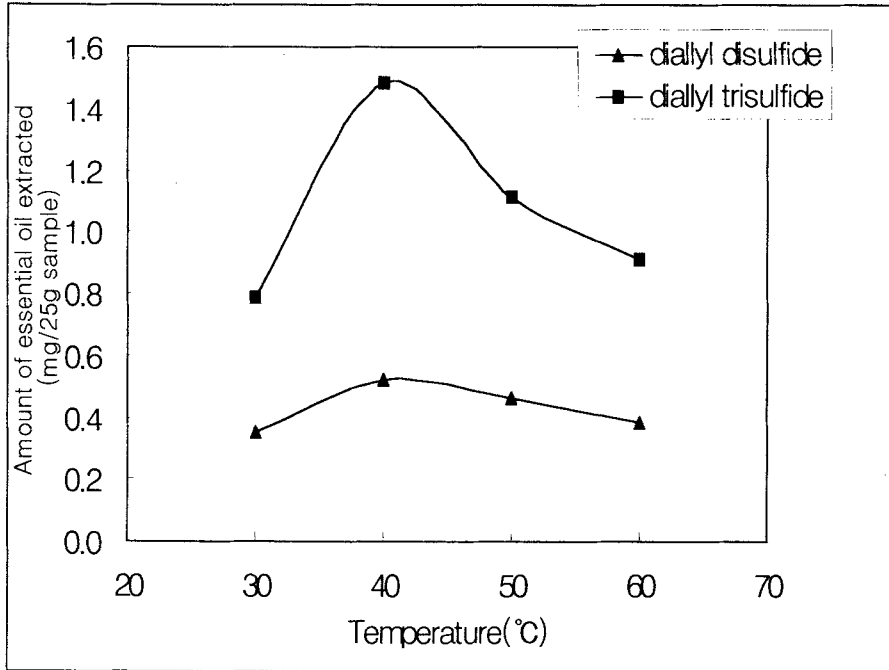


그림 4-10. Diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 추출에 대한 추출온도의 영향.

(Pressure :1200psi, Extraction time: 60 min)

#### 4) modifier의 영향

modifier의 영향을 살펴보기 위해 methanol, ethanol, dichloromethane을 3000psi, 40°C에서 각각 6%(w/w)를 시료에 첨가하여 추출하였다. 결과는 modifier를 사용할 경우 증가된 추출량을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 특히 methanol의 경우는 그림 4-11에서 보는 바와 같이 가장 효과적인 modifier인 것으로 나타났다. 그러나 첨가된 양이 최적의 농도비가 아니므로 첨가량을 다르게 할 경우 다른 modifier가 가장 효율이 높을 수도 있다. 그러므로 앞으로 modifier의 첨가량을 다르게 하려 추출을 위한 최적의 농도비를 검토하고자 한다.

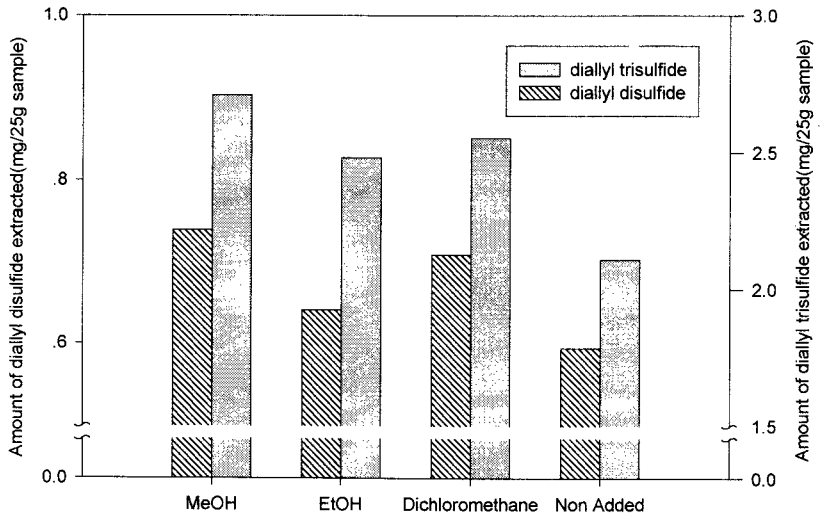


그림 4-11. Diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 추출에 대한 modifier의 영향.(Pressure : 3000psi, Temperature : 40℃, Extraction time : 60min)

## 제 3 절 양파로부터 초임계 이산화탄소를 이용한 Oleoresin 추출

### 1. 양파의 oleoresin 성분 확인

#### 가. 실험 목적

양파는 예로부터 식품에 널리 이용되어 왔다. 양파는 강한 독특한 향을 갖는데, 이 향은 비휘발성인 무취의 아미노산 전구체로부터 양파 조직이 파쇄 될 때 allinase의 작용에 의해 형성되는 volatile organic sulfur compounds에 기인한다. 이 아미노산 전구체로부터의 생성산물은 thiosulfonates, methyl-, propyl-, propenyl group을 함유한 sulfides, thiophene 유도체와 sulfur를 함유한 heterocycle compounds 등으로 알려져 있다. 양파의 향성분으로 methyl disulfide, methylpropyl disulfide, 3,4-dimethylthiophene, methyl-*cis*-propenyl disulfide, methyl-*trans*-propenyl disulfide, allylmethyl disulfide, methyl trisulfide, propyl disulfide, *cis*-1-propenylpropyl disulfide, *trans*-1-propenylpropyl disulfide, allylpropyl disulfide, methylpropyl trisulfide, methylpropepyl trisulfide, propyl trisulfide, propenylpropyl trisulfide(*cis*-, *trans* form) 등이 알려져 있지만, 그것을 포함하는 양이 극미량에 불과하다. 평균 0.005~0.01%의 함량을 가지며, 향기 성분으로는 *n*-propyl disulfide가 주성분인 것으로 알려져 있다. 따라서 우선적으로 양파로부터 추출되는 정유성분의 확인을 목적으로 한다.

#### 나. 실험 방법

본 실험에서 사용된 양파 (*Allium cepa* L.)는 전라도 무안산 양파로 경동

시장에서 구입한 것으로서, 뿌리와 껍질을 제거한 후 2mm 크기의 링슬라이스로 동결건조(일신Co. 한국)한 후  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 저장하면서 사용할 때마다 2mm×2mm 크기로 잘라서 추출용 시료로 이용하였다. 양파의 동결건조에 의한 수분함량에 따라 초임계 이산화탄소를 이용하여 양파의 oleoresin을 추출하였다. 성분 분석은 GC-MS (HP5973 MSD)를 사용하였다. GC에 사용한 capillary column은 DB-5 (60m×0.32mm i.d. × 0.25 $\mu\text{m}$  film thickness)를 사용하였다. 분석조건은 injector temperature는  $270^{\circ}\text{C}$ 이었고, carrier gas는 helium으로서 부피유속은 1ml/min이었다. Column Oven 온도는  $50^{\circ}\text{C}$ 에서  $300^{\circ}\text{C}$ 까지  $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 승온되었고 최종온도에서 10분간 유지되었다. Mass spectra는 70eV electron ionization에서 얻었다.

#### 다. 실험 결과

양파로부터  $\text{SCCO}_2$ 를 이용하여 추출한 후 GC-MS로 분석한 chromatogram을 그림 4-12에 나타내었다. 분석된 물질 중 그들의 mass spectral data를 통하여 확인된 10가지 성분을 표 4-2에 나타내었다.

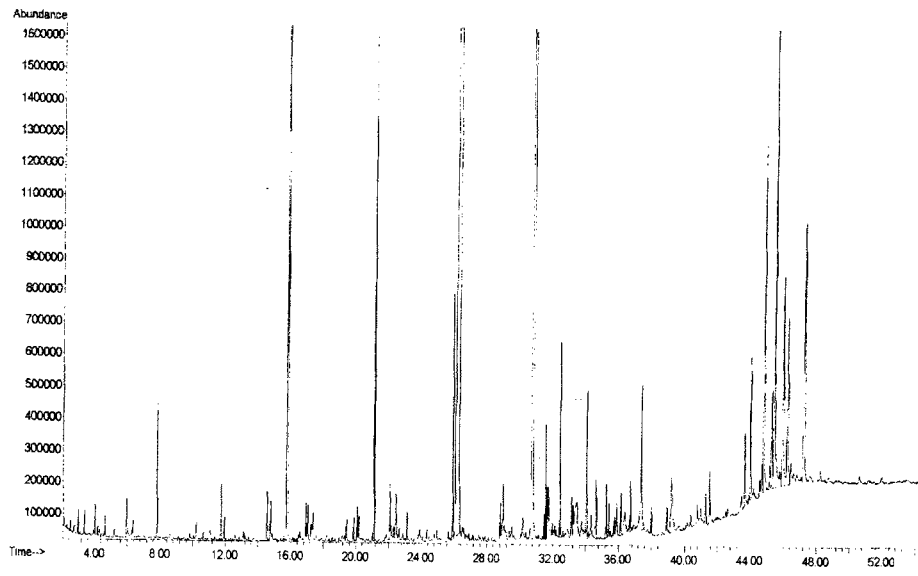


그림 4-12. 양파추출물의 gas chromatogram.

표 4-2. GC-MS 분석에 의한 양파 SC-CO<sub>2</sub> 추출물의 flavor components

RT(min)	Compound
7.82	Benzaldehyde
11.73	Dipropyl disulfide
11.92	Propenyl propyl disulfide
14.53	3-phenyl-2-propenoic acid
15.79	Cinamic aldehyde
17.03	Dipropyl trisulfide
17.25	Propenyl propyl trisulfide
26.27	N-Butylbenzene sulfonamide
28.97	Hexadecanoic acid
31.57	Diphenylbenzenamine

## 2. 양파의 수분함량에 따른 추출효율

### 가. 실험 목적

양파의 수분함량이 SCCO<sub>2</sub>를 이용한 oleoresin의 추출에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다. 따라서 양파의 수분함량에 따른 초임계이산화탄소 추출에 대한 적절한 조건을 정하는데 목적이 있다.

### 나. 실험 방법

양파의 수분함량을 측정하기 위하여 생양파 50g을 가로 세로 2cm의 크기로 잘라서 110℃로 설정한 건조기에서 24시간동안 완전히 건조시켰다. 또한 50g의 양파를 각각 시간대별로 동결건조한 후 수분함량을 측정하였다. 그리고 이 시료를 가지고 extractor의 온도 50℃, 압력은 300bar에서 60분동안 정치하여 추출하였다. 추출된 oleoresin의 수율은 allyl sulfide를 내부표준물

질로 사용하여 식 (1)과 같이 환산하여 구하였다.

$$\text{Total Wt. of compounds} = \frac{[\sum \text{Peak Area of Compounds}] \times \text{Wt. of I.S.}}{\text{Peak Area of I.S.}} \quad (1)$$

#### 다. 실험 결과

동결건조 시간에 따른 양파의 수분함량은 표 4-3와 같다.

표 4-3. 동결건조시간에 따른 양파의 수분함량

Drying time(hour)	Water content(% w/w)
0	92.81
5	60.42
15	39.61
24	24.19
32	9.67
48	0.69

각각의 시료를 가지고 300bar, 50℃에서 60분간 추출하였다. 그 결과는 표 4-4에 나타내었다. 양파 시료를 15시간 동결건조 한 상태, 즉 시료내의 수분함량이 39.61%일 때 가장 높은 수율을 나타내었다. 시료내의 수분함량이 높을 경우에는 CO<sub>2</sub>의 무극성 특성으로 효과적인 추출을 위한 세포조직내로의 침투력이 떨어지기 때문에 추출효율이 낮은 것으로 사료되며, 양파 시료내의 수분함량이 아주 낮은 경우에는 양파의 flavor oil은 allinase의 효소적 작용에 의해서 생기는 물질이므로, 이 과정이 원활이 일어나지 못하기 때문에 양파시료내의 flavor oil의 함량이 낮은 이유로 사료된다.



표 4-4. 양파의 수분함량에 따른 추출 효율

Water content (% w/w)	Yield (mg/Kg sample)
92.81	60.96
60.42	62.30
39.61	95.49
24.19	56.48
9.67	36.51
0.69	29.37

### 3. 양파로부터 SCCO<sub>2</sub>를 이용한 oleoresin 과 sulfur compound 추출을 위한 최적화

#### 가. 실험 목적

용매의 용해력은 용매의 밀도와 밀접한 관계를 갖고 있기 때문에 액체와 비슷한 밀도를 갖는 초임계 유체도 액체 용매와 마찬가지로 용해력은 밀도와 밀접한 관계를 갖는다. 따라서 압력과 온도를 변형시킴으로서 밀도를 조절하여 용질성분을 선택적으로 추출할 수 있고, 추출 후에 추출용매와 용질을 쉽게 분리 할 수 있다. 이산화탄소의 임계온도와 임계압력은 31.1℃와 73.8bar 이다. 초임계 유체는 임계압력과 임계온도 근처에서는 압력과 온도의 적은 변화에도 밀도는 급격하게 변화하는 특성을 가지고 있으므로, 양파로부터 oleoresin 성분만을 특이적으로 추출하기 위해서는 온도와 압력의 변수를 최적화할 필요가 있다.

#### 나. 실험 방법

온도와 압력, 시간의 3가지 변수에 대하여 Response Surface Methodology(RSM)을 이용하였다. 3개의 변수와 3 수준의 fractional

factorial 실험 설계는 표 4-5와 같다. 실험결과는 SAS를 이용하여 회귀분석하였다.

표 4-5. RSM 모델에 따른 독립변수와 변수 수준

1	Variable level		-1	0	1
2	Pressure(Bar)	X1	200	300	400
3	Temperature(°C)	X2	35	50	65
4	Time(min)	X3	30	60	90

Test	X1	X2	X3
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

## 다. 실험 결과

각각의 다른 추출변수에 대한 양파로부터 oleoresin의 수율은 표 4-6과 같으며, 추출효율에 대한 회귀분석과 통계분석결과는 표 4-7 과 표 4-8에 나타내었다. 표 4-7 의 결과에 의한 다항모델의 식은 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Y = & -119.8546 - 1.0206P + 9.6882T - 0.6589Ti \\ & + 0.0019PP - 0.0977TT - 0.0078TiTi \\ & + 0.0039PT + 0.0033PTi + 0.0207TTi \end{aligned} \quad (2)$$

모델식의 결정상관계수( $R^2$ )는 0.994이었으며 추출압력, 추출온도, 추출시간의 3가지의 변수의 수율에 대한 기여도는 추출 압력 > 추출온도 > 추출시간의 순으로 나타났다.

표 4-6. 양파의 oleoresin 추출을 위한 추출변수의 영향

Run	Pressure (bar)	Temperature (°C)	Time (min)	Yield (mg/Kg sample)
1	200	35	60	19.01
2	400	35	60	100.10
3	200	65	60	72.58
4	400	65	60	177.15
5	200	50	30	51.21
6	400	50	30	136.77
7	200	50	90	57.75
8	400	50	90	183.10
9	300	35	30	25.19
10	300	65	30	81.49
11	300	35	90	32.96
12	300	65	90	126.51
13	300	50	60	103.06
14	300	50	60	90.76
15	300	50	60	92.65

표 4-7. 추출 수율에 대한 각각의 변수의 회귀상관계수: 3-factor study

Constant	-119.8546
P : Pressure	-1.0206
T : Temperature	9.6882
Ti : Time	-0.6589
PP	0.0019
TT	-0.0977
TiTi	-0.0078
PT	0.0039
PTi	0.0033
TTi	0.0207

표 4-8. 추출 수율에 대한 ANOVA: 3-factor study

Effect	DF	Sum. of Square	Mean Square	F Value	Pr>F
P	1	19685.4706	19685.4706	460.03	0.0001
T	1	9832.9276	9832.9276	230.10	0.0001
Ti	1	1395.5044	1395.5044	32.66	0.0023
PP	1	1609.4536	1609.4536	37.66	0.0017
TT	1	1707.0835	1707.0835	39.95	0.0015
TiTi	1	179.7619	179.7619	4.21	0.0955
PT	1	137.8276	137.8276	3.23	0.1325
PTi	1	395.8110	395.8110	9.26	0.0286
TTi	1	346.8906	346.8906	8.12	0.0359
T o t a l error	5	213.6636	42.7327		
Corrected Total	14	35477.3945			
R-Square		0.9940			

양파로부터 oleoresin 추출의 3차원 반응표면 도표는 그림 4-13에 나타내었다. 이 반응표면 그래프로부터 추출 최적 실험조건을 나타내기 위하여 contour plot을 이용하여 그림 4-14에 나타내었다.

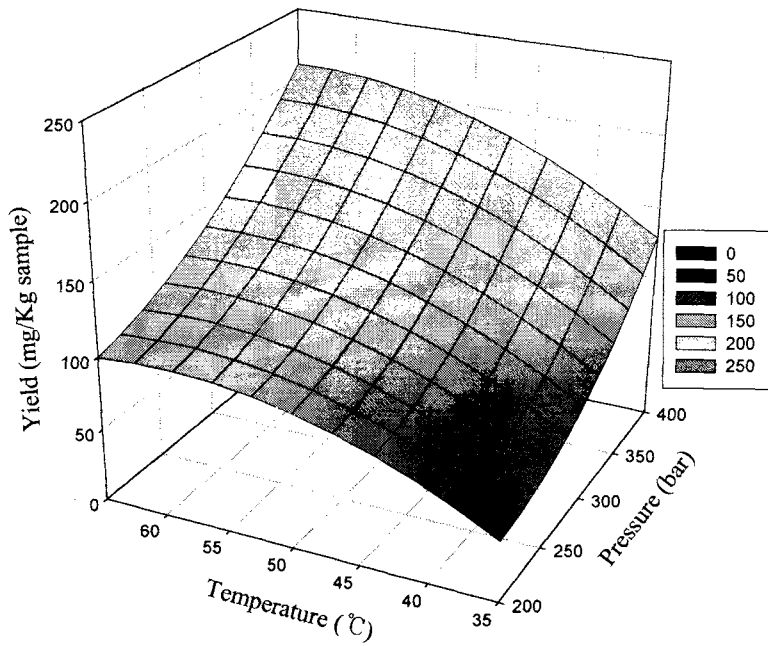


그림 4-13. 수올에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 반응표면 도표  
(추출시간 60분)

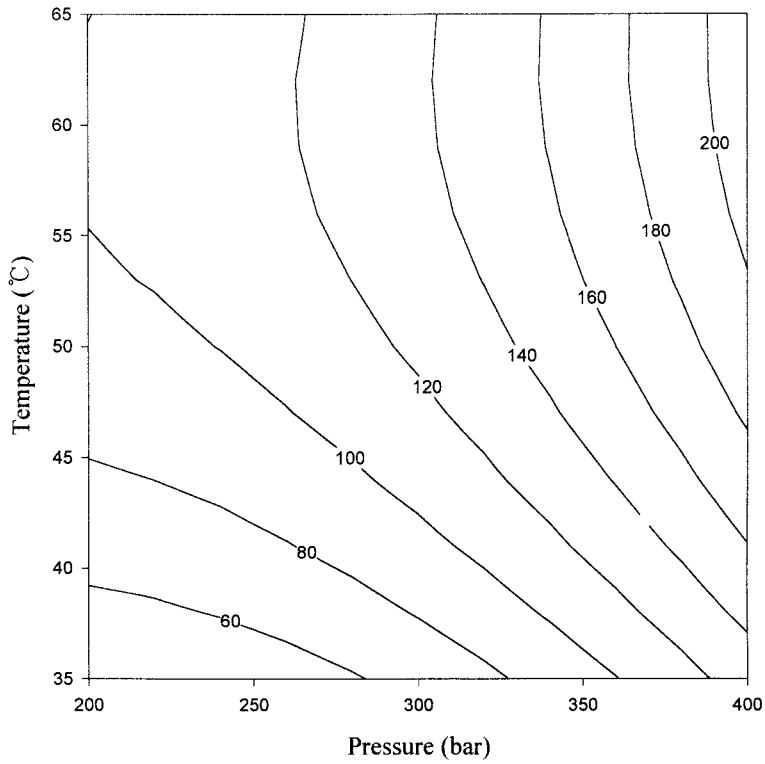


그림 4-14. 수율에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 contour 도표.  
(추출시간 60분)

추출시간을 고정해놓고 보았을 때 추출압력과 온도가 증가함에 따라서 oleoresin 추출 수율도 증가하는 것을 보여준다. 추출압력이 약 380bar, 추출시간이 55°C 근처에서 최대 수율에 도달하는 것으로 나타났다.

양파의 oleoresin의 주요성분들은 sulfur compounds로 알려져 있다. 따라서 추출된 oleoresin 중 황함량은 선별적인 oleoresin 추출의 기준으로서 연구



된다. 추출된 oleoresin 중 황성분의 총량은 ICP(Inductively Coupled Plasma, Integra XL, GBC) Emission spectrometer를 이용하여 측정하였다. 추출물질 중 황성분의 총합량을 3차원 반응표면도표를 이용하여 그림 4-15에 나타내었다. 그리고 이것으로부터의 contour plot은 그림 4-16에 나타내었다.

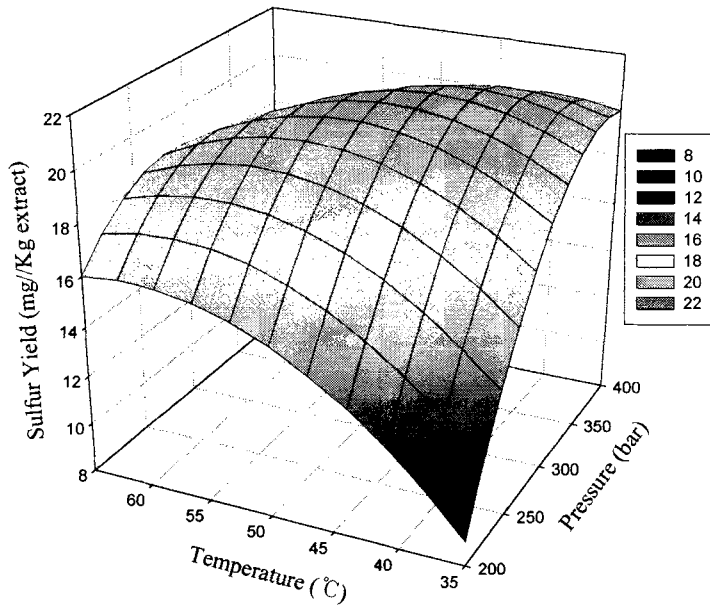


그림 4-15. 추출물질 중 황함량에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 반응표면 도표. (추출시간 60분)

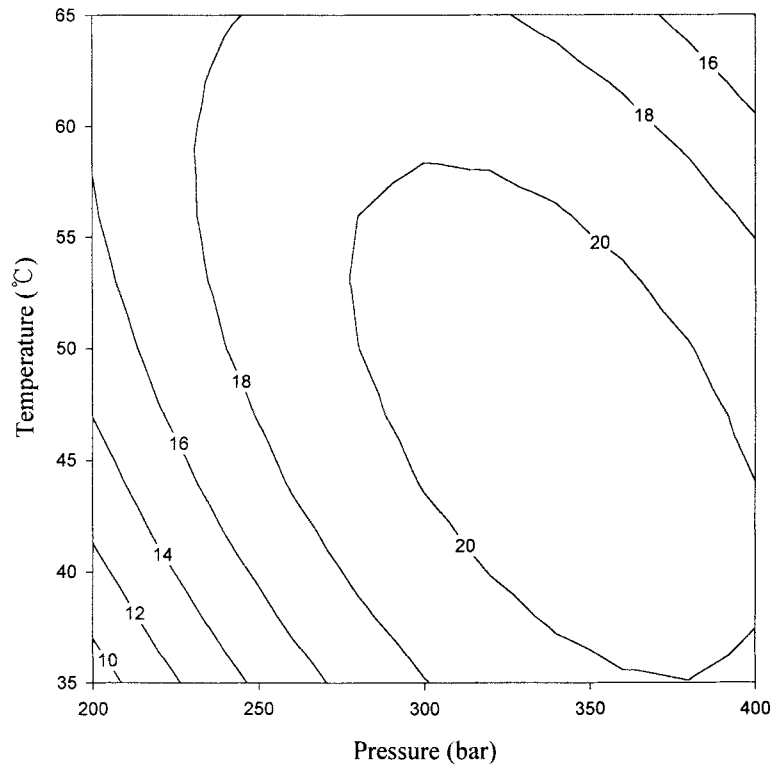


그림 4-16. 추출물중 황함량에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 contour 도표. (추출시간 60분)

그림 4-16에서 보는바와 같이 황성분은 추출압력이 300~350bar, 추출온도가 40~50℃에서 최대치를 나타내었다. oleoresin의 총 추출량 (그림 4-14)은 추출온도와 추출압력이 증가할수록 증가하였지만, 그림 4-16에서 추출물질내의 황의 함량은 45~50℃의 추출온도와 300~350bar의 추출압력에서 최대값을 나타내었다. 이 결과는 추출온도와 압력이 증가할수록 추출 수율은 증가하지만 초임계 이산화탄소가 용매로서의 선택성은 떨어지는 것으로 볼 수 있다. 양파의 정유성분중 대표적인 sulfur compounds 4가지(dipropyl disulfide, dipropyl trisulfide, propenyl propyl disulfide, N-butylbenzene sulfonamide)에 대하여 각각의 추출 수율을 나타낸 3차원 반응 표면도표를 그림 4-17에 나타내었다. 이 결과를 이용하여 contour plot으로 나타낸 그래프가 그림 4-18이다. 여기서 보는 바와 같이 각각의 물질들의 특성에 따라서 초임계 이산화탄소 용매의 밀도에 따른 다른 용해도를 나타내므로 각각의 최적 추출조건이 다른 것을 보여준다.

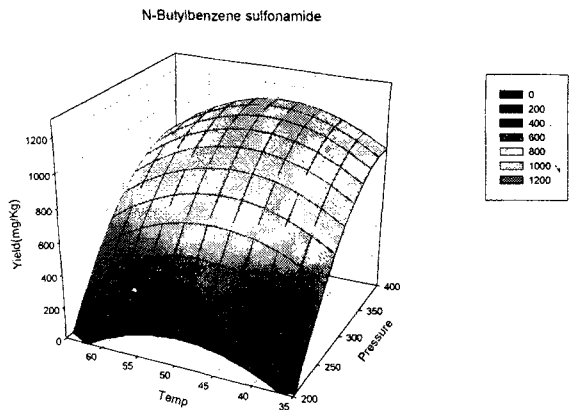
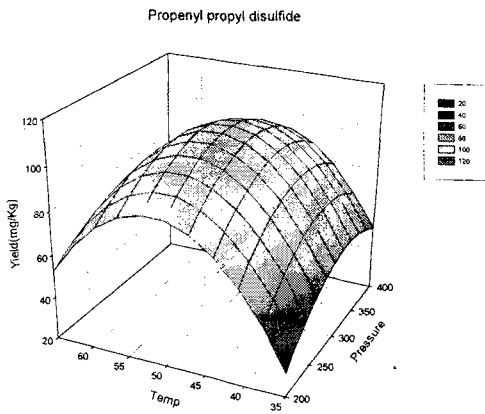
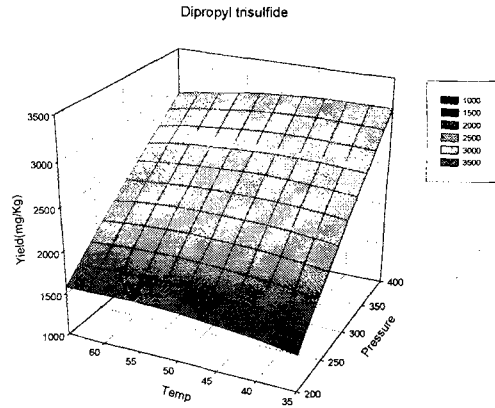
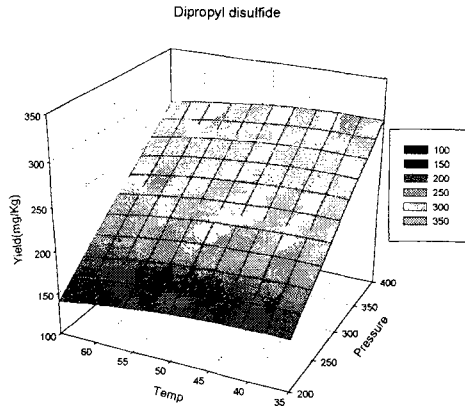


그림 4-17. Oleoresin 추출물에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 반응표면 도표. (추출시간 60분)

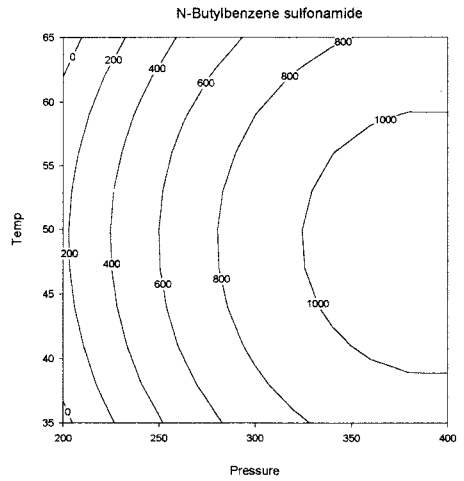
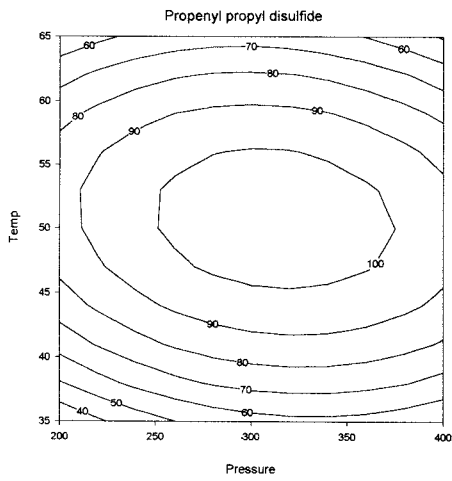
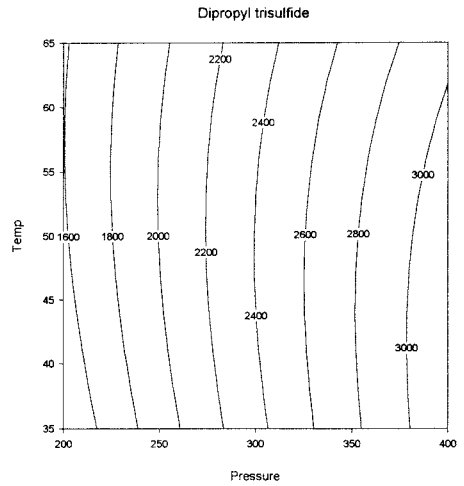
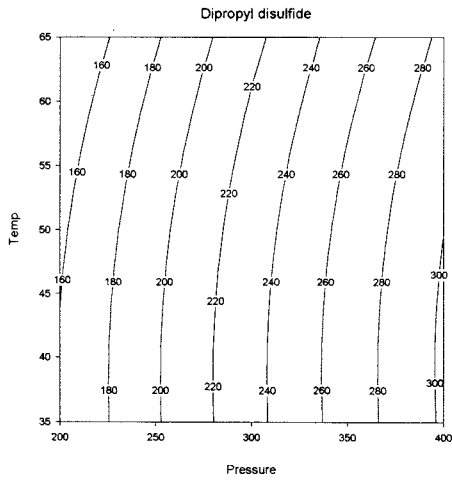


그림 4-18. Oleoresin 추출물에 대한 추출 온도와 압력의 3차원 contour 도표. (추출시간 60분)

## 4. 유기용매 추출과 SCCO<sub>2</sub>추출 비교

### 가. 실험 목적

향 연구나 식품첨가제로서 천연물 추출은 지금까지 증류추출(Steam distillation)법이나 유기용매추출(solvent extraction)법 등이 많이 이용되고 있다. 그러나 이와 같은 추출법 등은 추출과정의 열에 의한 추출물의 변성이나 또는 용매 잔존의 문제 등을 배제시킬 수 없다. 그런 반면에 SCCO<sub>2</sub> 추출법은 상온근처의 추출온도와 추출 후 CO<sub>2</sub>의 기화에 의해서 용매와 추출물의 분리도 용이한 장점이 있다.

### 나. 실험 방법

준비된시료 50g에 ethanol, diethyl ether 250ml을 첨가하여 3시간동안 진탕하여 추출하였다. 추출된 oleoresin을 GC로분석하였고, 총황함량은 ICP를 이용하여 측정하였다.

### 다. 실험 결과

유기용매(Ethanol, Diethyl ether)로 추출한 oleoresin과 SCCO<sub>2</sub>로 추출한 oleoresin을 GC를 이용하여 분석한 chromatogram을 그림 4-19에 나타내었다. 추출된 oleoresin의 수율과 총 황함량은 표 4-9에 나타내었다. Diethyl ether로 추출한 oleoresin은 황함량비는 높으나 수율이 SCCO<sub>2</sub>추출보다 낮았다. 그리고 Ethanol 추출은 수율은 높으나 황성분의 함량은 매우 낮았다. Ethanol로 추출을 한 경우는 양파의 oleoresin외에 다른 성분들도 다량 추출되는 결과를 보였다.

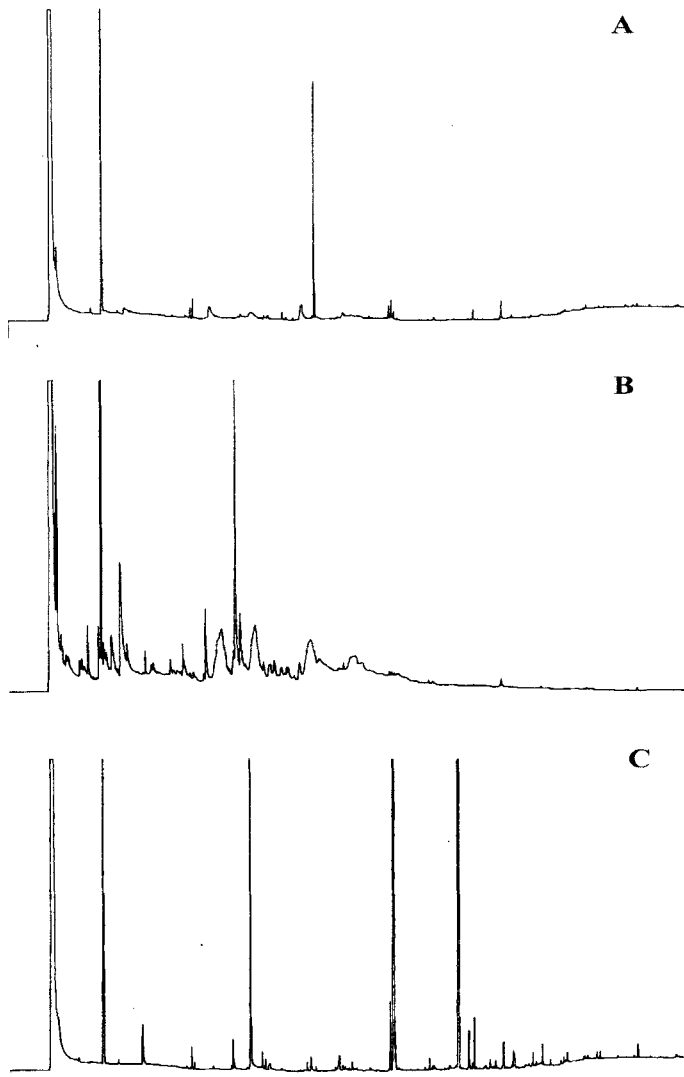


그림 4-19. Diethyl ether(A), ethyl alcohol(B), SCCO<sub>2</sub>(C) 추출물의 gas chromatogram.

표 4-9. 추출방법에 따른 추출수율과 추출물내의 황함량

Method	Yield (mg/Kg sample)	Sulfur content (mg/Kg extract)
Solvent extraction		
Ethyl alcohol	860.92	8.29
Diethyl ether	53.82	15.21
SCCO <sub>2</sub> extraction	95.49	14.32

## 5. SCCO<sub>2</sub> 추출시 modifier의 영향

### 가. 실험 목적

SCCO<sub>2</sub>는 매우 극성이 매우 낮은 유용한 특성을 가지고 있다. 따라서 적은 양의 modifier의 첨가에 의해서 SCCO<sub>2</sub>의 극성과 solvent strength를 조절함으로써 용질의 용해도와 선택성을 증가시킬 수 있다. modifier로는 SCCO<sub>2</sub>와 섞이는 극성 또는 비극성 organic compounds가 주로 이용된다.

### 나. 실험 방법

Extractor에 시료와 일정부피의 modifier를 첨가한 후 추출온도 50℃, 추출압력 300bar에서 60min간 정지추출한후 추출된 oleoresin을 GC를 이용하여 분석하였다. modifier로는 극성 modifier로는 ethanol, 비극성 modifier로는 octane을 이용하였다.

### 다. 실험 결과



극성 modifier인 ethanol 5%(v/w), 10% 와 비극성 modifier인 octane 5%, 10%를 첨가한 후 SCCO<sub>2</sub> 추출한 결과를 그림 4-20에 나타내었다. modifier로서 ethanol 5%를 첨가하였을 때의 수율이 62%더 높은 것을 보여준다. 그러나 ethanol을 10% 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때 보다 조금 증가하지만 5%가 첨가되었을 때보다는 낮은 수율을 보였다. 반면에 비극성 modifier인 octane을 첨가하였을 때에는 첨가하지 않았을 때와 거의 차이를 보이지 않았다.

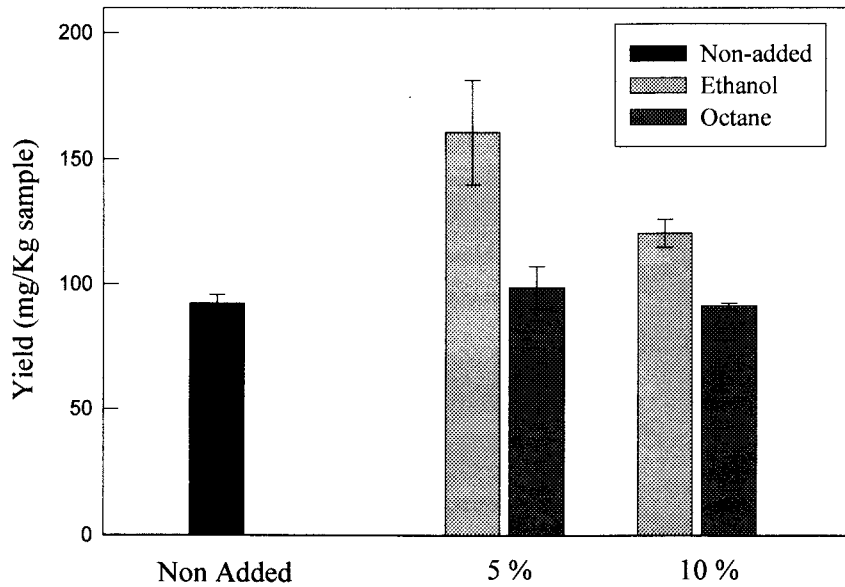


그림 4-20. 양과의 oleoresin 추출에 대한 modifier의 영향.  
(SCCO<sub>2</sub> extraction condition: 50°C, 300bar, 60min static.)

## 6. Fractionation of the oleoresin

### 가. 실험 목적

초임계이산화탄소는 온도와 압력에 따라서 밀도가 민감하게 반응한다. 또한 특정물질은 초임계이산화탄소의 특정밀도에서 용해도가 급변하게 된다. 따라서 extractor에서 추출한 후 separator의 압력과 온도를 조절함으로써 SCCO<sub>2</sub>의 선택성을 변화를 줄수 있다.

### 나. 실험 방법

추출의 최적조건 근처인 50℃, 300bar에서 60min간 정지 추출한 후 2개의 연속적인 separator를 통하여 추출된 oleoresin을 분리하였다. 첫 번째 separator는 35℃ 100bar로 조절하고, 2번째 separator는 0℃, 상압으로 조절하였다. 각각의 separator에서 회수한 oleoresin을 GC를 이용하여 분석하고, 총황함량은 ICP를 이용하여 분석하였다.

### 다. 실험 결과

SCCO<sub>2</sub>로 추출한 oleoresin을 연속적인 2개의 separator를 통하여 회수한 결과를 표 4-10에 나타내었다. 각각의 separator에서 회수한 oleoresin의 GC chromatogram을 그림 4-21에 나타내었다. 첫 번째 separator에서는 회수량은 더 많았으나, 황화합물의 양은 적고 wax류가 많이 포함되어 있었다. 그러나 두 번째 separator에서는 총 oleoresin의 회수량은 적었으나 황화합물의 함량이 훨씬 높았다. 이 결과로 보아 연속적인 separator에 각각의 조건을 달리 함으로써 oleoresin을 효과적으로 분리할 수 있다는 것을 나타낸다.

표 4-10. 각각의 seperator의 추출 수율비교

	Overall	1 <sup>st</sup> separator	2 <sup>nd</sup> separator
Yield (mg/Kg sample)	95.49±9.21	52.24±4.82	43.25±3.84
Sulfur content (mg/Kg extract)	14.32±2.4	4.51±1.36	9.81±0.98

SCCO<sub>2</sub> extraction condition : 50°C, 300bar, 60min static.

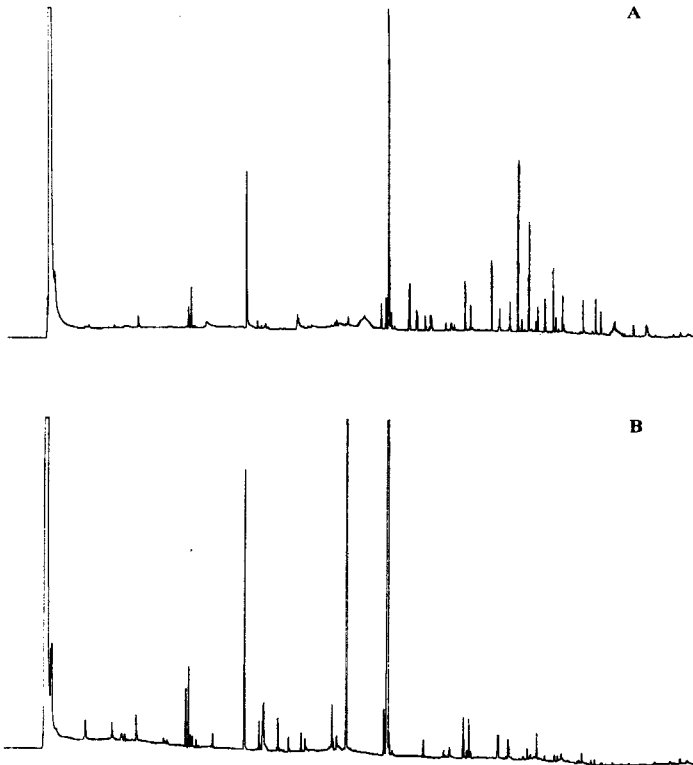


그림 4-21. 각각의 seperator의 추출물의 gas chromatogram.

(first separator; A, second separator; B)

## 참고문헌

1. Adams, N. H., Levi, P.E., and Hodgson, E.: In vitro studies of the metabolism of Atrazine, Simazine, and terbutryn in several vertebrate species, *J. Agric. Food Chem.*, **38** : 1411-1417 (1990)
2. Adrian, J., Billaud, C., Rabache, M.: Part of technological processes in the occurrence of benzo[a]pyrene in foods. *World Rev. Nutr. Diet*, **44** : 155-184 (1984)
3. Agarwal, K.C. : Therapeutic actions of garlic constituents. *Med. Res. Rev.*, **16(1)** : 111-124 (1996)
4. Argiles, J. M., Carbo, N., Costelli, P. and Lopez Soriano, F. J.: Prevention of cancer and cardiovascular diseases: a common strategy? *Med. Res. Rev.*, **18(3)** : 139-48 (1998)
5. Aidoo, A., Morris, S. M. and Casciano, D. A.: Development and utilization of the rat lymphocyte hprt mutation assay. *Mutat. Res.*, **387(2)** : 69-88 (1997)
6. Ames, B. N., McCann, J. and Yamasaki, E.: Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella*/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **31** : 347 (1975)
7. Aspry, K. E. and Bjeldanes, L. F.: Effects of dietary broccoli and butylated hydroxyanisole on liver-mediated metabolism of benzo[a]pyrene. *Fd. Chem. Toxic.*, **21(2)** : 133-142 (1983)
8. Ayrton, A. D., Mcfarlane, M., Walker, R., Neville, S., Coombs, M. M. and Ioannides, C.: Induction of the P-450 I family of proteins by polycyclic aromatic hydrocarbons ; possible relationship to their carcinogenicity. *Toxicology*, **60** : 173-186 (1990).
9. Block, E.: The organosulfur chemistry of the genus *allium* - Implications for the organic chemistry of sulfur. *Angew. Chem. Int. Ed. Engi.*, **31** : 1135-1178 (1992)
10. Block, E.: In folk medicine : The art and the science. Steiner, R. P., Ed : American Chemical Society, Washington, D. C., 125-137 (1986)
11. Block, K. W. and White, I. N. H.: UDP-glucuronyltransferase in perfused rat liver and in microsomes : Influence of phenobarbitol and 3-methylcholanthrene. *Eur. J. Biochem.*, **46** : 451-459 (1974)
12. Bradfield, C. A. Chang, Y. and Bjeldanes, L. F.: Effects of commonly consumed vegetables on hepatic xenobiotic-metabolizing enzymes in the mouse. *Fd. Chem. Toxic.*, **23(1)** : 899-904 (1985)
13. Brady, J. F., Ishizaki, H., Fukuto, J. M., Lin, M. C., Fadel, A., Gapac, J. M. and Yang, C. S.: Inhibition of cytochrome P-450 2E1 by diallyl sulfide and its metabolites. *Chem. Res. Toxicol.*, **4** : 642-647 (1991a)

14. Brady, J. F., Wang, M. H., Hong, J. Y., X. F., Li, Y., Yoo, J. S., Ning, S. M., Lee, M. J., Fukuto, J. M., Gapac, J. M. and Yang, C. S.: Modulation of rat hepatic microsomal monooxygenase enzymes and cytotoxicity by diallyl sulfide. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **108** : 342-354 (1991b)
15. Brady, J. F., Ishizaki, H., Fukuto, J. M., Lin, M. C., Fadel, A., Gapac, J. and Yang, C. S.: Inhibition of cytochrome P-450 2E1 by diallyl sulfide and its metabolites. *Chem. Res. Toxicol.*, **4** : 642-647 (1991c)
16. Brady, J. F., Li, D., Ishizaki, H. and Yang, C. S.: Effect of diallyl sulfide on rat liver microsomal nitrosamine metabolism and other monooxygenase activities. *Cancer Res.*, **48** : 5937-5940 (1988)
17. Brodnitz, M. H. and Pascale, J. V.: Flavor components of garlic extract. *J. Agric. Food Chem.*, **19(2)** : 273(1971)
18. Brown, S. and Chee, C. T. Y.: Benzopyrene metabolism and transport by cells in culture. *Biochem. Soc. Trans.*, **20** : 279S (1992)
19. Burke, M. D. and Mayer, R. T.: Ethoxyresorufin : Direct fluorimetric assay of a microsomal O-dealkylation which is preferentially inducible by 3-methylcholathrene. *Drug Metab. Disp.*, **2(6)** : 583-588 (1974)
20. Burns, G.: New microwave assisted process improves industrial scale extractions in spice, food and flavor applications. IFT annual meeting ; book of abstracts. P. 44 ISSN 1082-1236 (1996)
21. Carson J. F.: Chemistry and biological properties of onions and garlic, *Food Review International*, **13(1&2)** : 71 (1987)
22. Ceci, L. N., Curzia, O. A. and Pomilio, A. B.: Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv. Red. *J. Food Sci.*, **56(1)** : 44-46 (1991)
23. Chen, L. and Yang, C. S.: Effects of cytochrome P450 2E1 modulators on the pharmacokinetics of chlorzoxazone and 6-hydroxychlorzoxazone in rats. *Life Sci.*, **58(18)** : 1575-1585 (1996)
24. Chen, L., Lee, M., Hong, J. Y., Huang, W., Wang, E. and Yang, C. S.: Relationship between cytochrome P-450 2E1 and acetone catabolism in rats as studied with diallyl sulfide as an inhibitor. *Biochem. Pharmacol.*, **48(12)** : 2199-2205 (1994)
25. Dai, Y., Step, J. R. and Cederbaum, A. I.: Stable expression of human cytochrome P-450 2E1 in HepG2 cells : Characterization of catalytic activities and production of reactive oxygen intermediates. *Biochemistry*, **32** : 6928-6937 (1993)
26. Dalal, J. H., Joseph H. macneil and Dalal M. Yared: Antioxidant activity of onion and garlic juices in stored cooked ground lamb. *J. Food Protec.* **50(5)** : 411(1987)

27. Doehmer, J., Holtkamp, D., Soballa, V., Raab, G., Schmalix, W., Seidel, A., Greim, H. and Jacob, J.: Cytochrome P450 mediated reactions studied in genetically engineered V79 chinese hamster cells. *Pharmacogenetics*, **5** : S91-S96 (1995)
28. Flowers, N. L and Miles, P. R.: Alterations of pulmonary benzo[a]pyrene metabolism by reactive oxygen metabolites. *Toxicology*, **68** : 259-274 (1991)
29. Geary R. S. and Moller, M. A.: Chemical methods development for quantitation of phytochemicals in aqueous garlic extract. Designer foods III symposium abstracts (1994)
30. Guengerich, F. P.: Influence of nutrients and other dietary materials on cytochrome P-450 enzymes. *Am. J. Clin. Nutr.*, **61** : 651S-658S (1995)
31. Guengerich, F. P.: Oxidation of toxic and carcinogenic chemicals by human cytochrome p-450 enzymes. *Chem. Res. Toxicol.*, **4(4)** : 391-407 (1991)
32. Habig, W. H., Pabst, M. J. and Jacoby, W. B.: Glutathione S-transferase. *J. Biol. Chem.*, **249(22)** : 7130-7139 (1974)
33. Hattermer-Frey, H. A. and Travis, C. C.: Benzo-a-pyrene : environmental partitioning and human exposure. *Toxicol. Ind. Health*, **7(3)** : 141-157 (1991)
34. Hong, J. Y., Smith, T., Lee, M. J., Li, W., Ma, B. L., Ning, S. M., Brady, J. F., Thomas, P. E. and yang, C. S. : Metabolism of carcinogenic nitrosamines by rat nasal mucosa and the effects of diallyl sulfide. *Cancer Res.*, **51** : 1509-1514 (1991)
35. Iberl, B., Winkler, G. and Knobloch, K.: Products of allicin transformation : Ajoenes and dithiins, Characterization and their determination by HPLC. *Planta Medica*, **56** : 202-211 (1990)
36. Itakura, K., Uchida, K: and Kaeakishi, S.: Selevtive formation of oxidole and formylkynurenine-type products from tryptophan and its peptides treated with a superoxide-generating system in the presence of iron(III)-EDTA : a possible involvement with iron-oxygen complex. *Chem. Res. Toxicol.*, **7(2)** : 185-190 (1994)
37. Kamanna V. S. and Chandrasekhara, N.: Biochemical and physiological effects of garlic( *allium sativum* Linn). *J. Sci. Ind. Res.*, **42(6)** : 353 (1983)
38. Kenneth, T. F.: Spice, condiments and seasonings. AVI Pub., New York. p.260 (1985)
39. Kim. M. R., Lee, K. J., Kim, Y. B, and Sok, D. E.: Induction of hepati glutathione S-transferase activity in mice administerd with various vegetable extracts. *J. Food Sci. Nutr.*, **2(3)** : 207-213 (1997)

40. Kontir, D. M., Glance, C. A., Colby, H. D. and Miles, P. R.: Effects of organic solvent vehicles on benzo[a]pyrene metabolism in rabbit lung microsomes. *Biochem. Pharmacol.*, **35(15)** : 2569-2575 (1986)
41. Kurelec, B., Krca, S., Garg, A. and Gupta, R. C.: The potential of carp to bioactivate benzo[a]pyrene to metabolites that bind to DNA. *Cancer Letters*, **57** : 255-260 (1991)
42. Kurujif, N., Schouten, T., Stegen, H. D.: Rapid determination of benzo[a]pyrene in roasted coffee and coffee brew by high performance liquid chromatography with fluorescence detection. *J. Agric. Food Chem.*, **35** : 545-549 (1987)
43. Lin, M. C., Wang, E. J., Patten, C., Lee, M. J., Xiao, F., Reuhl, K. R. and Yang, C. S.: Protective effect of diallyl sulfone against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice. *J. Biochem. Toxicol.*, **11(1)** : 11-20 (1996)
44. Liu, J., Lin, R. I. and John, A. Milner.: Inhibition of 7,12-dimethylbenz[a]anthracene induced mammary tumors and DNA adducts by garlic powder. *Carcinogenesis*, **13(10)** : 1847-1851 (1992)
45. Litterst, C., Mimnaugh, E. G., Reagan, R. L., and Gram, T.: Comparison of in vitro drug metabolism by lung, liver, and kidney of several common laboratory species. *Drug Metab. and Disp.*, **3(4)** : 259-265 (1975)
46. Maron, D. M. and Ames, B. N.: Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113** : 173 (1983)
47. Maurya, A. K. and Singh, S. V.: Differential induction of glutathione transferase isoenzymes of mice stomach by diallyl sulfide, a naturally occurring anticarcinogen. *Cancer Letters*, **57** : 121-129 (1991)
48. Minami, T., Boku, T., Inada, K., Morita, M. and Okazaki, Y.: Odor components of human breath after the ingestion of grated raw garlic. *J. Food Sci.*, **54(3)** : 763-764 (1989)
49. Nystrom, C. and Westerberg M.: The use of ordered mixtures for improving the dissolution rate of low solubility compounds. *J. Phar. Pharmacol.*, **38** : 161-165 (1986)
50. Offord E. A., Mace, K., Ruffieux, C., Malnoe, A. and Pfeifer, A. M. A.: Rosemary components inhibit benzo[a]pyrene-induced genotoxicity in human bronchial cells. *Carcinogenesis*, **16(9)** : 2057-2062 (1995)
51. Raha, A., Joyce, T., Gusky, S. and Bresnick, E.: Glycine N-methyltransferase is a mediator of cytochrome p450 1a1 gene expression. *Arch. Biochem. Biophys.*, **322(2)** : 395-404 (1995)
52. Rapior, S., Breheret, S., Talou, T. and Bessiere, J. M.: Volatile flavor constituents of fresh *Marasmius alliaceus* (garlic *Marasmius*). *J. Agric. Food Chem.*, **45(3)** : 820-825 (1997)

53. Reed, G. A. and Jones, B. C.: Enhancement of benzo[a]pyrene diol epoxide mutagenicity by sulfite in a mammalian test system. *Carcinogenesis*, **17(5)** : 1063-1068 (1996)
54. Remmer, H. : The role of the liver in drug metabolism. *Am. J. Med.*, **49** : 617-629 (1970)
55. Rosin, S. and Tuorila, H.: Flavor potency of garlic, pepper and their combination in different dispersion media. *Leben. Wissen. Tech.*, **25(2)** : 139-142 (1992)
56. Shilter, B., Turesky, R. J., Juillerat, M., Honegger, P. and Guigoz, Y.: Phase I and Phase II xenobiotic reactions and metabolism of the food borne carcinogen 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline in aggregating liver cell cultures. *Biochem. Pharmacol.*, **45(5)** : 1087-1096 (1993)
57. Shimada, T and Okuda Y.: Metabolic activation of environmental carcinogens and mutagens by human liver microsomes. *Biochem. Pharmacol.*, **37(3)** : 459-465 (1988)
58. Sinclair, J. F., Schaeffer, B. K., Wood, S. G., Lambrecht, L. K., Gorman, N., Bement, W. J., Smith, E. L., Sinclair, P. R. and Waldren, C. A.: 2-amino-3,4-dimethylimidazo [4,5-f]quinoline induces and inhibits cytochrome p450 from the IA subfamily in chick and rat hepatocytes. *Cancer Res.*, **52** : 3615-3621 (1992)
59. Sparnins, V. L., Barany, G. and Wattenberg, L. W.: Effects of organiosulfur compounds from garlic and onions on benzo[a]pyrene-induced neoplasia and glutathione S-transferase activity in the mouse. *Carcinogenesis*, **9(1)** : 131-134 (1988)
60. Sparnins, V. L., Mott, A. W., Barany, G. and Wattenberg, L. W.: Effects of allyl methyl trisulfide on glutathione S-transferase activity and BP-induced neoplasia in the mouse. *Nutr. Cancer*, **8** : 211-215 (1986)
61. Stoll, A. and Seebeck, E.: Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Advan. Enzymol.*, **11** : 377 (1951)
62. Takafumi, I., H. Honda and M. Koishi: Drug dissolution from indomethacin-starch hybrid powders prepared by the dry impact blending method. *J. Pharm. Pharmacol.*, **45** : 770-774 (1993)
63. Takafumi, I., H. Honda, Y. Kikuchi, K. Ono, T. Katano and M. Koishi.: Preparation of drug-diluent hybrid powders by dry processing. *J. Pharm. Pharmacol.*, **41** : 361-368 (1989)
64. Takafumi, I., H. Honda, K. Ikawa, N. Kizu, K. Yano and M. Koishi.: Complexation of aspirin with potato starch and improvement of distribution rate by dry mixing. *Chem. Pharm. Bull.*, **36(7)** : 2562-2569 (1988)



65. Ueda, Y., Sakaguchi, M., Hirayama, K., Miyajima, R. and Kimizuka, A.: Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agric. Biol. Chem.*, **54**(1) : 163-169 (1990)
66. Wattenberg, L. W., Sparmins, V. and Barany, G.: Inhibition of N-nitrosodiethylamine carcinogenesis in mice by naturally occurring organosulfur compounds and monoterpenes. *Cancer Res.*, **49** : 2689-2692 (1989)
67. Whitaker, J. R.: Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. *Adv. Food Res.*, **22** : 73 (1976)
68. Wortelboer, H. M., Kruijff, C. A. D., Iersel, A. A. J., Falke, H. E., Noordhoek, J. and Blaauboer, B. J.: The isoenzyme pattern of cytochrome p450 in rat hepatocytes in primary culture, comparing different enzyme activities in microsomal incubations and in intact monolayers. *Biochem. Pharmacol.*, **40**(11) : 2525-2534 (1990)
69. Yamazoe, Y., Shimada, M., Maeda, K., Kamataki, T. and Kato, R.: Specificity of four forms of cytochrome p-450 in the metabolic activation of several aromatic amines and enzo[a]pyrene. *Xenobiotica*, **14**(7) : 549-552 (1984)
70. Yang, C. S., Brady, J. F. and Hong, J. Y.: Dietary effects on cytochrome P450, xenobiotic metabolism and toxicity. *FASEB J.*, **6** : 737-744 (1992)
71. You, W. C., Blot, W. J., Chang, Y. S., Ershow, E., Yang, Z. T., An, Q., Henderson, B. E., Fraumeni, J. F. and Wang, T. G.: Allium vegetables and reduced risk of stomach cancer. *J. Natl. Cancer Instit.*, **81** : 162-164 (1989)
72. Yu, T. H.: Flavor chemistry of thermally processed garlic. Dissertation Abstracts international., **55**(3) : 650 Order no. DA9421843, 373pp (1994a)
73. Yu, T. H., Wu, C. M. and Ho, C. T.: Meat-like flavor generated from thermal interaction of glucose and alliin or deoxyalliin. *J. Agric. Food Chem.*, **42**(4) : 1005-1009 (1994b)
74. 농림수산부, 농림수산주요통계, p. 246 (1995)
75. 산업연구원, 최신식품가공기술, Dec., 53-71 (1993)
76. 손경현, 임재각, 공운영, 박지용, 野口明德 : 고압처리에 의한 Allinase의 불활성화가 마늘의 풍미에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **28**(3) : 593-599 (1996)
77. 이정은, 권중호, 김현구: 마이크로웨이브 공정에 의한 고추 oleoresin의 추출조건 설정. 제 60차 한국식품과학회 학술발표 초록, **43** (1998)
78. 임승우, 김태효 : 한국산 마늘로부터 분리한 Alliin과 에탄올 추출물의 in vitro 계 생리 활성, 한국식품과학회지, **29**(2) : 348-354 (1997)

## 제 5 장 원료 및 반 가공 양념채소류의 유통 기간 연장과 초장기 비축기술 개발

### 제 1 절 마늘의 수확 후 전처리 및 원료 및 반 가공 마늘의 유통기간 연장기술

#### 1. 서설

##### 가. 유통실태

마늘은 한지형과 난지형의 품종이 있는데, 한지형의 재배지역은 내륙지방이며, 난지형은 경남 방어진의 해안지방, 남해안 연안 이남의 도서지방, 옥구군의 해안지대 및 제주도이다.

한지형 마늘은 마늘 총 생산량의 14~15% 가량을 차지하고 있으며, 대표적인 생산지역은 경북 의성, 영천, 예천, 충북 단양, 충남 서산, 강원 삼척 등지이며 난지형 마늘은 생산량의 70~80% 가량을 차지하고 있으며, 대표적인 생산지역은 전남 무안, 고흥, 해남, 함평, 경남 남해, 제주 등지이다. 한지형은 지역에 따라 파종 및 수확시기가 조금씩 다른데 의성 지역은 전년도 10월중·하순경에 파종하여, 금년 6월초·중순에 걸쳐 수확하며, 단양지역은 10월 하순에 파종하여 6월 중순에서 21일(하지)까지 수확한다. 한편 서산은 의성과 비슷한 시기에 파종·수확하고 있다.

한지형 마늘의 주산지인 의성과 단양지역은 경작규모 및 수확방법, 출하형태, 출하처 등 유통상황 전반에 걸쳐 상당한 차이를 보이고 있다. 의성지역의 경우 대규모화 되어 있으며, 이는 일반적으로 같은 한지형이라 해도 논에 파종하는 논 마늘로 수확방법도 기계화가 가능하여 트랙터나 경운기를

이용한다.

한지형은 난지형에 비해 가격이 고가이나 쪽수가 적으며 수확시기가 6월 중·하순으로 장마철과 겹치기 때문에 일손이 더 필요하며 난지형과 한지형이 이웃 경작지에 있는 경우 난지형의 수확시기가 1개월 가량 빠르기 때문에 난지형의 병해충이 한지형에 전염되는 등 여러 가지 사유로 한지형 재배 면적은 감소추세이다.

마늘은 풋마늘, 난지형 마늘, 한지형 마늘 순으로 출하되며, 지역별로는 4월에 제주산 햇마늘의 출하를 시작으로 5월에는 고흥, 해남, 무안, 남해 등 남부 해안지방산 난지형 마늘이, 6월 중순경에는 서산, 의성, 영천, 담양, 제천, 삼척 등 중부지방산 한지형 마늘이 출하되며, 7월 초순경까지 저장되지 않은 마늘의 출하는 거의 종료되고, 이후에는 가 저장 및 저온저장마늘이 연중 출하된다.

마늘 저장에서 가장 중요한 요인은 수분으로 수확한 직후 마늘의 수분함량은 약 80% 정도이며, 장기저장을 위해서는 수분함량을 65%이하가 되도록 건조시켜야 한다. 특히 저장성은 수확시기와 밀접한 관련이 있는데 적기보다 빨리 수확하면 구의 비대가 불충분해지고, 수분함량이 많으므로 저장 중 감모율이 높아지며, 부패가 많아진다. 수확이 늦었을 경우는 마늘통이 갈라지는 열구 현상이 심하여 상품성이 떨어지므로 맑은 날을 택하여 적기에 수확하는 것이 필요하다.

한편 수확 후 바로 저장하는 경우는 건조로 인한 감모율은 높아지나 검은 반점은 거의 생기지 않고, 충분히 건조시킨 후 저온 저장하는 경우는 감모율은 낮아지나 마늘에 검은 반점이 생겨 제값을 못 받는 경우가 많은데, 시기적으로 볼 때는 장마철을 중심으로 이전에 입고된 마늘은 반점 발생이 없는 반면 장마철 이후에 입고된 마늘에서는 반점의 발생이 많은 편이다.

수확한 마늘은 포장(圃場)에서 7~10일 정도 햇빛에 말린 후 포장에서 직접 출하(판매)하거나 포장에 설치된 건조장(비닐하우스)에 보관하였다가 출하하거나 소규모농가의 경우 포장에서 3일 정도 건조 후 간이저장 시설인 건가

(덕)에 메달아 건조시킨 후 출하하고 있다. 한편 출하되는 마늘의 형태에 있어서도 무안지역은 생산량의 10~20% 정도가 주대마늘로 출하되고 나머지는 20kg 그물망 포장한 건마늘 형태로 출하하고 있으나 남해지역은 주대마늘 출하는 거의 없고 대부분 10kg 그물망에 건마늘 형태로 출하하고 있다. 그러나 장녕지역의 경우 스페인종 마늘이 전체 마늘 재배면적의 70% 정도로서 주대마늘 출하량이 무안이나 남해지역에 비해 많은 편이며, 중국산(상해 조생) 위주로 저장하기 때문에 저온창고에 입고되는 물량 비중은 상대적으로 낮다.

난지형 마늘의 출하는 수확초기인 6월 중순 이전에는 풋마늘 또는 주대마늘로 50개 묶음의 단 단위, 또는 풋대를 잘라 50개나 100개 단위로 망작업하여 출하하고, 6월 중순 이후에는 건마늘로 뿌리와 줄기를 제거한 후 그물망에 포장하여 출하한다.

저장업체가 저장하는 경우 저장시 부패 또는 감모 등의 발생을 줄이기 위하여 중상품 이상 품위를 주로 저장한다. 저온창고 입고시에는 10, 20kg들이 그물망을 적재한 철제 파레트를 4단으로 적재하는데 평당 저장능력은 3~4톤 정도로 양파에 비해서는 평당 1톤 정도 저장량이 적은데 이는 마늘이 고가품이고 자체 발열이 크기 때문에 과적하기 않고 다소 여유 있게 적재하기 때문이다.

저장된 마늘은 부패, 변질 및 수분 감소 등으로 인한 감모가 발생한다. 이러한 감모는 저장전 예건 및 예냉 등을 통해 저장성을 향상시킬 수 있으나 일정량의 감모는 불가피하게 발생한다. 저장마늘의 감모는 12월말 기준시 10~11% 정도이며, 이후 1개월마다 1~2% 정도의 감모가 추가로 발생한다. 마늘과 양파는 저장 농산물의 대표적 품목이라는 공통점도 있지만 차이점도 상당히 큰 편이다. 즉 마늘은 양파에 비해 감모량이 상대적으로 적고, 감모량이 시기별로 일반화되는데 반해 양파는 감모량이 많고, 개별 양파의 작황이나 건조 등에 따라 감모량은 현격한 차이를 나타내고 있다.

난지형 주대 마늘이나 난지형 건마늘(그물망 포장)의 가락시장의 취급비중

은 크게 증가되고 있다. 이렇게 난지형 주대 마늘의 가락시장 취급비중이 타 품목에 비해 낮은 것은 소비자가 선호하는 주대마늘의 반입을 쓰레기 발생 때문에 금지하고 있어, 생산자가 가락시장 출하를 기피하며, 가격면에 있어서도 주대 마늘의 반입을 허용하는 유사도매시장이나 법정도매시장인 구리시장보다 낮게 형성되기 때문이다. 한편 소비자가 주대 마늘을 선호하는 것은 원산지가 국내산이 확실하며, 햇 마늘임을 믿을 수 있기 때문이다.

## 나. 반 가공 마늘

도매시장에 반입되는 난지형 마늘의 형태는 시기별로 다른데 성출하기에는 피마늘(주대마늘 포함) 반입비중이 높은 반면 단경기에는 깎마늘 반입비중이 높다. 이는 깎마늘의 수요는 일정하기 때문에 시장내 반입량도 연중 일정한 경향이 있으나 성출하기에는 주대 마늘의 반입량 증가로 깎마늘의 비중은 상대적으로 감소되기 때문이다. 난지형 마늘의 경우 한지형 마늘에 비해 저장성이 약하므로 간이 저장(가저장)에는 한계가 있다. 따라서 건조 후 주대마늘 출하가 끝나면 저온저장 후 대부분 깎마늘 형태로 소비되고 있다. 그러므로 소비형태도 성출하기에는 일반 가정에서는 주대마늘로 구입하여 소비하고, 이후에는 주로 깎마늘 형태로 구입하여 소비하나, 대량수요처나 음식점소 등에서는 연중 깎마늘로 소비된다.

주로 저온저장되는 마늘인 난지형 마늘의 경우 쪽마늘, 통마늘 또는 주대마늘로 소매되는 시기는 성출하기로 국한되고, 저장마늘이 출하되는 시기에는 대부분 깎마늘 형태로 소비되는 것이 일반적이다. 따라서 저장마늘은 창고에서 출고 즉시 깎마늘 업체를 경유하여 깎마늘로 도매시장에 반입되거나 또는 20kg들이 그물망에 포장된 피마늘로 반입되어 깎마늘 업체를 거쳐 깎마늘로 재반입 되기도 한다. 이러한 깎마늘 업체는 대개 도매시장이 소재하고 있는 대도시나 주산지 인근 지역에 주로 분포되어 있는데 서산, 대천, 영천, 칠곡, 목포지역 등이 대표적인 지역이다.

깎마늘 업체의 운영형태는 경영규모에 따라 업체별로 다른데 크게 세

가지로 구분할 수 있다. 첫 번째로 가장 많은 비중을 차지하는 운영형태는 저장마늘을 구입하여 깎마늘로 가공하여 판매하는 형태(55% 정도)이고, 두 번째는 농산물 저온 저장업과 깎마늘 공장을 겸업하는 형태(25% 정도)이다.

세 번째는 마늘을 위탁받아 가공만 하는 임가공 형태 (20% 정도)가 있는데, 단순 임가공 형태의 비중은 점차로 감소하고 있다. 이는 임가공 만으로는 업체의 채산성 유지가 어렵기 때문이다.

깎마늘 업체의 마늘구입은 당해 연도 생산 및 가격에 따라 차이가 있으나 대부분 저장업자나 수집상으로부터 구매하고 있으며, 겸업하는 업체의 경우 우선적으로 직접 구입하여 저장한 마늘을 가공하고 나머지는 타 저장업자나 수집상으로부터 구매하여 가공한다.

깎마늘업체의 주 소재지역인 서산에는 10~20개 정도의 업체가 운영되고 있으며, 업체에 따라 상이하나 업체당 1일 가공능력은 2~4톤 정도이다.

산지 저온창고에서 출하된 저장마늘은 깎마늘업체로 바로 운반되어 가공되거나 입고시 포장규격인 원망상태로 도매시장에 반입되었다가 다시 깎마늘업체에서 가공하여 깎마늘로 도매시장에 재반입되고 있다. 산지 저온창고에서 깎마늘 업체나 도매시장으로 출하되는 비중은 각각 50% 정도로 비슷한 것으로 추정된다.

마늘의 가공방법은 크게 수공과 기계가공으로 구분되는데 가공방법별 비율은 수공이 60~70%, 기계가공이 30~40% 정도로 추정된다. 수공은 주로 쪽이 큰 고품위 마늘을 대상으로 수작업형태의 탈피이며, 수작업으로 탈피한 마늘은 대, 중, 소, 등외(갈용)의 4등급으로 구분하여 판매하고, 쪽이 작은 저품위 마늘은 기계로 탈피하여 등급구분없이 판매한다.

깎마늘의 수출은 가공방법(수공, 기계가공), 원산지, 건조상태, 작황 등 여러 가지 요인에 의해 결정된다. 특히 수출에 가장 큰 영향을 미치는 요인인 가공 방법에 따라 구분하면 수공이 85% 내외, 기계가공이 80% 내외인 것으로 추정된다. 원산지별로는 국내산 80~85%, 수입산 85~90% 정도로 수입산이 국내산보다 높다. 이러한 결과는 수입산의 경우 뿌리가

절단되어 있고, 표피와 흙이 제거되어 있기 때문이다. 따라서 국내산에 비해 많은 량의 탈피가 가능하고 상처 발생도 적으며 상품성이 좋아 간마늘업체가 선호하는 경향이다.

## 다. 연구동향

MAP가 저장 중 간마늘 품질에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 각각 다른 가스투과성을 갖는 플라스틱 필름(투과성이 가장 높은 순서에서 낮은 순서로 나열 PD941 > PD961 > PD900)을 사용하여 간마늘을 500 g 씩 포장한 후 5℃에서 28일 동안 저장하였다. 저장동안 포장내 대기조성과 품질특성을 조사하였으며 normal 대기조성을 갖는 다공성의 포장재를 대조군으로 하였다. PD900과 PD961은 저장 2일안에 O<sub>2</sub>의 농도가 0%까지 감소한 반면, PD941은 2.1-4.5% 수준을 유지하였다. 평형상태의 CO<sub>2</sub> 농도는 PD941은 2.8-3.7%, PD961은 5.5-6.9%, PD900은 22.6-24.1%를 나타내었다. MAP는 대조군에 비해 부패율과 갈색점을 나타내는 장애 발생율을 감소시켰고, 저장 후반에는 높은 무게감소와 낮은 발아율을 보였다. 0% O<sub>2</sub>와 24% CO<sub>2</sub>의 대기 조성을 갖는 PD900은 간마늘의 발아와 rooting억제와 색깔 변화의 감소에 가장 효과적이었다.

방사선 조사한 것과 하지 않은 마늘 (Criollo)에 적합한 포장형태와 모양을 최적의 저장온도와 함께 평가하였다. 3, 4월에 수확된 마늘을 두 그룹으로 나누어 한 그룹은 마늘의 경부를 제거하고 구근(bulb)만을 합성그물자루에 18 kg과 37kg 용량으로 담고 다른 그룹은 90-100개씩을 한 다발로 묶는다. 두 그룹의 각각의 절반을 80-90 kGy로 방사선 조사하고 11개월간 저장하면서 일정기간을 두고 해충의 감염정도와 무게손실, 발아, 부패정도를 조사하였다. 그 결과 총 손실율이 가장 적은 것은 18 kg씩 포장되어 나무 platform에 있던 마늘이었다. 마늘이 이 방법으로 저장되었을 때 방사선 조사된 마늘의 총 손실율은 다발로 묶어 저장된 마늘에 비해 30.1-38.2% 낮았으며, 방사선 조사되지 않은 마늘도 22.2-33.7% 가 낮았다. 포장방법과

저장방법에 상관없이 방사선 조사된 마늘은 조사되지 않은 마늘에 비해 총 손실율과 해충 감염정도가 감소했다.

마늘분말을 생산하기 위한 조건을 표준화하고 이것의 저장안정성과 다른 품질특성을 평가하기 위해 연구되었다. 신선한 마늘을 sun-drying, solar cabinet drying, mechanical drying, fluidized bed drying 이 4가지 방법으로 건조시켰다. 건조된 마늘은 분말화시키고 건조된 특성과 sensory quality를 조사하였다. Fluidized bed drier에서 60℃에서 4시간동안 시행한 건조는 3% 이하의 수분함량을 갖는 좋은 품질의 분말을 생산하였다. 실온에서 3개월간 저장한 바늘분말의 저장수명은 알루미늄으로 만들어진 필름이나 갈색병에 포장되었을 때 보다 더 좋은 것으로 나타났다. 또한 관능평가에 있어서도 마늘분말은 높은 점수를 받았다.

생체 마늘의 영하 조건에서의 저장 가능성을 검토하기 위해 생체 인편에 대한 냉한특성을 조사한 결과 마늘 인편의 빙점은 4~-5℃로 산지별로 차이가 크지 않았으나 수확 후 처리 조건 및 저장 기간의 경과에 따라 다소 차이를 보여 예건(predrying)전 3.5℃, 예건후 4.5℃, 저장 5개월 후 5.5℃로 나타났다. 그러나 동결치사한 마늘 인편의 빙점은 2.5℃로 생체조직에 비해 높았다. 생체마늘을 4~-15℃ 사이의 5개 저장고에서 동결치사율을 조사하였던 바 4℃구에서는 0%, -6.5℃구에서는 건전율 80%, 치사율 20%였으며 15℃구에서는 70%의 치사율을 나타내고 있어 생체마늘의 동결치사 온도는 6.0℃로 판단되었다. 저장온도 조건에 따른 호흡률의 변화는 저온하강(-4℃까지)에 따라 감소하는 경향을 보였고 Q10 값은 4.0~5.0℃ 범위에서 2, 5~15℃에서 3, 15~37℃에서 1.2를 보였다.

신선한 마늘의 최적 저온저장조건 설정을 위해 마늘을 각각 다른 온도와 상대습도, 수분함량에 저장시켰다. 마늘의 발아율과 무게감소의 견지에서 볼 때 최적 저장온도는 4℃였다. 영하 4℃에서 완전히 예건했을 때 마늘의 품질은 10개월 후에 조차도 변화가 없었다. 그러나 원료 전처리 조건에 따른 저장성 대비 결과는 완전 예건한 마늘은 건전한 상태를 유지하였으나 전처



리가 불충분한 것은 모든 저장구에서 동해가 발생하였다. 따라서 생체마늘의 장기저장을 위한 최적조건으로 4℃를 제시할 수 있으며 이때 마늘의 표면 수분이 12% 정도가 될 수 있을 것이 요망되었다.

마늘은 건조방법에 따라 색 및 흡습특성이 다르므로 투습도, 저장온습도, 포장재내 들에 따라 저장 중 shelf-life가 달라질 가능성이 있으므로 이들의 영향에 따른 포장재내 수분함량 변화특성을 조사하였다. 열풍 및 동결건조 마늘플레이크의 등온흡습 곡선을 수분활성도 0.67 이하에서 직선회귀식으로 분석한 결과, 결정계수가 0.85-0.94 범위였으며, 기호도 및  $\Delta E$ 값을 기준으로 한 40℃에서의 저장한계 수분활성도는 0.58-0.60이었다. 40℃ RH 75%에서 LDPE 40 $\mu$ m로 포장한 열풍건조 마늘의 흡습속도는 포장재 면적이 0.051m<sup>2</sup>에서 0.029m<sup>2</sup>로 작아짐에 따라 0.12에서 0.093g H<sub>2</sub>O/ 100g/day로 작아졌다. 동결건조 마늘의 경우 포장재 면적 0.051m<sup>2</sup>에서 0.17g H<sub>2</sub>O/ 100g/day로 열풍건조에 비해 컸으며, 내용량이 50g 에서 100g으로 증가하면 0.12로 감소하였다. LDPE 80 $\mu$ m로 포장된 열풍건조 마늘의 RH 75%에서 온도별 shelf-life는 40℃에서 99일, 30℃에서 283일, 15℃에서 455일로 예측되었다. 간이방법에 의한 투습도를 이용하여 포장재내 수분함량 변화를 예측한 결과 실측지에 비해 수분함량 13-18%에서는 0-1.5%의 편차를 보였고 수분함량 10% 내외에서는 2%이내의 편차를 보였다.

저장 마늘로부터 제조되는 마늘 퓨레에 발생하는 녹변현상을 조사하기 위해 녹변에 영향하는 요소와 녹변이 발생하는 마늘과 건전한 마늘의 주요성분을 비교연구 하였다. 몇 가지 화학분석을 통해 피루브산과 숙신산의 함량을 제외한 총 질소와 지방함량이 건전한 마늘보다 녹변마늘에서 낮은 값을 보였다. 총 아미노산에 대한 글루탐산의 함량 비와 리놀레산 과 리놀렌산의 조성비는 건전한 마늘에 비해 녹변 마늘에서 높게 나타났다. SDS-PAGE 전기영동에 의한 녹변마늘의 단백질 양상은 건전한 마늘의 단백질과 다른 양상을 보였으며, 특히 45-66.2 kd 부근에서 큰 차이를 보였다. 마늘의 녹변 반응은 pH, 온도, 반응시간, 알코올농도에 의존성을 보였으며 pH5.5의 완충

용액에 현탁시켜 50℃에서 30분간 열처리시 녹변정도가 가장 심한 것으로 나타났다.

감마선 조사 (50, 100, 500 Gy)가 수확후 마늘의 생리적 특성에 미치는 영향을 조사하기 위해 저온 ( $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ , RH 70-80%)과 실온 ( $12\pm 5^{\circ}\text{C}$ , RH 75-85%)에서 10개월간 저장하였다. 마늘의 호흡량은 감마선 조사에 의해 일시적으로 자극되었으며, 기간의 경과에 따라 호흡량은 저장조건에 상당한 영향을 받았다. 모든 감마선 조사구와 저온 저장구는 저장 10개월까지 발아가 완전히 억제되었으나, 비조사구와 50Gy 조사구에서는 저장후 4개월경부터 발근 현상을 보였다. 적정 조사량의 감마선 조사는 저장중 마늘의 중량 변화 및 변패율의 감소효과를 나타내었으며, 이와 같은 현상은 미조사구 마늘이 발아되면서부터 유의적인 차이를 보였다. 또한 발아억제를 위한 감마선 조사는 마늘의 정도에 영향을 주지 않았다.

상대습도 및 저장온도가 저장중 마늘가루의 갈변 및 흡습에 미치는 특성을 조사하여 마늘가루의 이상적인 적정조건을 설정하고자 하였다. 마늘가루를 상대습도 11%에서 84%까지 8단계의 상대습도별고 5, 20, 35℃의 온도에 저장하면서 마늘가루의 갈변 및 흡습특성을 조사하였다. 저장시간에 따른 마늘가루의 흡습곡선은 RH 51%이하에서는 단시간내에 평형에 도달하여 수분함량의 변화가 거의 없었으나 20℃와 35℃의 RH 67%이상에서, 5℃의 RH 84%에서 평형수분함량이 급격히 증가하여 갈변현상이 나타났다. 마늘가루의 일분자층 수분함량은 온도대 따라서 5.53% dry basis(DB)에서 5.92% DB로서 온도가 내려감에 따라 다소 증가하는 경향을 나타냈고 수분함량 및 저장온도가 낮으면 낮을수록 흡습력이 크기 때문에 마늘가루의 장기저장에 방습포장재가 필요한 것으로 판단되었다.

마늘저장을 위한 최적조건은 80℃에서 food paraffin과 monoglyceride를 95:5의 비율로 섞어 처리한 후 RH 65-75%, 0-1℃에서 저장하는 것으로 발전되어왔다. 마늘을 가소화된 paraffin으로 처리하였을 때 paraffin-n-alkanes C20-C31의 주된 hydrocarbon이 마늘 pulp에 침착된다. Monocyclic

aromatic hydrocarbons은 food paraffin과 paraffin으로 코팅된 마늘에는 결여되어있다. 저자는 이 방법의 기술적, 경제적 효용성 때문에 산업적으로 마늘저장에 이 방법의 사용을 권고하고 있다.

유기산과 초고압처리가 두껍게 썰은 마늘조각의 저장 품질에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 실온에서 1-6개월동안 저장된 발아한 마늘과 발아하지 않은 마늘을 시장에서 구입하여 구분하고 껍질을 벗겨 씻은후 썰었다. 썰은 후 마늘 1kg당 10g의 citric acid와 ascorbic acid를 각각 첨가한 군과 첨가하지 않은 군으로 나누고 또 다른 한 군은 citric acid와 ascorbic acid를 각각 마늘 1kg당 5g 씩 섞어 첨가하였다. 초고압처리는 실온에서 1분간 600 MPa로 처리하였다. 물리화학적 성질의 요소로써 색도와 pH, polyphenol oxidase activity, glucose를 측정하였고 미생물학적인 요소로써는 총균수를 측정하였다. 그 결과 유기산과 초고압처리를 복합시킨 처리가 발아된 마늘의 녹변을 억제함 없이 갈변을 지연시켰다. 이것은 발아하지않은 마늘조각에만 소용됨을 나타낸다. 갈변은 비효소적인 과정에 의해 일어나는 반면 녹변은 외부의 스트레스나 저장중 강하게 영향하는 자극의 결과로서 가공되는 마늘에서 일시적으로 일어나는 생리학적인 장애이다.

마늘의 품질에 clipping처리와 저장온도가 미치는 영향에 관해 연구하였다. 마늘은 6월말에 수확하여 수확지에서 2주간 건조하였다. 마늘의 줄기부분을 5와 10cm로 자르거나 자르지 않은 마늘을 저장창고에서 4주이상 건조한 후 일반저장시설에서 실온에 저장하거나 0℃의 저온저장고에서 7.5개월 동안 저장하였다. 무게감소는 줄기부위를 자르지 않고 실온에서 저장한 마늘에서 심한 감소를 보였으며 일반저장시설에서 82일 저장한 후 급속도로 무게감소가 증가하였다. 반면 저온저장의 경우에는 낮은 속도로 일정하게 감소됨을 보였다. 부패율과 내부발아율은 일반저장보다는 저온저장에서 낮았으며, clipping처리가 내부 발아를 감소시켰다. 갈색 점의 장애발생은 clipping처리와 단기간의 저온저장에 의해 감소되는 경향을 보인 반면, 장기 저장 후에는 모든 처리군에서 발생율의 뚜렷한 감소를 나타내었고 clipping

처리군사이의 차이는 없었다. 단기저장 후 마늘의 표면과 과육 조직의 경도는 일반저장보다 높았으나 장기저장 후에는 표면 조직의 경도와 과육의 점도가 저온 저장한 마늘보다 상당히 높았다. 그러나 과육 조직에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 유의적으로 차이가 나지는 않으나 pyruvate 함량의 경우는 일반 저장된 마늘이 더 높은 경향을 나타내었다.

껍질을 제거한 마늘을  $-18^{\circ}\text{C}$ 와  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 15-16개월동안 저장하고 물리화학적 성질과 GC와 GC-MS를 이용하여 향미성분, 물리적 성질을 측정하였다. Puncture force는 두가지 온도에 영향받지 않았다. Drip loss는 보다 저온에서 저장된 마늘이 더 높았다. 향미성분은 냉동저장에 의해 거의 변화되지 않았으나 향미성분 중 cysteine, valine, tyrosine은 온도와 무관하게 약간 증가의 경향을 보였다. Sucrose는 약간 감소했으나 glucose와 fructose는  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 증가하였다.

생체마늘이 장기간 품질유지를 위해서는 수확직후 예건처리가 요구된다. 열풍건조가 효과적이거나 처리공기의 온도가 높다면 마늘을 갈변화를 야기시킨다. 따라서 본 연구에서는 마늘의 갈변과 관련이 있는 페놀화합물에 대한 처리공기의 제한 온도와 그 효과에 대해 조사하였다. 공기온도가  $40^{\circ}\text{C}$ 에서  $80^{\circ}\text{C}$ 로 증가되었을 때 (건조시간: 40-528시간) 건조율은 상당히 빠르게 증가하였고 마늘의 갈변은  $50^{\circ}\text{C}$  이상에서 발견되었다. 페놀화합물이 갈변과 연관되어있다는 가정하에 마늘의 수용성부분의 함량을 측정하였다. 가장 높은 값은  $50^{\circ}\text{C}$ 에서 관찰되었으며  $60^{\circ}\text{C}$  이상에서는 보다 낮은 값을 나타냈다. 일곱개의 페놀화합물을 GC에 의해 분석한 결과 그 중 네 가지는  $60^{\circ}\text{C}$ 보다 더 높은 온도에서 감소를 나타내었다.

마늘에 발생하는 얼룩덜룩한 반점을 조사하고 그 원인규명과 예방을 위해 세 곳의 주요재배지역으로부터 마늘의 두변종인 의성과 남도를 수집하였다. 마늘에 발생하는 반점을 크기와 모양, 색에 근거하여 3가지 형태로 분류하였다. 변색은 빨강, 갈색, 보라색으로 나타나고 빨간색의 반점은 작아서 갈색이나 보라색 반점에 비해 감지하기가 어렵다. 보라색 반점은 저장후 대부

분 발견되었다. 반점의 발생율은 품종과 재배지역에 따라 달랐으며 수확시 9-27%, 저장 8개월후 38-41%로 나타났다. 의성에서 자란 마늘은 다른 지역에서 자란 품종보다 저장후 더 많은 보라색 반점을 나타내었다. 반점의 발생은 보존기간의 단축과 신속한 냉장저장에 의해 감소되었다. SO<sub>2</sub> 나 aluminium phosphide같은 훈증제에 의한 저장 전처리가 반점 발생을 줄이지는 못했고 냉장저장이 이 증상을 강하게 억제하였다. 수확시 마늘에 감염된 진드기는 갈색 반점의 발생과는 관계가 없다.

음파(6 kHz, 공기온도: 22-70°C)를 이용한 양파와 마늘의 건조에 대해 연구하였다. 음파는 134dB를 만들어내는 공기역학적 싸이렌을 이용하였고 싸이렌에 대한 driving force는 392 kPa의 압력으로 압축된 공기이다. 최종적인 수분함량은 일반적인 건조보다 음파에 의한 건조에서 월등히 낮았다. 음파에 의한 건조는 낮은 온도, 특히 실온에서 보다 효과적이기 때문에 열에 민감한 물질을 건조시킴에 있어 매우 중요하다.

Alginate과 kappa-carrageenan, gellan (sterols이 있는 것과 없는 것)은 저장된 생체마늘의 무게감소를 방지하기 위한 생분해성 hydrocolloid coating 물질로써 연구되었다. 일반적으로 coating은 저장수명을 연장시키고 외부겉질의 색을 향상시켰으며 외부 해충침입에 대한 물리적 장벽으로써 역할을 했다.

저며진 마늘조각을 0.5% sodium metabisulphite solution에 20분간 침지한 후 55-58°C에서 건조하였다. Sulphiting은 무처리군과 비교하여 열처리중 피루브산의 손실과 미생물수를 감소시켰으며 갈변을 억제하였다. 건조 온도가 증가함에 따라 건조된 마늘의 재수화율은 감소했고 피루브산의 손실도 증가했다. 재수화율은 아황산염 처리에 영향을 받지 않았다. 낮은 온도에서 건조된 아황산염 처리된 마늘은 관능검사에서도 높은 점수를 받았다.

세가지 곰팡이성 병원균 (*Aspergillus ochraceus*, *Fusarium moniliforme*, *Penicillium purpurogenum*) 에 의해 발생하는 수확후 마늘의 부패방지와 억제를 위해 수행되었다. 그 결과 30°C, RH 90%에서 부패가 가장 심하게

일어났고 RH 30%일 경우는 어떤 온도에서도 부패가 관찰되지 않았다. 저장 중 부패 감소를 위해 살균제인 Bavistin과 Agrimycin-100, Dithane M45, Benlate의 효과도 조사한 결과 100ppm으로 Bavistin처리시 *Aspergillus ochraceus* 를 완전히 억제하였다.

실온에 저장된 마늘의 품질에 있어서 수확단계와 저장방법에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 두개의 수확단계 (잎이 노란색과 갈색을 띠는 단계)와 다섯가지 저장방법(잎을 제거하고 삼베 주머니에 저장하는 방법, 대나무 바구니나 나무상자에 저장하는 방법, 잎이 있는 상태로 나무상자에 저장하거나 다발로 묶어서 저장하는 방법)을 조합하여 10개의 처리구로 만들었다. 마늘의 변색과 total soluble solid (TSS), 수분과 황 함량이 150일 까지 30일 간격으로 조사되었다. 저장 기간의 증가에 따른 마늘의 변색(흰색에서 노란갈색으로 변색)은 첫번째 수확단계에서 최소치를 나타냈으며 나무상자에 잎이 달린 상태로 저장한 마늘은 저장 150일까지도 최소를 나타내었다. TSS는 저장 90일까지 증가했고 TSS의 함량은 두번째 수확하고 다발로 묶어 저장하거나 잎을 제거하지 않은 상태로 나무상자에 저장한 마늘에서 좀더 높게 나타났다. 마늘의 수분함량은 저장기간이 증가함에 따라 감소하였고 최대의 수분함량은 다발로 묶거나 대나무 바구니에 저장된 마늘이 나타내었다. 황 성분의 함량은 저장 90일까지는 증가하다가 감소하기 시작했다. 다발로 묶여 저장된 마늘이 최대의 황함량을 나타냈으며 1, 2단계에서 수확되어 잎을 제거하지 않고 나무상자에 저장한 마늘이 저장 150일 까지 황함량의 증가를 보였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시료 및 처리

#### 1) 시료

실험에 사용한 마늘은 충남 서산 및 전남 무안 지역에서 생산된 한지형 및 난지형 마늘과 중국종 스페인종을 구입한 후 연구원으로 옮겨 사용하였다. 예건처리 및 주대의 길이에 따른 저장성을 조사키 위해 줄기를 목(neck)으로부터 줄기를 절단하여 사용하였는데 예건시험을 위해서는 2~4cm정도 주대의 길이에 따른 효과를 위해서는 2~6cm정도 각각 절단하였다.

#### 2) 마늘표면 세정처리

건식 세정방법으로 로울러형 브레와 고압분사식 세정기의 혼합 적용을 시도하였다. 브러쉬(직경0.25mm)의 재질은 플라스틱과 철선형을 사용하였으며 브러쉬처리후 고압분사식 10기압의 압축공기를 이용하여 표면에 부착된 이물질을 제거하는 방식을 적용하였다.

#### 3) 가속예건처리 및 냉각

마늘과 가속예건은 37℃, 40℃ 및 실온에서 예건용 박스에 걸리는 차압을 3mmAq, 5mmAq로 변화하면서 각각 행하였다. 가속예건시 마늘은 PVC 콘테이너박스(480(L) × 330(W) × 300(H)mm)에 담아 흡기통로를 중심으로 2열로 적재한 후 차압시트를 덮어 행하였다. 예건 과정에서 열풍의 순환은 배풍의 상대습도가 60% 이상일 때는 외부로 배기하고 그 이후는 재순환시키는 방식을 택했다. 예건 종료점은 외피의 수분함량이 14%인 시점을 기준으로 하였다.

#### 4) CA저장

마늘의 초장기 저장을 위한 처리로 현지에서 1차 예건 처리된 서산산 마늘을 7월 중순 산지에서 직접 구입한 후 이를 상온에서 1주일간 재 예건 처리하고 변질구근의 선별 및 주대절단 처리(구근으로부터 4cm부위절단)를 한 후 15kg씩 플라스틱 상자에 담아 0℃의 저온저장고에 입고하여 1주간 예냉처리를 행하였다. 예냉처리가 끝난 마늘의 일부는 ISOCELL사에서 제작 설치한 환경가스가 자동제어되는 CA저장시스템을 이용하여 저장실험에 사용하였다. 시료는 15kg 플라스틱 상자단위로 10m<sup>3</sup>용량의 완전 밀폐가 가능한 CA챔버에 각각 6상자씩 입고한 후 N<sub>2</sub> generator를 이용하여 저장고내의 환경가스 조성을 조절하였다. 마늘의 CA저장을 위하여 적용하였던 환경가스 조성의 조성비는 O<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>= 2: 5: 93, 2: 7: 91, 2: 9: 89, 4: 5: 91, 4: 7: 89, 4: 9: 87의 6조건으로 유지하였다.

#### 5) 냉동저장

마늘을 기계 박피한 후 원형마늘은 1kg단위로, 파쇄한 마늘은 200g단위로 하여 0.1mm두께의 PE필름으로 밀봉하여 -70℃의 deep freezer에서 급속동결시킨 후 -18℃ 및 -40℃의 냉동실에 저장하였다.

#### 6) 마늘의 박피, 절단 및 포장

마늘의 박피는 손작업 및 기계에 의해 박피를 행하였다. 기계박피는 본 연구원에서 개발된 고압분사방식에 의한 연속식 박피기를 사용하였다. 박피후 slicing(slicing, 3mm두께, 절단기 사용)한 마늘을 각각 수도수 처리, 60℃의 열수처리, 1% CaCl<sub>2</sub> 용액처리, 1% Citric acid처리, 0.5% cysteine, 1% vitamin C, SO<sub>2</sub> 200 ppm, 전해산화수, 1% CaCl<sub>2</sub> 용액을 60℃로 가온하여 열수처리, 1% citric acid 용액을 60℃로 가온하여 열수처리, 1% vitamin C용액을 60℃로 가온하여 열수처리한 구로 나누어 처리한 후 50g씩을 polyethylene film(50 μm)으로 포장해 이를 20℃ 및 5℃에 저장하면서 품질



의 변화를 조사하였다.

## 나. 품질분석

### 1) 호흡율

밀폐가 완전한 용기내에 시료 일정량을 넣고 headspace의 가스를 0.2ml 채취하여 단위 시간에 있어서 탄산가스 농도를 GC(Shimadzu GC-15A, Japan)로 분석한 다음 정상적인 호흡상태를 나타낸 구간(직선화 구간)의 값을 regression하여 기울기로부터 구하였다.

### 2) 표면색택의 측정

CHROMA METER(CR-200, MINOLTA, JAPAN)를 이용하여 3회 반복 측정하였고 Hunter L, a 및 b로 표시하였는데 이 때 표준 백색판의 L=97.75, a = -0.49, b=+1.96이었다.

### 3) 경도의 측정

저장기간중 경도 변화는 Texture Analyzer(TA-XT-2, Stable Micro System, England)를 이용하여 측정하였다.

### 4) 균수 측정

시료 100 g을 취하여 450 ml의 Peptone water와 함께 살균된 warring blender로 균질화시켜 10초간 처리하였다. 균질화시킨 각 시료는 필요에 따라 적당히 희석하여 pouring culture method에 의하여 균수를 측정하였으며, 이 때 사용된 배지는 일반 세균 측정용으로는 plate count agar(PCA), 효모 및 곰팡이 측정용으로는 potato dextrose agar(PDA), 대장균군(coliform group)측정용으로는 MacConkey agar medium(MAC)을 사용하였다. PCA 및 MAC배지는 37℃에서 48시간 배양하고, PDA배지는 20℃에서는 72시간 배양시킨 후 균수를 측정하였다. 이 때 미생물 실험에 사용된 기구 및 용기

는 모두 고압 멸균기로 멸균 후 사용하였다.

### **5) Drip발생율**

마늘을 4℃에서 해동한 후 마늘로부터 유출된 액의 무게를 해동 전 총 무게의 백분율로 표시하였다.

### **6) 관능검사**

박피 마늘의 외관등 전체적인 품질과 파쇄 마늘의 냉동저장중 색과 향을 12명의 관능검사요원에 의하여 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 마늘의 수확 후 정선, 세척, 예건기술 연구

##### 1) 마늘의 수확 후 예건처리

마늘의 수확 후 유통 중 품위 개선을 위하여 마늘에 적용할 수 있는 세척 및 예건 기술에 관해 기 수행되었던 유사 관련 연구내용과 이를 토대로 한 합리적인 방안을 검토하였으며 마늘의 줄기와 주대의 제거에 따른 저장 유통중 효과를 조사하였다.

마늘은 수확후 저장성을 부여키 위해 예건 처리가 필요로 되는 품목으로 기존의 예건처리로는 수확 한 현장에서 일정기간 건조한 후 저장 또는 유통시키는데 재래식 처리방법으로는 3주 이상의 장기간이 소요될 뿐만 아니라 수확기가 우기와 겹치는 경우는 예건 과정중의 변질은 물론 불충분한 건조로 인하여 저장 중에도 품질의 손상이 크게 발생하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 마늘의 수확 후 저장 유통중 감모를 줄이기 위해서는 우선적으로 예건의 방법 개선이 필요로 된다.

즉 기존의 예건 방법은 천연 건조에 의존하고 있으나 예건기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지키 위해서는 강제 열풍건조 방법의 적용이 필요로 된다. 강제 열풍방식에 의한 마늘의 예건을 위하여서는 예건 시설 및 처리 방법에 대한 고려가 필요로 되는데 예건시설로는 차압식 가속예건방식이 건조의 효율성 측면에서 효과적인 것으로 사료된다.

따라서 본 연구팀에서 개발한 가속 예건처리 장치를 이용하여 마늘의 예건 처리속도를 분석하였다. 마늘의 부위별 중량비 및 수분함량을 조사하였던 바 마늘의 줄기를 목 부분에서 2~4cm 남기고 절단한 경우 인편은 전체 중량의  $71.2 \pm 2.1\%$ , 외피는  $19.2 \pm 1.5\%$ , 줄기는  $3.37 \pm 0.7\%$ , 뿌리는  $6.23 \pm 0.9\%$ 를 차지하였으며 이들 각 부위의 수확 직후 수분함량은 인편이  $64.0 \pm 2.1\%$ , 외피가  $71.3 \pm 1.9\%$ , 줄기  $72.3 \pm 0.9\%$ , 뿌리  $60.2 \pm 0.7\%$  등으로 조사되

었다.

마늘 외피의 초기 수분함량은 71.3%였으며 14%까지 건조시키는데 소요되는 시간은 37℃의 경우는 차압이 3mmAq일 때 115시간, 차압이 5mmAq일 때 98시간이었다. 예건 온도를 40℃로 상승시킨 경우는 차압이 3mmAq인 경우는 82시간, 차압이 5mmAq인 경우는 58시간이 소요되었다. 한편 별도의 외부 열원이 없이 예건실 내의 공기를 송풍하여 예건한 경우는 차압이 3mmAq인 경우 133시간이 소요되었다. 이는 37℃의 열풍으로 예건한 경우에 비하여 예건 소요시간이 18시간 정도 덜 소요되었다. 따라서 마늘의 수확시기에 비가 오지 않은 맑은 날씨인 경우는 외부 상대 습도가 60% 이하이기 때문에 실온을 송풍하는 방법만으로도 6일 이내에 예건을 완성할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 5-1. 예건처리 조건에 따른 예건 소요시간

온도	차압조건	
	3mmAq	5mmAq
실내상온	133hr	-
37℃, control	115hr	98hr
40℃, control	82hr	58hr

마늘의 수확시기인 5월 하순부터 예건이 이루어지는 6~7월은 우기에 접어드는 시점으로 매년 안정된 품질 관리를 위해서는 인공적인 예건 시설의 설치가 필요하다고 하겠다. 마늘을 40℃에서 예건 처리하는 것은 예건의 기간을 줄이는 효과도 있지만 녹변이 발생하는 마늘의 경우 녹변의 발생을 억제하는데도 효과가 있을 것으로 판단된다.

예건온도가 마늘의 중량 감소에 미치는 영향을 조사하였다. 예건 2일까지는 처리온도에 무관하게 중량변화가 크게 발생하였으며 예건 2일 이후부터는 예건온도에 따라 증가속도의 차이가 나타났다. 40℃에서는 예건 3일경

중량감소율이 17%이었고 이 이후부터는 완만하게 감소하는 경향이었으며 예건 5일 째에는 마늘 인편의 황변과 더불어 마늘 익힘 현상이 나타나기 시작하였다. 37℃에서는 예건 3일경 중량감소율이 16%이었고 예건 4일 째에 약 17~18%를 나타내었다. 30℃에서는 중량감소가 적게 나타났는데 감모율 15%부근에서부터 그 감소추세가 저하되었다.

## 2) 주대 절단처리 효과

마늘의 수확 후 유통 중 품위 개선을 위하여 마늘에 적용할 수 있는 세척 및 예건 기술에 관해 기 수행되었던 유사 관련 연구내용과 이를 토대로 한 합리적인 방안을 검토하였으며 마늘의 줄기와 주대의 제거에 따른 저장유통 중 효과 및 영향을 조사하였다.

마늘의 수확 후 저장성을 부여키 위해 예건 처리가 필요로 되는 품목으로 기존의 예건 처리로는 수확 한 현장에서 일정기간 건조한 후 저장 또는 유통시키는데 채래식 처리방법으로는 3주 이상의 장기간이 소요될 뿐만 아니라 수확기가 우기와 겹치는 경우는 예건 과정중의 변질은 물론 불충분한 건조로 인하여 저장 중에도 품질의 손상이 크게 발생하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 마늘 및 마늘의 수확 후 저장 유통 중 감모를 줄이기 위해서는 우선적으로 예건의 방법 개선이 필요로 된다.

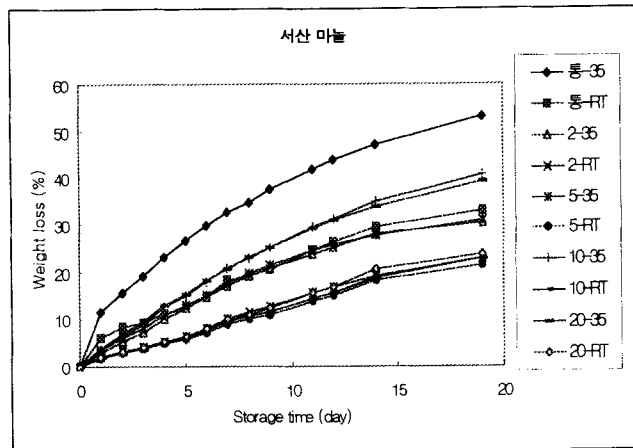
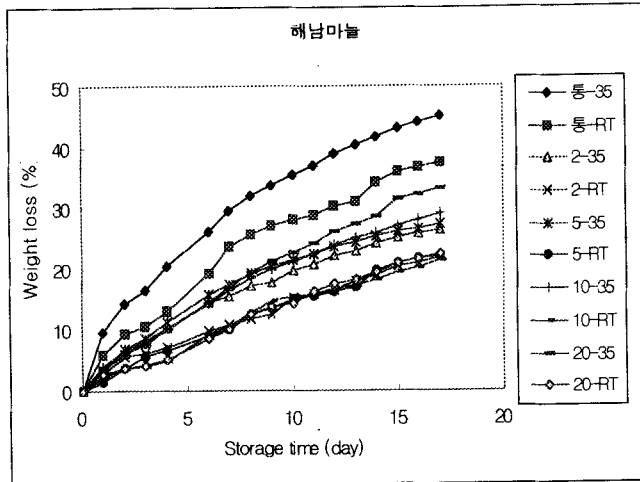
즉 기존의 예건 방법은 천연 건조에 의존하고 있으나 예건 기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지키 위해서는 강제 열풍건조 방법의 적용이 필요한 것으로 판단되었다.

또한 예건처리 능력을 향상시키기 위하여서는 수확된 마늘의 경우 주대를 적절히 제거한 후 예건작업을 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 따라서 예건처리시 마늘의 주대의 길이 결정이 중요한 인자라 판단되어 의성, 해남 및 서산산 마늘을 적기에 수확한 후 마늘주대를 2cm, 5cm, 10cm, 20cm 및 원형상태로 구분 처리하여 상온 및 35℃에서 열풍 건조시키면서 주대의 길이에 따른 건조속도를 조사하였던 바 마늘자체의 중량변화는 그림

5-1과 같으며 마늘껍질의 수분함량 변화는 그림 5-2와 같다.

주대의 길이에 따른 마늘의 수확직후 및 건조후 무게를 개체단위로 비교하였던 바 그 결과는 표5-4와 같다. 즉, 줄기를 포함한 해남산 마늘의 경우 건조 전에는 111.9g이었으나 건조 후에는 71.57g만이 남았으며, 줄기의 길이가 짧아질수록 건조전과 건조 후 중량의 차이가 적어졌다. 이는 마늘구근의 무게가 줄기를 포함한 마늘의 전체의 중량중 차지하는 비중이 증가함에 따라 나타나는 현상으로 마늘의 건조시 건조효율을 높이기 위해서도 건조전에 줄기를 제거하는 것이 바람직함을 보여주는 결과로 판단된다.

한편 마늘의 예건처리 시간 및 저장 유통중 공간 및 물류비용절감을 위하여 마늘을 적기에 수확하여 마늘 주대를 2cm, 5cm, 10cm, 20cm 및 원형상태로 구분 처리하여 건조시킨 후 이를 -2℃, 2℃ 및 상온에서 저장하면서 품질의 변화를 조사하였는데 저장 5개월 후 마늘 주대의 길이에 따른 마늘의 껍질 및 마늘의 수분함량을 분석하였던 결과는 표 5-3과 같다.



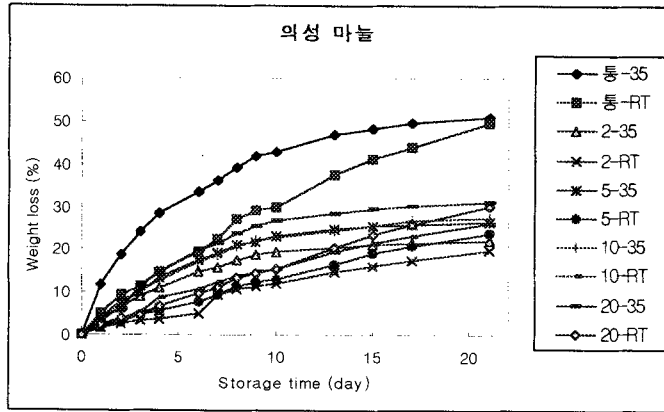
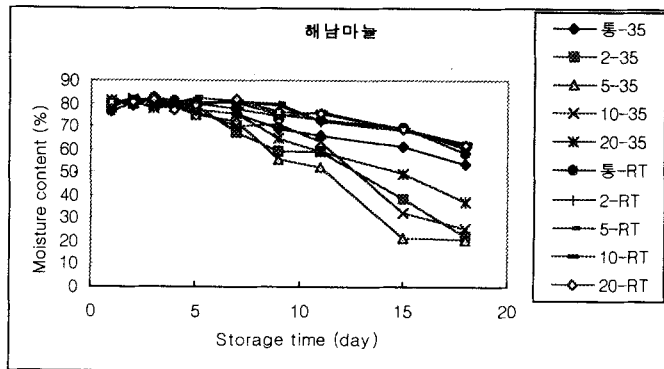


그림5-1. 열풍 건조중 주대의 길이에 따른 마늘의 중량감소





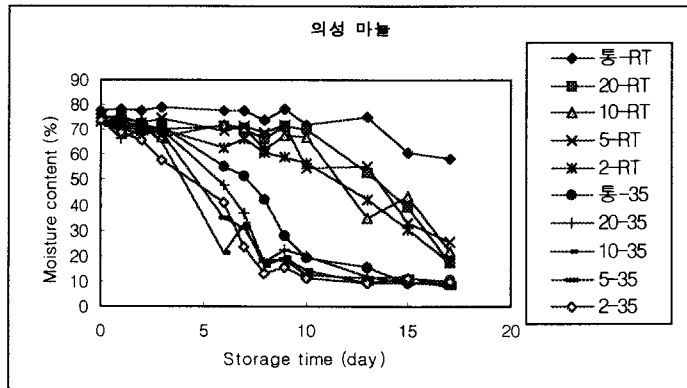
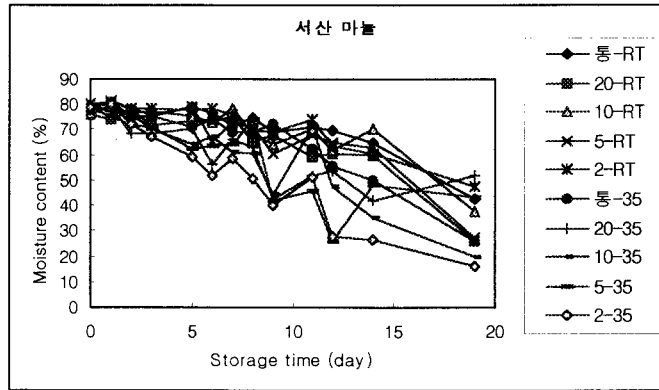


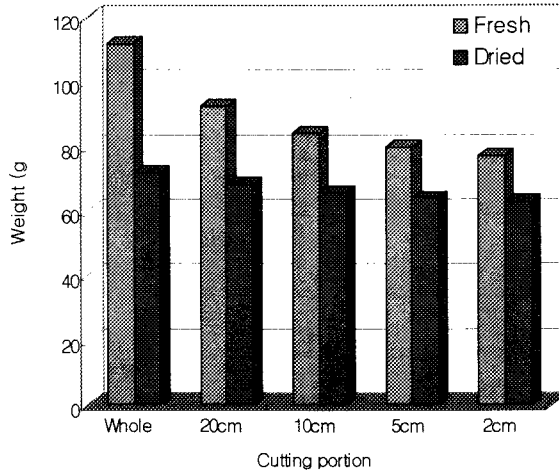
그림 5-2. 주대의 길이에 따른 수확직후 마늘 껍질의 수분함량변화

마늘껍질의 수분함량은 저장온도에 따라 차이를 보였는데 상온에서 저장한 마늘의 수분함량은 11%수준을 유지하였고 -2℃에서 저장한 마늘은 이보다 2배정도 높은 22-28%범위이었으나 2℃에서 저장한 마늘의 경우 3-5배 높은 수분함량을 나타내었다. 2℃에서 저장하였던 마늘껍질의 수분함량이 높은 것은 저장중 호흡 등으로부터 발산되는 수분이 마늘의 표면껍질에 흡착되었기 때문으로 판단된다.

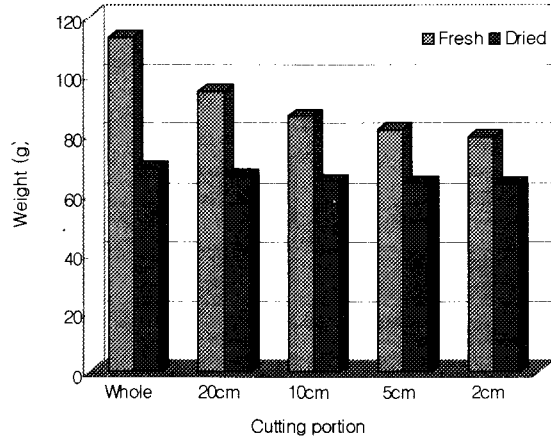
마늘자체의 수분함량을 비교하여 보면 껍질의 수분함량이 높게 유지되었던 2℃ 마늘의 경우 68-73%수준을 유지하였고, -2℃에서 저장하였던 마늘은 2℃에서 저장하였던 마늘과 거의 유사한 수준을 나타내었으나, 상온에 저장하였던 마늘의 이 보다 낮은 62-64%수준이었다.

또한 마늘줄기의 길이에 따른 부위별 수분함량을 살펴보면 마늘껍질의 경우 줄기가 짧을수록 수분함량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 저장중 마늘 줄기등에 흡착된 수분이 마늘의 껍질의 수분함량에도 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 마늘자체의 수분함량을 비교하여 보면 줄기의 길이에 따른 차이를 보이지 않아 줄기의 길이가 마늘자체의 수분함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

마늘대의 중량 (해남)



마늘대의 중량 (서산)



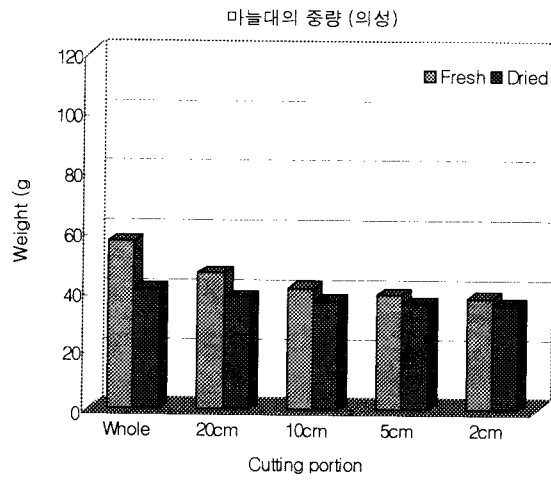


그림5-3. 주대의 길이에 따른 생 마늘 및 건조후 마늘의 중량비교

표5-2. 주대의 길이에 따른 생 마늘 및 건조후 마늘의 중량비교

(단위: g)

산지 마늘의 상태	해남		서산		의성	
	Fresh	Dried	Fresh	Dried	Fresh	Dried
Whole	111.9	71.57	113.10	68.88	56.64	40.43
20cm	92.4	68.28	94.86	66.39	46.08	37.94
10cm	84.2	65.64	86.31	64.76	41.05	36.59
5cm	79.7	63.97	81.84	63.92	38.84	35.80
2cm	77.0	62.90	79.32	63.48	37.70	35.41

표 5-3. 주대의 길이에 따른 마늘 껍질 및 마늘의 수분함량

단위: %

저장온도	2℃	-2℃	상온
통-껍질	55.9344	28.3899	11.4521
20-껍질	42.9188	23.4361	11.7105
10-껍질	44.2526	22.1058	11.6834
5-껍질	39.1640	28.0107	11.4733
2-껍질	36.3310	27.8723	11.8362
통-마늘	68.8296	68.0187	64.9962
20-마늘	69.3585	69.8536	63.7029
10-마늘	68.4606	69.9024	63.3453
5-마늘	68.7590	68.9349	62.5266
2-마늘	67.3072	70.9403	63.7680

\* 저장 5개월 후

표 5-4.. 마늘 주대의 길이에 따른 저장중 품질변화

항목	길이(cm)	저장기간(개월)	
		4	8
부패율	2	8.2±3.2	17.5±4.3
	4	9.3±2.7	16.4±3.7
	6	7.2±2.4	18.2±3.9
중량감소	2	9.5±3.3	19.8±4.1
	4	7.6±2.7	20.2±4.7
	6	8.2±2.2	17.9±3.5

한편 마늘의 주대 절단은 예건 뿐만 아니라 저장 유통 시에도 저장고 및 포장상자내의 활용도 증진을 위해서 매우 효과적일 것으로 판단하여 예건 시 주대를 마늘의 구근으로부터 2cm, 4cm, 6cm 씩 만 남도록 절단 처리한 후 0℃의 저온 저장고에서 저장하면서 주대의 길이가 저장마늘의 중량감소 부패율등 품질에 미치는 영향을 조사하였으나 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다.

### 3) 세척 및 정선 처리효과

유통 마늘의 품위개선을 위하여 마늘 표면세정 및 마늘 뿌리부위의 제거가 효과적일 것으로 판단하여 마늘의 세정에 적합한 장치를 조사하였다. 세정방법으로는 건식과 습식 방식으로 크게 대별 할 수 있는데 마늘의 경우는 품목의 특성상 건식 세정방식이 적합한 것으로 판단된다. 건식방식을 적용시 로울러형 브레쉬 세정기와 고압분사식 방법을 고려할 수 있다. 일반적으로 표피가 연약한 품목의 경우 세정시 부러쉬에 의한 손상을 고려하여 로울러형 브레쉬 세정기의 적용을 피하고 있다. 고압분사식 세정방법은 5-100 기압의 압축공기를 이용하여 농산물의 표면에 부착된 이물질을 제거하는 방식으로 세정 효과가 매우 높다. 마늘의 경우 마늘 표면에 부착된 건조

된 마늘 껍질의 일부와 마늘뿌리 부위를 제거키 위해서는 브러쉬형 세정방법으로 마늘을 1차 처리한 후 잔사 및 세정시 마늘구근 표면에 부착된 미세 파쇄 입자를 제거키 위해 압축공기를 이용한 고압분사식 세정처리를 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

따라서 브러쉬형 및 고압분사식 세정 처리조건에 따른 품질에 관한 실험으로 브러쉬 재질에 따른 마늘표피 정선흐과를 조사하였던 바 정선흐 효율 측면에서는 철선 브러쉬가 다소 우수한 것으로 판단되었으나 처리후 박피한 마늘 인편표면의 손상과 호흡율이 플라스틱 재질의 브러쉬에 높게 발생하여 재질을 플라스틱으로 사용하는 것이 바람직 한 것으로 나타났다. 표피 정선흐처리시 표피의 수분함량에 따른 정선흐과를 조사하였던 바 수분함량은 12%정도가 정선흐과 및 원형을 유지측면에서 효과적인 것으로 조사되었다.

표 5-5. 브러쉬의 종류에 따른 표피정선 마늘의 호흡율

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr

방치 온도	방치기간(일)		
	무처리	플라스틱브러쉬	철선브러쉬
10	52.2	65.3	86.8
20	137.2	155.3	197.3

표 5-6. 마늘 표피의 수분에 따른 표피정선효과

표피수분함량(%)	정선율(%)	원형유지율(%)
15	87	100
12	94	100
9	95	87

## 나. 마늘의 수확 후 부패 미생물 감균 처리 기술연구

### 1) 열처리

마늘은 재배시 토양으로부터 오염된 미생물로 인하여 수확후 저장 유통시 부패 및 변질이 일어나고 이로 인한 손실이 크게 발생하고 있다. 부패미생물의 번식은 마늘의 저장 유통중 수분함량과 밀접한 관계가 있고 수확시 조직의 손상정도에도 영향을 받는다. 따라서 마늘의 경우 수확직후 예건과정을 거쳐 수확시 손상된 조직의 치유는 물론 주대 및 마늘 구근표면의 수분을 적절히 제거하여 줌으로서 미생물에 의한 부패를 1차적으로 방지 할 수 있을 것으로 판단된다.

마늘의 부패에 관련된 미생물로는 *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus spp*, *Botrytis alli*, *Penicillium spp*, *Stemphylium botryosum*, *Embellisia alli*, *Erwinia spp*, *Pseudomonas spp*등 으로 알려져 있다. 특히, *Fusarium*



*oxysporum* 은 토양전염성병원균으로 토양속에 존재하던 것이 수확시 마늘에 옮겨져서 저장 중 손상부위를 통하여 침입하여 발병하는 것으로 마늘, 양파를 비롯한 많은 농작물에 피해를 주는 것으로 알려져 있다.

마늘의 저장전 열처리가 마늘의 저장중 미생물 총균수에 미치는 영향을 조사하기 위해 마늘을 35-45℃에서 6시간씩 방치한 직후 및 6개월 저장후의 총균수를 비교하였던 바 그 결과는 표 5-7에서와 같이 저장초기 및 저장후에는 미생물 총균수를 낮추는데 효과가 있었으며 처리온도 범위내에서는 온도가 높을수록 그 효과 우수하였다.

표 5-7. 열처리가 저장 마늘의 미생물 총균수에 미치는 영향

처리온도℃	Total microbial counts (CFU/mL)	
	처리초기	저장 6개월후
무처리	$2.8 \times 10^8$	$3.5 \times 10^9$
35	$4.6 \times 10^9$	$2.4 \times 10^7$
40	$5.5 \times 10^9$	$4.5 \times 10^9$
45	$6.3 \times 10^4$	$3.3 \times 10^9$

## 2) 수세처리

한편 마늘의 주대를 절단하고 이를 수세하여 건조한 후 저장하면서 품질의 변화를 조사하였다. 해남 및 서산 마늘은 2℃에서 저장을 하며 의성산은 상온에 저장하고 있는데, 마늘의 표면을 수세 처리한 후 저장하였던 경우 수세치 않았던 마늘의 경우와 변질율에 있어서는 차이를 보이지 않았다. 그러나 상온에 저장하였던 마늘의 경우 전반적으로 세정처리구가 세정처리를 하지 않았던 경우에 비하여 부패율이 낮았다. 이와 같은 결과로 세정처리를 하여 충분한 건조처리가 되고 저장 중 습도가 낮게 유지된다면 세정효과가 얻을 수 있을 것으로 사료되었다.

표 5-8. 수세 처리한 마늘의 저장 중 변질율(단위 : %)

구분(cm)		해남			서산		의성
		썩	부패율	곰팡이	부패율	곰팡이	부패율
무수세 건조	2	57.7	25.2	36.9	64.7	49.2	23.33
	5	40.0	55.6	88.3	74.3	53.3	11.4
	10	20.0	28.8	77.1	72.3	30.0	7.5
	20	1.2	11.3	70.5	79.7	60.0	13.1
	통	29.5	4.4	43.1	65.1	75.7	3.0
수세후 건조	2		66.2	66.0	31.0	68.3	5.0
	수염제거(2)		68.2	72.0	73.0	66.7	8.7
	5	35.0	82.5	67.5	47.3	66.7	7.7
	10	35.0	82.5	60.0	66.7	10.0	3.3

## 다. 원료 및 반가공 마늘의 유통기간 연장기술 연구

### 1) 원료용 마늘의 초장기 저장처리

마늘의 초장기 저장을 위한 처리로 현지에서 1차 예건 처리된 서산산 마늘을 7월 중순 산지에서 직접 구입한 후 이를 상온에서 1주일간 재 예건 처리하고 변질구근의 선별 및 주대절단 처리(구근으로부터 4cm부위절단)를 한 후 15kg씩 플라스틱 상자에 담아 0℃의 저온저장고에 입고하여 1주간 예냉처리를 행하였다. 예냉처리가 끝난 마늘의 일부는 ISOCELL사에서 제작 설치한 환경가스가 자동제어되는 CA저장시스템을 이용하여 저장실험에 사용하였다. 시료는 15kg 플라스틱 상자단위로 10m<sup>3</sup>용량의 완전 밀폐가 가능한 CA챔버에 각각 6상자씩 입고한 후 N2 generator를 이용하여 저장고내의 환경가스 조성을 조절하였다. 마늘의 CA저장을 위하여 적용하였던 환경가스 조성의 조성비는 O<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>= 2: 5: 93, 2: 7: 91, 2: 9: 89, 4: 5: 91, 4: 7: 89, 4: 9: 87의 6조건으로 유지하였다. 저장 12개월후 중량감소율은 저온

저장의 경우 14.2%이었으며 CA저장의 경우 5.8-6.6%수준으로 저온 저장에 비해 41-46%수준을 나타내었으며 부패율은 저온 저장구의 경우 31.3%이었으며 CA저장구는 저온 저장구에 비해 65-80%의 낮은 수준을 보였다(표 5-9) CA저장구간에 중량감소 및 부패율을 비교하여 보면 중량감소는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/9/89이었던 구가 5.3%로 가장 낮았고 부패율은 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 4/7/89이었던 구가 20.3%로 낮았으나 중량감소 및 부패율의 전반적인 측면에는 처리구간의 차이는 뚜렷치 않은 것으로 판단되었다. 특히 저온저장 및 CA저장시 마늘의 부패는 저장실내의 상대습도의 영향이 큰 것으로 판단되었다.

표 5-9. CA저장 마늘의 중량감소 및 부패율(12개월 저장)

저장조건	중량감소(%)		부패율(%)	
	6개월	12개월	6개월	12개월
저온저장 0℃	8.2	14.2	11.5	31.3
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 2: 5: 93	4.6	6.5	7.2	22.4
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 2: 7: 91	4.2	5.4	7.8	25.2
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 2: 9: 89	3.8	5.3	7.5	23.6
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 4: 5: 91	5.3	6.2	6.8	21.3
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 4: 7: 89	4.9	5.9	8.5	20.3
CA: O <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> = 4: 9: 87	5.4	6.6	8.1	24.2

한편 마늘을 기계 박피한 후 원형마늘은 1kg단위로, 파쇄한 마늘은 200g 단위로 하여 0.1mm두께의 PE필름으로 밀봉하여 -70℃의 deep freezer에서 급속 동결시킨 후 -18℃ 및 -40℃의 냉동실로 옮겨 저장하면서 주기적으로 그 품질을 조사하였다(표5-10).

냉동 저장한 원형마늘을 3개월 저장 후 품질을 저장초기와 비교하였던 바 표면색 (L)은 초기치에 비해 3%정도 낮은 수준을 유지하였고 이 수준은 저장 6개월에도 유사하게 유지되었으며 저장 12개월 후에는 8% 정도 차이를 보였다. 경도는 저장 3개월후 초기에 비해 8% 정도 낮았고 저장 6개월 후에 10% 수준을 보였고, 저장 12개월 후에도 6개월 저장한 경우와 유사한 수준을 보였다. 냉동 저장하였던 마늘을 4℃의 냉장고 내에서 완만 해동한 후 drip의 발생율을 조사하였던 바 -18℃에서 저장하였던 경우 저장 3개월 후에는 마늘의 총량에 대하여 0.18%이었으며 저장 6개월 후에는 0.22%, 저장 12개월 후에는 0.25%를 나타내었다. -40℃에서 저장하였을 경우 표면색 및 경도변화가 -18℃에 비하여 다소 적었으나 그 차이는 크지 않았지만 drip의 발생율은 -18℃에 저장하였던 마늘에 비하여 -40℃에서 저장하였던 것이 매우 적게 발생하였다. 한편 파쇄하여 저장하였던 마늘의 품질을 관능적으로 비교하였던 바 -18℃ 및 -40℃ 모두에서 관능적 품질이 비교적 양호한 것으로 조사되었으며 특히 -40℃에서 저장하였던 경우 -18℃에서 저장하였던 마늘에 비하여 색상이 다소 우수한 것으로 나타났다.

간 마늘을 6개월간 냉동 저장한 후 해동하였을 때의 품질변화를 조사하였던 바, 경도는 냉동직후 1.47이었으며 해동 3일후에는 저온에서 해동, 저장한 경우 1.39로 해동직후와 차이가 없었으나 상온에서 해동, 저장한 경우 이 보다는 다소 낮았다. 냉동마늘의 해동시 표면색의 변화를 조사하였던 바 해동시 "L", "a"값의 변화가 큰 것으로 나타났으며, 저온에서 해동, 저장하는 것이 상온의 경우에 비하여 표면색의 변화가 적었다. 한편 파쇄한 마늘의 표면색 변화는 통마늘의 경우와 유사한 경향을 나타내었다

표 5-10. 원형 마늘의 냉동저장중 품질

저장 온도 ℃	표면색				경도				Drip(%)			
	초기	3개월	6개월	12개월	초기	3개월	6개월	12개월	초기	3개월	6개월	12개월
-18	1	0.97*	0.96	0.92	1	0.92*	0.90	0.89	0	0.18	0.22	0.25
-40	1	0.98	0.98	0.95	1	0.94	0.93	0.90	0	0.12	0.18	0.22

\* : 초기값에 대한 상대치

표 5-11. 파쇄 마늘의 냉동저장중 관능적 품질

저장온도, ℃	색				향			
	초기	3개월	6개월	12개월	초기	3개월	6개월	12개월
-18	1	0.93*	0.92	0.90	1	0.96*	0.93	0.87
-40	1	0.98*	0.98	0.93	1	0.94*	0.94	0.89

\* : 초기값에 대한 상대치

표 5-12. 마늘의 해동 및 해동후 저장시 경도 변화

해동 및 저장	냉동 전	해동 직후	저장, 3일	
			상온	4℃
ave	2.49	1.47	1.13	1.39
std	0.20	0.25	0.25	0.33

표5-13.. 마늘의 해동 및 해동후 저장시 표면색 변화

해동 및 저장조건		상온			4℃		
		해동 전	해동 직후	해동후 3일	해동 전	해동 직후	해동후 3일
L	ave	84.10	72.11	54.68	84.10	72.11	65.46
	std	1.08	2.26	4.18	1.08	2.26	2.19
a	ave	-4.19	-4.35	2.50	-4.19	-4.35	-2.76
	std	0.27	0.42	2.40	0.27	0.42	0.57
b	ave	24.07	26.45	25.62	24.07	26.45	27.69
	std	0.91	2.46	3.66	0.91	2.46	2.37
dL	ave	0.00	11.98	29.49	0.00	11.98	18.75
	std	0.00	3.04	4.47	0.00	3.04	2.56
da	ave	0.00	0.29	6.75	0.00	0.29	1.38
	std	0.00	0.25	2.40	0.00	0.25	0.67
db	ave	0.00	2.36	3.82	0.00	2.36	4.01
	std	0.00	2.67	1.75	0.00	2.67	1.95
dE	ave	0.00	12.35	30.61	0.00	12.35	19.35
	std	0.00	3.58	4.48	0.00	3.58	2.35
chroma	ave	24.34	26.68	26.33	24.34	26.68	27.77
	std	0.93	2.54	3.57	0.93	2.54	2.47
hue	ave	-1.40	-1.41	0.77	-1.40	-1.41	-1.47
	std	0.01	0.02	1.31	0.01	0.02	0.03

표5-14. 파쇄한 마늘의 해동 및 해동후 저장시 표면색 변화

해동 및 저장조건		상온			4℃		
		해동 전	해동 직후	해동후 3일	해동 전	해동 직후	해동후 3일
L	ave	54.15	39.29	37.13	54.15	39.29	35.22
	std	0.28	2.15	0.28	0.28	2.15	0.39
a	ave	-3.31	-9.84	-6.07	-3.31	-9.84	-8.72
	std	0.04	0.06	0.35	0.04	0.06	0.12
b	ave	17.04	3.93	10.71	17.04	3.93	4.82
	std	0.19	1.42	0.21	0.19	1.42	0.30
dL	ave	0.00	14.86	17.02	0.00	14.86	18.93
	std	0.00	2.42	0.52	0.00	2.42	0.63
da	ave	0.00	6.53	2.77	0.00	6.53	5.41
	std	0.00	0.09	0.33	0.00	0.09	0.12
db	ave	0.00	13.12	6.33	0.00	13.12	12.23
	std	0.00	1.56	0.05	0.00	1.56	0.40
dE	ave	0.00	20.88	18.37	0.00	20.88	23.18
	std	0.00	2.72	0.45	0.00	2.72	0.51
chroma	ave	17.36	10.65	12.32	17.36	10.65	9.96
	std	0.18	0.52	0.29	0.18	0.52	0.12
hue	ave	-1.38	-0.38	-1.06	-1.38	-0.38	-0.50
	std	0.00	0.12	0.02	0.00	0.12	0.03

## 2) 반가공 마늘의 유통기간 연장 기술연구

반가공 마늘의 유통기간 연장에 관한 연구로 1) 박피방법(수작업, 기계박피)에 따른 품질변화를 조사하였고, 2) 마늘종자의 원산지에 따른 박피후 품질 변화분석(경도, 변질율, 색상, 이취, 미생물수)으며, 3) 전처리방법에 따른 품질변화조사를 수행하였다.

### 가) 박피방법 및 종구의 원산지에 따른 박피후 호흡율

마늘의 박피 방법 및 조건에 따라 박피후 품질변화에 밀접한 관계를 갖고 있는 호흡율을 조사하였다. 조사대상시료는 서산에서 재배된 육쪽마늘, 중국종 마늘, 스페인종마늘, 무안산 마늘이었으며 박피 방법은 일반적으로 행하여지고 있는 손박피와 압축공기를 사용하는 고압분사식 박피기를 사용하였다. 박피된 0℃, 10℃, 20℃에 방치하면서 주기적으로 호흡율을 분석하였던 바 기계박피가 손박피에 비해 마늘의 저장중 호흡율을 높게 유지시켰으며 마늘의 산지 및 종구의 원산지에 의하여서도 차이를 보였다.

표 5-15. 서산 마늘의 박피 방법 및 박피후 방치온도에 따른 호흡율 변화

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr

박피방법	방치 온도	방치기간(일)			
		0	1	3	5
손 박피	0	26.6	14.3	10.8	8.2
	10	46.7	37.8	38.6	41.3
	20	129.2	112.3	127.3	156.5
기계박피	0	30.9	17.4	15.5	9.8
	10	66.9	59.5	130.6	48.0
	20	152.7	155.2	201.4	194.6

표 5-16. 무안 마늘의 박피 방법 및 박피후 방치온도에 따른 호흡율 변화

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr



박피방법	방치 온도	방치기간(일)			
		0	1	3	5
손 박피	0	54.2	23.2	29.4	47.2
	10	70.7	81.0	103.7	162.1
	20	239.2	148.8	131.7	215.2
기계박피	0	72.5	26.0	37.1	64.3
	10	107.6	98.3	105.6	197.5
	20	258.0	176.6	161.6	252.4

표 5-17. 중국종 마늘의 박피 방법 및 박피후 방치온도에 따른 호흡율변화

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr

박피방법	방치 온도	방치기간(일)			
		0	1	3	5
손 박피	0	15.3	9.5	10.3	12.5
	10	62.3	52.4	62.3	67.8
	20	139.2	91.3	108.8	177.3
기계박피	0	32.0	50.3	9.7	10.1
	10	62.8	61.7	62.8	70.8
	20	183.0	168.8	225.8	394.6

표 5-18. 스페인종 마늘의 박피 방법 및 박피후 방치온도에 따른 호흡율 변화

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr

박피방법	방치 온도	방치기간(일)			
		0	1	3	5
손 박피	0	27.9	10.5	15.1	16.6
	10	54.4	96.6	97.7	116.6
	20	99.8	70.0	127.4	261.1
기계박피	0	61.3	29.0	16.9	17.7
	10	80.4	128.8	105.7	110.1
	20	202.9	166.7	210.6	540.8

나) 박피방법 및 절단처리에 따른 박피후 품질변화

서산 한지마늘을 손작업 및 기계에 의해 박피한 후 각기 통마늘 및 절단 (slicing, 3mm두께, 절단기 사용)마늘 50g을 polyethylene film(50 μm)으로 포장해 20 °C, 5 °C 및 0 °C에 저장한 후 품질변화를 관찰하였다.

표 5-19. 20℃ 5일 저장후 품질변화

Treatment		Firmness (g · f)	Color			Sensory evaluation		Storage life(day)
			L	a	b	Appearance	Off-flavor	
통마늘	손박피	13.08	80.67	-2.98	+18.21	5.0	5.0	6
	기계박피	9.36	79.06	-2.69	+18.80	3.5	4.0	4
Slice	손박피	4.73	81.63	-3.04	+15.84	4.5	5.0	5
	기계박피	3.88	79.69	-3.05	+14.28	3.5	4.0	4

표 5-20. 5℃ 21일 저장후 품질변화

Treatment		Firmness (g · f)	Color			Sensory evaluation		Storage life(day)
			L	a	b	Appearance	Off-flavor	
통마늘	손박피	13.51	86.53	-2.67	+20.11	3.5	3.5	35
	기계박피	10.19	82.01	-2.15	+24.35	3.0	3.0	21
Slice	손박피	3.84	86.64	-2.55	+14.91	3.5	3.5	26
	기계박피	4.11	86.74	-2.79	+14.63	2.5	3.0	19

표 5-21. 0℃, 28일 저장후 품질변화

Treatment		Firmness (g · f)	Color			Sensory evaluation		Storage life(day)
			L	a	b	Appearance	Off-flavor	
통마늘	손박피	13.73	86.40	-2.65	+20.04	4.0	4.0	35
	기계박피	11.05	80.29	-1.78	+24.98	3.5	3.5	25
Slice	손박피	3.35	85.58	-3.18	+16.33	3.5	3.0	30
	기계박피	4.32	84.40	-2.49	+17.82	3.5	3.5	22

다) 마늘 종구의 원산지에 따른 박피 후저장중 품질 변화

서산(한지, 중국종, 스페인종) 및 무안산 마늘을 대상으로 기계 및 손 박피 공정을 거친 각 통마늘 시료 50g을 polyethylene film(50 $\mu$ m)으로 포장해 20 °C, 5 °C 및 0 °C에 저장한 후 저장수명, 갈변도, 경도변화 및 미생물의 발생정도를 조사하였다.

표 5-22. 20°C 5일 후 품질변화

Treatment		Color			Firmness (g · f)	Total microbial counts (CFU /mL)	Sensory evaluation		Storage life(day)
		L	a	b			Appearance	Off-flavor	
무안	손박피	84.53	-3.26	+19.28	16.20	$2.4 \times 10^{10}$	2.0	2.5	4
	기계박피	83.30	-2.99	+20.67	16.91	$3.5 \times 10^{10}$	2.0	2.5	4
서산	손박피	87.76	-3.09	+20.90	13.63	$1.0 \times 10^8$	4.0	4.5	6
스페인	기계박피	86.99	-2.51	+21.08	13.04	$4.6 \times 10^9$	3.5	3.0	6
서산	손박피	87.36	-3.47	+21.79	13.01	$2.8 \times 10^8$	4.5	4.5	7
(육쪽)	기계박피	86.27	-2.76	+21.66	12.82	$5.5 \times 10^9$	2.5	2.5	4
서산	손박피	83.09	-3.93	+21.64	18.09	$1.6 \times 10^8$	4.0	4.5	6
(중국)	기계박피	82.75	-2.96	+23.47	16.27	$6.3 \times 10^8$	2.5	2.5	4

표 5-23. 5℃, 21일 저장후 품질변화

Treatment		Color			Firm- ness (g · f)	Total microbial counts (CFU /mL)	Sensory evaluation		Storage life(day)
		L	a	b			Appea- - rance	Off- flavor	
무안	손박피	81.56	-2.97	+20.97	17.34	$1.8 \times 10^8$	4.0	5.0	25
	기계박피	80.16	-1.77	+23.27	14.75	$2.1 \times 10^9$	3.5	3.0	22
서산	손박피	75.58	+8.15	+15.65	12.51	$2.0 \times 10^9$	4.0	5.0	26
스페인	기계박피	86.42	-2.88	+21.04	13.63	$6.4 \times 10^7$	2.0	3.5	20
서산	손박피	84.86	-2.00	+21.96	13.22	$2.8 \times 10^9$	5.0	5.0	28
(육쪽)	기계박피	83.32	-2.98	+20.81	13.26	$3.1 \times 10^8$	4.0	3.5	26
서산	손박피	83.53	-2.99	+20.82	17.05	$5.0 \times 10^9$	4.0	5.0	28
(중국)	기계박피	80.33	-2.10	+24.12	16.12	$3.0 \times 10^8$	3.5	3.0	22

표 5-24. 0℃, 28일 저장후 품질변화

Treatment		Color			Firm- ness (g · f)	Total microbial counts CFU/mL	Sensory evaluation		Storage life.day
		L	a	b			Appear- - ance	Off- flavor	
무안	손박피	82.79	-2.50	+20.17	17.05	$3.0 \times 10^9$	5.0	4.0	35
	기계박피	80.18	-2.09	+22.72	14.61	$4.7 \times 10^7$	2.0	3.0	25
서산	손박피	87.85	-2.82	+20.59	15.35	$5.4 \times 10^4$	5.0	4.0	35
스페인	기계박피	86.76	-2.15	+21.13	13.46	$7.8 \times 10^4$	4.0	4.0	32
서산	손박피	86.61	-3.37	+22.68	14.17	$1.3 \times 10^9$	5.0	4.0	35
(육쪽)	기계박피	86.75	-2.72	+22.56	12.77	$3.0 \times 10^9$	3.0	4.0	30
서산	손박피	84.11	-3.88	+21.59	17.35	$5.5 \times 10^9$	4.0	3.0	30
(중국)	기계박피	82.19	-3.11	+24.47	14.05	$8.0 \times 10^7$	3.0	3.0	28

라) 전 처리방법에 따른 박피 마늘의 품질변화

서산 한지 마늘을 손 박피 작업을 거쳐 절단(채소절단기 사용)한 후 citric 1%, cysteine 0.5% 및 1%, CaCl<sub>2</sub> 1%, 전해산화수, SO<sub>2</sub> 200ppm 및 300ppm, 마늘 즙, ascorbic acid 1%, hot water(60 °C), glutathion 1%로 30초 동안 dipping 한후 물기를 제거한 각 시료 50g을 polyethylene film (50 μm) 으로 포장해 20 °C에서 2일후, 5 °C에서 3주 및 0 °C에서 4주 동안 저장한 후 품질변화를 조사하였다. 그 결과 50-60°C에서 처리하는 것이 변패 발생 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다.

표 5-25. 열처리조건에 의한 변패율

Treatment		20°C (2day, %)	5°C (21day, %)	0°C (28day, %)
50°C	0s	100	100	0
	30s	20	60	0
	60s	20	60	0
	90s	20	40	0
60°C	0s	100	100	0
	30s	20	40	0
	60s	20	40	0
	90s	60	20	0
70°C	0s	80	100	0
	30s	80	20	0
	60s	100	20	0
	90s	100	20	20
80°C	0s	100	100	0
	30s	100	60	0
	60s	100	60	20
	90s	100	60	20
90°C	0s	100	100	0
	30s	100	60	0
	60s	100	80	20
	90s	100	80	40
100°C	0s	100	100	0
	30s	80	20	0
	60s	80	20	0
	90s	80	40	0

표 5-26. 20℃, 2일 저장 후 품질변화

Treatment	Color			Firmness (g · f)	Total microbial counts (CFU/mL)	Sensory evaluation	
	L	a	b			Appea- rance	Off- flavor
Untreated	86.10±0.55	-2.94±0.74	17.80±1.68	4.69±0.44	2.4×10 <sup>f</sup>	3.5	4.0
Hotwater(60℃)	85.52±1.61	-3.01±0.55	15.65±1.90	4.47±0.75	1.4×10 <sup>g</sup>	4.0	4.5
1%CaCl <sub>2</sub>	85.82±1.06	-2.88±0.25	18.52±2.34	4.55±0.40	2.1×10 <sup>f</sup>	4.0	4.0
1%Citric acid	86.90±0.82	-3.44±0.29	18.13±0.50	4.75±0.56	9.8×10 <sup>g</sup>	4.0	4.0
0.5%Cysteine	85.71±1.66	-3.23±0.45	17.41±2.78	4.84±0.78	2.7×10 <sup>g</sup>	4.5	4.0
1%Cysteine	83.74±2.11	-2.59±0.55	16.80±2.24	4.59±0.84	1.4×10 <sup>g</sup>	4.5	4.0
1%Ascorbic acid	81.67±4.53	-0.47±1.53	18.93±2.05	4.25±0.28	1.7×10 <sup>h</sup>	2.5	3.0
SO <sub>2</sub> 200	84.98±1.64	-2.73±1.20	19.13±1.66	4.84±0.57	1.1×10 <sup>h</sup>	3.0	4.0
SO <sub>2</sub> 300	85.87±1.45	-2.57±0.30	16.24±2.30	5.10±0.48	9.2×10 <sup>f</sup>	3.0	4.0
전해산화수	84.85±3.05	-2.51±0.71	17.90±2.17	4.45±0.92	8.0×10 <sup>f</sup>	3.0	4.0
1%Glutathion	85.55±0.26	-3.06±0.43	18.44±2.10	4.58±0.24	2.0×10 <sup>h</sup>	2.5	4.0
Galic juice	77.82±3.98	-2.97±0.76	24.05±2.30	4.48±0.13	7.4×10 <sup>h</sup>	0.5	3.0

표 5-27. 5°C, 21일 저장 후 품질변화

Treatment	Color			Firmness (g · f)	Total microbial counts (CFU/mL)	Sensory evaluation	
	L	a	b			Appea- - rance	Off- - flavor
Untreated	85.97±0.85	-2.71±0.13	20.63±1.14	4.54±0.94	3.0×10 <sup>8</sup>	2.5	2.5
Hot water(60°C)	85.56±1.21	-2.33±0.35	19.70±0.59	3.84±0.65	9.5×10 <sup>8</sup>	0.5	0.5
1%CaCl <sub>2</sub>	85.76±1.56	-2.30±0.49	17.06±3.15	4.34±0.16	6.6×10 <sup>8</sup>	2.5	1.0
1%Citric acid	85.33±2.53	-2.41±0.50	17.91±3.58	4.55±0.24	1.4×10 <sup>9</sup>	2.5	1.0
0.5%Cysteine	84.71±1.24	-2.78±0.20	19.10±2.75	4.61±0.44	2.5×10 <sup>8</sup>	3.0	2.5
1%Cysteine	86.34±0.87	-2.64±0.30	18.18±1.00	4.07±0.59	8.5×10 <sup>9</sup>	3.0	2.5
1%Ascorbic acid	83.78±2.85	-2.12±0.50	20.61±1.69	3.72±0.16	3.7×10 <sup>8</sup>	2.5	2.5
SO <sub>2</sub> 200	84.24±0.58	-2.11±0.07	20.08±2.68	4.71±0.21	1.3×10 <sup>9</sup>	3.0	1.0
SO <sub>2</sub> 300	86.80±0.45	-2.75±0.39	19.62±1.09	4.12±0.68	5.6×10 <sup>8</sup>	3.0	1.0
전해산화수	85.30±0.40	-2.26±0.50	17.95±1.04	4.22±0.52	2.4×10 <sup>8</sup>	3.0	1.0
1%Glutathion	86.00±1.12	-2.84±0.43	19.96±0.78	4.10±0.75	4.8×10 <sup>8</sup>	2.5	2.5
Galic juice	77.54±3.96	-2.34±0.58	24.48±3.78	3.21±0.67	1.3×10 <sup>9</sup>	0.5	1.0

마) 신선편의 가공(반 가공, 최소가공)된 마늘의 품질보존 처리 효과  
 마늘의 유통방법 개선으로 박피한 마늘을 slice한 후 유통시킬 때 품질의 변화를 억제키 위한 처리방법에 관한 연구를 수행하였다. 박피후 slicing한 마늘을 각각 수도수 처리, 60°C의 열수처리, 1% CaCl<sub>2</sub> 용액처리, 1% citric acid처리, 0.5% cysteine, 1% Vitamin C, SO<sub>2</sub> 200 ppm, 전해산화수, 1% CaCl<sub>2</sub> 용액을 60°C로 가온하여 열수처리, 1% Citric acid 용액을 60°C로 가온하여 열수처리, 1% vitamin C용액을 60°C로 가온하여 열수처리한 구로 나누어 처리한 후 이를 20°C 및 5°C에 저장하면서 품질의 변화를 조사하였다. 처리에 따른 품질의 평가는 관능적인 품질평가, Huter colormeter를 이



용한 L, a, b값, 경도를 측정하였고, 갈변과 관련하여 phenolic 화합물의 량, 총균수를 분석하였다.

20℃에 저장한 경우 저장3일 후 품질을 비교하여보면 1% Citric acid 용액을 60℃로 가온하여 열수처리와 1% vitamin C용액을 60℃로 가온하여 열수 처리한 구의 품질이 다른 처리구에 비하여 품질이 월등한 것으로 나타났다. 이와 같은 경향은 5℃에서 저장하였을 때도 유사하였으며, 60℃의 열수로만 처리하였던 경우와 1% CaCl<sub>2</sub> 용액을 60℃로 가온하여 처리하였던 경우도 다른 처리구에 비해 우수한 효과를 나타내었다.

표 5-28. 최소 가공 처리된 마늘의 관능평가 (20℃, after 3 days)

Treatment	Overall acceptability	Color	Texture	Off-flavor	Storage life (day)
Control	3.6	3.9	8.2	7.9	2
Tap Water	3.6	3.9	5.5	4.0	2
Hot water (60℃)	9.8	9.9	9.6	9.9	4
1% CaCl <sub>2</sub>	8.7	7.3	10.0	8.8	3
1% Citric acid	3.9	8.6	9.8	9.5	2
0.5% Cysteine	5.1	6.8	7.5	5.4	3
1% Vitamin C	5.3	5.7	6.0	7.0	4
SO <sub>2</sub> 200 ppm	5.2	5.4	9.9	8.4	3
전해산화수	4.4	6.2	5.3	2.7	1
Hot water (60℃)+ 1% CaCl <sub>2</sub>	9.8	8.9	10.0	9.5	4
Hot water (60℃)+ 1% Citric acid	9.7	10.0	9.8	10.0	6
Hot water (60℃)+ 1% Vitamin C	9.1	9.3	9.0	9.1	5

표 5-29. 최소 가공 처리된 마늘의 관능평가 (5℃, after 14 days)

Treatment	Overall acceptability	Color	Texture	Off-flavor	Storage life (day)
Control	3.6	3.2	5.4	1.4	9
Tap Water	2.1	2.3	2.7	1.5	8
Hot water (60℃)	5.1	3.7	5.3	1.7	14
1% CaCl <sub>2</sub>	0.5	0.4	1.1	1.1	7
1% Citric acid	4.5	4.1	7.1	2.2	10
0.5% Cysteine	0.8	0.7	1.1	1.5	7
1% Vitamin C	2.0	2.0	2.6	1.1	8
SO <sub>2</sub> 200 ppm	0.7	0.7	1.4	1.3	3
전해산화수	0.4	0.3	0.7	0.7	7
Hot water (60℃)+1% CaCl <sub>2</sub>	4.6	4.5	4.3	4.0	11
Hot water (60℃)+1% Citric acid	5.1	5.5	5.2	5.2	14
Hot water (60℃)+1% Vitamin C	4.8	4.8	4.9	4.3	13

표 5-30. 최소 가공 처리된 마늘의 color 변화 (20℃)

Treatment	1 day			2 days			3 days			4 days		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	76.56 ±1.73	-3.04 ±0.75	+17.33 ±3.09	77.37 ±1.72	-2.03 ±0.59	+17.59 ±2.45	75.49 ±1.89	-1.77 ±0.50	+23.24 ±1.71			
Tap Water	76.64 ±1.82	-3.05 ±1.23	+14.17 ±3.50	76.18 ±1.02	-2.58 ±0.27	+21.26 ±1.32	73.25 ±1.99	-1.12 ±1.34	+21.32 ±3.94			
Hot water (60℃)	76.86 ±1.39	-4.02 ±0.66	+19.70 ±3.55	73.71 ±2.06	-2.36 ±0.70	+15.11 ±2.64	72.72 ±0.92	-1.24 ±1.23	+17.02 ±4.64	72.39 ±3.80	-1.00 ±0.32	+16.73 ±1.65
1% CaCl <sub>2</sub>	77.53 ±1.01	-3.33 ±1.40	+17.10 ±3.47	77.05 ±1.34	-2.04 ±0.88	+18.75 ±2.50	76.13 ±0.55	-1.53 ±0.95	+20.20 ±5.46			
1% Citric acid	77.84 ±0.94	-3.26 ±0.98	+16.72 ±3.51	77.63 ±1.60	-2.64 ±1.10	+17.06 ±4.33	77.27 ±2.47	-2.26 ±0.85	+20.09 ±1.77			
0.5% Cysteine	78.97 ±0.62	-2.83 ±0.72	+14.26 ±1.75	76.76 ±1.66	-2.22 ±0.92	+17.48 ±4.03	75.81 ±1.89	-1.44 ±0.88	+19.34 ±3.94			
1% Vitamin C	77.54 ±1.02	-3.02 ±0.98	+15.21 ±1.73	74.28 ±1.14	-1.92 ±0.77	+16.61 ±3.19	77.42 ±1.63	-2.91 ±0.69	+16.48 ±3.11			
SO <sub>2</sub> 200 ppm	78.86 ±1.63	-3.39 ±0.43	+16.65 ±2.05	76.88 ±0.82	-2.32 ±0.53	+19.94 ±3.51	76.24 ±0.82	-2.53 ±0.43	+21.55 ±2.51			
설햄 산화수	77.98 ±1.91	-3.11 ±0.70	+17.89 ±2.46	74.44 ±5.02	-1.41 ±2.03	+14.56 ±2.58	70.54 ±1.61	+6.83 ±1.38	+12.95 ±1.93			
Hot water (60℃) +1% CaCl <sub>2</sub>	75.06 ±2.29	-3.29 ±1.19	+17.95 ±2.88	74.07 ±1.03	-1.51 ±1.26	+17.88 ±5.43	73.96 ±1.81	-1.61 ±0.68	+24.17 ±3.60	72.86 ±2.79	-1.77 ±1.21	+20.59 ±3.94
Hot water (60℃)+1% Citric acid	76.09 ±2.49	-3.16 ±0.57	+14.14 ±2.06	75.93 ±2.62	-3.43 ±0.54	+18.69 ±1.81	74.62 ±1.96	-1.62 ±1.41	+11.53 ±2.24	70.12 ±4.72	-1.95 ±1.03	+16.29 ±3.50
Hot water (60℃)+1% Vitamin C	75.47 ±3.74	-2.52 ±1.95	+14.56 ±3.40	73.06 ±1.37	-1.99 ±0.88	+13.97 ±3.87	74.36 ±2.73	-2.27 ±1.28	+18.03 ±1.58	72.23 ±1.41	-2.23 ±0.71	+19.18 ±2.20

\* Initial : L; 77.25 ± 1.73, a; -4.25 ± 0.66, b; 18.28 ± 3.94

표 5-31. 최소 가공 처리된 마늘의 color 변화 (5℃)

Treatment	7 days			14 days			21 days		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	77.59 ±1.04	-2.35 ±0.78	+15.14 ±3.79	74.56 ±2.75	-1.45 ±1.04	+20.88 ±2.46	71.61 ±2.23	+3.44 ±4.05	+17.79 ±5.09
Tap Water	75.07 ±0.85	-3.01 ±0.56	+18.27 ±3.37	71.76 ±1.95	-1.85 ±0.68	+21.54 ±4.53			
Hot water (60℃)	74.56 ±0.56	-2.78 ±1.08	+15.73 ±4.96	72.24 ±3.45	-2.49 ±1.11	+18.96 ±3.88	71.87 ±2.00	-1.32 ±0.97	+22.88 ±1.81
1% CaCl <sub>2</sub>	76.31 ±1.81	-2.81 ±0.49	+17.11 ±1.73	69.00 ±2.14	+2.58 ±2.24	+17.88 ±2.29			
1% Citric acid	74.50 ±3.43	-1.55 ±1.72	+13.79 ±4.92	74.14 ±2.03	-2.46 ±0.82	+22.36 ±2.60			
0.5% Cysteine	77.07 ±2.01	-1.69 ±1.51	+14.05 ±2.66	70.65 ±4.81	-1.89 ±0.69	+22.47 ±2.71			
1% Vitamin C	73.41 ±1.07	-0.29 ±1.47	+12.70 ±4.00	73.10 ±1.57	-1.50 ±1.24	+22.89 ±2.55			
SO <sub>2</sub> 200 ppm	77.55 ±1.13	-2.54 ±0.96	+16.36 ±4.60	71.51 ±1.60	-0.57 ±0.96	+23.39 ±4.35			
전해산화수	75.86 ±0.85	-2.92 ±0.81	+17.61 ±2.73	73.61 ±1.27	-0.44 ±1.53	+20.71 ±3.22			
Hot water (60℃) +1% Citric acid	74.32 ±3.55	-2.27 ±1.38	+13.34 ±3.15	72.00 ±3.65	-2.30 ±1.13	+18.31 ±2.03	72.71 ±1.43	-0.97 ±0.64	+22.75 ±1.40
Hot water (60℃) +1% Vitamin C	72.74 ±1.72	-1.22 ±1.52	+13.18 ±3.43	74.57 ±2.05	-2.08 ±0.57	+16.66 ±5.19	70.56 ±3.11	-0.68 ±0.69	+20.99 ±1.87

\* Initial : L; 77.25±1.73, a; -4.25±0.66, b; 18.28±3.94

표 5-32. 최소 가공 처리된 마늘의 Firmness (20℃)

Treatment	Storage (days)		
	1	2	3
Control	5.66±0.57	4.94±0.47	4.56±0.40
Tap Water	6.25±0.91	5.07±0.31	4.69±0.44
Hot water (60℃)	5.32±0.94	5.73±1.03	5.51±0.65
1% CaCl <sub>2</sub>	5.47±1.58	4.84±1.13	4.58±0.41
1% Citric acid	6.43±1.68	4.77±0.40	5.26±0.96
0.5% Cysteine	6.00±1.22	4.87±0.55	5.25±0.57
1% Vitamin C	5.15±0.62	3.79±0.21	5.58±0.79
SO <sub>2</sub> 200 ppm	5.73±0.68	5.22±0.55	5.04±0.52
전해산화수	5.99±1.29	4.74±0.49	4.77±0.45
Hot water (60℃)+1% CaCl <sub>2</sub>	6.46±1.01	5.43±0.46	4.77±0.48
Hot water (60℃)+1% Citric acid	6.32±0.92	5.05±0.40	4.99±0.18
Hot water (60℃)+1% Vitamin C	7.16±1.45	5.50±0.42	5.41±0.49

\* Initial: 6.88±1.55

표 5-33. 최소 가공 처리된 마늘의 Firmness (5℃)

Treatment	Storage (days)		
	7	14	21
Control	5.17±1.68	6.36±1.53	5.67±0.34
Tap Water	7.22±1.00	4.80±0.49	
Hot water (60℃)	6.25±0.57	5.97±0.75	5.37±0.36
1% CaCl <sub>2</sub>	6.13±1.08	5.08±0.47	
1% Citric acid	8.07±0.46	5.58±0.72	
0.5% Cysteine	6.47±1.50	4.97±0.38	
1% Vitamin C	6.22±1.12	4.55±0.36	
SO <sub>2</sub> 200 ppm	5.66±0.96	4.51±0.39	
전해산화수	7.84±0.47	4.85±0.52	
Hot water (60℃)+1% Citric acid	5.74±1.17	6.32±0.77	6.29±0.32
Hot water (60℃)+1% Vitamin C	6.19±0.94	6.35±0.97	6.41±1.04

\* Initial: 6.88±1.55

표 5-34. 최소 가공 처리된 마늘의 phenolic compounds (mg/ml)의 함량 (20℃)

Treatment	Storage (day)				
	0	1	2	3	4
Control	8.92	10.780	13.827	15.075	19.602
Tap Water		10.224	15.218	16.137	18.084
Hotwater (60℃)		12.683	15.239	16.030	19.025
1% CaCl <sub>2</sub>		10.887	15.260	15.849	18.511
1% Citric acid		10.576	14.341	15.175	20.575
0.5% cysteine		10.972	14.576	15.100	19.388
1% Vitamin C		10.908	14.865	16.405	18.747
SO <sub>2</sub> 200 ppm		10.854	18.704	18.832	20.426
전해산화수		9.967	25.184	25.708	18.822
Hotwater (60℃)+1% CaCl <sub>2</sub>		10.277	10.181	10.491	18.287
Hotwater (60℃)+1% Citric acid		11.143	14.555	15.774	18.939
Hot water (60℃)+1% Vitamin C		10.608	15.175	16.982	19.239

표 5-35. 최소 가공 처리된 마늘의 phenolic compounds (mg/ml)의 함량 (5℃)

Treatment	Storage (day)			
	0	7	14	21
Control	8.92	40.509	13.532	12.245
Tap Water		27.719	18.754	
Hotwater (60℃)		26.863	15.849	10.384
1% CaCl <sub>2</sub>		23.784	16.205	
1% Citric acid		27.366	18.697	
0.5% cysteine		22.939	16.811	
1% Vitamin C		29.270	20.821	
SO <sub>2</sub> 200 ppm		23.431	19.021	
전해산화수		26.735	12.498	
Hotwater (60℃)+1% Citric acid		29.334	16.918	11.250
Hot water (60℃)+1% Vitamin C		27.837	18.843	12.694

표 5-36. 최소 가공 처리된 마늘의 총균수 변화 \*Initial :  $6.6 \times 10^7$

Treatment	5℃ (21 days)	20℃ (3 days)
Control	$2.6 \times 10^9$	$3.8 \times 10^9$
Tap Water	$9.3 \times 10^9$	$2.6 \times 10^{10}$
Hot water (60℃)	$9.8 \times 10^9$	$3.5 \times 10^{10}$
1% CaCl <sub>2</sub>	$8.3 \times 10^9$	$5.0 \times 10^9$
1% Citric acid	$1.3 \times 10^9$	$2.8 \times 10^9$
0.5% Cysteine	$1.4 \times 10^{10}$	$8.3 \times 10^{10}$
1% Vitamin C	$1.6 \times 10^{10}$	$1.5 \times 10^{11}$
SO <sub>2</sub> 200 ppm	$3.4 \times 10^{10}$	$7.2 \times 10^8$
전해산화수	$8.7 \times 10^9$	$2.0 \times 10^9$
Hot water (60℃)+1% CaCl <sub>2</sub>	-	$2.3 \times 10^9$
Hot water (60℃)+1% Citric acid	$3.5 \times 10^9$	$2.1 \times 10^{10}$
Hot water (60℃)+1% Vitamin C	$5.7 \times 10^9$	$1.3 \times 10^{10}$

바) 반가공 마늘의 녹변 발생 및 방지기술

마늘의 반가공 시 변색은 품질에 중요한 영향을 미치는 인자로 작용한다. 이에 마늘을 산지별로 수거하여 산지에 따른 마늘의 변색정도를 분석하였다. 분석용 마늘은 7월중순 수거한 것으로 조직을 마쇄하여 4℃에 방치하면서 변색을 정도를 비교하였다. 이때 마늘의 변색은 모두 갈변에 의한 것으로 그 결과는 아래의 표와 같이 산지에 따라 큰 차이를 보였다. 또한 마쇄한 마늘의 변색정도는 가공 전 저장기간과도 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

표 5-37. 산지별 마늘의 변색정도(Delta E)

품종	제주별	남해대만	고흥대만	서산	의성	서천	무안	서산스페인
1차	6.41	5.59	14.28	12.84	10.70	14.46	16.92	15.76
2차	3.41	6.79	5.30	8.10	4.08	13.35	7.32	5.69

한편 마늘의 변색정도가 산지에 따라 차이를 보임에 따라 각 마늘의 가용성고형물함량과 수분함량을 분석하였고 이들 성분함량과 변색과의 상관성을 분석하였던 바, dE 와 Brix 의 관계는  $r^2 = 0.7665$ , dE 와 수분함량(%) 의 관계는  $r^2 = 0.3722$ , 수분함량(%)과 Brix 의 관계는  $r^2 = 0.6121$ 으로 가용성함량이 높은 마늘일수록 변색발생과 상관성이 높은 것으로 나타났다.

한편 조직을 파쇄한 마늘의 저온 저장 중 갈변을 방지키 위해 Citric acid 1%, Ascorbic acid 1%, Citric acid 0.5%+Ascorbic acid 0.5% 를 각각 처리하였던 바 Citric acid 0.5%+Ascorbic acid 0.5% 처리구에 갈변이 가장 적게 발생하였다.



표 5-38 마늘의 산지별 가용성 고형물함량 및 수분함량

지 역	가용성 고형물함량 (Brix)	수 분 함 량 (%)
제주별	43.5±1.2	60.37±0.62
남해 만	42.6±1.5	61.22±0.22
고흥대만	41.0±0.8	62.17±2.97
서산	39.1±0.4	59.59±0.54
경북의성	39.2±0.6	63.38±0.32
충남서천	33.0±0.7	68.17±1.10
전남무안 대만별마늘	39.2±0.8	63.89±1.02
서산스페인산	37.1±0.6	65.11±0.60

표 5-39. 8개 지역 마늘의 당도, 수분함량(%)

지 역	dE	Brix	수 분 함 량 (%)
제 주 별	3.41	45	60.37±0.62
대 만 남 해	6.79	40	61.22±0.22
대 만 고 흥	5.30	38	62.17±2.97
충 남 서 산	8.10	39.5	59.59±0.54
경 북 의 성	4.08	40	63.38±0.32
충 남 서 천	13.35	32	68.17±1.10
전 남 무 안	7.32	39	63.89±1.02
서산 스페인산	5.69	39	65.11±0.60

표 5-40. 갈변억제 처리제에 따른 변색정도

처리방법	대조구	Citric acid 1%	Ascorbic acid 1%	Citric acid 0.5% Ascorbic acid 0.5%
변색도	10.52	2.72	5.30	1.64

※시료상태: 마늘을 분쇄기에서 3분간 처리, 저장: 5℃, 저장 3일(최고값)

※포장: 지름 35mm 투명 페트리디쉬

한편 저온 저장하였던 의성산 마늘을 수거하여 조직을 파쇄한 후 저온 저장을 하였던 바 저장1일 후 녹변 현상을 나타내었다. 이와 같은 결과는 상기에서 언급하였듯이 7월중 수거하여 분석하였던 의성산 마늘의 경우와 확연한 차이를 보인 결과로 저온 저장과 마늘의 녹변과는 밀접한 관계가 있는 것으로 추정되었다.

한편 의성산 마늘을 마쇄하여 0~18℃에 방치하였던 바 0℃에서는 저장 2일후녹변이 발생하였으며, 4℃이상에서는 1일후 발생하여 녹변의 진행속도는 온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

표 5-41. 의성 마늘의 저장온도에 따른 변색 및 녹변발생

저장조건	저장기간	Color				녹변유무
		L	a	b	dE	
상온저장	0	50.91 ± 0.52	-3.43 ± 0.05	12.41 ± 0.44	0.00	×
	1	47.26 ± 0.14	-3.79 ± 0.03	10.62 ± 0.46	4.08	×
	3	47.05 ± 0.36	-3.89 ± 0.06	11.29 ± 0.22	4.06	×
	7	47.43 ± 0.06	-4.07 ± 0.07	11.46 ± 0.16	3.67	×
	11	48.02 ± 0.22	-3.88 ± 0.04	11.46 ± 0.27	3.09	×
	15	48.38 ± 0.21	-4.09 ± 0.08	11.66 ± 0.29	2.72	×
	19	48.63 ± 0.22	-3.96 ± 0.10	11.81 ± 0.27	2.43	×
	23	48.43 ± 0.14	-3.78 ± 0.17	12.22 ± 0.29	2.52	×
	27	48.97 ± 0.37	-3.58 ± 0.18	12.72 ± 0.32	2.01	×
	31	48.58 ± 0.05	-3.91 ± 0.21	13.05 ± 0.22	2.49	×
저온저장	0	61.82 ± 0.30	-3.77 ± 0.03	17.33 ± 0.30	0.00	×
	1	50.88 ± 0.46	-6.28 ± 0.06	11.63 ± 0.28	12.59	○
	3	47.77 ± 0.21	-8.38 ± 0.09	10.00 ± 0.12	16.51	○
	7	47.06 ± 0.28	-8.96 ± 0.02	12.10 ± 0.20	16.50	○
	11	47.88 ± 0.28	-8.31 ± 0.05	15.10 ± 0.29	14.83	○
	15	48.46 ± 0.33	-7.31 ± 0.16	17.26 ± 0.14	13.83	○
	19	49.54 ± 0.20	-4.73 ± 0.08	20.16 ± 0.26	12.64	○
	23	49.73 ± 0.09	-3.85 ± 0.07	21.39 ± 0.17	12.76	○
	27	49.69 ± 0.17	-3.20 ± 0.04	22.13 ± 0.22	13.06	○
	31	49.75 ± 0.12	-2.67 ± 0.03	22.91 ± 0.21	13.35	○

표 5-42. 저온온도별 마쇄 마늘(저온저장, 의성)의 변색정도

지역	Storage day	color				변 유 무
		L value	a vaule	b value	dE	
0℃	0	57.27±0.39	-3.45±0.06	19.34±0.16	0.00	×
	1	50.57±0.08	-4.27±0.02	15.16±0.03	7.94	×
	2	48.71±0.05	-5.97±0.09	11.98±0.03	11.57	○
	3	46.51±0.22	-7.76±0.08	8.40±0.16	15.94	○
4℃	0	59.71±0.02	-3.48±0.06	20.37±0.06	0.00	×
	1	48.31±0.08	-7.15±0.07	10.18±0.10	15.73	○
	2	44.17±0.07	-9.69±0.07	5.74±0.13	22.23	○
	3	41.99±0.20	-10.25±0.11	4.10±0.22	24.99	○
10℃	0	59.95±0.09	-3.46±0.03	20.36±0.12	0.00	×
	1	46.08±0.11	-9.08±0.12	7.10±0.14	20.00	○
	2	41.81±0.21	-10.53±0.09	4.44±0.09	25.15	○
	3	40.81±0.22	-10.34±0.07	5.02±0.11	25.48	○
18℃	0	59.51±0.38	-3.37±0.02	20.10±0.68	0.00	×
	1	40.65±0.20	-10.65±0.29	3.97±0.24	25.86	○
	2	39.52±0.15	-9.91±0.29	6.08±0.28	25.27	○
	3	40.20±0.23	-9.06±0.22	8.16±0.31	23.40	○

표 5-43. 온도별 마늘(의성)의 변색

온도(°C)	color	Storage time (days)			
		0	1	2	3
0°C	L	57.27±0.39	50.57±0.08	48.71±0.05	46.51±0.22
	a	-3.45±0.06	-4.27±0.02	-5.97±0.09	-7.76±0.08
	b	19.34±0.16	15.16±0.03	11.98±0.03	8.40±0.16
	dE	0.00±0.00	7.94±0.33	11.57±0.41	15.94±0.36
	chroma	19.64±0.15	15.75±0.03	13.39±0.06	11.44±0.16
	Hue angle	100.11±0.24	105.73±0.07	116.49±0.29	132.72±0.43
	Green color	-	-	++	+++
4°C	L	59.71±0.02	48.31±0.08	44.17±0.07	41.99±0.20
	a	-3.48±0.06	-7.15±0.07	-9.69±0.07	-10.25±0.11
	b	20.37±0.06	10.18±0.10	5.74±0.13	4.10±0.22
	dE	0.00±0.00	15.73±0.02	22.23±0.09	24.99±0.11
	chroma	20.67±0.06	12.44±0.05	11.26±0.11	11.04±0.18
	Hue angle	99.70±0.14	125.09±0.50	149.36±0.50	158.19±0.87
	Green color	-	++	+++	++++
10°C	L	59.95±0.09	46.08±0.11	41.81±0.21	40.81±0.22
	a	-3.46±0.03	-9.08±0.12	-10.53±0.09	-10.34±0.07
	b	20.36±0.12	7.10±0.14	4.44±0.09	5.02±0.11
	dE	0.00±0.00	20.00±0.20	25.15±0.29	25.48±0.30
	chroma	20.65±0.12	11.53±0.12	11.43±0.06	11.50±0.06
	Hue angle	99.64±0.04	141.98±0.70	157.14±0.57	154.11±0.54
	Green color	-	+++	++++	+++++
18°C	L	59.51±0.38	40.65±0.20	39.52±0.15	40.20±0.23
	a	-3.37±0.02	-10.65±0.29	-9.91±0.29	-9.06±0.22
	b	20.10±0.68	3.97±0.24	6.08±0.28	8.16±0.31
	dE	0.00±0.00	25.86±0.62	25.27±0.51	23.40±0.57
	chroma	20.38±0.67	11.37±0.36	11.63±0.39	12.20±0.37
	Hue angle	99.53±0.27	159.57±0.60	148.47±0.46	138.01±0.45
	Green color	-	++++	+++++	+++++

- 색없음 + 아주약함 ++ 약함 +++ 보통 ++++ 강함 +++++  
매우강함

또한 저온 저장을 한 마늘의 경우 녹변의 발생이 산지에 따라 차이가 있는지를 확인키 위해 의성산 이외 제주산 및 남해산 마늘을 시료로 하여 실험을 하였던 바 제주산은 저장 3일후 까지 녹변이 발생치 않았으나 남해산은 저장 3일 후 녹변이 발생하여 발생유무 및 정도가 산지에 따라 차이가 있는 것으로 조사되었다.

표 5-44. 산지에 따른 저온저장 마늘의 변색 및 녹변 발생정도

지역	color	Storage time (days)			
		0	1	2	3
의성	L	59.31±0.36	48.55±0.38	44.01±0.38	41.26±0.31
	a	-3.36±0.07	-6.13±0.17	-9.69±0.12	-10.62±0.12
	b	19.50±0.05	11.46±0.31	5.79±0.21	3.37±0.17
	dE	0.00±0.00	13.71±0.28	21.49±0.25	25.27±0.26
	chroma	19.79±0.05	13.00±0.22	11.29±0.08	11.15±0.11
	Hue angle	99.79±0.21	118.13±1.22	149.12±1.16	162.40±0.90
	Green color	-	++	+++	+++++
제주	L	63.06±0.13	50.04±0.06	49.50±0.18	49.50±0.14
	a	-3.83±0.02	-4.11±0.05	-4.19±0.03	-4.09±0.03
	b	19.87±0.09	14.49±0.17	14.3±0.15	14.77±0.15
	dE	0.00±0.00	14.09±0.13	14.55±0.10	14.50±0.20
	chroma	20.24±0.09	15.06±0.18	15.22±0.15	15.33±0.15
	Hue angle	100.90±0.09	105.83±0.08	106.00±0.06	105.49±0.05
	Green color	-	-	-	-
남해	L	58.63±0.22	48.24±0.20	47.67±0.28	47.42±0.13
	a	-3.41±0.10	-3.68±0.06	-4.41±0.05	-5.02±0.04
	b	18.16±0.03	13.60±0.17	13.40±0.19	13.39±0.16
	dE	0.00±0.00	11.35±0.20	11.99±0.02	12.29±0.23
	chroma	18.48±0.04	14.09±0.18	14.11±0.19	14.30±0.17
	Hue angle	100.62±0.28	105.15±0.06	108.20±0.06	110.56±0.08
	Green color	-	-	-	+

- 색없음, + 아주약함, ++ 약함, +++ 보통, ++++ 강함, +++++ 매우강함

저온 저장한 마늘을 citric acid, ascorbic acid 및 이의 혼합물을 적용하여 처리 시 녹변의 발생정도를 조사하였던 바 다음 표에서와 같이 이들의 처리 시에도 녹변은 발생하였다. 이와 같은 결과는 기존에 보고된 자료와 차이를 보인 것으로 처리제의 사용량 또는 마늘의 녹변발생 활성정도의 차이에 의한 결과라 판단된다.

또한 저온 저장마늘을 45℃에서 1일 처리 후 이를 마쇄하여 4℃에 방치 시 발생정도가 상당히 억제되었고 녹변이 나타난다 하더라도 매우 그 수준이 매우 미미한 상태이었다. 한편 citric acid, ascorbic acid 및 이의 혼합물을 처리 시 열처리만 한 것에 비해 더욱 억제되는 것으로 나타났다.

한편 저온 저장하였던 마늘을 상온에 상당기간 방치한 후 이를 마쇄하여 녹변의 발생정도를 조사하였던 바 저장직후에 비하여 녹변의 발생정도가 매우 미미한 수준으로 나타나 마늘의 녹변은 저온저장 시 저온장해로 인한 생리장해현상이 상온에 방치 시간이 경과함에 따라 치유되었기 때문인 것으로 판단된다.

표 5-45. 저온 저장한 의성 마늘의 처리에 따른 변색

처리방법	Storage day	Color				녹변유부
		L value	a value	b value	dE	
대조군 (저온저장구)	0	61.82±0.30	-3.77±0.03	17.33±0.30	0.00	×
	1	50.88±0.46	-6.28±0.06	11.63±0.28	12.59	○
	2	61.82±0.30	-3.77±0.03	17.33±0.30	15.33	○
	3	47.77±0.21	-8.38±0.09	10.00±0.12	16.51	○
	7	47.06±0.28	-8.96±0.02	12.10±0.20	16.50	○
	11	47.88±0.28	-8.31±0.05	15.10±0.29	14.83	○
	15	48.46±0.33	-7.31±0.16	17.26±0.14	13.83	○
	19	49.54±0.20	-4.73±0.08	20.16±0.26	12.64	○
	23	49.73±0.09	-3.85±0.07	21.39±0.17	12.76	○
	27	49.69±0.17	-3.20±0.04	22.13±0.22	13.06	○
	31	49.75±0.12	-2.67±0.03	22.91±0.21	13.35	○
Citric (저온저장구)	0	66.63±0.43	-5.45±0.16	13.32±0.48	0.00	×
	1	63.60±0.42	-7.39±0.20	10.92±0.17	4.33	○
	2	61.80±0.24	-9.26±0.21	9.44±0.15	12.59	○
	3	59.66±0.32	-11.20±0.24	7.86±0.14	10.56	○
	7	54.49±0.28	-14.81±0.25	7.23±0.09	16.49	○
	11	52.28±0.36	-15.26±0.20	9.14±0.13	17.88	○
	15	51.63±0.31	-14.95±0.22	11.22±0.3	17.88	○
	19	51.81±0.35	-13.38±0.17	14.19±0.29	16.83	○
	23	52.11±0.49	-12.75±0.20	15.67±0.37	16.42	○
	27	52.54±0.43	-12.31±0.14	16.49±0.31	15.98	○
	31	52.99±0.46	-11.82±0.08	17.53±0.28	15.63	○
Ascorbic (저온저장구)	0	63.32±0.29	-4.57±0.03	16.66±0.16	0.00	×
	1	57.82±0.32	-5.23±0.03	14.89±0.15	5.82	○
	2	57.51±0.18	-5.45±0.04	14.86±0.14	6.15	○
	3	57.15±0.21	-5.84±0.05	14.30±0.16	6.73	○
	7	55.75±0.26	-8.86±0.16	13.05±0.06	9.42	○
	11	53.78±0.24	-10.98±0.12	13.11±0.13	12.03	○
	15	52.50±0.33	-11.25±0.18	14.50±0.12	12.90	○
	19	50.94±0.31	-8.72±0.20	17.92±0.26	13.12	○
	23	50.04±0.02	-7.34±0.20	19.17±0.18	13.80	○
	27	49.51±0.13	-6.34±0.21	19.60±0.31	14.24	○
	31	48.83±0.19	-5.45±0.16	20.35±0.31	14.99	○
Ascorbic+Citric (저온저장구)	0	66.35±0.20	-5.34±0.06	14.85±0.10	0.00	×
	1	64.57±0.10	-6.14±0.05	14.19±0.11	2.06	○
	2	64.49±0.03	-6.36±0.06	14.32±0.16	2.19	○
	3	64.00±0.06	-6.73±0.02	13.68±0.02	2.97	○
	7	60.92±0.25	-10.34±0.11	11.55±0.25	17.24	○
	11	57.70±0.13	-12.28±0.09	11.59±0.09	11.56	○
	15	55.34±0.41	-11.50±0.27	13.59±0.08	12.68	○
	19	52.41±0.26	-7.45±0.10	17.51±0.08	14.35	○
	23	51.24±0.28	-5.48±0.17	18.49±0.34	15.55	○
	27	50.43±0.14	-4.35±0.05	18.88±0.27	16.45	○
	31	49.51±0.13	-3.08±0.11	19.14±0.39	17.53	○

×: 녹변발생치 없음, ○: 녹변발생



표 5-46. 45°C 열처리 마늘의 저온 저장중 변색(의성마늘)

처리방법	Storage day	Color				변 유부
		L value	a vaule	b value	dE	
대조구(45)	0	67.24±1.16	-4.60±0.09	13.18±0.68	0.00	×
	1	52.70±1.08	-4.54±0.46	13.15±0.07	14.55	×
	2	52.71±0.24	-5.00±0.52	13.43±0.17	14.55	○
	3	51.86±1.14	-5.35±0.43	13.52±0.17	15.41	○
	7	52.28±0.97	-5.67±0.45	15.53±0.24	15.30	○
	11	52.87±0.83	-5.52±0.34	17.41±0.16	15.03	○
	15	53.34±0.91	-4.95±0.45	19.02±0.07	15.10	○
	19	54.11±0.46	-2.90±0.71	21.20±0.27	15.51	○
	23	53.77±1.18	-2.13±0.98	22.05±0.18	16.35	○
	27	53.80±0.87	-1.58±1.03	22.66±0.23	16.75	○
	31	53.60±1.12	-1.07±1.22	23.57±0.15	17.51	○
citric(45)	0	61.17±2.14	-3.61±0.03	16.55±0.10	0.00	×
	1	64.13±0.78	-6.06±0.12	11.44±0.48	6.50	×
	2	63.57±0.79	-6.86±0.18	11.21±0.41	6.81	○
	3	62.81±0.81	-7.66±0.20	11.09±0.40	7.11	○
	7	61.73±0.79	-9.70±0.24	12.91±0.41	7.27	○
	11	61.31±0.77	-10.28±0.22	14.84±0.45	7.05	○
	15	61.28±0.82	-10.26±0.17	16.45±0.47	6.81	○
	19	61.82±0.90	-9.43±0.19	18.27±0.56	6.26	○
	23	62.33±0.74	-9.19±0.18	19.09±0.66	6.44	○
	27	62.48±0.85	-8.99±0.15	19.65±0.56	6.46	○
	31	62.92±0.88	-8.83±0.15	20.18±0.53	6.75	○
ascorbic(45)	0	64.03±0.28	-3.87±0.10	15.62±0.17	0.00	×
	1	56.56±0.40	-4.77±0.06	13.26±0.26	7.89	×
	2	56.28±0.46	-4.97±0.03	13.38±0.21	8.15	○
	3	56.10±0.34	-5.07±0.05	12.98±0.28	8.45	○
	7	56.41±0.32	-5.90±0.05	13.91±0.13	8.07	○
	11	56.01±0.26	-6.69±0.05	14.70±0.19	8.55	○
	15	55.84±0.34	-6.72±0.05	16.31±0.15	8.71	○
	19	55.17±0.26	-5.31±0.01	19.41±0.29	9.75	○
	23	54.57±0.26	-4.38±0.09	20.33±0.20	10.58	○
	27	54.16±0.18	-3.79±0.09	20.82±0.32	11.16	○
	31	53.43±0.18	-3.19±0.08	21.67±0.22	12.22	○
ascorbic+citric(45)	0	67.81±0.17	-4.39±0.13	15.05±0.26	0.00	×
	1	63.72±0.38	-5.59±0.10	13.48±0.20	4.54	×
	2	63.56±0.41	-5.76±0.09	13.68±0.25	4.67	×
	3	63.29±0.26	-5.84±0.07	13.30±0.19	5.05	○
	7	62.64±0.28	-6.73±0.09	13.81±0.18	5.81	○
	11	61.54±0.26	-7.40±0.09	14.96±0.20	6.95	○
	15	60.82±0.12	-7.14±0.07	16.74±0.22	7.70	○
	19	59.33±0.17	-4.81±0.08	20.16±0.29	9.91	○
	23	58.41±0.09	-3.61±0.02	21.18±0.36	11.24	○
	27	57.58±0.10	-2.76±0.06	21.49±0.27	12.20	○
	31	56.74±0.10	-1.92±0.06	22.18±0.09	13.40	○

표 5-47. 60℃ 열처리 마늘의 저온 저장중 변색(의성마늘)

처리방법	Storage day	color				색변 유부	
		L value	a value	b value	dE		
대조구(60)	0	57.46±0.11	-3.99±0.05	14.60±0.22	0.00	×	
	1	49.28±0.50	-6.70±0.18	10.24±0.19	9.66	○	
	2	47.68±0.36	-7.89±0.04	9.28±0.13	11.80	○	
	3	46.82±0.28	-8.49±0.10	9.05±0.17	12.81	○	
	7	46.05±0.45	-9.04±0.07	11.39±0.15	12.89	○	
	11	46.68±0.37	-8.46±0.06	14.07±0.27	11.69	○	
	15	47.42±0.47	-7.65±0.03	16.09±0.23	10.79	○	
	19	48.45±0.13	-5.28±0.08	18.70±0.31	9.99	○	
	23	48.50±0.38	-3.87±0.03	20.39±0.19	10.67	○	
	27	48.80±0.18	-3.84±0.01	20.49±0.33	10.48	○	
	31	48.95±0.19	-3.38±0.06	21.59±0.19	11.03	○	
	citric(60)	0	65.21±0.37	-5.51±0.05	11.97±0.19	0.00	×
		1	62.08±0.35	-8.02±0.12	8.96±0.14	5.01	○
2		59.88±0.20	-10.10±0.14	7.39±0.13	8.39	○	
3		57.43±0.24	-12.00±0.17	6.00±0.18	11.76	○	
7		52.93±0.07	-14.88±0.19	6.30±0.12	16.45	○	
11		51.31±0.13	-15.07±0.15	8.52±0.11	17.22	○	
15		50.74±0.54	-14.62±0.15	10.51±0.15	17.01	○	
19		51.14±0.27	-13.10±0.14	13.49±0.27	24.09	○	
23		51.75±0.27	-12.04±0.12	15.60±0.31	15.39	○	
27		51.94±0.43	-12.07±0.06	15.88±0.17	15.31	○	
31		52.27±0.18	-11.65±0.13	16.66±0.38	15.07	○	
ascorbic(60)		0	60.86±0.17	-4.59±0.01	15.06±0.18	0.00	×
		1	57.13±0.07	-5.12±0.06	14.11±0.08	3.88	○
	2	56.75±0.11	-5.51±0.03	13.97±0.19	4.35	○	
	3	56.60±0.21	-6.07±0.05	13.17±0.12	4.89	○	
	7	54.68±0.17	-9.23±0.08	11.76±0.08	8.40	○	
	11	53.07±0.13	-11.21±0.13	12.08±0.11	10.65	○	
	15	52.06±0.08	-11.35±0.02	13.21±0.19	11.25	○	
	19	50.88±0.33	-9.24±0.10	16.50±0.06	11.10	○	
	23	49.48±0.07	-7.25±0.09	18.64±0.21	12.22	○	
	27	49.45±0.07	-7.15±0.04	18.77±0.21	12.27	○	
	31	49.06±0.19	-6.38±0.02	19.32±0.25	12.73	○	
	ascorbic+citric(60)	0	65.09±0.46	-5.23±0.05	13.85±0.16	0.00	×
		1	64.09±0.11	-5.89±0.02	13.55±0.10	1.23	○
2		63.81±0.32	-6.29±0.02	13.44±0.05	1.71	○	
3		63.13±0.21	-6.93±0.05	12.42±0.06	2.95	○	
7		59.81±0.18	-10.86±0.12	9.99±0.06	8.61	○	
11		56.86±0.08	-12.45±0.17	10.23±0.05	11.51	○	
15		54.94±0.30	-11.75±0.11	12.02±0.12	12.18	○	
19		52.51±0.16	-7.97±0.12	15.86±0.12	13.00	○	
23		50.68±0.19	-5.28±0.11	17.71±0.10	14.89	○	
27		50.63±0.20	-5.14±0.11	17.92±0.13	14.99	○	
31		49.92±0.20	-4.12±0.12	18.43±0.19	15.86	○	

표 5-48. 열처리(35℃) 마늘의 마쇄후 저장중 색상변화(4℃)

처리온도(℃)	처리시간(hr)	Color	Storage time (days)			
			0	1	2	3
내조구	0	L	59.71±0.02	48.31±0.08	44.17±0.07	41.99±0.20
		a	-3.48±0.06	-7.15±0.07	-9.69±0.07	-10.25±0.11
		b	20.37±0.06	10.18±0.10	5.74±0.13	4.10±0.22
		dE	0.00±0.00	15.73±0.02	22.23±0.09	24.99±0.11
		chroma	20.67±0.06	12.44±0.05	11.26±0.11	11.04±0.18
		Hue angle	99.70±0.14	125.09±0.50	143.36±0.50	158.19±0.87
		Green color	-	++	+++	++++
35℃	12	L	57.54±0.25	46.14±0.28	41.82±0.23	39.45±0.20
		a	-3.22±0.06	-8.07±0.04	-10.87±0.09	-11.45±0.10
		b	19.33±0.11	9.35±0.18	4.58±0.06	3.10±0.00
		dE	0.00	15.91	22.87	25.66
		chroma	19.60	12.34	11.79	11.86
		Hue angle	99.44	130.80	157.14	164.85
		Green color	-	+++	++++	++++
	24	L	59.95±0.45	48.25±0.07	43.61±0.03	40.97±0.13
		a	-3.22±0.01	-6.71±0.10	-10.21±0.07	-11.18±0.09
		b	19.75±0.13	11.69±0.11	6.41±0.05	4.39±0.15
		dE	0.00	14.63	22.22	25.68
		chroma	20.01	13.47	12.05	12.00
		Hue angle	99.26	119.87	147.90	158.58
		Green color	-	++	++++	++++
	48	L	58.92±0.33	47.76±0.30	43.73±0.52	41.61±0.35
		a	-2.85±0.25	-6.17±0.04	-9.27±0.01	-10.53±0.00
		b	19.35±0.13	12.21±0.13	7.64±0.09	5.89±0.07
		dE	0.00	13.66	20.22	23.23
		chroma	19.55	13.68	12.01	12.07
		Hue angle	98.38	116.82	140.49	150.78
		Green color	-	++	+++	++++
	72	L	60.80±0.57	48.68±0.07	45.14±0.17	43.07±0.07
		a	-3.16±0.11	-5.44±0.09	-8.51±0.01	-9.85±0.06
		b	19.64±0.08	13.46±0.08	9.80±0.28	8.10±0.06
		dE	0.00	13.79	19.25	22.18
		chroma	19.89	14.51	12.98	12.75
		Hue angle	99.14	112.00	130.98	140.57
		Green color	-	+	++	+++
	96	L	62.25±0.28	49.07±0.08	45.59±0.16	43.49±0.01
		a	-3.45±0.07	-5.39±0.00	-8.19±0.09	-9.71±0.01
b		19.12±0.33	13.10±0.19	9.60±0.01	8.02±0.04	
dE		0.00	14.62	19.76	22.68	
chroma		19.43	14.16	12.62	12.59	
Hue angle		100.23	112.37	130.45	140.45	
Green color		-	+	++	+++	

- 색없음    + 아주약함    ++ 약함    +++ 보통    ++++ 강함    +++++ 매우강함

표 5-49. 열처리(45℃) 마늘의 마쇄후 저장중 색상변화(4℃)

처리온도(℃)	처리시간(hr)	color	Storage time (days)			
			0	1	2	3
45℃	6	L	57.92±0.37	47.33±0.23	43.79±0.26	42.00±0.13
		a	-2.97±0.04	-7.40±0.03	-10.10±0.13	-11.10±0.18
		b	17.89±0.35	9.89±0.03	6.27±0.06	5.26±0.07
		dE	0.00	13.99	19.63	21.88
		chroma	18.13	12.35	11.89	12.28
		Hue angle	99.43	126.80	148.17	154.63
	Green color	-	+++	++++	++++	
	12	L	58.39±0.16	47.16±0.18	43.62±0.04	41.86±0.10
		a	-2.62±0.00	-6.01±0.09	-8.57±0.04	-9.79±0.01
		b	17.44±0.06	10.37±0.21	7.01±0.09	6.02±0.11
		dE	0.00	13.70	19.03	21.32
		chroma	17.63	11.98	11.06	11.49
		Hue angle	98.55	120.09	140.72	148.40
	Green color	-	++	+++	++++	
	18	L	59.51±0.06	49.68±0.04	47.12±0.01	45.50±0.13
		a	-2.56±0.01	-4.76±0.08	-6.85±0.06	-8.11±0.02
		b	16.25±0.04	11.77±0.18	3.68±0.08	9.00±0.12
		dE	0.00	11.02	14.67	16.73
		chroma	16.44	12.70	11.86	12.11
		Hue angle	98.94	112.02	125.28	132.02
	Green color	-	+	++	+++	
	24	L	59.86±0.66	51.96±0.26	51.06±0.23	50.53±0.15
		a	-2.82±0.20	-3.87±0.06	-4.81±0.11	-5.62±0.10
		b	16.55±0.24	13.60±0.01	13.41±0.18	13.47±0.16
dE		0.00	8.50	9.55	10.22	
chroma		16.79	14.14	14.25	14.59	
Hue angle		99.67	105.88	109.73	112.65	
Green color	-	-	-	+		
36	L	61.88±0.71	52.39±0.13	51.89±0.18	51.52±0.09	
	a	-2.67±0.03	-3.42±0.04	-3.87±0.05	-4.35±0.01	
	b	16.22±0.06	13.55±0.17	13.48±0.01	13.69±0.01	
	dE	0.00	9.89	10.43	10.80	
	chroma	16.44	13.97	14.02	14.36	
	Hue angle	99.35	104.15	106.00	107.61	
Green color	-	-	-	-		

- 색없음 + 아주약함 ++ 약함 +++ 보통 ++++ 강함 +++++ 매우강함

표 5-50. 열처리(55℃) 마늘의 마쇄후 저장중 색상변화(4℃)

처리온도 ℃	처리시간 ,hr	Color	Storage time (days)			
			0	1	2	3
55℃	3	L	57.11±0.35	47.01±0.31	42.70±0.87	40.92±0.23
		a	-3.02±0.09	-7.53±0.12	-10.36±0.05	-11.17±0.19
		b	17.18±0.00	8.76±0.59	4.78±0.28	3.46±0.28
		dE	0.00±0.00	13.90±0.90	20.38±1.08	22.73±0.54
		chroma	17.44±0.02	11.55±0.37	11.41±0.07	11.69±0.27
		Hue angle	99.95±0.30	130.72±2.35	155.23±1.39	162.79±1.05
		Green color	-	+++	++++	++++
	6	L	57.20±0.04	49.17±0.15	47.71±0.08	47.13±0.04
		a	-3.04±0.04	-5.26±0.07	-6.05±0.00	-6.59±0.06
		b	15.51±0.07	11.71±0.04	11.49±0.11	12.09±0.11
		dE	0.00	9.16	10.73	11.21
		chroma	15.81	12.84	12.99	13.77
		Hue angle	101.09	114.19	117.77	118.59
		Green color	-	+	++	+++
	12	L	57.26±0.69	51.91±0.73	50.89±0.54	50.56±0.45
		a	-2.98±0.08	-4.09±0.08	-4.66±0.02	-5.13±0.04
		b	15.98±0.28	14.36±0.13	14.58±0.21	15.08±0.30
		dE	0.00	5.70	6.73	7.09
		chroma	16.25	14.93	15.30	15.92
		Hue angle	100.55	105.90	107.71	108.78
		Green color	-	-	-	+
	24	L	53.75±0.06	52.28±0.02	52.31±0.07	52.25±0.13
		a	-0.91±0.13	-1.31±0.08	-1.31±0.18	-1.44±0.07
		b	22.31±0.04	22.13±0.18	22.30±0.07	22.31±0.10
dE		0.00	1.54	1.49	1.59	
chroma		22.33	22.17	22.34	22.36	
Hue angle		92.32	93.39	93.35	93.69	
Green color		-	-	-	-	

- 색없음    + 아주약함    ++ 약함    +++ 보통    ++++ 강함    +++++ 매우강함

표 5-51. 저온 저장후 45℃처리한 의성 마늘의 처리에 따른 변색

처리방법	Storage day	Color				녹변 유부
		L value	a vaule	b value	dE	
대조군 (저온장 후 45℃처리)	0	67.24±1.16	-4.60±0.09	13.18±0.68	0.00	×
	1	52.70±1.08	-4.54±0.46	13.15±0.07	14.55	×
	2	52.71±0.24	-5.00±0.52	13.43±0.17	14.55	△
	3	51.86±1.14	-5.35±0.43	13.52±0.17	15.41	△
	7	52.28±0.97	-5.67±0.45	15.53±0.24	15.30	△
	11	52.87±0.83	-5.52±0.34	17.41±0.16	15.03	△
	15	53.34±0.91	-4.95±0.45	19.02±0.07	15.10	△
	19	54.11±0.46	-2.90±0.71	21.20±0.27	15.51	△
	23	53.77±1.18	-2.13±0.98	22.05±0.18	16.35	△
	27	53.80±0.87	-1.58±1.03	22.66±0.23	16.75	△
Citric (저온장 후 45℃처리)	0	61.17±2.14	-3.61±0.03	16.55±0.10	0.00	×
	1	64.13±0.78	-6.06±0.12	11.44±0.48	6.50	×
	2	63.57±0.79	-6.86±0.18	11.21±0.41	6.81	△
	3	62.81±0.81	-7.66±0.20	11.09±0.40	7.11	△
	7	61.73±0.79	-9.70±0.24	12.91±0.41	7.27	△
	11	61.31±0.77	-10.28±0.22	14.84±0.45	7.05	△
	15	61.28±0.82	-10.26±0.17	16.45±0.47	6.81	△
	19	61.82±0.90	-9.43±0.19	18.27±0.56	6.26	△
	23	62.33±0.74	-9.19±0.18	19.09±0.66	6.44	△
	27	62.48±0.85	-8.99±0.15	19.65±0.56	6.46	△
Ascorbic (저온장 후 45℃처리)	0	64.03±0.28	-3.87±0.10	15.62±0.17	0.00	×
	1	56.56±0.40	-4.77±0.06	13.26±0.26	7.89	×
	2	56.28±0.46	-4.97±0.03	13.38±0.21	8.15	△
	3	56.10±0.34	-5.07±0.05	12.98±0.28	8.45	△
	7	56.41±0.32	-5.90±0.05	13.91±0.13	8.07	△
	11	56.01±0.26	-6.69±0.05	14.70±0.19	8.55	△
	15	55.84±0.34	-6.72±0.05	16.31±0.15	8.71	△
	19	55.17±0.26	-5.31±0.01	19.41±0.29	9.75	△
	23	54.57±0.26	-4.38±0.09	20.33±0.20	10.58	△
	27	54.16±0.18	-3.79±0.09	20.82±0.32	11.16	△
Ascorbic+Citric (저온장 후 45℃처리)	0	67.81±0.17	-4.39±0.13	15.05±0.26	0.00	×
	1	63.72±0.38	-5.59±0.10	13.48±0.20	4.54	×
	2	63.56±0.41	-5.76±0.09	13.68±0.25	4.67	×
	3	63.29±0.26	-5.84±0.07	13.30±0.19	5.05	△
	7	62.64±0.28	-6.73±0.09	13.81±0.18	5.81	△
	11	61.54±0.26	-7.40±0.09	14.96±0.20	6.95	△
	15	60.82±0.12	-7.14±0.07	16.74±0.22	7.70	△
	19	59.33±0.17	-4.81±0.08	20.16±0.29	9.91	△
	23	58.41±0.09	-3.61±0.02	21.18±0.36	11.24	△
	27	57.58±0.10	-2.76±0.06	21.49±0.27	12.20	△
31	56.74±0.10	-1.92±0.06	22.18±0.09	13.40	△	

×: 녹변발생치 없음, △: 약간(trace) 발생

표 5-52. 의성 마늘의 녹변발생 유무에 따른 저장중 색상비교

day	의성(녹변×)				의성(녹변○)			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE
0	50.91±0.52	-3.43±0.05	12.41±0.44	0.00	61.82±0.30	-3.77±0.03	17.33±0.30	0.00
1	47.26±0.14	-3.79±0.03	10.62±0.46	4.08	50.88±0.46	-6.28±0.06	11.63±0.28	12.59
3	47.05±0.36	-3.89±0.06	11.29±0.22	4.06	47.77±0.21	-8.38±0.09	10.00±0.12	16.51
7	47.43±0.06	-4.07±0.07	11.46±0.16	3.67	47.06±0.28	-8.96±0.02	12.10±0.20	16.50
11	48.02±0.22	-3.88±0.04	11.46±0.27	3.09	47.88±0.28	-8.31±0.05	15.10±0.29	14.83
15	48.38±0.21	-4.09±0.08	11.66±0.29	2.72	48.46±0.33	-7.31±0.16	17.26±0.14	13.83
19	48.63±0.22	-3.96±0.10	11.81±0.27	2.43	49.54±0.20	-4.73±0.08	20.16±0.26	12.64
23	48.43±0.14	-3.78±0.17	12.22±0.29	2.52	49.73±0.09	-3.85±0.07	21.39±0.17	12.76
27	48.97±0.37	-3.58±0.18	12.72±0.32	2.01	49.69±0.17	-3.20±0.04	22.13±0.22	13.06
31	48.58±0.05	-3.91±0.21	13.05±0.22	2.49	49.75±0.12	-2.67±0.03	22.91±0.21	13.35

### 3) 반가공 마늘의 포장기술연구

#### 가) 원형 및 절단 박피마늘의 포장에 의한 선도유지 효과

반가공 마늘의 유통중 선도유지에 효과적인 포장방법을 모색키 위하여 손박피 및 기계 박피한 마늘을 원형마늘과 이를 slice한 마늘로 구분하여 포장방법에 따른 품질변화를 조사하였다.

마늘의 포장방법에 따른 유통가능기간을 조사키 위해 0.05mm두께의 PE필름으로 밀봉하여 0℃, 5℃ 및 20℃에 저장하면서 품질을 분석하였다. 마늘을 손박피로 박피한 마늘의 경우 0℃에서는 상품성유지가 가능한 손박피의 경우 28일, 기계 박피의 경우 26일 정도로 0℃에 비해 4-7일 정도 단축되었다. 한편 20℃에서 5일간 저장한 손박피 마늘의 총균수는  $2.8 \times 10^8$ CFU/mL로 기계박피의  $5.5 \times 10^9$ CFU/mL보다는 낮은 수준이었으며 상품성 유지기간은 손박피가 7일, 기계박피의 경우 4일 정도인 것으로 나타났다.

한편 Slice한 마늘의 포장방법에 따른 유통가능기간을 조사키 위해 0.05mm 두께의 PE필름으로 밀봉하여 0℃, 5℃ 및 20℃에 저장하면서 품질을 분석하였다. 마늘을 손 박피으로 박피한 마늘의 경우 0℃에서는 상품성유지가 가능한 기간이 30일정도이었고 기계박피는 이 보다 일주일 정도 짧은 22일 정도로 나타났다. 5℃에서 저장한 손박피 처리의 경우 26일, 기계박피의 경우 19일 정도로 0℃에 비해 각각 3-4일 정도 단축되었다. 한편 20℃에서 5일간 저장한 손박피 마늘의 상품성 유지기간은 손박피가 5일, 기계박피의 경우 4일 정도인 것으로 나타났다.

표 5-53.. PE(0.05mm)로 포장한 원형 마늘의 품질

Treatment		Color			Firmness (g · f)	Total microbial counts (CFU/mL)	Sensory evaluation		Storage life(day)
		L	a	b			Appearance	Off-flavor	
0℃, 28일	손박피	86.61	-3.37	22.68	14.17	1.3×10 <sup>9</sup>	5.0	4.0	35
	기계박피	86.75	-2.72	22.56	12.77	3.0×10 <sup>9</sup>	3.0	4.0	30
5℃ 21일	손박피	84.86	-2.00	21.96	13.22	2.8×10 <sup>9</sup>	5.0	5.0	28
	기계박피	83.32	-2.98	20.81	13.26	3.1×10 <sup>8</sup>	4.0	3.5	26
20℃ 5일	손박피	87.36	-3.47	21.79	13.01	2.8×10 <sup>8</sup>	4.5	4.5	7
	기계박피	86.27	-2.76	21.66	12.82	5.5×10 <sup>9</sup>	2.5	2.5	4



표 5-54. PE(0.05mm)로 포장한 마늘slice의 품질

Treatment		Firmness (g · f)	Color			Sensory evaluation		Storage life(day)
			L	a	b	Appearance	Off-flavor	
0℃ 28일	손박피	3.35	85.58	-3.18	16.33	3.5	3.0	30
	기계박피	4.32	84.40	-2.49	17.82	3.5	3.5	22
5℃ 21일	손박피	3.84	86.64	-2.55	14.91	3.5	3.5	26
	기계박피	4.11	86.74	-2.79	14.63	2.5	3.0	19
20℃ 5일	손박피	4.73	81.63	-3.04	15.84	4.5	5.0	5
	기계박피	3.88	79.69	-3.05	14.28	3.5	4.0	4

표 5-55. 필름의 종류에 따른 원형 박피마늘의 저장중 표면색(L) 변화

Type	저장기간(일)			
	0	7	14	21
PE, 0.05	89.5	87.8	86.2	84.7
CE, 0.05		88.3	87.9	86.6
기공PE, 0.05		88.0	87.4	86.5

표 5-56. 필름의 종류에 따른 원형 박피마늘의 저장중 총균수 변화

Type	저장기간(일)			
	0	7	14	21
PE, 0.05	$3.2 \times 10^2$	$1.4 \times 10^4$	$5.5 \times 10^3$	$2.9 \times 10^6$
CE, 0.05		$3.8 \times 10^3$	$5.9 \times 10^4$	$6.3 \times 10^6$
기공PE, 0.05		$6.1 \times 10^3$	$2.7 \times 10^4$	$5.4 \times 10^4$

## 나) 포장재의 종류에 따른 마늘의 선도유지효과

포장재의 종류에 따른 마늘의 저장중 품질을 비교하였다. 품질을 비교하는데 있어 중요한 인자로 마늘의 표면색상과 미생물 총균수를 적용하였다.

박피마늘의 표면색상은 갈변도의 지표로 이용되는 L값으로 나타내었는데 저장초기 89.5이던 L값이 저장기간이 경과함에 따라 감소하였는데 CE 및 기공 PE필름으로 포장하였던 처리구가 일반 PE포장구에 비해 갈변이 다소 적게 발생하는 것으로 나타났다.

총균수에 있어서는 저장초기 총균수는  $3.2 \times 10^2$  이었으나 저장기간이 경과함에 따라 총균수가 증가하여 PE포장구는  $2.9 \times 10^6$  CFU/mL이었으나 CE포장구는  $6.3 \times 10^5$  CFU/mL, 기공PE포장구는  $3.4 \times 10^4$  CFU/mL로 PE포장구에 비해 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 포장내 마늘의 호흡으로 인해 발산된 수분의 응축이 CE 및 기공 PE포장구에서는 발생치 않았기 때문인 것으로 판단된다.

## 제 2 절 양파의 수확 후 전 처리기술 및 원료 및 반가공 양파의 유통기간 연장기술

### 1. 서설

#### 가. 유통실태

저장용으로 이용되는 양파는 제주산 극조생을 제외하고 조생종, 중생종, 만생종 중에서 상품성이 좋은 것이 저장되고 있다. 그러나 조생종은 육질이 연하고 수분함량이 많아 만생종보다 부패 발생이 많으므로 일반적으로 저장용 품종으로는 만생종을 선택하는 것이 좋다. 한편 지역적으로는 창녕, 영천산 양파가 무안, 함평산보다 육질이 단단하고 껍질이 두꺼워 저장성이 더 우수한 것으로 평가되고 있다.

양파는 제주산 극조생이 3월 하순~4월 초순 첫 출하를 시작으로 4월 중순부터 5월 하순까지는 전남지역의 무안, 함평, 고흥 등지의 조생종이 출하되고 6월 상순부터 6월말 경까지는 영남지역의 중·만생종이 출하된다.

양파저장은 일반적으로 10월 이전에 출하하는 간이저장과 10월부터 다음해 새 양파가 나올 때까지 출하하는 저온저장방법으로 구분된다. 저온저장의 경우 대부분 수집상이나 저장업체가 성 출하기에 구매하여 저온저장고에 저장하였다가 단경기에 수급상황 및 시세 등을 보아가며 시장에 출하하고 있다.

양파 저온저장시설은 전남(무안, 함평), 경남(창녕), 경북(대구)지역에 집중되어 있으며 이들 창고에 저장된 양은 보통 생산량의 35~45%정도이다. 2000년의 경우 양파 생산량 936천톤의 43.3%인 405천톤 정도가 저장되었는데 이 양은 전년도 저장량 321천톤에 비해 26.2%가 증가된 것이다.

양파를 저장할 때 포장은 수확 시 포장규격인 20kg들이 그물 망에 포장한 그대로 철제 파레트에 담아서 다단으로 적재하여 보관하는데 평당 적재량은 보통 4톤으로서 20kg들이 200망 내외를 적재할 수 있다.

저장된 양파는 부패, 변질 및 수분감소 등으로 인한 감모가 발생한다. 이러한 감모는 저장 전 예건 및 예냉 등을 통해 저장성을 향상시킬 수 있으나 일정량의 감모는 불가피하게 발생한다. 99년산 저장양파의 감모는 평년수준으로 추정되는데 12월말 기준 시 감모율은 13~15% 정도이며, 이후 1개월마다 3~4% 정도의 감모가 추가로 발생한다. 양파는 감모량이 많고, 개별 양파의 작황이나 건조 등에 따라 감모량은 현격한 차이를 보이는 반면 마늘은 감모량이 상대적으로 적고, 감모량이 시기별로 일반화되는 경향이 있다.

양파의 주산지인 무안과 창녕의 저장주체는 지역별로 다소 차이가 있는데 무안지역이 저장업자의 저장비율이 다소 높은 반면 창녕지역은 생산자의 저장비율이 높은 것으로 조사되었다. 이는 생산자의 자가 저온창고 보유여부와 생산된 양파의 저장성 등에 따라 발생하는 차이로 추정된다. 즉 창녕지역은 생산자가 보유한 저장시설이 더 많고 저장성이 우수하여 장기 저장에 유리하기 때문에 생산자 저장물량이 많으나 무안지역은 생산량이 국내 최대이기 때문에 대량으로 취급하는 저장업자가 많고, 저장성이 상대적으로 약하기 때문에 생산자 저장비율이 다소 낮은 것으로 추측된다.

## 나. 연구현황

4°C에서 CA저장한 minimally processed yellow onion 이 저장 중 변화하는 미생물학적 특성 (저온균과 호냉균수)과 sensory quality, 생리적 특성 (flavor 정도를 나타내는 pyruvate의 함량, 색도, 호흡률, 당함량)을 조사한 결과 2% O<sub>2</sub>와 10% CO<sub>2</sub>로 조성된 CA저장이 onion저장에 효과적이었으며, 충분한 CO<sub>2</sub>가 flavor의 보존과 미생물, 특히 호냉균 억제에 효과적이어서 onion의 부패를 지연시켰다. 그러나 10% 이상의 CO<sub>2</sub>농도는 특정 미생물의 증식을 촉진시켰다. 또한 고농도의 CO<sub>2</sub>와 저농도의 O<sub>2</sub>는 호흡률의 증가와 당함량의 감소를 지연시킴으로서 저장기간동안 당함량의 수준은 일정하게 유지되었다. 조리 후 onion의 갈변은 저장기간이 증가됨에 따라 발전되지만 10% CO<sub>2</sub>에서 저장된 것은 지연되었다.

4, 10, 20℃에서 저장된 onion의 한 변종인 Rouge Amposta의 carbohydrate함량과 호흡률, 발아와 부패에 대한 감마선과 발아 억제제로서 maleic hydrazide and carbamate isopropyl, N-phenyl (CIP)의 영향에 대해 연구하였다. 그 결과 수용성 당함량은 10℃와 20℃ 사이에서 크게 침착되어 온도에 영향을 받는 것으로 나타났으며 호흡률은 싹이 틈 때 증가한 반면 감마선 조사나 maleic hydrazide 또는 CIP 처리한 경우는 감소하였다. 즉, 감마선 조사된 onion bulb의 호흡률은 싹의 소멸로 저장 후반에 감소하였으며, 발아 억제제는 감마선 조사나 저온저장 만큼은 아니지만 저장동안 발아억제에 효과적이었다.

Onion slice의 저장안정성과 갈변억제에 대한 건조와 potassium bisulphate treatment의 효과에 대한 연구 결과 ascorbic acid 보유량은 0.4% potassium bisulphate로 전처리하고 50℃에서 drying한 것이 가장 높았고 가장 낮은 비효소적 갈변을 보인 것은 0.3% potassium bisulphate 전처리와 60℃에서 drying한 onion slice 였으며 이들은 또한 sensory test에서도 높은 점수를 받았다. 처리된 모든 샘플은 저장 중 수분함량은 점차적으로 증가했으며 ascorbic acid는 감소를 나타내었다.

Alginate와 alginate-sitosterol coatings이 양파의 저장수명에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 양파는 수확 후 72시간 동안 2% sodium alginate solution에 침지 후 건조시켜 alginate와 결합을 유도하기 위해 다시 2% CaCl<sub>2</sub> solution에 30초간 침지하고 coated film의 수분함량이 15%가 되도록 air로 건조시켰다. alginate-sitosterol coating도 동일한 방법으로 이행한 후 저장 중 변화하는 양파의 무게감소량과 microstructure, 양파의 skin과 coating의 미네랄성분을 측정하였다. 그 결과 alginate coating이 양파의 저장수명을 연장시켰으며 gelation 이전에 beta-sitosterol의 첨가가 film의 부착력을 강화시켰다. Coating은 표면의 팽택을 증가시키고 양파로부터의 수분손실을 감소시킴으로써 시장성을 증진시켰다.

양파의 손실은 발아와 부패 때문이다. 양파의 한 품종인 Valenciana를 60Gy로 방사선 조사하여 4℃에서 6개월간 저장하였다. 방사선 조사되지않은

양파는 4개월 후 부패가 증가하였지만 조사된 양파는 변함없이 보존되었다. 방사선조사는 완전하게 발아를 방지하였다. 저장 중 양파의 손실은 조사되지 않은 것이 50%, 조사된 것은 20%를 나타내었다. 조사된 양파는 외관적인 면에 있어서도 향상되었다.

양파의 저장중 부패손실을 방지하기 위해 먼저 산지별 양파 부패균의 분포를 조사하였고 농약으로 사용되고 있는 tetrachloroiophthalonitrile로 훈증처리시 양파의 부패 방지효과를 조사하였다. 그결과 tetrachloroiophthalonitrile로 훈증처리한 양파는 무처리군보다 1/2까지 부패율이 감소하였으며 RH 80% 에서 저장한 양파가 RH 90% 에서 저장한 양파보다 부패율이 낮았다. 저장중 부패는 주로 곰팡이에 의해 일어났으며 부패원인균별 비율은 *botrytis*가 78~86%, *Fusarium*이 11~17%, *Penicillium*이 3~5% 이었다.

Tetrachloroiophthalonitrile로 저장전 과 저장중 훈증처리한 양파는 대조군보다 1/2까지 중량감소를 줄일 수 있었고 비훈증처리구에서 RH 80%로 저장한 양파는 RH 90%보다 중량감소가 적었으나 훈증처리한 양파에서는 거의 차이가 없었다. 양파의 발근 및 발아는 저온 저장시 (0℃) 나타나지 않았고 호흡량의 Q10는 1.9~2.1의 범위였다. 양파의 저장중 중량감소와 부패율은 저장기간이 경과함에 따라서 양의 상관관계로 나타났으나 호흡량은 변화가 적어서 양파 저장중 중량감소는 호흡생리에 의한 것 보다는 부패에 의한 감소가 지대함을 알 수 있었다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시료 및 처리

#### 1) 시료

실험에 사용한 양파는 전남 무안 및 해남지역에서 생산된 것을 구입한 후 연구원으로 옮겨 사용하였다.

## 2) 표면 세정처리

건식 세정방법으로 로울러형 브레와 고압분사식 세정기의 혼합 적용을 시도하였다. 브러쉬(직경0.25mm)의 재질은 플라스틱과 철선형을 사용하였으며 브러쉬 처리후 고압분사식 10기압의 압축공기를 이용하여 표면에 부착된 이물질을 제거하는 방식을 적용하였다.

## 3) CA저장

양파의 초장기 저장을 위한 처리로 현지에서 예건 처리되어 상온에서 가 저장된 무안산 양파를 산지에서 직접 구입한 후 이를 상온에서 1주일간 재 예건 처리하고 변질구근을 선별한 후 15kg씩 플라스틱 상자에 담아 0℃의 저온저장고에 입고하여 1주간 예냉처리를 행하였다. 예냉처리가 끝난 양파의 일부는 ISOCELL사에서 제작 설치한 환경가스가 자동 제어되는 CA저장시스템을 이용하여 저장실험에 사용하였다. 시료는 15kg 플라스틱 상자단위로 10m<sup>3</sup>용량의 완전 밀폐가 가능한 CA 챔버에 각각 6상자씩 입고한 후 N2 generator를 이용하여 저장고내의 환경가스 조성을 조절하였다. 양파의 CA저장을 위하여 적용하였던 환경가스조성의 조성비는 O2: CO2: N2= 2: 5: 93, 2: 7: 91, 2: 9: 89, 4: 5: 91, 4: 7: 89, 4: 9: 87의 6조건으로 유지하였다.

## 4) 양파의 냉동저장

박피한 양파 750g 씩과 이를 파쇄한 양파를 200g단위로 하여 0.1mm두께의 PE필름으로 밀봉하고 -70℃의 deep freezer에서 급속동결 시킨 후 -18℃ 및 -40℃의 냉동실에 저장하였다.

## 5) 양파의 박피 및 열수처리 및 포장

무게가 약 250g되는 원료 양파를 선별하여 외피를 제거, 다듬질한 후 대조구는 10℃이하의 냉수로 2~3초간 수세하였고 처리구는 50-80℃범위에서 1분간 열처리하였다. 처리된 양파는 냉풍으로 표면의 수분을 건조하였다.

열처리에 따른 품질 유지효과를 1차조사한 후 품질 유지가 효과를 보인 처리온도에서 적정처리시간에 대한 조사를 위하여 양과를 calcium lactate 0.5%를 첨가한 물을 가온하여 50℃와 60℃에서 1, 2, 3분간 침지 후 냉풍으로 30분간 냉각 건조하여 전처리를 하였다. 전처리를 마친 양과 약 600 g씩을 두께 50 $\mu$ m 저밀도 polyethylene 필름봉투에 상압 밀봉 포장한 후 10℃에서 14일간 저장하였다. 포장재에 따른 유통 중 품질을 분석키 위해 적용한 포장재는 PE, 제올라이트를 5% 함유한 PE(CE), 0.02mm pinhole이 0.5cm 간격으로 뚫어진 PE(기공PE) 필름을 사용하였으며 두께는 모두 0.05mm이었다.

## 나. 품질분석

### 1) 호흡율

밀폐가 완전한 용기내에 시료 일정량을 넣고 headspace의 가스를 0.2ml 채취하여 단위 시간에 있어서 탄산가스 농도를 GC(Shimadzu GC-15A, Japan)로 분석한 다음 정상적인 호흡상태를 나타낸 구간(직선화 구간)의 값을 regression하여 기울기로부터 구하였다.

### 2) 표면색택의 측정

CHROMA METER(CR-200, MINOLTA, JAPAN)를 이용하여 3회 반복 측정하였고 Hunter L, a 및 b로 표시하였는데 이 때 표준 백색판의 L=97.75, a = -0.49, b=+1.96이었다.

### 3) 경도의 측정

저장기간중 경도 변화는 Texture Analyzer(TA-XT-2, Stable Micro System, England)를 이용하여 측정하였다.



#### 4) 관능검사

박피 양파의 경우 조직감, 부패도, 색, 이취 등 냄새를 평가하였고, 특히 냄새의 경우 매운 냄새, 단향, 이취로 구분하여 평가하였다.

#### 5) 균수 측정

시료 100 g을 취하여 450 ml의 Peptone water와 함께 살균된 warring blender로 균질화시켜 10초간 처리하였다. 균질화시킨 각 시료는 필요에 따라 적당히 희석하여 pouring culture method에 의하여 균수를 측정하였으며, 이 때 사용된 배지는 일반 세균 측정용으로는 plate count agar(PCA), 효모 및 곰팡이 측정용으로는 potato dextrose agar(PDA), 대장균군(coliform group)측정용으로는 MacConkey agar medium(MAC)을 사용하였다. PCA 및 MAC배지는 37℃에서 48시간 배양하고, PDA배지는 20℃에서는 72시간 배양시킨 후 균수를 측정하였다. 이 때 미생물 실험에 사용된 기구 및 용기는 모두 고압 멸균기로 멸균 후 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 양파의 수확 후 전처리기술 연구

##### 1) 예건

수확직후 양파의 예건속도를 높이기 위하여 양파를 37℃ 및 45℃의 열풍에서 건조처리를 하였다. 양파의 예건은 중량감소가 3%에 도달하였을 시 예건의 종결 점으로 하였는데 37℃에서 예건 시에는 52시간, 45℃에서는 42시간 소요되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 관행적인 방법으로 양파를 예건 시에 소요되는 시간이 3주정도 소요되는데 비해 처리속도가 매우 높음을 알 수 있었다.

양파의 열풍건조처리가 저장 중 품질에 미치는 영향을 조사키 위해 예건이 종료된 양파를 양파의 저장적정온도인 0℃에 저장한 후 품질을 비교하였다.

자연건조방식으로 예건한 양파의 경우 저장 4개월 후에는 25.2%가 부패되었으며, 저장 8개월 후에는 52.5%정도의 부패에 의한 손실이 발생하였다.

그러나 열풍으로 건조한 양파의 경우 저장 4개월 후 3.7-4.3%이었고, 저장 8개월 후에는 13.4-14.8%로 자연예건 방식에 비해 부패율이 훨씬 낮았다.

한편 열처리 온도에 따른 저장중 품질의 차이는 부패율 측면에서 보면 큰 차이를 보이지 않았다.

표 5-57. 온도에 따른 양파의 예건 소요시간

예건조건	자연건조	37℃	45℃
소요시간	22일	52시간	42시간

※중량감소 3%기준

표 5-58. 양파의 예건 조건에 따른 저장 중 품질변화

예건조건	저장기간(개월)	
	4	8
자연건조	25.2	52.5
37℃	4.3	13.4
45℃	3.7	14.8

## 2) 양파의 세척 및 정선 처리

양파의 저장성 증진 및 품위개선을 위하여 양파 표면세정 및 양파 뿌리부위의 제거가 효과적일 것으로 판단하여 양파의 세정에 적합한 장치를 조사하였다. 세정방법으로는 건식과 습식 방식으로 크게 대별 할 수 있는데 양파의 경우 품목의 특성상 건식 세정방식이 적합한 것으로 판단된다. 건식 방식을 적용시 로울러형 브레쉬 세정기와 고압분사식 방법을 고려할 수 있다. 일반적으로 표피가 연약한 품목의 경우 세정시 부러쉬에 의한 손상을 고려하여 로울러형 브레쉬 세정기의 적용을 피하고 있다. 고압분사식 세정 방법은 5- 100 기압의 압축공기를 이용하여 농산물의 표면에 부착된 이물질 을 제거하는 방식으로 세정 효과가 매우 높다. 양파의 경우 표면에 부착 건조된 껍질의 일부와 뿌리 부위를 제거키 위해서는 브러쉬형 세정방법으로 양파를 1차 처리한 후 잔사 및 세정시 구근 표면에 부착된 미세 파쇄 입자를 제거키 위해 압축공기를 이용한 고압분사식 세정처리를 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

따라서 브러쉬형 및 고압분사식 세정 처리조건에 따른 품질에 관한 실험으로 브러쉬 재질에 따른 양파표피 정선효과를 조사하였던 바 정선시 효율 측면에서는 철선 브러쉬가 다소 우수한 것으로 판단되었으나 처리후 박피한 양파 과육의 손상과 호흡율이 플라스틱 재질의 브러쉬에 높게 발생하여 재질을 플라스틱으로 사용하는 것이 바람직 한 것으로 나타났다.

표 5-59. 브러쉬의 종류에 따른 표피정선 양파의 호흡율

단위: CO<sub>2</sub>ml/kg.hr

방치 온도	방치기간(일)		
	무처리	플라스틱브러쉬	철선브러쉬
10	42.3	55.3	66.8
20	87.9	115.2	137.5

표 5-60.. 양파 표피의 수분에 따른 표피정선효과

표피수분함량(%)	정선율(%)	원형유지율(%)
15	93	100
12	95	100
9	98	95

## 나. 양파의 수확 후 부패 미생물 감균 처리

양파의 부패에 관련된 미생물도 마늘의 경우와 유사하게 *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus spp*, *Botrytis alli*, *Penicillium spp*, *Stemphylium botryosum*, *Embellisia alli*, *Erwinia spp*, *Pseudomonas spp*등 으로 알려져 있다. 양파는 재배시 토양으로부터 오염된 미생물로 인하여 수확후 저장 유통시 부패 및 변질이 일어나고 이로 인한 손실이 크게 발생하고 있다. 부패 미생물의 번식은 양파의 저장 유통중 수분함량과 밀접한 관계가 있고 수확시 조직의 손상정도에도 영향을 받는다. 따라서 양파의 경우 수확직후 예건 과정을 통하여 수확시 손상된 조직의 치유는 물론 구근표면 의 수분을 적절히 제거하여 줌으로서 미생물에 의한 부패를 1차적으로 방지 할 수 있을 것으로 판단된다.

양파의 저장전 열처리가 양파의 저장중 미생물 총균수에 미치는 영향을 조사하기 위해 양파를 35-45℃에서 6시간씩 방치한 직후 및 8개월 저장후의 총균수를 비교하였던 바 그 결과는 표 5-61에서와 같이 저장초기 및 저장후에는 미생물 총균수를 낮추는데 효과가 있었으며 처리온도 범위 내에서는 온도가 높을수록 그 효과 우수하였다.

표 5-61. 열처리가 저장 양파의 미생물 총균수에 미치는 영향

처리온도 ℃	Total microbial counts (CFU/mL)	
	처리초기	저장 8개월후
무처리	$2.2 \times 10^7$	$5.3 \times 10^8$
35	$4.4 \times 10^5$	$3.1 \times 10^7$
40	$3.5 \times 10^5$	$6.2 \times 10^6$
45	$4.2 \times 10^4$	$5.9 \times 10^6$

## 다. 원료 및 반가공 양파의 유통기간 연장 기술연구

### 1) 원료 양파의 초장기 저장처리

양파의 초장기 저장을 위한 예비적인 처리로 현지에서 예건 처리되어 상온에서 가 저장된 무안산 양파를 산지에서 직접 구입한 후 이를 상온에서 1주일간 재 예건 처리하고 변질구근을 선별한 후 15kg씩 플라스틱 상자에 담아 0℃의 저온저장고에 입고하여 1주간 예냉처리를 행하였다. 예냉처리가 끝난 양파는 ISOCELL사에서 제작 설치한 환경가스가 자동제어되는 CA저장시스템을 이용하여 저장실험에 사용하였다. 시료는 15kg 플라스틱 상자단위로 10m<sup>3</sup>용량의 완전 밀폐가 가능한 CA챔버에 각각 6상자씩 입고한 후 N<sub>2</sub> generator를 이용하여 저장고내의 환경가스 조성을 조절하였다. 양파의 CA저장을 위하여 적용하였던 환경가스조성의 조성비는 마늘에 적용하였던 조건과 동일하게 O<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>= 2: 5: 93, 2: 7: 91, 2: 9: 89, 4: 5: 91, 4: 7: 89, 4: 9: 87의 6조건으로 유지하였다. 저장 12개월후 중량감소율은 저온저장의 경우 12.8%이었으며 CA저장의 경우 6.4-7.7%수준으로 저온 저장에 비해 50-60%수준을 나타내었으며 부패율은 저온 저장구의 경우 22.9%이었으며 CA저장구는 저온 저장구에 비해 50-71%의 낮은 수준을 보였다. CA저장구간에 중량감소 및 부패율을 비교하여 보면 중량감소는 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/9/89이었던 구가 6.1%로 가장 낮았고 부패율은 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>의 조성이 2/7/91이었던 구가 11.6%로 낮았으며 저온저장 및 CA저장시 마늘의 부패와는 달리 파습에 의한 영향이 비교적 적은 것으로 나타났다.

표 5-62. CA저장 양파의 중량감소 및 부패율(12개월 저장)

저장조건	중량감소(%)	부패율(%)
저온저장 0℃	12.8	22.9
CA: O2: CO2: N2 = 2: 5: 93	7.4	11.4
CA: O2: CO2: N2 = 2: 7: 91	7.0	11.6
CA: O2: CO2: N2 = 2: 9: 89	6.1	12.3
CA: O2: CO2: N2 = 4: 5: 91	7.7	13.5
CA: O2: CO2: N2 = 4: 7: 89	6.6	14.1
CA: O2: CO2: N2 = 4: 9: 87	6.8	16.2

\* : 초기값에 대한 상대치

## 2) 박피 및 마쇄 양파의 냉동저장

양파의 장기저장을 위한 시도로 껍질을 벗긴 양파를 -40℃에서 냉동시킨 후 이를 -18℃로 옮겨 6개월간 저장한 후 이를 해동하였을 때 행동조건에 따른 양상을 비교하였던 바 경도는 해동직후에는 1.63으로 외관상 양파의 형태를 유지하였으나, 이를 상온 및 저온에 3일간 방치하였던 바 조직의 붕괴가 심하게 발생하는 것을 나타내 양파의 경우는 마늘과 달리 원형을 유지시킨 채 냉동시키는 것은 품질 및 냉동후 사용시에 문제가 많은 것으로 나타났다. 한편 냉동양파의 해동후 표면색 변화를 조사하였던 바, 해동전에 비하여서는 차이가 있지만 해동직후 및 저장중에는 표면색의 차이가 크게 발생하지는 않았다.

표 5-63. 탈피한 양파의 해동 및 해동후 경도비교

처리	해동 전	해동 직후	해동 후 3일	
			상온	4℃
ave	2.23	1.63	0.62	0.50
std	0.13	0.32	0.14	0.15

표 5-64. 탈피한 양파의 해동 및 해동후 표면색의 비교

처리 항목		해동 후 상온			해동 후 4℃		
		해동 전	해동 직후	해동 후 3일	해동 전	해동 직후	해동 후 3일
L	ave	78.39	55.45	49.44	78.39	55.45	50.93
	std	2.81	2.58	5.66	2.81	2.58	3.65
a	ave	-3.26	-2.77	-2.67	-3.26	-2.77	-3.25
	std	0.45	0.25	0.58	0.45	0.25	0.56
b	ave	8.91	5.76	7.78	8.91	5.76	7.38
	std	1.12	1.46	1.58	1.12	1.46	1.09
dL	ave	0.00	22.94	28.95	0.00	22.94	27.46
	std	0.00	2.17	3.50	0.00	2.17	4.08
da	ave	0.00	0.49	0.59	0.00	0.49	0.60
	std	0.00	0.27	0.39	0.00	0.27	0.29
db	ave	0.00	3.16	1.13	0.00	3.16	1.54
	std	0.00	1.18	0.85	0.00	1.18	1.00
dE	ave	0.00	23.18	28.99	0.00	23.18	27.52
	std	0.00	2.27	3.49	0.00	2.27	4.07
chroma	ave	78.46	55.52	49.51	78.46	55.52	51.04
	std	2.82	2.59	5.68	2.82	2.59	3.64
hue	ave	-1.22	-1.11	-1.24	-1.22	-1.11	-1.16
	std	0.01	0.09	0.04	0.01	0.09	0.05

한편 양파의 초장기 저장을 위한 또 다른 접근으로 박피, 파쇄한 양파를 200g단위로 하여 0.1mm두께의 PE필름으로 밀봉하여 -70℃의 deep freezer에서 급속 동결시킨 후 -18℃ 및 -40℃의 냉동실로 옮겨 저장하면서 3개월 간격으로 그 품질을 분석하였 바 -18℃ 및 -40℃ 모두에서 관능적 품질이 양호한 것으로 조사되었으며 특히 -40℃에서 저장하였던 경우 -18℃에서 저장하였던 양파에 비하여 색상이 다소 우수한 것으로 나타났다. 또한 파쇄한 양파의 해동직후 및 방치온도에 따른 표면색의 변화를 비교하였던 바 해동 후 저온에 방치하였던 경우가 상온에 방치하였던 경우에 비하여 변색이 빠르게 진행되는 것으로 나타났다.



표 5-65. 파쇄 양파의 냉동저장 중 관능적 품질

저장온도, °C	색			향		
	초기	3개월	6개월	초기	3개월	6개월
-18	1	0.92	0.92	1	0.95	0.91
-40	1	0.93	0.91	1	0.92	0.93

표 5-66. 파쇄한 양파의 해동 후 표면색의 변화

		해동 후 상온			해동 후 4°C		
		해동 전	해동 직후	해동후 3일	해동 전	해동 직후	해동후 3일
L	ave	57.49	49.97	48.76	57.49	49.97	50.88
	std	0.30	0.60	0.44	0.30	0.60	2.56
a	ave	-2.40	-2.90	-1.50	-2.40	-2.90	-2.46
	std	0.03	0.22	0.26	0.03	0.22	0.27
b	ave	3.16	6.83	8.41	3.16	6.83	7.84
	std	0.06	0.50	0.31	0.06	0.50	1.20
dL	ave	0.00	7.51	8.73	0.00	7.51	6.61
	std	0.00	0.77	0.45	0.00	0.77	2.85
da	ave	0.00	0.50	0.90	0.00	0.50	0.18
	std	0.00	0.20	0.29	0.00	0.20	0.15
db	ave	0.00	3.67	5.25	0.00	3.67	4.67
	std	0.00	0.52	0.26	0.00	0.52	1.24
dE	ave	0.00	8.40	10.23	0.00	8.13	8.14
	std	0.00	0.57	0.29	0.00	0.37	1.27
chroma	ave	3.97	7.43	8.55	3.97	7.43	8.22
	std	0.05	0.39	0.27	0.05	0.39	1.23
hue	ave	-0.92	-1.17	-1.39	-0.92	-1.17	-1.26
	std	0.01	0.05	0.04	0.01	0.05	0.01

### 3) 반가공 양념류의 유통기간 연장 기술연구

양파를 박피하여 50℃-80℃ 범위의 10℃ 간격의 열수에 1분간씩 침지한 후 냉풍으로 30분간 냉각 건조하여 전처리를 하고 이 양파 약 600 g씩을 두께 50 $\mu$ m 저밀도 polyethylene 필름 봉투에 상압 밀봉 포장한 후 10℃에서 14일간 저장하면서 저장 중 통 양파의 외관 변화 및 통 양파와 이를 절단한 절단 양파의 향을 전문 패널 10인으로 구성된 평가 요원에 의해 관능 평가를 하였다.

대조구의 경우 저장 14일 후 곰팡이에 의한 변질, 갈변에 의한 변색, 이취 발생 등 품질의 저하가 심하게 발생하였다. 50℃-60℃ 범위의 열수에 1분간씩 침지한 양파의 경우 대조구에 비해 전반적으로 품질이 양호한 것으로 나타났으며 특히 60℃에서 처리한 양파의 경우 50℃에 비해 더욱 우수한 것으로 나타났다. 그러나 처리한 열수의 온도가 증가할수록 품질이 50℃-60℃ 범위의 열수에서 처리한 경우에 비해 점점 열등해지는 것으로 나타났다. 한편 적정 열수처리 온도를 양파의 열수 처리시 품질유지에 효과를 보인 온도 범위 내에서 온도를 보다 세분하여 양파를 50℃-65℃에서 5℃ 간격으로 각각 처리하여 저장 한 후 품질을 비교하였던 바 55℃와 60℃ 처리구가 다른 온도에서의 처리구에 비해 품질이 우수한 것으로 나타났다.

양파의 열수 처리가 양파의 저장중 품질에 우수한 영향을 미침에 따라 각 처리구에서의 적정 처리시간을 조사하기 위한 실험을 수행하였다. 무게가 약 250g 되는 원료 양파를 선별하여 외피를 제거, 다듬질한 후 대조구는 10℃ 이하의 냉수로 2~3초간 수세하였고 처리구는 calcium lactate 0.5%를 첨가하여 50℃와 60℃에서 1, 2, 3분간 침지 후 냉풍으로 30분간 냉각 건조하여 전처리를 하였다. 전처리를 마친 양파 약 600 g씩을 두께 50 $\mu$ m 저밀도 polyethylene 필름 봉투에 상압 밀봉 포장한 후 10℃에서 14일간 저장하였다. 저장 중 통 양파의 외관 변화 및 통 양파와 이를 절단한 절단 양파의 향을 전문 패널 10인으로 구성된 평가 요원에 의해 관능 평가를 하였다.

무처리구와 대조하였을 때 60℃에서 1분간 침지한 양파가 14일 동안 가장 좋은 외관을 유지하였고 50와 55, 65℃ 순으로 외관을 유지하였다. 전체적으로 통

양파, 절단 양파 모두 매운 향은 감소하고 단향과 이취가 증가하였고 무처리구와 대조하였을 때 유의적으로 열처리 양파의 매운향은 감소하였고 단향이 증가하였다. 전체적으로 매운맛은 감소하였으나 단맛은 변화가 거의 없었고 무처리구와 비교하였을 때 열처리 양파의 매운맛은 감소하였고 단맛은 증가하였다. 결과적으로 양파에 열처리를 하였을 때 60℃에서 1분간 처리한 처리구가 14일간 가장 좋은 외관을 유지하였고 전체적으로 매운 향과 맛은 감소하였고 단 향과 단 맛은 증가하였다. 무처리구와 대조하였을 때 60℃에서 1분간 침지한 양파가 14일 동안 가장 좋은 외관을 유지하였고 50℃에서 1분, 60℃에서 2분, 50℃에서 2분, 50℃에서 3분, 60℃에서 3분 순으로 온도에 상관없이 침지 시간이 길수록 물러지거나 갈변의 정도가 심하였다. 전체적으로 통 양파, 절단 양파 모두 매운향, 단향, 이취가 증가하였고 무처리구와 대조하였을 때 열처리 양파의 매운향, 단향, 이취는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 단지 침지 시간이 길수록 매운향은 감소하고 단향과 이취가 증가하였다.

표 5-67. 열처리(50-80℃) 후 14일간 저장한 양파의 품질

Index \ Condition	Control	50℃	60℃	70℃	80℃
Decay by mold	++	-	-	-	-
Browning	+++	++	-	++	+++
Drip	-	-	-	++	+++
Dessiccation	+	-	-	-	-
Pungent order	+	-	-	-	-
Off-flavor	++	+	-	++	++

표 5-68. 열처리(50-65℃) 후 14일간 저장한 양파의 품질

Index \ Condition	Control	50℃	55℃	60℃	65℃
Decay by mold	++	-	-	-	-
Browning	+++	++	+	+	++
Drip	-	-	-	-	+
Dessiccation	+	-	-	-	-
Pungent order	+	-	-	-	-
Off-flavor	++	+	-	-	+

표 5-69 열수처리한 양파의 저장중 관능적 품질 변화 (10℃)

Storage time (days)	Treatment (hot water temp.)	Attributes <sup>1)</sup>			
		Discoloration	Wilting	Decay	Visual quality
0	Control <sup>2)</sup>	1.7 <sup>b</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>
	50℃ <sup>3)</sup>	1.4 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>
	60℃ <sup>4)</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.1 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	8.3 <sup>a</sup>
	70℃ <sup>5)</sup>	1.7 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>
	80℃ <sup>6)</sup>	3.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>
7	Control	2.3 <sup>bc</sup>	2.6 <sup>a</sup>	1.2 <sup>c</sup>	6.5 <sup>b</sup>
	50℃	1.4 <sup>c</sup>	1.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>c</sup>	8.5 <sup>a</sup>
	60℃	1.6 <sup>c</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.0 <sup>c</sup>	8.4 <sup>a</sup>
	70℃	3.0 <sup>b</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.6 <sup>b</sup>	4.9 <sup>c</sup>
	80℃	4.6 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.0 <sup>d</sup>
14	Control	3.0 <sup>bc</sup>	2.8 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>
	50℃	2.6 <sup>bc</sup>	2.4 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	7.2 <sup>a</sup>
	60℃	2.1 <sup>c</sup>	2.2 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>
	70℃	4.2 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>
	80℃	4.8 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>
21	Control	4.1 <sup>b</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>a</sup>
	50℃	2.7 <sup>c</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>bc</sup>	5.8 <sup>a</sup>
	60℃	2.2 <sup>c</sup>	2.3 <sup>b</sup>	1.6 <sup>c</sup>	6.6 <sup>a</sup>
	70℃	5.7 <sup>a</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>a</sup>	2.3 <sup>b</sup>
	80℃	6.8 <sup>a</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>
28	Control	4.6 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>
	50℃	3.6 <sup>b</sup>	3.7 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	4.0 <sup>b</sup>
	60℃	1.9 <sup>c</sup>	1.6 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>
	70℃	6.0 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>
	80℃	6.9 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	1.8 <sup>c</sup>

표 5-70. 50~65℃에서 1분간 열수처리한 양파의 향미의 변화 (외부)

(Unit : %)

Day	Odor	Purgent	Sweet	Off-flavor
	Sample			
0	Cont.	50	0	17
	50℃	50	0	33
	55℃	17	17	17
	60℃	58	17	17
	65℃	58	17	17
3	Cont.	33	67	0
	50℃	8	58	25
	55℃	33	67	42
	60℃	17	58	42
	65℃	25	33	33
7	Cont.	33	50	42
	50℃	8	42	25
	55℃	33	42	33
	60℃	8	42	33
	65℃	33	33	58
14	Cont.	38	75	50
	50℃	25	100	25
	55℃	25	88	25
	60℃	25	38	0
	65℃	25	38	50

표 5-71. 50~65℃에서 1분간 열수처리한 양파의 향미의 변화 (내부)

(Unit : %)

Day	Odor Sample	Purgent	Sweet	Off-flavor
0	Cont.	100	0	17
	50℃	92	17	17
	55℃	100	17	17
	60℃	67	42	17
	65℃	92	50	33
3	Cont.	100	8	0
	50℃	100	58	0
	55℃	83	58	17
	60℃	67	58	0
	65℃	50	42	17
7	Cont.	100	33	17
	50℃	92	50	25
	55℃	83	67	17
	60℃	92	58	8
	65℃	67	50	33
14	Cont.	87.5	37.5	50
	50℃	62.5	75	0
	55℃	62.5	75	25
	60℃	50	62.5	0
	65℃	50	50	50

표 5-72. 50~65℃에서 1분간 열수처리한 양파의 맛의 변화 (외부)

(Unit : %)

Day	Taste	Purgent	Sweet	Off-taste
	Sample			
0	Cont.	75	92	17
	50℃	67	83	0
	55℃	67	92	0
	60℃	42	67	0
	65℃	58	92	0
3	Cont.	83	75	17
	50℃	58	92	17
	55℃	58	92	58
	60℃	58	92	25
	65℃	67	92	58
7	Cont.	100	58	17
	50℃	58	83	17
	55℃	100	83	25
	60℃	100	67	17
	65℃	50	92	8
14	Cont.	90	70	0
	50℃	50	70	10
	55℃	60	70	0
	60℃	100	30	10
	65℃	60	80	0



표 5-73. 50~65℃에서 1분간 열수처리한 양파의 맛의 변화 (내부)

(Unit : %)

Day	Taste Sample	Purgent	Sweet	Off-taste
0	Cont.	92	58	0
	50℃	83	92	0
	55℃	75	92	25
	60℃	58	83	17
	65℃	75	92	42
3	Cont.	100	83	0
	50℃	67	100	0
	55℃	58	92	25
	60℃	83	92	33
	65℃	58	100	0
7	Cont.	75	75	8
	50℃	75	75	8
	55℃	92	83	8
	60℃	83	75	25
	65℃	58	92	17
14	Cont.	60	60	0
	50℃	40	90	0
	55℃	80	70	0
	60℃	60	80	0
	65℃	30	80	0

표 5-74. 50~60℃에서 1-3분간 열수처리한 양파의 향미의 변화 (외부)

Day	Odor	Purgent	Sweet	Off-flavor
	Sample			
0	Cont.	3.33 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-1min	2.67 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
	50℃-2min	3.5 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
	50℃-3min	2.67 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
	60℃-1min	2.83 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-2min	2.5 <sup>b</sup>	1.83 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>
	60℃-3min	2.83 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
3	Cont.	5.33 <sup>a</sup>	3.83 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-1min	5.67 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-2min	4.83 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-3min	5.67 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-1min	5.67 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-2min	4.67 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-3min	4.5 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
7	Cont.	4.33 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>
	50℃-1min	5.0 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>
	50℃-2min	5.67 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>
	50℃-3min	3.83 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>
	60℃-1min	4.17 <sup>a</sup>	2.17 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
	60℃-2min	5.17 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>
	60℃-3min	5.17 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>
14	Cont.	6.83 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>
	50℃-1min	6.33 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.67 <sup>a</sup>
	50℃-2min	6.33 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>
	50℃-3min	5.17 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>
	60℃-1min	5.33 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>
	60℃-2min	4.17 <sup>bc</sup>	2.83 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>
	60℃-3min	2.5 <sup>c</sup>	2.83 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>

※ Means of eight replicates at least. Means followed by the same letter within cell are not significantly different( $p < 0.05$ ). As the value increase from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

표 5-75. 50~60℃에서 1-3분간 열수처리한 양파의 향미의 변화 (내부)

Day	odor	Purgent	Sweet	Off-flavor
	Sample			
0	Cont.	2.66 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-1min	1.67 <sup>b</sup>	1.67 <sup>ab</sup>	1.17 <sup>a</sup>
	50℃-2min	2.0 <sup>ab</sup>	1.17 <sup>b</sup>	1.5 <sup>a</sup>
	50℃-3min	1.83 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>a</sup>
	60℃-1min	2.0 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	1.17 <sup>a</sup>
	60℃-2min	1.5 <sup>b</sup>	1.17 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-3min	2.0 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>a</sup>
3	Cont.	2.5 <sup>a</sup>	4.83 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
	50℃-1min	1.83 <sup>a</sup>	4.0 <sup>ph</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	50℃-2min	2.0 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>	1.17 <sup>a</sup>
	50℃-3min	2.83 <sup>a</sup>	3.17 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-1min	2.33 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-2min	2.5 <sup>a</sup>	3.17 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	60℃-3min	2.83 <sup>a</sup>	3.83 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>a</sup>
7	Cont.	2.17 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	50℃-1min	2.5 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>
	50℃-2min	2.67 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	50℃-3min	3.5 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>
	60℃-1min	3.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>
	60℃-2min	3.17 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>
	60℃-3min	3.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>
14	Cont.	3.0 <sup>a</sup>	3.67 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>a</sup>
	50℃-1min	2.5 <sup>a</sup>	2.67 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>a</sup>
	50℃-2min	2.67 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>
	50℃-3min	1.83 <sup>a</sup>	3.17 <sup>ab</sup>	5.83 <sup>a</sup>
	60℃-1min	2.5 <sup>a</sup>	2.33 <sup>ab</sup>	2.67 <sup>a</sup>
	60℃-2min	2.67 <sup>a</sup>	2.17 <sup>b</sup>	3.5 <sup>a</sup>
	60℃-3min	2.83 <sup>a</sup>	2.83 <sup>ab</sup>	5.0 <sup>a</sup>

※ Means of eight replicates at least. Means followed by the same letter within cell are not significantly different( $p < 0.05$ ). As the value increase from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

#### 4) 반가공 양파의 포장기술연구

박피 양파의 유통중 선도유지에 효과적인 포장방법을 모색키 위하여 포장 후 온도 및 포장재에 따른 품질변화를 조사하였다.

양파에 부착된 총균수를 보면 0℃에서 28일 저장한 양파의 경우 총균수는  $1.8 \times 10^5$  CFU/mL, 5℃에서 21일간 저장한 경우  $2.3 \times 10^6$  CFU/mL, 20℃에서 5일간 저장한 경우  $3.3 \times 10^8$  CFU/mL이었다.

한편 박피한 양파의 포장방법에 따른 유통가능기간을 조사키 위해 0.05mm두께의 PE필름으로 밀봉하여 0℃, 5℃ 및 20℃에 저장하면서 품질을 분석하였다. 박피한 양파를 0℃에서 저장시 상품성유지가 가능한 기간이 25-30일정도이었고 5℃에서 저장한 박피 처리의 경우 20-25일, 20℃에서 저장한 박피 양파의 상품성 유지기간은 5-7일 정도인 것으로 나타났다.

표 5-76. PE(0.05mm)로 포장한 박피 양파의 품질

Sample		Color, L	Firmness (g · f)	Total microbial counts (CFU/mL)	Storage life (day)
0℃,	25일	88.4	14.17	$1.8 \times 10^5$	30
5℃	20일	87.5	13.22	$2.3 \times 10^6$	25
20℃	5일	86.2	13.01	$3.3 \times 10^8$	7

표 5-77. 필름의 종류에 따른 박피 양파의 저장중 표면색(L) 변화

Type	저장기간(일)			
	0	7	14	21
PE, 0.05	89.8	87.6	86.6	85.7
CE, 0.05		88.4	88.1	86.8
기공PE, 0.05		88.2	87.3	86.7

표 5-78. 필름의 종류에 따른 박피 양파의 저장중 총균수 변화

Type	저장기간(일)			
	0	7	14	21
PE, 0.05	$4.1 \times 10^2$	$1.5 \times 10^4$	$5.3 \times 10^5$	$6.5 \times 10^6$
CE, 0.05		$3.9 \times 10^3$	$2.0 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$
기공PE, 0.05		$4.4 \times 10^3$	$2.9 \times 10^3$	$6.4 \times 10^4$

포장재의 종류에 따른 양파의 저장중 품질을 비교하였다. 품질을 비교하는데 있어 중요한 인자로 양파의 표면색상과 미생물 총균수를 적용하였다. 박피 양파의 표면색상은 갈변도의 지표로 이용되는 L값으로 나타내었는데 저장초기 89.8이던 L값이 저장기간이 경과함에 따라 약간 감소하였는데 CE 및 기공 PE필름으로 포장하였던 처리구가 일반 PE포장구에 비해 갈변이 다소 적게 발생하는 것으로 나타났다.

총균수에 있어서는 저장초기 총균수는  $4.1 \times 10^2$  이었으나 저장기간이 경과함에 따라 총균수가 증가하여 21일 후 PE포장구는  $6.5 \times 10^6$  CFU/mL이었으나 CE포장구는  $5.8 \times 10^4$  CFU/mL, 기공PE포장구는  $6.4 \times 10^4$  CFU/mL로 PE포장구에 비해 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 마늘에서와 같이 포장내 양파의 호흡으로 인해 발산된 수분의 응축이 CE 및 기공PE포장구에서는 발생치 않았기 때문인 것으로 판단된다.

## 제 3 절 고추의 저 에너지 저장기술연구

### 1. 서설

#### 가. 유통실태

고추는 1월 하순~2월 중순경에 파종하며 80~90일 정도의 육묘기간을 거쳐 4월 하순~5월 초순경에 정식한다. 수확은 8월부터 시작되어 서리가 내리기 전까지 이루어지는데 8월 첫수확 후 7~15일 간격으로 5~7회 정도의 수확이 가능하다.

고추의 품종은 매운 맛의 정도와 건조가능 여부에 따라 청과용 고추와 건과용 고추로 구분할 수 있으며, 출하형태로는 풋고추, 홍고추, 건고추 등이 있는데 대부분 건고추로 출하된다. 건고추는 다시 건조방법에 의해 화건초와 양건초로 구분된다. 화건초는 충청 및 영남권에서 주로 이용되는 방법으로 건조기에 의한 열풍건조이며, 양건초(태양초)는 호남권에서 주로 이용하는 방법으로 맑은 날에 태양열에 의존하여 건조하는 방법인데 요즈음 양건초는 터널 하우스에서 햇볕에 건조하는 것이 주종이다. 근래들어 양건의 가격 및 선호도가 높아져 충청 및 영남권에서도 1차 열풍건조 후 하우스에서 마무리 건조하는 반양건의 출하비중이 높아지는 추세이다. 이는 충청과 영남지역 고추는 과피가 대체로 두꺼워 햇빛에 의한 건조시 저급한 품질의 회나리 발생이 많고 건조시간이 과다하게 소요되기 때문이다. 그러나 최근에는 품종개량 및 건조기술 향상으로 충청 및 영남지역에서도 반양건의 생산이 일부 이루어지고 있다. 대부분의 농가가 건조기를 보유하고 있으며 근래에는 청결고추에 대한 선호도가 높아지면서 세척기의 보급도 늘어나고 있다. 그러나 호남권을 중심으로 한 양건이 선택 등 품위면에서 충청, 영남권의 화건보다 우수하게 평가되며 가격도 높은 편이다. 반면 호남권은 비닐하우스에서 햇볕에 건조하는 반양건이 대부분으로, 전체 생산량의 60~70%이다. 과거에는 일반적이었던 천일건조는 건조기간이 길어(20일 이상) 일손이

부족하고 회나리 발생이 많으며 장기간 비가 내릴 때에는 건조가 어려워 근래에는 크게 줄어들고 있다.

현재 소매되고 있는 건고추는 거의 대부분 통고추이며, 소비자는 통고추를 구입하여 건조나 청결상태 등의 품위를 확인한 후 제분한다. 이는 일반 소비자가 고춧가루로 구입하는 경우 가공 및 유통과정에서의 이물질 첨가 우려와 청결상태나 위생에 대한 불신 때문이다. 따라서 일반 가정소비용은 고춧가루 형태로 판매는 많지 않으나 소포장품은 일부 거래되고 있는데, 슈퍼체인, 백화점, 할인점 등 대형유통업체 및 농협 공판장, 직판행사장 등에서 산지농협에서 계약재배 또는 자체수매하여 선별·포장한 5근(3kg)들이 구추가루형태의 소포장품으로 가공 판매하고 있다.

## 나. 연구동향

저장중 red pepper와 red sweet peppers의 최대 신선도 유지를 위한 최적 pre-cooling 온도연구로 1, 3, 5℃와 실온(25℃)에서 24시간 방치하였던 바, red pepper는 24시간후 1℃에 도달하지 못했으나 sweet red pepper는 20시간 안에 1℃에 도달하였다. 실온에 저장한 red pepper는 내부온도가 실온보다 1-2℃ 높은 반면 red pepper는 sweet red pepper는 1.5℃ 높았다. 7℃에서 저장된 이 두 pepper로부터 생성된 에틸렌은 1℃에서 pre-cooling된 후 7℃에서 저장된 것보다는 높았으나 3℃와 5℃에서 pre-cooling된 것은 효과가 없었다. 7℃에 저장된 pepper의 호흡율은 1℃에서 pre-cooling된 것에 2배나 되었으며 호흡율은 pre-cooling온도가 증가될수록 증가하는 양상을 나타내었다. 실온에 저장시 pepper의 호흡율은 7℃에서 저장되었을 때 보다 많이 높았다. Red pepper의 경우 저장 45일 후 부패 발생율(%)은 3, 5℃에서 pre-cooling 시간을 최대로 증가시킬수록 감소하였으며, sweet red pepper의 경우는 30일 후 부패 발생율이 3℃에서 pre-cooling 처리한 것은 증가하였으나 5℃에서 처리한 경우에는 매우 낮은 발생율을 보였다.

신선한 sweet pepper에 대한 air discharge의 영향에 관한 연구에서 fresh

sweet pepper를 10, 20, 30분 동안 각각 air discharge 처리한 후 자루에 넣어  $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장시켰다. 세 처리구는 각각 9.65, 7.04, 4.27 mg CO<sub>2</sub>/ kg/h의 호흡율을 나타냈으며 10분간 처리한 처리구를 제외하고 무처리군 (9.65 mg CO<sub>2</sub>/ kg/h)에 비해 상당히 낮은 호흡율을 보였다. 저장 38일 후 처리구의 부패율 (6.0-9.6 %)은 무처리군 (10.8%)에 비해 상당히 낮았다. 그러나, 30분간 처리한 군의 저장 66일 후 부패율은 82.7%로 무처리군 75.7%보다 높았다.

감마선 조사가 건조된 red chillies (*Capsicum frutescens*)의 살균을 위한 방법으로 연구되었으며 또한 가루상태와 건전한 상태의 red pepper의 화학적 특성과 미각적 특성에 있어 감마선 조사가 미치는 영향도 조사되었다. 곰팡이는 7.5 kGy로 조사시 완전히 제거되었으며 10 kGy 까지의 방사선 조사는 carbohydrate와 캡사이신 함량에 변화를 주지 않았다. 방사선 조사에 따른 oleoresin함량은 24.25%에서 31.61%로 증가하였으며 lipid는 16.80%에서 19.30%로 증가하였다. 저장기간은 매운맛의 미각적 특성에는 영향하지 않았으나 중간정도로 조사한 경우(5.0, 7.5 kGy) 미생물의 감소가 확연히 드러났다. 10 kGy로 조사하는 것은 인체에 해로운 조사량이기 때문에 이 경우는 방사능의 제거가 요구된다.

건전한 상태와 가루상태의 건조된 red pepper를 0-10 kGy로 방사선 조사 후 다양한 포장재에 담아 실온과 5, 10 $^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하였다(3). 건전한 상태로 건조된 red pepper는 실온에서 polycloth sack에 담아 저장된지 6개월 후에 품질의 저하를 보인 반면, 5-7.5 kGy로 조사된 후 polyethylene-poly-cloth sack에 담아 실온에서 저장한 건전한 pepper는 2년 후에도 품질의 저하를 나타내지 않았다. 감마선조사는 분말상태 pepper의 장기 보관에도 매우 효과적이었다. 7.5- 10 kGy로 조사된 후 다층 복합필름에 포장된 분말상태의 pepper도 실온에서 2년 보관 후에도 위생적인 면에서나 물리화학적 특성, sensory 특성에서도 좋은 상태를 보였다.

Powered red pepper 와 ginger의 살균을 위해 사용한 electron beam



irradiation (EBI)과 gamma-irradiation (GI)의 영향을 미생물학적 측면과 색도, sensory 특성을 가지고 비교 조사하였다. 두가지 방법 모두 조사량은 0-15 kGy로 하였으며 실온에서 4개월간 저장한 후 총균수와 효모와 곰팡이 대장균수를 측정하였다. 5 kGy의 EBI를 적용한 경우 균수는 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup> cfu/g 감소되었으며 대장균은 완전히 소멸되었다. 미생물 제거의 결과는 GI도 비슷하였다. 미생물학적 특성에 있어서의 확인한 변화는 저장 4개월 후 매운 맛의 측면에서는 나타나지 않은 것으로 보아 미생물 파괴에 최적인 EBI 조사량이 sensory 특성에는 해롭게 영향하지 않는 것으로 나타났다.

Red pepper samples (건조 또는 분말화된 peppers, 과육, 씨)을 0, 2.5, 5, 7.5, 10 kGy로 조사하여 실온에서 6개월간 저장하는 동안 대략적인 조성과 수분함량, water activity(aw), fatty acid의 변화를 조사하였다. 그 결과 방사선 조사는 저장중 건조된 red pepper의 조성과 다른 요소에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Red pepper powders의 살균과 물리화학적 성질, sensory quality 측면에서 오존처리와 감마선 조사의 효과를 비교조사 하였다. 7.5-10 kGy의 감마선 조사는 대장균과 효모, 곰팡이 총 호기성균을 완전히 사멸시켰으나 오존 처리는 오염된 균, 특히 총 호기성균주를 박멸하지 못했다. Capsaicine 과 capsanthin, 갈변과 지방산조성과 관련된 물리화학적 특성과 sensory quality는 10 kGy까지 조사되어졌음에도 변화되지 않았으나 오존처리는 지방산조성에 큰 변화와 자연색소의 파괴를 가져왔다. 따라서 방사선조사가 오존처리보다 red pepper powders의 물리화학적 특성과 sensory quality의 유지 및 살균에 효과적이었다.

선별된 spices와 herbs (후추, 고추, 오르가노, 로즈마리, 셀비어)의 미생물학적 특성을 microwave 처리 (100℃에서 15분)와 감마선 조사 (5 kGy, 10 kGy) 전후에 조사하였다. Microwave 처리와 방사선 조사는 미생물의 형태에 따라 다양한 결과를 나타내었다. Microwave heating 은 강한 내성을 가지는 bacteria(포자형성 bacteria)에 대해서는 효과가 없었으나 fungi나 *E.*

*coli* 같은 faecal indicator bacteria 억제에는 효과적이었다. 그러나 faecal indicator bacteria를 완전히 박멸하거나 bacterial count와 fungi를 무시할 만한 수준까지 감소시키기 위해서는 5나 10 kGy정도의 조사량이 요구된다.

동결방지제를 첨가하여 붉은생고추 페이스트 및 딸기 펄프의 저온저장 실험을 한 결과, 붉은생고추 페이스트는 줄기만을 제거한 후 NaCl 15%, citric acid 0.5%를 첨가하면 9.6 °C에서 미동결 상태로 저장할 수 있었고, 딸기펄프는 dextrose 25%, fructose 17%, sorbitol 8%, ascorbic acid 0.2% 를 첨가했을 때 15°C 까지도 미동결 상태로 저장할 수 있었다. 또한 동결방지제를 이용한 시료는 무처리한 시료에 비해 저장소요시간이 약 1/2정도 걸리며, 소요에너지도 약 70~80%의 절감효과를 얻을 수 있었다. 따라서 동결방지제를 이용하면 저온저장시 빙결정 생성에 따른 조직손상을 억제할 수 있을 뿐만 아니라 에너지 절감효과도 얻을 수 있는 것으로 사료된다.

저장상대습도 및 온도가 저장중 건조통고추의 흡습에 미치는 특성을 구명하여 통고추 형태로서 이상적인 적정 저장조건 설정을 위해 실행되었다(6). 건조통고추를 상대습도 11% 에서 84% 까지 7단계의 상대습도별로 5, 15, 25, 35°C의 온도구에 저장하면서 통고추의 변색 및 흡습특성을 조사하였다. RH 67% 이상에서는 갈변현상이, RH84% 이상에서는 곰팡이가 발생하였고 RH 32% 이하에서는 탈색현상이 나타났다. 따라서 50% 내외의 RH 조건이 저장에 적합하였으며 탈색도. 기준에서 저장 안전 수분함량은 15.65~ 19.62 dry basis (DB) 였으며 이들 건조통고추의 monolayer value는 5°C에서 9.23% (DB), 15°C에서 8.42% (DB), 25°C에서 7.96% (DB), 35°C에서 7.52% (DB)로서 온도가 낮을수록 monolayer value는 다소 높아지는 경향을 보였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 고추의 반 가공 전처리

풋고추를 이용한 반가공 제품의 제조를 위해서는 시료의 선별이 중요한 인자로 작용하고 있다. 따라서 고추를 산지별로 수집한 후 이를 과육, 태좌, 씨 부위로 나누어 풋고추의 매운 맛 성분(capsaicine 및 dihydrocapsaicine)과 비타민 C 함량을 분석하였고 풋고추에 함유된 매운 맛 성분과 비타민 C 함량과의 상호 관련성을 분석하였다.

실험용 고추는 신선한 풋고추로 색과 모양, 크기가 고르게 되는 것을 10 곳을 선정하여 구입하였다. 구입한 고추를 과육(a), 태좌(b), 씨(c)의 세 부분으로 분리하여 최소 10g 씩을 비타민 C 분석과 capsaicin 분석에 사용하였다. 성분중 비타민 C의 분석은 시료를 10g 정도 취하여 5%HPO<sub>3</sub> 용액을 90ml 넣어서 믹서기에 갈아 추출하고 이를 여과지에 걸렀다. 0.45 $\mu$ m의 syringe filter를 통과시켜 1.5 $\mu$ l를 HPLC에 주입하여 분석하였다.

HPLC의 측정조건으로는 칼럼 : NH<sub>2</sub> column, 검출기 : UV Detector (검출파장 : 254nm), 이동상 : Acetonitrile/50mM NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (70:30%V/V), 속도 : 1.0mL/min, 칼럼 온도 : 40 $^{\circ}$ C 이었다.

또한 capsaicine 및 dihydrocapsaicine 함량은 GC를 이용하여 분석하였는데, GC조건으로는 검출기: FID, Initial column temp(초기온도) :220, Injector hold time :1, 최고온도: 260, col rate in/min : 3, Hold time: 10, Injector temp: 280, Detector temp: 300, Atten : 1, Range: 11, 주입량: 0.5  $\mu$ l이었다.

### 나. 고추의 절단 건조처리

고추의 건조속도를 향상시키기 위하여 고추를 횡으로 절단 처리하여 건조하였을 때 고추의 건조속도와 고추의 품질을 조사하였다.

고추의 건조온도 50 $^{\circ}$ C, 풍속 2m/sec 의 건조조건하에서 열풍 건조하였다.

품질분석은 수분, 비타민 C, Hunter Colormeter를 사용한 표면색값 이었다.

#### 다. 고추의 건조 전 표면처리

고추의 건조시 건조효과를 향상시키기 위하여 고추의 표면왁스층을 변형시켜 고추 과육내의 수분이 표면으로 발산되기 용이하도록 표면처리를 하였다. 표면처리제로는 ethyl oleate(EO)와 potassium carbonate(PC) 혼합 사용하였다. 또한 고추의 건조 및 저장중 지방의 산패에 의한 변색을 방지키 위해 BHA를 처리하였다. 시료는 서울 가락동 농산물 도매시장에서 구입하였고 크기가 일정하고 신선한 것을 선별하여 여러 개의 구멍을 낸 0.1mm 두께의 polyethylene film 에 넣은 후 4℃ 냉장고에 보관하면서 사용하였다. 처리구로는 1) 대조구, 2) EO(2%) 와 PC (1%, 2%, 3%) 처리구, 3) EO(2%) 와 PC (3%) 와 BHA (0.1%) 처리구, 4) BHA (0.1%) 와 soybean oil (2%) 처리구, 5) BHA (0.1%) 와 soybean oil (2%) 와 PC (3%) 처리구 이었다. 전처리한 시료들은 건조온도 50℃, 풍속 2m/sec 의 건조조건하에서 열풍건조하였다.

분석항목으로 수분은 radiant heat oven (line instruments, INC)을 이용하여 AOAC 법에 준하여 정량하였고 capsaicine은 Hoffmann의 방법에 준하여 추출하여 HPLC로 분석하고 capsanthin은 Chun 등의 방법에 의한 spectrophotometer에 의해 비색정량하였고 color는 Hunter colorimeter 에 의해 3회 반복 측정된 평균치로 나타내었다.

#### 라. 고추의 압축처리

고추의 압축처리는 유압식 압축장치를 사용하였으며 압축을 위하여 고추를 0.1mm 폴리에틸렌 필름포대에 일정량씩 넣은 후 압력을 가하여 포대의 높이가 초기의 1/3이 될 때까지 압축하였다. 압축된 고추는 0.1mm 폴리에틸렌 필름포대로 재포장하여 상온 및 0℃에서 저장하면서 품질의 변화를 조사하였다. 주사한 항목으로는 수분함량, 표면색은 Hunter colorimeter 에 의해

3회 반복 측정된 평균치로 나타내었다.

### 3 결과 및 고찰

#### 가. 고추의 반 가공 전처리

풋고추의 선별시 기준이 될 수 있을 품질인자의 상관성을 조사키 위해 풋고추의 매운 맛 성분의 부위별 분포를 조사하였고, 풋고추의 비타민 C함량과의 상관성을 분석하였다. 풋고추에 함유된 비타민 C함량과 capsaicine 및 dihydrocapsaicine함량은 다음 표에서와 같이 시료 및 부위에 따라 차이를 보였다. 전반적으로 비타민 C함량은 과육 부위에 다량 함유되어 있었고, 태좌 부위에도 일부 함유되어 있었으나 씨 부위에는 거의 함유되어 있지 않은 것으로 나타났다. Capsaicine 함량은 태좌 부위가 높은 값을 보인 반면 과육이나 씨 부위에는 그 함량이 매우 낮았다. 한편 비타민 C함량과 capsaicine 함량과의 상관성을 분석하였던 바 그 상관성이 매우 낮았으며, capsaicine 함량과 dihydrocapsaicine과의 상관성은 매우 높은 것으로 조사되었다.

표 5-79. 풋고추의 산지 및 부위별 품질특성

시료	비타민C (mg%)	Capsaicin (mg%)	Dihydrocapsaicin (mg%)	Total capsaicin (mg%)
1 - 과육	220.63	0.45	0.90	0.45
1 - 태좌	41.21	18.49	10.84	29.33
1 - 씨	0.00	0.00	0.00	0.00
2 - 과육	112.01	3.48	0.71	4.19
2 - 태좌	34.30	135.18	33.59	168.77
2 - 씨	0.00	11.33	2.72	14.05
3 - 과육	79.42	0.65	0.00	0.65
3 - 태좌	25.74	28.14	12.30	40.43
3 - 씨	0.00	1.78	0.54	2.32
4 - 과육	120.67	4.02	1.03	5.05
4 - 태좌	42.61	270.52	3.38	273.90
4 - 씨	0.00	15.17	4.04	19.21
5 - 과육	63.07	1.23	0.46	1.69
5 - 태좌	28.42	25.50	12.84	38.33
5 - 씨	0.00	0.75	0.00	0.75
6 - 과육	91.40	1.65	0.54	2.19
6 - 태좌	28.31	28.48	17.12	45.61
6 - 씨	0.00	2.12	0.00	2.12
7 - 과육	85.34	1.06	0.37	1.43
7 - 태좌	37.35	53.95	25.75	79.70
7 - 씨	0.00	5.71	2.57	8.28
8 - 과육	94.89	0.86	0.24	1.10
8 - 태좌	31.15	25.72	11.26	36.98
8 - 씨	0.00	1.65	0.54	2.19
9 - 과육	84.71	2.33	0.57	2.90
9 - 태좌	34.75	46.74	17.00	63.73
9 - 씨	0.00	2.05	0.61	2.66
10 - 과육	72.35	17.38	4.25	21.63
10 - 태좌	0.00	385.05	5.36	390.41
10 - 씨	0.00	45.72	10.23	55.95

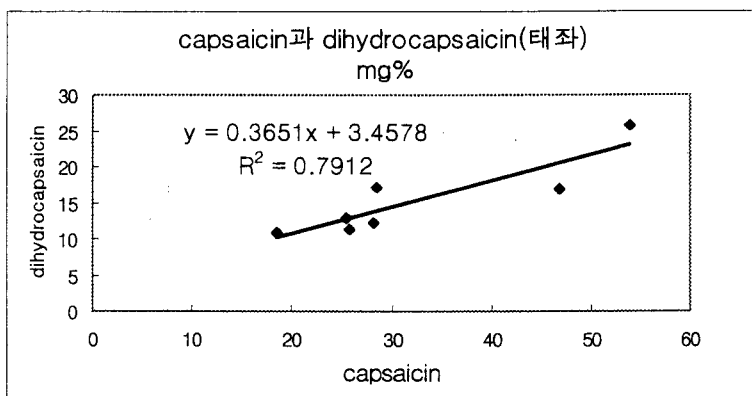
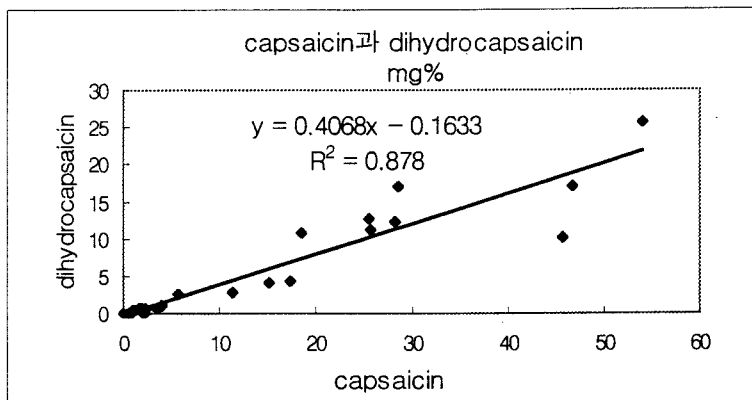
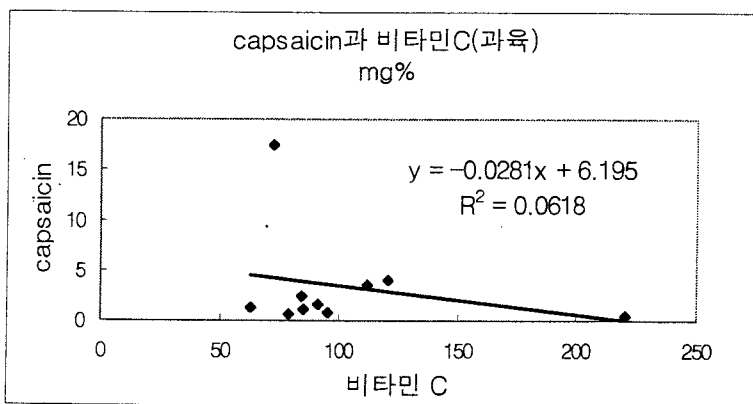
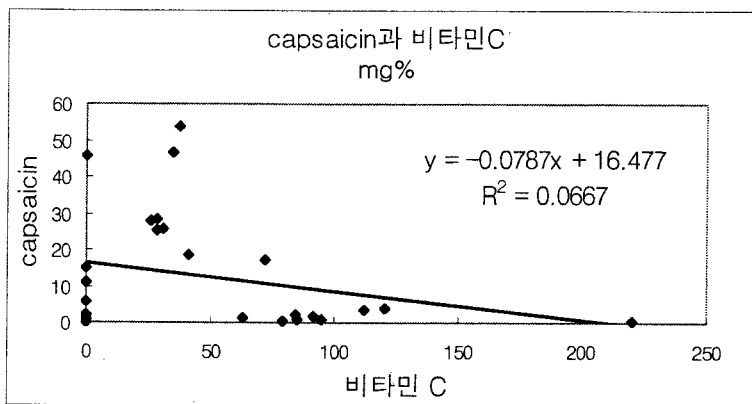
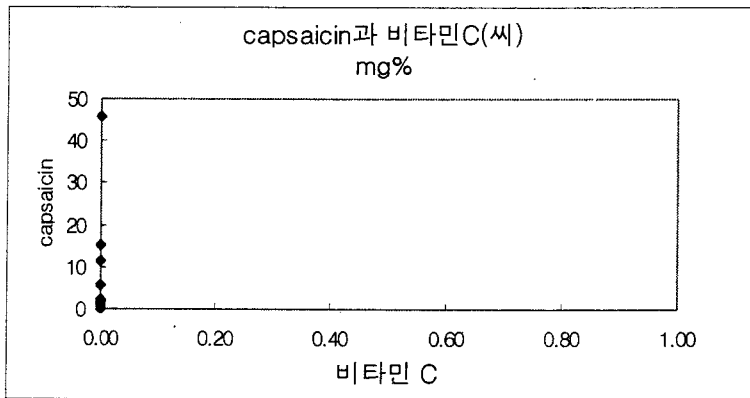
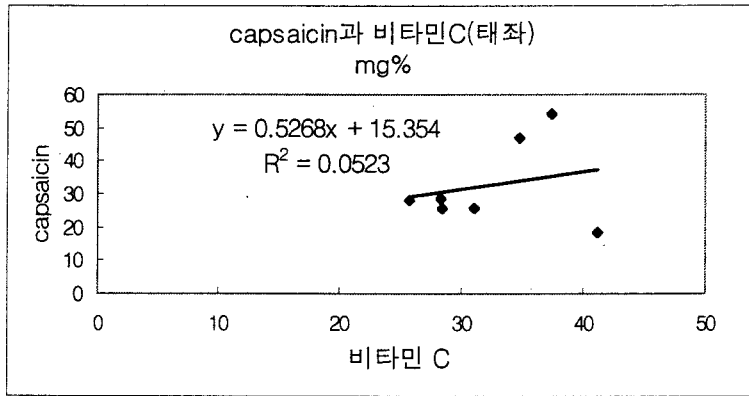
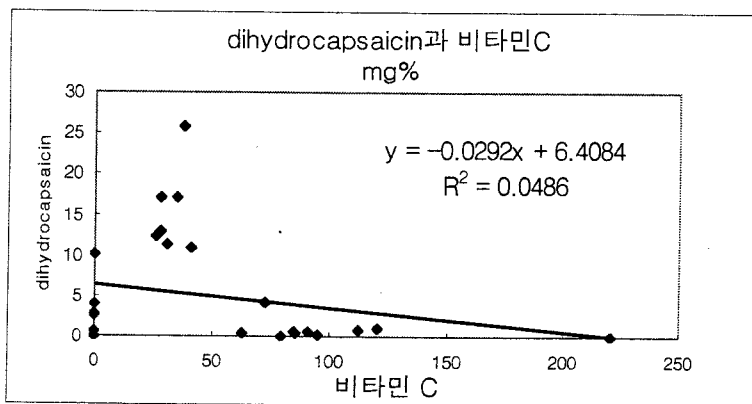
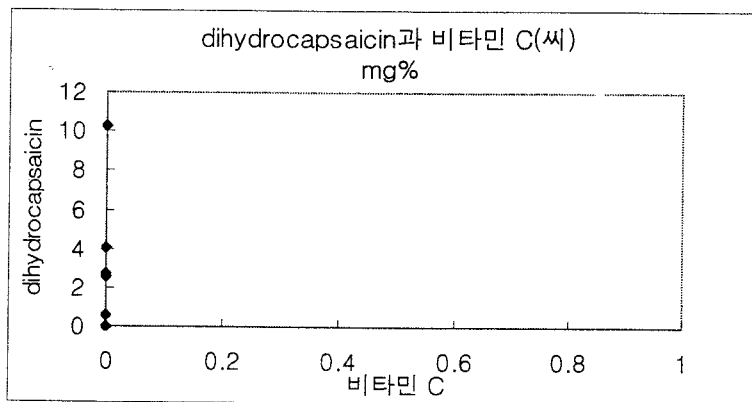


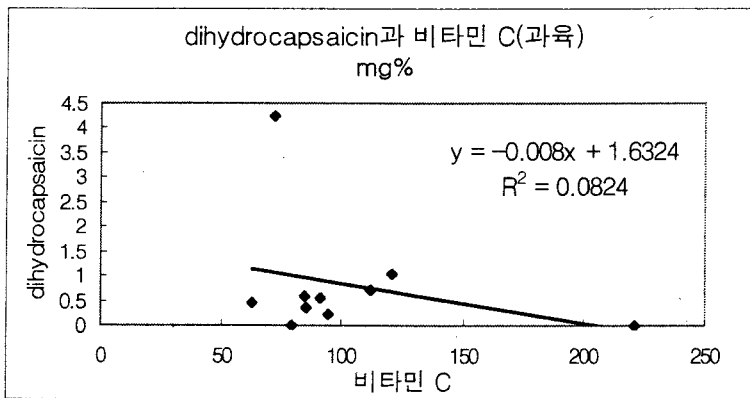
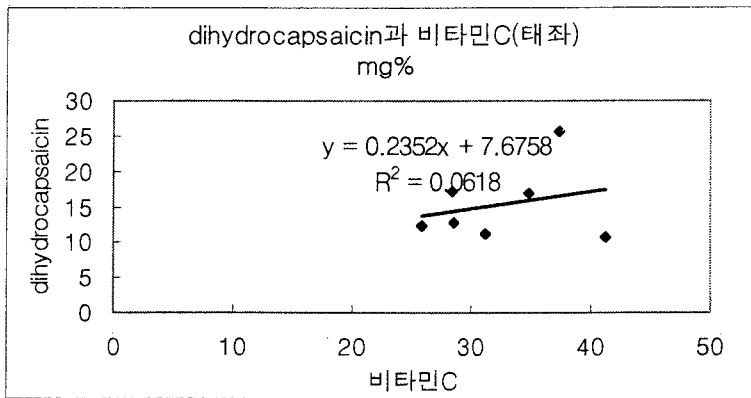
그림 5-4. Capsaicin과 dihydrocapsaicin의 관계

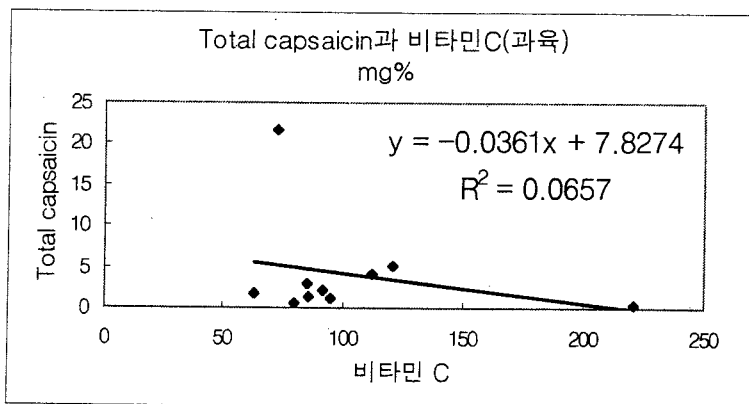
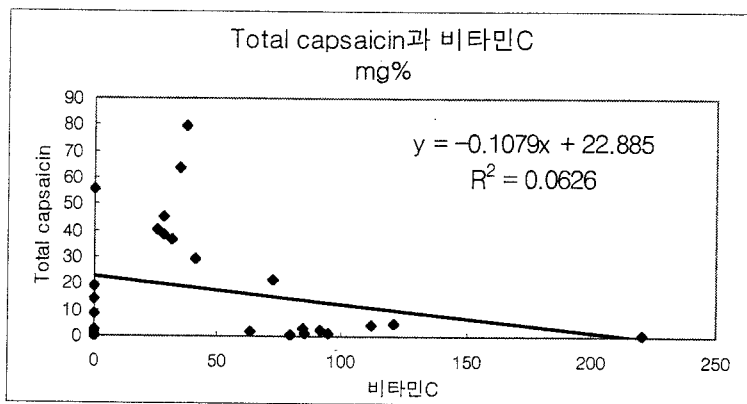












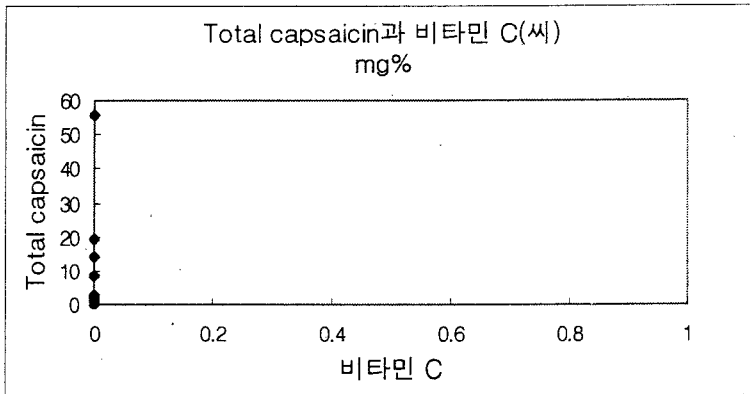
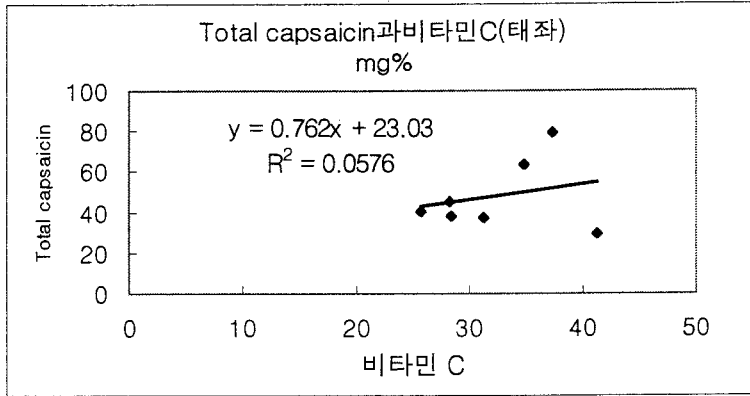


그림 5-5. 비타민C 함량과 capsaicin 함량과의 관계

표 5-80. 비타민C와 캡사이신 함량과의 상관관계

관 계	Correlation Coefficient( $r^2$ )
총비타민C/총Capsaicine	0.0366
비타민C/Capsaicine, 과육	0.0618
비타민C/Capsaicine, 태좌	0.2830
비타민C/Capsaicine, 씨	0.0000
총비타민C/총Dihydrocapsaicine	0.0378
비타민C/Dihydrocapsaicine, 과육	0.0824
비타민C/Dihydrocapsaicine, 태좌	0.0765
비타민C/Dihydrocapsaicine, 씨	0.0000
총비타민C/총Cap+Dihydrocap	0.0418
비타민C/Cap+Dihydrocap, 과육	0.0657
비타민C/Cap+Dihydrocap, 태좌	0.2757
비타민C/Cap+Dihydrocap, 씨	0.0000

표 5-81. 캡사이신과 디하이드로캡사이신 함량과의 상관관계

관 계	Correlation Coefficient( $r^2$ )
총Capsaicine/총Dehydrocapsaicine	0.0366
Capsaicine/Dehydrocapsaicine 과육	0.9918
Capsaicine/Dehydrocapsaicine 태좌	0.7912
Capsaicine/Dehydrocapsaicine 씨	0.9771

#### 나. 고추의 절단 건조처리 효과

고추의 건조속도를 향상시키기 위하여 종래의 통고추 건조와 고추를 횡으로 절단하여 건조하였을 때의 품질을 비교하였다. 고추를 절반으로 잘라 건조한 경우 비타민 C 함량은 통고추에 비해 40% 이상 높은 값을 보였다. 고추의 표면색 역시 통고추에 비해 절단하여 건조한 고추의 색상이 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 고추의 건조시 절단을 하여줌으로서 고추의 건조속도가 향상됨에 따라 나타난 결과라 판단된다. 따라서 고추의 유통방법이 통고추위주에서 고춧가루위주로 변화되고 있는 현실에 비추어 이와 같

은 처리의 현장적용을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

한편 고춧가루의 입도 별 색상을 비교하여 보면 입도가 높을수록 "L", "a", "b" 값이 높은 것으로 나타났다. 한편 동일한 상대습도 하에 입도가 다른 고춧가루를 방치하여 입도에 따른 수분흡습 속도를 비교하였던 바 입도가 높을수록 속도가 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 입도가 높은 고춧가루의 경우 건조고춧외피의 왁스 층이 적기 때문인 것으로 판단된다.

표 5-82. 고추의 건조방법에 따른 분말의 품질

Index		물고추	말린 통고추	반잘라 말린고추	동결건조한고추
Vit.C(mg%)		107.01±6.31	57.51±3.86	81.42±1.99	155.45±9.97
Moisture(%)		84.36±1.02	12.80±0.12	11.89±0.40	11.00±0.60
	L value	39.20±1.00	39.91±0.98	42.06±3.29	53.86±1.83
분쇄전	a value	34.02±2.17	18.63±4.25	22.68±4.71	27.94±1.39
	b value	19.89±1.80	4.27±1.67	9.05±4.13	23.82±2.72
	L value	-	53.97±0.56	60.40±0.29	58.31±0.19
분쇄후	a value	-	33.91±0.22	31.93±0.66	36.82±0.19
	b value	-	39.45±0.68	39.12±1.57	38.71±0.23

표 5-83. 고춧가루의 입도 별 표면색상

mesh	Color		
	L value	a value	b value
25	41.41 ± 0.16	27.93 ± 0.23	25.71 ± 0.60
40	47.57 ± 0.40	32.80 ± 0.18	34.64 ± 0.07
50	50.69 ± 0.05	34.75 ± 0.27	39.86 ± 0.15
60	50.55 ± 0.15	33.92 ± 0.29	38.50 ± 0.62
80	50.94 ± 0.57	34.66 ± 0.30	39.20 ± 1.56
100	51.95 ± 0.40	35.19 ± 0.10	39.77 ± 0.42

#### 다. 고추의 건조 전 표면처리효과

전처리가 고추의 품질에 미치는 영향에 관한 연구로 고추의 건조 방법이 고춧가루의 품질에 미치는 영향을 조사하였고, 고추의 건조시 건조속도를 향상시키기 위하여 고추표면의 왁스 층을 변형시켜 건조시 고추내부로부터 수분이 손상된 왁스 층을 통하여 외부로 이동이 용이토록 하는 표면 처리효과를 조사하였다.

##### 1) PC 및 EO의 처리효과

고추의 건조 시 건조 전처리로서 PC와 EO를 병용하여 건조하였던 바 그 결과 전처리로 EO와 PC를 병용하여 처리한 구가 대조구에 비하여 빠른 건조속도를 나타내었으며 EO 농도를 고정시킨 후 PC의 함량을 달리하였을 때 PC의 함량이 증가할수록 건조속도가 향상되는 경향을 보였다.

그리고 고추의 건조에 있어서 전처리가 capsaicin과 capsanthin 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 건조후 고추의 capsaicin 함량은 대조구에 비해 전처리구가 낮았는데 그 중 PC 1%를 처리한 구가 다른 처리구 보다 우수한 것으로 나타났는데 1%처리구는 대조구보다 약 4%정도 낮게 유지되었다.



한편 capsanthin 역시 대조구가 처리구에 비해 높았는데 처리구 중 PC를 2% 병용한 구가 비교적 높은 값을 보였고 Hunter color value 중 a값도 높은 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 PC와 EO를 병용하는 전처리는 건조속도는 향상시킬 수 있지만 고추의 색상이 저하되는 단점을 갖고 있는 것을 알 수 있었다.

## 2) PC, EO 및 BHA의 병용 처리효과

PC와 EO를 전처리 하였을 때 건조속도는 우수하였지만 색상이 저하되었던 점을 보완하기 위해 이 처리구에 BHA를 병용하여 건조하였던 결과 대조구, BHA, 단독 또는 BHA와 EO 병용처리구보다 건조속도가 빠른 것으로 나타나 BHA를 PC, EO와 혼합 사용하여도 건조속도에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

그리고 항산화제의 일종인 BHA가 capsaicin과 capsanthin의 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 5-83과 같이 BHA 처리구 모두에서 비교적 높은 capsaicin 함량을 보였는데 특히 BHA, EO 및 PC(3%) 처리구가 가장 높은 capsaicin 함량을 capsanthin 및 Hunter color valuer 중 a값도 BHA 처리구가 높게 나타냈었는데 그 중 BHA, PC, EO를 혼합 사용한 구가 좋은 결과를 나타내었다.

## 3) Soybean oil, PC 및 BHA의 병용처리 효과.

Soybean이 건조속도에 미치는 영향은 BHA와 같이 처리함으로써 건조속도는 16시간 건조하였을 때 대조구는 수분함량이 140% (건물중) 이었고 soybean oil는 80%이었으며 EO 처리구는 50%정도였다. 이상으로 EO가 soybean oil 보다 건조속도가 좋은 것으로 나타났다. 그리고 EO와 oil이 capsaicin과 capsanthin 함량에 미치는 영향은 표 5-84와 같이 BHA + oil + PC(3%) 처리구가 가장 높은 capsaicin 함량을 보였고 capsanthin 및 surface color 는 BHA + EO + PC(3%) 처리구가 가장 좋았다.

표 5-84. 건조전 ethyl oleate (E.O.) 와 potassium carbonate (P.C.) 의 혼합제로 전처리한 건조고추의 capsaicin 과 capsanthin 함량 및 표면색의 변화

Treatment	Capsaicin (mg%)	Capsanthin (mg/g)	Color		
			L	a	b
Control	156.0	0.977	22.9	34.6	17.7
E.O.+P.C.(1%)	150.6	0.661	25.7	29.7	19.1
E.O.+P.C.(2%)	142.9	0.968	25.3	31.9	18.7
E.O.+P.C.(3%)	126.5	0.837	25.7	31.0	18.9

표 5-85. 건조전 ethyl oleate (E.O.) 와 potassium carbonate(P.C.), B.H.A. 의 혼합제로 전처리한 건조고추의 capsaicin 과 capsanthin 함량 및 표면색의 변화

Treatment	Capsaicin (mg%)	Capsanthin (mg/gr)	Color		
			L	a	b
Control	155.9	0.975	23.5	33.8	16.2
BHA(0.1%)+E.O.	205.9	1.125	26.7	34.5	18.7
BHA(0.1%)+E.O. +P.C.(3%)	238.2	1.280	25.4	36.7	18.5
E.O.+P.C.(3%)	126.5	0.837	25.7	31.0	18.9

표 5-86. 건조전 olive oil(O.O) 와 potassium carbonate(P.C.), BHA의 혼합  
 제로 전처리한 건조고추의 capsaicin 과 capsanthin 함량 및 표면색의 변화

Treatment	Capsaicin (mg%)	Capsanthin (mg/g)	Color		
			L	a	b
Control	155.9	0.975	25.8	30.8	18.2
BHA + O.O.	259.0	1.100	25.1	32.3	19.9
BHA + O.O.+P.C.(3%)	265.3	1.034	24.7	29.5	18.3
BHA + E.O.+P.C.(3%)	238.2	1.280	25.4	36.7	18.5

## 라. 고추의 압축처리효과

고품질 고추의 저 에너지 저장기술연구로 고추의 압축 처리방법을 적용하  
 였고 초장기 저장기술연구로 압축 처리한 고추 포대에 질소 및 탄산가스를  
 주입하여 포장 내 탄산가스를 치환시키는 방법을 동시에 적용하였다.

현장에서 적용되고 있는 고추의 저장방법으로는 고추를 건조한 후 비닐이나  
 폴리에틸렌 필름포대에 담아 20-40 kg단위로 일반저장고에서 보관하고 있  
 으며 일부분은 저온 저장고에 보관하고 있다. 일반 저장고에 고추를 보관시  
 품질의 저하가 심하여 가능한 고추를 저온에서 저장하는 것이 바람직한 것  
 으로 알려져 있다. 고추의 저온 저장시 현행방법과 같이 고추를 원형형태로  
 저장할 경우 저장고 내에 차지하는 부피가 비교적 커 저장효율을 떨어뜨리  
 게 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고추의 부피를 줄이기 위해 압축 처  
 리시 고추의 저장 중 품질변화를 살펴보았다.

고추의 압축처리는 유압식 압축장치를 사용하였으며 압축을 위하여 고추  
 를 0.1mm 폴리에틸렌 필름포대에 일정량씩 넣은 후 압력을 가하여 포대의  
 높이가 초기의 1/3이 될 때까지 압축하였다.

표 5-87. 압축 처리된 고추의 냉장 저장 중 수분변화(%)

처리구	저장기간(개월)		
	0	3	6
비압축구	13.45	14.82	15.23
압축후 탄산가스 주입구		14.03	15.02
압축후 질소가스 주입구		13.89	14.21

표 5-88. 압축 처리된 고추의 냉장저장 중 색상변화

처리구	색상	저장기간(개월)		
		0	3	6
비압축구	L	30.6	31.3	30.1
	a	15.9	17.0	18.3
	b	4.7	4.9	3.7
압축후 탄산가스 주입구	L		30.8	29.8
	a		16.4	17.2
	b		5.1	4.8
압축후 질소가스 주입구	L		30.6	29.3
	a		16.7	17.3
	b		5.3	5.5

한편 고추의 초장기 저장을 위하여 압축 처리한 고추를 압축이 끝난 후에는 포대를 폴리에틸렌 필름으로 재 포장한 후 개방된 포대의 입구부위를 통하여 탄산가스와 질소가스를 일정시간 주입시켜 포대 내 공기를 치환시킨 후 밀봉 포장하여 2℃의 저온 저장고에 보관하면서 품질의 변화를 조사하였던 바 수분의 경우 비압축구에 비하여 압축구의 경우 다소 낮은 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 표면 색은 고추의 품질을 평가하는데 중요한 인자로서 저장 중 "L"값은 다소 감소하였고, "a"값은 감소하는 경향을 보였다.

저장중 처리구간에 표면 색의 차이는 뚜렷하지 않았다. 이와 같은 결과로서 고추를 압축 처리하여 저장할 경우 동일한 규모의 저장고에 입고할 수 있는 양이 증가함으로써 저장효율을 높일 수 있는 방안이라 판단된다. 단, 현재 건고추의 유통이 통고추와 고춧가루로 구분 유통되고 있는데 압축고추의 경우 외관에 손상을 입음에 따라 고춧가루제조용 또는 대량 소비처의 원료로서는 사용이 가능할 것으로 판단된다.

## 제 4 절 양념 채소류 유통기간 연장 기술지침

### 1. 마늘

#### 가. 유통실태

##### 1) .원료마늘

마늘은 한지형과 난지형의 품종이 있는데, 한지형의 재배지역은 내륙지방이며, 난지형은 경남 방어진의 해안지방, 남해안 연안 이남의 도서지방, 옥구군의 해안지대 및 제주도이다.

한지형 마늘은 마늘 총생산량의 14~15% 가량을 차지하고 있으며, 대표적인 생산지역은 경북 의성, 영천, 예천, 충북 단양, 충남 서산, 강원 삼척 등지이며 난지형마늘은 생산량의 70~80% 가량을 차지하고 있으며, 대표적인 생산지역은 전남 무안, 고흥, 해남, 함평, 경남 남해, 제주 등지이다

한지형은 지역에 따라 파종 및 수확시기가 조금씩 다른데 의성지역은 전년도 10월중·하순경에 파종하여, 금년 6월초·중순에 걸쳐 수확하며, 단양지역은 10월 하순에 파종하여 6월 중순에서 21일(하지)까지 수확한다. 한편 서산은 의성과 비슷한 시기에 파종·수확하고 있다.

한지형 마늘의 주산지인 의성과 단양지역은 경작규모 및 수확방법, 출하형태, 출하처 등 유통상황 전반에 걸쳐 상당한 차이를 보이고 있다. 의성지역의 경우 대규모화되어 있으며, 이는 일반적으로 같은 한지형이라 해도 논에 파종하는 논마늘로 수확방법도 기계화가 가능하여 트랙터나 경운기를 이용한다.

한지형은 난지형에 비해 가격이 고가이나 쪽수가 적으며 수확시기가 6월중·하순으로 장마철과 겹치기 때문에 일손이 더 필요하며 난지형과 한지형이 이웃 경작지에 있는 경우 난지형의 수확시기가 1개월 가량 빠르기 때문

에 난지형의 병해충이 한지형에 전염되는 등 여러 가지 사유로 한지형 재배 면적은 감소추세이다.

마늘은 풋마늘, 난지형 마늘, 한지형 마늘 순으로 출하되며, 지역별로는 4월에 제주산 햇마늘의 출하를 시작으로 5월에는 고흥, 해남, 무안, 남해 등 남부 해안지방산 난지형 마늘이, 6월 중순경에는 서산, 의성, 영천, 담양, 제천, 삼척 등 중부지방산 한지형 마늘이 출하되며, 7월 초순경까지 저장되지 않은 마늘의 출하는 거의 종료되고, 이후에는 가저장 및 저온저장마늘이 연중 출하된다.

마늘 저장에서 가장 중요한 요인은 수분으로 수확한 직후 마늘의 수분함량은 약 80% 정도이며, 장기저장을 위해서는 수분함량을 65%이하가 되도록 건조시켜야 한다. 특히 저장성은 수확시기와 밀접한 관련이 있는데 적기보다 빨리 수확하면 구의 비대가 불충분해지고, 수분함량이 많으므로 저장 중 감모율이 높아지며, 부패가 많아진다. 수확이 늦었을 경우는 마늘통이 갈라지는 열구 현상이 심하여 상품성이 떨어지므로 맑은 날을 택하여 적기에 수확하는 것이 필요하다.

한편 수확 후 바로 저장하는 경우는 건조로 인한 감모율은 높아지나 검은 반점은 거의 생기지 않고, 충분히 건조시킨 후 저온 저장하는 경우는 감모율은 낮아지나 마늘에 검은 반점이 생겨 제값을 못 받는 경우가 많은데, 시기적으로 볼 때는 장마철을 중심으로 이전에 입고된 마늘은 반점 발생이 없는 반면 장마철 이후에 입고된 마늘에서는 반점의 발생이 많은 편이다.

수확한 마늘은 포장(圃場)에서 7~10일 정도 햇빛에 말린 후 포장에서 직접 출하(판매)하거나 포장에 설치된 건조장(비닐하우스)에 보관하였다가 출하하거나 소규모농가의 경우 포장에서 3일 정도 건조 후 간이저장 시설인 건가(덕)에 메달아 건조시킨 후 출하하고 있다. 한편 출하되는 마늘의 형태에 있어서도 무안지역은 생산량의 10~20% 정도가 주대마늘로 출하되고 나머지는 20kg 그물망 포장한 건마늘 형태로 출하하고 있으나 남해지역은 주대마늘 출하는 거의 없고 대부분 10kg 그물망에 건마늘 형태로 출하하고 있

다. 그러나 창녕지역의 경우 스페인종 마늘이 전체 마늘 재배면적의 70% 정도로서 주대마늘 출하량이 무안이나 남해지역에 비해 많은 편이며, 중국산(상해 조생) 위주로 저장하기 때문에 저온창고에 입고되는 물량 비중은 상대적으로 낮다.

난지형 마늘의 출하는 수확초기인 6월 중순 이전에는 풋마늘 또는 주대마늘로 50개 묶음의 단 단위, 또는 풋대를 잘라 50개나 100개 단위로 망작업하여 출하하고, 6월 중순 이후에는 건마늘로 뿌리와 줄기를 제거한 후 그물망에 포장하여 출하한다.

저장업체가 저장하는 경우 저장시 부패 또는 감모 등의 발생을 줄이기 위하여 중상품 이상 품위를 주로 저장한다. 저온창고 입고시에는 10, 20kg들이 그물망을 적재한 철제 파레트를 4단으로 적재하는데 평당 저장능력은 3~4톤 정도로 양파에 비해서는 평당 1톤 정도 저장량이 적는데 이는 마늘이 고가품이고 자체 발열이 크기 때문에 과적하기 않고 다소 여유 있게 적재하기 때문이다.

저장된 마늘은 부패, 변질 및 수분 감소 등으로 인한 감모가 발생한다. 이러한 감모는 저장전 예건 및 예냉 등을 통해 저장성을 향상시킬 수 있으나 일정량의 감모는 불가피하게 발생한다. 저장마늘의 감모는 12월말 기준시 10~11% 정도이며, 이후 1개월마다 1~2% 정도의 감모가 추가로 발생한다. 마늘과 양파는 저장 농산물의 대표적 품목이라는 공통점도 있지만 차이점도 상당히 큰 편이다. 즉 마늘은 양파에 비해 감모량이 상대적으로 적고, 감모량이 시기별로 일반화되는데 반해 양파는 감모량이 많고, 개별 양파의 작황이나 건조 등에 따라 감모량은 현격한 차이를 나타내고 있다.

한지형 주대마늘이나 난지형 건마늘(그물망 포장)의 가락시장의 취급비중은 크게 증가되고 있다. 이렇게 난지형 주대마늘의 가락시장 취급비중이 타 품목에 비해 낮은 것은 소비자가 선호하는 주대마늘의 반입을 쓰레기 발생 때문에 금지하고 있어, 생산자가 가락시장 출하를 기피하며, 가격면에 있어서도 주대마늘의 반입을 허용하는 유사도매시장이나 법정도매시장인 구리시



장보다 낮게 형성되기 때문이다. 한편 소비자가 주대마늘을 선호하는 것은 원산지가 국내산이 확실하며, 햇마늘임을 믿을 수 있기 때문이다.

## 2) 반 가공 마늘

도매시장에 반입되는 난지형 마늘의 형태는 시기별로 다른데 성출하기에는 피마늘 (주대마늘 포함) 반입비중이 높은 반면 단경기에는 깎마늘 반입 비중이 높다. 이는 깎마늘의 수요는 일정하기 때문에 시장내 반입량도 연중 일정한 경향이 있으나 성출하기에는 주대마늘의 반입량 증가로 깎마늘의 비중은 상대적으로 감소되기 때문이다. 난지형 마늘의 경우 한지형 마늘에 비해 저장성이 약하므로 간이 저장(가저장)에는 한계가 있다. 따라서 건조 후 주대마늘 출하가 끝나면 저온저장 후 대부분 깎마늘 형태로 소비되고 있다. 그러므로 소비형태도 성출하기에는 일반 가정에서는 주대마늘로 구입하여 소비하고, 이후에는 주로 깎마늘 형태로 구입하여 소비하나, 대량수요처나 음식점소 등에서는 연중 깎마늘로 소비된다.

주로 저온저장되는 마늘인 난지형 마늘의 경우 쪽마늘, 통마늘 또는 주대마늘로 소매되는 시기는 성출하기로 국한되고, 저장마늘이 출하되는 시기에는 대부분 깎마늘 형태로 소비되는 것이 일반적이다. 따라서 저장마늘은 창고에서 출고 즉시 깎마늘업체를 경유하여 깎마늘로 도매시장에 반입되거나 또는 20kg들이 그물망에 포장된 피마늘로 반입되어 깎마늘업체를 거쳐 깎마늘로 재반입 되기도 한다. 이러한 깎마늘업체는 대개 도매시장이 소재하고 있는 대도시나 주산지 인근 지역에 주로 분포되어 있는데 서산, 대천, 영천, 칠곡, 목포지역 등이 대표적인 지역이다.

깎마늘 업체의 운영형태는 경영규모에 따라 업체별로 다른데 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째로 가장 많은 비중을 차지하는 운영형태는 저장마늘을 구입하여 깎마늘로 가공하여 판매하는 형태(55% 정도)이고, 두 번째는 농산물 저온 저장업과 깎마늘 공장을 겸업하는 형태(25% 정도)이다.

세 번째는 마늘을 위탁받아 가공만 하는 입가공 형태 (20% 정도)가

있는데, 단순 임가공형태의 비중은 점차로 감소하고 있다. 이는 임가공만으로는 업체의 채산성 유지가 어렵기 때문이다.

간마늘 업체의 마늘구입은 당해 연도 생산 및 가격에 따라 차이가 있으나 대부분 저장업자나 수집상으로부터 구매하고 있으며, 겸업하는 업체의 경우 우선적으로 직접 구입하여 저장한 마늘을 가공하고 나머지는 타 저장업자나 수집상으로부터 구매하여 가공한다.

간마늘업체의 주 소재지역인 서산에는 10~20개 정도의 업체가 운영되고 있으며, 업체에 따라 상이하나 업체당 1일 가공능력은 2~4톤 정도이다.

산지 저온창고에서 출하된 저장마늘은 간마늘업체로 바로 운반되어 가공되거나 입고시 포장규격인 원망상태로 도매시장에 반입되었다가 다시 간마늘업체에서 가공하여 간마늘로 도매시장에 재반입되고 있다. 산지 저온창고에서 간마늘 업체나 도매시장으로 출하되는 비중은 각각 50% 정도로 비슷한 것으로 추정된다.

마늘의 가공방법은 크게 수공과 기계가공으로 구분되는데 가공방법별 비율은 수공이 60~70%, 기계가공이 30~40% 정도로 추정된다. 수공은 주로 쪽이 큰 고품위 마늘을 대상으로 수작업형태의 탈피이며, 수작업으로 탈피한 마늘은 대, 중, 소, 등외(갈용)의 4등급으로 구분하여 판매하고, 쪽이 작은 저품위 마늘은 기계로 탈피하여 등급구분없이 판매한다.

간마늘의 수율은 가공방법(수공, 기계가공), 원산지, 건조상태, 작황 등 여러 가지 요인에 의해 결정된다. 특히 수율에 가장 큰 영향을 미치는 요인인 가공 방법에 따라 구분하면 수공이 85% 내외, 기계가공이 80% 내외인 것으로 추정된다. 원산지별로는 국내산 80~85%, 수입산 85~90% 정도로 수입산이 국내산보다 높다. 이러한 결과는 수입산의 경우 뿌리가 절단되어 있고, 표피와 흙이 제거되어 있기 때문이다. 따라서 국내산에 비해 많은 량의 탈피가 가능하고 상처 발생도 적으며 상품성이 좋아 간마늘업체가 선호하는 경향이다.

## 나. 전 처리 및 저장기술 실태

마늘은 줄기가 1/3-1/2 정도 황변이 되었을 때 수확하여 흙이 마를 정도로 논이나 밭에서 1-2일간 건조시킨 후 흙을 털고, 크기별로 나누어 50개씩 한단으로 엮어서 통풍이 잘되고 그늘진 곳에 비를 맞지 않도록 매달아 30-40일간 건조시키고 있다. 가건시에는 줄기를 절단하여 건조하는 경우도 있는데, 충남서산지역에서 주로 적용하고 있다. 건가장의 형태는 특별한 시설을 해 놓은 것은 없으나 지붕과, 사방에 기둥과 일정 간격의 사잇 기둥이 있다. 이 사잇 기둥은 명태 덕장에서 볼 수 있듯이 양파를 매달아 건조키 위해 설치된 것이다. 벽은 통풍을 위하여 별도로 설치하지 않고 사방이 터져 있는 구조를 하고 있다. 또한 일부 지역에서는 비닐하우스를 이용하여 건조와 저장을 동시에 실시하는데도 있다. 가건 후 저장은 가건시 사용한 거가장을 사용하는 경우도 있고, 환기가 잘되고 습도가 높지 않은 일반 창고나 저온저장고에 저장하고 있다. 저장시 마늘의 형태는 재래식 저장방법인 접 단위로 엮어 저장하거나, 마늘의 뿌리와 줄기를 절단한 후 그물 망에 넣어 저장하고 있다.

## 다. 권장 전 처리 및 저장기술

마늘은 수확 후 저장성을 부여키 위해 예건 처리가 필요로 되는 품목으로 기존의 예건처리로는 수확 현장에서 일정기간 건조한 후 저장 또는 유통시키는데 재래식 처리방법으로는 3주 이상의 장기간이 소요될 뿐 만아니라 수확기가 우기와 겹치는 경우는 예건 과정중의 변질은 물론 불충분한 건조로 인하여 저장중에도 품질의 손상이 크게 발생하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 마늘의 수확후 저장 유통중 감모를 줄이기 위해서는 우선적으로 예건의 방법 개선이 필요로 된다. 즉 기존의 예건 방법은 천연 건조에 의존하고 있으나 예건기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지키 위해서는 비닐하우스나 창고내에서의 강제 열풍건조 방법의 적용이 필요로 된다. 강제 열풍 방식에 의한 마늘의 예건을 위하여서는 예건 시설 및 처리 방법에 대한 고

려가 필요로 되는데 예건시설로는 차압식 가속예건방식이 건조의 효율성 측면에서 효과적인 것으로 사료된다.

또한 예건처리 능력을 향상시키기 위하여서는 수확된 마늘의 경우 주대를 적절히 제거한 후 예건작업을 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 또한 마늘의 주대 절단은 예건 뿐만 아니라 저장 유통시에도 저장고 및 포장상자 내의 활용도 증진을 위해서 매우 효과적일 것으로 판단되는데 예건시 주대를 마늘의 구근으로부터 2cm-6cm 씩 만 남도록 절단 처리한 후 0℃의 저온 저장고에서 저장하면서 주대의 길이가 저장마늘의 중량감소 부패율 등 품질에 미치는 영향을 조사하였으나 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다. 주대 절단이 여러 면으로 효과가 있음에도 불구하고 시행치 어려운 점은 주대가 있음으로 대량으로 수입되고 있는 중국산 마늘과 산지를 식별이 용이하여 소비자로부터 차별화 하고자 하는 의도이다.

유통 마늘의 품위개선을 위하여 마늘 표면세정 및 마늘 뿌리부위의 제거가 효과적일 것으로 판단되며, 마늘의 세정에 적합한 세정방법으로는 품목의 특성상 로울러형 브레쉬 세정기와 고압분사식 방법을 병용하는 건식 세정방식이 적합한 것으로 판단된다.

마늘의 초장기 저장을 위하여서는 기존 냉장보다는 CA저장방법이 효과적이며, 마늘의 냉동저장도 고려해 볼 수 있는데, 현실적으로 볼 때 이 방법의 적용시에는 경제성, 시장성 등을 고려하여야 할 것이다.

깐마늘 유통을 위한 첫 번째 단계로는 마늘의 박피인데, 손으로 깐 마늘의 품질이 기계로 박피한 마늘에 비하여 우수하고 유통기간도 긴 것으로 나타났다. 마늘의 유통구조가 통마늘에서 깐마늘위주로 변화되어 감에 따라 그 수요를 충족시키기 위해서는 우선적으로 손으로 깐마늘의 품질의 유지할 수 있는 박피기계의 개발이 필요로 된다.

깐 마늘 및 절단 마늘의 유통중 품질에 영향을 미치는 주요 인자로는 갈변과 표면 건조인데, 갈변은 50-60℃에서 순간 열처리를 하거나 구연산 및 아스코르브산을 처리함으로 억제시킬 수 있다. 수분증발에 의한 표면 건조

를 억제키 위해서는 가능한 얇은 PE 및 PP포장재의 사용이 바람직하며 통기성이 있는 포장재도 단기 유통을 위하여 효과적이다. 마늘을 다테기로 만들 때 녹변(청변)현상이 발생하는 경우가 있는데 이러한 현상은 저온 저장한 마늘에서 주로 발생하며, 산지에 따라 차이가 있는데 특히 의성 마늘의 경우 더욱 심하므로 원료 선발시 이에 대한 주의가 필요하다. 녹변이 발생하는 마늘은 마늘을 저장고에서 꺼내 상온에 일정시간 방치시킴으로 녹변 발생을 막을 수 있는데, 방치시간은 저장시 저장고의 온도, 마늘의 저장기간, 방치온도, 산지 등에 따라 차이가 있다.

## 2. 양파

### 가. 유통실태

저장용으로 이용되는 양파는 제주산 극조생을 제외하고 조생종, 중생종, 만생종 중에서 상품성이 좋은 것이 저장되고 있다. 그러나 조생종은 육질이 연하고 수분함량이 많아 만생종보다 부패 발생이 많으므로 일반적으로 저장용 품종으로는 만생종을 선택하는 것이 좋다. 한편 지역적으로는 창녕, 영천산 양파가 무안, 함평 산보다 육질이 단단하고 껍질이 두꺼워 저장성이 더 우수한 것으로 평가되고 있다.

양파는 제주산 극조생이 3월하순~4월초순 첫 출하를 시작으로 4월 중순부터 5월 하순까지는 전남지역의 무안, 함평, 고흥 등지의 조생종이 출하되고 6월 상순부터 6월 말경까지는 영남지역의 중·만생종이 출하된다.

양파저장은 일반적으로 10월 이전에 출하하는 간이저장과 10월부터 다음해 새 양파가 나올 때까지 출하하는 저온저장방법으로 구분된다. 저온저장의 경우 대부분 수집상이나 저장업체가 성 출하기에 수매하여 저온저장고에 저장하였다가 단경기에 수급상황 및 시세 등을 보아가며 시장에 출하하고

있다.

양파 저온저장시설은 전남(무안, 함평), 경남(창녕), 경북(대구)지역에 집중되어 있으며 이들 창고에 저장된 양은 보통 생산량의 35~45%정도이다. 2000년의 경우 양파 생산량 936천톤의 43.3%인 405천톤정도가 저장되었는데 이 양은 전년도 저장량 321천톤에 비해 26.2%가 증가된 것이다.

양파를 저장할 때 포장은 수확시 포장규격인 20kg들이 그물망에 포장한 그대로 첼레파레트에 담아서 다단으로 적재하여 보관하는데 평당 적재량은 보통 4톤으로서 20kg들이 200망 내외를 적재할 수 있다.

저장된 양파는 부패, 변질 및 수분감소 등으로 인한 감모가 발생한다. 이러한 감모는 저장전 예건 및 예냉 등을 통해 저장성을 향상시킬 수 있으나 일정량의 감모는 불가피하게 발생한다. 99년산 저장양파의 감모는 평년수준으로 추정되는데 12월말 기준시 감모율은 13~15% 정도이며, 이후 1개월마다 3~4% 정도의 감모가 추가로 발생한다. 양파는 감모량이 많고, 개별 양파의 작황이나 건조 등에 따라 감모량은 현격한 차이를 보이는 반면 마늘은 감모량이 상대적으로 적고, 감모량이 시기별로 일반화되는 경향이 있다.

양파의 주산지인 무안과 창녕의 저장주체는 지역별로 다소 차이가 있는데 무안지역이 저장업자의 저장비율이 다소 높은 반면 창녕지역은 생산자의 저장비율이 높은 것으로 조사되었다. 이는 생산자의 자가 저온창고 보유여부와 생산된 양파의 저장성 등에 따라 발생하는 차이로 추정된다. 즉 창녕지역은 생산자가 보유한 저장시설이 더 많고 저장성이 우수하여 장기 저장에 유리하기 때문에 생산자 저장물량이 많으나 무안지역은 생산량이 국내 최대이기 때문에 대량으로 취급하는 저장업자의 개입이 많고, 저장성이 상대적으로 약하기 때문에 생산자 저장비율이 다소 낮은 것으로 추측된다.

## 나. 전 처리 및 저장기술 실태

양파는 잎이 완전히 고사직전 수확하여 줄기가 약간 붙은 채로 만나절 건조시킨 후 통풍이 잘되고 차광시설이 된 건가장에서 3주정도 예건하여 저장

하고 있다. 저장방법은 습도가 높지 않고 서늘한 창고나 저온 저장고 또는 비를 피할 수 있는 건가장에 양파를 매달아 저장하고 있는데, 보통 경제적인 저장기간은 10월까지 가능하다. 저장방법은 지역별로 차이가 있는데, 건가장 등의 시설을 이용치 않고 양파를 밭에서 줄기를 절단하고 수확한 후 20kg단위로 그물 망에 넣어 적재한 후 벗짚으로 덮고, 비닐을 씌워서 8월말이나 9월말까지 자연 예건하여 현지에서 판매하거나 단위 농협의 저온 저장고에 입고하고 있다. 저온 저장을 위한 양파는 양파의 외피가 바삭 말라 바스러지기 쉬운 상태에서 이루어지는데, 저장시 양파의 상대습도가 70%일 때를 기준으로 한다. 양파를 저장할 때 포장은 수확시 포장규격인 20kg들이 그물망에 포장한 그대로 첼제파레트에 담아서 다단으로 적재하여 보관하는데 평당 적재량은 보통 4톤으로서 20kg들이 200망 내외를 적재할 수 있다.

#### 다. 권장 전 처리 및 저장기술

수확한 양파는 저장성을 부여키 위해 수확 현장에서 일정기간 건조한 후 저장 또는 유통시키는데 재래식 처리방법으로는 3주이상의 장기간이 소요될 뿐만아니라 수확기가 우기와 겹치는 경우는 예건 과정중의 변질은 물론 불충분한 건조로 인하여 저장중에도 품질의 손상이 크게 발생하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 양파의 수확후 저장 유통중 감모를 줄이기 위해서는 우선적으로 예건의 방법 개선이 필요로 된다. 즉 기존의 예건 방법은 천연 건조에 의존하고 있으나 예건기간의 단축 및 예건중 품질손상을 방지키 위해서는 비닐하우스나 창고내에서의 강제 열풍건조 방법의 적용이 필요로 된다. 강제 열풍방식에 의한 예건을 위한 예건시설로는 차압식 가속예건방식이 건조의 효율성 측면에서 효과적인 것으로 사료된다.

양파의 저장성 증진 및 품위개선을 위하여 양파 표면세정 및 양파 뿌리부위의 제거가 효과적이며, 표면세정은 건식방식을 적용시 로울러형 브레쉬 세정기와 고압분사식 방법이 권장할 만 하다. 양파의 표면에 부착 건조된 껍질의 일부와 뿌리 부위를 제거키 위해서는 브러쉬형 세정방법으로 양파를

1차 처리한 후 잔사 및 세정시 구근 표면에 부착된 미세 파쇄 입자를 제거  
키 위해 압축공기를 이용한 고압분사식 세정처리를 하는 것이 효과적일 것  
으로 판단된다.

양파의 초장기 저장을 위하여서는 기존 냉장보다는 CA저장방법이 효과적  
인 것으로 조사되었으나, 현실적으로 볼 때 이 방법의 적용 시에는 경제성,  
시장성 등을 고려하여야 할 것이다.

### 3. 고추

#### 가. 유통실태

고추는 1월 하순~2월 중순경에 파종하며 80~90일 정도의 육묘기간을 거  
쳐 4월 하순~5월 초순경에 정식한다. 수확은 8월부터 시작되어 서리가 내  
리기 전까지 이루어지는데 8월 첫수확 후 7~15일 간격으로 5~7회 정도의  
수확이 가능하다.

고추의 품종은 매운 맛의 정도와 건조가능 여부에 따라 청과용 고추와 건  
과용 고추로 구분할 수 있으며, 출하형태로는 풋고추, 홍고추, 건고추 등이  
있는데 대부분 건고추로 출하된다. 건고추는 다시 건조방법에 의해 화건초  
와 양건초로 구분된다. 화건초는 충청 및 영남권에서 주로 이용되는 방법으  
로 건조기에 의한 열풍건조이며, 양건초(태양초)는 호남권에서 주로 이용하  
는 방법으로 맑은 날에 태양열에 의존하여 건조하는 방법인데 요즘 양건  
초는 터널 하우스에서 햇볕에 건조하는 것이 주종이다. 근래들어 양건의 가  
격 및 선호도가 높아져 충청 및 영남권에서도 1차 열풍건조 후 하우스에  
서 마무리 건조하는 반양건의 출하비중이 높아지는 추세이다. 이는 충청과  
영남지역 고추는 과피가 대체로 두꺼워 햇빛에 의한 건조시 저급한 품질의  
희나리 발생이 많고 건조시간이 과다하게 소요되기 때문이다. 그러나 최근  
에는 품종개량 및 건조기술 향상으로 충청 및 영남지역에서도 반양건의 생



산이 일부 이루어지고 있다. 대부분의 농가가 건조기를 보유하고 있으며 근래에는 청결고추에 대한 선호도가 높아지면서 세척기의 보급도 늘어나고 있다. 그러나 호남권을 중심으로 한 양건이 선택 등 품위면에서 충청, 영남권의 화건보다 우수하게 평가되며 가격도 높은 편이다. 반면 호남권은 비닐하우스에서 햇별에 건조하는 반양건이 대부분으로, 전체 생산량의 60~70%이다. 과거에는 일반적이었던 천일건조는 건조기간이 길어(20일 이상) 일손이 부족하고 희나리 발생이 많으며 장기간 비가 내릴 때에는 건조가 어려워 근래에는 크게 줄어들고 있다.

현재 소매되고 있는 건조고추는 거의 대부분 통고추이며, 소비자는 통고추를 구입하여 건조나 청결상태 등의 품위를 확인한 후 제분한다. 이는 일반 소비자가 고춧가루로 구입하는 경우 가공 및 유통과정에서의 이물질 첨가 우려와 청결상태나 위생에 대한 불신 때문이다. 따라서 일반 가정소비용은 고춧가루 형태로 판매는 많지 않으나 소포장품은 일부 거래되고 있는데, 슈퍼체인, 백화점, 할인점 등 대형유통업체 및 농협 공판장, 직판행사장 등에서 산지농협에서 계약재배 또는 자체수매하여 선별·포장한 5근(3kg)들이 구춧가루형태의 소포장품으로 가공 판매하고 있다.

## 나. 권장 전 처리 및 저장기술

고추의 건조속도를 향상시키기 위하여 종래의 통고추 건조와 고추를 횡으로 절단하여 건조하였을 때의 품질을 비교하였던 바, 고추를 절반으로 잘라 건조한 경우 비타민 C함량은 통고추에 비해 40%이상 높은 값을 보였다. 고추의 표면색 역시 통고추에 비해 절단하여 건조한 고추의 색상이 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 고추의 건조 시 절단을 하여줌으로서 고추의 건조속도가 향상됨에 따라 나타난 결과라 판단된다. 따라서 고추의 유통방법이 통고추위주에서 고춧가루위주로 변화되고 있는 현실에 비추어 이와 같은 처리의 현장적용을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

현장에서 적용되고 있는 고추의 저장방법으로는 고추를 건조한 후 비닐이

나 폴리에틸렌 필름포대에 담아 20-40kg단위로 일반저장고에서 보관하고 있으며 일부분은 저온 저장고에 보관하고 있다. 일반 저장고에 고추를 보관 시 품질의 저하가 심하여 가능한 고추를 저온에서 저장하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 고추의 저온 저장 시 현행방법과 같이 고추를 원형형태로 저장할 경우 저장고 내에 차지하는 부피가 비교적 커 저장효율을 떨어뜨리므로 고추의 부피를 줄이기 위해 고추를 PE필름에 포장후 압축 처리한 후 포장내에 질소가스를 충전하여 저장하는 것이 품질 면에 있어는 물론 저장고 내부공간의 효율적 활용 및 에너지 절감 등에 효과적인 것으로 판단된다.

## 참고문헌

### 마늘

1. Jun Soo Kang, Dong Sun Lee, 1999. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. Food Sci. Biotechnol., 8 (1), 68-71.2. Iglesias Enriquez, I., Fraga, R., 1998. Suitable packaging and storage methods for postharvest preservation of garlic irradiated and unirradiated. Alimentaria, 295, 91-96.
2. Iglesias Enriquez, I., Fraga, R., 1998. Suitable packaging and storage methods for postharvest preservation of garlic irradiated and unirradiated. Alimentaria, 295, 91-96.
3. Ambrose, D. C. P., Sreenarayanan, V., 1998. Studies on the dehydration of garlic. J. Food Sci. Technol., 35 (3), 242-244.
4. Moo Hyun Park, Jin Pyong Kim, Dong Bin Shin, 1988. Studies on cold esistance of garlic bulbs at subzero temperature. Korean J. Food Sci. Technol., 20 (2), 200-204.
5. Moo Hyun Park, Jin Pyong Kim, Dong Bin Shin, 1988. Studied on the optimal conditions for the storage of fresh garlic bulbs. Korean J. Food Sci. Technol., 20 (2), 213-217.
6. Ha Young Koh, Hyung Woo Park, Tong Sam Kang, Dong Hwa Shin, 1988. Effects of packaging methods on water adsorption rate and shelf-life of hot-air and freeze dried garlic slices. Korean J. Food Sci. Technol., 20 (3), 380-384.
7. Dong Man Kim, Kil Hwan Kim, 1990. On the development flesh greening of the stored garlic. Korean J. Food Sci. Technol., 22 (1), 50-55.
8. Joong Ho Kwon, Hyung Sik Yoon, Tae Hwa Sohn, Myung Woo Byun, Han Ok Cho, 1984. Effect of gamma irradiation on the

- physiological characteristics of garlic bulbs during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16 (4), 408-412.
9. Hyun Ku Kim, Kil Suk Jo, Wooderck S. Hawer, Dong Hwa Shin, 1988. Browning and sorption characteristics of garlic powder with relative humidity and storage temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20 (3), 399-404.
  10. Aksiuk, I. N., Diachenko, V. S., Shirabakina, L. A., Vorobeva, L. S., Ushakova, T. M., 1987. Paraffin treatment of garlic for long-term preservation. *Voprosy Pitaniia*, 5, 72-75.
  11. Seok In Hong, Dong Man Kim, 2001. Storage quality of chopped garlic as influenced by organic acids and high-pressure treatment. *J. Sci. Food Agric.*, 81 (4), 398-403
  12. Youn Moon Park, Jae Moon Hwang, Hyun Tae Ha, 2000. Storability of garlic bulbs as influenced by postharvest clipping treatments and storage temperature. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 41 (4), 315-318.
  13. Dong Bin Shin, Young Chun Lee, Ji Hyun Kim, 2000. Changes in quality of garlic during frozen storage. *Korean J. Food Sci, Technol.*, 32 (1), 102-110.
  14. Katahira, M., Motomura, Y., Bekki, E., 1998. Effects of temperatures on browning and phenolic substances in preparatory drying of raw garlic bulb. *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol.*, 45 (1), 10-15.
  15. Younmoon Park, 1997. Occurrence and prevention of the spotty symptoms on garlic cloves after harvest. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 38 (6), 704-708.
  16. Mota, V. M., Alcantar, C., 1995. Drying of onions and garlic using sound waves. *ASAE-Publication*, 1-95, 31-37.

17. Hershko, V., Nussunivitch, A., 1995. Shelf-life extension of hydrocolloid-coated garlic. IFT Annunal Meeting 1995.
18. Kim H. K., Jo, K. S., Kwon, D. Y., Park, M. H., 1992. Effects of drying temperature and sulfating on the qualities of dried garlic slices. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 35 (1), 6-9.
19. Gargi, Roy, A. N., 1998. Prevention and control of some post harvest fungal diseases of garlic bulbs. *Pesticides*, 22 (2), 11-15.
20. Jitendra, S., Dinesh, V., Khurana, S. C., 1995. Effect of harvesting stages and storage methods on quality of garlic cloves. *Haryana J. Hort. Sci.*, 24 (2), 131-136.

#### 양파

1. Blanchard M., Castaigne, F., Wilemot, C., Makhlof, J., 1996. Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion. *Postharvest Biol. Tech.* 9, 173-185.
2. Benkeblia, N., Varoquaux, P., Shiomi, N., Sakai, H., 2002. Storage technology of onion bulb cv. Rouge Amposta: effects of irradiation, maleic hydrazide and carbamate isopropyl, N-phenyl (CIP) on respiration rate and carbohydrates. *Int. J. Food Sci. Technol.* 37 (2), 169-175.
3. Rajkumar, P., Sreenarayanan, V., 2001. Studies on dehydration and pre-treatment level to control browning and storage of onion flakes. *J. Food Sci. Technol.* 38 (6), 625-628.
4. Hershko, V., Nussinovich, A., 1998. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. *Food Hydrocolloids.* 12 (2), 195-202.
5. Wolters, T.C., Langerak, D.I., Curzio, O.A., Croci, C.A., 1990.

Irradiation effect on onion keeping-quality after sea-shipment from Argentina to the Nertherlands. *J. Food Sci.* 55 (4), 1181-1182.

6. Hyun Ku Kim, Hyeong Choon Lee, Mu Hyun Park, Dong Hwa Shin, 1986. Microflora of decayed onion blubs and their suppression by fumigation treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18 (1), 1-5.
7. Hyun Ku Kim, Hyeong Choon Lee, Mu Hyun Park, Dong Hwa Shin, 1986. Effects of fumigation treatment on the physiological changes of onion bulbs. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18 (1), 6-10.

#### 고 추

1. Sung Min Park, Kwi Hyun Lee, Cheon Soon Jeong, 2001. Effects of several pre-cooling methods on shelf-life of red pepper and red sweet pepper fruit. *J. Korean Soc. Horticu. Sci.*, 42 (4), 394-398.
2. Onyenekwe, P.C., Ogbabu, G.H., 1995. Radiation sterilization of red chili pepper (*Capsicum frutescens*). *J. Food Biochem.*, 19 (2), 121-137.
3. Myung Woo Byun, Hong Sun Yook, Joong Ho Kwon, Jung Ok Kim, 1996. Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28 (3), 482-489.
4. Jung Eun Lee, Oh Jin Kwon, Joohg Ho Kwon, 2000. Effects of electron beam irradiation on microbiological and organoleptic qualities of powered red pepper and ginger. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32 (2), 380-386.
5. Jin Woong Jeong, Jin Ho Jo, Dong Jin Kwon, Young Boong Kim, 1990. Studies on the low-temperature storage of strawberry pulp and red pepper paste by cryoprotectants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(4), 434-438.

6. Hyun Ku Kim, Mu Hyun Park, Dong Hwa Shin, Byong Yong Min, 1984. Color changes and sorption characteristics of whole red pepper with relative humidity and temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16 (4), 1984.
7. Legnani, P. P., Leoni, E., Righi, F., Zarabini, L. A., 2001. Effect of microwave heating and gamma irradiation on microbiological quality of spices and herbs. *Italian J. Food Sci.*, 13 (3), 337-345.
8. Wang, W.S., 1999. Study on fresh sweet pepper preservation by air discharge. *China J. Food Sci.*, 20 (1), 56-57.
9. Joong Ho Kwon, Gee Dong Lee, Myung Woo Byun, Kang Ju Choi, Hyun Ku Kim, 1998. Changes in water activity and fatty acid composition of dried red pepper during post irradiation period. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30 (5), 1058-1063.
10. Sung Hee Lee, Hyun Ja Lee, Myung Woo Byun, 1997. Effects of ozone treatment and gamma irradiation on the microbial decontamination and physicochemical properties of red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.*, 26 (3), 462-467.