

GA0352-0234

최	종
연구보고서	

국내산 유자의 생과 소비확대 및 대일 수출  
활성화를 위한 가공기술 개발  
Development of Processing Technology for Increasing  
Utilization of Yuzu ( *Citrus Junos* )

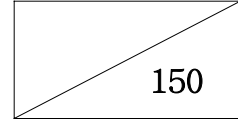
연구기관

한국식품개발연구원

농림부

GA0352-0234

최 중  
연구보고서



국내산 유자의 생과 소비확대 및 대일 수출  
활성화를 위한 가공기술 개발  
Development of Processing Technology for Increasing  
Utilization of Yuzu ( *Citrus Junos* )

연구기관

한국식품개발연구원

농림부

# 제 출 문

농 립 부 장 관 귀하

본 보고서를 “국내산 유자의 생과 소비확대 및 대일 수출 활성화를 위한 가공 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 24일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원  
총괄연구책임자 : 박 재 복  
세부연구책임자 : 김 동 만  
세부연구책임자 : 정 진 용  
연 구 원 : 김 선 아  
연 구 원 : 황 차 영  
연 구 원 : 최 현 미  
연 구 원 : 도 연 희  
연 구 원 : 천 준 호  
협동연구기관명 : 서울대학교 생활과학대학  
협동연구책임자 : 황 인 경  
연 구 원 : 유 경 미  
연 구 원 : 서 우 영  
연 구 원 : 서 한 석  
협동연구기관명 : 아주대학교 화학생물공학부  
협동연구책임자 : 김 공 환  
연 구 원 : 이 원 중(강릉대학교)  
연 구 원 : 김 은 아  
연 구 원 : 서 현 주

## 요 약 문

### I. 제목

국내산 유자의 생과 소비확대 및 대일 수출 활성화를 위한 가공기술 개발

### II. 연구개발의 목적 및 필요성

국내산 유자의 생산량과 재배면적은 1997년을 기준할 때 18,372 톤, 4,608 ha 였으며 1998년도에는 유자가 풍작으로 생산량은 20,000톤에 달하였으나 생산량 증가에 따른 가격폭락으로 유자재배면적이 감소되어 2001년도에는 12,000톤 정도로 크게 감소되고 있다. 유자의 국내 시장규모는 생과를 기준으로 약 400억 원 정도로 추정되고 있으며 최근 유자 생산량의 급격한 증가와 소비량의 정체로 인하여 유자 생과가격은 매년 크게 하락하고 있어 국내 유자 생산기반을 위협하고 있다.

본 연구의 목적은 최근 유자 생산량의 급격한 증가에 따른 가격폭락으로 재배농가가 큰 어려움을 겪고 있는 국내산 유자의 생과 및 가공제품의 소비확대와 유자과즙의 대일 수출을 활성화하기 위하여 유자의 지역별·수확시기별 물성 및 성분 분석, 근적외선 분광분석법(NIR analysis)을 이용한 유자 성분 및 품질의 신속분석 모델식 개발, 유자의 수확후 장기저장 기술, 유자의 착즙을 제고를 위한 가공기술, 착즙과정에서 대량으로 생산되는 유자 과피·과육 부산물의 활용기술, 유자의 소비촉진을 위한 생과의 다용도 활용방법을 연구하고 유자관련 인터넷 홈페이지를 작성하여 유자품질의 우수성과 기능성 효과를 소비자에게 홍보함으로써 유자의 소비확대와 수출증대를 통하여 국내 유자 생산기반을 견고히 하여 생산농가의 소득향상에 기여하는 데 있다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 유자의 지역별·수확시기별 물성 및 성분분석

가. 유자의 물성 및 성분분석

나. 유자의 향기성분 분석

다. 근적외선 분광분석장치를 이용한 유자성분 신속분석 모델식 개발

#### 2. 유자의 생과 다용도 활용 방법 연구

가. 생과의 조리 가공 시 기초 연구

나. 유자 과피·과즙을 이용한 음식 개발

다. 유자 소스개발 및 생리활성 물질 검색

#### 3. 유자의 착즙율 제고를 위한 가공기술 개발

가. 유자착즙기 시작품 개발

나. 유자 과피과육 분리기 시작품 개발

#### 4. 유자의 수확후 장기 저장 기술

가. 유자의 열처리 방법

나. 유자의 신선도 유지 방법

다. 유자의 저장중 품질변화

## 5. 유자가공 부산물의 활용 기술 개발

- 가. 유자 과피로부터 향의 최적 추출 및 정제 조건 확립
- 나. 수용성 식이 섬유 추출 및 정제
- 다. 유자향 캡슐화 및 생물 산업 신소재 개발

## 6. 일본의 유자 생산·가공기술 현황 및 국내 유자생과 유통 활성화 방안

- 가. 일본의 유자생산 및 가공기술 현황 조사
- 나. 국내 유자생과 유통 활성화 방안

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

- 가. 2000년도 유자산지별, 수확시기별 유자시료의 개체당 무게, 크기, 부위별 무게비, 개발된 체인벨트식 유자착즙기를 사용하여 착즙한 유자과즙의 주요 성분인 당도, pH, 산도, 비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등을 분석하였다. 유자시료 개체당 무게를 보면 수확시기가 이른 10/31일 경우 122.9~133.6g 였으며 성숙기인 11/23일 경우 128.8~138.6g으로, 수확시기가 성숙기에 달할수록 유자시료 개체당 무게가 증가하고 있음을 나타냈다.
- 나. 유자시료의 부위별 무게비를 보면 과피가 42.1 ~ 48.6%, 과육이 23.4 ~ 32.8%, 과즙이 12.4 ~ 23.1%, 종자가 10.5 ~ 17.1%였다. 유자과즙의 주요성분인 당도는 6.4 ~ 10.0 Brix, pH는 2.37 ~ 2.78, 산도는 4.97~7.98%, 비타민 C는 18.86~36.82mg%, 유자과즙의 상부에 떠오르는 유성부유물은 1.67~5.00ml로 나타났다.

- 다. GC-FID에 의한 유자의 향기성분 분석결과 전체적으로 약 100여개의 peak가 출현되었으나 peak의 크기가 작은 물질은 제외하였으며 또한 GC/MSD에 의한 mass spectrum의 유사도가 낮은 peak는 미지물질로 표시하였다. 이들 성분 중 38종의 물질이 동정되었으며 거의 대부분 terpenoid계 화합물이었다. 그 외 물질은 몇가지 aldehyde와 hydrocarbon으로 일반적으로 매우 단순한 chemical class의 혼합물로 분석되었다.
- 라. 근적외선 분광분석방법을 이용한 유자과즙성분 신속 분석 모델식 개발에서 pH, 당도(Brix), 산가(acid value), 비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등에 관한 수정된 부분최소자승법(MPLS)로 분석된 항목별 모델식의 교정 및 검증부의 결정계수( $R^2$ ) 및 표준오차(SEC, SEP)를 분석하였다. 각각의 성분분석 모델식은 교정부의 결정계수( $R^2$ )는 pH를 제외하면 0.84~0.97이며 검증부는 0.73~0.94로 유자과즙성분 신속분석 모델식의 활용이 가능한 것으로 나타났다.
- 마. 수확시기에 따른 유자의 과피, 과육의 이화학적 분석, 기능성 성분, 관능 평가를 실시하였다. 특히 유자 과즙을 여러 가지 소스 재료로 이용하기 위한 다각적인 시도를 모색했으며 기능성을 증가시킨 fusion 소스와 전통적으로 많이 쓰이는 소스를 개발하기 위한 관능평가를 실시하였다. 이화학적인 결과를 살펴보면 완숙유자가 청유자에 비하여 pH가 전반적으로 낮았으며 특히, 완숙유자 과피는 낮은 pH를 나타낸 반면 유자 과즙 과육에서는 높은 pH를 나타냈다. 청유자 과즙은 완숙유자의 색깔과 비교할 때 좀더 어둡고 붉은 경향을 보였다. 청유자 완숙유자 모두 유기산이 나타났으면 주로 Citric, malic, succinic acids 였고 Vitamin C 가 다량 함유되었던 것으로 나타났다.
- 바. 유자 과즙을 이용한 소스 개발을 위하여 유자 과즙을 여러 가지로 희석하여 소스

를 개발하였으며 관능평가를 실시하였다. 또한 유자 주스를 개발하기 위하여 유자농축을 유자 과즙과 설탕으로 만든 후 이것을 15%까지 물로 희석하여 관능평가를 실시한 결과 유자 과즙음료로 바람직한 것으로 나타났다.

사. 유자에 함유되어있는 기능성 성분을 분석하기 위하여 유자를 과피 과육으로 분리한 후 여러 가지 용매를 이용한 bioflavonoids 함량은 분석하였다. 유자 과피가 과육보다 total polyphenols과 flavonoids 함유량이 많은 것으로 나타났다. 청유자에서는 완숙유자보다 total flavonoids가 많은 것으로 나타났으나, total polyphenol 함유량은 완숙유자의 함유량에 비하여 적은 것으로 나타났다. 유자에 함유된 total polyphenol과 flavonoids함량을 알아보기 위하여 cyclohexane, benzene, n-butanol, diethyl acetate, methanol과 water을 이용하여 순차적으로 추출하였다. 그결과 70% methanol가 가장 많은 flavonoids을 함유하는 것으로 나타났다. diethyl acetate extract에서 polyphenol 함량이 가장 높은 것으로 나타났으며 methanol extract에서는 flavonoids가 가장 높은 것으로 나타났다.

아. 현행 유자과즙 착즙공정을 개선하고자 현행 벨트식 유자착즙기보다 압축력이 높은 체인벨트식 유자착즙기 시작품을 설계제작 하였으며 유자착즙후 발생하는 유자부산물에서 종자를 제거한 후 과피와 과육이 붙어있는 데 유자과피 부분에 유자향 성분의 정유물질이 많이 들어 있어 이를 과육에서 절단분리하여 고부가가치의 유자과피원료를 얻을 수 있는 유자과피과육분리기 시작품을 설계제작하였다.

자. 완숙유자의 경우 4℃에서 열처리하지 않았던 유자의 호흡율은 3.8005 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 이었는데 40℃에서 12시간 열처리한 유자의 호흡율 이보다 낮은 3.3243 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 이었고 처리시간이 길어질수록 호흡율이 낮아지는 현상을 나타내었다. 청유자의 호흡율은 완숙유자에 비해 비교적 높은 호흡율을 나타내었다. 4℃에서 열처리하지 않았던 유자의 호흡율은 9.6615 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr이었는데 36시간 열처리하였



던 유자는 이보다 낮은 5.1035 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 이었다.

차. 유자의 수확방법에 따른 저장성을 비교하였던 바 부패율에 있어서는 기존의 수확 방법과 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 저장전 열처리를 한 후 저장하였던 유자의 경우 전반적으로 부패율이 적게 발생하였고 열처리기간이 길수록 그 효과가 뚜렷한 것으로 나타났다.

카. 용매 추출법을 이용한 유자향의 최적 추출 조건은 여러 용매와 추출 조건의 변화로 실험한 결과, Methylene chloride를 시료의 50배를 넣고, 30℃, 700rpm에서, 4시간 동안 추출한 것이 수율이 가장 높았다. 연속 수증기 증류 추출법(SDE : simultaneous steam distillation & solvent extraction)은 시료와 같은 양의 용매 ethyl ether를 넣고, 시료의 5배의 증류수를 넣고 2시간동안 추출한 조건에서 최적화되었다. 선정된 최적 조건의 용매 추출법과 연속 수증기 증류 추출법(SDE)으로 유자과피에서 향을 추출하여 그 추출 수율을 비교한 결과, SDE의 경우는 62.94%, 용매 추출법의 경우는 42.25%로 SDE로 추출한 경우의 limonene 함량이 더 높게 나타나고 또한 용매 추출법으로 추출했을 경우는 향기성분 뿐만 아니라 색소를 포함한 다른 성분들도 추출되어 농축액의 색깔이 노란빛을 띠고, SDE로 추출했을 경우는 향기성분만이 추출됨으로 농축액이 무색임을 확인할 수 있다. 따라서 limonene의 함량도 높게 나타나고 필요한 향기성분만을 추출할 수 있는 SDE를 유자향 추출의 최적 추출방법으로 선정하였다. 선정된 최적 추출 방법을 이용하여 제조된 유자향의 essential oil을 encapsulation 하기 위해 캡슐화 능력을 향상시키고 비용절감 효과를 높이는 피복물질과 그 최적의 배합비율을 결정하기 위하여 최근 피복물질로 널리 이용되고 있는 maltodextrin, modified starch, gum arabic과 그 단점을 보완할 수 있는 gellan gum을 혼합하여 encapsulation의 최대의 효과를 위한 피복물질로서의 최적 배합비율을 결정하였다. 그 결과, MD = 30%, GA : MS = 4 : 6, gellan gum =4% 즉, MD : GA : MS : gellan gum =

30 : 26.4 : 39.6 :4 이었다. 캡슐화에 적당한 점도 범위와 유화 안정 지수, 초음파 속도를 측정하여 캡슐화 준비에 최적인 emulsion을 만들기 위한 최적 공정 조건은 total solid content 40%에서 wall material을 3시간 동안 교반하고, 이에 core material을 넣어 40분 동안 교반하여 분무 건조한다. 분무 건조의 inlet temp.와 feed rate은 총괄 열효율성 면에서도 비교적 높은 값을 가지며, 수분 함량 면에서도 비교적 낮은 값을 가지고, centrifugal stability 면에서도 비교적 안정한 형태를 보이는 inlet temp. 190 °C, feed rate 10 ml/min를 spray dryer의 최적 공정 조건으로 잡았다. 이 결과를 바탕으로 유자향을 캡슐화하였으며, 이의 대량생산을 위해 공장 설계를 하였고, 시제품을 개발하였다.

타. 유자 펙틴의 물리적 특성으로 조사한 점도의 결과를 보면, 표준 물질로 사용한 두 개의 펙틴(Pectin-1, Pectin-2)과 산 가수분해에 의해서 얻은 유자 펙틴을 비교하였을 때, kinematic, relative, specific, reduced viscosity와 specific fluidity의 값들이 모두 일치된 경향을 보임을 알 수 있었다. 특히 intrinsic viscosity의 경우 Pectin-1, Pectin-2, 유자 펙틴의 값이 각각 307.84, 338.94, 307.84(cm<sup>3</sup>/g)으로 계산되었는데, 표준 물질로 사용한 Pectin-1의 intrinsic viscosity와 유자 펙틴의 intrinsic viscosity가 잘 일치함을 볼 수 있다. 산 가수분해에 의한 유자 펙틴의 최적 추출 조건은 추출 용매로 0.1N HCl을 사용하였을 때, 추출 용매과 시료의 비율은 1:50, 추출 온도는 80°C, 추출 시간 3시간인 것으로 확립되었다. NDF법에 의해 식이 섬유를 정량한 결과 건조 유자박에는 식이 섬유의 함량이 약 12%정도인 것으로 조사되었다. 유자 펙틴의 물리적 특성으로 조사한 점도의 결과를 보면, 표준 물질로 사용한 두 개의 펙틴(Pectin-1, Pectin-2)과 산 가수분해에 의해서 얻은 유자 펙틴을 비교하였을 때, kinematic, relative, specific, reduced viscosity와 specific fluidity의 값들이 모두 일치된 경향을 보임을 알 수 있었다. 특히 intrinsic viscosity의 경우 Pectin-1, Pectin-2, 유자 펙틴의 값이 각각 307.84, 338.94, 307.84(cm<sup>3</sup>/g)으로 계산되었는데, 표준 물질로 사용한 Pectin-1의

intrinsic viscosity와 유자 펙틴의 intrinsic viscosity가 잘 일치함을 볼 수 있다. 이 결과를 바탕으로 기능성 식이 섬유 제품을 개발하였으며, 식이 섬유 중에서도 펙틴을 대량 생산하기 위한 공장 설계를 하였다.

파. 일본 최대 유자산지인 高知縣의 관련 연구소 및 유자가공 공장을 방문하여 새로운 유자가공 제품 생산 및 개발 현황과 특히 농가단위 소규모 유자가공제품의 특성과 생산유통 과정을 조사하여 국내 유자생과 소비확대 방안에 활용하며 국내산 유자의 대일 수출 촉진을 위한 한일 유자생산자 단체간 협력방안을 현지 관계자들과 논의하였다.

하. 국내 유자생과 소비를 촉진하기 위하여 유자관련 인터넷 홈페이지인 “유자세상 (www.yuzaworld.or.kr)”을 만들어 운영하고 있으며 이곳에는 유자의 성분 및 효능, 전통적인 유자이용 방법, 유자생과를 이용한 다양한 요리 방법, 국내 유자생산 및 가공현황, 유자전국협의회 현황, 유자생과 및 가공제품의 택배 주문방법, 유자관련 연구자료의 database 및 검색 방법 등이 자세히 소개되고 있다. 본 유자 홈페이지를 통하여 앞으로 국내산 유자의 우수성과 새로운 유자가공제품에 관하여 소비자의 홍보활동을 강화하여 유자의 국내 소비 활성화를 적극 추진할 계획이다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 유자의 지역별·수확시기별 물성 및 성분분석 자료는 산지 유자생산 농협에서 유자 적정수확시기 선정 및 유자재배방법 개선 등에 활용한다.

나. 유자 생과 다용도 활용방법의 주요 내용을 홍보용 소책자로 만들어 전국유자협의회 산하 생산자 협회가 유자생과 판매시 활용하며 인터넷 유자홈페이지에 소개하

여 유자생과 소비를 촉진시킨다.

다. 개발된 유자 착즙기 및 유자 과피과육 분리기 시작품을 산지 유자가공공장에 기술이전하여 유자의 가공제품의 부가가치를 높인다.

라. 유자의 장기 저장 및 신선도 향상 방법 등을 유자 생산농가에 보급하여 유자생과의 유통기간을 연장하고 품질을 향상시켜 농가소득에 기여한다.

마. 유자향 및 유자 식이섬유에 관한 신상품을 특허를 출원하고, 유자 주산지 가공 업체에 기술 이전한다.

바. 유자생과 소비 확대와 새로운 유자 가공제품의 홍보를 위하여 유자 인터넷 홈페이지를 계속 운영하며 유자소비량 증대에 노력한다.

## 목 차

제 1 장 서론 .....	25
제 1 절 연구의 배경 .....	26
제 2 절 연구개발의 필요성 및 목표 .....	30
1. 연구개발의 필요성 .....	30
가. 기술적 측면 .....	30
나. 경제·사회적 측면 .....	32
다. 국내·외 관련기술의 현황 .....	33
2. 연구개발의 목표 .....	40
제 2 장 유자의 지역별·수확시기별 물성 및 성분분석 .....	41
제 1 절 유자의 물성 및 성분분석 .....	42
1. 실험재료 .....	42
2. 실험방법 .....	42
3. 실험결과 및 고찰 .....	43
제 2 절 유자의 향기성분 분석 .....	55
1. 실험재료 .....	55
2. 실험방법 .....	55
3. 실험결과 및 고찰 .....	57
제 3 절 근적외선 분광분석장치를 이용한 유자성분 신속 모델 개발 .....	68
1. 실험재료 .....	68
2. 실험방법 .....	68
3. 실험결과 및 고찰 .....	69

제 3 장 유자의 생과 다용도 활용 방법 연구 .....	72
제 1 절 생과의 조리 가공 시 기초 연구 .....	73
1. 실험재료 .....	73
2. 실험방법 .....	73
3. 실험결과 및 고찰 .....	74
제 2 절 유자 과피· 과즙을 이용한 음식 개발 .....	83
1. 실험재료 .....	83
2. 실험방법 .....	83
3. 실험결과 및 고찰 .....	85
제 3 절 유자 소스개발 및 생리활성 물질 검색 .....	95
1. 실험재료 .....	95
2. 실험방법 .....	95
3. 실험결과 및 고찰 .....	97
제 4 장 유자의 착즙을 제고를 위한 가공기술 개발 .....	102
제 1 절 유자착즙기 시작품 개발 .....	103
1. 현행 유자착즙공정의 문제점 .....	103
2. 시작품 설계 및 제작 .....	106
3. 성능실험 .....	107
제 2 절 유자 과피과육 분리기 시작품 개발 .....	107
1. 시작품 설계 및 제작 .....	107
2. 성능실험 .....	109
제 5 장 유자의 수확후 장기 저장 기술 .....	111

제 1 절 유자의 열처리 방법 .....	112
1. 실험재료 .....	112
2. 실험방법 .....	112
3. 실험결과 및 고찰 .....	114
제 2 절 유자의 신선도 유지 방법 .....	127
1. 실험재료 .....	127
2. 실험방법 .....	127
3. 실험결과 및 고찰 .....	128
제 3 절 유자의 저장중 품질변화 .....	151
1. 실험재료 .....	151
2. 실험방법 .....	151
3. 실험결과 및 고찰 .....	152
제 6 장 유자가공 부산물의 활용 기술 개발 .....	158
제 1 절 서 론 .....	159
제 2 절 유자 과피로부터 향의 최적 추출 및 정제 조건 확립 .....	160
1. 용매 추출법, SDE법에 의한 유자향 추출 및 농축 .....	160
2. 농축물의 향기 성분 분석 및 최적 추출 조건 확립 .....	167
제 3 절 유자향 수요 확대 방안 탐색 .....	169
1. 국내외 유자향 이용 현황 및 이용 가능 분야 조사 .....	169
제 4 절 수용성 식이 섬유 추출 및 정제 .....	173
1. 유자 과피 및 찌기로부터 식이 섬유 추출 및 분석 .....	173
2. 식이 섬유의 정제 방법 확립 .....	179
제 5 절 유자 향 캡슐화 및 생물 산업 신소재 개발 .....	181
1. 유자 향의 Encapsulation에 사용되는 wall material에 대한 연구 .....	181

2. Encapsulation의 최적 공정 조건 확립 .....	188
제 6 절 수용성 식이 섬유를 이용한 기능성 제품 제조 .....	206
1. 수용성 식이 섬유의 물리적 성질 .....	206
2. 수용성 식이 섬유를 이용한 신제품 개발 .....	222
제 7 절 유자 향 캡슐 및 유자 식이 섬유 제품 대량 생산을 위한 공장 설계 .....	224
1. 서론 .....	224
2. 공장 설계를 위한 프로젝트의 범위 설정 .....	229
3. 유자 향 캡슐 및 유자 식이 섬유 가공 공정 설계 .....	231
4. 기계 선정 및 공장 배치도 .....	238
5. 에너지 및 유틸리티 수지 .....	241
6. 중소 기업 규모 유자 향과 식이 섬유 공장의 경제성 분석 .....	243
제 8 절 유자 향과 식이 섬유를 이용한 신제품 개발 .....	254
1. 캡슐화된 유자 향료를 소재로 한 시작품 개발 .....	254
2. 식이 섬유를 소재로 한 시작품 개발 .....	259
제 7 장 일본의 유자 생산·가공기술 현황 및 국내 유자생과 유통 활성화 방안 .....	262
제 1 절 일본의 유자생산 및 가공기술 현황 조사 .....	262
1. 1차 조사 .....	263
2. 2차 조사 .....	273
제 2 절 국내 유자생과 유통 활성화 방안 .....	280
1. 유자생과 관측 전시회 개최 .....	280
2. 유자 인터넷 홈페이지 구축 .....	285
참고문헌 .....	285



## SUMMARY

### I . Subject

Development of processing technology for increasing utilization of Yuzu ( *Citrus Junos* )

### II . Purpose and Significance

Annual production and cultivated area of Yuzu( *Citrus Junos* ) in Korea based on 1997 was 18,372 ton and 4,608ha. Its production in 1998 due to a good harvest reached about 20,000 ton but was decreasing quickly 12,000 ton in 2001 by reason of a heavy fall of Yuzu price. The amount of Yuzu in domestic market was estimated as 40,000 million wons. However, according to the highly increase of total production and the stagnation of consumption on Yuzu, the price of fresh Yuzu is decreasing greatly every year and the fundamental condition of Yuzu in main producing area collapsed gradually.

This research was conducted to analyze the physical properties and chemical composition of Yuzu according to harvesting time and producing area, to develop the model equation for quickly measuring Yuzu chemical composition by spectoscopy of near infrared radiation(NIR), to study the postharvest storage of Yuzu and the extraction of Yuzu juice and separation of Yuzu peel and flesh, to develop utilization technology of Yuzu processing by-products, and to study the

utilization of fresh Yuzu on cooking process and the analysis of functional material on Yuzu. Yuzu homepage([www.yuzaworld.or.kr](http://www.yuzaworld.or.kr)) in internet was also developed to give many informations of Yuzu to customers for increasing the consumption of Yuzu products. This results contribute to increase the income of Yuzu farm household and to stabilize domestic Yuzu production.

### **III. Scope and Contents**

#### **1. Analysis of physical properties and composition of Yuzu with harvesting time and producing area.**

- a. Analysis of physical properties and composition of Yuzu
- b. Analysis of Yuzu flavor components
- c. Development of model equation for analyzing Yuzu composition by NIRS

#### **2. Utilization of Yuzu on cooking process**

- a. Basic studies of Yuzu on cooking process
- b. Cooking methods with using Yuzu peel and flesh
- c. Development of Yuzu sauces and analysis of functional material on Yuzu

#### **3. Development of processing technology for increasing the extraction ratio of Yuzu juice**

- a. Prototype of Yuzu juice extractor
- b. Prototype of Yuzu peel and flesh separator

#### **4. Postharvest technology of the extension of storage period and freshness on Yuzu**

- a. Heat treatment method of Yuzu
- b. Extension of the freshness of Yuzu during storage
- c. Changes of Yuzu quality during storage

#### **5. Development of utilization technology of Yuzu processing by-products**

- a. Determination of optimum extraction conditions and purification from Yuzu flavor
- b. Extraction and purification of soluble dietary fiber
- c. Development of new products using Yuzu flavor and dietary fiber

#### **6. Status of Yuzu production and processing technology on Japan and the improvement of domestic Yuzu distribution.**

- a. Survey of Status for Yuzu production and processing technology on Japan
- b. Improvement of domestic Yuzu distribution

### **IV. Results and Recommendations**

#### **1. Results**

- a. Physical properties of Yuzu with various harvesting times and producing areas such as unit weight, dimension, and weight ratio of Yuzu parts was analyzed. Main components of Yuzu juice from chain-belt type extractor such as soluble solid, pH, acid, Vitamin C, amount of Yuzu oil material, and color value ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) were also analyzed. Unit weight of Yuzu samples ranged from 122.9 to 133.6 g on harvesting time, October 31 and increased from 128.8 to 138.6 g on November 23, optimum harvesting time.
- b. The Weight ratio of peel, flesh, juice, seed part on Yuzu is 42.1 to 48.6, 23.4 to 32.8, 12.4 to 23.1, and 10.5 to 17.1 %, respectively. For Yuzu juice, the soluble solid was 6.4 to 10.0 Brix, pH, 2.37 to 2.78, the acid, 4.97 to 7.98% and Vitamin C, 18.86 to 36.82 mg%. The amount of Yuzu oil material above the juice was 1.67 to 5.00 ml.
- c. According to results of Yuzu flavor analysis by GC-FID, about 100 peaks appeared totally but 38 components were identified by GC/MSD. Most components were terpenoid and others were aldehyde and hydrocarbon.
- d. For developing model equations of Yuzu juice components such as soluble solid, acid, Vitamin C, and color value, The calibration and validation of model equations by MPLS method were conducted. The correction factor( $R^2$ ) and standard error(SEC, SEP) of this components except pH on the calibration were 0.84 to 0.97 and for the validation, 0.73 to 0.94. Developed model equations could be used to analyze quickly main components of Yuzu juice.

- e. Proximate analysis, physicochemical properties, bioactivity along with color measurement were performed to compare sectional compositions of Yuzu harvested at different time, and the sensory evaluation of squeezed Yuzu juice and instant Yuzu sauces in ethnic and fusion foods were tested to find out the potential application in high value-added product with functionality. Ripe fruit gave lower pH in peels, and higher pH in flesh and juice sections than unripe one. Squeezed green Yuzu juices gave darker, redder, and yellower than that of ripe one, observed from tristimulus L, a and b. Citric, malic and succinic acids and vitamin C were identified in both Yuzu samples.
- f. Using sensory evaluation, squeezed Yuzu juices, refrigerated for 50 days and diluted to 15% were shown to be suitable for drinking, and were accepted for an ingredient of instant salad dressings and sauces to promote the domestic consumption of Yuzu.
- g. The total polyphenols and flavonoids contents in the peel and flesh of unripe green yuzu and ripe yellow one were analyzed. Extraction yield, total polyphenols and flavonoids in the peel were higher than those in the flesh. Total flavonoids content in unripe green yuzu was higher than that in ripe yellow yuzu, while total polyphenol content in ripe yellow yuzu was higher than that in unripe green yuzu. The compositions of flavonoids in yuzu were determined by TLC with the several developing solvents. Yuzu extract with 70% methanol revealed highest extraction yield was further fractionated stepwisely with cyclohexane, benzene, n-butanol, ethyl acetate, methanol and water. Contents of total solid, polyphenols and flavonoids in each extract were determined. The diethyl acetate extract contained highest polyphenols level,

while methanol extract contained the highest flavonoids level.

- h. To improving extracting ratio of present Yuzu juice process, the prototype of chain-belt type of Yuzu juice extractor was developed. For high quality of Yuzu peel, the prototype of Yuzu peel and flesh separator was also manufactured.
- I. Respiratory rate of Yuzu harvested at optimum season was  $3.8005\text{CO}_2/\text{ml}/\text{kg}/\text{h}$  at  $4^\circ\text{C}$ . The value of Yuzu preheated at  $40^\circ\text{C}$  for 12 hr before storage was  $3.3243\text{CO}_2/\text{ml}/\text{kg}/\text{hr}$  and decreased by heating time increased. Early harvested Yuzu showed lower respiratory rate than the Yuzu harvested at optimum harvesting season.
- j. In the experiment for the effect of harvesting method on storage ability of the Yuzu, new handling treatment in harvesting was no significant difference from the conventional treatment. Heat treatment of Yuzu before storage showed the positive effect on the extension of the freshness of Yuzu during storage and the effect was more clear in Yuzu treated for long time.
- k. Extraction conditions of Yuzu flavor by solvent extraction was optimized at sample/methylene chloride ratios of 1/50, temperature of  $30^\circ\text{C}$ , mixing-speed at 700 rpm and time of 4 hr. That by SDE (Simultaneous steam distillation & solvent extraction) was optimized at same amount of ethyl ether with sample, distilled water of 5 times of that and time of 2 hr. Extraction yield by solvent extraction and SDE was 42.25% and 62.94%, respectively. Extracted limonene content by SED was higher than that of solvent extraction. Color of

concentrate by solvent extraction was yellow because different components containing pigment was extracted. On the other hand, that by SDE was colorless because flavor components only was extracted. Therefore, SDE was selected as method of optimum extraction.

To encapsulate extracted Yuzu flavor by SDE, Maltodextrin (MD), gum Arabic (GA), alkenylsuccinated modified starch (MS) and gellan gum were used as wall materials. Optimum ratios of wall materials was 30 : 26.4 : 39.6 : 4. To make optimum emulsion for encapsulation, viscosities, emulsion stability and ultrasonic velocities were measured. Total solid content of 40% was most suitable for encapsulation and this emulsion was optimized at wall material-mixing time of 3 hr, oil-mixing time of 40 min and mixing speed of 900 rpm. Inlet temperature and feed rate of spray dryer were optimized at 190°C and 10ml/min of higher overall thermal efficiency, lower moisture contents and more stable centrifugal stabilities, respectively. Based of these results, Yuzu flavor was encapsulated. Plant layouts for mass production of encapsulated Yuzu flavor were achieved and new products were developed.

1. Extraction conditions of Yuzu pectin by acid hydrolysis were optimized at 0.1N HCl, a sample/solvent ratio of 1/50, temperature of 80°C and time of 3 hr. In quantitative analysis of dietary fiber by NDF, the recovery of Yuzu pectin was approximately 12% of the weight of dried Yuzu peels. With measurement of physical properties, recovered Yuzu pectin had kinematic, relative, specific and reduced viscosities of same aspects with pectin-1 and pectin-2 of standard material. Intrinsic viscosities of pectin-1, pectin-2 and Yuzu pectin were same

values of 307.84, 338.94 and 307.84 cm<sup>3</sup>/g, respectively. With evaluation of degree of methylation (DM), pectin-1 and pectin-2 were low methoxyl of 47.73 and 47.93. On the other hand, Yuzu pectin was high methoxyl of 57.8.

The average molecular weights and holding capacity of water(WHC), oil(OHC) and bile acids of Yuzu pectin were measured. The ratio of WHC and OHC in Yuzu pectin was the lowest value of 15.71%. Adsorption in foods containing more water than oil will be more effective. Also, cholesterol content in human serum will be decreased because holding capacity of bile acids was superior to other pectin. Based of these results, functional products of dietary fiber was developed. Plant layouts for mass production of pectin in dietary fiber were achieved.

- m. The status of Yuzu production and process technology in Japan was surveyed to cooperate with Japanese Yuzu producing union and to improve the utilization and process technology of domestic Yuzu. The Yuzu homepage ([www.yuzaworld.or.kr](http://www.yuzaworld.or.kr)) in internet was also developed to give many informations of Yuzu to customers for increasing the consumption of Yuzu products.

## **2. Recommendations**

- a. Results for analysis of physical properties and composition of Yuzu with harvesting time and producing area was used to decide optimum harvesting time and to improve Yuzu cultivating method in Yuzu farm.



- b. The utilization of Yuzu on cooking process was published as small pocket book and also introduced in Yuzu internet homepage to promote the consumption of fresh Yuzu in domestic market.
- c. Developed Yuzu juice extractor and Yuzu peel and flesh separator should be supplied to Yuzu processing factories in main producing area to increase the quality and price of Yuzu products.
- d. Postharvest technology for the extension of storage period and freshness on Yuzu is transferred to Yuzu farmer to increase the distribution period and the quality of fresh Yuzu.
- e. Products of encapsulated flavor and pectin in dietary fiber from Yuzu processing by-products is patented and its plant layouts for mass production was transferred to Yuzu processing factories.

## CONTENTS

Chapter 1. Introduction .....	25
Section 1. Introduction .....	26
Section 2. Purpose and significance of project .....	30
Chapter 2. Analysis of physical properties and composition of Yuzu with harvesting time and producing area. ....	41
Section 1. Analysis of physical properties and composition of Yuzu .....	42
Section 2. Analysis of Yuzu flavor components .....	55
Section 3. Development of model equation for analyzing Yuzu composition by NIRS .....	68
Chapter 3. Utilization of Yuzu on cooking process .....	72
Section 1. Basic studies of Yuzu on cooking process .....	73
Section 2. Cooking methods with using Yuzu peel and flesh .....	83
Section 3. Development of Yuzu sauces and analysis of functional material on Yuzu .....	95
Chapter 4. Development of processing technology for increasing the extraction ratio of Yuzu juice .....	102
Section 1. Prototype of Yuzu juice extractor .....	103
Section 2. Prototype of Yuzu peel and flesh separator .....	107
Chapter 5. Postharvest technology of the extension of storage period and	

freshness on Yuzu .....	111
Section 1. Heat treatment method of Yuzu .....	112
Section 2. Extension of the freshness of Yuzu during storage .....	127
Section 3. Changes of Yuzu quality during storage .....	151
 Chapter 6. Development of utilization technology of Yuzu processing by-products .....	 158
Section 1. Introduction .....	159
Section 2. Determination of optimum extraction conditions and purification from Yuzu flavor .....	 160
Section 3. Search for demand expansion method of Yuzu flavor .....	169
Section 4. Extraction and purification of soluble dietary fiber .....	173
Section 5. Yuzu flavor encapsulation and development of new bio-materials .....	 181
Section 6. Manufacture of functional product using soluble dietary fiber .....	206
Section 7. Plant design of Yuzu flavor encapsulation and dietary fiber .....	224
Section 8. Development of new products using Yuzu flavor and dietary fiber .....	 254
 Chapter 7. Status of Yuzu production and processing technology on Japan and the improvement of domestic Yuzu distribution. ....	  262
Section 1. Survey of Status for Yuzu production and processing technology on Japan .....	 262
Section 2. Improvement of domestic Yuzu distribution .....	280
 Reference .....	 285

## 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 배경

유자(*Citrus junos*)는 감귤류과에 속하는 과실로서 노화와 피로 방지에 효과가 있는 각종 유기산이 다량 함유되어 있고 그 밖에 비타민 C, B, 당질, 단백질 등이 다른 감귤류 과실보다 많아 건강식품으로 매우 좋은 과실로 인식되고 있으며 원산지는 중국의 양자강 상류, 사천(四川), 호북(湖北), 운남(雲南) 지역 등으로 알려져 있으며 중국, 한국을 경유하여 일본에 전래되어 삼국시대 이전부터 한국과 일본에 재배된 것으로 알려져 있다. 유자의 적정재배조건으로 년평균 일교차가 15~20℃ 이상이며 해풍(海風)이 있어야 하며 적당한 강수량이 필요하기 때문에 내륙지방에서는 유자재배가 사실상 불가능하며 식목후 10년이 경과하여야 성과목이 되어 향기성과 과실이 큰 고품질의 유자생산이 가능하다. 현재 국내에서는 유자목의 소득증대가 높은 것으로 알려져 1985년 이후 전남, 경남 등의 남부지방을 중심으로 급속히 재배면적이 증가함에 따라 1995년부터 생산량의 급격한 증가와 소비량 정체 등으로 유자 재배농가에 큰 어려움을 겪고 있다.

국내산 유자의 생산량과 재배면적은 1997년을 기준할 때 18,372 톤, 4,608 ha 였으며 1998년도에는 유자가 풍작으로 생산량은 20,000톤에 달하였으나 생산량 증가에 따른 가격폭락으로 유자재배면적이 감소되어 2001년도에는 12,000톤 정도로 크게 감소되고 있다. 현재 국내 주요 유자 산지를 보면 전남 고흥, 완도, 장흥, 진도, 경남 거제, 남해, 통영 등이며 이들 지역의 생산자 단체인 협동조합을 중심으로 '유자전국협의회'를 결성하여 유자의 생산, 가공, 판매 등에 관한 상호 협력 및 공동 사업을 추진하고 있으며 현재 22개 회원조합이 가입되어 있으며 전국 유자 생산량의 90%이상을 점유하고 있다.

국내 유자 가공제품은 일부 유자혼합음료 및 농축주스가 생산판매되고 있으나 소비

자들의 기호성이 낮고 제조원가가 높아 소비량이 매우 미흡하며 대부분이 가정이나 공장에서 설당을 다량 첨가하는 유자차의 제조에 머무르고 있으며 이러한 유자 단순 가공제품은 당뇨현상 심화 및 고칼로리 식품으로 인식되어 소비자들에게 점차 외면되고 있는 실정이다.

국내에서 유자의 안정적 소비를 위해서는 유자 출하기에 각 가정에서 유자 생과의 이용을 극대화할 수 있도록 현대인에게 매력적인 유자생과를 이용한 다양한 조리법 개발이 필수적이다 이와 함께 현대인은 생리활성이 있는 기능성 식품에 대하여 관심이 지대하므로 유자의 기능성 특성을 연구하고 함유되어 있을 것으로 예상되는 기능성 물질을 분리, 확인하는 실험을 병행하여 그 결과를 소비자에게 알리는 것 또한 소비촉진을 위하여 매우 중요하다.

한국과 일본의 유자 생산 및 가공 동향을 보면 유자의 생산량이 적은 초기 단계에는 유자소비형태는 대부분 생과로 이용되었으며 독특한 향과 구연산 등 유기산과 비타민류의 함량이 다른 감귤류 보다 높아 귀중한 과실로 부가가치가 매우 높아 수확 후 즉시 유통되어 재배농가의 소득향상에 기여를 하였다. 그러나 유자의 생산량이 생과 소비량의 적정 이용 범위를 넘어서 과잉생산될 경우 수확후 저장성이 낮은 원인으로 홍수출하를 하게되어 생과의 가격이 폭락하여 재배농가에 큰 손실을 준다. 한국보다 먼저 이러한 현상을 경험한 일본의 유자 주산지인 고지현의 경우 1980년경부터 과잉생산된 유자를 가공원료로 사용하여 다양한 유자 가공제품을 개발하는 동시에 생산자 단체와 관련 행정 및 연구기관이 협력하여 유자 생산판매 대책 협의회를 구성하여 유자생산, 판매, 가공제품 개발에 공동 대책하며 전국적인 유자 홍보활동과 소비 촉진 운동을 추진하였다.

일본의 유자 가공기술 개발은 고지현 공업기술센터를 중심으로 이루어졌으며 특히 평생을 유자가공연구에 전념한 中西正昭의 연구업적으로 평가된다. 이곳의 주요 연구

실적을 보면 매년 현재의 유자 산지별 수확시기의 성분과 품질을 분석하여 문제점을 개선하였으며 생과로 출하된 상품 유자이외의 유자원료는 일차로 유자과즙을 착즙하여 냉동저장하여 장기보관하면서 유자쥬스, 유자간장, 유자식초, 유자분말 등을 제조 시 원료로 사용하는 가공기술을 처음으로 개발하여 실용화 하였으며 착즙후 발생하는 유자과피와 과육찌꺼기는 유자잼, 유자과자, 유자마마레이드, 유자절임, 입욕제, 유자향료 등에 사용하는 방법을 실용화 시켰다. 그 밖에 생산자 단체가 운영하는 유자 가공공장의 다양한 제품 개발 및 기술 지도를 실시하여 고부가가치 유자가공제품 생산기반을 구축하는 데 크게 기여하였다.

일본의 유자연구는 이러한 전문 연구기관을 중심으로 유자 생산자 단체가 겪고 있는 현장의 문제점을 분석하고 이를 개선할 수 있는 실용적인 연구가 추진되었다. 그러므로 대부분의 유자 연구결과가 산업화에 적용되어 유자원료의 생산, 유통과정을 개선하고 다양한 유자 가공 제품개발과 품질향상에 기여할 수 있었다. 최근 일본의 유자가공산업이 성장하여 생산되는 유자생과의 70%이상을 가공용으로 사용하고 있으며 이에 따른 유자가공 부산물인 과피 및 과육찌꺼기의 대량 발생으로 환경오염의 문제가 발생될 우려가 있어 이를 자원화할 수 있는 연구가 시도되고 있다.

국내의 유자연구는 1972년에 처음으로 유자의 amino acid 함량과 화학적 성분 분석에 관한 연구가 시도되었으나 중단되었으며 1987년 이후 유자의 이용성 확대를 위한 유자성분 및 유자차의 이화학적 특성에 관한 연구가 재개되었으며 유자 생산량이 크게 증가한 1990년 이후 솔비톨의 당 대체효과에 의한 유자차의 품질 안정성 연구, 유자 착즙액의 화학적 특성 분석, 착즙방법에 따른 유자과즙의 향기 성분 연구, 착즙 방법에 따른 유자과즙의 품질 비교 연구 등이 수행되었으며, 1993년에 국내 유자 제일 주산지인 전남 고흥군 두원농업협동조합에 한국식품개발연구원의 기술지원을 받아 유자쥬스 가공공장을 처음 설립되었다.

그리고 농림기술개발연구과제로 1995년부터 1997년까지 국내산 유자의 가공이용 및 저장성 증대에 관한 연구가 한국식품개발연구원에서 수행되어 유자원료의 세척 및 수냉각에 따른 원료의 저장중 품질의 변화, 착즙방법에 따른 유자과즙의 품질특성, 장기저장을 위한 동결처리시의 유자과즙의 품질특성, 유자과피의 특성 및 활용기술개발, 유자과즙 및 과피를 이용한 제품 개발등의 연구가 연차적으로 수행된 바 있다. 그러나 현재까지 국내 유자관련 연구는 대부분이 국내산 유자 및 유자과즙의 성분분석에 치중하여 있으며 국내 유자의 재배지역이 확대되고 생산량이 급증하였으나 실험에 사용한 시료가 일부지역에 편중하여 있다. 그리고 대부분의 연구결과가 당면한 유자 과잉 생산 문제에 대한 실질적인 해결방안으로 활용되지 못하고 있다. 또한 유자쥬스, 유자농축액, 유자혼합음료, 유자비누 등의 제품이 일부 생산되고 있으나 유자의 착즙율 저하와 소비자의 기호성과 인지도가 부족하여 정상적인 제품 생산·판매가 어려운 실정에 있다.

현재 남부해안 지방에서 재배되는 유자는 그 지역의 재배농가에 오래동안 경제적 소득기반을 마련해 준 과실로서 경제작물로서 이를 대체할 다른 농작물이 없다는 절박한 현실을 주시할 필요가 있다. 유자는 세계적으로 한국과 일본에서만 생산되며 구연산 및 비타민류의 기능성 물질과 뛰어난 향기성분을 가진 독특한 과실로서 일반 소비자들이 쉽게 이용할 수 있는 생과 조리방법과 건강음료 및 기능성 식품 소재 등의 활용방법이 개발되고 소비자에 대한 홍보활동이 지속적으로 뒷받침되면 생산농가 소득 증대와 국민건강 증진에 크게 기여 할 수 있을 것이다. 유자는 수입농산물의 개방화 시대에 국내 소비량만 확보되면 가장 안정된 농산물로 자리 잡을 수 있으며 가까운 일본에서 소비자의 기호성과 인지도가 매우 높아 수출 가능성도 매우 높은 것으로 평가되고 있다.



## 제 2 절 연구개발의 필요성 및 목표

### 1. 연구개발의 필요성

#### 가. 기술적 측면

- 1) 유자는 재배지역, 기후조건, 수확시기 등에 따라 생과와 물성이 차이가 있어 이를 생과 및 가공원료로 효과적으로 이용하려면 무엇보다도 생산지역별·수확시기별로 유자 성분 및 물성에 관한 연차별로 체계적인 분석자료가 필요하나 국내에서 현재까지 단편적인 분석자료밖에 없어 유자 생과 및 가공원료의 활용방안에 따른 적기 수확 및 원료 가공확보에 어려움을 겪고 있다.
- 3) 국내에서 유자의 안정적 소비를 위해서는 유자 출하기에 각 가정에서 유자 생과의 이용을 극대화할 수 있도록 현대인에게 매력적인 유자생과를 이용한 다양한 조리법 개발이 필수적이다 이와 함께 현대인은 생리활성이 있는 기능성 식품에 대하여 관심이 지대하므로 유자의 기능성 특성을 연구하고 함유되어 있을 것으로 예상되는 기능성 물질을 분리, 확인하는 실험을 병행하여 그 결과를 소비자에게 알리는 것 또한 소비촉진을 위하여 대단히 중요하다고 생각된다.
- 4) 유자는 생과의 저장성이 낮기 때문에 생과 출하후 대부분을 가공제품의 원료로 사용하여야 부가가치가 높다. 유자 가공 원료는 유자과즙과 유자 과피로 나눌 수 있으며 이 중에서 무엇보다도 유자 음료, 유자 식초, 유자 농축 주스 등의 다양한 제품 개발의 원료가 되는 유자과즙의 생산이 매우 필요하다.
- 5) 그러나 현재 국내 유자 착즙율은 평균 10~12%으로 일본의 경우 15~17%보다

5~7% 낮게 나타나고 있으며 이러한 원인은 유자 착즙기의 성능 저하 및 유자 수확시기의 부적합 등과 관계 있는 것으로 생각되며 따라서 유자 착즙기의 구조개선 및 적정 작업조건과 유자의 적정 수확시기 확립을 통한 유자 착즙율 향상에 관한 연구가 필요하다.

- 6) 유자과즙의 착즙후 대량의 유자과피 및 과육의 부산물이 발생하기 때문에 이를 효과적으로 활용할 수 있는 연구가 실용화되지 않으면 귀중한 식품원료가 폐기되어 환경오염의 문제를 발생시킬 우려가 있으며 유자착즙액 생산의 원가상승으로 인한 유자가공제품의 가격상승 등의 문제가 있다. 그러므로 유자과피와 과육에 존재하는 것으로 알려진 고부가가치 식품소재로 활용되는 유자향 및 식이섬유(펙틴 등)의 최적 추출 및 정제방법을 확립하고 이를 산업화할 수 있는 연구가 뒷받침 되어야 한다.
- 7) 유자의 홍수출하를 방지하고 유자 생과의 크기와 품질을 고급화시키기 위하여 일본처럼 유자 수확시기 2~3개월 전에 청유자 상태로 일부 수확하여 레몬과 같은 향신제 과실로 이용할 수 있는 방안을 간구하여야 하며 그리고 유자의 수확 후 선도를 유지하며 3~4 개월 동안 보관할 수 있는 새로운 유자의 장기 저장 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.
- 8) 일본 유자 가공기술은 1980년 이후 유자 생산량 증가에 따른 유자 생과 가격의 안정적 유지와 생산 농가의 소득기반 안정화를 위하여 일본 高知県 公업 기술센터를 중심으로 유자 신제품 가공기술 개발을 적극적으로 추진하였다. 현재 250가지 이상의 유자 가공 제품이 개발되어 판매되고 있으며 유자 생산량의 70% 이상이 가공용 원료로 이용되어 고부가가치 농산물 가공제품으로 확실히 자리잡고 있다. 주요 유자제품으로 유자 주스, 유자 간장, 유자식초, 유자 잼, 유자 절임류 등이 있으며 각종 식품의 향신료와 유자비누, 유자 욕제 등으로 다양하게 이용되고 있다.

따라서 향후 국내 유자 가공산업의 체계적인 육성과 발전을 위하여 일본의 유자 생산 및 가공기술 현황에 관한 조사가 필요하다고 본다.

#### 나. 경제·산업적 측면

- 1) 국내 유자 생산량은 재배면적과 성과목 증가로 인하여 매년 증가하여 1997년도 18,372톤에 달하고 있으며 재배면적도 4,608 ha로 1991년도에 비해 재배면적과 생산량이 2배 이상 증가하였으나 가격폭락으로 매년 생산량이 감소되어 2001년 현재 전체 유자생산량은 12,000톤 규모로 추정되고 있다. 유자의 국내 시장규모는 생과를 기준으로 약 400억 원 정도로 추정되고 있으며 최근 유자 생산량의 급격한 증가와 소비량의 정체로 인하여 유자 생과가격은 매년 크게 하락하고 있어 국내 유자 생산기반을 위협하고 있다.
- 2) 세계적으로 유자생산지역은 한국과 일본에 국한되어 있으며 일본의 경우 유자에 관한 지속적인 홍보효과와 다양한 유자 가공제품 개발로 인하여 소비자의 기호성이 매우 높으나 재배지역이 四國지방에 한정되어 생산량이 정체되고 있으며 2~3년 주기로 흉작이 발생하여 유자원료가 부족한 실정이다. 따라서 국내 유자생과의 수출은 잔류 농약, 해충 등으로 큰 제한을 받고 있으나 유자의 가공원료로 사용되는 유자과즙의 수출은 1997년도에 처음 300톤을 일본에 수출하였으며 앞으로 수출량이 확대될 전망이다.
- 3) 일본의 유자 생산량은 연간 14,000톤 규모이며 이중에서 약 65%인 9,000톤이 四國인 高知県(5,000톤), 徳島県(3,000톤), 愛媛県(1,000톤)에서 생산되고 있으며 특히 이중에서 高知県 전체 생산량의 약 30%를 점유하며 일본 유자가공산업의 본고장으로서 유자 가공제품이 高知県 내의 농산물 가공품의 88%, 판매액이 22억엔 규모를 차지하고 있어 국내 유자과즙원액을 수출할 경우 高知県 내의 유자 생산단체 및

가공회사와 적극적인 수출협상이 필요할 것으로 판단된다.

- 4) 향후 국내 유자 생산농가의 자율적인 생산량 조절로 인하여 전체 생산량을 20,000톤으로 기준 할 때 유자과즙원료의 대일 수출물량은 국내 생산량의 약 30% 수준인 6,000톤 규모(생과기준)까지는 가능할 것으로 보이나 그 이상의 경우 수출원가의 하락 및 일본의 수입규제방안 강화 등이 예상되어 매우 어려울 것으로 판단된다. 따라서 무엇보다도 유자의 대일 수출촉진과 함께 국내의 유자생과 및 가공제품 소비확대에 전력을 다하여야 할 것이며 또한 유자 재배면적 및 생산량의 자율적인 조절이 필요할 것으로 본다.

#### 다. 국내·외 관련기술의 현황

##### 1) 국외

일본최대의 유자산지인 高知県 산하공업기술센터에서는 매년 8-10 주요산지의 농협유자가공공장에서 생산되는 유자과즙의 산지별 성분분석과 유자생과의 부위별 구성비등을 조사하여 유자생과와 과즙의 품질상태를 파악하고 조사결과를 토대로 품질변화의 원인을 분석하여 우수한 품질의 유자생산 및 가공에 관하여 생산농가와 가공공장에 기술지도를 수행하고 있다.

山崎裕三<sup>9)</sup> 등이 분석한 1990년산 일본유자내 증발잔사(蒸発残渣) 9.97%, 회분 0.64%, 산도(구연산) 5.96% 아미노테질소 34.5mg%, 비타민 C 34.5mg%로 평년치와 유사함을 보였으며 부위별 구성비율은 과피 44.2%, 과즙 20.3%, 종자 10.5%, 유자과육은 22.7%로서 정 등이 분석한 국내산 유자성분과 부위별 구성비와 비슷한 수치를 보였다. 이러한 연구분석결과를 볼 때 한국산 유자는 성분과 부위별 구성비율이 일본산과 거의 동일하기 때문에 유자의 대일 수출 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

1970년 대 이후 일본유자의 생산량이 증가하면서 유자원료를 이용한 다양한 가공제품 개발이 추진되었다. 특히 고지현 공업기술센터의 中西正昭<sup>7)</sup>가 중심이 되어 25년간 유자 신상품개발에 관한 연구가 고지현 청과생산자단체인 농협가공공장의 지원을 받아 본격적으로 시도되었다. 주요 연구내용을 보면 유자, 소하(小夏), 양매(楊梅)등의 과실을 혼합하여 향료를 제조하고 이를 활용하여 유자샤브데, 유자케이크, 유자젤리, 유자양갱, 유자전병 등의 10여종의 과자류를 제조하고 관능검사를 하여 유자상품을 개발하였다. 또한 유자과즙을 이용한 음료와 이를 감귤과즙과 혼합한 혼합음료를 개발하였으며 유자과즙을 소량으로 쉽게 이용할 수 있는 유자과즙 스틱포장을 개발하여 편의성과 소비확대에 기여하였다.

中西正昭<sup>3)</sup>등은 진공동결건조방법을 이용하여 유자과즙의 분말화에 관한 연구결과 유자과즙의 건조온도는 10℃, 20℃, 30℃에서 관능적이 품질은 큰 차이가 없었으며 건조시간은 3.5-5.5시간으로 건조온도가 10℃내려가면 건조시간이 1시간 연장된다고 하였다. 이때 건조수율은 약 12.7%이며, 분체비중은 1.524g/ml였다. 그리고 유자과즙분말은 흡습성이 매우 높기 때문에 포장시 투기성과 내유성이 매우 높은 KOPP, OPP, 알루미늄, 증착PE필름등을 보고하였다.

中西正昭<sup>6)</sup>는 유자의외피에 포함되어 있는 정유성분을 채취하여 이를 가공식품의 첨가향료로 이용하였다. 용제추출방법은 원료와 용제비율을 1 대 1로 하였고 추출시간은 24시간였다. 추출 전처리로서 유자과피를 냉동파쇄 하였으며 추출된 정유는 강한 유자향을 가지고 있어 가공식품용 향료로 충분히 사용할 수 있다고 보고하였다. 여기서 착즙하지 않는 유자생과의 과피에서 채유량을 100%로 기준하였을 때 동결파쇄처리는 62.5%, 해동파쇄 처리는 46.1%의 정유는 채취할 수 있었으며 이러한 원인은 유자착즙과정에서 약 40%의 정유성분이 과즙으로 이동하기 때문이라고 하였다.

中西正昭<sup>1)</sup>는 10월 하순에 수확된 유자생과를 착즙하여 유자과즙을 제조하여 시료별 150ml 용량을 97 $\mu$ cup 포장필름, 투명병 등의 포장용기에 충전후 -25~-30 $^{\circ}$ C의 동결저장(어두운 곳), 3 $^{\circ}$ C의 냉동저장(어두운 곳), 실온(밝은 곳), 32 $^{\circ}$ C의 항온기 내에 저장한 후 저장기간별 시료의 품질변화를 분석하였다. 실험 결과, 시료의 비중, 당도, 구연산 등은 저장기간 중 약간의 감소경향을 보였으나 pH는 1년간 거의 변하지 않았으나 32 $^{\circ}$ C 항온용 기구에서는 약간 증가 경향을 보였으나 비타민 C는 저장온도가 낮을수록 감소속도가 지연되었다. 저장구별로 제품의 안전기간(life cycle)을 보면 동결저장구는 1년 이상 냉동구는 약 10~12개월, 실온저장은 5개월, 항온기 저장은 약 1개월로 예상된다고 하였다.

中西正昭<sup>5)</sup>는 고지현내에서 재배되는 유자과즙가공공정과 제조조건에 따른 품질차이를 조사하고자 유자수종을 실생과(實生果)와 접목과(接木果)로 구분하고 착즙방법을 기계식과 수작업으로 나누어 유자과즙의 품질을 분석하였다. 그는 과종차이에 따른 과즙 품질은 실생과의 과즙이 접목과실의 과즙과 비교해서 우수하였으며, 기계식 착즙방법에서 착즙기계회사인 川島式과 大井式을비교한 결과 유자과즙의 품질차이가 없었으나 수작업과 비교하면 압착강도차이에 따라 약간의 품질차이가 있었다고 보고하였다.

中西正昭<sup>4)</sup>는 유자과즙의 용기부족과 저장 및 운반성을 향상시키는 목적으로 역침투법에 의한 농축실험을 연구한 결과, 농축배율이 약 2~2.5배가 한계였으며 향, 맛 등의 평가는 괜찮으나 수용성 펙틴 및 카로티노이드계 색소로 이루어진 페이스트상 물질의 막면에 부착되며 과즙의 색상이 희여지는 경향이 있어 실용성과 경제성을 고려해보면 개선할 문제점이 있는 것으로 보고하였다.

山崎裕三<sup>8)</sup>등은 유자과즙의 장기동결저장시 유자과즙의 품질변화와 용기재질에 관한 실험을 수행한 결과 1년 반 동안 -25 $^{\circ}$ C동결저장 실험결과 유자과즙의 성분의 pH, 산도, 가용성 고형분증발잔사 등은 변화는 없었으나 비타민 C와, 아미노태질소의 경우

비타민 C는 잔존율이 82~85%, 아미노태질소는 75~81%으로 약간 감소경향을 보였다. 저장용기는 재질이 NY/PE/EUA인 플라스틱용기가 유자과즙저장보관에 가장 우수하였으며 금속캔종류는 유자과즙의 정유성분과 pH가 매우 낮아 장기저장으로 인한 캔 내부에 부실현상이 일어나 유자과즙의 장기보관용기로 부적하다고 하였다.

中西正昭<sup>2)</sup>는 유자수확기를 앞당겨 9월 중순경에 수확된 청유자를 1년간 동결저장실험을 하였다. 동결저장의 전처리로서 청수크레스의 효과가 컸으며 동결저장 중 클로로필분해가 적어 색소가 매우 양호하였으나 해동후 시료를 실온에 방치해두면 클로로필이 급속히 분해되어 유도체를 생성하여 환원형 비타민 C의 감소가 빠르나 이를 저온으로 하여 분해속도를 조절할 수 있었다고 하였다. 청유자와 동결저장 청유자의 방향성에 관하여 가스크로마토그래피 수치와 관능검사를 비교한 결과 큰 차이가 없었다고 하였다.

太田英明<sup>10)</sup>등은 유자과즙의 착즙에 주로 사용되는 벨트식 착즙기를 기준으로 원심식 착즙기 및 인라인 착즙기 등의 3가지 형태의 유자 착즙기에 관한 착즙율 및 과즙품질을 비교실험한 결과 원심식 착즙기의 과즙수율은 28~30%이며 벨트식 착즙기의 18%보다 높았으며 원심식 및 인라인식 착즙기의 과즙의 가용성 고형물은 벨트식 보다 높았으며 산도는 낮았다고 하였다. 또한 원심식 착즙기의 회수유량은 벨트식 착즙기의 약 50% 였으며 색도 b값 및 펄프 함량이 벨트식 보다 높았으며 회수유량의 향기성분 함량이 벨트식이 원심식의 2배, 인라인의 10배 였다고 보고하였다.

近 雅代<sup>11)</sup>등은 유자 및 레몬 과피의 색상 및 카로티노이드(carotenoid) 함량의 계절적 변화에 관한 연구에서 과피의 적색도 a값과 카로티노이드의 상관관계에서 유자의 경우 0.955, 레몬의 경우 0.956으로 매우 높은 상관도를 보였으나 과즙의 당산도비는 a값의 증가에 따라 큰 변화를 보이지 않았다고 하였다. 그리고 유자의 클로로필은 녹색시에는 다량 존재하였으나 완숙시에는 완전히 없어지나 레몬의 경우 녹색시에는 유

자의 절반 정도의 적은 량이나 완숙시에도 클로로필이 미소량이 남아 있다고 하였다.

橋永文男<sup>12)</sup>등은 유자종자중의 향성분인 limonids를 추출하여 성분을 분석한 결과 유자 종자에는 다른 감귤류에도 존재하는 limonids가 있으며 그 중에서 limonin이 전체의 32%, nomilin이 16.8%, ichagensin이 15.6%, deacetylnomilin이 14.9%을 차지하며 각각의 함량은 모두 220 $\mu$ g/g 이상이었다고 보고하였다.

李忠富<sup>13)</sup>등은 유자과즙의 갈변과정에서 furfural과 5-hydroxymethylfurfural의 관련성에 관한 연구에서 아스코르빈산(ascorbic acid)과 furfural과의 상관도는 0.99로 매우 높았으며 furfural은 아스코르빈산의 비산화적 분해에서 생성되며 dehydroascorbic acid도 갈변현상과 깊은 관련이 있다고 하였다.

惹木忠治<sup>14)</sup>는 温州감귤의 과즙가공적성에 관한 연구에서 특히 원료의 화학적 성분과 과즙품질과의 연구에 중점을 두고 식미평가에서는 과즙의 당, 산함량과 기호성, 주요 품종별 당, 산함량, 산지, 수확시기 당, 산함량, 고미성분 등을 분석하였으며 원료의 회수분량 및 향기성분특성을 분석하였다. 그리고 과즙제조과정에서 과즙의 기호성 분석에서 인자인 착즙기의 착즙율과 과즙의 관능평가를 분석하였다.

## 2) 국내

정<sup>15)</sup>은 국내 최초로 유자의 성분인 amino acid의 함량을 구명하기 위하여 유자와 하귤(夏橘)을 각각 비교 검토한 결과 유자와 하귤 중 총 amino acid 수는 17종, 미확인 3종을 합하여 20 여종에 달하였으며 과피 중 유자와 하귤의 amino acid 함유량은 전자는 proline 16.48mg/100mg, 후자는 aspartic acid 32.68mg/100mg이 제일 많았으며 histidine은 함유량이 적었다고 하였다. 과육 중에는 유자의 경우 aspartic acid 32.68mg/100mg, 하귤은 proline 20.92mg/100mg 가장 많았으며 전자에 histidine



1.32mg/100mg, 후자에는 tyrosine 1.18mg/100mg로 비교적 적었다고 보고하였다.

정<sup>16)</sup>은 한국산 유자의 화학적 성분을 일반성분은 유자의 수확시기별로 4단계로 나누어 분석하였으며 특수성분은 성숙기 유자의 amino acids, vitamin C, 유리당, 유기산, 향기성분 등을 분석하여 수확시기별 성분변화가 식물생리에 미치는 영향과 식품의 효과적 이용에 관하여 연구하였다. 그는 식품의 효율적 이용으로 유자의 과피와 과육을 사용할 수 있으며 미숙과는 citric acid 제조용, 성숙과는 과즙제조원료로 사용할 수 있다고 하였다.

이<sup>17)</sup>등은 국내산 유자의 이용성 확대를 위하여 유자원료와 유자차의 이화학적 특성, 향기성분 및 유자씨의 지방산 조성 등을 분석하였다. 유자의 평균중량은 196g이며 조성비를 보면 과즙이 18.8%, 씨 16.3%, 껍질 46.6%이고 과육이 28.3%였으며 당도는 8.8°Bx, 산도 2.1%로 당산비는 4.2이며 유자차는 당도 45°Bx, 산도 0.9%였다고 하였다.

차<sup>18)</sup>등은 유자청의 품질안정성에 관한 연구에서 유자청 제조시 다량의 설탕사용으로 인한 문제점을 개선하고자 당의 일부를 솔비톨로 대체하여 저장기간중의 유자청의 품질을 상호비교한 결과 대조구간의 성분변화가 무시할 정도여서 솔비톨에 의한 유자청 품질유지가 효과가 있다고 보고하였다.

이<sup>19)</sup>등은 유자주스 제조시 착즙방법에 따른 유자착즙액의 특성 및 향기성분을 연구하였다. 착즙방법은 유압기를 이용한 압착식과 과일쥬스제조에 사용하는 마쇄원심분리식을 사용하였다. 유자착즙액의 산도와 투과도는 원심분리식보다 압착식이 높았으며 pH, Brix, 펄프, oil성부상물, 아미노태 질소와 수율은 원심분리식이 압착식보다 높았으며 유리당은 원심분리식이 압착식보다 2배 높았다고 하였다. 주요 향기성분은 압착식의 경우 *dl*-limonene,  $\alpha$ -terpinene,  $\beta$ -farnesene, sabinene, linalool,  $\beta$ -myrcene, terpinolene이었고, 원심분리식은 *dl*-limonene,  $\alpha$ -terpinene, sabinene, linalool,  $\beta$

-myrcene,  $\alpha$ -pinene, linalool, terpinolene였다. 이 중에서 *dl*-limonene과  $\beta$ -terpinene이 전체의 78~83%을 차지한다고 보고하였다.

정<sup>20)</sup>등은 유자과즙 이용성 확대 방안의 일환으로 착즙방식에 따른 유자과즙의 향기성분을 비교 분석하기 위해 회전식 마쇄착즙, 압착식 및 벨트식 착즙방법을 사용하여 유자과즙을 착즙하였으며 이들 시료를 GC/MS로 향기성분을 분석한 결과, 벨트식 착즙방법에서 보다 많은 향기성분 peak가 확인되었고, 향기성분에 대한 회수함량도 벨트식에서 가장 많아 회전식 마쇄 착즙방식의 약 1.36배, 압착식의 약 1.59배 정도였다고 하였다. 그리고 그 조성은 주로 limonene이 76.87%로 가장 높고 그 외에  $\beta$ -terpinene 및  $\alpha$ -terpinene과 같은 탄화수소류가 주종을 이루고 있으며, linalool의 비율도 타 착즙방식에 비하여 벨트식 착즙방식이 높았다고 하였다.

정<sup>21)</sup>등은 유자 과즙의 착즙방식에 따른 유자 과즙의 품질을 비교 분석하기 위하여 회전식 마쇄착즙, 압착식 및 벨트식 착즙법을 이용하여 유자과즙을 착즙한 결과, 회전식 마쇄착즙방식에 의한 과즙수율은 24.49% 수준으로 가장 높게 나타났으며, 압착식은 18.09%, 벨트식은 12.60%로 각각 나타났으며 압착식 및 회전식 마쇄 착즙방식에 의한 과즙의 가용성 고형물은 11°Brix 수준으로 벨트식의 9°Brix에 비해 다소 높았으나 적정산도는 벨트식이 6.1%로 가장 높고, 회분량은 유사한 수준으로 나타났으며, 오일 및 펄프 함유량도 벨트식에 비해 2~4배 정도 높았다고 하였다.

정<sup>23)</sup>등은 유자를 마쇄식 및 벨트식으로 착즙조건을 달리하여 착즙한 유자과즙을 5°C 저온저장과 -20°C로 동결저장하면서 저장기간에 따른 품질변화를 분석한 결과 벨트식으로 착즙한 유자과즙은 마쇄식에 의해 착즙한 것에 비해 품온강하가 다소 빨랐으며 빙결점은 약 0.8~0.9°C 수준이었으며 저장 유자과즙의 pH 변화는 마쇄식으로 착즙한 과즙은 저장기간의 경과에 따라 서서히 증가하여 저장 6개월째에는 3.2로 다소 증가하였으나 벨트식 착즙 과즙은 저온 및 동결저장 처리구에서 모두 2.6으로 거의 변화

가 없었다고 하였다.

정<sup>23)</sup>등은 유자의 수확후 표면부착 이물 및 협잡물 등의 제거를 위한 세척효과와 저장 중의 수분감소의 방지효과를 높이기 위해 침지 및 살수 겸용의 냉수냉각 방식에 의해 유자의 냉각특성 및 저장 중 품질변화를 조사하였다.

## 2. 연구개발의 목표

최근 유자 생산량의 급격한 증가에 따른 가격폭락으로 재배농가가 큰 어려움을 겪고 있는 국내산 유자의 생과 및 가공제품의 소비확대와 유자과즙의 대일 수출을 활성화하기 위하여 유자의 지역별·수확시기별 물성 및 성분을 분석하고 근적외선 분광분석법(NIR analysis)을 이용한 유자 성분 및 품질의 신속 분석모델을 개발한다. 유자의 수확후 장기저장 기술, 유자의 착즙을 제고를 위한 가공기술, 착즙과정에서 대량으로 생산되는 유자 과피·과육 부산물의 활용기술 등을 개발한다. 그리고 유자의 소비촉진을 위한 생과의 다용도 활용방법을 연구하며 유자관련 인터넷 홈페이지를 작성하여 유자품질의 우수성과 기능성 효과를 홍보함으로써 유자의 소비확대와 수출증대를 통하여 국내 유자 생산기반을 견고히 하여 생산농가의 소득향상에 기여하고자 한다.

제 2 장 유자의 지역별·수확시기별  
물성 및 성분분석

## 제 1 절 유자의 물성 및 성분분석

### 1. 실험재료

국내 유자 주요산지인 전남 고흥군 두원면, 완도군 고금면, 경남 거제시 사등면, 남해군 설천면 등의 4개지역에서 연도별로 1999년도, 수확시기별로 10/20, 11/03, 11/26, 3단계, 2000년도, 수확시기별로 10/25, 11/14, 11/23, 12/5 등의 4단계, 2001년도, 수확시기별로 10/25, 11/14, 11/23, 12/5 등의 4단계로 구분하여 각각 시료를 채취하였다.

### 2. 실험 방법

유자산지별, 수확시기별로 유자시료 각각 10개씩 선정하여 시료개체당 무게와 과피, 과육, 과즙, 종자 등의 부위별 무게 및 중량비를 측정하였다. 그리고 영상처리장치를 이용하여 유자의 외형적 특성을 분석하였다. 유자과즙성분 분석을 위하여 유자과즙 채취는 본 연구에서 개발된 체인벨트식 유자착즙기를 사용하였으며 착즙된 유자과즙의 당도, pH, 산도, 유성부산물, 비타민 C, 색도(L\*, a\*, b\*)등을 분석하였다. 당도는 굴절당도계(No. 501, N.O.W. Co., Japan)로 측정하였으며 pH는 pH meter(No. 220 Corning Co. U.S.A)로 측정하였다. 산도는 0.1N NaOH용액으로 pH 8.0이 될 때까지 적정하여 NaOH용액의 소비된 용량(ml)을 구한 다음 구연산으로 환산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{0.1N\text{NaOH적정소비량}(ml) \times 0.1N\text{NaOH의 factor} \times 0.009}{\text{시료량}} \times 100$$

유자착즙시 발생하는 유자과즙의 유성부산물은 착즙된 유자과즙 100cc를 메스실린더 용기에 넣어 교반을 한 다음 1시간이 지난 후 유자과즙 상부층에 형성된 유자의 유성부산물 비율을 측정하였다.

비타민 C는 유자과실을 세척 후 유자 착즙기로 착즙한 원료를 여과하여 HPLC로 측정하였는데, filter는 0.45nm PVDF Syringe Filter를 사용하였다.  
HPLC의 분석조건은 표 2-1과 같다.

Table 2-1. Conditions of HPLC for Vitamin C analysis

---

Column : YMC-Pack Polyamine II column(4.6×250mm)  
Detector : UV(254nm)  
Mobile phase : Acetonitrile/50mM NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(70:30%V/V)  
Flow rate : 1.0ml/min  
Column temp. : 40 °C

---

유자과즙의 색도값(L\*, a\*, b\*)는 유자과즙 20cc를 액상측정용기에 넣은 다음 색차계 (C330, Minolta, Japan)로 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

표 2-2은 1999년도 유자산지별, 수확시기별 유자시료의 개체당 무게와 부위별 무게비를 이며, 표2-3는 유자과즙의 주요 성분인 당도, pH, 산도 등을 나타낸 것이다. 유자시료 개체당 무게를 보면 수확시기가 이른 10/20일 경우 83.8~95.2g 였으며 성숙기인 11/03일 경우 111.8 ~152.6g, 11/20일 경우, 158.8 ~167.6g으로 수확시기가 성숙기에 달할수록 유자시료 개체당 무게가 크게 증가하고 있음을 나타냈다. 유자시료의 부위별 무게비를 보면 과피가 40.0 ~ 49.0%, 과육이 19.8 ~ 29.1%, 과즙이 12.4 ~ 23.1%, 종자가 9.0 ~ 15.2%였다. 유자과즙의 주요성분인 당도는 8.1 ~ 10.0 Brix, pH

는 2.72 ~ 2.87, 산도는 4.24~5.43%로 나타났다. 표 2-4는 영상처리장치를 이용하여  
 유자시료의 외형적 특성을 분석한 것이고 그림 2-1은 유자시료 영상이미지 실패를 나  
 타낸 것이다.

표 2-2. 유자 산지·수확시기별, 시료무게 및 부위별 무게비

유자 산지	수확일	시료중량	과피		과육		과즙		종자	
	(‘99)	(g)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
고흥 두원	10/20	95.2±8.4	40.0±3.43	42.2±3.0	21.6±2.5	22.7±1.8	17.2±4.7	17.9±3.9	13.8±2.0	14.6±2.3
	11/03	111.8±11.2	47.6±5.3	42.6±2.2	32.5±4.3	29.1±2.3	16.8±3.9	14.9±2.5	11.9±2.7	10.7±2.6
	11/26	161.4±7.9	66.0±10.9	40.8±5.8	35.4±3.9	21.9±1.8	39.9±2.5	24.8±1.7	14.6±3.4	9.0±2.0
거제 사등	10/20	83.8±6.1	35.3±3.5	42.2±3.2	19.9±2.0	23.8±2.2	14.3±3.8	17.0±4.2	12.6±2.0	15.2±2.9
	11/03	127.3±11.0	53.8±3.9	42.3±2.2	28.9±4.0	22.7±2.2	25.2±4.7	19.8±2.9	15.5±1.8	12.3±2.1
	11/26	160.1±17.4	69.4±11.2	43.1±3.0	34.7±3.5	21.7±1.5	37.0±4.8	23.1±1.9	14.9±2.3	9.4±1.8
완도 고금	10/20	91.9±8.3	43.0±3.9	46.8±2.0	22.2±2.3	24.2±1.7	11.4±2.3	12.4±2.1	13.4±1.4	14.6±1.4
	11/26	167.6±15.2	79.0±7.0	47.2±3.1	33.2±3.1	19.8±1.2	35.3±5.9	21.0±1.8	16.9±2.6	10.1±1.5
남해 설천	11/03	152.6±10.1	74.9±7.3	49.0±2.4	34.2±3.3	22.4±1.6	24.3±3.0	15.9±1.9	16.5±1.8	10.9±1.2
남해 창선	11/26	158.8±7.9	76.3±4.0	48.0±1.5	34.1±2.7	21.4±1.3	30.8±5.0	19.4±2.7	14.8±1.6	9.4±1.2

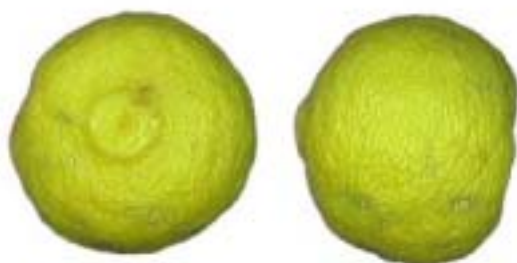
표 2-3. 유자 산지·수확시기별, 유자과즙의 성분분석

유자산지	수확일	유자과즙 주요성분		
	('99)	당도	pH	산도(%)
고흥 두원	10/20	8.08	2.86	4.24
	11/03	8.70	2.80	4.79
	11/26	9.4	2.82	4.43
거제 사등	10/20	9.0	2.81	4.81
	11/03	9.05	2.84	4.23
	11/26	9.9	2.85	4.62
완도 고금	10/20	9.0	2.78	5.31
	11/26	9.7	2.87	4.31
남해 설천	11/03	9.85	2.72	5.43
남해 창선	11/26	10.0	2.85	5.23

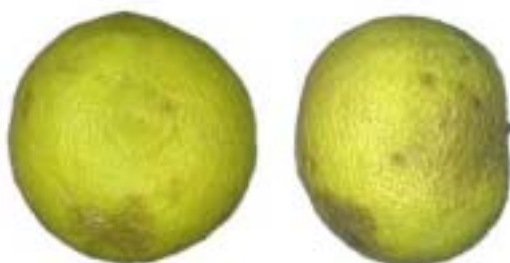
Table 2-4. External characteristics of Yuzu samples

producing area	harvesting data ('99)	section	area(mm <sup>2</sup> )	aspect ratio	max.dia. (mm)	min.dia. (mm)	perimeter (mm)	roundness
Duwon	10/20	front	2434.54±301.9	1.03±0.03	58.94±6.75	54.89±2.19	509.31±359.1	13.06±15.8
		side	2345.36±201.48	1.1±0.02	57.44±2.21	51.19±1.87	347.01±305.4	7.19±12.26
	11/03	front	3072.19±239.44	1.03±0.02	64.2±2.59	59.78±2.37	324.68±31.08	2.76±0.5
		side	2916.17±280.39	1.13±0.03	64.48±2.82	54.12±3.19	331.65±41.52	3.04±0.73
Sadung	10/30	front	2381.06±130.03	1.03±0.02	56.54±1.61	52.33±1.85	319.0±66.26	3.56±1.68
		side	2236.54±143.08	1.13±0.04	56.54±1.52	48.12±2.47	285.05±69.28	3.01±1.57
	11/03	front	3146.71±181.46	1.03±0.01	64.75±1.85	60.91±1.88	380.34±48.41	3.72±0.95
		side	2946.5±215.42	1.12±0.04	64.78±2.08	55.1±3.44	382.04±124.5	4.4±3.48
Gogum	10/20	front	2730.99±167.53	1.02±0.01	60.13±1.96	56.95±2.28	263.56±41.35	2.07±0.65
		side	2445.56±152.99	1.21±0.05	60.38±1.62	48.26±2.53	270.37±44.32	2.42±0.75
Sulchon	11/03	front	3982.65±272.53	1.02±0.01	72.91±2.47	68.53±2.45	365.03±30.76	2.69±0.47
		side	3766.78±226.24	1.13±0.06	73.54±2.88	62.29±2.4	348.48±50.3	2.6±0.69

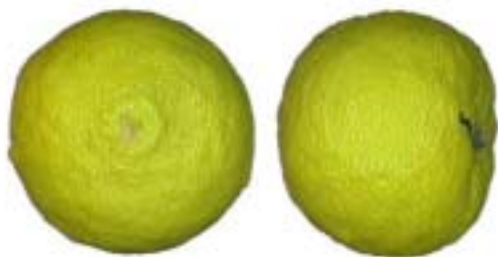




Duwon



Sadung



Sulchon

Fig. 2-1. Example of image data(front, side) for Yuzu samples  
(harvesting date: 1999, 11. 3)

표 2-5는 2000년도 유자산지별, 수확시기별 유자시료의 개체당 무게와 부위별 무게비를 이며, 표2-6는 1차년도에 개발된 체인벨트식 유자착즙기를 사용하여 착즙한 유자과즙의 주요 성분인 당도, pH, 산도, 비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등을 나타낸 것이다. 유자시료 개체당 무게를 보면 수확시기가 이른 10/31일 경우 122.9~133.6g 였으며 성숙기인 11/23일 경우 128.8~138.6 g으로, 수확시기가 성숙기에달할수록 유자시료 개체당 무게가 증가하고 있음을 나타냈다. 유자시료의 부위별 무게비를 보면 과피가 42.1 ~ 48.6%, 과육이 23.4 ~ 32.8%, 과즙이 12.4 ~ 23.1%, 종자가 10.5 ~ 17.1%였다. 유자과즙의 주요성분인 당도는 6.4 ~ 10.0 Brix, pH는 2.37 ~ 2.78, 산도는 4.97~7.98%, 비타민 C는 18.86~36.82mg%, 유자과즙의 상부에 떠오르는 유상부 유물은 1.67~5.00ml로 나타났다. 표2-7는 영상처리장치를 이용하여 유자시료의 외형적 특성을 분석한 것이고 그림 2-2는 유자시료 영상이미지 실례를 나타낸 것이다.

표 2-5. 유자 산지·수확시기별, 시료무게 및 부위별 무게비

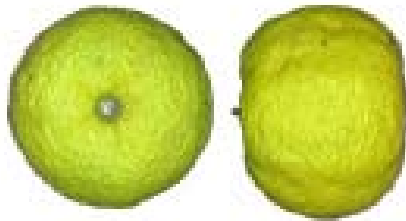
유자 산지	수확일	시료중량 (g)	과피		과육		과즙		종자	
			(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
남해	10/31	133.6±12.5	56.1±7.6	41.9±3.5	43.7±4.1	32.8±3.1	14.2±4.7	10.5±3.1	14.1±4.2	10.5±3.0
	11/14	141.9±5.7	67.0±4.8	47.2±2.1	41.9±3.9	29.5±2.7	19.1±2.8	13.4±1.9	8.4±1.2	5.9±0.9
	11/23	148.8±20.9	72.4±11.4	48.6±2.5	35.4±4.4	23.9±1.8	21.2±5.2	14.1±2.1	14.8±2.4	10.1±1.8
	12/05	136.2±10.5	66.2±5.8	48.6±2.1	31.8±3.4	23.4±2.0	24.6±4.0	18.0±2.1	8.0±1.8	5.9±1.3
거제	10/31	130.4±10.9	50.4±4.4	38.7±1.8	41.3±5.3	31.5±2.3	16.8±3.6	12.8±2.2	13.1±1.2	10.1±1.3
	11/14	112.8±13.4	44.9±9.2	39.5±3.6	36.6±4.5	32.5±2.8	14.2±2.6	12.6±2.4	14.4±2.0	12.8±2.0
	11/23	109.9±20.0	50.8±12.5	45.8±4.9	32.2±5.6	29.4±1.8	13.8±5.1	12.3±2.8	13.5±3.4	12.8±3.8
	12/05	114.9±21.4	50.3±9.6	43.8±1.8	32.1±6.6	27.9±2.0	18.4±3.6	16.1±1.9	12.9±4.3	11.2±2.5
완도	10/31	122.9±11.4	52.3±5.4	42.6±2.3	39.4±5.3	32.1±2.7	13.1±2.4	10.7±1.8	13.1±1.6	10.7±0.8
	11/14	147.9±14.7	68.8±8.6	46.8±2.7	38.6±3.7	26.2±1.5	21.5±3.9	14.5±2.0	12.8±1.8	8.7±1.2
	11/23	144.1±12.1	68.3±7.3	47.4±3.0	35.6±3.9	24.7±2.4	19.7±5.4	13.6±3.2	14.7±2.0	10.2±1.1
	12/05	145.9±7.6	64.3±2.9	44.1±1.7	37.7±3.9	25.8±1.5	25.0±4.7	17.10±2.7	15.1±2.9	10.4±2.3
고흥	10/31	122.8±14.5	46.5±6.1	37.9±2.7	37.4±5.7	30.4±1.9	17.4±4.0	14.0±2.1	14.4±2.3	11.8±1.9
	11/14	124.6±9.0	52.4±3.5	42.1±2.1	37.6±3.2	30.2±1.8	18.6±4.5	14.8±2.9	13.4±4.2	10.8±3.3
	11/23	138.6±15.3	60.4±7.3	43.6±3.4	37.5±6.5	27.0±2.7	22.7±3.7	16.4±1.6	13.6±2.4	9.9±1.0
	12/05	129.6±15.6	57.7±10.5	44.3±4.1	32.0±3.8	24.7±1.2	20.7±5.1	15.9±2.8	15.1±3.1	11.9±3.6
설천	11/23	140.3±10.9	60.2±4.5	43.1±4.5	37.3±6.2	26.5±3.2	23.5±7.8	16.4±4.5	14.7±1.8	10.6±1.5
	12/05	155.1±24.1	72.8±13.4	46.8±2.9	39.8±6.6	25.7±1.8	23.9±5.5	15.4±2.3	14.2±3.2	9.34±2.6

표 2-6. 유자 산지 · 수확시기별, 유자과즙의 성분분석

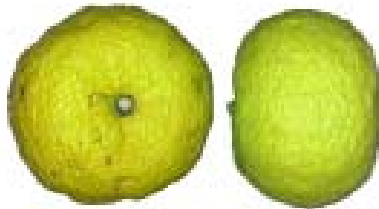
Sample	작증년월일	착즙률 (%)	pH	당도 (Brix)	산도(%)	비타민C (mg%)	유성 부상물 (ml)	색차		
								L*	a*	b*
남해 1	00. 10. 25	16.20	2.48	8.67	7.04	20.07	2.17	54.33	-5.16	17.25
남해 2	00. 11. 14	16.21	2.48	8.50	7.22	36.82	3.17	47.65	-4.70	13.52
남해 3	00. 11. 23	12.95	2.74	7.80	6.27	25.77	3.33	46.33	-4.59	13.01
남해 4	00. 12. 05	12.14	2.46	8.53	6.62	28.79	4.17	44.95	-4.11	12.19
거제 1	00. 10. 25	15.92	2.51	8.27	7.21	30.54	3.00	58.74	-5.69	19.62
거제 2	00. 11. 14	14.61	2.52	6.43	4.97	19.86	3.17	46.55	-4.59	12.57
거제 3	00. 11. 23	8.04	2.55	8.03	6.51	27.89	3.17	45.86	-4.18	11.94
거제 4	00. 12. 05	8.93	2.58	7.30	5.75	23.92	2.33	43.23	-3.52	10.55
완도 1	00. 10. 25	13.58	2.53	7.43	6.17	19.73	1.67	52.31	-5.44	16.00
완도 2	00. 11. 14	14.36	2.45	8.77	6.84	32.05	2.83	48.45	-5.22	13.78
완도 3	00. 11. 23	12.19	2.78	9.60	7.31	30.43	3.50	48.78	-5.39	15.72
완도 4	00. 12. 05	10.34	2.58	8.03	5.96	24.29	2.67	44.61	-4.30	12.56
고흥 1	00. 10. 25	16.60	2.47	7.17	6.26	18.86	2.17	52.10	-4.91	13.69
고흥 2	00. 11. 14	14.55	2.37	9.63	7.98	29.87	3.00	45.61	-4.05	10.84
고흥 3	00. 11. 23	13.23	2.72	9.27	7.52	27.58	2.67	47.98	-4.83	13.69
고흥 4	00. 12. 05	12.71	2.59	10.03	7.34	32.35	4.00	51.71	-5.52	18.74
설천 1	00. 11. 23	11.69	2.73	9.40	7.16	29.22	5.00	47.00	-4.62	13.50
설천 2	00. 12. 05	9.57	2.43	9.83	7.95	24.76	3.83	44.88	-3.87	11.04
	최소치	8.04	2.37	6.43	4.97	18.86	1.67	43.23	-5.69	10.55
	최대치	16.60	2.78	10.03	7.98	36.82	5.00	58.74	-3.52	19.62
	평균치	12.99	2.55	8.48	6.78	26.82	3.10	48.39	-4.70	13.90
	표준편차	2.57	0.12	1.02	0.79	5.05	0.81	4.00	0.62	2.61

Table 2-7. External characteristics of Yuzu fruit samples

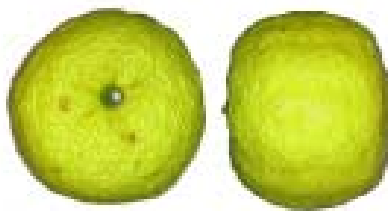
producing area	harvesting data('00)	section	area	aspect ratio	max.dia. (mm)	min.dia. (mm)	perimeter (mm)	roundness
Goheung	10/30	front	3522.04±359.12	1.05±0.04	69.56±3.06	62.41±4.52	539.69±63.28	6.82±2.16
		side	3378.48±365.94	1.14±0.04	70.08±4.11	57.37±2.84	512.73±59.64	6.26±1.26
	11/15	front	3045.85±118.82	1.02±0.01	63.96±1.15	59.72±1.18	476.63±54.36	5.98±1.19
		side	2796.36±173.81	1.18±0.06	64.15±1.11	51.85±2.76	420.89±40.18	5.11±1.06
	11/24	front	4562.64±438.26	1.02±0.01	78.46±3.76	73.18±3.20	642.48±65.51	7.32±1.50
		side	4223.34±392.75	1.16±0.04	78.65±3.84	64.06±3.31	605.46±69.61	6.98±1.41
	12/06	front	4160.22±440.87	1.03±0.01	75.28±4.21	69.32±3.68	647.17±59.58	8.04±0.97
		side	3689.82±436.18	1.21±0.08	74.92±2.68	58.61±5.42	594.48±63.22	7.64±0.93
Gouje	10/30	front	3685.87±263.22	1.07±0.05	71.70±1.71	63.29±4.80	588.95±55.21	7.51±1.02
		side	3436.49±223.28	1.12±0.06	70.85±2.49	58.19±2.18	600.40±57.02	8.42±1.51
	11/15	front	2736.31±231.28	1.04±0.02	61.27±2.54	55.93±2.48	532.56±36.23	8.25±0.50
		side	2519.81±291.89	1.20±0.05	61.46±3.48	48.23±3.09	436.28±35.77	6.09±0.99
	11/24	front	3526.30±267.83	1.04±0.01	70.04±3.12	63.57±1.75	674.53±31.75	10.28±0.56
		side	3555.10±471.11	1.14±0.05	71.93±4.54	59.38±4.44	590.25±74.49	7.86±1.39
	12/06	front	3090.56±357.85	1.04±0.00	65.44±4.17	59.76±3.73	614.34±145.25	9.79±3.46
		side	3495.76±555.08	1.14±0.06	71.56±5.59	58.62±6.52	574.95±60.40	7.65±1.41
Namhae	10/30	front	4363.43±401.41	1.04±0.02	77.09±3.27	70.90±3.29	564.10±75.61	5.92±1.65
		side	3970.08±308.83	1.18±0.04	76.64±2.71	60.56±4.01	507.68±59.80	5.30±1.48
	11/15	front	3584.04±191.43	1.02±0.01	69.78±2.05	64.89±1.66	603.10±57.66	8.11±1.24
		side	3326.13±216.81	1.18±0.05	70.24±2.06	56.54±3.24	511.15±53.05	6.29±1.13
	11/24	front	5005.32±627.97	1.03±0.01	82.42±5.04	76.18±4.61	687.00±61.05	7.55±0.89
		side	4619.99±556.45	1.22±0.04	83.76±5.42	64.74±4.00	619.59±73.22	6.67±1.27
	12/06	front	4882.79±347.04	1.02±0.01	81.67±2.60	75.55±3.03	686.81±70.36	7.76±1.50
		side	4272.53±256.19	1.24±0.06	81.88±2.96	62.35±2.43	651.35±64.15	7.96±1.44
Sulchun	11/24	front	4687.14±252.09	1.02±0.02	79.75±1.88	73.86±2.62	640.55±61.57	7.03±1.35
		side	4265.18±164.12	1.17±0.05	79.42±2.20	63.59±2.27	602.31±73.13	6.86±1.63
	12/06	front	4935.84±1104.14	1.03±0.02	81.63±9.32	75.33±8.28	860.46±87.49	12.06±0.43
		side	4690.38±677.67	1.09±0.05	82.36±6.79	69.51±3.28	711.96±95.43	8.63±1.36
Wando	10/30	front	3855.24±304.50	1.04±0.03	72.53±2.82	66.12±3.22	525.68±81.65	5.82±1.74
		side	3450.39±268.63	1.22±0.06	72.89±3.35	56.48±2.20	492.84±74.37	5.73±1.65
	11/15	front	3641.57±274.48	1.03±0.01	70.26±2.53	65.22±2.71	571.36±44.47	7.18±1.07
		side	3374.46±257.42	1.16±0.03	70.26±2.69	57.13±2.78	515.24±58.63	6.39±1.66
	11/24	front	4908.64±268.82	1.03±0.02	81.65±2.21	75.88±2.31	705.90±49.50	8.12±1.14
		side	4518.27±277.64	1.21±0.05	82.53±2.81	64.52±2.79	618.91±52.75	6.80±1.11
	12/06	front	4953.40±199.97	1.03±0.02	82.51±1.74	75.59±2.08	736.10±39.15	8.71±0.62
		side	4454.67±305.77	1.18±0.05	81.56±2.79	65.48±3.00	643.44±62.98	7.48±1.48



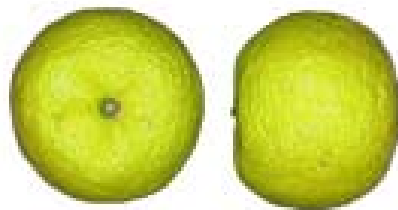
Goheong



Geuje



Namhe



Wando

Fig. 2-2. Example of image data(front, side) for Yuzu samples  
(harvesting date: 2000, 11. 15)

표 2-8은 2001년도 유자산지별, 수확시기별 유자시료의 착즙율, 유자과즙의 주요 성분인 당도, pH, 산도,비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등을 나타낸 것이다. 유자과즙의 주요성분인 당도는7.4 ~ 10.1 Brix, pH는 2.74~ 2.84, 산도는 2.91~3.86%, 비타민 C는 22.2~35.6mg%, 유자과즙의 상부에 떠오르는 유상부유물은 6.2~10.8ml로 나타났다. 표 2-9는 유자산지별 수확시기별 유자시료 형상 및 개체당 무게를 나타낸 것이다. 시료개체당 무게를 보면 수확시기가 이른 10/30일 경우 116.5~134.1g 였으며 성숙기인 11/20일 경우 131.1 ~146.4g로, 수확시기가 성숙기에 달할수록 유자시료 개체당 무게가 크게 증가하고 있음을 나타냈다. 그림 2-3은 유자시료 영상이미지 실례를 나타낸 것이다.

표 2-8. 유자 산지·수확시기별, 유자과즙의 성분분석

Sample	년월일	착즙율 (%)	pH	당도 (Brix)	산도 (%)	비타민C (mg%)	유성부산물 (ml)	색차		
								L*	a*	b*
고흥1	01-10-30	13.69	2.74	9.65	3.04	32.94	8.8	46.5	-6.5	16.04
고흥2	01-11-10	13.67	2.75	9.99	3.34	30.96	8.5	46.1	-5.9	14.47
고흥3	01-11-22	13.42	2.74	10.03	3.41	34.81	9.75	47.3	-5.9	14.07
고흥4	01-11-30	11.75	2.75	10.07	3.33	25.64	6.75	48.5	-6.2	14.68
완도1	01-10-30	10.28	2.79	9.96	3.02	22.2	7.25	47.7	-5.7	13.04
완도2	01-11-10	12.29	2.75	10	3.07	28.88	10.3	45.7	-5.7	13.05
완도3	01-11-20	12.86	2.82	9.99	3.41	28.51	7.65	48.6	-6.2	15.23
거제1	01-10-30	10.35	2.82	9.95	3.41	31.61	10.1	48.4	-6.1	15.29
거제2	01-11-05	11.14	2.83	9.96	3.86	32.52	10.8	48.8	-6.6	15.79
거제3	01-11-10	11.05	2.84	9.96	3.55	28.92	10.8	46.8	-5.8	13.36
거제4	01-11-20	11.56	2.82	7.4	3.32	29.98	6.2	47.3	-5.8	13.66
남해	01-11-25	9.48	2.81	10	2.91	35.63	6.55	46.6	-5.7	13.42
	최소치	9.48	2.74	7.4	2.91	22.2	6.2	45.7	-6.6	13.04
	최대치	13.69	2.84	10.07	3.86	35.63	10.8	48.8	-5.7	16.04
	평균치	11.8	2.79	9.75	3.31	30.22	8.62	47.4	-6	14.34
	표준편차	1.41	0.04	0.75	0.26	3.78	1.71	1.04	0.32	1.07

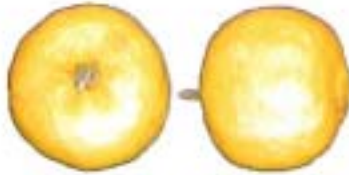
표 2-9. 유자 산지·수확시기별, 유자외형 및 개체당 무게 분석

sample	년월일		Area	Aspect ratio	Max. dia.	Min. dia.	Perimeter	Roundness	Weight
고흥1	01-10-30	front	3320,85±417,14	1,12±0,10	112,67±4,92	77,42±4,10	325,19±13,96	2,55±0,15	116,54±7,77
		side	3509,41±597,26	1,08±0,07	118,06±4,75	81,60±3,10	336,09±14,49	2,60±0,26	
고흥2	01-11-10	front	3276,55±633,98	1,19±0,13	115,55±7,16	75,70±6,75	328,46±19,76	2,66±0,20	111,59±11,90
		side	3782,61±632,52	1,11±0,06	120,80±6,60	83,19±4,27	346,49±18,76	2,56±0,23	
고흥3	01-11-20	front	3770,13±651,97	1,08±0,05	125,30±6,36	85,97±3,25	358,53±17,31	2,76±0,29	131,10±12,35
		side	3692,41±525,87	1,10±0,06	125,69±5,68	87,19±2,68	361,32±15,14	2,83±0,27	
고흥4	01-11-30	front	3825,01±707,31	1,18±0,13	130,29±6,18	86,65±4,67	373,02±17,16	2,95±0,32	146,17±10,41
		side	3956,41±239,56	1,14±0,10	133,95±2,55	91,28±3,15	383,68±7,48	2,97±0,12	
완도1	01-10-30	front	3427,75±525,49	1,26±0,14	122,72±6,06	78,86±4,77	352,62±15,60	2,93±0,28	134,10±6,91
		side	4026,26±363,94	1,12±0,09	131,20±3,57	90,08±3,03	376,04±7,94	2,81±0,17	
완도2	01-11-10	front	2652,84±372,05	1,15±0,11	114,15±6,21	76,90±5,16	329,18±18,00	3,28±0,23	131,60±15,65
		side	2957,06±424,07	1,03±0,02	120,19±6,75	84,78±4,54	343,45±19,32	3,20±0,16	
완도3	01-11-20	front	3250,85±636,39	1,16±0,10	124,31±11,02	82,55±6,83	356,45±31,48	3,15±0,23	146,35±29,48
		side	3877,74±1028,9	1,09±0,08	132,32±13,35	92,59±8,96	379,03±38,28	3,02±0,27	
거제1	01-10-30	front	3451,71±555,14	1,18±0,09	119,95±6,05	79,33±4,37	344,13±14,73	2,77±0,22	126,52±8,28
		side	3510,25±509,01	1,12±0,09	122,77±4,85	84,24±2,64	352,27±12,79	2,85±0,24	
거제2	01-11-05	front	3549,42±824,13	1,23±0,11	122,42±5,58	79,27±3,37	348,21±15,13	2,80±0,39	121,57±11,66
		side	3850,42±467,03	1,16±0,13	126,26±5,92	84,92±5,31	360,00±15,96	2,70±0,17	
거제3	01-11-10	front	3966,96±876,72	1,23±0,14	128,60±8,34	83,21±8,34	365,02±23,42	2,74±0,30	134,88±13,72
		side	4334,13±354,24	1,11±0,06	133,60±3,45	91,37±3,54	381,03±10,21	2,68±0,15	
거제4	01-11-20	front	3917,44±597,96	1,08±0,05	126,47±6,22	87,46±4,19	362,16±16,93	2,69±0,21	133,01±13,79
		side	3692,98±505,16	1,07±0,06	126,61±5,28	88,16±3,80	361,53±12,72	2,84±0,21	
남해1	01-11-25	front	3932,21±644,06	1,17±0,06	133,75±7,62	87,93±6,14	380,61±22,70	2,97±0,30	154,37±20,83
		side	4137,50±691,98	1,11±0,08	136,82±8,90	94,25±4,41	392,92±27,60	3,00±0,19	





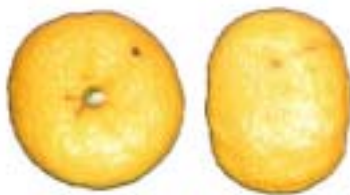
Goheung



Geuje



Namhae



Wando

Fig. 2-3. Example of image data(front, side) for Yuzu samples  
(harvesting date: 2001, 11. 20)

## 제 2 절 유자의 향기성분 분석

### 1. 실험재료

국내 유자 주요산지인 전남 고흥군 두원면, 완도군 고금면, 경남 거제시 사등면, 남해군 설천면 등의 4개지역에서 2001년도산 유자시료를 수확시기별로 10/25(I), 11/14(II) 11/23(III), 12/5(IV) 등의 4단계로 구분하여 각각 시료를 채취하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 향기성분 포집 및 분석

향기성분의 추출은 Tekmar Purge and Trap Concentrator (Cincinnati, Ohio, U.S.A.) model LSC2000을 이용한 dynamic headspace 농축법을 사용하였다. 유자착즙액 1 ml와 증류수 30 ml를 200 ml 시료병(Schott Glas, Mainz, Germany)에 담아 LSC2000에 연결하고 waterbath로 50 °C로 가열하며 유도관을 통하여 질소를 분당 50ml씩 공급해 headspace에 휘산된 휘발성 향기성분을 30분간 purge하였다. 향기성분은 Tennax GC가 충전된 1/4" x 300mm의 stainless steel 관을 사용하여 포획하였으며 purge가 끝난 다음 1분간 dry purge를 실시하였다. GC의 분석조건이 준비되면 trap을 180 °C로 가열하여 향기성분을 탈착하고 유도관을 통해 GC injector로 이송하여 분석을 실시하였다.

향기성분의 분석은 Hewlett-Packard(Calo Alto California U.S.A.)의 HP 5890 II GC를 사용하였다. 시료주입구의 온도를 120 °C, FID의 온도는 300°C로 고정하였으며 column oven의 온도는 50°C에서 1분간 유지한 다음 분당 2.0°C의 비율로 200°C까지 상승시키며 분석을 실시하였다. 분리에 사용된 column은 0.32mm 굵기에

(5%-Phenyl)Methylpolysiloxane이 coating 된 J&W(Folsom, Ca., U.S.A.)의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 column의 길이는 60m이었다. 향기성분의 양적인 변화 비교는 GC검출기로 사용된 FID의 response(area count)를 자동적분기(HP3396A, Hewlett-Packard, USA)로 측정하여 상대적인 값으로 나타내었다. 자동적분기의 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 300℃, ionization voltage는 70 eV, resolution은 1000, mass range는 30~300 m/e로 하였으며 그 밖의 조건은 향기성분의 분리를 위한 GC와 동일한 조건으로 실험하였다.

GC의 검출기로 사용한 FID에서 얻어진 chromatogram과 MSD에서 얻어진 Total Ion Chromatogram(TIC)을 상호 비교하기 위한 표준 index 물질로서 탄소수가 6인 hexane부터 33인 tri-tricontane까지의 n-alkane 혼합물을 사용하였다. 먼저 n-alkane을 GC에 주입하였을 때에 얻어지는 chromatogram으로부터 각각의 n-alkane에 대한 머무름 시간을 구하고(Fig. 3.3). 이들 시간을 n-alkane의 탄소수 x 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 혼합액을 GC/MSD에 주입하여 TIC로부터 얻어지는 머무름 시간을 먼저와 동일하게 탄소수 x 100으로 대치하고 시료의 TIC에서 얻어진 각 성분의 머무름 시간에 대한 LRI를 구한 다음 이를 GC의 FID에 의한 chromatogram상 각 성분의 LRI와 비교하여

GC의 chromatogram에 분리된 각 성분의 peak와 GC/MSD의 TIC에 나타난 각 성분의 Peak를 확인하였다.

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

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

### 3. 실험결과 및 고찰

유자의 향기성분 분석 결과는 다음 표 2-10와 같다. GC-FID에 의한 분석결과 전체적으로 약 100여개의 peak가 출현되었으나 peak의 크기가 작은 물질은 제외하였으며 또한 GC/MSD에 의한 mass spectrum의 유사도가 낮은 peak는 미지물질로 표시하였다. 이들 성분 중 38종의 물질이 동정되었으며 거의 대부분 terpenoid계 화합물이었다. 그 외 물질은 몇가지 aldehyde와 hydrocarbon으로 일반적으로 매우 단순한 chemical class의 혼합물로 분석되었다.

표 2-9. 산지별 수확시기별 유자의 향기성분 분석 결과

	R.T.	name	거제I	거제II	거제III	거제IV
1	21.872	thujene	591	440	629	580
2	22.539	$\alpha$ -pinene	5781	2638	4151	3642
3	23.671	camphene	1982	630	1644	1328
4	25.250	$\beta$ -phelladrene	380	114	286	238
5	25.642	$\beta$ -pinene	2483	1254	1694	1558
6	26.766	myrcene	3595	3538	4132	4953
7	26.834		4306	0	1556	0
8	27.567	$\alpha$ -phelladrene	754	245	517	576
9	27.802		3296	1444	2531	1877
10	28.519		280	249	352	349
11	29.050		10873	3847	8924	6792
12	30.040	limonene	154212	175046	274069	244711
13	30.904	cis-ocimene	1027	520	945	780
14	31.299	trans-ocimene	171	44	123	82
15	32.170	$\gamma$ -terpinene	46909	23702	38088	34199
16	32.716	cyclohexane,4-Me,1-MeEt	173	57	137	98
17	34.255	terpinolene	18073	5699	13324	9539
18	34.754	linalool	3085	1393	1767	1584
19	34.994	hexanal	59	0	34	38
20	35.887		23	0	0	0
21	36.014		0	0	0	0
22	37.175		0	0	0	0
23	37.989	1,3,8-para menthatriene	120	53	87	65
24	40.996	terpineol 4	211	103	151	137
25	41.943	$\alpha$ -terpineol	130	65	90	83
26	42.775	decanal	156	73	110	135
27	47.001		0	0	0	0
28	49.055	thymol	32	0	15	0
29	50.332	undecanal	33	0	0	0
30	53.095	$\delta$ -elemene	53	0	56	51
31	53.985	$\alpha$ -cubebene	44	0	39	18
32	55.482		48	0	43	35
33	56.016	$\alpha$ -copaene	207	78	172	146
34	56.609		0	0	0	0
35	56.940	$\beta$ -cubebene	86	41	85	73
소계			259,17	221,27	355,75	313,66
			3	3	1	7

	R.T.	name	거제I	거제II	거제III	거제IV
36	57.555		55	0	52	50
37	57.687		40	0	15	0
38	58.294		0	0	20	0
39	58.510		15	0	23	17
40	58.649		56	0	22	37
41	59.002		34	0	0	0
42	59.240	β-caryophyllene	886	358	785	690
43	59.762	7-epi-selinene	111	47	91	80
44	68.720		121	0	157	143
45	60.575		311	89	307	268
46	60.813		171	162	51	0
47	61.003	α-numulene	2637	1128	2280	1937
48	61.207	alloaromadendrene	37	17	57	54
49	61.553	trans-β-farnesene	230	98	187	174
50	61.870		53	0	39	41
51	62.074		61	0	41	43
52	62.875		132	93	181	173
53	63.361	germacrene-D-d	496	213	439	396
54	63.883		525	197	374	334
55	64.431	bicyclogermacrene	2726	1145	2188	1754
56	64.679		51	41	78	85
57	64.802	germacrene-d	89	0	0	0
58	65.414	α-terpinene	54	55	49	52
59	65.743		63	0	113	96
60	65.890	d-cardine	537	255	450	372
61	66.572	β-sesquiphellandrene	18	0	0	31
62	66.927		133	66	120	129
63	67.375	aromadendrene	92	45	85	102
64	68.453	germacrene β	84	42	83	79
65	68.649		41	0	18	0
66	70.129		41	0	0	0
67	70.660		42	0	34	16
68	71.194		48	0	0	0
69	72.098		49	0	16	0
소계			10,039	4,051	8,355	7,153

	R.T.	name	고 흥 I	고 흥 II	고 흥 III	고 흥 IV
1	21.872	thujene	827	1900	2199	3221
2	22.539	$\alpha$ -pinene	4991	10115	11966	19824
3	23.671	camphene	1206	3097	3593	3190
4	25.250	$\beta$ -phelladrene	222	512	702	2795
5	25.642	$\beta$ -pinene	2290	4582	5129	3245
6	26.766	myrcene	4497	5005	5790	13049
7	26.834		2452	8701	11918	21376
8	27.567	$\alpha$ -phelladrene	759	1361	1270	1519
9	27.802		2332	5389	6017	8752
10	28.519		458	556	153	0
11	29.050		6263	0	0	0
12	30.040	limonene	296539	293476	296632	230725
13	30.904	cis-ocimene	830	1623	1802	6942
14	31.299	trans-ocimene	14064	199	299	269
15	32.170	$\gamma$ -terpinene	24833	83514	89420	139547
16	32.716	cyclohexane,4-Me,1-MeEt	23	145	230	210
17	34.255	terpinolene	10233	27751	31611	35660
18	34.754	linalool	2447	3106	3420	6630
19	34.994	hexanal	49	91	98	160
20	35.887		36	35	63	99
21	36.014		0	33	0	94
22	37.175		0	35	40	103
23	37.989	1,3,8-para menthatriene	98	200	223	399
24	40.996	terpineol 4	195	256	261	371
25	41.943	$\alpha$ -terpineol	103	163	171	265
26	42.775	decanal	136	338	380	496
27	47.001		0	0	0	45
28	49.055	thymol	24	54	49	90
29	50.332	undecanal	20	67	71	100
30	53.095	$\beta$ -elemene	48	184	171	176
31	53.985	$\alpha$ -cubebene	27	103	101	166
32	55.482		17	60	59	61
33	56.016	$\alpha$ -copaene	149	426	381	616
34	56.609		0	16	0	34
35	56.940	$\beta$ -cubebene	78	287	245	442
			376,24	453,38	474,46	500,67
			6	0	4	1

	R.T.	name	고흥I	고흥II	고흥III	고흥IV
36	57.555		26	99	106	118
37	57.687		26	93	91	146
38	58.294		0	0	0	0
39	58.510		10	18	0	36
40	58.649		0	51	68	75
41	59.002		14	65	60	58
42	59.240	β-caryophyllene	735	1917	1914	2792
43	59.762	7-epi-selinene	67	79	186	187
44	68.720		91	291	323	346
45	60.575		208	584	621	635
46	60.813		53	0	0	0
47	61.003	α-numulene	1961	5332	5251	7580
48	61.207	alloaromadendrene	30	140	138	207
49	61.553	trans-β-farnesene	156	439	439	574
50	61.870		21	66	80	62
51	62.074		13	97	100	99
52	62.875		68	388	331	315
53	63.361	germacrene-D-d	374	1329	1194	1983
54	63.883		266	550	597	511
55	64.431	bicyclogermacrene	1736	5753	5425	9435
56	64.679		16	108	38	121
57	64.802	germacrene-d	52	83	165	0
57	65.414	α-terpinene	27	101	111	106
59	65.743		76	296	279	391
60	65.890	d-cardine	332	849	837	1056
61	66.572	β-sesquiphellandrene	11	68	78	62
62	66.927		425	194	215	146
63	67.375	aromadendrene	59	159	186	105
64	68.453	germacrene β	62	211	196	259
65	68.649		17	55	58	45
66	70.129		13	17	0	0
67	70.660		0	22	0	0
68	71.194		13	17	0	0
69	72.098		17	0	19	0
			6,975	19,471	19,106	27,450



	R.T.	name	남해I	남해II	남해III	남해IV
1	21.872	thujene	1010	2841	1898	1276
2	22.539	$\alpha$ -pinene	6768	14482	8325	6105
3	23.671	camphene	2376	3550	2850	1389
4	25.250	$\beta$ -phelladrene	525	711	432	217
5	25.642	$\beta$ -pinene	2672	6533	5225	3710
6	26.766	myrcene	3843	6128	10804	5028
7	26.834	?	4750	14912	7322	6400
8	27.567	$\alpha$ -phelladrene	936	940	1817	1096
9	27.802	?	4119	6768	5472	3713
10	28.519	?	398	0	443	170
11	29.050	?	14616	0	1649	972
12	30.040	limonene	132666	139192	121276	111629
13	30.904	cis-ocimene	1069	2251	2134	1686
14	31.299	trans-ocimene	192	178	131	75
15	32.170	$\gamma$ -terpinene	48733	109499	90631	60032
16	32.716	cyclohexane,4-Me,1-MeEt	232	191	103	98
17	34.255	terpinolene	20014	15736	21482	14035
18	34.754	linalool	1623	2120	2717	2129
19	34.994	hexanal	77	118	96	63
20	35.887	?	57	32	16	0
21	36.014	?	125	0	64	42
22	37.175	?	289	18	0	39
23	37.989	1,3,8-para menthatriene	365	256	229	146
24	40.996	terpineol 4	171	330	284	203
25	41.943	$\alpha$ -terpineol	105	214	196	144
26	42.775	decanal	133	497	281	212
27	47.001	?	0	37	0	0
28	49.055	thymol	16	52	25	39
29	50.332	undecanal	17	98	46	42
30	53.095	$\delta$ -elemene	57	105	87	72
31	53.985	$\alpha$ -cubebene	40	103	83	58
32	55.482	?	44	64	68	53
33	56.016	$\alpha$ -copaene	167	395	369	245
34	56.609	?	0	38	17	0
35	56.940	$\beta$ -cubebene	78	244	197	133
			248,28	328,63	286,76	221,25
			3	3	9	1

	R.T.	name	남해I	남해II	남해III	남해IV
36	57.555	?	47	104	80	65
37	57.687	?	18	87	78	53
38	58.294	?	0	26	16	0
39	58.510	?	0	26	18	15
40	58.649	?	50	123	78	82
41	59.002	?	16	40	16	33
42	59.240	β-caryophyllene	804	1779	1748	1153
43	59.762	7-epi-selinene	94	141	142	108
44	68.720	?	179	273	278	213
45	60.575	?	350	492	475	381
46	60.813	?	94	148	85	110
47	61.003	α-numulene	2053	4342	4309	3105
48	61.207	alloaromadendrene	34	142	124	92
49	61.553	trans-β-farnesene	204	412	387	282
50	61.870	?	47	72	52	56
51	62.074	?	49	85	83	66
52	62.875	?	169	302	292	250
53	63.361	germacrene-D-d	388	1132	918	659
54	63.883	?	420	538	572	440
55	64.431	bicyclogermacrene	2305	5276	4677	3281
56	64.679	?	48	124	31	44
57	64.802	germacrene-d	78	58	161	85
58	65.414	α-terpinene	48	70	58	68
59	65.743	?	94	184	156	156
60	65.890	d-cardine	450	664	765	582
61	66.572	β-sesquiphellandrene	16	36	22	47
62	66.927	?	125	131	147	161
63	67.375	aromadendrene	86	99	102	152
64	68.453	germacrene β	84	161	158	130
65	68.649	?	19	20	22	37
66	70.129	?	0	0	17	0
67	70.660	?	16	0	46	35
68	71.194	?	0	0	18	0
69	72.098	?	35	0	17	0
합계			8,420	17,087	16,148	11,941

	R.T.	name	완도I	완도II	완도III	완도IV
1	21.872	thujene	1386	2081	4182	861
2	22.539	$\alpha$ -pinene	7413	11249	23516	4998
3	23.671	camphene	2355	3986	4589	2255
4	25.250	$\beta$ -phelladrene	605	795	605	558
5	25.642	$\beta$ -pinene	3345	4943	5404	2251
6	26.766	myrcene	7274	10368	5366	3280
7	26.834		7929	13620	10458	2259
8	27.567	$\alpha$ -phelladrene	1093	1518	764	419
9	27.802		4154	7065	1969	3719
10	28.519		216	77	0	427
11	29.050		1908	0	0	15023
12	30.040	limonene	185300	199713	216184	175006
13	30.904	cis-ocimene	1548	3588	2934	1441
14	31.299	trans-ocimene	166	321	209	198
15	32.170	$\gamma$ -terpinene	58581	87599	158755	45824
16	32.716	cyclohexane,4-Me,1-MeEt	136	279	212	262
17	34.255	terpinolene	21720	35695	39752	20028
18	34.754	linalool	2581	3863	5793	2209
19	34.994	hexanal	85	105	176	55
20	35.887		43	0	145	0
21	36.014		36	89	16	0
22	37.175		40	84	125	23
23	37.989	1,3,8-para menthatriene	166	336	443	147
24	40.996	terpineol 4	160	265	328	156
25	41.943	$\alpha$ -terpineol	115	194	240	105
26	42.775	decanal	238	343	582	67
27	47.001		0	36	56	0
28	49.055	thymol	41	67	91	21
29	50.332	undecanal	44	65	94	19
30	53.095	$\delta$ -elemene	104	166	146	44
31	53.985	$\alpha$ -cubebene	59	97	145	41
32	55.482		128	78	52	41
33	56.016	$\alpha$ -copaene	144	397	569	164
34	56.609		0	36	41	0
35	56.940	$\beta$ -cubebene	153	246	406	80
			309,26	389,36	484,34	281,98
			6	4	7	1

	R.T.	name	완도I	완도II	완도III	완도IV
36	57.555		65	103	107	54
37	57.687		66	91	125	0
38	58.294		0	19	19	0
39	58.510		34	45	27	43
40	58.649		59	86	74	0
41	59.002		49	73	53	0
42	59.240	β-caryophyllene	1153	1852	2534	632
43	59.762	7-epi-selinene	137	214	67	86
44	68.720		243	385	208	158
45	60.575		458	693	429	318
46	60.813		0	2428	274	0
47	61.003	α-numulene	3986	3355	6166	1821
48	61.207	alloaromadendrene	94	264	184	55
49	61.553	trans-β-farnesene	290	303	527	169
50	61.870		56	98	58	46
51	62.074		76	253	95	46
52	62.875		226	657	362	112
53	63.361	germacrene-D-d	703	933	1634	309
54	63.883		486	3118	510	329
55	64.431	bicyclogermacrene	3758	3458	7654	2144
56	64.679		117	97	127	63
57	64.802	germacrene-d	33	48	105	56
58	65.414	α-terpinene	62	108	87	39
59	65.743		217	308	312	83
60	65.890	d-cardine	626	933	933	389
61	66.572	β-sesquiphellandrene	39	82	73	17
62	66.927		133	226	164	102
63	67.375	aromadendrene	107	205	164	80
64	68.453	germacrene β	120	202	253	60
65	68.649		50	78	38	0
66	70.129		17	21	43	0
67	70.660		0	22	43	0
68	71.194		18	23	20	0
69	72.098		22	27	22	0
합계			13,500	20,808	23,491	7,211

	R.T.	name	설천I	설천II
1	21.872	thujene	2045	1150
2	22.539	$\alpha$ -pinene	12274	6385
3	23.671	camphene	2172	1250
4	25.250	$\beta$ -phelladrene	463	264
5	25.642	$\beta$ -pinene	4967	2699
6	26.766	myrcene	15425	5097
7	26.834		10777	5926
8	27.567	$\alpha$ -phelladrene	1815	991
9	27.802		4362	2856
10	28.519		89	307
11	29.050		0	3362
12	30.040	limonene		236882
			276362	
13	30.904	cis-ocimene	2046	1308
14	31.299	trans-ocimene	61	42
15	32.170	$\gamma$ -terpinene	82202	43653
16	32.716	cyclohexane,4-Me,1-MeEt	61	34
17	34.255	terpinolene	15728	10017
18	34.754	linalool	3171	1869
19	34.994	hexanal	117	69
20	35.887		0	57
21	36.014		62	0
22	37.175		49	47
23	37.989	1,3,8-para menthatriene	188	108
24	40.996	terpineol 4	298	179
25	41.943	$\alpha$ -terpineol	186	111
26	42.775	decanal	361	231
27	47.001		39	0
28	49.055	thymol	76	41
29	50.332	undecanal	90	50
30	53.095	$\delta$ -elemene	162	93
31	53.985	$\alpha$ -cubebene	112	54
32	55.482		43	16
33	56.016	$\alpha$ -copaene	457	206
34	56.609		30	0
35	56.940	$\beta$ -cubebene	350	150
			436,640	325,504

	R.T.	name	설천I	설천II
36	57.555		93	61
37	57.687		115	49
38	58.294		0	0
39	58.510		32	0
40	58.649		56	16
41	59.002		64	33
42	59.240	β-caryophyllene	2019	947
43	59.762	7-epi-selinene	151	101
44	68.720		257	162
45	60.575		452	320
46	60.813		0	0
47	61.003	α-numulene	5910	2712
48	61.207	alloaromadendrene	167	79
49	61.553	trans-β-farnesene	460	238
50	61.870		53	36
51	62.074		95	60
52	62.875		366	230
53	63.361	germacrene-D-d	1417	643
54	63.883		449	303
55	64.431	bicyclogermacrene	6263	3072
56	64.679		145	57
57	64.802	germacrene-d	0	46
58	65.414	α-terpinene	96	68
59	65.743		358	165
60	65.890	d-cardine	876	496
61	66.572	β-sesquiphellandrene	82	49
62	66.927		186	135
63	67.375	aromadendrene	209	129
64	68.453	germacrene β	250	127
65	68.649		43	32
66	70.129		0	0
67	70.660		3	0
68	71.194		0	0
69	72.098		0	0
70	74.289		46	34
계			20,713	10,400

### 제 3 절 근적외선 분광분석장치를 이용한 유자성분 신속분석 모델식 개발

#### 1. 실험재료

2000년도산 유자시료를 상기의 4개지역에서 수확시기별로 수확한 후 체인벨트식 유자착즙기를 이용하여 유자과즙 18개 품종을 착즙한 후 시료별 200 ml씩 채취하여 -20℃ 냉동저장고에 보관하여 분석하였다.

#### 2. 실험장치 및 방법

유자과즙시료의 원시 스펙트럼을 측정하기 위한 실험장치는 분광분석기(NIRSystems, model 6500, USA),개인용컴퓨터(PC, pentium 200, IBM type)으로 구성되었다. 근적외선 분광분석기는 회절격자형으로 400~2500 nm 의 파장 범위에서 2 nm 간격으로 반사 및 투과 스펙트럼을 측정할 수 있으며, 파장의 정밀도는  $\pm 0.3$  nm 이다.

유자과즙의 품질평가의 주요항목은 pH, 당도(Brix), 산가(acid value), 비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등으로 정하였으며 2mm Liquid Cuvette에 시료를 넣은 후 투과모듈을 사용하여 원시 스펙트럼을 측정하고 이를 통계적 처리 방법을 이용하여 측정모델을 개발하고자 하였다. 시료는 3반복하여 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 가. 시료의 스펙트럼

유자과즙의 신속분석 모델식 개발에 사용된 18 시료의 3반복 측정된 원시 스펙트럼은 그림 2-4와 같다.

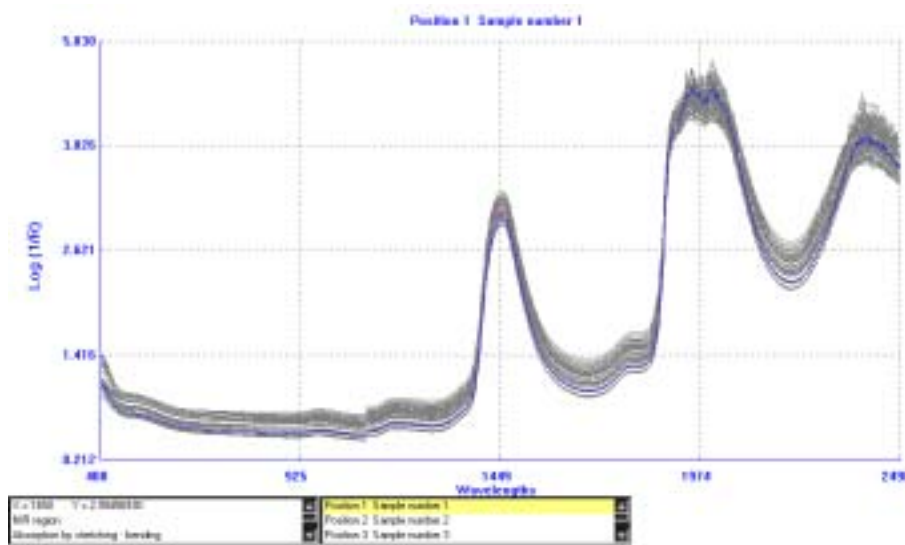


Fig 2-4. Spectra of Yuzu juice samples

#### (2) 유자과즙성분 분석 모델식 검증

표 2-11은 유자과즙성분 신속분석에서 pH, 당도(Brix), 산가(acid value), 비타민 C, 유성부산물, 색도(L\*, a\*, b\*) 등에 관한 수정된 부분최소자승법(MPLS)로 분석된 항목별 모델식의 교정 및 검증부의 결정계수( $R^2$ ) 및 표준오차(SEC, SEP)를 나타낸 것이다. 각각의 성분분석 모델식은 교정부의 결정계수( $R^2$ )는 pH를 제외하면 0.84~0.97이며 검증부는 0.73~0.94로 유자과즙성분 신속분석 모델식 이용이 가능한 것으로 나



타났다. 그림 2-5는 당도(Brix)와 비타민 C의 실험분석치와 NIR 예측치와의 상관도 실례를 나타낸 것이다.

Table 2-10. Results of model equations for measuring Yuzu juice components by modified partial least square method (MPLS)

Component	Value				Calibration		Validation	
	min.	max.	aver.	std	R <sup>2</sup>	SEC <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	SEP <sup>2)</sup>
pH	2.37	2.78	2.55	0.11	0.62	0.07	0.39	0.1
Brix	6.43	10.03	8.48	1.00	0.97	0.17	0.94	0.23
acid(%)	4.97	7.98	6.78	0.77	0.90	0.23	0.85	0.29
Vitamin C(mg%)	18.86	36.82	26.82	4.95	0.87	1.75	0.77	2.36
Oil(ml)	1.67	5.00	3.10	0.79	0.84	0.32	0.73	0.41
L*	43.23	58.74	48.39	3.92	0.90	1.25	0.82	1.75
a*	-5.69	-3.52	-4.70	0.60	0.94	0.14	0.91	0.18
b*	10.55	19.62	13.90	2.55	0.95	0.47	0.85	0.85

<sup>1)</sup>SEC : standard error of calibration

<sup>2)</sup>SEP : standard error of prediction

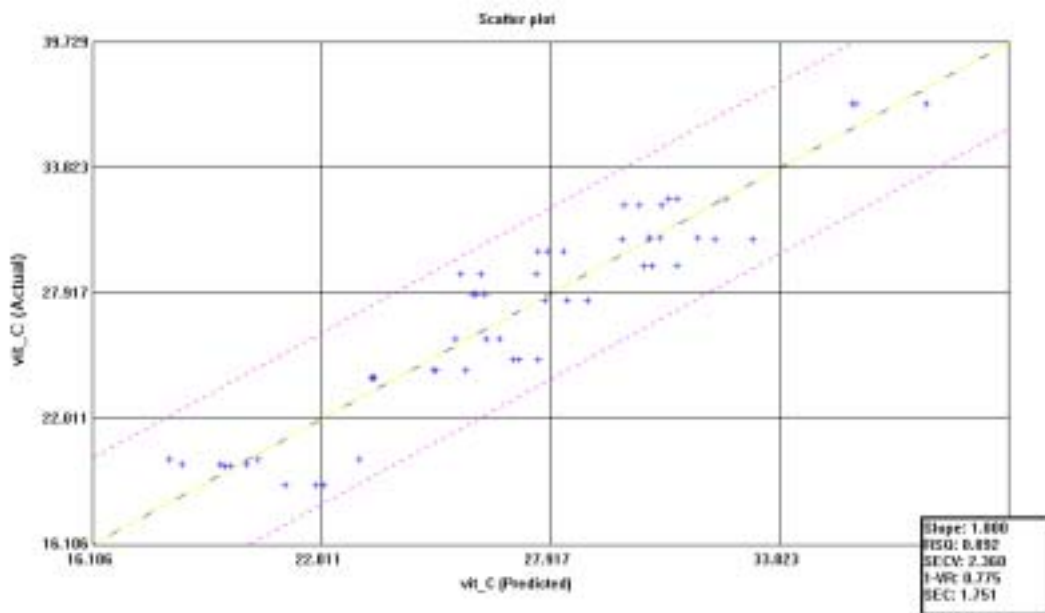
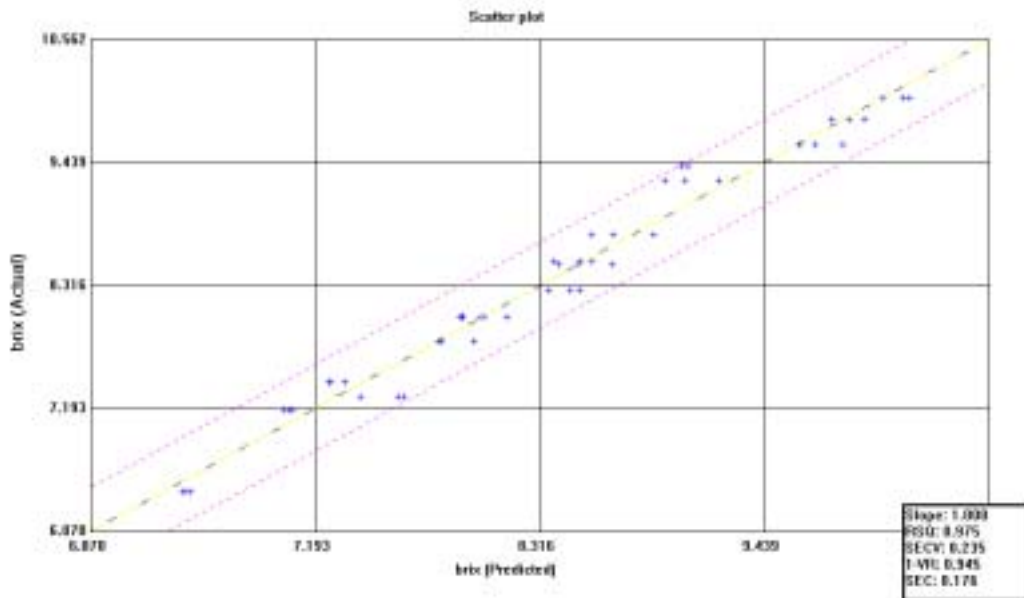


그림 2-5. 당도(Brix)와 비타민 C의 실험분석치와 NIR 예측치와의 상관도 실례

### 제 3 장 유저의 생과 다용도 활용 방법 연구

## 제 1 절 생과의 조리 가공 시 기초 연구

### 1. 실험재료

황유자는 전남 완도 고금 농협에서 1998년 11월 중순에 수확하여 저장한 것을 1999년 1월에 구입한 것으로서 과육, 과피, 씨 부분으로 나누어  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하여 사용하였다. 청유자는 완도, 고흥, 사동 농협에서 1999년 10월 구입한 것으로 황유자와 마찬가지로 과육, 과피, 씨 부분으로 나누고  $-20^{\circ}\text{C}$  냉동고에서 보관하면서 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 가) 수확시기별 유자의 일반 성분 분석

##### ① 분석용 시료처리

유자 부위별로 동결 건조 시킨 후 분쇄기로 가루를 만들어 사용하였다.

#### 나) 이화학적 특성, 색도 및 수용성 탄수화물 함량

##### ① 이화학적 특성 측정

pH, 산도, 굴절률, 가용성 고형분(brix), 투과도를 측정하였다.

##### ② 색도 측정

색차계를 이용하여 삼자극치 L, a, b 값을 구하였다.

##### ③ 수용성 탄수화물 측정

희석된 시료에 phenol-sulfuric acid을 첨가한 후 잘 혼합한 다음 490nm에서 흡광도

를 측정하였다.

다) 열처리를 한 유자 액즙의 가열 조리 시 변화

① 과즙 시료의 준비 및 열처리

유자 과즙의 성분 분석용 처리는 과육을 주서기로 착즙한 뒤 3,000 x g에서 20분간 원심 분리 하여 얻은 상층액을 시료로 사용하였다. 과즙은 15ml씩 vial에 담아 항온진탕기로 63℃ 30분, 88℃ 1분, 95℃ 12초간 3가지 방법으로 열처리한 것과 대조군으로 열처리를 하지 않은 것을 4℃에서 60일간 저장하면서 10일 간격으로 실험하였다.

라) 저장에 의한 성분 변화 분석

① 갈변도 분석

② 색도 및 수용성 탄수화물

3. 실험결과 및 고찰

1) 유자의 기본 성분 분석

가) 일반성분

평균 1개의 무게는 황유자가 124.3 g, 청유자는 산지별로 93.9-105.5 g 이었다. 부위별 비율 중 과육과 과피의 비율은 황유자가 청유자에 비해 각각 9-12%(약 2-4 g)와 9-11% (약 20 g) 더 많이 차지하였다. 씨의 비율은 청유자가 황유자에 비해 1.5-2.0 % 정도 더 많았으므로 황유자가 청유자에 비해 과피의 양이 더 많음을 알 수 있었다. 황유자에서 과즙의 수율은 전과와 과육의 무게를 기준으로 하면 각각 11.2와

31.6%으로 이는 유자가 과피와 씨가 차지하는 비율이 높아 다른 감귤류에 비해 수율이 그 반정도로 상당히 낮게 나타난 것으로 보였다. 황유자와 청유자의 일반 성분 차이는 적었다. 즉 과피에는 수분이 80.8-82.9 %, 회분이 0.1-1.2%, 조단백이 1.3-2.0%가, 과육에는 수분, 회분, 조단백이 각각 84.5-88.0, 0.1-1.3, 1.1-1.4%이며, 과즙의 경우, 92.8-93.7, 0.3-0.6, 0.5-0.7% 각각 포함되어 있었다. 회분 함량에는 황유자와 청유자가 차이를 보였는데. 과육과 과피에는 황유자가 회분 함량이 적었고, 과즙에는 황유자가 청유자에 비해 더 많았다.

#### 나) 이화학적 특성

황유자와 청유자의 과즙과 과육, 과피 1g을 40ml의 물에 넣은 후, 원심분리하여 얻은 상층액을 가지고 pH, 산도, 가용성 고형분(Brix), 투과도(%T)의 실험 결과는 표 1과 같다. 청유자의 pH는 황유자에 비해 낮았고, 사동 농협외 청유자를 제외하고 과피의 산도는 유자가 익을수록 감소되었다. 과즙의 산도는 황유자의 경우 그 함량이 적었다. Brix로 측정된 가용성 고형분은 과피에서 황유자에서 1.6로 청유자의 값보다 더 많음을 보였는데 이는 유자가 숙성할수록 가용성 고형분의 함량이 높아짐을 말한다.

Table 3-1. 유자 부위별 이화학적 특성

이화학적 특성	부위	유자	청유자		
		황유자	완도	고흥	사동
pH	과피	3.8	4.1	4.2	4.0
	과육	3.0	2.9	3.1	2.9
	과즙	2.9	2.4	2.4	2.3
산도(%) <sup>a</sup>	과피	3.9(0.9)	3.4(0.6)	3.4(0.7)	4.7(0.9)
	과육	22.0(3.9)	24.1(3.3)	20.3(2.7)	22.0(3.2)
	과즙	(4.2)	(6.3)	(6.4)	(7.0)
가용성 고형분(Brix)	과피	1.6	1.2	1.2	1.4
	과육	1.3	1.3	1.3	1.3
	과즙	11	7.2	6.8	7.6
투과도(%T)	과피	62.4	63.1	33.5	43.1
	과육	64.1	80.6	77.5	68.0
	과즙	1.2	0.2	0.3	0.2

( a : 괄호 안의 숫자는 wet basis )

다) 색도

과즙과 동결건조를 통해서 분말 상태로 만들어준 과피와 과육의 색도를 측정한 결과는 다음과 같다. 과피의 경우, 명도를 나타내는 L값은 76.8-84.0으로 황유자와 청유자 간 차이를 보이지 않았다. 적-녹색을 설명하는 a값(+a는 적색, -a는 녹색)은 황유자가 -1.2인데 비해 청유자는 과피의 색으로 인해 녹색 값이 많이 나타났다. 특히 청유자 중에서 황유자와 가장 유사한 사등산 청유자는 다른 청유자에 비해 녹색값이 적었다. 황-청색도를 알려주는 b값(+b는 황색, -b는 청색)은 황유자가 청유자에 더 큰 값을 갖고 있었다. 과육에서는 두 유자간에 유의적인 차이를 보여주지 않았다. 과즙의 경우 상당한 차이를 보여 주었는데, 명도인 L값에서 황유자가 청유자보다 훨씬 어둡게 나타났고, a 값에서는 황유자가 적색, 청유자가 녹색으로 보여졌다.

Table 3-2. 유자 부위별 색도 (Hunter's Color Values)

색도	유자	청유자			
	부위	황유자	완도	고흥	사동
L 값	과피	77.2	80.2	76.8	84.0
	과육	83.0	88.3	83.7	82.3
	과즙	25.7	37.9	43.0	38.0
a 값	과피	-1.2	-5.3	-6.6	-3.3
	과육	-1.4	-1.1	-0.6	-0.4
	과즙	2.2	-2.4	-2.9	-2.1
b 값	과피	38.3	26.2	23.4	30.0
	과육	20.6	14.7	17.2	19.0
	과즙	14.9	19.6	17.3	19.7

2) 열처리를 한 유자 액즙의 가열 조리 시 변화

가) 갈변도의 변화

온도와 시간을 달리하여 열처리된 유자 과즙을 4℃에서 60일간 저장한 후 10일 간격으로 갈변도의 변화 양상이 그림 1에 나타나 있다. 시간 경과에 따라 갈변도는 약간 증가하는 경향을 보였고, 저장 초기에는 63℃에서 30분간 열처리한 군에서 비효소적 갈변 반응에 의한 갈변도를 보여 주었으나, 저장 40일 이후에는 대조군에서 효소적 갈변 반응으로 인한 갈변도로 더 큰 값을 보여 주었다. 한편 고온인 95℃에서 12초간 열처리한 경우 저장 시간에 따라 약간의 변동이 있었지만 전반적으로 낮은 수치를 나타내었다. 일반적으로 유자는 다른 감귤류에 비해 비타민 C의 함량이 높기 때문에 시간 경과에 따른 갈변을 야기 시키는 것으로 추측된다.



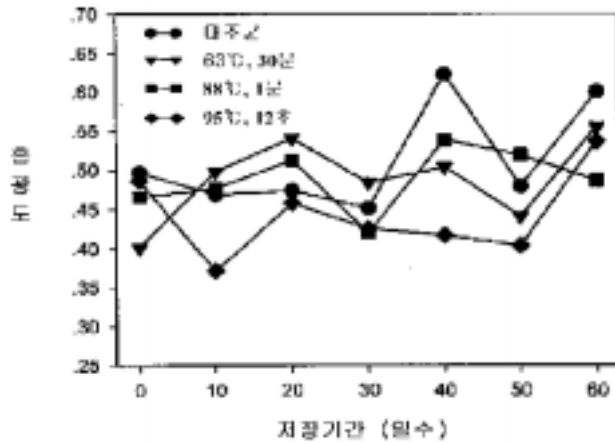


Figure 3-1, 열처리된 유자과즙의 저장기간동안의 갈변도 변화

#### 나) 색도의 변화

온도와 시간을 달리하여 열처리된 유자 원액과 10% 희석액을 4°C에서 60일간 저장한 후 10일 간격으로 색의 변화 양상이 그림 2와 3에 나타내었다. 원액의 색도 변화를 살펴보면, 명도를 나타내는 L값은 고온에서 열처리한 경우(95°C, 12초간)는 50일까지 유의적으로 저장 초기와 비슷한 값을 가지나 대조군을 비롯한 나머지 실험군에서는 30 - 50일 사이에 서서히 또는 급격히 감소되어 상당히 어둡게 나타났다. 적색도를 설명하는 a값에서는 30일까지 모든 실험군에서 비슷한 수치를 가지나 그 이후에는 약간씩 차이를 보이다가 저장 60일에는 열처리한 실험군끼리 상당히 비슷하고 대조군에서 적색도가 가장 많이 증가하였다. b값은 대조군은 저장 기간에 따라 큰 차이를 보여주지 않았으나 열처리 군들은 저장 50일까지 계속 증가하다가 그 이후는 서서히 또는 급격히 감소되었다. 10% 희석액의 색도 차이를 보면 원액과 상당히 다른 양상을 보여줌. L값은 전체적으로 10일까지 증가하고 그 이후에는 변동이 없었다. a값의 경우는 30일까지 모든 실험군에서 비슷한 양상을 보여주었으나 그 이후에는 대조군에

서 적색도가 가장 높은 것으로 확인되었다. b값은 10일까지 급격히 저하한 뒤 비슷해졌다. 특히 저장에 따른 L 값 감소는 펙틴 메틸 에스터라제에 의해 유리된 펙틴이 금속과 불용성의 킬레이트 결합을 함으로써 침강되어 과즙의 혼탁도를 증가시키는 것으로 보여진다.

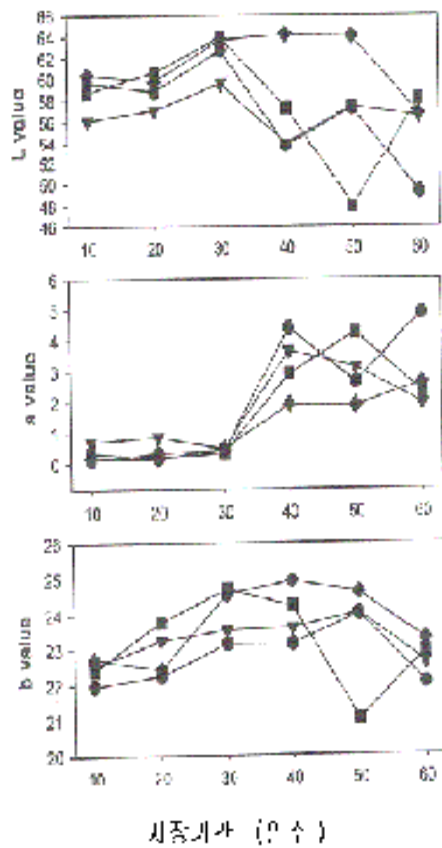


Figure 3-2, 열처리된 유자원액의 저장기간에 따른 색도 변화

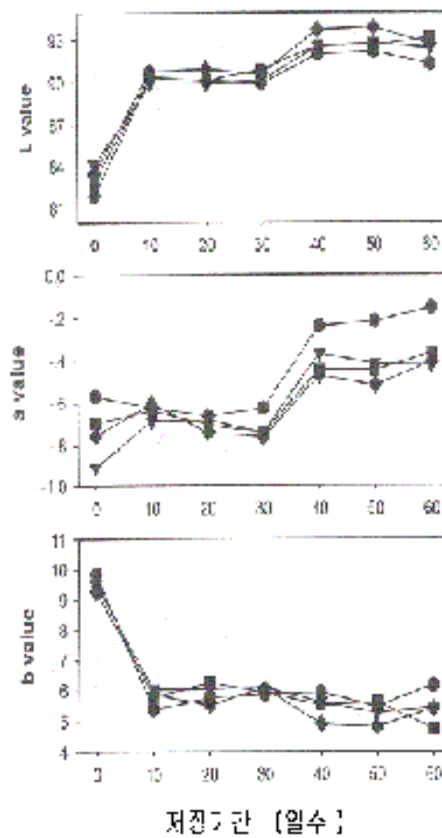


Figure 3-3, 10% 유자희석액의 저장기간에 따른 색도 변화

### 3) 생과의 즉석 조리가공 방법 개발(1)

#### 가) 청 유자와 완숙유자를 이용한 즉석 조리 방법 개발

관능 검사를 통한 희석률을 달리한 유자 착즙액의 음료로서의 적합성 여부 검사 우선 시중에 판매되는 유자 액즙을 사용하여 관능평가원이 선호하는 희석배수를 정하고 평가원간의 토의와 문헌을 토대로 작성된 용어를 이용하여 관능검사를 실시하였음. 사용된 관능특성으로는 유자향, 신맛, 쓴맛, 떫은맛, 단 맛, 노란색, 갈색도, 음료수로서의 적합성, 전체적인 기호도를 평가하였다. 선택된 희석 배수는 10%와 15%로, 유자향은 열처리로 인해 비열 처리 유자 희석액에 비해 약했다. 신맛, 쓴맛, 노란색 정도는 10% 희석군이 15% 희석군에 비해 오히려 낮았고 갈색도 증가는 비열처리 대조군이 열처리군에 비해 더 강하게 나타나 음료로서 열처리는 중요함을 설명한다. 음료로서의 적합성과 전체적인 기호도는 15% 희석군이 더 좋다고 평가되었다.

#### ① 빵종류: 유자 크레이프

● 재료: 밀가루 100g, 우유 1컵, 달걀 1개, 설탕 2큰술, 유자 크림 재료(유자 1개, 크림치즈 100g, 요구르트 100g)

#### ● 만들기:

- ㉠ 유자는 깨끗이 씻어 껍질을 깎아 2cm 길이와 0.5cm 두께로 채를 썰어 4등분한다.
- ㉡ 크림 치즈와 요구르트 크림을 섞어 농도를 맞춘 뒤 유자 썬 것을 섞는다.
- ㉢ 달걀과 우유를 섞고 설탕을 넣어 풀어준 뒤 밀가루를 체에 내려 섞은 다음 냉장고에 넣었다가 꺼내어 다시 고운 체에 내린다.
- ㉣ 프라이팬에 기름을 바르고 반죽을 얇게 펴서 뒤집어가며 노릇하게 굽는다.

#### ② 과자류: 유자 마말레이드

● 재료: 유자 3개, 유자즙 1큰술, 설탕 1/2컵, 물엿 2큰술, 불린 젤라틴 1큰술, 유자주스

● 만들기:

- ㉠ 유자는 소금물에서 아주 깨끗하게 씻어 건져 물기를 잘 뺀다.
- ㉡ 씻은 유자는 잘 드는 칼로 얇게 링으로 저어 썬다.
- ㉢ 찢어 놓은 유자는 속씨를 다 골라내고 냄비에 담는다.
- ㉣ ㉢의 냄비에 유자즙을 뿌리고 유자 주스를 유자를 덮을 정도로 부어 준다.
- ㉤ ㉣에 분량의 설탕을 넣고 중불 이하에서 서서히 끓이면서 떠오르는 거품을 걷어낸다.
- ㉥ 투명하게 끓여진 유자에 분량의 물엿을 넣고 계속 끓인다.
- ㉦ 되직하게 조리된 마말레이드에 불린 젤라틴을 넣고 조금 더 끓인다.

③ 음료 및 주류: 유자 식혜

- 재료: 엿기름 가루 5컵, 물 30컵, 멥쌀 (또는 찹쌀) 3컵, 설탕 (또는 꿀) 2컵, 유자즙 1.5컵, 생강 30 g, 실백 약간

● 만들기:

- ㉠ 엿기름 가루에 따뜻한 물을 붓고 4시간 정도 둔다.
- ㉡ 어레미에 밭여 맑은 물이 되도록 가라 앉혀서 옷물만 따른다.
- ㉢ 멥쌀은 불려서 찜통에 찐다 (된밥을 지어도 좋다).
- ㉣ 밥에 맑은 엿기름을 부어서 50℃의 온도에서 4-5시간 둔다.
- ㉤ 밥알이 삭아 밥알이 몇 개씩 떠올라 오면 밥알을 전부 건져서 냉수에 두어번 씻은 다음 냉수에 담귀 차게 둔다.
- ㉥ 밥알을 건진 식혜물은 설탕과 생강 몇 쪽을 넣고 펄펄 끓여 거품과 생강을 건져낸다.
- ㉦ 분량의 유자즙을 넣어준다.
- ㉧ 화채그릇에 식혜물을 담고 식혜 밥알과 실백을 띄운다.

④ 양념류, 소스 및 드레싱류: 유자 마요네즈

- 재료 : 식용유 100g, 난황 18g, 유자즙 15 g, 설탕 4g, 식염 3g, 양겨자 1작은술, 올

리고당 1.5작은술

● 만들기:

- ㉠ 식용유를 제외하고 나머지 재료를 밀이 둥그런 유리 그릇에 넣고 잘 섞는다.
- ㉡ ㉠에 식용유 0.5 작은 술(아주 조금씩)씩 넣고 전기 비터를 이용하여 한쪽 방향으로만 잘 저어 완전히 유화가 되도록 한다.
- ㉢ 그 외에도 떡류, 각종 양념류(일식, 한식, 양식이나 퓨전음식용), 후식용 소스에 사용할 수 있음.

4) 생리 활성 성분의 특성 탐색

유자 관련 data base 구축을 통해 유자에 함유된 여러 생리 활성 물질들은 다음과 같은 일반적인 기능을 알 수 있었다.(유자세상 홈페이지(www. yuzaworld.or.kr)를 통해 정보 검색 가능)

- ① 유기산 (구연산, 호박산, 사과산 등)  
통증 완화 (신경통, 류마티스, 근육통 등), 피로회복, 식욕 및 소화 촉진, 감기 회복
- ② hesperidin : 혈압 안정, 혈관 노화 방지로 뇌출혈과 고혈압 방지, 간 해독과 피로 회복, 항암, 항균 작용
- ③ limonoid : 발암 억제
- ④ limonen :혈액순환 촉진, 목 염증과 기침 완화, 위암, 폐암, 피부암 발병 억제 효과
- ⑤ 비타민 C : 피로회복, 피부미용, 식욕 증진, 감기예방, 항암 효과
- ⑥ 펙틴: 혈액순환과 신진대사 촉진, 피부미용 효과, 동상 방지와 살균 효과
- ⑦ 칼슘: 어린이 골격 형성과 공다공증 예방 효과
- ⑧ 유자향 : 신경안정, 식욕 증진, 쾌감, 일부 수면 효과

## 제 2 절 유자 과피 · 과즙을 이용한 음식 개발

### 1. 실험재료

황유자는 전남 완도 고급 농협에서 2000년 11-12월에 구입한 것 1차년도와 같은 방법으로 시료를 준비하였다.

### 2. 실험방법

#### 가) 수확시기별 유자의 일반 성분 분석

##### ① 분석용 시료처리

일반 성분 분석을 위하여 유자 부위별로 동결 건조 시킨 후 분쇄기로 가루를 만들어 사용하였다.

##### ② 일반 성분 분석 방법

유자 10개를 선택하여 과육, 과피, 씨의 세 부분으로 나누고 중량법으로 각각의 비율을 구하였다. 일반성분 분석은 AOAC 법에 따라 행하였음. 즉 수분 함량은 상압 가열 건조법, 회분은 직접 회화법을 사용하였다. 각 실험은 3회 반복 실시하여 그 평균을 구하였다.

#### 나) 이화학적 특성, 색도 및 수용성 탄수화물 함량

##### ① 분석용 시료처리

이화학적 특성(pH, 산도, 굴절률, 탁도) 측정을 위해서는 1 g의 시료를 40 ml의 물에 넣어 잘 섞은 후 원심분리기를 이용하여 3,000 x g에서 10 분간 원심분리하여 얻은

상층액을 시료로 사용하였다.

② 이화학적 특성 측정

pH값은 pH Meter를 이용하여 3회 반복 측정한 후 그것의 평균값을 취하였다. 산도는 적당히 희석한 후 pH 8.0±0.1로 되는 점에서의 0.1N NaOH 소비량을 일정한 식을 이용하여 % citric acid로 환산하였다. 굴절률은 굴절 당도계를 사용하여 가용성 고형분(brix)을 측정하였고, 투과도는 분광 광도계를 이용하여 680 nm에서 %T를 측정하였다.

③ 색도 측정 : 색차계를 이용하여 삼자극치 L, a, b 값을 구하였다.

다) 생리 활성 성분의 특성

유자에 함유된 bioflavonoid는 eriocitrin, hesperidin, naringin, neohesperidin, narirutin, nobiletin, tangeretin 등인데 그 기능성은 cholesterol 저하, 항암, 항돌연변이, 항산화성, 스트레스 억제, 발암개시 억제, 혈압저하, 이뇨, 항궤양, 지방흡수 저하, 항염 및 항알러지 효과 등이다. 개략적인 값을 알기 위하여 spectrophotometry 법에 의하여 hesperidin과 naringin을 측정하였다. 수확시기를 2000년 10월 25일(청유자), 11월 10일(1차), 11월 20일(2차) 11월 30(3차)의 4가지 방법으로 유자를 수확하여 아래의 실험을 실시하였다.

라) 즉석 조리를 위한 유자의 가내 저장방법 개발

① Recipe 개발

유자원액을 이용한 가공식품으로는 기존의 소스에 유자원액을 일부 첨가하거나 다른 성분을 대체하여 만들어 유자의 향과 맛을 살린 부가가치 제품을 제조. 기존의 한국

식, 일식, 양식 소스에서 주로 식초나 레몬을 대체 함으로써 독특한 맛을 지닌 소스나 드레싱을 개발하였다.

## ② 전과, 과즙, 과피의 이용 방법 개발

전과, 과즙, 과피를 이용한 baked foods을 만들고 이것의 레시피를 확립하였다. 여러 가지 유자 즉석 요리를 제조하여 저장성을 측정하였다. pH, 산도, 총생균수, 관능 평가를 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 1) 유자를 이용한 요리 예

#### (1) 유자 젤리

● 재료: 한천(완성품 무게의 3~4%), 물, 설탕, 유자원액 2-3 큰술

● 만들기:

1. 한천에 100ml의 물을 가하여 팽윤 시킨다.
2. 130~150ml의 물에 설탕을 넣고 가열하여 설탕을 녹인다.
3. 2에 1을 넣고 불에서 내려 저으면서 젤라틴을 녹인다.
4. 50℃ 이하로 식힌 후 유자즙을 잘 섞어서 젤리틀에 넣어 냉장고나 얼음을 채운 물 속에 두어 식혀 굳힌다.

#### (2) 유자 아이스바

● 재료: 유자 과즙 2 큰술, 우유½컵, 플레인 요구르트 ½컵, 설탕70g

● 만들기:

1. 유자 원액, 우유, 요구르트를 믹서기에서 20초간 곱게 간다.
2. 아이스바 틀에 1을 붓고 아이스바 손잡이를 꽂은 다음 냉동실에 넣고 얼린다.



(3) 유자즙

● 재료: 유자과즙 150cc, 설탕 230g, 꿀 50g

● 만들기:

1. 준비된 재료를 잘 혼합하여 80. C까지 가열한 후 반드시 유리병에 넣어 냉장고에 보관한다.

2. 2를 냉수 또는 온수에 희석하여 유자즙을 만든다.

(4) 유자편치

● 재료 : 수박 1통, 파인애플1개, 파파야 1/2개, 키위 2개, 포도1/2송이, 청포도1/2송이, 유자 과즙 3컵 (유자 원액 2컵 + 생수 30컵 + 설탕 100-130g)

● 만들기:

1.포도와 청포도는 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 포도알을 떼어 낸다.

2.수박은 껍질을 제거하고 과육만 사방 1cm 크기로 사각 썰기를 한다.

3.키위와 파인애플, 파파야는 껍질을 벗겨 2의 수박과 같은 크기로 썬다.

4.편치 볼에 1,2,3의 과일을 넣고 미리 차게 한 유자과즙을 부어 잘 섞는다

(5) 유자 칵테일

● 재료: 유자과즙 10cc, 포도주 50cc, 소다수 적당량(약 100cc), 조각 낸 얼음

● 만들기:

1. 컵에 조각 얼음을 담은 뒤 유자과즙과 분량의 포도주를 붓는다.

2. 와인 잔에 소다수를 천천히 붓는다.

(6) 유자식혜

● 재료: 엿기름 가루 5컵, 물 30컵, 멥쌀(참쌀) 3컵, 설탕(또는 꿀) 2컵, 유자과즙 1.5컵, 생강 30g, 실백

● 만들기:

1. 옛기름 가루에 따뜻한 물을 붓고 4시간 정도 둔다.
2. 어레미에 받쳐 맑은 물이 되도록 가라 앉혀서 윗물만 따른다.
3. 멥쌀은 불려서 찹통에 찢는다.(된밥을 지어도 좋다.)
4. 밥에 맑은 옛기름물을 부어서 50℃의 온도에서 4-5시간 둔다.
5. 밥알이 삭으면 밥알이 몇 개씩 위로 떠오르게 되는데 이 때 밥알을 전부 건져서 냉수에 두어번 씻은 다음 냉수에 담아 차게 둔다.
6. 밥알을 건진 식혜 물은 설탕과 생강 몇 쪽을 넣고 팔팔 끓여 거품과 생강을 건어 내고 식혀 차게 둔 후 유자과즙 1.5컵을 넣어 섞는다.
7. 화채 그릇에 적당량의 식혜 물을 담고 식혜 밥알과 실백을 띄운다.

(7) 유자 수정과

- 재료: 꽃감 20개, 생강 100g, 통 계피 2-3조각, 물 25컵, 유자과즙 1컵, 설탕 2컵, 실백 2큰술
- 만들기:
  1. 물에 납작하게 썬 생강과 통계피를 넣고 약한 불에서 1시간 정도 끓인다.
  2. 끓은 체에 면 헝겊을 깔고 국물을 받쳐 맑게 되면 설탕과 유자과즙을 넣고 살짝 끓여 식힌다.
  3. 따뜻한 국물에 주머니 꽃감을 넣고 서늘한 곳에 하루 정도 두었다가 그릇에 꽃감 1-2개와 국물을 담고 실백 몇 개를 띄운다.

(8) 초고추장이나 초간장

- 만들기 : 식초대신 유자과즙을 첨가

(9) 유자마요네즈

- 재료 : 식용유 100g, 난황 18g, 유자과즙 15g, 설탕 4g, 식염 3g, 양겨자 1작은술, 올리고당 1.5작은술

● 만들기:

1. 식용유를 제외한 모든 재료를 밀이 둥근 유리나 플라스틱 그릇에 잘 섞는다.
2. 1에 식용유를 1/2 작은술 씩 넣으면서 거품기로 잘 저어 완전히 유화가 되도록 한다
3. 완전히 유화가 일어나면 식용유의 분량을 증가시키면서 잘 섞는다.

(10) 샤프샤브에 어울리는 유자간장소스

● 재료: 유자원액 1 큰술, 간장 1/2컵, 다시물 또는 우려낸 가쭈오부시 국물 4큰술, 맛술 1큰술, 마늘즙 4 큰술

● 만들기:

1. 다시물 만들기: 찬물에 다시마를 넣어 은근한 불에 끓인다가 끓어오르면 다시마는 건지고 가다랭이포를 넣어 불을 끈다. 5분쯤 지나 맛이 우려나면 면보를 깐 체에 걸러 맑은 다시물을 만든다.
2. 분량의 간장에 유자과즙, 맛술, 무(마늘) 즙을 섞고 채썬 파와 곱게 채썬 유자껍질 (가능하면)을 띄운다.

(11) 한국식 야채 소스

● 재료:간장 1큰술, 고춧가루 1 작은술, 간 마늘 1작은 술, 설탕 1/2 큰술, 유자과즙 2 작은술, 참기름,

● 만들기: 모든 재료를 그릇에 넣고 잘 섞는다.

(12) 일본식 간장 드레싱

● 재료: 간장 8 작은술, 양파즙 1 작은술, 맛술 2 작은술, 식용유 2 작은술, 유자원액 1 큰술, 올리고당 1 작은술, 후추 약간, 멸치액즙 1/2 작은술

● 만들기 : 재료를 모두 그릇에 담고 잘 섞는다.

(13) 마리네이드 소스

- 재료 : 올리브 오일 2.5큰술, 다진 양파 1큰술, 다진 생강 0.5큰술, 유자과즙 0.5작은 술, 소금, 후추
- 만들기: 모든 재료를 그릇에 넣고 잘 섞는다.

(14) 고기요리용 간장 소스(dip 용)

- 재료 : 간장 2큰술, 다시물(위의 샤브샤브 소스 참고) 2큰술, 맛술 1작은술, 간양파 1작은술, 겨자 1/8작은술, 무즙 1작은술, 식초 1작은술, 유자과즙 1작은술
- 만들기 : 모든 재료를 그릇에 넣고 잘 섞는다.

(15) 참깨 소스

- 재료: 참깨 간 것 5큰술, 간양파 1작은술, 토마토 케찹 1작은술, hot sauce 1작은술, 간장 1큰술, 맛술1/2작은술, 다시물 5큰술, 식초 1작은술, 유자과즙 1.5작은 술
- 만들기: 모든 재료를 그릇에 넣고 잘 섞는다.

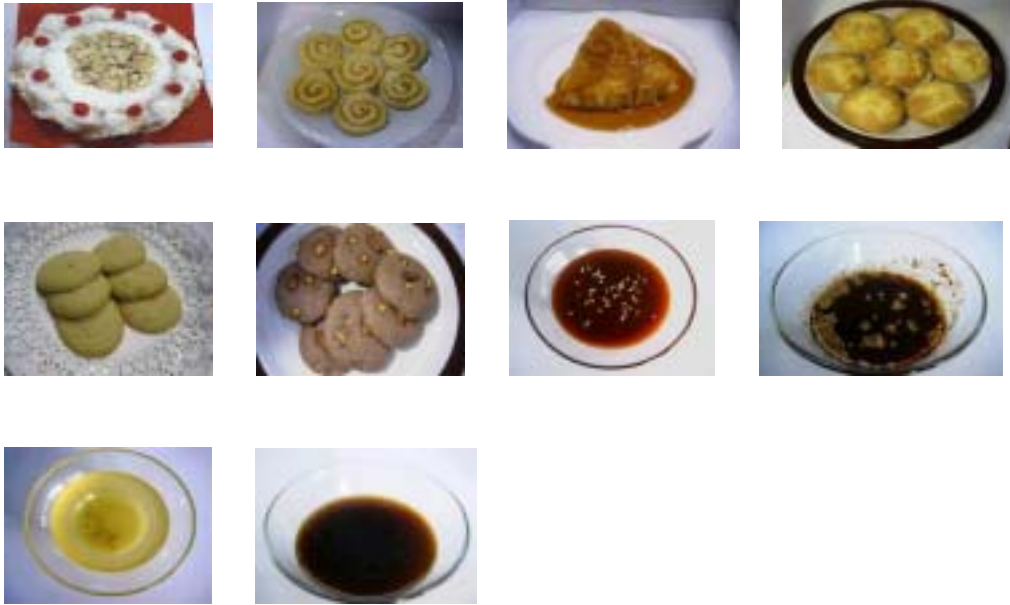


그림 3-4. 유자 생과(전과, 과즙, 과피)를 이용한 다양한 요리 실례

## 2) 생과의 기능성 성분의 특성

유자의 일반 성분의 특성은 pH, 산도, 수분, 지방산, 회분, 조단백 등의 연구가 진행 중에 있으며 특히 수확시기별 유자 생과 부위별 일반 성분을 연구하였다. 완숙유자인 황유자와 미숙과인 청유자에는 과육이 각각 35.48% 과 43.32~44.80% 이었고, 이에 비해 황유자가 청유자에 비해 11.57~9.36% 만큼 과피가 더 많았다. 씨의 비율은 황유자의 경우 13.11%를, 청유자는 14.62~15.36%를 나타냈다. 황유자와 청유자의 일반성분의 차이는 적었으며, 과피, 과육, 과즙의 경우 각각 조단백은 1.26~1.95%, 1.10~1.36%, 0.47~0.70%를, 회분은 0.11~1.21%, 0.14~1.31%, 0.25~0.55%를 함유하였다.

Table 3-3. 유자의 부위별 중량

	청유자	1차	2차	3차
Total	106.92g (100%)	114.5g (100%)	115.32g (100%)	117.42g (100%)
Peel	41.53g (38.9%)	50.11g (43.77%)	50.11g (43.46%)	49.43g (42.11%)
Flesh	54.17g (50.7%)	52.57g (45.92%)	52.79g (45.78%)	56.22g (47.87%)
Seed	11.2g (10.5)	11.80g (10.31%)	12.4g (10.76%)	11.76g (10.01%)

- 3) 유자 1 box(유자 약 120-130)를 착즙한 착즙양으로 전과(Total fruit)는 1박스의 유자를 측정된 것이며 Juice는 주스로 나온 과즙 양, juice/total ratio는 착즙율을 의미한다. 유자 착즙은 한국식품개발 연구원의 유자 착즙기 시작품으로 과즙을 착즙 하였다.

Table 3-4. 유자의 착즙률

	Total fruits	Juice	Juice/Total fruits
Yuzu	13.68±4.2(kg)	1.56±0.49(kg)	11.45±0.06(%)

- 4) 한 개의 유자를 동결건조 하기 전, 후의 중량임. 동결 건조는 동결건조기(Freeze dryer, FD 550g Il-Sin engineering, Korea)로 동결건조 시킨 후, 분쇄기(Food mixer, FM-700W, Han Il, Korea)로 가루를 만들어서 사용하였다.

Table 3-5. 동결건조 전후의 중량 감소량

(Unit : %)

	Before dryness weight(g)	After dryness weight(g)	Ratio(%)
Peel	50.67±0.89g	8.51±0.9	83.21±0.24
Flesh	41.47±6.37	7.41±0.01	81.99±0.77
Seed	11.83±	4.92	58.41

5) 수분함량은 상압 가열 건조법으로 측정하였다. (AOAC, 1990)

Table 3-6. Changes in moisture contents of Yuza (Unit : %)

	청유자	1차	2차	3차
Flesh	82.03±0.49	83.34±0.56	84.5±0.5	84.66±1.25
Peel	82.00±0.4	82.5±0.5	82.17±1.04	82.67±0.38

6) 유자의 과피와 과육에 대한 성분 분석을 위해서 동결 건조기로 동결건조 시킨 후 분쇄기로 가루를 만들어서 사용하였다. 각각의 pH, 산도, 색차계의 측정을 위해서는 1g의 시료를 40ml의 물에 잘 섞은 후 원심 분리기를 이용하여 3,000g에서 10분 동안 원심분리 하여 얻은 상층액을 시료로 함. 유자의 과즙에 관한 분석은 3,000g에서 20분 동안 원심분리 하여 얻은 상층액을 시료로 하였다.

Table 3-7. Changes in Acidity and pH of Yuza Juice

	청유자	1차	2차	3차
pH	2.76	2.78	2.79	2.68
Acidity	5.45	3.50	5.41	4.81

Table 3-8. 유자의 부위별 색차계 측정

	청유자			1차			2차			3차		
	Flesh	Peel	Juice	Flesh	Peel	Juice	Flesh	Peel	Juice	Flesh	Peel	Juice
L	40.53	47.73	26.22	89.58	84.51	32.56	86.09	81.95	23.45	86.48	81.68	27.69
a	-2.73	-2.42	-3.1	-0.64	0.53	-0.98	0.01	1.3	1.09	0.22	1.31	0.87
b	17.34	15.04	17.38	20.21	26.44	24.23	21.65	36.25	35.57	22.4	29.53	38.56
E	63.73	66.01	56.73	21.74	48.93	71.75	24.54	61.46	85.17	24.9	60.89	83.11

7) 각각의 동결 건조한 유자의 과피와 과육을 1g/100ml 정도가 되게 용매 메탄올에 첨가한 후 환류추출하여 Davis 방법을 변형시켜 spectrophotometer(420nm)로 측정하였다.

Table 3-9. Changes in Naringin contents of Yuza Juice

(Unit : mg%)

	청유자	1차	2차	3차
Flesh	297.73	150.76	146.21	106.81
Peel	150.76	297.72	312.88	240.15

8) 각각의 동결 건조한 유자의 과피와 과육을 1g/100ml 정도가 되게 용매 메탄올에 첨가한 후 환류 추출하여 Davis 방법을 변형시켜 spectrophotometer(360nm)로 측정하였다.



Table 3-10. Changes in Hesperidin contents of Yuza Juice (Unit : mg%)

	1차	2차	3차
Flesh	204.95	193.80	170.47
Peel	485.32	711.60	324.25

9) 동결 건조한 유자 과피, 과육을 3g씩 취하여 500ml 삼각 flask에 넣고 70% 에탄올, water, diether ether, chloroform, ethyl acetate 및 acetone을 각각 200ml씩 가한 후 16시간 동안 교반 추출하여 Whatman No. 2 여과지로 여과하였다. 여과된 잔사에 각각의 용매를 다시 100ml씩 가하여 2시간 씩 교반 및 여과하는 과정을 2회 더 반복하였다. 각 추출물을 용매를 감압 농축기로 제거하여 유자 동결건조 분말에 대한 추출물의 총 고형분 함량의 백분율로 수율을 계산하였다.

Table 3-11. Extraction yield, total polyphenol contents of the various organic solvent extracts from the Yuza peel

Yuzu	Solvent	Yield(%)	Total polyphenol(mg%)
Peel	70% ethanol	80.48	89.21
	water	89.72	71.19
	diethyl ether	53.34	82.19
	chloroform	19.84	54.98
	ethyl acetate	85.52	87.05
	acetone	66.76	75.15

## 제 3절 유자 소스개발 및 생리활성 물질 검색

### 1. 실험재료

황유자는 전남 완도 고금 농협에서 2000년 11-12월에 구입한 것 1차년도와 같은 방법으로 시료를 준비하였다.

### 2. 실험방법

#### 가) 수확시기별 유자의 일반 성분 분석

일반 성분 분석을 위하여 유자 부위별로 동결 건조 시킨 후 분쇄기로 가루를 만들어 사용하였다.

#### 나) 생리 활성 성분의 특성

유자에 함유된 bioflavonoid는 eriocitrin, hesperidin, naringin, neohesperidin, narirutin, nobiletin, tangeretin 등인데 그 기능성은 cholesterol 저하, 항암, 항돌연변이, 항산화성, 스트레스 억제, 발암개시 억제, 혈압저하, 이뇨, 항궤양, 지방흡수 저하, 항염 및 항알러지 효과 등이다. 개략적인 값을 알기 위하여 spectrophotometry 법에 의하여 hesperidin과 naringin을 측정하였다.

#### 다) 즉석 조리를 위한 유자의 가내 저장방법 개발

##### ① Recipe 개발

유자원액을 이용한 가공식품으로는 기존의 소스에 유자원액을 일부 첨가하거나 다른 성분을 대체하여 만들어 유자의 향과 맛을 살린 부가가치 제품을 제조. 기존의 한국 식, 일식, 양식 소스에서 주로 식초나 레몬을 대체 함으로써 독특한 맛을 지닌 소스나 드레싱을 개발하였다.

## ② 전과, 과즙, 과피의 이용 방법 개발

전과, 과즙, 과피를 이용한 baked foods을 만들고 이것의 레시피를 확립하였다. 여러 가지 유자 즉석 요리를 제조하여 저장성을 측정하였다. pH, 산도, 총생균수, 관능 평가를 실시하였다.

### 라) 유자과즙 소스의 저장성 및 관능 평가

#### (1) pH

pH meter를 이용하여 측정하였다.

#### (2) 총산도

총산도는 0.1N NaOH로 적정하여 citric acid를 기준으로 적정하였다.

#### (3) 생균수

생균수는 plate count 방법을 사용하였음. 생균수 측정 배지를 만들고 각각의 유자소스 1ml를 0.85% NaCl 9ml에 현탁하고 이를 10배 단위로 희석한 것을 각 배지에 도말하여 분산시키고 35~37℃에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

#### (4) 관능검사

관능 평가원으로는 서울대학교 식품영양학과 대학원생 10명을 선정하여 이들에게 실험 목적을 설명하고 각 특성 치에 대해 훈련을 시킨 후 유자소스의 저장에 따른 관능평가를 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 1) 유자과즙을 이용한 소스 제조 방법

- (1) 초고추장이나 초간장(CH) : 고추장 1컵, 설탕 3큰술, 유자과즙 1.5 큰술
- (2) 샐러드에 어울리는 유자간장소스(SB) : 유자원액 1 큰술, 간장 1/2컵, 다시물 또는 우려낸 가꾸오부시 국물 4큰술, 맛술 1큰술, 마늘(또는 무)즙 4큰술, 송송 썬 실과
- (3) 한국식 야채 소스(KR) : 간장 1큰술, 고춧가루 1 작은술, 간 마늘 1작은 술, 설탕 1/2 큰술, 유자과즙 2작은술, 참기름, 통깨, 소금 약간씩
- (4) 일본식 간장 드레싱(JP) : 간장 8작은, 양과즙 1작은술, 맛술 2작은술, 식용유 2작은술, 유자 원액 1.5 큰술, 올리고당 1작은술, 후추 약간, 멸치액즙 1/2작은술
- (5) 유자마요네즈(M) : 식용유 100g, 난황 18g, 유자과즙 15g, 설탕 4g, 식염 3g, 양겨자 1작은술, 올리고당 1.5작은술(약 7g)
- (6) 유자 주스(J) : 유자과즙 150cc, 설탕 230g, 꿀 50g
- (7) 유자 과즙(S) : 유자 생과를 체인벨트식 유자 착즙기 시작품으로 착즙

#### 2) 즉석 조리를 위한 유자의 가내 저장방법 개발

희석률을 달리한 유자 착즙액의 음료로서의 적합성과 풍미와 색에 관한 관능특성을 알아본 결과 신맛, 쓴맛, 떫은맛, 단맛의 경우는 차이를 인식하지 못하였으나, 색의 차

이는 잘 인식하였다. 열처리를 한 유자 착즙액은 대조군에 비해 색 변화가 적어 음료로서의 적합성이 더 높았다. 즉석 조리를 위한 유자의 가내 저장 방법을 개발하기 위하여 먼저 유자를 얇게 썰어 설탕 첨가량을 0%, 10%, 20%로 하여 저장 기간 동안의 여러 가지 특성 변화, 즉, 이화학적 특성 변화, 기능성 물질의 변화, 향기성분의 변화, 관능적 특성 등을 평가하였다.

### 3) 유자과즙 소스의 평가

#### (1) pH

pH의 변화는 유자과즙을 이용하여 만든 5가지 소스와 주스는 60일 동안 저장하면서 pH를 측정하였다. 그 결과 Figure 1과 같이 60일 저장기간 동안 소스의 유의적인 pH 변화는 없었다. pH의 변화는 유자과즙을 이용하여 만든 5가지 소스와 주스는 60일 동안 저장하면서 pH를 측정하였다. 그 결과 Figure 3-5와 같이 60일 저장기간 동안 소스의 유의적인 pH 변화는 없었다.

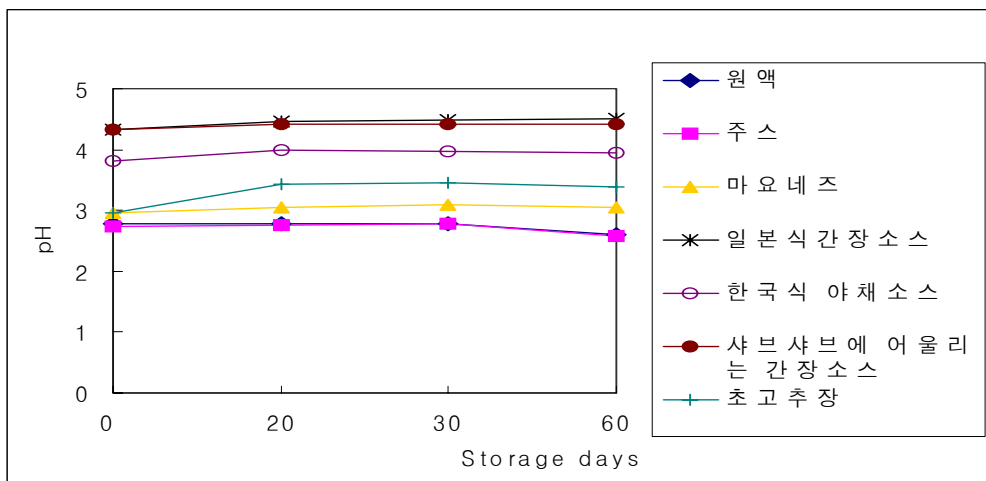


Figure 3-5. Changes of pH of Yuza sauces

## (2) 총산도

유자과즙을 이용하여 만든 5가지 소스와 주스는 60일 동안 저장하면서 총산도를 측정하였다. 그 결과 Figure 3-6과 같이 60일 저장기간 동안 소스의 유의적인 변화는 없었다.

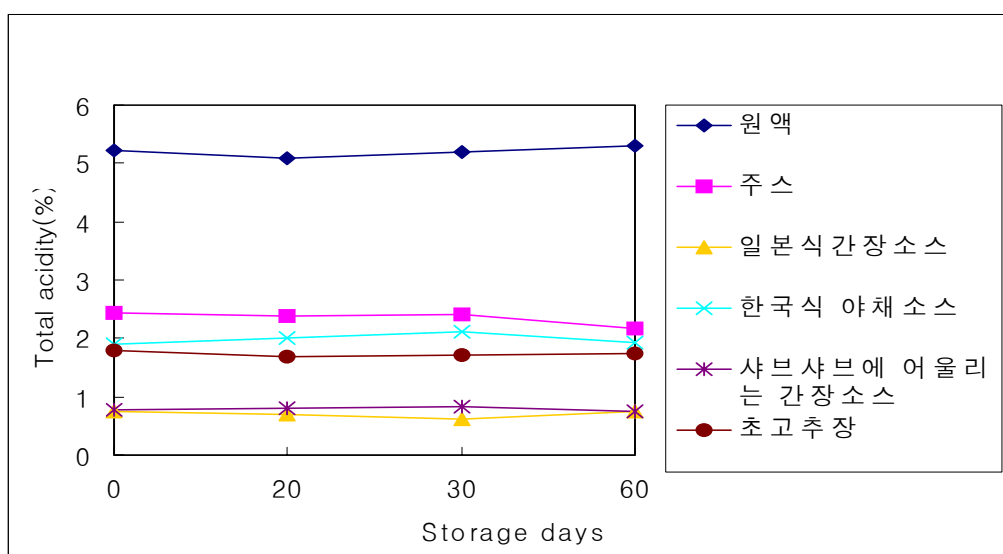


Figure 3-6. Changes of total acidity of Yuza sauces

## (3) 생균수

유자 과즙을 이용하여 만든 일본식 간장소스, 초고추장, 한국식 야채소스의 총균수 변화는 0일째  $10^3 \sim 10^4$ 을 나타냈으며 이것은 저장 기간 60일이 지나도 비슷한 경향을 나타냈다. 그러나 유자 마요네즈, 유자 주스, 샐러드용 소스는 0일 째 생균수가 나타나지 않았으며, 유자마요네즈, 유자 주스는 저장 60일이 지나도 생균수가 나타나지 않았다. 이것은 유자 원액의 낮은 pH로 인한 방부 효과로 여겨진다. 또한 0일 째 생균

수를 보이지 않았던 샤프샤프 소스는 저장 60일이 지나면서 생균수가  $10^3$  정도로 증가되었는데 이것은 샤프샤프 소스의 여러 가지 다른 첨가 재료에서 균의 성장에 필요한 영양을 제공하였을 것으로 여겨진다. 그러나 저장 80일에 나타난 생균수  $10^3$ 는 소스로 이용하는데 위생상 문제가 없을 것으로 판단된다.

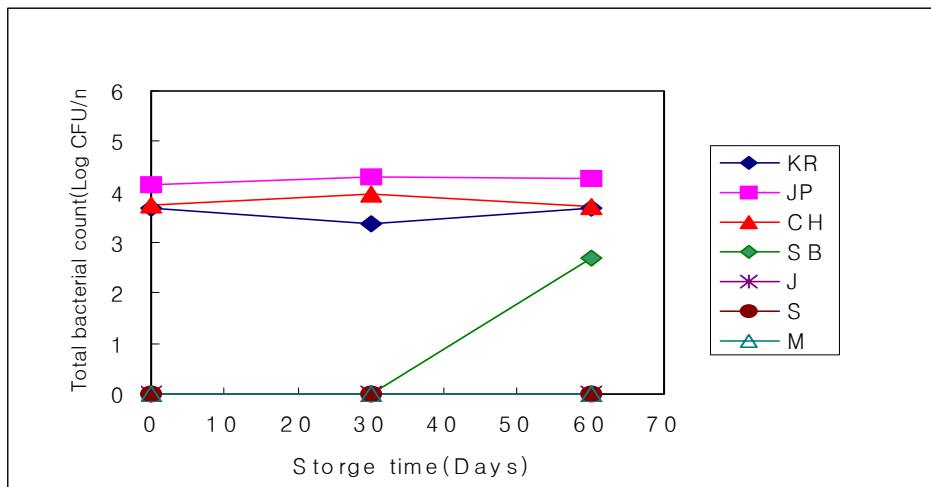


Figure 3-7. Changes of total bacterial counts of Yuza sauces

#### (4) 관능검사

소스를 만든 직후와 3개월 저장한 소스의 관능적 차이가 식별되는지를 알기 위해서 3점법을 실시하였다. 3점법 결과 유자 소스를 만든 직후나 3개월 저장한 것이나 차이가 식별되지 않아 저장 3개월이 지나도 처음의 소스 고유의 맛과 향이 유지되는 것으로 나타났다.

Table 3-11. Triangle test of Yuza sauces

소 스	총 평가 개수	틀린 개수	맞은 개수
한국식 야채 소스(KR)	20	15	5
일본식 간장 드레싱(JP)	20	14	6
초고추장이나 초간장(CH)	20	17	3
샤브샤브에 어울리는 유자간장소스(SB)	20	18	2
유자마요네즈(M)	20	17	3
유자 주스(J)	20	20	0



## 제 4 장 유자의 착즙을 제고를 위한 가공기술 개발

## 제 1 절 유자착즙기 시작품 개발

### 1. 현행 유자착즙 공정의 문제점

현재 유자원료를 수확하여 공장에 입고하여 유자착즙을 할 때 시료의 크기별 선별이 이루어지지 않아 착즙율이 저하되고 있다. 유자시료 세척조의 크기가 적고 세척수 분사압력이 낮아 세척효과가 떨어지며 유자시료 세척후 건조공정의 길이가 짧고 송풍 온도가 상온에서 이루어져 건조효과가 떨어진다. 전체적으로 세척, 건조 설비가 시료 처리용량에 비하여 규모가 적다. 이러한 유자착즙 전처리과정을 개선하기 위하여 유자 시료의 크기를 3단계로 구분할 수 있는 형상크기 선별장치(원통형 감귤선별장치)를 설치하고 유자시료 세척시 내마무성 플라스틱 브러쉬 조합 세척장치를 추가설치하여 세척효과를 증대시켜야 한다. 세척후 유자시료의 건조효과를 높이기 위하여 건조장치의 길이를 늘리고 상온송풍방법을 30~40℃ 정도 열풍건조로 대체하는 것이 좋다.

그리고 유자과즙을 추출하는 착즙장치는 연속식 압착벨트식과 회전원판 압축식의 2가지 종류가 있는 데 가장 문제시 되는 것은 유자과즙의 착즙율이 평균 10~12%로 낮은 것이다. 따라서 유자과즙의 착즙율을 향상 시킬 수 있는 새로운 형태의 유자착즙장치 개발이 필요하다.

### 2. 시작품 설계 및 제작

유자과즙의 착즙율을 높일 수 있는 새로운 유자착즙기 개발을 위하여 현행 벨트식 유자착즙기보다 압축력이 높은 체인벨트식 유자착즙기 시작품을 그림 4-1과 같이 설계제작 하였으며 그림 4-2는 시작품의 외형을 나타낸 것이다.

시작품은 유자생과를 투입하여 체인 벨트식 착즙기로 유자과즙을 착즙하고 유자과

피와 과육을 분리하고 진동필터 장치를 사용하여 착즙된 유자과즙 속의 섬유질과 잔존 과육 및 씨를 제거하여 과즙을 청정상태로 하도록 구성되었다. 시작품 본체는 스텐레스 구조형으로 위생적이며 부식이 없고 장치구조가 조립형으로 유지보수 및 관리가 쉽게되어있다. 유자과즙을 착즙하는 방식은 체인 벨트식 압착방식이며 스텐레스체인을 이용하여 이것의 양끝단에 산도가 높은 유자과즙에 부식되지 않는 특수 재질인 아세탈 플라스틱판을 부착하여 유자생과를 연속적으로 압착하여 착즙하는 구조이다. 아세탈 플라스틱판이 부착된 스텐레스 체인은 유자생과의 크기에 따라 폭이 조절하여 착즙율을 높이도록 되어 있다. 유자원료 투입구에는 유자생과가 일정량으로 투입되도록 흡퍼가 설치되어 있으며 하부에 절단칼날을 설치하여 벨트에 유자 공급되는 초기에 유자가 1/2 절단되어 착즙시 유자과즙이 쉽게 추출되도록 하였다. 유자착즙시 착즙 체인을 과중한 압축하중을 방지하고 착즙율을 높이기 위해 압착롤러가 120MM 간격으로 설치되어 있다. 착즙기 입구에 원료투입흡퍼와 스텐레스체인 벨트를 설치하여 유자생과원료가 일정한 속도로 정렬되게 한다. 착즙된 유자과즙은 하부흡퍼로 받아 진동필터장치로 공급하며 진동필터장치는 2단 고속진동여과기로서 진동체의 눈목은 1단 60mesh, 2단 80mesh로 하여 착즙된 유자과즙내에 남아있는 유자과육 및 씨 등의 찌거기를 완전여과하여 유자과즙상태가 청정하게 한다. 시작품의 구동모터는 유자 벨트식착즙기 2대 0.75KW 원료자동공급기 1대 0.4KW이며 이 부분은 모터속도변속로 되어 있으며 진동필터장치 1대 : 0.4KW × 6P 이며 전원은 AC 220 V 삼상이다. 시작품의 치수는 700W×1800L×1900H mm이다.

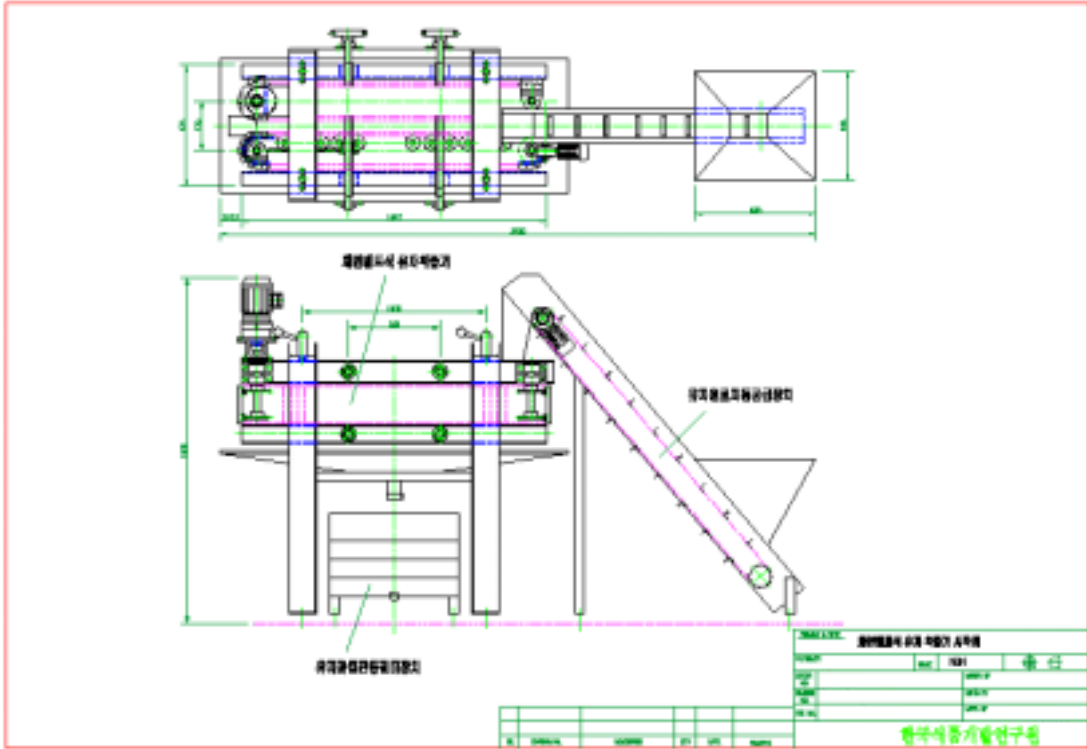


그림 4-1. 체인 벨트식 유자착잡기 시작품 개략도



그림 4-2. 체인벨트식 유자착즙기 시작품 모습

### 3. 성능 실험

개발된 체인 벨트식 유자착즙기 시작품을 이용하여 유자시료의 과즙착즙실험을 한 결과 유자과즙의 처리용량은 유자시료의 크기에 따라 차이가 있으나 평균 120~150 kg/hr이 였으며 평균 착즙율은 10~16%였다. 본 시작품은 유자시료의 과즙성분 분석 시 유자과즙 착즙에 사용하고자 규모가 소형이나 이를 공장용으로 활용할 시 체인벨트의 길이를 연장하여 시료투입속도를 높이면 처리용량을 크게 증대할 수 있다. 본 시작품의 유자시료 착즙율은 앞서 유자과즙 성분 분석 표2-6과 2-9에서 나타난 것과 같이 유자의 수확시기에 따라 착즙율이 큰 차이를 보여 유자 적정 수확시기가 유자과즙 착즙시 유자착즙장치의 성능과 함께 중요한 요인이 되는 것을 알 수 있다.

### 제 3 절 유자과피과육 분리기 시작품 개발

#### 1. 시작품 설계 및 제작

유자착즙후 발생하는 유자부산물에서 종자를 제거한 후 과피와 과육이 붙어있는 데 유자과피 부분에 유자향 성분의 정유물질이 많이 들어 있어 이를 과육에서 절단분리 하면 고부가가치의 유자과피원료를 얻을 수 있다. 유자과피는 김치부재료, 유자페이스트, 유자과자, 유자잼 및 마마레이드 등의 원료로 사용되며 이를 냉동저장하면 장기간 보관할 수 있으며 대일 수출전망도 매우 밝은 것으로 알려져 있다. 이러한 작업을 수작업으로 할 경우 인건비가 많이 소요되고 작업효율이 크게 떨어지므로 이를 기계적으로 절단분리할 수 있는 장치개발이 필요하다. 그림 4-3은 유자과즙착즙후 남게되는 유자부산물인 유자과피에서 유자과육부분을 제거할 수 있는 유자과피 과육분리기 시작품의 개략도를 나타낸 것이다. 이것은 두 개의 고속 회전원판 칼날과 유자과피 수직이송벨트로 구성되어 있으며 소요동력은 1hp이며 전원은 AC 220V 단상이다. 그림 4-4는 시작품의 외형을 나타낸 것이다. 상부의 투입구에 유자과육이 부착된 유자과피를 수직방향으로 투입하면 이송벨트에 고정되어 하부로 이동하면서 고속회전 원판칼날에 의하여 유자과피와 과육부분이 분리되어 하부 출구로 배출된다.

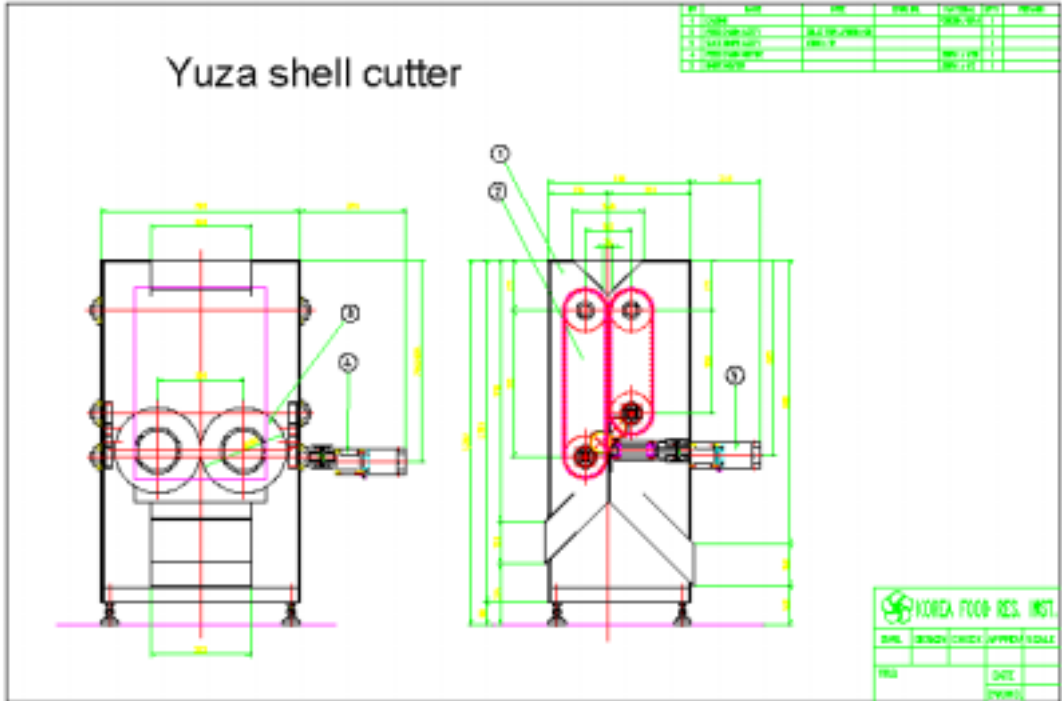


그림 4-3. 유자과피과육 분리기 시작품 개략도



그림 4-4. 유자 과피과육분리기 시작품의 외형

## 2. 성능실험

그림 4-5는 유자 과피과육 분리기 시작품을 사용하여 유자과피와 과육부분이 분리된 시료를 나타낸 것이다. 본 시작품의 처리용량은 시간당 30 kg/hr 이며 작업인원은 2명이 소요된다. 본 시작품은 유자착즙 가공공장에서 대량으로 생산되는 유자과피의 부가가치를 높이기 위하여 유자과피에서 과육을 제거하는 작업에 사용할 예정이다.





유자과피



유자과육

그림 4-5 유자과과육 분리기 시작품으로 분리된 유자과피 및 과육 시료

## 제 5 장 유자의 수확후 장기 저장기술

## 제 1 절 유자의 열처리 방법

유자의 신선도 연장을 위한 처리로서 가열처리에 의한 효과, MA포장효과, 유자의 속도 및 수확 시 취급방법에 따른 저장 등을 조사하였다.

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 유자로는 1999년도산 완숙기의 유자와 청 유자를 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 유자의 저장전 열처리

유자를 40℃의 항온실에 각각 12시간, 24시간 및 36시간 방치하여 열처리한 후 이를 꺼내어 4℃의 저온 저장고에 1일간 방치한 후 pH, 산도, 가용성고형물 및 표면색을 비교하였으며 호흡율은 처리 후 각각 4℃, 10℃ 및 20℃에 1일간 방치후 각각의 온도에서 측정하였다. 청유자는 40℃의 항온실에 36시간 열처리한 후 이를 꺼내어 4℃의 저온 저장고에 1일간 방치한 후 저장처리를 하였다.

#### 나. 유자의 저장처리

완숙기 유자의 저장처리는 유자의 열처리 유무에 따라 분류하여 다르게 MA포장을 한 후 4℃의 저온 저장고에서 저장실험을 수행하였다. 열처리를 하지 않은 유자의 경우 실험실에서 제올라이트를 첨가하여 제조한 0.03mm, 0.06mm 두께의 필름(CE)과 시중 유통되는 0.03mm, 0.06mm두께의 PE필름으로 각각 5kg씩 포장하였다. 가열처

리하였던 유자의 경우 30mm두께의 CE필름만으로 포장하여 저장하면서 무포장구와 품질을 비교하였다. 열처리하지 않은 청유자는 0.03mm 및 0.06mm두께의 CE필름으로 포장한 후 저장하였으며, 열처리 유자는 0.03mm두께의 필름만 포장하여 저장하면서 무포장구와 품질을 비교하였다.

## 다. 분석

### 1) 호흡율

시료의 호흡율은 밀폐 용기 내에 시료를 넣은 후 호흡에 제한이 발생치 않는 시간 범위내에서 일정시간 방치한 후 용기내의 탄산가스조성을 GC로 분석하여 호흡율을 산출하였다. O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>의 GC (Shimadzu GC-14A, Japan) 분석조건은 detector : TCD, column : CTRI (Alltech Co.), column temp. : 35°C, injector temp. : 60°C, detector temp. : 60°C, carrier gas : He (50 mL/min)로 하였다.

### 2) 색도 및 경도측정

시료의 표면색은 Huter Color Difference Meter(Madel 600-UC-IV, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였으며 표준색판은 L= 89.2, a=0.921, b: 0.7이었다. 경도는 간이 경도계를 사용하여 측정하였는데 측정은 지름이 0.5mm인 plunger를 사용하여 pucture test한 후 나타난 최고 값으로 나타내었다.

### 3) 당도 및 적정산도

시료의 당도는 가용성 고형물 함량으로 나타내었는데, 시료로부터 과즙을 착즙한 후 Digital Brixmeter를 사용하여 측정하였고, 산도는 과육 일정량 취하여 마쇄한 후

0.1 N NaOH를 사용하여 pH가 8.2될 때까지 적가한 후 소비된 NaOH량을 이용하여 적정산도를 산출하였다.

#### 4) 관능적 품질 평가

대상시료의 외관적인 품질을 관능적으로 평가하였다. 관능품질평가는 실험실 연구원 6명이 참여하였으며, 평가의 인자로는 외관의 건전도, 과피의 색상, 과육의 색상 및 변색정도, 향, 이취 및 조직감이었다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 1) 열처리에 따른 호흡특성

##### 가) 완숙유자

40℃에서 열처리한 유자의 호흡율을 열처리하지 않은 유자와 4℃, 10℃ 및 20℃에서 비교하였다. 4℃에서 열처리하지 않았던 유자의 호흡율은 3.8005 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr이었는데 12시간 열처리하였던 유자는 이보다 낮은 3.3243 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 이었고 처리시간이 길어질수록 호흡율이 낮아지는 현상을 나타내었다. 10℃의 경우 무처리 유자는 7.5705 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr의 호흡율을 보였으며 열처리한 유자는 4℃의 경우에서와 같이 대조구에 비해 호흡율이 낮았으며 처리시간에 따른 효과는 유사한 경향을 보였다. 20℃에서 열처리를 하지 않은 유자의 호흡율은 11.6393 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 으로 4℃에 비해 3배 정도 높은 값을 보였으며 열처리하였던 호흡율은 8.6945~ 9.9603 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr범위로 대조구보다 낮았으며 처리시간에 따른 경향은 4℃ 및 10℃의 경우와 유사하였다.

##### 나) 청유자

40℃에서 열처리한 청유자의 호흡율을 열처리하지 않은 유자와 0℃, 4℃, 10℃ 및 20℃에서 비교하였다. 청유자의 호흡율은 완숙유자에 비해 비교적 높은 호흡율을 나타내었다. 열처리하지 않은 유자의 0℃에서의 호흡율은 4.0239 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr이었으며, 4℃에서 열처리하지 않았던 유자의 호흡율은 9.6615 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr이었는데 36시간 열처리하였던 유자는 이보다 낮은 5.1035 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 이었다. 10℃의 경우 무처리 유자는 16.5887 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr의 호흡율을 보였으며 열처리한 유자는 4℃의 경우에서와 같이 대조구에 비해 호흡율이 낮았다. 20℃에서 열처리를 하지 않은 유자의 호흡율은 34.8932 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr 으로 4℃에 비해 3.6배 정도 높은 값을 보였으며 열처리하였던 호흡율은 24.4375 CO<sub>2</sub>/ml/kg/hr로 대조구의 70%정도의 호흡율을 나타내었다.

## 2) 열처리에 따른 유자의 품질

완숙유자를 열처리한 후 열처리를 하지 않은 유자와 품질을 비교하였다. 경도는 열처리를 하지 않은 경우 1.64kgf였는데 열처리하였을 경우 1.26~ 1.54kgf로 열처리하지 않았던 유자에 비해 낮은 값을 보였으며 처리시간에 따른 뚜렷한 경향은 보이지 않았다. 가용성 고형물함량은 대조구의 경우 8.46°Brix이었으며 12시간 열처리한 경우 이보다 높은 8.94°Brix 이었고 24시간 처리한 경우 대조구와 유사한 수준을 보였으나 36시간 처리후에는 대조구보다 다소 낮은 값을 나타내었다. pH는 대조구가 3.56이었으나 열처리에 따라 그값이 점차 높아지는 경향을 보였다. 산도는 대조구가 3.48이었으며 12시간 처리후에는 대조구보다 다소 높은 값을 보였으나 24시간 이후부터는 급속히 감소하는 것으로 나타났다.

## 3) 저장중 포장내가스 조성

열처리하지 않은 유자를 포장하여 4℃에서 60일간 저장한 후 포장내의 가스조성을

분석하였다. 대조구는 0.03mm 두께의 필름에 지름이 0.6cm 정도의 구멍을 m<sup>2</sup>당 60개 씩 고르게 뚫은 후 포장하였던 처리구로 탄산가스는 0.95%, 산소는 19.61%이었다. 0.06mm두께의 필름으로 포장한 구는 탄산가스가 6.82~7.96%, 산소는 10.0~11.93%범 위였으며, 0.03mm두께의 포장구는 탄산가스가 2.47~3.72%, 산소는 14.78 ~15.27% 범위였다. 열처리하여 0.0mm두께의 필름으로 포장하였던 구는 탄산가스가 6.32~ 8.91%, 산소가 6.60~13.29% 수준을 유지하였다.

#### 4) 저장중 품질

완숙유자 및 청유자를 75일간 저장한 후 처리조건에 따른 품질을 각각 비교하였다.

##### 가) 완숙유자

가열처리를 하지 않았던 완숙유자의 품질을 MA포장재의 두께에 따라 비교하였던 바 중량감소율은 대조구가 1.90%발생한 반면 포장구는 1.23-1.43%정도 발생하였으며 일반 PE필름으로 포장한 것에 비해 실험실에서 제조한 CE필름으로 포장하였던 경우 중량감소가 다소 낮게 나타났다. 부패율은 대조구에서 92.2% 발생하였으며 포장구는 73.60~83.33% 발생하였다. 경도는 대조구가 0.55 kgf이었고 포장처리구는 0.64~ 0.83kgf, 가용성고형물함량은 대조구가 8.43<sup>o</sup>Brix 이었으며 포장구는 8.53~9.0 <sup>o</sup>Brix이 었다. 산도는 대조구가 2.42%이었고 포장구는 1.95~2.34%이었다. 전반적으로 대조구 는 결로로 인하여 곰팡이의 번식으로 인하여 부패가 심하였으며, 포장구 역시 이와 같은 현상으로 인하여 품질의 변화가 심하였다.

가열 처리하였던 유자의 저장 중 품질을 비교하였던 바 중량감소율은 1.14~1.50% 범위로 열처리후 포장한 경우와 포장하지 않은 경우 거의 유사한 수준을 유지하였으 며, 열처리하지 않은 경우에 비하여서는 다소 낮은 수준이었다. 부패율은 열처리만

하고 포장치 않았던 유자에서는 33.78~46.20% 발생한 반면 포장구에서는 이보다 높은 65.62~70.29% 발생하였다. 과피의 경도는 0.39~0.68kgf로 가열 처리치 않은 저장구에 비해 낮은 값을 보였으며 가용성고형물함량은 8.07~8.93 °Brix범위이었다. 전반적으로 포장구에 비해 대조구에서 변질발생이 적었으며 포장구의 변질은 과습이 주요인인 것으로 판단되었다.

#### 나) 청유자

열처리하지 않은 청유자의 중량은 대조구에서 1.32%발생하였고 포장구는 1.11~1.45%발생하여 처리간에 차이를 보이지 않았다. 부패율은 대조구 및 0.03mm CE포장구에서 54.00~56.33%발생한 반면 0.06mm CE포장구는 거의 부패되었다. 가용성 고형물은 대조구가 6.53°Brix이었으나 0.03mm CE포장구에서는 7.00°Brix이었다. 산도는 대조구가 1.38% 0.03mm CE포장구는 1.97%이었다. 전반적으로 대조구는 갈변이 일부 발생하였으며 0.03mm CE포장구는 곰팡이발생 및 갈변발생이 비교적 적었다.

열처리한 청유자를 저장하였던 바 중량은 2.32~2.59%범위였으며 부패율은 무포장한 것이 38.57%, 포장한 것이 49.10%발생하였다. 경도는 0.03mm CE로 포장한 것이 1.53kgf로 대조구에 비해 다소 높았으며 가용성 고형물함량 역시 포장구가 대조구보다 높게 유지되었지만 산도는 대조구가 포장구에 비해 높았다. 전반적으로 대조구에서는 이부의 갈변은 발생하였으나 곰팡이의 번식은 없었으나 0.03mm CE포장구에서는 약간의 갈변과 곰팡이의 발생이 관찰되었다.



표 5-1. 완숙유자의 열처리 시간에 따른 온도별 호흡율

4℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	3.8005
		O <sub>2</sub> ml/kg/h	3.8391
		RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	0.9899
	12h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	3.3243
O <sub>2</sub> ml/kg/h		3.4511	
RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )		0.9633	
24h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	2.6208	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	2.8020	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	0.9353	
36h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	2.6513	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	3.5406	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	0.7488	
10℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	7.5705
		O <sub>2</sub> ml/kg/h	6.5869
		RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.1493
	12h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	7.4484
O <sub>2</sub> ml/kg/h		7.3821	
RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )		1.0090	
24h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	7.4396	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	7.3734	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.0090	
36h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	6.2448	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	6.0698	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.0288	
20℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	11.6393
		O <sub>2</sub> ml/kg/h	10.2390
		RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.1368
	12h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	9.6002
O <sub>2</sub> ml/kg/h		10.6829	
RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )		0.8986	
24h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	8.6945	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	7.9424	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.0947	
36h	CO <sub>2</sub> ml/kg/h	9.9603	
	O <sub>2</sub> ml/kg/h	8.3932	
	RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	1.1867	

표 5-2. 청유자의 열처리후 온도별 호흡율

0℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	4.0239 3.8835 1.0361
	열처리	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	3.6257 3.4322 1.0564
4℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	9.6615 8.3975 1.1505
	열처리	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	5.1035 4.8898 1.0437
10℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	16.5887 16.0494 1.0336
	열처리	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	12.0105 10.7260 1.1198
20℃	Control	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	34.8932 37.4286 0.9323
	열처리	CO <sub>2</sub> ml/kg/h O <sub>2</sub> ml/kg/h RQ(CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	24.4375 22.3824 1.0918

표 5-3. 완숙유자의 열처리 후 품질특성

경도(kgf)	Control*	1.63±0.43	
	12h**	1.26±0.22	
	24h	1.54±0.20	
	36h	1.03±0.37	
가용성고형분(。 Brix)	Control	8.46±0.53	
	12h	8.94±0.47	
	24h	8.46±0.28	
	36h	8.23±0.23	
pH	Control	3.56±0.01	
	12h	3.61±0.05	
	24h	3.61±0.47	
	36h	3.78±0.15	
산도(%)	Control	3.48±0.04	
	12h	3.50±0.06	
	24h	3.13±0.47	
	36h	2.80±0.33	
색차	L	Control	72.03±0.52
		12h	73.53±1.12
		24h	74.43±1.16
		36h	72.04±1.73
	a	Control	6.58±1.17
		12h	4.89±2.63
		24h	2.73±1.97
		36h	5.52±2.37
	b	Control	73.28±1.76
		12h	75.21±1.16
		24h	75.25±2.97
		36h	74.60±2.89

표 5-4. 완숙 유자의 저장 60일 후 포장내 Gas 조성 (무처리 유자)

CO <sub>2</sub> (%)	Control <sup>1</sup>	0.95±0.24
	60CE <sup>2</sup>	7.96±1.65
	60PE <sup>3</sup>	6.82±2.15
	30CE <sup>4</sup>	2.47±1.08
	30PE <sup>5</sup>	3.72±1.12
O <sub>2</sub> (%)	Control	19.61±0.20
	60CE	10.05±2.11
	60PE	11.93±4.13
	30CE	14.78±1.33
	30PE	15.27±2.23

<sup>1</sup>Control : perforated 30 μm thickness LDPE film

<sup>2</sup>30CE : 30 μm thickness Ceramic film

<sup>3</sup>30PE : 30 μm thickness LDPE film

<sup>4</sup>60CE : 60 μm thickness Ceramic film

<sup>5</sup>60PE : 60 μm thickness LDPE film

표 5-2. 완숙 유자의 저장 60일 후 포장내 Gas 조성 (열처리 유자)

CO <sub>2</sub> (%)	12h	30CE	8.54±1.64
	24h	30CE	8.91±1.83
	36h	30CE	6.32±6.33
O <sub>2</sub> (%)	12h	30CE	6.60±0.11
	24h	30CE	6.53±0.40
	36h	30CE	13.29±8.01

표 5-6. 완숙유자의 MA 저장후 품질특성 (무처리 유자, 75일)

중량감소율(%)	Control*	1.90±0.84	
	30CE	1.23±0.17	
	30PE	1.41±0.21	
	60CE	1.29±0.09	
	60PE	1.43±0.13	
부패율(%)	Control	92.20±5.93	
	30CE	76.97±7.42	
	30PE	82.21±9.53	
	60CE	93.31±10.89	
	60PE	93.60±9.05	
경도(kg <sub>f</sub> )	Control	0.55±0.18	
	30CE	0.83±0.28	
	30PE	0.55±0.14	
	60CE	-**	
	60PE	0.64±0.45	
가용성고형분(。Brix)	Control	8.43±0.68	
	30CE	9.00±0.66	
	30PE	8.65±1.06	
	60CE	-	
	60PE	8.53±0.90	
pH	Control	3.34±0.08	
	30CE	3.44±0.08	
	30PE	3.64±0.19	
	60CE	-	
	60PE	3.54±0.06	
산도(%)	Control	2.42±0.35	
	30CE	2.34±0.32	
	30PE	1.88±0.40	
	60CE	-	
	60PE	1.95±0.07	
색차	L	Control	70.63±3.73
		30CE	67.34±2.55
		30PE	71.02±0.24
		60CE	-
		60PE	68.37±2.19
	a	Control	6.12±3.46
		30CE	4.70±2.48
		30PE	7.48±3.10
		60CE	-
		60PE	4.94±1.56
	b	Control	71.02±0.24
		30CE	66.89±3.18
		30PE	72.26±3.78
		60CE	-
		60PE	68.49±3.00
기타	Control	결로, 곰팡이, 심한 부패	
	30CE	곰팡이 약간, 과습	
	30PE	결로, 곰팡이, 심한 부패, 과습으로 멍그러짐	
	60CE	심한갈변, 60CE와 유사증상	
	60PE	곰팡이약간, 흑변, 심한갈변	

\*Control : perforated 30 μm film thickness LDPE

표 5-7. 열처리한 완숙유자의 MA 저장 후 품질특성 ( 75일)

중량감소율(%)	12h	Control* 30CE	1.48±0.10 1.38±0.07	
	24h	Control 30CE	1.50±0.47 1.34±0.24	
	36h	Control 30CE	1.39±0.10 1.14±0.07	
부패율(%)	12h	Control 30CE	46.50±16.26 69.54±11.20	
	24h	Control 30CE	33.78±7.43 65.62±5.33	
	36h	Control 30CE	41.47±18.58 72.67±1.76	
경도(kgf)	12h	Control 30CE	0.39±0.13 -	
	24h	Control 30CE	0.67±0.25 -	
	36h	Control 30CE	0.47±0.03 0.68±0.32	
가용성고형분 (。 Brix)	12h	Control 30CE	8.77±0.46 -	
	24h	Control 30CE	8.07±0.55 -	
	36h	Control 30CE	8.93±0.67 8.63±0.83	
pH	12h	Control 30CE	3.56±0.09 -	
	24h	Control 30CE	3.41±0.16 -	
	36h	Control 30CE	3.75±0.04 3.49±0.12	
산도(%)	12h	Control 30CE	2.01±0.22 -	
	24h	Control 30CE	2.44±0.42 -	
	36h	Control 30CE	1.62±0.04 2.40±0.32	
색차	L	12h	Control 30CE	71.86±1.29 -
		24h	Control 30CE	71.41±2.46 -
		36h	Control 30CE	73.97±2.45 71.45±2.44
	a	12h	Control 30CE	3.98±1.10 -
		24h	Control 30CE	1.55±0.85 -
		36h	Control 30CE	2.13±3.46 4.16±1.56
	b	12h	Control 30CE	69.94±0.69 -
		24h	Control 30CE	69.88±3.55 -
		36h	Control 30CE	72.03±2.15 70.23±4.27
기타	12h	Control 30CE	곰팡이, 부패, 갈변, 과습 없음 곰팡이와 부패 적으나, 연화, 갈변, 과습있음	
	24h	Control 30CE	곰팡이약간, 부패, 연화없음, 갈변거의없음 곰팡이, 연화 거의 없으나 연화심함	
	36h	Control 30CE	곰팡이,부패,갈변 약간씩, 과습없음 일부 연화부패, 갈변 및 곰팡이없음, 과습없음	

표 5-8. 청유자의 MA 저장후 품질특성 (무처리 유자, 75일)

중량감소율(%)	Control*	1.32±0.61	
	30CE	1.11±0.07	
	60CE	1.45±0.25	
부패율(%)	Control	56.33±22.98	
	30CE	54.00±9.90	
	60CE	100.00±0.00	
경도(kg <sub>f</sub> )	Control	0.98±0.44	
	30CE	0.81±0.13	
	60CE	-	
가용성고형분(。 Brix)	Control	6.53±0.31	
	30CE	7.00±0.46	
	60CE	-	
pH	Control	3.78±0.13	
	30CE	3.58±0.13	
	60CE	-	
산도(%)	Control	1.38±0.20	
	30CE	1.97±0.21	
	60CE	-	
색차	L	Control	70.25±1.71
		30CE	65.59±4.81
		60CE	-
	a	Control	2.61±7.13
		30CE	-1.11±1.58
		60CE	-
	b	Control	66.70±6.01
		30CE	64.67±7.05
		60CE	-
기타	Control	갈변일부, 반점많음	
	30CE	심한 갈변, 곰팡이, 변색탈색은 적음	
	60CE	연화, 곰팡이 발생은 적으나 흑변심함	

\*Control : perforated 30  $\mu$ m film thickness LDPE



표 5-9. 열처리한 청유자의 MA 저장 후 품질특성 ( 75일)

중량감소율(%)	Control*	2.59	
	30CE	23.22	
부패율(%)	Control	38.57	
	30CE	49.10	
경도(kgf)	Control	1.37±0.84	
	30CE	1.53±0.29	
가용성고형분 (。 Brix)	Control	10.13±1.04	
	30CE	12.77±7.30	
pH	Control	3.82±0.11	
	30CE	4.15±0.05	
산도(%)	Control	1.46±0.24	
	30CE	0.93±0.19	
색차	L	Control	55.27±1.51
		30CE	48.33±2.31
	a	Control	-12.03±2.70
		30CE	-11.54±1.02
	b	Control	42.07±4.58
		30CE	35.77±4.89
기타	Control	변색, 갈변일부, 곰팡이발생 없음	
	30CE	심한 갈변, 곰팡이 약간발생	

## 제 2 절 유자의 신선도 유지방법

유자의 신선도 유지를 위한 방법 기초연구로 유자의 수확시기, 수확시 취급조건 그리고 크기에 따른 저장을 분석하였다.

### 1. 실험재료

2000년산 유자를 산지에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 시료의 처리

유자의 수확 시 수확방법이 유자의 저장중 품질에 미치는 영향을 조사키 위해 기존 현장에서 유자를 수확 및 운반 방식과 유자를 수확한 직후부터 저장 전까지 유자의 외피 및 과육에 손상을 주지 않도록 조심스럽게 취급한 실험구로 나누어 취급방법에 따른 품질변화를 분석하였다. 또한 수확 후 포장 및 저장 전처리로 유자를 40℃에서 1~3일간씩 각각 방치한 후 이를 4℃로 옮겨 품온을 낮춘 후 포장 및 저장처리를 하였다. 수확 후 저장실험용 유자는 모두 4℃로 옮겨 품온을 조절한 후 사용하였고, 포장처리후에도 동일한 온도에서 저장을 하였다. 유자의 저장 전 포장처리로는 PE film(0.03mm)재질을 사용하였고, 크기는 60cm×90cm 이었으며 저장 중 포장 내 유자의 호흡으로 인한 결로 발생을 방지키 위해 포장재 표면을 지름 1cm정도의 구멍을 30개씩 뚫었다.

#### 나. 품질분석

각 처리구의 유자를 주기적으로 취하여 처리조건에 따른 저장중 품질의 차이를 분석하였다. 품질의 분석항목은 부패율, 색도(L a b 값 외에  $\Delta E$ , chroma, Hue Value), 가용성 고형물함량 (。Brix), pH 및 산도이었다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

수확시 유자를 과목에서 채취 후 나무 밑의 바닥에 던진 후 이를 모아 상자에 담는 방식의 기존의 수확 방법과는 달리 사과나 배 등의 과일 수확방법과 같이 유자를 채취한 후 이를 바구니에 담아 나무밑으로 내려 놓는 방법의 수확방법으로 수확한 유자의 저장성을 조사하였던 바 부패율에 있어서는 기존의 수확방법과 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다.

유자의 저장시 포장처리에 따른 부패율을 조사한 결과 포장처리한 경우 처리치 않았던 경우 비하여 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 중량감소측면에서는 포장구에서 적게 발생함을 알 수 있었다. 저장전 열처리를 한 후 저장하였던 유자의 경우 전반적으로 부패율이 적게 발생하였고 열처리기간이 길수록 그 효과가 뚜렷한 것으로 나타났다.

숙도에 따른 저장중 품질 변화를 분석한 결과 미숙과나 과숙과에 비하여 적숙기에 수확한 유자의 과피의 색상변화가 적게 발생하였다. 가용성 고형물함량 및 산도는 미숙과가 적숙과 및 과숙과에 비해 저장중 손실이 적었다. 크기에 따른 품질 변화를 비교하여 보면 크기가 작은 유자의 산도 변화가 중과 및 대과에 비해 매우 느리게 발생하였다. 저장전 열처리를 하였던 유자의 경우 과피의 색상변화가 열처리를 하지 않았던 유자에 비해 적게 발생하였다.

표 5-10. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(미숙과)

저 장 기 간		0D		20D		40D		55D		81D
시	료	CCP	CCN	CCP	CCN	CCP	CCN	CCP	CCN	CCN
L	AVE	71.80	71.80	70.40	70.83	71.74	71.66	69.25	69.07	67.98
a	AVE	4.66	4.66	8.58	8.70	10.86	10.99	12.64	11.87	13.59
b	AVE	68.73	68.73	67.26	67.50	67.59	68.03	65.13	64.90	61.72
dL		0	0.00	1.40	0.97	0.06	0.14	2.55	2.73	3.82
da		0	0.01	3.92	4.04	6.20	6.33	7.98	7.21	8.93
db		0	0.00	1.47	1.24	1.14	0.70	3.60	3.83	7.01
dE		0	0.01	4.41	4.34	6.30	6.37	9.12	8.61	11.98
chroma		68.89	68.89	67.80	68.05	68.46	68.91	66.34	65.98	63.20
Hue		1.50	1.50	1.44	1.44	1.41	1.41	1.38	1.39	1.35
°Brix	AVE	8.97	8.97	9.16	8.74	7.63	8.00	8.11	8.14	8.56
	STD	0.70	0.70	0.71	0.74	0.94	0.56	1.37	0.87	0.57
pH	AVE	2.90	2.90	2.91	2.94	3.62	3.53	3.01	2.97	2.94
	STD	0.08	0.08	0.05	0.07	0.23	0.20	0.10	0.15	0.19
acidity	AVE	2.75	2.75	2.95	3.07	2.03	2.26	2.88	2.34	2.94
	STD	1.45	1.45	0.03	0.25	0.55	0.86	0.66	0.34	0.76

CCP : 미숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CCN : 미숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것

표 5-11. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(적숙과)

저장기간		0D		20D		40D		55D		81D	
시료		CMaP	CMaN	CMaP	CMaN	CMaP	CMaN	CMaP	CMaN	CMaP	CMaN
L	AVE	71.47	71.47	70.50	70.40	72.74	71.83	68.40	69.64	67.87	68.11
a	AVE	8.11	8.11	9.44	10.01	10.97	11.23	12.21	11.69	14.50	14.90
b	AVE	68.37	68.37	66.21	67.36	66.99	66.85	63.80	64.60	62.29	62.38
dL		0	0.00	0.97	1.07	1.27	0.36	3.07	1.83	3.60	3.36
da		0	0.00	1.33	1.90	2.86	3.12	4.10	3.58	6.39	6.79
db		0	0.00	2.16	1.01	1.38	1.52	4.58	3.77	6.08	5.99
dE		0	0.01	2.72	2.40	3.42	3.49	6.87	5.51	9.53	9.66
chroma		68.85	68.85	66.88	68.10	67.89	67.79	64.95	65.65	63.96	64.13
Hue		1.45	1.45	1.43	1.42	1.41	1.40	1.38	1.39	1.34	1.34
°Brix	AVE	9.22	9.22	8.48	8.50	7.94	7.58	7.63	7.88	6.70	7.85
	STD	0.78	0.78	0.42	0.69	0.69	0.96	0.68	0.48	0.00	1.47
pH	AVE	2.94	2.94	2.88	2.99	2.97	3.45	3.12	3.40	3.70	3.22
	STD	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.04	0.15	0.34	0.00	0.15
acidity	AVE	3.10	3.10	3.26	2.73	2.50	2.66	2.06	1.71	1.34	1.89
	STD	0.24	0.24	0.13	0.13	0.21	0.20	0.35	0.69	0.00	0.38

CMaP : 적숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CMaN : 적숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않을 것

표 5-12. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(과숙과)

저 장 기 간 시 료		0D		20D		40D		55D		81D
		COP	CON	COP	CON	COP	CON	COP	CON	CON
L		71.26	71.26	70.19	70.19	71.58	70.36	69.16	69.09	65.46
a		8.70	8.70	10.99	10.80	11.54	12.87	13.33	13.42	17.22
b		69.42	69.42	67.75	66.59	66.81	66.53	64.07	64.94	62.22
dL		0	0.00	1.07	1.07	0.32	0.90	2.10	2.18	5.80
da		0	0.00	2.29	2.10	2.84	4.17	4.63	4.72	8.52
db		0	0.00	1.67	2.83	2.61	2.90	5.35	4.49	7.20
dE		0	0.00	3.02	3.68	3.87	5.15	7.38	6.86	12.57
chroma		69.96	69.96	68.64	67.46	67.80	67.76	65.44	66.31	64.56
Hue		1.45	1.45	1.41	1.41	1.40	1.38	1.37	1.37	1.30
°Brix	AVE	9.23	9.23	8.62	9.06	7.61	7.79	7.73	7.77	8.65
	STD	0.90	0.90	0.72	0.73	0.87	1.16	1.04	0.83	0.75
pH	AVE	2.93	2.93	2.99	2.88	2.93	2.83	3.24	3.38	3.00
	STD	0.03	0.03	0.20	0.12	0.22	0.18	0.13	0.33	0.08
acidity	AVE	3.29	3.29	2.99	3.19	2.53	3.27	1.87	1.85	2.57
	STD	0.14	0.14	0.68	0.61	0.69	0.96	0.21	0.79	0.42

COP : 과숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CON : 과숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장처리 하지 않은 것

표 13. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(소과)

저 장 기 간 시 료		0D		20D		40D		55D		81D
		CSP	CSN	CSP	CSN	CSP	CSN	CSP	CSN	CSN
L	AVE	71.25	71.25	69.99	70.15	72.91	71.77	68.67	69.79	68.69
a	AVE	6.53	6.53	9.70	9.98	10.39	10.87	15.01	11.33	14.85
b	AVE	69.25	69.25	67.13	68.47	69.18	67.80	66.30	66.40	62.05
dL		0	0.00	1.26	1.10	1.66	0.52	2.58	1.46	2.56
da		0	0.00	3.17	3.45	3.86	4.34	8.48	4.80	8.32
db		0	0.00	2.12	0.78	0.08	1.45	2.95	2.85	7.20
dE		0	0.01	4.02	3.71	4.20	4.61	9.34	5.77	11.30
chroma		69.56	69.56	67.82	69.20	69.95	68.67	67.98	67.36	63.80
Hue		1.48	1.48	1.43	1.43	1.42	1.41	1.35	1.40	1.34
°Brix	AVE	8.99	8.99	8.59	8.88	7.12	7.15	7.63	8.17	7.70
	STD	0.53	0.53	0.68	0.53	0.51	1.14	1.01	0.15	0.62
pH	AVE	2.99	2.99	2.97	3.03	2.99	3.41	3.09	2.93	3.25
	STD	0.10	0.10	0.17	0.10	0.26	0.35	0.24	0.21	0.09
acidity	AVE	3.34	3.34	2.83	2.53	2.44	2.03	2.34	2.81	1.78
	STD	0.02	0.02	0.54	0.22	0.67	0.48	0.81	0.67	0.11

CSP : 적숙기 소과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CSN : 적숙기 소과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것

표 5-14. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(중과)

저 장 기 간		0D		20D		40D		55D		81D	
시 료		CMiP	CMiN	CMiP	CMiN	CMiP	CMiN	CMiP	CMiN	CMiP	CMiN
L	AVE	71.47	71.47	70.50	70.40	72.74	71.83	68.40	69.64	67.87	68.11
a	AVE	8.11	8.11	9.44	10.01	10.97	11.23	12.21	11.69	14.50	14.90
b	AVE	68.37	68.37	66.21	67.36	66.99	66.85	63.80	64.60	62.29	62.38
dL		0	0.00	0.97	1.07	1.27	0.36	3.07	1.83	3.60	3.36
da		0	0.00	1.33	1.90	2.86	3.12	4.10	3.58	6.39	6.79
db		0	0.00	2.16	1.01	1.38	1.52	4.58	3.77	6.08	5.99
dE		0	0.01	2.72	2.40	3.42	3.49	6.87	5.51	9.53	9.66
chroma		68.85	68.85	66.88	68.10	67.89	67.79	64.95	65.65	63.96	64.13
Hue		1.45	1.45	1.43	1.42	1.41	1.40	1.38	1.39	1.34	1.34
°Brix	AVE	9.22	9.22	8.48	8.50	7.94	7.58	7.63	7.88	6.70	7.85
	STD	0.78	0.78	0.42	0.69	0.69	0.96	0.68	0.48	0.00	1.47
pH	AVE	2.94	2.94	2.88	2.99	2.97	3.45	3.12	3.40	3.70	3.22
	STD	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.04	0.15	0.34	0.00	0.15
acidity	AVE	3.10	3.10	3.26	2.73	2.50	2.66	2.06	1.71	1.34	1.89
	STD	0.24	0.24	0.13	0.13	0.21	0.20	0.35	0.69	0.00	0.38

CMiP : 적숙기 중과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CMiN : 적숙기 중과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않을 것



표 5-15. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(대과)

저 장 기 간 시 료		0D		20D		40D		55D	
		CLP	CLN	CLP	CLN	CLP	CLN	CLP	CLN
L	AVE	71.62	71.62	69.76	70.46	73.47	72.31	70.42	70.10
a	AVE	7.91	7.91	9.81	9.79	9.10	12.01	9.57	11.76
b	AVE	70.58	70.58	67.30	68.57	69.65	67.23	67.03	65.97
dL		0	0.00	1.86	1.16	1.85	0.69	1.20	1.52
da		0	0.00	1.90	1.88	1.19	4.10	1.66	3.85
db		0	0.00	3.28	2.01	0.93	3.35	3.55	4.61
dE		0	0.00	4.23	2.99	2.38	5.34	4.09	6.20
chroma		71.02	71.02	68.01	69.27	70.24	68.29	67.71	67.01
Hue		1.46	1.46	1.43	1.43	1.44	1.39	1.43	1.39
°Brix	AVE	9.28	9.28	9.52	9.32	8.23	8.00	7.73	8.05
	STD	0.36	0.36	0.44	0.45	0.75	0.47	0.15	0.52
pH	AVE	2.92	2.92	2.85	2.97	2.89	2.89	3.19	3.15
	STD	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.10	0.24	0.10
acidity	AVE	3.39	3.39	3.13	2.95	2.92	2.83	1.99	2.09
	STD	0.22	0.22	0.19	0.26	0.50	0.51	0.69	0.34

CLP : 적숙기 대과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것

CLN : 적숙기 대과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것

표 5-16. 기존방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(미숙과)

저 장 기 간		0D		20D		40D		55D		81D
시 료		GPP	GPN	GPP	GPN	GPP	GPN	GPP	GPN	GPN
L	AVE	71.13	71.13	70.30	70.70	71.10	72.03	70.44	69.70	68.92
a	AVE	3.99	3.99	8.03	8.10	11.01	10.59	10.05	12.03	12.19
b	AVE	66.70	66.70	66.08	67.01	66.44	67.11	65.90	66.71	61.88
dL		0	0.00	0.83	0.43	0.03	0.90	0.69	1.43	2.22
da		0	0.01	4.04	4.11	7.02	6.60	6.06	8.04	8.20
db		0	0.00	0.62	0.31	0.26	0.41	0.80	0.01	4.82
dE		0	0.01	4.17	4.14	7.02	6.67	6.15	8.16	9.77
chroma		66.82	66.82	66.56	67.49	67.35	67.94	66.67	67.79	63.07
Hue		1.51	1.51	1.45	1.45	1.41	1.41	1.42	1.39	1.38
°Brix	AVE	8.90	8.90	8.08	8.62	6.89	7.62	7.47	8.14	8.18
	STD	0.54	0.54	0.75	0.72	0.91	0.89	0.83	0.87	0.78
pH	AVE	2.99	2.99	3.07	3.08	3.21	3.87	3.25	3.10	3.40
	STD	0.06	0.06	0.06	0.16	0.08	0.11	0.34	0.28	0.35
acidity	AVE	3.08	3.08	2.49	2.29	1.91	1.55	2.04	2.50	1.64
	STD	0.09	0.09	0.30	0.44	0.45	0.11	1.00	0.78	0.57

GPP : 미숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리한 것

GPN : 미숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것

표 5-17. 개선된 방법으로 수확한 유자의 포장에 따른 품질변화(적숙과)

저 장 기 간 시 료		0D		20D		40D		55D		81D
		GMaP	GMaN	3일후 4℃로	GMaN	GMaP	GMaN	GMaP	GMaN	GMaN
L	AVE	70.87	70.87	70.13	69.22	71.79	70.76	68.08	69.29	68.87
a	AVE	6.50	6.50	10.15	9.97	10.69	12.36	11.84	13.02	14.11
b	AVE	67.29	67.29	66.64	65.69	67.61	66.05	63.69	64.30	63.16
dL		0	0.00	0.74	1.65	0.92	0.11	2.79	1.58	2.00
da		0	0.00	3.65	3.47	4.19	5.86	5.34	6.52	7.61
db		0	0.00	0.65	1.60	0.32	1.24	3.60	2.99	4.13
dE		0	0.00	3.78	4.16	4.30	5.99	7.02	7.34	8.89
chroma		67.61	67.61	67.41	66.44	68.45	67.19	64.78	65.60	64.72
Hue		1.47	1.47	1.42	1.42	1.41	1.39	1.39	1.37	1.35
°Brix	AVE	9.05	9.05	8.67	9.00	7.94	7.96	7.51	8.16	8.00
	STD	0.54	0.54	0.69	0.61	0.69	0.86	1.12	1.10	0.95
pH	AVE	2.87	2.87	2.88	2.97	3.18	3.06	3.70	3.00	3.03
	STD	0.01	0.01	0.02	0.08	0.13	0.09	0.29	0.12	0.28
acidity	AVE	3.58	3.58	3.23	3.25	2.06	2.46	1.14	2.23	2.60
	STD	0.10	0.10	0.13	0.50	0.35	0.36	0.45	0.94	0.91

GMaP : 적숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리한 것

GMaN : 적숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것

표 5-18. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(미숙과)

저 장 기 간		0D		20D					
		1일후 4℃로				2일후 4℃로			
시 료		40-PP	40-PN	40-PP	40-PN	40-PP	40-PN	40-PP	40-PN
L	AVE	71.80	71.80	70.74	70.66	70.17	71.68	73.91	72.98
a	AVE	4.66	4.66	8.96	9.69	7.79	5.57	4.63	3.55
b	AVE	68.73	68.73	67.69	69.82	66.78	68.70	72.97	71.17
dL		0	0.00	1.06	1.14	1.63	0.12	2.11	1.18
da		0	0.01	4.30	5.03	3.13	0.91	0.03	1.11
db		0	0.00	1.05	1.09	1.96	0.03	4.24	2.43
dE		0	0.01	4.55	5.27	4.04	0.92	4.73	2.93
chroma		68.89	68.89	68.28	70.49	67.23	68.92	73.11	71.25
Hue		1.50	1.50	1.44	1.43	1.45	1.49	1.51	1.52
°Brix	AVE	8.97	8.97	8.75	9.00	7.88	8.70	9.05	9.10
	STD	0.70	0.70	0.52	0.49	0.83	1.10	0.42	0.60
pH	AVE	2.90	2.90	2.89	2.88	3.09	3.15	3.19	3.06
	STD	0.08	0.08	0.06	0.08	0.12	0.03	0.18	0.08
acidity	AVE	2.75	2.75	3.23	3.22	2.72	2.11	2.68	2.61
	STD	1.45	1.45	0.31	0.18	0.42	0.17	0.60	0.21

40-PP : 40℃에서 미숙과를 포장 처리한 것

40-PN : 40℃에서 미숙과를 포장 처리하지 않은 것

표 5-19. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(미숙과, 40일후)

저 장 기 간		40D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
		40-PP	40-PN	40-PP	40-PN	40-PP	40-PN
시 료							
L	AVE	71.54	73.45	73.15	74.50	72.66	74.84
a	AVE	10.77	9.60	6.83	6.45	8.38	6.26
b	AVE	69.97	70.75	69.54	69.65	69.20	70.86
dL		0.26	1.65	1.35	2.70	0.86	3.04
da		6.11	4.94	2.17	1.79	3.72	1.60
db		1.24	2.02	0.81	0.92	0.47	2.13
dE		6.24	5.58	2.68	3.37	3.85	4.05
chroma		70.79	71.40	69.87	69.95	69.71	71.14
Hue		1.42	1.44	1.47	1.48	1.45	1.48
°Brix	AVE	6.83	7.33	6.48	5.73	7.80	8.43
	STD	1.32	0.43	0.97	0.71	0.66	0.76
pH	AVE	3.14	3.10	3.37	3.50	3.14	3.12
	STD	0.20	0.17	0.43	0.24	0.08	0.09
acidity	AVE	2.22	2.10	1.61	1.26	2.14	2.42
	STD	0.42	0.41	0.63	0.10	0.26	0.45

표 5-20. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(미숙과, 55일후)

저 장 기 간		55D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
시 료		40-PP	40-PN	40-PP	40-PN	40-PP	40-PN
L	AVE	68.93	69.69	68.93	68.41	71.64	71.75
a	AVE	12.14	11.35	10.02	10.55	7.29	9.66
b	AVE	66.47	67.14	64.50	63.96	68.69	70.39
dL		2.87	2.11	2.87	3.39	0.16	0.05
da		7.48	6.69	5.36	5.89	2.63	5.00
db		2.26	1.59	4.23	4.77	0.04	1.66
dE		8.32	7.19	7.41	8.30	2.64	5.27
chroma		67.57	68.09	65.27	64.82	69.07	71.05
Hue		1.39	1.40	1.42	1.41	1.47	1.43
°Brix	AVE	7.78	7.97	6.63	8.00	7.80	8.43
	STD	1.09	1.43	0.93	1.43	0.66	0.76
pH	AVE	3.45	2.95	3.28	3.29	3.62	3.53
	STD	0.26	0.11	0.06	0.35	0.03	0.02
acidity	AVE	1.81	2.70	1.73	2.21	1.30	1.48
	STD	0.67	0.61	0.23	1.17	0.02	0.07

표 5-21. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(미숙과, 81일후)

저 장 기 간 시 료		81D				
		1일후4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로
		40-PN	40-PP	40-PN	40-PP	40-PN
L	AVE	68.88	68.59	66.74	71.04	69.66
a	AVE	12.41	12.14	14.44	9.19	11.42
b	AVE	63.28	63.44	60.77	67.34	67.27
dL		2.92	3.21	5.06	0.76	2.14
da		7.75	7.48	9.78	4.53	6.76
db		5.46	5.29	7.96	1.40	1.46
dE		9.92	9.71	13.59	4.80	7.24
chroma		64.48	64.59	62.46	67.96	68.23
Hue		1.38	1.38	1.34	1.44	1.40
°Brix	AVE	7.60	8.00	8.08	7.05	7.63
	STD	1.14	0.00	2.04	0.21	1.27
pH	AVE	3.26	3.27	3.69	3.67	3.34
	STD	0.28	0.00	0.39	0.64	0.37
acidity	AVE	1.97	2.08	1.47	1.38	1.92
	STD	0.61	0.00	0.74	0.91	0.76

표 5-22. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(적숙과, 20일후)

저 장 기 간		0D		20D					
				1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
시 료		40-MaP	40-MaN	40-MaP	40-MaN	40-MaP	40-MaN	40-MaP	40-MaN
L	AVE	71.47	71.47	70.47	70.49	70.48	71.00	71.82	71.98
a	AVE	8.11	8.11	9.28	8.96	7.84	6.67	5.99	6.14
b	AVE	68.37	68.37	68.84	66.47	67.94	68.25	69.06	69.85
dL		0	0.00	1.00	0.98	0.99	0.47	0.35	0.51
da		0	0.00	1.17	0.85	0.28	1.44	2.12	1.97
db		0	0.00	0.46	1.91	0.43	0.12	0.69	1.47
dE		0	0.00	1.60	2.30	1.11	1.52	2.26	2.51
chroma		68.85	68.85	69.46	67.07	68.39	68.57	69.32	70.11
Hue		1.45	1.45	1.44	1.44	1.46	1.47	1.48	1.48
°Brix	AVE	9.22	9.22	8.00	7.75	8.60	8.45	8.40	8.48
	STD	0.78	0.78	0.41	0.41	0.71	0.50	1.06	0.68
pH	AVE	2.94	2.94	3.07	3.12	3.21	3.03	3.24	3.19
	STD	0.07	0.07	0.07	0.02	0.12	0.04	0.15	0.22
acidity	AVE	3.10	3.10	2.20	2.29	2.45	2.66	2.29	2.67
	STD	0.24	0.24	0.13	0.20	0.40	0.23	0.22	0.48

40-MaP : 40℃에서 적숙과를 포장 처리한 것

40-MaN : 40℃에서 적숙과를 포장 처리하지 않은 것



표 5-23. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(적숙과, 40일후)

저 장 기 간		40D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
		40-MaP	40-MaN	40-MaP	40-MaN	40-MaP	40-MaN
L	AVE	72.13	73.30	72.89	71.87	72.05	75.39
	STD						
a	AVE	9.89	9.94	8.14	11.37	9.74	5.89
	STD						
b	AVE	67.41	68.20	69.53	67.01	66.37	69.47
	STD						
dL	AVE	0.66	1.84	1.42	0.40	0.59	3.92
	STD						
da	AVE	1.77	1.82	0.02	3.26	1.63	2.22
	STD						
db	AVE	0.96	0.18	1.16	1.36	2.01	1.10
	STD						
dE	AVE	2.12	2.59	1.83	3.56	2.65	4.64
	STD						
chroma	AVE	68.13	68.92	70.00	67.97	67.08	69.72
	STD						
Hue	AVE	1.43	1.43	1.45	1.40	1.43	1.49
	STD						
°Brix	AVE	6.55	7.80	7.33	7.45	7.10	6.80
	STD	0.31	1.28	0.81	1.24	0.17	0.17
pH	AVE	3.20	2.99	3.27	3.16	3.27	3.79
	STD	0.28	0.15	0.26	0.27	0.09	0.11
acidity	AVE	2.10	2.55	2.13	2.65	2.05	2.02
	STD	0.84	0.34	0.95	0.12	0.53	0.21

표 5-24. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(적숙과, 55일후)

저 장 기 간		55D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
시 료		40-MaP	40-MaN	40-MP	40-MaN	40-MaP	40-MaN
L	AVE	69.01	68.70	69.47	70.80	71.59	71.41
a	AVE	11.56	10.36	10.55	10.30	7.21	6.06
b	AVE	65.59	64.47	65.38	67.57	68.64	66.87
dL		2.46	2.76	2.00	0.67	0.13	0.06
da		3.45	2.25	2.44	2.19	0.90	2.05
db		2.78	3.90	2.99	0.80	0.26	1.51
dE		5.07	5.28	4.34	2.43	0.95	2.55
chroma		66.60	65.30	66.23	68.36	69.01	67.14
Hue		1.40	1.41	1.41	1.42	1.47	1.48
°Brix	AVE	7.35	6.78	6.18	7.50	6.67	5.47
	STD	0.07	0.90	1.12	0.93	0.86	1.26
pH	AVE	3.35	3.39	3.71	3.28	3.70	3.95
	STD	0.18	0.08	0.27	0.14	0.00	0.42
acidity	AVE	2.05	1.62	1.32	2.10	1.02	1.01
	STD	0.32	0.08	0.24	0.38	0.00	0.40

표 5-25. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(적숙과, 81일후)

저 장 기 간 시 료		81D			
		1일 후 4℃로	2일 후 4℃로	3일 후 4℃로	
		40-MaN	40-MaN	40-MaP	40-MaN
L	AVE	67.75	68.46	69.45	69.10
a	AVE	15.32	11.79	11.84	12.01
b	AVE	63.05	62.67	64.07	63.28
dL		3.71	3.01	2.02	2.37
da		7.21	3.68	3.73	3.90
db		5.32	5.70	4.30	5.09
dE		9.70	7.42	6.04	6.84
chroma		64.89	63.77	65.15	64.41
Hue		1.33	1.38	1.39	1.38
°Brix	AVE	6.93	7.05	7.68	7.37
	STD	0.76	0.35	1.50	0.85
pH	AVE	3.49	3.31	3.47	3.67
	STD	0.35	0.12	0.16	0.36
acidity	AVE	1.70	1.90	1.69	1.15
	STD	0.61	0.25	0.20	0.32

표 5-26. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(과숙과, 20일후)

저장기간		0D		20D					
				1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
시료		40-OP	40-ON	40-OP	40-ON	40-OP	40-ON	40-OP	40-ON
L	AVE	71.26	71.26	70.66	70.07	70.41	71.26	71.11	70.08
a	AVE	8.70	8.70	8.42	10.86	9.78	9.13	6.69	8.41
b	AVE	69.42	69.42	68.69	67.31	67.69	68.06	68.77	67.49
dL		0	0.00	0.60	1.20	0.85	0.00	0.15	1.18
da		0	0.00	0.28	2.17	1.08	0.43	2.00	0.29
db		0	0.00	0.73	2.11	1.74	1.36	0.65	1.94
dE		0	0.00	0.99	3.25	2.22	1.43	2.11	2.29
chroma		69.96	69.96	69.20	68.18	68.39	68.67	69.09	68.01
Hue		1.45	1.45	1.45	1.41	1.43	1.44	1.47	1.45
°Brix	AVE	9.23	9.23	7.83	8.20	8.55	8.57	8.80	8.03
	STD	0.90	0.90	0.71	0.50	0.76	0.50	0.94	0.43
pH	AVE	2.93	2.93	2.90	3.01	2.95	3.15	3.11	2.98
	STD	0.03	0.03	0.04	0.08	0.09	0.06	0.05	0.06
acidity	AVE	3.29	3.29	3.03	2.58	3.05	2.59	2.98	2.87
	STD	0.14	0.14	0.32	0.17	0.19	0.23	0.13	0.27

40-OP : 40℃에서 과숙과를 포장 처리한 것

40-ON : 40℃에서 과숙과를 포장 처리하지 않은 것

표 5-27. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(과숙과, 40일후)

저 장 기 간 시 료		40D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
		40-OP	40-ON	40-OP	40-ON	40-OP	40-ON
L	AVE	72.13	72.68	70.56	72.42	73.46	71.49
a	AVE	11.39	9.87	13.40	7.67	8.53	11.58
b	AVE	69.58	68.38	67.45	69.06	70.44	68.68
dL		0.87	1.41	0.70	1.16	2.20	0.23
da		2.69	1.17	4.70	1.03	0.17	2.88
db		0.16	1.04	1.97	0.36	1.02	0.74
dE		2.83	2.11	5.14	1.59	2.43	2.99
chroma		70.50	69.09	68.77	69.48	70.95	69.65
Hue		1.41	1.43	1.37	1.46	1.45	1.40
°Brix	AVE	6.98	7.88	6.85	7.03	7.53	7.73
	STD	1.24	1.12	0.91	0.33	0.55	0.85
pH	AVE	3.60	3.23	3.13	3.65	3.79	3.75
	STD	0.30	0.19	0.08	0.20	0.46	0.16
acidity	AVE	2.14	2.15	2.19	1.83	2.27	1.72
	STD	0.59	0.51	0.29	0.14	1.09	0.40

표 5-28. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(과숙과, 55일후)

저 장 기 간 시 료		55D					
		1일후 4℃로		2일후 4℃로		3일후 4℃로	
		40-OP	40-ON	40-OP	40-ON	40-OP	40-ON
L	AVE	67.70	69.23	69.13	69.40	69.21	69.02
a	AVE	13.30	12.25	13.00	12.31	13.38	11.67
b	AVE	65.28	64.62	66.00	65.57	66.02	65.60
dL		3.56	2.03	2.13	1.86	2.05	2.24
da		4.60	3.55	4.30	3.62	4.69	2.97
db		4.15	4.80	3.42	3.85	3.40	3.82
dE		7.15	6.31	5.90	5.60	6.14	5.34
chroma		66.62	65.77	67.27	66.72	67.37	66.63
Hue		1.37	1.38	1.38	1.39	1.37	1.39
°Brix	AVE	7.57	7.78	7.28	6.60	7.90	8.16
	STD	1.22	1.05	0.61	0.97	0.52	0.43
pH	AVE	3.04	3.16	3.19	3.29	3.32	3.32
	STD	0.11	0.12	0.20	0.23	0.15	0.13
acidity	AVE	2.94	2.22	2.23	2.22	2.17	2.11
	STD	0.32	0.18	0.66	0.53	0.39	0.48

표 5-29. 저장전 열처리(40℃)기간 및 포장에 따른 유자의 품질변화(과숙과, 81일후)

저 장 기 간		81D			
		1일후4℃로 2일후4℃로		3일후 4℃로	
시 료		40-ON	40-ON	40-OP	40-ON
L	AVE	67.65	67.61	67.65	67.84
a	AVE	16.12	13.73	12.15	13.50
b	AVE	63.37	63.08	62.02	62.72
dL		3.61	3.65	3.61	3.42
da		7.42	5.04	3.45	4.80
db		6.05	6.34	7.40	6.71
dE		10.24	8.88	8.93	8.93
chroma		65.38	64.56	63.20	64.15
Hue		1.32	1.36	1.38	1.36
°Brix	AVE	8.05	7.36	6.70	7.88
	STD	0.69	0.99	0.00	0.76
pH	AVE	3.22	3.50	3.51	2.94
	STD	0.27	0.26	0.00	0.14
acidity	AVE	1.96	1.59	1.44	2.98
	STD	0.37	0.53	0.00	0.51

표 5-30. 유자의 처리조건별 저장중 부패율(%)

기 간 처리	0D	19D	40D	55D	70D	81D
CCP	0	0.00	7.55	47.80	71.07	71.07
CCN	0	2.30	12.64	39.66	64.94	77.59
CMaP	0	0.00	0.00	44.44	75.46	76.85
CMaN	0	0.44	3.96	27.31	69.16	81.06
COP	0	0.00	20.41	50.51	81.63	81.63
CON	0	0.00	23.41	47.32	79.02	83.41
CSP	0	1.02	24.49	54.08	81.12	81.12
CSN	0	3.11	19.25	46.58	90.68	97.52
CMiP	0	0.00	0.00	44.44	75.46	76.85
CMiN	0	0.44	3.96	27.31	69.16	81.06
CLP	0	1.72	15.52	68.97	75.86	75.86
CLN	0	3.77	20.75	66.04	86.79	90.57
GPP	0	0.52	10.82	57.73	79.38	79.38
GPN	0	0.55	8.24	33.52	73.63	79.12
GMaP	0	1.35	21.52	75.34	83.41	83.41
GMaN	0	0.50	7.50	32.00	74.00	80.50
40-PP(1일)	0	8.00	28.00	65.33	80.00	80.00
40-PN(1일)	0	0.00	8.33	31.94	47.22	59.72
40-PP(2일)	0	0.00	18.67	38.67	54.67	61.33
40-PN(2일)	0	0.00	20.00	32.86	64.29	84.29
40-PP(3일)	0	0.00	6.06	21.21	48.48	57.58
40-PN(3일)	0	0.00	5.41	8.11	24.32	40.54
40-MaP(1일)	0	1.16	20.93	66.28	89.53	90.70
40-MaN(1일)	0	0.00	4.71	28.24	67.06	80.00
40-MaP(2일)	0	0.00	1.10	48.35	62.64	62.64
40-MaN(2일)	0	0.00	4.88	43.90	63.41	71.95
40-MaP(3일)	0	0.00	5.45	21.82	54.55	63.64
40-MaN(3일)	0	0.00	5.77	36.54	57.69	69.23
40-OP(1일)	0	0.00	15.19	65.82	79.75	79.75
40-ON(1일)	0	0.00	16.22	36.94	56.76	66.67
40-OP(2일)	0	0.00	19.51	60.98	82.93	82.93
40-ON(2일)	0	1.10	5.49	21.98	53.85	61.54
40-OP(3일)	0	0.00	10.42	29.17	66.67	75.00
40-ON(3일)	0	0.00	15.52	25.86	43.10	58.62



CCP : 미숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CCN : 미숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 CMaP : 적숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CMaN : 적숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 COP : 과숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CON : 과숙과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장처리 하지 않은 것  
 CSP : 적숙기 소과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CSN : 적숙기 소과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 CMiP : 적숙기 중과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CMiN : 적숙기 중과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 CLP : 적숙기 대과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 CLN : 적숙기 대과를 조심스럽게 손으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 GPP : 미숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 GPN : 미숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 GMaP : 적숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리한 것  
 GMaN : 적숙과를 보통으로 수확한 후 포장 처리하지 않은 것  
 40-PP : 40℃에서 미숙과를 포장 처리한 것  
 40-PN : 40℃에서 미숙과를 포장 처리하지 않은 것  
 40-MaP : 40℃에서 적숙과를 포장 처리한 것  
 40-MaN : 40℃에서 적숙과를 포장 처리하지 않은 것  
 40-OP : 40℃에서 과숙과를 포장 처리한 것  
 40-ON : 40℃에서 과숙과를 포장 처리하지 않은 것

### 제 3 절 유자의 저장중 품질 변화

#### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 유자로는 2001년도산 적숙기의 것을 사용하였다.

#### 2. 실험방법

##### 가. 유자의 저장전 열처리

유자를 40℃의 항온실에 각각 1일, 2일 및 3일간 방치하여 열처리한 후 이를 꺼내어 4℃의 저온 저장고에 1일간 방치한 후 저장하였으며, 대조구로는 비가열 처리구를 사용하였다.

##### 나. 유자의 저장처리

완숙기 유자의 저장처리는 유자의 열처리 유무에 따라 분류하여 4℃의 저온 저장고에서 저장실험을 수행하였다.

##### 다. 분석

분석항목으로는 경도, 가용성 고형물함량, pH, 산도, 비타민 C 및 부패율을 비교하였으며 객관적 및 주관적 표면색을 각각 비교하였다.

##### 1) 색도 및 경도측정

시료의 표면색은 Huter Color Difference Meter(Madel 600-UC-IV, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였으며 표준색판은 L= 89.2, a=0.921, b: 0.7이었다. 경도는 간이 경도계를 사용하여 측정하였는데 측정은 지름이 0.5mm인 plunger를 사용하여 picture test한 후 나타난 최고 값으로 나타내었다.

## 2) 당도 및 적정산도

시료의 당도는 가용성 고형물 함량으로 나타내었는데, 시료로부터 과즙을 착즙한 후 Digital Brixmeter를 사용하여 측정하였고, 산도는 과육 일정량 취하여 마쇄한 후 0.1 N NaOH를 사용하여 pH가 8.2될 때까지 적가한 후 소비된 NaOH량을 이용하여 적정산도를 산출하였다.

## 3) 관능적 품질 평가

대상시료의 외관적인 품질을 관능적으로 평가하였다. 관능품질평가는 실험실 연구원 6명이 참여하였으며, 평가의 인자로는 과피의 색상이었다.

## 3. 실험결과 및 고찰

유자의 저장중 경도, 가용성 고형물함량, pH, 산도, 비타민 C, 부패도를 비교하였던 바 열처리를 하지 않은 대조구의 경우 초기 경도는 1,21kg 이었으며 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 저장 60일 후에는 0.57kg을 나타낸 후 저장90일 후에는 0.83kg으로 증가하였다. 이는 저장 60일까지는 경도가 감소한 후 과피의 경화현상으로 나타난 결과로 판단된다. 열처리한 유자의 경우 저장초기의 경도는 대조구 보다 다소 낮은 값을 보였는데 이는 여처리로 인한 표면의 연화에 의한 결과이며 저장기간중 경도

는 감소하였지만 대조구에 비하여 다소 높은 값을 유지하였다.

가용성 고형물함량은 대조구의 경우 저장초기 10.12°Brix이었으며 이 값은 저장중 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 열처리한 유자의 초기 가용성고형물함량은 대조구에 비하여 다소 높은 값을 보였으며 열처리를 1일 및 2일한 유자의 가용성 고형물함량은 저장 전기간 동안 대조구에 비하여 높게 유지되었으나 3일간 열처리한 경우 저장기간동안 감소하는 추세를 보였고 대조구보다 다른 열처리구에 비하여 낮은 수준을 유지하였다.

적정산도는 1일 및 2일간 열처리한 구가 비가열처리구에 비하여 저장 전 기간을 통하여 비교적 높은 수준을 유지하였으며, 비타민C의 경우 1일간 가열처리한 경우 대조구에 비하여 저장전 기간동안 높은 수준을 유지하였다. 저장중 부패율을 비교하여 보면 3일간 가열처리한 경우 대조구 및 다른 가열처리구에 비하여 매우 낮은 수치를 나타내었는데 이는 열처리에 의하여 과피의 경화가 발생함으로서 부패균의 증식이 억제되었기 때문인 것으로 판단된다.

저장중 유자과피의 색상변화를 보면 2일간 가열처리한 경우 노란색을 나타내는 b값이 74.93으로 대조구 및 다른 열처리구에 비하여 다소 높은 값을 보였으며 이러한 경향은 저장전기간동안에서 나타났다. 저장초기 색상에 대한 저장 후 색상차이를 나타내는 dE값 역시 2일 가열처리한 경우 낮은 값을 보였다.

이러한 결과는 관능적인 색상비교에서도 유사한 경향을 보여 2일간 열처리한 경우 대조구는 물론 1일 및 3일간 열처리하였던 유자에 비해 저장중 색상이 매우 우수하게 유지되는 것으로 조사되었다. 한편 열처리에 따른 저장후 유자의 과육이 차지하는 비율을 조사하였던 바 열처리시간이 경과함에 따라 그 비율이 감소하였던 것으로 나타났는데 2일간 열처리한 경우 6.4% 낮았다.

표 5-31.유자의 저장중 품질 변화

Heat	Item	Storage time (day)				
			0	30	60	90
Control	Firmness(kg)	AVE	1.21	0.81	0.57	0.83
		STD	0.06	0.12	0.12	0.07
	°Brix	AVE	10.12	10.83	10.17	11.17
		STD	0.45	0.38	1.18	0.59
	pH	AVE	3.08	3.18	3.02	3.13
		STD	0.08	0.14	0.16	0.18
	Acidity	AVE	3.36	3.16	3.53	2.76
		STD	0.48	0.32	1.02	0.08
	Vit.(%)	AVE	44.99	48.34	45.73	32.59
		STD	1.51	2.43	5.26	0.39
Decay rate(%)		0.00	3.11	5.67	22.88	
Heat 1day	Firmness(kg)	AVE	0.78	0.88	0.70	0.66
		STD	0.12	0.11	0.29	0.13
	°Brix	AVE	10.33	12.67	10.97	12.00
		STD	0.32	0.15	1.40	0.36
	pH	AVE	3.10	3.10	3.10	3.10
		STD	0.02	0.16	0.14	0.33
	Acidity	AVE	3.14	3.14	2.68	2.24
		STD	0.19	0.86	0.64	0.98
	Vit.(%)	AVE	52.80	50.63	42.39	41.38
		STD	9.31	1.26	0.75	1.35
Decay rate(%)		0.00	4.58	8.70	11.59	
Heat 2days	Firmness(kg)	AVE	0.90	0.78	0.68	0.74
		STD	0.12	0.09	0.07	0.09
	°Brix	AVE	10.63	11.67	10.93	11.43
		STD	0.68	0.76	0.35	0.78
	pH	AVE	3.10	3.10	3.10	3.10
		STD	0.09	0.03	0.10	0.19
	Acidity	AVE	2.84	2.84	2.28	1.92
		STD	0.40	0.23	0.08	0.51
	Vit.(%)	AVE	53.25	54.04	44.48	39.22
		STD	6.54	0.55	2.75	3.69
Decay rate(%)		0.00	4.55	9.09	10.61	
Heat 3days	Firmness(kg)	AVE	0.82	0.68	0.78	0.62
		STD	0.07	0.10	0.14	0.21
	°Brix	AVE	10.53	9.87	9.73	9.80
		STD	0.21	0.58	0.74	0.66
	pH	AVE	3.10	3.10	3.10	3.10
		STD	0.06	0.03	0.10	0.27
	Acidity	AVE	3.33	3.33	1.79	1.46
		STD	0.25	0.29	0.26	0.57
	Vit.(%)	AVE	44.74	47.18	37.00	34.98
		STD	3.11	0.37	1.11	0.67
Decay rate(%)		0.00	1.14	3.41	4.55	

Table 5-32. 유자의 저장중 색상변화

Heat	Item	Storage time (day)			
		0	30	60	90
Control	L	73.06	70.97	70.33	67.47
	a	5.05	11.72	13.03	16.92
	b	71.57	67.47	64.80	64.22
	dE	0	8.11	10.81	15.04
	chroma	71.75	68.48	66.10	66.41
	Hue	1.50	1.40	1.37	1.31
Heat 1day	L	71.86	71.51	66.76	67.69
	a	7.85	13.63	15.52	16.87
	b	71.67	71.68	65.12	64.15
	dE	0	5.79	11.30	12.46
	chroma	72.13	72.96	66.94	66.33
	Hue	1.50	1.43	1.34	1.31
Heat 2days	L	73.98	71.93	69.07	69.29
	a	4.87	9.83	10.70	13.36
	b	74.77	74.26	68.03	68.36
	dE	0	1.24	3.60	5.05
	chroma	74.93	74.91	68.86	69.65
	Hue	1.50	1.38	1.41	1.38
Heat 3days	L	71.51	71.75	69.41	69.89
	a	9.22	12.84	15.12	15.56
	b	70.22	71.12	65.75	68.52
	dE	0	3.73	7.70	6.76
	chroma	70.82	73.05	67.47	70.27
	Hue	1.50	1.38	1.34	1.35

표 5-33. 열처리 유자의 저장중 색상변화

Heat		Storage time (days)			
		0	30	60	90
Control	AVE	4.50	4.20	3.73	3.23
	STD	0.73	0.86	0.80	0.98
Heat 1day	AVE	4.45	4.33	4.08	4.00
	STD	0.75	0.72	0.67	0.65
Heat 2days	AVE	4.70	4.87	4.45	4.30
	STD	0.52	0.35	0.87	0.65
Heat 3days	AVE	4.60	4.21	4.00	3.60
	STD	0.83	0.90	0.65	0.83

(5점 : 유자의 색이 아주 좋다, 1점 : 유자의 색이 아주 나쁘다)

Table 5-34. 열처리에 따른 유자의 과피와 과육비율

Heat		Peel(%)	Flesh(%)
Control	AVE	46.69	53.31
	STD	3.74	3.74
	MAX	56.74	56.22
	MIN	43.78	43.26
Heat 1 day	AVE	51.73	48.27
	STD	4.01	4.01
	MAX	58.24	52.56
	MIN	47.44	41.76
Heat 2 days	AVE	53.10	46.90
	STD	3.61	3.61
	MAX	57.50	50.90
	MIN	49.10	42.50
Heat 3days	AVE	54.68	45.32
	STD	2.23	2.23
	MAX	57.14	47.55
	MIN	52.45	42.86

\*저장 후 90일 후



그림 5-1. 열처리한 유자의 저장후 색상 비교



## 제 6 장 유자 가공 부산물의 활용 기술 개발

## 제 1 절 서 론

유자의 생산 현황을 보면 1991년에 약 9,482톤, 1995년에 약 16,545톤, 1998년에 19,826톤으로 그 생산량이 꾸준히 증가하고 있으며, 성과목이 늘어남에 따라 2000년대에는 그 생산량이 20,000톤이 넘을 것으로 예상된다.

이에 반해 유자 소비에 대한 인식은 유자의 생산이 적었던 10년 전과 같이 단순한 겨울의 향기성 과일과 유자 청 제조와 같은 수준에 머물러 있어 전체 유자 가공량은 매우 미약한 편이다. 또한, 유자를 가공하면 과피와 유자즙 찌기와 같은 부산물이 발생하게 되는데 이 부산물의 처리에 대한 문제는 국내외적으로도 유자 가공의 산업화에 큰 걸림돌이 되고 있는 실정이다. 현재까지 유자 가공 부산물을 활용한 제품으로 유자 잼, 사료, 비료 등이 일본에서 개발되었으나 아직까지는 유자 가공 시 나오는 부산물 처리 문제를 해결하기에는 훨씬 미흡한 실정이다. 현재까지는 국내산 유자의 소비의 대부분을 일본으로의 수출에만 의존하고 있다. 이렇게 되면, 수출 채산성 악화로 인하여 몇 년 안에 국내 유자 생산 농가의 대부분은 유자 생산을 중단할 수밖에 없을 것으로 우려된다.

그러나, 최근 국민 식생활 양식의 변화로 건강에 대한 관심이 증대되어 자연식 또는 천연식품의 가공품으로 선호도가 증대되는 경향을 나타내고 있고 UR의 대처 품목으로 각광을 받기 시작하면서 유자 가공 제품 연구의 필요성이 대두되고 있다.

## 제 2 절 유자 과피로부터 향의 최적 추출 및 정제 조건 확립

### 1. 용매 추출법, SDE법에 의한 유자향 추출 및 농축

추출방법으로는 연속 수증기 증류 추출법(SDE : simultaneous steam distillation & solvent extraction)과 용매 추출법을 사용하여 유자향을 추출한 후 정제된 향을 비교 분석하여 최적 추출법과 조건을 확립한다.

#### 가. 용매추출법의 조건 확립

향의 용매 추출에는 용매의 종류, 추출 온도 및 시간, 용매 첨가비율, 교반속도 등이 영향을 미치므로 그에 따른 영향을 알아보았다. 앞의 실험에서 용매의 종류, 추출 온도, 용매 첨가비율에 대한 최적 조건이 확립되었으므로 이번 실험에서는 추출 시간, 교반속도의 영향을 알아보았다.

#### 1) 실험재료 및 방법

##### 가) 시료의 전처리

재료는 향의 손실을 최소화하기 위하여 착즙 후 얻어지는 유자과피를 동결하여 사용한다.

##### 나) 추출 시간에 따른 추출 실험

동결된 유자과피 50g을 세절한 후, 미리 선정된 methylene chloride를 250ml 가하여

30℃에서 700rpm으로 2, 3, 4, 6, 8, 10시간 동안 추출하였다. 지금까지 추출했던 교반 속도가 300rpm이 아니라 700rpm이었음을 수정한다. 그 후 여과하고 냉동하여 탈수시킨 후 다시 여과, 농축하여 추출 시간에 따른 추출 수율을 비교한다.

#### 다) 교반속도에 따른 추출 실험

동결된 유자과피 50g을 세절한 후, 미리 선정된 methylene chloride를 250ml 가하여 30℃에서 4시간 동안 0rpm, 300rpm, 500rpm, 700rpm, 900rpm, 1100rpm에서 추출하였다. 그 후 여과하고 냉동하여 탈수시킨 후 다시 여과, 농축하여 교반 속도에 따른 추출 수율을 비교한다.

#### 라) 향기성분 분석

향기성분은 GC (gas chromatograph)와 GC-MS를 사용하여 분석한다. 농축물 0.5  $\mu$ l를 정확히 취하여 gas chromatograph(Hewlett Packard 5890II,USA)에 주입한다. Column은 Supelco wax TM 10(capillary column, 30m length $\times$ 0.25 mm i.d. $\times$ 0.25  $\mu$ m film)을 이용하였고, column의 온도는 35℃에서 5분간 유지시킨 다음 2℃/min의 비율로 220℃까지 승온시켜 5분간 유지하였다. Injector port와 detector port의 온도를 각각 230℃와 250℃로 하였으며 이동상 가스로는 헬륨을 1.5ml/min으로 공급하였고, injector port의 압력은 0.9kg/cm<sup>2</sup> 로 고정하였으며 split는 100:1로 조절하였다. Detector로는 flame ionization detector(FID)가 사용되었다.

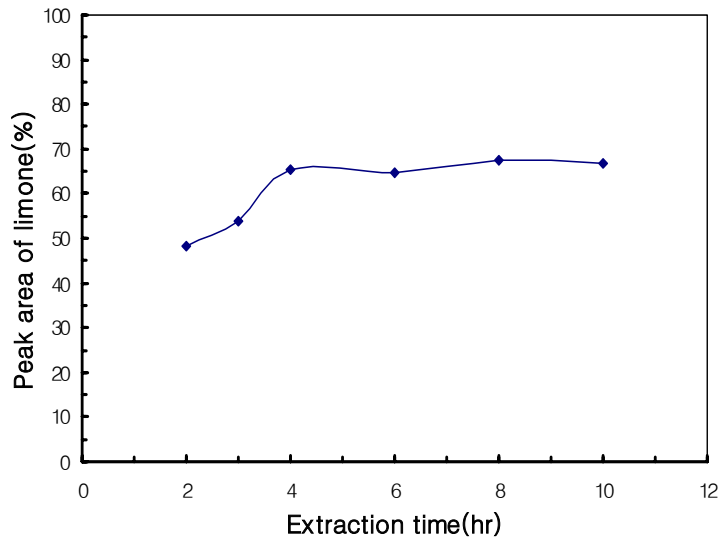
GC-MS의 분석조건에서 GC는 동일하게 하였으며 mass spectrometer로는 Hewlett Packard 5972를 사용하였다. 이때 electron volrage는 70eV, resolution은 1000으로 하였으며 질량의 범위는 50~300 m/e, scan speed는 1초로 하였다. 향기성분의 확인은 표준 index 물질로 n-alkanes(Aldrich, USA)를 사용하였으며 표준물질이 없는 것은

wiley library의 spectrum과 비교하여 분석하였다.

## 2) 실험결과 및 고찰

### 가) 추출 시간에 따른 추출수율

추출수율에 미치는 추출시간의 영향을 조사하기 위하여 세절된 유자 과피 50g에 앞에서 선정된 metylene chloride 250ml을 첨가하여 30℃, 700rpm에서 추출시간을 달리 하여 추출하였으며 그에 따른 결과를 Fig. 7-1에 나타내었다. Fig. 7-1에 나타난 바와 같이 추출시간을 2, 3, 4, 6, 8, 10시간으로 달리 하여 실험한 결과, 추출 2시간째에서는 48.21%, 3시간째 50.87%, 4시간째 65.25%로 4시간까지는 추출수율이 점차 증가하는 경향을 보였다. 그러나 그 이후 6시간째에는 64.67%로 약간 감소하였고, 8시간째 67.36%, 10시간째 66.82%로 거의 일정한 경향을 보였다. 즉 4시간까지는 증가를 보이나 그 이후부터는 거의 같은 값을 나타내고 있다. 이상과 같은 경향을 볼 때, 추출 4시간이내에 향기성분이 대부분 추출된다고 볼 수 있다. 따라서 최소의 시간내에 최고의 수율을 얻을 수 있는 4시간을 최적 추출시간으로 정하였다.

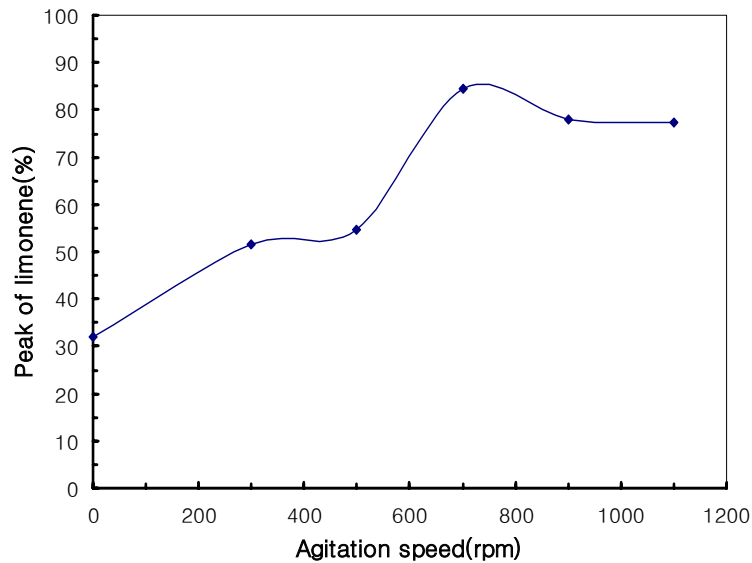


**Fig. 7-2. Peak area of limone from frozen citron peel by extraction time.** Extraction temperature : 30°C, solvent ratio = 1 : 5 (w/v), agitation speed : 700rpm.

나) 교반속도에 따른 추출수율

세절된 유자 50g에 앞에서 선정된 용매 methylene chloride 250ml을 첨가하고 최적 조건으로 선정된 30°C에서 4시간 동안 교반속도를 달리하면서 실험하여, 추출 수율에 미치는 교반속도의 영향을 알아본 결과가 아래의 Fig. 7-2 에 나타나 있다. Fig. 7-2 에 나타난 바와 같이 교반속도를 0, 300, 500, 700, 900, 1100 rpm으로 달리하여 실험한 결과, 0rpm에서는 32.06%, 300rpm에서는 51.48%, 500rpm에서는 54.63%, 700rpm에서는 84.46%로 증가하는 추세를 보이나, 900rpm에서는 77.99%로 다시 감소하여 1100rpm에서 77.46%로 900rpm에서와 거의 일정한 경향을 보인다. 즉, 700rpm까지는 증가하고 그 이후는 약간 감소하여 계속 일정한 값을 유지한다. 그 이유는 700rpm까지는 물질전달 저항이 커지면서 추출수율 또한 증가하나 그 이상을 넘어서면 교반 속

도가 너무 빨리 내부 물질이 용매와 같이 회전하기 때문에 물질전달 저항이 오히려 감소하게 되어 추출수율 또한 줄어들기 때문이다. 따라서 추출수율도 높으며 에너지 사용 면에서도 효율적인 700rpm을 최적 교반 속도로 정하였다.



**Fig. 7-2. Peak area of limonene from frozen citron peel by agitation speed.** Extraction temperature : 30°C, solvent ratio = 1 : 5 (w/v), extraction time : 4hr.

#### 나. Simultaneous steam distillation & solvent extraction(SDE)의 추출 조건 확립

최근 향의 추출 방법으로 사용이 날로 증가하고 있는 Likens-Nickerson 추출장치를 이용하였으며 유자향 추출의 최적 조건을 확립하기 위해 이 방법의 용매로 가장 많이 사용되는 ether와 methylene chloride를 사용해 추출수율에 미치는 영향을 알아보았다.

## 1) 실험재료 및 방법

### 가) 시료의 전처리

재료는 향의 손실을 최소화하기 위하여 착즙 후 얻어지는 유자과피를 동결하여 사용한다.

### 나) Likens-Nickerson 장치를 이용한 추출 실험

유자향의 추출방법으로는 최근 향 추출 시 일반적으로 널리 사용되는 Likens-Nickerson 장치(Simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus)를 사용하였다. 먼저  $-3^{\circ}\text{C}$ 의 냉각수를 응축기에 순환시킨다. 이는 추출 초기에 휘발성 성분이 외부로 손실되는 것을 막기 위함이다. 시료용 둥근 플라스크(3000 ml)에는  $0.5\text{cm}\times 0.5\text{cm}$ 로 자른 유자과피를 200g을 넣고 증류수 1000ml를 첨가한다. 그리고 용매용 둥근 플라스크(250ml)에는 용매를 100ml 넣는다. 이때 용매는 ethyl ether와 methylene chloride를 사용해 추출 수율을 비교한다. 먼저 시료용 둥근 플라스크를 heating mantle로 가열하여  $100^{\circ}\text{C}$ 로 유지하고 넘치지 않도록 주의한다. 시료가 끓기 시작하면 용매용 둥근 플라스크를 가열한다. 이때 온도는  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 로 유지해 용매가 활발히 증발할 수 있도록 한다. 용매용 둥근 플라스크를 가열한 시점부터 2시간 동안 추출한다. 추출이 끝나면 냉각시키고 용매용 둥근 플라스크를 분리하여  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 첨가하여  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 하루정도 보관한다. 그 후 여과하여 탈수시키고 Kuderna-Denish concentrator를 사용하여 농축한다. Ethyl ether와 methylene chloride를 용매로 사용했을 때의 추출 수율을 비교한다. 이때 추출 수율은 limonene의 함량으로 계산한다.

### 다) 향기성분 분석

분석은 용매추출 때와 동일한 방법을 사용한다.



## 2) 결과 및 고찰

### 가) GC-MS에 의한 분석 결과

Likens-Nickerson 장치를 이용하여 유자향을 추출함에 있어 용매를 ethyl ether와 methylene chloride로 달리 사용하여 얻은 결과가 아래 Fig. 7-3에 나타나 있다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 MC는 30.33%, ethyl ether는 35%로 ethyl ether가 약간 더 높았다. Ethyl ether는 끓는 점이 34.6℃로 MC의 끓는점 39.79℃보다 낮고 휘발성도 MC보다 훨씬 좋아 추출시와 농축시 더 용이하다. 또한 Ethyl ether는 물에 약간 녹는 반면 MC는 50%가 물에 녹아, ethyl ether가 층분리가 더 잘되므로 추출 후 분리시 더 쉽게 분리해 낼 수 있다. 따라서 limonene의 함량도 더 높고 사용하기에도 더 좋은 ethyl ether를 Likens-Nickerson 장치를 이용한 유자향의 추출 용매로 정하였다.

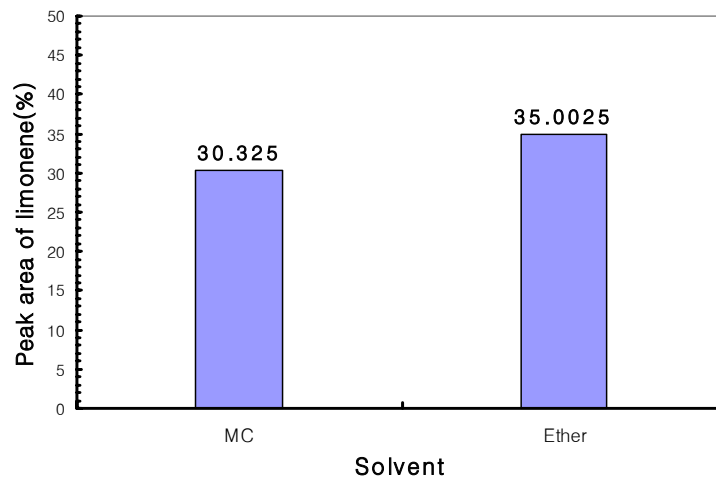


Fig. 7-3. Peak area of limonene from frozen cirton peel on solvents by Likens-Nickerson apparatus.

## 2. 농축물의 향기 성분 분석 및 최적 추출 조건 확립

앞의 실험에서 선정된 최적 조건의 용매 추출법과 연속 수증기 증류 추출법(SDE)으로 유자과피에서 향을 추출하여 그 결과를 비교, 분석하여 향기 성분의 최적 추출 조건을 확립하였다.

### 가. 실험재료 및 방법

#### 1) 시료의 전처리

재료는 향의 손실을 최소화하기 위하여 착즙 후 얻어지는 유자과피를 동결하여 사용한다.

#### 2) 용매 추출법과 연속 수증기 증류 추출법(SDE)의 비교

앞에서 최적으로 선정된 추출 조건의 용매 추출법과 연속 수증기 증류 추출법을 사용하여 유자향을 추출하였다. 용매 추출법은 세절된 유자 과피 50g에 methylene chloride를 250ml, 즉 시료대 용매비가 1 : 5 가 되도록 첨가하고 30℃, 700rpm에서 4 시간동안 추출하였다. 연속 수증기 증류 추출법(SDE)은 시료용 둥근 플라스크(3000 ml)에는 0.5cm×0.5cm로 자른 유자과피를 200g과 증류수 1000ml를 첨가하고 용매용 둥근 플라스크(250ml)에는 선정된 용매인 ethyl ether를 100ml 넣은 후 2시간 동안 추출한다. 두 가지 방법으로 추출된 추출액 모두 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하여 탈수한 후, Kuderna-Denish concentrator를 사용하여 농축한다. 분석은 GC-MS를 이용하고 추출 수율은 limonene 함량으로 계산하여 비교한다.

### 3) 향기성분 분석

분석은 앞에서와 동일한 방법을 사용한다.

#### 나. 실험결과 및 고찰

##### 1) GC-MS에 의한 분석 결과

유자향의 최적 추출 조건을 확립하기 위한 마지막 단계로 최적 추출 방법을 선택하기 위해 앞의 실험에서 최적으로 선정된 조건에서 용매 추출법과 SDE로 유자향을 추출하여 그 추출 수율을 비교하였다. Fig. 7-4 에서 보는 바와 같이 SDE의 경우는 62.94%, 용매 추출법의 경우는 42.25%로 SDE로 추출한 경우의 limonene 함량이 더 높게 나타난다. 또한 용매 추출법으로 추출했을 경우는 향기성분 뿐만 아니라 색소를 포함한 다른 성분들도 추출되어 농축액의 색깔이 노란빛을 띠고, SDE로 추출했을 경우는 향기성분만이 추출됨으로 농축액이 무색임을 확인할 수 있다. 따라서 limonene의 함량도 높게 나타나고 필요한 향기성분만을 추출할 수 있는 SDE를 유자향 추출의 최적 추출방법으로 선정하였다.

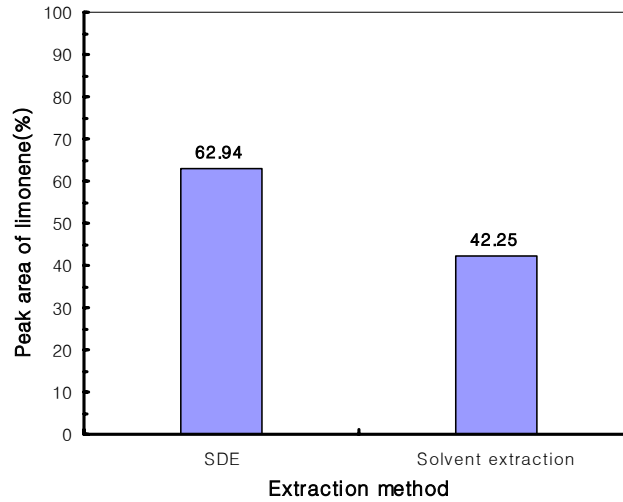


Fig. 7-45. Peak area of limonene from frozen citron peel by the different extraction methods.

### 제 3 절 유자향 수요 확대 방안 탐색

#### 1. 국내·외 유자향 이용 현황 및 이용 가능 분야 조사

유자에는 다양한 성분과 효능이 있다고 알려져 있다. 유자의 정유성분은 작은 입자로 이루어진 일종의 기름 성분으로 인체의 피부의 접촉으로 인해 표피 세포 아래 진피세포와 모세혈관을 자극해 혈액 순환이 좋아져서 신경통, 류머티즘의 경감 효과를 가져다주며, 유자의 향은 신경안정, 쾌감, 식미증진, 수면 효과가 있고, 유자향 중 limonoid는 발암억제 효과가 있으며 limonene등은 혈액순환촉진, 목 염증과 기침 완화, 위암, 폐암, 피부암의 억제효과가 있고 aroma therapy에 이용될 수 있다. 또 유자 원액이나 향을 첨가하여 술을 제조하면 음용시 향이 좋고 숙취에도 효과가 있다.

유자의 이용 방법은 크게 청과적 이용법과 가공적 이용법으로 나눌 수 있다. 유자의 꽃을 이용하여 부식이나 뷔페식 요리에 곁들이기도 하며 실유자, 청유자, 황유자등을 절임용, 유자탕에 이용하는 방법을 청과적 이용법이라 한다.

가공적 이용방법에는 청유자, 황유자가 이용되는데 수 있는데 청유자는 절임유자, 냉동유자(후추, 겨자)로 황유자는 염장법을 이용해 단무지절임, 장절임, 전국으로 당침법을 이용해 과자재료로 건조법을 이용해 과피, 즉석식품등으로 개발될 수 있다. 또한 종자, 과육, 과즙, 과피를 착즙법을 이용하여 튀김유, 잼, 마말레이드용 펙틴, 드링크류, 파이, 산미료, 분말향미료, 유자탕, 즉석식품(후리카케, 향신료), 잼, 전병, 만두, 카스테라, 화장품용 향료등으로 개발 가능하며 화학적 이용법을 통해 식품용 향료, 사료, 의약품등으로도 이용 가능할 것이다.

유자의 이용현황을 살펴보면 일반적으로 유자는 미숙과, 성숙과로 구별하여 이용되며, 미숙과는 청유자로서 약용으로, 성숙과는 10월 하순부터 일부를 착즙하여 주스용이나 식초용으로, 과피는 마말레이드, 잼, 장류, 곤양등에, 그밖에도 모나카, 양갱 등의 과자 가공품에도 활용할 수 있다.,

또한 식품의 기호성을 향상 시키기 위하여 첨가하는 향미물질인 식품향료로 유자향이 제품화 되어있다. 식품향료는 사용용도에 따라 알콜성 음료용, 비알콜성 음료용, 병과류용, 제과 제빵용, 잼 및 통조림 용, 유제품 및 마아가린용, 햄, 소세지, 어류, 축육, 가공조리 제품용, 인스턴트 식품용, 식품 이외의 용도로 의약, 치약, 사료용, 화장향용등의 산업에 응용 사용된다. 이 중에서 유자향은 알콜성 음료, 비알콜성음료인 탄산음료나 비탄산음료, 병과류, 제과 제빵용, 잼 및 통조림에 사용된다.

이미 일본에서는 많은 유자제품이 시판 중에 있는데 캔디에 유자향을 첨가하여 제조한 유자캔디와 설탕베이에 유자향을 첨가하여 제조한 유자설탕베이등이 있다. 현재 일본

에서 시판 중인 주요 유자 가공제품은 다음 표 7-1과 같다.

7-1. 시판중인 유자 가공제품 현황(일본)

제 품 명	개 요
유자농축액	유자 전과를 착즙한 원액에 꿀 및 당류를 첨가한 제품
유자주스	착즙 원액을 10%로 휘석하여 당류를 첨가한 제품
유자식초	원액을 자연발효한 건강 향신료
유자분말차	원액과 당류를 혼합하여 과립화한 제품
유자잼	유자박에 설탕, 구연산, 펙틴을 첨가하여 가공한 제품
유자젤리	유자즙에 설탕, 구연산, 펙틴을 첨가하여 가공한 제품
유자된장	일본장류(미소)에 유자액을 첨가하여 가공한 제품
유자캔디	캔디에 유자향을 첨가하여 제조한 제품
유자모찌	모찌에 유자원액을 첨가한 제품
유자센베이	센베이에 유자향을 첨가한 제품

그리고 향수로도 개발되어 시판되고 있는데 디자이너 소니아 리키엘이 만든 남성 향수인 Rykiel Homme에 탑노트의 성분으로 그레이프후르츠, 카다몬, 시나몬과 함께 유자가 들어간다. 국내에서도 유자 천연향수를 개발하여 독일 세계박람회에서 유자향수 시제품이 출품돼 좋은 평가를 받았고, 동남아와 호주 등지에서도 극찬을 받고 있으며 제품생산을 위한 공장설립을 추진하고 있다.

이용가능 분야 및 품목은 앞서 말한 유자의 효능적 측면의 고찰로부터 가능하다. 유자향은 신경안정, 쾌감, 식미증진, 수면 효과가 있으며 특히 유자 향 중 limonoid 성분은 발암억제 효과가 있고 limonene등은 혈액순환촉진, 목 염증과 기침 완화, 위암, 폐암, 피부암의 억제효과가 있다. 따라서 이러한 효능을 이용한 제품개발이 가능하다. 또 인체의 표피세포 자극으로 인한 약리적 효능으로 신경통, 류머티즘 개선제 개발도 가능하며, 유자향 캡슐을 통해 의약품으로써가 아닌 생활용품으로써의 유자 목욕용

분말가루의 개발로 가정에서도 손쉽게 사용가능하여 후각적인 효과, 미용적 효과와 동시에 약리적 효과도 경험 가능한 제품도 생산할수 있을 것이다. 그리고 aromatherapy에 이용함으로써 약물학적 반응과 쾌, 불쾌, 흥분, 진정 등의 심리적 효과의 양측면에 의한 치료효과가 큰 것으로 판단되어진다. 이미 일본 미에대학 의학부는 귤, 유자, 레몬 등 감귤류계 향료가 스트레스로 인한 우울증 치료에 획기적인 효과가 있다는 사실을 확인하고 연구팀은 감귤류 향료를 이용한 우울증 치료약 개발에 나선 방침이라고 한다. 또 유자를 이용 oleores의 제조로 유자비누, 유자향수, 유자목욕용 분말 가루, 유자기름 등에 활용할 수 있는 좋은 소재가 될 수도 있을 것이다.

이런 유자 제품의 개발을 위해선 몇가지 개선책이 절실히 필요하다. 먼저 지금까지 상관습적으로 업무용 유자는 보통 1,8ℓ 용기로 유통되고 있으나 생산량 증가에 따라 용기 증가 및 소모가 우려되면서 부터 농축과즙의 개발에 의한 수송성 개선, 대형용기의 저장법에 대한 검토가 제기되어야 할 것이며, 둘째 현재처럼 국내산 유자의 소비의 대부분을 일본으로의 수출에만 의존하게 되다면 수출 채산성 악화로 인하여 몇년 안에 국내 유자 생산 농가의 대부분은 유자 생산을 중단할 수 밖에 없을 것을 우려된다. 따라서 다양하고 품질이 우수한 유자 가공 제품들이 개발만이 유자의 국내 소비의 활성화에 기여하고 현재보다도 높은 가격으로 유자를 일본으로 수출할 수 있을 것이므로 유자 재배 농가의 소득 증대에 크게 기여할 것으로 전망되므로 이로 인해 유자 재배농가의 증가를 예상할 수 있고 이는 좀더 좋은 품질의 유자를 다량으로 확보가능, 대량 제품화가 가능해짐을 의미한다. 셋째 유자의 소비촉진 및 부가가치의 향상을 위해서 유자의 기호성과 상품성을 높일 수 있는 각종 제품의 가공기술 개발, 저장성 향상 및 제조설비에 관한 체계적이고 합리적인 공정설계 방안에 관하여 연구를 적극적으로 검토해야만 할 것이다. 그리고 지금까지 유자 이용 및 이용 가능면에 대해 개략적으로 서술하였으나 이와 같은 방법에 따라 이용됨으로써 첫째, 유자 그 자체를 직접 이용할 수 있으므로 imitation flavor를 이용하는 것보다도 관능적으로 우수한 2차가공식품을 조제할 수 있으며, 둘째, 지금까지 폐기하던 착즙 부산물을 종합

적으로 활용함에 따라 폐기에 필요한 제경비 및 노동력을 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라, 셋째, 분말화나 페이스트화하는 경우에는 가공식품용의 새로운 소재를 제공할 수 있게되는 등, 여러 가지 잇점을 기대할 수 있을 것이다.

따라서 유자향의 최적추출조건을 확립하고 microencapsulation과 같은 응용기술을 도입하여 향의 품질의 지속성을 좋게하고 응용분야를 넓혀 유용한 유자의 효능을 극대화하는 많은 제품을 개발함으로써 유자의 수요를 확대할 수 있다.

## 제 4 절 수용성 식이 섬유 추출 및 정제

### 1. 유자 과피 및 씨기로부터 식이 섬유 추출 및 분석

#### 가. 시료의 전처리

착즙 후 남은 유자 박에서 pectin을 분해하는 pectin methylesterase의 활성을 낮추기 위해 conveyor belt steam blancher에서 5분간 blanching한 후, 시료를 냉동 보관한다. 이 냉동 보관된 시료를 동결건조기(호영 Engineering)에서 1 Torr 미만의 압력 하에서 3단계에 걸쳐 동결 건조시켜 초기 수분함량 82%에서 최종 수분 함량 4% 이내로 건조시킨다. 이렇게 건조된 시료를 Hammer mill을 이용해 분쇄한 후, Standard Sieve를 사용하여 크기별로 분류한다. 본 실험에서는 -20 +30 mesh size의 건조 유자박을 사용하였다.

#### 나. 실험 방법

##### 1) 온도에 따른 펙틴 추출 최적화



추출 온도에 따른 펙틴의 추출 정도를 알아보기 위해서, 추출시간 2시간, 시료와 용매의 비율은 1:30, 추출 용액의 농도는 0.1N HCl으로 앞서 수행한 추출 조건의 결과를 이용한다. mesh size -20+30인 시료 5g에 0.1N HCl 150g을 가하여 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃ 각각의 온도에 대해 냉각기가 있는 추출 장치에서 2시간 동안 교반 가열한 후, 여과하여 여액에 3배에 해당하는 acidified 95% Ethanol을 가하여 4시간 이상 침전시킨다. 이 침전된 펙틴 물질을 다시 감압 여과하고, 75%와 95% Ethanol로 여러 번 세척한 후, 여과하는 조작을 반복한다. 이렇게 얻어진 펙틴 물질을 40℃로 조절된 건조기에서 건조 한 후 건조 질량을 측정한다.

## 2) 시간에 따른 펙틴 추출 최적화

이렇게 하여 유자 박으로부터 펙틴 물질을 추출하기 위한 시료와 용매의 비율, 추출 용액의 농도, 추출 온도 등의 최적 조건이 확립되었다. 이 결과를 종합하기 위해 추출 시간을 달리하면서 최적 추출 조건을 종합한다. 시료와 용매의 비율, 추출 용액의 농도, 온도 등의 추출 조건은 고정시킨 채, 추출 시간만 1시간에서 5시간까지 1시간 간격으로 실험을 수행한다. 이외의 모든 다른 실험 방법은 위의 온도 최적 조건 실험의 경우와 동일하다.

## 다. 실험결과 및 고찰

### 1) 온도에 따른 펙틴 추출 조건 최적화

건조된 유자 시료 5g에 이에 30배에 해당하는 추출 용액(0.1N HCl)을 가하여 2시간 동안 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃의 5가지 온도에 대하여 추출을 한 결과, 80℃에서 회수되는 펙틴의 양이 가장 많은 것으로 나타났다. 온도와 추출되는 펙틴의 양과의 관계를 살펴보면 Fig. 7-5와 같으며, 온도가 80℃가 될 때까지는 추출되는 펙틴의 양

이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 다시 감소함을 볼 수 있다. 특히 온도가 100℃ 이었을 때는 침전이 잘 생기자 않는 것을 관찰 할 수 있었다.

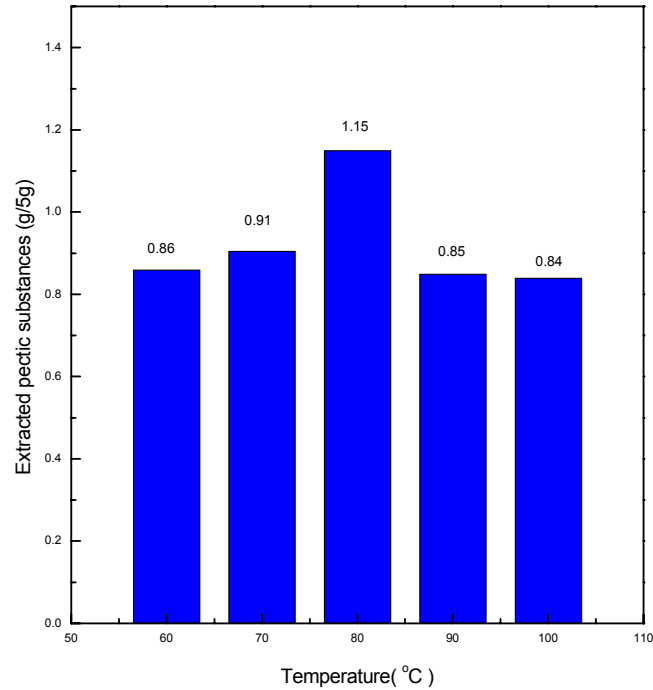


Fig.1 Yield of pectic substacnes with different extraction temperature

## 2) 시간에 따른 최적 추출 조건 최적화

각각의 추출 조건 인자에 대해 얻은 최적 추출 조건을 종합하기 위해 추출 시간에 대해 다른 추출 조건들은 실험을 통해 얻은 최적 조건으로 고정시키고 다시 실험을 하였다. 즉, 추출 용액과 시료의 비율은 1:30, 추출 온도는 80℃, 추출 용액의 농도는

0.1N HCl로 고정시키고 추출 시간만 1시간에서 5시간까지 1시간 간격으로 실험한 결과 3시간 추출했을 때, 회수되는 펙틴 물질의 양이 가장 많은 것으로 나타났다. 추출 시간의 경우도 추출 시간이 증가할수록 회수되는 펙틴의 양이 증가한다. 하지만 최적 추출 시간 이후부터는 그 양이 감소하며, 5시간 추출한 경우는 추출 온도가 지나치게 높았을 때, 에탄올 침전시 침전이 잘 형성되지 않은 경우와 마찬가지로의 결과를 보였다.

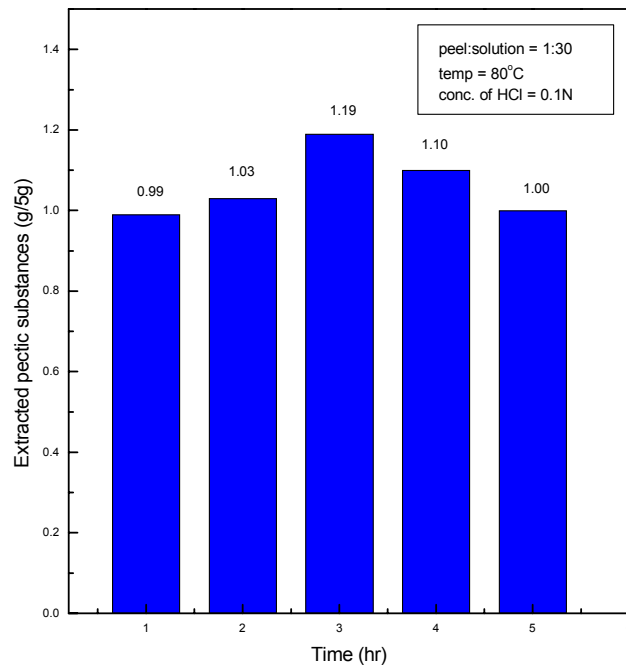


Fig.2 Yield of pectic substances with different extraction time

3) 추출 용매와 시료와의 비율에 따른 펙틴 추출 최적화

추출 용매와 시료와의 비율은 시료의 건조 정도에 따라 결정되는 값이며, 추출 용매와 시료와의 비율(w/w)을 결정하기 위해서 70℃에서 90분간 0.1N HCl을 사용하여 시료와 추출 용매와의 비율을 1:30에서 10배씩 증가 시켜 1:70까지 그 비율을 달리하면서 실험한 결과, 그 비율이 1:50인 경우에 추출되는 유자 펙틴의 양이 가장 많은 것으로 나타났으며(Fig. 7), 그 이상의 비율에서는 회수되는 펙틴의 함량의 변화가 거의 없었다. 시료와 추출 용매와의 비율이 1:30이하인 경우는 건조된 유자 과피가 추출 용매의 대부분을 흡수하여 추출과 여과가 불가능하였다.

#### 4) 추출 용매의 농도에 따른 펙틴 추출 최적화

추출 용매의 농도를 결정하기 위해서 시료와 추출 용매와의 비율 1:50으로 80℃에서 90분 동안 염산의 농도를 0N(distilled water)에서 0.4N까지 0.1N씩 증가시키며 추출한 결과 염산의 농도가 0.1N인 경우에 가장 많은 유자 펙틴을 얻었으며, 이 경우 역시 수용성 펙틴이 생성되는 반응과 생성된 수용성 펙틴이 변성되는 반응의 경쟁을 볼 수 있는데, 추출 농도의 경우는 추출 온도에 비하여 그 경향이 매우 민감함을 알 수 있다. 즉 농도가 최적 수준으로 증가 할 때와 그 이상으로 증가함에 따른 회수되는 유자 펙틴의 양이 급격히 증가하다 감소하기 때문이다.

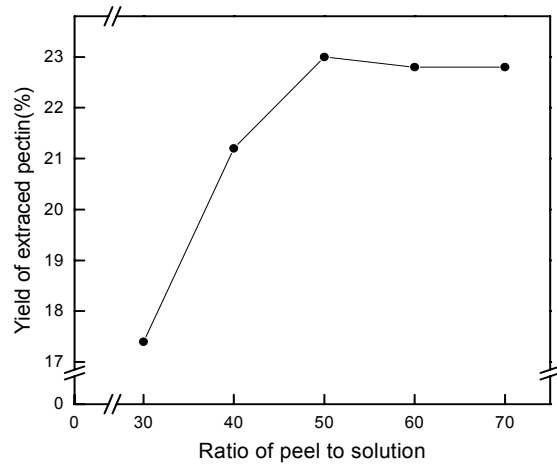


Fig. 7-7. Effect of ratio of peel to solvent on the yield of pectin extracted

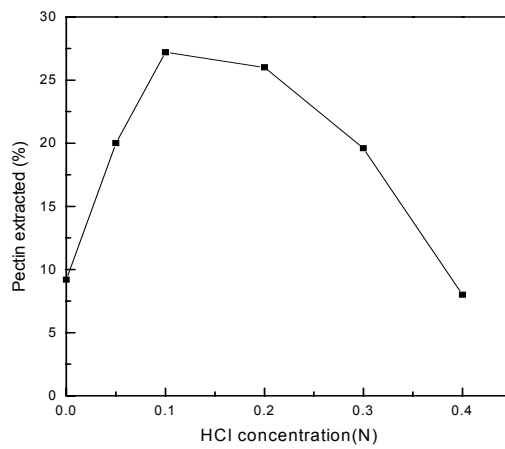


Fig. 7-8. Effect of HCl concentration on the yield of pectin extracted

## 2. 식이 섬유유의 정제 방법 확립

### 가. AOAC 법에 의한 식이 섬유유의 추출 및 정량 방법

건조 시료 5g을 미리 가열한 1.25% $H_2SO_4$ 에 넣고 1분 이내에 끓도록 가열한 후, 끓기 시작하면 온도를 조절해 천천히 30분간 끓인 후 Allihn's filter tube을 씻어서 흡입 여과한다. 끓여둔 증류수를 가하여 여액이 산성을 띠지 않을 때까지 세척 여과한다. 흡입 여과가 완전히 끝나면 끓고 있는 1.25% $NaOH$ 를 가하여 30분간 끓인다. Glass Filter Tube에 석영 여과지를 깔고 여과한다. 이 경우도 끓여둔 증류수를 가하여 세척 여과하며, 그 여액이 알칼리성을 띠지 않을 때까지 세척을 되풀이한다. 여과가 끝나면 95% Ethanol을 가하여 세척하고 Glass Filter Tube을 105°C~110°C으로 조절된 건조기에 넣고 1시간 건조시킨 후, 30분 방냉, 칭량의 조작을 반복하여 항량( $W_1$ )을 구한다. 항량을 구한 Glass Filter Tube을 450°C~500°C의 전기로에서 1시간 회화 후 30분 방냉하여 칭량하며, 이 조작도 항량( $W_2$ )를 구할 때까지 반복한다. 본 실험에서는 Crucible 대신 Glass type의 Filter를 사용하고 있으므로, 전기로의 승온 온도와 하강 온도를 분당 5°C로 하여 Glass Filter의 균열이 일어나지 않도록 한다.

### 나. NDF(Neutral Detergent Fiber)법에 의한 식이 섬유(Dietary Fiber)의 정량 방법

펙틴 추출의 경우와 같이 mesh size -20+30의 시료를 2g 취하여, 삼각플라스크에 NDF 시약 200ml와 혼합한 후, decahydronaphtalene 4ml,  $Na_2SO_3$  1g을 가한 후 가열한다. 끓기 시작하면 온도를 낮추어 서서히 끓도록 하며, 거품이 발생하면 소포제를 넣어준다. 가열 분해가 끝나면 석영 여과지를 깔 Glass Filter Tube을 사용하여 여과하며, 추출시 사용한 플라스크도 뜨거운 증류수를 가하여 내부를 세척하여 모두 여과한다. decahydronaphtalene을 제거하기 위해 acetone으로 2~3회 세척 여과한다. 여과가 끝나면 Glass Filter Tube를 105°C~110°C로 조절된 건조기에서 2시간 건조시킨

다음 데시케이터에 옮겨 방냉한 후 칭량한다. 다시 Glass Filter Tube를 1시간 건조, 30 분 방냉하여 칭량하는 조작을 반복하여 항량(W<sub>1</sub>)을 구한다. 항량을 구한 Glass Filter Tube를 온도 450℃~550℃로 조절된 전기로 에서 1시간 동안 회화시킨다. 이 후 전기로의 온도가 200℃이하가 되었을 때 Glass Filter Tube를 데시케이터로 옮겨 30분간 냉각하고 칭량하며, 이 조작도 항량(W<sub>2</sub>)을 구할 때까지 반복한다.

다. AOAC 법과 NDF 법에 의한 식이 섬유 정량 결과

건조 시료 5g을 사용한 AOAC 법과 건조시료 2g을 사용한 NDF 법으로 추출한 후 남은 filter cake의 건조 질량과 회화 후의 질량 차이를 식이 섬유의 양으로 결정한다. 추출된 식이 섬유의 함량은 Table 7-2와 같으며, 식이 섬유의 함량은 아래의 식으로 계산하였다.

Table 7-2. Dietary Fiber Content in dried Yuja peel with AOAC and NDF method

	AOAC	NDF
식이 섬유 (%)	8.39	11.57

$$\text{식이섬유}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{S} \times 100$$

W<sub>1</sub>: Glass Filter Tube를 가열 건조시킨 항량(g)

W<sub>2</sub>: Glass Filter Tube을 회화시켰을 때의 항량(g)

S: 시료 채취량(g)

표에서 보듯이 NDF 법에 의해 정량한 식이 섬유 함량이 AOAC 법에 의한 값보다 큰 것을 알 수 있는데, AOAC 법에서 사용하는 1.25%알칼리 용액이 셀룰로오스, 리그닌 등의 회수율을 약 60%정도로 떨어뜨리며, 헤미셀룰로오스는 거의 용해 제거되어 회수되지 않는 경우도 있기 때문이다.

## 제 5 절 유자 향 캡슐화 및 생물 산업 신소재 개발

### 1. 유자 향의 encapsulation에 사용되는 wall material에 대한 연구

앞의 실험에서 선정된 최적 추출 방법을 이용하여 제조된 유자향의 essential oil을 encapsulation 하기 위해 캡슐화 능력을 향상시키고 비용절감 효과를 높이는 피복물질과 그 최적의 배합비율을 결정하고, 유화 및 분무건조의 최적 공정조건을 확립한다.

#### 가. 유자향의 encapsulation을 위한 피복물질에 대한 연구

최근 피복물질로 널리 이용되고 있는 maltodextrin, modified starch, gum arabic과 그 단점을 보완할 수 있는 gellan gum을 혼합하여 encapsulation의 최대의 효과를 위한 피복물질로서의 최적 배합비율을 결정한다.

#### 1) 실험재료 및 방법

##### 가) 핵물질

앞의 실험에서 최적의 추출방법으로 선정된 SDE를 이용하여 추출하고



Kuderna-Denish concentrator를 사용하여 농축한 후, 질소 gas를 불어넣어 잔류 용매를 제거한 유자향의 oleoresin을 핵물질로 하였다.

#### 나) 피복물질

최근 피복물질로 널리 사용되고 있는 alkenylsuccinated modified starch(상품명 : N-Lok, National Starch and Chemical Co., U.S.A), alkenylsuccinated modified starch(상품명 : Hi-Cap 100, National Starch and Chemical Co., U.S.A), gum arabic(Shinyo Pure Chemicals Co.,LTD, Japan), maltodextrin(D.E.=12, 삼양제넥스)를 주 피복물질로, gellan gum(Kelco, U.S.A)을 유화액의 점도를 증가시켜 유화안정성을 증가시키기위한 첨가제로 사용하였다.

#### 다) 점도 측정

각 피복물질의 1, 5, 10, 20, 30, 40% 수용액을 제조하여 상온에서 점도를 측정하였다. 점도계는 Brookfield 점도계(DV-III, Brookfield Co., U.S.A)를 사용하였다.

#### 라) 유화액의 제조

피복물질을 상온에서 homomixer(MAZELA Z, EYELA, Japan)를 사용하여 700rpm으로 증류수로 1시간동안 수화시킨다. 그 후 핵물질을 첨가하여 다시 같은 조건으로 homomixer를 이용하여 혼합하여 분리를 막은 다음 homogenizer(Biospec Products, INC. USA; Model 985-370)를 이용하여 30000rpm에서 5분동안 균질화하여 유화액을 제조하였다.

#### 마) 유화안정성

유화액 40ml을 50ml 메스실린더에 담고 마개를 막은 후 100℃ oven에서 6시간 경과 후 유화액으로부터 분리되어지는 oil층의 부피를 측정하였다. 그 측정값은 유화안정지수(emulsion stability index, ESI)로 나타내었다.

$$ESI = \left(1 - \frac{\text{분리된 oil 층의 부피}}{\text{유화액내 oil의 총 부피}}\right) \times 100$$

## 2) 실험결과 및 고찰

### 가) 각 피복물질의 점도 특성 분석

각 피복물질의 점도 특성의 분석 결과가 아래 table 7-3.에 나타나있다. 분석 결과를 살펴보면 전체적으로 GA의 점도가 가장 높고 MD의 점도가 가장 낮은 것을 알 수 있다. 또한 5%까지는 4종류의 피복물질의 점도가 비슷하나 10%부터는 농도가 증가할수록 점도의 차이가 커지기 시작하여 30%부터는 각 피복물질간 현저한 차이를 보인다. Sankarikutty등<sup>(1)</sup>과 Rosenberg등<sup>(2)</sup>에 의하면 분부건조를 이용한 향기성분의 encapsulation에 적당한 점도범위는 70~120 cp 정도이다. 이러한 사실로 볼 때, MD는 40% 수용액까지는 점도가 70 cp 이하로 안정한 캡슐을 만들기에는 점도가 너무 낮았으며, GA는 30%이상의 수용액의 점도가 120 cp 이상으로 너무 높았다.

**Table 1. Viscosity of the various wall materials**

% Solids in water	Viscosity of compounds(cp)			
	MD <sup>1)</sup>	GA <sup>2)</sup>	MSN <sup>3)</sup>	MSH <sup>4)</sup>
1	5	10	7	7
5	8	15	10.7	10
10	10	25	14	12
20	16	58	34	25
30	31	147.2	89	54
40	68	725.3	301.3	131

<sup>1)</sup> Maltodextrin.

<sup>2)</sup> Gum arabic.

<sup>3)</sup> Alkenylsuccinated modified starch(N-Lok)

<sup>4)</sup> Alkenylsuccinated modified starch(Hi-Cap 100)

나) Flavor model system

향기성분과 피복물질을 혼합하여 유화액을 제조하는 과정에서 많은 양의 향기 성분이 손실되므로 이를 최소화하기 위해 채종유와 혼합하였다.<sup>(3)</sup> Sheirle-Keller등<sup>(4)</sup>은 혼합하는 oil의 양이 flavor release에 크게 영향을 미치며 oil의 함량이 증가할수록 flavor release가 감소한다고 하였다. 또한 이는 향기성분과 채종유의 혼합비가 증가할수록 flavor release가 감소한다는 조<sup>(5)</sup>등의 실험 결과와 동일하다. 그러나 혼합하는 채종유의 함량이 증가할수록 flavor release가 감소하긴 하지만 상대적으로 사용되는 향기성분의 양이 너무 적으므로 본 실험에서는 향기성분 : 채종유 =1 : 4의 부피비로 혼합하여 사용하였다.

다) 핵물질과 피복물질의 배합비율 결정

핵물질에 각 피복물질을 1:2, 1:3, 1:4, 1:5의 비율로 혼합하여 유화액을 제조한 후

유화안정성을 측정하였으며 그 결과를 Fig. 7-9에 나타내었다. 각 피복물질의 유화안정성을 비교해 보면 GA가 가장 우수하였으며 다음으로 MSH, MSN, MD의 순이었다. MD의 경우 모든 비율에서 유화안정성이 현저히 낮아 단일물질로 사용되기에는 부적합할 것으로 생각되며 MS의 경우 MSH가 MSN보다 모든 비율에서 1.5배 정도 더 높은 유화안정성을 보여 MSH의 캡슐화능력이 더 뛰어남이 확인되었다. 따라서 앞으로의 실험에서는 MS로 Hi-Cap 100을 피복물질로 사용하기로 한다. 각 피복물질의 경우 모두 1:4의 비율까지 유화안정성이 꾸준히 증가하여 1:4의 비율에서 가장 높은 ESI값을 가지며 1:5의 비율에서는 다시 감소하는 경향을 보인다. 여러 논문에서도 향기성분의 캡슐화를 위한 핵물질 : 피복물질의 비율은 1:4로 제안하고 있다. 따라서 유자 향기성분의 캡슐화를 위한 핵물질 : 피복물질의 배합비율로 1:4를 선정하였다.

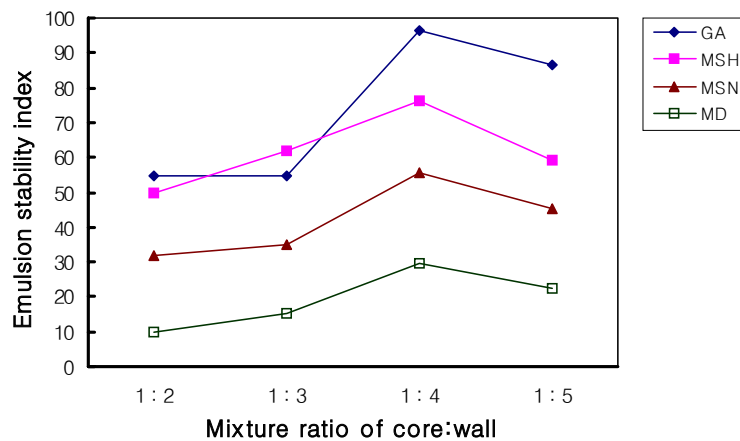


Fig. 7-9. Stability of flavor emulsion made with different wall materials.

라) Maltodextrin 함량 결정

MD의 적정 혼합비율을 결정하기 위해 GA : MS = 5 : 5 로 고정하고 MD의 함량

을 20, 30, 40%로 증가시켜 혼합하여 유화액을 제조하여 유화안정성을 측정하였다. 그 결과가 Fig. 7-10에 나타나 있다. 그림에서 보는 바와 같이 MD 20% 첨가시 ESI가 22.2였으며 30% 첨가시 44.34로 ESI가 증가하였다. 그러나 MD 40% 첨가시는 오히려 ESI가 17.86으로 감소하여서 MD 30%를 첨가한 것이 ESI 44.34로 가장 우수하였다. Sankarikutty 등도 GA와 MD 혼합시 MD 30%에서 최고의 결과를 보였다. 따라서 MD의 최적 배합 함량으로 30%를 선정하였다.

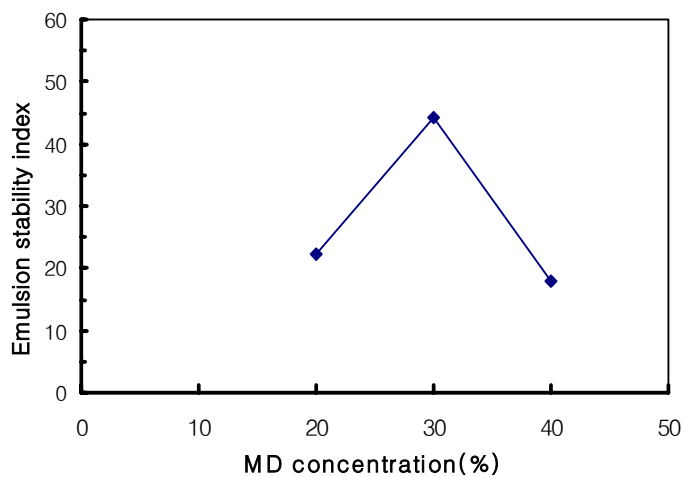


Fig. 7-10. Effect of MD concentration on emulsion stability in emulsion.

마) Gum arabic과 modified starch의 배합비율 결정

GA : MS의 최적 배합비율을 결정하기 위해 MD를 30%로 고정하고 GA : MS를 2 : 8 ~ 6 : 4의 비율로 혼합하여 유화안정성을 측정한 결과가 Fig. 7-11에 나타나 있다.

그림에서 보는 바와 같이 ESI는 GA : MS가 2 : 8일때가 58.02로 가장 낮았고 꾸준하게 증가하여 4 : 6일 때 78.98로 가장 높은 값을 보인다. 그러나 그 이후부터 조금씩 감소하기 시작하여 5 : 5일 때 71.47, 6 : 4일 때 68.55의 값을 가진다. 따라서 MD를 30%로 고정하였을 때 GA : MS = 4 : 6을 최적 배합비율로 선정하였다.

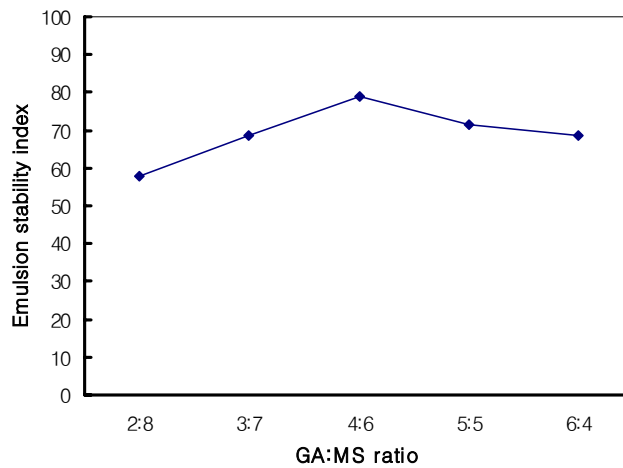


Fig. 7-11. Effect of GA to MS ratio on emulsion stability in emulsion.

바) 첨가제 함량 결정

MD의 첨가에 따른 캡슐화 효과의 저하를 개선하기 위한 첨가제로 gellan gum을 사용하기 위해 최적 함량을 결정하였다. MD를 30%로 고정하고 GA : MS의 배합비율을 4 : 6으로 하였을 때 즉, MD : GA : MS = 30 : 28 : 42의 배합비율에 gellan gum을 1~6% 첨가하였다. Fig. 8를 보면 gellan gum을 1% 첨가하였을 때 ESI가 38.44로 가장 낮았고 그 이후로는 지속적인 증가를 보인다. 3%까지는 완만한 증가를 보이다 gellan gum 4%를 첨가하였을 때 ESI가 65.19로 크게 증가하였다. 그러나 5%,

6%를 첨가하였을 때는 65.97, 66.4로 거의 같은 값을 보인다. 즉 gellan gum을 4% 첨가하였을 때 ESI가 크게 증가한 후로는 그 이상의 gellan gum을 첨가해도 큰 변화를 보이지 않는다. 따라서 경제성을 함께 고려할 때, 가장 우수한 ESI를 보인 4%를 gellan gum의 최적 첨가비율로 결정하였다.

이상의 결과로 선정된 유자 향기성분의 피복물질의 최적 배합비율을 살펴보면 다음과 같다. MD = 30%, GA : MS = 4 : 6, gellan gum = 4% 즉, MD : GA : MS : gellan gum = 30 : 26.4 : 39.6 : 4 이다. 따라서 앞으로의 실험에서 이 최적 배합비율을 wall system으로 사용한다.

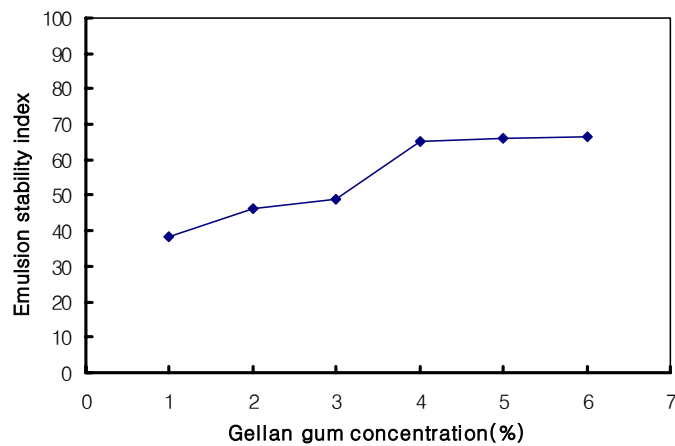


Fig. 7-12. Effect of gellan gum concentration on emulsion stability in emulsion.

## 2. Encapsulation의 최적 공정 조건 확립

가. 유자 향료 캡슐화를 위한 emulsion의 total solid content 결정

## 1) 실험재료 및 방법

### 가) Emulsion 제조

전년도 실험에서 결정된 Wall material system 4가지를 MD : GA : MS : g.g = 30 : 26.4 : 39.6 : 4 의 비율로 넣어 total solid가 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50% 가 되게 각각 homomixer(MAZELA Z, EYELA, Japan)를 이용하여 상온에서 1시간 동안 수화시킨 후, 여기에 core material(유자향 : rapeseed oil = 1 : 4)을 넣고 다시 homomixer로 1시간 동안 교반하여 emulsion을 제조한다.

### 나) Emulsion stability index 측정

50 ml 메스실린더를 이용하여 total solid 함량 20 ~ 50%로 제조한 emulsion을 각각 40ml씩 넣고 100 °C의 oven에 넣고 6시간 경과 후, 분리되는 oil층의 부피를 계산하여 다음 식(1)과 같이 emulsion stability index를 산출하여 비교, 분석하였다.

$$ESI = \left(1 - \frac{\text{분리되어지는oil의부피}}{\text{들어간oil의부피}}\right) \times 100 \quad (1)$$

### 다) Emulsion의 viscosity 측정

Rotary rheometer(MS-Z2 DIN(45mm), Physica - rheolab MC120, Paar Scientific Ltd., RaynesPark, London, England)를 이용하여 일정한 온도 35 °C 에서 shear rate의 변화에 따른 shear stress의 변화를 측정하여 viscosity를 추정하였다.



## 2) 실험결과 및 고찰

### 가) Emulsion stability index (ESI)

전체적으로 ESI가 80~90 사이의 분포 범위를 보여주고 있다. ESI가 0~100이라고 볼 때, 거의 비슷한 수준이라고 볼 수 있으며, 전체적으로 emulsion stability가 높다고 볼 수 있다. 하지만, total solid 함량이 낮은 곳에서 비교적 높은 ESI 값을 보여 주고 있다.

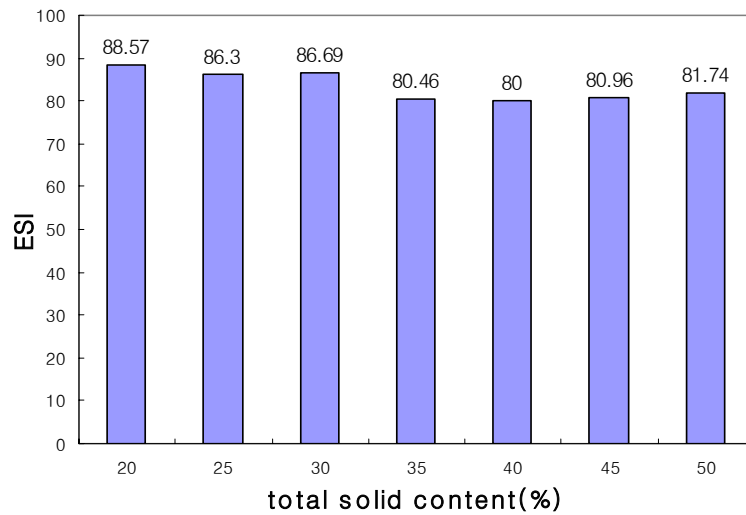


Fig. 7-13. Effect of total solid on emulsion stability index

### 나) Emulsion viscosity

전체적으로 total solid 함량이 증가할수록 viscosity가 증가하였다.

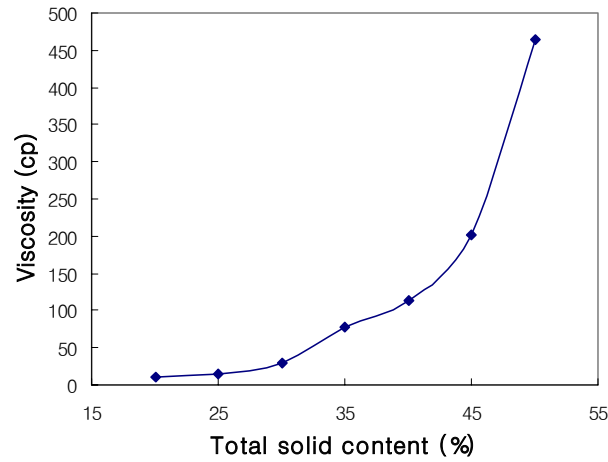


Fig. 7-14. Changes in viscosity with total solid content at 35°C

Sankarikutty과 Rosenberg에 의하면 spray dryer를 이용한 향기성분의 캡슐화에 가장 적당한 점도 범위는 70 cp ~ 120 cp로 알려져 있다. 따라서, 이 범위 안에 속하는 것은 total solid 함량이 35, 40%이다. 이것을 emulsion stability와 관련지어 생각해 볼 때, 낮은 농도에서 비교적 ESI 값이 크다. 그래서 잠정적으로 35%가 가장 적당한 total solid 농도라고 결론을 지었지만, 좀 더 보충적인 실험이 필요하였다.

나. 유자 향료 캡슐화를 위한 emulsion 준비의 최적 조건

1) Nondestructive testing system에 의한 ultrasonic velocity 측정

가) 측정 방법

ESI 값의 비교로는 정확한 차이를 알 수 없었으며, 전체적으로 비슷한 결과를 가져

와서 35%와 40%의 에멀전의 안정성을 비교하는데 많은 문제점이 있어, 초음파 속도의 측정을 통해 좀 더 세부적인 비교를 해 보았다. Nondestructive testing system(RITEC advanced measurement system, model RAM-10000)을 이용하여 1MHz의 sensor를 시료를 담은 높이 13.5mm용기에 직접 접촉하여 0.2~2MHz의 주파수를 보내어 위상과 주파수의 기울기( $\frac{\Delta \Phi_r}{\Delta F}$ )를 구하여 time-of-flight를 다음 식과 같이 계산하였다.

$$T = \frac{\Delta \Phi_r}{2\pi\Delta F} \quad (2)$$

이 T를 계산하여 초음파 속도(c)는  $2d/T$ 로 계산하였다.

$$c = \frac{2d}{T} \quad (3)$$

#### 나) 실험결과 및 고찰

다음은 상온(25℃)에서 측정한 에멀전을 이루고 있는 각 성분의 초음파 속도(c)이다.

Table 7-4. Ultrasonic velocity of constituents in the emulsion to be analyzed at 25℃

Constituents	c (m/s)
Water	1491
Rapeseed oil	1470
Wall material solution(35%)	1480.77
Wall material solution(40%)	1526.06

각 성분들을 섞어 에멀전을 만들 때, 가장 최소의 시간으로 최대의 안정성을 가지는

에멀전 공정 조건들을 분석하였다. 시간에 따른 초음파 속도의 변화를 관찰한 결과는 다음과 같다. 캡슐화에 가장 알맞은 점도를 가진 35%와 40% 두 데이터를 비교하였다.

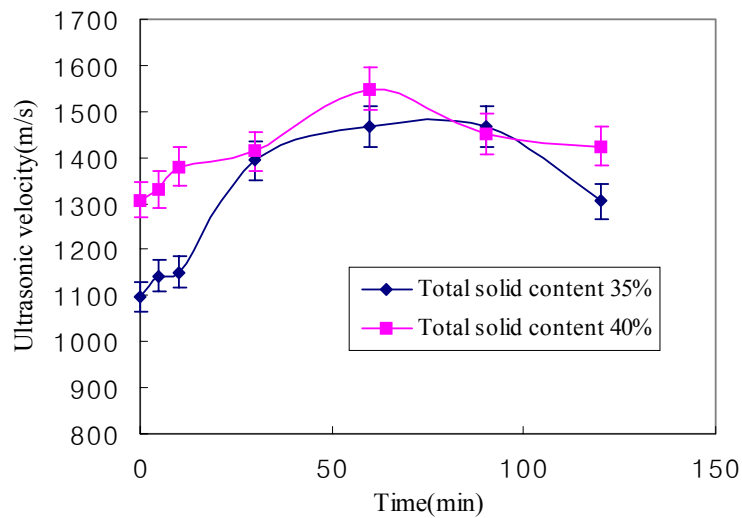


Fig. 7-15. Changes in ultrasonic velocity with time

시간에 따른 초음파 속도의 변화를 관찰해 본 결과, 30%보다는 40%에 시간의 흐름에 따라 비교적 안정한 추세를 보였다. Wall material solution 혼합 시간을 달리하여 초음파 속도를 측정해 본 결과, 35%보다는 40%가 시간이 흐름에 따라 비교적 초음파 속도가 일정한 것으로 보아, 전체적으로 균일하고 안정한 상태가 유지된다고 추정할 수 있다.

피복 물질을 수화시키는 공정을 최적화하기 위하여 피복 물질을 혼합하여 주는 시간을 달리하여 초음파 속도를 측정하였다. 처음에는 초음파 속도가 피복물질이 잘 섞

이지 않은 관계로 점점 감소하다가 일정한 시간이 경과하면, 일정해진다. 일정해지기 시작하는 점을 피복 물질 용액을 안정화시키는 최소시간으로 결정하였다. 35%는 2시간이었고, 40%는 3시간이었다. 전체 고형분 함량이 높을수록 에멀전을 안정화시키는 데 요하는 시간이 오래 걸림을 알 수 있었다.

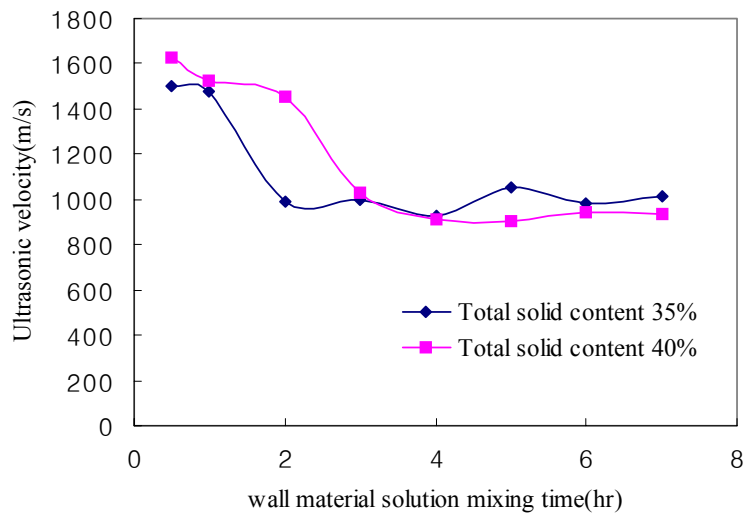


Fig. 7-16. Changes in ultrasonic velocity with wall material-mixing time

핵물질인 채종유와 유자 향을 넣어, 최종 에멀전을 안정화시키는 데 필요한 최소의 시간을 결정하기 위해 핵물질을 넣은 후 교반 시간을 달리하여 초음파 속도를 측정하였다. 피복 물질과 마찬가지로, 처음에는 핵물질이 잘 섞이지 않은 관계로 초음파 속도가 점점 감소하다가 일정한 시간이 경과하면, 초음파 속도가 일정해진다. 35%와 40% 모두 안정화시키는데 필요한 최소 시간이 40분으로 나타났다. 이런 결과가 나타난 이유는 피복물질에 비해 핵 물질이 매우 적은 양이고, 이에 따라 35%와 40%의 핵 물질 양이 별로 차이가 나지 않아 같은 결과가 나타났다고 생각된다. 아마도 시간을 좀더 세분화해서 초음파 속도를 측정한다면, 미세한 차이를 보일 것으로 추정된다.

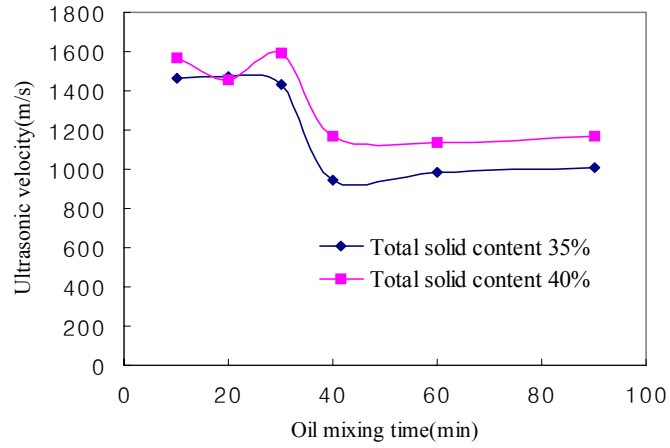


Fig. 7-17. Changes in ultrasonic velocity with oil-mixing time

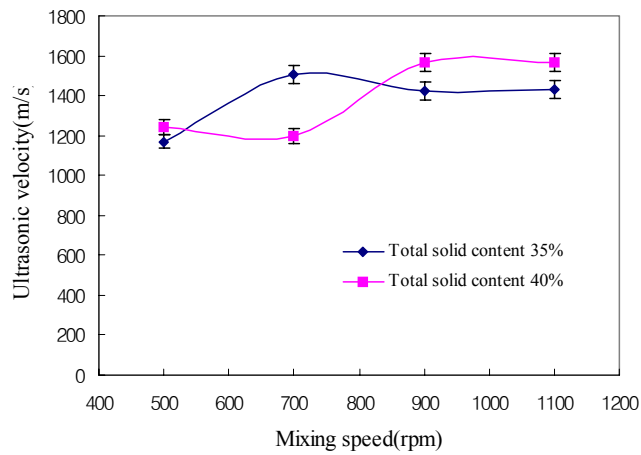


Fig. 7-18. Changes in ultrasonic velocity with mixing speed

피복 물질을 수화시키고, 핵물질을 넣어 안정화시키는 과정에서 교반 속도의 영향을 알아 보았다. 가장 적당하다고 생각되는 교반 속도 범위 안에서 초음파 속도를 관

찰한 결과, 전체 고형분이 다르면, 교반 속도도 달리해 주어야 함을 알 수 있었다. 35%는 700 rpm에서 안정화되었으며, 40%는 900 rpm에서 안정화되었다.

따라서, 유자 향을 캡슐화하기 위해 에멀전의 공정 조건을 최적화시키기 위하여 최적 공정 조건이 결정되었다. 위의 결과를 총괄해 보면, 전체 고형분은 40%가 에멀전을 안정화시키는데 가장 적절할 뿐만 아니라, 캡슐화시키는데 적절한 점도 범위를 가졌다. 그러므로, 40%의 에멀전을 준비하는 최적 공정 조건은 교반 속도 900 rpm에서 피복물질을 3시간 동안 수화시키고, 여기에 핵물질을 넣어, 40분 동안 교반하여 주면, 유자향을 캡슐화하는데 최적의 안정한 에멀전을 준비할 수 있다.

다. Spray dryer의 inlet temperature와 feed rate의 최적 공정 조건

위에서 제조한 emulsion을 spray dryer(LabPlant SD-05, 0.5 mm jet nozzle atomizer, England)를 이용하여 분무 건조하였다. Inlet temperature 170, 180, 190 °C 와 feed rate 5, 10, 15 ml/min 조건에서 homomixer(MAZELA Z, EYELA, Japan) 700 rpm으로 계속 교반하여 주고, 40°C 정도로 가열해 주면서 분무 건조하여 powder를 만들어 다음과 같은 실험을 하였다.

1) 측정 방법

가) 총괄 열효율성 (Overall thermal efficiency)

총괄 열효율성은 증발 과정에서 spray-dryer에 공급되어 사용된 전체 열량의 분율을 나타낸다.

$$\eta_{\text{overall}} = \frac{(T_i - T_o)}{(T_i - T_r)} \quad (4)$$

$T_i$  = inlet temperature(°C)

$T_o$  = outlet temperature(°C)

$T_r$  = room temperature(°C)

#### 나) 수분 함량 (Moisture content)

수분 함량은 상압 가열 건조법에 의해 측정하였다. 전기정온건조기(Model V0-10X)를 사용하여 105 °C에서 2시간 건조 후, 30분간 desiccator에서 방냉하고, 다시 1시간 건조 후 30분 방냉하고, 칭량병과 시료의 무게가 항량에 도달할 때까지 이 방법을 반복하여 측정하였다. 항량에 도달한 값으로 수분 함량을 계산하였다.

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100 \quad (5)$$

$W_0$  = 칭량병의 무게 (g)

$W_1$  = 칭량병에 시료를 담은 무게(g)

$W_2$  = 건조 후 항량에 도달한 칭량병과 시료의 무게(g)

#### 다) 분무 건조한 분말 용액의 centrifugal stability

캡슐화한 분말이 물에 분산되었을 때, 원심 분리 시간에 따라 분말용액이 얼마나 안정한가를 알아보았다. 각 조건에서 분무 건조한 후, 나온 분말의 0.4% 용액을 만들어 500×g에서 5, 10, 15, 30, 45, 60분 동안 원심 분리를 한 후, optical density를 측



정하여, 분무건조한 분말의 안정성을 비교, 분석해 보았다. 이 때, wall material의 0.32% 용액(core material : wall material = 1 :4 에 기인)을 만들어 이를 위와 같이 원심 분리하여 blank로 잡았다.

## 2) 실험결과 및 고찰

### 가) 총괄 열효율성 (Overall thermal efficiency)

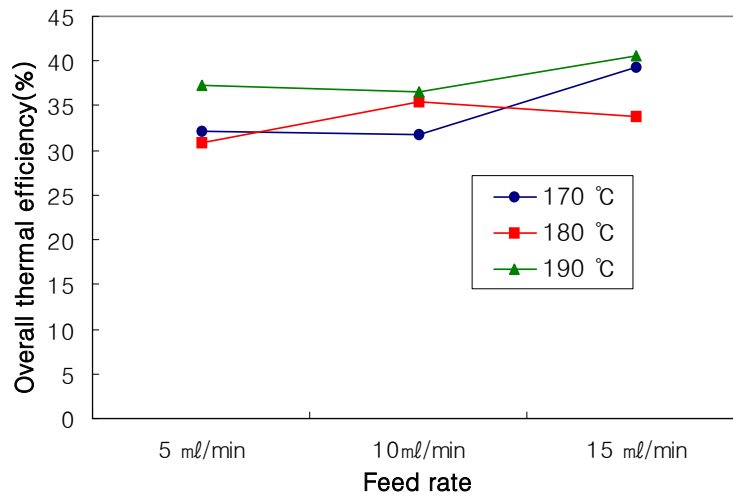


Fig. 7-19. Effect of inlet temperature and feed rate on overall thermal efficiency

총괄 열효율성은 전체적으로 30~50% 수준을 나타내었다. Inlet temperature만으로 볼 때는 비교적, 190°C에서 총괄 열효율성이 높았으며, feed rate으로 볼 때는 비교적 15 ml/min에서 총괄 열효율성이 높았다.

### 나) 수분 함량 (Moisture content)

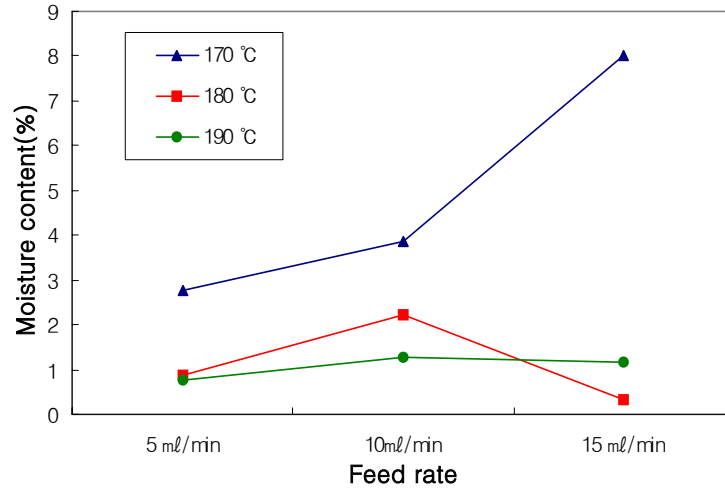


Fig. 7-20. Effect of inlet temperature and feed rate on moisture content

전체적인 경향은 feed rate이 증가할수록 수분 함량이 증가하였고, inlet temperature가 증가할수록 수분 함량은 감소하였다. 그런데, inlet temperature가 180 °C, feed rate이 15 ml/min 일때가 수분 함량이 특히 0.34%로 작았다.

다) 분무 건조한 분말 용액의 centrifugal stability

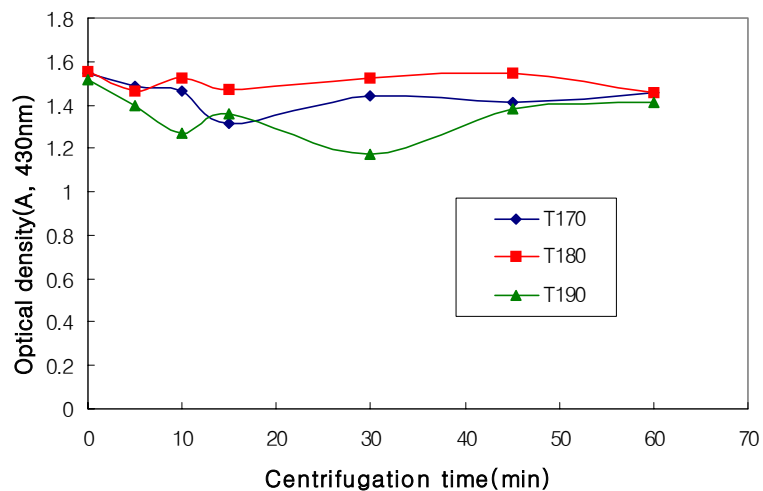


Fig. 7-21. Effect of inlet temperature on centrifugal stability at constant feed rate(5 ml/min)

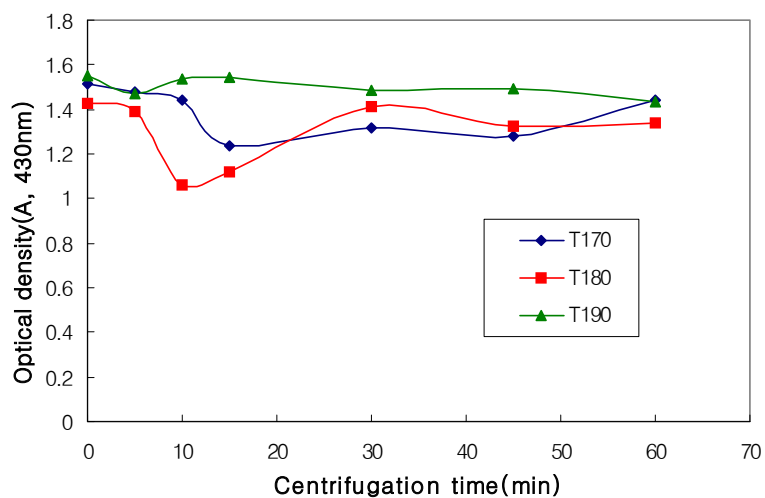


Fig. 7-22. Effect of inlet temperature on centrifugal stability at constant feed rate(10 ml/min)

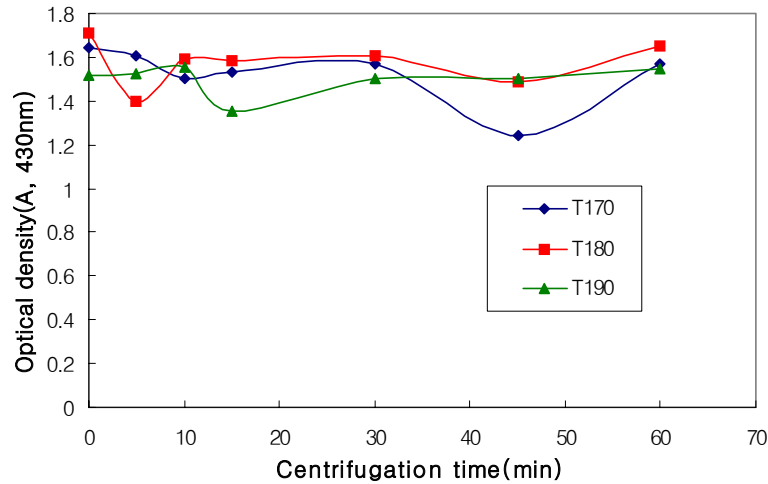


Fig. 7-23. Effect of inlet temperature on centrifugal stability at constant feed rate(15 ml/min)

캡슐화한 분말이 물에 분산되었을 때, 원심 분리 시간에 따라 분말 용액이 얼마나 안정한가를 알아본 결과 위 Fig. 7-17, 18, 19와 같았다. Feed rate을 일정하게 하고, 온도에 따라 각각 비교해 보았다. 감소와 증가의 폭이 작을수록 분말용액이 안정하다고 볼 수 있다. 전체적으로 그림 7-17, 18, 19를 비교해 보면, feed rate 5 ml/min에서 비교적 안정함을 볼 수 있다. 그리고, 각 feed rate에서 온도별로 비교를 해 보면, 5 ml/min에서는 180℃가 가장 안정하다고 볼 수 있다. 10 ml/min에서는 190℃가 가장 안정하였다. 그리고, 15 ml/min에서는 각 온도별로 크게 차이가 나지 않았으나, 비교적 180℃가 가장 안정하다고 볼 수 있겠다.

라) 전체적인 결론

가), 나), 다)의 결과를 모두 연관지어 결론을 내려보면, 총괄 열효율성의 결과는

inlet temp.와 feed rate이 클수록 높았고, 수분 함량은 inlet temp.가 높을수록 feed rate이 작을수록 작았다. 그리고, 분무 건조한 분말이 물에 분산되었을 때, 각 원심분리 시간에 따른 안정성은 각 조건에서 다양했으나, 특히, 180℃/5 ml/min 조건과 190℃/10 ml/min이 비교적 가장 안정함을 볼 수 있었다. 그러므로, 이 결론을 종합하여 보면, 총괄 열효율성 면에서도 비교적 높은 값을 가지며, 수분 함량 면에서도 비교적 낮은 값을 가지고, centrifugal stability 면에서도 비교적 안정한 형태를 보이는 inlet temp. 190 °C, feed rate 10 ml/min를 spray dryer의 최적 공정 조건으로 잡았다.

라. 최적의 공정 조건에서 분무 건조한 분말의 분석

#### 1) 실험 방법

Spray drying된 powder중 10개의 sample을 취하여 다음과 같은 과정을 통해 surface oil과 true encapsulated oil의 양을 측정한다.

##### 가) Surface Oil

250 ml flask에 시료 2.5 g을 넣고 추출용매로서 Petroleum Ether 100 ml를 넣는다. 15분간 시료를 천천히 흔들어 분말 표면의 oil을 녹여낸다. 시료를 진공 여과한 후 evaporation을 통해 용매를 제거한다. 여과 후 남은 분말은 encapsulated oil의 양을 측정하기 위해 건조시킨다. 60℃ oven에서 10분간 건조 후 flask 바닥에 남은 oil의 무게를 측정한다.

##### 나) True Encapsulated Oil

Surface oil 측정에서 여과되고 남은 건조된 powder를 250 ml round flask에 넣고

증류수 150 ml, 끓임쪽, antiform (Decahydronaphthalene) 을 넣어 혼합한다. Clevenger oil trap장치를 연결하고 condenser를 연결한다. silicon oil로 중탕하여 시료를 서서히 끓인다. 1시간동안 끓여 hydrodistillation을 한 후 oil trap의 눈금으로부터 추출된 oil의 부피를 읽는다. 유자 essence oil과 rape seed oil의 비중으로부터 추출된 oil의 질량을 계산한다.

## 2) 실험결과 및 고찰

### 가) Surface Oil

건조가 끝난 flask의 무게에서 flask만의 무게를 뺀 값으로 surface oil의 양을 결정하였다. 계산된 결과는 Table 7-5와 같다.

### 나) True Encapsulated Oil

Hydrodistillation을 통해 얻어진 oil의 부피에 유자 향과 rape seed oil의 배합비율 (1:4)과 각각의 비중을 통해 encapsulated oil의 질량을 계산할 수 있다. 계산된 true encapsulated oil의 양은 Table 2과 같다.

Table 7-5. Weight of surface, true encapsulated and total oil of 10 samples

	Surface oil(g)	True encapsulated oil(g)	Total oil(g)
1	0.07	0.182	0.252
2	0.061	0.109	0.17
3	0.059	0.091	0.15
4	0.061	0.136	0.197
5	0.064	0.182	0.246
6	0.057	0.136	0.193
7	0.066	0.182	0.248
8	0.047	0.199	0.246
9	0.062	0.136	0.198
10	0.058	0.091	0.149

Table 7-6. Oil compositions of 1 kg powder and their encapsulation efficiency

	Total oil(g/kg)	Surface oil(g/kg)	True encapsulated oil(g/kg)	Encapsulation efficiency(%)
1	100.8	28	72.8	72.22
2	68	24.4	43.6	64.12
3	60	23.6	36.4	60.67
4	78.8	24.4	54.4	69.04
5	98.4	25.6	72.8	73.98
6	77.2	22.8	54.4	70.47
7	99.2	26.4	72.8	73.39
8	98.4	18.8	79.6	80.89
9	79.2	24.8	54.4	68.69
10	59.6	23.2	36.4	61.07
average	81.96	24.2	57.76	69.45

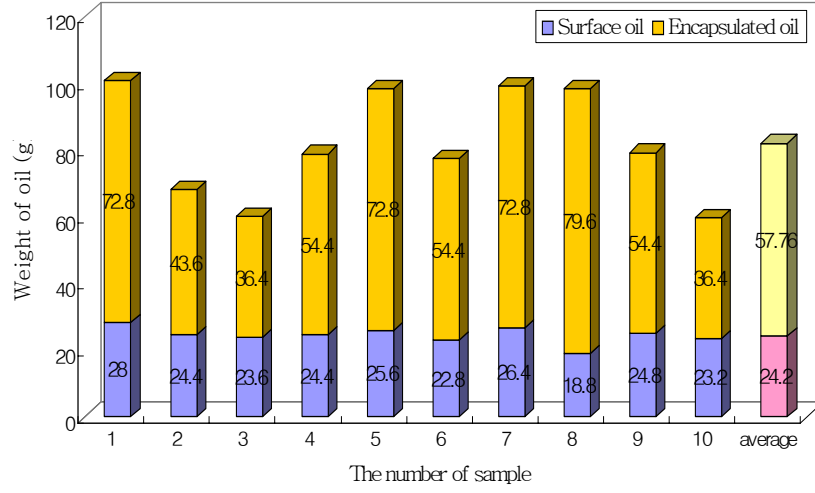


Fig. 7-24. Weight of oils per 1 kg powder (g oil / kg powder)

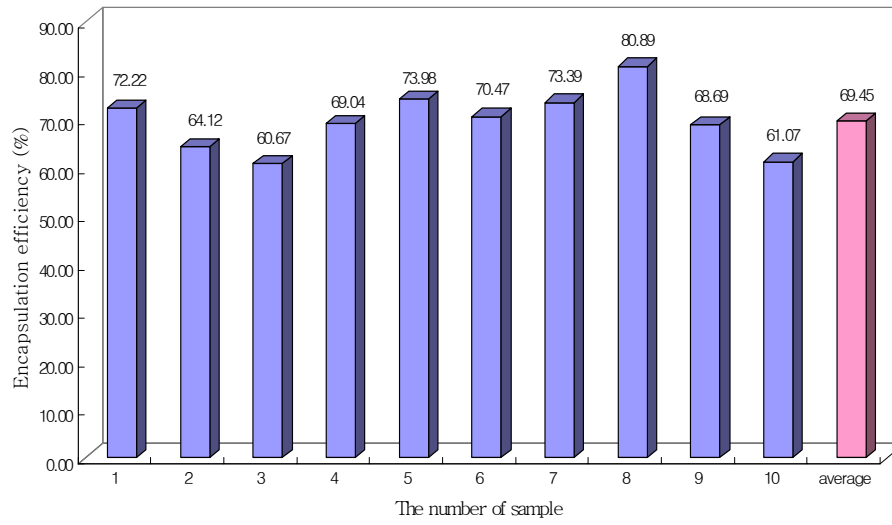


Fig. 7-25. Encapsulation efficiency of spray dried powder



## 제 6 절 수용성 식이 섬유를 이용한 기능성 제품 제조

### 1. 수용성 식이 섬유의 물리적 성질

가. Saponification method을 이용한 methylation, percent methoxyl, galacturonic acid 와 polyanhydrogalacturonic acid 함량 결정

Pectin의 특성과 용도는 대개 methyl ester 형태에 존재하는 carboxyl group의 비율인 Degree of Methylation(DM)에 의해서 결정된다. pectin은 이론적으로는 최대 16.32%의 methoxyl 함량을 나타낼 수 있으나, pectin을 구성하는 다량의 galacturonic acid의 carboxyl기가 전부 methyl ester화 된 상태는 생각할 수 없으며, 실제적으로 그 최대 함량을 14%정도에 그친다. 따라서 그 상한 값 14%와 하한값 0%를 기준으로 하여, methoxyl 함량이 7%이상인 pectin을 high methoxyl pectin(HMP)라하며, 7%이하인 pectin을 low methoxyl pectin(LMP)으로 분류한다.

#### 1) sample preparation

확립된 유자 펙틴의 추출 조건에 의해서 유자 펙틴을 추출한 후, 95% 에탄올로 침전시킨 후, 남아있는 HCl을 제거하기 위해 과량의 75% 에탄올과 95% 에탄올로 세척한 뒤 여과한다. 이렇게 얻은 gel 형태의 유자 펙틴을 spray dryer로 건조하여 파우더 형태의 유자 펙틴을 얻는다.

#### 2) 실험 방법

Spray dryer에 의해 파우더 형태로 준비된 유자 펙틴을 이용해 1%(w/w) sample

solution을 homogenizer를 이용하여 모든 입자를 dispersion 상태로 만든다. pectin의 solubilization이 완전히 끝나면, sample solution이 금속이온이 없는 상태로 만들어주기 위해 anion과 cation exchange resin의 혼합물인 MB-150 resin을 첨가하여 10분간 교반한 후, 여과하여 그 여액을 0.5% 용액이 되도록 증류수를 가한다. bromothymol blue 용액을 첨가하여 0.1N NaOH로 적정한다(Aml). 여기에 0.5N NaOH를 첨가하여 1시간 동안 방치 한 후 같은 양의 0.5N HCl을 첨가한 후 0.1N NaOH로 적정한다 (Bml).

### 3) 실험결과 및 고찰

0.5%(w/w) pectin 용액을 0.1N NaOH로 적정하여 free COOH의 양을 구하고(Aml), 여기에 과량의 0.5N NaOH를 가하여 CH<sub>3</sub>를 saponification 시킨 후, 다시 과량의 0.5N HCl을 첨가하여 0.1N NaOH로 적정하여(Bml) methyl ester 형태에 존재하는 carboxyl group의 ratio를 구해 DM을 구했다.  
이때 사용된 식은 다음과 같다.

degree of methylation(DM):

$$\%DM = \frac{B \text{ Titer}}{\text{Total Titer}(= A + B)} \times 100$$

percent methoxyl(OCH<sub>3</sub>):

$$\%OCH_3 = \frac{B \text{ Titer} \times (N \text{ NaOH}) \times 31.04}{\text{Sample Weight} \times 1000} \times 100$$

percent galacturonic acid(GA):

$$\%GA = \frac{(A + BTiter) \times (N NaOH) \times 194.14}{SampleWeight \times 1000} \times 100$$

percent polyanhydrogalacturonic acid(AGA):

$$\%AGA = \frac{(A Titer \times (N NaOH) \times 176 + B Titer \times (N NaOH) \times 190)}{SampleWeight \times 1000} \times 100$$

Table 7-6. Degree of Methylation, Percent Methoxyl, Galacturonic acid and Polyanhydrogalacturonic acid

	%DM	%OCH <sub>3</sub>	%GA	%AGA
Pectin-1 <sup>1)</sup>	47.73	3.26	42.71	40.19
Pectin-2 <sup>2)</sup>	47.93	3.23	42.13	39.65
Extracted Pectin	57.80	3.91	41.93	39.28

<sup>1)</sup>pectin from citrus produced by Sigma(P-9135), USA

<sup>2)</sup>pectin from citrus produced by Kanto Chemical Co.(32536-32), Japan

## 2) 유자 펙틴의 Viscosities

### 가) 실험방법

추출해서 건조시킨 pectin(0.25, 0.50, 1.0, 1.5, 2.0g)을 100ml의 0.1M sodium phosphate (pH: 7.0)에 용해시킨 후, 25℃ 항온조에서 Ubbelohde type viscometer(capillary no: 1C, viscometer constant k=0.03cSt/s)를 사용하여 측정하였다. 모두 최소 5회 이상 반복해서 측정한 후 평균을 구하였다. viscometer constant(k)

를 이용해 kinematic viscosity를 구하였다. kinematic, relative, specific, reduced viscosity와 specific fluidity는 다음 식에 의해서 계산되었으며, relative viscosity의 경우 kinetic energy correction term을 무시하였다.

$$\text{Kinematic viscosity} = k \times t$$

$$\text{Relative viscosity} = \eta_r = \eta / \eta_0 = t / t_0$$

$$\text{Specific viscosity} = \eta_{sp} = \eta_r - 1$$

$$\text{Reduced viscosity} = \eta_{sp} / c$$

$$\text{Specific fluidity} = 1 / \eta_{sp}$$

여기서  $k$ 는 viscometer constant이고,  $t_0$ 와  $t$ 는 각각 solvent와 pectin 용액의 flow time,  $\eta_0$ 는 solvent의 점도(cSt)이며,  $\nu_0$ 는 solvent의 kinematic viscosity(cSt)이다.

나) 실험결과 및 고찰

(1) Pectin sample의 점도

위의 식에 의해서 계산된 유자 펙틴의 점도는 Table 7-7과 같다.

Table 7-7. Viscosities of the three pectin samples at 20°C

	Conc (g/cm <sup>3</sup> )×10 <sup>3</sup>	Kinematic viscosity (cSt)	Relative viscosity	Specific viscosity	Reduced viscosity (cm <sup>2</sup> /g)×10 <sup>-3</sup>	Specific fluidity
Pectin-1	0	0.870	1.000	-	-	-
	2.5	1.159	1.333	0.333	0.133	3.007
	5	1.609	1.850	0.850	0.170	1.176
	10	4.213	4.845	3.845	0.384	0.150
	15	11.536	13.265	12.265	0.818	0.082
	20	24.732	28.437	27.437	1.372	0.036
Pectin-2	0	0.873	1.000	-	-	-
	2.5	1.457	1.811	0.811	0.325	1.232
	5	2.228	3.608	2.608	0.522	0.383
	10	5.005	9.932	8.932	0.893	0.112
	15	10.835	24.321	23.321	1.555	0.043
	20	23.652	53.483	52.483	2.624	0.019
Extracted Pectin	0	0.871	1.000	-	-	-
	2.5	1.579	1.668	0.668	0.267	1.497
	5	3.145	2.551	1.551	0.310	0.645
	10	8.656	5.731	4.731	0.473	0.211
	15	21.196	12.407	11.407	0.760	0.088
	20	46.611	27.083	26.083	1.304	0.038

(2) Intrinsic viscosity

Specific viscosity와 relative viscosity는 농도에 의존하는 것을 Table 3를 보면 알 수 있다. pectin 용액의 농도가 높아짐에 따라 그에 상응하는 값도 함께 증가함을 볼 수 있다. reduced viscosity(또는 reduced specific viscosity)는 relative viscosity를 증

가시킴을 위한 고분자의 specific capacity의 척도이며, 여기서 intrinsic viscosity,  $[\eta]$ 가 다음과 같이 정의된다.

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \left( \frac{\eta_{sp}}{c} \right)$$

즉, 농도가 0으로 접근함에 따른 reduced viscosity의 극한값으로 정의되며, reduced viscosity와 intrinsic viscosity의 차원이 specific volume,  $(\text{cm}^3/\text{g})$ 의 차원을 갖는다. 위의 식에 의해서 각 농도에 따른 reduced viscosity를 plot하여 외삽 하여 얻은 Pectin-1, Pectin-2, Extracted Pectin의 intrinsic viscosity는 각각 307.84, 338.94, 307.84  $(\text{cm}^3/\text{g})$ 이었으며, 그 그래프는 다음과 같으며, 외삽할때의  $r^2$ 값은 모두 0.997이상의 높은 신뢰도를 보였다.

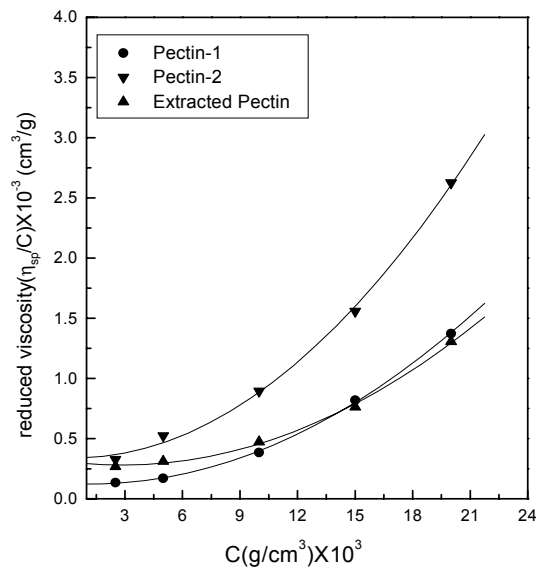


Fig. 7-26. Reduced viscosities of the three pectin samples at 25°C as a function of concentration

3) Light-scattering method에 의한 분자량 측정

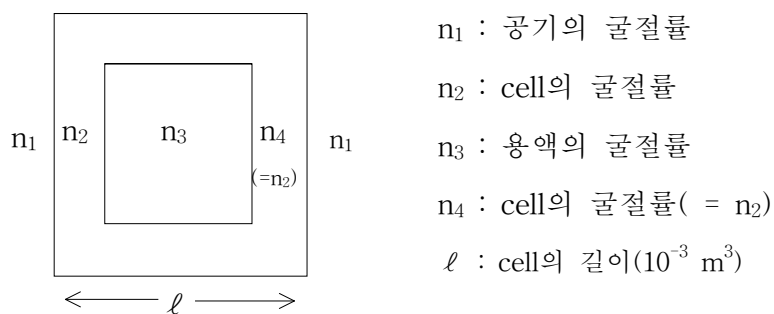
가) 측정 방법

위상변조방식 분광타원계(phase modulation ellipsometer, PME)를 이용하여 2.5, 5, 15, 20 kg/m<sup>3</sup>의 5가지 농도의 유자 펙틴 용액의 굴절률(n)과 흡수계수(k)를 구하였으며, UV-VIS spectrometer(Scinco S-3100, Korea)로 투과도(T)를 측정하였다. 각 용액의 turbidity는 다음식을 이용하여 구하였다.

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot e^{-d} \cdot T_3 \cdot T_4 \quad (6)$$

- T<sub>1</sub> : 공기에서 cell로의 투과도
- T<sub>2</sub> : cell에서 용액으로의 투과도
- T<sub>3</sub> : 용액에서 cell로의 투과도 (= T<sub>2</sub>)
- T<sub>4</sub> : cell에서 공기로의 투과도 (= T<sub>1</sub>)

투과도를 구하는 식은 다음과 같다.



- $n_1$  : 공기의 굴절률
- $n_2$  : cell의 굴절률
- $n_3$  : 용액의 굴절률
- $n_4$  : cell의 굴절률( =  $n_2$ )
- $l$  : cell의 길이( $10^{-3}$  m<sup>3</sup>)

$$T_{ab} = \frac{\hat{n}_b}{\hat{n}_a} \left( \frac{2 \hat{n}_a}{\hat{n}_a + \hat{n}_b} \right)^2$$

$$\hat{n}_a = n_a + ik_a$$

윗식에서 turbidity를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T &= \frac{\hat{n}_2}{\hat{n}_1} \left( \frac{2 \hat{n}_1}{\hat{n}_1 + \hat{n}_2} \right) \cdot \frac{\hat{n}_3}{\hat{n}_2} \left( \frac{2 \hat{n}_2}{\hat{n}_2 + \hat{n}_3} \right) \cdot e^{-\lambda \ell} \cdot \frac{\hat{n}_2}{\hat{n}_3} \left( \frac{2 \hat{n}_3}{\hat{n}_2 + \hat{n}_3} \right) \cdot \frac{\hat{n}_1}{\hat{n}_2} \left( \frac{2 \hat{n}_1}{\hat{n}_1 + \hat{n}_2} \right) \\ &= \frac{2^8 n_1^4 \hat{n}_2^2 \hat{n}_3^2}{(n_1 + \hat{n}_2)^4 (n_2 + \hat{n}_3)^4} \end{aligned}$$

여기서  $n_1$  은 공기의 굴절률이므로 그 값은 1이며, cell의 흡수계수  $k_2$ 는 0이라고 하면

$$\hat{n}_2 = n_2 \text{가 된다.}$$

$$T = \frac{2^8 n_2^2 (n_3 + ik_3)^2}{(n_2 + 1)^4 \{(n_2 + n_3) + ik_3\}^4} \cdot e^{-\lambda \ell}$$

유자 펙틴 용액의 평균 분자량은 다음 식에 의해서 계산되었다.

$$\frac{1}{M_{w,ave}} = \lim_{C \rightarrow 0} \frac{HC}{\tau} \quad (7)$$

H는 Alcock & Lampe에 의해서 다음 식과 같이 정의되었다.

$$H = \frac{32 \pi^3 n_0^2}{3 \lambda^4 N_0} \left( \frac{n - n_0}{C} \right)^2 \quad (8)$$

여기서  $n_0$ 는 용매( 0.1M sodium phosphate buffer, 1.3338 )의 굴절률,  $n$ 은 펙틴 용액의 굴절률,  $\lambda$ 는 빛의 파장(  $0.5893 \times 10^{-6} \text{ m}$  ),  $N_0$ 는 Avogadro number (  $6.023 \times 10^{23}$  )이다. 유자 펙틴 용액의 평균 분자량( $M_{w,ave}$ )은 식(5)에 의하여  $HC/\tau$ vs.  $C$ 의 그래프에서 농도가 0일 때의 값을 내삽법에 의하여 구하였다.



#### 나) 실험결과 및 고찰

식(6)를 이용하여 각 시료 용액의 turbidity를 구하고, 식(8)으로부터 정의되는 H값을 구한 뒤,  $HC/t_{vs. C}$ 의 그래프에서 농도가 0일 때의 값을 내삽법에 의해 구하여 그 접선, 즉  $1/M_{w,ave}$ 를 구한 결과 Fig. 7에서 보는 바와 같이 pectin-1과 pectin-2의 분자량은 각각 38390, 42842(kg/gkmol)이었으며, 유자 펙틴의 평균 분자량은 57253(kg/kgmol)이었다.

**펙틴의 gelling capacity에 큰 영향을 미치는 degree of methylation(DM)과 평균 분자량을 측정한 결과 유자 펙틴의 DM 값은 약 58%로 high methoxyl pectin이었으며, light-scattering method에 의하여 구한 평균 분자량은 57253 kg/kgmol으로 pectin-1과 pectin-2의 분자량 각각 38390, 42842 kg/gkmol보다 더 큰 분자량을 갖는 것으로 보아 gelling capacity또한 더 클 것이다.**

#### 4) 흡수능, 흡유능, bile acids 결합능

##### 가) 실험재료 및 방법

###### (1) 흡수능 (Water holding capacity; WHC)

Sosulski와 Cadden(1982)의 방법에 따라 네 가지 종류의 펙틴 (Sigma P-9135, Kanto 32536-32, Juncei 67240-1610, 본 연구에서 추출하여 얻은 Yuza) 각각 1g씩을 미리 항량을 구해 놓은 50ml 원심분리용 cell에 넣고, 증류수 20ml을 넣어주었다. 유리 막대로 약하게 저어준 후, 20분간 그대로 방치하였다. 10,000 rpm에서 25분간 원심 분리하여 상등액을 제거한 후, 잔사의 무게를 측정하였다.

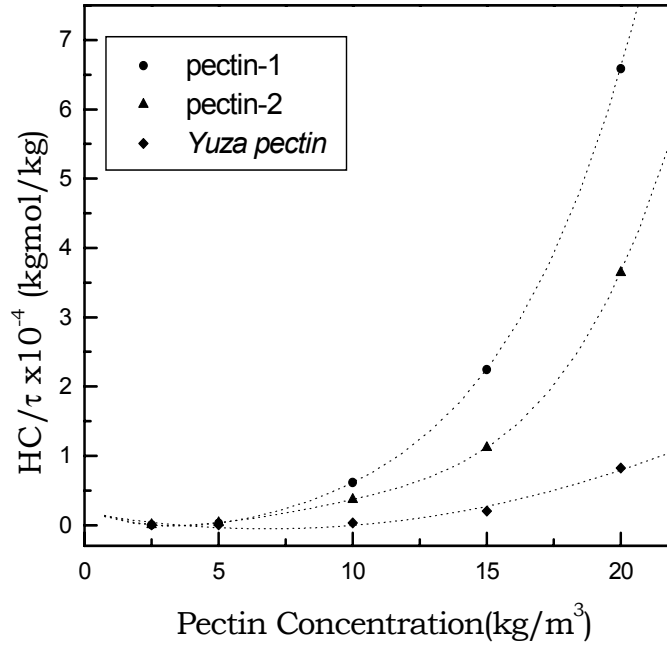


Fig. 7-27. Light-scattering determination of the average molecular weight of pectin from Yuza peel

(2) 흡유능(Oil holding capacity; OHC)

Lin 등(1974)의 방법에 따라 네 가지 종류의 펙틴 (Sigma, Kanto, Juncei, Yuza) 각 1g씩을 미리 항량을 구해 놓은 soybean oil((주) 청정원) 5ml을 첨가하였다. 20분간 그대로 방치한 후, 10,000 rpm에서 원심 분리하였다. 상등액을 제거한 다음 잔사의 무게를 측정하였다.

(3) Bile acid 흡수 지연 효과

식이 섬유가 투석막을 빠져 나오는 bile acid의 투과를 지연하는 원리는 이용하여 반투막 투과실험법을 이용하였다. 유리 상태의 bile acid는 투석막을 그대로 통과하지만, 고분자 물질에 흡착된 bile acid는 투석막을 통과하지 못하므로 투석 외액의 bile acid 농도를 측정하였다. 넓이 3.2 cm<sup>2</sup>, 길이 10 cm의 투석막(Sigma D7884 : M.W. cut-off < 1200)의 내부에 각 펙틴 0.2 g씩 넣고, 0.1% sodium azide 용액으로 조제한 0.05M phosphate buffer(pH 7.0)에 15 mmole/l taurocholic acid(Sigma T-4009)를 녹인 용액 6 ml을 넣어 투석막 끝을 단단히 묶었다. 이를 150 ml 용량의 용기에 넣어 14시간 동안 수화시켰으며, 대조구의 경우는 시료만을 제외하여 마찬가지로 실험하였다. 여기에 0.1% sodium azide 용액으로 조제한 0.05M phosphate buffer(pH 7.0) 100 ml을 첨가한 후 37 °C의 항온수조에서 100 rpm으로 72시간 동안 진탕하였다. 일정 시간 간격으로 1 ml씩 취하여 bile acid 함량을 측정하였다. Bile acid 흡수 지연 효과는 다음과 같이 계산하였다.

Bile acid retardation index (%)

$$= \left( 1 - \frac{\text{Total bile acid diffused from sack containing fiber}}{\text{Total bile acid diffused from sack without fiber}} \right) \times 100 \quad (9)$$

나) 결과 및 고찰

(1) 흡습능 (Water holding capacity; WHC)

본 실험에서 추출한 펙틴이 수용성 펙틴이므로 일반 다른 회사에서 제조한 citrus pectin보다 훨씬 높은 값을 보였다. Sigma, Kanto, Juncei의 흡습능은 각각 6.74, 5.59, 4.45 g water retained/g solid인 반면에, 유자 펙틴의 흡습능은 11.46 g water

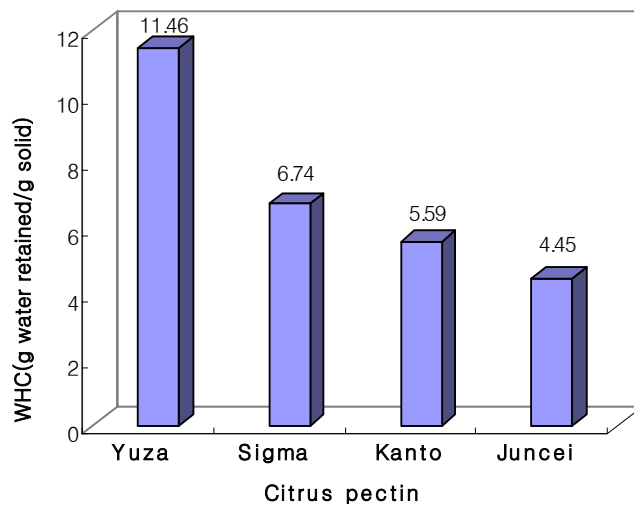


Fig. 7-28. Water holding capacity of various citrus pectin

retained/g solid의 높은 값을 보였다. 보통의 식이 섬유는 통상 자기 무게의 4배 가량의 물을 흡착한다고 한다(Cadden, 1987). 각 회사에서 제조한 citrus pectin은 보통의 식이 섬유보다 모두 높은 흡습능을 보였으며, 본 연구에서 추출한 유자 펙틴은 이보다도 훨씬 높은 흡습능을 보였다.

(2) 흡유능(Oil holding capacity; OHC)

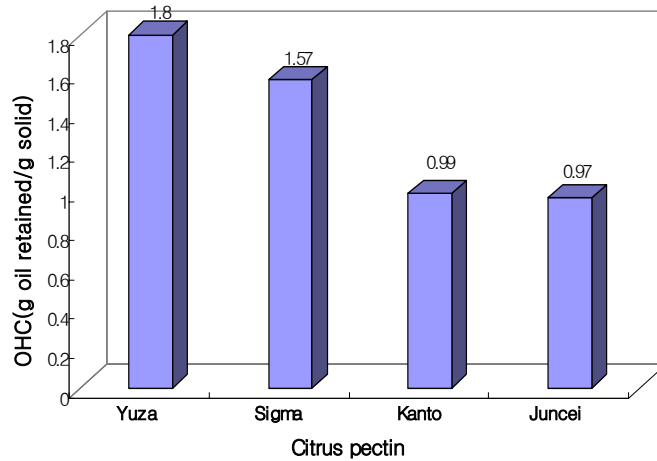


Fig. 7-29. Oil holding capacity of various citrus pectin

Sigma, Kanto, Juncei 펙틴 및 유자 펙틴의 흡유능은 Fig. 와 같다. Sigma, Kanto, Juncei 및 유자 펙틴의 흡유능은 각각 1.57, 0.99, 0.97 및 1.8 g oil retained/g solid로 흡유능은 흡습능의 15.71~23.29% 범위이었다. 일반적으로 흡유능은 흡습능에 비하여 상대적으로 낮게 나타나며, 그 범위는 30~80%이므로(이병우 등, 1995), 본 실험 결과는 이들 값과 다르게 나타났다. 이것은 수용성 펙틴이므로 기름은 아주 적은 양 흡수하는 것으로 생각되었다. 본 연구에서 추출한 유자 펙틴은 흡습능에 대한 흡유능의 비율이 15.71%로 다른 citrus pectin에 비해서도 낮은 값을 보였으므로, 이것은 물과 기름 중 물이 더 많이 존재하는 가공 식품에 사용할 경우 더 효율적인 흡착이 가능할 것으로 생각되었다

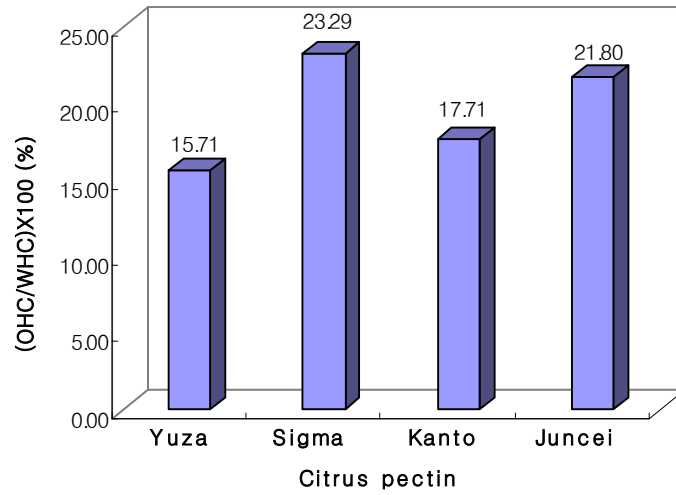


Fig. 7-30. The ratio of WHC and OHC in various citrus pectin

(3) Bile acid 흡수 지연 효과

투석막을 이용한 수용성 펙틴 식이 섬유에 의한 bile acid 흡수 지연 효과를 알기 위해 시간별로 살펴본 결과는 Table 7-8과 같다. 다음은 3번 실험한 결과의 평균값이다.

Table 7-8. Retardation effect of commercial fibers on the membrane transport of bile acid

Sample (pectin)	Dialysis for 2 hr			Dialysis for 4 hr			Dialysis for 24 hr		
	Bile acid in dialyzate		BRI	Bile acid in dialyzate		BRI	Bile acid in dialyzate		BRI
	mmole/ℓ	%		mmole/ℓ	%		mmole/ℓ	%	
Control	0.118	13.14	0	0.231	25.72	0	0.685	76.26	0
Yuza	0.067	7.46	43.22	0.198	22.04	14.29	0.551	61.34	19.56
Sigma	0.078	8.68	33.89	0.188	20.93	18.62	0.566	63.01	17.37
Kanto	0.095	10.58	19.49	0.160	17.81	30.74	0.587	65.35	14.31
Juncei	0.089	9.91	24.58	0.195	21.71	15.58	0.595	66.24	13.14

수용성 citrus pectin을 넣지 않은 control과 비교하였을 때, 4가지 펙틴 모두에서 bile acid 지연 효과가 있는 것으로 나타났다. Bile acid 투과율은 4가지 시료 모두 처음에는 급격히 증가하다가 투석 시간이 경과할수록 서서히 감소하였다. 본 연구에서 추출한 유자 펙틴은 투석 2시간 후에 40% 넘는 매우 높은 bile acid 억제 지수를 보였다. 24시간 후에도 거의 20%에 가까운 억제 지수를 보였다.

위의 4가지 펙틴 시료에 대한 bile acid 흡수 과정을 72시간까지 연장시켜 살펴본 결과는 Fig. 20과 같다. 투석막을 통한 bile acid만의 투과는 서서히 일어났으며, 72시간 경과시 거의 95% 수준에 이르렀다. 하지만, 수용성 식이 섬유 펙틴을 첨가한 경우에는 72시간 경과시 bile acid의 투과는 bile acid 흡수 지연 효과가 크게 나타났던 유자 펙틴과 Sigma pectin의 경우 87,~89% 수준으로 그 억제 지수가 3~5% 수준으로 나타나 시간이 경과한 후에도 bile acid 흡수 억제가 가능한 것으로 나타났다. Kanto pectin과 Juncei pectin의 경우도 bile acid의 투과가 91~92% 수준으로 나타나 시간이 경과한 후에도 그 효과는 조금씩 나타났다.

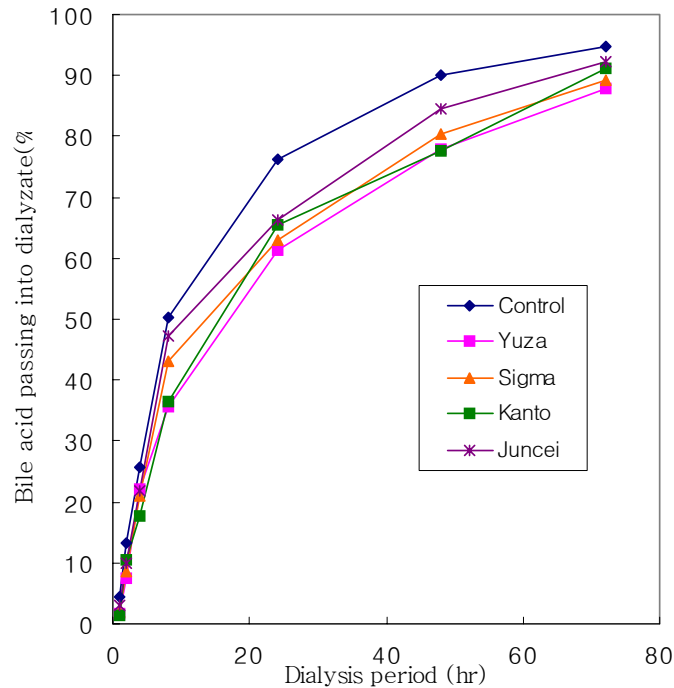


Fig. 7-31. Bile acid movement across dialysis in the presence of soluble dietary fiber pectin

위의 결과를 보면, 비교적 유자 펙틴의 bile acid 흡수 억제 지수가 높긴 하지만, 나머지 3가지 펙틴도 다른 식이 섬유에 비해 높은 수치를 보였다. 이는 4가지 펙틴 모두가 수용성 식이 섬유이기 때문이다. 불용성 식이 섬유에 비해 수용성 식이 섬유가 점성이 크기 때문에 그 효과가 높게 나타났다. Story(1985)는 점질성의 식이섬유는 장에서 당 흡수를 지연시켜 혈중 인슐린치를 감소시킬 뿐만 아니라, bile acid와의 결합에 의해 유리 상태의 bile acid 함량을 감소시켜 재흡수되는 담즙산의 함량에 변화를 주게 됨으로써 궁극적으로 지방대사에 영향을 미쳐 콜레스테롤 합성을 저하시킨다고



하였다.

투석 시간이 경과함에 따라 유리된 bile acid의 농도를 측정해 본 결과, pectin 시료를 전혀 넣지 않은 control과 비교하여 볼 때, bile acid와의 결합 능력이 뛰어나다고 볼 수 있다. 각각 다른 회사에서 제조한 4가지 citrus pectin 모두 다른 식이 섬유에 비해 높은 흡수 억제 지수를 보였다. 하지만, 그 중에서도 본 연구에서 추출한 유자 펙틴이 가장 높은 흡수 억제 지수를 보였다. 이 결과로 미루어 보아, 이경숙(1996) 등에 의하면, 식이 섬유의 bile acid 흡수 억제 지수가 높을수록 혈청 내 콜레스테롤 감소 효과가 큰 것으로 나타났다고 한다. 따라서, 유자 펙틴은 bile acid 흡수 효과가 비교적 뛰어나다고 볼 수 있으며, 인체의 혈청 내 콜레스테롤 감소 효과에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

## 2. 수용성 식이 섬유를 이용한 신제품 개발

### 가. Reduced-Calorie Jellies

젤리는 수분함량을 20% 내외로 함유한 당류 기호식품으로 과즙에 적당한 농도의 설탕과 젤화제를 첨가하여 만든다. 과즙 젤리는 사용하는 젤화제의 종류에 따라 펙틴 젤리, 젤라틴 젤리, 전분 젤리 등으로 구분되어지며, 이 중 펙틴 젤리는 잘 끊어지고 씹힘성이 뛰어난 조직감을 가지고 있다. 또한 펙틴 젤리는 젤라틴 젤리에 비해 flavor release가 잘 되며, 용점이 높아 높은 온도에서도 gel의 안정성이 높고, 전분 젤리에서 볼 수 있는 floury texture가 없을 뿐 아니라, 펙틴 성분 자체가 식물 조직에 널리 분포되어 있는 수용성 섬유소로서 대장암 예방, 혈중 콜레스테롤 수준 저하, 당뇨 환자의 당 분해증 감소 등 영양학적인 면에서도 우수하여 젤화제로 광범위하게 사용되고 있다.

본 연구의 시제품으로 껍데기 유자박으로부터 추출한 펙틴을 이용하여 젤리를 제조하였다. 추출된 펙틴은 DE (degree of esterification) 가 42~47%로 low methoxyl pectin으로 분류된다. HM pectin의 경우 gel 형성에 있어 65%이상의 ss (soluble solids) 를 요하는 반면 LM pectin의 경우에는 ss가 30~35%만 되어도 적당하기 때문에 결과적으로 calorie가 낮은 젤리를 제조할 수 있다. 하지만 젤리의 맛과 향을 살리기 위해 과즙 (10% ss) 의 함량은 50% 이상이 적당하다. 만드는 과정은 다음과 같다.

- A ingredients를 적당한 용기에 넣고 80℃까지 가열한다.
- B를 이용하여 60℃의 pectin dispersion을 만든다.
- B를 A와 혼합하고, C를 섞어 잘 젓는다.
- 살균하고, 65℃ 정도에서 성형한다.

Table 7-9. Typical formula of a low-calorie jelly

Ingredients	g/kg	Soluble solids (ss) content in g/kg	Code
Fruit or juice (10% ss)	500.0	50.0	A
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.37	0.37	A
Citric acid	to taste	-	A
Sodium citrate dihydrate	to taste	-	A
Water	250.0	0	B
LM pectin	10.0	10.0	B
Sucrose	260.0	260.0	C

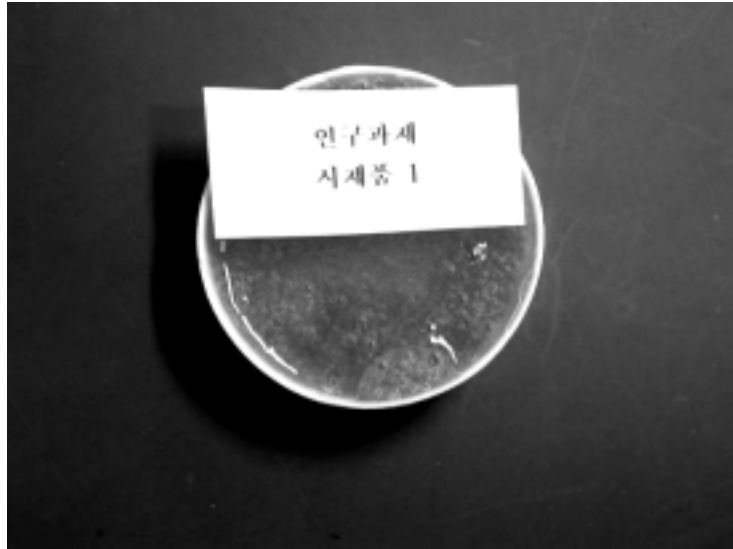


Fig. 7-32. Photograph of Low-Calorie Jelly made from citron dietary fiber

## 제 7 절 유자 향 캡슐 및 유자 식이 섬유 제품 대량 생산을 위한 공장 설계

### 1. 서 론

#### 가. 유자의 국내 생산 현황과 이용 실태

유자의 생산 현황을 보면 1991년에 약 9,482톤, 1995년에 약 16,545톤, 1998년에 19,826톤으로 그 생산량이 꾸준히 증가하고 있으며, 성과목이 늘어남에 따라 2000년대에는 그 생산량이 20,000톤이 넘을 것으로 예상된다.

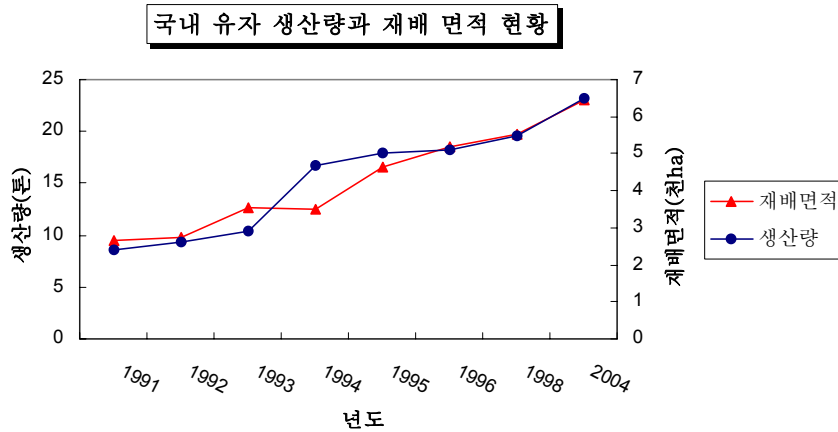


Fig. 7-33. 최근 10년간 국내 유자 생산량과 재배 면적 현황 (2004년은 추정)

이에 반해 유자 소비에 대한 인식은 유자의 생산이 적었던 10년 전과 같이 단순한 겨울의 향기성 과일과 유자 청 제조와 같은 수준에 머물러 있어 전체 유자 가공량은 매우 미약한 편이다. 또한, 유자를 가공하면 과피와 유자즙 찌기와 같은 부산물이 발생하게 되는데 이 부산물의 처리에 대한 문제는 국내외적으로도 유자 가공의 산업화에 큰 걸림돌이 되고 있는 실정이다. 현재까지 유자 가공 부산물을 활용한 제품으로 유자 잼, 사료, 비료 등이 일본에서 개발되었으나 아직까지는 유자 가공 시 나오는 부산물 처리 문제를 해결하기에는 훨씬 미흡한 실정이다. 현재까지는 국내산 유자의 소비의 대부분을 일본으로의 수출에만 의존하고 있다. 이렇게 되면, 수출 채산성 악화로 인하여 몇 년 안에 국내 유자 생산 농가의 대부분은 유자 생산을 중단할 수밖에 없을 것으로 우려된다. 그러나, 최근 국민 식생활 양식의 변화로 건강에 대한 관심이 증대되어 자연식 또는 천연식품의 가공품으로 선호도가 증대되는 경향을 나타내고 있고 UR의 대체 품목으로 각광을 받기 시작하면서 유자 가공 제품 연구의 필요성이 대두되고 있다.

#### 나. 국내 유자를 이용한 가공제품 및 가공공장의 현황

유자는 비타민C의 함량이 레몬이나 귤의 3배나 되며 비타민 B복합체와 비타민 A의 모체인 카로틴, 모세혈관 보호에 좋은 헤스페리딘 성분도 많고 향기가 좋아 우리나라에서는 예로부터 부잣집의 제수용이나 약용 그리고 단순가공품이 유자청의 재료로 한정되어 이용되어 왔다. 하지만, 일본에서는 주스, 식초, 잼, 장류, 곤약 및 모나카, 양갱 등의 가공품이나, 약용, 화장용 향료 등에도 고루 이용되고 있는 실정이다.

이에 독특한 향과 맛을 지닌 유자를 이용하여 국민의 자연식, 건강식에 대한 선호도에 부합되고 또 생산량이 점점 늘어나고 있는 유자재배농가의 소득에도 기여할 수 있는 유자 제품들이 나왔다. 유자를 이용한 잼, 두부, 곡주, 요구르트, 식혜, 유자 분말, 카스텔라 등이다. 몇 가지 제품의 특징을 소개하면 다음과 같다.

Table. 7-10. 국내 유자를 이용한 가공제품

제품 종류	특 징
유자 원액	유자를 착즙하여 원심 분리한 원액으로 가공식품 전반에 활용할 수 있는 중간 소재 제품이다. 생과를 착즙한 원액에 꿀, 올리고당 등의 당류를 첨가한 제품으로, 가정이나 레스토랑에서 적당량의 물에 직접 타서 음용하거나, 칵테일용으로 널리 활용될 수 있다.
희석 음료	착즙 원액을 10% 이상으로 희석 제조하여 캔 또는 병 포장으로 제품화한 것이다.
혼합 음료	오렌지 또는 야채 농축액을 혼합, 희석하여 포장한 건강음료이다.
유자차 또는 유자청	생과에서 원액을 착즙한 껍질을 활용하는 것으로, 이를 세절하여 설탕, 비타민 등을 첨가한 액상용 제품으로 갈변 방지 및 장기보관이 양호하다.
유자 분말차	원액 또는 동결 건조 과피를 분쇄하여 당류와 혼합, 건조시켜 분말화한 제품으로 저장성 및 선택, 풍미가 양호한 간편식이다.
유자 잼 및 마멀레이드	착즙한 유자박 또는 냉동냉장한 과피를 분쇄하여 설탕, 구연산, 펙틴 등을 첨가하여 가공한 제품이다.
유자 당과	유자 껍질을 일정한 크기로 절단하여 당류에 침지, 건조한 것으로 간식 또는 안주용으로 대체 가능한 식품이다.
유자 식초	우너액을 자연 발효한 건강 향 식료로서 헛감용 식초로 대체 가능한 제품으로, 생선의 비린내를 제거하는 특징이 있다.
헛감용 소스	간장, 식초 및 와사비를 유자원액과 적정 혼합 제조한 것으로 생선의 비린내를 제거하는 특징이 있다.
Oleoresin 제조	유자비누, 유자향수, 유자 목욕용 분말 가루, 유자 기름 등에 활용할 수 있는 중간 소재로 활용된다.
유자술	원자원액 또는 유자향을 첨가하여 제조한 것으로 음용 시 향이 좋고, 숙취에도 효과가 있다.

유자 가공 공장은 몇 안되지만, 크게 두 회사만 살펴보았다. 고흥 유자 가공 공장과 두원 농협 유자 가공 공장이 있다. 고흥 유자 가공 공장은 연간 생산량이 12,000 kg이

며, 판매 상품은 다음과 같다.

Table. 7-11. 고흥 유자 가공 공장

상품명	규격	가격	판매기간
	2.2kg	7,100원	연중
유자차	1.1kg	3,800원	연중
	1kg	3,600원	연중
유자식혜	238ml	350원	연중
참유자	238ml	350원	연중
유자쥬스	1500ml	2,500원	연중
유자과즙	1500ml	변동	연중

두원 농협 가공 공장의 판매 현황은 다음과 같다.

Table. 7-12. 두원 농협 가공 공장

매출액	22억원
자산	44억원
직원수	30명
수출액	16억원
수출국	미국, 일본, 홍콩

#### 다. 제품화 및 대량 생산 계획

유자를 가공하면 유자 과피 또는 찌기 등 많은 양의 부산물이 발생하게 되는데 이 문제를 해결하고자 유자 과피를 이용한 제품을 생산하려고 계획하고 있다. 그 중에서도 유자 쨌이나 마말레이드 등에 이용하는 펙틴과 유자 비누, 유자 향수, 유자 목욕용 분말 가루, 유자 기름 등에 활용할 수 있는 유자의 oleoresin을 캡슐화한 제품을 대량 생산하고자 한다. 유자에는 다양한 성분이 포함되어 있는데, 이 중에서도 우리가 제품화하여 대량 생산하고자 하는 유자 펙틴은 혈액순환과 신진대사 촉진, 피부 가려움증

억제와 피부미용 효과, 항염증 작용, 동상방지과 살균효과에 특히 효과가 있으며, 유자 향은 혈액순환 촉진, 목 염증과 기침 완화, 위암, 폐암, 피부암의 억제효과가 있으며, 신경안정, 쾌감, 식미 증진, 일부 수면 효과에도 탁월한 효능이 있다.

## 라. 입지 선정

### 1) 유자 펙틴과 유자 향 캡슐 공장 건설에 요구되는 조건

첫째, 원료인 유자가 많이 생산되는 곳이어야 한다. 둘째, 유자 가공 부산물을 활용하는 공장이므로 유자를 착즙하고 과피를 버리는 공장과 가까운 위치여야 한다. 이러한 유자 가공 부산물을 이용하여 향이나 펙틴을 제조하면 그 부피가 원재료에 비해서 훨씬 줄어들기 때문이다. 셋째, 음용 가능할 물이 풍부한 곳이어야 한다. 뿐만 아니라 세척에도 필요하다. 넷째, 원료 운반으로 인하여 교통이 편리한 곳이어야 한다. 유자 향 캡슐의 경우 피복 물질이 많이 필요하므로 이를 운반하는데 운반비용이 적게 들어야 할 것이다. 마지막으로, 토지 구입에 따르는 지가 역시 비용의 상당부분을 차지할 것이므로 지가가 높지 않은 곳을 택하여야 할 것이다.

## 2. 공장 설계를 위한 프로젝트의 범위 결정

### 가. 제 품

#### 1) 유자 향 캡슐 분말 대량 생산

유자 과피로부터 혈액순환 촉진, 목 염증과 기침 완화, 위암, 폐암, 피부암의 억제효과가 뛰어나고, 신경안정, 쾌감, 식미 증진, 일부 수면 효과가 있는 향 성분을 추출하여 이 향을 오래 보존하고, 향 성분의 손실을 최소화 방지하기 위해 캡슐화를 하여



대량 생산하고자 한다. 추출 방법은 최근 향 추출 시 일반적으로 널리 사용되는 Likens-Nickerson 장치(Simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus)를 사용하는 연속 수증기 증류 추출법(SDE : simultaneous steam distillation & solvent extraction)으로 추출하여 용매를 제거하고, 농축시켜 유자향 absolute를 만든다. 이 유자향 absolute를 그대로 보존하게 되면, 향기성분이 산화되고 변질되는 속도가 빠르기 때문에 이 속도를 늦추고 향을 더 오래 보존하기 위해서 캡슐화를 한다. 식품의 캡슐화에 가장 널리 이용되는 Spray-dryer를 이용하여 고온에서 분무해 주어 피복 물질로 유자향 absolute 성분을 coating시킨다.

## 2) 유자 펙틴 대량 생산

유자 과즙의 착즙 후, 그대로 버려지는 유자 과피의 효율적인 이용을 위해서 유자 과피로부터 펙틴을 추출하여 대량 생산하고자 한다. 특히, 유자 펙틴은 혈액 순환과 신진대사 촉진, 피부 가려움증 억제와 피부미용 효과, 항염증 작용, 동상방지와 살균 효과가 있다. 뿐만 아니라, 우리가 추출한 유자 펙틴은 high methoxyl pectin(HMP)이므로 적절한 pH와 당이 존재하면, gel을 형성하므로 유자 잼이나 마멀레이드 등에 이용할 수 있다.

### 나. 생산량

고흥 유자 가공 공장의 연간 생산량을 기준으로 연간 생산량을 목표로 잡고자 한다. 고흥 유자 가공 공장의 판매 상품이 5가지이고, 연간 생산량이 12,000 kg이므로 한 상품 당 연간 생산량은 2400 kg이다. 이에 기준을 두어 연간 생산량을 우리가 생산하는 상품은 중간 원료이므로 이러한 공장에 대주어야 한다. 그러므로 이 회사 제품 생산량의 2배 정도인 25,000 kg을 연간 생산량으로 잡고자 한다. 연간 250일 작업, 주당 5일 작업으로 계산하면, 하루 생산량은 100 kg이 된다. 그러므로, 유자 향 캡슐

분말과 유자 펙틴을 각각 하루에 100kg씩 생산한다.

다. 포장

1) 유자 향 캡슐 분말

향기를 캡슐화한 것이므로 빛에 노출되면, 산화의 위험이 있으므로 0.5 kg 씩 갈색 병에 담아 포장한다.

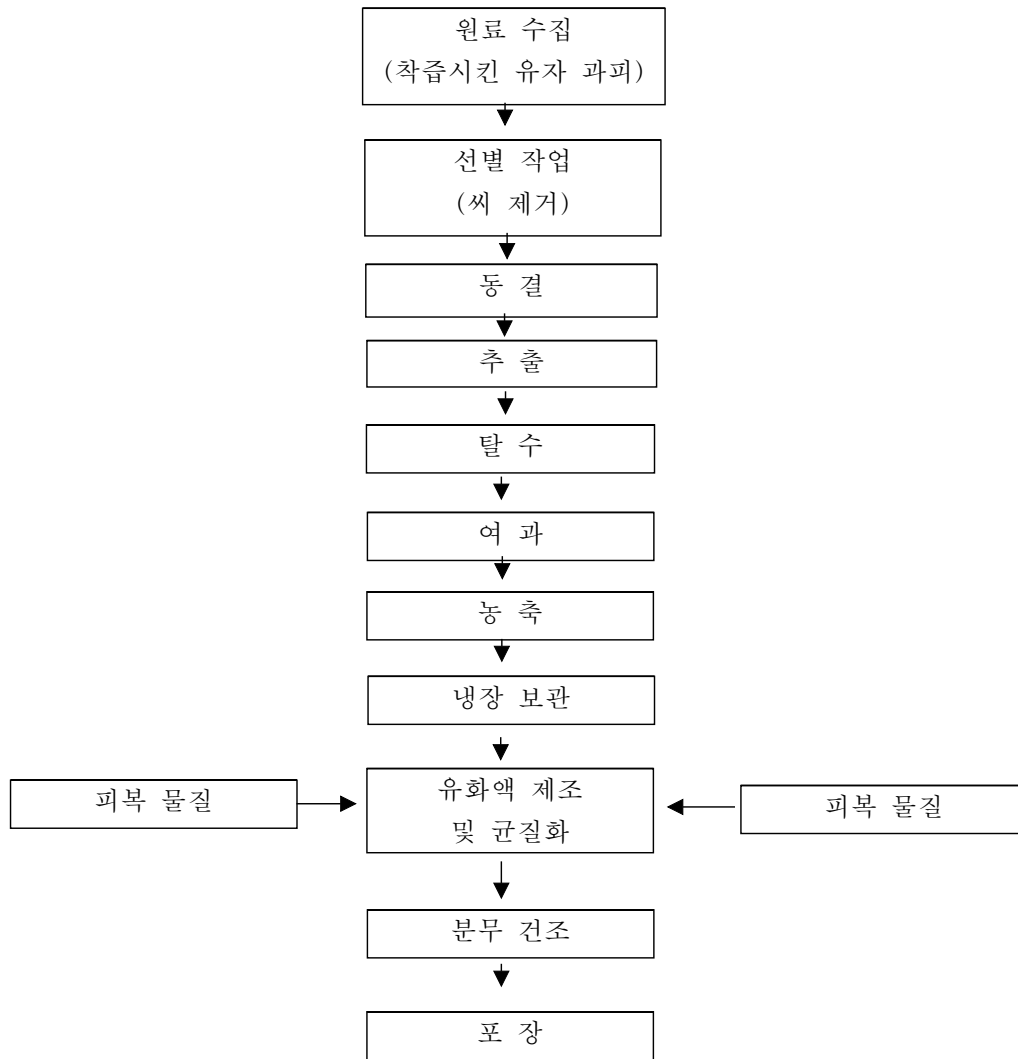
2) 유자 펙틴

역시 0.5 kg씩 병에 담아 포장한다. 이는 빛에 산화될 위험은 없으므로 그냥 투명한 플라스틱 통에 담아 포장한다.

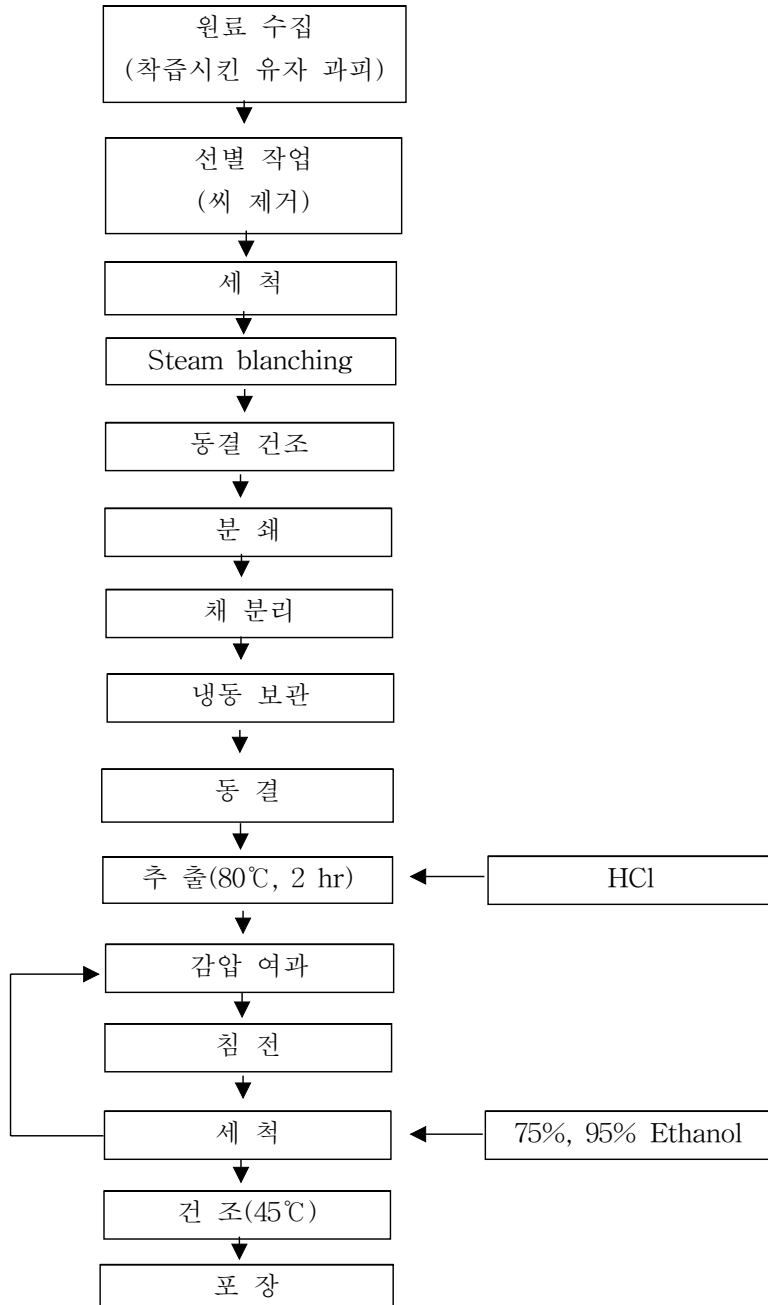
3. 유자 향 캡슐 및 유자 식이 섬유 가공 공정 설계

가. 가공 공정도

1) 유자 향 캡슐 분말



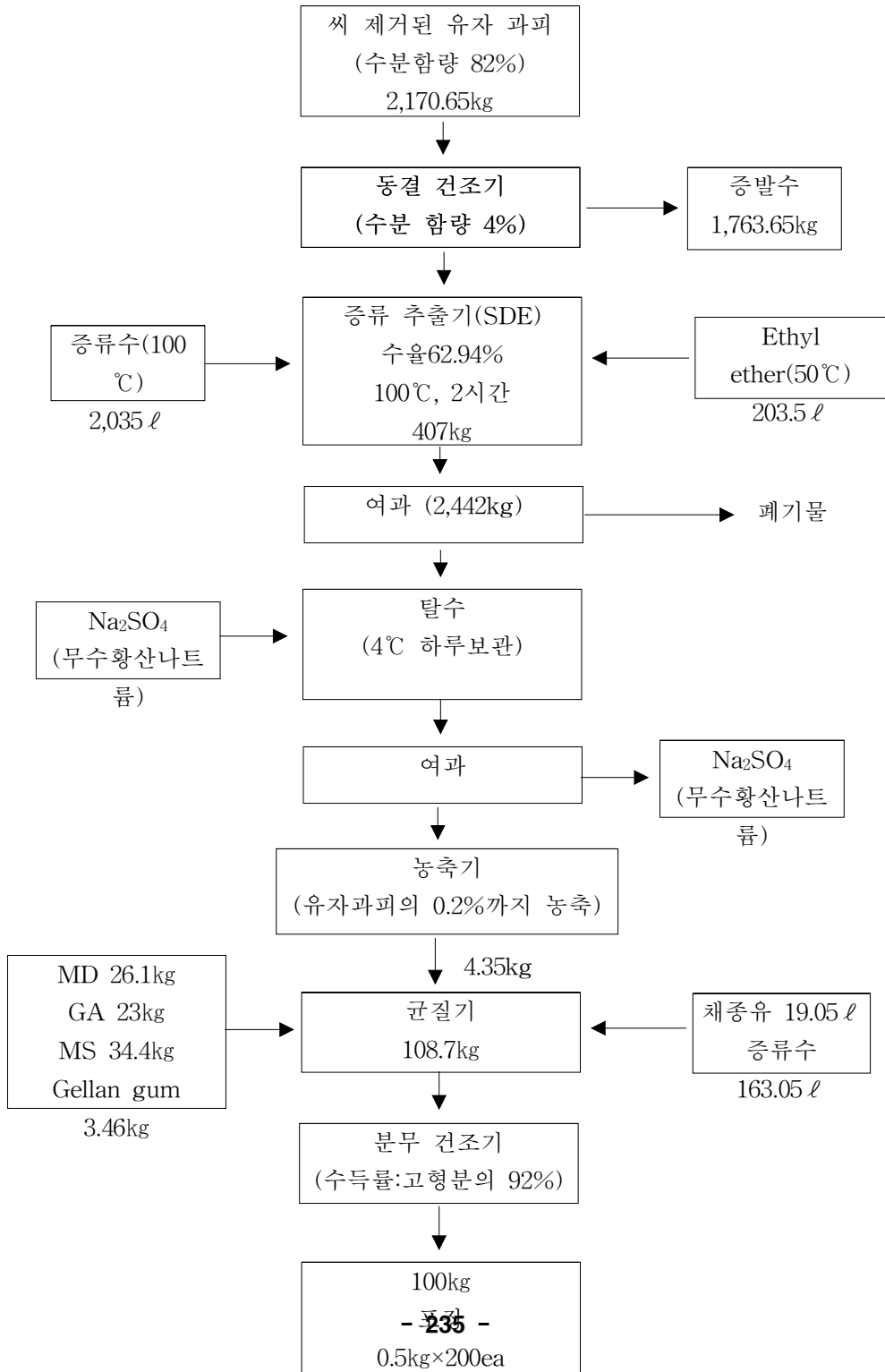
2) 유자 펙틴



나. 물질 수지

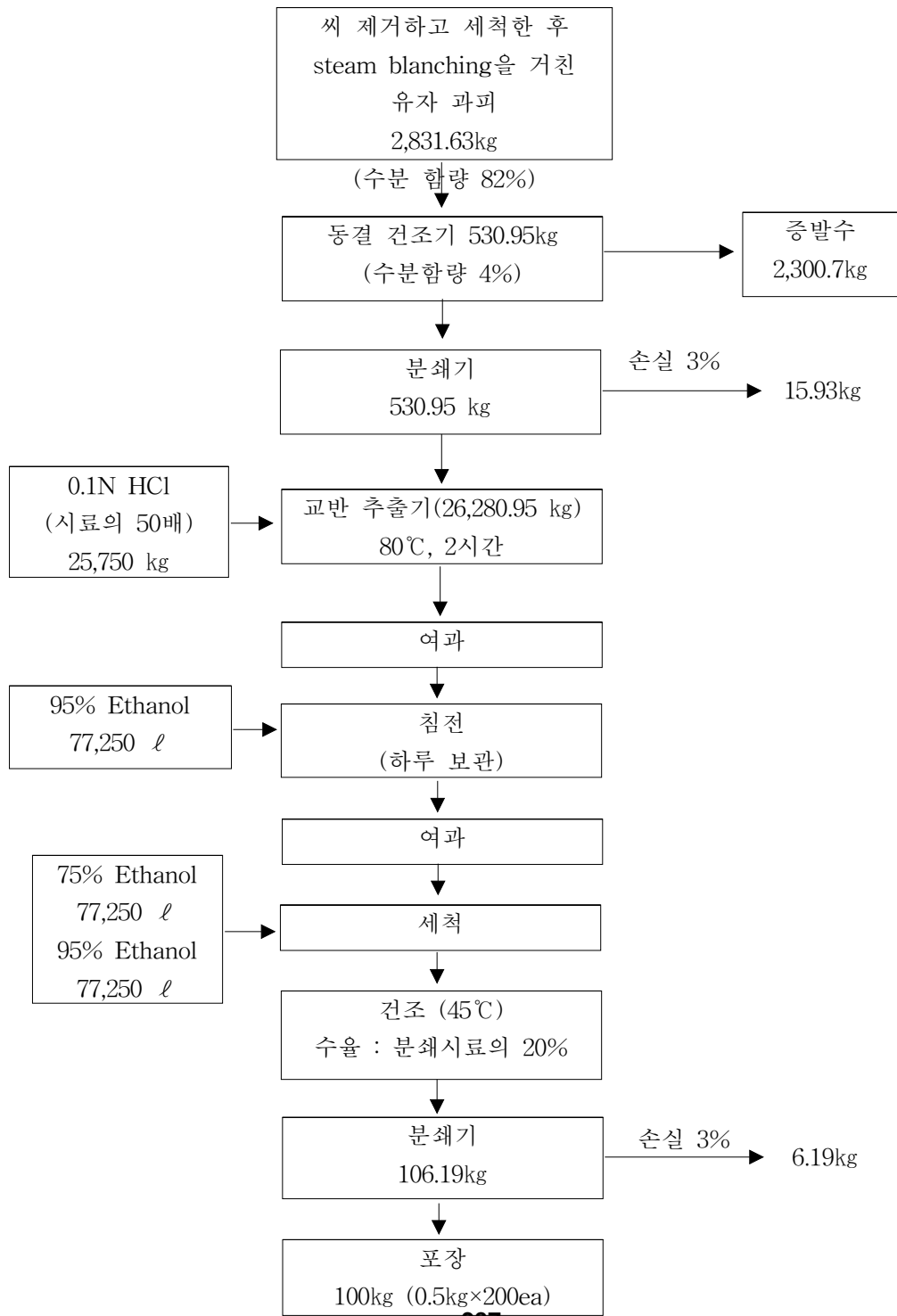
1) 유자향 캡슐 분말

( 기준 : 1일 생산량 100kg )



2) 유자 펙틴

(기준 : 1일 생산량 100kg)





#### 4. 기계 선정 및 공장 배치도 작성

##### 가. 기계 선정

###### 1) 유자향 캡슐 분말

- 동결 건조기 ( 100 ℓ /day)
- 추출기 (1000 ℓ /day)
- **여과기(Vacuum filter type, 10000 ℓ /day)**
- 농축기 (Evaporator)
- 균질기 (1000 ℓ /hr)
- 분무 건조기 (100kg/hr, Niro Korea)
- 포장기

###### 2) 유자 펙틴

- 동결 건조기(100 ℓ /hr, Niro Korea)
- 분쇄기(100kg/hr, 영진 기계)
- 교반 추출기(1000 ℓ /day, steam jacket, agitator)
- 여과기(Vacuum filter type, 10000 ℓ /day)
- 건조기(상압, 45℃)
- 포장기

##### 나. 공장 배치도

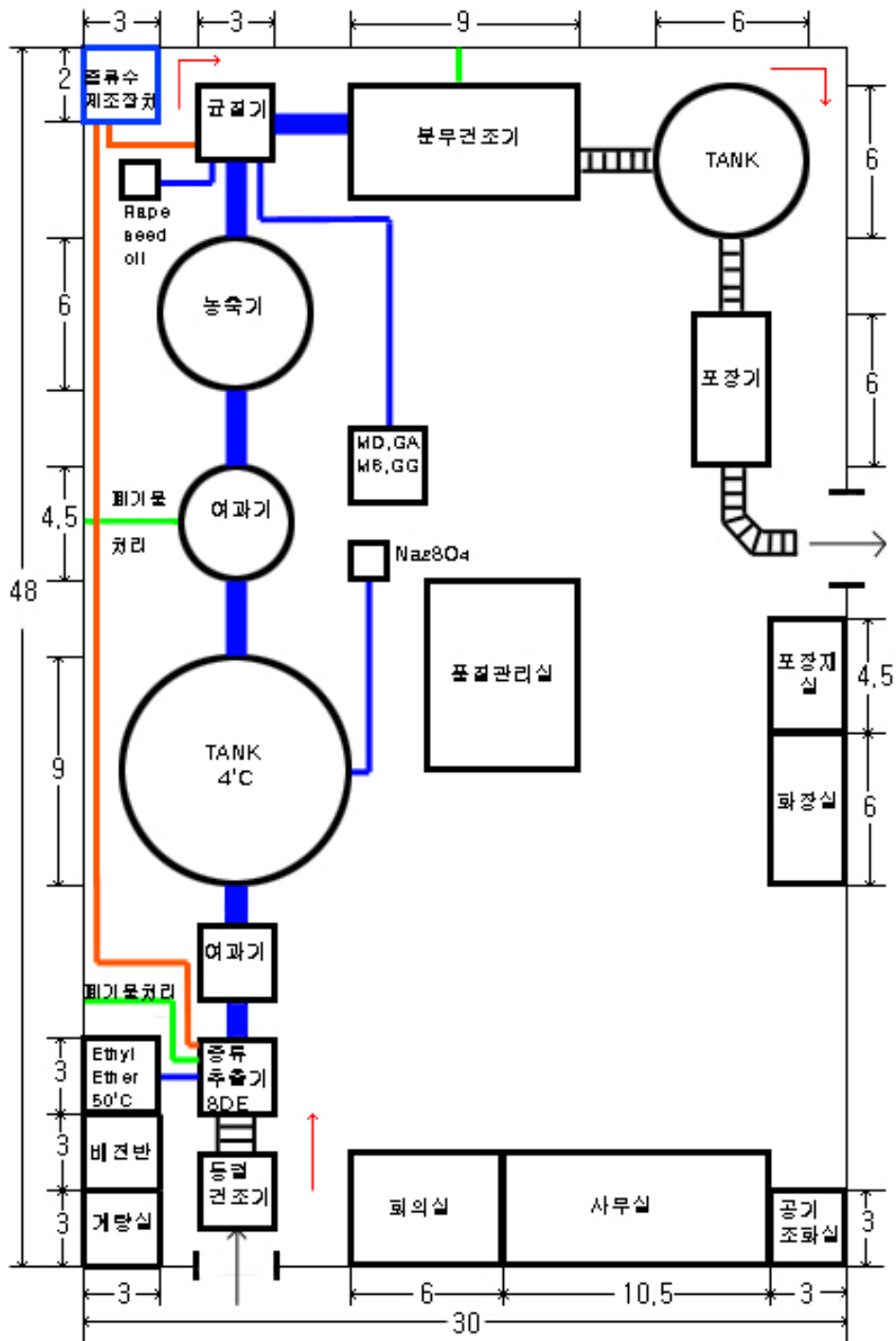


Fig. 22. 유자향 캡슐 분말 공장의 내부 시설 배치도 (단위 : m)

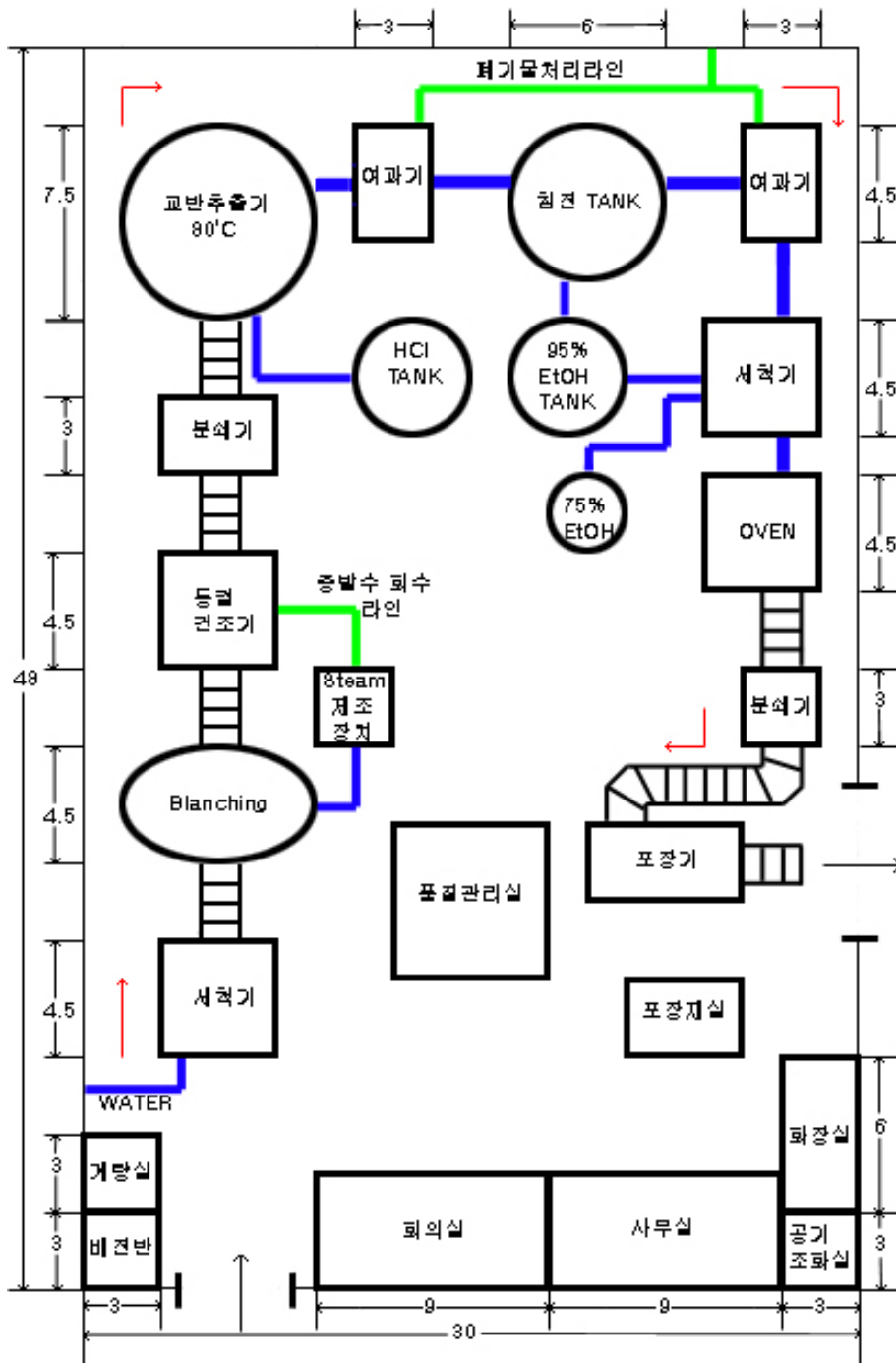


Fig. 23. 유자 펙틴 공장의 내부 시설 배치도 (단위 : m)

## 5. 에너지 및 유틸리티 수치

### 가. 유자향 캡슐 분말 공정

#### 1) 전기 에너지 소요량의 추정

공정상의 각 기계 장치의 동력에 가동 시간인 하루 8시간을 곱하여 산출하였다. 정확한 계산은 불가능하므로 각 기계 장치와 파이프 라인 pumping, 콘베이어 벨트 모두 하루 8시간동안 가동하는 것으로 가정하여 전력 소요량을 계산해 본 결과 하루 796 kWh 가 소요되는 것으로 추정된다.

#### 2) 조명

공장 내부 면적의 평균 조도를 80 lux 로 가정했을 때 하루 8시간 동안 소요되는 전력 소비는 44 kWh 로 추정된다.

#### 3) 냉·난방 및 공기조화

여름철의 냉방과 겨울철의 난방에 소요되는 전력을 1년 동안 합계하여 하루 평균을 계산한 결과 520 kWh 로 계산되었다. 본 공정에서는 분무 건조 공정이 포함되어 있어 공기 조화에 비중을 두어 하루 200 kWh 가 소요될 것으로 예상하였다. 따라서, 전체 전력 소요량은 720 kWh 로 추정된다.

#### 4) 용수

증류수 제조 공정에 하루 55 ton 이 소요되고, 위생수 10 ton, 청소용수 3 ton 으로

전체 68 ton/day 로 추정된다.

5) 폐수처리부하

하루 20 ton 으로 추정된다.

나. 유자 펙틴 제조 공정

1) 전기 에너지 소요량의 추정

각 기계 장치의 동력에 가동 시간을 곱하여 산출하였다. 하루 가동 시간을 8시간으로 잡았을 때 공정상의 각 장치와 용수 및 재료의 pumping, 공정상의 물질이동 등에 소요되는 전체 전력 소비량은 940 kWh 로 추정된다.

2) 조명

공장 내부 면적의 평균 조도를 80 lux 로 가정했을 때 하루 8시간 동안 소요되는 전력 소비는 44 kWh 로 추정된다.

3) 냉·난방 및 공기조화

여름철의 냉방과 겨울철의 난방에 소요되는 전력을 1년 동안 합계하여 하루 평균을 계산한 결과 520 kWh 로 계산되었고, 공기조화에 소요되는 전력 하루 100 kWh 와 합산하면 냉·난방 및 공기조화에 소요되는 전력은 하루 620 kWh 로 추정된다.

4) 용수

Blanching과정에서 소요되는 steam은 회수가 가능하나 어느 정도 손실이 예상되므로 하루 3 ton 이 예상되고, 그 외 위생수 10 ton, 세척수 15 ton, 청소용수 2 ton 으로 전체 30 ton/day 로 추정된다.

5) 폐수처리부하

하루 30 ton 가량의 폐수가 발생한다.

6. 중소 기업 규모의 유자 향과 식이 섬유 공장의 경제성 분석

가. 유자향 캡슐 분말

1) 원료비

Table 7-13. 유자 향 캡슐 분말의 생산 원료비용

원료	단가	사용량(1일)	금액(원)
Maltodextrin	1,200원/kg	26.1kg	31,320
Gum arabic	108,000원/kg	23kg	2,484,000
Modified starch (Hi-cap 100)	5,400원/kg	34.4kg	185,760
Gellan gum	210,000원/kg	3.46kg	726,600
무수황산나트륨	3,500원/kg	8.14kg	28,490
Ethyl ether	388.9원/ℓ	203.5 ℓ	79,141.15
rapeseed oil	1,222.2원/ℓ	19.05 ℓ	23,282.91
1일 총합계			3,558,594.06
1년(250일) 총합계			889,648,515

2) 유틸리티비

항목	단위	단가(원)	사용량(1일)	금액(원)
전기	kWh	52.13	1560	81,322.8
용수	ton	322.5	68	21,930
폐수처리	ton	1,000	20	20,000
1일 총합계				123,252.8
1년(250일) 총합계				30,813,200

3) 노무비

작업부분	숙련공(2700원/h)	비숙련공(1800원/h)	반장(3000원/h)	합계
동결건조기	1	1		
증류추출기	1			
농축기	1			
균질기	1	1	1	
분무건조기	1		1	
포장기	1			
전기공	1			
수선공	1			
경비(수위)	1			
총인원수	9	2	2	
시간당노무비	24,300	5,600	6,000	44,000
연간노무비	48,600,000	11,200,000	12,000,000	71,800,000
복리후생비(a)				28,720,000
상여금(b)				28,160,000
총계				128,680,000

(a)연간 노무비의 40%

(b)연간 월임금의 400%

4) 관리비

구분	인원	월간(원)	연간(원)	비고
공장장	1	2,000,000	24,000,000	
분석	1	900,000	108,000,000	식품 제조 기사
개발	2	1,700,000	20,400,000	
총무	1	800,000	9,600,000	자재 관리 겸직
경리	1	600,000	7,200,000	
일반공무	2	1,000,000	12,000,000	전기, 기계 등
소계	8	7,000,000	84,000,000	
복리후생비(a)			106,080,000	
상여금(b)			28,000,000	
총계			134,080,000	

(a)연간관리비의 40%

(b)연간월임금의 400%



5) 고정 자본 투자

항목	비율(%)	금액	누진합계
기계구입비			
동결건조기		80,000,000	
추출기		10,000,000	
여과기		7,000,000	
농축기		300,000,000	
균질기		5,000,000	
분무건조기		300,000,000	
포장기		5,000,000	
탱크류		50,000,000	기계구입비
증류수제조장치		10,000,000	767,000,000
설치비(a)	43	329,810,000	
배관(a)	14	107,380,000	
전기(a)	15	115,050,000	
건물(a)	35	268,450,000	
대지조성(a)	13	99,710,000	
서비스시설(a)	20	153,400,000	공장시설비
토지(b)		1,300,000	1,075,100,000
엔지니어링 및 시설(a)	30	230,100,000	직접비 230,100,000
계약자 보수(c)	7	16,107,000	고정자본
예비비(c)	15	34,515,000	50,622,000
총고정자본투자			2,122,822,000

(a)기계구입비에 대한 %

(b)시가 적용

(c)직접비에 대한 %

6) 포장비

항목	사용량(1일)	단가	금액	비고
날포장(갈색병)	200개	4000원/개	800,000	0.5kg/개
겉포장	100 box	270원/box	27,000	20개/box
테이프	10 m	27원/m	270	1m/box
합계	827,270			
연간 총 포장비	206,817,500			

7) 제조 원가

비용	항목	금액(원/년)	제조원가(0.5kg포장당)
유동비용	원료비	889,648,515	17,792.97
	유틸리티비	30,813,200	616.264
	노무비	128,680,000	2,573.6
	포장비	206,817,500	4,136.35
고정비용	감가상각비(a)	185,607,200	3,712.144
	관리유지비	106,141,100	2,122.822
	조세와 보험	24,256,440	485.1288
	관리비	134,080,000	2,681.6
직접제조비용		1,723,943,955	34,478.88
영업, 연구 개발 및 일반 오버헤드		344,788,791	6,895.776
연간 제조 비용		2,068,732,746	41,374.65

토지구입비과 건물비를 제외한 고정자본투자의 10%와 건물의 2%

고정자본투자의 5%

고정자본투자의 2%

직접제조비용의 20%

8) 판매가 결정

제조 원가가 0.5kg 포장 당 41,374.65원이 나왔으므로, 이를 고려하여 85,000원을 판매가로 결정하겠다.

9) 순현재가 및 내부 수익률 계산 ( 단위 : 천원)

연차	고정자본 (a)	운영자본 (b)	운영비 (c)	세금 (d)	수입	순현재금흐름	할인율 (e)	할인된 현금흐름
0	2,121,522					-2,121,522	1.000	-2,121,522
1		381,873	1,883,125	1,572,500	4,250,000	412,500	0.952	392,857
2			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.907	720,521
3			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.864	686,210
4			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.823	653,533
5			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.784	622,413
6			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.746	592,774
7			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.711	564,547
8			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.677	537,663
9			1,883,125	1,572,500	4,250,000	794,374	0.645	512,060
10	89,483(f)	381,873	1,883,125	1,572,500	4,250,000	1,265,31	0.614	777,049
						NPV		3,938,109
						IRR		31.1%
						자본 회수 기간		4년
						ROI		37.9%

(a) 총고정 자본에서 토지 구입비를 뺀 값

(b) 토지 구입비를 제외한 고정 자본의 18%, 10년 후 회수되는 것으로 가정

(c) 감가 상각비 제외

(d) 37%

(e) 5%

(f) 건물은 10년 후 1/3의 잔존 가치를 가지는 것으로 가정

나. 유자 펙틴

1) 원료비

원료	사용량 (ℓ/day)	사용량 (ℓ/year)	단가(원/ℓ)	금액(원/year)	비고
HCl	25,750	309,000	5,000	1,545,000,000	recycling, 1년에 12번 교체
95% EtOH	75,000	900,000	1,000	900,000,000	
95% EtOH	75,000	900,000	1,000	900,000,000	
75% EtOH	75,000	900,000	1,000	900,000,000	
계(원/year)				4,245,000,000	

2) 유틸리티비

항목	단위	사용량/year	단가(원)	금액(원/year)
전기	kWh	401,000	52.13	20,904,130
용수	ton	7,500	322.5	2,418,750
폐수처리	ton	7,500	1,000	7,500,000
계(원/year)				30,822,880

3) 노무비

작업부분	숙련(2,700원/h)	비숙련(1,800원/h)	반장(3,000원/h)	계(원)
세척1	1			
blanching	1		1	
교반추출	1		1	
세척2	1			
포장	1	1		
전기공	1			
수선공	1			
경비	1			
총인원수	8	1	2	
시간당노무비(원/h)	21,600	1,800	6,000	29,400
연간노무비(원/year)	43,200,000	3,600,000	12,000,000	58,800,000
복리후생비(a)				23,520,000
상여금(b)				18,816,000
계(원/year)				101,136,000

(a) 연간 노무비의 40%

(b) 연간 월임금의 400%

4) 관리비

구분	인원	월간(원)	연간(원)	비고
공장장	1	2,000,000	24,000,000	
분석	1	900,000	10,800,000	식품 제조 기사
개발	2	1,700,000	20,400,000	
총무	1	800,000	9,600,000	자재 관리 겸직
경리	1	600,000	7,200,000	
일반공무	2	1,000,000	12,000,000	전기, 기계 등
소계	8	7,000,000	84,000,000	
복리후생비(a)				106,080,000
상여금(b)				28,000,000
계(원/year)				134,080,000

5) 포장비

구분	소요량	단가	계(원/year)
plastic 병	50,000 개/year	300 원/개	15,000,000
box	2,500 box/year	270 원/box	675,000
포장 tape	5,000 m/year	27 원/m	135,000
계(원/year)			15,810,000

6) 기계구입비

기계	가격(원)
세척기	10,000,000
blanching	30,000,000
steam제조기	30,000,000
동결건조기	200,000,000
분쇄기 × 2	40,000,000
교반추출기	100,000,000
여과기 × 2	14,000,000
침전탱크	50,000,000
세척탱크	20,000,000
oven	100,000,000
포장기	5,000,000
저장탱크(25 ton) × 2	50,000,000
저장탱크(15 ton)	20,000,000
계(원)	655,000,000

7) 고정자본투자

항목	비율(%)	금액	누진합계(원)
기계구입비		655,000,000	655,000,000
설치비(a)	43	281,650,000	공장시설비 1,573,300,000
배관(a)	14	91,700,000	
전기(a)	15	98,250,000	
건물(a)	35	229,250,000	
대지조성(a)	13	85,150,000	
서비스시설(a)	20	131,000,000	
토지(b)		1,300,000	
엔지니어링 및 시설(a)	30	196,500,000	직접비 1,769,800,000
계약자 보수(c)	7	123,886,000	
예비비(c)	15	265,470,000	
총 고정자본투자(원)			2,159,156,000

(a) 기계구입비에 대한 %

(b) 시가 적용

(c) 직접비에 대한 %

8) 제조원가

비용	항목	금액(원/year)	제조원가 (500 g 포장당, 원)
유동비용	원료비	4,245,000,000	84,900
	포장재료비	15,810,000	316.2
	노무비	101,136,000	2,022.72
	유틸리티	30,822,880	616.46
고정비용	감가상각비(a)	197,445,600	3,948.91
	관리유지비(b)	107,957,800	2,159.16
	조세와 보험(c)	43,183,120	863.67
	관리직노임	134,080,000	2681.6
직접제조비용		4,875,435,400	97,508.71
영업, 연구 개발 및 일반 오버헤드(d)		975,087,080	19,501.74
연간 제조 비용		5,850,522,480	11,7010.4

- (a) 토지비와 건물비를 제외한 고정 자본 투자의 10%와 건물의 2%
- (b) 고정 자본 투자의 5%
- (c) 고정 자본 투자의 2%
- (d) 직접 제조 비용의 20%

9) 판매가 책정 : 200,000원/개

10) 순현재가 및 내부 수익률 계산 (단위 : 천원)

연차별	고정 자본	운영 자본	운용비	세금	수입	순현재금 흐름	할인률	할인된 현금흐름
0	2,157,856					-2,157,856	1.000	-2,157,856
1		388,414	5,653,077	3,700,000	10,000,000	258,509	0.952	246,199
2			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.907	586,778
3			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.864	558,836
4			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.823	532,225
5			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.784	506,881
6			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.746	482,744
7			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.711	459,756
8			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.677	437,863
9			5,653,077	3,700,000	10,000,000	646,923	0.645	417,012
10	76,416	388,414	5,653,077	3,700,000	10,000,000	1,111,753	0.614	682,520

NPV            2,752,959  
 IRR            23.5%  
 자본회수기간    5년  
 ROI            30.33%

- (a) 총고정 자본에서 토지 구입비를 뺀 값
- (b) 토지 구입비를 제외한 고정 자본의 18%, 10년 후 회수되는 것으로 가정
- (c) 감가 상각비 제외
- (d) 37%



(e) 5%

(f) 건물은 10년 후 1/3의 잔존 가치를 가지는 것으로 가정

## 제 8 절 유자 향과 식이 섬유를 이용한 신제품 개발

### 1. 캡슐화된 유자 향료를 소재로 한 시작품 개발

#### 가. 천연 유자 향 캡슐 투명 비누의 제조

앞의 실험에서 만든 유자 향 캡슐을 이용하여 이것을 포함한 투명한 비누를 제조하였다. 고급 식물성 유지를 사용하여 거품이 풍부하고 단단하며, 여기에 유자 essential oil을 첨가하여 Aroma Therapy 효과를 발휘할 수 있게 하였으며, 유자 essential oil을 캡슐화하여, 향이 빨리 날아가는 것을 방지하고, 비누를 쓸 때 향이 조금씩 방출되게 하여 기존 비누와는 다른 기능성 향 캡슐 비누를 제조하였다.

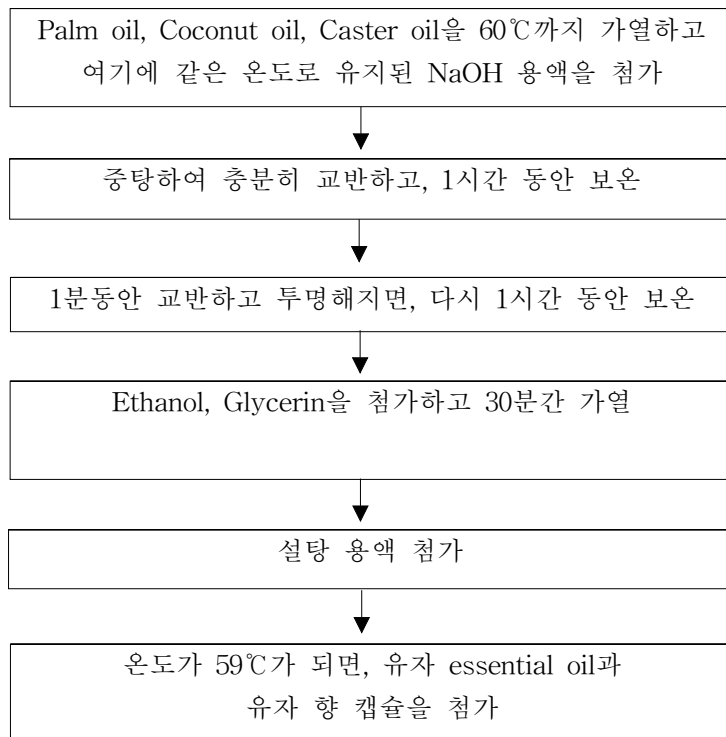


Fig. 7- 34. Schematic diagram of preparing of transparent soap containing encapsulated citron flavor



Fig. 7-35. Photograph of transparent soap containing encapsulated citron flavor

#### 나. 유자 향 캡슐 Lip Balm의 제조

Beeswax와 Sweet almond oil에 Glycerin을 넣고, 여기에 유자 essential oil을 첨가하여 Aroma Therapy 효과를 발휘할 수 있게 하였으며, 방출 속도를 조절하여 향이 천천히 날아가도록 제조하였다. Glycerin을 첨가하여 날아가는 수분을 막아 주어 피부를 촉촉하게 유지시켜주는 보습 성분이 뛰어나며, 피부를 부드럽게 하는 유연제 역할을 한다.

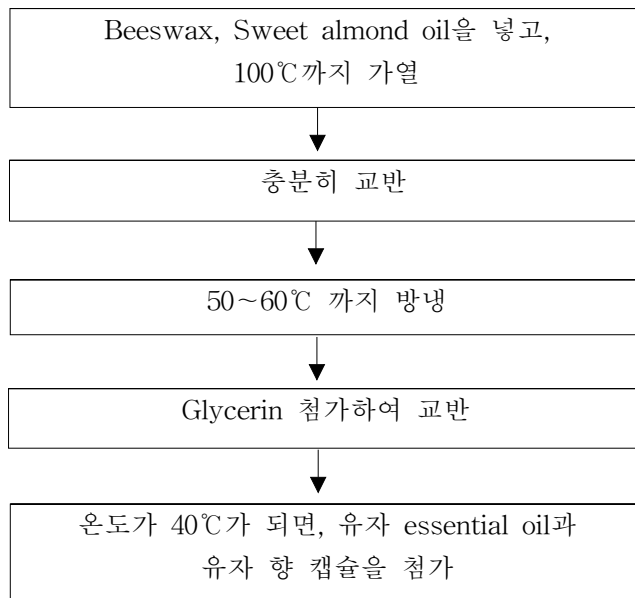


Fig. 7-36. Schematic diagram of preparing of lip balms containing encapsulated citron flavor



Fig. 7-37. Photograph of lip balms containing encapsulated citron flavor

#### 다. 유자 향 캡슐 포함한 샴푸의 제조

Sodium Laureth Sulfate, Cocamide DEA, Cocamidopropyl betaine, Sodium Chloride(NaCl)를 넣고, 액체 비누 농축액을 제조하여, 여기에 증류수를 넣고, 교반하면서, Sweet almond oil을 첨가하고, 점도를 증가시키기 위해 NaCl 용액을 완성 샴푸의 3% 정도 넣어 준다. 여기에 기분을 상쾌하게 해 주는 로즈마리를 넣고 끓인 증류수를 첨가한 후, Aroma Therapy 효과를 발휘하도록 유자 essential oil을 첨가하고, 유자향을 방출 속도를 조절하여 향이 오래 지속되고 천천히 날아가도록 유자 향 캡슐을 첨가하였다. 마지막으로 citric acid를 넣어 pH를 7.5 정도로 맞춘 후 병에 담아 완성한다.



Fig. 7-38. Photograph of functional shampoo containing encapsulated citron flavor

## 2. 식이 섬유를 소재로 한 시작품 개발

### 가. Neutral-Flavored Pectin Candy

이것은 과일 착즙액을 첨가하지 않고 펙틴만을 사용하여 제조한 candy이다. 따라서 이것에 vanilla, spearmint 등의 향을 첨가한 여러 종류의 candy를 간편하게 제조할 수 있다. 만드는 방법은 다음과 같다.

- A를 끓일 수 있는 적당한 용기에 담는다.
- B를 잘 혼합해서 A와 섞고 잘 교반한다.
- 혼합한 A와 B를 서서히 가열해 2분간 끓인다.

- C를 섞고 다 녹을 때까지 교반한다.
- D를 섞어 끓인 후 성형한다.

Table 7-14. Typical formula of a neutral-flavored pectin candy

Ingredients	g/kg	Code
Water	300	A
LM pectin	25	B
Sugar	75	B
Sugar	445	C
42 DE <sup>a</sup> corn syrup	300	C
Flavor and color	-	D

<sup>a</sup> Dextrose equivalent

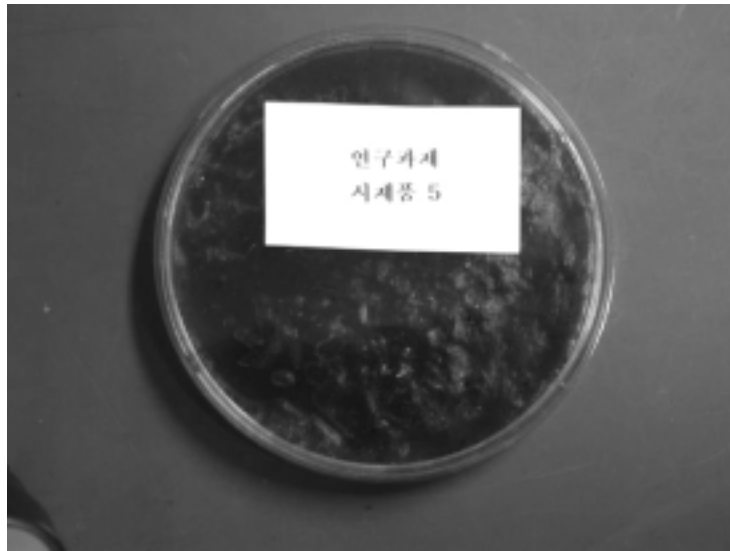


Fig. 7-39. Photograph of Neutral-Flavored Pectin Candy

나. Citron Pectin Toner

만드는 과정은 다음과 같다.

- A를 B에 넣고 끓여 펙틴 등을 녹여낸다.
- 여과하여 고형분을 걸러낸다.
- 여과액에 C를 혼합한다.

Table 7-15. Typical formula of a citron pectin toner

Ingredients	g/kg	Code
Citron	380	A
Water	1200	B
Witch hajel	600	C



Fig. 7-40. Photograph of Citron Pectin Toner



제 7 장 일본의 유자 생산·가공 현황 및  
국내 유자생과 유통 활성화 방안

## 제 1 절 일본의 유자생산 및 가공기술 현황조사

### 1. 1차 조사

일본 최대 유자산지인 高知縣의 관련 연구소 및 유자가공 공장을 방문하여 새로운 유자가공 제품 생산 및 개발 현황과 특히 농가단위 소규모 유자가공제품의 특성과 생산유통 과정을 조사하여 국내 유자생과 소비확대 방안에 활용하며 국내산 유자의 대일 수출 촉진을 위한 한일 유자생산자 단체간 협력방안을 현지 관계자들과 논의하며 국내산 유자의 소비확대 및 대일 수출활성화 방안을 마련하고자 하였다. 출장기간은 2000. 1. 24 ~ 1. 29 (5박6일)였으며 주요 조사내용은 다음과 같다.

#### 가. 高知縣 공업기술센터

주소: 高知市布師田3992-3

면담자: 山崎 裕三 기술제2부장

久武 陸夫 기술제2부 차장

中西 正昭 고지기계공업단지 사무국장

- 고지현 공업기술센터의 유자연구는 지난 1970년도 고지현내의 유자생과가 2,500 톤 이상으로 과잉생산되어 유자가격이 폭락하여 생산농가의 피해가 심해지면서 본격적으로 연구가 시도되었음.
- 유자생과를 이용한 가공제품에 관한 연구는 中西 正昭가 중심이되어 1995년까지 활발하게 추진되었으며 현재 생산되는 주요 유자가공제품은 유자과즙을 이용한 유자쥬스, 유자간장, 유자식초 등과 유자향을 첨가한 과자류, 양갱, 떡류, 캔디 등이 있으

며 유자껍질을 이용한 유자된장, 유자절임, 유자목욕제 등이 있음.

- 현재 공업기술센터의 유자관련 연구는 유자가공 후 부산물로 생성되는 유자껍질을 이용하여 유자향을 추출하는 것으로서 지금까지 실험실 단위에서 연구된 결과를 토대로 경제성과 실용성이 있는 유자향 추출 기술개발을 시도하고 있으나 아직 큰 성과가 없다고 함.
- 이산화탄소를 이용한 초임계 유자향 분리기술은 실험실에서 소규모로는 가능하나 산업화하려면 설비투자비용이 많이 들고 경제성이 맞지 않아 현재 실용화되지 않고 있다고 함.
- 고지현내 유자가공공장의 제품생산 기술이 20여년간 연구개발과 현장 지도로 통하여 높은 수준에 달하고 있으며 유자생산량이 연간 7,000 톤 규모로 한정되어 있어 가공용 유자원료 수급이 안정되어 있어 새로운 유자가공 기술개발의 요구 감소하고 있다고 함.
- 그동안 고지현 공업기술센터가 중심이 되어 연구수행한 지역별 유자 성분 분석 업무도 효율적 연구업무 수행을 위하여 별도의 기초성분 분석 연구소으로 이전되었다고 함.
- 국내 유자 가공기술 개발시 필요한 관련 연구자료와 문의사항은 최대한으로 지원하여 주기로 하였으며 앞으로 한일 유자관련 연구 발표회 및 상호 기술교류를 적극 추진하기로 하였음.

나. 坂田(株)

주소: 高知県香美郡土佐山田町玉町4丁目91-4 Tel: 0887-52-3146

면담자: 井上 定昭 품질관리 실장

- 사카다(坂田)사는 고지현의 주요 밭 작물인 생강을 원료로 하여 생것 상태로 소포장 제품과 천연색소와 향을 넣은 절임생강 제품이 주요 생산품이다. 그 밖에 마늘 포장 제품과 냉동 절단 유자껍질 제품과 유자간장을 소량생산하고 있었음. 작업인원은 50여명이며 연간 매출액은 4억6천엔 규모라고 함.
- 냉동 절단 유자껍질 제품은 유자가공공장에서 착즙후 생성되는 냉동상태의 유자껍질 원료를 해동한 후 유자껍질의 흰색의 유자과육부분인 플라베도를 절단하여 유자향이 많이 함유된 유자껍질을 10kg 단위로 비닐백에 포장하여 냉동한 것으로 각종 유자가공 제품의 원료로 사용되고 있음.
- 냉동된 유자껍질 원료는 지하수가 공급되는 침지조에 넣어 자연적으로 해동하고 3대의 소형 유자껍질 절단장치를 이용하여 수작업으로 유자껍질과 과육부분을 절단 분리하고 있었으며 작업인원은 6명이며 전원 여성이었음. 일일 8시간 작업으로 유자껍질 60 kg을 생산하고 있어 매우 노동집약적이고 작업인원에 비하여 생산량이 적었음.
- 국내 유자껍질의 대일 수출을 위하여 상기의 소형 유자껍질 절단분리 장치가 필요하며 사카다 공장에 설치되어 있는 기계는 川島鐵工所에서 제작된 최신형으로 현재 특허 출원중인 제품으로 국내에서 수입이 가능할 것으로 판단됨.
- 유자간장은 OEM 방식으로 소량 생산되고 있으며 제조설비도 매우 간단하고 설치면적도 20평 미만으로 소규모 였음. 간장은 외부에서 주문생산되고 이곳에서는 유자향, 조미액 등을 혼합후 살균, 포장하는 공정으로 되어있음. 향후 국내에서 유자

간장 및 된장 공장을 설립시 이와같은 소규모 다품종 생산라인이 필요할 것으로 판단됨.

#### 다. 東洋園藝食品(株)

주소: 高知県香美郡土佐山田町戸板島470番地 Tel:08875-3-3111

면담자: 中村 孝明 食品事業本部長

中西 安男 營業總括 取締役

- 東洋園藝食品(株)는 고지현에서 생산되는 오이, 무, 가지, 엽채류 등의 농산물 원료를 이용하여 10가지 이상의 다양한 절임류 제품을 생산하는 회사이며 종업원 수는 약 60명이며 연간 매출액은 4억8천만엔 규모임.
- 일본의 절임류 식품의 연간 총생산액은 1998년도 기준으로 약 5,800억엔 규모에 이르며 이를 원화로 환산하면 약 6조원으로 추정됨. 이 중에서 김치제품이 약 16%을 차지하고 있으며 일반 절임류 식품의 연간 매출액은 정체 현상을 보이고 있으나 김치시장규모는 매년 20%증가하고 있어 일본 절임류 가공업체에서 한국산 김치에 큰 관심을 가지고 있으며 일본소비자 기호에 알맞는 독자적인 김치제품 개발을 추진하고 있음. 향후 일본의 김치시장은 약 1조원으로 추정되며 이 중에서 외국에서 수입되는 김치제품은 약 50%을 차지할 것으로 보여 약 5,000억원 규모의 수입산 김치시장이 예상되고 있음. 한국산 김치는 김치의 종주국의 명성과 품질로 인하여 일본에서 크게 호평을 받고 있으며 수출전망이 매우 밝으나 저가의 중국산 김치가 OEM 방식으로 일본 시장에 대량 유입될 가능성도 있어 이에 대한 장기적인 대책 방안이 필요할 것으로 판단됨.
- 유자를 이용한 가공식품은 유자백김치와 유자장유가 있었으며 유자백김치는 일반적

인 백김치에 세절한 유자껍질을 소량 넣어 유자향을 나게한 것으로 유자장유는 쌀을 이용한 일본식 간장에 유자원료를 넣어 제조한 것으로 고급 유자향간장으로 판매하고 있음.

라. 高知県庁 農林水産部 園芸流通課

주소: 高知市丸ノ内1丁目7番52号 Tel: 088-821-4541

면담자: 中澤 貞夫 部長

田中 拓美 課長

谷口 淨 課長補佐

北村 好隆 主幹

- 高知県庁 農林水産部 園芸流通課는 4개부서로 나누어져 있으며 총 인원은 22명임. 각부서를 보면 総務班, 園芸特産班, 流通第1班, 流通第2班으로 구성되어 있으며 流通第1班 산하에는 전국 주요 농산물 소비처인 東京, 大阪, 北海道, 金沢, 九州 등의 5개소에 출장소를 운영하고 있음. 주요 업무는 고지현내에서 생산되는 각종 원예농산물의 유통판매 및 대책과 관련되는 일을 수행하고 있음.
- 고지현의 유자생산현황을 보면 1997년 기준으로 재배면적 560 ha(28.4%), 생산량 7,120 ton(48.5%)이며 전국 유자재배 면적은 1,975 ha, 생산량은 14,686 ton임(표 4). 고지현의 연도별 유자가공제품 판매액 현황은 표 5, 6과 같으며 1997년 총 판매액은 2,576,395 천엔 규모임.
- 고지현은 한국의 유자생산량 증가에 대하여 최근 큰 관심을 가지고 있으며 장래에 한국산 유자가 일본 시장에 본격적으로 진출할 경우 고지현 유자생산 기반에 미칠

영향에 관하여 대책을 준비하고 있음. 현재 고지현의 유자생산 및 가공 현황은 안정된 균형을 유지하고 있어 유자생산판매에 관하여 생산자 단체와 민간업체의 자율적인 운영에 위임하고 있음.

- 고지현은 한국의 유자생산자 단체와 고지현내의 유자생산 단위농협 및 민간업체간의 자율적인 협력 방안을 적극 지원할 것이라고 하며 한국내에서 유자소비량 증대를 위한 기술개발 및 판매활동에 큰 관심을 보였음.

#### 마. 유자가공제품 판매소

- 고지현내에서 생산되는 각종 유자가공제품은 대부분이 식품관련 상점이나 백화점 식품코너에서 판매되고 있지만 특히 고지현의 특산물판매를 취급하는 土産品상점에서 다양한 유자가공제품(그림 4)을 판매하고 있음. 유자가공제품으로 “ゆずほん酢”라고 불리는 유자간장이 가장 많이 소비되고 있으며 그밖에 유자쥬스, 유자잼, 유자절임, 유자성분혼합조미료, 유자목욕제 등이 소비자에게 좋은 반응을 얻고 있음.
- 고지현내 고속도로 휴게실 매점에 유자전용 판매코너가 있어 고지현내에서 생산되는 다양한 유자가공제품이 전시되어 방문객에게 많이 팔리고 있으며 특히 馬路村農協에서 생산되는 유자쥬스, 유자간장, 유자절임 식품, 유자목욕제 등이 별도로 전시되어 특별판매되고 있었음.

표 7-1. 일본의 주요 유자산지별 재배면적 및 생산현황(1997년)

順位	縣名	作村面積(ha)	全國比率(%)	生産量(t)	全國比率(%)
1	高知	560	28.4	7,120	48.5
2	徳島	342	17.3	2,942	20.0
3	愛媛	163	8.3	1,006	6.9
4	宮崎	125	6.3	712	4.8
	全國計	1,975	100.0	14,686	100.0

표 7-2. 고지현의 지역별 유자 가공제품 판매액 동향

(단위:천엔)

市町村名	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
安芸市	313,775	291,146	258,700	508,000	721,296
中村市	3,398	2,826	4,150	3,013	4,165
北川村	2,229	2,246	2,050	5,351	1,448
馬路村	1,014,000	1,213,028	1,380,950	1,647,780	1,831,375
物部村	9,814	10,166	10,880	10,504	12,702
本山町	659	800	820	760	776
大豊町	7,560	4,039	2,105	4,319	2,815
土佐山村	1,123	911	868	860	918
吾北村	252	222	340	340	240
土佐山田町	-	-	-	-	400
大正町	-	-	-	130	140
大川村	-	-	-	-	120
合 計	1,362,870	1,525,384	1,660,863	2,181,057	2,576,395

표 7-3. 고지현의 지역별 유자 가공제품 판매액 현황



市町村名	製造者名	品名	生産量(kg)	年間販賣額(千円)
中村市	三ツ又ゆず婦人group	유자쥬스	1,080	2,400
	"	유자간장	180	552
	"	유자절임	150	460
	勝間川生活改善 group	유자된장	181	451
	"	유자절임	100	250
	"	유자된장	52	52
安芸市	JA安芸市	유자과즙	450,000	531,509
	"	유자쥬스	1,450,000 本	118,113
	"	유자깍질가공	315,000	31,738
	"	유자간장	1,731,000 個	30,970
	"	유자과자	16,300	8,890
	館 茶室	유자파이	305 個	76
北川村	小島山菜 group	유자된장	740	879
	"	유자잼	433	399
	"	유자조미료	510	170
馬路村	JA馬路村	유자간장		1,122,329
	"	유자음료		310,637
	"	유자선물샷트		159,612
	"	유자농축쥬스		73,357
	"	유자식초		88,888
	"	건조유자깍질재료		42,061
土佐山田町	町田 會	유자된장		400
	小浜農産物直販所	유자음료	15,000	10,000
	"	유자절임	3,000	1,000
	べふ保勝會	유자절임	270	540
	"	유자된장	250	500
	物部村農産加工 group	유자된장	1,894 袋	363
本山町	"	유자건조물	1,165 袋	299
	忰見川生改group	유자차	349	776
	JA大豊農産加工	유자드링크	1,475	1,858
大豊町	"	유자잼	2,361 個	574
	"	유자절임	1,574 個	383
	あけぼのgroup	유자양갱	540	720
土佐山村	"	유자절임	180	198
	大川村	子金會	120	120
大正町	JA大正町女性部	유자절임	14	140
吾北村	木の瀬生改group	유자된장	140	240
合計		- 270 -		2,576,395

그림 7-1. 일본의 유자 가공제품



고속도로 휴게소 입구



유자목욕제



馬路村 農協 유자 전시대 (전면)



馬路村 農協 유자 전시대(후면)



유자 간장



유자와인



유자 된장

## 2. 2차 조사

일본의 유자가공 제품의 종류 및 특성, 소비동향 등을 조사하고 유자 주산지인 고지현 농림수산부를 방문하여 유자생산 및 가공현황과 향후 유자산업 진흥방안을 조사하며 일본 최대의 유자가공공장인 고지현내 馬路村農協 유자가공공장을 견학하여 제품 생산 및 판매현황조사와 국내산 유자원료의 대일 수출을 위한 한일 유자생산자 단체인 협력방안을 논의하고자 2001년 1월 15일-20일 동안 일본 현지 출장조사를 수행하였다.

### 가. 동경 농산물 중앙시장(築地市場)

주소: 東京 中央區築地4丁目

동경시내에 위치하고 있는 중앙 농수산물 도매 소매시장으로 외관으로 이전한 대형 농수산물 유통센터(大田市場)과 함께 동경의 농수산물 거래의 중심이되고 있다. 이곳 중앙시장은 주위에 소매시장이 위치하고 있어 농수산물의 도매 및 소매 거래가 매우 활발히 이루어지고 있다. 1월 현재 주요 거래 농산물을 보면 사과, 감귤, 토마토, 멜론 등의 과실류, 오이, 대파, 무, 양파, 버섯류등의 채소류 등이 있었으며 수산물 시장에서 선도가 높은 각종 어패류등이 거래되고 있었다.

유자의 경우 생과형태로 9-10개씩 상자단위로 포장되어 판매되고 있었으며 개당가격은 100-150엔 정도였다. 일본의 유자수확시기는 대지역에 따라 차이가 있지만 11월 중순에서 12월 초순으로 국내보다 약 10일 빨랐으며 현재 시장에 유통되는 유자는 1개월이상 저온저장된 것이다. 그러나 저장상태가 매우 좋아 유자의 신선도가 높으며 크기도 중형이상으로 고급품이었다.

그밖에 유자가공제품으로는 유자과즙을 분말건조한 과립형 유자분말, 유자과즙과 생고추를 페스트화한 유자향료, 유자소스 등이 판매되고 있었다. 국내산 유자생과의 선도를 2개월 이상 장기간 유지할 수 있는 저장기술이 개발된다면 유자의 일반소비자의 기호성이 높은 일본시장에 국내산 유자생과 수출 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.



그림 7-3. 일본 농산물 중앙시장(築地市場) 전경(외부, 내부)



유자생과

그림 7-4. 일본 동경 농산물 중앙시장(築地市場)의 유자생과 판매

나. 고지현 농림수산부 원예유통과

주소: 高知市 丸ノ内1丁目7番52号

면담자: 谷口 淨 課長補佐

일본의 유자 총생산량은 1998년 기준으로 17,769톤, 재배면적은 2,001 ha에 달하고 있으며 이중에서 고지현의 유자생산량은 7,600톤, 재배면적은 569 ha로 전국 유자 생산량의 42.8%를 차지하고 있다. 고지현의 유자재배는 산간지역의 대표적인 소득작목으로서 품질 및 생산량에 있어서 전국에서 가장 앞서 있다. 특히 최근에는 유자생산량의 30%를 상품의 생과로 출하하고 나머지 70%를 유자제품으로 가공하여 판매하므로 고지현내의 농산물 가공품판매의 대부분을 점유하고 있다. 1997년 고지현의 농산물 가공품 판매액은 총 3,030,851천엔이며 이중에서 유자가공제품이 2,636,364천엔으로 전체의 87%를 차지하였다.

유자가공제품 판매액 중에서 馬路村의 판매액이 2,079,990천엔으로 고지현 유자가공제품의 79%를 차지하고 있다. 고지현의 경우 유자생과품질의 고급화를 통하여 유자수확시기의 생과가격 하락을 방지하고 가능한 유자생과를 유자가공제품의 원료로 이용하여 유자재배농가의 소득기반을 안정화하는 정책을 펴고 있다.

다. 馬路村 柚子加工工場

주소: 高知縣 安藝郡 馬路村 3762

면담자: 東谷 望史 工場長

馬路村은 고지현 동북부의 德島縣과 접경에 있으며 인구 1,240명, 세대수 350 가구의 작은 산촌마을로서 경지의 97%가 산림지역이며 대부분이 급경사지역이다. 오래전부터

스기(森)나무 산지로서 유명하며 임업이 성행한 마을이다. 그러나 임업사업의 장기불황으로 인하여 새로운 진흥정책을 모색한 결과 1963년부터 유자채배를 시작하였다. 그리고 1984년부터 馬路村 農協은 유자가공제품의 상품화에 성공하여 유자생과출하대신 부가가치가 높은 유자가공제품을 생산판매에 주력해 왔다.

이러한 주요 계기는 유자생과로 출하시 타 지역보다 운송거리가 멀고 농가의 고령화로 인하여 생과출하를 위한 소득 및 선별작업이 어려워 생과출하의 경쟁력이 떨어져 판매이윤이 감소되기 때문이었다. 1985년 일본전국 一村一品展에서 유자소스 제품(ボン酢 しょうゆ)이 최우수상을 받아 유자가공제품의 판매가 크게 증가하기 시작하였으며 그후 유자쥬스 제품(ごつぐん馬路村)이 개발되어 본격적인 유자가공제품이 전국적으로 유통되어 판매고가 급신장하여 2000년도에 전체 유자제품의 판매액이 26억 엔에 달하여 전국 농협가공공장중에서 가장 성공적인 사례로 평가되고 있다.

馬路村 農協의 유자가공제품의 종류는 유자소스, 유자쥬스, 유자식초, 유자과즙, 유자잼, 유자된장, 유자목욕제 등이 있으나 이중에서 유자소스 판매액이 약 70%, 유자쥬스가 20%, 기타 제품이 10%를 차지하고 있다. 馬路村 農協의 유자가공제품이 품질이 우수한 것은 유자생과의 품질이 우수하고 지역이 산중에 있어 가공제품에 이용되는 용수의 수질이 뛰어나기 때문이다. 또한 유자판매방법에 있어 산지와 소비자를 직접연결하는 택배판매가 전체의 60%를 점유하고 있으며 이와 관련하여 전국적으로 30만명의 회원을 확보하고 있다. 그리고 고지현 시내의 농산물 특판소, 동경의 고지현 특산물 판매처를 중심으로 지역별 대형 유통판매처를 통하여 판매하여 매년 판매량이 급성장하고 있다.

馬路村 農協의 유자가공제품의 명품화의 성공에는 유자가공공장의 東谷 望史 공장장의 헌신적인 노력과 희생이 있었다. 馬路村 農協 유자가공공장의 성공적 운영을 위한 그의 경험과 노력에 관한 ごつぐん馬路村の村おごし(일본경제신문사, 1998년) 책이



발간되어 있어 국내 유자가공사업 추진방안에 참고가 될 것으로 본다. 국내산 유자원료의 대일 수출 가능성에 대하여 협의한 결과 현재로서 고지현 내의 유자생산량이 부족하지 않아 조기에 한국산 유자원료 수입은 어렵다고 하였으며 국내 유자생산자 단체(농협)을 위한 공장견학 및 가공기술에 관한 협력은 가능하다고 하였다.

그림 7-5. 일본 유자가공제품



유자소스



유자쥬스



유자꿀



유자차



유자조미료



유자식초

## 제 2 절 국내 유자생과 유통 활성화 방안

### 1. 유자생과 관측 전시회 개최

#### 가. 행사 일정

- 1) 기간: 2001년 11월 10일 - 11월 30일(21일간)
- 2) 장소: 농협성남유통센터
- 3) 참여농협: 전남 완도 고금농협

#### 나. 주요 행사 내용

- 1) 2001 전국 우수과일 전시회 및 직판행사 기간(2001. 11. 16 - 11. 19(3박4일))과 병행하여 유자생과 관측행사를 추진하였음.
- 2) 유자생과를 이용한 각종 유자제품 전시와 유자케이크 및 유자과즙을 이용한 유자쥬스 시식회를 가졌음.
  - 품목: 유자젤리, 유자떡, 유자케이크, 유자당과, 유자소스, 유자과즙액, 유자쥬스
- 3) 유자홍보관넬 10점과 전시물 8점을 제작 설치 하였으며 주부층을 대상으로 3회 유자홍보회(참석인원: 1,200명)를 개최하였음.
- 4) 유자생과의 간편한 이용방법과 가정에서 쉽게 이용할 수 있는 유자요리에 관한 홍보책자를 발간하여 배부하였음.
  - 유자생과 이용방법 홍보책자 발간 부수: 5,000부
  - 유자협의회 회원조합 배부 (3,000부), 행사기간중 홍보용 (2,000부)

5) 행사기간중 유자생과 판매 내역(단위: 원, box)

품목	규격	수량	금액	비고
유자생과	10kg(50내)	7	245,000	
	10kg(50내)	85	2,854,000	
	10kg(50내)	69	2,083,000	
	10kg(50내)	18	446,000	
	4.5kg	226	3,625,000	
	2kg	1,101	7,044,500	
	벌크		1,699,995	
합계		1,506	17,997,495	

다. 건의 사항

- 1) 유자생과 판촉행사기간은 유자수확시기를 기준으로 11월초 - 12월초 사이 1개월이 적합함
- 2) 유자에 대한 소비자의 인지도가 다른 과일에 비하여 매우 낮아 적극적인 홍보방안이 마련되어야 함.
  - TV, 신문 등의 유자홍보활동 강화
  - 유자생과이용 전문 요리책 발간 및 보급
- 3) 유자생과의 포장단위를 현행 10kg box를 5kg, 2kg box로 소포장으로 하고 외부에서 유자품질을 평가할 수 있도록 개방형 box를 사용하도록 함.
- 4) 유자생과 판매시 유자이용방법에 관한 소책자를 box에 넣어 소비자 유자요리에 관심을 갖도록 하며 특히 유자홈페이지 내용을 개선하여 유자소비 촉진에 기여하도록 함.

그림 7-6. 유자생과 관측행사 모습





## 2. 유자 인터넷 홈페이지 운영

국내 유자생과 소비를 촉진하기 위하여 유자관련 인터넷 홈페이지인 “유자세상 (www.yuzaworld.or.kr)”을 만들어 운영하고 있다. 이곳에는 유자의 성분 및 효능, 전통적인 유자이용 방법, 유자생과를 이용한 다양한 요리 방법, 국내 유자생산 및 가공현황, 유자전국협의회 현황, 유자생과 및 가공제품의 택배 주문방법, 유자관련 연구 자료의 database 및 검색 방법 등이 자세히 소개되고 있다. 본 유자 홈페이지를 통하여 앞으로 국내산 유자의 우수성과 새로운 유자가공제품에 관하여 소비자의 홍보활동을 강화하여 유자의 국내 소비 활성화를 적극 추진할 계획이다.



그림 7-6. 유자홈페이지 초기화면

## 참고문헌

1. 中西正昭, 久武陸夫 : ユズの利用に関する研究 第1報 果汁貯蔵中の品質変化について. 高知工試報告, 2, 97(1971)
2. 中西正昭 : 食品の冷蔵、冷凍に関する研究 ユズ(青ゆず)の冷凍貯蔵について. 高知工試報告, 7, 99(1976)
3. 中西正昭, 久武陸夫 : ユズ利用に関する研究 第2報 凍結真空乾燥法による果汁の粉末化について. 高知工試報告, 4, 105(1973)
4. 中西正昭 : 特産かんきつの加工利用に関する研究 ユズ果汁の逆浸透法による濃縮. 高知工試報告, 9, 91(1978)
5. 中西正昭 : 特産かんきつの加工利用に関する研究 ユズ果汁品質の実態調査. 高知工試報告, 10, 34(1979)
6. 中西正昭 : 特産かんきつの加工利用に関する研究 ゆずから採取したオイルフレーバーの性質. 高知工試報告, 11, 98(1980)
7. 中西正昭, 久武陸夫 : 特産果実類の加工利用品質改善(Ⅰ) 特産果実の菓子利用. 高知工試報告, 15, 60(1984)
8. 山崎裕三, 久武陸夫, 中西正昭 : 業務用大容器によるユズ果汁の長期凍結貯蔵 凍結貯蔵による果汁品質変化と容器材質変化. 高知工試報告, 20, 34(1989)
9. 山崎裕三, 久武陸夫 : 平成元年度産 ユズ 果汁の品質. 高知工試報告, 21, 44(1990)
10. Hideaki O., Keizou T., Kenji K., Yasushi I. : Influence of Several Types of Juice Extractions on Yield and Quality Characteristics of Yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) Juice. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 30(11), (1983)
11. Masayo K., Ryonosuke S. : Seasonal Changes and Carotenoid Composition of Yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) and Lisbon Lemon (*Citrus limon* Burm. f.) Peel. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 34(1), (1987)



12. Fumio H., Zareb H., Shin H. : Limonoids in Seeds of Yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 37(5), (1990)
13. Zhong-F L., Masayoshi S., Hirozo K. : Role of Furfural and 5-Hydroxymethylfurfural in Browning of Yuzu Juice (Chemical Studies on the Quality of Citrus Juice Part I). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 36(2), (1989)
14. Chuji A. : Characteristics of Satsuma Mandarin for Juice Processing with Special Reference to Relation between Chemical Composition and Juice Quality (II). (Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 39(6), (1992)
15. 정지훈 : 유자중 Amino Acids에 관한 연구. 한국농화학회지, 15, 175 (1972)
16. 정지훈 : 한국산 유자의 화학적 성분에 관한 연구. 한국농화학회지, 17, 63 (1974)
17. 이현유, 김영명, 신동화, 선봉규 : 한국산 유자의 향기성분. 한국식품과학회지, 19(4), 361 (1987)
18. 차용중, 이상민, 안병주, 송능숙, 전수진 : 솔비톨의 당 대체효과에 의한 유자청의 품질안정성에 관한 연구. 한국식량영양학회지, 19(1), 13 (1990)
19. 이영철, 김인환, 정진웅, 김현구, 박무현 : 유자 착즙액의 화학적 특성. 한국식품과학회지, 26(5), 552 (1994)
20. 정진웅, 이영철, 정승원, 이경미 : 착즙방법에 따른 유자과즙의 향기성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 26(6), 709 (1994)
21. 정진웅, 권동진, 황진봉, 조용진 : 착즙방법에 따른 유자과즙의 품질비교. 한국식품과학회지, 26(6), 704 (1994)
22. 박재복, 정진웅, 외 3인 : 유자 가공공장의 제조설비 적정 설계 방안, 한국식품개발연구원 연구보고서, 1994.
23. 정진웅외 4인 : 국내산 유자의 가공이용 및 저장성 증대를 위한 기술연구. 한국식품개발연구원. 연구보고서 1997
24. 박재복 : 일본 유자 생산·가공 현황과 대일 수출 방안, 한국식품개발연구원 해외출장보고서, 1998.