

碩士學位論文

유기농 영귤(*Citrus sudachi*)의  
이화학적 특성 및 소스 제조적성

The seal of Cheju National University is a large, faint watermark in the background. It is circular with the text 'CHEJU NATIONAL UNIVERSITY' around the top and 'SINCE 1952' around the bottom. In the center is a shield-shaped emblem with the Korean characters '제주대' (Jeju University) inside.

濟州大學校 産業大學院

生命産業工學科

食品工學專攻

崔 榮 眞

2 0 0 8

碩士學位論文

유기농 영귤(*Citrus sudachi*)의  
이화학적 특성 및 소스 제조적성

指導教授 姜 永 周

濟州大學校 産業大學院

生命産業工學科

崔 榮 眞

2 0 0 8

유기농 영귤(*Citrus sudachi*)의  
이화학적 특성 및 소스 제조적성

指導教授 姜 永 周

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

2008年 7月

濟州大學校 産業大學院  
生命産業工學科 食品工學專攻  
崔 榮 眞

崔榮眞의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

2008年 7月

委員長 河 璉 桓 印

委員 姜 永 周 印

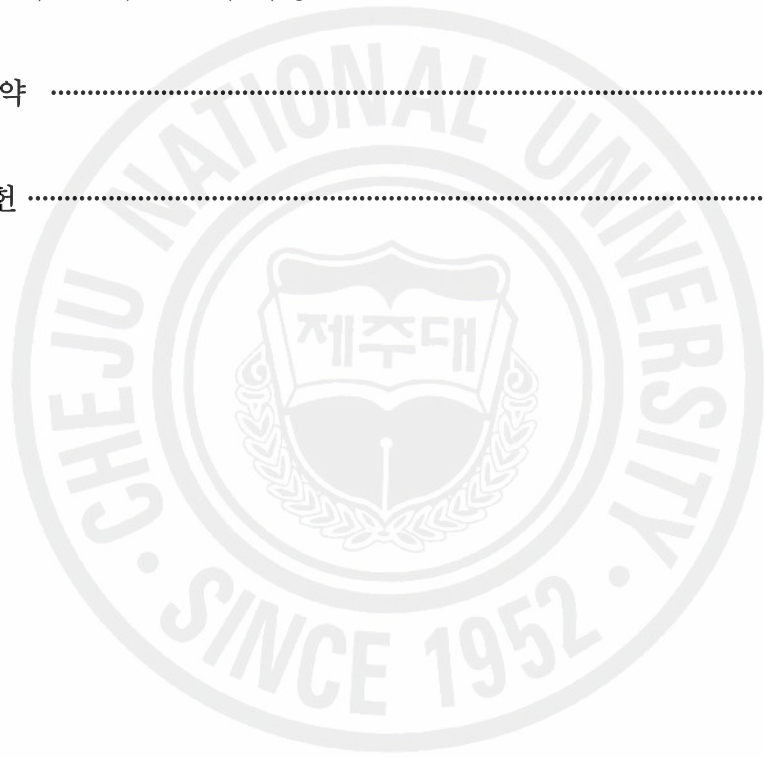
委員 金 洙 賢 印

# 목 차

Summary .....	iv
I. 서 론 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	6
1. 영귤의 수확시기별 가공적성 분석 .....	6
1) 분석시료 .....	6
2) 과실의 물리적 특성 .....	6
3) 착즙액의 이화학적 특성 .....	6
2. 가공용 영귤의 성분분석 .....	8
1) 분석시료 .....	8
2) 과실의 부위별 영양성분 분석 .....	8
(1) 일반성분 분석 .....	8
(2) 무기질 .....	8
3) 과즙의 유기산 분석 .....	9
4) 과즙의 아미노산분석 .....	10
5) 과실의 잔류농약 검사 .....	10
3. 영귤의 가공조건 설정 .....	12
1) 저장조건 및 부패율 조사 .....	12
2) 착즙방법의 선정 .....	12
3) 착즙액의 총 플라보노이드 함량 .....	12
4) 영귤의 가공조건 설정 .....	13

4. 가공용 영골착즙액 이용 소스류 제조 .....	13
1) 실험재료 .....	13
2) 소스류 제조 .....	13
(1) 간장소스 .....	13
(2) 어간장소스 .....	14
(3) 멸치젓소스 .....	14
(4) 자리젓소스 .....	15
(5) 혼합 조미소스 베이스 .....	15
3) 저장기간에 따른 소스류의 pH와 산도측정 .....	15
5. 관능검사 .....	16
Ⅲ. 결과 및 고찰 .....	19
1. 영골의 수확 시기별 가공적성 .....	19
1) 외형적 특성 변화 .....	19
2) 이화학적 특성 변화 .....	20
2. 가공용 영골과즙의 성분함량 .....	21
1) 영골과즙의 영양성분 함량 .....	21
2) 영골과즙의 유기산 및 아미노산 함량 .....	21
3) 과즙가공용 영골의 잔류농약검사 .....	22
3. 영골 착즙액의 가공 .....	24
1) 가공용 영골의 저장 및 부패율 .....	24
2) 가공착즙방법의 선정 .....	25
3) 영골즙의 가공제조 공정 .....	26
(1) 영골의 세척 .....	26
(2) 분쇄 및 착즙 .....	27

(3) 유분리 및 펄프제거 .....	27
(4) 예열, 탈기, 균질 및 살균공정 .....	28
(5) 무균 완충, 충전, 포장 .....	28
<b>4. 가공 영귤즙을 이용한 소스류의 제조 .....</b>	<b>29</b>
1) 전통 발효식품에 영귤즙을 첨가한 응용소스의 품질특성 .....	29
(1) 발효조미 식품의 이화학적 및 관능적 특성 .....	29
(2) 영귤첨가 발효식품소스의 저장 중 관능적 품질 차이식별 .....	32
2) 혼합조미소스의 관능적 특성 .....	34
<b>IV. 요약 .....</b>	<b>37</b>
<b>참 고 문 헌 .....</b>	<b>39</b>



# Physicochemical and Processing Properties of Organic *Citrus sudachi* and Sauces Making

Young-Jin Choi

*Department of Industrial Life Science and Technology  
Graduate School of Industry  
Cheju National University*

*Supervised by Professor Yeung-Joo Kang*

## Summary

*Citrus sudachi* is a small, round, green citrus fruit that is relatively unknown outside Jeju, where it is used alongside another citrus fruit, the yuzu and lemon. It is considered to have a zestier flavor and aroma than lemons or yuzu. For these reasons, it is the very useful citrus fruit as ingredients including sauce or additives. In this study was performed to investigate physiochemical and processing properties of *Citrus sudachi* cultivated by organic farming that excludes the use of synthetic fertilizers and pesticides, and then to make sauces with sudachi juice. The results of the present study were as follows;

1) The size and weight of sudachi was increased in accordance with its ripeness. It was almost ripe in the mid-september to the beginning of October. When the sudachi was ripe, the extracted juice rate was on the rise and the thickness of its peel was reduced, sugar level and pH were on the increase; however, total acidity and vitamin C were on the decline, and its special fragrance disappeared. Its green color was turned into yellow in the end of October. The fragrance was reduced by half. Citric acid accounted for 5.5 %, it meant, 92 % out of total organic acid (6.08 %). There were 17 kinds of amino acids.

2) In order to examine the septic rate of sudachi were divided three types of storage methods of the fruits, a normal temperature storage, a low temperature storage ( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) and a low temperature PF (polyethylen film) packing storage. First, the septic rate in the normal temperature storage reached up to 55 % on the third day after the storage. The sudachi lost its productive value on the fifth day. Second, when it came to a low temperature storage, packing the sudachi in the PF had the low septic rate. Accordingly, it could be possible to store the sudachi for 5 days after harvested. In terms of a sudachi juice-extracting method, it was selected the Cursh-screw press type, because the extracted juice rate went up by 65 %, flavonoid, a biologically active substance of the peel, was fully activated. However, if refined elements of the peel are excessively mixed, the smell of acidification could occur when it was stored and distributed.

3) An experiment was conducted on a sauce group with extracted juice instead of vinegar when making sauce with soy sauce, hot pepper paste, salted anchovies and pickled damsel fish. By doing this, it was examined if both had different tastes. The result showed they had significant difference.



As the result of acceptance on the sauce added with extracted juice, it was found that it was superior to the sauce made from vinegar. They were kept in cold storage for 60 days; however, there were no difference. If the sauce with extracted juice is kept in a refrigerator, its quality can remain stabilized at least within two months.

In conclusion, considering the aroma of *citrus sudachi* and acid content, it is desirable to harvest them in mid-September. Moreover, the oranges classified as damaged fruit of its peel has to be processed within two days if they are kept in a normal temperature storage. In order to put useful substances of its rind into sudachi juice, it is necessary to have the Cursh-screw press type, and include procedures of separation, sterilization, homogenization and air eradication to make processed products. In addition, it is possible to use processed goods made from the extracted juice of *citrus sudachi* as all kinds of seasonings. Therefore, imported lemons or limes can be replaced with *Citrus sudachi*.

## I. 서론

영귤(*Citrus sudachi* Hort. ex Shirai, 瀛橘)은 식물분류학적으로 운향과(Rutaceae) 감귤속 후생감귤아속(後生柑橘亞屬)에 속하는 유자의 근친종이다. 원산지 및 주 재배지는 일본 시고구(四國)섬에 위치한 도쿠시마현(徳島縣)이며, 2005년 재배면적은 516ha이고 그 생산량은 6,480톤에 달한다(徳島縣 統計情報, 2006). 서양의 향산감귤(라임, 레몬)처럼 영귤은 특유의 향과 상쾌한 맛(savory taste)이 풍부하기 때문에, 이 지역에서는 향토요리(생선회, 생선구이, 즈께모노, 소바, 우동, 냄비요리)의 조미료 및 알콜 음료의 향미제로서 널리 이용되어 오고 있다.(Sugisawa 등, 1989; Tamura 등, 1994). 일본에서 재배초기에 가정과수로 택지에 1~2그루 씩 방임적으로 재배하여 필요에 따라 수확해 식용초로 이용할 당시에는 흔히 ‘초를 짜는 귤’이라 하여 ‘스다찌(すだち)’, ‘산귤(酸橘)’, ‘소립(巢粒)’, ‘초립(醋粒)’, ‘초귤(醋橘)’, ‘초단(醋斷)’등으로 불리다가, 1957년 도쿠시마 ‘오르노지구 과수연구동지회(鬼龍野地區 果樹研究會)’를 중심으로 본격적인 재배가 이루어지면서 스다찌(すだち)로 통일하여 부르고 있다(www.nissn-shurui.co.jp). 제주도에는 80년대 초 일부 독농가가 일본으로부터 도입하여 재배하기 시작한 것이 시초이다. 당시에는 일본명 그대로 스다찌(すだち)라고 부르다가 1997년 10월경 ‘제주도관광농업진흥회’에서 ‘신선이 살만한 곳’이란 옛 제주의 명칭인 영주(瀛州)의 영을 따서 영귤(瀛橘)이라고 명명하였다(이, 2003). 최근 일부 연구자는 영귤(瀛橘)이라는 명칭은 소비자들이 온주감귤의 미숙과로 오인하는 경우가 많고 본래 용도에 부합되는 이름과 달라 소비자들에게 홍보하는데 문제가 있기 때문에, ‘초귤(醋橘)’이라는 명칭을 사용하기도 한다(오 등, 2007).

영귤은 과피가 녹색인 청과 상태일 때 고유의 향과 신맛이 가장 강하나 완숙기에 이르면 향과 산이 소실되어 품질이 저하되므로, 일반적으로 미숙과 상태인 9~10월경에 수확한다. 영귤의 크기는 직경 약 40mm, 무게는 35g 내외이며 과피의 두께는 2mm 정도로 작고 동그란 형이다. 전체 중량의 65.4±0.5%는 과육이고, 껍질은 30.6±1.2%, 씨는 1.1±0.5%정도이며, 착즙율은 전체무게의 27.5±1.0%정도이다(김, 1994). 제주산 영귤과육의 일반성분은 수분 91~92%, 단백질 0.4~0.5%,

지방 1.1~1.2%, 탄수화물 6.2~6.7%, 회분 0.2%이고, 비타민 C는 34.8~58.8%, 산도는 5.1~6.8%이다(이, 1999). 또 일본 도쿠시마산 영귤과즙(착즙수율 27%, 과피율 30%)의 경우 수분 92.9%, 단백질 0.5%, 지질 0.1%, 탄수화물 6.1%, 회분 0.3% 등이다(日本食品標準成分表, 1996). 영귤의 향기성분은 limonene을 중심으로 한 monoterpenoidhydro-carbon, linalool을 중심으로 한 monoterpenoid 등 100여 성분이 존재한다고 알려졌다(Yang 등, 1992). 이와 같이 제주산 영귤도 일본산과 마찬가지로 산 함량이 높고 성분조성도 유사하므로 생과용으로는 적절하지 못하나 신맛과 향을 이용한 가공식품에 첨가재로는 적절하다고 사료된다.

지금까지 영귤에 관한 연구는 주로 일본 도쿠시마대학 연구진들에 의해 수행되어왔으며, 국내에서는 1990년대 말에서 2000년대 초 한국식품연구원에서 주관한 자연초의 제조시험과 가공 및 산업화 기술개발(이 등, 1998) 등이 있었다. 그리고 호텔요리 및 전통요리의 응용연구(오 등, 2001) 등 영귤의 가공 상품화를 위한 기초 및 응용연구가 진행되었고, 단편적인 연구로는 감귤품종별 이화학적 성분(고와 김, 1995; 김 등, 1995; 김 등, 1996), 감귤류의 성숙기에 따른 이화학적 성분 변화(송 등, 1998) 등이 보고되었다. 이와 같이 국내에서 일시적으로 연구가 진행되었던 것은 제주감귤농업협동조합에서 영귤 재배면적을 확대함으로써 감귤 대체작목으로 장려하기 위한 정책지원에 기인한 것이며, 그 후 영귤의 판로개척 및 소비가 부진한 관계로 영귤의 확대보급 정책을 폐기하자 연구가 더 이상 진행되지 않았던 것으로 판단된다. 당시 영귤을 이용한 가공제품으로는 비누와 향장품이 시판된 바 있고, 가공식품은 시제품 수준에 머물렀고 시판되지는 못하였다(오 등, 2007).

반면, 일본에서는 1970년대 말부터 2007년 현재까지 저장 및 식품가공, 정유성분, 영양 및 생리기능성, 플라보노이드, 성분특성, 종자의 특성 등 다양한 분야에 대해서 지속적으로 연구되어 오고 있는데, ① 성분특성에 대한 연구로는 향산감귤의 유기산과 당류조성 비교(Sawamura와 Kusunose, 1979), 성숙시기별 산도변화(Yamaki, 1989), 영귤 과피의 terpenoid 분리 동정(Sawabe 등, 1996) 등이 있고, ② 플라보노이드에 관한 연구는 영귤에 존재하는 flavones의 동정 및 조성(Horie와 Nakayama, 1981), 영귤의 limonoid 생합성경로 조사(Hashinaga 등, 1990), 영귤의 Ichangensin glucoside(Ozaki 등, 1991), ③ 영귤종자의 특성에 대

한 연구는 영귤종자의 지질 특성(Kobayashi 등, 1985), 영귤종자의 limonoid 함량 조사(Hashinaga와 Hasegawa, 1989) 등, ④ 정유성분에 대한 연구는 영귤과피의 정유성분 조사(Sugisawa 등, 1989), 영귤 cold press 추출액의 정유성분 특성(Sawamura 등, 1994; Njoroge 등, 1995), 영귤과피의 정유성분 향기특성(Yang 등, 1992; Tamura 등, 1994), ⑤ 저장 및 가공분야의 연구는 가스종류 및 온도조건에 따른 영귤의 저장조건(Tanusi, 1978), CA저장 중 영귤의 Vitamin C 함량변화(Tanusi와 Yamamoto, 1981), 영귤의 이산화질소하에서 저장 시 Vitamin C 함량변화(Tanusi, 1982), 영귤의 저온저장 시 저장성(Kitagawa 등, 1982), 영귤 이용 지물의 개발(Kawaguchi, 1989), 영귤 착즙액을 이용한 두부제조(Tajiri, 1993), 영귤 이용 식품첨가물 개발(Ikushima 등, 1994), ⑥ 영양 및 생리 기능성에 대한 연구는 영귤과피에 존재하는 flavonoid의 혈압조절효과(Kumamoto 등, 1985), 영귤과즙의 칼슘흡수 촉진효과(Nii 등, 2004), 영귤과즙의 항돌연변이효과(Higashimoto 등, 1998) 등에 대하여 연구수행되어왔다. 이러한 연구결과를 바탕으로 일본 도쿠시마현 농업협동조합농산공장(徳島市農業協同組合農産工場, 1995)에서는 영귤가공품을 지역특산품으로 가공하여 지역경제의 활성화에 크게 기여하고 있다. 2008년 3월 동경 도쿠시마 특산물전문점에서 영귤제품을 조사한 바에 의하면, 고기를 구울 때 첨가하여 조리토록 한 제품, 생선구이 등 비린내 제거용, 절임류에 사용하는 조미액, 신선한 채소와 과일을 기초로 한 소스류, 국물요리 첨가용, 식초대용품, 간장을 혼합한 배합소스류, 마멀레이드, 된장, 탄산음료, 주류 등이 시판되고 있는 실정이다.

이와 같이 영귤은 향과 신맛을 중시하는 가정요리 및 외식업체의 조미소재로서 다양한 가공제품으로 개발하여 활용할 수 있는 잠재적 가치가 높은 향산감귤이다. 영귤은 생과용보다는 조미소재로 이용되는 특수성을 감안하면 1-2차 산업의 연계 즉, 재배생산과 가공의 연계는 필연적인 관계를 갖고 있기 때문에, 가공기술개발은 영귤의 대체작목으로 자리를 잡을 수 있는 근간이 될 뿐만 아니라 고부가 가치 창출이 가능하다. 따라서 일본의 가공식품을 모델로 삼아 연중 이용 가능한 영귤 착즙액의 가공제품화는 제주산 영귤의 안정생산을 위해 매우 중요한 사안이다. 특히 한-미 FTA협상으로 관세가 완전 철폐 될 경우 10년간 감관 조수의 2조여원의 피해가 예상되는 등 국가 간 경쟁이 날로 심화됨에 따라(제주

특별자치도, 2006), 향후 제주 감귤산업의 경쟁력을 제고시켜야하는 과제를 안고 있다. 이에 대한 대안으로서 영귤은 온주감귤을 부분적으로 대체할 수 있는 작목 중의 하나로 부각시킬 수 있을 것이다.

지난 1999년 제주에서는 영귤 재배면적 약 30ha에 영귤 150톤이 생산되었고, 2010년까지 재배면적 200ha 생산량 4,000톤을 목표로 재배를 장려한 바 있다(제주 감귤협동조합, 2000). 그러나 최근 도내 영귤재배 현황을 파악한 바에 의하면 2007년 현재 재배면적과 생산량은 각각 4ha와 20여 톤에 불과한 실정이다. 이와 같이 10년 전에 비해 재배면적이 급감한 원인은 일본인의 식습관과 다른 한국인에게 산도가 높은 품종의 과실을 홍보하는 데는 한계가 있었기 때문이다. 무엇보다도 영귤의 용도발굴이 부족하여 소비와 직접 연결시키지 못하였고, 연중 이용 가능한 영귤 착즙액의 가공제품 생산과 유통이 이루어지지 못함에 따라 항구적 수요처 확보에 어려움이 있어 재배농가들의 폐원 처리에 기인된 것이다. 다만 현재 20여 톤이 소비된 것은 그동안 영귤의 생산과 판매과정에서 고정 수요처(일식전문점, 호텔식당 등)를 확보한 결과이다. 영귤은 수입산 레몬(또는 라임)과 거의 동일한 목적으로 사용되고 있는 점을 감안할 때, 수입산 레몬을 국내산 영귤로 대체하는 것이 가능하다. 레몬의 수입은 1993년 2843톤을 시작으로 지난 2006년에는 사과 4,896톤, 냉동과즙 1,401톤을 수입하는(주요 수입국가 미국, 칠레) 등 매년 증가 추세에 있다(농림부 수입검역통계연보, 2006). 향후, 영귤의 재배면적을 늘릴 경우 영귤을 레몬 대용으로 사용함으로써 수입산 향산감귤의 수입 대체효과가 기대된다. 현재, 호텔 및 일반 일식당에서 사용되는 감귤소스는 전량 일본으로부터 수입되고 있는 실정이다. 아울러 한-일 FTA 협정이 이루어질 경우, 일본은 영귤의 주 소비국가 인데 일본 수출을 목적으로 영귤 착즙액 및 이를 가공한 각종 조미소스류의 상품화 가능성은 매우 높다 하겠다. 또한 앞으로 식생활의 간편화 등에 힘입어 소스류의 소비는 크게 증가할 것으로 예상되므로 천연성을 추구하는 웰빙시대에 맞춘 천연 기능성 조미액과 소스류는 외식산업의 발전에도 필요하다고 사료된다.

지금까지 일부 감귤류(레몬, 유자 등)를 이용한 조미액 및 소스류는 사과를 직접 착즙하여 소스에 첨가하거나 착즙액을 식품에 가하는 등 비 가공 수작업을 통한 이용이 대부분이었다. 이러한 방법은 감귤생산의 계절성 그리고 보존성 및

편의성의 결여에 의해 이들의 소비에 매우 제한적일 수밖에 없다. 따라서 영귤 성수기에 다량 착즙하고 다양한 소재를 조합하여 저장성과 편의성이 향상된 제품으로 가공할 수 있는 제조공정 및 신제품 개발 등 기술혁신이 필요하다. 특히 청에 공보된 감귤류 조미액 및 소스류에 대한 국내 관련기술을 보면 ① 유자과즙을 발효시킨 식초제조방법, ② 유자엑기스를 원료로 한 소스 및 식초 그리고 양념간장을 제조하는 방법, ③ 감귤액을 발효한 양조식초 및 이의 제조방법, ④ 감귤 발효액과 그것을 함유한 장류와 그 제조방법, ⑤ 감귤을 이용한 천연 감귤초 제조방법, ⑥ 영귤을 이용한 돼지갈비 양념액 등이 있다. 그러나 이와 같은 기술은 남해안 지역에서 생산된 유자나 감귤주스를 이용한 것이며 제주산 영귤에 관한 기술은 매우 제한적이다. 또한 조미액과 소스의 중요한 품질평가요소인 풍미를 향상 시키는 기술이 아니기 때문에 소스의 향미요인이 보장되지 못한 단점이 내재되어 있다.

따라서 본 연구에서는 도내 H영농조합법인에서 유기농으로 재배된 영귤을 ① 수확시기별로 채집하여 외형적·이화학적 특성변화를 분석하여 최적 수확시기 판정 및 가공적성을 평가하고, ② 가공용 영귤의 저장 중 안정성을 평가하여 수확 후 관리기술을 확립하며, ③ 영귤과피의 생리활성물질을 과즙에 이행시켜 유기농 과실의 생리기능성을 반영한 제조공정을 검토함으로써 영귤과즙을 연중 이용할 수 있는 가공제품을 개발하고, ④ 이를 이용한 소스류(혼합조미소스, 전통발효식품 응용소스)의 제조시험을 수행하여 과즙의 적용 가능성을 평가하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 영귤의 수확시기별 가공적성 분석

#### 1) 분석시료

본 연구에서 영귤(*Citrus sudachi hort ex Shirai*; 스타치酢橘)은 제주시 영평동에서 무농약(인증 번호: 제 18-01-3-54, 국립농산물품질관리원)으로 재배된 녹색의 미숙상태의 것을 사용하였다. 영귤 나무의 선정은 농장에서 과수의 동서남북 방향에서 비슷한 나무의 크기 및 나무에 달린 과실 수량을 고려하여 20그루를 지정하고 일정 표지를 붙여 따로 분류하여 계약서에 의거 관리하였다. 시료는 영귤의 식용 가능기인 8월 26일부터 시작하여 과숙기인 10월 26일 까지 약 20일 간격으로 나무의 중간 부위에 달린 중간 크기의 과실을 각 나무 당 4개씩 채취하여 흐르는 물에 세척하였으며, 실험에 사용될 때까지 포장지에 진공포장하여 저온(5℃)에서 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

#### 2) 과실의 물리적 특성

영귤 20개를 택하여 과실의 주요 특성을 측정하였다. 과실의 중량은 저울(accuracy 0.1gm; Metler, Germany)로 칭량하였으며, 횡경과 종경 및 과피두께는 칼리퍼(Mitutoyo, Digimatic Caliper/CD20cp, Japan)로 측정하였고, 과형지수는 <횡경/종경 x 100>으로 계산하였다. 착즙율은 일정 중량의 영귤 20개를 무작위로 취하여 착즙기(Hamilton Beach/Model No. 932, USA)에서 압착한 후, 착즙액의 중량을 달아서 그 수율을 구하였다(이, 1999).

#### 3) 착즙액의 이화학적 특성

°Brix는 굴절당도계(Refractometer PR-100 ATAGO, Japan)로 pH는 pH-meter(HANA/HI 916C, Portugal)로 측정하였고, 총산도(total acidity)는 착즙액 5ml에 증류수 20ml를 가한 후 0.1N NaOH 용액으로 자동적정기(Digital Pro, Zecone, England)를 사용하여 적정한 다음, 구연산으로 환산하였다. 비타민 C는

착즙액 5ml를 취하여 5% metaphosphoric acid로 추출하고, 100ml로 정용한 것을 0.45 $\mu$ m membrane filter(ADVANTEC, DISMIC-24cs)로 여과하여 HPLC(Agient Technologies 1200Series, USA)에 의하여 분석하였으며(김 등, 2001), 분석조건은 Table 1과 같다. 영귤향은 제주한라대학 호텔조리과 학생 30명을 선정하여 본 실험의 목적을 설명하고 2006년도 수확기에 착즙 저장된 시료와 2007년도 산 착즙액을 상호 비교하는 간단한 관능평가를 통하여 영귤향을 인식하도록 예비훈련을 하였다. 본 관능평가는 유리컵에 과즙 20ml씩 담아 제공하였으며 7점척도로 평가하였다.

Table 1. Conditions of HPLC for vitamin C analysis

Column	ZORBAX SB-C8
Detector	UV(245nm)
Mobile phase	A: 50mM NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH 2.5, 90%), methanol (10%) B: 50mM NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH 2.5, 10%), methanol (90%) A solution 30%; B solution 70%
Flow rate	1.0ml/min
Injection volume	10 $\mu$ l
Column temp.	Room temp.



## 2. 가공용 영귤의 성분분석

### 1) 분석시료

영귤 수확기인 9월 20일 분석 대상 영귤목에서 중간크기의 과실을 채취하였으며, 이때 영귤의 품질특성을 고려한 평균값을 나타내고자 각 나무 당 3~5개의 과일을 택하였다. 과실 전체의 분석을 위한 시료는 20개의 과실을 믹서(Commercial Food Preparing Machine, HALLDE VCB-62, Sweden)로 30초 간격으로 4회 반복하여 마쇄하여 분석시료로 사용하였다. 과피는 과실꼭지의 반대쪽 부분에서 십자모양으로 껍질부분만 칼집을 넣은 다음, 껍질과 과육사이에 티수푼을 넣어 과육을 도려낸 후 믹서에 마쇄하여 준비하였고, 과즙은 착즙기(Hamilton Beach/Model No. 932, USA)에서 압착 착즙한 것을 사용하였다.

### 2) 과실의 부위별 영양성분 분석

#### (1) 일반성분 분석

일반성분분석은 AOAC 방법(채 등, 2007)에 기초하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조지방함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 Semimicro Kjeldahl법으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조섬유 함량은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 분해법, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다(이, 1999). 또한 탄수화물함량은 계산법으로 산출하였다. °Brix, pH, 총산, 그리고 비타민 C의 함량은 전술한 방법에 준하여 측정였다.

#### (2) 무기질

무기질함량은 식품공전(식품의약품 안정청, 2007)에 준해서 분석하였다. 과피는 약 3g, 과즙은 약 5g을 회화용 도가니에 취하여 500°C에서 회화한 후 탈이온 증류수 10여 방울과 질산용액(HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>O = 1 : 1 희석액) 3ml를 가하고 100°C 열판에서 과량의 질산을 제거하였다. 이를 다시 500°C 회화로에서 1시간 동안 회화시킨 다음 염산용액(HCl : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 10ml에 용해한 다음, 탈이온수로 50ml가 되게 정용하여 ICP-AES(Jovin Yvon JY 138 Plus, France)로 분석하였다. 표준물

질로는 ICP-AES용 Na, Ca, K, Fe를 0.1, 1, 10ppm으로 조제하여 3점을 이용한 검량곡선을 작성하여 분석하였고 분석조건은 Table 2와 같다. 인은 Molybdenum blue 비색법을 사용하여 540nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다(이, 1999).

Table 2. Conditions of ICP-ASE for mineral analysis

Power	1Kw for aqueous
Nebulizer pressure	3.5 bars for main hard type C
Aerosol flower rate(Ar)	0.3ℓ/min
Auxiliary gas flow(Ar)	0.3ℓ/min
Cooling gas(Ar)	12ℓ/min
Wavelength(nm)	Ca 393.366
	K 766.490
	Fe 238.204
	Mg 279.533
	Na 588.995

### 3) 과즙의 유기산 분석

유기산은 착즙액을 100ml로 정용한 것을 0.45 $\mu$ m membrane filter(ADVANTEC, DISMIC-24cs)로 여과하여 HPLC(Agilent Technologies 1200Series, USA)에 의하여 분석하였으며(김 등, 2001), 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Conditions of HPLC for organic acids analysis

Column	ZORBAX SB-Aq
Detector	UV(210nm)
Mobile phase	Acetonitrile(10%)/20mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH 2.4, 90%)
Flow rate	1.0ml/min
Injection volume	10 $\mu$ l
Column temp.	35 $^{\circ}$ C

#### 4) 과즙의 아미노산 분석

영귤과즙 1ml를 vial에 넣고 진공건조 후 phenylisothiocyanate로 유도체화 하여 완전 건조 후 1.4mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH<sub>3</sub>CN, pH 6.3의 용액 200 $\mu$ l에 녹여 0.45 $\mu$ m membrane filter를 통과시킨 후 Table 4의 조건에 따라 HPLC(Waters PicoTag system, USA)로 분석하였다(김 등, 2001).

Table 4. Conditions of HPLC for amino acids analysis

Column	PicoTag 8.5x300mm
Pump	Waters 510
Injector	Waters 712 WISP
Detector	Photodiode array detector Waters 900 at 254nm
Mobile phase	A: 1.4mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH <sub>3</sub> CN, pH 6.3 B: 60% CH <sub>3</sub> CN
Flow rate	1.0ml/min
Injection volume	10 $\mu$ l
Column temp.	35 $^{\circ}$ C

#### 5) 과실의 잔류농약 검사

영귤과실(2007년 9월 5일 수확, 세척하지 않은 것)을 식품공전(식품의약품안전청, 2007)의 농약잔류량 시험방법에 의거 아세토클로르(acetochlor)의 188항목에 대하여 제주특별자치도 보건환경 연구원에 의뢰하여 분석하였다(Table 5).

Table 5. Analysis list of insecticide residue in *Citrus sudachi*

name	residue (ppm)	name	residue (ppm)	name	residue (ppm)
Acetochlor(아세트클로르)	5	Fenamiphos(페나미포스)	0.2	Oxadixyl(옥사딕실)	2.0
Acrinathrin(아크리나스린)	0.5	Fenarimol(페나리몰)	0.5	Oxyfluorfen(옥시플루오르펜)	0.05
Alachlor(알라클로르)	0.2	Fenazaquin(페나자퀸)	0.5	Paclobutrazol(파클로부트트라졸)	0.05
Aldim(알딤)	0.01	Fenbuconazole(펜부코나졸)	1.0	Parathion(파라치온)	0.3
Anilofos(아닐로포스)	0.05	Fenhexamid(펜헥사미드)	1.0	Parathion-methyl(파라티온-메틸)	0.2
Azinphos-methyl(아진포스-메틸)	1.0	Fenitrothion(페니트로치온)	0.2	Penconazole(펜코나졸)	0.2
Azoxystrobin(아зок시스트로빈)	1.0	Fenothiocarb(페노치오카브)	1.0	Pendimethalin(펜디메타린)	0.05
BHC(비에치씨)	0.2	Fenoxanil(페녹사닐)	0.5	Permethrin(페메스린)	0.5
Bifenthrin(비펜스린)	0.05	Fenoxycarb(페녹시카브)	0.5	Phenthoate(펜토에이트)	0.2
Bromacil(브로마실)	0.1	Fenpropathrin(펜프로파스린)	0.5	Phosalone(포사론)	1.0
Bromopropylate(브로모프로필레이트)	5.0	Fenthion(펜치온)	0.2	Phosmet(포스메트)	5.0
Butachlor(부타클로르)	0.1	Fenvalerate(펜발러레이트)	2.0	Phosphamidone(포스파미돈)	0.4
Captafol(캡타폴)	0.5	Fipronil(피프로닐)	0.1	Phoxim(폭심)	0.1
Captan(캡탄)	10.0	Fluazinam(후루아지남)	0.3	Pirimicarb(피리미카브)	0.05
Carbophenothion(카보페노치온)	0.8	Fludioxonil(후루디옥소닐)	0.3	Pirimiphos-ethyl(피리미포스-에틸)	0.1
Carboxin(카복신)	0.2	Flufenacet(플루페나셀)	0.05	Pirimiphos-methyl(피리미포스-메틸)	1.0
Chinomethionat(치노메치오네이트)	0.5	Fluquinconazole(플루킨코나졸)	1.0	Pretilachlor(프리틸라클로르)	0.1
Chlordane(클로르단)	0.02	Flusilazole(플루실라졸)	0.5	Probenazole(프로베나졸)	0.1
Chlorfenapyr(클로르헨아피르)	0.5	Flusulfamide(플루설파마이드)	0.05	Prochloraz(프로클로라즈)	0.5
Chlorfenvinphos(클로르펜빈포스)	1.0	Flutolanil(플루톨라닐)	1.0	Procymidone(프로시미돈)	0.1
Chlorobenzilate(클로르벤질레이트)	1.0	Fluvalirate(플루발리네이트)	0.3	Profenofos(프로페노포스)	2.0
Chlorothalonil(클로르타라닐)	1.0	Folpet(폴페트)	2.0	Prometryn(프로메트린)	0.5
Chlorpyrifos(클로르피리포스)	0.5	Fosthiazate(포스치아제이트)	0.05	Propanil(프로파닐)	0.2
Cinosulfuron(씨노설파루론)	0.05	Fthalide(프탈리드)	1.0	Propoxur(프로폭서)	0.1
Cyfluthrin(사이플루스린)	2.0	Heptachlor(헵타크로르)	0.01	Prothiofos(프로치오포스)	0.05
Cyhalothrin(싸이할로스린)	1.0	Hexaconazole(헥사코나졸)	0.3	Pyraclofos(피라클로포스)	0.1
Cypermethrin(싸이페메스린)	2.0	Hexaflumuron(헥사플루무론)	0.5	Pyrazophos(피라조포스)	0.1
Cyprodinil(싸이프로디닐)	1.0	Imazalil(이마자릴)	5.0	Pyributicarb(피리부티카브)	0.05
DDT(디디티)	0.1	Imibenconazole(이미벤코나졸)	0.3	Pyridaben(피리다벤)	2.0
Deltamethrin(델타메스린)	0.05	Indanofan(인다노판)	0.1	Pyridaphenthion(피리다펜치온)	0.2
Diazinon(다이아지논)	0.1	Indoxacarb(인독사카브)	0.05	Pyrimethanil(피리메타닐)	2.0
Dichlofluanid(디클로플루아니드)	15.0	Iprobenfos(이프oben포스)	0.2	Pyrimidifen(피리미디펜)	0.2
Dichlorvos(DDVP)(디클로보스)	0.1	Iprodione(이프르디온)	3.0	Pyriminobac-methyl(피리미노박-메틸)	0.05
Diclofop-methyl(디클로포프-메틸)	0.1	Isazofos(이사조포스)	0.01	Pyroquilon(피로퀼론)	0.1
Dicloran(디클로란)	10.0	Isofenphos(이소펜포스)	0.02	Quintozen(퀸토젠)	0.2
Dicofol(디코폴)	1.0	Isoprothiolane(이소프로치오란)	0.5	Simazine(시마진)	0.2
Dieldrin(디엘드린)	0.01	Isoprocarb(이소프로카브)	0.3	Tebufenpyrad(테부펜피라드)	0.5
Diethofencarb(디에토펬카프)	0.3	Kresoxim-methyl(크레소심-메틸)	2.0	Teflubenzuron(테플루벤주론)	0.2
Dimepiperate(디메피퍼레이트)	0.05	Lufenuron(루페누론)	0.2	Tefluthrin(테플루스린)	0.01
Dimethenamid(디메텐아미드)	0.01	Malathion(말라치온)	0.5	Terbufos(터부포스)	0.05
Dimethoate(디메토에이트)	2.0	Mecarbam(메카밤)	2.0	Terbutylazine(터부틸라진)	0.1
Dimethylvinphos(디메칠빈포스)	0.05	Mefenacet(메페나셀)	0.01	Tetradifon(테트라디폰)	2.0
Dinocap(디노캡)	0.1	Mepanipyrim(메파니피림)	5.0	Thifluzamide(티플루자마이드)	0.1
Diphenamid(디펜아미드)	0.1	Mepronil(메프로닐)	0.05	Thiobencarb(티오벤카브)	0.2
Diphenylamine(디페닐아민)	0.01(f)	Metalaxyl(메타락실)	0.05	Thiometon(치오메톤)	0.05
Disulfoton(디설파톤)	0.02	Methidathion(메티다치온)	2.0	Tolclofos-methyl(톨클로포스-메틸)	0.2
Dithiopyr(디치오피르)	0.05	Methoxychlor(메톡시클로르)	14.0	Tolyfluanid(톨릴플루아니드)	2.0
Diuron(디우론)	0.1	Metobromuron(메토브로무론)	0.2	Tralomethrin(트라로메스린)	1.0
Edifenfos(에디펜포스)	0.02	Metolachlor(메톨라클로르)	0.2	Triadimefon(트리아디메폰)	1.0
Endosulfan(엔도설파판)	1.0	Metribuzin(메트리부진)	0.6	Triadimenol(트리아디메놀)	0.5
Endrin(엔드린)	0.01	Mevinphos(메빈포스)	0.2	Triazophos(트리아조포스)	0.05
EPN(이피엔)	0.1	Molinate(몰리네이트)	0.05	Tricyclazole(트리사이클라졸)	0.7
Esprocarb(에스프로카브)	0.1	Myclobutanil(마이클로부타닐)	0.5	Triflumizole(트리플루미졸)	2.0
Ethalfuralin(에탈플루라린)	0.05	Nitrapyrin(니트라피린)	0.1	Trifluralin(트리플루라린)	0.05
Ethion(에치온)	2.0	Novaluron(노발루론)	1.0	Vamidothion(바미도티온)	2.0
Ethoprophos(에토프로포스)	0.02	Nuarimol(누아리몰)	0.1	Vinclozolin(빈클로졸린)	1.0
Etoxazole(에톡사졸)	0.5	Omethoate(오메토에이트)	0.2		
Etrinfos(에트림포스)	0.2	Oxadiazon(옥사디아존)	0.05	others(16)	

### 3. 영귤의 가공조건 설정

#### 1) 저장 조건 및 부패율 조사

손으로 잡아당겨 수확한 영귤 150개를 3가지 컨테이너(CT; container) 박스 처리구 즉, ① 상온저장( $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; 실험 당시 10월 중순 온도) ② 저온저장( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) ③ 저온( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) Polyethylen film(PF)포장 저장 등으로 조건을 설정하였다. 부패율의 판정은 상처가 난 꼭지부위에서 부패가 발생하여 변색 및 연화현상을 기준으로 부패과의 개수를 세어서 계산하였다.

#### 2) 착즙방법의 선정

압착식, 인라인 착즙법 그리고 분쇄-스크류프레스법 등을 검토하여 착즙방법을 선정하고자 하였다. 압착식은 주문 제작된 유압식 압착착즙기(이건과학, 100ℓ, 최대 압축력 3,000kg)를  $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 압력으로 10분간 압착하여 착즙하였다. 인라인 착즙기는 제주지방개발공사 감귤공장에 시설된 착즙기를 이용하였고, 분쇄-스크류프레스형 착즙기는 습식분쇄-스크류프레스 라인(Chopper-Hi Screw Juice Line, #HCM-12,500, 한성분체기계)을 이용하였다.

#### 3) 착즙액의 총 플라보노이드 함량

영귤 착즙액 시료 1g에 50% methanol 50ml를 넣고  $80^{\circ}\text{C}$  water-bath에 넣고 1시간 환류 냉각 추출한 다음, 실온에서 냉각 후 여과하여 100ml로 정용함으로써 시료액을 조제하였다. 시료용액 1ml에 diethylene glycol 10ml를 넣고 충분히 혼합한 다음, 1N NaOH 1ml를 가하여 혼합한 후  $37^{\circ}\text{C}$  water-bath에 넣고 1시간 방치하였다. 이 시료용액을 420nm에서 UV/Vis Spectrophotometer (V-550, JASCO, Japan)로 흡광도를 측정하여 정량하였다. 표준 검량선은 rutin을 50% methanol에 용해하여 25, 50, 100,  $200\mu\text{g}/\text{ml}$ 가 되도록 조제하여 시료와 동일한 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다(이, 1999).

#### 4) 영귤의 가공조건 설정

착즙액을 제조하기 위한 공정은 무농약 친환경 과실의 유래의 고유향미 및 기능성 물질을 과즙에 이행시키며, 착즙수율을 최대화하고, 균질과 살균 등 착즙액 가공에 필요한 제 공정들을 도입하여 영귤의 가공조건을 검토하였다.

### 4. 가공 영귤착즙액 이용 소스류 제조

#### 1) 실험재료

분쇄-스크류프레스 타입 착즙기에서 얻은 영귤과즙을 제주지방개발공사 감귤 공장에 시설된 일부 공정라인을 이용하여 제조한 영귤즙을 소스류(간장소스, 어간장소스, 자리젓소스, 멸치젓 소스) 첨가제로 사용하였다.

#### 2) 소스류 제조

영귤 소스류는 다음과 같이 표준 레시피 중 환만식초(산도 6.5%)를 전부 또는 일부를 영귤즙으로 대체하여 제조하였으며, 제조한 소스류는 Fig. 1과 같다.

##### (1) 간장소스

제주 푸른콩을 이용해 만든 푸른콩 전통 생간장(한라산청정촌, 서귀포시)을 이용하여 환만식초와 영귤즙을 첨가해 초간장소스를 제조하였다. 'Sample 1'은 푸른콩전통간장 300ml에 식초 200ml을 첨가하여 제조하였으며 'Sample 2'는 푸른콩전통간장 300ml에 식초 100ml, 영귤과즙100ml를 혼합하여 제조하였다.

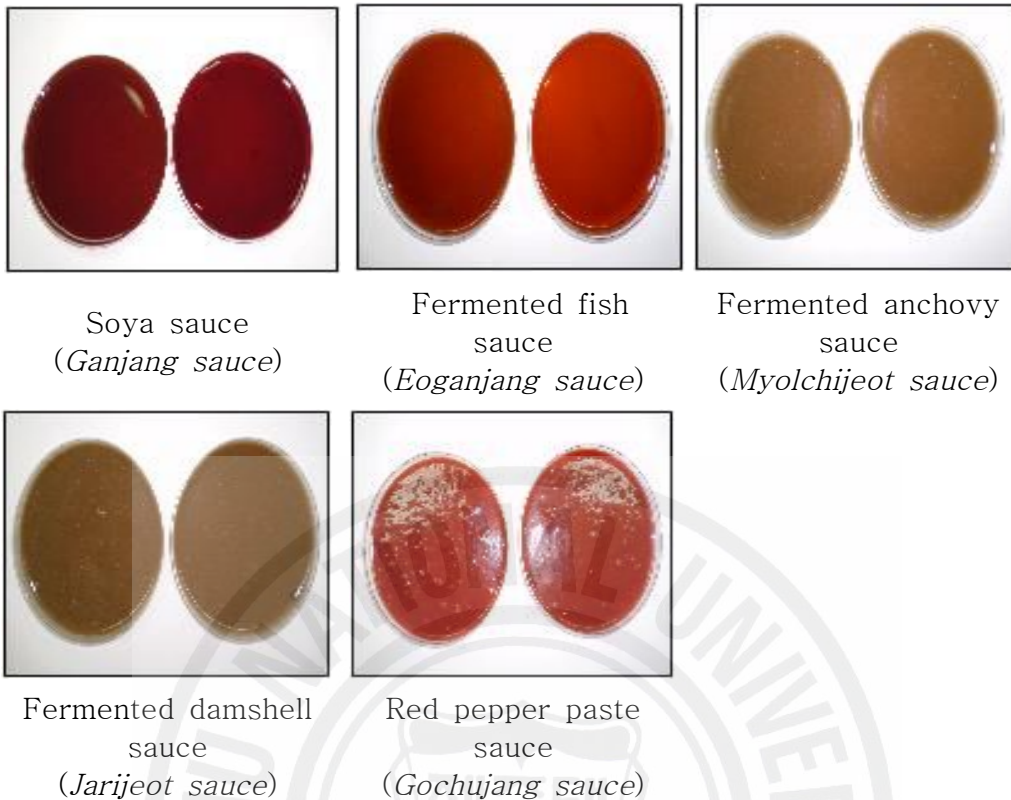


Fig. 1. Sauces combined with *Citrus sudachi* juice.

### (2) 어간장소스

제주전통어간장 ‘어로’(헤어림산지가공, 제주시 구좌읍)를 이용하여 식초와 영귤즙을 첨가해 어간장 소스를 제조하였다. ‘Sample 1’은 어간장 300ml에 식초 200ml을 첨가하여 제조하였으며 ‘Sample 2’는 어간장 300ml에 식초 100ml, 영귤과즙100ml를 혼합하여 제조하였다.

### (3) 멸치젓소스

멸치젓(제다농수산, 제주시) 600g에 물 600ml를 혼합하여 믹서(HALLDE SB-4 Made in Sweden)에서 곱게 분쇄·혼합하여 약불에서 천천히 끓여 체에 걸러 식힌 후 멸치젓국을 제조하여 사용하였다. ‘Sample 1’은 멸치젓국 300ml에 식초 200ml을 첨가하여 제조하였으며 ‘Sample 2’는 멸치젓국 300ml에 식초 100ml, 영귤과즙 100ml를 혼합하여 제조하였다.

(4) 자리젓소스

자리젓(제다농수산, 제주시) 600g에 물 600ml를 혼합하여 믹서(HALLDE SB-4 Made in Sweden)에서 곱게 분쇄·혼합하여 약불에서 천천히 끓여 체에 걸러 식힌 후 자리젓국을 제조하여 사용하였다. ‘Sample 1’은 자리젓국 300ml에 식초 200ml을 첨가하여 제조하였으며 ‘Sample 2’는 자리젓국 300ml에 식초 100ml, 영귤과즙 100ml를 혼합하여 제조하였다.

(5) 혼합조미소스 베이스

샤브샤브 소스, 생선지리소스, 생선회 소스 등 다용도 혼합첨가용 소스를 제조하고자 영귤(*Citrus sudachi*)에 식초, 구연산, 천연오렌지향(SK7508, 서울향료) 및 감귤농축액 등을 베이스로 하고 거기에 소유자(*Citrus junos*), 당유자(*Citrus grandis*), 또는 산귤(*Citrus sunki*) 과즙을 과즙소스를 제조하였다(Table 6).

Table 6. Combination percentage for citrus seasoning making

Sample	citrus juice(%)					Vinegar (%)	Total acidity (%)	Orange essential oil(%)
	<i>Citrus sudachi</i>	<i>Citrus junos</i>	<i>Citrus grandis</i>	<i>Citrus sunki</i>	Mandarin con. juice			
Sample 1	5.4	3.6	-	-	0.3	90	0.6	0.1
Sample 2	5.4	-	3.6	-	0.3	90	0.6	0.1
Sample 3	5.4	-	-	3.6	0.3	90	0.6	0.1

3) 저장기간에 따른 소스류의 pH와 산도 측정

pH는 pH-meter(HANA/HI 916C, Portugal)로 측정하였고, 산도는 소스원액 5ml에 증류수 20ml를 가한 후 0.1N NaOH 용액으로 자동적정기(Digital Pro, Zecone, England)을 사용하여 적정한 다음, 구연산으로 환산하였다(이, 1999).



## 5. 관능검사

간장소스, 어간장소스, 젓갈소스(자리젓, 멸치젓), 등의 관능검사를 위한 패널은 제주한라대학 호텔조리과 학생 30명을 선정하였다. 본 실험의 목적을 설명하고 각 특성치에 대한 훈련을 시킨 후 영굴과즙를 첨가한 소스류와 첨가하지 않은 소스류를 3점검사법(triangle-test, Fig. 2)을 이용하여 차이가 있는지를 분석하였다(김과 이, 1999). 이들 소스의 관능검사는 냄새, 맛과 종합적 기호도에 대하여 실시하였다. 시료는 임의의 3자리수를 기입한 백색 접시에 20ml씩 담아 뚜껑을 덮어 제공하였다. 입속의 후맛과 감각의 둔화 현상을 막기 위하여 동반식품으로 쌀밥을 제공하였으며, 시료 검사 후 광천수로 구강을 헹구도록 하였다. 관능검사 점수는 1점이 항목특성이 가장 약한것/나쁜것에서부터 7점이 가장 높은 강도/가장 높은 기호도 까지 그 정도에 따라 평가하도록 하였다.

이들 소스류의 저장기간에 따른 차이의 유무를 판정하기 위하여 삼점검사를 실시하였다. 또한 혼합조미소스 베이스에 대한 관능적 품질평가는 5점척도법을 이용하여 외관, 향, 맛 및 전반적인 기호도 등을 평가하였다(Fig. 3). 결과는 통계 패키지 SPSS-10의 분산분석(ANOVA) 및 Duncan 다범위비교법을 이용하여 통계처리 하였다.

## 삼점검사

이름 : \_\_\_\_\_

날짜 : \_\_\_\_\_

당신 앞에 3쌍으로 이루어진 5개의 검사물 세트가 있습니다. 1) 주어진 검사물 번호를 빈칸에 기입하여 주시십시오 2) 검사물을 왼쪽에서 오른 쪽 순으로 맛을 보십시오 3) 검사물 3개 중 2개는 같은 검사물이며, 나머지 1개는 다른 것입니다. 각 세트에서 종류가 다르다고 생각되는 검사물을 골라 해당된 칸에 번호를 기입하십시오. 차이가 확실치 않으면 짐작으로라도 결정하십시오.

1	검사물 번호	다른 검사물 번호	비고
2	검사물 번호	다른 검사물 번호	비고
3	검사물 번호	다른 검사물 번호	비고
4	검사물 번호	다른 검사물 번호	비고
5	검사물 번호	다른 검사물 번호	비고

Fig. 2. Triangle-test sheet of sudachi sauces.

### 감귤류조미소스 관능평가지

이름: \_\_\_\_\_

날짜: \_\_\_\_\_

삼다수로 입을 물로 헹군 다음, 왼쪽의 시료부터 평가하여 주십시오. -> 맛을 볼 때는 주스를 입속에 휘둘러서 혀의 전 표면이 젖도록 한다-> 삼다수로 입안을 헹구고 30초 동안 기다린다 -> 반복 실시 한다-> 맛을 본 결과를 하단 용지에 표시하여 주시기 바랍니다.

척 도	점 수
매우 강하다/매우 많다	5
강하다/많다	4
강하지도 약하지도 않다/많지도 적지도 않다	3
약하다/적다	2
매우 약하다/매우 적다	1

항 목		시료번호		
		486	348	232
의 관	감귤류즙색 (적은-많은)			
	탁도 (탁한-맑은)			
향	감귤향 (약한-강한)			
	자극취 (약한-강한)			
맛	신맛 (약한-강한)			
	쓴맛 (약한-강한)			
	단맛 (약한-강한)			
전 반적인 기 호 도 (낮 음-높 음)				
장 려 할 만 한 품 질 특 성	(486)			
	(348)			
	(232)			
개 선 해 야 할 점	(486)			
	(348)			
	(232)			

Fig. 3. Protocol sheet for sensory evaluation of citrus seasoning.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 영귤의 수확시기별 가공적성

##### 1) 외형적 특성 변화

영귤이 식품소재로서 이용 가능한 8월 26일경부터 10월 26일까지 두 달 동안 20일 주기로 채취한 영귤의 과실중량, 횡경, 종경, 과형지수, 과피두께 등 외형적 특성을 비롯한 착즙수율 등 과실의 물리적 특성을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 과실의 중량 및 크기는 9월 중순~10월 초순에 거의 성숙한 상태로 과실이 성숙함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 과즙의 착즙 수율은 과실이 성숙도에 따라 증가하고 과피의 두께는 감소하는 경향을 나타내었으며, 착즙수율은 성숙함에 따라 증가하여 9월 중순에 20여% 수준이던 것이 10월 하순에 30여%에 이르렀고, 과피는 68% 정도 크게 감소하는 현상을 보였다.

Table 7. Changes of physical properties of *Citrus sudachi* fruit during harvest period

Harvest date (month/date)	Fruit weight (g)	Width diameter (mm)	Length diameter (mm)	Fruit index	Peel thickness (mm)	Juice extraction (%)
08/26	21.4	35.0	30.5	114.8	4.02	17.5
09/15	23.7	35.7	31.8	112.3	3.52	21.4
10/06	26.3	38.0	34.4	111.6	3.10	25.8
10/26	27.9	39.2	35.6	110.1	2.41	30.5

2) 이화학적 특성 변화

영귤의 당도, 총산, pH, 비타민 C 등 과즙의 이화학적 성분을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 과실이 성숙함에 따라 당도와 pH는 증가한 반면, 총산과 비타민 C는 감소하기 시작하였다. 특히 총산은 10월 말경에는 5.2%로 9월 15일에 비해 21%나 감소하였다. 이러한 현상은 당합성이 증가되는 현상과 관계있는 것으로 보인다. 또한 영귤의 품질특성으로 고유한 향기가 중요한데, 과실이 성숙되어 감에 따라 향기가 소실되어 녹색이 황색으로 변하기 시작하는 10월 말 경에는 초기의 절반수준으로 감소하였다. 따라서 영귤의 용도는 향과 산을 중시하는 요리소재로 사용되는 점을 감안할 때, 9월 중순~9월말까지를 수확(즉, 적어도 10월 6일 이전)의 중점으로 설정해야 할 것으로 판단된다. 일부 농가에서는 착즙수율을 높이기 위해 10월 말에 수확하는 경우가 있는데, 영귤의 품질특성을 살리는데 한계가 있음을 유의해야 할 것으로 생각된다.

Table 8. Changes of chemical properties of *Citrus sudachi* juice during harvest period

Harvest date (month/date)	°Brix (%)	Total acidity (%)	pH	Vitamin C (mg%)	Sudachi aroma strength
08/26	7.2	6.71	2.2	42.7	very strong
09/15	8.1	6.60	2.3	43.4	very strong
10/06	8.4	5.45	2.8	39.5	strong
10/26	9.0	5.20	3.0	37.4	normal

## 2. 가공용 영귤과즙의 성분함량

### 1) 영귤과즙의 영양성분 함량

영귤(2007년 9월 20일 수확)의 부위별 영양성분 분석결과는 Table 9와 같다. 주요 특징으로는 ① 저나트륨 ② 저지방 ③ 저인산 ④ 고비타민 C(1일 권장량의 약 40% 내외) ⑤ 고유기산 ⑥ 고칼륨 등, 3저3고로 요약할 수 있다.

Table 9. Nutritional composition of Citrus sudachi in different parts

Ingredients	Parts		
	fruit	juice	peel
Miosture(%)	84.9	92.4	78.9
Fat(g)	0.5	0.1	0.5
Protein(g)	1.4	0.4	1.7
Ash(g)	0.6	0.2	0.8
Carbohydrate(g)	12.6	6.9	18.1
Crude fiber(g)	6.9	0.2	12.0
Na(mg)	12.5	10.3	14.6
Ca(mg)	99.6	8.9	155.0
K(mg)	181.2	63.2	180.9
Fe(mg)	0.4	0.1	0.5
P(mg)	25.3	8.1	16.4
Vitamin C(mg)	43.4	39.2	43.7
pH	N.A	2.3	N.A
Total acidity(g)	N.A	6.6	N.A
°Brix	N.A	7.2	N.A

N.A.: not analysed

### 2) 영귤과즙의 유기산 및 아미노산 함량

영귤과즙의 유기산은 구연산(citric acid), 사과산(malic acid), 옥살산(oxalic acid) 등으로 구성되었으며, 이 가운데 구연산이 5.6%로 총유기산 함량(6.08%)의 92%를 차지하였고 사과산과 옥살산은 소량 함유된 것으로 분석되었다(Table 10). 신맛이 강한 하귤의 경우 구연산 함량이 1.47%, 사과산 0.02% 그리고 옥살산 0.03%인 것과 영귤의 유기산 함량을 비교하면, 영귤의 신맛은 구연산 함량이

매우 높으며 또한 신맛의 주요 물질임을 알 수 있었다. 한편 영귤과즙에 존재하는 아미노산은 총 17종(총합량 222.1mg/100g)이며, 이 중 주요 아미노산은 아스파르트산, 글루타민산, 알라닌, 시스테인 등 4종이었다(Table 11).

Table 10. Content of organic acids in *Citrus sudachi* juice and *Citrus natusdaidai* juice (g/100g)

Citrus cultivars	Citric acid	Malic aci	Oxalic acid	Total
<i>Citrus sudachi</i>	5.6	0.32	0.16	6.08
<i>Citrus natusdaidai</i>	2.36	0.02	0.03	2.41

Table 11. Amino acid composition of *Citrus sudachi* juice

Amino acids	Amount (mg/100g)	Amino acids	Amount (mg/100g)
Aspartic acid	110.4	Proline	6.5
Serine	14	Cystein	24.6
Glutamic acid	16.9	Tyrosine	3.0
Glycine	3.2	Valine	3.6
Histidine	0.6	Methionine	1.7
Threonine	2.1	Lysine	5.6
Arginine	3.1	Isoleucine	3.5
Alanine	16.6	Leucine	3.3
Phenylalanine	2.7	-	
Total		222.1	

### 3) 과즙가공용 영귤의 잔류농약검사

식품공전 농약잔류량 시험방법(2007)에 의거 아세트클로르 등 189항목에 대하여 제주도 보건환경 연구원에 의뢰 분석한 결과, 불검출 판정을 받았다(Table 13).

Table 13. Insecticide residue in *Citrus sudachi*

name	residue (ppm)	name	residue (ppm)	name	residue (ppm)
Acetochlor(아세트클로르)	-	Fenamiphos(페나미포스)	-	Oxadixyl(옥사딕실)	-
Acrinathrin(아크리나쓰린)	-	Fenarimol(페나리몰)	-	Oxyfluorfen(옥시플루오르펜)	-
Alachlor(알라클로르)	-	Fenazaquin(페나자퀸)	-	Paclobutrazol(파클로부트라졸)	-
Aldrin(알드린)	-	Fenbuconazole(펜부코나졸)	-	Parathion(파라치온)	-
Anilofos(아닐로포스)	-	Fenhexamid(펜헥사미드)	-	Parathion-methyl(파라티온-메틸)	-
Azinphos-methyl(아진포스-메틸)	-	Fenitrothion(페니트로치온)	-	Penconazole(펜코나졸)	-
Azoxystrobin(아зок시스트로빈)	-	Fenothiocarb(페노티오카브)	-	Pendimethalin(펜디메타린)	-
BHC(비에치씨)	-	Fenoxanil(페녹사닐)	-	Permethrin(페메쓰리)	-
Bifenthrin(비펜쓰리)	-	Fenoxycarb(페녹시카브)	-	Phenthoate(펜토에이트)	-
Bromacil(브로마실)	-	Fenpropathrin(펜프로파쓰린)	-	Phosalone(포사론)	-
Bromopropylate(브로모프로필레이트)	-	Fenthion(펜치온)	-	Phosmet(포스메트)	-
Buthachlor(부타클로르)	-	Fenvalerate(펜발러레이트)	-	Phosphamidone(포스포미돈)	-
Captafol(캡타폴)	-	Fipronil(피프로닐)	-	Phoxim(폭심)	-
Captan(캡탄)	-	Fluazinam(후아자남)	-	Pirimicarb(피리미카브)	-
Carbophenothion(카보페노치온)	-	Fludioxonil(후루디옥소닐)	-	Pirimiphos-ethyl(피리미포스-에틸)	-
Carboxin(카복신)	-	Flufenacet(플루페나셋)	-	Pirimiphos-methyl(피리미포스-메틸)	-
Chinomethionat(치노메치오네이트)	-	Fluquinconazole(플루킨코나졸)	-	Pretilachlor(프리틸라클로르)	-
Chlordane(클로르단)	-	Flusilazole(플루실라졸)	-	Probenazole(프로베나졸)	-
Chlorfenapyr(클로르헨아피르)	-	Flusulfamid(플루스ulfamide)	-	Prochloraz(프로클로라즈)	-
Chlorfenvinphos(클로르펜빈포스)	-	Flutolanil(플루톨라닐)	-	Procymidone(프로시미돈)	-
Chlorobenzilate(클로르벤질레이트)	-	Fluvalirate(플루발리레이트)	-	Profenofos(프로페노포스)	-
Chlorothalonil(클로르타로닐)	-	Folpet(폴펫)	-	Prometryn(프로메트린)	-
Chlorpyrifos(클로르피리포스)	-	Fosthiazate(포스치아제이트)	-	Propanil(프로판닐)	-
Cinosulfuron(씨노설프루론)	-	Fthalide(프탈리드)	-	Propoxur(프로폭서)	-
Cyfluthrin(싸이플루트린)	-	Heptachlor(헵타클로)	-	Prothiofos(프로치오포스)	-
Cyhalothrin(싸이할로쓰린)	-	Hexaconazole(헥사코나졸)	-	Pyraclufos(피라클로포스)	-
Cypermethrin(싸이퍼메쓰린)	-	Hexaflumuron(헥사플루무론)	-	Pyrazophos(피라조포스)	-
Cyprodinil(싸이프로디닐)	-	Imazalil(이마자릴)	-	Pyributicarb(피리부티카브)	-
DDT(디디티)	-	Imibenconazole(이미벤코나졸)	-	Pyridaben(피리다벤)	-
Deltamethrin(델타메쓰린)	-	Indanofan(인다노판)	-	Pyridaphenthion(피리다펜치온)	-
Diazinon(다이아지논)	-	Indoxacarb(인독사카브)	-	Pyrimethanil(피리메타닐)	-
Dichlofluanid(디클로플루아니드)	-	Iprobenfos(이프로벤포스)	-	Pyrimidifen(피리미디펜)	-
Dichlorvos(DDVP)(디클로보스)	-	Iprodione(이프로디온)	-	Pyriminobac-methyl(피리미노박-메틸)	-
Diclofop-methyl(디클로포프-메틸)	-	Isazofos(이사조포스)	-	Pyroquilon(피로퀼론)	-
Dicloran(디클로란)	-	Isofenphos(이소펜포스)	-	Quintozen(퀸토젠)	-
Dicofol(디코폴)	-	Isoprothiolane(이소프로치올란)	-	Simazine(시마진)	-
Dieldrin(디엘드린)	-	Isoprocab(이소프로카브)	-	Tebufenpyrad(테부펜피라드)	-
Diethofencarb(디에토펜카브)	-	Kresoxim-methyl(크레소킴-메틸)	-	Teflubenzuron(테플루벤주론)	-
Dim Piperate(디메티피레이트)	-	Lufenuron(루페누론)	-	Tefluthrin(테플루트린)	-
Dimethenamid(디메텐아미드)	-	Malathion(말라치온)	-	Terbufos(터브포스)	-
Dimethoate(디메토에이트)	-	Mecarbam(메카밤)	-	Terbutylazine(터부틸라진)	-
Dimethylvinphos(디메틸빈포스)	-	Mefenacet(메페나셋)	-	Tetradifon(테트라디폰)	-
Dinocap(디노캡)	-	Mepanipyrim(메판니피림)	-	Thifluzamide(티플루자마이드)	-
Diphenamid(디펜아미드)	-	Mepronil(메프로닐)	-	Thiobencarb(티오벤카브)	-
Diphenylamine(디페닐아민)	-	Metalaxy(메타락실)	-	Thiometon(치오메톤)	-
Disulfoton(디설프톤)	-	Methidathion(메티다치온)	-	Tolclofos-methyl(톨클로포스-메틸)	-
Dithiopyr(디치오피르)	-	Methoxychlor(메톡시클로르)	-	Tolyfluanid(톨릴플루아니드)	-
Diuron(디우론)	-	Metobromuron(메토브로무론)	-	Tralomehrin(트라로메스린)	-
Edifenfos(에디펜포스)	-	Metolachlor(메톨라클로르)	-	Triadimefon(트리아디메폰)	-
Endosulfan(엔도설프란)	-	Metribuzin(메트리부진)	-	Triadimenol(트리아디메놀)	-
Endrin(엔드린)	-	Mevinphos(메빈포스)	-	Triazophos(트리아조포스)	-
EPN(이피엔)	-	Molinate(몰리네이트)	-	Tricyclazole(트리싸이클라졸)	-
Esprocarb(에스프로카브)	-	Myclobutanil(마이클로부타닐)	-	Triflumizole(트리플루미졸)	-
Ethalfuralin(에탈플루라린)	-	Nitrapyrin(니트라피린)	-	Trifluralin(트리플루라린)	-
Ethion(에치온)	-	Novaluron(노발루론)	-	Vamidothion(바미도티온)	-
Ethoprophos(에토프로포스)	-	Nuarimol(누아리몰)	-	Vinclazolin(빈클라졸린)	-
Etiozazole(에티오사졸)	-	Omethoate(오메토에이트)	-	others(16)	-
Etrifos(에트리포스)	-	Oxadiazon(옥사디아존)	-		

- : not detected.



### 3. 영귤 착즙액의 가공

#### 1) 가공용 영귤의 저장 및 부패율

전정가위를 사용하지 않고 손으로 꼭지를 잡아당겨 상처가 나게 수확한 영귤을 3가지 컨테이너(CT; container)에 넣고 저장조건[상온, 저온, 저온PF포장]을 달리한 처리구 즉, ① 상온( $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) CT 보관 ② 저온( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) CT 보관 ③ 저온( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) CT+PF 보관 등으로 구분하여 저장하면서 저장조건과 부패과의 백분율을 조사하였다(Table 14). 상온저장 시 1일 경과시점부터 부패가 진행되어 3일째 55%가 부패되었고, 그 후 2일이 경과한 5일째에는 거의 부패되어 상품적 가치가 상실되었다. 이는 영귤을 수확하는 시점이 9월 중순-하순인 점을 감안할 때 낮 최고 기온이  $30^{\circ}\text{C}$ 를 상회하는 경우가 많고 또한 상처부위에 부패균의 증식이 급속하게 진행되기 때문인 것으로 판단된다. 저온저장의 경우는 PF에 넣고 포장하여 보관하는 것이 그렇지 않은 것 보다 부패율이 적어 수확 후 5일까지는 저장이 가능하였다. 따라서 저장 3의 조건 즉, PF에 넣고 저온냉장실에 저장하고 수확 후 5일 이내에 가공처리하는 것이 바람직하였다. 더욱 바람직하게는 전정가위를 사용하여 상처가 발생하지 않도록 과실을 수확하거나, 그렇지 않을 경우 수확 후 2일내에 가공할 것을 권장한다. 그 이유는 과실의 물리적 손상에 따른 것으로 ① 부패 미생물의 오염과 증식속도 증가 및 과실의 자가분해효소 작용 상승 ② 상처에 의한 유기산 분해속도 증가에 따른 산도감소 ③ 비타민 C 및 고유향기 소실 ④ 영귤 과수목 가지의 외상적 스트레스 손상에 의한 차기년도 수확량 감소 등을 최소화하기 위함이다.

Table 14. Rotten rate of Citrus sudachi fruit(harvested by hand-pulling) during 10 days storage at different temperature

Storage methods	Number of rotten fruit(%), days									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Room temp. (30±2°C), CT	18 (12.0)	52 (34.7)	83 (55.3)	107 (71.3)	147 (98.0)					
Low temp. (6±1°C), CT	- (0)	1 (0.7)	- (0)	3 (2.0)	5 (3.3)	8 (5.3)	16 (7.7)	27 (18.0)	58 (38.7)	87 (58.0)
Low temp. (6±1°C), CT+PF	- (0)	- (0)	2 (1.3)	- (0)	2 (1.3)	5 (2.0)	9 (6.0)	19 (12.7)	35 (23.3)	64 (42.7)

CT: Container box, PF: Polyethylene film

## 2) 가공착즙방법의 선정

착즙방법을 달리하여 영귤을 착즙한 결과 착즙액의 특징은 Table 15에 제시하였다. 온주밀감용으로 일본에서 개발된 인라인 착즙기(FMC Co., USA; 쥐어짜기형; squeeze extractor)의 경우, 영귤의 직경이 너무 작아 35mm이하의 소과에 부적합한 관계로 착즙효율이 낮았다. 인라인착즙기는 착즙기에 부착된 직선상의 관이 과일 속으로 파고들고 이어서 상부컵이 하부컵 속으로 내려오면서 착즙하게 된다. 이때 압력에 의해 영귤 액포의 액이 유출되게 하는데, 과피의 유용성분을 충분하게 이행시킬 수 없는 단점이 있어 본 영귤의 가공목적에 충족시키기에는 한계가 있었다. 유압압착식은 소형과에도 적합하였으나 과피의 유용성분을 과즙에 이행시키는데 충분하지 못하여 착즙액의 향이 부족하였으며, 과즙수율은 인라인방식과 유사한 28%선이였다. 분쇄-스크류프레스의 경우 과실전체를 마쇄하여 스크류에 통과하면서 착즙하는 것으로 수율이 65%정도로 높고 과피의 생리활성물질인 flavonoid가 충분히 이행되는 장점이 있다. 그러나 과피의 정유성분이 지나치게 혼입 이행되어 저장유통 중 산패에 의한 이취발생이 발생할 수 있는 단점이 있어, 별도의 유즙분리 공정이 필요하다. 따라서 본 가공과정에서는 무농약 과실의 특징을 가장 잘 반영할 수 있고 착즙수율이 높은 장점이 있기 때문에, 분쇄스크류 방식을 선택하고 유즙분리 공정을 추가도입하기로 결정하였다.

Table 15. Characteristics of Citrus sudachi juice extracted by different extractor type

Extraction methods	Yield (%)	Characteristics	pH	Acidity (%)	Total flavonoid (mg%)
In-line type	28.63	not good matched for small fruit	2.4	4.99	7.3
Press type	28.32	lack of flavor	2.3	5.02	13.1
Cursh-screw press type	64.76	full flavor, bitter	2.8	4.25	21.4

### 3) 영귤즙의 가공제조 공정

착즙액을 제조하기 위한 공정의 설계는 무농약 친환경 과실의 속성을 충분히 반영할 수 있을 것, 과피 유래의 고유향미 및 기능성 물질을 과즙에 이행시 가능성, 소형과를 가공 적합성, 공정 파이프라인에 잔류 착즙액의 최소화, 착즙액 수율을 최대화, 과피 유래 오일제거에 의한 지방산 산패취를 최소화, 용존산소 제거에 의한 갈변 억제, 미립자에 의한 제품의 유통 중 침전물의 생성을 최소화, 제품의 저장성을 1년 이상 증가 시킬 수 있을 것 등의 제 조건을 검토하여 공장 내 설비 조건에 맞게 설정하였다.

#### (1) 영귤 세척

수확 후 컨테이너에 보관한 영귤은 준비 작업대 위에서 먼지, 흙, 가지, 잎 등 불순물 그리고 부패과 등을 제거하기 위하여 정선과정을 거친 다음, 롤러브러쉬가 장착된 세척기로 하강시킨 후 세척하였다.(Fig 4).

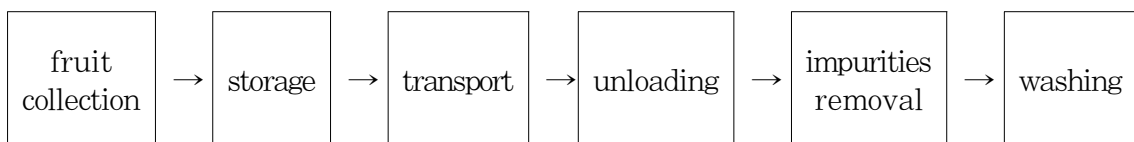


Fig. 4. Transport, receiving and handling of *Citrus sudachi* fruits.

(2) 분쇄 및 착즙

무농약 영귤 과피의 유용성분(향, 플라보노이드 등등)을 가능한 한 과즙에 충분히 이행되도록 하고, 착즙액의 수량을 최대화하기 위해서 분쇄-스크류프레스 방식을 택하였다(Fig 5 ).

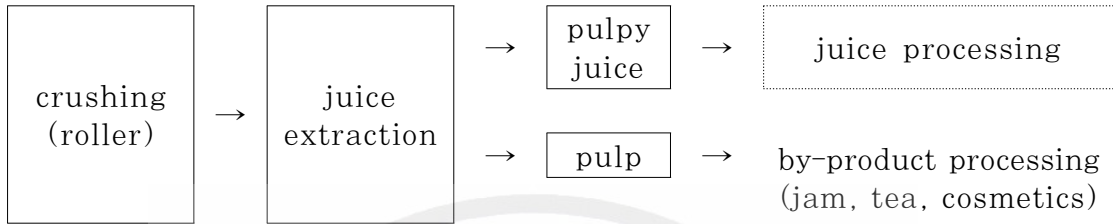


Fig. 5. Processing overview of milling and juice extraction from *Citrus sudachi* fruits.

(3) 유분리 및 펄프제거

착즙공정에서 나온 과즙은 펄프와 세포막 물질들이 다량 함유되어 있어 제거 과정이 필요하여 3단 원심분리기를 이용해 펄프와 유즙을 제거하였다(Fig 6). 착즙기에서 나온 펄프의 함량은 24.98%이었으며, 원심분리 후 그 함량은 18.33%로 감소하였다. 한편 다펄프형 과즙에는 유즙이 에멀전을 형성하여 분리작업이 어려웠으나 고속형 원심분리기를 사용하여 0.03% 수준으로 감소시켰다. 이 함량은 국제 식품규격위원회규격 중 오렌지주스(CODEX STANDARD FOR ORANGE JUICE PRESERVED EXCLUSIVELY BY PHYSICAL MEANS, CODEX STAN 45-1981)의 기준량 0.04%보다 낮은 것이다.

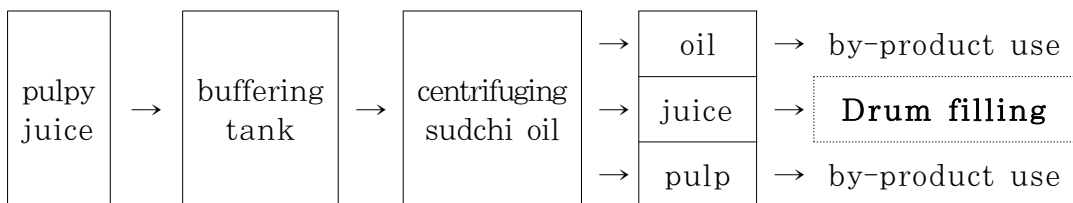


Fig. 6. Centrifuging sudachi oil for recovery as by-product.

#### (4) 예열, 탈기, 균질 및 살균공정

드럼통에 보관된 과즙을 주스제조라인의 중간저장탱크(밸런스 탱크)에 채워 예열기로 이송시켜 과즙에 존재하는 효소의 불활성화와 미세펄프의 균질화 작업을 효율적으로 하기 위해 열교환기에서 예열(저온살균, 63℃)하였다.(Fig. 7). 탈기는 진공챔버를 통과시켰고, 침전물의 생성을 최소화하고 유탁의 안전성과 살균공정의 효율성을 높이기 위해 균질공정을 수행하였다. 영귤과즙에 함유된 열 민감성 성분들의 손실을 최소화하고, Pectinmethylesterase(활성범위 5~65℃, 최대 활성 60℃)와 Pectinesterase의 불활성화에 의한 과즙의 겔화 및 점도 저하 방지 및 미생물(곰팡이, 효모, 세균)의 불활성화를 위하여 살균온도는 96℃(15~30초)에서 이루어졌다. 저온살균된 과즙은 열교환기에 들어가 냉각하였다. 살균온도 도달 후 모든 공정은 미생물의 오염을 방지하기 위하여 무균적으로 행해졌다. 특히, 제품생산 가동에 들어가기 전 저온살균 시스템과 관련된 모든 라인은 95~110℃로 가열된 물을 20~30분간 지속적으로 순환시켜 미생물의 오염을 방지하였다.



Fig. 7. Processing overview of sudachi juice pasteurization.

#### (5) 무균 완충, 충전, 포장

저온살균된 영귤과즙은 충전기에 이송되기 전 무균완충기로 이송되어 충전공정(일정량의 과즙을 용기에 주입하는 공정)을 조절하였다. 충전 포장은 저온살균된 영귤과즙을 88℃에서 충전 하였으며 충전라인의 기본적인 공정은 Fig. 8와 같다.

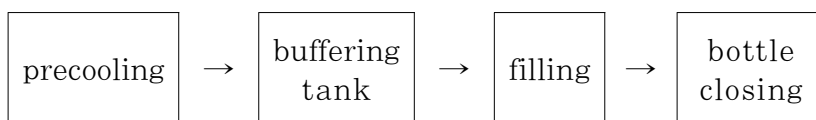


Fig. 8. Processing overview of sudachi juice filling and packaging.

#### 4. 가공용 영귤즙을 이용한 소스류의 제조

##### 1) 전통 발효식품에 영귤즙을 첨가한 응용소스의 품질특성

###### (1) 발효조미 식품의 이화학적 및 관능적 특성

전통발효식품인 간장, 어간장, 고추장, 또는 젓갈(자리젓, 멸치젓) 등을 이용한 소스제조 시 식초(산도 6.5%) 대신에 영귤착즙액(산도 6.2%)을 첨가하여 만든 응용소스의 pH, 산도 및 색도 등을 측정 한 결과는 Table 16과 같다. pH는 고추장 소스가 3.2로 가장 낮았고 다음은 간장소스가 4.3으로 낮으며, 어류발효 식품을 이용한 어간장소스와 자리젓소스 및 멸치젓소스는 5.2~5.7 범위로 비슷한 수준이었다. 어류발효식품을 응용한 소스류가 서로 비슷한 pH 값을 보인 것은 단백질의 완충작용에 기인한 것으로 보인다. 산도는 pH가 낮을수록 높은 경향을 보였다. 명도(L)는 평균  $35.96 \pm 1.20$ 으로 시료 간 비슷한 수준이고, 적녹도(a)는 평균  $3.60 \pm 1.38$ 로 간장소스>고추장소스>어간장소스>자리젓소스>멸치젓 소스의 순서로 높았으며, 황청도(b)는 평균  $4.78 \pm 0.89$ 로 멸치젓 소스>자리젓 소스>간장소스>어간장 소스의 순으로 높았다.

Table 16. Chemical properties of fermented sauces added with *Citrus sudachi* juice

Sauce	pH	Total acidity	Hunter's color value		
			L	a	b
Ganjang sauce	4.3	1.6	35.06	5.20	4.85
Eoganjang sauce	5.6	1.2	34.51	3.39	3.60
Kochujang sauce	3.2	2.1	36.08	4.84	4.21
Jarijeot sauce	5.7	0.9	36.71	2.39	5.49
Myeolchijeot sauce	5.2	0.7	37.46	2.17	5.75

아울러 간장, 어간장, 고추장, 또는 젓갈(자리젓, 멸치젓) 등을 이용한 소스제조 시 식초(산도 6.5%)를 첨가한 소스군과 식초 대신에 영굴착즙액을 첨가한 소스군 사이에 맛의 차이가 있는지 삼점검사를 실시하였다. 패널요원들에게 5개 세트에 대하여 각각 다른 시료를 찾아내도록 삼점검사를 실시하여 30명이 응답한 것을 처리한 결과를 Table 17에 제시하였다. 삼점검사 유의성 검정표에 의하여 30개의 응답 중에서 정답의 수가  $p < 0.05$ 에서는 15명,  $p < 0.01$ 에서는 17명 그리고  $p < 0.001$ 에서는 19명이 될 때 유의적인 차이가 인정된다. 30개의 응답 중 어간장 소스 30명, 자리젓소스 28명 그리고 멸치젓소스 25명의 정답을 얻어  $p < 0.001$ 의 수준에서 유의성이 인정되었으며, 간장소스 26명의 경우는 18명의 정답을 얻어  $p < 0.01$ 의 수준에서 그리고 고추장소스는 16명의 정답을 얻어  $p < 0.05$ 의 수준에서 유의적인 차이가 인정되었다. 이상에서 관찰된 바와 같이 어류발효식품을 이용한 소스는  $p < 0.001$ 의 수준에서 유의적인 차이를 보였다.

Table 17. Triangle-test results of fermented sauces added with vinegar or *Citrus sudachi* juice

Sample	Total no. of panelist	Correct judgement <sup>1)</sup>
Ganjang sauce	30	18**
Eoganjang sauce	30	30***
Kochujang sauce	30	16*
Jarijeot sauce	30	28***
Myeolchijeot sauce	30	25***

<sup>1)</sup> No. of panelists correctly detecting differences.

<sup>NS)</sup> Not significant / \* Significant  $p < 0.001$  / \*\*\* Significant  $p < 0.001$

이러한 차이가 발생하는 이유를 알아보기 위해서 상한 냄새와 맛 등의 항목에 대하여 관능검사를 행한 결과 Table 18로 어류 특유의 비린 맛과 젓갈의 짠맛 등의 감소에 기인한 것이며 이 효과에 의해 전반적인 기호도 역시 높음을 알 수 있었다.

Table 18. Sensory characteristics of citrus seasonings with different citrus varieties

Charateristics (scale)	<i>Eoganjang</i> sauce		<i>Jarijeot</i> sauce		<i>Myeolchijeot</i> sauce		
	EVG	ESJ	JVG	JSJ	MVG	MSJ	
Odor	off-flavor(putrid)	4.67 ±0.78	4.08± 0.96 <sup>NS</sup>	4.92± 0.76	4.23± 1.01 <sup>NS</sup>	4.08± 0.64	3.62± 0.86 <sup>NS</sup>
	fishy	6.38± 0.86	4.68± 0.94*	5.64± 0.63	4.13± 0.77*	5.21± 0.93	3.93± 0.71*
Taste	salty	5.17± 0.99	3.94± 0.73*	5.69± 0.97	3.92± 0.93*	5.95± 0.82	3.76± 0.93*
	fishy	6.14± 0.77*	4.64± 0.84*	5.57± 0.72	4.21± 1.05*	5.64± 0.69	3.92± 1.21*
Overall quality	sour	4.62± 0.51	4.07± 0.95 <sup>NS</sup>	4.84± 0.56	4.15± 1.07 <sup>NS</sup>	4.76± 0.60	4.23± 1.09 <sup>NS</sup>
		3.54± 1.03	5.36± 0.92*	4.38± 1.19	5.69± 0.85*	4.23± 0.92	5.49± 0.87*

EVG: Eoganjang(30ml)+ vinegar(20ml)

ESJ: Eoganjang(30ml)+ vinegar(10ml)+ sudachi juice(10ml)

JVG: Jarijeot(30ml)+ vinegar(20ml)

JSJ: Jarijeot(30ml)+ vinegar(10ml)+ sudachi juice(10ml)

MVG: Myeolchijeot (30ml)+ vinegar(20ml)

MSJ: Myeolchijeot (30ml)+ vinegar(10ml)+ sudachi juice(10ml)

<sup>NS</sup>) Not significantly different between vinegar and sudachi juice group at  $p < 0.05$  by *t*-tset.

\* Significantly different between vinegar and sudachi juice group at  $p < 0.05$  by *t*-tset.



(2) 영귤 첨가 발효식품소스의 저장 중 관능적 품질차이 식별

소스를 60일간 냉장온도(5℃)에 저장하면서 pH 및 산도의 변화를 관찰 한 결과 유의적인 변화는 없었다(Fig. 9 , Fig. 10). 따라서 이들 소스는 냉장고에 저장할 경우 적어도 2개월 내에는 그 품질이 안정한 것으로 평가되었다.

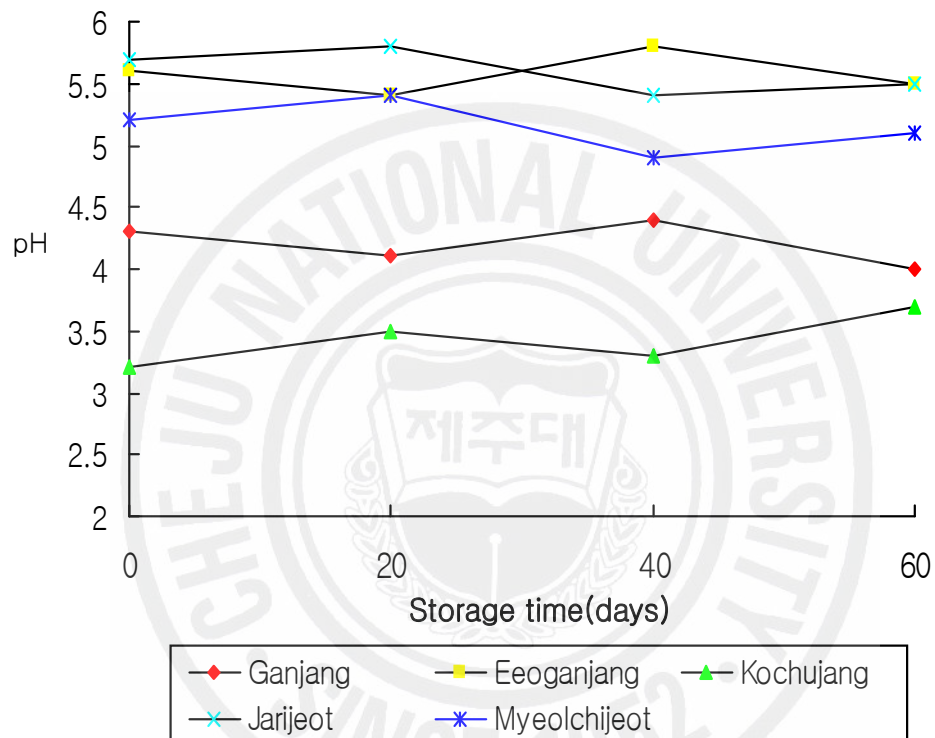


Fig. 9. Changes in pH of fermented sauces added with *Citrus sudachi* juice during storage at 5°C.

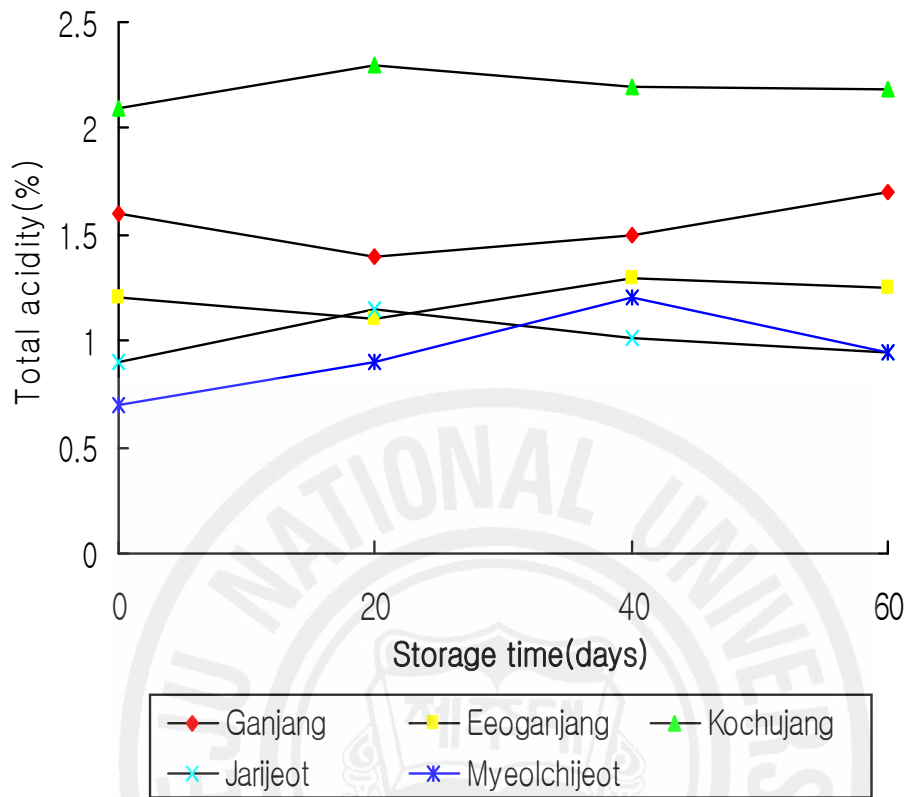


Fig. 10. Changes in total acidity of fermented sauces added with *Citrus sudachi* juice during storage at 5°C.

한편, 각각의 소스에 대하여 2개월 저장 후 관능적 차이가 식별되는 지 여부를 알아보기 위하여 삼점검사를 실시하였다. 동일한 레시피에 준해 시험 직전 24시간 전에 만든 것과 2개월 저장한 다음 차이검사를 하기 위하여, 패널요원들에게 5개 세트에 대하여 각각 다른 시료를 찾아내도록 평가하고 30명이 응답한 것을 처리하여 Table 19에 정리하였다. 삼점검사 유의성 검정표에 의하면 30개의 응답 중에서 정답의 수가  $p < 0.05$ 에서는 15명,  $p < 0.01$ 에서는 17명 그리고  $p < 0.001$ 에서는 19명이 될 때 유의적인 차이가 인정된다. 따라서 30개의 응답 중 간장소스 11명, 어간장소스 7명, 고추장소스 13명, 자리젓소스 10명 그리고 멸치젓소스 9명의 정답을 얻었기 때문에, 저장기간 중 소스의 품질변화가 나타나지 않은 것으로 나타났

다. 결론적으로, 전통발효식품인 간장, 어간장, 고추장, 또는 젓갈(자리젓, 멸치젓) 등을 이용한 소스제조 시 식초(산도 6.5%) 대신에 영귤착즙액(산도 6.2%)을 첨가하여 만든 파생소스는 5℃에서 저장기간 60일이 경과하여도 소스 고유의 품질이 유지할 수 있다고 판단된다.

Table 19. Triangle-test results of fermented sauces added with *Citrus sudachi* juice

Sample	Total no. of panelist	Correct judgement <sup>1)</sup>
Ganjang sauce	30	11 <sup>NS)</sup>
Eoganjang sauce	30	7 <sup>NS)</sup>
Kochujang sauce	30	13 <sup>NS)</sup>
Jarijeot sauce	30	10 <sup>NS)</sup>
Myeolchijeot sauce	30	9 <sup>NS)</sup>

<sup>1)</sup> No. of panelists correctly detecting differences.

<sup>NS)</sup> Not significant(Minimum numbers of correct judgements to establish significance at various probability levels) Roessler, E. B., J. Warren and J. F. Guymon. 1948. Significance in triangular taste tests. Food Res. 13:503

## 2) 혼합조미소스의 관능적 특성

영귤과즙 5.4%에 소유자, 당유자, 또는 산귤 등 재래종감귤 착즙액을 더 첨가하여 제조한 혼합조미소스의 관능평가결과는 Table 20 및 Fig. 11.과 같다. 외관은 그룹 간 유의적인 차이가 없었으나, 냄새 중 감귤향은 소유자>당유자>산귤의 순으로 점수가 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 맛의 항목 중 신맛과 쓴맛은 당유자가 다른 군에 비해 유의적으로 강하였고( $p<0.05$ ), 단맛은 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 소유자 첨가군이 당유자 또는 산귤 첨가분에 비해 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 따라서 관능평가 항목을 종합해볼 때, 감귤 고유향이 살아 있고 쓴맛이 약하였으므로 5.4% 영귤과즙 혼합조미소스에 소유자를 첨가한 시험군이 신제품 개발 품목으로 가능성이 높다 하겠다.

Table 20. Sensory characteristics of citrus seasonings with different citrus varieties

	Charateristics (scale)	Sample		
		SY <sup>1)</sup>	SD <sup>2)</sup>	SJ <sup>3)</sup>
Appearance	citrus juice color	3.95±0.61 <sup>a1)</sup>	3.89±0.41 <sup>a</sup>	3.88±0.35 <sup>a</sup>
	turbidity	3.91±0.27 <sup>a</sup>	3.84±0.46 <sup>a</sup>	3.93±0.27 <sup>a</sup>
Flavor	citrus flavor	3.99±0.76 <sup>a</sup>	3.62±0.13 <sup>b</sup>	3.37±0.49 <sup>c</sup>
	off-flavor	2.72±0.19 <sup>a</sup>	2.89±0.32 <sup>a</sup>	2.89±0.23 <sup>a</sup>
Taste	sour	3.92±0.12 <sup>b</sup>	4.10±0.25 <sup>a</sup>	3.81±0.16 <sup>b</sup>
	bitter	2.69±0.18 <sup>b</sup>	3.87±0.34 <sup>a</sup>	2.72±0.21 <sup>b</sup>
	sweet	3.72±0.28 <sup>a</sup>	3.81±0.23 <sup>a</sup>	3.91±0.25 <sup>a</sup>
Overall quality		4.03±0.31 <sup>a</sup>	3.49±0.44 <sup>b</sup>	3.38±0.57 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>SY: sudachi juice(5.4%)+yuzu juice(3.6%)+mandarin juice(0.3)+vinegar(90%)+citric acid(0.6%)+orange essential oil(0.1%) / <sup>2)</sup>SD: sudachi juice(5.4%)+dangyuzu juice(3.6%)+mandarin juice(0.3)+vinegar(90%)+citric acid(0.6%)+orange essential oil(0.1%) / <sup>3)</sup>SJ: sudachi juice(5.4%)+jingyul juice(3.6%)+mandarin juice(0.3)+vinegar(90%)+citric acid(0.6%)+orange essential oil(0.1%)

<sup>4)</sup>Means with the different letter of superscript are significantly different within each row at  $p < 0.05$  by Duncan.s multiple range test

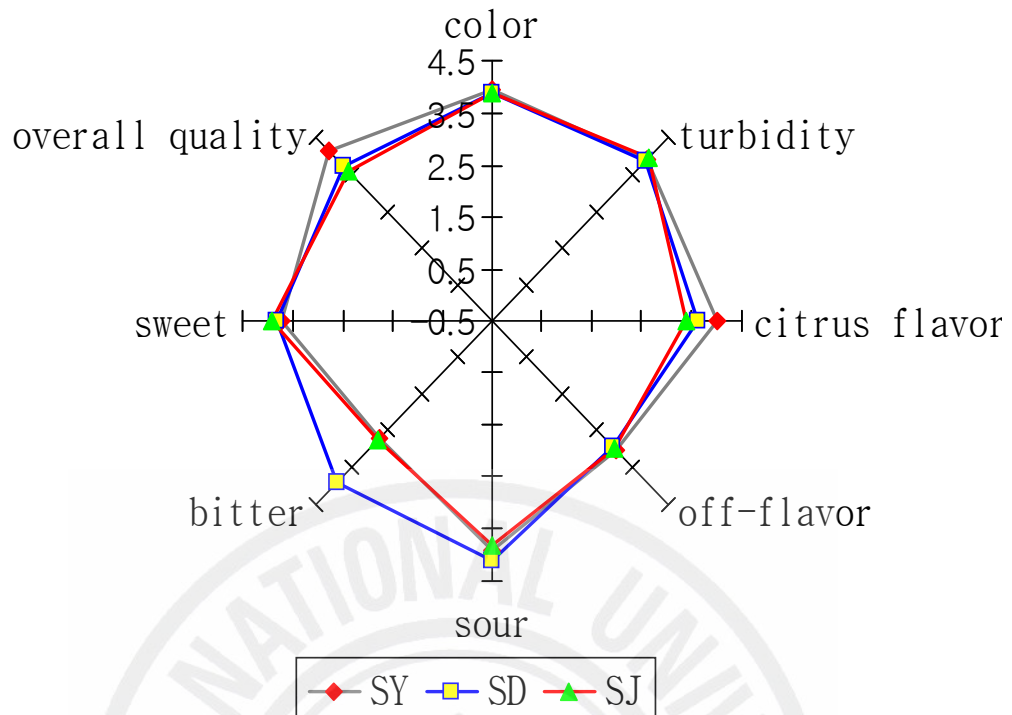


Fig. 11. Quantitative descriptive profile of citrus seasonings with different citrus varieties

<sup>1)</sup>SY: sudachi juice(5.4%) + yuzu juice(3.6%) + mandarin juice(0.3) + vinegar(90%) + citric acid(0.6%) + orange essential oil(0.1%) / <sup>2)</sup>SD: sudachi juice(5.4%) + dangyuzu juice(3.6%) + mandarin juice(0.3) + vinegar(90%) + citric acid(0.6%) + orange essential oil(0.1%) / <sup>3)</sup>SJ: sudachi juice(5.4%) + jingyul juice(3.6%) + mandarin juice(0.3) + vinegar(90%) + citric acid(0.6%) + orange essential oil(0.1%)

## IV. 요약

영귤(*Citrus sudachi* Hort. ex Shirai, 瀛橘)은 과피의 독특한 향미와 과즙의 풍부한 신맛 때문에 소스 및 첨가제 등 요리소재로서 활용가치가 높은 향산 감귤이다. 본 연구는 유기농으로 인증된 제주산 영귤의 장점을 활용할 수 있는 가공이용 및 산업화 기술개발을 모색하기 위하여 수행되었다. 이러한 목적을 달성하기 위해 영귤의 수확시기별 외형적·이화학적특성의 조사를 통한 최적 수확시기와 가공적성의 설정, 과피 상처과로 수확된 영귤의 저장 안정성 분석, 영귤과피의 생리활성 물질 등 유용성분을 착즙액에 이행시킬 수 있는 제조공정의 확립 및 영귤 과즙제품을 생산, 그리고 과즙을 이용한 소스류의 제조시험 등을 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 영귤의 중량 및 크기는 성숙함에 따라 증가되다가 9월 중순~10월 초순에 거의 성숙한 상태가 되며, 과실의 착즙 수율은 과실이 성숙함에 따라 증가하고, 과피의 두께는 감소되었다. 과실의 성숙함에 따라 당도와 pH는 증가한 반면 산도와 비타민 C는 감소되었으며, 영귤의 고유한 향기는 성숙되어감에 따라 향기가 소실되어 녹색이 황색으로 변하기 시작하는 10월 말 경에는 초기의 절반수준으로 감소되었다. 과즙의 유기산은 Citric acid, Malic acid, Oxalic acid 등으로 구성되어 있으며, 이 가운데 구연산이 5.5%로 총유기산 함량(6.08%)의 92%를 차지하였다. 아미노산은 총 17종이며 주요 아미노산은 Aspartic acid, Cystein acid, Glutamic acid, Alanine acid 등 4종이었다.

2) 손으로 잡아당겨 수확한 영귤을 상온저장, 저온저장( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), 저온( $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) PE 포장저장 등으로 조건을 설정하여 부패율을 조사한 결과 상온저장 시 3일째에는 55%까지 부패되었으며 5일째에는 거의 부패되어 상품적 가치가 상실되었다. 저온저장의 경우에는 PE에 포장 보관하는 것이 그렇지 않는 것 보다 부패율이 적어 수확 후 5일 정도까지 저장 가능하였다. 영귤착즙 방법은 착즙수율이 65%정도로 높고 과피의 생리활성 물질인 flavonoid가 충분히 이행되는 분쇄-스크류프레스방법을 선정하였다.

3) 영귤과즙 5.4%에 소유자, 당유자, 산귤 등 재래종감귤 착즙액을 더 첨가하여 제조한 혼합조미소스의 관능평가는 그룹 간 유의적인 차이가 없었으며, 향에 있어서는 소유자>당유자>산귤의 순으로 점수가 높았고, 맛의 항목 중 신맛과 쓴맛은 당유자가 다른 군에 비해 강하였고, 단맛의 차이가 없었다. 전체적 기호도는 소유자 첨가군이 당유자, 산귤 첨가분에 비해 유의적으로 높았다.

4) 간장, 어간장, 고추장, 멸치젓, 자리젓을 이용한 소스제조 시 식초대신 영귤착즙액을 첨가한 소스군 사이에 맛의 차이가 있는지 삼점검사를 실시한 결과 유의적인 차이가 있는 것으로 판정되었다. 영귤착즙액을 첨가한 소스류에 대한 기호도를 평가한 결과 식초를 첨가한 소스군보다 우수한 것으로 나타났다. 한편 이들 소스를 60일간 냉장온도(5℃)에 저장하였으나 유의적인 변화가 없어, 영귤착즙액을 첨가한 소스류를 냉장고에 저장할 경우 적어도 2개월 내에는 그 품질이 안정한 것으로 평가되었다.

따라서, 영귤의 향과 산 함량을 고려하여 9월 중순 경에 수확하는 것이 바람직하며, 과피 상처과로 수확된 가공용 영귤은 상온에서 저장할 경우 2일내에 가공처리 해야 하고, 영귤과피의 유용성 물질을 과즙에 이행시키기 위하여 전과실의 분쇄-압착 방법이 필요하고, 가공제품화를 위해서는 유분리, 살균, 균질 및 탈기 공정 등이 포함되어야 한다. 또한 영귤 착즙액 가공품을 각종 조미체로서 활용 가능하므로, 수입산 레몬 또는 라임을 영귤로 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

## V. 참 고 문 헌

고정삼, 김효선, 1995. 제주산 감귤류의 성분과 특성, 농화학회지, 38(6): 541.

김광옥, 이영춘, 1999. 식품의 관능검사, 학연사.

김병주, 1994. 제주산 감귤류의 가공적성에 관한 연구, 제주대학교 대학원 석사학위 논문, pp. 23~24.

김병주, 김효선, 고정삼, 1995. 감귤 품종별 이화학적 성분 비교, 농산물저장 유통학회지, 2(2): 259.

김병주, 김효선, 고정삼, 강영주, 1996. 제주산 감귤 품종별 carotenoid, 색도, UV 스펙트럼, 유기산 및 유리당 함량, 농산물 저장 유통학회지, 3(1): 23.

김영동, 이영철, 오영주, 강영주, 2001. 가열온도에 따른 영귤과즙의 성분변화, 한국식품과학회지, 33(2): 238~244.

농림부 수입검역통계연보, 2006.

김영동, 김유진, 오세욱, 강영주, 이영철, 1999. 영귤(*Citrus sudachi*) 과즙과 과피 용매 추출물의 항균효과, 한국식품과학회지, 31(6): 1613~1618.

송은영, 최영훈, 강경희, 고정삼, 1998. 제주산 감귤류의 숙기에 따른 유리당, 유기산, 헤스페리딘, 나린진, 무기물 함량의 변화, 한국식품과학회지, 30(2): 306.

식품의약품 안정청 식품공전, 2007.



오영주, 오혁수, 오명철, 방진호, 2001. 호텔요리 및 전통요리에 영귤의 응용시험, 한국조리학회지, 추계학술세미나: 43~64.

오영주, 최영진, 문인경, 오혁수, 2007. 외식업체를 위한 영귤(*Citrus sudachi*)의 연중 이용가능성 탐색, 한국조리학회지, 47(9): 123~170.

이경미, 1999. 한국산 영귤(*Citrus sudachi*)의 收穫時期에 따른 品質特性. 덕성여자대학교 대학원 박사학위 논문, pp. 1~131.

이영철, 이경미, 한대석, 장진웅, 신경아, 1998. 영귤을 이용한 식초(자연초)의 제조 시험, 한국식품개발연구원 보고서.

제주특별자치도, 2006. 오렌지 등 감귤류 한미 FTA협상품목 제외 건의, 제주특별자치도 감귤정책과 자료집.

제주 감귤협동조합, 2000. 제주감귤과 주요 품종, 제주감귤농업협동조합 서귀포시, p. 138.

채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현, 오성훈, 2007. 표준 식품분석학. 지구문화사.

Hashinaga, F. and S. Hasegawa, 1989, Limonoids in seed of Sudachi(*Citrus sudachi* Hort. ex Shirai). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 58(1): 227~229.

Hashinaga, F., C. H. Fong and S. Hasegawa, 1990, Biosynthesis of limonoids in *citrus sudachi*. *Agric. Biol. Chem.*, 54(11): 3019.

Higashimoto, M., H. Yamato, T. Kinouchi and Y. Ohnishi, 1998, Inhibitory effects of citrus fruits on the mutagenicity of 1-methyl-1,2,3,4-

tetrahydro-beta-carboline-3-carboxylic acid treated with nitrite in the presence of ethanol. *Mutat Res.*, 31;415(3): 219-226.

Horie, T and M. Nakayama, 1981, Flavones from *Citrus sudachi*. *Phytochemistry*, 20: 337.

Ikushima, K., I. Yashiki, and I. Okura, 1994, Development of the CD inclusion flavor essences, horseradish essence, menthol and ethanol for food additives. *Oyo Toshitsu Kagaku*, 41(2): 197.

Kawaguchi, L., 1989, Sudachi and development of its special products. *New Food Industry*, 31(1): 34

Kitagawa, H., K. Kwada and T. Tarutani, 1982, Effect of temperature, packaging and curing on the storage of sudachi. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 51(3): 350.

Kobayashi, M., S. Itoh and H. Tsuyuki, 1985, Total lipid and neutral lipids in seeds of Yuze, Yuko and sudachi, *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 32(2): 85.

Kumamoto, H., Y. Mstsubara, Y. Iizuka, K. Okamoto and K. Yokoi, 1985, structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in sudachi peelings II. *Agric. Biol. Chem.*, 49(9): 2797.

Nii, Y., K. Fukuta, K. Sakai and S. Yamamoto, 2004, Japanese citrus fruit (sudachi) juice is associated with increased bioavailability of calcium from whole small fish and suppressed bone resorption in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol* (Tokyo), 50(3): 177-83.

Njoroge, S. M., H. Ukeda and M. Sawamura, 1995, Japanese sour citrus fruits. Part III. Volatile constituents of Sudachi and Mochiyuzu oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 10: 341.

Ozaki, Y., M. Miyaki, H. Maeda, Y. Ifuku, Y. Bennett, Z. Herman, C. H. Fong and S. Hasegawa, 1991, Ichangensin glucoside in Citrus Junos, *Citrus sudachi* and Citrus sphaerocarpa. *Phytochem.*, 30(8): 2659.

Sawabe, A., T. Obata and T. Minematsu, 1996, Terpenoid glycosides in Amanatsu(*Citrus natsudaidai*) and Sudachi(*Citrus sudachi*) peels. *Nippon Shokuh Kogyo Gakkaishi.*, 70(1): 37.

Sawamura, M and H. Kusunose, 1979, Studies on organic acids and sugars of sour oranges. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.*, 26(11): 503.

Sawamura, M., X. H. Zheng and H. Kusunose, 1994, Multivariate analysis by measurement of peroxidase and essential oil components in citrus flavedo. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 58(5): 874.

Sugisawa, H., R. H. Yang and H. Tamura, 1989, Volatile constituents in the peel oil of Sudachi(*Citrus sudachi*). *Agric. Biol. Chem.*, 53(6): 1721.

Tajiri, T., 1993, Physical properties of tofu produced using citrus fresh fruit juice and Ume-ze as coagulation agent. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.*, 40(11): 814.

Tamura, H., M. Watanabe and H. Sugisawa, 1994. Analysis of volatile compounds in the citrus peels using six semiconductor gas sensors. *Nippon*

*Shokuhin Kogyo Gakkaishi.*, 41(5): 341.

Tanusi, S., 1978, Influence of gas and temperature for storage of *Citrus sudachi*. *Nippon Eyo Shokuhin*, 31(1): 27.

Tanusi, S., 1982, Change of ascorbic acid content in fruits, *Citrus sudachi*, of various maturities during nitrogen gas storage. *Nippon Eyo Shokuhin*, 35(2): 147

Yamaki, Y. T., 1989, Variation in acidity and acid content in rind among citrus fruits and their relationship to fruit juice acidity. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 57(4): 568.

Yang, R., H. Sugisawa, H. Nakatani, H. Tamura and N. Takagi, 1992, Comparison of odor quality in peel oil of acid citrus. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.*, 39(1): 16.

日本徳島市農業協同組合農産工場, 영귤 가공제품일람표, 1995.

日本徳島縣 統計情報, 2006.

日本食品標準成分表, 1996

[www.nissn-shurui.co.jp](http://www.nissn-shurui.co.jp)

## 감사의 글

대학원에 입학하던 날

이곳에서 이루어질 제 자신의 꿈에 대한 희망으로 가슴이 터질 것 같았던 그때가 아직도 생생합니다. 하지만 희망과 꿈이라는 것이 시간이 지남에 따라 시련과 역경으로 서서히 무너지게 되어 주저 않고 싶을 때가 많았습니다.

그 순간순간 열심히 기도해주신 어머니와 항상 부족한 저에게 관심과 애정으로 지도해 주신 강영주 교수님을 비롯한 김수현 교수님, 하진환 교수님, 송대진 교수님, 임상빈 교수님, 고영환 교수님께 글로나마 감사를 드립니다.

또한 바쁘신 와중에 꿈과 희망이 무너지지 않도록 지켜주고 지도해 주신 오영주 교수님께 머리 숙여 감사를 드립니다.

약한 저를 강하게 하고, 할 수 없는 것도 하게 하며, 삶의 또 다른 목표를 가지게 한 사랑하는 아내와 아들 호운, 시윤에게 미안함과 고마움을 표하며 이 작은 결실을 드립니다.

이 외에 제가 미처 언급하지 못한 고마운 분들이 너무나 많습니다.

그분들의 이름 하나하나를 되새기지 못함을 죄송하게 생각하며 앞으로 더욱 학문에 정진하여, 저를 지켜 봐 주시는 모든 분들의 기대에 어긋나지 않는 사람이 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

마지막으로 “나의 나 된 것은, 오로지 주님의 은혜”임을 고백합니다.