

제주산 유기농 영귤(*Citrus sudachi*)의 가공조건 설정에 관한 연구*

최영진**

국문요약

본 연구는 유기농으로 인증된 제주산 영귤의 장점을 활용할 수 있는 가공 이용 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 과즙제품 생산 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 구성되었으며, 이 가운데 구연산이 5.5%로 총

* 제주한라대학교 호텔조리과 교수.

** 이 논문은 논자의 석사학위 논문을 편집, 수정, 보완한 논문임.

유기산 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($6\pm 1^{\circ}\text{C}$) PE포장저장 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. 영귤 착즙 방법은 착즙수율이 65%정도로 높고 과피의 생리활성 물질인 flavonoid가 충분히 이행되는 분쇄-스크류프레스방법을 선정하였다. 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 탈기공정 등이 포함되어야 한다. 또한 영귤 착즙액 가공품을 각종 조미제로서 활용 가능하므로, 수입산 레몬 또는 라임을 영귤로 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 영귤, 유기농영귤주스 생산

I. 서론

영귤(*Citrus sudachi* Hort. ex Shirai, 瀛橘)은 식물분류학적으로 온향과(Rutaceae) 감귤속 후생감귤아속(後生柑橘亞屬)에 속하는 유자의 근친종이다. 원산지 및 주 재배지는 일본 시코구(四國)섬에 위치한 도쿠시마현(德島縣)이다(德島縣 統計情報 2006). 서양의 향산감귤(라임, 레몬)처럼 영귤은 특유의 향과 상쾌한 맛(savory taste)이 풍부하기 때문에, 이 지역에서는 향토요리의 조미료 및 알콜음료의 향미제로서 널리 이용되어 오고 있다.(Sugisawa, H., R. H. Yang, H.

Tamura, 1989). 영귤의 크기는 직경 약 40mm, 무게는 35g 내외이며 과피의 두께는 2mm정도로 작고 동그란 형이다. 전체 중량의 $65.4 \pm 0.5\%$ 는 과육이고, 껍질은 $30.6 \pm 1.2\%$, 씨는 $1.1 \pm 0.5\%$ 정도이며, 착즙율은 전체무게의 $27.5 \pm 1.0\%$ 정도이다(김병주, 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(이경미, 1999).

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 영귤 재배 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(일식 전문점, 호텔식당 등)를 확보한 결과이다.

지금까지 일부 감귤류(레몬, 유자 등)를 이용한 조미액 및 소스류는 생과를 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 제품으

로 가공할 수 있는 제조공정 및 신제품 개발 등 기술혁신이 필요하다. 특허청에 공보된 감귤류 조미액 및 소스류에 대한 국내 관련 기술을 보면 ① 유자과즙을 발효시킨 식초제조방법, ② 유자액기스를 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 개발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 영귤의 수확시기별 가공적성 분석

1) 실험재료

본 연구에서 영귤(Citrus sudachi hort ex Shirai; 스ダチ酢橘)은 제주시 영평동에서 무농약(인증 번호: 제 18-01-3-54, 국립농산물품질관리원)으로 재배된 녹색의 미숙상태의 것을 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°C)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

oBrix는 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 0.45µm

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.

<표 1> Conditions of HPLC for vitamin C analysis

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

2. 가공용 영귤의 성분분석

1) 실험재료

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 위

한 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.

(2) 무기질

무기질함량은 식품공전(2007, 식품의약품 안정청)에 준해서 분석하였다. 표준물질로는 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).

<표 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)	0.3 l /min
Auxiliary gas flow(Ar)	0.3 l /min
Cooling gas(Ar)	12 l /min
	Ca 393.366
	K 766.490
Wavelength(nm)	Fe 238.204
	Mg 279.533
	Na 588.995

3) 과즙의 유기산 분석

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

<표 3> Conditions of HPLC for organic acids analysis

Column	ZORBAX SB-Aq
Detector	UV(210nm)
Mobile phase	Acetonitrile(10%)/20mM KH ₂ PO ₄ (pH 2.4, 90%)
Flow rate	1.0ml/min
Injection volume	10 μ 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% CH3CN, pH 6.3의 용액 200 μ l에 녹여 0.45 μ m membrane filter를 통과시킨 후 Table 4의 조건에 따라 HPLC(Waters PicoTag system, USA)로 분석하였다(김 등, 2001).

<표 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% CH3CN, pH 6.3 B: 60% CH3CN
Flow rate	1.0ml/min
Injection volume	10 μ l
Column temp.	35 $^{\circ}$ C

3. 영귤의 가공조건 설정

1) 저장 조건 및 부패율 조사

손으로 잡아당겨 수확한 영귤 150개를 3가지 콘테이너(CT; container) 박스 처리구 즉, ① 상온저장($30\pm 2^{\circ}$ C; 실험 당시 10월 중순 온도) ② 저온저장($6\pm 1^{\circ}$ C) ③ 저온($6\pm 1^{\circ}$ C) Polyethylen film(PF)포장 저장 등으로 조건을 설정하였다. 부패율의 판정은 상

처가 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, 100 l, 최대 압축력 3,000kg)를 500kg/cm²의 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°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°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, 200µg/ml가 되도록 조제하여 시료와 동일한 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다 (이, 1999).

4) 영귤의 가공조건 설정

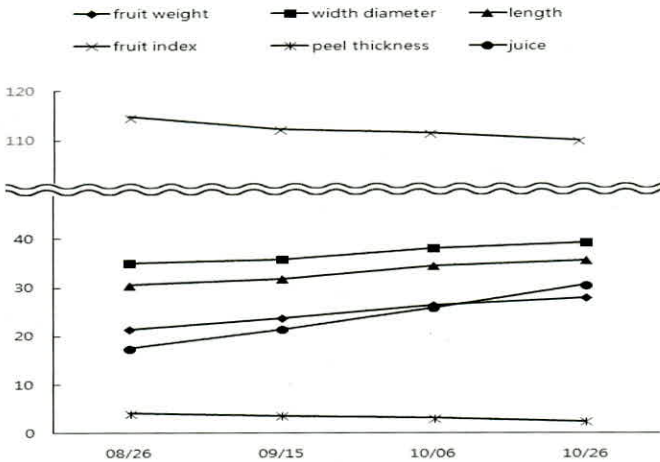
착즙액을 제조하기 위한 공정은 무농약 친환경 과실의 유래의 고유향미 및 기능성 물질을 과즙에 이행시키며, 착즙수율을 최대화하고, 균질과 살균 등 착즙액 가공에 필요한 제 공정들을 도입하여 영귤의 가공조건을 검토하였다.

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 [Fig 1] 과 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.

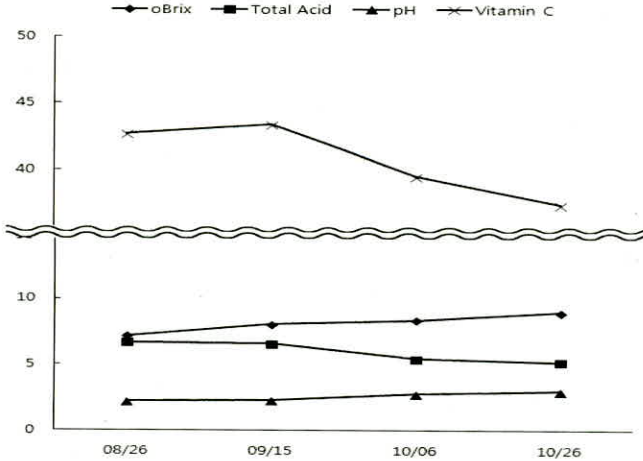


[그림 1] Changes of physical properties of Citrus sudachi fruit during harvest period

2) 이화학적 특성 변화

영귤의 당도, 총산, pH, 비타민 C 등 과즙의 이화학적 성분을 분석한 결과는 [Fig 2] 과 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 성숙되어감에 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 종점으로 설정해야 할 것으로 판단된다. 일부 농가에서는 착즙수율을 높이기 위

해 10월 말에 수확하는 경우가 있는데, 영귤의 품질특성을 살리는데 한계가 있음을 유의해야 할 것으로 생각된다.



[그림 2] Changes of chemical properties of Citrus sudachi juice during harvest period

2. 가공용 영귤과즙의 성분함량

1) 영귤과즙의 영양성분 함량

영귤(2007년 9월 20일 수확)의 부위별 영양성분 분석결과는 Table 7와 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.

<표 5> Nutritional composition of Citrus sudachi in different parts

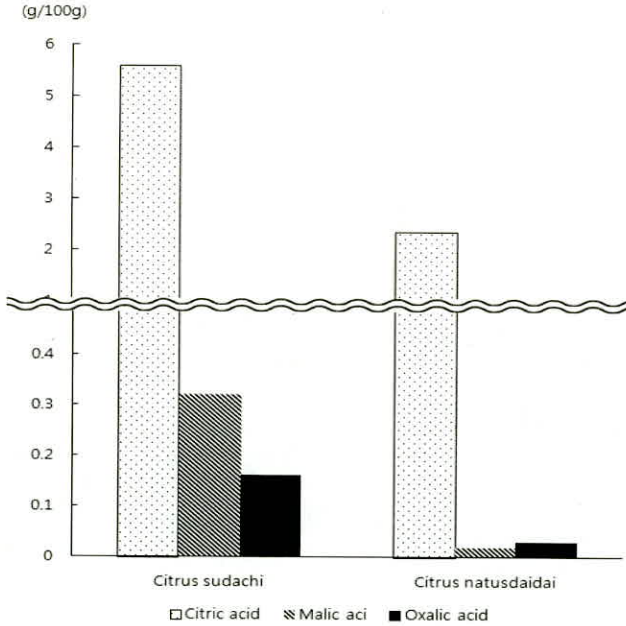
Ingredients	parts		
	fruit	juice	peel
moisture(%)	84.9	92.4	78.9
fat(g)	0.5	0.1	0.5
protein(g)	1.4	0.4	1.7
ash(g)	0.6	0.2	0.8
carbohydrate(g)	12.6	6.9	18.1
crude fiber(g)	6.9	0.2	12.0
Na(mg)	12.5	10.3	14.6
Ca(mg)	99.6	8.9	155.0
K(mg)	181.2	63.2	180.9
Fe(mg)	0.4	0.1	0.5
P(mg)	25.3	8.1	16.4
Vitamin C(mg)	43.4	39.2	43.7
pH	N.A	2.3	N.A
total acidity(g)	N.A	6.6	N.A
oBrix	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 총 유기산 함량(6.08%)의 92%를 차지하였고 사과산과 옥살산은 소량 함유된 것으로 분석되었다(Table 8). 신맛이 강한 하귤의 경우 구연산 함량이 1.47%, 사과산 0.02% 그리고 옥살산 0.03%인 것과 영귤

의 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 8>.



[그림 3] Content of organic acids in Citrus sudachi juice and Citrus natusdaidai juice(g/100g)

<표 6> Amino acid composition of *Citrus sudachi* juice

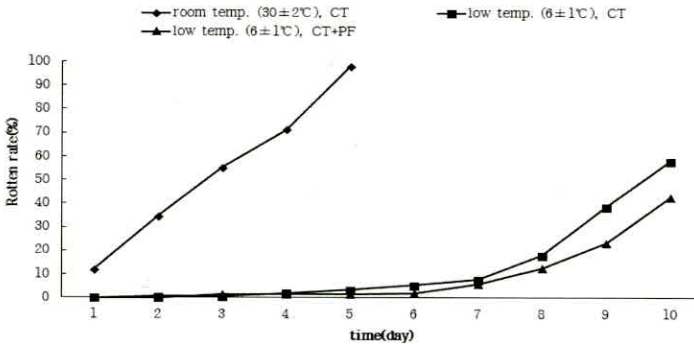
Amino acids	amount (mg/100g)	Amino acids	amount (mg/100g)
Aspartic acid	110.4	Proline	6.5
Serine	14	Cystein	24.6
Glutamic acid	16.9	Tyrosine	3.0
Glycine	3.2	Valine	3.6
Histidine	0.6	Methionine	1.7
Threonine	2.1	Lysine	5.6
Arginine	3.1	Isoleucine	3.5
Alanine	16.6	Leucine	3.3
Phenylalanine	2.7	-	
Total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

3. 영귤 착즙액의 가공

1) 가공용 영귤의 저장 및 부패율

전정가위를 사용하지 않고 손으로 꼭지를 잡아당겨 상처가 나게 수확한 영귤을 3가지 콘테이너(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℃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.



[그림 4] Rotten rate of Citrus sudachi fruit(harvested by hand-pulling) during 10 days storage at different temperature
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%선이었다. 분쇄-스크류프레스의 경우 과실전체를 마쇄하여 스크류에 통과하면서 착즙하는 것으로 수율이 65%정도로 높고 과피의 생리활성 물질인 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 가공공정에서는 무농약과실의 특징을 가장 잘 반영할 수 있고 착즙수율이 높은 장점이 있기 때문에, 분쇄스크류 방식을 선택하고 유즙분리 공정을 추가도입하기로 결정하였다.

<표 7> 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

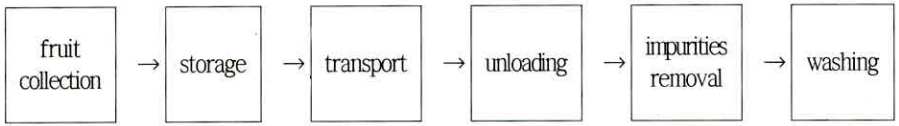
3) 영귤즙의 가공제조 공정

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 파이프 라인에 잔류 착즙액의 최소화, 착즙액 수율을 최대화, 과피 유래 오염제거에 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 세척하

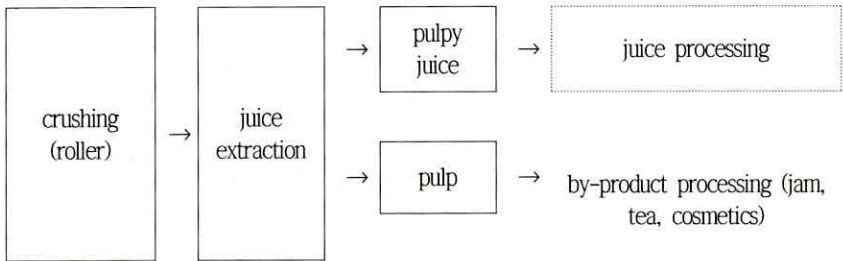
였다.



[그림 5] Transport, receiving and handling of Citrus sudachi fruits.

(2) 분쇄 및 착즙

무농약 영귤 과피의 유용성분을 가능한 한 과즙에 충분히 이행되도록 하고, 착즙액의 수량을 최대화하기 위해서 분쇄-스크류프레스 방식을 택하였다.

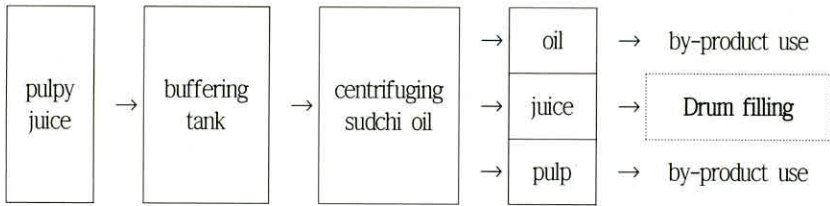


[그림 6] Processing overview of milling and juice extraction from Citrus sudachi fruits.

(3) 유분리 및 펄프제거

착즙공정에서 나온 과즙은 펄프와 세포막 물질들이 다량 함유되어 있어 제거과정이 필요하여 3단 원심분리기를 이용해 펄프와 유즙을 제거하였다. 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.

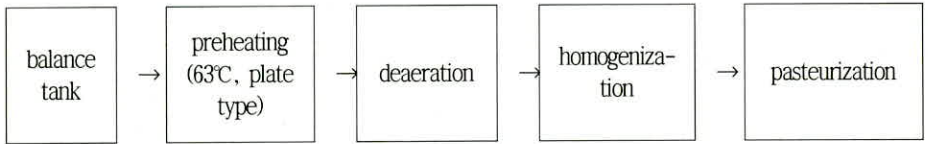


[그림 7] Centrifuging sudachi oil for recovery as by-product.

(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 하기위해 열교환기에서 예열(저온살균, 63°C)하였다. 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°C, 최대 활성 60°C)와 Pectinesterase의 불활성화에 의한 과즙의 겔화 및 점도 저하 방지 및 미생물(곰팡이, 효모, 세균)의 불활성화를 위하여 살균온도는 96°C(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°C로 가열된 물을 20~30분간 지속적으로 순환시켜 미생물의 오

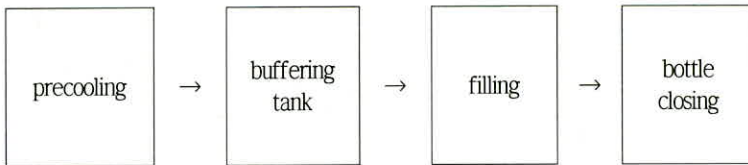
염을 방지하였다.



[그림 8] 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°C에서 충전 하였으며 충전라인의 기본적인 공정은 [Fig 5] 와 같다.



[그림 9] Processing overview of sudachi juice filling and packaging.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 유기농으로 인증된 제주산 영귤의 장점을 활용할 수 있는 가공이용 및 산업화 기술개발을 모색하기 위하여 수행되었다. 이러한 목적을 달성하기 위해 영귤의 수확시기별 외형적·이화학적 특성의 조사를 통한 최적 수확시기와 가공적성의 설정, 과피 상처과

로 수확된 영귤의 저장 안정성 분석, 영귤과피의 생리활성 물질 등 유용성분을 착즙액에 이행시킬 수 있는 제조공정의 확립 및 영귤 과즙제품 생산 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 절반 수준으로 감소되었다. 과즙의 유기산은 Citric acid, Malic acid, Oxalic acid 등으로 구성되었으며, 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($6\pm 1^{\circ}\text{C}$) PE포장저장 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.

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 탈기공정 등이 포함되어야 한다. 영귤은 과피의 독특한 향미와 과즙의 풍부한 신맛 때문에 소스 및 첨가제 등 요리소재로서 활용가치가 높은 향산 감귤로 영귤 착즙액 가공품은 각종 조미제로서 활용 가능하므로, 수입산 레몬 또는 라임을 영귤로 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김광옥, 이영춘, 1999, 식품의 관능검사, 학연사.
- 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, 2007, 식품공전.
- 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.
- 이영실, 2003, 濟州産 瀛橘의 調理技術. 제주대학교 산업대학원 석사학위논문, pp. 1~46.
- 이영철, 이경미, 한 대석, 장진웅, 신경아, 1998, 영귤을 이용한 식초(자연초)의 제조 시험, 한국식품개발연구원 보고서.
- 임상빈, 좌미경, 2002, 스타치의 숙성에 따른 이화학적 성분변화. 제주대학교 첨단기술연구소 논문집, 13(1): 65~70.
- 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.
- 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 natsudaikai*) 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
- Tanusi, S and M. Yamamoto, 1981, Change of ascorbic acid content in *Citrus sudachi* fruit during gas storage. *Nippon Eyo Shokuhin*, 35(2):147.
- Tomotake H., T. Koga, M. Yamato, A. Kassa, F. Ota, 2006, Antibacterial activity of citrus fruit juices against *Vibrio* species. *J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo).*, 52(2): 157-160.
- 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.

日本德島市農協, 영귤 가공제품일람표, 1995.

日本德島縣 統計情報, 2006.

日本食品標準成分表, 1996

www.nissn-shurui.co.jp

Abstract

A Study on the Efficient Processes for Oraganic Citrus Sudachi

Choi, Young-Jin*

This study seeks to find out some efficient ways to process and merchandise a citrus sudachi, Jeju's organic orange. For this purpose I investigated what effects harvest-timing makes on a sudachi's physical and chemical characteristics. I tried to search for the best harvesting time, adequate processing techniques, safely storing skills for scarred crops, optimum manufacturing processes for enabling juices to keep beneficial ingredients of a sudachi's peel. The results are as follows;

1) The weight and the size of a sudachi depended on its ripeness, reaching its height between middle September and early October. As a fruit ripened, the amount of extracted juice increased. The thickness, however, of its peel, diminished. The sweetness and pH also rose, while the acidity and Vitamin C fell. After a sudachi were fully ripe, its innate scent of a sudachi began to diminish. Around late October when its greeness turned into yellowness, it lost half of the scent. The analysis showed its organic acid is mostly composed of Citric acid, Malic acid, and Oxalic acid. Among these ingredients Citric acid makes up 5.5% of its juice, occupying 92% of the total organic-acid content (6.08% of juice). Amino acid has a total of 17 kinds, and its mains are four: Aspartic acid, Cystein acid, Glutamic acid, and Alanine acid.

* Professor, Department of Hotel Culinary Art, Cheju Halla University

2) I analyzed the decomposition rate of a forcibly hand-picked sudachi, placing it respectively on three storing conditions, high temperature, low temperature($6\pm 1^{\circ}\text{C}$), and PE packaging. The results indicated that under the high temperature the sudachi got 55% rotten on the 5th day, losing most of its commodity value. In case of low-temperature storing, PE is more efficient than non-PE. PE could store up to 5 days after picking. Additionally, grinding-screwing press was shown to be the most efficient juice-extraction method.

Concludingly, the results suggested that the desirable cropping time is middle September, considering a sudachi's scent and acid content. A crop with the peel scarred should be processed within 2 days in case of high-temperature storing. Besides, the grinding-screwing press method is needed to add to the juice the healthful ingredients of a sudachi's peel. Processing and merchandising requires sterilization, homogenization, and ventilization. Most importantly, a processed sudachi proved its potentiality of a good seasoning for various food to replace a abroad-imported lemon and a lime.

Keywords : Citrus sudachi, younggyul, organic Citrus sudachi juice production,

교신 : 최영진 63092 제주특별자치도 제주시 한라대학로 38.
제주한라대학교 호텔조리과(cyj3671@naver.com)

논문투고일 : 2015. 7. 28

수정완료일 : 2015. 8. 4

게재확정일 : 2015. 8. 7