

## Change of Physicochemical Properties and Hesperidin Contents of Jeju Processing Citrus Fruits with the Harvest Date

Jiwon Yang<sup>1</sup>, Il Sook Choi<sup>1</sup>, Jeong Hee Lee<sup>2</sup>, Chang-Won Cho<sup>3</sup> and Sung Soo Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>2</sup>ILHAE Corporation, Jeju 695-962, Korea

<sup>3</sup>Division of Convergence Technology, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

### 수확시기별 제주산 가공용 감귤의 이화학적 특성과 hesperidin 함량

양지원<sup>1</sup> · 최일숙<sup>1</sup> · 이정희<sup>2</sup> · 조장원<sup>3</sup> · 김성수<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>주식회사 일해, <sup>3</sup>한국식품연구원 융합기술연구본부

#### Abstract

This study, the changes in physicochemical properties and hesperidin content of Jeju-processed citrus fruits according to the harvest date were evaluate. The soluble-solid content, pH, and soluble solid-acid ratios gradually increased, but titratable acidity slightly decreased with a delay in the harvest date. The color index, lightness, yellowness, and turbidity slightly decreased whereas the redness slightly increased with a delay in the harvest date. The hesperidin content slightly decreased with a delay in the harvest date. Hesperidin, which is the major cause of juice cloudiness, decreased with a delay in the harvest date. These results suggest that later-harvested fruit juice is bound to be less cloudy.

Key words : harvest date, hesperidin, Jeju processing Citrus fruit

#### 서 론

독특한 신맛과 향미를 지니는 감귤류 과실은 우리나라뿐 아니라 전세계적으로 널리 섭취되고 있으며 지리적, 기상학적 제한 요인으로 우리나라에서는 제주도만이 생산할 수 있는 작물이다(1, 2). 이러한 특성으로 인하여 초기 재래 감귤로 시작하여 오늘에 이르기까지 많은 종류가 생산되고 있으며, 그 중 내한성이 강한 만다린계 온주 밀감 감귤류 생산이 주를 이루고 있다(3). 그리고 다른 과실과 마찬가지로 식품보다는 생과로 많이 소비되기 때문에 과실이라 표현되고 있다. 국내 감귤 생산은 해저리 현상이 심해 그 해작황에 따라 달라지나 전체적으로 증가 추세에 있으며(4), 통계청 자료를 보면 2010년 약 6,150,000 톤으로 2005년 대비 10.5% 증감률을 나타내었다. 그 중 감귤 가공량은 2002년 16,000 톤으로 정점에 이른 후 2010년 9,000 톤으로 전체 생산량의 15%를 차지하고 있다. 감귤은 다른 과실에

비해 수확 후 장기간 저장이 어렵기에 일시적인 집중 출하로 가격안정과 물량조절이 힘들다(5). 그리하여 제주특별자치도 개발공사는 농축 과즙 생산 시설을 확보하고 농축주스 및 희석과즙 음료의 원재료인 감귤 공급을 확보함으로써 수요의 안정성을 해결하고자 노력하고 있다(6,7).

현재 미국과 FTA체결로 감귤산업의 위기라는 얘기가 자주 회자 되고 있으며 현재 수입 오렌지와 경쟁에서 점차 밀려 그 재고량이 계속 늘고 있는 실정이다. 그러나 감귤의 해외 수출 확대와 시장개척을 위해 노력한 결과 2010년 1,548 톤에 이어 2011년에는 12개국에 생과 2,905 톤과 가공용 농축액과 아이스크림 등 800 톤(생과 8,000톤 상당)으로 수출을 확대시켜 나가고 있다. 감귤가공품은 생과 수출보다 검역·통관 절차가 간소화되어 수출이 효율적이며, 감귤 농축액에서 아이스크림 등 부가가치가 높은 가공식품 등으로 수출이 이루어지고 있다. 도내 업체의 감귤 가공품 생산량은 연간 6,240 톤이 생산되고 있으며, 수출실적은 799 톤, 수출액은 23 억원 실적을 나타내고 있다. 감귤 농축액 763 톤은 생과로 7,630 톤, 아이스크림 35 톤은 생과

\*Corresponding author. E-mail : caroline.yangjiwon@gmail.com  
Phone : 82-31-780-9073, Fax : 82-31-709-9876

42 톤, 건조감귤 0.5 톤은 생과 7 톤 등 전체적인 수출물량은 8,000 톤의 수출 효과를 보이는 것으로 분석되고 있다(8-10).

감귤은 수입 오렌지에 비하여 적정산도가 높으며, 비타민 C 함량이 높은 알칼리성 식품으로써 피부미용과 피로회복에 좋으며, 칼슘 흡수에 도움을 준다(11,12). 그리고 감귤류의 flavonoids는 항산화 작용(13-16), 항암작용(17,18) 순환기계 질환의 예방(19), 항균(20,21), 항바이러스(22), 면역증강작용(23), 모세혈관 강화 작용(24) 등이 보고되고 있다. Flavonoids는 polyphenolic substance로서 화학적 구조에 따라 flavonols, flavones, flavanones, chtechins, anthocyanidins, isoflavones, dihydroflavonols, 그리고 chalcones로 구분된다. 이러한 flavonoids의 화학적 구조는 그들의 생화학적 활성에 영향을 미친다고 보고되고 있으므로 중요하게 여겨진다(25,26). Bioflavonoids는 담황색, 또는 노란색을 띠고 있는 색소화합물로서 자연에서 유리상태(aglycone)로 존재하기도 하나 대개는 rhamnose, glucose, rutinose 등의 당과 결합하여 배당체(glycoside)의 형태로 여러 식물에 존재하는 것으로 알려져 있으며, 섭취 시 별다른 부작용이 없는 것으로 알려져 있다(27). 최근 국내에서는 고유한 식물 종 내의 bioflavonoids에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 우리나라 감귤류에는 60여종의 flavonoids가 존재하며 그 중 naringin, hesperidin 과 aglycon 형태인 naringenin, hesperitin이며, rutin, deosmine, nobiletin, tangertin 등이 있다(28,29). 그 중 hesperidin은 aglycone과 hesperitin 또는 methyl eiodictyol 및 disaccharide, rutinose로 구성된 flavanone배당체이다(30). hesperidin은 혈관 보호 효과(31), 항암효과(32), 항염증효과(33), 항균효과(34), 항알레르기효과(35) 등의 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다.

현재 한국산 감귤류에 관한 연구는 제주산 감귤류의 품종별 화학성분, 당 및 산 함량의 시기적 변화에 대한 연구(36), 제주산 감귤류 성분과 그 특성(37), 제주산 감귤류의 품종 및 수확시기별 품질특성(38), 수확시기별 조생온주밀감의 품질특성(39), 감귤 품종별 이화학적 성분 비교(40), 제주산 감귤류의 숙기에 따른 유리당, 유기산, 헤스페리딘, 나린진, 무기물 함량의 변화(41), 감귤류의 가공 특성(42)에 대한 연구 보고가 있다. 감귤의 연구가 다른 분야에 비해 미흡한 이유는 국내에서는 제주지역에서만 생산되기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 수확시기에 따른 가공용 감귤의 사용하여 주스 제조 시의 특성을 알아보기 위해 가공 제조에 관여하는 요인들인 이화학적 특성과 감귤가공에 혼탁을 유발하는 hesperidin을 분석함으로써 감귤가공품 개발에 기초적인 자료를 제공함과 동시에 생리활성 물질을 중심으로 3차, 4차 가공산업을 발전시킨다면 유통구조 개선을 통한 소비촉진에 도움을 주기 위하여 이루어졌다.

## 실험재료

2007년 11월부터 2008년 1월까지 제주도 면 농가로부터 가공용 감귤을 수매하여 선별하고 세척한 후 실험에 사용하였다.

### 시료전처리

85℃에서 60초간 증자하였다(Scalder, 한영엔지니어링, 한국). 증자 후 껍질은 벗겨내고 과즙과 펄프를 분리하고 원심분리(Centrifuge, CLARA20, Alfalaval, Sweden)하여 주스액을 얻었다. 주스액의 일부는 당도와 적정산도 및 당산비를 측정하는데 사용하였다. 주스액은 순간 살균하고 원하는 농도에 농축(Evaporator, Sigma star 34, Schmidt, Germany)하였다. 농축액을 냉각하고 포장단위에 따라 포장 한 후 -18℃ 이하에서 냉동보관하였다. 제주산 온주 밀감을 가지고 만든 농축 온주 밀감 주스의 원액은 ㈜일해에서 공급받아 동결건조하여 분쇄한 시료를 냉장 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 이화학적 특성

가용성 고형분은 당도계(model N-1E, ATAGO, Japan)를 이용하여 20℃에서 측정하였다. 적정산도는 시료 약 5 g을 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 mL를 citric acid(% w/w) 함량으로 환산하여 적정산도(% w/w)로 표시하였다. 측정은 3회 반복실험을 실시하여 평균값으로 나타내었다. pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL로 희석하고 균질화 후 pH meter(S20-K, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)를 이용하여 5회 반복 측정하였다.

### 색도

색도는 색도계(Chroma meter CR-300 Minolta, Japan)를 사용하여 시료를 5회 반복하여 측정하였고, L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)의 평균값을 구하였다. 이때 사용된 표준백판의 L값은 98.75, a값은 -1.02, b값은 1.10이었다.

### Hesperidin 분석 및 정량

본 실험에서 사용한 고성능 액체크로마토 그래피(HPLC)는 Waters 1525 binary HPLC pump (Waters, Milford, MA, USA), Waters 2487 dual  $\lambda$  absorbance detector(Waters, Milford, MA, USA), Waters 717plus autosampler(Waters, Milford, MA, USA)를 사용하였다. 실험에 이용된 모든 시약은 HPLC급 용매를 사용하였다. Hesperidin 표준품 Hesperidin(Tokyo Chemical Co, Japan)은 0.05~0.3 mg/mL로 조제하여 standard curve를 작성한 후 표준액으로 사용하였다. 10 mg/mL의 감귤 시료는 0.45  $\mu$ m membrane filter

(Millipore, USA)로 여과시킨 것을 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. HPLC의 column은 Sunfire C18 (4.6 × 250 mm)를 사용하였고, 이동상으로는 물과 메탄올을 사용하였으며, 이동상 용매의 조성 시간과 비율은 Table 1와 같다.

**Table 1. The operating conditions of HPLC for hesperidin**

Items	Conditions		
Instrument	JASCO, Japan		
Detector	UV 285 nm		
Column	SunFire C18 5 $\mu$ m (4.6 mm ID x 250 mm, Waters)		
		Water	Mathanol
Mobile phase	5 min	80	20
	15 min	0	100
	17 min	0	100
	18 min	80	20
	23 min	80	20
Flow rate	0.5 mL/min		
Injection volume	10 $\mu$ L		

### 통계처리

실험에서 얻은 모든 데이터는 IBM<sup>®</sup> SPSS statistics 20을 사용하여 통계 처리하였으며, 각 시료군 간의 차이는 분산분석과 Duncan's multiple range test로 각 시료간의 유의성을 1% 수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 이화학적 특성

수확시기에 따른 제주산 가공용 감귤에서 과피와 종실을 제거하여 착즙한 과즙의 가용성 고형물 및 적정산도, pH의 변화는 Table 2와 같다.

가용성 고형물의 변화는 11월 중순까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 12월 수확한 시료는 11월에 수확한 시료와 비교하여 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나, 12월 초, 중, 하순은 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 1월에 수확한 시료는 초, 중, 하순의 시료 간에 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈으며, 12월에 수확한 시료에 비해 유의적 증가하는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 조생온주(43)과 궁천조생, 홍진조생(39)과 제주산 보통온주(44) 및 하귤, 당유자, 병귤, 스타치 및 지각 감귤류(38) 연구에서 유사한 경향을 보였으며, 한라봉(45) 연구에서도 유사한 경향을 보였다.

적정산도의 변화는 12월 초, 중, 하순의 시료 간에 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며, 변화를 가지지 않았던 11월과 비교하여 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

그 후 수확시기가 늦어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 하귤, 당유자, 병귤, 스타치 및 지각 감귤류(38)와 조생온주(43) 연구에서 유사한 경향을 보였으며, 한라봉(45) 연구에서도 유사한 경향을 보였다.

pH의 변화는 11월과 12월 사이에 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 1월 중순에 가장 높은 pH를 가졌으며, 그 후 유의적 변화를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 홍진조생, 궁천조생(39)과 임온주, 미택온주(44) 및 조생온주(43) 연구에서 유사한 경향을 보였다.

생과로서 감귤품질에 가장 큰 영향을 주는 것은 당함량과 산함량의 비율로서 과실의 품질판정에 중요한 지표인 당산비는 11월 초순, 중순, 하순은 12.6, 12.7, 14.0에서 12월 초순, 중순, 하순은 15.1, 15.8, 16.6로 1월 초순, 중순, 하순은 17.7, 19.5, 19.5로 수확시기가 늦을수록 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 조생온주(43) 및 하귤, 당유자, 병귤, 스타치 및 지각(38) 연구에서 유사한 경향을 보였다. 제주산 온주감귤(46)의 관능평가 결과에서 당산비가 높을수록 기호도가 높아짐을 알 수 있었으며, 홍진조생(47)의 당산비는 크기에 따른 차이가 나지 않은 연구결과를 가졌다. 그리고, 해안지역에서 생산된 궁천조생 온주밀감(48)이 당산비가 높은 연구결과를 가졌다.

### 색도 및 탁도

수확시기에 따른 제주산 가공용 감귤에서 과피와 종실을 제거하여 착즙한 과즙의 색도 및 탁도의 변화는 Table 3와 같다.

명도를 나타내는 L (lightness)값은 11월까지의 유의적인 변화를 나타내지 않았으나, 12월 이후 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 적색도를 나타내는 a (redness)값은 11월 중순까지 유의적인 변화를 나타내지 않았으며, 12월 초순과 비교하여 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 12월 초, 중순의 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 그 후 수확시기가 늦어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 황색도를 나타내는 b (yellowness)값은 11월 중순 이후 수확시기가 늦어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 유사 연구에서의 제주산 감귤류(38)와 감귤 품종별 10가지(40)의 결과에서는 L, a, b값이 수확시기가 늦어질수록 모두 증가되는 경향을 보였다. 본 연구와의 결과 차이는 과피에서의 색도를 측정하였으므로 본 연구의 감귤의 과피와 종실을 제거한 착즙액을 사용하여 측정된 값과 차이를 나타냈다.

탁도는 11월 중순 이후 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 수확시기가 늦어짐에 따라 탁도는 유의적인 감소를 나타냈다. 이러한 결과는 탁도와 hesperidin 함량간의 연구 결과에서와 유사한 경향을 보였다 (49,50).

**Table 2. Physicochemical properties of Citrus unshiu Marc. according to the harvest date**

Harvest date (Year. Month. Day)	Soluble solids(°Bx)	Titrateable acidity(%)	pH	Soluble solid-acid ratio
07.11.05	8.37±0.06 <sup>c</sup>	0.67±0.02 <sup>a</sup>	3.58±0.03 <sup>c</sup>	12.6
07.11.15	8.47±0.06 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	3.58±0.03 <sup>c</sup>	12.7
07.11.25	9.10±0.10 <sup>d</sup>	0.65±0.00 <sup>a</sup>	3.60±0.05 <sup>c</sup>	14.0
07.12.01	9.47±0.06 <sup>c</sup>	0.63±0.01 <sup>b</sup>	3.63±0.06 <sup>bc</sup>	15.1
07.12.15	9.53±0.06 <sup>c</sup>	0.61±0.02 <sup>c</sup>	3.66±0.06 <sup>bc</sup>	15.8
07.12.25	9.63±0.06 <sup>c</sup>	0.58±0.01 <sup>d</sup>	3.71±0.06 <sup>abc</sup>	16.6
08.01.05	9.87±0.06 <sup>b</sup>	0.56±0.01 <sup>de</sup>	3.78±0.09 <sup>ab</sup>	17.7
08.01.15	10.5±0.15 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>ef</sup>	3.84±0.09 <sup>a</sup>	19.5
08.01.25	10.4±0.06 <sup>a</sup>	0.53±0.00 <sup>f</sup>	3.84±0.09 <sup>a</sup>	19.5

**Table 3. Changes of color and turbidity of Citrus unshiu Marc. according to the harvest date**

Harvest date (Year. Month. Day)	L	a	b	Turbidity
07.11.05	42.3±0.12 <sup>ab</sup>	-4.05±0.03 <sup>c</sup>	17.1±0.10 <sup>a</sup>	2.23±0.01 <sup>a</sup>
07.11.15	42.2±0.10 <sup>ab</sup>	-4.03±0.02 <sup>c</sup>	17.1±0.02 <sup>a</sup>	2.22±0.00 <sup>a</sup>
07.11.25	41.9±0.20 <sup>ab</sup>	-3.98±0.02 <sup>de</sup>	16.9±0.11 <sup>ab</sup>	2.22±0.00 <sup>ab</sup>
07.12.01	41.1±0.09 <sup>b</sup>	-3.85±0.06 <sup>de</sup>	16.8±0.04 <sup>abc</sup>	2.21±0.01 <sup>bc</sup>
07.12.15	40.6±0.16 <sup>c</sup>	-3.69±0.02 <sup>de</sup>	16.7±0.04 <sup>abc</sup>	2.20±0.01 <sup>cd</sup>
07.12.25	40.4±0.09 <sup>d</sup>	-3.38±0.03 <sup>cd</sup>	16.3±0.07 <sup>bc</sup>	2.19±0.00 <sup>d</sup>
08.01.05	39.4±0.09 <sup>d</sup>	-3.27±0.03 <sup>bc</sup>	15.6±0.03 <sup>c</sup>	2.18±0.00 <sup>e</sup>
08.01.15	39.2±0.03 <sup>e</sup>	-3.16±0.02 <sup>b</sup>	15.5±0.00 <sup>cd</sup>	2.17±0.01 <sup>ef</sup>
08.01.25	39.1±0.09 <sup>e</sup>	-3.15±0.04 <sup>a</sup>	15.4±0.04 <sup>d</sup>	2.16±0.00 <sup>f</sup>

**Table 4. Mean value and correlation coefficient between physicochemical properties and hesperidin contents of Citrus unshiu Marc. according to the harvest date**

	Mean	SD	Soluble solids(°Bx)	Titrateable acidity(%)	pH	L	a	b	Turbidity	Hesperidin contents (mg%)
Soluble solids(°Bx)	9.4741	0.71122		-0.949 <sup>**</sup>	0.822 <sup>**</sup>	-0.958 <sup>**</sup>	0.919 <sup>**</sup>	-0.920 <sup>**</sup>	-0.944 <sup>**</sup>	-0.927 <sup>**</sup>
Titrateable acidity(%)	0.6020	0.05164			-0.851 <sup>**</sup>	0.981 <sup>**</sup>	-0.981 <sup>**</sup>	0.965 <sup>**</sup>	0.972 <sup>**</sup>	0.926 <sup>**</sup>
pH	3.6896	0.11597				-0.851 <sup>**</sup>	0.861 <sup>**</sup>	-0.879 <sup>**</sup>	-0.887 <sup>**</sup>	-0.796 <sup>**</sup>
L	40.6637	1.22842					-0.977 <sup>**</sup>	0.970 <sup>**</sup>	0.975 <sup>**</sup>	0.953 <sup>**</sup>
a	-3.6159	0.36332						-0.971 <sup>**</sup>	-0.962 <sup>**</sup>	-0.926 <sup>**</sup>
b	16.4130	0.67494							0.966 <sup>**</sup>	0.877 <sup>**</sup>
Turbidity	2.1970	0.02434								0.918 <sup>**</sup>
Hesperidin contents	122.6992	8.21421								

**Hesperidin 함량**

천연으로 존재하는 flavanone배당체의 일종인 hesperidin 은 귤이나 오렌지 등에 비교적 다량 함유되어 있으며 예전 부터 비타민 P로서 혈압을 내리는 작용 등 여러가지 생리작용을 가진 유용물질로서 알려져 있다. Hesperidin의 일부는

과즙에 녹아있고 대부분이 pulp질에 결합되어 불용성 형태로 되어 있다가 가공 중 열처리에 의해 가용성으로 변하여 백색, 무미의 침상 결정을 가져 백탁현상의 주요 원인으로 작용한다. 수확시기에 따른 제주산 가공용 감귤에서 과피와 종실을 제거하여 착즙한 과즙의 hesperidin 함량의 변화

는 Fig. 1와 같다. 수확시기가 늦어질수록 hesperidin 함량은 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 11월 초순 가장 높은 함량을 나타냈으며, 11월 하순 이후 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 제주재래종 착즙액(51)과 제주산 감귤류(41) 및 제주재래종 감귤류 미숙과(52) 감귤의 숙기에 따라 hesperidin 함량이 감소하는 경향을 보여 본 연구와의 유사한 경향을 보였다.

### 품질특성간의 상관관계

수확시기에 따른 제주산 가공용 감귤에서 과피와 종실을 제거하여 착즙한 과즙의 가용성 고형분, 적정산도, pH, 색도 (L, a, b), 탁도, hesperidin 함량의 상관관계는 Table 5와 같다. 모든 품질특성 및 hesperidin 함량간의 상관관계는 고도의 유의성을 나타냈다. Hesperidin 함량에 대한 가용성 고형분과 pH는 음의 상관관계를 나타냈으며, 적정산도는 양의 상관관계를 나타냈다. 이는 수확시기가 늦어짐에 따라 유의적으로 hesperidin 함량이 낮아질수록 적정산도는 낮아지고, 가용성 고형분과 pH는 높아짐을 의미한다. Hesperidin 함량에 대한 백색도, 황색도 및 탁도는 음의 상관관계를 나타냈으며, 적색도는 양의 상관관계를 나타냈다. 이는 수확시기가 늦어짐에 따라 유의적으로 hesperidin 함량이 낮아질수록 백색도, 황색도 및 탁도는 낮아지고, 적색도는 높아짐을 의미한다. 이러한 결과는 시설온주밀감(53)의 가용성 고형분, 산도 및 pH의 상관관계의 결과와 유사한 경향을 보였다.

**Table 5. Changes of hesperidin contents and turbidity of Citrus unshiu Marc. according to the harvest date**

Harvest date (Year. Month. Day)	Hesperidin contents(mg%)
07.11.05	135.9±3.86 <sup>d</sup>
07.11.15	132.7±2.53 <sup>ab</sup>
07.11.25	130.3±2.41 <sup>b</sup>
07.12.01	124.5±0.85 <sup>c</sup>
07.12.15	118.8±0.27 <sup>d</sup>
07.12.25	117.5±0.54 <sup>de</sup>
08.01.05	116.2±0.26 <sup>de</sup>
08.01.15	115.0±0.06 <sup>de</sup>
08.01.25	113.4±0.32 <sup>e</sup>

### 요 약

수확시기에 따른 제주산 가공용 감귤의 이화학적 특성과 hesperidin 함량을 검토하였다. 수확시기가 늦어짐에 따라 가용성 고형분의 함량이 증가되는 경향을 보였으며, 당산비도 증가하는 경향을 보였다. 이는 pH의 변화와 비슷한

경향을 보였다. 그러나, 적정산도는 약간 감소하는 경향을 보였다. 색도를 측정한 결과, L, b값과 탁도는 수확시기가 늦어질수록 약간 감소하는 경향을 보였으나, a값은 수확시기가 늦어질수록 약간 증가하는 경향을 보였다. 백탁현상의 주요원인이 되는 hesperidin 함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이는 빠르게 수확한 과즙을 이용하여 가공품을 제조 시 혼탁이 적을 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- Kim CW, Song E (2010) Quality Characteristics of *Gamgyul-Injeulmi* with Citrus Mandarin Powder during Storage. Korean J Food & Nutr, 23, 247-257
- Lee SO (2007) Agricultural story(30)-Citrus fruit. Agrochemical news magazine, 28, p 40
- Jeong SM, Kim SY, Park HR, Lee SC (2004) Effect of far-infrared radiation on the antioxidant activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. J Korean Soc Food Sci, 38, 462-469
- Kim YH, Rao IR, Koh SW, Choi YH, Kim CM (2006) Effects of pruning time and defruiting of satsuma mandarin tree with off-year growth on the flowering and quality during next years. Korean J Hort Sci Technol, 24, 342-346
- Koh JS (2001) *Citrus* industry. Jeju-Munhwa, Korea, p 344-347
- Nonghyup, Jeju District Center (2007) Analysis of *Citrus* distribution and marketing, p 66
- Kang YJ (2006) *Citrus* juice processing plant other agricultural processing method for improving the utilization in Jeju. Korean J Food Preserv symposium, p 99-104
- Anon (2007) Jeju special self-governing province, Annual report of statistics 2006, p 10-25
- Kim CM (2006) Strategy for development of *Citrus* fruit industry in Jeju. Food Preserv Process Ind, 5, 2-11
- Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EU, Kim SH (2000) Status of *Citrus* fruit production and view of utilization in Cheju. J Food Sci Nutr, 5, 42-52
- Chae IS, Kim HS, Ko YS, Kang MH, Hong SP, Shin DB (2008) Effect of *Citrus* concentrate on the physicochemical properties of *Kochujang*. Korean J Food Sci Technol, 40, 626-632
- Park CW, Woo SM, Jang SY, Choi IW, Lee SI, Jeong YJ (2011) Characteristics of alcohol fermentation in *Citrus* hydrolysate by different kinds of sugar. Korean

- J Food Preserv, 18, 773-778
13. Jeong WS, Park SW, Chung SK (1997) The antioxidative activity of Korean *Citrus unshiu* peels. *Foods Biotechnol*, 6, 292-296
  14. Kim HJ, Bae KH, Eun JB, Kim MK (1999) Effects of hesperidin extracted from tangerine peel on Cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr*, 32, 137-149
  15. Anagnostopoulou MA, Kefalas P, Papageorgiou VP, Assimopoulou AN, Boskou D (2006) Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Chem*, 94, 19-25
  16. Mokbel MS, Hashinaga F (2006) Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues. *Food Chem*, 94, 529-534
  17. Hanan AA, Shakinaz TE (2011) Antioxidant capacity of hesperidin from *Citrus* peel using electron spin resonance and cytotoxic activity against human carcinoma cell lines. *Pharmaceutical Biology*, 49, 276-282
  18. Yoshimizu N, Otani Y, Saikawa Y, Kubota T, Yoshida M, Furukawa T, Kumai K, Kameyama K, Fujii M, Yano M, Sato T, Ito A, Kitajima M (2004) Anti-tumour effects of nobiletin, a citrus flavonoid, on gastric cancer include: antiproliferative effects, induction of apoptosis and cell cycle deregulation. *Aliment Pharmacol Ther*, 1, 95-101
  19. Benavente-Garcia O, Castillo J (2008) Update on uses and properties of *Citrus* flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. *J Agric Food Chem*, 56, 6185-6205
  20. Viuda-matios M, Ruiz-navajas Y, Fernandez-lopez J, Perez-alvarez J (2008) Antibacterial activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *J Food Safety*, 28, 567-576
  21. Frassinetti S, Caltavuturo L, Cini M, Della Croce CM, Maserti BE (2011) Antibacterial and antioxidant activity of essential oils from *Citrus* spp. *J Essential Oil Research*, 17, 375-379
  22. Balestrieri E, Pizzimenti F, Ferlazzo A, Giofre SV, Iannazzo D, Piperno A, Romeo R, Chiacchio MA, Mastino A, Macchi B (2011) Antiviral activity of seed extract from *Citrus bergamia* towards human retroviruses. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 19, 2084-2089
  23. Park JH, Kang BW, Kim JE, Seo MJ, Lee YC, Lee JH, Joo WH, Choi YH, Lim HS, Jeong YK, Lee BK (2008) Effect of ethanol extract from peel of *Citrus junos* and *Poncirus trifoliata* on antioxidant and immune activity. *J Life Sci*, 18, 403-408
  24. Son HS, Kim HS, Kwon TB, Ju JS. 1992. Isolation, purification and hypotensive effects of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *J Korean Soc Food Nutr*, 21, 136-142
  25. Peterson JMS, Dwyer J, Dsc RD (1998) Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research*, 18, 1995-2018
  26. Horowitz R, Gentili B (1977) Flavonoids constituents of *Citrus*. In S. Nagy, P. E. Shaw, & M. K. Vedhuis (Eds.), *Citrus science and technology*. Westport, CT: AVI Publishing, p 397-426
  27. Kuhn J (1976) The flavonoids. A class of semi-essential food components; their role in human nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 24, 117-191
  28. Gionfriddo F, Postorino E, Bovalo F (1996) I flavanoni glucosidici nel succo di bergamotto. *Essenze-Derivati agrumari*, 66, 404 - 416
  29. Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J (1990) The main phenolics of fruits. In *Fruit phenolics*. Boca Raton, FL: CRC Press, p 1-103
  30. Elisa T, Maurizio LG, Santo G, Danila DM, Marco G (2007) *Citrus* flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chem*, 104, 466-479
  31. Garg A, Garg S, Zaneveld LJD, Singla AK (2001) Chemistry and pharmacology of the *Citrus* bioflavonoid hesperidin. *Phytother Res*, 15, 655-69
  32. Lee CJ, Wilson L, Jordan MA, Nguyen V, Tang J, Smiyun G (2010) Hesperidin suppressed proliferations of both human breast cancer and androgen-dependent prostate cancer cells. *Phytother Res*, 24, S15-S19
  33. Wang AW, Zhou MY, Lin WC (2011) Antioxidative and anti-inflammatory properties of *Citrus sulcata* extracts. *Food Chem*, 124, 958-963
  34. Yia ZB, Yua Y, Lianga YZ, Zengb B (2008) In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new *Citrus* cultivar and its main flavonoids. *LWT*, 41, 597-603
  35. Lee NK, Choi SH, Park SH, Park EK, Kim DH (2004) Antiallergic activity of hesperidin is activated by intestinal microflora. *Pharmacology*, 71, 174-180
  36. Yang CB, Park H, Kim ZU (1967) Studies on the chemical of *Citrus* fruit in Korea. *J Kor Society of Agr Chem & Biotechnol*, 8, 29-37
  37. Koh JS, Kim SH (1995) Physicochemical Properties and

- Chemical Compositions of Citrus Fruits Produced in Cheju. J Korean Soc Appl Biol Chem, 38, 541-545
38. Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS (1997) Quality characteristics of *Citrus* fruits according to the harvest date and variety. J Korean Soc Appl Biol Chem, 40, 416-421
  39. Koh JS, Yang SH, Yang YT, Jwa CS (1998) Physicochemical Properties of Early Cultivar of Satsuma mandarin Sampled at Different Harvested Dates in Cheju. J Korean Soc Appl Biol Chem, 41, 141-146
  40. Kim BJ, Kim HS, Kang YJ (1995) Comparison of physico-chemical components on citrus varieties. Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Product, 2, 259-268
  41. Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS (1998) Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin and inorganic elements changes of Cheju *Citrus* fruits according to harvest date. Korean J Food Sci Technol, 30, 306-312
  42. Lee JW, Shin DH, Yoon IH, Han PJ (1979) Studies on the processing quality of Korean *Citrus* fruits. J Korean Agricultural Chemical Society, 22, 28-32
  43. Koh JS, Yang YT, Song SC, Kang YJ (1997) Effect of storage on the tree and quality of early variety of *Citrus unshiu* produced in Cheju according to harvest time. Korean J Post-harvest Sci Technol Agri products, 4, 131-137
  44. Koh JS, Yang YT, Song EY (1995) Physicochemical properties on the quality evaluation of *Citrus unshiu* produced in Cheju. Korean J Post-harvest Sci Technol Agri products, 2, 251-257
  45. Lee SH, Kim JH, Jeong HC, Koh JS (2007) Changes in the quality of *Hallabong Tagor*(*Citrus kiyomi* × *ponkan*) with growth stage and temperature pretreatment conditions. Korean J Food Preserv, 14, 565-570
  46. Koh JS, Koh JE, Yang SH, Ann SW (1994) Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Citrus Unshiu Produced in Cheju. Agricultural Chemistry and Biotechnology, 37, 161-167
  47. Koh (1994) Physicochemical properties affecting on quality evaluation between *Citrus miyakawa wase* and *Citrus okitsu wase*. Subtrop Agric Cheju Nat Univ, 11, 15-22
  48. Koh JS, Kang CH, Jwa CS (2000) Quality characteristic of characteristic by harvest areas and sea level altitude in Cheju. Korean J Postharvest Sci Technol, 7, 51-56
  49. Rothschild G, Karsenty A (1974) Influence of holding time on before pasteurization, pasteurization and concentration on the turbidity of *Citrus* juice. J Food Sci, 39, 1042-1044
  50. Kanner J, Ben-Shalom N, Shomer I (1982) Pectin-hesperidin interaction in a *Citrus* cloud model system. Lebensm Wiss u Technol, 15, 348-350
  51. Kim YD, Ko WJ, Koh KS, Jeon YJ, Kim SH (2009) Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of Jeju Native *Citrus* Fruits during maturation. Korean J Nutr, 42, 278-290
  52. Rhyu MR, Kim EY, Bae IY, Park YK (2002) Contents of naringin, hesperidin and neohesperidin in premature Korean *Citrus* fruits. Korean J Food Sci Technol, 34, 132-135
  53. Oh YJ, Hwang IJ, Kim CS, Kang SS, Koh JS (1997) Physicochemical Characteristics and Sensory Evaluation of Greenhouse Satsuma Mandarin. Agri Chem & Biotech, 40, 313-317