

청귤의 유효성분 분석

최미현 · 김경희 · 육홍선

충남대학교 식품영양학과

Analysis of Active Components of Premature Mandarin

Mi-Hyun Choi, Kyoung-Hee Kim, and Hong-Sun Yook

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University

ABSTRACT This study was conducted to compare the physicochemical characteristics of premature mandarin pressed juice (PMPJ), premature mandarin pressed cake (PMPC), and whole premature mandarin (WPM) and to investigate the feasibility of using premature mandarin as an industrial raw material. The moisture content of the premature mandarin was PMPC (15.93%) > PMPJ (14.45%) > WPM (10.98%), the crude ash content was PMPJ (4.28%) > PMPC (3.61%) > WPM (2.90%), the crude protein content was WPM (13.31%) > PMPJ (12.90%) > PMPC (10.42%), and the crude fat content was WPM (1.83%) > PMPJ (0.99%) > PMPC (0.59%). The pH was highest in PMPC (3.84) and significantly lower (3.00) in PMPJ. Acidity was highest in PMPJ (0.64%) and lowest in PMPC (0.21%). Fructose, glucose, and sucrose were detected, but maltose was not. The free sugar content was highest in PMPJ. The pectin content was WPM (177.71 mg/g) > PMPC (167.52 mg/g) > PMPJ (119.72 mg/g) and the cellulose content was in WPM (117.29 mg/g) > PMPC (114.52 mg/g) > PMPJ (107.05 mg/g). Aspartic acid, glutamic acid, serine, proline, alanine, leucine, and lysine were the major amino acids present, while asparagine, aspartic acid, glutamic acid, and serine were major free amino acids. The total mineral contents were PMPJ (1,897.13 mg%) > WPM (1,706.10 mg%) > PMPC (1,642.10 mg%). The naringin and hesperidin contents were in the order of PMPJ > WPM > PMPC and the vitamin C content was PMPJ (19.58 mg%) > WPM (13.75 mg%) > PMPC (11.82 mg%).

Key words: premature mandarin, active components, proximate composition, flavonoid, ascorbic acid

서 론

감귤은 운향목 운향과(Rutaceae), 감귤나무아과(Aurantioideae) 중에서 감귤속(*Citrus*), 금감속(*Fortunella*), 탕자나무속(*Poncirus*)에 속하는 각종 및 이들 속으로부터 파생된 품종을 지칭하는 것으로, 과수용으로는 감귤속에 따른 귤종류만 재배되고 있다(Chung 등, 2000). 감귤은 다른 과실에 비해서 풍부한 과즙, 독특한 향미 및 고유한 색을 가지고 있을 뿐만 아니라 여러 고기능성 성분이 알려져 있다(Lee 등, 2009). 감귤류의 기능성 성분인 flavonoid는 현재까지 약 40여종 이상의 구조가 밝혀져 있으며(Gattuso 등, 2007), 주요 flavonoid 화합물로서 naringin, hesperidin, naringenin, hesperetin, nobiletin, tangeretin 등이 있고(Kabe 등, 2005; Valko 등, 2007), hesperidin, neohesperidin, naringin에 대한 분석과 효능에 대한 연구가 다수 진행되어

왔다(Seo 등, 2003). 최근에는 감귤류의 암 예방물질에 관한 연구가 활발히 진행되어 flavone류 중에서 polymethoxyflavone류가 감귤류의 특징적인 활성 성분으로 밝혀졌고, 혈소판 응집 억제, 임파구 증식 억제, 항궤양, 항염증 등의 생리활성을 나타내는 것으로 보고되었다(Benayente-García와 Castillo, 2008; Kim 등, 2009b; Lee 등, 2011). 이외에도 감귤 속에 함유되어 있는 carotenoid는 체내에 흡수되어 비타민 A로 전환되는 pro-vitamin A로서, 면역기능을 향진시키고 발암물질을 해독하는 효과가 있는 것으로 알려져 있으며(Whang과 Yoon, 1995; Bae와 Kang, 1999), 폴리페놀류와 비타민류 등 다양한 생리활성 물질을 함유하는 것으로 알려져 있다. 특히 과육보다 감귤박에 생리활성 물질을 많이 함유하고 있는데(Li 등, 2009), 감귤박 또한 flavonoid류가 많이 함유되어 있어 항산화 작용이 있다고 보고되었고(Choi 등, 2007), pinene, linalool 등의 휘발성 물질이 함유되어 향균작용이 있으며(Benelli 등, 2010), carotenoids, bioflavonoids와 같은 물질이 항염, 항암, 항산화 등 다양한 생리적 작용을 나타낸다고 알려진 바 있다(Erlund, 2004; Kim과 Shin, 2003). 이와 같은 활성 물질이 감귤박에 다량 함유되었음에도 불구하고 감귤류의 가공 공정 중 과실의 50% 정도로 발생하는 부산물은 대부분 폐기되

Received 21 February 2019; Accepted 15 March 2019

Corresponding author: Hong-Sun Yook, Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6840

Author information: Mi-Hyun Choi (Graduate student), Kyoung-Hee Kim (Researcher), Hong-Sun Yook (Professor)

고 있다(Song 등, 2013). 가축 사료의 첨가물에 대한 연구(Yang 등, 2008a; Moon 등, 2007b), 껍피 분말 첨가 조코를릿(Park 등, 2015), 미생물 발효 감귤 부산물 추출물의 특성(Moon 등, 2007a) 등 가축 사료, 기능성 식품 첨가물 등의 연구가 진행됨에 따라 감귤 부산물은 다양한 활용성을 가지는 것으로 확인되었다.

감귤류의 부산물은 가공 공정뿐만 아니라 감귤 생육 시 청귤의 형태로도 발생한다. 제주 지역에서 감귤의 생산량 감축과 품질의 고급화를 위해 매년 8~10월에 약 5~10만 톤 정도의 청귤을 나무에서 따서 폐기하는 수확 적과를 실시하고 있으며, 폐기 처분되는 청귤 대부분이 과수원 주변 환경을 오염시키는 요인으로 작용하고 있다(Kang 등, 2005). 감귤 미숙과는 완숙과에 비해 유기산, 식이섬유, 폴리페놀 그리고 flavonoid류인 hesperidin, naringin, rutin 등이 많이 함유되어 있고, 특히 과피 중에 식이섬유, essential oil, carotenoids, flavonoids 등의 생리활성 성분이 많이 함유되어 있으며 과육보다 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Park 등, 2011; Kim, 2009; Choi 등, 2007). Song 등(1998)은 hesperidin과 naringin을 생약 소재로 이용하려는 시도가 이루어지고 있어 열매따기(적과)에서 얻어지는 청귤을 수확하여 가공 처리하는 것이 필요하다고 하였으나, 현재까지 청귤에 대한 연구로는 풋귤수로 처리한 발아콩 유래의 두릅 펩타이드를 포함하는 근력 및 근육량 향상용 조성물(Song과 Jang, 2016), 감귤 미숙과 식초의 특성과 항산화 활성(Yi 등, 2014)으로, 감귤박에 비해 연구가 미비한 실정이다. 본 연구에서는 감귤 생산 시 발생하는 청귤을 착즙한 후 생성되는 착즙액, 착즙박, 착즙하지 않은 원물의 형태로 처리한 후 이화학적 특성을 비교 분석하여 청귤의 산업 원료 소재로서의 활용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 청귤은 제주테크노파크에서 제공받았다. 청귤 전체, 청귤을 착즙한 후 생성된 착즙액 및 청귤박을 각각 -70°C에서 24시간 동안 냉각한 후 5일간 동결건조하였다. 동결건조물을 분쇄한 다음 40 표준체(체눈 크기 425 μ m)에 내려 분말화하였다.

일반성분 측정

일반성분은 AOAC의 방법(2005)에 준하여 수분은 105°C 상압가열건조법, 조회분은 550°C 직접회화법, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조지방은 에테르를 용제로 한 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

pH 및 산도 측정

pH 및 산도를 측정하기 위해 분말 시료 3 g에 3차 증류수를 27 mL 가하여 2~3시간 동안 sonication 한 후 원심분리

(4,000 rpm, 20 min, LaboGene 416, LaboGene™, Bjar-kesvej, Holstebro, Denmark) 하여 형성된 상층액을 이용하였다. pH는 상층액을 pH meter(PH-220L, iSTEK, Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 산도는 상층액 1 mL를 100 mL로 정용한 다음 10 mL를 취하여 1% phenolphthalein(OCI Company, Ltd., Incheon, Korea)을 2~3방울 가하고 0.1 N NaOH 표준용액(Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Pyeongtaek, Korea)으로 적정하여 선흥색으로 변하는 시기를 종말점으로 한 후 0.1 N NaOH 1 mL에 상당하는 구연산 함량을 적용하여 결과 값(%)으로 나타내었다.

유리당 함량 측정

유리당 함량을 측정하기 위해 분말 시료 0.1 g에 5% TCA 용액 1.5 mL를 넣은 후 1분 동안 교반한 다음 원심분리(10,000 \times g, 4°C, 15 min) 하여 얻은 상등액을 필터 통과시킨 것을 시험용액으로 하였으며, CarboPac™(4 \times 250 mm)을 장착한 high performance anion-exchange chromatography(HPAEC; Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하여 정량하였다. Mobile phase A는 150 mM NaOH를, B는 150 mM NaOH 및 600 mM sodium acetate를 이용하였다. 분리조건은 0~5분, 0% B; 5~15분, 10% B; 15~20분, 100% B; 20~30분, 0% B로 하였으며, flow rate는 1 mL/min으로 하였다. 유리당 함량은 glucose, fructose, sucrose, maltose 표준물질을 이용하여 정량하였다.

Pectin 및 cellulose 함량 측정

Pectin 함량을 측정하기 위해 분말 시료 0.1 g에 에탄올 5 mL를 넣고 교반한 후 원심분리(3,000 rpm, 4°C, 10 min) 하는 과정을 3회 반복하여 소당류를 제거한 다음, acetone을 1 mL 첨가하고 원심분리(3,000 rpm, 4°C, 10 min) 하여 형성된 상층액을 제거하는 과정을 2회 반복한 후 70°C의 dry oven에서 24시간 동안 건조하였다. 건조물에 0.05 N NaOH 2 mL를 혼합한 후 1분간 vortexing 하고 상온에서 30분간 방치한 다음 원심분리(3,000 rpm, 4°C, 10 min) 하여 형성된 상등액을 회석하여 시험용액으로 사용하였다. 시료 200 μ L에 5% phenol 200 μ L와 sulfuric acid 1 mL를 넣고 혼합한 후 상온에서 20~30분간 방치한 다음 470 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Cellulose 함량을 측정하기 위해 분말 시료 0.1 g에 3차 증류수 5 mL를 넣고 30초 동안 교반한 후 원심분리(3,000 rpm, 4°C, 20 min) 하여 당을 제거한 다음, sodium acetate buffer(50 mM, pH 5.0)를 첨가하여 최종량이 5 mL가 되도록 하였다. 이에 cellulase 200 μ L를 넣고 shaking water bath를 이용하여 반응(150 rpm, 40°C, 24 h)시킨 후 원심분리(13,000 rpm, 4°C, 10 min) 하여 형성된 상등액을 회석하여 시험용액으로 사용하였다. 시료 100 μ L에 증류수 200 μ L와 DNS 시약 900 μ L를 넣고 혼합한 후 끓는 물에서 5분간

반응시키고 15분 동안 냉각한 다음 575 nm에서 흡광도를 측정하였다. Cellulose 함량은 dextrose 표준물질을 이용하여 정량하였다.

구성 아미노산 및 유리 아미노산 측정

구성 아미노산을 측정하기 위해 분말 시료 0.1 g을 6 N hydrochloric acid(HCl) 1 mL에 녹인 후 N₂ gas를 7분간 충전시킨 다음 110°C에서 24시간 동안 반응시켜 가수분해하였다. 가수분해물을 40°C에서 rotary vacuum evaporator로 감압 농축한 후 Na-citrate buffer 용액을 이용하여 일정 비율로 희석하고 0.2 µm membrane filter로 여과한 다음 아미노산 자동 분석기를 사용하여 정량하였다.

유리 아미노산을 측정하기 위해 분말 시료에 증류수를 7~10배 가한 후 2~3시간 동안 sonication 한 것을 0.2 µm membrane filter로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 시험용액과 증류수를 1:1로 희석한 액에 5% trichloroacetic acid(TCA)를 동량 가한 것을 원심분리(12,000 rpm, 15 min) 하고 형성된 상층액에 *n*-hexane을 가하여 비극성 물질을 제거한 후, 0.2 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 자동분석기를 사용하여 정량하였다.

무기질 측정

무기질의 분석은 AOAC의 방법(2005)에 준하여 측정하였다. 분말 시료 1 g을 취해 nitric acid(HNO₃) 10 mL와 sulfuric acid(H₂SO₄) 10 mL를 가한 후 600°C에서 2시간 동안 회화시키고 충분히 방랭한 다음, HCl 2 mL와 3차 증류수 60 mL를 가하여 1시간 동안 회화시켰다. 회화된 시료를 여과(No. 2, Whatman, Maidstone, UK)한 후 증류수를 가해 총 100 mL의 부피로 맞추어 유도결합플라스마 분광광도계(OPTIMA 7300 DV, PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)로 무기질 함량을 측정하였다. RF power 1.3 kW, plasma argon 15 L/min, auxiliary argon flow rate 0.5 L/min, nebulizer argon flow rate 0.8 L/min, RF generator 27.12 MHz, sample up take 1.5 mL/min으로 설정하여 시료 중 칼슘(Ca), 철(Fe), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 인(P), 아연(Zn)을 측정하였다.

Naringin 및 hesperidin 함량 측정

Naringin 함량은 Moon 등(2014)의 방법을 참고하여 측정하였다. 분말 시료 0.05 g에 methanol(Mallinckrodt Baker, Inc., Phillipsburg, NJ, USA) 1 mL를 넣고 20분간 sonication 한 후 원심분리(4,000 rpm, 10 min, LaboGeneTM) 하여 얻은 상층액을 취해 0.2 µm membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하여 high performance liquid chromatography(HPLC; YL 9100, Young Lin Instrument Co., Ltd., Anyang, Korea)로 정량하였다. Mobile phase A는 0.5% acetic acid(Mallinckrodt Baker, Inc.)를, B는 acetonitrile(Mallinckrodt Baker, Inc.)을 사용하였다. 분리조

건은 0~5분, 5~18% B; 5~30분, 18% B; 30~35분, 100% B로 하였고 flow rate는 1 mL/min으로 하였으며 injection volume은 10 µL로 하여 280 nm에서 검출하였다. Naringin 함량은 표준품 naringin(HPLC grade, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 표준검량곡선($R^2=0.9969$)에 peak의 면적을 적용하여 구하였다.

Hesperidin 함량은 Davis(1947)의 방법을 참고하여 측정하였다. 분말 1 g에 70% methanol(Mallinckrodt Baker, Inc.) 9 mL를 가하여 24시간 동안 추출한 후 원심분리(3,600 rpm, 20 min, LaboGeneTM) 하여 생성된 상층액을 시험용액으로 사용하여 시험용액 0.1 mL에 99% diethylene glycol(DEG, Samchun Pure Chemical Co., Ltd.) 5 mL와 4 N NaOH(Samchun Pure Chemical Co., Ltd.) 0.1 mL를 가한 후 30분간 방치한 다음 360 nm에서 흡광도를 측정하였다. Hesperidin 함량은 표준품 hesperidin(HPLC grade, Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 표준검량곡선($R^2=0.9995$)에 흡광도를 적용하여 구하였다.

비타민 C 함량 측정

비타민 C 함량은 Choi 등(2005)의 방법을 참고하여 측정하였다. 분말 시료 2.5 mg을 5% 메타인산(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 용액으로 추출한 후 0.2 µm membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하여 HPLC(Young Lin Instrument Co., Ltd.)로 정량하였다. Mobile phase는 acetonitrile(Mallinckrodt Baker, Inc.)과 50 mM ammonium dihydrogen phosphate(NH₄H₂PO₄, Samchun Pure Chemical Co., Ltd.)를 6:4로 혼합하여 사용하였고 flow rate는 1 mL/min, injection volume은 20 µL로 하여 254 nm에서 검출하였다. 비타민 C 함량은 표준품 ascorbic acid(Samchun Pure Chemical Co., Ltd.)를 이용하여 표준검량곡선($R^2=0.9969$)에 peak의 면적을 적용하여 구하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시한 후 평균값으로 나타내었으며, 얻어진 결과는 SPSS 24.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 일원배치 분산분석을 실시하였다. 유의성이 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 $P<0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

청굴 착즙액 및 착즙박, 청굴의 일반 성분 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분 함량은 착즙박(15.93%) > 착즙액(14.45%) > 청굴(10.98%)의 순서로 나타났다. Yang 등(2008b)이 감귤 착즙박, 껍질, 과육의 수분 함량을 측정할 결과 착즙박의 수분 함량은 채취시기에 따라 약간의 차이가

Table 1. Proximate composition of premature mandarin (%)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Moisture	14.45±0.50 ^{b2)3)}	15.93±0.72 ^a	10.98±1.18 ^c
Crude ash	4.28±0.13 ^a	3.61±0.16 ^b	2.90±0.08 ^c
Crude protein	12.90±0.16 ^b	10.42±0.21 ^c	13.31±0.09 ^a
Crude fat	0.99±0.01 ^b	0.59±0.08 ^b	1.83±0.29 ^a

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

존재하며, 과육보다 낮고 껍질보다 높으며 껍질 및 과육의 수분 함량과 밀접한 상관관계를 가진다고 보고하였다. 따라서 채취시기가 이른 청귤과 감귤의 수분 함량에는 차이가 있었으나, 껍질 및 과육이 일부씩 포함된 청귤 착즙박의 경우 착즙액이 영향을 미쳐 가장 높은 함량을 나타낸 것으로 생각된다. 또한 Kang 등(2005)이 미숙 온주밀감의 일반 성분을 측정된 결과 수분 함량이 7% 내외로써 적과시기에 따라 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하였으며, 이와 비교하였을 때 본 연구의 수분 함량이 더 높게 나타났다. 이는 Kang 등(2005)이 시료 전처리 과정에서 습식분쇄, 전자파 가열, 건식분쇄 등의 과정을 거쳐 분말화한 것과 달리 본 연구에서는 청귤 생 시료를 분쇄 및 건조하였으므로, 감귤 시료의 수분 함량은 적과시기뿐만 아니라 전처리 방법에 따라 달라지는 것으로 사료된다.

조회분 함량은 착즙액(4.28%)> 착즙박(3.61%)> 청귤(2.90%)의 순서로, 조단백 함량은 청귤(13.31%)> 착즙액(12.90%)> 착즙박(10.42%)의 순서로, 조지방 함량은 청귤(1.83%)> 착즙액(0.99%)> 착즙박(0.59%)의 순서로 나타났다. Kang 등(2000)이 온주밀감의 조회분을 측정된 결과 미숙과 형태로 8월에 적과된 통밀감의 수분, 조회분, 조단백, 조지방 함량은 각각 7.2%, 3.9%, 3.0%, 3.2%였으며 더 늦은 시기에 적과된 감귤일수록 이들의 함량이 점점 낮아진다고 보고하였다. 또한 Song 등(2013)의 동결 건조 감귤의 통과 및 착즙박의 연구와 비교한 경우 수분 함량이 착즙박에서 15.43%, 통과에서 8.33%로 나타나 수치적으로 유사하였고 조회분, 조단백, 조지방 함량이 본 연구의 청귤이 더 높게 나타났으나, 조회분 및 조단백 함량이 통과보다 착즙박에서 더 높으며 조지방 함량은 통과에서 더 높은 수치를 보인 결과와는 다른 경향을 나타내었다. 따라서 청귤은 감귤에 비해 조회분, 조지방, 조단백 함량이 더 높으며 적과시기가 늦춰질수록 이들의 함량이 낮아지는 것으로 생각된다.

pH 및 산도

감귤류에 대한 유기산 함량의 차이는 품종이나 숙도의 차이에 따라 달라지며, 그 변화 양상을 분석하는 일은 기초적 연구로써 필요하다(Song 등, 1998). 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 pH 및 산도 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. pH는 착즙박(3.84)에서 가장 높은 수치를 나타내었고 착즙액

Table 2. pH and acidity of premature mandarin

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
pH	3.00±0.01 ^{c2)3)}	3.84±0.01 ^a	3.25±0.01 ^b
Acidity (%)	0.64±0.00 ^a	0.21±0.00 ^c	0.32±0.00 ^b

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

(3.00)이 유의적으로 낮았으며, 산도는 착즙액(0.64%)이 가장 높았고 착즙박(0.21%)이 가장 낮게 나타나 시료 중 pH의 감소와 산도의 증가 경향을 나타내었다. Riaz 등(2015)은 숙기에 따른 오렌지를 착즙한 후 착즙액의 pH 및 산도를 측정된 결과, 미숙과인 경우 pH는 2.90~3.60, 산도는 0.90~1.40%로 나타났다고 보고하였으며, 성숙도가 높아져 각각의 값이 적숙인 경우 증가, 감소하며 과숙인 적숙인 상태보다 감소, 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서 사용된 청귤은 미숙과의 형태로서 이러한 pH 결과와 유사하였으며, 적과시기가 길어질수록 pH와 산도가 변화할 것으로 생각된다. 한편 청귤은 착즙박에 비해 낮은 pH, 높은 산도를 나타내었으며, 착즙액은 청귤 착즙박보다 더 낮은 pH와 높은 산도를 나타내었다. 이는 Chung 등(2004)의 탕자 과피와 과육의 성분 특성 연구에서 유기산 함량이 과피보다 과육에서 높게 나타나 본 연구 결과와 일치하는 것으로, 청귤의 pH와 산도에는 청귤 착즙박보다 착즙액이 더 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

유리당

식품 중에 존재하는 당류는 화학적으로 환원성을 갖는 환원당과 환원성을 갖지 않는 비환원당으로 나눌 수 있다. 이를 합하여 총당이라고 하며 과실에서 당분은 향기 생성과 감미에 영향을 주는 주요 성분이라 할 수 있다(Kim과 Youn, 2013). 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 유리당을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 유리당은 fructose, glucose, sucrose가 검출되었고 maltose는 검출되지 않았으며, 유리당 함량이 착즙액에서 가장 높게 나타났다. Song 등(1998)은 미숙 형태로써 9월에 재배된 감귤류 착즙액에서 glucose, fructose, sucrose가 검출되었으며 sucrose(0.58~2.37%)> fructose(0.29~1.14%)> glucose(0.25~1.11%) 순서로

Table 3. Free sugar contents of premature mandarin (mg/g)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Fructose	88.06±1.01 ^{a2)3)}	30.05±0.86 ^c	44.49±1.10 ^b
Glucose	75.68±8.80 ^a	24.04±0.69 ^c	35.51±0.68 ^b
Maltose	ND ⁴⁾	ND	ND
Sucrose	83.28±9.97 ^a	21.80±0.19 ^b	19.05±0.09 ^b

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

⁴⁾Not detected.

많았다고 하였는데, 이는 본 연구의 착즙액의 결과와 다소 다른 경향이였다. 그러나 수확시기가 9월에서 12월까지 진행될수록 감귤의 sucrose 함량이 fructose와 glucose보다 더 크게 증가하면서 12월에는 sucrose 함량이 fructose와 glucose에 비해 2배 이상 높아졌다고 보고하여 8월에 수확한 본 연구의 청귤 시료와 차이를 나타낸 것으로 사료된다. Yang 등(2008b)의 연구에서도 12월에 재배된 성숙 감귤 과육의 유리당 함량 측정 결과 sucrose(3.97%) > glucose(1.83%) > fructose(1.74%)로 나타나 sucrose 함량이 fructose와 glucose에 비해 2배 이상 높은 수치를 나타내었다. 따라서 청귤 적과시기에 따라 구성 유리당과 함량은 변화하는 것으로 생각되며, sucrose가 주요한 변화 요소로서 작용할 것으로 생각된다.

한편 청귤의 유리당 함량은 착즙박에 비해 유사하거나 더 높았고 청귤 착즙액의 유리당 함량이 시료 중 가장 높았으므로, 청귤의 유리당 종류와 함량은 과피보다 과육에 더 많고 청귤 착즙액이 청귤의 유리당 함량 증가에 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 Chung 등(2004)의 연구에 따르면 탕자 과실의 유리당으로써 fructose, glucose, sucrose가 확인되어 본 연구와 유사하였으나, 유리당 함량이 과육(약 0.6%)에 비해 과피(약 1.2%)에서 2배 높게 함유되어 있다고 보고하여 본 연구와 다른 경향을 나타내었다. 따라서 같은 감귤류에 속할지라도 품종과 성숙도에 따라 과육 및 부산물의 유리당 함량은 다르며, 청귤 착즙액의 유리당 함량은 매우 높으므로 식품의 향기 및 감미에 영향을 주어 식품 첨가물로 사용 시 기호도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

Pectin 및 cellulose

감귤에 함유된 식이섬유는 간지질 함량을 낮추는 효과와 cadmium 투과 억제 능력을 가지며, 다이어트 성분, 혈중 콜레스테롤 저하 및 중금속 해독 기능 등 우수한 성질을 갖고 있다고 보고되고 있다. 또한 최근 각종 심장혈관계 성인병 및 장 질환 환자가 증가하면서 식이섬유에 대한 인식을 새롭게 하고 식이섬유를 이용한 여러 종류의 식품들이 개발되고 있다(Chung 등, 2000; Kim과 Chung, 1997). 이 중 펙틴은 잼, 젤리 등의 제조 등의 겔 형성 능력, 점도의 증가, 유화 안정성이 있어 식품 산업에 널리 이용되며(Yang 등, 2008b), 혈중 콜레스테롤 감소(Kay와 Truswell, 1977)와 장내 유용 세균의 증식(Vargo 등, 1985), 혈중 항체의 양 증가(Lim 등, 1997) 등 성인병 질환을 예방할 수 있는 약리 효과가 보고됨에 따라 다이어트 및 의약품 소재로써 개발 가능성이 기대되고 있다.

청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 pectin 및 cellulose 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. Pectin 함량은 시료 중 청귤(177.71 mg/g)이 유의적으로 높게 나타났으며, 착즙박(167.52 mg/g)과 착즙액(119.72 mg/g)은 이보다 낮게 나타났다. Cellulose 함량은 시료 간에 유의적 차이가 없었으나, 수치적으로 청귤(117.29 mg/g) > 착즙박(114.52 mg/g) >

Table 4. Pectin and cellulose contents of premature mandarin (mg/g)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Pectin	119.72±2.83 ^{b2)3)}	167.52±3.10 ^a	177.71±1.83 ^a
Cellulose	107.05±3.73 ^a	114.52±1.90 ^a	117.29±3.84 ^a

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a,b) within a row differ significantly ($P<0.05$).

착즙액(107.05 mg/g)의 순서로 나타났다. Yang 등(2008b)의 연구에 따르면 cellulose, hemicellulose 등의 총 식이섬유 함량이 신선물 기준으로 껍질에 더 많이 함유되어 있다고 보고하였으므로 cellulose 함량은 청귤 착즙액보다 청귤과 착즙박에서 더 높은 것으로 생각되며 청귤 및 청귤 착즙박은 유용한 식이섬유 소재로서 이용이 가능할 것으로 생각된다. Eun 등(1996)은 감귤의 과육 및 과피의 식이섬유를 측정 한 결과 총 pectin 함량은 과육(1.53%) > 과피(0.94%)이고, cellulose 함량은 과육(0.26%) < 과피(3.56%)로 나타났다고 하여 본 연구 결과에 비해 매우 낮은 수치를 보였으나, 재배 지역 및 품종의 차이에 의해 차이가 존재할 수 있다고 보고하였다. 감귤 과피에는 여러 종류의 식이섬유가 존재하며, 주로 pectin으로 용해성에 따라 여러 가지 성분으로 나누어지고 성숙과 저장 중에 변화된다고 한다(Park 등, 1996; Kang 등, 2000). 본 연구에서도 청귤을 분쇄 및 건조하는 과정에서 함량이 변화되었을 가능성이 존재하므로 재배 및 품종뿐만 아니라 분석 방법 및 시료 전처리 방법에 의해서도 식이섬유 함량에 차이가 나타날 수 있어 감귤류의 식이섬유 함량을 분석하기 위한 최적 전처리, 분석법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

구성 아미노산 및 유리 아미노산

아미노산은 인체를 구성하고 있는 주요한 구성성분으로서 생리활성의 조절, 삼투압의 항상성 유지, 완충 작용 등의 작용을 하며 생명 현상을 유지하는 중요한 역할을 하고 있다(Kim 등, 2009a). 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 구성 및 유리 아미노산 측정 결과는 Table 5와 6에 나타내었다. 구성 아미노산은 alanine, arginine, aspartic acid, cystine, glutamic acid, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, proline, serine, threonine, tyrosine, valine으로 총 17종이 검출되었으며, 주요 구성 아미노산으로서 aspartic acid, glutamic acid, serine, proline, alanine, leucine, lysine이 존재하였다. 유리 아미노산은 alanine, ammonia, arginine, asparagine, aspartic acid, ethanolamine, glutamic acid, glutamine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, ornithine, phenylalanine, serine, threonine, tyrosine, valine, α-amino-n-butyric acid, γ-amino-n-butyric acid로 총 22종이 검출되었으며, 주요 유리 아미노산으로서 as-

Table 5. Composition amino acid contents of premature mandarin (mg%)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Alanine	375.66±2.60 ^{b2)3)}	413.38±1.68 ^a	356.69±2.60 ^c
Arginine	238.54±3.50 ^c	307.68±2.40 ^a	268.07±4.07 ^b
Aspartic acid	2,788.07±2.03 ^a	2,681.34±3.70 ^b	1,986.45±6.01 ^c
Cystine	123.88±1.19 ^b	147.38±1.70 ^a	110.95±2.10 ^c
Glutamic acid	817.08±3.28 ^a	708.49±2.01 ^b	646.48±0.68 ^c
Glycine	204.14±4.01 ^c	313.80±3.79 ^a	287.87±2.20 ^b
Histidine	98.47±3.02 ^c	147.41±2.80 ^a	127.30±2.00 ^b
Isoleucine	128.66±2.89 ^c	194.31±3.51 ^a	188.55±1.92 ^b
Leucine	248.51±2.26 ^b	385.92±4.53 ^a	384.01±3.29 ^a
Lysine	322.05±1.30 ^c	416.34±4.41 ^a	387.52±4.93 ^b
Methionine	65.37±2.65 ^b	75.28±3.80 ^a	71.87±1.61 ^a
Phenylalanine	184.39±1.97 ^c	283.29±2.85 ^a	246.83±4.61 ^{ab}
Proline	368.98±1.14 ^c	464.98±2.50 ^a	379.78±4.26 ^b
Serine	559.97±3.21 ^a	553.65±1.62 ^b	437.60±1.67 ^c
Threonine	236.13±5.59 ^c	306.31±5.57 ^a	268.42±4.03 ^b
Tyrosine	116.31±3.76 ^b	198.60±6.12 ^a	190.53±4.47 ^a
Valine	208.07±7.52 ^b	291.54±3.90 ^a	282.87±2.55 ^a
Total	7,084.27	7,889.71	6,621.81

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

Table 6. Free amino acid contents of premature mandarin (mg%)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Alanine	173.14±3.04 ^{a2)3)}	133.93±3.90 ^b	53.58±1.50 ^c
Ammonia	42.10±0.26 ^a	11.13±0.02 ^c	23.47±0.07 ^b
Arginine	68.89±1.34 ^a	54.49±0.70 ^b	10.10±0.89 ^c
Asparagine	1,951.13±5.58 ^a	1,917.90±7.63 ^b	835.16±5.10 ^c
Aspartic acid	423.46±5.29 ^a	195.52±4.97 ^b	94.61±2.50 ^c
Ethanolamine	13.88±0.69 ^a	11.73±0.25 ^b	8.93±0.06 ^c
Glutamic acid	308.03±5.25 ^a	100.99±2.87 ^b	5.47±0.35 ^c
Glutamine	— ⁴⁾	—	27.15±0.44
Glycine	14.18±0.20 ^b	17.27±0.27 ^a	6.63±0.08 ^c
Histidine	11.35±0.34 ^b	15.25±0.32 ^a	2.47±0.12 ^c
Isoleucine	8.92±0.39 ^b	9.77±0.36 ^a	4.74±0.22 ^c
Leucine	11.52±0.47 ^b	22.52±0.02 ^a	9.09±0.20 ^c
Lysine	20.91±0.92 ^b	26.04±0.04 ^a	5.57±0.17 ^c
Methionine	4.16±0.06	5.88±0.09	—
Ornithine	5.22±0.05 ^a	2.86±0.06 ^b	0.82±0.01 ^c
Phenylalanine	31.84±1.22 ^b	41.19±0.20 ^a	8.37±0.15 ^c
Serine	345.18±3.03 ^a	272.38±1.84 ^b	114.45±0.68 ^c
Threonine	54.04±1.93 ^a	50.68±0.57 ^b	14.65±0.24 ^c
Tyrosine	10.71±0.20 ^b	17.88±0.33 ^a	5.33±0.11 ^c
Valine	29.43±0.07 ^a	28.64±0.05 ^a	22.25±0.99 ^b
α -Amino-n-butyric acid	5.13±0.02 ^b	5.12±0.02 ^b	92.03±1.17 ^a
γ -Amino-n-butyric acid	61.35±0.69	75.75±2.20	—
Total	3,594.58	3,016.94	1,344.88

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

⁴⁾Not detected.

paragine, aspartic acid, glutamic acid, serine이 존재하였다. 시료 중 착즙액은 구성 아미노산 중 aspartic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며 구성 및 유리 아미노산 중 serine 및 glutamic acid에서 비교적 높은 함량을 나타내었

다. Aspartic acid는 신경전달물질과 내분비 기관의 호르몬 분비의 조절인자로서 중요한 기능을 가지고 있고(Lamanna 등, 2007), serine은 생체 내에서 cystine과 필수 아미노산인 methionine의 상호 변환에 관여하며, glutamic acid는

감칠맛을 내는 성분으로 이용(Kim 등, 2012)되고 있다. 따라서 착즙액은 다양한 건강 기능성, 맛 성분으로서의 가치가 있는 것으로 판단된다. 또한 청귤 착즙박은 대부분의 필수 아미노산이 많이 함유되어 있을 뿐만 아니라 전체 아미노산 함량도 가장 높게 나타나, 다양하고 많은 아미노산을 많이 함유하므로 영양적으로 우수한 것으로 생각된다.

유리 아미노산 측정 결과에서는 일부 시료에만 존재하거나 존재하지 않는 경우가 나타났다. Glutamine은 청귤에서만 검출된 반면, methionine 및 γ -amino-n-butyric acid (GABA)는 청귤을 제외한 시료에서 검출되었다. Chung 등 (2004)이 탕자 과피와 과육의 유리 아미노산 함량을 분석한 결과, 과피에서는 12종, 과육에서는 10종이 검출되었으며 proline이 감귤속 과실에서 대표적인 아미노산으로 존재하였으나 탕자에서는 검출되지 않았다고 보고하여 감귤류 간 아미노산 조성은 다소 차이가 있다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 이와 같은 차이가 존재하여 시료 간의 아미노산 조성 및 함량이 다른 것으로 생각된다. Methionine은 단백질 합성에 필수적인 핵산의 구성성분으로 모발, 피부 및 손톱의 이상을 예방하는 황의 주요 공급원이며 간의 지방을 감소시키고 LDL cholesterol을 낮춰주며 머리카락 성장을 촉진시키는 발모역할을 하는 것으로 보고된 바 있다(Seo, 2014). Glutamine은 동물성 단백질에 많이 존재하고 인체 골격근의 61%를 차지하는 아미노산이며(Souba, 1985), 아미노산 균형의 항상성을 유지하고 아미노산 합성에 필요한 대부분의 질소를 공급함으로써 암모니아의 흡수, 저장 및 형성과정에서 중요한 역할을 할 뿐만 아니라(Lee 등, 2017), 탈탄산화 반응을 통해 GABA로 활성화되며 글루탐산과 GABA는 각각 억제성과 흥분성의 신경전달물질로 작용한다(Newsholme, 2003). GABA는 또한 혈류를 개선하여 뇌의 산소 공급을 증가시켜 뇌의 대사를 촉진하고 기억을 증진시키며, 연수의 혈관 중추에 작용하여 항이뇨 호르몬인 바소프레신의 분비를 억제하고 혈관을 확장시켜 혈압을 낮추는 고혈압 저하 효과가 있다. 그 외에도 호르몬의 분비 조절, angiotensin-converting enzyme(ACE) 저해 활성, 통증 완화 등의 효능이 있다고 보고되었다(Kim 등, 2013). 결과적으로 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤에는 다양한 기능성을 가진 아미노산이 함유되어 있고 일부 시료에서만 검출되거나 검출되지 않은 아미노산이 존재하므로 식품의 이용목적에 따라 적절한 처리 형태를 선택해야 할 것으로 생각된다.

무기질

청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 무기질 측정 결과는 Table 7에 나타내었다. 시료 중 총 무기질 함량은 착즙액(1,897.13 mg%) > 청귤(1,706.10 mg%) > 착즙박(1,642.10 mg%)으로 착즙액이 가장 높았으며, 무기질별 총량은 K(3,664.39 mg%) > Ca(623.72 mg%) > Mg(467.50 mg%) > P(452.11 mg%) > Na(28.10 mg%) > Fe(4.92 mg%) > Zn(3.33 mg%)의 순서로(data not shown), K 함량이 착즙액(1,544.33 mg%)에서

Table 7. Mineral contents of premature mandarin (mg%)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Ca	6.83±0.12 ^{c2)3)}	321.77±2.62 ^a	295.12±2.40 ^b
Fe	1.18±0.03 ^c	1.84±0.03 ^b	1.90±0.01 ^a
K	1,544.33±3.89 ^a	996.34±4.66 ^c	1,123.72±3.27 ^b
Mg	170.88±3.97 ^a	169.41±4.41 ^a	127.21±0.91 ^b
Na	9.55±0.31 ^b	8.26±0.01 ^c	10.29±0.30 ^a
P	162.89±4.22 ^a	142.71±2.18 ^b	146.51±5.99 ^b
Zn	1.00±0.01 ^b	1.19±0.04 ^a	1.14±0.04 ^a
Total	1,897.13	1,642.10	1,706.10

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

매우 높게 나타났다. Yang 등(2008b)은 12월에 수확한 성숙 감귤의 무기성분은 과육보다 과피에 더 많이 들어있다고 보고하였으나, 본 연구에서는 착즙박, 청귤에 비해 착즙액에 더 많은 무기질의 종류와 양이 포함되어 있었다. 반면 Ca과 Fe, Zn의 경우에는 착즙박 및 청귤에서 더 높은 함유량을 나타내었다. Cha 등(2007b)은 성숙단계별 복분자 딸기의 무기질을 측정한 결과, 성숙 정도와 관계없이 전체적으로 K 함량이 가장 많았고 수치적으로 미숙과가 완숙과보다 더 높다고 하였으며 Mg과 P의 경우에도 복분자 딸기가 성숙함에 따라 감소하는 경향을 나타낸다고 보고한 바 있으며, Cha 등(1999a)의 매실 성숙도에 따른 무기성분 측정 결과에서도 K 함량이 품종과 관계없이 전체적으로 가장 많았고 매실이 성숙함에 따라 Mg 함량과 함께 감소하였다. Jeong 등(2002)은 무화과가 성숙함에 따라 Ca, Fe, Zn 함량이 미숙과 I (63일)에서 미숙과 II (79일)까지는 증가하다가 완숙과 (87일)에서는 다소 감소한다고 보고하였다. 따라서 청귤의 무기질 함량 또한 적과시기에 따라 변화할 것으로 생각된다. 이러한 청귤의 무기질 종류 및 함량은 고르게 나타나기보다는 한 시료에서 더 높게 나타나는 경향을 보였으므로 건강 기능성 식품 개발에 있어 적과시기 및 가공 당시 성숙도, 처리방법에 의해 용도에 적합한 부산물을 선정해야 할 것으로 사료된다.

Naringin 및 hesperidin

Naringin은 항산화, 항돌연변이 활성을 지니며(Chen 등, 1990; Francis 등, 1989), streptozotocin으로 유도된 고혈당 쥐의 혈당량과 H₂O₂, TBARS level을 낮추고, 항산화 효소들의 활성을 높이며(Pari와 Suman, 2010), hesperidin은 혈중 cholesterol 농도 상승 억제 작용, 지방간 개선 작용 및 간 종양 세포 증식 억제 작용 등과 그 외 항산화 작용을 나타낸다고 보고되었다(Cha 등, 1999b). 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 naringin 및 hesperidin 함량 측정 결과는 Table 8에 나타내었다. Naringin 함량 측정 결과 청귤 착즙액(32.09 mg/g) > 청귤(31.13 mg/g) > 착즙박(22.32 mg/g)의 순서로 나타났다. Hesperidin 함량 또한 청귤 착즙액

Table 8. Naringin and hesperidin contents of premature mandarin (mg/g)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Naringin	32.09±0.44 ^{a2)3)}	22.32±0.18 ^c	31.13±0.45 ^b
Hesperidin	10.69±0.43 ^a	7.39±0.47 ^b	10.52±0.45 ^a

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

(10.69 mg/g) > 청귤(10.52 mg/g) > 착즙박(7.39 mg/g)의 순서로 나타났다.

Jin 등(2017)은 미숙 감귤류 과피의 naringin 및 hesperidin 함량을 측정된 결과, 과피에서 각각 2.07~23.39 mg/g, 10.52~25.10 mg/g으로 나타나 본 연구의 청귤 착즙박과 유사하거나 비교적 높게 나타났으며, 이러한 차이는 품종과 재배 환경에 기인한 것으로 생각된다. 또한 품종과 재배 환경에 관계없이 감귤 완숙과보다 미숙과에서 이들의 함량이 매우 높다고 보고하였으며, 이는 Hwang 등(2014)의 연구에서 수확시기에 따른 유자의 과즙 및 과피의 naringin과 hesperidin 함량을 측정된 결과 이들의 함량이 미숙기인 7월에 수확한 것에서 가장 높았고 그 이후로 점점 감소하여 적숙기인 11월에 수확한 것의 함량은 절반 이하로 감소하였다고 보고한 것과, Rhyu 등(2002)의 연구에서 9종의 제주 감귤류 미숙과의 naringin, hesperidin 함량을 수확시기에 따라 측정된 결과 과실 전체를 동결건조 한 분말의 naringin과 hesperidin 함량이 숙기에 따라 감소한다고 보고한 것과 유사한 결과였다. 이러한 결과는 naringin이 감귤 생육 초기에 생성되어 함량이 증가하다가 성숙기에 자연 분해되기 때문으로(Song 등, 1998), 청귤은 성숙된 감귤 또는 감귤 부산물에 비해 flavonoid를 더 많이 함유한 것으로 생각된다.

비타민 C

비타민 C는 항산화제로서 체내에서 산화스트레스에 대해 강한 항산화 역할을 하는 중요한 물질이며(Frei, 1991), 암 억제 및 면역체계에 대한 보호 효과도 가지고 있다(Kim 등, 2008). 청귤 착즙액 및 착즙박, 청귤의 비타민 C 측정 결과는 Table 9에 나타내었다. 비타민 C 함량은 청귤 착즙액(19.58 mg%) > 청귤(13.75 mg%) > 착즙박(11.82 mg%)의 순서로 나타났으며 모든 시료에서 유의적 차이가 존재하였다. Chung 등(2004)은 탕자 과육과 과피의 비타민 C 함량을 측정하였으며, 그 결과 과피보다 과육의 함량이 더 높게 나타나 본 연구에서 청귤 착즙박보다 착즙액의 비타민 C 함량이 더 높은 결과와 유사하였다. 채소와 과일은 비타민 C를 많이 함유하고 있어 비타민 C의 공급원으로 알려져 있는데, 본 연구 결과 값은 사과 6.0 mg%, 배 4.0 mg%, 당근 6 mg%, 오이 10 mg% 등의 과일(Kim 등, 2007)보다 높아, 청귤 착즙액, 착즙박, 청귤은 높은 비타민 C 함량을 가지는 것으로 생각된다. 한편 Riaz 등(2015)은 오렌지가 적숙인 경우 미

Table 9. Vitamin C contents of premature mandarin (mg%)

	PMPJ ¹⁾	PMPC	WPM
Vitamin C	19.58±0.67 ^{a2)3)}	11.82±0.58 ^c	13.75±0.13 ^b

¹⁾PMPJ, premature mandarin pressed juice; PMPC, premature mandarin pressed cake; WPM, whole premature mandarin.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-c) within a row differ significantly ($P<0.05$).

숙한 것보다 비타민 C 함량이 높지만 과숙한 경우 감소한다고 보고하였으며, Jung 등(2013)이 숙기별 꾸지뽕 열매의 비타민 C 함량을 측정한 결과에서도 꾸지뽕 열매가 미숙일 때보다 적숙일 때 비타민 C 함량이 높아졌으나 과숙인 경우 함량이 감소하였다고 보고하였다. 이와 달리 Cha 등(2007a)은 완숙된 복분자 딸기의 비타민 C 함량이 미숙과나 중간숙과에 비하여 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 따라서 청귤의 적과 및 가공처리 시기에 따른 비타민 C 함량의 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 청귤을 착즙액, 착즙박, 원물의 형태로 처리한 후 이화학적 특성을 비교 분석하여 산업 원료 소재로서 청귤의 기초자료를 제시하고자 하였다. 수분 함량은 착즙박(15.93%) > 착즙액(14.45%) > 청귤(10.98%)의 순서로 나타났다. 조회분 함량은 착즙액(4.28%) > 착즙박(3.61%) > 청귤(2.90%)의 순서로, 조단백 함량은 청귤(13.31%) > 착즙액(12.90%) > 착즙박(10.42%)의 순서로, 조지방 함량은 청귤(1.83%) > 착즙액(0.99%) > 착즙박(0.59%)의 순서로 나타났다. pH는 착즙박(3.84)에서 가장 높은 수치를 나타내었고 착즙액(3.00)이 유의적으로 낮았으며, 산도는 청귤 착즙액(0.64%)이 가장 높았고 청귤 착즙박(0.21%)이 가장 낮게 나타났다. 유리당은 fructose, glucose, sucrose가 검출되었고 maltose는 검출되지 않았으며 착즙액에서 함량이 가장 높았다. Pectin 함량은 시료 중 청귤(177.71 mg/g) > 착즙박(167.52 mg/g) > 착즙액(119.72 mg/g)의 순서로 나타났으며, cellulose 함량은 청귤(117.29 mg/g) > 착즙박(114.52 mg/g) > 착즙액(107.05 mg/g)의 순서로 나타났다. 주요 구성 아미노산으로서 aspartic acid, glutamic acid, serine, proline, alanine, leucine, lysine이 존재하였으며 주요 유리 아미노산으로서 asparagine, aspartic acid, glutamic acid, serine이 존재하였다. 무기질 함량은 착즙액(1,897.13 mg%) > 청귤(1,706.10 mg%) > 착즙박(1,642.10 mg%)으로 착즙액이 가장 높았다. Naringin 함량 측정 결과 청귤 착즙액(32.09 mg/g) > 청귤(31.13 mg/g) > 착즙박(22.32 mg/g)의 순서로 나타났으며, hesperidin 함량 또한 청귤 착즙액(10.69 mg/g) > 청귤(10.52 mg/g) > 착즙박(7.39 mg/g)으로 유사한 경향을 나타냈다. 비타민 C 함량은 청귤 착즙액(19.58 mg%) > 청귤(13.75 mg%) > 착즙박(11.82 mg%)의 순서로 나타났으며 모든 시료에서 유의적 차이가

존재하였다. 이상의 연구 결과를 종합하면 청귤 부산물은 유리당, 식이섬유, 각종 아미노산, 무기질, 높은 flavonoid 함량을 나타내었으므로, 가공식품의 첨가물, 건강 기능성 식품 등의 산업적 활용성을 지니는 것으로 생각된다.

REFERENCES

- AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 2005. p 33-36.
- Bae TJ, Kang DS. Carotenoid pigments of oleoresin tangerine peel and its thermal stability. *Journal of Research Institute of Industrial Technology*. 1999. 8:201-208.
- Benavente-García O, Castillo J. Update on uses and properties of *Citrus* flavonoids: New findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. *J Agric Food Chem*. 2008. 56:6185-6205.
- Benelli P, Riehl CAS, Smânia Jr A, Smânia EFA, Ferreira SRS. Bioactive extracts of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) pomace obtained by SFE and low pressure techniques: Mathematical modeling and extract composition. *J Supercrit Fluids*. 2010. 55:132-141.
- Cha HS, Park YK, Park JS, Park MW, Jo JS. Changes in firmness, mineral composition and pectic substances of Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korean J Postharvest Sci Technol*. 1999a. 6:488-494.
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2007a. 36:683-688.
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *Korean J Food Sci Technol*. 2007b. 39:476-479.
- Cha JY, Kim SY, Jeong SJ, Cho YS. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean J Life Sci*. 1999b. 9:389-394.
- Chen YT, Zheng RL, Jia ZL, Ju Y. Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. *Free Radical Biol Med*. 1990. 9:19-21.
- Choi SY, Ko HC, Ko SY, Hwang JH, Park JG, Kang SH, et al. Correlation between flavonoid content and the NO production inhibitory activity of peel extracts from various citrus fruits. *Biol Pharm Bull*. 2007. 30:772-778.
- Choi WS, Kim YJ, Jung JY, Kim TJ, Jung BM, Kim ER, et al. Research for selecting the optimized vitamin C analysis method. *Korean J Food Sci Technol*. 2005. 37:861-865.
- Chung HS, Lee JB, Seong JH, Choi JU. Chemical components in peel and flesh of trifoliate oranges (*Poncirus trifoliata*). *Korean J Food Preserv*. 2004. 11:342-346.
- Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EY, Kim SH. Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. *Food Industry and Nutrition*. 2000. 5(2):42-52.
- Davis WB. Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem*. 1947. 19:476-478.
- Erlund I. Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutr Res*. 2004. 24:851-874.
- Eun JB, Jung YM, Woo GJ. Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine (*Citrus aurantium* var.). *Korean J Food Sci Technol*. 1996. 28:371-377.
- Francis AR, Shetty TK, Bhattacharya RK. Modulating effect of plant flavonoids on the mutagenicity of *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine. *Carcinogenesis*. 1989. 10:1953-1955.
- Frei B. Ascorbic acid protects lipids in human plasma and low-density lipoprotein against oxidative damage. *Am J Clin Nutr*. 1991. 54:1113S-1118S.
- Gattuso G, Barreca D, Gargiulli C, Leuzzi U, Caristi C. Flavonoid composition of *Citrus* juices. *Molecules*. 2007. 12:1641-1673.
- Hwang SH, Jang JS, Kim MJ, Kim KS. The change of free sugar, hesperidine, naringin, flavonoid contents and anti-hypertensive activities of *Yuza* variety according to harvest date. *Korean J Food Nutr*. 2014. 27:1051-1058.
- Jeong MR, Kim BS, Lee YE. Physicochemical characteristics and antioxidative effects of Korean figs (*Ficus carica* L.). *J East Asian Soc Diet Life*. 2002. 12:566-573.
- Jin Y, Mun J, Jeong S, Han S. Change of flavonoid content in peel and juice at stage of immature and mature cultured in heating and non-heating house of 'shiranuhi' madarin hybrid. *Journal of Subtropical Agriculture and Biotechnology*. 2017. 33:27-34.
- Jung GT, Ju IO, Choi SR, You DH, Noh JJ. Food nutritional characteristics of fruit of *Cudrania tricuspidata* in its various maturation stages. *Korean J Food Preserv*. 2013. 20:330-335.
- Kabe Y, Ando K, Hirao S, Yoshida M, Handa H. Redox regulation of NF- κ B activation: distinct redox regulation between the cytoplasm and the nucleus. *Antioxid Redox Signal*. 2005. 7:395-403.
- Kang MJ, Koh KS, Koh JS. Changes in pectin of Satsuma mandarin during ripening and storage. *Korean J Postharvest Sci Technol*. 2000. 7:38-43.
- Kang YJ, Yang MH, Ko WJ, Park SR, Lee BG. Studies on the major components and antioxidative properties of whole fruit powder and juice prepared from premature mandarin orange. *Korean J Food Sci Technol*. 2005. 37:783-788.
- Kay RM, Truswell AS. Effect of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am J Clin Nutr*. 1977. 30:171-175.
- Kim DH, Deung YK, Qi XF, Lee YM, Yoon YS, Kim KY, et al. Anticancer effect of ascorbic acid and Saengshik on CT-26 colon cancer. *Korean J Microsc*. 2008. 38:43-50.
- Kim EA, Mann SY, Kim SI, Lee GY, Hwang DY, Son HJ, et al. Isolation and identification of soycurd forming lactic acid bacteria which produce GABA from kimchi. *Korean J Food Preserv*. 2013. 20:705-711.
- Kim HY, Kim IH, Nam TJ. Effects of *Capsosiphon fulvescens* extracts on essential amino acids absorption in rats. *J Life Sci*. 2009a. 19:1591-1597.
- Kim JW, Youn KS. Effects of ripeness degree on the physicochemical properties and antioxidative activity of banana. *Korean J Food Preserv*. 2013. 20:475-481.
- Kim MJ, Kim JH, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. Seasonal variations of nutrients in Korean fruits and vegetables: Examining water, protein, lipid, ascorbic acid, and β -carotene contents. *Korean J Food Cook Sci*. 2007. 23:423-432.
- Kim MK, Chung HS. Effect of dietary fibers isolated from tangerine peels on lipid and cadmium metabolism in the rat. *Korean J Nutr*. 1997. 30:229-243.
- Kim MS, Kim MJ, Bang WS, Kim KS, Park SS. Determination of *S*-allyl-L-cysteine, diallyl disulfide, and total amino acids of black garlic after spontaneous short-term fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2012. 41:661-665.
- Kim YD, Ko WJ, Koh KS, Jeon YJ, Kim SH. Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of Jeju native citrus fruits during maturation. *Korean J Nutr*. 2009b. 42:278-290.

- Kim YD. Study on the composition of flavonoids and biological activities from Jeju citrus fruits. Dissertation. Jeju National University, Jeju, Korea. 2009.
- Kim YS, Shin DH. Researches on the volatile antimicrobial compounds from edible plants and their food application. Korean J Food Sci Technol. 2003. 35:159-165.
- Lamanna C, Assisi L, Vittoria A, Botte V, Di Fiore MM. D-Aspartic acid and nitric oxide as regulators of androgen production in boar testis. Theriogenology. 2007. 67:249-254.
- Lee JH, An HJ, Lee SY, Choi YH, Lim BS, Kang YJ. Changes in quality characteristics of 'Setoka' (*Citrus spp.*) using different storage methods. Korean J Food Preserv. 2009. 16:644-649.
- Lee KW, Chun SH, Kim HE. Bioavailability and functions of L-glutamic acid. Food Science and Industry. 2017. 50(3):93-104.
- Lee S, Ra J, Song JY, Gwak CH, Kwon HJ, Yim SV, et al. Extracts from *Citrus unshiu* promote immunemediated inhibition of tumor growth in a murine renal cell carcinoma model. J Ethnopharmacol. 2011. 133:973-979.
- Li S, Pan MH, Lo CY, Tan D, Wang Y, Shahidi F, et al. Chemistry and health effects of polymethoxyflavones and hydroxylated polymethoxyflavones. J Funct Foods. 2009. 1:2-12.
- Lim BO, Yamada K, Nonaka M, Kuramoto Y, Hung P, Sugano M. Dietary fibers modulate indices of intestinal immune function in rats. J Nutr. 1997. 127:663-667.
- Moon SH, Ko EY, Assefa AD, Park SW. HPLC method validation of naringin determination in Goheung yuzu extract as a functional ingredient. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1737-1741.
- Moon YG, Lee K, Heo MS. Characteristics of citrus by-product ferment using *Bacillus subtilis* as starter extracts. Korean J Microbiol Biotechnol. 2007a. 35:142-149.
- Moon YH, Yang SJ, Jung IC. Feeding effect of citrus byproduct pulp on the quality characteristics of Hanwoo. J East Asian Soc Diet Life. 2007b. 17:227-233.
- Newsholme P, Lima MMR, Procopio J, Pithon-Curi TC, Bazotte RB, Curi R. Glutamine and glutamate as vital metabolites. Braz J Med Biol Res. 2003. 36:153-163.
- Pari L, Suman S. Antihyperglycemic and antilipidperoxidative effects of flavanoid naringin in streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats. Int J Biol Med Res. 2010. 1:206-210.
- Park GH, Lee SH, Kim HY, Jeong HS, Kim E, Yun YW, et al. Comparison in antioxidant effects of four citrus fruits. J Food Hyg Saf. 2011. 26:355-360.
- Park SH, Cha KO, Park HR. Research for the development of oriental and western convergence prevention food of tangerine peel powdered chocolate with antioxidant activity. J Digit Conver. 2015. 13:531-540.
- Park YK, Kang YH, Cha HS, Kim HM, Seog HM. Properties of pectin extracted from by-product in citrus processing. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1996. 25:659-664.
- Rhyu MR, Kim EY, Bae IY, Park YK. Contents of naringin, hesperidin and neohesperidin in premature Korean citrus fruits. Korean J Food Sci Technol. 2002. 34:132-135.
- Riaz M, Zamir T, Rashid N, Jamil N, Rizwan S, Masood Z, et al. Comparative study of nutritional quality of orange (*Citrus sinensis*) at different maturity stages in relation to significance for human health. Am-Eurasian J Toxicol Sci. 2015. 7:209-213.
- Seo SS, Youn KS, Shin SR, Kim SD. Optimal condition for manufacturing water extract from mandarin orange peel for colored rice by coating. Korean J Food Sci Technol. 2003. 35:884-892.
- Seo YO. Study on functional component of *Camellia japonica* extract and promotive effect for the scalp. Dissertation. Nambu University, Gwangju, Korea. 2014.
- Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS. Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin and inorganic elements changes of Cheju citrus fruits according to harvest date. Korean J Food Sci Technol. 1998. 30:306-312.
- Song JH, Jang JH. Composition for increasing muscular strength and muscle mass comprising bean juice-peptides derived from germinated bean treated with green mandarin water. Korean Patent 1020180036167. 2016.
- Song YW, Moon KS, Kim SM. Antioxidant activity and nutrient content of ethanol and hot-water extracts of *Citrus unshiu* pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1345-1350.
- Souba WW, Smith RJ, Wilmore DW. Glutamine metabolism by the intestinal tract. J Parenter Enteral Nutr. 1985. 9:608-617.
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007. 39: 44-84.
- Vargo D, Doyle R, Floch MH. Colonic bacterial flora and serum cholesterol: alterations induced by dietary citrus pectin. Am J Gastroenterol. 1985. 80:361-364.
- Whang HJ, Yoon KR. Carotenoid pigment of citrus fruits cultivated in Korea. Korean J Food Sci Technol. 1995. 27:950-957.
- Yang SJ, Jung IC, Moon YH. Effects of feeding citrus by products on nutritional components of Korean native chickens. J Life Sci. 2008a. 18:1369-1376.
- Yang YT, Kim MS, Hyun KH, Kim YC, Koh JS. Chemical constituents and flavonoids in citrus pressed cake. Korean J Food Preserv. 2008b. 15:94-98.
- Yi MR, Hwang JH, Oh YS, Oh HJ, Lim SB. Quality characteristics and antioxidant activity of immature *Citrus unshiu* vinegar. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:250-257.