

귤홍의 함유성분 분석과 항산화 활성

박성진¹ · 신언환² · 나영아^{3*}

¹한림성심대학교 관광외식조리과/한림성심대학교 생물소재연구소 · ²울산과학대학교 호텔외식조리과 ·
³울지대학교 식품산업외식학과

Component Analysis and Antioxidant Activity of Citrus Peel

Sung Jin Park¹ · Eon Hwan Shin² · Young-Ah Rha^{3*}

¹Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Research Institute of Biomaterial,
Hallym Polytechnic University

²Dept. of Hotel Service & Culinary Arts, Ulsan College

³Dept. of Food Technology and Services, Eulji University

ABSTRACT

This study examined the components and physicochemical properties of citrus peel as a natural health food source by measuring the general and antioxidative contents of citrus peel. Total contents of carbohydrates, crude protein, crude lipid, and ash were 72.1%, 6.6%, 1.3%, and 3.7% respectively. Caloric content of citrus peel was 334.5 kcal, while total dietary fiber was 32.1%. Regarding mineral contents, Ca was the most abundant mineral, followed by K, Mg, and P. Total phenol contents of the 70% ethanolic extracts of citrus peel was 66.4±8.74 mg GAE/g. Total flavonoid contents of the 70% ethanolic extracts were 14.4±3.28 mg RE/g. The antioxidative activities of citrus peel were significantly increasing in a dose dependent manner on DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging, ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) radical scavenging, FRAP(ferric reducing antioxidant power) activity and reducing power. Therefore, the general nutrients and other antioxidant bioactive materials in citrus peel proved that citrus peel possesses a high potential materials as a nutritious food.

Keywords: citrus peel, nutrients, total flavonoid, total phenolics, DPPH

I. 서 론

식습관이 서구화로 변화하고 있는 우리나라는 최근 고단백, 고지방 등 동물성 식품의 섭취 증가로 인하여 성인병과 암 과거에는 흔하지 않았던 질병으로 사망률이 증가하고, 만성질환인 심장병, 당뇨, 고혈압 등이 사회적으로 문제가 되고 있다. 이로 인해 건강에 대한 높은 관심과 천연물에 대한 연구로 건강에 도움이 되는 재료들의 연구가 활발히 진행되고 있다(Assano, Oseki, Tomioka, Kizu, & Matsui, 1994; Han, Woo, Lee, & Kang, 2006). 이와 같은 만성질환에 대한 예방 및 치료를 위해서는 식생활 변화가 절실히 요구되고 있으며 다양한 형태의 먹을거리가 소개되면서 건강기능식품의 개발에 관심이 고조되고 있으며(Park & Han, 2003), 과

학적인 연구들 통해 식물자원의 성분과 기능에 대해 활발히 진행되고 있다(Choi, Do, & Choi, 2002; Cha, Kim, & Kim, 2002; Kim et al., 2002). 건강기능식품의 제조·사용에 많이 이용되고 있는 식물자원이 늘어나는 가운데 높은 비용과 효능의 논란, 제형의 제한 등이 문제가 되고 있으며(Han, Song, & Park, 2004), 최근에는 식품이 갖는 주요 기능 중 생리조절 기능이나 항상성 유지에 관여하는 기능 등에 대한 연구가 진행되면서(Kim et al., 2002; Yang & Jin, 2013) 이러한 기능을 갖는 식품은 건강증진, 질병의 예방이나 노화억제 등 인간의 건강을 증진하는데 중요한 역할을 한다고 판단하였다. 동의보감에 의하면 음식과 의·약은 그 근원이 같다고 보고 있으며 현대 영양학에서 다루는 열량과 5대 영양소의 개념 이외에 모든 식물(食物)을 기미론(氣味論)적 방법

* Corresponding author: 나영아, yana@eulji.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 성남대로 553, 을지대학교 식품산업외식학과

으로 그 성질과 효능을 규명하여 약리적 특징을 중요시하고 있다(Kim, 2002). 민간요법이나 한방에서 효능이 입증된 육상생물을 이용한 천연 항산화제 연구를 위주로 수행되고 있다(Seo, Jeong, Shin, & Ju, 2003; Park, Lee, Park, & Rha, 2016; Rha, Choi, & Park, 2014). 이들의 주된 항산화 물질로는 quercetin, kaempferol, naringin 등의 플라보노이드 화합물 및 이들 배당체, catechin 등과 같은 탄닌류, chlorogenic acid, vanillic acid, gallic acid, caffeic acid, ferulic acid 등의 phenolic acid, atocopherol, ascorbic acid 등의 비타민 등이 알려져 있다(Miean & Mohamed, 2001). 한편, 식물체로부터 수많은 항산화 물질이 보고되고 있으며, 고부가가치의 천연물 소재 탐색이 요구되고 있다.

귤홍(*Citrus reticulata* B.)은 운향과에 속한 귤나무(*Citrus unshiu* Markovich)의 성숙한 과실의 과피 내부의 흰부분을 긁어 버린 껍질로 비장을 건강하게 하여 기운을 이롭게 하고, 체내의 불필요한 담을 제거하는 효능을 가지고 있으며, 식품학적으로 기능성 물질을 많이 포함하고 있는 훌륭한 식품이면서 의학용 소재로서의 연구가치도 높은 것으로 알려져 있다(Rye et al., 2002; Yoo et al., 2011; Hyon et al., 2010). 한방에서는 비장 기능 강화 및 이뇨 작용의 효과가 있어서 한약재로 사용되고 있으나, 음식에는 다양하게 활용하지 못하고 있다(Min, Park, & Oh, 2002). 귤홍은 소화기관에 완만한 자극을 주는 정유가 함유되어 있어 소화를 촉진하고, hesperidin, tangeretin 등 flavonoids류가 함유되어 있어 항산화, 항균 작용에 효과가 있다고 밝혀졌다(Cha, Kim, Jeong, & Cho, 1999; Rios et al., 2003).

따라서 본 연구에서는 귤홍에 대한 기능성 검토와 이용 개발을 위하여 영양적 가치를 평가하기 위해 일반성분 분석, 무기질, 비타민, 유리당 등을 분석하고, 항산화 활성을 규명하여 생리활성에 대한 효과를 나타내는 귤홍을 이용한 기능성 식품을 개발하기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 귤홍은 강원도 춘천 소재 한의원에서 구입하여 즉시 세척하여 65°C로 건조한 후 분쇄기(IKA M20, IKA, Staufen, Germany)로 분쇄하였고, 영양성분의 시료로 사용하였다. 또한, 준비된 시료를 넣은 각각의 삼각플라스크에 증류수와 70% 에탄올을 가해서 4시간 환류추출하고, 추출액을 면포로 여과한 후 감압농축(CCA-1100, EYELA, Tokyo, Japan)하여 -70°C에서 급속동결건조(PVTF 10AT, ILSIN,

Korea) 과정을 거쳐 분말 상태로 준비하여 각종 생리활성 물질 함량분석 실험에 사용하였으며, 추출한 시료의 수율은 11.2%였다.

2. 시료의 일반성분 분석

시료의 일반성분은 AOAC의 표준분석법(AOAC 2000)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다. 또한, 총 식이섬유(total dietary fiber; TDF) 함량은 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 분석하였다. 즉, 건조분말 시료를 heat stable termamyl α -amylase로 액화시킨 다음 protease와 amyloglucosidase를 차례로 반응시켜 단백질과 전분을 가수분해시키고, 용액 중의 수용성 식이섬유를 에탄올로 침전시켰다. 미리 항량을 구해 놓은 crucible에 이 용액을 감압 여과한 다음 잔사를 에탄올과 아세톤으로 세척, 건조한 후, 건조잔사 중의 단백질과 회분의 양을 제외한 건조 잔, 후의 무게차로 총 식이섬유의 함량을 구하였다.

3. 무기질 조성 분석

무기질(Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 유도결합 프라즈마 원자방출 분광법을 이용하여 측정하였다. 귤홍에 함유된 무기질의 전처리 방법은 건식법(AOAC, 1995)으로 하였다. 즉, 귤홍 분말시료 약 2 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 가열시킨 후 550°C 전기 회화로에서 6시간 회화한 다음 방냉하였다. 여기에 탈이온수 10방울을 가하고, 묽은 질산(1:1 HNO₃) 4 mL를 넣은 다음 다시 전열기(120°C)에서 수분을 제거시키고, 550°C 전기 회화로에서 1시간 회화·방냉하였다. 여기에 묽은염산(1:1 HCl) 10 mL를 첨가한 다음, 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용, 여과하여 유도결합프라즈마 원자방출 분광법(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer, Jobin Yvon JY138 Ultracore, France)으로 분석하였다. 각 원소의 표준용액은 0 ppm, 1 ppm, 10 ppm의 3수준의 농도로 조제하여 표준검량곡선을 작성하였으며, 이때, ICP-AES의 작동조건은 power: 1.0 kW for aqueous, nebulizer pressure: 3.5 bar for meingard type c, aerosol flow rate: 0.3 L/min, sheath gas flow: 0.3 L/min, cooling gas: 12 L/min이었다. 각 무기질의 검출 파장은 Ca: 393.366, Mg: 279.553, Mn: 257.610, Na: 588.995, K:

766.491, Fe: 238.204, P: 213.618, Cu:324.754 및 Zn: 213.856 nm이었다.

4. 유리당 분석

꿀홍 1 g과 80% 에탄올 40 mL를 혼합한 후 80°C의 shaking incubator에서 100 rpm의 속도로 회전시키면서 유리당을 추출하였고, 이를 여과한 후 10,000×g에서 20분 동안 원심분리하고 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. Carbohydrate column(4.6 × 250 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, acetonitril : water(80:20, v/v) 용액을 1.2 mL/min의 속도로 40°C에서 RI detector를 사용하여 분석하였다.

5. 총페놀 및 총플라보노이드 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol reagent가 시료의 페놀성 화합물에 의해 몰리브덴 청색으로 환원되는 원리로 측정하였다(Duval & Shetty, 2001). 각 시료 1 mL에 10% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL 및 2% Na₂CO₃ 용액을 1 mL를 첨가하여 혼합한 후 상온에서 1시간 동안 방치하였다. 그리고 상등액을 microplate reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 gallic acid를 이용하였으며, 표준 검량 곡선($y=16.785x-0.0343$, $R^2=0.9992$)으로부터 총 페놀 함량을 계산하였다. 총 플라보노이드는 Moreno, Isla, Sampietro와 Vattuone (2000)의 방법에 변형하여 비색 정량하였다. 각 시료 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL 및 1 M potassium acetate 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정지한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Rutin (Sigma Co., USA)를 표준물질로 하여 0~100 µg/mL의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선($y=3.0124x-0.052$, $R^2=0.9983$)으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

6. DPPH Radical 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정은 Stagos 등(2012)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.2 mL에 에탄올로 용해한 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL를 첨가하여 혼합한 후 상온에서 10분간 반응하였다. 그리고 microplate reader를 사용하여 490 nm에서 흡광도 값을 측정한 후 다음 식을 이용하여 결과 값을 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

7. ABTS Radical 소거능 측정

ABTS radical 소거능은 Custodio 등(2012)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulphate를 혼합한 후, 암소에서 16시간 방치하여 양이온 ABTS⁺을 형성시켰다. 다음 734 nm에서 흡광도의 값이 1.7 이하가 되도록 보정하여 ABTS 용액을 제조하였다. 농도별로 희석된 시료를 10 µL씩 1.5 mL tube에 취하고 ABTS 용액 1 mL를 첨가하여 30분 동안 반응시킨 다음, microplate reader를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능은 다음 식에 의하여 값을 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

8. Ferric Reducing Antioxidant Power(FRAP) 측정

FRAP은 Biglari, Alkarkhi와 Easa(2008)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.3 M sodium acetate buffer(pH 3.6), 10 mM TPTZ 및 20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 제조하여 실험직전에 10:1:1의 비율로 혼합하여 FRAP 용액을 제조하였다. 다음 FRAP 용액 1.5 mL에 시료 50 µL, 증류수 150 µL를 첨가한 후 37°C에서 4분간 반응시킨 후, microplate reader를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9. Reducing Power

Reducing power는 Jayaprakasha 등(2001)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.5 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 및 1% potassium ferricyanide를 각각 2.5 mL씩 첨가하여 혼합한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 다음 10% TCA 용액 2.5 mL를 첨가하여 1,790×g에서 10분간 원심분리 후 상등액 2.5 mL를 취하여 증류수 2.5 mL와 ferric chloride 0.5 mL를 첨가하여 혼합한 후 microplate reader를 사용하여 655 nm에서 흡광도를 측정하였다.

10. 통계분석

실험 결과는 SPSS package program(version 12.0)을 이용하여 평균±표준오차로 나타내었으며, 각 군의 평균치간의 차이에 대한 유의성은 one-way ANOVA 분석을 수행하였고, 평균값의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 및 식이섬유소 함량

본 연구에서 분석된 귤홍의 일반성분과 식이섬유소 함량을 Table 1에 정리하였다. 귤홍 100 g(dry weight basis)중에는 수분 14.3%, 탄수화물 72.1%, 조단백 6.6%, 조지방 1.3%, 조회분 3.7%가 함유되어 있었으며, 총 식이섬유의 함량은 32.1%로 나타났다. 귤홍의 주된 성분은 대부분의 식물체의 구성성분인 탄수화물로 구성되어 있었고, 일반성분 중에서 조지방 함량이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 이는 Ko & Kim(2011)의 진피의 연구결과와 유사한 결과를 나타내었지만, 품종 및 수확시기에 따라 약간의 차이가 있는 것으로 판단된다.

2. 무기질 함량

귤홍의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 칼슘이 약 1,016.4 mg으로 가장 함량이 높았으며, 그 다음이 칼륨(330.0 mg), 마그네슘(169.2 mg), 인(82.8 mg) 순이었다. 미량영양소인 철분, 망간, 구리 및 아연 함량도 각각 8.7 mg, 2.5 mg, 0.8 mg 및 0.8 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었다. 특히, 칼슘은 인체 내에 뼈 대사에 있어 비타민 D와 함께 매우 중요한 물질로 알려져 있으며, 칼슘의 섭취 부족은 뼈 건강에 문제뿐만 아니라, 순화기계, 동맥경화, 고혈압 및 성인병과도 깊은 관계가 있는 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 1996; Lee et al., 1997; Park & Yoon, 2001). 또한 최근 고령화의 증가로 칼슘대사의 불균형으로 인한 골량의 전반적인 감소로 발생하는 대사성 질환인 골다공증 예방에도 도움이 될 것으로 판단된다.

3. 유리당 함량

Table 1. Proximate composition of the citrus peel

Nutrients	Citrus peel
Calories (kcal/100g)	334.5±2.74
Moisture	14.3±2.02 ¹⁾
General nutrients (%)	
Carbohydrate	72.1±1.18
Crude protein	6.60±1.09
Crude fat	1.30±1.71
Crude ash	3.70±1.39
Dietary fiber (%)	32.1±1.2.

Values are mean±S.E. Values are means of triplicates.

¹⁾ Percentages of wet weight basis.

Table 2. The contents of minerals in citrus peel

(mg/100g)

Mineral	Citrus peel
Ca	1,016.4±15.3
Mg	169.2±13.4
Na	32.4±6.24
K	330.0±18.34
P	82.8±2.41
Fe	8.7±5.43
Zn	0.8±1.97
Cu	0.8±4.67
Mn	2.5±0.89

Values are mean±S.E. Values are means of triplicates.

Glucose, fructose, sucrose 및 maltose가 함유되어 있는 귤홍의 함량은 Table 3에 나타내었다. 유리당은 fructose(4.7%), sucrose(3.4%), glucose(3.3%)을 나타내었으며, maltose는 함유되어 있지 않은 것으로 나타났다.

4. 총페놀 및 총플라보노이드 함량

식물성 식품 속에 함유되어 있는 페놀화합물은 화학적으로 이질적인 물질들이 포함되는데, 유기용매에만 녹는 지용성인 것도 있고, 수용성의 카르복실산이나 배당체, 그리고 크기가 큰 중합체도 이에 포함되어 이들의 기능은 그 구조적 다양성만큼이나 다양하며, 페놀화합물은 일반적으로 물 또는 에탄올, 메탄올, 아세톤과 물의 혼합으로 추출된다. 식물성 식품에 함유되어 있는 페놀성 분자들은 체내에서 항산화, 항비만 및 항염증 등과 같은 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Cho et al., 2007; Shin et al., 2006), 열수 및 70% 에탄올의 귤홍 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드

Table 3. The contents of free sugar of citrus peel (%)

Free sugar	Citrus peel
Glucose	3.3±0.5
Fructose	4.7±0.1
Sucrose	3.4±0.3
Maltose	ND ¹⁾

Values are mean±S.E. Values are means of triplicates.

¹⁾ ND : Not detected.

함량은 Table 4에 나타내었다. 총 페놀 함량은 57.4 mg/g, 66.4 mg/g으로 70% 에탄올 추출물에서 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량은 10.9 mg/g, 14.4 mg/g으로 역시 70% 에탄올 추출물에서 높게 나타내었다. Kim 등(2004)은 20여 종의 약용식물류의 총 페놀과 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 상관관계에서 폴리페놀의 함량이 플라보노이드보다 많을수록 항산화 활성이 높다고 보고한 결과와는 유사한 결과를 나타내었다. 식물 기원의 시료에서 페놀 화합물은 그 함량은 많을수록 항산화 활성이 높으며(Duval & Shetty, 2001), 식물시료의 변색에 주된 영향을 미치는 인자로 알려져 있다(Choi & Lee, 1999). 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고, 이들의 구조적 차이에 따라 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다(Middleton & Kandaswami, 1994). 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 나타내는 70% 알코올 골홍 추출물이 항산화 효과가 있는 것으로 사료되며, 추후 항산화 작용에 대한 깊은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

5. DPPH Radical 소거능

일반적으로 특정 물질에 대한 항산화 활성을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있으나, 그 중에서 DPPH free radical 소거 활성법은 비교적 간단하면서도 대량으로 측정이 가능한 방법으로 수소 공여체를 측정할 수 있는 방법으로 페놀성 화합물, 방향족 아민류 및 아스코르빈산 등에 의해 수소나 전자를 받아 환원되어 보라색이 탈색되는 원리를 이용한 방법으로 항산화 물질을 탐색하기 위해 많이 이용되며, 비교적 간단하고 짧은 시간 내에 항산화 활성을 측정할 수 있어 널리 사용되고 있다(Que et al., 2006). 70% 에탄올 골홍추출물의 DPPH 소거능은 10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 500

Table 4. Total phenol and flavonoid contents in 70% ethanol extracts from citrus peel

Sample	Water extract	70% ethanol extract
Phenol contents (GAE ¹⁾ mg/g)	57.4±3.52 ^a	66.4±8.70 ^a
Flavonoid contents (RE ²⁾ mg/g)	10.9±1.09 ^b	14.4±3.28 ^a

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

¹⁾ Gallic acid equivalent.

²⁾ Rutin equivalent.

µg/mL, 1,000 µg/mL의 농도에서 각각 30.12, 31.25, 36.24, 38.21 및 49.24로 확인되었다(Fig. 1).

6. ABTS Radical 소거능

ABTS assay는 potassium persulfate와의 반응으로 생성된 peroxide radical 성격의 ABTS⁺이 항산화성 물질에 의해 제거되면서 청록색이 탈색되어지는 것을 이용하여 항산화 활성을 측정하는 방법이다. 앞에서의 DPPH assay의 경우, 유리라디칼이 소거되어지는 것을 이용하는 것인 반면, ABTS assay는 양이온 라디칼이 소거되어지는 것을 이용하는 방법이다(Que et al., 2006; Li et al., 2007). 70% 에탄올 골홍추출물의 ABTS radical 소거능은 10 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL의 농도에서 각각 2.0%, 5.1%, 6.1%, 8.3% 및 17.3%로 확인되었다(Fig. 2).

7. FRAP

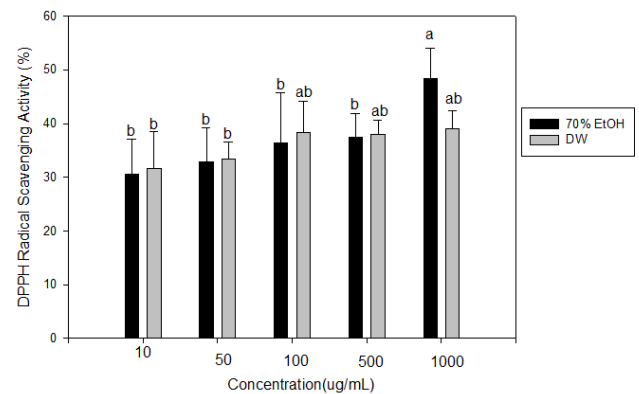


Fig. 1. DHHP radical scavenging activity of water and 70% ethanol extracts obtained from citrus peel.

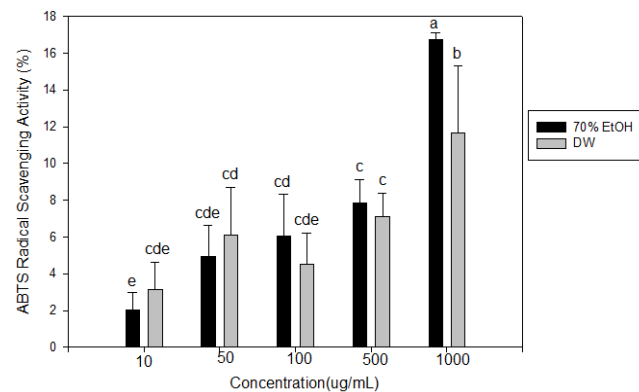


Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of water and 70% ethanol extracts obtained from citrus peel.

FRAP 방법은 비교적 최근에 개발되어진 항산화 활성 측정 방법으로 시료의 전자공여능을 측정하지 않고, 산화 및 환원 반응을 측정방법으로 항산화 물질인 페놀성 화합물이 Fe^{3+} 을 Fe^{2+} 으로 환원시키는 원리를 이용하였으며, 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에서 착안하여 만들어진 방법이다(Jeong et al., 1994). FRAP activity는 10 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$, 100 $\mu\text{g/mL}$, 500 $\mu\text{g/mL}$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 각각 0.28, 0.29, 0.29, 0.35 및 0.38을 나타내어 농도의존적으로 증가함을 나타내었지만, 효과는 없는 것으로 판단된다.

8. Reducing Power

환원력은 시료가 Fe^{3+} 에 수소를 공여하여 라디칼을 안정화시킴으로써 Fe^{2+} 로 환원되는 것을 이용한 방법으로 앞에서 FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) assay와 유사하다. 환원력을 평가한 655 nm의 값은 10 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$, 100 $\mu\text{g/mL}$, 500 $\mu\text{g/mL}$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 각각 0.06, 0.06, 0.07, 0.91 및 0.13을 나타내어 농도의존적으로 증가함을 나타내었지만 효과는 없는 것으로 판단된다(Fig. 4).

귤홍 추출물의 항산화 활성을 4가지의 항산화 측정 모델(DPPH, ABTS, FRAP, reducing power)을 통하여 측정할 결과, 귤홍 추출물은 항산화 활성을 보유하고 있어 앞으로 귤홍 추출 조건의 최적화 공정을 통해 항산화 활성에 대한 연구가 더욱 필요하리라 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 귤홍의 성분 및 항산화 활성에 대한 기초 자료로 활용하고자 귤홍 성분 등의 이화학적 특성과 항산화

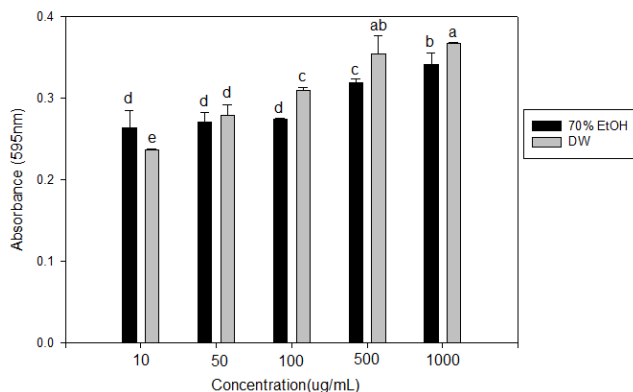


Fig. 3. FRAP activity of water and 70% ethanol extracts obtained from citrus peel.

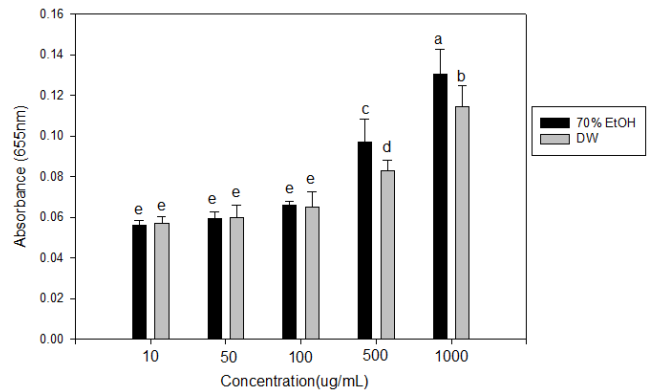


Fig. 4. Reducing power of 70% ethanol extracts obtained from citrus peel. Ascorbic acid and BHT were used as positive control for reducing power.

활성 효과를 알아보려고 실시하였으며, 결과는 다음과 같다.

분석된 귤홍의 일반성분과 식이섬유소 함량은 귤홍 100 g(dry weight basis) 중에는 수분 14.3%, 탄수화물 72.1%, 조단백 6.6%, 조지방 1.3%, 조회분 3.7%, 총 식이섬유 함량 32.1%로 나타났다. 칼슘이 약 1,016.4 mg으로 가장 함량이 높았으며, 그 다음이 칼륨(330.0 mg), 마그네슘(169.2 mg), 인(82.8 mg) 순이었으며, 미량영양소인 철분, 망간, 구리 및 아연 함량도 각각 8.7 mg, 2.5 mg, 0.8 mg 및 0.8 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었다. 유리당의 경우는 fructose(4.7%), sucrose(3.4%), glucose(3.3%)을 나타내었으며, maltose는 검출되지 않았다. 항산화 활성을 나타내는 총 페놀 함량은 57.4 mg/g, 66.4 mg/g으로 70% 에탄올 추출물에서 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량은 10.9 mg/g, 14.4 mg/g으로 역시 70% 에탄올 추출물에서 높게 나타내었다. 70% 에탄올 귤홍 추출물의 DPPH 소거능은 10 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$, 100 $\mu\text{g/mL}$, 500 $\mu\text{g/mL}$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 각각 30.12%, 31.25%, 36.24%, 38.21% 및 49.24%로 확인되었으며, 각 농도별로 유의적으로 DPPH radical 소거능이 증가하는 것으로 나타났다.

귤홍 추출물의 농도가 증가하면서 70% 에탄올 귤홍추출물의 DPPH 소거능은 10 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$, 100 $\mu\text{g/mL}$, 500 $\mu\text{g/mL}$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 각각 30.12, 31.25, 36.24, 38.21 및 49.24%로 확인되었으며, FRAP activity와 환원당의 경우는 10 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$, 100 $\mu\text{g/mL}$, 500 $\mu\text{g/mL}$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 각각 0.28, 0.29, 0.29, 0.35 및 0.38과 0.06, 0.06, 0.07, 0.91 및 0.13을 나타내어 농도의존적으로 증가함을 나타내었지만, 효과는 없는 것으로 나타났다. 귤홍 추출물의 항산화 활성을 4가지의 항산화 측정 모델(DPPH, ABTS, FRAP, reducing power)을 통하여 측정할 결과, 귤홍 추출물

은 항산화 활성을 보유하고 있는 것으로 판단된다.

REFERENCES

- AOAC (2000). *Official methods of analysis*. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.
- AOAC (1995). *Official methods of analysis*. 16th ed., Intl. Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA, p 71-73.
- Asano, N., Oseki, K., Tomioka, E., Kizu, H., & Matsui, K. (1994). N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydrate Research*, 259(2), 243-255.
- Biglari, F., Alkarkhi, A. F., & Easa, A. M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107(4), 1636-1641.
- Cha, W. S., Kim, C. K., & Kim, J. S. (2002). On the development of functional health beverages using *Citrus reticulata*. *Ostrea glgas. KSBB Journal*, 17(5), 503-507.
- Cha, J. Y., Kim, S. Y., Jeong, S. J., & Cho, Y. S. (1999). Effects of hesperidin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean Journal of Life Science*, 9(4), 389-394.
- Cho, Y. J., Ju, I. S., Kim, B. C., Lee, W. S., Kim, M. J., Lee, B. G., An, B. J., Kim, J. H., & Kwon, O. J. (2007). Biological activity of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 50(3), 198-203.
- Choi, M. S., Do, D. H., & Choi, D. J. (2002). The effect of mixing beverage with *Aralia continentalis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 15(2), 165-172.
- Choi, K. S., & Lee, H. Y. (1999). Characteristics of useful components in the leaves of *Baechohyang* (*Agastache rugosa* O. Kuntze). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 28(2), 326-322.
- Custodio, L., Ferreira, A. C., Pereira, H., Silvestre, L., Vizetto-Duarte, C., Barreira, L., & Varela, J. (2012). The marine halophytes *Carpobrotus edulis* L. and *Arthrocnemum macrostachyum* L. are potential sources of nutritionally important PUFAs and metabolites with antioxidant, metal chelating and anticholinesterase inhibitory activities. *Botanica Marina*, 55(3), 281-288.
- Duval, B., Shetty, K. (2001). The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed andise root extract. *Journal of Food Biochemistry*, 25(5), 361-377.
- Han, H., Song, Y. J., & Park, S. H. (2004). Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function in Aorta relaxation. *Korean Journal of Oriental Physiology and Pathology*, 18(4), 1078-1082.
- Han, S. H., Woo, N. R. Y., Lee, S. D., & Kang, M. H. (2006). Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extract in Korea. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 14(1), 49-55.
- Hyon, J. S., Kang, S. M., Senevirathne, M., Koh, W. J., Yang, T. S., Oh, M. C., Oh, C. K., Jeong, Y. J., & Kim, S. H. (2010). Antioxidative activities of extracts from dried *Citrus sunki* and *C. unshiu* peels. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(1), 1-7.
- Jayaprakasha, G. K., Singh, R. P., & Sakariah, K. K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models *in vitro*. *Food Chemistry*, 73(3), 285-290.
- Jeong, J. W., Lee, Y. C., Jung, S. W., & Lee, K. M. (1994). Flavor components of citron juice as affected by the extraction method. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 26(6), 709-712.
- Kim, E. Y., Baik, I. H., Kim, J. H., Kim, S. R., & Rhyu, M. R. (2004). Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Journal of Food Science and Technology*, 36(2), 333-338.
- Kim, J. H., Park, J. H., Park, S. D., Choi, S. Y., Seong, J. H., & Moon, K. D. (2002). Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 34(4), 617-624.
- Kim, P. J. (2002). *Study on the diet according to the sasang constitution* (Master's thesis). Dong Eui University.
- Ko, H. C., & Kim, J. S. (2011). Quality characteristics of fresh pasta noodles containing added citrus peel powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 21(2),

- 250-256.
- Lee, H. S., Baik, I. K., & Hong, E. S. (1996). Effects of nutrients intakes on development of osteoporosis in Korean postmenopausal women. *Journal of Korean Dietetic Association*, 2(1), 38-48.
- Lee, S. H., Hwangbo, Y. S., Kim, J. Y., & Lee, Y. S. (1997). A study on the bioavailability of dietary calcium sources. *Journal of Nutrition and Health*, 30(5), 499-505.
- Li, H., Choi, Y. M., Lee, J. S., Park, J. S., Yeon, K. S., & Han, C. D. (2007). Drying and antioxidant characteristics of the *shiitake*(*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyor-type far-infrared dryer. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 36(2), 250-254.
- Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3106-3112.
- Middleton, E. Jr, & Kandaswami, C. (1994). Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technology (USA)*, 48(11), 115-119.
- Min, S. H., Park, H. O., & Oh, H. S. (2002). A study on the properties of hot water extracts of Korean dried tangerine peel and development of beverage by using it. *The Journal of the Korean Society and Food & Cookery Science*, 18(1), 51-56.
- Park, J. A., & Yoon, J. S. (2001). The effect of habitual calcium and sodium intakes on blood pressure regulating hormone in free-living hypertensive women. *Journal of Nutrition and Health*, 34(4), 409-416.
- Park, S. J., Lee, D. W., Park, S. H., & Rha, Y. A. (2016). Quality characteristics of *Cirsium setidens* Nakai by different drying method. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(2), 104-114.
- Park, S. H., & Han, J. H. (2003). The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *Journal of Nutrition and Health*, 36(1), 49-63
- Que, F., Mao, L., Zhu, C., & Xie, G. (2006). Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate, and volatiles. *LWT-Food Science and Technology*, 39(2), 111-117.
- Rha, Y. A., Choi, M. S., & Park, S. J. (2014). Antioxidant and anti-adipogenic effects of *Fermented Rhus verniciflua*. *Culinary Science & Hospitality Research*, 20(3), 137-147.
- Rios, L. Y., Gonthier, M. P., Remesy, C., Mila, I., Lapierre, C., Lazarus S. A., Williamson, G., & Scalbert, A. (2003). Chocolate intake increase urinary excretion of polyphenol derived phenolic acids in healthy subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(4), 912-915.
- Rye, M. R., Kim, E. Y., Bae, E. Y., & Park, Y. K. (2002). Contents of narigin, hesperidin, and neohesperidin in premature Korean Citrus fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 34(1), 132-135.
- Seo, M. W., Jeong, S. I., Shin, C. G., & Ju, Y. S. (2003). The morphological standard and isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum indicum* L. *The Korean Journal of Herbology*, 18(1), 133-144.
- Shin, I. C., Sa, J. H., Shim, T. H., & Lee, J. H. (2006). The physical and chemical properties and cytotoxic effects of *Acer tegmentosum* Maxim. extracts. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 49(4), 322-327.
- Shin, D. B., Lee, D. W., Yang, R., & Kim, J. A. (2006). Antioxidative properties and flavonoids contents of matured Citrus peel extracts. *Food Science and Biotechnology*, 15(3), 357-362.
- Stagos, D., Portesis, N., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., & Kouretas, D. (2012). Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11), 4115-4124.
- Yang, S. E., & Jin, S. Y. (2013). Antioxidant activity and quality characteristics of *Jeonbyeong* added *Cedrela sinensis* powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 19(4), 279-290.
- Yoo, K. M. Song, M. R., & Jung, J. E. (2011). Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Journal of Nutrition and Health*, 24(1), 111-116.

2017년 03월 13일 접수
 2017년 04월 03일 1차 논문수정
 2017년 04월 04일 논문 게재확정