

## 로스팅 서리태를 이용한 음료 제조 및 품질 평가

정수옥 · 김혜연 · 한정순 · 김민주 · 강미숙 · <sup>†</sup>김애정

경기대학교 대체의학대학원

### Manufacture and Quality Evaluation of Beverage with prepared with Roasted *Seoritae*

Soo-ok Jeong, Hae-yeon Kim, Jung-soon Han, Min-ju Kim, Mi-sook Kang and <sup>†</sup>Ae-Jung Kim

The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 03752, Korea

#### Abstract

This study was performed to develop and evaluate beverage prepared with optimally roasted *seoritae* to maximize the isoflavone content and antioxidant activities of the beverage. Isoflavone content was maximized at the roasting temperature of 110°C for 20 min. Both DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity along with total polyphenol content were highest when *seoritae* was roasted at 110°C for 20 min. Western blotting was used to determine the level of nuclear factor of activated T-cells 1(NFATc1) involved in controlling osteoclast differentiation. The results showed that NFATc1 had a concentration-dependent inhibitory effect when the RoS110 (roasted *seoritae* at 110°C for 20 min) samples were processed at varying concentrations (10, 50, and 100 µg/mL). Tea samples were prepared from optimally roasted *seoritae* by varying brewing times (5~90 min) at 65°C, and tea brewed for 60 min had the highest preference with 65°C as the preferred temperature for drinking.

Key words: roasted *seoritae*, isoflavone, quality evaluation

#### 서 론

골다공증은 뼈의 양이 감소하여 뼈의 강도가 약해져 신체의 모든 부위에서 골절 위험이 증가해 삶의 질을 떨어뜨리고 조기 사망에 이르게 할 수 있는 질병이다(Ribero 등 2000). 보건복지부와 질병관리본부에 의하면 우리나라 만 50세 이상 골다공증 유병률은 여자 34.9%, 남자 7.8%로 여자가 남자에 비해 유병률이 매우 높은 질병이다(Ministry of Health and Welfare 2012). 골다공증 치료에는 여러 가지 방법이 제안되어 시행되고 있으며, 특히 약물치료에 이용되고 있는 성분들은 안면홍조, 두통, 구토, 오심, 위장 장애 등 여러 가지 부작용을 나타내므로 부작용 없이 치료와 예방에 도움을 주는 천연물에 대한 관심이 증가하고 있다(Yoon SJ 2014).

콩의 isoflavone 성분은 골 기능 개선에 탁월한 효과가 있는 식품 원료로 알려져 있으며(Messina M 2014), 서리태의 경

우 일반 콩보다 더 많이 함유되어 있어 건강식품으로 각광받고 있다(Liao 등 2001).

Isoflavone 성분은 인체에 유해한 활성 산소의 독성을 억제하는 작용을 한다고 보고되어 있다(Dhaubhadel 등 2008). 지표성분 중 daidzein은 뼈의 재흡수를 억제하고, genistein은 폐경기 여성의 골다공증 방지에 효과적이데(Uzzan & Labuza 2004), deoxyypyridinolin의 배설을 감소시켜(Hendrich & Murphy 2001) 폐경기 여성의 골다공증 예방에 도움이 되는 것으로 알려져 있다.

식품가공 공정 중 로스팅(roasting)은 식품 자체의 고유한 향미와 색을 얻기 위한 원료의 가공 방법으로 커피, 코코아, 보리차 등에 주로 사용되고 있다. 로스팅 처리를 거치는 동안 함량은 증가하며, 갈색화 반응도 일어나 갈색색소 및 향기성분이 생성된다(Kim 등 2014). 이 때 생성된 amino-carbonyl 반응생성물들은 항산화성 외에도 여러 가지 생리활성을 나타

<sup>†</sup> Corresponding author: Ae-Jung Kim, The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 03752, Korea. Tel: +82-2-390-5044, Fax: +82-2-313-4131, E-mail: aj5249@naver.com

낸다(Yoon & Kim 1989). 즉, 로스팅에 의해 맛과 향의 개선 뿐만 아니라, 기능성 물질들이 증가될 수 있다(Lingle T 2001). Lee 등(2013)은 로스팅 처리로 서목태의 isoflavone 함량이 증가되었다고 보고하였고, Song 등(2013)도 녹두를 로스팅 처리 시 vitexin과 isovitexin 함량이 증가되었다고 보고하였다.

이에 본 연구에서는 RAW 264.7 세포를 RANKL을 이용하여 파골세포로 유도한 후 서리태의 분화 억제 효과(Je & Yoo 2013), 항산화 활성을 알아보고 최적 로스팅 조건을 설정한 후 서리태를 로스팅하여 골 개선에 도움을 줄 수 있는 음료를 제조하여 품질평가를 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

서리태(*Glycine max* L., *seoritae*)는 2015년 4월 올라(Seoul, Korea)에서 일괄 구입하여 시료로 사용하였다.

### 2. 로스팅

항산화 활성이 우수한 최적 로스팅 온도를 설정하기 위해 서리태는 100 g씩 로스터기(Roaster THCR-01, Taewhan automation industry Co., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 조건별로 로스팅을 하였다. 즉, 로스팅 온도는 90°C, 110°C 및 130°C로 설정하였고, 로스팅 시간은 20분으로 고정(Liao 등 2001)시킨 후 로스팅 공정을 수행하였다. 로스팅 후 서리태는 로스터기에 장착된 공기냉각기에서 충분히 식혔다. 항산화 및 이소플라본 분석용 시료는 분쇄기(Caimano, ANFIM, Milano, Italy)를 사용하여 분말화(600 µm)한 후 지퍼 백에 넣어 밀봉, 포장한 후 실온에 보관하면서 사용하였다.

### 3. 로스팅 서리태의 Isoflavone 함량 분석

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 로스팅한 서리태 시료의 isoflavone 함량은 서리태 분쇄 시료 1.0 g에 1 N-HCl 10 mL를 첨가하고, 105°C에서 3시간 동안 가수분해하여 isoflavone의 배당체를 aglycone으로 전환시켰고, 상온에서 완전히 냉각한 뒤 메탄올 15 mL를 첨가하고, 3시간 동안 교반 후 10,000 rpm에서 5분간 원심분리(A320101, Gyrozen, Daejeon, Korea)하였다.

원심분리된 상층액은 메탄올로 희석(상층액 1 mL + 메탄올 1 mL)하였고, syringe filter(0.45 µm)로 여과한 뒤 HPLC(HP 1200 series, Agilent, Santa Clara, USA)로 분석하였다. Column은 Merck사의 ODS 계열인 CAPCELL PAK UG120 cartridge column(250×4.6 mm, 5 µm)을 사용하였으며, 이동상은 1 mM ammonium acetate를 함유한 증류수와 메탄올을 60 : 40의 비율로 혼합한 단일용매로 35분간 분리시켰다. 유속은 1.0 mL/min로 조절하였고, 시료 주입량은 20 µL, 검출파장은 260 nm,

컬럼 온도를 25°C로 제한하여 분석하였다. 분석시료별 isoflavone 함량은 외부표준물질의 농도별(2.5~50 µg/mL) peak 면적을 기초로 한 검량식( $r^2=0.999$ )에 의해 계산하였다.

## 4. 로스팅 서리태의 항산화능 측정

### 1) 시료 제조

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 20분간 로스팅한 서리태에 무게 대비 20배 부피의 증류수를 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 80°C의 heating mantle(HM250C, Sergrim Lab Tech, Seoul, Korea)에서 3시간씩 3회 반복 추출하였다. 열수추출액은 여과한 후 감압농축기(rotatory vacuum evaporator, HS-2005S-N, Hahn Shin Scientific Co., Gyeonggi, Korea)로 농축한 다음, 동결 건조한 후 -70°C 냉동고에 보관하며 사용하였다.

### 2) 총 폴리페놀 함량

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 로스팅한 서리태 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis의 방법(Folin & Denis 1912)을 일부 변경하여 측정하였다. 추출물 1 mL에 2%(w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가한 다음 3분간 반응시킨 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, Mo, USA) 200 µL를 가하여 반응시켜 750 nm에서 흡광도(Infinite M200 Pro, Tecan, Switzerland)를 측정하였다. 시료의 폴리페놀 함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

### 3) 총 플라보노이드 함량

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 로스팅한 서리태 열수추출물의 총 플라보노이드 함량은 Davis 방법(Davis WB 1947)을 일부 변경하여 측정하였다. 추출시료 400 µL에 Diethylene glycol 4 mL를 가하고, 1 N-NaOH 40 µL를 첨가한 후, 37°C에서 1시간 반응 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

### 4) DPPH 라디칼 소거 활성

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 로스팅한 서리태 열수추출물의 항산화 활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 라디칼에 대한 전자공여능(electron donating ability)으로 시료에 대한 환원력을 측정하였다(Blois MS 1958). 시료 100 µL에  $1.5 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액을 가하여 실온, 암실에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조용 시료로는 Vitamin C를 사용하였다. 추출물의 처리 농도에 따른 DPPH radical을 50% 억제하는데 요구되는 농도(IC<sub>50</sub>)로써 비교하였다.

### 5) ABTS 라디칼 소거능

온도별(90°C, 110°C 및 130°C)로 로스팅한 서리태 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거 활성을 이용한 항산화력 측정은 Pellegrin 등(1998)에 따라 측정하였다. 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 2.6 mM potassium persulphate를 실온의 암소에서 24시간 ABTS 양이온을 형성시켜 ABTS stock solution을 제조한 다음, 732 nm에서 흡광도 0.70±0.03으로 증류수로 희석한 ABTS용액 190 µL에 추출물 시료 10 µL를 첨가하여 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. 대조용 시료로는 Vitamin C를 사용하였다. 추출물의 처리 농도에 따른 ABTS radical을 50% 억제하는데 요구되는 농도(IC<sub>50</sub>)로 비교하였다.

### 5. RAW 264.7 파골세포 분화억제

#### 1) 세포배양

한국세포주은행(KCLB, Korea Cell Line Bank, Seoul, Korea)에서 분양받은 RAW 264.7 세포는 DMEM 배지(Gibco BRL, Grand Island, NY, USA)에 10% FBS(fetalbovineserum Gibco), 100 unit/mL penicillin 및 50 µg/mL streptomycin을 첨가하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(Sanyo Electric Biochemical Co., Sanyo, Orangun, Japan)에서 계대배양하면서 실험에 사용하였다. RAW 264.7 세포의 파골세포로의 분화는 40 ng/mL recombinant murine RANKL 처리하여 분화를 유도하였다.

#### 2) Western blot

파골세포 분화 조절에 관여하는 여러 국소 인자들 중 NFATc1 (Nuclear Factor of Activated T-cells1)의 단백질 수준의 발현을 western blotting에 의해 확인하였다. 로스팅 서리태 추출물을 처리하여 배양된 파골세포에 1 mL의 RIPA buffer[50 mM Tris-HCl, pH 8, 150 mM NaCl[pH 7.4], 10 mM sodium phosphate, 100 µM sodium vanadate, 100 µM ammonium molybdate, 10% glycerol, 0.1% nonidet P-40, and 0.1% SDS, and 1× protease inhibitors(Roche, Indianapolis, USA)]를 첨가하여 용해한 후, 균질액을 13,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상등액을 얻었다. 모든 상등액은 protein assay(Bio-Rad Laboratories Inc., USA)를 사용하여 단백질을 정량하였다. 단백질을 10 µg을 5× sample buffer에 넣고 100°C에서 10분간 불활성화시켜 10% SDS polyacrylamide gel에 전기영동하였다. 분리된 단백질은 nitrocellulose membrane으로 transblotting한 후, 5% non-fat dry milk에서 90분간 blocking하였다. 1차 항체(NFATc1, β-actin)는 1:1,000 비율로 4°C에서 16시간 동안 부착시킨 후, 0.2% tris-buffered saline Tween-20(TBST) buffer로 20분간 3회 washing 하였다. 2차 항체는 1:8,000의 비율로 희석하여 1시간 상온에

서 부착시켰다. TBST buffer 10분간 3회 washing 후 membrane에 ECL(enhanced chemiluminescence) kit(Amersham Biosciences, NJ, USA)을 처리하여 단백질 발현정도를 확인하였다.

### 6. 로스팅 서리태 음료의 품질 특성

#### 1) 색도

총 이소플라본 함량과 항산화 활성이 가장 우수한 RoS110 시료의 제조 조건(110°C에서 20분 로스팅)을 서리태 로스팅 최적조건으로 선정하였다. 최적조건으로 로스팅 서리태(OpRoS)를 boiling 시간(5, 15, 30, 45, 60, 75 및 90분)을 달리하여 제조한 후, 차의 색도는 색도계(Colorimeter CR-200, Minolta, Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)의 색채 값을 3회 반복하여 측정하였다.

#### 2) 관능평가

110°C에서 20분 동안 로스팅한 서리태 시료(OpRoS)를 boiling 시간을 달리하여 제조한 후, 음용온도 65°C에서 15명의 panel에게 실험 목적과 평가항목들에 대한 설명한 후 색, 향, 단맛, 구수한 맛, 종합적인 기호도에 대하여 최고 7점부터 최저 1점까지 7단계로 관능평가를 실시하였다. 관능검사는 난수로 시료기호를 표기한 뒤 투명한 컵에 20 mL씩 담아 제공하고, 평가내용은 먼저 외관을 눈으로 관찰하고 난 다음, 풍미, 맛을 평가하고, 마지막으로 종합적인 기호도를 평가하였다.

### 7. 통계처리

모든 자료는 SPSS statistics 21(SPSS Institute, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구했고, 시료간의 유의성은 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 시료의 평균차이에 대한 사후 검정을 유의수준 5%에서 실시하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 로스팅 서리태의 Isoflavone 함량

로스팅 처리 시 가해지는 열에 의해 당의 일부 결합이 분해되고, 가열에 의한 수분 증발로 인한 팽윤으로 수용성 물질의 추출이 용이해진다. 그리고 갈색화 반응이 일어나, 갈색 색소 및 향기성분이 생성하며, 이로 인해 항산화능이 강화된다(Lingle T 2001).

따라서 본 연구에서는 로스팅 온도(90°C, 110°C 및 130°C)별로 서리태 시료를 20분간 로스팅한 후 isoflavone aglycon 함량을 분석하여 Table 1에 제시하였다.

**Table 1. Isoflavone contents of roasted *seoritae* according to roasting temperature**

(mg/100 g)

Groups <sup>1)</sup>	Aglycon isoflavone				
	Genistin	Daidzein	Glycitein	Genistein	Total isoflavone
Control	145.39±5.57 <sup>1)c2)</sup>	300.18±3.44 <sup>c</sup>	48.77±6.12 <sup>b</sup>	433.31±2.78 <sup>d</sup>	926.24 <sup>b</sup>
90	186.73±7.00 <sup>a</sup>	356.32±6.55 <sup>a</sup>	68.09±0.86 <sup>a</sup>	501.58±10.25 <sup>b</sup>	1,112.72 <sup>a</sup>
110	195.35±8.92 <sup>a</sup>	328.90±4.41 <sup>b</sup>	67.41±1.24 <sup>a</sup>	530.94±7.43 <sup>a</sup>	1,122.62 <sup>a</sup>
130	166.06±0.63 <sup>b</sup>	326.07±2.95 <sup>b</sup>	47.36±1.17 <sup>b</sup>	470.01±3.27 <sup>c</sup>	1,010.91 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Control: Not roasted *seoritae*, 90: roasted *seoritae* at 90°C for 20 min, 110: roasted *seoritae* at 110°C for 20 min, 130: roasted *seoritae* at 130°C for 20 min.

<sup>2)</sup> Mean±S.D. (n=3)

<sup>3)</sup> <sup>a-d</sup> Means with different letters in the same column are significantly different at  $p<.05$  by Duncan's multiple range test ( $a>b>c>d$ ).

Genistin 함량은 생 서리태(Control)가 145.39 mg/100 g, 90°C에서 로스팅 처리한 서리태(RoS90)가 186.73 mg/100 g, 110°C에서 로스팅 처리한 서리태(RoS110)가 195.35 mg/100 g, 130°C에서 로스팅 처리한 서리태(RoS130)가 166.06 mg/100 g으로, RoS110 시료의 genistin 함량이 RoS130 시료에 비해 유의하게 높았으나, RoS90 시료와는 유의한 차이가 없었다.

Daidzein 함량은 Control(300.18 mg/100 g), RoS90(356.32 mg/100 g), RoS110(328.90 mg/100 g), RoS130(326.07 mg/100 g)로 나타나, RoS90의 daidzein 함량이 유의하게 높았다( $p<.05$ ).

Glycitein 함량은 Control 48.77 mg/100 g, RoS90에서 68.09 mg/100g, RoS110에서 67.41 mg/100 g, RoS130에서 47.36 mg/100 g으로 나타나, RoS90과 RoS110의 glycitein 함량이 Control과 RoS130에 비해 유의하게 높았다( $p<.05$ ).

Genistein 함량은 Control(433.31 mg/100 g), RoS130(470.01 mg/100 g), RoS90(501.58 mg/100 g), RoS110(530.94 mg/100 g) 순으로 나타나, RoS110의 genistein 함량이 가장 높았다.

총 isoflavone 함량은 대조군인 생 서리태 926.24 mg/100 g, RoS90 1,112.72 mg/100 g, RoS110 1,122.60 mg/100 g, RoS130 1,010.91 mg/100 g으로 나타나 RoS110의 총 isoflavone 함량이 가장 높았다. 이는 Lee KH(2015)의 110°C에서 로스팅 처리한 서목태의 isoflavone 함량이 다른 조건에서 로스팅된 서목태에 비해 유의적으로 isoflavone 함량이 증가되었다는 결과와 일치하였다. 또한 콩을 100, 150 및 200°C에서 열처리 시 malonyl 또는 acetyl기가 붙은 isoflavone의 isomer들이 glycoside와 aglycone 형태로 전환되어 총 isoflavone의 함량이 증가하였다고 한 연구결과(Chien 등 2004)와 일치하였다.

## 2. 로스팅 서리태의 항산화 활성

### 1) 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량

로스팅 온도(90°C, 110°C 및 130°C)에 따른 서리태 시료의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량을 분석하여 Table

2에 제시하였다.

총 폴리페놀 함량은 생 서리태가 37.56 mg TAE/g, 90°C에서 로스팅 처리한 서리태가 45.98 mg TAE/g, 110°C에서 로스팅 처리한 서리태가 47.32 mg TAE/g, 130°C에서 로스팅 처리한 서리태가 42.56 mg TAE/g으로 나타나, 로스팅 온도가 110°C까지는 총 폴리페놀 함량이 증가하여 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 이는 Kim 등(2014)의 로스팅 처리 시 녹두의 총 폴리페놀 함량은 생 녹두에 비해 유의적으로 증가하였다는 결과와 일치하였다.

총 플라보노이드 함량은 생 서리태 30.21 mg QE/g, 90°C에서 로스팅 처리한 서리태가 32.74 mg QE/g, 110°C에서 로스팅 처리한 서리태가 32.89 mg QE/g, 130°C에서 로스팅 처리한 서리태가 32.11 mg QE/g으로 나타나, 로스팅한 경우 플라보노이드 함량이 조금 증가하였으나, 유의한 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 로스팅 처리한 녹두의 총 플라보노이드 함량이 생 녹두에 비해 증가되었다는 결과(Song 등 2013)와 유사하였다.

**Table 2. Total polyphenol and total flavonoid contents of roasted *seoritae***

Groups <sup>1)</sup>	Total polyphenol content (mg TAE/g)	Total flavonoid content (mg QE/g)
Control	37.56±1.86 <sup>2)c3)</sup>	30.21±1.43 <sup>NS</sup>
90	45.98±2.71 <sup>b</sup>	32.74±2.08
110	47.32±1.52 <sup>a</sup>	32.89±1.47
130	42.56±1.42 <sup>ab</sup>	32.11±1.93

<sup>1)</sup> Control: Not roasted *seoritae*, 90: roasted *seoritae* at 90°C for 20 min, 110: roasted *seoritae* at 110°C for 20 min, 130: roasted *seoritae* at 130°C for 20 min.

<sup>2)</sup> Mean±S.D. (n=3)

<sup>3)</sup> <sup>a-c</sup> Means with different letters in the same column are significantly different at  $p<.05$  by Duncan's multiple range test ( $a>c$ ), NS=not significantly.

## 2) DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능

DPPH radical 소거능은 항산화 활성을 가지는 물질이 DPPH 유리 라디칼에게 전자를 공여해줌으로써 유리라디칼이 소거되고, 이때 탈색이 일어나는 원리를 이용하여 시료의 항산화 능력을 측정하는 방법이다(Yen & Chen 1995). 이러한 물질은 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로, 활성 산소를 비롯한 다른 radical에 대한 소거 활성을 기대할 수 있으며, 인체 내에서 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다(Torel & Cillard 1986).

따라서 본 연구에서는 로스팅 온도(90°C, 110°C 및 130°C)에 따른 서리태 시료의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능의 IC<sub>50</sub> 값을 분석하여 Table 3에 제시하였다.

DPPH radical 소거능의 IC<sub>50</sub> 값은 대조군인 생 서리태의 경우 299.37 µg/mL, 90°C에서 로스팅한 서리태가 218.41 µg/mL, 110°C에서 로스팅한 서리태가 211.40 µg/mL, 130°C에서 로스팅한 서리태가 251.63 µg/mL로 나타나, 로스팅 온도 110°C에서 가장 우수한 DPPH radical 소거능(IC<sub>50</sub>)을 나타냈다. 이는 녹두를 로스팅 처리 시 생녹두에 비해 DPPH radical 소거능이 증가하였다는 연구결과(Song YB 2013)와 일치하였다. Park 등(1993)의 인삼 로스팅 처리 시 DPPH 수소공여능이 증가되었다는 보고와 일치하였다. 또한 Choi SH(2014)의 커피 로스팅 처리 시 생두에 비해 DPPH radical 소거능이 증가되었다는 결과와도 일치하였다.

ABTS radical 소거능의 IC<sub>50</sub> 값은 대조군인 생 서리태의 경우 293.96 µg/mL, 90°C에서 로스팅한 서리태는 207.95 µg/mL, 110°C에서 로스팅한 서리태는 180.74 µg/mL, 130°C에서 로스팅한 서리태는 187.01 µg/mL로 나타나, 110°C에서 가장 좋은 ABTS radical 소거능(IC<sub>50</sub>)을 나타냈다. 이는 쥐눈이 콩 로스

**Table 3. DPPH and ABTS radical scavenging activity of roasted *seoritae***

Groups <sup>1)</sup>	DPPH radical scavenging activity IC <sub>50</sub> (µg/mL)	ABTS radical scavenging activity IC <sub>50</sub> (µg/mL)
Control	299.37±4.88 <sup>2)a3)</sup>	293.96±4.78 <sup>a</sup>
90	218.41±4.04 <sup>c</sup>	207.95±2.93 <sup>b</sup>
110	211.40±1.92 <sup>c</sup>	180.74±2.94 <sup>c</sup>
130	251.63±3.45 <sup>b</sup>	187.01±3.62 <sup>c</sup>
Vitamin C	31.13±0.35 <sup>d</sup>	53.45±0.71 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Control: Not roasted *seoritae*, 90: roasted *seoritae* at 90°C for 20 min, 110: roasted *seoritae* at 110°C for 20 min, 130: roasted *seoritae* at 130°C for 20 min.

<sup>2)</sup> Mean±S.D. (n=3)

<sup>3)</sup> a-d Means with different letters in the same column are significantly different at  $p < .05$  by Duncan's multiple range test (a>d).

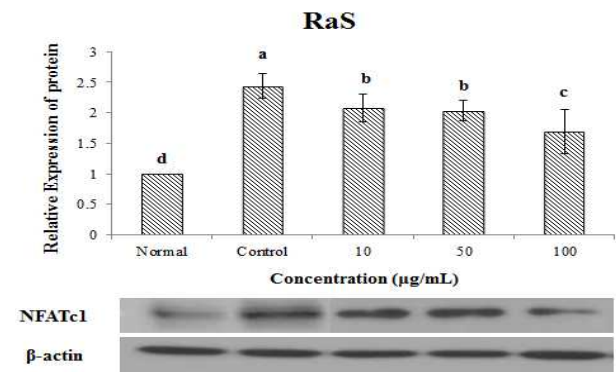
팅 처리 시 생쥐눈이 콩에 비해 ABTS radical 소거능이 증가하였다는 연구결과(Lee 등 2014)와 일치하였다.

## 3. RANKL 유도 NFATc1 발현 억제 효과

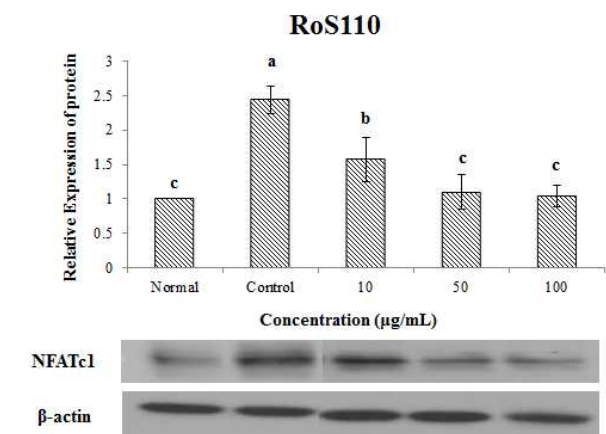
RANKL은 파골세포의 분화단계의 전사인자인 NFATc1 발현을 유도하며, 이 NFATc1은 다른 파골세포 분화에 중요한 단백질의 발현을 조절한다고 알려져 있다(Kavitha 등 2014). 이에 본 연구에서는 로스팅 처리로 isoflavone의 함량이 증가된 서리태를 이용하여 RANKL로 유도된 NFATc1 단백질 발현에 대한 영향을 western blotting으로 확인한 결과는 Fig. 1에 제시하였다.

NFATc1은 RoS110 시료를 농도별(10, 50 및 100 µg/mL)로

(a)



(b)



**Fig. 1. The effect of roasted *seoritae* on the expression of NFATc1 in RANKL stimulated osteoclast.** Normal: RANKL (0 ng/mL), Control: RANKL (40 ng/mL), (a) RaS (not roasted *seoritae*) extracts were treated with different concentrations (0, 10, 50, and 100 µg/mL), (b) RoS110 (roasted *seoritae* at 110°C for 20 min) extracts were treated with different concentrations (0, 10, 50, and 100 µg/mL).

처리하였을 때 각각 1.56, 1.10 및 1.04을 나타내 농도 의존적으로 억제 효과를 나타내었다. 또한 로스팅 서리태 시료를 처리하지 않은 대조군과 RaS 시료에 비해 NFATc1 발현이 현저하게 억제됨을 확인할 수 있었다. 즉, 파골세포 분화에 관여하는 대표적인 유전자로 알려진 NFATc1 발현이 확연하게 감소한 결과를 확인할 수 있었다. 이는 로스팅 처리 서목태의 RANKL 처리 NFATc1 단백질 발현 억제효과가 생 서목태에 비해 우수하였다는 보고(Lee KH 2015)와 일치하는 결과였다.

**Table 4. Color value of optimal roasted *seoritae* tea according to boiling time**

Groups <sup>1)</sup>	L	a	b
OpRoS <sup>2)</sup> -05	57.97±0.57 <sup>3)4)</sup>	1.38±0.03 <sup>f</sup>	8.22±0.02 <sup>g</sup>
OpRoS-15	53.46±0.35 <sup>b</sup>	3.84±0.03 <sup>e</sup>	11.09±0.01 <sup>f</sup>
OpRoS-30	52.66±0.05 <sup>c</sup>	3.93±0.05 <sup>d</sup>	12.28±0.04 <sup>d</sup>
OpRoS-45	50.64±0.02 <sup>d</sup>	5.50±0.01 <sup>c</sup>	12.33±0.02 <sup>c</sup>
OpRoS-60	49.63±0.05 <sup>e</sup>	5.51±0.03 <sup>c</sup>	14.12±0.01 <sup>a</sup>
OpRoS-75	49.29±0.02 <sup>f</sup>	5.79±0.02 <sup>b</sup>	13.37±0.03 <sup>b</sup>
OpRoS-90	47.97±0.03 <sup>g</sup>	7.20±0.02 <sup>a</sup>	12.01±0.04 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> OpRoS-05: OpRoS sample was boiled at 80°C for 5 min, OpRoS-15: OpRoS sample was boiled at 80°C for 15 min, OpRoS-30: OpRoS sample was boiled at 80°C for 30 min, OpRoS-45: OpRoS sample was boiled at 80°C for 45 min, OpRoS-60: OpRoS sample was boiled at 80°C for 60 min, OpRoS-75: OpRoS sample was boiled at 80°C for 75 min, OpRoS-90: OpRoS sample was boiled at 80°C for 90 min

<sup>2)</sup> OpRoS: *Seoritae* was roasted with optimal roasting condition (temp: 110°C, time: 20 min).

<sup>3)</sup> Mean±S.D. (n=3)

<sup>4)</sup> a-g Means with different letters in the same column are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test (a>g).

#### 4. 최적 로스팅 서리태를 이용한 차의 품질 특성

##### 1) 색도

최적 로스팅 서리태(110°C에서 20분 로스팅)를 5~90분 범위에서 boiling하여 차를 제조하여 색도를 분석한 후, Table 4와 Fig. 2에 제시하였다.

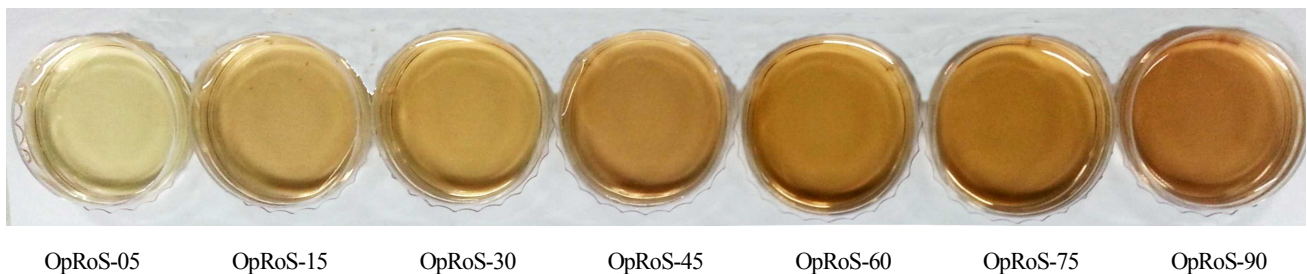
명도(lightness)를 나타내는 L값은 5분 동안 boiling 시 57.97, 15분 동안 boiling 시 53.46, 30분 동안 boiling 시 52.66, 45분 동안 boiling 시 50.64, 60분 동안 boiling 시 49.63, 75분 동안 boiling 시 49.29, 90분 동안 boiling 47.97로 boiling 시간이 증가할수록 유의( $p<0.05$ )하게 낮아졌다.

적색도(redness)를 나타내는 a값은 5분 동안 boiling 시 1.38, 15분 동안 boiling 시 3.84, 30분 동안 boiling 시 3.93, 45분 동안 boiling 시 5.50, 60분 동안 boiling 시 5.51, 75분 동안 boiling 시 5.79, 90분 동안 boiling 시 7.20으로 boiling 시간이 증가할수록 유의( $p<0.05$ )하게 높아졌다.

황색도(yellowness)를 나타내는 b값은 5분 동안 boiling 시 8.22, 15분 동안 boiling 시 11.09, 30분 동안 boiling 시 12.28, 45분 동안 boiling 시 12.33, 60분 동안 boiling 시 14.12로 boiling 시간 60분 동안까지는 boiling 시간이 증가할수록 유의( $p<0.05$ )하게 높아지다가 75분 동안 boiling 시 13.37, 90분 동안 boiling 시 12.01로 점차 낮아졌다. 즉, 서리태를 로스팅 처리한 경우, 시간이 경과할수록 명도는 감소하고, 적색도는 증가하였다. 이는 커피원두를 로스팅하여 추출하였을 때 시간이 지날수록 적색도가 증가하였다고 한 결과(Choi SH 2014)와 일치하였다.

##### 2) 관능평가

최적 로스팅 서리태(110°C에서 20분 로스팅)를 5~90분 범위에서 boiling하여 차를 제조한 후, 음용 온도 65°C(온장온도)에서 관능평가를 실시한 결과를 Table 5에 제시하였다.



**Fig. 2. Appearances of optimal roasted *seoritae* tea according to different boiling time.** OpRoS: *seoritae* was roasted with optimal roasting condition (temp: 110°C, time: 20 min), OpRoS-05: OpRoS sample was boiled at 80°C for 5 min, OpRoS-15: OpRoS sample was boiled at 80°C for 15 min, OpRoS-30: OpRoS sample was boiled at 80°C for 30 min, OpRoS-45: OpRoS sample was boiled at 80°C for 45 min, OpRoS-60: OpRoS sample was boiled at 80°C for 60 min, OpRoS-75: OpRoS sample was boiled at 80°C for 75 min, OpRoS-90: OpRoS sample was boiled at 80°C for 90 min.

Table 5. Sensory evaluation on the drinking temperature 65°C

Groups <sup>1)</sup>	Color	Flavor	Sweet	Malty	Overall quality
65-OpRoS-05	4.00±1.46 <sup>2)d3)</sup>	2.60±0.51 <sup>f</sup>	1.60±0.51 <sup>f</sup>	3.20±0.41 <sup>c</sup>	2.00±0.65 <sup>f</sup>
65-OpRoS-15	5.20±1.37 <sup>b</sup>	3.40±0.51 <sup>e</sup>	2.60±0.51 <sup>e</sup>	3.60±0.51 <sup>de</sup>	2.60±0.51 <sup>e</sup>
65-OpRoS-30	5.40±1.06 <sup>ab</sup>	3.60±0.51 <sup>e</sup>	4.00±0.65 <sup>d</sup>	4.00±0.93 <sup>d</sup>	3.60±0.51 <sup>d</sup>
65-OpRoS-45	5.60±0.51 <sup>ab</sup>	4.40±0.51 <sup>d</sup>	5.00±0.65 <sup>c</sup>	5.60±1.06 <sup>b</sup>	4.60±0.51 <sup>c</sup>
65-OpRoS-60	6.00±0.93 <sup>a</sup>	6.80±0.11 <sup>a</sup>	6.60±0.22 <sup>a</sup>	6.60±0.22 <sup>a</sup>	6.80±0.11 <sup>a</sup>
65-OpRoS-75	5.00±0.65 <sup>bc</sup>	6.00±0.65 <sup>b</sup>	6.00±0.65 <sup>a</sup>	6.00±0.65 <sup>b</sup>	6.00±0.65 <sup>b</sup>
65-OpRoS-90	4.40±0.51 <sup>cd</sup>	5.00±0.65 <sup>c</sup>	5.00±0.65 <sup>b</sup>	5.00±0.65 <sup>c</sup>	5.00±0.65 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> OpRoS: *seoritae* was roasted with optimal roasting condition (temp: 110°C, time: 20 min), 65-OpRoS-05: OpRoS sample was boiled at 80°C for 5 min, 65-OpRoS-15: OpRoS sample was boiled at 80°C for 15 min, 65-OpRoS-30: OpRoS sample was boiled at 80°C for 30 min, 65-OpRoS-45: OpRoS sample was boiled at 80°C for 45 min, 65-OpRoS-60: OpRoS sample was boiled at 80°C for 60 min, 65-OpRoS-75: OpRoS sample was boiled at 80°C for 75 min, 65-OpRoS-90: OpRoS sample was boiled at 80°C for 90 min, All samples were tested at 65°C

<sup>2)</sup> Mean±S.D. (n=15)

<sup>3)</sup> a-f Means with different letters in the same column are significantly different at  $p<.05$  by Duncan's multiple range test.

최적 로스팅 서리태를 boiling하여 제조한 서리태 차를 온 장 온도인 65°C에 맞춰 관능평가한 결과, 색의 경우 boiling 시간이 증가할수록 만족도가 높아져 60분 동안 boiling한 65-OpRoS-60 시료가 6.00으로 가장 높게 나타났다.

향(flavor)의 경우도 색과 마찬가지로 boiling 시간이 증가할수록 만족도가 높아져 60분간 가열한 65-OpRoS-60 시료가 6.80으로 가장 높게 나타났다.

단맛(sweet taste)은 boiling 시간이 증가할수록 만족도가 높아져 60분 동안 boiling한 65-OpRoS-60 시료가 6.60으로 가장 높게 나타났다. 구수한 맛도 boiling 시간이 증가할수록 만족도가 높아져 60분 boiling한 65-OpRos-60 시료가 6.60으로 가장 높게 나타나, 단맛과 같은 경향을 보였다.

전체적인 기호도(overall quality)는 모든 항목에서 가장 높은 만족도를 나타낸 65-OpRoS-60 시료가 6.80으로 가장 높게 나타났다. 즉, 65°C(온장온도)에서 음용하는 경우 60분 가열하는 것이 가장 기호도가 높았다. 이상의 결과로 볼 때 로스팅 서리태 차는 기호성과 함께 골 건강 개선에도 도움을 줄 수 있는 차로 생각된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 이소플라본 함량과 항산화능이 가장 우수한 조건의 로스팅 온도를 알아내고자 온도(90°C, 110°C 및 130°C)를 달리하여 20분 동안 로스팅 처리한 서리태의 isoflavone 함량과 항산화능을 측정하여 최적 로스팅 온도를 알아내고자 하였다. 그리고 그 조건의 서리태를 이용하여 차를 제조하여 품질평가를 한 요약 및 결론은 다음과 같다.

이소플라본 함량과 총 폴리페놀 함량은 110°C에서 20분간 로스팅 처리한 서리태(RoS110)에서 가장 높게 나타났다. 이에 따라 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능도 110°C에서 20분간 로스팅 처리한 서리태가 가장 우수하였다. 110°C에서 20분 동안 로스팅 처리한 서리태(RoS110) 추출시료의 NFATc1의 단백질 발현을 억제하는 효과가 생 서리태(Control) 추출시료에 비해 높게 나타났다. 최적 로스팅 조건의 서리태(OpRoS: 110°C에서 20분 로스팅)를 5-90분 범위에서 boiling한 차를 65°C 온장 온도에서 관능평가를 실시한 결과, 60분 동안 boiling한 차의 기호도가 가장 높게 나타났다.

## References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chien JT, Hsieh H, Kao TH, Chen BH. 2004. Kinetic model for studying the conversion and degradation of isoflavones during heating. *Food Chem* 91:425-434
- Choi SH 2014. The effect of antioxidant activity and caffeine on roasting conditions and extraction time of coffee bean. Master's Thesis, Chungwoon Univ. Chungnam. Korea
- Davis WB. 1947. Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem* 19:476-478
- Dhaubhadal S, Farhangkhoe M, Chapman R. 2008. Identification and characterization of isoflavonoid specific glycosyltransferase and malonyltransferase from soybean seeds. *J Exp Bot* 59: 981-984

- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Hendrich S, Murphy PA. 2001. Isoflavones: Source and metabolism. In *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. 2001. Wildman REC, ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA. pp. 55-75
- Je YM, Yoo DY. 2013. Effects of dokhwalgisaengtang-gami water extract on osteoclast differentiation and osteoblast function in RANKL-induced RAW 264.7 cell. *J Korean Obstet Gynecol* 26:1-16
- Kavitha CV, Deep G, Gangar SC, Jain AK, Agarwal C, Agarwal R. 2014. Silibinin inhibits prostate cancer cells- and RANKL-induced osteoclastogenesis by targeting NFATc1, NF- $\kappa$ B, and AP-1 activation in RAW264.7 cells. *Mol Carcinog* 53:169-180
- Kim YH. 2013. A study on quality characteristics and consumer preference of tea according to the degree of fermentation. Master's Thesis, Chung-woon Univ. Chungnam, Korea
- Kim YT, Lee MS, Kim AJ. 2014. Changes in antioxidative activities and general composition of mung beans according to roasting temperature. *J East Asian Society of Dietary Life* 24:217-223
- Lee KH, Kim MJ, Kim AJ. 2014. Physicochemical composition and antioxidative activities of *Rhynchosia nulubilis* according to roasting temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 675-681
- Lee KH. 2015. Manufacturing of bone disease reducing beverage using roasted *Seomoktae*. Ph.D. Thesis, Kyunggi Univ. Seoul, Korea
- Liao HF, Chou CJ, Wu SH, Khoo KH, Chen CF, Wang SY. 2001. Isolation and characterization of an active compound from black soybean [*Glycine max* (L.) Merr] and its effect on proliferation and differentiation of human leukemic U937 cells. *AntiCancer Drugs* 12:841-846
- Lingle T. 2001. *The Coffee Cuppers Handbook*, SCAA, Long Beach, CA, USA
- Messina M. 2014. Soy foods, isoflavones and the health of postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 100:423S-430S
- Ministry of Health and Welfare. Centers for disease control and prevention. 2012. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2010)
- Park MH, Kim KC, Kim JS. 1993. Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. *Korean J Ginseng Sci* 17:228-231
- Pellegrin N, Roberta R, Min Y, Catherine RE. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-Azino-bis (3-ethylene-benzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299:379-389
- Ribero V, Blakeley J, Larryea M. 2000. Women's knowledge and practices regarding the prevention and treatment of osteoporosis. *Health Care Women Int* 21:347-353
- Song YB, Lee KS, Lee MS, Kim AJ. 2013. Bioactivity changes in mung beans according to the roasting time. *Korean J Food Nutr* 26:502-507
- Torel J, Cillard J. Cillard P. 1986. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochem* 25:383-385
- Uzzan M, Labuza TP. 2004. Critical issues in R&D of soy isoflavone enriched foods and dietary supplements. *J Food Sci* 69:77-86
- Yen GC, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 43:27-32
- Yoon SJ. 2014. Current pharmacologic therapy of osteoporosis. Ph.D. Thesis, Seoul National Univ. Seoul, Korea
- Yoon SK, Kim WJ. 1989. Effects of roasting conditions on quality and yield of barley tea. *Korean J Food Sci Technol* 21:575-582

---

Received 27 July, 2016  
 Revised 3 August, 2016  
 Accepted 22 August, 2016