

연구노트

## 볶음 공정에 따른 타타리 메밀의 항산화 활성 측정

이명혜 · 조진호 · 김종찬 · 김범근\*  
한국식품연구원

### Effect of Roasting Conditions on the Antioxidant Activities of Tartary Buckwheat

Myung-Hye Lee, Jin-Ho Cho, Jong-Chan Kim, and Bum-Keun Kim\*  
Korea Food Research Institute

**Abstract** The effects of roasting temperature and time on the antioxidant activities of tartary buckwheat were investigated. Compared to raw seeds (2.05 mg TAE/g), seeds roasted at 175°C for 5 min showed significantly higher total polyphenol content ( $p<0.05$ ), while those roasted at 250°C for 10 min showed significantly lower total polyphenol content (2.77 and 2.56 mg TAE/g, respectively). The electron-donating abilities of tartary buckwheat seeds increased with an increase in the roasting time at lower temperatures ( $p<0.05$ ). However, seeds roasted at a higher temperatures (250°C) for 10 min showed significantly lower electron-donating abilities ( $p<0.05$ ). Seeds roasted at 175°C showed adequate L values, regardless of the roasting time. In contrast, seeds roasted for 10 min at 250°C, showed markedly lower L values. Our results suggest that the roasting temperature and time must be controlled to produce high-quality tartary buckwheat products.

**Keywords:** tartary buckwheat, roasting condition, total polyphenol, electron donating ability, color value

## 서론

식품의 열처리는 과채류의 비타민 C 함량을 감소시키지만 식품의 저장수명 연장과 품질을 향상시키기 위하여 이용되어 왔다(1,2). 열처리가 일어나는 동안 식물체 내의 이화학적 변화에 의하여 페놀성 화합물이 증가된다는 연구 결과가 보고되고 있다(1).

식품의 열처리 공정 중 하나인 볶음 공정은 짧은 시간에 높은 온도로 처리하여 갈변반응을 촉진하는데, 이는 데치기, 찌기 등과는 달리 독특한 향미가 형성되어 기호성이 높은 상품성을 가지게 하기도 한다. 이에 따라 볶음 공정은 침출차의 고유한 향미와 색을 얻거나 식물성 유지의 추출 수율을 증가시키기 위하여 많이 사용되고 있으며, 볶음에 의해 식품성분들은 다양한 분해, 합성, 축합 등의 반응을 통해 유용 성분이 생성됨으로써 여러 가지 기능성을 나타낸다(3). 따라서, 볶음 공정은 식품의 화학적 성분 조성, 물리적 성질과 색깔, 향기와 같은 관능적 품질 요소에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어(4,5), 식품에 적용하여 유용성분의 추출 또는 활용할 수 있는 최적화 연구가 요구된다. 이러한 볶음 공정과 관련하여 볶음 온도와 시간을 설정하여 자색고구마의 항산화 증진효과를 연구하였으며(6), Ko 등(7)은 도정도와 볶음 시간에 따른 수수차의 이화학적 특성을 연구하여 최적의 볶음 조건에 대해 연구하였다. Dewanto 등(1)은 토마토의 열처리에 따른 비타민

C와 라이코펜 함량 및 항산화활성의 유의적 변화를 도출한 바 있다.

메밀(*Fagopyrum* spp.)은 식물 분류학적으로 마디풀과의 메밀속에 속하는 일년생 초본으로 재배종과 야생종을 포함하여 20여종이 지구상에 분포되어 있으며(8), 국내에서는 일반 메밀(*F. esculentum* Moench)과 타타리 메밀(*F. esculentum* Gaertn)이 주로 재배되고 있다(9). 메밀에는 탄수화물, 단백질, 라이신, 아르기닌 등의 필수 아미노산, 불포화 지방산 및 각종 무기물과 비타민을 함유하고 있다(10,11). 메밀에는 많은 기능성 성분들이 보고되었는데, 그 중 폴리페놀 성분으로는 rutin, quercetin, isoquercetin, myricetin, syringic acid 유도체, caffeic acid 유도체 등이 알려져 있다(12). 특히, 이들 화합물은 항산화작용, 혈압저하작용, 혈관 수축작용, 항균작용 등 생체조절기능을 가지고 있어 이에 대한 연구 결과가 보고된 바 있다(13-16). 이처럼 메밀에 관한 다양한 연구결과가 보고되었음에도 불구하고 볶음 공정에 따른 메밀의 항산화 효능에 대한 연구는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 침출차로서 널리 응용되고 있는 타타리 메밀의 가공 조건 설정을 위한 기초자료를 얻고자 볶음 온도 및 시간에 따른 항산화 활성 변화를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 실험에 사용된 타타리 메밀 시료는 2012년 강원도 평창시 봉평에서 생산된 것을 구입하였으며, 볶음 처리를 위하여 껍질을 제거한 후 정선하여 양질의 알곡만을 사용하였다.

### 시료의 볶음

시료를 각 20 g씩 채취하여 차망에 넣고 3차원 회전 뒤틀림방

\*Corresponding author: Bum-Keun Kim, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9335  
Fax: 82-31-780-9333  
E-mail: bkkim@kfri.re.kr  
Received February 5, 2014; revised March 19, 2014;  
accepted March 20, 2014

식과 간접 열풍방식을 이용한 볶음기(Gene Café CBR-101A, Genesis Co., Ltd., Gunpo, Korea)로 온도(175, 200, 225, 250°C) 및 시간(5, 10 min)별로 볶음 처리를 하였다. 볶음이 완료되면 즉시 시료를 볶음기에서 꺼내어 송풍기로 실온까지 냉각시킨 다음 polyethylene bag으로 밀봉포장하여 4°C에서 냉장 보관하면서 분석에 사용하였다.

**분쇄 및 추출**

볶음 처리된 타타리 메밀을 분쇄기(FM909T, Hanil Co., Ltd., Seoul, Korea)로 분쇄하고 체질(40 mesh)하여 분말시료를 제조하였다. 추출은 분말시료와 증류수를 일정비(1:100, w/v)로 혼합하여 70°C에서 3시간 추출한 후 0.45 µm syringe filter로 여과하고 4°C에서 냉장보관하며 총 폴리페놀함량 및 전자공여능 측정용 시료로 이용하였다.

**총 페놀성 화합물 함량**

총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis 법(17)에 의하여 측정하였다. 추출하여 얻은 시료 0.2 mL를 시험관에 취하고 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 여기에 0.2 mL Folin-Ciocalteus phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 3분 후 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화 용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mL로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 상등액을 750 nm에서 흡광도를 측정하였다(V570, Jasco Onc., Easton, MD, USA). 측정된 흡광도는 tannic acid를 이용한 표준곡선으로부터 g 중의 mg tannic acid equivalent (TAE, dry basis)로 환산하여 나타내었다.

**전자 공여능(electron donating abilities, EDA) 측정**

전자공여능은 Blois의 방법(18)을 이용하여 각각의 추출물에 대한 α,α-diphenyl-picryl hydrazyl(DPPH)의 전자 공여 효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 추출하여 얻은 시료 1 mL에 4×10<sup>-4</sup> M DPPH 용액(99.9% EtOH에 용해) 1 mL를 가하여 총액의 부피가 2 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 30분 방치한 후 분광광도계(V-570, Jasco Inc., Easton, MD, USA)를 사용하여 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자 공여 효과는 추출물의 첨가 전, 후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{Electron donating ability (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

- A: 추출물 첨가구의 흡광도
- B: 추출물 무첨가구의 흡광도

**색도 측정**

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L, a 및 b 값을 측정하여 비교하였다.

**통계분석**

본 실험에서 얻어진 결과에 대해 분산분석을 실시하였고 시료 간의 유의적 차이를 검증하기 위하여 Ducan's multiple range test를 실시하였다(p<0.05). 통계분석에는 Window용 SAS 8.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하였다.

**결과 및 고찰**

**총 페놀성 화합물 함량**

타타리 메밀의 볶음 온도와 볶음 시간에 따른 총 페놀성 화

**Table 1. Changes in total polyphenol contents of tartary buckwheat aqueous extract with roasting temperature and time**

Roasting time (min)	Total polyphenol content (mg TAE/g)			
	175°C	200°C	225°C	250°C
0	2.05±0.03 <sup>Ab</sup>	2.05±0.03 <sup>Ab</sup>	2.05±0.03 <sup>Ac</sup>	2.05±0.03 <sup>Ab</sup>
5	2.17±0.21 <sup>Ab</sup>	5.45±0.50 <sup>Ba</sup>	4.79±0.29 <sup>Ba</sup>	6.19±0.79 <sup>Ca</sup>
10	5.94±1.21 <sup>Aa</sup>	5.10±1.20 <sup>Ba</sup>	2.77±0.21 <sup>Cb</sup>	2.56±0.15 <sup>Db</sup>

<sup>A-D</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c</sup>Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

합물 함량을 Table 1에 나타내었다.

볶음 처리를 하지 않은 타타리 메밀의 경우 2.05 mg TAE/g의 총 페놀성 화합물 함량을 나타낸 반면, 5분 동안 볶음 처리를 하였을 때 175°C는 2.17 mg TAE/g로 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 200°C는 5.45 mg TAE/g, 225°C는 4.79 mg TAE/g, 250°C는 6.19 mg TAE/g로 볶음 시간을 증가시키에 따라 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있다(p<0.05). 볶음 온도에 따라서도 5분 처리구에서는 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있었다(p<0.05). 이와 같은 결과는 단백질과 결합된 고분자의 페놀성 화합물이 열 처리에 의해 결합이 파괴 또는 새로운 페놀성 화합물이 생성된 것으로 보고되었고(19,20), 본 연구팀이 수행했던 결명자 관련 연구 결과와도 일치하는 것을 알 수 있다(21). 이 밖에도 표고버섯(22), 더덕차(23), 팔(24), 민들레(25) 등에 있어서 볶음 온도와 시간이 증가할수록 총 페놀성 화합물 함량이 증가한다고 보고된 바 있다.

10분 처리구의 경우 175°C는 5.94 mg TAE/g로 유의적으로 증가한 반면 (p<0.05), 200°C는 5.10 mg TAE/g로 약간 감소하였으며, 225°C와 250°C에서는 2.77 mg TAE/g과 2.56 mg TAE/g로 유의적으로 크게 감소하였다(p<0.05). 볶음 온도에 따른 유의성 검증 결과 온도가 높아질수록 유의적으로 감소하는 것을 알 수 있었다(p<0.05). 본 연구팀의 선행 연구 결과에 따르면, 결명자의 경우 볶음 온도가 225°C까지는 총 페놀성 화합물 함량이 계속적으로 증가한 반면, 250°C에서는 10분 동안 볶음 처리할 경우 그 함량이 크게 감소한 것을 확인한 바 있다(21). 이는 고온에서 장시간 볶음 처리할 경우 페놀성 화합물들의 골격이 파괴되거나 불용성 화합물로 변화하는데 기인한다고 알려져 있다(26). 이와 관련하여 결명자에 함유되어 있는 주요 약리성분인 anthraquinone 류 역시 과도한 볶음조건에서 쉽게 소실되는 것을 확인한 바 있으며(27), 들깨잎의 경우에도 장시간 고온에서의 볶음 처리에 의해 caffeic acid 등 주요 활성성분 함량이 감소한다고 하였다(28). Kim 등(29)도 고온에서 장시간 열처리할 경우 검은콩에 함유되어 있는 총 페놀성 화합물 함량이 오히려 감소한다는 연구결과를 발표한 바 있다(29).

**전자공여능**

타타리 메밀의 볶음 온도와 볶음 시간에 따른 전자공여능 값을 Table 2에 나타내었다.

볶음 처리를 하지 않은 타타리 메밀의 경우 약 56.0%를 나타낸 반면 볶음 온도와 시간에 따라 약간 다른 경향을 나타내었다. 175°C의 경우 볶음 시간이 5분(67.9%)에서 10분(71.9%)으로 늘어날수록 유의적으로 증가하는 반면(p<0.05), 200°C의 경우 5분에서 크게 증가하고(p<0.05), 10분에서는 그 증가폭이 크지 않았다. 이처럼 볶음 온도와 시간에 따라 전자공여능 값이 증가하는 것

**Table 2. Changes in electron donating abilities of tartary buckwheat aqueous extract with roasting temperature and time**

Roasting time (min)	Electron donating ability (%)			
	175°C	200°C	225°C	250°C
0	56.04±3.29 <sup>Ac</sup>	56.04±3.29 <sup>Ab</sup>	56.04±3.29 <sup>Ac</sup>	56.04±3.29 <sup>Ab</sup>
5	67.89±0.94 <sup>Ab</sup>	75.87±1.96 <sup>Ba</sup>	83.53±0.77 <sup>Ca</sup>	79.54±2.08 <sup>Ba</sup>
10	71.92±2.49 <sup>Ba</sup>	77.99±1.55 <sup>Ca</sup>	79.81±0.74 <sup>Cb</sup>	59.50±1.00 <sup>Ab</sup>

<sup>A-C</sup>Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>aa-c</sup>Means in the same column with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

은 볶음 처리에 의해 생성되는 갈색화반응 생성물질인 melanoidin 이 증가하였기 때문인 것으로 보고된 바 있으며(7), 본 연구팀에서 수행한 결정자에 대한 연구 결과와도 일치하는 경향을 나타내었다(21). 반면, 225°C의 경우 5분 처리구(83.5%)에서 크게 증가하였고, 10분 처리구(79.8%)에서는 오히려 감소하는 결과를 나타내었다( $p<0.05$ ). 250°C의 경우 5분 처리구(79.5%)에서 크게 증가한 반면 10분 처리구(59.5%)에서는 크게 감소하였다( $p<0.05$ ). 볶음 온도에 따른 항산화 활성 측정 결과 5분과 10분 처리구 모두 온도에 따라 유의적으로 증가하다가 250°C에서는 유의적으로 감소하는 결과를 나타내었다( $p<0.05$ ). 이처럼 항산화 활성이 감소하는 것은 페놀성 화합물의 감소와도 연관되어 있으며, 수수차(7), 결정자(21)에 있어서 과도하게 볶음 처리를 할 경우 총페놀 화합물과 항산화 활성이 감소한다고 보고된 바 있다.

## 색도

타타리 메밀의 볶음 온도 및 볶음 시간에 따른 색도 변화는 Table 3과 같다.

**Table 3. Changes in color value of tartary buckwheat seeds with roasting temperature and time**

Roasting time (min)	Color value L			
	175°C	200°C	225°C	250°C
0	64.15±1.20 <sup>Aa</sup>	64.15±1.20 <sup>Aa</sup>	64.15±1.20 <sup>Aa</sup>	64.15±1.20 <sup>Aa</sup>
5	59.38±2.46 <sup>Aa</sup>	53.70±1.57 <sup>Bb</sup>	53.96±1.92 <sup>Bb</sup>	52.80±2.50 <sup>Bb</sup>
10	44.62±0.83 <sup>Ab</sup>	22.91±0.77 <sup>Cc</sup>	2.79±0.34 <sup>Ec</sup>	0.05±0.06 <sup>Fc</sup>

Roasting time (min)	Color value a			
	175°C	200°C	225°C	250°C
0	8.68±1.83 <sup>Cb</sup>	8.68±1.83 <sup>Cb</sup>	8.68±1.83 <sup>Ca</sup>	8.68±1.83 <sup>Ca</sup>
5	6.90±0.37 <sup>Gb</sup>	11.18±0.01 <sup>Eab</sup>	9.93±1.81 <sup>Fa</sup>	10.15±1.44 <sup>Ea</sup>
10	13.21±0.04 <sup>Da</sup>	22.22±0.86 <sup>Ca</sup>	13.64±1.90 <sup>Da</sup>	0.00±0.00 <sup>Eb</sup>

Roasting time (min)	Color value b			
	175°C	200°C	225°C	250°C
0	29.65±2.02 <sup>Ba</sup>	29.65±2.02 <sup>Ba</sup>	29.65±2.02 <sup>Ba</sup>	29.65±2.02 <sup>Ba</sup>
5	29.95±2.01 <sup>Da</sup>	34.30±2.28 <sup>Ca</sup>	34.46±2.11 <sup>Ca</sup>	34.13±1.98 <sup>Ca</sup>
10	30.20±3.45 <sup>Ba</sup>	35.57±2.48 <sup>Ba</sup>	4.66±0.59 <sup>Eb</sup>	0.00±0.00 <sup>Fb</sup>

<sup>A-F</sup>Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>aa-c</sup>Means in the same column with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

볶음 처리를 하지 않은 타타리 메밀의 L값은 64.15이었으며, 5분 동안 볶음 처리를 한 경우 175°C(59.38)를 제외하고는 200°C에서 53.70, 225°C에 53.96, 250°C에 52.80으로 유의적으로 감소하였는데( $p<0.05$ ), 이는 볶음 처리로 인한 갈변화로 인한 현상으로 판단된다. 10분동안 볶음 처리를 한 경우 175°C에서 44.62, 200°C에서 22.91로 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 특히 225°C와 250°C의 경우 2.79와 0.05로 유의적으로 크게 감소하는 것을 보였는데( $p<0.05$ ) 이는 과도한 볶음 처리로 인해 타타리 메밀이 탄화된 것을 의미하며, 결정자 관련 본 연구팀의 연구결과(21)에서도 이와 유사한 것을 확인한 바 있다. 볶음 온도에 따른 항산화 색도 측정 결과 10분 처리구에서 온도에 따라 유의적으로 감소하는 결과를 나타내었다( $p<0.05$ ). 그러나, 탄화과정에도 불구하고 항산화 활성이 크게 감소하지 않은 것(Table 2)은 항산화 물질의 파괴 가능성과 더불어 이를 극복할 수 있는 캐러멜화 반응(caramelization)과 마이야르 반응(Maillard reaction)이 생성한 갈변 화합물이 복합적으로 항산화력에 영향을 미친 것으로 추측되는데, 이와 관련하여 커피(30)에서도 비슷한 결과가 보고된 바 있다. 대표적으로 캐러멜화 반응은 아미노화합물이나 유기산들이 존재하지 않는 상황에서 주로 당류 또는 당류 수용액이 가열에 의한 가열분해물 또는 가열산화물에 의한 갈색화 반응으로 가공식품을 갈색으로 변화시킬 뿐만 아니라 냄새와 맛에도 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(31). 한편, 시중에서 유통되고 있는 시중 제품A를 실험한 결과 40.51을 나타내어 볶음 처리를 할 경우 그 품질을 위한 온도와 시간관리가 매우 중요하다고 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 타타리 메밀의 볶음 온도 및 볶음 시간에 따른 색도변화를 살펴보고, 이들의 물 추출물에 대한 총 페놀성 화합물 함량, 전자공여능을 측정하였다. 총 페놀성 화합물 함량 측정 결과, 볶음 처리를 하지 않은 타타리 메밀에 비하여 10분 처리구의 경우 225°C와 250°C에서는 총 페놀성 화합물 함량이 유의적으로 크게 감소하였다. 전자공여능 측정 결과 175°C와 200°C의 경우 볶음시간에 따라 증가하는 경향을 나타낸 반면, 225°C와 250°C의 경우 볶음시간이 길어질수록 전자공여능 값이 감소하는 경향을 나타내었다. 색도 측정 결과, 볶음 처리를 하지 않은 타타리 메밀의 L값과 비교하여 200°C와 250°C에서 10분동안 볶음 처리를 한 경우 탄화되어 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과를 통해 타타리 메밀을 이용한 가공제품의 품질 고급화를 위하여 최적의 볶음 조건 설정은 매우 중요한 연구라고 판단된다.

## References

- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agr. Food Chem.* 50: 3010-3014 (2002)
- Kwak JE, Oh SK, Kim DJ, Lee JH, Yoon MR, Kim HW, Lee JS. Effects of heat-treated brown rice on total phenolics and antioxidant activities. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 534-541 (2013)
- Song YB, Choi JS, Lee JE, Noh JS, Kim MJ, Cho EJ, Song YO. The antioxidant effect of hot water extract from the dried Radish (*Raphanus sativus* L.) with pressurized roasting. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1179-1186 (2010)
- Chung HS, Kim JK, Youn KS. Effects of roasting temperature on phytochemical properties of Job's tears (*Coix lachryma jobi* L. var *ma-yeun*) powder and extracts. *Korean J. Food Preserv.* 13: 477-482 (2006)

5. Lee SH, Lee YR, Hwang IG, Woo KS, Kim KH, Kim KJ, Jeong HS. Antioxidant activities and quality characteristics of germinated rough rice tea according to roasting temperature, time and leaching condition. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 386-391 (2009)
6. Cho KM, Joo OS. Enhances antioxidant effect of purple sweet potato by roasting. *Korean J. Food Preserv.* 19: 735-743 (2012)
7. Ko JY, Woo KS, Song SB, Seo HI, Kim HY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. Physicochemical characteristics of sorghum tea according to milling type and pan-fried time. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1546-1553 (2012)
8. Chang KJ, Seo GS, Kim YS, Huang DS, Park JI, Park JJ, Lim YS, Park BJ, Park CH, Lee MH. Components and biological effects of fermented extract from tartary buckwheat sprouts. *Korean J. Plant Res.* 23: 131-137 (2010)
9. Yoon SJ, Cho NJ, Na SH, Kim YH, Kim YM. Development of optimum rutin extraction process from *Fagopyrum tataricum*. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 16: 573-577 (2006)
10. Choi HS, Lee SY, Baek SY, Koo BS, Yoon HS, Park HY, Yeo SH. Quality characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) *soksungjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 77-82 (2011)
11. Choi BH, Kim SL, Kim SK. Rutin and functional ingredients of buckwheat and their variations. *Korean J. Crop Sci.* 41: 69-93 (1996)
12. Alvarez-jubete L, Wijngaard H, Arendt EK, Gallagher E. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chem.* 119: 770-778 (2010)
13. Choe M, Kim JD, Park KS, Oh SY, Lee SY. Effect of buckwheat supplementation on blood glucose levels and blood pressure in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 20: 300-305 (1991)
14. Holasova M, Fiedlerova V, Smrcinova H, Orsak M, Lachman J, Vavreinova S. Buckwheat-the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Res. Int.* 35: 207-211 (2002)
15. Choi BH, Park KY, Park RK. Importance of buckwheat culture for non-polluted vegetable and grain in Korea. *Korean J. Int. Agric.* 3: 71-81 (1991)
16. Kim SL, Kim SK, Park CH. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Res. Int.* 37: 319-327 (2004)
17. Folin O, Denis W. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *J. Biol. Chem.* 22: 305-308 (1915)
18. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
19. Kwak EJ. Development of brown colored rice tea with high GABA content. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1201-1205 (2010)
20. Yu J, Ahmendna M, Goktepe I. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chem.* 90: 199-206 (2005)
21. Lee MH, Cho JH, Kim BK. Effect of roasting conditions on the antioxidant activities of *Cassia tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 657-660 (2013)
22. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.* 99: 381-387 (2006)
23. Lee JY, Kim BK, Park HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of fermented *deodeok* tea with *Pleurotus eryngii* mycelium. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 23: 637-644 (2013)
24. Song SB, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Woo KS. Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 317-324 (2013)
25. Ismail A, Marjan ZM, Foong CW. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem.* 87: 581-586 (2004)
26. Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH. Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 413-418 (1998)
27. Kim JK, Kim GY. Changes of the physicochemical characteristics of *Cassia tora* L. by roasting conditions. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 6: 317-323 (1996)
28. Yoon UJ, Yang SY, Lee HS, Hong CO, Lee KW. Optimal roasting conditions for maximizing the quality of tea leached from high functional *Perilla frutescens* leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 34-40 (2012)
29. Kim HG, Kim GW, Oh HI, Yoo SY, Kim YO, Oh MS. Influence of roasting on the antioxidant activity of small black soybean (*Glycin max* L. Merrill). *LWT-Food Sci. Technol.* 44: 992-998 (2011)
30. Nicoli MC, Anese M, Manzocco, Lericri CR. Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. *LWT-Food Sci. Technol.* 30: 292-297 (1997)
31. Hwang IG, Woo KS, Jeong HS. Biological activity and heat treatment processing of foods. *Food Sci. Ind.* 44: 56-65 (2011)