

## 검정콩가루의 품질 및 항산화 특성에 미치는 발아 및 볶음처리의 영향

우관식 · 이지혜 · 이병원 · 이유영 · 이병규 · 김현주\*

농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부

### Effect of Germination and Roasting Treatment on the Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Black Soybean Flours

Koan Sik Woo, Ji Hae Lee, Byong Won Lee, Yu Young Lee,  
Byoung Kyu Lee, and Hyun-Joo Kim\*

Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

#### Abstract

The change of quality characteristics and antioxidant properties of black soybean flours after germination and roasting treatment were evaluated. The moisture content of roasted black soybean flours decreased significantly according to roasting temperatures and times, and the crude ash, protein, and fat contents increased. The water binding capacity of roasted black soybean flours with and without germination increased significantly according to roasting temperatures and times; however, water solubility index and swelling power decreased. The lightness of roasted black soybean flours was significantly decreased, and the redness and yellowness increased. The phenolic compounds and radical scavenging activity of roasted black soybean flours increased with increasing roasting temperatures and times. The total polyphenol contents of roasted black soybean flours with and without germination were 5.43-7.81 and 4.52-6.17 mg GAE/g, and total flavonoid contents were 2.90-3.50 and 2.34-3.01 mg CE/g, respectively. The DPPH radical scavenging activity of roasted black soybean flours, with and without germination, was 254.98-415.05 and 171.95-295.15 mg TE/100 g, and the ABTS radical scavenging activity was 459.74-596.37 and 422.95-526.85 mg TE/100 g, respectively. As a result, it is necessary to establish quality standards for each application by considering the quality characteristics and antioxidant properties of roasted black soybean flours.

**Key words:** black soybean flours, germination, roasting, quality characteristics, antioxidant activity

## 서 론

콩(*Glycine max* L.)은 우리나라에서 주요 단백질 공급원이며, 이소플라본, 식이섬유, 사포닌, 피트산, 트립신 저해제 등과 같은 다양한 생리활성물질을 함유하고 있어(Choi et al., 2017), 노화방지(Lee et al., 2014), 심혈관계 질환(Choi et al., 2005), 암(Cassileth & Vickers, 2003) 등과 같은 질병 예방 및 치료에 도움을 준다고 알려져 있다. 특히 우리나라에서 흔히 먹는 검정콩 중 흑태는 크기가 크고 콩밥이나 콩자반 등에 사용되며, 서리태는 껍질이 검은색이지만 속이 파랗다고 하여 속청이라고 불린다(Park et al.,

2015). 서목태는 다른 검은콩보다 크기가 작아 마치 쥐 눈처럼 보인다고 하여 쥐눈이콩이라고 한다(Lim et al., 2009). 검정콩에는 필수아미노산이 약 40% 차지하고 비타민 E, 카로티노이드, 사포닌, 안토시아닌 등 노화예방에 효능이 있는 항산화성분이 일반 콩보다 4배 풍부하며(Song et al., 2011), 탈모예방에 효과적인 cysteine 또한 풍부하게 포함되어 있다(Kim & Kim, 2005). 검정콩의 페놀성분 중 안토시아닌은 수용성 flavonoid계 색소로, 항암(Tsuda et al., 1999), 항산화(Tsuda et al., 1996; Takahashi et al., 2005), 항비만, 혈중 중성지방과 콜레스테롤 저하(Kwon et al., 2007) 등 다양한 생리활성 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2008).

한편 곡물의 볶음 공정은 전분 호화, 단백질 변성, 세포벽 파괴 등의 물리적 변화와 갈변반응 등의 화학적 변화로 곡물 내부의 활성물질이 잘 용출되며, 색이나 향 등 관능적 품질요소에 긍정적인 영향을 미친다(Lee et al., 2013; Saklar et al., 2003). 볶음 처리한 보리는  $\beta$ -glucan, catechin, tocopherol과 같은 생리활성물질의 추출 수율이 달라진다고

\*Corresponding author: Hyun-Joo Kim, Crop Post-harvest Technology Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon, Gyeonggi 16613, Korea  
Tel: +82-31-695-0614; Fax: +82-31-695-4085  
E-mail: tlrtod@korea.kr  
Received January 12, 2018; revised January 29, 2018; accepted February 6, 2018

보고하였고(Duh et al., 2001, Sharma et al., 2011), 승농제 조용 전백미와 미숙보리의 볶음 조건에 따라 색, 당 및 아미노산의 함량이 변화는 것으로 보고하였다(Ha et al., 1999; Lee et al., 1984). 또한 볶음 처리한 옥수수의 일반 성분, 무기성분, 아미노산 함량 변화(Ayatse et al., 1983)와 품종별 볶음 처리 옥수수의 항산화 활성(Lee et al., 2017) 등에 대해 보고하였다.

또한 발아는 종자에서 단백질과 아미노산, 지방산, 탄수화물, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분이 변화고 생리활성 성분들도 증가하는 것으로 알려져 있으며(Woo et al., 2017), 발아과정 중에 효소가 활성화되어 영양성분의 체내 흡수가 용이하게 한다(Lee et al., 2007). 식물종자의 발아 중 성분변화에 대한 많은 연구가 보고되었고(Cho et al., 1985; Choi & Kim, 1985; Colmenares de Ruiz & Bressani, 1990; Hsu et al., 1980; Kim et al., 1985; Lee et al., 1994), 발아현미의 항산화 활성(Kang et al., 2006), 항비만 활성(Choi et al., 2006) 및 항암 활성(Kim et al., 2010) 등에 대한 연구가 보고되었다.

두류가루를 이용하는 이유는 삶거나 볶는 과정을 생략할 수 있어 수요가 증가하고 있는 추세이나, 일정한 품질 기준이 없어 용도에 맞는 품질평가 기준 설정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 현재 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 검정콩의 하나인 청자3호를 이용하여 용도별 검정콩가루 품질평가 기준 설정을 위한 일환으로 발아와 볶음처리 후 검정콩가루의 품질과 이화학적 특성을 분석하여 추후 용도별 두류가루 제품의 품질기준 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료 및 발아와 볶음처리

본 연구에 사용된 검정콩 품종은 2016년에 경기도 수원 소재의 국립식량과학원 중부작물부 시험포장에서 생산된 청자3호(*Glycine max* L. cv. Cheongja #3) 품종을 사용하였다. 시료의 발아는 20°C에서 24시간 침지한 후 25°C에서 24시간 발아시켜 시료로 사용하였으며, 이때의 싹 길이는 5-10 mm로 조사되었다. 발아시키지 않은 검정콩과 발아시킨 검정콩의 볶음조건은 온도 5조건(160, 180, 200, 220 및 240°C)과 시간 3조건(10, 20 및 30분)으로 설정하여 원적외선 볶음기(FEC-006, Biotech Food Power Co., Incheon, Korea)로 볶음처리 하였다. 볶음 검정콩은 곡물분쇄기(HMF-1100, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄하여 검정콩가루를 제조하였으며, 4°C 냉장고에 저장하면서 시료로 사용하였다.

### 발아 및 볶음처리 검정콩가루의 일반성분 분석

발아 및 볶음처리 검정콩가루의 수분함량은 적외선수분

함량측정기(AND MX-50 moisture analyzer, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 조단백질 함량은 kjeldahl 방법(2300 Kjeltel Analyzer Unit, FOSS Tecator, Laurel, MD, USA)으로 정량 분석하였다. 조지방 함량은 soxhlet 방법(Soxtec™ 2050 Analyzer Unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)으로 분석하였고 조회분 함량은 600°C 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 100 중량부에서 수분, 단백질, 지방, 회분을 뺀 나머지로 표시하였다(Jeong et al., 2014).

### 발아 및 볶음처리 검정콩가루의 품질특성 분석

발아 및 볶음처리 검정콩가루의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, Hunter's value인 명도(L-value, lightness), 적색도(a-value, redness) 및 황색도(b-value, yellowness)를 측정하였다(Shin et al., 2016). 이때 사용한 표준백관의 색도는 L-value = 97.38, a-value = -0.02, b-value = 1.66이었다. 수분결합력은 시료 1 g을 증류수 40 mL을 혼합하여 1시간 교반하고 10분 동안 3,000 rpm으로 원심분리하여 상등액을 제거한 다음 침전된 가루의 무게를 측정하여 침전된 시료의 무게(g)에서 처음 시료분말의 무게(g)를 빼고 처음 시료분말 무게(g)에 대한 백분율로 계산하였다(Woo et al., 2016). 용해도와 팽윤력은 분쇄 시료 1 g을 30 mL의 증류수에 분산시켜 90±1°C의 항온수조에 30분간 가열하고 3,000 rpm으로 20분간 원심분리한 후 상등액은 105°C에서 12시간 건조시켜 무게를 측정하고 침전물은 그대로 무게를 측정하였으며, 아래의 계산식에 의해 산출하였다.

용해도(solubility, %)

$$= \frac{\text{상등액을 건조한 고형물의 무게(g)}}{\text{처음 시료 무게(g)}} \times 100$$

팽윤력(swelling power, %)

$$= \frac{\text{원심분리 후 무게(g)} \times 100}{\text{처음 시료 무게(g)} \times (100 - \text{용해도})}$$

### 발아 및 볶음처리 검정콩가루의 항산화성분 함량 분석

발아 및 볶음처리 검정콩가루의 페놀성분 및 radical 소거활성을 분석하기 위해 일정량의 시료를 취하여 80% 에탄올을 넣고 homogenizer (HG-15A, Daihan Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)로 균질화시킨 후, 상온에서 24시간동안 2회 진탕추출(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd.)한 다음 No. 2 여과지(Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 추출물에 대한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Woo et al.(2015)의 방법으로 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 추출물 50 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µL를 가

하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 g 중의 mg gallic acid equivalents(GAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 250 µL에 증류수 1 mL과 5% NaNO<sub>2</sub> 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 150 µL를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 µL를 첨가하고, 11분 후 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다(Woo et al., 2015). 표준물질인 (+)-catechin(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 g 중의 mg catechin equivalents (CE, dry basis)으로 나타내었다.

**발아 및 볶음처리 검정콩가루의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성 측정**

발아 및 볶음처리 검정콩가루 추출물의 radical 소거활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거활성을 측정하였다(Woo et al., 2015). DPPH radical 소거 활성은 0.2 mM DPPH 용액 (99.9% ethanol에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4-1.5가 되도록 몰 흡광계수( $\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ )를 이용하여 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에

측정하였다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 시료 100 g당 mg Trolox equivalent antioxidant capacity(TE, dry basis)로 표현하였다.

**통계분석**

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, mean±SD로 표현하였다. 또한 얻어진 결과를 통계프로그램(Statistical Analysis System; version 9.2, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였으며, 각 분석항목 간의 상관관계를 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**발아 및 볶음처리 검정콩가루의 일반성분 함량**

발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루의 일반성분 함량을 분석한 결과 Table 1 및 2와 같이 볶음온도와 시간에 따라 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 발아시키지 않은 원료 검정콩의 수분, 조회분, 조단백, 조지방 및 탄수화물 함량은 각각 8.72, 5.71, 36.08, 16.82 및 32.67 g/100 g 이었고, 발아시켜 동결건조한 검정콩은 각각 0.64, 5.51, 40.91, 18.38 및 34.56 g/100 g으로 동결건조 후 수분 감소로 상대적으로 다른 성분의 함량이 높게 나타났다. 발아시키지 않은 검정콩으로 제조한 볶음 검정콩가루의 일반성분 함량을 분석한 결과 Table 1과 같이 수분 함량은 볶음온도와 시간이 증감함에 따라 6.62-1.25 g/100 g으로 유의적으로 감소하였으며, 조회분(5.27-5.56 g/100 g), 조단백질(37.54-

**Table 1. The proximate compositions of ungerminated black soybean (*Glycine max* L. cv. Cheongja #3) flours with roasting temperatures and times**

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Moisture (g/100 g)	Crude ash (g/100 g)	Crude protein (g/100 g)	Crude fat (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)
160	10	6.62±0.03 <sup>al</sup>	5.38±0.02 <sup>d</sup>	37.54±0.07 <sup>j</sup>	16.37±0.03 <sup>g</sup>	34.09±0.05 <sup>efg</sup>
180	10	5.68±0.06 <sup>c</sup>	5.41±0.02 <sup>cd</sup>	37.93±0.10 <sup>i</sup>	16.77±0.09 <sup>f</sup>	34.20±0.08 <sup>ef</sup>
200	10	5.79±0.04 <sup>b</sup>	5.27±0.04 <sup>e</sup>	38.55±0.26 <sup>g</sup>	17.33±0.19 <sup>d</sup>	33.06±0.16 <sup>j</sup>
220	10	4.95±0.05 <sup>f</sup>	5.41±0.05 <sup>cd</sup>	38.75±0.04 <sup>f</sup>	17.36±0.03 <sup>d</sup>	33.54±0.03 <sup>i</sup>
240	10	3.88±0.04 <sup>h</sup>	5.29±0.03 <sup>e</sup>	38.96±0.05 <sup>e</sup>	16.78±0.12 <sup>f</sup>	35.10±0.12 <sup>b</sup>
160	20	5.78±0.07 <sup>b</sup>	5.43±0.08 <sup>cd</sup>	37.92±0.18 <sup>i</sup>	17.04±0.12 <sup>e</sup>	33.83±0.13 <sup>gh</sup>
180	20	5.04±0.06 <sup>c</sup>	5.43±0.02 <sup>cd</sup>	38.36±0.13 <sup>h</sup>	16.93±0.12 <sup>ef</sup>	34.24±0.29 <sup>de</sup>
200	20	5.08±0.07 <sup>c</sup>	5.29±0.03 <sup>e</sup>	39.02±0.04 <sup>e</sup>	18.72±0.13 <sup>a</sup>	31.88±0.22 <sup>l</sup>
220	20	3.00±0.06 <sup>i</sup>	5.45±0.02 <sup>bc</sup>	39.33±0.08 <sup>d</sup>	18.46±0.07 <sup>b</sup>	33.76±0.18 <sup>hi</sup>
240	20	1.70±0.06 <sup>k</sup>	5.49±0.04 <sup>b</sup>	39.96±0.11 <sup>b</sup>	16.85±0.16 <sup>f</sup>	36.00±0.28 <sup>a</sup>
160	30	5.45±0.08 <sup>d</sup>	5.40±0.01 <sup>cd</sup>	37.87±0.06 <sup>i</sup>	17.34±0.13 <sup>d</sup>	33.95±0.12 <sup>figh</sup>
180	30	4.74±0.02 <sup>g</sup>	5.45±0.01 <sup>bc</sup>	38.48±0.02 <sup>gh</sup>	16.87±0.03 <sup>ef</sup>	34.47±0.05 <sup>cd</sup>
200	30	4.70±0.04 <sup>g</sup>	5.30±0.03 <sup>e</sup>	39.69±0.15 <sup>c</sup>	17.69±0.09 <sup>c</sup>	32.62±0.06 <sup>k</sup>
220	30	2.60±0.08 <sup>j</sup>	5.44±0.01 <sup>bc</sup>	39.56±0.06 <sup>c</sup>	18.49±0.12 <sup>b</sup>	33.91±0.22 <sup>gh</sup>
240	30	1.25±0.04 <sup>l</sup>	5.56±0.02 <sup>a</sup>	40.71±0.08 <sup>a</sup>	17.77±0.19 <sup>c</sup>	34.70±0.26 <sup>c</sup>

The moisture, crude ash, protein, fat, and carbohydrate contents of ungerminated black soybean flours were 8.72, 5.71, 36.08, 16.82, and 32.67 g/100 g, respectively.

<sup>1)</sup>All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations. Means with different superscripts within a column (a-l) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

**Table 2. The proximate compositions of germinated black soybean (*G max* L. cv. Cheongja #3) flours with roasting temperatures and times**

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Moisture (g/100 g)	Crude ash (g/100 g)	Crude protein (g/100 g)	Crude fat (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)
160	10	1.72±0.08 <sup>a1)</sup>	5.43±0.03 <sup>hi</sup>	41.43±0.12 <sup>ef</sup>	20.22±0.09 <sup>a</sup>	31.21±0.21 <sup>f</sup>
180	10	1.16±0.07 <sup>c</sup>	5.41±0.03 <sup>i</sup>	41.33±0.17 <sup>f</sup>	19.05±0.04 <sup>c</sup>	33.04±0.18 <sup>b</sup>
200	10	1.38±0.04 <sup>b</sup>	5.48±0.03 <sup>fg</sup>	41.42±0.08 <sup>ef</sup>	18.23±0.01 <sup>i</sup>	33.49±0.08 <sup>a</sup>
220	10	0.93±0.05 <sup>e</sup>	5.48±0.02 <sup>fg</sup>	41.76±0.07 <sup>bc</sup>	18.38±0.06 <sup>h</sup>	33.45±0.04 <sup>a</sup>
240	10	1.16±0.06 <sup>c</sup>	5.56±0.03 <sup>bc</sup>	41.73±0.07 <sup>bc</sup>	19.68±0.13 <sup>c</sup>	31.87±0.17 <sup>d</sup>
160	20	1.45±0.07 <sup>b</sup>	5.45±0.04 <sup>gh</sup>	40.86±0.13 <sup>g</sup>	18.97±0.05 <sup>e</sup>	33.26±0.12 <sup>ab</sup>
180	20	0.95±0.04 <sup>de</sup>	5.49±0.02 <sup>efg</sup>	41.56±0.32 <sup>cdef</sup>	19.94±0.08 <sup>b</sup>	32.06±0.24 <sup>cd</sup>
200	20	1.03±0.06 <sup>d</sup>	5.51±0.02 <sup>def</sup>	41.46±0.03 <sup>def</sup>	18.65±0.09 <sup>g</sup>	33.34±0.08 <sup>a</sup>
220	20	0.83±0.05 <sup>f</sup>	5.55±0.02 <sup>cd</sup>	41.82±0.09 <sup>bc</sup>	18.40±0.09 <sup>h</sup>	33.41±0.15 <sup>a</sup>
240	20	1.39±0.05 <sup>b</sup>	5.59±0.02 <sup>b</sup>	41.72±0.06 <sup>bcd</sup>	19.86±0.03 <sup>b</sup>	31.44±0.06 <sup>ef</sup>
160	30	1.37±0.04 <sup>b</sup>	5.43±0.03 <sup>hi</sup>	41.09±0.26 <sup>g</sup>	18.85±0.07 <sup>f</sup>	33.26±0.23 <sup>ab</sup>
180	30	1.01±0.02 <sup>de</sup>	5.46±0.01 <sup>gh</sup>	41.59±0.11 <sup>cde</sup>	18.58±0.08 <sup>g</sup>	33.35±0.07 <sup>a</sup>
200	30	0.83±0.08 <sup>f</sup>	5.51±0.03 <sup>def</sup>	41.60±0.31 <sup>cde</sup>	18.57±0.11 <sup>g</sup>	33.49±0.39 <sup>a</sup>
220	30	0.64±0.03 <sup>g</sup>	5.53±0.03 <sup>cde</sup>	41.89±0.05 <sup>b</sup>	19.68±0.08 <sup>c</sup>	32.26±0.05 <sup>c</sup>
240	30	0.95±0.06 <sup>de</sup>	5.63±0.01 <sup>a</sup>	42.37±0.16 <sup>a</sup>	19.52±0.05 <sup>d</sup>	31.53±0.17 <sup>c</sup>

The moisture, crude ash, protein, fat, and carbohydrate contents of germinated black soybean flours were 0.64, 5.51, 40.91, 18.38, and 34.56 g/100 g, respectively.

<sup>1)</sup>All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations. Means with different superscripts within a column (a-i) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

40.71 g/100 g) 및 조지방(16.37-18.49 g/100 g) 함량은 볶음 온도와 시간에 따라 유의적으로 약간 증가하는 경향을 보였으나 큰 차이가 없었다. 발아시킨 후 볶음 처리한 검정콩가루의 일반성분 함량을 분석한 결과 Table 2와 같이 수분 함량은 볶음온도와 시간에 따라 감소하였으며(1.72-0.64 g/100 g), 조회분(5.41-5.63 g/100 g), 조단백질(40.86-42.37 g/100 g) 및 조지방(18.23-20.22 g/100 g) 함량은 볶음온도와 시간에 따라 유의적인 차이를 보였으나 큰 차이가 없었다. 수분 함량의 경우 발아시켜 제조한 볶음 검정콩가루에 낮게 나타났고 조회분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물 함량은 발아 및 볶음조건에 따라 큰 차이가 없었다. Lee & Lim (2013)의 보고에 의하면 볶음 콩가루의 일반성분을 분석한 결과 수분, 조단백질, 조회분, 조지방을 각각 5.11, 39.2, 6.0 및 19.1%로 보고하였고, Jung & Jung (1994)은 각각 5.41, 43.51, 5.81 및 18.46%로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였으며, 약간의 차이는 품종, 재배시기와 산지, 가공조건 등에 의한 차이로 생각된다.

#### 발아 및 볶음처리 검정콩가루의 품질특성

수분결합력(water binding capacity)은 전분입자의 표면에 흡착되거나 내부로 침투되는 물의 양을 측정된 것으로 (Kim et al., 2017), 발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루의 수분특성을 분석한 결과 Table 3 및 4와 같이 볶음온도와 시간에 따라 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 발아시키지 않은 원료 검정콩의 수분결합력, 용해도 및 팽윤력은 각각 141.64, 49.26 및 30.90%이었고, 발아시켜 동결

건조한 검정콩은 각각 122.20, 55.54 및 34.74%이었다. 발아시키지 않은 검정콩으로 제조한 볶음 검정콩가루의 수분결합력은 Table 3과 같이 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보여 200°C에서 30분 볶음 검정콩가루가 214.82%로 가장 높게 나타났으며, 이후 감소하는 경향을 보였다. 발아시킨 검정콩으로 제조한 볶음 검정콩가루의 수분결합력은 Table 4와 같이 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보여 240°C에서 30분 볶음 검정콩가루가 228.12%로 가장 높게 나타났다. Cho & Park(1997)의 연구에서 품종에 따른 강낭콩 앙금의 수분결합력이 322.4~355.0%로 보고하였으며, Woo 등(2016)은 팔 앙금의 수분결합력이 460.73~566.86%로 보고하여 검정콩가루에 비해 강낭콩이나 팔 앙금의 수분결합력이 높은 것을 알 수 있었다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루와 발아시킨 볶음 검정콩가루의 용해도(water solubility index)는 각각 42.44-19.12(Table 3) 및 52.84-16.87%(Table 4)로 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하였다. 팽윤력(swelling power) 또한 각각 26.29-20.01 및 33.30-20.85%로 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 팽윤력이 높으면 전분과 수분과의 결합력이 약한 것을 의미하며, 수분과 결합정도가 높은 전분은 팽윤에 대해 강하게 저항하여 가열에 따라 팽윤력을 비교하여 상대적인 결합강도를 알 수 있다(Leach et al., 1959). 또한 팽윤력은 전분 용해도, 투명도, 점도와 밀접한 관계를 가지며, 전분의 팽윤 성질은 입자내의 미셀구조의 강도와 성질에 크게 영향을 받는다(Lee & Kim, 1992). 따라서 볶

**Table 3. Water binding capacity, swelling power, solubility, and chromaticity of ungerminated black soybean (*G max* L. cv. Cheongja #3) flours with roasting temperatures and times**

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Water binding capacity (%)	Water solubility index (%)	Swelling power (%)	Chromaticity		
					L-value	a-value	b-value
160	10	79.38±2.13 <sup>k1)</sup>	38.63±1.17 <sup>b</sup>	25.10±0.74 <sup>bcd</sup>	34.90±1.22 <sup>a</sup>	-2.67±0.11 <sup>l</sup>	8.99±0.41 <sup>e</sup>
180	10	101.98±2.58 <sup>i</sup>	42.04±1.70 <sup>a</sup>	25.98±0.41 <sup>ab</sup>	31.16±0.24 <sup>bcde</sup>	-2.28±0.08 <sup>k</sup>	7.95±0.21 <sup>f</sup>
200	10	133.08±3.16 <sup>h</sup>	39.71±1.21 <sup>b</sup>	25.33±0.57 <sup>abc</sup>	31.97±1.66 <sup>b</sup>	-1.73±0.10 <sup>j</sup>	7.37±0.41 <sup>g</sup>
220	10	180.92±2.82 <sup>bc</sup>	28.19±1.09 <sup>d</sup>	22.24±0.30 <sup>c</sup>	30.52±0.65 <sup>cde</sup>	-0.61±0.05 <sup>h</sup>	8.95±0.28 <sup>e</sup>
240	10	162.60±7.21 <sup>ef</sup>	24.94±0.32 <sup>f</sup>	21.31±0.09 <sup>ef</sup>	30.23±0.30 <sup>de</sup>	0.46±0.09 <sup>e</sup>	11.05±0.12 <sup>c</sup>
160	20	88.11±3.86 <sup>j</sup>	37.88±0.49 <sup>bc</sup>	24.50±0.22 <sup>cd</sup>	31.46±0.86 <sup>bcd</sup>	-2.28±0.09 <sup>k</sup>	7.85±0.29 <sup>f</sup>
180	20	133.63±3.58 <sup>h</sup>	42.44±2.29 <sup>a</sup>	26.29±1.73 <sup>a</sup>	31.06±1.00 <sup>bcde</sup>	-1.61±0.04 <sup>j</sup>	7.88±0.09 <sup>f</sup>
200	20	188.28±2.84 <sup>b</sup>	27.33±1.45 <sup>de</sup>	21.74±0.64 <sup>c</sup>	30.70±0.15 <sup>bcde</sup>	-0.41±0.02 <sup>g</sup>	8.94±0.04 <sup>e</sup>
220	20	172.91±6.51 <sup>cd</sup>	19.59±1.14 <sup>hi</sup>	20.01±0.30 <sup>g</sup>	25.43±0.32 <sup>f</sup>	2.48±0.05 <sup>d</sup>	12.38±0.26 <sup>b</sup>
240	20	158.70±7.19 <sup>fg</sup>	22.03±0.40 <sup>g</sup>	20.46±0.05 <sup>fg</sup>	21.98±0.23 <sup>g</sup>	3.67±0.04 <sup>b</sup>	13.17±0.09 <sup>a</sup>
160	30	91.31±1.81 <sup>j</sup>	37.64±0.63 <sup>bc</sup>	24.78±0.59 <sup>cd</sup>	31.45±0.44 <sup>bcd</sup>	-2.15±0.02 <sup>k</sup>	7.78±0.10 <sup>f</sup>
180	30	166.98±4.24 <sup>de</sup>	36.09±0.48 <sup>c</sup>	24.03±0.35 <sup>d</sup>	31.68±0.23 <sup>bc</sup>	-1.11±0.04 <sup>i</sup>	9.04±0.17 <sup>e</sup>
200	30	214.82±7.69 <sup>a</sup>	25.47±1.29 <sup>ef</sup>	21.38±0.61 <sup>ef</sup>	30.08±0.43 <sup>c</sup>	0.16±0.02 <sup>f</sup>	10.14±0.04 <sup>d</sup>
220	30	175.48±3.31 <sup>c</sup>	19.12±1.53 <sup>i</sup>	20.11±0.55 <sup>g</sup>	22.24±0.24 <sup>g</sup>	3.46±0.28 <sup>c</sup>	12.49±0.27 <sup>b</sup>
240	30	153.12±4.78 <sup>g</sup>	21.22±0.19 <sup>gh</sup>	20.46±0.19 <sup>fg</sup>	17.66±0.13 <sup>h</sup>	5.08±0.03 <sup>a</sup>	12.70±0.06 <sup>b</sup>

Water binding capacity, water solubility index and swelling power of ungerminated black soybean flours were 141.64, 49.26, and 30.90%, respectively. The L-value, a-value, and b-value of ungerminated black soybean flours were 31.26, -2.30, and 7.61, respectively.

<sup>1)</sup>All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations. Means with different superscripts within a column (a-l) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

**Table 4. Water binding capacity, swelling power, solubility, and chromaticity of germinated black soybean (*G max* L. cv. Cheongja #3) flours with roasting temperatures and times**

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Water binding capacity (%)	Water solubility index (%)	Swelling power (%)	Chromaticity		
					L-value	a-value	b-value
160	10	119.10±3.92 <sup>g1)</sup>	52.84±1.78 <sup>a</sup>	33.30±1.44 <sup>a</sup>	30.38±0.26 <sup>a</sup>	-1.76±0.03 <sup>l</sup>	6.64±0.07 <sup>hij</sup>
180	10	145.06±2.72 <sup>de</sup>	47.18±1.07 <sup>c</sup>	30.28±1.04 <sup>bc</sup>	29.19±0.11 <sup>b</sup>	-1.82±0.03 <sup>l</sup>	6.80±0.08 <sup>gh</sup>
200	10	151.04±5.02 <sup>d</sup>	49.38±0.98 <sup>b</sup>	30.94±0.71 <sup>b</sup>	27.52±0.57 <sup>cd</sup>	-1.65±0.05 <sup>k</sup>	6.58±0.05 <sup>ij</sup>
220	10	139.07±3.11 <sup>e</sup>	45.89±0.41 <sup>c</sup>	29.09±0.33 <sup>cd</sup>	27.08±0.05 <sup>cde</sup>	-1.14±0.05 <sup>g</sup>	8.17±0.08 <sup>d</sup>
240	10	215.63±0.39 <sup>b</sup>	21.43±0.71 <sup>f</sup>	22.06±0.33 <sup>f</sup>	25.22±0.59 <sup>f</sup>	-0.48±0.05 <sup>e</sup>	8.42±0.11 <sup>c</sup>
160	20	128.32±6.45 <sup>f</sup>	51.02±1.11 <sup>b</sup>	32.74±1.47 <sup>a</sup>	27.90±0.56 <sup>c</sup>	-1.76±0.06 <sup>l</sup>	6.73±0.12 <sup>ghi</sup>
180	20	145.87±3.92 <sup>de</sup>	45.61±1.81 <sup>c</sup>	29.05±1.01 <sup>cd</sup>	26.46±0.25 <sup>e</sup>	-1.51±0.03 <sup>j</sup>	6.54±0.03 <sup>jk</sup>
200	20	139.96±9.22 <sup>e</sup>	50.37±0.50 <sup>b</sup>	31.22±0.22 <sup>b</sup>	26.91±0.34 <sup>de</sup>	-1.36±0.08 <sup>i</sup>	7.11±0.07 <sup>f</sup>
220	20	189.91±7.17 <sup>c</sup>	35.92±0.52 <sup>e</sup>	25.35±0.02 <sup>e</sup>	24.44±0.53 <sup>g</sup>	-0.35±0.08 <sup>d</sup>	8.55±0.09 <sup>c</sup>
240	20	218.46±2.56 <sup>b</sup>	17.71±0.09 <sup>g</sup>	21.43±0.15 <sup>f</sup>	19.43±0.80 <sup>i</sup>	3.63±0.10 <sup>b</sup>	11.51±0.17 <sup>a</sup>
160	30	111.46±2.52 <sup>g</sup>	43.65±1.10 <sup>d</sup>	28.33±0.42 <sup>d</sup>	27.31±0.70 <sup>cd</sup>	-1.61±0.04 <sup>k</sup>	6.38±0.07 <sup>k</sup>
180	30	140.11±4.84 <sup>e</sup>	46.86±1.39 <sup>c</sup>	29.28±0.83 <sup>cd</sup>	25.63±0.21 <sup>f</sup>	-1.25±0.01 <sup>h</sup>	6.86±0.08 <sup>g</sup>
200	30	140.43±3.48 <sup>e</sup>	47.26±0.41 <sup>c</sup>	29.91±0.31 <sup>bc</sup>	23.87±0.44 <sup>g</sup>	-0.94±0.04 <sup>f</sup>	7.43±0.07 <sup>e</sup>
220	30	192.05±6.86 <sup>c</sup>	36.83±0.96 <sup>e</sup>	25.83±0.59 <sup>e</sup>	22.53±0.07 <sup>h</sup>	1.42±0.01 <sup>c</sup>	10.80±0.06 <sup>b</sup>
240	30	228.12±3.45 <sup>a</sup>	16.87±0.23 <sup>g</sup>	20.85±0.12 <sup>f</sup>	16.09±0.46 <sup>j</sup>	4.48±0.06 <sup>a</sup>	10.81±0.23 <sup>a</sup>

Water binding capacity, water solubility index and swelling power of germinated black soybean flours were 122.20, 55.54, and 34.74%, respectively. The L-value, a-value, and b-value of germinated black soybean flours were 23.56, -1.40, and 5.41, respectively.

<sup>1)</sup>All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations. Means with different superscripts within a column (a-l) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

은 검정콩가루의 수분특성을 고려하여 용도별 품질기준 설정이 필요할 것으로 생각된다.

발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루의 색도를 분석한 결과 Table 3 및 4와 같이 볶음온도와 시간에 따라 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 발아시키지 않은 원료 검

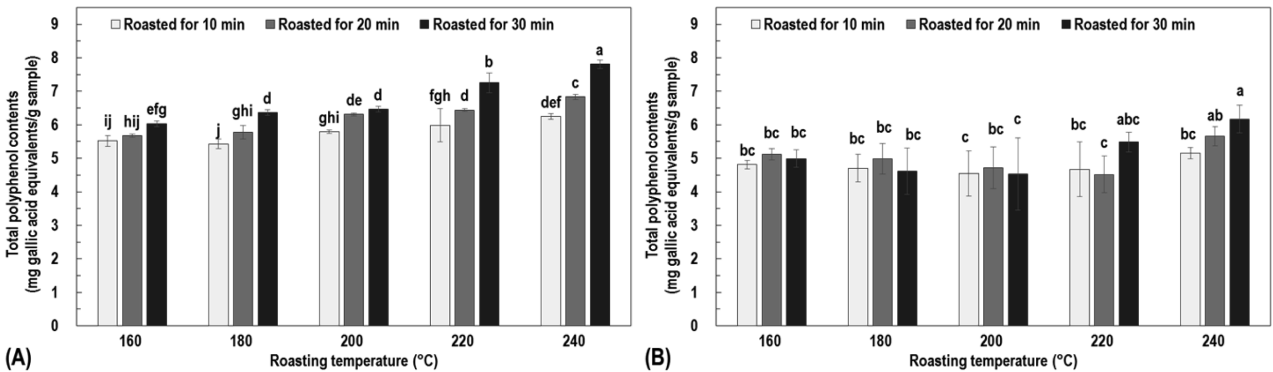
정콩가루의 명도(L-value, lightness), 적색도(a-value, redness) 및 황색도(b-value, yellowness)는 각각 31.26, -2.30 및 7.61 이었고, 발아시켜 동결건조한 검정콩가루는 각각 23.56, -1.40 및 5.41으로 동결건조 후 명도와 황색도는 감소하고 적색도는 증가하였다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루와

발아시킨 볶음 검정콩가루의 명도는 각각 34.90-17.66 및 30.38-16.09로 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하였다. 적색도는 각각 -2.67-5.08 및 -1.82-4.48로 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 증가하였으며, 황색도는 각각 7.37-13.17 및 6.38-11.51으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였고 240°C에서 20분에서 가장 높았다. 팔의 경우 볶음 시간이 증가함에 따라 명도는 감소하고 적색도와 황색도는 증가하는 것으로 보고하였고(Song et al., 2013), 커피콩 또한 볶음처리 후 명도는 감소하고 적색도는 증가하는 것으로 보고하였는데(Lee et al., 2014), 이러한 이유는 볶음처리를 할 경우 Maillard 반응에 의한 갈변물질 생성으로 인한 것으로 생각된다(Jing & Kitts, 2004).

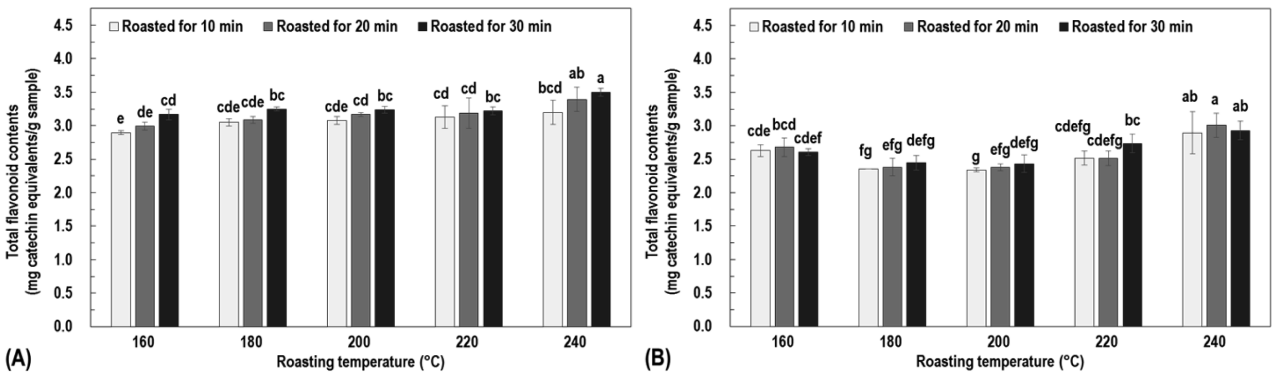
**발아 및 볶음처리 검정콩가루의 항산화성분 함량**

발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같이 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 발아시키지 않은 원료 검정콩과 발아시켜 동결건조한 검정콩의 총 폴리페놀 함량

은 각각 4.43 및 4.32 mg GAE/g으로 나타났다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1(A)와 같이 5.43-7.81 mg GAE/g으로 나타났고 발아시킨 볶음 검정콩가루는 Fig. 1(B)와 같이 4.52-6.17 mg GAE/g으로, 가장 높은 함량을 보인 처리는 240°C에서 30분으로 조사되었다. 총 플라보노이드 함량 또한 Fig. 2와 같이 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적으로 차이를 나타내었다. 발아시키지 않은 원료 검정콩과 발아시켜 동결건조한 검정콩의 총 플라보노이드 함량은 각각 1.26 및 0.78 mg CE/g으로 나타났다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루와 발아시킨 볶음 검정콩가루의 총 플라보노이드 함량은 각각 2.90-3.50(Fig. 2A) 및 2.34-3.01 mg CE/g(Fig. 2B)로 나타났다. 총 플라보노이드 함량의 경우 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루는 240°C에서 20분 처리에서 가장 높았으며 (3.50 mg CE/g), 발아시킨 볶음 검정콩가루는 240°C에서 10분(3.01 mg CE/g) 처리에서 유의적으로 높게 나타났다. 곡류의 polyphenolic 화합물은 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring에 의해 높은 항산화성을 가지는 것



**Fig. 1. Total polyphenol contents of the ethanolic extracts of ungerminated (A) and germinated (B) black soybean (*G max L. cv. Cheongja #3*) flours with roasting temperatures and times.** Total polyphenol contents of ungerminated and germinated black soybean flours were 4.43 and 4.32 mg GAE/g, respectively. Means with different superscripts within a column (a-j) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.



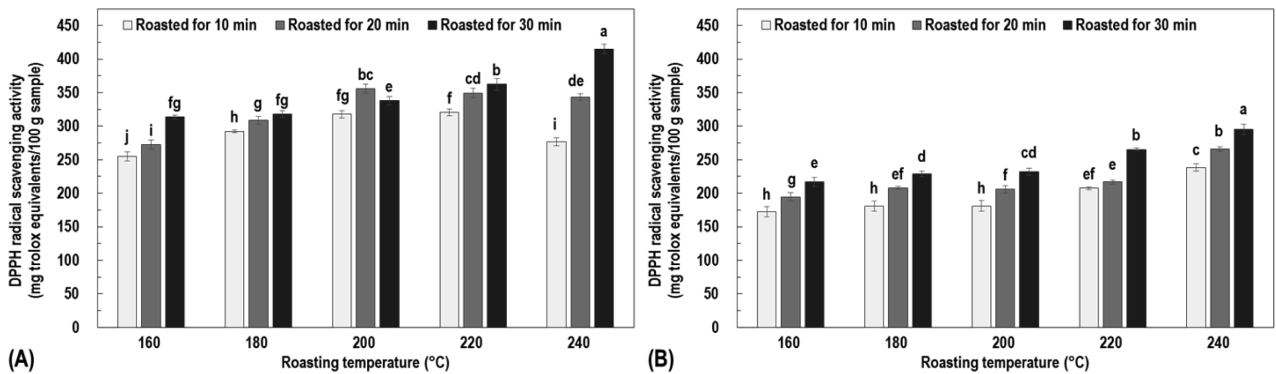
**Fig. 2. Total flavonoid contents of the ethanolic extracts of ungerminated (A) and germinated (B) black soybean (*G max L. cv. Cheongja #3*) flours with roasting temperatures and times.** Total flavonoid contents of ungerminated and germinated black soybean flours were 1.26 and 0.78 mg CE/g, respectively. Means with different superscripts within a column (a-g) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

으로 알려져 있다(Middleton & Kandaswami, 1994). Song et al.(2013)의 보고에 의하면 팔의 경우 볶음시간이 경과함에 따라 초반에 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 감소하다 증가하는 것으로 보고하였고, Ko et al.(2012)은 수수에서 볶음시간이 증가할수록 페놀 성분이 증가하는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 검정콩의 볶음과정에서 여러 화학반응에 의해 페놀 성분의 함량이 증가한 것으로 생각된다.

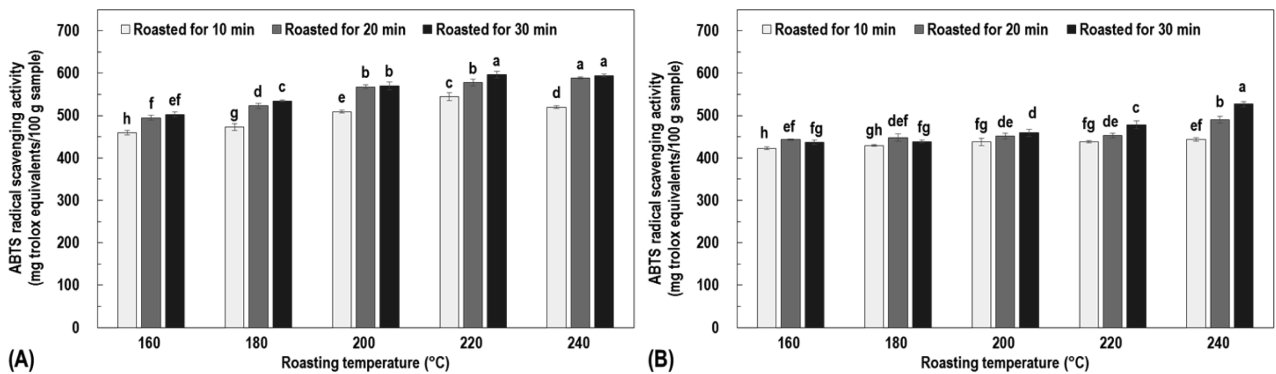
**발아 및 볶음처리 검정콩가루의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성**

발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거활성은 Fig. 3과 같이 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 발아시키지 않은 원료 검정콩과 발아시켜 동결건조한 검정콩의 DPPH radical 소거활성은 각각 244.38 및 169.65 mg TE/100 g으로 나타났다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루 추출물의 DPPH radical 소거활성은 Fig. 3(A)와 같이

254.98-415.05 mg TE/100 g으로 나타났고 발아시킨 볶음 검정콩가루는 Fig. 3(B)와 같이 171.95-295.15 mg TE/100 g이었으며, 가장 높은 활성을 보인 처리는 240°C에서 30분으로 조사되었다. 또한 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루가 전체적으로 높은 DPPH radical 소거활성을 나타내었다. 발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루 추출물의 ABTS radical 소거활성은 Fig. 4와 같이 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 발아시키지 않은 원료 검정콩과 발아시켜 동결건조한 검정콩의 ABTS radical 소거활성은 각각 421.24 및 361.16 mg TE/100 g으로 나타났다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루 추출물의 ABTS radical 소거활성은 Fig. 4(A)와 같이 459.74-596.37 mg TE/100 g으로 나타났고 발아시킨 볶음 검정콩가루는 Fig. 4(B)와 같이 422.95-526.85 mg TE/100 g이었다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루는 220°C에서 30분(596.37 mg TE/100 g), 240°C, 20분(588.57 mg TE/100 g) 및 30분(594.39 mg TE/100 g) 처리에서 높은 활성을 보였고, 발아시킨 볶음 검정콩가루는 240°C, 30분(526.85 mg



**Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of the ethanolic extracts of ungerminated (A) and germinated (B) black soybean (*G max L. cv. Cheongja #3*) flours with roasting temperatures and times.** DPPH radical scavenging activity of ungerminated and germinated black soybean flours were 244.38 and 169.65 mg TE/100 g, respectively. Means with different superscripts within a column (a-j) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.



**Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of the ethanolic extracts of ungerminated (A) and germinated (B) black soybean (*G max L. cv. Cheongja #3*) flours with roasting temperatures and times.** ABTS radical scavenging activity of ungerminated and germinated black soybean flours were 421.24 and 361.16 mg TE/100 g, respectively. Means with different superscripts within a column (a-h) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

TE/100 g)에서 높은 활성을 보였다. ABTS radical 소거활성 또한 발아시키지 않은 볶은 검정콩가루가 전체적으로 높은 활성을 나타내었다. Radical 소거활성은 천연물의 페놀성분에 의해 활성을 나타내는 것으로 볼 때(Choi et al., 2007), 볶음 검정콩가루의 radical 소거활성은 페놀성분의 증가로 인한 것으로 판단된다. Kim et al.(2005)은 둥굴레가 볶음처리에 따라 항산화성분 및 활성이 증가한다고 보고하였고, Suh & Chun(1981)은 보리의 볶음처리는 항산화 활성을 증가시키는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 경향이였다. 볶음 후 항산화활성이 증가하는 것은 열처리 중 maillard 반응과 같은 갈변반응에 의한 것으로 알려져 있으며(Jing & Kitts, 2004), 반응산물인 melanoidin은 항산화활성이 높은 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2008). 이상의 결과에서 볶음 검정콩가루의 품질 및 항산화 특성을 고려하여 고물이나 앙금 등 용도별 품질기준 설정이 필요할 것으로 생각된다.

#### 발아 및 볶음처리 검정콩가루의 품질 및 항산화 특성 간의 상관관계

발아 및 볶음 검정콩가루의 일반성분, 품질 및 항산화 특성 간의 상관관계를 분석한 결과 Table 5와 같이 나타났다. 회분, 단백질 및 지방 함량은 수분 함량과 r값이 각각 -0.709( $p<0.001$ ), -0.956( $p<0.001$ ) 및 -0.746( $p<0.001$ )로 부의 상관관계를 보였으며, 회분 함량은 단백질(0.671,  $p<0.001$ ) 및 지방 함량(0.496,  $p<0.01$ )과 정의 상관을 보였다. 명도(L-value)는 수분 함량과 정의 상관(0.730,  $p<0.001$ )을 보였고 회분(-0.783,  $p<0.001$ ), 단백질(-0.676,  $p<0.001$ ) 및 지방 함량(-0.503,  $p<0.01$ )과 부의 상관을 나타내었다. 적색도(a-value)와 황색도(b-value)는 수분 함량과 명도와 r값이

각각 -0.794( $p<0.001$ ) 및 -0.533( $p<0.01$ )으로 부의 상관을 보였다. 수분결합력(water binding capacity)은 수분(-0.635,  $p<0.05$ ), 탄수화물 함량(-0.401,  $p<0.05$ ), 명도(-0.576,  $p<0.001$ )와 부의 상관을 보였으며, 단백질(0.446,  $p<0.05$ ), 지방 함량(0.418,  $p<0.05$ , 적색도(0.589,  $p<0.001$ ) 및 황색도(0.505,  $p<0.01$ )와 정의 상관을 나타내었다. 용해도(water solubility index)와 팽윤력(swelling power)은 적색도, 황색도 및 수분결합력과 부의 상관을 보였다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 수분 함량(각각 -0.389 및 -0.375;  $p<0.05$ ), 명도(각각 -0.840 및 -0.800;  $p<0.001$ ), 용해도(각각 -0.674 및 -0.666;  $p<0.001$ ) 및 팽윤력(각각 -0.580 및 -0.585;  $p<0.01$ )과 부의 상관을 나타내었고, 회분 함량(각각 0.515 및 0.493;  $p<0.01$ ), 적색도(각각 0.830 및 0.729;  $p<0.001$ ), 황색도(각각 0.744 및 0.656;  $p<0.001$ ) 및 수분결합력(각각 0.632 및 0.636;  $p<0.001$ )과 정의 상관을 나타내었다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 명도(각각 -0.745 및 -0.746;  $p<0.001$ )와 높은 부의 상관을 나타내었으며, 적색도(각각 0.661 및 0.702;  $p<0.001$ ), 황색도(각각 0.556 및 0.691;  $p<0.001$ ), 수분결합력(각각 0.560 및 0.715;  $p<0.001$ ), 총 폴리페놀(각각 0.865 및 0.873;  $p<0.001$ ) 및 플라보노이드 함량(각각 0.823 및 0.814;  $p<0.001$ )과 높은 정의 상관을 나타내었다. DPPH radical 소거활성과 ABTS radical 소거활성과의 상관성은 r값이 0.875( $p<0.001$ )으로 높은 정의 상관을 나타내었다.

## 요 약

용도별 콩가루 품질평가 기준 설정을 위한 일환으로 발아와 볶음처리 후 검정콩가루의 품질과 이화학적 특성을

**Table 5. Correlation coefficients among proximate composition, chromaticity, water binding capacity (WBC), water solubility index (WSI), swelling power (SP), total polyphenol (TPC), flavonoid contents (TFC), and radical scavenging activity of black soybean (*G max* L. cv. Cheongja #3) flours with roasting temperatures and times**

Factor	Ash	Protein	Fat	Carbohydrate	L-value	a-value	b-value	WBC	WSI	SP	TPC	TFC	DPPH	ABTS
Moisture	-0.709***	-0.956***	-0.743***	0.301 <sup>NS</sup>	0.730***	-0.376*	0.004 <sup>NS</sup>	-0.362*	-0.109 <sup>NS</sup>	-0.326 <sup>NS</sup>	-0.389*	-0.375*	-0.341*	-0.378*
Ash	1.000	0.671***	0.496**	-0.213 <sup>NS</sup>	-0.783***	0.447*	0.182 <sup>NS</sup>	0.336 <sup>NS</sup>	-0.138 <sup>NS</sup>	0.027 <sup>NS</sup>	0.515**	0.493**	0.434*	0.432*
Protein	-	1.000	0.821***	-0.518**	-0.676***	0.315 <sup>NS</sup>	-0.106 <sup>NS</sup>	0.446*	0.132 <sup>NS</sup>	0.356*	0.345*	0.332 <sup>NS</sup>	0.322 <sup>NS</sup>	0.340*
Fat	-	-	1.000	-0.820***	-0.503**	0.285 <sup>NS</sup>	-0.157 <sup>NS</sup>	0.418*	0.078 <sup>NS</sup>	0.306 <sup>NS</sup>	0.208 <sup>NS</sup>	0.114 <sup>NS</sup>	0.179 <sup>NS</sup>	0.198 <sup>NS</sup>
Carbohydrate	-	-	-	1.000	0.171 <sup>NS</sup>	-0.072 <sup>NS</sup>	0.282 <sup>NS</sup>	-0.401*	-0.052 <sup>NS</sup>	-0.208 <sup>NS</sup>	-0.019 <sup>NS</sup>	0.068 <sup>NS</sup>	-0.041 <sup>NS</sup>	-0.015 <sup>NS</sup>
L-value	-	-	-	-	1.000	-0.794***	-0.533**	-0.576***	0.467**	0.284 <sup>NS</sup>	-0.840***	-0.800***	-0.745***	-0.746***
a-value	-	-	-	-	-	1.000	0.821***	0.589***	-0.714***	-0.569***	0.830***	0.729***	0.661***	0.702***
b-value	-	-	-	-	-	-	1.000	0.505**	-0.869***	-0.839***	0.744***	0.656***	0.556***	0.691***
WBC	-	-	-	-	-	-	-	1.000	-0.649***	-0.508**	0.632***	0.636***	0.560***	0.715***
WSI	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.960***	-0.674***	-0.666***	-0.497**	-0.613***
SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	-0.580***	-0.585***	-0.443*	-0.542**
TPC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.893***	0.865***	0.873***
TFC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.823***	0.814***
DPPH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.875***

<sup>NS</sup>Not significant. Significant at \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ .



분석한 결과 발아 및 볶음처리에 따른 검정콩가루의 수분 함량은 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하였으며, 조회분, 조단백질 및 조지방 함량은 유의적으로 약간 증가하는 경향을 보였으나 큰 차이가 없었다. 수분결합력은 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루와 발아시킨 볶음 검정콩가루에서 각각 220°C에서 30분(214.82%) 및 240°C에서 30분(228.12%)에서 높게 나타났고 용해도와 팽윤력은 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 볶음 검정콩가루의 명도는 볶음온도와 시간에 따라 유의적으로 감소하였고, 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였다. 발아시키지 않은 볶음 검정콩가루와 발아시킨 볶음 검정콩가루의 총 폴리페놀 함량은 각각 5.43-7.81 및 4.52-6.17 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 각각 2.90-3.50 및 2.34-3.01 mg CE/g으로 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 증가하였다. DPPH radical 소거활성은 각각 254.98-415.05 및 171.95-295.15 mg TE/100 g, ABTS radical 소거활성은 각각 459.74-596.37 및 422.95-526.85 mg TE/100 g으로 발아시키지 않고 볶음 검정콩가루가 전체적으로 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과에서 볶음 검정콩가루의 품질 및 항산화 특성을 고려하여 고물이나 앙금 등 용도별 품질평가 기준 설정이 필요할 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(ATIS 과제번호: PJ01183301)의 지원에 의해 이루어진 것임.

### References

Ayatse JO, Eka OU, Ifon ET. 1983. Chemical evaluation of the effect of roasting on the nutritive value of maize (*Zea mays* Linn). *Food Chem.* 12: 135-147.

Cassileth BR, Vickers AJ. 2003. Soy: an anticancer agent in wide use despite some troubling data. *Cancer Invest.* 21: 817-818.

Cho BM, Yoon SK, Kim WJ. 1985. Changes in amino acid and fatty acids composition during germination of rapeseed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 371-376.

Cho EJ, Park SH. 1997. Comparison on physicochemical properties of Korean kidney bean sediment according to classification. *Korean J. Soc Food Sci.* 13: 585-591.

Choi HD, Kim YS, Choi IW, Seog HM, Park YD. 2006. Anti-obesity and cholesterol-lowering effects of germinated brown rice in rats fed with high fat and cholesterol diets. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 674-678.

Choi IS, Bae YJ, Jang S, Lee DH, Yun ME, Lee HS, Kim MH, Lee SH, Sung CJ. 2005. Effect of soy isoflavone supplementation and exercise on serum lipids in postmenopausal women. *Korean J. Nutr.* 38: 411-418.

Choi JH, Lee M, Kim HJ, Kwon JI, Lee Y. 2017. Effects of black soybean and fermented black soybean extracts on proliferation of human follicle dermal papilla cells. *J. Korean Soc. Food Sci.*

*Nutr.* 46: 671-680.

Choi KS, Kim ZU. 1985. Changes in lipid components during germination of mungbean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 271-275.

Choi Y, Jeong HS, Lee J. 2007. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chem.* 103: 130-138.

Colmenares de Ruiz AS, Bressani R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. *Cereal Chem.* 67: 519-522.

Duh PD, Yen GC, Yen WJ, Chang LW. 2001. Antioxidant effects of water extracts from barley (*Hordeum vulgare* L.) prepared under different roasting temperatures. *J. Agric. Food Chem.* 49: 1455-1463.

Ha TY, Chun HS, Lee C, Kim YH, Han O. 1999. Changes in physicochemical properties of steamed rice for Soong-Neung during roasting. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 171-175.

Hsu D, Leung HK, Finney PL, Morad MM. 1980. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils and faba beans. *J. Food Sci.* 45:87-91.

Jeong MS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Jung TW, Yoon YH, Oh IS, Woo KS. 2014. Physicochemical characteristics of sikhye (Korean traditional rice beverage) using foxtail millet, proso millet, and sorghum. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 1785-1790.

Jing H, Kitts DD. 2004. Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems. *Arch. Biochem. Biophys.* 429: 154-163.

Jung HO, Jung BM. 1994. The effect of roasted soybean flour supplementation to Jeolpyons (Korean rice cake) on changing the contents of amino acid, amylose, and minerals. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 23: 614-617.

Kang BR, Park MJ, Lee HS. 2006. Germination dependency of antioxidative activities in brown rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 389-394.

Kim HY, Hwang IG, Joung EM, Kim TM, Kim DJ, Park DS, JS Lee, Jeong HS. 2010. Antiproliferation effects of germinated-Korean rough rice extract on human cancer cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 325-330.

Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jung HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 166-170.

Kim IS, Kwon TB, Oh SK. 1985. Study on the chemical change of general composition fatty acids and mineral contents during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 371-376.

Kim KT, Kim JO, Lee GD, Kim JS, Kwon JH. 2005. Optimization of steaming and roasting conditions for maximized hypoglycemic properties of *Polygonatum odoratum* tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 549-556.

Kim MJ, Kim KS. 2005. Functional and chemical composition of hwanggumkong, yakong and huktae. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21: 844-850.

Kim MJ, Ko JY, Lee KH, Kim HJ, Lee SK, Park HY, Sim EY, Oh SK, Woo KS. 2017. Quality and antioxidant characteristics of commercially available mixed grains in Korea. *Korean J. Food Nutr.* 30: 31-40.

Kim YH, Do SG, Kim DS, Woo SS. 2008. Evaluation of toxicity of anthocyanin from black soybean by feeding test in mice. *Korean J. Food Nutr.* 21: 397-402.

- Ko JY, Woo KS, Song SB, Seo HI, Kim HY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. 2012. Physicochemical characteristics of sorghum tea according to milling type and pan-fried time. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1546-1553.
- Kwon SH, Ahn IS, Kim SO, Kong CS, Chung HY, Do MS, Park KY. 2007. Anti-obesity and hypolipidemic effects of black soybean anthocyanins. *J. Med. Food* 10: 552-556.
- Leach HW, McCowen LD, Schoch TJ. 1959. Structure of starch granule. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* 36: 534-544.
- Lee AR, Kim SK. 1992. Gelatinization and gelling properties of legume starches. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 738-747.
- Lee JH, Kim HJ, Kim MJ, Jung GH, Lee BW, Lee BK, Woo KS. 2017. Quality and antioxidant characteristics of roasted maize tea according to cultivation period and variety. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46: 1316-1326.
- Lee JK, Lim JK. 2013. Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1426-1432.
- Lee LS, Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Park JD. 2014. Quality characteristics and antioxidant properties of black and yellow soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 757-761.
- Lee MH, Cho JH, Kim BK. 2013. Effect of roasting conditions on the antioxidant activities of *Cassia tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 657-660.
- Lee MH, Son HS, Choi OK, Oh SK, Kwon TB. 1994. Changes in physico-chemical properties and mineral contents during buckwheat germination. *Korean J. Food Nutr.* 7: 267-273.
- Lee MJ, Kim SE, Kim JH, Lee SW, Yeum DM. 2014. A study of coffee bean characteristics and coffee flavors in relation to roasting. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 675-681.
- Lee YR, Kim JY, Woo KS, Hwang IG, Kim KH, Kim KJ, Kim JH, Jeong HS. 2007. Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Sci. Biotechnol.* 16: 1006-1010.
- Lee YT, Seog HM, Kim SS, Kim KT, Hong HD. 1984. Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 336-342.
- Lim SY, Park KY, Bae MS, Kim KH. 2009. Effect of doenjang with black soybean on cytokine production and inhibition of tumor metastasis. *J. Life Sci.* 19: 264-270.
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol.* 48: 115-119.
- Park ES, Lee JY, Park KY. 2015. Anticancer effects of black soybean doenjang in HT-29 human colon cancer cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1270-1278.
- Saklar S, Ungan S, Katnas S. 2003. Microstructural changes in hazel-nuts during roasting. *Food Res. Int.* 36: 19-23.
- Sharma P, Gujral HS, Rosell CM. 2011. Effects of roasting on barley  $\beta$ -glucan, thermal, textural and pasting properties. *J. Cereal Sci.* 53: 25-30.
- Shin DS, Choi YJ, Jeong ST, Sim EY, Lee SK, Kim HJ, Woo KS, Kim SJ, Oh SK, Park HY. 2016. Quality characteristics of mixed Makgeolli with barley and wheat. *Korean J. Food Nutr.* 29: 565-572.
- Song NE, SongYR, Kim JH, Kim YE, Han AR, Jeong DY, Baik SH. 2011. Development of sugar-soaked black soybean snack and its quality change on functional components. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 853-859.
- Song SB, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Woo KS. 2013. 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.
- Suh CS, Chun JK. 1981. Relationship among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13: 334-339.
- Takahashi R, Ohmori R, Kiyose C, Momiyama Y, Ohsuzu F, Kondo K. 2005. Antioxidant activities of black and yellow soybeans against low density lipoprotein oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 53: 4578-4582.
- Tsuda T, Horio F, Kitoh J, Osawa T. 1999. Protective effects of dietary cyanidin-3-O-beta-glucoside on liver Ischemia reperfusion injury in rats. *Archives Biochem. Biophys.* 368: 361-366.
- Tsuda T, Shiga K, Ohshima K, Kawakishi S, Osawa T. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem. Pharmacol.* 52: 1033-1039.
- Woo KS, Kim MJ, Ko JY, Sim EY, Kim HJ, Lee SK, Park HY, Cho DH, Oh SK, Jeon YH, Lee CK. 2017. Pasting properties and antioxidant characteristics of germinated foxtail millet and proso millet with added cooked rice. *Korean J. Food Nutr.* 30: 482-490.
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Kim YB, Kim WH, Jeong HS. 2016. Antioxidant properties of adzuki beans, and quality characteristics of sediment according to cultivated methods. *Korean J. Food Nutr.* 29: 134-143.
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Lee JS, Jung TW, Jeong HS. 2015. Changes in antioxidant contents and activities of adzuki beans according to germination time. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 687-694.