

## 혼합잡곡의 항산화 활성 비교

강 동 석 · † 조 문 구  
우석대학교 식품생명공학과

### Antioxidant Activities of Mixed Grains

Dong Seok Kang and †Moon Gu Cho

*Dept. of Food & Biotechnology, Woosuk University, Wanju 55338, Korea*

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the levels of antioxidant activities in some traditional and a few super food mixed rice. Amongst nine chosen samples, traditional five grains were analyzed and results revealed highest content of crude-protein ( $8.05 \pm 1.11\%$ ) and lowest crude-fat content ( $1.74 \pm 0.29\%$ ); however, the calories was found to be relatively low ( $358.05 \pm 0.34$  kcal) in the samples. Total polyphenols, flavonoids and tannins were extracted from nine samples with 80% methanol and biochemical activity was measured. The content of total polyphenols, flavonoids and total tannin was 206.5~452.0  $\mu\text{g/mL}$ , 0.126~0.340  $\mu\text{g/mL}$ , and 548.1~774.8  $\mu\text{g/mL}$ , respectively. The traditional five grains showed the highest values except for DPPH radical scavenging activity. DPPH radical scavenging activity was 5 to 40.3% higher in eight samples than the traditional five grains sample. From these results, it is conjectured that a mixture of five grains, might exhibit equal or considerably higher effect as healthy diet when compared to super food. The results from this study would serve as basic data for the use of traditional mixed grains rice diet for good health.

Key words: mixed grains, total polyphenols, flavonoids, total tannins, antioxidant activities

#### 서 론

쌀은 세계 인구의 절반이 주식으로 사용하는 세계 3대 곡물 중 하나인 귀중한 식량자원이며, 한국인의 식생활에 빠질 수 없는 주요한 탄수화물 공급원으로 오랫동안 이용하고 있다(Sohn 등 2005). 1970년도 중반까지 국가시책으로 주 1회 쌀밥에 보리 등 잡곡을 섞는 혼식을 강조했으나, 1976년부터 통일벼의 보급으로 쌀 생산량이 증가하면서 자급자족이 가능하게 되었다(Son SM 2001). 쌀은 도정 정도에 따라 현미, 5분 도미, 7분 도미, 백미(10분 도미)로 분류하며, 주식인 밥은 보통 백미를 주로 이용하지만(Anderson 등 1978), 백미는 도정 과정에서 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 나이아신, 칼륨을 비롯한 비타민과 무기질 및 섬유질이 손실되는 단점이 있다. 최근에 건강에 대한 관심이 증가하고, 잡곡류의 영양학적 우수성이 알려

지면서, 쌀밥 위주의 식단에서 다양한 곡류를 혼합한 잡곡밥의 섭취량이 증가하고 있는 추세이다(Jung 등 2010). 백미에 여러 가지 잡곡을 혼합함으로써 이들 재료에 함유되어 있는 각종 필수영양소와 생리활성 물질들을 얻을 수 있다(Lim 등 2003; Chun 등 1999). 전통적으로 잡곡은 쌀과 찹쌀을 제외한 보리, 수수, 조, 기장, 율무 및 콩 등의 작물을 통틀어 말하며, 과거에는 구황작물로 여겨졌다(Kim & Lee 2006; Hwang & Jeong 2012). 잡곡에는 성인병 예방에 필요한 비타민, 무기질 및 식이섬유가 백미의 2~3배 가량 많고, 영양학적으로 우수할 뿐 아니라, 다양한 생리활성 물질이 다량 함유되어 있어(Lee 등 2010; Quershi 등 1980; Dykes & Rooney 2006) 잡곡을 백미와 함께 섭취하면 백미가 가진 영양상의 한계를 보완해 주는 상호보충 효과를 얻을 수 있다. 최근까지 잡곡에 관한 연구는 주로 성분분석, 기능성 및 관능적 특성 등이 진행되어

† Corresponding author: Moon Gu Cho, Dept. of Food & Biotechnology, Woosuk University, Wanju 55338, Korea. Tel: +82-63-290-1434, Fax: +82-63-290-1434, E-mail: likeman122@naver.com

져 왔으며, 더불어 기호도와 인식에 관한 조사도 함께 이루어지고 있는 추세이다(Han 등 2012; Jang 등 2013).

정확하지 않은 건강에 대한 기대효과로서 외국산 수퍼푸드로 알려진 수입잡곡의 소비가 급증하는 반면에, 전통적인 잡곡의 영양 및 생리활성을 상대적으로 외면하면서 소비감소로 농가의 소득도 감소하고 있다. 또한 상대적으로 비싼 외국산 수입잡곡의 소비는 가정의 지출을 증가시킬 수도 있다(Ha & Goh 2003). 따라서 본 연구에서는 수퍼푸드라고 알려진 일부 수입 잡곡을 포함하여 전통적인 잡곡을 대상으로 일반성분 분석과 대표적인 생리활성의 지표로 사용하는 몇 가지 산화방지활성을 분석하여 이를 바탕으로 올바른 잡곡의 선택기준과 합리적인 소비를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료

본 연구에 사용한 혼합잡곡 시료는 총 9가지이며, 전북지역에서 잡곡의 혼합비율이 다른 가정 2곳(가정식 1 및 가정식 2)과 전북 완주군 삼례의 재래시장에서 구입한 5곡 및 제품으로 판매하고 있는 백미, 8곡, 16곡, 17곡, 20곡, 25곡(㈜그랜드농산, 2014년산)을 구입하여 사용하였다.

가정식 1은 백미(국산), 보리(국산), 렌틸콩(호주산)을 70%, 20%, 10% 비율로, 가정식 2는 현미(국산), 현미잡쌀(국산), 수수(국산), 울무(국산), 흑미(국산)를 각각 55%, 30%, 5%, 5%, 5% 비율로 각각 혼합한 것이었으며, 5곡은 Oh 등(2002)의 연

구를 바탕으로 찹쌀, 수수, 흑미, 적두, 기장을 모두 국내산으로 사용해 비율대로 혼합하여 시료로 사용하였다.

모든 시료는 분쇄기(MMF 3000s, 한일전기, Korea)를 이용하여 5분간 ‘중’ 조건에서 분쇄한 다음, 120메쉬 체로 걸러 추출용 시료로 사용하였으며, 시료의 추출은 80% 메탄올(99.5%, SAMCHUN, Gyeonggi, Korea)을 사용하였다. 추출용 시료 10 g을 250 mL 삼각 플라스크에 넣고, 80% 메탄올 100 mL를 첨가한 다음 24시간 동안 진탕추출(SK-71 shaker, JEIO Tech, Kimpo, Korea)을 3회 반복하였다. 추출액을 Whatman No. 2 여과지로 감압 여과하고, 여과액을 감압 농축기(Eyela N-1000, Tokyo, Japan)로 40°C에서 추출용매를 완전히 제거하여 분석시료로 사용하였다.

### 2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC(1995)의 방법을 적용하여 수분, 회분, 조단백질과 조지방을 분석하였고, 탄수화물은 각각의 시료에서 이들 분석값을 뺀 나머지 값으로 환산하였다.

### 3. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 분석 시료에 포함된 폴리페놀성 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색되는 원리를 이용하는 Velioglu 등(Velioglu 등 1998)의 방법을 이용하여 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 각 분석시료 100 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL를 가하고, 3분간 실온에 방치한 다음 50% Folin-Ciocalteu phenol reagent 100 µL를 넣는다. 30분 후 반응액을 750 nm에서 측정하였다. 검량선

Table 1. Mixing ratios of grains

Sample	gram/100 g of grain
5 grains	glutinous rice (60), millet (12), black rice (8), red bean (8), hog millet (12)
8 grains	brown rice (25), pearl barley (25), glutinous rice (25), black rice (13), millet (3), glutinous millet (3), hog millet (3), adlay (3)
16 grains	brown rice (5), glutinous rice (5), waxy brown rice (1), waxy black rice (4), waxy barley (3), tetrastichum (15), pea (2), hog millet (15), black eyed peas (4), pressed barley (1), naked barley (1), a whrat corn (25), waxy millet (17), red bean (2), brown soybean (0.5), kidney bean (0.5)
17 grains	germinated brown rice (2), waxy black rice (5), glutinous rice (5), brown rice (5), waxy brown rice (1), naked barley (10), waxy barley (2), pressed barley (2), brown soy bean (1), cutted barley (2), a whrat corn (24), pea (4), tetrastichum (5), waxy millet (15), waxy hog millet (15), glutinous millet (1), kidney bean (2)
20 grains	germinated brown rice (3), brown rice (10), glutinous rice (15), germinated brown glutinous rice (3), black soybean (2), glutinous millet (2), waxy barley (5), white soybean (2), brown glutinous rice (5), naked barley (15), waxy black rice (5), black pigmented rice (3), pressed barley (10), cutted barley (5), waxy millet (5), germinated waxy black rice (2), kidney bean (1), waxy hog millet (2), green kernel black bean (3), red bean (2)
25 grains	germinated brown rice (2), germinated brown glutinous rice (2), glutinous rice (10), brown glutinous rice (5), mung bean (1), brown soybean (5), pea (5), waxy millet (10), glutinous millet (3), black pigmented rice (3), waxy black rice (5), naked barley (10), waxy barley (5), pressed barley (3), cutted barley (2), green kernel black bean (0.5), black soybean (0.5), white soybean (0.5), red bean (0.5), kidney bean (0.5), green soybean (0.5), a whrat corn (10), waxy hog millet (10), brown rice (5), germinated waxy black rice (1)

은 gallic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)를 표준물질로 사용하여 작성하였다.

#### 4. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Dewanto 등(Dewanto 등 2002)의 방법에 따라 분석시료 250  $\mu$ L에 증류수 1 mL와 5% NaNO<sub>2</sub> 75  $\mu$ L를 가한 다음, 5분 후에 10% AlCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O 150  $\mu$ L를 가하여 6분간 실온에 방치하고, 1 N NaOH 500  $\mu$ L를 넣는다. 10분 후 반응액의 흡광도를 510 nm에서 측정하였다. 검량선은 (+)-catechin (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였다.

#### 5. 총 탄닌산 함량 측정

총 탄닌 함량은 Duval 등(Duval & Shetty 2001)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 용액 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 1 mL를 넣어 30초간 vortex mixing한 다음, 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu phenol reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) 0.5 mL를 가하여 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, tannic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성하였다.

#### 6. ABTS radical 소거 활성 측정

ABTS radical 측정은 Re 등(Re 등 1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS[2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid)], (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)의 농도에 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온의 암소에서 24시간 방치하여 ABTS ·<sup>+</sup>을 형성시킨 다음, 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 PBS buffer(pH 7.4)로 희석하였다. 희석한 ABTS ·<sup>+</sup> 950  $\mu$ L에 분석시료 50  $\mu$ L를 가하여 암소에

서 10분간 방치한 다음, 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능은 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

#### 7. DPPH radical 소거 활성 측정

DPPH radical 소거능은 Blois(Blois MS 1958)의 방법을 이용하였다. 각 시료 20  $\mu$ L에 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, UDA) 용액 180  $\mu$ L를 가하고, 37°C에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH radical 소거능은 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

#### 8. 통계분석

모든 실험은 Means  $\pm$  S.D.로 나타내었고, 통계처리는 SPSS 프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 19.0)을 이용하여 one-way ANOVA(one-way analysis of variance)를 실시하였다. 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반성분 분석

AOAC(1995)의 방법에 따라 수분은 적외선수분분석기(MB35, OHAUS, switzerland), 회분은 550°C 강열잔류회분, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 ethyl ether를 용매로 Soxhlet 법 추출로 분석하였으며, 탄수화물은 각각의 시료에서 이들 분석값을 빼고 남는 값으로 환산하였다. 혼합잡곡에 대한 일반성분 분석의 결과는 Table 2와 같이 수분 11.60~15.32%, 조단백 4.36~8.05%, 조지방 1.74~5.48%, 조회분 0.50~1.00%, 탄수화물 73.97~77.78%, 칼로리 348.52~372.68 kcal로 분석되었다.

Table 2. Proximate analysis of several mixed grains

Sample	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Carbohydrates (%)	Calorie (kcal/100 g)
HG-1	14.36 $\pm$ 0.20 <sup>d</sup>	1.0 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	4.36 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>	5.48 $\pm$ 0.41 <sup>f</sup>	74.79 $\pm$ 0.88 <sup>ab</sup>	365.95 $\pm$ 3.29 <sup>de</sup>
HG-2	15.32 $\pm$ 0.27 <sup>e</sup>	0.5 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	6.07 $\pm$ 0.44 <sup>bc</sup>	2.36 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>	75.74 $\pm$ 0.47 <sup>bc</sup>	348.52 $\pm$ 2.45 <sup>a</sup>
Rice	14.48 $\pm$ 0.41 <sup>d</sup>	0.5 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	4.79 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	2.52 $\pm$ 0.29 <sup>b</sup>	77.70 $\pm$ 0.58 <sup>d</sup>	353.48 $\pm$ 1.92 <sup>b</sup>
5 grains	11.60 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>	1.0 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	8.05 $\pm$ 1.11 <sup>e</sup>	1.74 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	77.75 $\pm$ 1.64 <sup>d</sup>	358.05 $\pm$ 0.34 <sup>c</sup>
8 grains	12.32 $\pm$ 0.32 <sup>bc</sup>	0.8 $\pm$ 0.24 <sup>b</sup>	5.77 $\pm$ 0.63 <sup>b</sup>	3.32 $\pm$ 0.37 <sup>c</sup>	77.78 $\pm$ 0.94 <sup>d</sup>	364.12 $\pm$ 2.80 <sup>d</sup>
16 grains	12.56 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>	0.9 $\pm$ 0.20 <sup>bc</sup>	6.81 $\pm$ 0.69 <sup>cd</sup>	4.40 $\pm$ 0.28 <sup>de</sup>	75.32 $\pm$ 0.64 <sup>bc</sup>	368.16 $\pm$ 1.57 <sup>ef</sup>
17 grains	11.88 $\pm$ 0.60 <sup>ab</sup>	0.5 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	6.96 $\pm$ 0.69 <sup>cd</sup>	4.44 $\pm$ 0.23 <sup>de</sup>	76.21 $\pm$ 0.38 <sup>c</sup>	372.68 $\pm$ 2.94 <sup>e</sup>
20 grains	12.60 $\pm$ 0.12 <sup>c</sup>	1.0 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	7.67 $\pm$ 0.32 <sup>de</sup>	4.76 $\pm$ 0.34 <sup>e</sup>	73.97 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	369.40 $\pm$ 1.90 <sup>f</sup>
25 grains	12.56 $\pm$ 0.29 <sup>c</sup>	0.6 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	7.77 $\pm$ 0.60 <sup>de</sup>	4.16 $\pm$ 0.64 <sup>d</sup>	74.90 $\pm$ 1.24 <sup>abc</sup>	368.16 $\pm$ 2.60 <sup>ef</sup>

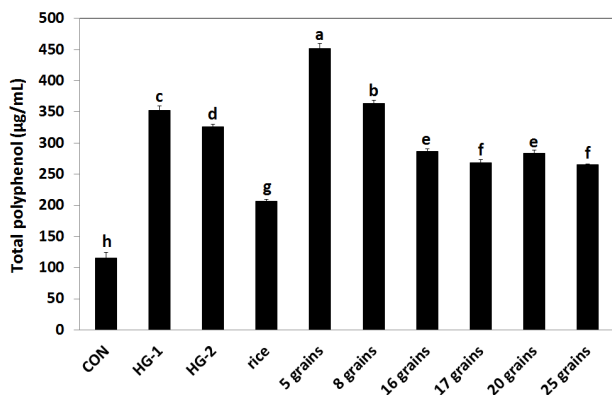
Means with the different letters (<sup>a-f</sup>) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. HG-1,-2: home grains-1,-2

일반성분 분석결과는 Table 2와 같이 단백질, 지방, 무기질 및 열량을 종합적으로 평가할 때 저탄수화물 및 저지방이고, 고단백 식품의 섭취를 권장하는 식품영양학적 권고에 가장 적합한 것은 5곡이었다. 실험에 사용한 시료 중에서 5곡은 가장 높은 조단백과 무기질 함량(8.05±1.11% 및 1.0±0.00%)을 나타내었으며, 가장 낮은 지방 함량(1.74±0.29%)을 나타내었고, 열량은 상대적으로 낮아 건강에 도움이 되는 주식으로 분석하였다.

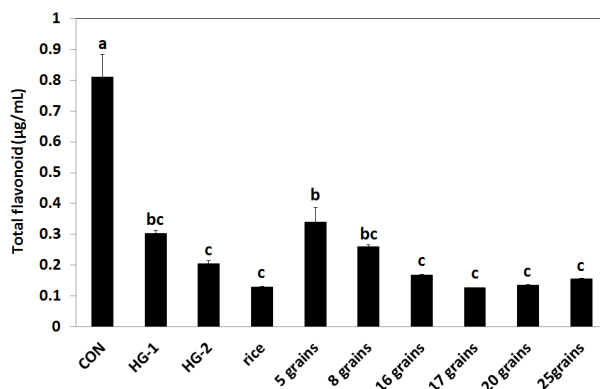
**2. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량**

곡류에 함유되어 있는 폴리페놀 화합물들은 뛰어난 항산화력을 갖는 것으로 알려져 있는데, 이는 주로 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 영향인 것으로 보고되어 있다(Middleton & Kandaswami 1994; Rice-Evans 등 1997). Folin-Ciocalteu phenol reagent가 폴리페놀성 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 변하는 원리를 이용하여 총 폴리페놀 함량을 측정 한 결과, 9종의 시료 중 총 폴리페놀은 5곡이 452.0 µg/mL로 가장 높게 나타났으며, 백미를 제외한 혼합잡곡에서 25곡이 265.2 µg/mL로 낮게 나타났다(Fig. 1).

곡류의 플라보노이드는 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 식물에 의해 합성된 폴리페놀 화합물인 페놀물질은 항균, 항산화, 항알러지 등 다양한 생리활성을 갖는 유효효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Woo 등 2012; Yoon 등 2011a). 총 플라보노이드 역시 5곡이 0.340 µg/mL로 가장 높게 나타났으며, 17곡, 20곡, 25곡은 0.126 µg/mL, 0.135 µg/mL, 0.156 µg/mL로 낮게 나타났다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량의 분석결과는 대체적으로 혼합잡곡의 종류가 적을수록 높은 함량을 나타냈다



**Fig. 1. Total polyphenol contents of several mixed cereals.** Means with the different letters (a-h) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. CON: gallic acid 100 µg/mL. HG-1,-2: home grains-1,-2



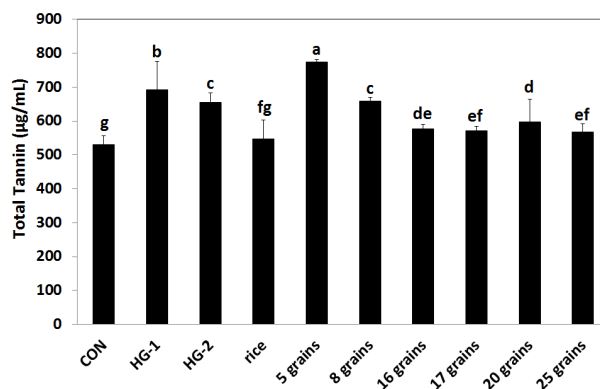
**Fig. 2. Total flavonoid contents of several mixed cereals.** Means with the different letters (a-c) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. CON: catechin 10 µg/mL. HG-1,-2: home grains-1,-2

(Fig. 2). 이와 같은 결과는 Jo 등(2013)이 보고한 여러 가지 보리의 페놀 함량보다 높은 함량을 보였는데, 이는 혼합잡곡에 포함되어 있는 기장, 수수, 울무 등에 포함된 페놀화합물 때문인 것으로 추정된다.

**3. 총 탄닌산 함량**

폴리페놀을 기본 구조로 하는 탄닌은 고온에서 용출되며, 차의 맛뿐만 아니라, 향기 및 색에 관여하고, 여러 가지 생리작용에 영향을 미치는 주요 성분으로 많은 양이 함유되어 있으면 감칠맛이 적고 떫은맛과 쓴맛을 나타낸다(Jeong 등 2009).

총 탄닌 함량을 분석한 결과, Fig. 3과 같이 백미를 제외한 혼합잡곡 중 5곡에서 774.8 µg/mL로 가장 높은 함량을 나타



**Fig. 3. Total tannin contents of several mixed cereals.** Means with the different letters (a-g) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. CON: tannin acid 500 µg/mL. HG-1,-2: home grains-1,-2

내었으며, 16곡, 17곡, 20곡, 25곡의 총 탄닌 함량에 비해 곡류의 종류가 상대적으로 적은 가정식 1, 가정식 2 및 8곡이 상대적으로 높은 함량을 나타냈다. 이러한 결과는 대체적으로 곡류의 혼합종류가 적을수록 총 탄닌의 함량이 높아지는 경향을 보인다는 것을 의미한다. 따라서 백미밥에 비하여 잡곡밥의 식미가 감소되는 것을 보완하려면 상대적으로 적은 종류의 잡곡을 섞는 것이 바람직할 것으로 추정한다. 본 결과는 Woo 등(2009)의 결과와 비교했을 때 총 탄닌 함량이 높게 나타났으며, 이러한 차이를 보이는 이유는 품종, 색깔, 추출 방법 등의 차이로 인한 것으로 여겨진다.

#### 4. ABTS radical 소거능

천연물의 산화방지활성은 활성 radical에 전자를 공여하고, 식품에 포함된 지방의 산화를 억제하는 특성을 가지고 있으며, 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2001). 혈장에서 ABTS radical의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS radical 소거 활성법으로 측정된 결과, 추출물의 ABTS radical 소거 활성은 Fig. 4와 같이 5곡이 77.9%로 가장 높은 산화방지활성을 보였고, 17곡, 20곡, 25곡보다 혼합곡 종류가 적은 8곡, 16곡에서 각각 70.6%, 70.1%로서 혼합잡곡의 종류가 적은 시료에서 많은 잡곡에 비해 높은 활성을 보였다. 이는 Kwak 등(2004)이 보고한 것과 같이 수수와 기장이 높은 항산화 활성을 나타낸다는 연구결과와 전반적으로 일치한다. 따라서 건강효과를 위해서는 단순하게 많은 종류의 잡곡을 섞는 것보다 항산화 활성이 높은 잡곡의 혼합비율을 늘리고, 기타 잡곡의 선택을 줄이는 것이

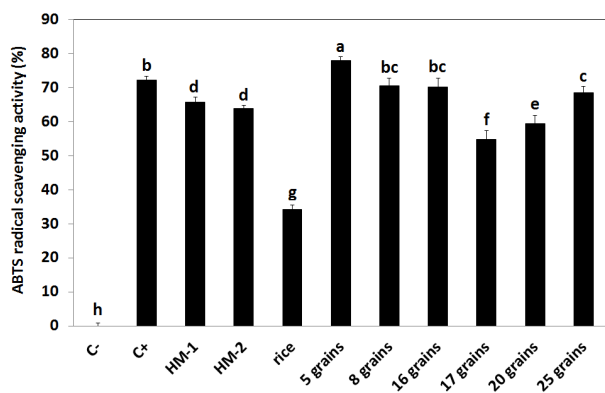


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of several mixed cereals. Means with the different letters (a-h) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. C+: ascorbic acid 25  $\mu\text{g/mL}$ . HG-1,-2: home grains-1,-2

바람직할 것으로 판단된다.

#### 5. DPPH radical 소거능

DPPH는 안정한 free radical로 cysteine, glutathione과 같은 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy aromatic compounds, aromatic amine 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화 물질의 전자공여능을 측정하는데, 탈색 정도가 클수록 추출물의 DPPH radical 소거능이 큰 것을 의미하며, 안정적이고 간단하게 분석 재현성이 높아 널리 이용되고 있다(Hatano 등 1989; Koleva 등 2002).

분석시료의 DPPH radical 소거 활성은 Fig. 5와 같이 가정식 1, 2 및 8곡이 16, 17, 20, 25곡에 비하여 높은 활성을 나타냈다. 특히 8곡에서 40.3%로 가장 높은 소거 활성을 나타내고, 16곡에서 28.0%로 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 메탄올과 같은 지용성 용매를 사용하는 DPPH 분석법과 수용성 용액을 용매로 사용하는 ABTS 분석법의 차이인 것으로 판단되어지며, 혼합잡곡에서 폴리페놀 함량에 비해 활성 수치가 낮게 나타난 것은 DPPH 활성이 폴리페놀뿐만 아니라, 색소, 토코페롤 및 그 밖의 성분들에 의한 효과에 의한 것으로 폴리페놀 함량과 항산화 활성의 비례관계가 반드시 성립하지는 않는다는 Chang 등(Chang 등 2002)의 보고와 일치하는 결과로 추정할 수 있다.

국민건강영양조사 자료(한국보건산업진흥원 국민영양통계, 2013)를 이용하여 우리나라 국민의 밥류 섭취 실태를 분석한 결과에 따르면, 전체적으로 백미밥보다 잡곡밥을 많이 섭취하는 것으로 나타났다. 이는 삶의 질이 높아지고, 소득수준의 증가와 함께 건강에 대한 관심이 증가하면서 영양적 및 기능적으로 우수한 식품의 소비가 증가하고 있는 추세와 일치한

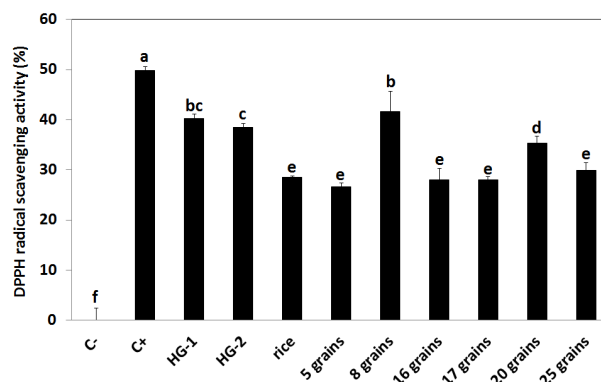


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of several mixed cereals. Means with the different letters (a-f) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. C+: ascorbic acid 10  $\mu\text{g/mL}$ . HG-1,-2: home grains-1,-2

다고 할 수 있다. 최근에 우리나라 국민이 많이 섭취하는 잡곡밥은 세 가지 이상의 곡류를 혼합한 잡곡밥의 섭취비율이 가장 높았으며, 그 다음으로 백미에 맥류, 두류, 잡곡류 중 한 종류만을 혼합한 형태의 현미밥, 보리밥 등의 섭취비율이 높은 것으로 나타났다. 우리나라 가정의 혼식실태를 분석한 연구(Han & Lee 2014)에서 백미 이외에 콩, 보리, 흑미, 현미, 조, 수수, 검은콩, 찹쌀 등을 주로 이용하고 있는 것으로 보고하였다. 특히 최근 잡곡밥의 섭취비율이 높아지면서, 소비자의 요구에 맞춰 시판되고 있는 다양한 혼합곡 상품도 이용되고 있다. 혼합곡은 1990년대 후반부터 첫 선을 보인 이후, 지속적으로 성장하여 최근에 성숙기에 접어들고 있다. 그동안 곡수가 많을수록 고가이며 선호도가 높은 것으로 인식되어 왔으나, 최근에는 이러한 인식에 변화가 발생하고 있다. 이는 소화계통이 약한 사람이 많은 잡곡수를 섞어 먹으면 오히려 소화 장애를 일으킬 수 있다는 지적(Yoon 등 2011b)이 제기되어 온 것과 함께 시장이 성숙되어 갈수록 소비자별로 선호되는 잡곡이 맞춤형으로 발전되어 가기 때문에 나타나는 현상으로도 볼 수 있다. 여러 가지 잡곡을 혼합하여 먹는 방식에서, 점진적으로 맛과 소화흡수가 용이하며, 맞춤형으로 적은 종류의 잡곡을 혼식으로 선택하는 것이 잡곡소비의 올바른 영양학적 및 경제적인 측면에서 합리적인 소비자선택이라고 할 수 있다.

한편, 최근 슈퍼푸드라 불리는 기능성 수입 곡물이 높은 가격에도 불구하고, 몸에 좋은 영양 성분을 다량 함유하고 있다고 알려져, 소비자들의 관심을 독차지하면서 상대적으로 우수한 영양성분을 함유하고 있는 국산 곡물이 외면을 받고 있다. 그러나 슈퍼푸드에 함유된 성분이 일반 국내산 곡물과 크게 차이가 없다는 기사들을 접할 수 있으며, 실제로 한국식품과학연구원이 발표한 영양분석(2015) 결과에 따르면 곡류별 100 g당 단백질 함량은 서리태(33.2%)와 약콩(34.8%) 등이 렌틸콩(22.4%)과 병아리콩(18.3%)보다 높게 나타났고, 식이섬유 함유율도 약콩과 병아리콩이 17.3%와 17.6%로 0.3% 정도 차이뿐이었다. 또한 Park 등(2009)의 연구에 따르면 세 포수준에서도 유의적인 항산화효능이 관찰되며, 지방산 유입 및 대사 유전자인 CD36와 aP2의 발현이 증가되어 지방세포의 성숙에 기여한다는 연구 결과가 있다. 이와 같이 전통적인 잡곡류의 실제 영양소를 비교해 보면 수입산 외래종에 뒤지지 않는다는 것을 알 수 있다. 특히 쌀을 주식으로 하고 있는 한국인에게 오곡은 역사적으로도 아주 친근한 음식이며, 정월대보름을 비롯해 특별한 날에는 오곡밥을 만들어 먹는 풍습이 지속되고 있다. 풍년과 장수를 기원하는 오곡밥은 시대나 기호에 따라 구성이 조금씩 달라지긴 했지만, 대체로 찹쌀·찰수수·팥·차조·콩의 다섯 가지 곡식을 섞어 지은 밥이다. 오행의 청, 적, 황, 백, 흑의 기운이 도는 곡물로 지은

오곡밥은 오행의 기운을 끌고루 받아, 오장육부의 균형을 이루려는 의미를 담고 있다. 각 곡물에는 풍부한 단백질과 비타민 E를 함유해 노화 방지에 좋으며, 혈액순환을 촉진하고, 해독기능이 있으며, 식이섬유가 많아 소화에도 좋다. 예로부터 이 같은 재료로 오곡밥을 만든 조상들의 지혜를 엿볼 수 있다.

본 실험에서 확인한 것과 같이 전통적인 잡곡의 영양성분과 생리활성은 결코 슈퍼푸드라 알려진 수입 잡곡에 비하여 떨어지지 않으며, 건강을 위해서는 불필요하게 과다한 종류의 잡곡이 혼합된 혼합잡곡보다 백미의 영양학적 보완에 필요한 정도로 비교적 혼합잡곡의 종류가 적은 오곡밥 등이 식미를 떨어뜨리지도 않는다는 것을 인식하고, 일반 소비자들에게 합리적인 선택기준으로 제공할 필요가 있다.

## 요약 및 결론

다양한 혼합잡곡의 혼합비율에 따른 일반성분 분석과 항산화 능력을 분석하였다. 시료 중에서 5곡은 가장 높은 단백질과 무기질 및 가장 낮은 지방 함량을 포함하고 있어 건강에 도움이 될 것으로 추정하였다. 80% 메탄올로 추출하여 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총 탄닌 함량을 분석하였고, 산화방지활성은 ABTS와 DPPH radical 소거 활성을 측정하였다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량은 5곡이 각각 452.0 µg/mL와 0.340 µg/mL로 가장 높은 함량이었고 총 탄닌 역시 총 폴리페놀, 총 플라보노이드와 같이 5곡에서 774.8 µg/mL로 가장 높은 함량을 나타냈다. ABTS는 5곡이 77.9%로 가장 높은 산화방지활성이었으나, DPPH는 8곡이 40.3%로 가장 높은 산화방지활성을 나타내었다. 대체적으로 혼합곡의 수가 적은 쪽에서 높은 활성이 나타났다. 이와 같이 혼합곡의 수가 많아질수록 성분과 항산화 활성에 부정적인 영향을 미치는 것은 잡곡의 혼합 비율이 많아질수록 첨가되는 양이 상대적으로 줄어들기 때문에 충분한 효과를 발휘하지 못하는 것으로 사료된다. 이상의 결과를 살펴보면 전통적인 잡곡에서 슈퍼푸드를 초과하거나, 결코 떨어지지 않는 기능성 성분들이 확인되는 것을 알 수 있다. 장기적인 불경기가 예측되는 요즘 건강에 도움을 주면서 경제적인 측면에서도 향후 과도한 종류의 수입잡곡혼합 및 수입 잡곡의 무분별한 소비를 지양하고, 국민 건강의 질을 좀 더 높일 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

## References

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C, USA
- Anderson MA, Cook JA, Stone BA. 1978. Enzymatic determination

- of 1,3:1,4- $\beta$ -glucans in barley grain and other cereals. *J Inst Brew* 84:233-239
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1198-2000
- Chang SM, Nam SH, Kang MY. 2002. Biological activity/nutrition: Screening of the antioxidative activity, antimutagenicity and mutagenicity of the ethanolic extracts from legumes. *Korean J Food Sci Technol* 34:1115-1122
- Chun HS, You JE, Kim IH, Cho JS. 1999. Comparative antimutagenic and antioxidative activities of rice with different milling fractions. *Korean J Food Sci Technol* 31:1371-1377
- Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agr Food Chem* 50:4959-4964
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25:361-377
- Dykes L, Rooney LW, 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J Cereal Sci* 44:236-251
- Ha SH, Goh JT. 2003. A case study on trade of agricultural products. *The Manage Sci* 29:283-300
- Han GS, Chung HJ, Lee YM, Yoon JH. 2012. Quality characteristics of cooked rice with mixed cereals by blending ratio of the cereals frequently consumed in Korea. *Korean J Community Living Sci* 23:537-552
- Han GS, Lee YM. 2014. Analysis of consumption status of cooked rice with different grains and related factors in a Korean population: Based on data from 2011 Korean National Health and Nutritional Examination Survey (KNHANES). *J East Asian Soc Dietary Life* 24:748-758
- Hatano T, Edamatsu R, Hiramatsu M, Mori A, Fujita Y, Yasugara T, Yoshida T, Okuda T. 1989. Effects of the interaction of tannins with co-existing substances, VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical, and on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 37:2016-2021
- Hwang IG, Jeong HS. 2012. Quality characteristics and manufacture of extruded noodles mixed with cereals. *Korean J Food Nutr* 25:685-690
- Jang HL, Kim KW, Jeong YJ, Youn KS, Woo SC, Yoon KY. 2013. Establishment of mixing ratio of multigrain rice for adolescent and aged people and its nutritional and functional estimation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:53-61
- Jeong CH, Kang ST, Joo OS, Lee SC, Shin YH, Shim KH, Cho SH, Choi SG, Heo HJ. 2009. Phenolic content, antioxidant effect and acetylcholinesterase inhibitory activity of Korean commercial green, puer, oolong, and black teas. *Korean J Food Preserv* 16:230-237
- Jo SH, Cho CY, Ha KS, Choi EJ, Kang YR, Kwon YI. 2013. The antioxidant and antimicrobial activities of extracts of selected barley and wheat inhabited in Korean peninsula. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1003-1007
- Jung ES, Shin DH, Doo JK, Chae SW, Kim YS, Park YM. 2010. Status of mixed grain diet by people with diabetes in Jeollabuk-do and sensory evaluation of different composition of mixed grains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1049-1055
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33:626-632
- Kim YS, Lee GC. 2006. A survey on the consumption and satisfaction degree of the cooked rice mixed with multigrain in Seoul · Gyeonggi and Kangwon area. *Korean J Food Culture* 21:661-669
- Koleva II, Van Beek TA, Linszen JPH, de Groot A, Evstatieva LN. 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: A comparative study on three testing methods. *Phytochem Analysis* 13:8-17
- Kwak CH, Lim SJ, Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:921-927
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1399-1404
- Lim SB, Kang MS, Jwa MK, Song DJ, Oh YJ. 2003. Characteristics of cooked rice by adding grains and legumes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:52-57
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115-119
- Oh KS, Na HS, Lee YS, Kim K, Kim SK. 2002. Texture of cooked milled added waxy black rice and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 34:213-219
- Park TS, Lee SY, Kim HJ, Kim KT, Kim YJ, Jeong IH, Do WN, Lee HJ. 2009. Extracts of adlay, barley and rice bran have antioxidant activity and modulate fatty acid metabolism in adipocytes. *Korean J Food & Nutr* 22:456-462
- Quershi A, Burger WC, Prentice N, Bird HR, Sunde ML. 1980.

- Regulation of lipid metabolism in chick liver by dietary cereals. *J Nutr* 11:388-393
- Re R, pellegrini N, Proteggente A, pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med* 26:1231-1237
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2:152-159
- Sohn HY, Kwon CS, Son KH, Kwon GS, Kwon YS, Ryu HY, Kum EJ. 2005. Antithrombosis and antioxidant activity of methanol extract from different brands of rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:593-598
- Son SM. 2001. Rice based meal for prevention of obesity and chronic disease. *Korean J Community Nutrition* 6:862-867
- Velioglu YS, Mazza G, Cao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruit, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* 46:4113-4117
- Woo KS, Ko JY, Seo MC, Song SB, Oh BG, Lee JS, Kang JR, Nam MH. 2009. Physicochemical characteristics of the tofu (soybean curd) added sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1746-1752
- Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Seo HI, Seo MC, Oh BG, Kwak DY, Nam MH, Oh IS, Jeong HS. 2012. Antioxidant compounds and antioxidant activities of different varieties of foxtail millet and proso millet according to cultivation time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:302-309
- Yoon OH, Jeong BY, Kim EY, Jeong YH. 2011a. Chemical composition and antioxidant activities of *Prunus salicina* Formosa produced in Gimcheon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:379-384
- Yoon SW, Jeong JS, Jin HJ. 2011b. A conjoint analysis of consumers' purchasing behavior for mixed cereals using salesclerks in the cereal sector of discount stores. *Korean J Food Preserv* 28:99-115

---

Received 31 July, 2016

Revised 22 August, 2016

Accepted 29 September, 2016