

## 국내 쌀귀리 첨가 밥의 이화학적 특성 및 항산화활성

이미자\* · 김양길 · 이유영<sup>1</sup> · 김형순<sup>2</sup> · 최식원 · 이광식 · 서우덕 · 강현중 · 박기도  
농촌진흥청 국립식량과학원, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부,  
<sup>2</sup>서남대학교 생명화학공학과

### Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Cooked Rice Added with Korean Naked Oat (*Avena Sativa* L.)

Mi-Ja Lee\*, Yang-Kil Kim, Yu-Young Lee<sup>1</sup>, Hyung-Soon Kim<sup>2</sup>, Sik-won Choi,  
Kwang-Sik Lee, Woo-Duck Seo, Hyeon-Jung Kang, and Ki-Do Park

Crop Foundation Division, NICS, RDA

<sup>1</sup>Department of Central Area, NICS, RDA

<sup>2</sup>Department of Biomolecular and Chemical Engineering, Seonam University

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the appropriate amount of oats to add to rice and the merits of oat meal. We analyzed the physicochemical characteristics, cooking properties, functional components, and sensory evaluation according to the amount of oats added in the cooked rice. Compared with rice, the oat showed higher level in protein, fat, total  $\beta$ -glucan and total polyphenol, but not for starch. Therefore, the amount of chemical and functional components was increased significantly with the increase in the amount of oats added. Water absorption and expansion were decreased with the increase in the amount of oat added. Oleic acid content was increased and linoleic acid content was decreased slightly. Unsaturated fatty acid content was greatly increased. The DPPH and ABTS radical scavenging activity were increased significantly according to the amount of oats added. As a result of sensory evaluation, the most appropriate amount of oat added was 20% and 30%. By the addition of oat, the  $\beta$ -glucan content of the cooked rice and the antioxidant activity could increase.

**Key words:** naked oat,  $\beta$ -glucan, physicochemical properties, antioxidant activity

## 서 론

귀리(*Avena sativa* L.)는 벼과(Gramineae)에 속하며 일반적으로 냉습한 날씨에서 잘 자라는 대표적인 곡류로서 (Macrae et al., 1993) 과거에는 사료로 많이 사용되어 왔으나 근래에는 혈중 콜레스테롤강하(Nowman et al., 1992; Maier et al., 2000) 등의 생리활성이 알려지면서 기능성식품 소재로서 관심을 끌고 있는 동계작물이다. 귀리의  $\beta$ -glucan 함량은 품종과 부위에 따라 차이가 있으나 일반적으로 귀리에는 약 4%가량이 함유되어 있다. 특히, 생리활성이 우수한 수용성  $\beta$ -glucan의 함량이 높아 이를 기능성

음료나 식품첨가제 등 다양한 형태의 기능성 식품소재로서의 활용 가능성이 매우 큰 것으로 기대되고 있다. 또한, 귀리에는 곡류 중 특이적으로 귀리에만 존재한 phenolic amide인 avenanthramides가 존재하는 것으로 알려져 있으며 이는 항산화, 항염증 및 항증식활성을 가진다고 보고되어 있다(Boz, 2015). 경제성장에 따른 소득증가와 가공식품, 외식의 증가에 따른 식생활의 변화 및 생활양식의 변화 등으로 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화, 암 등과 같은 성인병 발생이 증가하고, 생활 수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 기능성식품에 대한 요구가 증가하고 있다. 최근에는 귀리의 기능성과 관련하여 많은 연구가 이루어지고 있으며, 체내 콜레스테롤 함량을 저하시켜 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고, 항산화활성과 당뇨병 및 비만 예방 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다(Tapola et al., 2005; Peng et al., 2013; Tong et al., 2014). 귀리의 영양학적 우수성이 많이 알려지면서 국내에서는 가공제품으로뿐만 아니라 직접 귀리를 쌀에 섞어 이용하는 귀리밥으로의 용도가 증가하고 있으나 쌀과

\*Corresponding author: Mi-Ja Lee, Crop Foundation Division National Institute of Crop Science, NICS, RDA, Jeollabuk-do, 55365, Republic of Korea

Tel: +82-63-238-5332; Fax: +82-63-238-5305

E-mail: esilvia@korea.kr

Received September 19, 2016; revised October 14, 2016; accepted October 20, 2016

혼반한 귀리밥의 이화학적특성이나 항산화활성 등에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 개발된 귀리를 이용하여 조리한 귀리밥의 이화학적 특성 및 항산화활성 등을 조사하고 식미평가를 통하여 적합한 귀리 혼합비율 등을 조사하여 귀리의 혼반 효율 증진을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 실험에 사용한 귀리는 농촌진흥청에서 육성한 쌀귀리 품종인 조양귀리로 국립식량과학원 벼맥류부(Iksan, Korea) 시험포장에서 표준 재배법에 준하여 재배하였으며, 2013년 중순에 파종하여 2014년 6월에 수확하였고 14°C 저장고에 저장하였다. 귀리밥에 사용한 멥쌀은 14년에 수확한 무농약쌀지평선(신동진, 새만금농산)을 사용하였다. 귀리를 첨가한 밥의 이화학적특성 및 항산화활성 등의 분석은 동결건조(FDU-100, Tokyo, Japan)하고 0.2 mm체가 장착된 Retsch centrifugal mill (Zm 100, Retsch GmbH & Co. Haan, Germany)을 이용하여 분쇄한 분말을 사용하였다. Megazyme  $\beta$ -glucan assay kit와 전분분석을 위한 total starch assay kit는 Megazyme Co. (Bray, Wicklow, Ireland)에서 구입하였으며, 그 외 모든 시약은 1급 이상 시약(Sigma Co. St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

### 이화학적 성분 분석

본 실험에 사용한 귀리 첨가량을 달리한 귀리밥의 수분함량은 110°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 조단백질은 Elementar Analyzer System (Vario MACRO, Elementar, Langensfeld, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 조지방 함량은 에틸에테르를 용매로 사용, Soxtec 2050 (Foss Tecator AB, Hilleroed, Denmark)을 이용하여 추출 분석하였다. 총페놀 함량은 80% MeOH로 추출하고 Folin-Ciocalteu reagent를 가한 후 반응액의 흡광도를 720 nm에서 측정하고 표준물질로 0.1% gallic acid를 사용, 검량선을 작성하여 정량분석 하였다. 조회분 함량은 항량이 된 도가니에 분쇄된 시료 3 g을 취하여 무게를 측정 후 핫플레이트에서 회화하고, 전기회화로를 이용하여 700°C에서 8시간 동안 회화시킨 후 2시간 방냉한 후 도가니의 무게를 측정하여 구하였다. 조지방, 조단백 함량은 수분 함량을 보정하여 최종 함량을 구하였다.

### $\beta$ -glucan 및 전분 함량 분석

$\beta$ -glucan 함량은 McCleary 방법을 응용한 Megazyme  $\beta$ -glucan assay kit를 이용하여 분석하였으며, 전분함량은 Total starch megazyme assay kit 를 이용하여 510 nm에서의 흡광도로 분석하였다(McCleary & Codd, 1991; McCleary &

Solah, 1994).  $\beta$ -glucan, 총전분 함량은 수분 함량을 보정하여 최종 함량을 구하였다. 불용성 베타글루칸 함량은 일정량의 시료를 38°C 수조에서 2시간 물추출하고 원심분리한 후 상등액을 버리고 잔류물을 2번 물로 세척한 후 분석하였다. 수용성 베타글루칸 함량은 총베타글루칸 함량과 불용성 베타글루칸 함량차이로 계산하였다.

### 지방산 조성

귀리밥의 지방산 조성 분석은 변형된 Rafael & Mancha (1993)의 방법을 사용하였다. 분쇄시료 0.3 g의 분말시료에 methanol : heptanes : benzene : 2,2-dimethoxypropane : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (37:36:20:5:2, v/v)로 조제된 용액을 가하고 80°C로 가열하여 digestion 및 lipid transmethylation이 동시에 이루어질 수 있도록 하였다. 가열이 끝난 single phase는 상온에서 냉각 후 fatty acid methyl esters (FAMES)가 함유된 상등액을 capillary GC에 주입하였다. 지방산 분석에 사용된 GC system은 HP6890 system 불꽃이온화검출기(Flame Ionization Detector : FID, HP Co., Santa Clara, CA, USA)이었고, 컬럼은 HP-Innowax capillary (0.25  $\mu$ m i.d.×30 m)를 사용하였다. 분석조건은 initial temperature 150°C, final temperature 280°C로 분당 4°C 증가되도록 하였고, carrier gas는 N<sub>2</sub>를 분당 1.0 mL로 흘려주었다. 분석이 진행되는 동안 injector와 detector온도는 각각 250°C 및 300°C가 되도록 유지하였다. 표준 FAME mix (C14-C22)는 Supelco사(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

### DPPH 및 ABTS radical 소거 활성

귀리밥의 항산화활성은 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil (DPPH, Sigma Co. St. Louis, MO, USA) 및 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid (ABTS, Sigma Co. St. Louis, MO, USA) 유리라디칼 소거활성을 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 시료 50 mg을 70% 에탄올수용액 10 mL에 24시간 추출한 후 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 2 mL를 가하여 교반하고, 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다. ABTS 라디칼 소거 활성은 ABTS 7 mM과 potassium persulphate 2.45 mM을 24시간 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도값이 0.7(±0.02)가 되도록 에탄올로 희석한다. 희석된 시료 추출액 0.1 mL에 ABTS 용액 2.9 mL를 가하여 30°C에서 20분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다. 이때 표준물질로 Trolox (Sigma Co. St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

### 귀리밥의 물성 및 취반특성

물성은 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System

Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 Lee et al. (2011)의 방법을 이용하여 측정하였다. 취반특성은 흡수율과 퍼짐성을 조사하였다. 귀리밥 5 g을 20 mL D.W (distilled water)가 들어있는 메스실린더에 넣은 후 부피(a)를 읽고, 증류수를 제거한 후 이 시료를 다른 비이커에 옮기고 끓는 물 80 mL를 부어 150°C에서 40분간 취반하였다. 이후 시료에서 증류수를 제거하고 10분 후 무게(b)를 측정하였다. 이 시료를 20 mL D.W가 들어 있는 메스실린더에 옮기고 부피(c)를 잰 후 다음 식으로 흡수율과 퍼짐성을 계산하였다.

$$\text{흡수율} = \text{흡수 후 무게(b)}/\text{시료무게} \times 100$$

$$\text{퍼짐성} = \text{취반 후 부피(c)}/\text{시료부피(a)} \times 100$$

### 관능평가

관능평가를 하기 위하여 귀리밥은 100% 귀리밥 200 g으로 밥을 지을 경우에는 귀리를 씻어 약 2배의 물을 넣고 30분-1시간정도 불린 후 CUCKOO 전기밥솥(CR-0313V, Cuckoo, Yangsan, Korea)을 이용하여 취사하였다. 귀리 함량을 달리하여 귀리밥을 할 때 물 첨가량은 물성측정 실험 조건을 기준으로 조정하였다. 15 g기준 쌀의 경우 20 mL 물을 첨가하지만 귀리밥의 경우에는 물 요구량이 증가한다. 10%, 20%, 30%, 40%, 50% 귀리밥 15 g을 할 때 물 첨가량은 각각 20.9 mL, 21.8 mL, 22.7 mL, 23.6 mL, 24.5 mL이었다. 귀리밥은 24명의 검사원으로 외관, 맛, 색, 조직감 및 전체적인 기호도를 5 level로 평가하였다. 이때 평가요령은 각각의 평가항목에 대하여 “1: 대단히 나쁘다, 3: 나쁘다, 5: 보통이다, 7: 좋다, 9: 대단히 좋다”로 표시하도록 하였다.

### 통계처리

실험치는 평균값과 표준오차로 표시하였다. 통계분석은 SAS Enterprise Guide 4.0 (Statistical analysis system, 2016, Cray, NC, USA)로 분석하고, 시료간의 유의적인 차이는 Duncan's multiple range test로 유의수준 5%( $p < 0.05$ )에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 귀리첨가에 따른 이화학적 특성

귀리함량을 달리 첨가한 밥의 이화학적 성분들의 함량은 Table 1과 같았다. 단백질함량은 쌀이 8.22%이었고 조양귀리는 14.25%로 쌀에 비하여 약 1.7배 높았으며, 귀리함량이 증가할 수록 단백질 함량은 증가하였다. 귀리의 단백질은 라이신 함량이 총단백질 함량에 관계없이 일정하여 좋은 단백질이며 다른 곡물에 비해 단백질 함량이 높다고 알려져 있다(Flander et al., 2007; Gandopadhyav et al., 2015). 조지방 함량은 쌀이 0.45%이었고 귀리는 9.61%로 높았다. 전분함량은 쌀은 88.22%이었고 귀리는 59.66% 귀리함량이 증가할수록 감소하였다. 귀리의 총베타글루칸 함량은 4.02%이었고 쌀은 0.1%로 아주 적었고 귀리 함량이 10%이었을 때 0.007%이었고 50%가 첨가되었을 때 0.024%로 귀리 함량이 증가할수록 총베타글루칸 함량은 크게 증가하였다. 총폴리페놀 함량은 귀리는 0.04%로 쌀의 0.004%와 비교하여 10배정도 높았다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 물질로 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있으며(Rice-Evans et al., 1997). 특히, 곡류에 함유되어 있는 polyphenolic 화합물은 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있다(Middleton et al., 1994). 귀리 첨가량을 달리한 밥의 이화학적 성분 등을 조사한 결과 쌀밥보다 단백질, 지방, 기능성분인 베타글루칸과 총페놀 함량이 증가됨으로써 귀리 첨가로 쌀밥의 영양성분을 증가시킬 수 있었다.

귀리의 수용성 베타글루칸은 심혈관질환을 예방하는데 큰 기여를 하는 것으로 알려져 있으며, 미국 Food and Drug Administration (FDA, 2005)는 매일 3g의 수용성 베타글루칸을 섭취하면 심혈관질환을 줄일 수 있다고 하였다.

### 귀리첨가에 따른 밥의 물성 및 취반 특성

귀리 첨가량을 달리한 귀리밥의 취반 후 물리적 특성을 분석한 결과 경도는 귀리첨가량이 증가할수록 30%까지는 감소하다가 그 이상에서 증가하는 경향을 보였다(Table 2).

**Table 1. Chemical properties of cooked rice with different oat content**

Oat cont. (%)	Protein (%)	Fat (%)	Starch (%)	β-glucan (%)	Total phenol (%)
0	8.22±0.11 <sup>e1)</sup>	0.45±0.016 <sup>g</sup>	88.22±0.64 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>g</sup>	0.004±0.000 <sup>e</sup>
10	8.75±0.03 <sup>d</sup>	1.14±0.049 <sup>f</sup>	86.44±0.08 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>f</sup>	0.007±0.000 <sup>e</sup>
20	9.20±0.05 <sup>d</sup>	2.32±0.010 <sup>e</sup>	82.31±0.23 <sup>b</sup>	0.95±0.02 <sup>e</sup>	0.010±0.000 <sup>d</sup>
30	10.05±0.02 <sup>c</sup>	3.04±0.036 <sup>d</sup>	77.64±1.37 <sup>c</sup>	1.23±0.04 <sup>d</sup>	0.015±0.001 <sup>c</sup>
40	10.83±0.31 <sup>b</sup>	3.98±0.080 <sup>c</sup>	75.33±2.50 <sup>c</sup>	1.80±0.17 <sup>c</sup>	0.021±0.001 <sup>b</sup>
50	11.22±0.305 <sup>b</sup>	4.78±0.039 <sup>b</sup>	71.93±1.82 <sup>d</sup>	2.08±0.03 <sup>b</sup>	0.024±0.001 <sup>b</sup>
100	14.25±0.07 <sup>a</sup>	9.61±0.101 <sup>a</sup>	59.66±0.28 <sup>e</sup>	4.02±0.04 <sup>a</sup>	0.040±0.004 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>The Values indicate the mean±SD of triplicates.

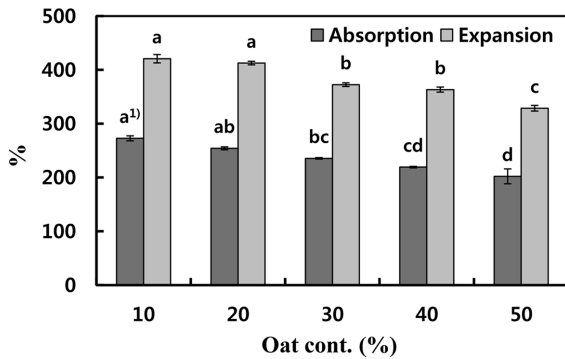
<sup>a-g</sup>The different superscripts in the same column mean significant difference at  $p < 0.05$ .

**Table 2. Texture properties of cooked rice with different oat content**

Oat cont. (%)	Hardness (Kg)	Adhesiveness (kg·sec)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
0	2.002±0.169 <sup>a1)</sup>	-0.933±0.223 <sup>c</sup>	0.827±0.091 <sup>a</sup>	0.242±0.012 <sup>a</sup>	0.484±0.046 <sup>a</sup>	0.400±0.049 <sup>a</sup>
10	1.593±0.148 <sup>b</sup>	-0.884±0.199 <sup>c</sup>	0.727±0.054 <sup>ab</sup>	0.215±0.008 <sup>b</sup>	0.343±0.039 <sup>b</sup>	0.250±0.046 <sup>b</sup>
20	1.450±0.078 <sup>bc</sup>	-0.623±0.124 <sup>b</sup>	0.752±0.024 <sup>ab</sup>	0.211±0.005 <sup>b</sup>	0.306±0.018 <sup>bc</sup>	0.230±0.013 <sup>bc</sup>
30	1.141±0.015 <sup>d</sup>	-0.452±0.066 <sup>ab</sup>	0.672±0.072 <sup>b</sup>	0.217±0.009 <sup>ab</sup>	0.248±0.008 <sup>c</sup>	0.167±0.021 <sup>c</sup>
40	1.289±0.225 <sup>cd</sup>	-0.384±0.136 <sup>ab</sup>	0.739±0.119 <sup>ab</sup>	0.206±0.020 <sup>b</sup>	0.266±0.052 <sup>c</sup>	0.198±0.060 <sup>bc</sup>
50	1.398±0.141 <sup>bc</sup>	-0.343±0.055 <sup>a</sup>	0.688±0.066 <sup>b</sup>	0.194±0.017 <sup>b</sup>	0.271±0.042 <sup>c</sup>	0.187±0.040 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>The Values indicate the mean±SD of triplicates.

<sup>a-c</sup>The different superscripts in the same column mean significant difference at  $p < 0.05$ .

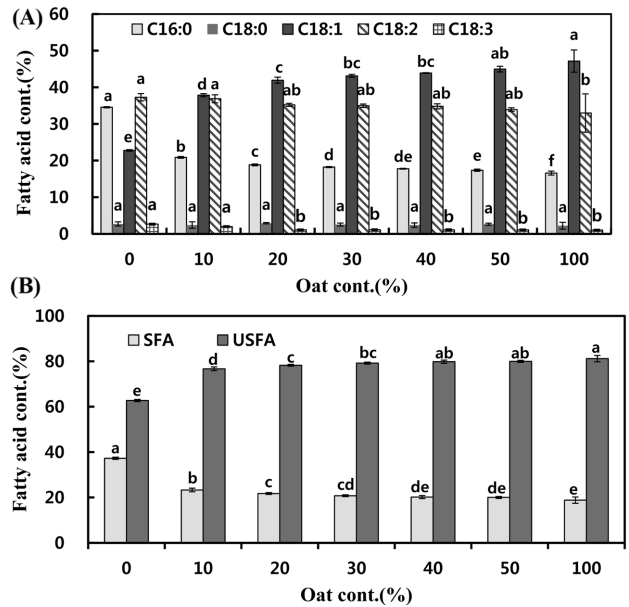


**Fig 1. Water absorption and expansion of cooked rice with different oat content during cooking.** <sup>1)</sup>Different superscripts in the same column mean significant difference at  $p < 0.05$ .

점착성은 감소하였고, 응집성, 씹힘성 등은 귀리 첨가량이 30%까지는 감소하였고 그 이상에서 증가하는 경향을 보여 귀리 첨가량이 30%까지는 부드러운 식감에 좋은 영향을 미칠 것으로 생각된다(Woo et al., 2011). 귀리첨가량에 따른 귀리밥의 흡수율과 퍼짐성을 조사한 결과는 Fig. 1과 같았다. 흡수율은 10%를 첨가하였을 때 266.8% 이었고 50%를 첨가하였을 때 197.7%로 귀리첨가량이 증가할수록 감소하였다. 퍼짐성도 10%를 첨가하였을 때 429.7% 이었고 50%를 첨가하였을 때 335.8%로 귀리첨가량이 증가할수록 감소하였다. 100% 귀리밥의 흡수율은 92.94%이었고, 퍼짐성은 197.56%로써 귀리는 쌀에 비하여 아주 낮은 흡수율과 퍼짐성을 나타내었다..

**귀리첨가에 따른 지방산조성**

귀리함량을 달리하여 첨가한 밥의 지방산 조성 및 불포화지방산과 포화지방산 함량은 Fig. 2와 같았다. 쌀은 리놀레산(C18:2, Linoleic acid, 37.29%), 팔미트산(C16:0, Palmitic acid, 34.56%), 올레인산(C18:1, Oleic acid, 22.77%), 스테아르산(C18:0, Stearic acid, 2.72%), 리놀렌산(C18:3, Linolenic acid, 2.66%) 순이었으며, 불포화지방산은 62.72%이었고, 리놀레산과 팔미트산이 대부분을 차지하였다. 귀리는 올레인산(C18:1, Oleic acid, 47.2%), 리놀레산(C18:2, Linoleic acid, 32.98%), 팔미트산(C16:0, Palmitic acid, 16.58%), 스



**Fig. 2. Fatty acids (A) and USFA and SFA (B) in cooked rice with different oat content.** C16:0, Palmitic acid; C18:0, Stearic acid; C18:1, Oleic acid; C18:3, Linolenic acid; USFA, Unsaturated fatty acid; SFA, Saturated fatty acid. <sup>1)</sup>Different superscripts in the same column mean significant difference at  $p < 0.05$ .

테아르산(C18:0, Stearic acid, 2.24%), 리놀렌산(C18:3, Linolenic acid, 1.03%)순이었으며, 불포화지방산은 81.17% 이었고, 올레인산과 리놀레산이 대부분을 차지하였다. 그러므로 귀리 첨가량이 증가할수록 올레인산이 증가하고 팔미트산은 크게 감소하였으며, 쌀밥에 비하여 귀리를 첨가함으로써 불포화지방산 함량은 크게 증가 하였다.

**귀리첨가에 따른 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성**

$\alpha$ -Tocopherol과 L-ascorbic acid와 같은 항산화제는 지질과산화 반응과 같이 산소 유래 라디칼에 의해 일어나는 여러 가지 손상 반응에서 라디칼을 환원시켜 손상을 방지하고 지질과산화 연쇄반응을 종결시킨다. 이때 항산화제는 환원력이 클수록 생체 보호 효과가 크다. 라디칼을 환원시키는 항산화제의 능력은 상대적으로 안정한 라디칼 구조를 갖는 DPPH와의 반응을 통하여 알아볼 수 있다(Park

et al., 2013). 쌀밥의 DPPH라디칼 소거 활성과 ABTS 라디칼 소거 활성은 1.087%(Fig. 3), 0.118  $\mu\text{mol TE/g}$ 이었으며(Fig. 4), 귀리는 각각 9.566%, 0.528  $\mu\text{mol TE/g}$ 이었다. 귀리 첨가량을 달리한 귀리밥의 DPPH 라디칼 소거 활성은 10% 첨가에서는 1.703% 이었고 50% 첨가에서는 6.634%로 귀리 첨가량이 증가할수록 증가하였다. ABTS 라디칼 소거 활성은 귀리 첨가량이 10%일 때 0.805  $\mu\text{mol TE/g}$  이었고, 50%일 때 3.398  $\mu\text{mol TE/g}$ 으로 귀리 첨가량이 증가할수록 항산화활성은 증가하였다(Fig. 4). 식물체에 널리 분포되어 있는 페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량을 가지며, 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져있다(Rice-Evans et al., 1997). 이는 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 존재로 기인한 것으로 보고되어 있다. 본 연구에서 항산화성분의 함량이 높은 귀리를 혼반용으로 사용할 경우 쌀밥보다 높은 항산화활성을 얻을 수 있으며, 쌀귀리 품종들 중 항산

화활성이 높은 품종을 이용한다면 보다 높은 항산화활성을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

#### 식미 관능평가

귀리 첨가량을 달리한 밥의 관능평가 결과와 귀리밥 사 진을 Table 3과 Fig 5에 나타내었다. 외관에 대한 평가는 30%까지 유의차가 없었고, 40%와 50% 첨가순으로 선호도가 감소하였다. 맛에 대한 평가는 10%보다 20%와 30% 첨가군이 높은 값을 나타내었고 40%와 50%에서 감소하였다. 색깔은 20% 첨가시 가장 좋았으며 귀리함량이 증가할수록 감소하였다. 식감의 경우에는 40% 첨가할 때까지 유의차가 없었으며, 전체적인 선호도의 경우 귀리 첨가량이 30%까지는 유의차를 나타내지 않았다. 귀리 첨가량에 따른 귀리밥의 경우 귀리첨가량이 증가할수록 기능성분 함량과 항산화활성이 증가하였으나 관능평가 결과를 고려하여 적합한 첨가량을 결정하였다. 즉, 귀리10% 첨가에서는 사

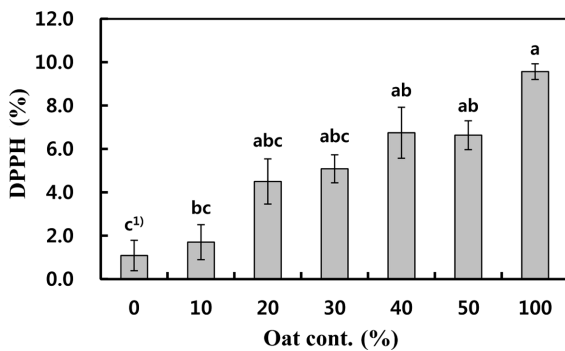


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of cooked rice with different oat content. <sup>1)</sup>Different superscripts in the same column mean significant difference at  $p<0.05$ .

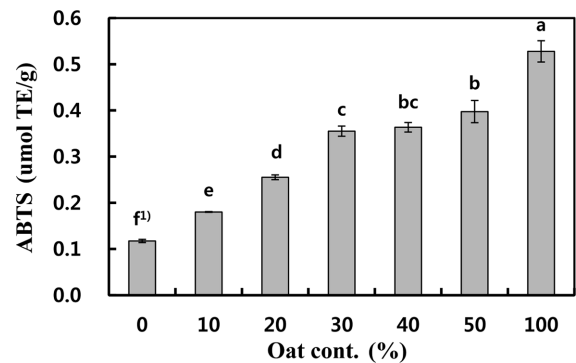


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of cooked rice with different oat content. <sup>1)</sup>Different superscripts in the same column mean significant difference at  $p<0.05$ .

Table 3. Sensory quality of cooked rice with different oat content

Oat cont. (%)	Appearance	Taste	Color	Texture	Overall preference
10	5.67±1.52 <sup>a1)</sup>	5.50±1.06 <sup>ab</sup>	5.83±1.17 <sup>ab</sup>	5.58±1.50 <sup>a</sup>	5.58±1.38 <sup>a</sup>
20	6.42±1.38 <sup>a</sup>	6.25±1.15 <sup>a</sup>	6.25±1.15 <sup>a</sup>	5.83±1.76 <sup>a</sup>	6.33±1.13 <sup>a</sup>
30	5.75±1.42 <sup>a</sup>	5.92±1.67 <sup>a</sup>	5.50±1.47 <sup>b</sup>	5.83±1.86 <sup>a</sup>	6.08±1.44 <sup>a</sup>
40	4.67±1.93 <sup>b</sup>	5.00±1.96 <sup>bc</sup>	4.67±1.40 <sup>c</sup>	4.92±1.91 <sup>a</sup>	4.75±1.48 <sup>b</sup>
50	3.33±1.52 <sup>c</sup>	4.25±1.94 <sup>c</sup>	3.58±1.25 <sup>d</sup>	3.58±1.82 <sup>b</sup>	3.67±1.40 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>The Values indicate the mean±SD of triplicates.

<sup>a-d)</sup>The different superscripts in the same column mean significant difference at  $p<0.05$ .



Fig. 5. Photograph of cooked rice with different oat content.

진에서와 같이 귀리를 첨가한 효과가 거의 없고, 맛 평가에서도 20% 첨가보다도 낮았으며 전체적인 선호도와 기능성분 함량 및 항산화활성 등을 고려하였을 경우 귀리를 쌀과 혼반할 경우에는 20%와 30% 첨가가 가장 적합한 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 소비가 증가되고 있는 귀리의 소비형태로 쌀에 첨가한 귀리밥의 이화화성분, 취반특성, 기능성성분을 분석하고, 귀리 첨가량별 관능평가를 실시하여 귀리밥의 우수성과 적합한 귀리 첨가량을 구명하고자 하였다. 쌀과 비교하여 귀리는 전분함량을 제외한 단백질, 지방 등의 함량이 높았으며, 총베타글루칸과 총폴리페놀 등의 함량이 높아 귀리 첨가량이 증가할수록 귀리밥의 이화화성분함량과 기능성물질함량 등이 유의적으로 크게 증가하였다. 귀리함량이 증가할수록 경도와 씹힘성 등이 감소하여 부드러운 특성을 보였고, 흡수율과 퍼짐성은 귀리 함량이 증가할수록 감소하였다. 귀리밥의 지방산함량은 귀리 첨가량이 증가할수록 올레인산이 증가하였고 팔미트산은 크게 감소하였으며, 쌀밥에 비하여 귀리를 첨가함으로써 불포화지방산 함량은 크게 증가하였다. 귀리 첨가량을 달리한 귀리밥의 DPPH 라디칼 소거 활성과 ABTS 라디칼 소거 활성은 귀리함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 귀리를 쌀과 혼반할 경우에는 20%와 30% 첨가가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 귀리를 첨가함으로써 쌀밥의 베타글루칸 함량 및 항산화활성 등을 증가시킬 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발사업(세부과제명; 혼반용 귀리의 소비확대를 위한 가공적성 구명, 과제번호; PJ010508012016)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

Boz H. 2015. Phenolic anides(avenanthramides) in oats-a review. Czech J. Food Sci. 33:399-404.  
 FDA(Food and Drug Administration). 2005. 21 CFR Part 101. Food labeling: Health claims; soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Federal register. 70(246): 76150-76162.

Flander L, Salmenkallio-Marttia M, Suoritti T, Autio K. 2007. Optimization of ingredients and baking process for improved whole meal oat bread quality. LWT-Food Sci. Technol. 40: 860-870.  
 Gandopadhyav N, Hossain MB, Rai DK, Brunton NP. 2015. A review of extraction and analysis of bioactivities in oat and barley and scope for use of novel food processing technologies. Molecules . 20: 10884-10909.  
 Lee MJ, Lee NY, Kim YK, Park JC, Choi ID, Cho SG, Kim JG, Park HK, Park KH, Kim KJ, Kim HS. 2011. Physicochemical properties of pearled hull-less barley cultivars with normal and low amylose content. Food Sci. Biotechnol. 20: 55-62.  
 Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ. 1993. Encyclopedia of food science food technology and nutrition. Academic Press(Ed). Salt lake, UT, USA. p. 3319-3322.  
 Maier SM, Tumer ND, Lupton JR. 2000. Serum lipids in hypercholesterol-lemic men and women consuming oat bran and amaranth products. Cereal Chem. 77: 297-302.  
 Mccleary BV, Codd R. 1991. Measurement of (1-3)(1-4)-β-D-glucan in barley and oat: A streamlined enzymic procedure. J. Sci. Food Agric. 55: 303-312.  
 Mccleary BV, Solah V, Gibson TS. 1994. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. J. Cereal Sci. 20: 51-58.  
 Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. Food Technol. 48: 115-119.  
 Nowman RK, Klopfenstein CF, Newman CW, Gurimo N, Hofer PJ. 1992. Comparison of the cholesterol lowering properties of whole barley, oat and wheat red dog in chicks and rats. Cereal Chem. 69:240-244.  
 Park SA, Ha JH, Park SN. 2013. Antioxidative activity and component analysis of *Broussonetia Kazinoki* SIEB extracts. Appl. Chem. Eng. 24: 177-183.  
 Peng CH, Chang HC, Yang NY, Huang CN, Wang CJ. 2013. Oat attenuate non-alcoholic fatty liver and obesity via inhibiting lipogenesis in high fat-fed rat. J. Funct. Foods. 5:53-61.  
 Rafael G, Mancha M. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation from fresh plant tissues. Anal. Biochem. 211: 139-143.  
 Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Sci. 2: 52-189.  
 Tapola N, Karvonen H, Niskanen L, Mikkola M, Sarkkinen E. 2005. Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 15:255-261.  
 Tong L, Liu L, Ahong K, Wang Y, Guo L, Zhou S. 2014. Effect of cultivar in phenolic content and antioxidant activity of naked oat in China. J. Integr Agric. 13:1809-1816.  
 Woo KS, Seo MC, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Kwak DY, Oh BG, Nam MH, Jeong HS, Lee J. 2011. Physicochemical characteristics of commercially available cereal crops in Korea. J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l. Univ. 27:40-47.