

## 청소년 및 고령층을 위한 잡곡밥의 혼합비율 설정 및 영양성, 기능성 평가

장혜림<sup>1</sup> · 김건우<sup>2</sup> · 정용진<sup>3</sup> · 윤광섭<sup>4</sup> · 우상철<sup>5</sup> · 윤경영<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>안동대학교 생명자원과학부 생약자원학전공  
<sup>3</sup>계명대학교 식품가공학과, <sup>4</sup>대구가톨릭대학교 식품가공학전공, <sup>5</sup>대구보건대학 소방안전관리과

### Establishment of Mixing Ratio of Multigrain Rice for Adolescent and Aged People and Its Nutritional and Functional Estimation

Hye-Lim Jang<sup>1</sup>, Kun-Woo Kim<sup>2</sup>, Yong-Jin Jeong<sup>3</sup>, Kwang-Sup Youn<sup>4</sup>,  
Sang-Cheul Woo<sup>5</sup>, and Kyung-Young Yoon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongbuk 712-749, Korea

<sup>2</sup>Plant Resource Major, School of Bioresource Science, Andong National University, Gyeongbuk 760-749, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

<sup>5</sup>Dept. of Fire Safety Management, Deagu Health College, Daegu 702-722, Korea

#### Abstract

This study was conducted to determine the proper mixing ratio of multigrains-added cooked rice for adolescent and aged people and analyze the nutritional and functional properties. As a result of sensory evaluation according to mixing ratio of polish rice and grains, the palatable grain mixing ratio of mixed grain rice for adolescent and aged people was 40% and 30%, respectively. The ratio of general grains to specialized grains was 9:1 in mixed grain rice for adolescent (MGA) and 8:2 in multigrain rice for aged people (MGAP). The ratio of mung bean to BacTae was 2:1 in MGA, and the ratio of adlay to buckwheat was 1:1 in MGAP. MGA contained the highest amount of crude protein, crude fat and minerals among the samples. In contrast, MGAP showed higher amounts of polyphenols and antioxidant activity compared to polished rice and MGA.

**Key words:** mixed grain rice, nutrient components, functionality

#### 서 론

잡곡은 멥쌀 및 찰쌀을 제외한 모든 작물을 일컫는 말로 보리, 율무, 콩, 조, 기장, 수수 등이 이에 속한다(1). 과거에는 단순한 끼니 내용의 구황작물이었던 잡곡이 현재는 웰빙 먹거리로써 다양한 영양성분과 생리활성 성분을 공급할 수 있는 기능성 작물로 각광받고 있으며, 조리 및 가공에 있어서도 활용도가 높다. 또한, 혈당지수가 낮아 당뇨병 및 여러 성인병과 고지혈증과 같은 대사질환을 위한 식이요법으로도 이용된다(2). 특히, 현미는 백미에 비하여 지방, 단백질, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>가 풍부하고 식이섬유 함량이 약 2배 정도 높으며 칼슘과 철분을 비롯한 각종 무기질의 함량도 높은 것으로 보고되고 있다(3,4). 조는 필수아미노산 중 루이신의 함량이 풍부하며 소화율이 뛰어나 이유식 재료로 이용된다(5). Son 등(6)은 율무, 메밀, 보리의 섭취가 비만에 기인하여 발생하는 만성질환의 여러 위험인자들을 억제한다고 보고하였으며, Kim 등(7)은 율무, 보리, 미강 추출물이 활성산소의 감소

를 초래하여 세포의 노화를 예방할 수 있을 뿐만 아니라 지방산의 감소를 초래하여 만성질환 예방에 기여할 수 있는 영양학적 효능을 가진다고 보고하였다. 이밖에도 수수와 녹두, 백태 등 다양한 잡곡의 생리활성에 관한 연구가 보고되었다(8-11).

잡곡밥은 쌀보다 잡곡에 함유된 다양한 영양성분과 생리활성 물질 때문에 쌀밥보다 단백질, 비타민, 무기질 그리고 식이섬유 등의 함량이 높다. 쌀의 제한아미노산인 라이신이 잡곡에 함유되어 있어 쌀밥이 가진 영양상의 한계를 보충해 준다. 실제로 대부분의 연구 결과, 잡곡밥에 대한 인식이 긍정적이고, 잡곡밥의 섭취빈도도 매우 높은 것으로 나타났다(1,12,13). 그러나 현재 섭취되고 있는 잡곡밥은 가정과 기업, 병원에서 다양한 방법으로 소비되고 있으나 이는 개인적인 영양적 특성을 고려하지 않고 주먹구구식으로 잡곡을 혼합하여 소비하고 있는 실정이다.

청소년기는 호르몬의 변화로 2차 성징뿐만 아니라 사춘기를 겪게 되므로 심리적 불안감이 크게 나타난다. 신체질량,

\*Corresponding author. E-mail: yoonky2441@ynu.ac.kr  
Phone: 82-53-810-2878, Fax: 82-53-810-4768

골격질량, 지방 등 체조직이 증가하는 시기이므로 생애 어느 때보다 에너지와 영양소 필요량이 높으며, 패스트푸드와 탄산음료의 과잉섭취로 인해 결핍되기 쉬운 무기질과 비타민의 충족이 필요하다. 한편, 노인의 경우 노화의 진행으로 인해 타액분비와 위액분비의 감소, 소장 흡수력 감소, 감각 인지능력 저하 등의 생리적 변화에 따른 충분한 영양 공급이 필요하며, 노년기의 영양은 질병과도 밀접한 관련이 있기 때문에 다양한 기능성을 가진 잡곡밥의 섭취가 무엇보다 중요하다.

따라서 본 연구에서는 청소년과 고령층을 대상으로 영양성과 기능성이 우수한 잡곡밥 섭취의 근거 자료를 마련하기 위해 기호성이 높은 잡곡밥의 혼합비율을 설정하고, 영양성과 기능성을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 잡곡 선정 및 재료

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡은 시장조사와 문헌조사, 기호도 조사를 토대로 기본잡곡과 특화잡곡을 선정하였다. 다른 잡곡에 비해 다량 생산되고 있어 백화점이나 마트에서 손쉽게 구할 수 있으며, 기능성과 영양성이 높은 찰현미, 서리태, 기장, 수수, 청차조(고령층은 찰보리 추가)를 기본잡곡으로 하였다. 청소년의 영양적 및 신체적 특성을 고려해 칼슘을 비롯한 무기질 함량이 높고 여드름 완화 효과가 있는 녹두(9,14)와 단백질의 함량이 높고 비만예방 효과가 있는 백태(11)를 청소년을 위한 특화잡곡으로 선정하였다. 또한 고령층은 단백질, 비타민 및 무기질 함량이 높고 염증치료 효과가 있는 울무(7)와 루틴의 함량이 높아 혈압강화작용 및 뇌출혈 방지효과가 있는 메밀(5)을 특화잡곡으로 선정하였다.

본 실험에서 사용한 백미(*Sitophilus oryzae* L., polished rice), 찰현미(*Oryza sativa* L., brown rice), 서리태(*Glycine max*(L.) Merr., SoRiTae, soybean), 기장(*Panicum miliaceum* L., proso millet), 수수(*Sorghum bicolor*(L.) Moench, sorghum), 청차조(*S. italica* B. cv., foxtail millet), 찰보리(*Hordeum vulgare* L., barley), 녹두(*Phaseolus radiatus* L., mung bean), 백태(*Glycine max*(L.) Merr., BacTae, soybean), 울무(*Coix lacryma-jobi* L., adlay), 메밀(*Fagopyrum esculentum* Moench, buckwheat)은 2011년 4월 경북 봉화에서 구입하였으며, 4°C에 보관하여 잡곡밥 제조에 사용하였다. 잡곡밥은 한국인의 1인 분량(90 g)을 기준으로 전체 무게의 가수량 1.3배를 가하여 전기밥솥(CRP-B1027MI, Cuckoo, Kyungnam, Korea)에서 취사하고 10분간 뜸을 들인 후 관능검사에 사용하였으며, 영양성과 기능성 평가는 청소년과 고령층의 혼합비율에 따라 잡곡을 믹서기(M-1211, Starion, Busan, Korea)로 곱게 간 다음, 60 mesh의 체에 통과시켜 -40°C에 보관하면서 사용하였다.

### 잡곡밥의 혼합비율 설정

청소년 및 고령층을 위한 잡곡밥의 혼합비율은 시장조사와 문헌조사, 기호도조사(1,12,13)를 통해 선정된 10가지 잡곡(기본잡곡: 찰현미, 서리태, 기장, 수수, 청차조, 찰보리 / 특화잡곡: 녹두, 백태, 울무, 메밀)을 이용하여 설정하였다. 잡곡의 혼합비를 0%에서 50%까지 하였으며, 10% 간격으로 청소년 및 고령층 각각 5종류의 시료를 제시하였다. 즉, 백미와 잡곡의 혼합비를 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5로 하여 관능검사를 실시하고 기호가 가장 높은 잡곡의 혼합비를 선정하였다. 이때 잡곡간의 혼합비율은 모두 동량으로 하여 제시하였다. 또한 기본잡곡과 특화잡곡의 혼합비율 설정은 기본잡곡에 대한 특화잡곡의 혼합비를 각각 달리하여 제시하였다. 즉, 특화잡곡을 전체잡곡의 10%, 20%, 30% 비율로 하여 청소년 및 고령층 각각 3종류의 시료를 제시하였으며, 관능검사를 통해 기호가 가장 높은 특화잡곡의 혼합비를 선정하였다. 특화잡곡 간 혼합비율은 청소년의 특화잡곡으로 선정한 녹두와 백태 간의 혼합비율과 고령층의 특화잡곡으로 선정한 울무와 메밀의 혼합비율을 1:1, 2:1, 1:2로 하여 각각 3종류의 시료를 제시하였으며, 관능검사를 통해 기호가 가장 높은 특화잡곡 간 혼합비율을 선정하였다.

### 잡곡밥 관능검사

청소년 및 고령층을 위한 잡곡밥 관능검사는 경북 경산지역 10대 청소년 20명과 60대의 고령층 20명을 관능검사 요원으로 선정하고, 실험의 목적과 잡곡밥의 관능적 품질 요소를 잘 인지하도록 반복 훈련시킨 후 질문지에 관능 특성을 잘 반영하고 있다고 생각되는 점수를 표시하도록 하였다. 관능적 품질 강도는 5점 체점법(1점, 매우싫다; 3점, 보통이다; 5점, 매우좋다)으로 하였으며, 외관(appearance), 향(flavor), 수분량(moisture amount), 씹힘성(gumminess), 전체적인 기호도(overall preference)의 5가지 항목으로 평가하였다.

### 일반성분 분석 및 열량 계산

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 일반성분은 수분, 조지방, 조회분, 조단백의 함량을 측정하여 평가하였다. 즉, 수분은 수분자동측정기(FD-720, Kett, Tokyo, Japan)를, 조지방은 조지방자동추출기(Soxtec 2050, Foss, Hoganas, Sweden)를 이용하여 측정하였으며, 조회분은 직접회화법으로, 조단백질은 Kjeldahl법에 따라 Micro Kjeldahl 장치(Distillation Unit B-323, Buchi, Flawil, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 탄수화물은 시료 전체를 100%로 하고 수분, 조단백, 조지방, 조회분 함량(%)을 감한 것으로 하였다. 열량은 측정된 조단백질, 조지방 및 탄수화물 함량을 이용하여 농촌진흥청에서 발간된 식품성분표(15)에 제시되어 있는 FAO/WHO 에너지 환산계수 중 도정된 기타 곡류의 환산계수(단백질 3.87, 지방 8.37, 탄수화물 4.12)를 곱하여 산출하였다.

### 구성아미노산 함량 측정

구성아미노산은 Hugli와 Moore(16)의 산가수분해법을 약간 변형하여 측정하였다. 시료 1 g에 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 밀봉하여 110°C에서 24시간 가수분해하고, 상등액 중 염산과 물을 완전히 증발시키기 위해 회전 진공 농축기(R-124, Buchi)로 감압 농축하였다. 구연산나트륨 완충용액(pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 정용한 다음, 일정량을 0.45 µm syringe filter(Milipore, Bedford, MA, USA)로 여과한 것을 아미노산자동분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)에 주입하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. Cation separation column(oxidised feedstuff column, 4.6 mm×200 mm)을 사용하였으며, 0.2 M sodium citrate buffer(pH 3.20, 4.25)와 1.2 M sodium citrate buffer(pH 6.45) 및 0.4 M sodium hydroxide solution을 이동상으로 사용하였다. Ninhydrin 용액의 유속을 0.33 mL/min으로 하고, 분석시간은 65 min으로 하여 570 nm에서 검출되도록 하였다.

### 무기질 함량 측정

무기질은 습식분해법(Wet Digestion Method)(17)으로 분석하였다. 시료 1 g에 65%의 HNO<sub>3</sub> 6 mL와 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1 mL를 teflon bottle에 담고, 이를 전처리 시험용액으로 하였으며, microwave digestion system(Ethos-1600, Milestone, Sorisole, Italy)을 이용하여 최고 600 W로 총 20분간 산 분해를 실시하였다. 전처리 과정을 거친 시료용액은 0.45 µm syringe filter(Milipore)로 여과하여 Inductively-coupled plasma spectrometer(ICP-IRIS, Thermo Elemental Co., Franklin, MA, USA)로 분석하였다. Plasma gas 13.5 L/min, nebulizer gas 0.5 L/min, auxiliary gas 0.5 L/min의 유속으로 Ca(393.366 nm), Cu(224.700 nm), Fe(259.940 nm), K(766.490 nm), Mg(279.553 nm), Mn(257.610 nm), Na(589.592 nm), P(213.618 nm), Zn(213.856 nm)를 분석하였다.

### 기능성 분석을 위한 추출물 제조

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡 40 g에 80% 메탄올 800 mL를 가하여 60°C 수욕조에서 5시간 동안 2회 환류 추출하였다. 추출액을 filter paper(Whatman No. 1, Maidstone, England)로 여과하여 회전 진공농축기(R-124, Buchi)로 감압 농축하였으며, 동결건조(FD-1, EYELA, Tokyo, Japan)하였다. 동결 건조물 2 g을 증류수 200 mL로 재용해하였으며, 일정량의 농도로 희석하여 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis(18) 방법으로 측정하였다. 추출물 0.2 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 잘 혼합한 후 3분간 실온에서 반응시키고, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.4 mL와 증류수 4 mL를 첨가하여 실온에서 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)하였다. Gallic acid(Sigma Aldrich, St. Louis, MO,

USA)를 0, 100, 200, 300 그리고 400 µg/mL의 농도로 표준 검량곡선을 작성하였으며, 총 폴리페놀 함량은 gallic acid에 대한 당량으로 환산하여 나타내었다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Moreno 등(19)의 방법에 준하여 측정하였다. 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate와 1 M potassium acetate 각각 0.1 mL, 80% ethanol 4.3 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 40분 정치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Aldrich)을 0, 50, 100, 150 그리고 200 µg/mL의 농도로 표준 검량곡선을 작성하였으며, 총 플라보노이드 함량은 quercetin에 대한 당량으로 환산하여 나타내었다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Blois(20)의 방법에 따라 전자공여능(electron donating ability, EDA%)을 측정하였다. 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하고, 10초간 vortex mixing 후 37°C에서 30분간 반응시켰으며, 517 nm에서 흡광도를 측정(U-2900, Hitachi)하였다. 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하여 산출하였다.

### ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 라디칼 소거능은 Lee 등(21)의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 7 mM의 ABTS와 2.45 mM의 potassium persulfate를 증류수에 용해한 뒤, ABTS cation radical (ABTS<sup>•+</sup>)을 형성시키기 위해 12~16시간 동안 암소에 방치하였다. 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.759±0.002가 되도록 ethanol로 희석시키고, 희석된 ABTS<sup>•+</sup> 용액 1 mL에 추출물 3 mL를 가하여 6분 동안 반응시킨 뒤, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 ABTS 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하여 산출하였다.

### Hydroxyl 라디칼 소거능 측정

Hydroxyl 라디칼 소거능은 Gutteridge(22)의 방법에 따라 시험관에 1 mM FeSO<sub>4</sub>와 EDTA, 10 mM 2-deoxyribose, 추출물을 각각 0.2 mL씩 가하고 0.1 M phosphate buffer(pH 7.2) 1.2 mL와 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0.2 mL를 가하여 37°C 수욕상에서 1시간 반응시킨 용액을 사용하여 측정하였다. 반응시킨 용액 0.5 mL에 2.8% trichloroacetic acid(TCA) 용액 1 mL를 가하여 반응을 중지시킨 후, 1% thiobarbituric acid(TBA) 용액 1 mL를 가하여 다시 100°C의 수욕상에서 10분간 가열시켰으며, 이것을 급냉하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 hydroxyl 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하여 산출하였다.

### 통계분석

본 실험의 결과는 3회 반복으로 수행된 평균과 표준편차를 나타내었으며, 각 실험결과에 대한 통계분석은 SPSS 통계 프로그램(Statistics Package for the Social Science, Ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test로 실험군 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다.

### 결과 및 고찰

#### 백미와 잡곡의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성

잡곡밥의 혼합비율을 선정하고자 백미와 잡곡의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성을 평가한 결과(Table 1) 청소년의 경우, 잡곡 40% 첨가 시 전체적 기호도가 4.25점으로 가장 높았으며, 씹힘성을 제외한 외관(4.13), 풍미(4.00), 수분감(3.75)에서 가장 높은 점수를 나타내었다. 고령층을 위한 잡곡밥의 경우 잡곡을 50% 첨가 시 전체적 기호도가 3.88점으로 가장 높은 점수를 나타내었으며, 30% 및 40% 첨가 시 각각 3.63 및 3.50점으로 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 그 외 항목에서 외관은 50% 잡곡 첨가 시 가장 높은 점수(4.19)를 보였으나 30% 및 40% 첨가한 경우와 유의적인 차이는 없었다. 풍미와 수분감에서는 30% 첨가 시 가장 높은 점수를 나타내었으나 40% 첨가 시와 유의적인 차이는 없었다. 이는 혼합비를 달리한 잡곡밥의 관능검사 결과, 40% 첨가군과 50% 첨가군 중 외관과 색을 제외한 나머지 향 및 수분함량, 씹힘성, 전체적인 맛에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고한 Jung 등(12)의 연구와 유사한 결과였다. 반면 Jang 등(1)은 잡곡밥에 대한 기호도 및 인식 조사에서 선호하는 잡곡의 혼합비율이 모든

연령에서 21~30%로 나타났다고 보고하였으며, Kim과 Lee(13)는 잡곡밥을 지을 때 혼합하는 곡류와 두류의 혼합비율을 조사한 결과 6~10%를 혼합하는 조사대상자가 가장 많았다고 보고한 것으로 보아 잡곡밥의 관능적 특성과 섭취실태 및 기호도, 인식은 큰 차이가 있는 것으로 판단된다. 따라서 청소년을 위한 잡곡 혼합비율은 관능적 특성 결과에 따라 40%의 잡곡 첨가군을 선정하였으며, 고령층은 기호도 및 인식, 소화흡수율을 고려하여 30%의 잡곡 첨가군을 선정하였다.

#### 기본잡곡과 특화잡곡의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성

기본잡곡과 특화잡곡의 혼합비율을 선정하고자 기본잡곡과 특화잡곡의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 2와 같다. 청소년을 위한 잡곡밥의 경우, 모든 관능적 특성 항목에서 기본잡곡과 특화잡곡의 비율을 9:1로 혼합한 경우 관능적 점수가 가장 높았으나 기본잡곡과 특화잡곡의 비율을 8:2로 혼합한 잡곡밥의 관능적 점수와는 유의적인 차이는 없었다. 하지만 기본잡곡과 특화잡곡을 7:3으로 혼합한 잡곡밥과는 향을 제외한 모든 항목에서 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 이와 같은 결과는 청소년층의 특화잡곡인 녹두와 백태의 경우, 단백질 함량이 5~10% 내외인 다른 잡곡에 비하여 녹두는 약 22%, 백태는 약 36%나 함유되어 있어 특유의 텁텁함이 관능적 특성을 평가하는 데 영향을 준 것으로 판단된다.

고령층을 위한 잡곡밥의 경우에는 외관과 향은 기본잡곡과 특화잡곡의 비율이 9:1인 경우 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 수분감, 씹힘성, 전체적 기호도는 기본잡곡과 특화잡곡의 비율이 8:1인 경우 가장 높은 점수를 보였다. 따라서 청소년 및 고령층의 전체 잡곡 중 특화잡곡 혼합

Table 1. Sensory properties of cooked mixed grain rice according to mixing ratio of polished rice and multigrain

| Polished rice : multigrain <sup>1)</sup> | Sensory properties |                           |                        |                        |                          |                        |
|--|--------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|  | Appearance         | Flavor                    | Moisture amount        | Gumminess              | Overall taste            |                        |
| Adolescent                               | 10:0               | 2.06±0.8 <sup>2)d3)</sup> | 2.69±0.7 <sup>d</sup>  | 3.00±1.0 <sup>b</sup>  | 2.69±1.3 <sup>b</sup>    | 2.25±0.9 <sup>c</sup>  |
|  | 9:1                | 2.75±0.7 <sup>c</sup>     | 2.94±0.6 <sup>cd</sup> | 2.94±0.8 <sup>b</sup>  | 2.81±0.8 <sup>b</sup>    | 2.81±0.8 <sup>de</sup> |
|  | 8:2                | 3.31±1.0 <sup>bc</sup>    | 3.31±0.9 <sup>bc</sup> | 2.75±0.8 <sup>b</sup>  | 3.00±0.9 <sup>b</sup>    | 3.00±0.9 <sup>cd</sup> |
|  | 7:3                | 4.13±0.9 <sup>a</sup>     | 3.56±0.6 <sup>ab</sup> | 3.00±0.7 <sup>b</sup>  | 3.06±0.8 <sup>b</sup>    | 3.56±0.7 <sup>bc</sup> |
|  | 6:4                | 4.13±0.7 <sup>a</sup>     | 4.00±0.8 <sup>a</sup>  | 3.75±0.9 <sup>a</sup>  | 3.75±0.8 <sup>a</sup>    | 4.25±0.7 <sup>a</sup>  |
|  | 5:5                | 3.75±1.0 <sup>ab</sup>    | 3.88±1.0 <sup>ab</sup> | 3.69±0.8 <sup>a</sup>  | 4.00±0.9 <sup>a</sup>    | 4.13±0.9 <sup>ab</sup> |
| Aged people                              | 10:0               | 2.13±1.0 <sup>c</sup>     | 2.44±0.8 <sup>b</sup>  | 2.69±0.9 <sup>c</sup>  | 2.88±1.0 <sup>ns4)</sup> | 2.44±0.7 <sup>c</sup>  |
|  | 9:1                | 2.56±0.9 <sup>bc</sup>    | 3.38±1.0 <sup>a</sup>  | 3.63±0.6 <sup>a</sup>  | 3.19±0.8                 | 3.31±0.9 <sup>ab</sup> |
|  | 8:2                | 3.19±0.7 <sup>b</sup>     | 3.19±0.7 <sup>a</sup>  | 2.75±0.9 <sup>c</sup>  | 3.13±0.8                 | 3.13±0.6 <sup>b</sup>  |
|  | 7:3                | 4.06±0.9 <sup>a</sup>     | 3.50±0.9 <sup>a</sup>  | 3.50±0.8 <sup>ab</sup> | 3.19±0.8                 | 3.63±0.7 <sup>ab</sup> |
|  | 6:4                | 4.00±1.0 <sup>a</sup>     | 3.25±0.8 <sup>a</sup>  | 3.44±1.2 <sup>ab</sup> | 3.25±1.0                 | 3.50±1.1 <sup>ab</sup> |
|  | 5:5                | 4.19±1.0 <sup>a</sup>     | 3.44±0.8 <sup>a</sup>  | 2.88±0.7 <sup>bc</sup> | 3.31±1.0                 | 3.88±0.8 <sup>a</sup>  |

<sup>1)</sup>Multigrain for adolescent was composed of brown rice, SoRiTae (soybean), proso millet, sorghum, foxtail millet, mung bean and BacTae (soybean). Multigrain for aged people was composed of brown rice, SoRiTae (soybean), proso millet, sorghum, foxtail millet, barley, adlay and buckwheat.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=20).

<sup>3)</sup>Values in the column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$ .

<sup>4)</sup>ns: Not significant.

Table 2. Sensory properties of cooked mixed grain rice according to mixing ratio of general grains and specialized grains

| General grains<br>: specialized grains <sup>1)</sup> | Sensory properties |                           |                          |                        |                        |                       |
|--|--------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|  | Appearance         | Flavor                    | Moisture amount          | Gumminess              | Overall taste          |                       |
| Adolescent   | 9:1                | 4.44±0.5 <sup>2)a3)</sup> | 4.00±0.6 <sup>ns4)</sup> | 3.81±0.7 <sup>a</sup>  | 3.81±0.5 <sup>a</sup>  | 4.25±0.7 <sup>a</sup> |
|  | 8:2                | 3.94±0.9 <sup>a</sup>     | 3.94±0.7                 | 3.50±0.8 <sup>ab</sup> | 3.56±0.8 <sup>ab</sup> | 3.94±0.9 <sup>a</sup> |
|  | 7:3                | 3.19±0.8 <sup>b</sup>     | 3.75±0.9                 | 3.13±1.0 <sup>b</sup>  | 3.19±0.8 <sup>b</sup>  | 3.25±0.6 <sup>b</sup> |
| Aged people  | 9:1                | 4.13±0.5 <sup>a</sup>     | 3.63±0.8 <sup>ns</sup>   | 3.63±0.7 <sup>ns</sup> | 3.50±0.9 <sup>ab</sup> | 3.88±0.7 <sup>a</sup> |
|  | 8:2                | 3.63±0.7 <sup>b</sup>     | 3.50±0.9                 | 3.75±0.9               | 3.81±0.7 <sup>a</sup>  | 4.13±0.8 <sup>a</sup> |
|  | 7:3                | 3.13±0.6 <sup>c</sup>     | 3.25±0.9                 | 3.25±0.9               | 3.00±0.6 <sup>b</sup>  | 3.00±0.9 <sup>b</sup> |

<sup>1)</sup>General grains were brown rice, SoRiTae (soybean), proso millet, sorghum, foxtail millet and barley. Specialized grains were mung bean and BacTae (Soybean) in adolescent and adlay and buckwheat in aged people. Polished rice added 60% and 70% in mixed grain rice for adolescent and aged people, respectively.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=20).

<sup>3)</sup>Values in the column with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

<sup>4)</sup>ns: Not significant.

Table 3. Sensory properties of cooked mixed grain rice for adolescent and aged people according to mixing ratio of specialized grains

| Samples                      | Sensory properties |                            |                        |                        |                         |                        |
|------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                              | Appearance         | Flavor                     | Moisture amount        | Gumminess              | Overall taste           |                        |
| Mung bean : Soybean (BacTae) |                    |                            |                        |                        |                         |                        |
| Adolescent                   | 1 : 1              | 3.94±0.6 <sup>1)ns2)</sup> | 3.75±0.7 <sup>ns</sup> | 3.50±0.5 <sup>ns</sup> | 3.69±0.7 <sup>b3)</sup> | 4.06±0.7 <sup>ns</sup> |
|                              | 2 : 1              | 3.94±0.7                   | 3.81±0.8               | 3.63±0.7               | 4.31±0.9 <sup>a</sup>   | 4.13±0.6               |
|                              | 1 : 2              | 4.19±0.5                   | 3.44±0.6               | 3.56±0.5               | 3.88±0.8 <sup>ab</sup>  | 3.69±0.9               |
| Adlay : Buckwheat            |                    |                            |                        |                        |                         |                        |
| Aged people                  | 1 : 1              | 3.63±0.8 <sup>ns</sup>     | 3.69±0.9 <sup>ns</sup> | 3.56±1.0 <sup>ns</sup> | 4.00±0.8 <sup>a</sup>   | 3.81±1.0 <sup>ns</sup> |
|                              | 2 : 1              | 4.00±1.0                   | 3.75±0.9               | 3.56±0.6               | 3.38±0.7 <sup>b</sup>   | 3.56±1.2               |
|                              | 1 : 2              | 3.69±0.9                   | 3.75±0.8               | 3.69±0.9               | 3.44±0.7 <sup>b</sup>   | 3.63±0.9               |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=20). <sup>2)</sup>ns: Not significant.

<sup>3)</sup>Values in the column with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

비율은 전체적 기호도가 가장 높은 10%와 20%로 각각 선정하였다.

특화잡곡 간의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성

특화잡곡 간의 혼합비율을 선정하고자 청소년은 녹두와 백태, 고령층은 율무와 메밀의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 관능적 특성을 평가하였다(Table 3). 청소년의 경우, 외관은 녹두와 백태가 1:2의 비율로 혼합된 경우가 가장 높은 값(4.19)을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 씹힘성을 제외하고 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았지만, 녹두와 백태의 혼합비율이 2:1일 때 향, 수분감, 씹힘성 및 전체적인 기호도에서 가장 우수한 평가를 받았다. 한편, 고령층의 경우, 외관과 향에서는 율무와 메밀의 혼합비율이 2:1인 경우가 가장 높은 값을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 수분감에서는 율무와 메밀의 혼합비율이 2:1인 경우가, 씹힘성과 전체적인 기호도는 율무와 메밀의 혼합비율이 1:1일 경우 가장 우수한 평가를 받았다. 이에 따라 특화잡곡 간의 혼합비율은 전체적인 기호도가 가장 높은 비율로 선정하였으며, 그 결과 청소년을 위한 잡곡밥은 녹두와 백태의 혼합비율을 2:1로, 고령층을 위한 잡곡밥은 율무와 메밀의 혼합비율은 1:1로 결정하였으며, 선정된 청소년 및 고령층을 위한 잡곡밥의 최종 혼합비율은 Table 4에 나타내었다.

녹두는 지질의 과산화를 억제하며, 적은 양으로도 단백질

의 산화를 예방하는 효과가 있고(8), 여드름과 같은 피부 질환에도 효과가 있어 화장품 소재로도 많이 이용되고 있어(9), 녹두의 첨가는 청소년의 성장 및 피부 질환 예방에도 효과가 있을 것으로 판단된다. 대두의 한 종류인 백태는 단백질이 매우 풍부하며, 골다공증을 예방하고 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 주는 등의 다양한 생리활성과 항산화활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(10,11). 율무는 폐암 세포의 COX-2 발현을 억제하여 폐암 세포주의 증식을 예방한다고 알려져 있으며(23), 라디칼 소거능과 환원력, 철 이온과의 결합 능력이 우수하여 강한 항산화활성을 나타낼 뿐만 아니라 폴리페놀 함량이 높아 다양한 생리활성을 나타낸다(24).

Table 4. Recipe of mixed grain rice for adolescent and aged people (unit: g)

| Ingredients                 | Adolescent | Aged people |
|-----------------------------|------------|-------------|
| Milled rice                 | 54         | 63          |
| Brown rice                  | 6.48       | 3.6         |
| Soybean (SoRiTae)           | 6.48       | 3.6         |
| Proso millet                | 6.48       | 3.6         |
| Sorghum                     | 6.48       | 3.6         |
| Foxtail millet              | 6.48       | 3.6         |
| Barley                      | 0          | 3.6         |
| Mung bean/ Adlay            | 2.4        | 2.7         |
| Soybean (BacTae)/ Buckwheat | 1.2        | 2.7         |
| Total                       | 90         | 90          |

Table 5. Proximate composition of mixed grain rice for adolescent and aged people (%-dry basis)

| Proximate composition | Sample <sup>1)</sup>       |                         |                         |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                       | PR                         | MGA                     | MGAP                    |
| Moisture              | 12.66±0.5 <sup>2)a3)</sup> | 11.50±0.2 <sup>b</sup>  | 11.54±0.2 <sup>b</sup>  |
| Carbohydrate          | 79.54±0.2 <sup>a</sup>     | 74.01±0.9 <sup>c</sup>  | 76.67±0.4 <sup>b</sup>  |
| Crude protein         | 6.40±0.2 <sup>c</sup>      | 11.04±0.8 <sup>a</sup>  | 8.74±0.2 <sup>b</sup>   |
| Crude fat             | 1.00±0.2 <sup>c</sup>      | 2.74±0.0 <sup>a</sup>   | 2.27±0.1 <sup>b</sup>   |
| Crude ash             | 0.40±0.1 <sup>b</sup>      | 0.71±0.0 <sup>a</sup>   | 0.78±0.0 <sup>a</sup>   |
| Calories (kcal/90 g)  | 360.80±2.9 <sup>b</sup>    | 370.59±0.9 <sup>a</sup> | 368.70±0.9 <sup>a</sup> |

<sup>1)</sup>PR, polished rice; MGA, mixed grain rice for adolescent; MGAP, mixed grain rice for aged people.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means in a row with different letters are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

메밀은 루틴과 플라보노이드 함량이 풍부하고, 지질 과산화 예방, 항산화 및 혈압저하 효과를 가진다(25-27). 따라서 고령층 잡곡밥에 백태, 율무 및 메밀을 첨가함으로써 다양한 영양 공급뿐만 아니라 항산화 활성이 높은 기능성 성분의 섭취가 가능할 것으로 판단된다.

#### 청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 일반성분

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 일반성분은 Table 5와 같다. 칼로리의 경우 1인 분량 90 g을 기준으로 하여 청소년을 위한 잡곡밥(MGA)이 370.59 kcal로 가장 높은 값을 나타내었으며, 고령층을 위한 잡곡밥(MGAP) 368.70 kcal와

는 유의적인 차이는 없었으나 대조구로 사용된 백미(PR) 360.80 kcal에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 활동량이 많아 하루 에너지 소비량이 가장 많은 청소년에게 도움이 될 것으로 판단된다. 수분 함량은 PR이 12.66%로 MGA와 MGAP에 비해 유의적으로 높았으며, 조단백질, 조지방 함량은 MGA가 가장 높았다. 이는 곡류와 두류의 배합비율이 높을수록 밥의 수분함량이 감소하고, 곡류에 비해 두류의 조단백질 함량이 약 2~4배 높다고 보고한 Lim 등(28)의 연구 결과와 유사하였다. 즉 MGA에서의 높은 단백질 함량은 다른 곡류에 비해 단백질 함량이 높은 녹두와 백태로부터 기인하고, 높은 조지방 함량은 백태의 높은 지방 함량 때문인 것으로 판단된다(15). 조희분의 경우 MGAP에서의 함량이 백미의 약 두 배로 가장 높았으나 MGA와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났는데, 이는 잡곡의 높은 회분함량에 기인한 것으로 판단된다.

#### 청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 구성아미노산 함량

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 구성아미노산 함량은 Table 6과 같다. PB의 경우 필수아미노산 7종, 비필수아미노산 9종이 검출되었으며, MGA와 MGAP은 필수아미노산 7종, 비필수아미노산 10종이 검출되어, 각 시료 간 L-cysteine을 제외한 구성아미노산의 종류는 유사하였다. 총 구성아미노산은 MGA가 5,684.8 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 필수아미노산은 L-leucine이, 비필수아미노산은

Table 6. Amino acid contents of mixed grain rice for adolescent and aged people (mg%)

| Amino acid   | Sample <sup>1)</sup> |                            |                            |                            |
|--|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  | PR                   | MGA                        | MGAP                       |                            |
| Essential amino acid                                 | L-Threonine          | 216.2±4.1 <sup>2)c3)</sup> | 371.1±43.5 <sup>a</sup>    | 291.9±2.3 <sup>b</sup>     |
|  | L-Valine             | 374.5±2.4 <sup>c</sup>     | 557.3±54.8 <sup>a</sup>    | 454.3±3.8 <sup>b</sup>     |
|  | L-Methionine         | 112.7±2.1 <sup>b</sup>     | 157.1±5.7 <sup>a</sup>     | 148.7±7.6 <sup>a</sup>     |
|  | L-Isoleucine         | 268.8±3.4 <sup>c</sup>     | 460.7±56.6 <sup>a</sup>    | 356.2±1.6 <sup>b</sup>     |
|  | L-Leucine            | 450.4±5.4 <sup>c</sup>     | 844.4±60.5 <sup>a</sup>    | 680.2±1.8 <sup>b</sup>     |
|  | L-Phenylalanine      | 340.7±1.9 <sup>c</sup>     | 546.2±53.9 <sup>a</sup>    | 424.8±0.9 <sup>b</sup>     |
|  | L-Lysine             | 241.1±7.7 <sup>c</sup>     | 481.3±67.1 <sup>a</sup>    | 342.5±2.5 <sup>b</sup>     |
|  | L-Tryptophan         | ND <sup>6)</sup>           | ND                         | ND                         |
| Total essential amino acid                           |                      | 2,004.4±111.8 <sup>c</sup> | 3,418.1±207.8 <sup>a</sup> | 2,698.6±163.6 <sup>b</sup> |
| Non essential amino acid                             | L-Aspartic acid      | 569.5±2.7 <sup>c</sup>     | 990.6±132.0 <sup>a</sup>   | 761.8±0.3 <sup>b</sup>     |
|  | L-Serine             | 299.4±1.9 <sup>c</sup>     | 519.8±53.0 <sup>a</sup>    | 420.5±2.5 <sup>b</sup>     |
|  | L-Glutamic acid      | 1,077.1±9.6 <sup>c</sup>   | 1,921.5±173.9 <sup>a</sup> | 1,564.9±14.9 <sup>b</sup>  |
|  | L-Proline            | 381.4±30.8 <sup>c</sup>    | 750.8±67.1 <sup>a</sup>    | 575.8±5.4 <sup>b</sup>     |
|  | Glycine              | 279.9±4.0 <sup>c</sup>     | 415.0±52.1 <sup>a</sup>    | 349.9±1.1 <sup>b</sup>     |
|  | L-Alanine            | 333.7±1.4 <sup>c</sup>     | 618.6±32.8 <sup>a</sup>    | 502.6±3.0 <sup>b</sup>     |
|  | L-Cystine            | 60.5±0.8 <sup>ns7)</sup>   | 58.8±58.8                  | Tr <sup>8)</sup>           |
|  | L-Tyrosine           | 73.1±4.9 <sup>b</sup>      | 117.3±21.5 <sup>a</sup>    | 86.2±9.5 <sup>b</sup>      |
|  | L-Histidine          | 151.4±0.4 <sup>c</sup>     | 274.0±33.1 <sup>a</sup>    | 210.1±1.1 <sup>b</sup>     |
|  | L-Arginine           | 454.4±3.0 <sup>c</sup>     | 683.1±54.7 <sup>a</sup>    | 561.7±0.7 <sup>b</sup>     |
|  | L-Proline            | ND                         | ND                         | ND                         |
| Total non essential amino acid                       |                      | 3,680.4±296.9 <sup>c</sup> | 6,349.5±536.4 <sup>a</sup> | 5,033.5±440.5 <sup>b</sup> |
| Total amino acid                                     |                      | 5,684.8±236.6 <sup>c</sup> | 9,767.6±428.5 <sup>a</sup> | 7,732.1±350.3 <sup>b</sup> |
| Total EAA <sup>4)</sup> / Total AA <sup>5)</sup> (%) |                      | 35.26                      | 34.99                      | 34.90                      |

<sup>1)</sup>PR, polished rice; MGA, mixed grain rice for adolescent; MGAP, mixed grain rice for aged people.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means in a row with different letters are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup>Total EAA: Total essential amino acid. <sup>5)</sup>Total AA: Total amino acid. <sup>6)</sup>ND: Not detected. <sup>7)</sup>ns: Not significant. <sup>8)</sup>Tr: trace.

L-glutamic acid가 높은 함량을 차지하였다. PR, MGA 및 MGAP의 L-leucine 함량은 각각 450.4, 844.4 및 680.2 mg%로 혼합잡곡이 백미에 비해 높은 값을 나타내었다. L-Glutamic acid도 L-leucine 함량과 유사한 경향으로 혼합잡곡이 백미에 비해 높은 함량을 나타내었다. L-Leucine은 골격근에 있어 단백질의 합성을 촉진시키며(29), L-glutamic acid는 뇌에 있어 신경전달물질인 GABA의 생성을 촉진한다고 알려져 있다(30). 따라서 MGA의 높은 L-leucine 및 L-glutamic acid 함량은 급격한 성장과 학습량이 많은 청소년의 영양공급에 중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 한편, 필수아미노산 함량은 PR에 비해 MGA와 MGAP에서 높게 검출되었으나 전체 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 PR이 MGA와 MGAP보다 높은 것으로 확인되었다.

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 무기질 함량

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 무기질 함량은 Table 7과 같다. 총 9가지의 무기질이 검출되었으며, 칼슘과 인의 함량이 가장 높게 측정되었다. PR, MGA 및 MGAP의 칼슘 함량은 각각 228.72, 966.68 및 736.06 mg%로 나타나 백미에 비해 혼합잡곡의 칼슘함량이 매우 높음을 알 수 있었다. 인의 함량은 PR, MGA 및 MGAP에서 각각 131.82, 884.40 및 166.89 mg%가 검출되어, MGA의 인의 함량이 PR 또는 MGAP에 비해 매우 높음을 알 수 있었다. 이는 특화잡곡으로 첨가된 녹두와 백태의 높은 인 함량(15) 때문인 것으

Table 7. Mineral content of mixed grains for adolescent and aged people (mg%)

| Minerals | Sample <sup>1)</sup>        |                            |                           |
|----------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|          | PR                          | MGA                        | MGAP                      |
| Ca       | 43.41 ± 0.9 <sup>2)3)</sup> | 65.39 ± 1.1 <sup>a</sup>   | 67.50 ± 1.2 <sup>a</sup>  |
| Cu       | 0.24 ± 0.0 <sup>b</sup>     | 0.28 ± 0.0 <sup>a</sup>    | 0.21 ± 0.0 <sup>c</sup>   |
| Fe       | 0.78 ± 0.0 <sup>b</sup>     | 0.83 ± 0.0 <sup>a</sup>    | 0.35 ± 0.0 <sup>c</sup>   |
| K        | 228.72 ± 4.7 <sup>c</sup>   | 966.68 ± 10.4 <sup>a</sup> | 736.06 ± 1.8 <sup>b</sup> |
| Mg       | 35.29 ± 0.7 <sup>c</sup>    | 133.82 ± 1.4 <sup>a</sup>  | 127.40 ± 0.7 <sup>b</sup> |
| Mn       | 1.68 ± 0.0 <sup>b</sup>     | 1.80 ± 0.0 <sup>a</sup>    | 1.52 ± 0.0 <sup>c</sup>   |
| Na       | 3.82 ± 0.0 <sup>a</sup>     | 3.23 ± 0.0 <sup>b</sup>    | 2.24 ± 0.0 <sup>c</sup>   |
| P        | 131.82 ± 0.5 <sup>c</sup>   | 884.40 ± 0.9 <sup>a</sup>  | 166.89 ± 1.2 <sup>b</sup> |
| Zn       | 2.38 ± 0.0 <sup>c</sup>     | 2.78 ± 0.0 <sup>b</sup>    | 2.89 ± 0.0 <sup>a</sup>   |

<sup>1)</sup>PR, polished rice; MGA, mixed grain rice for adolescent; MGAP, mixed grain rice for aged people.

<sup>2)</sup>Mean ± SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means in a row with different letters are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

로 판단된다. 혼합잡곡의 경우, 백미에 비해 칼슘의 함량이 유의적으로 높게 검출되어 청소년기의 뼈성장과 고령층의 골다공증 예방에 도움을 줄 것으로 기대된다. 마그네슘의 함량도 칼슘과 마찬가지로 혼합잡곡이 백미에 비해 높은 함량을 나타내었으며, MGA에서 133.82 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 마그네슘은 스트레스를 완화시키고 콜라겐 합성에 관여하는 것으로 나타나(31), MGA 섭취는 학습으로 인해 스트레스가 많은 청소년에게 효과적인 것으로 판단된다.

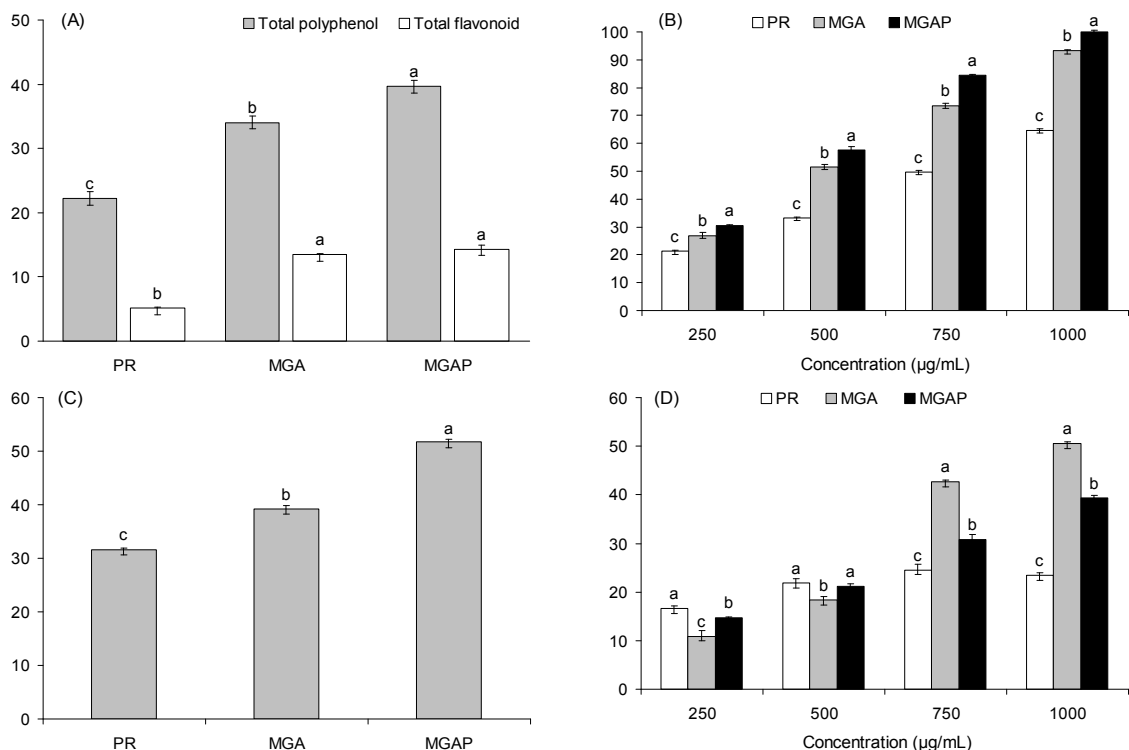


Fig. 1. Functional activity of mixed grains for adolescent and aged people. (A) Total polyphenol and flavonoid contents, (B) DPPH radical scavenging activity, (C) ABTS radical scavenging activity, (D) Hydroxyl radical scavenging activity. PR, polished rice; MGA, mixed grain rice for adolescent; MGAP, mixed grain rice for aged people. Bars followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test.

### 청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 기능성

청소년 및 고령층을 위한 혼합잡곡의 기능성은 Fig. 1에 나타내었다. 항산화활성과 관련이 깊은 총 폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량은 MGAP가 가장 높게 나타났으며, PR이 낮은 값을 나타내었다. 특히 PR의 플라보노이드 함량은 5.14 mgQE/g으로 MGA, MGAP에 비해 현저히 낮게 나타났는데, 이는 백미가 백색인 반면, 잡곡은 껍질에 함유된 천연 색소가 다양하게 존재하기 때문인 것으로 판단된다.

PR 및 MGA, MGAP 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 농도에 따라 분석한 결과 모든 농도에서 MGAP가 높은 수준을 나타내었으며, 특히 1,000 µg/mL 농도에서는 대부분의 DPPH 라디칼이 소거되는 활성을 보였다. 반면, 같은 농도의 PR에서는 64.67%로 나타나 MGA, MGAP에 비해 낮은 라디칼 소거효과를 나타내었다. 이는 밥의 종류에 따른 비타민 E의 함량을 측정된 결과, 콩밥과 잡곡밥의 비타민 E가 쌀밥보다 높게 측정되었다고 보고한 Kim 등(32)의 연구결과 및 천연 항산화제로써 각종 성인병의 예방효과가 뛰어난 것으로 검증된 비타민 E의 다양한 연구결과와 깊은 관련성이 있을 것으로 판단된다.

ABTS 라디칼 소거능은 5,000 µg/mL 농도에서 MGAP가 약 50%로 가장 높은 활성을 보였다. 이는 DPPH 라디칼 소거능보다 낮은 활성이었으나 메탄올과 같은 지용성 용매를 사용하는 DPPH 분석법과 수용성 용액을 용매로 사용하는 ABTS 분석법의 차이 때문인 것으로 사료된다. 즉 DPPH 분석법보다 ABTS 분석법이 낮게 나타난 것은 각각의 혼합잡곡에 수용성 성분보다 폴리페놀류와 같은 지용성 성분이 많이 함유되어 있음을 추측할 수 있었다.

PR 및 MGA, MGAP의 hydroxyl 라디칼 소거능을 농도별로 측정된 결과, 750 µg/mL 이상의 농도에서는 MGA가 MGAP와 PR보다 유의적으로 높았으며, 특히 PR보다는 2배 이상 높은 소거능을 보였다. 반면 500 µg/mL 이하의 농도에서는 오히려 MGA 및 MGAP의 hydroxyl 라디칼 소거능보다 PR의 라디칼 소거능이 더 높게 나타나 상이한 결과를 보였으며, 농도가 높아질수록 MGA 및 MGAP의 항산화활성이 더욱 우수한 것을 알 수 있었다.

이상의 결과 hydroxyl 라디칼 소거능을 제외한 모든 측정 항목에서 MGAP는 가장 높은 활성을 지니고 있는 것으로 나타났다. 이는 노화의 진행으로 인해 충분한 영양 공급이 필요한 고령층에게 여러 가지 질병 예방은 물론, 노화를 방지하는 데에도 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

### 요 약

본 연구는 청소년과 고령층을 대상으로 기호성이 높은 잡곡밥 혼합비율을 설정하고, 영양성과 기능성을 평가하였다. 청소년과 고령층을 대상으로 잡곡 혼합비율에 따른 잡곡밥의 기호도를 측정된 결과, 청소년층을 위한 혼합잡곡(MGA)

은 40% 잡곡 첨가군을, 고령층을 위한 혼합잡곡(MGAP)은 소화흡수율과 기호도를 고려하여 30% 잡곡 첨가군을 선정하였다. 또한 청소년 및 고령층의 전체 잡곡 중 특화잡곡 혼합 비율은 전체적 기호도가 가장 높은 10%와 20%로 각각 선정하였다. 특화잡곡 간의 비율은 전체적인 기호도가 가장 높은 혼합비율로 선정하였으며, 그 결과 MGA는 녹두와 백태의 혼합비율을 2:1로, MGAP는 울무와 메밀의 혼합비율은 1:1로 결정하였다. 혼합잡곡의 영양성 및 기능성을 평가한 결과, MGA에서 칼로리 및 조단백질, 조지방 함량이 가장 높게 나타났으며, 필수아미노산 함량 또한 다양하게 존재하였고, 무기질의 함량도 백미(PR) 및 MGAP에 비해 다량 함유되어 있음을 확인하였다. 반면 기능성과 관련된 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 MGAP에서 가장 높았으며, hydroxyl 라디칼 소거능을 제외한 나머지 라디칼 소거능 또한 MGAP에서 가장 높게 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 2012년도 농촌진흥청 특화작목연구개발과제 연구비 지원에 의하여 수행된 연구내용의 일부로써 이에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Jang HL, Im HJ, Lee Y, Kim KW, Yoon KY. 2012. A survey on the preferences and recognition of multigrain rice by adding grains and legumes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 853-860.
2. Fontaville AM, Rizkalla SW, Penforis A, Acosta M, Bornet FR, Slama G. 1992. The use of low glycemia index foods improves metabolic control of diabetic patients over five weeks. *Diabet Med* 9: 445-450.
3. Juliano BO, Bechtel DE. 1985. *The rice grain and its gross composition, in rice, chemistry and technology*. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 17-58.
4. Jeong SY, Park MJ, Lee SY. 2011. Quality characteristics of brown rice *Jeung-pyun*. *Korean J Food Culture* 26: 86-93.
5. Ha YD, Lee SP. 2001. Characteristics of proteins in Italian millet, sorghum and common millet. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 187-192.
6. Son BK, Kim JY, Lee SS. 2007. Effect of adlay, buckwheat and barley on lipid metabolism and aorta histopathology in rats fed an obesogenic diet. *Ann Nutr Metab* 52: 181-187.
7. Kim SO, Yun SJ, Jung B, Lee E, Hahm DH, Shim I, Lee HJ. 2004. Hypolipidemic effects of crude extract of adlay seed (*Coix lachryma-jobi* var. *mayuen*) in obesity rat fed high fat diet: relations of TNF- $\alpha$  and leptin mRNA expressions and serum lipid levels. *Life Sci* 75: 1391-1404.
8. Duh PD, Du PC, Yen GC. 1999. Action of methanolic extract of mung bean hulls as inhibitors of lipid peroxidation and non-lipid oxidative damage. *Food Chem Toxicol* 37: 1055-1061.
9. Imm JY, Kim SJ. 2010. Anti-cancer and anti-inflammatory effects of mung bean and soybean extracts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 755-761.



10. Arjmandi BH, Alekel L, Hollis BW, Amin D, Stacewicz-Sapuntzakis M, Guo P, Kukreja SC. 1996. Dietary soybean protein prevents bone loss in an ovariectomized rat model of osteoporosis. *J Nutr* 126: 161-167.
11. Sugano M, Goto S, Yamada Y, Yoshida K, Hashimoto Y, Matsuo T, Kimoto M. 1990. Cholesterol-lowering activity of various undigested fractions of soybean protein in rats. *J Nutr* 120: 977-985.
12. 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.
13. Kim YS, Lee GC. 2006. A Survey on the consumption and satisfaction degree of the cooked rice mixed with multi-grain in Seoul·Kyeonggi and Kangwon area. *Korean J Food Culture* 21: 661-669.
14. Ahn GW, Kang TW, Jeong JH, Jo BK. 2004. Clinical studies on the anti-irritation effects of mung bean (*Phaseolus aureus*) extract in cosmetics. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 30: 23-28.
15. RDA. 2011. *Food composition table*. 8th revision. Rural Development Administration, Korea.
16. Hugli TE, Moore S. 1972. Determination of the tryptophan content of proteins by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysates. *J Biol Chem* 247: 2828-2834.
17. Hong JY, Nam HS, Yoon KY, Shin SR. 2012. Physicochemical properties and nutritional components of fermented black jujube. *Korean J Food Preserv* 19: 243-248.
18. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 151-178.
19. Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
20. Blois MS. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
21. Lee JS, Han GC, Han GP, Nobuyuki K. 2007. The antioxidant activity and total polyphenol contents of *Cudrania tricuspidata*. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 696-702.
22. Gutteridge JM. 1984. Reactivity of hydroxyl and hydroxyl-like radicals discriminated by release of thiobarbituric acid-reactive material from deoxy sugars, nucleosides and benzoate. *Biochem J* 224: 761-767.
23. Hung WC, Chang HC. 2003. Methanolic extract of adlay seed suppresses COX-2 expression of human lung cancer cells via inhibition of gene transcription. *J Agric Food Chem* 51: 7333-7337.
24. Tseng YH, Yang JH, Chang HL, Lee YL, Mau JL. 2006. Antioxidant properties of methanolic extracts from monascal adlay. *Food Chem* 97: 375-381.
25. Ma MS, Bae IY, Lee HG, Yang CB. 2006. Purification and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Food Chem* 96: 36-42.
26. Holasova M, Fiedlerova V, Smrcinova H, Orsak M, Lachman J, Vavreinova S. 2002. Buckwheat—the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Res Int* 35: 207-211.
27. Jiang P, Burczynski F, Campbell C, Pierce G, Austria JA, Briggs CJ. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Res Int* 40: 356-364.
28. Lim S, 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.
29. Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR, Jefferson LS. 2001. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *J Nutr* 131: 856S-860S.
30. Roberts E, Frankel S. 1950.  $\gamma$ -Aminobutyric acid in brain: its formation from glutamic acid. *J Biol Chem* 187: 55-63.
31. Shivakumar K, Kumar BP. 1997. Magnesium deficiency enhances oxidative stress and collagen synthesis *in vivo* in the aorta of rats. *Int J Biochem Cell Biol* 29: 1273-1278.
32. Kim Y, Park S, Lee YS, Jung H, Koh K, Kim HS. 2005. Determination of tocopherol and tocotrienol contents in rice cooked with various cereals. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1289-1292.

(2012년 8월 16일 접수; 2012년 12월 12일 채택)