

## 발아 벼 부위별 추출물의 항산화활성과 Angiotensin Converting Enzyme I 저해활성

김현영<sup>1</sup> · 황인국<sup>2</sup> · 김태명<sup>3</sup> · 박동식<sup>2</sup> · 김재현<sup>2</sup> · 김대중<sup>3</sup> · 이준수<sup>1</sup> · 정현상<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품공학과  
<sup>2</sup>국립농업과학원 농식품부  
<sup>3</sup>충북대학교 수의학과

### Antioxidant and Angiotensin Converting Enzyme I Inhibitory Activity on Different Parts of Germinated Rough Rice

Hyun Young Kim<sup>1</sup>, In Guk Hwang<sup>2</sup>, Tae Myoung Kim<sup>3</sup>, Dong Sik Park<sup>2</sup>,  
Jae Hyun Kim<sup>2</sup>, Dae Joong Kim<sup>3</sup>, Junsoo Lee<sup>1</sup>, and Heon Sang Jeong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Agrofood Resources, NAAS, RDA, Gyeonggi 441-857, Korea

<sup>3</sup>College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

#### Abstract

We investigated the changes in antioxidant and angiotensin converting enzyme I (ACE) inhibitory activity in different parts of 'Ilpum' (*Oryza sativa* L.) rough rice before and after germination. Rough rice, either before or after germination, were separated into hull, brown rice, or sprout, and then extracted with distilled water and 70% ethanol. After germination, the total polyphenol contents of the distilled water extract of the brown rice was higher than before germination (5.84 and 1.67 mg/g, respectively). The DPPH radical scavenging activity on the unseparated rough rice ethanol extract increased from 22.95% before germination to 31.32% after germination, but it decreased in both the hull and brown rice extracts. The ABTS radical scavenging activity was highest in the sprout extract with a value of 4.41 mg AA eq/g. The reducing power of the brown rice ethanol extract increased from 0.32 before germination to 0.45 after germination. The ACE inhibitory activity of the in hull ethanol extract increased after germination. These results indicate that antioxidant capacity increases in the hull and sprout after germination could be considered having significant health benefits.

**Key words:** rough rice, germination, ACE inhibitory activity, antioxidant activity, reducing power

#### 서 론

최근 건강에 대한 인식이 높아짐에 따라 식생활이 건강에 미치는 영향에 대한 관심 또한 높아져 여러 형태의 건강식품에 대한 수요가 증가하고 특히 주식으로 하는 쌀과 발아종자를 대체 건강식품으로 전환시키는 연구가 많이 진행되고 있다(1). 곡물의 배유 부분에는 전분이 저장되어 있고 외피 부분에는 비타민 및 무기질 등의 영양성분이 함유되어 있다. 외피 부분에는 외부로부터 산화와 영양분 손실 등을 방지할 수 있는 항산화 물질도 어느 정도 함유되어 있다. 왕겨에 함유된 항산화 성분으로는 flavonoid, cyanidin, phytic acid 및 ferulic acid 등이 알려져 있으며(2), 주된 항산화 성분으로는 c-glycosyl flavonoid인 isovitexin이라 하였다(3). 또한 미강에는 식이섬유가 대부분이며 혈중 콜레스테롤 저하효과, 항산화 효과 및 혈압상승 억제효과가 우수하고(4) 특히 항산화활성 등 생리활성이 우수한 tocopherol, phytic acid,

phenolic acid, oryzanol 및 ferulic acid 등을 함유하고 있다는 연구결과가 보고되기도 하였다(5).

일반적으로 식물종자는 발아가 진행됨에 따라 생리활성이 증가되고 성분변화가 일어나기 때문에(6,7) 발아 전에는 적거나 없던 물질이 증가하거나 새롭게 나타나게 된다. 따라서 발아에 의한 영양소 및 생리활성 물질의 함량을 증가시키기 위한 연구들이 곡류(8) 및 두류(9)를 중심으로 활발하게 진행되어 왔다. 현미의 경우 발아 정도에 따른 비만억제 활성 변화(10) 및 항산화 활성(11) 등에 대한 연구가 진행되었으며, 벼 자체를 발아시킨 연구는 한국산 발아 벼 추출물의 여러 가지 암세포주의 증식억제에 대한 연구(12,13)와 발아 맥류의 화학성분 변화(14)에 대한 연구들이 진행되었다.

이와 같이 종자의 기능성을 향상시키기 위하여 발아처리 공정을 많이 적용하고 있지만 대부분 발아 전곡을 대상으로 성분변화 및 생리활성 등의 연구로 진행되었을 뿐 발아 후 종자의 부위별 생리활성의 변화를 살펴본 연구는 전무한 실

\*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

정이다. 따라서 본 연구에서는 벼를 발아시킨 후 부위별(왕겨, 현미 및 싹)로 분리하고 추출용매에 따른 몇 가지 생리활성을 비교 검토하여 발아에 따른 변화를 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 발아

본 실험에 사용된 벼는 농촌진흥청에서 2009년 재배 생산된 일반 벼 품종인 일품 벼를 분양받아 실험에 사용하였다. 발아는 Kim 등(12)의 방법에 따라 일품 벼 500 g을 20°C의 물로 수세하고 3일간 침지시킨 다음 발아기(TP-CB 400, EZIONE Inc., Beijing, China)로 발아시켰다. 발아 온도는 37°C, 습도는 85%로 유지시키면서 48시간 동안 발아시켰으며, 발아된 싹의 길이가 1~1.5 cm 정도 된 후 발아를 정지시키고 싹을 분리한 후 50°C의 건조기(WFO-459PD, EYELA, Tokyo, Japan)에서 2일 동안 건조시켰다.

### 부위별 분리

발아 전과 후의 벼는 왕겨(hull), 현미(brown rice) 및 싹(sprout)으로 나누어 분리하였다. 발아 후 싹은 손으로 배아가 포함되도록 분리하였으며, 나머지 벼는 건조시킨 다음 도정기(model MC-90A, Wakayama Co. Ltd., Wakayama, Japan)를 사용하여 왕겨와 현미로 분리하였고, 발아시키지 않은 벼 역시 왕겨 및 현미층 도정기를 이용해 분리하여 80 mesh로 분쇄(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Zurich, Swiss)하여 시료로 사용하였다.

### 추출물 제조

발아 전후 부위별 함유된 유용성분을 물과 70% ethanol로 추출하였다. 물 추출물은 시료 10 g에 증류수 500 mL을 가한 후 80°C에서 1시간 동안 3회 교반추출(250 rpm) 후 3,500 rpm으로 원심분리 하여 상등액을 회전진공농축기(N-1000, EYELA)로 농축하여 동결건조(FD-5508, Ilshin Lab Co., Seoul, Korea) 하였다. 또한 에탄올 추출물은 시료 10 g에 70% ethanol 500 mL을 가하고 80°C에서 3시간 동안 3회 환류추출 한 후 감압 여과하여 불용성 물질을 제거하였다. 여과된 추출물은 회전진공농축기로 농축하여 용매를 완전히 제거한 다음 동결건조 하여 추출물로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 측정

각 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Velioglu 등(15)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 측정하였다. 즉, 2 mg/mL 농도의 추출물 100  $\mu$ L에 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치한 다음 50% Folin-Ciocalteu reagent 100  $\mu$ L를 가하였다. 실온에서 30분 방치 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 tannic acid (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 5, 10, 25 및 50 배로 희석하여 사용하였으며, 검량선 작성

후 총 폴리페놀 함량은 시료 1 g 중의 mg tannic acid로 나타내었다.

### DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능 측정

각 추출물의 DPPH(Sigma Aldrich)에 의한 라디칼 소거능(electron donating ability, EDA)은 Tepe 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 0.2 mM DPPH 용액(ethanolic solution) 0.8 mL에 2.0 mg/mL 농도의 추출액 0.2 mL를 첨가한 후 실온에서 30분 방치하여 520 nm에서 흡광도 감소치를 측정하였다. 이때 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

### ABTS 라디칼 소거능에 의한 총 항산화력

총 항산화력은 ABTS cation decolorization assay 방법(17)에 의하여 측정하였다. 7.4 mM 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS, Sigma Aldrich)와 2.6 mM potassium persulphate을 하루 동안 암소에서 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4가 되도록 물 흡광계수( $\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ )를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50  $\mu$ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 60분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 동량 첨가하였고, 총 항산화력은 AEAC(L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, mg AA eq/g)로 표현하였다.

### 환원력 측정

환원력은 Mau 등(18)의 방법에 의해 측정하였다. 추출물 250  $\mu$ L에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250  $\mu$ L, 1% potassium ferricyanide( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) 250  $\mu$ L를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid( $\text{CCl}_3\text{COOH}$ , w/v) 250  $\mu$ L를 가하였다. 위 반응액을 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상등액 500  $\mu$ L에 증류수 500  $\mu$ L를 혼합하고, 0.1% ferric chloride( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 100  $\mu$ L를 가하여 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다.

### Angiotensin converting enzyme I (ACE) 저해활성 측정

각각의 추출물에 대한 ACE 저해활성은 Kwon 등(19)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 100  $\mu$ L에 0.1 mU ACE 정제효소액 80  $\mu$ L와 5 mM HHL(Hippuryl-His-Leu) 기질 100  $\mu$ L를 가한 다음 37°C에서 60분 방치한 다음 1 M HCl 250  $\mu$ L를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응시료는 0.45  $\mu$ m syringe filters(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 HPLC(Younglin, Acome 9000 system, Anyang, Korea)로 분석하였다. 칼럼은 Nova-Pak<sup>®</sup> C<sub>18</sub>(3.9 mm $\times$ 150 mm, 4  $\mu$ m, Waters Corp., Milford, MA, USA), 이동상은 A를 10 mM

phosphoric acid(pH 2.5), B를 methanol로 사용하여 A:B의 초기비율을 100:0으로 시작하여 8분에 40:60, 13분에 0:100, 18분에 100:0의 비율로 단계적인 gradient system을 사용하였다. Flow rate는 0.8 mL/min로, injection volume은 20 µL, detector는 UV-detector(228 nm)를 사용하였다.

**통계분석**

통계분석은 SPSS(Statistical package for the social science, Ver 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하였으며 2-sample Student's *t*-test로 발아 전과 후의 유의차를 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**총 폴리페놀 함량**

발아 전과 후에 대한 벼의 부위별 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 발아 전보다 발아 후에 증가하였다. 발아 후 싹을 제외한 모든 시료에서 에탄올(B)보다 열수 추출물(A)에서 폴리페놀 함량이 높게 나타났으며, 가장 많은 폴리페놀 함량을 나타낸 발아 벼 싹은 열수

및 에탄올 추출물에서 각각 8.22 및 11.23 mg/g이었다. 열수 추출물 중 현미에서 발아 전과 후에 각각 1.67 및 5.84 mg/g으로 발아 후 유의적으로 증가하였으며, 전곡(벼)도 발아 전과 후에 각각 1.86 및 5.76 mg/g으로 발아 후 증가하였다( $p < 0.01$ ). 에탄올 추출물에서는 발아 후 전곡, 왕겨 및 현미가 각각 2.10, 3.76 및 1.93 mg/g으로 발아 전보다 약간 증가하였지만 유의차는 없었다. Kong 등(20)의 연구에 따르면 벼를 현미와 백미로 분류하여 폴리페놀 함량을 측정된 결과 각 품종의 백미보다 현미의 폴리페놀 함량이 높다 하였으며, 또한 콩나물 콩의 발아 부위별 카르니틴 함량을 분석한 결과 발아부위에 따라 차이가 있다 하였는데(21) 본 연구에서도 발아 시 벼 부위별로 폴리페놀 함량이 다르게 나타났다.

**DPPH 라디칼 소거능**

발아 전과 후의 부위별 시료에 대한 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 각각의 항산화 활성은 시료 2 mg/mL의 농도에서 측정된 것으로 열수보다 에탄올추출물이 높게 나타났으며, 왕겨 에탄올추출물이 발아 전과 후에 각각 70.59 및 54.18%로 높게 나타났다. 또한 벼 에탄올추출물에서는 발아 전 22.95에서 발아 후 31.32%로 증가하였지만 유의차는 없었다. 발아 후 싹은 22.68%의 라디칼 소거능

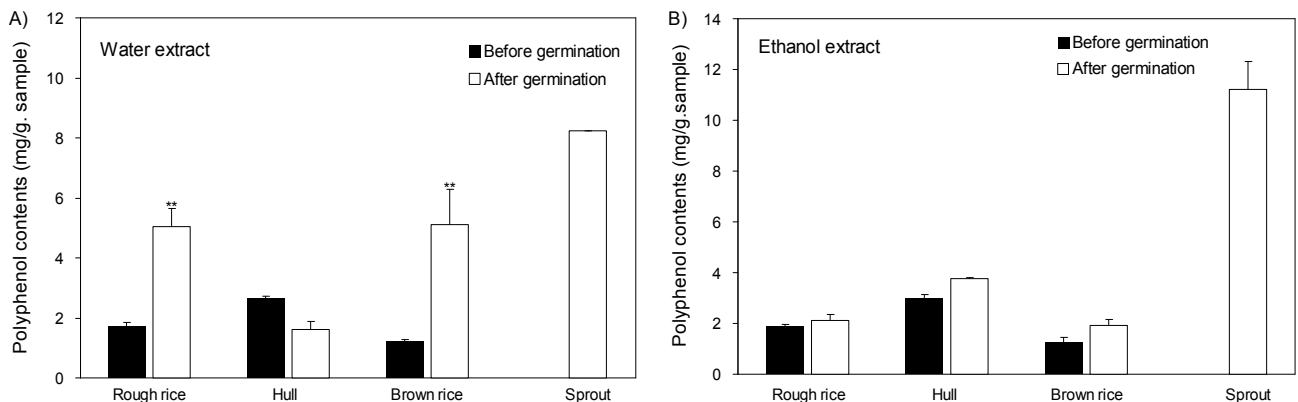


Fig. 1. Changes of polyphenol content in different parts of rough rice before and after germination. \*\* $p < 0.01$ ; Significantly different by Student's *t*-test between before and after germination.

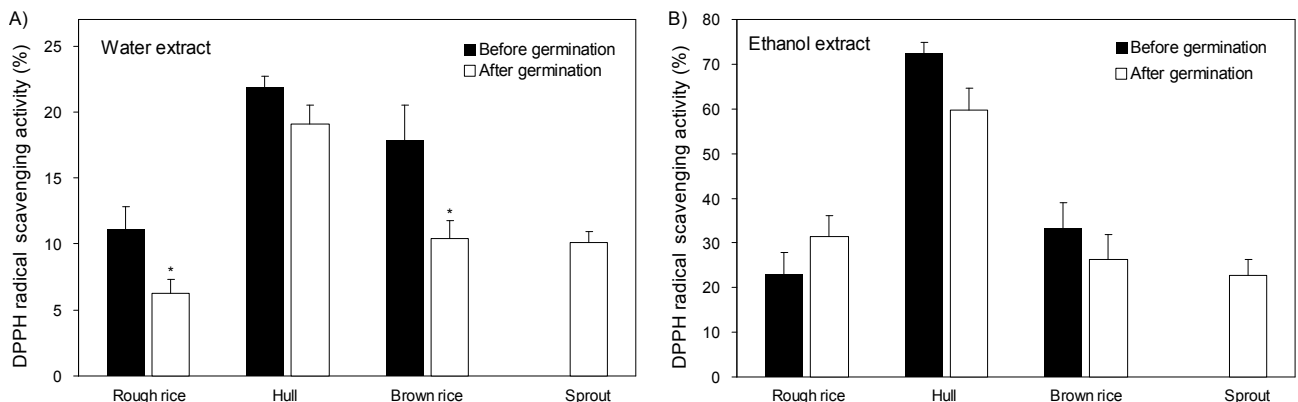


Fig. 2. Changes of DPPH radical scavenging activities (%) in different parts of rough rice before and after germination. Sample concentrations: 2.0 mg/mL. \* $p < 0.05$ ; Significantly different by Student's *t*-test between before and after germination.

을 나타내었다. 반면 열수추출물에서는 발아 후 모든 부위에서 라디칼 소거능이 감소하는 경향을 나타내었는데 왕겨는 발아 전 21.87에서 발아 후 19.07%로 약간 감소하였고( $p < 0.05$ ), 현미는 발아 전과 후에 각각 17.79 및 10.10%로 크게 감소하는 것으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), 발아 후 싹은 10.14%의 라디칼 소거능을 나타내어 에탄올추출물보다 약간 낮은 활성을 나타내었다. 흑미의 도정분획 메탄올추출물의 항산화 성분 및 항산화효과를 연구(22)한 보고에 따르면 흑미를 미강, 배유 및 현미로 각각 분리하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과 미강층이 다른 층보다 DPPH 라디칼 소거능이 우수하다 하였는데 본 연구와 유사한 결과이었다. Lee 등(7)의 연구에 의하면 고아미, 큰눈 및 흑광벼를 발아시킨 후 에탄올추출물의 DPPH 라디칼소거능이 증가한다고 보고하였는데 본 연구에서는 발아벼 에탄올추출물에서는 유사한 경향을 나타내었지만 왕겨층과 현미에서는 발아 후 감소하였고 싹 부분은 증가하여 항산화성분이 싹 부위에 많이 함유되어 있는 것으로 추정되었다.

#### ABTS 라디칼 소거능에 의한 총 항산화력

각 부위별 시료 추출물의 총 항산화력을 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능과 유사하게 전반적으로 열수보다 에탄올추출물의 항산화 활성이 높게 나타났다. 에탄올추출물(B)에서는 발아 벼 싹의 총 항산화력이 4.40 mg AA eq/g으로 가장 높게 나타났으며, 벼, 왕겨 및 현미의 발아 전후 총 항산화력의 변화는 작았다. 왕겨에서는 발아 전후 각각 1.98 및 2.01 mg AA eq/g으로 나타났고, 현미에서는 발아 전 0.69에서 발아 후 0.82 mg AA eq/g으로 약간의 증가를 나타내었다. 또한 열수추출물(A)에서 발아 전 벼의 총 항산화력은 0.54 mg AA eq/g이었지만 발아 후 1.21 mg AA eq/g으로 증가하였으며( $p < 0.01$ ), 발아 벼 싹은 0.79 mg AA eq/g이었다. Kang 등(11)의 연구에 의하면 현미의 발아 정도에 따라 항산화활성 변화를 볼 수 있었으며, 땅콩나물의 잎, 줄기 및 뿌리의 부위별 추출물에 대한 ABTS 라디칼소거능이 각 부위별로 다양한 활성을 나타낸다고 보

고하였다(23). 본 연구에서도 발아 후 각 부위별로 다양한 항산화 활성을 나타내었으며 추출용매에 따라서도 다양하게 나타났다. Kong 등(22)의 연구에서도 흑미의 도정분획 메탄올 추출물중 현미 및 배유보다 미강에서 총 항산화력이 높게 나타났다고 보고하였는데 이러한 결과는 미강에 항산화물질인 tocopherol 함량이 높기 때문이라 하였다.

#### 환원력

각 부위별 시료 추출물의 환원력을 측정된 결과 열수추출물보다 에탄올추출물이 높게 나타났다(Fig. 4). 열수추출물(A)에서는 발아 전 부위별 시료가 대부분 높은 환원력을 나타내었으나 에탄올추출물(B)에서는 왕겨와 현미에서 발아 전보다 발아 후가 높았다. 왕겨에서는 발아 전 0.18에서 발아 후 0.22로 약간의 증가를 보였으며, 현미에서는 발아 전 0.32에서 발아 후 0.45으로 증가하였다( $p < 0.01$ ). 또한 싹의 경우 열수추출물(A)에서는 0.07로 낮게 나타났으나 에탄올추출물(B)에서는 0.21로 나타났다. 이렇게 에탄올 추출물의 환원력이 더 높게 측정되는 이유는 수소공여능에 의한 환원력으로 자유라디칼과 반응하여 페놀화합물을 환원시킬 수 있는 물질이 더 많이 추출되어 나오기 때문인 것으로 생각된다(24).

#### ACE 저해활성

각 부위별 시료 추출물의 ACE 저해 활성을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 각각의 저해활성은 시료 2 mg/mL의 농도에서 측정된 것으로 추출용매와 상관없이 왕겨층에서 ACE 저해활성이 높게 나타났다. 열수추출물(A)에서는 발아 벼 싹에서 24.86%를 나타내었으며, 발아 벼 왕겨는 22.23%의 저해활성을 나타내었다. 또한 에탄올추출물(B)의 경우 발아 벼 싹은 7.40%로 열수추출물보다 낮은 활성을 보였으며, 벼의 경우 발아 전에는 활성이 없었으나 발아 후에는 10.28%의 ACE 저해활성이 나타났다. ACE 저해제는 ACE의 작용을 저해함으로써 신장혈관을 확장시켜 sodium의 배설을 촉진함으로써 혈압을 낮추어 주는 역할을 한다(25). 따라서 발아 벼 싹의 경우 혈압을 낮추어주는 물질이 발아 시 증가한

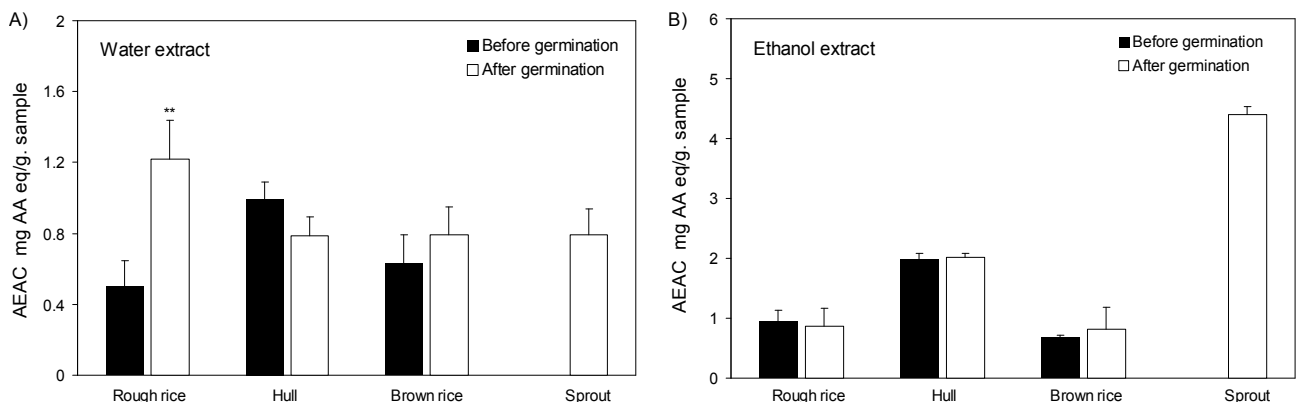


Fig. 3. Changes of ABTS radical scavenging activities in different parts of rough rice before and after germination. \*\* $p < 0.01$ ; Significantly different by Student's *t*-test between before and after germination.

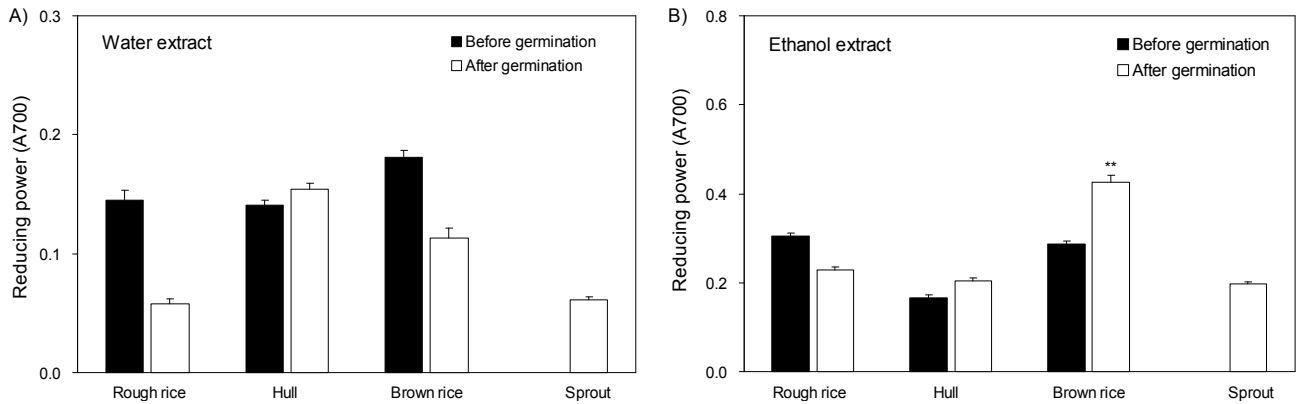


Fig. 4. Changes of reducing power in different parts of rough rice before and after germination. Sample concentrations: 5.0 mg/mL. \*\*p<0.01; Significantly different by Student's *t*-test between before and after germination.

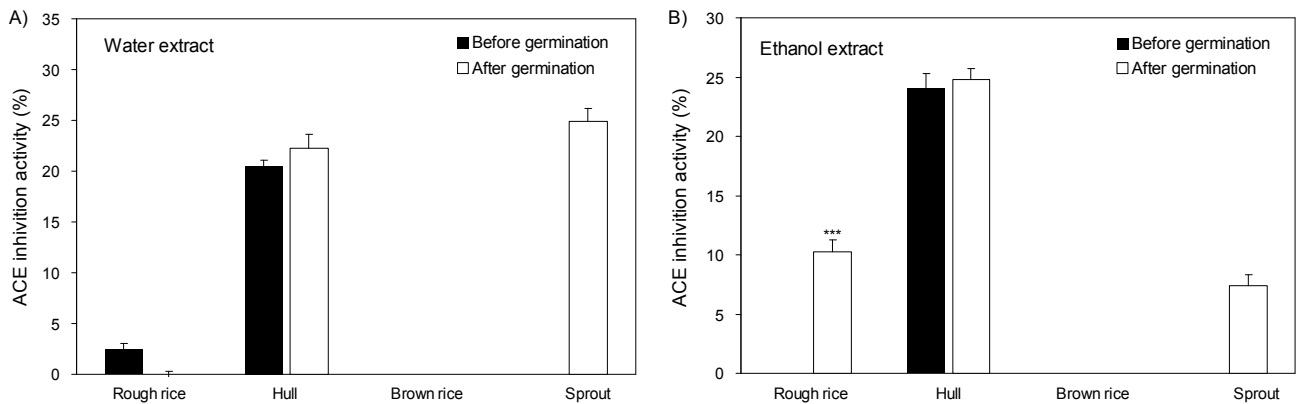


Fig. 5. Changes of ACE inhibitory activity in different parts of rough rice before and after germination. Sample concentrations: 2.0 mg/mL. \*\*\*p<0.001; Significantly different by Student's *t*-test between before and after germination.

것으로 판단되며, 추후 어떠한 성분이 증가되었는지에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

한국산 벼의 발아 전과 후의 부위별 및 추출용매별 항산화 성분 및 활성변화를 살펴보았다. 발아 전과 후의 벼를 왕겨, 현미 및 싹으로 분리하고 각각 열수 및 70% 에탄올을 이용하여 추출하였다. 총 폴리페놀 함량은 현미 물추출물에서 발아 전 1.67에서 발아 후 5.84 mg/g으로 증가하였으며, DPPH 라디칼소거능은 벼 에탄올추출물에서 발아 전 22.95%에서 발아 후 31.32%로 증가하였지만 왕겨와 현미 부분에서는 발아 후 감소하였다. 총 항산화력은 에탄올추출물에서 발아 전과 후에 큰 차이를 보이지 않았으나 싹 부분에서는 4.41 mg AA eq/g으로 높게 나타났다. 환원력은 에탄올 추출물 현미에서 발아 전 0.32에서 발아 후 0.45로 증가하였다. ACE 저해활성은 왕겨에서 가장 높았으며 발아 후 증가하였다. 본 연구결과 발아 시 항산화활성이 증가하는 원인에 대한 추후 연구가 필요하다 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 아젠다과제(과제번호: 200901AFT 143782462) 예산으로 추진된 연구의 일부로서 연구비를 지원해 주신 농촌진흥청에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Kang MY, Lee YR, Nam SH. 2003. Characterization of the germinated rices to examine an application potentials as functional rice processed foods. *J Korean Food Sci Technol* 35: 696-701.
2. Ramarathnam N, Osawa T, Namiki M, Tashiro T. 1986. Studied on the relationship between antioxidative activity of rice hull and germination ability of rice seeds. *J Sci Food Agric* 37: 719-726.
3. Ramarathnam N, Osawa T, Namiki M, Kawakishi S. 1989. Chemical studies on novel rice hull antioxidants. 2. Identification of isovitexin, a c-glycosyl flavonoid. *J Agric Food Chem* 37: 316-319.
4. Saunder RM. 1990. The properties of rice bran as a food stuff. *CFW* 35: 632-636.
5. Andreason MF, Christensen LP, Meyer AS, Hansen A. 2000. Release of hydrodynamic and hydrobenzoic acid in rye by commercial plant cell degrading enzyme preparation. *J*

- Sci Food Agric* 79: 411-413.
6. Lee YR, Woo KS, Kim KJ, Son JR, Jeong HS. 2007. Antioxidant activities of ethanol extracts from germinated specialty rough rice. *Food Sci Biotechnol* 16: 765-770.
  7. 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.
  8. Choi YM, Jeon GU, Kong SH, Lee JS. 2009. Changes in GABA content of selected specialty rice after germination. *Food Engineering Progress* 13: 154-158
  9. Al-Wahsh IA, Horner HT, Palmer RG, Reddy MB, Massey LK. 2005. Oxalate and phytate of soy foods. *J Agric Food Chem* 53: 5670-5674.
  10. 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. *J Korean Food Sci Technol* 38: 674-678.
  11. Kang BR, Park MJ, Lee HS. 2006. Germination dependency of antioxidative activities in brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 389-394.
  12. Kim HY, Hwang IG, Joung EM, Kim TM, Kim DJ, Park DS, Lee JS, Jeong HS. 2010. Antiproliferation effects of germinated-Korean rough rice extract on human cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 325-330.
  13. Kim HY, Hwang IG, Kim TM, Kim DJ, Park DS, Kim JH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Antiproliferation effects of ethanol and water extracts from germinated rough rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1107-1112.
  14. Kim HY, Hwang IG, Woo KS, Kim KH, Kim KJ, Lee CK, Lee JS, Jeong HS. 2010. Chemical components changes of winter cereal crops with germination. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1700-1704.
  15. 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.
  16. Tepe B, Sokmen M, Akpulat HA, Sokmen A. 2006. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem* 95: 200-204.
  17. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
  18. Mau JL, Lin HC, Song SF. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res Int* 35: 519-526.
  19. Kwon EK, Kim YE, Lee CH, Kim HY. 2006a. Screening of nine herbs with biological activities on ACE inhibition, HMG-CoA reductase inhibition, and fibrinolysis. *Korean J Food Sci Technol* 38: 691-698.
  20. Kong SH, Choi YM, Kim YH, Kim DJ, Lee JS. 2009. Antioxidant activity and antioxidant components in methanolic extract from Geumjong rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 807-811.
  21. Cha YS, Kim HY, Soh JR, Oh SH. 2000. Changes of carnitine levels during the germination of soybean seeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 762-765.
  22. Kong SH, Choi YM, Lee SM, Lee JS. 2008. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the methanolic extracts from milling fractions of black rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 815-819
  23. Kang HI, Kim JY, Kwon SJ, Park KW, Kang JS, Seo KI. 2010. Antioxidative effects of peanut sprout extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 941-946.
  24. Shimada K, Fujikawa K, Yahara K, Nakamura T. 1992. Antioxidant properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J Agric Food Chem* 40: 945-948.
  25. Oh SJ, Kim SH, Kim SK, Baek YJ, Cho KH. 1997. K-casein fragments hydrolyzated by chymosin, pepsin and trypsin. Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J Food Sci* 7: 230-234.

(2011년 3월 4일 접수; 2011년 4월 27일 채택)