

Anti-Inflammatory and Antidiabetic Effects of Brown Rice (*Oryza sativa* L.) Extracts

Eun Kyung Cho, Kyung Im Jung and Young Ju Choi*

Department of Food and Nutrition, College of Medical and Life Sciences, Silla University, Busan 617-736, Korea

Received December 26, 2011 / Revised January 9, 2012 / Accepted January 9, 2012

Physiological activities of hot water (BRW) and 80% ethanol (BRE) extracts from brown rice were investigated in this study. The highest activity (94.9%) of nitrite reductase was observed for BRE at 1 mg/ml at pH 1.2, while the activity for BRW was about 75.4% under the same conditions. The inhibitory effects of BRW and BRE on xanthine oxidase activity were about 39.0 and 72.9% at 10 mg/ml, respectively. The digestibility of starch was lower for brown rice than for milled rice and the highest inhibition (93.1%) of α -glucosidase activity occurred with BRE. Superoxide dismutase (SOD)-like activities of BRW and BRE were weakly increased in a dose-dependent manner and were about 56.4 and 44.9% at 10 mg/ml, respectively. The influences of BRW and BRE on alcohol metabolizing activity were determined by measuring the generation of reduced nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) by alcohol dehydrogenase (ADH) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH). Increases in ADH and ALDH activities were only detected with BRE.

Key words : Brown rice, nitrite scavenging activity, xanthine oxidase, α -glucosidase, alcohol metabolizing activity

서 론

우리나라에서는 국민 소득 향상, 핵가족화, 여성의 사회진출 증가, 산업화, 도시화 및 식생활 패턴의 변화로 쌀 소비가 급격히 감소되고 있다. 특히, 쌀 중심의 생활이 밀가루 중심의 생활 즉, 쌀 문화권에서 서서히 빵 문화권으로 이동하는 경향이 두드러지면서 쌀 소비의 감소는 빵 소비의 증가를 초래하였다. 빵 소비의 증가는 빵과 함께 먹게 되는 육류나 지방의 섭취가 증가하게 되면서 최근 우리나라 사람들의 질병은 서구의 질병구조와 유사한 양상이 나타나고 있다. 특히, 쌀 소비의 감소는 영양 및 건강문제는 물론 우리고유의 문화전승에도 큰 영향을 미치게 되었다.

2000년 이후에 밀 알레르기로 알려진 셀리악병(celiac disease, 과민성 장 질환)은 글루텐의 섭취가 반복되면서 소장 융털돌기가 면역적 장애로 인해 소화흡수장애를 일으켜 설사, 복통, 알레르기 등의 증상을 유발하는 것으로 알려져 있다 [8,18]. 그런데 쌀의 전분입자는 크기가 작아 조리 시 부드럽고 순한 텍스처를 형성하여 글루텐에 의한 알레르기가 잘 유발되지 않는 우수한 기능성식품 중의 하나이다[1].

현미는 백미에 비해 단백질, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분 및 기능성이 높은 쌀이다[6]. 특히, 현미는 식이섬유의 중요한 공급원으로 밀가루의 3~4배, 백미의 2배 정도 함유

되어 혈압 상승을 억제하며, 분변 용적을 증가시켜 당뇨와 변비 및 대장암의 예방효과가 있는 것으로 밝혀져 있다[9]. 또한, 현미에는 GABA (γ -aminobutyric acid), γ -oryzanol, octacosanol, tocopherol과 tocotrienol 등의 유효한 성분들이 함유되어 있어, 콜레스테롤 저하작용, 혈압상승억제, 항암효과 및 혈청지질개선 등에 대한 연구도 활발히 진행되어 왔다[5,13].

본 연구에서는 현미추출물의 항염증, 항당뇨, xanthine oxidase 및 alcohol metabolizing activity 및 현미의 소화율 등 현미추출물의 기능성을 연구함으로써 현미를 이용한 식생활 개선 및 건강증진을 위한 건강식품 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 현미는 시중에서 구입하였으며 분말 제조 시 열변성(탈습, 전분호화, 단백질 변성 등)을 방지하기 위하여 dry ice를 첨가한 고속 mill-type grinder (IKA-Labortechnik, Type A 10, JANKE & KUNKEL GMBH & Co. KG)로 분쇄한 후 90 메쉬 표준체(Chung Gye Industrial Mfg. Co., Korea)를 통과시켜 -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다.

열수 추출물은 분말상태의 현미 50 g에 증류수 500 ml를 가하여 90°C에서 12시간 동안 추출하였고, 에탄올 추출물은 현미 각각 50 g에 80% 에탄올 500 ml를 넣고 상온에서 24시간 동안 추출하였다. 추출물은 Whatman No. 2 filter paper로 여과하고, rotary evaporator (EYELA N-1000, Rikakikai CO.,

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5459, Fax : +82-51-999-6959
E-mail : yjchoi@silla.ac.kr

LTD., Tokyo, Japan)를 사용하여 37°C에서 농축한 후 -70°C에서 동결 건조한 후 시료로 사용하였다.

아질산염 소거능 측정

시료의 아질산염 소거능은 Gray와 Dugan의 방법[3]을 변형하여 측정하였다. 아질산염 용액에 시료 용액을 가하고 여기에 0.1 N HCl (pH 1.2) 및 0.2 M 구연산 완충용액(pH 3.0과 6.0)을 사용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정하여 반응용액을 준비하였다. 반응용액은 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 구하였다. Blank 시험은 Griess 시약 대신 증류수를 가하여 시료와 동일하게 반응시켰으며 아질산염 소거능은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{아질산염 소거능(\%)} = [1 - (A - C) / B] \times 100$$

A: 1 nM NaNO₂ 용액에 추출 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: NaNO₂ 용액의 흡광도

C: 추출시료 자체의 흡광도

Xanthine oxidase 저해효과 측정

Xanthine oxidase 저해활성은 MBT환원법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 반응은 50 mM phosphate buffer (pH 7.5)에 xanthine 2 mM을 녹인 기질 용액 1 ml 및 효소 용액 0.1 ml와 시료 0.1 ml를 첨가하였으며, 대조구는 50 mM phosphate buffer (pH 7.5)에 xanthine 2 mM을 녹인 기질 용액 1 ml 및 효소 용액 0.1 ml와 증류수를 1 ml를 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 20% trichloroacetic acid 1 ml를 첨가하여 반응을 종료시켰다. 그 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 단백질을 제거하고 반응 용액 중에 생성된 uric acid를 292 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 효소의 저해효과는 백분율로 나타내었다[19].

전분의 소화율 측정

전분의 소화율은 Xue [27]의 방법에 따라 건조시료 50 mg을 0.2 M phosphate buffer (pH 6.9) 2.0 ml에 녹여 시료 현탁액을 만든 뒤, 여기에 pancreatic amylase (Sigma, 90 units/mg) 20 mg을 0.2 M phosphate buffer (pH 6.9) 50 ml에 녹여 만든 amylase buffer 0.5 ml를 첨가하였다. Amylase를 첨가한 시료 buffer액을 37°C에서 2시간 배양한 후 3-5 dinitrosalicylic acid reagent 4 ml를 첨가하여 5분간 가열한 다음 냉각하여 증류수로 25 ml 정량한 뒤 여과하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, blank는 시료가 없는 buffer액으로 대체하였다. Maltose (JUNSEI, Japan)를 standard로 한 표준곡선을 그린 후 이를 사용하여 시료 50 mg에서 분해되어 나온 maltose의 양(mg)을 계산하였다.

α-Glucosidase 활성억제 효과 측정

α-Glucosidase 활성억제 효과 측정은 Tibbot 등의 방법[18]에 따라 측정하였다. 50 mM sodium succinate buffer (pH 4.2)에 p-nitrophenol- α-D-glucopyranoside (PNPG, Sigma)를 용해시켜 1 mg/ml의 농도로 기질을 만들고, 기질용액 1 ml와 효소액(Sigma) 30 unit/0.1 ml를 혼합하고 대조구에는 증류수 0.1 ml, 반응용액은 시료 0.1 ml를 넣어 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1N NaOH 0.1 ml를 첨가하여 발색시켰다. Positive control로는 acarbose를 사용하여 실험하였다. 이때 생성된 p-nitrophenol (PNP)은 ELISA reader (Molecular Device, VersaMax Microplate Reader, Los Angeles, CA, USA)를 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식으로 저해율을 구하였다.

$$\text{저해율(\%)} = [1 - (\text{반응구의 p-nitrophenol 생성량} / \text{대조구의 p-nitrophenol 생성량})] \times 100$$

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity)은 Marklund와 Marklund의 방법[17]에 따라 활성 산소종을 과산화수소(H₂O₂)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 나타내었다. 시료를 농도별로 희석하여 10 μl씩 96 well plate에 첨가한 후, Tris-HCl buffer (50 mM Tris, 10 mM EDTA, pH 8.0) 150 μl와 7.2 mM pyrogallol 10 μl를 첨가하여, 실온에서 10분간 반응시키고, 1 N HCl 50 μl를 첨가하여 반응을 정지시킨 후 ELISA reader (VersaMax Microplate Reader)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었으며 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{SODA (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ADH 활성 측정

ADH 활성도는 Choi 등[2]과 Racker의 방법[21]을 변형하여 수행하였으며, 340 nm에서 형성되는 NADH의 흡광도를 spectrophotometer (Ultrospec 3000 pro UV/Visible, Amersham Pharmacia Biotech UK Ltd., Little Chalfont, Buckinghamshire, UK)를 이용하여 측정하였다. 시험관에 alcohol, NAD (Sigma)수용액, 시료 0.1 ml를 첨가하고 0.01 M glycine-NaOH 완충용액(pH 8.8)을 총 부피가 1.8 ml가 되게 첨가한 후 25°C 항온수조에서 10분간 반응시키고 ADH (10 unit/ml, Sigma)를 가하여 340 nm에서 spectrophotometer (Amersham Pharmacia Biotech UK Ltd.)를 이용하여 흡광도의 변화를 측정하였다. 대조구는 시료대신 증류수를 사용하였으며, positive control로 사용한 hepos는 약국에서 구입한 것으로, 처방전에 따라 1/2로 희석하여 사용하였다. ADH의 활성은 반응 종료시의 최대 흡광도를 대

조구의 최대 흡광도에 대한 비율로 나타내었으며 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{ADH activity} = (B/A) \times 100$$

A: 대조구의 최대 흡광도

B: 실험구의 최대 흡광도

ALDH 활성 측정

ALDH의 활성도는 Tottmar 등의 방법[24]을 변형하여 NADH 생성에 따른 흡광도의 변화를 spectrophotometer (Amersham Pharmacia Biotech UK Ltd.)를 이용하여 340 nm에서 측정하였다. 즉, ALDH의 활성도 측정을 위해 증류수, 1 M Tris-HCl buffer (pH 7.5), 3 M KCl, 시료, 20 mM NAD (Sigma), 0.33 M 2-mercaptoethanol, 0.1 M acetaldehyde (Sigma)를 혼합한 다음 25°C에서 10분간 반응시키고 ALDH (1 unit/ml, Sigma)를 가하여 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때 대조구는 시료대신 증류수를 넣은 것으로 하였다. Positive control은 ADH 활성 측정에서 사용한 것과 동일한 것으로 하였으며, ALDH의 활성은 ADH 활성 계산식에 따라 측정되었다.

통계분석

본 실험에서 얻은 결과는 각 시료마다 세 번씩 반복 실험을 통해 실험군당 평균과 표준편차를 계산하여 나타내었다.

결과 및 고찰

아질산염 소거능

아질산염은 생선이나 육류 등에 발색, 풍미증진, 항균작용 및 산패방지를 위해 첨가제로 많이 이용되고 있으며, 식품 중의 질산염은 식물체내 소화기관 및 식품의 저장과정에서 질산 환원효소, 환원세균 등의 작용에 의해 아질산염으로 환원된다. 이러한 아질산염은 단백질식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민(nitrosamine)을 생성하며, 인체의 위 내에서 염증 유발 및 발암성 물질로 작용한다[20]. 따라서 산성영역에서 니트로사민의 생성인자인 아질산염을 효과적으로 소거하여 니트로사민의 생성을 억제하는 물질들을 탐색하는 연구가 계속되어왔다. 본 연구에서는 현미 추출물이 아질산염 소거능에 미치는 영향을 농도 1 mg/ml에서 pH별로 분석하였는데 pH는 1.2, 3.0 및 6.0으로 같은 농도의 비타민 C와 비교 분석하여 Fig. 1에 나타내었다. 현미 에탄올 추출물이 pH 1.2에서 94.9%로 비타민 C 93.1%보다 높게 나타났으며, 열수 추출물은 75.4%로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 현미의 용매별 추출물은 pH 1.2의 낮은 조건에서 높은 아질산염 소거능을 보였는데 이는 인체의 위 내 pH 조건과 유사한 pH 1.2에서 활성이 좋은 것으로 확인되었다. 이는 Kang 등[5]과 Woo 등[25,26]의 보고와 유사한 경향인데, 본 연구 결과와 종합해 볼 때 우수한 아질산염

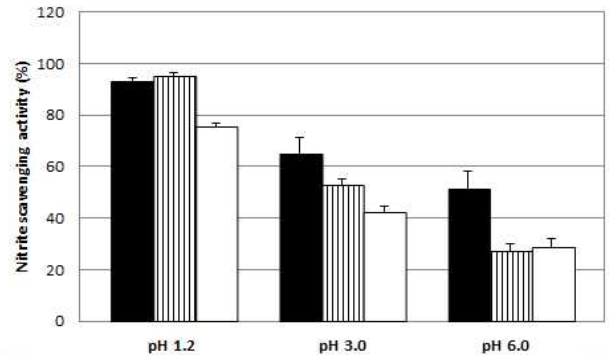


Fig. 1. Nitrite scavenging effects of hot water (BRW) and 80% ethanol extracts from brown rice (BRE) under different pH conditions (pH 1.2, 3.0, 6.0). Results are expressed as mean±SD of three independent experiments. ■, 1 mg/ml of Vit C; ▨, 1 mg/ml of BRE; □, 1 mg/ml of BRW.

소거능이 현미에서 예측할 수 있기에 항염증에 대한 다양한 기능성 식품소재로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Xanthine oxidase 저해효과

Xanthine oxidase는 생체 내 purine 대사에 관여하는 효소로써 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 산소를 제거하여 과산화수소(H₂O₂)를 생성하게 하며, 나머지 골격이 uric acid를 형성하여 혈장 내에 과량 존재하게 되면 골관절에 축적되어 심한 통증과 염증을 유발하는 통풍과 신장에 침착되어 염증질환을 일으키는 효소로 알려져 있다. 반면 catechin은 폴리페놀계 항산화물질로써 식물성 대사산물로 알려져 있으며 항산화효과가 비타민 E의 50배, 비타민 C의 100배에 달하기 때문에 체내의 활성산소를 제거하는 효과가 매우 우수하다고 알려져 있다[22]. 따라서, 양성대조구인 catechin과 비교하여 현미의 xanthine oxidase 저해활성을 Table 1에 나타내었다. 그 결과, 현미 열수와 에탄올 추출물 0.5 mg/ml과 1 mg/ml의 농도에서 활성이 전혀 나타나지 않았다. 하지만 각 시료는 농도 의존적으로 활성이 증가했는데, 10 mg/ml 농도의 열수 추출물에서는 39.0%로 나타났고, 에탄올 추출물은 72.9%로 보여

Table 1. Xanthine oxidase inhibitory activities of hot water and 80% ethanol extracts from brown rice (Unit: %)

Concentration (mg/ml)	Hot water	Ethanol
0.5	ND	ND
1.0	ND	ND
5.0	13.1±4.1	42.4±5.6
10	39.0±1.6	72.9±0.4
Catechin (1.0)	87.1±0.6	

All values are mean±SD.

ND: not detected

Catechin is used as positive control.

열수 추출물보다 아주 높게 나타났다. 이는 1 mg/ml의 catechin 보다는 낮지만 우수한 생리활성으로 알려져 있는 녹차, 오롱차, 홍차의 10 mg/ml 농도에서 89.2~93.2%, 88.8%, 78.7%의 xanthine oxidase 저해효과를 나타내고 있어[28], 현미 에탄올 추출물로부터 항염증에 대한 기능이 부여된 우수한 식품 소재를 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 지금까지 현미의 xanthine oxidase 저해활성에 대한 연구는 거의 보고되어 있지 않아 본 연구결과가 의미 있는 것으로 판단된다.

항당뇨 활성

일반적으로 전분의 소화율은 주로 amylase group에 의해 이루어지고 있으며, 반응조건에 따라 특성이 다른 텍스트린, 맥아당 등을 형성하는 것으로 알려져 있다. 즉, α-amylase는 전분의 내부에 존재하는 당 사슬을 안쪽에서부터 무작위로 가수분해하여 맥아당을 형성하는데 α-1,4 결합 부위에만 작용하므로 amylose는 완전 분해되지만 α-1,6 결합으로 이루어진 amylopectin은 분해되지 않고 남아 한계텍스트린(limited dextrin)을 형성한다[15]. 이로써 전분 소화율이 높은 식품은 빠르게 흡수되어 혈당을 공급하는데, 백미의 소화율(62.71±4.18%)에 비해 현미의 소화율(44.46±6.09%)이 낮으므로 항당뇨에 활용할 가치가 높은 식품이라 생각된다(Table 2). 이에, 현미로부터 당 분해를 억제할 수 있는 기능성을 더 증명하고자 본 연구에서 현미 열수와 에탄올 추출물의 α-glucosidase 저해활성을 측정하였다. 소장융막부분의 α-glucosidase는 α-amylase에 의해 분해된 당질을 최종적으로 단당류로 전환시키므로 본 효소의 활성 저해는 당질 가수분해와 흡수과정을 지연시킴으로 식후 혈당 농도를 제한할 수 있다[11]. 따라서, α-glucosidase 저해제는 제2형 당뇨와 같은 당질 관련 질병을 위한 치료제 개발에 유용하다고 보고되어 있다[12].

본 연구결과에서 positive control인 acarbose 0.5 mg/ml에서는 40.4%의 α-glucosidase 저해효과를 나타냈고, 현미 에탄올 추출물은 같은 농도에서 74.6%의 저해활성을 나타냈다. 하지만, 현미 열수 추출물에서는 그 활성이 나타나지 않았다(Fig. 2). 이로써, 현미 에탄올 추출물이 비교적 높은 효능을 가지고 있음을 시사하고 있는데, 이러한 현미의 혈당강하능은 종종 보고된 바 있다. 그 중 Lee 등[16]의 보고에서는 당뇨쥐의 소장융막으로부터 lactase, maltase, sucrase 활성이 현미 급여 후 저해 되었음을 나타내고 있는데 이로써 현미가 혈당상승을 억제시키는 효능이 있음을 시사하고 있다. 본 연구결과에서는 현미 에탄올 추출물이 α-glucosidase 활성을 크게 저해하고

Table 2. Starch digestibility of brown rice and milled rice (Unit: %)

Brown rice	Milled rice
44.46±6.09	62.71±4.18

All values are mean±SD.

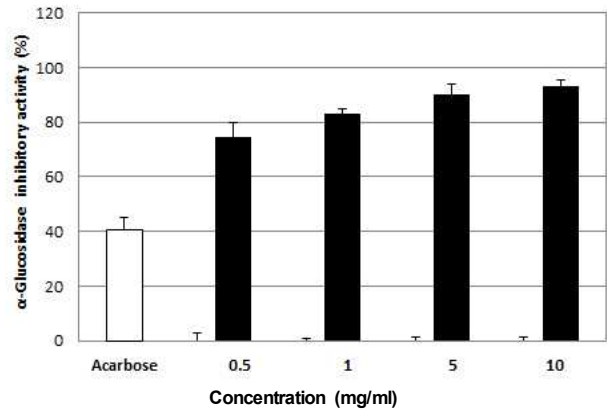


Fig. 2. Inhibitory effects of hot water (BRW) and 80% ethanol extracts from brown rice (BRE) on α-glucosidase. Results are expressed as mean±SD of triplicate data. Acarbose (0.5 mg/ml) is used as positive control.

있으므로 탄수화물의 소화 과정에서 α-glucosidase에 의한 당당류 생성을 저해하여 식사 후 혈당이 급격히 상승하는 등의 증상을 효과적으로 제어할 수 있음을 간접적으로 알 수 있다.

SOD 유사활성

Superoxide dismutase (SOD)는 산화로 인하여 형성된 세포에 유해한 oxygen radical을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하고 다시 catalase에 의하여 생성된 과산화수소를 무해한 물 분자와 산소 분자로 전환시켜 활성산소로부터 생체를 보호하는 항산화효소로 알려져 있다. 하지만 SOD는 분자량이 비교적 큰 단백질로서 열이나 알칼리에 약하므로 이러한 단점을 보완할 수 있는 저분자물질로 체내에서 역할이 유사한 SOD 유사활성 물질을 찾고자 하는 연구가 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 SOD 유사활성을 가진 새로운 항산화 소재를 찾고자 현미 열수와 에탄올 추출물에 대해 분석하여 Table 3에 나타내었다. 그 결과 모든 용매 추출물에서 농도 의존적으로 활성이 증가하였는데, 10 mg/ml 농도의 현미 열수 추출물은 56.4%, 같은 농도의 에탄올 추출물은 45.0%의 SOD 유사활성을 나타내었다. 이는 DPPH 라디칼 소거능에 대한 결과와 상

Table 3. Superoxide dismutase (SOD)-like activities of hot water and 80% ethanol extracts from brown rice (Unit: %)

Concentration (mg/ml)	Hot water	Ethanol
0.5	ND	ND
1.0	4.6±0.5	3.7±2.9
5.0	38.6±6.3	29.0±5.1
10	56.4±4.9	44.9±4.6
Vitamin C (0.5)	98.8±1.3	

All values are mean±SD.

ND: not detected

Vitamin C is used as positive control.

반된 것으로 오히려 현미 열수 추출물이 에탄올 추출물보다 높은 활성을 나타내고 있다[7]. 이는 추출용매에 따라 항산화 작용에 차이가 나타날 수 있음을 보이고 있는데, SOD 유사활성에 있어서는 현미 열수 추출물이 더 효과적임을 알 수 있었다. 현미 열수 추출물의 SOD 유사 활성 정도는 positive control로 사용한 0.5 mg/ml Vit C의 활성(98.8%)과 비교해 볼 때 다소 낮게 보였지만, 백미의 SOD 유사활성 보다는 높게 나타나고 있다[25,26]. 따라서, 백미보다는 현미가 쌀을 이용한 제품 개발에 좋은 재료가 될 것으로 생각된다.

ADH 및 ALDH 활성 영향

현미 열수와 에탄올 추출물에 의한 숙취 해소능을 생화학적으로 분석하기 위해 체내 알콜 대사의 1차 관여 효소인 ADH의 활성 증진 정도를 측정하였다. 또한 acetaldehyde의 분해에 직접적인 영향을 미치는 효소인 ALDH의 활성에 현미 열수와 에탄올 추출물이 미치는 영향을 분석하였다. 숙취의 주 원인 물질인 acetaldehyde는 체내에서 흡수된 알코올의 분해 시 생성되는 대사산물인데 단순히 ADH만 활성화 시키면 혈중 알콜 농도는 빠르게 감소시킬 수 있으나 간이나 혈액에 남아있는 acetaldehyde는 계속 축적이 되어 심한 숙취를 일으킬 수 있는 가능성이 있다. 따라서, ADH 및 ALDH 두 효소 모두에 미치는 현미 열수와 에탄올 추출물의 영향에 대해 분석하였으며, 그 결과는 Table 4와 5에 나타내었다. 대조구는 시료대신 증류수를 넣은 것으로 ADH의 활성을 측정한 결과 100%로

Table 4. Effects of hot water and 80% ethanol extracts from brown rice on alcohol dehydrogenase (ADH) activity (Unit: %)

Concentration (mg/ml)	Hot water	Ethanol
0.5	37.4±9.0	82.2±15.6
1.0	46.6±11.1	86.9±15.8
5.0	53.8±9.0	94.4±21.7
10	61.8±7.3	107.5±21.5
Hepos	175.3±16.8	

All values are mean±SD.
Hepos is used as positive control.

Table 5. Effects of hot water and 80% ethanol extracts from brown rice on acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activity (Unit: %)

Concentration (mg/ml)	Hot water	Ethanol
0.5	87.5±1.2	97.0±1.7
1.0	92.7±1.4	103.0±1.2
5.0	100.1±3.2	112.5±1.8
10	105.7±0.6	123.0±1.6
Hepos	153.3±2.6	

All values are mean±SD.
Hepos is used as positive control.

나타났으며, positive control은 현재 시판되고 있는 숙취해소제 hepos로써 ADH와 ALDH 활성이 175.3, 156.0%로 나타났다. 이와 비교해 볼 때 현미 열수와 에탄올 추출물은 다소 낮은 활성을 보였으며, 현미 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 활성이 크게 나타났다. 즉, 10 mg/ml 현미 열수와 에탄올 추출물의 ADH 활성이 각각 61.8, 107.5%로 나타났고, ALDH 활성은 각각 105.7, 123.0%로 측정되었다. 따라서, 현미 열수와 에탄올 추출물의 숙취해소 효과에 대해서는 그 기대치가 낮을 것으로 판단되지만, 알콜 분해와 숙취에 효과가 있는 것으로 알려진 헛개나무 추출물을 이용하여 분석한 Kim 등[10]의 보고에서 헛개나무 추출물의 ADH 활성이 108-114% 정도로 나타나고 있고, ALDH 활성은 118-124% 정도이므로 현미 에탄올 추출물에서 의미 있는 알콜 분해능을 예측할 수 있다. 특히, ADH 활성 뿐만 아니라 더 높은 ALDH의 활성 증진효능이 있으므로 숙취해소에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Choi, C. R. 2002. The properties of rice flours and garedduk with resistant starches. *PhD Thesis, Chonnam National University.*
- Choi, J. T., H. K. Joo, and S. K. Lee. 1995. The effect of *Schizandrae fructus* extract on alcohol fermentation and enzyme activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *Agric. Chem. Biotechnol.* **38**, 278-282.
- Gray, J. I. and L. R. Dugan Jr. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in moder food systems. *J. Food Sci.* **40**, 981-984.
- Ju, J. E., Y. H. Nam, and K. A. Lee. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J. Food Cookery Sci.* **22**, 923-929.
- Kang, B. R, M. J. Park, and H. S. Lee. 2006. Germination dependency of antioxidative activities in brown rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 389-394.
- Kim, D. J., S. K. Oh, M. R. Yoon, A. R. Chun, H. C. Hong, J. S. Lee, and Y. K. Kim. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 467-473.
- Kim, H. Y., I. G. Hwang, T. M. Kim, D. S. Park, J. H. Kim, D. J. Kim, J. S. Lee, and H. S. Jeong. 2011. Antioxidant and angiotensin converting enzyme I inhibitory activity on different parts of germinated rough rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **40**, 775-780.
- Kim, J. S. 2007. Quality characteristics of sponge cakes prepared from rice flours with different amylose contents. *PhD Thesis, Chonnam National University.*
- Kim, M. H. and M. S. Shin. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**, 136-143.
- Kim, M. H., Y. T. Chung, J. H. Lee, Y. S. Park, M. K. Shin, H. S. Kim, D. H. Kim, and H. Y. Lee. 2000. Hepatic

- detoxification activity and reduction of serum alcohol concentration of *Hovenia dulcis* THUNB from Korea and China. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **8**, 225-233.
11. Kim, M. J., J. H. Ahn, K. H. Choi, Y. H. Lee, E. K. Hong, and Y. S. Chung. 2006. Effects of pine needle extract oil on blood glucose and serum insulin levels in db/db mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 321-327.
 12. Kim, S. H., S. Y. Hwang, O. S. Park, M. K. Kim, and Y. J. Chung. 2005. Effect of *Pinus densiflora* extract on blood glucose level, OGTT and biochemical parameters in streptozotocin induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 973-979.
 13. Lee, M. H. 2006. Studies on quality characteristics of cookies with brown rice flour. *MS Thesis, Catholic University.*
 14. Lee, M. H. and M. S. Oh. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. 2006. *Korean J. Food Culture* **21**, 685-694.
 15. Lee, S. H., I. G. Hwang, H. Y. Kim, H. K. Lee, S. H. Lee, S. H. Woo, J. S. Lee, and H. S. Jeong. 2010. Starch properties of *Daehak* waxy corn with different harvest times. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 573-579.
 16. Lee, Y. R., S. H. Nam, and M. Y. Kang. 2006. Hypoglycemic effect of the giant embryonic rice supplementation on streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 427-431.
 17. Marklund, S. and G. Marklund. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem* **47**, 469-474.
 18. Nam, Y. H. 2005. The sponge cake quality prepared with rice flour. *MS Thesis, Soonchunhyang University.*
 19. Parejo, I., F. Viladomat, J. Bastida, A. Rosas-Romero, N. Flerlage, J. Burillo, and C. Conida. 2002. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *J. Agric. Food Chem* **50**, 6882-6890.
 20. Park, Y. B., T. G. Lee, O. K. Kim, J. R. Do, S. G. Yeo, Y. H. Park, and S. B. Kim. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia Tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 124-128.
 21. Racker, E. 1973. Alcohol dehydrogenase in rat liver. *Biochem J.* **135**, 577-581.
 22. Ruidavets, J., P. Teissedre, J. Ferrieres, S. Carando, G. Bougard, and J. Cabanis. 2000. Catechin in the Mediterranean diet: vegetables, fruit or wine. *Atherosclerosis* **153**, 107-117.
 23. Tibbot, B. K. and R. W. Skadsen. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α -glucosidase gene from barley. *Plant Mol. Biol.* **30**, 229-241.
 24. Tottmar, S. O., H. Petterson, and K. H. Kiessling. 1973. The subcellular distribution and properties of aldehyde dehydrogenase in rat liver. *Biochem J.* **135**, 577-581.
 25. Woo, K. S., A. R. Chum, S. K. Oh, K. J. Kim, D. J. Kim, C. I. Yang, Y. G. Kim, J. H. Kim, and H. S. Jeong. 2010. Antioxidant and antitumor activities of ethanol extracts from unhulled and hulled rice *Hiami* (*Oryza sativa* L. cv. *Hiami*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 179-185.
 26. Woo, S. M., Y. J. Jeong, and K. Whang. 2006. Effect of germinated brown rice extract powder on free amino acid content, antioxidant and nitrite scavenging ability of the Korean cabbage *kimchi*. *Korean J. Food Preserv.* **13**, 548-554.
 27. Xue, Q., R. K. Newman, and C. W. Newman. 1996. Effects of heat treatment of barley starches on *in vitro* digestibility and glucose responses in rats. *Cereal Chem* **73**, 588.
 28. Yeo, S. G., Y. B. Park, I. S. Kim, S. B. Kim, and Y. H. Park. 1995. Inhibition of xanthine oxidase by tea extracts from green tea, oolong tea, and black tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **24**, 154-159.

초록 : 항염증 및 항당뇨 활성에 미치는 현미 추출물의 영향

조은경 · 정경임 · 최영주*

(신라대학교 의생명과학대학 식품영양학과)

현미의 기능성을 증명하기 위하여 열수, 에탄올 추출하여 여러 가지 생리활성에 대하여 조사하였다. 우선, 아질산염 소거능 분석에서는 현미 열수와 에탄올 추출물 1 mg/ml 농도, pH 1.2에서 75.4와 94.9%을 나타내었고, xanthine oxidase 저해능은 현미 에탄올 추출물 10 mg/ml에서 72.9%로 같은 농도의 열수 추출물보다 높게 측정되었다. 현미의 소화율(44.46±6.09%)은 백미의 소화율(62.71±4.18%)보다 낮으며 α -glucosidase 저해능은 현미 에탄올 추출물 10 mg/ml에서 93.1%로 같은 농도의 열수 추출물보다 높게 측정되었다. 현미 열수와 에탄올 추출물의 SOD 유사활성은 10 mg/ml에서 56.4와 44.9%로 유의적인 큰 차이는 없었다. 현미의 숙취해소 효능은 ADH와 ALDH 활성증진에 현미 열수와 에탄올 추출물이 미치는 영향을 조사함으로써 증명하고자 하였는데 그 결과, 현미 에탄올 추출물에서 알콜 분해능 증가율이 나타났다.