

식용피의 영양성분과 생리활성

이윤상 · †윤향식 · 이상영 · 이정관 · 박철수* · 서우덕** · 김소영*** · 우선희**** · 송인규

충북농업기술원, *전북대학교 작물생명과학과, **국립식량과학원 기능성작물부,
국립농업과학원 농식품자원부, *충북대학교 자원식물학과

Nutritional Components and Biological Activities of Barnyard Millets(*Echinochloa* spp.)

Yun Sang Lee, †Hyang-Sik Yoon, Sang-Yeong Lee, Joung-Kwan Lee, Chul Soo Park*,

Woo Duck Seo**, So-Young Kim***, Sun-Hee Woo**** and In Gyu Song

Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 363-883, Korea

*Dept. of Crop Agriculture & Life Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

**Dept. of Functional Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 627-803, Korea

***Dept. of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Sciences(NAAS), Rural Development Administration(RDA), Suwon 441-853, Korea

****Dept. of Plant Resources, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract

The edible barnyard millets(*Echinochloa* spp.) which have essentially vanished in the farmhouses environment and in agricultural germplasm were evaluated with the aim of restoration as a crop. The proximate components and mineral elements of milled millet were nutritionally similar or better than brown rice, and the vitamin contents of B₁ and B₂ exceeded those of rice by 1.3 times and 2.3 times, respectively. β -Carotene which is absent from brown rice was detected at levels ranging from 15~31 μ g in millet samples. Nine essential amino acids, including histidine and arginine and eight non-essential amino acids, such as aspartic acid were detected. The sum of all amino acids was determined to be IEC518>525>510 in the range of 69~106 mg/g. Analysis of physiological active substances via their electron donating ability(EDA) revealed values ranging from 3.4~8.2%, with the total polyphenol component being 51.1~69.4 mg/g and α -glucosidase inhibition ability determined as 8.3~10.9%. In terms of agronomical characteristics and yields of barnyard millet, three millet varieties(IEC510, 518, and 525) were suitable as edible crops. IEC525 was selected as optimum variety for cultivation on the basis of nutritional ingredients, physiological active substances, and yield.

Key words: barnyard millet, *Echinochloa* spp. nutritional components, biological activities

서 론

피는 벼과의 피속(Genus *Echinochloa*)에 속하며, 피 재배 지대의 대표적 잡초인 야생종과 벼 재배가 부적당하거나 냉해의 발생이 쉬운 지역에서 재배되었던 재래종 식용피로 크게 분류할 수 있다. 국내에서는 1950년대 이후부터 작물로 재배되지 않고 있는 실정이며, 식용피의 영양학적 가치 또는 기능성 물질에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 피의 영양과

기능성에 대해서 及川一也(2003)는 피의 현곡은 현미보다 약 2배의 비타민 B₁을 함유하고, 정백한 피에도 많은 비타민 B₁을 함유하여 쌀밥 등의 B₁ 보충에도 유리하며, 정백 피에는 백미에 비해서 칼슘과 인이 2배, 철분이 3배, 식이섬유가 4배, 조단백질 함량은 약 10%로 백미보다 40% 정도 많고, 또한 필수아미노산으로는 트립토판(tryptophan) 등을 많이 함유하고, 라이신(lysine)은 백미보다 풍부하다고 하였다. 그리고 피에는 항산화플라보노이드인 루테올린이 함유되어 있어 지

† Corresponding author: Hyang-Sik Yoon, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 363-883, Korea. Tel: +82-43-220-5692, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: aroma67@korea.kr

방산화효소 리폭시기나제(lipoxygenase)의 활성을 강하게 저해하는 작용을 하기 때문에 알레르기성 환자에 유효할 것으로 추정된다고 하였다(及川一也 2003).

Watanabe(1999)는 HPLC와 NMR를 사용하여 피에서 세라토닌, 트리신, 루테올린이 함유되어 있는 것을 확인하였다. 피의 조단백질 함량은 벼에 비해 높는데, Kamada 등(2009)은 122계통의 평균 함량이 10.9%였으며, 가장 높은 계통이 12.7%, 가장 낮은 계통이 9.1%였다고 하였다. Lee YS(2010)은 식용피 재배를 복원하여 특산 잡곡이나 벼 대체용 신소득 작목으로 활용하기 위해서, 국립농업과학원 농업유전자원센터에서 보유하고 있는 피속 20점을 분양 받아 작물학적 특성을 조사하였으며, 그 중 피쌀 수량이 10a 당 150 kg 이상이며, 도복에 강한 특성이 있는 3가지 품종을 선발하였다. 본 연구에서는 이들 품종의 식품소재로서의 이용가능성을 알아보기 위해 영양성분 및 생리활성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 재료는 2009년에 충청북도농업기술원에서 재배, 수확한 식용피 3종(IEC 510, 518, 525)을 도정하여 Sample mill(Tecator 1093, Sweden)을 이용하여 곱게 갈아 사용하였다.

2. 일반성분

일반성분 분석은 AOAC 방법(1990)에 따라 실시하였다. 수분은 105°C 상압건조가열법, 조단백질은 micro Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접건식회화법, 조섬유는 Fiberotec system M(Tecator Co., Sweden)을 이용하여 Henneberg-Stohmann 개량법으로 분석하였다. 당질은 위에서 계산된 일반성분의 합과 100과의 차이 값으로 하였다.

3. 무기성분

무기성분 분석은 Kim SN(2008)의 습식분해법에 따라 원자흡수분광광도계(AAS)와 유도결합플라즈마분광계(ICP)를 병용하여 실시하였다. 시료를 분해용 플라스크에 평취한 후 과산화수소 1 ml와 질산 5 ml를 넣고 90분 정도 무기질 분석기에서 유기성분을 분해 후 여과지로 여과한 다음, 증류수 100 ml로 정용한 후 철분과 나트륨은 atomic absorption spectrophotometer(AAS, Hitachi)로 측정하였고, 칼슘, 인과 나트륨은 inductively coupled plasma(ICP, GBC integra XL)로 측정하였다. 무기질 표준품은 10 ppm로 제조한 후 농도별로 증류수로 희석하여 사용하였다.

4. 비타민 분석

비타민은 Kim SN(2008)의 방법으로 분석하였다. β -Carotene은 시료를 삼각플라스크에 담아 메탄올 30 ml를 첨가한 후 Shaker로 2시간 동안 추출한 후 여액을 250 ml 갈색동근바다 플라스크에 넣고, 여과한 후 남아있는 침전물에 헥산과 아세톤(1:1) 조제 시약 30 ml를 가하여 shaking하여 3회 반복 추출하였다. 진공농축기를 사용하여 농축한 후 헥산 20 ml로 3회 정도 세척한 후 250 ml 분액여두에 옮긴 후 과포화 KOH/methanol 20 ml를 가하여 2시간 방치한 다음, 상층액을 취해 증류수로 3회 정도 세척하여 물 층을 제거한 후 여지에 Na_2SO_4 를 넣은 후 여과시킨다. 여액은 헥산으로 100 ml가 되도록 정용한 후 448 nm에서 흡광도(Cary 100, Varian, USA)를 측정하였다.

비타민 B₁(thiamine) 분석은 시료를 취해 10배의 증류수를 넣고 각 처리구에 5% taka-diastase와 툴루엔을 첨가하였다. 37°C 항온기에서 하루 방치한 다음 3차 증류수를 이용해 100 ml로 정용한 후 여과시켰다. 여액에 1% $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0.2 ml, 30% NaOH 1 ml, n-butanol 15 ml를 넣어 분액여두에 담아 10분 정도 교반 후 분리된 하층의 액을 제거하여 상층액만을 여과지와 황산나트륨을 이용해 여과시켰다. 여액은 형광광도계(Cary Eclipse, Varian, USA)로 흡수파장 365 nm와 방출파장 435 nm에서 형광광도를 측정하였다. 비타민 B₂(riboflavin) 분석은 시료에 0.1 N HCl 50 ml를 넣어 autoclave하여 냉각한 후 0.5 N NaOH를 이용하여 pH 6.0으로 조정하였다. 여액은 다시 0.1 N HCl로 pH를 다시 4.5로 조정하고, 3차 증류수를 이용해 100 ml로 맞추어 4개의 시험관에 나누어 담았다. 2개 시험관에 비타민 B₂ 용액(0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$) 1 ml를 넣고 2개 시험관에는 증류수 1 ml를 넣었다. 각 시험관에 3% KMnO_4 0.5 ml, H_2O_2 0.5 ml를 넣어 원심분리한 후 상층액만을 형광광도계(Cary Eclipse, Varian, USA)로 측정하였다. 바탕시험은 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 를 넣어 측정하였다. Niacin 분석은 시료를 취해 삼각플라스크에 넣고 6 N HCl을 가해 60°C 항온수조에서 1시간 가수분해시킨 후 실온에서 냉각시킨 다음, 100 ml 용량플라스크에 채워 여과하여 여과액 25 ml에 페놀프탈레인을 가한 후 포화 ZnSO_4 2 ml를 가해 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 침전을 생성시킨 다음 다시 중화시켰다. 2 N H_2SO_4 와 증류수 50 ml를 가하고 10시간 반응시켜 여과한 후 4개의 시험관에 추출액 5 ml를 넣었으며, 표준용액은 niacin 표준용액 1 ml에 증류수 4 ml를 첨가하였다. BrCN 2 ml를 시험관에 넣고 60°C 항온수조에서 15분 반응시킨 후 차광 상태에서 p-aminoacetophenone 1 ml를 시험관에 넣고 15분 방치한 후 420 nm에서 흡광도(Cary 100, Varian, USA)를 측정하였다.

5. 아미노산 분석

Tube에 시료 0.1 g을 넣고 염산 3 mL를 넣어 110°C에서 24 시간 분해하여 여과한 후 질소가스로 농축시켰다. Sodium citrate loading buffer를 5 mL 넣어 중화시킨 후, 200 μ m filter로 다시 여과하였다. 1.5 mL tube에 여과한 시료 0.1 mL와 amino acid analyzer buffer 0.9 mL를 넣고 혼합하여 분석시료로 사용하였다. 분석은 L-8800 amino acid auto analyzer(Hitachi, Japan)를 사용하였으며, column은 lithium column(Biochrom, England), 용매는 Biochrom사(England)에서 제공되는 6종류의 lithium citrate buffer(A, B, CII, DII, pH 2.2, pH 3.55)를 사용하여 gradient condition으로 분석하였다. 분석을 위한 용매 유속은 25.0 mL/hr이며, 검출을 위한 발색시약은 ninhydrin(Biochrom, England)용액을 사용하여 570 nm 및 440 nm에서 검출하였고, 유리아미노산은 threonine을 비롯한 17종의 표준물질(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하여 분석하였다.

6. 생리활성 분석

생리활성 분석에 필요한 모든 시약은 Sigma사(Sigma Chemical Co., USA)의 것을 사용하였으며, angiotensin converting enzyme(EC 3.4.15.1, from rabbit lung)과 α -glucosidase(from *Saccharomyces cerevisiae*)를 사용하였다.

1) 시료 추출

분쇄한 시료 20 g에 증류수를 가하여 100 mL로 정용하고 상온에서 3시간 동안 300 rpm으로 진탕추출한 후, 8,000 \times g로 20분 원심분리 후 여과지로 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

2) 전자공여능

전자공여능은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 0.2 mL에 0.4 mmol α, α -diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 용액 0.8 mL를 넣고 vortex한 후 10분 동안 방치한 다음 510 nm에서 흡광도(Cary 100, Agilent Technologies Inc., USA)를 측정하였다. 전자공여능은 다음 식으로 나타내었으며, 대조구로는 증류수를 사용하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = \frac{C_{Abs} - S_{Abs}}{C_{Abs}} \times 100$$

C_{Abs} : Absorbance of Control

S_{Abs} : Absorbance of Sample

3) 총 폴리페놀

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법에 따라 측정하였다(Slinkard & Singleton 1977). 즉, 각각의 추출물 0.1 mL에 증류수 8.4 mL와 2N Folin-Ciocalteu 시약 0.5 mL를 첨가하고,

20% Na_2CO_3 1 mL를 가하여 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도(Cary 100, Agilent Technologies Inc., USA)를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 이용하여 추출 용매별로 100 mg% stock solution을 제조한 후 20, 40, 60, 80 mg%가 되도록 희석하여 측정하였다.

4) 혈당강하능

α -Glucosidase 저해활성은 Kim HY(1997)의 방법을 사용하여 분석하였다. 피에서 추출한 시료 0.05 mL에 α -glucosidase 효소액(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.1 mL를 가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 기질(p-NPG) 0.05 mL를 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 후, 1 M Na_2CO_3 를 1 mL씩 첨가하여 405 nm 흡광도(Cary 100, Agilent Technologies Inc., USA)에서 측정하였다.

$$\alpha\text{-Glucosidase Inhibition(\%)} = \left(100 - \frac{S - C_2 - S_3}{C_1 - C_2}\right) \times 100$$

여기서 S는 시료+효소+기질 반응물의 흡광도, C_1 은 Control, C_2 는 색보정, 그리고 S_3 는 buffer의 흡광도이다.

7. 통계분석

모든 실험은 3번 반복하였으며, 통계분석은 SAS software (SAS, 1998)를 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

피할 수량이 높고 도복에 강한 특성을 갖는 식용피 3종의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분은 8.0~8.7% 범위였고, 조단백은 9.3~10.0%의 범위였으며, IEC510이 10%를 나타내었다. 조지방은 0.4~3.5% 범위로 IEC525와 510이 3% 이상이었다. 탄수화물 중 당의 함량은 67~78% 범위였으며, IEC518이 78%로 가장 높은 값을 나타내었다. 조섬유는 2.5~9.5로 다소 변이가 큰 편이었으며, IEC510은 9.5%로 다른 것에 비해 뚜렷이 높은 함량을 보였고, IEC518은 2.5%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 조회분은 1.2~2.1% 범위였고, IEC510이 2.1%를 나타내었다. Lee 등(1980)의 보고에 따르면 추청 등 19개 품종 및 육종계통의 주요 영양성분을 분석한 결과, 현미는 7.51~9.66%의 조단백질을 함유한다고 하였으며, Choe 등(2002)이 쌀 주요 품종 6종에 대한 백미와 현미의 영양성분 분석결과, 조단백질 함량은 품종별로 차이를 보였는데, 백미와 현미 모두 일미 품종이 8.8%와 9.1%로 가장 높

Table 1. Proximate composition in milled grain of three barnyard millets

Resources	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Carbohydrate		Crude ash (%)
				Sugar(%)	Crude fiber(%)	
IEC510	8.0±0.5 ¹⁾	10.0±0.1	3.4±0.3	67.0	9.5±0.6	2.1±0.1
IEC518	8.6±0.1	9.3±0.1	0.4±0.2	78.0	2.5±0.2	1.2±0.1
IEC525	8.7±0.3	9.7±0.1	3.5±0.9	71.9	4.9±0.2	1.3±0.1

¹⁾ Average±standard deviation.

은 값을 나타낸다고 보고하였다. 이는 피가 정백한 쌀의 형태임에도 조단백질 함량이 쌀에 비해 약간 높다는 것을 알 수 있다.

2. 무기성분

피쌀의 무기성분 함량은 Table 2와 같다. 칼슘의 함량은 100 g 당 33~39 mg 범위였으며, 인 함량은 428~497 mg이었다. 칼슘과 인 함량은 IEC525가 가장 높은 값을 나타내었다. 철은 1.4~6.2 mg 범위로 IEC510이 가장 높은 값을 나타내었다. 나트륨은 3~10 mg이었으며, 칼륨은 385~617 mg 범위로 특히 IEC 525가 가장 높은 값을 나타내었다. IEC525는 철을 제외한 모든 무기성분에서 가장 높은 값을 보였다. Kim & Cheigh(1979)는 추청벼와 밀양23호 현미의 무기성분 함량을 분석한 결과, 칼슘은 100 g당 6.9~9.4 mg, 인은 269~348 mg, 철은 5.2~7.4 mg 범위였다고 보고하였으며, Choe 등(2002)는 쌀 주요 품종 6종의 현미를 분석한 결과, 칼슘은 100 g 당 4.0~10.9 mg, 인은 92~286 mg, 철은 1.3~1.9 mg, 나트륨은 12.2~15.2 mg이었으며, 칼륨은 243~320 mg이었다. 이는 쌀 품종 간

에 차이는 있으나 전반적으로 쌀에 비해 피쌀의 무기성분 함량이 나트륨을 제외하고는 모두 높다는 것을 알 수 있으며, 특히 칼슘 함량은 약 4배 정도 높게 나타났다. Lee 등(2010)이 보고한 한국산 잡곡 6종의 칼슘 함량은 100g 당 9.7~25.9 mg이었으며, 이는 피쌀이 다른 잡곡에 비해서도 칼슘 함량이 높다는 것을 알 수 있다.

3. 비타민 함량

피쌀의 비타민 함량은 Table 3과 같다. 비타민 A인 retinol equivalent와 β -carotene 함량은 각각 100 g 당 3~5 RE, 15~31 μ g 범위였으며, IEC525가 가장 높은 값을 나타내었다. 비타민 B₁인 thiamin은 0.61~0.78 mg으로 IEC 518이 가장 높았으며, 비타민 B₂인 riboflavin은 0.15~0.18 mg 범위로 큰 차이는 없었다. Niacin은 3.0~3.6 mg을 나타내었다. Cheigh 등(1977)은 현미 100 g 당 비타민 B₁이 0.49~0.55 mg, B₂가 0.059~0.069 mg, niacin 함량은 5.25~6.49 mg 범위였다고 보고하였으며, Choe 등(2002)은 쌀 6개 품종 현미의 비타민 B₁은 0.44~0.63 mg, 비타민 B₂는 0.06~0.10 mg, niacin은 1.17~

Table 2. Mineral contents in milled grain of three barnyard millets

Resources	Calcium (mg 100 g ⁻¹)	Phosphorus (mg 100 g ⁻¹)	Iron (mg 100 g ⁻¹)	Sodium (mg 100 g ⁻¹)	Potassium (mg 100 g ⁻¹)
IEC510	36±1.3 ¹⁾	428± 1.7	6.2±0.4	10±0.5	499±2.8
IEC518	33±2.1	443±20.0	1.4±0.1	3±0.0	385±4.2
IEC525	39±1.1	497± 7.3	3.2±0.1	10±0.3	617±9.0

¹⁾ Average±standard deviation.

Table 3. Vitamin contents in milled grain of three barnyard millets

(per 100 g)

Resources	Vitamin A		Vitamin B ₁ (mg)	Vitamin B ₂ (mg)	Niacin (mg)
	Retinol equivalent (RE)	β -Carotene (μ g)			
IEC510	4±0.45 ¹⁾	22±2.7	0.61±0.0	0.15±0.0	3.6±0.1
IEC518	3±0.17	15±1.0	0.78±0.0	0.18±0.0	3.0±0.1
IEC525	5±0.05	31±0.3	0.65±0.0	0.17±0.0	3.5±0.1

¹⁾ Average±standard deviation.

1.70 mg으로 보고하였다. 이와 같은 결과를 통해 피 쌀이 전반적으로 현미보다 비타민 함량이 높다는 것을 알 수 있었다.

4. 아미노산 함량

피쌀의 아미노산 함량은 Table 4와 같다. 검출된 아미노산은 총 17종으로 유아에게 필수아미노산인 histidine과 arginine을 포함한 9종의 필수아미노산과 aspartic acid 등 8종의 비필수아미노산으로, 그 총량은 g당 69~106 mg이었다. 피쌀에는 비필수아미노산인 glutamic acid가 16~25 mg으로 가장 함량이 높게 나타났으며, 그 다음은 필수아미노산인 leucine으로 8~12 mg이었다. 각 아미노산의 총량은 IEC518>525>510 순으로 많았으며, IEC 510은 다른 것에 비해 상대적으로 적은 아미노산 함량을 보였다. 여러 가지 보고(Choe 등 2002; Kim 등 1978; Nam 등 1998; Nam 등 2000)를 종합해 보면 벼 현미의 총 아미노산 함량은 대체로 g당 63~110 mg, 밀은 g당 약 70~110 mg(Kim HY, 1997)을 나타내었다. 이는 피쌀과 밀, 현미의 아미노산 함량이 거의 비슷한 범위에 속한다는 것을 알 수 있다.

5. 생리활성

피쌀의 식품 소재로서 이용 가능성을 검토하기 위해 생리활성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 전자공여능(EDA)은 3.4~8.2%, 총 폴리페놀 함량은 g 당 51.1~69.4 mg이었으며, 혈당강하능은 8.3~10.9%를 나타내었다. 전자공여능이 높을수록 총 폴리페놀 함량도 높은 것으로 나타났다. Lee 등

(2010)은 한국산 잡곡 6종의 항산화 활성인 전자공여능을 분석한 결과 1.47~62.60%를 나타내었으며, 기장이 가장 낮고 수수가 가장 높은 값을 보였다. 총 폴리페놀 함량은 g 당 0.53~2.83 mg으로 기장이 가장 낮고 수수가 가장 높은 값을 나타내었다. 피쌀과 잡곡의 항산화 활성과 항산화물질 함량의 차가 큰 것은 추출 방법에 의한 차이라고 생각된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 수량성이 높고 작물학적 특성이 재배에 유리한 IEC510, 518, 525는 잡곡으로서 활용 가능성이 높다고 생각되며, 특히 IEC525는 다른 피에 비해 높은 영양성분과 생리활성을 보여 잡곡으로서의 활용도가 높을 것으로 생각된다.

요약 및 결론

국내에서 재배와 유전자원이 사라진 식용피의 재배를 복원하여 벼 대체용 신소득 작목으로 활용하기 위해서 피쌀 수량이 높고 도복에 강한 특성을 갖는 3가지 품종의 식용피의 영양성분과 생리활성을 분석하였다. 피쌀의 일반성분, 무기성분 함량은 현미와 비슷하거나 약간 높은 값을 나타내었으며, 피쌀의 비타민 함량은 벼의 현미에 비해 비타민 B₁은 1.3배, B₂는 2.3배 많았다. 특히 현미에는 없는 비타민 A인 β -carotene 함량이 15~31 μ g 정도 검출되었다. 아미노산은 histidine과 arginine을 포함한 9종의 필수아미노산과 asparagine 등 8종의 비필수 아미노산 등 총 17종이 검출되었으며, g당 총 함량은 69~106 mg 범위로 IEC518>525>510의 순으로 많았

Table 4. Amino acid contents in milled grain of three barnyard millets

Resources	Amino acid contents (mg g ⁻¹)																	
	Essential amino acid									Nonessential amino acid							Total	
	Adult					Infant												
	Thre ²⁾	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	His	Arg	Asp	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys		Tyr
IEC510	2.6±0.1 ¹⁾	4.2±0.2	1.3±0.2	3.7±0.2	7.6±0.3	4.3±0.1	1.4±0.2	1.7±0.1	2.5±0.3	4.5±0.2	3.7±0.2	16.4±0.7	4.9±0.1	2.0±0.3	7.0±0.1	0.2±0.1	1.2±0.2	69.2
IEC518	4.1±0.2	5.9±0.5	2.4±0.3	5.2±0.7	11.5±1.5	6.5±0.2	2.0±0.2	2.5±0.3	4.1±0.2	6.7±0.1	5.6±0.1	24.9±0.2	7.6±0.1	3.0±0.2	11.0±0.2	0.2±0.2	2.4±0.2	105.6
IEC525	3.9±0.2	5.9±0.3	1.8±0.2	5.1±0.1	11.0±0.2	6.6±0.8	2.0±0.1	2.4±0.2	4.1±0.4	6.3±0.4	5.3±0.1	23.7±2.1	6.6±0.5	2.9±0.4	10.1±0.9	0.7±0.2	2.5±0.4	100.9

¹⁾ Average±Standard deviation,

²⁾ Thre: threonine, Val: valine, Met: Methionine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Phe: phenylalanine, Lys: lysine, His: histidine, Arg: arginine, Asp: asparagine, Ser: serine, Glu: glutamic acid, Pro: proline, Gly: glycine, Ala: alanine, Cys: cystine, Tyr: tyrosine.

Table 5. Biological activities in milled grain of three barnyard millets

Resources	Electron donating ability (%)	Total polyphenolic compound contents (mg g ⁻¹)	α -Glucosidase inhibition (%)
IEC510	3.4±0.8 ¹⁾	51.5±1.1	8.3±0.9
IEC518	4.1±0.3	51.1±2.3	9.7±1.1
IEC525	8.2±0.8	69.4±0.6	10.9±1.4

¹⁾ Average±Standard deviation.

다. 생리활성 분석 결과, 전자공여능(EDA) 3.4~8.2%, 총폴리페놀함량 51.1~69.4 mg/g 범위였고, 혈당강하능은 8.3~10.9%를 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 수량성이 높고 작물학적 특성이 재배에 유리한 IEC510, 518, 525는 식용피로서 활용 가능성이 높다고 생각되었으며, 각종 영양성분과 생리활성을 종합해 볼 때 IEC525는 다른 것에 비해 잡곡으로서의 활용성이 가장 높을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ907186)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp 1017-1918
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1204
- Cheigh HS, Ryu CH, Jo JS, Kwon TW. 1977. Effect of washing on the loss of nutrients in rice. *Korean J Food Sci Technol* 9:170-174
- Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:885-892
- Kamada T, Kiuchi R, Ogasawara A, Sagawa S, Shimizu H, Hoshino T. 2009. Variation of amylose content and crude protein content among local varieties in Japanese barnyard millet. *Breeding Research* 11:23-27
- Kim HY. 1997. *In vitro* inhibitory activity on rat intestinal mucosa α -glucosidase by rice hull extract. *Korean J Food Sci Technol* 29:601-608
- Kim SK, Cheigh HS. 1979. Radial distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamine and riboflavin in the degermed brown rice kernel. *Korean J Food Sci Technol* 11:122-125
- Kim SN. 2008. Analyses of nutrients and phytochemicals, and antioxidant, anticancer and antiinflammatory activities of Korean plums by cultivars. M.S. thesis, Chungnam National Uni. Daejeon, Korea
- Lee BY, Han PJ, Kim YB. 1980. Studies on the effect of fermentation on the nutritive value of Korean rice. *RDA J Agri Sci* 22:36-42
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee J, Jeong HS. 2010. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1399-1404
- Lee YS. 2010. Studies on agronomic characteristics and utilization of barnyard millet(*Echinochloa* spp.). Ph.D. Thesis, Chungbuk National Uni. Cheongju, Korea
- Nam MH, Yi GH, Oh BG, Choi HC, Kim SC. 2000. Amino acid composition in the grain of rice varieties. *Korean J Breed* 32:83-87
- Nam MH, Yi GH, Oh BG, Lim SJ, Kim HY, Kim SC. 1998. Establishment of hydrolysis condition and effective concentration method for the analysis of constituent amino acid in brown rice. *RDA J Crop Sci* 40:182-190
- SAS. 1998. SAS User's Guide Statistics. 3th ed., Statistical Analysis System Institute, Cary, NC. USA
- Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am J Enol Vitic* 28:49-55
- Watanabe Mitsuru. 1999. Antioxidative phenolic compounds from Japanese barnyard millet(*Echinochloa utilis*) grains. *J Agric Food Chem* 47:4500-4505
- 及川一也. 2003. 新特産シリーズ 雑穀 11種の栽培・加工・利用. 社団法人農山漁村文化協會. pp.72-74

접 수 : 2012년 8월 14일
 최종수정 : 2012년 9월 11일
 채 택 : 2012년 9월 13일