

## 아밀로오스 함량이 다른 현미의 품종별 가공 처리에 따른 화학적 품질 특성

이종구<sup>1</sup> · 권광일<sup>1</sup> · 최지영<sup>1</sup> · 최종동<sup>1</sup> · 정명근<sup>2</sup> · 임무혁<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>식품의약품안전청, <sup>2</sup>강원대학교 생약자원개발학과

## The Chemical Quality Properties during Processing Treatment of Brown Rice Varieties with Different Amylose Content

Jong Gu Lee<sup>1</sup>, Kwang Il Kwon<sup>1</sup>, Ji Young Choi<sup>1</sup>, Jong Dong Choi<sup>1</sup>, Myoung Gun Choung<sup>2</sup>, and Moo Hyeog Im<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Food and Drug Administration, Seoul 122-754, Korea

<sup>2</sup>Department of Pharmacognosy Material Development, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea

Received October 21, 2009; Accepted January 6, 2010

This study was carried out to determine the chemical quality properties during processing treatment using the brown rice varieties with different amylose content. It was investigated using Hwaseonchalbyeo, Baegjinjubyeo, Ilpumbyeo and Goamibyeyo varieties. As for the chemical properties of fried brown rice, phenolic compounds increased by the frying treatment. The component of aroma after the frying treatment, it showed that aldehydes sorts of benzaldehyde, phenylmethanal had the highest content. The content of vitamin B group during parboiling treatment and frying treatment decreased as a whole than the non-treatment brown rice. The higher the content of amylose was, the more the content of vitamin B<sub>2</sub> increased. The higher the content of amylose was, the more the content of vitamin B<sub>6</sub> and mineral contents decreased. The component of mineral during frying treatment, it showed that Mg had the highest content. The higher the content of amylose increased, the more the blue value increased. The 2,2-diphenyl-β-picryl-hydrazyl (DPPH) after the frying treatment was relatively increased.

**Key words:** amylose content, blue value, brown rice, frying treatment, mineral, parboiling treatment, vitamin B

### 서 론

곡류 중에서 쌀은 비교적 영양학적으로 균형 잡힌 완전식품이나 우리나라에서 주로 소비되어지는 통일미는 아밀로오스 함량이 높아 쌀의 끈기와 윤기가 적어 식미가 떨어지므로 소비자들에 의한 기호성이 자연적으로 낮아져 소비가 줄어들게 되었다. 1990년대부터 최근에 들어서는 국민소득의 향상에 따라 쌀 소비가 더욱 감소되어 식생활의 다양화와 고급화 추세에 따라 그에 따른 우리 쌀의 소비촉진을 위한 연구가 필요하다[Han 등, 2007]. 우리나라에서는 쌀 입식의 형태인 밥으로 주로 이용되며 가공품으로서 떡이나 한과 등이 이용되지만 서구화에 길들여진 현대인의 미각에는 그다지 선호되지 않는 실정이다. 쌀의 겉껍질만을 제거한 현미는 백미에 비하여 영양분은 많으

나 소화율이 낮고 외관이 나쁘다는 이유로 잘 이용되지 않고 있어서[Juliano, 1971] 이를 해결하기 위하여 parboiled rice 등 많은 연구가 이루어져 쌀의 영양개선은 이루어졌으나 기호성, 외관 등이 나쁜 문제점은 아직도 남아 있다. 지금까지 현미를 이용한 연구로는 쌀 음료의 개발 및 발아시킨 현미를 식혜의 원료로 이용하는 연구[Lee and Kim, 1998], 현미 및 발아 현미분을 첨가한 기능성 식빵의 제조시험[Kang 등, 1997; Choi, 2001] 등, 발아현미를 이용한 압출 팽화 현미분말을 제조하여 빵 제품에 활용한 연구[Suzuki 등, 2003]등이 보고된 바 있다. 시판되고 있는 시리얼 푸드가 많이 있지만 대부분이 구운 후 외부에 시럽을 입힌 것으로 frying 처리한 것에 대한 것은 아직 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구에 사용된 parboiling 처리는 인도에서 처음 기원한 것으로서 세계에서 가공되는 쌀의 20%를 차지하고 있으며[Lee and Cho, 1996], parboiled rice는 제2차 세계대전 이후, 유럽과 미국에서 대규모로 생산되었고 [Park 등, 1987], 현재 미국에서 수출되는 쌀의 50%를 차지하고 있으며, parboiling 처리는 껍질의 제거를 쉽게 하려고 개발되어 여러 가지 저장성, 영양학적 측면, 경제적인 측면이 부각

\*Corresponding author

Phone: +82-2-380-1690; Fax: +82-2-382-4892

E-mail: imh0119@kfda.go.kr

되면서 그 개발이 증가되어 여러 나라에서 광범위하게 급속한 성장을 하게 되었다[Park and Cho, 1995]. 그래서 본 연구에서는 이밀로오스 함량이 다른 현미와 백미를 가공 처리 즉, frying 처리, parboiling 처리[Park and Cho, 1995]에 의하여 처리구별 페놀성 물질, Blue value, 휘발성 향기성분, 비타민 B군, 무기질, 전자공여능 즉, 화학적 특성을 조사하여 가공 처리가 영양성이 우수한 현미에 어떤 영향을 미치는가에 대해 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

**실험 재료.** 본 시험에 사용한 재료는 농촌진흥청 작물시험장에서 생산된 화선찰벼(Hwaseonchalbyeo, 수원 348호, amylose 0%), 백진주벼(Baegjinjubyeo, 수원 460호, amylose 9.1%), 일품벼(Ilpumbyeo, 수원 355호, amylose 18.9%), 고아미벼(Goamibyeo, 밀양 168호, amylose 27.5%)를 분양 받아 공시재료로 사용하였으며, 튀김유는 (주)오뚜기의 식물성 유지 쇼트닝을 사용하였다.

### 성분 분석

**일반성분.** 시료의 일반성분 분석은 식품공전[Korea Food and Drug Administration, 2008]에 따라 분석하였다. 즉 수분 함량은 105°C의 상압 가열건조법, 회분은 600°C의 직접 회화법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법을 사용하였고, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조섬유는 Prosky [1987]의 방법을 변형하여 total dietary fiber 측정용(Sigma Co.) 시약을 사용하였고, 원료를 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 1.25% NaOH로 분해시킨 다음 건조 및 회화시켜 함량을 측정하였다. 각 처리구는 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였다.

**페놀성 물질 함량.** Folin-Denis 법[Joung 등, 1997]을 변형시켜서 실시하였으며, 시료 0.1 g에 2% sodium carbonate 2 mL를 혼합한 뒤 2분 후 50% Folin & Ciocalteu's phenol reagent 0.1 mL를 가하여 30분 동안 실온에 방치한 다음 3,000 rpm에서 30 min간 원심분리 후 UV-VIS spectro-photometer (Shimadzu UV-1201)을 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준용액은 chlorogenic acid를 사용하였다.

**Blue value.** Blue value는 Gillbert and Spragg[1963]의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 시료 10 mg을 5 mL의 DMSO (Dimethylsulfoxide)에 용해시킨 후 0.2% Iodine solution 2 mL를 가하고 100 mL로 정용한 후 680 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**휘발성 향기성분.** Schultz 등[1977]의 방법에 따라 개량된 Nikerson형의 연속 증기 증류 추출장치를 사용하였으며 향기 성분은 시료 80 g에 증류수 500 mL를 혼합하여 용기에 넣고 상압 하에서 2시간 동안 추출하였다. 추출용매는 n-pentane과 ethyl ether의 동량 혼합액 100 mL를 사용하였고, 내부표준물질은 hydrocarbon 중 시료 향기성분의 peak와 일치하지 않은 C<sub>30</sub> (Triacontane)을 사용하였다. 추출된 시료에 무수 황산나트륨을 첨가하여 5°C에서 24시간 동안 방치하여 수분을 제거한 다음 회전증발기로 상압 하에서 농축하고 질소가스로 100 µL로 농축하여 GC/MSD의 분석시료로 하였으며 휘발성 향기성분의 분

**Table 1. Operating conditions of GC-MSD for flavor compounds analysis**

Gas chromatography	
Instrument	Agilent 6890 GC (Agilent co., USA)
Carrier gas	Helium
Column	HP-FFAP(0.20 mm×50 m)
Tem.	50°C (10 min)-5°C/min-200°C-10°C/min-240°C (30 min)
Flow rate	1.0 mL/min
Mass selective detector	
Instrument	Agilent 5973 MSD (Agilent co., USA)
Ion mode	EI (Electron impact ionization)
Source Temp.	190°C
Electron energy	70 eV
Library	Wiley275

**Table 2. Analysis condition of HPLC for thiamin determination**

Detector	Absorbance detector model 440
Column	µ-Bondapak C (4 mm ID×300 mm)
Wave length	254 nm
Mobile phase	40% methanol with pic-B <sub>6</sub>
Sensitivity	0.02 Auf
Flow rate	1.5 mL/min
Chart speed	0.5 cm/min
Injection volume	5 µL
Internal standard	Caffeine

**Table 3. Operating conditions for analysis of mineral by ICP**

Nebulizer pressure	3.5 bar for Meinhard type C
Aerosol flow rate	0.3 L/min
Auxiliary gas	0.3 L/min for multielement analysis of aqueous solutions
Cooling gas	12 L/min

석조건은 Table 1과 같다.

**비타민 B군.** 식품공전[2008]에 따라 전처리하였으며, Thiamine은 thiamin hydrochloride(Waco 회사, Japan), 합성페놀성 산화방지제인 BHA, BHT(Waco회사, Japan), PG(Fluka회사, Switzerland), TBHQ(Sigma회사, USA)는 특급 시약을 각각 사용하였으며, HPLC를 사용하여 Table 2의 조건으로 분석하였다.

**무기질 분석.** 식품공전[2008]에 따라 건식회화법으로 하였다. 즉 시료를 550°C에서 4시간 동안 회화시킨 후 0.2 N HNO<sub>3</sub> 용액에 용해하여 100 mL로 정용한 후 여과하였다. 분석은 ICP (Inductively coupled plasma, Jobin-Yvon Model JY 38 Plus, France)를 사용하여 Table 3과 같은 조건으로 하였다.

**전자공여능(Electron donating abilities, EDA).** Park 등 [2006]의 방법을 변형하여 측정하였다. 10배 희석한 각 시료 1.0 mL에 2×10<sup>-4</sup> M의 2,2-diphenyl-β-picryl-hydrazyl(DPPH) 0.5 mL를 넣고 교반한 후 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Electro Donating Ability (\%)} = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

A: 시료군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도, C: 시료의 흡광도

**가공 처리 방법.** Parboiling 처리는 예비실험으로 아밀로오스 함량이 다른 4가지 품종 즉, 화선찰벼, 백진주벼, 일품벼, 고아미벼를 각각 10 g을 30, 45, 및 60°C의 증류수에 침지시켜 시간의 경과에 따라 경시적으로 채취하여 여과지 위에 깔려서 표면수를 제거한 다음 무게 증가량으로부터 건물 10 g 중의 수분 증가량과 품종별 현미 전분의 호화 개시 온도, 최고점도온도 등을 알기 위해 visco amylograph를 측정하였다. 그 결과 품종에 따른 전분의 호화개시온도가 60-65°C의 범위를 나타냄으로서 Shin 등[1989]의 연구와도 유사한 결과를 보였다. 수분흡수에 따른 외형의 변화와 호화개시온도와 최고점도온도 등의 결과를 바탕으로 parboiling 처리 조건을 60°C의 증류수에 60분간 수침시키는 것으로 설정하였다. Frying 처리시 식품을 가열하여 내부로 열이 전달되는 속도와 식품 표면에서 물이 증발되는 속도 사이의 균형이 잘 이뤄지는 튀김온도를 설정해야 하며, frying 처리 온도는 일반적으로 195°C 이하에서 튀기는 것이 적당하다고 알려져 있는데, 이것은 그 이상의 온도에서는 열안정성이 급격히 감소하기[Johnson 등, 1956]때문이다. 이를 참고하여 아밀로오스 함량이 다른 4가지 품종 즉, 화선찰벼, 백진주벼, 일품벼, 고아미벼를 각각 건부 중량 기준으로 하여 파보일링 처리, 수분함량을 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 및 45%, 튀김온도 160, 170, 180, 190, 및 195°C로 예비실험 조건 설정을 하였다. Frying 처리 후 외형의 변화, 색도와 식미 검사를 통하여 색깔과 조직감이 우수한 190°C에서 30 sec로 설정하여 frying 처리를 하였으며, 바로 기름을 제거하고 산화방지를 위하여 밀봉하여 사용하였다.

**결과 및 고찰**

**품종별 현미의 구성성분.** 현미의 품종별 구성성분을 분석한 결과 Table 4와 같았다. 수분 함량이 13.47~16.29%, 조회분 함량이 1.15~1.69%, 조단백질 함량이 7.44~9.63%, 조지방 함량이 2.33~2.84%, 조섬유 함량이 1.31~1.68%이었으며, 아밀로오스 함량 차이에 따른 구성성분의 차이는 미미하였다. Frying 처리구와 무처리구를 비교해보면 수분함량은 전체적으로 Table 5에서 알 수 있듯이 frying 처리 후에 3.65~5.53%로 상대적으로 많이 줄었으며, 조섬유 함량은 큰 차이를 보이지 않았으며, 조회분과 조단백질 함량은 줄어드는 경향은 보였다. 상대적으로 지방 함량은 frying 처리시 튀김유가 제품의 내부로 유입되어 7.64%에서 22.83%까지 증가되는 것으로 판단되었다.

**가공처리 후 각 처리구의 화학적 특성**

**페놀성 물질함량.** 페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며, 이들은 phenolic hydroxyl기를 가지고 있으므로 단백질 등의 거대분자들과 결합하는 성질을 가지고 있으며, 항산화 효과 등의 생리활성 기능이 있다고 한다[Cooke and Gildley, 1992]. 페놀성 물질의 함량은 Fig. 1에서와 같이 A에서 3.76±0.88%, 현미에 frying 처리한 B, C, D, E에서 각각 11.18±0.38%, 20.17±0.92%, 19.15±0.70%, 17.33±0.27%의 결과를 보임으로서 B를 제외하고 C, D, E에서 아밀로오스 함량이 증가할수록 페놀성 물질 함량이 낮아지는 경향을 보였으나 큰 차이는 없는

**Table 4. Proximate composition of brown rice samples (unit: %)**

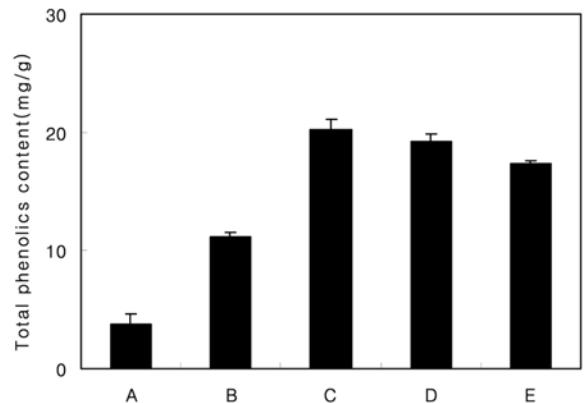
	Types of Brown Rices			
	A	B	C	D
Moisture	13.47	14.47	14.81	15.46
Crude Ash	1.39	1.15	1.15	1.69
Crude Protein	9.13	7.44	8.31	9.63
Crude Fat	2.81	2.56	2.86	2.37
Crude Fiber	1.47	1.68	1.40	1.47

A: Hwaseonchalbyeo brown rice, B: Baegjinjubyeo brown rice, C: Ilpumbyeo brown rice, D: Goamibyeo brown rice.

**Table 5. Proximate composition of fried rice products of different rice cultivars (unit: %)**

	Types of Fried Brown Rices					
	A	B	C	D	E	F
Moisture	3.65	4.96	4.29	5.53	5.04	14.06
Crude Ash	0.17	0.88	0.94	0.96	0.85	0.43
Crude Protein	4.00	5.81	5.44	4.75	4.31	4.94
Crude Fat	22.55	22.83	18.11	7.64	9.26	0.94
Crude Fiber	0.74	2.00	1.56	1.49	1.22	0.46

A: Fried Ilpumbyeo rice, B: Fried Hwaseonchalbyeo brown rice, C: Fried Baegjinjubyeo brown rice, D: Fried Ilpumbyeo brown rice, E: Fried Goami brown rice, F: Ilpumbyeo rice.



**Fig. 1. Total phenolic compound content of fried or raw brown rice of different rice cultivars.** A: Parboiled-Fried Ilpumbyeo polished rice, B: Parboiled-Fried Hwaseonchalbyeo brown rice, C: Parboiled-Fried Baegjinjubyeo brown rice, D: Parboiled-Fried Ilpumbyeo brown rice, E: Parboiled-Fried Goamibyeo brown rice.

것으로 판단되었다. 그리고, frying 처리를 한 동일한 품종의 백미와 현미 즉, 처리구 A와 D를 비교해 볼 때 현미에서 페놀성 물질함량이 훨씬 더 높은 함량을 보여주었다.

**Blue value.** 품종별 현미의 Blue value를 조사한 결과 Table 6과 같이 아밀로오스 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 전분의 구조상에서 직쇄상 구조를 많이 가질수록 blue value가 높게 나타나며 이와는 반대로 아밀로펙틴은 결가지 구조를 하고 있어 낮은 blue value 값을 나타낸다는 것을 의미한다. 또한 Han 등[2006]의 연구와도 일치하는 결과를 나타내었다. Fig. 2에서와 같이 frying 처리 후 아밀로오스 함량이 다른 화선찰벼와 일품벼를 비교해 볼 때 전자가 전체적으로

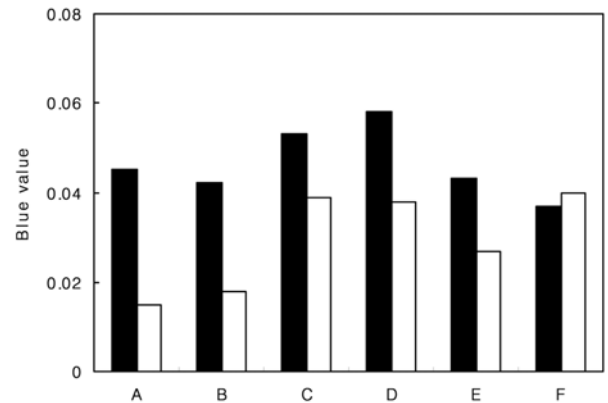
**Table 6. Amylose content and blue value of brown rice flours of different rice cultivars**

	Blue value (O.D)
Hwaseonchalbyeo brown rice	0.024
Baegjinjubyeo brown rice	0.035
Ipumbyeo brown rice	0.056
Goamibyeo brown rice	0.073

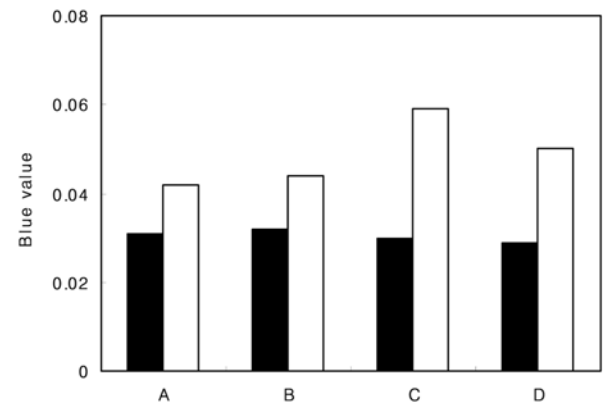
높은 blue value 값을 보여주었다. 그리고, Fig. 3에서 알 수 있듯이 화선찰벼는 parboiling 처리 후 frying 처리를 한 경우에 blue value 값은 낮아지는 경향을 보였으나, 일품벼는 증가하는 경향을 보였다. Blue value 값이 전분 분해의 높고 낮음을 의미한다고는 볼 수 없지만, 분해성이 높은 전분 입자는 blue value 값이 낮고, 분해성이 낮은 전분 입자는 blue value 값이 높다고 하였는데[Yoshimi Sugimoto, 1982], 본 연구에서 parboiling 처리와 고온에서 frying 처리 과정 후 전분 분해가 증가하였을 것이라 생각되지만 상이한 결과가 나온 것은 frying 처리 후 쌀의 미세구조에서 부피가 증가하여 요오드와 반응표면적이 넓어지고, frying 처리 과정 중의 당의 소실로 당이 거의 검출되지 않아 요오드와 반응하는 당의 형태가 거의 없는 것이라 판단되었다.

**향기 성분.** 쌀의 향기 성분은 아미노산의 Strecker 분해와 지질의 자동산화에 의해 short chain carbonyl 화합물과 산에 의해 향기가 생성되고[Karahadian과 Johnson, 1995], 가열되는 동안의 휘발성 향기 성분의 생성은 Maillard 반응과 지질의 열분해 반응에 의한 것으로 알려져 있으며, aldehyde는 지질의 산화에 의해 생성되는 것으로 알려져 있다[Yajima 등, 1978; Han 등, 1998]. 본 연구에서 alcohol류의 주성분인 n-hexano이 검출되었는데 이는 Song 등[2000]의 연구 결과와도 동일하였다. Frying 처리 후 현미의 향기 성분 분석 결과 분리 동정된 향기 성분은 총 21가지였으며, Table 7에서와 같이 hydrocarbons류와 esters류가 각각 3종, alcohols류와 acetals류가 각각 2종, aldehydes류가 5종, acids류가 6종이 동정되었다. 그 중에서 aldehydes류에 속하는 benzaldehyde, phenylmethanal 성분이 다른 성분에 비해서 높은 함량을 나타내었다. 그리고, 아밀로오스 함량에 따른 특이적인 경향은 없었으며, 동정된 성분 중에서 acids류 중 hexadecanoic acid, ethy ester의 parboiling 처리, 즉 호화 후 frying 처리한 일품벼 백미에서 4588.53 mg/100 g으로서 가장 높은 함량을 보여주었다. 식품을 가열할 때 생성되는 향기성분들은 furan 유도체, aldehyde 류, ketone 류, alcohol 류 등의 휘발성 성분들이 복합적으로 작용하여 특징적인 차이를 나타낸다고 생각되며 본 연구 결과는 frying 처리도 동시에 함으로서 지질의 산화가 영향을 미치게 되어 화학적 반응들이 복합적으로 작용된 결과라 판단된다.

**Vitamin B군.** 일품벼 백미와 현미를 비교했을 때 vitamin B<sub>1</sub>의 경우 백미는 0.325 mg/100 g, 현미는 1.649 mg/100 g, vitamin B<sub>2</sub>는 0.125 mg/100 g, 0.357 mg/100 g, niacin 함량을 보면 0.445 mg/100 g과 1.727 mg/100 g으로 vitamin B<sub>1</sub>과 niacin이 백미보다 현미에서 높은 함량을 보였다. Table 8에서 알 수 있듯이 현미 무처리구 보다는 가열처리 후 frying 처리구의 vitamin



**Fig. 2. Blue value of soaked water and raw brown rice of different rice cultivars.** ■: Hwaseonchalbyeo, □: Ipumbyeo, A: Polished rice, B: Brown rice, C: Polished rice of soaked water, D: Brown rice of soaked water, E: Soaked-Parboiled polished rice, F: Soaked-Parboiled brown rice.



**Fig. 3. Blue value of fried brown rice of different rice cultivars.** ■: Hwaseonchalbyeo, □: Ipumbyeo, A: Soaked-Fried polished rice, B: Soaked-Fried brown rice, C: Soaked-Parboiled-Fried polished rice, D: Soaked Parboiled-Fried brown rice.

함량이 열에 의해 전반적으로 감소된 결과를 나타내었다. 또한, 아밀로오스 함량이 다른 품종간의 유의적인 차이는 없으므로 나타났으며, frying 처리의 방법에 따라서는 유사한 결과가 나타났다. 일반적으로 현미에 많이 함유된 vitamin B<sub>1</sub>은 열에 약하나 vitamin B<sub>2</sub>는 상대적으로 비교적 열에 안정하여 가열 조리 후에도 대부분이 그대로 남고, vitamin B<sub>2</sub>는 중성과 산성 조건에서는 100°C에서 1시간 동안 가열하여도 그대로 보존되나 그 이상의 고온, O<sub>2</sub> 광선 및 알칼리성 조건에 노출되었을 때 쉽게 파괴되는 성질을 가지고 있다고[Kim 등, 2005]하였는데 본 실험에서는 다소 감소된 결과를 보였다. 이는 본 연구의 온도 처리조건이 190°C로서 매우 높은 온도였으며, 처리 과정 중에 O<sub>2</sub>와 광선에 노출되어서 일어난 결과로 판단된다. Frying 처리구에서 vitamin B<sub>2</sub>는 아밀로오스 함량에 비례하여 증가하는 경향을 보였고, parboiling 처리, 즉 호화 후 frying 처리구와 parboiling 처리만 한 것은 유사한 결과를 나타낸 것으로 조사되었다.

**무기질.** 품종별 현미의 무기질 함량을 조사한 결과 Table 9와 같이 전체적으로 품종에 따라 매우 상이한 차이를 보였다.

**Table 7. Changes in the flavor of parboiled-fried or brown rice of different cultivars** (unit: mg/100 g)

Hydrocarbons (3)	A	B	C	D	E
n-Tridecane	177.10	574.32	34.77	418.23	644.98
n-Tetradecane	10.65	287.22	224.42	303.33	37.82
Oxirane, tetradecyl-, Hexadecane, 1,2-epoxy-	9.21	68.84	82.97	42.89	91.19
Esters(3)					
Ethylpyrazine	25.54	51.00	7.33	45.46	348.03
2,5-Dimethyl-3-ethylpyrazine	38.44	240.50	38.10	28.35	736.24
1-H-purin-6-amine, (2-fluorophenyl)methy-	19.24	70.32	48.00	87.93	86.88
Alcohols(2)					
n-Xexanol	136.50	137.72	92.54	35.23	226.68
2-Furanmethanol	60.70	95.61	231.29	45.07	27.03
Aldehydes(5)					
2-Octenal	24.16	30.13	7.48	227.29	263.77
Benzaldehyde, Phenylmethanal	1449.82	2389.38	2175.56	3096.95	1778.01
2-Decenal,(E)-(CAS)	29.94	50.55	104.65	100.48	121.02
Trans,trans-2,4-decadienal	65.20	101.49	116.40	360.40	561.28
2-Furanacetaldehyde, alpha.-methy-.alpha.-vinyl-	34.54	32.69	196.90	142.16	50.55
Acids(6)					
n-Hexanoic acid	20.66	110.40	192.17	21.11	202.32
Nonanoic acid	260.32	172.11	116.49	158.62	218.05
Hexadecanoic acid, ethy ester	49.75	492.63	157.23	810.48	4588.53
1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester	51.67	82.43	58.25	303.37	60.59
Hexanedic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	14.59	37.91	46.43	18.07	ND
Palmitic acid	210.60	348.67	339.63	328.17	262.66
Acetals(2)					
n-Hexatriacontane	194.67	317.60	314.66	54.65	257.43
n-Hexatricotane	51.17	36.35	77.65	55.57	56.93

A: Parboiled-Fried Hwaseonchalbyeo brown rice, B: Parboiled-Fried Baegjinjubyeo brown rice, C: Parboiled-Fried Ilpumbyeo brown rice, D: Parboiled-Fried Goamiby eo brown rice, E: Parboiled-Fried Ilpumbyeo polished rice.

**Table 8. Vitamin B content of fried, parboiled-fried or raw brown rice of different rice cultivars** (unit: mg/100 g)

Sample	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>6</sub>	Niacin
Ilpumbyeo polished rice	0.325	0.125	1.129	0.445
Hwaseonchalbyeo Brown Rice	1.449	0.545	4.475	3.048
Baegjinjubyeo Brown Rice	1.609	0.437	1.145	6.554
Ilpumbyeo Brown Rice	1.649	0.357	0.661	1.727
Goamiby eo Brown Rice	1.419	0.543	2.358	8.548
Fried Hwaseonchalbyeo brown rice	0.710	0.096	2.420	0.209
Fried Baegjinjubyeo brown rice	0.189	0.089	1.043	2.770
Fried Ilpumbyeo brown rice	0.601	0.141	0.251	0.443
Fried Goamiby eo brown rice	0.461	0.176	0.080	1.451
Parboiled-Fried Hwaseonchalbyeo brown rice	0.310	0.148	0.117	2.447
Parboiled-Fried Baegjinjubyeo brown rice	0.357	0.164	0.224	0.821
Parboiled-Fried Ilpumbyeo brown rice	0.436	0.164	0.074	1.423
Parboiled-Fried Goamiby eo brown rice	0.310	0.109	0.059	0.342

현미에 포함된 무기질 중에서 Mg이 602.50~1,022.00 ppm으로 가장 높은 함량을 보였으며 또한 아밀로오스함량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. Na은 아밀로오스함량에 반비례하는 경향을 나타내었다. 그리고, Mn, Fe, Zn, K, Ca은 품종 간에 변이치는 나타났으나 특이한 경향을 나타내지는 않는 것으로 조사되었으며, 이는 무기질이 품종이나 토양의 영양 이용성 등

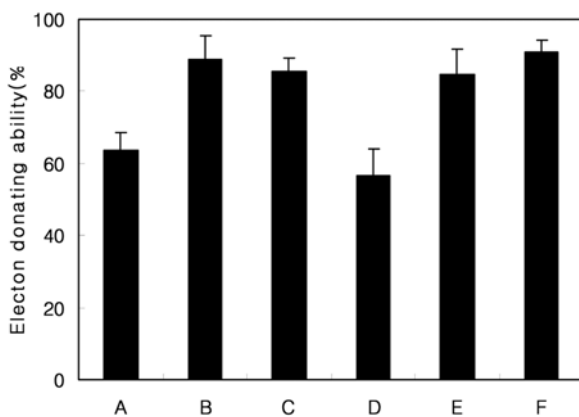
환경의 영향에 상당히 의존하여 나타난 결과[Kim, 2004]로 판단된다.

**전자 공여능 측정.** 현미를 품종과 처리 조건에 따라 달리하여 frying 처리한 전자 공여능 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 대체적으로 frying 처리를 한 후에도 높은 전자 공여능값을 보여 주었으며, 백미와 현미 즉, A와 D를 비교해 보았을 때 현미가

**Table 9. Mineral contents of different brown rice cultivars**  
(unit: ppm)

	A	B	C	D
Mn	31.51	22.91	39.52	22.32
Fe	12.26	24.70	15.06	22.94
Cu	26.71	175.25	3.50	126.75
Zn	24.74	21.22	25.48	27.98
Na	86.20	70.25	56.90	42.25
Mg	853.00	602.50	903.00	1022.00
K	264.95	156.05	250.65	255.05
Ca	27.41	35.16	20.36	33.89

A: Hwaseonchalbyeo brown rice, B: Baegjinjubyeo brown rice, C: Ilpumbyeo brown rice, D: Goamibyeo brown rice.



**Fig. 4. Electron donating ability of fried and raw brown rice of different rice cultivars.** A: Fried Ilpumbyeo polished rice, B: Fried Hwaseonchalbyeo brown rice, C: Fried Baegjinjubyeo brown rice, D: Fried Ilpumbyeo brown rice, E: Fried Goamibyeo brown rice, F: Fried of gelatinated Ilpumbyeo brown rice.

다소 낮은 결과를 보였으나 수침 후 frying 처리한 현미인 F에서는  $90.90 \pm 3.40\%$ 의 결과를 보이며 높은 활성을 보였는데, 이는 수침 중 외부 환경의 변화와 실험 과정 중의 복합적인 지질의 자동 산화에 따른 결과로 판단되며, 또한 Mahoney 등 [1986]은 이러한 전자 공여능은 유지의 자동산화과정 중에 생성되는 ROO, R, RO 등에 수소 또는 전자를 주는 것으로 환원력이 중요한 작용을 하지만 항산화제의 일반적인 작용을 전자공여능 만으로는 설명할 수 없다고 하였다. 아밀로오스 함량이 다른 현미의 품종별에 따른 결과는 각각  $88.90 \pm 6.47\%$ ,  $85.56 \pm 3.88\%$ ,  $56.47 \pm 7.79\%$ ,  $84.92 \pm 6.99\%$ 를 보임으로서 아밀로오스 함량과 전자 공여능은 서로 큰 관련성이 없는 것으로 판단되었다.

## 초 록

아밀로오스 함량이 서로 다른 품종의 현미를 이용하여 가공 처리 즉, frying 처리와 parboiling 처리를 하여 여러 화학적 특성을 조사하였다. 페놀성 물질 함량은 품종에 따른 뚜렷한 경향은 나타나지 않았으며, 일품벼의 실험 결과를 볼 때 frying 처리 후 현미가 백미보다 높은 페놀성 물질 함량을 나타내었

다. Blue value는 아밀로오스 함량에 따라 비례적으로 증가하는 경향을 보임으로서 고도의 상관관계에 있다고 판단된다. 향기 성분은 Hydrocarbons류와 Esters류가 각각 3종, Alcohols류와 Acetals류가 각각 2종, Aldehydes류가 5종, Acids류가 6종이 동정되었다. 그 중에서 Aldehydes류의 Benzaldehyde, Phenylmethanal이 가장 높은 함량을 나타내었다. Vitamin B군은 현미 무처리구보다는 가열처리 후 frying 처리구의 vitamin 함량이 전반적으로 감소되었으며, vitamin B<sub>1</sub> 함량은 1.4189~1.6494 mg에서 0.3102~0.7097 mg으로 감소되었고, vitamin B<sub>2</sub>는 아밀로오스 함량이 높을수록 함량이 증가하였고, parboiling 처리구가 무처리구에 비해 높게 나타났다. Vitamin B<sub>6</sub>는 아밀로오스 함량이 높을수록 함량이 감소하였다. Niacin은 함량이 상대적으로 다른 vitamin B군에 비해 가장 높은 함량을 보였다. 무기질 함량을 조사한 결과 Mg이 가장 높은 함량을 나타냈으며 대체적으로 아밀로오스 함량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 현미를 품종과 처리 조건에 따라 달리하여 frying 처리한 전자 공여능 결과 백미보다는 현미상태에서 대체적으로 높은 전자 공여능 값을 보여주었고, 무처리구보다 유당 처리 후 좀 더 높은 활성을 나타내었다.

**Key words:** amylose content, blue value, brown rice, frying treatment, mineral, parboiling treatment, vitamin B

## 참고문헌

- Choi JH (2001) Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* **17**, 323-328.
- Cooke, D. and Gildley, M.J. (1992) Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinization: origin of the enthalpic transition. *Carbohydrate Research* **227**, 103-112.
- Gilbert, G.G. and Spragg, S.P. (1963) Iodimetric determination of amylose. *Physical Analysis* **4**, 168-176.
- Han GJ, Lee HY, Park HJ, Park YH, Cho YS (2007) Cooking Technique Development to Improve the Taste of Cooked Rice: -A consumer survey on purchasing rice and cooked rice consumption-. *Korean J. Food Cookery Sci* **23**, 452-460.
- Han OK, Cho CH and Chae JC (1998) Identification and evaluation of flavor components and their difference among wheat varieties. *Korean J Breed* **30**, 273-282
- Han SH, Lee HY, Kum JS and Park JD (2006) Physicochemical Properties of Chufa (*Cyperus esculentus* L., var sativus Boeck) Starch. *Korean J Food Preserv* **13**, 382-388.
- Johnson, O.C., Sakuragi, T. and Kummerow, F.A. (1956) A comparative study of the nutritive value of thermally oxidized oils. *The J American Oil Chem. Soc* **33**, 433.
- Joung SY, Lee SJ, Sung NJ, Jo JS and Kang SK (1997) The chemical composition of persimmon (*Diospyros Kaki*, Thumb) leaf tea. *J Korean Soc Food Nutr* **24**, 671-679.
- Juliano, B.O. (1971) A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci Today* **16**, 334-347.
- Kang MY, Choi YH and Choi HC (1997) Comparison of Some Characteristics Relevant to Rice Bread Processing between Brown and Milled Rice. *Korean J Soc Food Sci* **13**, 64-69.
- Karahadian C. and Johnson K.A. (1995) Analysis of headspace

- volatiles and sensory characteristics of fresh corn tortillas made from fresh mass dough and spray-dried masa flour. *J Agric Food Chem* **41**, 791-799.
- Kim JY, Kim SH and Lee YJ (2005) Study of Stability in the Riboflavin Content of Dietary Supplements on Storage Conditions. *J Fd Hyg Safety* **20**, 225-231
- Kim MS, Yang HR and Jeong YH (2004) Mineral Contents of Brown and Milled Rice. *J Korean Soc Food Nutr* **33**, 443-446.
- Korea Food and Drug Administration (2008) Food Code, Seoul.
- Lee MS and Cho EJ (1996) Cooking Characteristics and Firming Rate of Cooked Parboiled Rice. *Korean J Soc Food Sci* **12**, 46-53.
- Lee WJ and Kim SS (1998) Preparation of Sikhe with Brown Rice. *Korean J Food Sci Technol* **30**, 146-150.
- Mahoney, J.R. and Graf, E. (1986) Role of alpha-tocopherol, ascorbic acid citric acid and EDTA as oxidants in model system. *J Food Sci* **5**, 1293-1296.
- Park SH and Cho EJ (1995) Physical and cooking characteristic properties of parboiled rice. *Korean J Soc Food Sci* **11**, 126-132.
- Park SH, Cho EJ and Kim SK (1987) Cooking Properties of Chunmabyeo(Japonica) and Kayabyeo(J/Indica) Rice. *J Korean Soc Food Nutr* **16**, 69-74.
- Park YK, Lee WY, Ahn JK and Hwang BH (2006) Study on the relationship between the structure and antioxidant activities of chalcones. *J Korean Wood Sci Technol* **34**, 88-94.
- Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Devreis, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.A. (1987) Determination of total dietary fiber in foods and food products. *J Assoc Off Anal Chem* **67**, 677-684.
- Shin DH, Kim MK, Chung and Lee HY (1989) Quality Characteristics of Yukwa(Popped Rice Snack) made by Different Varieties of Rice. *Korean J Food Sci Technol* **21**, 820-825.
- Song SJ, Lee YS and Rhee CO (2000) Volatile Flavor Components in Cooked Blank Rice. *Korean J Food Sci Technol* **32**, 1015-1021.
- Shultz T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B. and Teranishi R. (1977) Isolation of volatile components from a model system. *J Agric Food Chem* **25**, 446-449.
- Suzuki, K., Okadome, H., Okunishi, T (2003) Development of a Novel Food Material Using Germinated Brown Rice by Twin-screw Extrusion. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology* **50**, 474-482.
- Yajima I., Yanai T., Nakamura M., Sakakibara H. and Habu T (1978) Volatile flavor components of cooked rice. *Agric Biol Chem* **42**, 1229-1234.
- Yoshimi Sugimoto (1982) Some Properties of Starch Granules from Different Plant Species. *J Jpn Soc Starch Sci* **29**, 19-23.