

## 시판 검정 약쌀의 배유 성분 특성

김채은 · 조민경 · 강미영<sup>†</sup>

경북대학교 식품영양학과

### Properties of Endosperm Components of Two Pigmented Rice Varieties

Chae-Eun Kim, Min-Kyung Cho and Mi-Young Kang<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

#### Abstract

This study was performed to analyze the properties of the endosperm components of two pigmented rice varieties, glutinous and non-glutinous rice. Apparent amylose contents (AAC) of starch endosperm were 13.72% and 12.05% in pigmented non-glutinous rice and pigmented glutinous rice, respectively. Both initial temperatures for gelatinization of the two pigmented rice varieties were lower than that of milled rice. The enthalpy for gelatinization of pigmented non-glutinous rice was similar to that of milled rice, but higher than that of pigmented glutinous rice. Pigmented glutinous rice showed the highest Mg/K ratio, which affected the glutinosity in cooked rice. No difference was found in amino acid content among the various groups; however, the lysine contents were higher in the two pigmented rice varieties compared to milled rice. There was no difference in the fatty acid composition among the groups tested. Moreover, the major components of fatty acids were palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid in the two pigmented rice varieties and milled rice. The breakdown value of gelatinization property by RVA (Rapid Visco Analyzer) was lowest in pigmented non-glutinous rice.

**Key words :** Pigmented rice, endosperm, amylose content, mineral contents, fatty acid.

#### 서 론

최근 식품에 함유되어 있는 기능성 성분의 적극적인 활용에 의한 건강 장수 식품의 개발이 활기를 띠면서 phytochemicals 즉 식물성 유래의 기능성 성분에 대한 관심이 고조되고 있다. 우리들의 주식인 쌀 품종들 중에서도 유색미의 항산화 성분으로서 cyanidin 3-O-β-D-glucoside 등이 함유되어 있음이 보고되어 있고(Choi *et al* 1994, Tsuda *et al* 1994), 또한 항산화 활성, 항암활성 및 염증 억제 활성 등이 우수하므로(Kang *et al* 1996, Nam & Kang 1997, Choi *et al* 1996, Nam & Kang 1998) 이들 유색미의 활용도를 증진시키기 위한 음식 개발이 다양하게 이루어져야 할 것이다.

실제로 쌀 가공 식품의 다양화를 위하여 술, 식혜, 강정, 떡, 빵 및 국수 제조 시 유색미를 첨가하면서 제품의 특성을 검토하고 있으나(Choi *et al* 2001, Lee & Jung 2002, Chang *et al* 2001, Lee *et al* 2002, Lee KA 2006, Lee & Oh 2006, Lee *et al* 2000, Park *et al* 2002, Jung *et al* 2002) 기대한 만큼의 기호성이 없어서 가공식품으로서의 유색미 이용이 미비

한 실정이다. 그러나 우리가 유색미를 사용할 때 유색미의 과피, 호분층, 배이를 모두 함유하는 현미 상태로 이용하는 실정으므로 일반적으로 쌀 가공 식품 제조 시 백미를 사용하고 있는 점을 감안한다면 당연한 결과라 할 수 있겠다. 이에 저자 등은 시판 유색미를 미강과 배유 부분으로 분리 활용함으로써 쌀 가공제품의 다양화에 대한 연구를 추진한 바 있다(Kim *et al* 2007, Kim *et al* 2006). 이러한 연구의 일환으로써 본 연구는 유색미 품종 중 흑자색을 띠면서 검정 약쌀이라는 명칭으로 시판되고 있는 찰과 메, 2종류 쌀을 구입하여 배유 성분 특성들을 백미(일품벼)와 비교 검토하였다. 색소 성분을 비롯한 생리활성 성분의 함량이 높은 시판 검정 약쌀의 미강층과 배유층의 분리 활용은 유색미 쌀 가공 식품의 가공성 향상 및 고부가가치화에 기여할 것으로 사료된다.

#### 재료 및 방법

##### 1. 재료

시판되고 있는 흑미 매향(일반계)과 흑미 참쌀(흑진주벼)을 농협 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다. 흑미와 데이터 비교를 위하여 백미(일품벼)를 사용하였으며, 각 시료는 9분

<sup>†</sup> Corresponding author : Mi-Young Kang, Tel : +82-53-950-6235, Fax : +82-53-950-6229, E-mail : mykang@knu.ac.kr

도정(ト-コ-テスト- 정미기. MC-90, JAPAN)하여 사용하였다.

## 2. 배유 전분의 이화학적 특성 분석

쌀가루를 알칼리 침지 후, isoamyl alcohol, acetone 및 ethanol에 의해서 조단백질과 조지질을 각각 분리 제거하여 전분 분획을 제조하였으며, 이들을 시료로 하여 알칼리 호화 시킨 후, 요오드 정색 반응을 시키고 분광 광도계로 500~700 nm까지의 흡수 스펙트럼을 측정하였다. 이 흡수 스펙트럼으로부터  $\lambda_{max}$ 와 최대 흡수 파장에서의 흡광도, 680 nm에서의 흡광도 값인 blue value를 구하였다.

## 3. 무기질 조성 분석

3종류의 쌀가루를 테프론 용기에 1.2 g씩 넣은 다음  $HNO_3$  5 mL를 첨가한 후 100~150°C로 압력을 가하면서 시료를 분해시켰다. 침전물이 모두 분해되면 잔류하는 산을 휘발시키고 증류수 30 mL를 첨가하여 ICP(OPTIMA 3200 RL)로 분석하였다. 각 미량 원소의 함량은 표준 내부 물질로 표준 곡선을 작성하여 산출하였다.

## 4. 아미노산 조성 분석

3종류의 쌀가루를 500  $\mu$ L 증류수에 녹여 유리아미노산을 분석하였다. 시료를 각각 완전히 건조시켜 PITC(phenylisothiocyanate)로 유도체화 시킨다. 이를 200  $\mu$ L의 solvent(1.4 mM NaHAc, 0.1% TEA, 6%  $CH_3CN$ , pH 6.1)로 녹인 후 상층액을 HPLC의 autosampler에 안치한다. HPLC chromatogram의 peak area를 standard에 기준하여 산출하였다.

## 5. 지방산 조성 분석

지질의 추출은 잘 분쇄된 쌀 시료를 1 g 취하여 클로로포름:메탄올(2:1, v/v)을 추출 용매로 사용하여 Folch *et al*(1957)의 방법에 의하여 추출하였다. 추출한 지방은 Chung *et al*(1991)의 방법에 따라 지방산을 methyl ester화 한 후 GC-Mass로 구성 지방산을 분석하였다.

## 6. 호화 특성 및 검정

전분 입자의 호화 특성은 시차주사열량기(Differential scanning Calorimetry, DSC SP+, England)를 이용하여, 알루미늄팬에 수분과 전분의 비율(w/s ratio)이 2/1이 되도록 넣고 밀봉하여 2시간 방치한 후, 10°C/min의 승온 속도로 25°C에서 95°C까지 가열하여 DSC thermogram상에 나타나는 호화 개시 온도( $T_0$ ), 최대 호화 온도( $T_p$ ), 호화 종결 온도( $T_c$ ) 및 흡열엔탈피( $\Delta H$ )로써 각각 비교하였다.

쌀가루의 호화 특성은 신속 점도 측정계(Rapid Visco Analyzer, Newport Co., Australia)를 사용하여 측정하였다. 쌀가

루 300 mg(수분 함량 13% 기준)을 RVA 시료 통에 넣고 증류수 25 mL를 첨가하여 0~2분은 50°C, 2~10분은 95°C에서 유지, 12~12분 30초는 50°C까지 냉각, 유지하면서 점도를 측정하였다. 쌀가루 호화액의 점도를 측정하여 RVA viscogram 으로부터 initial pasting temperature, peak viscosity, final viscosity를 각각 구한 후, 최고 점도에서 최저 점도 뺀 값을 breakdown으로 하였고, 점도 단위는 RVU(Rapid Visco Unit)로 표시하였다.

## 7. 통계 처리

각 항목에 따른 실험은 3회 반복 실시하였으며, 그 결과는 SPSS package program(version 12.0)를 사용하여 평균치와 표준편차를 산출하였고, 평균치간 유의성은 One-way ANOVA를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 배유 전분의 이화학적 특성 분석

시료별 배유 전분 분자 분획을 분리하여, 이들 전분 분자 중의 아밀로오스 특성을 알아보기 위하여 전분-요오드 정색 반응을 검토하였다(Table 1). 전분 분자 중 아밀로오스와 요오드의 정색 반응 결과인 청가(blue value)로부터 환산한 아밀로오스 함량은 백미가 15.02%인 것에 비해 흑미 멍쌀이 13.72%, 흑미 찹쌀이 12.05%로 나타났다. 또한 시료 간 전분-요오드 정색 반응의 최대 흡광도 파장은 아밀로오스 함량과 유사한 경향을 나타내어 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 최대 흡광도의 파장이 장파장 쪽에 위치하며, 아밀로오스 함량이 낮은 품종일수록 단파장 쪽에 위치하였다. 그리고 최대 흡광도를 나타내는 파장에서의 흡광도도 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 흡광도가 높았다. 이러한 결과로써 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 배유전분 분획의 호화 전분-요오드 복합체 형성에 기여할 포도당 사슬의 길이가 긴 구조를 하고 있음을 유추할 수 있겠다(Kang & Han 2001).

### 2. 무기질 조성 분석

무기질 함량은 식미와 관련하여 포괄적인 영향을 미치는 데, Horino & Okamoto(1992)는 무기 성분 중 K와 Ca는 취반 후 전반적인 기호도에 부의 상관성을 보인다고 보고하였고, Horino *et al*(1983)과 Matsuzaki *et al*(1992)은 Mg/K 비율이 식미, 특히 밥의 찰기와 밀접한 관련성이 있는데, Mg/K의 비율이 높을수록 밥의 찰기가 많은 것으로 보고 하였다. 본 실험에서 무기 성분 함량을 조사한 결과(Table 2), Mg의 함량은 백미에 비해 흑미 품종이 높았으며, 흑미 찹쌀(1,060.32)이 흑미 멍쌀(971.72)보다 높았고, K의 함량은 흑미 멍쌀(2,510.32)

**Table 1. Amylose contents and iodine index of starches in endosperm of rice varieties**

Varieties	AAC <sup>1)</sup> (%)	Blue value (680 nm)	Wave length of maximum absorbance	
			Wave length	Absorbance(OD)
Milled rice	15.02±0.06 <sup>2)a3)</sup>	2.15±0.003 <sup>b</sup>	585.33±3.786 <sup>c</sup>	2.850±0.007 <sup>c</sup>
Pigmented non-glutinous rice	13.72±0.02 <sup>b</sup>	1.64±0.018 <sup>b</sup>	558.33±1.155 <sup>b</sup>	2.608±0.033 <sup>b</sup>
Pigmented glutinous rice	12.05±0.03 <sup>c</sup>	0.89±0.004 <sup>a</sup>	529.00±3.606 <sup>a</sup>	2.375±0.004 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> AAC : apparent amylose contents.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

<sup>3)</sup> Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

**Table 2. Mineral contents in three different rice varieties**

(unit : ppm)

Varieties	Ca	Na	Mg	K	Mg/K
Milled rice	127.65±0.04 <sup>1)b2)</sup>	486.49±0.02 <sup>b</sup>	814.14±0.13 <sup>a</sup>	2,029.34±0.03 <sup>a</sup>	0.40±0.00 <sup>b</sup>
Pigmented non-glutinous rice	128.06±0.11 <sup>c</sup>	490.67±0.02 <sup>c</sup>	971.72±0.02 <sup>b</sup>	2,510.32±0.02 <sup>c</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>
Pigmented glutinous rice	124.00±0.03 <sup>a</sup>	451.13±0.04 <sup>a</sup>	1,060.32±0.02 <sup>c</sup>	2,422.66±0.03 <sup>b</sup>	0.43±0.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

이 가장 높았다. Mg/K의 비율은 백미가 0.40, 흑미 멥쌀이 0.38, 흑미 찰쌀이 0.43으로 나타나 흑미 찰쌀의 Mg/K 비율이 가장 높은 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Mg/K 비율이 높을수록 찰기가 더 있다는 선행 연구(Choi *et al* 1997)와 일치하는 결과를 얻을 수 있었다.

### 3. 아미노산 조성 분석

식미가 좋은 양질미는 기호성이나 도정 특성 뿐 아니라 영양적인 우수성도 요구되는데 여기에는 쌀이 함유한 단백질(아미노산), 지질, 무기질 및 기타 미량 원소의 함유량을 들 수 있다. 쌀은 밀이나 옥수수에 비해 lysine, tryptophan, valine, arginine 등의 아미노산 조성이 우수하며(Choi *et al* 1997), 이들 아미노산 중 aspartic acid, glutamic acid 및 arginine의 함량이 많을수록 밥맛이 좋고, threonine과 proline의 함량이 많을수록 밥맛이 나쁘다는 선행 연구(Choi *et al* 1997) 결과들이 있었다. 특히 흑미는 아미노산 중에서도 lysine의 함량이 높고 이 밖에도 식물성 지방(phytofats), 섬유소(cellulose), 무기질, 비타민 등 영양 성분이 풍부하다고 보고되고 있다(Defa & Xu 1992). 본 연구 결과 lysine의 함량은 백미 보다 흑미 멥쌀과 흑미 찰쌀에서 더 높게 측정되었으며 전체 아미노산 함량은 유의적인 차이가 있음을 알 수 있었다.

### 4. 지방산 조성 분석

시판 검정 약쌀의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4와

같다. 일반적으로 쌀에 함유되어 있는 지방산은 palmitic acid, oleic acid와 linoleic acid가 주된 지방산으로 전체의 약 95%를 차지한다. 그 외에는 linolenic acid, stearic acid 및 myristic acid 등의 지방산이 각각 0.5~2%의 소량이 함유되어 있다(Kwon *et al* 1996). 본 연구에서 흑미 멥쌀과 흑미 찰쌀의 palmitic acid 함량이 각각 17.37%, 16.90%이고, oleic acid는 42.90%와 43.25%였다. 그리고 linoleic acid는 흑미 멥쌀과 흑미 찰쌀이 각각 35.48%, 35.67%로 palmitic acid, oleic acid와 linoleic acid 3종류가 주된 지방산임을 알 수 있었다.

### 5. 호화 특성 및 검정

탄수화물이 나타내는 대표적인 물성인 호화 특성은 쌀을 포함하는 전분질 식품들의 가공 특성을 평가하는 중요한 지표로써 활용된다. 이들은 전분-물-열의 상호 작용에 의해서 형성되는 pasting curve(아밀로그램)의 변화를 통하여 시료의 이 화학적 특성들, 이를테면 전분의 종류 및 양 또는 지질, 단백질, 기타 미량 화합물들의 존재 및 영향에 대한 검토를 수행한다(Fitzgerald *et al* 2003, Klucinec & Thompson 2002, Lisle *et al* 2000, Shinde *et al* 2003, Tran *et al* 2001). 호화 특성과 식미치와의 연관성을 검토한 결과, 토요식미치를 결정하는데 사용되었던 단백질의 함량은 호화 특성을 판단하는 아밀로그램의 최고 점도와 breakdown 수치와 부의 상관이었으나, 정작 호화 특성과 밀접한 연관성이 있으리라 예상이 가능한 아밀로오스 함량과는 아무런 상관성이 없었다는 선행

**Table 3. Amino acid composition of three difference rice varieties** (unit : ng/mg)

Varieties	Milled rice	Pigmented non-glutinous rice	Pigmented glutinous rice
Aspartic acid	109.80±0.01 <sup>1)c2)</sup>	107.52±0.02 <sup>b</sup>	89.47±0.02 <sup>a</sup>
Glutamic acid	145.54±0.02 <sup>c</sup>	134.22±0.02 <sup>b</sup>	127.02±0.02 <sup>a</sup>
Arginine	27.24±0.01 <sup>a</sup>	35.05±0.03 <sup>b</sup>	45.02±0.02 <sup>c</sup>
Asparagine	83.96±0.02 <sup>b</sup>	111.27±0.02 <sup>c</sup>	77.89±0.01 <sup>a</sup>
Serine	26.06±0.01 <sup>a</sup>	30.77±0.02 <sup>b</sup>	34.43±0.02 <sup>c</sup>
Glutamine	9.67±0.00 <sup>a</sup>	23.97±0.02 <sup>c</sup>	20.12±0.01 <sup>b</sup>
Glycine	25.72±0.02 <sup>c</sup>	18.08±0.02 <sup>a</sup>	20.07±0.02 <sup>b</sup>
Histidine	5.94±0.03 <sup>a</sup>	11.26±0.03 <sup>b</sup>	14.75±0.02 <sup>c</sup>
Cystein	4.09±0.01 <sup>b</sup>	9.38±0.01 <sup>c</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>
Alanine	74.63±0.01 <sup>c</sup>	51.78±0.02 <sup>a</sup>	73.88±0.01 <sup>b</sup>
Tyrosine	7.80±0.02 <sup>a</sup>	13.40±0.02 <sup>b</sup>	14.40±0.02 <sup>c</sup>
Valine	10.80±0.01 <sup>b</sup>	12.67±0.02 <sup>c</sup>	10.06±0.02 <sup>a</sup>
Methionine	5.20±0.02 <sup>a</sup>	6.33±0.01 <sup>b</sup>	7.80±0.04 <sup>c</sup>
Isoleucine	3.93±0.02 <sup>a</sup>	7.75±0.01 <sup>c</sup>	6.62±0.02 <sup>b</sup>
Leucine	6.43±0.01 <sup>a</sup>	10.86±0.01 <sup>c</sup>	7.91±0.01 <sup>b</sup>
Phenylalanine	78.84±0.02 <sup>a</sup>	87.19±0.01 <sup>b</sup>	91.41±0.03 <sup>c</sup>
Tryptophan	6.20±0.02 <sup>a</sup>	9.07±0.02 <sup>c</sup>	7.33±0.02 <sup>b</sup>
Lysine	71.42±0.02 <sup>a</sup>	78.60±0.01 <sup>c</sup>	73.02±0.02 <sup>b</sup>
Threonine	7.06±0.01 <sup>a</sup>	13.94±0.01 <sup>b</sup>	14.94±0.01 <sup>c</sup>
Proline	9.98±0.01 <sup>a</sup>	9.93±0.06 <sup>a</sup>	13.63±0.01 <sup>b</sup>
Total	720.39±0.15 <sup>a</sup>	783.09±0.27 <sup>c</sup>	749.83±0.16 <sup>b</sup>

1) Mean±SD.

2) Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

연구 결과들이 있었다. 또한, 아밀로그래프의 breakdown 수치가 높을수록 식미치가 높고(Jennifer & Les 2004), 단백질의 함량이 낮을수록 최고 점도 및 breakdown 수치가 높다(Saitoh *et al* 2002)고 한다. 이러한 호화 특성은 DSC(differential scanning calorimetry) 분석과 신속 점도계(RVA, rapid visco analyzer)를 이용하였으며, 그 결과는 Table 5와 Table 6에 나타내었다. DSC 분석에서 전분 분자의 미세 구조가 붕괴되기 시작하는 시점을 호화 개시 온도로 나타내며, 전분 분자의 미세 구조를 붕괴시키는데 필요한 에너지를 호화엔탈피로 표현한다(Hizukuri S 1985, Bogracheva *et al* 1988). 이러한 전분 입자의 호화 특성은 각 시료별로 차이가 있었는데, 호화 개시 온도는 흑미 찹쌀(55.03)과 흑미 멥쌀(54.10)에 비해 백미(58.39)가 높게 측정되었다(Table 5). 또한, 호화엔탈피는 흑미 찹쌀은 0.86, 흑미 멥쌀은 1.84로 나타나 유의한 차이를 보여 호화될 때 소모되는 열량은 흑미 멥쌀이 훨씬 많음을 알 수 있었다.

신속 점도계(RVA)에 의한 호화 특성에서 호화 온도는 흑미 멥쌀(2.55℃)이 흑미 찹쌀(2.91℃)보다 낮게 측정되었으며, breakdown 값은 흑미 멥쌀이 263.41, 흑미 찹쌀이 884.00으로 두 품종 간 차이가 크게 나타남을 알 수 있었다(Table 6). Breakdown 값이 낮은 것은 가열 호화되어 팽윤된 후에도 입자가 붕괴되지 않고 어느 정도 입자의 형태를 유지할 수 있음을 의미한다. 그러므로 breakdown 값이 가장 낮은 흑미 멥쌀이 호화 팽윤된 후에도 입자의 형태를 가장 잘 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

유색미 품종 중 흑자색을 띠면서 검정 약쌀이라는 명칭으로 시판되고 있는 찹과 메, 2종류와 백미의 배유 성분 특성

**Table 4. Fatty acid composition of three difference rice varieties**

(unit : %)

Varieties	Fatty acid composition <sup>1)</sup>								
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
Milled rice	0.28±0.01 <sup>2)a3)</sup>	20.09±0.02 <sup>c</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>	1.85±0.01 <sup>b</sup>	38.51±0.03 <sup>a</sup>	37.05±0.02 <sup>c</sup>	1.06±0.02 <sup>a</sup>	0.46±0.02 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>
Pigmented non-glutinous rice	0.27±0.01 <sup>a</sup>	17.37±0.02 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>	1.45±0.01 <sup>a</sup>	42.90±0.02 <sup>b</sup>	35.48±0.02 <sup>a</sup>	1.41±0.01 <sup>c</sup>	0.54±0.00 <sup>b</sup>	0.42±0.02 <sup>b</sup>
Pigmented glutinous rice	0.34±0.01 <sup>b</sup>	16.90±0.04 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	1.45±0.01 <sup>a</sup>	43.25±0.02 <sup>c</sup>	35.67±0.02 <sup>b</sup>	1.13±0.01 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>b</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>

1) Fatty acids are expressed as the number of carbons : number of double bonds.

C14:0 myristic acid, C16:0 palmitic acid, C16:1 palmitoleic acid, C18:0 stearic acid, C18:1 oleic acid, C18:2 linoleic acid, C18:3 linolenic acid, C20:0 arachidic acid, C20:1=gadoleic acid.

2) Mean±SD.

3) Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

**Table 5. Pasting properties of starch granules from three different rice varieties**

Varieties	DSC characteristics <sup>1)</sup>			
	To	Tp	Tc	ΔH(cal/g)
Milled rice	58.39±0.03 <sup>2)c3)</sup>	64.68±0.47 <sup>c</sup>	72.10±0.27 <sup>c</sup>	1.89±0.10 <sup>b</sup>
Pigmented non-glutinous rice	54.10±0.15 <sup>a</sup>	57.09±0.15 <sup>a</sup>	61.68±0.45 <sup>b</sup>	1.84±0.06 <sup>b</sup>
Pigmented glutinous rice	55.03±0.04 <sup>b</sup>	61.53±0.66 <sup>b</sup>	57.74±0.37 <sup>a</sup>	0.86±0.09 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> To : onset temperature, Tp : max. peak temperature, Tc : completion temperature, ΔH : enthalpy.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

<sup>3)</sup> Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

**Table 6. Amylogram profiles by the rapid visco analyser in three difference rice varieties**

Varieties	Peak temp. (°C)	Pasting time (°C)	Viscosity		
			Peak	Final	Break-down
Milled rice	70.46±0.03 <sup>1)b2)</sup>	2.74±0.01 <sup>b</sup>	1,642.12±0.02 <sup>b</sup>	1,604.40±0.01 <sup>c</sup>	787.50±0.01 <sup>b</sup>
Pigmented non-glutinous rice	70.35±0.01 <sup>a</sup>	2.55±0.01 <sup>a</sup>	1,137.26±0.01 <sup>a</sup>	1,374.50±0.02 <sup>b</sup>	263.40±0.04 <sup>a</sup>
Pigmented glutinous rice	72.22±0.01 <sup>c</sup>	2.91±0.02 <sup>c</sup>	1,787.02±0.02 <sup>c</sup>	1,213.24±0.02 <sup>a</sup>	884.01±0.01 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> Means with different superscript within the same column are significantly( $p<0.05$ ).

들을 비교 검토하였다. 전분 분자 중 아밀로오스와 요오드의 정색 반응 결과인 청가(blue value)로부터 환산한 아밀로오스 함량은 흑미 찹쌀과 흑미 멥쌀 보다 백미가 높게 나타났으며, 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 흡광도가 높았다. 무기질 함량은 식미와 관련하여 포괄적인 영향을 미친다고 보고되고 있는데, 그 중에서도 Mg/K 비율은 특히 밥의 찰기와 관련이 있다. 본 실험에 사용한 시료 중 흑미 찹쌀의 Mg/K 비율이 가장 높아 가장 찰기가 많은 것을 확인 할 수 있었다. 흑미는 전체 아미노산 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나 lysine의 경우 백미보다 흑미 멥쌀과 흑미 찹쌀이 더 높았으며 전체적으로 아미노산이 골고루 함유되어 있음을 알 수 있었다. 지방산 조성 분석은 흑미 또한 백미와 마찬가지로 palmitic acid, oleic acid와 linoleic acid가 전체의 약 95%를 차지하여 이 세 가지 지방산이 주된 지방산임을 알 수 있었다. 신속점도계(RVA)를 이용한 호화 특성에서 breakdown 값은 흑미 멥쌀이 낮은 값으로 나타나 가열 호화된 후에도 입자가 붕괴되지 않고 어느 정도 입자의 형태를 유지할 수 있는 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 BK 21 사업 연구 지원으로 수행된 연구 결과이므로 이에 감사드립니다.

### 문헌

- Bogracheva TY, Morris VJ, Ring SG, Hedley CL (1988) The granular structure of C-type pea starch and its role in gelatinization. *Biopoly* 45: 323-332.
- Chang SM, Kim KH, Kang MY (2001) Varietal difference in processing and sensory characteristics of "Misutkaru" in rice. *Korean J Breed* 33: 73-79.
- Choi HC, Hong HC, Nahm BH (1997) Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J Breed* 29(1): 15-27.
- Choi SW, Kang WW, Osawa T (1994) Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Food Biotechnol* 3: 131-135.
- Choi SW, Nam SH, Choi HC (1996) Antioxidative activity of ethanolic extracts of rice brans. *Food Biotechnol* 5: 305-309.
- Choi YH, Kim KH, Kang MY (2001) Varietal difference in processing and sensory characteristics of "Sikhe" in rice. *Korean J Breed* 33: 65-72.
- Chung OK (1991) Cereal lipids. In: Lorenz, K. J., Kulp, K. (Eds.), *Handbook of cereal science and technology*, Marcel Dekker, New York. pp 497-553.
- Defa G, Xu M (1992) A study on special nutrient of purple

- glutinous rice. *Scientia Agric Sinica* 25: 36-41.
- Fitzgerald MA, Martin M, Ward RM (2003) Viscosity of rice flour: A rheological and biological study. *J Agric Food Chem* 51: 2295-2299.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biological Chem* 226: 497-509.
- Hizukuri S (1985) Relationship between the distribution of the chain-length of amylopectin and the crystalline-structure of starch granules. *Carbohydr Res* 141: 295-306.
- Horino T, Haraki T, Ae N (1983) Phosphorus, potassium and magnesium contents and their balance in cereal grain. *Jap J Crop Sci* 52: 461-467.
- Horino T, Okamoto M (1992) Relationship between nitrogen and mineral content in rice grain and its palatability after cooking(in Japanese with English abstract). *Bul Chugoku Natl Agric Exp Station* 10: 1-15.
- Jennifer MCD, Les C (2004) Genotype and environmental influences on pasting properties of rice flour. *Cereal Chem* 81(4): 486-489.
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB (2002) Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237.
- Kang MY, Choi YH, Nam SH (1996) Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin C. *Agric Chem Biotechnol* 39: 424-429.
- Kang MY, Han JY (2001). Glucose chain length distribution of starches from endosperm mutant rices and its relationship with adaptability in rice bread processing. *Korean J Food Sci Technol* 33(1): 50-54.
- Kim JH, Kim MH, Kang MY (2006) Processibility aptitude of Dobyong with pigmented rice bran extract. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 898-904.
- Kim JH, Nam SH, Kim MH, Sohn JK, Kang MY (2007) Cooking properties of rice with pigmented rice bran extract. *Korean J Crop Sci* 52: 60-68.
- Klucinec JD, Thompson DB (2002) Amylopectin nature and amylose-to-amylopectin ratio as influences on the behavior of gels of dispersed starch. *Cereal Chem* 79: 24-35.
- Kwon KS, Kim HK, Ahn MS (1996) Comparative studies on the lipid contents and neutral lipid composition in japonica and indica rice bran oils. *Korean J Food Sci Technol* 28: 207-211.
- Lee JK, Kim KS, Lee GS (2000) Effect of addition ratio of reddish-brown pigmented rice on the quality characteristics of Seolgiddeok. *Korean J Soc Food Sci* 16: 640-643.
- Lee JS, Oh MS (2006) Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 193-203.
- Lee KA (2006) Effect of black rice flour replacement on physicochemical, textural and sensory properties of Yackwa. *Korean Living Sci Association* 15: 669-674.
- Lee WJ, Jung JK (2002) Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culinary Res* 8: 267-278.
- Lee YS, Jung HO, Lee CW (2002) Quality characteristics of Yukwa prepared with pigmented rice. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 529-533.
- Lisle AJ, Martin M, Fitzgerald MA (2000) Chalky and translucent rice grains differ in starch composition and structure and cooking properties. *Cereal Chem* 77: 627-632.
- Matsuzaki A, Takano T, Sakamoto S, Kuboyama T (1992) Relation between eating quality and chemical components in milled rice and amino acid contents in cooked rice. *Jpn J Crop Sci* 61: 561-567.
- Nam SH, Kang MY (1997) *In vitro* inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agric Chem Biotechnol* 40: 307-312.
- Nam SH, Kang MY (1998) Composition of effect of rice bran-extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agric Chem Biotechnol* 41: 78-83.
- Park MK, Lee JM, Park CH (2002) Comparisons on the quality characteristics of pigmented rice CholPyon with those of brown and rice. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 471-475.
- Saitoh K, Yamami T, Ishibe T, Matsue Y, Ogata T, Kuroda T (2002) Effect of organic fertilization and pesticide application on palatability and physicochemical properties of cooked rice. *Jpn J Crop Sci* 71(2): 169-173.
- Shinde SV, Nelson JE, Huber KC (2003) Soft wheat starch pasting behavior in relation to A- and B-type granule content and composition. *Cereal Chem* 80: 91-98.
- Tran UT, Okadome H, Murata M, Homma S, Ohtsubo K (2001) Comparison of Vietnamese and Japanese rice cultivars in terms of physicochemical properties. *Food Sci Technol Res* 7: 323-330.
- Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Kawakishi S, Choi SW, Osawa T (1994) Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O- $\beta$ -D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42: 2407-2411.

(2008년 5월 26일 접수, 2008년 9월 16일 채택)