

## 품종별 현미밥의 조직감 특성 비교

†윤미라 · 이점식 · 이정희 · 박지은 · 천아름 · 원용재 · 김보경  
농촌진흥청 국립식량과학원

### Comparison of Textural Properties in Various Types of Brown Rice

†Mi-Ra Yoon, Jeom-Sig Lee, Jeong-Heui Lee, Jieun Kwak, Areum Chun, Yong-Jae Won and Bo-Kyeong Kim  
National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

#### Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important staple foods in Korea and the consumption of brown rice is increasing annually. The objective of this study is to investigate the physicochemical, hydration and textural properties related to eating quality of cooked brown rice by using glutinous, semi-glutinous, four non-glutinous and four colored varieties. The moisture, protein and total dietary fiber contents of brown rice are shown in the range of 11.1~12.6%, 6.6~8.7% and 6.28~12.40%, respectively. The amount of water uptakes for brown rice during the hydration has shown significant differences. The glutinous variety of Boseogchal indicate the highest water absorption levels by reaching 0.38 gH<sub>2</sub>O/g. The hardness of hydration for Seolgaeng is distinctively lower than those of the other brown rice varieties. According to the textural characteristics of cooked brown rice when using the Tensipresser, the hardness of Boseogchal, Baegjinju and Seolgaeng all exhibit the lowest values out of ten varieties and the highest levels of adhesiveness.

Key words: brown rice varieties, hydration, texture characteristics

#### 서 론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라의 주식 작물로 농업 생산액의 40%를 상회하는 중요한 경제적, 산업적 가치를 지니고 있다. 그러나 현재 쌀 산업은 관세화 협상에 따른 수입쌀의 의무적인 수입 물량 증가와 더불어 지속적인 국내 쌀 소비량의 감소로 어려움에 직면해 있다. 따라서 우리 쌀의 소비 촉진과 경쟁력을 높이기 위하여 밥쌀용 쌀의 품질 고급화를 위한 노력뿐만 아니라, 쌀식품 형태나 용도 다양화를 위한 기능성 및 가공용 품종 개발과 더불어 특수미 이용 기술 개발에 대한 연구가 동시에 병행되어야 할 것이다(Choi HC 2002). 더욱이 최근 생활의 고급화와 다양화 추세로 건강과 기능성이 강화된 식품에 대한 수요가 증가되고 있으며, 쌀에 있어서도 밥맛뿐만 아니라, 영양과 기능성을 갖춘 쌀에 대한 요구도가 높

아져 현미밥에 대한 소비자의 관심은 증대되고 있다.

쌀은 도정 정도에 따라 현미와 백미로 구별되는데, 현미는 벼의 왕겨(hull)만을 제거한 것으로 미강(bran, 5~6%)과 배아(embryo, 2~3%) 및 배유(endosperm, 91~92%)로 구분되며, 더 구체적으로 미강은 과피(pericarp), 종피(seed coat), 호분층(aleurone layer)으로 구성된다(Zhou 등 2002). 현미는 단백질, 지방, 식이섬유, 비타민 등 영양 성분이 풍부하며, 항산화 및 항당뇨 활성 기능을 가지고 있어 고혈압, 당뇨 등 성인병 예방에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Ha 등 1999; Kang 등 2003). 이렇듯 현미는 백미에 비해 영양적으로 우수하나, 백미와 다르게 외피가 두껍고 질기며, 지질 등 구성성분으로 인한 수분의 침투가 어렵고 호화가 제한되어, 취반 후 현미밥의 경도가 높고 거칠어 식미가 떨어지는 단점을 가지고 있다(Park & Woo 1991; Kim & Jeon 1996). 이러한 현미밥의 식미

† Corresponding author: Mi-Ra Yoon, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea. Tel: +82-31-290-6723, Fax: +82-31-290-6730, E-mail: mryoon12@korea.kr

를 개선하기 위한 방법으로 발아를 통한 가공기술 개발은 현미의 조직감 향상과 감마아미노낙산( $\gamma$ -aminobutyric acid, GABA), 감마오리자놀( $\gamma$ -oryzanol), 식이섬유(Dietary fiber), 토코트리엔올(Tocotrienols), 스티그마스테롤(Stigmasterol) 등 기능성 영양 성분이 증가되는 것으로 알려져 건강식품으로 각광을 받고 있다(Kim 등 2001; Ohtsubo 등 2005; Jung 등 2008; Kim 등 2012). 이외에도 찰쌀과 멥쌀 현미의 수화나 다양한 침지 수준에서의 취반 조건에 대한 기초 연구와 더불어 최근에는 현미 과피층을 선택적으로 제거하거나, 일정 깊이 현미에 칼집을 냄으로써 취반 특성을 개선하는 등의 연구들이 보고되고 있다(Kim & Baek 2012; Kim 등 2012). 현재 현미는 잡곡의 형태로 밥에 혼용되거나 다양한 생리활성 물질이나 색소 성분을 함유하고 있어, 기능성 식품 소재로 활용되고 있다(Oh 등 2002). 향후 현미가 더 폭넓게 소비되기 위하여 주식으로 소비될 수 있는 현미밥의 식미 향상이나 취반 전 수침 조건 설정, 취반 특성과 현미의 물리화학적 특성 구명을 통하여 현미밥에 적합한 품질 특성 연구에 대한 지속적인 노력이 필요하다.

따라서 본 연구는 찰현미(보석찰)와 반찰현미(백진주), 일반현미(설갱, 일품, 삼광, 하이아미), 흑미(흑설, 흑광), 갈색미(수원539호), 적미(수원540호)를 포함하는 10품종의 현미를 재료로 이화학적 특성과 취반 관련 수화 특성, 현미밥의 질감 차이를 분석하여, 현미밥에 적합한 품종 선정과 이용성 증진을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용된 현미 시료는 보석찰(찰현미), 백진주(반찰현미), 일품과 설갱 삼광, 하이아미(일반현미), 흑설과 흑광(흑미), 수원539호(갈색미), 수원540호(적미)의 10품종으로 2011년도 농촌진흥청 국립식량과학원에서 표준재배법에 의하여 재배 생산하여 수확하였으며, 제현기(SY88-IH, Ssangyong, Korea)를 통하여 왕겨를 제거한 후 사용하였다. 품종별 이화학 분석을 위하여 분쇄기(Cyclotec™ 1093, FOSS Co., Denmark)를 이용하여 분쇄한 후, 100 mesh 체(150  $\mu$ m)에 내려서 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. 현미 외관 특성

품종별 현미의 외관 특성인 형태와 크기를 조사하기 위해 Caliper(Model CD-15CP, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 길이, 폭, 두께를 측정하였다. 완전립 1,000개를 선별하여 무게를 측정하여 천립중을 비교하였다. 현미의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도),

b(황색도)를 측정하였다.

### 3. 현미 이화학 성분

현미 품종별 수분과 단백질 함량, 총 식이섬유 함량은 AOAC 방법에 따라 측정하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질(N $\times$ 5.95)은 Micro Kjeldahl법으로 측정하였다. 아밀로오스 함량은 Juliano(1985)의 비색정량법에 따라 전분 호화액을 요오드 정색반응 후 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

총 식이섬유 함량은 AOAC 방법에 의한 Megazyme kit를 이용하여 분석하였는데, 쌀가루 시료 1 g에 50 MES/TRIS 용액(pH 8.2) 40 ml 첨가한 후  $\alpha$ -amylase, protease, amyloglucosidase 효소 용액으로 차례로 가수분해한 다음, 4배 정도의 95% 에탄올을 가하여 효소활동을 정지시킨다. 효소에 의해 분해되지 않은 침전된 부분을 여과 건조하여 식이섬유 함량을 측정하였다.

### 4. 수분흡수율과 수화에 의한 낱알 경도 측정

수분흡수율 측정은 쌀 1 g을 25°C의 증류수에 침지시키면서 일정 시간별로 꺼내어 여과지에서 표면수를 제거한 다음, 무게 증가량으로부터 수분 증가량을 계산하였다. 또한 현미 품종별 수침에 따른 낱알 경도 변화는 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정조건은 load cell ; 5 kg, deformation rate 70%, speed ; 1.0 mm/sec, probe의 직경은 5 mm로 하여 시료별 측정 횟수는 30회, 3반복을 실시하였다(National Institute Crop Science 2003).

### 5. 현미밥의 조직감 측정

품종별 현미밥의 조직감 측정은 Tensipresser(My Boy system, Taketomo Electric Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 텐시프레스러는 Texture analyzer, Texturometer 등과 유사하게 밥의 경도, 점성 등 물리적인 특성을 객관적으로 평가하기 위한 기계로, 사람이 밥을 먹을 때 관능적으로 느끼는 저작감을 기계적으로 간편하게 묘사할 수 있는 방법으로 개발되었다(Naito & Ogawa 1998). 밥의 물성은 식미와 밀접한 관련성이 있으며, 측정방법은 취반한 밥을 10 g씩 칭량하여 시료용 컵에 압축 성형하고 2분간 실내에 방치한 후 프로브(접촉 면적 25 mm<sup>2</sup>)가 설치된 기기에 장착하였다. 먼저 두께의 25%로 압착하고, 다시 90%의 압력으로 하였으며, 최대 셀의 무게는 10 kg이며, 측정 속도는 2 mm/s로 측정하였다(Naito & Ogawa 1998; Takahashi 등 2000).

### 6. 통계분석

본 실험결과는 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA

및 다 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여  $p < 0.05$  수준에서 유의성 있는 그룹간의 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 현미의 외관 및 이화학 특성

품종별 완전한 현미를 선별하여 외관 특성 분석 결과 (Table 1), 길이와 폭, 두께는 4.65~5.65 mm, 2.74~3.05 mm, 1.81~2.17 mm로 유의적인 차이를 나타냈다. 흑미인 흑광은 길이와 폭, 두께가 전반적으로 다른 품종에 비해 낮은 특성을 보였다. 길이와 폭의 비인 장폭 비율은 반찰현미인 백진주가 1.55로 가장 낮았고, 갈색의 유색미인 수원539호가 가장 높았다. 현미의 무게를 나타내는 천립중(one thousand kernel weight)은 17.1~23.7 g으로 품종간 차이를 나타냈으며, 흑미인

흑광(17.1 g)이 유의적으로 가장 낮았다.

현미의 색도 측정 결과에서 명도는 17.4~65.4로 유색미 품종이 찰현미와 반찰현미, 일반현미에 비해 상당히 유의적으로 낮은 값을 나타냈는데, 흑미인 흑설과 흑광이 가장 낮았다. 찰현미와 반찰현미, 일반현미 품종 간에는 설갱이 65.4로 가장 높은 명도를 나타냈다. 적색도(+a, redness)는 갈색과 적색을 나타내는 유색미인 수원539호와 수원540호가 각각 10.7, 10.9로 가장 높았고, 황색도(+b, yellowness)는 흑미인 흑설(1.9)과 흑광(1.4)을 제외한 나머지 품종은 10.1~17.7 범위를 나타냈다.

현미의 이화학 특성을 분석 결과(Table 2), 수분 함량은 11.1~12.6%의 차이를 보였고, 단백질은 6.6~8.7%로 흑미(흑설과 흑광) 및 적미(수원540호) 품종이 일반 현미에 비해 높게 나타냈는데, 그 중에서 흑설이 8.7%로 가장 높았다. Ha 등

Table 1. Grain size, weight and Hunter's color values of brown rice varieties

| Variety        | Appearance properties |                    |                     |                    |                            | Color values      |                    |                   |                    |
|----------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                | Length (mm)           | Width (mm)         | Thickness (mm)      | Length /width      | Thousand grains weight (g) | L                 | a                  | b                 |                    |
| Glutinous      | Boseogchal            | 5.10 <sup>d</sup>  | 2.96 <sup>cd</sup>  | 2.17 <sup>a</sup>  | 1.72 <sup>d</sup>          | 23.7 <sup>a</sup> | 63.1 <sup>b</sup>  | 3.3 <sup>de</sup> | 17.0 <sup>ab</sup> |
| Semi-glutinous | Baegjinju             | 4.66 <sup>fg</sup> | 3.00 <sup>bc</sup>  | 2.12 <sup>b</sup>  | 1.55 <sup>i</sup>          | 21.4 <sup>f</sup> | 59.6 <sup>c</sup>  | 4.2 <sup>c</sup>  | 17.1 <sup>ab</sup> |
| Normal         | Seolgaeng             | 5.00 <sup>e</sup>  | 3.01 <sup>ab</sup>  | 2.13 <sup>b</sup>  | 1.66 <sup>g</sup>          | 22.1 <sup>d</sup> | 65.4 <sup>a</sup>  | 3.5 <sup>d</sup>  | 17.5 <sup>ab</sup> |
|                | Ilpum                 | 5.01 <sup>e</sup>  | 3.05 <sup>a</sup>   | 2.12 <sup>b</sup>  | 1.64 <sup>fg</sup>         | 23.3 <sup>b</sup> | 54.4 <sup>de</sup> | 5.0 <sup>b</sup>  | 17.0 <sup>ab</sup> |
|                | Samkwang              | 5.01 <sup>e</sup>  | 2.98 <sup>bcd</sup> | 2.09 <sup>c</sup>  | 1.68 <sup>ef</sup>         | 23.3 <sup>b</sup> | 54.1 <sup>e</sup>  | 4.8 <sup>b</sup>  | 16.9 <sup>b</sup>  |
|                | Haiami                | 5.18 <sup>c</sup>  | 2.94 <sup>d</sup>   | 2.04 <sup>d</sup>  | 1.76 <sup>c</sup>          | 22.9 <sup>c</sup> | 55.2 <sup>d</sup>  | 5.2 <sup>b</sup>  | 17.7 <sup>a</sup>  |
| Black          | Heugseol              | 5.51 <sup>b</sup>  | 2.85 <sup>e</sup>   | 2.00 <sup>e</sup>  | 1.94 <sup>b</sup>          | 22.2 <sup>d</sup> | 17.8 <sup>h</sup>  | 2.9 <sup>e</sup>  | 1.9 <sup>d</sup>   |
|                | Heugkwang             | 4.65 <sup>g</sup>  | 2.74 <sup>g</sup>   | 1.81 <sup>g</sup>  | 1.70 <sup>de</sup>         | 17.1 <sup>h</sup> | 17.4 <sup>h</sup>  | 1.8 <sup>f</sup>  | 1.4 <sup>d</sup>   |
| Brown          | Suwon 539             | 5.65 <sup>a</sup>  | 2.79 <sup>f</sup>   | 1.96 <sup>f</sup>  | 2.02 <sup>a</sup>          | 21.7 <sup>e</sup> | 37.7 <sup>f</sup>  | 10.7 <sup>a</sup> | 17.1 <sup>ab</sup> |
| Red            | Suwon 540             | 4.69 <sup>f</sup>  | 2.95 <sup>d</sup>   | 2.06 <sup>cd</sup> | 1.59 <sup>h</sup>          | 18.9 <sup>g</sup> | 28.5 <sup>g</sup>  | 10.9 <sup>a</sup> | 10.1 <sup>c</sup>  |

Different letters within the column indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

Table 2. Moisture, protein, amylose and total dietary fiber content of brown rice varieties

| Variety        | Moisture (%) | Protein (%)           | Amylose (%)       | TDF <sup>1)</sup> (% g/100 g) |                     |
|----------------|--------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| Glutinous      | Boseogchal   | 11.3 <sup>cde2)</sup> | 7.3 <sup>d</sup>  | 5.6 <sup>f</sup>              | 7.11 <sup>cd</sup>  |
| Semi-glutinous | Baegjinju    | 11.6 <sup>c</sup>     | 7.1 <sup>e</sup>  | 11.0 <sup>e</sup>             | 7.78 <sup>bc</sup>  |
| Normal         | Seolgaeng    | 12.6 <sup>a</sup>     | 6.7 <sup>g</sup>  | 19.3 <sup>bc</sup>            | 6.96 <sup>de</sup>  |
|                | Ilpum        | 11.2 <sup>cde</sup>   | 6.6 <sup>g</sup>  | 19.8 <sup>ab</sup>            | 6.40 <sup>e</sup>   |
|                | Samkwang     | 11.1 <sup>de</sup>    | 6.8 <sup>fg</sup> | 19.4 <sup>bc</sup>            | 6.28 <sup>e</sup>   |
|                | Haiami       | 11.5 <sup>d</sup>     | 7.2 <sup>de</sup> | 18.9 <sup>cd</sup>            | 6.95 <sup>de</sup>  |
| Black          | Heugseol     | 12.2 <sup>b</sup>     | 8.7 <sup>a</sup>  | 19.8 <sup>ab</sup>            | 8.29 <sup>b</sup>   |
|                | Heugkwang    | 11.4 <sup>cde</sup>   | 7.9 <sup>c</sup>  | 19.0 <sup>c</sup>             | 7.64 <sup>bcd</sup> |
| Brown          | Suwon 539    | 12.2 <sup>b</sup>     | 6.9 <sup>f</sup>  | 20.4 <sup>a</sup>             | 8.03 <sup>b</sup>   |
| Red            | Suwon 540    | 11.2 <sup>cde</sup>   | 8.4 <sup>b</sup>  | 18.3 <sup>d</sup>             | 12.40 <sup>a</sup>  |

1) TDF: Total dietary fiber. 2) Different letters within the column indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

(1999)의 연구에서도 흑미 품종의 단백질 함량이 일반 현미에 비해 높은 편으로 보고되어, 본 연구 결과와 유사하였다. 현미는 백미에 비해 단백질 함량이 높은 경향을 나타내는데 (Choe 등 2002), 단백질 함량은 식미와 부의 상관관계를 가지며, 호화 및 취반 특성에 직접적으로 영향을 주어 단백질 함량이 많을수록 밥의 질감을 딱딱하게 하고, 식은 후 더욱 빨리 노화가 진행되는 것으로 보고되었다(Juliano BO 1985). 따라서 흑미(흑설과 흑광) 및 적미(수원540호)는 다른 품종에 비해 단백질 함량이 높아, 취반 후 현미밥의 물성에 좋지 않은 영향을 줄 것으로 예상된다.

아밀로스 함량은 5.6~20.4%의 함량 변이를 나타냈으며, 아밀로스 함량과 밥의 질감은 부의 상관성이 있는 것으로 보고되었는데(Zhou 등 2002), 다른 품종에 비해 아밀로스 함량이 낮은 보석찰(찰현미)과 백진주(반찰현미)는 취반 후 현미밥의 질감이 다소 부드러울 것으로 예상할 수 있겠다.

품종별 현미의 식이섬유 함량은 6.28~12.40%로 일반현미인 설갱, 일품, 삼광, 하이아미는 6.28~6.96%, 보석찰(찰현미)과 백진주(반찰현미)는 각각 7.11%, 7.78%, 유색미인 흑설과 흑광, 수원539호, 수원540호는 각각 8.29%, 7.64%, 8.03%, 12.40%를 나타냈다. 유색미는 일반현미에 비해 식이섬유 함량이 유의적으로 높았는데, 이는 Ha 등(1999)이 보고한 연구 결과와도 일치하였다. 특히, 적미인 수원540호는 12.40%로 가장 높은 함량을 나타냈는데, 일반 현미에 비해 약 2배였다.

2. 수침에 따른 품종별 현미의 수분흡수율 및 경도 변화

취반 시 수분은 호화에 있어서 가장 필수적인 것으로 쌀의 수분 흡수 특성을 정확하게 파악하는 것은 매우 중요하다. 또한 취반 전 수침 과정은 호화에 필요한 수분을 균등하게 분포시키고, 열전도를 용이하게 하여 현미밥의 경도를 감소시

켜 식미를 좋게 하기 위해서이다. 품종별 현미를 25°C에서 시간에 따라 침지하였을 때 수분 흡수율의 변화는 Table 3에 나타났다. 현미는 왕겨만 제거된 상태로 외피가 두껍고, 백미에 비해 수분의 침투가 어려워, 백미보다 수화시간이 더 소요된다. 침지 후 3시간 경과 후 현미의 수분 흡수율은 0.15~0.24 gH<sub>2</sub>O/g으로 설갱이 가장 높았다. 모든 품종에서 침지 후 9시간까지는 급속하게 현미 수분 흡수율이 증가하여 18시간 대비 약 90%의 수분을 흡수하였으며, 그 이후에는 완만한 증가를 보였다. 9시간 침지 후 품종별 수분 흡수 차이를 보면, 보석찰과 백진주는 0.33~0.35 gH<sub>2</sub>O/g이고, 설갱과 일품, 삼광, 하이아미 등 일반 현미 품종은 0.26~0.33 gH<sub>2</sub>O/g, 흑설과 흑광의 흑미는 0.28~0.33 gH<sub>2</sub>O/g, 수원539호(갈색미)와 수원540호(적미)는 0.33 gH<sub>2</sub>O/g의 수분 흡수 특성을 보였다. 18시간 경과 후 품종별 수분흡수율은 찰현미 = 반찰현미 > 유색미 > 일반현미 순으로 높았다(Fig. 1). 찰현미와 반찰현미는 유색미와

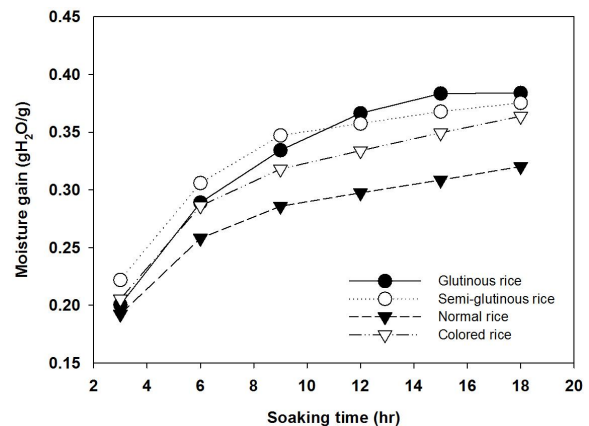


Fig. 1. Comparison of water absorption in glutinous, semi-glutinous, normal and colored brown rice.

Table 3. Water absorption of brown rice varieties during hydration at 25°C

| Variety        | Soaking time (hr, gH <sub>2</sub> O/g) |                    |                    |                   |                    |                   |                    |
|----------------|--|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                | 3                                      | 6                  | 9                  | 12                | 15                 | 18                |                    |
| Glutinous      | Boseogchal                             | 0.20 <sup>bc</sup> | 0.29 <sup>b</sup>  | 0.33 <sup>a</sup> | 0.37 <sup>a</sup>  | 0.38 <sup>a</sup> | 0.38 <sup>a</sup>  |
| Semi-glutinous | Baegjinju                              | 0.22 <sup>ab</sup> | 0.31 <sup>ab</sup> | 0.35 <sup>a</sup> | 0.36 <sup>ab</sup> | 0.37 <sup>a</sup> | 0.38 <sup>a</sup>  |
|                | Seolgaeng                              | 0.24 <sup>a</sup>  | 0.33 <sup>a</sup>  | 0.33 <sup>a</sup> | 0.34 <sup>b</sup>  | 0.36 <sup>a</sup> | 0.36 <sup>ab</sup> |
| Normal         | Ilpum                                  | 0.20 <sup>b</sup>  | 0.25 <sup>c</sup>  | 0.28 <sup>b</sup> | 0.29 <sup>c</sup>  | 0.30 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>c</sup>  |
|                | Samkwang                               | 0.15 <sup>d</sup>  | 0.22 <sup>c</sup>  | 0.26 <sup>b</sup> | 0.28 <sup>c</sup>  | 0.29 <sup>b</sup> | 0.31 <sup>c</sup>  |
|                | Haiami                                 | 0.17 <sup>c</sup>  | 0.23 <sup>c</sup>  | 0.27 <sup>b</sup> | 0.28 <sup>c</sup>  | 0.30 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>c</sup>  |
| Black          | Heugseol                               | 0.20 <sup>bc</sup> | 0.29 <sup>b</sup>  | 0.33 <sup>a</sup> | 0.34 <sup>b</sup>  | 0.37 <sup>a</sup> | 0.38 <sup>a</sup>  |
|                | Heugkwang                              | 0.17 <sup>c</sup>  | 0.25 <sup>c</sup>  | 0.28 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>c</sup>  | 0.31 <sup>b</sup> | 0.33 <sup>bc</sup> |
| Brown          | Suwon 539                              | 0.22 <sup>ab</sup> | 0.31 <sup>ab</sup> | 0.33 <sup>a</sup> | 0.34 <sup>ab</sup> | 0.35 <sup>a</sup> | 0.36 <sup>ab</sup> |
| Red            | Suwon 540                              | 0.23 <sup>ab</sup> | 0.29 <sup>b</sup>  | 0.33 <sup>a</sup> | 0.35 <sup>ab</sup> | 0.36 <sup>a</sup> | 0.38 <sup>a</sup>  |

Different letters within the column indicate significant difference at *p*<0.05.

일반현미에 비해 수분흡수율이 높았는데, 이는 찰현미와 반찰현미의 경우 상대적으로 아밀로스 함량이 낮아 수분 결합력이 높고 수분 흡수율이 높은 것으로 사료된다. 찰쌀은 아밀로오스 함량이 높은 일반쌀보다 수분 흡수율이 높다고 보고한 Kim 등(1995)의 결과와 유사하였다. 침지 후 18시간 경과 후 일반 현미인 일품, 삼광, 하이아미의 수분흡수율은 0.30~0.31 gH<sub>2</sub>O/g으로 다른 품종에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타냈다(Table 3). 반면, 설갱은 일반 현미 중에서도 수분 흡수율이 0.36 gH<sub>2</sub>O/g으로 가장 높게 나타내어, 보석찰 및 백진주(0.38 gH<sub>2</sub>O/g)와 유사함을 확인하였다. 또한 일반 현미 설갱은 수침 후 3시간이 경과된 시점인 초기 수분흡수율에서도 다른 품종에 비해 가장 높게 나타났다. 이 같은 결과를 통해 설갱은 현미 취반 시 수분과 열이 골고루 침투되고, 다른 품종에 비해 충분히 호화가 일어나, 조직감 특성에도 영향을 줄 것으로 예상할 수 있겠다. 반면, 유색미 중에서 흑설과 수원 539호, 수원540호의 경우, 일반 메벼보다 수분흡수율이 높게 나타냈는데, 현미의 수화에 의한 수분 증가량은 품종의 구조적인 특성에 의해 크게 영향을 받게 된다고 보고되어(Park & Woo 1991; Kim 등 1995), 향후 이와 관련된 세부적인 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

침지시간에 따른 현미 낱알 경도 변화를 측정된 결과(Table 4), 현미 수침 전에는 낱알 경도가 3.62~6.34 kg으로 유의적인 차이를 나타냈으며, 설갱이 가장 낮았다. 일반적으로 현미밥의 경도가 높으면 식미는 떨어지므로 취반 전 충분한 수침 과정을 통하여 경도를 낮추는 것은 식미 개선을 위한 하나의 방법이 된다. 모든 품종에서 수침 후 6시간까지 급속하게 현미 낱알 경도가 감소하여 1.63~2.60 kg으로 침지 전 현미 대비 약 60%의 경도 감소를 보였으며, 그 이후부터는 경도 변화가 완만한 경향을 나타내었다. 현미를 6시간 침지

하였을 경우, 품종별 경도 차이를 비교해 보면, 일반 현미 설갱이 1.63 kg으로 가장 낮았고, 수원540호(1.95 kg), 보석찰(2.05 kg), 백진주(2.08 kg) 순으로 낱알 경도가 낮았다. 특히, 적미인 수원 540호는 배아(씨눈)가 큰 특성을 나타내는 품종으로, 수침 후 초기 단계에 배아로 수분 흡수가 잘 되어 낱알 경도가 낮았을 것으로 생각된다. 설갱은 수침 전에도 가장 낮은 경도를 나타냈고, 수침 3시간 및 6시간 경과 후에도 역시 다른 품종에 비해 유의적으로 낮은 경도와 큰 폭의 경도 감소를 보였다. 앞서 제시한 Table 3의 침지에 따른 수분 흡수율 결과에서도 설갱은 다른 품종에 비해 수침 초기에 가장 높은 수분 흡수율을 나타내어, 초기 수분 흡수속도가 빠르게 일어남을 예측할 수 있었는데, 수침에 따른 쌀알 경도 변화에서도 설갱이 가장 낮았다. 이는 취반 후 현미밥의 조직감 특성에서도 설갱이 다른 현미 품종에 비해 다소 부드러운 질감이나 낮은 경도를 나타낼 것으로 예상되는 결과라 생각된다.

### 3. 품종별 현미밥의 조직감 특성

일반적으로 현미는 백미와 다른 외피의 구조적 특성 때문에 수분 흡수와 호화에 영향을 받게 되므로, 취반 후 현미밥은 표면이 거칠고 질감이 단단하다. 앞서 제시된 현미의 수분 흡수량과 침지에 따른 경도 변화를 통하여 현미를 실온에서 9시간 침지한 후, 가수량 1.2배를 첨가하여 동일한 조건으로 취반하였다. 현미밥의 수분 함량은 55.5~61.6%로 백진주, 삼광, 흑설 현미밥의 수분 함량이 각각 61.6%, 59.7%, 60.5%을 나타내어, 다른 품종의 현미밥에 비해 유의적으로 높았다. 밥의 수분 함량은 취반 시 가수량에 따라 영향을 받으나, 본 실험에서는 현미 종류별 동일한 양의 물을 첨가하여 취반하였으므로, 현미의 외피 두께나 구조 차이로 인하여 호화가 제한되어 각각의 현미밥 함수량에 차이를 나타낸 것으로 보인다.

Table 4. Changes on hardness of brown rice varieties during hydration at 25°C

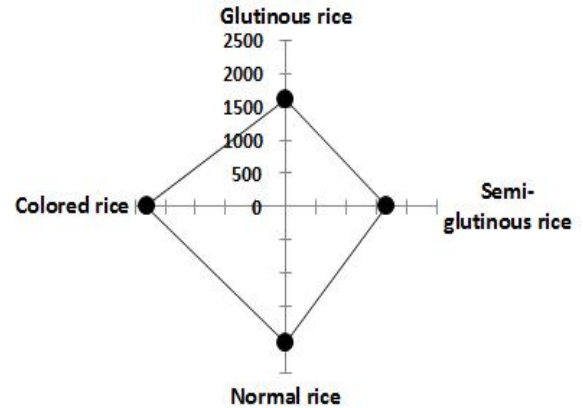
| Variety        | Hardness (kg) |                    |                    |                   |                    |                    |                    |                    |
|----------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                | 0             | 3                  | 6                  | 9                 | 12                 | 15                 | 18                 |                    |
| Glutinous      | Boseogchal    | 6.34 <sup>a</sup>  | 3.07 <sup>bc</sup> | 2.05 <sup>b</sup> | 2.02 <sup>c</sup>  | 1.60 <sup>d</sup>  | 1.58 <sup>c</sup>  | 1.51 <sup>c</sup>  |
| Semi-glutinous | Baegjinju     | 4.98 <sup>d</sup>  | 2.48 <sup>d</sup>  | 2.08 <sup>b</sup> | 1.76 <sup>d</sup>  | 1.70 <sup>d</sup>  | 1.57 <sup>c</sup>  | 1.57 <sup>c</sup>  |
| Normal         | Seolgaeng     | 3.62 <sup>f</sup>  | 1.63 <sup>e</sup>  | 1.63 <sup>c</sup> | 1.56 <sup>e</sup>  | 1.54 <sup>d</sup>  | 1.55 <sup>c</sup>  | 1.47 <sup>c</sup>  |
|                | Ilpum         | 5.55 <sup>c</sup>  | 2.71 <sup>cd</sup> | 2.10 <sup>b</sup> | 2.09 <sup>c</sup>  | 2.02 <sup>bc</sup> | 2.06 <sup>b</sup>  | 2.01 <sup>b</sup>  |
|                | Samkwang      | 5.85 <sup>b</sup>  | 3.63 <sup>a</sup>  | 2.44 <sup>a</sup> | 2.39 <sup>ab</sup> | 2.28 <sup>ab</sup> | 2.25 <sup>ab</sup> | 2.25 <sup>ab</sup> |
| Black          | Haiami        | 6.27 <sup>b</sup>  | 3.87 <sup>a</sup>  | 2.60 <sup>a</sup> | 2.37 <sup>b</sup>  | 2.34 <sup>a</sup>  | 2.31 <sup>ab</sup> | 2.18 <sup>ab</sup> |
|                | Heugseol      | 4.40 <sup>e</sup>  | 3.09 <sup>bc</sup> | 2.45 <sup>a</sup> | 2.42 <sup>ab</sup> | 2.40 <sup>a</sup>  | 2.26 <sup>ab</sup> | 2.26 <sup>ab</sup> |
|                | Heugkwang     | 5.69 <sup>bc</sup> | 3.64 <sup>a</sup>  | 2.55 <sup>a</sup> | 2.54 <sup>ab</sup> | 2.51 <sup>a</sup>  | 2.49 <sup>a</sup>  | 2.40 <sup>ab</sup> |
| Brown          | Suwon 539     | 4.91 <sup>d</sup>  | 3.49 <sup>ab</sup> | 2.50 <sup>a</sup> | 2.44 <sup>ab</sup> | 2.29 <sup>ab</sup> | 2.25 <sup>ab</sup> | 2.11 <sup>ab</sup> |
| Red            | Suwon 540     | 4.88 <sup>d</sup>  | 2.29 <sup>d</sup>  | 1.95 <sup>b</sup> | 1.80 <sup>d</sup>  | 1.79 <sup>cd</sup> | 1.99 <sup>b</sup>  | 1.66 <sup>c</sup>  |

Different letters within the column indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

밥의 물성 측정 전용 분석기기인 텐시프레스(Tensipresser)을 이용하여 품종별 현미밥의 조직감 특성을 측정한 결과는 Table 5에 나타났다. 현미밥을 씹으면서 압착하는데 드는 힘을 나타내는 경도(hardness)는 품종별 1,606.1~2,414.6 gw/cm<sup>2</sup>로 보석찰, 백진주, 설갱이 각각 1,606.1 gw/cm<sup>2</sup>, 1,665.7 gw/cm<sup>2</sup>, 1,609.4 gw/cm<sup>2</sup>를 나타내어 다른 품종에 비해 유의적으로 낮았다. 밥의 기계적인 조직감 특성에서 경도(hardness)와 부착성(adhesiveness)은 밥맛을 결정하는 중요한 인자로 특히, 밥의 경도는 취반 조건보다 쌀의 아밀로스 함량이나 가용성 물질과 부의 상관을 가진다고 하였다(Kim 등 1991). 본 실험의 결과에서도 아밀로스 함량이 상대적으로 낮은 찰현미인 보석찰 및 반찰현미인 백진주가 취반 후 현미밥의 경도(hardness)에서 유의적으로 가장 낮은 특성을 나타냈다. 일반 현미 품종별 밥의 경도(hardness) 차이를 보면 설갱이, 일품, 삼광, 하이아미에 비해 유의적으로 낮았으나, 보석찰 및 백진주와는 유사한 특성을 나타냈다. 한편, 보석찰과 백진주, 설갱은 앞서 언급된 침지에 따른 현미의 경도 변화에서도 다른 품종에 비해 유의적으로 낮았는데(Table 4), 이는 현미밥의 경도는 취반 전 수분흡수율 및 경도 변화와 연관성이 있음을 시사해 주는 결과라고 할 수 있겠다. Fig. 2에서 보듯이 품종별 현미밥의 경도(hardness) 차이를 비교해 보면, 찰현미 < 반찰현미 < 일반현미 < 유색미 순으로 차이를 나타냈다.

밥의 부착성(adhesiveness)은 경도(hardness)와 부의 상관성을 가지는 것으로 알려져 있으며(Okabe M 1979; Naito & Ogawa 1998), 본 연구의 현미밥 부착성(adhesiveness) 특성에서도 경도가 가장 낮았던 보석찰이 59.7 gw · cm/cm<sup>2</sup>가 가장 높았고, 백진주와 설갱이 각각 45.1 gw · cm/cm<sup>2</sup>, 47.7 gw · cm/cm<sup>2</sup>

**Hardness**



**Adhesiveness**

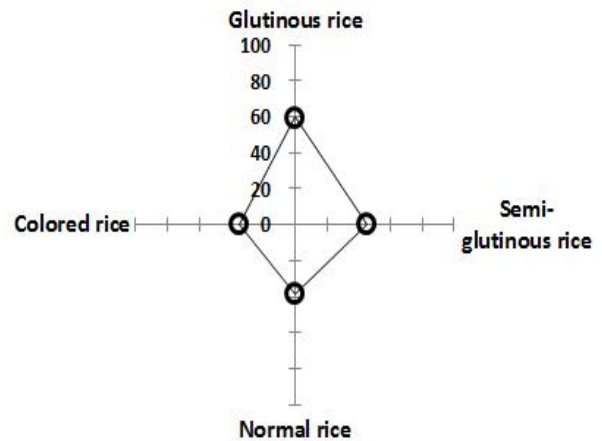


Fig. 2. Comparison of textural properties in cooked glutinous, semi-glutinous, normal and colored brown rice.

Table 5. Textural properties and moisture content of cooked brown rice varieties

| Variety                  | Textural properties            |                                  |                                      |   | Moisture content (%) |                    |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|--------------------|
|                          | Hardness (gw/cm <sup>2</sup> ) | Stickiness (gw/cm <sup>2</sup> ) | Toughness (gw · cm/cm <sup>2</sup> ) | Adhesiveness (gw · cm/cm <sup>2</sup> ) |                      |                    |
| Glutinous Boseogchal     | 1,606.10 <sup>e</sup>          | -419.19 <sup>bcd</sup>           | 0.10 <sup>a</sup>                    | 59.68 <sup>a</sup>                      | 59.2 <sup>ab</sup>   |                    |
| Semi-glutinous Baegjinju | 1,665.70 <sup>e</sup>          | -382.36 <sup>bcd</sup>           | 0.10 <sup>a</sup>                    | 45.12 <sup>bc</sup>                     | 61.6 <sup>a</sup>    |                    |
| Seolgaeng                | 1,609.40 <sup>e</sup>          | -434.89 <sup>cd</sup>            | 0.08 <sup>bc</sup>                   | 47.71 <sup>b</sup>                      | 56.2 <sup>bc</sup>   |                    |
| Normal Ilpum             | 2,125.30 <sup>d</sup>          | -314.54 <sup>ab</sup>            | 0.07 <sup>c</sup>                    | 37.06 <sup>def</sup>                    | 58.6 <sup>abc</sup>  |                    |
|                          | Samkwang                       | 2,219.00 <sup>bcd</sup>          | -345.57 <sup>abc</sup>               | 0.06 <sup>c</sup>                       | 40.64 <sup>cd</sup>  | 59.7 <sup>a</sup>  |
|                          | Haiami                         | 2,220.40 <sup>bcd</sup>          | -238.30 <sup>a</sup>                 | 0.07 <sup>c</sup>                       | 31.36 <sup>f</sup>   | 59.4 <sup>ab</sup> |
| Black Heugseol           | 2,414.60 <sup>a</sup>          | -395.12 <sup>bcd</sup>           | 0.09 <sup>ab</sup>                   | 31.55 <sup>ef</sup>                     | 60.5 <sup>a</sup>    |                    |
|                          | Heugkwang                      | 2,301.00 <sup>abc</sup>          | -395.66 <sup>bcd</sup>               | 0.09 <sup>ab</sup>                      | 34.94 <sup>def</sup> | 59.2 <sup>ab</sup> |
| Brown Suwon 539          | 2,170.80 <sup>cd</sup>         | -459.06 <sup>d</sup>             | 0.10 <sup>a</sup>                    | 35.74 <sup>def</sup>                    | 59.5 <sup>ab</sup>   |                    |
| Red Suwon 540            | 2,384.60 <sup>ab</sup>         | -461.69 <sup>d</sup>             | 0.10 <sup>a</sup>                    | 39.27 <sup>cde</sup>                    | 55.5 <sup>c</sup>    |                    |

Different letters within the column indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

을 나타내어 보석찰 다음으로 높게 나타냈다. 따라서 보석찰과 백진주, 설갱의 현미밥은 경도는 낮으면서 부착성은 높은 특성이 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 품종별 현미밥의 조직감 차이를 비교해 본 결과, 보석찰, 백진주, 설갱은 경도(hardness)가 낮으면서 부착성(adhesiveness)이 높은 품종으로, 현미밥으로 이용 시 다른 품종에 비해 단단한 정도는 적고 끈기는 높아, 식감이 개선되는 효과를 가져올 수 있으므로 현미밥용에 적합한 품종으로 고찰된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 찰현미와 반찰현미, 일반현미, 유색미를 포함한 10품종 현미의 이화학적 특성과 취반 관련 수화 특성, 현미밥의 조직감 등을 분석하였다. 품종별 현미의 길이와 폭, 두께는 각각 4.65~5.65 mm, 2.74~3.05 mm, 1.81~2.17 mm이었고, 현미의 무게를 나타내는 천립중은 17.1~23.7 g으로 유의적인 차이를 나타냈으며, 흑미인 흑광이 가장 낮았다. 수분 함량은 11.1~12.6% 수준이었으며, 단백질 함량은 흑미인 흑설이 8.7%로 가장 높았다. 식이섬유 함량은 6.28~12.40%로 유색미 품종이 일반 현미에 비해 유의적으로 높았다. 25°C 수침에 따른 수분 흡수율은 모든 품종에서 9시간까지는 급속하게 증가하였으며, 그 이후에는 완만한 증가를 보였다. 18시간 경과 후 품종별 수분흡수율은 찰현미와 반찰현미가 가장 높았고, 유색미, 일반 현미 순으로 높았다. 품종별 현미의 낱알 경도는 3.62~6.34 kg을 나타냈으며, 모든 품종에서 수침 후 6시간까지 급속하게 경도가 감소하였고, 수침 전 및 수침 초기 단계에 설갱이 유의적으로 가장 낮았다.

품종별 현미밥의 기계적인 조직감 특성 차이 비교에서, 경도(hardness)는 낮으면서 부착성(adhesiveness)은 높은 특성을 나타낸 보석찰, 백진주, 설갱은 현미밥의 단단하고 거친 식감을 개선할 수 있는 적합한 품종으로 고찰된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호: PJ010241)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## References

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA  
Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr*

31:1-9  
Choi HC. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J Crop Sci* 47:15-32  
Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH. 1999. Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 31:336-341  
Juliano BO. 1985. Polysaccharide, proteins, and lipids of rice. In *Rice Chemistry and Technology*. pp.59-120. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.  
Jung HY, Lee DH, Baek HY, Lee YS. 2008. Pre- and post-germination changes in pharmaceutical compounds of germinated brown rice. *Korean J Crop Sci* 53:37-43  
Kang MY, Shin SY, Nam SH. 2003. Antioxidant and anti-mutagenic activity of solvent-fractionated layers of colored rice bran. *Korean J Food Sci Technol* 35:951-958  
Kim DJ, Oh SK, Lee JH, Yoon MR, Choi IS, Lee DH, Kim YG. 2012. Changes in quality properties of brown rice after germination. *Korean J Food Sci Technol* 44:300-305  
Kim HW, Oh SW, Kim DJ, Yoon MR, Lee JH, Choi IS, Kim YK, Cha KN. 2012. Changes in contents of nutritional components and eating quality of brown rice by pericarp milling. *Korean J Crop Sci* 57:35-40  
Kim JY, Baek SH. 2012. Hydration and cooking properties of brown rice scratched with a knife. *Korean J Food Sci Technol* 44:722-727  
Kim K, Kang KJ, Kim SK. 1991. Relationship between hot water solubles rice and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 23:498-502  
Kim KA, Jeon ER. 1996. Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees. *Korean J Food Sci Technol* 28:959-964  
Kim KA, Jung LH, Jeon ER. 1995. Effect of cooking condition on the eating quality of cooked brown rice. *Korean J Soc Food Sci* 11:527-535  
Kim SL, Son YK, Son JR, Hur HS. 2011. Effect of germination condition and drying methods on physicochemical properties of sprouted brown rice. *Korean J Crop Sci* 46:221-228  
Naito S, Ogawa T. 1998. Tensipersser precision in measuring cooked rice adhesiveness. *J Texture Stud* 29:325-335  
National Institute of Crop Science. 2003. Evaluate the quality and taste of rice. Rural Development Administration, Suwon, Korea  
Oh GS, Na Hs, Lee YS, Kim K, Kim SK. 2002. Texture of

- cooked milled added waxy black rice and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 34:213-219
- Ohtsubo K, Suzuki K, Yasui Y. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *J Food Compos Anal* 18:303-316
- Okabe M. 1979. Texture measurements of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J Texture Stud* 10:131-152
- Park HW, Woo KJ. 1991. The hydration properties and the cooking qualities of various brown rices. *Korean J Soc Food Sci* 7:25-40
- Takahashi S, Kuno M, Nishizawa K, Kainuma K. 2000. New method for evaluation the texture and sensory attributes of cooked rice. *J Appl Glycosci* 47:343-353
- Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Composition and functional properties of rice. *Int J Food Sci Technol* 37:849-868
- 
- 접 수 : 2013년 10월 11일  
최종수정 : 2014년 4월 11일  
채 택 : 2014년 4월 15일