

## 과피층 제거에 따른 현미의 이화학특성 및 현미밥의 식감변화

김혜원\* · 오세관\*<sup>†</sup> · 김대중\* · 윤미라\* · 이정희\* · 최임수\* · 김연규\* · 차길남\*\*

\*농촌진흥청 국립식량과학원 답작과, \*\*㈜라이스본

### Changes in Contents of Nutritional Components and Eating Quality of Brown Rice by Pericarp Milling

Hye Won Kim\*, Sea Kwan Oh\*<sup>†</sup>, Dae Jung Kim\*, Mi Ra Yoon\*, Jeong Heui Lee\*, Im Soo Choi\*,  
Yeon Gyu Kim\*, and Kil Nam Cha\*\*

\*Rice Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 441-857, KOREA

\*\*Rice Born co. Ltd, 203 Nohyundong Ganagnamgu, Seoul 135-545, KOREA

**ABSTRACT** In this study, the effect of degree of milled wax layer on compositions (protein and total dietary fiber content), Alkali Digestion Value (ADV), and texture (hardness, stickiness, toughness, and adhesiveness) with brown rice was investigated. For all the rice cultivars, *Baegjinju*, *Keunnun*, *Samkwang*, and *Seolgaeng*, protein content decreased significantly as the degree of pericarp milling increased ( $p < 0.05$ ). Total dietary fiber (TDF) content for *Keunnun* (9.56%→8.09%) and *Samkwang* (8.05%→7.06%) significantly decreased with the degree of removed wax layer. ADV was not affected by being removed wax layer, but ADV of *Samkwang* was increased from 3.56 to 6.78. As the degree of removed wax layer increased (0%→10%), hardness and toughness of cooked brown rice were decreased but stickiness and adhesiveness was increased. The ratio of adhesiveness to hardness was increased with decreased wax layer of brown rice. Accordingly, It suggests that the regulation of the wax layer with brown rice was effected texture of cooked brown rice. The milling technology in wax layer of brown rice is that might be thought to be very useful in rice processing industry.

**Keywords** : brown rice, milled wax layer, texture of cooked brown rice, ratio of adhesiveness to hardness

**쌀**은 우리나라의 주식이며 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 곡물에 속하고, 세계인구 60억 중 약 27억 이상이 주 식량으로 사용하고 있는 중요한 식량작물이다(Juliano, 1985). 최근

쌀이 식품 알레르기(food allergy) 유발 가능성이 낮고 각종 성인병에 효과적이라는 연구보고에 따라 세계적으로 쌀에 관한 관심이 점차 증가하고 있다(Hill *et al.*, 1997; Kadan *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2006; Song *et al.*, 2007). 그러나 백미는 쌀겨층과 쌀눈이 제거되어 있으므로 쌀에 함유되어 있는 다양한 종류의 생리활성 물질을 이용하기 위해서는 현미를 섭취해야 한다.

현미는 과피(pericarp), 종피(seed coat) 및 호분층(aleurone layer)으로 구성된 미강(bran) 5-6%, 배아(embryo) 2-3%, 및 배유(endosperm) 92%로 이루어져 있다. 현미의 쌀겨층에는 식이섬유 및  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol,  $\gamma$ -tocopherol,  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA), arabinoxylane, ferulic acid 및 vitamin B<sub>1</sub>, E, 등과 같은 항당뇨, 항고혈압, 면역기능 증진 등의 생리기능성 물질들이 기타 곡물에 비하여 상대적으로 많이 함유되어 있다(Krishna *et al.*, 2001; Moon *et al.*, 2010). 이러한 물질들은 90% 이하 도정 시 대부분 제거될 뿐만 아니라 백미는 무도정군에 비해 감칠맛(umami) 관련된 아미노산과 같은 식미관련 성분이 유실되는 단점이 있다(Tran *et al.*, 2004).

반면에 현미의 입자 표면을 둘러싼 과피층은 현미밥 식감을 저해시키고, 취반 시 백미에 비해 조리시간이 길어지게 하는 단점이 있다(Kim *et al.*, 1984). 이러한 문제점 해결을 위한 노력 중 하나로 현미를 발아하는 방법이 있다. 발아에 의하여 현미 가공 식품의 질감을 개선할 뿐만 아니라, 발아과정 중 GABA와 같은 기능성성분 함량이 증대된다는 연구결과가 있으며, 건강 기능성식품 또는 소재로서도 각광받

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6722 (E-mail) ohskwan@korea.kr

<Received 21 December, 2011; Revised 6 March, 2012; Accepted 13 March, 2012>

고 있다(Choi *et al.*, 2004; Kang *et al.*, 2006; Seo *et al.*, 2008). 그러나 발아현미의 발아 및 건조 등 제조공정에 시간이 소요되고, 가공비용 증대하는 등의 단점이 있어 새로운 현미 가공법의 연구와 개발이 필요하다. 또한, 발아현미의 건조과정 중에서 칼집을 형성하여 수분 침투를 용이하게 하는 ‘칼집현미’ 제조 방법이 있다(Kim and Lee, 2005). 그러나 이 방법의 식미 및 가공적성 개선 등에 대한 과학적인 연구는 이루어지지 않고 있다. 특히 현미의 가공기술개발 연구는 도정수율(제현율)에 따른 현미의 이화학적 특성 및 생리기능성 물질 변화 부분에 국한되어 있는 실정이다(Chun *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2004a; Kim *et al.*, 2004b; Kim *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2009). 따라서 가공비용 및 시간이 절감되고, 가공제품의 식품학적 우수성이 인정되는 현미 가공 기술개발 연구가 필요하다. 한편, 쌀의 가공적성은 쌀알의 품종적 특성에 의해 영향을 받는다.

본 연구에 사용한 삼광벼는 2003년도에 농촌진흥청에서 개발된 품종으로서 도정수율, 내재해성, 그리고 밥맛이 우수한 특성을 보유하고 있다. 백진주벼와 설강벼는 2001년 일품벼의 돌연변이 계통에서 육성되었으며, 백진주벼는 중간찰성 품종이다(Choi *et al.*, 2002a). 설강벼는 전분모양이 둥근 연질미로서 양조용과 홍국균쌀 제조용 등 가공용 쌀로 적합하다(Choi *et al.*, 2002b). 백진주벼 및 설강벼 모두 심백이 짙은 특성을 보유한 쌀로서 유백색의 배유를 갖고 있어 밥쌀용 보다는 가공식품 소재로서 적합한 특성을 보인다(Kang *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2008). 큰눈벼는 거대배아미로서 일반적인 벼 품종에 비하여 배아크기가 약 3배 정도 크고 이에 따라 기능성물질인 GABA( $\gamma$ -amino butyric acid)의 함량이 3-5배 정도 높아 기능성 쌀(functional rice)에 속하는 품종이다(Choi *et al.*, 2006).

기존에 발표된 연구들과는 달리 본 연구는 새로운 현미가공법 개발을 목적으로 과피층만 선택적으로 제거 가능한 기기를 이용하여 과피층을 0, 5, 10% 제거한 현미의 식품학적 특성을 조사하여, 새로운 현미가공법 개발을 위한 자료를 얻기 위하여 수행 하였다.

## 재료 및 방법

### 공시품종

본 연구에는 농촌진흥청 국립식량과학원(Suwon, Korea)에서 2010년도에 생산된 백진주벼(*Baeginjubyeo*), 삼광벼(*Samkwangbyeo*), 설강벼(*Sulgaengbyeo*) 및 특수미인 큰눈벼(*Keunnunbyeo*)를 연구재료로 사용하였다.

### 시료제조

먼저 현미기로 벼의 왕겨층을 분리하고 현미의 과피층(wax layer)을 선택적으로 제거하는 연미기인 ‘미즈이라즈(new-Mizuirazu, Global co., Japan)’를 이용하여 과피층만 0%, 5% 및 10% 제거하여 사용하였다.

### 원료 현미의 이화학적 성분 분석

단백질 함량은 Auto Kjeldahl을 이용한 질소정량법을 이용하였다. 즉, 시료 0.50 g을 Kjeldahl 분해병에 넣고 진한 황산 20 mL, 분해촉매제 1.0 g을 넣은 후 Foss digester 2020와 자동분석장치(Foss Kjeltac 2400, Foss Tecator, Huddinge, Sweden)를 이용하여 분석하였다(Chun *et al.*, 2005).

식이섬유는 시료 1.0 g에 50 mL의 0.08 M phosphate buffer (pH 6.0) 및 0.1 mL 내열성  $\alpha$ -amylase 용액을 가하여 95°C에서 15분 동안 가수분해하였다. 이를 실온에서 냉각하고 0.275 N sodium hydroxide 용액을 넣고 pH 7.5로 중화하였다. 0.1 mL protease 용액을 넣어 60°C shaking water bath에서 30분 간 가수분해 및 방냉 후 0.325 M HCl 용액으로 pH 4.0으로 조절하고, 다시 0.1 mL amyloglucosidase를 넣어 60°C shaking water bath에 40분간 넣어 가수분해 하였다. Celite와 78% 에탄올로 여과공정을 거친 후, 건조기에 건조하여 함량을 측정하였다. 이때 총 식이섬유 함량(%)의 계산은  $[(\text{건조 후 무게}) - (\text{회분량}) - (\text{단백질량})] / [(\text{시료무게}) - (\text{수분량})]$ 에 100을 곱하여 구하였다(Chun *et al.*, 2005).

알칼리붕괴도(Alkali Digestion Value; ADV)는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석 기준(RDA, 2003)에 의하여 현미 낱알 6개를 1.4% KOH 10 mL에 넣은 후, 30°C 항온기에 24시간 동안 정치한 후, 쌀의 퍼짐정도를 조사하였다.

### 현미밥의 식감 분석

과피층을 0%, 5%, 10% 제거한 현미로 밥을 제조한 후 밥의 식감을 분석하기 위하여 Tensipresser(My-BoyII System, Taketomo Electric, Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 기기적 식미특성을 측정하였다. 분석방법은 시료 10.0 g을 미반용 접시에 넣은 후 랩으로 표면을 덮고, 3초간 일정한 압력을 가한 후 2분간 실내에 방치한 후, 측정 직전 일정한 힘으로 1초간 압력을 가한 뒤 랩을 제거하고 Tensipressor로 6회 반복하여 측정하였다.

### 통계분석

조사성적에 대한 분산분석과 도정방법간의 유의성 검정은 SPSS 통계 package program(Statistical Package Social Science, Version. 12.0)를 이용하여 실시하였고, 사후검정(Post Hoc

Multiple Comparison Test)으로 Scheffe's multiple comparison test을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분함량 변화

백진주벼, 삼광벼, 설갱벼 및 큰눈벼 현미의 과피층 제거 정도(0, 5, 10%)에 따른 단백질 및 식이섬유 함량과 알칼리붕괴도(ADV) 측정 결과는 Table 1과 같다. 현미의 단백질 함량은 7.92-8.96%로서 백진주벼가 가장 높았으며 과피층 제거 정도에 따라 설갱벼를 제외한 백진주벼, 삼광벼, 큰눈벼 현미의 단백질 함량이 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 반면에 품종간에 과피층을 10% 제거한 현미의 단백질 함량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 현미의 식이섬유 함량은 6.52-9.56%로 삼광벼 및 큰눈벼의 현미가 과피층 제거 정도에 따라 식이섬유 함량이 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 그러나 과피층 5% 이상 제거 시 식이섬유 함량에 있어 품종간의 유의적인 차이를 보이지 않아 단백질 함량 측정 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 전분의 ADV분석 결과, 삼광벼는 현미의 과피층 제거 정도에 따라 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ).

단백질은 물과 열에너지의 확산을 방해하므로 쌀의 수분 흡수 및 전분입자의 호화 팽창에 영향을 미쳐 밥맛을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 일반적으로 단백질 함량은 현

미의 내부 보다는 외부층(호분층)에 많이 분포하며 도정을 하면 약 1%가량 감소하게 되는데 백미의 단백질 함량은 7% 미만일 때 밥맛이 좋으며 이 함량이 높은 경우 취반 시 밥이 굳어지거나 탄력과 점성이 감소하여 식미를 저하시키는 것으로 알려지고 있다(Choi *et al.*, 1997; Choi *et al.*, 2002c). 이에 따라 본 연구결과에서 삼광벼, 백진주벼, 큰눈벼의 현미는 과피층 제거에 의한 단백질 함량 감소가 식미 및 취반 특성에 영향을 미치는 것으로 보이지만, 과피층 10% 제거 시에도 품종간의 단백질 함량 차이가 없었다. 특히 상대적으로 단백질 함량이 적은 설갱벼 현미는 과피층 제거에 따라 유의적으로 단백질 함량이 감소되지 않았다. 그러므로 과피층 제거에 따른 단백질 함량 변화에는 품종에 따라서는 다소의 차이를 나타내었지만, 단백질 함량이 크게 변화하지는 않았다.

현미의 주요 생리활성 성분 중 하나인 총 식이섬유 함량을 측정한 결과 또한 단백질 함량 결과와 유사하게 10% 과피층 제거 시 품종간의 차이를 보이지 않는 결과를 나타냈다. 그리고 설갱벼 현미는 과피층 제거에 따라 단백질 및 총 식이섬유 함량의 변화가 없었고, 알칼리붕괴도 또한 변화가 없어 과피층 제거가 알칼리붕괴도에 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 설갱벼는 등근 전분 구조로 인하여 전분과 전분사이에 빈 공간이 많아 쉽게 부식지는 특성을 가지고 있어 본 연구에서도 알칼리붕괴도가 가장 높은 품종으로 나타났다. 반면에 삼광벼 및 큰눈벼의 현미는 과피층 제거에 의하여 단백질 및 식이섬유 함량이 감소하고 알칼리붕

**Table 1.** Proximate compositions (%), Total dietary fiber (TDF), and Alkali Digestion Value (ADV) of milled wax layer with brown rice

Rice varieties	Degree of milled wax layer (%)	Contents (%)		ADV
		Protein	Total dietary fiber	
<i>Baegjinjubyeo</i>	0%	8.96 ± 0.06 <sup>a</sup>	7.74 ± 0.37	4.78 ± 1.07
	5%	8.79 ± 0.09 <sup>a</sup>	7.37 ± 0.67	6.00 ± 1.00
	10%	8.44 ± 0.11 <sup>b</sup>	7.38 ± 0.10	5.00 ± 0.00
<i>Samkwangbyeo</i>	0%	8.88 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.05 ± 0.20 <sup>a</sup>	3.56 ± 0.51 <sup>c</sup>
	5%	8.07 ± 0.18 <sup>b</sup>	6.52 ± 0.47 <sup>ab</sup>	5.00 ± 1.00 <sup>b</sup>
	10%	7.92 ± 0.22 <sup>b</sup>	7.06 ± 0.70 <sup>b</sup>	6.78 ± 0.38 <sup>a</sup>
<i>Seolgaengbyeo</i>	0%	8.34 ± 0.12	8.07 ± 0.42	7.00 ± 0.00
	5%	8.24 ± 0.13	7.42 ± 0.62	7.00 ± 0.00
	10%	8.05 ± 0.24	7.98 ± 0.00	7.00 ± 0.00
<i>Kennunbyeo</i>	0%	8.81 ± 0.07 <sup>a</sup>	9.56 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.56 ± 0.38
	5%	8.44 ± 0.26 <sup>ab</sup>	8.27 ± 1.07 <sup>ab</sup>	5.56 ± 0.69
	10%	8.19 ± 0.25 <sup>b</sup>	8.09 ± 0.34 <sup>b</sup>	5.33 ± 0.88

Mean ± SD of 3 replications

<sup>a-c</sup>Means with different letters vertical the line are significantly different at 5% level by Scheffe's test ( $p<0.05$ )

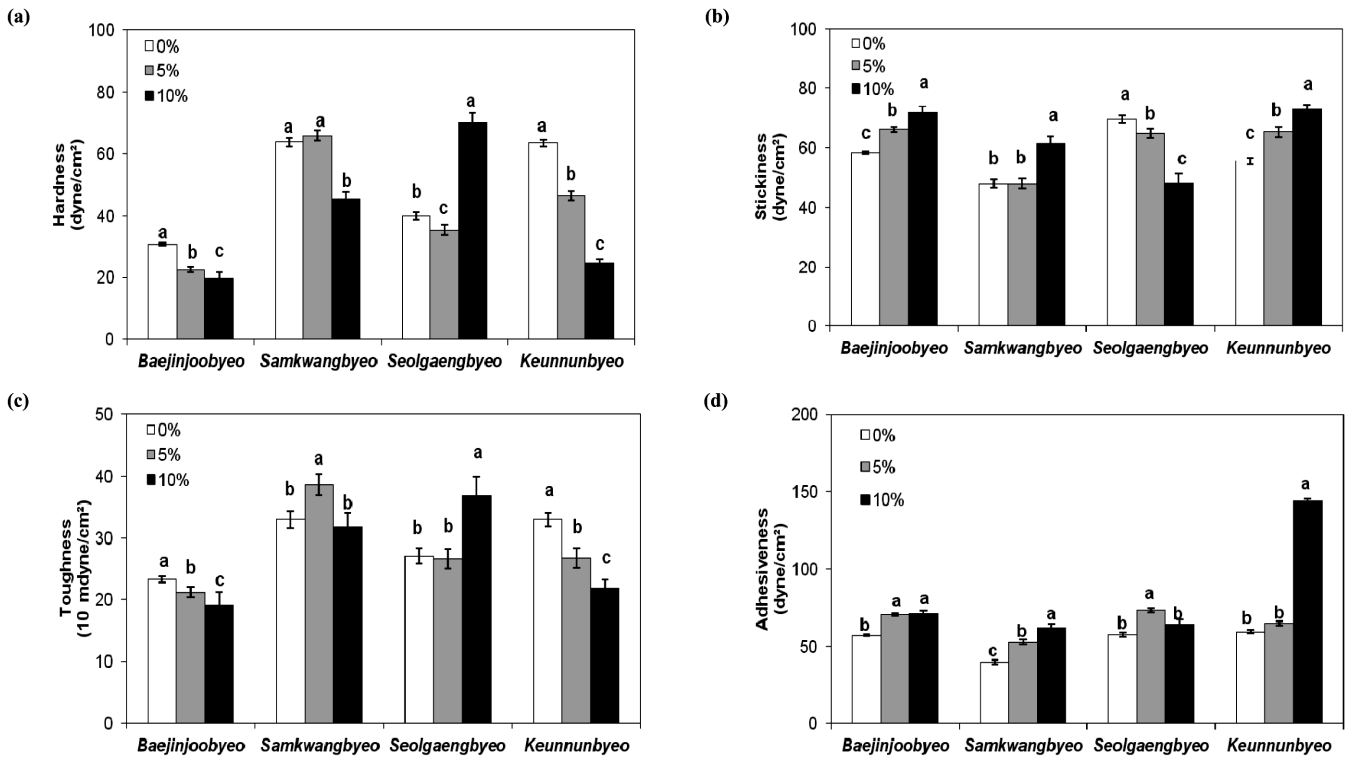
괴는 증가하는 경향을 나타내 과피층 제거가 취반 특성에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 이 결과, 일반적인 도정이 아닌 과피층 제거 공법에 의해 첫째, 현미의 주요한 영양성분인 식이섬유의 함량을 일정량 이하로 감소하지 않았고, 둘째, 식미에 영향을 미치는 단백질 함량 또한 큰 변화가 나타나지 않았으며, 셋째, 쌀의 질감이 부드러운 삼광벼의 경우는 가공적성이 우수한 설갱벼와 비슷한 알칼리붕괴도 특성을 보였다.

**현미밥의 식감변화**

본 연구에서 기계적인 식감 측정을 위하여 사용한 ‘My-Boy Hsystem(Taketomo Ltd. Co., JAPAN)’은 밥의 식감을 측정하는 전용 분석기계이다. 각 품종 별 과피층 도정 정도(0%, 5%, 10%)에 따른 현미밥의 식감 측정된 결과는 Fig. 1(a)-(d)와 같다. 과피층 제거 정도에 따른 현미밥의 경도(hardness)는 반찰벼 품종인 백진주벼 품종이 가장 낮은 것으로 나타났고 과피층 10% 제거 시 삼광벼, 백진주벼, 큰눈벼는 현미밥의 경도가 감소하는 결과를 나타내었으며, 10% 제거 시 큰눈벼와 삼광벼의 과피 무제거군 현미밥과 유사한 값을 보였다. 삼광벼의 경우 과피층 0% 및 5% 제거군이 다

른 품종보다 경도가 높았는데, 이는 시료 자체의 단백질 및 총 식이섬유함량이 높은 결과에서 유래한 것으로 사료된다. 일반적으로 우리나라 사람들은 경도가 낮고, 부착성이 높은 경우의 식감을 주로 선호하는데 특히 기계적인 경도는 어금니 사이로 시료를 밥알을 압축할 때 드는 힘을 의미한다. 본 연구 결과, 설갱벼를 제외하고 과피층 제거에 의하여 경도가 낮아지는 결과를 나타냈다. 이는 과피층 제거 의하여 취반시 수분침투가 용이하여 현미밥의 경도가 감소한 것으로 사료된다. 백진주벼는 반찰벼의 특성으로 인하여 현미밥의 경도가 네 품종 중에서 가장 낮은 것을 알 수 있었다(Bhattachaya and Sowbhagya, 1971).

과피층 제거 현미밥의 찰기(stickiness)를 조사한 결과는 Fig. 1(b)에 나타내었다. 밥의 끈기는 취반 시 가수량, 쌀 또는 현미의 수분흡수력 등과 관련이 있는데 과피층 제거에 의하여 백진주벼, 설갱벼, 큰눈벼 현미밥의 끈기는 유의적으로 증가하였으며, 삼광벼는 찰기가 감소하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 백진주벼 및 큰눈벼는 과피에 의해 현미밥의 경도가 낮고 끈기가 높아져 식감이 상승할 것으로 보이나, 다른 품종에 비하여 찰기가 강하고 부드러운 쌀 특



**Fig. 1.** Textural properties of cooked brown rice removed wax layer (0, 5, 10%). (a) hardness, (b) stickiness, (c) toughness, and (d) adhesiveness.

Mean ± SD of 3 replications

<sup>a-c</sup>Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Scheffe’s multiple comparison test

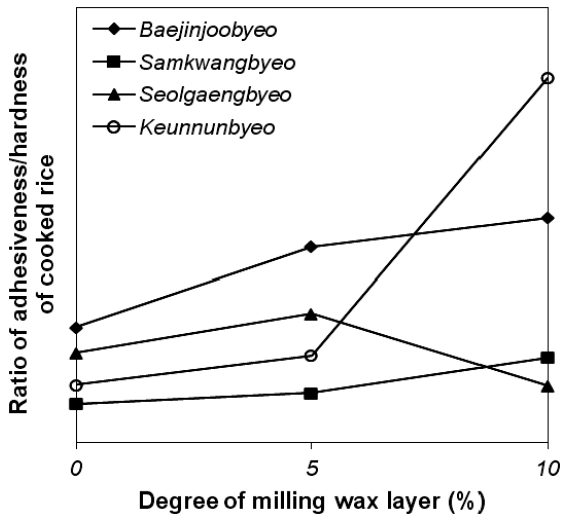


Fig. 2. Relationship between the ratio of adhesiveness to hardness of cooked brown rice and degree (0, 5, 10%) of removed wax layer of rice

성을 가지고 있는 삼광벼와 설갱벼는 다른 결과를 보여 추후 이와 같은 식감과 관련하여 형질구명 연구가 필요한 것으로 사료된다. Song 등(2008) 연구 결과도 이와 유사하였는데, 경도와 끈기가 상호 부의 상관관계를 보였으나 유의적이지 않았다. 쌀은 다른 곡물과는 다르게 분쇄하여 이용하지 않고 전곡립(whole grain)형태로 섭취되므로 쌀이 주요 성분인 전분의 특성을 비롯한 다양한 요인들이 밥의 식감 특성에 관여할 것으로 예상된다.

밥의 식감에 있어 탄력성(toughness)이란 씹는 작용을 저항하는 작용으로서 현미 과피층의 제거가 현미밥의 인성에 미치는 영향을 측정할 결과는 Fig. 1(c)와 같다(Nakamura *et al.*, 2009). 설갱벼 현미밥은 과피층 제거에 의하여 거친 정도가 증가한 반면에 큰눈벼 및 백진주벼 현미밥은 유의적으로 감소하였다. 이는 Fig. 1(a)의 경도 결과와 유사하였다. Nakamura 등(2009)은 쌀가루와 밀가루를 혼합하여 제조한 빵의 식미 관련 연구에서 기기적 조사 및 패널을 통한 관능 검사 모두 인성과 경도 값이 매우 유사한 경향을 나타냈다. Nishinari(2004) 또한 인성과 경도는 유사한 성격의 식미 측정 척도라고 언급하였으며, 본 연구 결과 또한 이러한 이유로 경도값과 인성값이 상호 유사한 경향을 나타냈다.

현미밥의 끈기를 결정하는 부착성(adhesiveness) 측정 결과(Fig. 1(d)), 백진주벼, 설갱벼 및 큰눈벼의 현미밥은 과피층 제거 정도가 증가할수록 부착성이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 삼광벼는 과피층 5% 제거 시에만 무제거군 보다 증가하였다. Okabe(1979)는 밥의 식미특성은 경도와 부착성간에 밀접한 관련이 있으며 특히 경도-부착성 비율이

식미를 결정하는 중요한 인자로 보고하였다. 본 연구의 기기적 식미 측정 결과 중 경도-부착성 비율을 Fig. 2에 도식화하였다. 밥쌀용 쌀과는 특성이 다른 가공용 쌀 설갱벼를 제외한 백진주벼<삼광벼<큰눈벼 순서로 부착성-경도 비율이 증가하였다. 이 결과로부터 설갱벼를 제외한 나머지 3 품종은 과피층을 5%, 10% 제거 시 밥맛이 좋아질 것으로 예상된다. 그리고 현미의 과피층 10% 제거에 의하여 단백질 함량 및 식이섬유 함량이 유의적 차이가 없는데도 불구하고, ADV 및 현미밥의 기기적 식미치가 품종에 따라 서로 다른 결과치를 보였다. 이는 품종간 전분 특성, amylose 함량, 아밀로펙틴 중합도비율 등 많은 요인이 호화에 의하여 많은 변수로 작용하기 때문에 향후 이와 같은 현미의 도정 방법에 따른 식감 변화에 대하여 다양한 연구가 필요한 것으로 보인다.

## 적 요

본 연구는 현미의 새로운 가공법 개발을 위하여 현미의 과피층을 0%, 5%, 및 10%를 도정하여 이에 따른 현미의 단백질 및 총 식이섬유 함량변화를 조사하였다. 그리고 쌀의 품질 특성 조사를 위하여 과피층 제거 정도 따른 알칼리붕괴도(ADV)를 조사하고 현미밥의 경도, 끈기, 인성 및 부착성을 측정하였다. 그 결과, 설갱벼를 제외하고 과피층이 감소할 수록 현미의 단백질 및 총 식이섬유 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. ADV는 삼광벼가 과피층 제거에 의하여 유의적으로 증가하는 경향을 나타내어 과피층 제거에 의하여 호화가 용이해질 것으로 판단된다. 또한 현미밥의 기기적 식미치를 측정할 결과, 백진주벼 및 큰눈벼의 경도 및 인성은 감소하였고, 백진주벼, 큰눈벼, 설갱벼의 끈기 및 부착성은 증가하였다. 그리고, 과피층 제거에 의하여 백진주벼<삼광벼<큰눈벼 순서로 부착성-경도 비율이 증가하는 결과를 보였다. 따라서 밥맛이 따라서 과피층의 부분적인 도정이 현미의 품질 및 식감을 향상시킬 것으로 기대된다.

## 사 사

본 연구는 2011년도 농촌진흥청 국립식량과학원 박사 후 연구과정 지원사업에 의해 이루어진 것이다.

## 인용문헌

Bhattachaya, K. R., and C. M. Sowbhagya. 1971. Water uptake by rice during cooking. *Cereal Sci. Today*. 16 : 420-424.

- Choi, H. C., H. C. Hong, and B. H. Nahm. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J. Breed.* 29(1) : 15-27.
- Choi, H. C., H. G. Hong, Y. G. Kim, H. Y. Kim, K. H. Kang, J. D. Yea, Y. S. Shin, Y. H. Choi, Y. C. Cho, M. K. Baek, J. H. Lee, C. I. Yang, K. H. Jeong, S. N. Ahn, S. J. Yang, and H. P. Moon. 2002a. A lodging tolerance and dull rice cultivar “*Baegjinju*”. *Treat Crop Res.* 3 : 59-65.
- Choi, H. C., H. G. Hong, Y. G. Kim, H. Y. Kim, J. D. Yea, Y. S. Shin, K. H. Kang, M. T. Song, Y. H. Choi, Y. C. Cho, M. K. Baek, C. I. Yang, I. S. Choi, S. N. Ahn, and H. P. Moon. 2002b. A japonica specialty rice for fermentation food processing, opaque rice cultivar “*Seolgaeng*”. *Treat Crop Res.* 3 : 45-51.
- Choi, J. S., H. H. Ahn, and H. J. Nam. 2002c. Comparison of nutritional composition in korean rices. *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* 31(5) : 885-892.
- Choi, H. D., Y. K. Park, Y. S. Kim, C. H. Chung, and Y. D. Yang. 2004. Effect of pretreatment conditions on  $\gamma$ -aminobutyric acid content of brown rice and germinated brown rice. *Korean J Food Sci. Technol.* 36 : 761-764.
- Choi, I. D., D. S. Kim, J. R. Son, C. I. Yang, J. Y. Chun, and K. J. Kim. 2006. Physico-chemical properties of giant embryo brown rice (*Keunnunbyeo*). *Agric. Chem. Biotechnol.* 49(3) : 95-100.
- Chun, A., J. Song, H. C. Hong, and J. R. Son. 2005. Improvement of cooking properties by milling and blending in rice cultivar Goami2. *Korean J. Crop Sci.* 50(5) : 88-93.
- Hill, D. J., C. S. Hosking, Y. Z. Chen, R. Leung, K. Baratwidjaja, L. Yoji, G. A. N Iyngkaran, Agnes, B. W. Lee, and H. H. Kue. 1997. The frequency of food allergy in Australia and Asia. *Enviro. Toxi. and Pharm.* 4 : 101-110.
- Juliano, B. O. 1985. Rice chemistry and technology. AACC. p. 774.
- Kadan, R. S., R. J. Bryant, and J. A. Miller. 2008. Effects of milling on functional properties of rice flour. *J Food Sci.* 73 : 151-154.
- Kang, H. J., H. S. Han, and I. K. Hwang. 2004. Comparison of gelatinization and retrogradation characteristics among endosperm mutant rices derived from *Ilpumbyeo*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36 : 879-884.
- 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, K. J., Y. R. Pyun, E. K. Cho, S. K. Lee, and S. K. Kim. 1984. Cooking properties of *Akibare* and *Milyang 23* brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16 : 457-462.
- Kim, S. R., J. Y. Ahn, H. Y. Lee, and T. Y. Ha. 2004a. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(6) : 930-936.
- Kim, Y. S., N. Y. Lee, C. S. Hwang, M. J. Yu, K. H. Back, and D. I. Shin. 2004b. Changes of physicochemical characteristics of rice milled by newly designed abrasive milling machine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(1) : 152-157.
- Kim, Y. H., and J. B. Lee. 2005. Starch apparatus for unpolished rice. Korean patent. 2005-0031890.
- Kim, H., H. J. Lee, O. W. Kim, S. E. Lee, and D. H. Yoon. 2006. Effect of non-uniform milling on quality of milled rice during storage. *Korea J. Food Preserv.* 13(6) : 675-680.
- Kim, K. J., K. S. Woo, J. S. Lee, A. Chun, H. C. Yoon, J. Song, S. J. Suh, S. L. Kim, and H. S. Jeong. 2008. Physicochemical characteristics of *Sikhye* (Korean Traditional Rice Beverage) with specialty rice varieties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37 : 1523-1528.
- Kim, H., D. C. Kim, S. E. Lee, and O. W. Kim. 2009. Milling characteristics of milled rice according to milling ratio of friction and abrasive milling. *J. of Biosystems Eng.* 34(6) : 439-445.
- Krishna, A. G., G. S. Khatoon, P. M. Shiela, C. V. Sarmandal, T. N. Indira, and A. Mishra. 2001. Effect of refining of crude RBO on the retention of oryzanol in the refined oil. *J. of the American Oil Chemists Soc.* 78 : 127-131.
- Lee, M. H., and Y. T. Lee. 2006. Properties of gluten-free rice breads using different rice flours prepared by dry-, wet-, and semi wet milling. *Food Eng.* 10 : 180-185.
- Moon, G. S., M. J. Kim, M. H. Jin, S. Y. Kim, S. Y. Park, and B. M. Ryu. 2010. Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26 : 220-228.
- Nakamura, S., K. Suzuki, and K. Ohtsubo. 2009. Characteristics of bread prepared from wheat flours blended with various kinds of newly developed rice flours. *J. Food Sci.* 74 : 121-130.
- Nishinari, K. 2004. Rheology, food texture and mastication. *Journal of Texture Studies.* 35 : 113-124.
- Okabe, M. 1979. Texture measurements of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Stud.* 10 : 131-152.
- Rural Development Administration (RDA). 2003. Manual for agricultural investigation. Suwon.
- Seo, J. J., Y. M. Choi, S. M. Lee, S. H. Kong, and J. S. Lee. 2008. Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37 : 129-135.
- Song, J. Y., and M. Shin, 2007. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *Food Sci. Biotechnol.* 16 : 759-764.
- Song, J., C. K. Lee, J. T. Youn, S. L. Kim, D. S. Kim, J. H. Kim, E. G. Jeong, and S. J. Suh. 2008. Relationship among alkali digestive value, amylopectin fine structure and physical properties of cooked rice. *Korean J. Crop Sci.* 53(3) : 320-325.
- Tran, T. U., K. Suzuki, H. Okadome, S. Homma, and K. Ohtsubo 2009. Analysis of the tastes of brown rice and milled rice with different milling yields using a taste sensing system. *Food Chem.* 88(4) : 557-566.