

## 수침과 건조조건을 달리하여 만든 찰쌀가루와 멥쌀가루의 특성

김완수 · 신말식<sup>\*1</sup>

호남대학교 조리과학과, <sup>1</sup>전남대학교 식품영양학과

The Properties of Rice Flours Prepared by Dry- and Wet-Milling of Soaked Glutinous and Normal Grains

Wan-Soo Kim, Malshick Shin

Department of Culinary Science, Honam University,

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

### Abstract

To prepare ready-to-use rice flour as de novo material for processed rice foods, glutinous (W) and normal rice grains (N) were soaked for 1, 8, and 12 hours prior to processing. One half (DG) was air-dried and milled, and the other (WG) was milled and air-dried. General, morphological and pasting properties of the flours (NDG, NWG, WDG, WWG) were compared to those of a control (raw milled rice without soaking). The general compositions of the rice flours varied with soaking. Crude ash was considerably decreased at the beginning of soaking (1 hour). With the soaking, the rice flour, having polygonal shaped particles and a layered surface, acquired particles with smooth edges, which were then uniformly distributed. Additionally, the WG flour was lighter and had a lower  $\Delta E$  value than the DG flour, due to a higher L and less +b as a result of soaking. Compared to the control, the WBC of the normal rice flour was decreased significantly with soaking, and the WG flour had significantly lower WBCs than the DG flour. Stirring number (SN), an indicator of  $\alpha$ -amylase activity, was highly and significantly correlated with WBC ( $r=-0.85$ ,  $p=0.0001$ ) in the normal rice flour. At 80°C, the SP and solubility of all the soaked rice flours were much higher than those of the control. Positive ( $r=+0.85$ ,  $p=0.0001$ ) and negative ( $r=-0.61$ ,  $p=0.02$ ) correlations between the SP and solubility of the normal and glutinous rice flours were found, respectively. Using RVA, the pasting temperature of NDG was lower than that of NWG ( $p<0.0001$ ). The peak viscosities of all the soaked flours were significantly decreased with soaking ( $p<0.01$ ), with the highest viscosity in the normal rice flour soaked for 8 hrs. Total setback, indicative of retrogradation, was lower in NDG than in NWG, with the lowest setback at 8 hrs of soaking. Based on these findings, the NDG flour with 8 hrs of soaking was less damaged, and had a lower total setback and lower pasting temperature, which would make it an appropriate rice flour for commercial mass production.

Key words : rice, soaking, stirring number, pasting, total setback

### 1. 서 론

한국인의 식생활에서 중요한 위치를 차지하는 쌀은 낱알이나 가루 형태로 밥, 떡류, 한과, 주류 등에 이용

되고 있다. 최근 쌀의 생산량이 증가하고 소비량이 감소하고 있으며 수입쌀 물량도 증가하고 있어 쌀의 소비를 촉진하려는 시도가 지속되고 있다. 쌀의 소비를 촉진하고 용도를 다양하게 하기 위해서는 쌀을 제분하여 밀가루와 같은 가루로 이용하는 것이 바람직하다. 그러나 수침하지 않고 건식 제분된 쌀가루를 조리나 가공에 사용하는 것은 가공성에 문제점이 있어 제한된 용도로만 사용되고 있다.

지금까지 국내의 쌀에 관한 연구는 주로 재배와 관

Corresponding author : Malshick Shin, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju, South Korea  
Tel : +82-62-530-1336  
Fax : +82-62-530-1339  
E-mail : msshin@chonnam.ac.kr

련되어 수확량 증가나 식미 향상 연구가 대부분이며, 최근 친환경 쌀의 식미를 개선하고자 하는 노력으로 쌀의 품질 향상과 건강에 도움이 되는 유색미나 특수미를 비롯한 다양한 품종의 쌀을 생산하려는 시도가 진행되고 있다.

쌀가루의 가공성을 개선하기 위해서는 제분처리 전에 쌀을 처리함으로써 쌀의 수분흡수율을 증가시키고 제조공정에 맞는 물리적 성질을 갖도록 하는 것이 중요하다. 쌀가루를 이용한 가공식품의 품질은 쌀가루 제분 시의 특성 변화와 주성분인 전분의 특성에 의해 주로 결정된다(Juliano BO 1985). 전분의 팽윤, 호화 및 노화가 주로 관여하며, 가루에 소량 존재하는 단백질, 지방질, 식이섬유, 무기질 등이 열처리와 저장 중 전분 특성에 영향을 주게 된다(Kim JO와 Shin MS 2000, Biliaderis CG 등 1986).

쌀가루의 특성은 제분방법에 따라 영향을 받는데 수침유무나 제분시 사용되는 제분기의 종류와 방법에 따라 달라진 쌀가루입자의 크기와 물리적 성질에 기인된다(Kim HY 등 1999a, 1999b, Kim YI 등 1995, Lee MK 등 2004). 입자의 크기에 따라서는 미세할수록 L 값은 증가하고 a와 b값이 감소하여 색이 더 밝고 하얗게 됨을 알 수 있었다(Kim HY 등 1999b, Kum JK와 Lee HY 1999). 수침유무에 따라 쌀가루의 특징이 다르게 나타났는데 수침으로 작은 입자로 구성된 쌀가루의 집합체가 형성되어 표면적 증가로 반죽 시 수분 결합 속도가 증가되고 증자시 열전달이 촉진되어 가공 특성이 향상되어진다고 보고되었다(Kum JK 등 1993, Kim HY 등 1999a). 반면 수침없이 처리한 건식제분은 제분과정 중 기계적 손상에 의한 손상 전분 함량이 증가되어 유리 아미노산의 함량, 수분흡수지수, 수분용해지수 및 보수력의 증가를 가져오므로(Kum JK와 Lee HY 1999), 이렇게 만든 쌀가루로 떡 등의 쌀 가공품을 만들 때 가공적성이 저하되고 식품의 맛과 품질이 저하된다고 하였다.

쌀가루를 이용하기 위해 전통적으로 습식제분을 이용하여 왔으며 수침시간은 기온에 따라 다르나 8-12시간 하였다. 쌀알을 수침하면서 수분 흡수량을 측정하면 약 0.5-1시간 후에 평형상태에 도달하고 그 후 증가는 거의 없었으며 최대 흡수량은 쌀 무게의 약 35% 정도이다(Kim K 등 1995, Kim HY 등 1999a, Choi CR 등 2001, Jeon HJ 1995, Shin MS 등 2001). 수분흡수

량의 변화는 수침 1시간이후 크게 달라지지 않았지만 수침시간에 따른 쌀가루의 성질이 달라지는지 확인이 되어야 쌀가루를 제조하는 조건의 확립이 가능할 것으로 생각되었다.

따라서 본 연구에서는 쌀가루의 가공적성을 개선하고 품질을 유지하기 위한 제분조건을 수립하고 저장이나 유통이 용이한 형태인 분말쌀가루를 제조하기 위하여 찹쌀과 멥쌀을 백미로 도정하여 수침과 건조조건을 달리하여 쌀가루를 제조하고 그 특징을 비교하였다. 수침시간은 수분흡수량이 최대에 가까운 1시간과 전통적으로 사용한 수침시간인 8시간과 12시간으로 하였다. 수침된 쌀알을 일부 건조하여 건식제분하였고 일부는 습식제분하여 건조하여 이화학적특성과 호화특성을 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

2005년도산 신선찰벼와 동진 1호벼를 백미로 도정한 찹쌀과 멥쌀을 죽암농장(고흥군, 전남)에서 구입하여 실험 시료로 사용하였다.

### 2. 쌀가루의 제조

찰쌀과 멥쌀 시료를 증류수로 2회 수세하고 쌀과 증류수의 비율을 1:3(w/v)으로 하여 18±3℃에서 1, 8, 12시간 수침하였다. 수침한 쌀은 1시간 체에 밭쳐 물기를 제거하고 시료의 1/2은 낱알 상태로 풍건하여 분쇄하였고(DG), 나머지 1/2은 마쇄기(FM-680-T, (주)한일전기)로 분쇄한 후 풍건하였다(WG). 분쇄한 쌀가루는 모두 100 mesh 체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다. DG와 WG 제조방법에 의해 제조된 멥쌀가루는 NDG와 NWG로, 찹쌀가루는 WDG와 WWG로 명명하였다. 이 때 대조군은 생쌀가루(0시간의 수침시간)를 사용하였다.

### 3. 일반 성분

쌀가루 시료의 수분, 조단백질, 조지방질 및 조회분 함량은 AOAC법(1995)에 따라 분석하였다. 수분은 수분함량측정기(Precisa 300, HA, Swiss)를 이용하여 측정하였고, 조단백질은 미량 Kjeldahl법을, 조지방은 n-hexane을 용매로 사용하여 Soxhlet 법을, 조회분은 550℃에서 직접회화법을 이용하였다.

#### 4. 색도

쌀가루의 색도는 색차계(Minolta Chroma Meter CR-300 Series, Japan)를 사용하여 L(명도),  $\pm a$ (적색도/녹색도),  $\pm b$ (황색도/청색도) 값을 5회 반복 측정하였다. 분말용 충전 용기에 공기가 들어가지 않도록 잘 충전한 다음 측정하였으며 총 색차( $\Delta E$ )는 쌀 종류에 따른 생쌀가루(대조군)의 L, a, b를 기준으로 각 시료의 L, a, b와의 차이를 이용하여 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{\frac{1}{2}}$$

#### 5. 쌀가루의 입자 형태

쌀가루 시료의 입자 형태는 SEM(Scanning Electron Microscope. JEOL JSM-5400. Japan)을 이용하여 가속전압 25 kV와 측정시간 85초의 조건에서 500배 배율로 확대하여 관찰하였다.

#### 6. 물결합능력, Stirring Number, 팽윤력 및 용해도

처리조건에 따라 제조된 멥쌀가루(NDG, NWG)와 찹쌀가루(WDG, WWG)의 물결합능력(WBC)은 Medcalf DF와 Gilles KA(1965)의 방법에 따라 실시하였다. 원심분리관(50 mL)에 쌀가루(1 g)와 증류수(40 mL)를 가한 후 교반기를 사용하여 실온에서 1시간동안 잘 저어준 다음 966xg에서 30분간 원심분리한 후 원심분리관을 1분간 거꾸로 세워 상정액을 버리고 침전된 무게를 측정하였다. 물결합능력은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{물결합능력(\%)} = \frac{\text{침전된 시료의 무게(g)} - \text{처음 시료의 무게(g)}}{\text{처음 시료의 무게(g)}} \times 100$$

쌀가루 시료의 팽윤력과 용해도는 Schoch TJ와 Leach W(1964)의 방법을 이용하여 80°C에서 실시하였다. 시료(건량 0.5 g)를 원심분리관(50 mL)에 넣고 증류수(40 mL)로 잘 분산시킨 다음 온도를 유지하면서 교반기로 30분간 저어준 후 얼음으로 재빠르게 냉각시켰다. 이 원심분리관을 2,683xg에서 40분간 원심분리하여 침전된 무게를 구하였다. 용해도는 미리 항량으로 건조시킨 용기에 원심분리하여 분리된 상정액을 부어 105°C에서 건조한 무게로부터 계산하였다.

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전된 전분의 무게(g)}}{\text{처음시료의 무게(건량)} \times (100 - \% \text{용해도})} \times 100$$

$$\text{용해도(\%)} = \frac{\text{상정액의 건조 무게 (g)}}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

#### 7. 신속점도측정계에 의한 호화 특성

시료 쌀가루의 온도 변화에 따른 점도는 신속점도 측정계(Rapid Visco Analyzer, Model 3D, Newport Scientific Pty., Ltd., Narrabeen, Australia)를 이용하여 측정하였다(AACC 61-02). 시료(3 g, 14% mb)을 증류수 25 mL에 분산시키고 50~95°C까지 상승 및 유지 시킨 후 다시 50°C까지 냉각 및 유지하면서 점도를 측정하였다. 점도 특성치로 최고점도(P), 95°C에서 2분간 유지한 점도(T), 50°C에서의 냉각 점도(C)의 측정치와 breakdown(P-T)와 setback from trough(C-T)의 계산치를 제시하였다.

쌀가루 시료 제조 중 발생된 전분의 효소 활성도는 신속점도 측정계를 이용하여 Stirring Number(SN) 측정법(AACC 22-08)에 따라 측정하였다.

#### 8. 통계분석

모든 실험 데이터는 최소 2번 이상 반복 측정을 하였고 그 결과는 SAS 통계처리 package(Statistical Analysis System, version 8.2)를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며 같은 종류의 쌀가루 시료끼리 one-way ANOVA 및 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다. 또한 시료가 나타내는 특성치간의 상관관계는 Pearson correlation coefficient(r)를 구하여 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반 성분

생쌀가루(대조군)와 수침처리하여 만든 멥쌀가루와 찹쌀가루의 일반 성분으로 수분, 단백질, 조지방, 조회분을 분석하였는데 여러 조건에 의해 제조된 쌀가루의 일반성분의 차이는 주로 수침과정 중 성분변화에 기인한 것으로 보인다. 멥쌀가루의 수분함량은 11.7-13.2%, 찹쌀가루는 11.1-13.0%로 생쌀가루와 처리한 쌀가루에서 큰 차이를 보이지 않아 수침시간과 관계없이 비슷한 정도의 수분을 함유하는 것으로 나타났다. Lee SH(2002)는 수침처리한 멥쌀은 수침시간에 따라 수분함량이 증가하여 24시간 수침시간일 때 수분함량이 최

대가 되었다가 수침 72시간인 경우 24시간보다 수분함량이 감소하였고, 수침처리한 찹쌀은 72시간 수침시 최대가 되었다고 하였다. 또한 수침처리한 멥쌀가루는 5.58-6.35%를, 찹쌀가루는 6.24-6.83%의 단백질을 함유하여 찹쌀가루가 약간 더 높았다.

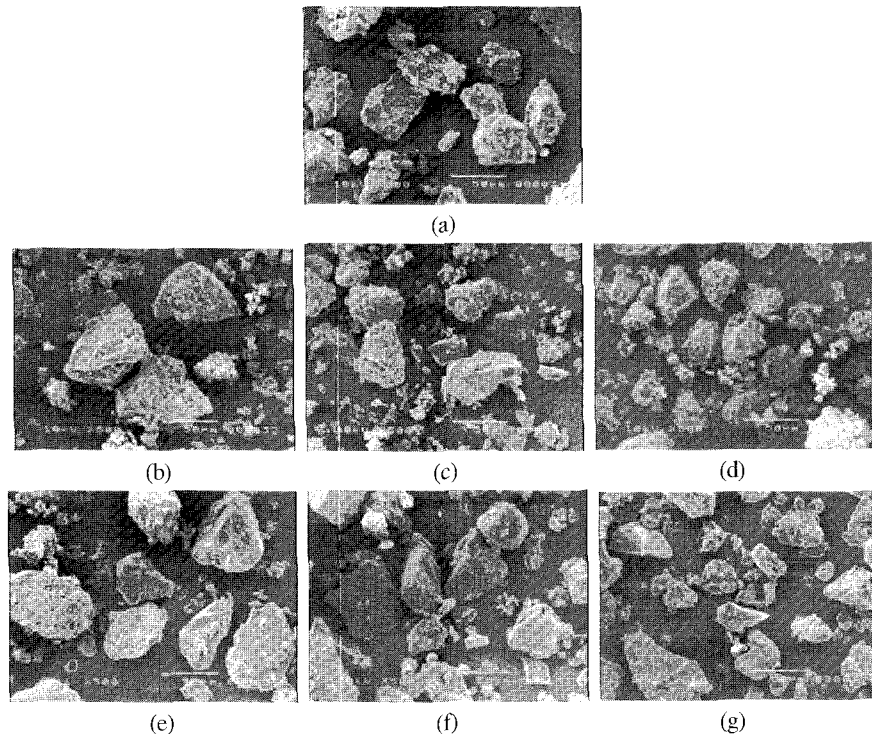
조지방은 멥쌀의 경우 대조군은 0.75%, 처리한 쌀가루는 0.45-0.63%로 감소(최대 40% 감소)하였고, 찹쌀의 경우 대조군은 1.02%, 처리한 쌀가루는 0.76-0.91%로 감소(최대 25.5% 감소)하여 멥쌀가루의 감소폭이 컸으며, 단백질과 마찬가지로 수침으로 성분이 일부 감소하는 것으로 간주된다. 멥쌀가루는 시료 간 조지방의 함량이 유의적으로 차이를 보였으나 찹쌀가루는 풍건 및 제분 방법에 따른 차이가 유의적이지 않았다.

쌀가루에 분포되어 있는 조회분은 멥쌀가루 대조군은 0.32%, 처리한 쌀가루는 0.18-0.22%를 함유하였다. 멥쌀가루는 생쌀가루에 비해 수침 1시간 후 상당량(31.3%)의 회분이 유의적으로 감소하였고 그 후에는

수침시간이 길어져도 큰 차이를 보이지 않았는데 이는 Lee SH(2002)의 결과와 일치하였다. 이와 같이 쌀가루의 일반 성분은 품종, 재배환경, 정백률에 따라 차이를 보이고 수침시간에 따라 입자 표면의 단백질, 조지방과 조회분의 손실이 일반성분의 감소로 유도된다.

## 2. 주사전자 현미경에 의한 관찰

Fig. 1과 Fig. 2는 멥쌀가루(NWG, NDG)와 찹쌀가루(WWG, WDG)의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 각각 관찰한 결과이다. Fig. 1에서 생 멥쌀가루(대조군)은 넓게 퍼지고, 표면이 상당히 벗겨지고 일부 흠이 있는 다각형의 형태로 Kum JS 등(1993)과 비슷하였다. 이에 비해 수침처리한 쌀가루 중 수침 1시간 경과 후에는 입자의 형태나 박리된 형태가 대조군과 매우 유사하였으나 수침시간이 길어질수록 수분의 흡수로 크기도 커지고 모서리가 부드러운 형태로 입자의 분포도 균일하였으며 입자도 뚜렷한 형태를 보여주었다. 그러나 수



**Fig. 1. Scanning electron microphotographs( $\times 500$ ) of nonwaxy rice flours prepared by different soaking and drying treatments.**

- (a) Soaking time for 0 hr (Control),
- (b) Soaking time for 1 hr (WG),
- (c) Soaking time for 8 hrs (WG),
- (d) Soaking time for 12 hrs (WG),
- (e) Soaking time for 1 hr (DG),
- (f) Soaking time for 8 hrs (DG),
- (g) Soaking time for 12 hrs (DG)

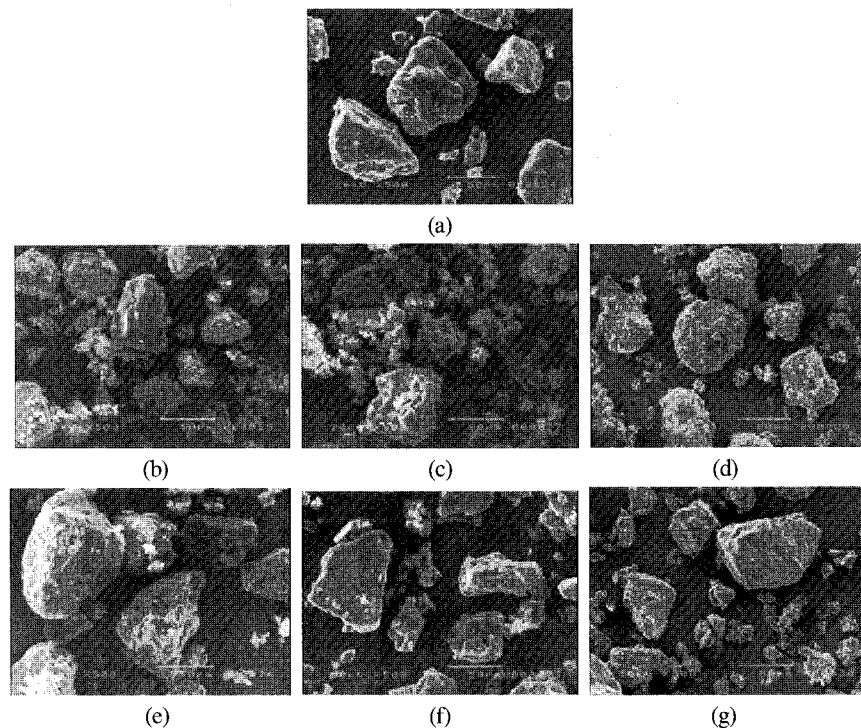
침 낱알을 풍건하여 분쇄한 NDG 쌀가루는 젖은 낱알을 분쇄하여 풍건한 NWG 쌀가루에 비해 풍건 후 일부는 서로 밀착되고 표면이 벗겨져 층을 이루면서 각이진 형태를 보였다. 이는 수침후 건조와 분쇄의 순서, 즉 제조 방법이 최종 입자의 형태에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 여러 연구에 의하면 (Sandya Rani MR과 Bhattacharya KR 1995, Kim SK와 Shin MS 1992) 식물체 내에서 전분이 생성될 때 복합전분립으로 존재하다가 전분 제조시 서로 떨어져 다면체를 이루게 되고, 멥쌀 전분의 크기는 보통 2-6  $\mu\text{m}$ 으로, 전분 분리시 단백질체가 떨어져나간 흔적이 관찰된다고 하였다(Choi CR 2002).

SEM에 의해 관찰된 수침처리하지 않은 생 찹쌀가루(대조군)의 표면은 흠이 있고 멥쌀가루보다 더 많이 깎여진, 층상 구조의 형태로 되어 있는데(Fig. 2) 이는 아밀로펙틴 함량이 더 많은 찹쌀을 수침없이 제분하면 표면 파괴가 심해져 각지고 겹겹이 층을 이룬 형태로

변형되기 때문이다. 일정시간 수침한 WWG 찹쌀가루는 NWG 멥쌀가루에 비해 입자의 크기도 더 작고 더 동글동글하게 부서진 입자가 상당량 분포되어 있는데 이는 무정형 부분이 수침에 따라 쉽게 분리되는 것으로 설명된다. 또한 수침시간이 길어짐에 따라 이 현상은 더욱 두드러져 찹쌀가루 외부는 더 헐거워져 제분하면 쉽게 조각이 나고, 이에 비해 멥쌀가루는 더 완만한 구조를 이루게 된다. 따라서 쌀가루 입자 크기는 가공 후 최종 제품의 품질과 직접적으로 관련된 요인 중의 하나로 수침조건, 풍건 및 분쇄에 의해 영향을 받는다고 볼 수 있다.

### 3. 색도

쌀가루는 포도당 등의 환원당과 단백질을 함유하므로 열처리에 의해 메일라드 갈변현상이 일어나기도 하고 일부는 쌀가루 자체가 가진 색소에 의해서도 유통과정 중 변색 또는 탈색 등 바람직하지 않은 과정이



**Fig. 2.** Scanning electron microphotographs ( $\times 500$ ) of waxy rice flours prepared by different soaking and drying treatments.

- |                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| (a) Soaking time for 0 hr (Control), | (b) Soaking time for 1 hr (WG),   |
| (c) Soaking time for 8 hrs (WG),     | (d) Soaking time for 12 hrs (WG), |
| (e) Soaking time for 1 hr (DG),      | (f) Soaking time for 8 hrs (DG),  |
| (g) Soaking time for 12 hrs (DG)     |                                   |

일어날 수도 있으므로 쌀가루의 색도는 여러 가공적성과 밀접한 관계를 가지므로 중요하다. Table 1에 수침처리 여부와 시간에 따른 멍쌀가루와 찰쌀가루의 색도가 나와 있다. 일반적으로 기준 시료(대조군)의 색도에 비해 L값이 클수록, a, b 값이 작을수록 시료의 색은 육안으로 더 밝게 보인다고 정의된다(Hunter RS 1975). 본 실험에서 사용한 멍쌀가루에서 대조군의 L값보다 수침처리한 쌀가루의 L값이 유의적으로 더 작았고 찰쌀가루는 그 반대로, 유의적으로 증가하였다. Lee SH (2002)는 찰쌀가루나 멍쌀가루가 수침으로 증가한다고 보고하였는데 이러한 차이는 사용된 시료의 품종, 처리방법의 차이에서 기인된다고 볼 수 있다. 찰쌀가루인 WWG와 WDG는 수침시간에 따라 유의적으로 증가하였는데 찰쌀가루의 수침효과로 인한 L값의 증가는 수침과 분쇄로 헐거운 미세한 입자가 큰 입자의 공극 사이에 끌고루 분포되고 채움 효과로 빛 흡수가 덜 이루어져 색이 더 밝아지는 것이라고 볼 수 있다. 한편 실험한 쌀의 종류에 관계없이 WG 쌀가루가 DG 쌀가루보다 더 밝았는데 이는 DG에서 풍건후 분쇄로 인해 더 큰 입자가 분포되어 입자간 공간이 일정치 않고 공극이 커져 빛 흡수가 증가한 것으로 설명되어진다.

Table 1의 녹색도(-a)는 WWG를 제외하고 대조군에 비해 수침처리로 대체로 감소하였다. 즉 멍쌀가루는 NWG, NDG에 무관하게 수침으로 녹색도가 유의적

로 감소하였고, 찰쌀가루는 WDG 수침초기는 상당히 감소하였으나 수침시간이 길어질수록 대조군과 같아졌고 WWG는 오히려 유의적으로 증가하였다. 본 실험에서는 기존의 연구(Lee SH 2002, Kim JS 2007)와는 달리 모든 쌀가루 시료의 녹색도(-a)가 더 작게 나타났다. 황색도(+b)에서는 멍쌀과 찰쌀가루에서 상반적인 경향을 보였다. 즉 멍쌀가루는 대조군에 비해 수침처리한 시료에서 수침시간에 따라 황색도가 증가하였고 찰쌀가루는 오히려 감소하거나 대조군과 유사한 값을 보였다. 또한 수침시간이 길어질수록 WG 쌀가루는 더 밝게 보이지만 DG 쌀가루는 오히려 약간씩 증가하였는데 +b값이 수침 16시간까지는 감소하였다가 17시간 이후 증가하였다는 보고(Lee SH 2002)와 일치하였다.

쌀의 종류에 따른 대조군과 각 시료의 L,a,b 차이를 총체적으로 설명하는 ΔE는 육안으로 관찰하는 시료의 명암 정도를 가장 잘 지적하므로 색소 관련 연구에서 이 특성치를 많이 언급하는데, 일반적으로 ΔE값이 커질수록 대조군에 비해 색이 짙게 느껴진다(Hunter RS 1975). 실험에서 얻어진 쌀가루 시료의 ΔE값은 각각의 대조군을 기준으로 멍쌀가루는 0.22-1.02, 찰쌀가루는 0.36-1.58로 통계상 유의적으로 나타났지만 실제로 색 차이를 느끼기에는 충분한 값은 아니므로 색깔 면에서 쌀가루시료의 가공적성에서는 문제되지 않을 것으로 보여진다. 그러나 ΔE값이 쌀가루 종류에 관계

**Table 1. Hunterlab color of nonwaxy and waxy rice flours prepared by different soaking time and drying treatments**

Rice flour samples	soaking time (hr)	Hunterlab Color <sup>4</sup>				
		L	a	b	ΔE	
nonwaxy rice	control <sup>1</sup>	0	97.27±0.05 <sup>a</sup>	+0.32±0.02 <sup>a</sup>	+1.66±0.02 <sup>g</sup>	0.00
		1	97.15±0.01 <sup>b</sup>	+0.26±0.03 <sup>b</sup>	+1.81±0.01 <sup>f</sup>	0.22±0.01 <sup>b</sup>
	NWG <sup>2</sup>	8	97.05±0.02 <sup>c</sup>	+0.25±0.02 <sup>b,c</sup>	+2.02±0.02 <sup>e</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>
		12	96.95±0.02 <sup>d</sup>	+0.25±0.01 <sup>b,c</sup>	+2.08±0.01 <sup>d</sup>	0.43±0.00 <sup>b</sup>
		1	96.50±0.02 <sup>f</sup>	+0.24±0.01 <sup>b,c,d</sup>	+2.47±0.01 <sup>a</sup>	1.02±0.03 <sup>a</sup>
	NDG <sup>2</sup>	8	96.65±0.04 <sup>e</sup>	+0.22±0.03 <sup>c,d</sup>	+2.42±0.01 <sup>b</sup>	0.90±0.02 <sup>a</sup>
	12	96.63±0.02 <sup>e</sup>	+0.21±0.01 <sup>d</sup>	+2.34±0.01 <sup>c</sup>	0.81±0.02 <sup>a</sup>	
waxy rice	control <sup>1</sup>	0	97.13±0.01 <sup>f</sup>	+0.26±0.02 <sup>b</sup>	+1.80±0.01 <sup>a</sup>	0.00
		1	97.51±0.02 <sup>e</sup>	+0.30±0.01 <sup>a</sup>	+0.75±0.00 <sup>d</sup>	0.36±0.01 <sup>b</sup>
	WWG <sup>2</sup>	8	97.82±0.03 <sup>a</sup>	+0.29±0.00 <sup>a</sup>	+0.64±0.01 <sup>e</sup>	0.42±0.02 <sup>b</sup>
		12	97.70±0.03 <sup>c</sup>	+0.32±0.02 <sup>a</sup>	+0.63±0.02 <sup>c</sup>	0.57±0.01 <sup>b</sup>
		1	97.57±0.02 <sup>d</sup>	+0.17±0.02 <sup>d</sup>	+1.77±0.01 <sup>b</sup>	1.29±0.02 <sup>a</sup>
	WDG <sup>3</sup>	8	97.53±0.02 <sup>d,e</sup>	+0.21±0.01 <sup>c</sup>	+1.70±0.03 <sup>c</sup>	1.58±0.03 <sup>a</sup>
	12	97.76±0.03 <sup>b</sup>	+0.26±0.01 <sup>b</sup>	+1.75±0.01 <sup>b</sup>	1.50±0.01 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Dry milled rice flour sample without soaking.

<sup>2</sup> Rice flour which was prepared by milling the soaked grain and then by air-drying.

<sup>3</sup> Rice flour which was prepared by air-drying the soaked grain and then by milling.

<sup>4</sup> Means with different letters in a column are significantly different at  $p = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

없이 DG보다 WG가 유의적으로 더 낮은 것으로 나타났다. 후자에서 수침으로 어두운 정도가 감소되어 L값이 높고 b값이 더 작게 나타났기 때문에 작아진 것 같다. 이로써 수침 여부와 수침 시간 뿐 만 아니라 제조 방법도 입자의 색도에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 또한 쌀의 수침시간에 따라 제조된 쌀가루의 색도가 변하는 것은 수침시간이 경과함에 따라 제분시 미세한 입자를 가진 가루가 더 많아진다는 보고 (Kim HY 등 1999b)와 일치하였고 특히 수침시간이 길어질수록 대부분 L값이 증가하는 것은 쌀을 구성하는 가용성 단백질 등이 물에 용출되어 습식제분한 쌀가루의 총 유리아미노산 함량이 감소된다는 결과(Park YK 등 1988)와도 일치한다.

#### 4. 물결합능력, Stirring Number, 팽윤력 및 용해도

쌀가루의 물결합능력(WBC)은 쌀가루에 함유된 전분의 무정형부분으로 수분이 침투되거나 표면으로 흡착된 수분의 양과 비례하므로 가루 입자의 표면적과도 직결되고, 조리 특성을 설명하므로 가공적성에 관련된다. Table 2는 쌀가루의 WBC를 보여준다. 멥쌀가루는 대조군에 비해 수침처리한 경우에서 WBC가 유의적으로 감소하였고 찹쌀가루에서는 거의 비슷하거나 약간 증가하였다. 쌀가루 종류에 관계없이 WG에 의한 쌀가루가 DG에 의한 경우보다 WBC값이 유의적으로 낮았는데 이는 WG 방법으로 쌀입자 표면에 보호막이 형성되어 분쇄 과정 중 쌀가루 입자표면의 박리 등 손상이 덜 발생하여 WBC가 감소하는 것으로 보여진다. 수침시간에 따른 WBC의 증가정도는 멥쌀가루에서는 수침초기에 비해 시간이 길어질수록 현저히 증가하였다. 반면 찹쌀가루는 비록 DG가 WG보다 WBC값이 높았지만 수침에 따라 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이는 찹쌀가루의 무정형영역으로 수분 침투가 수침초기에 신속하게 일어나 포화상태가 되면 시간이 경과해도 감소하는 것으로 보여지나 통계적으로 유의적인 결과를 나타내지 못했다. Lee SH(2002)는 대조군 멥쌀가루와 찹쌀가루의 WBC는 각각 189.73%와 182.48%로 보고하여 본 실험 결과와 매우 유사하였고 습식으로 WBC가 감소 또는 증가하는 경향도 본 실험과 같았다. 즉 1시간 수침시킨 NDG, NWG, WDG, WWG의 WBC는 각각 189.73%, 157.98%, 181.10%, 170.48%으로 본

실험과 약간의 차이를 보였는데 이는 쌀 시료의 종류나 수침온도 등에 의해 기인한 것으로 보인다.

쌀과 같은 소립자를 분쇄하여 가루상태로 저장하면 효소( $\alpha$ -amylase)의 활성이 증가하므로 이 활성도를 측정하면 쌀가루 호화액의 액화정도 및 점도감소를 알아 내어 최종 제품의 물성 등 가공 적성에 정보를 제공한다. 이 원리를 이용하여 신속점도측정계(RVA)로 95°C에서의 겔보기 점도를 stirring number(SN)로 측정하는데 점도가 묽어지면 SN 수치는 증가한다. Table 2에서 보면 멥쌀가루는 대조군에 비해 수침처리한 경우 SN 값은 모두 증가하였고 찹쌀가루는 오히려 유의적으로 감소하였다. 또한 멥쌀가루는 WG, DG에 관계없이 수침시간이 경과하면서 유의적으로 감소하였는데 이는 수침과정에 의해 쌀가루에 함유된 수분이 입자의 구조를 헐겁게 하여 입자의 크기를 감소시키고 효소의 활성을 감소시키는 것으로 설명된다(Chiang PY와 Yeh

**Table 2. Water binding capacity(WBC) and stirring number (SN) of nonwaxy and waxy rice flours prepared by different soaking time and drying treatments**

Rice flour samples	soaking time (hr)	WBC (%) <sup>5</sup>	SN <sup>4,5</sup>	
Nonwaxy rice	control <sup>1</sup>	0	189.91±5.62 <sup>a,b</sup>	229.96±1.12 <sup>f</sup>
		1	168.55±2.48 <sup>d</sup>	279.09±4.01 <sup>a</sup>
	NWG <sup>2</sup>	8	166.05±0.27 <sup>d</sup>	263.55±2.30 <sup>b</sup>
		12	175.96±3.98 <sup>c</sup>	254.25±0.82 <sup>c</sup>
		1	185.02±2.94 <sup>b</sup>	240.75±5.06 <sup>d,e</sup>
	NDG <sup>3</sup>	8	193.00±1.20 <sup>a</sup>	245.71±4.30 <sup>d</sup>
	12	195.81±1.16 <sup>a</sup>	235.21±1.47 <sup>c,f</sup>	
Waxy rice	control <sup>1</sup>	0	178.91±7.18	162.96±8.43 <sup>a</sup>
		1	176.48±6.56	158.55±0.18 <sup>a</sup>
	WWG <sup>2</sup>	8	175.00±7.52	137.25±1.06 <sup>b</sup>
		12	176.83±4.33	156.00±7.00 <sup>a</sup>
		1	188.45±7.82	142.40±0.57 <sup>b</sup>
	WDG <sup>3</sup>	8	189.56±5.94	138.54±0.06 <sup>b</sup>
	12	182.47±2.34	155.75±2.94 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Dry milled rice flour sample without soaking.

<sup>2</sup> Rice flour which was prepared by milling the soaked grain and then by air-drying.

<sup>3</sup> Rice flour which was prepared by air-drying the soaked grain and then by milling.

<sup>4</sup> SN, stirring number with the RVA, which is defined as the apparent viscosity in rapid visco units at the 180th sec of stirring a hot aqueous flour suspension undergoing liquefaction.

<sup>5</sup> Means with different letters in a column are significantly different at  $p = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

AI 2002). 그러나 찹쌀가루의 경우는 수침시간에 따라 변화가 없거나(WWG) 오히려 유의적으로 증가하였지만(WDG), 두 경우 모두 수침 8시간에서 최소치를 보였다. 본 실험에서 행해진 WBC와 SN값의 상관관계를 살펴보면 멥쌀가루는 음의 상관계수가 매우 높았으나 ( $r=-0.85, p=0.0001$ ), 찹쌀가루는 상관도가 유의적으로 높지 않았다( $r=-0.31$ ).

Table 3은 쌀가루에 물을 넣고 80°C에서 가열하였을 때의 입자의 팽윤정도(SP)와 상징액에 함유된 가용성분의 정도(용해도)를 측정된 결과이다. 대조군에 비해 수침처리 쌀가루의 종류에 무관하게 전반적으로 SP가 유의적으로 증가하였다. 멥쌀가루는 대조군(생쌀가루)인 경우 15.64에서 수침처리로 19.72-22.07까지의 범위를 나타내 최대 41.1%가 증가하였고 찹쌀가루는 대조군의 23.52에서 수침처리시 22.77-30.08로 약 27.9%가 증가하였다 (8시간에서 최대). 수침시간에 따른 SP 변화도는 멥쌀에서는 수침시간이 길어질수록 더 증가하였고 찹쌀에서는 8시간을 고비로 감소하였다. 따라서 쌀가루를 수침하여 팽윤시키고자 하는 경우 찹쌀가루는 8시간이, 멥쌀가루는 12시간이 수침에 적절할 것으로 보여진다. Table 3에서 보듯이 찹쌀가루의 SP 값이 더 큰데 이는 찹쌀가루 입자 표면을 차지하는 무정형 영역으로 수분 침투가 용이하여 SP가 증가한 것으로 설명된다. 이는 옥수수과 쌀 입자내 아밀로펙틴의 결정체가 팽윤과 호화 개시를 결정하며  $DP \geq 35$ 의 장쇄를 다량 함유한 아밀로펙틴은 팽윤을 증가시킨다고 보고한 여러 연구(Li JY와 Yeh AI 2001, Song JY 등 2006a)의 연구와 일치한다. Choi CR(2002)은 멥쌀가루와 멥쌀전분의 SP를 비교하여보면 80°C이하에서는 쌀가루가 전분보다 높은 SP를 보이다가 그 온도 이상에서는 전분의 SP가 증가한다고 발표하였는데 이는 쌀가루에 있는 전분 이외의 기타 성분으로 80°C 전에서의 전분의 팽윤이 억제된다는 기존의 결과와 일치한다 (Hamaker B와 Griffin V 1993, Kim WS와 Seib PA 1993).

용해도의 경우 생 멥쌀가루(대조군)는 수침처리의 경우보다 유의적으로 더 낮았으나 찹쌀가루는 전자가 후자보다 유의적으로 상당히 높았다. 멥쌀가루는 수침시간이 길어질수록 용해도 값이 계속 상승하였고 찹쌀가루는 오히려 감소하였다. 위에서도 설명하였듯이 용해도는 가열한 전분 호화액을 원심분리를 하여 얻은

상징액에 녹아있는 가용성 성분의 정도를 설명하는 지표로, 찹쌀가루는 수침으로 헐거워진 부분이 수침 초기에 쉽게 분리되지만 수침시간이 길어질수록 분리된 성분끼리 재결합하는 것으로 보여지는 반면 멥쌀가루는 찹쌀가루에 비해 수침시간이 경과될수록 결정형 영역에서 계속적으로 분리되는 가용성 성분의 증가가 이루어진다고 해석된다.

본 실험에서 얻어진 SP와 용해도와의 상관관계를 살펴보면 멥쌀가루와 찹쌀가루 모두 상관도가 높은 것으로 나타났는데 멥쌀가루는 양의 상관관계( $r=+0.85, p=0.0001$ )를, 찹쌀가루는 음의 상관관계( $r=-0.61, p=0.02$ )를 보여주었다. 한편 Wang L과 Seib PA(1996)는 SP와 WBC가 유의적인 상관관계( $R^2=0.93$ )를 갖는다고 보고하였으나 본 실험에서는 유의적인 상관관계를 보여주지 못했다( $r=-0.41$ ).

#### 4. 호화특성

쌀가루 현탁액의 호화는 구성분 중 약 80%이상을 차지하는 전분 외에도 수분함량, 가열온도 및 시간 및 기타성분, 쌀가루 제조법 등 여러 요인에 의해 영향을

**Table 3. Swelling power (SP) and %solubilities of nonwaxy and waxy rice flours heated at 80°C prepared by different soaking time and drying treatments**

Rice flour samples	soaking time (hr)	SP <sup>1</sup>	Solubility <sup>4</sup> (%)	
Nonwaxy rice	control <sup>1</sup>	0	15.64±3.53 <sup>b</sup>	10.56±0.34 <sup>c</sup>
		1	19.72±0.05 <sup>a</sup>	17.92±0.51 <sup>d</sup>
	NWG <sup>2</sup>	8	21.28±0.25 <sup>a</sup>	19.69±0.02 <sup>c,d</sup>
		12	22.07±1.41 <sup>a</sup>	20.75±2.65 <sup>c</sup>
	NDG <sup>3</sup>	1	20.88±0.32 <sup>a</sup>	22.16±0.60 <sup>b,c</sup>
		8	21.55±0.02 <sup>a</sup>	23.68±0.04 <sup>b</sup>
Waxy rice	control <sup>1</sup>	0	23.52±1.07 <sup>c</sup>	31.71±5.11 <sup>a</sup>
		1	28.33±0.61 <sup>a,b</sup>	21.15±1.70 <sup>b,c</sup>
	WWG <sup>2</sup>	8	30.08±3.02 <sup>a</sup>	20.66±0.83 <sup>b,c</sup>
		12	29.00±0.25 <sup>a</sup>	16.34±1.15 <sup>c</sup>
	WDG <sup>3</sup>	1	22.77±0.15 <sup>c</sup>	23.93±2.42 <sup>b</sup>
		8	25.13±0.36 <sup>b,c</sup>	22.39±1.48 <sup>b</sup>
	12	23.30±1.57 <sup>c</sup>	22.84±0.70 <sup>b</sup>	

<sup>1</sup> Dry milled rice flour sample without soaking.

<sup>2</sup> Rice flour which was prepared by milling the soaked grain and then by air-drying.

<sup>3</sup> Rice flour which was prepared by air-drying the soaked grain and then by milling.

<sup>4</sup> Means with different letters in a column are significantly different at  $p = 0.05$  by Duncan's multiple range test.



받는다(Grant LA 1998, Lii CY 등 1995, KIM JS 2007). Table 4는 신속점도측정계를 이용하여 제조방법을 달리하여 제조한 쌀가루의 호화도를 측정된 결과이다. 멥쌀가루의 호화개시온도는 수침처리한 시료간에 유의적으로 차이를 보였는데( $p < 0.0001$ ), NDG 쌀가루의 호화개시온도가 NWG보다 낮아(최대 4°C) 호화가 빨리 일어날 수 있다. 이에 비해 수침처리한 찹쌀가루는 유의적인 결과를 나타내지 못했다. 멥쌀가루는 71.2-75.2°C, 찹쌀가루는 70.5-72.0°C의 호화개시온도를 보여 주어 찹쌀가루가 멥쌀가루에 비해 최고 3°C 정도 낮았고, Lee SH(2002)의 결과보다 5-6°C가 더 높았으며 Kim JS(2007)의 결과와는 비슷한 수치를 보여주었다. 호화개시온도는 호화가 개시되어 점도가 10 RVU가 될 때의 온도를 측정하였는데 수침처리한 시료 대부분은 찹쌀, 멥쌀에 무관하게 8시간 수침에서 가장 낮은 호화개시온도를 보여주었다.

Table 4는 쌀가루의 호화 양상을 보여주기 위해 peak, trough, cold, breakdown, total setback의 특성치를 제시하였다. 멥쌀가루의 경우 대조군 peak는 282.84 RVU이고, 수침처리한 NWG는 297.13-293.46 RVU, NDG는 289.25-281.63 RVU로 수침시간에 따라 유의적으로 감소하였고( $p < 0.01$ ) 수침 8시간에서 최대치를 보여주었다. 찹쌀가루도 대조군이 158.58 RVU이고 수침

처리한 WWG는 179.58-186.13 RVU, WDG는 180.21-181.75 RVU로 수침시간에 따라 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.01$ ) 그 정도는 멥쌀보다 작았으며 멥쌀과 마찬가지로 8시간에서 최대점도를 나타내었다. 쌀의 품종에 따른 호화개시온도와 최대점도와 상관관계를 살펴보면 멥쌀가루는 높은 상관계수( $r = -0.60$ ,  $p = 0.02$ )를 보여주었으나 찹쌀가루는 유의적인 상관관계를 나타내지 못했다. 쌀입자의 구조 및 크기는 전분의 호화양상에 변화를 주게 되는데 Kum JS와 Lee HY(1999)는 입자가 작을수록 신속한 팽윤과 호화개시가 일어나지만 점도변화가 역시 빨리 일어나 최대 점도가 감소한다고 하였다. 즉 용출된 일부의 전분입자가 호화를 유도하여 호화개시온도가 낮아지므로 가공적성을 위해서는 일정한 크기를 가진 쌀가루 입자가 고루 분포되어 있어야 한다(Song JY 등 2006b).

Table 4에서 보면 peak, trough, cold 점도 측정치와 계산치인 total setback은 모두 유의적으로 차이가 있음을 보여준 반면, 계산치인 breakdown은 멥쌀가루인 경우 유의적이지 못했고 찹쌀가루는 매우 유의적이었다( $p < 0.0001$ ). 이는 대조군(생쌀가루)과 수침처리군 간에 차이가 있음을 보여주는데 특히 노화과정을 설명하는 total setback은 멥쌀가루인 경우 대조군, 수침처리군(NWG, NDG)간에 차이는 나타나는데 특히 8시간

Table 4. RVA Patterns of waxy and nonwaxy rice flours prepared by different soaking time and drying treatments

Rice flour samples	soaking time (hr)	Pasting temp (°C)	Viscosity(RVU) <sup>4</sup>					
			Peak (P)	Trough (T)	Cold (C)	Breakdown (P-T)	Total setback (C-T)	
nonwaxy rice	control <sup>1</sup>	0	72.05±0.07 <sup>c</sup>	282.84±1.53 <sup>c,d</sup>	149.59±1.18 <sup>c</sup>	265.50±0.11 <sup>b</sup>	133.25±0.35	115.92±1.07 <sup>b</sup>
		1	75.20±0.00 <sup>a</sup>	297.13±2.06 <sup>a</sup>	184.67±1.31 <sup>a</sup>	306.04±8.89 <sup>a</sup>	112.46±1.13	121.38±4.41 <sup>a</sup>
	NWG <sup>2</sup>	8	73.65±0.02 <sup>b</sup>	300.17±0.83 <sup>a</sup>	173.17±0.23 <sup>a,b</sup>	297.21±1.12 <sup>a</sup>	127.00±1.06	124.05±0.88 <sup>a</sup>
		12	74.25±0.01 <sup>b</sup>	293.46±1.24 <sup>a,b</sup>	171.00±1.88 <sup>a,b</sup>	292.96±2.53 <sup>a</sup>	122.46±3.12	121.96±0.65 <sup>a</sup>
	NDG <sup>2</sup>	1	71.20±0.00 <sup>c,d</sup>	289.25±1.06 <sup>b,c</sup>	150.42±1.33 <sup>c</sup>	261.00±1.47 <sup>b</sup>	138.84±1.44	110.59±1.42 <sup>c</sup>
		8	71.65±0.64 <sup>d</sup>	298.96±3.01 <sup>a</sup>	159.71±5.36 <sup>b,c</sup>	266.00±4.60 <sup>b</sup>	139.25±8.36	106.29±0.76 <sup>c</sup>
waxy rice	control <sup>1</sup>	0	72.00±0.00	158.58±0.00 <sup>c</sup>	84.17±1.89 <sup>c</sup>	102.17±1.29 <sup>c</sup>	74.42±1.89 <sup>c</sup>	18.00±0.59 <sup>c</sup>
		1	70.88±0.60	179.58±2.83 <sup>b</sup>	94.00±3.18 <sup>a,b</sup>	113.67±2.71 <sup>a,b</sup>	85.58±0.35 <sup>d</sup>	19.67±0.47 <sup>a,b</sup>
	WWG <sup>2</sup>	8	70.53±0.03	194.25±3.18 <sup>a</sup>	95.79±2.06 <sup>a</sup>	116.59±2.59 <sup>a</sup>	98.46±1.12 <sup>a</sup>	20.80±0.53 <sup>a</sup>
		12	70.88±0.46	186.13±0.88 <sup>a,b</sup>	95.83±1.77 <sup>a</sup>	116.54±1.47 <sup>a</sup>	90.30±0.88 <sup>c</sup>	20.71±0.30 <sup>a</sup>
	WDG <sup>3</sup>	1	71.60±0.63	180.21±9.95 <sup>b</sup>	91.59±5.89 <sup>a,b</sup>	111.21±6.89 <sup>a,b</sup>	88.63±4.07 <sup>c,d</sup>	19.62±1.00 <sup>a,b</sup>
		8	70.88±0.60	183.96±0.88 <sup>a,b</sup>	87.59±0.23 <sup>b,c</sup>	107.30±0.18 <sup>b,c</sup>	96.37±1.12 <sup>a,b</sup>	19.71±0.06 <sup>a,b</sup>
	12	71.18±0.03	181.75±2.94 <sup>b</sup>	88.59±2.24 <sup>a,b,c</sup>	107.13±2.41 <sup>b,c</sup>	93.17±0.70 <sup>b,c</sup>	18.54±0.17 <sup>b,c</sup>	

<sup>1</sup> Dry milled rice flour sample without soaking.

<sup>2</sup> Rice flour which was prepared by milling the soaked grain and then by air-drying.

<sup>3</sup> Rice flour which was prepared by air-drying the soaked grain and then by milling.

<sup>4</sup> Means with different letters in a column are significantly different at  $p = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

NDG 시료에서 가장 낮아 노화가 더디게 일어난다는 것을 설명한다. 찹쌀가루인 경우에도 같은 경향을 나타내었다. Kim JS(2007)는 신선 찹쌀가루와 멥쌀가루인 동진1호를 이용한 호화도 측정에서 본 실험의 결과보다 더 낮은 수치를 보여주었고 고아미2호 멥쌀가루의 호화개시온도는 건식인 경우 89.3℃, 8시간 수침한 WG인 경우 88.5℃로 나타나 매우 높은 온도에서 호화가 개시되었지만 최대점도는 찹쌀가루보다 오히려 낮은 100 RVU 전후에서 보여주었다. 이러한 결과는 쌀 품종, 아밀로오스 성분, 수침액의 온도 및 수침 조건에 따른 차이에서 기인하는 것으로 사료되는데 고아미 2호, 동진 1호, 신선찹쌀의 아밀로오스 함량은 각각 36.2%, 18.6%, 0.0%으로 분석되었다.

#### IV. 요약 및 결론

시중에서 손쉽게 구입할 수 있는 쌀가루를 제조하기 위해 멥쌀과 찹쌀을 수침처리한 후 풍건과 분쇄의 순서를 달리하여 제조한 쌀가루의 여러 특성을 비교하였다. 쌀가루의 일반성분의 차이는 주로 수침과정 중 성분변화에 기인하는데 수침처리한 멥쌀가루는 5.58-6.35%를, 찹쌀가루는 6.24-6.83%의 단백질을 함유하였고 조지방과 조회분은 수침처리로 상당량 손실되었다. 색도에서도 습식처리한 WG 쌀가루가 더 밝았고 대조군과의 총 색차도 가장 작았다. SEM에 의한 쌀가루 입자의 형태는 수침 초기에는 생쌀가루와 마찬가지로 바리나 층구조가 두드러지나 시간이 경과할수록 수분이 더 흡수되어 모서리가 부드럽고 균일한 입자분포를 보였다. 쌀가루 종류에 관계없이 WG 쌀가루가 수침으로 입자 표면에 보호막이 형성되어 분쇄 과정 중 표면 박리 등 손상이 덜 발생하여 DG 쌀가루보다 WBC가 유의적으로 낮아진 것으로 보여진다. 쌀가루의  $\alpha$ -amylase에 대한 활성도로 호화액의 점도감소를 설명하는 SN 값의 측정에서 멥쌀가루는 대조군에 비해 수침에 의해 모두 증가하였고 찹쌀가루는 오히려 유의적으로 감소하였다. 멥쌀가루의 WBC와 SN의 상관관계는 매우 높은 음의 상관관계를 보여주었다( $r=-0.85$ ,  $p=0.0001$ ). 대조군에 비해 모든 쌀가루시료는 80℃에서 팽윤력(SP)이 유의적으로 증가하였는데 대조군(생쌀가루)에 비해 멥쌀가루는 최대 41.1%가, 찹쌀가루는 약 27.9%가 증가하였다(8시간에서 최대). 수침시간에 따른 SP 변화도

는 멥쌀가루는 수침시간이 길어질수록 더 증가하였고 찹쌀가루는 8시간을 고비로 감소하였다. 용해도의 경우 멥쌀가루는 시간경과로 용해도 값이 계속 상승하였고 찹쌀가루는 오히려 감소하였다. SP와 용해도와의 상관관계를 살펴보면 멥쌀가루와 찹쌀가루 모두 상관계수가 높았다. 신속점도측정계를 이용한 쌀가루의 호화도 측정에서 멥쌀가루에서는 NDG가, 찹쌀가루는 WWG가 호화과정이 먼저 일어났고, 멥쌀가루와 찹쌀가루 모두 8시간에서 최대점도를 나타내었다. 호화개시온도와 최대점도와의 상관관계를 살펴보면 멥쌀가루는 높은 상관계수( $r=-0.60$ ,  $p=0.02$ )를 보여주었으나 찹쌀가루는 유의적인 상관관계를 나타내지 못했다. 또한 노화를 설명하는 total setback도 NDG 시료가 NWG 시료보다 낮았고 특히 8시간 수침처리균일 때 최소치를 보였다.

저장이나 유통의 편리성을 제공할 수 있는 신소재로 수침후 건식이나 습식제분한 멥쌀가루와 찹쌀가루를 이용한 쌀가공식품을 만들 경우 찹쌀가루는 대부분이 아밀로펙틴으로만 구성되어 최종 제품의 기본구조만을 형성하나 멥쌀가루는 기본 구조 외에도 아밀로오스에 의해 더 단단한 골격을 제공한다. 이에 본 실험에서 얻어진 여러 특성치를 바탕으로, 8시간 수침처리한 건식제분 멥쌀가루(NDG)가 비교적 표면 손상도 적고 호화개시온도도 낮으며 노화도도 가장 낮아 대량으로 쌀가루로 제조하였을 때 습식제분한 멥쌀가루(NWG)에 비해 우수한 가공 적성을 제공할 수 있다고 제시한다.

#### 참고문헌

- A.A.C.C. 1999. Approved Methods. 22-08 and 61-02, American Association of cereal Chemists. St. Paul, MN
- A.O.A.C.1995. Official Methods of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC
- Biliaderis CG, Page CM, Maurice TJ, Juliano BO. 1986. Thermal characterization of rice starches: A polymeric approach to phase transitions of granular starch. J Agric Food Chem 34(1): 6-14
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. J Cereal Sci 35(1): 85-94
- Choi CR. 2002. The properties of rice flours and Garedduk with resistant starches. Ph.D. Dissertation. Chonnam National University. pp 46-50
- Choi CR, Kim JO, Lee SK, Shin MS. 2001 Properties of fractions from waxy rice flour classified with particle size. Food Sci

- Biotechnol 10(1): 54-58
- Grant LA.1998. Effects of starch isolation, drying and grinding techniques on its gelatinization and retrogradation properties. *Cereal Chem* 75(6): 590-594
- Hamaker B, Griffin V. 1993. Effect of disulfide bond containing protein on rice starch gelatinization and pasting. *Cereal Chem* 70(4): 377-380
- Hunter RS. 1975. The measurement of Appearance. John Wiley & Sons. New York, NY. pp 139-141, 239-245
- Jeon HJ, Sohn KH, Lee MK. 1995. Characteristics of enzyme and microorganism by soaking time of glutinous rice. *Korean J Soc Food Sci* 11(2): 104-107
- Juliano BO. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In: *Rice Chemistry*. AACC. St. Paul, MN. pp 443-524
- Kim HY, Lee BY, Choi JK, Ham SS. 1999a. Milling and rice flour properties of soaking in water time on moisture content of rice. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6(1): 71-75
- Kim HY, Lee BY, You HS, Choi JK, Ham SS. 1999b. Properties of rice flour prepared with roll mill and pin mill after tempering. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6(3): 313-318
- Kim JO, Shin MS. 2000 The effect of sugar on the textural properties of Injulmi made from waxy rice flours by different milling methods. *Korean J Human Ecology* 3(2): 68-76
- Kim JS. 2007. Quality characteristics of sponge cakes prepared from rice flours with different amylose contents. Ph.D. Dissertation. Chonnam National University. pp 65, 71-80
- Kim K, Lee YH, Park YK. 1995. Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. *Korean J Food Sci Technol* 27(2): 264-265
- Kim SK, Shin MS. 1992. Physicochemical properties of defatted nonwaxy and waxy rice starches. *Korean J Food Sci Technol* 24(4):347-352
- Kim WS, Seib PA. 1993. Apparent restriction of starch swelling in cooked noodles by lipids in some commercial wheat flours. *Cereal Chem* 70(4): 367-372
- Kim YI, Kum JS, Kim KS. 1995. Effect of different milling methods of rice flour on quality characteristics of Jeungpyun. *Korean J Soc Food Sci* 11(3): 213-219
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol* 25(5): 541-545
- Kum JS, Lee HY. 1999. The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 31(6): 1542-1548
- Lee MK, Kim JO, Shin MS. 2004. Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time and particle sizes. *Korean J Food Sc. Technol* 36(2): 268-275
- Lee SH. 2002. Properties of rice flours and starches prepared by dry and wet milling of soaked rice grains. Master's Thesis. Chonnam National University, pp 15-18
- Li JY, Yeh AI. 2001. Relationships between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *J Food Engineering* 50(3): 141-148
- Lii CY, Shao YY, Tseng KH. 1995. Gelation mechanism and rheological properties of rice starch. *Cereal Chem* 72(4): 393-400
- Medcalf DF, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42(6): 558-568
- Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DH. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flours. *Korean J Food Sci Technol* 20(4) : 504-510
- Sandya Rani MR, Bhattacharya KR. 1995. Microscopy of rice starch granules during cooking. *Starch/Stärke* 46: 334-337
- SAS/STATIM 2001 User's Guide Proprietary Software Release 8.2 The SAS System for Windows, SAS Institute Inc. Cary, NC
- Schoch TJ, Leach W. 1964. Whole starches and modified starches. Vol II. pp 106-108 In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL (ed). Academic Press, New York, NY
- Shin MS, Kim JO, Lee MK. 2001. Effect of soaking time of rice and particle size of rice flours on the properties of nonwaxy rice flours soaking at room temperature. *Korean J Soc Food Sci* 17(4): 309-315
- Song JY, An YH, Kim JS, Choi J, Kim YC, Shin M. 2006a. Swelling and pasting properties of non-waxy rice flour/food gum systems. *Food Sci Biotechnol* 15 (2): 207-213
- Song JY, Kwon JY, Choi J, Kim YC, Shin M. 2006b. Pasting properties of non-waxy rice starch-hydrocolloid mixtures. *Starch/Stärke* 58: 223-230
- Wang L, Seib PA. 1996. Australian salt-noodle flours and their starches compared to US wheat flours and their starches. *Cereal Chem* 73(1): 167-175

---

(2007년 11월 8일 접수, 2007년 12월 10일 채택)