

## 쌀의 수침 시간별 제분 및 쌀가루의 특성

김형열 · 이병영\* · 최중경\*\* · 함승시\*\*\*  
서일대학 식품가공과, \*한국농업전문학교 교수부,  
\*\*경희대학교 산업정보대학원, \*\*\*강원대학교 식품생명공학부

### Milling and Rice Flour Properties of Soaking in Water Time on Moisture Content of Rice

Hyong-Yol Kim, Byoung-Young Lee\*, Joong-Kyoung Choi\*\*, and Sung-Shi Ham\*\*\*

*Department of Food Technology, Seoil College*

*\*Korea National Agricultural College*

*\*\*The Graduate School of Industry and Information Science, Kyung Hee University*

*\*\*\*Division of Food and Technology, Kangweon National University*

#### Abstract

Power consumption, mesh size, moisture content, color difference, amylogram of rice flour milled with water soaked rice were compared with that of rice using dry pin mill process. Maximum water absorbance of rice was 35% for 2.5 hr. Power consumption to mill the soaked rice was less than that of dry rice by 6.9kW/100Kg. Moisture content of rice flour from the water soaked rice was 2% higher than that of rice flour from dry rice. Population of flour particle was 52.9% of 60 mesh and 32.6% of 60~80mesh. Gelatinization temperature of rice flour from the soaked rice was 30C lower than that of rice flour from dry rice. Maximum and minimum viscosity of rice flour from the water soaked rice after boiling were 296 cps and 158 cps, independently. Brightness and whiteness of the rice flour from the water soaked rice were increased upto 10hr soaking and decreased after 17hr soaking. Brightness and whiteness of the rice flour were 96.17 and 96.02, independently.

**Key word** : rice, water absorbance, dry pin mill, energy consumption, gelatinization temperature

#### 서론

전통식품에 속하는 떡류, 주류 등을 제외한 밥 이외의 제빵, 제면, 제과 등은 전량 외국으로부터 수입해 오는 밀가루로 가공식품을 만들고 있는 실정이다. 이것을 쌀가루로 대체한다면 쌀의 이용도 증진뿐만 아니라 밀가루를 수입하는데 소비되는 외화를 절약할 수 있어 일거양득의 효과를 가져올 것이다. 쌀가루를 이용한 가공식품을 개발하기 위하여 선행되어야 할 과제는 쌀가

루의 제조 방법에 따른 특성을 구명하고, 식품가공에 적합한 쌀가루를 제조하여 보급하는 것이며, 쌀가루와 밀가루를 혼합 또는 쌀가루만으로 제빵, 제과 등의 특성 및 가공적성을 확립하는 것이 중요할 것이다. 쌀의 제분에서 건식제분 쌀가루는 단립(單粒)이고, 습식제분 쌀가루는 작은 입자들이 입단(粒團)구조를 이루고 있으며, 백도는 습식제분 쌀가루가 높고, 입자가 작을수록 호화개시 온도가 낮고, 최고점도는 높으며, 냉각시의 최저점도 및 30℃의 점도는 낮다(1). 수침시간에 따른 쌀의 팽윤력은 4시간 경과 후에는 4.17로 증가하고(2), 수침한 쌀가루의 가수분해가 증가할수록 점도와 노화도는 감소한다(3). 습식제분한 쌀가루로 제조한 증편의

Corresponding author : Hyong-Yol Kim, Department of Food Technology, Seoil College, Seoul 131-702, Korea

품질이 건식제분한 쌀가루보다 더 양호하고(4), 벼의 수분함량이 많을수록 백도가 높고 미세하게 분쇄되며(5), 쌀가루 입자가 미세해짐에 따라 호화개시온도, 최고점도가 점차 낮아지며, gel 강도는 약해진다(6). 쌀가루 입자의 크기 및 명도, 색상, 채도가 제분방법에 따라 영향을 받으며, 건식제분 쌀가루는 분할된 조직체로 딱딱한 쌀이 미세화 되고, 습식제분 쌀가루는 분리된 쌀가루의 집합체로 부드럽고 덩어리 같은 입체구조를 가진다(7). 쌀 및 쌀가루 저장 중 품질 안정성은 호화 개시온도, 최고점도, breakdown 모두가 증가한다(8). 쌀가루의 amylogram이 품종간에 독특한 양상을 보이며 미질을 평가하는 유용한 방법으로 쓰일 수 있다(9). 멧쌀 전분의 호화개시 온도는 58~79°C, 입자 크기는 1.6~8.7 $\mu$ m, 입도(xylene 대체) 1.49~1.51g/ml, iodine binding capacity 2.36~6.96%, gel viscosity 140~1,200cps이다(10). 쌀 전분의 호화액의 유동성에 대한 틱스트로피 성질 및 호화 중 리올로지 특성에 대하여 보고(11~14)되고 있다.

본 연구는 제분방법 개발로서 습식 제분의 기초 단계로 “쌀의 수침 시간별 제분 및 쌀가루의 특성”을 연구하여 제분소요전력의 감소와 제분 시간을 단축하고 쌀가루의 품질을 향상시킨 결과를 얻었다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 쌀은 1997년 가을에 수확한 한 국산 쌀을 시중에서 구입하여 사용하였다.

### 쌀의 수침 시간별 제분방법 및 흡수율

쌀가루 제조는 먼저 각 처리당 쌀 5kg을 수세하여 실온(20°C정도)에서 1~30시간까지 수침시키면서 1시간 간격으로 건져내어 망형프라스틱 바구니에 옮겨 30분간 방치하여 탈수하고, roll mill로 15회 순환하여 분쇄하였다. 분쇄시 순환 1회에는 분쇄기의 롤 간격을 0mm로 하였으며, 순환 2회부터는 롤의 간격을 2mm로 하였다.

Rice → Washing → Tempering → Milling → Rice flour  
 ↑ ↑  
 (At room temp. 22~25°C) (15 times by rolle mill)

그리고 수침시 쌀의 흡수율 측정은 쌀 100g을 수침하여 실온(22~25°C)에 방치하면서 시간별로 평량하여 흡수량을 중량 백분율로 표시하였다.

### 제분시 소요전력

쌀 5kg을 분쇄하는 과정 중 ampere meter로 전류와 분쇄 소요시간을 측정하여 다음 공식에 의해 시간당 소요전력을 구하였다.

$$\text{시간당 소요전력} = \sqrt{3 \times V \times I \times \cos \theta}$$

여기서 V : 380Volt, I : ampere,  $\cos \theta$  : 0.9

그리고 쌀가루 100kg 생산당 소요전력 = (시간당 소요전력/시간당 쌀가루생산량) × 100으로 구하였다.

### 수분함량

Infrared moisture determination balance AD-4714 적외선 수분측정기(A&D Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 시료 3.5g를 정평하여 105°C에서 20분간 건조하여 측정하였다.

### 쌀가루의 입도 분포

제일과학 산업(주)에서 제작·시판되고 있는 체분리기(rotation tap sieve shaker)와 세화산업(주)에서 제작한 종목체 60, 80, 100 및 120mesh를 설치하고 쌀가루 300g을 30분간 체분리한 후 각 체상에 남아 있는 쌀가루의 양을 정평하여 쌀가루 전체량에 대한 백분율로 나타냈다.

### Amylogram

Amylogram은 Rapid visco analyser(model rva-3d seria, Newport scientific co., Australia)를 이용하여 측정하였는데, 시료 3.5g(수분함량 14% 기준)을 정평하여 알루미늄 캔에 넣고 물 25ml를 넣어 잘 혼합한 다음 최초 가열온도 50°C에서부터 시작하여 가열속도를 분당 10°C상승시켜 95°C까지 가열하고 3.5분간 유지시켜 준 후 50°C까지 냉각시켰다. 그리고 Fig. 2의 amylograph의 모식도에 따라 호화개시 온도, 가열시 최고점도와 최저점도, 50°C 냉각시 점도를 구하고, 최고점도에 도달한 후 점도저하 값, 50°C까지 냉각한 후 점도증가 값으로 나타냈다.

### 색차

색차는 color JS555 (color technd Co., Japan)를 사용하여 L, a, b, 및 ΔE값을 측정하였으며, 이때 L은 명도, a, b는 색상과 채도를 나타낸다. 즉 +a는 적색방향, -a는 녹색방향이며, +b는 황색방향, -b는 청색방향을 나타내는데 수치가 커지면 각각의 색은 선명하게 되고 중심에 가까울 수록 색이 탁해져 가는 것을 나타낸다. ΔE값은 표준 시료와의 색차를 나타내는 것으로 다음식에 따라 산출되며 색차계 내에서 전산처리 되었다.

$$\Delta E \text{ 값} = \sqrt{(L_t - L)^2 + (a_t - a)^2 + (b_t - b)^2}$$

여기서  $L_t$ ,  $a_t$ ,  $b_t$  = 표준시료의 명도, 적색도, 황색도 값이며, L, a, b = 각 시료의 명도, 적색도, 황색도 값이다.

또한 whiteness로 백색도가 멀어질수록 백색도 수치

가 작아지는 W(L,a,b), 100에 가까울수록 이상적인 백색도를 나타내는 W(b)를 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**수침시간별 흡수율**

쌀의 수침시간별 수분흡수율(Table 1)을 보면 수침전의 수분함량 14%에서 수침시간이 경과함에 따라 증가하여 2시간 30분 후에는 34.8%, 3시간 후에 35.0%이고 그 이후에는 변화가 없었다. 그러므로 쌀의 최대 흡수율은 35% 정도이며, 최대 흡수량까지의 수침시간은 2시간 30분 이상으로 나타났다.

Table 1. Effects of soaking in water on moisture content of rice

| Soaking in water time(hrs) | Initial | 0.5  | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 3.5  |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| Moisture contents(%)       | 14.0    | 29.5 | 31.3 | 32.8 | 33.0 | 34.8 | 35.0 | 35.0 |

**제분시 소요전력, 쌀가루의 수분함량 및 입도분포**

쌀의 수침시간에 따른 제분시 소요전력, 쌀가루의 수분함량 및 입도별 분포는 Table 2와 같다. 수침 2시간 경과시 시간당 소요전력과 쌀가루 100kg 생산시 소요전력은 각각 1.29kWh와 9.03kW/100kg으로 가장 높았고, 4시간부터는 수침시간이 경과 함에 따라 차가 없이 각각 1.16kWh, 8.52kW/100kg로 수침 2시간 보다는 낮았다. 그리고 건식편밀로 제분시 소요되는 1.95kWh, 15.4kW/100kg보다 0.66~0.79kWh, 6.37~6.88kW/100kg이나 소요전력이 많았다.

쌀가루의 수분 함량은 수침 2시간은 30.7%이고 수침 4시간부터는 32.8%로 시간의 경과와는 관계없이 일정하였다.

쌀가루의 입도 분포를 보면 60>mesh는 수침 2시간이 57.8%로 수침 4시간의 52.9% 보다는 높았으나, 60~80mesh는 각각 25.8%, 32.6%로 수침 4시간이 높았다. 그리고 80<mesh 이상은 수침 2시간이 수침 4

시간 이상 보다 0.6~1.3% 정도 높았다. 그리고 4시간 이상부터는 수침시간 경과에 따른 입도 분포는 거의 차가 없었다. 이러한 결과로 수침 2시간 내에는 쌀의 중심부까지 수분이 이동되지 않아 제분시 소요 전력이 많고, 수분 함량이 낮으며, 제분이 잘 안 되어 굵은 입자가 많다는 것을 알 수 있었다. 그러나 80<mesh 보다 고운 쌀가루의 함량이 수침 2시간 보다 4시간부터가 적은 것은 이 등(1)의 보고와 같이 수침이 충분히 되어 제분이 잘 되었더라도 여러 개의 제분입자가 입단을 형성하고 있으므로 체분리시 체망을 빠져 나오지 못했기 때문이라고 생각된다. 또한 제분 쌀가루의 수분함량이 Table 2의 쌀의 수침시간별 수분 함량 보다 2%정도 낮았는데 이것은 분쇄시 마찰열에 의한 수분증발과 제분실내의 상대습도가 낮아 침지 쌀의 표면의 포화상태의 자유수분이 제분 과정에서 공기 중으로 확산되었기 때문이라고 생각된다.

Table 2. Effects of soaking time in water on moisture content and particle size of rice flour and energy consumption during milling

| Soaking time in water of rice(hrs) | Energy consumption on rice mill |                        | Moisture content after milling(%) | Particle size (mesh, %) |       |        |      |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------|--------|------|
|                                    | kWh                             | kW/100kg of rice flour |                                   | 60>                     | 60~80 | 80~100 | 100< |
| 2                                  | 1.29                            | 9.03                   | 30.7                              | 57.8                    | 25.8  | 8.9    | 7.5  |
| 4                                  | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 52.9                    | 32.6  | 7.6    | 6.9  |
| 10                                 | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 52.9                    | 32.8  | 7.5    | 6.8  |
| 17                                 | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 52.9                    | 32.7  | 7.6    | 6.8  |
| 24                                 | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 53.0                    | 32.5  | 7.8    | 6.7  |
| 28                                 | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 53.1                    | 32.7  | 7.4    | 6.8  |
| 30                                 | 1.16                            | 8.52                   | 32.8                              | 53.1                    | 32.8  | 7.4    | 6.7  |
| DPMR                               | 1.95                            | 15.4                   | 14.0                              | 1.8                     | 7.1   | 11.1   | 80.0 |

**Amylogram**

수침시간별 쌀가루의 amylogram(Table 3 및 Fig. 2)에서 수침제분 쌀가루의 호화개시온도는 수침 2시간은 67.3℃로 건식편밀의 67.5℃와 거의 같았다.

Table 3. Effects of soaking time in water on amylogram indices of rice flour

| Soaking time in water of rice (hrs) | Gelatination temp. (°C) | On heating                     |                            |                           |                               | At 50°C viscosity on cooling (C)(cps) | A-B (cps) | C-B (cps) |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
|                                     |                         | Temp. at Highest viscosity(°C) | Highest viscosity (A)(cps) | Lowest viscosity (B)(cps) | Temp. at Lowest viscosity(°C) |                                       |           |           |
| 2                                   | 67.3                    | 94.8                           | 296                        | 166                       | 84.7                          | 266                                   | 130       | 100       |
| 4                                   | 64.5                    | 94.8                           | 296                        | 166                       | 84.1                          | 266                                   | 130       | 100       |
| 10                                  | 64.5                    | 94.8                           | 296                        | 165                       | 84.0                          | 264                                   | 131       | 99        |
| 16                                  | 64.5                    | 94.8                           | 296                        | 165                       | 84.0                          | 264                                   | 131       | 99        |
| 17                                  | 64.5                    | 94.9                           | 293                        | 158                       | 83.4                          | 250                                   | 135       | 92        |
| 24                                  | 64.5                    | 94.9                           | 290                        | 155                       | 83.2                          | 243                                   | 135       | 88        |
| DPMR                                | 67.5                    | 94.9                           | 297                        | 168                       | 86.7                          | 270                                   | 129       | 102       |

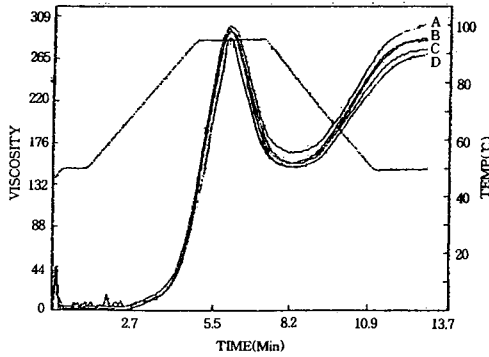


Fig. 1. Amylogram of rice flour by soaking time in water. A : DPMR (rice flour milled by pin mill, 14% of moisture content). B : 2~6 hr WDRMR (rice flour milled by roll mill after soaking in water for 10 hours). C : 17 hr WDRMR. D : 24 hr WDRMR.

그러나 수침시간 4시간부터는 각각 64.5°C로 3°C 낮았다. 최고점도시 온도는 수침시간별 94.8~94.9°C로 거의 차이가 없었다. 가열시 최고점도 및 최저점도는 수침 16시간까지는 각각 296cps, 165~166cps로 거의 같았으나 수침 17시간에는 각각 293cps, 158cps로 감소하였고 그 이후도 계속 감소하는 경향이었다. 냉각시 50°C에서의 점도는 가열시 최저점도 보다 증가하였는데 수침시간에 따라 그 증가 정도를 보면 수침 16시간까지는 264~266cps로 큰 차이가 없었으나 수침 17시간부터 증가 정도가 적어져 수침 24시간에는 243cps였다. 최고점도에서 최저점도까지의 점도저하 값은 수침 16시간까지는 거의 같았으나 17시간 이후부터 증가하는 경향이었다. 그러나 최저점도에서 냉각시 50°C에서의 점도 증가 값도 수침 16시간까지는 거의 같은 수준이었으나 수침 17시간부터는 감소하는 경향이었다. 수침시간 17시간부터는 수침 쌀에서 이취가 발생하기 시작하여 수침 23시간부터는 매우 심하였는데, 이는 수침 17시간부터 쌀전분이 수침에 의해 변성된다는 것을 시사해 주고 있다. 그리고 이러한 변성은 전분의 물성에도 크게 영향을 미칠 것으로 생각된다.

#### 색차(Color difference)

수침시간에 따른 쌀가루의 색차를 Table 4에서 보면 명도를 나타내는 L값과 백도가 증가할수록 수치가 커지는 W(L, a, b), 그리고 이상적인 백색에 가까울수록 100에 가까워지는 백색도 W(b)값은 수침 2시간부터 9시간까지는 각각 95.64~95.87, 95.30~95.45 및 87.41~87.51로 약간 증가하였으나 10시간에 각각 96.17, 96.02 및 89.32로 최고 값에 도달하여 16시간까지는 같은 수준이었으며, 수침 17시간 이후부터는

감소하는 경향이었다. 그리고 적색의 정도를 나타내는 a값과 황색의 정도를 나타내는 b값은 16시간까지 감소하다가 17시간부터 증가하였다, 건식편밀 쌀가루와 습식롤 밀 쌀가루와의 색차를 종합적으로 나타내는  $\Delta E$  값이 수침 10~16시간은 1.83으로 눈으로 색깔 차를 감지할 수 있는 수준이었다. 그 밖에 수침시간은 1.10~1.43으로 근소한 색깔 차이가 있었다.

Table 4. Effects of soaking time in water on color difference and moisture content of rice flour

| Soaking time (hrs) | Color difference |      |      |            | Whiteness |       |
|--------------------|------------------|------|------|------------|-----------|-------|
|                    | L                | a    | b    | $\Delta E$ | W(L,a,b)  | W(b)  |
| 2                  | 95.64            | 1.23 | 1.26 | 1.10       | 95.30     | 87.41 |
| 4                  | 95.87            | 1.06 | 1.55 | 1.43       | 95.45     | 87.51 |
| 9                  | 95.87            | 1.06 | 1.55 | 1.43       | 95.45     | 87.51 |
| 10                 | 96.17            | 0.75 | 0.79 | 1.83       | 96.02     | 89.32 |
| 16                 | 96.17            | 0.75 | 0.79 | 1.83       | 96.02     | 89.32 |
| 17                 | 95.64            | 1.23 | 1.26 | 1.10       | 95.86     | 88.68 |
| 24                 | 95.64            | 1.23 | 1.26 | 1.10       | 95.86     | 88.68 |
| DPMR               | 94.68            | 1.76 | 1.13 | 0.00       | 94.28     | 85.33 |

#### 요 약

수침시 쌀의 흡수율, 제분시 소요전력과 쌀가루의 입도분포, 수분함량, 색차, amylogram 특성을 건식편밀 제분쌀가루와 비교하였다. 쌀의 수침 최대 흡수량은 35%이며, 최대 흡수량까지의 수침 소요 시간은 2시간 30분이었다. 수침한 쌀의 제분에 소요되는 전력량 및 쌀가루 100kg 생산시 소요전력은 건식편밀로 제분할 때 보다 0.66~0.79kWh, 6.37~6.88kWh/100kg 낮았다. 쌀가루의 수분함량은 수침시 흡수율 보다 2% 정도 낮았으며, 입도분포는 60mesh 52.9%, 60~80mesh 가 32.6%였다. 쌀가루의 amylogram 특성 중 수침제분 쌀가루의 호화개시온도는 64.5°C로 건식편밀 쌀가루의 67.5°C보다 3°C 낮아졌다. 가열시 최고점도 및 최저점도는 수침 16시간까지는 각각 296cps, 158cps로 감소하였다. 수침시간에 따른 쌀가루의 명도와 백도는 수침시간이 경과함에 따라 증가하여 수침 10시간부터 각각 96.17 및 96.02 정도로 최고치를 나타내 수침 16시간까지는 거의 같은 수준이었으나, 수침 17시간 이후부터는 감소하는 경향이었다.

#### 참고문헌

1. 이병영, 윤인화, 손종록 (1994) 건식 및 습식 제분 방법에 따른 쌀가루의 특성 차이. 농업논문집, 36(1), 684-687.

2. 김명희, 박미원, 박용곤, 장명숙 (1993) 쌀의 수침 시간에 따른 쌀가루의 이화학적 특성. 한국조리과학회지, **9(3)**, 210-214.
3. 최은정, 김향숙 (1997) 수침한 찹쌀가루와 전분의 이화학적 및 호화 특성. 한국식품영양과학회지, **26(1)**, 17-24.
4. 김영인, 김기숙 (1994) 건식 및 습식제조 쌀가루로 제조한 증편의 팽화특성. 한국조리과학회지, **10(4)**, 329-333.
5. 김상숙, 김영진 (1995) 벼의 수분함량이 쌀가루 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **27(5)**, 690-696.
6. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 (1993) 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **25(5)**, 546-551.
7. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 (1993) 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **25(5)**, 541-545.
8. 김병상, 박노현, 조길석, 강동삼, 신동화 (1988) 쌀 및 쌀가루 저장중 품질 안정성의 비교. 한국식품과학회지, **20(4)**, 498-503.
9. Juliano, B.O. (1982) An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating qualities of milled rice. IRRI, Research paper series, 77.
10. Juliano, B.O. (1984) Rice Chemistry and Technology (2nd), Chapt. 3. Polysaccharides, protein and lipid of rice. AACC., 60
11. 김영숙, 김주봉, 이신영, 변유량 (1984) 쌀전분 회석 호화액의 유동학적 특성. 한국식품과학회지, **16(1)**, 11-16.
12. 이신영, 변유량, 조형용, 유주현, 이상규 (1984) 쌀전분 현탁액과 호화액의 유동거동. 한국식품과학회지, **16(3)**, 273-278.
13. 이신영, 조형용, 김성곤, 이상규, 변유량 (1984) 쌀전분의 호화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **16(3)**, 279-284.
14. 김주봉, 김영숙, 이신영, 변유량 (1984) 쌀전분 호화중의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, **16(4)**, 451-456.

---

(1999년 1월 10일 접수)