

## 수침한 찹쌀가루와 전분의 이화학적 및 호화 특성

최은정 · 김향숙<sup>†</sup>  
충북대학교 식품영양학과

### Physicochemical and Gelatinization Properties of Glutinous Rice Flour and Starch Steeped at Different Conditions

Eun-Jung Choi and Hyang-Sook Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, ChungBuk National University, Cheongju 361-763, Korea

#### Abstract

The effects of steeping on the physicochemical and gelatinization characteristics of glutinous rice flour and its starch were studied. Steeping conditions were 1 day at 25°C, 7 days at 25°C and 7 days at 35°C. Crude protein, lipid and ash content were decreased by steeping. It was observed with scanning electron microscopy that endosperm cell wall of glutinous rice flour was diminished by steeping. Although morphology of the glutinous rice starch granules was not affected, the size was decreased by steeping. Density and water binding capacity (WBC) of glutinous rice flour and its starch were changed by steeping. X-ray diffraction pattern of glutinous rice starch was A type and was not affected by steeping. Swelling power of glutinous rice flour and its starch was increased but solubility was decreased by steeping. In Brabender amylographic examination, peak viscosity of untreated glutinous rice flour was very low and increased enormously by steeping resulting in the similar Brabender viscosity pattern to its starch. The gelatinization temperature examined by X-ray diffractometry was lowered by steeping. And the degree of gelatinization under the conclusion temperature increased with increasing of steeping period and temperature.

**Key words:** glutinous rice flour, glutinous rice starch, steeping, physicochemical property, gelatinization characteristic

#### 서 론

찹쌀을 이용한 병과류의 제조과정에서 전처리 과정으로서의 원료 찹쌀의 수침시간은 대개 30분에서 1일 정도이다. 특별히 유과는 다른 전분질 원료의 수침에 비해 상당히 장시간 수침한다(1,2). 유과의 경우 장시간 수침하는 것은 밥, 죽, 또는 다른 병과류처럼 단순히 호화가 잘 되도록 하기 위한 수분흡수 뿐만 아니라 찹쌀의 물리화학적 특성에 변화를 주어 유과의 품질을 향상시키는 것이라고 보여진다.

수침조건이 유과의 품질에 미치는 영향을 연구하기 위하여 수침과정에서 찹쌀가루 및 찹쌀의 주성분인 전분에 어떤 변화가 일어나는지 알아보는 것은 기본적인 중요한 접근이다. 그 동안 연구는 주로 찹쌀의 수침 과정에 따른 수침액 및 찹쌀가루의 이화학적인 성질

의 변화에 집중되었다(3-7). 수침에 따라 일반성분, 수침액의 pH,  $\alpha$ -amylase의 활성도, 지방산도 및 총 산도, 찹쌀가루의 팽윤력과 용해도, 입자의 크기, 물결합능력 및 찹쌀가루 현탁액의 점도 등이 변화한다고 하였다. 호화와 노화 특성에 대하여도 연구(3,5-7)되었는데 수침은 호화 개시온도에 변화를 주지는 못하지만 최고 점도는 증가시킨다고 하였다. 또한 김 등(8)은 수침시간이 길수록 찹쌀떡의 노화 속도가 늦어진다고 하였다. 그러나 찹쌀의 약 80%를 이루고 있는 주성분(9)이며 조리성을 좌우하는 전분이 장기간 수침함에 따라 어떻게 변화하는지에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 찹쌀의 수침중에 일어나는 찹쌀가루와 전분의 이화학적 및 호화 특성의 변화를 조사하고자 한다.

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 찹쌀의 수침

충청북도 청원군 가덕면에서 1994년 수확한 신선 찹쌀을 실험재료로 사용하였다. 단기간 수침 효과를 알기 위하여 25°C에서 1일, 장기간의 수침을 알아보기 위하여 25°C와 35°C에서 7일간 찹쌀을 수침하였다. 대조구로는 수침하지 않은 찹쌀을 이용하였다.

### 찹쌀가루 및 전분의 제조

찹쌀가루는 실험실용 제분기(Milling machine, APEX construction Ltd., U.S.A.)로 습식 제분하여 30°C 오븐에서 건조시킨 후 수침하지 않은 것과 1일 수침한 것은 60mesh 체로 7일간 수침한 것은 70mesh 체로 쳐서 보관하였다. 찹쌀 전분은 알칼리 침지법(10)에 의하여 제조하여 역시 30°C 오븐에서 건조시킨 후 100mesh 체로 쳤다.

### 일반성분 분석

찹쌀가루와 전분의 수분, 조지방, 조단백, 조회분의 함량은 A.O.A.C.방법(11)을 이용하여 분석하였다.

### 입자의 형태 및 크기분포

주사전자현미경(Hitachi S2500-C, Japan)을 이용하여 찹쌀가루는 700배와 3000배, 찹쌀 전분은 3000배로 확대하여 관찰하였다. 사진에 나타난 전분의 크기를 측정 한 뒤 찹쌀 전분 입자의 크기 분포를 백분율로 나타내었다.

### 이화학적 특성 및 호화 특성

#### 밀도

찹쌀가루와 전분의 밀도는 xylene 치환법(12)을 이용하여 측정하였다. 먼저 밀도병에 증류수를 넣고 30°C에서 15분간 유지시킨 후 비중병의 부피를 계산하였다(식 1). 그 병을 말린 후 증류수 대신 xylene을 넣고 30°C에서 15분간 유지시킨 후 xylene의 무게를 측정하여 식 2에 따라 xylene의 밀도를 계산하였다.

$$\text{비중병의 부피} = \frac{\text{비중병 내부의 물의 무게}}{30^\circ\text{C에서의 물의 밀도}(0.99567)} \quad (1)$$

$$\text{Xylene의 밀도} = \frac{\text{비중병 내부의 xylene의 무게}}{\text{비중병의 부피}} \quad (2)$$

시료를 105°C 상압 건조법으로 완전히 건조시킨 후 5~10g을 정확히 칭량하여 비중병에 넣고 xylene을 채우는데 도중에 시료를 유리막대로 조용히 저어줌으로써 공기방울을 제거하였다. Xylene을 가득 채운 후 밀도병의 뚜껑을 덮고 30°C에서 15분간 유지시킨 후 시료의 밀도를 식 3에 따라 구하였다.

$$\text{시료의 밀도} = \frac{ad}{a+b-c} \quad (3)$$

a=시료의 무게

b=xylene을 채운 비중병의 무게

c=시료와 xylene을 넣은 비중병의 무게

d=xylene의 밀도

#### 물결합능력

물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법(13)을 이용하였다.

#### X-선 회절도

X-선 회절도는 X-선 회절기(XRD 2000, Scintac Inc., U.S.A.)를 사용하여 target : Cu-K $\alpha$ , scanning speed : 1°/min, voltage : 40kV, current : 40mA의 조건으로 회절각도 2 $\theta$ 를 5° 부터 40° 까지 회절시켜 분석하였다. 회절각도에 따른 피크의 위치로부터 결정형을 분석하였다.

#### 팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 0.5% 시료 현탁액을 50~90°C의 온도에서 10°C 간격으로 Schoch방법(14)을 이용하여 측정하였다.

#### 아밀로그램

건물당 8% 농도의 수침한 찹쌀가루와 전분 현탁액을 만들어 Brabender Viscograph(Model No 1136D, 독일)로 호화특성을 측정하였다.

#### X-선 회절도로 나타낸 가열 중의 호화도 변화

X-선 회절도로 나타낸 가열 중의 호화도 변화는 Taketa와 Hizukuri(15)의 방법에 따라 측정하였다. 5% 찹쌀가루 또는 전분 현탁액을 55°C부터 70°C의 온도 범위에서, 5°C 간격으로 각 온도에서 30분간 저어주면서 가열한 다음 무수알콜로 탈수하고 오산화인(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)을 넣은 진공 데시케이터에서 건조하였다. 이를 찹쌀가루는 시료에 따라 60 또는 70mesh로, 찹쌀 전분은 100 mesh로 분쇄하였다. 표준 곡선은 다음과 같은 방법으로 구하였다. 5% 찹쌀 전분 현탁액을 120°C의 autoclave에서 30분간 가열한 후 무수알콜을 넣고 막자사발에서 신속히 마쇄하면서 탈수하여 100% 호화 전분을 제조하

였다. 이것을 100mesh로 분쇄하고 호화도 0%인 생전분과 일정비율로 혼합하여 호화도 0~100%의 표준 시료를 조제하였다. 호화도가 서로 다른 시료는 이화학적 특성에서와 같은 조건으로 X-선 회절도를 얻은 후 회절각도( $2\theta$ ) 22.8°에서의 피크의 높이가 감소하는 비율을 측정하여 전분의 호화도로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

찹쌀가루와 전분의 일반성분은 Table 1에 제시하였다. 수침에 의해 찹쌀가루와 전분의 단백질, 지질, 회분의 함량이 크게 감소하였다. 찹쌀 전분은 단백질 및 미량성분의 함량이 전체적으로 찹쌀가루 보다 낮았는데 이는 전분제조시 제거되었으리라 사료된다. 찹쌀 전분 역시 단백질 및 미량성분의 함량이 수침에 의하여 감소하였다.

### 입자의 형태 및 크기분포 관찰

주사전자현미경으로 찹쌀가루의 형태를 관찰한 결과 Fig. 1에서와 같이 수침하지 않은 찹쌀가루(a)는 배유세포 내에 단백질체와 전분립이 결합되어 있어 개개의 전분립이 잘 보이지 않는 반면 수침한 찹쌀가루는 상당량의 단백질 등 일반성분이 감소됨으로써 외부로 노출된 전분입자가 많이 보였다. 1일 수침한 찹쌀가루(b) 보다는 7일 수침한 찹쌀가루(c, d)가 전분립이 더 많이 노출되었으며, 7일 수침한 경우는 25°C에서 보다 35°C에서 7일간 수침한 것(c)이 전분립의 노출 정도가 더 심하였고, 35°C에서 7일간 수침한 찹쌀가루(d)는 세포질이 거의 존재하지 않은 채 전분 입자들이 덩어리로 모여 있는 형태를 보였다. Fig. 2는 찹쌀가루에서 전분의 형태를 자세히 관찰하기 위하여 7일간 수침한 찹쌀가루를 3000배로 확대한 것이다. 25°C에서 보다

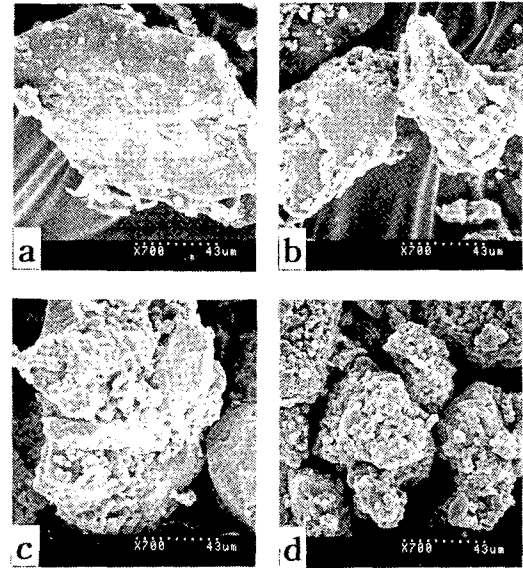


Fig. 1. SEM photographs of glutinous rice flour steeped at different conditions magnified 700 time. a: Untreated, b: Steeped 1 day at 20°C, c: Steeped 7 days at 25°C, d: Steeped 7 days at 35°C

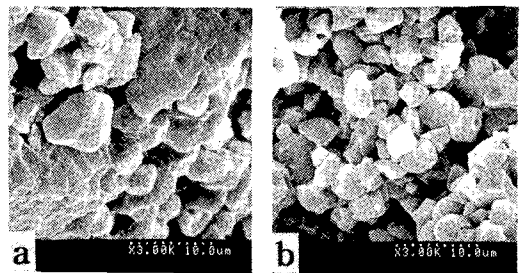


Fig. 2. SEM photographs of glutinous rice flour steeped at different conditions magnified 3000 times. a: Steeped 7 days at 25°C, b: Steeped 7 days at 35°C

35°C에서 수침한 경우 배유세포로부터 분리되어 나온

Table 1. Proximate composition of glutinous rice flour and its starch steeped at different conditions moisture free basis (unit : %)

Treatment	Moisture	Protein	Lipid	Ash
<b>Flour</b>				
Untreated	11.6	7.25	0.86	0.48
Steeped 1 day at 25°C	12.4	6.16	0.72	0.24
Steeped 7 day at 25°C	13.9	3.24	0.67	0.15
Steeped 7 day at 35°C	15.0	3.00	0.41	0.14
<b>Starch</b>				
Untreated	14.9	0.21	0.15	0.03
Steeped 1 day at 25°C	14.5	0.16	0.11	0.03
Steeped 7 day at 25°C	12.7	0.16	0.06	0.02
Steeped 7 day at 35°C	12.5	0.13	0.06	0.02

전분립이 더 많은 것이 나타났고, 단백질과 같은 물질들이 떨어져 나온 흔적도 더 많았다. 찹쌀의 배유세포는 불투명하고, 찹쌀 전분 입자는 복부(ventral side)를 제외하면 촘촘히 배열되어 있으며, 찹쌀 전분의 표면 안쪽에는 미세한 구멍이 있고, 복합 전분립의 바깥 표면은 빈 공간이 존재한다고 알려져 있다(16). 김(17)은 쌀가루에 단백질 가수분해 효소를 처리했을 때 배유세포벽이 손상되었고 내부에 밀집되어 있던 전분립들이 외부로 분리되어 나왔으며 배유세포 내에서 단백질체들은 전분립들의 결합과 밀접한 관련이 있을 것이라고 추측하였다.

찹쌀 전분의 입자 모양(Fig. 3)은 다면체 구조로서 수침과 관계 없이 모든 시료에서 전분의 표면에 움푹 들어간 흔적이 있었으며 hole이 파진 것도 있었다. 전분 표면에 움푹 들어간 흔적이 있는 것은 전분 제조시 전분에 붙어 있던 단백질이 떨어져나간 것으로 알려져 있다(16). 본 실험에서 수침하지 않은 찹쌀 전분과 1일간 수침한 찹쌀 전분에서는 hole을 볼 수가 없으나, 7일간 수침한 찹쌀 전분, 특히 35°C에서 7일간 수침한 찹쌀 전분에서 hole이 많이 파진 것을 볼 수 있었다. 수침한 감자 전분과 고구마 전분에서도 수침 시간이 길어질수록 입자 표면의 틈이 많아진다(18,19)고 하였으며, 백과 신(18)은 고구마 전분의 수침액의 당의 변화로 보아 효소에 의한 결과일 것이라고 하였다.

찹쌀 전분 입자의 크기분포는 3~7 $\mu$ m의 범위에 분

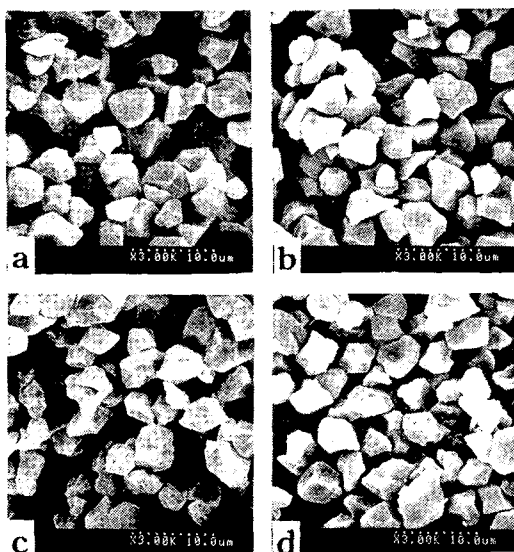


Fig. 3. SEM photographs of glutinous rice starch steeped at different conditions magnified 3000 times. a: Untreated, b: Steeped 1 day at 20°C, c: Steeped 7 days at 25°C, d: Steeped 7 days at 35°C

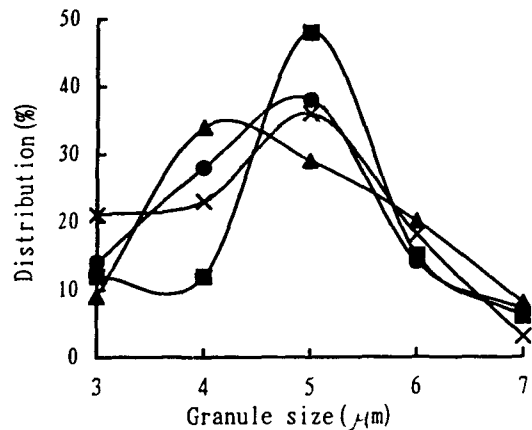


Fig. 4. Size distribution of glutinous rice starch steeped at different conditions.

- : Untreated
- ▲: Steeped 1 day at 25°C
- : Steeped 7 days at 25°C
- ×: Steeped 7 days at 35°C

산되었고, 수침하지 않은 찹쌀 전분의 크기는 5 $\mu$ m 정도의 중간 값을 보였으며 정규분포에 가까운 분포를 보였다(Fig. 4). 찹쌀을 수침함에 따라 작은 입자가 더 많이 증가하여 찹쌀 전분 입자의 크기분포는 작은 쪽으로 치우쳤다. 7일간 수침한 찹쌀 전분 보다 1일간 수침한 찹쌀 전분에 더 작은 입자들이 많이 있었다. 이는 수침 초기에는 큰 분자들이 쪼개지다가 오랫동안 수침하면 작은 분자들이 빠져 나가기 때문이라고 사료된다. 감자 전분과 고구마 전분의 경우 수침이 진행됨에 따라 큰 분자들이 점차로 사라지고 중간 크기의 입자와 작은 크기의 입자가 증가한다고 하였다(18,19).

#### 이화학적 특성

찹쌀가루와 전분의 이화학적 특성은 Table 2에 제시하였다. 찹쌀가루와 전분의 밀도는 수침에 의한 차이는 별로 나타나지 않았고, 전체적으로 찹쌀가루의 밀도가 찹쌀 전분의 밀도 보다 작게 나타났다. 다만 찹쌀 전분의 경우 35°C에서 7일간 수침한 경우에만 밀도가 약간 감소하였다.

찹쌀가루와 전분의 물결합능력의 경우 찹쌀가루는 25°C에서 1일간 수침했을 때와 35°C에서 7일간 수침했을 때는 수침하지 않은 찹쌀가루 보다 매우 많이 증가했으나, 25°C에서 7일간 수침한 찹쌀가루는 수침하지 않은 찹쌀가루와 큰 차이를 나타내지 않았다. 찹쌀 전분의 경우는 35°C에서 7일간 수침한 경우에만 물결합능력(Water binding capacity)이 약간 증가하였다. 35°C에서 7일간 수침한 찹쌀 전분의 밀도가 감소하고, 물결

Table 2. Physicochemical properties of glutinous rice flour and its starch steeped at different conditions

Treatment	Density	Water binding capacity(%)	X-ray type
Flour			
Untreated	1.45	147.5	
Steeped 1 day at 25°C	1.44	161.6	
Steeped 7 day at 25°C	1.45	150.4	
Steeped 7 day at 35°C	1.46	166.6	
Starch			
Untreated	1.48	123.9	A
Steeped 1 day at 25°C	1.48	122.2	A
Steeped 7 day at 25°C	1.48	124.7	A
Steeped 7 day at 35°C	1.46	130.9	A

합능력이 증가되었으며, 예비실험에서 수침액의 총 당 함량이 크게 증가된 것(데이타 생략)으로 보아 전분 분자 내부의 변화가 있었다고 사료된다. 물결합능력이 찹쌀가루가 찹쌀 전분에 비하여 큰 것을 보아 찹쌀가루에 존재하는 전분 이외의 물질이 물과 결합한 것으로 보인다. 물결합능력은 전분 입자 내의 비결정성부분에 의한 것으로 전분 입자에 비결정성부분이 많을수록 전분입자의 내부 치밀도가 낮을수록 수분 흡수도가 크다고 알려져 있다(20,21). 또한 Medcalf와 Gilles(13)는 전분에 결합된 물은 입자에 침투된 것과 입자 표면에 흡착된 것을 포함하며 같은 종류의 전분은 비슷한 물결합능력을 가진다고 하였다. 김 등(22)은 일반적으로 아밀로오스 보다 아밀로펙틴이 수분 흡수력이 커서 메전분에 비해 찹쌀전분의 물결합능력이 크며, 찹쌀 전분의 종류에 따라 물결합능력이 차이가 나는 것은 아밀로펙틴의 구조상의 특성이라고 하였다.

찹쌀 전분의 결정형은 모두 전형적인 A형(23)으로 수침에 따른 변화는 나타내지 않았다.

찹쌀가루와 전분의 팽윤력과 용해도는 Fig. 5에 나타냈다. 1일간 수침한 찹쌀가루의 팽윤력은 수침하지 않은 것과 별 차이가 없으나 7일간 수침한 것은 팽윤력이 크게 증가하였으며, 같은 기간에 35°C에서 수침한 것은 25°C에서 보다 더 크게 증가하였다. 찹쌀 전분은 찹쌀가루 보다 전반적으로 같은 온도에서 찹쌀가루 보다 훨씬 큰 팽윤력을 나타냈다. 김(17)은 쌀 가루가 쌀 전분에 비해 팽윤력이 작은 것에 대해 쌀 가루에 존재하는 전분 외의 다른 성분, 즉 단백질과 지방, 세포벽 물질 등이 전분의 팽윤을 억제하기 때문이라고 설명하였다. Richard와 Morrison(24)은 찹쌀 전분은 80°C에서 팽윤이 억제되며, 아밀로펙틴의 분자량과 모양은 최대 팽윤력과 관계가 있다고 하였다. 박과 오(3)는 찹쌀가루를 25°C에서 10일 동안 수침했을 때 수침 시간에 따른 팽윤력과 용해도에 거의 차이를 나타내지 않았다고 하여 본 실험과는 차이를 나타냈다. 온도 증가

에 따라 팽윤력이 증가하는 것은 가열 온도가 상승함에 따라 입자 내의 분자간 결합력이 약해지기 때문이며 전분 입자 내의 결합 강도가 강한 것은 팽윤이 강하게 억제된다(25). 전분의 팽윤 양상은 입자내의 micellar network의 강도와 크기, 모양, 조성, 분포(26), 전분의 결정도(27), 전분을 구성하고 있는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율 및 분자량, 전분립 내부의 결합력과 전분 분자간의 회합 그리고 비전분의 함량에 영향을 받는다(28).

수침한 찹쌀가루의 용해도는 수침하지 않은 경우 60°C에서 26.5%의 용해도를 나타냈고 그 이상의 온도에서는 더 이상 증가하지 않았다. 그러나 수침한 경우는 60~70°C에서는 12.6~15.9%의 낮은 용해도를 나타냈고 계속 가열함에 따라 2차 증가를 나타냈으나 25°C에서 7일간 수침한 것 이외에는 수침하지 않은 것 보다 낮았다. 찹쌀 전분은 수침하지 않은 것과 25°C에서 1일 수침한 것의 용해도가 직선적으로 증가한 반면 7일 동안 수침한 찹쌀 전분은 70°C 이상에서는 거의 증가하지 않았다. 60°C 근처에서 수침하지 않은 찹쌀가루에 비해 수침한 찹쌀가루의 용해도가 작은 것은 일반성분의 변화에서 보는 바와 같이 수침시 수용성 물질이 많이 빠져나갔기 때문으로 사료된다. 멥쌀(17)과 옥수수(25)의 경우도 전분이 가루 보다 팽윤력과 용해도가 크다고 하여 본 실험 결과와 일치했다. 그러나 고구마 전분(18)이나 감자 전분(19)은 수침이 길어짐에 따라 팽윤력과 용해도 모두 감소한다고 하여 전분의 종류에 따라 수침에 의한 효과에 다소 차이가 있는 것으로 사료된다.

#### 호화특성

아밀로그래프에 의한 수침에 따른 찹쌀가루와 전분의 호화양상 변화는 Fig. 6과 Table 3에서와 같다. 수침한 찹쌀가루는 수침하지 않은 찹쌀가루에 비해 최고 점도와 breakdown이 매우 크게 증가하고, 노화를 나타

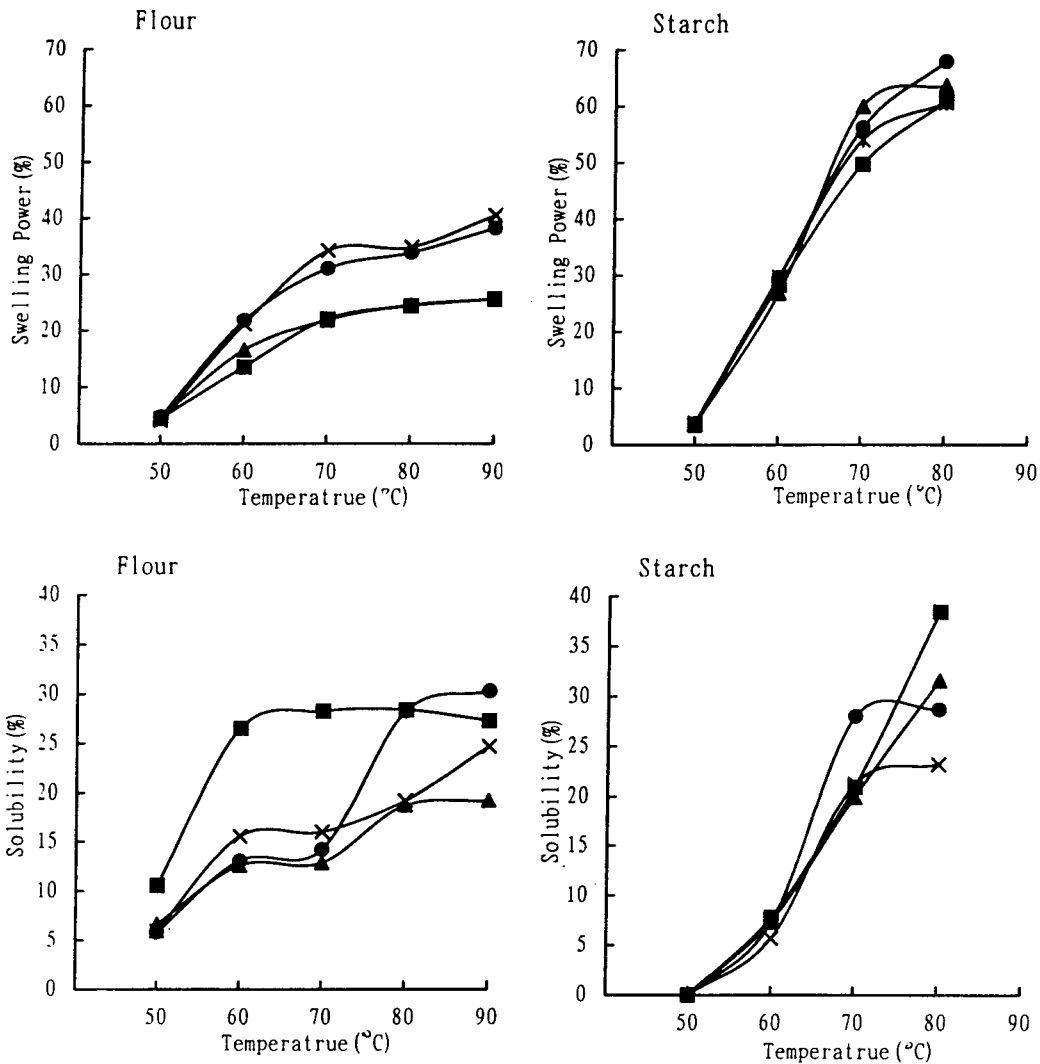


Fig. 5. Swelling power and solubility of glutinous rice flour(left) and its starch(right) steeped at different conditions. —■—: Untreated, —▲—: Steeped 1 day at 25°C, —●—: Steeped 7 days at 25°C, —×—: Steeped 7 days at 35°C

내는 consistency는 큰 변화를 나타내지 않았으나 set-back은 최고 점도증가의 영향을 받아 그 값이 매우 감소하는 등 전반적으로 찹쌀 전분과 비슷한 모양으로 변화되었다. 찹쌀 전분은 수침에 의해 찹쌀가루처럼 뚜렷한 변화를 보이지는 않았지만 35°C에서 7일 수침한 찹쌀 전분이 다른 전분 보다 더 낮은 온도에서 최고 점도에 달했고 최고 점도 자체는 더 높았다. 수침에 의해 찹쌀가루가 전분의 호화양상과 비슷해 지는 현상은 찹쌀가루의 수침에 의해 단백질, 지질, 회분이 감소되어 전분입자가 노출되기 때문이며, 수침에 의해 찹쌀 전분은 큰 변화가 없는 반면 찹쌀가루는 수침에 의해 매우 커다란 변화를 보인 것으로 보아 전분립에 결합된 단백질, 지질, 회분 보다는 세포질에 존재하는 단백

질, 지질, 회분이 호화양상에 더 큰 영향을 미친다고 사료된다. 김(17)의 연구에서도 쌀가루와 쌀전분의 amylogram은 차이가 있었으며, 이는 전분 이외의 성분인 단백질과 지질 등이 점도와 호화특성에 영향을 미치기 때문이라고 하였다. 壓司一郎(29)은 쌀가루의 아밀로그래프에 의한 점도 특성은 지방과 단백질에 영향을 받는데 이는 전분 입자 사이에 존재하는 단백질체가 전분의 팽윤과 붕괴를 방해하기 때문이며 지질도 동일한 효과를 보인다고 하였다. Juliano 등(30)과 Bean 등(31)은 찹쌀 전분의 호화 특성에 대해 다른 곡류 전분과 비교하면, 낮은 온도에서 최고 점도에 달하며, 전분은 최고 온도에서 2~3배로 부풀어 오른 다음 곧 붕괴한다고 하였다.

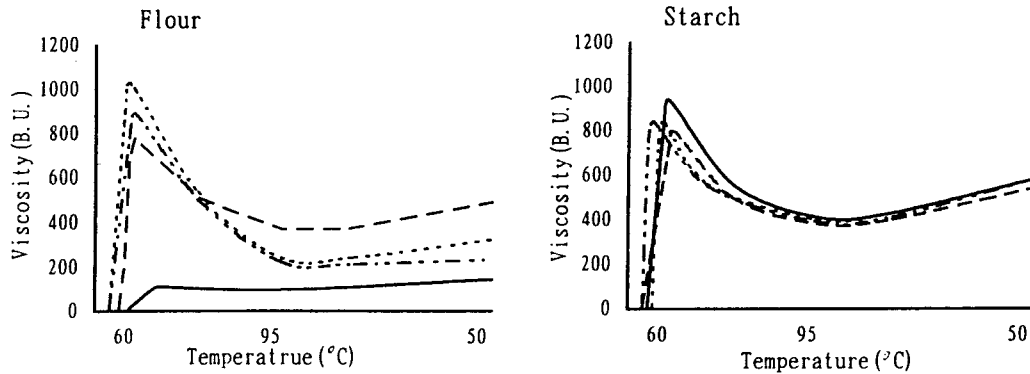


Fig. 6. Brabender viscosity curves of glutinous rice flour and its starch steeped at different conditions.  
 — : Untreated, --- : Steeped for 1 days at 25°C, - · - : Steeped for 7 days at 20°C, ··· : Steeped for 7 days at 25°C

Table 3. Brabender Viscrographic characteristics of glutinous rice flour and its starch steeped at different conditions

Treatment	Temperature(°C)		Viscosity(B.U.)					
	Initial increase	Peak	Peak (P)	Hold 15 min at 95°C(H)	Cool to 50°C (C)	Consistency (C-H)	Breakdown (P-H)	Setback (C-P)
<b>Flour</b>								
Untreated	66	72	110	95	140	45	15	30
Steeped 1 day at 25°C	64	67	780	370	490	120	410	-290
Steeped 7 day at 25°C	62	66	1030	250	315	65	780	-715
Steeped 7 day at 35°C	62	67	890	220	250	30	670	-640
<b>Starch</b>								
Untreated	62	67	940	410	570	160	530	-830
Steeped 1 day at 25°C	62	68	800	380	540	160	420	-260
Steeped 7 day at 25°C	62	66	820	380	560	180	440	-260
Steeped 7 day at 35°C	62	64	840	380	560	180	460	-280

Table 4. Changes in the degree of gelatinization of glutinous rice flour and its starch steeped at different conditions measured by X-ray diffractogram (unit: %)

Treatment	Temperature(°C)			
	55	60	65	70
<b>Flour</b>				
Untreated	-	56	73	100
Steeped 1 day at 25°C	43	53	100	100
Steeped 7 day at 25°C	41	50	100	100
Steeped 7 day at 35°C	33	45	100	100
<b>Starch</b>				
Untreated	9	19	52	100
Steeped 1 day at 25°C	33	48	79	100
Steeped 7 day at 25°C	40	52	100	100
Steeped 7 day at 35°C	48	70	100	100

X-선 회절도로 나타낸 가열 중의 호화도 변화는 Table 4에 나타내었다. 수침하지 않은 찹쌀가루와 1일간 수침한 찹쌀가루는 70°C에서 완전히 호화되었으나 7일간 수침한 찹쌀가루는 65°C로 호화온도가 낮아졌다. 또한 수침한 찹쌀가루는 55~65°C 온도 범위에서 수침

하지 않은 찹쌀가루 보다 호화된 정도가 더 높았다. 찹쌀 전분의 경우에도 수침에 의해 완전히 호화되는 온도가 70°C에서 65°C로 낮아졌다.

### 요 약

본 연구에서는 장시간 수침이 찹쌀가루와 전분에 미치는 영향을 알아보기 위하여 25°C에서 1일과 7일, 35°C에서 7일간 수침한 찹쌀과 전혀 수침하지 않은 찹쌀로부터 가루를 내거나 전분을 분리하여 이화학적 특성과 호화특성을 실험하였다. 본 실험의 결과를 종합하면 찹쌀을 장시간 수침함으로써 단백질, 지질, 회분 등의 성분이 크게 감소하였다. 주사전자현미경 관찰에서는 수침에 의해 찹쌀가루의 배유세포벽이 파괴되었으며, 찹쌀 전분은 수침에 의해 모양은 영향을 받지 않았으나, 크기는 감소했다. 밀도, 물결합능력 그리고 팽윤력과 용해도 등의 이화학적 특성의 변화가 있었다. 찹쌀 전분의 결정형은 모두 A형으로 수침에 영향을 받지 않았다. 아밀로그래프, X-선 회절도로 나타낸 가열 중

의 호화도도 변화하였다. 특히 아밀로그래프에 의한 호화특성은 찹쌀가루의 경우 최고 점도가 증가하여 전반적으로 찹쌀 전분과 유사한 패턴으로 변화였다. 이와 같은 실험 결과로 보아 장시간 수침하는 것은 찹쌀에 존재하는 단백질과 지질 및 미량 성분을 제거하고, 호화 특성에 변화를 일어나게 하여 찹쌀가루가 유과의 제조에 좀더 적합한 성질을 가지도록 하는 과정으로 사료된다.

## 문헌

- 황혜성, 한복려, 한복진 : 한국의 전통음식. 수확사, p.481 (1993)
- 왕준연 : 한국요리II. 범한출판사, p.237(1981)
- 박영미, 오명숙 : 찹쌀의 수침이 강정의 팽화부피에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 17, 415(1985)
- 양희천, 홍재식, 김종만 : 부수계 제조에 관한 연구. 제1보 수침공정이 원료찹쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 14, 2(1982)
- 김 관, 장길진, 이용현, 김성곤 : 찹쌀의 수침중 성질변화. 한국식품과학회지, 25, 86(1993)
- 김 관, 장길진, 이용현, 김성곤 : 수침이 찹쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25, 535(1993)
- 임영희, 이현유, 장명숙 : 유과제조시 찹쌀의 침지 중 이화학적 성분변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 25, 247(1993)
- 김 관, 이용현, 박양균 : 찹쌀의 침지시간을 달리하여 제조한 찹쌀떡의 노화속도. 한국식품과학회지, 27, 264 (1995)
- 농촌진흥청 : 식품성분표. 제 5개정판, 농촌생활연구소, p.40(1996)
- Yamamoto, K. : Studies on rheological properties of potato starch in the practical application. *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, 28, 206(1981)
- A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemists. Washington D.C. (1984)
- Schoch, T. J. and Leach, H. W. : Determination of absolute density : Whole starches and modified starches. In "*Methods in carbohydrate chemistry*" Whistler, R. L.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.101 (1964)
- Medcalf, D. F. and Gilles, K. A. : Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)
- Schoch, T. J. : Swelling power and solubility of Granular starches : Whole starches and modified starches. In "*Method in carbohydrate chemistry*" Whistler, R. L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.106(1964)
- Takeda, C. and Hizukuri, S. : Characterization of the heat dependent pasting behavior of starches(Studies on the gelatinization of starch. Part I). *Nippon Nonogi Kagaku Zasshi*, 48, 663(1974)
- Juliano, B. O. and Donald, B. B. : The rice grain and its gross composition. In "*Rice chemistry and technology*" 2nd ed., Juliano, B. O.(ed.), A.A.C.C. Inc., p.17(1985)
- 김성란 : 쌀의 단백질이 전분의 호화특성과 밥의 텍스처에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문(1994)
- 백만희, 신달식 : 수침에 의한 변형 고구마 전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 25, 763(1993)
- Kim, K. A., Lee, S. W. and Kim, S. K. : Changes of starch properties during steeping of potato. *Korean J. Food Sci.*, 25, 691(1989)
- Beleis, A., Varriano, M. E. and Hoseney, R. C. : Characterization of starch from pearl millets. *Cereal Chem.*, 57, 300(1980)
- Halick, J. V. and Kelly, V. J. : Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.*, 36, 91(1959)
- 김형수, 강옥주, 윤계순 : 다수계 찰벼와 일반 찰벼 전분의 이화학적 성질. 한국농화학회지, 26, 211(1983)
- Zobel, H. F. : X-ray analysis of starch Granules : Whole starches and modified starches. In "*Method in carbohydrate chemistry*" Whistler, R. L.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.109(1964)
- Richard F. T. and Morrison W. R. : Swelling and gelatinization of cereal starches, II. Waxy rich starches. *Cereal Chem.*, 67, 558(1990)
- Leach, H. W., McCowen, L. D. and Schoch, T. J. : Structure of starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, 35, 534(1959)
- Hari, P. K., Garg, S. and Garg, S. K. : Gelatinization of starch and modified starch. *Starch*, 41, 88(1989)
- Wong, R. B. K. and Lelievre, J. : Composition of crystallinities of wheat structure with different swelling capacities. *Starch*, 34, 159(1982)
- Juliano, B. O., Bautista, G. M., Lugay, J. C. and Reyes, A. C. : Studies on the physicochemical properties of rice. *J. Agr. Food Chem.*, 12, 131(1964)
- 壓司一郎 : 米澱粉の理化學的性質と食味特性. 米飯の技術とその利用. 日本工業技術會, p.107(1990)
- Juliano, B. O., Nazareno, M. B. and Ramon, N. B. : Properties of waxy and isogenic nonwaxy rices differing in starch gelatinization temperature. *J. Agr. Food Chem.*, 17, 1365(1969)
- Bean, M. M., Esser, C. A. and Nishita, K. D. : Some physicochemical and food application characteristics of California waxy rice varieties. *Cereal Chem.*, 61, 475 (1984)

(1996년 10월 21일 접수)