

## 수침이 찹쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향

김 관 · 이용현 · 강길진 · 김성곤\*

전남대학교 식품공학과, \*단국대학교 식품영양학과

### Effects of Steeping on Physicochemical Properties of Waxy Rice

Kwan Kim, Yong-Hyun Lee, Kil-Jin Kang and Sung-Kon Kim

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

\*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul

#### Abstract

Effects of steeping of waxy rice in water at 20°C for 6 or 30 hr on physicochemical properties of rice flour and molecular structure of starch were examined. pH of the steep water was decreased upon steeping. The lightness of the flour was gradually increased, while redness and yellowness were decreased as steeping time increased. The protein content was linearly decreased during steeping period. The fat content was sharply decreased from 18hr of steeping. The ash content rapidly decreased up to 12hr of steeping. The water-binding capacity was increased up to 12hr of steeping and decreased thereafter. The swelling power at 80°C was consistently increased during steeping period. The amylograph peak viscosity showed a linear relationship with the steeping time. The molecular structure of starch was not affected by steeping.

Key words: waxy rice, steeping, amylograph, molecular structure.

## 서 론

찰쌀을 이용하여 떡이나 유과의 제조시 전처리 과정으로 찹쌀을 물에 침지하는 것이 보통이나 찹쌀의 수침조건이 찹쌀의 성질 그리고 떡이나 유과의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 많지 않는 실정이다. 찹쌀을 수침하면 침지액의 pH<sup>(1-3)</sup>는 감소하고 지방산도<sup>(1)</sup>와 총산도<sup>(3,4)</sup>는 증가하며 찹쌀의 일반성분<sup>(5)</sup>과 무기질<sup>(4)</sup>은 감소한다. 박과 오<sup>(1)</sup>는 찹쌀을 20°C 에서 10일간 수침했을 때 찹쌀가루의 70°C 에서의 팽윤력과 용해도는 수침시간에 따라 차이를 보이지 않았다고 하였으나, 김 들<sup>(5)</sup>은 찹쌀을 20°C 에서 수침했을 때 80°C 에서의 팽윤력과 용해도는 수침 9시간 이상에서 약간 증가하였다고 보고하였다. 일반적으로 찹쌀을 수침하면 아밀로그래프의 최고점도는 증가하는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다<sup>(1,3,5)</sup>.

찰쌀을 이용한 유과 제조시 수침 정도는 수침온도에 따라 2~14일 정도이다<sup>(2,4)</sup>. 박과 오<sup>(1)</sup>는 찹쌀을 25°C 에서 10일간 수침했을 때 강정의 팽화부피는 수침 3일에서 가장 컸고 그 이후에는 큰 변화가 없었다고 하였고, 양 들<sup>(4)</sup>은 찹쌀을 10°C 에서 20일간 수침했을 때 찹쌀가루의

팽화력은 수침시간이 길어짐에 따라 증가한다고 하였다. Kim과 Yoshimatsu<sup>(6)</sup>는 찹쌀을 5°C 와 20°C 에 25일간 수침했을 때 고온에서 수침시간이 길수록 강정제조에 효율적이라고 하였다. 한편 박 들<sup>(2)</sup>은 강정 제조시 20°C 에서의 찹쌀의 최적 수침시간은 7시간 이었다고 하였다. 전보<sup>(5)</sup>에서 저자들은 찹쌀 두품종을 20°C 에서 12시간 침지하면서 일반성분의 변화와 아밀로그래프에 의한 호화 변화에 대하여 보고하였다. 본 연구는 전보<sup>(5)</sup>의 연속으로서 찹쌀을 20°C 에서 30시간 수침하면서 찹쌀의 성질과 전분의 분자구조적 성질을 분석하여 찹쌀의 가공성에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

전라남도 함평농촌지도소에서 1990년 가을에 수확한 일반계(Japonica type)와 신선찰벼를 공급받아 10분도로 도정하고 실온에서 충분히 건조시킨 다음 사용하였다.

### 찰쌀의 수침

찰쌀에 두배량의 증류수를 넣고 20°C 의 항온기에서 30시간 수침하면서 6시간 간격으로 꺼내어 실온에서 건조시키고 80메쉬로 분쇄하여 사용하였다. 수침 30시간 이상에서는 쉰 냄새가 나고 곱뽕이 발생하였다. 수침중 액의 pH는 pH미터로 측정하였고, 수침중 고형분의 순

Corresponding author: Kwan Kim, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

실량은 참쌀을 실온에서 24시간 건조하고 초기 쌀의 무게와의 차이로부터 계산하였다.

#### 수침한 참쌀가루의 이화학적 성질 측정

색도는 색차계 (Model 600-UC-IV Yasuda Seiki, Seisakusho, Ltd., Japan)를 이용하여 Hunter value인 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다. 일반성분은 AOAC 표준방법<sup>(7)</sup>으로, 물결합능력은 20°C에서 Medcalf 및 Gilles<sup>(8)</sup>의 방법에 따라 측정하였고, 팽윤력과 용해도는 Schoch<sup>(9)</sup>의 방법에 따라 80°C에서 측정하였다. 호화현상은 Brabender/visco/Amylograph를 사용하여 Medcalf와 Gilles<sup>(10)</sup>의 방법에 따라 농도 10%(건량기준)로 조사하였다. 참쌀가루의 열수 가용성 성분은 Juliano 등<sup>(11)</sup>의 방법에 따라 참쌀가루 200 mg을 100 ml 비이커에 취하고 98°C 증류수 40 ml로 현탁시켜 8분간 유지시킨 다음 1,000×g에서 20분간 원심분리하여 얻은 상정액을 열수 가용성 성분으로 하고 그 함량은 페놀-황산법<sup>(12)</sup>으로, 요오드 반응은 Williams 등<sup>(13)</sup>의 방법으로 측정하였다.

#### 전분의 분자구조적 특성의 측정

전분은 알칼리 침지법<sup>(14)</sup>을 사용하여 분리하고 100배수로 분쇄하여 사용하였다. 전분의 X-선 회절도는 X-선 회절계(Rigaku Co., Japan)로 회절각도(2θ) 4~40°까지 회절시켜 구하였으며, 고유점도는 미국 옥수수 산업연구협회의 방법<sup>(15)</sup>에 따라 조사하였다. 전분의 평균사슬길이(CL)는 과요오드산 산화법<sup>(16)</sup>으로 측정하였고, 전분의 β-아밀라아제 분해한도는 Suzuki 등<sup>(17)</sup>의 방법에 따라 시료 전분 3 mg을 0.5 N NaOH용액 0.3 ml로 녹인 다음 0.5 M 아세트산 완충용액(pH 4.8) 3 ml와 고구마 β-아밀라아제(Sigma사) 100단위를 가하고 37°C에서 48시간 반응시킨 다음 반응액의 총당량<sup>(12)</sup>과 환원당량<sup>(18)</sup>으로부터 구하였다. 생전분과 효소처리한 전분의 겔크로마토그래프 용출패턴은 다음과 같이 조사하였다. 생전분 10 mg에 dimethyl sulfoxide(DMSO) 0.5 ml와 증류수 1.5 ml를 가하여 끓는 수조에서 용해시키고 이 액 1 ml를 Sepharose CL-2B 칼럼(1.6×95 cm)에 넣고 0.02% sodium azide를 함유한 증류수로 시간당 12.5 ml의 속도로 20°C에서 용출시키면서 3 ml씩 분획하고 총당<sup>(12)</sup>을 측정하여 용출패턴을 조사하였다. 효소처리한 전분의 겔크로마토그래피는 전분 25 mg에 DMSO 1 ml와 0.1 M 아세트산 완충용액(pH 4.8) 4 ml를 가해 끓는 수조에서 녹이고 고구마 β-아밀라아제(Sigma사) 100단위를 처리하여 37°C에서 48시간 반응시키고 끓는 수조에서 30분간 가열 처리하여 반응을 종료시켰다. 이 반응액 1 ml를 Sephadex G-50 칼럼(2.8×88 cm)에 넣고 0.02% sodium azide를 함유한 10 mM 인산 완충용액(pH 7)으로 시간당 21 ml의 속도로 20°C에서 용출시키면서 5 ml씩 분획하였다. Void volume (V<sub>0</sub>)은 blue dextran 2,000(Pharmacia사), total volume (V<sub>T</sub>)은 글루코오스를 이용하여 구하였다. 회분의 총당은 페놀-황산법<sup>(12)</sup>으로, λ<sub>max</sub>는 0.2% 요오드액 0.5 ml와 반응시

켜 구하였다.

#### 전분의 산처리

전분 3g을 200 ml 삼각플라스크에 취하고 2.2 N HCl용액 150 ml를 가하여 현탁시킨 후 35°C로 유지한 회전 배양기에서 150 rpm으로 교반하면서 24시간 가수분해시켰다. 일정한 시간별로 2,000×g에서 20분간 원심분리한 침전물은 증류수로 세척한 다음 100배수로 분쇄하여 산처리 전분 시료로 하였다. 산 가수분해율은 상징액의 총당량을 페놀-황산법<sup>(12)</sup>으로 구하고 가수분해당량으로 하여 시료 전분에 대한 백분율을 구하고 이로부터 겔보기 반응속도 상수를 구하였다<sup>(19)</sup>. 산처리 전분의 요오드 반응은 Williams 등<sup>(13)</sup>의 방법에 의하여 625 nm에서의 흡광도와 최대흡수과장(λ<sub>max</sub>)을 구하였다.

## 결과 및 고찰

#### 수침에 따른 pH 변화

참쌀의 수침에 따른 수침액의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 수침액의 pH는 초기 6.83에서 6시간 후에 6.35로 감소하였으며 수침 6~18시간에서는 큰 변화가 없었으나 수침 18시간 이후 다시 크게 감소하여 수침 30시간 후에는 5.62이었다. 박과 오<sup>(2)</sup>는 참쌀(품종 미상)을 25°C에서 수침하는 경우 pH는 수침 1일 사이에서는 큰 변화가 없으나 1~3일 사이에 현저히 감소하였다고 보고하였다. 양 등<sup>(4)</sup>은 참쌀(이리 334호)을 10°C와 20°C에 수침하였을

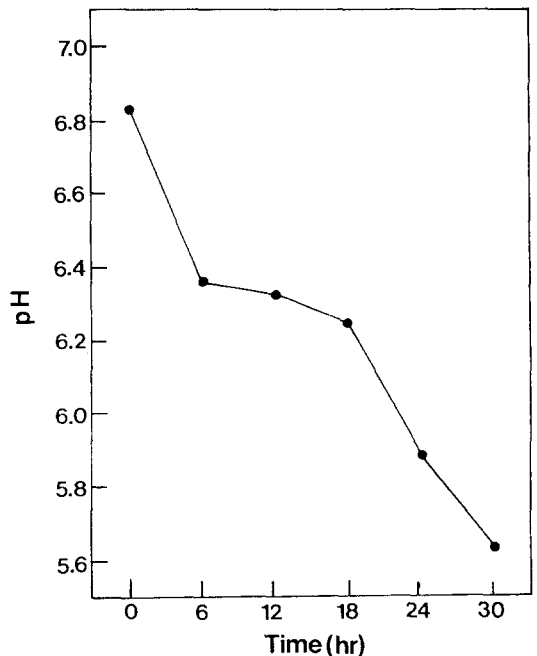


Fig. 1. Changes in pH of steep water during steeping of waxy rice at 20°C

**Table 1. Effects of steeping of waxy rice at 20°C on L, a and b values**

Steeping time (hr)	L	a	b
0	92.1	-0.5	4.1
6	92.0	-0.5	3.3
12	92.6	-0.5	2.9
18	92.9	-0.8	2.7
24	92.8	-0.8	2.7
30	92.9	-1.0	2.3

**Table 2. Water-binding capacity, swelling power and solubility of waxy rice during steeping at 20°C**

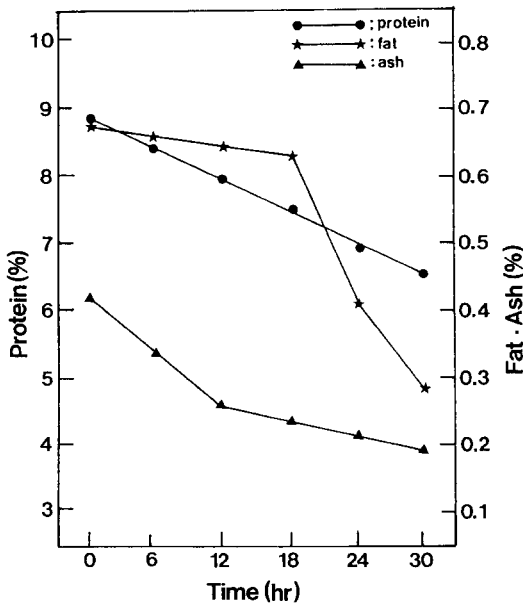
Steeping time (hr)	Water binding capacity (%)	Swelling power at 80°C	Solubility at 80°C (%)
0	118	12.1	56.9
6	124	14.6	67.5
12	134	15.0	70.2
18	109	15.6	71.2
24	109	16.4	72.0
30	110	14.4	70.9

**Table 3. Amylograph indices of 10% waxy rice flour suspension as influenced by steeping time at 20°C**

Steeping time (hr)	Peak viscosity (B.U.)	Break-down <sup>a</sup> (B.U.)	Set-back <sup>b</sup> (B.U.)	Viscosity at 50°C (B.U.)
0	190	50	20	160
6	230	80	20	160
12	245	85	20	180
18	300	120	20	200
24	315	130	20	210
30	360	150	20	230

<sup>a</sup>Difference in B.U. between peak viscosity and viscosity at 95°C after 15 min

<sup>b</sup>Difference in B.U. between viscosity at 50°C and viscosity at 95°C after 15 min



**Fig. 2. Changes in protein, fat and ash contents of waxy rice during steeping at 20°C**

때 총 산도는 수침시간에 따라 계속적으로 증가하였으며 그 정도는 20°C 에서 더 컸다고 하였다. 입 들<sup>(3)</sup>도 비슷한 결과를 보고하였다.

고형분 손실량은 수침 6시간에 5.2%이었고 수침 12시간에는 5.9%, 수침 18시간에는 6.6%, 수침 24시간에는 7.1%, 수침 30시간에는 7.8%이었다. 입 들<sup>(3)</sup>도 찰쌀(선찰벼)을 20°C 와 30°C 에 수침했을 때 수침액의 Brix는 수침시간이 길어짐에 따라 증가하였다고 하였다.

**수침한 찰쌀가루의 이화학적 성질**

수침한 찰쌀가루의 색도를 보면 Table 1과 같다. 수침시간에 따른 L값의 변화는 수침 12시간에서 92.6으로 대조구의 92.1보다 약간 증가하였고 그 이후에는 변화가 없었다. 한편 a값은 수침 12시간까지 변화가 없었고 그 이후에는 감소하여 녹색이 짙어졌으며, b값은 수침시간이 길어짐에 따라 계속 감소하여 황색이 멀어졌다.

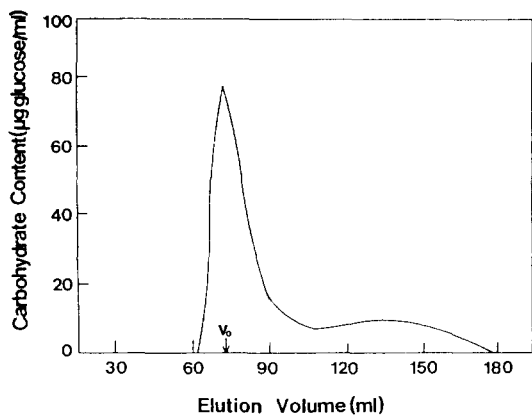
수침시간에 따른 찰쌀가루의 단백질, 지방과 회분의 변화를 보면 Fig.2와 같다. 단백질은 초기 8.85%에서 수침시간의 증가에 따라 지속적으로 감소하여 수침 30시간에는 6.64%로 초기보다 2.2%가 감소하였다. 지방은 초기 0.68%에서 수침 18시간까지 큰 변화를 보이지 않았으나 수침 24시간에는 0.42%, 수침 30시간에는 0.29%로 크게 감소하였다. 회분함량은 초기 0.42%에서 수침 12시간에 0.24%로 크게 감소하였고 그 이후에는 서서히 감소하여 수침 30시간에는 0.19%이었다.

수침시간을 달리한 찰쌀가루의 물결합 능력, 팽윤력과 용해도를 보면 Table 2와 같다. 물결합능력은 수침 12시간까지 증가하였고 이후 감소하여 수침 18시간 이후에는 일정한 값을 보였다. 팽윤력은 수침 24시간까지 증가하였으나 수침 30시간에는 감소하였고 용해도도 팽윤력과 같은 경향을 보였다. 박과 오<sup>(1)</sup>는 찰쌀(품종 미상)을 25°C 에서 10일간 수침하였을 때 70°C 에서의 팽윤력은 큰 차이를 보이지 않았으며 용해도는 수침 1일까지 증가하였고 그 이후에는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였다.

찰쌀가루의 아밀로그래프에 의한 호화 성질을 보면 Table 3과 같다. 초기호화온도는 65.7°C 로서 수침 24시간까지는 변화가 없었고 수침 30시간에는 65.0°C 이었다. 최고점도는 수침시간의 증가에 따라 직선적으로 증가하

**Table 4. Inherent viscosity, chain length and  $\beta$ -amylolysis limit of waxy rice starch**

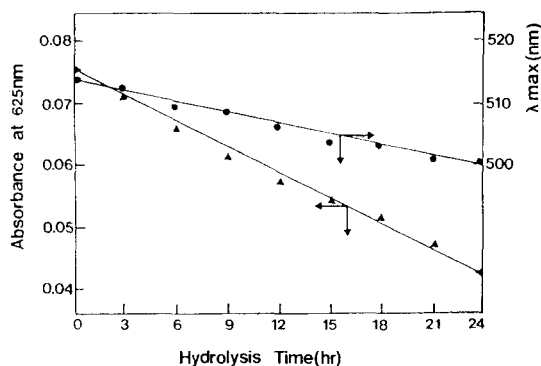
Steeping time (hr)	Inherent viscosity (ml/g)	Chain length (glucose unit)	$\beta$ -Amylolysis limit (%)
0	158	22.4	58.8
6	151	22.5	58.7
12	147	22.2	59.8
18	153	21.6	60.2
24	164	22.4	60.5
30	168	22.3	59.2

**Fig. 3. Elution profile on Sepharose CL-2B of waxy rice starch**

였다( $r=0.9932$ ). 점도붕괴도(최고점도와 95°C에서의 15분 후의 점도와의 차이)는 수침시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 냉각점도는 수침시간의 증가에 따라 높아지는 경향을 보였으나, setback(냉각점도와 95°C에서의 15분 후의 점도와의 차이)은 수침시간에 관계 없이 일정하였다. 아밀로그래프에 의한 점도는 팽윤된 전분입자의 열과 전단에 의한 저항 정도에 따라 결정된다<sup>(20)</sup>. 따라서 수침시간이 길어질수록 점도붕괴도가 크다는 것은 팽윤된 전분 입자는 열과 전단에 약하다는 것을 가리킨다. 박과 오<sup>(1)</sup>는 25°C에 수침한 찹쌀가루(8%)의 경우 아밀로그래프의 최고점도와 점도붕괴도는 수침 5일까지 증가하였으나 30°C에서의 점도는 수침 1일까지 증가하고 그 이후에는 감소하였다고 보고하였다. 임 들<sup>(3)</sup>은 찹쌀을 20°C에 수침한 경우 아밀로그래프 최고점도는 수침 2일까지 증가하고 3일째에 감소하였으나 그 이후 다시 증가하며, 30°C에 수침한 경우에는 수침 1일째에 크게 증가하고 2일째에 급격히 감소한 다음 3일째부터 다시 증가한다고 하여 일정한 경향을 보이지 않았다. 양 들<sup>(4)</sup>은 10°C에 수침시킨 찹쌀의 4% 용액을 95°C에서 호화시키고 40°C에서 측정된 점도는 수침 12일 동안 증가하였고 그 이후에는 감소하였다고 하였으며 수침중

**Table 5. Constitutive chain population (%) of waxy rice starch after hydrolysis with  $\beta$ -amylase**

Soaking time(hr)	peak		
	peak I	peak II	P I/P II
0	40.7	59.3	1.45
6	40.9	59.1	1.45
12	39.7	60.3	1.51
18	39.5	60.4	1.52
24	39.4	60.6	1.53
30	40.0	60.0	1.50

**Fig. 4. Changes of  $A_{625}$  (▲) and  $\lambda_{max}$  (●) of waxy rice starch during hydrolysis with 2.2 N HCl at 35°C**

점도의 증가는 양이온과 무기인의 용출에 영향을 받기 때문으로 추정하였다.

찹쌀가루를 98°C에서 8분간 가열하여 얻은 가용성 물질의 함량은 대조구가 20.5%, 수침 6과 12시간은 21.5%, 수침 18시간은 15.8%, 수침 24시간은 12.6%, 수침 30시간은 11.6%이었으며, 요오드 반응의 최대흡수파장은 모두 532 nm로서 차이가 없었다.

#### 전분의 구조적 성질

찹쌀전분의 X-선 회절도는 수침시간에 따른 변화는 보이지 않았다. 고유점도는 158 ml/g에서 수침 12시간까지 147 ml/g으로 감소하고 그 이후 다시 증가하여 수침 30시간에 168 ml/g 이었다(Table 4). 초기 찹쌀전분의 사슬길이는 22.4글루코오스 단위로서 수침시간에 따른 변화는 거의 없었다(Table 4).  $\beta$ -아밀라아제 분해한도는 초기 58.8%에서 수침 24시간에는 60.5%로 증가하였다. 김 들<sup>(21)</sup>은 찹쌀(신선찰벼) 전분의 사슬길이는 21.3글루코오스 단위,  $\beta$ -아밀라아제 분해한도는 59.5%라고 하여 본 실험 결과와 비슷한 값을 보였다.

찹쌀 전분의 Sepharose CL-2B에 의한 용출 패턴은 Fig. 3과 같이 모두 void volume( $V_0$ ) 부근에서 대부분이 용출되었고 용출부피 120~180 ml 부근에서 일부가 용출되었다. 수침시간별 시료도 Fig. 3과 뚜렷한 차이를

보이지 않았다.

찹쌀 전분을  $\beta$ -아밀라아제에 가수분해한 다음 Sephadex G-50으로 용출시킨 결과 2개의 피크를 보였으며 피크의 함량과 비율을 보면 Table 5와 같다. 피크 I은 수침시간에 따라 약간 감소하는 경향이었고 이에 따라 피크 II는 약간 증가하는 경향이였다. 따라서 피크 I에 대한 피크 II의 면적비율은 수침 12시간에 1.51로서 대조구의 1.45 보다 약간 높았으며 수침 12~30시간에서는 차이가 없었다. 피크 II의 비율은 앞에서 설명한  $\beta$ -아밀라아제 분해한도(Table 4)와 잘 일치하였다. 따라서 Table 5에서 피크 I은  $\beta$ -아밀라아제에 영향을 받지 않은  $\beta$ -한계 덱스트린, 피크 II는 말토오스로 생각된다.

### 산가수분해

생전분과 수침시간에 따른 전분을 2.2 N HCl용액에서 24시간 동안 가수분해하면서 경시적으로 가수분해 생성물을 조사한 결과 가수분해율은 수침시간과 관계없이 모두 일직선상으로 증가하였으며, 24시간 동안 가수분해율은 생전분이 11.18%, 수침 12시간 전분이 11.88%였고, 수침 18시간과 24시간에는 각각 10.67%, 10.88%로 생전분보다 낮았다. 가수분해 반응속도 상수값은  $2.0921 \times 10^{-3} \text{ hr}^{-1}$ 으로 수침시간에 따른 변화가 거의 없었다.

찹쌀전분의 산처리에 의한 625 nm에서의 흡광도는 가수분해 시간이 길어짐에 따라 직선적으로 감소하였다 (Fig. 4).

이상의 결과를 정리해보면 찹쌀을 수침하면 일반성분의 손실, 찹쌀가루의 물결합능력, 팽윤력, 아밀로그래프에 의한 호화성질이 달라지게 되나, 전분의 분자 구조적 성질은 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. Kim과 Yoshimatsu<sup>(6)</sup>는 찹쌀을 5°C와 20°C에 수침했을 때 수침시간이 길어질수록 쌀알의 조직적 변화가 뚜렷하며 특히 20°C에서 11일간 수침한 경우 세포막의 파괴가 관찰되었다고 하였다. 따라서 본 실험에서의 결과는 수침중 찹쌀의 조직변화와 일반성분의 손실이 찹쌀가루의 성질에 일부 영향을 준 것으로 생각된다.

### 요 약

찹쌀을 20°C에서 30시간 수침하고 찹쌀가루의 성질과 전분의 분자구조적 성질을 조사하였다. 수침액의 pH는 수침시간의 증가에 따라 낮아졌고, 고형분의 손실량은 증가하였다. 찹쌀가루의 명도는 증가하는 경향이었으나 적색도와 황색도는 감소하였다. 찹쌀의 단백질, 지방질과 회분 함량도 수침시간이 길어짐에 따라 감소하였다. 찹쌀가루의 물결합능력은 증가하다가 감소하였고, 80°C에서의 팽윤력과 용해도는 수침 24시간까지 증가하였다. 아밀로그래프에 의한 찹쌀가루(10%)의 최고점도는 수침시간에 따라 직선적으로 증가하였고, 점도붕괴도는 수침시간의 증가에 따라 같이 증가하였으나 setback은 변화가 없었다. 98°C에서의 가용성물질의 양은 수침시간이

길수록 낮아졌다. 전분의 X-선회절도, 고유점도,  $\beta$ -아밀라아제 분해한도, 젤크로마토그래피와 산처리 분해속도는 수침시간에 영향을 받지 않았다.

### 감사의 글

이 논문은 “수침에 따른 찹쌀의 가공적성”의 일부로 1992년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### 문 헌

1. 박영미, 오명숙: 찹쌀의 수침이 강정의 팽화부피에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 17, 415 (1985)
2. 박진영, 김광옥, 이종미: 전통적 강정 제조방법의 표준화. I. 찹쌀의 최적 수침조건과 익힌 찹쌀의 최적 교반 정도. 한국식품과학회지, 7, 29(1992)
3. 임영희, 이현유, 장명숙: 유과제조시 찹쌀의 침지중 이화학적 성분 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 25, 247(1993)
4. 양희천, 홍재식, 김중만: 부수계 제조에 관한 연구. 제 I보. 수침공정이 원료 찹쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 14, 141(1982)
5. 김관, 강길진, 이용현, 김성곤: 찹쌀의 수침중 성질 변화. 한국식품과학회지, 25, 86(1993)
6. Kim, K. and Yoshimatsu, F.: On the expansion factors of gangjung (Korean rice cookie). Sci. of Cookery (Japan), 17, 45(1984)
7. A.O.A.C.: Official Method of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1990)
8. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem., 42, 558(1965)
9. Schoch, T.J.: Swelling power and solubility of granule starches., In Method in Carbohydrate Chemistry, Whistler, R.L.(ed.), Academic Press, New York, Vol.4, p.106(1964)
10. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Effects of a liotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starch. Stærke, 18, 101(1965)
11. Juliano, B.O., Villareal, R.M., Perez, C.M., Villareal, C.P., Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Varietal difference in properties among high amylose rice starch. Stærke, 39, 390(1987)
12. Dubois, M. Gilles, K., Hamilton, J.K. Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28, 350 (1956)
13. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, L.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem., 47, 411 (1970)
14. Yamamoto, K. Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various condition. J. Jpn. Soc. Starch Sci., 20, 99(1973)
15. Corn Refiners Association: Standard Analytical Me-

- thods, Method B-61. The Association: Washington D. C., U.S.A. (1982)
16. Potter, A.L. and Hassid, W.Z.: End-group determination of amylose and amylopectin by periodate oxidation. *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 3448(1948)
  17. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Physicochemical studies of kuzu starch. *Cereal Chem.*, **58**, 286 (1981)
  18. Nelson, N.: A photometric adaptaion of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375(1944)
  19. Biliaderis, C.G., Grant, D.R. and Vose, J.R.: Structural charaterization of legume starches. II. Studies of acid-treated starches. *Cereal Chem.*, **58**, 502(1981)
  20. Schoch, T.J. and Maywald, E.C.: Microscopic examination of modified starches. *Anal. Chem.*, **28**, 382(1956)
  21. 김 관, 최경철, 강길진, 이용현, 김성곤: 찹쌀 전분의 분자구조적 성질. *한국식품과학회지*, **24**, 568(1992)
- 
- (1993년 8월 9일 접수)