

수침시간과 입자크기가 상온에서 수침한 멥쌀가루에 미치는 영향

신말식 · 김정옥 · 이미경*
전남대학교 식품영양학과 및 가정과학연구소
*광주보건대학 식품영양과

Effect of soaking time of rice and particle size of rice flours on the properties of nonwaxy rice flours soaking at room temperature

Mal-Shick Shin, Jeong-Ok Kim and Mi-Kyung Lee
Department of Food and Nutrition, HERI, Chonnam National University
*Department of Food and Nutrition, Kwangju Health College

Abstract

The effects of soaking time of nonwaxy rice and particle size of rice flour on the properties of nonwaxy rice flour after steeping at room temperature were investigated. Nonwaxy rice was soaked at 20°C for 0, 1, 12, or 24hr, dried at room temperature and milled. Nonwaxy rice flours were passed through 45 mesh or 100 mesh sieve, and were compared for the properties depending on the particle size and soaking time. The particles of rice flour were separated into 10 μ m~30 μ m and 40 μ m~80 μ m groups, and the amount of large particle size(40 μ m~80 μ m) was greater in the flour sieved through 45 mesh than 100 mesh sieve. The protein and ash contents decreased and amylose contents increased as the soaking time increased. The water-binding capacity increased rapidly up to 1 hr of soaking and increased slowly thereafter. The swelling power and the solubility increased with temperature rising in the range of 65°C~95°C, and these two properties increased rapidly up to 12 hr of soaking. Peak viscosity and breakdown of the pastes prepared with 12 hr-soaked nonwaxy rice flour were higher than those with 1 hr-soaked ones, while the setback and viscosity at 95°C of 12 hr-soaked ones were lower than 1hr-soaked ones.

Key words: nonwaxy rice flour, soaking time, particle size

1. 서 론

쌀은 다른 곡류보다 가격이 높아 주로 밥으로 이용되고 있으며 쌀의 조리, 가공에 대한 연구도 밥에 대한 연구가 대부분이다¹⁻³⁾. 최근 우리 나라에서는 쌀 생산량은 증대되었으나 쌀의 소비량이 감소되는 추세이어서, 쌀을 이용한 가공 식품의 개발이 시급한 실정이다.

아밀로오스 함량이 높은 멥쌀은 가공하였을 때 바삭바삭하고, 건조하고, 순한 맛을 내는 특징이 있으며 쌀 전분 입자의 크기는 다른 곡류전분에 비하여 작아 조리 후 텍스처가 부드러우며, 소화온도가

높은 품종에서 낮은 품종까지 다양하여 소화정도를 조절할 수 있으며, 아밀로오스 함량이 10~35%까지 다양하다.

쌀을 제분하여 가루로 이용하는 경우 쌀알로 조리 가공하는 방법보다 다양한 제품을 만들 수 있다. 쌀의 제분방법은 수침 여부에 따라 건식제분(dry milling)과 습식제분(wet milling)으로 나눌 수 있으며, 쌀가루 제조시 사용되는 제분기의 종류와 제분 방법에 따라 입자의 크기와 특성이 달라진다. 건식제분이 습식제분의 경우보다 미세하며, 미세한 입자의 쌀가루일수록 밝기를 나타내는 L값은 증가하고 a와 b값인 적색도와 황색도는 감소하며 아밀로그래프에 의한 소화개시온도와 최고점도는 낮아진다⁵⁻⁹⁾. 주사전자현미경으로 관찰할 때 습식제분의 경우 입자들이 밀착되어 작은 쌀가루의 집합체를 이루는 반면 건식제분의 경우 밀착되어있지 않고 넓게 퍼져 하나의 커다란 분할된 조직체를 이루는 것이 관

Corresponding author: Mal-Shick Shin, Chonnam National University, 300 Yongbong-dong, Puk-gu, Kwangju, 500-757, Korea
Tel: 062-530-1336
Fax: 062-530-1339
E-mail : msshin@chonnam.ac.kr

찰된다⁹⁾. 제분과정 중 기계적 손상에 의한 전분입자의 손상도는 건식제분이 습식제분보다 적으며 전분의 손상도의 증가에 따라 유리아미노산의 함량이 약간 증가하고, 수분흡수지수, 수분용해지수 및 보수력도 전체적으로 증가한다고 하였다^{7, 8)}.

쌀을 제분하기 전에 쌀을 약 12시간 정도 수침시킨 후 쌀가루로 만들어 조리하는 방법은 쌀을 이용하는 문화권에서는 전통적으로 이용되는 방법이다. 쉽게 제분되는 밀과는 달리 쌀은 건식제분을 하면 전분입자가 덩어리(clumps)지므로 주로 물에 불린 후 제분하는 습식제분을 주로 이용하며, 침지 전보다 침지 후 조리하면 쉽게 조리할 수 있다. 이러한 현상은 침지한 쌀가루와 침지하지 않은 쌀가루의 13% 현탁액을 이용하여 시차주사열량기로 호화시켰을 때 침지하지 않은 쌀이 쉽게 호화되지 않는 점에서 알 수 있다⁴⁾. 쌀의 수분흡수량은 약 30분에서 1시간 후에 평형상태에 도달하며 1시간 이후에는 수분 흡수량의 변화는 거의 없으나^{3, 10, 11)}, 쌀의 수침시간이 증가할수록 쌀가루의 가공 특성은 변화된다. 찰쌀의 수침시의 특성 변화에 대한 연구와 수침조건을 달리한 찰쌀로 제조한 인절미와 같은 가공식품의 특성에 대한 연구는 많으나^{11~17)} 멥쌀의 수침에 대한 연구는 거의 없다.

이상에서와 같이 쌀가루의 제분방법에 따라 호화 정도, 노화도, 수분 흡수력, 반죽의 물성등 쌀가루의 기능성에 차이가 생기며 최종 제품의 품질도 달라지므로^{14, 16, 17)} 가공식품에 따라 적합한 수침조건과 입자크기를 선택하여 이용해야 할 것으로 생각된다. 본 연구는 멥쌀가루의 수침시간과 입자의 크기가 멥쌀가루의 이화학적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 상온에서 0, 1, 12, 24시간 동안 수침한 멥쌀을 분쇄하여 각각 표준 45mesh와 100mesh체를 통과시켜 제조한 멥쌀가루의 이화학적 특성을 조사하였으며, 이를 멥쌀가루를 이용한 가공식품의 개발에 응용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료

멥쌀(일미벼)은 전라남도 농업기술원(전라남도 남평, 2000년 수확)에서 구입하여 사용하였다.

2. 멥쌀가루의 제조

멥쌀을 20°C의 온도에서 0, 1, 12, 24시간 각각 수침한 다음 실온에서 12시간 동안 풍건하고, 이를 분

쇄기로 분쇄하여 표준 45 mesh와 100 mesh를 통과시켜 멥쌀가루를 제조하였다.

3. 멥쌀가루의 입자분포

멥쌀가루 입자의 분포는 LS Particle size analyzer (model LS 100Q, USA)와 에탄올 용액을 이용하여 분석하였다.

4. 멥쌀가루의 일반성분 분석

멥쌀가루의 수분, 회분, 단백질, 지질의 함량은 AOAC 방법¹⁸⁾으로 측정하였다. 수분함량은 상압가열건조법, 단백질은 미량 켈달법, 지방질은 에틸 에테르를 용매로 추출하였으며, 회분은 직접회화법으로 측정하였다.

5. 멥쌀가루의 이화학적 특성

멥쌀가루의 아밀로스 함량은 Williams 등의 방법¹⁹⁾을 이용하여 측정하였으며, 물결합 능력은 Medcalf와 Gilles²⁰⁾으로 측정하였다. 멥쌀가루 1g에 증류수 40mL를 가하여 1시간 동안 교반한 다음 3,000 rpm으로 30분 간 원심분리 하였다. 이를 1분 동안 거꾸로 세워 상등액을 제거하여 침전된 멥쌀가루의 무게를 측정하여 다음 식을 이용하여 계산하였다.

물결합능력(%)=

$$\frac{\text{침전된 멥쌀가루의 무게(g)} - \text{처음 멥쌀가루의 무게(g)}}{\text{처음 멥쌀가루의 무게(g)}} \times 100$$

6. 팽윤력과 용해도

멥쌀가루의 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법²¹⁾을 변형하여 측정하였다. 멥쌀가루 0.5g(건량 기준)을 증류수 40mL에 분산시킨 다음 55°C, 65°C, 75°C, 85°C, 95°C에서 30분 동안 교반한 다음 즉시 냉각시켜 15,000 rpm에서 30분 동안 원심분리하였다. 원심분리한 후의 상등액의 총당을 페놀-황산법²²⁾으로 측정하였으며, 다음 식을 이용하여 용해도를 구하였다.

$$\text{용해도(}\%) = \frac{\text{상등액의 총당(mg)}}{\text{멥쌀가루의 무게 (mg)}} \times 100$$

팽윤력은 원심분리 후 침전된 멥쌀가루의 무게로부터 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{팽윤력(}\%) = \frac{\text{침전된 멥쌀가루의 무게} \times 100}{\text{시료 무게(건량기준)} \times (100 - \% \text{용해도})}$$

7. 신속점도측정기(RVA)를 이용한 호화 특성

멥쌀가루의 가열에 따른 호화특성은 신속 점도 측정기(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model 3D, Newport Scientific Pty., Ltd., Narrabeen, Australia)를 이용하여 호화과정에 따른 점도 변화로 비교하였다. 시료 3g을 증류수 25mL에 분산시키고 0~1분은 50°C, 1.0~4.7분은 95°C까지 상승, 4.7~7.2분은 95°C 유지, 7.2~11.0분은 50°C까지 냉각, 11.0~13.0분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 입자 분포

수침시간을 달리하고 건조 후 마쇄한 멥쌀가루를 표준 45 mesh와 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 입자 분포는 Fig. 1과 같다. 멥쌀가루의 입자 크기는 10~80 μm로 10~30 μm와 40~80 μm의 두 가지 크기가 주로 존재하였다.

표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 입자는 10~30 μm 크기의 입자가 40~80 μm 크기의 입자보다 많은 부분을 차지하였으며, 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에 비하여 10~30 μm 크기 입자의 양은 감소하였으며, 40~80 μm 크기 입자의 양은 증가하여 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루가 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에 비하여 입자의 크기가 더 큼을 확인할 수 있었다.

0시간 동안 수침한 다음 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에서는 10~30 μm와 40~80 μm의 두 가지 크기의 입자가 존재하는 경향이 뚜렷하였으나, 수침 시간이 증가할수록 입자의 크기가 이분화 되는 경향은 약해졌다. 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에서도 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에서와 같이 수침시간이 증가할수록 10~30 μm 크기

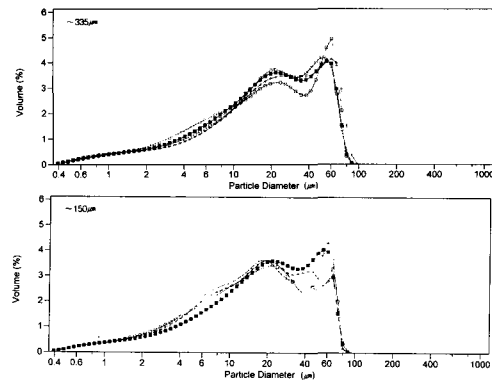


Fig. 1. Particle size distributions of nonwaxy rice flours with different particle sizes and soaked at 20°C for 0, 1, 12, 24 hr (—○—; soaked for 0hr, —■—; soaked for 1hr, —□—; soaked for 12hr, —+—; soaked for 24hr)

입자의 분획과 40~80 μm 크기 입자의 분획의 구분이 약해졌으며 수침 0시간에 입자의 크기가 이분화 되는 경향은 뚜렷해졌다. 이러한 경향은 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에서 더욱 뚜렷하게 관찰되었다.

이상의 결과에서 멥쌀의 수침시간이 증가되면서 쌀의 조직이 연화되어 입자의 결합력이 약해져서 쌀가루를 제분할 때 전분 입자가 더욱 미세화되었으며 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루에 비하여 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루가 더욱 미세화되었음을 확인할 수 있었다.

2. 일반 성분

수침시간과 입자크기를 달리한 멥쌀가루의 일반 성분을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 멥쌀가루의 수분함량은 입자크기와 수침시간과 관계없이 9.57~11.30%이었다. 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 단백질 함량은 7.48~7.07%이었으며, 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 경우에는 7.27~6.89%

Table 1. Proximate compositions of rice flours with different particle sizes and soaked at 20°C for 0, 1, 12, 24 hr

Particle size (~μm)	Soaking time(hr)	Moisture (%)	Protein(N×6.25) (%)	Ash (%)	Lipid (%)
335	0	11.10±0.01	7.23±0.06	0.28±0.02	0.03±0.01
	1	11.20±0.28	7.48±0.00	0.26±0.01	0.02±0.00
	12	11.01±0.16	7.33±0.00	0.24±0.03	0.04±0.00
	24	11.13±0.00	7.02±0.18	0.23±0.04	0.03±0.00
150	0	11.30±0.31	6.95±0.18	0.29±0.03	0.03±0.00
	1	9.57±0.18	7.27±0.12	0.28±0.03	0.03±0.01
	12	10.25±0.06	7.09±0.00	0.23±0.04	0.05±0.00
	24	10.64±0.12	6.89±0.11	0.22±0.03	0.04±0.01

로, 입자의 크기가 클수록 단백질의 함량은 높았으며, 수침시간이 증가할수록 단백질의 함량이 낮아졌다. 회분함량도 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루는 0.28~0.23%, 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루는 0.29~0.22%로 입자의 크기가 작을수록, 수침시간이 길수록 감소하였다. 지방함량은 0.02~0.05%로 시료간의 차이가 없었다.

이러한 결과는 찹쌀의 수침시간이 증가할수록 일반성분의 감소가 나타나며, 특히 단백질은 수침 시간과 거의 직선적으로 감소하고 지방과 회분은 수침 3시간에 급격히 감소한다고 보고한 김 등^{12, 16)}의 보고와 일치하며, 또한 습식제분방법으로 제조한 찹쌀가루의 단백질, 회분, 지질 등의 함량이 건식제분방법으로 제조한 찹쌀가루에 비하여 낮았다는 결과²³⁾와도 일치하여 멥쌀과 찹쌀 모두 수침 중 일반성분의 감소가 발생함을 알 수 있었다. 또한 수침시간이 증가할수록 일반성분의 함량이 감소되는 이유는 수침 과정 중 쌀의 표면에 함유된 단백질과 무기질이 소실되었기 때문으로 생각되었다.

3. 이화학적 특성

Table 2는 수침시간과 입자크기를 달리한 멥쌀가루의 아밀로오스 함량과 물결합 능력을 측정된 결과이다. 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루와 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루 모두 아밀로오스 함량은 14.48~17.80%로 수침시간이 증가할수록 점차 증가하였다.

찹쌀은 수침과정 중 미생물의 수, α -amylase와 β -amylase 등 전분분해 효소의 활성도, 수침액 중의 유리당 함량이 증가하며, 찹쌀 수침액의 pH는 감소하며, 또한 수침시간이 증가할수록 β -아밀라아제 분해도는 증가하는 변화가 나타난다^{13, 15, 16)}. 또한 김 등은¹⁰⁾ 수침시간이 증가할수록 쌀의 소화 및 조직 특성과 관계있는 열수 불용성 아밀로오스 함량

Table 2. Physicochemical properties of rice flours with different particle sizes and soaked at 20°C for 0, 1, 12, 24 hr

Particle size (~ μ m)	Soaking time(hr)	Amylose (%)	Water binding capacity(%)
335	0	14.87 \pm 0.15	178.57 \pm 1.51
	1	15.76 \pm 0.15	182.29 \pm 1.66
	12	16.89 \pm 0.37	185.28 \pm 0.81
	24	17.80 \pm 0.10	187.52 \pm 1.17
150	0	14.48 \pm 0.07	191.93 \pm 1.80
	1	15.64 \pm 0.09	197.68 \pm 0.78
	12	14.07 \pm 0.06	202.01 \pm 0.30
	24	16.07 \pm 0.13	202.32 \pm 0.28

은 감소하고, 손상전분의 양과 관계가 깊은 열수 가용성 아밀로오스 함량은 증가한다고 보고하였다. 그러므로 쌀을 수침할 때 수분 흡수는 수침 초기에 거의 평형에 도달하나 수침시간이 길어질수록 수침액의 효소작용과 pH의 변화^{13, 15, 16)}와 함께 쌀 전분의 분자구조에 변화가 일어나는 것으로 생각된다. 또한 수침시간이 길어질수록 쌀가루 전분입자가 제분과정 중 물리적 자극에 큰 변화를 받게 되며 쌀가루의 입자가 더욱 미세화되어 저분자 물질의 추출이 용이한 분자 구조로 변화되므로 수침 시간이 증가할수록 아밀로오스 함량이 증가된 것으로 보인다.

표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 물결합 능력은 178.57~187.52%로, 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 물결합 능력은 191.93~202.32%로 입자의 크기가 작을수록 물결합 능력은 높았으며, 표준 45 mesh와 표준 100 mesh를 각각 통과시킨 멥쌀가루 모두 수침시간이 증가할수록 물결합 능력은 증가하였다. 이러한 결과는 수침시간에 따른 찹쌀의 물결합 능력은 수침 초기에는 증가하며 수침시간이 증가하면서 변화의 폭이 적어진다는 보고^{12, 15)}와 건식제분한 찹쌀가루보다 습식제분한 찹쌀가루의 전분 손상도와 물결합 능력이 높아진다는 보고²³⁾와 일치하였다.

전분의 물결합 능력은 전분의 무정형 부분에 흡수된 물의 양이나 전분 입자의 표면에 흡착된 물의 양을 의미하므로²⁴⁾, 수침시간이 길어질수록 쌀가루 입자내 전분의 손상도가 높아지며 멥쌀가루 전분 분자구조 중 무정형 부분이 수분의 침투가 쉬운 형태로 변화되었기 때문으로 생각된다. 또한 멥쌀가루의 입자의 크기가 작을수록 물과 접촉할 수 있는 표면적이 증가하여 입자의 크기가 작은 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루의 물결합 능력이 더 높아진 것으로 보인다.

또한 수침 1시간까지는 물결합 능력이 급격히 증가하나 그 후부터는 완만한 증가를 보이는 것으로 보아 수침에 의한 전분의 무정형 부분의 구조적 변화는 수침 초기에 주로 나타남을 확인할 수 있었다.

4. 팽윤력과 용해도

55~95°C의 온도범위에서 측정된 수침시간과 입자 크기를 달리한 멥쌀가루의 팽윤력과 용해도의 결과는 Fig. 2, 3과 같다.

수침시간과 입자크기가 다른 멥쌀가루는 55~65°C 범위내에서는 거의 팽윤이 일어나지 않다가 65

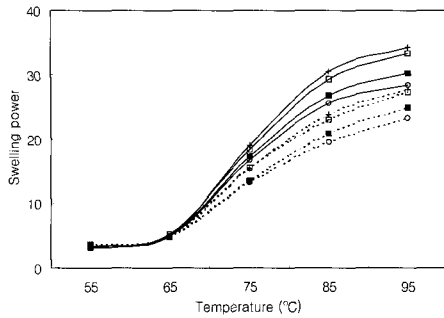


Fig. 2. Swelling power patterns of nonwaxy rice flours with different particle sizes and soaked at 20°C for 0, 1, 12, 24hr (○ ; soaked for 0hr, ■ ; soaked for 1hr, □ ; soaked for 12hr, + ; soaked for 24hr, … ; 45mesh, - ; 100mesh)

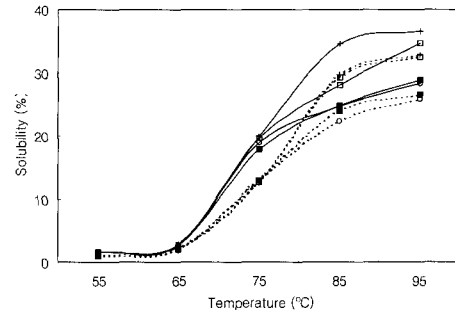


Fig. 3. Solubility patterns of nonwaxy rice flours with different particle sizes and soaked at 20°C for 0, 1, 12, 24hr (○ ; soaked for 0hr, ■ ; soaked for 1hr, □ ; soaked for 12hr, + ; soaked for 24hr, … ; 45mesh, - ; 100mesh)

°C부터 급격히 증가하기 시작하여 85°C부터는 완만한 증가를 보였다. 55°C와 65°C 범위에서는 수침시간과 입자크기가 다른 멥쌀가루의 팽윤력의 차이가 나타나지 않으나, 65°C부터는 수침시간이 증가할수록, 입자의 크기가 작을수록 팽윤력이 높은 값을 보였다. 표준 100 mesh와 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루 모두 75°C부터는 수침 12시간을 기점으로 팽윤력은 완만한 증가를 보였다.

멥쌀가루의 용해도는 55~65°C 범위에서는 거의 변화가 없었으나 65°C 이후에 급격히 증가하였다. 또한 65°C 이상의 온도에서는 수침 시간이 증가할수록 용해도가 증가하였으며 입자의 크기가 작은 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루가 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루보다 더 큰 폭으로 증가하여 입자의 크기가 작고 수침시간이 증가할수록 용해도가 증가함을 확인할 수 있었다. 용해도의 변화도 팽윤력의 경우와 같이 수침 12시부터는 완만한 변화를 보였다.

이상의 결과는 찹쌀을 수침시간을 달리하여 제조한 찹쌀가루의 80°C와 85°C에서 측정된 팽윤력과 용해도는 수침시간이 증가할수록 증가하였다는 보고와^{12, 15)} 습식제분한 찹쌀가루가 건식제분한 쌀가루보다 가용성 탄수화물의 양이 높다는 보고²³⁾와 일치한다.

팽윤력은 전분립 내부의 결합력, 전분 분자의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 전분 분자간의 미세구조와 결정도의 영향을 받으며, 결합력이 강한 분자 구조를 갖는 전분이 온도 증가시 팽윤이 억제된다고 알려져 있다^{24, 25)}. 일반적으로 팽윤이 빠르게

많이 진행되는 경우에는 용출 탄수화물의 양이 많아지므로 용해도가 높아지나 항상 용해도와 팽윤력이 직선적인 관계를 나타내지는 않는다. 본 실험 결과 입자의 크기와 관계없이 수침 12시간 이후부터 쌀가루의 팽윤력과 용해도가 증가하는 이유는 수침 12시간 이후에 멥쌀 전분 분자의 결정성 부분의 구조적 변화가 나타나기 때문이며, 입자의 크기가 작을수록 물과 접촉하는 입자의 표면적이 증가하므로 팽윤력과 용해도가 높아지는 것으로 생각된다. 쌀을 수침하는 경우 수분 흡수율은 30분 전후에 평형에 도달하나, 시차주사열량기의 호화 특성을 비교하였을 때 수침한 쌀가루에 비하여 수침하지 않은 쌀가루의 호화가 억제되는 것도⁴⁾ 수침 과정 중 결정성 분자구조의 변화가 나타남을 뒷받침해주는 보고이다.

또한 부정형 부분에 흡수된 수분의 양을 의미하는 물결합 능력은 수침 1시간 이후 완만한 증가를 보이거나 결정성 부분의 수분 침투 정도를 의미하는 팽윤력은 수침 12시간 이후에 완만한 변화를 보이는 것으로 보아 멥쌀의 수침 과정 중 수침 초기에는 멥쌀 전분 분자의 부정형 부분의 분자구조가 일어나며 수침 12시간 이후에는 멥쌀 전분 분자의 결정성 부분의 분자구조의 변화가 진행되는 것으로 생각된다.

5. 신속점도 측정기(RVA)를 이용한 호화 특성

팽윤력과 용해도의 변화가 뚜렷하게 나타나는 1시간과 12시간 동안 수침한 멥쌀가루의 신속점도 측정기를 이용한 호화 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. Properties of rice flour paste with different particle sizes and soaked at 20°C for 1, 12hr

Particle size (~ μm)	Soaking time(hr)	Viscosity(RVU)						
		Initial temperature (°C)	Peak (P)	Holding at 95°C (H)	Cold (C)	Break- down (P-H)	Consis- tency (C-H)	Setback (C-P)
335	1	71.10	584.42	231.42	353.00	379.25	121.58	-231.42
	12	70.40	592.83	190.83	327.50	402.00	136.67	-265.33
150	1	68.20	515.75	151.42	281.17	364.33	129.75	-234.58
	12	68.60	548.17	158.84	281.75	389.33	122.91	-266.42

입자의 크기가 큰 표준 45 mesh를 통과시킨 멥쌀가루는 표준 100 mesh를 통과시킨 멥쌀가루보다 최고점도, 95°C에서의 점도, 냉각점도, breakdown이 높았으며, 호화개시온도와 setback은 낮았다. 표준 45 mesh와 표준 100 mesh를 각각 통과시킨 멥쌀가루 모두 1시간 수침한 멥쌀가루보다 12시간동안 수침한 멥쌀가루가 최고점도와 breakdown은 높았으며, 95°C에서의 점도와 냉각점도, setback은 낮았다.

이상의 결과는 찹쌀가루를 수침한 경우 아밀로그래프를 이용한 호화특성 중 최고 점도, breakdown이 수침시간과 비례하여 증가한다는 보고^{12, 15)}와 일치한다. 그러나 찹쌀가루의 경우 냉각점도가 수침시간이 증가할수록 증가하며 setback은 수침시간의 영향을 받지 않는 반면^{12, 15)} 멥쌀가루는 수침시간이 증가할수록 냉각점도, setback이 낮아지는 이유는 아밀로오스 함량의 차이 때문으로 생각된다.

IV. 결 론

쌀을 20°C에서 0, 1, 12, 24시간 동안 수침하여 풍건하고 분쇄한 쌀가루를 각각 표준 45 mesh와 100 mesh를 통과시켜 이화학적 특성을 조사하였다. 쌀가루의 입자는 10~30 μm 와 40~80 μm 의 두 가지 크기가 주로 존재하였으며, 표준 45 mesh를 통과시킨 쌀가루는 표준 100 mesh를 통과시킨 쌀가루에 비하여 40~80 μm 크기 입자의 양이 많았다. 입자 크기가 이분화 되는 경향은 수침 0시간에 가장 뚜렷하고 수침시간이 증가할수록 약해졌으며 이러한 현상은 표준 100 mesh를 통과시킨 쌀가루에서 더욱 뚜렷하였다. 입자의 크기가 작고 수침시간이 증가할수록 단백질 함량과 회분함량은 감소하였다. 아밀로오스 함량과 물결합 능력은 수침시간이 증가할수록 증가하였다. 팽윤력과 용해도는 65°C 이후에 급격히 증가하여 85°C부터는 완만한 증가를 보였으며, 수침시간이 길어지고 입자의 크기가 작을수록 증가하였다. 신속점도 측정기에 의한 호화특성은 최고점도와

breakdown 값은 12시간 동안 수침한 쌀가루가 1시간 동안 수침한 쌀가루보다 높았으며, 95°C에서의 점도와 냉각점도 setback 값은 낮았다. 이상의 결과로 쌀의 수침과정 초기에는 주로 전분의 무정형 부분의 분자 구조적인 변화가 발생하며 수침 12시간 이후에는 결정성 부분의 분자구조의 변화가 일어나며 이러한 변화는 쌀가루의 조리 가공시 호화특성에 영향을 주는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 이영진, 황선옥, 김상권, 박윤서, 전재근 : 전기밥솥에서 보온중인 밥의 조직감 변화. 한국농화학회지, 38: 422, 1995
2. 장경아, 신명곤, 홍성희, 민봉기, 김광옥 : 취반미의 관능적 특성에 따른 쌀의 분류 및 쌀전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 28:44, 1996
3. 김명환 : 쌀의 침지조건이 취반후 조직감에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 24:511, 1992
4. Kohlwey, D.E., Kendall, J.H. and Mohindra, R.B.: Using the physical properties of rice as a guide to formulation. Cereal Foods World, 40, 728 (1995)
5. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25:541, 1993
6. 김영인 : 건식과 습식제조에 의한 쌀가루의 이화학적 특성. 한국농촌생활과학회지, 4:9, 1993
7. 박용곤, 석호문, 남영중, 신동화 : 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 20:504, 1988
8. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25:546, 1993
9. Choi, C.-R., Kim, J.-O., Lee, S.-K. and Shin, M.-S. : Properties of fractions from waxy rice flour classified with particle size. Food Sci. Biotechnol., 10:54, 1996
10. 김명희, 박미원, 박용곤, 장명숙 : 쌀의 수침시간에 따른 쌀가루의 이화학적 특성. 한국조리과학회지, 9: 210, 1993
11. 장명숙, 김성곤, 김복남 : 울찰 및 한강찰벼 찹쌀의 수분흡수 특성. 한국식품과학회지, 21:313, 1989
12. 김관, 강길진, 이용현, 김성곤 : 찹쌀의 수침 중 성질 변화. 한국식품과학회지, 25:86, 1993
13. 전형주, 손경희, 이명권 : 찹쌀의 수침 시간에 따른 수

- 침액의 효소 및 미생물에 관한 특성. 한국조리과학회지, 11:104, 1995
14. 김관, 이용현, 박양균 : 찹쌀의 침지시간을 달리하여 제조한 찹쌀떡의 노화속도. 한국식품과학회지, 27: 264, 1995
 15. 김관, 이용현, 강길진, 김성곤 : 수침이 찹쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25:535, 1993
 16. 임영희, 이현유, 장명숙 : 유과제조시 찹쌀의 침지증 이화학적 성분변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 25:247, 1993
 17. 김정옥, 신말식 : 침가한 당의 종류와 제분방법이 다른 찹쌀가루를 이용한 인절미의 텍스처 특성. 한국가정과학회지. 3:68, 2000
 18. AOAC: Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., (1995)
 19. Williams, P.C. Kuzina, F.D. and Hlynka, I. : A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem., 47:411, 1970
 20. Medcalf, D.F. and Gilles, K.A. : Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem., 42:558, 1965
 21. Schoch, T. J. : Swelling power and solubility of granular starches, In Method in Carbohydrate Chemistry., Whistler, R.L.(Ed), Academic Press, New York, Vol.4, pp106-108 (1964)
 22. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Robert, P.A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem., 28:3501, 1956
 23. 김정옥, 송지영, 신말식 : 제분방법이 다른 찹쌀가루의 이화학적 특성. 가정과학연구, 9:32 1999
 24. Wong, R. B. K. and Lelievre, J. : Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. Starch, 34:159, 1982
 25. 우자원, 윤계순, 허문희, 김형수 : 6종의 찰전분의 몇가지 특성 비교. 한국농화학회지, 28:137, 1985

(2001년 6월 11일 접수)