

최 종  
연구보고서

환경친화형 반습식 쌀가루 제조기술  
개발연구

A study on the development of semi-wet  
rice flours

연구기관  
한국식품개발연구원

농림부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “환경 친화형 반습식 쌀가루 제조기술 개발 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 11월 29일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 이 현 유

세부연구책임자 : 금 준 석

연 구 원 : 하 태 열

연 구 원 : 유 민 숙

연 구 원 : 이 민 영

연 구 원 : 이 상 협

# 요 약 문

## I. 제 목

환경 친화형 반습식 쌀가루 제조기술 개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 우리 나라의 쌀 가공 제품 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 떡국용 가래떡의 제조는 침지 후 습식 제분하기 때문에 다량의 폐수가 방출하고 있으며, 전분 손상이 적은 습식 쌀가루가 생산되지 않아 다양하게 이용되지 못하고 있어, 반 습식형태로 제조하는 기술을 확립하여 쌀 소비를 확대하는데 연구의 목적이 있다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

### 가. 반습식 제분공정 개발기술

- 1)장기유통이 가능한 미분 생산공정 개발
- 2)반습식제분에 의한 쌀가루의 특성
- 3)가래떡 응용시험

### 나. 반습식 건조공정 개발기술

- 1)적정 건조 기술 확립
- 2)건조된 쌀가루의 품질 특성 조사
- 3)쌀가루의 저장성 시험

### 다. 반습식 적정 제분장치 제작

- 1) 반습식 적정 제분 장치 설계 및 제작
- 2) 반습식 제분 공장의 산업화 검토

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

쌀을 가공식품에 이용하기 위해서는 분말화 해야하는데, 품질 특성과 가공적성에 맞는 우수한 쌀가루를 개발하기 위하여 제분방법과 침지조건이 쌀가루의 품질과 가공적성에 미치는 영향을 조사하였다. 실험 원료는 “동진” 품종의 쌀을 사용하여 4℃ 냉장보관하면서 실험 재료로 하였다.

쌀가공 식품에 응용하기위한 반습식 쌀가루의 제조기술을 개발하는 방법으로는, 기존의 습식제분 방법에 의한 습식 쌀가루의 품질특성을 조사함으로써 그와 가장 유사한 품질 특성을 나타내는 반습식 쌀가루를 개발하는 방향으로 실험하였다.

먼저 제분방법의 정립이 필요하였는데 실험결과 쌀의 가공식품 적성에 맞는 제분방법은 roller mill을 이용한 분쇄법임을 알아내었다. 제분방법을 확립한 후 다음으로는 수분침투 방식에 있어서 침지 시간이 많이 걸리고, 원료의 세척과 수침에 사용한 물을 버리는 침지식 방법에서, 사용한 물을 정제하여 순환하여 재사용하는 분사식 수침 방법인 분사식 방법으로 실험하였다. 이와 아울러 세척과 수분침투에 사용되는 물의 재활용에 관한 연구결과 분사식 물의 온도와 물분사 시간을 60℃에서 20분 분사하는 결과를 얻었다.

반습식 쌀가루의 제분방법과 수침법을 결정한 후 반습식 쌀가루의 가공적성을 시험하기 위하여 가래떡을 제조하여 관능검사를 실시하였다. 대조군은 습식 쌀가루로 만든 가래떡군이었으며, 그 결과 반습식 쌀가루의 가래떡으로의 응용 가능성을 보여주었다. 계속하여 습식 쌀가루에 있어서 문제점으로 대두된 저장 유통에 있어서의 단점을 보완하기 위하여 반습식 쌀가루의 건조와 저장 실험을 행하였다. 그 결과 건조 조건은 열풍을 이용한 열풍순환식 건조기에서 열풍 온도는 50℃로 정하였으며, 건조 시간은 3시간 10분 정도로 정하였다.

건조한 반습식 쌀가루의 저장실험은 포장지와 저장 온도를 설정하기 위한 방법으로 실시하였는데 그결과 반습식 쌀가루의 품질 특성면에 있어서는 2개월까지의 저장에서 품질이 저하되는 결과는 보이지 않았다. 다만 저장기간중 실시한 관능검사 결과에서는 1개월 저장에 있어서는 폴리에틸렌(PE) 포장지를 사용하여 15℃에서 저장하는 조건과 나이론(NY)+폴리에틸렌(PE)+종이(pulp) 포장지를 사용하여 15℃에서 저장하는 조건이 관능평가에 있어서 높은 결과를 나타내었다. 2개월 저장에 있어서는 습식 쌀가루로 제조한 가래떡에 비교해서는 조금씩 낮은 관능평가 결과를 보였으나, 폴리에틸렌(PE) 포장지를 사용하여 30℃에서 저장한 군의 관능평가가 가장 낮은 것으로 나타났다. 건조한 반습식 쌀가루의 저장, 유통기간을 연장할 수 있는 포장지의 선정에 대한 연구는 향후 더 진행되어야 할 필요가 있다.

이상의 결과를 요약해보면 습식 쌀가루의 단점을 보완하고, 쌀가루 가공식품의 적성에 맞는 반습식 쌀가루의 제조기술의 개발에 관한 연구가 성공적이라 할 수 있으며, 이는 앞으로 떡류의 가공뿐만 아니라 다른 가공식품으로의 응용범위를 확대함으로써 쌀소비를 증대시키고, 쌀식품에 있어서 다양한 방면으로의 활용으로 쌀가공 산업의 고부가가치 산업으로의 전환에 큰 기여를 할 수 있을 것이라 기대된다.

## SUMMARY

This study was undertaken for the development of the semi-wet rice flours using both new soaking methods and roller milling methods. The rice variety, Dongjin harvested in 1999 was used for this study. It was examined the influence of milling method to the sensory and processing characteristics of semi-wet rice flours and garae-ddeok. The roller milling process was found as the optimal milling method. For the soaking method, the osmotic pressure of water was 0.5Kg/s and the temperature of water spray was 60 degree for 20 minutes. And then the moisture content of semi-wet rice flour was 31.50%.

The distribution of the particle size of semi-wet rice flour was not significantly affected by different water additional methods. Water absorption and solubility indices increased as damaged starch increased. However there are not significantly differences. Also, the semi-wet rice flours and the wet rice flours were similar in terms of amylogram properties.

For sensory evaluation test, garae-ddeok made by wet rice flour was used as control group. As a result the semi-wet rice flour was showed the possibility for garae-ddeok made by semi-wet rice flour.

For the storage experiment, different packing materials and different dry temperatures were used. The quality of semi-wet rice flour was not affected by four different storage conditions and different packaging materials such as NY, PE, and pulp. Scanning electron photographs revealed the visual differences slightly in terms of structure between control group and experiment group. However, sensory characteristics were not affected by different storage conditions and different packaging.

After storage semi-wet rice flour for 1 month, garae-ddeok was tested as sensory evaluation test. Both the semi-wet rice flour in the condition of PE packing and 15 degree and one in the condition of NY+PE+pulp and 15 degree showed high significantly ( $p < 0.05$ ). For 2 months, the garae-ddeok made by semi-wet rice flour was significantly lower than one made by wet-rice flour. The garae-ddeok made by semi-wet rice flour storage in PE packing and 30 degree showed the lowest value.

# CONTENTS

I. Introduction

II. Status of technical development

III. Scope and results of research

- 1. Materials and methods .....
- 2. Results and discussion .....
- 1) Rice flours by different milling methods .....
- 2) Pre-experiment of semi-wet rice flours .....
- 3) Milling optimal condition of semi-wet rice flours .....
- 4) Characteristic comparison of semi-wet rice flours .....
- 5) Drying optimal condition of semi-wet rice flours .....
- 6) Storage of semi-wet rice flours .....
- 7) Semi-wet rice flours system apparatus

IV. Attainment of object and contribution

V. Practical use plan of research results

VI. References



# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1. 실험 재료 및 방법 .....	
2. 결과 및 고찰 .....	
가. 적정 제분법의 선정 .....	
(1) 습식제분 쌀가루의 수분함량 .....	
(2) 습식제분 쌀가루의 입도분포 .....	
(3) 습식제분 쌀가루의 색도측정 .....	
(4) 습식제분 쌀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수 .....	
(5) 습식제분 쌀가루의 아밀로그래프 특성 .....	
(6) 습식제분 쌀가루의 전분손상도 .....	
나. 반습식 쌀가루의 개발을 위한 예비실험 .....	
(1) 반습식 쌀가루의 수분함량 .....	
(2) 반습식 쌀가루의 입도분포 .....	
(3) 반습식 쌀가루의 전분손상도 .....	
다. 반습식 쌀가루 제조 조건 설정을 위한 실험 .....	
(1) 분사식으로 수침한 쌀의 수분함량 .....	
(2) 분사식 수침에 사용한 물의 양 .....	
(3) 반습식 쌀가루의 수분함량 .....	
(4) 반습식 쌀가루의 입도분포 .....	
(5) 반습식 쌀가루의 전분손상도 .....	
라. 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 특성 비교 실험 .....	
(1) 수분함량 .....	
(2) 입도분포 .....	
(3) 전분손상도 .....	

(4) 수분흡수지수와 수분용해지수 .....	
(5) 색도비교 .....	
(6) 가래떡 관능검사 .....	
마. 반습식 쌀가루의 건조 실험 .....	
(1) 반습식 쌀가루의 건조온도에 따른 건조시간 .....	
(2) 건조된 반습식 쌀가루의 입도분포 .....	
(3) 건조된 반습식 쌀가루의 색도측정 .....	
(4) 건조된 반습식 쌀가루의 아밀로그래프 특성 .....	
(5) 건조된 반습식 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수 .....	
(6) 건조된 반습식 쌀가루의 미세구조 .....	
(7) 건조된 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡 관능검사 .....	
바. 반습식 쌀가루의 저장실험 .....	
(1) 반습식 쌀가루의 저장 후 색도측정 .....	
(2) 반습식 쌀가루의 저장 후 수분흡수지수, 수분용해지수 .....	
(3) 반습식 쌀가루의 저장 후 아밀로그래프 특성 .....	
(4) 반습식 쌀가루의 저장 후 관능검사 .....	
사. 반습식 쌀가루 제조 장치	

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 참고문헌

# 제1장 연구개발과제의 개요

## 제1절 연구개발의 목적

쌀은 세계적으로 가장 중요한 식량자원의 하나로 국내에 있어서 쌀의 소비형태는 주로 밥을 지어먹는 형태가 주종을 이루고 있으며, 일부가 떡류, 과자류, 국수류 등의 가공원료로 이용되고 있다<sup>1, 2)</sup>. 쌀을 가공원료로 이용하기 위해서는 분말화시켜 쌀가루로 만들어야 하는데, 쌀은 특성상 밀에 비하여 곡립경도가 높아 분쇄하기에 어려움이 많으며, 제분설비가 밀가루 제조용과 혼용되고 있으므로 이의 개선이 필요하다<sup>3, 4)</sup>. 쌀가루의 제조에 대한 조사연구 결과 유통되는 쌀가루의 대부분은 건식제분한 쌀가루이며, 쌀가공 제품중 떡류제조에 사용되는 쌀가루는 습식제분에 의한 쌀가루가 사용되지만, 습식제분한 쌀가루는 가격이 높고, 유통기간이 짧은 단점을 가지고 있으므로 이를 가공 식품에 이용하기 위해서는 제분공정 및 가공, 유통의 개선이 요구된다<sup>5)</sup>.

최근 국내에서도 대두되고 있는 쌀소비 촉진운동에 맞추어, 한국식 식문화를 고려한 새로운 쌀가공 기술의 개발이 요구되고 있다. 그러므로 쌀가루를 이용한 고품질의 제품 개발과 고부가가치 상품을 개발하는 것이 쌀의 소비를 증진시킬 수 있는 좋은 방안이 될 것이라 사료된다. 이를 위해서는 쌀의 제분공정을 개선하고, 전문설비를 개발함으로써 쌀가루의 가공적성 향상을 위한 공정개선이 요구되고 있다. 또한 쌀 가공식품의 경쟁력 강화 및 다양화에 대한 요구가 높아지고 있으므로, 쌀을 가공원료로 이용하기 위해서는 가공적성이 우수하며, 다양한 목적으로 이용가능한 반습식 쌀가루 제조기술의 정립이 요구된다.

반습식 쌀가루를 이용하여 새로운 가공적성을 가진 다양한 쌀가루 가공식품을 생산하게 되면 쌀을 소비하는 새로운 형태의 식품수요를 창출하게 될 뿐만 아니라, 상온

에서 장기간 유통이 가능하도록 가공함으로써, 식품소재 관련산업의 국제경쟁력을 제고시켜 제품 및 생산기술의 수출에 필요한 새로운 기술이 확보될 수 있을 것이다. 또한 사회적 측면으로 보면 경제성장에 따른 식문화의 서구화로 성인병 및 식량정책에 많은 문제점들이 나타나고 있고, 산업사회에 따른 폐수발생으로 인해 환경오염을 일으키고 있는 현시점에서, 쌀가루 제조공정에 사용되는 물을 회수하여, 정제 후 다시 사용하는 물의 순환방식을 도입한 반습식 제분방법 및 관련산업은 환경문제 뿐만 아니라 식량정책, 국민건강 등을 해결하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

국내의 쌀가공 제품 중에서 가공식품으로의 활용방안이 높은 제품은 떡류이다. 현재 떡류는 습식 제분한 쌀가루로 제조되고 있으며, 습식제분은 공정상 수침과정에서 다량의 폐수(쌀뜨물)를 방출하게 되는데, 쌀가루 100kg 제조시 발생하는 쌀뜨물은 약 500ℓ 이다<sup>12)</sup>. 따라서 제조공정에 있어서 쌀뜨물을 처리하기 위한 새로운 습식 제분공정의 개발이 필요하다고 사료된다.

이에 본 연구에서는 제분방법과 수침조건이 쌀가루의 품질과 가공적성에 미치는 영향을 조사하여 이를 규명하고, 새로운 수침방법과 최적화된 제분방식을 개발하며, 이러한 방법을 이용하여 반습식 제분법을 이용한 쌀가루(이하 반습식 쌀가루)의 제조에 관한 연구를 하였다. 반습식 쌀가루의 개발은 습식 쌀가루 가공공정에서 발생되었던 폐수문제를 해결할 수 있을 것으로 기대되며, 또한 유통기한의 연장도 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 새로운 방식의 반습식 쌀가루의 개발은 떡류에 있어서 제조기술의 발전 뿐만 아니라, 향후 쌀가루의 이용 범위를 떡류에 한정하지 않고, 다른 식품과 연계하여 응용함으로써 쌀 소비의 촉진과 쌀에 있어서의 고부가가치를 부여할 수 있는 근간이 될 수 있으리라 사료된다.

## 제2절 연구개발 내용 및 범위

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 ( 1999 )	○반습식 제분공정 개발기술 및 이용방안	<p>1)장기유통이 가능한 미분 생산공정 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○적정 제분기술 확립               <ul style="list-style-type: none"> <li>-roller mil, pin mil에 의한 반습식제분 수율 측정</li> <li>-제분방법별 전분 손상도 측정</li> <li>-적정 제분 장치 설계 및 소규모 장치 제작</li> </ul> </li> <li>○제분시 물사용량 감소 방법               <ul style="list-style-type: none"> <li>-습식제분시 물사용량 측정</li> <li>-반습식 침지 방법 확립무수세미제조장치에 의한 수분 흡수량 및 수분 침지 속도 측정</li> </ul> </li> </ul> <p>2)반습식제분에 의한 쌀가루의 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○쌀가루의 이화학적 특성 : 수분흡수지수(WAI), 수분용해도 지수(WSI), 점도</li> <li>○쌀가루의 미세구조(SEM)</li> <li>○쌀가루의 호화 특성 : Amylograph</li> </ul> <p>3)가래떡 응용시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○습식제분 과 반습식제분 쌀가루를 이용한 가래떡 제조 시험</li> <li>○가래떡의 물성 측정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조직감(Texture meter) : hardness등</li> </ul> </li> <li>○가래떡의 관능검사</li> </ul>

<p>2차 년도 ( 2000 )</p>	<p>○반습식 건조공정 개발기술</p>	<p>1)적정 건조 기술 확립          ○건조기별 적정 조건 확립 시험          -열풍 건조, 개스식에 의한 직가열 건조, 마이크로파 건조, 냉풍건조 : 온도, 풍속별 수분함량 및 호화정도 측정          -적정 건조 장치 설계 및 소규모 장치 제작          2)건조된 쌀가루의 품질 특성 조사          ○쌀가루의 이화학적 특성 : 수분흡수지수(WAI), 수분용해도 지수(WSI) 색깔, 점도등          ○쌀가루의 미세구조(SEM)          ○쌀가루의 호화 특성 : Amylograph          3)쌀가루의 저장성 시험          ○반습식 쌀가루의 저장중 수분등 조사          ○저장중 반습식 쌀가루의 가래떡 제조 및 관능 검사</p>
---------------------------	-----------------------	---

<p>3차 년도 ( 2001 )</p>	<p>○반습식 적정 제분장치 제작</p>	<p>1) 반습식 적정 제분 장치 설계 및 제작          ○1, 2차년도의 장치 보완 및 소규모 시제품 제작          ○반습식 쌀가루의 장기 유통 과정중 이화학적 및 가공 특성 파악          2) 반습식 제분 공장의 산업화 검토          - 공장 공정도 작성          - 용량별 반습식 제분 공정 경제성 검토          - 떡 공장에서의 현장 적용 실증시험</p>
---------------------------	------------------------	--

## 제2장 국내외 기술개발 현황

쌀을 분말화하는 제분방법 중 현재 상업적으로 많이 사용되고 있는 건식제분 방법은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있지만 제조공정상 손상전분의 양이 많아서 쌀가루의 물리화학적 기능에 좋지않은 영향을 미친다<sup>6, 7)</sup>. 손상전분은 제분과정 중에 전분이 기계적 손상을 받게되면 생성되는데, 손상을 받지않은 전분들과는 여러가지 면에서 다른 특성을 가진다<sup>8)</sup>. 예를들면, 밀가루의 경우 손상전분의 양에 의해 영향을 받는 특성은 흡수력, 탄산가스 발생력, 반죽성, 빵의 체적, 색깔 및 조직 등이다<sup>9)</sup>. 분말화된 쌀가루의 90% 이상은 전분으로 구성되어 있으므로, 이들 쌀가루의 기능적 특성은 쌀전분의 특성에 따라 영향을 받는다. 그러므로 가공적성이 높은 쌀가루의 제조를 위해서는 전분의 손상도 및 호화특성 등을 고려한 제분방법이 필요하다<sup>10, 11)</sup>.

쌀은 빵, 케이크, 쿠키, 이유식 등의 가공식품 재료로 활용되어 왔으며, 쌀의 제분방법 및 쌀가루의 이화학적 특성에 관한 연구는 1950년대부터 수행되어 왔다<sup>12)</sup>. 제분방법에 따른 쌀가루의 특성에 대한 연구에 있어서 Bean 등<sup>13)</sup>은 pin mill, hammer mill, roller mill 등 7가지 형태의 제분기를 이용하여 쌀가루의 입도분포를 살펴본 후 아밀로그래프(amylograph)에 의한 입자크기별 쌀가루의 점도특성을 연구하였다. 그 결과 전통적인 roller mill(roll mill)을 사용한 쌀가루가 가공적성에 가장 우수한 결과를 보였다고 보고하였으며, 최적 입자크기는 100 mesh를 통과하는 것이 쌀가루의 비율에 있어서 50% 정도 차지하며, 쌀가루의 평균입도가 70 mesh 정도인 입도분포에서 가장 우수한 가공적성을 보였다고 보고 하였다.

또한 일본에서도 쌀가루의 종류와 그 용도가 다양하게 개발되어 왔는데 일본의 경우 가장 일반적으로 사용되는 제분 방법은 stamp 방식, roller 방식, 충격방식을 이용한 제분방식이다<sup>14)</sup>. 쌀가루 제조시 가공 용도에 따른 제품 분류가 잘되어 있는 것도 일본 쌀가루 산업의 특징이다. 또한 일본은 품질이 우수한 쌀가루를 제조하기 위해

제균효소를 이용하여 곡립경도를 연화시킨 후 제분하는 효소이용 기술을 개발하였다. 이는 조효소액으로부터 유용효소를 분리, 정제하여 조효소액을 쌀에 처리한 후 제분하는 방식으로, 20 mesh 이상의 미세한 쌀가루를 얻는데 기존의 방법에 비하여 2배 이상의 효과를 보았다고 보고하였다<sup>15)</sup>. 그러나 일본 역시 습식제분을 이용한 쌀가루의 단점을 보완하기 위한 노력으로 반습식 제분 방식을 개발하여 반습식 쌀가루 (semi-wet rice flours)를 유통시키는 추세로 흐르고 있으며, 실제로 일본은 현재 100여개 미분업체의 95%가 반습식 제분방식으로 전환하였고, 습식 제분방법 및 반습식 제분방법을 적절하게 활용한 쌀가루의 개발 및 사용이 증가하고 있다.



## 제3장 연구개발 수행내용 및 결과

### 제1절 실험 재료 및 방법

#### 1. 재료

실험에 사용한 쌀은 2001년산 경기도 평택 “동진” 품종으로 4℃ 저장고에 냉장 저장하면서 시료로 사용하였다.

#### 2. 쌀가루 제조

습식쌀가루 제조는 원료쌀을 3회 세척하여 원료쌀 질량에 대한 1.5배의 물을 가해 2, 4, 6시간 침지한 후 10분 탈수하여 분쇄하였다. 반습식 쌀가루 제조는 원료쌀에 0.5kg 수압으로 18, 30, 50, 60, 70℃ 온도의 물을 5, 10, 15, 20분 동안 분사하면서, 분사한 물을 순환하는 방식으로 세척한 후 5분 탈수하여 분쇄하였다. 실험에 사용한 제분기는 습식제분법에 기초한 roller mill과 pin mill을 사용하였다. 두 드럼의 맞물림으로 압착하여 분쇄하는 방법인 roller mill(3Hp, 2.2Ka, 1735rpm, Hyo-Sung Industrial Co., Korea)은 1차 간극 0.038mm, 2차 간극 0.279mm로 분쇄하였고, 회전하는 디스크에 핀을 여러개 고정시켜 충격과 전단에 의해 분쇄하는 방법인 pin mill(SC-1B, 400W×420L×670H, 3~4Hp, Gyoung-Chang Machine Co., Korea)은 100 mesh 체를 사용하여 분쇄하였다.

#### 3. 쌀가루의 품질 특성

##### 가. 수분함량

쌀가루의 수분함량은 A.O.A.C법<sup>16)</sup>에 의한 방법으로 시료를 105℃에서 항량이 되도록 건조한 후 칭량하는 상압가열건조법으로 측정하였다.

#### 나. 입도분포

쌀가루의 입도 분포는 sieve shaker(Model RX 86, serial #2682, Mentor, OH., USA)에 80, 100, 140, 200 mesh의 표준 망체를 설치하고 쌀가루 100g을 취하여 15분간 작동한 후 각 표준망체에 잔류된 쌀가루를 칭량하여 개략적인 입도분포를 산출하였다.

#### 다. 색도측정

색도색차계(Color and Color Difference Meter, Model No. CR-300. Minolta Co., Japan)를 이용하여 쌀가루 및 가래떡의 L, a, b 값을 측정하였다. Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L 값(lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a 값(redness), 노란색의 정도를 나타내는 b 값(yellowness)으로 나타내어 비교하였으며, 표준 백색판(white calibration plate)의 L, a, b 값은 각각 96.86, -0.07, 2.02 였다.

#### 라. 수분흡수지수와 수분용해지수

수분흡수지수(water absorption index, WAI)와 수분용해지수(water solubility index, WSI)는 Anderson의 방법<sup>17)</sup>으로 측정하였다. 쌀가루 2.5g과 증류수 30ml를 50ml용 원심분리관에 넣고 가끔 저어주면서 30분간 반응시킨 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리하였다. 수분흡수지수는 식(3-1), 수분용해지수는 식(3-2)를 이용하여 계산하였다.

$$\text{수분흡수지수(g/g)} = \frac{D}{A} \quad (3. 1)$$

$$\text{수분용해지수(\%)} = \frac{B-C}{A} \times 100 \quad (3. 2)$$

A : 시료의 질량(g), B : 원심분리한 상등액의 건조 후 질량(g) + 수분정량용 수기의 질량(g)

C : 수분정량용 수기의 질량(g), D : 원심분리한 침전물의 질량(g)

#### 마. 아밀로그래프 특성

쌀가루의 호화특성은 Bhattacharya와 Sowbhagya 등<sup>18)</sup>의 방법에 의해 Brabender Visco Amylograph (Brabender OHG, Germany)를 이용하여 측정하였다. 먼저 시료를 분말로 만든 후 시료의 수분함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 제조하였다. 아밀로그래프 조건은 초기온도 35°C에서 1.5°C/min의 속도로 95°C까지 가열한 후 15분간 유지시킨 다음, 다시 50°C까지 동일한 속도로 냉각하였다. 쌀가루의 아밀로그래프 특성으로는 호화개시온도(initial pasting temperature, A), 최고 점도(peak viscosity, P)와 95°C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(hot paste viscosity, H), 50°C에서의 냉각 점도(cold paste viscosity, C)를 보았으며, 열 전달에 대한 전분 팽윤입자의 저항정도를 보기위해 breakdown(P-H), total setback(C-H), 그리고 setback(C-P)을 구하였다.

#### 바. 전분손상도

쌀가루의 전분 손상도는 A.A.C.C.법<sup>19)</sup>에 따라 측정하였다. 쌀가루 1g을 취해  $\alpha$ -amylase(Sigma Cat. No. A6211, Fungal enzyme from *Aspergillus Oryzae*, Crude, Activity  $5 \times 10^6$  Unit) 용액 45ml를 가한 후 30°C에서 15분간 반응시켰다. 반응 후 10% 황산용액 3ml와 텅스텐나트륨 용액 2ml를 가하여 교반, 여과(Whatman No.4)한 후 여액 5ml을 취해 알칼리성 적혈염용액과 반응시킨 후, 전분을 지시약 티오황산나트륨용액(0.1N)으로 적정하여 전분의 손상도를 구하였다.

#### 사. 떡의 제조

떡의 제조는 쌀가루의 함수율을 43%로 맞춘 후, 가정용 증자기(SCM-3607, 220V/900W, Shin-II Machine Co., Korea)를 사용하여 30분간 증자한 후 떡성형기(Gyoung -Chang Machine Co., Korea)를 이용하여 가래떡을 제조하였다.

#### 아. 관능검사

반습식 쌀가루로 가래떡을 제조하여 실험군으로 하고, 습식 쌀가루로 제조한 가래

떡을 대조군으로 하여 관능검사를 실시하였다. 평가방법은 9점 척도를 사용하였으며, 관능검사 요원은 떡에 대한 관능 훈련이 된 12명을 선발하여 실시하였다. 관능검사에 사용한 평가서는 Fig. 1에 나타내었으며, 평가 결과는 SAS 통계 프로그램의 분산 분석법에 의하여 유의성을 검정하여, 유의차가 있는 경우 최소 유의차 검정을 하였으며<sup>20)</sup>, 관능검사 결과를 시각적으로 잘 표현하는 방법인 거미줄 모양의 QDA(quantitative description of analysis) 그림으로 결과를 제시하였다.

#### 자.미세구조 관찰

쌀가루와 떡의 미세구조관찰은 시료를 gold-palladium으로 코팅한 후 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, Hitachi 2500, Japan)으로 표면구조와 입자크기를 관찰하였으며, 화상해석을 위하여 크기는  $\times 1000$  배율로 확대하여 비교하였다.

#### 4. 반습식 쌀가루의 건조 및 저장 실험

반습식 쌀가루의 건조는 열풍 건조기(air circulation dry oven)를 사용하였으며, 열풍의 온도는 30, 50, 70℃로 하여 평형수분함량( $15\pm 1\%$ )에 도달하는 시간을 측정하였다. 쌀가루의 저장 조건은 포장지와 저장온도에 따라 다음과 같이 4 군으로 나누어서 실험하였다. 첫 번째는 A 군으로 폴리에틸렌(polyethylene, PE) 포장지로 15℃에서 저장, 두 번째는 B 군으로 나이론(nylon, NY)+폴리에틸렌+종이(pulp) 포장지로 15℃에서 저장, 세 번째는 C 군으로 폴리에틸렌 포장지로 30℃에서 저장, 네 번째는 D 군으로 나이론+폴리에틸렌+종이포장지로 30℃에서 저장하면서 0, 1, 2개월을 주기로 측정하였다.



## 제2절 결과 및 고찰

### 1. 적정 제분법의 선정

쌀가공 제품중에서 떡류 제조에 사용되는 쌀가루는 대부분 습식제분법에 의한 습식 쌀가루가 이용되고 있으므로, 가공적성이 우수한 쌀가루를 제조하기 위한 분쇄방법의 선정에 있어서 습식 제분법에 기초한 roller mill 과 pin mill을 비교하여 실험하였다.

#### 가. 습식제분 쌀가루의 수분함량

쌀가루를 제조하기 전 수침한 쌀의 수분함량과 쌀가루의 수분함량을 측정하였다. 침지시간은 2, 4, 6시간으로 하였고, 이때 침지한 쌀의 수분함량은 24.67, 24.83, 24.63%로 침지 시간별로 큰 차이가 나타나지 않았다. 침지 시간별 쌀 시료를 각각의 제분기로 분쇄한 후 측정된 수분함량은 Table 1에 나타내었다. 침지 시간이 길어질수록 각 시료의 수분함량은 증가하였으며, 제분기에 따른 결과를 비교해 보면, roller mill로 분쇄하는 것이 pin mill을 사용하는 것보다 수분함량이 더 높은 것을 알 수 있었다.

Table 1. Moisture contents of rice flours by different milling methods

Sample	Soaking time(hr)	Moisture contents(%)	
		Roller milling	Pin milling
Rice flours	2	31.88	24.60
	4	32.75	27.05
	6	33.40	26.47

나. 습식제분 쌀가루의 입도분포

Roller mill 과 pin mill로 분쇄한 쌀가루의 입도 분포는 Table 2에 나타내었다. Roller mill로 분쇄한 쌀가루는 80 mesh 이하의 분포가 78.4, 82.3, 81.6%로 비교적 높게 나타났고, 200 mesh 에서는 8.6, 7.2, 6.9%로 비교적 낮게 나타났다. Pin mill로 분쇄한 쌀가루의 경우에는 80 mesh 이하의 분포가 2.3, 4.9, 7.2% 로 낮게 나타났으며, 200 mesh 에서는 49.9, 45.2, 43.8%로 높게 나타난 것으로 보아 roller mill과 pin mill로 분쇄한 쌀가루의 입도 분포는 반대의 양상을 나타내었다.

Table 2. Particle size distribution of rice flours measured by a sieve shaker on the roller milled rice flours and pin milled rice flours

2-1. Roller milled rice flours

Soaking time(hr)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	78.4	4.8	5.1	3.1	8.6
4	82.3	3.2	4.3	3.0	7.2
6	81.6	3.6	4.7	3.2	6.9

2-2.. Pin milled rice flours

Soaking time(hr)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	2.3	3.7	17.0	27.1	49.9
4	4.9	4.6	17.3	28.0	45.2
6	7.2	4.6	17.6	26.8	43.8

다. 습식제분 쌀가루의 색도측정

Roller mill과 pin mill로 분쇄한 쌀가루의 색도 L, a, b 값은 Table 3에 나타내었다. 쌀가루의 입자에 따른 색도는 유의적인 차이점 없이 유사한 경향을 보였다. Roller mill로 분쇄한 쌀가루에 있어서는 침지 시간이 길어질수록 밝은 정도를 나타내는 L 값은 높아지는 경향을 나타내었으며, a, b 값은 낮아지는 경향을 보였다. Pin mill로 분쇄한 쌀가루에 있어서는 침지 시간이 길어질수록 밝은 정도를 나타내는 L 값은 높아지는 경향을 나타내었으며, a, b 값은 낮아지는 경향을 보였으나, roller mill 분쇄와 pin mill 분쇄에 의한 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 제분 방법이 쌀가루의 색도에는 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

Table 3. Color values of rice flours by different milling methods

3-1. Roller milled rice flours

Soaking time(hr)	Color value*	Whole flours	Roller milled rice flours(sieved)			
			80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	L	96.69	94.77	94.93	95.31	96.12
	a	-0.32	-0.32	-0.25	-0.26	-0.17
	b	3.06	2.27	2.45	2.11	1.44
4	L	96.88	96.61	96.98	97.48	97.99
	a	-0.25	-0.25	-0.20	-0.19	-0.13
	b	3.04	2.73	2.32	2.05	1.37
6	L	96.92	96.57	97.17	97.45	98.20
	a	-0.23	-0.26	-0.25	-0.23	-0.15
	b	3.04	2.76	2.50	2.09	1.48

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness



### 3-2. Pin milled rice flours

Soaking time(hr)	Color value*	Whole flours	Pin milled rice flours(sieved)			
			80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	L	95.81	92.32	94.28	95.52	96.22
	a	-0.29	-0.37	-0.34	-0.32	-0.23
	b	3.70	5.16	4.31	3.66	3.11
4	L	96.27	94.15	95.30	96.36	97.00
	a	-0.37	-0.52	-0.43	-0.39	-0.29
	b	3.85	4.68	4.25	3.69	3.21
6	L	97.05	94.60	95.85	96.69	97.18
	a	-0.31	-0.40	-0.36	-0.33	-0.28
	b	3.57	4.39	3.85	3.52	3.09

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

#### 라. 습식제분 쌀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수

Fig. 2에서 roller mill로 분쇄한 쌀가루의 식(3-1)에 의한 수분흡수지수(WAI)를 보면 침지시간 2, 4, 6시간에 따라 2.70, 2.62, 2.76g/g 으로 6시간 침지한 후 제조한 쌀가루가 더 높은 것으로 나타났다. Pin mill로 분쇄한 쌀가루에서도 침지시간 2, 4, 6시간에 따라 2.3, 2.23, 2.53g/g 으로 침지시간이 길수록 수분흡수지수(WAI)가 더 높은 것으로 나타났으며, 두 군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 식(3-2)에 의한 수분용해지수(WSI)를 침지 시간에 따라 비교해보면 마찬가지로 침지시간이 길어질수록 높은 값을 나타내었다. 특히 pin mill로 분쇄한 쌀가루에 있어서 수분용해지수(WSI)가 높은 값으로 나타난 것은, roller mill로 제분하는 것보다 pin mill로 제분하는 방법이 쌀가루의 미세분말이 더 많은 것으로 해석할 수 있으며, 이는 입도분포에서의 결과와 비교해 보면 그 결과를 확인할 수 있었다.

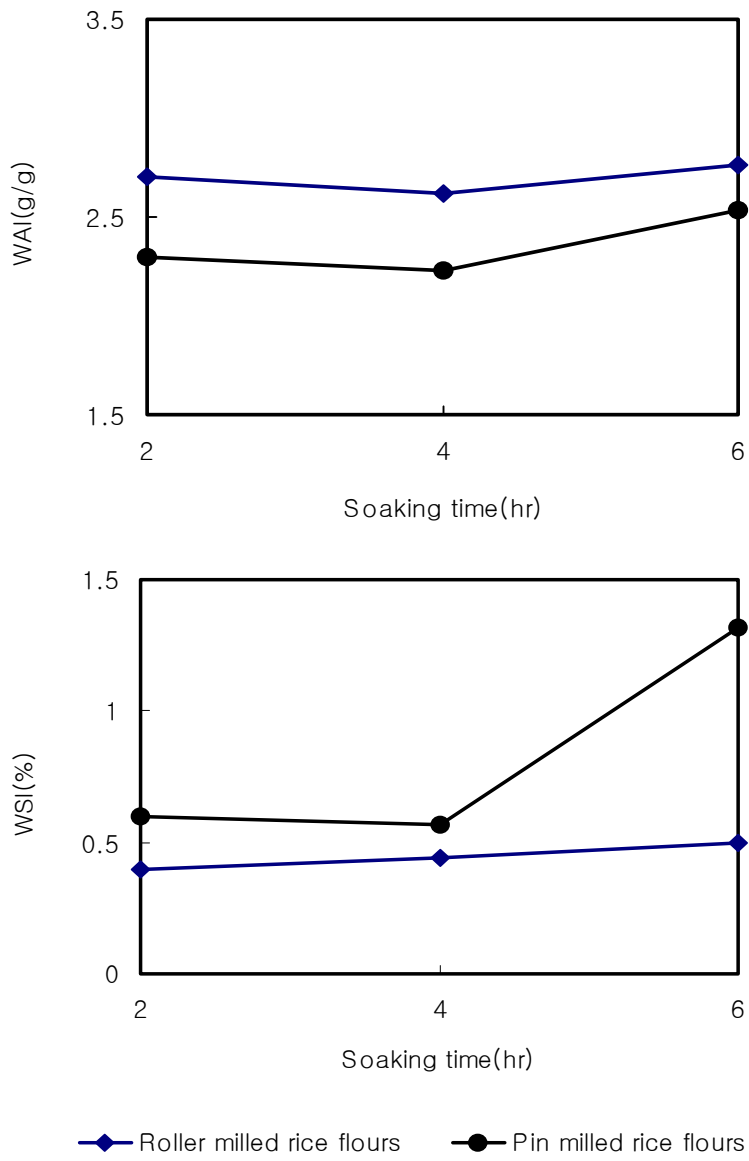


Fig. 2. water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of rice flours.

#### 마. 습식제분 쌀가루의 아밀로그래프 특성

제분방법에 따른 아밀로그래프 특성은 Table 4에 나타난 바와 같이 침지 시간 및 제분방법에 따라 매우 다를 수 있었다. Suzuki의 보고<sup>21)</sup>에 의하면 쌀가루의 아밀로그래프 특성은 peak viscosity와 breakdown은 정의 관계를 가지며, breakdown과 setback은 부의 관계를 가지는 것으로 알려져 있다.

호화개시온도는 일반적으로 아밀로그래프에서 온도가 증가함에 따라 점도가 처음으로 증가하는 시점(10 B.U.)의 온도를 측정하는데 roller mill 분쇄 쌀가루와 pin mill 분쇄 쌀가루는 침지 시간에 따른 쌀가루간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이것으로 분쇄방법이 전분의 팽윤에는 영향을 주지 않는 것으로 해석할 수 있었다.

최고점도(peak viscosity)는 호화개시 온도와는 달리 쌀을 6시간 침지한 후 pin mill로 분쇄한 쌀가루에서 높은 것으로 나타났다. 이것으로 보아 입자크기가 작아짐에 따라 최고점도는 증가하는 경향을 나타내는 것으로 해석할 수 있었다. 이는 입자가 크고 거칠수록 점도가 낮아진다는 Nishita 등<sup>13)</sup>의 보고와 같은 결과를 나타내었다.

Breakdown은 가공중의 안정도를 나타내는 지표로 사용되는데 pin mill로 분쇄한 쌀가루의 경우 roller mill로 분쇄한 쌀가루에 비하여 높은 값을 나타내었다. 즉 입자크기가 작아짐에 따라 breakdown 값이 증가하는 경향을 보였다. 노화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려진 total setback은 입자크기가 작을수록 높은 경향을 나타냈고, setback 값은 입자크기에 따른 일정한 양상을 보이지 않는 것으로 나타내었다.

Table 4. Amylograph properties of various rice flours

Sample	Soaking time(hr)	A <sup>1)</sup> (°C)	Viscosity(B.U.)					
			P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
Roller milled rice flours	2	77	502	290	535	212	245	33
	4	80	542	300	552	242	252	10
	6	78	465	280	510	185	230	45
Pin milled rice flours	2	77.9	630	322	640	308	318	10
	4	78	640	340	622	300	282	-18
	6	77	600	312	570	288	258	-30

- 1) A : Initial pasting temperature, 2) P : Maximum viscosity(peak viscosity)  
 3) H : Hot paste viscosity, 4) C : Cold viscosity, 5) P-H : Breakdown  
 6) C-P : Total setback, 7) C-H : Setback

#### 바. 습식제분 쌀가루의 전분손상도

침지 시간(2, 4, 6 시간)을 다르게 하여 수침한 쌀을 roller mill과 pin mill로 분쇄하여 전분 손상도를 본 결과는 Fig. 3에 나타내었다. Roller mill로 분쇄한 쌀가루는 2.71, 6.40, 8.0%로 침지시간이 길어짐에 따라 전분손상도가 증가 하였으며, pin mill로 분쇄한 쌀가루 역시 0.5, 1.56, 6.89%로 침지 시간이 길어질수록 전분손상도가 증가하는 경향이였으나, roller mill 군과 비교해 보면 전분손상도가 적음을 알 수 있었다. 이 결과는 Nishita와 Bean 등<sup>13)</sup>이 보고한 제분방법별로 쌀가루를 제조하여 입자크기에 따라 특성을 살펴본 결과 입자크기가 미세할수록 손상된 전분이 증가하였다는 보고와 일치하는 결과임을 알 수 있었다.

적정 제분법 선정을 위한 이상의 실험 결과를 종합해 보면 roller mill로 분쇄한 쌀가루의 가공적성이 pin mill로 분쇄한 쌀가루보다 더 우수한 것으로 나타났으며, 4시간 침지하여 제조한 쌀가루의 특성을 가공적성이 우수한 쌀가루 품질특성의 기준으로 하였다.

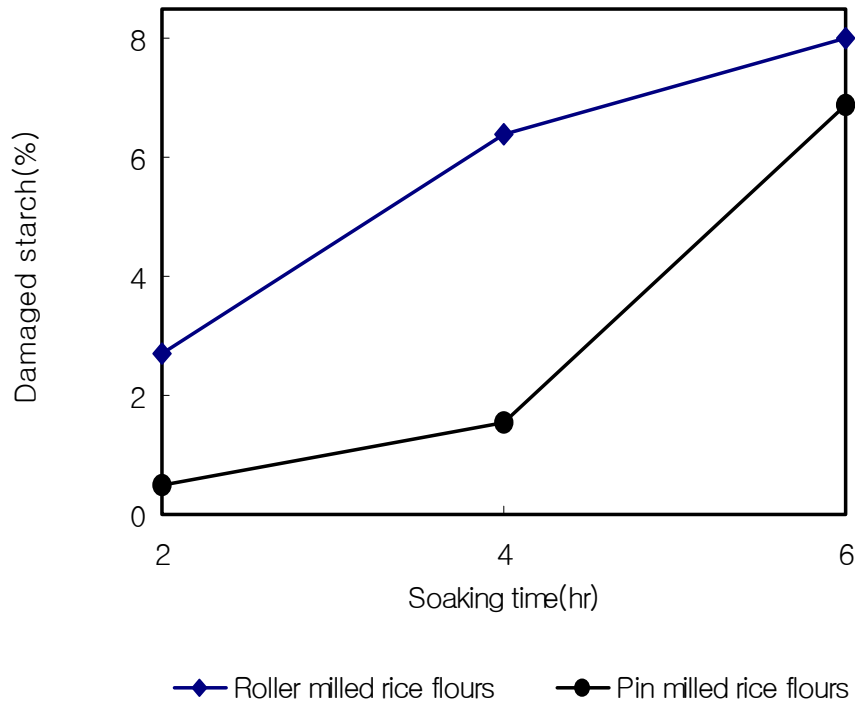


Fig. 3. Damaged starch as affected by soaking times and milling methods.

## 2. 반습식 쌀가루의 개발을 위한 예비실험

습식제분법의 단점을 보완하여 가공적성이 우수한 쌀가루를 개발하기 위하여 먼저 수분침투 방식에 있어서 침지방식(soaking)을 사용하지 않고, 물은 순환하여 분사하는 방식(spray)으로 하였으며, 분사하는 물의 온도는 상온인 18℃로 실험하였다. 실험결과 반습식 쌀가루(roller milled semi-wet rice flours)의 기초특성이 습식 쌀가루와 유사하다면 가공적성에 있어서 좋은 쌀가루임을 확인할 수 있는 것이다. 제분방식은 기초실험에서 얻은 결론으로 roller mill로 분쇄하여 쌀가루를 제조하였다.

### 가. 반습식 쌀가루의 수분함량

원료쌀에 물을 분사식으로 수침하는 반습식 쌀가루의 제조공정에서 수분 함량을 조사하기 위하여 물분사 시간별로 수침쌀과, 쌀가루 조제시의 수분함량을 비교해 보았다. Fig. 4에서 보면 수침쌀에 있어서는 물 분사시간과 수분 함량이 정의 관계가 나타났으나, 침지식으로 수침한 쌀의 수분함량에는 도달하지 못하는 것으로 나타났다. 분사식으로 수침한 쌀로 제조한 반습식 쌀가루의 수분함량은 분사시간과 정의 관계가 나타났으나 침지식으로 수침하여 제조한 습식 쌀가루의 수분함량에는 도달하지 못하는 것으로 나타났다.

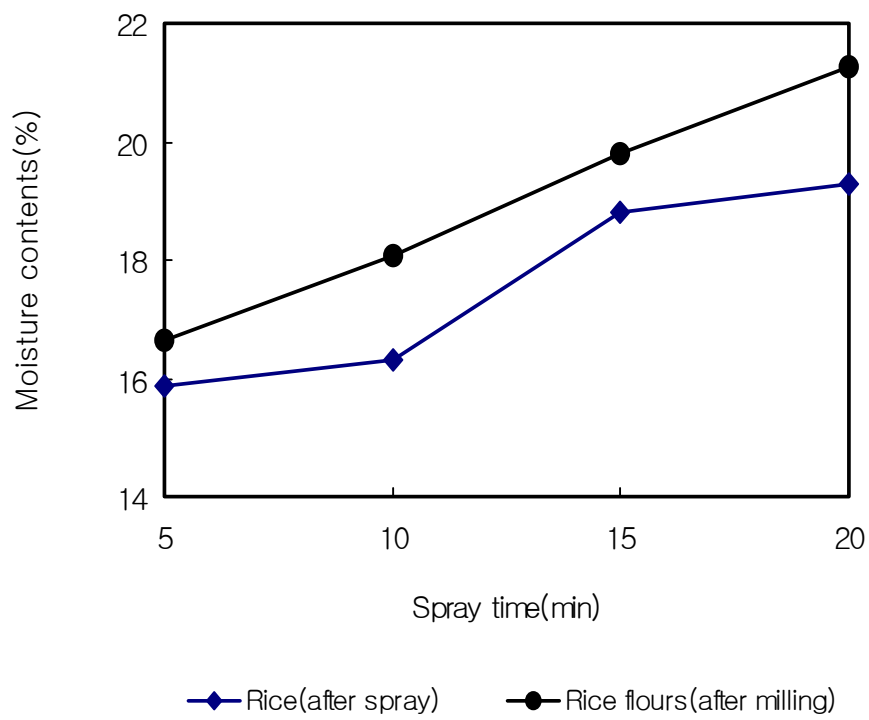


Fig. 4. Moisture contents of rice itself and its flours after water spray.





## 나. 반습식 쌀가루의 입도분포

반습식 쌀가루의 입도 분포는 Table 5에 나타내었다. 분쇄방법이 roller mill을 이용한 분쇄이므로 roller mill 분쇄시 나타나는 입도 분포양상이 나타났으며, 물의 분사 시간이 길어질수록 200 mesh 이상의 미세분말의 양이 적어지는 것을 확인할 수 있었다.

Table 5. Particle size distribution of rice flours measured by a sieve shaker on the different spray times

Spray time (min)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
5	82.3	3.7	5.2	3.2	5.6
10	75.2	4.5	6.5	4.1	9.7
15	86.8	2.5	4.0	2.1	4.6
20	85.9	2.5	4.4	2.2	5.0

#### 다. 반습식 쌀가루의 전분손상도

분사식으로 수분침투를 시켜 제조한 반습식 쌀가루의 전분손상도를 측정한 결과는 Fig. 5와 같이 5분 물분사한 군이 12.46%, 15분 물분사한 군이 10.82%로, 4시간 침지하여 제조한 습식 쌀가루의 전분손상도 6.40%에 비하여 매우 높은데, 이는 수분 침투가 충분하지 않은 요인으로 사료되며, 물의 온도를 높혀 수분함량이 25% 이상이 되도록 실험할 필요가 있음을 나타내었다.

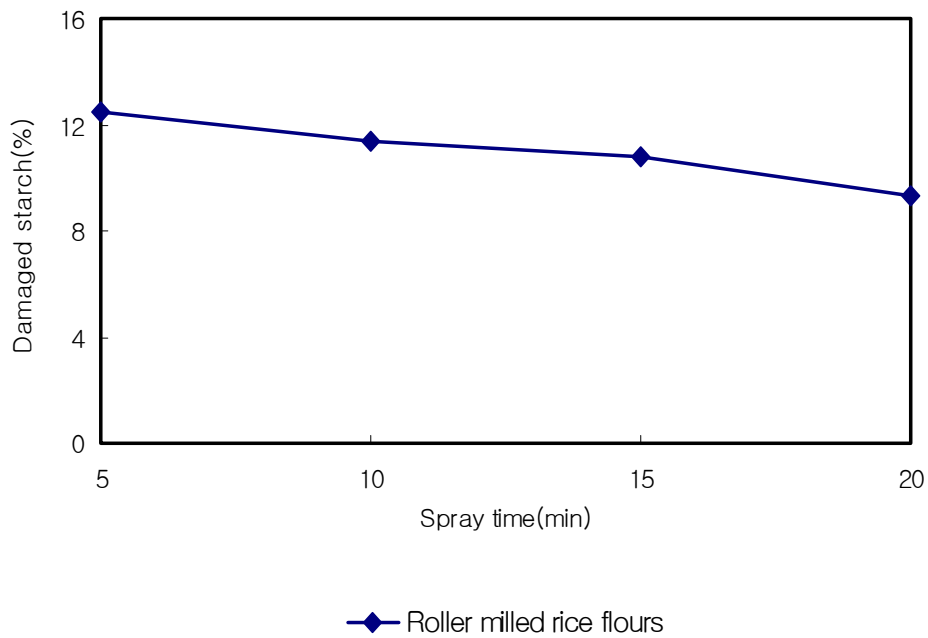


Fig. 5. Damaged starch of roller milled semi-wet rice flours.

### 3. 반습식 쌀가루 제조 조건 설정을 위한 실험

습식제분법에서 사용되는 세척과 침지방법을 대신하여 시간을 절약할 수 있는 수침 방법으로 물분사 방법을 이용하였으며, 물의 온도는 18, 30, 50, 60, 70℃로 하여 분사하는 물의 온도와 분사 시간에 따른 특성을 보았다.

#### 가. 분사식으로 수침한 쌀의 수분함량

반습식 쌀가루의 수침 방법을 정립하기 위하여 각각의 다른 온도의 물을, 시간별로 분사한 후 쌀의 수분함량을 측정한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 물의 온도와 분사 시간이 증가함에 수분함량은 18℃에서 0분 분사한 군이 14.97%에서 20분 분사하였을 때는 19.3%, 50℃에서는 0분 분사한 군이 14.90%에서 20분 분사한 군에서는 22.63%, 60℃에서는 24%, 70℃는 24.13%로 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 분사하는 물의 온도는 50~60℃, 물을 분사하는 시간은 15~20분 사이가 적정 수준인 것으로 판단되었다.

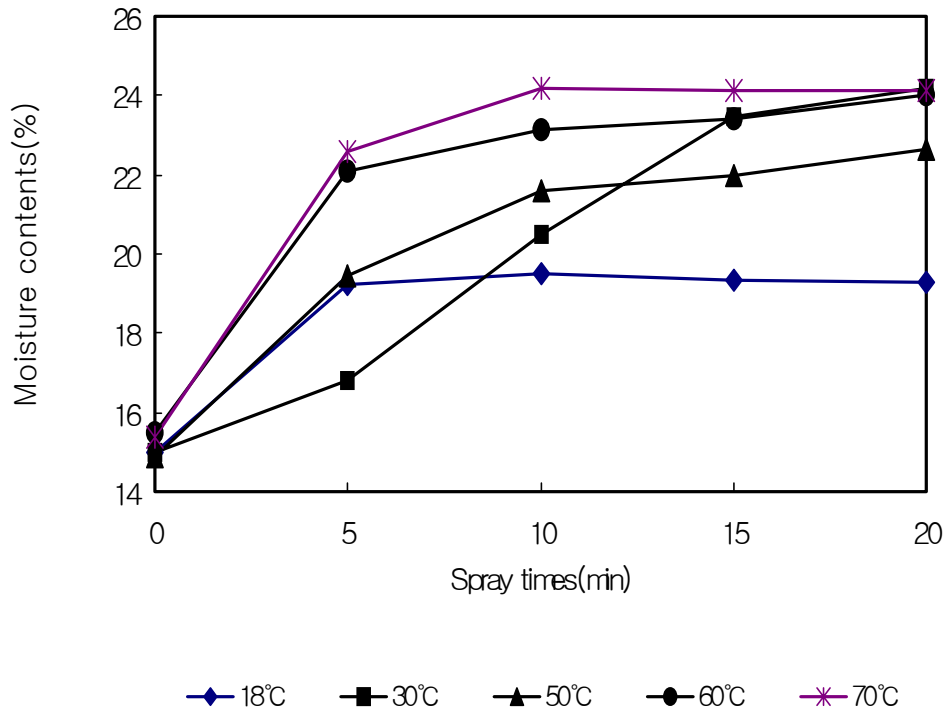


Fig. 6. Moisture contents of rice after water spray at different temperatures.

## 나. 분사식 수침에 사용한 물의 양

분사와 동시에 세척까지 하는 동안에 사용되는 물의 양을 Fig. 7에 나타내었다. 분사식 수침방법은 물을 정제하여 재순환하는 방식이므로 물의 사용량에 있어서는 사용한 물을 폐수로 모두 버리는 침지식 방법보다 더 효율적이라고 할 수 있다. 특히 분사하는 물의 온도가 증가함에 따라 흘러 나오는 물의 양이 감소하는 것으로 보아, 물의 온도가 높아 질수록 원료쌀에 흡수되는 물의 양이 증가하는 것으로 판단할 수 있었다.

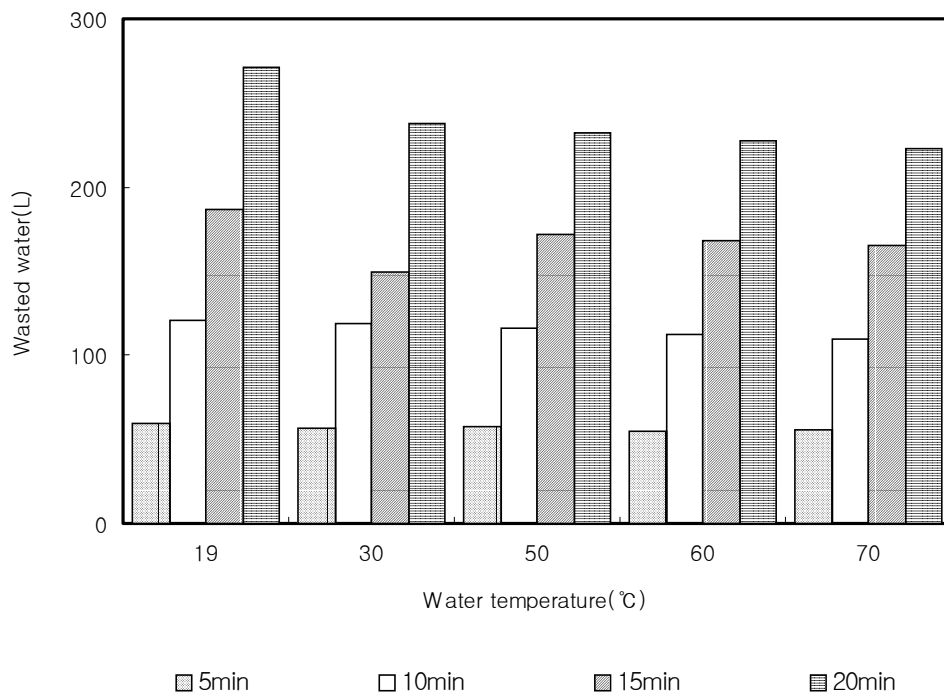


Fig. 7. Wasted water by spray times at different water temperatures.

#### 다. 반습식 쌀가루의 수분함량

반습식 쌀가루(semi-wet rice flour)와 습식 쌀가루(wet rice flour)의 수분 함량을 비교실험한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 습식 쌀가루의 적정 수분함량은 4시간 침지한 후 제조한 쌀가루에서는 32.75%, 6시간 침지한 후 제조한 쌀가루에 있어서는 33.40%로 나타났으며, 이는 반습식 쌀가루에 있어서 60℃에서 20분간 물분사 후 제조한 쌀가루의 수분함량인 31.75%와 유사한 값을 나타내는 결과를 확인할 수 있었다. 수분함량이 비교적 많은 60℃와 70℃ 사이의 시간별 수분 함량은 크게 차이가 없었다. 그러나 70℃ 물의 분사와 탈수시에 전분질의 내부에서 호화가 일어나는 것으로 사료되어 호화 온도를 측정된 결과 70℃ 균의 호화 개시 온도는 55℃~60℃ 사이였으며, 호화 정점 온도는 65~70℃사이로 조사되어 반습식 쌀가루 제조시 물의 온도는 60℃에서 20분동안 분사하는 것이 적합하다는 결론을 내릴 수 있었다.

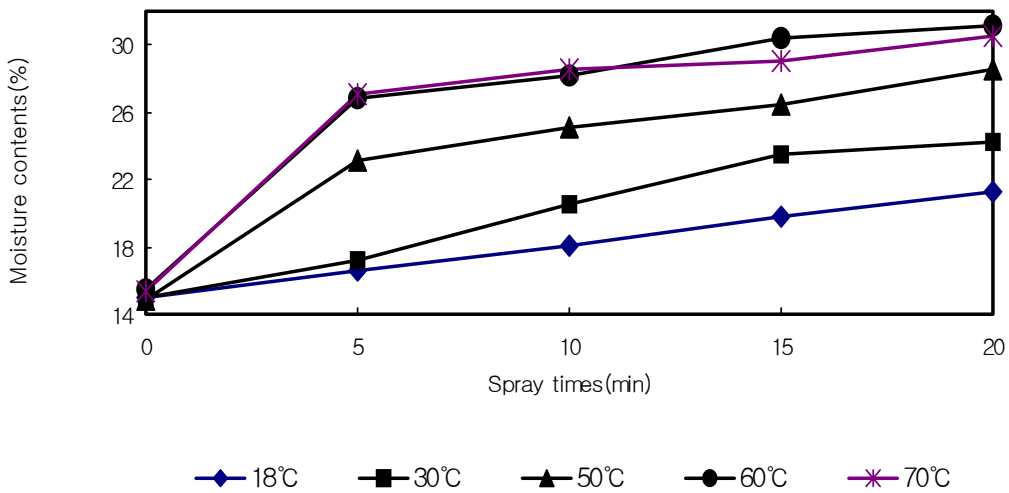


Fig. 8. Moisture contents of rice flours after water spray at different temperatures.

라. 반습식 쌀가루의 입도분포

각각의 물의 온도로 분사한 후 제조한 반습식 쌀가루의 입도분포는 Table 6에 나타내었다. 물의 온도에 따른 분사 시간이 길어질수록 쌀가루의 입도가 커지는 것으로 나타났으며, 이는 수분침투가 제대로 되지 않은 쌀의 분쇄시 발생할 수 있는, 파손된 분말의 함량이 적게 나타났으며 roller mill 분쇄시에 나타나는 입도분포 양상에 상응하는 것으로 나타났다.

Table 6. Particle size distribution of rice flours measured by a sieve shaker on the different water temperatures

Water temperature (°C)	Spray time (min)	Particle size distribution(%)				
		<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
18	5	82.3	3.7	5.2	3.2	5.6
	10	75.2	4.5	6.5	4.1	9.7
	15	86.8	2.5	4.0	2.1	4.6
	20	85.9	2.5	4.4	2.2	5.0
30	5	81.7	4.4	4.9	3.2	5.8
	10	82.8	4.0	5.0	2.7	5.5
	15	88.3	2.8	3.3	1.8	3.8
	20	88.8	2.6	3.0	1.6	4.0
50	5	91.9	1.6	2.5	1.9	2.1
	10	94.1	2.1	2.0	0.4	1.4
	15	91.5	2.6	3.6	0.8	1.5
	20	92.4	3.2	3.1	0.6	0.7
60	5	92.6	2.6	4.0	0.8	0
	10	92.4	3.1	4.0	0.4	0.1
	15	90.6	5.1	4.1	0.2	0
	20	91.0	5.2	3.5	0.3	0
70	5	93.2	2.3	3.2	0.4	0.9
	10	92.1	2.4	3.8	0.3	1.4
	15	93.4	3.2	2.9	0.2	0.3
	20	87.4	5.7	5.9	0.5	0.5



마. 반습식 쌀가루의 전분손상도

Table 7에서 보면 전분손상도는 분사하는 물의 온도가 높아질수록 분사하는 시간이 길어질수록 더 증가하는 것으로 나타났으나, 그 결과가 매우 민감하고 측정시 변수가 많으므로 50℃는 측정하지 못하였다. 그러나 가공적성에 적합하다고 사료되는 물의 온도인 60℃에서 15분, 20분 동안 물을 분사하여 제조한 쌀가루에 있어서는 전분손상도가 저하됨을 확인할 수 있었다.

이상의 실험 결과로 보아 반습식 쌀가루 제조에 있어서 분사하는 물의 온도는 60℃, 분사 시간은 20분으로 하여 수침하는 방법이 침지식 습식 쌀가루의 특성에 가장 근접하는 결과를 나타내었다.

Table 7. Damaged starch of rice flours as affected by different water temperatures

Spray time (min)	Damaged starch(%)			
	18℃	30℃	60℃	70℃
5	12.46	5.66	9.51	9.92
10	11.40	8.86	11.15	8.28
15	10.82	8.28	7.46	10.41
20	9.35	6.64	6.97	10.41

#### 4. 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 특성 비교 실험

반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 특성이 유사하게 나타나는 조건을 찾게 된다면, 습식 쌀가루의 단점을 보완하며 가공적성이 우수한 반습식 쌀가루의 개발이 가능하게 되는 것이다. 그러므로 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 제조 공정에 있어서의 여러 조건들을 적용한 후 특성을 비교하는 종합적인 확인 실험을 하였다.

##### 가. 수분함량

Table 8에서 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 수분함량을 비교해 본 결과 60℃에서 20분 동안 물을 분사한 반습식 쌀가루의 수분함량이 31.5%로, 4시간 침지하여 제조한 습식 쌀가루의 수분함량에 유사하게 도달함을 알 수 있었다. 이때 시료의 수분함량을 30% 이상으로 유지하는 이유는 쌀가루의 가공적성을 최적화 하기 위한 것이었다.

Table 8. Moisture contents of semi-wet rice flours and wet rice flours

Semi-wet rice flours		Wet rice flours	
Spray time (min)	Moisture contents(%)	Soaking time (hr)	Moisture contents(%)
5	26.58	2	31.7
10	27.21	4	32.56
15	30.08	6	32.72
20	31.50	-	-

## 나. 입도분포

Table 9에서 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 입도분포를 보면 80 mesh 이하가 가장 많은 비율을 차지하며 각 mesh 별(<80, 80, 100, 140, 200 mesh) 입도분포 양상이 유사한 것으로 나타났다. 입도분포 양상이 유사하다는 것으로 가공적성에 있어서 우수한 습식제분 쌀가루와 품질 특성이 유사하게 나타날 수 있다고 판단할 수 있다.

Table 9. Particle size distribution of semi-wet rice flours and wet rice flours measured by a sieve shaker

### 9-1. Semi-wet rice flours

Spray time (min)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
5	93.7	1.8	2.7	1.2	0.6
10	93.8	2.2	3.1	0.5	0.4
15	90.7	4.6	4.4	0.3	·
20	93.3	4.6	2.1	·	·

### 9-2. Wet rice flours

Soaking time (hr)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	87.6	7.9	4.1	0.2	0.2
4	89.4	6.0	4.1	0.3	0.2
6	88.6	6.5	4.2	0.5	0.2

#### 다. 전분손상도

전분손상도를 비교해 본 결과를 나타낸 Table 10을 보면 반습식 쌀가루의 전분손상도는 20분 물분사한 군에서 6.97%로 나타났으며, 이는 습식제분한 쌀가루에서 나타난 결과와 유사한 것으로 나타났다. 습식 쌀가루는 침지시간이 길수록 전분손상도가 크게 나타났으나 반습식 쌀가루의 경우는 물분사 시간이 경과할수록 오히려 전분손상도가 낮아지는 경향을 나타내었다.

Table 10. Damaged starch of semi-wet rice flours and wet rice flours

Semi-wet rice flours		Wet rice flours	
Spray time (min)	Damaged starch(%)	Soaking time (hr)	Damaged starch(%)
5	9.51	2	2.71
10	11.15	4	6.40
15	7.46	6	8.00
20	6.97	-	-

## 라. 수분흡수지수와 수분용해지수

반습식 쌀가루와 습식쌀가루의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Table 11에 나타내었다. 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루에서 유사한 결과를 보였으나, 반습식 쌀가루의 경우가 약간 높은 것으로 나타났다. 수분흡수현상은 무정형부분(amorphous region)에서 발생하며 수분흡수량이 증가할수록 전분의 결합력은 약해지는데, 이러한 현상을 Lechert는 전분의 결합위치가 수분에 의해 재배치되는 것이라고 보고<sup>22)</sup>하였으며, Polmeranz는 전분 내부조직의 강도와 관련이 있다고 보고<sup>23)</sup>하였다. 또한 쌀가루가 물을 흡수할 경우 손상전분이 많은 양의 물을 흡수한다는 Multon 등<sup>24)</sup>의 연구와 일치하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 Meuser 등<sup>25)</sup>의 전분입자가 미세다공구조로 변하여 모세관 현상에 의해 흡수력이 증가한다는 주장과 일치함을 알 수 있었다. 수분용해지수(WSI)는 전분손상도가 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었는데, 이는 Meuser 등<sup>25)</sup>의 보고와 일치하였다.

Table 11. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of semi-wet rice flours and wet rice flours

Semi-wet rice flours			Wet rice flours		
Spray time (min)	WAI(g/g)	WSI(%)	Soaking time (hr)	WAI(g/g)	WSI(%)
5	3.07	0.53	2	2.47	0.36
10	3.01	0.51	4	2.37	0.35
15	2.52	0.40	6	2.32	0.32
20	2.68	0.38	-	-	-

마. 색도비교

반습식 쌀가루의 색도와 습식 쌀가루의 색도를 비교한 결과, Table 12를 보면 그 차이는 아주 적었으며, 특히 습식 쌀가루의 경우에 있어서 가공적성이 우수하다고 생각되는 4시간 침지후 제조한 쌀가루와 분사식으로 15분, 20분 물분사 후 제조한 반습식 쌀가루의 결과에서, 습식쌀가루의 경우 밝음을 나타내는 L값이 97.61, 97.44로 반습식 쌀가루에서 나타난 95.95, 95.8 보다 약간 높은 것으로 나타났다.

Table 12. Color values of semi-wet rice flours and wet rice flours

12-1. Semi-wet rice flours

Spray time (min)	Color value*	Semi-wet rice flours(sieved)			
		80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
5	L	95.15	96.11	96.31	95.84
	a	-0.28	-0.24	-0.25	-0.33
	b	3.66	3.03	2.52	2.21
10	L	95.39	96.29	96.17	95.87
	a	-0.29	-0.23	-0.31	-0.30
	b	3.69	2.96	2.57	2.36
15	L	95.95	96.26	96.09	nd.**
	a	-0.18	-0.16	-0.24	nd.
	b	2.79	2.50	2.39	nd.
20	L	95.80	95.40	nd.	nd.
	a	-0.21	-0.23	nd.	nd.
	b	2.76	2.69	nd.	nd.

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

\*\* nd : not detected

12-2. Wet rice flours

Soaking time (hr)	Color value*	Wet rice flours(sieved)			
		80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
2	L	97.89	97.83	96.54	94.27
	a	-0.16	-0.18	-0.25	-0.36
	b	1.76	1.71	1.77	2.09
4	L	97.61	97.82	96.74	95.58
	a	-0.17	-0.17	-0.22	-0.24
	b	1.77	1.62	1.63	1.62
6	L	97.44	97.32	96.51	94.00
	a	-0.17	-0.17	-0.21	-0.28
	b	1.71	1.53	1.49	1.57

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

바. 가래떡 관능검사

반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 가공적성을 비교하기 위하여 가래떡을 제조한 후 관능검사를 실시하였다. Table 13은 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 결과를 나타낸 표이며, Fig. 9와 Fig. 10은 관능검사 결과를 쉽게 설명하는 QDA 그림이다. 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 결과인 Table 13-1(Fig. 9)을 보면 색(color)에 있어서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 경도(hardness), 조직감(texture), 기호도(overall)에 있어서는 20분 물분사 후 제조한 가래떡이 유의적으로 우수하게 나타났으며, 외관(apperance)에 있어서는 예외적으로 5분 물분사하여 제조한 반습식 쌀가루군의 점수가 높게 나타났다. 습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 결과는 Table 13-2(Fig. 10)에 나타내었다. 색(color)과 외관(apperance)에 있어서는 2시간 침지한 습식 쌀가루로 제조한 가래떡이 우수하였으나 경도(hardness), 조직감(exture), 기호도(overall)에 있어서는 4시간 침지한 군의 습식 쌀가루로 제조한 가래떡이 좋은 것으로 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다.

Table 13. Sensory evaluation data of rice cakes made of semi-wet rice flours and wet rice flours

13-1. Rice cakes made of semi-wet rice flours

Spray time (min)	Sensory characteristics				
	Color	Appearance**	Hardness	Texture*	Overall
5	6.25±1.82	7.25±0.75 <sup>a</sup>	5.42±2.02 <sup>b</sup>	5.33±1.92 <sup>b</sup>	6.17±1.90 <sup>ab</sup>
10	5.42±1.57	5.50±1.31 <sup>b</sup>	5.75±1.54 <sup>b</sup>	5.00±1.65 <sup>b</sup>	5.08±1.88 <sup>b</sup>
15	6.17±1.70	5.33±1.61 <sup>b</sup>	6.08±1.00 <sup>ab</sup>	6.00±1.21 <sup>ab</sup>	5.67±1.44 <sup>ab</sup>
20	6.42±1.62	5.08±2.15 <sup>b</sup>	7.08±1.24 <sup>a</sup>	6.83±1.40 <sup>a</sup>	6.67±1.37 <sup>a</sup>

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

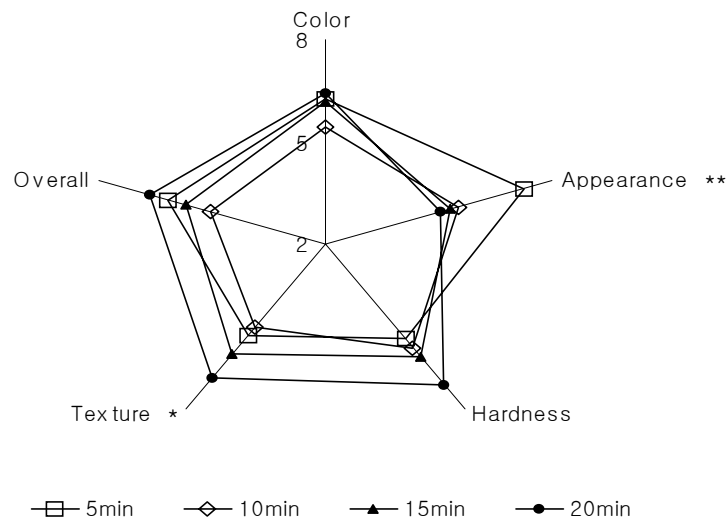


Fig. 9. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes made of semi-wet rice flours.



13-2. Rice cakes made of wet rice flours

Soaking time (hr)	Sensory characteristics				
	Color*	Appearance*	Hardness	Texture	Overall
2	6.83±0.83 <sup>a</sup>	6.83±0.94 <sup>a</sup>	5.75±1.54	5.75±1.71	5.50±1.83
4	5.58±1.24 <sup>b</sup>	5.25±1.54 <sup>b</sup>	6.75±1.22	6.50±1.57	6.42±1.56
6	5.50±1.51 <sup>b</sup>	5.25±1.66 <sup>b</sup>	6.00±0.85	6.17±1.03	6.08±1.00

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

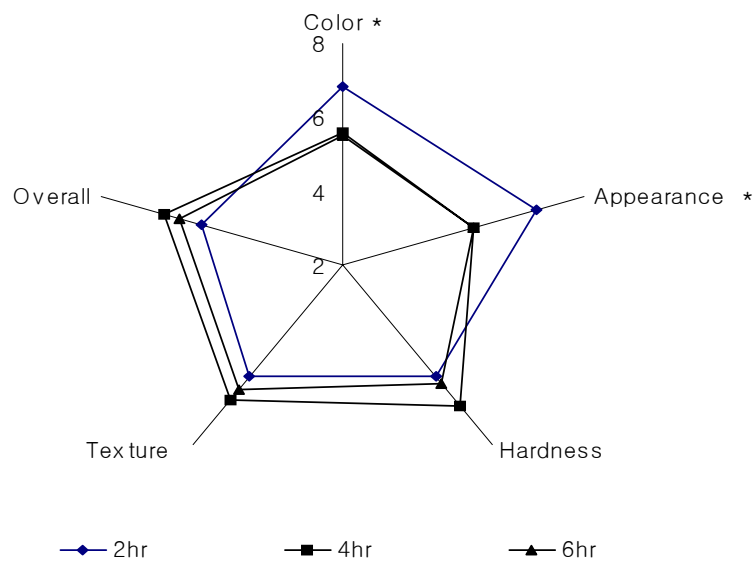


Fig. 10. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes made of wet rice flours.

## 5. 반습식 쌀가루의 건조 실험

가공적성은 우수하나 유통기간이 짧은 습식 쌀가루의 단점을 보완하기 위하여, 반습식 쌀가루를 열풍건조 하였으며, 건조후의 특성 변화를 조사하기 위하여, 건조한 반습식 쌀가루로 가래떡을 제조하여 습식 쌀가루로 제조한 가래떡을 대조군으로 하여 관능 검사를 실시하였으며 그 결과를 QDA 그림으로 제시하였다.

### 가. 반습식 쌀가루의 건조온도에 따른 건조시간

제조한 반습식 쌀가루를 열풍 30, 50, 70℃에서 건조 시키면서 평형수분함량(15±1%)에 도달하는 시간을 측정한 결과, 열풍온도 30℃에서 10시간, 50℃에서 3시간 10분, 70℃에서 2시간10분이 소요되는 것으로 나타났으며, 열풍온도 50℃와 70℃를 비교해 본 결과 온도변화에 따른 건조시간의 차이가 많이 나지 않는 것으로 보아 쌀가루의 건조 온도는 50℃가 적당한 것으로 판단되었다.

### 나. 건조된 반습식 쌀가루의 입도분포

반습식 쌀가루의 건조 후 입도분포를 측정한 결과는 Table 14에 나타내었다. 반습식 쌀가루의 건조 후 입도 분포는 열풍 온도가 높아질수록 80 mesh 이하의 입도 분포가 조금씩 증가하는 것으로 나타났으나, 그 차이가 매우 미세하게 나타났으며 각 온도별 차이가 1% 내외였다.

Table 14. Particle size distribution of rice flours measured by a sieve shaker on the different drying temperatures

Drying temperature (°C)	Particle size distribution(%)				
	<80mesh	80mesh	100mesh	140mesh	200mesh
30	82.82	2.60	4.43	3.23	6.92
50	83.80	3.03	4.23	3.14	5.80
70	84.21	2.74	3.91	3.15	5.99

#### 다. 건조된 반습식 쌀가루의 색도측정

건조된 쌀가루에 있어서 밝음을 나타내는 L 값(lightness)과 a 값(redness)은 입자가 미세할수록 높은 것으로 나타났다. b 값(yellowness)은 입자가 미세할수록 낮은 값으로 나타났으나, 전체적으로 유사한 경향을 나타내었다.

#### 라. 건조된 반습식 쌀가루의 아밀로그래프 특성

아밀로그래프 특성은 Table 15와 같이 호화 개시온도는 비슷하게 나타났으며, 쌀가루의 입자가 미세할수록 호화 개시온도가 낮은 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 최고점도(peak viscosity)는 호화개시 온도와는 달리 50℃ 열풍으로 건조한 쌀가루에서 가장 높은 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

가공중의 안정도를 나타내는 지표인 breakdown(P-H)도 50℃ 열풍으로 건조한 쌀가루에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 노화와 밀접한 관계가 있는 total setback(C-P)은 유사한 결과를 보였으며, setback(C-H)은 일정한 경향을 보이지 않는 것으로 나타났다. 이와같은 결과로 건조된 쌀가루의 입도분포에서 나타난 결과와 같이, 쌀가루의 건조공정이 쌀가루의 아밀로그래프 특성에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

Table 15. Amylograph properties of rice flours by different drying temperatures

Drying temperature (°C)	A <sup>1)</sup> (°C)	Viscosity(B.U.)					
		P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
30	76.1	425	252	505	173	253	80
50	76.3	435	255	505	180	250	70
70	76.3	432	255	505	177	250	73

1) A : Initial pasting temperature, 2) P : Maximum viscosity(peak viscosity)

3) H : Hot paste viscosity, 4) C : Cold viscosity, 5) P-H : Breakdown

6) C-P : Total setback, 7) C-H : Setback

#### 마. 건조된 반습식 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수

건조한 반습식 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Table 16에 나타내었다. 건조 온도별로 살펴보면 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수 (WSI)에서 건조온도에 관계없이 유사한 결과를 나타낸 것으로 보아 쌀가루의 건조는 쌀가루의 입자변화에 큰 영향을 주지않는 것으로 판단할 수 있었다.

Table 16. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of semi-wet rice flours by different air drying temperatures

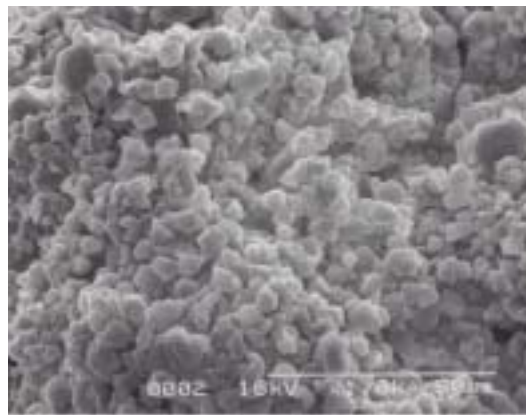
Drying temperature(°C)	WAI(g/g)	WSI(%)
30	2.79	0.29
50	2.73	0.31
70	2.95	0.28

#### 바. 건조된 반습식 쌀가루의 미세구조

건조된 반습식 쌀가루의 미세구조는 Fig. 11에 나타내었으며, 습식 쌀가루를 대조군으로 하여 비교하였다. 70°C 열풍으로 건조한 반습식 쌀가루와 습식 쌀가루의 입자는 유사한 양상으로 나타나는 것을 알 수 있었다. 이것으로 쌀가루의 건조 후의 입자변화는 거의 없는 것으로 확인할 수 있었다. 습식 제분한 쌀가루로 만든 가래떡과 반습식 쌀가루를 50°C, 70°C 의 온도로 열풍건조한 후 제조한 가래떡의 미세입자구조는 Fig. 12에 나타내었다. 습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 경우는 입자가 큰 구조와 작은 구조를 골고루 포함한 것으로 보여지나, 반습식 쌀가루를 건조한 후 제조한 가래떡은 그 입자가 습식 쌀가루보다 조금씩 작아졌음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 건조한 반습식 쌀가루로 떡제조시에는 물의 흡수와 팽윤에 의한 영향으로 전분 입자가 부분적으로 파쇄된 것으로 판단되었다.

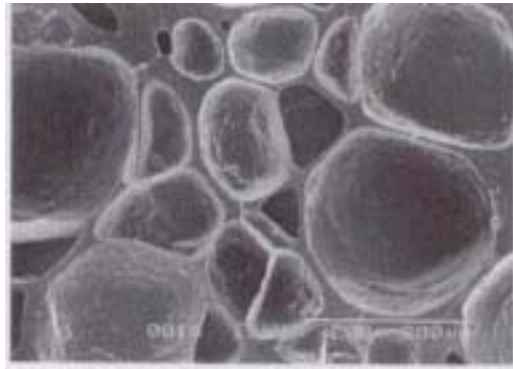


Wet rice flours

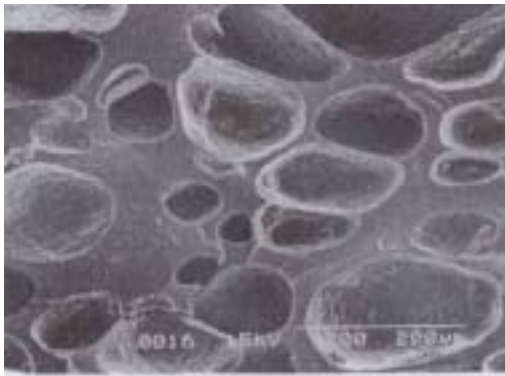


Semi-wet rice flours dried at 70°C

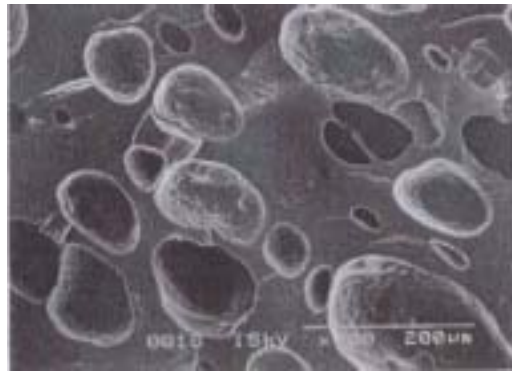
Fig. 11. SEM of wet rice flours and semi-wet rice flours dried at 70°C.



Rice cake(wet rice flour)



Rice cake(dried at 50°C)



Rice cake(dried at 70°C)

Fig. 12. SEM of rice cakes made of semi-wet rice flours dried by an air dryer.

### 사. 건조된 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡 관능검사

각각의 온도에서 열풍건조한 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 결과는 Table 17에 나타내었으며, Fig. 13에는 관능검사 결과를 쉽게 볼 수 있는 QDA 그림으로 제시하였다. 색(color), 외관(appearance), 경도(hardness), 질감(texture), 기호도(overall)에 있어서 30℃에서 열풍건조한 후 제조한 가래떡에서 높은 것으로 나타났으며, 특히 기호도(overall)에서는 70℃에서 열풍건조한 후 제조한 가래떡에서도 높은 것으로 나타났으나 30℃ 열풍 건조한 후 제조한 가래떡 군이 유의적으로 우수한 결과를 나타내었다. 기호도를 제외한 검사항목은 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났으며, 특히 50℃ 열풍건조 후 제조한 가래떡과 70℃ 열풍건조한 후 제조한 가래떡에 있어서는 유사한 양상으로 나타난 것으로 보아 쌀가루의 건조 온도는 쌀가루 제품의 관능적 특성에 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

Table 17. Sensory evaluation data of rice cakes made of semi-wet rice flours dried by different air drying temperatures

Drying temperature (°C)	Sensory characteristics				
	Color	Appearance	Hardness	Texture	Overall*
30	6.42±1.24	6.92±0.90	6.08±1.62	6.50±1.73	6.92±1.31 <sup>a</sup>
50	5.92±1.68	5.67±1.92	5.75±1.36	5.50±1.62	5.42±1.78 <sup>b</sup>
70	6.25±1.54	5.92±2.02	5.92±1.62	5.92±1.38	6.25±1.29 <sup>ab</sup>

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

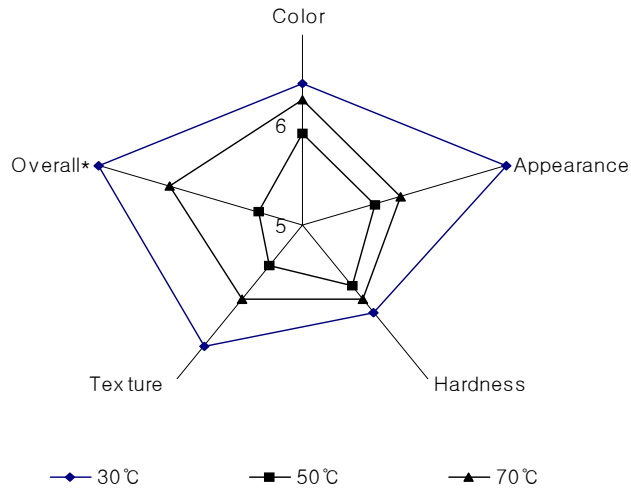


Fig. 13. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes made of semi-wet rice flours dried by an air dryer.

## 6. 반습식 쌀가루의 저장실험

반습식 쌀가루의 유통기간 증대를 위해 건조한 후 저장하는 실험을 하였으며, 0, 1, 2 개월을 주기로 특성을 조사하였다. 저장기간의 종료 후 가래떡을 제조하여 관능검사를 실시하였으며, 대조군으로는 습식 쌀가루로 제조한 가래떡 군으로 하여 그결과를 QDA 그림으로도 제시하였다. 반습식 쌀가루의 저장 조건은 포장지와 저장온도에 따라 다음과 같이 실험하였다. 폴리에틸렌(polyethylene, PE) 포장지로 15°C에서 저장, 나이론(nylon, NY)+폴리에틸렌(polyethylene, PE)+종이(pulp) 포장지로 15°C에서 저장, 폴리에틸렌 포장지로 30°C에서 저장, 나이론+폴리에틸렌+종이 포장지로 30°C에서 저장하였다.



가. 반습식 쌀가루의 저장 후 색도측정

포장지와 저장 온도를 달리한 반습식 쌀가루의 저장 실험에 있어서 저장기간 동안의 색도 변화를 Table 18에 나타내었다. 저장 기간(0, 1, 2개월) 동안 밝은 정도를 나타내는 L 값(lightness)의 변화는 거의 없는 것으로 나타났으며, a 값(redness)은 미세하게 낮아지는 경향을 보였고, b 값(yellowness)은 미세하게 높아지는 경향을 보였다. 이는 저장기간 중 시료의 갈변화 현상이 미세하게 일어난 것으로 판단되며, 전체적으로 볼 때 유의적인 상관관계는 없는 것으로 나타났다. 포장지의 종류에 따른 L, a, b 값도 유의적인 변화가 없는 것으로 나타났다. 색도색차에 있어서 각각의 저장 온도와 사용 포장지에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 저장 기간동안 반습식 쌀가루의 색도는 변화하지 않는 것으로 판단되었다.

Table 18. Color values of rice flours stored for 0, 1 and 2 months

18-1. After 0 month storage

Sample	Color value*		
	L	a	b
Wet rice flour	97.10	-0.31	2.73
Semi-wet rice flour	96.45	-0.36	3.62

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

18-2. After 1 month storage

Sample	Color value*		
	L	a	b
A	96.41	-0.38	3.67
B	96.93	-0.32	3.31
C	96.79	-0.35	3.60
D	97.09	-0.34	3.51

A : PE, 15℃ B : NY+PE+Pulp, 15℃ C : PE, 30℃ D : NY+PE+Pulp, 30℃

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

18-3. After 2 month storage

Sample	Color value*		
	L	a	b
A	96.21	-0.37	3.49
B	96.55	-0.34	3.62
C	96.23	-0.35	3.85
D	96.65	-0.33	3.67

A : PE, 15℃ B : NY+PE+Pulp, 15℃ C : PE, 30℃ D : NY+PE+Pulp, 30℃

\* L : lightness, a : redness, b : yellowness

나. 반습식 쌀가루의 저장 후 수분흡수지수, 수분용해지수

건조한 반습식 쌀가루를 온도와 포장지를 달리하여 저장한 후 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)를 측정하여 Table 19에 나타내었다. 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 각 저장기간별로 유사한 경향을 보였으며, 포장지의 차이에 의한 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 19. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of rice flours stored for 0, 1 and 2 months

19-1. After 0 month storage

Sample	WAI(g/g)	WSI(%)
Wet rice flours	2.26	0.24
Semi-wet rice flours	2.82	0.29

19-2. After 1 month storage

Sample	WAI(g/g)	WSI(%)
A	2.83	0.35
B	2.84	0.35
C	2.85	0.32
D	2.85	0.33

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

19-3. After 2 month storage

Sample	WAI(g/g)	WSI(%)
A	2.67	0.25
B	2.67	0.24
C	2.65	0.28
D	2.66	0.29

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

다. 반습식 쌀가루의 저장 후 아밀로그래프 특성

건조된 반습식 쌀가루의 포장지의 종류와 저장 온도에 따른 아밀로그래프 특성은 Table 20에 나타내었다. 호화개시온도(A)는 저장 시간이 길어질수록 높아지는 것으로 보아 전분입자의 차이에서 오는 전분입자의 팽윤이 저장기간이 길어질수록 증가함을 알 수 있었고, 포장지의 종류별로 보면 나이론+폴리에틸렌+종이( NY+PE+pulp) 포장지로 15°C에서 저장하는 것이 변화의 폭이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 폴리에틸렌(PE) 포장지로 15°C에서 저장하는 것이 가장 큰 변화를 보이는 것으로 나타났다.

최고점도(peak viscosity, P)는 호화개시온도와는 다른 양상으로 폴리에틸렌 포장지로 15℃, 나이론+폴리에틸렌+종이(NY+PE+pulp) 포장지로 15℃에서 저장한 군보다 폴리에틸렌 포장지로 30℃, 나이론+폴리에틸렌+종이(NY+PE+pulp) 포장지로 30℃에서 저장한 군이 더 높은 것으로 나타났다.

가공중의 안정도를 나타내는 지표인 breakdown(P-H)은 저장기간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 노화와 관련이 있는 total setback(C-P)은 저장기간이 길어질수록 그 값이 낮아지는 경향을 보였으나, 포장지와 저장 온도에 따른 미세한 변화가 있었다. 폴리에틸렌(PE) 포장지로 15℃, 나이론+폴리에틸렌+종이(NY+PE+pulp) 포장지로 15℃에서 저장한 군은 폴리에틸렌 포장지로 30℃, 나이론+폴리에틸렌+종이(NY+PE+pulp) 포장지로 30℃에서 저장한 군보다 낮은 변화를 보였다. Setback(C-H)은 저장기간과 포장지에 따른 일정한 양상을 보이지 않는 것으로 나타났다.

Table 20. Amylograph properties of various rice flours stored for 0, 1 and 2 months

20-1. After 0 month storage

Sample	A <sup>1)</sup> (°C)	Viscosity(B.U.)					
		P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
Wet rice flours	69.5	550	272	548	278	276	-2
Semi-wet rice flours	78	433	233	482	200	249	49

1) A : Initial pasting temperature, 2) P : Maximum viscosity(peak viscosity)

3) H : Hot paste viscosity, 4) C : Cold viscosity, 5) P-H : Breakdown

6) C-P : Total setback, 7) C-H : Setback

20-2. After 1 month storage

Sample	A <sup>1)</sup> (°C)	Viscosity(B.U.)					
		P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
A	79	440	225	448	215	223	8
B	77.9	462	234	461	228	227	-1
C	78.5	497	257	501	240	244	4
D	78.3	503	255	500	248	245	-3

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

1) A : Initial pasting temperature, 2) P : Maximum viscosity(peak viscosity)

3) H : Hot paste viscosity, 4) C : Cold viscosity, 5) P-H : Breakdown

6) C-P : Total setback, 7) C-H : Setback

20-3. After 2 month storage

Sample	A <sup>1)</sup> (°C)	Viscosity(BU)					
		P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
A	83.2	379	225	445	154	220	66
B	80.4	430	241	477	189	236	47
C	81.7	419	240	480	179	240	61
D	81.9	448	258	515	190	257	67

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

1) A : Initial pasting temperature, 2) P : Maximum viscosity(peak viscosity)

3) H : Hot paste viscosity, 4) C : Cold viscosity, 5) P-H : Breakdown

6) C-P : Total setback, 7) C-H : Setback

## 라. 반습식 쌀가루의 저장 후 관능검사

반습식 쌀가루를 각각의 포장지와 온도의 조건에서 저장한 후 가래떡을 제조하여, 습식쌀가루로 제조한 가래떡을 대조군으로 하여 관능검사를 실시하였다. Table 21(21-1, 21-2, 21-3)에는 관능검사 결과를 나타내었으며, Fig. 14, 15, 16에는 관능검사 결과를 비교하기 쉽도록 QDA 그림으로 나타내었다. Table 21-1(Fig. 14)에서 보면 쌀가루를 저장하기 전, 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡과 습식 쌀가루로 제조한 가래떡에 있어서 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 평가가 더 우수한 것으로 나타났다. Table 21-2(Fig. 15)는 각각의 조건에서 1개월 보관한 후 가래떡을 제조하여 관능검사를 실시한 결과로, 습식 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능특성과 비교해 보면 15℃에서 저장한 A 군과 B 군이 더 높은 결과를 나타내었으며, 30℃에서 저장한 C 군과 D 군은 습식 쌀가루로 제조한 가래떡보다 유의적으로 낮은 평가결과를 나타내었다. Table 21-3(Fig. 16)은 각각의 저장조건에서 2개월 저장한 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡 군과 습식 쌀가루로 제조한 가래떡군의 관능검사 결과로, 15℃에서 저장한 A 군과 B 군이 습식 쌀가루로 제조한 가래떡군과 비교해서는 유의적으로 낮은 결과를 보였으나, 30℃에서 저장한 D 군과는 큰 차이 없이 유사한 경향으로 나타났으며, 30℃에서 저장한 C 군에 있어서는 유의적으로 낮은 관능검사 결과가 나타났다. 이상의 결과로 보아 건조한 반습식 쌀가루를 15℃에서 저장한 경우에는 1개월 저장까지는 습식쌀가루와 비교해서 품질의 저하가 많이 나타나는 것으로 사료되며, 2개월 이상 저장할 경우에 있어서나, 30℃에서 보관할 경우에 있어서는 포장지의 종류에 따른 변화가 있는 것으로 보아, 적정 저장조건을 설정하기 위한 포장지 선정 연구가 더 필요한 것으로 판단되었다.

Table 21. Sensory evaluation data of rice cakes made of semi-wet rice flours stored for 0, 1 and 2 months

21-1. After 0 month storage

Sample	Sensory characteristics				
	Taste	Appearance	Hardness	Texture	Overall
Wet rice flours	5.83±0.83	5.50±1.73	5.58±1.93	5.58±1.78	5.75±1.48
Semi-wet rice flours	6.00±1.41	6.00±1.13	5.75±1.22	6.08±1.44	6.00±1.76

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

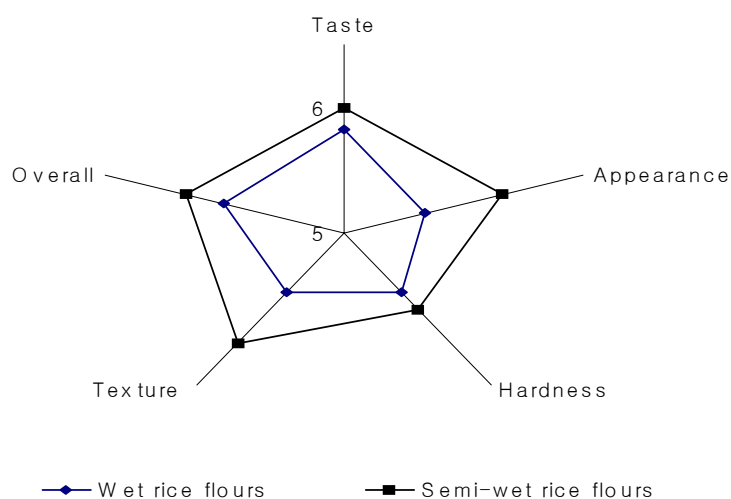


Fig. 14. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes after a period of 0 month storage.

21-2. After 1 month storage

Sample	Sensory characteristics				
	Taste***	Appearance*	Hardness***	Texture***	Overall***
Wet rice flours	4.53±1.19 <sup>bc</sup>	5.20±1.66 <sup>ab</sup>	3.53±1.19 <sup>c</sup>	3.80±1.61 <sup>c</sup>	4.00±1.31 <sup>b</sup>
A	5.40±1.30 <sup>ab</sup>	6.13±1.60 <sup>a</sup>	5.43±1.16 <sup>b</sup>	6.30±0.92 <sup>ab</sup>	5.97±1.49 <sup>a</sup>
B	6.27±1.16 <sup>a</sup>	6.13±1.60 <sup>a</sup>	5.37±1.63 <sup>b</sup>	6.00±1.56 <sup>b</sup>	5.97±1.49 <sup>a</sup>
C	4.27±1.44 <sup>c</sup>	5.00±1.85 <sup>ab</sup>	3.00±1.31 <sup>c</sup>	3.67±1.63 <sup>c</sup>	3.27±1.22 <sup>b</sup>
D	5.77±1.29 <sup>a</sup>	4.13±1.88 <sup>b</sup>	6.73±1.24 <sup>a</sup>	7.13±0.99 <sup>a</sup>	5.53±2.00 <sup>a</sup>

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the p<0.05, p<0.01, p<0.001, respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

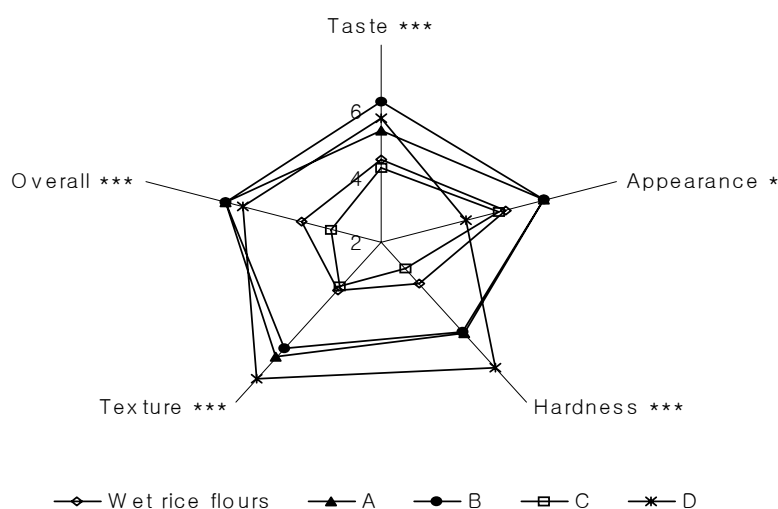


Fig. 15. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes after a period of 1 month storage.



21-3. After 2 month storage

Sample	Sensory characteristics				
	Taste	Appearance	Hardness***	Texture***	Overall**
Wet rice flours	6.25±1.06 <sup>a</sup>	4.75±1.91	6.75±1.22 <sup>a</sup>	6.92±1.51 <sup>a</sup>	6.33±1.15 <sup>a</sup>
A	5.75±1.29 <sup>ab</sup>	5.50±2.28	4.17±1.19 <sup>b</sup>	5.00±0.74 <sup>bc</sup>	5.17±1.34 <sup>ab</sup>
B	5.58±1.68 <sup>ab</sup>	5.75±1.82	4.29±1.39 <sup>b</sup>	5.67±1.44 <sup>b</sup>	5.67±1.78 <sup>ab</sup>
C	4.75±1.76 <sup>b</sup>	4.88±1.31	2.92±1.08 <sup>c</sup>	4.25±1.36 <sup>c</sup>	3.83±1.53 <sup>c</sup>
D	5.58±1.31 <sup>ab</sup>	5.92±1.24	4.13±1.71 <sup>b</sup>	5.33±1.37 <sup>bc</sup>	5.00±1.28 <sup>bc</sup>

A : PE, 15°C B : NY+PE+Pulp, 15°C C : PE, 30°C D : NY+PE+Pulp, 30°C

\*,\*\*,\*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively abcd Same alphabets in a column are not significantly different

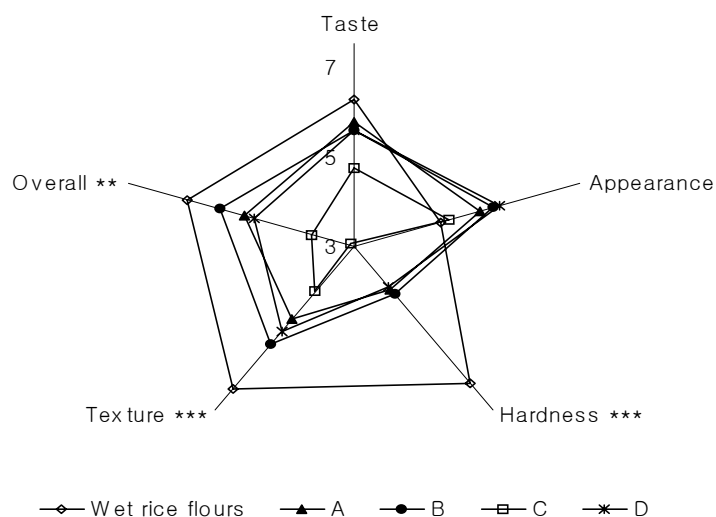


Fig. 16. Quantitative description analysis(QDA) of rice cakes after a period of 2 month storage.

## 7.반습식 적정 제분장치

### 가. 원료 분사장치(침지 효과)

Fig. 17. structure of semi-wet rice flour apparatus.

이 장치의 conveyer belt의 1회 진행 속도는 8초이며, 처리할 수 있는 쌀의 양은 4.5kg이고, 사용되는 분당 물의 량은 41 l/min으로 분당 5.4kg이 분사 된다. spray 상하이동 횟수는 분당 13번, conveyer belt에 깔리는 쌀의 두께는 1.3cm였다.

## 나. 제분장치

제분장치는 두 드럼의 맞물림으로 압착하여 분쇄하는 방법인 roller mill(3Hp, 2.2K, 1735rpm)을 사용하여 80메시 정도로 분쇄하면 된다.

## 다. 건조장치

건조장치는 열풍건조장치(air circulation dry oven)를 이용하여 70℃에서 3시간 10분 이면 상온 유통이 가능한 수분 함량 15%에 도달한다.

## 라. 포장방법

포장은 나이론(NY) + 폴리에틸렌(PE) + 종이(pulp)에 포장하면 된다.

## 제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

○ 반습식제분의 핵심기술인 제분기 및 건조기는 국내에서 제작 가능한 것 중 적합한 기기를 선정하였으며, 습식제분의 우수한 특성을 지닌 쌀가루를 제조할 수 있는 기술을 개발하였다. 특히, 습식 제분과정에서는 일반적으로 쌀에 물을 넘치도록 하여 계절에 따라 3시간에서 10시간 침지 하므로 이에 소요되는 물량이 과다하게 사용되고 있으며 수용성 전분이 용출되어 환경오염에 매우 크게 영향을 주고 있어 분사식 침지 방식을 도입, 침지 폐수를 최소화하는 반습식 제분 설비 시스템을 개발 하였다.

○ 반습식 쌀가루는 전분손상도가 15%(건식제분은 28%) 내외이므로 떡 가공적성뿐 아니라 범용적으로 사용이 가능하다고 보며, 수분함량이 15%이므로 상온에서 유통이 가능하여 쌀 가공산업에 크게 기여할 것으로 본다.

○아울러 MMA물량에 의하여 수입되는 가공용 쌀의 불법 유통을 막을 수 있는 방법으로도 채택할 수 있다고 본다.

## 제5장 연구개발 결과의 활용계획

○반습식 제분 쌀가루의 상온 유통으로 재래식 떡 가공의 편의성을 제고하고, 고품질화가 가능하도록 관련업체에 기술을 전수하여 활용토록 한다.

## 제6장 참고 문헌

- 1) 농림수산부. 농림수산주요통계(1991)
- 2) 한국식품개발연구원, 쌀이용연구센터. 쌀가공소비 촉진을 위한 산학연 협의회 자료(1992)
- 3) Juliano, B.O. Physicochemical properties of rice. pp. 175-205 In: *Rice Chemistry and Technology*. Juliano, B.O. (Ed.), Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, USA(1985)
- 4) Kohlwey, D.E. The quest for the whole grain in the rice milling, *Cereal Foods World*. 37: 633-652(1992)
- 5) 박용곤, 석호문, 남영중, 신동화. 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 20: 504-510(1988)
- 6) Jones, C.R. The productuon of mechanically damaged starch in milling as a governing factor in diastaic activity of flour. *Cereal Chem.* 15: 133-152 (1940)
- 7) Williams, P.C. Nature of mechanically damaged starch, its production in flour. part I Northwestern Miller. 276: 8-17(1969)
- 8) Evers, A.D. and Stevens, D.J. Starch damage. In: *Cereal Science and Technology*. (Pomeranz, Y. Ed) Am. Assoc. of Cereal Chem., St. Paul, USA, 7: 321-334 (1986)
- 9) Dodds, N.J.H. Damaged starch determination in wheat flours in relation to dough water absorption. *Starch*. 23: 23-37(1971)

- 10) Mendes, F.P., Brilhante, S., Suzuki, H., Tada, M. and Webb, B.D. Cooperative test on amylograph of milled rice flour pasting viscosity and starch gelatinization temperature. *Starch*. 37: 40-58(1985)
- 11) Bean, M.M., Elliston-Hoops, E.A. and Wishita, K.D. Rice flour treatment for cake baking applications. *Cereal Chem.* 60: 445-462(1983)
- 12) Bean, M.M. Rice flour - its functional variations. *Cereal Food World*. 31: 477-491(1986)
- 13) Nishita, K.D. and Bean, M.M. Grinding methods - Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem.* 59: 46-60(1982).
- 14) Arisaka, M., Nakamura, K. and Yoshii, Y. Properties of rice flour prepared by different milling methods. *Denpun Kagaku*. 39: 155-169(1992)
- 15) Hoshikawa, K. Studies on the development of endosperm in rice. *Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji*, 37: 207-220(1968)
- 16) A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists., Washington, D.C., USA(1990)
- 17) Anderson, R.A. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 59: 265-271(1982)
- 18) Bhattacharya, K.R. and Sowbhagya, C.M. Pasting behavior of rice. A new method of viscography. *J. Food Sci.* 44: 797-800(1979)
- 19) A.A.C.C.: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed. The Association, St. Paul, MN, USA(1983)
- 20) 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사(1998)

- 21) Suzuki, H. Amylography and alkali viscography of rice. International Rice Research Institute(Grain Quality Symposium), 261-282(1979)
- 22) Lechert, H. : Possibilities and limits of pulsed NMR spectroscopy for the investigation of the problems of starch research and starch technology. *Starch*. 28: 369-382(1976)
- 23) Polmeranz, Y. Carbohydrate, Starch in Functional properties of food components (Food Sci. and Tech., a series of monographs. (Schweigart, B.S., Hawthorn, J. and Stewart, G.F. Eds.) Academic Press Inc., New York, USA(1985)
- 24) Multon, J.L., Bizot, H. and Savet, B. Water absorption in cereal foods and water activity measurement in Cereals for Food and Beverages. Academic Press Inc., New York, USA, 97-111(1980)
- 25) Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.K. : Characterization of mechanically modified starch. *Starch*. 30: 376-390(1978)
- 26) 赤尾 剛, 安口 正之, 林 弘通. 固體粉體處理 3. 食品工學基礎講座. 株式會社光琳, 東京, 日本, 47-56(1983)
- 27) 한국식품개발연구원, 쌀이용연구센터 : 쌀가루 제조기술에 관한 연구 보고서(1995)
- 28) 한미영 : 쌀 제분방법을 달리한 압출성형 흰떡의 이화학적 특성. 중앙대학교 석사학위논문(1997)
- 29) 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25(5): 541-545(1993)
- 30) 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25(5): 546-551(1993)

- 31) 금준석, 이현유 : 품종 및 입자크기가 쌀가루의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 31(6): 1542-1548(1999)
- 32) 금준석, 이상효, 이현유, 한 역 : 출수시일과 조효소 처리 조건에 따른 쌀가루의 특성. 한국식품과학회지, 10(2): 142-145(1994)
- 33) 금준석, 이현유, 신명곤, 이상효, 김길환 : 드럼건조에 의한 쌀가루의 특성. 한국농화학회지, 37(3): 154-160(1994)
- 34) 이창호, 한 역, 금준석, 백경혁, 유병규 : 알파미분 첨가에 따른 흰떡의 이화학적 특성변화. 한국식생활문화학회지, 10(2): 101-106(1995)



## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

