

건식, 습식 및 반습식 쌀가루에 의한 쌀빵의 특성 비교

이명희 · 이영택*

경원대학교 생명공학부

Bread-making Properties of Rice Flours Produced by Dry, Wet and Semi-wet Milling

Myung-Hee Lee and Young-Tack Lee*

Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Gyeonggi 461-701, Korea

Abstract

Rice flours produced by dry, wet, and semi-wet milling methods were used to investigate bread-making properties. Wet milled rice flours were produced by two different steeping temperatures of 25°C and 55°C, and semi-wet milled flour was produced by milling rice pre-treated with spray washing. Bread-making properties of composite flour containing 70% rice flour and 30% wheat flour with the addition of vital wheat gluten were tested. Among rice flours, wet milled rice flour showed increased mixing time and dough stability determined by a mixograph. Wet milled rice flours produced higher loaf volume compared with dry or semi-wet milled rice flours. Wet-milled rice flour steeped at 55°C appeared to produce good rice breads with relatively high loaf volume. Crumb hardness of bread prepared with wet milled rice flour was lower than the other breads and increased slowly during 3-day storage at 25°C.

Key words: rice flour, rice bread, milling method, bread-making properties

서 론

식생활이 서구화, 편의화됨에 따라 우리나라 1인당 쌀의 소비량은 두드러지게 감소하고 있다. 쌀은 소비량의 90% 이상이 밥으로 소비되고 있으며, 쌀 가공식품으로 이용되고 있는 쌀은 총 쌀 생산량의 3~4% 수준으로 그 중 쌀 가공산업의 70% 이상이 떡·면류와 주류를 제조하는데 편중되어 있다. 최근 bakery제품에 대한 선호도가 높아지고 소비가 증가하고 있는 추세를 고려하면 소비자의 기호성을 충족할 수 있는 쌀 bakery제품의 개발이 쌀 가공식품의 소비확대를 위해 필요시되고 있다. 빵은 주로 밀가루를 사용하여 제조하고 있지만 일부 빵, 케이크, 쿠키 등 bakery제품에 쌀가루가 혼합되어 사용되고 있으며, 한편으로 밀빵에 알려지지 않는 사람들을 위한 대체수단으로써 쌀빵의 연구가 시도되어 왔다(1,2). 쌀가루의 제빵성은 쌀의 종류, amylose와 amylopectin의 비율, 입자의 크기, 호화특성 등 물리화학적 특성, 제분방법 또는 제분기의 종류 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는 것으로 보고되었다(3-6).

쌀빵의 제조와 관련해서 가장 큰 문제점은 쌀가루에 글루텐(gluten) 단백질이 없다는 것이며 글루텐은 빵의 구조를 형성하는 중요한 단백질이기 때문에 글루텐 없는 쌀빵의 제

조는 기술적인 어려움이 따른다(7). 밀빵의 경우 밀가루에 물을 첨가하여 반죽을 할 때 불용성의 단백질이 수화하여 글루텐 망상구조를 형성하고 그 안에 전분, 효모 그리고 다른 반죽 재료가 들어가게 되며, 밀가루 반죽내의 글루텐 구조형성은 효모가 형성한 CO₂가스를 보유할 뿐만 아니라 발효과정 중에 적절히 신장함으로써 팽창할 수 있는 기능을 가지고 있다. 밀가루의 이러한 기능을 보완하기 위하여 쌀빵 제조 시 활성글루텐(vital gluten), 계면활성제, gum질 등 글루텐을 대체할 수 있는 재료의 사용이 연구되어 왔다(2,6,8)

쌀가루의 제조방법에는 기본적으로 건식과 습식제분이 있다. 건식제분은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있으나 손상전분의 양을 많게 하는 반면, 습식제분은 수침과정에 의한 작용으로 인해 쌀가루의 성질이 건식제분과 다르며(9,10), 떡이나 과자류 등의 전통 쌀가공식품의 제조 시 적합한 방법으로 이용되고 있다. 습식제분시에 쌀의 수침처리는 보통 실온에서 이루어지지만 쌀을 호화온도 이전까지 상승시킨 높은 온도에서 수침처리하여 쌀 전분의 가공성에 변화를 유도시킬 수 있으며(11), 또한 수분침투방식에 있어서 수침처리 대신에 살수식 방법(spraying)에 의해 처리한 후 제분한 반습식 쌀가루의 제조에 대하여 연구된 바 있다(12). 본 연구에서는 건식, 습식 또는 반습식으로 제분방법을

*Corresponding author. E-mail: ytle@kyungwon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5565. Fax: 82-31-750-5273

달리하여 쌀가루를 제조한 후 이들 쌀가루가 쌀빵의 제조시에 빵의 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쌀가루는 2004년산 동진 1호 백미를 제분하여 사용하였다. 밀가루는 대한제분의 제빵용 밀가루(강력분 1급품)를 사용하였으며, 활성 글루텐, 소금, 설탕, 쇼트닝, 탈지분유, 효모는 시판품을 구입하여 사용하였다.

쌀가루의 제조

건식제분 쌀가루는 백미를 Air Classifying Mill(ACM, 대가파우더시스템)에 의해 제분하여 제조하였다. 습식제분 쌀가루의 제조를 위해 백미를 25°C 또는 55°C 온도의 물에 3시간동안 침지한 후 수화된 백미를 체반에 건져 60분간 탈수하였다. 이를 roll mill(경창기계, 경기도 광주)에 2번 통과시킨 다음(1번째 통과 간극: 0.475 mm, 2번째 통과 간극: 0.106 mm) 열풍건조기를 사용하여 건조하여 습식제분 쌀가루를 제조하였다. 반습식 쌀가루의 제조는 무세미 제조장치(라이스텍, 경기도 안성)를 이용하여 백미에 상온의 알칼리 이온수를 2초간 분사하면서 살수처리한 후 즉시 10초간 원심탈수(1,700 rpm)한 다음 Air Classifying Mill(ACM, 대가파우더시스템)을 사용하여 제분하여 제조하였다. 쌀가루의 수분함량은 건식 쌀가루가 9.5%였고, 25°C와 55°C 수침처리한 습식 쌀가루가 각각 9.8% 및 11.9%였으며 반습식 쌀가루가 10.7%였다.

쌀가루의 이화학적 특성 분석

쌀가루의 수분함량은 AACC방법 44-15A(13)에 의해 분석하였으며 수분흡수지수(WAI)와 수분용해도지수(WSI)는 Anderson의 방법(14)에 의해 측정하였다. 쌀가루의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 *L*, *a*, *b*값을 측정하였다. 쌀가루의 입자크기는 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였다.

Mixograph 측정

쌀가루와 밀가루를 7:3의 비율로 혼합한 복합분에 활성 글루텐을 15% 첨가하였으며 가수율을 72%로 조절하여 반죽의 물성을 AACC방법 54-40A(13)에 따라 10-g Mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정하였다.

쌀빵의 제조

쌀가루와 밀가루를 7:3의 비율로 혼합한 복합분을 사용하여 AACC방법 10-10A(13)의 직접반죽법(straight dough method)에 준하여 쌀빵을 제조하였다. 쌀빵의 제조에 사용된 재료의 배합비율은 Table 1과 같다. 재료를 Pin mixer(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 5분간

Table 1. Baking formula for rice bread based on flour basis

Ingredients	Flour basis (%)
Rice flour	70.0
Wheat flour	30.0
Wheat vital gluten	15.0
Salt	2.0
Sugar	6.0
Shortening	3.0
NFDM ¹⁾	3.0
Yeast	2.0
Water	78.0

¹⁾Non-fat dry milk.

반죽한 후 온도 30°C, 상대습도 85%에서 55분간 발효시켰으며 punching 후 25분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 반죽을 분할하고 rounding하여 10분간 resting한 다음 11/32 inch와 7/32 inch 간격에서 sheeting하고 molding, panning한 후 38분간 proofing하였다. Proofing 후 218°C로 예열한 Oven(National Mfg. Co., USA)에서 20분간 굽기를 하였다.

쌀빵의 특성

쌀빵은 baking 후 1시간동안 방냉시킨 다음 무게(g)를 측정하였고 부피(cc)를 종자치환법으로 측정하였으며 이로부터 비체적(cc/g)을 구하였다. 쌀빵의 색도는 겉껍질(top crust)과 빵을 절단한 내부(crumb)의 색을 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 측정하였다.

쌀빵의 경도측정

쌀빵의 경도는 Texture Analyzer(TA-XT 2, Stable Micro Systems Co., USA)를 사용하여 측정하였다. 빵을 20 mm 두께로 절단한 후 지퍼백에 넣어 밀봉한 다음 25°C에서 3일간 저장하면서 경도의 변화를 측정하였으며, 이때 지름 40 mm의 알루미늄 probe를 사용하여 0.5 mm/sec의 속도로 10 mm까지 압축하여 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 통계 package를 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성

본 실험에서 제분방법을 달리하여 제조한 건식, 습식 및 반습식 쌀가루에 대하여 수분함량, 수분흡수지수(WAI), 수분용해도지수(WSI) 및 입자크기를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 제분방법별 쌀가루의 수분함량은 9.52~11.89%의 범위로 약간의 차이를 보였으며 습식이나 살수처리한 후 탈수하여 제분한 반습식 쌀가루의 수분함량이 건식제분 쌀가루에 비해 높았다. 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)는 습식제분한 쌀가루에서 높았으며 25°C 수침온도에 비해 55°C에서 수침한 쌀가루에서 수분흡수지수가 보다 높게 나타났다. 한

Table 2. Physicochemical properties of rice flours prepared by different milling methods¹⁾

		Dry milling	Semi-wet milling	Wet milling	
				25°C steeping	55°C steeping
Moisture (%)		9.52±0.09 ^d	10.70±0.13 ^b	9.81±0.10 ^c	11.89±0.08 ^a
WAI (g/g)		2.03±0.04 ^d	2.07±0.02 ^{cd}	2.17±0.03 ^b	2.27±0.01 ^a
WSI (%)		1.57±0.02 ^a	1.32±0.08 ^b	0.63±0.02 ^c	0.51±0.10 ^c
Color	<i>L</i>	96.56±0.34 ^c	97.48±0.16 ^b	99.38±0.03 ^a	99.28±0.07 ^a
	<i>a</i>	0.05±0.06 ^a	-0.02±0.08 ^a	-0.25±0.08 ^b	-0.26±0.00 ^b
	<i>b</i>	3.70±0.03 ^a	3.61±0.07 ^b	2.76±0.02 ^d	2.96±0.05 ^c
Mean particle size (µm)		45.69±1.36 ^a	47.17±0.67 ^a	41.72±0.23 ^b	43.46±0.28 ^b

¹⁾Values are means of three replications±standard deviation. Means with the same alphabet in each row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

편 수분용해도지수(WSI)의 경우에는 건식제분 쌀가루에서 가장 높았으며 반습식제분, 습식제분 쌀가루 순으로 낮은 수치를 주었다. 이는 습식제분에 의해 제조된 쌀가루가 건식제분에 의한 쌀가루에 비해 상당히 낮은 수분용해도지수를 주었다는 보고(15)와 유사하게 분석되었다. 입도분석기를 사용하여 쌀가루의 입자크기를 분석한 결과에서 쌀가루의 평균 입자크기는 건식제분에 비해 습식제분 쌀가루에서 약간 낮게 분석되었으며, 25°C 수침에 비해 55°C에서 가온 수침하여 분쇄한 쌀가루에서 입자크기가 커서 수침온도가 습식제분 쌀가루의 입자크기에 영향을 주는 것으로 나타났다.

제분방법에 따른 쌀가루의 색도를 측정된 결과 쌀가루의 명도를 나타내는 *L*값은 25°C와 55°C에서 수침후 제분한 쌀가루에서 가장 높았으며 살수처리한 후 제조한 반습식 쌀가루 또한 건식제분 방법에 의한 쌀가루에 비해 높았다. 이는 수침 또는 살수처리한 쌀이 원료쌀 표면의 세척효과로 인해 건식 쌀가루에 비해 색상이 밝아진다는 결과(16,17)와 유사하였다. 쌀가루의 *a*값은 건식제분 쌀가루가 적색도인 (+)값을 보인 반면 습식과 반습식 제분한 쌀가루는 녹색도인 (-)값을 주었으며 습식제분에서 녹색도가 가장 높게 나타났다. 쌀가루의 황색도를 나타내는 *b*값은 건식제분 쌀가루에서 가장 높은 반면에 습식제분한 쌀가루에서 가장 낮은 수치를 보여주었다.

반죽의 mixograph 특성

제분방법별 건식, 습식 및 반습식 쌀가루에 밀가루를 7:3의 비율로 혼합한 복합분을 구성하고 활성 글루텐을 15% 첨가한 다음 72%의 동일한 수분흡수율을 적용하여 mixograph로 반죽의 물성을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 peak time에서 건식 및 반습식 쌀가루는 4.0분이었으며 습식 쌀가루는 4.1~4.2분으로 약간 증가하여 습식제분 쌀가루의 반죽을 최적으로 발달시키는 시간이 길어짐을 알 수 있었다. 반죽의 peak height에서는 건식 쌀가루가 5.9 cm로 가장 높았고 반습식 쌀가루는 5.7 cm였으며 25°C와 55°C 수침처리한 습식 쌀가루는 각각 5.3 cm, 4.7 cm로 감소하였다. 이는 쌀가루의 반죽물성에 있어서 습식제분한 쌀가루가 건식쌀가루에 비해 반죽의 강도와 수분흡수율이 다소 낮기 때문인 것으로 판단되었다. Mixogram의 상승커브와 하강커

Table 3. Mixograph characteristics of rice flours produced by different milling methods¹⁾

Milling method	Peak time (min)	Peak height (cm)	Angle ²⁾ (degree)
Dry	4.0±0.7 ^a	5.9±0.3 ^a	137.3±3.8 ^b
Semi-wet	4.0±0.4 ^a	5.7±0.1 ^a	136.7±2.5 ^b
Wet			
25°C steeping	4.2±0.5 ^a	5.3±0.1 ^b	140.7±2.5 ^{ab}
55°C steeping	4.1±0.6 ^a	4.7±0.4 ^c	144.7±5.0 ^a

¹⁾Values are means of three replications±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

²⁾Angles between ascending and descending portions of curve at peak.

브 사이의 angle은 습식제분한 쌀가루가 건식 또는 반습식 쌀가루에 비해 높은 수치를 보여 반죽의 안정성에 있어 보다 향상됨을 알 수 있었다. 전반적으로 습식제분한 쌀가루가 반죽시간과 안정성이 증가하여 제빵시 반죽의 물성에 보다 긍정적인 역할을 할 것으로 생각되었다.

제분방법에 따른 쌀가루의 제빵 특성

제분방법별 쌀가루와 밀가루를 7:3의 비율로 혼합한 복합분에 부족한 글루텐을 보충하기 위하여 활성 글루텐을 첨가하여 제조한 쌀빵의 특성을 조사한 결과는 Table 4 및 Fig. 1에 나타나 있다. 쌀빵 반죽의 수분흡수율과 반죽시간은 예비실험에 의해 쌀가루의 종류와는 관계없이 각각 78%와 5

Table 4. Baking properties of breads containing rice flours produced by different milling methods¹⁾

Milling method	Loaf volume (cc)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume (cc/g)
Dry	525.7±5.1 ^d	182.18±1.3 ^a	2.89±0.05 ^d
Semi-wet	613.7±6.5 ^c	180.26±0.1 ^b	3.40±0.03 ^c
Wet			
25°C steeping	675.0±11.5 ^b	178.0±0.6 ^c	3.79±0.07 ^b
55°C steeping	719.3±19.7 ^a	176.5±0.5 ^d	4.08±0.12 ^a

¹⁾Values are means of three replications±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

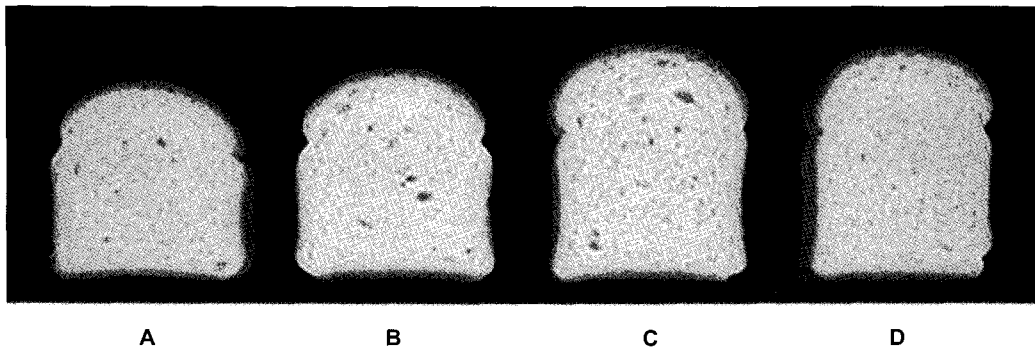


Fig. 1. Internal appearance of breads baked from rice flours produced by different milling methods. A, Dry milling; B, Semi-wet milling; C, Wet milling (25°C steeping); D, Wet milling (55°C steeping).

분으로 결정하였다. 쌀빵의 체적은 건식, 반습식, 25°C 및 55°C 습식제분 쌀가루에서 각각 526 cc, 614 cc, 675 cc, 719 cc로 측정됨에 따라 비체적이 각각 2.9 cc/g, 3.4 cc/g, 3.8 cc/g, 4.1 cc/g로 나타났다. 습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵이 건식제분과 반습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵에 비해 체적이 높았을 뿐만 아니라 수침온도에 있어서는 55°C의 가온 수침처리가 25°C 수침한 쌀가루에 비해 쌀빵의 체적이 향상됨을 보여주었다. 습식제분 쌀가루는 건식제분 쌀가루에 비해 수분흡수력, 반죽의 물성, 호화특성 등 쌀가루의 기능성에 차이를 보이며(18), 이는 쌀빵의 제조시 반죽의 가스보유력과 빵의 체적에 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 한편 건식으로 제조한 쌀빵의 성형성이 습식제분의 경우보다 대체로 좋은 경향이며 비체적도 증가한다는 상반된 결과가 보고(19)된 바 있으나 이는 본 실험과는 쌀빵의 원료 및 제조방법에 다소 차이가 있기 때문으로 생각되었다. 쌀은 호화온도 이전까지 상승된 온도에서 충분한 수분에 일정시간 수침할 때 전분의 annealing 현상을 유발시키며 쌀전분내에 결정성 영역의 결합력을 변화시키는 것으로 알려져 있다(20). 55°C에서 가온수침한 후 습식제분한 쌀가루는 전분입자의 이화학적 및 호화특성에 변화를 초래하여 쌀빵제조 시 반죽의 가스보유력을 향상시키고 궁극적으로 빵의 체적을 증가시킬 수 있는 것으로 생각되었다.

제분방법별 쌀가루로 제조한 빵의 겉껍질과 내부의 색을 측정한 결과는 Table 5에 나타나 있다. 쌀빵 내부색의 L값은 건식제분 쌀가루로 제조한 빵이 가장 높았으며 반습식제분 쌀가루, 습식제분 쌀가루의 순으로 약간 감소함을 보여주었

다. 쌀빵 내부색의 a값과 b값 또한 건식제분과 반습식제분 쌀가루로 제조한 빵에 비해 습식제분 쌀가루로 제조한 빵에서 낮게 나타나 건식제분에 비해 습식제분 쌀빵 내부색의 녹색도는 약간 높아진 반면 황색도는 다소 감소하는 경향을 보여주었다. 쌀빵 겉껍질의 색도를 측정한 결과 L값은 반습식제분 쌀가루로 제조한 빵이 다소 낮아 어두웠으며 a값과 b값은 쌀가루 종류별 처리구간에 크게 차이를 보이지 않았다.

쌀빵의 저장중 경도변화

제분방법별 쌀가루로 제조한 쌀빵의 저장 중 경도변화는 Fig. 2에 나타나 있다. 쌀빵을 제조한 직후에 측정한 초기경도는 쌀가루의 종류에 따라 차이를 나타내었으며 습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵에서 가장 낮게 나타났다. 쌀빵의 경도에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 빵의 수분함량, 부피, crumb 기공의 발달정도 등을 들 수 있는데 건식 쌀가루로 제조한 빵의 부피가 가장 작을 뿐만 아니라 빵 내부의 기공크기가 조밀하여 경도가 높은 것으로 생각되었다. 쌀빵의 체적이 클수록 기공의 크기가 크고 폭신하여 경도가 낮게 나타나는 경향을 주었다. 쌀빵의 저장 중 경도는 저장 3일째까지 모든 실험군에서 증가하였으며 쌀가루의 종류에 따라 그 차이를 확인할 수 있었는데 특히 건식제분 쌀가루로 제조한 빵의 경우에 경도가 가장 큰 폭으로 증가하였다. 쌀전분은 밀전분에 비해 노화가 빨라서 쌀빵이 저장중에 밀빵보다 경도의 증가가 보다 큰 것으로 보고된 바 있다(21). 한편 습식제분 쌀가루로 제조한 빵은 건식과 반습식 제분에 의한 빵보다 경도의 증가폭이 낮았으며, 특히 55°C에서 수침한 쌀가루로

Table 5. Color of breads containing rice flours produced by different milling methods¹⁾

Milling method	Crumb color			Crust color		
	L	a	b	L	a	b
Dry	76.48±0.92 ^a	-0.97±0.07 ^a	14.20±0.48 ^a	44.04±1.85 ^a	17.43±0.41 ^a	25.40±1.96 ^a
Semi-wet	74.68±1.29 ^{ab}	-1.45±0.09 ^b	13.60±0.52 ^b	41.03±2.72 ^b	15.97±0.76 ^b	22.21±2.68 ^b
Wet						
25°C steeping	73.93±2.27 ^b	-1.48±0.10 ^{bc}	12.54±0.28 ^c	43.84±2.20 ^a	16.41±0.47 ^b	24.96±1.99 ^a
55°C steeping	73.23±1.44 ^b	-1.56±0.08 ^c	11.39±0.48 ^d	45.55±2.86 ^a	16.26±0.55 ^b	25.95±2.36 ^a

¹⁾Values are means of three replications±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

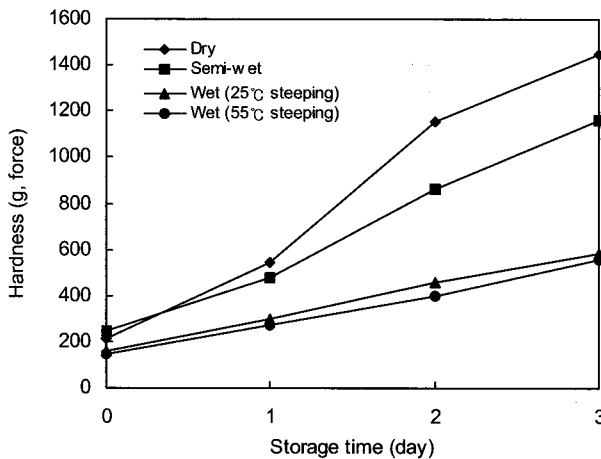


Fig. 2. Changes in crumb hardness of breads baked from rice flours produced by different milling methods.

제조한 빵에서 가장 낮은 경도 증가율을 나타내었다. 본 실험에서 쌀의 가온 수침처리는 쌀가루의 결정성 부분의 분자 구조에서 변화를 초래하여 쌀빵의 제조 시 전분의 호화 및 노화특성에 다소 영향을 미치는 것으로 생각되었다.

요 약

제분방법을 달리하여 제조한 건식, 습식 및 반습식 쌀가루를 사용하여 제조한 쌀빵의 품질특성을 비교하였다. 습식제분 쌀가루의 제조 시 쌀의 수침온도를 25°C와 55°C로 하였으며 반습식 처리로서 쌀을 살수처리한 후 제분하였다. 쌀가루에 밀가루를 7:3의 비율로 혼합한 복합분에 활성 글루텐을 첨가한 후 mixograph로 반죽의 특성을 측정하고 습식제분한 쌀가루에서 반죽시간과 안정성이 증가함을 보여주었다. 습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵이 건식제분과 반습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵에 비해 빵의 체적이 증가했으며, 특히 수침온도에 있어 55°C의 가온 수침처리가 쌀전분에 변화를 초래하여 상온에서 수침한 쌀가루에 비해 쌀빵의 체적을 향상시켰다. 쌀빵의 저장중 경도의 변화에서 습식제분 쌀가루로 제조한 빵이 가장 낮은 증가폭을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과에 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Bean MM, Nishita K. 1985. Rice flour for baking. In *Rice*

Chemistry and Technology. Juliano BO, ed. AACC, St. Paul, MN, USA. p 539.

2. Nishita KD, Roberts RL, Bean MM. 1976. Development of yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem* 53: 626-635.

3. Nishita KD, Bean MM. 1979. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem* 56: 185-189.

4. Bean MM. 1986. Rice flour—its functional variations. *Cereal Foods World* 31: 477-481.

5. Nishita KD, Bean MM. 1981. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59: 46-49.

6. Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997. Effects of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 29: 700-704.

7. Kulp K, Hepburn FN, Lehmann TA. 1974. Preparation of bread without gluten. *Baker's Digest* 48: 34-37.

8. McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ, Arendt EK. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chem* 82: 609-615.

9. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.

10. Choi EJ, Kim HS. 1997. Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 17-24.

11. Kim SS, Kang KA, Choi SY, Lee YT. 2005. Effect of elevated steeping temperature on properties of wet-milled rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 414-419.

12. Lee HY. 2002. A study on the development of semi-wet rice flours. Korea Food Research Institute Report.

13. AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. 10th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.

14. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-271.

15. Kim SS, Kim YJ. 1995. Effect of moisture content of paddy on properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 27: 690-696.

16. Kim MH, Park MW, Park YK, Jang MS. 1993. Physico-chemical properties of rice flours as influenced by soaking time of rice. *Korean J Soc Food Sci* 9: 210-214.

17. Choi SY, Lee SH, Lee YT. 2005. Properties of rice flours prepared from milled and broken rice produced by pre-washing process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1098-1102.

18. Shin MS, Kim JO, Lee MK. 2001. Effect of soaking time of rice and particle size of rice flours on the properties of nonwaxy rice flours soaking at room temperature. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 309-315.

19. Kang MY, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between dry and wet milling process. *Korean J Food Sci Technol* 32: 75-81.

20. Jacobs H, Eerlingen RC, Clauwaert W, Delcour JA. 1995. Influence of annealing on the pasting properties of starches from varying botanical sources. *Cereal Chem* 72: 480-487.

21. Gujral HS, Haros M, Rosell CM. 2003. Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread. *Cereal Chem* 80: 750-754.

(2006년 5월 18일 접수; 2006년 7월 25일 채택)