J Korean Soc Food Sci Nutr
36(7), 915~920(2007)

분무수세한 쌀로 제분한 쌀가루의 저장중 특성 변화

최소연 · 이영택†
경원대학교 식품생물공학과

Properties of Rice Flour Milled from Spray-Washed Rice During Storage

So-Yeon Choi and Young-Tack Lee†
Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

Rice flour milled from spray-washed rice was stored at 5°C, 20°C, and 35°C for 4 months and changes in flour properties during the storage were investigated. Moisture content of rice flour tended to decrease during the storage, and the reduction in the moisture content was higher at higher storage temperature. Compared to dry-milled rice flour, lightness of the rice flour milled from spray-washed rice was slightly higher and tended to increase slightly during the storage. Rapid Visco-Aanlyzer (RVA) peak viscosity of rice flour milled from spray-washed rice was higher throughout the storage period, compared to dry-milled rice flour. The RVA peak viscosity was lower in the order of rice flour stored at 5°C, 20°C, and 35°C. Little changes in setback viscosity were observed in rice flour stored at 5°C and 20°C, while an increase in the setback viscosity was found in rice flour stored at 35°C. Total bacteria count was consistently lower in the rice flour milled from spray-washed rice, suggesting that spray-washing prior to milling could lower microbial growth of rice flour during storage.

Key words: rice flour, spray-washed rice, storage, properties

서 론

우리나라 국민의 식품 소비가 다양화되고 서구화됨에 따라 동물성 식품의 섭취량은 증가하는 반면 국민 1인당 쌀 소비량은 지속적으로 감소하고 있는 추세이다. 쌀의 소비를 확대하기 위해서는 쌀을 밥의 형태로만이 아닌 가공식품의 원료로써 다양하게 사용하여야 할 필요가 있으며 이를 위해서는 우선적으로 다양한 쌀가루의 제조가 선행되어야 한다. 쌀가루를 만들기 위해 사용되는 제분기의 종류 및 제분방법은 쌀가루의 기능성에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다(1-3).

쌀가루는 쌀을 물에 침지하는 과정을 거친 후 분쇄하는 습식제분 방법이나 쌀을 그대로 분쇄하는 건식제분 방법에 의해 제조되고 있다. 건식제분은 습식제분에 비해 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있어 상업적으로 많이 이용되는데 건식제분에 의한 쌀가루는 쌀 전분의 물리적 손상도가 높아 떡류나 과자류 등의 전통 쌀 가공식품에 바람직하지 못한 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(4). 습식제분의 경우에는 수침에 따른 과정에서 쌀곡립 성분과 수분과의 상호작용에 따라 쌀가루의 입자크기, 손상전분, 호화양상 등 쌀가루의 성질이 건식제분과 다른 것으로 보고되었다(3,5). 한편 습식제분한 쌀가루는 수침으로 인한 폐수처리 문제, 건조비용, 미생물 오염에 따른 유통의 개선 등의 문제점이 있으며, 이를 개선하기 위하여 수분침투방법에 있어서 침지식 방법(soaking) 대신에 분사식 방법(spraying)에 의한 반습식 제분의 방법이 이용되고 있다(6).

쌀은 수분함량이 낮아 일반적으로 미생물에 의한 안전성이 높은 것으로 인식되어 있지만, 국산 쌀은 10^5~10^6 CFU/g의 오염정도를 보여주고 있으며, 열에 저항성을 가지는 포자를 형성하는 *Bacillus cereus* group 균들도 일부 검출되어(7-9) 쌀 원료의 저장, 가공, 유통 단계에서 품질 저하를 일으키는 요인으로 작용할 수 있다. 최근에 밥을 짓기 위해서 쌀을 씻어야하는 번거로움을 덜어 편의성을 증대시킨 무세미가 생산되고 있으며 이는 쌀을 분무수세 처리함에 의해 별도의 수세과정 없이도 쉽게 밥을 지을 수 있도록 하였다(10). 분무수세 처리한 무세미는 쌀 표면미생물의 세척으로 인해 미생물의 오염정도가 감소하는 효과가 있는 것으로 분석된 바 있다(11).

쌀가루는 저장 중에 저장조건이 이화학적 특성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 저장 중의 온도 및 습도에 따라 쌀가루의 수분함량, 산도, pH의 변화가 일어날 수 있으며, 또한, 색도 및 풍미 등의 변화에 의해 쌀가루의 품질에 영향

†Corresponding author. E-mail: ytlee@kyungwon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5565, Fax: 82-31-750-5273

을 주는 것으로 보고되었다(12,13). 쌀가루의 저장조건은 호화 특성에도 영향을 주어 저장온도의 증가에 따라 최고점도가 증가하며, 최종점도의 증가에 따라 setback의 증가 현상이 일어나는 것으로 보고된 바 있다(14-16). 본 실험에서는 쌀을 분무수세한 후 제분하여 제조한 쌀가루의 저장 중에 발생하는 특성의 변화를 건식제분한 쌀가루와 비교하여 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 쌀은 2004년산 동진 1호 백미로 우강농협(충남 당진)으로부터 제공받아 사용하였다.

분무수세한 쌀가루의 제조

분무수세한 쌀가루는 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. 한편 대조구로서 백미를 Air Classifying Mill(ACM, 대가파우더시스템)에 의해 건식제분하여 건식 쌀가루를 제조하였다.

쌀가루의 저장

분무수세 및 건식제분한 쌀가루를 1 kg 단위로 지퍼백에 2중 포장한 다음 5, 20, 35℃ 항온기에서 4개월간 저장하면서 1개월 간격으로 분석하였다.

쌀가루의 이화학적 특성

저장중 쌀가루의 수분함량은 AACC 방법 44-15A(17)에 의해 분석하였다. 쌀가루의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b값으로 표시하였다. 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해도지수(WSI)는 Anderson의 방법(18)에 의해 측정하였다.

쌀가루의 호화 특성

저장중 쌀가루의 호화 양상은 신속점도측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Sci., Australia)로 점도변화를 측정하였다. 즉, 쌀가루 3.5 g(14% basis)을 증류수에 분산시켜 25 mL로 조제한 시료를 RVA cup에 넣고 50℃에서 1분간 유지한 후 분당 12.16℃ 속도로 95℃까지 증가시켰으며 95℃에서 2.5분간 유지시킨 후 다시 11.84℃의 속도로 50℃로 냉각시켜 측정하였다. 이로부터 호화개시온도, 최고점도, 95℃에서 2.5분 후의 점도, 50℃로 냉각 후의 최종점도를 측정하였다.

쌀가루의 총균수 분석

저장중 쌀가루 시료 25 g을 멸균 bag에 넣은 후 9배 volume(w/v)의 멸균수를 넣어 stomaching하여 적당한 농도로 희석한 후 PCA(Plate count agar)를 사용하여 총균수를 분석하였다.

통계분석

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

결과 및 고찰

분무수세 쌀가루의 저장중 수분함량

쌀을 분무수세한 후 제분한 쌀가루와 건식제분한 쌀가루를 5℃, 20℃, 35℃에서 4개월간 저장하면서 수분함량의 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 쌀가루의 초기 수분함량은 살수처리에 의해 세척 후 탈수한 쌀로 제조한 분무수세 쌀가루의 수분함량이 건식제분 쌀가루에 비해 다소 높았다. 전반적으로 쌀가루의 수분함량은 저장기간 중에 감소하는 경향을 보여주었으며 저장온도가 5℃에서 35℃로 높아짐에 따라 수분의 감소 정도가 큰 것으로 나타났다. 이는 쌀가루를 6개월 동안 저장한 결과 높은 온도에서 저장한 쌀가루에서 가장 큰 수분 감소를 나타냈다는 Zia 등(19)의 결과와 유사하였다.

분무수세 쌀가루의 저장중 색의 변화

분무수세한 쌀가루의 저장중 색의 변화를 건식제분 쌀가루와 함께 측정한 결과는 Table 2와 같다. 건식제분 쌀가루의 L값은 저장 2개월까지 약간 증가하여 색이 약간 밝아졌으나 저장 4개월에는 다시 약간 감소하는 경향을 보였다. 건식

Table 1. Changes in moisture content (%) of rice flour during storage at different temperatures[1)]

Rice flour	Storage temp. (℃)	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Dry-milled	5	9.80±0.08^{a}	8.86±0.37^{b}	9.16±0.11^{b}	10.07±0.13^{a}	9.20±0.00^{b}
	20	9.80±0.08^{a}	8.66±0.38^{b}	8.81±0.11^{b}	9.90±0.05^{a}	9.42±0.25^{b}
	35	9.80±0.08^{a}	8.07±0.02^{c}	8.15±0.18^{bc}	8.35±0.13^{b}	8.21±0.16^{bc}
Milled after spray-washing	5	10.27±0.10^{b}	9.09±0.05^{d}	9.59±0.05^{c}	10.58±0.03^{a}	9.68±0.10^{c}
	20	10.27±0.10^{a}	8.84±0.10^{c}	9.24±0.01^{b}	10.46±0.05^{a}	9.42±0.28^{b}
	35	10.27±0.10^{a}	8.72±0.19^{b}	8.60±0.04^{b}	8.81±0.16^{b}	8.36±0.03^{c}

[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.

Table 2. Changes in color of rice flour during storage at different temperatures[1)]

Storage temp. (°C)		Dry-milled			Milled after spray-washing		
		0	2 month	4 month	0	2 month	4 month
5	L	97.07±0.06^{b}	97.52±0.11^{a}	97.55±0.20^{a}	97.44±0.09^{b}	97.57±0.05^{b}	98.51±0.04^{a}
	a	-0.07±0.03^{a}	-0.13±0.06^{ab}	-0.18±0.03^{b}	-0.01±0.03^{a}	-0.11±0.03^{b}	-0.24±0.03^{c}
	b	3.75±0.05^{a}	3.46±0.01^{b}	3.53±0.03^{b}	3.58±0.03^{a}	3.34±0.02^{b}	3.31±0.02^{b}
20	L	97.07±0.06^{b}	97.96±0.06^{a}	97.87±0.05^{a}	97.44±0.09^{c}	97.73±0.00^{b}	98.53±0.11^{a}
	a	-0.07±0.03^{a}	-0.16±0.03^{a}	-0.13±0.13^{a}	-0.01±0.03^{a}	-0.18±0.06^{b}	-0.17±0.03^{b}
	b	3.75±0.05^{a}	3.68±0.00^{a}	3.54±0.07^{b}	3.58±0.03^{a}	3.50±0.02^{b}	3.41±0.01^{c}
35	L	97.07±0.06^{c}	98.05±0.02^{a}	97.77±0.05^{b}	97.44±0.09^{b}	97.68±0.02^{ab}	98.05±0.28^{a}
	a	-0.07±0.03^{a}	-0.15±0.03^{b}	-0.15±0.03^{b}	-0.01±0.03^{a}	-0.14±0.00^{b}	-0.28±0.03^{c}
	b	3.75±0.05^{b}	3.87±0.03^{a}	3.93±0.03^{a}	3.58±0.03^{b}	3.56±0.05^{b}	3.78±0.03^{a}

[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.

Table 3. Changes in WAI (g/g) of rice flour during storage at different temperatures[1)]

Rice flour	Storage temp. (°C)	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Dry-milled	5	2.00±0.04^{b}	2.11±0.04^{a}	2.15±0.03^{a}	2.20±0.08^{a}	2.16±0.04^{a}
	20	2.00±0.04^{d}	2.15±0.10^{c}	2.13±0.03^{c}	2.35±0.01^{a}	2.25±0.02^{b}
	35	2.00±0.04^{d}	2.24±0.01^{c}	2.36±0.00^{b}	2.54±0.05^{a}	2.40±0.03^{b}
Milled after spray-washing	5	1.99±0.03^{b}	2.05±0.01^{b}	2.18±0.06^{a}	2.19±0.02^{a}	2.19±0.03^{a}
	20	1.99±0.03^{d}	2.22±0.05^{c}	2.28±0.03^{bc}	2.44±0.04^{a}	2.31±0.04^{b}
	35	1.99±0.03^{d}	2.29±0.03^{c}	2.43±0.01^{b}	2.53±0.03^{a}	2.50±0.03^{a}

[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.

제분 쌀가루의 a값은 (-)수치로 녹색도를 보여주었는데 저장중에 쌀가루의 녹색도가 증가하는 경향이었다. 건식제분 쌀가루의 b값은 (+)수치로 황색도를 나타내었으며 5°C와 20°C에서는 4개월간의 저장중 황색도가 감소하는 경향이었으나 35°C에서는 저장이 진행됨에 따라 황색도가 증가함을 보여주었다.

분무수세한 쌀가루의 경우에도 저장중에 쌀가루의 L값이 약간 증가하였으며 건식제분 쌀가루와 비교할 때 L값이 높아 쌀가루의 색이 보다 밝은 경향으로 나타났다. 분무수세한 쌀가루의 a값 역시 (-)값으로 녹색도를 띄었으며 건식제분 쌀가루와 마찬가지로 저장중에 녹색도가 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 분무수세 쌀가루가 건식제분에 비해 낮았으며 5°C와 20°C 저장중에는 감소하였으나 35°C에서는 건식제분 쌀가루와 유사하게 저장말기에 다시 약간 증가하였다. 분무수세 쌀가루는 쌀표면의 세척 효과에 의해 저장초기 뿐만 아니라 저장중에도 건식제분 쌀가루에 비해 쌀가루의 색상이 밝고 황색도가 낮은 것으로 판단되었다.

분무수세 쌀가루의 저장중 수분흡수지수 및 수분용해도지수

분무수세 쌀가루와 건식제분 쌀가루의 저장중 수분흡수지수(WAI)를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 쌀가루의 수분흡수지수는 모든 쌀가루에서 저장 3개월까지 점차적으로 증가하였으며 저장 4개월에는 다시 감소하는 추세를 보였다. 쌀가루의 저장온도가 높을수록 저장 3개월까지 수분흡수지수의 증가 폭이 크게 나타났다. 분무수세 쌀가루와 건식제분 쌀가루의 초기 수분흡수지수에는 차이가 없었으나 저장이 진행됨에 따라 분무수세 쌀가루의 수분흡수지수가 전반적으로 약간 높은 것으로 나타났다. 그러나 Lee 등(20)은 쌀의 저장기간이 길어질수록 쌀가루의 수분흡수지수가 감소한다고 하였으며 이는 수분함량이 감소함에 따라 단백질과 지방성분들이 증가하여 물과의 결합력을 방해(21)하는 것으로 고찰하였으며 본 실험에서도 저장 4개월부터 수분흡수지수가 감소하는 이유가 수분함량의 감소에 일부 기인하기 때문으로 생각되었다. 쌀가루의 저장중 수분용해도지수(WSI)의 변화를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 쌀가루는 저장초기보다 저장중에 수분용해도지수가 다소 높은 수치를 나타내었다. 분무수세 쌀가루의 수분용해도지수는 건식제분 쌀가루에 비해 저장초기와 저장중에도 낮은 것으로 분석되었다.

분무수세 쌀가루의 저장중 호화양상

건식제분과 분무수세 쌀가루의 저장중 신속점도측정계(RVA) 호화양상을 측정한 결과는 Table 5 및 6과 같다. 건식제분 쌀가루의 RVA 호화개시온도는 저장초기의 60°C에서 저장 1개월후 63~64°C로 증가한 후 저장이 진행됨에 따라 다시 60~62°C로 감소하는 경향이었다. 건식제분 쌀가루의 RVA 최고점도는 초기에 325 RVU에서 5°C 저장시에 가장 낮았으며 저장온도가 20°C, 35°C로 높아짐에 따라 증가하여

Table 4. Changes in WSI (%) of rice flour during storage at different temperatures[1)]

Rice flour	Storage temp. (°C)	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Dry-milled	5	1.46±0.12^{a}	1.76±0.21^{a}	1.51±0.10^{a}	1.46±0.87^{a}	1.72±0.06^{a}
	20	1.46±0.12^{a}	1.59±0.18^{a}	1.48±0.11^{a}	1.48±0.11^{a}	1.51±0.06^{a}
	35	1.46±0.12^{b}	1.49±0.04^{b}	1.44±0.04^{b}	1.57±0.02^{a}	1.73±0.18^{a}
Milled after spray-washing	5	1.20±0.12^{b}	1.35±0.02^{ab}	1.29±0.02^{ab}	1.32±0.11^{ab}	1.41±0.06^{a}
	20	1.20±0.12^{b}	1.49±0.06^{a}	1.37±0.09^{ab}	1.45±0.13^{a}	1.44±0.00^{a}
	35	1.20±0.12^{b}	1.23±0.08^{b}	1.26±0.02^{b}	1.58±0.14^{a}	1.55±0.13^{ab}

[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.

Table 5. Changes in RVA pasting properties of dry-milled rice flour during storage at different temperatures[1)]

Storage temp. (°C)	Storage period (month)	Onset temp (°C)	Viscosity (RVU)[2)]				
			Peak	Trough	Break-down	Final	Setback
5	0	60.0±0.2^{b}	324.6±0.7^{a}	107.7±1.8^{a}	216.9±1.5^{a}	207.3±2.2^{a}	99.6±0.5^{a}
	1	63.6±1.0^{a}	303.4±2.9^{b}	104.9±0.8^{ab}	198.5±2.9^{c}	200.7±0.5^{a}	95.8±1.2^{c}
	2	60.0±0.2^{b}	307.0±1.8^{b}	107.1±4.0^{a}	199.8±3.4^{c}	203.8±4.6^{a}	96.7±0.8^{bc}
	3	60.3±0.2^{b}	323.9±1.2^{a}	108.3±0.7^{a}	215.6±0.5^{a}	207.6±1.7^{a}	99.3±1.2^{ab}
	4	60.1±0.1^{b}	308.8±4.6^{b}	100.5±1.5^{b}	208.3±3.1^{b}	200.5±2.1^{a}	100.0±1.5^{a}
20	0	60.0±0.2^{b}	324.6±0.7^{bc}	107.7±1.8^{ab}	216.9±1.5^{c}	207.3±2.2^{b}	99.6±0.5^{c}
	1	64.0±1.2^{a}	327.6±3.0^{b}	106.9±0.1^{ab}	220.8±3.0^{c}	211.0±1.3^{b}	104.2±1.3^{b}
	2	59.7±0.3^{b}	321.6±2.6^{c}	104.3±2.7^{bc}	217.3±0.6^{c}	210.7±2.1^{b}	106.4±0.6^{b}
	3	59.7±0.6^{b}	351.5±2.4^{a}	111.1±0.7^{a}	240.4±1.8^{a}	222.3±0.5^{a}	111.2±0.2^{a}
	4	60.4±0.5^{b}	328.3±2.3^{b}	100.3±4.1^{c}	228.0±4.9^{b}	209.5±3.0^{b}	109.2±1.6^{a}
35	0	60.0±0.2^{b}	324.6±0.7^{d}	107.7±1.8^{d}	216.9±1.5^{c}	207.3±2.2^{d}	99.6±0.5^{e}
	1	64.9±2.3^{a}	366.3±7.4^{c}	114.8±4.3^{c}	251.5±4.1^{b}	233.5±4.7^{c}	118.7±0.7^{d}
	2	60.4±0.2^{b}	379.2±2.3^{b}	119.6±1.9^{bc}	259.6±4.1^{b}	243.6±2.7^{b}	124.0±1.2^{c}
	3	62.9±2.6^{a}	419.8±5.6^{a}	125.6±4.3^{ab}	294.2±8.3^{a}	255.2±2.8^{a}	129.5±1.6^{b}
	4	59.8±0.4^{b}	418.6±4.5^{a}	126.2±0.9^{a}	292.4±5.1^{a}	260.5±1.4^{a}	134.3±1.4^{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)]Trough: minimum viscosity after peak, Breakdown: peak viscosity minus trough viscosity, Setback: final viscosity minus trough viscosity.

Table 6. Changes in RVA pasting properties of rice flour milled from spray-washed rice during storage at different temperatures[1)]

Storage temp. (°C)	Storage period (month)	Onset temp (°C)	Viscosity (RVU)[2)]				
			Peak	Trough	Break-down	Final	Setback
5	0	59.2±0.4^{c}	325.6±5.3^{a}	105.4±2.7^{a}	220.2±2.8^{a}	202.4±2.7^{ab}	96.9±0.8^{a}
	1	62.9±0.8^{a}	306.7±1.1^{b}	102.2±1.6^{a}	204.5±1.5^{b}	195.5±2.9^{c}	93.3±1.4^{b}
	2	60.0±0.2^{bc}	311.7±4.8^{b}	105.1±1.7^{a}	206.6±3.3^{b}	199.8±1.9^{b}	94.8±1.8^{ab}
	3	60.1±0.4^{b}	332.9±5.7^{a}	106.9±3.5^{a}	225.9±3.7^{a}	204.7±1.8^{a}	97.8±1.7^{a}
	4	59.6±0.8^{bc}	311.7±4.7^{b}	102.7±3.1^{a}	209.1±5.7^{b}	198.9±1.4^{bc}	96.3±2.0^{ab}
20	0	59.2±0.4^{b}	325.6±5.3^{b}	105.4±2.7^{ab}	220.2±2.8^{c}	202.4±2.7^{c}	96.9±0.8^{c}
	1	62.2±2.7^{a}	325.5±3.2^{b}	102.5±1.2^{b}	223.0±2.2^{bc}	205.3±2.2^{bc}	102.8±1.2^{b}
	2	59.9±0.2^{ab}	326.8±5.5^{b}	105.3±1.0^{ab}	211.4±4.6^{bc}	207.9±0.6^{ab}	102.6±0.4^{b}
	3	59.3±0.1^{b}	351.8±18.6^{a}	107.5±3.6^{a}	244.3±15.0^{a}	212.7±4.3^{a}	105.2±0.7^{a}
	4	60.4±0.2^{ab}	338.1±5.0^{ab}	104.2±3.4^{ab}	233.9±2.3^{ab}	209.1±2.9^{ab}	104.9±1.0^{a}
35	0	59.2±0.4^{c}	325.6±5.3^{d}	105.4±2.7^{d}	220.2±2.8^{d}	202.4±2.7^{e}	96.9±0.8^{e}
	1	64.3±0.3^{a}	372.7±3.6^{c}	112.8±2.9^{c}	259.9±6.4^{c}	227.1±1.8^{d}	114.3±1.1^{d}
	2	60.3±0.1^{b}	386.4±7.6^{b}	116.9±2.8^{b}	269.5±9.4^{c}	236.9±2.5^{c}	120.0±0.3^{c}
	3	59.7±0.3^{bc}	429.5±5.0^{a}	126.1±2.4^{a}	303.3±3.0^{a}	251.4±2.4^{b}	125.3±0.7^{b}
	4	59.5±0.3^{c}	419.1±2.7^{a}	126.6±1.0^{a}	292.5±3.1^{b}	256.4±1.7^{a}	129.8±1.9^{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)]Trough: minimum viscosity after peak, Breakdown: peak viscosity minus trough viscosity, Setback: final viscosity minus trough viscosity.

Table 7. Changes in total bacteria counts of rice flour during storage at different temperatures[1)] (unit=CFU/g)

Rice flour	Storage temp. (℃)	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Dry milled	5	9.5×10^2	2.6×10^3	3.5×10^4	2.2×10^4	5.4×10^3
	20	9.5×10^2	4.1×10^3	1.9×10^4	9.0×10^3	1.3×10^4
	35	9.5×10^2	1.9×10^2	4.9×10^3	2.4×10^3	9.5×10^3
Milled after spray-washing	5	2.8×10^2	2.4×10^3	1.2×10^4	8.4×10^3	5.3×10^3
	20	2.8×10^2	2.2×10^3	5.6×10^3	3.1×10^3	2.2×10^3
	35	2.8×10^2	1.5×10^2	2.0×10^2	1.0×10^2	1.0×10^3

[1)]Values are means of duplicates.

35℃ 저장온도에서 그 증가폭이 가장 현저하게 상승하였다. 이러한 결과는 2℃와 29℃에서 쌀가루를 6개월간 저장하여 호화 특성을 실험한 결과 29℃ 저장 쌀가루에서 보다 큰 폭으로 최고점도가 상승한다고 한 Zhongkai 등(22)의 보고와 유사하게 나타났다. 그러나 최고점도는 저장 3개월까지 증가한 후 4개월에는 다시 감소하는 경향을 주었다. 건식제분 쌀가루의 trough 점도는 저장 3개월까지 증가하다 4개월에는 다시 감소하는 추세를 보여주었다. 따라서 breakdown 점도 역시 저장기간 중에 증가하다 4개월에는 다시 감소함을 보여주었다. 건식제분 쌀가루의 5℃와 20℃ 저장시 최종점도는 최고점도와 비슷한 증감을 보여 setback 점도는 저장중에 크게 차이를 보이지 않았으나 35℃ 저장에서는 최종점도의 증가폭이 보다 커짐으로 인해 setback 점도가 증가함을 나타내었다. 전반적으로 5℃에서 저장한 쌀가루의 RVA 점도변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4℃와 37℃의 온도에서 쌀가루를 저장하여 호화 특성을 실험한 결과 37℃에서 저장기간에 따라 최종점도가 크게 증가하였다는 보고와 유사하였다(23). 또한 저장기간중 중성지방의 가수분해로 인하여 증가된 유리지방산이 amylose와의 복합체를 형성함으로써 팽윤을 저해하고 호화 점도에 영향을 주었을 것으로 보고된 바 있다(24-27).

분무수세 후 제분한 쌀가루의 RVA 호화개시온도는 저장 초기의 59℃에서 저장 1개월 후 62~64℃로 증가한 후 저장이 진행됨에 따라 다시 60~62℃로 감소하였으며 이는 건식제분 쌀가루와 유사한 추세로 보여졌다. 분무수세 쌀가루 중 5℃에서 저장시에 최고점도가 가장 낮았으며 20℃, 35℃ 저장 순으로 최고점도가 높았다. 최고점도는 모든 저장온도에서 저장 3개월까지 증가하였으나 저장 4개월에서는 감소하였으며 35℃에서 점도의 증가폭이 가장 크게 나타났다. 분무수세 후 제분한 쌀가루는 건식제분과 비교했을 때 저장 초기의 최고점도가 약간 높았을 뿐만 아니라 저장기간 중에도 최고점도가 높은 수치를 주었다. 이는 수침 처리하여 제분한 쌀가루나 물로 수세한 청결미가 건식제분 쌀가루에 비해 최고점도가 높다고 보고한 결과(5,11,28)와 비슷하게 나타났다. 분무수세 쌀가루의 breakdown 역시 5℃ 저장시에 가장 낮았으며 저장온도가 높아짐에 따라 높았는데 저장 3개월까지 증가한 후 저장 4개월에서는 다시 감소하였다. 건식제분한 쌀가루에 비해 분무수세한 후 제분한 쌀가루의 최종점도는 최고점도와는 달리 낮게 나타나 setback 점도는 분무수세한 쌀가루에서 상대적으로 낮았다. 5℃와 20℃에서는 저장기간에 따라 setback에 거의 차이가 없었으며 35℃에서만 증가함을 나타내었다.

분무수세 쌀가루의 저장중 총균수

분무수세 쌀가루의 저장 중 총균수를 건식제분 쌀가루와 함께 측정한 결과는 Table 7과 같다. 쌀가루의 저장전 초기 총균수는 건식제분 쌀가루에서 9.5×10^2이었으며 분무수세 후 제분한 쌀가루에서는 2.8×10^2으로 분무수세한 쌀가루에서 약간 낮았다. 쌀가루는 저장 중 총균수가 미미하게 증가하여 저장 4개월에 10^3 정도였으며 분무수세 쌀가루의 총균수가 건식제분 쌀가루에 비해 저장중에 지속적으로 낮은 수치를 주었다. 이는 분무수세 쌀가루의 경우 쌀의 수세과정에서 쌀 표면에 존재하는 미생물의 세척으로 인해 미생물의 오염정도가 감소하였기 때문으로 판단되었다. 5℃와 20℃의 저장온도에서는 저장중 총균수에 있어 별 차이가 없었으나 35℃ 저장온도에서는 총균수가 약간 낮게 나타났다.

요 약

쌀을 분무수세한 후 제분하여 제조한 쌀가루를 건식제분 쌀가루와 함께 5℃, 20℃, 35℃의 저장온도에서 4개월간 저장하면서 저장 중 품질변화를 측정하였다. 저장기간 중에 쌀가루의 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며 저장온도가 5℃에서 35℃로 높아짐에 따라 수분의 감소 정도가 큰 것으로 나타났다. 분무수세한 쌀가루의 색은 저장 중 L값이 약간 증가하는 경향이었으며 건식제분 쌀가루와 비교할 때 L값이 높아 보다 밝게 나타났다. 분무수세 쌀가루의 RVA 호화양상을 측정한 결과 건식제분 쌀가루에 비해 저장중의 최고점도가 높게 나타났으며, 5℃에서 저장한 쌀가루의 최고점도가 가장 낮은 반면에 20℃, 35℃로 저장온도가 높아짐에 따라 최고점도가 증가하였다. 한편 분무수세 쌀가루의 저장중 최종점도는 건식제분 쌀가루에 비해 낮게 나타나 setback 점도는 분무수세한 쌀가루에서 상대적으로 낮았다. 전반적으로 5℃에서 저장한 쌀가루의 RVA 점도변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 쌀가루의 저장 중 총균수는 미미

하게 증가하여 저장 4개월에 10^3정도였으며 분무수세 쌀가루의 총균수가 건식제분 쌀가루에 비해 지속적으로 낮아 분무수세 쌀가루의 미생물의 오염도가 낮은 것으로 분석되었다.

감사의 글

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

문 헌

1. Nishita KD, Bean MM. 1982. Grinding methods: their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59: 46-49.
2. Bean MM. 1986. Rice flour-its functional variations. *Cereal Foods World* 31: 477-481.
3. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.
4. Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 20: 504-510.
5. 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.
6. Lee HY. 2002. A study on the development of semi-wet rice flours. Korea Food Research Institute Report.
7. Jang JH. 2003. Prevalence of toxigenic *Bacillus cereus* group and contamination reduction in grain food. *MS Thesis*. Kyungwon Univ., Seongnam, Korea.
8. Anwarul H, Nicholas JR. 2005. Phenotypic and penotypic characterisation of *Bacillus cereus* isorates from Bangladeshi rice. *Int J Food Microbiol* 98: 23-34.
9. Jääskeläinen EL, Häggblom MM, Andersson MA, Salkinoga-Saloene MS. 2004. Atmospheric oxygen and other conditions affecting the production of cereulide by *Bacillus cereus* in food. *Int J Food Microbiol* 96: 75-83.
10. Kim DC. 2000. Studies on the development of post-harvest technique for paddy. Korea Food Research Institute Report.
11. Choi SY, Lee SH, Lee YT. 2005. Properties of rice flours prepared from milled and broken rice produced by prewashing process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1098-1102.
12. Zeleny L, Coleman DA. 1938. Acidity in cereals and cereal products its determination and significance. *Cereal Chem* 15: 580-583.
13. Teo CH, Karim AA, Cheah PB, Norziah MH, Seow CC. 2000. One the roles of protein and starch in the ageing of non-waxy rice flour. *Food Chem* 69: 229-236.
14. Perdon AA, Mark BP, Siebenmorgen TJ, Reid NB. 1997. Effects of rough rice storage conditions on the amylograph and cooking properties of medium-grain rice cv. Bengal. *Cereal Chem* 74: 864-867.
15. Sowbhagya CM, Bhattacharyat KR. 2001. Changes in pasting behaviour of rice during ageing. *J Cereal Sci* 34: 115-124.
16. Perdon AA, Siebenmorgen TJ, Buescher RW, Gbur EE. 1999. Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *J Food Sci* 64: 828-832.
17. AACC. 2000. *Approved Methods of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
18. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-271.
19. Zia UR. 2006. Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chem* 95: 53-57.
20. Lee JH, Kim SS, Huh DS, Kim KO. 2001. Effects of storage form and period of refrigerated rice on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 33: 427-436.
21. Park KH. 1996. Effect of rice protein and lipid gelatinization properties, cooking quality and palatability of Korean rice. *PhD Dissertation*. Kyunghee Univ., Seoul, Korea.
22. Zhongkai Z, Kevin R, Stuart H, Chris B. 2002. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. *J Cereal Sci* 35: 65-78.
23. Zhongkai Z, Kevin R, Stuart H, Chris B. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *Food Res Int* 36: 625-634.
24. Kim BS, Park NH, Jo KS, Kang TS, Shin DH. 1988. Comparison of quality stability of rice and rice flour during storage. *Korean J Food Sci Technol* 20: 498-503.
25. Yasumatsu K, Moritaka S, Karimura T. 1964. Fatty acid composition of rice lipid and their changes during storage. *Agric Biol Chem* 28: 257.
26. Shin MG, Rhee JS, Kwon TW. 1985. Effects of amylase activity on changes in amylogram characteristics during storage of brown rice. *Agric Biol Chem* 49: 2505-2508.
27. Suzuki Y, Ise K, Li G, Honda I, Iwai Y, Matsukura U. 1999. Volatile components in stored rice (*Oryza sativa* L.) of varieties with and without lipoxygenase-3 in seeds. *J Agric Food Chem* 47: 1119-1124.
28. Koh BK. 2001. Quality characteristics of prewashed rice with solution of waxy rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 33: 455-460.

(2007년 3월 14일 접수; 2007년 5월 14일 채택)