

쌀의 수분함량별 Tempering에 따른 제분 및 쌀가루의 특성

김형열 · 이병영* · 유효숙** · 함승시***

서일대학 식품가공과, *한국농업전문학교 교수부,
고려대학교 자연자원대학원, *강원대학교 식품생명공학부

Milling and Rice Flour Properties of Tempering Condition on Moisture Content of Rice

Hyong-Yol Kim, Byoung-Young Lee*, Hyo-Sook You**, and Sung-Shi Ham***

Department of Food Technology, Seoil College

**Korea National Agricultural College*

***The Graduate School of Nature Resources, Korea University*

****Division of Food and Technology, Kangweon National University*

Abstract

Power consumption, mesh size, moisture content, color difference, amylogram of rice flour milled with the water soaked rice were compared with that of rice using dry pin mill process. The rice was soaked in 23, 24, 25, 26% of water for 10hr, independently. The more rice had moisture content, the less power consumption was needed. Power consumption to mill the rice soaked in 25% of water was less than that of dry rice by 6.8kW/100Kg. Moisture content of rice flour from the rice soaked with 25% of water was 2% higher than that of rice flour from the rice soaked with 23% of water. Population of flour particle from the rice soaked with 24-25% of water was 45.7~46.25 of 60 mesh, 9.7~10.4% of 80~100 mesh and 7.7~8.1% of 100 mesh. Gelatinization temperature of rice flour from the rice soaked with 23% and 24~25% of water was 65.70C and 64.50C, independently. Temperature of rice flour from the rice soaked with 23% and 24~25% of water with minimum viscosity was 85.50C and 88.4~88.70C, independently. Brightness and whiteness of the rice flour from the rice soaked with 24~25% of water were 95.90~95.95 and 905.82~95.94, independently. Brightness and whiteness of the rice flour from the soaked rice were 1.2 and 1.7 higher than that of rice flour from the dry rice, independently.

Key word : rice, tempering, lightness, whiteness, gelatinization, viscosity

서 론

쌀가루는 밀가루와는 달리 글루텐이 없어 빵이나 과자를 제조할 때 부피 팽창이 적고 조직이 단단하여 식미가 떨어지는 경향이 있으므로, 쌀가루를 이용한 가공식품을 개발하기 위하여 선행되어야 할 과제는 쌀가루의 제조방법을 개발하고, 식품가공에 적합

한 쌀가루를 제조하여 보급하는 것이며, 쌀가루만으로 또는 쌀가루와 밀가루의 혼합분으로 그리고 쌀가루와 밀가루와 다른 가루의 혼합분 등을 이용한 가공적성을 확립하는 것이 중요할 것이다. 그리고 최근 들어 식생활의 고급화에 따라 기능성 식품의 선호도가 급증하고 있으므로 기능성 성분을 함유하고 있는 특수작물의 가루와 쌀가루를 혼합하여 기능성 가공식품의 보편화를 위한 새로운 식품을 개발하는 것도 필요할 것이다.

Corresponding author : Hyong-Yol Kim, Department of Food Technology, Seoil College, Seoul 131-702, Korea

참고 자료로서 쌀의 품질에 대하여 외관으로 판단

하는 양질의 조건으로 장폭비와 천립중을 이용하였고(1), 알카리붕괴도가 쌀 품질 평가에 이용되고(2~3), 지방 함량이 아밀로그래프의 호화 특성에 영향을 주고 아밀로그래프 미질을 평가하는 유용한 방법으로 이용하였다(4~5). 단백질 함량이 적을수록 부드럽고 끈기가 있고 구수하며(6), 지방질은 소량이나 쌀의 물리적 특성에 상당히 중요한 영향을 미치고(7), 아밀로스 함량은 밥의 경도를 증가시키고, 부착성은 저하시킨다(8). 밥 등의 조직감을 텍스처미터로 구명하고(9), 쌀 전분의 호화개시 온도, 점도에 대하여 보고하고(10), 건식 및 습식제분 방법에 따른 쌀가루의 특성 차이(11), 쌀의 수침시간에 따른 이화학적 특성(12), 수침한 쌀가루와 전분의 이화학적 및 호화 특성(13), 변형 쌀가루제조(14~15), 고단백 쌀가루의 제조 및 이용(16), 제분방법에 따른 쌀가루의 특징(17~19)에 대한 보고가 있었다.

쌀 제분 방법 개발의 두 번째 보고로서, 쌀을 물속에 침지하는 방법은 장시간이 소요되고 시설비용이 많이 들며 쌀 전분의 변성 등 여러 가지 문제점이 발생하였다. 이러한 단점을 개선하기 위한 기초 실험으로서 쌀을 일정시간 동안 템퍼링한 후 제분하고 쌀가루의 물성을 측정하여 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 쌀은 1997년 가을에 수확한 한국산 쌀을 시중에서 구입하여 사용하였다.

쌀의 수침 시간별 제분 방법

각 처리당 쌀 5kg을 수세한 후 0.1mm 두께의 polyethylene film 봉지에 넣고 물을 건물기준 23, 24, 25 및 26%가 되도록 첨가하고 실온에서 1시간 간격으로 1회씩 쌀을 혼합하기 위해 저어 주면서 10시간 동안 조절한 후 롤밀로 15회 순환 분쇄하였다. 분쇄시 순환 1회에는 분쇄기의 롤러 간격을 0mm로 하였으며, 순환 2회부터는 롤러의 간격을 2mm로 하였다.

Rice → Washing → Tempering → Milling → Rice flour
 (At room temp. 22~25°C) (15 times by rolle mill)

제분시 소요 전력, 쌀가루의 수분함량 및 쌀가루의 입도 분포

쌀 5kg을 분쇄하는 과정 중 ampere meter로 전류와 분쇄 소요시간을 측정하여 다음 공식에 의해 시간당 소요전력을 구하였다.

$$\text{시간당 소요전력} = \sqrt{3 \times V \times I \times \cos \theta}$$

여기서 V: 380Volt, I: ampere, $\cos \theta$: 0.9, 그리고 쌀가루 100kg 생산당 소요전력 = (시간당 소요전력/시간당 쌀가루생산량) × 100으로 구하였다.

Infrared moisture determination balance AD-4714 적외선수분측정기(A&D Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 시료 3.5g를 정평하여 105°C에서 20분간 건조하여 쌀가루의 수분함량을 측정하였다.

쌀가루의 입도분포는 제일과학 산업(주)에서 제작·시판되고 있는 체분리기(rotation tap sieve shaker)와 세화산업(주)(Sae hwa testing Co.)에서 제작한 종목체 60, 80, 100 및 120mesh를 설치하고 쌀가루 300g을 30분간 체분리한 후 각 체상에 남아 있는 쌀가루의 양을 정평하여 쌀가루 전체량에 대한 백분율로 나타냈다.

쌀가루의 Amylogram 및 색차

Amylogram은 Rapid visco analyser(model rva-3d seria, Newport scientific co., Australia)를 이용하여 측정하였는데, 시료 3.5g(수분함량 14% 기준)을 정평하여 알루미늄 캔에 넣고 물 25ml를 넣어 잘 혼합한 다음 최초 가열온도 50°C에서부터 시작하여 가열속도를 분당 10°C상승시켜 95°C까지 가열하고 3.5분간 유지시켜 준 후 50°C까지 냉각시켰다. 그리고 Fig. 2의 amylograph의 모식도에 따라 호화개시 온도, 가열시 최고점도와 최저점도, 50°C 냉각시 점도를 구하고, 최고점도에 도달한 후 점도저하 값, 50°C까지 냉각한 후 점도증가 값으로 나타냈다.

색차는 color JS555 (color technd Co., Japan)를 사용하여 L, a, b, 및 ΔE값을 측정하였으며, 이때 L은 명도, a, b는 색상과 채도를 나타낸다. 즉 +a는 적색방향, -a는 녹색방향이며, +b는 황색방향, -b는 청색방향을 나타내는데 수치가 커지면 각각의 색은 선명하게 되고 중심에 가까울수록 색이 탁해져 가는 것을 나타낸다. ΔE값은 표준 시료와의 색차를 나타내는 것으로 다음 식에 따라 산출되며 색차계 내에서 전산처리 되었다.

$$\Delta E \text{ 값} = \sqrt{(L_t - L^2) + (a_t - a^2) + (b_t - b^2)}$$

여기서 L_t, a_t, b_t = 표준시료의 명도, 적색도, 황색도 값이며 L, a, b = 각 시료의 명도, 적색도, 황색도 값이다.

또한 whiteness로 백색도가 멀어질수록 백색도 수치가 작아지는 W(L,a,b), 100에 가까울수록 이상적인 백색도를 나타내는 W(b)를 조사하였다.

결과 및 고찰

제분시 소요전력, 쌀가루의 수분 함량 및 입도분포

쌀을 수분함량별로 10시간 동안 조절하여 롤밀로 제분시 소요전력, 쌀가루의 수분함량 및 입도별 분포를 보면 Table 1과 같다. 수분함량별 쌀의 조절에 의한 시간당 소요전력 및 쌀가루 100kg 생산시 소요전력은 수분함량이 증가할 수록 감소였는데 특히 24%에서 급감하였고, 수분함량 25%로 조절하여 제분할 때 각각 1.19kWh, 8.6kW/100kg으로 가장 낮았으며, 건식 핀밀로 제분시 각각 1.95kWh, 15.4kW/100kg으로 수분함량 25%보다 0.76kWh, 6.8kW/100kg 높았다. 그리고 수분함량 26% 이상으로 조절하여 제분하였을 때의 소요전력은 수분함량 25%일 때 와 동일하였다. 이러한 결과는 수분첨가에 의한 조절로 쌀의 경도가 낮아졌기 때문이라고 생각된다.

조절하여 제분한 쌀가루의 수분함량은 조절시 수분함량 보다 2%정도 낮았다. 이러한 결과는 수침시간별 제분쌀가루의 수분함량에서 설명한 바와 같은 원인으로 생각된다.

조절하여 분쇄한 쌀가루의 입도는 60>mesh의 비율이 조절 수분함량 23%일 때 49.5%였는데, 24~25%에서 45.7~46.2%로 3% 정도 낮아졌으며, 수분함량 26%에서 47.4%로 증가하였다. 그리고 조절 수분함량이 24~25%일 때 80~100 및 100<mesh의 비율도 각각 9.7~10.4% 및 7.7~8.1%로 가장 높았다. 그러나 10시간 동안 수침하여 분쇄한 쌀가루보다는 전반적으로 고운 것으로 나타났다.

Table 1. Effects of tempering condition for 10 hours on moisture content and particle size of rice flour and energy consumption during milling

Moisture content for tempering (%)	Energy consumption on rice mill		Moisture content of rice flour (%)	Particle size (mesh, %)			
	kWh	kW/100kg of rice flour		60>	80~80	100~100	100<
23	1.60	11.3	21.2	49.5	34.0	8.8	7.7
24	1.23	8.8	22.3	46.2	36.4	9.7	7.7
25	1.19	8.6	23.3	45.7	35.8	10.4	8.1
26	1.19	8.6	24.5	47.4	36.1	9.0	7.5
WDRMR	1.16	8.5	32.8	52.9	32.8	7.5	6.8
DPMR	1.95	15.4	14.0	1.8	7.0	11.2	80.0

이러한 결과로 쌀을 조절하여 롤 제분기로 분쇄하기 위해서는 수분함량 23%는 너무 낮다는 것을 알

수 있으며 조절 수분함량 26%에서는 제분은 잘 되나 수침시간별 제분쌀가루의 입도 분포에서 설명한바와 같이 수분함량이 많아 쌀가루와 쌀가루가 서로 뭉쳐서 체 분리가 잘 되지 않는다는 것을 알 수 있다. 따라서 쌀의 제분을 위한 조절 적정 수분함량은 24~25% 정도라는 것을 알 수 있었다.

Amylogram

수침시간별 쌀가루의 amylogram 특성은 Table 2 및 Fig. 1과 같다. 호화개시 온도 및 최저점도시 온도는 조절 수분함량 23%에서 각각 65.7℃, 85.5℃로 24~26%에서의 64.5℃, 84.4~84.7℃ 보다 높았으나, 최고점도시의 온도는 모든 조절 수분함량에서 94.8℃로 같았다. 그리고 최고점도, 최저점도 및 냉각시 50℃에서의 점도는 각각 293~296첸, 165~166cps 및 264~266cps로 거의 차가 없어 최고점도에서 최저점도까지의 점도저하 값 및 최저점도에서 냉각시 50℃의 점도증가 값의 차가 나지 않았다.

이러한 결과로 쌀의 수분함량 23%는 조절을 위한 수분함량으로는 낮아 조절 상태가 불안정하여 전분의 호화개시 온도와 최저점도시 온도가 그 이상의 조절 수분함량과 약간 차가 있음을 알 수 있으며, 점도에 차가 없는 것으로 보아 수침 시간별 아밀로그람 특성에서 나타난 바와 같이 10시간 동안 조절하여도 쌀전분의 변성에 영향을 미치지 않는다는 것이 재확인되었다.

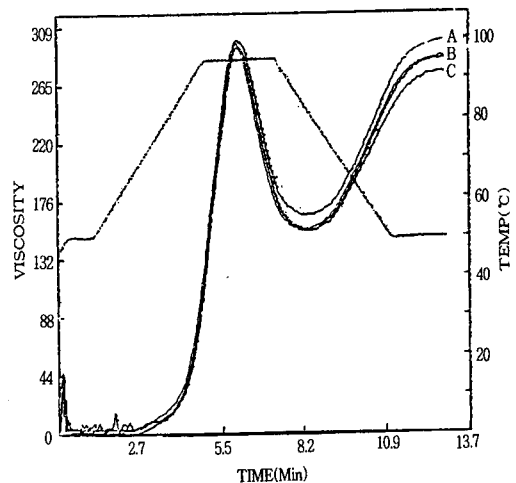


Fig. 1. Amylogram of rice flour by tempering conditions for 10 hours.

A: DPMR(rice flour milled by pin mill, 14% of moisture content). B: 22% WDRMR(rice flour milled by roll mill after soaking in water for 10 hours). C: 24~25% WDRMR.

Table 2. Effects of tempering condition for 10 hours on amylogram indices of rice flour

Moisture content for tempering (%)	Gelatini-zation temp. (°C)	On heating				At 50°C viscosity on cooling (C) (cps)	A-B (cps)	C-B (cps)
		Temp. at highest viscosity (°C)	Highest viscosity (A) (cps)	Lowest viscosity (B) (cps)	Temp. at lowest viscosity (°C)			
23	65.7	94.8	296	166	85.5	266	130	100
24	64.5	94.8	294	165	84.7	265	129	100
25	64.5	94.8	293	165	84.6	265	128	100
26	64.5	94.8	293	165	84.4	264	128	99
WDRMR	64.5	94.8	296	165	84.0	264	131	99
DPMR	67.5	94.9	297	168	86.7	270	129	102

색차

쌀의 수분함량별 조절에 따른 제분 쌀가루의 색차를 Table 3에서 보면 명도, 백도 및 100에 가까울수록 이상적인 백색도 값은 조질 함량이 23%일 때 95.76, 95.24 및 87.14로 건식편밀 제분 쌀가루 94.68, 94.28 및 85.33과 거의 같은 수준이었고, 적색도 및 황색도도 유사하여 두 쌀가루간의 ΔE 값이 1.36으로 아주 미미한 색갈 차를 보였다. 그러나 조질 수분함량 24% 이상부터는 증감폭이 커 명도, 백도 및 백색도 값이 각각 95.90, 95.82 및 88.41이었다. 그리고 건식편밀 제분 쌀가루와의 색차 ΔE 값은 쌀의 조질 수분함량에 따라 1.56~1.73으로 육안으로 감지할 수 있는 색갈 차이를 보였다. 이러한 결과로 쌀의 수분함량을 24~25% 정도로 하여 롤밀로 제분하면 쌀가루의 백도가 건식편밀로 제분한 쌀가루와 차이를 느낄 수 있을 정도로 향상된다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Effects of tempering condition for 10 hours on color difference rice flour

Moisture content for tempering (%)	L	a	b	ΔE	Whiteness	
					W (L,a,b)	W (b)
23	95.76	1.01	1.04	1.36	95.24	87.14
24	95.90	0.83	0.85	1.56	95.82	88.41
25	95.95	0.78	0.82	1.63	95.94	88.65
26	96.06	0.76	0.81	1.73	95.96	88.98
WDRMR	96.17	0.75	0.79	1.83	96.02	89.32
DPMR	94.68	1.76	1.13	0.00	94.28	85.33

요 약

제분시 소요전력과 쌀가루의 입도분포, 수분함량, 색차 및 amylogram 특성을 건식편밀 제분 쌀가루와

비교하였다.

제분시 소요전력은 수분함량이 증가할수록 감소하였으며 수분함량 25%로 템퍼링하여 분쇄할 때 각각 1.19kWh, 8.6kWh/100kg으로 가장 낮았으며, 건식 편밀로 제분시 각각 1.95kWh, 15.4kWh/100kg로 수분함량 25%보다 0.76kWh, 6.8kWh/100kg 높았다. 수분함량 24%로 템퍼링한 쌀가루의 수분함량이 22.3%로 템퍼링 수분함량 보다 2% 정도 낮았다. 템퍼링 수분함량 24~25%일 때 쌀가루의 입도는 60mesh 이하의 비율이 45.7~46.2%이었으며, 80~100mesh 및 100mesh 이상의 비율은 각각 9.7~10.4% 및 7.7~8.1%였다. 쌀가루의 amylogram 특성 중 호화개시온도 및 최저점도시 온도는 템퍼링 수분함량 23%에서 각각 65.7°C, 85.5°C로 24~26%에서의 64.5°C, 88.4~84.7°C 보다 높았다. 최고점도, 최저점도 및 냉각시 50°C에서의 점도는 처리간에 거의 차가 없었다. 쌀가루의 명도 및 백도는 템퍼링 수분함량 24~25%에서 각각 95.90~95.95, 95.82~95.94로 건식편밀 제분 쌀가루 보다 각각 1.2 및 1.7 정도 높았다.

참고문헌

1. 박래경 (1988) 양질미의 품종개량과 전망, 농업산학협동 심포지엄
2. Little, R.R., Hilder, G.B. and Dewson, E. H. (1958) Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem*, 35, 111-126.
3. Juliano, B.O., Bautista, G.M., Lugay, L.C. and Reyes, A.C. (1964) Studies on the physicochemical properties of rice. *J. Agr. Food Chem*, 12, 131-138.
4. Juliano, B.O. (1979) Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI., 23
5. Juliano, B.O. (1982) An international survey of methods used for evaluation of the cooking and

- eating qualities of milled rice. IRRI, Research paper series, No. 77.
6. Kobayashi, H. Y. and Shinichikitama, K. (1986) 日本家庭學會誌, 37, 743
 7. Goto, F. (1972) *J. Japan Soc. Starch Sci.*, 19, 76
 8. Juliano, B.O. (1981) *J. Texture studies*, 12, 17-38.
 9. Lee, B.Y. (1987) Studies on Properties of High Yield Line Korean Rice, The Tokyo University of Agricultural, 박사 학위논문, 113
 10. Juliano, B.O. (1984) Rice Chemistry and Technology(2nd), Chapt. 3. Polysaccharides, protein and lipid of rice. AACC., 60
 11. 이병영, 윤인화, 손종록 (1994) 건식 및 습식제분 방법에 따른 쌀가루의 특성 차이. 농업논문집, 36(1), 684-687.
 12. 김명희, 박미원, 박용곤, 장명숙 (1993) 쌀의 수침 시간에 따른 쌀가루의 이화학적 특성. 한국조리과학회지, 9(3), 210-214.
 13. 최은정, 김향숙 (1997) 수침한 찹쌀가루와 전분의 이화학적 및 호화 특성. 한국식품영양과학회지, 26(1), 17-24.
 14. 최정선, 손경희, 윤 선 (1997) 반고형 이유식의 개발을 위한 변형 쌀가루 제조 및 이화학적 특성. II. 초산 처리 쌀가루. 한국식생활문화학회지, 12(5), 463-468.
 15. 최정선, 손경희, 최희선 (1997) 반고형 이유식의 개발을 위한 변형 쌀가루 제조 및 이화학적 특성 III. 초산-가교처리한 쌀가루. 한국식생활문화학회지, 12(5), 469-475.
 16. 차재호, 권기화, 박관화, 장학길 (1988) 고단백 쌀가루의 제조 및 이용. 한국식품과학회지, 20(6), 840-844.
 17. 김영인, 김기숙 (1994) 건식 및 습식제조 쌀가루로 제조한 증편의 팽화특성. 한국조리과학회지, 10(4), 329-333.
 18. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 (1993) 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25(5), 546-551.
 19. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 (1993) 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25(5), 541-545.

(1999년 1월 10일 접수)