

숙기가 다른 우리나라 쌀의 경도와 입자크기별 호화성질

이수정 · 김성곤*

단국대학교 식품영양학과

초 록 : 숙기가 다른 쌀을 분쇄한 다음 메쉬를 이용한 누적입도분포는 숙기별로 유의적인 차이가 없었으나 60메쉬 또는 80메쉬 통과분은 숙기별로 유의성이 있었다. 쌀알의 경도는 조생종이 가장 컸고, 중만생종이 가장 작았으며 20메쉬 미통과분과 정상관을, 60메쉬 또는 80메쉬 이상 통과분과는 부상관을 보였다. 입도크기별 아밀로그래프 최고점도는 입도가 고올수록 증가하였으나 60메쉬 통과분과 80메쉬 통과분은 유의적인 차이를 보이지 않았다. (1998년 10월 29일 접수, 1998년 12월 14일 수리)

서 론

쌀은 우리나라의 주곡으로 주로 밥의 형태로 이용되어 왔으나, 최근 식생활패턴의 변화에 따라 가공식품 원료로써 쌀가루 이용에 대한 관심이 높아지고 있다. Nishita와 Bean¹⁾이 쌀의 분쇄방법에 따른 쌀가루의 성질을 보고한 이래, 박 등²⁾은 통일계인 삼강벼를 대상으로 도정기별 쌀가루의 입도분포와 호화성질, 유리아미노산, 손상전분, 물보유력 등을 비교하였다. 금 등³⁾은 일반계인 추청벼를 건식 또는 습식방법으로 분쇄한 쌀가루의 입도분포 차이를, 김과 김⁴⁾은 진미벼를 수침한 다음 pin mill로 분쇄하고 40°C에서 수분함량 5.7%로 건조한 시료의 입도분포를 현미경법, 표준체법, 전기저항법과 공기역학법으로 측정했을 때 방법에 따라 입도분포에 차이가 있음을 보고하였다. 김 등⁵⁾은 추청벼를 건식과 습식제분한 다음 제분방법이 증편에 미치는 영향을, 박 등⁶⁾은 참쌀(품종 신선찰벼)을 초미쇄 분쇄하고 공기분급한 다음 유과제조 특성을 검토하였다. 이상의 연구들은 단일품종을 대상으로 제분기 종류에 따른 쌀가루의 성질을 대상으로 하고 있어 우리나라 쌀의 경도, 이에 따라 제분(또는 분쇄)시 숙기별 또는 품종간 입도분포의 차이와 성질에 대한 연구는 없는 실정이다.

이 연구는 숙기가 다른 일반계 쌀을 대상으로 blade형인 food mixer로 분쇄하고, 입도분포와 입도별 호화성질을 분석함으로써, 숙기별 또는 품종별 경도 차이를 이해할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쌀 품종은 우리나라에서 널리 재배되고 있는 조생종 2품종(진미벼, 오대벼), 중생종 4품종(화성벼, 화진벼, 안중벼, 일품벼)과 중만생종 4품종(낙동벼, 동진벼,

만금벼, 추청벼)으로서 농촌진흥청으로부터 백미로 도정한 시료를 제공받아, -20°C에서 보관하면서 사용하였다.

시료의 일반성분은 전보⁷⁾에서와 같다.

경도측정

쌀의 경도는 인스트론만능시험기(모델 1140, 영국)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 load cell 10 kg, probe 직경 12.8 mm, 속도 100 mm/분, clearance 0.5 mm이었다. 측정은 시료당 쌀알 1개씩 50회 이상 반복하였다.

입도분포 측정

입도분포는 기본적으로 Nishita와 Bean¹⁾의 방법에 따라으나 분쇄기는 blade형인 가정용 food mixer(모델 FM-500W, 한일전기주식회사)를 사용하였다. 쌀 100 g을 믹서로 1분간 분쇄하고, 20, 40, 60, 80과 100메쉬의 표준망체를 장치한 자동진동체(모델 CKAG 212, 청계상사)로 10분간 흔들 다음, 각 메쉬에 잔류 또는 통과한 쌀가루 양을 측정하여 입도분포로 하였다.

실험은 최소한 6회 이상 반복하고 결과는 평균값으로 표시하였다.

아밀로그래프

입도에 따른 호화패턴은 브라벤더사의 비스코아밀로그래프를 사용하여 Medcalf와 Gilles⁸⁾의 방법에 따라 쌀가루 10% 현탁액으로 측정하였다. 쌀가루 용액 500 ml를 30°C부터 92.5°C까지 1.5°C/분의 속도로 가열하고, 92.5°C에서 15분간 유지시켰다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도(°C), 최고점도(B.U.)와 강하점도(break-down)를 구하였다. 호화개시온도는 초기 점도가 10B.U.에 도달하는 온도로 나타내었다. 강하점도는 최고점도와 92.5°C에서 15분 후의 점도와의 차이로부터 구하였다.

찾는말 : 쌀, 경도, 입도분포, 아밀로그래프

*연락처

결과 및 고찰

쌀알의 경도

쌀알의 경도를 보면 조생종인 오대벼가 10.75 kg로 가장 컸고, 그 다음이 중생종인 안중벼, 화성벼와 화진벼, 중만생종인 동진벼 순서이었다(Table 1). 숙기별 평균값을 보면 조생종이 9.76 kg, 중생종이 9.20 kg, 중만생종이 8.68 kg로 숙기가 늦어질수록 경도는 낮아지는 경향이었다.

중만생종은 품종간 경도의 차이가 낮았으며, 조생종인 진미벼와 중생종인 일품벼는 중만생종 품종들의 경도와 비슷하였다. 시료의 수분함량은 $14.05 \pm 0.63\%$ 이었으므로 Table 1의 결과는 수분함량 차이로 보다는 품종자체의 특성을 반영한다고 볼 수 있다. 따라서 Table 1의 결과는 숙기에 따라 쌀알의 경도는 다르나, 조생종과 중생종의 경우 품종에 따라 독특한 값을 가진다는 것을 암시하는 것으로 판단된다.

입도분포

쌀을 food mixer로 1분간 분쇄한 다음 입도분포를 sieve shaker법으로 분석한 결과를 보면 Fig. 1과 같고, 입도크기별 누적분포를 보면 Table 2와 같다. 이들 결과를 보면 입도 크기별 분포는 숙기별로는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Hardness of rice grain

Variety	Maturity ¹⁾	Hardness (kg) ²⁾
Jinmibyeo	E	8.77±1.76 ^{bc}
Odaebyeo	E	10.75±1.71 ^a
Hwasungbyeo	M	9.41±2.06 ^{bc}
Hwajinbyeo	M	9.09±1.51 ^{bc}
Anjungbyeo	M	9.95±2.16 ^{ab}
Ilpoombyeo	M	8.33±2.00 ^c
Nakdongbyeo	M-L	8.46±1.92 ^c
Dongjinbyeo	M-L	8.93±1.71 ^{bc}
Mankeumbyeo	M-L	8.49±1.52 ^c
Chucheongbyeo	M-L	8.85±1.71 ^{bc}

¹⁾E=early, M=medium, M-L=medium-late
²⁾The same letters (a~c) are not significantly different (p<0.05).

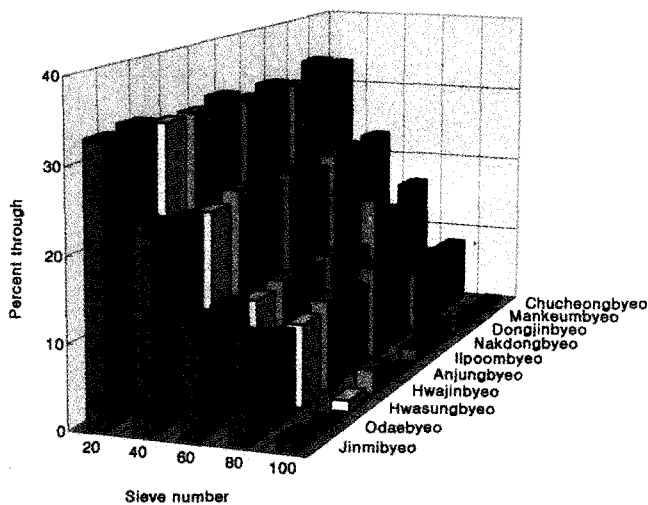


Fig. 1. Percent through of rice flour.

Table 2. Cumulative particle size distribution by percent of rice flours ground on a blade type food mixer

Maturity Group	Variety	Particle size (µm)					
		147	175	246	420	833	>834
I	Jinmibyeo	1.4	11.3	26.8	49.6	82.5	100
	Odaebyeo	0.4	10.5	22.7	45.7	79.0	100
II	Hwasungbyeo	1.2	10.1	24.0	47.4	80.0	100
	Hwajinbyeo	0.9	10.8	25.4	49.0	82.7	100
	Anjungbyeo	0.4	10.2	23.0	45.9	79.5	100
	Ilpoombyeo	1.6	11.2	27.0	50.1	82.4	100
III	Nakdongbyeo	1.6	10.9	27.6	49.8	82.6	100
	Dongjinbyeo	1.4	10.4	27.0	49.8	82.2	100
	Mankeumbyeo	1.5	10.8	27.2	49.9	82.3	100
	Chucheongbyeo	1.3	10.3	26.7	49.7	82.4	100
	Mean	1.2	10.7	25.7	48.7	81.6	100
	SD	0.5	0.4	1.9	1.7	1.5	0

100메쉬(입도 147 마이크론) 통과 입자의 경우 경도가 큰 조생종인 오대벼와 중생종인 안중벼가 0.4%로 가장 낮은 값을 보였고, 나머지 품종들을 0.9~1.6% 범위이었다. 20메쉬(833 마이크론) 통과 입자는 경도가 큰 오대벼와 안중벼가 각각 79.0%와 79.5% 이었고, 나머지는 80.0~82.6%로 큰 차이를 보이지 않았다.

메쉬별 쌀가루의 통과비율을 보면 Table 3과 같다. 20메쉬 미통과분과 40메쉬 통과분의 경우에는 숙기별로 유의적인 차이가 없었으나 60메쉬 또는 80메쉬 통과분은 숙기별로 유의성을 보였다. 60메쉬 통과분의 경우 중만생종 품종이 가장 큰 값을 보였고, 80메쉬 통과분은 반대로 중만생종 품종이 가장 작은 값을 보였다. 그러나 60메쉬 이상의 통과분(60, 80 및 100메쉬 통과분)은 숙기별로 유의성을 보이지 않았다. 이러한 결과는 숙기별 쌀알의 경도차이는 60메쉬 또는 80메쉬 통과분을 조사함으로써 구별이 가능함을 가리킨다. 앞에서 설명한 바와 같이 쌀알의 평균 경도는 중만생종이 가장 작았고, 조생종이 가장 컸다(Table 1). 따라서 중만생종은 일단 40메쉬 정도로 분쇄한 다음 계속적인 기계적 작용에 의해 조생종이나 중생종보다 쉽게 분쇄되어

Table 3. Percent through of rice flours¹⁾

Maturity group	Variety	Overs on 20 mesh sieve	Through on sieve (mesh)			
			40	60	80	>60
I	Jinmibyeo	17.5	22.8	15.5 ^b	9.9 ^a	26.8
	Odaebyeo	21.0	23.0	12.0 ^b	10.1 ^a	22.5
II	Hwasungbyeo	20.0	23.4	13.9 ^{ab}	8.9 ^{ab}	24.0
	Hwajinbyeo	18.3	23.6	14.6 ^{ab}	9.9 ^{ab}	25.4
	Anjungbyeo	20.5	22.9	12.8 ^{ab}	9.8 ^{ab}	23.0
	Ilpoombyeo	17.6	23.1	15.8 ^{ab}	9.6 ^{ab}	27.0
III	Nakdongbyeo	17.4	22.2	16.7 ^a	9.3 ^b	27.6
	Dongjinbyeo	17.8	22.8	16.4 ^a	9.0 ^b	26.8
	Mankeumbyeo	17.7	22.7	16.4 ^a	9.3 ^b	27.2
	Chucheongbyeo	17.6	23.0	16.4 ^a	9.0 ^b	26.7
	Probability	ns	ns	0.0567	0.0478	ns

¹⁾The same letters (a~b) in the same column are not significantly different (p<0.05).

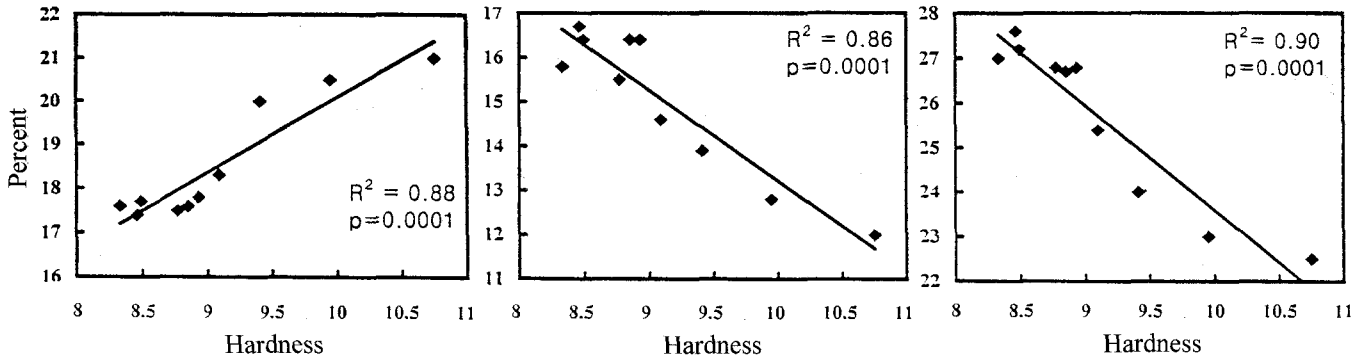


Fig. 2. Relationship between hardness and percent overs or throughs of rice flours. A=overs on 20 mesh sieve; B=through on 60 mesh sieve; C=through on >60 mesh sieves.

60메쉬 통과분함량이 높고, 반대로 80메쉬 통과분함량은 적어지는 것으로 판단된다.

쌀알의 경도(Table 1)와 메쉬별 통과분과의 상관관계를 보면 Fig. 2와 같다. 쌀알의 경도는 20메쉬 미통과분과 정의 상관관계를, 60메쉬 통과분 또는 60메쉬 이상 통과분과 부의 상관관계를 보였다. 따라서 Table 3과 Fig. 2의 결과를 종합하면 숙기별 경도에 따른 입도분포는 유의성이 없었으나 쌀품종별 경도는 20메쉬 미통과분과 정상관을, 60메쉬 통과분과는 부상관을 보이므로, sieve shaker법에 의한 쌀알의 경도 판정시는 20메쉬 미통과분 또는 60메쉬 통과분을 이용하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

아밀로그래프

입도별 쌀가루의 아밀로그래프 결과는 Table 4와 같다. 입자크기에 관계없이 호화개시온도, 최고점도 및 강하점도는 숙기에 따른 차이가 없었다. 다만 -80+100메쉬 쌀가루의 경우 강하점도는 중만생종이 가장 컸고 조생종이 가장 작았다. 호화개시온도와 최고점도는 -20+40메쉬와 -40+60메쉬 사이에는 차이가 없었으나, 입도가 -60+80메쉬로 작아짐

에 따라 호화개시온도는 크게 감소하고 최고점도는 증가하였다. 입도가 -80+100메쉬로 작아지면 호화개시온도는 다시 낮아졌으나 최고점도는 -60+80메쉬 경우와 차이가 없었다. Nishita와 Bean¹⁾도 동일한 쌀을 도정했을 때 입자가 고울수록 아밀로그래프 초기점도증가 온도가 낮아진다고 하였다. 강하점도는 입도가 고와질수록 커지는 경향이었으나 -60+80메쉬와 -80+100메쉬 쌀가루에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

호화개시온도의 경우 가장 거친 가루와 가장 고운 가루와의 차이는 숙기 또는 품종에 관계없이 13.5°C이었다. Nishita와 Bean¹⁾은 쌀을 여러 도정기로 제분하여 얻은 쌀가루의 아밀로그래프 호화개시온도는 도정기에 따라 다르나 같은 쌀을 이용했을 때 가장 거친 입자와 가장 고운 입자와의 호화개시온도는 10.5°C 정도의 차이를 보인다고 하였다. 이러한 차이는 Nishita와 Bean¹⁾이 20% 고농도를 사용하였기 때문으로 농도가 높아질수록 아밀로그래프의 호화개시온도가 낮아짐은 잘 알려져 있다.⁷⁾

Nishita와 Bean¹⁾은 10% 농도에서 입도가 큰 쌀가루(290 마이크론)는 입도가 작은 쌀가루(111~155 마이크론)보다 아밀

Table 4. Amylograph indices of rice flours¹⁾

Maturity Ground	Variety	Particle size (mesh)											
		-20+40			-40+60			-60+80			-80+100		
		A ²⁾	B ²⁾	C ²⁾	A	B	C	A	B	C	A	B	C
I	Jinmibyeco	84.0	560	30	84.0	560	75	78.0	650	155	70.5	640	150 ^{b3)}
	Odaebyeco	84.0	540	25	84.8	550	70	78.0	630	150	70.5	640	145 ^b
II	Hwasungbyeco	84.0	500	20	84.0	510	75	78.8	600	155	70.5	610	145 ^{ab}
	Hwajinbyeco	84.0	530	30	84.0	520	75	78.0	610	150	70.5	620	160 ^{ab}
	Anjungbyeco	84.0	520	35	84.8	530	70	78.0	640	160	70.5	650	170 ^{ab}
	Ilpoombyeco	84.0	510	20	84.0	520	75	78.0	600	155	70.5	610	170 ^{ab}
III	Nakdongbyeco	84.0	570	25	84.0	570	80	78.0	670	165	70.5	680	180 ^a
	Dongjinbyeco	84.0	560	20	84.0	570	75	78.0	670	160	70.5	680	180 ^a
	Mankeumbyeco	84.0	490	20	84.0	480	70	78.0	570	150	70.5	580	160 ^a
	Chucheongbyeco	84.0	530	20	84.0	530	75	78.0	620	160	70.5	630	180 ^a
	Mean	84.0	531.0	24.5	84.2	534.0	74.0	78.1	626.0	156.0	70.5	632.0	164.0
	SD	0.0	26.9	5.5	0.3	28.8	3.2	0.3	32.4	5.2	0.0	31.3	14.1

¹⁾10% slurries of flours ground from the rice on a blade type food mixer and sieved on meshes.

²⁾A=Initial pasting temperature (°C); B=Peak viscosity (B.U.); C=Breakdown (B.U.)

³⁾The same letters (a~b) in the same column are not significantly different (p<0.05).

참고문헌

로그그래프 최고점도가 낮다고 하여 이 실험결과(Table 4)와 같은 경향을 보였다. 그러나 박 등³⁾은 8% 농도에서 쌀가루 입자가 고와질수록 최고점도가 낮아지는 경향을 보인다고 하였다. 이러한 차이는 측정 농도 또는 분쇄과정중 생성되는 손상전분 함량 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

이상의 결과를 요약하면 동일한 쌀을 분쇄하고 메쉬별 통과분을 대상으로 누적입도 분포를 보면 숙기별로는 유의적인 차이가 없었으나, 60 또는 80메쉬 통과분은 숙기별로 유의성을 보였다. 쌀알의 경도는 20-메쉬 미통과분과 정상관을, 60메쉬 또는 60메쉬 이상 통과분과 부상관을 보였고, 아밀로그래프 최고점도도 60메쉬 통과분은 80메쉬 통과분과 유의적인 차이를 보이지 않았으므로, 쌀알의 경도분석은 20메쉬 미통과분 또는 60메쉬 통과분으로부터 예측이 가능할 것으로 보인다.

쌀은 분쇄기 종류에 따라 입도가 다르며,^{1,3)} 입도는 또한 측정방법에 따라 달라지게 된다.⁴⁾ 일반적으로 입도측정 방법중 sieve shaker법이 가장 입도가 크며,⁴⁾ 분쇄기 종류별로는 blade형으로 분쇄한 시료의 입도가 크다.²⁾ 따라서 이 실험은 숙기별 쌀알의 경도 비교가 주 목적이었으므로, 품종간 경도 차이를 정확히 보기 위하여는 다양한 분쇄기를 이용한 검토가 요구된다.

감사의 글

이 연구는 단국대학교 대학연구비에 의해 수행되었으므로 이에 감사드린다.

1. Nishita, K. D. and Bean, M. M. (1982) Grinding method: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem.* **59**, 46-49.
2. Park, Y. K., Seog, H. M., Nam, Y. J. and Shin, D. H. (1988) Physicochemical properties of various milled rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**, 504-510.
3. Kum, J. S., Lee, S. H., Lee, H. Y., Kim, H. H. and Kim, Y. I. (1993) Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 541-545.
4. Kim, Y. J. and Kim, S. S. (1994) Comparison of size distribution of rice flour measured by microscope, sieve, coulter counter and aerodynamic methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 184-187.
5. Kim, Y. I., Kum, J. S., Lee, S. H. and Lee, H. Y. (1995) Retrogradation characteristics of jeungpyun by different milling method of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 834-838.
6. Park, D. J., Ku, K. H. and Mok, C. (1995) Characteristics of glutinous rice fractions and improvement of yoogwa processing by microparticulation/air-classification. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 1008-1012.
7. Lee, S. J. and Kim, S. K. (1998) Amylograph pasting properties of flour and starch of Korean rices differing in maturity. *Agric. Chem. Biotechnol.* **41**, 421-425.
8. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. (1965) Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. *Stärke* **18**, 101-105.

Hardness and Effect of Particle Sizes on Pasting Properties of Korean Rices differing in Maturity

Soo-Jeong Lee and Sung-Kon Kim*(*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea*)

Abstract : Rice was ground on a blade-type food mixer and sieved on meshes. The throughs on 60 and 80 mesh sieves were significantly different among maturity groups. The hardness of rice grain was negatively correlated with throughs on 60 and 80 mesh sieves and positively correlated with overs on 20 mesh sieve. The amylograph peak viscosity was increased as the particles became finer, but peak viscosities of the throughs on 60 and 80 mesh sieves were not significantly different.

Key words : rice, hardness, particle size, amylograph

*Corresponding author