

숙기에 따른 우리나라 쌀가루와 전분의 아밀로그래프 호화성질

이수정 · 김성곤*

단국대학교 식품영양학과

초 록 : 숙기가 다른 쌀의 쌀가루와 전분의 아밀로그래프 호화성질을 비교한 결과, 일정한 최고점도에 필요한 쌀가루 농도는 전분 농도보다 평균 1.32배 높았으며 숙기별로는 유의적인 차이가 없었다. 전분은 농도 7.5~9.0% 범위에서 숙기별로 아밀로그래프 특성값에 유의성을 보이지 않았다. 쌀가루는 9~11% 농도에서는 최고점도가 숙기별로 유의성이 없었으나 12% 농도에서는 중생종이 가장 낮은 최고점도를 보였다. 또한 쌀가루 11%와 12%에서 강하점도는 숙기별로 유의성이 있었다. 최고점도 1000 BU에 요하는 쌀가루 또는 전분의 농도는 숙기별로 차이가 없었다. 고농도 쌀가루(12%)의 경우, 아밀로그래프 호화성질은 품종간 차이 식별보다는 숙기별 식별에 유용하였다.(1998년 8월 31일 접수, 1998년 9월 24일 수리)

서 론

쌀 품질평가 방법의 하나로 아밀로그래프의 호화성질이 널리 이용되고 있다.¹⁾ Bhattacharya와 Sowbhagya²⁾는 인도산 쌀의 경우 쌀가루의 아밀로그래프는 품종마다 독특한 패턴을 보이므로 쌀 품질평가 방법으로 유용하게 쓰일 수 있음을 보고하였다. 그러나 김 등³⁾은 우리나라 쌀 중 일반계 12품종과 통일계 9품종을 대상으로 쌀가루의 아밀로그래프 특성을 분석했을 때 일반계와 통일계 쌀의 호화특성 차이를 구별할 수 없었다고 하였다. 김과 김⁴⁾도 일반계 35품종과 통일계 23품종 쌀가루의 아밀로그래프 결과로부터 아밀로오스 함량이 비슷한 우리나라 쌀의 경우 아밀로그래프 특성값에 의한 품종간의 구별은 어려울 것이라고 보고하였다. Perez와 Juliano⁵⁾는 아밀로오스 함량이 낮은 쌀의 품종간 차이 식별에는 고농도(12%)가 저농도(예로서 10%)보다 더 좋은 결과를 보인다고 하였다. 우리나라 쌀은 아밀로오스 함량이 낮은 그룹에 속하나, 고농도에서의 아밀로그래프 호화특성에 대한 연구는 보고된 바 없다.

이 연구는 숙기가 다른 일반계 품종을 대상으로 쌀가루와 전분의 농도별로 호화성질을 분석하고, 아밀로그래프에 의한 숙기별 또는 품종간 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) 등 자포니카 10품종으로서 농촌진흥청으로부터 백미로 도정한 시료를 제공받아, -20°C에서 보관하던

서 사용하였다.

쌀가루와 전분의 제조

쌀 100 g을 분쇄기(가정용 food mixer, FM-500, 한일전기, 한국)로 1분간 분쇄하고 자동진동체에 걸어 10분간 흔들 후 60메쉬를 통과시켜 시료 쌀가루로 하였다.

전분은 알칼리 침지법을 이용하여 분리하였다. 쌀가루에 0.2% NaOH 용액을 가하고 와링 블랜더로 2~3분간 마쇄한 후, 100과 200메쉬 체에 차례로 통과시켜 얻은 침전물을 뷰렛반응이 나타나지 않을 때까지 0.2% NaOH 용액으로 처리하고, 증류수로 중성이 될 때까지 씻어 정제 전분을 얻었다. 전분은 실온에서 2일간 방치한 후 분쇄하여 100메쉬 체에 통과시켰다.

일반성분 분석

쌀가루와 전분의 일반성분은 AOAC⁶⁾ 방법에 따라 분석하였으며 수분은 105°C 건조법으로 정량하였다.

쌀가루와 전분의 호화특성 분석

전분의 팽윤력과 용해도는 Leach 등⁷⁾의 방법에 따라 80°C에서 측정하였다. 시료 0.6 g(건량기준)을 50 ml의 원심분리관에 담고 증류수 30 ml로 분산시킨 다음, 교반 항온수조에서 1시간 가열한 후 3000 rpm에서 30분간 원심분리시켰다. 상징액은 미리 항량시킨 비이커에 옮겨 항온이 될 때까지 건조시켰다. 원심분리후 침전된 시료무게와 건조후의 무게로부터 팽윤력과 용해도를 계산하였다.

쌀가루와 전분의 농도에 따른 호화패턴은 브라벤더사의 비스코아밀로그래프를 사용하여 측정하였다. 전분용액(7.5, 8, 8.5, 9%, 건량기준)과 쌀가루 용액(9, 10, 11, 12%, 건량기준) 500 ml를 30°C부터 92.5°C까지 가열하고 92.5°C에서 15분간 유지시켰다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도(°C),

찾는말 : 쌀, 전분, 아밀로그래프
*연락처

Table 1. Proximate composition of rice flour(F) and starch(S)

Variety	Maturity ¹⁾	Moisture (%)		Protein (% N×5.95)		Fat (%)		Ash (%)	
		F	S	F	S	F	S	F	S
Jinmibyeo	E	14.24	11.21	6.83	0.13 ^{a,2)}	0.63	0.03	0.43	0.10
Odaebyeo	E	13.20	11.41	6.76	0.15 ^a	0.58	0.03	0.42	0.10
Hwasungbyeo	M	14.23	12.20	6.61	0.15 ^a	0.58	0.03	0.48	0.09
Hwajinbyeo	M	13.05	11.25	6.28	0.15 ^a	0.54	0.05	0.43	0.11
Anjungbyeo	M	14.45	10.33	6.71	0.14 ^a	0.54	0.03	0.43	0.09
Ilpoombyeo	M	14.62	9.24	6.69	0.14 ^a	0.64	0.05	0.43	0.10
Nakdongbyeo	M-L	14.82	14.57	6.61	0.11 ^b	0.55	0.03	0.43	0.11
Dongjinbyeo	M-L	13.59	12.44	6.64	0.11 ^b	0.58	0.05	0.43	0.09
Mankumbyeo	M-L	14.62	12.55	6.43	0.12 ^b	0.55	0.04	0.43	0.10
Chucheongbyeo	M-L	13.67	12.96	5.92	0.12 ^b	0.66	0.05	0.43	0.10
Mean		14.05	11.79	6.55	0.13	0.59	0.04	0.43	0.10
SD		0.63	1.46	0.27	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01

¹⁾E=early, M=medium, M-L=medium-late.

²⁾The same letter (a~b) are not significantly different (p<0.05).

최고점도(B.U.), 92.5°C에서 15분후의 점도(B.U.)를 구하였다.

통계처리

결과의 통계처리는 SAS 프로그램⁸⁾을 이용하였다.

결과 및 고찰

일반성분

시료 쌀가루와 전분의 일반성분은 Table 1과 같다. 쌀가루의 경우 일반성분은 숙기별로 유의적인 차이가 없었고, 전분의 경우에도 지방과 회분은 차이가 없었다. 그러나 전분의 단백질 함량은 중만생종 품종이 조생종이나 만생종 품종보다 유의적으로 적었다(p=0.002). 금 등⁹⁾은 조생종 1품종과 중만생종 4품종의 전분의 일반성분은 단백질은 0.00% 이었고, 회분(0.11~0.14%)과 지방(0.04~0.12%)은 품종간에 유의적인 차이가 있었다고 하여 본 실험결과와는 다른 결과를 보였다. 금 등⁹⁾의 결과를 보면 회분과 지방은 본 결과보다 높은 값을 보이는 반면 단백질은 0.00%로 본 실험 결과의 0.13%와는 큰 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 알칼리 처리횟수의 차이 때문으로 보이나 단백질 함량이 0.00%이면서 지방이나 회분함량이 높은 것은 검토하여야 할 문제로 생각된다.

팽윤력과 용해도

전분의 팽윤력과 용해도를 80°C에서 측정한 결과는 Table 2와 같다. 팽윤력은 시료간에 큰 차이가 없었고, 숙기별로도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 용해도는 품종에 따라 다소 차이를 보여 안중벼 전분이 15.8%로 가장 작았고, 화진벼 전분이 21.7%로 가장 컸으나 숙기별로는 유의적인 차이가 없었다.

전분의 팽윤력은 기본적으로 전분입자내의 결합에 크게 영향을 받게 되므로,⁷⁾ Table 2의 결과는 숙기별 시료 전분입자의 결합력(또는 결정도)는 큰 차이가 없을 것으로 추

Table 2. Swelling power and solubility of rice starch

Variety	Swelling power	Solubility (%)
Jinmibyeo	22.8	21.2
Odaebyeo	22.7	17.7
Hwasungbyeo	22.4	19.3
Hwajinbyeo	22.8	21.7
Anjungbyeo	24.4	15.8
Ilpoombyeo	22.3	18.2
Nakdongbyeo	22.3	18.6
Dongjinbyeo	23.0	16.4
Mankumbyeo	24.4	15.9
Chucheongbyeo	23.1	20.1
Mean	23.0	18.4
SD	0.7	2.2

측된다.

호화온도

아밀로그래프에 의한 호화개시온도는 Table 3과 같다. 쌀가루의 경우 9% 농도에서의 호화개시온도는 80.4°C 이었으나 농도가 10%와 11%로 높아짐에 따라 호화개시온도는 73.1°C와 66.1°C로 각각 7.3°C 및 7.0°C 낮아졌다. 그러나 12% 농도의 경우에는 11% 농도에서의 호화개시온도보다 1.3°C가 낮아졌다. 이러한 결과는 쌀가루의 호화개시온도는 농도 증가에 의해 유의적으로 낮아지나 고농도(11% 이상)에서는 감소폭이 좁아짐을 가리킨다.

전분의 호화개시온도는 농도증가에 따라 유의적으로 낮아졌으나, 농도 1% 증가에 따른 호화개시온도 감소 정도는 1.3°C 정도로 아주 작았으며 8% 농도에서의 호화개시온도는 쌀가루 12%에서와 비슷한 값을 보였다(Table 3). 전분 농도가 증가함에 따라 호화개시온도가 낮아지는 것은 모든 전분에서 볼 수 있는 현상이며,¹⁰⁾ 식품계는 분리한 전분보다 높은 호화개시온도를 보이게 된다.¹¹⁾

쌀가루 또는 전분 모두 호화개시온도는 숙기별로 유의성이 없었다.

Table 3. Amylograph pasting temperature (°C) of rice flour and starch

Variety	Concentration (%)							
	Flour				Starch			
	9	10	11	12	7.5	8.0	8.5	9.0
Jinmiby eo	81.0	73.0	66.2	65.3	66.0	64.0	63.8	63.2
Odaeby eo	79.5	72.8	66.2	64.8	65.5	64.0	63.8	63.2
Hwasungby eo	81.0	73.0	67.0	65.3	65.5	64.5	63.8	63.2
Hwajinby eo	81.0	73.2	67.0	65.3	65.5	64.5	63.8	63.2
Anjungby eo	79.5	73.2	66.2	64.8	66.0	64.8	64.0	63.2
Ipoomby eo	81.0	73.0	67.0	65.5	64.7	64.0	64.0	63.5
Iakdongby eo	81.0	73.2	67.0	65.5	66.0	64.8	64.0	63.5
Dongjinby eo	79.5	73.2	65.2	63.2	64.7	64.0	63.2	63.2
Mankeumby eo	81.0	73.2	64.8	63.8	65.5	64.8	63.8	63.2
Mucheongby eo	79.5	73.2	65.2	64.8	64.7	64.0	63.8	63.2
Mean ¹⁾	80.4 ^a	73.1 ^b	66.1 ^c	64.8 ^d	65.4 ^a	64.3 ^b	63.8 ^c	63.2 ^d
SD	0.8	0.1	0.8	0.7	0.5	0.4	0.2	0.1

Means with the same letter(a~d) are not significantly different (p<0.05).

Table 4. Amylograph peak viscosity of rice flour and starch

Variety	Concentration(%)							
	Flour				Starch			
	9	10	11	12	7.5	8.0	8.5	9.0
Jinmiby eo	520	720	1030	1360 ^{a,1)}	670	770	1010	1230
Odaeby eo	480	700	940	1360 ^a	640	730	950	1170
Hwasungby eo	470	650	860	1200 ^b	560	630	900	1080
Hwajinby eo	500	680	920	1230 ^b	650	740	1020	1220
Anjungby eo	520	710	950	1290 ^b	660	740	1040	1210
Ipoomby eo	490	660	930	1270 ^b	670	770	1030	1180
Iakdongby eo	530	740	1000	1360 ^a	730	860	1090	1340
Dongjinby eo	520	740	970	1360 ^a	640	740	1000	1210
Mankeumby eo	440	640	1050	1400 ^a	660	780	1030	1160
Mucheongby eo	480	690	930	1360 ^a	680	800	1030	1250
Mean	495	693	958	1319	656	756	1010	1205
SD	28	35	56	67	42	42	52	67

The same letter (a~b) are not significantly different (p<0.05).

최고점도

쌀가루와 전분 농도별 아밀로그래프 최고점도는 Table 3과 같다. 쌀가루의 경우 9%와 10% 농도에서 시료간 점도 차이가 크지 않았으나, 11% 농도에서는 시료간 점도 차이가 9% 또는 10%에서보다 뚜렷하였다. 쌀가루 농도 9~11%에서 숙기별로 최고점도는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 12% 농도에서 최고점도는 중생종이 조생종이나 중만생종보다 유의적으로 낮은 값을 보였다(p=0.034). Perez와 Juliano²⁾는 쌀의 품종간 차이 식별에는 12% 농도가 10% 농도보다 유용하다고 하였으나, Table 4의 결과는 쌀가루의 12% 농도인 경우 숙기별로 품종간 최고점도가 서로 차이가 없어 품종간 구별은 불가능하였다. 한편, 전분의 농도별 최고점도는 농도에 관계없이 숙기별 유의성이 없었다.

김 등¹²⁾은 녹두가루와 녹두전분의 경우 아밀로그래프 최고점도의 대수값은 농도와 직선적인 관계를 보인다고 하였다. 이러한 관계는 쌀가루²⁾ 또는 다른 전분¹³⁾에서도 보고되어 있다. Table 4의 결과가 농도와 직선적인 관계가 성립함을 확인한 다음, 이로부터 쌀가루 또는 전분이 일정한 최고

점도에 도달하는데 필요한 농도를 구한 결과는 Table 5와 같다. 최고점도에 관계없이 일정한 최고점도에 필요한 쌀가루와 전분의 농도 비는 평균 1.32였다. 조생종의 경우 농도 비는 1.31, 중생종은 화성벼가 1.30, 나머지는 1.34, 중만생종은 낙동벼가 1.32, 동진벼가 1.29, 만금벼와 추청벼는 1.34로서, 품종에 따라 일부 차이는 있었으나 숙기별로 유의적인 차이는 없었다.

Bhattacharya와 Sowbhagya²⁾는 최고점도 1000BU일 때 최고점도와 95°C에서의 최종점도와의 비, 최고점도와 50°C에서의 점도와의 비, 95°C에서의 최종점도와 50°C에서의 점도와의 비 등은 인도쌀의 품질평가에 유용한 지표로 쓰일 수 있다고 하였다. 그러나 이들 방법은 최고점도가 1000BU에 도달하는 농도를 먼저 확인하여야 하므로 상당한 시간이 요구되는 단점이 있다. 또한 Perez와 Juliano⁹⁾는 아밀로오스 함량이 다른 쌀가루의 경우 최고점도 1000BU에 도달하는 시료 농도는 품종에 따라 크게 달라질 수 있으나 아밀로오스 함량이 중간 또는 낮은 쌀의 경우 최고점도 1000BU에서의 농도는 시료간에 큰 차이가 없는 것으로 보고하였다.

Table 5. Rice flour and starch concentration to give a fixed amylograph peak viscosity

Variety	Concentration (%) to give peak viscosity (B.U.)								A/B
	Flour (A)				Starch (B)				
	700	800	900	1000	700	800	900	1000	
Jinmibyeo	9.90	10.31	10.67	11.16	7.56	7.90	8.20	8.56	1.31
Odaebyeo	10.07	10.46	10.81	11.27	7.64	7.99	8.25	8.65	1.31
Hwasungbyeo	10.28	10.71	11.09	11.60	7.92	8.23	8.51	8.86	1.30
Hwajinbyeo	10.11	10.55	10.94	11.43	7.57	7.90	8.19	8.52	1.34
Anjungbyeo	10.17	10.56	10.90	11.29	7.60	7.92	8.21	8.53	1.33
Ipoombyeo	10.14	10.56	10.92	11.37	7.54	7.88	8.17	8.55	1.34
Nakdongbyeo	9.86	10.29	10.67	11.10	7.44	7.76	8.05	8.41	1.32
Dongjinbyeo	9.91	10.33	10.70	11.20	7.68	8.05	8.28	8.70	1.29
Mankeumbyeo	10.14	10.63	11.07	11.48	7.53	7.89	8.21	8.57	1.34
Chucheongbyeo	10.13	10.54	10.91	11.34	7.53	7.86	8.16	8.54	1.34
Mean	10.07	10.49	10.87	11.32	7.60	7.94	8.22	8.59	1.32
SD	0.13	0.14	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.02

Table 6. Amylograph breakdown of rice flour and starch

Variety	Concentration (%)							
	Flour				Starch			
	9	10	11	12	7.5	8.0	8.5	9.0
Jinmibyeo	120	220	340 ^{b,1)}	710 ^a	410	480	670	830
Odaebyeo	140	240	360 ^b	730 ^a	360	420	620	800
Hwasungbyeo	100	180	340 ^b	590 ^b	300	320	520	680
Hwajinbyeo	100	190	370 ^b	620 ^b	360	415	610	760
Anjungbyeo	110	230	390 ^b	680 ^b	380	425	600	780
Ipoombyeo	100	230	360 ^b	650 ^b	390	440	620	780
Nakdongbyeo	140	220	400 ^a	750 ^a	430	520	680	850
Dongjinbyeo	130	260	410 ^a	740 ^a	340	420	590	750
Mankeumbyeo	100	240	430 ^a	760 ^a	390	490	650	810
Chucheongbyeo	110	220	400 ^a	700 ^a	380	480	630	790
Mean	115	223	380	693	374	441	619	783
SD	16	23	30	57	36	55	45	47

¹⁾The same letter (a-b) are not significantly different ($p < 0.05$).

이러한 결과는 Table 5에서와 같이 최고점도 1000BU에서의 쌀가루 또는 전분의 농도가 시료간에 큰 차이를 보이지 않는 것과 잘 부합되는 것이었다.

강하점도

최고점도와 92.5°C에서 15분후의 점도와의 차이, 즉 강하점도는 Table 6과 같다. 쌀가루의 경우 9%와 10% 농도에서는 속기별로 유의성이 없었으나, 11%와 12% 농도에서는 속기별로 유의성이 있었다. 11% 농도의 경우 강하점도는 중만생종이 가장 컸으나($p=0.008$), 12% 농도의 경우 중만생종은 조생종과 유의적인 차이가 없었으며, 중생종이 가장 작았다($p=0.006$). 그러나 전분의 경우에는 속기별로 유의적인 차이가 없었다.

최고점도의 경우 쌀가루 11% 농도에서 속기별로 유의성이 없었으나(Table 4), 강하점도는 중만생종이 조생종 또는 중생종과 유의성을 보였다. 한편 쌀가루 12% 농도의 경우 최고점도(Table 4)와 강하점도(Table 6)는 속기별로 같은 유

의성을 보였다. 이러한 결과는 Perez와 Juliano⁹⁾가 아밀로오스 함량이 낮은 쌀의 경우 고농도(12%)가 저농도(10%)보다 차이 식별에 유리하다고 한 것과 부합된다. 그러나 본 실험 결과를 보면 고농도에서 속기별 차이는 있었으나 품종간 차이 식별은 불가능하였다. 따라서 본 실험 결과는 아밀로그래프에 의한 쌀 품종간의 호화특성 차이를 정확히 구별하기는 어려울 것이라는 기존의 연구 결과^{3,9)}를 뒷받침하고 있다.

쌀가루의 아밀로그래프 호화점도는 고농도에서 속기별로 유의성이 있었고, 전분은 유의성이 없었으므로 쌀 특성 이해 수단으로서 아밀로그래프는 전분보다는 쌀가루를 이용하는 것이 바람직한 것으로 보인다.

감사의 글

이 연구는 단국대학교 대학연구비에 의해 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Juliano, B. O. (1982) IRRI Research Paper Series No. 77, The International Rice Research Institute, Las Banos, Laguna, Philippines.
2. Bhattacharya, K. R. and C. M. Sowbhagya (1979) Pasting behavior of rice : A new method of viscography. *J. Food Sci.* **44**, 797-800, 804.
3. Kim, S. K., H. M. Chung and S. S. Kim (1984) Pasting behavior of Korean rice. *J. Korean Agri. Chem. Soc.* **27**, 135-137.
4. Kim, S. K. and S. S. Kim (1985) Vicogram pattern of Korean rice flours. *J. Korean Agri. Chem. Soc.* **28**, 142-148.
5. Perez, C. M. and B. O. Juliano (1979) Indicators of eating quality for non-waxy rices. *Food Chem.* **4**, 185-195.
6. AOAC (1990) Official Method of Analysis, 15th Ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., U.S.A.
7. Leach, H. W., L. D. McCowen and T. J. Schoch (1959) Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* **36**, 534-544.
8. SAS (1985) SAS Users Guide : Statistics, 5th Ed., SAS Institute, Inc., Cary, NC, U.S.A..
9. Kum, J. S., C. H. Lee, K. H. Baek, S. H. Lee and H. Y. Lee (1995) Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 365-369.
10. Sansted, R. M. and R. C. Abbot (1964) A comparison of methods for studying the course of starch gelatinization. *Cereal Sci. Today* **9**, 13-18, 26.
11. Wada, K., K. Takahashi, K. Shira and A. Kawamura (1979) Differential thermal analysis applied to examing gelatinization of starches in foods. *J. Food Sci.* **44**, 1366-1368, 1372.
12. Kim, E. K., S. K. Kim and A. R. Lee (1995) Comparison of chemical composition and gelatinization property of mungbean flour and starch. *Korean J. Soc. Food Sci.* **11**, 30-36.
13. Kim, K., H. K. Yoon and S. K. Kim (1984) Physicochemical properties of arrowroot starch. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **27**, 245-251.

Amylograph Pasting Properties of Flour and Starch 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 : The amylograph pasting properties of flours (9~12%, db) and starches (7.5~9.0% db) of Korean rice cultivars indicated that the flour concentration to give a fixed peak viscosity was higher by 1.32 times compared with starch, regardless the maturity. Only at 12% flour concentration the peak viscosity and breakdown viscosity were differentiated among maturity groups, which suggested that flour may be better tool than starch in characterizing the maturity groups by pasting properties.

Key words : rice, starch, amylograph