

우리나라 쌀의 점도 특성

김 성 곤·김 상 순*

단국대학교 식품영양학과, *숙명여자대학교 식품영양학과
(1985년 7월 29일 수리)

Viscogram Pattern of Korean Rice Flours

Sung-Kon Kim and Sang-Soon Kim*

Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, *Sook Myung Woman's
University, Seoul, Korea

Abstract

Pasting properties of 35 traditional (Japonica) and 23 high-yielding (J/Indica) rice varieties having various hydration rates at 23°C were investigated. Amylograms showed that high-yielding rice varieties had higher values for peak (P), hot-paste (H) and cold-paste (C) viscosities than those for traditional rice varieties. P had a highly negative correlation with H/P, C/P and C/H. P of traditional rice varieties was positively and negatively correlated with protein amylose contents, respectively. However, H and C showed no correlation with protein or amylose content. No correlation was observed between amylograph indices and hydration rate of rice grain.

서 론

일반적으로 쌀의 취반 특성 및 식미는 주로 전분의 아밀로스 및 아밀로펙틴의 구성비에 의하여 크게 영향을 받게 된다^{1,2)}. 아밀로스 함량은 밥의 부드러움, 끈기 및 색깔과 부의 상관관계를 보인다³⁾. 그러나 최근 Bhattacharya 등³⁻⁶⁾은 쌀의 품질은 전체 아밀로스 함량 이외에도 불용성 아밀로스 함량이 중요하다고 보고 하였다. 쌀입자의 chalkiness는 불용성 아밀로스 함량과 밀접한 관계를 보이며^{6,7)}, 쌀의 침지시 평형수분함량은 전분의 아밀로스 함량 및 호화온도와 쌀입자의 chalkiness에 의하여 영향을 받게 된다⁶⁾.

그러나 우리나라 쌀의 품질에 대한 연구 특히 일반 품종과 다수확 품종간의 품질 비교에 관한 연구는 거의 미미한 형편이며, 쌀의 품질에 직접적인 영향을 주는 전분에 대하여도 일부 연구⁸⁻¹³⁾가 있을 뿐이다. 김들¹⁴⁻¹⁶⁾은 우리나라 쌀이 아밀로스 함량이 비교적 균일한 점을 감안할 때, 품종간 식미의 차이는 물리적 성질이 중요함을 시사하였다.

쌀의 수분 흡수 특성은 품종¹⁷⁾, 재배조건, 저장기간¹⁸⁾ 등에 따라 좌우되며, 이들 인자에 의하여 침지나 취반조건이 결정된다¹⁹⁾. 또한 침지시간과 침지온도는 밥의 식미, 색, 냄새 등에 영향을 주게 된다¹⁹⁾. 최근 이들²⁰⁾과 김들²¹⁾은 쌀의 수분 흡수 특성에 의한 쌀 품종간의 미질 grouping의 가

Table 1. Amylograph indices of milled Japonica nonwaxy rice flour

Hydration group ^a	Variety	P (B.U.)	H (B.U.)	C (B.U.)	SBt (B.U.)	H/P	C/P	C/H	BDr
I	<i>Pungok</i>	310	220	380	160	0.71	1.23	1.73	0.56
	<i>Kwanakbyeo</i>	390	240	430	190	0.62	1.10	1.79	0.79
	<i>Suwon 320</i>	370	260	350	90	0.70	0.95	1.35	1.22
	<i>Nonglim 6</i>	340	240	440	200	0.70	1.29	1.83	0.50
	<i>Odaebyeo</i>	350	200	360	160	0.57	1.03	1.80	0.94
II	<i>Jinjubyeo</i>	340	230	410	180	0.67	1.20	1.78	0.61
	<i>Sangpungbyeo</i>	260	190	350	160	0.73	1.34	1.84	0.44
	<i>Sasanishiki</i>	360	210	320	110	0.58	0.89	1.52	1.30
	<i>Sulakbyeo</i>	350	210	350	140	0.60	1.00	1.67	1.00
	<i>Chugwangbyeo</i>	420	250	430	180	0.59	1.02	1.72	0.94
	<i>Suwon 306</i>	270	200	300	100	0.74	1.11	1.50	0.70
	<i>Sobaegbyeo</i>	360	210	320	110	0.58	0.89	1.52	1.38
	<i>Taechangbyeo</i>	350	220	380	160	0.63	1.08	1.72	0.81
	<i>Namyang 1</i>	390	240	410	170	0.62	1.05	1.71	0.88
	III	<i>Palkeum</i>	220	170	290	120	0.77	1.32	1.71
<i>Nakdongbyeo</i>		330	220	400	180	0.87	1.21	1.82	0.65
<i>Bonggwangbyeo</i>		290	200	360	160	0.69	1.24	1.80	0.56
<i>Sumjinbyeo</i>		330	210	360	150	0.64	1.09	1.71	0.78
<i>Tongjinbyeo</i>		280	210	350	140	0.75	1.25	1.67	0.50
IV	<i>Samnambyeo</i>	320	210	380	170	0.66	1.19	1.81	0.65
	<i>Boggwangbyeo</i>	370	220	350	130	0.59	1.02	1.72	0.94
	<i>Seonambyeo</i>	310	220	400	180	0.71	1.29	1.82	0.50
	<i>Chiakbyeo</i>	360	210	360	150	0.58	1.00	1.71	1.00
	<i>Nongbaeg</i>	380	220	390	170	0.61	1.08	1.77	0.82
V	<i>Nonglim 8</i>	280	200	350	150	0.71	1.25	1.75	0.53
	<i>Tobongbyeo</i>	510	250	410	150	0.49	0.80	1.64	1.63
Mean ± S.D		339 (57)	218 (20)	370 (39)	152 (28)	0.65 (0.17)	1.11 (0.15)	1.71 (0.12)	0.81 (0.31)

^a : Hydration group I has the lowest rate and group V the highest (see reference 22 for details).

능성을 제시하였다. 최근 김등²²⁾은 우리나라 쌀은 수분흡수 속도에 의하여 6개의 group으로 나눌수 있었다고 보고하였다.

쌀의 미질 평가 방법의 하나로서 아밀로그래프를 이용한 쌀의 호화양상이 일부 이용되고 있다²³⁾. Bhattacharya 및 Sowbhagya^{24,25)}는 쌀가루의 아밀로그래프는 품종간에 독특한 양상을 보이며, 쌀의 품질을 평가하는 방법으로서 유용하게 쓰일 수 있다고 보고하였다. 김등²⁶⁾은 일반계 12품종과 다수계 9품종을 대상으로 하여 쌀가루의 호화양상을 분석하였다.

본 실험에서는 수분 흡수 속도가 서로 다른 일반계 35품종과 다수계 23품종을 대상으로 아밀로그래프에 의한 호화양상을 조사하고, 단백질, 아밀로스 및 수분흡수 속도와의 관련성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 벼는 일반계 35품종과 다수계 23품종으로서, 시료의 특성은 전보²²⁾와 같다.

Table 2. Amylograph indices of milled J x Indica nonwaxy rice flour

Hydration group	Variety	P (B.U.)	H (B.U.)	C (B.U.)	SBt (B.U.)	H/P	C/P	C/H	BDr
I	<i>Kayabyeo</i>	400	230	390	160	0.57	0.98	1.70	1.08
II	<i>Seogwangbyeo</i>	490	290	460	170	0.59	0.94	1.58	1.17
	<i>Mansukbyeo</i>	490	300	500	200	0.61	1.02	1.67	0.95
	<i>Yushin</i>	480	300	500	200	0.62	1.04	1.67	0.90
	<i>Youngpungbyeo</i>	420	240	390	150	0.57	0.93	1.62	1.20
	<i>Taebagbyeo</i>	510	300	530	230	0.59	1.04	1.77	0.91
	III	<i>Pungsanbyeo</i>	460	270	440	210	0.59	0.96	1.63
<i>Shingwangbyeo</i>		480	250	430	180	0.52	0.90	1.72	1.27
<i>Iri 357</i>		480	260	460	180	0.58	0.96	1.64	1.20
<i>Chupungbyeo</i>		600	330	520	190	0.55	0.87	1.58	1.42
<i>Baegyangbyeo</i>		520	260	450	190	0.50	0.86	1.73	1.37
<i>Iri 360</i>		480	270	440	150	0.56	0.92	1.63	1.27
<i>Milyang 23</i>		500	300	480	180	0.60	0.96	1.60	1.11
IV		<i>Nampungbyeo</i>	470	290	430	140	0.62	0.91	1.59
	<i>Milyang 30</i>	420	280	490	210	0.67	1.17	1.75	0.67
	<i>Suwon 318</i>	450	280	450	170	0.62	1.00	1.60	1.00
V	<i>Sujeongbyeo</i>	420	250	390	140	0.60	0.93	1.56	1.21
	<i>Samgangbyeo</i>	400	240	400	160	0.60	1.00	1.67	1.00
	<i>Iri 362</i>	420	280	420	140	0.67	1.00	1.50	1.00
VI	<i>Cheongcheongbyeo</i>	670	310	400	90	0.46	0.60	1.29	4.00
Mean±S.D		478 (66)	278 (26)	449 (44)	172 (32)	0.58 (0.05)	0.95 (0.11)	1.63 (0.10)	1.25 (0.67)

호화 양상

쌀가루의 호화양상은 Brabender/Visco/Amylograph를 이용하여 시료 30g을 증류수 360g에 잘 현탁시킨 다음 30°C에서 95°C까지 1.5°C/min로 가열하고, 95°C에서 15분간 유지한 다음 1.5°C/min의 속도로 50°C까지 냉각시켰다.

아밀로그래프로부터 최고점도(P), 95°C에서 15분 후의 점도(H), 50°C에서의 점도(C)를 구하였다. 이들의 상호관계는 다음과 같이 표시된다^{24,25)}

$$SBt = \text{Total setback} = C - H$$

$$H/P = \text{Breakdown ratio}$$

$$C/P = \text{Setback ratio}$$

$$C/H = \text{Total setback ratio}$$

$$BDr = \text{Relative breakdown} = (P - H)/(C - H)$$

단백질, 아밀로스 및 수분흡수속도 전보²²⁾의 결과를 이용하였다.

결과 및 고찰

일반계 및 다수계 쌀가루의 아밀로그래프 특성은 각각 Table 1 및 Table 2와 같다. 일반계 쌀의 최고 점도(P)는 220~510B.U., 다수계쌀은 400~620B.U.로서 일반계 쌀의 품종간 차이가 다소 심한 경향을 보였다. 95°C에서 15분후의 점도(H)는 일반계 쌀이 170~250B.U., 다수계 쌀이 230~310B.U.로서 다수계 쌀이 높은 값을 보였다. 50°C에서의 점도(C)는 일반계 쌀이 290~440B.U., 다수계 쌀이 390~530B.U.이었다. 또한 total setback (SBt)은 일반계가 90~200B.U., 다수계가 90~230B.U.이었다. 따라서 Table 1 및 Table 2의 결과는 다수계쌀이 일반계 쌀에 비하여 대체적으로 P, H, C 및 SBt 모두 높은 값을 보이며, 또한 다수계 쌀은 품종간의 차이가 크지 않음을

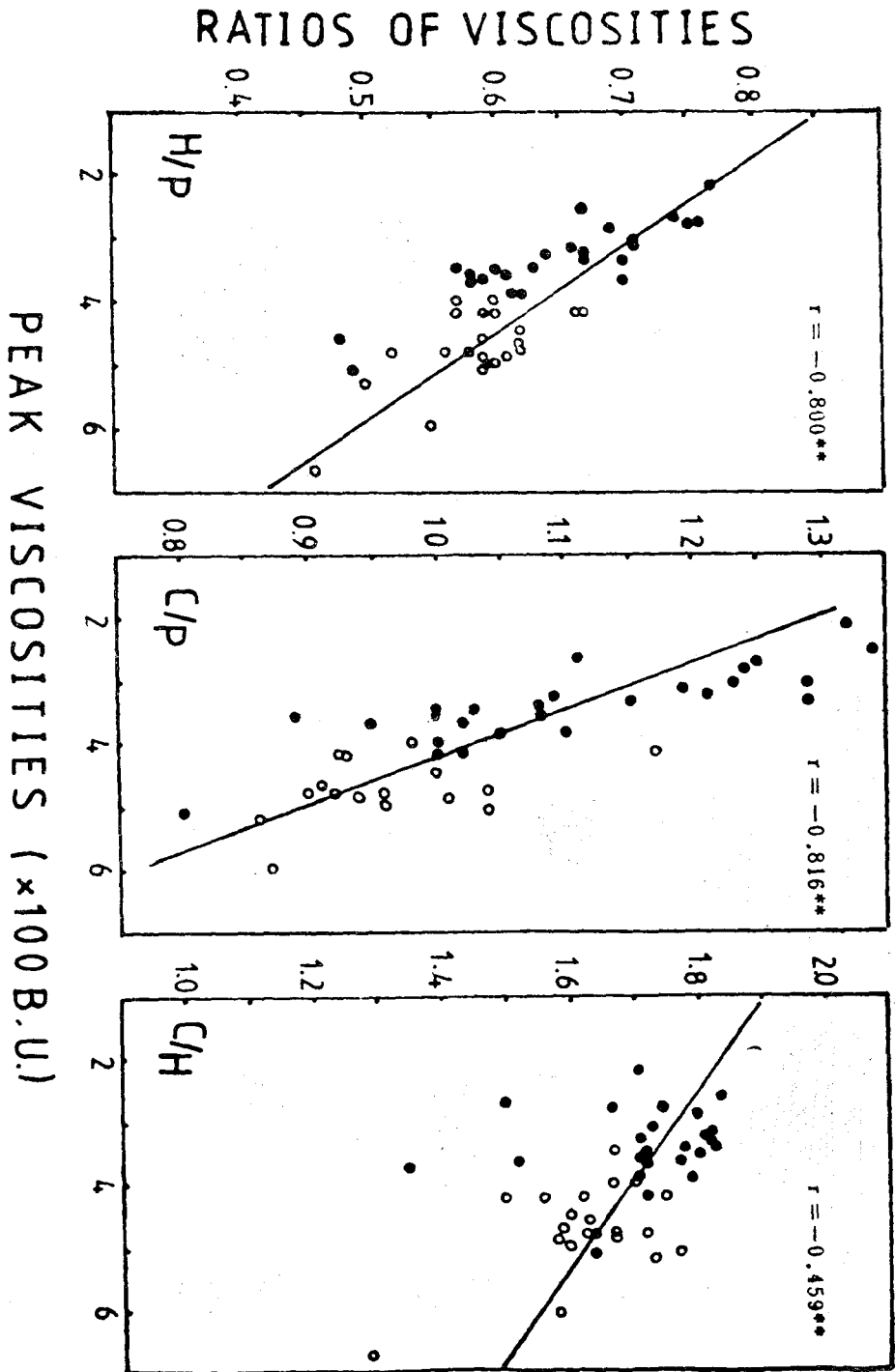


Fig. 1. Ratios of viscosities of Japonica (●) and JxIndica (○) milled rice at various peak viscosities.

Table 3. Properties of nonwaxy milled rice within each hydration group

Hydration group	No. of varieties	Protein content (%)	Amylose content (%)	Hydration rate($\times 10^2$) (cm/min)	Amylograph indices			
					H/P	C/P	C/H	BDr
Japonica								
I	6	7.6~9.1	19.9~22.5	6.77~7.91	0.57~0.73	0.95~1.29	1.35~1.83	0.50~1.22
II	13	7.1~9.4	18.5~24.4	8.12~8.58	0.48~0.77	0.89~1.34	1.50~1.84	0.42~1.36
III	5	7.1~9.0	19.3~21.8	8.66~8.90	0.64~0.75	1.09~1.25	1.67~1.80	0.50~0.78
IV	6	7.3~10.6	19.3~23.5	9.05~9.40	0.58~0.71	1.00~1.29	1.71~1.82	0.53~1.00
V	1	8.9	16.5	10.24	0.49	0.80	1.64	1.63
J x Indica								
I	1	8.5	21.3	7.59	0.57	0.98	1.70	1.06
II	5	8.6~10.3	19.8~21.5	8.21~8.43	0.57~0.62	0.93~1.04	1.58~1.77	0.91~1.20
III	8	8.6~9.4	18.3~22.0	8.60~9.00	0.50~0.60	0.86~0.96	1.58~1.73	0.90~1.42
IV	4	7.8~8.9	20.1~22.6	9.20~9.34	0.62~0.67	0.91~1.17	1.59~1.75	0.67~1.29
V	3	8.2~8.8	18.4~20.8	9.51~9.82	0.60~0.67	0.93~1.00	1.50~1.67	1.00~1.21
VI	2	8.2~9.2	19.1	10.39~10.72	0.46	0.60	1.29	4.00

Table 4. Correlation coefficients between amylograph indices and rice properties^a

		Amylograph indices							
		P	H	C	SBt	H/P	C/P	C/H	BDr
Protein	J ^b	0.41*	0.11	0.19	0.17	-0.57**	-0.37	0.16	0.33
	J/I	0.38	0.24	0.28	0.20	-0.34	-0.19	0.06	0.15
Amylose	J	-0.51*	-0.05	0.08	0.14	0.76**	0.70**	0.18	-0.62**
	J/I	0.31	0.06	0.14	0.09	0.50**	0.42	0.18	-0.31
Water gain ^c	J	0.29	0.15	0.16	0.00	-0.15	-0.07	-0.12	0.20
	J/I	-0.02	-0.14	-0.12	0.01	-0.13	-0.05	0.08	0.04
Water uptake rate	J	0.10	-0.11	-0.07	-0.05	-0.28	-0.17	0.07	0.21
	J/I	0.18	0.20	-0.29	-0.59**	-0.09	-0.43*	0.26	0.58**
P	J		0.78**	0.55**	0.16	-0.86**	-0.78**	-0.18	0.78**
	J/I		0.72**	0.33	-0.18	-0.67**	-0.73**	-0.50*	0.75**
H	J			0.71**	0.26	-0.39*	-0.43*	-0.18	0.43*
	J/I			0.73**	0.17	0.02	-0.16	-0.33	0.27
C	J				0.86**	-0.27	0.06	0.52**	-0.10
	J/I				0.76**	0.22	0.39	0.38	-0.31
SBt	J					-0.06	0.42*	0.87**	-0.42*
	J/I					0.31	0.67**	0.80**	-0.69**

^a : Waxy rice was excluded.

^b : J=Japonica; J/I=Japonica×Indica.

^c : Water gain of milled rice after 5 min of hydration at 23°C.

* and ** : Significant at 5% and 1% level, respectively.

가르킨다. 이 결과는 김들²⁶⁾의 결과와 대체로 일치하는 경향이였다.

쌀가루 아밀로그람 특성값의 비 H/P는 일반계가 평균 0.65, 다수계가 평균 0.85로서 일반계가 다소 높은 값을 보였다. 그러나 C/P 및 C/H는 일반계가 다소 높은 값을 보였다. 이 결과는 대체로 김들²⁶⁾의 결과와 비슷한 경향이였다. Relative breakdown(BDr)는 일반계가 평균 0.81, 다수계가 평균 1.25로서 다수계가 높은 값을 보였다. Bhattacharya와 Sowbhagya^{24,25)}는 C/H값은 쌀 품종간에 변이가 작으며 P값에 상관없이 비교적 일정한 값을 보인다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 이를 뒷받침할 수 없었다(Fig. 1). C/H값은 일반계가 수원320호를 제외하면 1.50~1.80(Table 1), 다수계가 청청벼를 제외하면 1.50~1.77로서 다수계가 비교적 균일한 값을 보였다.

최고점도 (P)와 H/P, C/P 및 C/H와의 관계는 Fig. 1과 같다. P와 H/P, P와 C/P 및 P와 C/H는 모두 높은 부의 상관관계를 보였다. 김동²⁶⁾은 P와 H/P와는 상관관계를 보이지 않으나, P와 C/P 및 P와 H/H는 높은 부의 상관관계를 갖는다고 보고하였다. 따라서 P와 H/P와의 관계는 앞으로 더 규명되어야 하리라 생각된다. 시료 쌀의 수분 흡수 속도 집단별 특성은 Table 3과 같다. Table 3에서 보면 쌀의 특성은 수분 흡수 속도 집단별에 따라 차이를 보였으나 뚜렷한 관계는 볼수 없었다. 따라서 쌀의 수분 흡수 속도와 전분의 호화양상과는 직접적인 관계가 없는 것으로 판단된다.

쌀가루의 아밀로그람 특성값과 쌀의 특성간의 상관관계는 Table 4와 같다. 최고 점도는 일반계 쌀의 경우 단백질 함량 및 아밀로스 함량과 각각 정의 상관 및 부의 상관을 보였으며, 수분 흡수 속도와는 상관을 보이지 않았다. 그러나 95°C에서 15분후의 점도 및 50°C에서의 점도는 단백질 함량, 아밀로스 함량, 초기 수분증가 및 수분 흡수와 상관을 보이지 않았다. Total setback(SBt)은 다수계 쌀의 수분흡수 속도와 높은 부의 상관(-0.59**)을 보였으나, 일반계 쌀은 상관을 보이지 않았다.

아밀로스 함량은 H/P와 높은 정의 상관을 보였으나, C/P와의 관계는 일반계 쌀만이 정의 상관을 보였다. 초기 수분증가는 H/P, C/P 및 C/H와 상관을 보이지 않았으나, 수분 흡수 속도는

다수계 쌀만이 C/P와 부의 상관을 보였다.

아밀로그람 특성값 사이의 상관관계를 보면 P는 H와 정의 상관관계를 보였으며, P와 H/P 및 P와 C/P는 부의 상관관계를 보였다(Table 4). 다수계 쌀의 경우 H는 H/P 및 C/P와 부의 상관관계를 보였다. C는 SBt와 높은 정의 상관을 보였다. SBt는 C/P 및 C/H와 높은 정의 상관을 보였다. 그러나 아밀로그람 특성값 사이의 상관관계는 일반계 및 다수계 쌀이 일부 다른 결과를 보였는데 이 이유는 앞으로 더욱 연구되어야 하리라 생각된다.

Bhattacharya 및 Sowbhagya²⁵⁾는 쌀을 아밀로스 함량에 따라 8개의 집단으로 나누었을 때 각 집단의 쌀은 독특한 아밀로그람 특성값을 갖는다고 보고하였다. 그러나 Dengate와 Meredith²⁷⁾는 밀59품종의 전분의 아밀로그람 특성값은 정상적인 분포를 보이며, 쌀과 같이 품종간의 grouping은 할 수 없다고 보고하였다. 밀 전분의 아밀로스 함량은 약25%로 알려져 있다²⁸⁾. 따라서 아밀로그람의 특성은 아밀로스 함량에 크게 영향을 받는 것으로 판단된다. Bhattacharya들⁶⁾의 분류에 의하면 시료 쌀의 아밀로스 함량 18.5~22.0%(Table 3)는 low amylose group (Group 7)에 속한다. 우리나라 쌀의 아밀로그람 특성값 P와 H/P, C/P 및 C/H관계 (Fig. 1)는 Bhattacharya 및 Sowbhagya²⁵⁾의 Group 7의 결과와 대체로 비슷한 경향을 보인다. 따라서 아밀로스 함량이 비슷한 우리나라 쌀의 경우 아밀로그람 특성값에 의한 품종간의 구별은 어려울 것으로 판단된다.

조 록

일반계 (35품종) 및 다수계 (23품종) 쌀을 대상으로, 쌀가루의 아밀로그람 특성을 분석하고 단백질 및 아밀로스 함량과 쌀의 수분흡수 속도와 의 관련성을 조사하였다. 일반계 쌀은 최고점도 (P), 95°C에서 15분 후의 점도(H) 및 50°C에서의 점도(C) 모두 다수계 쌀보다 낮은 값을 보였다. H/P는 일반계가, C/P 및 C/H는 다수계가 높은 값을 보였다. P와 H/P, C/P 및 C/H와의 관계는 모두 높은 부의 상관관계를 보였다. P는 일반계 쌀의 경우 단백질 및 아밀로스 함량과 각각 정의 상관 및 부의 상관을 보였다. H와 C는 단백질 함량 및 아밀로스 함량과 상관을 보이지 않았

다. 아밀로그람 특성값은 수분흡수 속도와 상관 관계를 보이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Juliano, B.O., Onate, L.U. and del Mundo, A.M.: Food Technol., 19 : 1006(1965).
2. Juliano, B.O.: In "Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality," p. 69. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines (1979).
3. Kumar, B.M., Upadhyay, J.K. and Bhattacharya, K.R.: J. Texture Studies, 7 : 271 (1976).
4. Bhattacharya, K.R., Sowbhagya, C.M. and Indudhara Swamy, Y.M.: J. Sci. Fd Agric., 29 : 359(1978).
5. Indudhara Swamy, Y.M., Sowbhagya, C.M. and Bhattacharya, K.R.: J. Sci. Fd Agric., 29 : 627(1978).
6. Bhattacharya, K.R., Sowbhagya, C.M. and Indudhara Swamy, Y.M.: J. Food Sci., 47 : 564(1982).
7. Bhattacharya, K.R., Indudhara Swamy, Y.M. and Sowdhagya, C.M.: J. Food Sci. Technol., 16 : 214(1979),
8. 김호식, 이춘영, 이서래 : 한국 농학회지 기념 논문집, 29(1961).
9. 정경근, 한동서 : 농촌진흥청 시험연구사업보고서, 793(1968).
10. 김재욱, 이제호, 김동연 : 한국 농화학회지, 15 : 65(1972).
11. 김용휘 : 전북대학교 농대 논문집, 제 4 집 : 103(1973).
12. 정동효, 이현유 : 한국식품과학회지, 8 : 179 (1976).
13. Kim, S.K., Hahn, T.R., Lee, Y.H. and D'Appolonia, B.L.: Korean J. Food Sci. Technol., 10 : 157(1978).
14. Cho, E.K., Pyun, Y.R., Kim, S.K. and Yu, J.H.: Korean J. Food Sci. Technol., 12 : 285(1980).
15. 김성곤, 변유량 : 한국식품과학회지, 14 : 80 (1982).
16. 정혜민, 안승요, 김성곤 : 한국농화학회지, 25 : 67(1982).
17. Hogn, T.J. and Planck, R.W.: Cereal Chem., 35 : 469(1958).
18. Houston, D.F., Straka, R.P., Hunter, I.R., Roberts, R.L. and Kester, E.B.: Cereal Chem., 34 : 444(1957).
19. Webb, B.D. and Stermer, R.A.: In "Rice Chemistry and Technology," p.102. D.F. Houston (ed.), American Association of Cereal Chemists, St. Paul MN, (1972).
20. 이순옥, 김성곤, 이상규 : 한국농화학회지, 26 : 1(1983).
21. Kim, S.K., Jeong, S.J., Kim, K., Chae, J.C. and Lee, J.H.: J. Korean Agr. Chem. Soc., 27 : 204(1984).
22. Kim, S.K., Han, K.Y., Park, H.H., Chae, J.C. and Ree, J.H.: J. Korean Agr. Chem. Soc., 28 : 62(1985).
23. Juliano, B.O.: *IRRI Research Paper Series No. 77*, The International Rice Research Institute, Philippines (1982).
24. Bhattacharya, K.R. and Sowbhagya, C.M.: J. Texture Studies, 9 : 341(1978).
25. Bhattacharya, K.R. and Sowbhagya, C.M.: J. Food Sci., 44 : 797(1979).
26. 김성곤, 정혜민, 김상순 : 한국농화학회지, 27 : 135(1984).
27. Dengate, H.N. and Meredith, P.: Staerke, 36 : 238(1984).
28. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Cereal Chem., 42 : 558(1965).