

# 쌀의 아밀로스 함량과 物理的 特性間的 相互關係

金成坤\* · 蔡濟天\*\* · 林茂相\*\*\* · 李正行\*\*

## Interrelationship between Amylose Content and Physical Properties of Milled Rice

Sung Kon Kim,\* Je Cheon Chae,\*\* Moo Sang Lim\*\*\* and Jung Haeng Ree\*\*

### ABSTRACT

Relation between amylose and physical properties of milled rice was investigated. Amylose content was negatively and positively correlated with chalkiness and alkali solubility, respectively. No correlation was observed between amylose content and water uptake rate, cooked rice hardness or relative crystallinity. Relative crystallinity of the starch was negatively correlated with alkali solubility and water uptake rate.

### 緒 言

米質을 이해하기 위하여 많은 研究<sup>6)</sup>가 이루어져 왔으나 아직 뚜렷한 해답이 없는 실정이다. 우리나라의 경우 良質米의 조건은 우선 쌀알이 맑고, 短円型이며, 糊化溫度가 중간이거나 다소 낮고, 알칼리崩壞度는 중간 혹은 다소 높은 정도라야 좋으며, 化學的으로는 아밀로스 함량이 20% 전후로 비교적 낮고 찰기가 있어야 좋은 쌀로 인식되고 있다.

특히 쌀의 아밀로스 함량은 찰기를 결정하는 가장 주된 인자이며 米質을 나타내는 척도의 하나로서, 쌀의 平衡水分含量과 높은 相關을 보인다고 알려져 있고,<sup>2,8,11)</sup> 또한 쌀의 平衡水分含量은 糊化溫度와는 無關하나<sup>2,11)</sup> chalkiness와는 負의 相關을 보이며<sup>3)</sup> 米質과 밀접한 關聯이 있는 것으로 추측되고 있다.<sup>1)</sup>

筆者들의 研究에서도 쌀을 물에 浸漬할 경우 쌀알의 水分吸收速度는 品種에 따라 다르며,<sup>12)</sup> 이에 의한 品種 grouping을 시도<sup>1)</sup>하는 등 食味の 差異를 쌀의 物理的 性質에서 찾으려는 노력이 시도되고 있

다.<sup>3,4,10)</sup>

現在 우리나라 水稻 장려품종들의 아밀로스 함량은 대체로 18~20% 수준에 있어 아밀로스 함량으로 食味를 이해하는데는 限界가 있다. 따라서 本 研究에서는 우리나라 주요 장려품종을 대상으로 아밀로스 함량과 몇가지 物理的 特性을 測定하여 이들간의 相互關聯性을 檢討하므로써 米質을 이해하기 위한 基礎資料를 얻고자 하였다.

### 材料 및 方法

日本型 品種으로서 小白벼, 秋光벼, 福光벼, 고서히까리, 農白, 黎明벼, 秋晴벼, 眞珠벼, 鎗津벼, 三南벼, 洛東벼, 常豐벼 등 12品種을 日印交雜種 品種으로서 密陽 23號, 南豐벼, 永豐벼, 白羊벼, 密陽 30號, 三剛벼, 曙光벼, 靑靑벼, 豐產벼 등 9品種 合計 21品種을 供試하였다. 1982年 作物試驗場에서 5月 25日 移秧하여 窒素, 磷酸 및 加里 肥料를 각각 10a 당 15, 9, 11kg 施用하고 표준재배조건에서 생산된 水稻 品種들로서, McGill miller No.

\* 檀國大學校 文理科大學(College of Liberal Arts and Science, Dankook University, Seoul, 140, Korea)

\*\* 檀國大學校 農科大學(College of Agriculture, Dankook University, Cheonan, 330, Korea)

\*\*\* 作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon, 170, Korea) <1985. 8. 26 接受>

2로品種에 따라 50초~90초간搗精한白米를분양받아 1983년에實驗이 이루어졌다.

아밀로스 함량은 Williams 등의方法<sup>17)</sup>에 따라分析하였고,澱粉의 X-ray 回折度는 X-ray diffractometer (Rigaku Co., Japan)로分析하고回折角度(2θ) 22.8°에서의 peak 높이로부터相對的結晶度를 계산하였다.<sup>16)</sup>澱粉懸濁液(0.1%)의光透過度는 Wilson 등의方法<sup>18)</sup>에 의하였다.

알칼리崩壞度는 1.4% KOH 용액에白米를넣고 30℃에서 23時間 경과후作物試驗場標準法에 의해 조사하였다.

쌀의水分吸收速度는前報<sup>9)</sup>의方法에 의하였으며쌀의表面積도前報<sup>9)</sup>에서와 같이計算하여 50粒의平均値로 나타내었다.

밥의 단단함은 쌀 1g을 구리용기에 취하고 물 1.4 ml를加한 다음 100℃의 기름탕에서 20分間炊飯하였으며 열음물 속에서 1分間 냉각시키고 9分間 방치한 후 Instron 1140으로 밥알의 단단함을 측정하였다. 機器의 조작조건은 load cell : 10kg full scale, crosshead 속도 ; 100 mm/min., 기록시 속도 ; 200 mm/min., clearance ; 0.5mm, 측정방법 ; compression 이었다.

## 結果 및 考察

### 1. 쌀의 아밀로스 함량

우리나라에서 近年에 재배되고 있거나 재배되었던 21개水稻品種의 아밀로스 함량은 表 1과 같다. 아밀로스 함량은 白羊벼가 16.4%로 가장 낮고, 洛東벼가 21.4%로 가장 높으나供試試料의 전체적인 아밀로스 함량 분포는 17~21% 범위이었다. 특히日印交雜品種들의 아밀로스 함량은 日本型品種의 그것과 큰 차이가 없었다.

### 2. 쌀의 物理的 特性

(1) 澱粉의 性質 : 澱粉懸濁液을加熱, 糊化시킬때의 특징적인 변화중의 하나는懸濁液의 맑기(clearity), 즉光透過度가 증가되는 현상이다.<sup>15)</sup>

21개品種의 쌀澱粉懸濁液을加熱함에 따른透光度의變化는 表 2와 같다. 대부분品種들의透光度는 55℃~58℃ 근처에서 증가하는 양상을 보였으며品種에 따라 큰 차이를 나타내었다. 즉, 鎭津벼, 秋晴벼, 眞珠벼, 그리고 密陽 30號, 豊産벼, 南豊벼 및 三剛벼 등은透光度가 높은 반면 農白, 고시

Table 1. Amylose content of milled rice.

Varieties	Amylose content (%)
Japonica	
Sobaegbyeo	18.0
Chugwangbyeo	20.7
Bogwangbyeo	18.5
Koshihikary	19.8
Nongbaeg	18.2
Yeomyungbyeo	17.2
Chucheongbyeo	18.5
Jiniubyeo	18.7
Seomjinbyeo	20.9
Samnambyeo	18.4
Nagdongbyeo	21.4
Sangpoongbyeo	20.8
Japonica/Indica	
Milyang 23	20.7
Nampoongbyeo	21.2
Youngpoongbyeo	18.6
Baegyangbyeo	16.4
Milyang 30	18.6
Samgangbyeo	20.1
Seogwangbyeo	19.6
Cheongcheongbyeo	17.9
Poongsanbyeo	18.9

히가리, 黎明벼 등은 낮은 값을 보였다.

한편, 澱粉의 X-ray 回折度는 그림 1 및 2와 같다. 試料 澱粉은 回折角度(2θ) 15.1°, 17.1°, 18.0° 및 23.2°에서 강한 peak를 보였는데 일반적인 X-ray 回折樣相에서 穀類澱粉은 A型, 薯類澱粉은 B型을 나타내는 바,<sup>19)</sup> 本實驗에서의 結果는 전형적인 A型에 속하였다.

回折角 23.2°에서의 peak 높이는 흔히 澱粉의 相對的 結晶度를 측정하는 指標로 이용되는데<sup>16)</sup> 本實驗에서 얻어진 相對的 結晶度는 表 3과 같다. 日本型 쌀 澱粉의 結晶度는 평균 4.43, 日印交雜種의 평균은 4.30으로서 日本型品種이 다소 높은 값을 보였으며品種間에는 고시히가리 4.80, 洛東벼 4.70, 常豊벼 4.55, 小白벼, 秋光벼, 福光벼가 4.50 등으로 높은 편이었고 鎭津벼가 3.80, 永豊벼가 4.15 등으로 낮았다. Juliano 등<sup>7)</sup>은 澱粉의 結晶構造는品種에 따라 차이를 보이며 일반적으로 dry season 産이 wet season 産보다 結晶度가 높은 경향을 보인다고 報告하였다.

한편 澱粉의 透光度와 結晶度 간에는 뚜렷한 關係를 보이지 않았는데, 이는 澱粉의 糊化過程이 澱粉의 結晶度만으로는 설명될 수 없음을 뜻한다. 澱粉

**Table 2.** Percent transmittance at 625 nm of rice starch suspension at various temperatures.

Varieties	Temperature (°C)					
	53	55	58	60	63	65
<b>Japonica</b>						
Sobaegbyeo	11.9	13.3	15.1	17.5	27.8	37.8
Chugwangbyeo	13.1	13.1	15.5	18.1	28.9	35.5
Boggwangbyeo	12.6	13.6	14.4	16.2	25.9	35.2
Koshihikary	14.3	14.7	15.6	16.9	22.2	28.2
Nongbaeg	11.0	11.2	11.9	13.1	17.2	23.7
Yeomyungbyeo	10.9	11.5	14.3	16.3	24.1	31.3
Chucheongbyeo	14.2	15.1	18.5	23.6	33.2	40.9
Jinjubyeo	13.7	14.7	18.2	24.9	33.2	40.1
Seomjinbyeo	13.5	15.5	21.4	28.4	36.6	44.1
Samnambyeo	12.9	13.4	15.9	18.7	28.3	37.1
Nagdongbyeo	12.8	13.9	15.9	20.3	31.3	35.9
Sangpoongbyeo	15.7	16.2	21.9	27.3	35.4	41.5
<b>Japonica/Indica</b>						
Milyang 23	17.2	17.3	17.4	21.9	33.3	39.2
Nampoongbyeo	15.6	15.7	17.5	21.1	33.2	43.8
Youngpoongbyeo	16.1	16.8	17.6	21.9	32.8	39.2
Baegyongbyeo	13.1	13.1	15.1	17.3	25.8	34.3
Milyang 30	14.6	15.9	19.1	26.4	37.6	42.2
Samgangbyeo	14.7	15.3	18.4	24.3	33.7	40.9
Seogwangbyeo	13.2	13.2	16.4	20.9	30.5	40.0
Cheongcheongbyeo	13.4	13.6	15.9	21.1	30.7	41.2
Poongsanbyeo	15.8	16.1	18.2	22.9	35.5	43.1

**Table 3.** Relative crystallinity, chalkiness, alkali solubility, water uptake rate, surface area of milled rice and cooked rice hardness.

Varieties	Relative crystallinity	Chalkiness (0~9)	KOH solubility (1~7)	Water uptake rate ( $K_0 \times 10^{-2}$ , cm/min)	Surface area ( $\times 10^{-1}$ cm <sup>2</sup> )	Cooked rice hardness
<b>Japonica</b>						
Sobaegbyeo	4.50	1	5.0	3.60	3.73	6.63
Chugwangbyeo	4.50	1	5.0	3.38	3.77	6.75
Boggwangbyeo	4.50	3	4.9	4.99	3.71	7.11
Koshihikary	4.80	2	5.0	3.94	3.82	6.16
Nongbaeg	4.35	2	5.0	6.26	3.68	6.80
Yeomyungbyeo	4.45	3	5.0	4.66	3.71	6.64
Chucheongbyeo	4.35	2	6.0	4.16	3.49	6.47
Jinjubyeo	4.40	2	5.7	5.36	3.49	6.31
Seomjinbyeo	3.80	2	6.5	5.69	3.60	6.02
Samnambyeo	4.25	3	5.5	5.95	3.65	6.33
Nagdongbyeo	4.70	1	6.4	5.89	3.57	6.61
Sangpoongbyeo	4.55	1	5.7	3.82	3.72	6.19
<b>Japonica/Indica</b>						
Milyang 23	4.40	2	5.7	4.62	3.60	6.75
Nampoongbyeo	4.25	2	6.3	5.10	3.46	6.71
Youngpoongbyeo	4.15	3	5.7	5.61	3.66	6.93
Baegyongbyeo	4.35	3	5.0	5.53	3.79	6.82
Milyang 30	4.35	3	5.6	4.75	3.53	6.41

Samgangbyeo	4.25	3	6.1	6.72	3.37	6.37
Seogwangbyeo	4.30	3	5.7	5.17	3.68	6.48
Cheongcheongbyeo	4.35	3	5.3	4.95	3.86	7.13
Poongsanbyeo	4.30	3	5.8	5.41	3.50	7.15

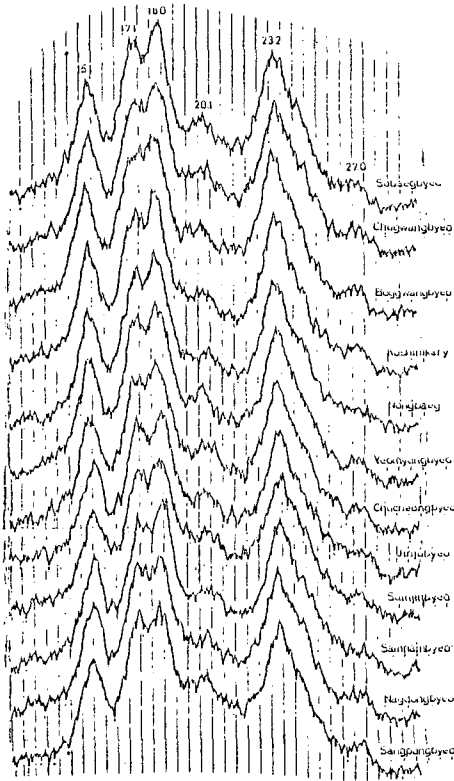


Fig. 1. X-ray diffractogram of milled rice starch (Japonica varieties).

粒子の糊化と澱粉の分子構造, 粒子構造 및 糊化溫度 등과의 關係는 아직 두텁이 究明되지 못하고 있다.<sup>14)</sup>

(2) Chalkiness 및 알칼리 崩壞度 : 試料 쌀의 chalkiness 와 알칼리 崩壞度는 表 3과 같다. chalkiness 는 日本型 品種이 1~3으로 日印交雜種의 2~3보다 다소 낮은 값을 나타냈으며, 알칼리 崩壞度는 日本型 品種들이 平均 5.7, 日印交雜種이 平均 5.5 정도로서 日本型이 다소 높은 값을 보였다.

(3) 水分吸收速度 : 20℃의 물에 浸漬한 쌀알의 水分吸收速度는(表 3) 日本型 品種중에서는 秋光벼, 小白벼, 고시히가리, 常豐벼 및 秋晴벼의 水分吸收速度가 늦고 農白의 速度가 매우 빠르게 나타났으며, 日印交雜種 中에서는 密陽 23號, 密陽 30號가 다

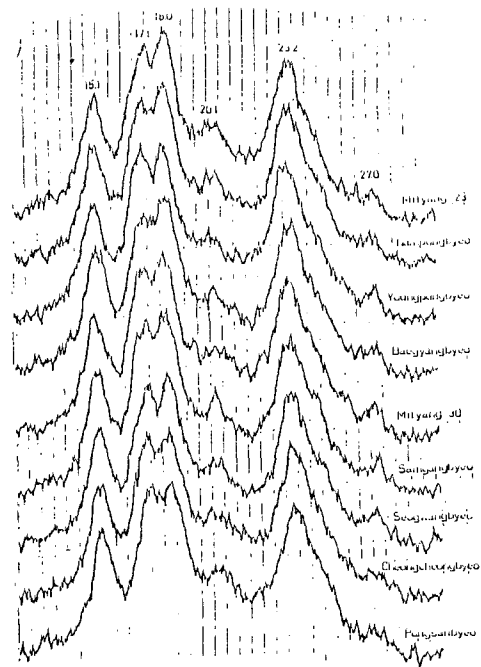


Fig. 2. X-ray diffractogram of milled rice starch (Japonica/Indica varieties).

소 늦고 三剛벼가 빠르게 나타났다. 金 등<sup>9)</sup>의 報告에 의하면 食味가 좋은 品種들은 대체로 낮은 水分吸收速度를 나타내는 것으로 알려져 있다.

한편 쌀알의 水分吸收速度가 米粒組織의 特性에 기인하는지 혹은 吸收 表面積에 影響받는지를 알기 위하여 쌀알의 表面積을 求해 보았다(表 3). 表面積이 가장 큰 靑靑벼(0.386cm<sup>2</sup>)와 가장 작은 三剛벼(0.337cm<sup>2</sup>)간에는 14.3%의 근소한 變異만이 있었으며 日本型 品種의 平均은 0.366cm<sup>2</sup>, 日印交雜種 平均은 0.361cm<sup>2</sup>로서 그 차이는 매우 微小하였다.

(4) 밥알의 단단함 : 쌀의 炊飯후 밥알의 단단함은 表 3에서와 같다. 日本型 品種은 6.02~7.11(平均 6.50), 日印交雜品種은 6.37~7.15(平均 6.75)로서 日印交雜品種의 밥알이 다소 단단한 것으로 나타났다. 이 結果는 日印交雜品種 쌀이 日本型 쌀과 같은 단단함을 갖기 위해서는 炊飯시 더 많은 물을 加해야 함을 의미하는데 最適炊飯水分含量은 品種間에

다른 것으로 알려져 있다.<sup>13)</sup>

### 3. 아밀로스 함량 및 物理的 特性들 간의 相互 關係

아밀로스 함량과 澱粉 懸濁液의 透光度와의 關係는(表 4) 대체적으로 有意한 相關을 나타내어 澱粉의 物理的 性質과 아밀로스 함량이 無關하지 않음을 나타내었다. 특히 55℃와 58℃에서 試料 品種들의 透光度가 증가하고 相關係數도 비교적 높은 것으로 미루어 보아, 앞으로 淸分 懸탁액 透光度의 品種間 比較는 55~58℃ 범위가 알맞을 것으로 생각된다.

한편, 쌀의 아밀로스 함량과 澱粉의 相對的 結晶度와는 아무런 相關을 보이지 않았으며 水分吸收速度나 밥알의 단단함도 뚜렷한 相關을 나타내지 않았다. 그러나 아밀로스 함량은 알칼리 崩壞度와는 상당히 높은 正相關( $r = 0.631^{**}$ )을 나타냈고 chalkiness 와도 有意한 負相關( $r = -0.544^*$ )을 나타냈다. 이러한 結果는 아밀로스 함량과 알칼리 붕괴도와 負의 相關( $r = -0.39^{**}$ )을 보인다는 IRRI의 報告<sup>5)</sup>와 다른데 이는 IRRI 에서는 10,571 품종을 대상으로 한 성적이고 본 실험에서는 아밀로스 함량의 변이가 작은 小集團을 대상으로 한 결과인 때문으로 생각된다.

**Table 4.** Correlation coefficients between amylose content and percent transmittance of rice starch suspension at various temperatures(°C).

	53	55	58	60	63	65
Amylose content	0.460*	0.462*	0.473*	0.362	0.433*	0.327

**Table 5.** Correlation coefficients between amylose content and physical characteristics.

	Relative crystallinity	Chalkiness	KOH solubility	Water uptake rate	Surface area	Cooked rice hardness
Amylose content	0.022	-0.544*	0.631**	-0.064	-0.335	-0.362
Relative crystallinity		-0.393	-0.453*	-0.477*	0.346	0.070
Chalkiness			-0.113	0.494*	-0.076	0.305
KOH solubility				0.386	-0.726**	-0.228
Water uptake rate					-0.438*	0.062
Surface area						0.205

物理的 特性 相互間에 있어서는 澱粉의 相對的 結晶度가 클수록 알칼리 붕괴도와 水分吸收速度는 有意하게 낮아지는 것으로 나타났고, 米粒의 表面의 이 클수록 알칼리 붕괴도는 매우 有意하게 낮아지고(-0.726\*\*) 水分吸收速度는 늦어지는 것으로(-0.438\*) 나타났다. 일반적인 觀點에서 볼 때 米粒의 表面積이 크면 알칼리와의 반응이나 水分吸收速度가 커질 것으로 생각되나 본 실험의 結果가 그 반대이었던 것은 米粒組織內의 特性에 기인한 것으로 해석된다.

우리나라 澱粉 品種들은 그간의 淸分 育種의 結果로 多收性을 유지하면서 아밀로스 함량은 16~20%로 낮아짐으로서 一見 米質도 상당히 改良되어 온 것이 사실이다. 그러나 아직도 米質 改善의 여지는 많으며 우리나라 實情에 맞는 米質의 基準設定 및 實用的이고도 淸分한 測定方法의 開發이 切실한 形편이다. 現在 米質을 나타내는 주요 尺度인 알칼리 붕괴도나 chalkiness 가 아밀로스 함량과 높은 相關을 보

인 澱粉의 特性이 아밀로스 함량의 영향을 크게 받고 있음을 뜻하나, 우리나라의 경우 아밀로스 함량이 16~20%의 비교적 좁은 범위로 낮아진 현재에 있어서는 米質을 나타낼 수 있는 다른 尺度가 필요하다고 생각된다.

本實驗에서 쓰여진 21개 品種만으로도 澱粉의 特性, 水分吸收速度, 炊飯特性 등이 品種間에 상당히 차이가 있음은, 이들 物理的 特性들이 相互關聯되어 米質에 관여한다고 생각할 때 매우 의미가 있다고 보여지며 보다 구체적인 연구가 필요하리라 생각된다.

### 摘 要

水稻 日本型 12品種과 日印交雜種 9品種을 供試하여 澱粉의 아밀로스 함량과 澱粉의 性質, 水分吸收速度, 밥의 단단함 등 物理的 性質과의 關係를 檢討하였다.

1. 아밀로스 함량은 澱粉의 相對的 結晶度, 水分吸收速度 및 밥알의 단단함과 아무런 相關을 보이지 않았으나 澱粉懸濁液의 透光度와는 有意한 正相關( $r = 0.473^*$ )을, chalkiness 와는 負相關( $r = -0.544^*$ )을 그리고 알칼리 崩壞度와는 매우 有意한 正相關( $r = 0.631^{**}$ )을 보였다.

2. 澱粉의 相對的 結晶度는 알칼리 崩壞度( $r = -0.453^*$ ) 및 水分吸收速度( $r = -0.477^*$ )와 負相關을 보였고, 쌀알의 表面積은 알칼리 崩壞度( $r = -0.726^{**}$ ) 및 水分吸收速度( $r = -0.438^*$ )와 높은 負의 相關을 나타냈다.

### 引用文獻

- Bhattacharya, K. R., C. M. Sowbhage and Y. M. Indudhara Swamy. 1978. Importance of insoluble amylose as a determinant of rice quality. *J. Sci. Fd. Agric.* 29: 359-364.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1982. Quality profiles of rice: a tentative scheme for classification. *J. Food Sci.* 47: 564-569.
- 정혜민 · 안승요 · 김성곤. 1982. 아끼바레 및 밀양 23호 쌀전분의 이화학적 성질 비교. *한국농화학회지* 25: 67~74.
- 조은경 · 변유량 · 김성곤 · 유주현. 1980. 쌀의 수화 및 취반특성에 관한 속도론적 연구. *한국식품과학회지* 12: 285~291.
- IRRI. Annual Report 1978: 24-30.
- 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. IRRI.
- \_\_\_\_\_. M. B. Nazareno and N. B. Ramos. 1969. Properties of waxy and isogenic nonwaxy rices differing in starch gelatinization temperature. *J. Agr. Food Chem.* 17: 1364-1369.
- 김성곤 · 채재천. 1983. 쌀의 화학적 특성과 물리적 특성과의 관계. *한국작물학회지* 28: 281~284.
- Kim, S. K., S. J. Jeong, K. Kim, J. C. Chae and J. H. Lee. 1984. Tentative classification of milled rice by sorption kinetics. *J. Korean Agr. Chem. Soc.* 27: 204-210.
- 김성곤 · 변유량. 1982. 실은 및 고온 저장시 쌀밥의 노화속도. *한국식품과학회지* 14: 80~81.
- Kongseree, N. and B. O. Juliano. 1972. Physico-chemical properties of rice grain and starch from lines differing in amylose content and gelatinization temperature. *J. Agr. Food Chem.* 20: 714-717.
- 이순옥 · 김성곤 · 이상규. 1983. 일반 쌀 및 다수계 쌀의 수화속도. *한국농화학회지* 26: 1~7.
- 李正行 · 金成坤 · 蔡濟天. 1983. 米質檢定方法確立을 위한 基礎研究. 產學協同研究報告書 '83-14. 農村振興廳.
- Maher, G. G. 1983. Alkali gelatinization of starches. *Stärke* 35: 226-234.
- Olkku, J. and C. Rha. 1978. Gelatinization of starch and wheat flour starch - A review. *Fd. Chem.* 3: 295-317.
- Priestley, R. J. 1975. Moisture requirement for gelatinization of rice. *Stärke* 27: 416-419.
- Williams, P. C., F. D. Kuzina and I. Hynka. 1970. A rapid procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* 47: 411-420.
- Wilson, L. A., V. A. Birmingham, D. P. Moon and H. E. Snyder. 1978. Isolation and characterization of starch from mature soybeans. *Cereal Chem.* 55: 661-670.
- Zobel, H. F. 1964. X-ray analysis of starch granules. in "Methods in Carbohydrate Chemistry" ed. by R. L. Whistler. Academic Press. New York. Vol. 4: 109-113.