

다수계 찰벼와 일반찰벼 전분의 이화학적 성질

김 형 수 · 강 옥 주 · 윤 계 순

연세대학교 식생활학과
(1983년 10월 20일 수리)

Physicochemical Properties of Waxy Rice Starches Prepared from Three Different Cultivars

Hyong-Soo Kim, Ock-Joo Kang and Gae-Soon Yoon

Dept. of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea.

Abstract

The physicochemical properties of starches isolated from three kinds of waxy rices were investigated.

The average diameter of *Orchal* starch granule was 3.6 μ , and those of *Hangang* and *Baegoon* starch granules were 4.8 μ and 5.6 μ , respectively. X-ray diffraction patterns of all samples were A types. Optical transmittance of starch suspensions was increased rapidly 60~62°C, 50~55°C and 50~60°C in *Olchal*, *Hangang* and *Baegoon*, respectively, and all of them exhibited maximum transmittance 75~80°C in range. Initial gelatinization temperature by means of amylogram pattern was 60~61°C, then, *Olchal* starch had a little higher temperature than others. Raising power of them was 260~220, and then, *Olchal* starch has a little higher raising power. But, water binding capacity of *Baegoon* and *Hangang* were somewhat higher than that of *Olchal*. Blue values of *Olchal* and *Hangang* were similar with 0.13, and that of *Baegoon* was 0.14. Alkali numbers of *Olchal*, *Hangang* and *Baegoon* were 4.2, 4.9 and 5.1. The degree of retrogradation of *Hangang* and *Baegoon* starch gels were somewhat higher than that of *Olchal* starch gel.

서 론

찰진분은 거의 전부가 amylopectin으로 되어있고, 이 찰진분을 저장양분으로 축적한 곡류도 또한 국한되어 있다. 阪本¹⁾에 의하면 메진분과 찰진분의 2가지 형태가 있는 곡류는 쌀, 보리, 조, 수수, 기장, 옥수수, 울무등 7종이며, 또한 이들 찰진분으로 된 곡류의 대부분이 asia지역에 분포

되어 있다고 한다. 찰진분으로 된 곡립과 메진분으로 된 곡립은 요드용액에 의해서 전자는 청색으로, 후자는 적자색으로 염색되어 용이하게 구별할 수 있다.

찰쌀은 1860년 Gris에 의해서 발견되었다고²⁾ 하며 오래전부터 찰쌀의 특성을 이용한 떡, 양식등 가공식품을 제조하기 위하여 재배되어 왔으나, 찰벼의 수확량이 메벼에 비하여 감소되므로 재배면적은 근소하였다. 그러나 근자에 육종된 다수확

성의 찰벼는 통일계 혈통이 들어 있어 그 수량이 벼벼와 똑같은 수준으로 향상되어 점차로 재배면적이 늘어나고 있는 형편이다.

저자들은 새로운 품종인 다수계 찰벼 한강, 백운과 일반계 찰벼인 울찰에서 전분을 분리하고, 이것들의 이화학적 성질에 관하여 분석한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

다수계 찰벼로는 한강과 백운을, 일반계 찰벼로는 울찰을 시료로 하였으며 이들은 각각 서울대 농대와 작물시험장 및 전북농촌진흥원에서 제공받았다.

2. 전분의 조제와 일반성분

전분은 Dubois²⁾와 倉澤³⁾등의 알칼리침지법에 따라 분리하였으며, 분리한 전분의 일반성분은 AOAC⁴⁾법에 따라 분석하였다.

3. 전분입자의 성상과 크기

전분입자의 성상은 Olympus photomicroscope (Olympus Co., Japan)을 사용하여⁵⁾ 400배로 확대하여 조사하였으며 한시야에 들어온 20~25립의 전분입자의 크기로 부터 평균 입경을 계산하였다.

4. X-ray 회절도

전분의 X-ray 회절도는 X-ray diffractometer (Rigaku Co., Japan)을 이용하여 Cu K α , 30KV 10mA, dispersion slit; 1°, receiving slit; 0.3 mm, time constant; 2sec, scanning speed; 1°/min, chart speed; 10mm/min, count range; 400 c/sec의 조건으로 2 θ ; 4~30°까지 회절시켜 측정하였다.

5. 전분의 이화학적 특성

각 전분의 호화온도는 Wilson등⁷⁾의 방법에 따라, amylogram은 鈴木등⁸⁾에 따라, 팽화력은 高橋⁹⁾등의 방법, 물결합능력은 Metcalf¹⁰⁾에 따라 측정하였으며 blue value는 Gilbert법¹¹⁾, alkali수는 Schoch법¹²⁾에 따라 각각 측정하였다.

6. 전분 gel의 노화

전분 2g(무수물)을 알미늄용기(직경 3cm, 높이

3cm)에 넣고 증류수 2.0ml를 가하여 50% 전분 농도로 한후, oven에서 45°C에서 95°C까지 40분 내에 온도를 상승시켜 전분을 호화시켰다. 호화된 전분 gel은 상온에서 20분간 냉각시키고, 2°C에서 5일간 저장하면서 gel의 노화도를 glucoamylase 소화반응¹³⁾ 및 Somogi-Nelson법¹⁴⁾에 의해 측정하였다.

결과 및 고찰

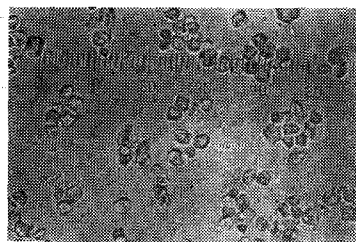
1. 조제전분의 일반성분과 입자의 성상

조제한 전분의 일반성분 분석결과는 table 1과

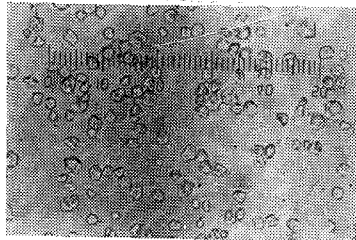
Table 1. Proximate composition of starches prepared from three kinds of waxy rices (%)

	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein
<i>OLCHAL</i>	12.8	0.10	0.10	0.04
<i>HANGANG</i>	12.8	0.09	0.10	0.07
<i>BAEGOON</i>	12.6	0.09	0.08	0.04

OLCHAL



HANGANG



BAEGOON

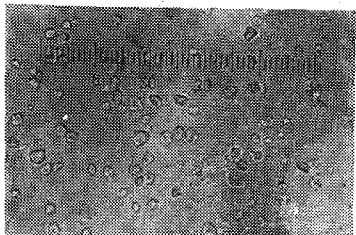


Fig. 1. The photomicrographs of starch granules prepared from three kinds of waxy rices ($\times 400$)

같으며, 현미경에 의해 관찰한 각 전분입자의 성상은 Fig. 1과 같다. 3종의 찰쌀전분의 형태는 다각형의 부정형이며, 각 전분의 평균입경은 울찰이 3.6 μ , 한강이 4.8 μ , 백운이 5.6 μ 으로 일반찰쌀보다 다수계 찰쌀전분이, 그리고 한강보다 백운찰쌀의 입자가 다소 큰 편이었다.

일반적으로 찰전분 입자의 크기는 3~8 μ 정도인데¹⁵⁾, 이에 비하면 울찰은 입자가 작은 편이고 다수계 찰쌀은 입자가 큰 편이라고 할 수 있다. 또한 정등¹⁶⁾은 전분의 현미경 관찰시 멍쌀전분은 전분입자들끼리 뭉치는 현상을 보인다고 하였는데, 울찰에서는 이러한 현상이 없으나 한강과 백운에서는 전분입자가 다소 뭉침을 볼 수 있었다 (Fig. 1)

2. X-ray 회절도

전분과 같은 고분자 물질은 분말법에 의한 X-ray 회절로서 그의 결정구조상태와 결정화도, 결정자의 크기를 상대적으로 알 수 있으며, 회절선의 예리도가 클수록 결정자의 크기는 크다¹⁷⁾.

공시 찰전분의 X-ray 회절도는 Fig. 2와 같으며 세 전분 모두 2 θ 가 15.0°, 17.2°, 18.0°, 23.0°에서, 즉 3b, 4a, 4b, 6b환의 회절강도가 강하여 전형적인 A형의 결정구조를¹⁸⁾ 나타냈으며, 울찰의

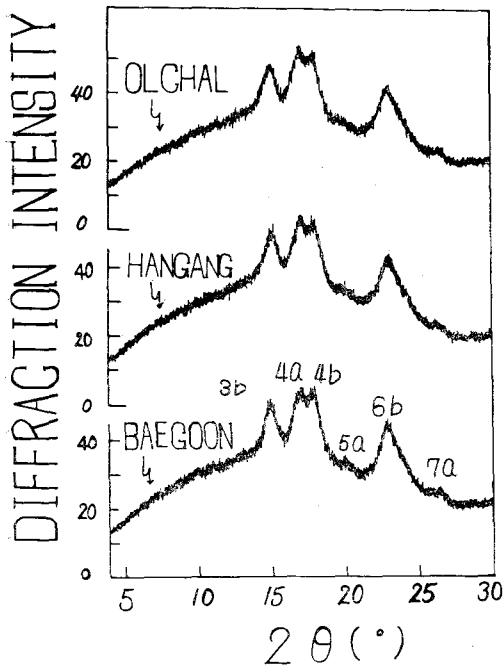


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of starches prepared from three kinds of waxy rices

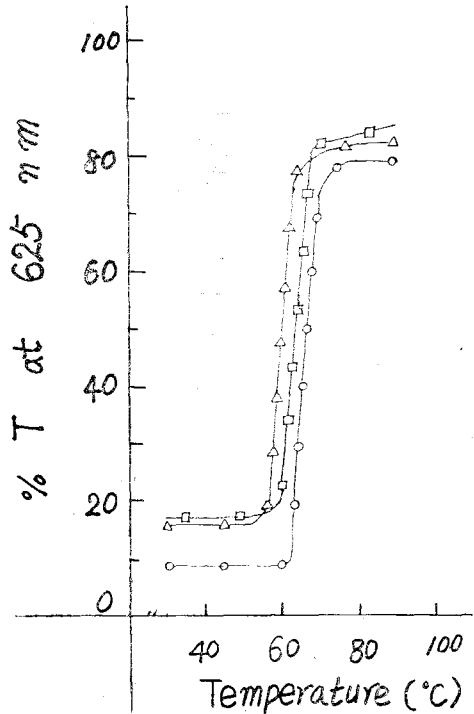


Fig. 3. Change in transmittance of 0.2% isolated waxy starch suspensions during heating in water (○-○OLCHAL, △-△ : HANGANG, □-□ : BAEGOON)

3b, 4a, 4b, 5a환의 회절선이 다른 두 전분에 비해 더 좁고 예리하게 나타났다. 다수계 찰쌀의 2가지 전분중에서는 백운찰벼의 회절강도가 한강찰벼에 비해 다소 낮아져서 다수계 찰쌀보다는 울찰이 그리고 백운찰쌀보다는 한강찰쌀의 결정화도가 다소 높은 경향이다.

3. 호화온도 및 호화양상

0.1% 전분현탁액의 광투과도에 의한 호화양상은 Fig. 3과 같다. 울찰의 경우 60°C까지는 큰 변화가 없으나 60°C이후부터 수화가 시작되면서 급격히 증가하여 75°C에서 거의 최고의 투과도를 보이고 있으며, 백운찰쌀의 경우, 50°C에서 60°C 사이에 비교적 서서히 증가하다가 60°C부터 급격히 증가하였고 한강찰벼는 55°C부터 급격히 증가하여 두 품종 모두 75°C 부근에서 거의 최고의 투과도를 보였다. 동일한 방법으로 실시한 멍쌀전분의 호화양상에서는¹⁹⁾ 90°C 이상에서 최고의 투과도에 도달하므로 찰쌀전분이 이들 멍쌀전에 비

Table 2. Amylograph data on three kinds of waxy rice starches

Starch sample	Gelatinization temp.	Max. viscosity	Max. viscosity temp.	Viscosity at 94°C	Viscosity at 94°C after 10 min.	Viscosity at cooling to 70°C	Viscosity at cooling to 50°C
	(0°C)	(B.U.)	(0°C)	(B.U.)	(B.U.)	(B.U.)	(B.U.)
OLCHAL	66	610	75	350	290	280	280
HANGANG	62	620	65.5	280	250	240	250
BAEGOON	61	720	70.5	480	420	400	400

하여 빨리 호화 완료됨을 알 수 있었다.

Brabender amylogram에 의한 호화양상은 table 2와 같다. Amylograph에 의한 호화개시온도는 올찰 66°C, 한강 62°C, 백운 61°C로서 광투과도에 의한 것보다 다소 높으며, 다수계 찹쌀에 비해 올찰이 다소 높았다. 최고점도는 올찰이 가장 낮았으며, 호화온도가 낮은 백운이 가장 높았다. 또한 최고점도시 온도는 올찰이 가장 높았고, 세 가지 전분 모두 냉각하여도 점도는 상승하지 않았으며 이점은 멥쌀전분의 점도곡선¹⁵⁾과 다르다.

金¹⁹⁾등에 의하면 찹쌀전분의 amylogram(5.5% dry base)에 의한 호화개시 온도는 62.5°C, 최고 점도는 70°C에서 660B.U라고 하였는데, 농도의 차이를 고려하면 거의 유사한 결과이며, 멥쌀전분¹⁶⁾에서는 최고점도가 밀양 23호 580B.U(7% dry base), 아끼바테 340B.U.(7% dry base) 등으로 찹쌀전분에 비하여 낮은 편이다.

전분의 호화현상은 매우 복잡한 현상으로, Rey등²⁰⁾은 전분의 amylose함량, 각 구성분의 분자량, 입자의 크기, 입자의 미세구조등이 영향한다고 한다. 竹田등²¹⁾은 전분의 호화성 연구에서 amylopectin이 amylose보다 낮은 온도에서 호화되고 완전호화시키는데 더 적은 열량이 필요하다고 하였다. 한편, Halick등²²⁾은 amylose 함량 및 amylogram에 의한 여러가지 쌀의 호화온도 연구에서 amylose가 호화온도에 영향하나 그 상관관계는 매우 적다고 하였다. 또한, Goering등²³⁾은 amylose뿐 아니라 amylopectin의 구조적인 특성 즉, long-chain, amylopectin이 더 낮은 호화온도를 갖는다고 하였다.

한편, 전분의 호화용액이 냉각될 때, gel형성에 대하여 Halick등²⁴⁾은 냉각곡선의 상승에 대하여 amylose가 중요한 영향을 미친다고 하였으며, 이는 긴 직선상의 amylose chain이 용액내에서 움직일 때, amylopectin 보다 회전반경이 크기 때문

이라고도 한다²⁵⁾. Goering등²³⁾은 입자의 크기도 영향하여 큰 입자가 높은 점도를 갖는다고 하였다. Klaus등²⁷⁾은 냉각점도의 상승이 호화전분의 노화와 관련한다는 보고도 있으며, 공시 세전분 모두 냉각시 점도의 상승이 없이 평형을 유지한 것은 그들 전분의 노화속도가 느릴 것으로 추정된다.

4. 전분의 팽화력

細小試驗營法으로 행한 각 전분의 팽화력은 table 3과 같으며, 올찰 260, 한강 230, 백운이 220으로, 다수계 찹쌀에 비해 일반찹쌀인 올찰의 팽화력이 가장 높았다. 팽화현상은 전분구성분중 amylopectin의 특성으로서 수분과 반죽의 물리적 성질도 영향한다. 金²⁸⁾등은 팽화력이 올찰 220, 통일계 찹쌀 190~220으로, 梁²⁹⁾등은 이리 334호 찹쌀이 180으로 보고되어 본 실험결과가 이들 보다 다소 높았고, 高橋등⁹⁾은 찹쌀전분의 팽화력을 265로 보고하여 본 실험치와 유사하였다. 金등²⁸⁾은 통일계 찹쌀의 팽화력이 올찰과 비슷하거나 다소 떨어진다고 하였는데, 본 실험에 사용한 다수계 찹쌀 두 품종은 모두 올찰보다 낮은 결과를 보였다.

5. 물결합 능력

실온에서 진탕교반하고 원심분리하여 얻은 침

Table 3. Raising power (R.P.) and water binding capacity (W.B.C.) of starches prepared from three kinds of waxy rices

Sample	R.P.(%)	W.B.C.(%)
OLCHAL	260	214
HANGANG	230	221
BAEGOON	220	226

Table 4. Blue value (B.V.) and alkali number (Al. No.) of the starches prepared from waxy rices

Sample	B.V.	Al. No.
OLCHAL	0.13	4.2
HANGANG	0.13	4.9
BAEGOON	0.14	5.1

전전분으로 부터 구한 물 흡수도(water binding capacity ; W.B.C.)는 table 3과 같으며, 울찰 214, 한강 221, 백운 226으로 울찰이 가장 낮았다.

일반적으로 amylose보다 amylopectin의 수분흡수력이 커서 메전분에 비해 찰전분의 W.B.C.가 크다. 그러나 amylose가 들어 있지 않은 찰쌀전분에서의 W.B.C의 차이는 amylopectin의 구성상의 특징으로 보인다. Halick등²⁴⁾은 호화개시온도가 낮은 것이 전분입자의 치밀도가 낮고 따라서 수분흡수도 높다고 하였는데, Fig. 3과, table 2에서 보면 울찰에 비해 다수계 찰쌀 두 품종이 호화개시 온도가 낮았다.

6. Blue value와 Alkali number

전분의 blue value와 alkali number는 table 4와 같다. 전분의 blue value는 전분입자의 구성 성분과 요오드와의 친화성을 나타내는 값으로 전분 용액중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교한 값이다. 본 실험결과 울찰이 0.13으로 낮고, 다음 한강이 0.13, 백운이 0.14로서 한강이 울찰에 근사하였다. 金등²⁸⁾에 의하면 일반찰쌀전분은 0.14, 통일계 찰쌀 7종은 0.12~0.14로서 일반찰쌀과 통일계 찰쌀의 유사한 경향을 보고하였다. 일반적으로 amylose의 blue value는 0.8~0.12이고, amylopectin은 0.15~0.22 정도로서³⁰⁾ amylose가 요오드와의 친화성이 높으므로 전분의 blue value가 높음은 amylose함량이 많음을 의미한다. 한편, amylopectin에서는 chain이 긴 것이 요오드와의 친화성이 크므로²⁶⁾ 찰쌀전분의 blue value의 차이는 이들 각 전분의 amylopection의 branched chain의 길이와 관련하는 것 같다.

세가지 전분의 alkali number는 울찰 4.2, 한강 4.9, 백운 5.1로서 다수계 찰쌀이 울찰보다 높았다. 金등²⁸⁾은 울찰 4.9, 통일계 찰쌀 4.4~5.1, 멥쌀 6.7~7.5라고 보고하여 멥쌀보다 찰쌀이, 그리고 다수계 찰쌀보다는 일반찰쌀의 전분이 환원성 말단기의 수가 비교적 적을 것으로 추정된다.

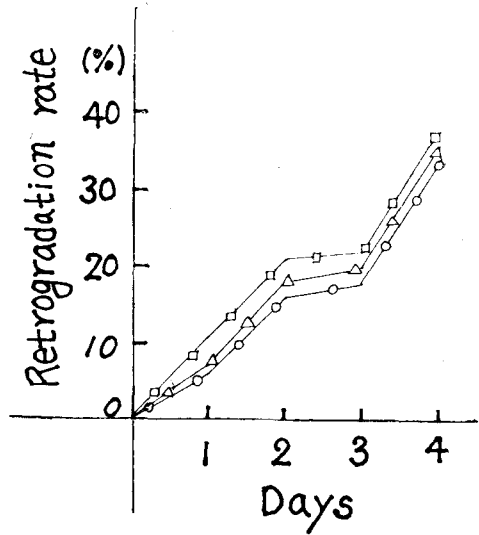


Fig. 4. Degree of retrogradation of waxy starch gels in storage at 2°C by glucoamylases digestion
 ○—○ : OLCHAL
 △—△ : HANGANG
 □—□ : BAEGOON

7. 전분 gel의 노화

2°C에서 저장시간이 증가함에 따라, 노화되는 정도를 glucoamylase소화반응으로 측정 한 결과는 Fig. 4와 같으며 저장 1일에는 울찰이 6%, 한강 8%, 백운 11%이고, 2일 저장시 울찰 16%, 한강 18%, 백운 21%로 비교적 서서히 노화되었으며, 3일에서 4일저장시 비교적 급격히 노화되었다. 이는 金등²⁸⁾이 5°C에 저장하면서, β-amylase로 소화하여 실시한 찰쌀의 노화도 보다는 다소 낮은 수치이나 이는 사용효소에 의한 반응성의 차이로 보여지며 거의 일치하는 결과이다. 이들 찰쌀전분은 amylopectin으로 구성되어 현저히 늦게 노화되며, 이 실험에서는 울찰이 한강, 백운에 비하여 낮은 노화도를 나타내고 있다.

요 약

일반찰벼인 울찰과 다수계 찰벼인 한강, 백운, 세품종에서 전분을 분리하고, 이것의 일반성상 및 이화학적 특성을 분석비교하였다.

분리된 전분의 평균입경은 울찰 3.6μ, 한강 4.8μ, 백운 5.6μ이었고, X선분석에 의한 결정구조는 A형이었다. 광투과도에 의한 호화온도는 울찰

이 60~62°C, 한강이 50~55°C, 그리고 백운이 50~60°C에서 호화가 시작되었고, 3종의 전분 모두 75~80°C에서 호화가 완료되었다. Amylogram에 의한 호화개시온도는 66~61°C이며, 올찰이 다소 높은 편이다.

각 전분의 팽화력은 260~220으로 올찰이 다소 높은 편이고, 물결합능력은 백운, 한강이 올찰보다 약간 높은 편이다. blue value는 올찰 0.13, 한강 0.13, 백운 0.14였고, alkali number는 올찰 4.2, 한강 4.9, 백운 5.1이었다. 2°C에서 저장한 전분 gel의 노화도는 올찰에 비해서 한강, 백운이 약간 빠른 경향이 있었다.

사 사

본 연구를 수행함에 있어서 재료를 제공하여 주신 서울대 농대 허문회 교수, 작물시험장 이정일 박사와 전북농촌진흥원장 박노풍 박사에게 심심한 사의를 표하며, amylogram을 도와주신 원자력 연구소 이정호 실장에게 감사를 드리는 바이다.

참 고 문 헌

1. 阪本寧男: 澱粉科學, 29 : 41(1982).
2. Dubois, M.: Anal. Chem., 28 : 350(1956).
3. 倉澤文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎, 大上宏: 日本農化會誌, 33 : 225(1959).
4. AOAC: Official Method of Analysis, 10th ed.(1976).
5. Mac Master, M.M.: Methods in Carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.223, Academic press (1964).
6. 檜作進: 澱粉科學ハンドブック, (二國二郎編) p. 208, 朝倉書店(1877).
7. Wilson, L.A., Brimingham, V.A. Moon, D. P. and Synder, H.E. : Cereal Chem., 55 : 661 (1978).
8. 鈴木繁男, 荒井克祐: 澱粉工業學會誌(日本), 10 : 54(1963).
9. 高橋悌藏, 大橋一二: 澱粉工業學會誌(日本), 6 : 46(1959).
10. Metcaffle, L.D., and Schmitz, A.A.: Anal. Chem., 33 : 363(1961).

11. Gilbert, L.M., and Soragg, S.P.: Methods in Carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.25, Academic press (1964).
12. Schoch, T.J.: Methods in Carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.61, Academic press (1964).
13. 外山忠男, 檜作進, 二國二郎: 澱粉工業學會誌(日本), 1369(1966).
14. 鈴木繁男, 中村道徳編集: 澱粉科學實驗法, p. 84, 朝倉書店(1979).
15. Charley, H.: Food Science, p.116, John Wiley & Sons, 2nd ed. (1982).
16. 정혜민, 안승요, 김성곤: 한국농화학회지 25 : 67(1982).
17. 檜作進: 澱粉工業學會誌(日本), 9 : 1(1961).
18. Zobel, H.F.: Methods in Carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.109, Academic press (1964).
19. 김형수, 이기열, 최이순: 한국식품과학회지, 4 : 77(1972).
20. Rey, A.C., Albano, E.L. Briones, V.P. and Juliano, B.O.: J. Agr. Food chem., 13 : 438 (1965).
21. 竹田重乃, 檜作進: 日本農化會誌, 48 : 663 (1974).
22. Halick, J.V., Beachell, H.M. Stansel, J.W. and Kramer, H.H.: Cereal chem., 37 : 670 (1960).
23. Goering, K.J., Eslick, R. and DeHaas, B.W.: Cereal chem., 47 : 592(1970).
24. Halick, J.B. and Kelly, V.J.: Cereal chem., 36 : 91(1959).
25. Osman, E.: Food theory and application, p.154, John Wiley & Sons (1972).
26. Goering, K.J., Eslick, R. and DeHaas, B.W.: Cereal chem., 50 : 322(1973).
27. Klaus, L. and Greg, H.: J. Agric. Food chem., 24 : 911(1976).
28. 김형수, 문수재, 손경희, 허문회: 한국식품과학회지, 9 : 144(1977).
29. 양희진, 홍계식, 김중만: 한국식품과학회지, 14 : 141(1982).
30. Fukuba and Kinuma: テンブシハンドブック朝倉書店(日本), p.179 (1977).