

찰보리 澱粉의 理化學的 特性

尹 桂 順 · 姜 玉 珠 · 金 榮 洙

延世大學校 食生活學科
(1984년 1월 20일 수리)

Physicochemical Properties of Waxy Barley Starch

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

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea

Abstract

The physicochemical properties of starch isolated from two kinds of waxy barley were investigated. The average diameters of starch granules of Changyoung and Smire were 13.6 and 16.6 microns, respectively, and most of starch granules were round shape. X-ray diffraction patterns of two samples were A-types and amylose contents of two waxy barley starches were 4%, blue values and alkali numbers of Changyoung and Smire were 0.22 and 0.18, 5.2 and 4.0, raising powers of them were 167 and 173, respectively. The optical transmittance of 0.1% suspension of waxy barley starches increased rapidly from 51°C to 75°C. Amylogram data on 5% of Changyoung and Smire starch solutions showed the gelatinization temperature of 63 and 62°C, maximum peak hight of 920 and 900 B.U., respectively. Waxy barley starches had higher swelling powers than non waxy barley starch. The starch pastes prepared from waxy barleys retrograded much slower than that of non waxy barley.

緒 論

우리나라에서 재배되고 있는 보리는 겉보리이든 쌀보리이든 간에 모두 메澱粉을 저장하고 있다. 그러나 보리에 따라서는 찰澱粉을 간직한 품종이 있는데 찰澱粉은 分子 구성이 대부분 amylopectin으로 구성되고 있으며, 澱粉粒子的 特性이 메澱粉粒子和 많이 다르기 때문에 食品加工에 색다르게 쓰이고 있다.

찰보리 澱粉에 관한 研究로는 Goering等¹⁾이 찰보리 品種을 메보리 品種에 交配하여 얻은 찰보리 澱粉의 부분적인 性質을 밝힌 바 있다.

본 實驗에서는 現在 우리나라에서 保存되고 있는 찰보리 品種인 창영과 스미레의 澱粉을 分離하여 그 理化學的 特性을 分析檢討하였다. 그 結果를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

1. 材 料

1982年産 찰보리 品種인 창영 및 스미레와 메보리 品種인 영산보리를 수원 농촌진흥청 麥類研究 所에서 제공받아 사용하였다.

2. 澱粉의 調製와 一般成分 分析

Wilson等²⁾의 alkali 침지법을 수정하여 試料澱粉을 調製하고 精製도를 알기 위해 각 試料澱粉의 水分, 灰分, 粗脂肪, 粗蛋白質 含量을 AOAC法³⁾에 의해 分析하였다.

3. 澱粉粒子的 成狀과 크기⁴⁾

50% glycerine 水溶液에 澱粉농도 5%가 되도록 試料를 分散시키고, 0.02% I₂ 용액으로 染色하여 澱粉粒자를 photomicroscope (Nikon M-35)로 400배 확대하여 관찰하였다.

4. X-ray 回折⁵⁾

澱粉試料를 10×20×2(mm³)의 aluminium상자에 충전하여 X-ray diffractometer (Rigaku Co., Japan)을 사용하여 回折圖를 얻었으며 條件은 前報⁶⁾와 같다.

5. 澱粉의 理化學的 特性

試料澱粉의 amylose, amylopectin의 分획은 Schoch⁷⁾의 butanol 沈澱法을 수정하여 行하였다. Amylose 含量은 iodicalorimetric방법⁸⁾으로 定量하였으며 amylose 標準曲線은 영산메보리의 amylose와 각시료澱粉의 amylopectin을 사용하여 作成하였다. Blue value는 Gilbert法⁹⁾, alkali number는 Schoch法¹⁰⁾, 膨化力은 Takabashi法¹¹⁾에 따라 측정하였고, 糊化溫度는 Wilson等²⁾의 方法에 따라 0.1% 澱粉懸탁액을 625nm에서 光投過度로부터 구하였다. 澱粉試料의 粘度變化는 Brabender amylograph를 사용하여 관찰하였다.¹²⁾ 한편 澱粉의 膨潤力(swelling power)은 Leach等¹³⁾의 方法을 수정하여 行했고, 용해도를 보정하여 표시하였다.

6. 澱粉 의 老化^{14, 15)}

전분을 증류수와 섞어 50%농도로 한후 oven에서 45°C부터 95°C까지 40분내에 온도를 상승시켜 好화시켰다. 好화된 전분 gel을 상온에서 20분간 냉각시키고 2°C에서 4일간 저장하면서 gel의 노화도를 glucoamylase소화반응 및 Somogi Nelson법에 의해 측정하였다.

結果 및 考察

1. 調製澱粉의 一般成分과 粒子的 成狀

찰보리(창영, 스미레) 및 메보리로부터 分離精

Table 1. Proximate composition of starches prepared from waxy (Changyoung, Smire) and non waxy (Yungsan) barleys

	Changyoung	Smire	Yungsan
Moisture(%)	12.2	11.5	11.8
Crude ash(%)	0.10	0.10	0.13
Crude fat(%)	0.10	0.03	0.14
Crude protein(%)	0.08	0.04	0.05
Amylose content(%)	4	4	29

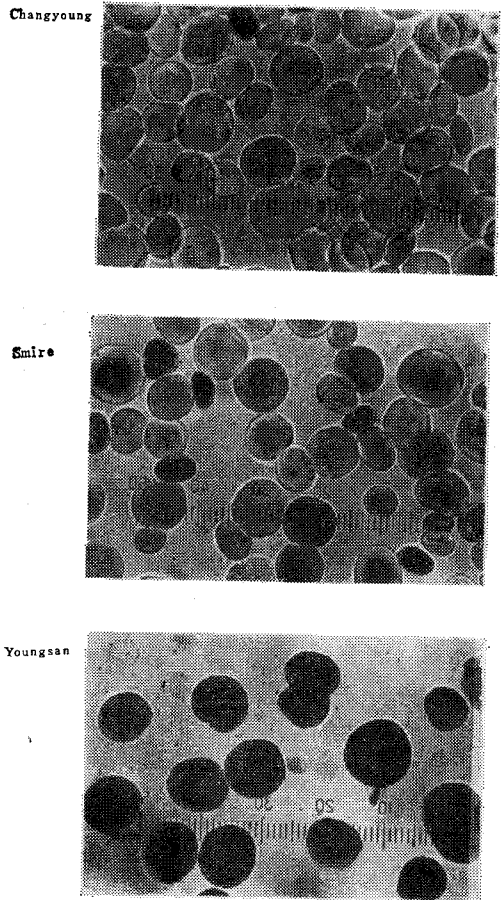


Fig. 1. The photomicrographs of starch granules prepared from barley (×400)

製한 澱粉의 一般成分 分析 結果는 Table 1과 같으며, 현미경으로 관찰한 粒子의 成狀은 Fig. 1과 같다. 3種의 보리 澱粉形態는 구형을 이루고 있으며 각 澱粉의 平均粒徑은 淸영 13.4 μ , 스미레 16.6 μ , 영산 18.8 μ 이었다.

澱粉粒子의 形態와 크기 및 均一性은 그 澱粉粒子들의 出處에 따라 두드러지게 다른데 대체로 보리澱粉의 粒子는 수수나 쌀澱粉보다 크며 그 크기는 2~35 μ 에 걸쳐 平均 18.8 μ 으로 보고되었다.¹⁶⁾

2. X-線 回折

澱粉粒子는 結晶性의 部分과 非結晶性 部分이 있으며 X-ray 회절도로서 個個結晶子의 크기를 알 수 있는데, 찰보리 澱粉의 회절도는 Fig. 2와 같다.

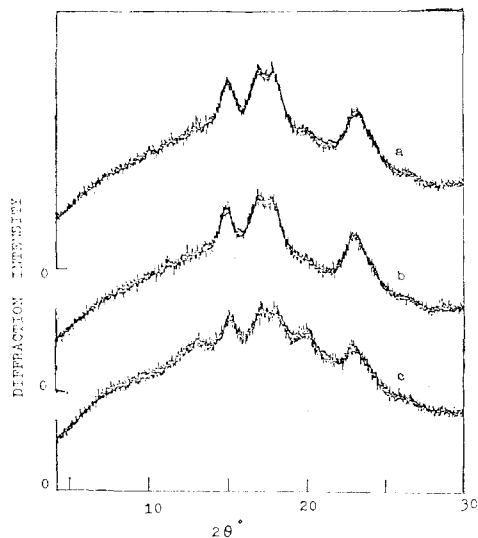


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of waxy(a; Changyoung, b; Smire) and non waxy barley starches (c; Youngsan)

세品種의 보리澱粉은 모두 2θ 가 15.0°, 18.0°, 23.0°에서 회절강도가 강하여, A형의 結晶構造를 나타냈으며, 메브리에 비해 찰보리인 淸영과 스미레에서 17.2°, 18.0°, 환의 회절강도가 다소 강했으나, 두 찰澱粉간에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

Banks等¹⁷⁾에 의하면, 澱粉의 結晶性은 amylopectin 構成物로 인한 것이라고 하는데 찰쌀澱粉의 회절도가 멍쌀澱粉보다 예리하고¹⁸⁾ 또한 찰보리澱粉이 메브리 澱粉보다 더 강한 회절도를 보임으로

서, 주로 amylopectin만으로 構成된 찰澱粉이 메澱粉보다 結晶性이 더 높음을 알 수 있다.

3. 澱粉의 理化學的 特性

淸영과 스미레 두 찰보리 澱粉의 amylose 함량은 Table 1에서와 같이 모두 4%를 나타냈고, 영산메브리 澱粉은 29%였다.

김동¹⁶⁾이 보고한 영산메브리 澱粉의 amylose 함량 28.7%와 비교할 때 類似한 값이며 찰보리澱粉의 경우 찰澱粉이라 해도 100% amylopectin만은 아닌 것으로 추정된다.

Table 2. Physico chemical data on waxy and non waxy barley starches

	Changyoung	Smire	Youngsan
Blue value	0.22	0.18	0.52
Alkali number	5.2	4.9	8.4
Raising power	167	173	20

찰보리澱粉의 blue value는 Table 2에서 보는바와 같이 0.22~0.18로 메브리 澱粉보다 낮고 찰보리品種간에는 淸영澱粉이 스미레澱粉보다 다소 높은 값을 보였다. 澱粉의 blue value는 澱粉溶液중에 存在하는 직쇄상 분자의 量을 상대적으로 비교하는 값이므로 amylopectin만으로 구성된 찰澱粉의 요오드 結合은 分解된 amylose가 다소 묻어 있거나, amylopectin의 가지가 길기 때문인 것으로 보고 있다.¹⁹⁾ Amylose함량이 같은 本試料 두種의 찰보리 澱粉에서 blue value의 차이는 Goering 等¹¹⁾이 시사한 amylopectin의 chain 길이의 차이에 기인되는 것으로 추정된다.

한편, 찰보리 澱粉의 alkali number는 4.9~5.2로 찰쌀澱粉의 4.2⁶⁾와 비교하면 약간 높은 값을 보이고 있다.

다른 곡류의 alkali number는 찰옥수수 澱粉이 4.0~5.5, 메옥수수가 9.8~12.5정도로 찰澱粉에서 더 작은 값을 보임으로서還元性 末端기의 수가 더 적음을 推定할 수 있다.

膨化力은 Table 2에서 보는 바와 같이 메브리 澱粉과는 顯著한 차이가 있으며 Takabashi等¹¹⁾이 행한 찰쌀澱粉 261보다는 다소 낮은 값이지만 amylopectin만으로 構成된 찰澱粉 특유의 높은 값을 나타냈다. 澱粉의 加熱處理로 α 화가 일어나 膨化現象을 볼 수 있는데 이는 amylopectin의 함량

과 特性에 기인되는 것이나 水分과 반죽의 物理的 性質에 의해서도 영향을 받는다.²⁶⁾

4. 糊化溫度 및 amylogram 特性

0.1% 澱粉현탁액의 光投過度에 의한 糊化양상은 Fig. 3과 같다. 찰보리 澱粉的 경우 51°C까지는 變化가 없었으나 그후 입자가 수화되면서 급격히

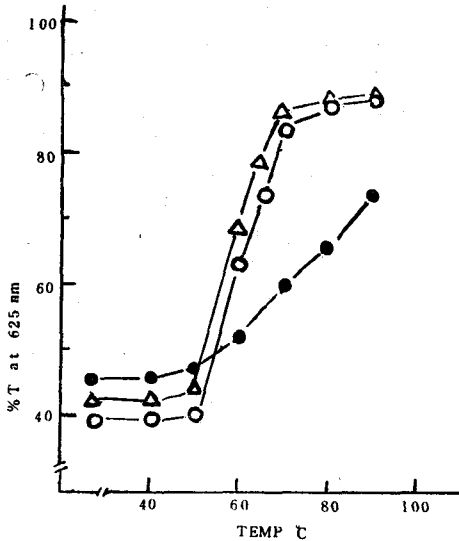


Fig. 3. Changes in transmittance of 0.1% waxy and non waxy barley starches. (○-○-○ : Changyoung, △-△-△ : Smire, ●-●-● : Youngsan)

增加하였고 75°C 이상에서 최대값을 보임으로써 메보리 澱粉과는 光投過度양상이 현저하게 달랐다.

溫度上昇에 따른 스미레 찰보리 澱粉의 光投過度는 창영보다 약간 높았으나 큰 차이는 아니었다.

本實驗과 동일한 方法으로 실시한 찰쌀 澱粉의 糊化양상에서는 60°C 이후부터 投過度가 增加하여 찰보리 澱粉이 찰쌀 澱粉보다 더 빨리 糊化가 始作

됨을 알 수 있다.⁶⁾

Brabender amylograph에 의한 糊化양상은 Table 3과 같다. Amylograph에 의한 糊化開始溫度는 62~63°C로서 光投過度에 의한 것보다 다소 높으며 두 品種의 찰보리 澱粉 모두 72°C에서 900~920 B.U.의 최고 粘度를 보여 메보리 澱粉보다 迅速하게 최고 粘度에 到達하고 그 溫度 또한 낮았다.

Brabender 粘度의 양상은 澱粉粒子的 膨潤程度 및 加熱에 대한 부풀어 오른 澱粉粒子간의 마찰에 의해 決定되며 Goering等¹⁾은 粒子的 크기도 粘度에 關係하여 큰 粒子가 높은 粘度를 갖는다고 하였다.

일반적으로 Amylose 流出이 많은 메 澱粉의 경우 冷却時에 gel을 形成함으로써 粘度가 급격히 增加하는데²³⁾ 비해 찰보리 澱粉은 冷却 粘度의 上昇이 아주 적어 gel이 잘 形成되지 않으며, 따라서 老 化現象도 대단히 느릴 것으로 推定된다.

5. 膨潤力과 溶解度

찰보리 澱粉의 膨潤力은 Fig. 4와 같다. 60°C이

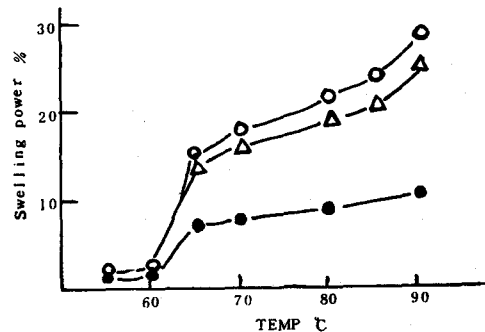


Fig. 4. Swelling power of waxy and non waxy barley starches. (○-○-○ : Changyoung, △-△-△ : Smire, ●-●-● : Youngsan)

Table 3. Amylograph data on waxy and non waxy barley starches. (5% solid basis)

Sample	Gelatiniza- tion temp.	Maximum viscosity	Maximum viscosity temp.	viscosity at 94°C	viscosity at 94°C after 10min.	viscosity cooling to 70°C	viscosity cooling to 50°C
	°C	B.U.	°C	B.U.	B.U.	B.U.	B.U.
Changyoung	63	920	72	400	320	300	330
Smire	62	900	72	390	300	290	300
Youngsan*	89.5	120	92.5	—	—	—	—

* 5.5% Solid basis¹⁸⁾

상에서부터 신속하게 팽윤되다가 65°C 이상에서는 완만한 증가를 보이고 다시 80°C 이상에서 높은 증가를 보여 주고 있다.

두 찰보리澱粉 모두 메보리澱粉의 팽윤력에 비해 2배 이상의 높은 값을 보이지만 찰쌀澱粉이나 찰옥수수澱粉과 비교하면 훨씬 낮다.²¹⁾

澱粉의 溶解度를 溫度에 따라 表示하면 Fig. 5와 같은데 찰보리澱粉은 90°C까지 加熱하는 동안 20%程度의 溶解度를 보여주고 있어 약 10%의 값을 보인 메보리와 비교할 때 거의 2배의 차이가 있는 것으로 나타났다.

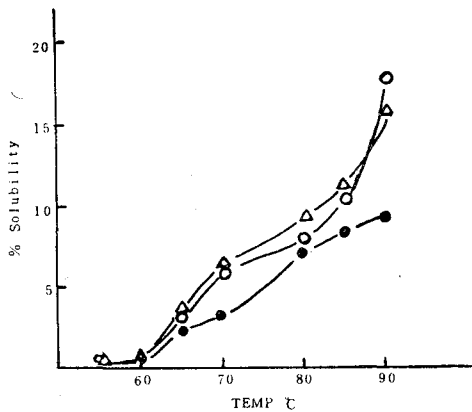


Fig. 5. Solubility of waxy and non waxy barley starches.

(—○—○— : Changyoung,
—△—△— : Smire,
—●—●— : Youngsan)

그러나, 팽윤력에 대해 溶解度를 Fig. 6에서와 같이 나타내면 같은 팽윤水準에서는 amylose 함량이 많은 메보리가 더 높은 용해도를 보였다. 이는, Fig. 4에서 본 것처럼 찰보리澱粉이 粒子内の 結合력이 弱하다고 볼 수 있으나 粒子内の 澱粉物質을 固定하는데 좀 더 강한 性質이 있음을 생각할 수 있다. 즉 같은 팽윤水準에서는 amylose가 amylopectin보다 더 쉽게 용출됨을 알 수 있다.

찰보리 澱粉을 찰수수나 찰옥수수와 비교할 때는 溶解度에 있어서 거의 비슷한 값을 나타내나²¹⁾ 팽윤력은 1/2배에 불과하여 그 粒子간의 結合력이 비교적 큰 澱粉이라고 推定된다.

6. 澱粉 gel의 老化

糊化된 澱粉 gel을 放置해 두면, 分子들 상호간에 水素結合을 이뤄 結晶化 되는 現象을 보인다.

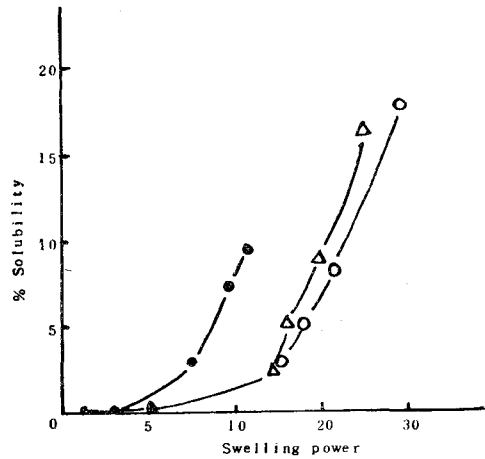


Fig. 6. Relationship between swelling power and solubility of waxy and non waxy barley starches.

(—○—○— : Changyoung,
—△—△— : Smire,
—●—●— : Youngsan)

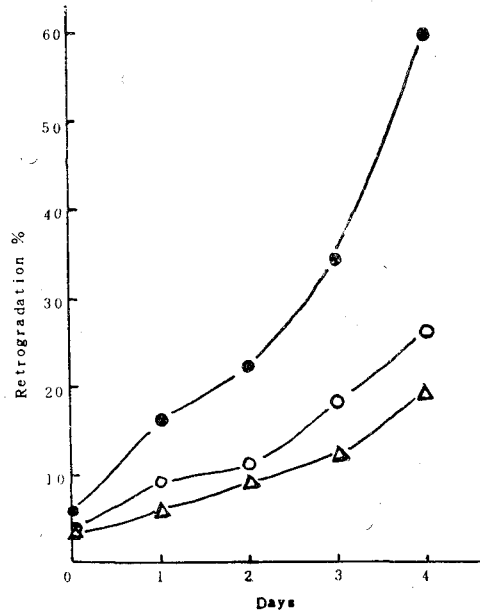


Fig. 7. Degree of retrogradation of waxy and non waxy barley starches in Storage at 2°C by gluco-amylase digestion method.

(—○—○— : Changyoung,
—△—△— : Smire,
—●—●— : Youngsan)

Gluco-amylase 소화작용으로 測定한 老化度結果는 Fig. 7과 같다.

찰보리澱粉은 메보리보다 훨씬 낮은 老化率을 보이고 있으며 1日이내에서는 큰 차이를 보이지 않았지만 2日부터는 2倍이상의 낮은 값을 보였고, 비교적 완만한 老化現象을 나타냈다.

澱粉의 老化는 그 澱粉을 構成하는 amylose와 amylopectin의 함량에 크게 영향을 받지만 전분 그 자체나 그 澱粉속의 amylose, amylopectin 構造上的 특징도 중요하다.²²⁾ 같은 amylopectin이라 해도 chain이 짧고 branching이 많은 amylopectin이 더 늦게 老化되는 것으로 알려지고 있어 본 實驗에서 나타난 두 찰보리澱粉의 老化度의 차이는 이들의 澱粉을 構成하고 있는 amylopectin의 分子 構造의 차이에 기인하는 것으로 추정할 수 있다.

要 約

찰보리 品種인 창영과 스미레 澱粉을 分離하여 粒子의 成狀과 理化學的 特性을 檢討하였다.

광학현미경으로 본 粒子의 外形은 대부분 원形으로 平均直徑은 창영 13.4 μ , 스미레 16.6 μ 이었고, X-ray회절도는 2 θ 에서 메보리(영산品種)에 비해 17.2°, 18.0°, 환의 회절強度가 다소 강했다. Amylose함량은 창영과 스미레 모두 4% blue value는 각각 0.22, 0.18이었고, alkali number는 5.2, 4.9, 膨化力은 167, 172이었다. 澱粉현탁액(0.1%)의 光投過度는 51°C 이후 급격히 增加했고 51°C~75°C에서 single stage 糊化양상을 보였다. Amylograph에 의한 澱粉의 糊化開始溫度는 창영 63°C, 스미레 62°C였고, 72°C에서 最高粘度 920, 900 B.U.를 보였으며 冷却粘度의 上昇率이 아주 낮았다. 膨潤現象은 60°C 이후에 급격히 增加해서 90°C에서는 27~30程度였으며, 2°C에서 저장한 澱粉 gel의 老化는 완만하게 進行되어 4日째에는 25%程度였다.

謝 意

本 研究를 進行함에 있어서 材料를 提供하여 주신 농촌진흥청 類研究所 김 영삼 박사와 장 학길 선생에게 심심한 謝意를 표하며, brabender amylograph의 사용을 도와 주신 한국에너지 연구소가 정호 실장에게 感謝를 드리는 바이다.

參 考 文 獻

1. Goering, K.J., Eslick, R. and De Haas, B.W.: Cereal chem., **50** : 322(1973).
2. Wilson, L.A., Brimingham, V.A., Moon, D. P. and Synder, H.E.: Cereal chem., **55** : 661 (1978).
3. AOAC: Official Method of Analysis, 10th ed. (1976).
4. 조채선 : 한국식품과학회지, **10** : 57(1978).
5. 檜作進 : 澱粉科學ハンドブック, (二國二郎編) p. 208, 朝倉書店(1977).
6. 김형수, 강옥주, 윤계순 : 한국농화학회지, **26** : 211(1983).
7. Schoch, T.J.: Adv. carbohy. chem., **1** : 247 (1945).
8. 福場博保, 貝沼圭二 : アミロースとアミロペクチンの定量, 澱粉科學ハンドブック, p.174(1977)
9. Gilbert, L.M. and Soragg, S.P.: Methods in carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.25, Academic press (1964).
10. Schoch, T.J.: Methods in carbohydrate chemistry, Vol. IV, p.61, Academic press (1964).
11. Takabashi, T., Ohasbi, K. and Hasegawa, T.: J. Technological Soc. of starch, **6** (2) : 46(1959).
12. Mazurs, E.G., Schoch, T.J. and Kite, F.E.: Cereal chem., **34** : 142(1957).
13. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J.: Cereal chem., **36** : 534(1959).
14. Toyama, T., Hizukuri, S. and Nikuni, R.: J. Technological Society of Starch, **13**(3) : 69(1966).
15. Kamoi, I., Shinozaki, T., Matsumoto, S., Tanimura, W. and Obara, T.: Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, **25** : 431(1978).
16. 김용휘, 김형수 : 한국식품과학회지, **6** : 30(1974).
17. Bankes, W. and Greenwood, C.T.: Starch and its compornents, John wiley and Sons Inc., p.242(1975).
18. 김형수, 이기열, 최이순 : 한국식품과학회지,

- 4 : 77(1972).
19. Reyes, A.C., Albano, E.L., Briones, V.P. and Juliano, B.J.: J. Agr. Food chem., **13** : 438(1965).
20. 김종만, 양희천, 식품과학, **5**(2) : 33(1983).
21. Bemiller, J.N.: Starch, chemistry and Technology, Academic Press, p.291~309(1965).
22. Radley, J.A.: Starch and Its Derivatives (3rd. ed.), John wiley and Sons, Inc., New York: 223(1954).
23. Charley, H.: Food Science, p.124, John Wiley and Sons, 2nd ed. (1982).