

Micro波 加熱이 澱粉質 食品에 미치는 影響에 關한 研究

1. Micro波 加열이 감자澱粉 組成에 미치는 理化學的 性質에 關하여

崔 玉 子 · 高 武 錫

全南大學校 師範大學 家政教育科
(1984년 4월 26일 접수)

A Study on the Effect of Microwave Heating on Starch Food

1. The Physico-chemical Property of the Effect of Microwave Heating on Potato Starch and Purified Potato Starch

Ock-Ja Choi and Moo-Seok Ko

Department of Home Economics, Chonnam National University
(Received April 26, 1984)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the physico-chemical effects of a potato starch and a purified potato starch under the condition of the microwave heating. They were exposed to the microwave energy in a 950 W, 2,450 MHz oven for 30 through 120 seconds. As the microwave heating time was increased, the contents of moisture and the crude fat of the samples were remarkably decreased irrespective of the starch composition, but on the other hand the contents of crude ash was slightly decreased and the crude protein was almost unchanged. The rings of crystallinity come to gradually changed in the X-ray diffraction pattern, and then the only 1 ring, of which interplanar spacing is wide, is changed strikingly.

As the microwave heating time is increased, the starch granules which observed by a scanning electron microscope were broken partially with a special form, and the granules of purified potato starch were broken faster than those of potato starch. With the same condition that the microwave heating time was increased, while the gelatinization temperature comes to fall, the swelling power and the solubility were increased. Besides these, while the gelatinization temperature of the purified potato starch was lower than that of the potato starch, both the swelling power and the solubility of the purified potato starch is higher than those of the potato starch.

序 論

最近 소득의 향상으로 인한 社會的 배경과 生活의 合理化를 추구하면서 食品加工 및 調理에 종래의 加熱法과는 다른 새로운 에너지 傳達方式인 高周波·micro波를 利用한 전자레인지의 實用化가 進行되고 있으며, 이와 더불어 micro波 加熱實驗¹⁾ 및 micro波 에너지 利用의 可能性에 대한 研究²⁾가 활발히 進行되고 있다.

一般的으로 穀類에 micro波를 加하면 酵素를 不活性化시켜 食品의 品質이 向上되고^{3,4)}, 物性的變化^{5,6)}가 나타나며, 澱粉에 있어서는 澱粉成分 變化, 澱粉粒의 舉動, 전분과 脂肪酸 메틸간의 複合체 형성, 結合水量的 變動 등으로 인하여 硬化現象이 일어난다고 알려져 있으나⁷⁻¹⁴⁾ 澱粉의 組成成分과 micro波 加熱量에 따른 澱粉粒의 形態學的 變化나 理化學的 性質에 대한 研究는 미흡하다.

本實驗에서는 加工食品으로 많이 利用되고 있는 감자 澱粉을 micro波로 加熱할 때 物性に 影響을 미칠 것으로 사료되는 澱粉成分의 一般組成을 구하고 各各에 대하여 澱粉의 形態學的인 性狀變化 및 糊化樣相을 測定하여 micro波 加熱量에 따른 非傳熱的 加熱效果를 검토하였다.

材料 및 方法

1. 材料

本實驗의 材料는 1983年度 全南지방에서 栽培收穫된 재래종 감자를 使用하였다.

2. 方法

(1) 試料의 調製

감자를 박피한 後 waring blender로 粉碎하여 80 mesh 체를 통과시킨 다음, 침전된 澱粉의 中間層을 試料로 채취하고 (potato starch, 以下 P.S.로 略記), 여기에 Dubois alkali 浸漬法¹⁵⁾에 準하여 精製된 감자 澱粉(purified potato starch, 以下 P.P.S.로 略記)을 調製하여 試料로 취하였으며, 全試料는 水分含量이 14.5%가 되도록 減壓乾燥하였다.

以上과 같이 調製한 감자澱粉(P.S), 정제된 감자澱粉(P.P.S) 100g에 대하여 市販 금성 전자레인지(ER-5000, 2450 MHz, 950 W)를 使用하여 30秒(P.S.-1, P.P.S.-1), 60秒(P.S.-2, P.P.S.-2), 120秒

(P.S.-3, P.P.S.-3) 동안 micro波를 各各 加熱하여 作成하였고, micro波를 加熱하지 않은 대조구는 P.S.-0, P.P.S.-0으로 나타냈다.

(2) 一般成分 分析

一般常法에 따라 粗蛋白, 粗脂肪, 粗灰分을 定量하였고, 水分은 赤外線 水分測定計(OHAUS)로 測定하였다.

(3) X-ray 回折實驗

粉末法^{16,17)}에 依하여 Rigaku Geigerflex X-RD 2028 tyge를 使用하여 Target CU-K α , 35 kV, 15mA, T.C. 1 sec, F.S.R. 2×10^3 cps 條件下에서 測定하였다.

(4) 澱粉粒子的 電子顯微鏡 觀察

澱粉粒子的 크기 및 形狀을 走査型電子顯微鏡(Japan Scanning Microscope-35 C, J.E.O.L)으로 觀察하였다.

(5) 糊化溫度 測定

MacMasters 등의 方法¹⁸⁾에 準하여 0.2% 澱粉溶液을 큰 시험관에 취하여 water bath에 넣고 유리봉으로 輕輕히 攪拌하면서 加熱하되 실온으로부터 50°C까지는 5°C 간격 後부터 糊化完了時까지는 1°C 간격으로 溫度를 올리면서 各 溫度에서 2分間 더 加熱한 다음, 澱粉溶液 1滴을 一視野에 100~200粒이 되도록 slide glass에 滴下하고 congo red로 糊化澱粉을 염색한 後 현미경 下에서 一視野의 澱粉粒 中 糊化된 澱粉 비율이 2%, 10%, 25%, 50%, 90%, 98% 되는 溫度를 기록하였다. 10% 및 98% 정도가 糊化되는 溫度를 各各 糊化開始溫度, 完了溫度로 하였으며, 3回 반복 實驗하여 平均値를 구하였다.

(6) 膨潤度 및 溶解度 測定

石井 등의 方法¹⁹⁾에 依하였다. 즉 試料 1g을 50ml의 원심관에 정확히 취하고 증류수 40ml를 加하여 所定溫度의 water bath에서 교반하면서 30分 加熱했다. 後 4,000 rpm에서 30分 遠心分離하여 沈澱物의 重量을 B로 秤量하고 上澄液은 증발기에 옮기고 蒸發乾燥 後 105°C에서 5時間 건조하여 固形物 A를 測定하였다.

膨潤度 및 溶解度は 다음식에 依하여 계산하였다.

$$\text{膨潤度}(\%) = \frac{B}{S-A}$$

$$\text{溶解度}(\%) = \frac{A}{S} \times 100$$

A: 溶解部分 固形物重量(g)

B: 沈澱部分 重量(g)
S: 試料 固形物 重量(g)

結果 및 考察

1. 一般成分의 組成

澱粉의 組成과 micro波 加熱量에 따라 一般成分을 分析한 結果는 Table 1 과 같다.

Table 1. Effect of microwave heating on chemical composition of potato starch and purified potato starch

Composition(%)				
Samples	Moisture	Fat	Protein	Ash
P.S.-0	14.50	0.65	6.68	0.280
P.S.-1	14.00	0.62	6.69	0.278
P.S.-2	12.00	0.60	6.69	0.275
P.S.-3	9.52	0.58	6.68	0.270
P.P.S.-0	14.50	0.22	0.28	0.270
P.P.S.-1	13.00	0.20	0.28	0.265
P.P.S.-2	10.95	0.19	0.27	0.265
P.P.S.-3	8.50	0.14	0.28	0.255

표에서 보는 바와 같이 Dubois alkali 浸漬法에 의해 精製된 P.P.S.는 P.S.에 비하여 蛋白質과 脂質 舍

量이 현저히 낮고, 灰分은 약간 낮은 경향을 보였다.

micro波 加熱에 의한 영향은 澱粉의 組成과는 관계없이 加熱量이 증가함에 따라 水分과 脂質에서 뚜렷한 減少가 나타났으며 灰分은 약간 감소했고, 蛋白質은 거의 變化가 없었다. 이와같이 micro波 加熱은 澱粉成分에 影響이 있다는 것을 확실히 알 수 있으며, 특히 脂質의 減少는 結合型 脂質의 增加에 기인 한다는 肥後 등^{9,10)}의 報告와도 一致한다.

2. X-ray 回折圖

各 澱粉의 結晶構造를 알아보기 위한 X-ray 回折圖는 Fig. 1 과 같다.

감자澱粉은 1環, 4a環이 강하고, 4b, 6c環이 없는 塊根 특유의 B도형을 나타냈다. 回折圖의 幅이 좁고 예리할수록 結晶子의 크기는 커지는데¹⁶⁾, 澱粉 組成에 따른 X-ray 回折圖는 P.S.의 경우가 P.P.S.보다 回折圖의 幅이 좁고 예리하게 나타났다. 이는 Dubois의 alkali 浸漬法의 과정에서 結晶性 物質이 손실되었기 때문이라고 생각된다. 한편 micro波 加熱量이 증가함에 따라 감자澱粉의 특징을 나타내는 B도형의 環들은 澱粉組成과는 관계없이 약간씩 變化되었고 面間隔이 큰 1環에서 뚜렷하게 나타났는데 micro波 加熱에 의한 것인지 水分의 減少에 기인하는 것인지는 뚜렷하지 않다.

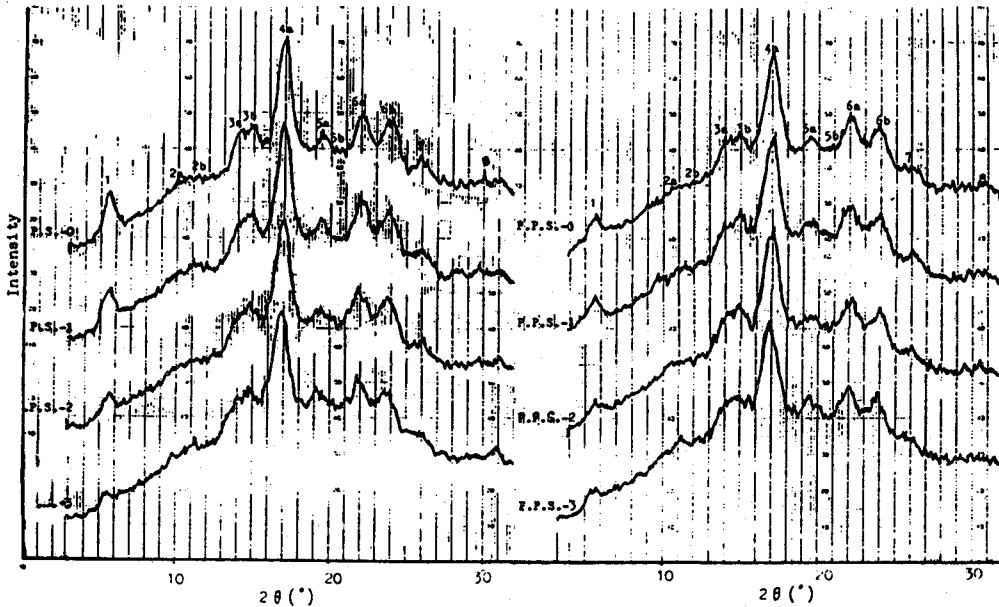


Fig. 1. Effect of microwave heating on X-ray diffraction pattern of potato starch and purified potato starch.

各 回折圖에서 background의 線을 긋고 그 위의 回折線下의 面積과 background의 面積과의 比로 若干 相對的인 結晶化度는 Table 2 와 같다.

Table 2. Effect of microwave heating on the relative crystallinity of potato starch and purified potato starch

Samples	Crystallinity(%)
P.S.-0	26.74
P.S.-1	27.20
P.S.-2	28.10
P.S.-3	29.08
P.♁.S.-0	25.45
P.P.S.-1	26.51
P.P.S.-2	26.62
P.P.S.-3	27.18

표에서 보는 바와 같이 相對的인 結晶化度는 P.S. 가 26.74%, P.P.S.는 25.45%로 P.S.가 더 높으며 Zobel등²⁰⁾이 報告한 25% 보다는 多少 높은 경향이 고, micro波 加熱量의 증가에 의해서는 점점 높은 값을 나타냈는데 澱粉의 硬化現象과 관련이 있는 것으로 추측된다.

3. 澱粉粒子的 形狀

감자澱粉의 組成成分과 micro波 加熱量에 의한 澱粉粒子的 形態 및 變形을 走査型電子顯微鏡으로 관찰한 結果는 Fig. 2 와 같다.

감자澱粉은 18~60 μ 의 크고 작은 타원형으로 P.S., P.P.S. 모두 동일 하였다. 澱粉組成에 의한 micro波의 영향은 micro波 加熱量이 증가함에 따라 P.S.는 120秒 일때 澱粉粒이 파열되었고, P.P.S.는 30秒 일때 약간의 變化를 보이기 시작하여 60秒일때 뚜렷한 澱粉粒의 파열이 확인되었다. 이때 觀察되는 膜

형태의 모양은 澱粉粒의 파열時 糊狀物質이 溶출된 것으로 micro波 加熱에서 나타나는 특수한 形상으로 알려져 있다^{7,8,11)}. micro波 加熱에 P.S.가 P.P.S.보다 안정한 것은 脂質과 amylose가 나선상의 複合體를 형성하기 때문이라고 생각된다^{21~23)}.

4 澱粉의 糊化樣相

澱粉의 組成과 micro波 加熱量에 따라 糊化溫度 및 膨潤度, 溶解度를 測定한 結果는 Table 3 과 같다.

澱粉組成에 따른 P.S., P.P.S.의 糊化溫度는 各 各 56.0~66.5°C, 53.0~65.0°C로 脂質과 蛋白質 含量이 높은 P.S.의 경우가 2~3°C 더 높았다. 이는 澱粉에 함유된 脂質과 蛋白質이 糊化를 억제하는데 기인한다고 생각된다^{24,25)}. 한편 micro波 加熱量에 따른 糊化溫度는 P.S.-1, P.S.-2, P.S.-3,가 各 各 56.0~66.0°C, 53.0~64.5°C, 52.0~64.0°C, 精製된 澱粉인 P.P.S.-1, P.P.S.-2, P.P.S.-3에서는 各 各 56.0~66.0°C, 53.0~64.5°C, 52.0~64.0°C. 精製된 澱粉인 P.P.S.-1, P.P.S.-2, P.P.S.-3에서는 各 各 51.0~64.0°C, 51.0~64.0°C, 50.0~63.5°C로 加熱量이 증가함에 따라 1~3°C 낮아지는 경향을 보였고 P.P.S.는 P.S.보다 變化가 적었다. 위의 結果는 X-ray 回折實驗, 電子顯微鏡 觀察에서 확인한 바, 澱粉의 結晶構造와 micro波 加熱에 의한 澱粉粒의 파열 및 變形의 結果로 생각된다.

澱粉의 糊化特性을 나타내는 감자澱粉의 膨潤度 및 溶解度는 Fig. 3 과 같다.

감자澱粉의 膨潤도는 溫度가 상승함에 따라 P.S., P.P.S. 各 各 증가하는 경향을 보였고 P.S.는 精製된 澱粉인 P.P.S.에 比하여 各 溫度에서 膨潤이 약간 억제되었다. 溶解도 膨潤도와 같은 경향으로 溫度가 상승함에 따라 점점 增加했으며,

Table 3. Effect of microwave heating on gelatinization temperature of potato starch and purified potato starch

Samples	Gelatinized portion					
	2%	10%	25%	50%	90%	98%
P.S.-0	52.0°C	56.0°C	59.0°C	61.0°C	63.5°C	66.5°C
P.S.-1	53.0	55.0	58.0	60.0	64.0	66.0
P.S.-2	51.0	54.5	57.5	58.0	62.5	64.5
P.S.-3	50.0	53.0	57.0	58.0	62.0	64.0
P.P.S.-0	51.0	53.0	57.5	59.0	62.0	65.0
P.P.S.-1	50.0	51.0	57.5	60.0	63.5	64.0
P.P.S.-2	50.0	51.0	57.5	60.0	63.0	64.0
P.P.S.-3	49.0	50.0	57.0	58.0	62.5	63.5

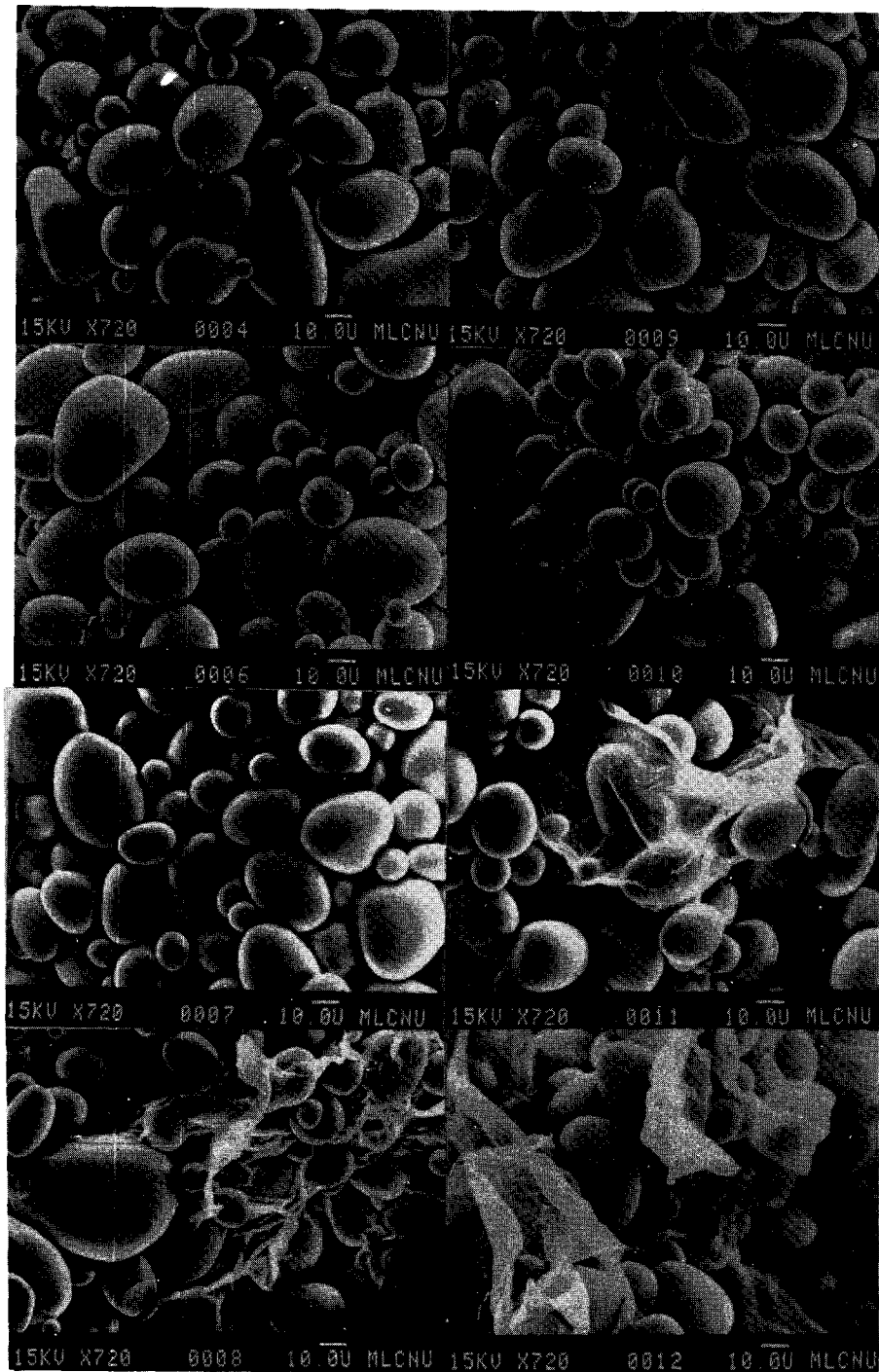


Fig. 2. Effect of microwave heating on scanning electron microscopic view of potato starch and purified potato starch (X720).

0004; P.S.-0, 0006; P.S.-1, 0007; P.S.-2, 0008; P.S.-3,
 0009; P.P.S.-0, 0010; P.P.S.-1, 0011; P.P.S.-2, 0012; P.P.S.-3

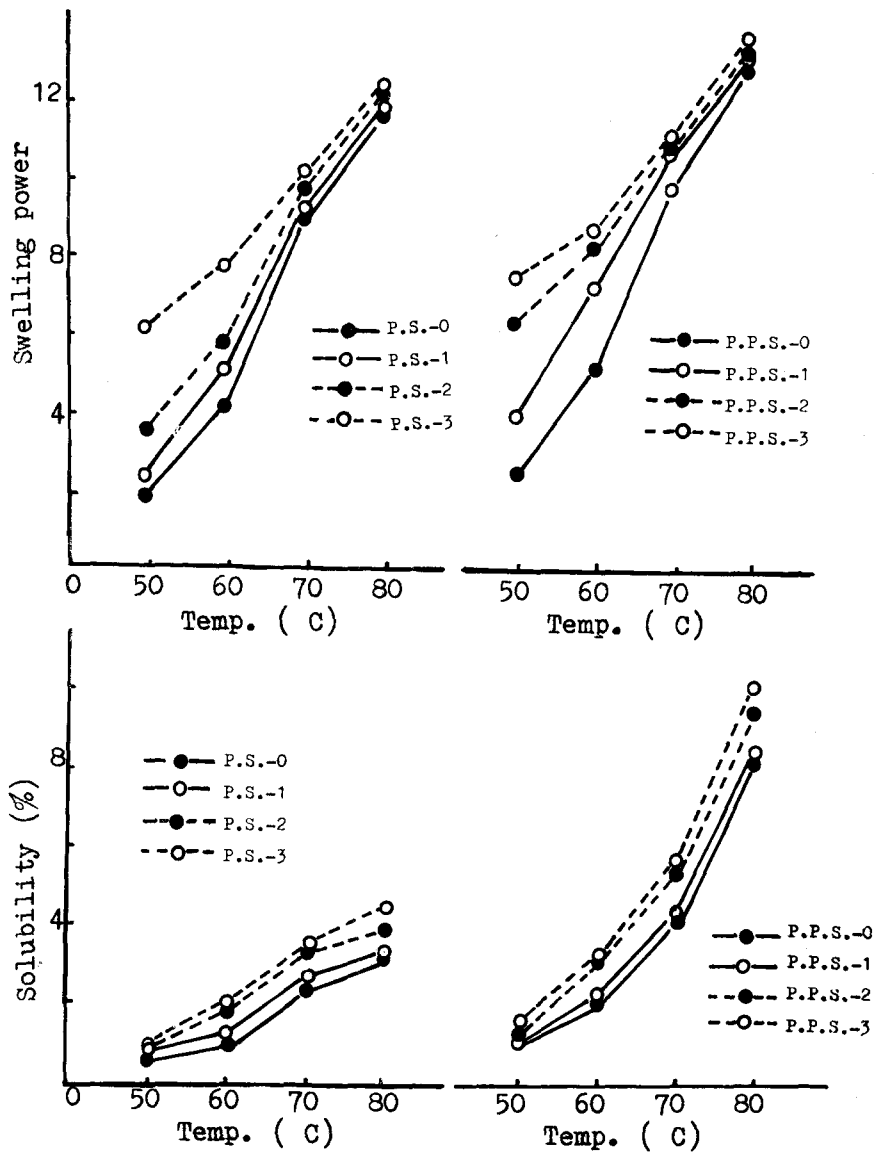


Fig. 3. Effect of microwave heating on swelling power and solubility of potato starch and purified potato starch.

P.P.S.의 경우는 현저했다. 庄司등²⁵⁾의 報告로 미루어 볼 때 P.S.가 P.P.S.에 比하여 膨潤이 억제되는 것은 蛋白質과 脂質의 영향이라고 생각된다. micro波 加熱에 의한 影響은 加熱量이 증가함에 따라 膨潤度는 各 溫度에서 더 높아졌고, 完滿한 기울기의 曲線을 나타냈다. 이 結果는 micro波가 低溫에서 膨化能力을 갖게하는 것이 아닌가 한다⁷⁾. 溶解度의 경우에는 micro波 加熱量이 증가함에 따라 약간의 증

가를 보였는데 이는 micro波 加熱에 의해 澱粉粒이 瓦解되어 溶출된 amylose에 기인한다고 생각된다.

要 約

micro波 加熱이 一般成分 組成이 다른 감자澱粉에 미치는 影響을 實驗한 結果는 다음과 같다.

1. 澱粉의 一般成分은 澱粉組成에 關係없이 micro

波加熱에 의해 水分과 粗脂肪 含量이 감소했으며, 灰分은 약간의 감소 경향을 보였고, 粗蛋白質 含量은 거의 變化가 없었다.

2. 감자澱粉의 X-ray 回折圖는 micro波 加熱에 의해 결정성을 나타내는 環들이 變化되기 시작하였는데, 面間隔이 큰 1環에서 뚜렷이 나타났고 澱粉組成에 의한 차는 없었다.

3. 走査型電子顯微鏡으로 觀察한 澱粉粒子는 micro波 加熱量이 증가됨에 따라 파열되었는데 P.P.S.가 P.S.에 비하여 더 빨리 나타났다.

4. 澱粉의 糊化溫度는 micro波 加熱量이 증가할수록 낮아졌고 膨潤度 및 溶解度는 증가 하였는데, P.P.S.는 P.S.에 비하여 糊化溫度는 더 낮았고 膨潤度 및 溶解度는 더 높았다.

文 獻

1. 赤星亮一, 又重英一: 日本食品工業學會誌, 29(10), 587(1982)
2. 露木英男: 日本食品工業學會誌, 29(2), 123(1982)
3. Aref, M.M., Noël, J.G. and Miller, H.: *J. Microwave power*, 7(3), 215(1972)
4. Editorial Staff: *Cereal Foods World*, 24, 296 (1979)
5. Doty, N.C. and Baker, C.W.: *J. Agr. Food Chem.*, 25(4), 815(1977)
6. Baker, C.W. and Doty, N.C.: *J. Agr. Food Chem.* 25(4), 819(1977)
7. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 32(3), 178(1981)
8. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政家雜誌, 32(3) 185(1981)
9. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(4), 173(1982)
10. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿: 家政學雜誌, 33(4), 221(1982)
11. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿: 家政學雜誌, 33(6), 297(1982)
12. 肥後溫子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(11), 597 (1982)
13. 肥後溫子, 野口駿, 中澤文子, 島崎通夫: 家政學雜誌34(2), 83(1983)
14. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿, 中澤文子: 家政學雜誌 34(8), 474(1983)
15. Dubois, M.: *Anal. Chem.*, 28, 350(1956)
16. 檜作進: 日本澱粉工業學會誌, 9(1), 1(1961)
17. 二國二郎, 中村道徳, 鈴木繁男: 澱粉科學ハンドブック(朝倉書店, 東京), 209(1980)
18. MacMasters, M.M.: *Method of Carbohydrate Chem.* IV, Academic press, 233(1964)
19. 石井克枝, 島田淳子, 吉松藤子, 貝沼圭二, 鈴木繁男: 澱粉科學會誌, 23, 82(1976)
20. Zobel, H.F. and Senti, F.R.: *Program of 45th Annual Meeting of American Association of Cereal Chemist*, 40(1960)
21. Schoch, T.J.: *J. Amer. Chem. Soc.*, 64, 2954 (1942)
22. 竹田千重乃, 檜作進: 日本農化學會誌, 48(12), 663(1974)
23. 吉澤康雄, 小林知枝: 榮養と食糧, 15(6), 13 (1963)
24. 庄司一郎, 倉澤文夫: 家政學雜誌, 32(3), 167 (1981)
25. 庄司一郎, 倉澤文夫: 家政學雜誌, 34(3) 140 (1983)