KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 12, *No.* 1 (1980)

乾燥 고추 貯藏 中의 變色에 關한 硏究

金 銅 淵 · 李 鍾 旭
全南 大學校, 農科 大學, 食品 加工 學科

(1980년 1월 5일 접수)

Color and Carotenoid Changes During Storage of Dried Red Pepper

Dong Youn Kim and Chong Ouk Rhee
Department of Food Science & Technology, College of Agriculture,
Jeon Nam National University, Kwangju

(Received January 5, 1980)

Abstract

The effects of water activity, oxygen, light and storage temperature on the color degradation of dried red pepper were investigated during storage. Some packing materials were used for improving the storage life of red pepper by minimizing those factors. The results obtained were summarized as follows:

1. The critical water activity to the capsanthin of red pepper was 0.75.
2. Color degradation of dried red pepper was the most severe by U.V. light among 200 watt infra-red lamp, 15 watt U.V. lamp and 200 watt glow lamp.
3. Effect of light was not significant in the presence of nitrogen. Main factor of color degradation of red pepper in storage appeared spontaneous oxidation by the existence of oxygen.
4. The capsanthin content and the lightness as Hunter value in powder type storage of red pepper was higher than that in whole pod type during 3 month's storage.
5. The air- and damp-proof packing materials showed better results than polyethylene film packing in capsanthin content and lightness during 3 month's storage.

序 論

一般的으로 고추(*Capsicum annum*)의 品質 評價는 主로 外觀의 색갈에 依해서 評價되고 있기 때문에[1] 고추의 貯藏 中 색갈의 變化는 消費者의 嗜好나 商品 價値面에서 큰 重要性을 띄고 있다.

고추의 熱風 乾燥 中 色素의 保存에 關해서는 Lease[2] 等이 65°C를 品質 維持에 가장 適合한 溫度로 提示하였으며 Curl[3]은 고추의 카로티노이드 구성에 관하여 廣範圍한 分析을 行하여 主要 色素는 capsanthin, β-carotene, capsorubin이라 하였고 이 가운데 capsanthin이 全體의 34.7 %를 차지하며 主要 赤色 色素임을 確認한 바 있다. Chen等[4]은 大氣下에서 고추를 貯藏하였을 때 變色의 要因은 試料의 水分 含量과 關係가 있을 것이라 생각하였으며 이와 같은 變色은 酵素 作用이 아니고 酸化 作用이기 때문에 抗 酸化劑의 一種인 ethoxyquin을 處理하면 色度가 오히려 더 좋아진다는 報告를 한 바 있다. 또 Fugimoto等[5]은 고추의 變色이 酸化 作用에 依해서 일어나나 어느 程度까지 色이

維持되는 것은 고추 속의 α-tocopherol이나 辛味 成分으로 알려진 capsaicin의 存在 때문이라고 推定한 바 있다. Lease等[6]은 고추의 色度는 收穫 時期와 密接한 關係가 있다고 하였고 品質의 尺度로서 色度를 測定하기 爲한 試圖가 Nagle[7], Ramakrishnan[8], 全等[9]에 依해 이루어졌다. 고추 가루의 貯藏에 關해서는 몇가지 柔軟 包裝 材料를 利用하여 貯藏 中의 아스콜빈산 및 水分 含量의 變化等을 硏究한 Daoud[10], 張[11], 韓等[12]의 報告가 있고 李等[13]은 放射線의 處理 效果를 報告하였다.

그러나 고추가 貯藏中에 어떤 要因에 依해서 變色되어가고 있는지 그 具體的인 原因에 對해서는 別로 硏究된 바 없음으로 著者들은 水分 活性, 酸素, 光線 및 溫度의 영향을 알아보고 이들을 效果的으로 차단할 수 있는 몇가지 包裝 材料를 使用하여 貯藏 中의 效果를 表面 色度(Hunter value)와 capsanthin 含量의 變化로서 比較 實驗하여 얻은 結果를 報告한다.

材料 및 方法

實驗 材料

고추는 全南 光山郡 大村面 昇村里 고추 集團 栽培團地에서 栽培한 것으로 1979年 5月 下旬에 開花하여 7月 中旬까지 비닐하우스 內에서 收穫한 品種名 "새마을 김장 고추"이다.

比較的 크기와 赤色度가 均一한 것으로 收穫 後 即時 硏究室로 運搬하여 乾燥를 促進시키기 爲하여[14] 銳利한 면도 날을 利用하여 고추의 中間을 잘라서 꼭지를 따내고 熱風 乾燥器 內에서 65°C로 約 20時間 乾燥시켰다. 粉末 試料는 乾燥 後 씨와 胎座를 除去하고 果皮만을 roller로 粉碎하여 40 mesh 以下의 粒度로 製粉하였고 原形 壓縮 製品은 乾燥한 前記 試料를 簡易 screw 壓縮器를 利用하여 容積 減少率을 10 : 1 程度로 壓縮한 것을 使用하였다. 또 貯藏 試驗에서 原形 및 原形 壓縮品은 cutting mill로 40 mesh 以下의 粒度로 粉碎하여 分析을 하였다.

等溫 吸濕 曲線과 水分 活性의 調節

Petri dish에 헝겊으로 싼 10 g의 고추 가루를 담아 相對 濕度 11~92 %[15,16]의 範圍내에 있는 各種 飽和 鹽類 溶液(Table 1)으로 飽和시킨 데시케타에 넣고 比較的 溫度의 變化가 적은 (25~27°C) 실내에 保存하면서 約 20日間 重量을 測定하여 等溫 吸濕 曲線을 얻었고 이와같이 얻은 各種 平衡 水分 含量을 가진 고추 가루의 貯藏中 capsanthin의 變化를 後述하는 分析 方法에 따라 測定하였다.

Table 1. Relative humidity of saturated salt solution

R.H. at 25°C (%)	Salt
11	Lithium chloride
23	Potassium acetate
33	Magnesium chloride
43	Potassium carbonate
54	Sodium dichromate
67	Cupric chloride
75	Sodium chloride
87	Potassium chromate
92	Ammonium monophosphate

Table 2. Packing materials used

Packing materials	Total thickness (mm)
Polyethylene film (P.E.)	0.03
Cellophan (Cello.)+P.E.	0.05
Aluminium foil(Al.)+P.E.	0.06
Aluminium foil(Al.)+Polycello.	0.067

各種 光線이 고추의 變色에 미치는 影響

試料를 petri dish에 담고 뚜껑을 하지 않은 채 낮 11時부터 午後 2時까지 하루 3時間씩 太陽 光線을 照射하여 變色의 樣相을 알아 보았고 紫外線과 白熱燈은 各各 15 watt, 200 watt 전등을 使用하여 20 cm 距離에서 照射하였고 赤外線은 輻射熱의 影響을 없애기 爲해 200 watt 전등을 60 cm 距離에서 照射하였다.

酸素가 變色에 미치는 影響

試料를 小型 유리관(直徑 0.9 cm, 길이 10 cm)에 넣고 그 안의 空氣를 窒素 가스로 완전히 置換시킨 것과 置換하지 않은 것을 파라핀으로 密封한 後 反應을 促進시키기 위해 위의 "광선 실험" 方法으로 光線을 照射하였다.

變色에 미치는 溫度의 影響

各種 包裝材로 包裝하여 常溫과 低溫(5°C)에 貯藏하면서 比較하였다.

各種 包裝材와 包裝 形態 別 貯藏 實驗

貯藏에 使用한 各種 包裝材와 그 두께는 Table 2와 같으며 가루, 原形 및 原形 壓縮의 3區로 나누어 各各 120 g 씩을 暗所에서 室溫으로 貯藏하면서 9月 부터 한 달 간격으로 capsanthin과 色度를 後述하는 分析 方法에 따라 測定하였다.

分析 方法

가. 一般 成分

水分, 粗 蛋白質, 粗 脂肪, 粗 灰分, 粗 纖維 可溶性 無窒素物은 常法에 依하여 定量하였다.

나. Total carotenoids

고추 가루 0.1*g*을 三角 후라스크에 넣고 벤젠 50 *ml*를 使用하여 reciprocal shaker에서 30分間 抽出 後 上澄液을 取하고 다시 殘渣에 벤젠 20 *ml*을 加해 10분간 抽出, 이 과정을 다시 한번 反復한 後에 濾液을 모두 합쳐 100 *ml*로 하였다. 이 抽出液을 벤젠을 blank로 하여 비색 분광계를 使用 486 nm에서 吸光度를 測定하였다. 이렇게 얻어진 total carotenoids의 量은 Davis[17]와 朴[18]의 方法에 따라 同 條件의 흡광 계수를 써서 다음 式에 依하여 計算하고 capsanthin의 量으로 表示하였다.

$$X_g = \frac{\text{Absorbance} \times \text{Volume}}{E^{1\%}_{1cm} \times 100}$$

$E^{1\%}_{1cm}$: 1,790(capsanthin)

다. 色 度

고추 가루의 色度는 Color and Color Difference Meter (Model ND-101D, 日本 電色 工業製)로 white calibration tile (L=91.4, a=0.5, b=3.4)을 利用하여 Hunter 方式인 L, a, b의 값으로 色度를 測定하였다[19].

結果 및 考察

一般 成分

乾燥 直後의 果皮만의 一般 成分은 Table 3과 같다.

變色 要因

가. 等溫 吸濕 曲線

고추 가루의 等溫 吸濕 曲線은 Fig. 1과 같으며 曲線의 第一 變曲點은 平衡 水分 10%이고 第2 變曲點은 13%로 나타났다. 이것으로 고추 가루의 多 分子層 吸着水가 他 食品보다 낮음을 알 수 있었다.

나. 水分 活性의 影響

고추 가루의 3個月 貯藏 期間中의 水分 活性에 따른 capsanthin 量의 減少는 Table 4와 같으며 고추 가루의 色素 減量은 水分 活性이 0.75일때 어느 時期나 가장 적었으며 이를 基點으로 하여 水分 活性이 낮아질 수록 減量은 많아지며 또 더 높아질 때도 減量은 많아졌다. 이 결과로 고추 가루 變色의 限界 水分 活性은 0.75로써 이때의 고추 水分 含量은 27.16%였다. 이렇게 높은 水分 含量일때의 色素 保存 效果는 酸素의 透過를 방해하는 등의 간접적인 理由 때문일 것이라고 Chen[4]은 보고 하였다. 이로 미루어 보아 고추 가루의 貯藏은 아주 乾燥한 狀態 보다 低乾燥 狀態(水分 活性이 비교적 높은)가 變色 防止에 效果가 크다는 것을 알 수 있다. 水分 活性이 0.75 以上이 되면 貯藏 中 物理 化學的인 變化가 빨리 일어나며 특히 水分 活性이 0.92일 때는 貯藏 1個月 內에 곰팡이가 發生하여 그 以上의 實驗을 하지 못하였다.

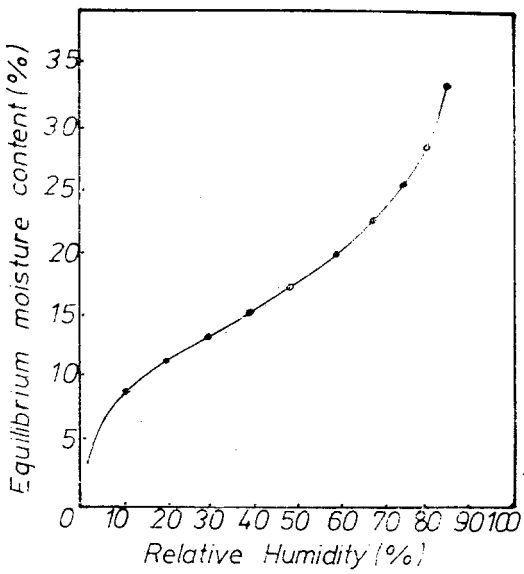

Fig. 1. Sorption isotherm of red pepper powder at 25°C

Table 3. Proximate composition of red pepper (%)

Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	N-free extract
11.48	11.42	7.39	5.13	19.33	45.25

Table 4. Changes of capsanthin content with different water activity (*mg* %)

R.H. (%) \ Storage period (month) / Moisture content (%)	1	2	3
11	10.79	312.8	283.7	254.7
23	12.17	309.4	290.5	265.3
33	13.65	314.5	323.4	277.0
43	16.90	304.4	279.3	279.3
54	18.26	288.8	295.5	278.7
67	24.80	301.9	290.7	285.3
75	27.16	329.6	320.1	309.4
87	33.43	339.6	317.8	304.9
92	37.21	—	—	—

다. 光線의 영향

Capsanthin 量에 미치는 各種 光線의 影響은 Fig. 2와

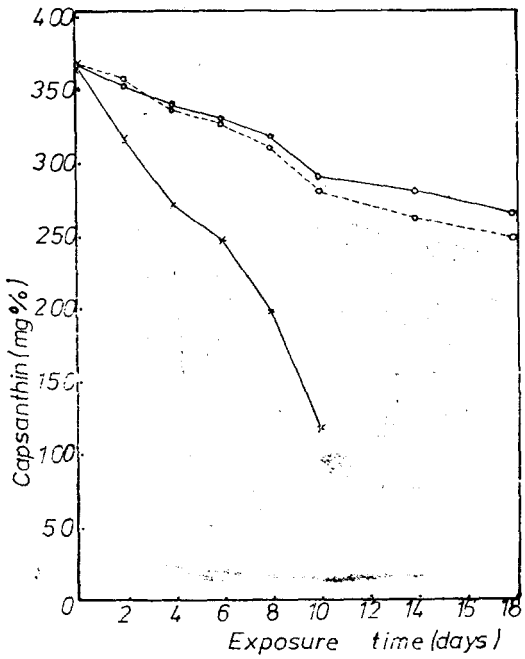

Fig. 2. Patterns of capsanthin degradation after exposure to lights
○——○ : Infra-red
○·····○ : Glow-lamp
×——× : Ultra-violet

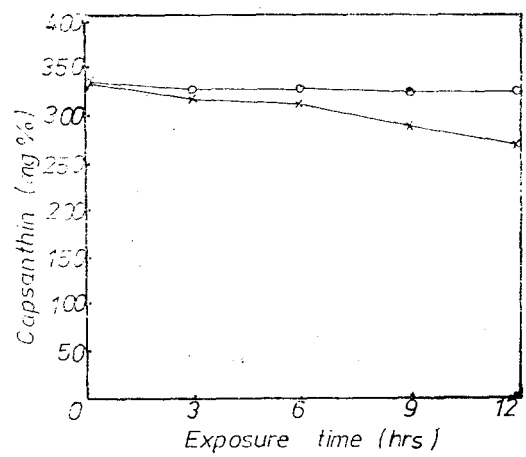

Fig. 3. Effect of sunlight to the capsanthin content of red pepper
○——○ : N_2 gas
×——× : Control

같다. 赤外線과 白熱燈 下에서는 20日間 照射에서 369 *mg%*에서 赤外線은 263 *mg%*, 白熱燈은 247 *mg%*로 約 30% 內外의 거의 같은 減量을 보였으나 紫外線 下에서는 12日間의 照射로 116 *mg%*로 70% 가까운 많은 減少를 하여 光線 中에서는 紫外線이 고추의 變色에

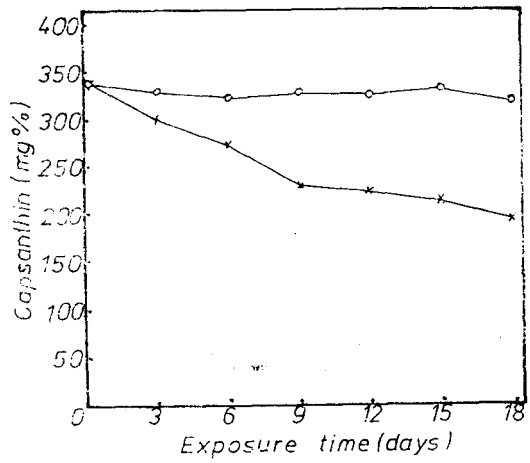

Fig. 4. Effect of 200 watt glow-lamp exposure to the capsanthin of red pepper
○——○ : N_2 gas
×——× : Control

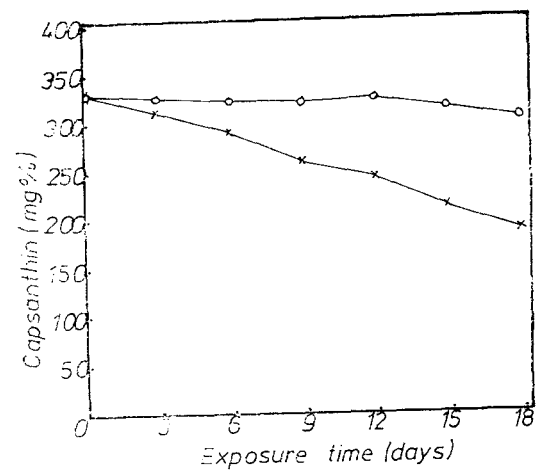

Fig. 5. Effect of infra-red exposure to te capsanthin of red pepper
○——○ : N_2 gas
×——× : Control

크게 作用하고 餘他의 光線도 作用이 있었음을 알았다. 따라서 고추 貯藏은 暗所에서 하거나 遮光材로 包裝 貯藏하는 것이 바람직하다.

라. 酸素의 影響

酸素가 變色에 미치는 影響을 보기 爲하여 고추 가루를 각각 窒素 가스와 空氣內에 두고 反應을 促進키 爲해 日光, 白熱燈 및 赤外線을 照射한 고추 가루의 capsanthin 量의 變化는 Fig. 3, 4, 5와 같다.

日光 照射 時 窒素 가스 內에서는 12時間 後에도 別 變化가 없었으나 空氣內에서는 328 *mg%*에서 263 *mg%*의 18%의 減少를 하였고 白熱燈 下에서는 18日間 照射 時

Table 5. Changes of capsanthin content and surface color by different storage temperature

Temp.	Month / Packing materials	1 Capsanthin (mg %)	1 Color L	1 Color a	1 Color b	2 Capsanthin (mg %)	2 Color L	2 Color a	2 Color b	3 Capsanthin (mg %)	3 Color L	3 Color a	3 Color b
Room	P.E.	336.8	31.3	29.8	15.8	304.4	30.5	28.6	15.3	283.1	30.3	28.0	15.0
	Al.+P.E.	339.1	31.4	29.8	15.7	307.2	31.4	29.3	16.0	291.5	31.9	29.3	16.1
Low	P.E.	316.7	30.3	29.0	15.3	315.6	31.5	28.6	15.5	288.3	31.2	29.0	15.5
	Al.+P.E.	321.7	31.9	29.6	16.1	315.0	31.7	28.9	15.5	291.0	32.2	29.1	16.0

Beginning of storage : Capsanthin content 351.9 *mg %*
Hunter value L 31.3, a 29.4, b 15.7

Table 6. Changes of capsanthin content and surface color by different storage type and packing materials during 3 month's storage

Type	Month / Packing materials	1 Capsanthin (mg %)	1 Color L	1 Color a	1 Color b	2 Capsanthin (mg %)	2 Color L	2 Color a	2 Color b	3 Capsanthin (mg %)	3 Color L	3 Color a	3 Color b
Powder	Al.+Polycello.	335.2	31.4	29.4	15.7	301.6	31.7	29.2	16.1	288.7	31.7	29.2	16.1
	Al.+P.E.	339.1	31.4	29.8	15.7	307.2	31.4	29.3	16.0	291.5	31.4	29.3	16.0
	Cello+P.E.	354.4	31.1	29.4	15.4	322.9	30.4	29.0	15.4	296.6	30.4	29.0	15.4
	P.E.	336.8	31.3	29.8	15.8	304.4	30.5	28.6	15.3	289.1	30.5	28.6	15.3
Whole	Al.+Polycello.	312.2	31.7	22.7	14.4	296.0	30.2	21.7	13.5	292.3	30.2	21.7	13.5
	Al.+P.E.	334.6	30.1	22.5	13.7	294.9	29.1	22.2	12.7	291.7	29.1	22.2	12.7
	Cello+P.E.	350.2	30.3	22.8	13.8	307.2	29.5	22.4	13.1	295.3	29.5	22.4	13.1
	P.E.	324.0	27.3	21.8	11.6	312.8	26.3	22.3	10.6	284.1	26.3	22.3	10.6
Compressed	Al.+P.E.	318.9	28.8	22.8	12.3	291.9	28.7	22.5	12.0	278.7	28.7	22.5	12.0
	P.E.	300.5	25.6	20.4	10.4	284.6	27.0	20.5	11.3	269.8	27.0	20.5	11.3

Beginning of storage : Capsanthin content 351.9 *mg%*
Hunter value L 31.3, a 29.4, b 15.7

窒素 가스 內에서는 別 變化가 없었으나 空氣 內에서는 195 *mg%*의 거의 40 %의 減少를 하였으며 赤外線 下에서는 같은 18日間 照射로 窒素 가스 內에서는 別 變化가 없었으나 空氣內에서는 185 *mg%*의 44 %의 減少를 보였다. 即 窒素 가스 內에서는 어느 區나 別 變化가 없었으나 空氣 內에서는 많은 減少가 있었음은 고추의 變色이 capsanthin을 비롯한 他 carotenoid 系 色素들의 酸化 作用에 依해서 主로 일어남을 뜻하며 이 結果는 Lease[2], Chen[4]의 고추의 變色이 自動 酸化 作用이라는 報告와도 一致한다. 따라서 고추 가루의 貯藏은 酸化를 促進하는 脂肪을 含有하는 씨를 除去하여 粉碎하는 것이 좋을 것이며 고추는 가루로 貯藏하는 것보다 原形으로 貯藏하는 것이 變色 防止에 좋으며 또 고추 貯藏은 積極的인 酸化 防止 方法으로 透氣性이 없는 包裝材로 密封 包裝하여 不活性 가스 置換 貯藏이나 脫氣 貯藏하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

마. 溫度의 影響

包裝한 고추 가루를 常溫과 低溫 貯藏中의 capsanthin 量과 色度의 變化는 Table 5와 같다. 貯藏 3個月까지는 常溫과 低溫間에 別로 差異가 없었다. 이는 貯藏 期間이 가을 부터 겨울에 이르는 氣溫이 比較的 낮은 期間임으로 나타나는 結果로 보인다. 그러나 氣溫이 높은 여름철에는 色素의 酸化 作用을 促進하여 品質에 惡影響을 미칠 것이다.

貯藏 試驗

9月부터 11월까지의 3個月 間의 貯藏 試驗 結果는 Table 6과 같다.

가. 貯藏 形態 差가 capsanthin 量 및 色度에 미치는 影響

가루, 原形 및 原形 壓縮形 貯藏 試驗에서 가루 製品이 어느 時期에 있어서나 capsanthin 量과 明度가 높았다. 이는 試料의 粉碎 方法이 고추 가루의 明度에 크게 作用하는 까닭으로 推測된다.

나. 包裝 材料 差가 capsanthin 量과 色度에 미치는 影響

P.E., Al.+Polycello, Cell+P.E., Al.+P.E.의 包裝材를 달리한 貯藏 試驗에서 P.E.區가 다른 어떤 試驗區보다도 capsanthin 量과 明度가 낮았으며 남은 3區間에는 別로 差가 없었다. 이는 P.E.가 透氣性이 있음으로 酸化 作用이 繼續되기 때문인 것으로 생각되며 遮光性이 있고 透氣性이 없는 包裝의 效果는 같은 것으로 나타났다.

要 約

乾燥 고추의 變色 要因을 究明키 爲하여 水分 活性, 光線, 酸素 및 溫度를 달리 했을 때의 capsanthin의 消長과 또 몇가지 包裝材로 가루, 原形 및 原形 壓縮 狀態로 包裝하여 capsanthin 量과 色度에 관한 試驗 結果는 다음과 같다.

1. 고추의 capsanthin에 미치는 常溫下(25°C)의 限界 水分 活性은 0.75이었다.

2. Capsanthin의 減少는 赤外線, 白熱燈 下에서 보다 紫外線이 심했다.

3. Capsanthin은 窒素 가스 內에서는 거의 減少가 없고 空氣 內에서 심한 減少가 있는 것으로 보아 고추의 變色은 主로 酸化 作用에 基因하는 것으로 본다.

4. 9~11月의 常溫과 低溫 貯藏 時에는 包裝된 고추의 capsanthin의 變化는 별로 差異가 없었다.

5. 形態 別 3個月 貯藏 試驗 結果는 capsanthin 量과 色度는 가루 貯藏이 가장 높았다.

6. 包裝 材料 別 密封 貯藏 試驗 結果는 透水性과 透氣性이 없는 材料가 P.E.보다 capsanthin 量과 色度가 높았다.

——△——

이 硏究는 1979年度 農村 振興廳의 硏究 支援으로 이루어진 것이다.

References

1. 韓國 食品 工業 協會 : 食品 및 添加物 規格 其準, p. 25 (1974)
2. Lease, J. G. and Lease, E. J. : *Food Technol.*, **16** (11), 104 (1962)
3. Curl, A. L. : *Agri. Food Chem.*, **10**(6), 504 (1962)
4. Chen, S. L. and Gutmanis, F. : *J. Food Sci.*, **33**, 274 (1968)
5. Fugimoto, K., Seki, K. and Kaneda, T. : 日本 食品 工業 學會誌, **21**(2), 86 (1974)
6. Lease, J. G. and Lease, E. J. : *Food Technol.*, **10**, 368 (1956)
7. Nagle, B. J., Villalon, B. and Burns, E. E. : *J. Food Sci.*, **44**, 416 (1979)
8. Ramakrishnan, T. V. and Francis, F. J. : *J. Food Sci.*, **38**, 25 (1973)
9. 全在根, 朴尙基 : 韓國 農化學 會誌, **22**, 18 (1979)
10. Daoud, H. N. and Luh, B. S. : *Food Technol.*, **21**, 339 (1967)
11. 張奎燮, 金載昺 : 韓國 農化學 會誌, **19**, 145 (1976)
12. 韓判柱, 張奎燮 : 農工 試驗 硏究 報告書, p. 287 (1974)
13. 李貞惠, 崔彦浩, 金熒洙, 李瑞來 : 韓國 食品 科學會誌, **9**, 199 (1977)
14. 金恭換, 全在根 : 韓國 食品 科學 會誌, **7**, 69 (1975)
15. Rockland, L. B. : *Anal. Chem.*, **32**, 1375 (1960)
16. Landrock, A. H. and Procter, B. E. : *Food Technol.*, **5**, 332 (1951)
17. Davis, B. H. : *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*,, Academic Press, New York, p. 489 (1965)
18. 朴春蘭 : 韓國 營養學 會誌, **8**, 167 (1975)
19. Hunter, R. S. : *The Measurements of Appearance*, John Wiley & Sons, New York, (1975)