

光照射에 의한 콩나물의 質的變化

Studies On The Quality Of Soybean Sprouts
Grown Under Light

浦項實業專門大學 食品營養科 教授 吳 勝 熙*

Abstract

This study was carried out to evaluate the quality of soybean sprouts grown under three different sources of light. The soybean was germinated under light through blue (251 ux), red (751 ux) and white (50 to 200 lux) polyethylene films at 25°C for 10hr./day. Vitamin C, chlorophyll, cellulose and total protein contents were determined and texture was evaluated by tasting soybean sprouts soup. protein pattern in the soybean sprouts were investigated using polyacrylamide gel electrophoresis.

Vitamin C, chlorophyll and cellulose contents were increased by white light intensity. The texture of the sprouts grown under white light (50 lux, 100 lux) was better than darkness, but toughed under 200 lux. Vitamin C contents of soybean sprouts grown under various sources of light (in order of light : blue > white > red) were higher than thoses of ones grown in the darkness. Biosynthesis of chlorophyll was not correlated to Vitamin C content.

Total protein contents of cotyledon was not changed significantly under light irradiation. But the soybean sprouts grown under different quality of light, hypocotyl was higher than those grown darkness. (37% and 20% higher for blue light and white light) Densitometric tracing of disc polyacrylamide gel electrophoretic patterns showed that protein of hypocotyl under white light had more high molecular weight protein.

I. 序 論

우리의 食生活와 密接한 關係를 가진 콩나물은 無機質 및 Vitamin의 給源食品으로서 날로

그 生産과 利用率이 증가되고 있다.

특히 콩나물은 發芽中에 Vitamin C와 纖維素의 生成率이 높아서 이들 營養素의 좋은 給源食品이라 할 수 있다.

콩나물은 暗所下에서 栽培되고 있으며 根을

* 産業應用 技術士(食品製造加工)

除外한 胚軸部와 子葉部가 可食部로 利用되고 있는데 調理方法에 따라 다소 差異가 있으나嗜好上 胚軸部の 利用이 많다. 따라서 子葉部の 貯藏營養素를 可能한 한 胚軸部로 多量 移動시키는 것이 効果的이고, 또 Vitamin C의 生成誘導가 바람직하다고 생각된다.

Zolotukin 等¹³⁾은 植物體에서 Vitamin C와 纖維素는 光의 照射에 의해 그 含量이 증가된다고 報告하고 있으며 Voskresenskaya 等¹⁴⁾은 몇종의 藻類에서 青色質의 生合成을 촉진시킨다고 報告하고 있다.

本 研究는 光의 照射가 콩나물 栽培時에 미치는 影響을 考察하여 青色光, 赤色光 및 白色光을 長時間 照射하여 栽培한 後 成長狀態, Vitamin C, Chlorophyll Cellulose 및 단백질 含量과 구성 蛋白質의 Pattern 變化를 調査하였다.

II. 材料 및 方法

1. 材料

本 實驗에 使用한 大豆(Glycine Max. L)는 個體重量이 100~130mg 인 것을 選別하였다.

2. 栽培

選別한 大豆種子를 8時間 水浸 後 polyethylene film pot(直徑 8cm, 깊이 10cm)에서 1日 4回 給水하면서 25°C의 定溫室에서 5日間 栽培하였다.

3. 光의 照射

青色(25 lux), 赤色(75 lux) 및 白色(50 lux, 100 lux, 200 lux) 光의 處理는 光源과 film을 씌운 pot 간의 距離를 調整하여 1日 10時間 照射하였다. 이때 使用한 film은 韓國 plastic 株式會社 製品인 Golden Bell Vinyl로써 두께 0.04mm의 것을 使用하였으며 Recording Spectrophotometer로써 測定한 각 film의 透過光 波長은 Fig. 1과 같다.

4. 成長狀態

成長狀態의 測定은 pot 당 新鮮重量을 測定比較하였으며 이들을 分析用 試料로 使用하였다.

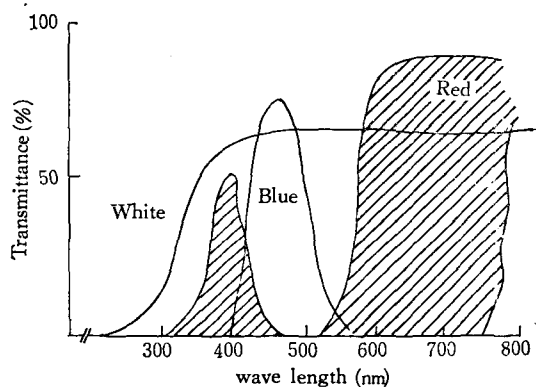


Fig. 1. Transmittance curves of the light through blue, red and white films.

5. Vitamin C의 含量

2, 4-Dinitrophenyl Hydrazine(DNP) 比色法¹⁷⁾에 準하였다. 즉 콩나물을 2% Metaphosphoric acid 溶液으로 磨碎 抽出하고 抽出液 2ml에 indophenol 2~5drops, thiourea-meta-phosphoric acid 混液 2ml를 넣어 充分히 混濁後 DNP 1ml를 加하여 50°C에서 1時間 30分間 反應시켰다. 그후 즉시 氷冷, 85% H₂SO₄ 溶液 5ml를 比色를 통해 서서히 加하여 常溫에서 30分間 放置한 다음 540nm에서 吸光度를 測定하고 Fig. 2의 檢量線에 依하여 그 含量을 產出하였다.

對照區는 DNP 溶液을 최후에 加한 것으로 하였다.

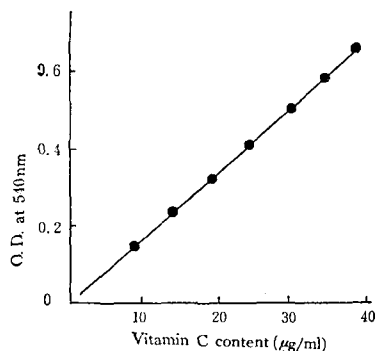


Fig. 2. Standard curve for the determination of vitamin C content by DNP method.

6. Chlorophyll의含量

Vernon 等¹³⁾의 方法에 準하여 試料를 80% Acetone 으로 搗碎, 抽出한 後 濾過하고 이를 定容하여 663nm 와 645nm 에서의 吸光度를 測定하여 아래의 計算式에 의하여 Chlorophyll 含量을 算出하였다.

$$\text{Total Chlorophyll (mg/l)} = 29.2 \times 0. D_{645} + 8.02 \times 0. D_{663}$$

7. Cellulose의含量

AOAC 法²²⁾에 準하여 試料를 amyl alcohol 1ml 와 1.25% H₂SO₄ 200ml 을 加하여 30分間 끓인 다음 glass filter 로 吸引, 濾過, 洗滌하고

殘渣에 1.25% NaOH 200ml 를 加하여 끓인 後 alkali 性이 나타나지 않을 때까지 증류수로 洗滌하였다. 그 後 alcohol 15ml 로 다시 洗滌하고 105°C 에서 恒量을 구한 다음 濾過器를 400~500°C 에서 灰化하여 恒量을 구한 後 다음의 計算式에 依하여 含量을 算出하였다.

$$\text{粗纖維(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{S} \times 100$$

W₁: glass filter 의 乾燥時 恒量

W₂: glass filter 의 灰化時 恒量

S: 採取한 試料의 重量(g)

8. 蛋白質의含量

Lowry 의 Phenol 試藥法⁷⁾에 準하여 Fig. 3에 示와 같이 行하였다.

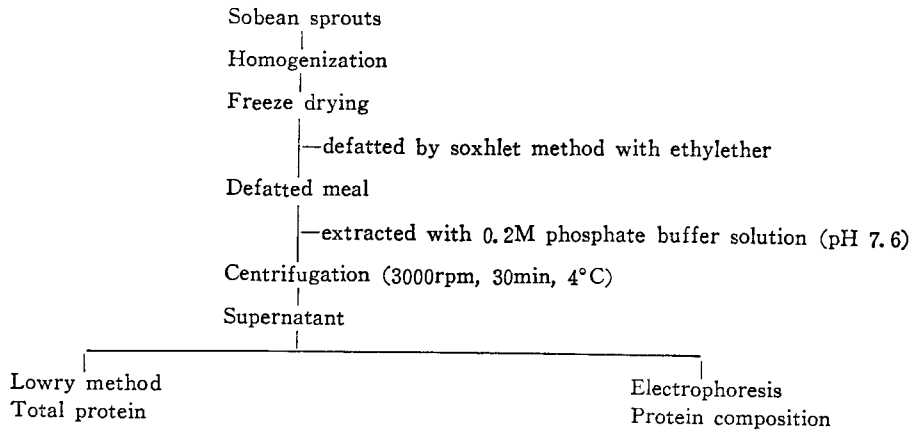


Fig. 3. Analytical diagram for the protein of soybean sprouts.

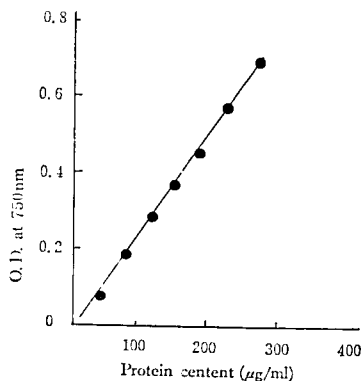


Fig. 4. Standard curve for the determination of protein content.

즉 5日間 栽培한 콩나물을 子葉部, 胚軸部로 區分하여 凍結乾燥시켰다. 凍結乾燥된 試料는 50mesh 로 粉末化하여 Soxhlet 裝置를 利用하여 40°C 에서 10時間 ethyl ether 로 脫脂시켜서 Phosphate buff(pH7.6)으로 30分間 遠心分離하여 上澄液 일정량을 使用하였다.

Sigma 製 Bovine serum albumin 을 標準品으로써 750nm 에서의 吸光度를 測定한 檢量線은 Fig. 4와 같다.

9. Disc electrophoresis 에 依한 蛋白質 Pattern 變化

Polyacrylamide gel disc electrophoresis 는 Davis 方法⁴⁾에 準하였다.

試料는 Fig. 3의 方法으로 抽出한 蛋白溶液을 使用하였으며 Sample gel은 Stacking gel형성 후 Stacking gel과 Sample을 2:1로 혼합해서 Column(直徑 0.5cm, 길이 9cm)에 주입하여 4의선 下에서 gel을 重合시킨 後 증류수로 洗滌, Separating gel을 Column 위까지 주입하여 다시 gel을 形成시킨 다음, Trisglycine buffer(pH 8.3)를 使用하여 Column 당 3mA로 약 3時間 전기 泳動하였다. 이때 BPB(bromophenol blue) 溶液을 上層 泳動槽에 1ml 加하여 泳動의 시작과 끝을 알 수 있도록 한다.

영동이 끝난 gel은 Column에서 빼내어 1% amido black 溶液으로 30分間 染色 後 7% acetic acid 溶液을 계속 바꾸어 가며 1~2日間 서서히 脫色시켰다. 蛋白質의 Pattern 變化는 脫色된 gel을 Densitometer(Gelman Sciences, INC. ACD-18)를 使用하여 slit size 0.5×3.0mm, Wave length 500nm로 測定하였다.

10. 官能檢査

콩나물의 質의 評價 方法으로는 曉星女子大學 校 家政大學 家政學科의 訓練된 10名의 panels에 依하여 콩나물국을 調理한 다음 콩나물의 質感을 3點法²⁵⁾에 準하여 行하였다.

III. 結果 및 考察

1. 白色光 照射에 依한 콩나물의 質的 變化

白色光을 光度別로(50 lux, 100 lux, 200 lux) 處理하여 栽培한 콩나물의 成分含量 및 生長狀態를 調査한 結果는 Table 1과 같다. 豫備實驗에서 食用適期라고 判斷된 5日째의 콩나물 生長狀態는 暗所下에서 자란 것이 良好하였으며 50 lux와 100 lux로 白色光을 照射한 경우 서로 對等한 값을 보였다. 그러나 200lux에서는 pot 당 新鮮重量의 暗所의 56%로서 成長이 阻害되었다.

Vitamin C, Chlorophyll, Cellulose의 含量은 光度가 높아짐에 따라 比例하여 增加되었다.

田尻¹⁹⁾는 太陽光燈, 赤外線燈, 紫外線燈을 利用한 人工光 照射로 豆采芽를 栽培한 結果 Vitamin C의 含量이 通常 栽培法과 比較할 때 人工光 照射에서 상당히 効果的이었다고 報告하

Table 1. The effect of light intensity(white light) on the quality of soybean sprouts grown for 5 days.

	Intensity of Light (lux)			
	0	50	100	200
Growth(fw-g/pot)	36.85	35.28	33.26	20.65
Vitamin C content (mg%-fw)	14.80	18.65	24.60	25.45
Chlorophyll content (mg%-fw)	—	6.42	7.40	10.65
Cellulose content (%-fw)	0.52	0.74	1.15	2.05
Sensory evaluation* (texture)	1.00	1.02	1.35	0.36

* worse than dark : 0, same as dark : 1, better than dark : 2.

였다.

콩나물국을 끓인 後 組織의 質感을 調査한 結果 50 lux, 100 lux에서는 暗所에서 栽培한 콩나물과 對等한 質感을 나타내었으나 200 lux 下에서는 不良하더 질기고 단단한 것은 Cellulose의 含量이 지나치게 增加한 것과 關聯이 있다고 보겠다.

이상의 結果에서 白色光의 경우 100 lux에서 白光의 照射는 成長을 크게 阻害시키지 않고도 Vitamin C의 含量을 增加시킬 뿐 아니라 Cellulose의 含量을 增加시켜 質感을 良好하게 함으로 光을 照射시킨 콩나물의 食品化 可能性도 생각해 볼만한 일이라 하겠다.

2. 光質에 따른 콩나물의 質的 變化

光質이 다른 靑色, 赤色 및 白色光을 暗所와 比較하여 콩나물의 質的 向上에 미치는 影響을 調査하였다.

Table 2. The effect of light quality on the growth and vitamin C, chlorophyll, and cellulose content of soybean sprouts grown for 5 days.

	Light quality (lux)			
	Dark	Blue (25)	Red (75)	White (100)
Growth (fw-g/pot)	36.85	35.80	34.05	33.20
Vitamin C (mg%)	14.80	28.65	22.40	24.60
Chlorophyll (mg%)	—	5.20	7.05	7.40
Cellulose (%)	0.52	0.72	0.74	1.15

그 결과 Table 2에서와 같이 成長狀態는 光質에 관계없이 光度의 增加와 더불어 減少하였으며 이는 Table 1의 結果와 비슷하였다.

Vitamin C의 含量은 暗所에 比하여 光照射를 한 경우 靑色光(94%), 白色光(66%), 赤色光(51%)의 增加를 나타내었다. Chlorophyll의 경우도 白色光 處理區에서 높은 含量을 나타내었으며 Cellulose의 含量도 光處理區가 暗所보다 높았다.

3. 光照射에 따른 蛋白質의 含量變化 및 構成 蛋白質의 變化光質이 다른 光을 照射하여 栽培한 콩나물의 部位別 蛋白質 含量은 Table 3와 같다.

子葉 蛋白質의 含量을 比較해 보면 暗所에서 그 含量이 다소 높았으며 靑色, 赤色, 白色光의 順이었으나 상호간의 큰 차이는 볼 수 없었다. 한편 胚軸蛋白質은 靑色과 白色光 處理區가 暗所보다 각각 37%, 20%의 顯著한 增加가 있었으며 赤色光에서의 效果는 볼 수 없었다.

蛋白質의 含量은 發芽日數가 경과함에 따라 子葉部에서 줄곧 減少하는 경향을 나타내는 데 이는 콩나물의 生長이 從屬營養에 依存的이라고 볼 수 있으며 따라서 子葉部에 저장된 營養物質이 分解되어 일부는 energy 源으로 일부는 胚軸部로 이행되는 것이라 볼 수 있다.

Table 3. The effect of light quality on the protein contents of soybean sprouts grown for 5 days.

	g%-dry wt.			
	Dark	Blue	Red	White
Cotyledon	28.2	27.1	26.9	25.4
Hypocoty 1	6.1	8.4	6.7	7.4

Mohr⁵⁾에 依하면 cytoplasm 주변에 위치해 있는 flavo protein 이 靑色光에 의해 자극되며 잠재적 活性因子를 活性化시킴으로써 m-RNA formation과 total protein의 合成을 促進시킨다고 報告하였으며 宮地等¹⁶⁾은 藻類의 炭水化物 研究에서 靑色光이 蛋白質의 生合成을 유도한다는 보고가 있다.

Table 3의 結果로 보아 子葉部에서는 蛋白質 合成에 靑色光 照射의 影響을 확인할 수 없었으

나 胚軸部에서는 效果的이라 할 수 있었다.

그러므로 光의 照射는 子葉部에서 胚軸部로 蛋白質 이행이 促進된다고 할 수 있겠으며 赤色光 照射區가 다른光 照射區보다 다소 含量이 낮은 것에 대해서는 앞으로 보다 다각적인 研究, 검토가 要望된다.

한편 蛋白質의 物理, 化學的 性質을 알아보기 위한 方法으로 溶解度에 依한 分別定量法, gel filtration, 電氣泳動法 등에 依한 蛋白質의 分理 方法이 많이 이용되고 있다. 豆類蛋白質의 電氣泳動에 관해서는 Polyacrylamide gel electrophoresis를 사용한 경우 Tombs 등¹¹⁾은 5개, Catsimpoalas 등¹²⁾은 7개의 Component가 있음을 밝혔고 국내에서도 邊等²⁾은 濾紙 電氣泳動法을 사용하여 脫脂한 大豆粉에서 5種의 蛋白質 劃分을 分離하였고 李等²⁴⁾은 immuno-electrophoresis를 사용하여 品種에 따라 7~10種으로 分割하였다.

本 實驗에서는 脫脂試料에 phosphate buffer (pH 7.6)로 抽出, 농축한 試料를 사용하여 구성 蛋白質 pattern을 살펴본 結果는 Fig. 5, 6과 같다.

Fig. 5는 大豆와 白色光에서 栽培한 콩나물의 子葉部를 暗所와 比較하여 나타낸 densitometer trace이며 大豆저장 蛋白質의 主를 이루고 있는 分割들의 peak는 15s, 11s, 7s, 2s로 추정된다.²¹⁾

子葉部の 蛋白質 Pattern을 比較하여 보면 光照射의 경우 暗所보다 低分子의 蛋白質이 많은

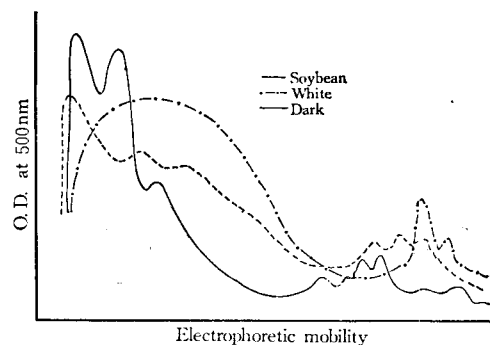


Fig. 5. Densitometric tracing of disc polyacrylamide gel electrophoretic patterns of protein in soybean cotyledon grown for 5 days under the dark and white light. The light was irradiated at 100lux for 10hours a day.

것으로 나타났으며 이것은 Catsimpooolas³⁾가 원료 대두에 비해 發芽時에 子葉部の 蛋白質이 高蛋白에서 低蛋白으로 이동한다는 연구報告로 미루어 光의 照射가 低分子의 蛋白組成에 영향을 미친다고 볼 수 있었다.

Fig. 6은 胚軸部를 測定한 구성蛋白質組成을 나타낸 것이다.

光照射는 暗所에 비해 total protein 含量의 結果로 보아 高分子에서 약 20%의 增加가 있었으며 低分子에서는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

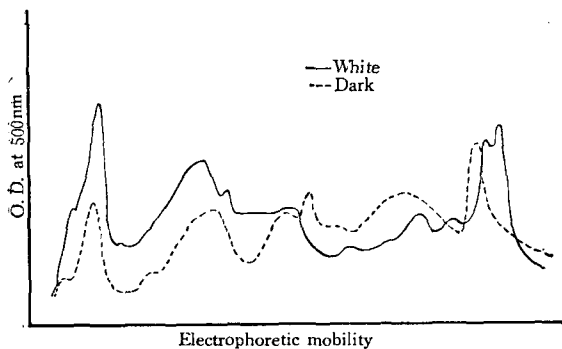


Fig. 6. Densitometric tracing of disc polyacrylamide gel electrophoretic patterns of protein in soybean hypocotyl grown for 5 days under the dark and white light. The light was irradiated at 100 lux for 10 hours a day.

IV. 要 約

本 研究는 光의 照射로 栽培한 콩나물의 成長과 主要成分의 含量에 미치는 影響을 調査할 目的으로 여러가지 光度別 處理를 하였다. 光의 照射는 白色光을 50 lux, 100 lux, 200 lux 로 靑色光은 25 lux, 赤色光은 75 lux 로 1日 10時間 照射하여 5日 동안 栽培한 후 生長狀態, Vitamin C, Chlorophyll, Cellulose 및 蛋白質 含量을 暗所와 相互比較하였으며 構成蛋白質의 Pattern 變化를 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 白色光을 光度別로 照射했을 때 光度가 增加할 수록 Vitamin C, Chlorophyll 및 Cellulose 含量이 增加되었으며 質感은 50 lux 와 100 lux 에서는 良好하였으나 200 lux 의 光照射에서는 不

良하였다.

2. 光質에 따른 變化는 靑色光과 白色光 照射가 暗所에서 보다 Vitamin C 生成에 效果적이었으며 Chlorophyll 과 Cellulose 의 含量은 光照射區에서 높았다.

3. 光照射에 따른 蛋白質의 含量變化는 子葉部에서는 暗所와 比較하여 큰 차이가 없었으나 胚軸部에서 靑色, 白色光이 暗所에 비해 37%, 20%로 각각 增加하였다. 그리고 densitometer trace 에서 白色光의 照射는 子葉部에서는 暗所에 비해 蛋白質이 더욱 低分子化하였으며 胚軸部에서는 光照射에 依해 高分子쪽의 蛋白質이 많았다.

참 고 문 헌

- 1) Baba, A., Light effect on growth and vitamin C concentration in each section of germinating phaseolus aureus, Home Econ. Study, 35, (1978), 12-2-131.
- 2) Byun, S.M., Kim, Z.U. and Lee, C.Y., Studies on the protein of Korea soybeans. part2. paper electrophoresis of the proteins of Korean soybean, J. Kor. Soc. Food & Nutr., 7, (1966), 85-91.
- 3) Catsimpooolas, N., Campbell, T.G. and Meyer, E.W., Immunochemical study of change in reserve proteins of germinating soybean seeds, plant physiol, 43, (1968), 799~805.
- 4) Davis, B.J., Disc electrophoresis-II. Method and application to human Serum proteins. "Gel electrophoresis" Conference Chairman, Fredrich, J.F., Ann. New York Acad. Sci., 121, (1964), 404~427.
- 5) Hansjörg, A.W.S. and wolfgang, W.B., Determination of the sites of synthesis of chlorophyll synthesizing enzymes in cell cultures of nicotiana tabacum, Biochemical and Biophysical research communications, 60(1), (1974), 468~472.
- 6) Kimura, T., Changes of Vitamin C during germination of soybean, 家政學雜誌 31(1), (1980), 55~58.
- 7) Lowry, O.H., Rosebrough, N.T., Farr, A.L. and Randall, R.L., protein measurement with the folin phenol reagent, J. Biol. Chem., 193, (1951),

265~275.

- 8) Mohr, H. and Holl, G.Z., Bot., 52, (1964), 209.
- 9) Ochiai-Yanagi, S. and Hase, E., Studies on chlorophyll formation in chlorella Photothecoides.
II. Enhancing effects of glucose on the development of porphyrin-synthesizing activity during light-induced greening of etiolated algal cells, plant & cell physiol., 13, (1972), 747~762.
- 10) Surrey, K., Chlorophyll synthesis in Squash Seedlings, action and interaction of red and far-red irradiation, Can. J. Botany, 45, (1967), 929~938.
- 11) Tombs, M.P., protein bodies of the soybean, plant physiol, 42, (1967), 797~813.
- 12) Valadon, L.R.G., Travis, R.L. and key, J.L., Light induced activation of cytoplasmic protein synthesis in Verticillium agaricinum, plant physiol, 34, (1975), 196~200.
- 13) Vernon, L.P., Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extract, Anal. Chem., 32, (1960), 1144~1150.
- 14) Voskresenskaya, N.P. and Nechaeva, E.P., Effect of blue, red and green light on the content of protein, nucleic acids and chlorophyll in young barley plant, Fiziologiya Rastenii, 14, (1967), 299~308.
- 15) Zolotukin, I.G., Lisovsky, G.M. and Bayanova, Y.I., Effect of light different Spectral Composition and intensity on ascorbic acid biosynthesis in plant, Fiziologiya Biokhim Kul't Rast, 11, (1979), 141~146.
- 16) 宮地重達, 神谷明男, 青色光による藻類の炭素代謝の制御(2), 化学と生物, 15(11), (1974), 743~750.
- 17) 照内淳也, ビタミン定量法, 醫齒薬出版, 東京, (1964), p. 124.
- 18) 木村敬子, 松野裕子, 上畑田智子, 大豆キヤシ発芽中の ビタミンの変動, 家政学雑誌, 31(1) (1980), 55~58.
- 19) 田尻尚士, 豆類キヤシの栽培中の含有成分の消長と収穫適期, 日本食品工学会誌, 28(2), (1981), 430.
- 20) 梁且範, 李盛雨, 高英秀, 尹錫權, 大豆의 效率的利用에 관한 研究, 韓國營養食糧學會誌, 8(1), (1979), 1~7.
- 21) 梁且範, 大豆蛋白質의 特性에 관한 研究, 韓國生活科學研究, 1, (1983), 211~217.
- 22) 李萬正, 食品分析, 東明社, (1982), p. 102~108.
- 23) 李基寧, 李春寧, 李泰寧, 權泰完, 大豆發芽中の化學的變化, 서울大學校論文集, 9(2), (1959), 35~44.
- 24) 李春寧, 金載勳, 金允成, 邊時明, 大豆蛋白質에 관한 研究, 서울大學校論文集, 6, (1966), 37~40.
- 25) 張建型, 食品의 嗜好性과 官能檢査, 開文社, 서울, (1975), 157.