

콩나물의 流通過程中 Chlorophyll, Amino 酸 및 Vitamin C의 變化에 關한 研究

金順東·張鳳燾·金惠淑·河貴現·康景順·金德姬

曉星女子大學校 家政學科

(1982년 8월 2일 수리)

Studies on the Changes in Chlorophyll, Free Amino Acid and Vitamin C Content of Soybean Sprouts during Circulation Periods

Soon Dong Kim, Bong Hae Jang, Hye Sook Kim,
Kyu Hyen Ha, Kyung Soon Kang and Duck Hee Kim

College of Home Economics, Hyosung Women's University

(Received August 2, 1982)

Abstract

This study was conducted to investigate the changes in plant state, chlorophyll, free amino acids and vitamin C content of soybean sprouts during circulation periods. The experiment was carried out under the indoor natural light and complete darkness at 20°C.

The results are summarized as follows;

Soybean sprout was grown about one cm in the darkness for 7 or 24 hours, but under the indoor natural light it was not grown. Weight was decreased both in the darkness and under the light. In the darkness the color of sprouts were not changed, but under the light the color was changed in 7 or 24 hours.

Chlorophyll contents was increased rapidly by light in the cotyledon. Chlorophyll formation brought about loss not only in amino acids but also porphyrins, but it did not in the amino acids of hypocotyl.

The kinds of amino acids being brought about loss under the light were cystine, aspartic acid, serine, histidine and glycine.

The 22~27% of vitamin C was lost in cotyledon by 7 hours exposed light and in hypocotyl after 5 hours.

序 論

콩나물은 vitamin C를 풍부히 함유한 食品¹⁾으로서 菜蔬類가 부족한 겨울철에 그 利用度가 높으며, 栽培法이 簡便²⁾하여 一般家庭에서도 널리 利用되고 있다. 그러나 近年에 와서는 需要量의 急增으로 인하여 工業的인 大量栽培가 이루어지고 있는 실정이다. 콩나물은

暗所下에서 대개 6~7日 동안 栽培된 후 시루채 出荷하며, 식탁에 오를때 까지의 流通過程中 계속 成長되고 있는 狀態이다. 그리고 出荷 후 消費되기 까지의 期間이 길어지면 本葉의 生成, 胚軸 및 根의 伸長, 子葉部의 綠變, 水分蒸發 等 內外的인 많은 變化가 일어남을 觀察할 수 있다. 그러나 콩나물에 관한 研究는 주로 栽培中 主要成分變化^{3,4,5,6)}에 관한 것이며 流通

동안의 성분變化에 관한 調査研究은 거의 없다.

本 研究은 콩나물의 流通過程中 쉽게 綠變되는 점에 着眼하여 chlorophyll, vitamin C 및 遊離 amino 酸의 含量變化를 調査하였다.

材料 및 方法

1. 材料

大邱直轄市의 새싹食品工場에서 6日 동안 栽培한 콩나물을 本實驗에 使用하였다.

2. 流通期間의 設定

本 實驗을 위한 流通期間의 設定은 콩나물이 實際 工場으로부터 出荷되어 消費者에 이르기까지의 時間을 追跡 調査하고 그 消費率을 測定하였다.

3. 狀態變化

流通期間동안 콩나물의 狀態變化는 胚軸의 길이, 重量 및 變色程度를 測定하였으며 變色程度는 流通期間을 두지 않은 新鮮한 콩나물과의 色狀을 比較하였다.

4. Chlorophyll

Chlorophyll의 含量은 Veron 等⁹⁾의 方法을 基準으로 하여 콩나물 5g을 破碎 80% acetone으로 抽出하여 濾過하고 이를 定容하여 663 nm와 645 nm에서의 吸光度를 測定, 아래의 計算式에 의하여 그 含量을 算出하였다. 그리고 spectrum上의 變化는 同一試料로써 double beam UV-200 type recording spectrophotometer를 利用하여 可視部 全 spectrum을 測定하였다.

$$\text{Total chlorophyll (mg/l)} = 20.2 \times \text{O.D.}_{645} + 8.02 \times \text{O.D.}_{663}$$

5. 遊離 amino 酸

李等⁹⁾의 方法에 따라 試料 5g을 70% ethanol로써 抽出, 濾過한 後 40±1°C에서 減壓濃縮하여 pH 2.0으로 調整된 Amberite IR 120(H⁺ type)의 이온交換樹脂에 吸着, 不純物을 除去한 後 5% 암모니아수로 溶出하였으며 이를 다시 40±1°C에서 濃縮, 少量의 70% ethanol로 定容하여 可檢液으로 하였다. amino 酸의 分離는 paper partition chromatography(PPC)에 準하였는데 Toyo Filter paper No. 51을 使用하여 2次 전개하였으며 1次 70% phenol, 2次 butanol: acetic acid: water(4:1:2, v/v/v)로 전개한 後 1% ninhydrin 溶液으로 呈色되는 spot의 area를 相互比較하였다.

6. Vitamin C의 含量

vitamin C는 2,4-dinitrophenyldrazine(DNP) 比色法¹⁰⁾에 準하였다. 즉 콩나물 5g을 破碎, 2% m-HPO₃ 溶液으로 抽出하고 抽出液 2 ml에 indophenol 2~5

drops, thiourea m-HPO₃ 混液 2 ml를 넣어 충분히 混雜한 後 DNP 1 ml를 加하여 50°C에서 1.5 時間 反應시켰으며 즉시 氷冷한 後 85% H₂SO₄ 溶液 5 ml를 器壁을 통해 서서히 加하여 常溫에서 30分間 放置하였다. 540 nm에서의 吸光度를 測定하고 檢量線 (Fig. 1)에 依하여 그 含量을 算出하였다. 이때 blank는 DNP 溶液을 最後로 加한 것으로 하였다.

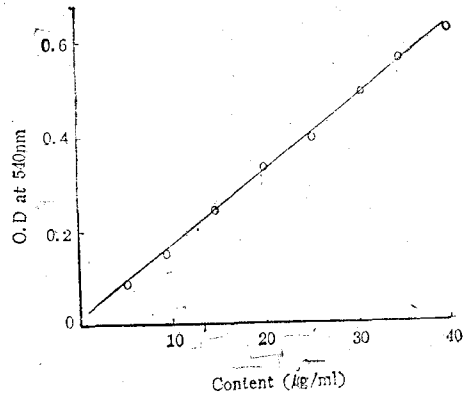


Fig. 1. Standard curve for determination of vitamin C content by DNP method.

結果 및 考察

1. 流通期間의 設定

流通期間의 設定을 위하여 콩나물이 工場으로부터 出荷되는 時間으로부터 消費者에 이르는 時間을 調査하였는데 그 結果는 Table 1과 같다.

Table 1. Consumption rate of soybean sprouts during circulation periods

| Time after consignment (hrs) | Consumption rate (%) |
|------------------------------|----------------------|
| 3 | 75 |
| 5 | 3 |
| 7 | 20 |

The soybean sprouts was consignment at 4 o'clock a.m.

대부분의 콩나물 工場에서는 6日程度 栽培한 것을 오전 4時頃に 出荷하고 있었으며, 그로부터 3時間 經過後인 오전 7時頃に 아침을 위해서 75%가 消費되었고, 7時間經過後인 오전 11時頃 점심을 위하여 20%가 消費되었으며 아침과 점심 사이에 5%가 消費되었다. 콩나물이 工場으로부터 出荷될때는 콩나물시루에 검은천을 덮어서 出荷하고 있으나 一般消費者들은 빛에 露出된 狀態로 放置하는 경우가 많았으며 購入한 콩

나물이 즉시 調理되는 경우와 그렇지 않은 경우가 있었다. 따라서 本 研究에서의 流通期間은 0, 3, 5 및 7 時間으로 設定하였고 조금 더 時間을 延長시켜 본 것으로 24 時間 經過區를 두어 20°C의 暗所와 室內自然光(平均 109 lux)에 두면서 成分變化를 調査하였다.

2. 流通期間中 狀態變化

流通期間동안 콩나물의 重量, 길이 및 變色狀態를 調査한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. Changes in the plant state of soybean sprouts during circulation periods

| | Circulation periods(hrs) | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 3 | 5 | 7 | 24 |
| Plant length (cm) | 15.82 | 15.75 (16.76) | 15.79 (15.75) | 16.22 (15.76) | 17.10 (15.90) |
| Plant weight (g/plant) | 0.94 | 0.87 (0.78) | 0.81 (0.78) | 0.80 (0.72) | 0.78 (0.70) |

Parentheses indicate indoor natural light
Values are means of three replicates of 50 plants

콩나물의 길이는 暗所下에서는 5 時間까지는 거의 差異가 없었고 7 時間 以後 24 時間까지 經過되는 동안 0.4~1.28 cm 가 길어졌으나 明所에 放置한 콩나물은 成長하지 못하였다. 또 重量은 暗所와 明所에서 다같이 減少現象을 나타냈는데 暗所보다 明所가 減少率이 높았으며, 24 時間 經果체의 減少率은 暗所 17.2% 明所 25.5%이었다. 이와같은 現象은 暗所보다 明所에서 水分蒸發이 빠른 탓으로 볼 수 있으며, 暗所下에서는 成長이 이루어지는 것으로 判斷되었다. 또 明所에 7~24 時間 放置함으로써 變色이 되어 콩나물의 品質이 低下되었다.

3. Chlorophyll의 含量變化

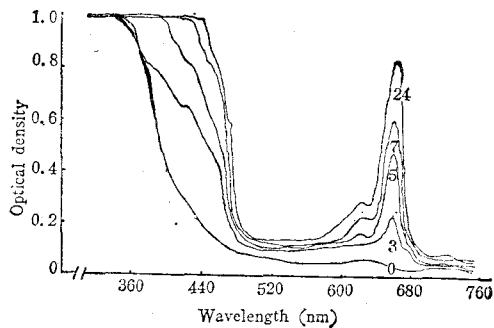


Fig. 2. Changes in spectrum of 80% acetone extracts of soybean cotyledon (grown for 6 days) during circulation periods. The numbers in the illustration represents the circulation period in hour.

콩나물의 流通동안 子葉部の 綠化現象은 흔히 觀察되는 現象으로 이것은 chlorophyll이 生成되기 때문이며 chlorophyll은 TCA cycle의 中間 生成物인 succinyl Co A와 遊離 amino 酸인 glycine이 δ-amino levulinic acid synthetase에 의하여 δ-aminolevulinic acid가 되고 이것이 porphyrin 同族體인 protochlorophyllide 및 chlorophyllide 등을 거쳐 生合成된다.¹¹⁾

따라서 콩나물의 綠化는 영양소인 glycine과 같은 遊離 amino 酸의 損失을 招來할 可能性이 있으므로 그 生成關係를 콩나물의 栽培期間 別로 測定해 보았다.

그 結果 Table 3과 같이 6 日間 栽培한 콩나물에서는 不過 3 時間 經過되는 동안 肉眼으로도 綠變現象을 識別할 수 있으며 新鮮物 g 당 381 μg의 chlorophyll이 生成되었고 時間이 經過됨에 따라 거의 比例적으로 增加되었다. 2 日 및 4 日間 栽培한 콩나물은 6 日間

Table 3. Changes in total chlorophyll content of soybean cotyledon during circulation periods in the indoor natural light

| Germination periods (days) | Circulation periods(hrs) | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 0 | 3 | 5 | 7 | 24 |
| 2 | 13 ^{a*} | 101 ^b (13) | 149 ^c (14) | 195 ^d (14) | 1,170 ^e (15) |
| 4 | 14 ^a | 136 ^f (14) | 237 ^g (15) | 440 ^h (15) | 2,355 ⁱ (16) |
| 6 | 16 ^a | 381 ^j (16) | 1,061 ^k (16) | 1,438 ^l (16) | 3,320 ^m (17) |

z; Means with different letter are significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test
Parenthesis indicate the value of in the dark

栽培한 콩나물에 比해서 그 含量이 현저하게 낮았으며 2, 4, 6 日順으로 6 日間 栽培한 콩나물에서 그 生成率이 높았다.

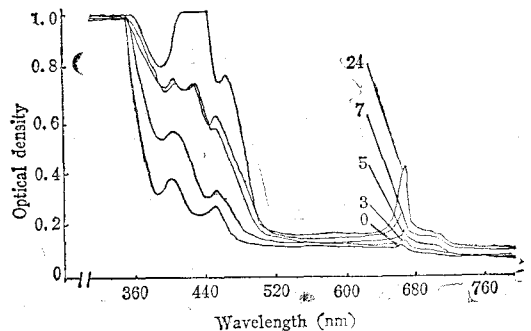


Fig. 3. Changes in spectrum of 80% acetone extracts of soybean cotyledon (grown for 4 days) during circulation periods. The numbers in the illustration represents the circulation period in hour.

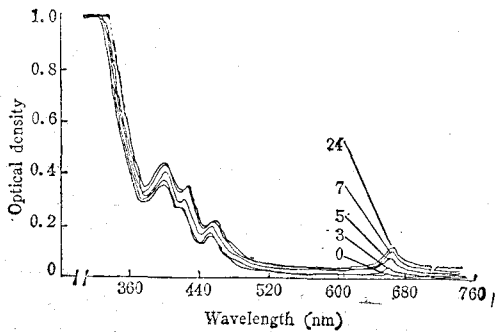


Fig. 4. Changes in spectrum of 80% acetone extracts of soybean cotyledon (grown for 2 days) during circulation periods. The numbers in the illustration represents the circulation period in hour.

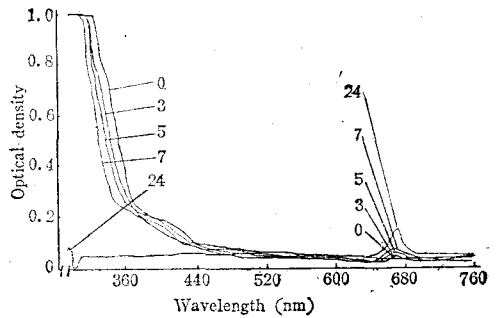


Fig. 5. Changes in spectrum of 80% acetone extracts of soybean cotyledon during germination (days).

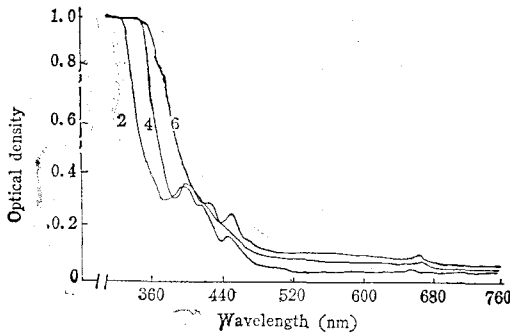


Fig. 6. Changes in spectrum of 80% acetone extracts of soybean hypocotyl (grown for 6 days) during circulation periods. The numbers in the illustration represents the circulation period in hour.

이와 같은 現象은 栽培期間에 따라 chlorophyll의 前驅體인 porphyrin 또는 amino 酸의 生成量이 다르기 때문에 생각되며, 이를 더욱 檢討하기 위하여 80% acetone 抽出物의 全 spectrum의 調查하여 보았다.

즉 6日間 栽培한 콩나물의 可視部 spectrum(Fig.2)을 보면 明所에서 0, 3, 5, 7 및 24時間 經過됨에 따라 chlorophyll의 最大吸收波長인 660 nm에서 吸收度가 현저히 增加되었으며 아울러 400~450 nm에서도 비슷하게 增加되었다. 그리고 4日째의 子葉部에서도 chlorophyll의 含量變化(Table 3)와 可視部 spectrum이 6日째와 비슷한 樣狀을 나타내었다. 그러나 2日째 콩나물에서는 光에 露出하여도 400~450 nm 및 660 nm에서의 吸收化의 增加는 僅少하였다. 또 流通期間을 두지 않은 對照群(0時間)의 子葉部 spectrum(Fig.

5)은 2日, 4日 및 6日째의 結果와 거의 비슷함을 볼 수 있었다. Surrey¹²⁾는 chlorophyll이 660 nm에서 最大吸收波長을 나타내며 chlorophyll이 前驅體인 porphyrin 同族體의 대부분은 chlorophyll보다 短波長에서 最大吸收度를 나타낸다고 報告하고 있는 點으로 미루어 6日째 콩나물은 光에 露出되는 즉시 chlorophyll의 前驅體가 生成되며 chlorophyll로 轉換되는 것으로 意料된다. 그러나 2日째 콩나물은 光에 露出하여도 chlorophyll의 前驅體와 chlorophyll의 生成이 이루어지지 않는다고 볼 수 있다. 이러한 現象은 chlorophyll의 生成에 前驅體인 glycine도 어느 程度 관련이 있는 것임을 짐작할 수 있다. 또한 6日 栽培한 胚軸(Fig. 6)에서 보던 光에 露出되는 時間이 經過됨에 따라 chlorophyll은 若干의 增加를 보이고 있으나 近紫外部의 spectrum은 오히려 減少하는 傾向으로 胚軸은 子葉에 比하여 쉽게 乾燥되어 生命력을 잃어가는 現象으로 光에 依하여 glycine이 porphyrin으로 가는 過程은 이루어지지 않으나 이미 生成된 porphyrin이 chlorophyll쪽으로는 轉換은 어느 程度 이루어지고 있다고 說明할 수 있다. 이와같은 結果에서 볼 때 콩나물 流通過程동안 光下의 露出은 쉽게 綠化를 招來하며 이 綠化는 子葉에서는 porphyrin에서만이 由來되는 것이 아니라 더 먼 前驅體인 amino 酸의 減少를 招來할 可能性이 있다고 생각된다.

4. 遊離 amino 酸 含量變化

流通期間동안 콩나물의 明所에 露出은 빠른 綠變現象을 招來하였고 이것이 콩나물의 主要營養 및 風味成分인 遊離 amino 酸의 含量變化에 미치는 影響을 檢討하기 위하여 實驗한 結果를 보면 Fig. 7 및 Table 4와 같다.

그 結果 6日 栽培한 콩나물 子葉部에는 leucine,

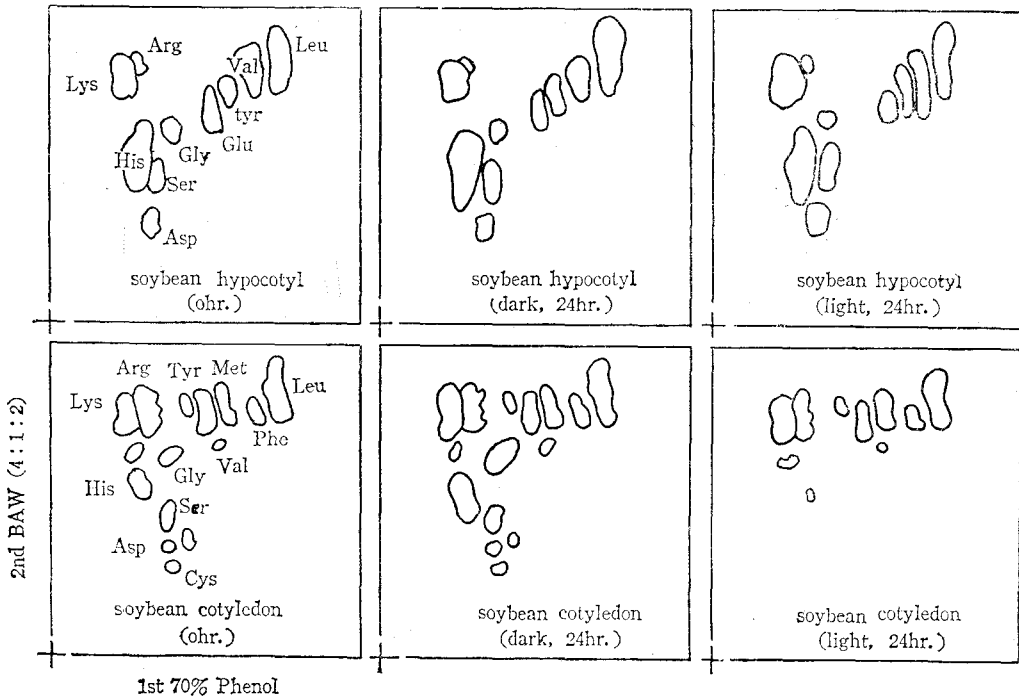


Fig. 7. Paper chromatogram of free amino acid isolated from soybean sprouts during circulation periods.

Table 4. Changes in the amino acid content of soybean sprouts during circulation periods

| Amino acids | Circulation periods(hrs) | | |
|-------------|--------------------------|------|-------|
| | 0 | 24 | |
| | | Dark | Light |
| Lys | +++ | +++ | ++ |
| Arg | +++ | +++ | +++ |
| Met | ++ | ++ | + |
| Val | ++ | +++ | +++ |
| Tyr | ++ | - | - |
| Phe | + | + | ± |
| Leu | +++ | ++ | +++ |
| Gly | ++ | ++ | - |
| His | ++ | ++ | ± |
| Ser | + | + | ± |
| Asp | + | + | - |
| Cys | + | + | - |

-; not detected, ±; trace, +; poor
 ++; rich, +++; richer

phenylalanine, arginine, lysine, histidine, glycine 등의 含量이 比較的 높았고 cystine, aspartic acid, alin e의 spot가 뚜렷이 檢出되었으며 流通期間동안 暗所下에서 24時間 經過된 것은 對照群(0時間)와 큰 差異를 나타내지 않았으나 明所에서 24時間 經過된 것

을 보면 cystine, aspartic acid, serine, hitsidine, glycine 등의 amino 酸이 나타나지 않음을 볼 수 있다. 또 胚軸에는 leucine, valine, tyrosine, arginine, lysine, glutamic acid, histidine, glycine, serine, aspartic acid의 spot가 檢出되었으며 24時間 暗所下에 둔 것과 明所下에 둔 것이 큰 差異를 나타내지 않았다. 이러한 現象은 前記의 spectrum上에서 본 結果와 밀접한 관련성을 찾을 수 있으며 胚軸의 明所에 露出은 amino 酸까지 影響을 미치지 않으나 子葉은 porphyrin과 amino 酸까지 影響을 받는 現象이라 하겠다. 明所에 露出시킴으로써 쉽게 綠變되고 그 結果 chlorophyll의 前驅體로 알려진 glycine, 그리고 glycine 生合成系列에 있는 amino 酸인 serine, cystine 등의 amino 酸이 減少되었다고 생각된다. 또 tyrosine은 明所에서나 暗所에서 다같이 減少된 것은 콩나물의 變色과 관계가 있는 것으로 推測된다.

5. Vitamin C의 含量變化

콩나물은 vitamin C의 重要한 給源으로서 調理加工中에 相當量이 損失되는 것으로¹³⁾ 알려지고 있으나 流通期間 中에도 그 損失이 豫想된다.

Table 5는 流通期間동안 明所와 暗所에 두면서 그 變化를 調査한 것으로 暗所에서는 子葉部, 胚軸 다갈

Table 5. Changes in total vitamin C content of soybean sprouts during circulation periods in dark

| | (mg% fresh weight) | | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Circulation periods (hs) | | | | |
| | 0 | 3 | 5 | 7 | 24 |
| Cotyledon | 19.03 | 18.89 (99.08) | 18.46 (95.40) | 18.19 (90.25) | 18.05 (73.04) |
| Hypocotyl | 6.62 | 6.59 (99.98) | 6.45 (78.44) | 6.32 (78.80) | 6.20 (68.87) |
| Plant* cotyledon | 53.28 | 50.93 (98.92) | 51.68 (91.02) | 50.53 (83.12) | 50.54 (77.01) |
| hypocotyl | 48.98 | 48.75 (99.98) | 47.72 (78.46) | 46.76 (78.81) | 45.87 (68.89) |
| Total | 102.26 | 99.68 (99.12) | 99.40 (84.99) | 97.29 (81.05) | 46.41 (73.15) |

*: $\mu\text{g}/\text{one plant}$
 Parentheses indicate indoor natural light (109.33 lux), percentage to the dark

이 流通期間동안 큰 變化를 나타내지 않았으나 明所에서 24時間 經過의 子葉에서는 暗所의 73%, 胚軸은 暗所의 68%로써 暗所에 比하여 損失率이 높았으며 특히 胚軸에서 높은 損失率을 나타내었다.

要 約

콩나물의 流通過程동안 20°C의 暗所와 明所(109 lux)에서의 chlorophyll, 遊離 amino 酸 및 vitamin C의 含量變化, 狀態變化를 測定調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 流通동안의 길이, 重量 및 變色程度를 測定한 結果는 暗所下에서는 7~24時間 經過되는 동안에 약 1 cm 가까이 伸長되었으나 明所에서는 큰 變化가 없었다. 明所, 暗所 다같이 콩나물 重量은 減少되었으며, 明所에서의 減少率이 높았다. 暗所下에서는 變色되지

않았으나 明所에서는 7~24時間에 變色되었다.

(2) 콩나물의 子葉은 光의 露出에 의하여 빠르게 綠變되었으며 綠變은 porphyrin과 같은 前驅體뿐만 아니라 amino 酸의 損失을 招來하였다. 그러나 胚軸에서는 amino 酸의 損失이 없었다.

(3) 明所에서 損失되는 amino 酸은 cystine, aspartic acid, seine, histidine, glycine 등이었다.

(4) 流通期間동안 暗所에서는 vitamin C의 損失이 없었으나 光에 露出은 子葉은 7時間, 胚軸은 5時間만에 22~27%의 損失을 招來하였다.

文 獻

1. 李基寧, 李春寧, 李泰寧, 權泰完: 서울大學校論文集, 9, 35(1959)
2. 梁且範, 李盛雨, 高英秀, 尹錫權: 韓國營養食糧學會誌, 8(1), 1(1979)
3. 張建型, 尹英姬, 尹壯植: 陸枝研報, 2, 16(1963)
4. 裴孝元, 劉太鍾: 韓國農化學會誌, 8, 81(1967)
5. 辛孝善: 韓國農化學會誌, 17(4), 240(1974)
6. Collins, J.L. and Sanders, G.G.: *J. Food Sci.*, 41, 168(1977)
7. 金銅淵: 韓國農化學會誌, 4, 29(1963)
8. Vernon, L.P.: *Anal. Bhem.*, 32, 1144(1960)
9. 李盛雨: 韓國農化學會誌, 14, 43(1971)
10. 照丙淳也, ビタミン定量法(几木國夫篇醫齒藥出版, 日本) 124(1964)
11. Ohhama, T. and Hase, E.: *Plant and Cell Physiol.*, 16, 297(1975)
12. Surrey, K.: *Can. J. Bot.*, 45, 929(1967)
13. 李盛雨: 新稿食品化學(修學社) 244(1980)