

植物에 미치는 放射性 同位元素 S³⁵의 影響에 대하여

(第2報) 發芽호밀의 生長 및 組織呼吸에 미치는 影響

洪淳佑 · 金鍾均 · 尹權相

(서울대학교 文理科大學 植物學科)

Effects of absorbed radioactive sulfur (S³⁵) in plant cell. II.

Effects of sulfur on the growth and tissue respiration of rye seedlings.

HONG, Soon-Woo, Chong-Kyun KIM, and Kwon-Sang YOON

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

The effect of radioactive sulfur-35 on the growth and tissue respiration in rye, *Secale cereale* L., seedlings were studied in this investigation.

The growth and respiration rate of the materials treated with the different intensities of radioactivity, represented by the different concentration (μc) of radioactive sulfur were shown similar effects in treated groups as those of Gamma-ray or X-ray irradiation on plant materials. However, in the groups of 0.1 μc and 0.4 μc S³⁵-solution, the growth and respiration rate were stimulated somewhat more clearly than in case of control. And the higher concentration groups, 1.6 μc , 6.4 μc . and 25.6 μc were depressed of the growth and tissue respiration rate. The present data could be explained on the basis that the higher concentration treatments with the radioactive isotope did produce injury to the plant metabolism generally, but the moderate treatment would stimulate to the plant growth and tissue respiration.

緒 論

植物의 生活現象 即 生長 및 組織呼吸 等に 放射性 同位元素가 어떻게 影響을 미치는가 하는 問題에 關係서는 現在까지 많은 研究가 이루어지고 있다. 그러나 이들 大部分의 研究는 電離放射線을 【體外에서 照射하여 利用한 것이 많음에 비하여 放射性 同位元素를 體內에 直接 透入해서 그 影響을 觀察한 報文은 極少數에 不過하다 (Porter, 1954).

一般적으로 過量의 放射能物質 投入은 生物의 【生長을 抑制하고 物質代謝의 諸過程을 不活性化하게 하는 傾向이 있음은 이미 잘 알려져 있는 事實이다. 放射性同位元素 Co⁶⁰ 등에서 나오는 γ 線 또는 X線 裝置에서 나오는 X線 등은 生物體內的 蛋白質 特別 核蛋白質 等を 破壞하거나 最少限 여러가지 化學的 變化를 誘發하며 生理的作用에 諸異常을 가져오는 것으로 알려져 있다. 그러나 適當量의 放射線은 오히려 生物體의 生長을 促進하고 物質代謝의 諸過程을 活發케 하는 것이다. (USA, AECJ, 1952, Lee 1959)

著者 등은 이에 着眼하여 β -線源인 Sulfur-35를 호밀에 處理收收시켜 體內에 吸收된 放射性 同位元素가 植物細胞의 生活作用에 미치는 影響을 調査코져 試圖하였다.

* 本研究은 1964年度 文敎部 學術研究 助成費의 一部에 依해 이루어졌음.

本 實驗에서 使用된 放射線同位元素를 分讓해주시는 韓國原子力院常局과 種子를 제공해주신 서울대학교 師範大學 生物科 李 維鎭教授께 感謝한다.

S^{35} 가 根端組織에 있어서 mitotic chromosome aberration을 誘發하는 것을 報告한바 있고 (Hong and Cho, 1965). 그 報告에 이어서 生長과 組織呼吸에 미치는 影響에 關해서 調査하였으므로 이것을 整理하여 報告하는 바이다.

材料 및 方法

種子: Sweden 産 호밀(*Secale cereale* L.) 品種 Kings 를 本實驗의 材料로 使用했다. 精選한 호밀種子를 25°C 의 물에 24時間 浸水시킨 후 0.01% HgCl_2 溶液으로 20分間 殺菌하고 25°C 의 培養室內에서 發芽시켰다. 24時間이 經過하던 根部의 長이가 0.2~0.3 mm. 莖莖部(子葉鞘)가 約 0.5 mm 程度로 자라는 데 이것을 比較的 均一하게 選擇해서 實驗材料로 했다.

放射性 同位元素: sulfur-35는 韓國 原子力院 原子力研究所에서 HCl 로 稀釋한 無機體化合物인 $\text{H}_2\text{S}^{35}\text{O}_4$ 로서 分讓받았다. 化學的狀態를 $\text{Na}_2\text{S}^{35}\text{O}_4$ 로 바꾼 後 濃度 0.1, 0.4, 1.6, 6.4, 25.6 μC 의 同位元素濃도를 가지는 溶液으로 稀釋했다. glass wool 約 700 mg를 直徑 10 cm의 petri dish에 以上の 放射性同位元素 溶液을 各各 18 cc씩을 加하고 上述한 發芽種子를 petri dish 當 100個體씩을 넣어 25°C 의 培養室內에서 生長시켰다.

生長量實驗: 以上과 같이 處理하여 生長시킨 5區의 處理群과 control의 材料를 24, 48, 72, 96, 120時間 即 5日 間에 걸쳐 每日 24時間 間隔으로 莖莖部の 長이를 測定해서 實驗區마다 100個體의 生長量의 平均値를 求했다.

呼吸測定實驗: 發芽生長한 種子를 Na_2SO_4 溶液과 蒸溜수로 表面의 放射性同位元素를 洗滌하고 貯藏養分이 豊富한 胚乳를 除去했다. 이렇게 한것을 315 mg 秤量해서 3.5 ml의 蒸溜水에 넣어 grinding한 後 常法의 Warburg's manometric measurement 方法에 依해서 flask 內에 phosphate buffer (pH 7) 1.5 ml, 實驗材料 0.5 ml, 20% KOH 溶液 0.2 ml.를 加하여 全量을 2.2 ml.로 하였다. 이것은 30°C 로 固定된 water bath 수에서 呼吸을 測定했다.

Amylase activity 實驗: 呼吸測定時에 準備했던 grinding 한 材料 0.5 ml를 1% 澱粉 溶液 25 ml와 acetate buffer (pH 5.6) 3 ml를 tube에 加해서 37°C shaking water bath에 30分間 incubation했다. 測定은 I N sodium thiosulfate로 力價測定하는 常法에 따랐다.

結果 및 考察

發芽中の 植物이 必要로 하는 呼吸 energy는 普通 生長期에 있는 植物體가 必要로 하는 量의 約 2倍 (Evanair 1957, Toole et al, 1956)가 된다고 하는데 本實驗에서는 呼吸量이 安定된 時期의 完全 發芽種子를 試材로 했다.

다음 Table 1에서 보여주는 數値는 S^{35} 溶液을 各區에 處理한 後 1日부터 9日까지의 生長量을 測定한 것이다. 2日까지의 生長量을 보면 control과 處理群 사이에 뚜렷한 差異가 보이지 않았으나 0.1 μC 處理區에서는 4日째부터 生長이 促進되어 6日째는 約 6%, 9日째는 約 8% 程度의 生長促進을 보였으며 0.4 μC 處理區에서는 5日째부터 生長이 促進되어 7日째 約 5% 最終日인 9日째는 約 6% 程度의 促進現象을 나타내었다. 한편 高濃度 處理區인 1.6, 6.4,

25.6 μC 處理區에서는 3日째부터는 抑制效果가 나타나서 4日째에 25.6 μC 處理區의 境遇 約 19%가 抑制되고 6.4 μC 處理區에서는 約 15%의 抑制를 보이고 있다. 1.6 μC 處理區에서는 6日째에 約 9%의 最高의 抑制率을 보이다가 7日째 부터는 2.5% 以內의 弱한 抑制率을 보였다. 測定 最終日인 9日째의 生長量을 보면 最高의 同位元素 濃도를 處理한 25.6 μC 의 處理은 約 16%의 最高 生長抑制로 生長量이 가장 낮고 6.4 μC , 1.6 μC , control, 0.4 μC , 0.1 μC 의 處理區 順序로 生長量은 높아졌다. 即 高濃度로 處理한 25.6 μC 및 6.4 μC 溶液에서는 生長이 顯著히 抑制되었으나 低濃度로 處理한 0.1 μC 및 0.4 μC 에서는 오히려 control의 生長보다 促進됨을 알 수 있었다.

Fig. 2는 放射性同位元素를 處理한 後 每 24時間마다 測定한 呼吸量을 表示한 圖表이다. 24時間後의 呼吸量은

Table 1. Effect of various concentration of radioactive S^{35} on the coleoptile and shoot growth of rye seedlings.

Radio activity μC	cont.	0.1	0.4	1.6	6.4	25.6
Day 1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9
2	2.4	2.7	2.6	2.6	2.4	2.4
3	4.6	4.7	4.6	4.2	3.9	4.0
4	6.8	7.1	6.9	6.4	5.8	5.5
5	9.4	9.7	9.5	8.6	8.1	7.8
6	10.7	11.3	10.8	10.4	9.5	8.8
7	11.9	12.5	12.3	11.1	10.7	9.8
8	12.6	13.7	13.5	12.3	11.1	10.8
9	12.9	13.9	13.7	12.5	11.3	10.9

Control 과 處理群間에 別 差異를 찾아볼 수 없었으나 48 時間 後부터는 肉眼으로도 구별될만큼 顯著한 差異가 生겼다. 放射性 同位元素量이 적은 0.1 μC 및 0.4 μC 에서는 48 時間 以後 約 3% 內외의 呼吸促進을 보였는데 120 時間 後의 0.1 μC 處理區에서만은 11.1%의 呼吸促進을 나타냈다. 그러나 高濃度 處理群에서는 48 時間 以後 極甚한 抑制現象을 보였다. 即 1.6 μC 處理區에서는 抑制作用이 48 時間부터 나타나기 始作해서 約 5%의 抑制率을 보였고 每 24 時間 經過時의 抑制率을 보면 10%, 25.2%, 27%로 漸次 抑制되었고 6.4 μC 處理區에서는 48 時間에 12%의 減少를 보인 以後 26.3%, 36.7% 120 時間에 41.5%의 減少를 보였다. 最高濃度區인 25.6 μC 處理區에서는 24 時間 經過時에 이미 7.4%의 抑制를 보이고 48 時間 以後에는 17%, 27.4%, 40.8%, 61.9%의 抑制率을 보였다

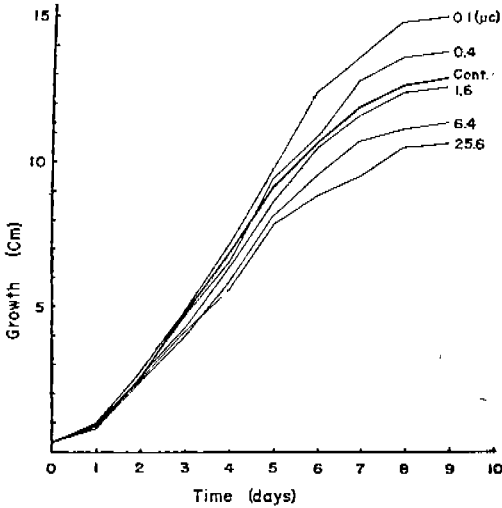


Fig 1. Plottings show the effect of various concentration of radioactive sulfur (S³⁵) on coleoptile and shoot growth. Total growth in length were measured every 24 hours intervals after treatment.

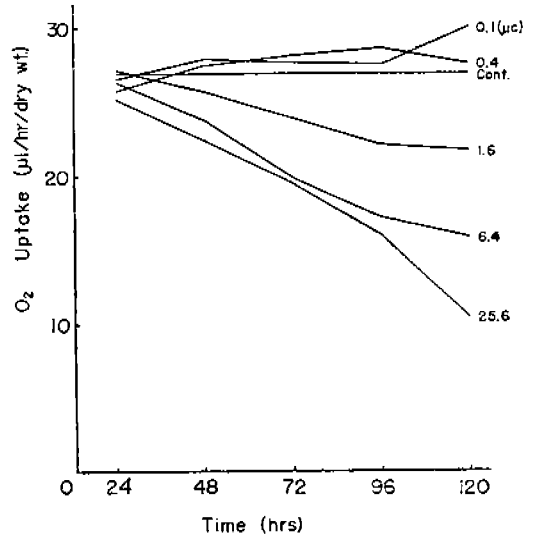


Fig 2. Graph is showing the effects of various concentration of radioactive isotope S³⁵ on the coleoptile and shoot tissue respiration of rye seedlings. The amount of cumulative oxygen uptake were measured every an hour during 11 hours period at temperature 30°C from 24 to 120 hours after treatment.

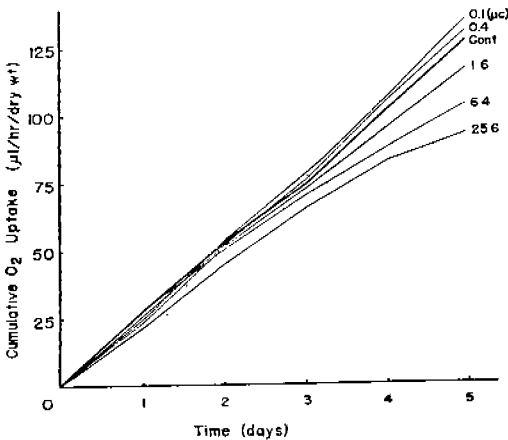


Fig 3. Cumulative oxygen uptake S³⁵ treated rye seedlings for various periods compared to those of the growth ratio is measured under the same condition.

以上에서 說明한바와 같이 高濃度の 處理區일수록 抑制되는 時間이 짧았으며 抑制되는 程度도 輕했는데 以上の 傾向은 Fig. 1의 生長量의 境遇에서와 거의 一致했다.

Fig. 3은 24 時間 間隔으로 測定한 呼吸量을 Fig. 1의 生長量과 比較키 爲해서 累計를 내어 圖示한 圖表이다.

以上の 生長量과 呼吸量의 結果를 보면 1.6 μC 以上の 放射性同位元素(S³⁵)를 過量 處理했을 때는 高濃度일수록 甚하게 抑制되는 影響을 미쳤으며 0.1 μC 및 0.4 μC 의 低濃度の 放射性同位元素(S³⁵)를 透入시켰을 때는 오히려 促

遮되는 결과를 얻었다. 即 適當量의 放射性同位元素의 處理는 오히려 生長 및 呼吸을 促進하는 結果를 얻었다.

一般的으로 生長度가 높은 植物은 組織의 呼吸量도 높을것이지만 반드시 그렇지 않고 病毒에 感染되어 있는 組織의 呼吸이 때로는 健全한 組織에 비해 3.4 배에 達하는 境遇도 있다 (William, 1962). 高濃度의 放射性同位元素가 生長 및 呼吸을 抑制하는 것은 放射性 同位元素가 細胞學的인 諸要因을 變化시킨다든가 (Hong, 1965), 放出되는 energy 나 物質分解로 因한 ion 이나 毒生物質의 形成等으로 細胞 內容物質이 破壞되는 것이 아닌가 生露된다.

放射性同位元素(S^{35})가 植物 組織呼吸에 多大한 影響을 준다는 證據는 다음 Fig. 4~A,B,C 의 圖表에서 더욱 強하게 해 준다. 이는 호밀의 每時間當 呼吸量을 累計하여 放射能 處理後 24 時間(Fig. 4, A), 96 時間(Fig. 4, B), 120 時間(Fig. 4, C)의 것을 比較하기 爲한 것이었다. 放射能 處理後 24 時間의 呼吸은 Control 과 處理群間의 差異를 把握할 수 없었으나 處理時間이 延長됨에 따라 呼吸曲線은 相互 相當한 差異를 갖게 된다.

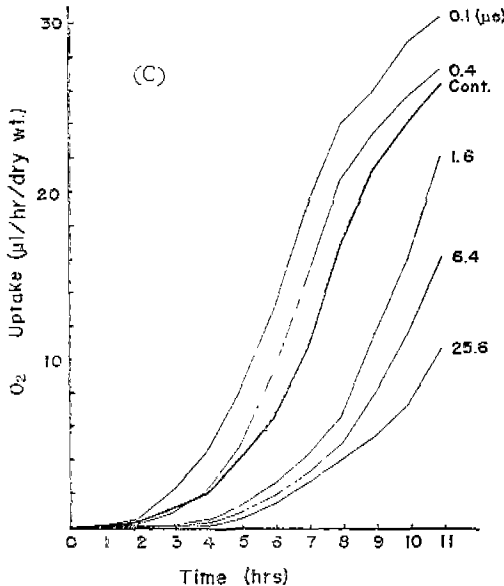
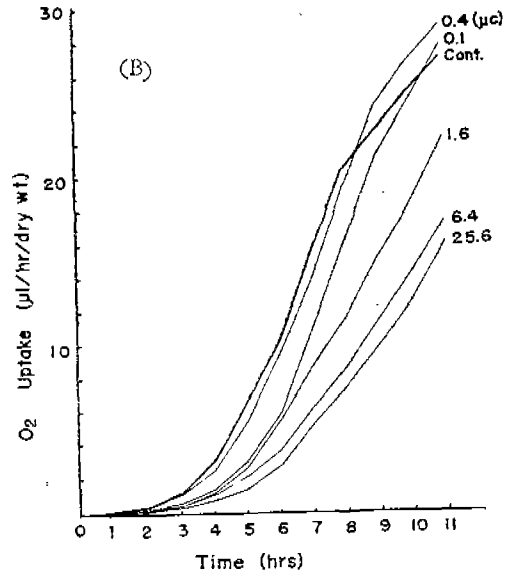
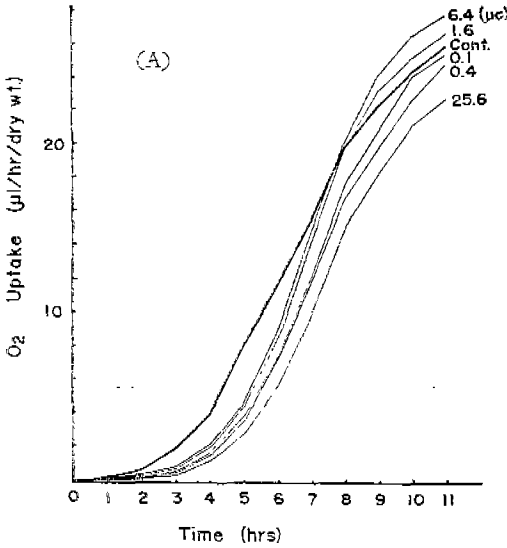


Fig. 4. The comparison of respiration rates of sulfur-35 treated tissues and those of controls which were measured 24 hours (A), 96 hours (B), and 120 hours (C) after treatment.

Fig. 5 의 incorporated S^{35} 의 吸收變化曲線에서 분 수 있는 바와 같이 96 時間 以後 高濃度에서의 增加率이 低下된 것은 細胞의 諸代謝過程이 inactive 하게 된 것이라 推測된다. 圖表上的 量이 全部 植物體內에 吸收된 것이라고

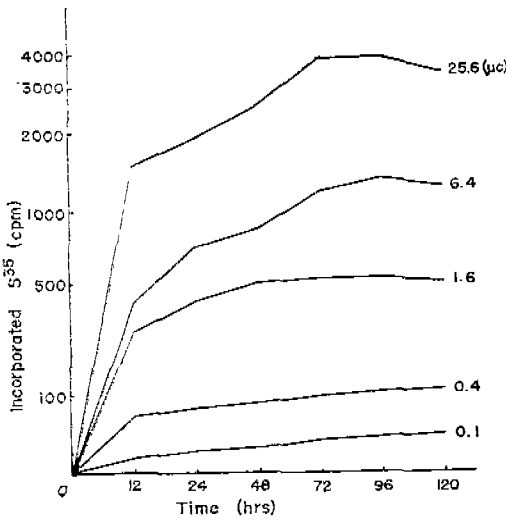


Fig 5. Graph shows the relationship between the age of after treatment and the amount of the sulfur-35 uptake in the coleoptiles and shoots tissue of rye seedlings which had been cultured in a various amount of S^{35} containing solutions.

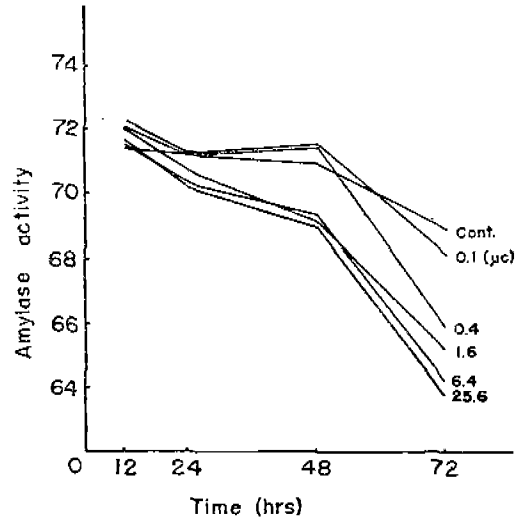


Fig 6. Changes of the amylase activities after the treatment of various concentration of S^{35} .

만드시 생장을 수는 없으나 조직의 内外部에서 받는 放射能影響이 高濃度區에서는 細胞의 機能을 상당히 抑制하고 있는 것이다.

Fig. 6에서 보이는 Amylase activity는 初期에는 control과 處理群間의 差異를 볼 수 없었으나 24時間 後의 Amylase activity는 高濃度에 갈수록 점점 阻害를 받아 低下되기 始作했다. 그러나 0.1 μc 및 0.4 μc 의 低濃度群에서는 多少 促進되는듯 하였다가 다시 72時間後에는 全部 下落하는 結果를 얻었다.

摘 要

放射能 同位元素 S^{35} 을 發芽호밀에 溶液狀態로 處理하여 發芽初期부터 約 1週日間에 걸쳐 生長率 및 組織呼吸에 미치는 影響은 調査한바 大體로 β -線源인 S^{35} 溶液의 處理後의 影響은 다른 몇가지 強한 放射線 即 Gamma線이나 X-線과 같은 外部照射에서 받는 諸現象과 비슷한 傾向을 나타냈다.

放射能의 量은 μc 單位로 表示한 5段階의 S^{35} 處理溶液 (0.1, 0.4, 1.6, 6.4, 25.6 μc) 中에서 0.1, 0.4 μc 용액에서는 測定한 子葉鞘 및 幼根部의 生長이 多少 促進되는 傾向을 나타내는데 비해 高濃度區인 1.6, 6.4, 25.6 μc 溶液 處理區에서는 各己 濃度의 上昇에 따라 甚한 生長 抑制作用을 나타냈고 5日後부터는 根端部의 細胞 破壞現象도 이에 並行하여 뚜렷하게 나타났다.

호밀의 組織呼吸에 미치는 影響도 大體로 生長率에 미치는 影響과 비슷한 結果를 가져 왔으며 이 結果는 過量의 放射能同位元素는 植物의 糖代謝過程을 抑制하나 適當量의 放射能 同位元素는 오히려 植物의 生長과 組織呼吸을 促進한다는 理論으로 說明이 된다.

文 獻

- 1) Dubois, K. P. and Petersen, D. F. 1954. Annu. Rev. Nuclear Sci., 4, 351.
- 2) Evenari, M. 1957. The physiological action and biological importance of germination inhibitors. Soc. Exptl. Bio. Symp. II: 21-43.
- 3) Hong, S. W. and Cho, M. K. (1965). Mitotic chromosomal changes induced by the treatment of S^{35} solution in rye seedlings. Kor. Jour. Bot. Vol. VIII, No. 1

- 4) Lee, K. Y., Kim, S. W. and Choo, Y. E. 1959. Effects of X-irradiation on the oxidative phosphorylation and tissue respiration of germinating soy Beans (*Soja max*). Proc. Nuclear Science. 35—44.
- 5) Porter, J. W. and Knauss, H. J. 1954. Inhibition of growth of *Chlorolla prevenientosa* by beta-emitting radioisotopes H^3 , P^{32} , Sr^{90} , S^{35} . Plant physiol. 29 : 60—63.
- 9) Toole, E. H., Hendricks, S. B., Borthwick, H. A. and Toole, Vivian K. (1951). Physiology of seed germination. Annu. Rev. Plant Physiol. 7 : 299—324.
- 7) U.S.A., A.E.C.J. (1952) Some application of the atomic energy in plant science.
- 8) William R. B. and Allen, P. J. (1962). Respiratory changes in barley leaves produced by single colonies of powdery mildew. Plant Physiol. 6 : 37.