

植物에 미치는 放射性 同位元素  $S^{35}$ 의 影響에 對하여

(第 3 報) 發芽호밀의 Amylase Activity 및 生長에 미치는 溫度의 影響에 對하여

洪 淳 佑·尹 權 相

(서울大學校 文理科大學 植物學科)

Effects of absorbed radioactive sulfur ( $S^{35}$ ) in plant cell. (III)

Effects of temperatures on amylase activity and growth of rye seedlings grown in solution of  $S^{35}$

HONG, Soon-Woo and Kwon-Sang YOON

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

The effects of the different temperatures on the amylase activity and growth rate of the rye seedlings grown in the solutions containing radioactive sulfur-35 were studied.

The amylase activity of the coleoptiles obtained from the seedlings grown in the solutions of  $S^{35}$  at  $14^{\circ}C$ , appeared to be strongly stimulated in comparison to the control, but the culture temperatures of  $22^{\circ}C$  and  $30^{\circ}C$  showed the decrease in the amylase activity. The amylase activity of the grains treated with the low intensity of the radioactive material didn't show clear changes, at any culture temperatures, but the amylase activity of the grains treated with the high intensity of  $S^{35}$ ,  $50 \mu c$ , showed definite decline at the elevated culture temperature,  $30^{\circ}C$ . Similar effects were also found in the growth of the seedlings.

However, we would consider the effects of the radioactive materials on the activity of the amylase and the growth of the seedlings are resulted from the accumulation of the much amount of the radioactive materials, and this accumulation rate depends upon actually the elevation of the culture temperature.

緒 論

1895년 경에 Roentgen 과 Becquerel 이 각각 X-線과 自然放射能을 發見한 이래 Müller (1995)는 電離放射能이 突然變異를 誘發 시킨다는 것을 發見했다. 그 후 數 많은 學者들이 生體에 放射線을 照射시켜 이들의 生活現象이 어떻게 影響을 받는가에 對한 研究를 해왔다. 그러나 大部分의 研究가 電離放射能을 體外에서 照射시켜 生體에 對한 放射線의 影響을 研究한데 比하여 放射性物質을 體內에 透入시켜 研究한 論文은 그리 많지 않다 (Porter, 1954). 一般의 生體에 對한 放射線의 影響은 形成된 ion 쌍의 有害한 化學反應에 依하거나 或은 生體構成物質分子의 破壞에 依하거나 하는데서 연유하는 핵단백질이나 酵素分子와 같은 生活物質의 非活性化로써 表現되는 것이다. 이와같은 放射線의 影響은 溫度의 變化에 依하여 그 저해작용의 程度가 매우 多樣하므로 많은 學者들이 放射線의 強度와 溫度를 併

行시켜 生體에 對한 影響을 觀察하였다(Mottram 1935, Darlington 1945, Lacassagne 1942). 溫度의 變化에 따른 放射線의 生體에 미치는 影響은 生物의 種類에 따라 多様하며 生長에 때로는 促進의 때로는 抑制的으로 作用效果를 나타내었다(Koller, 1953).

本 實驗의 경우 S-35를 包含하고 있는 溶液中에서 發芽호밀을 培養하여 溫度의 變化에 따른 放射線의 效果를 觀察하였으며 同位元素의 蓄積 및 이에 依한 影響을 調查하였다.

S-35의  $\beta$ -線이 根端組織에서 mitotic chromosomal aberration을 誘發한다는 一報(Hong and Cho, 1965)와 S-35의 組織呼吸과 生長量에 미치는 影響을 觀察한 第二報(Hong, Kim and Yoon, 1965)에 이어 14°C, 22°C, 30°C에서 放射線에 依한 Amylase와 生長量의 變化를 調查하였으며 그 一部가 整理되었기에 第三報로써 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

本 實驗에서는 Sweolen 產 호밀(*Secale cereale L.*) 品種 Kings를 材料로 使用하였다.

發芽: 種子를 10% Sodium Hypochlorite 溶液으로 15分間 殺菌 시킨후 滅菌 증류수로 5回 以上 洗滌 하였다. 殺菌한 種子是 비커에 넣어 20°C에서 12時間 soaking 시킨후 亦是 같은 溫度에서 充分한 습기를 주어 發芽시켰다. Coleoptile의 長이가 0.5 mm 되는것을 골라 glass wool을 깔은 直徑 15 cm의 petri dish에 放射性 同位元素가 包含된 溶液을 주어 14°C, 22°C 30°C에서 incubator內에서 dark state로 培養했다.

放射性 同位元素: 原子力 研究所로 부터 0.1N HCl로 dilute된 carrier free  $H_2SO_4$ 로써 分讓받아 0.1N NaOH로 中和시킨후 滅菌 증류수로 稀釋하여 每 ml當 10 $\mu$ c, 25 $\mu$ c, 50 $\mu$ c의 溶液을 만들어 各 各의 activity를 efficiency 50%인 2 $\pi$  counter로 측정하였다. 發芽種子 250個씩을 petri dish에 넣은 後各 同位元素의 溶液 20ml씩을 加하여 生長시켰다.

amylase activity 測定: 發芽種子를 同位元素의 溶液에서 培養하기 始作한 後 12, 24, 48, 72, 96, 120時間에서 約 40 個體를 random sampling하여 0.01% Na $SO_4$  溶液과 증류수로 洗滌했다. 이것을 coleoptile과 grain의 두 部分으로 나누어 生體重量 480mg을 各各 0.5 M acetate buffer(pH 5.0) 16 ml와 함께 grinding하여 그 suspension을 enzyme으로 使用하였다. 測定은 澱粉溶液 2ml을 試驗管에 넣고 1ml의 suspension을 加하여 35°C $\pm$ 0.01에서 30分間 反應시킨후 1N acetic acid 5ml를 넣어 反應을 中斷 시켰다. 92ml의 증류수를 넣어 全量 100 ml로 한後 0.01% KI-I $_2$  溶液 5ml를 加하여 wave length 700m $\mu$ 에서 Du-spectrophotometer로 澱粉의 소포량을 測定하였다. control은 suspension을 15分間 boiling하여 非活性 enzyme으로 간주하고 使用했다.

生長量 測定: 10 $\mu$ c, 25 $\mu$ c, 50 $\mu$ c 三區의 發芽種子를 12~24時間 간격으로 coleoptile의 長이를 測定하여 生長量의 變化를 control에 對한 百分率로써 表示 하였다.

S-35의 吸收量 測定: 材料의 乾重重量 1mg에 包含된 同位元素의 量을 測定하여 D.P.M.으로 表示 하였다.

### 結果 및 考察

大部分의 植物은 發芽初期에 매우 旺盛한 呼吸量을 나타내어 平常의 約 2倍에 達한다고 하는데 (Evenair, Toole et al, 1956) grain을 가진 發芽植物은 一般的으로 豐富한 저장양분을 包含하고 있어 生長과 呼吸은 어느 時期보다도 活發한 것이다. 著者等은 이러한 事實에 着眼하여 發芽호밀을 放射性同位元素가 包含한 溶液에서 培養하여 12~24時間 간격으로 5日間에 걸쳐 溫度의 變化에 따른 coleoptile과 grain의 amylase activity 및 生長量의 變化를 觀察하여 다음과 같은 結果를 얻었다. Fig. 1과 Fig. 2는 各各 control에서 coleoptile의 amylase activity와 生長量의 變化를 溫度에 따라 觀

察한것이다. Fig.1에 나타나 있는 바와같이 14°C 培養의 경우 amylase activity는 72時間에서 가장 높은 數値를 보이고 있으며 22°C와 30°C에서는 比較的 빨라서 48時間만에 最高値를 보이고있다. 이것은 Kiefer의 論文(Radiation Botany Vol 7, No. 1)에서와 같이

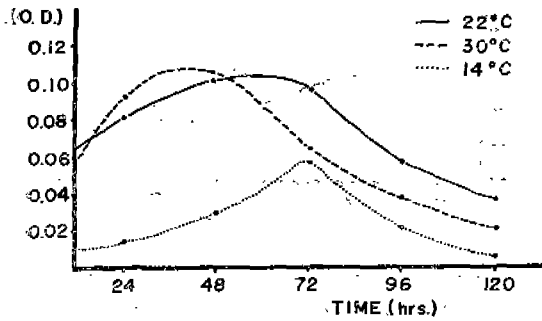


Fig. 1. The effects of the various culture temperatures from the seedlings grown at 14. °C.

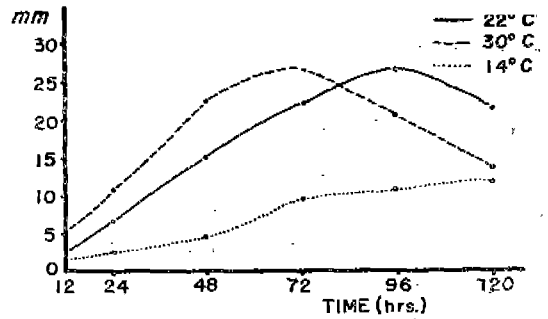


Fig. 2. The effects of the various culture temperatures on the growth of the control.

amylase activity가 極上을 이루게 되는것은 저장양분의 活發한 代謝를 意味하는 것으로 이의 急速한 소모와 함께 activity도 下降하게 되는것이다. amylase activity의 極上點은 溫度가 높을 수록 早期에 나타나고 낮을수록 뒤에 나타나는 傾向을 보였다. 生長量의 경우도 amylase의 activity가 나타내는 傾向과 비슷하였으나 다만 最高値가 20~48時間 後에 나타났다. 同位元素 處理區의 amylase activity의 變化를 보면(Fig. 3) 14°C에서 control의 最高値가 72時間 頃에 나타났는데 比해 處理區에서는 24時間에서 나타났으며 最高値의 값도 control에 比해 處理區가 훨씬 높았다. 22°C의 경우 control의 amylase activity는 48時間에서 最高値를 보여주나 同位元素 處理區에서는 24時間에 最高値를 나타냈으며 同位元素의 농도가 25 $\mu$ c, 50 $\mu$ c 되는 區에서는 抑制되는 傾向을 나타냈다(Fig. 4)

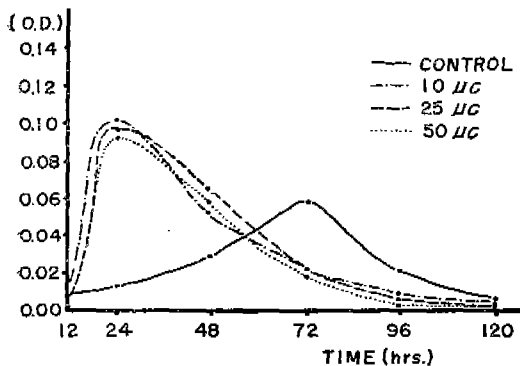


Fig. 3. The changes of the amylase activities of the coleoptiles from the seedlings grown at 14°C.

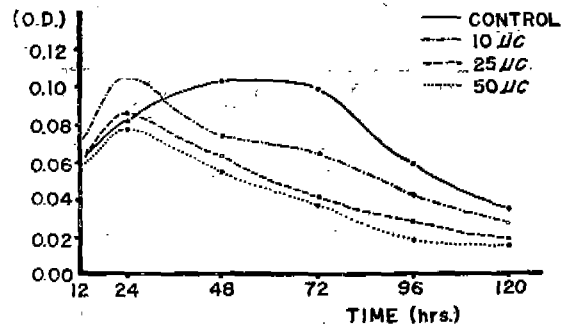


Fig. 4. The changes of the amylase activities of the coleoptiles from the seedlings grown at 22°C.

30°C의 경우를 보면 同位元素를 處理한 全區가 24時間부터 甚한 抑制를 나타내고 있으며 control은 22°C의 경우와 比較하여 最高値에 있어서는 거의 같은 값을 보여주나 早期에 나타남을 보여주고 있다.

以上の 諸 結果를 一括하여 보면 溫度의 상승에 따라 amylase의 activity는 促進되니 最高點은 어

그 限界에 到達하게 되고 차츰 處理後 單時間內에 最高點에 이르게 되는 傾向을 보여주고 있다. 放射性 同位元素의 適當한 量은 amylase의 activity를 매우 促進시켜 주지만 溫度의 상승에 따라 흡수가 증가되어 過量으로 蓄積되면 amylase 自體가. 放射線에 依한 直接作用을 받게되어 activity가 저하되는 것으로 生覺된다.

放射性 同位元素의 體內 透入量은 Table 1, 2, 3에서 보여 주는 바와같이 20°C, 30°C는 14°C에 비해 越等히 높은 同位元素의 蓄積量을 보이고 있어 Fig. 3, 4, 5가 보여주는 amylase activity의 溫度에 따른 抑制傾向과 一致함을 보여주고 있다.

grain의 amylase activity는 14°C와 22°C에서 10 $\mu$ c, 25 $\mu$ c, 50 $\mu$ c의 全區가 別다른 影響을 보여주지 않으나 30°C에서 50 $\mu$ c區가 72時間 부터 抑制效果를 나타내기 始作하여 120時間에서 約 22%의 抑制를 보여 주고있다(Fig 6). 特히 注目할만한 事實은 coleoptile 경우와는 달리 14°C에서의 促進效果도 22°C와 30°C에서의 抑制效果도 發見할수 없다는 點이다 이것은 Table 1, 2, 3에서 보여

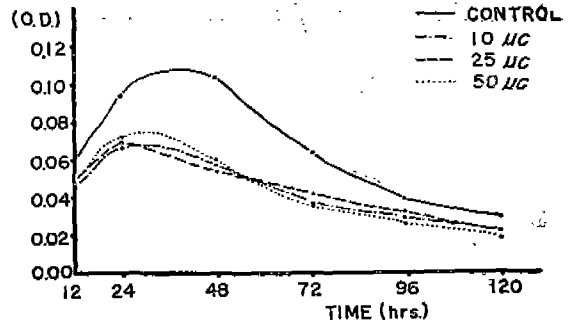


Fig. 5. The changes of the amylase activities of the coleoptiles from the seedlings grown at 30°C

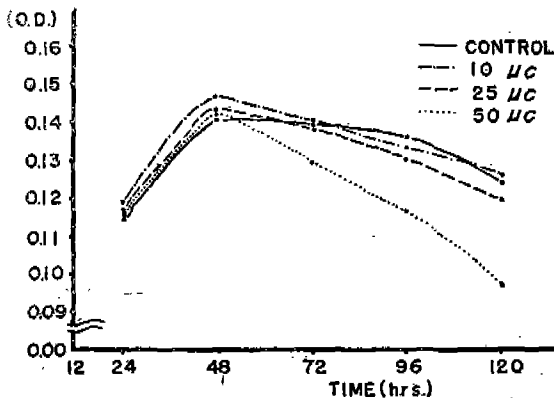


Fig. 6. The changes of the amylase activities of the grains obtained from the same seedlings grown at 30°C.

The measurement was carried out at the same time as the amylase activities in the coleoptiles.

주는 바와같이 grain은 一般的으로 coleoptile에 비해 S-25의 透入量이 越等히 적어 coleoptile에서 보여 주는 것과 같은 amylase에 影響을 줄수있는 量에는 미치지 못하는 것으로 生覺된다. S-35의 濃度가 낮고 高温으로 갈수록 兩者間의 透入量의 差는 漸減하여 grain에서 Table 1, 2, 3이 보여 주는 것과 같은 높은 蓄積을 나타내고 있다.

Table 1. Incorporated S<sup>35</sup> in the coleoptile and grain grown at 14°C

HRS	$\mu$ c	$\mu$ c		
		10	25	50
12	六	$2.0 \times 10^2$	$4.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^3$
	C	$1.50 \times 10^3$	$3.1 \times 10^4$	$4.8 \times 10^5$
24	G	$4.1 \times 10^4$	$7.5 \times 10^4$	$1.5 \times 10^4$
	C	$1.6 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$	$4.9 \times 10^4$
48	G	$7.8 \times 10^2$	$1.2 \times 10^3$	$286 \times 10^3$
	C	$2.7 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$	$5.2 \times 10^4$
72	G	$9.9 \times 10^2$	$1.8 \times 10^3$	$4.6 \times 10^3$
	C	$3.0 \times 10^4$	$5.9 \times 10^4$	$6.6 \times 10^4$
96	G	$1.6 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$
	C	$3.9 \times 10^4$	$6.0 \times 10^4$	$6.5 \times 10^4$
120	G	$1.6 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	$6.4 \times 10^3$
	C	$3.9 \times 10^4$	$6.1 \times 10^4$	$6.8 \times 10^4$

G : Grain

C : Coleoptile

Table 2. Incorporated S<sup>35</sup> in the coleoptile and grain grown at 22°C

HRS.	$\mu\text{C}$	10			25			50		
		G	C		G	C		G	C	
12	G	5.0 × 10 <sup>2</sup>	1.2 × 10 <sup>2</sup>	3.0 × 10 <sup>3</sup>						
	C	1.5 × 10 <sup>4</sup>	4.0 × 10 <sup>4</sup>	8.6 × 10 <sup>4</sup>						
24	G	8.0 × 10 <sup>2</sup>	2.9 × 10 <sup>3</sup>	8.5 × 10 <sup>3</sup>						
	C	2.7 × 10 <sup>4</sup>	4.5 × 10 <sup>4</sup>	1.2 × 10 <sup>5</sup>						
48	G	3.3 × 10 <sup>2</sup>	6.0 × 10 <sup>3</sup>	1.5 × 10 <sup>4</sup>						
	C	4.7 × 10 <sup>4</sup>	8.6 × 10 <sup>4</sup>	1.9 × 10 <sup>5</sup>						
72	G	4.4 × 10 <sup>3</sup>	7.0 × 10 <sup>3</sup>	2.7 × 10 <sup>5</sup>						
	C	7.0 × 10 <sup>3</sup>	1.3 × 10 <sup>5</sup>	2.5 × 10 <sup>4</sup>						
96	G	8.1 × 10 <sup>3</sup>	1.8 × 10 <sup>4</sup>	4.3 × 10 <sup>4</sup>						
	C	8.6 × 10 <sup>4</sup>	1.6 × 10 <sup>4</sup>	2.5 × 10 <sup>5</sup>						
120	G	7.9 × 10 <sup>3</sup>	1.8 × 10 <sup>4</sup>	4.0 × 10 <sup>4</sup>						
	C	8.7 × 10 <sup>4</sup>	1.60 × 10 <sup>5</sup>	2.6 × 10 <sup>5</sup>						

G : Grain  
C : Coleoptile

Table 3. Incorporated S<sup>35</sup> in the coleoptile and grain grown at 30°C

HRS.	$\mu\text{C}$	10			25			50		
		G	C		G	C		G	C	
12	G	1.5 × 10 <sup>3</sup>	3.9 × 10 <sup>2</sup>	7.4 × 10 <sup>3</sup>						
	C	1.55 × 10 <sup>4</sup>	4.65 × 10 <sup>4</sup>	7.0 × 10 <sup>5</sup>						
24	G	2.5 × 10 <sup>2</sup>	4.8 × 10 <sup>3</sup>	1.1 × 10 <sup>4</sup>						
	C	3.0 × 10 <sup>4</sup>	5.4 × 10 <sup>4</sup>	1.2 × 10 <sup>5</sup>						
48	G	5.2 × 10 <sup>3</sup>	9.5 × 10 <sup>3</sup>	1.8 × 10 <sup>4</sup>						
	C	5.8 × 10 <sup>4</sup>	1.27 × 10 <sup>5</sup>	1.9 × 10 <sup>5</sup>						
72	G	7.0 × 10 <sup>3</sup>	1.4 × 10 <sup>4</sup>	2.7 × 10 <sup>5</sup>						
	C	8.3 × 10 <sup>4</sup>	1.76 × 10 <sup>4</sup>	2.8 × 10 <sup>5</sup>						
96	G	1.4 × 10 <sup>4</sup>	2.6 × 10 <sup>5</sup>	4.3 × 10 <sup>4</sup>						
	C	1.1 × 10 <sup>5</sup>	2.1 × 10 <sup>5</sup>	3.3 × 10 <sup>5</sup>						
120	G	1.4 × 10 <sup>4</sup>	2.56 × 10 <sup>5</sup>	3.6 × 10 <sup>5</sup>						
	C	1.0 × 10 <sup>5</sup>	2.2 × 10 <sup>5</sup>	3.6 × 10 <sup>5</sup>						

G : Grain  
C : Coleoptile

이와같이 Grain의 同位元素 透入量이 coleoptile에 比하여 떨어지는 理由는 根毛에 依한 吸收作用의 惠澤을 直接的으로 받을수 없고 單純히 grain內에 包含된 高濃度의 저장물질에 依한 滲透作用을 通해서 大部分의 水分이 根毛를 通하지 않고 體外로 부터 吸入되는데 不過하므로 同位元素의 蓄積效果에 있어서 差異가 생긴다고 보겠다. Fig. 7은 50  $\mu\text{C}$ 區가 14°C 및 22°C, 30°C의 溫度에서 배양한 호밀의 生長量의 變化를 control을 기저로한 百分率로 表示하였다. 10  $\mu\text{C}$ 와 28  $\mu\text{C}$ 區는 14°C와 22°C의 條件下에서는 뚜렷한 抑制效果를 내지 않으나 Fig. 7에서 보이는 바와같이 50  $\mu\text{C}$ 區는 14°C에서 48時間부터 生長의 促進을 나타내어 72時間에서 約 20%의 最大値를 보였다가 急速히 떨어져 120時間以後에는 約 4%의 抑制를 보였으며 22°C와 30°C의 경우 72時間까지는 control에 比하여 差異를 나타내지 않으나 96時間에서 各各 6.2%와 24.6%의 抑制로 보이고 120時間에서는 各各 14.2%와 36%의 甚한 抑制로 보임으로써 amylase에서 보여주는 바와같은 高温에서의 抑制效果와 一致함을 보여주었다. 放射線의 生體에 對한 溫度의 影響은 많은 分野에서 廣範圍하게 다루어 졌지만 大部分의 경우 X-ray나  $\gamma$ -ray와 같은 單波長의 電離放射線을 照射시키는데 더욱 關心을 가져왔던 것이다. 이러한 研究의 報告에 依하면 放射線의 生體에 對한

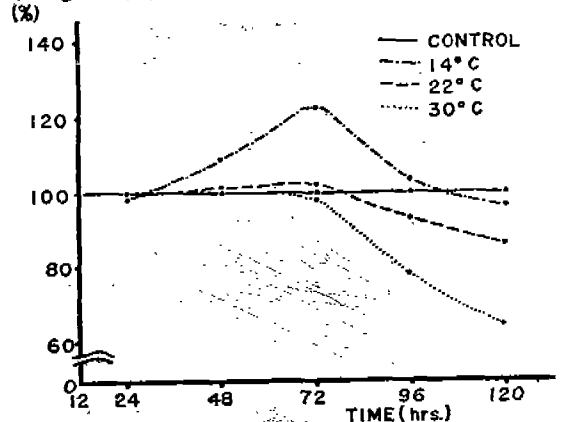


Fig. 7. The changes of the growth rates are expressed as per centage for the growth of the control.

저해작용은 一般적으로 低温에서 보다도 高温에 예민해 진다고 했다(Bacq, 1951, Patt and Swift, 1948). 이러한 點에서 본다면 本實驗의 結果가 보여 주고 있는 高温에서의 阻害效果는 放射線에 依하여 形成된 ion pairs의 活潑한 分子運動性은 代謝物質을 非活性化 시킬수 있는 높은 확률을 가지며 또한 높은 溫度는 chemical energy를 遊離시키기에 용이한 條件을 만들어 준다는 點과 放射性 同位元素가 들어있는 溶液에서 培養한다는것은 長期間 계속해서 同位元素가 透入됨으로써 많은 量이 蓄積하게 되며 溫度의 상승은 代謝作用을 活潑하게 하고 水分의 吸水力을 增大시키므로 同位元素의 蓄積量이 加重 될것 이므로 放射線의 阻害作用을 二重으로 받게 된다는 點이다.

### 摘 要

放射性同位元素  $S^{35}$ 를 넣은 溶液속에서 培養한 發芽호밀의 amylase activity와 生長量이 溫度에 依하여 어떻게 影響받는가를 調査하였다. 發芽植物은  $14^{\circ}C$ 에서 同位元素로 處理된 호밀의 coleoptile 部分의 amylase activity는 control에 比하여 크게 促進되는 것을 發見하였으나  $22^{\circ}C$ 와  $30^{\circ}C$ 의 경우는 抑制를 나타내었다. 低濃度の 同位元素로 處理된 材料의 grain의 amylase activity는  $14^{\circ}C$ 와  $22^{\circ}C$ 에서 뚜렷한 變化를 보이지 않았으나 高濃度인  $50\mu C$ 로 處理된 경우는  $30^{\circ}C$ 의 培養溫度에서 뚜렷한 抑制를 보여 주었으며 生長量의 경우에도 이와 비슷한 傾向을 보여 주었다.

이와같은 放射性同位元素를 包含하는 植物의 放射線의 作用에 對한 溫度의 影響은 溫度의 變化에 依한 水分吸收力의 減增이 同位元素의 蓄積을 左右함으로써 amylase activity나 生長量에 影響을 미친다고 生覺된다.

### 文 獻

1. Darlington, C.D. and La Cour, L.F. 1945. Chromosome breakage and nucleic acid cycle. J. Genetics, 46, 180-267
2. Evenair, M. 1957. The physiological action and biological importance of germination inhibitor. Soc. Exptl. Bio. Symp. 2, 21-43
3. Hong and Cho, 1965. Mitotic chromosomal changes induced by the treatment of  $S-35$  solution in the ryeseedlings. Kor. J. Botany, Vol. 8, No. 1
4. Hong, Kim and Yoon, 1965. Effects of sulfur on the growth and tissue respiration of rye seedlings. Kor. J. Botany Vol. 8, No. 1
5. Kiefer, J. 1967. Influence of culture temperature on the X-ray sensitivity of barley root. Radiation Botany, Vol. 7. No. 1
6. Koller, P.C. 1935. Cytological effects of irradiation at low intensities. Heredity, 6, Suppl, symp. On chromosome breakage. 5-22
7. Lacassagne, A., 1642. Chute de la sensibilité aux rayons X ches nouveaunée en état d'asphyxie. Compt. rend. acad. Sci. URSS, 215, 231-232
8. Mottram, J.C. 1935. On the alternation in sensitivity of cell towards radiation produced by cold and anaerobiosis. Brit. J. Radiology, 8, 32-39
9. Porter, J.W. and Knauss, H.J. 1954. Inhibition of growth of *Chlorella pyrenoidosa* by  $\beta$  ray emitting radioisotope  $H-3$ ,  $P-32$ ,  $Sr-90$  and  $S-35$ . Plant Physiol. 29, 60-63
10. Toole, E.H., Hendricks, S.B., Borthwick, H.S. and Toole Vivan, K. 1951. Physiology of seed germination, Ann. rev. Plant physiology, 7, 299-324