

GA와 B-9 處理가 玉蜀黍 (*Zea mays*) 發芽에 미치는 影響

金鍾震 · 郭增環

慶北大學校 農科大學 農學科

Influence on the Germination Physiology of *Zea mays* Seeds treated with GA and B-9

Kim, Jong Jin · Kwak, Chung Hwan

Dept. of Agronomy, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

Summary

The experiment was conducted to study on the physiology of developing embryo and endosperm degradation during germination of *Zea mays* seeds treated with GA 20 and B-Nine 5000 ppm.

Data obtained can be summarized as follows :

1. Swelling of seminal root increased the section of GA treatment more or less, on the other hand, the section of B-9 treatment inhibited slightly.

2. According to elapsing of seeding date, epithelial cell of Scutellum expanded in size, and the space of cell increased, that degree was enlarged as follows ; the section of GA, the section of Control, and the section of B-9.

3. According to the elapsing of seeding date, the formation of vascular organization embryo became clearer little by little, the lignification of vascular B-9 treatment section rather higher than the other section.

4. The degradation of Starch Grain is composed of near part of epithelial cell of Scutellum, the shape of degradation radiate from element of a disk shape, and the speed of degradation is the section of GA, the section of Control, the section of B-9 in turn.

緒 論

옥수수는 기온이 높은 地帶에서 栽培되나 種類와 品種의 分化가 多樣하여 栽培環境의 適應性이 매우 넓다.

우리나라에서는 山間地에서 食糧으로 많이 栽培되었으나 平野地에서는 間食用으로 多少 栽培되어 왔다. 그러나 1970年代부터 畜産이 發達함에 따라 飼料로의 需要量이 해마다 급증하고 加工用으로의 需要가 늘어 國內生産量이 增加하여도 自給度는 1961年:20%, 1981年:6.1%, 1982년에는 4.9%에 불과하다.⁴⁾

옥수수는 穀實외에 Silage를 中心으로 한 青刈 飼料用으로도 利用價値가 높는데 單位面積當 Energy收量은 飼料作物中에서 가장높다.

植物生長調節物質의 植物生長과 發育에 미치는 促進的 및 抑制的作用은 農作物의 栽培또는 收穫物의 貯藏에 널리 應用되고 있다.

蔡는³⁾ 大麥種子에서 Amylase 生成을 誘導하는 胚에서의 어떤 物質要因의 作用은 GA로서 代行할수 있다고 하였고 金등⁷⁾은 大豆發芽時 GA 處理는 胚軸의 伸長과 蛋白質 消耗를 促進시키고 B-9處理는 胚軸의 伸長을 抑制하며 柔組織의 木化를 促進시킨다고 하였다. 沈등^{12,13)}은 GA處理

가 옥수수 發芽時 α -amylase生成과 活性을 促進시키고 RNA合成을 增加시킨다고 하였으며 Jones와 Armstrong⁶⁾은 1971年 보리의 澱粉分解가 種子의 背部 糊粉尸 주위에서부터 始作된다고 하였고 이와는 對照的으로 1981年 Macgregor 등은⁹⁾ 胚와 胚乳가 接한 부위에서부터 分解된다고 하였다.

澱粉種子의 Scutellum은 發芽時 吸水를 가장 빨리하여 細胞가 膨脹되고 自體에 貯藏되어 있는 Fat droplet가 Starch grain으로 分解되며¹⁾ 生長調節物質과 Energy의 移動이 Scutellum을 통하여 이루어진다고 Palmer가¹⁾ 報告한바 있다.

生長調節劑의 處理가 옥수수 發芽時 胚와 胚乳部分의 形態의 變化에 있어서 Scutellum의 役割에 對해서는 究明된바가 많지않아 筆者는 GA와 B-9이 옥수수 發芽에 있어 胚盤部와 胚部의 發芽過程과 Starch grain의 變化를 究明하고자 檢鏡하여 얻은 몇가지 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

1. 材料

1) 供試品種 : 晋州玉 옥수수(1986年 產 種子보급소)

2) 處理한 生長調節物質 및 濃度

가) GA 20 ppm(日本協和醱酵)

나) B-9 5000 ppm(미성농약)

3) 供試材料 : $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 Incubator에서 5日間 發芽시킨 種子.

2. 方法

1) 發芽試驗

種자를 20時間 各處理液에 浸種후 100粒씩 petri-dish에 播種하여 幼芽長(前葉長), 種子根長 및 數를 調査하였다.

2) 胚盤部の 變化와 胚部の 分化

發芽中인 種자를 播種1日, 2日, 3日, 4日, 5日된 것을 各各 供試하여 胚乳와 胚가 接한 部位를 橫으로 hand section하여 Glycerine-water를 封入하여 檢鏡하였다.

3) Starch Grain의 變化

浸種後 24時間 間隔으로 5日間 種子의 胚乳에 있어 胚盤에 接한 部位와 먼 部位로 區別하여 澱粉細胞尸을 smear하여 Glycerine-water로 封入하여 檢鏡하였다.

結果 및 考察

1. 發芽試驗

1) 發芽率 調査

GA 20ppm과 B-9 5000ppm을 處理한 옥수수의 發芽率은 Table1과 같으며 Control區에서는 置床 2日 ; 64%, 3, 4, 5日 ; 93%였고 GA處理區에서는 80%(2日), 90%(3日, 4日, 5日)였으며 B-9 處理區에서는 50%(2日), 88%(3日), 92%(4日, 5日),로서 큰 差異가 없으나 GA處理區가 多少 發芽가 促進되는 것으로 思料되었다.

Table 1. Germination rate of the Zea mays seeds with GA and B-9 treatment.

Treatment Concentration (ppm)	Days after seeding				
	1	2	3	4	5
Control	-	64	93	93	93%
G A	20	80	90	90	90
B-9	5000	50	88	92	92

2) 種子根의 伸長과 種子根의 發生

GA와 B-9 處理가 옥수수의 種子根 伸長에 미치는 影響을 經時的으로 調査한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. The length of seminal root of the Zea mays seeds with G A and B-9 treatment.

Treatment concentration (ppm)	Days after seeding				
	1	2	3	4	5
Control	-	0.7	2.1	5.6	8.1cm
G A	20	1.0	3.0	6.2	10.1
B-9	5000	0.3	1.8	4.5	6.1

이를 考察하면 Control區에서는 置床2日 ; 0.7cm, 3日 ; 2.1cm, 4日 ; 5.6cm, 5日 ; 8.1cm였고 GA處理區에서는 2日 ; 1.0cm, 3日 ; 3.0cm, 4日 ; 6.2cm, 5日 ; 10.1cm로 種子根의 伸長이 促進되었고, B-9 處理區는 2日 ; 0.3cm, 3日 ; 1.8cm, 4日 ; 4.5cm, 5日 ; 6.1cm로서 多少 抑制되는 傾向을 보였다.

處理에 對한 種子根의 發生數는 表3과 같이 Control 區에서는 置床2日 ; 0.6本, 3日 ; 1.1本, 4日 ; 2.0本, 5日 ; 4.3本이었고 GA處理區에서는 2日 ; 0.8本, 3日 ; 1.7本, 4日 ; 2.4本, 5日 ; 4.0本이였으며 B-9處理區에서는 2日 ; 0.5本, 3日 ; 1.0本, 4日 ; 2.0本, 5日 ; 4.2本으로 各處理間의 差異가 크게 認定되지 않았다.

3) 幼芽(前葉)의 伸長에 미치는 影響

GA와 B-9處理가 옥수수의 幼芽(前葉) 伸長에

미치는 影響을 經時的으로 調査한 結果는 表4와 같다.

Table 3. Numbers of seminal root of the Zea mays seeds with G A and B-9 treatment.*

Treatment	Concentration (ppm)	Days after seeding				
		1	2	3	4	5
Control	-	-	0.6	1.1	2.0	4.3
G A	20	-	0.8	1.7	2.4	4.0
B-9	5000	-	0.5	1.0	2.0	4.2

*Number of seminal root is expressed by an average of 100 grain seeds.

Table 4. Length of plumule (prophyll) of the Zea mays seeds with G A and B-9 treatment.

Treatment	Concentration (ppm)	Days after seeding				
		1	2	3	4	5
Control	-	-	3	9	24	36mm
G A	20	-	6	14	30	41
B-9	5000	-	6	20	32	

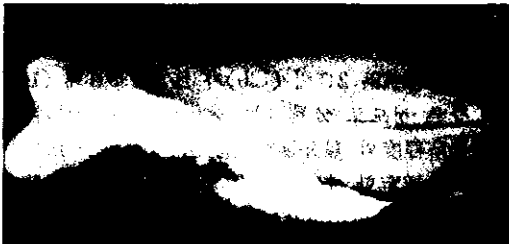
幼芽(前葉)長은 Control區에서 置床2日; 3mm, 3日; 9mm, 4日; 24mm, 5日; 36mm, GA處理區에서는 2日; 6mm, 3日; 14mm, 4日; 30mm, 5日; 41mm, B-9處理區는 3日; 6mm, 4日; 20mm, 5日; 32mm로 GA處理區가 B-9과 Control에 比하여 多少 伸長되었다.

2. 胚盤部의 變化와 胚部의 分化

옥수수 發芽는 幼根이 먼저 種皮를 뚫고 出現되며 幼根이 상당히 자란후에 幼芽가 種皮밖으로 나오게 된다.(Photola-1b)



1a : Second day of the whole seed



1b : Second day of the sectioned seed
Photo 1. Germination of the Zea mays.

大麥種子에서는 浸種後 5時間이 經過되면 維管束이 分化되고 12時間이 經過되면 胚盤自體內의 Fat droplet가 澱粉으로 分解되고 24時間이 經過하면 胚乳의 分解가 始作된다고 Bewely et al¹⁾은 報告하였다.

澱粉種子의 胚는 幼根, 幼芽, 胚盤等으로 構成되어 있고 胚盤에는 node와 上皮細胞가 있다.⁵⁾ 發芽1日, 2日, 3日, 4日된 옥수수 種子를 處理別로 各各 橫으로 胚盤과 胚乳의 境界部位를 切片으로 하여 檢鏡하면 Control區 Photo, 2a, 2b, 2c, 2d, GA區는 Photo 3a,3b, 3c, 3d, B-9區는 Photo, 4a, 4b, 4c, 4d와 같다.

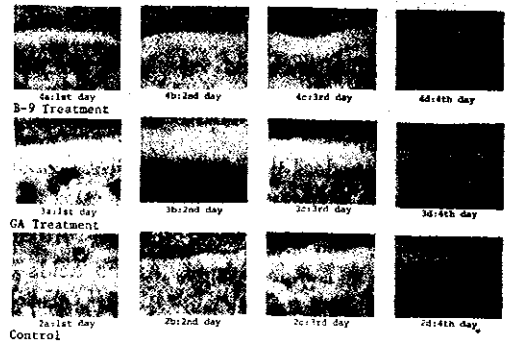


Photo 2. Endosperm, Scutellum and Epithelial cell of the Germinating Zea mays seeds were observed under the optical microscope (200 magnification)

發芽 1日째 Control區(2a)와 B-9區(4a)에서는 貯藏澱粉이 稠密하고 上皮細胞는 小粒狀으로 투명하며 胚盤細胞도 稠密하였으나 GA區(3a)에서는 稠密하던 澱粉은 分解가 始作되어 澱粉粒子 사이에 空間이 나타나기 始作하였다. GA區의 1日째와 같은정도의 分解過程이 B-9區에서는 相當히 늦은 發芽 3日째(4c)에 나타났다. 各處理區共히 上皮細胞는 吸水 3~4日이 經過되면 發芽初期의 2~3倍 크기로 膨脹되며 分解된 澱粉粒子가 上皮細胞로 移動 吸收됨을 認定할 수 있었다.

發芽 1日의 옥수수種子 胚部를 從으로 Section하여 檢鏡하면 幼芽와 幼根間에 Scutelum node가 보이고 柔弱한 Vascular bundle이 胚盤으로 連結되어 있음을 觀察할 수 있다.(Photo 6a) 더욱이 發芽가 完了된 5日째의 것은 Scutellum node와 Vascular bundle이 더욱 뚜렷함을 認定할 수 있다. (Photo 5C, 6C, 7C) 특히 維管束의 分化는

GA處理區가 細胞의 木質化는 B-9處理區가 더욱 현저하였다.

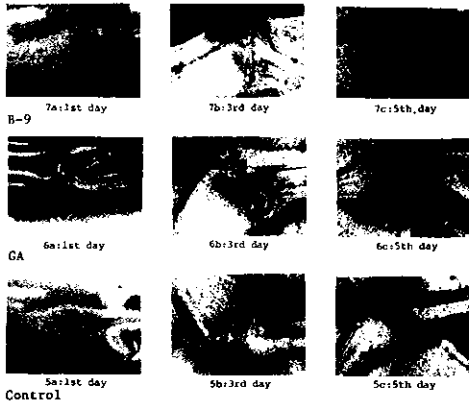


Photo 3. Scutellum node and vascular of the germinating Zea mays seeds were observed under the optical microscope(20 magnification)

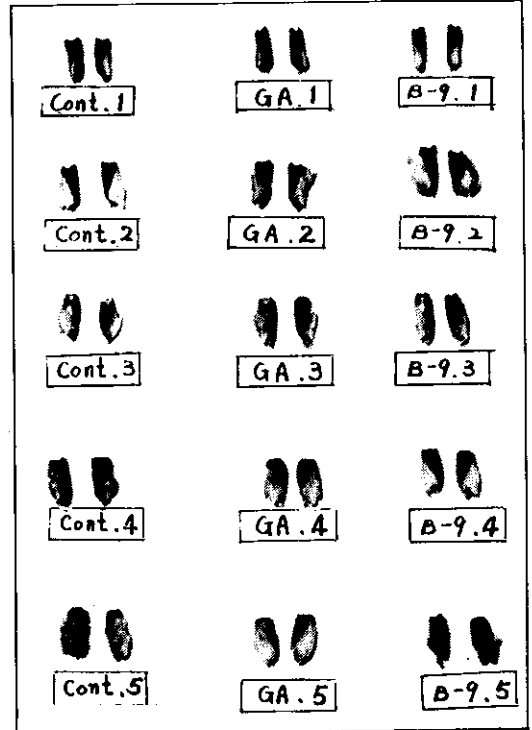
胚盤細胞의 node에서 GA가 合成되고²⁾ node와 胚盤細胞의 前維管束에는 lignin이 침전되어 維管束이 形成되는데 lignin의 침전에는 Auxin이 作用한다¹⁾. 維管束은 GA, 糖, Amino acids 등의 移動通路가 된다고 Macleod¹⁾가 보고 한바있다.

3. Starch grain의 變化

發芽中인 供試種子를 幼根과 幼芽를 除去하고 從斷하여 옥도로 處理하여 이를 經過日數別로 나타내면 Photo, 8a와 같다. 黑紫色으로 着色된 部位를 보면 澱粉의 分解는 胚盤의 가까운 部位에서 澱粉 部位로 進行되며 發芽와 澱粉의 消耗程度는 一致되는 것을 確認할 수 있었다.

種子澱粉의 分解에 對해 여러學者가 研究 報告한바 있다.^{6,7,9,12,13)} Jones와 Armstrong⁶⁾(1971)은 보리의 背部 糊粉尸 주위에서 澱粉의 分解가 始作된다고 하였고 特히 Macgregor와 Matsuo⁹⁾(1981)는 胚와 胚乳가 接한 部位에서 澱粉의 分解가 始作된다는 本實驗結果와 一致되는 報告를 한바있다.

發芽中인 옥수수 種子의 胚乳組織內의 澱粉粒子가 分解되는 模樣을 檢鏡하여 經過日數別로 나타내면 Control區의 胚盤에 가까운部位; Photo; 9a, 9b, 9c, 9d, 胚盤에서 먼部位; 10a, 10b, 10c, 10d, GA區의 胚盤에 가까운 部位; 11a, 11b, 11c, 11d,



8a; Seeds of 1,2,3,4,5,days after seeding with Control, GA, B-9 treatment.

Photo 4. Degradation of the Starch grain of Germination Zea mays Seeds tested by Iodine Reaction

胚盤에서 먼部位; 12a, 12b, 12c, 12d, B-9區의 胚盤에 가까운 部位; 13a, 13b, 13c, 13d, 胚盤에서 먼部位; 14a, 14b, 14c, 14d와 같다.

澱粉粒子는 큰 grain과 작은 grain이 胚乳組織內에 混在해있고 圓盤形의 澱粉粒子는 放射形으로 부서졌으며 發芽 1日째 胚盤에 接한 部位에 있어 GA區 (11a)는 圓盤形粒子的 大部分이 放射形으로 금이간것이 觀察되었다. 그러나 Control區 (9a)는 半程度, B-9區 (13a)는 일부분만이 觀察되었다. 胚盤에서 먼 部位는 Control區 2日째 (10b)와 GA區 2日째 (12b)가 B-9區 3日째 (14c)와 같은 정도로 分解되는 것으로 보아 澱粉粒子的 分解程度와 發芽進行速度는 대체로 一致되는 傾向을 認定할 수 있었다. 各處理區共히 胚盤에 接한 部位가 먼部位보다 迅速히 澱粉이 分解됨을 檢鏡할수 있었다.

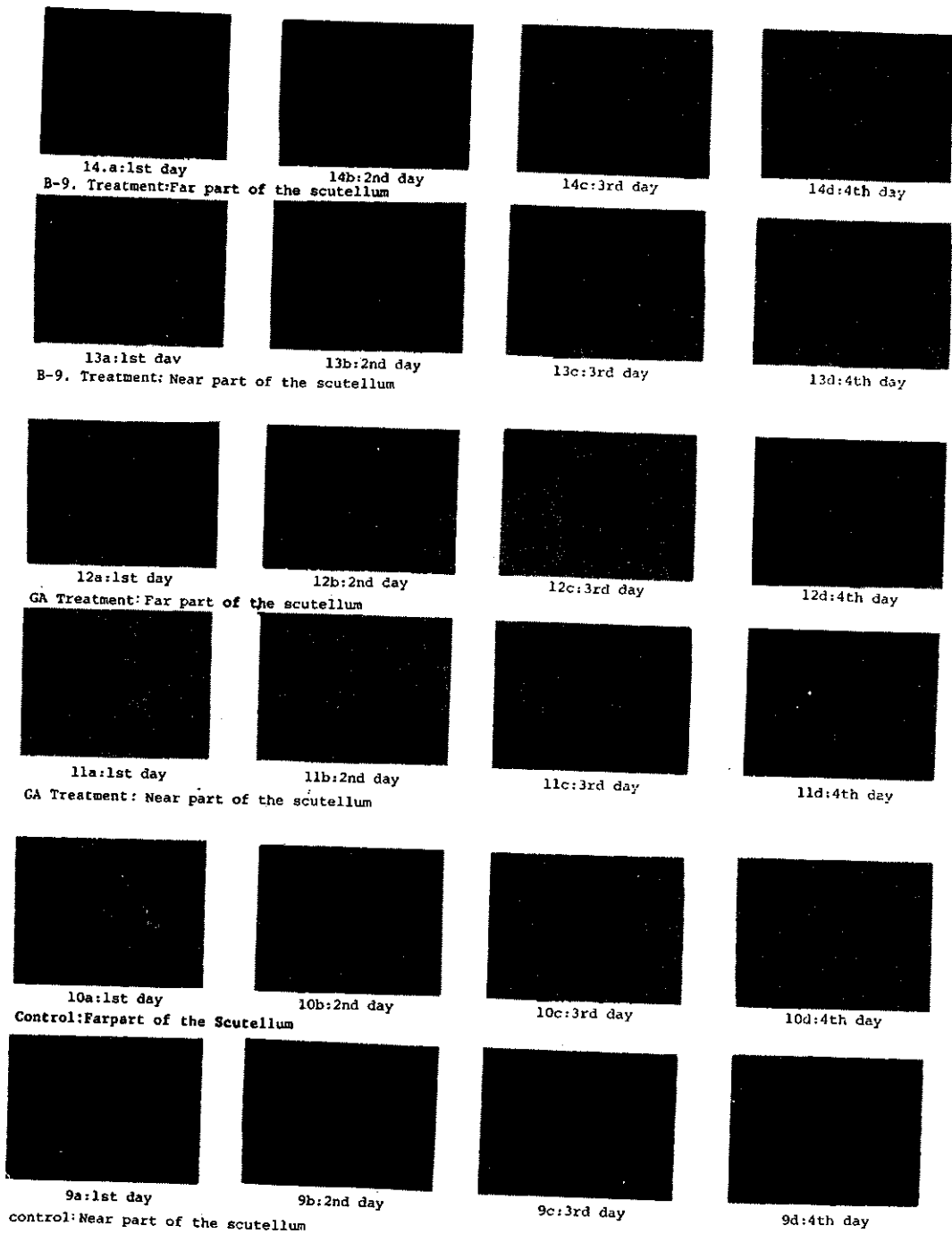


Photo 5. Degradation of the starch grain on the various stage of the germinating Zea mays seeds was observed under the optical microscope (400 magnification)

結 論

GA 20ppm과 B-9 5,000ppm을 옥수수種子에 處理하여 發芽過程에 일어나는 胚 및 胚乳의 生理作用을 調査한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 種子根의 伸長은 GA處理區가 多少 促進 되었고 B-9處理區는 多少 抑制 되었다.

2. Scutellum의 上皮細胞는 發芽日數가 經過됨에 따라 크기가 膨大되고 細胞間隙이 늘어나며 그 程度는 GA處理區, Control區, B-9處理區 順序로 增大되었다.

3. Scutellum의 維管束組織의 形成은 發芽日數가 經過됨에 따라 미약하던것이 점차 뚜렷해지며 木化現象은 B-9處理區가 他區보다 促進되었다.

4. Starch Grain의 分解는 Scutellum의 上皮細胞에 가까운部位에서부터 이루어지며 分解되는 形態는 圓盤模樣의 粒子가 放射狀으로 부서지고 分解速度는 GA 處理區, Control區, B-9 處理區의 順이었다.

引 用 文 獻

1. Bewley, J.D. M.Black, *Physiology and Biochemistry of Seeds*, (Berlin, Springer-Verlag, 1982), 179-188.
2. Brown, H.T. Morris. G.H, *J. Chem, Soc*, 57, (1890), 458-528.
3. 蔡麟基, "大麥種子의 Amylase生成에 미치는 Gibberellic acid의 效果," *韓國植物學會誌*, 14 (1), 1971, 1-4.
4. 崔正燮, "開放經濟에 對備한 韓國農業의 對應 方案." *韓國農村經濟研究院*. 68, 1983, p.124.
5. Fahn, A. *Plant Anatomy*, 3rd Edition, (Frankfurt, Germany, Pergamon Press, 1982), 479-495.
6. Jones, R.L. and J.E. Armstrong, "Evidence for osmotic Regulation of Hydrolytic Enzyme production in Germination Barley seeds," *Plant physiol*, 48.(1971), 137-142.
7. 金鍾震·李英燦, "GA와 B-9이 大豆(Glycine max) 發芽時 呼吸作用 및 成分變化에 미치는 影響," *慶北大學校 教育大學院 論文集*, 17, 1985, 195-204.
8. Krishnamoorthy, H.N. *Plant Growth substance*, New Delh ; ,Tata Mcgrawhill, 1981.
9. Macgregor A.W. and Matsuo, R.R. "Starch Degradation in Endosperms of Barley and Wheat Kernels During Initial stages of Germination." *Cereal Chemistry*. 59(3), (1982), 210-216.
10. Newton, R.T. Meckenstock D.H. and Miller, "Soluble Carbohydrates in developing sorghum caryopses." *Crop Science*, 23(1), (1983), 80-82.
11. Salisbury, Frank B, *plant physiology*, (USA, Wadsworth, Inc, 1985).
12. 沈雄燮·鄭和志, "發芽中인 옥수수種子內에서 α -amylase의 活性에 미치는 GA_3 의 效果." *高麗大學校論文集*, 234. 1983.
13. 沈雄燮·鄭相活, "發芽中인 옥수수 種子內에서 RNA의 生合成에 미치는 GA_3 의 效果." *高麗大學校論文集*, 234. 1983.
14. 沈雄燮·盧光洙, "Gibberellic Acid의 作用機作에 관한 研究." *韓國植物學會誌*. 22(4), 1979, 95-100.
15. 成樂春·해리 씨 마이너·朴根龍 溫度·土壤 水分포텐셜 및 滲透處理가 옥수수와 大豆의 發芽 및 苗 伸長에 미치는 影響 *韓國作物學會誌*, 31(1), 1986, 56-61.