

大豆幼軸伸長에 미치는 各種生長 調節物質과 石灰 및
加里의 生理的作用에 對하여

郭 炳 華 · 尹 慶 恩

(高麗大學校 農科大學 園藝學科)

Physiological Activities Exerted by Various Growth Regulators,
Ca and K ion on Elongation of Soybean Hypocotyl Segments

KWACK, Beyoung-Hwa and Kyung-eun YOON

(Dept. of Horticulture, College of Agriculture, Korea University)

ABSTRACT

Hypocotyl segments of shade-grown soybean sprouts (var. Kumdo) were floated in solutions of various substances at physiological levels and grown for either 24 hours at 28°C or 72 hours at 25°C.

Increased length of the segments beyond 20mm (the original length) was obtained as a measure of the present studies.

At the room temperature, Ca and DNP strongly inhibited elongation of the hypocotyl segments, whereas K, IAA, GA and EDTA in general promoted it. There were, however, no such differences in the effects at relatively low temperature.

This indicated that the elongation process not only involves stretching of wall materials, but also does synthesis of the materials. Ca was found to be antagonistic to the promotive action of GA in the elongation, and the IAA action involves metabolic energy. EDTA seemed to act as a widely known chelator removing Ca already existed in the hypocotyl tissue, thus showed a promotion in the elongation.

緒 論

植物의 生長은 分裂한 細胞가 伸長해서 한 分化한 組織이라든가 器管을 만드는 것을 그 特徵으로 하는데 生理學者들에 依해서 過去부터 細胞伸長의 機構를 多角度로 研究되었으며 植物組織의 切片을 利用하여 比較的 容易하게 細胞伸長의 機作을 研究하기에 이르렀다.

近來에 와서는 特히 indole 醋酸(IAA)이라든가 gibberellin(GA)과 같은 生長促進物質에 對한 生理學的 研究가 많은 實施되어 왔다 (Audus 1963, Leopold 1964). 植物의 切片을 生長生理의 基礎研究에 많이 使用해 왔고 또 實驗上 取扱이 매우 容易하여 (Audus 1963) 本實驗에 있어서도 이것을 利用키로 했다. 本研究은 前報(Kwack and Yoon 1968)의 繼續으로 各種生長調節劑가 石灰나 加里에 比較해서 莖組織伸長에 어떠한 生理的인 效果를 가지고 오게 하는가를 觀察하고 그 結果를 論議한 것이다.

材料 및 方法

콩나물幼軸은 既報한 것(Kwack and Yoon 1968)과 같이 市販되는 陰生한 것(品種: 金豆)으로서 길

이 10cm 內外로 伸長한 것을 골라서 子葉基部로 부터 根部를 向해 20mm 길이로 切斷하고 約 30ml 供試液이든 小型 Petri dish 에 넣은 다음 陰地에서 다음과 같이 伸長시켰다. 卽 35°C 에서는 72時間, 28°C 에서는 24時間두고 元來의 20mm 以上으로 伸長한 길이에 對하여 處理間 比較를 하였다. 1個의 Petri dish 에는 10個의 幼軸切片이 投入되어 있고, 1處理當 한번에 3 dish 를 供用했으며 이것을 다시 3회에 걸쳐서 實驗했으니 處理當變員은 90이며 한 平均値는 90個 幼軸伸長을 代表하는 것이다.

各種 供試液의 pH는 試驗前後로 보아 大體로 5.5 內外였고 큰變動이 없었으며 緩衝液은 그 物質의 滲透濃度와 性質의 影響을 變慮해서 添加않기로 했다. 그러니까 各種添加物質의 濃度는 比較의으로 生理的인 程度(效果가 뚜렷하고 可能한 低濃度)에서 使用하고 無處理區인 對照로는 언제나 蒸溜水만을 利用했다.

結 果

石灰(Ca)는 大豆幼軸伸長을 顯著히 抑制하고 있음은 既報한 바(Kwack and Yoon 1968)와 같거나 와 그러한 抑制效果는 低濃度의 2,4-dinitrophenol(DNP)를 使用했을 때도 恰似하였으며 DNP는 Ca의 抑制作用을 助長시켰다(Table 1). 그러나 그것은 平溫인 28°C 前後에서 그러했고 比較的 低溫인 冷藏器속의 10°C 에서는 Ca와 DNP의 이러한 差는 觀察할수 없었다(Table 1). Ca는 幼軸伸長에 抑制的으로 作用했음에 比해서 加里(K)는 그와 反對로 促進하였으며 이때 Ca나 K의 濃度를 3倍로 增加시켰을 때도 同一한 效果를 나타냈다(Table 2). 平溫에 있어서는 콩 幼軸의 伸長에 Ca는 勿論 抑制的으로 作用했고 indole 醋酸(IAA), gibberellin(GA), ethylenediaminetetraacetate(EDTA) 및 K는 모두 促進的으로 作用했는데 低溫인 10°C 에서는 Ca, IAA, GA, K 및 EDTA 등은 無處理에 比해 그다지 顯著한 抑制 또는 促進의 效果는 觀察할수 없고 다만 平溫의 그것에 對한 傾向만을 若干 보였다(Table 3).

IAA는 幼軸伸長에 相當히 促進的으로 作用함에 對하여 DNP를 單用했을 때와 거의 같이 IAA와 DNP를 同濃度에서 混合하여 使用했을 때는 IAA의 그 促進作用은 없어졌다(Fig. 1). K의 幼軸伸長에 對한 促進性은 抑制的으로 作用하는 Ca와 共存할때는 K의 促進性을 大幅 減少시키는 힘이 있음을 觀察했으며(Fig. 2), EDTA의 促進性에도 Ca가 共存할때 그와 類似한 現象을 나타 내었다(Fig. 3). IAA의 促進性에 對해서는 K의 促進에 附加的으로는 作用하지 않고 共存할때는 오히려 IAA의 促進性을 K가 減少시켰다(Fig. 4).

Table 1. Elongation of the hypocotyl segments in millimeters with Ca and DNP at two different temperatures (72-hour growth).

	O	Ca	DNP	Ca+DNP
28°C	7.3	6.8	5.1	3.4
10°C	3.3	3.0	3.0	2.7

LSD (1%)—0.8

O—control, Ca—100mg/l calcium nitrate, DNP—2mg/l 2,4-dinitrophenol.

Table 2. Elongation of the hypocotyle segments in millimeters with K, Ca and their respective tripled levels (72-hour growth).

O	K	Ca	3 XK	3 XCa
6.1	7.2	5.3	6.9	3.6

LSD (1%)—0.7

O—control, K—100 mg/l potassium nitrate, Ca—100 mg/l calcium nitrate.

Table 3. Elongation of the hypocotyl segments in millimeters with either Ca, IAA, GA, K or EDTA (24- hour growth).

	O	Ca	IAA	GA	K	EDTA
28°C	4.0	3.4	5.5	4.6	4.8	5.3
10°C	2.5	2.3	3.1	2.7	2.6	3.0

LSD (1%)—0.6

O-control, Ca-100 mg/1 calcium nitrate, IAA 5 mg/1 indole acetic acid, GA 50 mg/1 gibberellic acid, K-100 mg/1 potassium nitrate, EDTA-50 mg/1 sodium ethylenediamintetra acetate (24-hour growth).

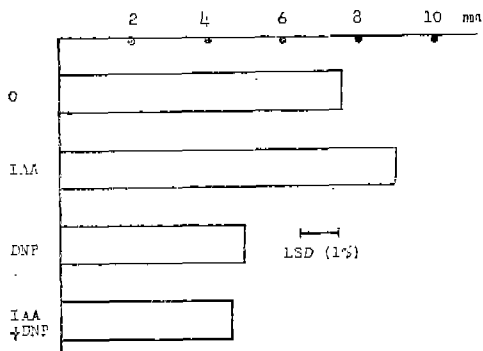


Fig. 1. Increase in length of the hypocotyl segments as treated with either IAA (5mg/1 indole acetic acid), DNP(2mg/1 2,4-dinitrophenol), or the both together (72-hour growth).

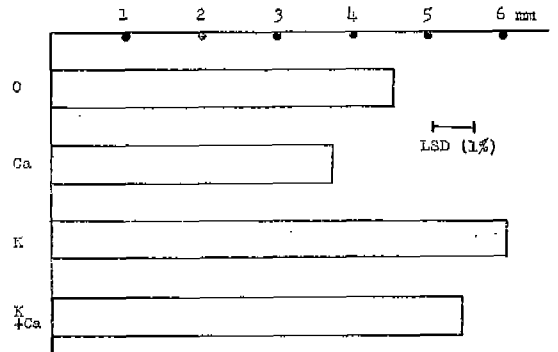


Fig. 2. Increase in length of the hypocotyl segments as treated with either Ca(100 mg/1 calcium nitrate), K (100 mg/1 potassium nitrate), or the both together (24-hour growth).

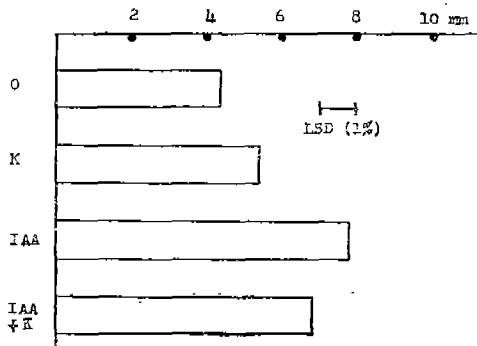


Fig. 3. Increase in length of the hypocotyl segments as treated with either Ca(100 mg/1 calcium nitrate) EDTA(50 mg/1 sodium ethylene diamintetra acetate), or the both together(24-hour growth).

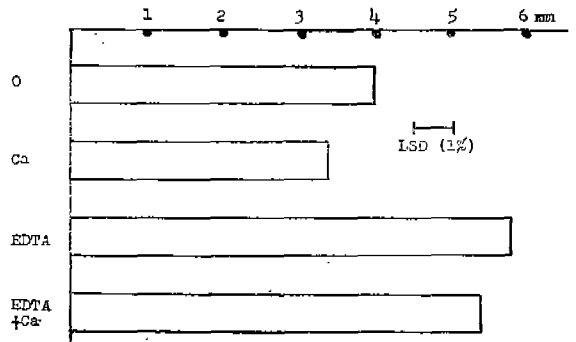


Fig. 4. Increase in length of the hypocotyl segments as treated with either K(100 mg/1 potassium nitrate), IAA(5 mg/1 indole acetic acid), or the both together(24-hour growth).

獨으로 存在할 때와 같은 程度의 伸長을 보였다(Fig. 5).

考 察

DNP 나 低温은 近來 metabolic inhibitor로서 實驗에 많이 使用되어 왔고 呼吸抑制를 目的으로 하는데 가끔 利用되었다(Dickinson 1967). 滲透壓의 影響을 받지 않을 程度의 DNP는 幼軸伸長을 抑制하는데, 細胞伸長은 單純히 既存膜質로서만 이루어 지는 것이 아니라 呼吸 energy를 利用하는 어떠한 膜物質의 合成이 同伴되고 있음을 可히 알수 있다. 이것은 Ca의 抑制作用과는 그 結果에 있어서는 同一하겠으나 그 作用機作이 相異한 것이 아닌가 보며 燕麥의 韌葉細胞伸長에는 細胞膜質의 合成이 前提되어야 한다는 事實(Ray 1962)과 類似한 點이 있다. Ca는 元來 細胞膜의 pectin에 附着하여 나타내는 作用(Coöl and Bonner 1956, Kwack and Kim 1967)을 가지고 있고

Ca가 細胞膜에 作用하자면 應當한 量의 膜質 特히 pectin이 合成되어야 하는데 Ca의 pectin에의 附着은 non-metabolic이며 呼吸 energy를 必要로 하지 않음에 比해서 pectin 合成은 metabolic이며 上記 energy를 必要로 하는 課程이기에 (Ray 1962, Kwack 1965, Kwack 1967) 10°C와 같은 低温에서는 (Table 1) Ca나 DNP의 無處理에 對한 抑制作用에 그다지 差가 없게 되는 것이다. Ca와 DNP는 結果의으로 同一한 結果를 낳으면서 다시 追加의인 伸長抑制現象을 보여 준것도 이러한 關係에서 由來된것이라 보겠다. Ca는 細胞膜에 所謂 exchangeably bound 되어 있는데 對하여 K가 Ca濃度以上으로 거기에 存在할 때에는 附着된 Ca가 離脫되어 K와 交換함에 따라 膜의 硬固性을 減少시키고 거기에 柔軟性을 주기 때문에 伸長促進을 한다 하는데(Coöl and Bonner 1956) IAA나 GA의 境遇 (Table 3, Fig 4, 5)에는 細胞膜柔軟物質로 널리 알려져 있으나 分子의으로 어떠한 機構에 依해서 그렇게 되는가는 未知이지만 膜質의 物理的性質을 다르게 하는 것은 事實이다.

이러한 作用을 가진 IAA, GA 또는 K에 元來 單獨의으로도 伸長抑制作用을 가진 Ca를 共存시키면 그들 物質의 促進作用을 相當히 減少시켜 그들에 對해서 拮抗作用을 나타낸다. 그 뿐만 아니라 IAA의 促進作用은 DNP로서 呼吸課程을 阻害했을 때 이것이 거의 完全히 除去시키는 힘을 가지고 있음을 보면 (Table 3) IAA는 細胞膜質의 柔軟性增加以上으로 膜質合成에 直接 關與하고 있음을 알 수 있다. IAA의 이러한 作用은 低温에서도 若干 나타나긴 하나 程度가 弱함을 볼때 IAA는 한 方面으로는 膜質合成을 促進시키고 있음을 推定케 한다. IAA와 K가 보여주는 伸長促進이라도 그들이 作用하는 位置와 機構가 다르기 때문에 K와 IAA는 서로 共存할때 附加的인 促進效果는 없는것 같다. 膜質에 附着함으로 해서 伸長抑制現象을 나타내는 Ca나 伸長促進을 보이는 K는 이들이 作用하는 膜質合成이 低温이나 DNP에 依해서 不進될때는 抑制나 促進의 顯著한 差異는 찾아볼수 없게 된다 (Table 3). 다만 EDTA의 促進效果는 (Fig. 3) 幼軸內에 既存하는 附着 Ca를 離脫시키는 效果가 있음을 目的으로 使用하여 Ca의 伸長抑制效果를 減少시킨 結果 그렇게 된것이며 EDTA와 Ca가 共存할때는 Ca와 NaEDTA가 CaEDTA와 溶液狀態에서는 可逆的인 狀態로 놓여지기 때문에 EDTA의 促進的인 效果가 있으면서도 Ca가 없을때 보다는 相當히 減少된 促進效果를 보여 준 것으로 생각 된다. 無處理의 對照에 比해서 大豆幼軸의 Ca와 DNP에 依한 伸長抑制 및 K, IAA 그리고 EDTA에 依한 促進狀은 Fig. 6에서 찾아 볼 수 있다.

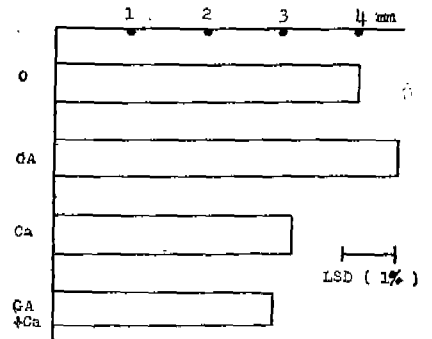


Fig. 5. Increase in length of the hypocotyl segments as treated with either GA (50 mg/l gibberellin), Ca(100 mg/l calcium nitrate), or the both together (24-hour growth).



Fig. 6. Effects of Ca, EDTA, IAA, and K at comparative concentrations on the elongation of soybean-bean sprout hypocotyls. Control (0), Ca (100 mg/1 calcium nitrate), EDTA (50 mg/1 sodium ethylene diamintetra acetate), IAA (5 mg/1 indole acetic acid), and K (100 mg/1 potassium nitrate).

摘 要

陰生한 大豆(品種: 金豆)의 幼軸切片을 生理的濃度의 各種供試物質이 들어있는 溶液속에서 各各 25°C 에는 72 時間, 28°C 에는 24 時間 伸長시켜 다음 結果를 얻었다.

平溫에서는 Ca 나 DNP 가 大豆幼軸의 切片伸長을 顯著히 抑制시켰으며 反對로 K, IAA, GA 및 EDTA 는 모두 促進시켰다. 比較的 低溫에서는 이러한 抑制 및 促進의인 効果는 喪失되었다. 이것은 幼軸伸長課程에 있어 다만 膜質의 伸長에만 끝나는 것이 아니라 膜質의 合成도 關與하고 있음을 暗示한다.

Ca 는 GA 의 促進的作用에 拮抗力을 가지고 있으며 幼軸伸長에 미치는 IAA 는 呼吸 energy 와 關連性이 있는 作用을 하고 있다. EDTA 는 植物組織內 既存한 Ca 를 溶出し킴으로써 나타내는 伸長促進作用을 論議하였다.

文 獻

1. Audus, L.J. (1963). Plant growth substances. Interscience Pub., Inc. N.Y.
2. Cooil, B. and Bonner, J. (1956). The nature of growth inhibition by calcium in the Avena coleoptile. Planta (Germany) 48: 696-723.
3. Dickinson, D.B. (1967). Permeability and respiratory properties of germinating pollen. Physiol. Plant. (Sweden) 20: 118-127.
4. Kwack, B.H. (1965). On the action of Ca in pollen growth as influenced by interaction of the different Ca concentration, acidity and temperature. Kor. Jour. Bot. (Korea), 8: 19-23.
5. Kwack, B.H. (1967). Studies on cellular site of calcium action in promoting pollen growth. Physiol. Plant. (Sweden) 20: 825-833.
6. Kwack, B.H. and Kim, I.H. (1967). Effects of calcium ion and the protective action on survival and growth inhibition of pollen. Physiol. Plant. (Sweden) 20: 73-82.
7. Kwack, B.H. and Yoon, K.E. (1968). The effect of calcium on elongation in hypocotyl segments of soybean sprouts. Kor. Jour. Hort. Sci. (Korea) 3: 62-65.
8. Leopold, A.C. (1964). Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y.
9. Ray, P. (1962). Cell wall synthesis and cell elongation in oat coleoptile tissue. Amer. Jour. Bot. (USA) 49: 928-939.