

招 請 講 演
Invited Lecture

植物生長調節劑에 관하여

趙 匡 衍*

On the Plant Growth Regulators

Cho, Kwang Yun*

I. 序 言

1983年末 現在로 우리나라의 總人口는 4,000 萬名을 넘어섰으며 農村人口는 948 萬名으로 全體人口의 24%를 차지하는 것으로 나타나 있다. 1968年의 農村人口 比率이 51%이었던 것과 比較해 보면 農村人口의 急激한 減少를 잘 알 수 있으며 그나마도 女性과 老人이 차지하는 比率이 높아져서 農村勞動力의 質의 低下는 대단히 深刻한 狀態에 이르렀음을 알 수 있다. 開墾과 干拓에도 불구하고 耕地面積은 每年 0.4% 程度로 減少하는 傾向이고 耕地利用率도 減少一邊度라고 한다. 生活水準이 向上됨에 따라 肉類消費가 늘면서 飼料穀物의 導入이 늘어났고 每年 10億弗 以上の 外貨를 穀物輸入에 使用하게 되었으며 糧穀自給度를 50% 以下로 떨어뜨리는 結果를 가져왔다. 近來의 잦은 氣象異變이나 農產物을 武器化하려는 主要農產國들의 움직임을 考慮하면 우리나라의 食糧問題는 대단히 深刻한 問題로서 問題解決을 위해 모든 努力을 기울이지 않으면 안될 것이다.

耕地面積을 꾸준히 擴大시켜 나가고, 諸般農業技術을 發展시켜 單位面積當의 生産性을 向上시키고 農業機械化和 省力化로 農村勞動力을 効率的으로 使用하고 氣象異變에 能動的으로 대처할 수 있는 綜合的인 方案이 마련되어야 할 것이다.

나아가 植物의 生理現象을 人爲的으로 調節하여 植物體와 生産機能을 極大化시킬 수 있는 方法도 研究되어야 할 것이다. 筆者는 이러한 問題點 解決

에 植物生長調節劑가 크게 寄與할 것으로 생각하며 植物生長調節劑 利用의 可能性에 대해 살펴보고자 한다.

II. 植物生長調節劑란 무엇인가?

植物生長調節劑는 植物의 發芽, 成長, 開花, 結實, 休眠 等の 여러가지 生理現象을 微量으로 調節할 수 있는 化合物을 말하는데 一般的으로 無機物이나 肥料는 除外하고 있다. 이러한 定義는 모호한 점이 많이 있는 것도 사실이다. 그 까닭은 植物의 生理現象을 觀察해온 歷史에 비해 植物의 生理現象이 化學物質에 의해 支配되고 있다는 事實이 뒤늦게 알려졌고 나아가서 化學物質로 植物의 生長을 調節해보겠다는 積極的인 概念은 1940年代에 이르러 비로소 形成되었기 때문이다.

넓은 意味로는 除草劑도 植物生長調節劑로 取及할 수 있으나 除草劑는 特定植物을 枯死시키는 限定된 目的으로만 使用되고 있고 植物生長調節劑라는 概念이 나오기 前부터 農藥의 한 分野로 確固한 位置를 차지하고 있기 때문에 보통은 除外하고 있다. 그러나 除草劑인 maleic hydrazide도 담배의 腋芽防止, 양파의 發芽抑制 等の 目的으로 使用될 때는 植物生長 調節劑로 取扱되고 있다. 植物生長 調節劑는 天然物에게나 人工合成物에나 모두 使用되고 있으나 그 중에서도 植物의 特定部位에서 生合成되어 植物體內의 各 器官에 移動하여 微量으로 生理現象을 抑制하는 物質을 植物호르몬이라고 區別하기도 한다. 어떤 特定한 植物에만 存在하거나 作用하면 植物호르몬이

* 韓國化學研究所.

* Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 300-32, Korea.

라고는 할 수 없고 廣範圍한 植物種에 分布되어 있으면서 共通의인 生理活性을 나타내어야 하는데 現在 植物호르몬으로 認定받고 있는 것은 오옥신(Auxin), 지베렐린(Gibberellin), 싸이토키닌(Cytokine), 암시신산(Absciscic acid), 에틸렌(Ethylen)의 다섯가지이다. 各 호르몬의 代表的인 構造를 그림 1에 나타내었다.

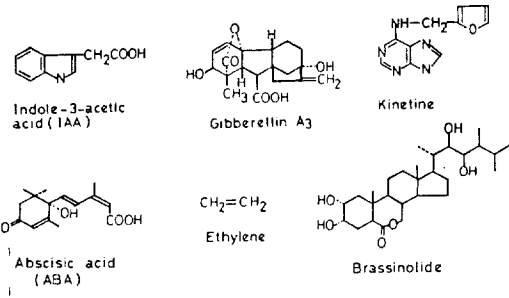


Fig. 1. 주요 植物호르몬의 構造

III. 植物호르몬의 生理作用

1. 오옥신

오옥신은 그림 1에서 보듯이 indole acetic acid (IAA)와 같은 生理活性을 가지는 一群의 化合物을 말한다. 植物의 屈光性의 原因物質로서 처음에는 人尿로부터 發見되었으나 植物界에 널리 分布되어 있음이 알려졌고 여러가지 生理作用發現에 關係하고 있음이 알려졌다.

1) 細胞伸長促進: 오옥신의 作用에 의하여 細胞壁이 느슨해지고 그 結果로 吸水生長이 增大되어 細胞의 伸長이 일어난다고 생각되고 있다. 특히 어린 植物細胞에 대해 顯著한 效果를 나타낸다. 또한 頂芽優勢를 維持시키는 作用도 한다.

2) 發根促進: 不定根의 形成을 促進시키는데 이러한 現象은 插木時에 利用될 수 있다.

3) 離層形成의 遲延: 葉身部の 오옥신 含量이 葉柄基部보다 높을 경우에는 離層形成이 遲延되고 그 反對의 경우에는 促進된다고 한다. 離層形成에는 오옥신외에도 암시신산이나 에틸렌도 參與하는 것으로 알려져 있다. 이러한 生理作用은 落果防止, 摘果, 着果促進 등에 利用할 수 있다.

4) 單位結實의 促進: 토마토의 경우 花柱에 花粉대신 오옥신을 처리해도 子房의 肥大가 일어나 單位結實이 일어난다. 다른 作物에 대해서도 結實促進에 應用할 수 있을 것이다.

5) 脫分化에 對한 作用: 高濃度의 오옥신중에서 植物의 切片을 培養하면 無方向, 無定型으로 增殖하는 脫分化가 일어난다. 植物의 組織培養에는 必須의인 化合物이다.

2. 지베렐린

지베렐린은 벼의 키다리병의 病原菌이 生産하는 毒素物質로서 發見이 되었다. 벼가 키다리병에 걸리면 葉色이 옅어지고 줄기와 잎이 가늘게 되면서 키만 부쩍 자라 마침내는 結實을 못하게 된다. 이러한 現象을 나타내는 物質로서 發見된 지베렐린이 여러가지 植物中에 특히 콩科植物의 幼苗中에 많이 포함되어 있는 것이, 또한 各 植物의 生育段階에 따라 量的 變化가 있는 것이 알려졌으며 獨特한 生理作用을 가지고 있음을 알게 되었다. 菌에서 發見된 지베렐린을 균지베렐린, 植物體로부터 發見된 것을 植物지베렐린이라고 區別하기도 하나 양쪽에서 모두 發見된 지베렐린도 있다. 지금까지 66種의 遊離 지베렐린의 構造가 밝혀졌으며 糖과 結合된 複合지베렐린들도 발견되어 있다.

1) 生長促進效果: 지베렐린의 가장 顯著한 生理作用은 無傷植物의 줄기에 對한 伸長效果이며 특히 어린組織에 對해 뚜렷하게 나타난다.

2) 開花促進: 低溫處理나 長日處理가 必要한 植物들이 지베렐린을 處理해 주면 花芽가 形成되어 開花한다. 花卉에 많이 利用되고 있다.

3) 休眠打破, 發芽促進: 休眠이 打破되어 發芽하는 데에는 低溫處理나 光을 要求하는 植物種이 있으나 高濃度의 지베렐린을 處理함으로써 低溫處理 없이도, 또는 暗所에서도 發芽시킬 수 있다.

4) 單位結實의 促進: 지베렐린은 여러가지 作物에 對해 單位結實을 促進시키며 특히 델라웨어 포도에 있어서는 그 效果가 顯著하다. 現在 生産되고 있는 지베렐린의 대부분은 씨없는 포도 栽培에 使用되고 있다.

5) 加水分解酵素의 活性化: 穀類種子의 加水分解酵素의 活性을 增大시키는데 그중에서도 α아밀라제에 대한 效果가 뚜렷하다. 이 效果는 麥酒工業에서 麥芽製造에 利用되고 있다.

3. 사이토키닌

細胞分裂을 促進시키는 物質로서 코코넛밀크로부터 發見되었다. 後 여러가지 微生物이나 高等植物中에 널리 分布하고 있음을 알았다. 사이토키닌은 Kinetin 과 같은 生理活性을 가지는 一群의 化合物들을 말하는데 天然에서 發見되어지는 것들은 adenine 骨格을 가지고 있는 것이 특징이다. Adenine은 DNA나 RNA의 構成成分이다.

1) 細胞分裂促進과 細胞의 擴大: 細胞分裂을 促進시키는데 이 効果는 오옥신을 添加해 줌으로써 더욱 增強된다. 이때 오옥신은 脫分化를 持續시키는 役割을 하는 것으로 생각되고 있다. 또한 무우잎을 잘라서 사이토키닌溶液中에서 培養하면 切片의 面積이 增大하는데 이것은 細胞의 擴大에 의한 것이 밝혀졌다.

2) 分化促進: 脫分化한 組織을 줄기나 잎, 또는 뿌리로 再分化시키는 作用을 한다. 細胞分裂, 細胞擴大 등의 効果와 더불어 分化促進効果는 callus를 誘導하거나 增殖시켜 再分化시키는데 利用되어 組織培養에 의한 植物體 繁殖에 利用되고 있다.

3) 老化防止: 잎을 따서 사이토키닌용액에 담가두면 클로로필의 分解가 抑制되어 長期間 新鮮함을 維持하게 한다. 꽃잎이나 生花輸出時에 應用할 수 있을 것이다.

이러한 生理效果외에도 發芽促進 着果促進 生長促進 雌性器官誘發 등의 效果가 報告되어 있다.

4. 암시신산

落葉이나 落果처럼 離層이 形成되어 母體로부터 떨어지는 것을 脫離現象(abscission)이라고 한다. 美國에서 栽培되는 木花는 開花後 5~10日 사이에 落果하는 것이 많아 때로는 65%까지 이른다고 한다. 이 原因物質로서 發見된 것이 암시신산이다. 겨울눈(冬芽)의 休眠物質로 發見된 Dormin이라는 化合物도 암시신산임이 밝혀졌다. 植物性카로티노이드인 violaxanthin이 光分解되면 xanthoxin이 되는데 이것은 植物體내에 널리 分布되어 있으며 構造나 生理作用이 암시신산과 비슷한 것으로 보아 대단히 興味있는 일이다.

1) 脫離現象의 促進

2) 休眠誘起作用

3) 水分의 蒸散防止: 植物의 氣孔을 閉鎖하여 蒸散을 防止한다. 植物이 水分不足에 의해 萎凋現象을 일으키면 體內的 암시신산濃度가 增加하는 것이 알

려져 있다.

4) 老化促進: 脫離나 休眠을 誘導함으로써 老化를 促進시킨다.

5) 다른 호르몬과의 拮抗作用: 오옥신이나 지베렐린 등에 의해 일어나는 여러가지 生理現象을 抑制시킨다. 따라서 植物이 나타내는 여러가지 生理現象은 後述하는 에틸렌을 포함하여 이들 호르몬간의 量的 均衡이나 相互作用에 의해 支配받는 것으로 解釋되고 있다.

5. 에틸렌

에틸렌은 極히 簡單한 構造의 氣體化合物이다. 가스燈을 켜 때에 가스가 새면 街路樹에 形態의 異狀을 가져온다든가 과일애플 開花에 煙氣가 有効한 것 등 오래전부터 觀察되어온 現象이 内生에틸렌에 의해 影響을 받고 있음이 밝혀졌다.

1) 果實의 成熟促進: 과일組織에 에틸렌을 投與하면 呼吸의 上昇이 빨라지거나 強해지면서 成熟이 促進된다. 우리나라에서도 이미 普遍化되어 있다.

2) 細胞伸長에 미치는 影響: 細胞의 伸長을 阻害하고 擴大生長을 促進시킨다. 上偏生長을 일으킨다.

3) 其他生理作用: 에틸렌은 開花調節 花芽誘導, gametocide로서의 作用, 器官의 脫離促進等등의 많은 生理作用을 나타내고 있으며 앞으로 微量가스成分의 分析技術이 發達함에 따라 植物生理에 미치는 影響에 대해 더 많은 部分을 알게 될 것이다.

6. 브라시노라이드

브라시노라이드는 油菜花粉으로부터 發見된 새로운 生長促進物質이다. 全體적으로는 Steroide 構造를 가지고 있으나 B環이 七員環 lactone인 것과 여러개의 chiral center를 가지고 있는 것이 特徵이다. 이와 비슷한 構造와 生理活性을 가지는 化合物들이 다른 植物에서도 속속 發見되고 있어 6번째의 植物호르몬이 될 可能性이 높다.

細胞의 伸長과 分裂을 顯著하게 促進시키기 때문에 줄기의 屈曲, 膨潤, 破裂 등을 일으킨다. 極히 낮은 濃度에서도 植物의 生長을 促進시켜 増產을 가져오므로 앞으로의 研究가 期待된다.

IV. 植物生長調節劑의 利用

植物호르몬은 天然物이지만 이들을 合成해서 使用할 수도 있다. 또한 반드시 構造가 같지 않더라도

보다 효과가 강력하고 化學的으로 安定하며 價格이 廉 化合物이 있다면 더욱 바람직할 것이다. 이러한 化合物들은 모두 植物生長調節劑라고 하는데 生理作用別로 살펴보기로 한다.

1. 發芽 및 休眠

發芽促進에 가장 많이 利用되는 것은 지베렐린으로서 채소로부터 과수에 이르기까지 廣範圍한 植物의 發芽를 促進시킨다. 光要求性的 양상치나 低温處理가 필요한 밀도 지베렐린處理로 發芽시킬 수 있다. 양파나 감자가 貯藏中에 發芽하는 것을 防止하기 위하여 休眠을 誘起시키는 데에는 maleic hydrazide가 使用되고 있다.

2. 發根促進

오옥신의 代表的인 生理効果이다. Indole acetic acid 외에 indole butyric acid가 實用化되어 있다. Naphthalene acetic acid, naphthalene acetamide도 効果가 있다.

3. 開花調節

開花를 調節하는 것은 몇가지 점에서 대단히 重要하다. 서로 꽃피는 時期가 다른 種間的 雜種交配가 可能하며 慶祝日에 맞춰 꽃을 피게 함으로써 價値를 높일 수 있으며 꽃피는 것을 防止함으로써 增産 또는 品質向上을 期待할 수 있기 때문이다.

에틸렌을 발생시킬 수 있는 ethephon을 에이커당 1~2 파운드 使用함으로써 파인애플을 일제히 꽃을 피게 할 수 있으며 지베렐린을 使用해서 日長處理가 必要한 菊花類를 아무때나 꽃피게 할 수 있다. 사탕수수의 경우는 꽃이 피면 澱糖 含量이 減少하는데 꽃을 피지 못하게 함으로써 에이커당 1.3톤의 澱糖이 增産된다고 한다. 이러한 目的으로 maleic hydrazide, monuron, diuron 등이 使用되었었으며 近來에는 diquat가 많이 使用되고 있다.

4. 脫 離

脫離現象을 調節할 수 있는 것은 農業의 安定的인 生産내지는 增産에 도움을 줄 수 있고 勞動力의 省力化나 農業機械化에 도움을 준다.

해걸이를 피하고 高品質의 과일을 얻기 위해서는 摘果가 必須인데 손으로 하려면 이만저만 어려운 것이 아니다. 밀감摘果에는 naphthalene acetic acid가 많이 使用되어 왔으나 近來에는 Figaron이 利

用되고 있다. 生長調節劑를 使用하여 剪枝나 摘心の 효과를 얻을 수 있다. 토마토 摘心에는 진사슬脂肪酸이나 알콜이 使用되고 있으며 아자레아나 국화 베고니아 등에는 dikegulac sodium이나 undecanol이 有效하다.

Naphthalene acetic acid는 處理時間과 濃度에 따라 摘果劑로도 落果防止劑로도 使用할 수 있으며 지베렐린이나 kinetin, chloromequat, daminozide 등은 着果促進에 利用되고 있다.

오렌지 收穫을 돕기 위해서는 Release가 利用되고 있으며 ethephon, cycloheximide도 有效하며 木花 收穫時에도 잎을 떨어뜨리기 위해 여러가지 落葉劑(defoliant)가 利用되고 있으며 作物乾燥劑로 Regron 등이 利用되고 있다.

5. 增 産

植物의 生長을 促進시키거나 抑制시킴으로서 增産을 도모할 수 있다. 사탕수수에 에이커당 2온스의 지베렐린을 處理함으로써 5톤 以上の 사탕수수를 더 收穫할 수 있고 0.5톤 以上の 澱糖이 增收되었다고 한다. 生育을 促進시킴으로서 얻는 利益은 쉽게 생각할 수 있으나 植物의 生長을 抑制시키는 것도 重要하다. 獨逸에서는 Chloromequat를 使用하여 밀의 倒伏을 防止하여 增産效果를 거두고 있으며 우리나라에서도 벼의 倒伏防止를 위하여 pp-333 등이 試驗되고 있다.

고무나무에 傷處를 내어 고무原料인 라텍스를 얻는데 ethephon을 處理함으로써 2倍 以上の 라텍스를 얻을 수 있으며 結果的으로 고무나무의 壽命을 2倍 以上 延長시키는 效果를 가져온다.

사탕수수의 熟成을 促進시켜 增産하는 目的으로 는 glyphosine과 glyphosate, ethephon 등이 利用되고 있다.

6. 品質向上

지베렐린을 使用하여 씨없는 포도를 만드는 것은 우리나라에도 實用化되어 있다. 담배의 경우 꽃이 피면 잎의 品質이 低下된다. 이것을 防止하기 위하여 主稈을 잘라 주는데 主稈을 자르면 腋芽가 發生하여 다시 品質을 低下시킨다. 腋芽防止를 위하여 maleic hydrazide가 使用되고 있다.

고추의 着色促進에는 ethephone이 利用되고 있다.

7. 不良環境의 克服

不良環境으로는 크게 가뭄과 低溫을 들 수 있다. Chlormequat는 呼吸을 抑制시켜 蒸散을 抑制하는 効果가 있으며 葉시신산도 氣孔을 閉鎖하여 呼吸을 抑制시킴으로써 가뭄에 대한 被害를 적게 한다. Phosfon이나 daminozide 等도 植物의 生長을 抑制함으로써 water stress를 輕減시켜 준다고 한다.

이들 生長抑制劑는 양배추나 밀, 시금치 등에 처리했을 때 서리被害를 輕減시키기도 하며 葉시신산도 冷害豫防이나 治療에 도움을 준다고 한다.

V. 結 言

植物生長調節劑는 使用時期나 使用濃度에 따라 그 效果가 다르게 나타나며 品種間의 差異도 심한 것이 一般的이다. 氣候나 土壤, 栽培條件에도 影響을 받기 때문에 安定的인 效果를 얻기 위해서는 많은 研究가 必要하다. 지금까지 研究된 것은 주로 外國에서 外國의 主要作物에 대한 것으로 우리나라의 農業與件에 맞는 우리 作物에 關한 研究가 必要하다.

植物生長調節劑를 使用함으로써 增産 品質向上, 勞動力의 省力化, 不良環境의 克服 等에 대한 可能性은 充分히 證明된 셈이다. 이것들은 바로 우리나라 農業이 안고 있는 問題點들로서 이러한 問題點들이 解決될 수 있다면 食糧自給自足에 크게 寄與하게 될 것이다.

參 考 文 獻

1. 高橋信孝共著. 1981. 生理活性天然物化學, 東京大學出版會, 東京.
2. Louis G. Nickell, 1982. Plant Growth Regulators - Agricultural Uses, Springer - Verlag, Berlin.
3. Tudor H. Thomas. 1982. Plant Growth Regulator Potential and Practice, BCPC Publications.
4. Louis G. Nickell. 1978. Chemical and Engineering News, p. 18, Oct. 9.