

Brassinolide와 Auxin類의 植物 生長調節劑가 무우 子葉柄의 屈折에 미치는 影響

崔忠悰* · 竹松哲夫** · 竹内安智** · 金吉雄***

Effect of Brassinolide and Auxin Type Plant Growth Regulators on Radish Petiole Curvature

Choi, C. D.*, T. Takematsu**, Y. Takeuchi** and K. U. Kim***

ABSTRACT

This study was conducted to determine the combining effects of a synthetic brassinolide such as homobrassinolide (HBR) with auxin types on the curvature of radish petiole. HBR has no direct effect on the petiole curvature of radish, regardless of concentrations used. Among the natural known plant growth regulators, NAA at 100ppm showed the highest curvature at 12 hours after treatment. The synthetic auxins such as 2,4-D and MCP resulted in about three times greater effect on curvature than the untreated control, and their effects lasted till 36 hours after treatment, showing much better effect on curvature than that of the natural auxin types of plant growth regulators. The mixture of MCP at 3 ppm with HBR at 100ppm increased petiole curvature of radish seedlings as much as three times greater than that of a single application of HBR. However, the mixture of HBR at 100 ppm plus 2, 4-D at 100ppm increased the petiole curvature of radish seedlings about eight times greater than that of the HBR single application, showing existence of strong synergistic reaction and the most effective combination, and suggesting possibility of a practical implementation in agriculture.

Key words: homobrassinolide, petiole curvature, combining effect, synergistic.

緒 論

Auxin 이 植物體內에서 生長을 調節한다는 것이 밝혀진 後 gibberellin, cytokinin, abscisic acid, ethylene 等の 物質이 檢定되어 지금까지 作物에 있어서 組織形成의 促進, 側芽의 抑制, 種子의 發芽調節, 雜草防除 等 農業에 많이 利用되고 있는데, 最近 brassinolide 가 第6의 植物生長 調節劑로서 脚光을 받고 있다. 유채(*Brassica napus* L.)의 花粉에서 처음으로 存在가 確認된⁹⁾ 이 物質은 抽出·

精製의 어려움과 適切한 生物檢定法의 未確立 等으로 別다른 進前이 없다가 1979年 Grove⁹⁾에 依해 構造가 밝혀지고 brassinolide 라고 命名되었다. Brassinolide 는 花粉, 未熟種子, 잎, 줄기 等に 含有되어 있는데 花粉이나 未熟種子 等の 生殖生長期의 組織에서 含量이 많다.¹²⁾ Brassinolide 는 構造의 으로 B環이 lactone 型인 steroid 系 化合物로서, 動物의 性호르몬이나 昆蟲의 脫皮호르몬이 steroid 骨格을 갖고 있는데 steroid 系 化合物이 植物의 生長을 調節한다는 것이 特히 흥미를 끌고 있다. Brassinolide 는 植物의 細胞分裂과 細胞伸長

* 嶺南作物試驗場 Yeongnam Crop Experiment Station, RDA, Milyang, Korea

** 日本 宇都宮大學 農學部 Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Japan

*** 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 635, Korea

을 促進하지만 生理作用面에서는 既存 5種의 生長調節劑와는 特異한 反應을 나타내는 物質로 評價되어지고 있다.

Brassinolide 에 關한 研究은 아직 初期研究段階에서 그 作用性 및 生理活性이 明確하게 밝혀지지 않고 있는 實情이지만 美國, 日本 等 先進國에서 研究에 박차를 加하고 있다. 筆者等⁴⁾은 이미 生理活性의 檢定을 위한 生物檢定法의 一環으로서 무우 幼植物의 下胚軸 伸長反應檢定法을 提示하였고 또 brassinolide 는 生長促進劑인 GA, BA, IAA 가운데 auxin 類인 IAA 와는 相昇作用을 나타내나 GA 나 BA 와는 拮抗反應을 나타내는 것을 무우 幼植物의 下胚軸 伸長檢定으로 報告된 바 있다.⁵⁾

이리하여 本 研究에서는 子葉柄의 上偏生長에 brassinolide 와 auxin 類의 單獨 및 混用處理가 어떻게 影響하는가를 究明하여 얻어진 약간의 結果를 報告코자 한다.

材料 및 方法

供試植物의 育成은 直徑 10 cm, 높이 15 cm 의 와그너 풋트에 무우(*Raphanus sativus* cv. Tokinashi) 種子를 15 粒씩 播種하여 25℃ 溫室에서 7 日間 育苗後 子葉柄이 展開되기 始作하는 것을 材料로 하여 풋트當 供試化合物 2 ml 를 莖葉處理하였다. 供試化合物은 auxin 類의 IAA (indole-3-acetic acid), IBA(indole butylic acid), NAA(naphthalene acetic acid), MCP(2-methyl-4-chloro-phenoxy acetic acid), 2,4-D(2,4-dichloro phenoxy acetic acid)와 brassinolide 類는 HBR[(22S, 23S)-homobrassinolide]을 使用하였으며 處理濃度는 各各 3, 10, 30, 100 ppm 이었다. Auxin 類는 處理後 4, 8, 12, 24, 36 時間에 調査하였다. Auxin 類와 HBR의 混用處理는 NAA와 2,4-D는 3, 10, 30, 100 ppm에 HBR 3, 10, 30, 100 ppm 混用處理하고 MCP와 HBR의 混用은 MCP 3 ppm에 HBR 3, 10, 30, 100 ppm 處理하고 處理後 24 時間에 子葉柄의 屈折角度를 測定하였다. 모든 處理는 3 反復으로 遂行하였다.

結 果

그림 1 은 子葉柄의 上偏生長 즉 屈折에 미치는 IAA의 效果를 나타낸 것으로 無處理의 子葉柄의

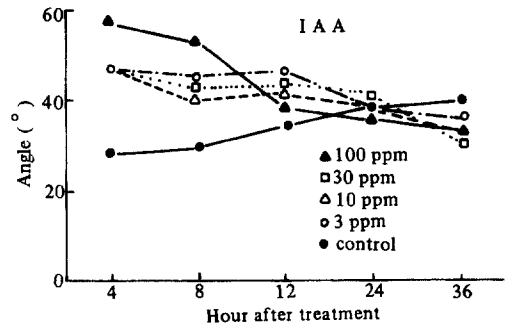


Fig. 1. Petiole curvature of radish seedling as affected by various concentration of IAA.

上偏生長은 時間이 흐를수록 25°에서 約 40°로 增加하였으나 IAA는 處理後 4 時間부터 漸次的으로 效果가 減少하여 24 時間에는 無處理와 差가 없었다. 濃度間 反應은 30 ppm 以下の 濃度에서는 濃度間 差가 없었고 100 ppm에서는 處理後 8 時間까지 多少 높았으나 12~24 時間 前後부터는 無處理와 差가 없었다. 이리하여 IAA의 效果는 處理後 24 時間 前後하여 消滅되었다.

IBA 處理에 依한 子葉柄의 屈角變化는 濃度가 높아짐에 따라 處理後 24 時間까지는 增加하였고 濃度別로는 低濃度보다는 高濃度에서 效果가 높았다. 10 ppm 以下の 低濃度에서는 無處理와 크게 差가 없었으나 IAA 보다 活性이 强하게 나타났다(그림 2).

NAA의 經時的인 反應은 濃度間에 뚜렷한 差를 보였는데 100 ppm의 高濃度에서는 處理後 12 時間까지 屈折角이 無處理에 比하여 3 倍나 顯著하게 增加되었으나 12 時間 後부터 急激히 減少하여 36 時間後에는 無處理와 差異가 없었다. 30 ppm 以下の 濃

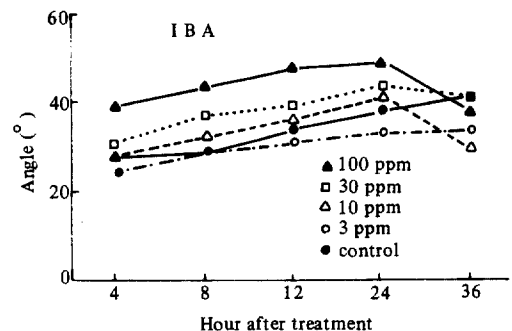


Fig. 2. Petiole curvature of radish seedling as affected by various concentrations of IBA.

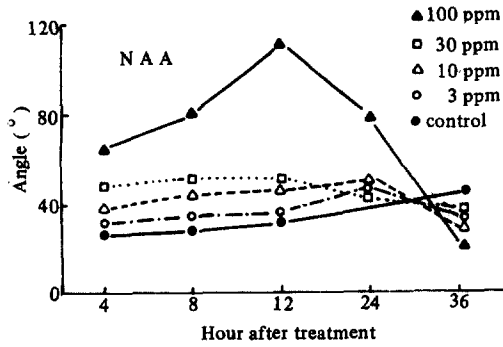


Fig. 3. Petiole curvature of radish seedlings as affected by various concentrations of NAA.

도에서는 處理後 24時間까지 약간의 濃度別 差를 보이면서 多少 增加하는 傾向이었으나 24時間 後부터 無處理와 差가 없었다(그림 3). 高濃度인 100 ppm에서는 NAA가 IAA 나 IBA 보다 反應이 훨씬 높게 나타났다.

한편 MCP의 反應은 前述한 3種의 auxin 類와는 전혀 다르게 나타났다. 3 ppm의 低濃度에서는 無處理와 크게 差가 없었으나 經時的으로 上偏生長이 增加됨을 나타냈다. 濃도가 높을수록 子葉柄의 屈折角도 增大되었으며 活性도 處理後 36時間까지 繼續的으로 增加되었으며 300 ppm 以下の 濃度에서는 濃度間差가 크게 보이지 않았으나 100 ppm에서는 活性이 크게 나타났다(그림 4). 100 ppm의 高濃度에서 前述한 IAA, IBA, NAA 보다 훨씬 강한 反應을 보여 屈折角이 無處理의 3倍 以上을 나타냈다.

2, 4-D도 MCP와 비슷한 傾向으로 나타났으며

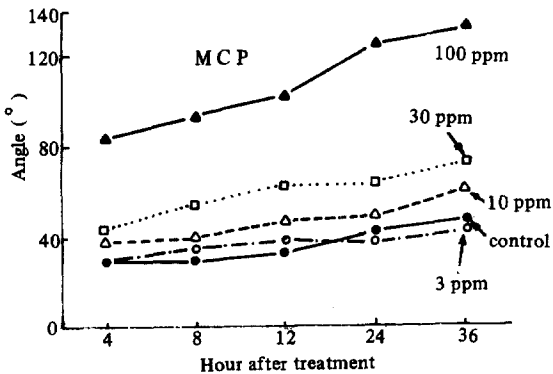


Fig. 4. Petiole curvature of radish seedlings as affected by various concentrations of MCP

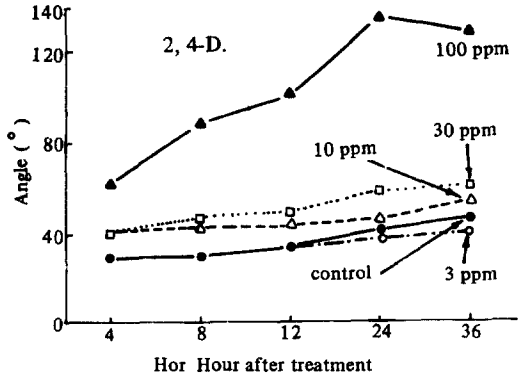


Fig. 5. Petiole curvature of radish seedling as affected by various concentrations of 2, 4-D.

3 ppm의 低濃度에서는 크게 活性이 나타나지 않았지만 屈折角은 36時間까지 經時的으로 增加하였다. 30 ppm 以下の 濃度에서도 濃度間 屈折角 差는 크지 않았지만 活性이 持續 되었고, 100 ppm에서는 處理後 24時間부터 反應이 多少 減少되었지만 無處理에 比하여 3倍 以上の 活性의 差를 보였다.

表 1은 HBR과 MCP의 混用處理했을 때 子葉柄의 屈折角變化를 나타낸 것이다. HBR 單獨으로는 上偏生長이 크게 誘導되지 않았으나 MCP에 HBR의 添加는 反應을 增大시켰으며 HBR 30 ppm에 MCP 3 ppm 添加는 HBR 30 ppm 單獨보다 2倍, HBR 100 ppm에 MCP 3 ppm 添加는 HBR 100 ppm 單獨處理보다 約 3倍 增大시켜서 HBR의 濃도가 增加될 수록 MCP와의 混用效果는 增大되었다.

NAA와 HBR의 混用の 效果는 各各의 單獨處理에서는 濃度別 差가 크지 않았으나 混用處理에서는 子葉柄의 屈折角이 增加反應을 보였다. NAA에 對한 HBR의 添加는 HBR의 濃도가 높을수록 反應이 增加되었으며 NAA 30 ppm까지는 큰

Table 1. Interaction of (22S, 23S) homobrassicin with MCP in the petiole curvature of radish seedlings.¹⁾

MCP conc. (ppm)	HBR concentration (ppm)			
	0	10	30	100
	- Angle (°) -			
0	27.5	30.8	32.9	33.5
3	30.6	38.2	64.2	99.4

1) Determined at 24 hours after treatment.

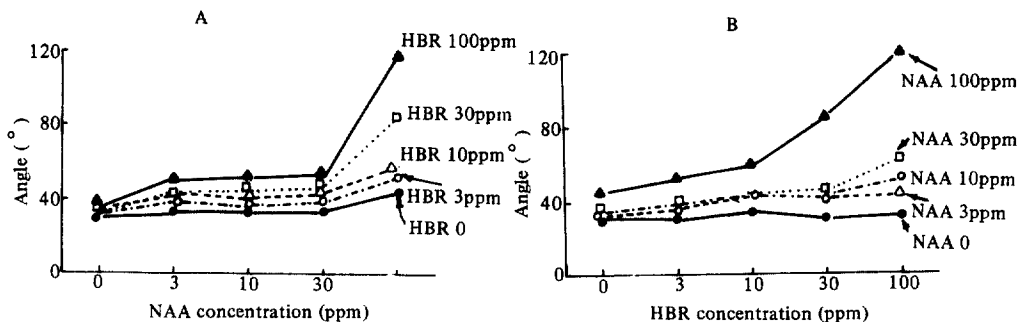


Fig. 6. (22S, 23S) homobrassinolide-NAA relationship in their effects on petiole curvature of light-grown radish seedlings.

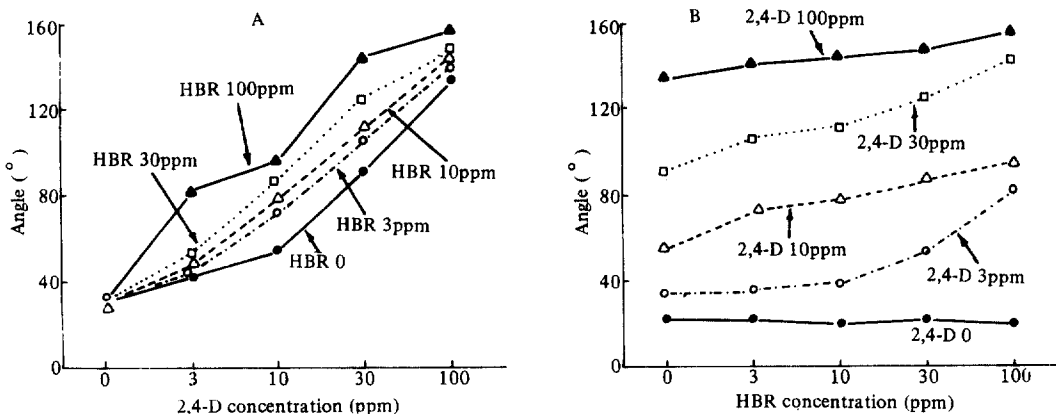


Fig. 7. (22S, 23S) homobrassinolide-2,4-D relationship in their effects on petiole curvature of light-grown radish seedlings.

차가 없었지만 100 ppm에서는 HBR의 농도간 차이가顯著하였다(그림 6-A). HBR에 대한 NAA의添加效果를 보면 HBR 및 NAA 각각 30 ppm까지는 크게反應을 나타내지 않았으나 HBR 30 ppm에 NAA 100 ppm에서는 크게增加되었고 HBR, NAA 각각 100 ppm에서는單獨處理보다 3倍增加를 보였다(그림 6-B).

2,4-D와 HBR을混用했을時的屈折角變化는그림 7과 같다. 2,4-D에對한 HBR의添加는HBR의濃도가 높아짐에 따라子葉柄屈折角度도增加하였으나 HBR 3, 10, 30 ppm에서는混用效果가 그리 크지 않으나 HBR 100 ppm에서는 크게 나타났다(그림 7-A). HBR에對한 2,4-D의添加는 2,4-D의濃도間에 뚜렷한活性差를 나타내었으며 2,4-D 100 ppm處理區는 HBR의濃도에關係없이 HBR單獨處理보다約 8倍의屈折角의增加를 나타냈으며 HBR의濃도가增加될수록 2,4-D效果는增大되었다(그림 7-B). HBR과

Auxin類種類間的相互作用을 보면 2,4-D나 MCP와 HBR과의混用보다 NAA와의混用이 월등히 큰反應을 나타내고 있다.

考 察

上偏生長은 一般的으로 雙子葉植物에서 같은 部位의 組織이지만 上偏의 伸長이 背面의 伸長보다 빠를 때 發生하는데 外生호르몬의 處理에 依해서 誘導된다고 한다.⁷⁾ 上偏生長의 原因을 Bradford³⁾는 뿌리가 물에 잠기거나 酸素가 缺乏된 狀態에서 ethylene의 前驅物質인 ACC가 뿌리에서 줄기로 移行되면서 ethylene으로 轉換되어 葉柄의 上偏生長을 誘導한다고 하였다. 토마토에서 葉柄屈折角의 研究가 많이 되고 있는데 ethylene의 生成이 增加함에 따라 上偏生長도 增加하고¹⁰⁾ 抗 ethylene 性物質은 上偏生長을 抑制시킨다는 報告가 있다.¹⁾ 本試驗의 結果 IBA, IAA는 24時間까지 活性이 持

續되었지만 IAA는 다른 4種의 auxin類에 比하여 持續性이 짧았는데 이것은 IAA 酸化酵素의 作用으로 光에 依해 分解가 促進되며 또한 天然 auxin 이 合成 auxin 에 比하여 活性이 빨리 消滅되는 것으로 보여진다. 合成 auxin 類인 MCP 와 2,4-D는 經時的으로 活性이 增大되면서 持續되기 때문에 農業에 實用的으로 利用되고 있다.

Auxin 類와 HBR 을 混用했을 境遇 上偏生長의 反應은 HBR 單獨으로서는 크게 作用하지 않았으나 auxin 類에 HBR 이 添加됨으로서 促進되었으며 濃度가 높을 수록 活性이 增大되었는데 HBR 이 auxin 으로 誘導된 上偏生長을 增大시키는 것은 auxin 이 ethylene 生成 및 作用을 活性化 시키고²⁾ brassinolide 類가 auxin 과 相昇作用을 하는 것으로⁶⁾ 미루어 보아 brassinolide 類에 依한 ACC 와 ethylene 의 活性促進에 依한 것으로 推定할 수 있을 것이다. Schlagnhauer¹¹⁾ 는 綠豆의 下胚軸에서 brassinolide 類의 作用은 ACC 가 ethylene 으로 轉換되는 段階에서 酵素作用을 活性化 시킨다고 하였는데 子葉柄에서도 같은 機作일 것으로 생각된다. 本 試驗에서 얻어진 結果인 HBR 이 農業에 利用되고 있는 auxin 類의 活性을 增大시키고 作用性을 持續시켜 준다는 事實은 매우 의미 있고 實用 可能性이 있는 것으로 思料된다. 今後 이들 化合物의 混用時 時差를 두고 處理했을 때의 研究는 brassinolide 의 實用化에 기여할 것으로 思料된다.

摘 要

HBR [(22s, 23s)-homobrassinolide]과 auxin 類의 生長調節劑를 單獨 또는 混用 處理時 무우 子葉柄의 上偏生長(屈折)에 어떻게 影響을 미치는가를 究明하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. HBR 單獨處理는 濃度에 關係없이 무우 子葉柄 屈折에 影響하지 않았다.
2. 天然植物生長調節劑 IAA, IBA, NAA의 屈折效果는 짧았고 IAA는 處理後 4時間, IBA는 12~24時間, NAA는 12時間 지나면 減少하였다. 이 가운데 NAA 100 ppm 處理區에서 가장 높았고 IAA 處理에서 전반적으로 가장 높았고 IAA 處理에서 전반적으로 가장 效果가 낮았다.
3. 合成 auxin 類인 MCP 나 2,4-D의 屈折效果는 대체로 36時間 持續되었으며 高濃度인 100

ppm 에서 無處理에 3倍 以上 增大시켰다. 30 ppm 以下の 低濃度에서는 效果도 작고 濃度間 差도 작았다.

4. NAA 와 HBR 의 混用은 NAA 100ppm 處理에서 HBR 100 ppm 單獨보다 約 3倍 增大시켰으나 30 ppm 以下の 濃度에서는 큰 差異가 없었다.

5. HBR 에 MCP 3 ppm 의 混用은 HBR 單獨處理에 比하여 屈折角을 約 3倍 增大시켰다. HBR 과 2,4-D 의 混用은 濃度가 增加할 수록 屈折角의 反應이 크게 나타났으며 100 ppm 混用에서 HBR 單獨處理에 比하여 約 8倍 增加시켰다.

引 用 文 獻

1. Amrhein, N., and D. Wenker. 1979. Novel inhibitors of ethylene production in higher plants. *Plant Cell Physiol.* 20(8): 1635-1642.
2. Arteca, R. N., J. M. Bachman, J. H. Yopp, and N. B. Mandava. 1985. Relationship of steroidal structure to ethylene production by etiolated mungbean *Vigna radiata* cultivar berken segment. *Physiol. Plant.* 64: 13-16.
3. Bradford, K. B., and D. R. Dilley. 1978. Effect of root anaerobiosis on ethylene production, epinasty, and growth of tomato plants. *Plant Physiol.* 61: 506-509.
4. Choi, C. D., Y. Takeuchi, and T. Takematsu, 1986. Biological properties of brassinolide. *Chem. Regu. Plant* 21 (in press).
5. Choi, C. D., T. Takematsu, Y. Takeuchi, and K. U. Kim, 1987. Interaction of brassinolide with other known plant growth regulator, *Korean Weed Sci. Soc.* 7 (1) (in press).
6. Cohen, J. D., and W. J. Meudt. 1983. Investigation on the mechanism of the brassinosteroid response. *Plant Physiol.* 72: 691-694.
7. Gregory, L. E. and N. B. Mandava. 1982. The activity and interaction of brassinolide and gibberellic acid in mung bean epicotyl. *Physiol. Plant.* 54: 239-243.
8. Grove, M. D., G. F. Spencer, W. K. Rohwedder, N. B. Mandava, J. F. Worley, J. D. Warthen Jr. G. L. Steffens, J. L. Fillppen-Andersch, and J. C. Cook Jr. 1979. Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica*

- napus* pollen. *Nature* 281: 216-217.
9. Mitchell, J. W., N. B. Mandava, J. F. Worley, and J. R. Plimmer. 1970. Brassins-a new family of plant hormones from rape pollen. *Nature* 225: 1065-1066.
 10. Schlagnhauser, C. D., and R. N. Arteca. 1985. Brassinosteroid induced epinasty in tomato plants. *Plant Physiol.* 78: 300-303.
 11. Schlagnhauser, C. D., R. N. Arteca, and J. H. Yopp 1984. Evidence that brassinosteroid stimulates auxin-induced ethylene synthesis in mungbean hypocotyl between s-adenosylmethionine and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Physiol. Plant.* 61: 555-558.
 12. Yokota, T. 1984. Brassinosteroids from higher plant. *Chem. Regu. Plant.* 19(2): 102-109.