

生長調整劑 處理가 水稻生育 및 倒伏關聯 形質에 미치는 效果

姜忠吉 · 柳甲喜 · 李庚徵*

Effects of Plant Growth Retardants on the Growth and Characters Related with Lodging in Rice

Kang, C.K., G.H. Ryu and K.H. Lee

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of plant growth retardants on the growth and characters related with lodging in rice. The results are summarized as follows. Plant height which is closely related to lodging was significantly inhibited by the application of inabenfide, paclobutrazol, and uniconazole. Among the tested application times, inabenfide, paclobutrazol, and uniconazole were the most effective in inhibiting plant height at 30, 20, 20 days before heading respectively. Inabenfide was markedly effective in reducing the lower (4th) internode length, whereas paclobutrazol and uniconazole were more effective in reducing the upper (3rd and 2nd) internode length. Internode wall of rice plant treated with chemicals was tended to be thickened as compared with control. Heading date was not influenced by inabenfide, but paclobutrazol and uniconazole were inhibited 1 or 2 days in heading date as compared with control. Lodging index was the most reduced when inabenfide was applied 30 days before heading with 160g ai whereas paclobutrazol and uniconazole were applied 15 days before heading with 12, 1.2g ai per 10a, respectively. All the treatments inhibited the lodging of rice but control was completely lodged. Yield treated with these chemicals was prevented by 10-12% of yield decrease occurred by lodging. As a conclusion, inabenfide with 120 or 160g ai at 40 or 30 days before heading, paclobutrazol with 12g ai at 15 days before heading, and uniconazole with 1.2g ai at 15 days before heading appear to be the most practical application time and rate for preventing lodging in paddy rice.

緒 言

生長調整劑에 관한 研究는 菜蔬 果樹, 花卉 等의 園藝作物을 中心으로 實用化된 反面 水稻 等 耕作作物에 對한 實用化는 微塵한 狀態이다. 多幸히 最近에 이르러 耕作作物에 對한 生長調整劑의 利用可能性에 關한 研究가 漸次 進行되고 있으며^{2,4,7,8,9,10,16,20,22,23,25}, 이러한 生長調整劑를 利用하여 作物의 生育을 調整하므로써 作物栽培의 問題點을 改善하거나 品質向上 및 收量增大에 利用될 수 있을 것으로 思料된다.

水稻의 品質向上 및 收量增大을 爲하여 品種特性을 最大限 살리면서 地力增進, 病蟲害 防除 等 栽培技術이 完全하여도 颱風 等 豫期치 못한 氣象災害下에서는 倒伏 等으로 期待한 收量を 올릴 수 없다. 더구나 長稈形인 一般系品種의 多肥栽培로 耐倒狀性이 弱한 狀態이고, 倒伏時 收穫作業의 機械化가 因難하여 많은 勞動力이 所要될 뿐만 아니라 米質에도 나쁜 影響을 미치게 된다.

生長調整劑中 生長抑制物質은 耕作作物의 矮性 研究와 더불어 果樹의 營養生長 過大抑制^{1,21,26}, 花芽形成促進^{3,11,16,27}, 암꽃 및 숫꽃의 着生增加^{12,15,17,19,24}, 農藥의 藥害輕減⁶, 및 內生

* 農藥研究所 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon 441-100, Korea

hormone의 balance에 관한 研究^{5,13,14,18)} 등으로 活潑하게 進行되고 있다.

耐倒伏性和 깊은 關係가 있는 植物의 矮性은 주로 줄기 節間組織의 分裂·伸長生長이 抑制되 므로서 일어나는데, 遺傳的인 矮性은 通常 單一劣性 突然變異에 依해 일어나고, gibberellin 等의 植物 hormone 代謝와 作用의 異常과 關係가 깊으며, 生理的인 矮性은 植物體의 矮性을 일으키는 物質에 依해 일어나는 것으로 알려져 있다²⁰⁾.

本試驗은 植物體의 gibberellin 合成을 抑制하는 것으로 알려진 inabenfide, paclobutrazol, 그리고 uniconazole을 利用하여 生育時期別, 藥量別로 處理하여 水稻 矮性和 倒伏에 關聯된 水稻體의 生育 및 形質變化를 比較 檢討하고 보다 積極的인 倒伏抑制方法을 模索하고자 試圖하였다.

材料 및 方法

本試驗은 水原市 所在 農藥研究所 畚作圖場에서 1989年과 1990年 2年間에 에 걸쳐 遂行되었으 며, 10a當 施肥量은 成分量으로 N-P₂O₅-K₂O를 15-9-10kg으로 施肥하였다. 分施比率은 窒素의 基肥:分藥肥:穗肥를 50:30:20으로 주었으며, 磷酸質肥料은 全量 基肥로 주었고, 加里質肥料은 基肥 70%, 나머지는 穗肥로 주었다.

供試藥劑로는 inabenfide 4% 粒劑와 paclobutrazol 0.6% 粒劑 및 uniconazole 0.04% 粒劑를 利用하였고, 處理時期은 inabenfide가 出穗前 50, 40, 30日에 paclobutrazol과 uniconazole은 出穗前 20, 15, 10에 處理하였으며, 藥量은 10a當 inabenfide가 成分量으로 80, 120,

160g, paclobutrazol이 6, 12, 18g, 그리고 uniconazole은 0.8, 1.2, 1.6g으로 處理하였으며 試驗區 配置는 細細區 配置 3反覆으로 하였고, 生育調査는 農村振興廳 調査基準方法에 準하여 實施하였다.

結果 및 考察

1. 草長에 미치는 效果

水稻 草長에 미치는 藥劑別, 處理時期別, 藥量別 處理效果는 表 1에서 보는바와 같이 paclobutrazol, uniconazole, inabenfide 順으로 抑制效果가 컸고, 모든 處理에서 藥量이 많을수록 더욱 抑制되었는데 이는 다른 研究結果^{7,8,9,20,22,23,25)}와 類似하였다. 處理時期別 效果는 inabenfide의 境遇 處理時期가 늦을수록, paclobutrazol과 uniconazole은 處理時期가 빠를수록 抑制效果가 增加되었는데, 이는 藥劑別 處理時期와 줄기 基部의 節間伸長 時期와 깊은 關係가 있는 것으로 생각된다. 줄기의 伸長이 旺盛한 時期에 生長抑制劑가 吸收되면 줄기의 節間伸長이 크게 抑制될 것이며, 따라서 草長 또한 抑制될 것으로 判斷된다. 表 1에서 보는 바와 같이 出穗 30~20日 前의 藥劑處理가 草長을 크게 抑制시켰는데 이는 節間 基部의 伸長이 一般的으로 出穗 30日 前에 始作되는 것에 起因된 것으로 推察된다. 또한 너무 일찍 處理한 出穗 50日前 處理와 너무 늦게 處理한 出穗 10日前 處理에서 無處理와 別로 差異가 없어 이를 잘 反映해주고 있다.

Table 1. Effect of plant growth retardants on the height in rice.

Application rate (g ai)	Plant height (cm)								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	94.8 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	96.8	94.2	92.4	91.5	95.2	94.1	92.9	96.0	93.6
B	95.8 (101)	94.2 (99)	90.9 (96)	85.5 (90)	87.6 (92)	95.0 (100)	90.0 (95)	89.8 (95)	94.8 (100)
C	91.6	90.8	90.6	84.7	87.0	90.7	85.9	88.0	91.8

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

2. 各節間長 및 稈壁두께에 미치는 效果

各節間長에 미치는 生長抑制物質의 處理效果는 表 2, 3, 4에서 보는 바와 같다. 優先 inabenfide의 境遇 表 2에서 보는 바와 같이 第4節稈長을 크게 抑制시켰으며, 處理時期가 늦을 수록 抑制되는 傾向이었다. Inabenfide를 出穂前 40日에 成分量으로 120g을 處理時 第4節間長이 無處理 8.4cm에 비해 7.2cm로 14%가 抑制되었는데 이러한 結果는 다른 研究結果^{22,23)}와 類似하였다.

各節間長에 미치는 paclobutrazol의 處理效果는 表 3에서 보는 바와 같이 第1, 2, 3節間이 抑制되었는데 그 中에서도 第3節間이 가장 抑制되었다. Paclobutrazol을 出穂 15日 前에 成分量

으로 12g 處理時 第3節間長이 11.8cm인데 反해 paclobutrazol 處理는 7.2cm로서 39%가 抑制되었다.

各節間長에 미치는 uniconazole의 處理效果는 表 4에서 보는 바와 같이 第1, 2, 3節間을 抑制시켰는데 그 中에서도 第2節間이 가장 크게 抑制되었다. Uniconazole을 出穂 15日 前에 成分量으로 1.2g 處理時 第2節間長이 無處理 19.6cm에 비해 13.9cm로서 29%가 抑制되었다.

藥劑別로는 uniconazole, inabenfide 順으로 節間長의 抑制效果가 컸다. 이처럼 處理時期別, 藥劑別 節間長의 抑制效果가 相異한 것은 草長에 미치는 效果에서 言及한 바와 같이 各節間的 伸長時期와 密接한 關係가 있는 것으로 생각된다.

Table 2. Effect of inabenfide on the length of each internode in rice.

Chemical	Application time	Length of each internode(cm)							
		1st		2nd		3rd		4th	
		0	120	0	120	0	120	0	120**
Inabenfide 4%G	50DBH*	30.4	28.4	19.6	20.1	11.8	13.5	8.4	7.8
	40DBH	30.4 (100)	30.7 (101)	19.6 (100)	20.5 (105)	11.8 (100)	13.5 (100)	8.4 (100)	7.8 (86)
	30DBH	30.4	31.4	19.6	20.3	11.8	10.3	8.4	5.2

* DBH means days before heading.

** It represents application rate(g ai/10a).

Table 3. Effect of paclobutrazol on the length of each internode in rice.

Chemical	Application time	Length of each internode(cm)							
		1st		2nd		3rd		4th	
		0	12	0	12	0	12	0	12**
Paclobutrazol 0.6%G	20DBH*	30.4	28.0	19.6	18.3	11.8	8.3	8.4	8.6
	15DBH	30.4 (100)	26.9 (88)	19.6 (100)	16.0 (82)	11.8 (100)	7.2 (61)	8.4 (100)	9.1 (108)
	10DBH	30.4	28.0	19.6	15.8	11.8	11.4	8.4	8.6

* DBH means days before heading.

** It represents application rate(g ai/10a).

Table 4. Effect of uniconazole on the length of each internode in rice.

Chemical	Application time	Length of each internode(cm)							
		1st		2nd		3rd		4th	
		0	1.2	0	1.2	0	1.2	0	1.2**
Uniconazole 0.04%G	20DBH*	30.4	29.8	19.6	17.1	11.8	7.9	8.4	8.4
	15DBH	30.4 (100)	28.0 (92)	19.6 (100)	13.9 (71)	11.8 (100)	8.7 (74)	8.4 (100)	9.7 (115)
	10DBH	30.4	31.0	19.6	15.6	11.8	11.4	8.4	8.6

* DBH means days before heading.

** It represents application rate(g ai/10a).

Inabenfide 處理時 下位節間이 크게 抑制되는 것은 處理時期가 빠른 것에 依한 것으로 推察되며, paclobutrazol이나 uniconazol의 境遇 上位節間이 크게 抑制되는 것은 處理時期가 늦은 것에 起因된 것으로 思料된다. 그런데 여기서 興味로운 것은 모든 節間長이 抑制되는 것은 아니며, 各節間 部位別 抑制程度에 差異가 있는 것에 對한 生化學的 研究가 要望되며 아울러 gibberellin의 生合成程度와 어떤 關係가 있는지 보다 綿密한 研究가 必要한 것으로 생각된다.

그리고 稈壁두께에 미치는 生長抑制物質의 效果는 表 5에서 보는 바와 같이 藥量別, 處理時期別 一定한 傾向은 보이지 않았지만 모든 處理에서 無處理보다 增加하는 傾向이었다. 이러한 稈壁두께의 增加는 白川²²⁾가 指摘한 바와 같이 細胞의 縱長은 短縮되지만 橫長이 增加한다는 報告와 깊은 關係가 있는 것으로 생각된다. 그런데 이러한 細胞의 橫長增加가 單純히 gibberellin 合成阻害에 依해 惹起된 現象인지 아니면 hormone의 balance 次元에서의 異常에 依한 것인지는 더욱 檢討·研究가 있어야 할 것으로 생각된다.

3. 抽出度 및 出穗期에 미치는 效果

生長調整劑 處理가 水稻 抽出度에 미치는 效果는 表 6에서 보는 바와 같이 藥劑別 處理效果에 큰 差異를 보였는데, inabenfide의 前處理가 無處理와 거의 비슷한 結果를 보인 反面 paclobutrazol과 uniconazole은 藥量이 많을수록, 處理時期가 늦을수록 더욱 抑制되었다. 이처럼 差異가 나는 것은 藥劑別 活性和 特히 處理時期의 差異에 起因된 것으로 생각되며 만약 paclobutrazol이나 uniconazol을 너무 늦게, 많이 撒布할 境遇 水稻의 出穗 自體가 不振한 것으로 判斷된다.

이러한 抽出度の 抑制가 結局 出穗期와 關係가 있음을 表 7에서 찾을 수 있는데 inabenfide는 無處理와 共히 8月 20日에 出穗한 反面 paclobutrazol이나 uniconazole은 無處理보다 1~3日 程度 遲延되었다.

4. 控析重 및 倒伏指數에 미치는 效果

生長調整劑 處理時 控析重에 미치는 效果는 表 8에서 보는 바와 같이 藥量이 增加할수록 增加하

Table 5. Effect of plant growth retardants on the wall width of 3rd internode in rice.

Application rate(g ai)	Plant wall width(mm) of 3rd internode								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	0.46 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	0.58	0.56	0.50	0.51	0.45	0.50	0.51	0.56	0.054
B	0.49 (107)	0.54 (117)	0.48 (104)	0.47 (102)	0.51 (111)	0.49 (107)	0.55 (120)	0.56 (122)	0.56 (122)
C	0.55	0.58	0.50	0.50	0.47	0.48	0.52	0.56	0.48

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

Table 6. Effect of plant growth retardants on the length from panicle node to flag leaf in rice.

Application rate(g ai)	Length from panicle node to flag leaf(cm)								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	7.1 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	7.2	6.8	7.4	7.2	6.6	5.3	6.9	6.4	5.5
B	6.9 (97)	6.8 (96)	7.4 (104)	7.0 (99)	5.2 (73)	4.1 (58)	6.8 (96)	4.7 (66)	6.8 (96)
C	6.5	7.1	7.6	6.4	5.2	4.1	5.0	3.7	5.7

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

Table 7. Effect of the heading date as influenced by plant growth retardants in rice.

Application rate(g ai)	Heading date								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10 DBH*
O	Aug. 20	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 21	Aug. 21	Aug. 21	Aug. 21	Aug. 21	Aug. 21
B	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 22	Aug. 22	Aug. 23	Aug. 21	Aug. 22	Aug. 22
C	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 20	Aug. 22	Aug. 23	Aug. 23	Aug. 22	Aug. 23	Aug. 23

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

Table 8. Effect on the breaking weight to the 3rd internode as influenced by plant growth retardants in rice.

Application rate(g ai)	Breaking weight to the 3rd internode								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	94.7 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	103.7	111.7	122.7	163.7	164.6	173.6	168.3	177.7	151.0
B	119.3 (126)	112.3 (119)	144.3 (152)	151.7 (160)	167.3 (177)	153.7 (162)	168.0 (177)	187.7 (198)	166.7 (176)
C	129.5	131.0	171.3	136.3	132.6	153.6	150.0	187.0	167.7

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

Table 9. Effect on the lodging index as influenced by plant growth retardants in rice.

Application rate(g ai)	Lodging index								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	138	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	119	117	109	80	83	79	87	96	91
B	116	116	81	77	68	83	94	71	93
C	97	102	71	79	82	79	71	62	84

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

는 傾向이었고, uniconazole, paclobutrazol, inabenfide 順으로 挫折重이 컸다.

倒伏指數에 미치는 生長調整劑의 效果는 表 9에서 보는 바와 같이 inabenfide의 境遇 處理藥量이 많고 處理時期가 늦을수록 낮은 指數를 나타내었고, paclobutrazol을 10a當 成分量으로 12g을 出穂前 15日에 處理하는 것이 가장 낮은 指數를 나타내었으며, uniconazole도 paclobutrazol과 類似하였다.

5. 倒伏程度 및 收量에 미치는 效果

生長調整劑 處理가 倒伏程度에 미치는 效果는 表 10에서 보는 바와 같이 無處理에서 모두 倒伏

이 되어 倒伏程度가 5였는데 反하여 全處理區에서 倒伏이 되지 않았다.

收量에 미치는 效果는 表 11에서 보는 바와 같이 倒伏이 일어나지 않으므로서 10~12%의 減收가 抑制되었다.

이들 生長調整劑를 利用하여 水稻의 倒伏을 輕減코자 할 境遇 藥劑別 處理時期는 inabenfide가 出穂前 40~30日, paclobutrazol과 uniconazole은 出穂前 15日, 그리고 處理藥量은 inabenfide가 10a當 成分量으로 120내지 160g, paclobutrazol이 12g, uniconazole이 1.2g 內外가 適當할 것으로 생각된다.

Table 10. Effect on the degree of lodging as influenced by plant growth retardants under rice field condition.

Application rate (g ai)	Degree of lodging at rice field								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	5***	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

*** 5 means rice is completely lodged.

Table 11. Effect on the yield as influences by plant growth retardants in rice.

Application rate (g ai)	Hulled rice wt. (kg/10a)								
	Inabenfide			Paclobutrazol			Uniconazole		
	50	40	30	20	15	10	20	15	10DBH*
O	494.3 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-
A**	583.0	556.8	550.3	586.1	573.0	573.1	571.9	553.0	564.2
B	547.7 (111)	552.7 (112)	549.2 (111)	550.9 (111)	552.6 (112)	545.3 (110)	555.4 (112)	548.3 (111)	154.8 (110)
C	539.0	543.6	549.5	545.5	542.5	528.0	523.5	540.5	549.6

* DBH means days before heading.

** A, B, C means application rate applied 80, 120, 160g with inabenfide, 6, 12, 18g with paclobutrazol and 0.8, 1.2, 1.6g with uniconazole at 10a, respectively.

摘 要

生長調整劑 處理가 水稻의 生育 및 倒伏關聯 形質에 미치는 效果를 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Inabenfide, paclobutrazol, uniconazole 세 藥劑 모두 草長 抑制效果가 있었으며 藥量이 많을수록 抑制效果가 컸고, inabenfide는 出穗前 30日, paclobutrazol과 uniconazole은 出穗前 20日 處理에서 가장 抑制되었다.
2. Inabenfide는 下位節間인 第 4絶間은 抑制시 킨데 比하여 paclobutrazol과 uniconazole은 上位節間인 第 3, 2節間을 各各 크게 抑制시켰다.
3. 藥劑處理에 依한 稈壁두께는 無處理보다 全般적으로 두꺼워지는 傾向이었으나 處理時期別 藥量別 一定한 差異는 보이지 않았다.
4. 出穗期는 inabenfide 處理時 無處理와 同一하였으나 paclobutrazol과 uniconazole處理時 1~2日 程度 遲延되었다.
5. 倒伏指數는 inabenfide의 境遇 出穗前 30日,

10a當 成分量으로 160g 處理時 가장 낮은 指數를 보였으며 paclobutrazol과 uniconazole은 出穗前 15日에 10a當 各各 12g, 1.2g 處理時 가장 낮은 指數를 보였다.

6. 全藥劑 處理區에서 倒伏이 되지 않았던 反面 無處理區에서는 完全히 倒伏되었다.
7. 收量은 倒伏이 輕減되므로서 10~12%의 減收가 抑制되었다.
8. 結論으로 inabenfide는 出穗前 40~30日에 10a當 成分量으로 120~160g, paclobutrazol과 uniconazole은 出穗前 15日에 各各 12g, 1.2g을 處理하는 것이 가장 適當할 것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. Avishay, B. and I. Levin. 1991. Effects of paclobutrazol and uniconazole on growth and yield of apple trees. PGRSA Quarterly 19(3) : 162.
2. Banno, K., S. Hayashi and K. Tanabe. 1985. Effects of SADH and shoot-bending on flower bud formation, nutrient components and en-

- ogenous growth regulators in Japanese pear (*Pyrus secotina* Rehd.). J. Japan Soc. Hort. Sci. 53 : 365-372.
3. Banno, K., S. Hayashi and K. Tanabe. 1986. Promotion of flower bud formation and increase of pollen yield applied of ethephon and BA in 'Chijuro' pear (*Pyrus serotina* Rehd.). J. Japan Soc. Hort. Sci. 55 : 33-39.
 4. Izumi, K., I. Yamaguchi, A. Wada, H. Oshio and W. Takahashi. 1984. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol(S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. Plant Cell Physiol. 25 : 611-617.
 5. Izumi, K., Y. Kamiya, A. Sakurai, and N. Takahashi. 1985. Studies of sites of action of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol(S-3307) and comparative effects of its stereoisomers in a cell-free system from *Cucurbita maxima*. Plant Cell Physiol. 26 : 821-827.
 6. Jouce, G. L. and R. D. Oetting. 1991. Paclobutrazol reduces insecticide phytotoxicity damage on salvia. PGRSA Quarterly 19(3) : 162.
 7. 姜忠吉・李孝承・柳甲喜・朴英善. 1990. 吡倒伏輕減劑 實用化研究. 農藥研究所 試驗研究報告書 pp.210-219.
 8. 姜忠吉・柳甲喜. 1989. 吡倒伏輕減劑 實用化研究. 農藥研究所 試驗研究報告書 pp. 109-122.
 9. 姜忠吉・柳甲喜. 1990. 吡倒伏防止效果試驗. 農藥品目告示試驗事業報告書 pp. 74-77.
 10. Kazuo, I., S. Nakagawa, M. Kobayashi, H. Oshio, A. Sakurai, N. Takahashi. 1988. Levels of IAA, cytokinins, ABA and ethylene in rice plants as affected by a gibberellin biosynthesis inhibitor, uniconazol-P. Plant Cell Physiol. 29(1) : 97-104.
 11. Kender, W. J. 1974. Ethephon-induced flowering in apple seedlings. Hort Sci. 9 : 444-445.
 12. Koranshi, D.S., B.E. Struckmeyer and G.E. Beck. 1978. The role of ancymidol in *Clerodendrum* flower initiation and development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 813-815.
 13. Letham, D.S. and L.M.S.Palni. 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. Annu. Rev. Plant Physiol. 34 : 163-197.
 14. Letham, D.S., T.J.V. Higgins, P.B. Goodwin and J.V. Jacobsen. 1978. Phytohormones and related compounds : a comprehensive treatise. Edited by Letham, D.S., P.B. Goodwin and T. J.V. Higgins 1 : 1-27. Elsevier, North-Holland.
 15. Mishra, R.S. and B. Pradhan. 1970. The effect of (2-chloroethyl) trimethyl ammonium chloride on sex expression in cucumber. J. Hort. Sci. 45 : 29-31.
 16. Oshio, H. and K. Izumi. 1986. S-3307, a new plant growth retardant. Its biological activities, mechanism and mode of action. In plant growth regulators in agriculture. Food and fertilizer technology center book series No. 34. pp. 198-208.
 17. Pharis, R.P. and R.W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 36 : 517-568.
 18. Rajasekaran, K., M.B. Hein and I.K. Vasil. 1987. Endogenous abscisic acid and indol-3-acetic acid and somatic embryogenesis in cultured leaf explants of *Pennisetum purpureum* Schum. Plant Physiol. 84 : 47-51.
 19. Rudich, J., A.H. Halevy and N. Kedar. 1972 a. Interaction of gibberellin and SADH on growth and sex expression of muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 369-372.
 20. 坂齋. 1989. パクロブトラゾールの植物わい化機構とイネ新規倒復輕減劑 スマレクト劑としての利用. 今月の農業 7月號 : 98-103.
 21. Sankhla, N., T.D. Davis, H.S. Gehlot, A. Upadhyaya, A. Sankhla, and D. Sankhla. 1991. Growth and organogenesis in moth bean callus cultures as influenced by triazol growth regulators and gibberellic acid. J. Plant Growth Regul. 10 : 41-45.
 22. 白川憲夫. 1990. イネ成長調節劑イナベンフィドの作用性. 植物の化學調節 25(1) : 86-98.
 23. 白川憲夫・富岡博實・竹内正毅・市川 正. 1990. 植物成長調節劑イナベンフィドの開発. 日本

- 農薬学会誌. 15 : 283-294.
24. Stuart, N.M. 1961. Initiation of flower buds in rhododendron after application of growth retardants. *Science* 134 : 50-52.
25. 上野 博. 1989. パクロブトラゾールの作用特性と植物矮化剤としての実用性. *植物の化学調節* 24 (2) : 127-141.
26. Wang, Y.T., L.L. Gregg. 1991. Modification of hibiscus growth by treating unrooted cuttings and potted plants with uniconazole or paclobutrazol. *J. Plant Growth Regul.* 10 : 47-51.
27. Zeevaart, J. A. D. 1976. Physiology of flower formation. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 27 : 321-348.