

Brassinolide와 Auxin과의 相互作用의 生物檢定에 의한 評價

崔忠惇* · 金純哲* · 李壽寬*

Interaction between Brassinolide and Auxins on Bioassays

Chung Don Choi*, Soon Chul Kim* and Soo Kwan Lee*

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the interaction effect of a new plant growth regulator brassinolide and auxins using several bioassay methods such as rice lamina inclination test, oat coleoptile segment growth test and radish hypocotyl elongation test.

For rice lamina inclination test, the antagonistic response showed at low concentration combinations of homobrassinolide and auxins (IAA and 2,4-D), while the combinations of high concentration responded mostly synergistic or additive effects, IAA was generally higher than 2,4-D for combination effect with homobrassinolide.

For oat coleoptile segment growth test, the synergistic effect showed at IAA concentrations less than 0.1ppm while additive response exhibited above 0.3ppm regardless of homobrassinolide concentrations.

In radish hypocotyl elongation test, the interaction response varied with cotyledon. The sections removed cotyledon showed mostly antagonistic effects, except for combination of homobrassinolide with IAA 3ppm.

Interaction responses were quite different from bioassay methods, particularly using experimental materials : antagonistic responses were usually shown at the section that attached growing point while these for sections that removed growing point were responded synergistic or additive effect due to *unstable endogenous hormones*.

Auxin의 檢出로 植物體内に 植物의 發育과 生長을 調節하는 物質이 存在한다는 事實이 밝혀진 以來 農學 및 生理生化學分野에서 植物生長調整劑의 探索과 人爲的인 合成에 박차를 가하여 相當數가 實用化되고 있다. 또 生長調整劑를 包含한 農藥의 開花過程은 化合物의 合成·室內檢定·圃場檢定·藥劑研究·安全性檢定等 여러過程을 거친 後 生産體制에 들어간다. 生物檢定은 開發過程의 初期段階인 藥劑의 活性을 評價하기 위한 것으로 주로 室內에서 行하여지며 化合物의 存在나 關連性을 檢定하기 위하여 生體組織을 利用한다. 生物檢定の 結果는 生物學의 特性과 密接한 關係가 있으며 여러가지 重要한 2次的인 作用性 究明에 寄與해 오고 있다. 따라서 2種 以上の 藥劑를 混用하였을 時 相互作用性의 檢定에도 生物檢定을 많이 利用하고 있다. Pot나 圃

場에서 直接 效果를 評價하는 경우도 있지만 微量에서도 植物體에 큰 反應을 惹起시키는 植物生長調整劑는 一次的으로 室內에서 生物檢定을 通하여 相互作用效果를 評價한 다음 pot나 圃場試驗을 實施하는 것이 바람직하다. 相互作用의 效果는 各各의 化合物을 單用處理 하였을 때 나타나는 反應과 混用하였을 때 나타나는 反應을 比較하여 評價하는데 效果線⁵⁾으로 나타내기도 하고 Colby⁴⁾, Gowing⁶⁾, Limpel et al.⁷⁾의 方法으로 效果를 判定하는데 農業的인 利用面에서는 相昇效果가 있는 組合를 開發하는 것이 有利하다.

本 試驗에서는 最近에 많은 研究가 이루어지고 있는 新規 植物生長調整劑인 brassinolide와 auxin과의 相互作用을 究明하여 農業的 利用 可能性을 檢討하고자 基本的인 生物檢定法을 利用하여 試驗을

*嶺南作物試驗場 (Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 627-130, Korea) <89. 10. 4. 接受>

遂行하였던 바 몇가지 얻어진 결과를 보고하고자 한다.

材料 및 方法

1. 벼 第2葉身基部屈折檢定(Rice lamina inclination test)

八公벼 種子를 恒溫器에서 催芽시켜 1% 寒天培地에 播種하여 暗狀態로 25°C에 6日間 育苗하였다. 第2葉身基部를 中心으로 上下 1cm씩 切斷한 切片을 蒸溜水에 浸漬시켜 25°C로 24時間 暗狀態로 培養後 葉身基部의 屈折角이 15° 内外가 되는 個體를 選別하여 試驗材料로 하였다. 被檢溶液(單劑 및 混用液)을 10ml 넣은 샤페에 供試材料를 20個體씩 浸漬시켜 25°C에서 48時間 經程시켜 葉身基部의 屈折角을 測定하여 活性을 評價하였으며 brassinolide (以下 BR)類는 22S, 23S-homobrassinolide (以下 HBR)을 使用하였으며 處理濃度는 $10^{-4} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}$ ppm 이었고, auxin類는 indole-3-acetic acid (IAA)와 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D)를 使用하였으며 處理濃度는 各各 $1 \cdot 10 \cdot 100$ ppm으로 調節하여 完全任意配置 5反復으로 遂行하였다.

2. 귀리 子葉鞘伸長檢定(Oat coleoptile segment growth test)

귀리種子の 種皮를 除去한 다음 샤페에 濾過紙를 깔고 胚가 위로 向하도록 置床하여 種子が 發芽할 程度의 水分을 供給하여 赤色光下에 25°C로 24時間 催芽시켰다. 催芽된 種子를 모래에 移植하여 2日間 赤色光을 照射시켜 子葉鞘長이 2~3cm 되는 個體를 供試材料로 하여 子葉鞘의 先端部와 下端部는 除去하고 1cm의 切片을 만들어 檢定溶液 10ml을 넣은 샤페에 10개씩 浸漬시켜 25°C 暗狀態로 20時間 經過시켜서 子葉鞘의 伸長反應으로 相互作用性을 評價하였다. HBR의 濃度는 $0.3 \cdot 1 \cdot 3$ ppm, IAA의 濃度는 $0.03 \cdot 0.1 \cdot 0.3 \cdot 1$ ppm으로 調節하여 完全任意配置 5反復으로 遂行하였다.

3. 무우 下胚軸伸長檢定(Radish hypocotyl elongation test)

모래에 무우 種子를 播種하여 25°C 溫室에서 6日間 育苗하여 下胚軸이 2~3cm의 幼植物을 選別하여 子葉의 基部에서 下部 1cm 部位를 切斷한 切

片(生長點과 子葉이 附着된 切片)과 子葉을 除去한 切片(生長點만 附着된 下胚軸切片)을 處理溶液 10ml을 넣은 샤페에 10개씩 浸漬시켜 25°C 明狀態로 24時間 經過시킨 後 下胚軸의 伸長反應으로 活性을 評價하여 相互作用效果를 分析하였다. 處理濃度는 HBR : $0.3 \cdot 1 \cdot 3$ ppm IAA : $3 \cdot 10 \cdot 30 \cdot 100$ ppm으로 調節하였으며 完全任意配置 5反復으로 遂行하였다.

4. 相互作用의 效果分析

Limpel et al.⁷⁾의 方法에 따라 두가지 化合物을 各各 單用處理하였을 때의 效果를 各各 100으로 하고, 混用處理時의 效果를 理論的인 期待値와 比較하여, 實測値가 期待値의 95~105% 範圍는 相加作用, 94% 以下는 拮抗作用, 106% 以上은 相昇作用으로 分析하였다.

結果 및 考察

1. 벼 第2葉身基部屈折檢定

HBR과 IAA를 單用 및 混用處理하였을 때 葉身基部의 屈折反應은 表 1과 같다. 無處理의 屈角이 18.3°인데 比하여 HBR 10^{-4} ppm의 低濃度에서도 51.1°로 강한 活性을 나타내었으며 10^{-3} ppm에서 62.2°, 10^{-2} ppm處理는 82.3°, 10^{-1} ppm에서는 108.7°로 濃度가 높아짐에 따라 反應이 增大되었으며, IAA에 對한 屈折反應도 HBR만큼 敏感하지는 않지만 濃度가 높을수록 反應이 크게 나타났다. HBR과 IAA의 混用反應은, HBR 10^{-4} ppm의 경우 單用處理에서는 51.1°였으나 IAA 1 ppm과 混用에서는 54.3°, 10 ppm과는 66.7°, 100 ppm과는 97.4°로 IAA의 濃度가 높을수록 屈角이 增大되었다. HBR $10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}$ ppm과의 混用에서도 IAA의 濃度가 높아질수록 反應이 크게 나타났는데, 本表에서와 같이 HBR에 對한 IAA의 添加效果보다 IAA에 對한 HBR의 添加效果가 더욱 크게 나타났다.

2,4-D와 HBR을 混用하였을 경우 葉身基部의 屈折反應은 表 2에서와 같이 HBR과 2,4-D의 濃度가 增加할수록 反應이 增大되었는데, 2,4-D 單用處理에서의 無處理에 對한 反應은 同一濃度의 IAA에 比하여 多少 높은 傾向이었으며, HBR에 對한 2,4-D의 添加效果보다 2,4-D에 HBR의 效果가 더욱 크게 나타났다.

Table 1. Promotion effect of homobrassinolide(HBR) with indole -3- acetic acid(IAA) in the rice lamina inclination test.

IAA concen. (ppm)	HBR concentrations(ppm)				
	0	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
	Angle (°) ¹⁾				
0	18.3±1.1 ²⁾	51.1±3.7	62.2±4.3	82.3±5.3	108.7± 9.6
1	20.5±1.4	54.3±3.3	68.9±4.1	81.8±6.6	110.1± 8.8
10	27.1±2.1	66.7±4.8	71.8±4.7	96.6±6.4	124.1±10.6
100	56.0±4.6	97.4±8.5	125.8±9.6	133.5±8.9	152.5±11.4

1) Angle degree between laminae and sheath.

2) Standard error of the means.

Table 2. Promotion effect of homobrassinolide with 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid(2,4-D) in the rice lamina inclination test.

2,4-D concen. (ppm)	HBR concentrations(ppm)				
	0	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
	Angle (°) ¹⁾				
0	17.1±1.3 ²⁾	49.7±3.8	59.8±5.1	79.5± 4.5	101.7± 9.1
1	22.3±1.9	54.3±3.9	69.2±4.7	81.4±6.6	109.2± 8.8
10	33.6±2.3	63.4±4.8	71.9±5.8	90.1±7.7	117.1±10.2
100	65.1±3.9	79.7±6.4	94.4±6.9	120.5±11.0	135.0±10.9

1) Angle degree between laminae and sheath.

2) Standard error of the means.

한편 IAA 2,4-D를 HBR과 혼용하였을 때 相互作用의 效果는 表 3과 같다. IAA 1 ppm과 HBR과의 혼용組合에서는 大部分 相加作用을 나타내었고, 10 ppm과 혼용에서는 相加 또는 相昇反應을 보였으며, 100 ppm과의 혼용에서는 HBR의 濃度에 關係 없이 10% 以上の 강한 相昇效果를 나타내어 相互作用의 效果는 主로 IAA 濃度에 影響을 받고 있다는 것을 알 수 있다. 2,4-D와 혼용하였을 경우, HBR 10⁻² ppm 以下の 濃度에서는 大部分 相加的效

果를 나타내었으며, HBR 10⁻¹ ppm과의 혼용에서는 相昇效果를 보였는데, IAA와 HBR과의 혼용에서는 IAA의 濃度에 의해 相昇效果가 나타나는 反面 2,4-D와의 혼용에서는 오히려 HBR의 濃度에 의해 相昇效果가 發現되는 等 同一系列의 化合物이라도 構造上的 差異에 의해 相互作用의 效果가 다르게 나타난다는 것을 알 수 있다. Takeno 등¹³⁾은 BR類에 의해 誘導되는 葉身基部의 屈折反應은 内生 auxin에 影響을 받는다고 하였으며, GA에 의해

Table 3. Combining effect and interaction response of homobrassinolide with auxins on the rice lamina inclination test.

HBR concen. (ppm)	Auxin analogues(ppm)					
	IAA			2,4-D		
	1	10	100	1	10	100
	% ¹⁾					
10 ⁻⁴	106 ⁻²⁾	131 ^o	191 ⁺⁺	109 ⁻	128 ^o	160 ^o
10 ⁻³	110 ^o	115 ^o	202 ⁺⁺	116 ^o	120 ^o	158 ^o
10 ⁻²	99 ^o	117 ⁺	162 ⁺⁺	102 ^o	113 ^o	152 ⁺⁺
10 ⁻¹	101 ^o	114 ⁺⁺	140 ⁺⁺	107 ⁺	115 ⁺⁺	133 ⁺⁺
0						

1) % : treated over untreated

2) Interpretation of interaction

o : additive response (-5-+5%) - : antagonistic response(6-10%)

+ : synergistic response(6-10%) -- : antagonistic response(above 11%)

++ : synergistic response(above 11%)

反應이 增加된다는 報告⁸⁾도 있는 反面 Wada 等¹⁴⁾은 auxin 에 의한 效果는 없다고 서로 相反된 報告를 하고 있다. 一般적으로 auxin은 植物體의 先端部에 많이 存在하며 頂芽優勢現象을 誘發하는 것으로 알려져 있는데, 本 試驗에서와 같이 先端部를 切斷한 切片에서는 内生 auxin이 不安定한 狀態로 存在하기 때문에 外部에서 供給되는 auxin에 의해 크게 影響을 받는 것으로 생각된다.

2. 귀리 子葉鞘伸長檢定

귀리 子葉鞘切片을 IAA 溶液에 處理하며 그림 1에서와 같이 無處理에서는 11.7 cm 伸長한데 比하여 0.03 ppm에서는 13.4 cm, 0.1 ppm에서는 16.1 cm, 0.3 ppm은 18.0 cm, 1 ppm 處理는 19.7 cm로 濃度가 높아짐에 따라 伸長反應이 顯著하게 增加하였다. HBR을 混用하였을 경우(그림 1-A) IAA 0.03 ppm 單用處理는 13.4 cm였으나 HBR 0.3 ppm과 混用에서는 16.1 cm, IAA 0.03 ppm/HBR 1 ppm에서는 17.3 cm, IAA 0.03 ppm/HBR 3 ppm 處理는 19.1 cm로 HBR의 濃度에 따라 伸長이 增

加하였는데, IAA의 濃度가 0.1 ppm·0.3 ppm·1 ppm으로 높아질수록 HBR의 添加效果가 낮아졌다. HBR 單用處理에서는(그림 1-B) 無處理의 11.7 cm에 比하여 HBR 0.3 ppm은 12.5 cm, 1 ppm에서는 12.9 cm, 3 ppm 處理는 13.8 cm로 反應이 鈍感하였지만 IAA의 混用に 의해 伸長反應이 크게 增大되었는데, IAA의 濃度가 높을수록 反應은 높았지만 HBR 單用處理에 對한 混用效果는 오히려 IAA의 濃度가 낮을수록 높았다.

이러한 結果를 相互作用의 評價基準에 의해 效果를 判定해 보면(表 4), 無處理(100)에 比하여 IAA 0.03 ppm 單用에서는 115, HBR 0.3 ppm 單用處理는 107이었는데 서로 混용을 하면 理論的인 期待值는 121이지만 實際로는 138의 效果가 나타나서 10% 以上の 相昇效果가 있었다. 또한 IAA 0.03 ppm/HBR 1·3 ppm IAA 0.1 ppm/HBR 1·3 ppm의 混用에서도 10% 以上の 相昇效果를 보였으며, IAA 0.1 ppm/HBR 0.3 ppm IAA 0.3 ppm/HBR 1·3 ppm의 混用組合는 6% 以上の 相昇效果가 있었고, 其他 混用組合에서는 相加的 反

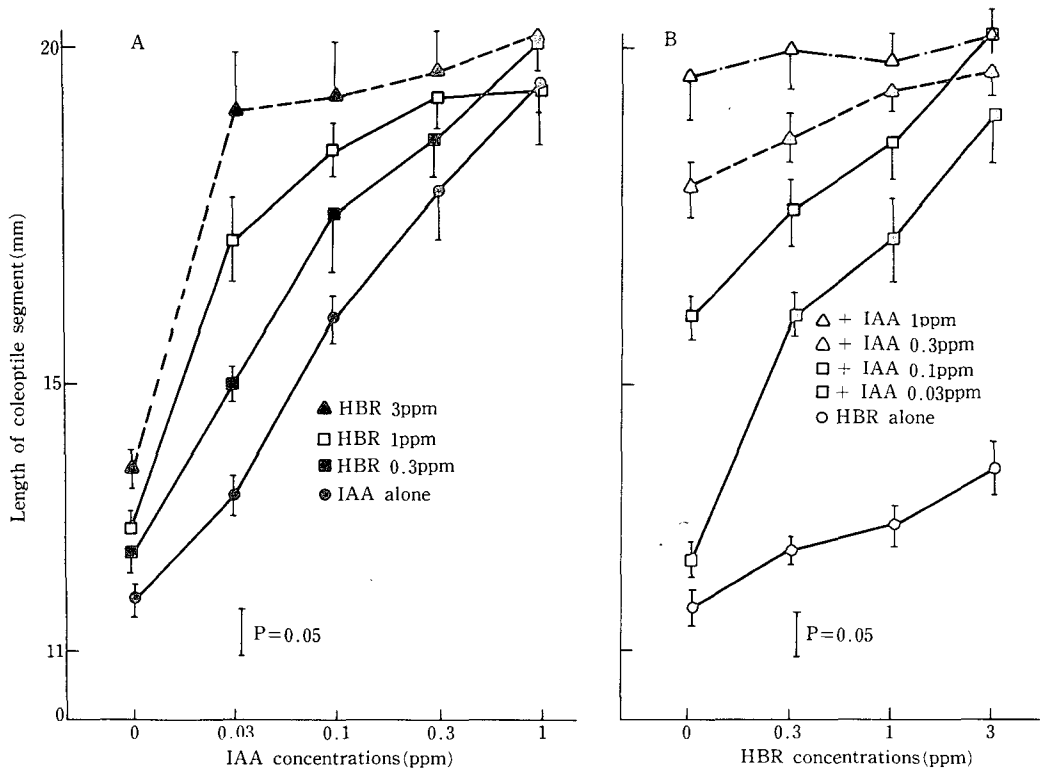


Fig. 1. IAA-homobrassinolide relationship in their effects on coleoptile segment growth responses of oat seedlings grown under red light. Vertical lines represent the standard error of the means.

Table 4. Combining effect and interaction response of homobrassinolide with IAA on the oat coleoptile segment growth test.

IAA concen. (ppm)	HBR concentrations (ppm)			
	0	0.3	1	3
 % ¹⁾			
0	100	107	110	118
0.03	115	138 ⁺⁺²⁾ (121)	148 ⁺⁺ (124)	163 ⁺⁺ (130)
0.1	138	151 ⁺ (142)	159 ⁺⁺ (133)	165 ⁺⁺ (149)
0.3	154	160 ^o (157)	166 ⁺ (159)	168 ⁺ (162)
1	168	174 ^o (170)	167 ^o (171)	174 ^o (174)

- 1) % : treated over untreated
- 2) Interpretation of interaction
 o : additive response (-5-+5%) - : antagonistic response (6-10%)
 + : synergistic response (6-10%) -- : antagonistic response (above 11%)
 ++ : synergistic response (above 11%)
- 3) () : expected value of interaction

應을 나타내어서 低濃度の IAA와 高濃度の HBR 과의 混用에서 相昇效果가 있다는 것을 알 수 있다. 귀리 子葉鞘를 利用한 auxin 類의 生物檢定에서 auxin 類에 의한 伸長反應이 細胞伸長보다 細胞分裂의 促進에 起因된다는 것이 確認되었으며¹³⁾ BR 類는 細胞分裂과 細胞伸長을 同時에 促進시키는 興味로운 新規物質로서,¹⁰⁾ GA와 auxin의 均衡이 不安定한 植物組織에서는 外生BR 類에 의해 活性이 增大되는 것으로 思料된다.

3. 무우 下胚軸伸長檢定

무우 幼植物을 利用한 植物生長調整劑의 生物檢定은 竹松¹²⁾, 崔³⁾에 의해 創案되었는데 特히 auxin 類와 BR 類에 敏感한 反應을 나타내기 때문에 이들 化合物의 活性檢定에 많이 利用하고 있다. 下胚軸의 伸長反應으로 HBR과 IAA의 單用 및 混用處理의 效果를 檢定한 結果는 表 5와 같으며, 下胚軸의 伸長反應은 子葉이 附着된 切片이 子葉을 除去한 切片에 比하여 높았다. 子葉이 附着된 下胚軸의 伸長反應은 無處理의 11.7mm에 比하여 IAA 3ppm에서는 13.3mm·10ppm 處理에서는 14.2mm·30ppm은 14.7mm로 濃度가 높아질수록 약간씩 增大되었으나 100ppm에서는 13.7mm로 伸長性이 減少하였고, HBR은 0.3~3ppm의 範圍에서 反應이 增大되었으며, 子葉을 除去한 下胚軸切片에서도 反應의 程度는 낮았으나 濃度間 反應은 비슷한 傾向이었다. 混用處理에서는 子葉이 附着된 切片의 경우 HBR에 IAA의 添加效果에 比하여 IAA에 HBR의 添加效果가 높았으며 IAA 100ppm과 HBR의 混用組合에서는 거의 反應이 없었고, 子葉을 除去한 切片에서는 IAA 3ppm과 HBR의 混用組合을 除外하고는 HBR에 對한 混用效果가 거의 없었다.

하루 무우 下胚軸伸長反應으로서 HBR과 IAA의 相互作用 效果를 分析하여 보면 表 6과 같다. 子葉이 附着된 切片에서는 IAA 3ppm/HBR 0.3ppm IAA 3ppm/HBR 1ppm IAA 10ppm/HBR 0.3ppm의 混用組合에서는 期待值에 比하여 7~10%의 相昇效果가 있었으나 其他 混用組合에서는 相加 또는 拮抗的인 反應을 보였는데 特히 IAA 100ppm과 HBR의 混用組合에서는 HBR의 濃度에 關係없

Table 5. Relationship between homobrassinolide and IAA on the hypocotyl elongation of radish seedlings by different section types under various concentrations.

Section types	HBR concen. (ppm)	IAA concentrations (ppm)				
		0	3	10	30	100
	 mm ¹⁾				
Attached cotyledon	0	11.7±0.6 ²⁾	13.3±1.1	14.2±1.1	14.7±1.0	13.7±1.1
	0.3	14.6±0.6	16.9±1.0	17.3±1.0	17.1±1.3	13.8±0.9
	1	15.3±0.9	17.7±1.2	17.0±1.1	17.2±1.1	13.8±1.0
	3	16.7±1.0	18.6±1.5	17.8±1.4	17.3±1.1	13.6±1.3
Removed cotyledon	0	11.5±0.9	12.5±0.9	13.9±1.1	13.4±0.9	12.6±0.8
	0.3	13.2±0.6	14.9±1.1	14.7±1.0	13.6±1.3	13.5±0.9
	1	13.9±0.7	14.3±1.2	13.9±0.9	13.7±1.0	13.8±1.1
	3	14.1±0.9	16.2±1.1	14.4±1.1	15.0±1.2	14.0±1.1

1) Length of hypocotyl section.
 2) Standard error of the means.

Table 6. Combining effect and interaction response of homobrassinolide with IAA on the hypocotyl elongation of radish seedlings by different section types.

Section types	HBR concen. (ppm)	IAA concentrations (ppm)				
		0	3	10	30	100
	 % ¹⁾				
Attached cotyledon	0	100	144	121	126	117
	0.3	125	144 ⁻²⁾ (136) ³⁾	148 ⁻ (141)	146 ^o (144)	118 ⁻⁻ (138)
		1	131	151 ⁻ (141)	145 ^o (146)	147 ^o (149)
	3	143	159 ^o (155)	152 ^o (155)	148 ⁻ (158)	116 ⁻⁻ (153)
Removed cotyledon	0	100	109	121	117	110
	0.3	115	130 ^o (127)	128 ^o (133)	118 ⁻⁻ (129)	117 ⁻ (124)
		1	121	124 ^o (128)	121 ⁻⁻ (138)	117 ⁻⁻ (134)
	3	123	141 ⁺⁺ (130)	125 ⁻⁻ (139)	130 ⁻ (136)	122 ⁻ (131)

1) % : treated over untreated

2) Interpretation of interaction

o : additive response(-5-+5%) - : antagonistic response(6-10%)

+ : synergistic response(6-10%) -- : antagonistic response(above 11%)

++ : synergistic response(above 11%)

() : expected value of interaction

이 20% 이상의拮抗作用을 나타내었다. 崔³⁾에 의하면 IAA가 GA나 BA에 비하여 HBR과 混用함으로써 相昇效果가 높게 나타난다고 하였는데 Meudt²⁾는 BR類가 auxin과는 相昇作用을 하지만 組織內에서 直接的으로 auxin의 吸收와 移行을 促進시키지는 않는다고 報告하였고, 大部分의 auxin類와 BR類는 서로 相昇效果가 있으나 不活性 indole化合物과는 相昇效果가 없다는 研究結果도 있다.¹⁾ 下胚軸伸長檢定法이 前述한 두가지 檢定法에 비하여 相加效果와 拮抗效果가 많이 나타나는 것은 供試材料의 生長點 有無와 關連이 있는 것으로 생각된다. 즉 앞에서 言及한 檢定方法의 供試材料는 先端部를 除去한 切片이기 때문에 生長點이 附着된 切片에 비하여 auxin含量이 낮고 内生호르몬의 均衡이 不安定하여 外生호르몬 特히 auxin類에 反應이 敏感한 反面 auxin이 많이 集積된 生長點을 가진 切片에서는 外生 auxin에 影響을 적게 받는 것으로 여겨진다. 子葉을 除去한 切片의 相互作用效果는 IAA 3 ppm과 HBR과의 混用組合에서 相加 또는 拮抗反應을 보였지만 IAA 10·30·100 ppm과 HBR과의 混用에서는 大部分 拮抗的 反應을 나타내어 子葉의 有無에 따라서도 相互作用의 效果가 다르게 나타난다는 것을 알 수 있는데, 이것은 子葉이

auxin類와 BR類의 吸收뿐만 아니라 頂芽分裂組織의 auxin作用을 活性化시켜 下胚軸의 伸長을 促進시키는 機能과 内生호르몬의 作用 및 活性에 直接 또는 間接的으로 關與하고 있는 것으로 생각되고, BR類가 光合成產物은 增加시키지만 잎의 葉綠素含量에는 影響을 미치지 않는다는 研究結果²⁾로 미루어 볼 때 子葉은 光合成의 機能보다 BR類의 吸收나 移行에 關與하는 것으로 여겨진다.

摘 要

最近 國內에서 研究가 始作되고 있는 新規 植物生長調整劑인 brassinolide類와 既存의 auxin類를 混用하였을 경우 相互作用性을 究明하여 農業의 利用의 基礎資料를 얻고자 몇가지 生物檢定法을 利用하여 相互作用의 結果를 分析해 본 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 莖 葉身基部屈折檢定에서는 두 化合物의 低濃度 混用組合에서 拮抗的인 反應을 보였으나, 大部分의 組合에서는 相加 또는 相昇作用을 하였으며, 高濃度의 混用일수록 相昇效果가 높았고, IAA가 2,4-D에 비해 多少 混用效果가 높았다.

2. 子葉 鞘伸長檢定에서는 HBR의 濃도에

關係없이 IAA 0.1 ppm 以下에서는 相昇作用을 하였으나 0.3 ppm 以上の 混用에서는 相加的인 反應을 나타내었다.

3. 무우 下胚軸伸長檢定에서는 子葉의 有無에 의해 反應이 다르게 나타났는데, 子葉을 除去한 切片에서는 IAA 3 ppm과 HBR 과의 混用組合을 除外하고는 大部分의 混用組合이 拮抗的인 反應을 보였다.

4. 以上에서와 같이 檢定方法間 混用效果가 뚜렷한 差異가 있었으며, 供試材料에 따라 相互作用의 效果가 다르게 나타났는데 auxin의 含量이 比較的 높은 生長點을 가진 切片에서는 大體로 拮抗作用을 보인 反面, 先端部를 除去하여 内生호르몬이 不安定한 切片에서는 相加 또는 相昇作用을 보였다.

引用 文 獻

1. Artega, R.N., D.S. Tsai, C. Schlagnhauser and N.B. Mandava. 1983. The effect of brassinosteroid on auxin induced ethylene production and 2,4-D-L-amino acid conjugates on ethylene production by etiolated mung bean segments. *Physiol. Plant.* 59 : 539-544.
2. Braun, P. and A. Wild. 1984. The influence of brassinosteroid on growth and parameters of photosynthesis of wheat and mustard plants. *J. Plant Physiol.* 116 : 189-196.
3. 崔忠惇. 1987. 新 植物生長調節物質 brassinolide의 生理活性檢定法 確立 및 農業的 利用 研究. 慶北大學校 大學院 博士學位論文.
4. Colby, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic response of herbicide combination. *Weeds.* 15 : 20-22.
5. 千坂英雄. 1972. 除草劑의 混用における 相互作用. *雜草研究.* 14 : 12-18.
6. Gowing D.P. 1959. A method of comparing herbicides and herbicide mixtures at the screening level. *Weeds.* 7 : 66-76.
7. Limpel, L.E., P.H. Schuldt and D. Lamont. 1962. Weed control by dimethyl tetrachloro-terephthalate alone and in certain combinations. *Proc. NEWCC.* 16 : 48-53.
8. Maeda, E. 1965. Rate of lamina incision in excised rice leaves. *Physiol. Plant.* 18 : 813-827.
9. Meudt, W.J. and M.J. Thompson. 1983. Investigation on the mechanism of the brassinosteroid response II. A modulation of auxin action. *Proceeding of the PGR society of America.* p.306-311.
10. Mitchell, J.W., N.B. Mandava, J.F. Worley and J.R. Plimer. 1970. Brassin-a new family of plant hormones from rape pollen. *Nature.* 225 : 1065-1066.
11. Takeno, K. and R.P. Pharis. 1982. Brassinosteroid-induced bending of the lamina of dwarf rice seedling : An auxin-mediated phenomenon. *Plant Cell Physiol.* 23(7) : 1275-1282.
12. 竹松哲夫·竹内安智·古口正己. 1985. 新しい植物生長調節物質 브라시놀라이드類의 生理作用と 農業および 生物生産への 利用. *植調.* 18(2) : 1-15.
13. Taminoto, E. and Y. Masuda. 1971. Role of the epidermis in auxin-induced elongation of light-grown pea stem segments. *Plant Cell Physiol.* 12 : 663-673.
14. Wada, K., S. Marumo, K. Mori, S. Taketsuto, M. Morisaki and N. Ikekawa. 1983. The rice lamina inclination promoting activity of synthetic brassinolide analogues with a modified side chain. *Agric. Biol. Chem.* 47(5) : 1139-1141.