

생장억제제 처리가 기내 배양한 나도풍란 (*Sedirea japonica*) 유묘의 ABA 유사물질 함량 및 GA 유사물질 활성에 미치는 영향

조동훈¹, 지선옥^{2*}

¹경북대학교 원예학과, ²충부대학교 생명공학과

Effect of Growth Retardants on Endogenous ABA-like Substance Content and GA-like Substance Activity of *Sedirea japonica* Seedlings Cultured In Vitro

Dong-Hoon Cho¹, Sun-Ok Jee^{2*}

¹Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Department of Biotechnology, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to identify the effect of several plant growth retardants on endogenous ABA-like substance content and GA-like substance activity in seedlings of *Sedirea japonica* cultured in vitro. When seedlings of *Sedirea japonica* were treated with low concentration of 0.05 mg/L Uniconazole, 0.1 mg/L Ancymidol and 0.3 mg/L Paclobutrazol, the content of ABA-like substances of the leaf was lower than that of the control. However, the activity of GA-like substances was similar or higher in treated seedlings. In the mid and high concentrations of three kinds of growth retardants, the ABA-like substance content was increased, but GA-like substance activity was inhibited. The content of ABA-like substances in the root was lower in 0.05 and 0.2 mg/L Uniconazole, 0.2 mg/L Ancymidol and 0.1 mg/L Paclobutrazol treatments than that of the control, but in the mid and high concentration treatments, the content was increased. GA-like substance activity in low concentration was increased but in the mid and high concentration, the activity was inhibited compared with low concentration treatment.

Key words: ABA-like substance, GA-like substance, Growth retardant, *Sedirea japonica*

서 론

일반적으로 생장억제제는 쌍자엽 식물의 정단하 분열조직의 세포분열을 억제함으로써 절간신장이 감소되는 반면 잎, 꽃 및 과실에는 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있으며 이 결과 줄기의 신장을 억제하여 관상 가치를 높이거나 개화기를 조절 (Barret 1982; Choi et al. 1998; Larson 1985; Million et al. 1998; Newman and Tant 1995;

Nagao et al. 1999)할 수 있을 뿐만 아니라 불량환경과 병해충에 대한 저항성 (Kim and Suzuki 1989; Larson 1985) 및 도복방지 등의 부차적인 효과도 보고 되고 있다. 이와 같은 현상은 생리적으로 gibberellin 생합성을 억제하는 anti-gibberellin으로 작용을 함으로써 야기되는 것으로 알려져 있으며 이것은 GA 생합성 과정 중 어느 부분을 차단함으로써 식물의 생장을 억제하는 것으로 보고하였으며 (Sembdner et al. 1970), 또한 GA 생합성 전구물질인 ent-Kaurene이 Kaurenoic acid로 산화되는 과정을 저해한다고 하였다 (Coolbaugh et al. 1965). 또한 ABA (abscisic acid)는 식물의 기관 탈리나 휴면을 유도하는 물질로 알려져

*Corresponding author Tel 041-750-6713 Fax 041-750-6380

E-mail: sojee@joongbu.ac.kr

있으며, 식물의 휴면에 있어서 발아억제 및 생육억제 역할을 한다(An et al. 1997)고 하였으며, 생장억제제인 Uniconazole을 엽면 살포하였을 때 식물체 내 ABA 유사물질 활성은 처리 농도에 따른 차이는 있었지만 지상부, 지하부 공히 ABA 유사물질의 활성이 높았다고 보고하였다 (Park 2000; Park et al. 2001).

본 연구의 식물재료인 나도풍란 (*Sedirea japonica*)은 착생습성이 특이하고 잎의 관상가치 및 화형과 향기가 우수한 단경성란 (monopodium)으로 (Lee 1985; Lee 1989), 최근 잎의 관상가치를 높이기 위해 식물생장억제제를 엽면 살포하거나 (Cho et al. 2004), 조직배양 시 유묘기에 배지에 직접 첨가하는 방법 (Park 2000, Chung et al. 1999) 등이 이용되고 있다.

본 연구는 기내 배양 중인 나도풍란 유묘를 대상으로 하여 생장억제제의 처리에 대한 식물체의 형태적 변화의 원인을 구명하기 위해 생장억제제 처리가 식물체 내생 GA 유사물질의 활성 변화 및 내생 ABA 유사물질의 함량변화에 미치는 영향을 알아보려고 실시되었다.

재료 및 방법

공시재료 및 생장억제제

나도풍란 (*Sedirea japonica*) 유묘 육성용 배지 (Chung et al. 1983)인 Hyponex 3 g/L, peptone 2 g/L, 활성탄 0.5 g/L, 바나나 30 g/L, 사과 30 g/L, 감자 20 g/L, sucrose 30 g/L, 한천 8 g/L인 배지의 pH를 5.2로 조정된 배지에서 배양한 유식물체 (엽장 : 23.8 mm, 엽폭 : 8.0 mm)를 실험재료로 사용하였다. 배양은 100 mL의 배지를 분주한 750 mL 사각 배양병에 Table 1과 같은 생장억제제 Ancymidol (A-Rest : DowElanco), Paclobutrazol (Bonzi : Uniroyal Chemical Co.), Uniconazole (Sumagic : Vlent U.S.A Corporation)를 농도별로 혼용한 배지에 8개체씩 각 7반복으로 이식하여 배양하였으며 매 4주 간격으로 4회에 걸쳐 계대 배양하였다. 배양 조건은 온도 24±1℃, 광도 2,000 lux, 광주기는 명기 16시간, 암기 8시간이었으며, 최초 이식일로부터 16주간 배양하였다.

Table 1. Various concentrations of growth retardants treated to seedling of *Sedirea japonica* cultured in vitro

Growth retardants	Concentration (mg/L)		
Uniconazole ^z	0.05	0.2	0.5
Ancymidol ^y	0.2	0.6	1.0
Paclobutrazol ^x	0.1	0.3	0.5

Trade name ; ^zSumagic, ^yA-Rest, ^xBonzi.

GA유사물질의 활성 및 ABA유사물질의 함량 측정

GA와 ABA 유사물질의 활성검정을 위하여 생장억제제 처리배지에서 16주간 배양된 유묘를 지상부 및 지하부를 각각 생체중 10 g씩 채취해서 Badr 등 (1971)의 방법에 의하여 분리·추출하였다. 각 분획별로 paper chromatography (Toyo No. 51)를 실시하였으며 각각의 분획을 상온에서 여과지에 loading한 후 밀폐된 용기에 넣어 25℃, 암상태에서 5시간 전개[전개용매 ; iso-propanol : ammonia water (28%) : water = 10 : 1 : 1 (v/v)]하였다. GA 유사물질의 활성검정을 위한 생물검정을 위해 '短銀坊主'를 30℃에서 3일간 최아시킨 종자를 관병에 Rf치 별로, 각각 잘게 자른 여과지를 넣은 다음, 멸균수 5mL를 넣고 여기에 최아된 종자를 넣은 후 25℃에서 14일 동안 생육시킨 후 제 2 엽초의 길이를 조사하여 상대 성장율을 환산하였다.

ABA 유사물질의 함량 측정을 위해 상추종자 'Grand Rapids'를 이용하였으며 종피의 발아억제제 세척을 위해 증류수에 침적시킨 후 1시간 간격으로 3회 새로운 증류수로 갈아준 다음 약 5시간 후, Rf치 별로 자른 여과지 (Toyo No. 51)를 관병에 4점으로 간 후 멸균수 4 mL를 넣고 파종하였다. 파종 후 25℃, 500 lux에서 7일간 생육시킨 후 발아율을 조사하였으며 10일 후 하배축의 길이를 측정하여 이들 측정치를 ABA 표준곡선에 대입하여 ABA농도를 환산하였다.

결과 및 고찰

생장억제제의 종류와 농도별로 내생 GA 유사물질의 활성을 조사한 결과, Uniconazole 처리 시 (Figure 1, 4), 잎에서의 GA 유사물질의 활성은 억제제의 농도가 높아짐에 따라 대조구에 비해 낮아지는 경향을 보였으나 0.05 mg/L 처리에서는 오히려 촉진되는 경향을 보였으며 이보다 고농도 처리에서는 억제되었다. 이와 관련하여 잎 생장 역시 억제되는 경향을 보였다. 뿌리에서의 활성은 대조구에서는 억제물질의 활성이 높는데 반해 0.2 mg/L에서는 촉진물질의 활성이 대단히 높았으나 농도가 높아짐에 따라 억제물질의 활성이 높아지는 경향으로 이 중 촉진물질의 활성이 높았던 0.2 mg/L에서 뿌리의 생장이 양호하였다. ABA 유사물질의 함량은 지상부의 Uniconazole 처리에서는 대조구에 비하여 처리농도가 높아짐에 따라 ABA 유사물질 함량이 증가하였고, 0.05 mg/L¹ 처리에서는 대조구보다 낮았다. 뿌리는 0.05 mg/L 처리에서 대조구와 유사한 경향을 보였으나 0.2 mg/L에서는 오히려 대조구보다 함량이 낮아져 다른 종류의 생장억제제 처리에서와 다소 다른 결과를 나타내었으나 0.5 mg/L 처리에서는 함량이 높아져 다른 처리와 유사한 경향을 나타내었다.

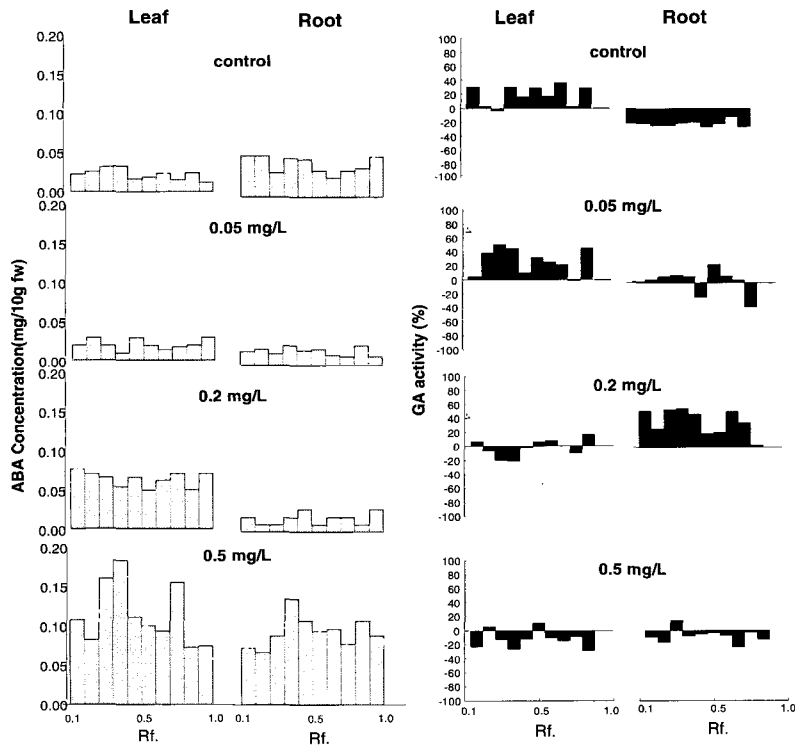


Figure 1. Endogenous ABA-like substances content and GA-like substance activity at different concentrations of Uniconazole in *Sedirea japonica* cultured in vitro.

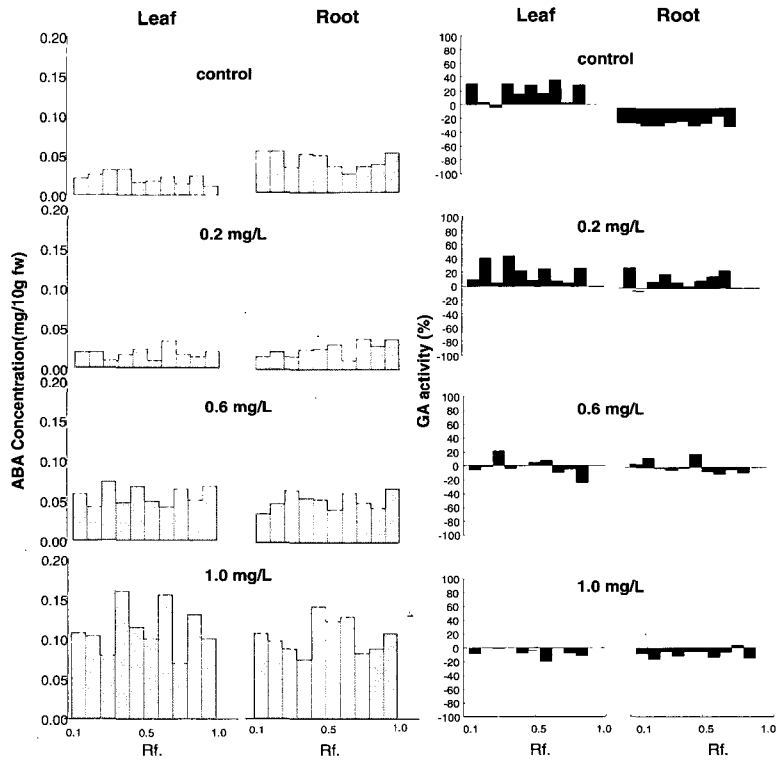


Figure 2. Endogenous ABA-like substances content and GA-like substance activity at different concentrations of Ancymidol in *Sedirea japonica* cultured in vitro.

Ancymidol 처리 시 (Figure 2), 잎에서의 GA 유사물질의 활성화는 농도가 높아짐에 따라 대조구에 비해 낮아졌으며

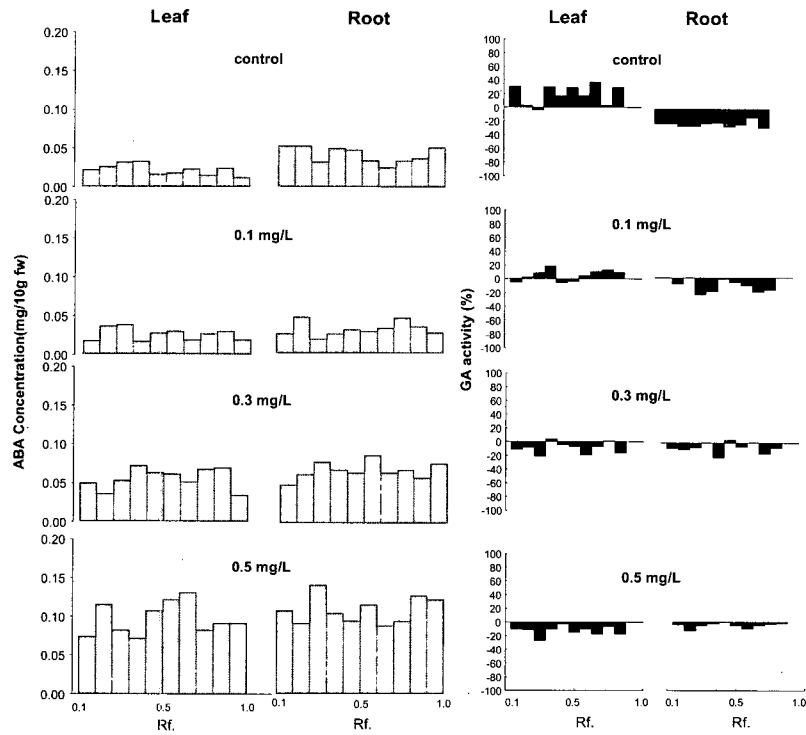


Figure 3. Endogenous ABA-like substances content and GA-like substance activity at different concentrations of Paclobutrazol in *Sedirea japonica* cultured in vitro.

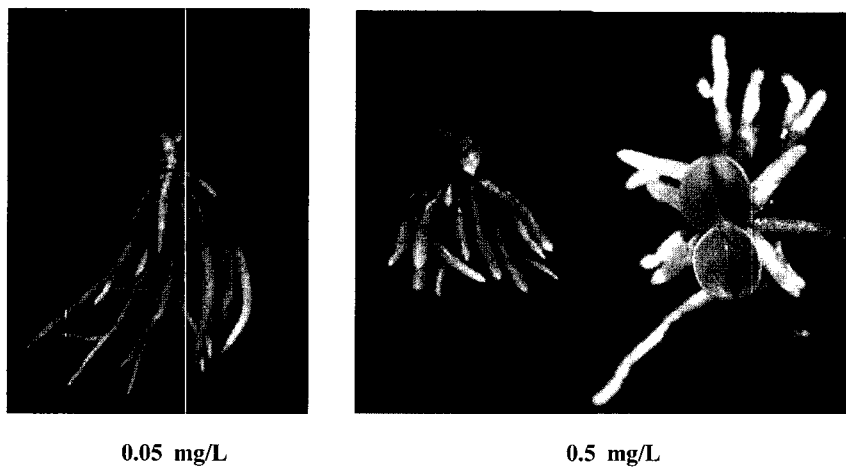


Figure 4. Effect of Uniconazole on the morphological changes of *Sedirea japonica* cultured in vitro.

0.2 mg/L 처리의 경우 지상부와 지하부 모두 활성이 촉진되는 결과를 보였다. 뿌리의 경우, 대조구와 같이 억제제 처리구 모두 활성이 억제되었다. 그 이상의 농도에서는 활성이 감소함에 따라 근장이 다소 짧아졌다. ABA 유사물질의 함량은 잎에서는 처리농도가 높아짐에 따라 증가하는 경향이었고, 지하부는 0.2 mg/L 처리에서 대조구보다 활성이 낮았으나 0.6과 1.0 mg/L 처리에서는 함량이 증가하였다.

Paclobutrazol 처리 시 (Figure 3), 잎에서의 GA 유사물질의 활성은 대조구와 비교해 모든 처리에서 낮은 활성을 나타내었고, 농도가 높아짐에 따라 활성이 억제되었다. 지하

부의 경우 역시 활성이 억제되었으며, 이로 인하여 뿌리의 성장도 둔화된 것으로 생각되었다. ABA 유사물질의 함량은 지상부의 경우 0.1 mg/L 처리에서는 대조구와 유사하였고, 0.3과 0.5 mg/L 처리에서는 농도가 높아짐에 따라 함량도 높아지는 경향이 있었다. 지하부는 대조구와 비교했을 때 0.1 mg/L 처리에서는 함량이 낮았으며, 처리농도가 높아짐에 따라 함량의 증가를 나타내었다.

식물생장억제제가 생물검정과정에서 이용된 버 '短銀坊主' 및 상추종자 'Grand Rapids'의 발아에 영향을 미치는지 여부를 알아보기 위하여 처리 종류별, 농도별로 발아율 조사

를 한 결과 약 95%의 발아율을 보여 식물생장억제제가 식물체의 발아에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

생장억제제는 항 지베렐린 물질로 작용하는 것으로 알려져 있으며 GA 생성과정 중 어느 부분을 차단함으로써 식물의 성장을 억제한다고 하였고 (Sembdner et al. 1970), 또한 GA 생합성 전구물질인 ent-Kaurene이 Kaurenoic acid로 산화되는 과정을 저해한다고 하였다(Coolbaugh et al. 1965). 본 실험의 경우 생장억제제가 첨가된 배지에서 배양한 유묘를 재료로 GA 유사물질의 활성을 생물 검정했을 때 억제제의 종류에 따라 활성의 저해 정도가 다르고 특히, 앞의 경우 Uniconazole 0.05 mg/L 첨가 시 촉진 물질의 활성이 높으면서 앞생장이 오히려 촉진되는 경우도 있어 촉진효과를 기대할 수 있으며 뿌리에 있어서도 Ancymidol 0.2 mg/L과 Uniconazole 0.2 mg/L에서는 촉진물질의 활성이 나타나 뿌리가 강건하게 성장하였다. 나도풍란의 경우 생장억제제 처리에 의해 오히려 성장을 촉진시킬 수 있는 작용 기작을 이용할 수 있을 것으로 판단되어 우량 유묘 생산에 도움이 될 것으로 생각되었다.

식물체 내 ABA 유사물질 함량은 식물체의 휴면도입과 관련되어 있고, 내생생장조절물질이 감소하는 시기에 억제물질의 활성이 증가된다는 보고 (Park et al. 1988; Konoshima and Tsukamoto 1978) 및 춘란에 Uniconazole을 엽면 살포하였을 때 잎과 위구경의 생장이 억제되고 이것의 생물검정 결과 무처리 또는 GA처리에 비하여 ABA 유사물질의 함량이 높았다고 보고(Park 2000)하여 식물생장억제제의 처리가 ABA 유사물질의 활성과 직접적인 관련이 있는 것으로 생각되며, 본 연구 결과도 생장억제제의 처리 농도가 높아짐에 따라 지상부와 지하부 공히 ABA 유사물질의 활성이 높아져 타 연구결과와 일치하였다. 또한 GA와 ABA 유사물질의 활성 및 함량의 관계는 지상부는 GA활성이 높아지면서 ABA함량은 낮아지는 경향이었으며, 지하부의 경우도 지상부의 결과와 경향은 대체로 일치하였다.

적 요

본 연구는 기내 배양한 나도 풍란에 식물생장억제제인 Uniconazole, Ancymidol, Paclobutrazol의 종류별, 농도별 처리가 식물체내 내생 GA 유사물질의 활성 및 ABA 유사물질의 함량의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다.

지상부인 잎에서는 Uniconazole 0.05 mg/L, Ancymidol 0.1 mg/L, Paclobutrazol 0.3 mg/L 처리 시 ABA 유사물질의 함량은 대조구보다 낮았으며, GA 유사물질의 활성은 대조구 보다 높거나 비슷한 수준이었다. 하지만 처리농도가 높아짐에 따라 ABA 유사물질의 농도는 높아졌으나, GA 유사물질의 활성은 비교적 억제되었다.

지하부인 뿌리에서는 Uniconazole 0.05, 0.2mg/L, Ancymidol 0.2 mg/L, Paclobutrazol 0.1 mg/L 처리에서 ABA 유사물질의 함량이 대조구보다 낮았고, 그 이상의 농도에서는 높았다. GA 유사물질의 활성은 비교적 저 농도에서는 높았으나, 고농도 처리에서는 저 농도와 비교하여 활성이 억제되었다.

인용문헌

- An JK, Choi YW, Son BG, Cho D (1997) Introduction of plant hormones. Miryang national university press, pp 141-169
- Badr SA, Martin GC, Hartmann HT (1971) A modified method for extraction and identification of abscisic acid and gibberellin-like substances from the olive (*Olea europaea*). *Physiol Plant* 24: 191-198
- Barret JE (1982) Chrysanthemum height control by ancymidol, PP333, and EL-500 dependent on medium composition. *HortSci* 17: 896-897
- Cho DH, Chung MY, Kim CK, Kim HY, Jee SO, Shin SR, Chung JD (2004) Effect of growth retardants on the growth of *Sedirea japonica*. *Kor J Hort Sci Technol* 22: 95-99
- Choi JM, Choi JJ, Chung HJ, Choi JS (1998) Growth of Oriental hybrid lily 'Star Gazer' affected by application method and concentration of uniconazole in pot plant production. *J Kor Soc Hort Sci* 39: 776-779
- Chung JD, Chun CK, Kim SS (1983) Asymbiotic Germination and Plant Culture of *Aerides japonicum* (I) Selection of Suitable Medium and Culture Condition for Germination and Effect of Hyponex, Peptone, and Several Nutrient Supplements on Growth of Seedlings. *HORTICULTURE ABSTRACTS* Vol. 1 No. 2, pp. 52-53
- Chung JD, Park YK, Kim HY, Jee SO, Koh JC (1999) Effects of Plant Growth Retardants on the Growth of *Bletilla striata* in vitro. *J Kor Soc Hort Sci* 40: 485-488
- Coolbaugh RC., Hirano S, West C (1965) Studies on the specialty and site of action of α -cyclopropyl- α -(p-methoxyphenyl)-5-pyrimidine methyl alcohol (ancymidol), a plant growth regulator. *Plant Physiol* 62: 571-576
- Kim HY, Suzuki Y (1989) Changes in assimilated ^{13}C distribution and soluble acid invertase activity of *Zinnia elegance* induced by uniconazole an inhibitor of gibberellin biosynthesis. *Plant Physiol* 90: 316-321
- Konoshima H, Tsukamoto Y (1978) The role of leaves in the induction of dormancy of gladiolus corm. *J Jap Soc Hort Sci* 46: 509-514
- Larson RA (1985) Growth regulators in floriculture. *Hort Rev* 7: 399-481
- Lee CB (1989) Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa Seoul, pp 246
- Lee J (1985) The wild orchid of korea. Jangsung publisher,

- Seoul, pp. 201-204
- Million JB, Barrett JF, Nell TA, Clark DG (1998) Influence of media components on efficiency of paclobutrazol in inhibiting growth of broccoli and petunia. HortSci 33: 852-856
- Nagao MA, Ho-a EB, Yoshimoto JM (1999) Uniconazole Retardants Growth and Increases Flowering of Young Macademia Trees. HortSci 34: 104-105
- Newman SE, Tant JS (1995) Root-zone medium influences growth of poinsettias treated with paclobutrazol-impregnated spikes and drenches. HortSci 30: 1403-1405
- Park JS (2000) Studies on habitat environment and flowering physiology of *Cymbidium goeringii*. PhD thesis, Kyungpook national university, Daegu
- Park JS, Chung JD, Kim HY (2001) Influence of Uniconazole and GA on Flower bud formation, carbohydrate content and GA-like substance activity of *Cymbidium goeringii*. J Kor Soc Hort Sci 42: 591-595
- Park YK (2000) Effect of plant growth retardants on the growth of *Aerides japonicum* and *Bletilla striata* cultured in vitro. MS thesis, Kyungpook national university, Daegu
- Park IH, Suh YK, Chun CK (1988) Studies on the Dormancy of the Corm of *Liatris spicata* Willd. ; II. Seasonal Variation of Activity of Endogenous Gibberellin-like Substances. HORTICULTURE ABSTRACTS Vol. 3 No. 2 pp. 108-109
- Sembdner G, Weiland J, Schneider G, Schreiber K, Focke I (1970) Recent advances in the metabolism of gibberellins. In : Carr DJ (eds), Plant Growth substances. Springer-Verlag Berlin, pp 143-150

(접수일자 2005년 6월 2일, 수리일자 2005년 6월 8일)