

Priming과 GA₃ 처리에 따른 도라지, 더덕 및 만삼의 出芽와 生長

姜晋鎬*·金東一*·姜信濶*·沈映道*·韓鏡秀*

Seedling Emergence and Growth Affected by Priming and GA₃ Treatments to Three Campanulan Plant Seeds

Jin Ho Kang*, Dong Il Kim*, Shin Yun Kang*, Young Do Shim* and Kyung Soo Han*

ABSTRACT : Seed germination test done in laboratory does not coincide with field emergence in general. The experiments were carried out to examine the effect of priming and GA₃ treatment to seeds of *Platycodon grandiflorum*; *Codonopsis lanceolata* and *C. pilosula* on lapsed time to first seedling emergence, seedling emergence, morphological characters and growth and the cause of poor emergence of *C. pilosula*. No-treatment as Control (water), priming or GA₃ treatment was done with only distilled water for 2 days, Ca(NO₃)₂ 150 mM for 2 days or GA₃ 0.1 mM for 3 days, respectively. Seedling emergence rate was counted every 2 days but morphological characters and dry weight of shoot and root were measured on 38 days after sowing. Their internal seed structures were examined with Scanning Electron Microscope.

C. pilosula had poorer seedling emergence rate than *P. grandiflorum* and *C. lanceolata* showing nearly same rate : Compared to the other treatment(s) *P. grandiflorum* displayed higher rate in priming and GA₃ treatments but *C. lanceolata* or *C. pilosula* did the greatest rate in only GA₃ or priming treatment, respectively. GA₃ treatment to seeds of *P. grandiflorum* and *C. lanceolata* shortened the lapsed time to seedling emergence in comparison with Control, 2-days water imbibition before sowing. In all the species plant height and number of leaves per seedling became shorter and less in priming treatment than the other treatments except plant height of *C. pilosula* while their hypocotyl length was nearly same in all treatments. Although priming treatment had nearly similar effect to morphological characters, GA₃ treatment forced greater shoot, root and aftermath total dry weight per seedling. Poor seedling emergence of *C. pilosula* was caused by its seed defect like cleavage or lack of embryo, poor development of embryo and endosperm or their separation.

Key words : *Campanulaceae*, Priming, GA₃, Seedling emergence, Dry weight, Seed structure

緒 言

현재 국내에 8屬에 34種이 자생하고 있는 초롱꽃

과중 농가에서 재배되고 있는 것은 도라지屬의 도라지, 더덕屬의 더덕과 만삼으로 이들의 재배면적은 3,000ha 이상으로 집계되고 있어 재배가 가장 활발하다고 할 수 있다. 그러나 약용작물 중에서도

* 慶尙大學校 農學科·慶尙大學校 附屬 農漁村開發研究所 (Dept. of Agronomy and Institute of Agric. & Fish. Development, Gyeongsang Natl. University, Chinju 660 - 701, Korea) < '97. 10. 27 접수 >

재배가 비교적 많이 이루어지고 있는 이들의 종자는 小粒이어서 적정 밀도로 立苗率을 확보한다는 것이 지극히 난해하며 立苗不良으로 영농에 실패하는 경우가 많은 것으로 알려져 있다^{7,8)}.

따라서 이들 작물의 立苗率을 높이기 위하여 발아에 관한 시험들이 이루어지고 있다. 발아온도가 발아에 영향을 미친다 할지라도⁹⁾ 재배종인 초롱꽃과 중에서 도라지와 더덕은 발아율이 80% 이상으로 높은 반면, 만삼 종자는 발아율이 20% 이하로 아주 낮은 것으로 보고된 바 있는데^{2,3)} 이러한 만삼의 발아 불량은 부적절한 休眠打破가 그 원인으로 지적된 바 있다^{7,8)}. 한편 이들의 발아율을 향상시키기 위한 種子處理로서 파종 전 가해지는 저온, priming 또는 gibberellin (GA_3) 처리가 처리를 가하지 않고 파종하는 것에 비하여 효과가 있다고 하나 처리방법과 발아중 주어지는 光質에 따라 현저히 변화되는 것으로 알려져 있다^{4,7,8)}.

현재까지 실험실에서 도출된 최적의 종자처리 방법들이 반드시 幼苗 出現率 增加로 이어지지 않는 것이 일반적 현상이어서 Kang 등^{6,7,8)}과 Persson⁹⁾이 실험실에서 초롱꽃과의 도라지, 더덕 및 만삼 종자에 행하여진 종자처리 중에서 최적 처리가 圃場 出現率의 증대 나아가 幼苗生長을 촉진할 수 있을 것인가에 대한 검증이 필요하다. 그러므로 本 試驗은 前報^{6,7,8)}에서 報告한 바와 같이 실험실에서 수행한 최적 종자처리 결과인 priming과 GA_3 처리가 도라지, 더덕 및 만삼의 幼苗 出現과 幼苗의 初期生育에 미치는 영향과 만삼의 立苗 不良原因을 구명하기 위하여 실시되었다.

材料 및 方法

本 試驗은 1995년 6월부터 97년 5월까지 경상대학교 공예작물학 실험실, 부속농장 및 공동실험실 습관에서 실시하였다. 前報^{6,7,8)}에서 이미 보고한 바와 같이 실험실에서 평가된 도라지, 더덕 및 만삼의 발아율을 증대시키기 위한 최적의 priming과 GA_3 처리가 出現率과 幼苗生長의 증대로 이어질 수 있는가를 검토하고자 파종 전 $Ca(NO_3)_2$ 150 mM에 2일간 priming 처리한 것, GA_3 0.1 mM에 3일간 침지한 것, 증류수에 2일간 침지한 無處理

對照區의 3개 처리로 분리하여 난괴법 3반복으로 시험을 수행하였다.

이상의 종자 처리는 20℃ 暗條件에서 실시하였으며 처리된 종자를 토질이 상토로 채워진 128구 tray의 각 cell에 1립씩 파종한 후 2 mm 정도 복토하였으며 파종 후에는 底面灌水로 매일 수분을 공급하였다. 幼苗 出現率은 子葉이 완전히 전개된 후 제1본엽이 육안으로 식별되는 것을 出現個體로 하여 2일마다 조사를 실시하였으며 tray당 비율로 환산· 표시하였다. 이들 처리에 따른 幼苗生長을 비교하고자 파종 후 38일에 반복당 30개체를 水洗하여 草長, 下胚軸長, 葉數를 조사한 후 개체당 평균을 구하여 이를 통계 처리하였다. 한편 이상의 형질을 조사한 후 지상부와 뿌리로 분리하여 75℃에 2일간 건조· 평량함으로써 이들 처리에 따른 地上部重과 根重의 변화를 측정하였고 S/R 率은 이들 地上部重과 根重의 비율로 계산하였다.

이미 학계에 보고된 研究^{2,3,6,7,8,9)}와 上記試驗에서 만삼의 저조한 發芽率과 出現率이 부적절한 種子處理에서 기인된 것인지 아니면 종자의 구조적 결함에서 비롯된 것인지를 구명하고 만삼과 도라지, 더덕 종자를 비교하고자 이들 종자의 내부구조를 관찰하였다. 試料는 이들 종자를 2등분하여 실온에서 2.5% glutaraldehyde에 90분간 1차 고정 후 2%의 osmic acid에 60분간 2차 고정을 실시하였으며 이들 試料를 脫水시키고자 ethyl alcohol 50%, 75%, 90%, 100%에 순차적으로 침지를 가하였다. 脫水된 試料는 ion sputtering으로 coating한 후 Scanning Electron Microscope (DC-130C Dual Stage, Akashi Co.)로 종자의 내부구조를 촬영하였다.

結果 및 考察

1. 出芽率

前報^{6,7,8)}의 실험실에서 행한 도라지, 더덕 및 만삼 종자의 발아율 향상에 가장 효과적인 결과를 나타내었던 priming과 GA_3 의 종자처리가 圃場 出芽率에 미치는 영향을 조사하고자 對照區로서 증류수에 2일간 침지 처리하거나, $Ca(NO_3)_2$ 150 mM에 2일간 priming 처리, 또는 GA_3 0.1 mM에 3일간 침

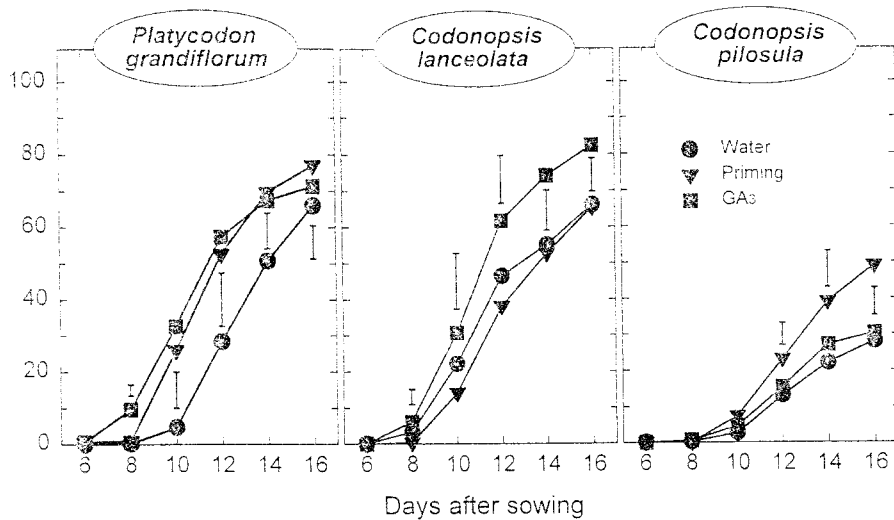


Fig. 1. Seedling emergence rate of *Campanulaceae* as affected by priming and GA₃ treatment done at darkness and imbibed with distilled water for 2 days, Ca(NO₃)₂ 150 mM for 2 days or GA₃ 0.1 mM for 3 days, respectively. Vertical bars indicate the significant difference at LSD.05 between three treatments of each species.

지하여 파종한 후 幼苗 出芽率을 조사한 것은 그림 1과 같다. 도라지의 出芽率은 종자를 단순히 증류수에 침지한 것보다는 priming과 GA₃ 처리로 증가된 반면, 더덕은 GA₃ 처리, 만삼은 priming 처리에서 높은 出芽率을 보였다.

만삼의 발아율은 발아상을 이용한 실내시험에서 치상 후에 주어지는 光條件에 관계없이 KNO₃ 또는 Ca(NO₃)₂를 이용하여 priming 처리할 경우 priming 처리하지 않은 것에 비하여 증가되나, GA₃ 처리 시에는 만삼 뿐만 아니라 도라지와 더덕도 치상 후에 주어지는 光條件에 따라 발아율이 크게 변화되는 것으로 보고되고 있다^{7,8}. 도라지와 만삼은 GA₃ 처리 후 赤色光이 주어질 때 발아가 거의 일어나지 않은 반면, 더덕에서는 발아가 지연되는 前報⁸의 試驗結果와는 달리 도라지와 만삼에서 GA₃ 처리로 인하여 出芽率이 부진하지 않았던 원인은 아주 열은 상태로 복토가 행하여졌기 때문에 치상 후 白熱燈으로 照明하면서 수행된 前報⁸의 시험과 光條件이 類似^{4,10}한데 기인된 것으로 해석된다.

2. 幼苗生長

도라지, 더덕 및 만삼 종자에 가하여진 priming

Table 1. Lapsed time to seedling emergence and morphological characteristics of 38-days *Campanulan* seedlings as affected by priming and GA₃ treatments to their seeds.

Species	Parameters Treatments ¹	Field ²	Plant	Hypocotyl	Leaves
		emergence days	height cm	length	no. plant ⁻¹
<i>Platycodon grandiflorum</i>	Water	9.0	1.59	0.47	2.8
	Priming	6.7	1.28	0.43	2.4
	GA ₃	6.3	1.59	0.50	2.9
	LSD.05	1.8	0.19	ns	0.1
<i>Codonopsis lanceolata</i>	Water	8.7	6.51	4.34	2.2
	Priming	8.7	5.51	4.25	2.0
	GA ₃	8.0	7.39	4.66	2.3
	LSD.05	0.6	1.81	ns	0.1
<i>Codonopsis pilosula</i>	Water	9.0	2.00	0.79	2.9
	Priming	9.0	2.67	0.71	2.5
	GA ₃	8.3	1.96	0.73	2.7
	LSD.05	ns	ns	ns	0.3

¹ Water, priming or GA₃ treatment was imbibed with distilled water for 2 days, Ca(NO₃)₂ 150 mM for 2 days or GA₃ 0.1 mM for 3 days, respectively.

² Lapsed days from sowing to first seedling emergence.

과 GA₃ 처리가 幼苗 出芽日數와 幼苗生長에 미치는 영향은 표 1과 같다. 幼苗의 出芽日數에 미치는 영향으로 도라지는 priming과 GA₃ 처리에서, 더덕은 증류수에 단순히 침지한 對照區에 비하여 GA₃ 처리에서만 단축되었으나 만삼에서는 처리간 차가 없었다. 파종 38일 후에 조사된 草長은 도라지에서 증류수에 침지하거나 GA₃에 침지하는 것보다는 priming 처리할 경우 짧고, 더덕은 GA₃ 처리에서 가장 길고 priming 처리에서 가장 짧았던 반면, 만삼에서는 처리간 차가 없었다. 下胚軸長에서는 3個 供試種 모두 처리간 차이가 없었던 반면, 株葉數에서는 全供試種에서 증류수에 단순히 침지하거나 GA₃로 처리하는 것보다 priming 처리할 경우 적은 것으로 나타났다.

Priming과 GA₃ 처리 후 38일에 조사된 地上部 乾物重 (S) 과 根重 (R), 이들의 비율 (S/R ratio)은 그림 2와 같다. 도라지와 더덕의 地上部重은 草長

과 동일한 반응을 보였으나, 만삼에서는 증류수에 침지하거나 GA₃로 처리하는 것보다 priming 처리에서 地上部 乾物重이 적어 도라지의 地上部重과 유사한 반응을 보였다. 根重의 경우 도라지는 GA₃ 처리에서 가장 높고 priming 처리에서는 가장 적었으며, 더덕은 처리간 차이가 없는 것으로, 만삼은 GA₃ 처리에서 많은 것으로 조사되었다. 한편 地上部重과 根重을 합한 個體當 乾物重은 만삼에서 증류수에 침지한 처리를 제외하고는 地上部重과 동일한 결과를 보였다. Priming과 GA₃ 처리에 따른 지상부와 지하부의 물질분배 (partitioning)를 알기 위하여 S/R 率을 계산하였던 바 도라지와 더덕은 종자 처리간에 차이가 있었으나 만삼에서는 他處理에 비하여 GA₃ 처리에서 S/R 率이 낮아 상대적으로 뿌리로 물질의 분배가 많이 일어나는 것으로 분석되었다.

식물의 성장을 촉진하는 특성을 가지고 있는

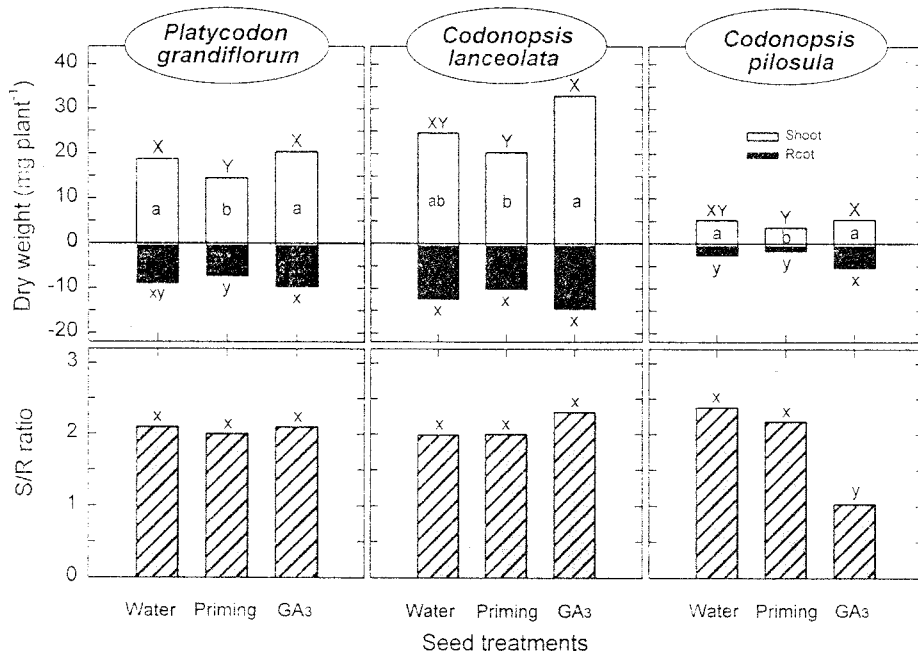


Fig. 2. Dry weights (top two) and S/R ratio (bottom) of 38-day *Campanulaceae* seedlings affected by priming and GA₃ treatments to their seeds. Water, priming or GA₃ treatment done at darkness was imbibed with distilled water for 2 days, Ca(NO₃)₂ 150 mM for 2 days or GA₃ 0.1 mM for 3 days, respectively. Bars having different letter indicate the significant difference at LSD, 0.05 between three treatments of shoot, root, total dry weight or shoot to root ratio of each species.

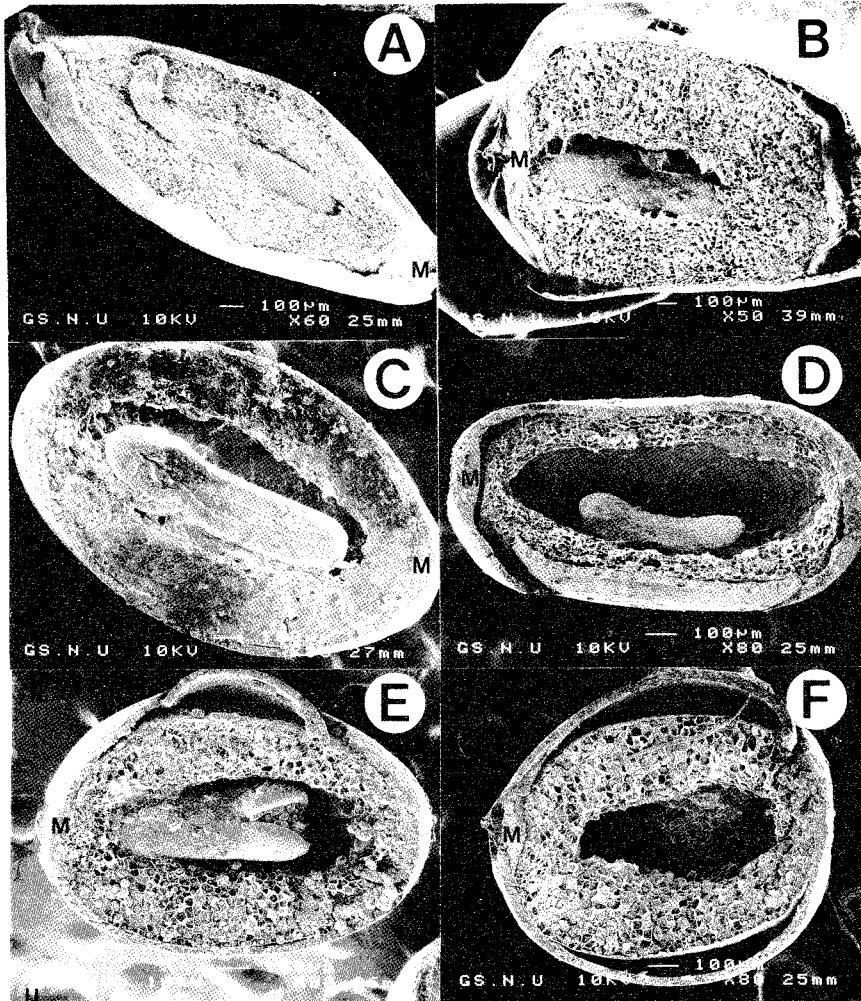


Photo. 1. Scanning electron micrographs of internal seed struture of *Platycodon grandiflorum* (A), *Codonopsis lanceolata* (B) and *C. pilosula* (C, D, E, F). A, B and C are photographs of normal seeds but C, D and E are those of abnormal ones. M and arrows indicate micropyle and cleavage of plumule on the embryo, respectively.

GA₃는 과중 전 종자에 처리될 때에도 발아율의 증가 뿐만 아니라 出芽중인 幼苗生長을 촉진하는 殘留效果가 있는 반면, priming 처리는 단순히 종자의 수분 상태만을 조절하는 것으로 알려져 있다⁵⁾. 따라서 종자에 대한 GA₃ 처리로 幼苗生長이 촉진된다는 本試驗과 先行試驗⁵⁾ 結果가 일치하여 도라지와 더덕에서는 GA₃ 처리로 幼苗出現과 初期生長을 촉진할 수 있을 것이며, 幼苗生長에서는 도라

지와 더덕과 유사한 반응을 보인 만삼은 GA₃ 보다는 priming 처리로 幼苗 出芽率이 증가된 것에 대하여는 추후 면밀한 검토가 요구된다.

3. 만삼의 出芽率 低調原因

만삼의 最高 發芽率이 발아온도 25℃에서 22%라는 보고²⁾와 幼苗의 出芽率(그림 1)이 낮은 원인이 종자 자체의 결함인지 아니면 부적절한 종자처

리에서 기인된 것인지를 구명하고자 전자현미경을 통하여 종자의 내부구조를 관찰하였다 (사진 1). 사진 1에서 A는 도라지, B는 더덕, C는 만삼의 정상적인 종자 단면을 촬영한 것으로 도라지와 더덕은 胚와 胚乳간에 공극이 없이 밀착된 상태였던 반면, 만삼은 정상적인 종자라 할지라도 커다란 공극이 있는 것으로 관찰되었다. D, E, F는 priming 또는 GA₃ 처리로 발아가 되지 않는 만삼 종자의 단면을 촬영한 것으로 정상적인 만삼 종자 (사진 1 C)에 비하여 D, E처럼 胚와 胚乳가 아주 빈약하고 발아 후 지상부를 형성하는 胚의 plumule 부분이 갈라진 것이 약 15% 정도 관찰되었던 반면, F처럼 胚가 없는 無胚種子가 약 5% 정도로 조사되었다.

만삼의 낮은 발아율³⁾은 前報^{7,8)}에서 報告한 바와 같이 발아상을 이용한 실내실험에서는 priming 처리로 발아율을 80% 정도 향상시킬 수 있었으나 본 試驗의 결과와 같이 幼苗 出芽率이 낮은 것은 胚의 구조적 결함 (사진 1 D, E)과 더불어 정상적인 종자 (사진 1 C)라 할지라도 胚와 胚乳가 격리되어 있기 때문에 胚乳로부터 胚의 성장에 필요한 물질의 전류가 부진한데 기인될 수도 있을 것이다.

摘 要

발아율을 증가시키기 위하여 실험실에서 수행된 초롱꽃과 약용작물의 種子處理^{7,8)}가 出芽率과 幼苗生長을 촉진할 수 있는가를 검토하기 위하여 도라지, 더덕 및 만삼 종자를 파종 전 증류수에 2일간 침지하거나, Ca(NO₃)₂ 150 mM에 2일간 priming 또는 GA₃ 0.1 mM에 3일간 침지한 3個 處理로 구분하여 幼苗 出芽率과 파종 38일 후에 幼苗生長을 조사하였으며 만삼의 出芽率이 낮은 원인을 구명하기 위하여 전자현미경으로 종자의 내부구조를 관찰하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 幼苗 出芽率에서 도라지는 priming과 GA₃ 처리, 더덕은 GA₃ 처리, 만삼은 priming 처리에서 증류수로 침지 처리하는 것보다 높았고, 出芽所要日數도 도라지와 더덕은 對照區에 비하여 GA₃ 처리로 단축되었다.

2. 供試種 모두 下胚軸長은 처리간 차이가 없었던 반면, 도라지와 더덕은 priming 처리로 莖長은

짧고 株當葉數도 적었으나 만삼은 차이가 없었다.

3. 地上部重, 根重 또는 株當乾物重은 對照區에 비하여 GA₃ 처리에서 높은 반면, priming 처리에서 낮았다.

4. 만삼의 出芽率 低調原因은 無胚, 胚의 形態的 缺陷 등 종자구조에서 비롯되는 것으로 분석되었다.

引用文獻

1. Bray, C. M. 1995. Seed development and germination. Marcel Dekker Inc., New York. 10016, USA.
2. Cho, J. T. 1984. Physiological and ecological studies on the Chinese bellflower, *Platycodon grandiflorum* DC. I. Studies on seed germination, growth and flowering of Chinese bellflower. J. Korean Soc. Hort. Sci. 25 (3) : 187 - 193.
3. 忠北農村振興院. 1989. 主要 藥草 發芽調查. 忠北農試研報 89 : 205 - 206.
4. Frankland, B. and R. Taylorson. 1983. Light control of seed germination. p. 428 - 456. In W. Shropshire, Jr. and H. Mohr (eds.). Encyclopedia of plant physiology, New series V. 16A : Photomorphogenesis. Springer-Verlag, Berlin, Heideberg, Germany.
5. Gianfagna, T. 1995. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. p. 751 - 773. In P. J. Davies (ed.). Plant hormones : Physiology, biochemistry and molecular biology (2nd ed.). Kluwer Academic Pub., P. O Box 322, 3300 AH Dordrecht, Netherlands.
6. Kang, J. H., J. S. Park and Y. S. Ryu. 1997. Effect of prechilling, light quality and daily irradiation hours on seed germination in three Campanulan plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 5 (2) : 131 - 138.
7. _____, _____ and D. I. Kim. 1997. Effect of priming and light quality on seed

- germination in three Campanulan plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 5(2) : 139-146.
8. _____, _____ and Y.G. Kim. 1997. Effect of GA₃ and light quality on seed germination in three Campanulan plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 5(3) : 169-176.
9. Persson, B. 1993. Enhancement of seed germination in ornamental plants by growth regulators infused via acetone. Seed Sci. Tech. 21 : 281-290.
10. Smith, H. 1982. Light quality, photoreception, and plant strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 33 : 481-518.