

低溫處理, 播種後 光質 및 日中照明時間에 따른 도라지, 더덕, 만삼의 發芽率

姜晋鎬*·朴珍緒*·柳永燮**

Effect of Prechilling, Light Quality and Daily Irradiation Hours on Seed Germination in Three *Campanulan* Plants

Jin Ho Kang*, Jin Seo Park* and Yeong Seop Ryu**

ABSTRACT : *Campanulaceae* having the most growing areas among medicinal crops cultivated in Korea occasionally failed to establish a reasonable standing in practice. The experiment was carried out to examine the effect of prechilling (0 : 4 : 8 days), light quality (red : white : dark) and daily irradiation hours (8 : 12 : 16) after sowing on seed germination and radicle elongation of *Campanulaceae* (*Platycodon grandiflorum* : *Codonopsis lanceolata* : *C. pilosula*) to give an information on their earlier standing establishment.

Mean germination rate of *P. grandiflorum* was the highest but that of *C. pilosula* was the lowest regardless of all the treatments. 12 hours irradiation or prechilling increased to 8 days enhanced their earlier or later germination, respectively. White light increased the rate of *P. grandiflorum* but alleviated that of *C. lanceolata* regardless of the daily irradiation hours. Although prechilling eliminated such effect of white light, light quality treatment effect on their mean germination rates was influenced by period after sowing, daily irradiation hours or prechilling. On the 9th day after sowing, *C. lanceolata* showed the greatest radicle length, and both daily 8 hours irradiation and 8 days prechilling enforced to elongate their radicles, while *P. grandiflorum* and *C. lanceolata* more lengthened their radicles in all prechilling treatments than in no chilling but *C. pilosula* showed the similar result only in the 8 days prechilling.

Key words : *Campanulaceae*, Prechilling, Light quality, Irradiation hours, Germination, Radicle length.

緒 言

生藥材의 소비가 증가되면서 약용작물의 재배면적도 꾸준히 증가되고 있다. 우리 나라에서 가장 많이 재배되는 약용작물은 초롱꽃과로서 국내에는

약 8屬, 34種이 자생하고 있으며, 그 중 농가에서 재배되고 있는 것은 도라지속의 도라지, 더덕속의 더덕과 만삼으로 이들의 식부면적은 3,000ha 이상인 것으로 집계되고 있다.

그러나 도라지, 더덕, 만삼 재배에서 농민들이 종종 부딪히는 문제는 종자 발아불량에 의한 입묘

* 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)

** 農林水産技術管理센터 (R&D Promotion Center for Agri., Forestry and Fishery, 5 - 6 Yangjae-Dong, Seoul 137 - 130, Korea) < '97. 4. 14 접수 >

을 저하하며, 특히 만삼의 발아율은 20% 이하로 영농에 실패하는 경우가 많은 것으로 알려져 있다⁴⁾. 종자의 발아불량은 모체의 영양상태나 환경불량에 의한 종자결합 또는 후숙을 요하는 自發的 休眠種자와 같이 외부환경요인이 발아에 적절하여도 종자자체가 갖는 문제점으로 발아가 되지 않거나, 他發的 休眠種자의 경우처럼 부적절한 발아조건이 원인이라 할 수 있다²⁾. 따라서 종자휴면을 효율적으로 타파하여 발아율을 향상시키기 위하여는 주로 온도, 수분, 빛으로 집약되는 외부환경요인을 조절하는 것이 효과적인 방법이라고 할 수 있다³⁾.

휴면타파를 위한 온도처리로 恒溫, 日中變溫과 같은 발아온도의 조절과 발아 전 온도처리로서 일정기간의 變溫과 低溫處理가 있으나³⁾, 온대기원작물의 휴면타파에는 1~5℃의 저온처리가 주로 이용되고 있다. 저온처리는 처리가 간편하다는 利點으로 인하여 농가에서 많이 이용되고 있으나⁵⁾, 효율적인 처리기간은 種마다 다른 것으로 보고⁶⁾되고 있어서 초롱꽃과 약용작물의 휴면타파를 위하여는 처리기간의 설정이 중요할 것으로 보인다.

파종된 종자의 발아는 복토 깊이에 따라 다소 차이가 있다하더라도 필연적으로 빛에 의하여 영향을 받는다고 할 수 있다. 빛을 필요로 하는 光發芽種자와는 달리 暗發芽種자도 처리조건에 따라 빛이 있어야 발아되는 것으로 보고되고 있다³⁾. 가시광선 중에서 赤色光과 超赤色光이 종자에 함유된 phytochrome red (Pr)와 phytochrome far-red (Pfr)의 상호전환을 유발함으로써 발아에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나⁷⁾, Kendrick 등⁷⁾은 赤色光에서 Pr이 Pfr로, 超赤色光에서 Pfr이 Pr로 항상 전환되는 것은 아니며 종자가 침지된 상태에서 만 이러한 전환이 일어난다는 가설을 제시한 바 있어 종자의 수분함유 정도에 따라 光有無 또는 光質이 발아에 상이한 영향을 미칠 것으로 예측된다.

발아를 촉진시키고 발아율을 높이는 방법도 고려되어야 하나 발아에 이은 유묘의 초기생장도 중요하다. 이상의 처리로 발아율을 높일 수 있다 하더라도 초기생장을 불량하게 한다면 종자처리로서는 부적절하다고 할 수 있다. 초롱꽃과 약용작물의 유묘출현은 下胚軸을 포함한 幼根伸長에 따라 달라지고 초기출현은 子葉의 광합성을 앞당겨 초기

생장을 향상시킨다고 할 수 있다. 유근신장은 발아 온도 뿐만 아니라 저온처리에 의하여 촉진되며⁶⁾, 光, 특히 赤色光에서 가장 활발한 것으로 보고되고 있어서³⁾, 저온처리에 이은 光條件이 유묘신장에도 영향을 미칠 것으로 보인다.

발아율, 즉 육묘의 효율화를 위하여 많은 시험들이 행하여져 왔으나 우리 나라에서 가장 많이 재배되고 있는 초롱꽃과 藥用作物에 대하여는 체계적으로 이루어진 연구가 많지 않다. 같은 科에 속하면서도 발아율에 현저한 차이를 보이고 있는 도라지, 더덕, 만삼에서 일련의 계획된 종자처리중 먼저 치상 후의 光質, 日中照明時間 및 低溫處理가 발아율 및 유근신장에 미치는 영향을 파악하고자 본 시험을 실시하였다.

材料 및 方法

본 시험은 1994년 11월부터 1995년 4월까지 慶尙大學校 農學科 工藝作物學實驗室에서 種子發芽床을 이용하여 실시하였다. 공시재료는 충남 금산의 재래시장에서 초롱꽃과의 도라지, 더덕, 만삼 종자를 여러 개의 seed lot 중에서 일부를 구입하여 이들의 발아시험을 수행한 후 발아가 가장 양호한 lot의 종자를 시험재료로 이용하였다. 발아온도는 최적온도로 알려진 20℃로 고정하여 실시하였으며¹¹⁾ 시험은 흡습지 1매를 간 직경 9cm의 petri dish에 종자를 置床하였으며 供試種에 따라 수분 공급을 달리하였다. 기타 시험절차는 AOSA¹⁾ 또는 ISTA²⁾ rule에 준하여 실시하였다.

본 시험은 2개의 항목으로 분리하여 행하여 졌다. 항목 1의 光質과 日中照明時間에 따른 발아율과 유근신장은 供試種, 光質과 日中照明時間을 처리요인으로 하여 요인시험 3반복으로 실시하였다. 초롱꽃과의 도라지, 더덕, 만삼 종자를 공시재료로 전혀 침지시키지 않은 종자를 시험 당일 반복당 100립씩 petri dish에 치상한 후 일정량의 수분을 공급하고는 赤色光, 白色光, 暗條件의 光質로 구분·처리하였는데 赤色光과 白色光의 光處理는 일일 8, 12, 16시간으로 처리 수준을 달리하여 실시하였다. 光質處理中 赤色光은 정점이 656nm이고, half band가 10nm인 filter (Melles Griot Co., USA)

를 직경 5cm 원형의 halogen lamp에 부착하여 처리하였는데 光度는 $15\sim 20\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이었고, 白色光是 halogen lamp를 그대로 사용하였으며 光度는 $45\sim 60\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이었다.

항목 2는 光質과 低溫處理에 따른 발아율 및 유근신장으로 항목 1과 동일한 供試種과 光質을 처리하였으며 저온처리는 3°C 로 조절된 냉장고를 이용하여 침지종자를 暗狀態에서 4일 또는 8일간 처리하였다. 光質處理에서 일일 광 처리시간은 항목 1에서 발아초기에 가장 양호한 발아 결과를 보인 12시간으로 처리하였으며 저온처리에서 對照區 無處理는 항목 1의 12시간 日中照明處理 結果를 이용하였다. 기타 처리방법은 시험 1과 같다.

이상의 처리에 의하여 유근이 1mm 이상 돌출한 것을 발아 개체로 하여 매일 발아수를, 유근장은

하배측을 포함한 전체 길이를 치상 후 5, 7, 9일에 조사하였으며 日中照明處理는 暗處理를 제외한 시험결과를 통계처리한 후 평균값으로 표시하였다.

結果 및 考察

1. 發芽率

光質과 日中照明時間에 따른 처리수준별 一日 平均發芽率과 처리요인간의 상호작용은 표 1과 같다. 발아율은 供試種, 光質, 日中照明時間 모두 처리수준 및 이들 처리요인간에도 상호작용이 있었다. 供試種의 발아율은 도라지가 가장 높고 만삼이 가장 낮았다. 光質處理에서는 치상 후 5일까지는 赤色光에서 발아율이 가장 낮고 暗狀態에서 가장

Table 1. Mean seed germination and radicle length (RL) of *Campanulaceae* as influenced by light quality and daily irradiation hours

Parameters	Dayas after sowing										
	3	4	5	6	7	8	9	5	7	9	
	 % germination RL, cm		
Species (S)	PG [†]	4.0	17.4	50.3	72.9	86.0	90.9	92.7	0.28	1.00	1.47
	CL	1.7	12.7	31.4	46.5	56.1	62.9	68.4	0.40	1.20	1.94
	CP	1.3	6.5	14.1	26.7	41.1	50.2	55.9	0.11	0.79	1.23
	LSD.05	0.7	2.3	2.2	2.7	1.9	1.9	2.0	0.13	0.11	0.07
Light (L) quality	Red	1.2	7.4	25.1	46.9	64.7	73.7	78.8	0.25	0.89	1.56
	White	1.9	14.9	32.6	44.0	52.2	58.4	63.1	0.38	0.89	1.33
	Dark	3.9	14.4	38.1	55.2	66.3	71.9	75.1	0.42	1.21	1.74
	LSD.05	0.7	2.3	2.2	2.7	1.9	1.9	2.0	0.13	0.11	0.07
DIH (D) [‡]	8	1.2	8.2	21.0	38.2	55.3	65.5	70.5	0.25	1.19	1.79
	12	2.9	14.4	35.4	49.0	57.2	64.1	69.6	0.44	0.82	1.11
	16	0.6	10.9	30.2	49.3	62.8	68.7	72.9	0.26	0.66	1.44
	LSD.05	0.7	2.9	3.0	3.4	2.1	2.0	2.2	0.19	0.18	0.09
S×L	**	**	**	**	**	**	**	ns	*	**	
S×D	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	
L×D	**	**	**	**	**	**	**	ns	*	**	
S×L×D	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	

[†] PG, *Platycodon grandiflorum*; CL, *Codonopsis lanceolata*; CP, *C. pilosula*.

[‡] DIH: daily irradiation hours but treatment means except dark treatment.

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 or 0.01 probability, respectively.

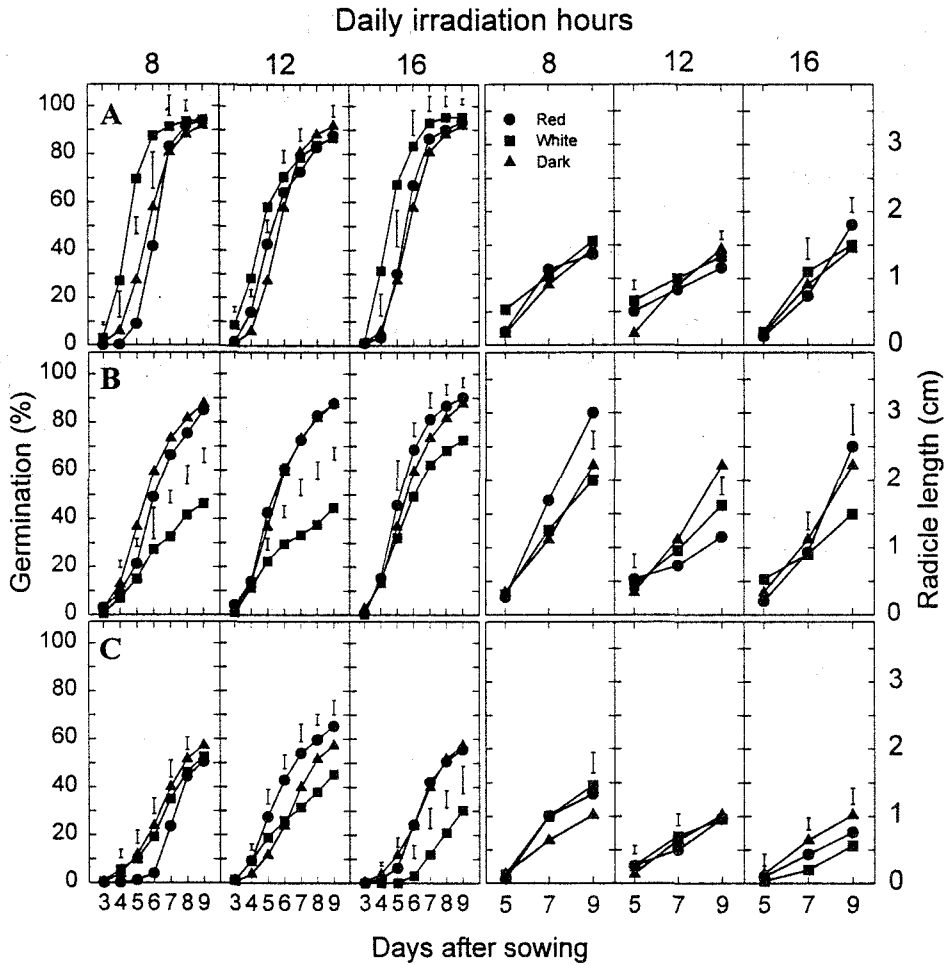


Fig. 1. Effect of light quality and daily irradiation hours on seed germination (left-sided) and radicle elongation (right-sided) of *Campanulaceae*. Letters indicate A, *Platycodon grandiflorum*; B, *Codonopsis lanceolata* and C, *C. pilosula*. Vertical or non-vertical bars represent LSD, 0.05 or non-significance for the same day after sowing, respectively.

높은 경향을 보인 반면, 6일 이후부터는 白色光에 비하여 赤色光과 暗處理에서 높았다. 日中照明時間別 發芽率은 出上 후 5일까지는 일일 12시간 照明處理에서, 그 이후에는 日中照明時間이 가장 긴 16시간에서 가장 높았다.

光質과 日中照明時間에 따른 각공시종별 일일 평균발아율은 그림 1과 같다. 도라지의 발아율은 他供試種에 비하여 日中照明時間에 따른 큰 변화는 없을지라도 日中照明 16시간의 白色光에서 높은 경향을 보였다. 그러나 더덕의 발아율은 日中照

明時間에 관계없이 발아기간이 길수록 赤色光 또는 暗狀態에서 높은 것으로 나타났다. 만삼의 발아율은 日中照明時間이 가장 짧은 8시간의 赤色光處理에서 出上 7일까지 발아가 현저하지 지연되었으나 照明時間이 12, 16시간으로 증가할수록 白色光에서 발아가 억제되는 경향을 보였다.

光質과 低溫處理에 따른 처리수준별 일일 평균발아율과 처리요인간의 상호작용은 표 2와 같다. 조사기간의 발아율은 供試種, 光質, 低溫處理期間 모두 처리수준간 차이가 있었으며, 出上 후 6~9일의 供

試種과 光質을 제외한 모든 처리요인간에 상호작용이 있었다. 供試種의 발아율은 上記 光質과 日中照明處理에 따른 결과와 유사하였으며, 光質處理에서는 조사기간 내내 赤色光에서 가장 높은 발아율을 보였고, 저온처리는 4일에서 8일로 처리기간을 연장함으로써 증가되었다고 하나 치상 후 7일까지는 對照區에 비하여 낮은 것으로 나타났다.

光質과 低溫處理에 따른 각공시종별 일일 평균 발아율은 그림 2와 같다. 도라지의 발아율은 저온처리를 가하지 않은 對照區에 비하여 저온처리 4일에서는 白色光 또는 暗狀態, 8일에서는 光質에 관계없이 발아가 지연되는 것으로 나타났다. 더덕의 對照區에서는 白色光이 발아를 현저히 감소시켰으나, 4일 또는 8일간 저온처리시켰을 경우 白色光에서의 발아억제 효과가 소멸되는 경향을 보였다. 반

면 만삼의 발아율은 白色光에서 발아기간이 길어질수록 발아가 억제되는 對照區에 비하여 4일간의 저온처리에서는 光質에 관계없이 발아가 지연되었고, 특히 白色光에서는 낮았던 반면, 8일간의 저온처리에서는 光質의 영향이 다소 소멸되는 것으로 나타났다.

도라지는 15~25℃의 발아온도에서 평균 90% 이상의 발아율을 보인 반면, 만삼은 7~22%의 발아율을 보였다는 既存의 報告⁴⁾와 비교하여 도라지의 발아율은 비슷하나 만삼은 光質과 日中照明處理로 발아율을 현저히 향상시킬 수 있을 것으로 보인다. 따라서 白色光에서 日中照明에 관계없이 발아율이 가장 높은 도라지는 자연 상태, 비닐 하우스 또는 피복하에서도 발아가 양호할 것으로 보이나 더덕과 만삼은 오히려 발아가 불량하거나 日長

Table 2. Mean seed germination and radicle length (RL) of *Campanulaceae* as influenced by light quality and prechilling period

Parameters	Dayas after sowing										
	3	4	5	6	7	8	9	5	7	9	
 % germination RL, cm			
Species (S)	PG [†]	2.5	9.7	30.4	55.8	78.1	90.3	94.2	0.38	0.48	1.48
	CL	1.0	6.1	21.7	38.8	51.7	63.6	72.4	0.44	0.44	1.99
	CP	0.8	4.7	12.5	24.5	36.6	47.7	53.5	0.21	0.48	1.30
	LSD. 05	0.4	1.1	1.8	2.0	2.2	3.3	2.0	0.03	ns	0.08
Light (L) quality	Red [†]	1.9	10.3	33.1	51.2	65.8	75.3	79.3	0.48	0.49	1.88
	White	1.2	5.4	15.1	32.4	46.5	59.9	67.8	0.24	0.46	1.38
	Dark	1.2	4.2	14.4	33.7	52.6	65.2	72.4	0.29	0.45	1.47
	LSD. 05	0.4	1.1	1.8	2.0	2.2	3.3	2.0	0.03	ns	0.08
Prechilling duration (P, days)	Control	4.0	15.3	37.4	49.7	58.1	64.6	69.6	0.48	0.94	1.37
	4	0.4	4.0	14.2	28.5	46.6	61.9	68.5	0.26	0.44	1.61
	8	0.8	3.4	18.4	44.8	64.4	76.9	83.6	0.34	0.44	1.75
	LSD. 05	0.4	1.1	1.8	2.0	2.2	3.3	2.0	0.03	0.15	0.08
S×L	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	
S×P	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	
L×P	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	
S×L×P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

[†] PG, *Platycodon grandiflorum*; CL, *Codonopsis lanceolata*; CP, *C. pilosula*.

[†] Lighted for 12 hours a day.

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 or 0.01 probability, respectively.

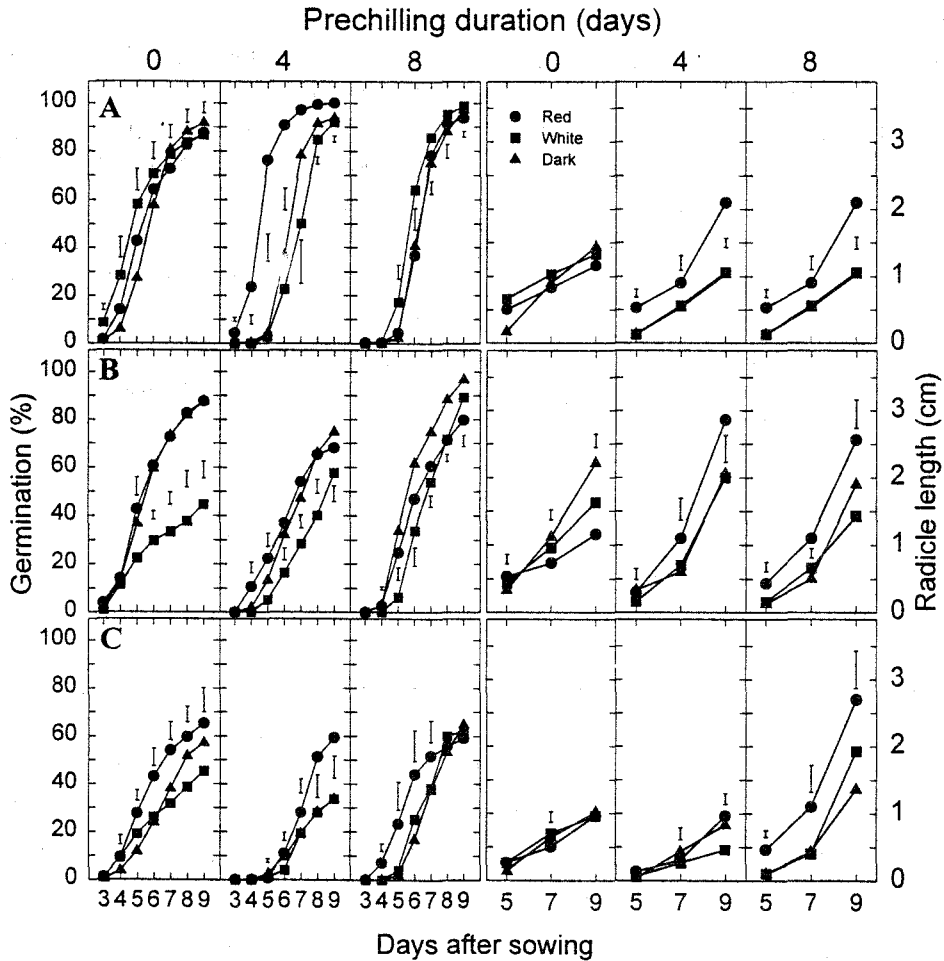


Fig. 2. Effect of light quality and prechilling period on seed germination (left-sided) and radicle elongation (right-sided) of *Campanulaceae*. Letters indicate A, *Platycodon grandiflorum*; B, *Codonopsis lanceolata* and C, *C. pilosula*. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significance for the same day after sowing, respectively.

條件에 따라 변화할 것으로 보여 暗狀態에서 일정 기간 침지시킨 종자를 파종하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

2. 幼根伸長

供試種, 光質과 日中照明時間의 처리수준에 따른 平均幼根長과 처리요인간의 상호작용은 표 1과 같다. 3회에 걸쳐 조사된 유근장은 供試種, 光質, 日中照明時間의 처리수준간에 차이가 있었으며, 치상 후 5일을 제외한 처리요인간에 상호작용이 있

었다. 各供試種의 유근장은 조사일 모두 더덕에서 가장 길고 만삼에서 가장 짧았으며, 光質處理에서 暗狀態보다는 빛이 주어지면 억제되었으나 赤色光에서는 치상 7일 후에 유근이 급격히 신장하는 경향을 보였다. 한편 日中照明時間에 따른 유근신장은 8시간의 日中照明에서 시간이 경과할수록 他處理에 비하여 원활하였으며 12시간 처리에서는 치상 후 3일, 즉 발아 초기에 긴 경향을 보였다.

各供試種別 光質과 日中照明時間에 따른 유근장 변화는 그림 1과 같다. 발아기간이 길어질수록 더

덕의 유근장은 도라지 또는 만삼에 비하여 길어지는 것으로 나타났으며, 光質과 日中照明時間에 따른 유근신장에는 처리간 차이가 있다고 할지라도 일정한 경향은 없었다.

供試種, 光質과 低溫處理에 따른 유근장과 처리 요인간의 상호작용은 표 2와 같다. 치상 후 7일을 제외한 처리요인별 수준간 또는 이들 요인간에 상호작용이 있었다. 各處理要因別 幼根長은 더덕에서 가장 길었고 도라지, 만삼의 순으로 짧아졌으며, 光質에 따른 유근신장은 赤色光에서 가장 양호한 것으로 나타났다. 저온처리 기간에 따른 유근신장은 발아초기인 치상 후 7일까지는 저온처리로 對照區에 비하여 억제된다 하더라도 처리기간이 상대적으로 길었던 8일보다 4일에서 더욱 억제되는 경향을 보였다.

供試種別 光質과 低溫處理 期間에 따른 유근장 변화는 그림 2와 같다. 도라지와 더덕의 유근장은 對照區 또는 他光質處理에 비하여 4일 또는 8일의 저온처리를 가한 赤色光에서 길었으나, 만삼에서는 8일간의 저온처리에서만 유사한 반응을 보였다.

종자의 발아에 영향을 미치는 Pr과 Pfr의 함량은 종에 따라 다르나 유근 부위에 많이 함유되어 있고⁸⁾, 赤色光과 低溫處理가 Pr 또는 Pfr의 상대적인 함량을 변화시켜 발아에 연이어 일어나는 유근신장에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^{2,9)}. 따라서 8일간 저온처리를 가한 도라지와 더덕에서 赤色光處理로 발아율을 향상시키지 못하였다 하더라도 (그림 2) 유근신장이 향상된 본 시험결과로부터 초롱꽃과 약용작물의 휴면타파를 목적으로 저온처리를 이용할 경우 유묘의 초기생장을 원활하게 하기 위하여 赤色電球 또는 赤色 cellophane을 이용하는 것도 한 방법이라 할 수 있으나 육묘과정에서 이를 적용할 수 있는지에 대하여는 계속적인 검토가 있어야 할 것으로 보인다.

摘 要

초롱꽃과 약용작물 재배에서의 문제점은 발아의 불안정에 기인한 立苗率 不良이라 할 수 있다. 초롱꽃과 약용작물중에서 농가에서 주로 재배되고 있는 도라지, 더덕 및 만삼의 발아 및 유근신장에

미치는 光質, 日中照明時間 및 低溫處理 期間의 영향을 추적하여 초기입묘에 관한 정보를 제공하고 자 본 시험을 실시하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 供試種의 발아율은 光質, 日中照明時間 또는 低溫處理에 관계없이 도라지에서 가장 높고 만삼에서 가장 낮았으며, 光質에 따른 발아율은 日中照明時間 및 低溫處理에 따라 변화되었던 반면, 日中 12시간의 照明이 초기 발아율을 향상시켰으나 4일에서 8일로 저온처리 기간을 증가시킴으로써 발아율은 향상되었다.

2. 日中照明時間에 관계없이 도라지의 발아율은 白色光에서 높았으나 더덕은 오히려 가장 낮은 결과를 보인 반면, 만삼은 일일 12시간 이상의 照明하에서 더덕과 동일한 결과를 보였다. 이러한 光質效果는 저온처리로 인하여 현저히 소멸되는 것으로 나타났다.

3. 치상 후 9일에 조사된 供試種의 유근장은 光質, 日中照明時間 또는 低溫處理에 관계없이 더덕에서 가장 길고 만삼에서 가장 짧았고, 光質에 따른 유근장은 日中照明時間 및 低溫處理에 따라 변화되었던 반면, 일중 8시간의 照明에서 가장 길고 4일에서 8일로 저온처리 기간을 증가시킴으로써 길어지는 경향을 보였다.

4. 유근장은 無處理에 비하여 저온처리를 4일 또는 8일 동안 가할 경우 발아기간에 관계없이 도라지와 더덕에서는 길어졌던 반면, 만삼에서는 8일간의 저온처리에서만 이러한 현상이 관찰되었다.

引用文獻

1. AOSA. 1981. Rules for testing seeds. *In* L. O. Copeland (ed.). *J. Seed Tech.* 6(2) : 1-125.
2. Bewley, J. D. and M. Black. 1982. The Release of Dormancy. p. 126-193. *In* J. D. Bewley and M. Black (eds.). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination.* Springer-Verlag. New York, USA.
3. Bewley, J. D. and M. Black. 1994.

- Dormancy and the Control of Germination. p. 199 - 271. *In* J.D. Bewley and M. Black (eds.). *Seeds : Physiology of Development and Germination (2nd ed.)*. Plenum Press, 233 Spring Street, New York, USA.
4. 충북농촌진흥원. 1989. 주요약초 발아조사. *충북농시연보* 89 : 205 - 206.
 5. ISTA. 1985. International rules for seed testing. *International Seed Testing Association. Seed Sci. Tech.* 13 : 299 - 355.
 6. Irwin, C. C. and Price H. C. 1983. The relationship of radicle length to chilling sensitivity of pregerminated pepper seed. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (3) : 484 - 486.
 7. Kendrick, R. E. and C. J. P. Spruit. 1977. Phototransformation of phytochrome. *Photochem. Photobiol.* 26 : 201 - 204.
 8. Madela, K. and J. Kopcewicz. 1989. Photoreceptive sites in the control of oat seedling growth. *Acta Soc. Bot. Poloniae.* 58 : 229 - 236.
 9. Salisbury, F.R. and C.W. Ross. 1992. Growth Response to Temperature. p. 485 - 503. *In* F. R. Salisbury and C.W. Ross (eds.). *Plant Physiology (4th ed.)*. Wadsworth Publishing CO., Belmont, CA, USA.
 10. Takeba, G. 1980. Accumulation of free amino acids in the tips of non thermodynamically dormant embryonic axes accounts for the increase in the growth potential of New York lettuce seeds. *Plant Cell Physiol.* 21 (8) : 1639 - 1644.