

## 만삼의 입묘율 향상을 위한 파종전 종자처리의 모형화

강진호\*†·심영도·전병삼  
경상대학교 응용생명과학부

### Presown Seed Treatments to Elevate Seedling Emergence of *Codonopsis pilosula* N<sub>ANNF</sub>

Jin Ho Kang<sup>†</sup>, Young Do Shim and Byong Sam Jeon  
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**ABSTRACT** : Germination of *Codonopsis pilosula* seeds and afterward their seedling emergence have been occasionally very poor due to their dormancy and structural defects. The study was done to determine the treatment effects of priming, GA<sub>3</sub>, agitation and washing during and after priming, drying and water imbibition after drying on germination of its seeds and then of the successive three combined treatment after priming on the its seedling emergence to model its presown seed treatment. While agitation at the speed of 10 rpm was made or not, priming using Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and GA<sub>3</sub> under their different concentrations and light quality illuminated for 12 hours a day were done separately. Then their two best results were compared to determine the better one. Using the above determined best result, washing was done 3 minutes in the tap water or not, and drying of washed seeds was made under 4 different lights, and water imbibition of the dried seeds with differed period were successively done to deduce its presown seed treatment.

In the comparison of the best germination rate of priming and GA<sub>3</sub>, the former showed considerably higher rate than the latter; the priming treatment was done at agitated Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM solution under darkness or 12 hour red light illumination a day for 2 days. Washing after priming enhanced the rate compared to no-washing. Drying was the best way at which seeds washed were desiccated under 35°C and 4 hour red light illumination. Water imbibition immediately before sowing must be made for 2 days. Seedling emergence rate was the highest at the seeds from successive 4 treatments, priming, washing, drying and water imbibition before sowing of two others, the priming and washing, or the priming, washing and water imbibition, meaning that its presown seed treatment must follow the procedure of the above 4 successive ones.

**Key words** : *Codonopsis pilosula*, Priming, GA<sub>3</sub>, Light quality, Drying, Imbibition, Germination, Seedling emergence.

† Corresponding author (Phone) : 055-751-5427, E-mail : jhkang@gshp.gsnu.ac.kr  
Received February. 26, 2001

## 서 언

현재 우리 나라에 재배중인 초롱꽃과 약용작물은 도라지, 더덕과 만삼이며, 만삼은 도라지와 더덕에 비하여 서늘한 기후에 잘 자라기 때문에 주로 산간 고냉지에서 재배되고 있다. 그러나 만삼 재배에서 해결하여야 하는 과제중의 하나가 종자의 구조적 결함에서 비롯되는 입묘불량으로써 원인은 배유의 미발달, 배가 전혀 형성되지 않는 無胚, 기형 또는 발육부진 또는 종자의 휴면으로 인한 발아불량으로 보고되고 있다 (충북농진원, 1989; Kang et al., 1997b). 그러나 만삼의 입묘불량은 종자의 구조적 결함보다 종자의 휴면에 의하여 보다 많은 영향을 받기 때문에 파종전 적절한 종자처리를 통하여 상당부분 극복될 수 있을 것이다 (충북농진원, 1989; Kang et al., 1997a, 1997c).

발아율을 높이기 위한 파종전 종자처리로 다양한 물리·화학적 방법이 제안되고 있으나 만삼종자의 발아율을 높이기 위한 연구는 많지 않는 편이다 (Bewley & Black, 1994). 만삼종자의 발아율을 높이기 위한 현재까지의 시험결과를 종합하면 발아적 온은 20~25℃이며 (충북농진원, 1989), 발아율은 파종전 저온을 처리할 경우 계속 암상태로 유지하거나, 치상 후 발아기에서는 1일 12시간의 빛이 있는 조건에서 가장 높았다 (Kang et al., 1997d). 미처리종자보다는 파종전 종자처리로 발아율이 향상되는 priming은 KNO<sub>3</sub>보다는 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>로 처리할 경우 향상되는 것으로 보고되고 있다 (Kang et al., 1997a). 파종전 GA<sub>3</sub>를 이용한 종자처리는 20℃에서 0.1 mM에 4일간 처리할 경우 발아율이 가장 높았으나 처리중 종자의 일부가 발아되기 때문에 3일간 처리하는 것이 가장 바람직한 처리방법으로 제시된 바 있다 (Kang et al., 1997c). 이러한 연구결과로부터 상대적으로 우수한 처리방법이 도출될 수도 있으나 파종전 종자처리에 관한 시험이 분리되어 개별적으로 진행된 결과이기 때문에 priming과 GA<sub>3</sub>의 최적결과를 이용하여 진행된 시험결과를 비

교하는 것이 합리적일 것이다.

이상의 priming과 GA<sub>3</sub> 각각의 최적 처리결과를 이용하여 암상태에서 처리한 후 파종된 종자의 유묘출현율은 GA<sub>3</sub>보다 priming 처리에서 높은 것으로 알려져 있다 (Kang et al., 1997b). 그러나 종자의 발아는 침종과정의 광조건에 따라 변화될 수 있기 때문에 (Kendrick & Spruit, 1977) 이러한 처리과정에서의 광질의 영향도 평가되어야 할 뿐만 아니라 이들의 처리방법, 처리 이후의 세척, 건조, 파종 직전의 침종 등 종자처리중 또는 처리 이후의 과정이 적절히 연계되어야만 파종전 종자처리의 효과가 유지 또는 극대화될 수 있을 것이다. 따라서 발아가 불량한 만삼의 유묘출현율을 높이기 위한 방법으로서 포장의 광조건이 고려된 파종전 종자처리를 최적화할 수 있는가를 검토하고자 전보 (Kang et al., 1997a, 1997c, 1997d)에서 제시된 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용한 priming, GA<sub>3</sub>와 광질 처리의 방법을 먼저 설정한 후에 세척, 세척 직후의 건조, 파종 직전의 침종과정을 연계하여 만삼에서 파종전 종자처리를 모형화 하고자 본 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 1999년 4월부터 1999년 10월까지 경상대학교 응용생명과학부 농업생태학연구소의 종자 발아상 및 경상대학교 부속시험농장의 유리온실을 이용하여 수행되었다. 시험용 종자는 경남농업기술원 함양약초시험장에서 분양 받아 정선한 후에 3℃의 저온저장고에 보관하면서 시험을 수행할 때마다 꺼내어 사용하였다. 발아시험은 직경 9 cm의 petri dish에 흡습지 2매를 깔고 아래의 설명되는 시험별로 처리된 종자를 반복당 100립씩 3반복으로 치상한 후 발아온도를 20℃로 고정하고는 발아일수에 따라 수분공급을 증가시키는 방식으로 수행하였다. 유근이 1 mm 이상 돌출한 것을 발아개체로 하여 매일 발아수를 조사하였다. 한편 광질처리에 이용된 광원은 450 nm의 청색광, 660 nm의 적색광, 730

nm의 초적색광, 빛이 없는 암처리로서 청색광, 적색광 및 초적색광 처리는 light emitting diode(LED)를 이용하였다. 발아시험은 종자가 흙으로 복토된 상태에서는 적색광에 비하여 초적색광의 비율이 상대적으로 많으며 이러한 변화가 발아와 출현에 영향을 미친다는 시험결과로부터 (Frankland & Taylorson, 1982; Tester & Morris, 1987) 처리종자를 20℃ 항온에서 1일 14시간 백열등을 이용하여 빛을 비추면서 수행되었다. 처리에 이용된 각광원이 나타내는 특성은 그림 1과 같다.

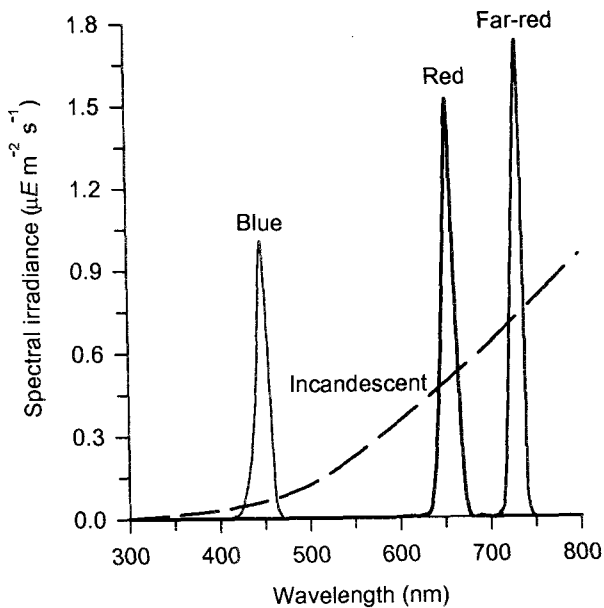


Fig. 1. Spectrum of blue, red and far-red light used in the experiment. Measurement was done by Spectro-radiometer (LI-1800, LI-COR).

이상의 발아시험의 결과로부터 도출된 최적 종자처리가 출현을 증대로 이어질 수 있는가를 검토하고자 육묘시험이 수행되었다. 처리된 종자를 토실이 상토로 채워진 128구 tray의 각 cell에 1립씩 파종한 후 2 mm 정도 버어미쿨라이트로 복토하였으며 파종 직후 저면관수로, 그 이후에는 동일한 방법으로 날씨에 따라 1~2일 간격으로 수분을 공급하였다. 육묘출현율은 자엽이 완전히 전개된 후 제 1본엽이

육안으로 식별되는 것을 출현개체로 하여 출현일을 기점으로 매일 조사하여 전체에 대한 비율로 환산·표시하였다. 기타 시험절차는 ISTA rule (1985)에 준하여 실시하였다.

파종전 만삼의 종자처리를 모형화하기 위한 본 연구는 여러 항목으로 분리되어 진행되었으나 재배농가에 바로 적용될 수 있는 모형의 도출에 포함된 시험항목과 그 처리내용은 다음과 같다. Priming과 GA<sub>3</sub> 처리는 이미 학계에 보고된 시험결과 (Kang et al., 1997a, 1997b, 1997c, 1997d)를 근거로 20℃에서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용하여 20℃항온에서 2일간 priming 처리를 가할 시 처리농도를 0, 50, 150 mM의 3개 수준으로 하여 침종중 그림 1과 같은 특성을 보이는 청색광, 적색광, 초적색광을 1일 12시간의 광질처리를 가하거나, 대조구로서 암처리를 가한 후 발아시험을 수행하였다. 한편 GA<sub>3</sub> 처리는 3일간의 침종중 처리농도를 0, 0.01, 0.1 mM의 3개 수준으로, 침종중 4개의 광질처리는 앞의 priming 처리와 동일하게 가한 후 발아시험을 수행하였다.

종자에 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용하여 priming 처리를 가할 때에 일정간격으로 종자와 처리용액이 든 병을 흔들며 줌으로서 이러한 교반이 발아에 미치는 영향을 조사하고자 상기 시험항목에서 얻은 최적결과를 이용하여 rotator (MBS-1B, EYELA)로 10 rpm으로 교반시키거나, 시키지 않은 것으로 구분·처리하면서 상기와 같이 광질처리를 가한 후 발아시험을 실시하였다.

한편 파종전 처리된 종자를 유통 또는 저장시키기 위한 최적 건조방법을 설정하기에 앞서 적정 건조시간을 결정하고자 24시간 침종시킨 종자를 35℃의 암상태에서 건조시키면서 1시간 간격으로 적외선 수분측정기 (MB 300, OHAUS)를 이용하여 함수량의 변화를 측정하여 다음 처리 전의 본래 함수량으로 되돌아가는 시간을 계산하여 건조시간을 결정하였다. 150 mM에 2일간 priming 처리된 종자를 이상의 건조시험을 통하여 도출된 35℃에서 4시간 건

조시키면서 청색광, 적색광, 초적색광 또는 대조구 암처리 4개 광질처리를 가한 후 발아시험을 실시하였다.

건조된 종자를 파종하기 전에 침종이 발아에 미치는 효과를 구명하고자 상기시험에서 얻은 최적결과로서 20℃ 항온에서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 침종하면서 10 rpm으로 교반하였으며 priming에 이용된 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>가 종자에 미치는 영향을 미치는 것을 파악하고자 3분간 흐르는 수돗물에 세척하거나 하지 않은 세척 유무로 구분하여 처리를 가하고는 암상태에서 건조하였다. 침종처리는 priming 처리된 종자를 세척한 후에 건조시켜 바로 파종하거나 건조된 종자를 1일 또는 2일간 침종시킨 3개 처리로 구분하여 발아시험을 수행하였다.

건조된 종자를 파종하기 전에 침종이 발아에 미치는 효과를 구명하고자 상기시험에서 얻은 최적결과로서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 침종중 10 rpm으로 교반하면서 1일 12시간의 청색광을 조사하면서 priming 처리를 가한 후에 흐르는 수돗물에 3분간 처리종자를 세척하였다. 세척 후에 종자를 35℃의 암상태에서 4시간 건조시켰다. 침종처리는 건조된 종자를 바로 파종하거나 20℃에서 1일 또는 2일간 침종시키는 3개 수준으로 분리·처리한 후 발아시험을 수행하였다.

유묘출현율을 조사하기 위한 육묘시험은 이상의 시험결과로부터 도출된 최적결과인 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 침종중 10 rpm으로 교반시키면서 1일 12시간의 적색광을 조사하는 방법으로 처리된 종자를 건조시키지 않고 바로 파종한 것, 상기와 같이 priming 처리 후에 건조된 종자를 바로 파종한 것과 2일간 침종시킨 후에 파종한 것으로 처리를 구분한 후 앞서 설명한 바와 같은 방법으로 이루어졌다.

## 결과 및 고찰

### 1. 건조 전 종자처리에 따른 발아율

파종전 만삼 종자의 처리를 모형화하고자 이미

학계에 보고된 결과로부터 (Kang et al., 1997a, 1997b, 1997c, 1997d) 만삼 종자의 발아율을 현저히 증가시킬 것으로 기대되는 priming과 GA<sub>3</sub> 처리의 최적결과를 도출한 후 그 결과를 비교하기 위하여 실시한 priming과 GA<sub>3</sub> 처리의 농도에 따른 발아율은 표 1과 표 2와 같다. 20℃에서 2일간 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용한 priming시의 처리농도를 0, 50, 150 mM로, priming 중에는 청색광, 적색광, 초적색광 또는 대조구의 암처리로 광질을 구분하여 1일 12시간 처리를 가한 후 발아시험을 수행한 결과로는 7일부터 9일까지, 즉 후기발아율은 priming 처리를 가하지 않은 것에 비하여 처리를 가한 것에서 높은 것으로 분석되었다. 한편 priming을 실시할 경우 50 mM보다는 150 mM 농도로 처리할 경우 발아율이 높았다. 또한 priming중에 처리되는 초적색광은 단순히 증류수에 침종하는 무처리에서 발아 억제효과가 뚜렷하였으나 이러한 억제효과는 priming 처리가 이루어질 경우 상당히 희석되는 것으로 나타났다. 한편 발아율이 가장 양호한 150 mM에서 priming중 가하여지는 적색광과 암처리간에 차이가 없는 것으로 조사되었다. 그러나 파종 후에 암상태보다는 적색광을 가하는 일수가 증가할수록 발아율이 증가된다는 기존의 연구결과로부터 (Kang et al., 1997d) 만삼 종자에 20℃에서 150 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>에 2일간 priming 처리를 가할 경우 적색광을 처리하는 것이 합리적인 방법일 것이다(표 1).

상기 priming 시험과는 달리 GA<sub>3</sub> 0, 0.01, 0.1 mM의 3개 수준으로 처리농도를 달리하여 3일간 침종하는 중에 상기 priming 처리시 가하여지는 것과 동일하게 4개의 광질을 처리한 결과로는 종자를 GA<sub>3</sub> 용액에 침종하는 중에 가하여지는 초적색광은 priming 처리에서 관찰되는 것과 같이 만삼 종자의 발아를 일부분 억제시키는 것으로 나타났다. 만삼 종자는 도라지와 더덕에 비하여 GA<sub>3</sub> 용액에 침종중 가하여지는 적색광과 청색광의 처리효과가 뚜렷한 차이가 없을지라도 다른 광질처리에 비하여 발아가 높았으며, 특히 이러한 효과는 0.1 mM에서 가장

**Table 1.** Seed germination of *Codonopsis pilosula* as affected by light quality forced during priming using calcium nitrate<sup>1</sup>

Parameters		Days after sowing					
		1	3	5	7	9	T <sub>50</sub>
		% germination					days
0 mM	Red <sup>1</sup>	0.0	2.3 bc <sup>b</sup>	24.3 bc	44.3 f	50.0 c	5.21 b
	Far-red	0.0	1.6 bcd	18.3 fg	34.0 g	40.0 d	5.26 b
	Blue Dark	0.0	5.0 a	33.0 a	48.3 e	52.0 c	4.54 a
	Red	0.0	2.6 b	20.6 def	45.3 f	51.0 c	5.34 b
50 mM	Far-red	0.0	4.6 a	26.6 b	54.0 bc	60.0 b	5.28 b
	Blue	0.0	2.3 bc	19.0 fg	49.6 de	60.3 b	5.57 c
	Dark	0.0	1.0 cd	22.6 cd	51.0 de	60.0 b	5.52 c
	Red	0.0	1.6 bcd	18.3 fg	51.6 cd	61.3 b	5.70 d
150 mM	Red	0.0	3.0 b	22.0 cde	60.3 a	68.0 a	5.53 c
	Far-red	0.0	0.6 d	13.3 h	51.6 cd	64.6 ab	5.90 e
	Blue	0.0	1.0 cd	20.0 efg	55.0 b	65.3 ab	5.54 c
	Dark	0.0	3.0 b	17.6 g	58.0 a	63.6 ab	5.56 c

<sup>1</sup> Priming was done for 2 days at 20°C and light quality same to Fig. 1 was treated for 12 hours a day during the priming treatment.

<sup>b</sup> The values having the same letter within the same days after sowing were not significantly different at 5% level of DMRT.

**Table 2.** Seed germination of *Codonopsis pilosula* as affected by light quality forced during GA<sub>3</sub> treatment<sup>1</sup>

Parameters		Days after sowing					
		1	3	5	7	9	T <sub>50</sub>
		% germination					days
0.00 mM	Red <sup>1</sup>	2.6 bcd <sup>b</sup>	9.6 c	29.3 d	37.3 d	40.6 d	4.04 ab
	Far-red	0.3 e	6.0 de	17.3 h	31.3 e	36.6 f	5.31 fg
	Blue	1.0 de	6.3 de	22.3 fg	37.3 d	42.3 cd	5.00 de
	Dark	2.3 cd	6.6 de	21.0 g	31.6 e	37.6 ef	4.88 de
0.01 mM	Red	4.6 a	14.3 a	32.0 c	42.3 c	45.0 bc	4.29 bc
	Far-red	1.3 cde	4.6 ef	18.6 h	32.3 e	37.6 ef	5.10 ef
	Blue	2.0 cde	12.3 ab	34.6 b	45.3 b	47.0 b	4.18 abc
	Dark	1.0 de	2.6 f	18.3 h	34.0 e	40.3 de	5.43 g
0.10 mM	Red	4.0 ab	12.6 ab	37.0 a	50.0 a	55.6 a	3.98 a
	Far-red	1.3 cde	7.3 d	24.0 ef	37.0 d	43.0 cd	4.78 d
	Blue	3.0 bc	13.0 ab	32.0 c	46.0 b	54.0 a	4.39 c
	Dark	2.0 cde	11.3 bc	25.6 e	42.0 c	46.0 b	4.75 d

<sup>1</sup> GA<sub>3</sub> was treated for 3 days at 20°C and light quality same to Fig. 1 was treated for 12 hours a day during the GA<sub>3</sub>.

<sup>b</sup> The values having the same letter within the same days after sowing were not significantly different at 5% level of DMRT.

높게 나타났다. 그러나 0.1 mM에서 9일차의 최종 발아율은 적색광과 청색광 처리에서 차이가 없다고 할지라도 치상 7일후까지의 발아율과 T50은 적색광에서 높아 priming 처리에서와 같이 GA<sub>3</sub> 처리시에는 적색광 처리가 바람직할 것으로 사료된다(표 2).

이상의 만삼 종자에 가하여지는 파종전 priming 과 GA<sub>3</sub> 처리의 결과를 비교하면 조사일 모두 GA<sub>3</sub> 처리에서 가장 양호한 결과를 보인 3일간 0.1 mM 농도에 침종하는 과정에서 1일 12시간의 적색광을 가한 것보다는 priming 처리에서 가장 양호한 결과를 보인 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 침종중 1일 12시간의 적색광 처리를 가하는 것이 파종 5일후까지는 발아율이 낮았으나 그 이후에는 발아율이 높은 것으로 나타났다(표 1, 표 2). 따라서 발아율을 높이기 위한 만삼 종자의 파종전 종자처리로는 GA<sub>3</sub>보다는 priming 처리가 효과적일 것으로 평가됨과 아울러 암상태에서 priming 처리된 종자를 이용한 유묘출현율 시험의 조사결과에서도 GA<sub>3</sub>보다는 priming 처리로 출현율이 증가된다는 보고로부터(Kang et al., 1997b) 파종전 만삼종자는 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용한 priming중 적색광 처리를 가하면 유묘출현율은 더욱 증대될 것으로 예상된다.

한편 priming 방법을 개선시키고자 priming 과정에서의 교반이 발아에 미치는 영향을 평가하고자 priming에 대한 앞의 시험결과인 20℃에서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 priming중 1일 12시간 적색광 처리를 가하는 과정에서 처리용기를 흔들지 않고 정지된 상태로 유지하거나 rotator로 처리용기를 10 rpm으로 교반시키면서 priming을 가할 경우 발아율에 미치는 영향을 조사한 것은 그림 2 와 같다. Priming중 용기를 흔들지 않고 그대로 두는 것보다는 교반시킬 경우 치상 후 5~6일을 제외하고는 발아율이 높은 것으로 나타났다. 따라서 만삼종자의 priming은 처리용액이 움직이도록 흔들어 주어야 처리효과를 극대화할 수 있을 것으로 판단된다.

처리효과가 상대적으로 뛰어난 priming으로 처리된 종자를 건조할 경우 이용된 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>가 종피에

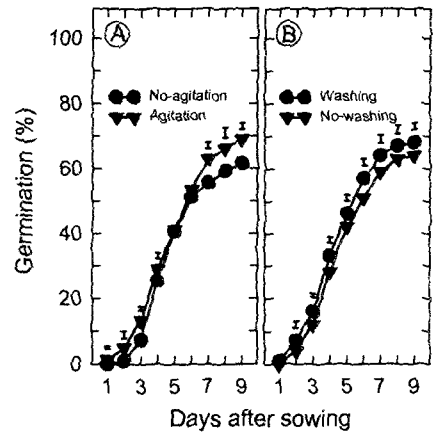


Fig. 2. Effect of agitation during priming (A) and washing after priming (B) on *Codonopsis pilosula* seeds. The seeds were primed with Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM for 2 days, Agitation in (A) and washing in (B) were done at the speed of 10 rpm and with tap water for 3 minutes. The vertical bars indicate the values of LSD.05.

는 잔류하게 됨으로서 발아력의 감소가 예상되어 상기와 같이 priming 처리된 종자를 바로 건조하거나, 20℃ 정도의 흐르는 수돗물에 3분간 세척한 후 35℃에서 4시간 적색광을 조사하면서 건조한 다음 발아시험을 수행한 결과는 2 와 같다. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 이용하여 priming된 종자를 물로 세척한 후 건조하는 것이 priming된 종자를 바로 건조하는 것보다 발아율이 향상되었다. 초롱꽃과인 도라지와 더덕 종자에 GA<sub>3</sub>, 즉 hormone을 처리할 경우 세척의 효과가 없었던 반면, 만삼은 화학물질을 이용한 priming시에는 처리 이후 세척이 행하여져야 처리효과를 극대화할 수 있을 것으로 예상된다.

## 2. 건조에 따른 발아율

파종전에 처리된 종자는 부패가 일어나지 않도록 하기 위하여 건조가 이루어져야만 할 것이다. GA<sub>3</sub>에 비하여 처리효과가 양호한 상기 priming 방법으로 처리가 이루어진 만삼종자의 건조방법을 설정하고자 35℃에서 처리된 종자를 건조하면서 매시간마

다 측정된 함수율의 변화는 그림 3과 같다. 약 3시간 건조시킬 경우 함수율이 가장 낮은 것으로 분석되었으나, 다량처리 후에 저장 또는 유통과정에서의 안정성을 고려한다면 4시간 정도 건조시키는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 따라서 priming 처리된 종자를 35℃에서 4시간의 건조과정에서 가하여지는 청색광, 적색광, 초적색광과 대조구의 암처리가 발아에 미치는 영향을 조사한 것은 그림 3와 같다. 만삼종자는 건조과정에서 주어지는 빛 처리, 청색광, 적색광과 초적색광 처리간에는 차이가 없었던 반면, 치상 5일 이후부터는 암처리에서 높은 것으로 나타났다. 같은 초롱꽃과인 도라지, 더덕과는 달리 만삼에서는 파종 이후의 빛에 대한 반응이 현저하였음에도 불구하고 건조시 가하여지는 특정 파장의 빛, 특히 Phytochrome의 광역적 반

응과 관련이 있는 적색광과 초적색광, Phytochrome 기작에 의하여 일어나는 발아반응을 증폭시키는 청색광에 대한 반응이 전혀 없었던 것은 만삼종자의 배가 종자의 중앙에 위치하여 일정한 두께의 배유에 쌓여 있는 조직적 특성으로부터 기인되는 것으로 추측되나 추후 이에 대하여는 면밀한 검토가 있어야 할 것으로 사료된다 (Kang et al., 1997b; Mohr, 1994).

### 3. 침종에 따른 발아율과 유묘출현율

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM 용액에 priming한 후 건조시킨 만삼종자를 파종하기 직전 침종 유무 또는 침종기간이 발아율에 미치는 영향을 파악하고자 건조종자를 바로 파종하거나, 증류수에 1일 또는 2일간 침종시켰을 경우 발아율의 변화를 조사한 것은 그림 4와 같다. 발아율은 조사일 모두 priming 처리 후에 건조된 종자를 2일간 침종시켰을 경우 1일간 침종시키거나 침종시키지 않은 것에 비하여 높은 것으로 나타났다. 따라서 만삼종자의 파종전 종자처리는 20℃에서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 10 rpm으로 처리용기를 흔들면서 priming을 실시함과 동시에 1일 12시간의 적색광으로 처리된 종자를 증류수로 세척하여 암상태에서 건조시킨 다음 파종 직전 2일간 침종하여 파종하는 것이 발아율을 향상시키는 처리과정이라 할 수 있다.

그러나 발아율에 대한 이러한 결과가 유묘출현율로 이어질 것인가를 검정하고자 앞의 단락에서 요약한 방법으로 priming 처리에서부터 2일간 침종이 이루어진 종자, 세척까지만 처리된 종자를 건조시키지 않고 바로 파종하거나, 건조 후에 침종시키지 않고 바로 파종할 경우의 유묘출현율을 도기한 것은 그림 4와 같다. 유묘출현율은 priming 후에 건조시켜 파종 직전 2일간 침종시킬 경우 가장 높았고, 건조처리된 종자를 물에 침종시키지 않고 파종한 것, priming에 이어 세척한 후 건조시키지 않고 파종한 처리 순으로 감소되었다. 특히 발아율이 비교적 높았던 priming 후에 세척만 시킨 종자의 유묘

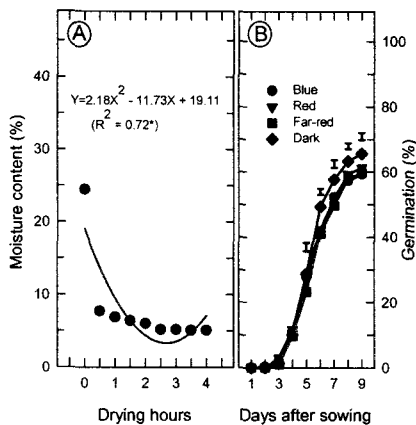


Fig. 3. Change in the moisture content of imbibed *Codonopsis pilosula* a seeds to different drying hours (A), and their seed germination as affected by light quality treatment during 4-hour desiccation (B). The seeds used in A were imbibed in agitated Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM solution for 3 days under red light for 12 hours a day and then washed for 3 minutes, and those in B were done additional 4-hour light quality treatment to them in A. The vertical bars indicate the values of LSD.05.

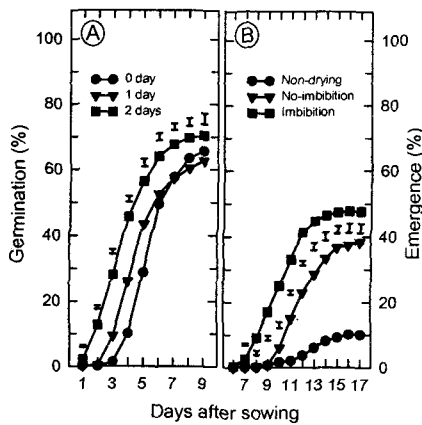


Fig. 4. Effect of water imbibition on seed germination (A) and seedling emergence (B) of *Codonopsis pilosula*. The seeds used in (A) were treated along the same procedure as priming and drying in Fig. 5 below, but in (B) non-drying, no-imbibition or imbibition were done by only priming, priming and drying, or priming, drying and water imbibition. The vertical bars indicate the values of LSD.05.

출현율은 파종 17일 이후에 10% 정도로서 매우 불량한 것으로 나타나 실내에서 평가된 발아율과 포장에서의 유효출현율간에는 차이가 아주 크기 때문에 만삼종자는 적어도 priming 또는 여타 종자처리 후에 반드시 건조과정을 거쳐야만 할 것으로 판단

된다.

땅속 6~9 mm까지는 빛이 침투하며 땅속은 대기와 달리 적색광보다는 초적색광 비율이 상대적으로 많아 (Tester & Morris, 1987) 소립인 만삼종자는 파종 후에도 빛의 영향을 받는다고 할 수 있다. 따라서 이러한 파종 이후의 조건을 고려하여 도출한 만삼종자의 파종전 종자처리를 모형화한 것은 그림 5와 같다. 만삼의 최대 입묘율을 확보하기 위한 종자처리는 20℃에서 처리용기를 10 rpm 정도로 교반시키면서  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  150 mM에 2일간 침종하는 과정에서 1일 12시간의 적색광으로 priming 처리된 종자를 물에 2~3분간 세척한 후 35℃의 암상태에서 건조시킨 종자를 파종 직전 20℃의 물에 2일간 침종시켜 파종하는 순서로 요약될 수 있다.

### 적 요

환경조건이 불량한 산간고냉지에서 주로 재배되는 만삼은 종자의 구조적 결함으로 인한 발아율 저조로 입묘가 불량하게 됨으로서 재배에 실패하는 경우가 빈번하다. 따라서 파종전 종자처리를 통하여 만삼의 입묘율을 향상시키고자 종자의 발아와 관련이 있는 파종 후의 광조건을 고정한 후 priming,  $\text{GA}_3$ , 건조, 침종 등 파종전 종자에 손쉽게 가할 수 있는 처리의 효과를 구명하고 이들 처리

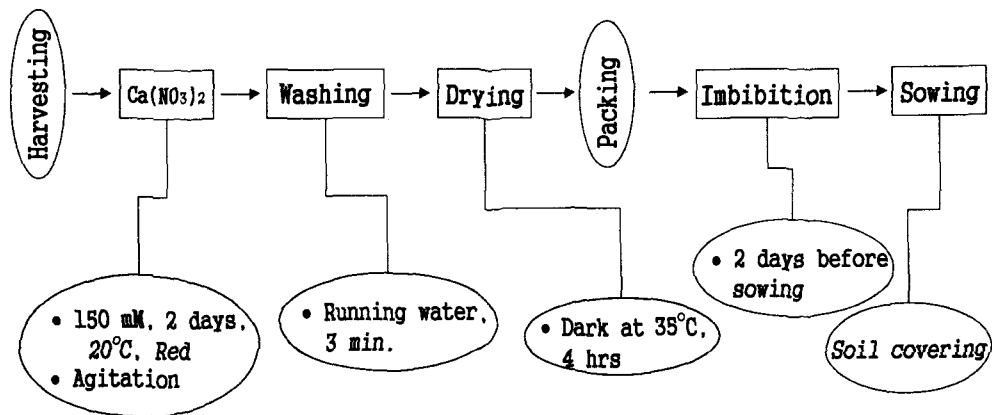


Fig. 5. Presown seed treatment of *Codonopsis pilosula* deduced from the above and the other experimental results.



를 모형화하기 위하여 본 연구를 실시하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 발아율은 0.1 mM에 3일간 1일 12시간의 적색광 또는 적색광을 가하면서 GA<sub>3</sub>를 처리하는 것보다는 적색광 또는 암상태에서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 priming 처리하는 것에서 높았다.

2. Priming중에 처리용기를 교반시키거나, priming 후에 행하여지는 세척이 발아율을 향상시키는 것으로 조사되었다.

3. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 priming 처리된 만삼종자의 최적건조 방법은 빛이 없는 암상태에서 35℃에 4시간 건조하는 것이 가장 양호한 발아율을 보였다.

4. Priming 후에 건조처리된 종자는 파종 직전 2일간 침중하여야만 발아율과 유묘출현율이 가장 높은 것으로 나타났다.

5. 이상의 결과로부터 만삼의 입묘율을 높이기 위한 파종전 종자처리는 20℃에서 1일 12시간의 적색광을 가하면서 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 150 mM에 2일간 처리용기를 흔드는 방법으로 priming된 종자를 물에 세척한 후 35℃에서 4시간 적색광을 처리하여 건조한 다음 파종 직전 20℃의 물에 2일간 침중하는 과정으로 요약된다.

## LITERATURE CITED

- Bewley, J.D. and M. Black. 1994. Dormancy and the control of germination. p. 199-271. In J. D. Bewley and M. Black (ed.). *Seeds : Physiology of development and germination* (2nd ed.). Plenum Press, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA.
- Frankland, B. and R. Taylorson. 1983. Light control of seed germination. p. 428-456. In W. Shropshire, Jr. and H. Mohr (ed.). *Encyclopedia of plant physiology*, New series V. 16A : Photomorphogenesis. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Hart, J.W. 1988. Daylight and artificial light. p. 34-51. In J.W. Hart (ed.). *Light and plant growth*. Allen & Unwin Ltd., 8 Winchester Place, Winchester, Massachusetts 01890, USA.
- ISTA. 1985. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. *Seed Sci. Tech.* 13 : 299-355.
- Kang, J.H., J.S. Park, and D.I. Kim. 1997a. Effect of priming and light quality on seed germination in three *Campanulan* plants. *Korean J. Medical Crop Sci.* 5 (2) : 139-146.
- Kang, J.H., D.I. Kim, S.Y. Kang, Y.D. Shim, and K.S. Han. 1997b. Seedling emergence and growth affected by priming and GA<sub>3</sub> treatments to three *Campanulan* plant seeds. *Korean J. Medical Crop Sci.* 5 (4) : 307-313.
- Kang, J.H., J.S. Park, and Y.S. Ryu. 1997d. Effect of prechilling, light quality and daily irradiation hours on seed germination in three *Campanulan* plants. *Korean J. Medical Crop Sci.* 5 (2) : 131-138.
- Kang, J.H., J.S. Park, and Y.G. Kim. 1997c. Effect of GA<sub>3</sub> and light quality on seed germination in three *Campanulan* plants. *Korean J. Medical Crop Sci.* 5 (3) : 169-176.
- Kendrick, R.E. and C.J.P. Spruit. 1977. Phototransformation of phytochrome. *Photochem. Photobiol.* 26 : 201-204.
- Mohr, H. 1994. Coaction between pigment systems. p. 353-373. In R. E. Kendrick and G. H. M. Kronenberg (ed.). *Photomorphogenesis in plants* (2nd ed.). Kluwer Academic Pub., 101 Philip Drive, Norwell, MA 02061, USA.
- Tester, M. and C. Morris. 1987. The penetration of light through soil. *Plant, Cell and Environ.* 10 : 281-286.
- 충북농촌진흥원. 1989. 주요약초 발아조사. *충북농시연보* 89 : 205-206.