

## 회화나무 종자발아에 미치는 전처리의 효과

최충호\*, 탁우식, 김태수<sup>1</sup>

국립산림과학원 산림유전자원부, <sup>1</sup>국립산림과학원 산림종자연구소

### Effects of Several Pre-treatments on Seed Germination of *Sophora japonica* L.

Chung Ho Choi\*, Woo Sik Tak and Tae Su Kim<sup>1</sup>

Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

<sup>1</sup>Forest Seed Research Center, Korea Forest Research Institute, Chungju 380-941, Korea

**Abstract** - This experiment was conducted to study the effects of sulphuric acid, cutting, cold stratification and hot water on the germination of *Sophora japonica* seeds, which have difficulty to germinate because they have hard and thick seed coats. The seeds were immersed in 30, 60 and 90% sulphuric acid for 30 minutes as seed scarification, and cut 1/8, 2/8 and 3/8 of the opposite parts of radicles. As cold stratification the seeds were wrapped in wet towel, and then stored in plastic bags in a refrigerator (4°C) for 3, 5 and 10 days. The seeds were immersed in hot water (90~95°C) for 2, 5 and 10 minutes. Pretreated seeds represented different germination properties, respectively. After sulphuric acid treatment, the seeds showed an increase in germination (G) and germination index (GI). Compared to the other treatments, 90% sulphuric acid showed the highest G (31.7%) and GI (6.2). The G and GI of cut seeds decreased with the increase of seed cutting lengths. And G and GI of cold stratificated seeds were not significantly different among the days treated ( $p=0.258$ ). Two minutes treatment of hot water showed lower G and GI than control, and the seeds were not germinated in 5 and 10 minutes treatments of hot water. At the result of relative growth rate and T/R ratio of seedlings from pre-treated seeds, the seedlings from seeds in 90% sulphuric acid treatment represented the highest relative growth rate and T/R ratio.

**Key words** - *Sophora japonica*, Germination, Germination index, Pretreatment

## 서 언

회화나무(*Sophora japonica* L.)는 콩과(Leguminosae)에 속하는 낙엽활엽교목으로서 우리나라, 중국, 일본 등지에 분포한다. 잎은 호생하며 7~8월에 개화하는데 이 시기의 꽃을 한방에서는 괴화(槐花)라 하고, 꽃봉오리는 괴미(槐米)라 하여 약용으로 사용한다(임, 1999). 또한 내한성 및 대기오염에도 강할 뿐 아니라 병충해가 적은 편이어서 도시의 공원수나 가로수로서 식재되며 7~8월에 황백색으로 피는 꽃이 희귀하고 수형이 아름다워서 정원수로도 널리 이용되고 있다(임업연구원, 1987).

회화나무 종자는 종피가 단단하고 두꺼운 경립종자로서 일반 노지나 포트(pot)에 파종할 때 수분흡수 및 발아에 어려움이 있다(Yu and Wang, 1998; Tao, 2000; Tao *et al.*, 2000). 그러므로 이러한 종자들은 빠르고 균일하며 높은 발아를 위해 파종 전 종자 처리가 요구된다(Demel, 1996, 1998; Demel and Mulualem, 1996; Schutz and Rave, 1999; Yang *et al.*, 1999; Huang and Gutterman, 2000). 특

히, 콩과식물의 경립종자는 종피나 과피에 기계적 또는 화학적인 종피 처리를 함으로써 휴면을 타파시킬 수 있다(Bevilacqua *et al.*, 1987).

따라서 본 연구에서는 약용 및 가로수, 정원수로서 이용가치가 높은 회화나무의 종자 발아율을 향상시키기 위해 몇 가지 전처리 방법을 적용하였으며, 처리 후에 나타나는 종자의 발아특성을 구명함으로써 보다 효율적인 종자번식방법을 마련함과 동시에 건전한 묘목생산을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 종자는 2004년 9월 23일에 경기 수원 매태동 소재 공원에 식재된 25~30년생 회화나무 6본에서 채취한 것으로 물에 담가 부숙시킨 후, 과피를 제거하였다. 과피가 제거된 종자를 그늘에 24시간 건조시켰으며 이후 정선하여 국립산림과학원 산림유전자원부 종자저장고(4±2°C)에 밀봉저장 하였다가 실험에 이용하였다. 발아 실험 전 종자의 표면소독을 위하여 70% 에탄올에 1분간, 1% 과산화

\*교신저자(E-mail) : freewillow@hanmail.net

수소에 1분간 침지시켰다. 이때 침지된 종자는 유리막대를 이용하여 계속하여 저어주었다. 그 후 소독된 종자를 증류수를 이용하여 세척하였으며, 전처리가 종자발아에 미치는 영향을 검정하고자 다음과 같이 처리를 하였다.

**종자의 종피 파상(scarification):** 종피의 연화 및 균열 발생을 위해 황산(sulphuric acid) 용액을 각각 30, 60, 90%의 농도로 조제한 후에 30분간 종자를 침지시킨 다음, 흐르는 물에 깨끗하게 세척하여 파종하였다.

**종자 절단(seed cutting):** 종자의 유근(radicle) 반대편 부위(자엽 부위)를 각각 종자 전체 크기의 1/8, 2/8, 3/8씩 절단하여 물에 24시간 침지 후 파종하였다(Fig. 1).

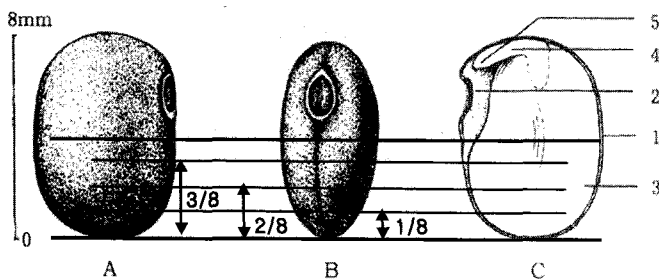


Fig. 1. Cutting of *Sophora japonica* seed.  
1. Seed coat, 2. Hilum, 3. Cotyledon, 4. Hypocotyl, 5. Radicle

**종자의 냉층적(cold stratification) 처리:** 종자를 젖은 수건에 싸서 비닐백에 밀봉하여 4°C 저온저장고에 각각 3, 5, 10일간 보관 후 파종하였다.

**열탕(hot water) 처리:** 90~95°C의 뜨거운 물에 각각 2, 5, 10분간 침지처리 하였다가 흐르는 물에 1시간 세척 후 파종하였다.

전처리한 모든 종자는 피트모스: 버뮤클라이트: 펠라이트를 1:1:1로 혼합하여 조제한 배양토에 50립씩 3반복으로 파종하였다. 파종상에서 자엽이 2mm 이상 돌출하였을 때 발아한 것으로 간주하였으며, 2일 간격으로 발아된 종자의 수를 조사하여 발아율(percent germination; PG)과 발아지수(germination index; GI)를 산출하였다. 발아율(PG)은 총 공시종자에 대한 발아종자의 백분율로 표시하였으며,

$PG = (N/S) \times 100$ 의 식을 이용하였다. 여기에서  $N$ 은 총 발아수,  $S$ 는 총 공시종자수이다. 발아지수는  $GI = \sum(TiN_i)/S$ 의 식을 이용하였다. 이 식에서  $T_i$ 는 파종 후 경과일수이고,  $N_i$ 는 일에 발아된 종자의 수,  $S$ 는 파종된 종자의 총 수이다(Scott *et al.*, 1984).

발아실험이 종료된 후, 유묘들을 처리별로 포지에 이식하였으며 전 처리에 따른 유묘의 생장 특성 차이를 조사하였다. 생장특성을 파악하기 위해 이식초기와 생장종료 시점에서 유묘의 수고 및 근원경을 측정하였으며, 생장종료시점에서 유묘를 굴취하여 T/R율을 조사하였다. 측정된 유묘의 수고 및 근원경을 이용하여 상대생장율을 구하였으며, 상대생장율은  $[Ln(x_2) - Ln(x_1)] / (t_2 - t_1)$ 의 식으로 계산하였다(Beadle, 1993). 이때  $x_2$ 와  $x_1$ 은 생장종료 후( $t_2$ )와 이식초기( $t_1$ )의 수고 및 근원경을 나타낸다.

## 결과 및 고찰

### 전처리별 종자발아특성

종자의 종피 파상: 회화나무 종자는 종피 파상을 위해 황산에 처리할 경우 발아특성이 변하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 발아율의 경우 무처리구에서 18.3%를 나타내었으나 황산용액 30% 처리에서 25.0%, 60% 처리에서 26.7%, 90% 처리에서 31.7%를 나타내어 황산처리가 회화나무 종자의 발아율 향상에 효과가 있음을 판단할 수 있었다( $p < 0.05$ ).

일반적으로 농황산( $H_2SO_4$ ) 처리는 과피에 함유된 발아억제물질이 동시에 제거되어 산소공급이 증가함으로서 발아가 촉진된다. 보통 KOH, NaOH, HCl,  $H_2SO_4$ 와 같은 강산이나 강염기를 이용한 종피 처리는 두꺼운 종피에 의해 가스의 교환 및 수분의 흡수불량, 그리고 배의 생육이 억제되는 경우에 있어 휴면타파에 효과적이라고 알려져 있다(Manning and van Staden, 1987; Tomer and Singh, 1993). Scowcroft (1978, 1981)와 Bevilacqua *et al.* (1987)도 콩과식물의 경질 종자는 산(acid)과 기계적 파상(mechanical scarification)이 요구된다고 하였으며, Lee *et al.* (1992)도 맥문동 종자를 농황산 2% 용액에 10분간 처리했을 때 발아율이 가장 높았다고 하였다. 그러나 정립인 초피나무 종자를 40% 황산용액에 침지한 실험에서는 발아율이

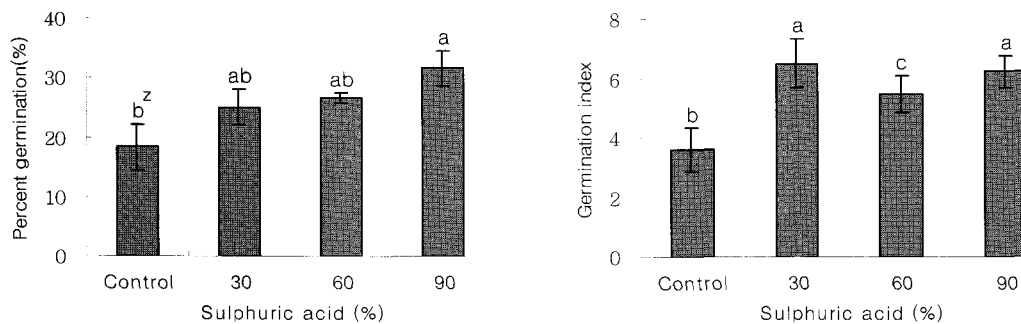


Fig. 2. Change of germination properties of *S. japonica* seeds according to sulphuric acid concentrations.  
<sup>z</sup> means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.01$ .

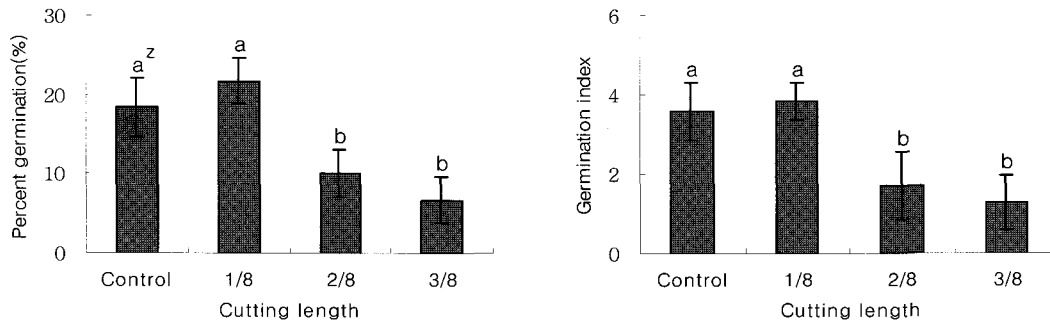


Fig. 3. Change of germination properties of *S. japonica* seeds according to cutting length.  
<sup>z</sup> means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.01$ .

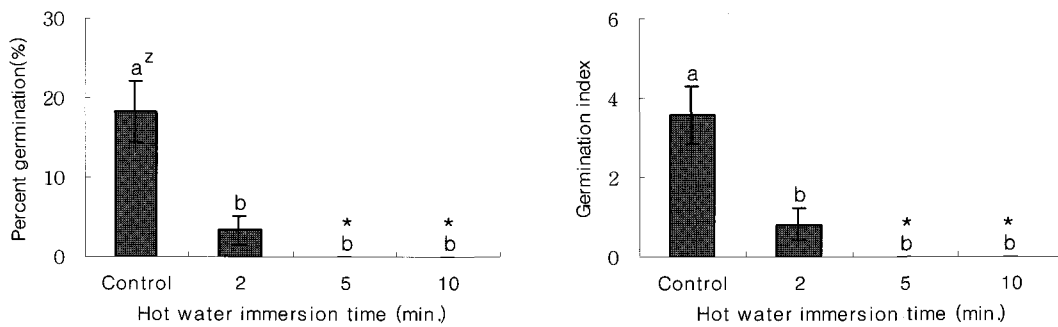


Fig. 4. Change of germination properties of *S. japonica* seeds according to hot water immersion time.  
<sup>z</sup> means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.01$ . \* indicates no germination.

향상되지 않아 차이를 나타내었다(김 등, 2003). 발아지수는 무처리구에서 3.6을 나타낸 반면, 30, 60, 90% 처리에서는 각각 6.5, 5.5, 6.2를 나타내어 무처리구에 비해 높게 나타났었다( $p < 0.05$ ). 발아지수의 증가는 발아기간이 늘어났음을 의미하는데(한 등, 2004) 황산용액 처리구에서 오랫동안 발아가 지속되었음을 알 수 있었다.

종자 절단(seed cutting): 종자의 원활한 수분흡수를 위해 유근의 반대편 부위를 각각 종자 전체 길이의 1/8, 2/8, 3/8 만큼 절단 후 침종하여 파종하였을 때 Fig. 3과 같은 결과를 얻었다. 발아율의 경우 무처리구에서 18.33%이었으며, 종자의 1/8, 2/8, 3/8 절단시 21.67, 10.00, 6.67%를 나타내어 종자의 1/8을 절단하였을 때 약간 발아율이 높아지는 경향을 나타냈으나 유의차는 없었다. 그러나 2/8, 3/8을 절단한 종자의 경우는 오히려 발아율 감소하였다( $p < 0.01$ ). 이는 종자의 과도한 절단으로 인해 종자내부로 과잉수분흡수가 일어나 종자내부에 손상을 주었기 때문으로 추정된다. 발아지수 역시 감소하는 경향을 나타내어 발아기간이 짧아졌음을 알 수 있었다.

종자의 냉층적(cold stratification) 처리: 종자는 냉층적처리로 종피와 배에 존재하는 발아억제물질과 발아촉진물질의 균형을 조절하여 휴면이 타파됨으로써 발아가 촉진된다고 하였으나(Paul et al., 1973) 회화나무 종자의 경우 냉층적 처리시 무처리구에서 18.33%,

냉층적 처리 3, 5, 10일에서 각각 11.67, 11.67, 15.00%로 처리구간 및 무처리구와 차이가 없어 통계적 유의성이 인정되지 않았다( $p = 0.258$ ). 발아지수 역시 처리구간 차이가 없었다( $p = 0.203$ ).

열탕(hot water) 처리: 뜨거운 물에 각각 2, 5, 10분 동안 침종한 후 파종한 회화나무 종자의 발아율은 Fig. 4와 같이 침종시간에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 무처리구에서는 18.33%를 나타내었으나 열탕 2, 5, 10분 처리에서 각각 3.33, 0.00, 0.00%를 나타내어 열탕 처리가 회화나무 발아율 향상에 효과가 없음을 알 수 있었다( $p < 0.01$ ). 일반적으로 콩과식물의 종자발아율 향상을 위한 전처리로서 열탕처리를 이용한다. *Acacia*속 수종의 종자는 열탕처리를 1~3분 동안 실시한 것이, *Leucaena esculenta*와 *L. macrophylla* 종자는 1분 동안 처리하는 것이 발아율 향상에 효과적이었다(Virginia et al., 1996). 그러나 이러한 열탕처리는 회화나무 종자발아율 향상에 영향을 미치지 않았다. 이는 Ren and Tao(2004)가 *Calligonum*속 식물 10수종을 대상으로 끓는 물에 10분간 침지하여 파종한 실험에서 대조구에 비해 발아율이 낮게 나타난 것과 유사한 결과이다. 종자발아지수 또한 무처리구 보다 낮게 나타났었다( $p < 0.01$ ).

일반적으로 회화나무 종자와 같은 콩과수목 종자의 휴면원인으로 종피의 작용을 지적할 수 있다. 두꺼운 종피로 인해 수분흡수 및 산소공

Table 1. Growth of beginning and end time and relative growth rate of height and root collar diameter of seedlings of *S. japonica* according to seed pre-treatments

Treatment	Height (cm)			Root collar diameter (mm)			
	Beginning	End	RGR	Beginning	End	RGR	
Control	56.75	98.82	0.0101ef <sup>z</sup>	4.09	7.20	0.0103d	
Sulphuric acid	30%	56.25	92.75	0.0091f	3.97	6.26	0.0083e
	60%	56.31	93.77	0.0093f	3.99	6.32	0.0084e
	90%	63.08	121.68	0.0119cd	4.05	8.07	0.0124bc
Seed cutting	1/8	80.84	121.67	0.0074g	4.71	7.68	0.0089e
	2/8	84.88	140.50	0.0092f	5.03	8.89	0.0104d
	3/8	106.00	180.00	0.0096ef	5.59	11.73	0.0135ab
Cold stratification	3 days	83.07	150.28	0.0108de	4.77	9.24	0.0120c
	5 days	62.71	136.40	0.0141a	4.03	8.56	0.0137ab
	10days	60.57	126.50	0.0134ab	3.74	8.20	0.0143a
Hot water immersion	2 min.	81.00	161.50	0.0125bc	5.03	10.07	0.0126bc
	5 min.	-	-	-	-	-	-
	10 min.	-	-	-	-	-	-

RGR: relative growth rate. <sup>z</sup> means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.01$ .

급이 원활하지 못하거나, 종피내 발아억제 물질이 존재하기 때문인데 위의 4가지 처리에 의한 발아특성을 종합하여 볼 때, 종피의 균열을 야기시켜 종자의 원활한 수분흡수를 유도하는 열탕처리나 종자절단처리의 경우에 무처리구 보다 발아가 억제되는 현상을 보여 두꺼운 종피로 인해 수분흡수나 산소공급이 원활하지 못하여 휴면에 이르렀다는 것은 타당성이 없다. 그러나 황산처리에서는 농도가 높아질수록 높은 발아율을 나타내었다. 이는 황산처리로 인해 종피가 제거 또는 연화됨에 따라 종피에 함유된 발아억제물질이 동시에 제거되어 발아에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

### 유묘의 성장 특성

종자의 각 전처리에 따른 유묘의 수고 및 근원경을 이식초기 및 생장 종료 시점에 조사하여 상대생장율을 산출한 결과는 Table 1과 같다. 수고상대생장율의 경우, 황산 90% 처리, 냉층적 3, 5, 10일 처리, 열탕 2분 처리에서 무처리구에 비해 높게 나타났다. 그러나 발아율에서 무처리구 보다 높은 수치를 보였던 황산 30, 60% 처리에서는 무처리구 보다 낮게 나타나 묘고 생장에 있어서는 효과가 없음을 보여주었다. 근원경 상대생장율에 있어서는 황산 90% 처리, 종자 3/8 절단 처리, 냉층적 3, 5, 10일 처리, 열탕 2분 처리에서 무처리구에 비해 높게 나타나 근원경 생장에 영향을 주는 것을 확인하였다. 또한, Khan *et al.* (1999)은 무거운 종자의 경우 발아가 느리고, 발아율이 낮지만 이들 유묘의 활력은 발아가 빠른 가벼운 종자들 보다 더 강하다고 보고하였는데, 한 등(2004)은 이것이 종자내 초기 저장 물질들이 유묘의 초기생장에 더 많은 영향을 미쳤기 때문이라고 하였다. 그러나 본 연구에

서는 종자무게를 가볍게 하는 황산처리의 경우 초기생장이 냉층적 및 열탕처리에 비해 저조하였으며 상대적으로 종자의 무게가 가장 가벼워진 종자절단의 경우 초기생장이 가장 우수하여 유묘의 생장은 초기 무게에 영향을 받지 않는다는 Dürr and Boiffin(1995)과 Tamet *et al.* (1996)의 보고와 유사하였다.

T/R율은 유묘의 지상부와 지하부의 생장의 균형을 말해주는 것으로 지상부와 지하부의 건중량비로 표시되며, T/R율이 낮다는 것은 지하부 생장이 지상부 생장에 비해 상대적으로 양호한 것을 의미한다(조 등, 2001). Goo *et al.* (1993)도 지근수와 T/R율은 부(-)의 상관을 나타내어 지근수가 많을수록 T/R율이 낮아 형질이 우수한 묘목임을 보고하였으며, 이 등(1984)과 김 등(2003)도 T/R율이 낮을수록 활착율 및 생장에 있어 유리한 것으로 발표하였다. 여러 가지 종자 전처리에 따른 회화나무 유묘의 T/R율에 있어서 황산 90%처리와 종자 2/8 절단 처리에서 무처리구 보다 낮은 수치를 보여 유묘활력이 뛰어난을 보여주었다(Fig. 5). 그러나 수고 및 근원경의 상대생장율에서 무처리구 보다 높은 수치를 보였던 냉층적 3, 5, 10일 및 열탕 2분 처리는 무처리구와 유사하거나 더 높은 T/R율을 보여 생장은 뛰어나지만 활력은 저조한 것으로 나타났다. 결국, 종자 전처리에 따른 유묘의 상대생장율 및 T/R율을 종합하여 볼 때 황산 90% 처리에서만 수고 및 근원경의 상대생장율을 비롯한 T/R율이 무처리구 보다 높게 나타났다.

### 적 요

본 연구는 경립종자로서 종피가 단단하고 두꺼워 발아시 어려움이

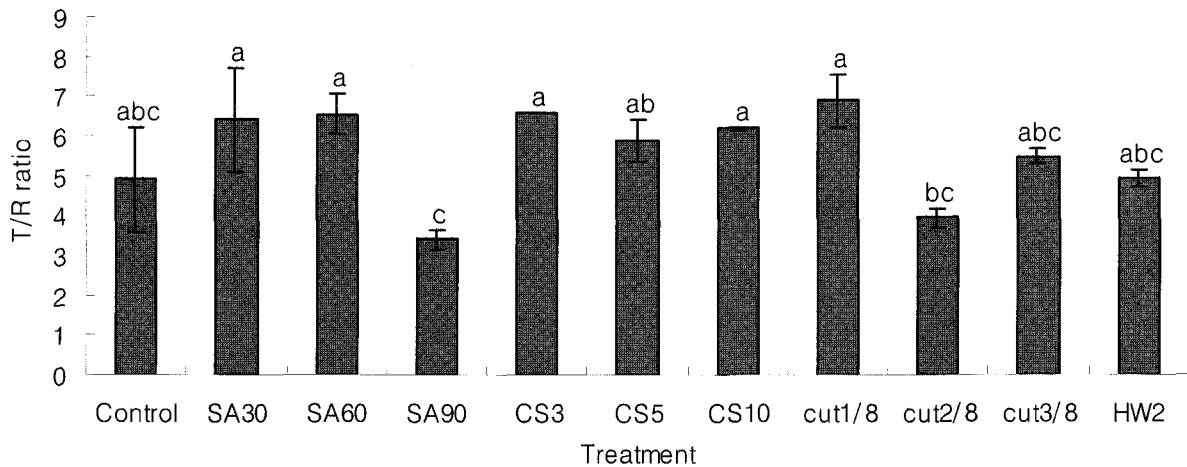


Fig. 5. T/R ratio of seedlings of *S. japonica* according to seed pre-treatments.

SA30: sulphuric acid 30%, SA60: sulphuric acid 60%, SA90: sulphuric acid 90%, CS3: cold stratification 3 days, CS5: cold stratification 5 days, CS10: cold stratification 10 days, HW2: hot water 2 minutes. <sup>Z</sup> means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

있는 회화나무 종자를 여러 가지 전처리를 통해 발아율 및 발아지수를 향상시키고자 실시하였다.

종피 파상처리로서 황산 30, 60, 90% 용액에 30분간 침지하였고, 종자의 유근 반대편 부위를 1/8, 2/8, 3/8씩 절단하였다. 또한 종자를 젖은 수건에 싸서 밀봉 후 4°C 저온고에 각각 3, 5, 10일간 보관하였으며, 90~95°C 뜨거운 물에 각각 2, 5, 10분간 침지하였다.

전처리된 종자는 각각 다른 발아특성을 나타내었다. 황산 처리된 종자는 발아율 및 발아지수에서 무처리구 보다 높게 나타났다. 특히, 황산 90% 처리에서 가장 높은 효과를 보여주었다. 종자 절단 처리에서는 절단 길이가 늘어날수록 발아율 및 발아지수가 감소하였으며 종자의 냉충적 처리에서는 차이를 보이지 않았다( $p=0.258$ ). 열탕 처리시 2분 침지 종자는 무처리 종자 보다 발아율 및 발아지수가 낮게 나타났으며 5, 10분 침지 종자는 발아하지 않았다. 전처리가 종자 발아뿐만 아니라 유묘활력에도 영향을 미치는지 알아보기 위하여 전처리 종자로부터 성장한 유묘를 대상으로 상대생장율 및 T/R율을 조사한 결과 황산 90% 처리구의 유묘에서 가장 뛰어난 수고 및 근원경의 상대생장율과 T/R율을 관찰 할 수 있었다. 위의 결과로서 황산 90% 용액에 30분간 침지처리를 했을 때 회화나무 종자의 발아율, 발아지수를 비롯한 유묘의 상대생장율 및 T/R율이 높게 나타남을 알 수 있었다.

### 인용문헌

Beadle, C.L. 1993. Growth analysis. Photosynthesis and Production in a Changing Environment. A field and Laboratory Manual. D. O. Hall, J. M. O. Scurlock, H. R. Bolhar-Nordenkamp, R. C. Leegood and S. P. Long (Eds.). Chapman & Hall, London. pp. 36-46.

Bevilacqua, L.R., F. Fossati and G. Dondero. 1987. Callose in the impermeable seed coat of *Sesbania punicea*. *Ann. Bot.* 59: 335-341.

Demel, T. 1996. The effect of different pre-sowing seed treatments, temperature and light on the germination of five *Senna* species from Ethiopia. *New For.* 11: 155-171.

Demel, T and T. Mulualem. 1996. The effect of pre-sowing seed treatments, temperature and light on the germination of *Tamarindus indica* L., a multipurpose tree. *J. Trop. For.* 12: 73-79.

Durr, C. and J. Boiffin. 1995. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) seedling growth from germination to first leaf stage. *The journal of Agri. Sci.* 124: 427-435.

Goo, G.H., K.S. Youn and J.S. Choi. 1993. Seed germination improvement by pon-pon treatment and asexual multiplication by cutting in *Zanthoxylum piperitum*. *Kor. J. For. Soc.* 82: 227-234.

Huang, Z.Y. and Y. Gutterman. 2000. Comparison of germination strategies of *Artemisia ordosica* with its two congeners from deserts of China and Israel. *Acta Bot. Sinica* 42: 71-80.

Khan, M.L., P. Bhuyan, U. Shankar and N.P. Todaria. 1999. Seed germination and seedling fitness in *Mesua ferra* L. in relation to fruit size and seed number per fruit. *Acta Oecol.* 20: 599-606.

Lee, J.K., S.H. Kim and S.J. Lee. 1992. Promotion germination by physicochemical in *Liriope platyphylla*. *Res. Rept. RDA (U & I)* 34: 125-129.

- Manning, J.C. and J. van Staden. 1987. The role of the lens in seed inhibition and seeding vigor of *Sesbania punicea* (Cav.) Benth. (Leguminosae : Papilionnoideae). *Ann. Bot.* 59: 705-713.
- Paul, K.B., C.S. Patel and P.K. Biswas. 1973. Changes in endogenous growth regulator in loblolly pine seeds during the process of stratification and germination. *Physical. Plant.* 28: 530-534.
- Ren, J. and Tao, L. 2004. Effects of different pre-sowing seed treatments on germination of 10 *Calligonum* species. *For. Ecol. and Manag.* 195: 291-300.
- Schutz, W. and G. Rave. 1999. The effect of cold stratification and light on the seed germination of temperature sedges (*Carex*) from various habitats and implications for regenerative strategies. *Plant Ecol.* 144: 215-230.
- Scott, S.J., R.A. Jones and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Sci.* 24: 1160-1162.
- Scowcroft, P.G. 1978. Germination of *Sophora chrysophylla* increased by presowing treatment. Forest Service, USDA, Berkeley, CA.
- Scowcroft, P.G. 1981. Regeneration of mamane: effects of seed coat treatment and sowing depth. *For. Sci.* 27: 771-779.
- Tamet, V., J. Boffin, C. Durr and N. Souty. 1996. Emergence and early growth of an epigeal seedling (*Daucus carota* L.) : influence of soil temperature, sowing depth, soil crusting and seed weight. *Soil & Tillage Res.* 40: 25-38.
- Tao, L. 2000. Genetic diversity and systematical taxonomy of genus *Calligonum* L. PhD Thesis. Environmental and Engineering Institute of Cold and Arid Regions. The Chinese Academy of Sciences. PR China (in Chinese with English abstract).
- Tao, L., J. Ren and X.M. Liu. 2000. Study on the water-absorbing model of two *Calligonum* species seeds. *J. Arid Land Resour. Environ.* 14: 89-91 (in Chinese with English abstract).
- Tomer, R.P.S. and K. Slingh. 1993. Hard seed studies in rice bean (*Vigna umbellata*). *Seed Sci. & Technol.* 21: 679-683.
- Virginia C., C. Julia and V. Carlos. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *For. Ecol. and Manag.* 82: 171-184
- Yang, J., J. Lovett-Doust and L. Lovett-Doust. 1999. Seed germination patterns in green dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). *Am. J. Bot.* 86: 1160-1167.
- Yu, Z. and L.H. Wang. 1998. Causes of seed dormancy of three species of *Calligonum*. *J. NW For. College* 13: 9-13 (in Chinese with English abstract)
- 김인재, 김민자, 남상영, 박재호, 이철희, 김홍식. 2003. 초피나무 종자의 전처리가 포장에서의 출아에 미치는 영향. *한국자원식물학회지* 16: 141-146.
- 이봉수, 윤종규, 이명보. 1984. 건묘 육성을 위한 유묘규격에 관한 연구. *임연연보* 31: 20-30.
- 임록재. 1999. *조선약용식물지1*. 한국문화사. pp. 209-210.
- 임업연구원. 1987. 한국수목도감. 국립산림과학원 홈페이지 산림관련 정보. <http://www.kfri.go.kr>
- 조혜경, 홍성각, 김종진. 2001. 상대광도 차이에 따른 구상나무 유묘의 생장과 물질생산에 관한 연구. *임산에너지* 20: 58-68.
- 한심희, 김찬수, 장석성, 이현주, 탁우식. 2004. 저장기간에 따른 3개 수종의 종자 및 발아특성 변화. *한국농림기상학회지* 6: 183-189.

(접수일 2006.2.17 ; 수락일 2006.7.28)