

## 채취 시기에 따른 느릅나무의 종자 형질 및 발아 특성 변화

탁우식<sup>1\*</sup> · 최충호<sup>1</sup> · 김태수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립산림과학원 산림유전자원부, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림종자연구소

### Change in the Seed Characteristics and Germination Properties of *Ulmus davidiana* var. *Japonica* According to Seed Collection Time

Woo Sik Tak<sup>1\*</sup>, Chung Ho Choi<sup>1</sup> and Tae Su Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

<sup>2</sup>Forest Seed Research Center, Korea Forest Research Institute, Chungju 380-941, Korea

**요약:** 느릅나무는 개화 후 결실에 이르는 기간이 매우 짧으며, 또한 단시일에 결실에서 낙과(落果)에 이르기 때문에 적정 채취 시기를 구명하는데 어려움이 많아 이를 해결하고자 채취 시기별 종자 형질 및 발아 특성을 관찰하고 유묘의 성장 및 생리적 특성을 조사하였다. 종자는 강원 정선지역에서 낙화 후 1주일인 2005년 4월 21일부터 7일간격으로 채취하였다. 채취 시기에 따른 종자 형질 및 발아 특성에는 차이가 있었다. 종자의 크기는 채취 시기에 따라 증가하였으나 수분 함량은 5월 5일까지 증가한 후 감소하였으며 실중은 5월 12일까지 증가한 후 감소하였다. 채취 시기는 종자 특성 중 종자 크기와 높은 정의 상관( $r=0.790, p<0.01$ )을, 수분 함량과는 부(-)의 상관( $r=-0.919, p<0.01$ )을 보여주었다. 발아율은 5월 5일 채취한 종자에서 가장 높게 나타났으며 이후 시간에 따라 감소하였다. 평균 발아 일수, 발아 속도 및 발아 균일 지수 역시 5월 5일 채취한 종자에서 가장 높았다. 발아율, 평균 발아 일수 및 발아 속도는 실중을 제외한 모든 종자 특성과 상관성을 나타냈다. 종자 채취 시기에 따른 유묘의 상대생장을 및 엽록소 함량에 있어 5월 5일 채취한 종자의 유묘에서 가장 높게 나타났다. 따라서 느릅나무 종자는 외형적으로 건조가 시작되기 전 단계인 개화 종료 후 약 20일 후에 채취하여 파종하면 활력이 좋은 유묘의 생산이 가능할 것으로 판단된다.

**Abstract:** This study was conducted to examine the changes of seed characteristics and germination properties and to determine the most suitable collection time in *Ulmus davidiana* var. *japonica*. Seeds were collected six times with the interval of seven days after April 21, 2005 at Jeong-seon. There were differences in seed characteristics and germination properties among seed collection times. The sizes of seed and fruit increased with the collection time, but seed moisture contents decreased with the collection time after increasing until May 5. The 1,000 seeds weight decreased with the collection time after increasing until May 12. Collection time showed high positive correlations ( $r=0.790, p<0.01$ ) with seed size and negative correlations ( $r=-0.919, p<0.01$ ) with moisture contents. Percent germination (PG) presented the highest value in seeds collected at May 5, and decreased with the collection time. Mean germination time(MGT), germination speed(GS), and germination performance index(GPI) also showed the highest values in seeds collected at May 5. PG, MGT, and GS had correlations with other seed characteristics except the 1,000 seed weight. The relative growth rate of height and root collar diameter of seedlings presented the highest values in seedling germinated from seed collected at May 5, and seedlings germinated from seeds collected at May 5 and 12 showed the highest values in chlorophyll contents. Consequently it will be possible to produce a number of seedlings when the seeds of *U. davidiana* var. *japonica* are collected just before drying morphologically.

**Key words :** seed collection time, seed characteristic, germination property, *Ulmus davidiana* var. *japonica*, relative growth rate, chlorophyll contents

## 서론

느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica*)는 느릅나무과(Ulmaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로서 우리나라를 비

롯하여 일본, 사할린, 쿠릴열도, 중국 북부 및 동시베리아 등에 분포한다(이경호 등, 2004). 느릅나무는 당느릅나무(*U. davidiana*), 난티나무(*U. laciniata*), 왕느릅나무(*U. macrocarpa*), 큰잎느릅나무(*U. macrophylla*), 참느릅나무(*U. parviflora*), 비술나무(*U. pumila*)와 더불어 한국산 느릅나무속 식물 7종(6종 1변종) 중 하나이다(이영로, 1996).

\*Corresponding author  
E-mail: wstak@foa.go.kr

**Table 1. General information on *U. davidiana* var. *japonica* seed source.**

Seed source	Area (ha)	Altitude (m)	Mean annual precipitation (mm)	Mean annual temperature (°C)	Tree height (m)	DBH (cm)	No. of trees/ha
Jeong-seon	2.2	490	1,104.31	9.82	20/19-21	60/50-70	230

느릅나무를 비롯한 6종은 봄에 개화하여 결실하나 참느릅나무는 가을에 개화, 결실하여 서로 구별된다(이창복, 1993). 가구재, 건축재 등 여러 용도의 목재로 이용되고 있을 뿐 아니라(조무연, 1989) 식용(전정례와 김진, 2004) 및 천연염색제(유영은 등, 2000)로도 널리 사용되고 있다. 또한 느릅나무의 수피를 유피(榆皮), 유백피(榆白皮)라고 하여 예로부터 한국의 민간요법에 수종, 임질, 유선염, 소변불통, 늑막염에 복용하였으며 느릅나무의 점액질은 항균성이 있어 피부상처의 보호를 위해 사용되기도 하였다(강삼식 등, 1988; 홍남두 등, 1990a; 홍남두 등, 1990b; 이홍용 등, 1992; 박주성 등, 1999; 배영수와 김진규, 2000; 김창순 등, 2002).

임목종자의 채취 시기는 종자의 성숙 및 활력과 밀접한 관련이 있다. 종자의 조기 채취는 배 또는 배유의 미성숙 등으로 인하여 종자 활력이 발달되지 못할 수도 있고, 너무 늦은 시기의 종자 채취는 종자 내 수분 감소 등의 원인으로 활력의 소실을 유발할 수도 있다. 종자 활력의 소실은 불가역적 생리 현상으로 일단 종자가 활력을 소실하면 되돌릴 수 없다(한심희 등, 2004). 그러므로 수종간, 품종간, 개체간, 그리고 같은 수종이라도 장소에 따라 차이는 있겠지만 종자를 채취하고자 할 때는 적정 시기를 판단하는 것이 무엇보다 중요하다.

지금까지 종자를 시기별로 채취하여 관찰한 연구는 별로 없다. 종자의 채취 시기에 따른 종자 형질 및 발아에 관한 연구로서 윤종규와 김정원(1994)이 찰피나무와 복자기나무 종자의 채취 시기별 배 발육과 발아율에 관해 찰피나무 종자는 8월 하순, 복자기나무 종자는 9월 중순이 적정 채취 시기라고 하였다. 또한 탁우식 등(1988)은 소나무속 3수종에 대하여 소나무 및 잣나무는 9월 상순, 리기테다소나무는 10월 상순에 종자를 채취하여도 품질에 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다. 그러나 이들이 대상으로 한 수종은 모두 개화에서 결실 기간 및 성숙 기간이 비교적 길어 채취 적기를 판단하는데 어려움이 적다고 사료된다. 반면, 느릅나무는 개화 후 결실에 이르는 기간이 매우 짧으며, 또한 단시일에 결실에서 낙과(落果)에 이르기 때문에 적정 채취 시기를 구명하는데 어려움이 많다.

따라서 본 연구는 여러 가지 자원적 측면에서 이용 가치가 풍부한 느릅나무의 효율적인 양묘를 위해 채취 시기에 따른 종자 형질 및 발아 특성의 변화를 조사함으로써 적정 채취 시기를 구명하고, 양질의 종자를 확보하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 종자의 채취

채취 시기에 따른 종자 형질 및 발아 특성을 조사하기 위해 강원 정선 임계 지역에 자생하는 느릅나무의 개화 및 낙화를 확인하였다. 종자는 낙화 후 1주일 후인 2005년 4월 21일부터 7일 간격으로 채취하였으며 낙과하기 시작한 5월 26일을 최종 채취 시기로 하였다. 종자 채취시 수관의 중하부에서 동서남북 4방향에서 각각 채취하여 혼합하였다. 임분에 대한 개황은 Table 1과 같다.

### 2. 종자 형질 및 발아 특성 조사

시기별로 채취한 종자의 특성은 열매 및 종자의 크기, 실중, 수분 함량을 중심으로 조사하였다. 열매(날개포함) 및 종자의 크기는 캘리퍼스를 이용하여 무작위로 20립을 0.01 mm 단위까지 측정하였으며 실중은 종자 1,000립의 무게를 고정밀 분석용 저울을 이용하여 0.001 g 단위까지 측정하였다. 수분 함량은 적외선 수분계(Kett FD-600, Japan)를 이용하여 시료의 건조 전 무게와 완전히 건조된 후 사라진 수분 손실량을 측정하여 백분율(%)로 나타냈다. 실중 및 수분 함량 측정은 각각 4반복 실시하였다. 또한 발아 조사를 위해 인큐베이터를 이용하여 온도 25°C, 습도 60% 조건에서 100립씩 4반복으로 치상하였다. 종자 치상 후 매일 발아조사를 실시하였으며 유근이 2 mm 이상 신장된 것을 발아된 것으로 간주하였다. 발아 조사 결과를 이용하여 발아율(percent germination, PG), 평균발아일수(mean germination time, MGT), 발아속도(germination speed, GS), 발아균일지수(germination performance index, GPI)를 산출하였다. 발아율(PG)은 총 공시 종자에 대한 발아 종자의 백분율로 표시하였으며,  $PG = (N/S) \times 100$ 의 식을 이용하였다. 여기에서  $N$ 은 총 발아수,  $S$ 는 총 공시 종자 수이다. 평균 발아 일수는  $MGT = \sum(t_i n_i) / N$ 의 식을 이용하였다. 여기서  $t_i$ 는 치상 후 조사일수,  $n_i$ 는 조사 당일의 발아수,  $N$ 은 총 발아수이다. 발아속도는  $GS = \sum(n_i / t_i)$ 의 식에서 계산하였다. 여기서  $n_i$ 는 조사 당일의 발아수이고,  $t_i$ 는 치상 후 조사일수이다(Scott 등, 1984). 발아균일지수는  $GPI = PG / MGT$ 의 식을 이용하였다(Stundstrom 등, 1987).

### 3. 유묘의 생장 특성 조사

시기별로 채취한 느릅나무 종자를 피트모스 : 펄라이트 :

버미큘라이트를 1:1:1로 혼합하여 제조한 배양토에 50립씩 4반복으로 파종한 후 온실에 배치하였다. 5일 동안 자엽이 출현하지 않을 때 발아가 종료된 것으로 간주하였으며, 발아 시험이 종료된 후, 시험 포지에 이식하였다. 종자 채취 시기에 따른 유묘의 생장 및 생리적 특성을 파악하기 위하여 수고, 근원경, 잎 내 엽록소 함량을 측정하였다. 유묘의 생장 특성은 이식 초기와 이식 후 30일, 그리고 생장 종료 시점에 걸쳐 조사를 실시하였으며, 측정된 수고와 근원경을 이용하여 상대생장율(relative growth rate)을 구하였다. 상대생장율은  $[Ln(\chi_2) - Ln(\chi_1)] / (t_2 - t_1)$ 의 식으로 계산하였다(Beadle, 1993). 여기서  $\chi_1$ 은 이식초기( $t_1$ )의 수고 또는 근원경을,  $\chi_2$ 는 생장종료 시점( $t_2$ )의 수고 또는 근원경을 나타낸다. 잎 내의 엽록소 함량은 dimethyl sulfoxide(DMSO) 방법에 의하여 측정하였다(Hiscox와 Israelstam, 1979). 직경 1.0 cm의 원형으로 절단된 생엽에 DMSO 10 ml를 첨가하고 70°C 오븐에서 2시간 동안 유지하여 색소를 추출하여 Lichtenthaler(1987)의 식에 의해 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 종자 형질 및 발아 특성

느릅나무는 4월 초순경에 개화를 시작하여 중순경에 낙

화하였다. 낙화 후 1주일에 열매가 형성되기 시작하여 이때부터 채취를 시작하였다. Table 2는 채취시기에 따른 종자의 물리적 특성을 나타낸 것으로 종자가 형성되어 낙과되기 전까지는 약 1개월이 소요되었음을 알 수 있다.

느릅나무의 열매 및 종자의 크기는 시간이 경과함에 따라 증가하였으나 일정 기간 후에는 큰 변화가 없었다. 특히 2차 채취시기인 4월 28일에는 열매길이가 5.43 mm~11.79 mm, 폭이 4.12 mm~9.99 mm로, 종자 길이가 2.62 mm~3.32 mm, 폭이 0.33 mm~2.19 mm로 급격한 성장이 일어나 4월 21일에는 배의 불완전 형성기로부터 벗어나 본격적인 열매 및 종자 형성기에 이르렀음을 추정할 수 있었다. 또한 열매의 형태는 초기에는 길이가 폭보다 큰 타원형의 모습을 나타내었으나 점차 길이와 폭의 비율이 유사해지면서 원형의 모습을 나타냈다.

Table 3은 채취 시기, 종자 특성 및 발아 특성간의 상관관계를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 종자 발아에 중점을 두고 실험을 시작한 바, 종자의 형질과의 상관에서도 발아 시작 이후 시점에서부터 실시하였다. 종자의 채취 시기는 열매 및 종자의 크기와 정(+)의 상관(각각  $r=0.555$ ,  $p<0.05$ ,  $r=0.790$ ,  $p<0.01$ )을 나타냈으며 수분 함량과는 부(-)의 상관( $r=-0.919$ ,  $p<0.01$ )을 나타냈다. 또한 종자 무게는 높은  $R^2$ 값(0.9456)을 나타냄으로써 채취시기에 따라 일정한 변화를 한다는 것을 보여주었다(Figure 1). 한편, 종

Table 2. Change in seed and fruit size, seed moisture contents, and 1,000 seed weight of *U. davidiana* var. *japonica* according to collection time.

Classification		Collection time(month/day)					
		4/21	4/28	5/5	5/12	5/19	5/26
Fruit	length(mm)	5.43 ± 0.36c	11.79 ± 0.39b	13.51 ± 0.44a	13.53 ± 0.53a	13.53 ± 0.50a	13.60 ± 0.27a
	width(mm)	4.12 ± 0.28d	9.99 ± 0.17c	12.96 ± 0.23b	13.11 ± 0.20b	13.69 ± 0.45a	13.67 ± 0.20a
Seed	length(mm)	2.62 ± 0.26d	3.32 ± 0.22c	3.67 ± 0.17b	3.79 ± 0.21b	4.05 ± 0.17a	4.14 ± 0.20a
	width(mm)	0.33 ± 0.07d	2.19 ± 0.17c	2.79 ± 0.17b	2.98 ± 0.18b	3.21 ± 0.16a	3.21 ± 0.13a
Moisture content(%)		8.40 ± 0.11e	9.70 ± 0.23cd	11.00 ± 0.37a	10.20 ± 0.10b	9.90 ± 0.22bc	9.50 ± 0.12d
1,000 seed weight(g)		3.80 ± 0.11e	4.62 ± 0.13d	5.20 ± 0.12c	5.95 ± 0.16a	5.45 ± 0.12b	5.20 ± 0.15c

The different letters indicate significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

Table 3. Correlation coefficient between two variables in collection time, and seed and fruit characteristics, and germination properties of *U. davidiana* var. *japonica*.

	CT	FL	SL	MC	PG	MGT	GS
FL	0.555*						
SL	0.790**	0.276					
MC	-0.919**	-0.444	-0.776**				
PG	-0.871**	-0.577*	-0.551*	0.888**			
MGT	-0.743**	-0.512*	-0.576*	0.663**	0.767**		
GS	-0.916**	-0.601*	-0.767**	0.824**	0.747**	0.551*	
GPI	-0.444	-0.248	-0.147	0.565*	0.625**	-0.019	0.471

\* and \*\* mean statistically significant at  $p<0.05$  and  $p<0.01$ , respectively. CT: collection time; FL: fruit length; SL: seed length; MC: moisture content; PG: percent germination; MGT: mean germination time; GS: germination speed; GPI: germination performance index.

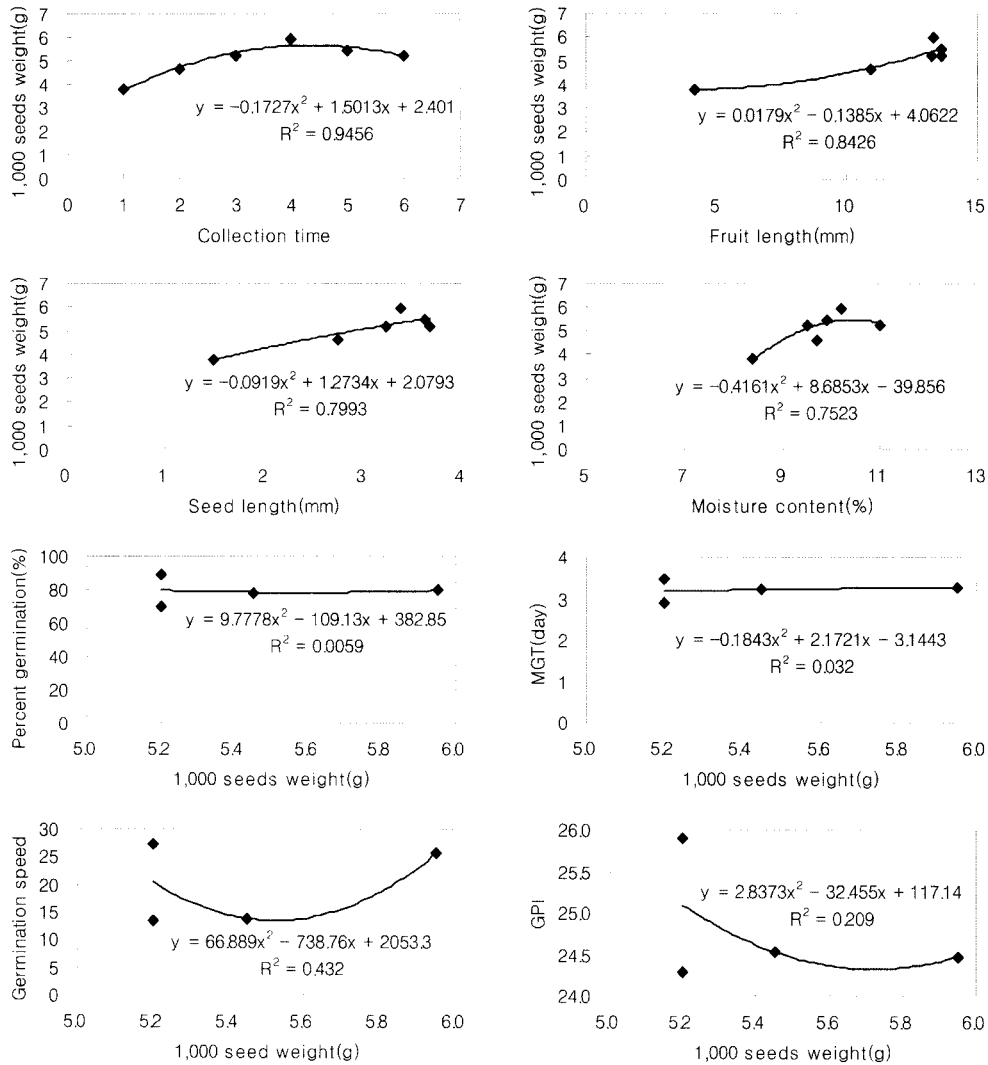


Figure 1. Correlations between two variables in 1,000 seeds weight, and collection time, seed and fruit characteristics, and germination properties of *U. davidiana* var. *japonica*.

자의 크기는 수분 함량과 부(-)의 상관( $r=-0.776$ ,  $p<0.01$ )을 보였으며, 실중은 열매 크기( $R^2=0.8426$ ), 종자 크기( $R^2=0.7993$ ) 및 수분 함량( $R^2=0.7523$ )과 밀접한 관련이 있음을 나타냈다(Figure 1). 그러나 열매 크기, 수분 함량은 다른 종자 특성에 영향을 미치지 않았다.

종자의 발아 특성은 채취 시기에 따라 차이를 나타냈다(Figure 2). 발아율의 경우 4월 21일과 28일에는 전혀 발아하지 않았으나 5월 5일에는 89.5%로 가장 높은 발아율을 나타내었고 이후 점차 감소하였다( $p<0.01$ ). 5월 5일은 외형적으로 거의 성숙 단계에 이른 시기였으며 수분 함량이 가장 높은 시기로 건조가 일어나기 전 단계였다. 일반적으로 종자는 성숙도(成熟度)에 따라 유숙기(乳熟期), 황숙기(黃熟期), 과숙기(過熟期)로 구분하는데 유숙기는 종피의 색깔이 녹색을 띠며, 황숙기는 종피 색깔이 황색 내지 갈색을 띠고 종자의 내용이 충만하게 응고되어 있다. 과숙기는 과도한 건조로 인하여 종피 내의 성분에 변화가

생겨 수분의 침투 작용이 곤란해져서 발아력이 저하된 때를 가리킨다(임업연구원, 1994). 보통, 종자는 황숙기에 채취하였을 때 활력이 가장 높다. 그러나 본 연구에서 느릅나무 종자는 건조가 일어나기 전이며 종피 색깔이 황색으로 변하기 전인 유숙기에 발아력이 가장 왕성하였으며 이후 점차 그 발아력을 상실하는 모습을 보였다. Knypl과 Khan(1981) 및 Pill 등(1991)은 종자의 건조는 종피에 대한 미세한 틈의 형성과 세포벽의 변형을 유발시켜 건조 전에 비하여 발아율의 감소를 초래한다고 하였다. 본 연구에서도 5월 5일 이후 수분 함량이 감소하면서 발아율이 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 평균 발아 일수는 4월 21과 28일에는 종자가 발아하지 않아 나타나지 않았고 이후 채취 시기에 따라 감소하였으며, 발아율과 유사한 특성을 보여 주었다. 5월 5일에 채취한 종자의 경우 3.46일이었으나, 5월 26일 채취 종자는 2.93일로 감소하여 늦게 채취한 종자일수록 발아 기간이 짧음을 보여주었다. 종자

**Table 4. Height and root collar diameter growth of *U. davidiana* var. *japonica* seedlings according to seed collection time.**

Seed collection time	Height(cm)			Root collar diameter(mm)		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
5. 5	11.72 ± 2.99a	21.33 ± 7.70a	29.85 ± 11.28a	1.34 ± 0.26a	2.08 ± 0.55a	2.64 ± 0.77a
5. 12	10.61 ± 4.47a	18.76 ± 7.76ab	24.43 ± 13.44ab	1.34 ± 0.20a	2.02 ± 0.45a	2.53 ± 0.77a
5. 19	10.80 ± 2.30a	17.69 ± 2.76ab	21.35 ± 8.68b	1.19 ± 0.22a	2.00 ± 0.41a	2.19 ± 0.59ab
5. 26	11.31 ± 3.10a	14.94 ± 3.68b	17.68 ± 5.79b	1.31 ± 0.31a	1.60 ± 0.34b	2.04 ± 0.57b

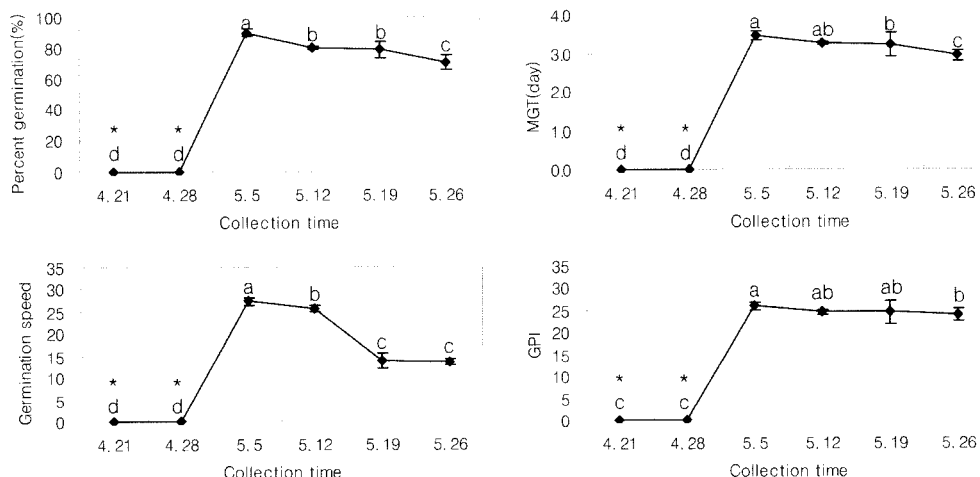
발아 속도는 5월 5일 이후 채취 시기에 따라 감소하는 경향을 보여 발아 종자의 수가 감소하고, 단기간 내에 종자의 발아가 종결되었음을 알 수 있었다. 발아균일지수는 5월 5일에 25.9로 가장 높았으며 이후 소폭으로 감소하여 채취 시기에 따라 불균일한 발아 양상을 나타내었음을 알 수 있었다.

일반적으로 종자의 크기와 무게는 종자 발아율, 발아 속도 및 유묘의 생존에 영향을 미치는 중요한 인자로 알려져 있다(Khan 등, 1999; Navarro와 Guitian, 2003). 또한 종자의 크기나 무게가 발아 능력 및 유묘의 생존과 생장을 포함하여 다양한 생장 변수를 파악하는데 좋은 지표가 된다(Marshall, 1987; Naylor, 1993). 본 연구 결과에서 종자의 크기는 발아 특성 중 발아율, 평균 발아 일수 및 발아 속도와 부(-)의 상관을 나타냈으며 발아 균일 지수에는 영향을 미치지 않았다(Table 3). Navarro와 Guitian (2003)은 종자 무게가 발아율에 영향을 미친다고 보고한 바 있으나 느릅나무 종자의 경우에는 무게의 영향을 거의 받지 않았다( $R^2=0.0059$ , Figure 1). 한편, 종자의 수분 함량은 종자 발아 특성 모두에 영향을 미쳤다. 특히 발아율( $r=0.888$ ,  $p<0.01$ ) 및 발아속도( $r=0.824$ ,  $p<0.01$ )와는 높은 상관성을 나타냈다. 또한 종자의 발아 특성 간에는 대체로 높은 정(+)의 상관을 나타냈으나 평균 발아 일수 및 발아 속도는 발아 균일 지수와 상관성이 없었다. 특히, 발아

율은 평균 발아 일수 및 발아 속도와 높은 상관성을 보여주었다. 또한 발아율과 발아 균일 지수의 상관관은 Stundstrom 등(1987)이 보고한 바와 같이 발아 균일 지수가 높을수록 출현율 즉, 발아율이 높다는 것을 증명하였다.

**2. 유묘의 생장 및 생리적 특성**

시기별로 채취한 종자로부터 성장한 유묘들의 수고 및 근원경을 3차에 걸쳐 측정된 결과 1차 조사에서는 채취 시기 간에 통계적으로 차이가 없었으나 2차 조사 이후부터는 채취 시기 간에 차이를 나타내었다(Table 4). 수고의 경우, 2차 조사에서 5월 5일 채취한 종자로부터 성장한 유묘가 21.33 cm로 가장 높게 나타났으며 5월 26일 채취한 종자의 유묘가 14.94 cm로 가장 낮았다. 3차 조사에서도 5월 5일 채취한 종자의 유묘가 가장 높았으며 5월 19일 및 5월 26일 채취한 종자의 유묘가 가장 낮은 수고를 보였다. 근원경의 경우는 2차 조사시 5월 5일, 12일, 19일에 채취한 종자의 유묘가 각각 2.08 mm, 2.02 mm, 2.00 mm로 가장 높았으며 5월 26일 채취한 종자의 유묘가 1.60 mm로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 3차 조사에서는 5월 5일 및 5월 12일에 채취한 종자의 유묘가 가장 높게 나타났으며 그 뒤로 5월 19일과 5월 26일에 채취한 종자의 유묘 순으로 나타났다. 유묘의 상대생장율은 유묘의 활력을 간접적으로 평가하는 하나의 방법으로 사용되어 왔다(한



**Figure 2. Change of germination properties of *U. davidiana* var. *japonica* seed according to collection time. The different letters indicate significantly different at  $p<0.01$  by Duncan's multiple range test. \* indicates no germination.**

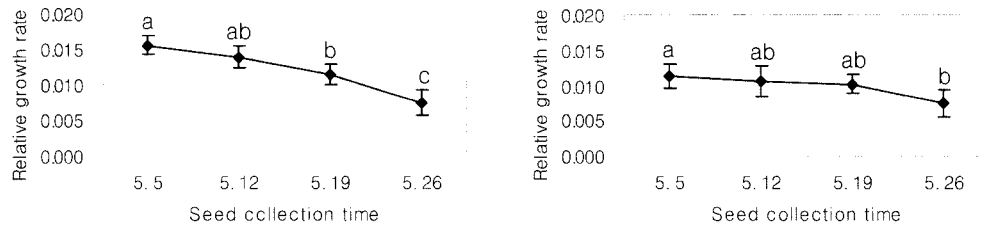


Figure 3. Change of relative growth rate in height(left) and root collar diameter(right) of *U. davidiana* var. *japonica* seedlings according to seed collection time. The different letters indicate significantly different at  $p<0.01$  by Duncan's multiple range test.

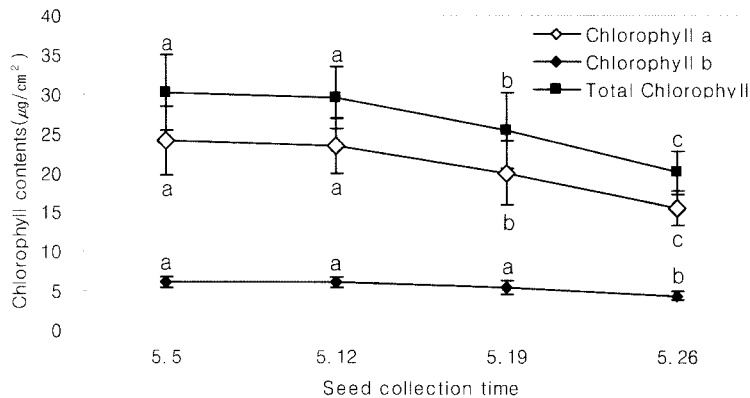


Figure 4. Change of chlorophyll contents in the leaves of *U. davidiana* var. *japonica* seedlings according to seed collection time. The different letters indicate significantly different at  $p<0.01$  by Duncan's multiple range test.

심희 등, 2004; Durr와 Boiffin, 1995; Tamet 등, 1996). 본 연구에서 느릅나무 종자의 채취 시기에 따른 유묘의 수고 및 근원경의 상대생장율은 Figure 3과 같다. 유묘의 수고 및 근원경의 상대생장율은 종자 채취 시기에 영향을 받는 것으로 나타났다. 상대수고생장율의 경우 5월 5일 채취한 종자의 유묘에서 가장 높게 나타났으며 5월 12일>5월 19일>5월 26일 순으로 나타났다. 또한 근원경의 상대생장율에서도 5월 5일 채취한 종자의 유묘에서 가장 높게 나타났으며 이후 점차 감소하여 종자 채취 시기에 따라 유묘의 성장 및 활력에 차이가 있음을 보여주었다.

엽록소는 식물이 광합성을 하는데 필수적인 색소로 알려져 있고 지구상에 가장 많은 색소 가운데 하나다. 일반적으로 엽록소 함량은 광합성 능력과 비례하는 것으로 알려져 있으며, 식물의 엽록소는 스트레스에 의해 붕괴되므로 식물의 활력을 추정할 수 있는 지표가 된다(우수영 등, 2004a; 우수영 등, 2004b). 본 연구에서 엽록소 함량을 기초로 하여 종자 채취 시기에 따른 유묘의 활력을 평가한 결과, Figure 4에서 보는 바와 같이 종자 채취 시기에 따라 유묘의 활력은 차이가 있었다. 엽록소 a의 경우 5월 5일 채취한 종자의 유묘와 5월 12일 채취한 종자의 유묘가 유사하게 나타났으나 이후 감소하는 모습을 보였다. 엽록소 b는 5월 5일, 5월 12일, 5월 19일에 채취한 종자의 유묘에서는 서로 유사하였으나 5월 26일 채취한 종자의 유묘에서는 낮게 나타났다. 총 엽록소 함량 역시 종자 채취 시기에 따라 감소하여 5월 5일 및 5월 12일에 채취한 종

자의 유묘가 가장 활력이 높았으며 종자를 늦게 채취할수록 유묘의 활력이 감소함을 보여주었는데, 주영특 등(1999)은 엽록소 함량이 낮은 이유에 대해 상대적으로 엽육 조직의 발달이 미약하기 때문이라고 하였다. 결과적으로, 종자 채취 시기에 따른 유묘의 활력을 조사했을 때 5월 5일 채취한 종자의 유묘가 상대생장율 및 엽록소 함량에서 다른 시기에 채취한 것에 비해 높은 수치를 보여 느릅나무의 경우 종자가 완전히 성숙하기 전에 채취하여 파종할 때 발아율 뿐 만 아니라 유묘 활력에서도 효과가 뛰어난 것으로 볼 수 있었다.

### 인용문헌

1. 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.
2. Durr, C. and J. Boiffin. 1995. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) seedling growth from germination to first leaf stage. The Journal of Agricultural Science 124: 427-435.
3. Hiscox, J.D. and G.F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany 57: 1332-1334.
4. Khan, M.L., P. Bhuyan, U. Shankar, and N.P. Todaria. 1999. Seed germination and seedling fitness in *Mesua ferrea* L. in relation to fruit size and seed number per fruit.

- Acta Oecologia 20: 599-606.
5. Knypl, J.S. and A.A. Khan. 1981. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. *Agronomy Journal* 73: 112-116.
  6. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.
  7. Marshall, D.L. 1987. Effects of seed size on seeding success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 73: 457-464.
  8. Navarro, L. and J. Guitian. 2003. Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. *Biological Conservation* 109: 313-320.
  9. Naylor, R.E.L. 1993. The effect of parent plant nutrition on seed size, viability and vigor, and on germination of wheat and triticale at different temperature. *Annals of Applied Research* 28: 104-110.
  10. Pill, W.G., J.J. Frett, and D.C. Morneau. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. *Hort. Science* 26: 1160-1162.
  11. Scott, S.J., R.A. Jones, and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science* 24: 1160-1162.
  12. Stundstrom, F.J., R.B. Reader, and R.L. Ewards. 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112(4): 641-644.
  13. 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 Research* 40: 25-38.
  14. 강삼식, 윤혜숙, 장일무. 1988. 천연물 과학. 서울대학교 출판부. pp.276.
  15. 김창순, 이중명, 최장욱, 박성배, 엄태진. 2002. 느릅나무 근피의 화학조성분 및 항균성 물질(I). 화학조성분 및 추출성분의 항균성. *목재공학* 30(4): 66-73.
  16. 박주성, 심창수, 정재홍, 이규희, 성창근, 오만진. 1999. 유백피의 항균활성. *한국식품영양과학회* 28(5): 1022-1028.
  17. 배영수, 김진규. 2000. 약용 활엽수종인 물푸레나무와 느릅나무 수피의 추출성분. *목재공학* 28(3): 62-69.
  18. 우수영, 이성한, 권기원, 이재친. 2004. 가중나무, 튜립나무, 양버즘나무 묘목을 오존에 노출시켰을 때 엽록소 함량과 Glutathione Reductase 활성변화. *한국임학회* 97(7): 423-427.
  19. 우수영, 이성한, 이동섭. 2004. 대기오염 피해를 받은 서울 시내 가로수의 엽록소 함량과 광합성 특성. *한국농림기상학회지* 6(1): 24-29.
  20. 유영은, 송경현, 이순임. 2000. 느릅나무 껍질 추출액을 이용한 천연염색. *한국의류학회* 제 24회 춘계학술발표회. pp.52.
  21. 윤종규, 김종원. 1994. 찰피나무와 복자기의 채종 시기별 배 발육과 발아율 연구. *임연연보* 50: 129-135.
  22. 이경호, 조좌형, 윤원호. 2004. 느릅나무 근피로부터 분리한 Mansonone E의 항암효과. *한국생약학회지* 35(3): 199-202.
  23. 이영로. 1996. *원색한국식물도감*. 교학사. pp.73-74.
  24. 이창복. 1993. *대한식물도감*. 향문사. pp.280-281.
  25. 이홍용, 김치경, 성태경, 문택주, 임치주. 1992. 유백피 추출물의 항세균 작용. *한국미생물생명공학회* 20(1): 1-5.
  26. 임업연구원. 1994. 임목종자와 양묘. 임업연구원 연구자료 제 91호. pp.5.
  27. 전정례, 김 진. 2004. 느릅나무 추출액을 첨가한 식빵의 품질 특성 및 저장 기간에 따른 미생물의 변화. *한국조리과학회지* 20(2): 180-186.
  28. 조무연. 1989. *원색한국수목도감*. 아카데미서적. pp.109.
  29. 주영득, 김영채, 정동준, 김홍률. 1999. 경기도 광주지역 잣나무 침엽의 분광 특성에 관한 연구. *한국농림기상학회지* 1(2): 103-109.
  30. 탁우식, 권혁민, 정덕영, 장대경, 황석인, 서재덕. 1988. 소나무, 잣나무, 리기테다소나무의 구과 채취 시기별 종자 품질 및 유묘 생장. *임육연보* 24: 69-74.
  31. 한심희, 김찬수, 장석성, 이현주, 탁우식. 2004. 저장 기간에 따른 3개 수종의 종자 및 발아 특성 변화. *한국농림기상학회지* 6(3): 183-189.
  32. 홍남두, 노영수, 김남재, 김진식. 1990. 유백피의 성분에 관한 연구. *한국생약학회지* 21(3): 201-204.
  33. 홍남두, 노영수, 김남재, 김진식. 1990. 유백피의 약효 연구. *한국생약학회지* 21(3): 217-222.

(2006년 2월 23일 접수; 2006년 4월 27일 채택)