



고로쇠나무 종자 수확시기에 따른 발아특성 및 초기생육

송기선*† · 윤준혁* · 전권석* · 김창환* · 박용배* · 김종진**

*국립산림과학원 남부산림자원연구소, **건국대학교 녹지환경계획학과

Germination Characteristics and Early Growth of *Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H. Ohashi by Harvesting Dates

Ki Seon Song*†, Jun Hyuck Yoon*, Kwon Seok Jeon*, Chang Hwan Kim*, Yong Bae Park* and Jong Jin Kim**

*Southern Forest Resources Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju 52817, Korea.

**Department of Environmental Design, Konkuk University, Seoul 05029, Korea.

ABSTRACT

Background : *Acer pictum* is a deciduous tree belonging to the family Aceraceae. This study was conducted to collect basic data on mass propagation techniques by surveying the germination and growth characteristics of *A. pictum* seeds.

Methods and Results : *A. pictum* seeds were harvested in 2014 on August 19, September 5, September 29 and October 31. The seeds were then sown on the same dates they were harvested. A portion of seeds harvested in August 2014 were stored at low temperatures and subsequently sown on March 11, 2015. The germination rate of *A. pictum* seeds was highest in seeds that were stored harvested on October 31. Mean germination time (MGT) was shortest and germination velocity (Rs) was fastest in seeds harvested on October 31. Root collar diameter, total root length, and dry weight were also highest from seeds collected October 31.

Conclusions : *A. pictum* seeds harvested on October 31 had highest germination and growth rates compared with seeds harvested on earlier dates. It is expected that these results demonstrating optimum harvesting and sowing dates will be applicable to future seedling production for this tree species.

Key Words : *Acer pictum*, Dry Weight, Early Growth, Germination Rate, Harvesting and Sowing Dates

서 언

고로쇠나무 [*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H. Ohashi]는 단풍나무과 (Aceraceae)로 가을이면 붉은 단풍이 들어 경관적으로 아름다울 뿐만 아니라 목재의 활용도가 높은 수종이다. 또한, 높이가 20 m에 달하는 낙엽교목으로서 이른 봄에 수액을 받아 약수로 이용하는데, 고로쇠나무의 수액(sap)은 살아있는 나무의 목질(xylem) 부분에 상처를 주거나 구멍을 뚫어 채취하는 것으로서 나무를 베지 않고 수액을 생산할 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다 (Choi et al., 2010). 하지만, 이러한 고로쇠나무는 발아율이 저조할 뿐만 아니라 발아상태 또한 불균일하기 때문에 고로쇠나무 묘목의 생산효율

을 향상시키기 위해서는 가장 먼저 종자가 성숙하고 활력이 높은 적정 채취시기를 판단하는 것이 중요하다 할 수 있다 (Choi et al., 2006; Tak et al., 2006).

고로쇠나무, 자작나무 등의 수액에는 대표적인 미네랄로 알려져 있는 Ca, Mg, K, Na 등의 무기질이 풍부하여 섭취 시 항노화 효능, 항산화 활성, 항장효과, 미백효과 등이 뛰어난 것으로 알려져 있으며 (Kim et al., 2011; Sohn et al., 2013), 고로쇠나무 자체의 활성 연구는 항산화물질 등에 대한 연구가 일부 보고되고 있다 (Jeong et al., 2010; Jin et al., 2008).

국내에서 고로쇠나무에 대한 연구는 수액의 채취방법 (Moon and Kwon, 2006), 생산성 향상 및 저장 (Oh et al., 2009), 성분 에 관한 연구 (Kim et al., 2010; Lee et al., 1995;

†Corresponding author: (Phone) +82-55-760-5035 (E-mail) nontimber4@korea.kr

Received 2015 August 25 / 1st Revised 2015 September 7 / 2nd Revised 2015 October 22 / 3rd Revised 2015 November 18 / 4th Revised 2015 December 3 / Accepted 2015 December 7

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Moon and Kwon, 2004), 수액출수에 미치는 환경 인자에 대한 연구 (Choi *et al.*, 2010; Kim and Kwak, 1994), 천연림에 대한 토양특성과 식생구조에 대한 연구 (Moon *et al.*, 2004)가 대부분으로 채취 당시 불량 종자가 많은 고로쇠나무류의 종자 채취에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 시험은 기능성 물질을 함유한 수액과 수피의 채취가 가능한 고로쇠나무를 대상으로 종자의 채취와 파종시기에 따른 고로쇠나무의 발아 특성 및 초기생장을 조사하여 우량종묘 생산을 위한 생산·관리 기술개발에 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 시험의 약용작물은 고로쇠나무 [*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H. Ohashi]로서 국립산림과학원 남부산림자원연구소의 월아시험림 내에서 직접 채취하여 남부산림자원연구소 내 가좌묘포장의 비닐온실에서 시험하였다. 파종용기는 삼목상자 (L52.0 × W36.5 × H9.0, cm)를 이용하였으며, 상토는 코코피트, 피트모스, 질석, 지오라이트, 펄라이트가 6:1:1:1:1 (용적기준)로 혼합된 원예용 상토 (Horticulture nursery media, Punong Co., Ltd., Gyeongju, Korea)를 시중에서 구입하여 사용하였다.

2. 종자 채취 및 파종

본 시험에 사용된 고로쇠나무의 종자는 국립산림과학원 남부산림자원연구소의 월아시험림 내 북사면에 위치한 고로쇠나무 조림지 (N 35°21' 61", E 128°16' 36")에서 종피의 변색을 육안으로 확인 후 배유를 통해 종자의 성숙정도를 판단하여 2014년 8월 19일, 9월 5일, 9월 29일, 10월 31일에 직접 채취하였으며, 각 시기의 종자 품질은 Table 1과 같다. 시험은 2014년 8월 19일, 9월 5일, 9월 29일, 10월 31일에 각각 채취된 종자를 채취 당일에 육안으로 크기가 너무 작은 종자만 제거 한 후 바로 100립씩 3반복으로 파종하였다. 2015년 3월 11일에는 2014년 8월 19일에 종자 채취 후 4℃의 저온저장고

에 보관하였던 종자를 파종하였다.

3. 발아 조사

파종 후 매일 발아된 종자의 개수를 조사하여 최종발아율 (final germination percentage = $N / N_t \times 100$, N; 총 발아수, N_t ; 치상 종자수, FGP), 발아기 [days to 50% of germination of final germination rates = $T_i + (T_j - T_i) \times (N/2 - N_i) / (N_j - N_i)$, T_i ; N_i 시점까지 소요된 발아기간, T_j ; N_j 시점까지 소요된 발아기간, N_i ; N에 대한 50% 발아 직전까지 총 발아수, N_j ; N에 대한 50% 발아 직후까지 총 발아수, T_{50}], 평균발아일수 [mean germination time = $\sum (S_i \cdot D_i) / \sum S_i = 100 / D_i$; 치상 후 조사일수, S_i ; 조사 당일 발아수, CVG, MGT], 발아속도계수 (coefficient of velocity of germination = $100 \times \sum S_i / \sum S_i \cdot D_i$, CVG), 발아속도 (germination velocity = $\sum S_i / D_i$, Rs)를 각각 구하였다 (Kulkarni *et al.*, 2007; Ranal and Santana, 2006).

4. 생장 및 생장량 조사

고로쇠나무 종자를 시기별로 채취 및 파종 후 발아가 되지 않은 8월 19일 처리구를 제외한 나머지 처리구를 대상으로 2015년 5월 25일에 수고, 근경, 건물중 등을 조사하였다. 엽면적, 엽장, 엽폭은 휴대용 엽면적 측정기인 Portable Area Meter (LI-3000C, LI-COR Biosciences, Inc., Lincoln, NE, USA)를 이용하여 측정하였다. 건물중은 잎, 줄기, 뿌리를 각각 분리 후 Drying Oven (DS-80-5, Dasol Scientific Co., Ltd, Hwaseong, Korea)에서 105℃로 72시간 건조하여 측정하였고 T/R ratio를 구하였다.

5. 통계분석

처리별 결과 값에 대한 분석은 SPSS 프로그램 (version 20.0, Statistical Package for Social Science, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하였으며, 통계적으로 차이가 유의한 경우 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 종자수확 및 파종시기별 발아특성

고로쇠나무 [*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H. Ohashi]를 대상으로 종자의 채취 및 파종시기를 달리하여 처리한 결과 각 처리구 내 종자 치상 후 경과일수에 따른 발아율의 변화는 Fig. 1과 같다. 종자의 최초발아일은 치상 후 다음날 바로 발아가 된 10월 31일 처리구에서 가장 빨랐고 그 다음은 9월 29일, 3월 11일, 9월 5일 처리구 순으로 나타났다. 8월 19일 처리구에서는 조사기간 동안 전혀 발아가 되지 않았

Table 1. Characteristics of weight of 1,000 seeds, seed weight per liter, and seed number per kg and per liter of *A. pictum* seed used in this experiment.

Harvesting and sowing dates	1,000 seeds weight (g)	Seed weight · ℓ ⁻¹ (g)	Seed number · kg ⁻¹	Seed number · ℓ ⁻¹
2014-8-19	113.1	175.6	8,900	1,660
2014-9-5	156.2	208.5	6,700	1,370
2014-9-29	176.2	225.5	6,290	1,270
2014-10-31	187.7	235.2	6,250	1,200

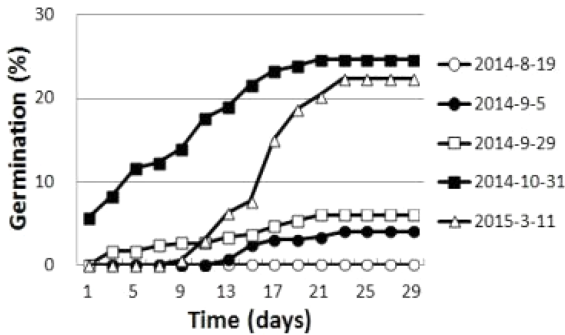


Fig. 1. Changes of germination percent in *A. pictum* seeds at different harvesting and sowing dates.

다. 일반적으로 출아율을 높이기 위해서는 배가 완전히 성숙된 종자를 확보한 후 파종을 해야 하는데 (Kim *et al.*, 2014), 8월 19일 처리구는 너무 이른 시기에 종자를 채취해 배 또는 배유가 미성숙했기 때문에 나타난 결과로 판단된다 (Han *et al.*, 2004).

고로쇠나무의 발아율은 10월 31일과 3월 11일 처리구에서 각각 24.7%와 22.3%로 유의적 차이를 보이며 높게 나타났다 (Table 2). 특히 3월 11일 처리구는 전혀 발아가 되지 않았던 8월 19일에 채취된 종자를 파종하였는데, 발아율이 10월 31일 처리구 다음으로 높게 나타났다. 이는 210일의 저온저장을 통해 종자가 후숙되었기 때문으로 사료된다. 하지만, 8월 19일에 종자를 채취 후 건조하지 않은 채로 3월 11일까지 저온저장된 종자는 곰팡이로 인해 많은 피해를 발생하여 오랜 기간 종자를 저장할 경우에는 종자의 피해를 최소화하기 위해 주의가 필요하다.

한편, 저온저장고에 저장된 고로쇠나무 종자를 PEG 용액 (0, -0.25, -0.5, -1.0, -2.0 MPa)에 3일간 침지시켜 priming 처리하여 실험한 결과 발아율이 각각 9.5%, 9.5%, 18.0%, 22.0%, 40.5%로 보고되었다 (Choi *et al.*, 2006). -2.0 MPa를 제외한 나머지 처리구의 경우 10월 31일에 종자를 채취하여 파종한 본 실험의 결과보다 낮은 발아율을 보였는데, 이러한 결과를 통해 고로쇠나무 종자의 적정 채취 및 파종시기가

발아에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

T_{50} 과 평균발아일수는 종자의 채취시기가 늦어질수록 짧아져 10월 31일 처리구에서 각각 6.4일과 7.6일로 가장 짧았다. 발아속도계수와 발아속도는 10월 31일 처리구에서 유의적 차이를 보이며, 가장 빨랐다 (Table 2). 이러한 결과는 종자의 채취 및 파종시기가 발아율의 향상뿐만 아니라 발아소요일수의 단축에도 큰 효과를 보여 생산의 효율성도 높아질 것으로 생각된다.

Kang 등 (2014)은 차풀, 비수리, 싸리 종자의 경우 채취시기가 늦어질수록 평균발아일수가 짧아지는 것으로 보고하여 본 실험의 고로쇠나무와 동일한 경향을 보였는데, 이러한 결과는 채취시기가 늦어질수록 종자가 완숙되어갔기 때문으로 판단된다 (Hwang *et al.*, 1999).

상동나무 (Song *et al.*, 2015)는 5월, 경후박나무 (Seo *et al.*, 1997)와 작약 (Chung *et al.*, 1993)은 8월 중순경, 적수크령 (Lim *et al.*, 2010)은 10월 중순에서 11월 초순경, 억새류 (Lee and Han, 2007)는 12월이 종자 채취를 위한 적기로 보고되었다. 이렇게 종자의 적정 채취 시기는 식물에 따라 차이가 있음을 알 수 있다.

전체적으로 3월 11일 처리구를 제외한 나머지 처리구에서는 채취시기가 늦어질수록 종자의 성숙도가 높아져 발아율의 향상뿐만 아니라 발아의 균일성에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. Kim과 Kim (2011)의 보고에 따르면 발아에 영향을 미치는 고로쇠나무의 건전종자 비율이 21%로 나타났는데, 본 실험의 고로쇠나무는 일부 채취 시기에서 이보다 높은 비율을 보이는 것으로 나타났다. 이처럼 식물의 생산성 향상을 위해서는 개화, 해충의 활동시기뿐만 아니라 종자 성숙정도가 다른 종자 채취 시기도 고려해야 할 중요한 사항중 하나일 것으로 사료된다 (Kim and Kim, 2014). 본 실험에서는 10월 31일경 종자를 채취하여 파종하는 것이 가장 좋은 것으로 조사되었으나 고로쇠나무의 생산·관리의 효율성을 높이기 위해서는 종자의 최적 완숙 시기를 구명하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 따라서 보다 세밀한 시기를 구명하기 위해서는 추가 실험이 필요할 것으로 판단된다.

Table 2. Effects of harvesting and sowing dates on germination characteristics of *A. pictum* seeds.

Harvesting and sowing dates	FGP ¹⁾	T_{50} ²⁾	MGT ³⁾	CVG ⁴⁾	Rs ⁵⁾
2014-8-19	-	-	-	-	-
2014-9-5	4.0 ± 1.7b	15.6 ± 1.3a	16.7 ± 1.4a	6.0 ± 0.5b	0.3 ± 0.1b*
2014-9-29	6.0 ± 2.6b	11.0 ± 4.6ab	12.0 ± 4.2ab	9.0 ± 2.8b	1.1 ± 0.9b
2014-10-31	24.7 ± 3.1a	6.4 ± 3.0b	7.6 ± 1.6b	13.5 ± 2.6a	8.9 ± 1.1a
2015-3-11	22.3 ± 4.9a	16.0 ± 1.2a	16.2 ± 1.4a	6.2 ± 0.5b	1.5 ± 0.5b

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$). ¹⁾FGP; Final germination percentage, ²⁾ T_{50} ; Days to 50% of germination of final germination rates, ³⁾MGT; Mean germination time, ⁴⁾CVG; Coefficient of velocity of germination, ⁵⁾Rs; Germination velocity.

2. 채취 및 파종시기별 생장

고로쇠나무를 종자 채취 및 파종시기에 따른 생장조사 결과 수고는 채취 및 파종시기가 늦어질수록 커져 3월 11일 처리구에서 13.0 cm로 가장 컸다. 고로쇠나무의 근경의 경우에는 수액채취가 가능한 수목을 선별하는 기준으로 삼고 있어 특히 중요하다 할 수 있는데, 이러한 근경의 경우 본 시험의 고로쇠나무는 10월 31일 처리구에서 1.71 mm로 유의적으로 가장 굵었으며, 채취 시기가 빨라질수록 가늘어지는 경향을 보였다. 전체뿌리길이도 10월 31일 처리구에서 유의적으로 가장 길었으며, 근경과 동일한 경향을 보였다. 또한, 전체뿌리길이 가장 짧은 9월 5일 처리구 보다 약 2.5배 더 긴 것으로 조사되었다 (Table 3).

한편, Yoon (2013)은 우산고로쇠를 밀도별로 파종하여 당해 연도에 조사한 결과 고밀도 (1.4 l⁻¹ · m²)에서 수고 (16.0 cm)와 근경 (3.9 mm)이 가장 저조한 생장을 보인 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 본 시험의 3월 처리구 보다 좋은 생장을 보이는 것으로 나타났으나 큰 차이를 보이지 않았다.

엽면적은 3월 11일 처리구에서 가장 넓었으며, 채취 및 파종시기가 빨라질수록 작아지는 경향을 보였다. 엽장과 엽폭은 9월 5일 처리구에서 가장 작았고 L/W는 9월 5일 처리구에서 가장 높았는데, 9월 5일 처리구를 제외한 나머지 처리구간에는 유의적 차이를 보이지 않았다. 엽수는 모든 처리구에서 2.4 - 5.4개로 채취 및 파종시기가 늦어질수록 많아졌으며, 엽면적, 엽폭과 정의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다 (Table 4).

채취 및 파종시기별로 생육된 고로쇠나무의 뿌리 영상은

Fig. 2와 같으며, 9월 5일 처리구의 뿌리가 다른 처리구 보다 현저히 저조한 생장을 보인 것을 알 수 있다. 이렇게 식물체를 고정시키고 수분과 무기영양분을 흡수하며, 탄수화물을 저장하는 기능을 가지고 있는 뿌리의 저조한 생장은 지상부의 생장에도 영향을 미쳐 수고, 근경, 엽면적, 엽수 등이 가장 저조한 결과를 보였던 것과 부합되는 결과로 판단된다 (Fox *et al.*, 1990).

고로쇠나무의 건물중의 경우 잎, 줄기, 뿌리 및 전체는 모두 10월 31일 처리구에서 각각 0.077 g, 0.054 g, 0.051 g, 0.182 g으로 가장 높았으며, 유의적으로 가장 저조한 생장을 보인 9월 5일 처리구 보다 건물중이 각각 3.5배, 3.2배, 3.9배, 3.5배 높게 조사되어 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다 (Table 5). 반면에 9월 29일 처리구와 3월 11일 처리구는 큰 차이를 보이지 않았다. T/R율은 모든 처리구에서 2.7 - 3.6으로 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았으며, 생장이 가장 양호한 것으로 판단되는 10월 31일 처리구에서 가장 낮게 나타났다 (Table 5).

전체적으로 고로쇠나무 유묘는 10월 31일 처리구에서 좋은 생장을 보이는 것으로 나타났다. 한편, Choi 등 (2006)은 고로쇠나무 종자를 PEG 용액 -2.0 MPa에서 3일간 priming 처리하였을 때 유묘의 활력과 생장을 증진시키는 것으로 보고하였는데, 이러한 결과를 활용하여 성숙한 종자를 채취 후 priming 처리하여 생육한다면 보다 건전한 고로쇠나무 유묘의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

종자의 채취 및 파종시기는 발아와 생장에 있어서 중요한 영향을 미치는 요소이다. 따라서 고로쇠나무의 발아율을 높이고 우량묘목을 생산하기 위해서는 적정 채취 및 파종시기를 확립할 필요가 있다. 본 시험은 고로쇠나무를 시기별로 채취하여 바로 파종한 결과 전체적으로 저조한 발아율을 보였는데, 추후에는 저조한 발아율을 향상시키기 위해 파종 전에 호르몬 처리, priming 처리 등을 통해 발아율 향상을 위한 처리 방법 구명과 미성숙 종자가 많은 고로쇠나무 종자의 정선 방법 개발에 대한 연구도 반드시 수행되어야 할 것으로 판단된다. 본 시험의 결과를 종합하면 전체적으로 10월 31일 처리구에서 고로쇠나무의 발아뿐만 아니라 생장 또한 가장 좋은 것으로 나타났다. 따라서 고로쇠나무의 생산 · 관리뿐만 아니라 우량 묘

Table 3. Height, root collar diameter and total root length of *A. pictum* seedlings by harvesting and sowing dates.

Harvesting and sowing dates	Height (cm)	Root collar diameter (mm)	Total root length (cm)
2014-9-5	4.8 ± 1.0c	0.77 ± 0.18c	47.4 ± 8.0b*
2014-9-29	8.7 ± 2.0b	1.32 ± 0.26b	81.6 ± 11.8b
2014-10-31	10.6 ± 1.3ab	1.71 ± 0.29a	116.9 ± 43.2a
2015-3-11	13.0 ± 3.2a	1.26 ± 0.15b	80.8 ± 14.8b

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test (p < 0.05).

Table 4. Leaf morphological characteristics of *A. pictum* seedlings by harvesting and sowing dates.

Harvesting and sowing dates	Leaf area (cm ²)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf index (L/W ratio)	No. of leaves (ea)
2014-9-50	2.6 ± 0.5b	3.9 ± 0.7b	0.6 ± 0.1b	6.8 ± 1.5a	2.4 ± 0.9b*
2014-9-29	8.4 ± 3.2a	5.7 ± 0.6a	1.3 ± 0.4a	4.5 ± 0.9b	2.7 ± 1.2b
2014-10-31	8.6 ± 1.5a	5.9 ± 0.7a	1.4 ± 0.2a	4.4 ± 0.7b	4.7 ± 1.3a
2015-3-11	10.3 ± 2.6a	5.6 ± 0.6a	1.7 ± 0.4a	3.4 ± 0.7b	5.4 ± 1.7a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test (p < 0.05).

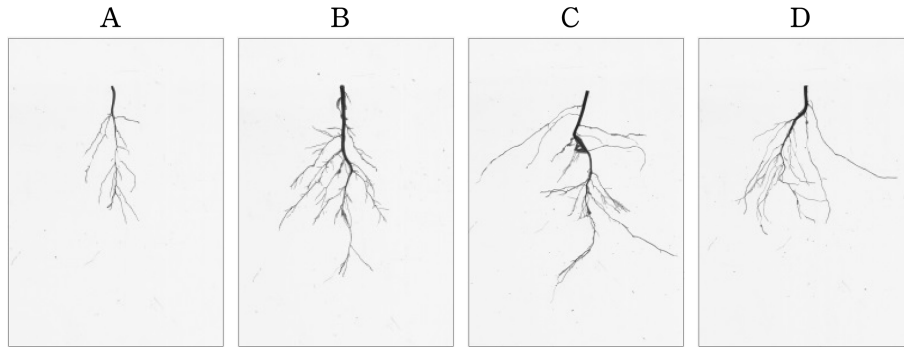


Fig. 2. Root images of *A. pictum* seedlings by harvesting and sowing dates. A; 2014-9-5, B; 2014-9-29, C; 2014-10-31, D; 2015-3-11.

Table 5. Dry weight and T/R ratio of *A. pictum* seedlings by harvesting and sowing dates.

Harvesting and sowing dates	Leaves (g)	Shoot (g)	Root (g)	Total (g)	T/R ratio
2014-9-5	0.022 ± 0.002b	0.017 ± 0.006c	0.013 ± 0.005c	0.052 ± 0.006c	3.5 ± 1.3a*
2014-9-29	0.059 ± 0.019a	0.038 ± 0.012ab	0.036 ± 0.020ab	0.133 ± 0.050b	3.0 ± 0.7a
2014-10-31	0.077 ± 0.020a	0.054 ± 0.017a	0.051 ± 0.017a	0.182 ± 0.050a	2.7 ± 0.5a
2015-3-11	0.057 ± 0.010a	0.035 ± 0.008b	0.026 ± 0.005bc	0.118 ± 0.020b	3.6 ± 0.8a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

목의 생산을 위해서는 10월 31일 경에 종자를 채취하여 발아율 향상을 위한 전처리 후 바로 파종하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Choi CH, Tak WS and Cho KJ. (2006). Effect of priming treatment using PEG on seed germination in *Acer mono* Max. Korean Journal of Plant Resources. 19:480-487.
- Choi WS, Park MJ, Lee HJ, Choi IG and Kang HY. (2010). Factors affecting *Acer mono* sap exudation: Kwangyang region in Korea. Journal of the Korean Wood Science and Technology. 38:66-74.
- Chung SH, Suh DH, Kim KJ, Lee KS, Choi BS and Kim YH. (1993). Effect of seed-gathering time and after-ripening on seed emergence of *Paeonia lactiflora* Pall. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 1:10-15.
- Fox JED, Surata IK and Suriamidhardja S. (1990). Nursery potting mixture for *Santalum album* L. in Timor. Mulga Research Centre Journal. 10:38-44.
- Han SH, Kim CS, Jang SS, Lee HJ and Tak WS. (2004). Changes in the seed characters and germination properties of three tree species at different storage time. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 6:183-189.
- Hwang JM, Seong DK and Jeong HJ. (1999). Seed germination and growth of native *Allium victorialis* var. *platyphyllum* Makino in Ulreung island. Journal of Agricultural Science and Technology. 6:53-62.
- Jeong MH, Choi WY, Seo YC, Kang HY, Choi GP and Lee HY. (2010). Anticancer activity of *Acer mono* wood extracted by ultra high pressure extraction process. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:157-167.
- Jin L, Han JG, Ha JH, Jeong HS, Kwon MC, Jeong MH, Lee HJ, Kang HY, Choi DH and Lee HY. (2008). Comparison of antioxidant and glutathione s-transferase activities of extracts from *Acer mono* and *A. okamotoanum*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:427-433.
- Kang HK, Yi JY and Song HS. (2014). Germination characteristics and maturity by production time of *Chamaecrista nomame*, *Lespedeza cuneata* and *Lespedeza bicolor* seed in Fabaceae plant. Korean Journal of Plant Resources. 27:359-364.
- Kim CS and Kwak AK. (1994). Studies on the environmental factors for sap extraction of *Acer mono* and the resource development of its community / habitat environment and community structure. The Korean Journal of Ecology. 17:333-344.
- Kim GT and Kim HJ. (2011). Studies on the seed characteristics and viabilities of six *Acer* species in relation to natural regeneration in Korea. Korean Journal of Environment and Ecology. 25:358-364.
- Kim GT and Kim HJ. (2014). Flowering, fruiting, seed fall and seed viability of *Acer ukurunduense* in Mt. Jungwang, Gangwondo. Journal of Korean Forest Society. 103:153-158.
- Kim HY, Kim SH, Gwak KS, Park MJ, Choi WS, Kang HY and Choi IG. (2010). Change in chemical composition of *Acer mono* saps collected in different region and time depending on storing period. Journal of the Korean Wood Science and Technology. 38:75-84.
- Kim JS, Seo YC, Choi WY, Kim HS, Kim BH, Shin DH, Yoon CS, Lim HW, Ahn JH and Lee HY. (2011). Enhancement of

- antioxidant activities and whitening effect of *Acer mono* sap through nano encapsulation processes. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:191-197.
- Kim YC, Kim YB, Park HW, Bang KH, Kim JU, Jo IH, Kim KH, Song BH and Kim DH.** (2014). Optimal harvesting time of ginseng seeds and effect of gibberellic acid(GA₃) treatment for improving stratification rate of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:423-428.
- Kulkarni MG, Street RA and Staden JV.** (2007). Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana*(Kunth) Dur. and Schinz: A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany. 73:131-137.
- Lee JS and Han SW.** (2007). Studies on seed germination of *Miscanthus sinensis* native to Jeju island. Journal of the Korea Society for Environmental Restoration and Revegetation Technology. 10:9-15.
- Lee KJ, Park JY, Park KH and Park H.** (1995). Chemical composition, nutritional value, and saponin content in the spring sap of *Acer mono*. Journal of Korean Forest Society. 84:415-423.
- Lim CS, Oh JY, Seck YC and Kim DH.** (2010). Effects of harvest time and GA₃ treatment on the germination rate of *Pennisetum alopecuroides* for. *erythrochaetum*. Journal of Agriculture and Life Science. 44:1-7.
- Moon HS and Kwon SD.** (2004). Sap collection and major components of *Acer okamotoanum* Nakai native in Ullungdo. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:249-254.
- Moon HS and Kwon SD.** (2006). Optimum tapping size and number for sap collection of *Acer mono*. Journal of Ecology and Field Biology. 29:185-189.
- Moon HS, Park SB, Kwon SD and Goo JW.** (2004). Sap collection and major components of *Acer mono* in Mt. Jiri. The Korean Journal of Ecology. 27:263-267.
- Oh JH, Seo ST, Oh HY, Hong JS and Kang HY.** (2009). Analysis of the bacterial community during the storage of Gorosoe(*Acer mono* Max.) sap. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition. 22:492-496.
- Ranal MA and Santana DG.** (2006). How and why to measure the germination process? Brazilian Journal of Botany. 29:1-11.
- Seo HW, Kim SH and Park IH.** (1997). Growth of fruits and seeds and effects of seed collection time and pretreatment on germination rate in *Machilus thunbergii*. Journal of Suncheon National University. 16:1-6.
- Sohn SH, Lee SW, Shin YS, Kim HD, Yang SO, Kim SY and Kim YO.** (2013). The effect of cosmetic on anti-wrinkle of *Acer mono* sap. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:262-267.
- Song SC, Song CK and Kim JS.** (2015). Characteristics of seed-germination and fruit for *Sageretia thea* in Jeju region. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:8-12.
- Tak WS, Choi CH and Kim TS.** (2006). Change in the seed characteristics and germination properties of *Ulmus davidiana* var. *Japonica* according to seed collection time. Journal of Korean Forest Society. 95:316-322.
- Yoon JH.** (2013). The study on growth characteristics and cultivated methods for *Acer pictum* complex in Korea. Ph.D. Thesis. Yeungnam University. p.130.