

특산식물 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 종자발아 및 분화묘 재배특성

이수광¹ · 이동준² · 김효연¹ · 구자정^{3*}

¹국립수목원 유용식물증식센터, ²울릉군 농업기술센터,

³국립수목원 산림자원보존과

Characteristics of Seed Germination and Potted Seedlings Growth of Endemic Species, *Sambucus sieboldiana* var. *pendula* and *Sambucus sieboldiana* for. *xanthocarpa*

Su Gwang Lee¹, Dong Jun Lee², Hyo Yun Kim¹ and Ja Jung Ku^{3*}

¹Useful Plant Resources Center, Korea National Arboretum, Yangpyeong 476-845, Korea

²Ulleunggun Agricultural Technology Service Center, Ulleunggun 799-802, Korea

³Plant Conservation Division, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

요 약: 본 연구는 국내 특산식물 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 종자저장방법 및 전처리와 종자발아에 미치는 영향과 토양종류 및 차광이 분화묘 재배에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 그 결과 말오줌나무의 종자 발아율은 60일간 노천매장 후 GA₃ 100 ppm 24시간 침지처리구에서 가장 높은 발아율(48.6%)을 보였다. 노랑말오줌나무의 종자 발아율은 30일간 저온습윤처리 후 GA₃ 100 ppm 24시간 침지처리구에서 가장 높은 발아율(51.4%)을 나타내었다. 발아된 말오줌나무 유묘(신초 2 cm, 뿌리 3 cm)를 원예용상토로 충전된 분화 용기에 이식하여 50% 차광처리 조건에서 75일간 재배하면 초장 41 cm, 엽수 8매, 엽폭 16 cm, 엽장 18 cm, 근장 22 cm, 생중량 상/하, 20/6.9 g, 건중량 상/하, 4.5/2.0 g 이상의 우수한 분화묘 생산이 가능하였다. 이와 비슷하게 발아된 노랑말오줌나무 유묘(신초 2 cm, 뿌리 3 cm)를 원예용상토로 충전된 분화 용기에 이식하여 무차광처리 조건(대조구)에서 75일간 생육시키면 초장 39 cm, 엽수 10매, 엽폭 12 cm, 엽장 15 cm, 근장 22 cm, 생중량 상/하, 21/13 g, 건중량 상/하, 4.2/2.2 g 이상의 우수한 분화묘 생산이 가능하였다. 따라서 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 종자발아에는 노천매장이나 저온습윤처리 후 GA₃ 용액 침지처리가 필요하고 분화묘 재배에는 원예용상토가 충전된 분화용기에 이식 후 무차광 혹은 50% 차광처리가 필요한 것으로 나타났다.

Abstract: This study was carried out to determine the effects of seed storage methods and pre-treatments on seed germination, soil types and shading conditions on potted seedlings growth of *S. sieboldiana* var. *pendula* and *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa*, endemic species in Korea. The seed germination rate of *S. sieboldiana* var. *pendula* was the highest at 48.6% when seeds were treated with stratification for 60 days and then soaked in 100 ppm GA₃. And seed germination rate of *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa* was the highest at 51.4% when seeds were pre-chilled for 30 days and then soaked in 100 ppm GA₃. And potted seedlings of *S. sieboldiana* var. *pendula* showed the best quality under 50% shading in bedsoil with the growth characteristics of plant height (41 cm), number of leaves(8), leaf width (16 cm), leaf length (18 cm), root length (22 cm), fresh weight(aerial part/root part; 20/6.9 g) and dry weight(aerial part/root part; 4.5/2.0 g). And potted seedlings of *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa* showed the best quality under non-shading in bedsoil with the growth characteristics of plant height (39 cm), number of leaves(10), leaf width (12 cm), leaf length (15 cm), root length (22 cm), fresh weight (aerial part/root part; 21/13 g) and dry weight (aerial part/root part; 4.2/2.2 g). Therefore, seeds treated with stratification or prechilling and then soaked in GA₃ were effective in germination of *S. sieboldiana* var. *pendula* and *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa*, and potted seedlings should be cultivated in bedsoil under non or 50% shading condition.

Key words: Korean endemic species, *Sambucus sieboldiana* var. *pendula*, *Sambucus sieboldiana* for. *xanthocarpa*, seed germination, pot cultivation

*Corresponding author
E-mail: jjku@forest.go.kr

서 론

특산식물은 생육분포대가 광범위하지 않고 특정지역에서 자생하는 고유식물로 다른 지역에 자생하지 않기 때문에 식물 구계학적으로나 국가 경쟁력 제고를 위해 매우 중요한 의미를 갖는다. 특히 육지와 분리된 섬에서는 지리적 격리에 의한 진화의 산물로 높은 특산식물 분포율을 보여(Paik and Heo, 2002) 학술적으로 큰 의미를 지닌다. 지금까지 국내 특산식물은 73과 590분류군으로 소개되고 있으며 울릉도에서는 국내 특산식물의 6% 정도인 36분류군이 분포하는 것으로 알려져 있다(Paik, 1999). 현재까지 특산식물 관련 주요 연구는 분포(Han et al., 2010), 자생지 특성(Jang et al., 2010) 및 유전다양성 변이(Kim et al., 2006) 등이 이루어 졌으며 특산식물의 종자발아 관련 연구는 구상나무(*Abies koreana*; Song et al., 2010), 금강초롱꽃(*Hanabusaya asiatica*; Ruy et al., 2002), 말오줌나무(*Sambucus sieboldiana* var. *pendula*; Kim et al., 2013a), 섬오갈피나무(*Acanthopanax koreanum*; Ko et al., 2003), 어리병풍어리병풍(*Parasenecio pseudotaimingasa*; Kim and Ahn, 2009), 팔꽃나무(*Daphne genkwa*; Park, 1995) 등이 진행된 바 있다.

서양에서 딱총나무속(*Sambucus*) 식물은 관목이면서 꽃이 많이 피고 열매가 아름다워 조경수로 개발되어 인기가 높으며 꽃과 열매를 다양한 용도(와인, 잼, 소스, 차, 식음료 장식재)로 상품화하여 오래전부터 이용하고(USDA, 2010) 있다. 이에 반해 우리나라에서 딱총나무속 식물의 이용은 한방에서 딱총나무(*S. williamsii* var. *coreana*) 가지를 접골목이라 하여 골절에 사용하거나(Ahn, 2008) 민간에서 딱총나무나 말오줌나무(*S. sieboldiana* var. *pendula*)의 어린잎을 나물로 먹거나 열매를 술로 담가 먹는 등(KNA, 2010; 2011)으로 이용하는 것 이외에 상품화되거나 산업화 된 사례는 거의 없는 실정이다.

국내에 자생하는 딱총나무속 식물은 말오줌나무, 노랑말오줌나무(*S. sieboldiana* for. *xanthocarpa*), 덧나무(*S. sieboldiana*), 지렁쿠나무(*S. sieboldiana* var. *miquelii*), 딱총나무, 넓은잎딱총나무(*S. latipinna*)가 있으며 이 중에서 말오줌나무와 노랑말오줌나무는 울릉도에서만 자라는 특산식물로 낙엽관목이며 화서가 크고 열매가 작은 것이 특징이다(Lee, 2006). 지금까지 말오줌나무, 노랑말오줌나무 관련 연구는 종자의 배 발달 및 발아율 검정(Kim et al., 2013a)과 근연종의 재검토(Lim et al., 2009) 등이 이루어진 바 있으나 활용을 위한 재배관련 연구는 미흡한 실정이다.

자원식물을 이용한 산업화의 첫 단계는 실험실 수준에서 종자 발아 생리를 구명하여 이를 야외 온실 및 포장에 적용하여 발아(유묘출현)율을 검정하고, 우량유묘와 묘목을 대량생산하는 것이다(Schmidt, 2000). 특히 생물주권시

대가 도래한 현재 특산식물의 이용과 이를 위한 대량증식은 국내 생물주권 주장과 권리를 위해 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 말오줌나무는 Kim et al.(2013a)이 실험실 수준에서 종자발아 생리 및 휴면 특성을 구명하였으며 이를 적용하여 야외 수준에서 발아(유묘출현)율을 검정함과 동시에 기초 재배 연구가 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 야외 온실에서 발아(유묘출현)율에 미치는 종자저장방식과 전처리 효과를 구명하고 우량 분화묘 육성에 미치는 차광과 토양효과를 살펴보기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에 사용된 말오줌나무와 노랑말오줌나무 종자는 2012년 6월 중순 울릉도 태하리(N 37°30'34", E 130°48'09", 해발 109 m), 내수전(N 37°30'43", E 130°53'56", 해발 328 m)에서 각각 채종하였다. 채종 직후 지피백에 담아 실험실로 가져온 뒤 수선법으로 종자와 과육을 분리하였고, 육안으로 충실종자를 선별하여 24시간 음지에서 자연 건조시킨 후 50 mL conical tube에 넣어 처리 전까지 냉장(2°C) 보관하였다.

2. 종자발아에 미치는 종자저장방법 및 전처리 효과

종자저장방법은 -20°C, 노천매장, 저온(2°C) 건조 및 습윤(30일, 60일)저장, 상온(24±4°C)저장으로 달리하였다. -20°C, 노천매장, 저온습윤(60일) 및 상온저장은 파종 60일 전에 처리하였으며, 저온습윤저장(30일)은 파종 30일 전에 처리하였다. 습윤처리는 petridish에 여과지(Whatman No. 1) 2매를 깔고 종자를 넣고 증류수 5 mL를 공급한 후 parafilm으로 밀봉하였다. 종자저장방법을 달리한 종자는 증류수 및 GA₃ 100 ppm 용액 24시간 침지처리와 대조구를 달리하여 전처리하였으며, 2013년 4월 22일 클라스만(potgrond H, Klasmann-Deilmann, Germany) 토양이 충전된 72구 트레이에 24립씩 3반복 파종하여 발아에 미치는 영향을 살펴보았다. GA₃ 침지농도는 Kim et al.(2013a)에 의해 말오줌나무 종자의 최대 발아율을 보고한 100 ppm을 선택하였다. 자엽이 토양을 뚫고 2 mm 이상 돌출된 것을 발아 한 것으로 간주하였으며, 발아가 완료된 6월 26일(파종 66일 후) 데이터를 공시하였다.

3. 분화묘 생육특성에 미치는 토양 및 차광처리 효과

말오줌나무와 노랑말오줌나무의 분화묘 생육특성에 미치는 영향을 살펴보고자 토양 종류를 클라스만, 클라스만+펠라이트(펠그린, 지바이오텍, 3:1, v/v), 클라스만+마사토(3:1, v/v), 원예용상토(마로커, 서울바이오)의 4 조건으

로 달리하여 준비된 토양이 충전된 분화용 용기(직경 13 cm, 높이 10 cm)에 이식하였다. 토양과 더불어 차광이 분화묘 생육특성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 차광처리는 온실내 대조구(46,000~53,000 lux, 920~1,150 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 실외 66,000~86,000 lux, 1,500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 50% 차광(19,000~23,000 lux, 440~590 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 80% 차광(10,000~14,000 lux, 130~270 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 3조건으로 달리하여 생육특성을 조사하였다. 조도(lux, quantity of light)는 조도계(INS Digital Lux Meter, Dx-100, Taipei)로 측정하였으며, 광합성광양자량(PPFD: Photosynthetic Photon Flux Density)은 휴대용 광합성 측정 장치(LCi Portable Photosynthesis System, ADC, UK)를 이용하여 구름 없는 맑은 날 오전 8시에서 10시 사이 5반복으로 동시에 측정하였다. 신초와 뿌리가 각각 2 cm 및 3 cm 이상으로 균일하게 성장한 유묘를 각 조건당 9개씩 3반복으로 6월 27일(파종 67일 후)에 이식하여 분화묘 재배 실험을 실시하였다. 분화묘 생육 특성인 초장, 엽수, 엽폭, 엽장, 근장 및 생중량(지상·하)을 각 조건 당 9개체씩 9월 9일(파종 141일 후, 유묘 이식 75일 후)에 측정하였다. 건중량(지상·하)은 시료를 20일간 음지에서 충분히 자연건조한 후 전자저울을 이용하여 9월 29일에 측정하였다. 엽폭과 엽장은 위에서 2번째의 완전히 전개된 잎을 대상으로 측정하였으며, 근장은 길이가 긴 5개를 측정하여 평균값을 구하였다. 또한 묘목 품질을 나타내는 지표(May, 1985)로 사용되는 묘목묘소지수(SQI; Seedling Quality Indices)를 통하여 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 분화묘 생육에 적합한 조건을 탐색하였다.

SQI :

$$\text{SQI} = \frac{\text{Total dry weight}}{\frac{\text{Height(cm)}}{\text{Root length(cm)}} + \frac{\text{Aerial fresh weight(g)}}{\text{Root fresh weight(g)}}}$$

모든 실험은 경기도 양평군 용문면에 위치한 유용식물 증식센터 비닐온실 내에서 수행하였다. 기상데이터는 경기도 양평군의 1981~2010년의 30년간 평균값(KMA,

Table 1. Meteorological data in Yangpyeong, Gyeonggi-do, Korea, 1981-2010.

Month	Air temperature (°C)	Precipitation (mm)	Sunshine hours (hr)
April	11.9	68.3	215.5
May	17.3	102.4	231.6
June	21.8	143.6	207.9
July	24.7	399.0	163.7
August	24.8	373.1	178.3

www.kma.go.kr

2014)을 공시하였다(Table 1).

4. 통계처리

본 실험에 수집된 데이터는 평균(means)±표준편차(standard deviation)로 산출하였으며, 다변량 분산분석(MANOVA:Multivariate ANOVA)을 통해 각각의 요인이 미치는 영향을 살펴보았으며 유의성이 있는 경우 Duncan multiple range test($P=0.05$)로 2차 검증하였다. 또한 모든 통계처리는 SPSS(ver. 12.0 Kor) 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 종자발아에 미치는 종자저장방법 및 전처리 효과

말오줌나무와 노랑말오줌나무 종자 발아에 미치는 종자저장방법과 전처리 효과를 살펴본 결과 말오줌나무 발아율은 60일간 노천매장 후 GA₃ 용액(100 ppm)침지처리에서 가장 높은 발아율(48%)을 보였고, 그 다음으로 증류

Table 2. Effects of storage method and pretreatment on germination rate of *S. sieboldiana* var. *pendula* (SP) and *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa* (SX).

Storage Method	Pre-treatment (ppm)	SP Germination rate(%)	SX Germination rate(%)
-20°C	Con	0.0±0.0 ^g f ¹	4.2±2.2 g
	dH ₂ O	0.0±0.0 f	5.7±4.4 g
	GA ₃ 100	0.0±0.0 f	8.3±2.5 g
Stratification	Con	22.2±2.4 de	18.1±8.7 def
	dH ₂ O	41.7±7.2 ab	36.1±12.3 bc
	GA ₃ 100	48.6±9.3 a	44.4±2.4 ab
2°C Dry	Con	0.0±0.0 f	4.2±2.2 g
	dH ₂ O	0.0±0.0 f	6.9±2.4 g
	GA ₃ 100	2.8±2.4 f	2.8±2.4 h
2°C Wet(30)	Con	18.1±6.7 e	37.5±12.2 bc
	dH ₂ O	29.2±7.4 cd	37.5±8.3 bc
	GA ₃ 100	31.9±6.4 bcd	51.4±6.4 a
2°C Wet(60)	Con	27.8±2.4 cde	23.6±6.4 cd
	dH ₂ O	22.2±6.4 de	19.4±4.8 def
	GA ₃ 100	37.5±4.2 bc	22.2±8.7 de
Room Temp.	Con	0.0±0.0 f	0.0±0.0 h
	dH ₂ O	0.0±0.0 f	1.4±2.4 h
	GA ₃ 100	1.4±2.4 f	13.9±6.4 def

Significance^x

Inter species		*
Storage Method (S)	***	***
Pre-treatment (P)	***	**
(S)×(P)	**	NS

^xValues are means ± standard deviation.

¹Means within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

*NS, **, *** Non-significant or significant at $P<0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

수침지처리에서 41%의 발아율을 보여 동일 저장조건의 전처리 대조구의 발아율(22%)과 뚜렷한 차이를 나타내었다(Table 2). 또한 저온습윤처리(30일, 60일) 후 GA_3 용액 침지처리에서도 각각 31%와 37%의 양호한 발아율을 나타내었고 전처리 대조구와 각각, 13%와 10% 이상의 차이를 보였다. 이와 대조적으로 $-20^{\circ}C$, 저온건조 및 상온에서 저장된 종자는 전처리에 상관없이 0~2.8%의 매우 낮은 발아율을 나타내었다. 말오줌나무의 종자발아에 종자저장방법과 전처리가 고도의 유의성($P<0.001$)이 인정되었다.

노랑말오줌나무의 발아율은 말오줌나무의 종자저장방법과 전처리에 따른 발아율과 비슷한 경향을 나타내어(Table 2) 저온습윤처리(30일) 후 GA_3 용액침지처리에서 가장 높은 발아율(51%)을 나타내었고 전처리 대조구와 증류수침지처리에서 37%의 양호한 발아율을 나타내었다. 그 다음으로 노천매장 후 GA_3 용액침지처리와 증류수침지처리에서 각각 44%와 36%의 발아율(대조구 18%)을 보였다. $-20^{\circ}C$, 저온건조 및 상온저장 종자는 말오줌나무 종자발아와 유사한 경향으로 0~13%의 낮은 발아율을 나타내었고 종자저장방법과 전처리에서 고도의 유의성($P<0.001$, $P<0.01$)이 인정되었다.

노천매장된 말오줌나무와 노랑말오줌나무 종자에서 발아율이 높게 나타난 것은 동속식물인 *Sambucus nigra* L. ssp. *canadensis*의 효율적인 발아를 위해서는 일정 기간 이상의 노천매장이 필요하다고 보고(Leif et al., 2011)한 것과 일치하였다. 특히 우리나라가 속한 온대기후대 식물 대부분은 종자 분산 후 겨울의 저온기를 거쳐 종자휴면이 타파되기 때문에 노천매장이 효율적인 종자휴면타파 방법으로 인식되어 왔었다(Baskin and Baskin, 1989). 하지만 노천매장은 예측 불가능한 야외기후에 영향을 받고, 야외에서 진행되기 때문에 미생물 및 곰팡이로 인해 종자가 감염될 수 있다. 이에 비해 실내에서 진행되는 저온습윤처리는 주변 환경을 일정하게 조절할 수 있으며, 미생물과 곰팡이 오염에 대한 피해를 줄일 수 있고, 경제적인 점으로 노천매장을 극복하는 효율적인 방법으로 보고(Milberg and Andersson, 1998)된 바 있다. Ryu and Lee(1994)는 말오줌나무와 근연속인 딱총나무의 경우 종자발아를 위해 일정기간 이상의 저온습윤처리가 필요함을 보고하였고, Kim et al.(2013a)은 말오줌나무의 휴면타파를 위해서는 저온습윤처리와 GA_3 용액(100 ppm)침지처리가 필요함을 제시하였다. GA_3 는 종자내부에서 활성화 되어 배의 축진을 유도함으로써 종자발아에 관여하는 식물생장조절물질로 알려져 있으며 특히 외부에서 GA_3 를 공급할 때 저온습윤처리 기간을 단축시키는 것으로도 알려져 있다(de Mello et al., 2009). 본 연구에서도 종자저장방법인 노천매장과 저온습윤처리를 통해 일정수준 이상의 휴면을 타파할 수 있었고, GA_3 용액 침지처리를 통해 발아율(유묘 출

현율)을 대조구와 증류수 침지처리에 비해 말오줌나무 13~26%, 노랑말오줌나무 14~26% 이상 향상 시킬 수 있었다.

노랑말오줌나무는 열매색이 노랑색으로 빨간색인 말오줌나무와 달라 다른 분류군(Lee, 2006)으로 분류되며, 빨강색의 열매가 달리는 참식나무(*Neolitsea sericea*)의 경우에도 노랑색의 열매가 달리는 노랑참식나무(*Neolitsea sericea* (Bl.) Koidz. for. *koreana*)로 신분류군이 보고된 바 있다(Yun et al., 2012). 본 연구에서 종자저장방법과 전처리에 따라 두 분류군간의 발아율에서 유의성($P<0.05$)이 인정되었다. Toy와 Willingham(1966)에 의해 *Limnanthes* 속 식물에 속하는 변종 10분류군 내에서 발아율이 비슷한 경향을 나타내지만 변종간에 유의성이 인정되는 수준의 차이가 있는 것으로 밝혀졌으며 이는 자생지의 지리적 차이 및 종 분화의 영향 때문인 것으로 밝혀졌다.

본 연구는 실험실 수준(Kim et al., 2013a)에서 규명된 종자발아 및 휴면타파 방법을 적용한 종자를 온실에 파종하여 발아(유묘 출현)율에 미치는 영향을 비교하고자 수행되었고 그 결과 Kim et al.(2013a)이 보고한 최고 발아율(GA_3 100 ppm 침지처리) 62%에 비해 14% 낮은 발아(유묘출현)율을 보였다. 이미 몇몇 연구에서 실험실과 야외 온실 및 포장에서 미기후의 환경 차이로 인해 발아율에 차이를 나타낸다고 보고(Hampton, 1981)하였으며 본 연구를 통해서도 그 차이를 확인할 수 있었다. 현재 국내에서 진행되는 종자발아 관련 연구는 종자발아에 미치는 온도, Priming, 광질처리 등의 실험실 수준의 연구(Kim et al., 2013b; Hwang et al., 2012)가 대부분으로 이를 적용하여 실제 양묘장이나 포장에서의 발아(유묘출현)율 검정 연구는 필수적이라 판단된다. 또한 종자저장방법에 의한 발아 및 유묘 출현 연구는 미흡한 실정으로 실제 포장에서는 종자발아와 관련된 모든 정보인 채종시기, 종자저장 방법, 파종일시 및 장소, 발아 및 득묘율, 묘목묘소지수 등이 제시되어야 현장적용이 가능하다. 특히 희귀 및 특산 식물의 정보 제공은 효율적인 종 보존과 복원뿐만 아니라 산업화 측면에서도 반드시 필요한 것으로 판단된다.

2. 분화묘 생육특성에 미치는 토양 및 차광처리 효과

말오줌나무와 노랑말오줌나무에 토양과 차광처리가 분화묘 생육에 미치는 영향을 살펴 본 바 Table 3, 4 및 Figure 1, 2와 같이 나타났다. 말오줌나무 초장의 생육은 원예용상토의 50%차광처리조건에서 41 cm로 가장 높게 나타났으며, 엽폭 16 cm, 엽장 18 cm, 지상부 생중량 20 g, 지상 및 지하부 건중량 각각 4.5 g, 2.0 g으로 우수한 생육특성을 보였다. 그리고 묘목묘소지수 또한 1.37로 가장 우수한 생육특성을 보여주었으며 원예용상토로 충진된 무차광처리구에서도 1.30으로 동일수준($P=0.05$)으로

Table 3. Effects of shading and soil type on the seedling growth characteristics of *S. sieboldiana* var. *pendula* in 13 cm × 10 cm pot.

Shading	Soil Type	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)		Seedling Quality Indices
							Aerial	Root	Aerial	Root	
Con	Klasmann	12.5 def ^z	4.3 d	4.6 d	7.2 cd	24.4	1.68 c	2.09 d	0.30 d	0.33 b	0.48 c
	Klasmann+Perlite	11.5 ef	4.7 d	6.4 cd	7.8 cd	24.5	1.67 c	1.53 de	0.29 d	0.26 bc	0.35 d
	Klasmann+Sand	7.9 g	4.7 d	6.3 cd	7.9 c	25.2	1.90 c	1.36 de	0.32 d	0.25 bc	0.34 d
	Bed soil	29.7 c	8.3 b	10.7 b	15.6 b	18.0	11.58 b	8.21 a	2.21 c	1.78 a	1.30 a
50%	Klasmann	9.6 fg	4.7 d	6.1 cd	6.5 cd	20.2	1.02 c	0.87 e	0.19 d	0.13 bc	0.19 e
	Klasmann+Perlite	6.4 g	4.0 d	3.9 d	4.1 e	13.9	0.30 c	0.33 e	0.07 d	0.05 c	0.09 f
	Klasmann+Sand	7.8 g	6.7 c	4.2 d	5.6 de	22.8	0.92 c	0.77 e	0.19 d	0.14 bc	0.21 e
	Bed soil	41.4 a	8.7 b	16.3 a	18.6 a	22.4	20.52 a	6.99 b	4.58 a	2.00 a	1.38 a
80%	Klasmann	11.2 ef	5.0 d	5.8 cd	8.0 c	20.7	1.48 c	1.22 de	0.28 d	0.25 bc	0.30 de
	Klasmann+Perlite	13.1 de	5.3 d	6.2 cd	7.6 cd	20.2	1.55 c	1.02 de	0.27 d	0.21 bc	0.22 e
	Klasmann+Sand	15.2 d	5.7 cd	8.3 bc	8.6 c	23.7	2.07 c	1.25 de	0.35 d	0.23 bc	0.25 e
	Bed soil	35.7 b	11.7 a	15.3 a	19.7 a	20.8	19.62 a	4.80 c	3.45 b	1.00 b	0.77 b
Significance ^y											
Shading (S)		***	**	**	***	NS	**	***	**	**	**
Soil Type (ST)		***	***	***	***	NS	***	***	***	***	***
(S) × (ST)		***	*	**	**	NS	***	**	***	***	***

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

^yNS, *, **, ***Non-significant or significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

Table 4. Effects of shading and soil type on the seedling growth characteristics of *S. sieboldiana* for. *xanthocarpa* in 13 cm × 10 cm pot.

Shading	Soil Type	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)		Seedling Quality Indices
							Aerial	Root	Aerial	Root	
Con	Klasmann	21.8 b ^z	6 bc	8.3 cd	11.0 cd	23.0	3.93 cd	3.94 de	0.65 cd	0.51 d	0.60 d
	Klasmann+Perlite	16.1 d	5 bc	7.7 cd	9.6 de	24.0	3.35 cd	3.18 de	0.60 cd	0.40 de	0.58 d
	Klasmann+Sand	18.0 bcd	5 bc	7.5 d	9.5 de	21.8	2.90 d	2.60 def	0.55 cd	0.25 de	0.41 e
	Bed soil	39.2 a	10 a	12.0 ab	15.5 a	22.4	21.25 a	13.48 a	4.28 a	2.23 a	1.96 a
50%	Klasmann	16.5 cd	5 bc	6.8 d	8.0 e	21.4	2.51 d	2.85 def	0.41 cd	0.29 de	0.43 e
	Klasmann+Perlite	14.4 d	4 c	6.4 d	9.2 de	25.8	2.33 d	2.73 def	0.40 cd	0.29 de	0.49 de
	Klasmann+Sand	14.1 d	4 c	7.5 d	8.6 de	21.4	2.00 d	2.60 def	0.35 d	0.29 de	0.45 e
	Bed soil	41.9 a	10 a	11.6 ab	13.4 abc	21.7	18.60 b	11.30 b	4.10 a	1.60 b	1.59 b
80%	Klasmann	14.0 d	6 bc	7.0 d	9.2 de	21.0	1.83 d	0.75 f	0.31 d	0.18 e	0.16 g
	Klasmann+Perlite	21.3 bc	7 b	10.1 bc	12.4 bc	21.1	5.27 c	4.78 d	0.86 c	0.61 d	0.69 d
	Klasmann+Sand	15.1 d	5 bc	6.0 d	8.1 e	17.3	2.10 d	2.34 def	0.33 d	0.23 de	0.32 f
	Bed soil	38.9 a	12 a	13.0 a	14.8 ab	19.2	21.83 a	7.44 c	3.43 b	1.15 c	0.93 c
Significance ^y											
Shading (S)		NS	**	NS	*	NS	*	**	*	***	**
Soil Type (ST)		***	***	***	***	NS	***	***	***	***	***
(S) × (ST)		**	NS	NS	NS	NS	NS	***	*	***	**

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

^yNS, *, **, ***Non-significant or significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

유의성이 인정되었다(Table 3, Figure 1). 엽수는 원예용상토의 80%차광처리조건에서 11매로 가장 많았으며, 다음으로 50% 및 무차광처리조건에서 8매로 정도로 나타났다. 지하부 생중량은 원예용상토조건인 무차광처리조건에서 8.2 g으로 가장 높았다. 말오줌나무는 원예용상토조건에

서 차광이 짙어질수록 초장, 엽수, 엽폭, 엽장, 지상부 생중량 및 건중량이 증대되는 경향을 나타내었다. 이와 대조적으로 지하부 생중량 및 건중량은 동일 토양 조건의 무차광처리조건에서 우수하였다. 이처럼 차광처리시 지상부가 지하부에 비해 비이상적으로 성장하는 경향을 나타

내는 이유는 식물은 저광도에서 수광량을 확보하기 위해 도장하거나 엽면적이 넓어지는 광적응 현상(Choi *et al.*, 2012) 때문이며, 본 실험에서도 이러한 경향이 뚜렷이 나타났다. 하지만 원예용상토를 제외한 클라스만, 클라스만+펄라이트, 클라스만+마사토 조건에서는 차광에 따라 생육특성이 일정한 경향을 보이지 않고 원예용상토에서 재배된 분화묘보다 생육특성이 저조하였다. 토양종류는 근장을 제외한 모든 생육특성에서 고도의 유의성($P<0.001$)이 인정되었고, 차광 또한 유의성($P<0.001$, $P<0.01$)이 인정되었다. 따라서 말오줌나무의 분화재배에는 원예용상토 조건의 50% 차광처리조건이 가장 적합한 것으로 판단된다.

노랑말오줌나무 초장의 생육은 원예용상토의 50%차광처리조건에서 41 cm로 가장 높게 나타났으며, 무차광처리, 80% 차광처리 순으로 나타났다. 엽수와 엽폭은 원예용상토의 80% 차광처리조건에서 12매와 13 cm로 가장 우수하였으며, 엽장은 무차광처리조건에서 15 cm로 가장 우수하였다. 지상, 지하부 생중량 및 건중량은 원예용상토의 무차광처리조건에서 21 g과 13 g, 2.23 g과 1.96 g으로 가

장 우수하였으며 묘목묘소지수 또한 1.96으로 뚜렷한 차이를 보였다(Table 4, Figure 2). 근장을 제외한 모든 생육특성에서 토양조건이 고도의 유의성($P<0.001$)이 인정되었다. 하지만 차광처리는 말오줌나무와 다르게 차광이 짙어질수록 지상부가 증대되는 경향을 보이지 않았으며 지하부의 생중량 및 건중량은 무차광처리조건에서 가장 우수하였다. 차광처리는 초장, 엽폭 및 근장을 제외한 다른 생육특성에서 유의성($P<0.001$, $P<0.01$, $P<0.05$)이 인정되었다. 따라서 노랑말오줌나무의 분화재배에는 원예용상토 조건의 무차광처리조건이 가장 적합한 것으로 판단된다.

말오줌나무와 노랑말오줌나무의 생육특성 중 근장에서는 모든 요인에 유의성을 나타내지 않았는데 그 이유는 분화용기의 공간 제한으로 뿌리가 충분히 자랄 수 없었기(Shin, 2009) 때문인 것으로 생각된다. 분화묘의 생육특성을 살펴보면 차광 간에는 뚜렷하거나 큰 차이가 없었으나 토양 간에는 유의적으로 뚜렷한 차이를 보였다.

말오줌나무와 노랑말오줌나무 자생지인 울릉도의 산지 토양은 주로 화산회와 부석 등으로 구성되어 있으며 pH



Figure 1. Effects of shading and soil type on the potted seedlings growth of *S. sieboldiana* var. *pendula*. (A) Shading control, Klasmann (Kl), (B) 50%, Kl, (C) 80%, Kl, (D) con, Kl+Perlite, (E) 50%, Kl+Perlite, (F) 80%, Kl+Perlite, (G) con, Kl+Sand, (H) 50%, Kl+Sand, (I) 80%, Kl+Sand, (J) con, bedsoil, (K) 50%, bedsoil, (L) 80%, bedsoil.



Figure 2. Effects of shading and soil type on the potted seedlings growth of *S. sieboldiana* for *xanthocarpa*. (A) Shading control, Klasmann (Kl), (B) 50%, Kl, (C) 80%, Kl, (D) con, Kl+Perlite, (E) 50%, Kl+Perlite, (F) 80%, Kl+Perlite, (G) con, Kl+Sand, (H) 50%, Kl+Sand, (I) 80%, Kl+Sand, (J) con, bedsoil, (K) 50%, bedsoil, (L) 80%, bedsoil.

는 4.4~5.0의 강한 산성토양으로 국내 일반 산림 토양과 크게 다르다(Lee, 2005). 따라서 울릉도 자생식물의 유묘 확보와 재배에는 토양 선정이 중요하게 작용하는 것으로 생각된다. 클라스만 상토는 pH 6.0의 유묘육성용 상토로 피트모스로 구성되어 있으며 보수력과 안전성이 우수하다(Klasmann-Deilmann GmbH, 2013). 특히 말오줌나무와 노랑말오줌나무가 자생하는 울릉도 산지 계곡의 습한 환경(Park et al., 2000)과 비슷하여 생육특성에 우수할 것으로 기대하였으나 생육특성이 매우 저조하였고 원예용상토에서 우수한 생육특성을 나타내었다. 따라서 말오줌나무의 분화묘 육성을 위해서는 발아시킨 유묘를 원예용상토가 충전된 분화용기에 이식 후 50% 차광처리하여 75일간 육묘하면 우량한 분화묘를 확보할 수 있는 것으로 나타났으며 노랑말오줌나무는 발아시킨 유묘를 원예용상토가 충전된 분화용기에 이식 후 무차광처리에서 75일간 육묘하면 우량한 분화묘를 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

결론

본 연구는 특산식물 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 야외 온실에서의 발아(유묘출현)율을 검정하고 분화묘 재배에 적합한 조건을 구명하기 위해 수행되었다. 말오줌나무 발아율은 노천매장 후 GA₃ 100 ppm 24시간 침지처리구에서 대조구와 증류수 침지처리구에 비해 7~24% 향상된 가장 높은 발아율(48.6%)을 보였다. 노랑말오줌나무 발아율은 30일간 저온습윤처리 후 GA₃ 100 ppm 24시간 침지처리구에서 대조구와 증류수 침지처리구에 비해 8~26% 향상된 가장 높은 발아율(51.4%)을 나타내었다. 발아된 말오줌나무를 원예용상토로 충전된 분화 용기에 이식하여 50% 차광처리 조건에서 75일간 재배하면 초장 41 cm, 엽수 8매, 엽폭 16 cm, 엽장 18 cm, 근장 22 cm, 생중량 상/하, 20/6.9 g, 건중량 상/하, 4.5/2.0 g 이상의 우수한 분화묘 생산이 가능하였다. 노랑말오줌나무 또한 유묘를 원예용상토로 충전된 분화 용기에 이식하여 무차광처리 조건

(대조구)에서 75일간 생육시키면 초장 39 cm, 엽수 10매, 엽폭 12 cm, 엽장 15 cm, 근장 22 cm, 생중량 상/하, 21/13 g, 건중량 상/하, 4.2/2.2 g 이상의 우수한 분화묘 생산이 가능하였다. 따라서 말오줌나무와 노랑말오줌나무의 종자발아에는 노천매장이나 저온습윤처리 후 GA₃ 용액침지처리가 필요하며, 분화묘 재배를 위해서는 무차광 및 50% 차광처리하의 원예용상태에 이식하여야 하는 것으로 나타났다.

References

- Ahn, D.K. 2008. Illustrated book of Korean medicinal herbs. Kyohaksa. Seoul, Korea. pp. 350.
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. pp. 53-66. *In*: Leck, M.A., Parker, V.T. and Simpson, R.L.(eds), Ecology of soil seed banks. Academic Press, San Diego.
- Choi, S.M., Shin, H.C., Huh, K.Y., and Jung, H.J. 2012. Seedling quality of broad-leaved evergreen trees with different shading levels. Korean Society for People, Plants and Environment 15: 265-271. (in Korean, with English abstract)
- de Mello, A.M., Streck, N.A., Blankenship, E.E., and Paparozzi, E.T. 2009. Gibberellic acid promotes seed germination in *Penstemon digitalis* cv. Husker Red. Hortscience 44: 870-873.
- Hamptona, J.G. 1981. The relationship between field emergence, laboratory germination, and vigour testing of New Zealand seed wheat lines. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 9: 191-197.
- Han, J.W., Yang, S.G., Kim, H.J., Jang, C.G., and Kang, S.H. 2010. Morphological characteristics and distribution of Korean endemic *Chrysosplenium flaviflorum* Ohwi. Korean Journal of Plant Resources 23: 480-485. (in Korean, with English abstract)
- Hwang, I.S., Yoo, J.H., Seong, E.S., Lee, J.G., Kim, H.Y., Kim, N.J., Lee, J.D., Ham, J.K., and Ahn, Y.S. 2012. The effect of temperature and seed soaking on germination in *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsl. Korean Journal of Medicinal Crop Science 20: 136-139. (in Korean, with English abstract)
- Jang, S.K., Cheon, K.S., Jeong, J.H., Kim, Z.S., and Yoo, K.O. 2010. Environmental characteristics and vegetation of *Hanabusaya asiatica* habitats. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 28: 497-506. (in Korean, with English abstract)
- Kim, H.J., Lee, K.C., and Suh, G.U. 2013a. Effects of temperature and gibberellin treatment on embryo development and germination of *Sambucus racemosa* subsp. *pendula* seeds. Journal of Korean Forest Society 102: 204-209. (in Korean, with English abstract)
- Kim, J.S., Yang, B.H., Chung, J.M., Lee, B.C., and Lee, J.C. 2006. Genetic diversity and structure of a rare and endemic, spring ephemeral plant *Corydalis filistipes* Nakai of Ullung island in Korea. Journal of Ecology and Field Biology 29: 247-252. (in Korean, with English abstract)
- Kim, M.T., Lee, Y.H., Jeon, W.T., Kim, S.J., Yun, D.H., Ku, J.H., Song, H., Lee, H.B., Seo, M.C., and Kang, H.W. 2013b. Effects of water-soaking and mechanical and chemical scarifications on seed germination of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). Korean Journal of Soil Science and Fertilizer 46: 49-52. (in Korean, with English abstract)
- Kim, Y.H. and Ahn, Y.H. 2009. Effects of prechilling and priming on seed germination endemic species, *Parasenecio pseudotaimingasa*. Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference 18: 501-506. (in Korean)
- Klasmann-Deilmann GmbH. 2013. Easy growing. Geeste, Germany. pp. 2-14.
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2014. 2. 10. Climate information (www.kma.go.kr) (in Korean)
- KNA (Korea National Arboretum). 2010. Folk plants in Korean peninsula VI. Gyeongnam & Gyeongbuk province, 2010. pp. 275. (in Korean)
- KNA (Korea National Arboretum). 2011. Folk plants in Korean peninsula VII. Gyeonggi province, 2011. p. 321. (in Korean)
- Ko, H.J., Song, C.K., and Cho, N.K. 2003. Growth of seedling and germination characteristics of *Acanthopanax koreanum* NAKAI. Korean Journal Medicinal Crop Science 11: 46-52. (in Korean, with English abstract)
- Lee, C.B. 2006. Korea illustrated plant book II. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. pp. 227, 228. (in Korean)
- Lee, J.H. 2005. An ecological approach for the effective conservation and management of forest vegetation in Ulleung island, Korea. *Phd* thesis in Kyungpook National University. p. 23. (in Korean, with English abstract)
- Leif, J.W., Durling, J.C., and Burgdorf, D.W. 2011. Comparison of seed germination techniques for common elderberry (*Sambucus nigra* L. ssp. *canadensis*). Native plants Journal 12: 132-135.
- Lim, H.I., Chang, K.S., Lee, H.S., Chang, C.S., and Kim, H. 2009. A reappraisal of *Sambucus pendula* Nakai on Ulleung Island and its allies. Korean Journal of Plant Taxonomy 39: 181-192. (in Korean, with English abstract)
- May, J.T. 1985. Chapter 9; Seedling quality, grading, culling and counting. Southern pine nursery handbook. Atlanta, USA. pp. 3.
- Milberg, P. and Andersson, L. 1998. Does cold stratification level out differences in seed germinability between populations? Plant Ecology 134: 225-234.
- Paik, W.K. 1999. The status of endemic plants in Korea and our tasks in the 21st century. Kore Journal Plant Taxonomy 29: 263-274. (in Korean, with English abstract)
- Paik, W.K. and Heo, K. 2002. The status and conservation of

- endemic plants in Korea. Symposium of Biological Resources Repository in Jangbaeksan. pp. 5-22. (in Korean)
- Park, G.S., Song, H.K., and Yee, S. 2000. Soil characteristics in *Fagus multinervis* subcommunities at Songinbong srea of Ullungdo. Korean Journal of Environmental Biology 18: 299-305. (in Korean, with English abstract)
- Park, N.B. 1995. Studies on ecological characteristics, seed germination and cutting of Korea native *Daphane genkwa*. Journal of the Korean Flower Research Society 42: 7-12. (in Korean, with English abstract)
- Ryu, H.S. and Lee, K.E. 1994. Studies on development of native landscape trees *Sambucus williamsii* var. *coreana* Nakai. 1994. Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 12: 119-123. (in Korean, with English abstract)
- Ryu, S.Y., Lee, H.S., Cho, K.S., Yoo, D.L., Kang, S.H., and Kim, J.H. 2002. Effects of some factors on germination and stem cutting of *Hanabusaya asiatica*. Horticulture, Environment, and Biotechnology 43: 369-372. (in Korean, with English abstract)
- Schmidt, L. 2000. Chapter 10. Germination and seedling establishment. In; Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Centre. pp. 10-1-2.
- Shin, H.C. 2009. Technique for container seedlings of warm-temperate tree species. Proceedings of Korean 4th Technique Seminar of KCSRS. pp. 74-76. (in Korean)
- Song, J.H., Jang, K.H., and Hur, S.D. 2010. Variation of seed and germination characteristics of natural populations of *Abies koreana* Wilson, a Korean endemic species. Journal of Korean Forest Society 99: 849-854. (in Korean, with English abstract)
- Toy, S.J. and Willingham, B.C. 1966. Effect of temperature on seed germination of ten species and varieties of *Limnanthes*. Economic Botany 20: 71-75.
- USDA. 2010. Common elderberry-USDA plants database. USDA Plant Guide. pp. 1-6.
- Yun, K.W., Hwang, Y., So, S.K., and Kim, M.Y. 2012. Flora of island Gageo in Jellonamdo, Korea. Korean Society of Environment & Ecology 26: 139-155. (in Korean, with English abstract)

(2014년 3월 9일 접수; 2014년 6월 11일 채택)