

Research Article



CrossMark

Open Access

개살구나무(*Prunus mandshurica*)의 종자휴면과 발아특성

양승혁¹, 권영현¹, 김예은¹, 고충호², 이승연^{3**}, 이용하^{1*}

¹배재대학교 원예산림학과, ²국립수목원 식물자원연구과, ³국립안동대학교 스마트원예과학과

Seed Dormancy and Germination Characteristics of *Prunus mandshurica* (Maxim.) Koehne

Seung Hyuk Yang¹, Young Hyun Kwon¹, Ye Eun Kim¹, Chung Ho Ko², Seung Youn Lee^{3**} and Yong Ha Rhie^{1*}
(¹Department of Horticulture and Forestry, Pai Chai University, Daejeon 35345, Korea, ²Division of Plant Resources, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea, ³Department of Smart Horticultural Science, Andong National University, Andong 36729, Korea)

Received: 22 November 2023/ Revised: 30 November 2023/ Accepted: 04 December 2023

Copyright © 2023 The Korean Society of Environmental Agriculture

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.

ORCID

Seung Hyuk Yang
<https://orcid.org/0000-0003-4492-3205>

Young Hyun Kwon
<https://orcid.org/0000-0002-0681-7965>

Ye Eun Kim
<https://orcid.org/0000-0001-8097-1904>

Chung Ho Ko
<https://orcid.org/0000-0002-2783-1694>

Seung Youn Lee
<https://orcid.org/0000-0001-5677-2171>

Yong Ha Rhie
<https://orcid.org/0000-0003-3784-4744>

Abstract

This study was conducted to determine the dormancy types and optimal germination conditions of *Prunus mandshurica* seeds. The pericarp of *P. mandshurica* seeds was presumed to be the reason for their poor water absorption. After the pericarp was removed with a razor blade, germination was observed to be less than 20.0% at all temperatures except at 5°C, suggesting the presence of physiological dormancy. Germination gradually increased at 5°C after the removal of seed coat, reaching a final germination rate of 86.7% at 14 weeks of incubation. Based on these results, *P. mandshurica*

seeds have a physiological dormancy. When seeds with removed pericarp were subjected to cold stratification, the germination percentage (rate) in the control group was low even at 16 weeks; however, the germination percentages in the 4, 8, and 12-week cold stratification groups were notably high with 93.3, 73.3, and 100.0%, respectively. The control group in the GA₃ treatment experiment with seed coats removed showed minimal germination, but at 10 weeks, the germination percentage rose to 98.3% when treated with GA₃ at 100 mg/L. Thus, it is necessary to scarify or completely remove the pericarp of *P. mandshurica* seeds to promote germination. After pericarp removal, it is important to subject the seeds to cold stratification at 5°C for at least 4 weeks or treat them with GA₃ at 100 mg/L.

Key words: Ecophysiological study, Physiological dormancy, Scarification, Stratification

*Corresponding author: Yong Ha Rhie
Phone: +82-42-520-5018; Fax: +82-42-533-7354;
E-mail: rhie@pcu.ac.kr

**Co-Corresponding author: Seung Youn Lee
Phone: +82-54-820-5472; Fax: +82-54-823-1628;
E-mail: mrbig99@anu.ac.kr

서 언

장미과(Rosaceae) 벚나무속(*Prunus*) 식물들은 관목 또는 고목으로 주로 북반구에 430여종이 분포하고 있다[1]. 이중 국내에 자생하는 벚나무속 식물은 약 20여 종이며, 그 중 개살구나무(*Prunus mandshurica* (Maxim.) Koehne)는 낙엽 활엽교목으로 한국의 강원도, 충청남도에 분포하고, 극동 러시아와 중국의 동북부에 분포한다[2]. 개살구나무의 개화는 4-5월에 이루어지는데 꽃 색이 연홍색, 홍색 또는 백색 등 다양하며 7-8월경에 열매가 황색으로 결실하여 관상적 가치가 있다[3]. 또한 개살구나무는 천식, 기관지염, 인후염 등 약용으로도 이용되는 유용한 자원식물이라고 보고되어 있다[4].

종자를 활용한 유성 번식은 많은 수의 개체를 동시에 얻을 수 있는 방법으로 이용되지만, 많은 식물 종이 종자 휴면을 가지고 있어 원하는 시기에 유묘를 획득하기가 어렵다[5]. 종자의 휴면은 식물 스스로 생육에 적합한 환경이 되기까지 발아를 억제시키는 내부 기작이며 생태생리적인 접근을 통해 휴면 종자의 최적 발아 조건을 구명하는 것이 필요하다[6,7]. 종자의 휴면 유형은 Baskin and Baskin [8]에 의하여 크게 5가지 분류로 구성되었는데, 종자의 수분흡수 시 불투수성으로 인해 발아가 억제되는 물리적 휴면과 발아 억제 물질로 인한 휴면인 생리적 휴면, 모식물체에서 미숙배를 가지고 탈리되는 형태적 휴면, 형태적 휴면과 생리적 휴면이 동시에 나타나는 형태생리적 휴면, 그리고 물리적 휴면과 생리적 휴면을 동시에 가지고 있는 조합휴면으로 휴면 유형이 분류되었다. 일반적으로 종자의 휴면유형은 식물의 분류체계(과와 속)나 식물종의 분포지 환경 또는 생태적인 특성에 따라 다르게 나타날 수 있다[9].

벚나무속 식물 종자 휴면에 대한 선행 연구를 살펴보았을 때, 종자 내 수분함량이 발아에 중요한 영향을 미칠 수 있다고 하였다[10]. 복숭아(*Prunus persica*)의 경우 종자 과피를 제거하지 않았을 때의 수분흡수율은 약 9-13%로 거의 일어나지 않았다[11]. *Prunus*속 종자들은 단단한 내과피나 종피로 인하여 수분흡수가 원활하게 일어나지 않지만 Baskin and Baskin[12]은 *Prunus*속 식물들이 물리적 휴면은 없는 생리적 휴면만 가지고 있다고 판단하였다. 또 다른 연구에서는 벚나무속 종자의 휴면은 수분함량보다는 단단한 내과피와 종피, 배유 및 배에 있는 발아 억제 물질인 ABA (abscisic acid)에 기인한 것으로 보고하였다[13].

이와 같이 개살구나무 종자의 발아와 번식을 위해서는 정확한 발아 특성과 휴면 유형을 이해할 필요가 있지만 아직 정확한 종자 휴면과 발아에 대한 연구가 이루어지지 않았다. 따라서, 본 연구를 통해 개살구나무 종자의 휴면의 유무를 판단하고 최적 발아 조건을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 개살구나무 종자는 2021년 7월 18일 강원도 양구군 소양호(38.04°N, 127.95°E)에서 채종했으며, 경

기도 양평군 소재의 국립수목원 유용식물증식센터(경기도 양평군)에서 현지 외 보존 중인 종자를 분양 받았다(Table 1). 채종된 종자는 실험실로 옮겨와 약 7일간 통풍이 잘 되는 보관 용기에서 2022년 4월 13일 실험에 사용하기 전까지 냉장(4°C) 보관하였다.

종자 기본특성 및 배양조건

종자의 기본특성을 파악하기 위하여 개살구나무 종자의 길이, 너비 및 100립중을 조사하였고 종자를 반으로 잘라 디지털 현미경(AM 3113T Dino-Lite premier, Dunwell Tech Inc., USA)을 이용하여 단면사진을 촬영하였다(Fig. 1). 실험에 들어가기 전 종자 표면 소독을 위해 1000 mg/L의 베노밀 수화제(Benomyl, FarmHannong, Seoul, Korea) 용액에서 약 12시간 동안 침지처리 후 증류수로 수회 수세하였으며, 90×15 mm Petri-dish (SPL lifesciences Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)에 강모래를 0.5 cm 깔고 증류수를 첨가한 뒤 종자를 치상하였다. 물리적 과상처리는 메스를 이용하여 과피를 제거하였으며 이후 변온, 저온층적, GA₃ 처리 실험은 모두 과피가 제거된 종자를 실험에 사용하였다. 식물 발아상(HB-103-4, HanBaek Scientific Co, Korea) 내부의 광주기는 12시간 명조건을 유지하였으며, 광도는 약 27 μmol/m²/s PPFD (Photosynthetic Photon Flux Density)으로 조사하였다. 저온층적과 GA₃ 처리 이후에는 25/15°C 변온 생장상에 배양하면서 발아율을 조사하였다. 배양 기간 중 오염으로 인한 부패가 발생할 경우 베노밀 수화제를 추가로 침지하고 제거하였으며, 모래가 마르지 않도록 증류수를 보충하였다. 발아 여부는 종자의 유근이 종피를 뚫고 약 1.0 mm 이상 돌출되었을 때를 기준으로 판단하였으며, 발아율은 1주 간격으로 조사하였다. 조사 시 오염된 종자는 전체 발아율 값에서 제외하여 계산하였다.

수분흡수를 조사

증류수를 첨가한 배지에 종자를 상온(20-25°C) 배양하였다. 종자의 수분 흡수 전 초기 중량과 수분 흡수 후 0, 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72시간이 경과되었을 때 중량을 각각 측정하였다. 이후 수분흡수에 대한 결과값은 아래 공식을 이용하여 산출하였다[14].

$$\%W_s = [(W_i \times W_d) / W_d] \times 100$$

W_s = 증가된 종자의 무게,

W_i = 수분 흡수 후 경과 시간에 따른 종자의 무게,

W_d = 초기 무게.

적정발아온도

모든 실험 처리구는 Petri-dish (90×15 mm)에 세척 건조된 강모래를 깔고 그 위에 종자를 치상하였다. 종자는 과피를 인위적으로 제거한 종자를 사용하였으며 변온조건으로 25/15°C, 20/10°C, 15/6°C, 5°C (12 h/12 h)로 조절한 발아상에서 발아양상을 1주 간격으로 조사하였다.

저온층적처리

생리적 휴면 타파 효과를 알아보기 위하여 개살구나무 종자에 저온층적처리를 실시하였다. Petri-dish 내 수분의 증발을 막기 위해서 parafilm으로 밀봉 처리하였고 5°C의 냉장조건에서 각각 0, 4, 8, 12주간 처리(암조건)한 후 25/15°C의 발아상에서 발아율을 조사하였다.

GA₃ 처리

GA₃ 0, 10, 100, 1000 mg/L농도의 용액에 종자를 24시간 동안 상온에서 침지 처리한 뒤 증류수로 5회 이상 수세하였다. 이후 90×15 mm Petri-dish에 치상하여 1주 간격으로 발아율을 조사하였다.

통계처리

모든 실험 처리구는 20립씩 파종한 뒤 처리구별 3반복으로 하였다. 각 실험에 대한 결과는 SPSS 프로그램(Ver. 20.0, Statistical Package for Social Science, Inc., IL, USA)을 이용했다. 수분흡수율 조사는 *t*-test(유의수준 5.0%)를 진행했으며, 그 외 적정발아온도, 저온층적처리, GA₃ 처리 결과는 분산분석(ANOVA)을 하였고 Tukey's honestly significant difference 5.0% 유의수준에서 각 처리 평균 간의 유의성을 사후 검정하였다.

결과 및 고찰

종자 기본특성

실험에 사용된 개살구나무 종자의 특성을 조사하였다. 종자의 길이와 폭은 각각 18.0±2.0 mm, 15.1±1.4 mm이었고, 100립중은 약 106.6±2.8 g이었다(Table 1). Fig. 1A는 개살

구나무 종자가 모체 과실로부터 탈리된 시점에서 과피 상태이고, Fig. 1B는 과피를 벗겨낸 후 종피의 모습이며, Fig. 1C의 경우 종자의 완전히 성숙된 배(Foliate investing type)의 형태로 미숙배가 아니므로 형태적 휴면은 없는 것으로 판단된다.

수분흡수율 조사

종자의 불투수성 여부를 확인하기 위하여 파상 처리하지 않은 대조구와 과피를 파상 처리로 나누어 수분흡수율을 조사하였다(Fig. 2). 대조구의 경우 수분처리 후 72시간이 경과되었음에도 초기 무게 대비 최대 흡수율은 약 6.0%에 불과하였다. 반면에, 과피를 제거한 종자의 경우 24시간 후부터 약 50.0% 이상의 흡수율로 나타났으며 최종 흡수율은 약 53.5%로 나타났다. 이는 동일 속 식물인 *P. persica* 실험에서 종자의 과피를 제거하지 않은 대조구에서 수분흡수율이 약 9.0-13.0%로 거의 일어나지 않은 결과와 유사하게 나타났다[11]. 24시간을 기준으로 종자의 수분흡수율이 증가되어 초기 무게 대비 약 20.0% 이상으로 증가한 경우 수분에 의한 투수성이 있는 것으로 판단하며, 그 이하일 경우 불투수성을 가지고 있어 휴면 유형을 물리적 휴면으로 분류한다[14]. 하지만 엄밀한 의미에서 물리적 휴면으로 판단하기 위해서는 수분흡수 경로가 닫혀 있어야 하는데 같은 속 *P. campanulata*의 종자 단면에서 수분 흡수 경로가 되는 배꼽(hilum) 구조가 관찰되었기 때문에 *Prunus*속 식물이 물리적 휴면을 가지고 있다고 단정하기 어렵다[15]. 본 연구에서는 수분이 흡수되는 경로를 관찰하지는 않았으므로 한국에 자생하는 *Prunus*속 식물 종자의 물리적 휴면 여부는 추후 연구가 필요하다. 다만 과피를 제거하지 않았을 때 수분흡수가 원활하게 이루어지지 않고, 두꺼운 과피로 인해 발아가 이루어지지 않을 것으로 판단하여 이후 실험은 과피를 제거한 이후에 실험을 진행하였다.

Table 1. Scientific name, common name, seed source, harvest date, seed length, seed width and 100 seeds weight of *Prunus mandshurica*

Scientific name	Common name	Source	Harvest date (yy.mm.dd)	Seed length (mm)	Seed width (mm)	Seed weight (g)
<i>Prunus mandshurica</i>	개살구나무	Soyangho-ro, Yanggu-gun, Gangwon-do	21.07.18	18.0±2.0 ^z	15.1±1.4	106.6±2.8

^z Values show the mean±standard deviation (n=3).

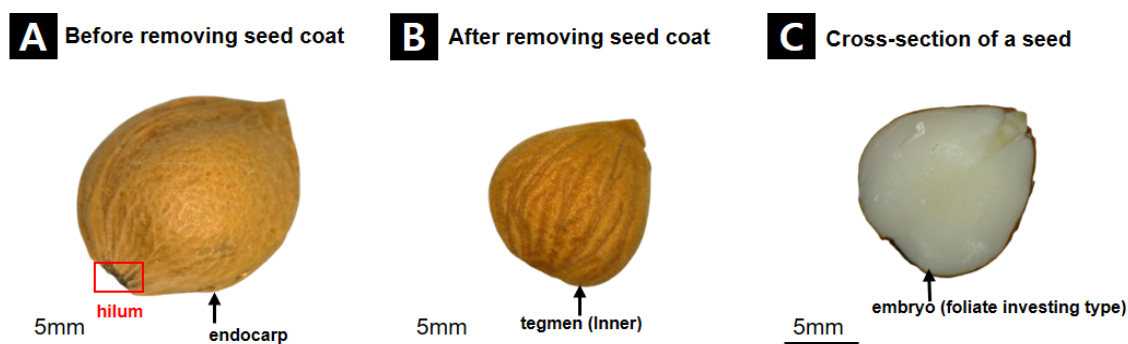


Fig. 1. Seed shapes of non-scarified (A), scarified (B) and cross-section seed (C) of *Prunus mandshurica*. Scale bar=5 mm.

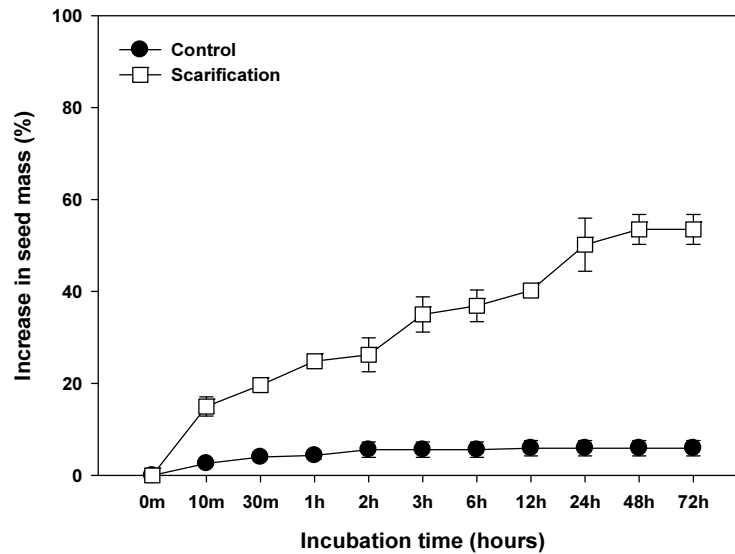


Fig. 2. Effects of scarification (endocarp removal) on the seed mass increase of *Prunus mandshurica*. Seeds were placed at room temperature (approximately 20-25°C) on river sand moistened with distilled water for 72 h. The vertical error bars represent standard errors (n=3).

적정발아온도

개살구나무 종자의 적정 발아온도 구명을 위하여 25/15°C, 20/10°C, 15/6°C, 5°C의 조건에서 최대 16주간 발아율을 조사하였다. 일반적으로 발아 적정온도 범위에서 종자가 4주 이내에 발아를 하면 생리적 휴면이 없는 것으로 판단하는데[10], 개살구나무의 경우 4주 동안 모든 온도처리구에서 발아가 거의 이루어지지 않았다(Fig. 3). 배양 4주 이후부터 발아가 시작되어 14주차에는 25/15°C, 20/10°C, 15/6°C 온도 처리에서 각각 16.7%, 11.7%, 25.0%로 낮은 발아율이 나타났다. 하지만 5°C 조건에서는 배양 7주차부터 발아율이 급격히

증가해 14주차에는 최종 발아율이 86.7%에 도달하였다. 이는 개살구나무 종자가 생리적 휴면을 가지고 있으며 휴면 타파를 위해서는 저온이 필요함을 알 수 있다. 생리적 휴면을 가지고 있는 민들레(*Taraxacum platycarpum*)의 경우에도 상온에서는 발아율이 28.0%밖에 되지 않았으나, 5°C 배양 30일과 60일에 발아율이 각각 78.0%, 90.0%로 저온에 의해 발아율이 향상되었다[16]. 개살구나무와 근연종인 *Prunus fruticosa* 종자의 경우 무처리구에서는 발아율이 0.0%로 현저히 낮았으나 저온 150일 처리시 약 46.0%로 발아율이 증가한 것과 유사한 결과로 나타났다[17]. 다만 개살구나무 종자의 경우 과피를 제

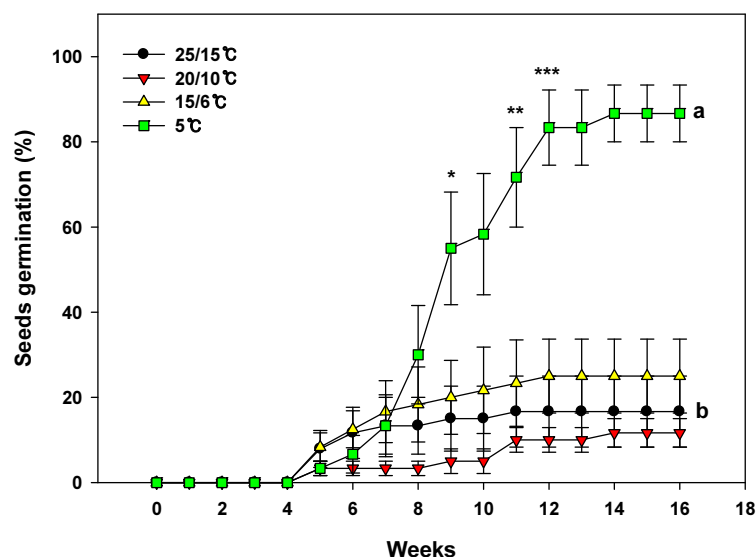


Fig. 3. The germination on scarified seeds (endocarp removal) of *Prunus mandshurica* incubated at 25/15, 20/10, 15/6 and 5°C. Error bars indicate standard errors of the means with three replications. The different letters represent significant differences among treatments at 16-week by Tukey's HSD tests ($P < 0.05$). *, **, *** Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

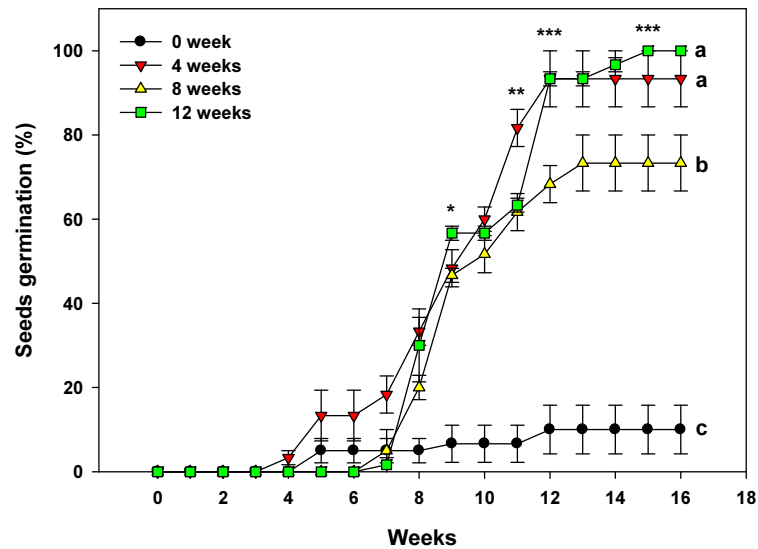


Fig. 4. The germination of *Prunus mandshurica* seeds by cold stratification period (0, 4, 8, and 12 weeks at 5°C) following scarification (endocarp removal). All cold-stratified seeds were incubated at 25/15°C. Error bars indicate standard errors of means with three replications. The different letters represent significant differences among treatments at 16-week by Tukey's HSD tests ($P < 0.05$). *, **, *** Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

거한 종자를 사용했기 때문에 생리적 휴면을 가지고 있다고 판단하였다.

저온층적처리

개살구나무 종자의 휴면 타파를 위한 저온층적 기간을 알아보기 위해 과피가 제거된 종자를 5°C에서 각각 0, 4, 8, 12 주로 처리하였으며 저온층적 처리 이후 25/15°C에서 발아율을 조사하였다(Fig. 4). 주차별 층적처리에 따른 발아율은 0, 4, 8, 12주에 각각 10.0%, 93.3%, 73.3%, 100.0%로 대조구(0주 처리)를 제외한 모든 층적처리에서 발아율이 증가하였다.

다만, 8주 저온층적처리의 발아율이 다른 저온처리구보다 상대적으로 낮았다. 이는 8주 저온처리구 중 현재까지 낮은 발아율이 나타난 반복구가 포함되어 있었기 때문이었는데 정확한 원인에 대해서는 파악할 수 없었다. 가시오갈피나무(*Eleutherococcus senticosus*) 종자의 경우 무처리구에서는 발아율이 0.0%로 현재까지 낮았으나, 저온 125일 처리시 약 96.1%로 발아율이 증가한 것과 유사한 결과로 나타났다[18]. 한라개승마(*Aruncus aethusifolius*) 종자 또한 무처리구에서는 약 1.0%로 발아율이 현재까지 낮았으나 4, 8, 12주의 저온층적처리에 따라 발아율은 각각 14.1%, 14.4%, 29.7%로 발아율이 증가한

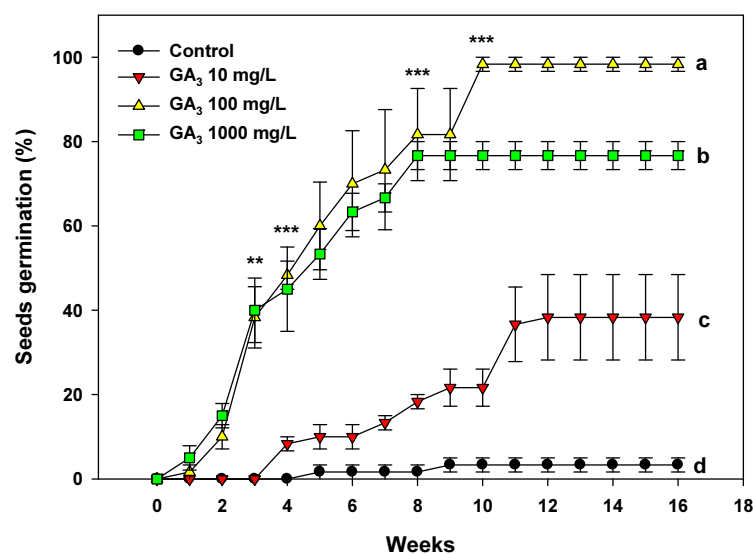


Fig. 5. The germination of *Prunus mandshurica* seeds with gibberellic acid treatment following scarification. Error bars indicate standard errors of means with three replications. The different letters represent significant differences among treatments at 16-week by Tukey's HSD tests ($P < 0.05$). **, *** Significant at $P \leq 0.01$ or 0.001, respectively.

것으로 나타났다[19].

GA₃ 처리

과피가 제거된 종자를 GA₃ 0, 10, 100, 1000 mg/L의 농도에 따라 24시간 침지 처리하였으며, 25/15°C 발아상에서 16주차간의 발아율을 조사하였다. GA₃를 처리하지 않은 대조구에서는 10.0% 이하로 낮은 발아율을 보였다(Fig. 5). 하지만 GA₃ 처리에 의해 개살구나무 종자의 발아율이 뚜렷하게 향상되었는데, GA₃ 10 mg/L에서는 발아율이 38.3%로 증가하였고, GA₃ 100, 1000 mg/L의 농도에서는 발아율이 각각 98.3%, 76.7%로 높은 발아율을 나타냈다. GA₃ 1000 mg/L에서는 고농도 GA₃ 처리에 의해 일부 종자가 물러지는 현상을 보였다(data not shown). GA₃ 처리는 생리적 휴면을 가진 종자에서 발아율을 향상시킬 수 있는데 눈갯쪽부쟁이(*Aster hayatae*) 종자도 GA₃ 0, 10, 100, 1000 mg/L 처리하였을 때 최종 발아율은 각각 57.8%, 68.2%, 74.8%, 63.8%로, GA₃ 처리가 눈갯쪽부쟁이의 발아율을 높였다[20]. 개살구나무와 근연종인 *Prunus mahaleb* 종자의 경우 무처리구에서는 발아율이 0.0%로 현저히 낮았으나, GA₃ 1000 mg/L 처리를 했을 때 발아율 약 76.0%까지 증가되었다[21]. GA₃ 처리의 경우 종자의 휴면을 타파하여 전체 발아율을 향상시킬 뿐만 아니라, 저온층적처리 등의 휴면 타파 조건을 대체하는 효과도 있는 것으로 보고되고 있다[22]. 저온층적처리를 필요로 하는 가시오갈피나무 종자를 GA₃ 500 mg/L을 하루 침지했을 때 발아율을 향상시킬 수 있었다[23]. 종자 휴면 타파를 위한 GA₃의 처리 효과는 식물 종 그리고 처리 농도에 따라 다양하다[24]. 식물종에 따라서는 고농도의 GA₃ 처리가 발아율을 떨어뜨리게 되는 경우가 있다. *Pinus thunbergii*는 0.1 mM보다 고농도인 0.5, 1.0 mM의 GA₃에서 오히려 발아율이 낮아졌으며[25], *Oroxylum indicum*의 경우도 GA₃ 17-35 mg/L 처리에서는 발아율이 낮아지게 되었고, 고농도의 GA₃ 52-70 mg/L 처리에서는 유묘가 비정상적으로 발생하는 것이 보고되었다[26]. 이는 식물마다 발아 및 생장에 필요한 GA 및 ABA의 적정 농도 및 민감도가 다르기 때문이라고 여겨진다[27].

위 결과를 종합해보았을 때 개살구나무 종자는 완전히 성숙한 배의 형태를 가지고 있어 형태적 휴면은 없지만 단단한 과피로 인해 물 흡수가 원활하게 이루어지지 않았다. 과피를 제거한 이후에도 발아가 4주 이내에 이루어지지 않는 생리적 휴면을 함께 가지고 있었다. 저온층적처리와 GA₃ 처리 실험을 통해 개살구나무 종자의 발아를 위해서는 과피를 제거한 이후에 4주간 저온층적 또는 GA₃ 100 mg/L를 처리하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 자생 개살구나무의 대량증식법 개발과 종자 휴면의 생태학적, 계통분류학적 연구 및 실험에 있어 기초자료로도 활용이 가능할 것으로 생각된다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment

This research was supported by the Korea National Arboretum (Study on the development of propagation and seedling cultivation techniques of plants native to Korea, grant no. KNA1-2-40, 21-3) and the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET) through the Technology Commercialization Support Program, funded by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (821068-3).

References

1. Roland J, Wain HK (1984) The Nomenclature of Cultivated Japanese Flowering Cherris (*Prunus*): The Satozakura Group, pp. 3-4, United States Department of Agriculture, USA.
2. Lee CB (1980) Illustrated Flora of Korea, pp. 134-136, 2nd edition, Hyangmunsa, Korea.
3. Song JS, Yang SY, Choi SY (2020) A comparative study about the origins of Rosaceae taxa in the *Pharmacopoeias* offive Northeast-Asian countries. Korean Herbal Medicine Informatics, 8(1), 97-108. <https://doi.org/10.22674/KHMI-8-1-8>.
4. Jeong JG (2016) A herbological study on the plants of Amygdalaceae in Korea. The Korea Journal of Herbology, 31(1), 49-59. <https://doi.org/10.6116/kjh.2016.31.1.49>.
5. Ko CH, Lee SY, Choi KS, Kim DH, Kim SY, Lee KC (2017) Dormancy and seed germination in the endemic Korean plant *Ligustrum foliosum* Nakai. Flower Research Journal, 25(3), 124-132. <https://doi.org/10.11623/frj.2017.25.3.05>.
6. Choi H, Lee SY, Rhie YH, Lee JH, Kim SY, Lee KC (2018) Seed dormancy type and germination characteristics in *Tiarella polyphylla* D. Don native to Korea. Korean Journal of Plant Resources, 31(4), 363-371. <https://doi.org/10.7732/kjpr.2018.31.4.363>.
7. Geneve RL (2003) Impact of temperature on seed dormancy. HortScience, 38(3), 336-340.
8. Baskin JM, Baskin CC (2004) A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1079/SSR2003150>.
9. Karlsson LM, Tamado T, Milberg P (2008) Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context. Seed Science Research, 18(1), 35-45. <https://doi.org/10.1017/S0960258508888496>.

10. Schopmeyer CS (1974) Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook, US Department Agriculture, 450, 658-673.
11. Thakur B (2015) Effect of growth regulator, scarification and thiourea on seed germination in peach (*Prunus persica* l. batsch) rootstock 'Flordaguard'. International Journal of Current Research and Academic Review, 3(5), 252-261.
12. Baskin CC and Baskin JM (1998) Seeds: Ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination, pp. 720-725, Elsevier, USA.
13. Pawasut A, Yamane K, Fujishige N, Yoneyama K, Yamaki YT (2010) Influence of seed coat removal and chilling on abscisic acid content and germination in ornamental peach (*Prunus persica* Batsch) seeds. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 85(3), 248-252.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2010.11512663>.
14. Baskin CC and Baskin JM (2003) When breaking seed dormancy is a problem: try a move-along experiment. Native Plants Journal, 4(1), 17-21.
<https://doi.org/10.3368/npj.4.1.17>.
15. Chen SY, Chien CT, Chung JD, Yang YS and Kuo SR (2007) Dormancy-break and germination in seeds of *Prunus campanulata* (Rosaceae): Role of covering layers and changes in concentration of abscisic acid and gibberellins. Seed Science Research, 17(1), 21-32.
<https://doi.org/10.1017/S0960258507383190>.
16. Ahn YH, Choi KY (2000) The comparisons of germination characteristic in native *Taraxacum* spp. and *Taraxacum officinale* seeds. Korean Society of Environment and Ecology, 14(3), 199-204.
17. Morgenson G (1986) Seed stratification treatments for two hardy cherry species. Tree planters' notes-US Department of Agriculture, 37(3), Forest Service, USA.
18. Li CH, Lim JD, Kim MJ, Heo K, Yu CY (2003) Dehiscence seed germination and seedling growth affected by chilling period in *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Korean Journal of Medicinal Crop Science, 11(5), 347-351.
19. Baek JJ, Kwon HC, Lee SY (2022) Physiological dormancy and germination characteristics in seeds of *Aruncus aethusifolius* (H. Lev.) Nakai, an endemic species in the Korean peninsula. Flower Research Journal, 30(3), 145-156.
<https://doi.org/10.11623/frj.2022.30.3.09>.
20. Jung SE, Baek JJ, Kwon HC, Ko CH, Lee SY (2022) Germination characteristics in seeds of *Aster hayatae* H. Lev. & Vaniot, an endemic species in Korea. Flower Research Journal, 30(3), 157-165.
<https://doi.org/10.11623/frj.2022.30.3.10>.
21. Pipinis E, Milios E, Mavrokordopoulou O, u M, Smiris P (2012) Effect of pretreatments on seed germination of *Prunus mahaleb* L.. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40(2), 183-189.
<https://doi.org/10.15835/nbha4027887>.
22. Yoo DL, Cho KS, Ryu SY, Ryu IC (1999) Effect of low temperature and gibberellin treatment for promoting seed germination on *Hanabusaya asiatica*. Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 17, 674.
23. Li CH, Lim JD, Kim MJ, Yu CY (2003) Effects of GA₃ on seed germination and seedling survival rate of *Acanthopanax senticosus* Maxim. Korean Journal of Medicinal Crop Science, 11(3), 207-211.
24. Elhindi KM, Dewir YH, Asrar AW, Abdel-Slam E, El-Din AS, Ali M (2016) Improvement of seed germination in three medicinal plant species by plant growth regulators. HortScience, 51(7), 887-891.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.7.887>.
25. Yong SH, Kim HG, Park DJ, Yang WH, Ma HS, Choi MS (2016) Effect of priming on seed germination response in woody plants. Journal of Agriculture & Life Science, 50(6), 1-9.
<https://doi.org/10.14397/jals.2016.50.6.1>.
26. Singh M, Singh KK, Badola HK (2014) Effect of temperature and plant growth regulators on seed germination response of *Oroxylum indicum* a high value threatened medicinal plant of Sikkim Himalaya. Journal of Plant Science and Research, 1(4), 115.
27. Finch-Savage WE, Leubner-Metzger G (2006) Seed dormancy and the control of germination. New phytologist, 171(3), 501-523.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>.