Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(6):913-920, 2010

지리산바위솔과 제주연화바위솔 종자의 형태특성 및 저온과 GA에 대한 발아 반응

강정희[1] · 정경진[2] · 최경옥[2] · 천영신[2] · 윤재길[2*]

[1]남보주식회사, [2]진주산업대학교 원예학과

Morphological Characteristics and Germination as Affected by Low Temperature and GA in *Orostachys* 'Jirisan' and 'Jejuyeonhwa' Seeds, Korea Native Plant

Jeong Hee Kang[1], Kyeong Jin Jeong[2], Kyoung Ok Choi[2], Young Shin Chon[2], and Jae Gill Yun[2*]

[1]Nambo Co. LTD, Jinju 660-844, Korea

[2]Department of Horticultural Science, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

Abstract. This study was conducted to improve the seed germination by low temperature and GA_3 in *Orostachys japonicus* A. Berger (Jirisan) and *O. iwarenge* (Mak.) Hara (Jejuyeonhwa), Korean native plants. Observation of the seeds using a stereo microscope showed that all seeds of the two species have wrinkled surface and oblong shape. Seed size ranged 0.77-1.00/0.25-0.37 mm (length/width), indicating that the seeds are minute seeds. When the seeds of two *Orostachsis* species were sown into petri-dish and placed in a plant growth chamber of 10, 15, 20, or 25℃,'Jirisan' showed seed germination below 20% at all temperatures and 'Jejuyeonhwa' 80% at only 10℃. Seed germination of 'Jirisan' increased up to 44% at 10℃ by low temperature (4℃) storage for 10 days, but decreased again at storage for more than 20 days. The seeds of 'Jejuyeonhwa' showed a large increase in seed germination by low temperature for 20-30 days, which was 95% at 10℃, but low temperature for more than 40 days significantly decreased seed germination. Dipping treatment in GA_3 solution of 50-400 $mg \cdot L^{-1}$ for different periods (3, 6, 12, and 24 hrs) remarkably improved germination rate and speed in both species, 80-100% in 'Jirisan' and 90-100% in 'Jejuyeonhwa' at all concentrations and dipping times used in this study.

***Additional key words*:** *Orostachys iwarenge* (Mak.) Hara, *Orostachys japonicus* A. Berger, seed dormancy, seed propagation

서 언

바위솔 속(*Orostachs*) 식물은 세계적으로 약 13-18여 종으로, 우리나라를 포함하여 몽고, 카자흐스탄, 중국, 일본, 러시아의 산악 지역에 분포한다(Kunjun과 Ohba 2001; Ohba, 1990, 2003). 우리나라에는 총 7종이 분포하는 것을 알려져 있으며(Lee, 1987), 우리나라에는 바위솔(*Orostachys japonicus*), 좀바위솔(*O. minutes*), 둥근바위솔(*O. malacophyllus*.), 연화바위솔(*O. iwarenge*)등 4종이 자생하고 있는 것으로 알려져 있다(Kim과 Park, 2005). 바위솔은 돌나물과(*Crassulaceae*) 바위솔 속(*Orostachys*)에 속하는 식물로 주로 토양의 비옥도가 낮은 척박한 산지 또는 고옥의 지붕에서 자생한다. 대부분의 바위솔 속 식물은 2년생이며 단일식물로 8월에 추대하기 시작하여, 9월에 6-15cm의 총상화서에 황색 또는 백색으로 다량의 소화를 형성한 후 10월에 개화하고 종자의 성숙과 함께 고사한다. 식물체가 국소적으로 분포하고 충매와 무성 생식을 겸하는 생식 양상 때문에 대체적으로 낮은 유전적 변이를 나타내고 있다(Kim과 Park, 2005). 바위솔 속 식물은 종간뿐만 아니라 같은 종 내에서도 지역환경에 의하여 엽형, 엽색, 엽내의 붉은 점과 붉은 테두리가 생기는 등 자생지마다 다양하고 독특한 형태적 특성과 변종을 나타내며 내건성이 강하여 분화용, 암석원 및 옥상조경의 소재로

***Corresponding author:** jgyun@jinju.ac.kr

※ Received 11 May 2010; Accepted 13 September 2010. 본 연구는 농수산식품부 농림기술개발사업(관리번호; 608004-3)의 지원으로 수행되었습니다.

서 관상 가치가 매우 높은 식물이다. 또한, 한방에서 와송(瓦松)으로 불리는 바위솔은 간염, 지혈, 습진, 화상 및 항암 효과가 있으며, 생체를 그대로 녹즙으로 이용하거나 가을철 수확된 전초 또는 환 등으로 가공한 후 이용되고 있다(Shin 등, 1994).

이런 이유로 바위솔의 소비가 크게 증가하고 있으며 취미가들에 의해 자생지에서의 굴취가 심하여 현재는 자생지에서 바위솔을 찾아보기가 쉽지 않다. 오직 사람의 발길이 닿기 어려운 지역에만 일부 바위솔이 남아 있는 것으로 알려져 있다. 현재까지의 바위솔에 관한 연구는 관상 가치를 유지하고 농가의 주년 재배를 위한 바위솔의 개화억제(Kang 등, 1995, 1996, 2005)와 줄기조직으로부터의 번식체계(Choi와 Yang, 1992; Heyenga 등, 1990)에 관한 것들로, 바위솔 종자의 발아율 향상을 위한 연구는 전무한 실정이다.

우리나라에 자생하는 대부분의 식물 종자는 휴면기작이 있으며, 겨울에 일정 저온을 일정 기간 겪어야만 휴면이 타파되는 것으로 알려져 있다. 휴면중인 종자를 인위적으로 휴면을 타파하기 위해서는 1-8℃의 저온에서 1개월에서 3개월정도 처리하는 것이 일반적이다. 그러나 식물의 종에 따라 효과적인 처리 온도와 처리 기간이 달라지는 것으로 보고(Salisbury와 Ross, 1992)되고 있어 바위솔 종자의 휴면타파를 위한 온도 및 처리기간이 구명될 필요가 있다.

또한 휴면을 타파하고 발아율을 향상시키기 위해 식물호르몬을 이용하는 경우가 있는데, GA_3(Amen, 1967; Kim, 1992)와 BA(Kim, 1992)의 효과가 크게 인정받고 있다. GA_3처리는 배의 휴면과 여타 원인에 의하여 유발되는 종자휴면을 타파하여 발아율을 증진시킬 뿐만 아니라, 저온처리를 대체하는 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Yoon 등, 1997). 발아율 향상을 위한 GA_3의 적정 처리 농도 및 처리시간은 식물종에 따라 달라지는데(Bewley와 Black, 1982), Yoon 등(1997)은 약용작물 중 참당귀, 갯방풍 및 시호 등 산형과에 속하는 종들에 있어서 1-500mg·L^{-1}까지 농도가 증가할수록 발아율이 높아졌다고 보고하였고, Kang 등(2001)은 활나물 종자를 0.1mM GA_3에 12시간 처리했을 때 높은 발아율을 나타내었다고 한다.

본 연구에서는 바위솔 종자의 발아 생리를 구명하여 종자를 이용한 대량 증식 체계를 확립할 목적으로 국내 자생 바위솔 2종의 종자에 대해 형태적 특성과 저온처리 및 GA처리에 대한 발아반응을 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2008년 10월부터 2009년 5월까지 진주산업대학교 원예실험실습포장과 원예생명공학실험실에서 실시되었다. 연구에 사용된 식물은 지리산바위솔(*O. japonicus* A. Berger)과 제주연화바위솔[*O. iwareng* (Mak.) Hara]이었다. 지리산바위솔 종자는 2008년 12월 20일 경남 진주시 진양호 자연 군락지에서 채종하여 사용하였다. 종자 채취 시 폴리 에틸렌 지퍼 백에 담아 이동하였으며, 실험실 내부에서 각각의 종자와 꼬투리를 분리시켜 충분히 건조시킨 뒤 실험에 사용하였다. 제주연화바위솔 종자는 2008년 11월 13일 경기도 고양선인장연구소에서 채종된 것을 분양 받아 사용하였다. 실험실에 반입된 종자는 목적에 따라 상온저장 및 저온저장을 하였다.

종자의 형태적 특성 조사

바위솔 종자는 육안으로는 구별이 안될 정도로 작기 때문에 꼬투리 잔사로부터 종자만 분리하는 작업을 해야 했다. 종자 분리 시 불순물을 가려낼 때에는 플채 미세망을 사용하였고, 2차적으로 흰 A4용지에 종자를 두고 수작업으로 골라 내어 미세 종자가 유실되지 않도록 유의 하였다. 미숙 종자는 사용하지 않았으며, 완숙된 종자만을 시험에 사용하였다. 실체 현미경(SMZ-168, Olympus, Japan)을 이용하여 70-400배 범위로 확대하여 종자형태, 종피색 그리고 크기 등을 관찰하였다. 종자크기는 실체 현미경에서 디지털 카메라를 이용해서 촬영된 이미지를 PC로 전송하여, 이미지 분석 프로그램인 Motic Image Plus 2.0(Motic, Japan)를 이용하여 측정하였다.

적정 발아온도 조사

종자 소독은 매 실험마다 필요량의 종자를 70% EtOH에 2분간, 3% NaOCl에 15분간 소독한 후 증류수로 3회씩 행구어 사용하였다. 종자가 미세하여 마이크로 피펫을 이용하여 용액을 주입하고 제거하였다. 직경 6cm의 petri-dish에 여과지(Toyo Roshi, Japan) 2장을 깔고 종자를 50립씩 3반복으로 치상한 후 각각 10, 15, 20, 25℃의 항온 발아상에서 발아 시험을 수행하였다. 발아 시험중 수분이 마르지 않도록 증류수를 이용하여 1일 1회 정도 공급하였다. 발아 유무는 2일 간격으로 파종 후 40일까지 조사하였다. 유근이 2mm 이상 돌출한 것을 발아된 것으로 간주하였다.

저온 처리 및 GA_3 처리

바위솔 종자의 휴면유무와 저온처리에 의한 휴면 타파 효과를 알아보기 위해 저온 처리를 하였다. 각 식물의 종자를 5mL 튜브에 넣어 4℃ 냉장고에 넣어 놓고 10일 간격으로 꺼내서 종자 소독후 직경 6cm의 petri-dish에 파종하였다.

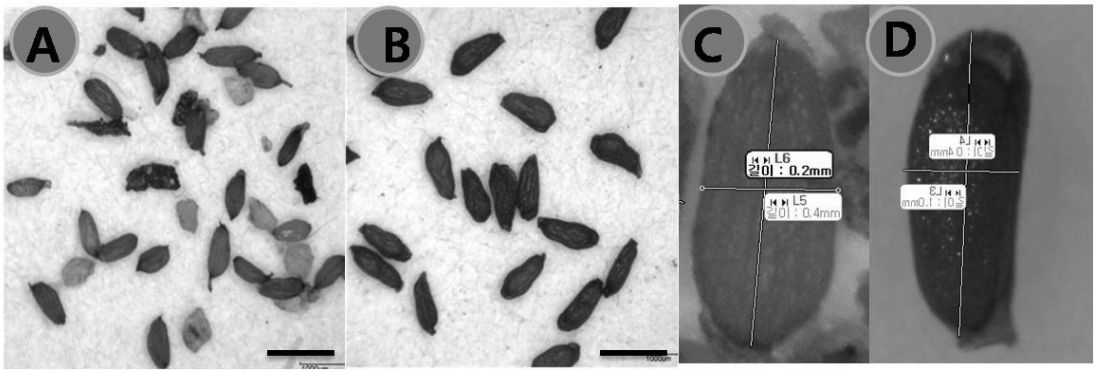

Fig. 1. Seeds of *Orostachys japonicus* (A, C) and *O. iwarenge* (B, D). Seed size was measured by Motic Image Plus 2.0 (Motic, Japan). Bars: 1 mm.

Table 1. Morphological characteristics of seeds in two native *Orostachys* species.

Plant species	Seed width (mm)	Seed length (mm)	Shape	Color
O. japonicus	0.28 ± 0.03[z]	0.77 ± 0.04	oblong	yellow brown
O. iwarenge	0.37 ± 0.04	1.00 ± 0.06	oblong	dark brown

[z]Mean separation.

파종 후 petri-dish를 10, 15, 20, 25℃ 항온 발아상에 넣어 놓고 2일 간격으로 발아율을 조사하였다. 대조구는 실온(20-25℃)에 보관된 것으로 저온 처리를 하지 않은 종자로 사용하였다.

GA_3 농도와 침지 시간에 따른 발아율을 조사하기 위하여 농도는 50, 100, 200, 400mg·L^{-1}, 침지시간은 3, 6, 12, 24시간으로 하였다. 처리가 끝난 종자는 수세하여 파종하였다. 파종 후 15℃의 항온 발아상에 넣어두고 2일 간격으로 발아 유무를 조사하였다.

결과 및 고찰

종자의 형태적 특성

지리산바위솔과 제주연화바위솔 종자를 수집하여 형태적 특성을 조사한 결과, 2 종류의 바위솔 간의 형태적 차이는 크게 없었다. 종자의 형태는 2종 모두 세로로 주름진 쌀알 모양으로 동일하였으며, 종피색은 지리산바위솔 종자는 엷은 갈색, 제주연화바위솔 종자는 짙은 갈색으로 색깔이 옅고 진함에 약간의 차이가 있었다(Fig. 1). 종자의 색은 종자간의 유의적 차이를 나타내기도 하는데, 이는 Lee 등(2003)이 RAPD를 이용한 분석 결과 둥근바위솔(*O. malacophyllus*)과 제주연화바위솔(*O. iwarenge*)이 매우 가까운 군임을 밝혀낸 결과와 일치하였다. 종자의 크기는 지리산바위솔 종자가 0.77/0.28mm(길이/폭), 제주연화바위솔은 1.00/0.37mm(길이/폭)로 제주연화바위솔이 지리산바위솔보다 조금 컸다. 2종의 바위솔 모두 1mm 이하의 크기로 미세종자임을 알 수 있었다(Table 1).

발아상 온도가 종자 발아에 미치는 영향

지리산바위솔과 제주연화바위솔 종자를 petri-dish에 파종하여 10, 15, 20, 25℃의 항온 조건에서 40일간 발아를

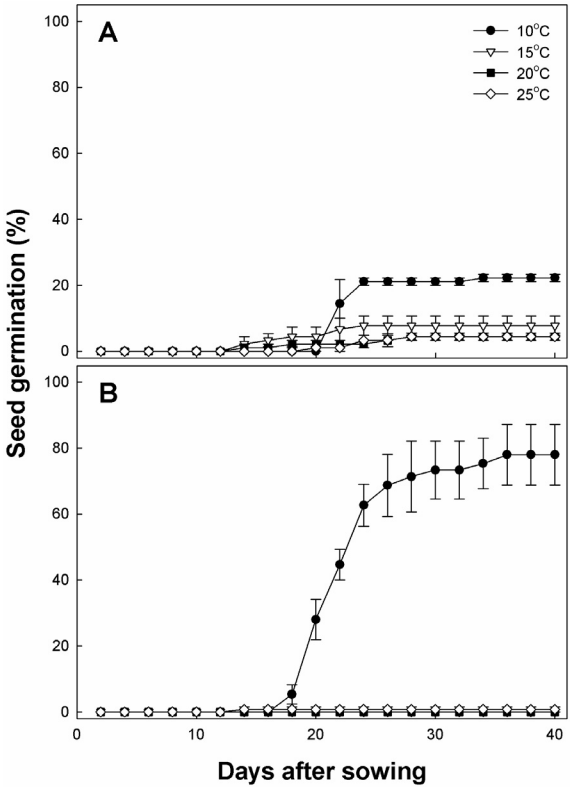

Fig. 2. Effect of temperature on seed germination in *O. japonicus* (A) and *O. iwarenge* (B). Seed germination was traced over 40 days at various temperatures, 10, 15, 20, and 25℃. Vertical bars represent SE of the means (n = 3).

조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 지리산 바위솔은 어떤 온도에서도 발아가 거의 이루어지지 않았으며 10℃에서만 20% 정도의 발아율을 보였다. 다른 온도에서는 8% 이하의 발아율을 보였다. 제주연화바위솔도 10℃에서만 80% 정도의 발아율을 보였을 뿐 다른 온도에서는 발아가 전혀 이루어지지 않았다. 발아 속도도 2종 모두 늦은 편으로 파종후 20일이 되어야 발아하기 시작했으며 최고 발아율은 파종 40일 후에 나타났다. 이러한 결과로 보아 지리산바위솔 종자는 휴면기작이 있는 것으로 보이며, 제주연화바위솔 종자는 휴면은 없으나 온도에 매우 민감하여 10℃에서만 발아가 이루어진 것으로 판단되었다.

토양의 비옥도가 낮은 척박한 산지 환경에서 서식하는 섬쑥부쟁이(*Aster glehni*), 개미취(*Aster tataricus*), 미역취(*Solidago virga-aurea* var. asiatica)는 25℃, 참취(*Aster scaber*)와 곰취(*Ligularia fischeri*)는 15℃가 발아적온으로 보고 되었으며(Cho 등, 1997; Choi 등, 2003; Park 등, 1998), 원예종 *Aster* 종자는 18-21℃(Ball, 1998), 단풍취, 도라지, 비비추의 경우 20℃, 왕 고들빼기, 차풀, 꿩의 다리, 장구채, 마티리는 30℃에서 발아가 잘 이루어진다는 보고와는 발아적온에서 차이가 많이 나는 결과를 나타내었다. 그러나 산취, 곰취, 나비 나물, 멧미 나리, 구릿대의 경우 10℃ 이하의 온도에서 발아가 잘 이루어진다는 Park 등(1996)의 보고도 있어, 본 연구에서 사용된 바위솔들도 비교적 저온에서 발아가 잘 되는 것으로 판단된다.

저온 처리가 종자 발아에 미치는 영향

지리산 바위솔 종자를 4℃ 냉장고에 넣어놓고 10일 간격으로 꺼내서 petri-dish에 파종하여 10, 15, 20, 25℃ 발아상에서 발아율을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 저온처리를 하지 않았을 때는 발아율이 20% 미만이었으나, 10일간 저온처리했을 때 최종 발아율이 10℃에서 48%로 무처리에 비해 28% 향상되었다. 그러나 저온 처리 기간이 20일 이상이 되자 발아율이 오히려 감소하여 20일 처리에서 약 12%를 보였고 30일 이상이 되면 오히려 발아가 거의 이루어지지 않

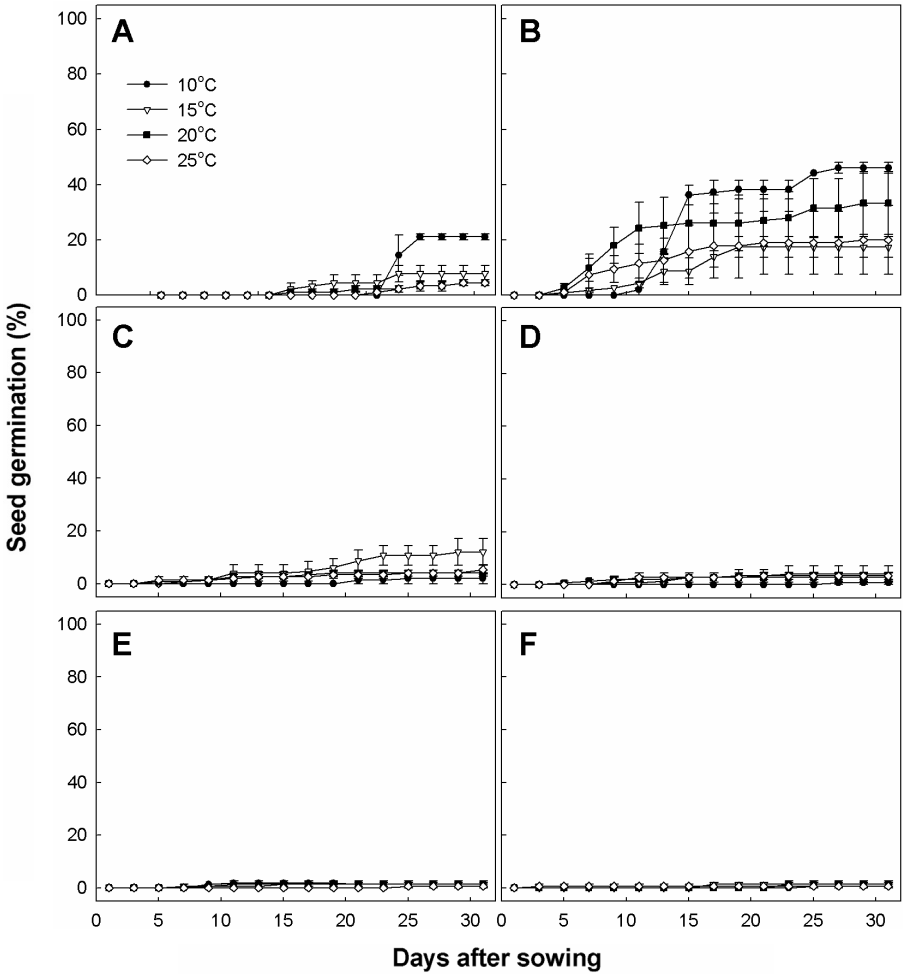

Fig. 3. Seed germination at various temperatures after low temperature treatment during different periods in *O. japonicus*. A) Without low temperature, B) 10, C) 20, D) 30, E) 40, and F) 50 days at 4℃. Vertical bars represent SE of the means (n = 3).

았다. 이는 대부분의 식물에서 저온 처리 기간이 길어질수록 발아율이 높아진 결과(Jeoung, 1991; Kwon 등 1993; Park 등, 1996; Yang과 Kim, 1993)와는 상반된 것으로, 그 원인에 대해서는 아직까지 정확하게 설명할 수는 없다. 그러나 Yoo 등(1999)도 금강 초롱꽃의 종자를 20일 이상 저온 처리할 경우 오히려 발아율이 떨어진다고 보고하였으며, Kang 등(2001)이 활나물 종자 발아를 0, 1, 2주간 저온 처리한 것 중 1주간 저온 처리한 것이 발아율 향상에 가장 효과적이었다는 보고가 있어, 식물의 종류에 따라서는 저온처리기간이 어느 이상이 되면 오히려 발아가 억제되는 경우도 있는 것으로 생각되었다. 특히 본 연구에서는 종자들을 건조한 상태로 저온저장을 한 경우로, 금후 습한 상태로 저온저장해서 실험을 할 필요가 있다고 사료되었다.

제주 연화 바위솔 종자를 4℃에 10, 20, 30, 40일간 저온저장한 후 10, 15, 20, 25℃발아상에서 발아율을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 저온처리 30일까지는 발아속도와 발아율이 높아졌으나 그 이상의 처리기간에서는 발아율이 오히려 낮아졌다. 10일간 저온처리에서는 최종 발아율에서는 대조구와 크게 차이가 없었지만, 발아일이 8일 정도 앞당기는 것으로 나타났다. 저온 20일간 처리시에는 최종 발아율이 10℃에서 100%에 이르렀고, 30일 처리시에는 10℃뿐 아니라 15℃에서도 80% 이상의 높은 발아율을 보였다. Lee와 Han(1994)은 제비꽃 속 식물이 저온 처리를 통해 발아율을 크게 향상시키지 못했지만, 발아기가 56일이던 종자를 4주 저온 처리할 경우 5.7일로 급격히 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하였는데, 제주연화바위솔 종자도 저온처리에 의해 발아속도가 현저하게 빨라지는 것으로 나타났다. 그러나 40일간의 저온처리에서는 발아율이 급격하게 떨어져 모든 온도에서 20% 이하로 낮아졌으며, 50일간의 저온처리에서는 모든 온도에서 10%이하의 낮은 발아율을 보여 상기 지리산 바위솔과 마찬가지로 장기간 저온처리는 종자발아를 오히려 억제시키는 것으로 판단되었다.

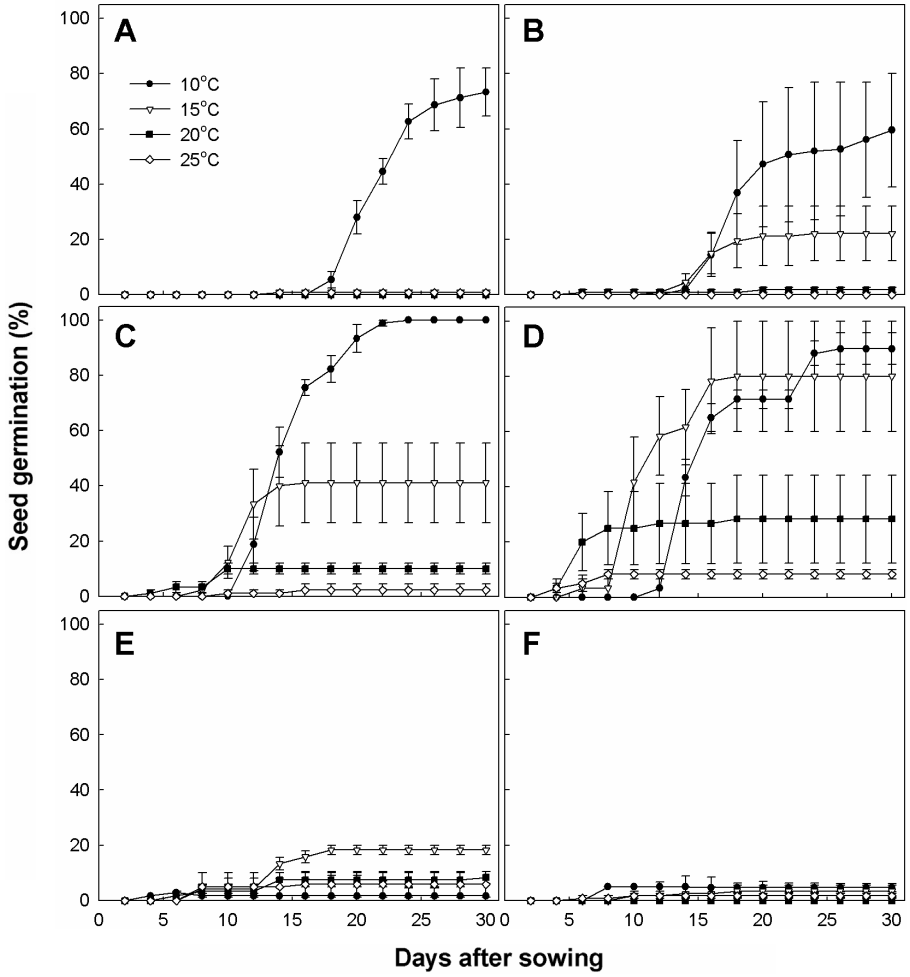

Fig. 4. Seed germination at various temperatures after low temperature treatment in *O. iwarenge*. A) Without low temperature, B) 10, C) 20, D) 30, E) 40, and F) 50 days at 4℃. Vertical bars represent SE of the means (n = 3).

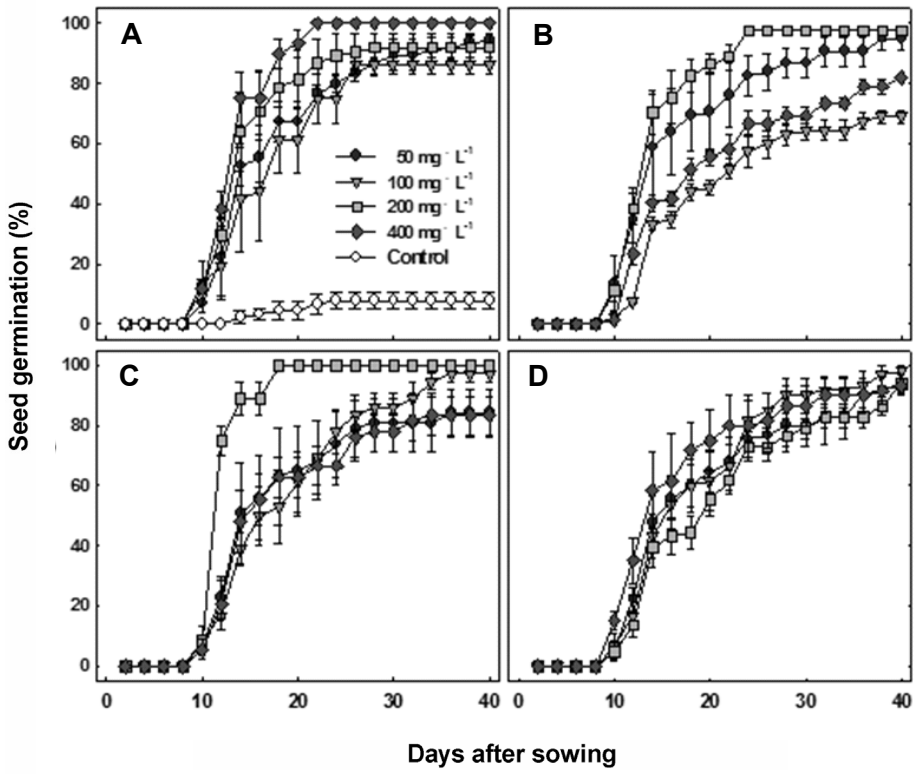

Fig. 5. Seed germination at 15℃ temperatures after soaking in various concentrations of GA_3 solution in *O. japonicus*. A) 3, B) 6, C) 12, and D) 24 hrs in various concentrations of GA_3. Vertical bars represent SE of the means (n = 3).

GA_3가 종자 발아에 미치는 영향

지리산 바위솔 종자를 GA_3 50, 100, 200, 400mg·L^{-1}에 3, 6, 12, 24시간 침지하여 15℃에서 40일간 발아 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 무처리구에서는 10% 이하의 낮은 발아율을 보였으나, 모든 농도의 GA 처리에 의해 발아율이 뚜렷하게 향상되어 80-100%의 발아율을 보였다. 처리시간에 따른 차이는 거의 보이지 않았으나 처리시간이 짧을수록 고농도에서, 반대로 처리시간이 길수록 저농도에서 발아율이 더 높아지는 경향이 보였다. GA_3 200ppm에서 6 또는 12시간 처리에서 발아속도와 발아율이 가장 높게 나타났다. 모든 처리에서 파종 8일째에 발아하기 시작하였으며 최대 발아율 시점은 처리에 따라 차이가 있었다.

제주연화바위솔 종자를 GA_3 50, 100, 200, 400mg·L^{-1}에 24시간 침지하여 15℃에서 40일간 발아 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 무처리구에서는 발아가 전혀 이루어지지 않았으나, GA를 처리한 경우 모든 농도에서 80% 이상의 높은 발아율을 얻을 수 있었다. 특히 200mg·L^{-1}와 400mg·L^{-1}의 높은 농도에서는 100%의 발아율을 얻을 수 있었다. 발아개시일도 파종 4일부터 시작되어 2일 만에 최대 발아율에 이를 정도로 빨리 발아되었다.

GA_3처리는 배의 휴면과 여타 원인에 의하여 유발되는 종

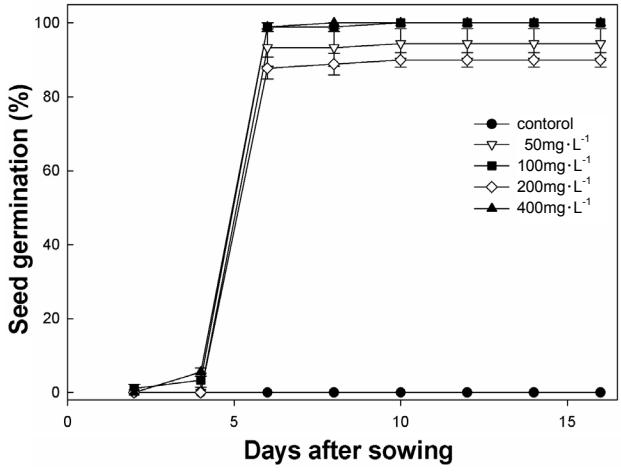

Fig. 6. Seed germination at 15℃ after soaking in various concentrations of GA_3 treatment for 24 h in *O. iwarenge*. Vertical bars represent SE of the means (n = 3).

자휴면을 타파하여 발아율을 증진시킬 뿐만 아니라, 층적 또는 저온, 심지어 priming처리를 대체하는 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Yoo 등, 1999). 발아율 향상을 위한 GA_3의 적정 처리 농도에 대해서는 참당귀, 갯방풍 및 시호 등 산형과에 속하는 종들에 있어서 1-500mg·L^{-1}까지 농도가 증가할수록 발아율이 높아졌다고 보고하였고(Yoon 등, 1997),

Kang 등(2001)은 종자의 내부 휴면에 의해 부진한 발아율을 보이는 활나물 종자를 0.1mM GA_3에 12시간 처리했을 때 높은 발아율을 나타내었다. 이처럼 적정농도는 종에 따라 다를 뿐만 아니라 처리기간과 상호 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Bewley와 Black, 1982).

이상의 결과를 종합하면, 지리산바위솔과 제주연화바위솔 종자는 쌀알모양이며 크기는 1mm 이하의 미세종자임을 알 수 있었고, 지리산바위솔 종자는 휴면을 하나 제주 연화 바위솔은 휴면을 하지 않거나 휴면을 하더라도 휴면이 매우 낮은 것으로 판단되었다. GA_3 침지처리에 의해 2종 모두 발아 속도와 발아율이 현저하게 향상된 결과를 얻어, 금후 자생 바위솔의 종자를 이용한 대량 증식을 하고자 할 때, 본 연구 결과는 매우 유용한 기초데이터가 될 것으로 판단되었다.

초 록

우리나라 자생식물의 하나인 지리산바위솔(*O. japonicus* A. Berger)과 제주연화바위솔[*O. iwarenge* (Mak.) Hara]의 종자 형태를 관찰하고 종자발아생리를 구명하기 위해 저온과 GA를 처리하였다. 종자의 형태를 실체현미경으로 관찰한 결과 2가지 바위솔 모두 세로로 주름진 쌀알 모양이었으며, 크기는 길이 0.77-1.00mm, 폭 0.25-0.37mm로 미세 종자임이 확인되었다. 휴면유무와 발아최적 온도를 구명하기 위해, Petri-dish에 파종후 온도가 다른 파종상에서 발아 시켰을 때, 지리산바위솔은 모든 온도에서 20% 이하의 발아율을 보였고, 제주연화바위솔은 10℃에서만 80% 정도의 발아율을 보였다. 4℃ 냉장고에 건식저장을 하면서 10일 간격으로 온도별로 파종한 결과, 지리산바위솔은 무처리에서는 발아가 전혀 보이지 않았다. 10일간 저온처리 후 10℃ 파종상에 두었을 때 발아율 44%로 많이 향상되었으나, 그 이상의 저온 처리에서는 발아율이 다시 감소하였다. 제주연화바위솔의 경우 저온 처리 30일까지는 발아율이 크게 향상되어 10℃에서 95% 발아율을 보였다. 그러나 그 이상의 저온처리(40일)에서는 발아율이 급격히 저하되었다. GA_3 농도를 50-400mg·L^{-1}으로 하고, 침지시간은 3-24시간 범위로 하였을 때, 두가지 바위솔 모두 발아 속도가 현저하게 빨라지고 발아율이 획기적으로 높아지는 결과를 얻었다. 지리산바위솔은 모든 침지 시간에서 80-100% 발아율을 보였다. 제주연화바위솔도 GA_3 농도와 시간에 상관 없이 파종 후 6일만에 90-100%의 발아율을 나타내었다.

추가 주요어 : *Orostachys iwarenge* (Mak.) Hara, *Orostachys japonicus* A. Berger, 종자 휴면, 종자 번식

인용문헌

Amen, R.D. 1967. The effect gibberellic acid and stratification on the seed dormancy and germination in *Luzula Spicata*. Physiol. Plant. 20:6-12.

Ball, V. 1998. Ball redbook (16th ed.), Ball publishing, Illinois, USA, p. 413-414.

Bewley, J.D. and M. Black. 1982. The release from dormancy. p.127-198. *In* J.D. Bewley and M. Black (eds.). Physiology and biochemistry of seeds. Springer-Verlag. Berlin, Heideberg, Germany.

Cho, D.H., C.H. Park, B.J. Park, S.E. Shin, K.C. Lee, C.Y. Yu, and S.D. Ahn. 1997. Effects of growth regulators, temperature, and light on the germination in wild vegetable (*Chwinamul*) seeds. Kor. J. Plant Res. 10:39-44.

Choi, G.S., K.W. Park, and H.M. Kang. 2003. Effect of temperature, light condition, and priming treatment on the germination of *Aster glehni* FR. seed. J. Bio-environ. Cont. 12:132-138.

Choi, S.O. and M.S. Yang. 1992. Some biochemical component changes during the culture of Orostachys japonicus A. Berger. Kor. J. Plant Tissue Culture 19:209-212.

Heyenga, A.G., J.A. Lucas, and P.M. Dewick. 1990. Production of tumor inhibitory lignins in callus cultures of *Podophyllum hexandrum*. Plant Cell Rep. 9:382-385.

Jeong, H.W. 1991. Studies on the propagation on Korea native Aralia (*Aralia elata* Seemann). MS thesis. Kon-Kuk Univ., Seoul. Korea

Kang, J.H., J.S. Park, and J.W. Kim. 1995. Effect of long-day and night-break treatment on growth and anthesis of *Orostachys japonicus* A. Berger. Kor. J. Medical Crop Sci. 40:600-607.

Kang, J.H., Y.S. Ryu, and B.G. Cho. 1996. Effect of night-break period on growth and anthesis of *Orostachys japonicus*. Kor. J. Medical Crop Sci. 41:236-242.

Kang, J.H., Y.J. Kim, and B.S. Jeon. 2001. Effects of presown cold stratification, KNO_3 and acetone treatment on germination of *Crotalaria sessiflora* L. Kor. J. Medical Crop Sci. 9: 124-129.

Kang, J.H., S.H. Jeon, S.Y. Yoon, D.O. Hong, and S.C. Shin. 2005. Effect of different temperatures on growing and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Kor. J. Medical Crop Sci. 13:186-189.

Kim, H.D. and K.R. Park. 2005. Genetic variation in five species of Korean *Orostachys* (*Crassulaceae*). Kor. J. Plant Taxonomy 35:295-311.

Kim, K.S. 1992. Dormancy and seed germination characteristics in *Aralia continentalis* Kitagawa. MS thesis. Seoul Nat. Univ., Seoul. Korea.

Kunjun, F. and H. Ohba. 2001. *Crassulaceae*. In Flora of china. Wu, Z. and P.H. Raven (eds.). Missouri botanical garden press, St. Louis. p. 202-268.

Kwon, T.R., J.H. Jo, Y.S. Kwon, S.P. Lee, and B.S. Choi. 1993. Study on seed treatments to facilitate germination of some wild edible greens. RDA. J. Agri. Sci. 35:416-421.

Lee, C.B. 1987. Plant taxonomy. Sin-Go Hyangmoonsa. Korea. p. 223-224.

Lee, C.H and N.Y. Han. 1994. Effect of cold treatment on seed germination in *Viola* species native to Korea. J. Kor. Soc.

Hort. Sci. 12:342-343.
Lee, K., H. Kim, and K. Park. 2003. Numerical taxonomy of Korean *Orostachys* (*Crassulaceae*). Kor. J. Taxon. 33:359-371.
Ohba, H. 1990. Notes towards a monograph of genus *Orostachys* (*Crassulaceae*). J. Jpn. Bot. 65:1-11.
Ohba, H. 2003. *Orostachys*. in illustrated handbook of succulent plants: *Crassulaceae*. Eggli, U. (ed.), Springer-Verlag, Heidelberg. p. 186-190.
Park, K.W., K.W. Park, Y.J. Lee, and H.S. Choi. 1996. Studies of seed germination of some wild greens and effect of chilling treatment on germination. J. Kor. Sci. Hort. 14 (Suppl. II): 148-149. (Abstr.)
Park, K.W., G.P. Lee, K.W. Park, and J.C. Jeong. 1998. Seed morphology of thirty Korean wild green species and effect of seed stratification on germination. Hort. Environ. Biotechnol. 39:129-134.
Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. Hormones and growth regulators: auxins and gibberellin. p. 485-503. In F.B. Salisbury and C.W. Ross (4th eds.). Wadsworth Publishing Co., Belmont, CA, USA.
Shin, D.Y., Y.M. Lee, and H.J. Kim. 1994. Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger, Kor. J. Crop Sci. 39:146-157.
Yang, Y.J. and Y.S. Kim. 1993. Seed germination of Korean wild medicinal plants: *Capsella bursapastoris*, *Persicaria perfoliata* and *Commelina communis*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:315-319.
Yoo, D.L., K.S. Cho, S.Y. Ryu, and I.C. Ryu. 1999. Effect of low temperature and gibberellin treatment for promoting seed germination on *Hanabusaya asiatica*. Kor. J. Soc. Hort. Sci. Tech. 17(Suppl. II):674. (Abstr.)
Yoon, S.T., D.J. Lee, and Y.H. Kim. 1997. The technology for increasing seed viability by priming treatment and plant growth regulators in medicinal plants. Kor. J. Int. Agri. 11:85-95.