

해당화의 종자 발아 연구

이지연¹ · 이자현^{2,3} · 기광연⁴ · 김성태⁵ · 한태호^{2,3*}

¹한국원자력연구원 방사선과학연구소, ²전남대학교 원예학과, ³전남대학교 농업과학기술연구소,
⁴전라남도 농업기술원, ⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원

Improvement of Seed Germination in *Rosa rugosa*

Ji-Yeon Lee¹, Ja-Hyun Lee^{2,3}, Gwang-Yeon Ki⁴, Seung-Tae Kim⁵, and Tae-Ho Han^{2,3*}

¹Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

²Department of Horticulture, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

³Institute of Agriculture Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

⁴Horticultural Research Division, Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 542-715, Korea

⁵National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

Abstract. Rose seed shows low germination percentages (about 20%) because it has a high amount of substances that inhibit germination in the pericarp. We investigated the effect of orientation of achene, the day after pollination (DAP), and cold storage with or without half-cut in achene for the germination percentage in *R. rugosa*. Germination percentages of intact or half-cut achenes were investigated in a 16-hour photoperiod at 25°C room on basal MS medium for two weeks. In germination percentage, maximum 100% was measured within one week when half-cut achenes were cultured on an orientation that the embryos facing to the light. Half-cut achenes at 90 DAP were germinated 100% regardless of cold storage. Various LED lights (red, blue, yellow, green, and white) were illuminated over the half-cut achenes to gain the effect of light color. Germination percentage of *R. rugosa* seeds under blue LED reached the greatest with 90% within one week of culture and these seedlings were the best with a steady growth rate. It is concluded that half-cut achenes would be an effective method to improve seed germination in *R. rugosa* without stratification or scarification. This system could be applied to breeding studies in rose cultivars.

Additional key words: achene, half-cut seed, in vitro culture, light-emitting diode (LED), orientation, rose

서 언

장미는 국내뿐 아니라 전 세계적으로 가장 중요한 화훼 절화작물이다. 2006년 재배면적이 863ha, 절화 판매액의 약 40%를 차지하는 등 재배 및 소비가 증가하는 추세이다 (MIFAFF, 2007). 그러나 대부분 외국품종의 수입에 의존하고 있으며, 2006년 로열티가 120억원으로 추정될 정도로 부담이 급증하고 있어 우수한 국산 장미 품종의 육성과 보급에 대한 요구가 어느 때보다 시급하다(Gi et al., 2006; Lee et al., 2006). 장미속은 *Hulthemis*, *Eurosa*(*Rosa*), *Platyrhodon*, 그리고 *Hesperhodon*의 4아속으로 구분되고, *Eurosa*아속은 다

시 10개의 section으로 나누어진다. 특히, 해당화(*R. rugosa*)는 section *Cinnamomeae*에 속하고, 특히 국내 자생종으로 중요한 유전자원이며, 향암 효과, 항산화 효과, 항당뇨 효과, 골형성 세포증진 효과 등이 있다(Choi et al., 1997; Kang et al., 2010; Park et al., 2005).

장미속 식물들은 장미 육종의 중요한 재료로 이용되고 있는데, 종자의 과피가 두껍고 단단하여 물투과성이 낮고 발아억제물질이 존재하기 때문에 육종하는데 어려움을 겪고 있다(Jackson and Blundell, 1963). 장미의 종자발아가 어려운 이유는 과피(pericarp)와 배(embryo)에 존재하는 ABA와 GA 또는 cytokinin의 농도와 상호작용에 따라 좌우되기 때

*Corresponding author: hanth@jnu.ac.kr

※ Received 29 September 2010; Accepted 11 May 2011. 본 연구는 농촌진흥청 차세대 바이오그린21 사업(과제번호: PJ008332032011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

문이다(Gudin et al., 1992; Jackson, 1968). Tillberg(1983)는 상온 및 저온저장된 해당화 종자에 IAA를 처리하여 저온저장된 종자에서 ABA의 함량이 급격히 떨어지고 발아가 진전된다는 것을 확인하였다. Zhou et al.(2009)은 *R. multibracteata*의 발아 연구에서 과피 또는 종피를 제거하여 24주 동안 저온 처리를 거쳤을 때 발아율을 높였으며, 종자 발아율을 높이기 위해서는 저온처리가 필수적이라고 하였다. 종자의 저온처리는 후면을 제거하기 위한 가장 중요한 방법이며, 대부분의 장미종은 저온처리를 오래할수록 발아가 잘 될 것이라는 보고도 있었다(Younis et al., 2007). 그러나 저온처리는 시간이 오래 걸리기 때문에 비효율적인 면이 있다(Arunachalam and Kaicker, 1994).

이러한 단점을 극복하기 위하여 장미 육종 연한을 단축시키는 방법으로 기내에서 배배양이 이용되었다. Jakobson et al.(2006)은 해당화 육종을 위하여 품종간 교배 후 미성숙 배를 배양하여 성공하였다. 그러나 배배양은 배적출의 기술이 필요하며, 성공률이 낮다는 단점이 있다(Lammerts, 1946). 또한 최근에는 종자 발아 및 생장 향상에 도움을 주는 발광다이오드(light-emitting diode, LED)가 적용되고 있다. 유체의 종자 발아증진에 영향을 미치는지 알기 위해 LED광을 조사한 결과 종자 파종 3일째는 모든 처리구에서 100% 발아율을 나타냈으며, 발아속도에 차이가 있었다(Cho et al., 2008).

따라서 본 연구는 수확한 종자를 어떠한 전처리를 거치지 않고 배배양을 응용한 종자절단을 통해 발아율을 향상시키는 방법을 구명하였다. 해당화 종자의 효율적인 발아율 증진을 위하여 종자를 절단하는 방법(half-cut)을 개발하였으며, 기내에서 half-cut 종자의 치상방법, 수분 후 경과일수 [days after pollination(DAP)] 및 저온처리 유무에 따라 발아율을 조사하였다. 또한 여러 가지 LED가 발아율에 미치는 영향을 연구하였다.

재료 및 방법

전남대학교 장미유전자원포장에서 2009년 8월부터 11월 동안 해당화 유전자원 계통들의 화분을 채취하여 종내 계통간 수분을 하였다. 수분 후 경과일수가 종자의 발아율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수분 후 경과 20, 40, 90일에 결실과를 수확하여 종자를 분리하였다. 분리된 종자는 무균 환경에서 70% EtOH 30초, 1% NaOCl 5분간 침지한 다음 멸균수로 3분씩 3회 수세하였다. 물리적 및 화학적 발아 저해 요인을 제거하기 위하여 종자 수세하였다. 절단 종자의 발아율의 효과를 확인하기 위하여 절단하는 그룹(half-cut)

과 절단하지 않는 그룹(intact)을 비교하였다. Half-cut 방법은 유아가 다치지 않도록 과피와 자엽의 절반을 절단하였다(Fig. 1). 모든 처리는 sucrose 30g·L⁻¹(w/v)와 gelrite 2.2g·L⁻¹(w/v)를 첨가한 MS(Murashige and Skoog, 1962) 배지에 치상하였다.

Half-cult한 해당화 종자의 기내 치상방향에 따른 발아율을 알아보기 위하여 종자의 절단면이 배지에 닿게 하는 방법과 절단면이 배지와 맞닿지 않도록 위로 향하게 하는 방법을 사용하였다. 종자 12립씩 3반복으로 치상하여 2주일 동안 발아율을 조사하였다.

저온요구도와 수분 후 경과일수가 발아율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 4°C 암상태와 25°C 16시간 광주기 상태에서 2주 동안 보관 후 25°C, 16시간 광주기 하에서 2주간 발아율을 조사하였으며, 종자 20립씩 3반복으로 수행하였다.

광파장대에 따른 해당화 종자의 발아 반응을 살펴보기 위하여 5가지의 LED광원(LED MR16 220v/w, 일광전기조명)을 사용하였으며, 각 광원의 파장은 2m 적분구(LMS-800IPT, (주)제이앤씨테크, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 광량은 light meter(LI-250A, Li-Cor, USA)로 측정하였다. LED (wavelength, $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)는 적색(639nm, $9.7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 황색(602nm, $5.6\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 녹색(538nm, $21.6\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 청색(466nm, $22.9\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 흰색(440-645nm, $1.8\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)이며 38cm(w) × 28cm(L) × 28cm(H)의 상자에 각각 6개씩 설치하였다. 25°C, 16시간 광주기로 LED를 조사하였으며 종자 20립씩 3반복으로 수행하였다. 발아율은 7일간 조사하였다.

모든 처리에서 발아율 조사시 자엽이 절단면위로 올라오면 발아한 것으로 간주하였다. 모든 통계처리는 SPSS 17.0 package(SPSS Inc., USA)를 이용하여 분산분석을 수행하고 LSD검정을 유의수준 5%로 수행하였다.

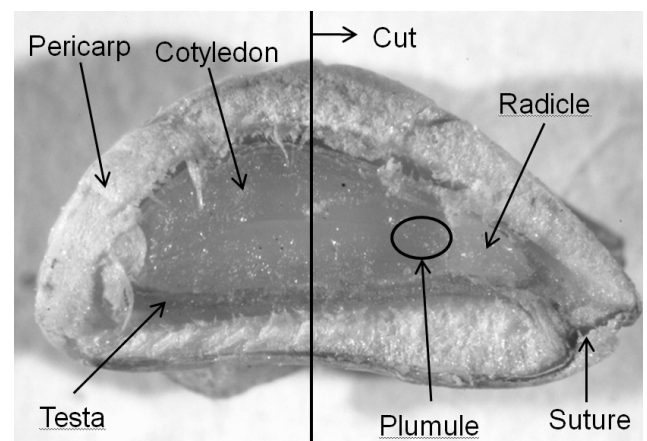


Fig. 1. Achene structure of *Rosa rugosa*.

결과 및 고찰

해당화 half-cut 종자 단면의 치상 방향에 따른 발아율

해당화 종자의 치상 방향에 따른 발아율을 알아보기 위하여 intact 종자의 절단면의 배지 접촉 여부에 따라 비교하였다. 그 결과 절단면이 배지에 닿지 않도록 위로 향하게 치상한 것은 2주안에 모두 발아된 것을 확인할 수 있었으나, 반대로 치상한 것은 전혀 발아되지 않았다(Fig. 2). Yambe and Takeno(1992)가 찔레 종자에 빛과 phytochrome이 관여한다고 보고하였다. 그러나 치상 방향에 따른 발아율의 차이에 대해서는 언급하지 않았다. 장미속 종자는 암발아성인데 half-cut 함으로써 배가 노출되어 감광성인 성향을 띠어서 발아된 것으로 생각된다. Half-cut 종자의 절단면이 배지에 닿지 않게 하는 방법이 자엽이 과피를 뚫고 나오는데 장애가 없어서 쉽게 발아된 것으로 생각된다. 정상적인 종자 발아는 휴면을 거친 후에 수분을 흡수하면서 유근이 먼저 출현하고 과피가 갈라지면서 자엽이 출현한다. 그러나 본 연구에서는 종자를 half-cut 함으로써 이와 반대로 자엽이 먼저 출현하고 그 후에 유근이 발달하였다.

Intact 및 half-cut 종자의 수분 후 경과일수(DAP)와 저온요구도에 따른 발아율

Intact 종자와 half-cut 종자의 수분 후 경과일수와 저온요구도를 비교하기 위하여 수분 후 경과 20, 40, 90일된 종자들을 4°C 저온처리(2주의 유무) 후 2주일 동안 16시간의 광주기 하에서 배양(MS배지)하였다. 특히 수분 후 경과 90일된 half-cut 종자의 경우 배양 후 2일부터 발아를 시작하였으며, 2주일 안에 100% 발아율을 보였다(Fig. 3). 또한 저온처리의 유무에 상관없이 수분 후 경과 90일된 half-cut 종자의

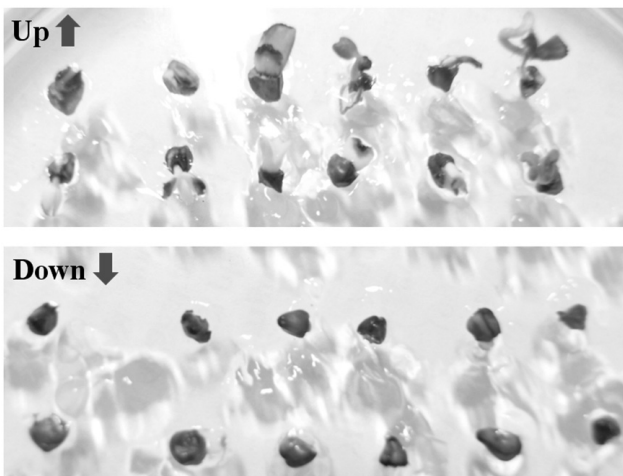


Fig. 2. Effect of the orientation of sowing half-cut *Rosa rugosa* achenes observed after one week of culture.

경우 2주 후에는 모두 발아하였으며, Intact 종자는 수분 후 경과일수와 저온처리 유무에 관계없이 전혀 발아하지 않았다. 수분 후 경과 40일된 half-cut 종자의 경우는 전처리로 저온처리를 하였을 때 오히려 발아율이 낮게 나타났으며, 수분 후 경과 40일된 half-cut 종자는 배양 2주 후에 40%의 발아율을 나타내었고, 수분 후 경과 90일된 half-cut 종자보다는 발아율이 낮았지만 intact 종자와 비교해 볼 때 더 높은 발아율을 나타내었다. 그러나 수분 후 경과 20일된 종자에서는 전혀 발아하지 않았다(자료 미제시). 이러한 결과는 수분 후 경과 40일된 종자는 배의 부분적인 미성숙으로 인해 수분 후 경과 90일된 종자보다 낮은 발아율을 보인 것으로 생각되고, 수분 후 경과 20일된 종자는 배의 형성이 미비하여 좀 더 성숙한 다음 half-cut을 수행해야 할 것으로 생각된다. 수분 후 경과 40일된 종자의 경우 중간 교배로 인해 종자가 성숙하지 않고 퇴화되는 경우에 적용이 가능한 것으로 생각된다.

Jin et al.(1995)은 장미 종자의 층적처리 수행후 종피를 벗기는 것이 중요하다고 보고하였다. Tillberg(1983)은 해당화의 과피 제거, 배 적출 및 층적처리법을 이용하여 종자를 발아시켰으며, 해당화 종자에 12주간 층적, 저온처리를 한 후, IAA를 처리하여 휴면기간을 단축시켰다고 보고하였다. Gudin et al.(1990)에 따르면 장미속 식물 종자의 과피와 배에 존재하는 ABA로 인한 휴면 및 과피에 의한 물리적인 휴면 때문에 발아를 위해서는 종피제거가 필수적이지만, 종자가 작고 단단해서 배의 손상없이 종피를 제거하는 것은 아주 어려운 일이라고 보고하였다. Zhou et al.(2009)은 해당화와 같은 section에 속하는 *R. multibracteata*의 휴면과 발아를 연구하였는데 과피를 제거했을 때 발아율은 5% 이하로 매

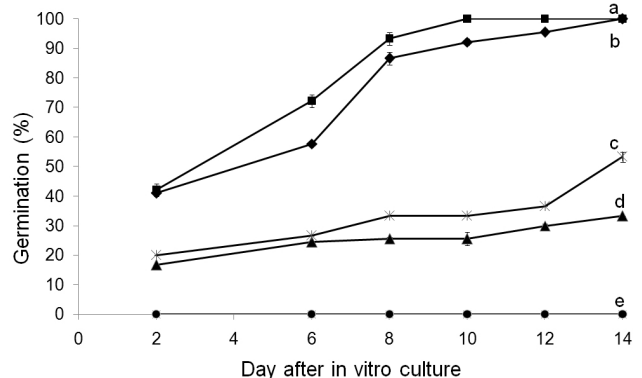


Fig. 3. Germination assessment of *Rosa rugosa* achenes obtained from two days after pollination (40 and 90 DAP) with or without 2 weeks stratification at 4°C under a 16h-photoperiod. Bars indicate \pm S.E. a: 25°C for 2 weeks (half-cut and 90 DAP), b: 4°C for 2 weeks + 25°C for 2 weeks (half-cut and 90 DAP), c: 25°C for 2 weeks (half-cut and 40 DAP), d: 4°C for 2 weeks + 25°C for 2 weeks (half-cut and 40 DAP), and e: 25°C for 2 weeks (intact and 90 DAP).

우 낮았고, 종피를 제거했을 경우의 발아율은 39%로 나타났다고 보고했으며, 이로서 종피에도 발아억제물질이 존재한다는 것을 밝혀냈다. 16주 또는 24주 동안의 저온처리를 거쳤을 때 발아율을 79%까지 높여 발아시 발아율을 높이기 위해서는 저온처리가 꼭 필요하다고 하였다. 또한 *R. damascena* 종자의 휴면을 타파하기 위하여 미생물을 이용하였으며, 69.3%의 발아율을 100%까지 높였는데 25°C에서 4주 증적처리 후 4°C에서 150일 동안 증적처리를 필요로 하였다(Kazaz et al., 2010). 그러나 본 연구에서는 선행 연구들과 다르게 오랜 기간의 증적-저온처리를 하지 않고 종자를 half-cut 하는 방법을 이용하여 2주 만에 100%의 발아율을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이와 같은 높은 발아율은 배의 부분 중에서 식물체로 성장할 중요한 부분인 유아를 손상되지 않도록 하는 것이 매우 중요하며, 종자를 half-cut함으로써 과피와 자엽의 절반을 잘라냄으로써 발아억제물질을 제거할 수 있었던 것으로 생각된다.

이러한 half-cut 방법은 기술 숙련도와 관계없이 누구든지 손쉽게 수행할 수 있으며, 기존 발아시스템에 소모되는 시간적 비용을 효과적으로 절감할 수 있을 것이다. 더 나아가 장미육종연합을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 다른 식물 종에서도 half-cut 방법이 적용될 수 있을 것이다. 장미 품종에 있어서도 수분 후 경과일수를 잘 선택하여 half-cut 방법을 적용한다면 발아율을 증진시킬 수 있는 충분한 가능성이 있을 것으로 생각된다.

LED광을 처리한 half-cut 종자 발아율

여러 가지 LED광 처리가 해당화 종자 발아증진에 영향을 미치는지 확인하기 위하여 수분 후 경과일수가 90일 된 half-cut 해당화종자를 적색, 청색, 흰색, 황색, 녹색광 조건

하에서 1주일 동안 조사한 결과 청색광은 90%, 흰색과 녹색광은 60%의 발아율을 보였으나 적색광과 황색광은 20% 미만으로 낮은 발아율을 보였다(Fig. 4). 반면 intact 종자의 경우 같은 조건에서 전혀 발아되지 않았다(Fig. 3). 황색과 적색광의 경우 광량이 상대적으로 낮아 발아율이 낮게 나타난 것으로 보인다. 특이하게도 흰색광은 광량이 낮음에도 불구하고 상대적으로 높은 발아율을 보여 파장의 중요성을 제시하였다. 청색광에서 half-cut 종자는 발아 후 3주가 경과된 유묘는 정상적으로 본엽이 8-10매가 나온 것을 확인할 수 있었다(Figs. 4 and 5C). 이 결과로 인해 종자를 half-cut하여 배지에 치상하여도 식물이 생육하는 데는 문제가 되지 않았고 뿌리가 잘 발달하여 순화시키는데 문제가 없었다(Fig. 5C). 이러한 결과를 바탕으로 기내가 아닌 온실에서 피트모스에 해당화 종자를 저온처리없이 수확하여 바로 half-cut하여 파종하

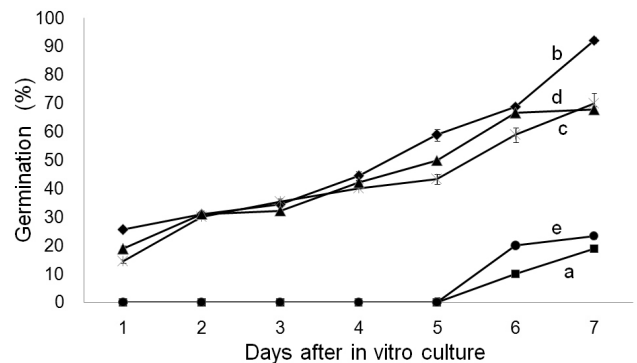


Fig. 4. Effect of five different LED colors (red, blue, white, yellow, and green) on the germination of half-cut achenes obtained at 90 days after pollination in *Rosa rugosa*. Bars indicate \pm S.E. a: LED red (639 nm, $9.7 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), b: LED Blue (466 nm, $22.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), c: LED green (538 nm, $21.6 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), d: LED white(440-645 nm, $1.8 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), and e: LED yellow (602 nm, $5.6 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).



Fig. 5. Effect of LED blue (466 nm, $22.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) on the germination of intact and half-cut achenes obtained 90 days after pollination in an in vitro culture in *Rosa rugosa*. A: No germination was shown with intact achenes after 7 days, B: Germination was shown with half-cut achenes after 7 days, and C: Undamaged growth was obtained from half-cut achenes and 8-10 leaves were appeared after 3 weeks of germination.

였을 경우에도 3일 후부터 발아를 시작하여 3주 후에 70%이상의 건전한 유효를 얻을 수 있었다(자료 미제시).

Okamoto et al.(1996)에 의하면 적색광이 식물의 광합성에 관여하고 청색광은 식물체의 건전한 생장에 필수적이라고 하였다. 유채의 종자 발아를 위하여 LED광을 이용하여 조사한 결과 발아속도에는 차이가 있었으나 적색광 처리구에서 92.0%로 가장 높았으며 청색광에서 74.0%로 가장 낮게 나타났다(Cho, 2008). Nhut et al.(2003)은 청색 LED 30% + 적색 LED 70%을 딸기의 생육에 사용하였는데, 그 결과 청색광은 발아율이 높았으나 적색광에서는 발아율이 저조하였다. 본 연구에서는 일반 형광등 처리보다 발아율이 높았으며, 특히 청색 LED에서 100%(2주후)를 보였고, 가장 건전한 유효를 얻을 수 있었다(Figs. 4 and 5C). LED는 형광등보다 소비 전력이 낮고 친환경적이므로 앞으로 장미 종자의 발아 촉진과 건전한 유효로 생산시키는데 매우 효율적인 방법으로 이용될 것이라 생각된다.

초 록

장미의 발아율은 약 20% 정도이고 과피 안에 발아억제물질이 존재하며 물 투과성이 어렵기 때문에 육종의 한계가 있다. 본 연구는 장미속 식물인 해당화의 종자를 이용하여 위하여 25℃ 배양실에 16시간 광주기 하에서 기내배양을 수행하였다. 해당화 종자를 half-cut하여 치상 방향에 따른 발아율을 확인하기 위하여 치상방향을 달리하여 2주간 배양하였다. 종자의 절단면이 배지에 닿지 않도록 치상하였을 경우 모두 발아가 되었으나, 반대로 치상한 경우에는 전혀 발아되지 않았다. Intact 종자와 half-cut된 종자의 수분 후 경과일수와 저온 요구도에 따른 발아율을 비교하기 위해 2주 동안 배양한 결과 intact 종자는 발아되지 않았으며 수분 후 경과 90일된 half-cut 종자에서는 저온처리의 유무에 관계없이 100% 발아하였으며, 수분 후 경과일수가 지날수록 발아율이 높았다. 또한 half-cut 종자를 적색, 청색, 흰색, 황색, 녹색 LED 하에서 배양한 결과 1주 후에 청색 LED에서 90%로 가장 높은 발아율을 보였다. 본 연구에서는 다양한 실험을 수행하여 층적·저온 처리 없이도 해당화의 발아기간을 성공적으로 단축시켰고, 종자의 half-cut 방법을 장미의 육종연구에 적용한다면 더 효율적인 발아연구 및 육종연구를 할 수 있을 것이라 생각된다.

추가 주요어 : 수과, half-cut 종자, 조직배양, 발광 다이오드(LED), 치상방향, 장미

Arunachalam, V. and U.S. Kaicker. 1994. In vitro germination a potential commercial method for roses. p. 410-412. In: J. Prakash and K.R. Bhandry (eds.). Floriculture, technology, trades and trends. Oxford and IBH press, New Delhi.

Cho, J.Y., D.M. Son, J.M Kim, B.S. Seo, and S.Y. Yang. 2008. Effects of various LEDs on the seed germination, growth and physiological activities of rape (*Brassica napus*) sprout vegetable. Kor. J. Plant. Res. 2:304-309.

Choi, Y.H., M.J. Kim, H.S. Lee, C. Hu, and S.S. Kwak. 1997. Antioxidants in leaves of *Rosa rugosa*. Kor. J. Pharmacogn. 26:179-184.

Gi, G.Y., K.J. Choi, T.S. Na, M.S. Cho, Y.S. Lee, J.K. Kim, J.S. Lee, and T.H. Han. 2006. Breeding of a new rose cultivar 'Hanmaeum' with red-white color flower and resistance to the powdery mildew. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:388-391.

Gudin, S., L. Arene, A. Chavagnant, and C. Bulard. 1990. Influence of endocarp thickness on rose achene germination: Genetic and environmental factors. HortScience 25:786-788.

Jackson, G.A.D and J.B. Blundell. 1963. Germination in *Rosa*. J. Hort. Sci. 38:310-320.

Jackson, G.A.D. 1968. Hormonal control of fruit development, seed dormancy and germination with particular reference to *Rosa*. Soc. Chem. Ind. Mongr. 31:127-156.

Jakobsone, G., D. Rieksta, and A. Rihtere. 2006. Breeding of *Rosa rugosa* Thunb. using different tissue culture methods. Acta Hort. 725:211-216.

Jin, B., H.R. Dong, X.H. Yang, and D.W. Zhu. 1995. Shortening hybridization breeding cycle of rose - A study on mechanism controlling achene dormancy. Acta Hort. 404:40-47.

Kang, S.C., J.D. Lim, J.C. Lee, H.J. Park, N.S. Kang, and E.H. Sohn. 2010. Effects of fructus and semen from *Rosa rugosa* on osteoimmune cells. Kor. J. Plant Res. 23:157-164.

Kazaz, S., S. Erbas, and H. Baydar. 2010. Breaking seed dormancy in oil rose (*Rosa damascene* Mill.) by microbial inoculation. Afr. J. Biotech. 39:6503-6508.

Lammerts, W.E. 1946. Use of embryo culture in rose breeding. Plants Gardens 2:111.

Lee, Y.S., J.W. Chung, K.B. An, and J.W. Lim. 2006. A new rose (*Rosa hybrida*) cultivar 'Party Queen' with bright pink color. Kor. J. Breed. 38:271-272.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2007. Annual report of floriculture. MFAFF, Gwachen, Korea p. 15-21.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant 15:473-497.

Nhut, D.T., T. Takamura, H. Watanabe, K. Okamoto, and M. Tanaka. 2003. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs). Plant Cell Tiss. Organ Cult. 73:43-52.

Okamoto, K., T. Yanagi, S. Takita, M. Tanaka, T. Higuchi, Y.Ushida, and H. Watanebe. 1996. Development of plant growth apparatus using blue and red LED as artificial light source. Acta Hort. 440:111-116.

Park, J.C., S.C. Kim, M.R. Choi, S.H. Song, E.J. Yoo, S.H. Kim,

- H. Miyashiro, and M. Hattori. 2005. Anti-HIV protease activity from *Rosa* family plant extracts and rosmultin from *Rosa rugosa*. *J. Med. Food* 8:107-109.
- Tillberg, E. 1983. Levels of endogenous abscisic acid in achenes of *Rosa rugosa* during dormancy release and germination. *Physiol. Planta* 58:243-248.
- Yambe, Y. and K. Takeno. 1992. Improvement of rose achene germination by treatment with macerating enzymes. *HortScience* 27:1018-1020.
- Younis, A., A. Riaz, R. Ahmed, and A. Raza. 2007. Effect of hot water, sulphuric acid and nitric acid on the germination of rose seeds. *Acta Hort.* 755:104-108.
- Zhou, Z.Q., W.K. Bao, and N. Wu. 2009. Dormancy and germination in *Rosa multibracteata* Hemsl. & E. H. Wilson. *Sci. Hort.* 19:434-441.