

6-benzylaminopurine의 엽면살포가 나도풍란 유묘의 생장 및 개화에 미치는 영향 분석

안지애¹⁾ · 박형빈¹⁾ · 김평범²⁾ · 박환준¹⁾ · 김성준¹⁾ · 이창우³⁾ · 이병두⁴⁾ · 백주형⁵⁾ · 김남영⁶⁾ · 황정은⁴⁾

¹⁾국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실 전임연구원 · ²⁾국립생태원 습지센터 연구원 ·

³⁾국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실 차장 · ⁴⁾국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실 선임연구원 ·

⁵⁾국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실 계장 · ⁶⁾국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실 팀장

Effect of foliar spraying 6-benzylaminopurine on the growth and flowering of *Sedirea japonica* seedling

Jiae An¹⁾ · Hyeong-Bin Park¹⁾ · Pyoung-Beom Kim²⁾ · Hwan-Joon Park¹⁾ · Seongjun Kim¹⁾ ·
Chang-Woo Lee³⁾ · Byoung-Doo Lee⁴⁾ · Ju-Hyoung Baek⁵⁾ ·
Nam-Young Kim⁶⁾ and Jung-Eun Hwang⁴⁾

¹⁾Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species,
National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Associate researcher,

²⁾Wetland Center, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Researcher,

³⁾Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species,
National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Deputy general manager,

⁴⁾Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species,
National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Senior researcher,

⁵⁾Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species,
National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Deputy manager,

⁶⁾Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species,
National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Team manager.

ABSTRACT

Sedirea japonica is one of the critically endangered species in South Korea mostly due to artificial harms such as illegal collection and habitat destruction. Therefore, artificial propagation through

First author : Jiae An, Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Associate researcher,

Tel : 054-680-7289, **E-mail** : jiae_an@nie.re.kr

Corresponding author : Jung-Eun Hwang, Division of Restoration Research, Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Senior researcher,

Tel : 054-680-7283, **E-mail** : hwangje@nie.re.kr

Received : 1 September, 2023. **Revised** : 21 November, 2023. **Accepted** : 20 November, 2023

improving germination rate, increasing growth, and controlling flowering is meaningful for the conservation and reintroduction of *S. japonica*. It is suggested that cytokinins are one of the multi-factors that contribute to plant growth and floral responses. Especially, exogenous cytokinins have been known to induce or promote shoot growth or earlier flowering in orchids. Therefore, it was investigated how the application of 6-benzylaminopurine (BA) influenced the growth and inflorescence of *S. japonica*. A foliar spray containing BA at 100, 200, 300, and 400 ppm was applied from 1st July to 30th December 2021. Leaf length, leaf length growth rate, leaf width, and width and length ratio were measured as growth-related factors. Visible inflorescence rate, inflorescence length, the number of flowers per inflorescence, and the distance between the stalks were measured as flowering-related factors. Growth-related factors except for leaf growth rate were not affected by BA treatments, while leaf growth rate was significantly increased by 200 ppm of BA treatment. The visible inflorescence rate increased by 200 ppm of BA treatment, and there seems an optimal concentration and threshold of BA treatment. An iterative experiment with more seedlings and measurement factors would be helpful to figure out the effects of exogenous BA treatment on *S. japonica*, and it can be applied for mass propagation.

Key Words: *artificial propagation, growth, hormone, inflorescence, Sedirea japonica*

I. 서론

나도풍란(*Sedirea japonica*)은 난초과 나도풍란속에 속하며 나무줄기나 바위에 붙어서 자라는 착생란이다. 연한 녹색의 꽃이 6~8월에 피며 4~10개의 꽃이 총상으로 달린다. 나도풍란은 중국, 일본, 대만에 분포하는 것으로 알려져 있고, 관상식물로서의 가치가 높지만, 국내에서는 불법적인 채취로 인해 멸종위기에 처해있다(National Institute of Biological Resources, 2018). 특히 멸종위기 야생생물 전국 분포조사 결과 2001년 5개체군 47개체에서 2014년에 3개체군 18개체로 자연에서의 개체수가 급격히 감소하는 추세이다(Oh, 2015). 이에 환경부에서는 나도풍란을 멸종위기 야생생물 I 급으로 지정하여 신규 개체 발굴, 대량증식 및 최적 재배법 개발 연구 등 보전 활동을 계속해오고 있다(Ministry of Environment, 2022).

국내 멸종위기 난과식물의 증식·복원에 관한 연구로는 배지 종류에 따른 풍란의 생육 변화 및

이식 방법에 따른 복원 후 풍란의 성장과 생존율 변화 연구(Nam et al., 2016), 석곡의 protocorm-like body 형성 및 기내증식 연구(Bae et al., 2014), 석곡의 대량증식 및 복원 후 성장과 생존율 변화 연구(Kim et al., 2016), 털복주머니란 서식지 적합성 지수 개발 연구(Yoon et al., 2020), 솔잎난 서식지 특성 연구(Choi and Kim, 2013), 한란 서식지 특성 및 분포 연구(Lee, 2004) 등이 있다. 특히 나도풍란의 경우 성장억제제 처리가 대사물질 함량 및 활성, 성장 등에 미치는 영향 연구(Cho et al., 2004; Cho and Jee, 2005a; Cho and Jee, 2005b), 배지 종류가 유묘 발달에 미치는 영향 연구(An et al., 2021), 기후변화 시나리오에 따른 성장 및 생리적 활성 변화 연구(Lee et al., 2021; Song et al., 2022) 등이 수행된 바 있으나 호르몬 처리를 통한 성장과 개화 촉진 연구는 미비한 실정이다.

자연 발아와 번식이 어려운 나도풍란의 복원을 위해서는 조직배양을 활용한 대량증식이 필요하며 실험을 통한 최적 발아 및 생육 조건 구

명이 필수적이다. 일반적인 조건에서 난과 식물이 성숙하여 개화 단계에 이르기까지는 긴 시간이 필요하다(Nambiar et al., 2012). 따라서 생육 과정 중 개화 단계를 촉진함으로써 종자 결실을 앞당기는 것은 식물체의 증식 속도를 증가시킬 수 있어 대량증식을 통한 복원에 매우 중요하다(Kim et al., 2007).

난과 식물의 개화는 일반적으로 온도, 광주기, 수분 및 호르몬 변화에 의해 시작되는 것으로 알려져 있다(Bernier and Périlleux, 2005; Nambiar et al., 2012). 식물생장조절 인자인 gibberellin, auxin, cytokinin, abscisic acid 등은 개화 유도 및 발달에 널리 쓰여왔으며, 특히 cytokinin은 식물 조직의 분화를 조절하여 개화 과정에서 매우 중요한 생리적 역할을 하는 것으로 보고되었다(Bonhomme et al., 2000). Cytokinin의 일종인 6-Benzylaminopurine (BA)은 식물의 눈, 뿌리, 꽃 등의 생성을 촉진하는 데 이용된다(Pérez-León et al., 2023).

식물생장조절 인자를 처리하는 방법에는 침지, 판주처리, 엽면살포, 도포, 직접 주입, 종자 priming, capillary string 등 여러 가지가 있으며 적정 단계에서 처리할 경우 엽면살포가 더욱 효과적인 것으로 알려져 있다(Kumar et al., 2021). Nambiar et al. (2012)은 BA의 엽면살포에 의한 *Dendrobium* Angel Whilte의 꽃대 발생률 증가, 조기 개화, 꽃대 길이 및 엽수의 변화를 확인하였다. *Phalaenopsis*속에서는 BA의 엽면살포에 의해 측지 발달 및 꽃대 발생이 촉진되고 꽃대 개수가 증가하는 것으로 보고되기도 하였다(Lee et al., 2021). 이 외에도 BA는 *Doritaenopsis*속, *Phalaenopsis*속과 *Doritis*속의 교잡종, *Cymbidium*속, *Dendrobium*속, *Aranda*, *Holtumara*, *Aranthera*, *Mokara* 등 다양한 난과 식물에서 꽃대 발생, 꽃대 당 꽃 개수 등을 증가시키는 것으로 보고되었다(Goh, 1977; Higuchi and Sakai, 1977; Kim et al., 2000; Lee et al., 1998; Sakai et al., 2000; Zaharah et al., 1986). 그러나 *S. japonica*에 대한 BA의 영향

을 분석한 연구는 확인되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 나도풍란 유묘에 BA를 엽면살포하여 성장 및 개화 관련 인자의 변화를 측정하고 BA의 영향을 분석하여 나도풍란 복원을 위한 대량증식 과정의 효율성을 높이하고자 한다.

II. 연구방법

1. 나도풍란 개체 순화 및 호르몬 처리

실험에는 2020년 무균 기내 파종하여 증식한 나도풍란 클론묘를 이용하였다. 호르몬 처리에 앞서 2021년 4월 14일부터 6월 30일까지 50개체의 나도풍란 유묘를 성장상에서 순화하였다. 이후 2021년 7월 1일부터 12월 30일까지 처리당 10개체의 나도풍란에 10 ml의 BA 100, 200, 300, 400 ppm 희석액을 각각 엽면살포하였으며(각각의 처리구: BA100, BA200, BA300, BA400) 대조구 내 개체에는 증류수를 살포하였다. 첫 5주간은 매주 호르몬 및 증류수를 처리하였으며 그 후 12주간은 격주로 처리하였다. 호르몬 처리 이후 2022년 1월 6일부터 3월 31일까지 성장상 내에서 저온처리(15 °C)하였으며 이후 온실에서 성장 및 개화를 조사하였다(Figure 1).

2. 성장 및 개화 조사

호르몬 처리에 따른 성장 변화 분석을 위해 전체 실험 개체에 대하여 엽장, 엽장 성장률, 엽폭, 엽폭/엽장 비율(W:L ratio) 등을 측정하였다. 멸종위기식물을 손상하지 않고 광합성량 및 성장에 영향을 미치는 주요 인자인 잎의 형태를 파악할 수 있도록 성장 관련 인자를 선정하였다(Zhang et al., 2021). 엽장은 가장 긴 잎에 대해 순화 전, 호르몬 및 저온처리 이후, 개화 후 3회 측정하였고 엽폭은 개화 후 1회 측정하였다(Figure 1). 엽장 성장률은 호르몬 및 저온처리 이후와 순화 전 엽장의 차이를 이용하여 계산하였으며 개화 후 측정된 엽폭과 엽장을 이용하여 W:L ratio를 산출하였다.

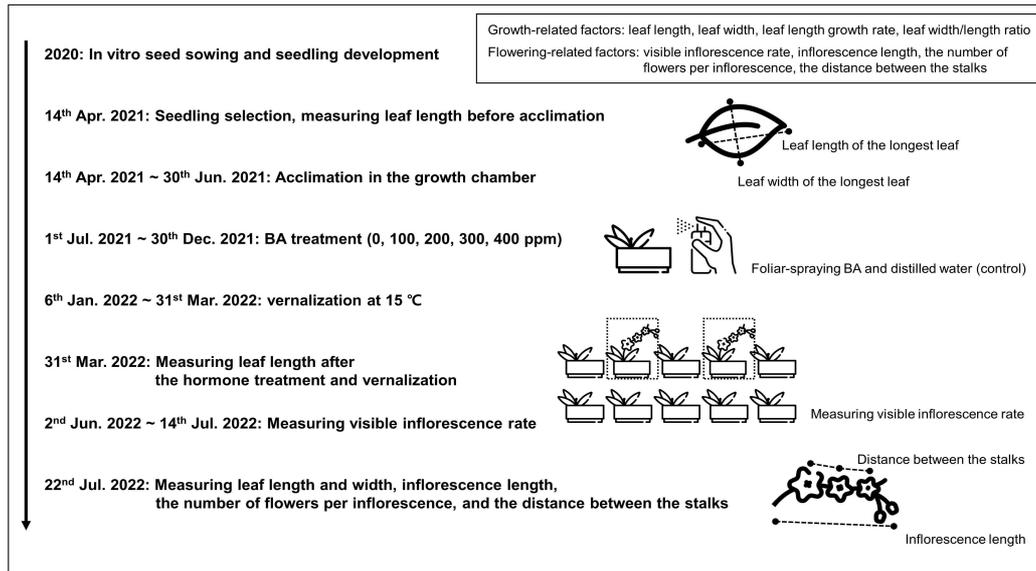


Figure 1. Research flow chart and schematic diagram of measuring methods

호르몬 처리에 따른 개화 관련 인자 분석을 위해 꽃대 발생률, 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격을 측정하였다. 성장 관련 인자와 마찬가지로 멸종위기식물을 손상하지 않고 종자 생산에 미치는 영향을 일차적으로 추정할 수 있도록 측정항목을 선정하였다(Lopez et al., 2003). 꽃대 발생률은 전체 실험 개체 중 꽃대가 발생한 개체의 비율로 산정하였으며 꽃대가 발생한 개체에 대하여 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격 등을 측정하였다. 2022년 6월 2일부터 7월 14일까지(155~197 days after treatment (DAT)) 1주일 간격으로 꽃대 발생을 조사하였으며 7월 22일에(205 DAT) 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격을 측정하였다(Figure 1).

3. 통계분석

대조구와 호르몬 처리구 간 엽장, 엽장 성장률, 엽폭, W:L ratio 등의 성장 특성과 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수 등의 개화 특성 차이는 처리별로 전체 실험 개체에 대하여 일원분산분석(One-way ANOVA)을 이용하여 검정하였다. 모든 변수에 대해 Inter-Quartile Range 내에서 분석하였

으며 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격은 대조구, BA 100 및 200 ppm 처리에 대해서 비교하였다. 사후검정에는 Scheffe 검정을 이용하였다. 모든 통계분석에는 R 4.3.0 software (R Core Team, 2023)를 사용하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

1. 성장 관련 인자 변화

순화 전(LL1) 엽장은 처리에 의한 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 1). 호르몬 및 저온 처리 이후(LL2)와 개화 후(LL3)에는 BA 200 ppm 처리 시 대조구 및 다른 처리구에 비해 10.2-22.0%(LL2), 7.1-24.1%(LL3) 엽장이 증가하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 엽장 성장률은 BA200에서 대조구 및 다른 처리구에 비해 21.3-88.6% 큰 것으로 나타났다. 엽폭 역시 BA200에서 대조구 및 다른 처리구에 비해 6.7-12.9% 증가하는 경향을 보였으나 유의성은 나타나지 않았다. W:L ratio는 0.44-0.54의 값을 보였으나 처리구별로 유의한 차이가 나타

Table 1. Growth of *Sedirea japonica* seedling by concentration of foliar-sprayed 6-benzylaminopurine. Asterisk indicates statistical significance of the difference among the treatments.

	Control	BA100	BA200	BA300	BA400
LL1 ($p = 0.8344$)	3.21(0.43)a	3.01(0.38)a	3.13(0.62)a	3.04(0.34)a	3.18(0.39)a
LL2 ($p = 0.2038$)	4.68(0.71)a	4.84(0.94)a	5.34(0.71)a	4.49(1.04)a	4.38(1.13)a
LL3 ($p = 0.3860$)	5.84(1.58)a	5.50(1.25)a	6.26(1.00)a	5.36(1.18)a	5.04(1.74)a
LGR* ($p = 0.0245$)	46.40(16.25)a	64.46(27.49)a	78.15(5.21)a	47.44(30.05)a	41.43(23.65)a
LW ($p = 0.4674$)	2.51(0.40)a	2.56(0.35)a	2.73(0.50)a	2.42(0.23)a	2.47(0.40)a
W:L ratio ($p = 0.4267$)	0.45(0.13)a	0.48(0.11)a	0.44(0.05)a	0.47(0.09)a	0.54(0.18)a

LL1: leaf length measured before adaptation; LL2: leaf length measured after hormone treatment and vernalization; LL3: leaf length measured after flowering; LGR: leaf length growth rate; LW: leaf width; W:L ratio: leaf width/leaf length ratio

나지 않았다(Table 1). 일반적으로 BA는 잎 생장을 비롯해 난과 식물의 생장을 촉진하는 것으로 알려져 있으나 잎 생장에 영향을 주지 않거나 일정 농도 이상에서 생장을 저해하는 결과도 보고되었다(Castillo-Pérez et al., 2021; Lee et al., 2021).

2. 개화 관련 인자 변화

꽃대 발생 시기, 개화기, 꽃이 지는 시기 등의 각 생육 단계에 따른 처리별 대표 개체의 상태는 Figure 2와 같다. BA400의 경우 한 개체에서 꽃대가 발생하였으나 꽃이 피지 않고 그대로 꽃대가 사그라드는 결과를 보였다(Figure 2). 저온처리 60일 후부터 일주일 간격으로 꽃대 발생률을 측정하였을 때 측정 1주 차에는(155 DAT) BA200에서 70%, BA100에서 50%, 대조구에서 40%의 발생률을 나타냈다(Figure 3a). BA300과 BA400에서는 꽃대 발생이 관찰되지 않았다. 측정 2주 차에는(162 DAT) BA200에서 꽃대 발생률이 80%로 증가하였으며 이후 추가적인 증가는 관찰되지 않았다. BA300과 BA400에서는 각각 2주차와(162 DAT) 3주차에(169 DAT) 꽃대 발생률이 10%로 증가하였으며 이후 추가적인

발생은 관찰되지 않았다. 한편 BA 살포 농도가 0 ppm에서 200 ppm까지 증가할수록 꽃대 발생률이 증가하는 경향을 보였으며 300 ppm 이상에서는 다시 감소하였다(Figure 3b).

선행연구에 따르면 *Doritaenopsis*속과 *Phalaenopsis*속에서 BA 200 ppm과 400 ppm을 엽면살포 하였을 때 대조구와 비교하여 꽃대 발생이 3~9일 앞당겨졌으며 평균적으로 꽃대가 0.7~3.5개 증가하였다(Blanchard and Runkle, 2008). *Dendrobium*속을 대상으로 한 선행연구에서는 BA 100 ppm과 200 ppm을 엽면살포함에 따라 대조구에 비해 꽃대 발생률이 증가하였으며 특히 200 ppm 처리 시에 꽃대 발생률이 85%로 최대로 나타났다. 그러나 250 ppm과 300 ppm을 처리하였을 때 꽃대 발생률은 각각 75% 및 45%로 점차 감소하였다(Nambiar et al., 2012). Blanchard and Runkle (2008)은 식물체에 cytokinin을 외부에서 처리하였을 때 일반적으로 개화 과정이 앞당겨지는 것으로 관찰되나, cytokinin 처리에 의한 개화 촉진 작용은 임계점을 가지고 있으며 종에 따라 다르게 나타나는 것으로 보고하였다. 또한 Ranwala et al. (2002)은 식물생장조절 호르몬 처리에는 최적 농도가 있



Figure 2. Growth and inflorescence emergence of *Sedirea japonica* treated with foliar-sprayed 6-benzylaminopurine (BA) after forcing at 15 °C. The pictures are of representative seedlings and states according to the growth stage for each treatment. Early stage: emergence of inflorescence; Flowering: flowering stage; Late stage: fading of flowers. Control: no hormones; BA100: BA 100 ppm; BA200: BA 200 ppm; BA300: BA 300 ppm; BA400: BA 400 ppm.

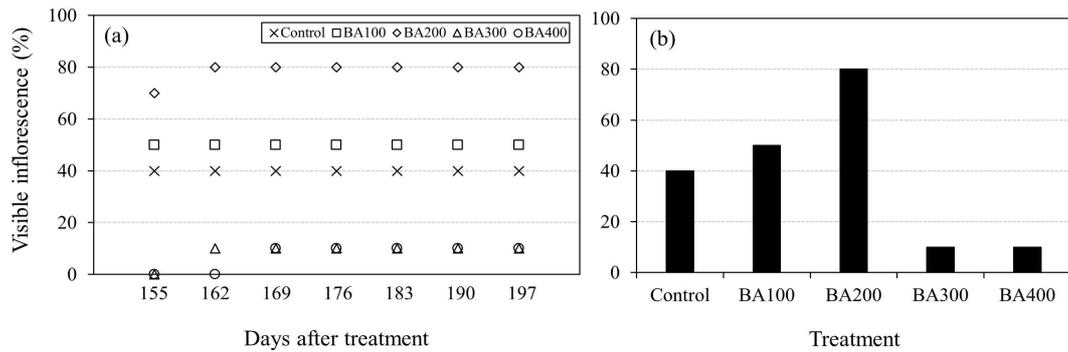


Figure 3. Percentage of *Sedirea japonica* with visible inflorescence treated with foliar-sprayed 6-benzylaminopurine (BA) after forcing at 15 °C. The percentage according to the days after treatment (a) and the final percentage (b). Control: no hormones; BA100: BA 100 ppm; BA200: BA 200 ppm; BA300: BA 300 ppm; BA400: BA 400 ppm.

으며 고농도로 처리할 경우 저해 효과가 나타날 수 있다고 보고하였다.

처리구 내에서 꽃대가 발생한 개체가 두 개체 이상인 경우에 대해 분석한 결과 꽃대 길이와 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격에는 처리 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 일반적으로 BA 처리는 난과 식물의 꽃대 길이를 증가시키고 꽃 개수를 증가시키는 것으로 알려져 있

다(Blanchard and Rundkle, 2008; Nambiar et al., 2012). 그러나 종, 온도, 처리농도 등에 따라 그 효과는 다르게 나타날 수 있으며(Asil et al., 2011; Lee et al., 2021; Nambiar et al., 2012) 특히 본 연구에서는 멸종위기종이라는 특성상 처리당 개체수나 반복수가 충분하지 않아 처리농도별 차이를 확인하기 어려운 것으로 판단된다.

본 연구에서는 BA200에서 일시적으로 엽장

Table 2. Inflorescence of *Sedirea japonica* seedling by concentration of foliar-sprayed 6-benzylaminopurine.

	Control	BA100	BA200
IL ($p = 0.6976$)	7.28(2.79)a	5.95(0.86)a	6.75(2.32)a
FN ($p = 0.6416$)	7.50(2.12)a	8.00(1.22)a	9.00(3.28)a
SD ($p = 0.1214$)	0.95(0.11)a	0.83(0.22)a	0.72(0.11)a

IL: inflorescence length; FN: the number of flowers per inflorescence; SD: the distance between the stalks

생장률의 증가가 관찰되었으나 최종적으로 BA 처리농도에 따른 잎 생장의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그러나 꽃대 발생 속도 및 최종 꽃대 발생률은 200 ppm까지는 BA 처리농도에 따라 증가하고 이후 감소하는 경향을 보였다. 즉 BA의 처리 효과가 잎 성장보다는 꽃대 발생에 집중된 것으로 판단된다. Hameed et al. (2006)은 BA가 지상부의 길이 성장을 억제하는 대신 액아의 발생을 증가시키는 것으로 보고하였다. BA가 지상부에 미치는 영향은 한정된 양분의 분배에 따라 잎, 줄기 성장 등으로 분산될 수 있으며 양분의 쓰임 역시 길이 성장, 개수의 증가, 식물체 절의 변화 등 다양하게 나타날 수 있다(Asgar et al., 2011; Asil et al., 2011). 따라서 향후 연구 시 실험 개체수를 늘리고 측정항목을 다양화하여 식물생장조절 호르몬 처리가 유묘의 성장 및 개화에 미치는 영향을 심도있게 분석할 필요가 있다.

IV. 결론

본 연구는 6-benzylaminopurine (BA)의 엽면살포가 멸종위기 I 급 식물인 나도풍란 유묘의 성장 및 개화에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다. 농도별 호르몬 희석액을 6개월간 처리한 결과 엽장, 엽폭 및 엽장과 엽폭의 비율은 호르몬 처리에 의한 유의한 영향을 받지 않았으나 엽장 생장률은 BA 200 ppm 처리에 의해 유의하게 증가하였다. 꽃대 발생은 BA 200 ppm 처리에 의해 가장 빠르게 진행되었으며 발생률 역시

가장 높았다. 꽃대 길이, 꽃대당 꽃 개수, 꽃자루 간 간격 등은 BA 처리의 영향을 받지 않았다. BA 처리 효과는 최적 농도 및 임계점을 가지고 있는 것으로 판단되며 본 연구에서는 처리 효과가 잎 성장보다는 꽃대 발생에 집중된 것으로 보인다. 본 연구에서는 멸종위기종의 특성상 실험 개체수가 많지 않고 측정항목이 제한되었으며 이는 BA 처리의 영향을 확인하고 통계적으로 분석하는 데에 한계로 작용하였다. 따라서 BA 처리 효과를 명확히 밝히기 위해서는 계속적인 증식을 통해 실험 개체수를 충분히 확보하고 본 연구 결과에 기반하여 측정 기간 및 항목을 계획 및 보완해야 할 것으로 판단된다. 본 연구 및 향후 연구 결과를 종합하여 호르몬 처리를 통해 식물체의 생육을 촉진하고 생육 속도를 증가시킴으로써 멸종위기 식물 복원의 효과성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- An J, Kim PB, Park HB, Kim S, Park HJ, Lee CW, Lee B-D, Kim NY and Hwang JE. 2021. Effects of different growth media on in vitro seedling development of an endangered orchid species *Sedirea japonica*. *Plants* 10(6) : 1193.
- Asgar S, Ahmad T, Hafiz IA and Yaseen M. 2011. *In vitro* propagation of orchid (*Dendrobium nobile*) var. Emma white. *African Journal of Biotechnology* 10(16) :

- 3097-3103.
- Asil MH, Roein Z and Abbasi J. 2011. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to gibberellic acid and benzyladenine. Horticulture, Environment, and Biotechnology 52 : 46-51.
- Bae KH, Kim NY, Song JM and Song G. 2014. *In vitro* propagation and protocorm-like body formation of endangered species, *Dendrobium moniliforme*. Journal of Forest Science 30(1) : 126-132. (in Korean with English abstract)
- Bernier G and Périlleux C. 2005. A physiological overview of the genetics of flowering time control. Plant Biotechnology Journal 3(1) : 3-16.
- Blanchard MG and Runkle ES. 2008. Benzyladenine promotes flowering in *Doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids. Journal of Plant Growth Regulation 27(2) : 141-150.
- Bonhomme F, Kurz B, Melzer S, Bernier G and Jcaqmard A. 2000. Cytokinin and gibberellin activate SaMADS A, a gene apparently involved in regulation of the floral transition in *Sinapis alba*. The Plant Journal 24(1) : 103-111.
- Castillo-Pérez LJ, Martínez-Soto D, Fortanelli-Martínez J and Carranza-Álvarez C. 2021. Asymbiotic seed germination, *in vitro* seedling development, and symbiotic acclimatization of the Mexican threatened orchid *Stanhopea tigrina*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 146 : 249-257.
- Cho DH, Chung MY, Kim CK, Kim HY, Jee SO, Shin SR and Chung JD. 2004. Effect of plant growth retardants on the growth of *Sedira japonica*. Korean Journal of Horticultural Science Technology 22(1) : 95-99. (in Korean with English abstract)
- Cho DH and Jee SO. 2005a. Effect of growth retardants on endogenous ABA-like substance content and GA-like substance activity of *Sedirea japonica* seedlings cultured *in vitro*. Korean Journal of Plant Biotechnology 32(2) : 139-144. (in Korean with English abstract)
- Cho DH and Jee SO. 2005b. Effect of growth retardants on free sugar and protein content of *Sedirea japonica* seedlings cultured *in vitro*. Korean Journal of Plant Biotechnology 32(2) : 145-149. (in Korean with English abstract)
- Choi YE and Kim CH. 2013. A study on characteristics of the endangered species *Psilotum nudum* habitat in Jeju island. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 16(3) : 1-17. (in Korean with English abstract)
- Goh CJ. 1977. Regulation of floral initiation and development in an orchid hybrid *Aranda Deborah*. Annals of Botany 41(4) : 763-769.
- Hameed N, Shabbir A, Ali A and Bajwa R. 2006. *In vitro* micropropagation of disease free rose (*Rosa indica* L.). Mycopath 4(2) : 35-38.
- Higuchi H and Sakai K. 1977. The effect of N₆-benzyladenine on the flowering of *Dendrobium Nodoka*. Research Bulletin of the Aichi-Ken Agricultural Center Series B 9 : 79-81.
- Kim MJ, Yoshihara T, Byun MS and Kim KW. 2007. Hastening flowering of *Pharbitis nil* by Theobroxide spray treatment under a long day. Korean Journal of Horticultural Science Technology 25(2) : 155-161. (in Korean with English abstract)
- Kim TJ, Lee CH and Paek KY. 2000. Effects of

- growth regulators under low temperature environment on growth and flowering of *Doritaenopsis* 'Happy Valentine' during summer. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 41(1) : 101-104. (in Korean with English abstract)
- Kim Y-K, Kang K-W and Kim K-J. 2016. Restoration of endangered orchid species, *Dendrobium moniliforme* (L.) Sw. (Orchidaceae) in Korea. Korean Journal of Plant Taxonomy 46(2) : 256-266. (in Korean with English abstract)
- Kumar M, Chaudhary V and Sirohi U. 2021. Plant growth regulators and their implication in ornamental horticulture: an overview. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 14(3) : 417-445.
- Lee HB, Im NH, An SK and Kim KS. 2021. Changes of growth and inflorescence initiation by exogenous gibberellic acid₃ and 6-Benzylaminopurine application in *Phalaenopsis* orchids. Agronomy 11(2) : 196.
- Lee JS. 2004. Habitat characteristics and distribution of *Cymbidium kanran* native to Jejudo, Korea. Journal of Korean Environmental Restoration and Revegetation Technology 7(1) : 40-49. (in Korean with English abstract)
- Lee KC, An J, Hwang JE, Kim PB, Park HB, Kim S, Park HJ, Lee CW, Lee B-D and Kim NY. 2021. Effects of light condition on growth and physiological characteristics of the endangered species *Sedirea japonica* under RCP 6.0 climate change scenarios. Plants 10(9) : 1891.
- Lee YR, Lee DW, Won JY, Kim MS, Kim JY and Lee JS. 1998. Effect of BA on flowering of *Cymbidium ensifolium* 'Tekkotsusosin'. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 16(4) : 531-532. (in Korean with English abstract)
- Lopez RG, Runkle ES, Heins RD and Whitman CM. 2003. Temperature and photoperiodic effects on growth and flowering of *Zygopetalum* Redvale 'Fire Kiss' orchids. Acta Horticulturae 624 : 155-162.
- Ministry of Environment. 2022. Wildlife protection and management act. Ministry of Environment. (in Korean)
- Nam Y, Hwang B-Y, Jung D-H, Shin D-J, Jung H-J, Hong G-P, Kim B-B, Song D-J and Park E-H. 2016. A study on the efficient restoration method of *Neofinetia falcata*(Thunb.) Hu. as endangered wild species I class. Journal of Agriculture & Life Science 50(5) : 39-49. (in Korean with English abstract)
- Nambiar N, Siang TC and Mahmood M. 2012. Effect of 6-Benzylaminopurine of flowering of a *Dendrobium* orchid. Australian Journal of Crop Science 6(2) : 225-231.
- National Institute of Biological Resources. 2018. Endangered wildlife in Korea. National Institute of Biological Resources. (in Korean)
- Oh H. 2015. Population dynamics and IUCN regional red list assessment of endangered plants in Korea. Ph.D. dissertation, Kangwon University. (in Korean)
- Pérez-León MI, González-Fuentes JA, Valdez-Aguilar LA, Benavides-Mendoza A, Alvarado-Camarillo D and Castillo-Chacón CE. 2023. Effect of glutamic acid and 6-benzylaminopurine on flower bud biostimulation, fruit quality and antioxidant activity in blueberry. Plants 12(12) : 2363.
- Ranwala AP, Legnani G, Reitmeier M, Stewart BB and Miller WB. 2002. Efficacy of plant

- growth retardants as preplant bulb dips for height control in LA and oriental hybrid lilies. HortTechnology 12(3) : 426-431.
- R Core Team. 2023. A language and environment for statistical computing. Version 4.3.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at <https://www.r-project.org>.
- Sakai WS, Adams C and Braun G. 2000. Pseudobulb injected growth regulators as aids for year around production of Hawaiian *Dendrobium* orchid cutflowers. Acta Horticulturae 541 : 215-220.
- Song YG, Hwang JE, An J, Kim PB, Park HB, Park HJ, Kim S, Lee CW, Lee BD, Kim NY and Lee KC. 2022. The growth and physiological characteristics of the endangered CAM plant, Nadopungnan (*Sedirea japonica*), under drought and climate change scenarios. Forests 13(11) : 1823.
- Yoon YJ, Kim SR, Jang RH, Han SH, Lee DJ, Shim YJ and Park YS. 2020. Development of habitat suitability index for habitat restoration of class I endangered wildlife, *Cypripedium guttatum* Cw. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 23(4) : 1-11. (in Korean with English abstract)
- Zaharah H, Saharan HA and Nuraini I. 1986. Some experiences with BAP as a flower inducing hormone. Malaysian Orchid Bull 3 : 31-38.
- Zhang L, Du J, Ge X, Cao D and Ju J. 2021. Leaf size development differences and comparative transcriptome analyses of two Poplar genotypes. Genes 12(11) : 1775.