

수리취의 종자저장 방법과 발아특성

Seed Storage Method and Seed Germination Characteristics of *Synurus deltooides* (Ait.) Nakai

노희선¹

H. S. Noh
강원도농업기술원
디지털경영팀¹

권형근²

H. K. Kwon
국립한국농수산대학
작물산림학부²

성정원²

J. W. Sung
국립한국농수산대학
작물산림학부²

심윤진²

Y. J. Shim
국립한국농수산대학
작물산림학부²

이경철^{2*}

K. C. Lee^{*}
국립한국농수산대학
작물산림학부²

¹ Digital and management Team, Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, Chuncheon 24203, Korea

² Department of Crops and Forestry, Korea National College of Agriculture & Fisheries, Jeonju 54874, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the seed storage method and seed germination characteristics of *Synurus deltooides* (Ait.) Nakai, a kind of wild vegetables. Several parameters affecting seed germination, such as germination temperature, chilling duration, imbibition duration, and storage method were evaluated. The seed germination of *Synurus deltooides* showed the highest germination rate (GR), promptness index (PI), germination performance index (GPI), mean daily germination (MDG) at 25°C. This implies that the optimum germination temperature was 25°C. And also, Seeds stored at -4°C, after 150 days showed relatively high germination rate about 98%. Therefore, The optimum germination temperature of *Synurus deltooides* was 25°C and to increase the germination rate over 98% of *Synurus deltooides*, cold-wet storage 20 days treatments at 4°C were effective in the improvement of seed germination.

Key words : *Synurus deltooides*, Seed storage, Germination performance index

Received March 17, 2022

Revised March 24, 2022

Accept March 31, 2022

*Correspondence

Kyeong Cheol Lee
dlrud112@korea.kr

서론

산채는 우리나라 식생활에서 흥년이나 춘궁기에 중요한 구황식품으로서의 역할을 담당해왔으며, 최근에는 청정한 이미지와 더불어 독특한 향기와 기능성으로 식품소재 및 약용소재로 많이 활용되고 있다(Lee et al., 2012). 산채는 곱취, 수리취 등 취나물이 포함된 국화과 식물이 많은 수를 차지하고 있는데 (Lee, 2003; Lee et al., 2011b), 산채의 일

종인 수리취 (*Synurus deltooides*) 역시 국화과에 속하는 다년생 초본으로 전국 각처의 산야에 자생하고 있고, 예로부터 한방에서는 종창, 부종, 토혈, 이뇨 및 방광염 등의 치료에 이용되어 왔다. 농가에서는 떡취라는 이름으로 알려져 있으며, 단오 등의 명절 때 주로 이용되어 왔으나 최근에 강원도 지역을 중심으로 재배가 급증하기 시작한 산채이다. 특히 수리취는 곱취, 참취 등 다른 산채와 비교시 수분 및 지질의 함량이 낮고 체내 영양에 필수적인 일반성분과 무기



성분이 풍부하여 식품으로서 활용가치가 높으며 (Park et al., 2011), 항돌연변이 활성, 항산화 활성, 항염 활성을 가진다고 알려져 있다 (Ham et al., 1997; Lee, 2003; Woo et al., 2010; Park et al., 2004; Jung et al., 2008).

임내에서 자생하던 수리취가 농가의 새로운 소득원으로 자리매김하기 위해서는 종자 발아특성, 발아율 향상 기술, 적지 환경조건 등을 구명하여 품질 및 생산성을 높일 수 있는 재배기술을 확보하여야 하고, 기능성 식품 및 의약품 개발을 통한 부가가치 창출을 위한 유용한 생리활성 물질 연구가 수반되어야 한다. 그러나 수리취에 관한 연구는 아직 초기단계로 재배기술 개발, 유용한 생리활성 및 향기성분의 탐색 등 해결되어야 할 부분이 많으며, 이와 더불어 시비, 관수조절, 환경요인과의 관계 및 종자 발아 특성 등 안정적인 육묘생산을 위한 재배기술에 관한 연구 역시 많지 않은 실정이다. 특히 수리취의 경우 농가 현장에서는 대부분 실생번식에 의존하고 있기 때문에 종자특성에 관한 실용적인 연구가 필요하며, 이 연구에서는 기능성 및 청정이미지가 높은 수리취를 대상으로 체계적인 육묘생산에 필요한 종자 발아 생리에 관한 기초적인 자료를 제시하고자 실시하였다.

재료 및 방법

종자 저장법 및 발아적온 조사

수리취 종자는 가을에 채종 후 음건법으로 건조 및 정선하여 실험에 사용하였다 (Fig. 1). 먼저 저장온도 및 저장기간

별 발아율을 조사하기 위해 상온 (20℃)과 저온 (4℃)으로 구분하여 항온함습기에 저장하고 30일 간격으로 발아율을 조사하였다. 발아시험을 위해 Petri dish에 filter paper 2장을 깔고 50립씩 3반복으로 치상하였으며, 25℃ 암조건에서 멸균수를 주어 촉촉하게 관리하면서 5일 간격으로 15일간 누적 발아율을 측정하였다.

발아적온을 구명하기 위해 4℃에서 210일간 저장한 종자를 이용하여 암조건으로 15℃, 20℃, 25℃, 30℃의 항온실에 파종하였으며, 발아시험시 5일, 10일, 15일간 각각 발아조사를 하였다. 조사 결과를 이용하여 발아율 (germination rate; GR), 발아속도계수 (coefficient of velocity of germination; CVG), 발아지수 (germination index; GI), 평균발아소요일수 (mean germination time; MGT), 평균발아속도 (mean daily germination; MDG), 발아속도지수 (promptness index; PI) 및 발아균일지수 (germination performance index; GPI)를 다음의 식으로 계산하였다 (Scott et al., 1984; Stundstrom et al., 1987).

$$GR = (N/S) \times 100$$

$$CVG = [N / \sum(TiNi)] \times 100$$

$$GI = \sum(TiNi) / S$$

$$MGT = \sum(TiNi) / N$$

$$MDG = N / T$$

$$PI = \sum(T - Ti + 1)Ni$$

$$GPI = GR / MGT$$



Fig. 1. Seed harvesting of *S. deltooides*

N은 총 발아된 종자수, S는 총 공시종자수, T_i 는 치상 후 조사일수, N_i 는 조사일의 발아된 종자수, S는 파종된 종자의 총수, T는 총 조사일수이다.

일장조건 및 발아율 향상

발아에 적합한 일장조건을 구명하기 위해 20°C 조건에서 명/암 시간을 0/24, 8/16, 12/12, 16/8, 24/0으로 조절하여 15일간 누적 발아율을 조사하였고, 저온습윤 (cold-wet treatment; 4°C) 처리에 의한 발아율 증대 효과를 측정하기 위해 수리취 종자를 물에 6시간 침지시킨 후 물이 포화된 젖은 펄라이트를 용기에 깔고 망사자루에 침지 처리한 수리취 종자를 넣어 4°C 냉장고에서 저온저장 하였다. 이후 10일 간격으로 20°C 암조건에서 발아율을 조사하였다.

온도조건별, 일장길이에 따른 발아율은 ANOVA (analysis of variance) 분석을 실시한 후, DMRT (duncan's multiple range test) 5% 수준에서 사후검정을 실시하였으며, 종자 저장기간에 따른 발아율은 t-test를

통해 유의성을 검정하였다. 이때 각각의 측정결과는 SPSS Statistics Program (Version 19.0)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

저장방법과 발아적온

저장온도 및 저장기간별 발아율을 조사한 결과 전반적으로 150일을 기준으로 경향이 구분되어 지는 것을 알 수 있었다. 150일 이전까지 저장한 경우 상온에서 저장한 종자의 발아율이 저온저장 보다 더 높은 경향을 나타냈으나, 150일 이후 저온저장시 상온저장에 비해 발아율이 다소 높게 유지되는 경향을 보여 장기 저장시에는 저온저장이 유리할 것으로 생각할 수 있다. 발아율이 가장 높게 나타나는 시점은 상온 저장시 120일 경과 후 ($57.3 \pm 7.0\%$) 였으며, 저온 저장시는 180일 경과 후 ($51.3 \pm 4.6\%$)로 나타났다 (Fig.2).

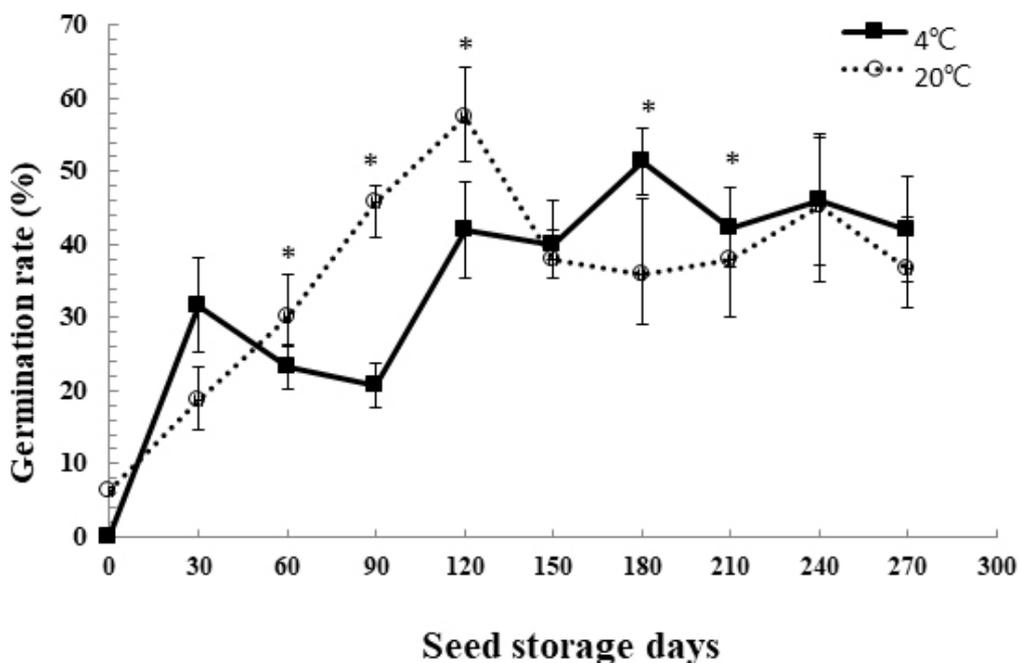


Fig. 2. Effect of storage duration on seed germination rate of *S. deltooides* at 4°C and 20°C. The asterisk indicates significance by T-test ($P \leq 0.05$). Each value is expressed as the mean \pm SD

온대기후 지역에서는 온도변화가 토양에 존재하는 종자들의 발아를 위한 계절적인 제어기 역할을 하며, 이러한 계절적인 선택을 일으키는 다양한 생리적 기작에 대한 연구가 보고된 바 있다 (Bewley and Black, 1982; Washitani and Takenaka, 1984).

온도에 따른 수리취의 발아율은 15°C에서 가장 낮은 경향을 보였으며, 25°C에서 가장 높은 것으로 나타났다 (Fig. 4). 또한 20°C 및 30°C 조건에서는 중간 정도의 발아율을 보였고

처리구간의 차이는 크지 않았다. 수리취 종자의 온도변화에 따른 발아율에 대해 Shin 등 (1992)은 20°C 및 IBA (Indole Butyric Acid)처리와 암조건에서 높은 발아율이 보인다고 하였으며, 본 연구에서는 IBA 조절 및 저장조건 등이 상이하여 다른 결과를 얻은 것으로 생각된다. 또한 20°C 처리구의 경우 다른 온도처리와는 달리 15일이 경과하면 발아율이 다소 감소하는 것으로 나타나 20°C, 15일 이상의 장기처리는 발아율에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다 (Fig. 3).

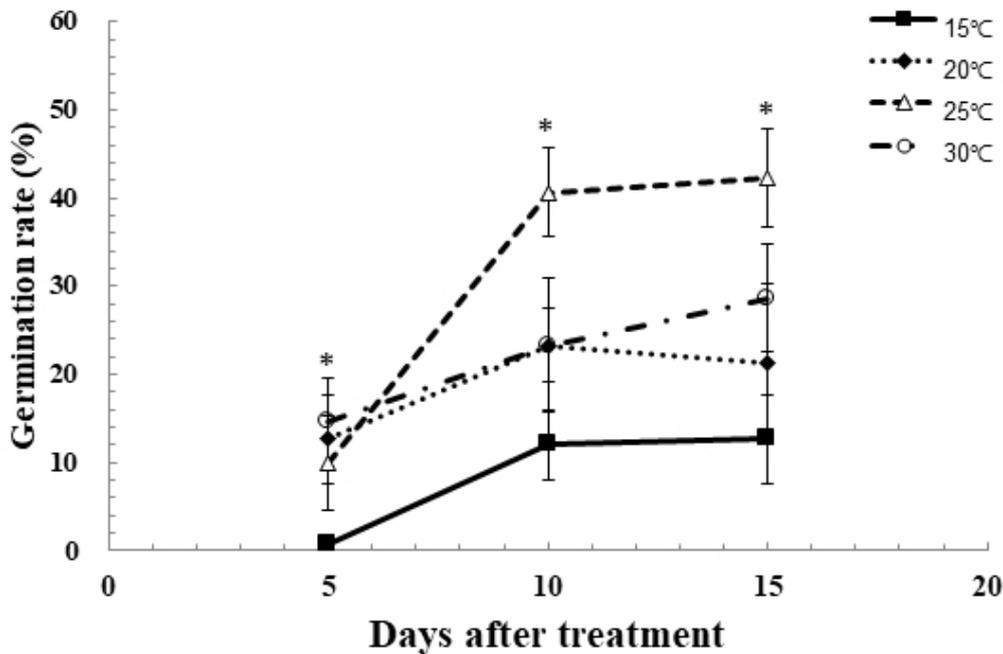


Fig. 3. Effect of temperature on seed germination rate in *S. deltooides*. The asterisk indicates significance at $p < 0.05$. Each value is expressed as the mean \pm SD (n= 150)

온도변화에 따른 수리취 종자의 평균발아소요일수 (mean germination time; MGT)는 15°C에서 12.4일로 가장 높게 나타났으며, 20°C에서 10.7일로서 가장 짧은 것으로 나타나 초기에 발아가 많이 이루어진 것을 알 수 있었다. 발아속도계수 (coefficient of velocity of germination; CVG)는 값이 클수록 평균발아일수는 짧아지게 되어 발아속도가 빠른 것을 보여주는데 수리취 종자의 온도별 CGV는 20°C에서 9.36으로 가장 높았고, 30°C, 25°C, 15°C 순으로 나타났다. 발아지수 (germination index; GI)는 종자의 발아정도와 초기 생육상태를 반영하는 것으로 25°C에서 가장 높은 경향을 보였으며, 발아율과 발아속도를 동시에 나타낸 발아속도지수 (promptness index; PI)는 25°C에서 396.3으로 가장 높고, 15°C에서

92.0으로 가장 낮은 것을 알 수 있었다. 또한 평균발아속도 (mean daily germination; MDG)는 발아율과 유사한 경향을 나타내어, 25°C에서 가장 높은 것을 알 수 있었는데 종자의 발아속도가 빠르면, 발아에 소요되는 일수가 짧아 발아가 균일하여 (Alhamdam et al., 2011; Pradhan and Badola, 2012), 육묘시 안정적인 생육이 가능하기 때문에 매우 중요한 특성으로 여겨지고 있다 (Choi and Seo, 2009). 이외에도 발아균일지수 (germination performance index; GPI) 역시 높을수록 종자발아가 균일하게 이루어졌음을 의미하는데, 이는 유묘의 생산에 있어서 규격묘를 갖추는 것과 관련하여 한꺼번에 균일하게 발아가 이루어져야 유묘 수확기에 이르러 원하는 규격묘를 다량 확보할 수 있으므로 공정육묘에서 중요한 인자로 여겨진

다 (Choi and Seo, 2009). 수리취 종자의 온도변화에 따른 발아균일지수 (GPI) 역시 발아지수 (GI), 발아속도지수 (PI), 평균발아속도 (MDG)와 같은 25°C에서 가장 높은 경향을 보였다. 결과적으로 25°C에서 발아율 (germination

rate; GR)과 발아균일지수 (GPI) 등 관련 지표들이 우수한 것으로 나타나 발아를 위한 적정온도임을 알 수 있었다 (Fig. 4). 수리취와 유사한 산채의 일종인 잔대의 경우 29°C가 최적의 발아온도로 보고된 바 있다 (Im et al., 2020).

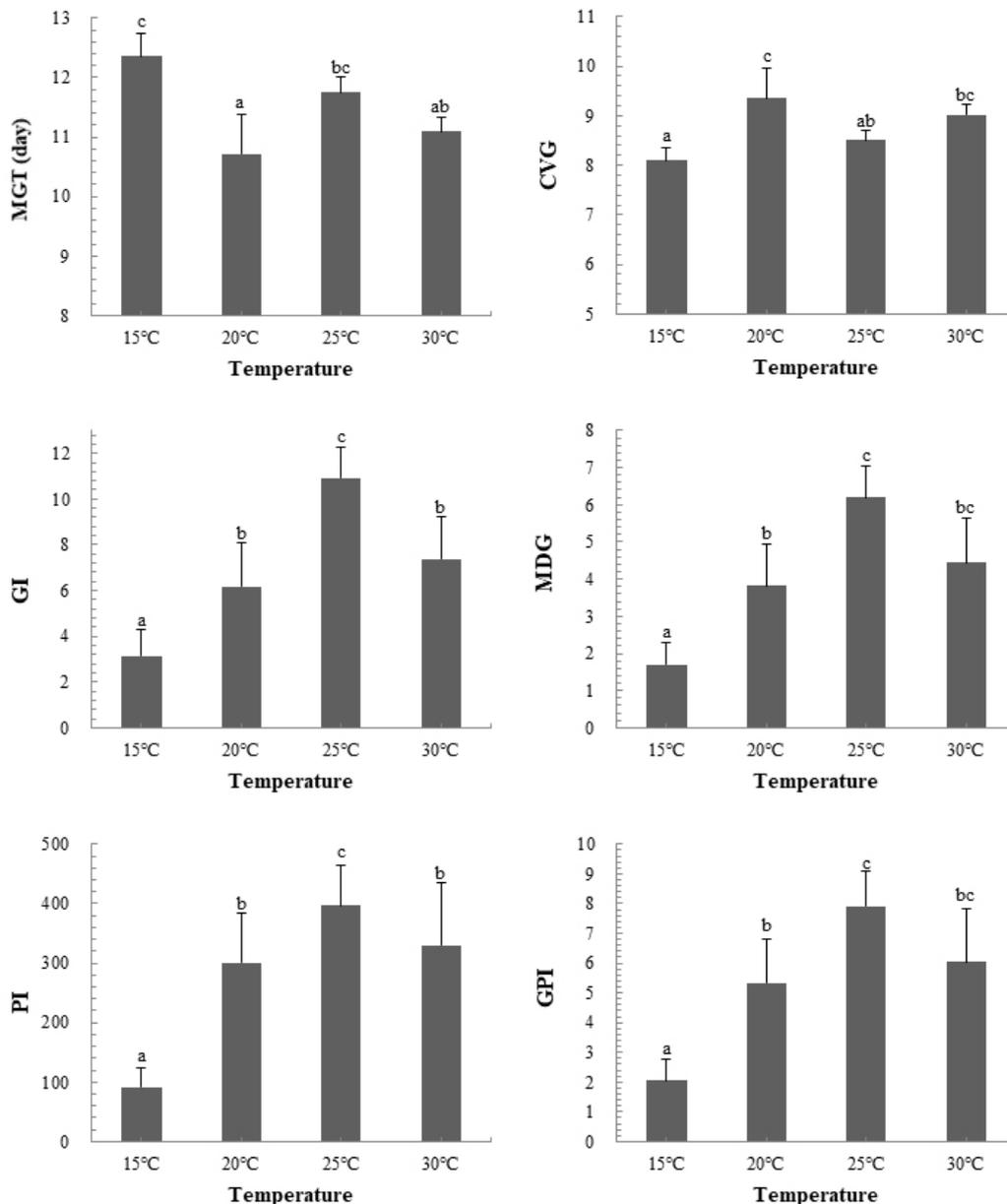


Fig. 4. Effect of temperature on mean germination time (MGT), coefficient of velocity of germination (CVG), germination index (GI), mean daily germination (MDG), promptness index (PI) and germination performance index (GPI) in *S. deltooides*. Different letters indicate values significantly different by duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$). Each value is expressed as the mean \pm SD ($n = 50$)

일장조건과 발아율 향상

수리취의 일장길이를 조절하여 발아실험을 한 결과 8 hrs/day (70%)과 16 hrs/day (63.7%) 조건이 유의적으로 높은 발아율을 보인 것을 알 수 있었다. Kang과 Kim (2000)에 따르면 수리취의 종자는 암조건에서 발아율이 52%로 가장 높다고 하였으나 본 실험에서는 유의적인 경향을 확인할 수 없었다 (Fig. 5). 종자의 휴면 종류는 크게 내생적 휴면 (endogenous dormancy)과 외생적 휴면 (exogenous dormancy)으로 구분된다. 내생적 휴면의 경우 주로 배의 미성숙이나 대사활성 등의 저해로 인한 배휴면 (embryo dormancy)이 원인이며, 외생적 휴면은 물에 대한 종피의 투과성 소실이나 산소 및 이산화탄소에 대한 종피의 불투과성으로 야기되는 종피휴면 (seed coat dormancy)이 대표적인 원인이다. 이외에도 내생적 휴면과 외생적 휴면이 복합적으로 나타나는 경우가 많이 있다 (Baskin and Baskin, 1998; Kwon et al., 2003; Choi and Seo, 2009). 종피휴면인 종자는 보통 침수처리를 통해 종피를 연화시키고, 수분흡수를 도와 내부의 생리적 활성을 촉진하여 발아를 일으킨다. 또한 침수와 저온처리를

동시에 진행하면 휴면타파가 빠르고, 발아적온 폭도 넓어지는 현상이 나타난다고 보고된 바 있다 (Kim et al., 1987; Ro et al., 2008).

수리취 종자에 대해 저장기간, 온도, 일장길이를 조절하여 발아율을 조사한 결과 대부분 80% 미만으로 나타나 발아율의 증대를 위한 저온습윤처리 (cold-wet treatment) 효과를 조사하였다. 저온 (4°C) 습윤한 상태로 10일 간격으로 파종하여 발아율을 측정한 결과 20일 이상 저온습윤 처리를 하면 3일안에 98% 이상 발아되어 발아율이 효과적으로 향상되는 것을 알 수 있었으며, 수리취 종자는 종피 휴면에 속한다고 여겨진다 (Fig. 5). Seo et al., (2018)의 경우에도 수리취를 포함하여 곰취 (*Ligularia fischeri*), 고려엉겅퀴 (*Cirsium setidens*), 잔대 (*Adenophora triphylla* var. *japonica*)는 저온습윤처리 시 발아율이 높아진다고 보고한 바 있다.

결과적으로 수리취 25°C에서 발아율, 발아균일지수, 발아속도 등이 우수한 것으로 나타나 발아 적온으로 생각할 수 있으며, 150일 이상 장기 저장시에 저온저장이 유리하고, 20일 이상 저온습윤 처리시 발아율이 98% 이상을 보여 효과적으로 향상되는 것을 알 수 있었다.

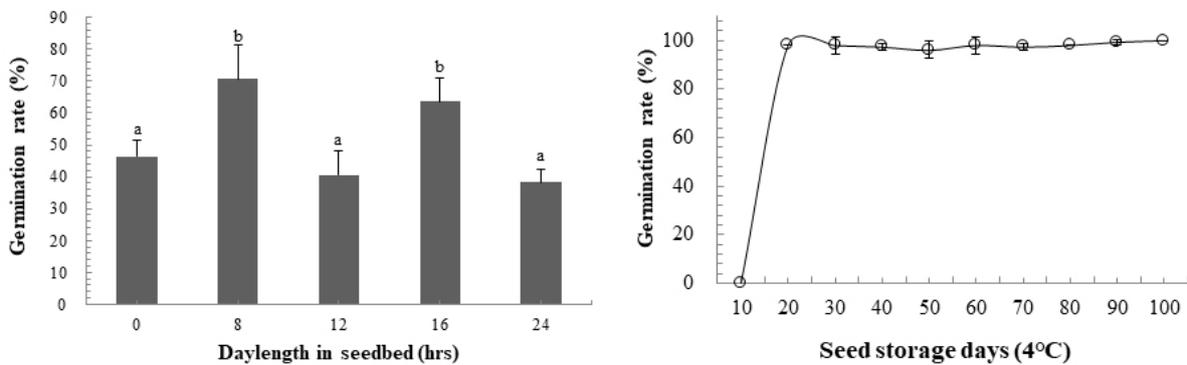


Fig. 5. Effect of daylength and cold-wet storage at 4°C on the seed germination in *S. deltooides*. Different letters indicate values significantly different by duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$). Each value is expressed as the mean \pm SD ($n = 150$).

참고문헌

1. Alhamdam AM, Alsadon AA, Khadil SO, Wahb-Allah MA, Nagar MEL, Ibrahim AA. 2011.

Influence of Storage Conditions on Seed Quality and Longevity of Four Vegetable Crops. *Am. J. Agric. Environ. Sci.* 11:353-359.
2. Baskin CC, Baskin JM. 1998. *Seeds. Ecology,*

- biogeography, and evolution of dormancy and germination. In Type of the dormancy. Academic Press. San Diego. USA. PP 27.
3. Blewley JD, Black M. 1982. In physiological and biochemistry of seeds. springer-Verlag press. Heidelberg. pp. 324-341.
 4. Choi CH and Seo BS. 2009. Effect of soaking and prechilling treatment on seed germination of *Phellodendron amurense* Rupr. Korean J. Plant Res. 22:111-115.
 5. Ham SS, Han HS, Choi KP, Oh DH. 1997. Antigenotoxic effects of *synurus deltoides* extract on benzo[a]pyrene induced mutagenesis. Journal of Food Science and Nutrition. 2:162-166.
 6. Im DH, Nam JH, Kim JH, Lee MJ, Rho IR. 2020. Effect of Pelleting Treatment on Seed Germination in *Adenophora triphylla*. Korean Journal of Medicinal *Crop Science*. 28:128-135.
 7. Jung MJ, Heo SI, Wang MH. 2008. Antioxidant activities of different parts of *Synurus deltoides* Nakai extracts *in vitro*. Korean Journal of Food Science and Technology. 17:1156-1159.
 8. Kim JS, Hwang IT, Koo SJ, Cho KY. 1987. Effects of light and storage condition on the germination of *Oenothera lamarckiana* seeds. Kor. J. Weed Sci. 7:130-138.
 9. Kwon YM, Ko SC, Kim JC, Moon BY, Park MC, Park HB, Park IH, Lee YS, Lee IH, Lee JS, Lee JB, Lee CH, Jeon BU, Jo SH, Hong JB. 2003. Plant Physiology. Academybook. Seoul. Korea. p.429.
 10. Lee HY. 2003. Chemical constituents from the roots of *Synurus deltoides*(Aiton) Nakai. M. Sc. thesis. Univ. of Chungnam. Dae-Jeon. Korea. p.1-67.
 11. Lee JH, Park AR, Choi DW, Kim JD, Kim JC, Ahn JH, Lee HY, Choe M, Choi KP, Shin IC, Park HJ. 2011. Analysis of chemical compositions and electron-donating ability of 4 korean wild sannamuls. Korean Journal of Medicinal *Crop Science*. 19:111-116.
 12. Lee KC, Lee HB. 2018. Effects of NaCl on growth and physiological characteristics of *Synurus deltoides*(Aiton) Nakai. Journal of Agriculture and Life Science. 52:55-72.
 13. Lee KC, Sa JY, Wang MH, Han SS. 2012. Comparison of volatile aroma compounds between *Synurus deltoides* and *Aster scaber* leaves. Korean Journal of Medicinal *Crop Science*. 20:54-62.
 14. Park HJ, Son KH, Kim SW, Chang HW, Bae KH, Kang SS, Kim HP. 2004. Antiinflammatory activity of *Synurus deltoides*. Phytotherapy Research. 18:930-933.
 15. Park MH, Choi BG, Lim SH, Kim KH, Heo NK, Yu SH, Kim JD, Lee KJ. 2011. Analysis of general components, mineral contents, and dietary fiber contents of *Synurus deltoides*. Journal of Food Science and Nutrition. 40:1631-1634.
 16. Pradhan BK, Badola HK. 2012. Effect of storage conditions and storage periods on seed germination in eleven populations of *Swertia chirayita*: A critically endangered medicinal herb in Himalaya. Sci. World J. 2012:1-9.
 17. Ro NY, Song EY, Kim SC, Jang KC, Moon DY, Kang KH. 2008. Characteristics of Seed Germination and Promotion of Germination Rate in *Pollia japonica* Thunb. Korean J. Plant Res. 21:144-147.
 18. Scott SJ, Jones RA, Williams WA. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*. 24:1192-1199.
 19. Seo HT, Choi BK, Moon YG, Kim SW, Park KD, Kwon SB. 2018. Effect of light conditions and wet cold treatments on seed germination in several wild vegetables. Journal of agricultural, life and environmental sciences. 30(2):64-72.
 20. Stundstrom FJ, Reader RB, Ewards RL. 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. Journal of the American Society for Horticultural Science. 112:641-644.
 21. Washitani I. 1984. Germination responses of a seed population of *Taraxacum officinale* Weber to constant temperatures including the supraoptimal range. Plant Cell Env. 7:655-659.
 22. Woo JH, Shin SL, Lee CH. 2010. Antioxidant effects of ethanol extracts from flower species of compositae plant. Journal of Food Science and Nutrition. 39:159-164.