

등굴레의 종자발아에 관여하는 저장기간, 온도 및 프라이밍의 영향

장영득, 이철희*
충북대학교 원예과학과

Effect of Storage Duration, Temperature and Priming Treatment on Seed Germination of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*

Young Deug Chang and Cheol Hee Lee*

Dept. of Horticultural Science, Chungbuk National Univ., Cheongju 361-763, Korea

Abstract - Present experiments are conducted to study the seed viability and optimum germination temperature of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* that is known to have low germination ability and long germination duration. To enhance germination rate, various growth regulators and inorganic salts were employed. Low germination rate was obtained with 4 year old seeds, but not with 1~2 year old seeds. The seeds germinated very well under 22~25°C and germination speed was rapid. Especially, 1~2 year old seeds germinated at 25°C showed 70~71.2% germination rate. Priming treatments using GA₃, IAA, NAA, kinetin, KNO₃, KH₂PO₄, Ca (NO₃)₂ were effective compared to control except BA. 1 year old seeds treated with GA₃ 0.5 mM and IAA 1 mM showed 96% and 93% germination rate, respectively.

Key words - Seed viability, PGRs, Auxin, Inorganic salts

서 언

백합과(Liliaceae)에 속하는 등굴레속(*Polygonatum*)은 북반구 온대지방에 약 30~40종이 자라며, 우리나라에는 10종 4변종 정도가 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Lee, 2003). 등굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*)는 건조된 근경을 황정(黃精), 편황정(片黃精), 옥죽(玉竹)이라는 명칭으로 자양, 강장의 효능이 있고, 당뇨병, 심장쇠약, 협심증, 비뇨증 등의 약재로 널리 사용되고 있다(Kim, 1996; Ahn, 2003). 근래에는 전통차 중 등굴레차가 녹차 다음으로 많이 음용될 정도로 인기가 좋아 지하경 수요가 많으며, 어린 잎과 줄기는 식용으로, 성숙한 것은 꽃꽂이 소재로 각각 이용되며, 정원의 나무 밑에 심어서 관상용으로 이용되는 매우 유용한 식물이다.

등굴레의 번식방법으로는 일반적으로 근경을 잘라서 번식하는 분주법이 사용되나, 분주에 의한 번식은 기간이 오래 소요될 뿐만 아니라 대량번식을 위해서는 비용과 노력이 많이 필요하다(Shin *et al.*, 2002). 그러므로 경제적 재배를 위해서는 종자를

이용한 번식기술의 개발이 절실히 필요한 실정이다. 등굴레 종자는 자연상태에서 유묘출현까지 2년이 소요되고 발아가 불량하며 발아기간이 오래 소요되기 때문에(Kang *et al.*, 1998b; Lattoo *et al.*, 2001) 저온처리, 프라이밍처리 등으로 발아기간을 단축하고 발아력을 향상시키는 연구가 진행되어 왔다(Kang *et al.*, 1998a). 또한 발아 후 상배축이 휴면을 하는 것으로 알려져 육묘기간을 줄이는 연구가 이루어져 왔다(Kang *et al.*, 1999; Tagaki, 2001a,b). 그렇지만, 등굴레 종자를 장기간 저온 저장하면서 발아력을 검정하거나 오래된 종자의 발아력을 향상시키는 연구는 거의 없는 실정이다.

그러므로, 본 연구는 등굴레 종자의 장기저장에 따른 온도별 발아력을 살펴보고, 저장기간별 프라이밍처리가 발아력 향상에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

포장에서 재배한 등굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*)의 완숙한 장과를 채취하여 과피를 제거하고 건조시킨 후 4±1°C의 냉장고에서 각각 1, 2, 4년간 저장 중이던 종

*교신저자(E-mail) : leech@chungbuk.ac.kr

자를 재료로 사용하였다. 종자의 수명을 알아보기 위해 저장기간별 종자를 발아온도를 달리하여 22, 25, 28 및 31°C의 항온기에서 암조건으로 치상하여 조사하였다. 또한, 프라이밍처리가 종자 발아력 및 발아소요기간에 미치는 영향을 구명하기 위해 gibberellic acid(GA₃), α -naphthaleneacetic acid(NAA), indoleacetic acid(IAA), kinetin, benzyladenin(BA)은 각각 0, 0.5, 1, 2mM의 농도로, KNO₃, KH₂PO₄, Ca(NO₃)₂는 각각 0, 5, 10, 20mM의 농도로 24시간 처리한 후 항온기(25±1°C)에서 암조건으로 실시하였다. 모든 실험은 종자를 다찌가렌 1,000 배액에 1시간 동안 종자를 침지소독한 후 살균수로 수회 소독하고, 살균수에 24시간 침종시킨 후 사용하였다. 90mm 페트리디쉬에 2장의 여과지를 깔고 각각 100립씩 4반복으로 치상한 후 종자 위에 다시 2장의 여과지를 덮고 피펫을 사용하여 급수하였다. 매일 동일한 시간에 발아검사를 실시하였으며 건조하지 않도록 수분을 공급하였고, 발아율, 발아시, 발아기(40% 발아한 날), 발아종(80% 발아한 날)을 조사하였다.

결과 및 고찰

종자수명 및 발아적온

저장기간을 달리한 등굴레 종자를 온도별로 치상하여 암조건에서 발아시킨 결과, 저장기간이 1~2년까지는 발아율이 거의 떨어지지 않았으나 4년간 저장한 종자에서는 발아율이 급격히 저하되는 것이 관찰되었다(Fig. 1). 또한 발아온도 22°C와 25°C

에서는 발아가 비교적 양호하였으나, 고온인 28°C와 31°C에서는 불량하였다. 특히, 1~2년 저장한 종자의 경우 25°C에서는 70~71%의 비교적 높은 발아율을 보였고, 22°C에서는 60% 정도 발아하였으며, 28°C와 31°C에서는 각각 40% 이하의 발아율을 보였다. 또한, 발아시는 발아율이 비교적 높았던 1~2년 저장종자는 22~25°C에서 짧게 나타났으나, 발아율이 낮았던 고온구에서는 오래 걸려 발아시와 발아율이 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 치상 종자의 40%가 발아한 발아기도 22~25°C에서는 46.3~53.5일로 조사되었으나, 28°C와 31°C에서는 발아율이 낮아 설정할 수 없었다. 전체적으로 등굴레 종자를 온도별로 발아시켰을 때 발아종(80% 발아한 날)을 구할 수 없었다. 채종 후 저온처리하지 않은 *P. cirrhifolium* 종자는 30°C 또는 주야간 30/20°C에서 발아가 양호하고(Lattoo *et al.*, 2001), *P. macranthum* 종자를 20°C 이상의 온도에서 발아시키면 212일이 지난 후에도 20% 이하의 발아율을 보였으나 저온 60일을 처리하면 13~21°C에서 60일 이내에 88~96% 발아시킬 수 있었다(Tagaki, 2001a). *P. odoratum*도 5°C에서 94일 저온처리하면 17~25°C에서 발아가 잘 이루어졌는데, 25°C에서 발아세가 가장 높은 것으로 나타났다(Tagaki, 2001b). 본 실험에서의 등굴레 종자는 장기간 저온저장하던 것으로 저장기간에 관계없이 25°C에서 발아율이 가장 높고 발아가 빨리 이루어졌다. 이것으로 보아 자생 등굴레는 저온저장시 발아력이 2년까지는 큰 차이 없이 발아수명을 유지하며, 25°C가 발아적온임을 알 수 있었다.

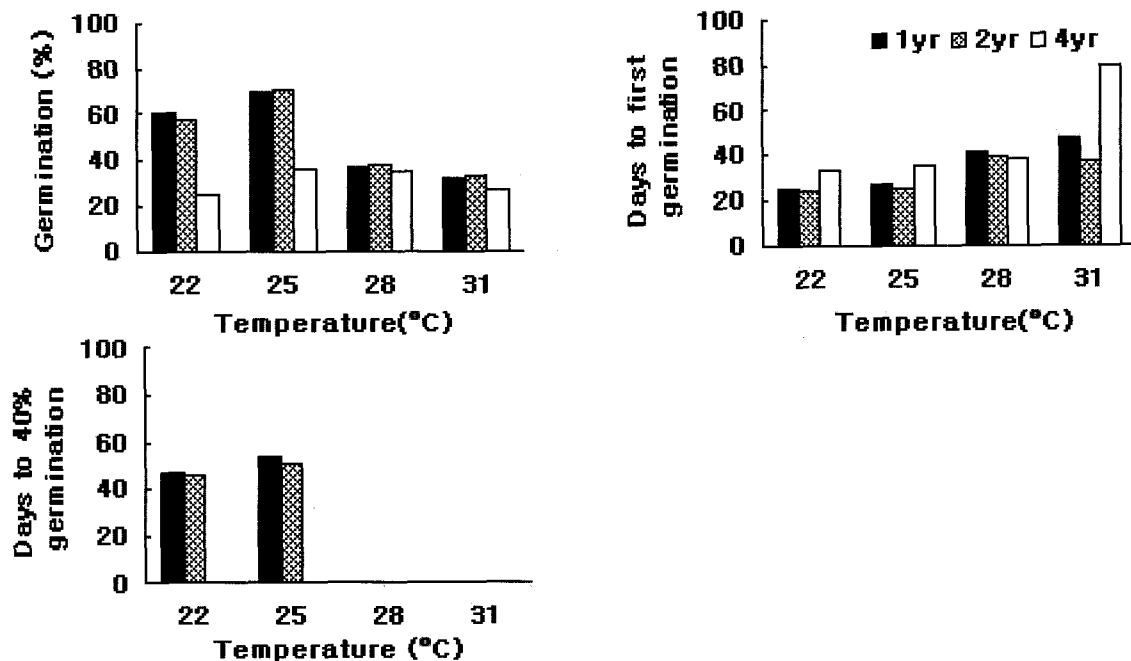


Fig. 1. Effect of temperature and cold storage duration on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

프라이밍처리

등굴레 종자의 발아율을 향상시키기 위하여 여러 종류의 생장조절제와 무기염류를 이용하여 프라이밍처리를 하였다. GA₃를 0, 0.5, 1, 2mM의 농도로 침지하여 발아시킨 결과, GA₃ 처리시 무처리에 비해 발아율이 높았고, 발아소요기간이 단축되었다(Fig. 2). 1년 저장한 종자의 경우 무처리시 70%의 발아율을 보였으나, 0.5mM 처리로 96%까지 발아율을 높일 수 있었으며 1 mM 처리구에서도 88.7%를 나타내었다. 특히 가장 오래 저장된 4년 종자에서도 0.5mM 처리로 발아율이 75%까지 높아져 무처리의 경우보다 2.1배 향상시킬 수 있었다. Tagaki(2001b)는 저온처리하지 않은 *P. odoratum* 종자에 GA₃ 0.5mM 처리하였을 때 발아에는 효과가 없다고 하였으나, 본 실험의 저온저장된 등굴레 종자는 GA₃처리에 의해 발아율을 크게 향상시킬 수 있었다. 발아시는 저장기간에 상관없이 GA₃ 처리구에서는 17~23일이 걸렸으나, 무처리구에서는 25~35일이 소요되었다. 그러므로, GA₃ 침지는 발아력을 높일 뿐만 아니라 발아시를 단축시킨다는 것을 알 수 있었다. 이러한 경향은 40% 및 80% 발아가 이루어진 발아기와 발아종에서도 동일한 반응을 보여 GA₃처리로 발아소요기간을 단축시킬 수 있었는데, 1년 저장종자는 GA₃ 0.5mM처리로 42일째에 80%까지 발아시킬 수 있었다. 그러므로, 4년 이하로 저장된 등굴레 종자를 발아시킬 때 GA₃ 0.5mM 처리를 하게 되면 발아율을 향상시키고 빨리 발아시킬 수 있었다. 종자의 발아력은 GA처리에 의해 향상시킬 수

있어 발아력이 낮은 앵초(Song, 2000), 좁쌀풀(Lee et al., 2003), 가침박달나무(Lee et al., 2006)와 같은 자생식물에서 그 효과가 인정되고 있는데, 자생 등굴레도 GA₃처리로 발아력을 높일 수 있으며, 오래 저장된 종자에서 더욱 효과가 큰 것으로 나타났다.

옥신류인 NAA를 0~2mM 농도로 처리하였을 때, 모든 처리구에서 무처리구에 비해 높은 발아율을 보였다(Fig. 3). 1, 2년 저장한 종자의 경우 NAA 0.5~1mM 처리로 발아율이 85~87%까지 높아졌으며, 4년 저장한 종자에서도 80% 이상 발아시킬 수 있었다. 또한 저장기간에 상관없이 NAA 처리시 17~24일째 발아하기 시작하여 무처리에 비해 발아시가 짧아졌으며, 40% 발아기도 1, 2년 저장종자에서 무처리에 비해 10~15일정도 짧게 나타났다. 같은 옥신류인 IAA처리에 의해서도 발아율을 향상시킬 수 있었는데, IAA 1mM 농도에서 1년 저장종자는 93% 발아하였고, 4년 저장종자도 75% 발아하였다(Fig. 4). 발아소요기간도 IAA처리에 의해 단축되었으며, IAA 1mM 농도에서 단축효과가 컸다. Lee 등(2006)은 가침박달나무 종자에 IAA를 처리하면 농도에 관계없이 발아율을 현저히 향상시킬 수 있다고 하였는데, 자생 등굴레 종자는 NAA와 IAA 모두 촉진적으로 작용하지만, NAA는 0.5mM의 농도에서, IAA는 1mM의 농도에서 각각 가장 촉진적으로 작용하였다.

시토키닌류인 kinetin을 농도별로 처리한 결과, 1, 2년 종자에서는 0.5mM 처리구에서 발아율이 다소 향상되었을 뿐 그 외

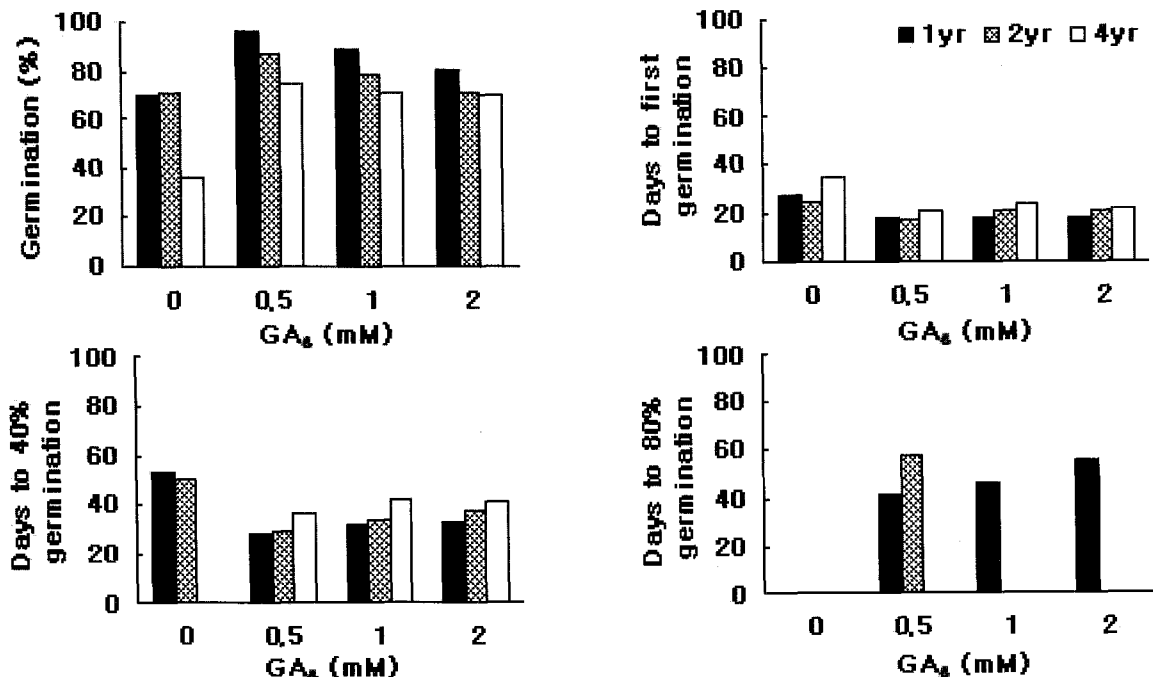


Fig. 2. Effect of GA₃ on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

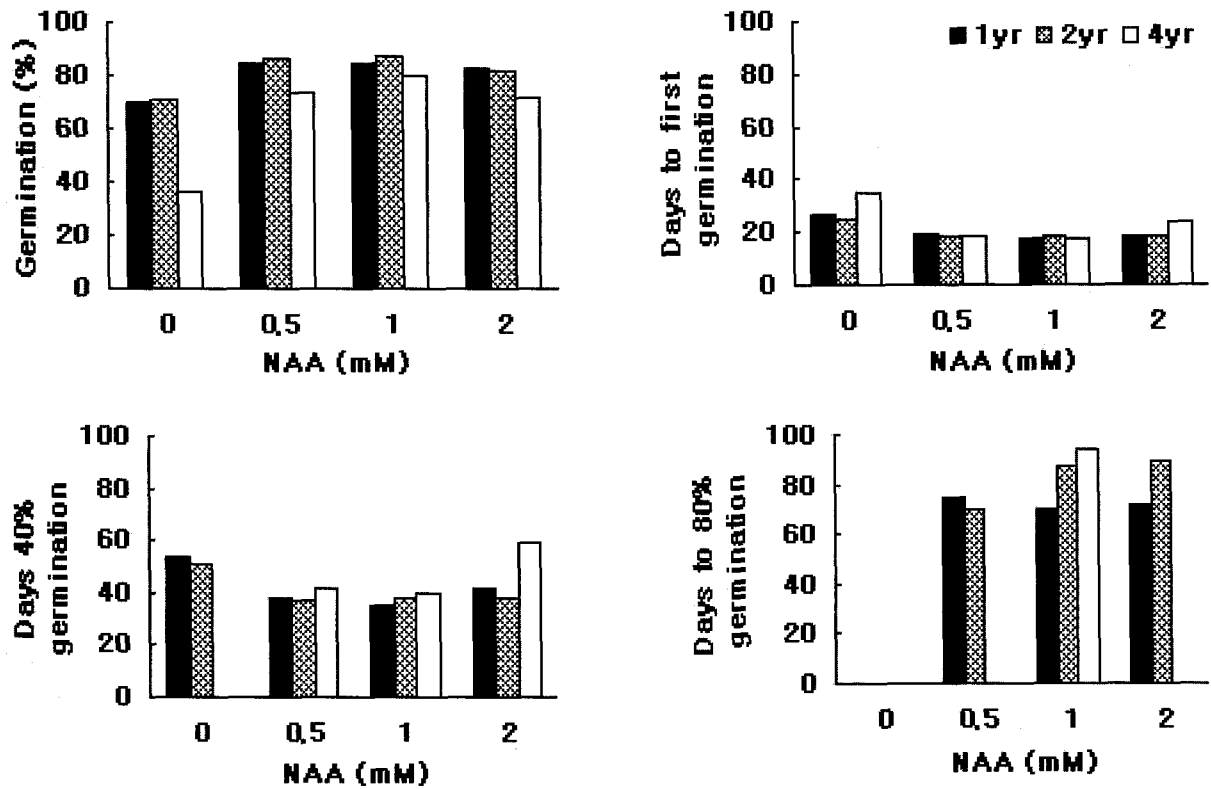


Fig. 3. Effect of NAA on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

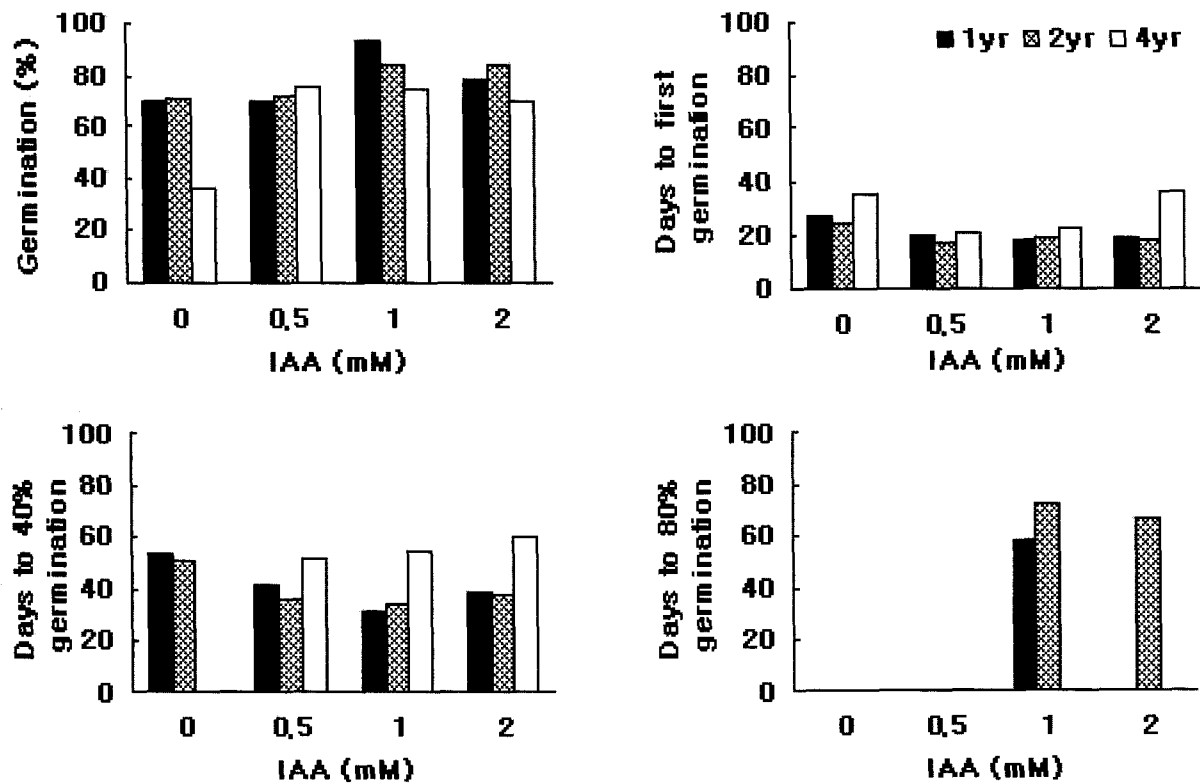


Fig. 4. Effect of IAA on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

처리구에서는 무처리구와 비슷한 발아율을 보였다(Fig. 5). 그리고, 발아시 및 발아기도 kinetin 0.5~1mM 처리에서 약간 단축되었을 뿐 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 4년 저장종자의 경우 kinetin처리로 발아율을 62~79%까지 높여 무처리에 비해 2배 이상 증가하였다. 4년된 동굴레 종자는 무처리에 36%의 발아율을 보여 발아기를 조사할 수 없었으나, kinetin처리로 발아율이 증가되어 40% 발아된 시점인 발아기를 확인할 수 있었다. 그러므로, kinetin처리는 1~2년된 종자에서는 발아에 크게 영향을 미치지 못하였으나, 오래 저장된 4년 종자에서는 발아율이 크게 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다. 그렇지만, 동일한 시토키닌류인 BA는 모든 처리구에서 오히려 발아를 억제하는 것으로 나타났다(Fig. 6). 저장기간에 관계없이 무처리에 비해 발아율이 떨어졌으며, 발아시 및 발아기도 무처리와 비슷하거나 오히려 오래 걸려 발아를 지연시켰다. BA처리는 잔대(Kim et al., 1996)와 좁쌀풀(Lee et al., 2003) 종자에 저농도로 처리하면 발아율이 증진된다고 하였으나, *P. odoratum* 종자에는 5°C 30일간 저온처리 전 또는 후에 0.1 mM을 처리하면 발아가 억제된다고 하였다(Tagaki, 2001b). 자생 동굴레에서는 모든 BA처리에서 발아가 감소하여 유사한 결과를 보이므로 식물의 종류에 따라 신중하게 적용하여야 할 것으로 생각되었다.

동굴레 종자의 발아율 증진을 위해 무기염류를 프라이밍 처

리한 결과 모든 KNO₃ 처리구에서 무처리구보다 발아율이 향상되었으며, 1년 저장종자는 농도에 관계없이 80%이상 발아하였다(Fig. 7). KNO₃을 5~20mM 농도로 처리하였을 때 1년 종자는 13.3~18%, 2년 종자는 6~9%, 4년 종자는 34~37%의 발아율이 높아지는 것을 볼 수 있었는데, GA₃처리구보다는 낮았으나, 다른 무기염류에 비해서는 우수한 결과였다. 80% 발아한 날을 조사한 발아종은 1년 종자의 경우 KNO₃의 농도가 높아질수록 단축되었는데, 20mM 농도에서 58.7일로 가장 짧았다. 좁쌀풀(Lee et al., 2003) 종자는 KNO₃ 농도가 높을수록 발아율이 증가되며, 가침박달나무(Lee et al., 2006), 잔대(Kim et al., 1996)에서도 효과적인 것으로 보고되어 있다. KNO₃ 처리 효과는 식물의 종류와 농도에 따라 다르지만, 동굴레에서도 20mM의 농도가 적당한 것으로 나타났다.

KH₂PO₄ 프라이밍처리는 1년, 2년 종자의 경우 5~10mM 농도에서 발아율이 약간 촉진되었으나, 20mM의 농도에서는 무처리에 비해 발아율이 감소하였다(Fig. 8). 또한 KH₂PO₄처리는 발아기간에 뚜렷한 단축효과를 보이지 않았는데, 발아시 및 발아기도 무처리에 비해 큰 차이가 없거나 20mM 농도에서는 다소 오래 걸리기도 하였다. 그러므로, 1~2년 저장한 동굴레 종자의 발아를 촉진시킬 목적으로 KH₂PO₄를 프라이밍 처리할 경우에는 농도를 5~10mM 정도로 하는 것이 좋으며, 이보다 고

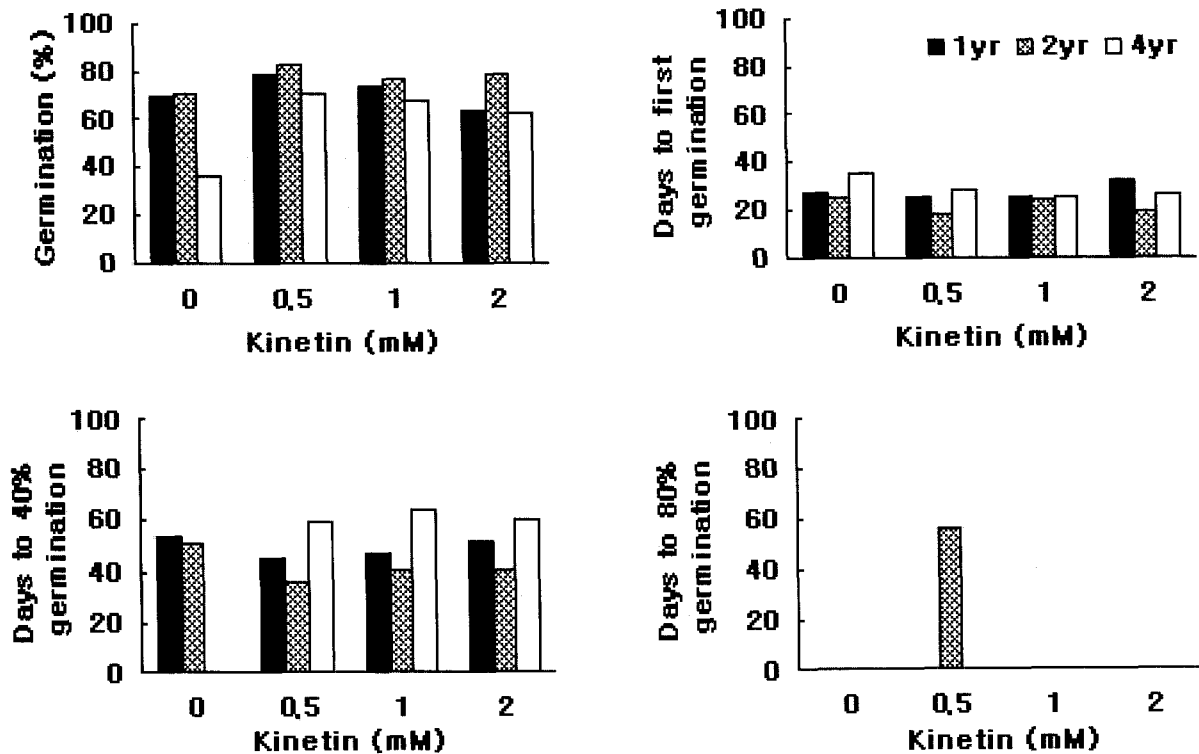


Fig. 5. Effect of kinetin on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

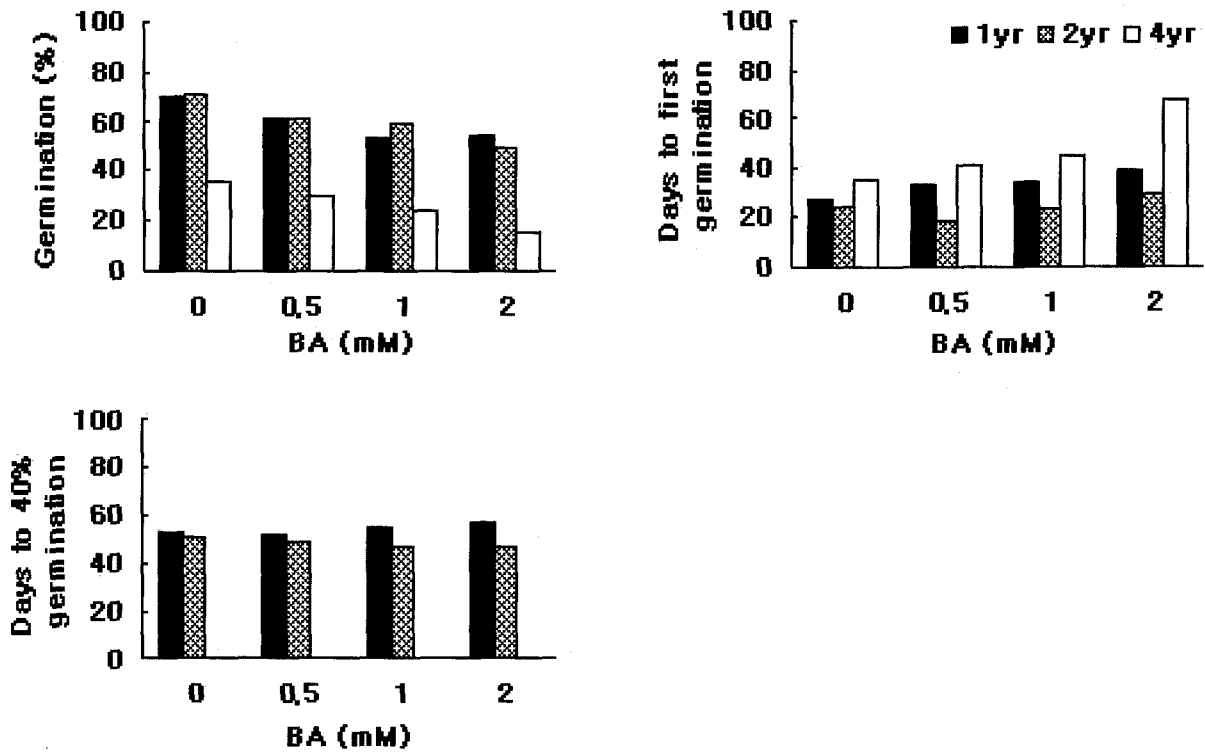


Fig. 6. Effect of BA on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

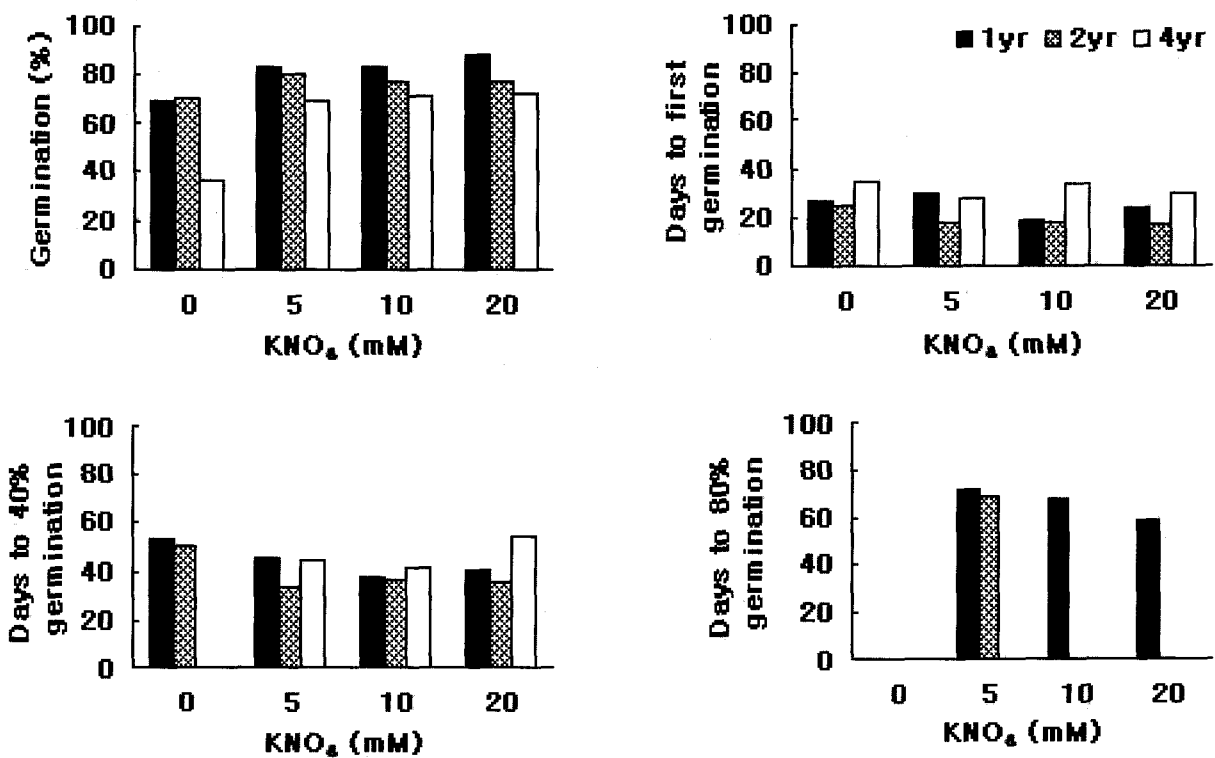


Fig. 7. Effect of KNO₃ priming on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

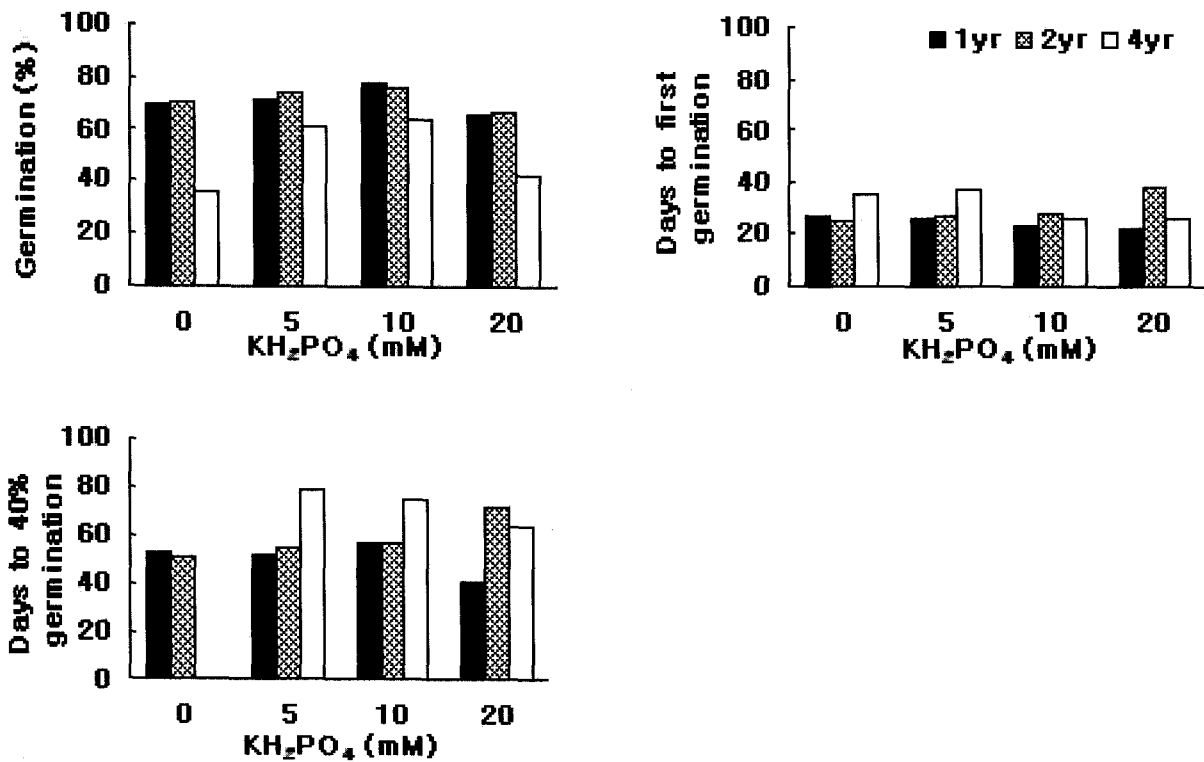


Fig. 8. Effect of KH_2PO_4 priming on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

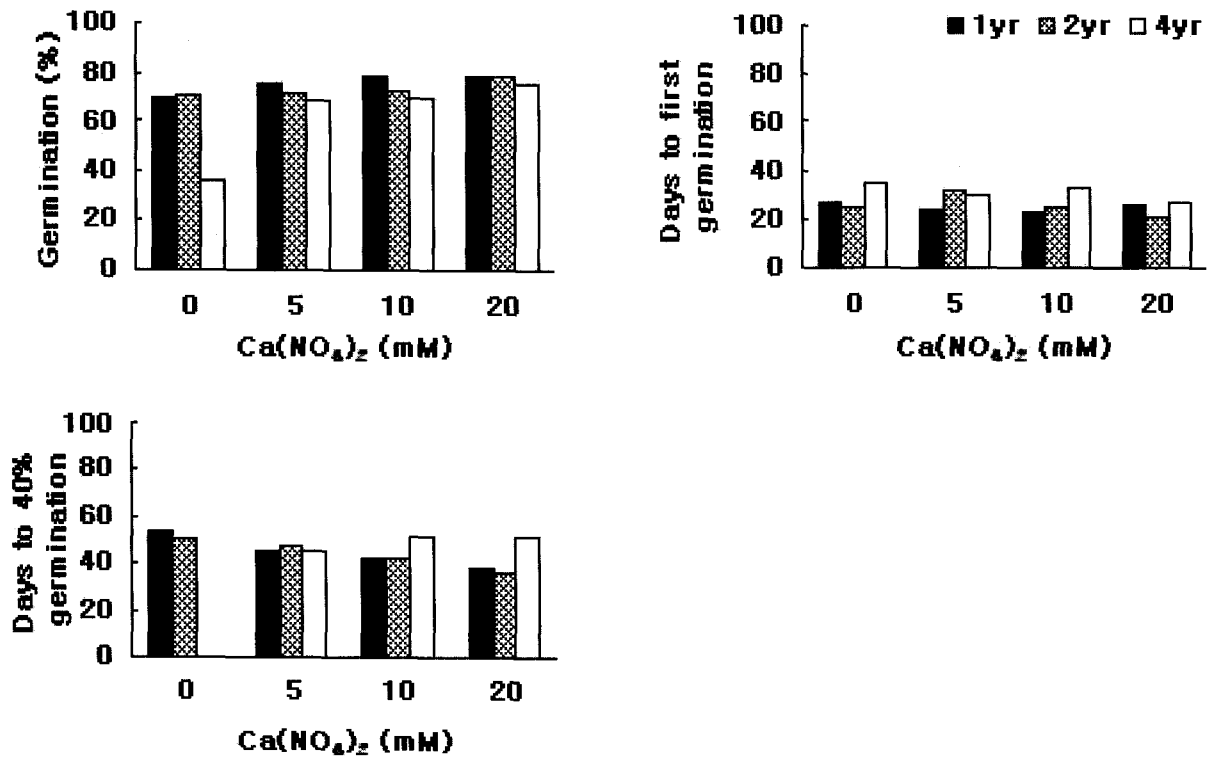


Fig. 9. Effect of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ priming on seed germination in *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

농도일 때는 오히려 발아에 억제적으로 작용하는 것으로 나타났다. 그러나, 4년 저장종자에서는 KH_2PO_4 5~10mM 농도에서 발아율이 증가하였다가 20mM 농도에서는 감소하여 동일한 경향을 보였으나 무처리에 비해서 높은 발아율을 보였다. 발아시 및 발아기도 무처리에 비해 농도가 높아질수록 짧게 나타나 저장기간이 오래 될수록 프라이밍 효과는 우수한 것으로 나타났다. 그렇지만, 4년 저장종자도 발아율과 발아기간을 고려할 때에 10mM 농도가 적당할 것으로 판단되었다.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 프라이밍처리에는 모든 처리구에서 무처리에 비해 발아율이 약간 높아졌으나, 80% 이상까지 발아된 처리구는 없었다(Fig. 9). 처리농도가 높아질수록 발아율이 증가하였으나, 발아시는 큰 차이가 나지 않았다. 발아기는 1, 2년 종자에서 농도가 높아질수록 단축되었으나 4년 저장종자에서는 단축효과가 나타나지 않았다. 좁쌀풀(Lee et al., 2003)은 20mM 농도에서, 가침박달나무(Lee et al., 2006)는 10mM에서 발아율이 높았으나, 등굴레는 20mM에서 높아지지만 크게 향상되지 않아 식물의 종류에 따라 반응이 다르게 나타나는 것으로 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 등굴레의 종자는 1~2년까지는 발아율이 거의 동일하게 유지되었으나, 4년 저장한 종자에서는 발아율이 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 온도별 발아율은 22~25℃에서 가장 높았으며, 온도가 높아질수록 발아율이 현저히 감소하였다. 등굴레 저장종자의 발아율을 향상시키기 위해 프라이밍 처리시 GA_3 , IAA, NAA, kinetin, KNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 등 대부분이 효과적인 것으로 나타났으나 BA처리는 오히려 발아율을 감소시켰다. 이들 저장종자에서 가장 효과적인 프라이밍처리는 GA_3 0.5mM처리와 IAA 1mM처리로 나타났다.

적 요

자연상태에서 발아율이 불량하고 발아기간이 오래 걸리는 등굴레의 종자번식을 위해 저장기간을 달리한 종자를 이용하여 종자수명 및 발아적온을 알아보았다. 또한 발아율을 높이기 위해 여러 생장조절제 및 무기염류를 프라이밍처리하였다.

저장기간별 등굴레 종자의 발아실험의 결과 1~2년까지는 발아율이 떨어지지 않았으나, 4년간 저장하는 경우에는 발아율이 현저히 떨어졌다. 등굴레 종자의 발아는 고온보다는 22~25℃의 온도에서 양호하였으며, 발아속도도 빨랐다. 특히 1~2년 저장한 종자를 25℃에서 발아시키는 경우 70~71.2% 정도의 비교적 높은 발아율을 보였다. 등굴레 종자의 발아를 촉진시키기 위하여 여러 종류의 생장조절제와 무기염류를 사용하여 프라이밍 처리를 한 결과, BA를 제외한 모든 처리구(GA_3 , IAA, NAA, kinetin, KNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)에서 무처리보다 높은 발

아율을 보여 프라이밍처리 효과가 인정되었다. 특히 1년 저장종자에서 GA_3 0.5mM 처리는 96%, IAA 1mM 처리는 93%의 높은 발아율을 보여 가장 발아율을 높였으며, 발아소요기간 또한 단축시켰다.

사 사

이 논문은 2006학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

인용문헌

- Ahn, D.K. 2003. Illustrated Book of Korean Medicinal Herbs. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd. Seoul pp. 708-709.
- Kang, J.H., D.I. Kim, K.S. Bae, K.H. Jang and J.S. Shim. 1998a. Effects of seed-coat softening and prechilling on seed germination and bulbil formation of *Polygonatum odoratum* Druce. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6(3): 210-215.
- Kang, J.H., D.I. Kim, K.S. Bae, S.H. Kim and J.I. Chung. 1999. Effect of gibberellin and chilling treatments on breaking epicotyl dormancy and seedling growth of *Polygonatum odoratum* Druce. Korean J. Medicinal Crop Sci. 7(1): 16-21.
- Kang, J.H., D.I. Kim, Y.S. Ryu, K.S. Bae and K.S. Han. 1998b. Characteristics of seed structure and seedling development in *Polygonatum odoratum* Druce. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6(2): 102-107.
- Kim, S.D., S.Y. Park, T.J. Kim, I.M. Cheong and S.M. Kim. 1996. Studies on the promoting of seed germination of *Adenophora triphylla* var. *japonica* Hara. Korean J. Plant Res. 9: 171-176.
- Kim, T.J. 1996. Korean Resources Plants (V). Seoul Nat'l Univ. Press. Seoul. pp. 172.
- Lattoo, S.K., A.K. Dhar and A. Jasrotia. 2001. Epicotyl seed dormancy and phenology of germination in *Polygonatum cirrhifolium* Royle. Current Science 81(11): 1414-1417.
- Lee, H.D., S.D. Kim, H.H. Kim, J.H. Kim, J.W. Lee, T. Yun and C.H. Lee. 2003. Effects of storage condition, growth regulator, and inorganic salt on the seed germination of *Lysimachia davurica*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 21: 34-38.
- Lee, H.D., S.D. Kim, H.H. Kim, J.W. Lee, J.H. Kim, C.H. Lee and C.H. Lee. 2006. Effects of storage method, growth regulator, and inorganic salt on the seed germination of *Exochorda serratifolia* S. Moore. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24: 90-94.
- Lee, T.B. 2003. Coloured Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul.

- Shin, D.Y., J.S. Park, Y.K. Jeng, H.J. Kim, B.S. Kwon and K.H. Hyun. 2002. Adventitious bud formation and mass propagation by root and propagation medium of wild *Polygonatum odoratum* Druce. Korean J. Plant Res. 15: 8-17.
- Song, J.S. 2000. Dormancy breaking of seed and plant, and flowering physiology of *Primula sieboldii* native to Korea. Ph.D. Thesis University of Seoul.
- Tagaki, H. 2001a. Breaking of two types of dormancy in seeds of edible *Polygonatum macranthum*. J. Japan Soc. Hort. Sci. 70(4): 424-430.
- Tagaki, H. 2001b. Breaking of two types of dormancy in seeds of *Polygonatum odoratum* used as vegetables. J. Japan Soc. Hort. Sci. 70(4): 416-423.

(접수일 2007. 7. 27 ; 수락일 2007. 10. 12)