

## 등굴레의 上胚軸 休眠打破와 幼苗生長에 대한 지베렐린 및 저온 처리효과

姜晋鎬\* · 金東一\* · 裴基洙\* · 金碩鉉\* · 鄭宗逸\*

### Effect of Gibberellin and Chilling Treatments on Breaking Epicotyl Dormancy and Seedling Growth of *Polygonatum odoratum* Druce

Jin Ho Kang\*, Dong Il Kim\*, Kee Soo Bae\*, Seok Hyeon Kim\*, and Jong Il Chung\*

**ABSTRACT** : Seed-propagation of Solomon's seal (*Polygonatum odoratum*) takes 2 years to shorten the period for becoming a practical method. The experiment was done to establish a proper method of breaking the epicotyl dormancy in bulk seed-propagation. Seedlings with a bulbil were treated with GA<sub>3</sub> every 2 days for 4 or 8 days and chilling treatments at 3℃ were enforced for 4, 6, 8 or 12 weeks. Emergence- and growth-related characteristics were examined immediately after the treatments, 3 and 6 weeks later. Rate of cotyledonary sheath rupture immediately after GA<sub>3</sub> treatment was greater in its 8-day treatment than in 4-day although its effect disappeared later. However, any epicotyl treated with GA<sub>3</sub> solution did not elongate so that new seedlings disemerged over the bed soil. That resulted from not breaking the epicotyl dormancy since GA<sub>3</sub> did not rupture all of the cotyledonary sheath formed with several sheets and consequently, the solution did not reach it. The GA<sub>3</sub> treatment for bulk seed-propagation, therefore, was impractical method. On the contrary, the chilling treatment was able to be applied to the seed-propagation because of getting the cotyledonary sheath rupture and the epicotyl elongation. Seedling emergence and its growth after chilling treatment were influenced by chilling period although required at least over 6-week treatment for satisfactory results.

**Key words** : *Polygonatum odoratum*, epicotyl dormancy, GA<sub>3</sub>, chilling, seedling emergence.

### 緒 言

종자의 발아에 영향을 미치는 휴면의 형태는 다양한 것으로 알려져 있다. 종자의 낙종에서부터 유

묘출현에 2년이 소요되는 '2-year seed'에 관여하는 휴면의 형태는 배 휴면의 일종인 상배축 휴면과 여러 형태의 휴면이 관계되어 있는 복합휴면으로 구분할 수 있다 (Chong et al., 1995; 除瑛, 1987a; Wareing et al., 1981). 이러한 휴면은 종피, 유근,

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산현장애로기술개발사업 연구결과의 일부임.

\* 慶尙大學校 農科大學 (College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea)

< '98. 10. 9 접수 >

하배축, 상배축 등 종자의 특정기관에서 나타나며 휴면타파를 위한 처리방법도 다양하게 보고되고 있다. 상배축 휴면을 보이는 종자는 뿌리를 형성하는 유근의 출현과 생장은 쉽게 이루어지나 지상부를 형성하는 상배축이 휴면으로 인하여 바로 신장되지 못하기 때문에 유묘가 전혀 출현되지 못하고 있다가 낙종 이듬해 겨울철 저온으로 상배축의 휴면이 타파되어야 유묘가 출현하는데 등굴레 종자도 이러한 특성을 보이는 것으로 알려져 있다 (除瑛, 1987b; Wareing et al., 1981).

현재 등굴레는 가공원료로 이용되고 있는 지하경을 정식하는 방법으로 재배가 이루어지고 있다. 그러나 지하경의 정식은 과다한 종근 구입비, 정식당년의 지하경 휴면에서 오는 경제적 손실 등으로 인하여 일반농가로 재배가 확산되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 등굴레와의 가격경쟁력을 증대시키기 위하여 요구되는 다량재배는 종자 활용을 통한 다량번식을 유도함으로써 가능할 것이다. 등굴레의 종자번식을 통한 다량육묘가 가능하기 위하여는 우선적으로 발아과정에서 일어나는 상배축의 휴면을 효율적으로 타파할 수 있는 방법이 설정되어야 하며 가능한 한 휴면타파 기간이 짧아야 할 것이다 (Kang et al., 1996, 1997a and b).

현재까지 등굴레의 상배축 휴면에 관한 연구로는 Wareing 등 (1981)은 자연상태에서는 낙종 이듬해의 겨울철 저온으로 휴면타파가 가능하다고 하였으며, 除瑛 (1987a)은 0~5℃에서 30일 이상 처리하면 휴면타파가 효율적으로 이루어진다는 진일보된 결과를 보고하였다. 그러나 강 등 (1997b)은 저온처리 기간을 최소 4주에서 12주로 연장할수록 상배축 휴면타파 비율이 증가된다고 보고하였다. 따라서 인위적인 저온처리로 발아중인 등굴레의 상배축 휴면을 타파할 수 있을지라도 저온처리 기간에 따라 유묘가 출현되는 비율이 영향을 받는다고 할 수 있다.

인위적 저온처리를 통하여 상배축 휴면을 타파할 수 있다하더라도 10월 낙종에서부터 이듬해 5월까지 적어도 7개월 내에 유묘출현이 가능하도록 하기 위하여는 상배축 휴면타파 기간을 더욱 단축할 수 있는 처리방법이 모색되어야 할 것이다. 강 등 (1997b)은 petri dish를 이용하여 저온 대체효과가

있는 GA<sub>3</sub> 0.1~1.0 mM에 4~8일간 처리한 결과 상배축 휴면이 타파된다고 하여 장기간을 요하는 저온처리를 대체할 수 있다는 가능성을 제시한 바 있다.

이상에서 제시된 등굴레의 상배축 휴면타파 방법이 종자를 이용한 다량육묘에도 적용이 가능한가에 대한 검토가 선행되어야 영농현장에 접목이 가능할 것이다. 따라서 이상의 GA<sub>3</sub> 및 저온 처리가 다량육묘에 적용 가능한가에 대한 정보를 얻고자 GA<sub>3</sub> 관주기간과 저온 처리기간이 상배축 휴면타파와 휴면타파 후에 출현되는 유묘의 생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본시험을 실시하였다.

## 材料 및 方法

본 연구는 1997년 1월부터 1997년 9월까지 경상대학교 농학과 공예작물학 실험실과 토경온실에 각각 설치되어 있는 저온처리용 냉장고, 발아상 및 항온습습실에서 수행되었다. 경남농촌진흥원 함양약초시험장에서 채종한 등굴레 (*Polygonatum odoratum*) 종자를 3개월간 15℃ 항온에서 후숙시킨 후 전보 (Kang et al., 1996, 1997a)와 같이 25℃ 항온의 암상태에서 12주간 발아시켜 소주아가 형성된 개체를 공시재료로 이용하였다. 아래 처리와 같이 상배축 휴면타파 처리를 실시한 후의 관리는 25℃ 항온과 광도 4.9 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>로 조절된 생육상에서 3일마다 한번씩 관수하는 형태로 시험을 수행하였으며, 기타 관리는 전보 (Kang et al., 1997b)에 준하여 실시하였다.

본 연구는 2개 항목으로 분리시켜 완전임의배치 3반복으로 실시되었다. 항목 1은 상배축 휴면타파 기간을 단축하기 위하여 petri dish에서 수행된 GA<sub>3</sub> 처리의 최적결과가 다량육묘에서도 적용될 수 있는가를 검토하고자 토실이 상토 1,530 cm<sup>3</sup>에 GA<sub>3</sub> 1.0 mM 용액 70 ml을 2일 간격으로 2회 (4일) 또는 4회 (8일) 관주하여 상배축의 휴면타파를 유도하였다. 항목 2는 상배축 휴면타파에 대한 저온처리의 효과를 구명하기 위하여 치상 12주 후에 소주아가 형성된 개체를 3℃ 저온의 암상태에서 4주, 6주, 8주, 12주간 처리를 가하였다.

이상의 모든 시험에서 GA<sub>3</sub> 또는 저온처리 직후,

3주 또는 6주 후에 조사가 이루어졌다. 조사항목은 個體當 小珠芽長, 根數, 根長 및 小珠芽가 형성되고 뿌리가 하나 이상 형성된 것을 소주아 형성개체로, 子葉 破裂個體와 상배축 신장개체는 전보 (Kang et al., 1997b)에 준하여 실시하였다. 상배축 휴면타파를 위한 처리기간간의 차이에서 오는 조사항질의 변이는 처리시 발아율을 기준으로 환산하였다. 발아중인 등굴레 유묘의 소주아와 상배축의 절단면은 시료를 carmine으로 염색한 후 입체현미경 (SMZ-2T, Nikon)을 이용·촬영하였다.

## 結果 및 考察

종자를 상토에 치상한 후 12주에 GA<sub>3</sub> 1.0 mM 70 ml를 2일 간격으로 4일 또는 8일간 관주한 직후, 3주 또는 6주 후에 조사한 유묘 출현 및 성장 관련 형질은 표 1과 같다. GA<sub>3</sub> 관주기간과 관주 후의 시간의 경과에 따른 발아율에는 차이가 없었다. 발아율을 고려하여 계산한 체형질 중에서 4일 또는 8일의 GA<sub>3</sub> 관주처리간에는 根長을 제외하고는 出現率, 小珠芽長, 上胚軸長에서는 차이가 없었다.

Table 1. Seedling emergence and morphological characters of *Polygonatum odoratum* as affected by GA<sub>3</sub> treatment periods and elapsed time after GA<sub>3</sub> treatment<sup>†</sup>.

| Parameters                                 | Germination rate       | Emergence rate | Bulbil length | Epicotyl length | Root   |        |
|--|------------------------|----------------|---------------|-----------------|--------|--------|
|  | %                      | %              | cm            | cm              | Number | Length |
|  | plant <sup>-1</sup> cm |                |               |                 |        |        |
| GA <sub>3</sub> treatment period (days: G) |                        |                |               |                 |        |        |
| 4  | 65.0                   | 0.0            | 1.90          | 0.00            | 13.7   | 8.15   |
| 8  | 68.5                   | 0.0            | 1.90          | 0.00            | 14.2   | 9.37   |
| LSD .05                                    | ns                     | ns             | ns            | ns              | ns     | 0.65   |
| Weeks after GA <sub>3</sub> treatment (W)  |                        |                |               |                 |        |        |
| 0  | 65.1                   | 0.0            | 1.73          | 0.00            | 12.2   | 6.84   |
| 3  | 66.1                   | 0.0            | 2.07          | 0.00            | 14.7   | 8.96   |
| 6  | 69.0                   | 0.0            | 2.10          | 0.00            | 15.0   | 10.49  |
| LSD .05                                    | ns                     | ns             | 0.14          | ns              | 1.6    | 0.89   |
| G × W                                      | ns                     | ns             | ns            | ns              | ns     | **     |

<sup>†</sup>GA<sub>3</sub> treatment was done under darkness at 3°C. ns, \*\* Nonsignificant and significant at 0.01 probability, respectively.

GA<sub>3</sub> 관주처리 후 시간의 경과에 따라 小珠芽長, 根數와 根長이 증가되는 경향을 보였으나 출현과 관련된 상배축의 신장은 전혀 일어나지 않았다.

상배축 신장이 전혀 일어나지 않는 원인을 추적하기 위하여 자엽초 파열율과 상배축 신장율을 조사한 것은 그림 1과 같다. 자엽초 파열은 GA<sub>3</sub> 용액을 관주한 직후에는 4일과 8일간에는 차이가 있었으나 처리 후 3주와 6주에서는 차이가 없었다. 그러나 자엽초가 50% 정도 파열된다 하여도 상배축은 전혀 신장되지 않았다. 따라서 자엽초가 파열되더라도 상배축이 신장되지 않는 원인을 구명하기 위하여 상배축을 절단하여 내부구조를 관찰하였던 바 (Photo. 1) 성장점이 여러 겹의 자엽초로 싸여 있었다. 따라서 인위적인 GA<sub>3</sub> 처리로는 상배축의 휴면을 효율적으로 타파하기란 불가능할 뿐만 아

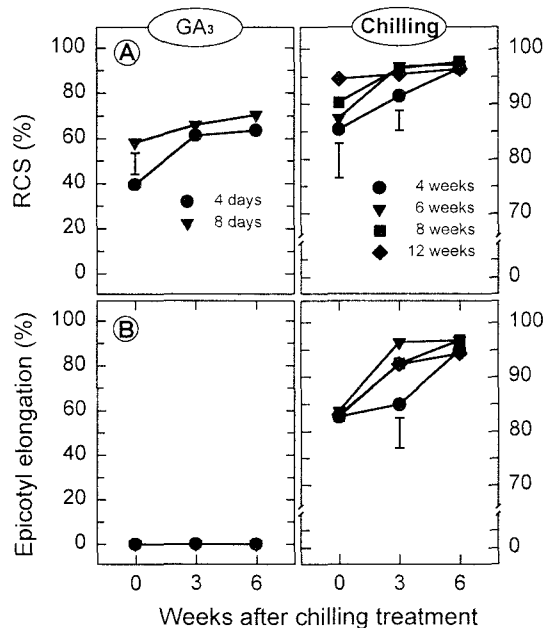


Fig. 1. Rupture of cotyledonary sheath (A) and epicotyl elongation (B) of *P. odoratum* seedlings as affected by periods of GA<sub>3</sub> or chilling treatment. White light was illuminated 12 hours a day at 25°C. Vertical bars indicate significant difference between the same week at LSD .05.

나라 상배축 휴면타파 유무를 육안으로 관찰되는 자엽초의 파열정도를 판단하는 기준으로 삼는 것은 적절하지 않다고 할 수 있다. 동굴레의 상배축 휴면타파는 petri dish를 이용하여 GA<sub>3</sub> 용액에 소주가 형성된 유묘를 침지할 경우 (Kang et al., 1997b) 상배축 휴면타파가 가능하였으나 상토를 이용한 다량육묘시 관주방식으로는 불가능하다고 할 수 있어서 다량육묘를 위하여는 적절한 상배축 휴면타파 방법이 강구되어야 할 것이다.

상배축 휴면을 타파하기 위한 방법으로서 저온처리와 저온처리 후의 시간경과에 따른 유묘의 반응을 조사한 것은 표 2와 같다. 저온처리 기간이 4주에서 12주로 증가함에 따라 발아율이 증가되어 처리시 발아율을 기준으로 환산한 결과 저온처리 기간이 증가하면 根長을 제외한 제형질이 증가하는 경향이였다. 특히 저온처리 기간이 4주에서 6주로 증가할수록 상배축 신장율, 출현율, 小珠芽長, 上胚軸長, 根數는 현저히 증가하는 경향을 보였다. 더불어 3주 또는 6주로 저온처리 후의 시간이

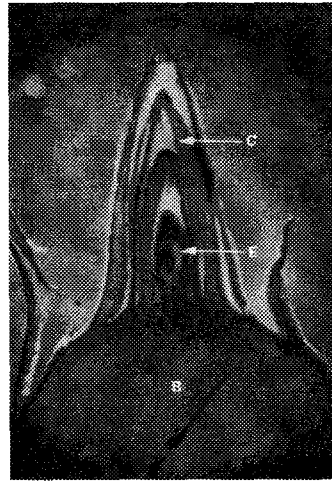


Photo. 1. Longitudinal shape of epicotyl in germinating *P. odoratum* seedling. Letters mean B, bulbil; C, cotyledonary sheaths, and E, epicotyl.

Table 2. Seedling emergence and morphological characters of *P. odoratum* as affected by chilling period and elapsed time after chilling<sup>†</sup>.

| Germination                        | Epicotyl rate | RCS <sup>‡</sup> | Epicotyl elongation | Emergence rate | Bulbil length | Epicotyl length | Root    |                  |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|---------|------------------|
|                                    |               |                  |                     |                |               |                 | Length  | No. <sup>§</sup> |
|                                    |               |                  |                     |                |               |                 | %       |                  |
|                                    |               |                  |                     |                |               |                 | cm      |                  |
|                                    |               |                  |                     |                |               |                 | - no. - |                  |
| Chilling period (weeks; C)         |               |                  |                     |                |               |                 |         |                  |
| 4                                  | 63.2          | 92.7             | 87.6                | 14.6           | 1.17          | 0.94            | 5.02    | 5.00             |
| 6                                  | 67.2          | 92.4             | 90.9                | 25.8           | 1.25          | 1.65            | 5.17    | 5.44             |
| 8                                  | 68.4          | 93.0             | 90.7                | 26.4           | 1.25          | 1.67            | 5.14    | 5.55             |
| 12                                 | 71.4          | 95.5             | 89.9                | 30.5           | 1.30          | 1.67            | 5.23    | 5.66             |
| LSD .05                            | 3.3           | 2.3              | 2.6                 | 1.0            | 0.08          | 0.14            | ns      | 0.53             |
| Weeks after chilling treatment (W) |               |                  |                     |                |               |                 |         |                  |
| 0                                  | 64.1          | 89.1             | 82.8                | 0.0            | 1.07          | 0.40            | 4.37    | 4.75             |
| 3                                  | 66.8          | 94.6             | 91.2                | 22.6           | 1.17          | 1.12            | 5.36    | 5.50             |
| 6                                  | 71.8          | 96.6             | 95.3                | 50.4           | 1.49          | 2.92            | 5.69    | 6.00             |
| LSD .05                            | 2.9           | 2.0              | 2.2                 | 0.9            | 0.07          | 0.12            | 0.24    | 0.46             |
| C × W                              | ns            | **               | *                   | **             | ns            | **              | ns      | ns               |

<sup>†</sup>Chilling was treated at darkness and 3°C constant temperature.

<sup>‡</sup>Rupture of cotyledonary sheath.

<sup>§</sup>Number per plant.

ns. \*, \*\* Nonsignificant, significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

경과함으로서 조사형질 모두 증가되는 경향을 보였다.

한편 저온처리 기간과 저온처리 후의 시간 경과에 따른 자엽초 파열율과 상배축 신장율은 그림 1과 같다. 저온처리에 의한 자엽초 파열율은 상배축 휴면타파를 위한 저온처리 후 3주까지는 저온처리 기간이 가장 짧은 4주에서 가장 낮았으며 상배축 신장율은 저온처리 후 3주에서만 자엽초 파열율과 동일한 경향을 보였다. 상토를 이용한 다량육묘시 상배축 휴면타파를 위한  $GA_3$  과 저온 처리간을 비교하여 보면  $GA_3$  처리의 자엽초 파열율은 저온처리에 비하여 다소 낮다고 할지라도 상배축의 신장이 이루어지지 않아 육묘가 출현되지 않는 것으로 나타났다. 따라서 petri dish에서 도출된  $GA_3$  처리결과를 육묘기간의 단축이 요구되는 등굴레의 다량육묘에 적용하는 것은 불가능한 것으로 보인다.

육묘출현율과 상배축장은 상배축 휴면타파를 위한 저온처리 기간과 저온처리 후의 경과시간간에 상호작용이 있어 (표 2) 이들 요인별 수준에 따른 변화는 그림 2와 같다. 육묘출현율은 저온처리 후 3주부터는 6~12주간의 처리간에는 차이가 없었으나 4주의 저온처리에서 낮았다. 그러나 상배축장

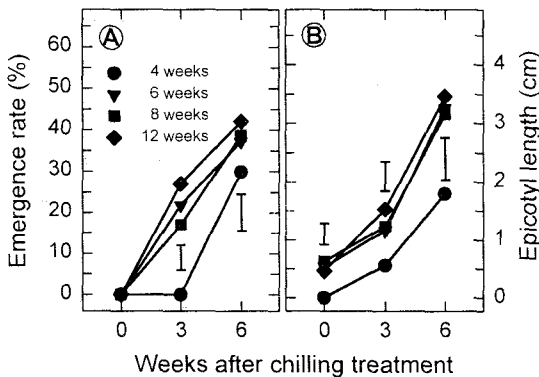


Fig. 2. Effect of chilling periods on emergence rate (A) and epicotyl length (B) of *P. odoratum* seedlings. White light was illuminated 12 hours a day at 25°C. Vertical bars indicate significant difference between the same week at LSD. 05.

은 오히려 저온처리 직후부터 육묘출현율과 유사한 결과로 나타났다. 따라서 4주와 6주 이상의 저온처리간에는 육묘 출현과 생장 관련 형질에 미치는 영향이 서로 다르다고 할 수 있었다.

## 摘 要

과종부터 육묘출현까지 2년이 소요되는 등굴레의 종자번식에서 육묘기간을 단축하기 위하여는 우선적으로 적절한 상배축 휴면타파 방법이 설정되어야 할 것이다. 본 시험은 등굴레의 상배축 휴면타파 방법을 설정하고자  $GA_3$  1.0 mM을 2일 간격으로 2회 또는 4회 (4일 : 8일) 관주하거나, 4, 6, 8, 12주간 3°C의 저온처리를 가한 후 육묘 출현과 생장에 관련된 형질을 조사하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

$GA_3$  처리시 子葉 破裂數는 처리 직후에는 4일 보다 8일 처리에서 높았으나 시간이 경과할수록 처리효과가 소멸된 반면, 상배축 신장이 이루어지지 않아 출현 육묘가 전혀 없었다. 따라서  $GA_3$ 을 이용한 등굴레의 상배축 휴면타파는 실험실에서 소규모로 행할 경우는 가능하다고 할지라도 상토를 이용한 다량육묘에서는 적용이 불가능한 것으로 나타났다. 이러한 원인은  $GA_3$  용액의 관주처리시 자엽초는 파열되나 상배축이 여러 겹의 자엽초로 싸여져 있기 때문에  $GA_3$  용액에 노출되지 않은 결과로 해석된다. 한편 자엽초 파열과 상배축 신장이 원활히 이루어지는 저온처리는 다량육묘에 이용이 가능하다고 할 수 있다. 그러나 입묘 정도는 저온처리 기간에 의하여 영향을 받는 것으로 나타났는데 적어도 6주의 저온처리가 가하여져야 할 것으로 분석되었다.

## LITERATURES CITED

- Chong, C. and B.B. Bible. 1995. Germination and emergence. p. 85-146. In: M. Pessaraki (ed.). Handbook of plant and crop physiology. Marcel Dekker, Inc., 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, USA.
- Kang, J.H., Y.S. Ryu, S.H. Kim, K.H. Jang, and

- D. G. Kim. 1996. Study on dormancy mechanism and breaking epicotyl dormancy of *Polygonatum odoratum* seed - Effects of various seed treatments and its germination, bulbil formation and epicotyl elongation. RDA. J. Agric. Sci. (Agri. Inst. Cooperation) 38 : 157 - 169.
- Kang, J. H., Y. S. Ryu, and K. H. Jang. 1997a. Study on dormancy mechanism and breaking epicotyl dormancy of *Polygonatum odoratum* seed. 1. Germination and bulbil formation as affected by afterripening, KOH or gibberellin treatment. RDA. J. Agric. Sci. (Agri. Inst. Cooperation) 39 : 31-37.
- Kang, J. H., Y. S. Ryu, and J. M. Park. 1997b. Study on dormancy mechanism and breaking epicotyl dormancy of *Polygonatum odoratum* seed. 2. Breaking epicotyl dormancy as affected by chilling and gibberellin treatment. RDA. J. Agric. Sci. (Agri. Inst. Cooperation) 39 : 39 - 45.
- Kang, J. H., D. I. Kim, Y. S. Ryu, K. S. Bae, and K. S. Han. 1998a. Characteristics of seed structure and seedling development in *Polygonatum odoratum* Druce. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6(2) : 102 - 107.
- Kang, J. H., D. I. Kim, K. S. Bae, K. H. Jang, and J. S. Shim. 1998b. Effect 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.
- Wareing, P. F. and I. D. J. Phillips. 1981. Dormancy. p. 259 - 280. In : P. F. Wareing and I. D. J. Phillips (eds.). Growth and differentiation in plants (3rd ed.). Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW, England.
- 除瑛. 1987a. 藥用植物種子的休眠. p. 34 - 44. 植物種子手冊. 人民五星出版社. 中華人民共和國.
- 除瑛. 1987b. 玉竹. pp. 163 - 165. 植物種子手冊. 人民五星出版社. 中華人民共和國.