藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 6(2) : 102 - 107(1998)

둥굴레의 種子 構造와 出芽 特性[1)]

姜晋鎬* · 金東一* · 柳永燮** · 裵基洙* · 韓鏡秀*

Characteristics of Seed Structure and Seedling Development in *Polygonatum odoratum* Druce

Jin Ho Kang*, Dong Il Kim*, Yeong Seop Ryu**,
Kee Soo Bae* and Kyung-Soo Han*

ABSTRACT : Solomon's seal (*Polygonatum odoratum*) seedlings raised through its seeds can replace the rhizomes impelling higher cost for transplanting. This experiment was done to determine the seed characteristics and the germinating processes to give some information on bulk production of seedlings using the seeds. The external or internal morphology of seeds or seedlings grown in lab. or greenhouse was examined mainly with stereomicroscope.

The external shape of Solomon's seal seed was hard seed-coat and orthotropous ovule with linear type embryo stretching to the center of seed. Germination proceeded through the several steps. The lower part of seed embryo having the primordia of bulbil and roots first grew before the bulbil and roots was developed from the primordia. The lower part of embryo was enlarged toward the endosperm of seed as soon as seed germinated. Then epicotyl was formed on the apex of bulbil. The epicotyl was elongated after at least 6-week chilling treatment for breaking its dormancy and the first leaf shape was affected by light intensity given during seedling emergence. The bulbil was the first organ of the rhizome used as tea or herb medicine.

Key words : *Polygonatum odoratum*, Seed shape, Germinating process, Seedling morphology.

緖 言

예로부터 지하경을 生藥材 또는 救荒作物로서 이용하여 오던 둥굴레는 최근 차로서의 소비가 급격히 증가되고 있으며 지상부는 꽃꽂이의 고급 소재로 판매되고 있어서 일부 지역을 중심으로 다량재배가 시도되고 있다. 그러나 지하경을 이용하여 재배할 때 과다한 종근 구입비, 정식된 지하경의 휴면 또는 장기간의 재배 등 몇 가지 문제점이 있어 이를 해결하여야만 자금력이 부족한 일반 농민들의 재배 유도로 다량재배가 이루어질 수 있을 것이다 (王鐵生 등, 1991).

지하경 번식이 갖는 이러한 문제점 때문에 다량

[1] 본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산 현장애로기술개발사업 연구결과의 결부임.

* 慶尙大學校 農學課(Dept. of Agronomy, Gyeongsang National University, Chinju 660 - 701, Korea)
* * 농림수산기술관리센타(AGPC (R&D) Promotion Center for Agri., Forestry and Fishery, 5-6 Yanjae-dong, Seoul 137 - 130, Korea)

〈 '98. 3. 24 接受 〉

재배를 위하여 종자번식 방법이 제안되고 있으나 둥굴레 종자는 발아 중 상배축의 휴면으로 인하여 자연상태에서 낙종 후 유묘 출현까지의 기간이 약 18개월이나 소요되기 때문에 발아 기간을 대폭 단축하고 육묘 효율을 제고하여야만 활용 가능할 것이다 (除瑛, 1987a and b). 현재까지 둥굴레 재배는 종자번식 체계가 확립되지 못하여 재배중인 둥굴레의 지하경을 굴취하여 정식하는 방법에 주로 의존하여 왔다. 그러나 최근 종자를 이용한 다량 육묘의 기초 연구에서 온도 등 환경 조건을 정교하게 조절함으로서 육묘기간을 7개월로 단축할 수 있다는 가능성이 제기되고 있다 (Kang et al., 1996, 1997a and b).

지금까지 보고된 종자번식에 관한 연구를 종합하면 발아 및 상배축 휴면타파를 위한 出芽 過程에서의 적절한 온도 조절과 光 有無, 저온처리가 반드시 이루어져야 하며 후숙조건, 종피연화 처리, 상토 등이 육묘 효율에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다 (除瑛, 1987a and b; Kang et al., 1996, 1997a and b; Wareing et al., 1981). 그러나 일반작물과는 달리 둥굴레의 발아는 胚軸이 신장하여 小珠芽를 형성한 후 상배축과 뿌리가 돌출하는 특이한 형태로 진행되고 (除瑛, 1987b; Kang et al., 1996) 다량번식을 위한 상배축 휴면타파 방법도 복잡하기 때문에 (Kang et al., 1997a and b) 둥굴레 종자를 이용한 다량육묘를 위하여는 발아 과정을 자료화할 필요가 있을 것이다. 따라서 본 연구는 둥굴레의 종자 구조와 유묘 출현 특성을 체계화하여 종자번식에 대한 정보를 얻고자 실시되었다.

材料 및 方法

본 연구는 1995년 1월부터 1998년 2월까지 경상대학교 농학과 공예작물학실험실과 공동실험실습관에서 수행되었다. 경남농촌진흥원 약초시험장으로부터 10월 초순에 채취된 둥굴레 장과를 분양받아 육질을 제거하여 종자를 정선 · 건조한 후 3℃에 보관하면서 재료로 사용하였다. 종자의 외부 크기는 100립씩 10반복을, 종자를 2등분하여 측정한 배의 크기는 20립씩 5반복을 조사하였다. 발아중인 종자의 내부 구조를 관찰하기 위한 종자발아 방법에는 모래를 이용하였으며, 그 절차는 전보 (Kang et al., 1996)에 준하였다. 종자 내부의 구조를 관찰하기 위하여 먼저 45%의 acetic acid 100 ml에다 carmin 1 g을 넣어 hot plate로 진한 紫色이 될 때까지 가열 · 교반시킨 후 냉각된 용액을 보관병에 여과지로 여과하는 방법으로 carmin 용액을 만들었다. 둥굴레 종자 또는 발아중인 유묘를 carmin 용액에 1.5~2일간 침지하여 착색시킨 다음 증류수로 0.5~1시간 탈색시켰으며, 촬영은 입체현미경 (SMZ-2T, Nikon)을 이용하였다.

발아 및 유묘의 생장 특성을 관찰하기 위해 먼저 15℃에서 3개월간 후숙된 종자를 상토로 채워진 육묘상자에 파종한 후 25℃ 암상태로 소주아 형성이 최고에 달하는 12주까지 계속 유지하다가, 상배축 휴면타파를 위하여 3℃로 온도를 변화시켜 6주간 저온처리하였다. 저온처리 후 25℃에서 1일 12시간의 白色光으로 온도와 광 조건을 다시 변화시킨 후 육묘상자를 단자엽이 전개되는 6주까지 계속 생육장에 유지시켰다. 한편 광도 차이에 의한 유묘생장 특성은 저온처리 후 無加溫 하우스에서 모기장을 이용한 遮光과 無遮光으로 구분 · 처리함으로서 출현중인 유묘의 형태 변화를 관찰하였다.

結果 및 考察

1. 種子構造

둥굴레 종자의 외부와 내부 구조 및 크기는 Fig. 1에서와 같다. 종자의 외부 구조는 지상부와 지하부의 시원체를 함유하고 있는 배의 정단이 돌출하는 珠孔과 臍가 반대편에 위치하는 直生胚珠 형태였으며, 종피는 硬實로서 주공부위에도 타부위와 마찬가지로 동일한 두께로 덮여있는 것으로 관찰되었다. 외형적인 크기는 珠孔과 臍 사이의 種長은 3.52±0.236 mm, 種幅은 3.98±0.320 mm, 천립중은 30.50±0.511 g이었다 (Fig. 1 A). 종자의 내부 구조로서 배는 종자의 중앙을 향해 배열된 linear type으로서 백합과의 전형적인 형태였으며 (Atwater, 1980), 배의 길이는 1.28±0.411 mm, 胚幅은 0.37±0.07 mm로 조사되었다 (Fig. 1 B).

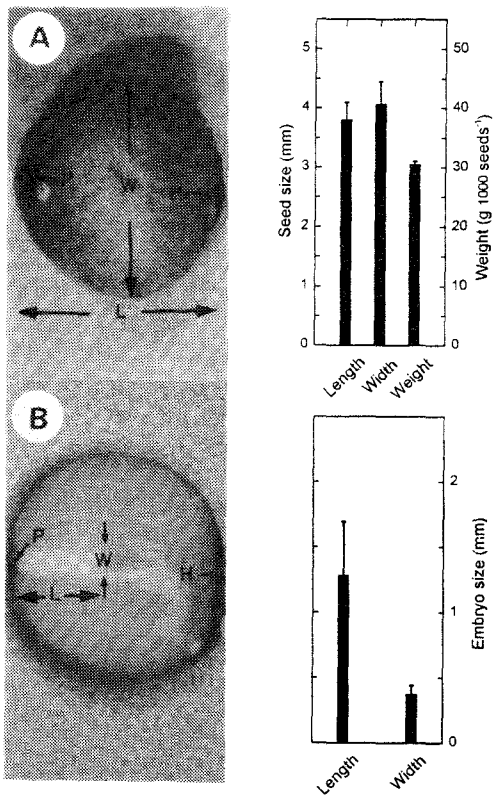

Fig. 1. External (A) or internal (B) shape and size of *P. odoratum* seed. Letters with arrow L, length of seed or embryo; W, width of seed or embryo; P, micropyle; H, hilum.

2. 發芽 및 出芽 特性

파종에서부터 출아 후 단자엽이 전개되기까지의 과정은 Fig. 2에서와 같다. 종자를 상토에 파종(A)한 후 6~12주가 경과하면 小珠芽와 뿌리가 형성되었으며(B), 형성된 小珠芽로부터 상배축이 돌기되고 여러 개의 뿌리가 신장하기 시작하였다(C). 小珠芽로부터 돌기된 상배축은 3℃에서 적어도 4주 이상의 저온처리로 휴면타파가 이루어져야 신장하기 시작하였다(D). 상배축이 휴면에서 타파되었더라도 지상으로 출현되지 않은 상태로부터(D) 출현 후 단자엽이 전개되고(E, F) 저온처리 후 6주경에는 완전한 잎의 형태를 갖추는 것으로 관찰되었다(G). 이상의 둥굴레 종자의 발아과정 중에서 A와 B 단계는 4단계로 (Kang et al., 1996), C와 D 단계는 3단계로 (Kang et al., 1997b)로 더욱 세분할 수 있어서 일반작물과는 달리 둥굴레의 발아는 아주 복잡한 과정을 거친다고 할 수 있다.

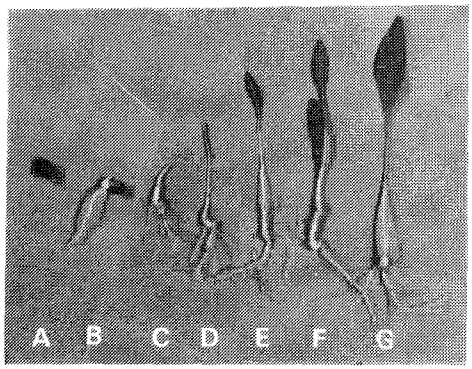

Fig. 2. Geminating characteristics of *P. odoratum* seed. Epicotyl dormancy must be broken at stage C to proceed to the next stages.

둥굴레 종자는 발아시 유근 또는 지상부 초엽이 먼저 돌출 하는 것이 아니라 배축신장 후 小珠芽와 뿌리가 발달되는 과정으로 진전되는 것으로 알려져 있어 (Kang et al., 1996) 발아중 이들의 형성과정을 구명하기 위하여 발아 초기 단계의 종자 절단면을 입체현미경으로 관찰한 것은 Fig. 3과 같다. 배축이 신장되기 전 주공과 인접한 배 정단 부위에 小珠芽와 지하경의 시원체가 관찰되었고(A), 배축이 신장되면서 두조직의 시원체가 배의 정단에서 약간 분리된 후 (B) 小珠芽가 형성되는 부분이 약간 부풀어올라 (C) 시간이 경과하면서 크기가 커진 후 小珠芽로부터 상배축과 뿌리가 돌기하는 단계로 진전되었다 (D). 발아 중의 배와 배유의 형태 변화는 Fig. 4와 같다. 종자 내의 배는 막대기 모양 (Fig. 3 A)에서 胚軸이 신장함에 따라 배가 배유를 잠식하여 (A, B) 시간이 경과하면서 배가 배유를 거의 잠식하였다 (C). 따라서 둥굴레의 발아를 유근돌출 또는 유근신장이라는 표현은 적절치 못하며 (除瑛, 1987b) 배축의 일부가 신장된 결과로 표현하여야 할 것이다.

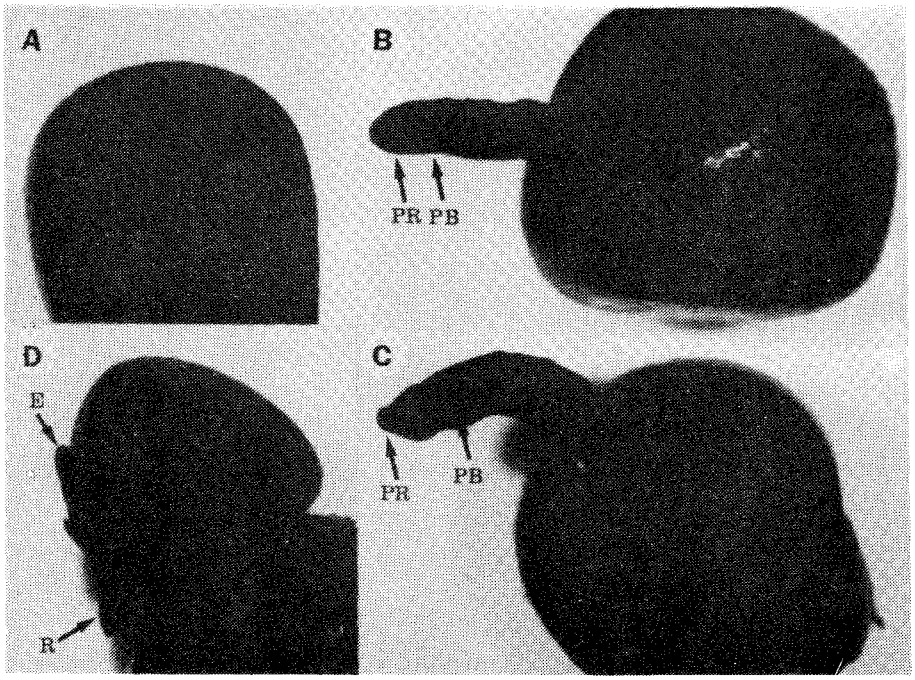

Fig. 3. Movement of bubil and root primodia in germinating *P. odoratum* seed. E, epicotyl; EM, embryo; P, primordia of bulbil and root; PB, primordium of bulbil; PR, primordium of roots; R, root.

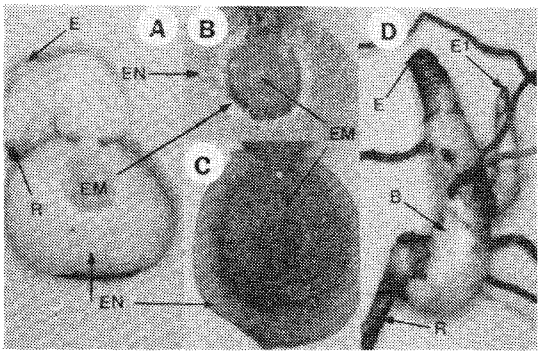

Fig. 4. Embryo enlargement (A, B, C) of germinating *P. odoratum* seed and reemerging epicotyl from bulbil (D). B; bulbill; E, epicotyl; E1, reemerging epicotyl; EM, embryo; EN, endosperm; R, root.

한편 둥굴레는 상배축의 휴면타파가 이루어져야 포장 출현이 가능하기 때문에 육묘기간을 단축하기 위해서는 인위적인 휴면타파가 필연적이라 할 수 있으나 (除瑛, 1987a; Wareing et al., 1981) 다량육묘는 GA_3 처리로는 불가능하며 저온처리가 효율적인 것으로 알려져 있어서 (Kang et al., 1997) 상배축 휴면타파를 위하여 저온처리 6주 후에 관찰한 유묘의 출현과 형태는 Fig. 5에서와 같다. 단자엽의 외형적인 형태는 정상적이었으나 저온처리 후 신장되는 상배축의 출현 또는 단자엽 전개기에 광도가 제한적인 생육장 ($4.9\ uE\ m^{-2}\ s^{-1}$)에 유지할 경우 도장되는 형태로 나타났다.

둥굴레의 발아과정 중 유묘 출현 단계에서 처리되는 광도가 단자엽의 형태에 미치는 영향을 조사한 결과, 차광을 하지 않는 것 (Fig. 5 C)이 약 35%를 차광을 한 것 (Fig. 5 D)에 비하여 단자엽의 크기가 작아지는 경향을 보였다. 따라서 유묘가 출현되는 과정에서 인위적으로 쉬쉽게 처리될 수 있는 광도 차이가 출현 후 유묘생장에 미치는 영향에 대하여는 추가 검토가 요망된다.

이상의 유묘 출현 특성으로부터 둥굴레의 이용

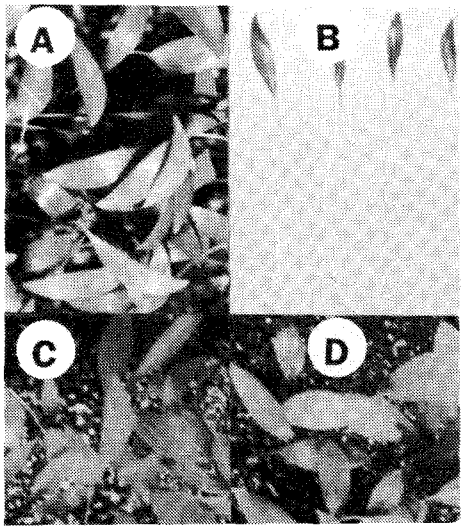

Fig. 5. Effect of 6-week chilling treatment (A, B) for breaking epicotyl dormancy and shading treatment (C, D) after the chilling treatment on the morphology of *P. odoratum* seedlings. Shading was treated at the 65% light intensity of the non-shading for 6 weeks after the chilling treatment.

부위인 지하경의 형성 과정을 추적하기 위하여 단자엽이 형성된 유묘를 저온처리한 후 실온으로 옮겨 뿌리와 小珠芽의 형태변화를 조사한 것은 Fig. 4 D에서와 같다. 小珠芽의 정단으로부터 최초로 신장하였던 상배축의 경엽은 저온처리로 인하여 없어지고 小珠芽의 마디로부터 새로운 상배축이 형성되었다. 따라서 지하경으로 지칭된 부위는 小珠芽의 마디로부터 전개되는 뿌리로 밝혀졌으며 (Kang et al., 1996), 종자번식을 통한 유묘의 지하경은 小珠芽가 계속 생장하여 형성되기 때문에 除英 (1987a and b)이 命名한 小珠芽는 지하경을 형성하는 최초의 조직이라 할 수 있었다.

摘　要

종자번식을 통한 다량육묘로 다량재배의 필요성이 제기되고 있는 둥굴레는 발아 과정이 복잡하기 때문에 다량육묘 또는 이에 관한 연구를 위하여는 발아 과정을 체계적으로 자료화하여야 할 것이다. 본 연구는 둥굴레의 종자 구조와 유묘 출현 특성을 체계화하여 종자를 이용한 다량번식 체계에 대한 정보를 얻고자 수행되었다.

둥굴레 종자는 直生胚珠로서 硬實이었으며, 배는 linear 형으로 종자의 중앙에 배열하고 있었다. 발아는 정단조직에 小珠芽와 뿌리의 始原體를 가지고 있는 배의 아래 부분이 신장하여 돌출하는 형태로 진행되었고, 배유의 저장 양분은 생장하고 있는 배가 배유를 잠식하는 방법으로 이용되고 있었다. 배가 돌출한 후 시간이 경과하면서 小珠芽와 뿌리가 발달하고 형성된 小珠芽의 정단에 상배축이 돌기하였다. 上胚軸은 다량육묘에서 저온처리를 통한 휴면타파 처리 후에야 신장하기 시작하였으며, 출아 후 형성되는 단자엽과 초장은 출아 중의 광도에 크게 영향을 받았다. 한편 재배 또는 가공에 이용되는 지하경은 小珠芽가 최초의 조직으로 小珠芽에 형성된 마디로부터 다음의 지하경이 분지되는 형태를 보였다.

引 用 文 獻

1. Atwater, B.R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants. Seed Sci. Tech. 8: 523-573.
2. 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 on its germination, bulbil formation and epicotyl elongation. RDA. J. Agri. Sci (Agri. Inst. Cooperation). 38: 157-169.
3. 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. Agri. Sci (Agri. Inst. Cooperation). 39: 31-37.
4. 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. Agri. Sci. (Agri. Inst. Cooperation) 39: 39-45.

5. Wareing, P. F. and I. D. J. Phillips. 1981. Dormancy. pp. 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.
7. 除瑛. 1987a. 藥用植物種子的休眠. pp. 34-44. 植物種子手冊. 人民五星出版社. 中華人民共和國.
8. 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.
9. 王鐵生 外 21人. 1991. 玉竹. pp. 481-484. 中國藥用植物栽培學. 衣並出版社. 北京. 中華人民共和國.