

## 온도 및 황산처리가 헛개나무 종자의 발아에 미치는 영향

이강수\*

\*전북대학교 농업과학기술연구소

### Effect of Temperature and Sulfuric acid treatment on the Germination of *Hovenia dulcis* Thunb.

Kang Soo Lee\*

\*Institute Agricultural Science & Technology, Jeonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

**ABSTRACT :** This study was conducted to investigate the optimum condition of breaking dormancy and to increase the germination rate of *Hovenia dulcis* Thunb. seeds. Germination of seeds which did not germinate at the various constant temperature was induced by the artificial breaking of seed coat, and the germination rate of seeds which the seed coats were broken was the highest(94%) at 15°C. The germination rate of seed was highest when seeds were treated with concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for 40 minutes. When seeds were stored in dry condition, the germination capability was maintained up to 5 years after harvest. However, their germination rate become lowered and average germinating duration was extended. Germination rate of seeds which were stored for 5 years significantly increased by the low temperature treatment more than 30 days.

**Key words :** *Hovenia dulcis* Thunb, germination.

## 서 언

천연 기능성 건강보조식품과 신약 개발에 대한 관심이 높아짐에 따라 식물에서도 각종 질병 치료와 예방에 효과가 있는 생리활성 물질의 탐색이 활발히 진행되고 있다(Seong, 1996). 그러나 우리나라의 경우 한방에 관련된 많은 문헌적 자료를 가지고 있음에도 불구하고 자료들의 객관적인 검증 및

정밀화학 분석기술의 체계화가 초기단계이고, 각 식물 종의 생리생태 및 분포에 대한 자료 등이 미흡하여 약용식물자원의 이용과 산업화가 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다(채, 2000).

헛개나무는 갈매나무과로 일명 지구(枳俱) 및 피조(拐棗)라고 하며 종자를 지구자(枳俱子)라고 한다. 분포는 황해도, 강원도이남 산지의 중턱에서 자라는 높이 약 15m의 낙엽교목으로 울릉도와 제

† Corresponding author : 063-246-3780  
Received May 4, 2001

주도에도 자란다. 수피는 짙은 회색이고 얇게 세로로 갈라져 벗겨지고, 잎은 어긋나며 잎몸은 길이 10-20cm, 폭 6-14cm로서 질이 두텁고 가장자리에 잔 톱니가 있다. 6-7월에 가지 끝의 취산화서에 지름 약 7mm인 담녹색 꽃이 여러 개 핀다. 꽃받침 조각·꽃잎·수술은 각각 5개이고, 암술대는 끝이 깊게 3개로 갈라진다(고, 1993; 임, 1990; 한국수목도감, 1995). 지구자(枳俱子)는 장과상 핵과로 둥글고 갈색이 돌며 지름이 5~8mm이고 8-10월에 흑색으로 성숙한다(김, 1994). 본초강목(本草綱目)에 따르면 지구자는 주독을 풀고 구역질을 멎게 하며 벌레독을 몰리친다고 하였다. 전통적으로 지구자는 주정중독(酒精中毒), 소변불리(小便不利), 구토(嘔吐)에, 과경(果梗)은 건위(健胃), 자양보혈(滋養補血)에 효과가 있다고 전해진다(두산세계대백과사전, 1989).

헛개나무의 기능성 생리활성에 대한 연구는 일본에서 감미료와 항알러지에 대한 기능성 소재로 이용 가능성이 검토되었고 국내에서도 수피, 목부, 열매 및 열매껍질의 추출물에서 간 해독작용과 항암 활성작용에 효과가 있는 생리활성 물질이 존재하고 있음을 보고하였다(Lee et al, 1999; Kim et al, 2000). 이와 같이 헛개나무의 생리활성 물질의 기능이 밝혀짐에 따라 기능성 물질의 산업화나 한방에서 관심이 높아지고 있으나 헛개나무의 생리생태적 특성이 밝혀지지 않고 재배에 어려움이 많아 수요를 충족시키지 못하고 있어 자생 헛개나무의 멸종이 크게 우려되고 있다.

본 연구는 헛개나무의 대량생산을 위한 생리생태적 특성을 밝히고자 종자의 발아율 향상과 발아기간 단축을 위한 종자의 휴면타파방법을 조사하였다.

## 재료 및 방법

공시종자는 충청북도 제천 월악산에서 자생하고 있는 헛개나무에서 1995년부터 매년 11월에 채집하여 사용하였다. 발아실험은 직경 9cm의 Petri-dish에

여과지(Whatman No. 1) 2매를 깔고 증류수를 5ml 주입한 뒤 종자를 40립씩 3반복으로 실시하였다.

온도에 의한 발아반응은 종자의 종피를 인위적으로 제거한 것과 제거하지 않은 것을 10, 15, 20, 25 그리고 30(±1)℃로 조절된 발아상에서 조사하였다. 종피를 파상하기 위한 화학물질 처리는 농황산(98.08%)을 10, 20, 30, 40, 50 그리고 60분까지 처리하여 증류수로 세척한 다음 15℃의 발아상에 치상하였다. 저장기간에 따른 발아상태는 일반 농가에서 가장 평이하게 사용하는 방법인 종자를 분리하여 자연상태의 일반 건조저장을 1, 2, 3, 4, 및 5년 동안 실시하여 15℃의 발아상에 치상하였다.

5년 동안 일반 건조 저장한 종자의 발아율을 높이기 위하여 농황산에 40분간 처리한 후 4℃에서 50일 동안 저온처리하여 10일 간격으로 발아에 가장 적합한 온도인 15℃ 발아상에 치상하였다. 발아 조사는 치상 후 종자의 유근이 2mm 이상 신장한 것을 발아한 것으로 간주하여 조사하였다. 발아율은 공시 종자수에 대한 발아종자의 백분율이며, 평균 발아일수( $\sum(DiNi)/\sum Ni$  (Di: 치상 후 조사일수, Ni: 조사당일의 발아율))는 발아기간동안 매일 조사한 발아율과 조사일을 곱하여 합계한 수를 조사일수를 합한 수로 나누어 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 종자의 형태적 특성

종자는 장과상 핵과로 갈색이 돌고 평균 길이가 4.8mm, 폭이 4.8mm로 둥근 모양이며 두께는 2.3mm 정도였다. 종피의 두께는 0.23mm로 두껍고 단단하였는데 종피를 제외한 종자는 배유가 자엽을 감싸고 있었다(표1). 배유의 길이는 4.3mm, 폭은 4.2mm 그리고 두께는 1.7mm였다. 자엽은 길이가 4.2mm로 배유의 길이와 거의 비슷하고 폭도 4.2mm로 완전히 분화가 된 것으로 생각된다. 그러나 자엽 2장의 두께가 0.9mm로 배유의 두께 1.7mm보다 얇은 경향으로 배유의 영양물질이 자엽으로

완전히 이동되지 못하고 남아있는 형태로 결실이 완료된 것으로 생각된다.

**Table 1.** Morphological characteristics of seed in *Hovenia dulcis* Thunb.

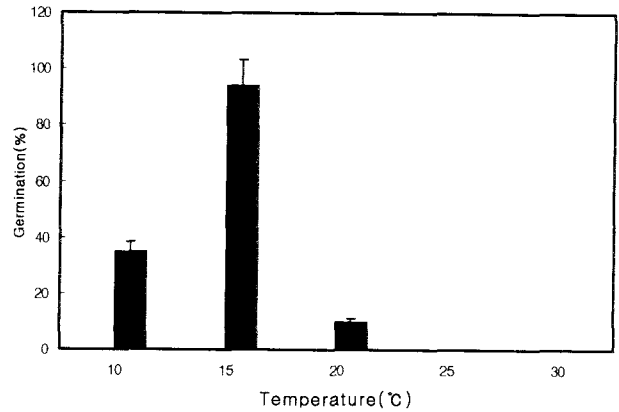
Characters	Seed	Endosperm	Cotyledon	Seed coat
Length(mm)	4.6~5.0	4.1~4.4	4.1~4.3	-
Width(mm)	4.7~4.9	4.1~4.3	4.2~4.3	-
Thickness(mm)	2.2~2.4	1.5~1.8	0.9~1.0	0.22~0.24

이와 같은 종자의 형태적 특성으로 볼 때 배유물질이 남아있기는 하지만 배가 형태적으로 분화된 것으로 보아 종자휴면의 원인은 인삼(Lee, 1988)과 같이 배의 형태적 미숙이나 생리적 미숙에 원인이 있는 것은 아닌 것으로 생각되며, 종피의 두께가 두껍고 단단한 것으로 보아 경실에 의한 종피의 수분흡수나 산소흡수 및 기계적인 장애에 의하여 휴면이 지속되는 것으로 생각된다.

## 2. 발아적온

종피가 두껍고 단단한 종자의 경우 종피를 제거하면 발아를 시작하는 경우가 많은데 종피를 제거하여도 온도가 적당하지 않으면 발아하지 않는다. 채종 후 6개월간 건조 저장한 헛개나무 종자의 종피를 인위적으로 제거하여 10℃에서부터 30℃까지의 조건에서 발아시킨 결과 그림 1에서와 같이 종피를 제거하지 않은 종자는 온도에 관계없이 발아하지 않았으나 종피를 제거한 종자는 15℃에서 94%의 높은 발아율을 보였다.

종피를 제거한 종자가 15℃에서 높은 발아율을 보이는 것은 헛개나무 종자의 휴면은 종피에 있음을 뚜렷하게 보여주는 결과라고 생각되며, 20℃에서는 7%로 낮은 발아율을 보이고 5℃ 이하나 25℃ 이상에서는 전혀 발아하지 않는 것은 헛개나무의 종자가 발아하는 온도의 폭이 매우 좁게 나타내고 있음을 보여주고 있는 것으로 생각된다. 이와 같은 결과로 볼 때 일반 농가재배에서 층적처리하여 종

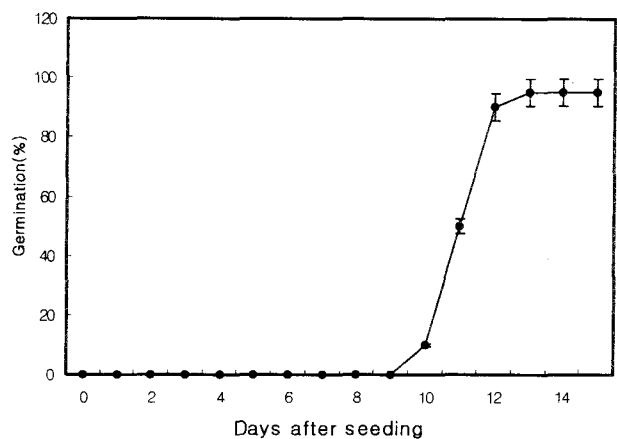


**Fig. 1.** Effect of temperature on the germination of dehiscence seeds in *Hovenia dulcis* Thunb.

자를 파종하여도 출아가 늦고 출아율이 낮은 것은 층적처리과정에서 종피의 개각이 완전하게 이루어지지 않았거나 토양온도가 15℃를 넘었을 때 파종하였기 때문이 아닌가 생각된다.

종피를 제거하여 15℃에서 발아시킨 결과(그림 2) 치상 후 10일째부터 발아가 시작되어 12일째에는 90%이상의 높은 발아율을 보여 평균발아일수는 약 11일 정도로 나타났다.

종피를 제거하면 발아율이 높아지는 경우는 고추냉이 종자와 비슷한데 고추냉이의 경우 종피를 제거하지 않으면 발아율이 10%이하이나 종피를 제거하면 발아율이 100%로 높아졌고 발아적온도 15℃로 저온성이 강하였다(Choi et al., 1995). 참취종자에



**Fig. 2.** Germination of dehiscence seeds in *Hovenia dulcis* Thunb.

서도 종피 제거처리를 하였을 경우 발아율이 높아졌으며(Sung, 1995), 미나리(Kim, 1986)와 쪽갓 종자(Jang, 1990)에서도 비슷한 결과가 보고되었으며 개상사화의 종자(Park et al., 1996a)도 종피를 제거한 경우 발아율이 더 높았다고 보고하였다.

이와 같이 식물에 따라서는 종피 제거가 발아율을 높이는데 효과가 있음을 알 수 있는데, 이러한 원인은 종피로 수분흡수가 억제되거나 가스교환이 저해되어 배의 생리적 대사과정이 제대로 진행되지 못하였기 때문으로 생각된다.

종피가 휴면의 원인이 되는 종자의 경우 자연상태에서는 토양 미생물들에 의해 종피가 열개되거나 부식됨에 따라 수분과 효소의 흡수가 가능하여 발아가 이루어지기도 하는(Park et al., 1996a) 재배과정에서 출아를 균일하게 조절하기 위해서는 인위적으로 종피를 간편하게 제거하여 파종할 필요가 있다.

### 3. 황산처리 효과

휴면의 원인이 되는 종피를 인위적으로 간편하게 파상하는 방법으로는 황산, 염산, 수산화나트륨, 아세트, 알콜 등의 화학물질이 널리 사용되고 있는데 종피가 두껍고 단단한 경우 황산의 효과가 크다(최 등, 1993).

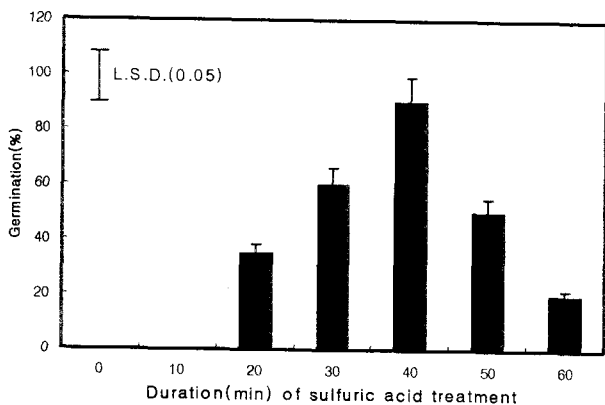


Fig. 3. Effect of sulfuric acid(concentrated) treatment on breaking seed of *Hovenia dulcis* Thunb.

헛개나무 종자의 종피를 파상하기 위하여 채종 후 6개월이 된 종자를 황산처리를 실시하여 15℃에 치상한 결과 그림 3에서와 같이 10분 동안 처리된 종자는 발아가 이루어지지 않았으나 20분 처리에서는 34%, 30분 처리에서는 62% 그리고 40분 처리에서는 92%의 발아율을 보여 20분 이상에서 40분까지의 처리에서는 처리시간이 길어질수록 발아율이 증가되었다. 그러나 50분 처리에서는 52%로 낮아졌고 60분 처리에서는 23%로 더욱 낮아져 헛개나무 종자의 종피를 파상하기 위한 황산처리 시간은 40분이 적당한 것으로 나타났다.

이와 같이 종피를 황산처리하여 발아율을 높이는 효과는 목화(이 외, 1996)에서와 비슷한데 목화 종자는 10분 처리에서 효과가 높았으나 헛개나무 종자는 40분처리에서 효과가 있는 것은 헛개나무 종자의 종피가 목화종자의 종피보다 열개되기 어렵다는 것을 나타내고 있으며, 50분 이상 처리에서는 40분 처리에서보다 발아율이 낮아지는 것은 종피가 열개되어 배나 자엽까지 손상을 주었기 때문이 아닌가 생각된다.

그러나 헛개나무 종자를 황산에 40분간 처리하였을 때 발아율이 높았으나(그림. 3) 반복적인 실험에서 처리시간에 대한 발아율의 변화가 큰 것으로 보아 종자의 성숙도에 따라서 황산 처리시간이 달라질 것으로 보는데, 이는 차후 자세한 검토가 요구된다.

### 4. 저장기간에 따른 발아반응

헛개나무는 교목으로 다년간 생장을 해야 열매가 열리기 때문에 야생 헛개나무종자를 채취하여 일반 건조 저장하면서 묘목생산에 이용하게 되는데 저장기간에 따른 수명은 밝혀지지 않았다. 1995년부터 매년 채종한 종자를 황산처리하여 15℃에서 발아율을 조사한 결과 그림 4에서와 같이 채종 1년과 2년된 종자는 발아율이 95%정도였는데 3년된 종자는 90%, 4년된 종자는 86% 그리고 5년된 종자는 83%로 저장기간이 3년을 넘었을 경우 발아율이 감

소하는 경향을 보였다. 평균 발아일수는 저장기간이 1년과 2년된 종자의 경우 11일이었으나 3년된 종자는 12일, 4년된 종자는 14일 그리고 5년된 종자는 17일로 저장기간이 길어질수록 늦어졌다.

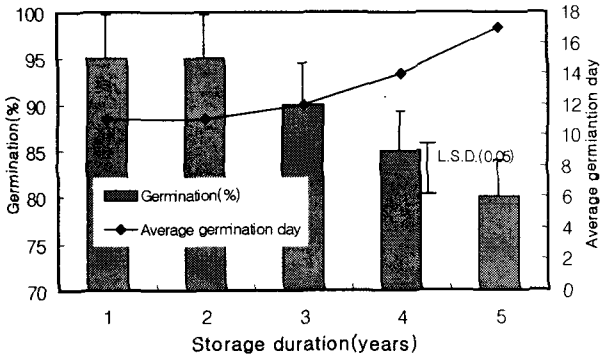


Fig. 4. Effect of storage duration on germination of seeds in *Hovenia dulcis* Thunb.

일반적으로 식물종자는 수명길이에 따라 단명종자, 상명종자 그리고 장명종자로 구분할 수가 있다. 헛개나무 종자의 경우 5년 동안 건조저장을 하여도 80%이상의 발아율을 보이는 것은 단명종자가 아닌 것은 분명한 것 같다. 그리고 종자의 함수량이 적으면 온도에 상관없이 수명은 함수량이 많을 때보다 길게되나 헛개나무의 경우 15℃의 비교적 낮은 온도에서 발아가 이루어지는 것으로 보아 저온에서 저장을 하면 수명은 고온저장보다 길어지지 않을까 생각된다.

참당귀의 경우 채종 당년 종자는 발아세, 발아율, 발아계수의 치수가 높지만 묵은 종자일수록 낮아지는 양상을 나타내는데 실내온도에서보다 4℃ 저온에서 저장하는 것이 발아율이 높게 나타나고 (Cho et al., 1993), Lycoris 종자는 적기에 채종해서 즉시 파종하는 것이 바람직하지만 부득이하게 종자를 보관할 경우 적습이 유지되는 곳에서 보관하여 종자의 건조를 방지해야 발아율이 오래 보존되는 (Park, 1996a; Park, 1996b) 것으로 보아 헛개나무 종자도 저장기간이 길어짐에 따라 발아율이 낮아지기 때문에 발아력을 오랫동안 유지하기 위해

서는 저장방법에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

### 5. 저온처리 효과

헛개나무 종자를 일반 건조 저장하였을 경우 저장기간이 길어질수록 발아율이 감소되고 평균발아일수가 늦어졌는데, 이와 같은 현상이 배의 대사능력과 관련되어 일어나는 것이라면 수분흡수 후 저온처리가 대사능력을 높일 가능성이 있을 것으로 생각된다. 5년간 건조저장한 종자를 40분간 황산처리하고 4℃의 저온에 50일간 보관하면서 10일 간격으로 15℃에서 발아율을 조사한 결과는 그림 5에서와 같다. 황산처리 후 저온처리를 하지 않은 종자는 65%의 발아율을 보였는데 10일간 저온처리한 종자는 62%의 발아율을 보여 별다른 차이가 없었으나 20일간 저온처리한 종자는 71%, 그리고 30일간 저장한 종자는 80%, 40일간 처리한 종자는 78% 그리고 50일간 처리한 종자는 81%의 발아율을 보여 30일 이상의 저온처리에서 발아율이 높아지는 경향을 보였다.

많은 종류의 식물에서 종자의 휴면타파를 위해서 일정한 기간의 저온이 요구되는 것은 널리 알려진 일이나 (Hartman et al., 1975) 저온의 정도 및 저온처리 기간은 작물마다 각각 다르다 (Stewart et al., 1965; Westwood et al., 1968). 참취종자는 30일 동

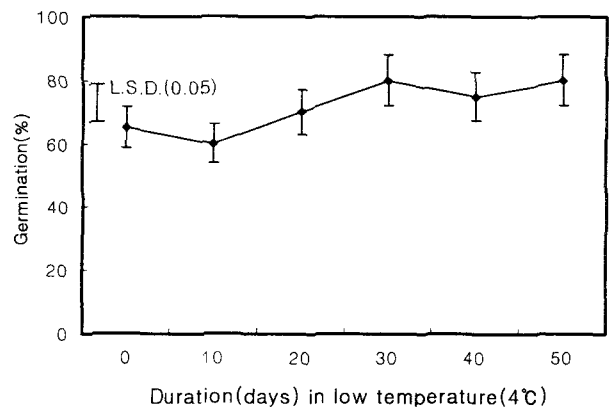


Fig. 5. Effect of low temperature on germination of seeds in *Hovenia dulcis* Thunb.

안 저온처리한 경우 저온처리를 하지 않은 것보다 2배정도의 발아율을 보여 저온처리의 효과가 입증 (Sung, 1995)되었고, 원추리, 개미취는 2~4℃에서 20일, 더덕은 5℃에서 10~30일, 도라지는 4℃에서 21일 정도에서 저온처리 효과가 인정되었다 (이, 1975; 조 등, 1980). Schander (1955)는 사과 종자의 경우 저온처리 효과는 처리기간이 증가할수록 증가하는데 이는 대부분의 식물에서도 일반적으로 적용할 수 있는 것임을 시사한바 있다.

헛개나무 종자의 경우 저온처리를 하지 않은 종자나 50일까지 저온처리를 실시한 종자 모두 발아율이 저장기간에 따른 발아율(그림 4)보다 낮은 경향이었는데 이는 농황산의 처리시간에 따라 발아율의 변이가 크고, 종자량과 황산량의 비율 그리고 진탕방법 등의 차이에서 오는 결과가 아닌가 생각된다. 그러나 저온처리 기간에 따라 발아율이 증가하여 30일 이상의 처리에서 저온처리 효과가 유익적으로 인정되었다. 이는 저온처리과정 중에 배와 자엽의 호르몬 대사나 효소대사에 활성이 증가되었기 때문이 아닌가 생각되는데, 수명의 길이 및 발아촉진과 관련된 생리대사와 식물호르몬의 반응은 추후 검토가 이루어져야 할 것이다.

## 적 요

본 연구는 헛개나무 종자의 휴면 타파 방법과 발아 조건을 구명하고자 실시하였다.

종피를 제거하지 않은 종자는 온도와 상관없이 발아하지 않았으나 종피를 제거하였을 경우에는 15℃에서 94%가 발아되었다. 종피를 파상하기 위한 휴면타파 방법은 농황산을 40분간 처리하는 것이 효과적이었다. 종자를 건조 저장하였을 경우 채종 후 5년까지도 발아능력은 유지하고 있으나 발아율이 다소 낮아졌고 평균발아일수가 길었다. 장기(5년) 저장한 종자는 30일 이상의 저온처리에 의하여 발아율이 높아져 저온처리효과가 인정되었다.

## LITERATURE CITED

- Cho, S. H. and K. J. Kim. 1993. Studies on the increase of germination percent of *Angelica gigas* Nakai. I. Germination characteristics and cause of Lower germination percent. Korean J. Medicinal Crop Sci. 1 (1) : 3-9.
- Choi, S. Y. and K. S. Lee. 1995. Effect of plant growth regulators on the germination and seedling growth of *Wasabia japonica* Matsum seeds. Korean J. Medicinal Crop Sci. 3 (2) : 111-115.
- Hartman, H. T. and D. E. Kester. 1975. Plant propagation 3rd. 134-139. Prentice-Hall Inc.
- Jang, M. H. 1990. Studies on physiology of the seed germination of *Chrysanthemum coronarium* L. Korea University.
- Kim, B. W. 1986. Seed development and germination characteristics of *Oenanthe stolonifera* DC. Seoul National University.
- Kim, M. H., Y. T. Chung, J. H. Lee, Y. S. Park, M. K. Shin, H. S. Kim, D. H. Kim and H. Y. Lee. 2000. Hepatic detoxification activity and reduction of serum alcohol concentration of *Hovenia dulcis* Thunb from Korea and China. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8 (3) : 225-233.
- Lee, K. S. 1988. Studies on the physiological chemistry of dormancy and germination in *Panax ginseng* seeds. Chonbuk National University.
- Lee, M. K., Y. G. Kim, S. W. An, M. H. Kim, J. H. Lee and H. Y. Lee. 1999. Biological activities of *Hovenia dulcis* Thunb. Korean J. Medicinal Crop Sci. 7 (3) : 185-192.
- Park, Y. J. and Y. O. Chung. 1996a. Effects of chemicals, decoating and low temperature treatments on seed germination in *Lycoris aurea*. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4 (2) : 172-177.
- Park, Y. J. and Y. O. Chung. 1996b. Studies on the characteristics of seed germination of *Lycoris* genera. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4 (2) : 163-171.
- Schander, H. 1955. Keimungs physiologische studien an kernobst. II. Untersuchungen über die allgemeinen temperature ansprüche der kernobstsaamen während

- der Keimung. Z. Pflanzenzucht 43 : 421-440.
- Seong, N. S.** 1996. Recent research achievements and future direction in medicinal crops in Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci.
- Stewart, R. N. and P. Seminiuk.** 1965. The effect of the interaction of temperature with after-ripening requirement and compensating temperature on germination of seed of five species of Rosa. Amer. Jour. Bot. 52 : 755-760.
- Sung, K. C.** 1995. Characteristics on the germination, dormancy and growth of aster scaber THUNB. Wonkwang University.
- Westwood, M. N. and H. O. Bjornstad.** 1968. Chilling requirement of dormant seeds of 14 pear species as related to their climate adaptation. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 141-149.
- 고경식.** 1993. 야생식물 생태도감 . 석성 문화사. pp 195.
- 김태욱.** 1994. (원색도감) 한국의 수목. 교학사.
- 이동아.** 1975. 산채류수집조사. 산채의 번식법에 관한 시험. 원시시험연구보고서. pp 123-135.
- 이정일, 채영암, 강광희, 조재성.** 1996. 삼고 공예작물학. 향문사.
- 임록재.** 1990. 조선약용식물지. 현대의약 약용식물편 I. 한국문화사. pp 255.
- 한국수목도감.** 1995. 임업시험소. pp 125.
- 조진태, 정태원, 이두원.** 1980. 식용 산채류 재배시험. 충북농진 시험연구보고서. pp 259-261.
- 채영암.** 2000. 약용식물로부터 천연활성물질의 개발과 생산. 한국약용작물학회지. pp 9-12
- 최봉호, 홍병희, 강광희, 김진기, 김석현.** 1993. 신제 종자학. 향문사
- 두산 세계 대백과사전.** 1989. 향림서원. 28 : 105.