

저장 및 발아 온도조건에 따른 황기 종자의 발아 특성

최재후* · 이재근** · 성은수** · 유지혜* · 김철중* · 이기혜* · 안영섭***
박충범*** · 임정대**** · 유창연*†

*강원대학교 식물자원응용공학과, **강원대학교 한방바이오연구소,
농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, *강원대학교 생약자원개발학과

The Germination Characteristics of Seed by Storage and Germination Temperature in *Astragalus membranaceus*

Jae Hoo Choi*, Jae Geun Lee**, Eun Soo Seong**, Ji Hye Yoo*, Chul Joong Kim*, Gi Hye Lee*,
Young Sup Ahn***, Chung Berm Park***, Jung Dae Lim**** and Chang Yeon Yu*†

*Department of Applied Plant Sciences, College of Agriculture and Life Science,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

**Bioherb Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

***Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

****Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea.

ABSTRACT : This study was investigated to evaluate germination rate of *Astragalus membranaceus* B. in Korea as affected by storage temperature, germination temperature and storage period of seed. The highest germination rate was obtained from condition of 25°C in germination temperature. Seeds were stored at -20°C and 5°C for 8 weeks has showed higher germination rate than one at room temperatures. The germination rates showed significantly difference by harvested year of 2010, 2011 and 2012. The seed of *A. membranaceus* in harvested year of 2011 and 2012 had germinated well. On the other hand, seeds in harvested year of 2010 were not nearly germinated. Consequently, the longer storage period after seed harvest lower germination rate and seed vigor as well.

Key Words : *Astragalus membranaceus*, Germination Rate, Germinative Energy, Storage Temperature, Germination Temperature

서 언

황기 (*Astragalus membranaceus* B.)는 두과에 속하는 속근성 다년생 식물로 한국, 중국, 몽고 등의 아시아 지역과 유럽 및 일부 아프리카 지역에 널리 분포한다 (Im *et al.*, 2010). 우리나라에서는 전국 어느 곳에서나 재배가 가능하며, 특히 중북부 고랭지에서 뿌리 생육이 양호하고 품질이 좋은 2년생 이상의 다년근 재배가 가능하다 (Kim *et al.*, 1996a, b). 일반 농가에서는 황기를 4월 하순부터 6월 하순까지 파종을 하고, 11월 중순에 채종을 하고 있다 (Kim *et al.*, 2001a, b). 황기 종자는 단명종자로 작고 가벼우며, 발아에 적합한 온도는 20-25°C

이고, 광조건이나 압조건 모두 발아가 양호한 광무관계종자인 것으로 보고되었다 (Kim *et al.*, 2001b).

종피의 불투과성으로 수분을 흡수하지 못하고 원형 상태로 있는 종자를 경실종자라고 말하며, 이로 인해 두과 식물에서 흔한 휴면 상태를 만든다. 황기는 딱딱한 종피로 인하여 기계적 휴면을 하며, 장기저장으로 인하여 경실종자가 될 가능성이 높다. 경실종자의 특징은 배꼽과 주공의 중앙 부분에서 갈라진 선이 뚜렷하지 않고 찌그러진 것처럼 보이고, 종피와 배의 간격이 크고 분리되어 있는 것처럼 보인다. 또한 두과식물 중에는 알팔파, 자운영, 헤어리베치 등이 소립 경실종자로 휴면기간이 길다 (Kim *et al.*, 2001a).

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6411 (E-mail) cyyu@kangwon.ac.kr

Received 2013 September 10 / 1st Revised 2013 September 29 / 2nd Revised 2013 November 13 / 3rd Revised November 22 / Accepted 2013 Revised November 25

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

황기는 예로부터 원기를 북돋아 주는 인삼 다음가는 약성을 가진 한약으로 사용되고 있다. 뿌리에는 astragaloside I~VII 등의 saponin과 formononetin등과 같은 isoflavonoids 성분이 들어있으며 (Kim *et al.*, 2002, 2004), 약리작용으로는 항산화, 항바이러스, 면역증강 작용 및 간기능 보호, 자궁 수축작용 등 다양한 효능이 있다 (Xie, 1994; Rios and Waterman, 1997).

본 연구는 다양한 약리작용을 가지고 있지만, 장기 저장에 따라 경실종자가 되기 쉬운 황기종자의 발아율을 높이기 위하여 저장기간, 저장온도 및 발아온도에 따른 발아특성을 구명하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

시험재료는 정선군 농업기술센터에서 분양받은 황기종자를 이용하였으며, 2010년, 2011년, 2012년도에 각각 채종한 황기종자를 정선 후 수행하였다. 황기는 채종한 즉시 실리카겔과 동봉하여 냉장 보관 (4℃) 하였다.

2. 실험방법

2010년, 2011년, 2012년도로 채종시기가 다른 황기종자를 Kim 등 (2001a, b)의 연구 결과를 바탕으로 종자의 발아력을 상당기간 유지할 수 있는 -20℃, 5℃와 대조구 (상온)에 2013년 1월부터 8주간 보관 후 발아실험을 실시하였다. 발아온도는 5℃, 15℃, 25℃, 35℃로 하였으며, 발아시험은 Top of Paper 방법을 이용하여 90×15 (mm)의 일회용 플라스틱 Petri-dish에 filter paper를 1장 깔고 채종한 황기를 조건별로 50립씩 치상 후, 증류수 5ml을 첨가하여 각 온도별 incubator를 이용하여 3회 반복 수행하였다.

황기종자의 발아특성을 알아보기고자, 평균발아율, 발아세, 평균발아일수, 평균발아속도 등을 조사하였다. 유근이 2mm 이상 나온 것을 발아된 것으로 간주하여 50립에 대한 발아 종자의 백분율(%)로 조사하였다.

- 발아율 (Percent Germination; PG):
총치상종자에 대한 발아종자의 백분율
 $PG = (N/S) \times 100$

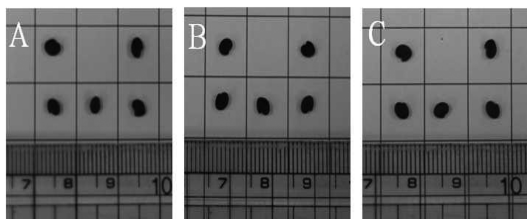


Fig. 1. Seeds of *A. membranaceus* for germination tests. Harvested year was (A) 2012, (B) 2011 and (C) 2010.

N: 총발아수, S: 총치상종자수

- 발아세 (Germination Energy; GE):

표준발아검사에서 중간조사일 (first count day)까지의 발아율

- 평균발아일수 (Mean Germination Time; MGT):
 $MGT = \sum(t_i n_i) / N$

t_i : 치상 후 조사일수, n_i : 조사 당일의 발아수,

$N = \sum n_i$: 총발아수

- 평균발아속도 (Mean Daily Germination; MDG):

$MDG = N/T$

N: 총발아수, T: 총조사일수

3. 통계처리

실험결과는 SAS version 9.1 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 Two way ANOVA에 의한 방법으로 처리간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 저장온도 및 발아온도별 발아율

본 실험에서 저장조건별로 발아시험을 한 결과 2012년 채종하여 -20℃에 저장한 종자를 25℃에서 발아시킨 결과 $80.0 \pm 15.3\%$ 의 발아율로 가장 높은 발아율을 보였으며, 15℃ 조건에서도 발아율은 $69.0 \pm 16.0\%$ 로 높은 결과를 보였다. 반면에 5℃와 35℃의 발아온도조건에서는 종자가 발아되지 않았다 (Table 1). 본 연구 결과, 발아온도별 발아율 및 발아특성이 뚜렷하였으며, 황기의 최적 발아온도 및 생육 적온은 15-25℃로 사료된다. 황기와 같은 두과 작물인 헤어리베치 (*Vicia villosa* Roth)의 최적발아온도는 20℃로 본 연구결과와 유사한 결과를 나타냈다 (Kim *et al.*, 2013).

2012년과 2011년에 채종한 종자는 15℃와 25℃의 온도조건에서 대부분 발아하였으나, 2010년에 채종한 종자는 대부분의 온도에서 발아되지 않았다. 2012년도에 채종한 종자보다 2010년도에 채종한 종자의 발아율이 현저하게 낮은 것을 확인하였으며 (Table 1, Fig. 2), 황기의 발아율은 채종년도와 상관관계가 있다고 사료된다. 이는 저장기간이 길어질수록 생리적 휴면에 영향을 끼치는 것으로 사료되며, 두과식물인 황기는 경실종자임을 확인해주는 결과로 생각된다. 황기의 저장기간이 길어지면 경실종자가 많아지고 활력이 낮아졌으며, 특히 24개월 이상 저장한 종자는 경실종자가 현저히 증가한다는 보고와 유사한 결과를 보였다 (Kim *et al.*, 2001a).

저장 온도에 따른 발아율은 각각 -20℃, 5℃, 실온에서 8주간 저장한 후, 발아적온인 25℃에서 발아하였을 때, -20℃저장조건에서는 $80.0 \pm 15.3\%$, 5℃저장조건에서는 $66.0 \pm 13.4\%$, 실온저장조건에서는 $50.6 \pm 9.5\%$ 로 -20℃에서 저장하였을 때

Table 1. Germination rate of seed by germination temperature, storage temperature and storage period in *A. membranaceus*.

| Harvesting year | Germination temp. (°C) | Storage temperature | | |
|-----------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | -20°C | 5°C | Room temp. |
| 2010 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^{*d**} |
| | 15 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d |
| | 25 | 2.0 ± 0.5 ^c | 2.0 ± 0.5 ^c | 0.0 ± 0.0 ^d |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d |
| 2011 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d |
| | 15 | 60.0 ± 12.1 ^a | 74.0 ± 14.9 ^a | 24.0 ± 5.3 ^b |
| | 25 | 21.5 ± 8.1 ^b | 26.5 ± 10.9 ^b | 9.5 ± 3.27 ^c |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d |
| 2012 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 1.0 ± 0.4 ^c |
| | 15 | 69.0 ± 16.0 ^{ab} | 72.0 ± 16.6 ^a | 38.6 ± 7.3 ^b |
| | 25 | 80.0 ± 15.3 ^a | 66.0 ± 13.4 ^a | 50.6 ± 9.5 ^b |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d | 0.0 ± 0.0 ^d |

*Mean ± S. D. of data obtained from three independent experiments.

**Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

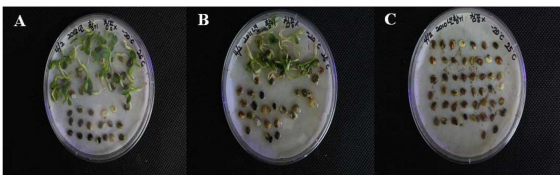


Fig. 2. Germinating features of seed in germination temperature of 25°C and storage temperature of -20°C by storage period in *A. membranaceus*. Harvested year was (A) 2012, (B) 2011 and (C) 2010.

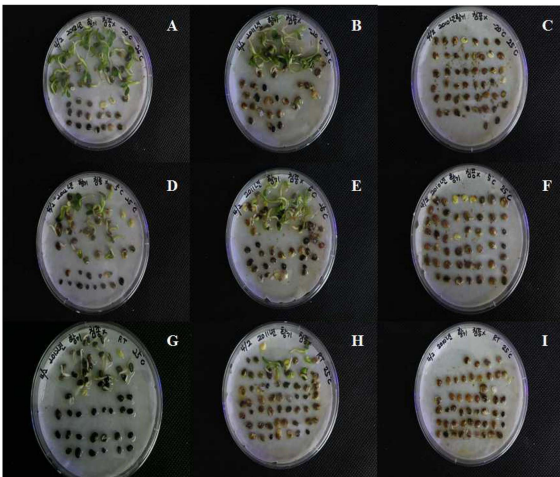


Fig. 3. Germinating features of seed in germination temperature of 25°C by storage period and storage temperature in *A. membranaceus*. (A) Harvesting year 2012, Storage temperature -20°C (B) 2011, -20°C (C) 2010, -20°C (D) 2012, -5°C (E) 2011, -5°C (F) 2010, -5°C (G) 2012, RT (H) 2011, RT and (I) 2010, RT.

발아율이 가장 높았으며, 전체적으로 저온에서 보관하였을 때가 실온에서 보관하였을 때보다 발아율이 향상되었다 (Fig. 3).

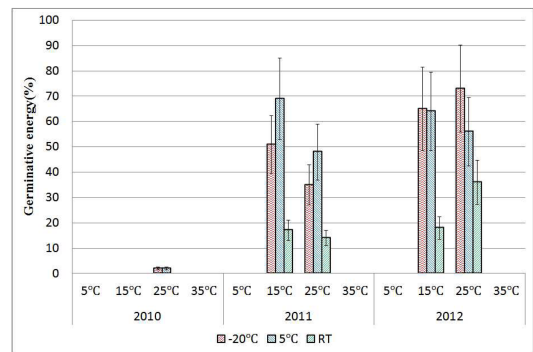


Fig. 4. Germinative energy of seed by germination temperature, storage temperature and storage period in *A. membranaceus*.

이는 Kim 등 (2001a)이 연구한 -20°C와 -4°C에 저장한 황기 종자는 경실종자의 발생이 없었고 부패종자도 적었으나, 실온에 저장한 종자는 경실종자와 부패종자가 20%정도 많아져 발아율이 떨어진 연구결과와 비슷하였으며, 황기종자에 저온 처리시 휴면타파 가능성을 제시하였다 (Kim *et al.*, 2001b).

2. 저장온도 및 발아온도별 발아세

발아세는 표준발아검사에서 중간 발아 조사일까지의 발아율을 말하는데 발아율과 마찬가지로 2012년 채종하여 -20°C에 저장한 후 25°C로 발아시킨 처리에서 73.0 ± 17.2%로 가장 높았다. 백수오 종자의 경우 -20°C에 저장한 종자를 25°C에서 발아시킬 경우 발아세가 가장 좋았다는 유사한 보고가 있다 (Hwang *et al.*, 2012). 2012년과 2011년에 채종한 종자의 경우 저장온도조건과 발아온도조건에 따라 비슷한 양상의 발아세를 보였다 (Fig. 4). 이러한 양상으로 볼 때 황기 종자는 저

Table 2. Mean daily germination of seed by germination temperature, storage temperature and storage period in *A. membranaceus*.

| Harvesting year | Germination temp. (°C) | Mean daily germination | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | Storage temp. | | |
| | | -20°C | 5°C | Room temp. |
| 2010 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^{*e**} |
| | 15 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e |
| | 25 | 0.1 ± 0.0 ^d | 0.1 ± 0.1 ^d | 0.0 ± 0.0 ^e |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e |
| 2011 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e |
| | 15 | 4.3 ± 0.8 ^b | 5.3 ± 1.2 ^a | 1.7 ± 0.2 ^c |
| | 25 | 3.1 ± 0.6 ^b | 3.8 ± 0.7 ^b | 1.4 ± 0.0 ^c |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e |
| 2012 | 5 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.1 ± 0.0 ^d |
| | 15 | 4.9 ± 1.4 ^a | 5.1 ± 1.6 ^a | 2.8 ± 0.4 ^c |
| | 25 | 5.7 ± 1.2 ^{at} | 4.7 ± 1.1 ^a | 3.6 ± 0.7 ^b |
| | 35 | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e | 0.0 ± 0.0 ^e |

*Mean ± S. D. of data obtained from three independent experiments.

**Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

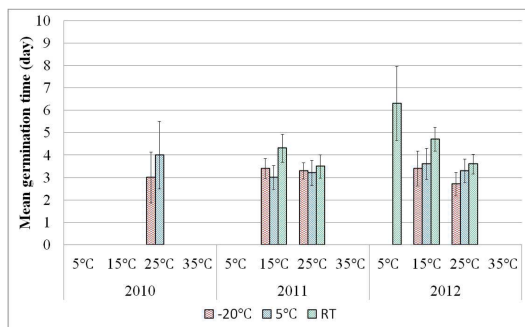


Fig. 5. Mean germination time of seed by germination temperature, storage temperature and storage period in *A. membranaceus*.

온에 저장하였을 경우 발아력이 높아지고, 채종년도가 길어질수록 발아력이 낮아지는 것으로 사료된다.

3. 발아조건별 평균발아일수

평균발아일수는 파종 후 발아까지 걸리는 평균일수를 말하는데, 종자의 채종시기, 저장온도, 발아온도별에 따른 평균 발아일수는 평균적으로 4-5일로 나타났으며, 15°C와 25°C의 발아온도에서 발아한 종자들은 평균 발아일수가 5일을 넘지 않았다. 종자의 저장온도에 따라서는 평균발아일수의 차이가 없었다 (Fig. 5). 두과작물인 검정콩의 평균발아일수는 평균적으로 2.6일로 나타났으며, 범위는 2-4일 이었다 (Chu *et al.*, 2002).

2012년도에 채종한 종자를 -20°C에 저장하여 25°C에서 발아시켰을 때 평균 발아일수는 2.7일이었는데, 5°C에 저장한 종

자의 경우 25°C보다 0.6일이 늦어졌고, 15°C에서 발아시켰을 때 0.7일이 늦어졌다. 2011년도에 채종한 종자의 경우 -20°C와 5°C에 저장한 종자는 발아온도에 따라 평균발아일수가 차이가 없었으며, 실온에 저장하였을 경우 0.2-1.0일 정도 늦어졌다.

따라서 황기 종자의 경우 -20°C와 5°C의 저온에 저장하였을 때 발아에 소요되는 시간이 단축됨을 알 수 있다. 이는 몇몇 식물 종자는 휴면타파와 발아에 저온을 요구하는데, 이것은 가을이나 겨울의 이상 난동 기후에 종자가 발아되는 것을 막아줌으로써 종자를 보호하기 위한 것이다 (Yang *et al.*, 2008).

4. 발아조건별 평균발아속도

평균발아속도는 1일당 평균 발아종자수를 말하는데, 2012년도에 채종하여 -20°C에 저장한 종자를 25°C에서 발아시켰을 때 5.7 ± 1.2 개로 가장 빨랐으며, 5°C 저장온도에서는 4.7 ± 1.1 개로 높은 발아속도를 나타냈다. 저장온도 -20°C와 5°C에서 평균 발아속도는 차이가 없었으나, 실온저장에서는 발아속도가 3.6 ± 0.7 개로 느려졌다. 장엽대황의 경우 -20°C에서 저장한 경우에서 1일당 평균발아속도가 0.258개이며, 상온보관 시에는 0.187개로 상온에서 발아속도가 느려진다고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 결과를 나타냈다 (Yoo *et al.*, 2012). 이는 채종년도가 짧은 종자를 저온에서 저장 시 평균 발아속도를 증가시켜 평균발아일수를 앞당길 수 있을 것으로 사료된다 (Table 2).

결론적으로 황기의 발아율을 높이기 위해서는 5°C에서 12-24개월 이내의 저장기간이 알맞으며, 24개월 이상 보관 시에는

발아가 매우 불량하였다. 휴면을 타파하기 위해서는 5°C 이하에서 2개월간의 저온처리가 필요하며, 발아적정온도는 15-25°C 이었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(사업번호: PJ00856703-2013)의 연구비 지원에 의해서 수행되었으며, 종자를 제공해주신 정선군 농업기술센터에 감사드립니다.

REFERENCES

- Chu YH, Park JH, Yun SG, Kim YH, Kim SM and Chung KW.** (2002). Seed characteristics of domestic breeding varieties in black soybean(*Glycine max* L. Merr.). The Journal of the Korean Society of International Agriculture. 14:252-259.
- Hwang IS, Yoo JH, Seong ES, Lee JG, Kim HY, Kim NJ, Lim JD, Ham JK, Ahn Ys, Kim NY and Yu CY.** (2012). The effect of temperature and seed soaking on germination in *Cynanchum wilfordii*(Maxim). Hems. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:136-139.
- Im KR, Kim MJ, Jung TK and Yoon KS.** (2010). Analysis of isoflavonoid contents in *Astragalus membranaceus* Bunge cultivated in different areas and at various ages. Biotechnology and Bioprocess Engineering. 25:271-276.
- Kim HJ, Bae YC, Park RW, Choi SW, Cho SH, Choi YS and Lee WJ.** (2002). Bone-protecting effect of safflower seeds in ovariectomized rats. Calcified Tissue International. 71:88-94.
- Kim MJ, Kim JY, Choi SW, Hong JT and Yoon KS.** (2004). Anti-wrinkle effect of safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed extract (I). Journal of The Society of Cosmetic Scientists of Korea. 30:15-22.
- Kim MT, Lee YH, Jeon WT, Kim SJ, Yun DH, Ku JH, Song HN, Lee HB, Seo MC and Kang HW.** (2013). Effects of water-soaking and mechanical and chemical scarifications on seed germination of hairy vetch(*Vicia villosa* Roth). Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 46:49-52.
- Kim YG, Bang JK, Yu HS, Park HW, Bang KH, Seong NS and Son SY.** (2001a). Seed structure and effects of storage on germination of *Astragalus membranaceus*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 9:259-264.
- Kim YG, Kim KS, Chang YH and Yu HS.** (1996a). Studies on planting density and labor-saving in machine sowing for *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:157-162.
- Kim YG, Kim KS, Chang YH and Yu HS.** (1996b). Effects of harvesting time on growth and root yield in *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:329-332.
- Kim YG, Yu HS, Park HW, Seong NS and Son SY.** (2001b). Effects of environment and storage condition on germination of *Astragalus membranaceus*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 9:265-268.
- Rios JL and Waterman PF.** (1997). A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. Phytotherapy Research. 11:411-418.
- Xie ZF.** (1994). Classified dictionary of traditional Chinese medicine. New World Press. Beijing, China. p.374.
- Yang HB, Lee SC, Kim SL, Lee MS, Lee JH, Kim YG and Song KJ.** (2008). Effect of seed storage and sowing treatments on seed germination of tea(*Camellia sinensis*). Journal of the Korean Tea Society. 14:155-166.
- Yoo JH, Hwang IS, Seong ES, Lee JG, Kim NJ, Kim MJ, Lim JD, Ham JK, Ahn YS, An TJ and Yu CY.** (2012). Establishing optimal germination for stored *Rheum palmatum* L. seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:85-88.