

인삼 종자의 개갑률 향상을 위한 적정 수확시기 및 GA₃ 처리 효과

김영창*¹ · 김영배*¹ · 박홍우* · 방경환* · 김장욱* · 조익현* · 김기홍* · 송범현** · 김동휘*[†]

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **충북대학교 식물자원학과

Optimal Harvesting Time of Ginseng Seeds and Effect of Gibberellic Acid (GA₃) Treatment for improving Stratification Rate of Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) Seeds

Young Chang Kim*¹, Young Bae Kim*¹, Hong Woo Park*, Kyong Hwan Bang*, Jang Uk Kim*, Ick Hyun Jo*, Kee Hong Kim*, Beom Heon Song** and Dong Hwi Kim*[†]

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

**Department of Plant Resources, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea.

ABSTRACT : This study was performed to identify optimal harvesting time of ginseng seeds and to examine the effect of GA₃ treatment for improvement of seed stratification rate. Ginseng seeds harvested from Land race, Chunpoong and Yunpoong cultivar in July 20 were tested for stratification rate. It was shown that stratification rates of land race, Yunpoong and Chunpoong cultivar were 94.1%, 93.1%, and 82.6%, respectively. Seeds of Chunpoong cultivar harvested 10-15 days later showed a comparable stratification rate to that of Land race, indicating that late harvest of Chunpoong seeds is beneficial for the increase of stratification rate. The higher stratification rate was found in mature seeds (92.3%) than immature seeds (37.8%), both of which were harvested in July 20. Stratification rate of mature seeds harvested in July 15 was 87.5%, demonstrating optimal harvesting time of ginseng seeds with higher stratification rate is after mid-July. An exponential growth of endosperms of ginseng seeds was observed from early June to mid-June and then slow growth was observed. There was no obvious growth of embryos from fertilization to mid-August. After the this time, embryos quickly grew until late October. Thus, appropriate stratification control is essential during the period (from early September to late October) in order to optimize embryo growth and development. While no increase of stratification rate was observed in seeds treated with 50 ppm of GA₃, significant increases were observed in seeds treated with 100 ppm of GA₃. At this concentration of GA₃, the stratification rate of Land race, Chunpoong and Yunpoong cultivar was 95.0%, 95.3%, and 96.5%, respectively.

Key Words : Ginseng Seed, Stratification, Harvesting Time, Gibberellic Acid

서 언

고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 산형목(Umbellales) 오가과 (오갈피나무과; 두릅나무과; Araliaceae) *Panax*속에 속하는 다년생 숙근초로서 4월 중순경에 출아가 되어 5월 초순경에 개화를 한다 (Kim, 2012). 꽃은 5장의 꽃잎과 꽃받침에 5개의 수술과 1개 암술에 2개의 주두를 갖는 완전화이고, 수정은 주로 개화와 동시에 자가수정 한다. 꽃은 많

은 소화자루가 꽃대의 끝부분에서 나와 방사상으로 퍼져 송이를 이루는 산형화서로 가장자리에서부터 피기 시작하여 점차 중심 부위로 피는데 한 송이의 꽃이 개화하는데 7~15일 소요되며, 1개의 화경에 40여개의 열매가 맺히는 핵과류이다 (Rhim, 2010). 대체로 종자는 1과 2립이 보통이지만 드물게는 1과 1립 또는 1과 3립의 경우도 있다 (KT&G 1996). 인삼 종자는 수정 후 60일 정도면 자경종은 붉은색으로, 황숙종은 노란색으로 과육이 성숙을 하게 되며 이 때 종자를 채종한다.

¹Kim YC and Kim YB contributed equally to this paper.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5531 (E-mail) kimodh@korea.kr

Received 2014 October 28 / 1st Revised 2014 November 4 / 2nd Revised 2014 November 6 / 3rd Revised 2014 November 14 / Accepted 2014 November 14

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.

인삼 종자는 알팔파, 자운영 등과 같은 종피의 불투과성으로 수분을 잘 흡수하지 못하는 경질 종자이며 (Choi *et al.*, 2013), 채종 직후 배의 크기가 0.2~0.4 mm 정도로 자엽만 분화되어 있고 배는 미성숙 (Kwon and Lee, 1997) 이기 때문에 발아를 하기 위해서는 인위적으로 배를 후숙시켜 종피가 벌어지게 하는 작업을 실시한다. 이를 개갑 (開匣, Stratification)이라고 하며, 수확한 종자는 과육을 제거한 후 적당한 크기의 용기에 모래와 종자를 쌓아 층적처리를 한 후 주기적으로 관수를 한다. 개갑 일수는 종자 수확 시기인 7월 중순부터 시작해서 10월 중하순까지 90~100일 정도 소요된다. 배의 생장 적정 온도는 15~20℃이고, 온도가 낮고 깨끗한 지하수를 개갑 용기 배수구로 충분히 흘러 나올 정도로 공급한다. 관수는 7월 중순~9월 중순에는 1일 2회 관수하고, 9월 중순 이후에는 1일 1회 관수하며, 10월 중순 이후에는 2~3일에 1회 관수한다 (RDA, 2012). 개갑 도중 배의 생장이 덜 되어 종피가 벌어지지 않은 종자를 파종할 경우 이듬해 발아하지 않으며 18개월 후인 그 다음해에 출아하기 때문에 시간적으로나 경제적으로 농가에 많은 피해를 입힌다. 따라서, 출아율을 높이기 위해서는 배가 완전히 성숙된 종자를 확보한 후 파종을 해야 한다. 위의 개갑 단계를 거친다고 하더라도 종자의 성숙 정도 및 품종에 따라 개갑률의 차이가 발생함으로 관행방법을 대체 할 수 있는 방법이 필요한데, 이를 극복할 수 있는 기술이 생장조절제 처리이다. 권 등 (Kwon *et al.*, 1997a)은 식물호르몬 gibberellin (GA), abscisic acid (ABA), cytokinin 등이 종자의 휴면과 발아에 직접적인 영향을 미친다고 하였으며, gibberellin 처리로 인삼 종자의 발아가 촉진된다고 하였으며 (Lee *et al.*, 1986; Stoltz and Snyder, 1985), 권 등 (Kwon, 1997b)은 cytokinin류 처리로 저온감응을 요하는 생리적인 휴면타파가 있다는 것을 보고하였다. 또한, 개갑된 종자의 발아 촉진을 위해서 생장조절제 kinetin과 BA를 처리한 것이 발아율을 향상시킨 결과를 보고하였다 (Kwon *et al.*, 1986).

현재 인삼 품종은 천풍, 연풍, 고평, 선풍, 금풍, 선운, 선원, 청선, 선향, 천일, 케이원, 천량, 금선, 선일, 고평1호, 고평2호, 금풍1호, 선운1호, 선운2호 등 19개 품종이 개발되었으며 (KSVS, 2014) 품종마다 고유의 특성을 보유하고 있어, 농가는 재배 목적에 따라 품종을 선택하여 재배하고 있다. 현재 많이 재배되고 있는 품종 중 천풍은 적변에 강하고 (Lee *et al.*, 2014) 체형이 우수하여 원형홍삼을 생산하기 위해 농가에서는 선호하나, 종자 성숙이 일반 품종보다 느려 다른 품종과 동시에 수확하면 개갑률이 떨어지는 경향이 있다 (RDA, 2009). 일반적으로 농가에서는 개갑 처리 후 10월 중순에서 11월 중순까지 파종을 하는데, 개갑이 덜 되게 되면 적기에 파종을 못할 뿐만 아니라, 파종을 하더라도 배가 미성숙 되었기 때문에 발아가 되지 않아 출현율이 현저히 저하되는 경우가 많이

발생하고 있다. 이에 천풍 품종뿐만 아니라 다른 인삼 품종 종자의 개갑률 향상을 위한 최적 수확시기를 구명하고 적합한 생장조절제 처리로 개갑률을 높이고자 본 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시 재료

본 시험의 재료는 충청북도 음성군에 소재한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼 육종포장에서 재배된 고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)의 재래종과 천풍 (농업유전자원센터 국가등록자원 IT No. 239663), 연풍 (IT No. 239664), 금풍 (IT No.239667) 품종의 4년생에서 수확한 종자를 이용하였다. 수확시기별, GA₃ 농도에 따른 개갑률 조사를 위해서는 재래종, 천풍, 연풍을 이용하였고, 성숙 정도에 따른 개갑률 조사는 천풍, 품종별 배와 배유 측정을 위해서는 천풍, 연풍, 금풍을 이용하였다.

2. 종자 수확 시기

인삼 종자 수확시기별 개갑률을 조사하기 위해서 채종 시기는 종자 성숙기인 2012년도 7월 20일부터 5일 간격으로 8월 5일까지 수확하였다. 시기별로 500립을채종하여 개갑을 실시하였다. 한편, 종자의 배와 배유의 생장 추이를 조사하기 위해서 6월 16일부터 미성숙된 종자를 최초 수확하였으며, 6월 26일, 7월 16일, 마지막으로 7월 26일 수확을 하였다.

3. GA₃ 농도 및 처리 방법

수확한 인삼 종자는 과육을 제거한 후 흐르는 물에 24시간 세척하였으며, 종자를 꺼내어 음건 후 GA₃를 1, 10, 50, 100, 200, 300 ppm으로 구분하여 처리당 300립씩 나누어 24시간 침지하였다. 침지한 종자는 바로 개갑을 실시하였고 개갑률은 개갑 시작 90일 경과 후 조사하였다.

4. 개갑 방법

침지한 종자는 모래와 종자를 3:1의 부피비로 혼합한 후 층적처리를 하였다. 관수 횟수 및 양 등 기타 관리는 인삼 GAP 표준재배지침서에 준하였다 (RDA, 2012). 개갑 여부는 붙어 있는 종피가 분리되면 개갑이 된 것으로 간주하여 개갑률을 조사하였다.

5. 종자 생장 추이 조사

수확한 종자는 수확 시기 및 개갑 단계별 배와, 배유의 길이, 폭을 조사하였다. 공시 품종은 천풍, 연풍, 금풍을 이용하였으며, 배와 배유의 생장은 종자 중간을 칼로 가른 후 현미경 (Olympus, SZ61, Tokyo, Japan)으로 15일 간격으로 조사를 하였다

6. 통계분석

통계프로그램 SAS (version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의성 검정을 실시하였고, $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의성이 있는 것으로 인정하였다.

결과 및 고찰

1. 수확시기에 따른 품종별 개갑률

인삼 품종 중 천풍은 일반 품종보다 개화 및 출아가 5~7일 정도 늦어 종자 성숙도 그만큼 늦어진다. 하지만, 일반 농가에서는 대부분 성숙이 어느 정도 진행되었으면 품종에 관계없이 일정 시기에 수확을 함으로 인해 미성숙 종자를 개갑하는 경우가 많아져 개갑률이 떨어지는 경향이 빈번히 발생한다. 본 시험에서 품종별 최초 7월 20일 동시에 수확했을 때 개화 후부터 수확까지 일수는 재래종 65일, 천풍 59일, 연풍 64일이 소요되었으며, 이 때 바로 개갑을 실시한 결과, 재래종은 94.1%, 연풍은 93.1%, 천풍은 82.6%로 천풍 품종은 재래종보다는 11.5%, 연풍보다는 10.5% 개갑률이 더 낮은 것으로 나타났다 (Table 1). 5일 후인 7월 25일 수확했을 때도 천풍의 개갑률은 84.7%로 연풍이나 재래종보다 개갑률이 각각 10.6%, 9.5% 낮게 나타났다. 한편, 최초 수확 10일 후인 7월 30일에 수확한 종자의 개갑률은 재래종이 95.5%, 연풍이

94.8%, 천풍이 90.4%로 천풍이 가장 낮게 나타났으나 품종간의 유의한 차이는 나타나지 않았으며 15일 후 수확했을 때도 품종간 차이가 나타나지 않았다. 재래종과 연풍은 개화 후부터 수확까지 일수가 65일과 64일에 93% 이상이 개갑이 되었으나 천풍은 이들 품종보다 4~5일 후인 개화 후 69일에 90.4%, 9~10일 후인 74일에 93.5%를 나타내었다. 이와 같은 결과를 볼 때 천풍 종자는 개화 후 70일 정도 이후에 수확하는 것이 적당하며, 일반적으로 재배 농가에서는 다른 품종에 비해 10~15일 정도 늦게 하여 개갑을 하면 개갑률을 높일 수 있다는 것이 확인되었다.

우리나라에서는 일반적으로 인삼 종자를 7월 중·하순경에 수확을 하는데 최근 지구 온난화로 인한 기후 변화로 과육의 숙기가 빨라져서 수확 시기도 점차 빨라지는 경향이 있다. 인삼 재배농가에서는 개갑률을 높이기 위한 일환으로 개갑기간을 길게 유지하고 있는데, 이를 위해서 대부분이 7월 중순경에 종자 수확을 한다. 또한, 일손을 줄이기 위해서 인삼 종자의 성숙 여부에 관계없이 어느 정도 성숙이 되면 한꺼번에 수확을 하는 것이 보편적이다. 인삼은 과육이 성숙하였더라도 종자내 배가 미성숙이기 때문에 배를 형성하고 성숙시키기 위한 최소한의 기간의 필요하다. 특히, 천풍 품종의 경우 과육이 일반 품종보다 늦게 성숙함으로써 개갑률을 높이기 위해서는 종자 과육이 완전히 성숙할 수 있는 충분한 기간을 확보해야 할 것으로 판단된다.

Table 1. The stratification rate of seeds according to the harvesting time by ginseng varieties (*Panax ginseng* C. A. Meyer).

Harvesting time (mm. dd)	Stratification rate (%)		
	Land race	Chunpoong	Yunpoong
7.20	94.1 ± 1.21a	82.6 ± 1.30b	93.1 ± 1.02a*
7.25	95.3 ± 1.50a	84.7 ± 1.25b	94.2 ± 2.11a
7.30	95.5 ± 0.98a	90.4 ± 2.10a	94.8 ± 1.16a
8.5	96.3 ± 1.08a	93.5 ± 1.58a	95.2 ± 1.08a

†Flowering date; Landrace; May 15, Chunpoong; May 21, Yunpoong; May 16.

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

2. 성숙 정도에 따른 인삼 종자의 개갑률

수확 시기와 과육의 성숙 정도에 따른 개갑률을 조사하기 위해서, 과육이 붉은색으로 되었을 때를 성숙, 녹색일 때를 미성숙으로 구분하여 수확시기별 개갑률을 조사하였다 (Table 2). 본 시험에서는 개갑이 될 수 있는 인삼 종자의 성숙 정도를 파악하기 위하여 과육의 성숙 정도가 가장 늦은 천풍 품종을 이용하였다.

성숙된 인삼 종자는 과육을 제거한 후 물에 띄우면 가라 앉지만 미성숙 종자는 물에 뜬다. 시기별로 수확한 종자를 물에 띄웠을 때, 과육이 미성숙된 처리구에서는 개화 후 45일인 7월 5일 수확한 것이 71.8%, 개화 후 60일인 7월 20일 수

Table 2. Comparison of the stratification rate according to the harvesting time of the Chunpoong variety.

Contents	Harvesting time according to degree of fruit maturity							
	Immaturity (mm, dd)				Maturity (mm, dd)			
	7.5	7.10	7.15	7.20	7.5	7.10	7.15	7.20
Rate of sinking seed in water (%)	71.8c	75.4b	77.2b	80.7a	74.7c	77.8b	80.8a	81.5a*
Stratification rate (%)	7.2c	33.0b	35.2b	37.8a	16.3d	76.3c	87.5b	92.3a

†Flowering date; May 21.

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

확한 것은 80.7%로 수확시기가 늦을수록 종자가 가라앉는 비율이 높았으며, 과육이 성숙된 처리구에서도 7월 5일 수확한 것은 74.7%, 7월 20일 수확한 것은 81.5%로 미성숙된 처리구와 마찬가지로 수확시기가 늦을수록 가라앉는 비율이 높았다. 과육이 미성숙시 수확한 종자와 성숙시 수확한 종자의 가라앉는 비율을 보았을 때는 성숙시 수확한 종자가 평균 2.4%가 높았다.

과육이 미성숙 되었을 때 수확한 종자와 성숙되었을 때 수확한 종자의 개갑률을 비교해 보면, 수확 시기가 이른 7월 5일 수확했을 때 미성숙 종자는 7.2%, 성숙 종자는 16.3%로 성숙된 종자에서 개갑률이 9.1% 높게 나타났으며, 농가에서 일반적인 수확시기인 7월 20일 수확했을 때는 미성숙 종자는 37.8%, 성숙 종자는 92.3%로 성숙된 종자에서 개갑률이 54.5% 높게 나타났다. Table 2에서 개화 후 60일인 7월 20일에 성숙된 종자를 수확했을 때 개갑률이 92.3%로 높게 나타나 인삼 종자의 수확 시기는 개화 후 60일, 7월 중순 이후가 적당한 것으로 나타났다. 종자의 수확 시기는 그 해의 기상에 영향을 많이 받는데, 가뭄이 지속되거나 성숙기 때 고온이 지속되면 종자 성숙이 빨라지며, 강우나 저온이 계속되면 종자 성숙기가 늦어진다. 일반적으로 종자의 성숙은 수정 후 50일 정도면 성숙을 하는데 (Ahn *et al.*, 1986), 앞에서 기술한 바와 같이 기상 여건에 따라 종자의 성숙 정도가 달라지므로 이에 따라 종자 수확기를 결정하는 것이 적절하다고 본다. 최근 우리 종자의 우수성이 알려지고 중국내 재배 면적 확대에 따른 종자 부족으로 인해 우리나라 인삼 종자가 중국으로 반출이 많이 되고 있는 실정이다 (KCS, 2014). 재배용으로는 인삼 종자가 반출이 승인되지 않기 때문에 과육이 덜 성숙된 상태

로 수확하여 밀반출하는 경우가 발생할 수 있을 것으로 본다. 이를 막기 위해서는 품종별로 개갑이 가능한 개화 후 최단 기간의 수확 시기와 과육의 성숙 정도를 구명하여, 개갑 능력이 있는 시기에 수확한 미성숙 과육이 포함된 종자는 반출을 금해야 할 것으로 판단된다.

3. 인삼 종자의 배 및 배유의 성장 추이

인삼 종자가 식물체에서 성숙하고 수확 후 후숙을 하는 동안 성장 추이를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 인삼 종자의 배의 성장 추이를 조사한 결과 (Fig. 1; A, B), 최초 측정한 6월 16일의 3개 품종의 평균 배의 평균 길이는 564.1 μm , 폭은 305.0 μm 였으며, 종자를 채종한 후 바로 측정한 7월 25일은 길이와 폭이 각각 566.6 μm , 352.4 μm 를 나타내어 배의 길이나 폭은 점진적으로 성장하였으나 거의 차이가 나타나지 않았다. 한편, 배의 길이는 개갑 시작 15일 후인 8월 16일까지도 거의 차이가 나타나지 않았으나, 이후 9월 2일까지 점진적 성장을 보였고, 개갑 45일 후인 9월 16일은 977.4 μm 였고, 10월 2일은 1,566.5 μm , 10월 17일은 3,380 μm 로 이는 전 측정일에 비해 33.4%, 60.3%씩 급격한 성장을 나타내었다. 배의 폭은 조사한 6월 16일부터 9월 2일까지 점진적 성장을 보였으나 큰 차이를 나타내지는 않았다. 개갑 45일 후인 9월 16일은 442.0 μm 로 전 측정일인 9월 2일보다 27.4% 성장을 하였고 이후부터 급격한 성장을 나타내어 10월 2일은 559.9 μm , 15일 후인 10월 17일은 854.5 μm 로 전 측정일보다 각각 26.7%, 52.6% 이상씩 증가하였다.

시기별 배유의 성장 추이를 보면 (Fig. 1; C, D) 최초 측정한 6월 16일의 3개 품종의 평균 배유의 길이는 3.8 mm, 폭은

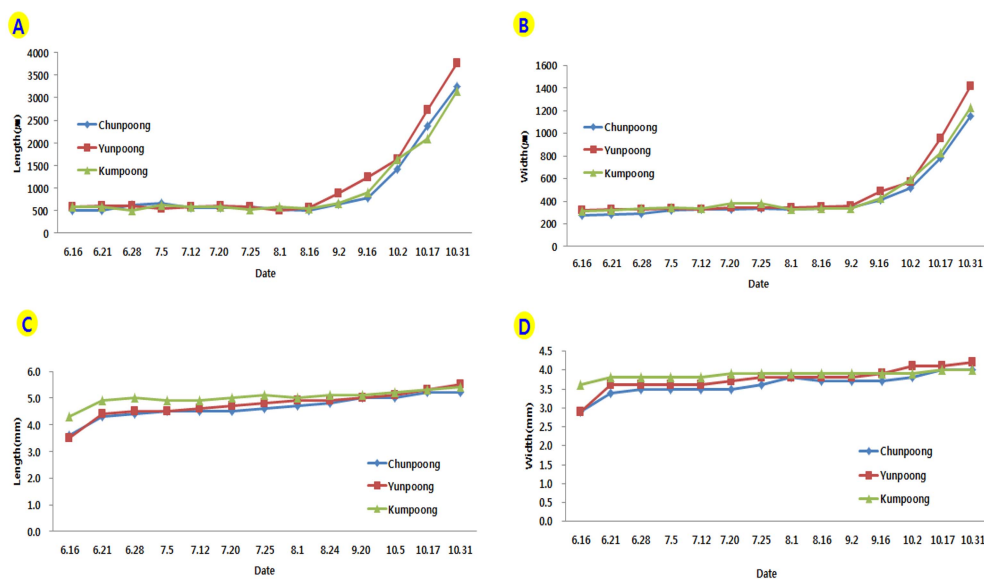


Fig. 1. Growth changes of endosperm and embryo by the time. A, B: length and width of embryo; C, D: length and width of endosperm.



Fig. 2. The stratification degree according to the GA₃ concentration before fall sowing. A, B: 100 and 300 ppm of GA₃.

Table 3. The comparison of the stratification rate after 90 days by gibberellic acid (GA₃) treatment.

Concentration (ppm)	Stratification rate (%)		
	Land race	Chunpoong	Yunpoong
Control	89.1 ± 1.03 ^b	85.3 ± 1.02 ^b	88.5 ± 0.89 ^{b*}
1	88.3 ± 0.89 ^b	85.6 ± 1.04 ^b	89.2 ± 1.12 ^b
10	90.7 ± 1.12 ^b	89.2 ± 2.11 ^b	98.8 ± 1.21 ^b
50	91.2 ± 2.14 ^b	91.1 ± 1.23 ^b	92.4 ± 1.14 ^b
100	95.0 ± 1.30 ^a	95.3 ± 1.21 ^a	96.5 ± 1.87 ^a
200	96.8 ± 1.25 ^a	96.2 ± 1.34 ^a	98.2 ± 1.23 ^a
300	98.2 ± 2.01 ^a	98.1 ± 1.86 ^a	99.1 ± 0.81 ^a

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

3.1 mm였으며, 6월 21일은 길이는 4.4 mm 폭은 3.6 mm를 나타내었다. 종자를 채종한 후 바로 측정한 7월 25일은 길이와 폭이 각각 4.8 mm와 3.8 mm를 나타내었으며, 개갑을 완료한 후 배유를 측정한 결과 길이가 5.4 mm, 폭이 4.1 mm를 나타냈다. 배유의 생장 추이를 조사한 결과, 종자 수정 30일 후인 6월 21일까지 가장 크게 생장을 하였으며, 수확 후부터 개갑 완료 시까지는 점진적으로 증가는 하였으나 큰 변화가 없었다. 따라서, 인삼 종자 배유의 생장은 과육이 붉게 혹은 노랗게 성숙하는 시기에 거의 완성이 되는 것을 확인할 수 있었다.

배유의 생장은 6월 초순부터 6월 중순까지 급격한 생장을 하였으며, 이후에는 생장이 완만히 진행되었다. 배는 생성 후부터 8월 중순 후숙 과정까지 거의 생장을 하지 않았으며, 9월 초순부터 본격적으로 성장하여 10월 하순까지 빠른 속도로 진행되었다. 따라서 이 시기에 배의 생장을 촉진시키기 위한 개갑 관리가 매우 중요할 것으로 생각된다. 배와 배유가 큰 변화가 없다가 어떤 시기에 급격한 변화를 보인 원인은 개갑에 유리한 큰 일교차와 호르몬 변화 등으로 사료되며, 향후 종자 생장과의 상관관계를 검토해 볼 필요가 있을 것으로 본다.

4. GA₃ 농도에 따른 품종별 개갑률

천풍뿐만 아니라 다른 인삼 품종의 개갑률을 높이기 위해서 GA₃ 농도별 개갑률을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 품종별로 GA₃의 농도가 증가할수록 개갑률은 향상되었으나, 50 ppm까지는 농도간의 개갑률은 유의성을 나타내지 않았다. 하지만, GA₃의 농도가 100 ppm 처리에서는 개갑률이 재래종 95.0%, 천풍 95.3%, 연풍이 96.5%로 무처리에 비해 각각 5.9%, 10.0%, 8.0% 더 높은 것으로 나타났다. 200 ppm, 300 ppm 처리구에서도 100 ppm 처리구보다 개갑률이 향상은 되었으나, 100 ppm 처리구와 유의한 차이가 나지 않았다. 품종별 50 ppm 처리구에서의 개갑률도 재래종, 천풍, 연풍이 각각 91.2%, 91.1%, 92.4%로 높은 수준이었지만, 개갑률이 95.0% 이상이 되는 100 ppm 처리구가 개갑률을 높이는데 적당한 농도라고 여겨진다. 한편, GA₃ 농도가 300 ppm에서는 저온 처리없이 휴면이 타파되어 파종 전에 조기 발아가 되는 개체들이 발생했다 (Fig. 2). 일반적으로 농가에서는 개갑 후 10월 중순 ~ 11월 중순까지 파종을 하여 겨울 동안 저온을 거치게 함으로써 자연적으로 휴면을 타파하도록 한다. 하지만, 파종 전에 발아가 되면 파종을 할 때 유근이 탈락될 우려가 있고, 겨울 동안 동사를 하게 됨으로 파종 전 발아가 되는 것은 농가에 큰 의미가 없다. 이상의 결과를 볼 때 인삼 종자의 개갑률 향상을 위한 GA₃의 농도는 100 ppm이 적당하다고 판단된다. 한편, 300 ppm 이상의 고농도는 조기 발아하는 개체들이 발생함으로써 발아를 위해 소요되는 90 ~ 100일 정도의 휴면 기간을 단축시킬 수 있으므로 우량 계통 증식과 세대 단축을 위해 용이하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 주관하는 기후변화에 대응한 인삼 육종기반 기술 연구 과제(과제번호: PJ008660)의 연구비 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn SD, Kwon WS, Chung CM and Son ER.** (1986). Study on the optimum time of seed production and development of embryo in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Crop Science. 31:123-128.
- Choi JH, Lee JG, Seong ES, Yoo JH, Kim CJ, Lee GH, Ahn YS, Park CB, Lim JD and Yu CY.** (2013). The germination characteristics of seed by storage and germination temperature in *Astragalus membranaceus*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:461-465.
- Kim YC.** (2012). Classification of the morphological characteristics of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) germplasm and selection of useful resources. Ph. D. Thesis. Chungnam National University. p.1-3.
- Korea Customs Service(KCS).** (2014). <http://www.customs.go.kr>.
- Korea Seed & Variety Service(KSVS).** (2014). <http://www.seed.go.kr>.
- Korea Tobacco & Ginseng(KT&G).** (1996). The latest Korean ginseng-Culture part. Central Research Center of Korea Tobacco & Ginseng. Daejeon, Korea. p.42-44.
- Kwon WS and Lee JM.** (1997a). Changes of cytokinins and gibberellin contents during low temperature storage of dehiscid ginseng seeds. Journal of Korea Society Horticulture Science and Biotechnology. 38:111-115.
- Kwon WS, Baek NI and Lee JM.** (1997b). Identification and changes of physiologically active substances during chilling storage of dehiscid ginseng seeds. Journal of Ginseng Research. 21:13-18.
- Kwon WS, Jung CM, Ahn SD and Choi KT.** (1986). Effects of growth regulators on the germination of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Journal of Ginseng Research. 10:159-166.
- Lee JC, Byen JS and Proctor JTA.** (1986). Dormancy of ginseng seed as influenced by temperature and gibberellic acid. Korean Journal of Crop Science. 31:220-225.
- Lee SW, Park KC, Lee SH, Jang IB, Park KH, Kim MR, Park JM and Kim KH.** (2014). Effect of ferric and ferrous iron irrigation on brown-colored symptom of leaf in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:32-37.
- Rhim SY, Sohn JK, Ryu TS, Kwon TR, Choi JK and Choi HJ.** (2010). Analysis for the major traits and genetic similarity of native ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) collections in Korea. Korean Journal of Breeding. 42:488-494.
- Rural Development Administration(RDA).** (2009). Ginseng cultivation standard farming text book-103(Revised Ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p76-77.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Good agricultural practice of ginseng(Revised Ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.77-79.
- Stoltz LP and Snyder JC.** (1985). Embryo growth and germination of American ginseng seed in response to stratification temperature. Horticultural Science. 20:261-262.