韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 20(5) : 315 – 319 (2012) www.medcrop.or.kr
http://bxdoi.org/10.7783/KJMCS.2012.20.5.315

식물생장조절제 처리가 인삼의 장과 및 종자 형성에 미치는 영향

조서리 · 김정선 · 이누리 · 최재을†
충남대학교 농업생명과학대학

Effects of Plant Growth Regulator Treatment on Ginseng berry and seed development in *Panax ginseng* C. A. Meyer

Seo Ri Jo, Jung Sun Kim, Nu Ri Lee and Jae Eul Choi†
Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to select plant growth regulators effective at ginseng berry set inhibition to help root growth in Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). PGRs (ethephon, gibberellic acid, maleic hydrazide, coumarin) were applied to field grown 5-year-old Korean ginseng between one and two times, before and during bloom in 2009, 2010. The number of treatment was more effective in ginseng berry set inhibition when used two times compared with one time in GA 1,000 ppm, MH (5,000, 10,000 ppm), coumarin (5,000, 10,000 ppm) treatment. According to treatment period of plant growth regulator, ginseng berry set inhibition rate from 20days before flowering date to 5days after blooming was the highest in MH 5000 ppm showing 99.9% and the lowest in GA 100 ppm showing 32.8%. The spray treatments of Ethephon (50, 150 ppm) and MH (5,000, 10,000 ppm) from 20 days before the flowering bloom up to 5 days before, and coumarin (5,000, 10,000 ppm) from 20 days to 6 days and before blooming that induced the inhibitory effect more than 90% after 12 weeks. Considering ginseng berry set inhibition characteristics and treatment period ethephon and coumarin was important about applied period but, MH treatment appeared to effective ginseng berry set inhibition regardless of treatment period.

Key Words **:** *Panax ginseng*, Ethephon, Gibberellic Acid, Maleic Hydrazide, Coumarin, Berry Set, Inhibition

서 언

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Mayer)의 다양한 약리효능이 과학적으로 증명되고 (Nam *et al*., 2011; Lee *et al*., 2011) 국민소득의 증대와 함께 건강에 대한 관심도가 급증하면서 인삼의 수요가 증가하고 있다. 인삼은 4~6년간 재배를 하지만 채종을 하지 않는 포장의 경우에는 뿌리 비대를 촉진하기 위하여 화경을 제거하는 "꽃순 지르기"를 실시한다. 이 과정에서 화경을 일찍 제거하거나 적심을 깊게 하게 되면 상처를 통하여 세균이 침입하여 줄기를 부패시키고, 심한경우에는 뇌두를 통해 뿌리가 부패되기도 하며 (Yu *et al*., 1991), 인삼줄기버섯파리가 산란한 유충이 줄기에 굴을 뚫은 부위로 물이 들어가면서 줄기 속이 무르는 줄기속무름병 등의 병해가 일어나기도 한다 (Shin *et al*., 2008). 이러한 꽃순 지르기는 줄기속무름병으로 수량감소의 요인으로 작용 할 뿐만 아니라 많은 노동력을 필요로 한다.

많은 작물에서 육종 효율을 증대시키기 위하여 제웅(emasculation)이나 화서생리에 관한 연구가 오래 전부터 진행되어 오고 있으며 (Verma and Kumar 1978; Merr and Dam 1979; Kim *et al.* 1999; Yun *et al*., 2006), 화서 발달을 조절하기 위한 매우 다양한 생장조절제가 연구되어지고 있다 (Rolston *et al*., 2002; Campeau *et al.,* 2005). 본 실험에서 사용한 ethephon, gibbelellin acid (GA), maleic hydrazide (MH), coumarin은 생장물질로 이들은 식물의 다양한 생리작용에 영향을 미친다. Ethephon은 antigibberellin 작용을 (Lieberman, 1979) 한다는 것이 알려지면서 과수에서는 이층형성, 개화작용 등에 실용적으로 이용되고 있으며 (Kim *et al*., 1988), 화훼분야에서는 줄기신장의 억제 뿐 아니라 (Moe, 1980), 화아발달 억제에도 사용 할 수 있는 것으로 알려져 있다 (Dole and Wilkins, 1999).

Na 등 (2000)은 참다래에 ethephon 150ppm을 처리하여 과실 낙과율을 조사하였으며, Campeau 와 Proctor (2005)는 서양삼에 ethephon 500 ppm을 처리하여 낙화효과를 보고한바 있다. 식물의 신장, 성장을 촉진시키는 기작을 가진 호르몬들

†Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5729 (E-mail) choije@cnu.ac.kr
Received 2012 August 6 / 1st Revised 2012 August 31 / 2nd Revised 2012 September 18 / Accepted 2012 September 23

중 하나인 GA는 포도의 처리하게 되면 무핵화를 유도한다고 보고되었다 (Lee *et al*., 1985).

담배 및 양파의 맹아억제제로 사용되고 있는 항옥신계 생장조절제인 Maleic hydrazide (MH)는 포도의 제웅제로 사용되었고 (Yun *et al*., 2006), 감자, 마늘의 저장력을 높이고 과수의 신초 생육 억제 효과가 크다고 하였다 (Chung *et al*., 1972; Chung, 1983; Kim *et al*., 2010). Singh 등 (1989)은 식물의 생장 및 발아를 억제하는 coumarin (Shin *et al.,* 1979)과 MH를 각각 5,000 ppm, 10,000 ppm으로 처리하여 목화의 웅성불임 효과를 실험한 바 있다. 그러나 인삼의 꽃순 자르기를 대행 할 수 있는 생장조절제 효과에 관한 연구는 거의 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 생장조절물질의 처리가 고려 인삼의 결실 억제 효과에 미치는 영향을 검정하여 인공제화제로 활용할 수 있는 이용 가능성을 검토하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험은 부속 농장 5년근 인삼포장에서 2009, 2010년에 각각 실시하였으며 처리 약제는 식물 생장조절제인 ethephon (39% 액제, (주)영일케미컬), gibberellic acid (GA, SIGMA), maleic hydrazide (MH, TCI Tokyo Chemical Industry Co., Ltd), coumarin (SIGMA)을 구입하여 사용하였다.

2. 처리 농도 및 방법

2009년에는 식물생장조절제의 농도와 처리 횟수에 따른 효과를 확인하기 위하여 1회 처리구와 2회 처리구로 구분하였으며, 1차 처리는 인삼꽃이 개화하기 직전인 5월 5일, 2차 처리는 1차 처리 후 1주일 뒤인 5월 12일에 실시하였다. 각각의 처리농도는 Table 1과 같은 농도로 희석하고 가정용 분무기 (650 ㎖)를 이용하여 인삼의 꽃봉오리를 중심으로 분무하였다. 각 처리구는 3반복으로 실시하였다.

2010년에는 처리시기에 따른 장과결실 억제효과를 검정하기 위하여 2009년 처리농도와 동일하게 처리하였으나 GA는 10배 낮게 처리 하였다. 처리 횟수는 2회 처리, 처리구는 3반복으로 실시하였다. 처리 시기는 인삼의 개화 전 20일에서 개화 후 5일 사이를 5일 간격으로 구분하여 1차 처리를 한 뒤, 일주일 후에 2차 처리를 하였다.

Table 1. Treatments concentration of plant growth regulators in this study.

Year	Treatment	Concentration (㎎ · L^{-1})
2009	Ethephon	50, 150
	Gibberellic acid	1,000, 2,000
	Maleic Hydrazide	5,000, 10,000
	Courmarin	5,000, 10,000
2010	Ethephon	50, 150
	Gibberellic acid	100, 200
	Maleic Hydrazide	5,000, 10,000
	Courmarin	5,000, 10,000

3. 조사방법

2009년에는 식물생장조절제의 농도와 처리 횟수에 따른 효과를 확인하기위하여 각 식물생장조절제가 마지막으로 처리된 날로부터 6주 후인 6월 16일에 처리구 당 10개체씩 장과의 크기와 종자의 결실유무, 색깔 등을 조사하여 정상적인 것과 장과의 생육이 중단 되거나 고사한 것으로 구분하였다. 억제율은 꽃줄기당 형성된 산형화서에서 소화수 (작은꽃) 중 정상적으로 성숙한 장과의 수를 조사하여 계산하였고 장과의 크기가 정상적으로 성장된 경우에는 칼로 장과를 횡단하고 종자의 형성 유무를 조사하여 장과의 성숙도를 보았다.

2010년 처리시기에 따른 장과결실 억제효과를 검정하기 위한 실험에서는 각 식물생장조절제가 마지막 처리된 날로부터 6주와 12주째인 7월 29일에 처리약제에 따른 장과 생육억제 특성을 조사하고 2009년과 동일한 방법으로 결실 억제율을 조사하였다. 처리 간 유의성 검정은 Duncan의 다중 검정법을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 생장조절제 처리 횟수에 따른 장과 결실 억제 효과

2009년 6월 16일에 장과 결실 억제율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 1회 처리 결과 ethephon 50 ppm, GA 1,000 ppm, MH 5,000 ppm, coumarin 5,000 ppm 처리구의 결실 억제율은 각각 79.5, 63.4, 89.7, 81.3%이었으며, ethephon 150, GA 2,000 ppm, MH 10,000 ppm, coumarin 10,000 ppm의 결실 억제율은 각각 87.7, 58.2, 80.7, 77.7%로 처리 농도가 높은 경우에 결실억제 효과가 증가하였으나 GA는 처리 농도에 따른 차이가 거의 나타나지 않았다.

Ethephon 50 ppm, GA 1,000 ppm, MH 5,000 ppm, coumarin 5,000 ppm의 2회 처리구의 결실 억제율은 각각 84.2, 68.3, 97.9, 91.2%이었고, ethephon 150 ppm, GA 2,000 ppm, MH 10,000 ppm, coumarin 10,000 ppm의 2회 처리구의 결실 억제율은 각각 95.3, 59.8, 93.5, 95.9%로 처리 농도에 따른 결실억제 효과는 생장조절제에 따라 상이하였다. 본 실험에서 ethephon 150 ppm의 1회, 2회 처리구의 결실 억제율은 각각 87.7, 95.3%로 장과 착생 억제에 효과를 보였다. 이는 Campeau와 Proctor (2005)가 서양삼의 낙화유도 실험에서 ethephon이 87% 이상의 높은 낙과율을 보였다는 보고와 유사하였다.

이상의 결과를 종합해보면 약제별 처리 횟수에 따른 결실 억제율을 비교해 보았을 때, GA 1,000 ppm, MH (5,000,

Table 2. Inhibition ratio of ginseng berry set by concentration and the number of treatment of plant growth regulator in 2009.

No. of treatment		Inhibition ratio (%) One time (A)	Inhibition ratio (%) Two times (B)	Difference between A and B
Concentration of regulator (mg · L^{-1})				
Ethephon	50	79.5c	84.2b**	NS*
	150	87.7ab	95.3a	NS
GA	1,000	63.4d	68.3c	*
	2,000	58.2d	59.8d	NS
MH	5,000	89.7a	97.9a	*
	10,000	80.7c	93.5a	*
Coumarin	5,000	81.3bc	91.2ab	**
	10,000	77.7c	95.9a	**
Control		3.9e	3.9e	

*NS : Non significant, *,** : significant at P < 0.05, P < 0.01 respectively.
**Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.
§Investigation Date : June 16.

10,000 ppm), coumarin (5,000, 10,000 ppm)의 처리구는 1회 처리보다 2회 처리가 장과 결실 억제에 효과적이었다. 특히, ethephon 150 ppm, MH 5,000 ppm, MH 10,000, ppm coumarin 5,000 ppm, coumarin 10,000 ppm의 2회 처리구는 각각 95.3, 97.9, 93.5, 91.2, 95.9%로 90%가 넘는 결실 억제율을 보였다.

2. 생장조절제 처리에 따른 종자 형성 억제효과

생장조절제 처리구에 대하여 정상적으로 성숙된 장과와 종자의 결실 유무를 조사한 결과는 Table 3과 같다. Ethephon 50 ppm 1회 처리구의 장과를 조사한 결과 크기가 정상적으로 성장한 장과 59개 중 54개에서 종자가 형성되었고 (91.5%), ethephon 150 ppm은 45개 중 41개 (91.1%), GA 1,000 ppm은 109개 중 12개 (11.0%), GA 2,000 ppm은 168개 중 21개 (12.5%), MH 5,000 ppm은 38개 중 21개 (55.3%), MH 10,000 ppm은 49개 중 31개 (63.3%), coumarin 5,000 ppm은 51개 중 48개 (94.1%), coumarin 10,000 ppm은 52개 중 48개 (92.3%)가 종자가 형성되었다.

2회 처리구의 성숙된 장과를 조사한 결과 ethephon 50 ppm은 무처리와 비슷한 크기로 성장한 장과 37개가 모두 (100%) 종자가 형성되었고, ethephon 150 ppm은 14개 중 12개 (85.7%), MH 5,000 ppm은 9개 중 6개 (66.7%), MH 10,000 ppm은 19개 중 12개 (63.2%), coumarin 5,000 ppm은 26개 중 24개 (92.3%), coumarin 10,000 ppm은 17개 중 16개 (94.1%)가 정상적으로 성장하였다.

Ethephon과 coumarin 처리구의 경우에는 정상적으로 성장한 장과 중에서 80% 이상이 장과 안에 종자가 있었지만 GA 1,000 ppm 처리구는 정상적인 크기로 성장한 장과 98개 중 종자가 들어있지 않거나 미성숙한 종자가 들어있는 것이 14개 (14.3%)이었고, 2,000 ppm 처리구는 135개의 장과 중 종자가 형성된 것이 21개 (15.6%)로 다른 약제 처리구들에 비해 장과크기가 정상적인 것이 많은 반면 전체 장과 중 85% 이상이 종자를 생산하지 못하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 포도에 GA를 처리하는 경우 무핵과가 형성되어지는 효과를 볼 수 있다는 보고 (Lee *et al.,* 1985)와 유사하였다.

Table 3. Maturity of ginseng berry by treatment of plant growth regulator in 2009.

Treatment (mg · L^{-1})	No. of treatment	Total	No. of berry grown normally (A)	No. of berry with seed (B)	B/A ratio (%)
Ethephon 50	1	271	59	54	91.5
	2	245	37	37	100.0
Ethephon 150	1	327	45	41	91.1
	2	256	14	12	85.7
GA 1,000	1	297	109	12	11.0
	2	307	98	14	14.3
GA 2,000	1	352	168	21	12.5
	2	336	135	21	15.6
MH 5,000	1	337	38	21	55.3
	2	297	9	6	66.7
MH 10,000	1	243	49	31	63.3
	2	265	19	12	63.2
Coumarin 5,000	1	260	51	48	94.1
	2	230	26	24	92.3
Coumarin 10,000	1	341	52	48	92.3
	2	285	17	16	94.1

3. 생장조절제 처리시기에 따른 장과 결실 억제 효과

개화일을 기준으로 개화 전 20일부터 개화 후 5일까지 5일 간격으로 분류하여 식물생장조절제를 처리한 효과는 Table 4와 같다. 무처리구의 장과 결실율은 96.5%인데 비해 ethephon 50 및 150 ppm 처리구는 개화 전 16일~20일 처리구의 결실 억제율은 모두 100%, 개화 전 11~15일 처리구는 95.4, 100%, 개화 전 6~10일 처리구는 97.0, 94.3%, 개화 전 1~5일처리구는 100, 94.0%, 개화 후 1~5일 처리구는 98.5, 97.8%의 억제율을 보였다. 이상과 같이 ethephon 50 ppm은 억제율이 처리시기에 따라 유의차가 없었다. Na 등 (2000)이 참다래에서 처리시기가 늦어질수록 낙과율이 낮아진다고 보고한 바와 같이 본 시험에서도 ethephon 150 ppm의 경우에는 개화 전 20일에서 11일 사이에 처리한 것은 100%의 억제율을 보였지만 그 이후로 처리한 것은 억제율이 낮아지며 5%의 수준에서 유의차를 나타냈다. 그러나 모든 처리시기에서 90% 이상의 넘는 결실 억제율을 나타냈다.

GA는 100 ppm 및 200 ppm 처리에서 개화 전 16일~20일

Table 4. Comparison of inhibition ratio in ginseng berry set among different combinations of application time.

Treatment period**	Plant growth regulators(mg · L^{-1})								Control
	Ethephon 50	Ethephon 150	GA 100	GA 200	MH 5,000	MH 10,000	Coumarin 5,000	Coumarin 10,000	
B.D16 ~ 20	100.0a	100.0a	44.3a	9.9e	100.0a	100.0a	98.6ab	100.0a*	
B.D 11 ~ 15	95.4a	100.0a	43.2a	31.6c	100.0a	99.8a	91.6bc	100.0a	
B.D 6 ~ 10	97.0a	94.3b	41.9a	20.3d	99.6a	100.0a	99.1a	99.0a	
B.D 1 ~ 5	100.0a	94.0b	25.7b	59.0b	100.0a	100.0a	81.6d	78.4c	
A.D 1 ~ 5	98.5a	97.8ab	9.1c	70.0a	100.0a	100.0a	87.3cd	89.3b	
Average	98.2	97.2	32.8	38.1	99.9	99.7	91.6	93.3	3.5

*Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.
**B.D : Before flowering date, A.D : After flowering date.
§Investigation Date : July 29.

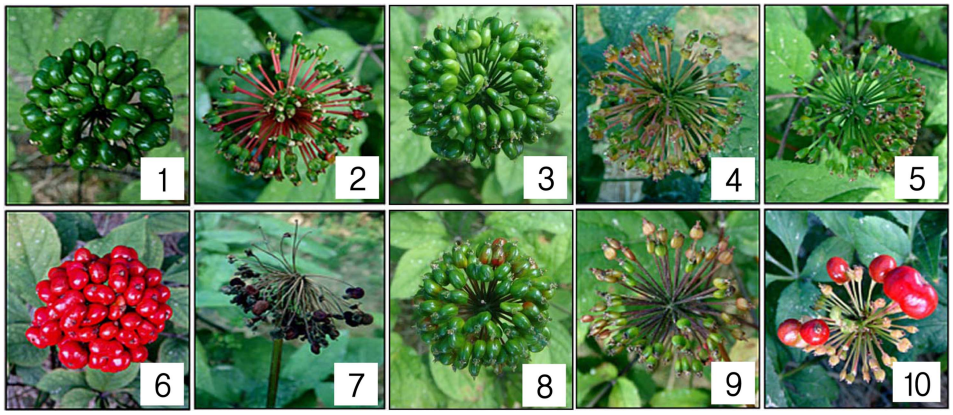

Fig. 1. Characteristic of berry set inhibition by each plant growth regulator treatment in ginseng. 1: Control, 2: Ethephon, 3: GA, 4: MH, 5: Coumarin (6 weeks after treatment), 6: Control, 7: Ethephon, 8: GA, 9: MH, 10: Coumarin (12 weeks after treatment).

처리구의 결실 억제율은 각각 44.3, 9.9%, 개화 전 11~15일 처리구는 43.2, 31.6%, 개화 전 6~10일 처리구는 41.9, 20.3%, 개화 전 1~5일 처리구는 25.7, 59.0%, 개화 후 1~5일 처리구는 9.1, 70.0%의 억제율을 보였으며, 평균 억제율은 각각 32.8, 38.1%로 처리 약제들 중 가장 낮은 억제율을 나타냈다.

MH는 5,000 및 10,000 ppm을 개화 전 16일~20일에 처리한 결과 결실 억제율은 각각 100, 100%, 개화 전 11~15일 처리구는 100, 99.8%, 개화 전 6~10일 처리구는 99.6, 100%, 개화 전 1~5일 처리구는 100, 100%, 개화 후 1~5일 처리구는 100, 100%의 억제율을 보였다. 평균 억제율은 각각 99.9%, 99.7%로 모든 처리기간에서 100%에 가까운 결실 억제효과를 보였고 농도별 처리 시기별로 유의차를 나타내지 않았다. Yun 등 (2006)은 캠밸얼리 품종의 제웅제 선발실험에서 모든 처리시기에 MH가 제웅에 우수한 효과를 나타냈다고 하였다. 본 연구에서도 다른 약제의 처리구들에 비해 MH의 처리가 가장 우수한 효과를 보였다.

Coumarin의 5,000 및 10,000 ppm 처리구에서는 결실 억제율 평균이 각각 91.6, 93.3%의 억제효과를 보였지만 개화 전 16일~20일 처리구의 결실 억제율은 각각 98.6, 100%, 개화 전 11~15일 처리구는 91.6, 100%, 개화 전 6~10일 처리구는 99.1, 99.0%, 개화 전 1~5일 처리구는 81.6, 78.4%, 개화 후 1~5일 처리구는 87.3, 89.3%로 두 개의 농도 모두에서 개화 전 1~5일의 시기에서는 큰 유의차를 보이며 다른 처리시기에서도 유의차를 보였다.

이상과 같이 MH는 5,000 및 10,000 ppm의 개화 전 20일에서 개화 후 5일까지의 모든 처리구에서 100%에 가까운 억제율을 보였다. 반면, GA는 거의 모든 시기에서 50% 미만의 결실 억제율을 보이며 다른 약제에 비하여 억제효과가 가장 낮은 것으로 나타났다.

결실 억제율이 95% 이상을 나타낸 처리구는 ethephon 50 ppm은 모든 처리구, 150 ppm은 개화 전 1~10일을 제외한 모든 처리구, coumarin 5,000 ppm은 개화 전 11일~15일과 개화 전후 1~5일을 제외한 모든 처리구, coumarin 10,000 ppm은 개화 전 5일에서 개화 후 5일까지를 제외한 모든 처리구였다.

4. 생장조절제 종류별 처리에 따른 장과 결실 억제 특성

식물생장조절제 처리에 따른 장과 결실, 낙화, 변색 등에 따른 반응은 다양하게 나타났다(Fig. 1).

Ethephon의 경우, 95% 이상의 결실 억제율을 보이며 장과들은 대체로 성숙하지 못한 상태로 시간이 지나면서 소화경이 붉게 변하며 고사하거나 탈락하는 경향을 보였다.

GA는 억제율이 50% 이하였고 장과는 대부분의 녹색의 미성숙 상태로 남아있었으며 장과 속의 종자가 충분히 성숙하지 못한 개체들이 많이 관찰 되었다. 식물세포의 비대를 촉진시키는 GA (Kwac *et al*., 1996) 처리구에서는 소화경의 길이가 다른 생장조절제 처리들에 비해 상대적으로 길어지는 현상을 나타내며, Rolston 등 (2002)에서 서양삼에 GA를 50～200 ppm을 처리하여 화경이 길어지는 결과와 같은 양상을 보였다.

MH를 처리한 인삼은 작은 장과 상태를 유지 하거나 그대로 고사하는 특징을 보이며, 100%가 가까이 되는 결실 억제율을 나타냈다. 장과 안의 종자는 결실율이 낮았다. Coumarin은 90%가 넘는 억제율을 보였으나 개화 후에 처리한 것들은 일부의 장과가 정상적으로 성장하였다. 이러한 결과는 인삼의 개화기는 같은 꽃송이 에서도 가장자리부터 개화하여 중앙부위로 이동되므로, 바깥쪽 소과에서 장과가 결실되는 것은 생장조절제의 처리 전에 이미 수정되었기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과를 종합해보면 4가지 생장조절제 중 ethephon, coumarin, MH는 결실 억제 효과가 우수하였지만 coumarin의 경우는 시기에 따라 억제효과의 차이가 커서 적용범위가 좁고, ethephon은 억제효과가 좋으나 너무 이른 시기에 처리 하게 되면 잎이 아래로 처지는 현상이 나타날 수 있으므로 주의해야 한다. MH는 개화 전 20일부터 개화 후 5일까지의 모든 처리기간 동안에 가장 높은 억제 효과가 있었다. 다만, 식물조절제 처리와 뿌리 수량의 관계는 앞으로 검토가 필요할 것으로 생각된다.

LITERATURE CITED

Birch EC and Vickery LS. (1961). The effect of maleic hydrazide on certain chemical constituents of flue-cured Tobacco. Canadian Journal of Plant Science. 58:543-547.

Chung HD. (1983). Effect of preharvest foliar application of maleic hydrazide on sprout inhibition and storage quality of potato, *Solanum tuberosum* L. cv 'Dejima' tubers. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 24:207-213.

Chung HD, Lee WS and Lee MS. (1972). Effect of maleic hydrazide on sprout inhibition and metabolism of garlic bulbs. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 12:23-30.

Campeau C and Proctor JTA. (2005). In vitro flower abscission induction in north American ginseng. Journal of Ginseng Research 29:71-79.

Dole JM and Wilkins HF. (1999). Plant growth regulation. *In.* Dole JM and Wilkins(ed.) HF. Floriculture: Principles and Species. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. New Jersey, USA. p.90-104.

Kim DH, Youn CK, Son IC, Oh YJ and Kim D. (2010). Effects of maleic hydrazide foliar spray on tree growth and fruit quality of pinched 'Fuji'/M.9 apple. Journal of Agricultural Science. Chungbuk National University. 26:54-58.

Kim JK, Bang JK, Lee BK, Park CB and Lee BH. (1999). Mating ability by bulk emasculation in Perilla. The Journal of the Korean Society of International Agriculture. 11:428-431.

Kim KY, Cho MD, Kim JK, Kim SB and Moon BW. (1988). Effects of ethephon application on the fruit thinning in pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 29:13-19.

Kwac SS, Kim IS, Kim HY, Kim KY, Back KY, Byun JK, Lee SC, Chung JD, Jee SO, Choi SJ and Choi CD. (1996). Gibberellin: Plant growth substances. Doso Publish Co. Seoul, Korea. p.108-201.

Lee KY, Ko KC, Lee JC, Ryu YS and Kim SK. (1985). The use of plant growth regulators. *In*; Viticulture in future. Daehan textbook Co. Seoul, Korea. p.274-283.

Lee NR, Han JS, Kim JS and Choi JE. (2011). Effects of extraction temperature and time on ginsenoside content and quality in Ginseng(*Panax ginseng*) flower water extract. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:271-275.

Lieberman M. (1979). Biosynthesis and action of ethylene. Annual Review Plant Physiology. 30:533-591.

Merr QP and Dam R. (1979). Gibberellic acid as a gametocide for cole crop. Euphytica. 28:717-722.

Moe R. (1980). The use of ethephon for control of plant height in daffodils and tulips. Acta Horticulture. 109:197-204.

Na YG, Jo HS, Lim KH and Kim WS. (2000). Effects of overhead irrigation of ethephon on ripening period and quality of Kiwifruit. Agricultural Science & Technology Research. 35. p.73-80.

Nam KY, Park JD and Choi JE. (2011). Radioprotective potential of *Panax ginseng* : Current status and future prospectives. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:287-299.

Rolston LJ, Proctor JTA, Fletcher RA and Murr DP. (2002). Gibberellin effects on inflorescence development, bud dormancy and root development in North American ginseng. Journal of Ginseng Research 29:17-23.

Lee HS. (2008). A report on the damage caused by *Phytosciara procera,* ginseng stem fungus gnat. Journal of Ginseng Research 32:275-278.

Shin KH and Chi HJ. (1979). Biological activity of natural coumarins. Korean Journal of Pharmacognosy. 10:1-8.

Singh D, Chauhan SVS and Kinoshita T. (1989). Effect of some gametocides on pollen sterility and anther development in cotton *Gossypium arboreum.* Journal of the Faculty of Agriculture. Hokkaido University. 64:75-80.

Verma MM and Kumar J. (1978). Ethrel: a male gametocide that can replace the male sterility genes in barley. Euphytica. 27:865-868.

Yu YG, Yi YK and Ohh SH. (1991). Stem rot of ginseng caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora.* Korean Journal of Plant Pathology 7:183-187.

Yun HK, Park KS, Rho JH, Choi YJ and Choi C. (2006). Selection of chemicals for effective emasculation in 'Campbell Early' grape cultivar. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 47:132-134.