

## 석회보르도액 처리에 따른 4년근 인삼의 생육과 진세노사이드 함량 특성

이성우<sup>†</sup> · 김금숙 · 박기춘 · 이승호 · 장인복 · 어진우 · 차선우

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

### Growth Characteristics and Ginsenosides Content of 4-Year-Old Ginseng by Spraying Lime-Bordeaux Mixture in *Panax ginseng* C. A. Meyer

Sung Woo Lee<sup>†</sup>, Geum Soog Kim, Kee Choon Park, Seung Ho Lee, In Bok Jang, Jinu Eo and Seon Woo Cha  
Ginseng Research Division, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

**ABSTRACT** : An important factor in the production of organic ginseng is the control of *Alternaria* blight and anthracnose, which mostly affect the leaves in the summer. We compared the effects of a lime-bordeaux mixture (LBM) and agricultural chemicals on the growth characteristics and ginsenoside content in 4-year-old ginseng plants when they were sprayed at 15-day intervals from mid-June to the end of September. The increases in leaf length, and survive-leaf ratio in plants sprayed with LBM were greater than the increases of the control plants, but less than those of agricultural chemicals treatment. The root weight per plant in the plants sprayed with LBM increased more distinctly than that in the control plants, while it was significantly lower than that in plants sprayed with agricultural chemicals. The root yield in plants sprayed with LBM increased by 21% compared to the root yield in the control plants, but decreased by 7% compared to that in plants sprayed with agricultural chemicals because of the decreases in leaf area and survive-leaf ratio. Spraying of LBM had a significant effect on the ginsenoside contents. The total ginsenoside content was highest in the control plants and lowest in the plants sprayed with agricultural chemicals and total ginsenoside contents was great relative to survive-leaf ratio and root weight.

**Key Words** : *Panax ginseng*, Lime-Bordeaux, Growth Characteristics, Root Yield, Ginsenoside Contents

## 서 언

최근 건강에 대한 소비자들의 관심증가로 친환경 유기농산물에 대한 소비가 늘어나면서 인삼에서도 화학농약의 사용을 억제하여 농약잔류가 없는 친환경 인삼을 생산하고자 하는 농가들이 증가되고 있으며, 이의 일환으로 화학농약을 대체하기 위한 친환경제제의 개발에 관심이 집중되고 있다.

인삼은 보통 10월 중하순에 단풍이 들며, 단풍이 들기 전인 9월경에도 기온이 인삼의 생육적온인 20°C 내외를 보이므로 잎에서 광합성 작용이 계속되어 뿌리의 비대가 지속된다 (John *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004a; Oh *et al.*, 2010). 그러나 잎에 점무늬병 및 탄저병이 발생하여 일찍 낙엽이 지게 되면 광합성 능력이 없어져 수량이 크게 감소되기 때문에 (Lee, 2007; Lee *et al.*, 2004b) 친환경 제제를 통해 잎의 생존기간을 늘려줄 필요가 있다. 인삼은 장마기 때 습도가 높아지고 빗물에 잎이 젖어 있는 시간이 오래 지속되면 점무늬병과 탄저병의 발생이 많아지며, 이때 방제를 소홀히 할 경우 점무늬

병과 탄저병의 만연으로 8월 중하순이면 지상부의 잎이 대부분 고사되어 수량감소의 원인이 된다.

석회보르도액은 유산동과 생석회를 적절히 배합하여 만든 친환경제제로 병해 예방효과가 뛰어나 (Yun *et al.*, 1996) 최근 유기재배를 시도하는 일부 농가에서 사용이 늘어나고 있다. 그러나 잎이 전개되는 생육초기인 4월 하순부터 5월 하순경에 살포하면 잎에 장해를 유발할 수 있어 잎의 생육이 완성되는 6월 상순 이후 살포해야 약해가 적다고 한다 (Mok, 2000). 또한, 잎 표면에 묻어있는 석회가루로 인해 광합성이 저하되어 뿌리비대가 억제될 수 있기 때문에 석회보르도액의 사용을 꺼리는 농가가 많아 이에 대한 조사가 필요하다.

따라서 본 실험에서는 인삼 잎의 생육이 완성되는 6월 상순 이후 15일 간격으로 석회보르도액과 화학농약을 각각 처리하여, 석회보르도액 처리가 인삼의 생육 및 수량성, 그리고 진세노사이드 함량에 미치는 영향을 구명하여 친환경 재배기술 개발의 기초자료로 활용하고자 하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5541 (E-mail) leesw@korea.kr

Received 2012 March 9 / 1st Revised 2012 March 20 / 2nd Revised 2012 March 26 / Accepted 2012 April 2

**Table 1.** Soil chemical properties in the experiment field.

pH (1 : 5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation (cmol <sup>+</sup> /kg)		
				K	Ca	Mg
5.6	0.31	8.5	118	0.16	2.87	1.27

### 재료 및 방법

본 실험은 인삼 재래종인 자경종(4년생)을 대상으로 충북 음성군 소재 국립원예특작과학원 인삼특작부 시험포장에서 2010년 3월부터 같은 해 10월까지 수행하였다. 본 실험을 수행하기 전 2008년 3월 중순경, 모밭에서 자경종 1년근 인삼을 굴취하여 같은 해 3월 하순 본 시험포장에 7행 10열 (70주/3.3 m<sup>2</sup>)로 이식하고 저농약재배로 2년간 관리한 후 4년생이 되는 2010년부터 본시험의 시험재료로 이용하였는데, 처리전 3년근 인삼의 생육특성은 지하부 생존율 83.3%, 경장 24.0 cm, 엽장 10.8 cm, 엽폭 4.8 cm, 주당근중 11.0 g이었다. 묘삼 이식 전 예정지관리를 위해 2007년 수단그라스를 재배하여 토양에 환원하였다. 시험포장의 토양 화학성은 Table 1과 같은데, 유기물 함량과 가리 함량이 적정치보다 약간 적었으나 기타 성분은 인삼재배의 적정범위 내에 있었다. 시험구 배치는 난괴법 3반복이었고 시험구 면적은 구당 9.9 m<sup>2</sup>이었다. 해가림 유형은 A-1형이었고 해가림 피복재료는 4중직(청3+흑1) 차광망 이었는데, 6월 중순부터 9월 상순까지는 흑색 2중직 차광망을 해가림 위에 추가로 피복하여 고온장해를 예방하였다. 2010년의 기상환경은 평년에 비해 평균기온과 최저기온이 각각 0.3°C, 0.6°C 높았으며, 강수량이 14% 더 많고 강수일수도 23.4일 더 많은 해였다.

석회보르도액은 유산동과 생석회를 이용, 자가제조하여 사용하였다. 살포 시기는 인삼표준재배법(Mok, 2000)에 준하여 6월 15일부터 9월 15일까지 15일 간격으로 총 7회 살포하였는데, 6월에는 6-6식 석회보르도액을 1회 살포하고 7-9월에는 8-8식 석회보르도액을 6회 살포하였다. 무처리구는 화학농약이나 석회보르도액을 전혀 사용하지 않았으며, 관행의 화학농약 방제구는 점무늬병과 탄저병 방제약제 포리옥신과 만코지 수화제를 번갈아 가면서 석회보르도액 처리시기에 맞춰 살포하였다.

지상부 생육특성은 8월 하순에 조사하였는데, 잎이 50% 이상 생존해 있는 그루를 조사하여 지상부 생존주율을 구했다. 지하부 생육 및 수량성은 수확적이인 10월 하순에 조사하였는데, 적변지수는 적변 발생정도에 따라 무발생, 30% 이하, 50% 내외, 70% 이상 발생주로 구분하고 0~3까지 지수화하여 표시하였다.

수확한 인삼뿌리는 세척 후 뇌두, 동체, 지근 및 세근 등 부위별로 분리하고 동결건조하여 부위별 건물중을 구하였다. 진세노사이드 분석을 위해 동체부위를 300 mesh 이하로 곱게

**Table 2.** Solvent gradient program of HPLC analysis.

Time	Acetonitrile (%)	Water (%)
0	28	72
10	28	72
45	40	60
47	100	0
68	100	0

분쇄하여 사용하였다. 분말시료 2.0 g을 50 ml 원심분리 튜브에 평량하여 담고, 40 ml 50% MeOH을 첨가한 후 뚜껑을 닫고 ultrasonic bath (Powersonic 410, 화신테크, 한국) 넣은 다음 15분 동안 초음파 추출하고 여과하였다. 이렇게 총 2회 추출한 후 여과액을 합쳐서 100 ml 정용 플라스크에 담아 부피를 100 ml로 정확히 맞추었다. 이 시료액 1 ml를 취하여 Sep-Pak으로 전처리하였다. 즉, Sep-Pak Plus C18 cartridge를 먼저 3 ml MeOH로 서서히 용출시켜 conditioning을 하고 다시 3 ml dd-H<sub>2</sub>O로 2차 conditioning 시켰다. 추출 시료액 1 ml를 cartridge에 loading하고 10 ml dd-H<sub>2</sub>O로 서서히 당류 등을 제거하였다. 이 cartridge에 2 ml MeOH를 처리하여 서서히 ginsenoside 성분을 용출시켰다. 정확히 부피를 2 ml로 조절한 후 시료액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC 분석시료로 사용하였다. Ginsenoside 함량은 Agilent 1100 series (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) HPLC system를 이용하여 측정하였다. 칼럼은 YMC-Pack ODS AM (250 × 4.6 mm, 5 µm, YMC, Inc. USA)을 사용하였으며, 기류기 이동상 조건은 Table 2와 같았다. 인삼 추출액은 20 µl 씩 주입하였는데, 이동상의 유속은 0.8 ml/min, 칼럼온도 40°C, UV 검출기의 검출파장은 203 nm로 하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 인삼의 지상부 생육특성

인삼의 지상부 생육은 6월 중순경에는 거의 완료되는데 (Lee *et al.*, 2004b), 석회보르도액 및 화학농약 처리에 따른 4년생 인삼의 지상부 생육 반응을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 석회보르도액을 처리하면 초장과 경장은 화학농약 처리보다 유의적으로 감소되어 지상부 생육이 다소 억제되었다. 석회보르도액은 잎의 생장에 영향을 미칠 것으로 생각되는데, 엽장은 무처리나 화학농약 처리보다 유의적으로 감소되었으나 엽폭은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 엽록소함량은 석회보

**Table 3.** Growth characteristics and foliage disease ratio by spraying lime-bordeaux mixture and agrochemicals in 4-year-old ginseng.

Treatment	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Chlorophyll content (SPAD value)	Ratio of survived leaves (%)†
Control	52.3b	30.2b	12.3a	5.4a	29.0a	32.9c*
Lime-bordeaux <sup>‡</sup>	53.2b	31.1b	11.4b	5.4a	30.5a	61.3b
Agrichemicals	55.1a	33.9a	12.6a	5.7a	30.0a	67.7a

\* Mean with same letters are not significantly different in DMRT(p>0.05).

‡ Concentration of copper sulphate and quiklime: 6-6 ratio in June and 8-8 ratio in July~Sept. by 15 days interval.

† Investigation date: September 15, 2010, Variety : Jakyongjong(local variety).

‡ Shade material: three-layered blue and one-layered black PE (polyethylene) net (twofold black PE net added on June 16~September 10).

**Table 4.** Underground growth characteristics and root yield by spraying lime-bordeaux mixture and agrochemicals in 4-year-old ginseng.

Treatment	Ratio of Survived root (%)	Tap root length (cm)	Tap root diameter (mm)	Root weight (g/plant)	Ratio of rusty root (%)	Root yield (g/3.3 m <sup>2</sup> )
Control	78.1a	8.5a	17.0b	15.7c	1.14b	864c*
Lime-bordeaux <sup>‡</sup>	80.4a	9.0a	18.3a	17.5b	1.18ab	1,044b
Agrichemicals	82.7a	8.9a	18.2a	19.1a	1.26a	1,114a

\* Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p > 0.05).

‡ Concentration of copper sulphate and quiklime: 6-6 ratio in June and 8-8 ratio in July~Sept. by 15 days interval.

† Investigation date: October 20, 2010, Variety : Jakyongjong(local variety).

‡ Rusty root index: (X1 × 1) + (X2 × 2) + (X3 × 3) + (X4 × 4) / (X1 + X2 + X3 + X4), X1: no visible lesions, X2: slight lesions, X3: medium lesions, X4: serious lesions.

르도액 처리로 다소 증가되었으나 유의적인 차이를 보이지 않았는데, Park 등 (1995)도 이와 비슷한 결과를 보고하였다.

장마철에 인삼 잎에서 점무늬병과 탄저병이 발생하면 잎이 서서히 고사되고 8월부터 조기낙엽이 발생하여 수량감소에 큰 영향을 미치는데 (Kim *et al.*, 1990), 점무늬병과 탄저병 방제 효과를 나타내는 지상부 엽 생존율은 무처리보다 뚜렷이 높아 점무늬병과 탄저병 방제에 효과가 있었지만 화학농약 방제구보다 약간 떨어지는 결과를 보였다. Yun 등 (1996)도 석회보르도액 처리로 낙엽율이 현저히 감소된다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보였다.

## 2. 인삼의 지하부 생육특성 및 수량성

석회보르도액 및 화학농약 처리에 따른 4년생 인삼의 지하부 생육과 수량 특성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 지하부 생존율의 경우 석회보르도액 처리는 무처리보다 약간 높고 화학농약 처리보다 약간 낮았으나 처리 간에 유의적인 차이는 없었다. 장마기 때 많이 발생하는 점무늬병과 역병 등은 잎이나 줄기에서 발생하고 뿌리로 전이되어 뿌리를 썩게 만드는데 (Mok, 2000), 본 실험에서 화학농약이나 석회보르도액 처리에 의해 지하부 생존율이 높아졌는데, 이는 지상부에서 발생하여 뿌리로 전이되는 점무늬병이나 역병의 발생이 억제되었기 때문으로 생각된다. 동체징의 경우 석회보르도액 처리는 무처리와 화학농약 처리보다 다소 증가되었으나 처리 간에 유의적인 차이가 없었으며, 동체징경은 무처리보다 유의적으로 증가되었으나 화학농약 처리와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 주

당근중의 경우 석회보르도액 처리는 무처리보다 유의적으로 증가되었으나 화학농약 처리보다 유의적으로 감소되었다. 일반적으로 인삼은 비교적 기온이 낮은 봄과 가을에 뿌리비대가 촉진되며 (Lee *et al.*, 2004b), 8월에 조기낙엽으로 잎이 고사하면 광합성을 할 수 없어 뿌리비대가 현저히 억제되는데 (Kim *et al.*, 1990), 석회보르도액 처리시 무처리보다 주당근중이 증가된 원인은 잎에 발생하는 점무늬병과 탄저병이 감소됨에 따라 9~10월 광합성 작용을 하는 잎이 더 많이 생존했기 때문으로 생각된다. 석회보르도액을 살포하면 잎 표면에 묻어 있는 석회가루에 의해 광합성작용이 감소될 것으로 예상되나 석회보르도액 처리와 무처리 간에 잎의 광합성량은 차이가 없다는 보고 (Park *et al.*, 1993)를 볼 때 본 실험에서처럼 석회보르도액 처리시 화학농약 처리보다 주당근중이 감소된 원인은 광합성율의 저하보다 잎의 생존율이 떨어졌기 때문으로 판단된다.

석회보르도액을 처리하면 수량성은 무처리보다 21% 증가되었으나 화학농약 처리보다 7% 감소되었다. 석회보르도액 처리시 화학농약 방제에 비해 수량이 약간 감소되었던 원인은 엽면적의 감소와 지상부 엽생존율의 저하로 인한 뿌리의 비대 억제 때문으로 판단된다. 석회보르도액 처리시 적변율은 화학농약 처리보다 약간 낮고 무처리보다 약간 높았으나 처리간에 유의적인 차이는 없었는데, 대체로 주당근중이 증가되면 적변율도 높아지고 주당근중이 감소되면 적변율도 낮아지는 특징을 보였다. 석회보르도액이나 화학농약을 살포하면 토양의 화학성이나 미생물상이 변화될 것으로 예상되어 금후 이에 대한

**Table 5.** Comparison of dry matter partitioning ratio by spraying lime-bordeaux mixture and agrochemicals in 4-year-old ginseng.

Treatment	Rhizome	Taproot	Lateral root	Fine root
Control	4.6a	72.3a	12.2a	10.8a*
Lime-bordeaux	4.5a	74.6a	9.0b	11.9a
Agrichemicals	4.9a	76.6a	7.9b	10.7a

\* Mean with same letters are not significantly different in DMRT ( $p > 0.05$ ).

† Investigation date: October 20, 2010, Variety : Jakyongjiong(local variety).

**Table 6.** Ginsenoside composition of 4-year-old ginseng by spraying lime-bordeaux mixture and agrochemicals (d.w %).

Treatment	Panaxadiol (PD)				Panaxatriol (PT)				Total	PD/PT
	Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>		
Control	0.201a	0.069a	0.134a	0.031a	0.246a	0.094a	0.303a	0.036a	1.114a	0.643a*
Lime-bordeaux <sup>‡</sup>	0.188a	0.078a	0.133a	0.033a	0.243a	0.093a	0.263b	0.037a	1.069a	0.678a
Agrichemicals	0.143b	0.063a	0.107b	0.028a	0.198b	0.082a	0.271b	0.034a	0.926b	0.592a

\* Mean with same letters are not significantly different in DMRT ( $p > 0.05$ ).

‡ Concentration of copper sulphate and quiklime: 6-6 ratio in June and 8-8 ratio in July~Sept. by 15 days interval.

† Analyzed part of ginseng root was taproot, Variety : Jakyongjiong (local variety).

검토가 요망된다.

Table 5에서와 같이 석회보르도액 및 화학농약 처리에 따른 4년생 인삼의 지하부 부위별 건물분배율을 조사한 결과 지근을 제외한 너두, 동체 및 세근 부위에서는 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 석회보르도액을 처리하면 무처리에 비하여 동체의 비율이 증가되고 지근의 비율이 감소되었는데, 동체부위에서는 유의성이 없었다. 또한, 석회보르도액을 처리하면 화학농약 처리에 비하여 너두와 동체의 비율이 감소되고 지근과 세근의 비율이 증가되었으나 유의성은 없었다. 따라서 생육후기에 잎의 생존율이 높아질수록 동체의 비율이 증가되고 지근의 비율이 감소되는 특징을 보였다.

### 3. 인삼의 진세노사이드 함량특성

석회보르도액 및 화학농약 처리에 따른 4년생 인삼의 지하부 진세노사이드 함량 특성을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 석회보르도액이나 화학농약을 처리하면 가을까지 잎이 생존하여 양분의 전류와 뿌리의 비대에 영향을 미쳐 인삼의 성분도 변화될 것으로 예상되는데, 석회보르도액을 처리하면 무처리에 비하여 Rg<sub>1</sub>이 유의적으로 감소되었으며, 나머지 진세노사이드들은 약간의 증감을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 석회보르도액을 처리하면 화학농약 처리에 비하여 Rb<sub>1</sub>, Rc, 및 Re은 유의적으로 증가되었으며, Rb<sub>2</sub>, Rd, Rf, Rg<sub>2</sub>도 약간의 증가를 보였으나 유의성은 없었고 Rg<sub>1</sub>만이 약간의 감소를 보였으나 유의성은 없었다.

총진세노사이드 함량을 보면 무처리 > 석회보르도액 > 화학농약 순으로 무처리에서 가장 높고 화학농약 처리에서 가장 낮았다. 근중이 증가될수록 총진세노사이드 함량은 감소되었는데, Li 등 (2009, 2010)는 주근의 직경이 크고 근중이 증가

될수록 총사포닌 함량은 감소된다고 하였으며, Lee 등 (2010)도 3년생 인삼을 대상으로 석회보르도액을 처리한 결과 근중은 무처리보다 증가되나 진세노사이드 함량은 무처리보다 감소된다고 하였다. 또한, 본 실험에서 가을철 잎의 생존율은 무처리 < 석회보르도액 < 화학농약 순으로 무처리에서 가장 낮았는데, 가을철 잎의 생존율이 높을수록 총진세노사이드 함량은 감소되는 특징을 보였다. 기존 보고 (Ahn *et al.*, 2002; John *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2011)에서도 가을철 잎의 생존율이 높고 생존기간이 길어질수록 근중은 증가되나 진세노사이드 함량은 감소된다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였다.

### LITERATURE CITED

Ahn YN, Lee YS, Chung MG, Choi KJ and Kang KH. (2002). Ginsenoside concentration and chemical component as affected by harvest time of four-year ginseng. Korean Journal of Crop Science. 47:216-220.

John MF, John TAP, Eric FW, Helen LB, Catherine M and James AD. (2004). Carbohydrate and ginsenoside changes in ginseng roots growth in the Bay of Plenty, New Zealand. Journal Ginseng Research. 28:165-172.

Kim YH, Yu YH and Lee JH. (1990). Effect of shading on the quality of raw, red and white ginseng and the contents of some minerals in ginseng roots. Journal of Ginseng Research. 14:36-43.

Lee CY. (2007). Effects of shading material of rain shelter on growth and quality in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:291-295.

Lee SW, Kang SW, Kim DY, Seong NS and Park HW. (2004a). Comparison of growth characteristics and compounds of ginseng cultivated by paddy and upland cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:10-16.

- Lee SW, Kang SW, Seong NS, Hyun GS, Hyun DY, Kim YC and Cha SW.** (2004b). Seasonal Changes of growth and extract content of roots in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:483-489.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kang SW and Cha SW.** (2010). Effects of spraying lime-bordeaux mixture on yield, ginsenoside, and 70% ethanol extract contents of 3-year-old ginseng in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18: 244247.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19: 157-161.
- Li Xiangguo, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE.** (2009). Effects of root diameter within different root parts on ginsenoside composition of Yunpoong cultivars in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:452-457.
- Li Xiangguo, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE.** (2010). Comparison of growth increment and ginsenoside contents in different parts of ginseng cultivated by direct seeding and transplanting. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18: 70-73.
- Mok SK.** (2000). Standard cultivation method for ginseng. Rural Development Administration Press. Suwon, Korea. p. 166-169.
- Oh DJ, Lee CY, Kim SM, Li GY, Lee SJ, Hwang DY, Son HJ and Won JY.** (2010). Effects of chlorophyll fluorescence and photosynthesis characteristics by planting position and growth stage in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:65-69.
- Park H, Lee JH, Lee MG, Yun JH and Lee MJ.** (1993). Study on the development of cultivation for high yield and good quality of ginseng. Annual report on ginseng cultivation. Korea Ginseng Research Institute Press. Daejeon, Korea. p. 346-349.
- Park H, Yun JH, Lee MJ, Jo BG and Lee MK.** (1995). Study on the development of cultivation for high yield and good quality of ginseng. Annual report on ginseng cultivation. Korea Ginseng Research Institute Press. Daejeon, Korea. p. 476-477.
- Yun JH, Park H, Lee MJ and Lee MK.** (1996). Study on the development of cultivation to prevent inside-white and internal-cavity in ginseng. Annual report on ginseng cultivation. Korea Ginseng Research Institute Press. Daejeon, Korea. p. 842-845.