

## 인삼 꽃의 물 추출 온도 및 추출 시간이 진세노사이드 함량 및 품질에 미치는 영향

이누리 · 한진수 · 김정선 · 최재율\*

충남대학교 농업생명과학대학

## Effects of Extraction Temperature and Time on Ginsenoside Content and Quality in Ginseng (*Panax ginseng*) Flower Water Extract

Nu Ri Lee, Jin Soo Han, Jung Sun Kim and Jae Eul Choi†

Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

**ABSTRACT :** In this study, ginseng flower water extracts were analyzed to set up the ginsenoside content and quality optimization condition. The highest total ginsenoside content among the ginseng flower water extracts was 67.44 mg/g which was extracted at 85°C for 3 hours. In addition, the ginsenoside content decreased according to the increased extraction temperature and time. The highest total content of Rb<sub>2</sub> and Re was 37.42 mg/g at 75°C for 6 hours. Total content of Rb<sub>2</sub> and Re decreased according to the increased extraction temperature and time. The highest prosapogenin (Rg<sub>2</sub> + Rg<sub>3</sub> + Rh<sub>1</sub>) content among the total of ginseng flower water extracts was 18.58 mg/g which was extracted at 95°C for 12 hours. The sweetness, absorbance were increased according to the increased extraction temperature and time. But pH was decreased according to the increased extraction time.

**Key Words :** *Panax ginseng*, Ginseng Flower Extract, Ginsenoside

### 서 언

일반적으로 인삼이라 하면 *Panax ginseng* C. A. Mayer의 식물명을 가진 뿌리를 말하며 전통적으로 주약용 부위는 뿌리로서, 엽을 포함한 지상부는 거의 약용으로 이용되지 않았다.

인삼의 뿌리는 홍삼, 홍삼추출농축액, 파우치 등으로 가공하거나 한약재료로 사용되고 있다. 인삼의 뿌리에는 사포닌, 지용성 성분, 다당체, 합질소화 화합물 및 펩타이드, 유리당, 유리산, 비타민, 무기성분 등이 있으며, 그 중에서 인삼사포닌인 ginsenoside는 중요한 약리효과가 있다. 따라서 ginsenoside Rb<sub>1</sub> + Rg<sub>1</sub>이 기능성 식품의 지표물질로 사용되고 있다 (Ko *et al.*, 1994; Nam, 2005).

인삼의 ginsenoside Re와 Rb<sub>2</sub>는 혈당강하 (Attele *et al.*, 2002; Xie *et al.*, 2002, 2005; Yokozawa *et al.*, 1985), Rg<sub>3</sub>는 항암효과가 있다 (Mochizuki *et al.*, 1995; Shinkai *et al.*, 1996). 최근에는 인삼의 잎, 줄기, 꽃, 열매의 진세노사이드에 대하여 많은 관심을 두고 있다.

인삼의 잎 (Yahara *et al.*, 1976b; Chang, 2003), 꽃 (Yahara

*et al.*, 1976a), 잎, 꽃, 열매 (Yahara *et al.*, 1979), 열매 (Hu *et al.*, 2008)에 상당량의 진세노사이드가 존재한다고 하였다. 조 (1977)는 인삼의 잎, 줄기, 꽃의 진세노사이드 함량은 각각 12.8%, 6.9%, 1.6%이라고 하였으며, 인삼 잎의 사포닌은 뿌리보다 약 4~5배, 줄기보다 9배 이상 많고, 구성 ginsenoside는 인삼 뿌리와 유사하다고 하였다 (Chang 2003; Zhang *et al.*, 1989; Zhang *et al.*, 1990).

출엽 초기부터 채취한 인삼 꽃의 ginsenoside 총 함량은 133.47~143.84 mg/g, Rb<sub>1</sub> 6.17~7.15 mg/g, Rb<sub>2</sub> 12.01~14.38 mg/g, Rc 7.88~9.57 mg/g, Rd 16.21~19.09 mg/g, Re 79.12~85.50 mg/g, Rg<sub>1</sub> 7.98~13.27 mg/g로 채취시기에 따라 다르다고 하였다. 잎에서는 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, 꽃에서는 Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd, Re, Rg<sub>1</sub> 및 총 ginsenoside가 많았으며, 특히 꽃에서의 Re 함량은 채취시기와 관계없이 월등히 많았는데 잎과 줄기와는 달리 채취시기별 함량변이도 거의 없었다 (Choi *et al.*, 2009).

최근 연구보고에 의하면 인삼의 장과 추출물도 혈당강하 효과가 있으며 (Attele *et al.*, 2002; Dey *et al.*, 2003; Xie *et al.*, 2002), 그 유효성분은 ginsenoside Re로 새로운 자원으로

†Corresponding author: (Phone) +82-42-821-7822 (E-mail) choije@cnu.ac.kr

Received 2011 July 25 / 1st Revised 2011 August 16 / 2nd Revised 2011 August 20 / Accepted 2011 August 22

평가되고 있다.

이상과 같이 인삼 꽃의 ginsenoside 함량은 뿌리보다 많고 종류도 뿌리와 유사할 뿐만 아니라 채종하지 않는 꽃은 인삼의 뿌리 생장을 촉진하기 위하여 제거하므로 이들의 활용방법도 검토할 필요가 있다고 생각된다.

인삼추출액의 총 ginsenoside나 특정 ginsenoside 함량은 추출온도와 추출시간에 따라 크게 변화한다 (Li *et al.*, 2009). 따라서 특정 ginsenoside를 얻기 위해서는 추출온도 및 시간을 설정할 필요가 있다. 한 등 (2009a)에 의하면 백삼의 총사포닌 함량은 75°C에서 12시간 추출, Rg<sub>3</sub> 함량은 85°C에서 36시간 추출했을 때 최고함량을 나타낸다고 하였다.

인삼의 꽃을 활용하기 위해서는 총 ginsenoside 또는 특정 ginsenoside의 함량을 증가시킬 수 있는 추출조건이 검토되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 인삼 추출기를 이용하여 인삼 꽃 추출액의 추출 온도 및 시간에 따른 기능별 ginsenoside의 함량 변화를 검토하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 인삼 꽃 재료

본 연구에 사용된 인삼 꽃은 공주시 인삼재배 농가에서 5년 근 인삼의 꽃을 구입하여 사용하였다.

### 2. 인삼 꽃 물 추출액 제조

건조시킨 인삼 꽃을 1 kg 정량하여 면 주머니에 넣은 다음 20 l의 물이 들어있는 홍삼액 추출기(용납산업 50 l 용)에 넣고 75°C, 85°C, 95°C에서 가온하면서 1, 3, 6, 12, 15, 18, 24, 30, 36시간 별로 500 ml씩 추출액을 채취하였다.

### 3. Ginsenoside 함량 분석

Ginsenoside 분석은 고속액체 크로마토그래피법으로 분석하였으며, SPE 전처리 방법 김 등 (2008)의 방법을 변형하여 사용하였다. 즉, Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge를 먼저 5 ml MeOH로 서서히 용출시켜 1차 conditioning을 하고 다시 5 ml dd-H<sub>2</sub>O로 2차 conditioning 시켰다. 추출시료액 5 ml을 cartridge에 loading하고 5 ml dd-H<sub>2</sub>O로 서서히 용출하여 당류를 제거하고 5 ml의 20% MeOH로 서서히 용출하여 지질성분을 제거하였다. 이 cartridge에 10 ml 90% MeOH를 처리하여 서서히 ginsenoside 성분을 용출시켰다. 인삼추출 현탁액이 Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과한 용출액을 모두 받아 0.45 µm PVDF syringe filter로 여과한 후 HPLC (NS-4000, FUTECs Co., Korea)로 분석하였다.

Ginsenoside 표준물질은 Fleton Natural Products Co., Ltd에서 구입하여 사용하였고, Column은 Bischoff C<sub>18</sub> ace-ESP (250 × 4.6 mm, 4 µm, Bischoff Co., Germany)을 사용하였으며,

UV wavelength는 203 nm, flow rate는 1.2 ml/min, column temperature는 35°C에서 실시하였다. HPLC 분석조건은 acetonitrile 20% (0분), 20% (10분), 30% (42분), 40% (67분), 47% (70분), 70% (90분), 70% (95분), 20% (95.01분), 20% (115.01분)로 실시하였다.

### 4. 당도, pH 및 흡광도 측정

꽃 추출액의 당도는 PR-100 (Atago, Japan)을 이용하여 Brix를 측정하였고, pH는 pH-Meter (Model 720P, ISTEK)로 측정하였다. 흡광도는 UV spectrophotometer (DU 730; Beckman Coulter)를 이용하여 660 nm에서 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 추출 온도 및 시간에 따른 인삼 꽃 추출액의 ginsenoside 함량

인삼 꽃의 추출온도 및 추출시간에 따른 총 ginsenoside 및 주요 ginsenoside 함량의 변화는 Table 1과 같다. 인삼 꽃을 75°C에서 1, 3, 6, 12, 24, 36시간 추출한 경우 총 ginsenoside 함량은 각각 39.41, 59.12, 65.24, 63.04, 61.10, 56.91 mg/g으로 6시간 추출용액에서 최고함량을 나타내었다. 85°C에서는 각각 52.84, 67.44, 61.58, 58.65, 40.78, 41.51 mg/g으로 3시간 추출한 용액에서 최고 함량을 나타내었다. 95°C에서는 각각 60.16, 64.16, 46.75, 35.25, 22.49, 15.14 mg/g으로 1시간 추출용액이 최고함량을 나타내었다.

이상과 같이 75°C에서 추출할 때는 총 ginsenoside 함량은 6시간까지 계속 증가하다가 그 이후에는 점점 감소하였다. 85°C에서는 3시간 추출용액에서 최고함량을 나타냈으며 그 이후 점차 감소하였다. 그러나 95°C에서는 1시간 추출한 용액에서 최고 함량을 나타냈으며, 추출시간이 길어질수록 계속 감소하였다. 홍삼의 동체는 75°C에서 12~18시간 추출한 경우에 총 ginsenoside 함량이 가장 높았으나 (Li *et al.*, 2009), 인삼 꽃에서는 인삼동체보다 짧은 시간에서 최고의 함량을 나타냈으며 85°C 및 95°C에서도 홍삼보다 짧은 시간에서 최고의 함량을 나타냈다. 이러한 현상은 인삼 꽃의 조직이 홍삼조직보다 약하기 때문에 추출 시간이 단축되는 것으로 생각된다.

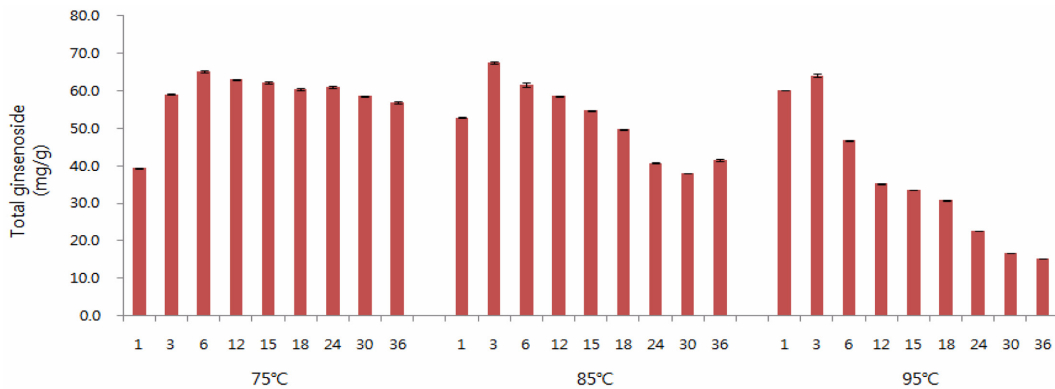
항당뇨 작용을 나타내는 Rb<sub>2</sub> (Yokozawa *et al.*, 1985)와 Re (Attele *et al.*, 2002; Xie *et al.*, 2002, 2005)의 총 함량은 75°C에서는 6시간 추출한 용액이 37.42 mg/g로 가장 많았고 추출시간이 증가할수록 감소하였다. 85°C에서는 3시간, 95°C에서는 1시간 추출액에서 Rb<sub>2</sub>와 Re 총 함량은 각각 35.99, 30.24 mg/g로 가장 많았고, 추출시간이 증가할수록 감소하였다.

꽃 추출액의 Rb<sub>2</sub>와 Re의 최대함량은 75°C에서 6시간 추출할 경우에 37.42 mg/g으로 동일한 온도조건으로 뿌리에서 추출한 최고 함량 3.52 mg/g (Han *et al.*, 2009b) 보다 약 10배

**Table 1.** The changes of ginsenoside contents in ginseng flower water extract by different extracted time and temperature.

Temp (°C)	Time (hr)	Ginsenoside contents (mg/g)											PD/PT <sup>†</sup>
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rg <sub>3</sub>	Rh <sub>1</sub>	
75°C	1	1.9±0.0	1.6±0.0	0.2±0.0	1.3±0.0	3.3±0.0	25.3±0.1	0.2±0.0	4.3±0.0	1.2±0.0	0	0	0.3
	3	4.8±0.1	3.3±0.0	0.4±0.0	2.6±0.1	7.7±0.0	32.6±0.0	0.3±0.0	5.1±0.0	2.1±0.0	0.1±0.0	0	0.5
	6	6.2±0.1	4.0±0.0	0.5±0.0	3.1±0.0	9.6±0.1	33.4±0.0	0.1±0.0	5.0±0.2	3.0±0.0	0.3±0.0	0.1±0.0	0.6
	12	7.2±0.0	3.6±0.0	0.5±0.0	2.7±0.0	9.2±0.0	29.8±0.0	0.2±0.0	4.5±0.1	4.8±0.0	0.5±0.0	0.2±0.0	0.6
	24	9.4±0.2	3.7±0.0	0.6±0.0	2.9±0.0	10.9±0.1	21.0±0.0	0.4±0.0	3.0±0.0	7.8±0.1	1.2±0.0	0.4±0.0	0.9
	36	11.0±0.0	3.5±0.0	0.6±0.0	2.7±0.0	11.4±0.0	13.6±0.0	0.5±0.1	1.9±0.0	9.4±0.1	1.8±0.0	0.5±0.0	1.2
85°C	1	4.3±0.0	2.8±0.0	0.4±0.0	2.2±0.0	6.1±0.1	29.8±0.0	0.2±0.1	4.7±0.0	2.1±0.0	0.1±0.0	0	0.4
	3	6.8±0.1	4.3±0.0	0.5±0.0	3.3±0.0	10.6±0.1	31.7±0.0	0.4±0.0	4.6±0.0	4.6±0.0	0.5±0.0	0.2±0.0	0.6
	6	7.9±0.2	3.4±0.1	0.5±0.0	2.5±0.1	9.2±0.0	25.4±0.0	0.4±0.0	3.6±0.0	7.3±0.0	1.1±0.0	0.3±0.0	0.7
	12	11.4±0.0	3.4±0.0	0.7±0.0	2.6±0.0	10.9±0.0	13.8±0.0	0.6±0.0	1.9±0.0	1.6±0.0	2.3±0.0	0.5±0.0	1.1
	24	10.6±0.0	1.5±0.0	0.6±0.0	1.1±0.0	7.1±0.0	3.2±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	11.7±0.0	3.7±0.0	0.7±0.0	1.5
	36	11.3±0.1	1.1±0.0	0.7±0.0	0.9±0.0	6.6±0.0	2.0±0.0	0.5±0.1	0.2±0.0	12.8±0.1	4.7±0.0	0.8±0.0	1.6
95°C	1	7.1±0.0	3.7±0.0	0.5±0.0	2.9±0.0	9.0±0.0	26.5±0.0	0.3±0.0	4.5±0.0	4.8±0.1	0.7±0.0	0.2±0.0	0.7
	3	11.7±0.1	3.4±0.0	0.6±0.0	2.6±0.1	10.3±0.0	18.8±0.1	0.4±0.0	2.6±0.0	10.9±0.1	2.4±0.0	0.5±0.0	0.9
	6	11.5±0.0	1.6±0.0	0.7±0.0	1.2±0.0	6.9±0.0	6.5±0.0	0.4±0.0	0.8±0.0	12.8±0.1	3.8±0.0	0.6±0.0	1.2
	12	10.7±0.0	0.3±0.0	0.6±0.0	0.3±0.0	3.2±0.0	1.3±0.0	0.3±0.0	0	12.3±0.1	5.5±0.0	0.9±0.0	1.4
	24	7.9±0.0	0	0.2±0.0	0	0.6±0.0	0.8±0.0	0.3±0.0	0	7.8±0.1	4.3±0.0	0.7±0.0	1.4
	36	5.5±0.0	0	0	0	0	0.6±0.0	0.1±0.0	0	4.6±0.0	3.7±0.0	0.6±0.0	1.5

<sup>†</sup>PD: Rb<sub>1</sub>+Rb<sub>2</sub>+Rc+Rd+Rg<sub>3</sub>, PT: Re+Rf+Rg<sub>1</sub>+Rg<sub>2</sub>+Rh<sub>1</sub>.



**Fig. 1.** The change of total ginsenosides content in ginseng flower water extract by different extracted time and temperature.

이상 높게 나타났다. 따라서 꽃의 항당뇨 효능이 인삼의 뿌리보다 우수할 것인가에 대한 연구가 필요할 것이다.

Prosapogenin (ginsenoside Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>)의 총량은 75°C 추출에서는 36시간 추출액이 11.69 mg/g로 가장 많았으며, 85°C에서는 36시간 추출액은 18.38 mg/g, 95°C에서는 12시간 추출액은 18.58 mg/g로 가장 많았고, 그 이후에는 감소하였다.

이상과 같이 prosapogenin의 함량은 75°C와 85°C에서는 추출 시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이었으나 95°C에서는 9시간 이후에는 감소하는 경향이였다.

Ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rd, Rf는 75°C에서 36시간 추출액에서 가장 높았다. 85°C에서는 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rf는 각각 12시간 추출에서 가장 높았고, Rc, Rd는 3시간 이후에는 감소하였다. 95

°C에서는 Rb, Rd, Rf는 3시간에서 가장 많았고, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd는 1~6시간이후부터는 감소하였다. Rg<sub>1</sub>은 75°C, 85°C에서 각각 3시간 후 부터 계속 감소하였고, 95°C에서는 1시간 후부터 감소하였다. Rg<sub>1</sub>은 75°C에서는 1시간, 85°C, 95°C에서는 3시간으로 짧은 시간에서 가장 많이 추출되었다.

## 2. 온도 및 시간에 따른 꽃 추출액의 이화학적 특성

추출 온도 및 시간에 따른 꽃 추출액의 당도, pH, 색도의 변화는 Fig. 2와 같다. 꽃 추출액의 당도는 75°C, 85°C, 95°C에서 각각 36, 36, 30시간에서 가장 높게 나타났으며, 고온에서 오래 추출한 것이 총 당량이 증가하였다. 당도는 75°C, 85°C에서 30시간 추출액이 2.5%, 2.6%로 나타났고, 95°C에서는

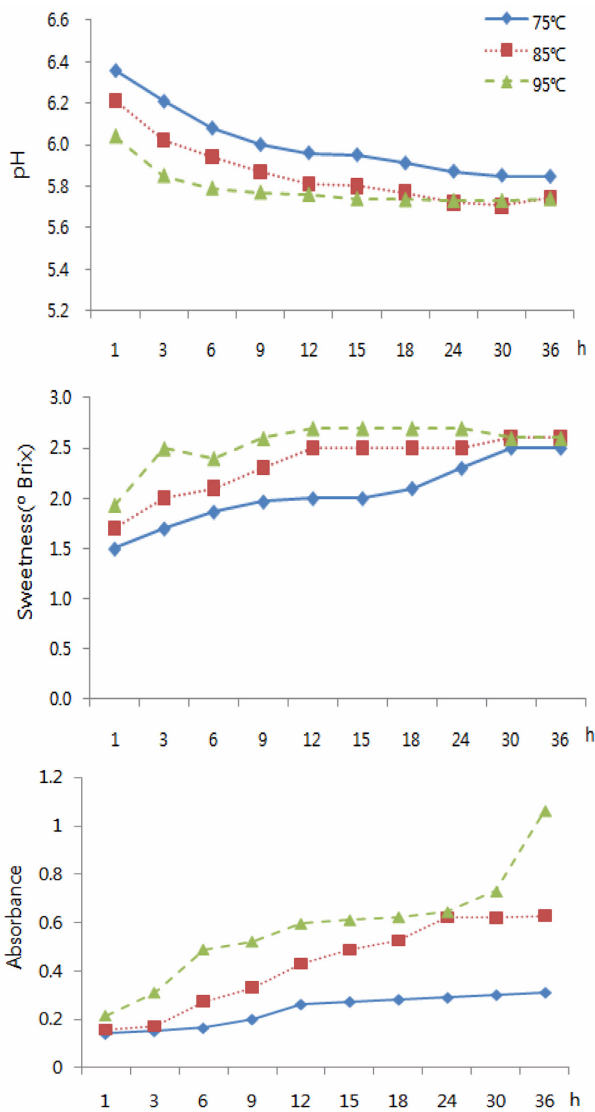


Fig. 2. The changes of sweetness, pH, absorbance in ginseng flower water extract by extracted time and temperature.

12시간 추출에서 2.7%로 가장 높아 고온에서 추출하는 것이 당도가 높았다.

pH는 75°C, 85°C, 95°C에서 6시간 추출한 용액이 각각 5.94, 5.51, 5.08로 가장 높게 나타났고 추출 시간이 증가할수록 pH는 낮아졌다.

추출액의 흡광도를 660 nm에서 측정한 결과 75°C, 85°C, 95°C에서 1시간 추출한 용액은 각각 0.14, 0.16, 0.23이고, 추출 시간이 증가 할수록 흡광도가 증가하여 36시간 추출용액은 각각 0.31, 0.63, 1.06으로 흡광도가 크게 증가하였다. 한 등 (2009a), Li *et al.*, (2009) 등도 추출온도와 추출시간이 증가 할수록 탁도가 증가하는 경향과 유사 하였다.

이상과 같이 항당뇨 작용을 나타내는 Rb<sub>2</sub>와 Re는 저온 조건에서 추출한 것이 함량이 많았고, 항암 및 암 전이 억제활성을 나타내는 prosapogenin은 95°C에서 추출하는 것이 함량이 가장 많았다. 이화학적 특성 중 당도는 95°C에서 30~36시간 추출액에서 가장 높게 나타났다. pH는 고온에서 오랜 시간 동안 추출할수록 낮아졌다. 따라서 꽃을 사용하여 추출물을 생산할 때는 총 ginsenoside의 함량을 85°C 3시간 추출, Re와 Rg<sub>2</sub>는 75°C 6시간 추출, Rg<sub>3</sub>는 95°C 12 h에서 추출하는 것이 최고함량을 나타내므로 ginsenoside 함량과 기능성과의 관계를 검증하여 제품생산 방법 등으로 활용하여야 할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청에서 시행한 지역전략작목 산학연협력단 사업비의 지원으로 수행된 결과의 일부로 이에 감사 드립니다.

## LITERATURE CITED

- Attele AS, Zhou YP, Xie JT, Wu JA, Zhang L, Dey L, Pugh W, Rue PA, Polonsky KS and Yuan CS. (2002). Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component. *Diabetes*. 51:1851-1858.
- Chang HK. (2003). Effect of processing methods on the saponin contents of *Panax ginseng* leaf-tea. *Journal of Food Science and Nutrition*. 16:46-53.
- Cho SH. (1977). Saponins of Korean ginseng C. A. Meyer (Part II) the saponins of the ground part of ginseng. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 20:142-146.
- Choi JE, Li X, Han YH and Lee KT. (2009). Changes of saponin contents of leaves, stems and flower-buds of *Panax ginseng* C. A. Meyer by harvesting days. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:251-256.
- Dey L, Xie JT, Wang A, Wu J, Malekar SA and Yuan CS. (2003). Anti-hyperglycemic effects of ginseng: comparison between root and berry. *Phytomedicine*. 10:600-605.
- Han JS, Li X, Park YJ, Kang SJ, Nam KY and Choi JE. (2009a). Effects of extraction temperature and time on saponin content and quality in raw ginseng (*Panax ginseng*) water extract. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:352-356.
- Han JS, Li X, Park YJ, Kang SJ, Kim JS, Nam KY, KT Lee and Choi JE. (2009b). Saponin content and quality for the promotion of white ginseng water extraction conditions. *Journal of Crop Science*. 54:458-463.
- Hu JN, Lee JH, Shin JA, Choi JE and Lee KT. (2008). Determination of ginsenosides content in Korean ginseng seeds and roots by high performance liquid chromatography. *Food Science and Biotechnology*. 17:430-433.
- Kim GS, Hyun DY, Kim YO, Lee SW, Kim YC, Lee SE, Son YD, Lee MJ, Park CB, Park HK, Cha SW and Song KS. (2008). Extraction and preprocessing methods for ginsenosides

- analysis of *Panax ginseng* C.A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:446-454.
- Ko JH, Kim YS, Kim HY, Ra KJ, Do JH, Park JD, Park JG, Park HJ, Baek NI, Lee SS, Lee JH, Lee HO and Jung GT.** (1994). Korean ginseng. In Park *et al.*, (ed.) Korea and Ginseng & Tobacco Reserch Institute. p. 63-84.
- Li X, Han JS, Park YJ, Kang SJ, Kim JS, Nam KY, Lee KT and Choi JE.** (2009). Extracting conditions for promoting ginsenoside contents and taste of red ginseng water extract. Journal of Crop Science. 54:287-293.
- Mochizuki M, Yoo YC, Matsuzawa K, Sato K, Saiki I, Tono-oka S, Samukawa K and Azuma I.** (1995). Inhibitory effect of tumor metastasis in mice by saponins, ginsenoside-Rb<sub>2</sub>, 20(R)-, and 20(S)-ginsenoside-Rg<sub>3</sub>, of red ginseng. Biological & Pharmaceutical Bulletin. 18:1197-1202.
- Nam KY.** (2005) The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Journal of Ginseng Research. 29:1-18.
- Shinkai K, Akedo H, Mukai M, Imamura F, Isoai A, Kobayashi M and Kitagawa I.** (1996). Inhibition of in vitro Tumor Cell Invasion by Ginsenoside Rg<sub>3</sub>. Japanese Journal of Cancer Research. 87:357-362
- Xie JT, Zhou YP, Dey L, Attele AS, Wu JA, Gu M, Polonsky KS and Yuan CS.** (2002). Ginseng berry reduces blood glucose and body weight in db/db mice. Phytomedicine. 9:254-258.
- Xie JT, Mehendale SR, Li XM, Quigg R, Wang XY, Wang CZ, Wu JA, Aung HH, Rue PA, Bell GI and Yuan CS.** (2005). Anti-diabetic effect of ginsenoside Re in ob/ob mice. Biochimica et Biophysica Acta. 1740:319-325.
- Yahara S, Matsuura K, Kasai R and Tanaka O.** (1976a). Saponins of buds and flowers of *Panax ginseng* C. A. Meyer. (1). Isolation of ginsenoside-Rd, -Re, and -Rg<sub>1</sub>. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 24:3212-3213.
- Yahara S, Tanaka O and Komori T.** (1976b). Saponins of the leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 24:2204-2208.
- Yahara S, KaJi K and Tanaka O.** (1979). Further study on dammarane-type saponins of roots, leaves, flower-buds, and fruits of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 27:88-92.
- Yokozawa T, Kobayashi T, Oura H and Kawashima Y.** (1985). Studies on the mechanism of the hypoglycemic activity of ginsenoside-Rb<sub>2</sub> in streptozotocin-diabetic rats. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 33:869-872.
- Zhang S, Yao X, Chen Y, Cui C, Tezuka Y and Kikuchi T.** (1989). Ginsenoside La, a novel saponin from the leaves of *Panax ginseng*. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 37:1966-1968.
- Zhang S, Takeda T, Zhu T, Chen T, Yao X, Tanaka Y and Okihara Y.** (1990). A new minor saponin from the leaves of *Panax ginseng*. Planta Medica. 56:298-301.