

## 사포닌 함량 및 품질의 증진을 위한 백삼 물추출액 추출 조건

한진수\* · 李翔国\* · 박용준\* · 강선주\* · 김정선\* · 남기열\* · 이기택\* · 최재을\*<sup>†</sup>

\*충남대학교 농업생명과학대학

### Saponin Content and Quality for the Promotion of White Ginseng Water Extraction Conditions

Jin Soo Han\*, Xiangguo Li\*, Yong Jun Park\*, Sun Joo Kang\*, Jung Sun Kim\*, Ki Yeul Nam\*\*, Ki Teak Lee\*, and Jae Eul Choi\*<sup>†</sup>

\*College of Agric. & Life Science, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

**ABSTRACT** In this study, white ginseng water extract (WGWE) solutions were analyzed to set up the functional saponin content and quality optimization condition. The highest saponin content among the total white ginseng extracts was 8.32 mg/10 ml which was extracted at 75°C for 18 hours. In addition, the saponin content decreased according to the increased extraction temperature and time. The highest content of Rb<sub>2</sub> and Re was 0.89 mg/10 ml, 0.82 mg/10 ml at 75°C for 18 hours which decreased according to the increased extracted temperature and time. The highest content of Rg<sub>3</sub> was 1.67 mg/10 ml at 95°C for 24 hours which decreased according to the increased time. The turbidity, sweetness and reducing sugar content were increased according to the increased extracted time at 75°C, 85°C, 95°C, but pH were decreased according to the increased extracted time. Therefore, the most appropriate white ginseng extracting method have to extracted the proper temperature for saponin content at first time in combination with raise the temperature for taste at second time.

**Keywords :** *Panax ginseng* C. A. Meyer, white ginseng water extract, saponin content, tubidity, reducing sugar, sweetness

**최근** 인삼 제품은 소비자의 섭취 편리성에 따라 분말, 절편, 타블렛, 농축액, 파우치 형태로 제조되어 유통되고 있으며(Park *et al.*, 2007), 그 중에서 파우치 형태 제품은 가내 가공이 가능하고 먹기가 편리하여 소비가 급격히 증가하고

있다. 수삼은 70%~80%의 수분을 함유하고 있어 유통 과정 중에 부패하거나 손상이 일어나므로(Park *et al.*, 2001) 저장성이 좋은 백삼, 홍삼, 태극삼등으로 가공하게 된다. 백삼은 수삼을 그대로 또는 표피를 벗기고 말린 것으로, 외형적 가공 형태에 따라 직삼, 반곡삼, 곡삼으로 구분되며(한국인삼사, 2002), 한방에서 가장 많이 사용되고 있다.

인삼의 ginsenoside를 효율적으로 추출하기 위하여 수포화 부탄을 환류추출법, 70% EtOH 환류냉각추출법, 50% MeOH 환류추출-SPE 전처리법, 50% MeOH 초음파 추출-SPE 전처리법을 이용한 ginsenoside 함량 비교에 대한 연구가 이루어 지고 있으며(Kim *et al.*, 2008), 최근 홍삼과 수삼 물추출액의 시간과 온도에 따른 사포닌 함량과 이화학적 성에 대한 연구가 이루어지고 있다(Li *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2009). 그러나 백삼을 연속적으로 물로 추출하여 추출시간과 온도에 따른 사포닌 함량과 이화학적 성의 변화에 대한 연구는 수행되지 않았다.

따라서 본 연구는 백삼의 물 추출액의 사포닌 함량을 높이고 품질을 증진시키기 위한 알맞은 추출조건을 설정하기 위하여 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 백삼 재료

5년 근 원료 수삼을 세척한 후 건조기 내에서 1차 건조(60±5°C), 2차 건조(50±5°C), 3차 건조(45±5°C) 후, 일광 건조하여 피부직삼으로 제조 하였으며, 백삼의 특성은 table 1과 같다. 동체, 지근의 평균 길이는 13.20±0.87 cm, 6.6±0.63 cm이었으며, 동체, 지근, 세근의 평균 직경은 19.47±0.95 mm, 5.84±0.84 mm, 2.44±0.34 mm이었다. 동체, 지근의 각

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5729  
(E-mail) choije@cnu.ac.kr <Received June 22, 2009>

**Table 1.** Characteristics of white ginseng used in this study.

Root part	Length (cm)	Diameter (mm)	Weight (g)
Main root	13.20±0.87	19.47±0.95	20.70±2.14
Lateral root	6.60±0.63	5.84±0.84	1.5±1.38
Fine root	-	2.44±0.34	-

개체당 평균 무게는 20.70±2.14g, 1.50±1.38g이었다.

## 결과 및 고찰

### 백삼 추출액 제조

백삼의 동체와 지근을 1~2 cm, 세근은 5 cm내외로 잘라서 동체, 지근, 세근을 7 : 2 : 1의 비율로 1 kg 정량하여 면 주머니에 넣은 다음 20L의 생수가 들어 있는 추출기(용납산업, 50 l용)에 넣고 75°C, 85°C, 95°C로 가열하였으며, 6시간, 12시간, 18시간, 24시간, 30시간, 36시간 후에 각각 300 ml씩 채취하였다.

### Ginsenoside 함량 분석

Ginsenoside 분석은 고속액체 크로마토그래피법으로 분석하였으며 분석방법은 Hu *et al.*(2008)의 방법을 변형하여 사용하였다. Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge에 HPLC용 증류수 5 ml로 세척한 다음 20% MeOH 5 ml 및 90% MeOH 10 ml로 통과 시켰다. 각 시료 5 ml을 세척된 Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시킨 후 90% MeOH 용출액 10 ml 모두 받아 증발시켜 고형물을 HPLC용 100% MeOH 1 ml로 녹여 0.5 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Agilent 1100, gilent Technologies, USA)로 분석하였다.

Column은 Phenomenex C<sub>18</sub> column(250×4.6 mm, 4 µm, Phenomenex Co., USA)을 사용하였으며, UV wavelength는 203 nm, flow rate는 1.2 ml/min, column temperature는 35°C에서 실시하였다. HPLC 분석조건은 acetonitrile 19% (0분), 19%(10분), 20%(15분), 23%(40분), 30%(42분), 35%(75분), 70%(80분), 90%(90분), 90%(100분), 19%(105분)로 실시하였다.

### 추출액의 이화학적 특성 조사

백삼 추출액의 pH(MP 220 ; Mettler, Korea) 및 당도(PR-100 ; Atago, Japan)를 측정하였으며, 탁도는 UV Spectrophotometer(DU 730; Beckman Culter)를 이용하여 490 nm에서 투과도 (T%)를 측정하여 탁도 [(100-T)%]로 표시하였다. 환원당은 DNS법(Miller, 1959)으로 glucose를 정량하여 추출액의 발색량을 분광광도계로 546nm에서 측정하였다.

### 추출온도 및 시간에 따른 백삼 추출액의 ginsenoside 함량

백삼을 75°C, 85°C, 95°C에서 6 시간 간격으로 추출한 백삼액의 총 사포닌 및 주요 ginsenoside 함량의 변화 Table 2와 같다. 75°C에서 6, 12, 18, 24, 30, 36 시간 추출한 수삼액의 10 ml당 총 사포닌 함량은 각각 4.18, 6.89, 8.32, 6.96, 6.74, 6.63 mg 이었다. 85°C에서는 5.93, 5.66, 5.36, 4.80, 4.88, 4.86 mg, 95°C에서는 각각 4.92, 4.78, 4.65, 4.43, 3.65, 3.22 mg이었다.

이상과 같이 75°C에서 추출한 백삼액의 총 사포닌 함량은 18시간 추출한 백삼액이 8.32mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈고 그 이후는 점차 감소하였다. 85°C에서 6시간 추출한 백삼액의 총 사포닌 함량은 5.93mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈으며 추출시간이 길어질수록 계속 감소하였다. 95°C에서 6시간 추출한 백삼액의 총 사포닌 함량은 4.92 mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈으며 추출시간이 길어질수록 계속 감소하였다.

75°C로 추출시에는 총사포닌 함량의 증가가 완만하였으나 85°C와 95°C에서 급속히 증가한 것은 malonyl ginsenoside가 열에 분해되어 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc 및 Rd로 변화 되었기 때문으로 판단된다(Shin *et al.*, 2001).

홍삼 추출액의 총 사포닌 함량은 75°C에서 18시간 추출시에 6.46 mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈고, 85°C, 95°C에서는 6 시간 추출 시 5.81, 3.39 mg/10 ml으로 최고 함량을 나타냈으며, 추출시간이 길어짐에 따라 감소하였다고 하였다(Li *et al.*, 2009). 수삼 추출액의 총 사포닌 함량은 75°C에서 24 시간 추출 시에 7.46 mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈고, 85°C, 95°C에서는 시간 6.99 mg, 4.07 mg/10 ml로 최고 함량을 나타냈으며, 추출시간이 길어짐에 따라 감소하였다고 하였다(Han *et al.*, 2009).

이와 같이 홍삼, 수삼과 백삼은 총 사포닌의 함량에 차이는 있었지만 추출시간과 온도에 따른 증감에 대한 경향은 일치하였다.

혈당강화에 효과가 있는 ginsenoside Rb<sub>2</sub>와 Re(Attele *et al.*, 2002; Nam, 2002; Yokozawa *et al.*, 1985)의 함한 최고

**Table 2.** ginsenoside contents white ginseng water extracted under various conditions.

Tem <sup>a</sup>	Hrs <sup>b</sup>	ginsenosides										Total	PD <sup>c</sup> / PT
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Rg <sub>3</sub>	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rh <sub>1</sub>		
75°C	6	1.44±1.7	0.63±1.0	0.76±1.3	0.24±0.5	0.06±1.0	0.76±1.0	0.22±0.4	0.60±1.2	0.00	0.09±0.1	4.81	1.87
	12	1.95±1.6	0.83±0.2	1.01±0.5	0.37±0.2	0.42±0.1	0.82±0.9	0.33±0.0	0.82±0.1	0.29±1.4	0.06±0.1	6.89	1.99
	18	2.10±0.4	0.89±1.0	1.06±0.2	0.45±0.6	0.91±1.9	0.87±0.8	0.56±2.4	0.88±0.6	0.23±0.8	0.36±0.8	8.32	1.87
	24	1.59±1.9	0.67±0.8	0.81±1.3	0.38±0.1	1.02±0.3	0.60±1.0	0.42±0.7	0.68±1.7	0.62±0.4	0.17±0.5	6.96	1.80
	30	1.33±1.1	0.55±0.2	0.66±0.5	0.34±0.4	1.47±3.8	0.47±0.5	0.45±0.1	0.53±0.7	0.73±0.2	0.22±0.0	6.74	1.81
	36	1.10±1.0	0.48±0.8	0.56±1.0	0.33±0.2	1.67±2.4	0.39±1.0	0.48±0.9	0.47±1.8	0.89±1.3	0.28±0.1	6.63	1.65
85°C	6	1.50±3.6	0.65±1.6	0.80±1.9	0.29±0.8	0.67±4.9	0.69±1.4	0.30±0.7	0.65±2.8	0.32±0.7	0.07±0.1	5.93	1.93
	12	1.07±1.0	0.46±0.1	0.55±0.5	0.27±0.7	1.13±0.2	0.47±0.7	0.39±0.8	0.46±0.2	0.68±1.2	0.20±0.2	5.66	1.59
	18	0.42±1.8	0.18±1.0	0.21±0.9	0.16±0.6	2.42±5.2	0.18±1.6	0.41±1.4	0.21±2.7	0.90±1.5	0.28±0.5	5.36	1.71
	24	0.19±0.7	0.08±0.2	0.09±0.4	0.10±2.0	2.70±1.2	0.05±1.0	0.36±0.4	0.06±1.7	0.90±0.5	0.27±0.0	4.80	1.93
	30	0.08±0.7	0.04±0.2	0.03±0.2	0.09±3.3	2.94±2.5	0.00	0.48±1.6	0.00	0.93±3.3	0.28±0.2	4.88	1.89
	36	0.02±1.1	0.01±0.6	0.00±0.2	0.02±1.2	3.13±4.2	0.00	0.38±0.6	0.00	1.01±2.4	0.30±0.2	4.86	1.88
95°C	6	0.33±0.1	0.15±0.1	0.17±0.1	0.11±0.1	2.05±2.5	0.41±6.5	0.38±0.2	0.20±0.6	0.87±0.3	0.25±0.2	4.92	1.33
	12	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42±6.1	0.00	0.30±0.2	0.00	0.83±1.0	0.24±0.2	4.78	2.50
	18	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50±0.2	0.00	0.20±0.0	0.00	0.74±0.4	0.21±0.1	4.65	3.04
	24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56±4.6	0.00	0.14±4.0	0.00	0.58±3.6	0.15±0.4	4.43	4.11
	30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79±9.1	0.00	0.13±0.4	0.00	0.60±1.4	0.13±0.2	3.65	3.26
	36	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49±6.4	0.00	0.07±0.1	0.00	0.54±1.1	0.12±0.1	3.22	3.40

<sup>a</sup>Temperature of heating, <sup>b</sup>Time of heating,

<sup>c</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>

함량은 75°C에서 18시간 추출한 백삼액 1.76 mg/10 ml, 85°C 6시간 추출한 백삼액 1.34 mg/10 ml, 95°C 6시간 추출한 백삼액 0.56 mg/10 ml로 나타났으며, 추출 온도가 높고, 시간이 길어질수록 급감하였다. Li *et al.*(2009)은 홍삼 추출액의 ginsenoside Rb<sub>2</sub>와 Re의 합이 최고 함량은 75°C에서 12 시간 추출할 때 1.18 mg/10 ml로 조사되었으며, Han *et al.*(2009)은 수삼 추출액 75°C에서 12 시간 추출액이 1.99 mg/10 ml로 가장 많았다고 하였다. 백삼은 홍삼, 수삼의 추출시간 보다 최적 추출시간이 지연되는데, 이는 백삼은 열처리 없이 건조한 것으로 수분을 흡수하여 추출되기까지 시간이 필요하기 때문이라고 생각된다.

항암 작용(Keum *et al.*, 2000; Mochizuki *et al.*, 1995)을 나타내는 ginsenoside Rg<sub>3</sub>의 최고 함량은 75°C에서 36시간, 85°C에서 36시간, 95°C에서 24시간 추출한 백삼액이었으며, 각각 1.67 mg/10 ml, 3.13 mg/10 ml, 3.56 mg/10 ml이었다. 75°C와 85°C에서는 추출 시간이 길어질수록 Rg<sub>3</sub>의 함량이 증가 하였으나, 95°C에서는 24시간 이후 감소하였다.

Ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rd, Rg<sub>1</sub>의 함량은 75°C에서 18시간에서 추출한 백삼액이 가장 많았으며, 온도 증가와 추출 시간

이 길어짐에 따라 감소하였으며, 95°C 12시간부터는 검출되지 않았다. Choi *et al.*(2008)은 고온처리에서 Rb<sub>1</sub> 성분이 검출되지 않은 이유는 Rb<sub>1</sub>은 열에 매우 불안정하기 때문이라고 하였으며, Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd 등도 열에 의해 분해되어 총 ginsenoside 함량도 감소되었다고 하였는데 본 연구결과와 유사한 경향이였다.

Protopanaxadiol (PD)과 protopanaxatriol (PT)의 비율은 75°C, 85°C에서는 평균 1.83, 1.69로 추출시간에 따른 일정한 변화의 경향을 보이지 않았으나, 95°C에서는 최저 6시간 추출 시 1.33, 최고 24시간 추출시 4.11, 평균 2.59로 큰 차이를 보였다. 이러한 결과는 Protopanaxadiol (PD)과 Protopanaxatriol (PT)에 포함된 ginsenoside 등이 고온에 의하여 분해되고 Rg<sub>3</sub>가 증가하였기 때문이다.

#### 추출액의 추출온도 및 시간에 따른 이 화학성 조사

백삼을 75°C, 85°C, 95°C에서 추출 시간별 추출액의 이 화학성을 조사한 결과는 fig. 1과 같다. 75°C에서 6시간 추출한 백삼액의 pH는 5.07, 36시간 추출액 4.75, 85°C 6시간 추출액은 4.90, 36시간 추출액 4.67, 95°C 6시간 추출액

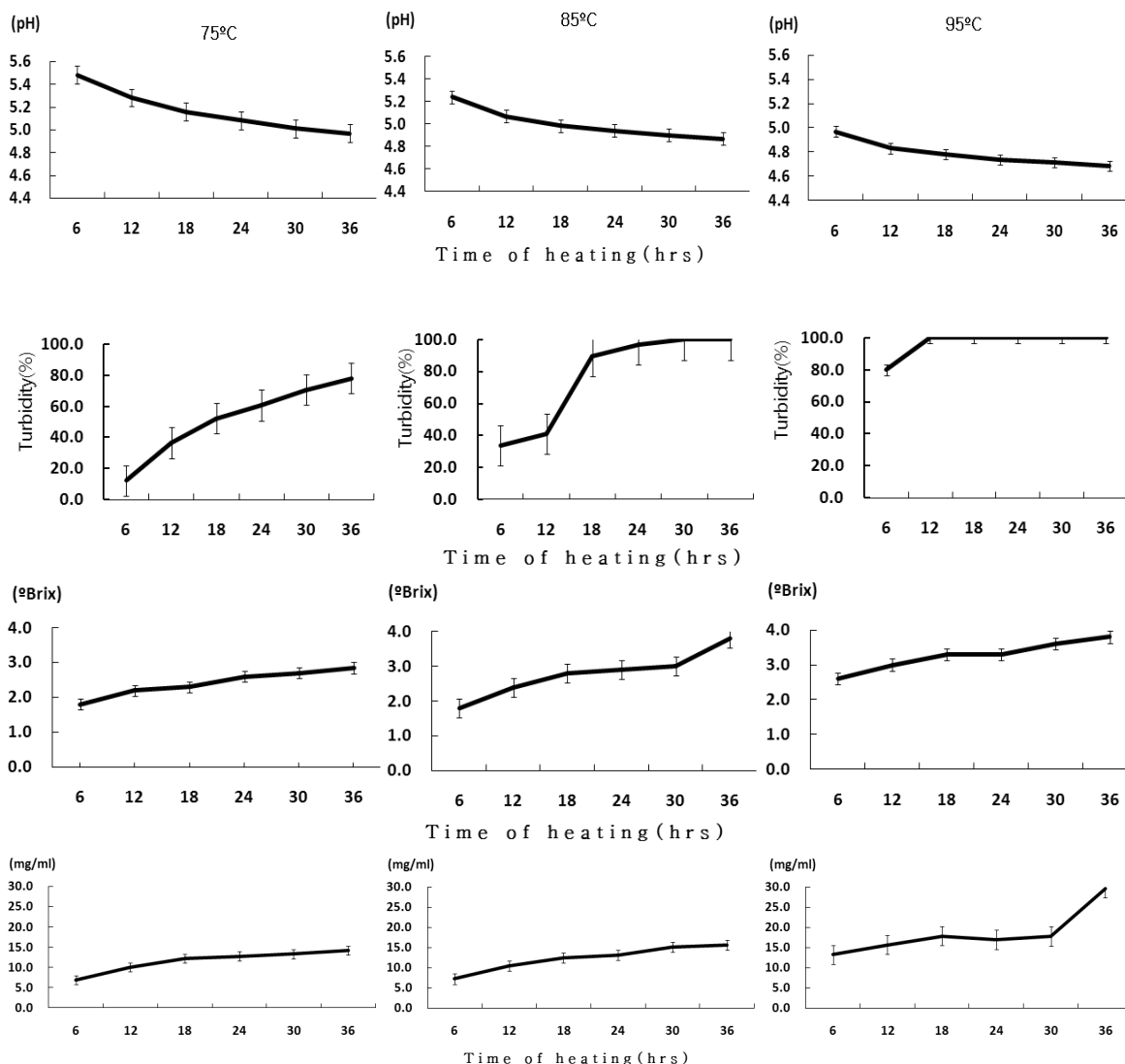


Fig 1. Changes of pH, turbidity, sweetness and reducing sugar in White ginseng water extract by extracted time and temperatur

4.73, 36시간 추출액 4.54로 추출시간이 길어질수록 pH는 점점 낮아졌으며, 같은 시간에서는 온도가 높을수록 낮았다.

추출액의 탁도를 상대적인 흡광도로 측정한 결과 75°C 6시간 추출액 12.3%, 36시간 추출액 78.2%, 85°C 6시간 추출액 33.6%, 36시간 추출액 99.9%, 95°C 6시간 추출액은 80.0%, 36시간 추출액은 100.0%로 추출 시간이 길어질수록 증가하였으며 온도가 높을수록 탁도의 증가 반응은 빠르게 나타났다.

추출액의 당도는 75°C에서 6시간 추출한 백삼액 1.8 °Brix, 36시간 추출액 2.85 °Brix, 85°C 6시간 추출액은 1.8 °Brix, 36시간 추출액 3.8 °Brix, 95°C 6시간 추출액 2.6 °Brix, 36시간 추출액 3.8 °Brix로 추출시간이 길어질수록, 온도가 높을수록 증가 하였다.

환원당은 75°C에서 6시간 추출한 백삼액 6.80 mg/ml, 36시간 추출액 14.24 mg/ml, 85°C 6시간 추출액 7.25 mg/ml, 36시간 추출액 15.61 mg/ml, 95°C 6시간 추출액 13.29 mg/ml, 36시간 추출액 29.70 mg/ml으로 추출시간이 길어질수록 증가 하며, 온도가 높을수록 같은 시간대에서 함량이 높았다.

Choi *et al.*(1980), Li *et al.*(2009)은 홍삼 추출물의 열처리 조건에 따라 이화학적인 특성을 조사한 결과 pH, 갈변도, 환원당, 당도는 본 실험과 같은 경향 이었으나 같은 추출온도, 추출시간과 비교 하였을 때 백삼 추출물 보다 홍삼 추출물이 비교적 빠른 반응을 보였다. 홍삼은 제조과정에서 열처리로 인하여 인삼의 전분이 호화되어 백삼보다는 전분이 호화된 홍삼의 경우 끓일 때 내용 성분이 잘 우려나와

빠른 반응을 보인 것으로 판단된다(Matsuda, 1999).

추출 온도와 추출 시간에 따른 백삼 물 추출물의 사포닌 함량 및 이화학적 특성은 매우 다양하게 나타났다. 총 사포닌 함량과 항당뇨 작용에 효과가 있는 ginsenoside Rb<sub>2</sub>와 Re 함량은 75°C에서 18시간 추출할 때 최고 함량을 나타냈고, 추출 시간이 길수록 감소량이 증가하였으며, 항암 작용을 나타내는 Rg<sub>3</sub>의 최고 함량은 95°C에서 24시간 추출한 백삼액이었다. 따라서 백삼의 추출은 목적에 따라 제조방법을 달리하여야 할 것으로 판단된다.

한편, 단맛을 선호하는 소비자를 위해 높은 온도에서 긴 시간 추출하여 환원당과 당도를 높일 수 있지만, 총 사포닌의 함량이 줄어드는 단점이 있다. 따라서 백삼추출액을 제조할 때 1차 추출에서는 사포닌 최고 함량 추출 온도와 시간으로 추출하여 이를, 온도를 높게 2차 추출하여 맛을 증진시켜 혼합하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

## 사 사

본 논문은 2009년 농촌진흥청 특화작목연구개발과제의 지원에 의하여 연구된 결과의 일부임.

## 적 요

본 연구는 백삼 추출액의 사포닌 함량을 높이고 품질과 관련된 특성을 증진 시킬수 있는 최적 추출 시간 및 온도를 밝히기 위하여 실시되었다. 백삼의 물 추출액의 총 ginsenosides 함량은 75°C에서 18시간 추출액 8.32 mg/10 ml, 85°C에서 6시간 추출액 5.93 mg/10 ml, 95°C에서 6시간 추출액 4.92 mg/10 ml로 최고의 함량을 나타냈다. 항당뇨 작용을 나타내는 ginsenoside Rb<sub>2</sub>와 Re을 합한 최고 함량은 75°C에서 18시간 추출액 1.76 mg/10 ml, 85°C 6시간 추출액 1.34 mg/10 ml, 95°C 6시간 추출액 0.56 mg/10 ml이었으며, 항암 작용을 나타내는 Rg<sub>3</sub>의 함량은 75°C에서 36시간 추출액 1.67 mg/10 ml, 85°C에서 36시간 추출액 3.13 mg/10 ml, 95°C에서 24시간 추출액이 3.56 mg/10 ml이었다.

추출온도와 시간에 따른 이화학성의 변화는 추출온도가 높을수록, 추출시간이 길어질수록 pH는 낮아 졌으나 환원당, 탁도, 당도는 증가하였다. 따라서 백삼추출액을 제조할 때 1차 추출에서는 사포닌 최고 함량 추출 온도와 시간으로 추출한 다음 다시 온도를 높게 2차 추출 하여 맛을 증진시켜 혼합하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Attele, A. S., Zhou, Y. P., Xie, J. T., Wu, J. A., Zhang, L., Dey, L., Pugh, W., Rue, P. A., Polonsky, K. S. and Yuan, C. S. 2002. Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component. *Diabetes* 51 : 1851-1858.
- Choi, J. H., W. J. Kim and K. D. Park, 1980. Color evaluation of red ginseng extract and its changes during heat treatment. *J. Ginseng Res.* 4(2) : 165-174.
- Choi, K. H., Y. S. Kwak, M. H. Rhee, M. S. Hwang, S. C. Kim, C. K. Park, G. H. Han, and K. B. Song. 2008. Effects of pH and high temperature treatment on the changes of major ginsenosides composition in Korean red ginseng water extract. *J. Ginseng Res.* 32 : 127-134.
- Hu, J. N., J. H. Lee, J. A. Shin, J. E. Choi and K. T. Lee 2008. Determination of ginsenosides content in Korean ginseng seeds and roots by high performance liquid chromatography. *Food Sci. Biotechnol.* 17 : 430-433.
- Keum, Y. S., K. K. Park, J. M. Lee, K. S. Chuna, J. H. Park, S. K. Lee, H. J. Kwon, Y. J. Surh 2000. Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. *Cancer Lett.* 150 ; 41-48.
- Kim G. S., D. Y. Hyun, Y. O. Kim, S. W. Lee, Y. C. Kim, S. E. Lee, Y. D. Son, M. J. Lee, C. B. Park, H. K. Park, S. W. Cha and K. S. Song, 2008. Extraction and pre-processing methods for ginsenosides analysis of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Kor. J. medicinal crop sci.* 16 (6) : 446-454.
- Li, X., J. S. Han, Y. J. Park, S. J. Kang, J. S. Kim, K. Y. Nam, K. T. Lee, J. E. Choi, 2009. Extracting conditions for promoting ginsenoside contents and taste of red ginseng water extract. *Korean J. crop sci* 54 (3) : 287-293.
- Matsuda, H. 1999. Study on efficacy of processed ginseng, red ginseng. *Natural Medicines.* 53 : 217-222.
- Miller, G. L. 1972. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 : 426-428.
- Mochizuki, M., Y. C. Yoo, K. Matsuzawa, K. Sato, I. Saiki, S. Tono-Oka, K. I. Samukawa and I. Azuma, 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. *Biol. Pharm. Bull.* 18 : 1197-1202.
- Nam, K. Y. 2002. Clinical Applications and Efficacy of Korean Ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J. Ginseng Res.* 26(3) : 111-131.
- Park, C. K., Y. S. Kwak, M. S. Hwang, S. C. Kim and J. H. Do, 2007. Trends and prospect of ginseng products in market health functional food. *Food Sci. Ind.* 40(2) : 30-45.
- Park, S. Y., I. Jung, T. L. Kang and M. K. Park. 2001. Difference between steaming and decocting ginseng. *J. Ginseng Res.* 25(1) : 37-40.

- Shin J. Y., E. H. Choi. and J. J. Wee. 2001. The difference of ginsenoside compositions according to the conditions of extraction and fractionation of crude ginseng saponins. *Food Sci. Technol.* 33(3) : 282-287.
- Yokozawa, T., T. Kobayashi, H. Oura and Y. Kawashima 1985. Studies on the mechanism of the hypoglycemic activity of ginsenoside-Rb<sub>2</sub> in streptozotocin-diabetic rats. *Chem. Pharm. Bull.* 33 : 869-872.
- Han, J. S., X. Li, Y. J. Park, S. J. Kang, K. Y. Nam and J. E. Choi. 2009. Effects of extraction temperature and time on saponin content and quality in raw ginseng (*Panax ginseng*) water extract *Kor. J. medicinal crop sci.* 17(5) : 352-356
- 한국인삼사 편집위원회 (2002) 한국인삼사(하권) 동일문화사 : 16-167.