

## 홍삼 물 추출액의 사포닌 함량 및 맛의 증진을 위한 추출 조건

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

충남대학교 농업생명과학대학

### Extracting Conditions for Promoting Ginsenoside Contents and Taste of Red Ginseng Water Extract

Xiangguo Li, Jin Soo Han, 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, red ginseng extract solutions were analyzed to set up the functional saponin content and quality optimization condition. The highest saponin content among the total red ginseng extracts was 64.6 mg / 100 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 total content of Rb<sub>2</sub> and Re was 11.8 mg / 100 ml at 75°C for 12 hours which decreased according to the increased extraction temperature and time. The prosapogenin content of red ginseng extract was increased at 75°C and 85°C while the content decreased at 95°C, in which the highest prosapogenin content was 34.9 mg / 100 ml at 85°C for 24 hours. The total sugar content and cloudiness were increased according to the increased extraction time at 95°C, but pH and hue value were decreased according to the increased extracted time. The highest sweetness content was 4.0% which was found at 95°C for 24 hours extract. Therefore, the most appropriate red ginseng extracting method was lower the temperature for saponin content at first time in combination with raise the temperature for taste at second time.

**Keywords** : *Panax ginseng* C. A. Meyer, red ginseng extract, saponin content, prosapogenin, total sugar, sweetness

**국민소득**의 향상과 노인인구가 급증하면서 건강보조식품인 인삼 제품의 소비가 증가 추세이다. 최근의 인삼의 건강보조식품은 여러 형태로 유통되고 있으나 그 중에서 소비자가 간편하게 복용할 수 있는 인삼추출액(파우치)의 소비가

증대되고 있다(Kim *et al.*, 2007).

홍삼은 대부분이 고온에서 장시간 추출하여 복용하고 있으나 기능성을 높이기 위한 추출온도 및 추출시간이 정립되지 않았다. 따라서 홍삼추출액을 생산하는 대부분의 가내 생산업자 등은 대부분이 다른 생산자로부터 정보를 얻어 생산하고 있는 실정이다.

홍삼추출물의 사포닌 및 일반성분의 함량에 미치는 추출 방법에 관한 연구는 다양하다. 추출횟수와 성분 조성(Choi *et al.*, 1980), 열처리와 색상변화(Choi *et al.*, 1980), ethanol의 농도와 사포닌 함량(Sung & Yang, 1985), 추출온도 및 시간과 사포닌 함량(Sung *et al.*, 1985; Yang *et al.*, 2006), 추출용매, 온도, 횟수와 물리적 성질(Sung *et al.*, 1986), 고온 열처리와 이화학적 특성(Kwak *et al.*, 2008), pH 및 고온 처리와 사포닌 함량(Choi *et al.*, 2008) 등이 보고되었다.

인삼의 효능은 사포닌의 종류에 따라 항 당뇨(Yokozawa *et al.*, 1985), 항 스트레스(Jung *et al.*, 2005), 항산화(Cho *et al.*, 2006), 항암(Lee *et al.*, 2009), 간 기능 보호(Lee *et al.*, 2005), 항피로(Tang *et al.*, 2008), 노화방지(Cheng *et al.*, 2005) 등이 있다. 암 예방, 암세포 성장억제 작용을 하는 prosapogenin의 함량은 82°C, 93°C에서 48시간 추출한 홍삼액에서 함량이 많았으나 혈당강하 성분인 Re는 24시간 추출한 홍삼액에서 가장 높았다(Yang *et al.*, 2006).

이와 같이 사포닌 종류별 함량은 추출 온도 및 시간에 따라 크게 차이가 있으므로 복용하는 목적에 따라 제조방법을 달리 해야 될 것으로 생각한다. 따라서 본 연구는 홍삼 추출기를 이용하여 기능별 사포닌의 함량 및 품질의 최적화 조건을 설정하기 위하여 실시하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5729

(E-mail) choije@cnu.ac.kr

<Received June 9, 2009>

재료 및 방법

결과 및 고찰

홍삼 재료

본 연구에 사용한 홍삼은 5년 근 원료수삼을 세척하여 사판에 배열한 후 증숙(97℃, 3시간) → 1차 건조(60±5℃) → 2차 건조(50±5℃) → 일광 건조하여 원형 홍삼으로 제조하였으며 홍삼의 특성은 표 1과 같다. 주근 및 지근의 평균 근장은 각각 13.20 cm, 6.38 cm, 주근, 지근, 세근의 평균 직경은 각각 13.70 mm, 6.32 mm, 2.19 mm이었으며, 주근 및 지근 측면의 Hue 값은 각각 70.08, 62.95°이었다.

홍삼액 추출

홍삼의 주근과 지근은 0.5~0.8 cm, 세근은 2 cm 내외로 잘라 주근, 지근, 세근을 7:2:1 비율로 1 kg을 정량하여 먼주머니에 넣은 다음 20 L의 생수가 들어있는 인삼 추출기(용납산업 50 L 용)에 넣고 75℃, 85℃, 95℃에서 가열하면서 6, 12, 18, 24, 30, 36시간 별로 500 ml의 추출액을 채취하였다.

Ginsenoside 함량 분석

Ginsenoside 분석은 고속액체 크로마토그래피법으로 분석하였으며 분석방법은 Hu *et al.*(2008)과 같다.

총 당, 당도, 탁도, pH 및 색도 측정

홍삼 추출액의 총 당 함량은 DNS법(Miller, 1959)으로 glucose를 정량하여 추출액의 발색량을 분광광도계로 546 nm에서 측정하였다. 당도는 PR-100(Atago, Japan)을 이용하여 Brix를 측정하였다. 탁도는 UV Spectrophotometer (DU 730; Beckman Culter)를 이용하여 490 nm에서 투과도(T%)를 측정하여 탁도[(100-T)%]로 표시하였다. pH는 MP 220(Mettler Korea)을 이용하여 측정하였다.

색도는 Spectrophotometer(CM-2600d, Konica minolta)를 이용하여 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b) 등을 측정하였고, Hue 값을 아래의 공식으로 산출하였다.

$$\text{Hue value } (^\circ) = [\text{Tan}^{-1}(b/a \ 2\pi)]/360, \text{ Red} = 0, \text{ Yellow} = 90, \text{ Green(Lime)} = 180, \text{ Blue} = 270$$

추출 온도 및 시간에 따른 홍삼 추출액의 사포닌 함량

추출온도 75℃, 85℃, 95℃에서 6시간 간격으로 추출한 홍삼 추출액의 총 사포닌 및 주요 ginsenosides 함량의 변화는 Fig. 1 및 표 2와 같다. 75℃에서 18시간 추출한 홍삼액의 총 사포닌 함량은 64.6 mg / 100 ml로 최고 함량을 나타냈고, 36시간 추출한 용액은 45.5 mg / 100 ml로 크게 감소하였다. 85℃와 95℃에서는 6시간 추출한 홍삼액의 총 사포닌 함량은 각각 58.1 mg / 100 ml, 33.9 mg / 100 ml로 최고 함량을 나타냈으며 추출시간이 길어질수록 계속 감소하였다. 이상과 같이 홍삼 추출액의 총 사포닌 최대 함량은 저온인 75℃에서 18시간 추출하였을 때 최고의 농도를 나타냈다.

Yang *et al.*(2006)은 82℃와 93℃에서 24시간, 48시간, 72시간 추출한 결과 82℃에서 24시간 추출한 용액의 총 사포닌 함량이 가장 많았다. 그러나 추출 시간의 간격이 커서 본 연구결과와 직접 비교하기는 곤란하지만 유사한 시간에서 최고치를 나타냈다.

항 당노작용을 나타내는 Rb<sub>2</sub>(Yokozawa *et al.*, 1985)와 Re(Attele *et al.*, 2002; Xie *et al.*, 2005)의 함량은 75℃에서는 12시간 추출한 홍삼액이 11.8 mg / 100 ml로 가장 많

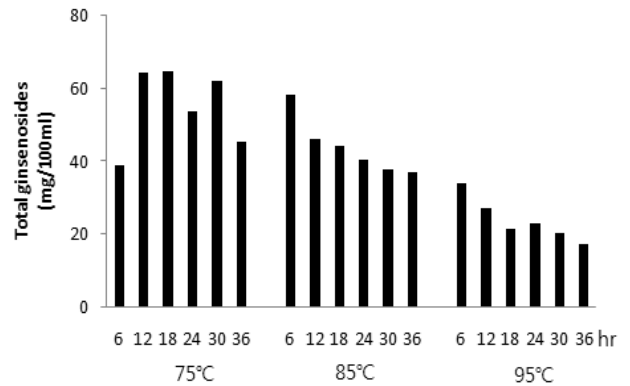


Fig. 1. Change of total ginsenosides content in red ginseng water extract (RGWE) by extracted time and temperature.

Table 1. Characteristics of red ginseng used in this study.

Root part	Length (cm)	Diameter (mm)	Weight (g)	Sliced thickness (mm)	Hue value (°)
Main root	13.20±0.86	13.70±0.84	24.89±1.17	0.65±0.15	70.08±3.55
Lateral root	6.38±1.35	6.32±0.83	2.29±0.53	-	62.95±2.82
Fine root	-	2.19±0.40	-	-	-

**Table 2.** The changes of ginsenoside contents in RGWE by extracted time and temperature.

Temp. (°C)	Time (hr)	Ginsenoside contents (mg/100 ml)											PD/PT <sup>¶</sup>	
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub> <sup>†</sup>	Rg <sub>3</sub> <sup>‡</sup>	Rh <sub>1</sub>	Rh <sub>2</sub>		Ps <sup>§</sup>
75	6	9.7	3.7	4.6	1.5	4.3	1.9	5.2	1.6	4.1	0.5	1.8	8.0	1.9
	12	15.1	5.8	7.0	2.8	6.0	4.0	7.6	4.5	10.1	1.6	0.0	16.2	1.7
	18	13.1	5.1	6.0	3.0	4.9	4.6	6.3	6.0	13.4	2.2	0.0	21.6	1.7
	24	9.4	3.8	4.2	2.1	3.0	4.0	4.3	6.4	14.1	2.4	0.0	22.9	1.7
	30	8.1	3.0	3.6	2.0	2.9	5.0	3.7	8.8	21.6	3.3	0.0	33.7	1.6
	36	4.5	1.8	2.0	1.7	1.4	3.8	1.7	7.6	18.3	2.7	0.0	28.6	1.6
85	6	10.6	4.1	5.0	2.1	4.8	3.8	5.7	5.6	14.6	1.8	0.0	22.0	1.7
	12	3.6	1.4	1.6	1.0	1.4	3.7	1.9	7.6	21.3	2.5	0.0	31.4	1.7
	18	1.3	0.7	0.7	1.0	0.5	4.5	1.0	9.8	21.1	3.5	0.0	34.4	1.3
	24	0.3	0.1	0.1	0.2	0.8	3.3	0.6	8.8	23.1	3.0	0.0	34.9	1.4
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	8.2	24.0	2.7	0.0	34.9	1.7
	36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	7.4	24.9	2.4	0.0	34.7	2.1
95	6	0.7	0.3	0.2	0.3	0.0	3.2	0.0	7.9	18.6	2.7	0.0	29.2	1.5
	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	7.5	14.8	2.5	0.0	24.8	1.2
	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	4.9	13.9	1.2	0.0	20.0	1.9
	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	5.0	15.7	1.3	0.0	22.0	2.2
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	4.2	14.2	1.2	0.0	19.6	2.4
	36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	3.3	12.6	1.0	0.0	16.9	2.7

<sup>†</sup>Rg<sub>2</sub> : Rg<sub>2</sub>(s+r), <sup>‡</sup>Rg<sub>3</sub> : Rg<sub>3</sub>(s+r), <sup>§</sup>Ps : Prosapogenin (Rg<sub>2</sub>+Rg<sub>3</sub>+Rh<sub>1</sub>+Rh<sub>2</sub>),

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

있고 추출시간이 증가할수록 급격히 감소하였다. 85°C에서 6시간 추출한 홍삼액의 Rb<sub>2</sub>와 Re의 함량은 8.9mg/100ml이고 30시간 이후에는 검출되지 않았다. 95°C에서 6시간 추출한 홍삼액의 Rb<sub>2</sub>의 함량은 0.3 mg / 100 ml이고 그 이후에는 검출되지 않았으며, Re는 6시간 추출액에서도 검출되지 않았다.

홍삼의 특유성분으로 항암 및 암 전이 억제활성(Keum *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 1999)을 나타내는 prosapogenin (ginsenoside Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>, Rh<sub>2</sub>)의 총량은 75°C에서 30시간 추출한 홍삼액이 33.7 mg / 100 ml로 가장 많았고 추출시간이 길어질수록 함량도 증가하였다. 85°C에서 24시간 추출한 홍삼액의 prosapogenin 함량은 34.9 mg / 100 ml로 가장 많았고, 95°C에서 6시간 추출한 홍삼액은 29.2 mg / 100 ml이었고, 추출시간이 증가할수록 감소하였다. Prosapogenin의 함량은 75°C와 85°C에서는 추출 시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이었으나 95°C에서는 반대로 감소하는 경향이였다. Yang *et al.*(2006)은 82°C와 93°C에서 48시간 추출한 홍삼액의 prosapogenin이 가장 높았고 72시간

에서는 함유량이 현저히 감소하였다.

Ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rc, Rd, Rg<sub>1</sub>의 함량은 75°C에서는 12시간(Rd는 18시간) 추출한 홍삼액에서 가장 많았고 추출시간이 길어짐에 따라 감소하였다. 85°C에서는 6시간 추출한 홍삼액에서 함량이 가장 많았고, 30시간이상에서는 검출되지 않았다. 95°C에서 6시간 추출액에서 Rg<sub>1</sub>은 검출되지 않았고, Rb<sub>1</sub>, Rc, Rd는 극소량이 검출되었지만 그 이후는 검출되지 않았다. Rf의 함량은 75°C에서 30시간, 85°C에서 18시간, 95°C에서 6시간 추출한 홍삼액이 가장 많았다. Choi *et al.*(2008)은 고온처리에서 Rb<sub>1</sub> 성분이 검출되지 않은 이유는 Rb<sub>1</sub>이 열에 매우 불안정하기 때문이라고 하였으며, Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd 등도 약간씩 분해되는 경향을 나타내어 총 ginsenoside 함량도 감소되었다고 하여 본 연구결과와 일치하였다. 또한 Yang *et al.*(2006)은 93°C에서 72시간 추출한 홍삼액은 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc, Re가 검출되지 않았으나 Rd, Rf, Rg<sub>1</sub>은 검출되어 PDG가 PTG에 비하여 열처리에 의해서 쉽게 가수 분해된다고 하였다.

PD/PT비는 추출 온도 및 시간에 관계없이 PD계 사포닌

이 PT계 사포닌보다 많았는데 85℃ 36시간, 95℃ 24시간, 30시간, 36시간 추출액에서는 2배 이상 많았다. 75℃에서는 6시간 추출액이 1.9로 가장 높았고 추출 시간이 길어짐에 따라 감소하였으나, 85℃에서는 일정한 경향이 없었으며, 95℃에서는 12시간 추출액에서 약간 감소하다가 그 뒤로 36시간 추출 시까지 계속 증가하였다. Yang *et al.*(2006)은 Diol. G/Triol. G에 있어서 82℃와 93℃에서 공히 추출 시간이 길어지면서 비율이 낮아진다고 하였는데 본 연구결과에서도 prosapogenin 성분을 제외하고 Diol. G/Triol. G를

계산하면 이들의 결과와 일치하다.

본 연구에서 홍삼 추출액의 ginsenoside의 총량은 75℃에서 18시간 추출액에서 가장 많았고 85℃, 95℃에서는 감소하였으며 시간이 길어질수록 추출 온도와 관계없이 감소하였다. 이러한 결과는 PD계의 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd 및 PT계의 Re, Rg<sub>1</sub>이 급격히 감소하였기 때문이다. 그러나 Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub> 등 prosapogenin 함량은 85℃에서 가장 높은 함량을 나타냈다.

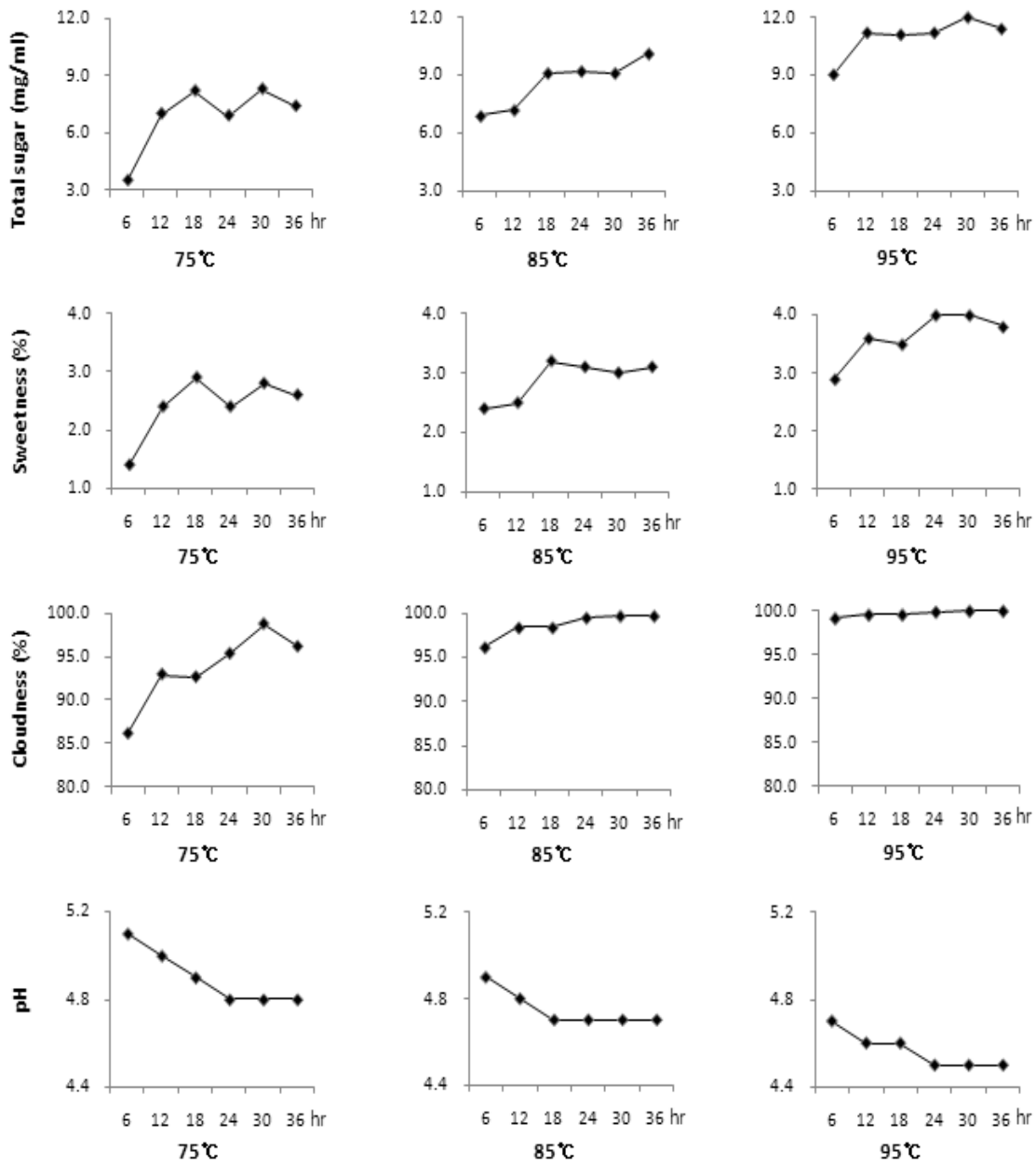


Fig. 2. Changes of total sugar, sweetness, cloudness and pH in RGWE by extracted time and temperature.

**온도 및 시간에 따른 홍삼 추출액의 이화학적 특성**

추출 온도 및 시간에 따른 홍삼 추출액의 총 당 함량, 당도, 탁도, pH 및 색도의 변화는 Fig. 2 및 표 3과 같다. 홍삼 추출액의 총 당은 75, 85, 95°C에서 각각 30, 36, 30시간 추출한 용액에서 가장 많았으며, 고온에서 오래 추출하는 것이 총 당 함량을 증가시켰다. 당도는 75, 85°C에서 18시간, 95°C에서 24시간 추출한 용액이 각각 2.9, 3.2, 4.0%로 고온에서 추출하는 것이 당도를 증가시켰다. 탁도는 75, 85, 95°C에서 30시간 추출한 용액이 각각 98.8, 99.7, 100.0%로 가장 많아 고온에서 오래 추출하는 것이 탁도를 증가시켰다. pH는 75, 85, 95°C에서 6시간 추출한 용액이 각각 5.1, 4.9, 4.7로 가장 높았고 추출 시간이 길어질수록 낮아졌다.

홍삼 추출액의 Hue 값은 75°C에서 6시간 추출한 홍삼액이 102.34, 36시간 추출액은 62.46로 추출 시간이 길어질수록 Hue 값이 감소하였다. 85°C와 95°C에서도 추출 시간이 길어질수록 Hue 값이 감소하는 경향이였다. Hue 값은 90이 황색이고 0이 적색이므로 추출 시간이 길어짐에 따라 적색 쪽으로 가까웠다. 이러한 결과는 Choi *et al.*(1980), Do *et al.*(1982)이 추출 시간이 경과할수록 인삼의 색상변화는 증가한다는 보고와 일치하였다.

이상과 같이 추출 온도와 추출 시간에 따라 총 사포닌 및 개별 사포닌의 함량, 이화학적 특성이 매우 다양하게 나타났다. 혈당강화 기능이 있는 Rb<sub>2</sub>와 Re는 저온에서 추출량이 많았으나 항암 및 암전이 억제활성을 나타내는 prosapogenin의 함량은 75°C보다 높은 85°C에서 함량이 증가하므로 이용하는 목적에 따라 제조방법을 달리하여야 할 것이다.

한편, 총 당 함량과 당도는 95°C의 높은 온도에서 오래 추출할수록 함량이 증가하였는데 쓴맛에 대해 거부감이 있는 소비자에게는 유리할 것이다. 따라서 인삼추출액(파우치 제품)을 제조할 때 사포닌의 함량을 높이기 위해서는 1차 추출은 온도를 낮게 하고, 맛을 증진하기 위하여 2차 추출은 고온에서 추출하여 혼합하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

**사 사**

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

**Table 3.** The changes of hunter color values in RGWE by extracted time and temperature.

Temp. (°C)	Time (hr)	L*	a	b	Hue
75	6	16.83	-0.14	0.64	102.34
	12	4.92	-0.12	4.45	91.54
	18	4.77	-0.04	4.43	90.52
	24	3.36	0.16	4.55	87.99
	30	2.59	1.10	3.84	74.02
	36	2.78	1.22	2.34	62.46
85	6	7.73	-0.13	2.52	92.95
	12	3.04	-0.02	2.51	90.46
	18	1.58	0.64	2.48	75.53
	24	0.98	1.07	1.52	54.86
	30	1.03	1.32	1.61	50.65
	36	1.07	1.40	1.68	50.19
95	6	8.63	-0.10	2.83	92.02
	12	1.31	0.08	2.03	87.74
	18	1.25	0.67	1.81	69.69
	24	1.32	1.33	1.77	53.08
	30	1.85	1.49	1.79	50.23
	36	1.69	1.25	1.51	50.38

\*L : lightness, a: redness, b : yellowness, Hue=[Tan<sup>-1</sup>(b/a 2π)]/360, Red=0, Yellow=90, Green(Lime)=180, Blue=270.

## 적 요

본 연구는 홍삼 추출기를 이용하여 기능별 사포닌의 함량 및 품질의 최적화 조건을 설정하기 위하여 실시하였다. 홍삼 추출액의 총 사포닌 함량은 75°C에서 18시간 추출한 용액이 64.6 mg / 100 ml로 최고 함량을 나타냈고 추출 온도와 시간이 증가할수록 감소하였다. Rb<sub>2</sub>와 Re 함량은 75°C에서는 12시간 추출한 홍삼액이 11.8 mg / 100 ml로 가장 많았고 추출시간과 추출온도가 증가할수록 급격히 감소하였다. Prosapogenin 함량은 85°C에서 24시간 추출한 홍삼액이 34.9 mg / 100 ml로 가장 많았고, 75°C와 85°C에서는 추출 시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이었으나 95°C에서는 감소하는 경향이였다. 홍삼 추출액의 총 당은 95°C에서 추출시간을 길게 할수록 함량이 증가하였고, 당도는 95°C에서 24시간 추출한 용액이 4.0%로 가장 높았다. 탁도는 95°C에서 추출시간이 길수록 증가하였으며, pH 및 Hue 값은 추출시간이 길어질수록 낮아졌다. 따라서 홍삼추출액을 제조할 때 1차 추출에서는 온도를 낮게하여 사포닌의 함량을 높이고, 2차 추출에서는 온도를 높게하여 맛을 증진시켜 혼합하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Attele, A. S., Y. P. Zhou, J. T. Xie, J. A. Wu, L. Zhang, L. Dey, W. Pugh, P. A. Rue, K. S. Polonsky, and C. S. Yuan. 2002. Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component. *Diabetes* 51 : 1851-1858.
- Cheng, Y., L. H. Shen, and J. T. Zhang. 2005. Anti-amnestic and anti-aging effects of ginsenoside Rg<sub>1</sub> and Rb<sub>1</sub> and its mechanism of action. *Acta Pharmacol Sin.* 26 : 143-149.
- Cho, W. C., W. S. Chung, S. K. Lee, A. W. Leung, C. H. Cheng, and K. K. Yue. 2006. Ginsenoside Re of *Panax ginseng* possesses significant antioxidant and antihyperlipidemic efficacies in streptozotocin-induced diabetic rats. *Eur. J. Pharmacol.* 550 : 173-179.
- Choi, J. H., W. J. Kim, K. D. Park, and H. S. Sung. 1980. Color evaluation of red ginseng extract and its changes during heat treatment. *Korean J. Ginseng Sci.* 4 : 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.
- Choi, K. J., M. W. Kim, H. S. Sung, and S. K. Hong. 1980. Effect of extraction on chemical composition of red ginseng extract. *Korean J. Ginseng Sci.* 4 : 88-95.
- Do, J. H., S. D. Kim, H. I. Oh, and S. K. Hong. 1982. Effects of sugars, amino acids and inorganic nitrogenous compounds on the acceleration of browning in ginseng. *J. Korean Agric. Chem. Society* 25 : 161-165.
- 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.
- Jung, I. K., S. Y. Lee, I. H. Park, and J. H. Cheong. 2005. Anti-stress activities of ginsenoside Rb<sub>1</sub> is related with GABAergic Neuron. *J. Appl. Pharmacol.* 13 : 165-173.
- Keum, Y. S., K. K. Park, J. M. Lee, K. S. Chun, J. H. Park, S. K. Lee, H. Kwon, and Y. J. Surh. 2000. Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. *Cancer Lett.* 150 : 41-48.
- Kim, S. E., Y. H. Lee, J. H. Park, and S. K. Lee. 1999. Ginsenoside-Rs3, a new diol-type ginseng saponin, selectively elevates protein levels of p53 and p21<sup>WAF1</sup> leading to induction of apoptosis in SK-HEP-1 cells. *Anticancer Res.* 19 : 487-491.
- Kim, Y. M., C. E. Yoon, K. H. Kim, and E. W. Lee. 2007. Studies on saprogenic bacteria isolated from Korean red ginseng extract product. *J. Life Sci.* 17 : 1394-1399.
- Kwak, Y. S., K. H. Choi, J. S. Kyung, J. Y. Won, M. H. Rhee, J. G. Lee, M. S. Hwang, S. C. Kim, C. K. Park, K. B. Song, and G. H. Han. 2008. Effects of high temperature heating on the some physicochemical properties of Korean red ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) water extract. *J. Ginseng Res.* 32 : 120-126.
- Lee, H. U., E. A. Bae, M. J. Han, and D. H. Kim. 2005. Hepatoprotective effect of 20(S)-ginsenosides Rg<sub>3</sub> and its metabolite 20(S)-ginsenoside Rh<sub>2</sub> on tert-butyl hydroperoxide-induced liver injury. *Biol. Pharm. Bull.* 28 : 1992-1994.
- Lee, S. Y., G. T. Kim, S. H. Roh, J. S. Song, H. J. Kim, S. S. Hong, S. W. Kwon, and J. H. Park. 2009. Proteomic analysis of the anti-cancer effect of 20S-ginsenoside Rg<sub>3</sub> in human colon cancer cell lines. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73 : 811-816.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chem.* 31 : 426-428.
- Sung, H. S., N. M. Kim, and W. J. Kim. 1986. Some physical properties of Korean red ginseng extract as affected by extracting conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18 : 241-244.
- Sung, H. S., and C. B. Yang. 1985. Effect of ethanol concentration on saponin composition of red ginseng extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17 : 227-231.
- Sung, H. S., C. B. Yang, and W. J. Kim. 1985. Effect of extraction temperature and time on saponin composition of red ginseng extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17 : 265-270.

- Tang, W. Y., Y. Zhang, J. Gao, X. Y. Ding, and S. Gao. 2008. The anti-fatigue effect of 20(R)-ginsenoside Rg<sub>3</sub> in mice by intranasally administration. *Biol. Pharm. Bull.* 31 : 2024-2027.
- Xie, J. T., S. R. Mehendale, X. M. Li, R. Quigg, X. Y. Wang, C. Z. Wang, J. A. Wu, H. H. Aung, P. A. Rue, G. I. Bell, and C. S. Yuan. 2005. Anti-diabetic effect of ginsenoside Re in ob/ob mice. *Bioc. et Biophy. Acta* 1740 : 319-325.
- Yang, B. W., S. T. Han, and S. K. Ko. 2006. Quantitative analysis of ginsenosides in red ginseng extracted under various temperature and time. *Kor. J. Pharmacogn.* 37 : 217-220.
- 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.