

추출조건에 따른 홍삼추출액의 사포닌 조성 및 이화학적 특성  
- 연구노트 -

이승호<sup>†</sup> · 강정일 · 이상윤  
(주)내추럴하우스 기술연구소

Saponin Composition and Physico-Chemical Properties of Korean Red Ginseng Extract as Affected by Extracting Conditions

Seung Ho Lee<sup>†</sup>, Jung IL Kang, and Sang Yun Lee

Natural House R&D Center, Seoul 120-600, Korea

Abstract

In this study, the composition of saponin and physico-chemical properties of Korean red ginseng extract was analyzed based on various extracting conditions. The total saponin and individual ginsenoside concentration of the red ginseng extract showed a decreasing trend as the extracting temperature and time increased; also, the extracting condition at 75°C for 24 hours showed the highest concentration. In contrast, the concentration of Rg<sub>3</sub> increased as the extracting temperature and time increased within the particular range. It was suggested that a certain part of ginsenosides changes to Rg<sub>3</sub> according to extracting conditions; thus, the concentration of Rg<sub>3</sub> increased. Physico-chemical properties of Korean red ginseng extract based on the extracting conditions were different compared to those for saponin; so, as the extracting temperature and time increased, brix and color difference increased but pH decreased indicating stabilization of the overall quality of the product. Therefore, the most appropriate extracting condition for both the product quality of Korean red ginseng extract and stable extraction of saponin was 80°C within 48 hours, minimizing the loss of ginsenosides.

**Key words:** Korean red ginseng, saponin, ginsenoside, extraction

서 론

고려인삼은 식물 분류학상으로 오갈피나무과(*Araliaceae*)의 인삼속(*Panax*)에 속하는 다년생 음지성 초본식물로서 오래 전부터 한방에서 중요한 약재로 사용되어져 왔다(1). 인삼에 대한 과학적인 연구는 1854년 미국의 Garriques(2)가 서양삼으로부터 무정형의 배당체(glycoside) 혼합물을 분리하여 'panaquilon'이라 명명한 것에서 시작되었으나, 본격적인 연구가 시작된 것은 1957년 옛 소련의 약리학자 Brekhman(3)이 인삼의 유효성분을 saponin이라고 발표한 이후 1960년 대 일본의 Shibata 등(4)의 연구에 의해서 인삼 사포닌의 화학구조가 명확히 밝혀지면서 인삼에 대한 연구가 가속화되기 시작했다. 현재까지 알려진 인삼의 약리작용 및 임상효과에 대한 연구는 항당뇨 활성과 항산화 작용, 동맥경화 및 고혈압 예방, 간기능 활성, 항 피로 및 스트레스 작용, 항노화 작용, 항염 활성 등이 보고되고 있다(5,6). 고려인삼은 일반적으로 백삼과 홍삼으로 구별되어지며 백삼은 수삼을 그대로 건조한 것이고 홍삼은 수삼을 증숙하여 건조 가공한 것

로 제조과정 중에서 사포닌 변형과 아미노산 변화 그리고 갈변화 등의 여러 화학적인 변화가 수반된다(7). 특히, 홍삼의 제조과정에서 발생하는 열에 의해 인삼에는 존재하지 않는 홍삼만의 특유 성분인 ginsenoside Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>, Rh<sub>2</sub> 등의 사포닌 성분이 새로이 생성되며, 이러한 홍삼 특유 사포닌은 암예방 작용(8), 암세포 성장억제 작용(9), 혈압 강하 작용(10,11), 뇌신경세포 보호 및 학습능력 개선작용(12,13), 항혈전 작용(14,15), 항산화 작용(16) 등이 있다고 알려져 있어 이에 대한 홍삼만의 탁월한 약리 효능을 기대할 수 있다. 홍삼을 섭취하는 방법으로 홍삼을 고온에서 장시간 추출하여 추출액 상태로 복용하는 것이 일반적인데 이 때 홍삼을 추출하는 방법에 있어 추출온도나 시간에 따른 홍삼 추출액의 유용 사포닌 및 물성의 변화에 대한 과학적인 연구가 미흡한 상태로 대부분 오랜 경험적인 방식에 따라 홍삼을 추출하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 홍삼 추출기를 이용하여 홍삼의 추출 온도 및 시간에 따른 홍삼 사포닌의 함량 및 이화학적 변화를 비교 분석함으로써 홍삼 추출 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: shleej@pulmuone.co.kr  
Phone: 82-2-3277-8440, Fax: 82-2-3277-8503

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 홍삼은 2005년도에 제조된 6년근 30지 홍삼근(양삼)과 6년근 홍미삼으로 K사로부터 구매하여 실험에 사용하였다. 사포닌 분석을 위한 ginsenoside 표준품은 Wako사(Japan)로부터 ginsenoside 7종을 구입하여 사용하였고, 사포닌 추출을 위한 메탄올은 EP급을 사용하였으며, Diaion HP-20은 Mitsubishi Chemical사(Japan)의 제품을 사용하였다. HPLC용 용매는 Merck사(USA)의 HPLC grade를 사용하였다.

### 홍삼추출액 제조

추출은 적외선 가열방식의 홍삼 추출기 MS-380(Medi-sonkorea, Korea)을 사용하였고, 추출온도는 75°C에서 95°C 사이에서 5°C 간격으로 구간을 나누어 24시간, 48시간, 72시간씩 추출하여 추출조건별로 홍삼추출액을 제조하였다. 추출에 사용한 홍삼시료는 6년근 홍삼근(30지)과 홍미삼을 2:1 비율로 혼합하여 사용하였고, 가수량은 일반적으로 2~3개월간 섭취할 수 있는 홍삼추출액을 제조할 수 있도록 원물중량 대비 18.6배를 가하여 추출하였으며, 추출용매로는 풀무원샘물의 생수를 제공받아 사용하였다.

### 사포닌 분석

본 연구에서는 Diaion HP-20 수지 흡착법(17)을 이용하여 홍삼추출액에서 사포닌 분획을 분리하였다. 추출조건별로 제조한 홍삼추출액을 각각 50 g씩 취하여 Diaion HP-20 column(2.8×22 cm, wet volume 80 mL)에 흡착시켰다. 흡착된 column을 증류수(400 mL)로 충분히 세척한 다음 메탄올 200 mL로 용출하여 감압농축을 통해 사포닌 분획을 얻고 이를 다시 분석용 메탄올에 녹여 50 mL만큼 정량하여 0.45 µm 필터로 여과 후 HPLC 분석에 사용하였다. 분석에 사용한 HPLC 장치는 Waters Breeze system(Waters, USA)으로 Waters 1525 HPLC 펌프와 Waters 2487 UV 검출기를 연결하여 사용했으며 Waters 717 plus 자동주입기를 이용하여 시료를 주입하였다. HPLC 컬럼은 Novapak® C18(3.9×150 mm, Waters, USA)을 사용하였다. 이동상은 H<sub>2</sub>O(A)와 CH<sub>3</sub>CN(B)을 사용하여 solvent B의 비율을 17%에서 20%(10분), 31%(15분), 42%(30분), 100%(48분)으로 순차적으로 변화시켜 주고 마지막으로 다시 17%(58분)로 조절하였다. Column 온도는 35°C, 유속은 분당 1.5 mL, UV 파장은 203 nm로 설정하여 Fig. 1과 같이 분석하였다.

### 색차, °Brix 및 pH 측정

추출조건에 따른 홍삼추출액의 색 변화를 살펴보기 위하여 색차계(CR300, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter's value인 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값을 측정하였다. 색차는 증류수를 표준색으로 하여 추출조건별로

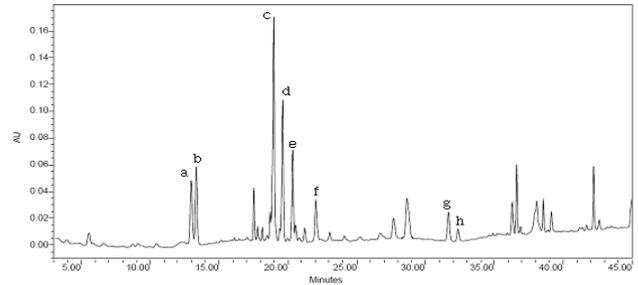


Fig. 1. HPLC profiles of ginsenosides detected from the red ginseng extract by extracting at 75°C 24 hours.

a) Ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, b) -Re, c) -Rb<sub>1</sub>, d) -Rc, e) -Rb<sub>2</sub>, f) -Rd, g) -Rg<sub>3</sub> (20S), h) -Rg<sub>3</sub> (20R).

ΔE 값으로 환산하여 나타내었다. 모든 시료는 3회 반복 측정하였고 ΔE는 다음 식으로부터 산출하였다(18).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

°Brix와 pH는 홍삼추출액 그 자체를 시료로 하여, °Brix 측정은 hand refractometer(Atago, Japan)로, pH 측정은 pH meter(Mettler Toledo, Switzerland)로 사용하여 데이터를 측정하였고, 각각 3회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

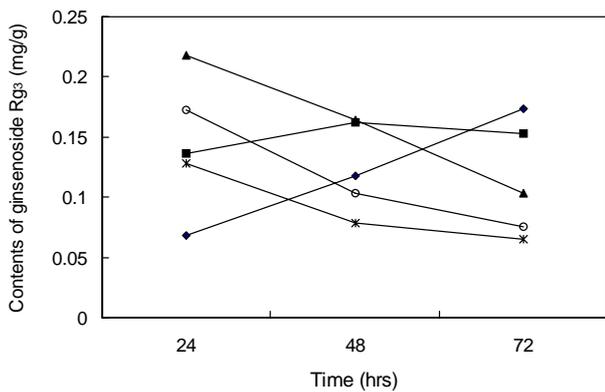
### 사포닌 함량 변화

추출온도 및 시간별로 홍삼추출액을 제조하여 총 사포닌(total ginsenosides)함량과 개별 ginsenoside의 함량을 비교·조사하였다. Table 1과 같이 추출조건별 홍삼추출액의 총 사포닌 함량은 추출온도가 낮고 추출시간이 짧을수록 총 사포닌 함량이 증가하는 경향을 나타내었고, 실험을 진행했던 추출조건 중 75°C, 24시간 추출한 홍삼추출액에서 0.774 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 반면, 95°C, 72시간 추출한 홍삼추출액의 총 사포닌 함량은 0.098 mg/g으로 75°C, 24시간 조건에 비해 87.3% 감소된 것으로 나타났다. 추출조건별 홍삼추출액의 총 사포닌 함량은 추출온도와 시간에 모두 영향을 크게 받는 것으로 판단되며, 특히 추출시간에서는 온도가 증가함에 따라 48시간을 기점으로 총 사포닌 함량이 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 개별 ginsenoside 함량에 있어서도 Table 1과 같이 추출온도와 시간이 증가될수록 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 추출온도가 85°C 이상, 추출시간은 48시간 이상부터는 protopanaxadiol(PPD)계 사포닌인 Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd와 protopanaxatriol(PPT)계 사포닌인 Re, Rg<sub>1</sub>이 검출되지 않았다. 하지만 홍삼 특유 사포닌인 Rg<sub>3</sub>의 경우는 Fig. 2에 보는 바와 같이 80°C 이하에서는 추출시간이 증가될수록 Rg<sub>3</sub> 함량이 오히려 증가하는 패턴을 보였으며, 85°C 이상에서는 추출시간이 증가됨에 따라 Rg<sub>3</sub> 함량이 다시 감소하는 경향을 나타

**Table 1. Ginsenosides concentration in red ginseng extract under various conditions**

Temp (°C)	Time (hrs)	Ginsenosides (mg/g)								Total ginsenosides
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Rg <sub>3</sub> (20S)	Rg <sub>3</sub> (20R)	Re	Rg <sub>1</sub>	
75	24	0.274 <sup>1)</sup>	0.107	0.132	0.041	0.047	0.021	0.087	0.065	0.774
	48	0.250	0.087	0.101	0.035	0.080	0.038	0.058	0.052	0.701
	72	0.188	0.044	0.038	0.024	0.142	0.032	0.021	0.018	0.507
80	24	0.250	0.090	0.097	0.039	0.099	0.037	0.054	0.042	0.708
	48	0.201	0.066	0.060	0.028	0.119	0.043	0.031	0.027	0.575
	72	0.090	0.007	0.001	0.006	0.130	0.023	0.001	0.002	0.260
85	24	0.184	0.048	0.037	0.024	0.168	0.050	0.020	0.015	0.546
	48	0.083	0.005	ND <sup>2)</sup>	0.005	0.126	0.038	ND	ND	0.257
	72	0.040	ND	ND	ND	0.080	0.023	ND	ND	0.143
90	24	0.162	0.030	0.023	0.017	0.137	0.036	0.018	0.016	0.439
	48	0.050	ND	ND	ND	0.084	0.019	ND	ND	0.153
	72	0.049	ND	ND	ND	0.062	0.013	ND	ND	0.124
95	24	0.147	0.024	0.015	0.009	0.099	0.029	0.020	0.007	0.350
	48	0.032	ND	ND	ND	0.064	0.015	ND	ND	0.111
	72	0.033	ND	ND	ND	0.052	0.013	ND	ND	0.098

<sup>1)</sup>Values were means of three experiments. <sup>2)</sup>Not detected.



**Fig. 2. Changes in concentration of ginsenoside Rg<sub>3</sub> of red ginseng extract under different conditions.**

◆: 75°C, ■: 80°C, ▲: 85°C, ○: 90°C, \*: 95°C

났다. Rg<sub>3</sub>를 제외한 6종의 개별 ginsenoside 함량은 75°C, 24시간 추출한 홍삼추출액에서 최대함량을 나타내었으나 Rg<sub>3</sub>의 경우에는 85°C, 24시간 추출한 홍삼추출액에서 최대 함량을 나타내었다. 홍삼농축액의 경우에 추출온도가 증가됨에 따라 일부 PPT계 사포닌인 Rg<sub>1</sub>과 Rg<sub>2</sub> 등의 함량이 증가된다는 사실은 Sung 등(19)의 연구결과에서 보고된 적이 있었으나, 본 연구에서 제조한 홍삼추출액에서는 추출온도 증가에 따른 PT계 사포닌의 증가를 확인할 수 없었다. 하지만 PPD계 사포닌인 Rg<sub>3</sub>가 일정범위 내에서 추출온도와 시간이 증가할수록 함량이 증가된다는 사실을 이번 연구를 통해 새롭게 확인하였다. 이러한 현상은 Kim 등(20)의 연구결과와 같이 열처리 과정에서 열 안정성이 낮은 일부 ginsenosides가 홍삼추출액 상의 유기산에 의해 C<sub>20</sub> 위치의 glucoside 결합이 가수분해되면서 prosapogenin 형태인 Rg<sub>3</sub>로 구조전환이 이루어지는 것으로 추정할 수 있으며, 이에 대한 정확한 메커니즘을 밝히기 위해서는 좀 더 심도 있는 연구가

진행되어야 할 것으로 사료된다. 따라서 홍삼추출액에 있어 총 사포닌 함량 및 ginsenoside별 조성으로 볼 때 추출온도는 75°C에서 80°C 사이, 추출시간은 24시간에서 48시간 이하의 추출조건이 홍삼추출액의 제조 시 사포닌 추출에 효과적인 것으로 판단된다.

**이화학적 특성 변화**

홍삼추출액을 제조할 때의 추출시간 및 온도가 홍삼추출액의 이화학적 변화에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 추출 조건에 따른 홍삼추출액의 pH, °Brix, 색차의 변화를 측정 한 결과는 Table 2와 같으며, 사포닌의 경우와 마찬가지로 추출 조건이 추출액의 이화학적 특성에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 전반적으로 추출온도와 시간이 증가할수록 홍삼

**Table 2. Effects of extraction conditions on pH, °Brix and color difference**

Temp (°C)	Time (hrs)	pH	°Brix	Color difference (ΔE)
75	24	5.01 <sup>1)</sup>	2.3	17.89
	48	4.89	2.6	20.75
	72	4.69	2.8	23.88
80	24	4.89	2.5	26.13
	48	4.76	2.8	29.36
	72	4.57	3.1	36.28
85	24	4.79	2.6	33.37
	48	4.65	3.0	40.56
	72	4.51	3.3	45.27
90	24	4.75	2.7	35.86
	48	4.58	3.1	45.85
	72	4.47	3.5	51.36
95	24	4.72	2.8	38.85
	48	4.53	3.2	49.29
	72	4.41	3.7	55.48

<sup>1)</sup>Values were means of three experiments.

추출액의 °Brix와 색차는 함께 증가하는 경향을 나타내었으나, pH의 경우는 감소하는 경향을 나타냈다. °Brix의 경우에는 추출온도와 시간이 증가함에 따라 °Brix가 증가되는 경향을 나타내었으며, 95°C, 72시간 추출한 홍삼추출액의 °Brix가 3.7로 가장 높게 나타났다. 각 추출시간대에서는 추출온도의 상승에 따른 °Brix의 증가비율이 비교적 일정하였으며, 추출시간별로 볼 때 72시간 추출조건에서 추출온도의 상승에 따른 °Brix 증가폭이 다소 높게 나타났다. 색차 측정에 있어서는 증류수의 L, a 및 b값을 기준으로 하여 추출조건별로 홍삼추출액의 L, a 및 b값을 각각 측정하여 그 차이(ΔE)를 색차로써 나타내었다. 색차의 경우에서도 °Brix와 마찬가지로 추출온도와 시간이 증가함에 따라 색차가 증가하는 경향을 나타내었으며, 95°C, 72시간 추출조건에서 홍삼추출액의 색차가 55.48로 가장 짙은 색을 나타내었다. 이는 홍삼추출액 내에 용출된 당 성분들이 고온에 의한 갈변화를 일으켜 시간이 지나면서 색도가 점점 증가하였기 때문으로 판단된다. 각 추출시간대별 추출온도 상승에 따른 색차 증가비율은 85°C를 지나면서부터 색차의 증가폭이 다소 둔화됨을 확인할 수 있었다. 홍삼추출액의 pH의 경우는 추출온도와 시간이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였으며, 95°C, 72시간 추출조건에서의 홍삼추출액의 pH가 4.41로 가장 낮게 측정되었다. 이는 추출온도와 시간의 증가에 따른 화학반응 및 유기산의 생성, 그리고 반응 중간 생성물 등에 의한 것으로 추정된다. 각 추출시간별로 볼 때 24시간 추출한 경우가 72시간 추출할 때에 비해 추출온도 상승에 따른 pH 하락폭이 낮게 나타났다. 품질적인 면에서 볼 때 추출조건별 홍삼추출액의 이화학적 변화는 사포닌 추출의 경우와 반대로 추출온도와 시간이 증가될수록 품질이 안정화되는 경향을 나타내는 것으로 확인할 수 있었으며, 홍삼추출액의 안정성 및 °Brix와 같은 품질적인 특성을 고려하였을 때 85°C 내외의 온도에서 48시간정도 추출하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

## 요 약

홍삼은 건강을 유지하기 위한 약재로 오래전부터 우리나라에서 많이 애용되고 있는 한방소재로서 근래에 와서 홍삼의 유효 성분군이 사포닌으로 밝혀지면서 약리 효능적인 측면에서는 연구가 급진전되었으나, 홍삼의 유용 사포닌 성분을 안정성 높게 회수하기 위한 추출방법 및 홍삼을 추출하는데 있어 이화학적인 특성에 영향을 주는 조건에 대해서는 현재까지 연구된 바가 많지 않아 홍삼 추출조건에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 홍삼 추출기를 이용하여 추출조건에 따른 사포닌 성분 및 이화학적 변화에 대해 조사하여 비교분석하였다. 홍삼추출액의 총 사포닌 함량에 있어서는 추출온도와 시간이 증가함에 따라 총 사포닌 함량이 감소하는 경향을 나타내었으며, 75°C, 24시간

추출조건에서 0.774 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 개별 ginsenoside 함량에서도 대부분 추출온도와 시간이 증가될수록 함량이 감소하였지만, Rg<sub>3</sub>의 경우에는 일정범위 내에서의 추출조건에서는 함량이 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 홍삼 추출 시 가열 과정에서 일부 ginsenoside가 Rg<sub>3</sub>로 구조 전환되면서 그 함량이 증가한 것으로 추정된다. 또한 추출조건별 홍삼추출액의 이화학적 변화에 있어서는 사포닌의 경우와 반대로 추출온도와 시간이 증가될수록 °Brix와 색차는 증가되는 반면, pH는 감소하는 등 전반적으로 품질 측면에서는 안정화되는 경향을 나타내었으며, 품질적인 특성만을 고려한 적정 추출조건은 85°C 내외에서 48시간 추출하는 것이 효율적이라 판단된다. 따라서 이러한 결과를 바탕으로 홍삼 추출액의 품질특성과 사포닌의 안정적인 추출을 위한 적정 추출조건은 ginsenosides의 손실이 최소화되는 80°C 내외에서 물리적 성질이 안정화되기 시작하는 48시간 이내로 추출하는 것이 적합한 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 홍삼 추출방법에 있어서 최적의 추출조건에 대한 정보를 주는 것이며, 더 나아가 고농도 사포닌성분이 함유된 기능성 홍삼제품 개발에 기초정보를 제공하는 결과라 사료된다.

## 문 헌

1. Choi KJ. 1991. Constituent and quality control of ginseng. *Korean J Ginseng Sci* 15: 247-256.
2. Garriques S. 1854. On panaquilon, a new vegetable substance. *Ann Chem Pharm* 90: 231-234.
3. Brekhman II. 1957. Panax ginseng. *Mediz Leningrad* 182: 55-58.
4. Shibata S, Tanaka O, Ando T, Sado M, Tsushima S, Ohsawa T. 1966. Chemical studies on oriental plants drugs: Protopanaxadiol, a genuine saponin of ginseng saponins. *Chem Pharm Bull* 14: 595-600.
5. Nam KY. 2002. Clinical applications and efficacy of Korea ginseng. *J Ginseng Res* 26: 111-131.
6. Park JD. 1996. Recent studies on the chemical constituents of Korea ginseng. *Korean J Ginseng Sci* 20: 389-415.
7. Chepurnov SA, Chepurnova NE, Park JK, Buzinova EV, Lubimov II, Kabanova NP, Nam KY. 1994. The central effects of saponin components and polysaccharides fraction from Korea red ginseng. *Korean J Ginseng Sci* 18: 165-174.
8. Yun TK, Lee YS, Lee YH, Yun HY. 2001. Cancer chemopreventive compounds of red ginseng produced from *Panax ginseng* C.A. Meyer. *J Ginseng Res* 25: 107-111.
9. Keum YS, Park KK, Lee JM, Chun KS, Park JH, Lee SK, Kwon H, Surh YJ. 2000. Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. *Cancer Lett* 150: 41-48.
10. Jeon BH, Kim HS, Chang SJ. 1999. Effect of saponin and non-saponin of *Panax ginseng* on the blood pressure in the renovascular hypertensive rats. *J Ginseng Res* 23: 81-87.
11. Kang SY, Kim ND. 1992. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. *Korean J Ginseng Sci* 16: 175-182.
12. Kim DH, Kwak KH, Lee KJ, Kim SJ. 2004. Effects of Korea red ginseng total saponin on repeated unpredictable stress-

- induced changes of proliferation of neural progenitor cells and BDNF mRNA expression in adult rat hippocampus. *J Ginseng Res* 28: 94-103.
13. Petkov VD, Mosharraf AH. 1987. Effects of standardized ginseng extract on learning, memory and physical capabilities. *Am J Chin Med* 15: 19-29.
  14. Lee JH, Park HJ. 1995. Effects of lipophilic fraction from Korean red ginseng on platelet aggregation and blood coagulation in rats fed with corn oil and beeftallow diet. *Korean J Ginseng Sci* 19: 206-211.
  15. Jung KY, Kim DS, Oh SR, Lee IS, Lee JJ, Park JD, Kim SI, Lee HK. 1998. Platelet activating factor antagonist activity of ginsenosides. *Biol Pharm Bull* 21: 79-80.
  16. Bae KC, Kim SH. 1998. Antioxidant effects of Korea ginseng radix, Korea red ginseng radix and total saponin. *Korean J Oriental Medical Pathology* 12: 72-81.
  17. Kim SK, Kwak YS, Kim SW, Hwang SY, Ko YS, Yoo CM. 1998. Improved method for the preparation of crude ginseng saponin. *J Ginseng Res* 22: 155-160.
  18. Jeong JH, Sim SH. 2006. A study of optics and color difference of various photochromic lenses by UV lamp. *Korean J Vis Sci* 8: 29-36.
  19. Sung HS, Yang CB, Kim WJ. 1985. Effects of extraction temperature and time on saponin composition of red ginseng extract. *Korean J Food Sci* 17: 265-270.
  20. Kim CS, Choi KJ, Kim SC, Ko SY, Sung HS, Lee YG. 1998. Controls of the hydrolysis of ginseng saponins by neutralization of organic acids in red ginseng extract preparations. *J Ginseng Res* 22: 205-210.

(2007년 10월 30일 접수; 2008년 2월 5일 채택)