

홍삼엑기스의 산(pH) 및 온도처리에 의한 기능성 사포닌 함량증대

인준교, 이범수, 김은정, 박명한, 양덕춘^{1*}

(주)바이오피아 생명공학연구소, ¹경희대학교 한방재료가공학과

Increase of Functional Saponin by Acidic Treatment and Temperature of Red Ginseng Extract

Jun-Gyo In, Bum-Soo Lee, Eun-Jeong Kim, Myung-Han Park, and Deok-Chun Yang^{1*}

Research Institute of Biotechnology, BioPia Co., Ltd, Yongin 449-598, Korea

¹Dept. of Oriental Medicine Material and processing, Kyung Hee Univ., Suwon 449-701, Korea

Abstract - To increase the contents of functional ginsenosides by conversion, especially ginsenoside-Rg₃ and Rh₂, the extracts of red ginseng were treated with high temperature and citric acid or apricot extract. When the extracts were subject to 120°C for 2 hours, the content of ginsenoside-Rg₃ was increased 2 times than in control. When the extracts were subject to 120°C and acidic conditions adjusted with citric acid, the ginsenoside-Rg₃ was detected 2.8 times, but other ginsenoside were decreased heavily to 65%. When the extract were treated with for 12 hours at 80°C, the content of ginsenoside-Rg₃ was increased to 3.3 times. Also, when the red ginseng extracts were treated with apricot extract, the ginsenoside-Rg₃ was detected to 4 times than in control, but other ginsenoside were decreased lightly to 35%, not same as at the 120°C treatment.

Key words - Acid, Functional saponin, Ginsenoside-Rg₃, Red ginseng, Temperature

서 론

인삼의 대표적인 약용식물로서 효능에 대해서는 예로부터 한방의학에서 수 천년 동안의 경험에 의하여 그 약효가 특출한 것으로 알려져 왔다. 현대에 이르러서는 세계 각국의 저명한 학자들에 의해 활발한 과학적 연구가 진행되어 인삼의 효능이 생리학, 생화학, 약리학, 병리학적인 지식에 바탕을 둔 임상학적인 연구결과가 보고되고 있다. 인삼의 주요 약용 성분인 ginsenosides는 인삼속(*Panax*) 식물에만 함유된 dammarene 골격을 가진 triterpenoid 배당체로 자양강장, 당뇨개선, 항암 및 면역증강 등의 효능이 있다(Huo *et al.*, 1998; Joo, 1990; Jung *et al.*, 2000; Matsunaga *et al.*, 1990; Takagi *et al.*, 1972; Yamamoto *et al.*, 1990; Yokozawa *et al.*, 1987).

인삼에 다량으로 함유되어 있는 ginsenosides는 구조적 특성에 따라 panaxadiol(PD)계와 panaxatriol(PT)계로 구분되는데(Shibata *et al.*, 1966), PD계는 중추신경 진정효

과가 있으며, PT계는 콜레스테롤의 함량저하효과가 있는 것으로 알려져 있다(Choi, 1991; Kim, 1998). 최근 인삼의 특정성분에 대한 약리효능·효과가 과학적으로 인정받아 전세계적으로 수요가 점차 증가하고 있다.

최근 분리분석 기술의 발달에 따라 지금까지 30여종의 인삼사포닌의 화학구조가 밝혀졌다. 인삼 사포닌 성분들의 개별 효과가 밝혀지면서 의약품 개발에 대한 가능성도 제시되고 있는데, ginsenoside-Rb₂는 암독소 호르몬에 대한 길항작용 및 중앙혈관신생억제작용(Choi, 1991)에 대해서, ginsenoside-Rc는 장내 세균에 의한 대사산물을 이용한 항암제 개발 가능성이 제시되었다(Hideo *et al.*, 1998). 홍삼류 특유성분으로 PD계 사포닌인 ginsenoside-Rg₃ 성분은 다양한 약리활성을 가지고 있는데, 특히 암세포의 정상세포 내로 침윤과 혈관신생의 억제로 암세포의 전이를 억제하고 혈관의 평활근 확장작용으로 혈압을 저하 등의 기능이 있다고 한다(Mochizuki *et al.*, 1995; Nam, 2005; Park, 1996).

그러나 기존 홍삼 중에는 ginsenoside-Rg₃가 미량으로 존재(0.02%)하므로, 이들 성분이 고함유된 인삼추출물을 만들 수 있는 가에 초점을 맞추어 국내외에서 다각적인 연구

* 교신저자(E-mail) : dcyang@khu.ac.kr

검토가 진행되고 있고, 이미 일부 제품이 출시되어 판매되고 있으며 금후 후발 제품이 개발되어 시장에 경쟁적으로 출시 될 것으로 전망된다. 그러나 이들 방법은 특수한 시설장비가 필요하고 생리적인 활성이 있는 다른 인삼 사포닌 성분의 파괴가 현저한 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 고온 처리에 의한 현저한 다른 유효 사포닌의 손실없이 효율적으로 기능성 사포닌 특히 ginsenoside-Rg3를 다량 생산하는 기술개발을 목표로 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

구연산과 매실엑스를 이용한 홍삼엑스의 pH 조절

홍삼엑스는 관행적인 방법에 의하여 제조된 60° birx 홍삼 엑기스(미삼 70%, 주근 30%, 수분함량 29.6%)를 증류수에 용해하여 25° brix 용액으로 만든 후 이들에 구연산(citric acid, Sigma) 50%(pH 0.56) 용액을 첨가하면서 pH를 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 등으로 맞추었다. 또한 시중에서 식품용으로 판매되고 있는 67° brix 매실엑스(pH 1.6, 바산, 한국)를 25° brix 홍삼엑스에 첨가하면서 각각 pH를 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0의 5개 처리용 시료를 준비한 후 사포닌 변환 실험에 이용하였다. 대조구는 산도를 조정하지 않은 25° brix 홍삼엑스(pH 4.4)를 사용하였다.

홍삼엑스의 온도처리

온도에 따른 사포닌 변환을 조사하기 위한 120℃의 고온 처리는 autoclave를 이용하여 각 처리구별 시료를 삼각플라스크를 넣어 알루미늄 호일로 밀봉한 후 2시간씩 열처리를 하였다. 60℃와 80℃의 온도 처리는 항온 수조(Büchi, Germany)에 넣어 시간대별로 처리하였다.

HPLC를 이용한 사포닌 성분분석

처리된 각각의 시료들은 ginsenosides의 함량분석을 하기 위해서 일정량씩 취하여 수포화 n-butanol 추출법인 Ando 등(1971)의 방법에 따라서 분석 시료를 준비하였다. 처리한 홍삼엑스 5 g을 취한 후 감압농축하여 수분을 제거하고 에테르로 추출하여 탈지시킨 후 수포화 n-butanol로 3회 추출하고 이들을 모두 합하여 증류수로 1회 세척한 후 수층은 버리고 n-butanol층만 rotavapor(Büchi, Germany)를 이용하여 감압·농축시킨 후 HPLC용 메탄올 500 ul에 용해한 후 0.45 um millipore syringe filter(Satorius)로 여과한 후 10 ul를 HPLC(Waters)기에 주입하여

ginsenosides를 분리·정량하였다. 사포닌 화합물의 확인 및 정량에 사용된 개별 사포닌 성분인 ginsenosides 표준품(Rg1, Rf, Re, Rd, Rc, Rb2, Rb1, Rg2, Rg3, Rh1, Rh2)은 한국인삼연초연구원에서 분양 받은 것을 사용하였다. Chromatogram의 각 peak는 표준품 사포닌의 chromatography에 의하여 동정하였고, 각 ginsenosides의 함량은 표준품과 비교하여 peak 높이로 계산하였다.

결과 및 고찰

인삼속(Panax) 식물에는 triterpenoid계의 담마란계 사포닌이 특이적으로 존재한다. 4환성의 담마란계 사포닌은 비당부분에 붙어 있는 수산기(-OH)의 수에 따라서 2개인 경우 protopanaxadiol(PD)계로, 3개인 경우 protopanaxatriol(PT)계 사포닌으로 구별된다. PD계 사포닌은 중추신경 진정 효과가 있으며, PT계는 콜레스테롤의 함량저하효과가 있다(Choi, 1991; Kim, 1998). 현재까지 30여종 이상의 사포닌이 인삼으로 부터 분리되었고, 다양한 약리효능들이 밝혀지고 있다(남, 1996). 이러한 사포닌들은 가수분해, 산처리 또는 가열처리를 할 경우 구조가 변형되면서 생리적인 활성이 증가한다.

홍삼특이적 사포닌 성분으로는 ginsenoside-Rg3, Rh2, Rh1 등이 있는데, 이중 ginsenoside-Rg3성분은 암세포전이억제작용과, 혈관이완작용, 항혈전작용 등의 생리활성이 뛰어난 것으로 알려져 있다(김, 2001). 그러나 이들 성분은 홍삼에 극히 미량으로 들어 있기 때문에 이들의 함량을 증대시키면 인삼의 부가가치 증대로 연결된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 고기능성 홍삼사포닌성분의 함량을 증대시키기 위한 목적으로 홍삼엑스에 열처리, 산(acid)처리하여 그 가능성을 조사하였다.

구연산은 식품첨가물로서 pH 0.75의 높은 산도를 나타낸다. 구연산을 사용하여 산도를 조정할 경우 직접 식품원료로서 사용가능하기 때문에 본 연구에서는 산도조정을 위해서 50%의 구연산 용액을 사용하였다. 그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 pH 조정을 하지 않은 무처리구(control, pH 4.4)에 120℃ 열처리를 2시간 하였을 경우 ginsenoside-Rg3의 함량이 약 2배 정도 증가하는데 그친 반면, pH를 조정하고 열처리를 한 경우에는 상당한 사포닌 성분의 변환이 일어났다. 특히 50% 구연산(pH 0.56)용액으로 pH 2.0으로 조정한 처리구에서는 2.8배나 많은 ginsenoside-Rg3 성분이 증가하였으나 다른 유효한 사포닌의 파괴가 두드러져 처음 홍삼엑스에 함유되어 있던 총사포닌의 65% 정도가 소실되는 결과를 나타내었다.

Table 1. Conversion of ginsenosides by acidic regulation with citric acid and heat treatment at 120 °C

Treatment*	Ginsenoside content (mg/Ex/gr)											
	Rh2	Rh1	Rg2	Rg1	Rg3	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb1	total
Ginseng Ext.	0.39	2.50	3.96	2.92	3.30	3.23	5.25	4.01	8.23	7.23	7.91	48.93
Control	0.43	0.6	3.89	0.78	6.91	3.31	0.23	3.27	7.45	6.12	6.50	39.56
12-1	0.44	0.51	3.75	0.43	6.89	3.01	0.15	2.54	5.57	3.87	3.54	30.70
12-2	0.48	0.23	3.41	0.12	7.50	2.97	-	1.28	3.81	2.50	2.39	24.69
12-3	0.51	-	3.37	-	8.21	3.11	-	0.32	1.30	1.71	1.43	19.96
12-4	0.54	-	3.21	-	8.75	3.24	-	-	0.61	-	0.23	16.58
12-5	0.57	-	4.01	-	9.14	3.21	-	-	-	0.1	-	17.03

* Control, pH 4.4; 12-1, pH4.0; 12-2; pH3.5; 12-3, pH3.0; 12-4, pH2.5; 12-5, pH2.0.

열처리와 산도조절을 병행처리하였을 ginsenoside의 변환율이 증가하였으나, 산도가 높아질수록 소실변환이 급격히 증가하였다. 이것이 단지 산도차이 때문인 산도와 온도의 병행에 따른 효과인지를 알아보기 위해서 pH 조절을 하지 않은 무처리구(pH 4.4)에 80°C 열처리를 6시간, 12시간을 처리한 결과 12시간 처리하는 것이 사포닌의 변환에는 더 효과적이었으나 차이는 미미하였다(data 미제시). 홍삼액스의 산도를 조정하고 80°C에서 12시간 처리를 한 후 사포닌을 분리하여 HPLC로 분석한 결과 무처리의 경우 120°C에서 2시간 열처리한 경우에는 ginsenoside-Rg3의 함량이 약 2배 이상 증가한데 반하여(Table 1), 80°C의 무처리구에서는 거의 사포닌의 변환을 관찰할 수 없었다(Table 2). 그러나 pH를 조정하여 산도가 높아질수록 ginsenoside-Rg3의 함량이 현저하게 증가하였는데, 특히 pH를 2.5와 2.0로 조정된 처리구에서는 11.20 mg과 12.50 mg으로 홍삼액스의 3.3 mg보다 3.3배 이상 변환된 것으로 분석되었다. 총 사포닌 중 ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Re, Rg1의 함량이 산도가 높아짐에 따라서 급격히 소실되었고 홍삼 특이성분(ginsenoside-Rg3, Rh2, Rh1)의 함량은 현저히 증가되었다

(Table 2).

홍삼액스에 50% 구연산을 처리하여 pH를 조정하고 온도처리를 함으로서 생리활성이 높은 ginsenoside-Rg3의 사포닌 변환을 높일 수 있는 결과 얻었다. 그러나 산도가 2.0 정도로 높게 되면 제품을 개발하는데 있어서 식미효과 뿐만 아니라 액상제품을 생산할 경우에 침전물이 생기며, 특히 구연산을 사용할 경우 농도가 높게 되면 음복 후에 속에서 거부감을 느낄 수도 있는 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위해서 본 연구에서는 식품원료로서 사용되면서 산도가 높은 매실엑스(pH 1.7)에 주목하게 되었다. 매실엑스를 이용하여 홍삼액스의 pH를 2.5, 3.0, 3.5, 4.0으로 조정하여 사포닌의 변환여부를 조사하였다.

매실엑스로 홍삼액스이 pH를 조정한 후 온도를 80°C와 60°C로 처리하여 비교한 결과 큰 차이를 보이지 않았다(data 미제시). 처리 온도가 낮을수록 비용적인 측면에서 유리하기 때문에 매실엑스로 pH를 조정한 후 60°C에서 12시간 처리하였다. 그 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 pH 조절을 하지 않은 무처리구(pH 4.4)는 80°C 열처리구와 마찬가지로 거의 사포닌의 변환이 일어나지 않았다.

Table 2. Conversion of ginsenosides by acidic regulation with citric acid and heat treatment at 80 °C

Treatment*	Ginsenoside content (mg/Ex/gr)											
	Rh2	Rh1	Rg2	Rg1	Rg3	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb1	total
Ginseng Ext.	0.39	2.50	3.96	2.92	3.30	3.23	5.25	4.01	8.23	7.23	7.91	48.93
Control	0.39	2.50	3.96	2.92	3.43	3.23	5.20	4.01	8.14	7.02	7.54	48.34
8-1	0.40	2.40	3.87	0.89	3.80	3.11	4.72	3.99	8.03	6.71	4.74	42.6
8-2	0.43	2.21	3.70	0.63	4.25	2.89	2.60	3.94	6.91	5.53	3.98	37.07
8-3	0.45	1.95	3.61	0.53	8.25	2.75	0.87	3.93	5.32	4.21	3.12	34.99
8-4	0.64	1.30	3.29	0.34	11.20	2.56	0.51	3.83	4.51	2.31	2.53	33.02
8-5	0.71	0.62	2.29	0.30	12.50	2.47	0.32	3.01	3.03	2.51	2.73	30.54

* Control, pH 4.4; 8-1, pH4.0; 8-2; pH3.5; 8-3, pH3.0; 8-4, pH2.5; 8-5, pH2.0.

그러나 pH를 조정하여 산도가 높아질수록 ginsenoside-Rg3의 함량이 뚜렷하게 증가하였는데, 특히 pH를 2.5로 조정된 처리구에서는 13.34 mg으로 홍삼엑스의 3.3 mg보다 4배 이상 변환된 것으로 분석되었다. 80℃ 처리구에서와 동일하게 총 사포닌 중 ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Re, Rg1의 함량이 산도가 높아짐에 따라서 급격히 소실되었고, 역시 홍삼 특이적인 성분인 ginsenoside-Rg3, Rh2의 함량은 증가되는 경향을 나타내었다(Table 3). 구연산 처리로 pH를 2.5로 조정된 경우(11.20 mg)보다 많은 13.34 mg으로 ginsenoside-Rg3의 높은 변환율을 보였다. 비록 31% 정도의 total saponin의 감소가 있었으나 120℃의 고온처리에서 처럼 다른 유효한 사포닌의 큰 손실 없이 60℃에 12시간 처리하는 것만으로도 다량의 ginsenoside-Rg3를 생산하는 것을 확인하였다. 그러나 구연산(citric acid)으로 산도를 조정된 처리구 보다 매실(apricot extract)엑스 처리한 구에서 보다 효율적으로 ginsenoside-Rg3의 변환이 되는 점에 대해서는 금후 지속적인 연구를 통하여 밝혀야할 부분이다.

인삼사포닌은 화학구조의 특성에 따라 프로토파낙사디올(PD계), 프로토파낙사트리올(PT계), 올레안계 사포닌으로 구분하는데 현재까지 각각 19종, 10종, 1종의 화합물이 분리 정제되었다. 이 중에서 홍삼류 특유성분으로 PD계 사포닌인 ginsenoside-Rg3성분의 경우 다양한 약리활성을 가지고 있는 것으로 밝혀지고 있다(김, 2001). 특히 암세포의 정상 세포 내로 침윤과 혈관신생의 억제로 암세포의 전이를 억제하고 혈관의 평활근 확장작용으로 혈압을 저하시키며, cGMP의 증가로 NO 분비를 촉진하여 혈관을 이완시키고 혈류장애 개선 및 혈액 유통성을 향상시켜 혈액순환을 촉진하며 혈소판 응집억제 작용에 의한 항혈전 효과 등이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 뇌기능개선 효과도 인정되는데 glutamate 신경독성 방어 기작에 의한 신경세포 손상보호 작용과 카테콜아민 분비억제작용에 의한 중추신경계 조절작

용 등이 있는 것으로 보고되었다. 그러나 기존 홍삼 중에는 ginsenoside-Rg3가 미량으로 존재(0.02%)하므로, 이들 성분이 고함유된 인삼추출물을 만들 수 있는가에 초점을 맞추어 국내외에서 다각적인 연구 검토가 이루어지고 있으며, 이미 일부 제품이 출시되었고, 아울러 금후 후발 제품이 시장에 다수 출시될 것으로 전망된다. 그러나 원료생산을 위한 이들 방법은 특수한 시설장비가 필요하고 생리적인 활성이 있는 다른 인삼 사포닌 성분의 파괴가 현저하고 효율성이 떨어지는 단점이 있다. 본 연구에서는 특별한 시설장비 없이 간단하면서도 보다 효율적이며 경제적으로 다른 인삼 사포닌 성분의 현저한 파괴없이 면역 및 항암효과증진에 효과가 있는 ginsenoside-Rg3 성분과 홍삼특이성분을 현저히 증가시키는 방법을 성공적으로 개발 하였다.

적 요

고기능성 홍삼사포닌성분의 함량을 증대시키기 위한 목적으로 홍삼엑스에 열처리, 산(acid)처리하여 그 가능성을 조사하였다. 산도를 조정하지 않은 무처리구(control, pH 4.4)에 120℃ 열처리한 경우 ginsenoside-Rg3의 함량이 약 2배 정도 증가였다. 구연산으로 pH 2.0으로 조정하고 온도처리한 처리구에서는 2.8배나 많은 ginsenoside-Rg3 성분이 증가하였으나 다른 유효한 사포닌의 파괴가 두드러져 처음 홍삼엑스에 함유되어 있던 총사포닌의 65% 정도가 소실되었다. 80℃에서 12시간 처리를 한 경우에는 pH를 2.5와 2.0로 조정된 처리구에서는 11.20 mg과 12.50 mg으로 홍삼엑스의 3.3 mg보다 3.3배 이상 ginsenoside-Rg3 성분이 변환되었다. Ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Re, Rg1의 함량이 산도가 높아짐에 따라서 급격히 소실되었고 홍삼 특이성분(ginsenoside-Rg3, Rh2, Rh1)의 함량은 현저히 증가되었다. 매실엑스로 pH를 2.5로 조정된 처리구에서는 13.34 mg으로 홍삼엑스의 3.3 mg보다 4배 이상 변환된 것

Table 3. Conversion of ginsenosides by acidic regulation with apricot extract and heat treatment at 60℃

Treatment*	Ginsenoside content (mg/Ex/gr)											
	Rh2	Rh1	Rg2	Rg1	Rg3	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb1	total
Ginseng Ext.	0.39	2.50	3.96	2.92	3.30	3.23	5.25	4.01	8.23	7.23	7.91	48.93
Control	0.40	2.50	3.94	2.85	3.41	3.20	5.23	4.23	8.35	7.12	6.89	48.12
6-1	0.41	2.45	3.81	1.05	3.81	3.12	4.81	4.30	8.26	6.73	6.23	44.98
6-2	0.44	2.01	3.75	0.60	4.71	2.85	2.63	4.02	6.74	5.27	5.10	38.12
6-3	0.50	1.73	3.60	0.35	9.34	2.77	0.78	3.98	4.28	4.50	4.71	36.54
6-4	0.65	1.51	3.39	0.24	13.34	2.63	0.59	3.90	2.78	2.46	2.63	34.12

* Control, pH 4.4; 6-1, pH4.0; 6-2; pH3.5; 6-3, pH3.0; 6-4, pH2.5.

으로 분석되었다. 비록 31%정도의 total saponin의 감소가 있었으나 120℃의 고온처리에서 처럼 다른 유효한 사포닌의 큰 손실 없이 60℃에 12시간 처리하는 것만으로도 다량의 ginsenoside-Rg3를 생산하는 것을 확인하였다.

사 사

본 연구는 농림기술개발과제(ARPC)의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 대해 심심한 감사를 표하는 바이다.

인용문헌

Ando, T., O. Tanaka and S. Shibata. 1971. Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. *Syoyakugaku Zasshi*. 25: 28-32.

Choi, K.J. 1991. The constituent of material ginseng and management of quality, *Korean. J. Ginseng Sci*. 15: 247-256.

Hideo, H., J.H. Seong, M. Yasatosi, W. Masamori and J.D. Hur. 1998. Metabolites of ginseng saponin by enterobacteria and anticancer substance in clude it's useful constituent. Korea Patent No. 10-164266-000.

Huo, Y., L. Zhao, M. Utsuyama and K. Hirokawa. 1998. Effects of ginseng saponin on the immunity of young and old mice. *Proceeding of the 7th International Symposium on Ginseng*, The Korean Society of Ginseng, pp. 281-288.

Joo, C.N. 1990. Some physiological and biochemical aspects of saponin fraction of *Panax ginseng* C.A.Meyer. *korean. J. Ginseng. Sci*. 14: 143-156.

Jung, N.P., S.O. Song and S.U. Choi. 2000. Cytotoxicity of white and red ginseng against cancer cells and their effects on the cell cycle. *J. Ginseng Res*. 24: 183-187.

Kim, Y.W. 1998. Glucocorticoid receptor-induced down-regulation of metalloproteinse-9 (MMP-9) by ginseng components, panaxdiol (PD) and panaxatriol (PT), contributes to inhibition of the invasive capacity of HT1080 human fibrosacoma cells. *Proceeding of the 7th*

Int'l Symposium on Ginseng, The Korean Society of Ginseng, pp. 224-230.

Matsunaga, H., M. Katano, H. Yamamoto, H. Fujito, M. Mori and K. Takata. 1990. Cytotoxic activity of polyacetylene compounds in *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Chem. Pharm. Bull*. 38: 3480-3482.

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-Rb2, 20(R)- and 20(S)-ginsenoside-Rg3, of red ginseng. *Biol. Pharm. Bull*. 18: 1197-1202.

Nam, K.Y. 2005. The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs processed ginsengs (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J. Ginseng Res*. 29: 1-18.

Park, J.D. 1996. Recent studies on the chemical constituents of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Korean J. Ginseng Sci*. 20: 389-415.

Shibata, S., T. Tanaka, T. Ando, M. Sado, S. Tsushima and T. Ohsawa. 1966. Chemical studies on oriental plant drugs (XIV). Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponin. *Chem. Pharm. Bull*. 14: 595-600.

Takagi, K., H. Saito and H. Nabata. 1972. Pharmacological studies of *Panax ginseng* root : Estimation of pharmacological action of *Panax ginseng* root. *Jap. J. Pharmacol*. 22: 245-259

Yamamoto, H., M.Kutano and H. Matsunaga. 1990. Anti-tumor substance from *Panax ginseng* roots. *Korean J. Ginseng Sci*. 14: 244-252.

Yokozawa, T., H. Oura and Y. Kawashima. 1987. Effect of administration of ginsenoside-Rb2 in diabetic rats : In terms of carbohydrate and lipid metabolites. *Chem. Pharm. Bull*. 35: 4872-4877.

김낙두. 2001. 홍삼의 약리작용. *J. Ginseng Res*. 25: 2-10.

남기열. 최신고려인삼(성분 및 효능편). 한국인삼연초연구원, 천일인쇄사, 대전. pp. 13-115.

(접수일 2005. 9. 30 ; 수락일 2006. 2. 2)