

가공방법에 따른 몇가지 백삼 제품의 사포닌 및 유리당 조성 변화

이부용 · 김은정 · 박동준 · 홍석인 · 전향숙
한국식품개발연구원

Composition of Saponin and Free Sugar of Some White Ginsengs with Processing Conditions

Boo-Yong Lee, Eun-Jeong Kim, Dong-Jun Park, Seok-In Hong and Hyang-Sook Chun
Korea Food Research Institute

Abstract

To analyse components of fresh ginseng and some white ginsengs with different processing conditions, approximate composition, extraction yield, total saponin content and composition and free sugar composition of fresh ginseng, white ginseng, Taeguksam A and Taeguksam B were examined. Yield of hot water extraction was two times higher than that of 80% methanol extraction. Hot water extraction yields of fresh ginseng, white ginseng, Taeguksam A and Taeguksam B were 56.4, 39.9, 42.9 and 46.6%, respectively, while the 80% methanol extraction yields ranged from 15.8% to 21.9%. Total saponin contents of the above were 2.40, 1.73, 1.45 and 1.79%, respectively, with hot water extraction and were 2.15, 2.99, 2.81 and 2.35%, respectively, with 80% methanol extraction. Ginsenoside compositions of the above varied with processing conditions and extraction solvents. Hot water and 80% methanol extracts of fresh and white ginseng composed of fructose, glucose, sucrose and maltose. Rhamnose was detected only in the extract of Taeguksam A and B.

Key words: white ginsengs, processing conditions, saponin and free sugar compositions

서 론

인삼의 영양으로 취급되고 있는 고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Mayer)은 국내외의 많은 연구진들에 의해 구성성분과 약리학적 효능이 구명되어 왔다. 최근 여러가지 약리효능이 과학적으로 입증됨에 따라 의약품으로는 물론 건강보조 식품으로서 동남아를 비롯하여 구주, 미주에서도 널리 인정받고 있는 추세이다⁽¹⁾.

인삼은 발에서 수확한 수삼을 가공하는 방법에 따라 백삼과 홍삼으로 나누고 있다. 전통적인 가공 방법에 의해 제조되는 백삼에는 수삼을 박피, 치미(治尾)하여 수분함량을 13%내외로 건조시킨 제품과 수삼을 80-95°C의 뜨거운 물속에서 20-30분정도 열탕처리한 후 건조, 치미한 태극삼 등이 있다⁽¹⁾. 그러나 인삼의 유효성분인 사포닌은 동체보다 표피와 미삼에 더 많이 함유되어 있으므로 박피나 치미에 의해 사포닌의 손실이 일어난다. 또한 전통적인 태극삼 제조와 같이 열

수 처리하는 경우 사포닌과 유리당 등의 여러가지 수용성 성분들의 손실이 클 것으로 예상된다. 따라서 태극삼과 같은 백삼 제조시 사포닌이나 유리당같은 유효성분들이 손실되지 않도록 새로운 가공방법을 개발할 필요가 있다.

한편, 인삼의 사포닌 성분에 관한 연구를 살펴보면 정량법과 임상적인 약리효과에 대해서는 많은 연구 결과들이 보고되어 있다. 가공학적인 측면에서의 사포닌에 대한 연구는 인삼의 부위 및 인삼차의 사포닌 조성을 조사한 것⁽²⁾, 인삼엽의 사포닌 함량⁽³⁾, 산지별, 부위별, 재배기간 및 가공 중 사포닌 함량을 조사한 연구⁽⁴⁾, 처리온도 및 시간에 따른 ginsenoside의 반응속도론적 연구⁽⁵⁾, 인삼제품의 사포닌 추출방법에 관한 연구⁽⁶⁾, 인삼의 부패시 사포닌 성분의 변화⁽⁷⁾, 생약복합제 드링크 중 인삼 saponin의 확인 및 분리 정량에 관한 연구⁽⁸⁾ 등이 있다. 인삼 가공과 관련된 유리당에 관한 연구는 HPLC를 이용하여 인삼제품 중의 유리당을 정량한 연구⁽⁹⁾, 각 나라별 삼의 유리당 조성 차이를 분석한 결과⁽¹⁰⁾, 인삼 가공시 추출조건에 따른 extract의 당류 변화를 조사한 결과⁽¹¹⁾, 가공시 인삼의 부위별 유리

Corresponding author: Boo-Yong Lee, Korea Food Research Institute, San 46-1, Backhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyunggi-do 463-420, Korea

당 조성 차이를 분석한 결과⁽¹²⁾, 저온저장시의 유리당 함량 및 조성을 분석한 결과⁽¹³⁾ 등이 있다. 그러나 수삼을 각각 다른 방법으로 가공한 백삼 제품들의 가공방법에 따른 일반성분, 추출수율, 사포닌과 유리당 조성의 차이를 조사한 연구는 거의 전무하다.

따라서 본 실험에서는 가공방법에 따른 백삼 제품들의 성분 변화에 대한 조사의 일부로서 열수 처리하지 않고 마이크로웨이브를 이용하여 열처리한 뒤 건조시키는 새로운 가공 방법으로 제조한 태극삼의 일반성분, 추출수율, 사포닌 함량과 조성, 유리당 조성을 원료삼인 수삼과 전통적인 방법으로 제조한 백삼, 태극삼과 비교 분석하였던 바 이에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 시료는 수삼, 전통적인 방법으로 제조된 백삼(반곡삼), 태극삼(태극삼 A) 및 새로운 방법으로 제조된 태극삼(태극삼 B)이었다. 수삼은 1995년 9월에 경상북도 풍기지역에서 수확된 4년근으로 비슷한 크기와 형태로 선별하여 사용하였다. 전통적인 제조방법으로 제조된 백삼과 태극삼A는 동일한 수삼으로 제조된 것을 풍기 인삼협동조합으로부터 구입하였다. 새로운 방법으로 제조된 태극삼B는 본 실험실에서 동일한 수삼을 사용하여 제조한 뒤 분석에 사용하였다. Saponin, ginsenoside 및 유리당 분석에 사용한 표준시약들은 Sigma Co.에서 구입한 특급시약을 사용하였다.

백삼, 태극삼 A 및 태극삼 B의 제조방법

원료 수삼은 모두 4년근을 사용하였으며 개략적인 제조 공정은 다음과 같다.

백삼은 수삼-치미-세삼-박피-건조-선별-작근-포장, 태극삼 A는 수삼-치미-세삼-열수처리(80-95°C의 물속에 20-30분간 삶음)-건조-선별-포장, 태극삼 B는 수삼-치미-세삼-마이크로웨이브 열처리-건조-선별-포장의 공정으로 제조되었다⁽¹⁴⁾.

일반성분

수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조지방 함량은 Soxhlet추출법, 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl법 (Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정된 질소량에 질소환산계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다⁽¹⁵⁾. 조섬유는 총 식이섬유(total dietary fiber, TDF)의 함량을 측

정하였다⁽¹⁶⁾. 당질의 함량은 100%에서 단백질, 지방, 총 식이섬유 및 회분의 양을 뺀 값으로 나타내었다.

추출액 제조 및 추출 수율

수삼, 백삼, 태극삼 A, 태극삼 B를 두께 2 mm 정도의 편으로 썰어 5배의 물이나 80% 메탄올을 가하여 3시간씩 각각 2회 반복 환류추출하여 열수 추출물과 80% 메탄올 추출물을 제조하였다. 추출 후 시료는 모두 3 kg/cm²의 일정 압력으로 압착여과하여 추출액의 양을 측정하고, 1000xg로 원심분리하여 가용성 고형분량을 건물량으로 환산한 후 추출 수율을 계산하였다.

$$\text{추출 수율 (\%)} = \frac{\text{추출된 총 가용성 고형분량 (g)}}{\text{추출에 사용된 시료의 건물량 (g)}} \times 100$$

총 사포닌(total saponin) 정량

각 시료의 열수 추출물 및 80% 메탄올 추출물을 Fig. 1과 같이 전처리하여 총 사포닌양을 바닐린-황산 비색법⁽¹⁷⁾으로 정량하였으며, 표준 검량선은 ginsenoside-Re를 이용하여 작성하였다.

Ginsenoside 조성

열수 및 80% 메탄올 추출물의 사포닌 조성은 Fig. 1과 같이 전처리된 사포닌 추출액을 membrane filter (0.2 µm pore size)로 여과하여 HPLC (Waters Co.)로 ginsenoside-Rb₁, Rc, Rd, Re, Rg₁을 분석하였다⁽¹⁸⁾. 사용한 컬럼은 Lichrosorb-NH₂ (4.6 mm I.D.×25 cm), 용매는 acetonitrile : water: n-butanol=80:20:10 (V/V), 용매의 이동속도는 1.0 ml/min, RI 검출기를 사용

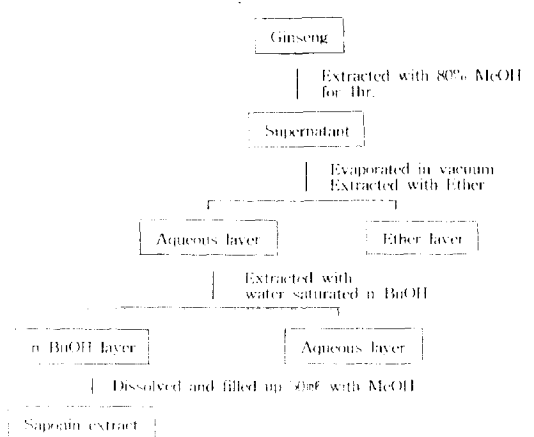


Fig. 1. Procedure of sample preparation for total saponin determination

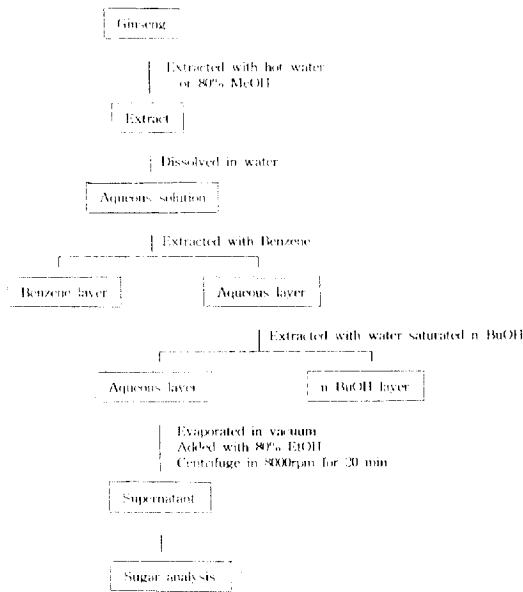


Fig. 2. Procedure of sample preparation for free sugar analysis

Table 1. Approximate composition of fresh ginseng and some white ginsengs (% , dry basis)

	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B
Crude protein	15.04	12.59	15.33	13.34
Crude lipid	2.05	1.08	1.04	1.15
Crude ash	5.25	3.13	3.42	3.27
TDF	9.79	9.72	15.46	13.36
Carbohydrate	67.87	73.48	64.75	68.88

하였다.

유리당 조성

각 시료의 열수 추출물과 80% 메탄올 추출물을 고형분량으로 하여 5g씩 정확히 취하여 최등⁹⁾의 방법에 따라 Fig. 2와 같이 전처리한 후 증류수로 각 시료의 최종 가용성 고형분량을 5% Bx로 조절하여 membrane filter (0.2 μm pore size)로 여과한 후 HPLC (Waters Co.)로 유리당 조성을 분석하였다. 컬럼은 carbohydrate analysis column을, 용매는 acetonitrile: water=80:20 (V/V)을 이용하였고, 용매의 이동속도는 1.0 ml/min, RI 검출기를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분

Table 2. Extraction yield of fresh ginseng and some white ginsengs by hot water and 80% methanol extraction (%)

	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B
Water	56.4	39.9	42.9	46.6
80% methanol	15.8	20.5	20.0	21.9

Table 3. Total saponin content of fresh ginseng and some white ginsengs by hot water and 80% methanol extraction (%)

	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B
Water	2.40	1.73	1.45	1.79
80% methanol	2.15	2.99	2.81	2.35

수삼, 백삼, 태극삼 A, 태극삼 B의 조단백, 조지방, 조회분, 총 식이섬유(TDF), 당질함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

수삼을 가공할 때 표피를 벗겨내고 건조한 백삼이나 마이크로웨이브로 열처리한 태극삼 B의 조단백질 함량이 수삼에 비해 약간 적게 나타났으며, 조지방은 가공시 모두 수삼의 약 50% 수준으로 줄어 들었다. 사포닌과 유리당이 포함된 당질의 함량은 백삼이 73.48%로 가장 많았고 태극삼 B가 수삼과 비슷한 68.88%, 열수 처리한 태극삼 A가 64.75%로 가장 적어서 열수 처리시 물로 어느 정도는 유실되는 것으로 판단된다.

추출 수율

수삼, 백삼, 태극삼 A, 태극삼 B의 열수 추출과 80% 메탄올 추출시의 추출 수율은 Table 2와 같다.

열수 추출시 수율은 80% 메탄올 추출보다 4가지 시료 모두에서 전체적으로 약 2배 이상 높게 나타났다. 가공하지 않은 수삼의 추출 수율이 56.4%로 가장 높았으며, 표피를 벗겨낸 백삼과 물로 열처리한 태극삼 A는 각각 39.9, 42.9%로 낮게 나타났다. 마이크로웨이브로 열 처리한 태극삼 B는 열수 처리한 태극삼 A보다 약 10% 정도의 높은 추출 수율을 나타내어 수삼의 가공방법에 따라 추출 수율에 차이가 있음을 알 수 있었다. 80% 메탄올 추출의 수율은 열수추출과는 달리 수삼이 가장 적었으며, 백삼이나 태극삼 A, B는 20-21.9%의 비슷한 함량을 나타내었다.

총 사포닌 양 및 ginsenosides의 조성

수삼, 백삼, 태극삼 A 및 태극삼 B의 열수 추출과 80% 메탄올 추출물의 총 사포닌 양을 측정하여 위의 4가지 시료의 건물량에 대하여 환산한 함량은 Table

3과 같다.

Table 3의 결과를 보면, 추출 용매에 따라 4가지 시료의 총 사포닌의 함량이 다르게 나타났다. 열수 추출 시 가공하지 않은 수삼의 총 사포닌이 2.40%로 가장 높았으며, 불로 열처리한 태극삼 A는 마이크로웨이브로 열처리한 태극삼 B보다 비율로 볼 때 약 20% 이상 적은 1.45%의 총 사포닌 함량을 나타내어 열수 처리 시 물속으로 많은 양의 사포닌이 유실된 것으로 판단된다. 표피를 벗긴 백삼도 수삼에 비해 약 28% 정도 적은 1.73%의 총 사포닌 양을 나타내었는데 가공시 벗겨낸 표피로 많은 양의 사포닌이 유실된 것으로 판단된다. 80% 메탄올 추출의 경우 열수 추출과는 달리 백삼이 2.99%로 가장 높게 나타났다. 따라서 가공방법과 추출 용매에 따라 추출되어 나오는 총 사포닌 함량이 각각 다른 것을 알 수 있었다. 실제 우리가 백삼이나 태극삼을 복용할 때 주로 열수 추출 방법에 의한 추출물을 섭취한다는 점을 고려할 때 열수 처리하여 제조한 태극삼 A와 표피를 벗겨낸 백삼은 마이크로웨이브로 처리한 태극삼 B보다 사포닌의 섭취량이 적게 된다는 것을 의미한다. 이는 표피를 벗기거나 열수 처리하는 기존의 방법으로 백삼이나 태극삼을 제조할 때 가공과정에서 유실되는 사포닌의 양이 많다는 것을 나타낸 것으로 유효성분의 손실이 적도록 가공방법을 개선할 필요가 있을 것으로 생각된다.

4가지 시료의 열수 및 80% 메탄올 추출물의 gin-

senoside-Rb₁, -Rc, -Rd, -Re, -Rg₁의 조성은 Table 4와 같다.

Table 4의 결과를 보면 동일한 추출용매를 사용한 경우에도 가공방법이 다른 수삼, 백삼, 태극삼 A 및 태극삼 B의 ginsenoside 조성에 큰 차이를 나타내었다. 열수 추출의 경우 ginsenoside-Rg₁을 살펴보면 수삼은 36.52%이지만 태극삼 A와 B는 68.66, 67.89%로 약 2배의 함량을 나타내었다. 그러나 ginsenoside-Rb₁은 반대로 태극삼 A와 B에 수삼의 1/2정도인 18.41, 17.43%만이 함유되어 있었다. Ginsenoside-Rg₁과 Ginsenoside-Rb₁의 대표적인 약리작용¹⁶⁾을 보면 전자는 중추신경억제작용, 후자는 반대로 흥분작용을 갖는 등 ginsenoside 종류별로 각각의 약리작용이 크게 다르다. 이와같은 사실로 볼 때 수삼의 가공방법이 다른 백삼 제품이면 동일 용매로 추출할 때라도 추출되어 나오는 사포닌 양과 ginsenoside 조성이 크게 다르므로 복용시 나타나는 약리효과도 다르다고 볼 수 있다. 한편 앞의 결과에서 태극삼 A와 태극삼 B의 총 사포닌 양에는 큰 차이가 있었지만 ginsenosides의 조성비에 있어서는 서로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

일반적인 가정에서 인삼을 복용할 때의 추출 용매가 아니라 의약품을 제조할 때 사용할 수 있는 80% 메탄올 추출에서도 열수 추출과 마찬가지로 서로 가공방법이 다르게 제조된 백삼 제품별로 ginsenoside 조성에 큰 차이를 나타내었다.

Table 4. Ginsenoside composition of hot water and 80% methanol extracts of fresh ginseng and some white ginsengs (%)

	Hot water extract				80% methanol extract			
	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B
Ginsenoside-Rg ₁	36.52	55.15	68.66	67.89	35.51	40.22	39.19	43.18
Ginsenoside-Re	15.17	10.29	8.96	9.17	29.16	13.93	14.58	17.10
Ginsenoside-Rd	1.69	1.10	1.00	1.38	11.40	2.97	2.51	1.90
Ginsenoside-Rc	10.67	5.88	2.99	4.13	6.08	9.08	9.40	8.81
Ginsenoside-Rb ₁	35.96	27.57	18.41	17.43	17.85	33.80	34.33	29.02

Table 5. Free sugar composition of hot water and 80% methanol extracts of fresh ginseng and some white ginsengs (%)

	Hot water extract				80% methanol extract			
	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B	Fresh ginseng	White ginseng	Taeguksam A	Taeguksam B
Rhamnose	¹⁾		2.56	4.01	--		--	2.04
Fructose	0.73	3.55	1.65	4.28	2.39	2.42	1.37	0.85
Glucose	2.15	11.20	3.98	7.48	2.61	5.56	3.71	1.24
Sucrose	36.18	26.61	31.69	50.88	91.11	37.36	39.60	59.92
Maltose	60.94	58.64	60.11	33.35	3.89	54.67	55.32	35.95

¹⁾not detected

유리당 조성

수삼, 백삼, 태극삼 A 및 태극삼 B의 열수 및 80% 메탄올 추출물의 유리당 조성을 분석한 결과 rhamnose, glucose, fructose, sucrose, maltose의 5가지 유리당이 검출되었으며, 조성은 Table 5와 같다.

유리당 조성을 살펴보면 가공방법이 각각 다른 수삼, 백삼, 태극삼 A와 B, 추출용매별로 추출된 유리당 조성에 큰 차이가 있었다. 수삼과 백삼에서는 열수 추출과 80% 메탄올 추출 모두에서 함량비는 다를지라도 fructose, glucose, sucrose, maltose만이 함유되어 있었고, 열수나 마이크로웨이브로 열처리된 태극삼 A와 B에는 rhamnose도 각각 2.56, 4.01%씩 함유되어 있었다. 수삼과 백삼, 홍삼 중의 유리당 함량을 정량한 최등⁹⁾이 수삼과 백삼에서는 rhamnose가 검출되지 않은 데 비해 홍삼에서만 검출되었다고 보고한 것으로 보아 rhamnose는 수삼을 찌거나 중탕하는 등 열처리하는 과정에서만 생성되는 것으로 보이며 본 실험에서와 같이 열처리한 경우에도 같은 현상이 관찰되었다.

한편, 4종류의 시료에 모두 maltose와 sucrose가 가장 많이 함유되어 있었다. 태극삼이나 백삼의 경우 추출 용매에 따른 유리당 조성의 차이가 비교적 적었으나 수삼의 경우 열수 추출에 비해 80% 메탄올 추출의 경우에 sucrose의 함량이 91.11%로 높았다.

요 약

수삼으로 제조된 백삼 제품들의 가공방법의 차이에 따른 성분 변화에 대한 조사로서 원료삼인 수삼과 전통적인 방법으로 제조한 백삼, 태극삼 A, 새로운 방법으로 제조된 태극삼 B의 일반성분, 추출수율, 사포닌 함량 및 조성, 유리당 조성을 비교 분석하였다.

4가지 시료의 조단백질은 13.34-15.33%, 조지방은 1.04-2.05%, 조회분은 3.13-5.25%, 총 식이섬유는 9.72-15.46%, 당질은 64.75-73.48% 범위의 함량이었다. 추출수율은 열수 추출이 80% 메탄올 추출보다 전체적으로 약 2배 이상 높게 나타났으며, 가공하지 않은 수삼의 열수 추출수율이 56.4%로 가장 높았다.

사포닌 함량은 열수 추출시 수삼의 총 사포닌이 2.40%로 가장 많이 추출되었으며, 태극삼 A는 태극삼 B보다 비율로 볼 때 약 20% 이상 적은 1.45%의 총 사포닌 함량을 나타내었다. Ginsenoside 조성은 열수 추출시 ginsenoside-Rg₁이 수삼은 36.52%이지만 태극삼 A와 B는 68.66, 67.89%로 약 2배의 함량을 나타내었다. Ginsenoside-Rb₁은 태극삼 A와 B에 18.41, 17.43%만이 함유되어 있었다. 한편 태극삼 A와 태극삼 B의

총 사포닌 양에는 큰 차이가 있었지만 ginsenosides의 조성비에 있어서는 서로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 80% 메탄올 추출의 경우에도 가공방법이 다르게 제조된 백삼 제품별로 ginsenoside 조성에 큰 차이를 나타내었다.

수삼과 백삼에서는 열수 추출과 80% 메탄올 추출 모두에서 함량비는 다를지라도 fructose, glucose, sucrose, maltose만이 함유되어 있었지만 열처리된 태극삼 A와 B에는 rhamnose도 각각 2.56, 4.01%씩 함유되어 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산 특정연구사업 지원으로 수행된 연구결과와 일부로서 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. 한국인삼연초연구원 : 고려인삼. 천일인쇄사, 대전, p. 63, p.138, p.273 (1994)
2. 김해중, 남성희, 복량의소, 이석진 : 인삼 Saponin에 관한 연구. 한국식품과학회지, 9, 24 (1977)
3. 조성향 : 한국인삼의 Saponin에 관한 연구(제2보). 한국농화학회지, 20, 142 (1977)
4. 조성향 : 한국인삼의 Saponin에 관한 연구(제3보). 한국농화학회지, 20, 188 (1977)
5. 최진호, 김두하, 성현순, 김우정, 오성기 : Ginsenoside의 처리온도 및 시간에 따른 반응속도론적 연구. 한국식품과학회지, 14, 197 (1982)
6. 손현주, 장진규, 이광승, 김종규, 이용욱 : 인삼제품의 Saponin 추출방법에 관한 연구. 고려인삼 학회지, 8, 32 (1984)
7. 정동진, 박길동, 하승수, 주현규 : 인삼 부패곰팡이가 인삼 Saponin 성분변화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 345 (1989)
8. 최강주, 고성룡, 김유미, 성현순 : 생약복합제 드링크중 인삼 Saponin의 확인 및 Ginsenoside-Rb₁의 분리 정량. 고려인삼학회지, 14, 112 (1990)
9. 최진호, 장진규, 박길동, 박명환, 오성기 : 고속액체 크로마토그래피에 의한 인삼 및 인삼제품 중의 유리당 정량. 한국식품과학회지, 13, 175 (1981)
10. 김만옥, 이정숙, 최강주 : 각국삼 성분 비교 연구. 고려인삼학회지, 6, 196 (1982)
11. 우상규 : 인삼의 추출조건에 따르는 Extract의 당류 및 질소화합물의 변화. 고려인삼학회지, 10, 80 (1986)
12. 손규목, 성태수, 조영제, 이광승, 최형 : 한국 인삼의 연근별 지질 및 유리당 조성. 한국농화학 회지, 31, 169 (1988)
13. 장진규, 심기환 : 저온저장 후 냉동건조한 인삼의 이화학적 특성. 고려인삼학회지, 18, 60 (1994)
14. 광창근, 이부용, 오승룡, 홍석인, 박동준, 김은정 : 태극삼 제조공정의 효율화를 통한 백삼의 경쟁력 제고방안에 관한 연구. 한국식품개발연구원 연구보고서 G 1113-0664, p.56 (1995)

15. A. O. A. C.: *Official Methods of Analysis*. 14 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1980)
 16. Prosky, L., Asp, N. G., Schewizer, T. F., Devries, J. W. and Furda, I.: Determination of insoluble and total dietary fiber in food product interlaboratory study. *J. AOAC*. 71, 1017 (1988)
 17. 한국인삼연초연구원 : 인삼성분 분석법. 제일문화사, 대전, p.59 (1991)
 18. 한국인삼연초연구원 : 인삼성분 분석법. 제일문화사, 대전, p.65 (1991)
 19. 고려인삼학회 : 고려삼의 이해. 한림원, 서울, p.16 (1995)
-
- (1996년 5월 14일 접수)