

인삼의 품질과 약리활성 물질과의 상관성

남기열 · 고성룡 · 최강주

한국인삼연초연구원

(1998년 8월 13일 접수)

Relationship of Saponin and Non-saponin for the Quality of Ginseng

Ki Yeul Nam, Sung Ryong Ko and Kang Ju Choi

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

(Received August 13, 1998)

Abstract : It has generally been accepted that quality of ginseng should be determined not by the content of a single component but by composition and balance of total active principles. However, there still can be an exception with a product in which a given ginsenoside is used for the treatment of a specific disease. Although ginsenosides have been regarded to be major active components of ginseng and employed as index components for the quality control, it does not consistent with the traditional concept on ginseng quality criterion: main root has been more highly appreciated than the lateral or fine root. Content of ginsenosides in the lateral or fine root is much higher than that in main root. However, the ratio of protopanaxadiol (PD) and protopanaxatriol (PT) saponins existing in various part of ginseng root is greatly different. The ratio of PD/PT saponins in main root is well-balanced but the thinner the root is the higher the ratio. Thus far, a total of 34 different kinds of ginsenosides have been isolated from Korean (red) ginseng, and their pharmacological activities were elucidated partly. Interestingly, different ginsenoside shows similar or contrary effects to each other in biological systems, thus indicating the significance of absolute content of single ginsenoside as well as compositional patterns of each ginsenoside. Therefore, pharmacological activities of ginseng should be determined as a wholly concept. In these regards, standardization of ginseng material (fresh ginseng root) should be preceded to the standardization of ginseng products because ginsenoside content and non-saponin active principles such as polysaccharides and nitrogen(N)-containing compound including proteins are significantly different from part to part of the root. In other words, the main root contains less ginsenosides than other lateral or fine roots. Contents of polysaccharides and N-containing compound in main root is higher. However, the quality control of ginseng products focused on non-saponin compounds has limitation in applying to the analytical method, because of the difficult chemical analysis of these compounds. Content of ginsenosides, and ratios of PD/PT and ginsenoside Rb₁/Rg₁ are inversely proportional to the diameter of ginseng root. Therefore, these can be served as the chemical parameters for the indirect method of evaluating from what part of the root does the material originate. Furthermore, contents of polysaccharides and N-containing compounds show inverse relationship to saponin content. Therefore, it seems that index for analytical chemistry of saponin can be applied to the indirect method of evaluating not only saponin but also non-saponin compounds of ginseng. From these viewpoints, it is strongly recommended that quality of ginseng or ginseng products be judged not only by the absolute content of given ginsenoside but also by varieties and compositional balance of ginsenosides, including contents of non-saponin active principles.

Key words : ginseng quality, ginsenosides, PD/PT, G-Rb₁/G-Rg₁, polysaccharides, non-saponin components.

서론

천연물을 소재로 하는 생약은 그 기원과 산지, 수처리법 등에 따라 형태가 다르고, 약리활성과 함유성분도 달라질 수 있으므로, 이들은 임상적 응용에 중요한 고려의 대상이 된다.¹⁾ 또한 생약은 천연산품을 이용하고 있기 때문에 화학약품과 같이 일정한 규격품을 얻기란 대단히 어렵다. 생약의 품질은 과학적인 수단이 없었던 시대에는 산지가 품질을 보증하는 제일의 기준이었다. 인삼의 경우도 역사적으로 보면 한반도의 백제삼이 일등품이고, 고구려 산지의 것이 그 다음이었다고 중국의 약물서인 『本草綱目』에 기술되어 있다.²⁾ 한편 경험적인 한방의학에서는 인삼뿌리 모양과 크기가 외형적 품질 기준으로 이용되어 왔으며, 사람 모양과 같은 인삼을, 크기는 적은 것보다 큰 것을, 가는 뿌리보다는 굵은 뿌리를 약용으로 중시하였다.^{3,4)}

인삼의 분석화학적 성분연구의 진보에 따라 1960년대 초부터 인삼 사포닌 성분의 화학구조 해명^{4,9)}과 더불어 인삼사포닌의 다양한 약리효과가 밝혀짐에 따라 인삼사포닌이 인삼의 주요 활성성분으로 인정을 받게 되었다. Ginsenoside라고 명명되는 인삼사포닌 성분들은 거의 대부분 타식물 사포닌과 다른 화학구조적 특징으로 인하여 유사생약과 구별 할수 있는 품질관리의 지표성분으로 도입되게 되었다.^{10,13)}

그러나 인삼중에는 사포닌이외에도 여러 종류의

성분이 함유되어 있고,¹³⁾ 실제 임상적 응용에도 인삼 함유성분의 복합물이 사용되고 있다. 한편 인삼의 주요 활성 성분으로 인식하고 있는 ginsenoside의 부위별 함량의 분포를 보면 인삼의 주근보다는 세근부위가 현저히 높아,¹³⁾ 약용부위로 주근을 중시한 기존의 전통적 품질 기준과 사포닌 함량과는 서로 일치하지 않고 있다. 한의학적 응용도 주근과 세근을 구분하고 있다. 이러한 사실로 미루어 보아 과연 사포닌의 절대함량만이 인삼의 품질을 가름할 수 있겠는가하는 의문을 갖게 한다.

따라서 본 논문에서는 인삼의 전통적 품질개념과 현대 분석화학적 측면에서 사포닌 성분과 비사포닌계 성분의 약리학적 의의를 고찰하고 품질지표로서의 상호 관련성을 검토하였다.

1. 인삼의 화학성분

인삼 중에는 배당체(glycosides)성분인 saponin을 비롯하여, 질소함유 화합물로서 단백질, 아미노산, 핵산, 알칼로이드, 지용성 성분으로 지방산, 정유, 폴리 아세틸렌, 페놀화합물, 파이토스테롤, 테르페노이드 등, 당류로서 단당류와 올리고 당, 다당류, 펙틴질 등, 그리고 비타민류와 무기질 등 매우 다양한 성분들이 함유되어 있다(Table 1).

이처럼 인삼이 함유하고 있는 성분들은 어느 생약에 비교할 수 없을 만큼 여러 가지 다양한 복합성분들을 함유하고 있다. 따라서 어떤 성분이 인삼의 효

Table 1. Chemical constituents in Korean ginseng¹⁴⁾

Organic	Saponins (3~6%)	- Protopanaxadiol - type ginsenosides - Protopanaxatriol - type ginsenosides - Oleanolic acid - type ginsenoside
	N - compounds (12~16%)	- Protein, Amino acid - Peptide, Nucleic acid - Alkaloids
	Lipid - soluble components (1~2%)	- Fats, Fatty acid - Essential oils - Phytosterol - Organic acid - Phenolic compounds - Polyacetylenes - Terpenoids
	Vitamins (0.05%)	- Water - soluble vitamin
	Carbohydrates (60~70%)	- Polysaccharide - Oligosaccharide - Sugar, Fiber, Pectin
	Inorganic	Ash (4~6%)
Water content : 9~11%		

능을 대표할 수 있는 활성성분인지에 대한 정확한 평가와 정보를 얻는데는 어려운 점이 많다.

지난 40여년간에 걸쳐 인삼의 화학성분의 분리 구명과 병행하여 약학, 생물학 및 의학적 효능검정 연구가 다각적으로 추진되어 인삼사포닌 성분이 주요 유효성분으로 부각되고 있으나, 최근에는 사포닌 이외의 생리활성을 나타내는 성분들이 다수 발표되고 있어 인삼의 다양한 효능을 이해하는데 크게 기여하고 있다.

2. 인삼의 품질지표로서 사포닌 성분(ginsenosides)

인삼 중에 함유되어 있는 ginsenosides는 비당부(aglycone)의 화학구조에 따라 dammarane type의 triterpenoid saponin인 protopanaxadiol-type ginsenosides(PD)와 protopanaxatriol-type ginsenosides(PT)의 2종과 Oleanolic acid-type ginsenoside 1종으로 크게 분류된다.¹⁰⁾

그런데 인삼제품의 품질관리에 왜 사포닌 성분을 지표성분으로 활용하고 있는가? 이는 사포닌 성분이 타 성분을 배제한 유효성분이기 때문만은 아니고, 타 식물성분과 차별화 할 수 있는 인삼식물의 종(種)특이적인 성분으로 간주되기 때문이다. 이러한 이유와 함께 인삼사포닌 성분은 인삼 중에 3~6% 정도의 비교적 많은 함량분포를 보이고, 또한 여러 가지 생물활성을 가지고 있어¹⁴⁾ 인삼제품의 품질관리의 지표성분으로 활용되어 온 것이다.¹⁰⁻¹³⁾

그런데 최근 인삼의 특유 약효성분으로 ginsenoside 만을 주장하고, ginsenoside가 인삼의 약리효능을 대표한다는 견해에 대한 문제점이 제기되고 있다. 그 이유는 인삼속(Panax genus) 이외의 박과 식물인 돌외(*Gynostemma pentaphyllum* Makino)에서도 일부 ginsenoside가 분리 보고되고 있고,¹⁵⁾ 사포닌 함량이 많은 인삼 지상부를 약용으로 사용하지 않았고, 또한 그 동안의 약리효능 실험에 사용한 인삼시료는 최근 일부 ginsenoside의 *in vitro*에서 조사된 생물활성 검정시험을 제외하고는 거의 대부분 ginsenosides 이외 비사포닌계 성분을 포함한 복합성분들이라는 점이다. 우리가 인삼을 복용시 ginsenoside만을 섭취하는 것이 아니고 복합물 상태로 복용된다는 것이다. 일반적으로 인삼의 약리효능의 특징은 비특이적으로 다양한 약리활성을 가지고 있다는 것이고 이는 함유성분의 다양성에 기인하는 것으로 설명되고 있다.

이러한 면을 고려하면 인삼의 품질요인은 ginsenoside를 중심으로 그 존재여부와 절대함량 뿐만 아니라 그 조성 패턴과 비사포닌계의 활성성분도 고려되어야 할 것이다. 그러나 현재 분석화학적 방법으로는 제품중 ginsenoside의 확인이나 정량적 분석보다 간편하고 더 좋은 품질관리 지표에 대한 대안이 없다는 것이 중요한 문제점이다. 그러나 인삼의 지표성분으로, 혹은 주요 약효성분의 하나로서 ginsenoside의 중요성은 부정할 수 없으나 그 절대함량이 인삼의 효능과 품질을 대표한다고 해석해서는 결코 안될 것이다.

3. 인삼의 품질기준과 부위별 사포닌 성분함량

인삼의 약용은 오랜 경험적 효험에 의한 한방적 용에 근거를 두고 있다. 한방의 전통적인 품질관리 기준은 가는 뿌리보다는 굵은 뿌리를 중시하여 인삼의 부위별로 보면 세근(細根)보다는 주근(主根)을 주 약용부위(主藥用部位)로 이용되어 왔다.^{3,16)} 중약대사전(中藥大辭典)에도 약재로서 인삼을 지근의 일부와 세근을 제거한 형태의 뿌리삼과 가는 뿌리인 지근(支根)과 모근(毛根)으로 된 인삼수(人蔘鬚) 및 인삼의 근경인 인삼노(人蔘蘆)로 구분하고 있다. 일반적으로 약재로서 인삼은 주근과 굵은 1차 지근이 붙어 있는 가공형태의 인삼을 말한다. 한의학의 기미론적(氣味論的) 약성(藥性)에 있어서도 인삼과 인삼노(뇌두)는 온성(溫性)이고 인삼수는 평성(平性)으로 분류하여 활용면에서 차별을 두고 있다.¹⁷⁾ 뿌리삼인 고려홍삼과 백삼도 세근을 제거한 형태를 가지고 있다. 이러한 인삼의 약용부위와 성분 분석적 결과와는 어떤 상관성이 있는지에 대한 검토는 인삼의 품질평가에 중요한 정보가 될 수 있다.

분석학적으로 인삼 사포닌성분의 함량 분포를 부위별로 보면 굵은 뿌리보다는 세근에 높아, 세근(fine root)>지근(lateral root)>주근(main root)순으로 함량이 높다. 조사포닌(crude saponin)함량은 주근이 약 4% 정도인데 비해 세근은 약 10%이상으로 주근보다 2배 이상 고함유되어 있다. 조사포닌은 인삼을 물 포화 부탄올(n-부탄올을 증류수에 포화)로 추출한 분획물을 농축시킨 것을 말한다. 개별 ginsenosides의 부위별 함량도 조사포닌의 함량 경향과 같다. 다만 유일하게 항염증, 항간염 등의 약리활성을 나타내는 Oleanolic acid-type ginsenoside인 G-Ro만이 세근보다는 주근 부위에 약 30% 정도 함량이 많다.¹⁸⁾ 이처럼 뿌리 부위별로 ginsenoside의 함량과

그 조성비율에 차이가 현저함으로 인삼추출물이나 사포닌 분획물의 경우도 어떤 부위의 인삼을 원료로 사용했느냐가 매우 중요하다. 아울러 분석화학적 방법으로 원료삼의 출처를 판별할 수 있는 방법의 고안이 중요한 문제이다.

우리들의 조사결과에 의하면 뿌리의 굵기(근 직경)와 사포닌 함량간에는 고도의 부(negative)의 상관관계가 있음이 확인되어 원료삼의 근직경을 통해 사포닌 함량의 추정이 가능하였다.¹⁹⁾

또한 사포닌의 절대함량 뿐만 아니라, PD계와 PT계 ginsenosides의 함량에 대한 조성비율도 부위별 차이가 있다(Table 2, 3). PD/PT의 비율은 세근부위가 주근이나 지근 부위보다 현저히 크다. 다만 PD/PT비율의 수치는 분석된 각 ginsenoside의 종류에 따라 다를 수 있으므로 우리들은 주중사포닌을 대상으로 조사하였다. PD계 및 PT계 사포닌의 각각 대표적 ginsenoside인 G-Rb₁과 G-Rg₁의 비율(PD/PT)도 같은 경향이다.^{18,20)} 조사자에 따라 다소 차이는 있지만, G-Rg₁의 절대 함량은 부위별 큰 차이가 없으나 G-Rb₁은 가는 뿌리쪽으로 갈수록 그 함량 증가가 현저하여 Rb₁/Rg₁의 비율이 크게 된다. 특히 근직경의 크기를

세분하여 제조된 농축물(70% ethanol Ext.)에 대해 조사한 사포닌 함량과 PD/PT 및 Rb₁/Rg₁의 비율도 같은 경향을 보였다(Table 2).

또한 주근은 지근과 세근에 비해 상대적으로 PD/PT 및 Rb₁/Rg₁의 비율이 균형된 분포를 보이는 것이 매우 특징적이다.

이상의 결과는 인삼제품은 원료삼의 부위별 배합비에 의해 사포닌의 함량과 조성이 달라질 수 있으므로 균일한 제품 제조를 위해서는 원료의 선정이 매우 중요함을 시사한다. 동시에 사포닌 함량의 경향과 같이 원료삼의 근 직경과 PD/PT 및 Rb₁/Rg₁의 비율도 고도의 부(負)의 상관관계를 보여주고 있으므로 인삼제품중 ginsenoside의 함량과 PD/PT 및 G-Rb₁/G-Rg₁의 비율은 원료삼의 출처를 간접적으로 알 수 있는 분석화학적 지표로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

또한 인삼식물체의 부위별 총사포닌의 함량을 보면 뿌리 4.19%, 뇌두 7.61%, 인삼꽃 10.91%, 엽 7.64%로 지상부인 잎, 줄기, 인삼 꽃에도 뿌리 이상으로 사포닌이 많이 함유되어 있다.²¹⁾ 그러나 이들 지상부는 그대로 식용(약용)으로 이용은 거의 되지 않고 비누나 삼푸와 같은 향장품에 이용하고 있다. 식용으로 이용하

Table 2. The saponin content and the ratio of PD/PT, G-Rb₁/Rg₁ in various parts of raw red ginseng

Sources of material	Crude saponin (%)	Total ^{a)} ginsenosides (%)	PD*/PT**	Rb ₁ /Rg ₁
Main body ¹⁾	4.30±0.094	2.08±0.077	1.15±0.050	1.12±0.039
Big tail root ²⁾	5.59±0.135	2.69±0.100	1.32±0.036	1.40±0.040
Mid tail root ³⁾	7.01±0.561	3.55±0.086	1.46±0.048	1.73±0.075
Fine root ⁴⁾	10.31±0.445	5.62±0.080	1.89±0.033	2.35±0.041
Fine hair root ⁵⁾	15.46±0.768	8.43±0.123	2.30±0.074	2.97±0.124

¹⁾ 13.79±2.59 mm, ²⁾ 8.27±0.80 mm, ³⁾ 5.42±0.73 mm, ⁴⁾ 2.83±0.45 mm, ⁵⁾ below 1.5 mm

* PD saponins : Rb₁+Rb₂+Rc+Rd, ** PT saponins : Re+Rf+Rg₁+Rg₂

^{a)} Total ginsenosides : PD+PT saponins

Table 3. Contents of ginsenosides in various parts of 6 year-old ginseng

(Unit : dry weight (%))

Portions	Ginsenosides										PD/PT ^{b)}	Total saponin	Crude saponin
	Ro	Ra	Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rf	Rg ₁	Rg ₂			
Rhizome	0.08	0.03	1.76	0.67	0.77	0.36	1.14	0.18	0.94	0.13	1.50	6.06	10.78
Epidermis	0.39	0.16	0.83	0.74	0.84	0.25	2.21	0.14	0.86	0.18	1.13	7.60	12.45
Cortex	0.11	0.04	0.67	0.20	0.28	0.14	0.43	0.09	0.65	0.09	1.06	2.70	4.77
Xylem	0.04	0.02	0.17	0.07	0.08	0.07	0.21	0.05	0.27	0.04	0.72	1.02	2.37
Lateral root	0.20	0.09	1.06	0.42	0.53	0.19	0.66	0.12	0.56	0.11	1.58	3.94	6.54
Fine root	0.46	0.22	2.18	1.18	1.26	0.41	1.55	0.14	0.76	0.21	1.97	8.31	13.25

^{a)} Each value is obtained from average of a duplicate experiments

^{b)} PD : panaxadiol ginsenoside (Ra+Rb₁+Rb₂+Rc+Rd)

PT : panaxatriol ginsenoside (Re+Rf+Rg₁+Rg₂)

지 않은 이유에 대해서는 아직 확실치 않으나 사포닌 성분의 경우 인삼엽에도 10여종 이상의 ginsenoside들이 동정되었으나 특히 뿌리에 함유되어 있지 않은 ginsenoside-F₁, F₂, F₃, F₄ 등이 검출되고,²²⁾ 또한 전반적 사포닌의 조성 패턴도 뿌리와는 다르며, PD계 보다는 PT계 사포닌의 조성비율이 높다.²¹⁾

이처럼 인삼의 주요 약효성분인 사포닌 성분을 중심으로 보면 한방에서 보기보혈의 목적으로 중요한 약용부위로 인정하고 있는 주근이 가는 뿌리인 세근보다 절대 함량이 현저히 적다는 것이다. 이러한 사실은 약효성분으로 사포닌 성분의 절대함량 이외의 또 다른 인삼의 품질지표가 있음을 시사해 주고 있다.

4. Ginsenoside의 조성비율과 약리효능

지금까지 고려인삼(홍삼)으로부터 30여종 이상의 ginsenosides가 분리되어 각각의 화학구조가 구명되었다. 현재까지 그중 약 10여종의 ginsenosides에 대해 *in vitro* 혹은 *in vivo* 실험을 통해 여러 가지 생물활성을 가지고 있음이 보고되고 있다.¹⁴⁾ 각 ginsenoside는 그 활성에 차이가 있으며, 작용 양상은 서로 유사 또는 상반되는 작용을 가지고 있다. 예를들면 PD계 ginsenosides의 대표적인 G-Rb₁은 중추신경계에 억제적 혹은 진정적 작용을 보이는 반면, PT계 ginsenosides의 대표적인 G-Rg₁은 중추신경계에 흥분적 작용과 항피로 작용을 한다고 보고되고 있다.²³⁾ 이는 인삼중에는 서로 양면적 작용을 가진 성분이 공존하고 있음을 제시해 준다. 그러나 각각의 ginsenosides가 혼합된 경우 또는 그 함유비율이 다른 경우에 과연 어떤 효과를 나타낼 것인가에 대한 효능 검증은 거의 이루어지지 않고 있다.

인삼 사포닌성분의 기억·학습기능에 미치는 효과 연구의 예에서 보면 순수 분리된 G-Rb₁과 G-Rg₁,^{24,25)} G-Rg₂,²⁶⁾이 실험동물의 기억학습기능을 증진시키고 실험적으로 유도된 기억력 감퇴에 대해 항진망증 효과를 나타낸다고 보고되었다. 그러나 실험방법에 따라 효과의 차별성이 보고되고 있는데 Y-maze 시험에서는 G-Rg₁과 G-Rb₁이 효과가 있었으나,²⁷⁾ radial-arm maze에서 PT계 사포닌인 G-Rg₁과 G-Rg₂는 손상된 기억력 개선에 유효한 효과를 보이지만 PD계 사포닌인 G-Rb₁과 G-Rd는 효과가 없었다.²⁸⁾ 한편 우리들의 실험결과에 의하면, ginsenoside의 복합체인 홍삼의 사포닌분획물에 대한 기억 학습기능에 미치는 동물행동 실험에서 PT계 사포닌 분획물이 보다

효과적이었고,²⁹⁾ PD계 사포닌과 PT계 사포닌의 조성 비율면에서 상대적으로 PT계 사포닌의 함량 조성비가 높은 동체를 원료로하여 만든 사포닌 분획물(PD/PT=1.2)이 PD/PT비율이 1.5인 시료보다 효과적인 것으로 조사되었다.³⁰⁾ 또한 최등의 결과에 의하면 홍삼은 발기부전환자에 유효성이 있고,³¹⁾ 동물실험결과 음경발기에 중심적 역할을 하는 음경해면체 평활근에 대해 이완효과를 나타내고,³²⁾ 특히 최등은 이러한 홍삼사포닌 분획물의 이완 효과는 홍삼부위별로 동체로부터 추출한 사포닌분획물(PD/PT=1.55)이 미삼의 사포닌 분획물(PD/PT=2.61)보다 강한 것으로 평가되었다.³³⁾ 이러한 결과는 각 ginsenosides들의 조성 비율의 차이는 약리활성에 영향을 줄 수 있다는 것을 시사하고 있다.

따라서 인삼에 함유된 ginsenoside는 앞서 언급한 바와 같이 화학구조적으로 여러 가지 종류가 있고, 화학구조에 따라 약리활성도 차이가 있어²⁶⁾ 단일 성분이 아닌 복합성분으로 존재시 그 효과 발현은 사포닌의 양적 면 이외에 질적인 면, 즉 ginsenoside의 종류별 함유조성 패턴도 중요시하지 않으면 안될 것이다. 그러나 특정 ginsenoside의 약리활성을 목표로하는 제품의 경우는 절대함량의 중요성은 재론의 여지가 없다.

5. 비사포닌계 성분의 약리활성과 전통적 품질기준

초기의 인삼 성분연구에서 사포닌이외의 성분 즉 당류³⁴⁻³⁶⁾나 단백질을 포함한 함질소 화합물들을 중심으로 화학적 분석연구가 추진되어 왔으나,³⁷⁾ 이들 성분은 약리 활성 성분으로서 큰 관심을 끌지 못했다. 이런 이유 중의 하나는 이들 성분은 대부분 1차대사 산물로서 다른 식물체와 생약에서도 흔히 함유되는 성분들이고, 2차대사산물인 사포닌 성분과 같이 인삼 특유성분이 아니고 아울러 고분자 물질로서 화학적으로 다루기 어렵다는 데도 그 이유가 있었다고 생각된다.

그러나 천연물 연구의 진보와 생명과학기술의 발달로 탄수화물이 단순한 생체 구조물질과 에너지원으로서 뿐만 아니라 생체기능의 신호전달 물질로서도 중요한 역할을 한다는 것이 알려지면서 그 중요성이 재인식되고 있는 것이다. 특히 식물이나 미생물로부터 다당류 및 그 유도체들이 면역 조절제로서 의약품이나 식품소재로 개발연구가 활발히 전개되고 있다.

그동안 인삼의 약리효능연구는 사포닌 성분의 순

수분리와 화학구조 구명에 힘입어 거의 대부분 사포닌 성분 중심의 연구가 이루어져 왔다. 그러나 1970년대 후반부터 사포닌성분 이외 성분들 중에서 암세포증식 억제활성,³⁸⁾ 항산화 효과,³⁹⁾ 항당뇨효과⁴⁰⁾ 등을 나타낸다는 연구결과가 발표되기 시작하였다. 이를 계기로 비사포닌계 성분을 중심으로 한 유효성분의 탐색연구가 활발히 전개되어 각 성분별 약리활성이 밝혀지고 있어, 비사포닌 성분의 중요성이 더욱 부각되고 있다.^{16,41-48)}

Matsuda 등은 혈류부전 랫드모델 시험에서 G-Rg₁ 과 G-Rb₁은 혈류개선작용을 가지고 있고, 특히 홍삼의 수용성 비사포닌 분획물 병용투여 경우 상승적 효과가 있음을 확인하였다. 이러한 결과로부터 인삼의 품질은 사포닌의 함량과 조성이외에 수용성 비사포닌 성분에 의해서도 좌우된다고 보고하였다.⁴⁹⁾

최근 윤 등은 고려인삼으로부터 분리된 산성다당체 성분이 현저한 항암면역 증강효과를 나타낸다고 보고

Table 4. Polysaccharide contents in various parts of *Panax ginseng* (Han 1992)

Parts ^{a)}	Polysaccharide contents (units [*] /g D.W)	
	Fresh ginseng	Red ginseng ^{b)}
Rhizome	129.5(62.2%)	619.6(128.6%)
Main root	187.1(100%)	481.8(100%) ^{c)}
Lateral root	126.6(67.7%)	368.4(76.5%)
Fine root	73.8(39.4%)	361.3(75%)
Epidermis	-	252.7(52.4%)

^{a)} Extracted at 4°C overnight, ^{b)} grade : Yang sam(良蔘)
^{*} One unit was defined as optical density at 620 nm to be one after the complex was dissociated by 0.1N HCl

하였다.^{47,48,50)} 분리된 산성다당체는 인삼의 물추출물중 알콜 불용성 물질로서 hexose(47.1%), uronic acid (43.1%), proteins(3.7%)로 구성된 분자량이 약 15,000 정도로 일명 Ginsan으로 명명되었다. 이들 다당체성분은 흑색종 암세포(B16-F10 melanoma cells)의 페로 전

Table 5. 인삼 중 비사포닌계 성분의 약리활성¹⁴⁾

다당체 성분(polysaccharides)
Glycans(panaxans A, B, C, D~U 등 20여종 분리)
• 혈당 저하작용(항 당뇨 작용) : panaxans
• 면역기능증진 : 망내계 기능증진, 항체생산증대, 항보체활성, 항암제 면역 독성억제 작용 등
• 암세포 분비 독소(Toxohormone-L) 길항작용 : 체지방 분해억제 · 암환자 체중감소 억제(Acidic polysaccharides)
• 위점막조직 명변 억제 · 항 위궤양작용(pectic polysaccharides)
Amino 당 : Maltosyl arginine (Arginine-Fructose-Glucose)
홍삼의 증숙(열처리) 과정에서 Maillard 반응으로 생성
• 위점막에서 sucrase와 maltase 활성 억제 : 장관에서 당과 지방 흡수억제 · 지연→비만증 예방
• 혈장 중성지질(plasma triglyceride) 함량 저하
• 혈관확장효과 기대
인삼중 혈관확장유도 물질인 NO 합성의 기질물질인 Arginine 다량 함유
단백질 분획 성분(열안정성 단백질, 당 단백질 등)
• 방사선(X-선, γ-선) 조사로 인한 조혈기능장애 회복 촉진
• 방사선 조사 동물의 생존율 증가 및 염색체 · DNA 손상 보호작용
• 간의 단백질 인산화 조절작용(간기능 개선)
• 말초혈액 임파구세포 유사분열 촉진작용(면역세포 : T 및 B 세포분화 촉진)
Polypeptide, Acidic peptides, Oligopeptide, Pyroglutamic acid, Adenosine
• insulin 유사작용 물질 : 당 및 지방대사 조절 작용
• 혈당강하 · 지방분해 억제작용 → 항 당뇨효과 발현
Polyacetylene 계 화합물
panaxynol, panaxydol, panaxatriol, ginsenoynone 등 20여종 분리
• 암세포 증식억제, 항종양 · 항암제 항암활성증대(암세포내 항암성분 유입촉진)
• 지질과산화억제 및 피부암 발생 억제작용 등
• Panaxynol : 혈소판 응집억제
• Lipophilic fr. : TXA ₂ · cGMP 함량감소→혈소판응집억제
• 혈중 cholesterol 저하작용(panaxydol)
Phenol 화합물
maltol, salicylic acid, caffeic acid, cinnamic acid 등 13종
• 항산화활성(노화억제 관련), 항피로, 활성산소 제거작용(적혈구막 지질과산화 및 혈색소 산화 억제작용 등)
Alkaloids : β-carboline 계 등 8종 분리(항암작용, 방사선 장애 방어효과 등)
Lignans : Gomisin-N, Gomisin-A : 간 보호작용

이를 약 60% 억제하고,⁴⁶⁾ benzopyrene에 의한 폐선종 발생율을 70% 정도 억제하였다.⁴⁷⁾

특히 Ginsan의 비장세포의 증식능과 그 세포독성의 증강작용은 현재 시판중인 표고 버섯 다당체성분인 Lentinan보다 12배이상 높았다.⁴⁸⁾ 또한 Ginsan은 치사 선량의 방사선(γ -선) 피폭마우스(balb/c)의 생존율을 현저히 증가시키는 효과를 나타내고, *in vitro* 실험계에서 Ginsan의 처리는 골수조혈모세포의 증식을 용량의존적으로 증가시키는 효과가 있음이 동 연구자들에 의해 밝혀져 금후 항암요법의 임상적 응용에 큰 기대가 모아지고 있다(미발표: 윤 등의 개인 서신).

이외에도 비사포닌 계 성분의 분리와 그들의 약리 활성 검정연구를 통해 인삼 중에는 다양한 생물활성을 나타내는 비사포닌계의 여러 가지 활성성분들이 함유되어 있음이 밝혀지고 있다. 지금까지의 주요 성분별 약리활성을 요약하면 Table 5와 같다.

이들 비사포닌계 성분들을 인삼 뿌리의 부위별로 볼 때 어떤 함량 분포를 보이고 있는가? 일반적으로 식물에 함유된 성분을 1차 대사산물과 2차 대사산물로 크게 구분할 경우, 인삼의 경우 2차 대사산물인 사포닌을 포함한 polyacetylene계 성분 등은 식물 생리적으로 외부 병원균의 침입으로부터 식물자체를 보호하는 일종의 방어물질인 phytoalexin의 유사물질로 생각할 수 있다.⁵¹⁻⁵⁴⁾ 따라서 ginsenoside의 경우도 대체로 뿌리의 중심부 보다는 토양과 접촉 부위인 표피 쪽에 많고, 뿌리조직별로도 상대적 표피

의 표면적이 큰 세근 부위에 많이 분포되어 있다 (Table 3).

한편 비(非)사포닌 성분 중에서 1차 대사산물인 다당류와 단백질 성분을 포함한 합질소화합물의 경우는 사포닌 성분과는 다르게 세근 보다는 굵은 뿌리에 함량분포가 높은 것이 특징이다.

예를 들면 면역기능 증진효과가 있는 총다당체 성분의 함량은 주근 부위가 세근보다 높다.⁵⁵⁾ (Table 4)

체지방 분해와 암환자의 식욕감퇴 작용을 유발하는 암독소 홀몬(Toxohormone-L)에 대하여 길항적 효과를 나타내는 산성다당체 성분^{43, 46)}도 세근보다 굵은 뿌리에 많이 분포되어 있다. 인삼시료 1g 당 비사포닌 분획물(saponin free fraction)의 독소홀몬-L에 의한 lipolysis를 10%억제하는 활성을 1 unit로 환산한 활성도 비교에서도 굵은 뿌리(근직경 평균 2 cm)가 3847 units로서 가는 뿌리(근직경: 평균 0.5 cm)의 1387 units 보다 2배이상 높았다.⁴³⁾

또한 홍삼 제조과정중 2차적으로 생성되는 혈관 확장 또는 장관에서 당의 흡수를 지연시켜 항비만 효과가 기대되는 아미노당(Arg-Fru-Glc)^{44, 45)}은 소근 보다는 굵은 뿌리에 그 함량분포가 높다.⁵⁶⁾ (Table 7) 한편 박 등은 인삼의 단백질 분획과 펩타이드 성분 등 합질소화합물의 생리적 역할과 부위별 함량분포와 상관성을 조사하고 인삼의 품질요인으로서의 이들 성분의 중요성을 강조하였다.⁵⁷⁾ 박 등의 인삼 부위별 합질소화합물의 함량조사결과, 유리아미노산과 가용성 단백질 및 열안정성 단백질(heat stable protein)은 주근부위가 지근이나 세근 보다 높은 함량분포를 보였으며, 주근의 조직 부위별로 보면, 사포닌의 함량분포가 많은 피층쪽 보다는 중심부쪽에 많은 것이 특징으로 사포닌 분포와는 상반된 경향을 보였다.¹⁶⁾ (Table 8) 특히 이중 열안정성 단백질은 방사선 장해를 보호하는 작용이 있다.⁵⁸⁾

상기의 비사포닌계 활성 분획물 들의 인삼부위별

Table 6. Contents of acidic polysaccharide in ginseng root (Okuda 1992)

Samples	Polysaccharide contents	
	(mg/g)	(%)
White ginseng (Small root)	8.62	0.86
White ginseng (Big root)	6.27	0.63
Red ginseng (Small root)	47.84	4.78
Red ginseng (Big root)	74.65	7.47

Table 7. Contents of arginine and its derivatives in ginseng root (Okuda, 1994)

Samples	Arginine content (%)			
	Free arginine	Arg-Fru-Glc	The others	Total
Red ginseng powder	1.08	1.86	0.29	3.23
Red ginseng (Big root)	0.96	1.50	0.11	2.57
Red ginseng (Small root)	1.38	0.98	0.26	2.62
White ginseng (Big root)	2.61	0.61	0.40	3.62
White ginseng (Small root)	2.53	0.28	0.52	3.33

Table 8. Content of nitrogen compounds in various parts of root in *Panax species* (Park, 1988)

	<i>Panax ginseng</i>			<i>Panax quinquefolium</i>	<i>Panax notoginseng</i>
	Tap root	Lateral root	Fine root		
Soluble protein	38.0*(17.9) [#]	29.5	19.6	11.4*(3.8) [#]	17.0*(12.2) [#]
Heat stable protein	28.1 (14.7)	22.3	12.8	10.1 (3.3)	7.3 (3.9)
Free amino acid	73.7 (34.1)	54.9	14.8	32.8(23.7)	24.7 (27.0)

* Xylem+pith, [#] Cortex+epidermis

함량분포는 사포닌과는 대조적으로 가는 뿌리보다는 굵은 뿌리에 많이 전통적으로 굵은 뿌리인 주근을 중시하는 품질기준과 잘 부합된다.

역시 천연물로서 인삼의 다양한 약리효능은 사포닌만으로 대표할 수 없으며 사포닌이외의 여러 가지 생리활성을 나타내는 비사포닌 계 성분과의 복합적작용에 의해 발현됨으로 인삼의 품질도 복합적 요인들을 가지고 있다고 이해할 수 있다.

요 약

인삼의 품질은 서양의학적 약물개념인 특정 성분의 절대함량 보다는 복합물로서 생리활성 물질의 균형적 분포가 더 중요한 의미를 가지고 있다고 이해된다. 그러나 특정 ginsenoside의 약리활성을 목표로 하는 제품은 예외가 될 수 있다.

Ginsenoside는 인삼의 주요 유효성분으로 인정을 받고 또한 현재 품질관리 지표성분으로 활용되고 있지만, 성분 함량면에서 보면 굵은 뿌리인 주근을 중시하는 전통적 품질기준과는 전혀 일치하지 않는다. PD계 및 PT계 ginsenoside 의 함유 조성비율도 굵은 뿌리인 주근 부위는 비교적 균형된 조성을 보이나 가는 뿌리 쪽으로 갈수록 PD/PT 비율이 높아 PD계 사포닌의 함유조성 비율이 현저히 높다. 개별 ginsenosides의 약리작용을 보면 서로 유사 또는 상반된 효과를 보여주는 성분들이 인삼중에 공존하고 있으므로 ginsenosides의 절대함량 이외에 그 조성 패턴의 약리적 의의도 매우 중요하다고 사료된다.

사포닌 성분을 중심으로 한 품질관리에 있어 원료삼의 부위별 성분과 조성차이가 현저하고, 특히 최근 유효성이 부각되고 있는 비사포닌계 생리활성물질로서 다당체와 단백질 분획물을 포함한 합질소화합물은 사포닌과는 상반된 부위별 함량 분포를 보이고 있으므로 제품의 품질표준화는 원료삼의 표준화가 선

행요전임을 알 수 있다.

그러나 비사포닌계 성분을 중심으로 하는 품질관리는 이들 성분의 화학적 분석방법에 어려운 점이 있어 실용성이 문제가 된다.

그런데 Ginsenoside의 함량과 PD/PT 및 G-Rb₁/G-Rg₁의 비율은 원료삼의 근직경과 고도의 부(負)의 상관성을 보이고 있으므로 제품 원료삼의 부위별 출처를 간접적으로 평가할 수 있는 분석화학적 지표로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 아울러 비사포닌계 생리활성 물질인 다당체와 합질소 화합물들은 사포닌 함량분포와는 상반된 상관성을 보이므로 이러한 사포닌의 분석화학적 지표는 사포닌뿐만 아니라 비사포닌계 생리활성물질의 함량을 간접적으로 평가할 수 있는 지표로도 이용될 수 있다고 사료된다.

결론적으로 인삼(제품)의 품질은 사포닌의 절대 함량뿐만 아니라 함유 ginsenoside 종류와 조성비율과 함께 비사포닌계 활성성분도 고려하여 종합적으로 판단하여야 할 것이다.

인 용 문 헌

1. Matsuda H., Kubo M. and Mizuono M. : *Shoyakugaku Zasshi*, **41**(2), 125 (1987).
2. Kubo M. : *The Ginseng Review*, **23**, p. 22 (1977).
3. Lee M. K., Park H. and Lee C. H. : *Proc. of Korea-Japan Panax Ginseng Symposium*, The Society for Korean Ginseng, Seoul, Korea, 89 (1987).
4. Shibata S., Fujita M, Itowa H., Tanaka O. and Ishii T. : *Tetrahedron Lett.*, **10**, 419 (1962).
5. Shibata S., Tanaka O., Nagai M. and Ishii T. : *Chem. Pharm. Bull.*, **11**, 762 (1963).
6. Shibata S., Tanaka O., Soma K., Iita Y., Ando T. and Nakamura H. : *Tetrahedron Lett.*, **3**, 207 (1965).
7. Shibata S. *et al.* : *Chem. Pharm. Bull.*, **14**, 595 (1966).

8. Elyakov G. B. *et al.* : *Izvest. Acad. Nauk, U.S.S.R., Otd. Ser. Khim Nauk.*, **1125**, 2054 (1962).
9. Horhammer L., Wagner H. and Lay B. : *Pharm. Ztg.*, **106**, 1037 (1961).
10. Otsuka Y., Morita Y., Ogihara and Shibata S. : *Planta Medica*, **32**, 9 (1977).
11. Namba, T., Yoshizaki M., Tomimori T., Kobashi K., Mitsui M and Hase J. : *Yakugaku Zasshi*, **94**, 252 (1974).
12. Sakamoto I., Morimoto K. and Tanaka O. : *Yakugaku Zasshi*, **95**(12), 1456 (1975).
13. Cui J. and Garle M. : *Lancet.*, **344**, 134 (1994).
14. Nam K. Y. : The new Korean Ginseng (Constituent and its pharmacological efficacy), Korea ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon, Korea, 13 (1996).
15. Kawahara M., Kawanishi F., Komiya T. and Ohsio H. : *Chem. Pharm. Bull.* **37**(1), 135 (1989).
16. Park H., Lee M. K., and Cho B. G. : *Proc. of the 5th Int'l Ginseng Symp.*, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 133 (1988).
17. 相賀徹夫, 中藥大辭典 第3卷, 上海科學出版社, 小學館編, p.2017 (1965).
18. Samukawa K., Yamashita H, Matsuda H. and Kubo M. : *Yakugaku Zasshi* **115**(3), 241 (1995).
19. Kim M. W., Lee J. S. and Nam K. Y. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **8**(1), 8 (1984).
20. Kim M. W, Ko S. R., Choi K. J. and Kim S. C. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **11**(1), 10 (1987).
21. Liu C. X. and Xiao P. G. : *J. of Ethnopharmacology*, **36**, 27 (1992).
22. Zhang Shaolin, Takeda Tadahiro, Zhu Tinru, Chen Yingjie, Yao Xonsheng, Tanaka Osamu and Ogihara Yukio : *Planta Medica*, **56**, 298 (1990).
23. Takagi K., Saito H. and Nabata H. : *Jap. J. Pharmacol.*, **22**, 245 (1972).
24. Zhang J. T., Qu Z. W., Liu Y., Deng H. L. : *Chin. Med. J.*, **103**(11), 932 (1990).
25. Zhang J. T., Yang Y., Qu Z. W., Jiang X. Y., Liu M. : *Proc. of 6th Int'l Ginseng Symposium*, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Korea, 69 (1993).
26. Ma T. C. and Yu Q. H. : *Azgenmittelforschung.*, **43**(10), 1049 (1993).
27. Yamakuchi Y, Higashi M. and Kobayashi H. : *European J. of pharmacology*, **312**, 149 (1996).
28. Saito, H. : *In Recent Advances in Ginseng Study*, Hirokawa publishing, Tokyo, p.99 (1990).
29. Park J. K., Nam K. Y., Hyn H. C. and Jin S. H. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **18**(1), 32 (1993).
30. Jin S. H., Kyung J. S., Kim S. C. and Nam K. Y. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **20**(1), 7 (1996).
31. Choi H. K., Seng D. H. and Rha K. H. : *Int. J. Impotence Res.*, **7**, 181 (1995).
32. Choi Y. D., Xin Z. C. and Choi H. K. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **20**(2), 133 (1996).
33. Choi Y. D. : 고려인삼학회 지원 연구보고서 (1998).
34. Ovodov Yu. S. and Solovera T. F. : *Khim Prir. Soedin*, 299 (1966).
35. Solov'era, T. F., Arsonyuk L. V. and Ovodov Yu. S. : *Carbohydr. Res.*, **10**, 13 (1969).
36. Solov'era T. F. : *Khim Biokhim. Uglevadov. Moster. Vses. Kout.* 4th, 127(1967).
37. Gstimer F. and Vogt J. H. : *Arch. Pharm.*, **299**, 936 (1966).
38. Hwang W. I. and Cha S. M. : *Proc of 2nd Int'l Ginseng Symposium*, Korea Ginseng Research Institute, Korea, p.43 (1978).
39. Han B. H. : *Proc. of the 2nd Int'l Ginseng Symposium*, Korea Ginseng Research Institute, Seoul, Korea, 13 (1978).
40. Tomoda M., Shimada K., Konno C., Sugiyama K. and Hikino H. : *Planta Medica*, **50**, 436 (1984).
41. Han, B. H., Han, Y. N. and Park, M. H. : *Advances in Chinese Medicinal Materials Research*, World Scientific Publ. Co., 485 (1985).
42. Han, B. H., Park, M. H., Han, Y. N. and Suh D. Y. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **16**(3), 228 (1992).
43. Okuda H, Lee S. D. *et al.* : *Proceedings of International Symposium on Korean ginseng*, The Society for Korean Ginseng, Seoul, Korea, p.15 (1990).
44. Matsuura Y, Okuda H *et al.* : *Korean J. Ginseng Sci.*, **18**(2), 204 (1994).
45. Takeshi Takaku, Li Kun Han, Kenji Kameda, hiroyuki Ninomiya and Hiromichi Okuda : *J. of traditional Medicines*, **13**, 118 (1996).
46. Gao Q. P., Kiyohra H., Cyong, J. C. and Yamada H. : *Planta Medica*, **55**, 9 (1989).
47. Yun Y. S., Lee Y. S., Jo S. K. and Jung I. S. : *Planta Medica*, **59**, 521 (1993).
48. Kim K. H., Lee Y. S., Park S. Y., Chung H. Y., Lee I. R. and Yun Y. S. : *Planta Medica*, **64**, 110 (1998).
49. Matsuda H, Samukawa K. and Kubo M. : *The*

- 13th Symp. The Medical Society for Red Ginseng Research (Abstract), p.8 (1998).
50. Lee Y. S., Chung I. S., Lee I. R., Kim K. H., Hong W. S. and Yun Y. S. : *Anticancer Research*, **17**, 323 (1997).
51. Kubo M., Samukawa K., Tani T., Katuki T., Arichi S. : *The Ginseng Review*, **2**(1), 33 (1984).
52. Kubo M., Tani T., Katsuki T., Ishizaki K. and Arichi S. : *J. Nat. Prod.*, **43**, 278 (1980).
53. Tani T., Kubo M., Katsuki T., Katsuki T., Higashino M., Hayashi T. and Arichi S. : *J. Nat. Prod.*, **44**(4), 401 (1981).
54. Hansen L. and Per M. : *Phytochem.*, **25**(2), 285 (1986).
55. Han Y. N., Kim S. Y., Lee H. J., Hwang W. I. and Han B. H. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **16**(2), 105 (1992).
56. 熊谷 朗 編, 약용인삼 '95. 共立出版社, 東京 : p.233 (1994).
57. Park H., Cho B. G. and Lee M. K. : *Proc. of Int'l. Symp. The Society for Korean Ginseng*, Seoul, Korea, p.175 (1990).
58. Yonezawa, M., Takeda A. and Katoh N. : *Proc. of the 4th Int'l Ginseng Symp.* Korea Ginseng Research Institute, Seoul, Korea, p.133 (1984).