

추출 용매에 따른 인삼과 압출 성형 인삼의 사포닌 함량 및 항산화 활성 연구

[†]김 성 환

중부대학교 식품영양학과

A Study on the Saponin Contents and Antioxidant Activity of the Ginseng and Extruded Ginseng by Using Different Solvents for Extraction

[†]Sung-Hwan Kim

Dept. of Food Science & Nutrition, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the changes in saponin content and antioxidant activity of crude ginseng and extruded ginseng by using different solvent extraction methods. Each of the fractions was first extracted by 80% ethanol followed by ether treatment to remove the lipid components. Water soluble components were separated by ethylacetate and water saturated butanol. Four fraction, including 80% ethanol, ethylacetate, butanol and water were obtained from crude and extruded ginsengs to analyze saponin content and antioxidant activity. Saponin content and antioxidant capacity of each of the four fractions were measured by LC/MS analysis and ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity) assay, respectively. It was found that a major portion of saponin was present in ethyl acetate and water saturated butanol fractions. When extracted by 80% ethanol, ginsenoside Rb1 and Rg1 were mostly found in crude ginseng, while ginsenoside Re and Rb1 were detected in extruded ginseng. Even though Rh1 and Rg3 were found in a very small quantity in crude ginseng, there was a significant quantity of both in extruded ginseng when extracted by 80% ethanol. Similar tendency was also observed in extruded ginseng fraction when extracted with ethyl acetate and butanol. In crude ginseng, the level of Rg1 was the highest among other ginsenosides upon extraction by ethyl acetate, while Rh1 and Rg3 were predominantly found by employing similar solvent extraction in the extruded ginseng. Also, Rg1, Re and Rb1 were also found in the extruded ginseng with small quantity. Rg1, Re and Rb1 were found in crude ginseng by butanol extraction, while Rb1 and Re were extracted from the extruded ginseng. Overall, there was no difference in the saponin content between crude ginseng and extruded ginseng when extracted by butanol and water, but twice as much of saponin was obtained by 80% ethanol extraction and 6 times more saponin were obtained in ethyl acetate fraction in the extruded ginseng. Antioxidant capacity of crude ginseng as determined by ORAC assay was higher in 80% ethanol(high in many different kinds of biological compounds) and water saturated butanol(high in polar saponin) fractions than the ethyl acetate and water fractions. No difference in antioxidant capacity was observed between crude and extruded ginseng. However, antioxidant capacity of ethyl acetate and water fractions in extruded ginseng was significantly higher than crude ginseng($P>0.05$). All the fractions in both, crude and extruded ginseng possessed antioxidant capacity and even water fractions that contained almost no saponin had some antioxidant capacity. While determining correlation coefficient between fractions in extruded ginseng by Pearson correlation, it was observed that 80% ethanol fraction was in correlation with ethyl acetate($P>0.01$) and ethanol($P>0.001$) and in the case of ethylacetate, correlation was observed only with butanol fraction($P>0.05$).

Key words: solvent, saponin, extruded ginseng, antioxidant activity, oxygen radical absorbance capacity assay

[†] Corresponding author: Sung-Hwan Kim, Dept. of Food Science & Nutrition, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea.
Tel: +82-41-750-6730, Fax: +82-41-750-6387, E-mail: swkim@joongbu.ac.kr

서 론

인삼은 우리나라를 비롯하여 동양권에서는 오랜 약용의 역사를 가진 생약자원으로 최근에는 면역 증진 및 피로 회복의 기능을 가진 건강기능식품으로 인정받고 있다(Kim DH 2005; KFDA 2010).

특히 고려인삼으로 알려진 우리나라 인삼은 오기과(Araliaceae) 또는 두릅나무과(Araliaceae)로 분류되는 인삼속식물(*Panax ginseng* C.A. Meyer)로 미국 화기삼(*Panax quinquefolium* L.), 중국 전칠삼(*Panax notoginseng* F. H. Chen), 일본 죽절인삼(*Panax japonicus*) 등 다른 인삼종에 비해 가장 많은 종류의 사포닌이 분리되고 있다(Ko 등 1995; Kim SS 2009).

인삼은 종(種) 및 재배 환경에 따라 주요 생리 활성 물질인 인삼사포닌을 비롯하여 프로사포젠닌, 페놀성 물질, 알칼로이드, 폴리아세틸렌, 산성 다당체, 비휘발성 유기산, 유리당, 각종 아미노산 및 무기물 등 그 성분과 함량이 다양한 것으로 보고되고 있으며(한국인삼연초연구소 1991; Kim DH 2005), 특히 가공공정이나 추출조건에 따라서도 성분 함량 등에 있어서 다양한 변화를 보이는 것으로 알려져 있다(Lee 등 1996; Chang 등 2003; Ha 등 2004; Ha 등 2005; Kim & Kim 2005; Kim & Kim 2006; Kim SH 2007; Choi 등 2008; Choi 등 2010; Lee & Kum 2010). 인삼의 생리작용으로는 면역조절 효과 및 정신신경계, 순환기계, 대사계, 소화기계 기능의 억제와 항진 및 각종 스트레스에 대처하는 항상성, 암세포증식 억제작용, 항산화활성 향상 등 다양한 생리활성을 나타낸다고 알려져 있다(Daxian 등 1995; Jung & Jin 1996; Choi 등 2002; Kwak 등 2003; Lee 등 2003; Park 등 2003; Shon 등 2004; Kim DH 2005; Wei 등 2005; Ye 등 2005; Kim & Kim 2007).

한편, 최근의 국내·외 항산화 활성 연구는 주로 DPPH (α , α -diphenyl- β picrylhydrazyl) 등을 이용한 유리 라디칼 소거 효과에 의한 연구가 대부분이다(Lee 등 1999; Lee 등 2004; Lee 등 2005; Choi 등 2006; Kim 등 2008; Doh 등 2010). 기존 시험 방법들은 전자 전달의 이론을 기본으로 하여 주로 항산화 물질의 환원력, 즉 금속 이온, carbonyl과 라디칼을 환원하기 위한 전자 전달력을 측정하는데 초점을 맞추고 있다. 한편, 2004년 항산화작용의 표준화를 위한 세계학술대회에서 항산화작용의 표준화를 위한 대표적인 방법의 하나로 선정된(Prior 등 2005) Oxygen Radical Absorbance Capacity by Fluorescein(이하 ORAC 분석법)은 radical chain reaction의 가장 핵심적인 단계인 수소 전자 전달과 관련하여 항산화 물질의 free radical 소거 능력을 측정하는 방법이다(Huang 등 2005). 따라서 전자 전달 이론을 바탕으로 한 실험 방법들은 활성 성분에 의한 환원 작용의 측정에 의한 phenol류 등의 함량을 예측하는데 유효한 반면에, ORAC 분석법은 식품내 존

재하는 hydrophobic 성분과 hydrophilic 성분에 모두 반응하기 때문에 응용 범위가 넓다는 장점을 가지고 있다(Prior 등 2003; Prior 등 2005). 또한, 항산화 대조 물질로 수용성 비타민 E를 사용하고 형광 물질을 결합시킴으로써 반응 감도가 예민하여 정확도를 높일 수 있는 방법이기도 하다.

따라서 본 연구에서는 백삼 및 동일한 백삼을 원료로 하여 일정 조건의 고온, 고압 하에서 압출성형조작을 거쳐 얻은 압출인삼을 유기용매를 사용하여 분리추출한 후 각각의 분획에 대하여 사포닌 함량을 측정하고, Talcott ST 등(2003)에 의해 새롭게 소개되고 있는 ORAC 분석법을 이용하여 항산화 활성을 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

인삼 검체는 충남 금산군에 소재하는 대동고려삼(주)으로부터 4년근의 인삼 규격검사 합격품을 구입하여 60 메쉬 이하로 분쇄하여 사용하였으며, Kim 등(2008)의 특허에 의거하여 압출성형조작을 하였으며, (주)삼우다연으로 부터 도움을 받았다.

2. 인삼의 압출 성형 조작

인삼의 압출 성형은 쌍축 압출 성형 장치(DNDL-44, Buhler Brothers Co., Uzwil, Switzerland)를 사용하여 지름이 3 mm인 원형 사출구 하나를 열어서 압출 성형하였다. 사출구와 스크류 전면 사이에 thermocouple(열전대) 및 transducer(변환기)를 통하여 압출 성형온도와 압력을 측정하였다. 압출 성형의 조건은 Table 1과 같다.

3. 인삼 및 압출인삼의 추출과 용매분획물 제조

압출 성형 인삼의 제조를 위해 사용한 원료인삼과 압출 성형인삼을 분쇄하여 각각 100 메쉬의 표준체를 통과시켜 얻은 것을 검체로 사용하였다. 이들 검체를 각각 약 5 g을 환류 냉각 장치를 한 250 ml 플라스크에 취해 수욕상에서 80% 에탄올 용액 50 ml를 가해 1시간 추출한 후 상온에서 방치하여

Table 1. Screw configuration and extrusion condition

Extruder	Co-rotating, intermeshing twin-screw extruder Buhler Brothers Co., DNDL-44, Uzwil, Switzerland
L/D20	3, 4 barrel heating
Heater	120~180°C
Screw type	66R*3, KD(RLR), 44R*5, RSE(LR), 44R*4, RSE(LRL), 33R*5, ST
Die	Orifice type 3 mm/1 e.a.

식힌 후 여과하고 잔류물을 취해 다시 반복하는 조작을 2회 더 하였다. 총 3회 추출한 여액을 합쳐 환류 냉각 장치를 한 250 ml 플라스크에 취해 65°C 이하 수욕 상에서 rotary evaporator로 감압 농축하였다. 잔류물에 증류수 50 ml를 가해 녹인 후 분획 여두에 넣어 에테르 50 ml를 가하여 진탕한 다음 에테르층을 제거하였다. 수층을 취하는 조작을 2회 더 반복하여 총 3회 추출·분리하여 얻은 수층을 분액 여두에 옮겨 에틸아세테이트 50 ml로 3회 반복 진탕·추출하여 에틸아세테이트층을 취하고 물층에 수포화 부탄올 용액 50 ml를 가해 충분히 진탕한 후 수층과 부탄올층이 완전히 층 분리될 때까지 정지한 다음 분리하였다. 다시 분리 조작을 2회 더하여 총 3회 추출한 부탄올층과 수층을 각각 얻고, 상기 조작을 통해 얻은 80% 에탄올층과 에틸아세테이트층과 부탄올층은 환류 냉각 장치를 한 65°C 이하 수욕상에서 rotary evaporator로 감압 농축하였다. 물층은 40°C 이하에서 감압 증발 농축 건조하였으며, 전후 무게차를 계산하여 증발잔류물의 수율을 얻었다. 상기 조작을 통하여 얻은 각각의 분획들은 인삼 사포닌 함량 분석을 위한 검체와 ORAC 분석을 위한 항산화 활성 실험 검체로 사용하였다.

4. Ginsenosides의 분석

80% 에탄올층 엑기스, 에틸아세테이트층 분획, 수포화 부탄올층 분획, 수층 분획의 건조물을 각각 HPLC용 메탄올에 녹여 멤브레인필터 처리 후 Table 2의 조건으로 LC/MASS를 이용하여 인삼 및 압출 인삼의 사포닌 성분 중 ginsenoside Rg1, Re, Rh1, Rb1, Rc, Rb2, Rd, Rg3의 함량을 분석하였다.

Table 2. Condition of LC/Mass for analysis of ginsenosides

Instrument	: Waters Alliance 2996 PDA, ZQ2000		
Column	: Xterra®MS C18		
Column temp.	: 40°C		
Eluent	: 0.1% AA 18% ACN, 0.1% AA 80% ACN~0.25 ml/min		
MS condition			
ZQ	Mass	Dwell	Cone
SIR	799	0.4	59
	637	0.4	53
	1,108	0.4	30
	1,077	0.4	45
	946	0.4	69
	783	0.4	60
Injection volume	: 5µl		

5. ORAC(Oxygen Radical Absorbance by Fluorescein) Assay

인삼과 압출 성형 인삼을 각각의 유기용매에 의해 단계별 분리·추출한 분획물 및 수층의 항산화 활성은 Talcott & Lee(2002)가 항산화 활성 측정에 사용한 ORAC 분석법을 이용하였다. 즉, 과산화 라디칼의 생성을 위해 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride(Aldrich Co.)를 사용한 peroxy radical의 생성과 소멸에 의한 fluorescent의 감소율을 측정함으로써 이루어졌다. 모든 실험은 3회 반복되었으며, 실험결과에 의한 ORAC 측정값은 검체 1 g당 µM Trolox equivalent로 나타내어졌다(µM TE/g)(Kim & Kim 2007).

6. 통계학적 분석

실험 결과는 SAS 9.1 통계 프로그램을 이용하여 mean±S.E., t-test, correlation을 사용하여 각 그룹간의 측정치에 대해 분석하였고, p<0.05 수준에서 유의성을 판정하였다(Cody & Smith 2006).

결과 및 고찰

1. 인삼 사포닌 함량

압출 성형 인삼의 제조를 위해 사용한 원료인삼 및 압출 성형인삼의 80% 에탄올 추출 엑기스, 에틸아세테이트 분획물, 수포화 부탄올 분획물, 수층 분획물의 증발잔류물을 측정 한 결과, 에탄올 추출 엑기스 및 에틸아세테이트 분획물의 경우 압출인삼의 수득율이 높았으며, 수포화부탄올 분획물과 수층 분획물의 경우 원료인삼의 수득율이 높았으나 유의성은 없었다. 각 추출분획물의 인삼사포닌 함량을 LC/MASS를 사용하여 분석한 결과, 각각의 용매 분획 1 g당 ginsenoside

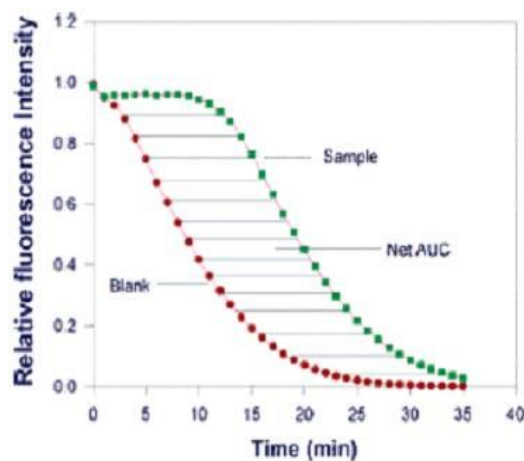


Fig. 1. Antioxidant activity of tested sample expressed as the net area under the curve(AUC).

Rg1, Re, Rh1, Rb1, Rc, Rb2, Rd, Rg3의 함량은 Table 3에서와 같다. 원료인삼 및 압출인삼 중 사포닌은 초기 추출용매인 80% 에탄올에 의해 대부분 추출되고, 용매의 극성에 따라 성분을 분리하는 과정이 진행됨에 따라 주로 에틸아세테이트층과 수포화부탄올층으로 이행되고, 수층으로 이행되는 사포닌량은 극히 적어서 대부분의 인삼 사포닌은 에틸아세테이트층과 수포화부탄올층에 존재함을 알 수 있었다. 80% 에탄올에 의해 용출되는 원료인삼의 사포닌의 종류는 주로 ginsenoside Rb1과 Rg1이었고, 그밖에 Re, Rc, Rb2 등이었다. 한편, 압출인삼의 경우는 주로 ginsenoside Re와 Rb1이 주이고, 그밖에 Rc, Rb2, Rg1, Rh, Rd 등이었으며, 특히 원료인삼에서 미량 존재하던 Rh1과 Rg3가 많이 증가함을 보여 Kim & Ryu(2005)와 Jee 등(2006) 및 Kim SH(2007)의 압출처리공정에 의해 Rh1, Rh2, Rg3가 생성되었다는 보고와 같았다. 이러한 현상은 압출인삼의 에틸아세테이트층과 부탄올층에서도 같은 경향을 보였다.

원료인삼의 에틸아세테이트층에서는 Rg1 함량이 높았고, 압출인삼에서는 특히 Rh1과 Rg3가 많이 용출되었으며, Rg1, Re, Rb1 등이 용출되었다. 원료인삼의 부탄올층에서는 주로 Rg1, Re, Rb1이 많이 용출되었고, 그밖에 Rc, Rb2, Rd 등이었고, 압출인삼에서는 주로 Rb1과 Re이 많이 용출되었고, Rc, Rb1, Rd, Rg1, Rg3 등이 용출됨을 알 수 있었다. 인삼은 산지별, 재배 기간별, 인삼 가공방법 등에 따라서 사포닌을 비롯한 유효성분의 함량이 각기 다르고, 본 실험에서는 인삼 중 모든 사포닌성분을 분석할 수 없어 상호 비교하는데 한계가 있었으나, 전체적으로 원료인삼에 비해 압출인삼의 경우 추출되는 사포닌 함량이 수포화 부탄올층과 수층은 별로 차이가 없었지만 80% 에탄올 추출 액기스는 약 2배, 에틸아세테이트층은 약 6배 정도 많이 용출됨을 확인할 수 있고, 이는 압출성형 홍삼화를 통해 원료 백삼 중 유효성분이 2배 이상 증가하였다는 Ryu GH(2007)의 보고와 Kim SH(2007)의 압출

성형 인삼의 경우 대조인삼에 비해 사포닌 함량이 약 1.2~2.3 배 증가한다는 결과 및 Kim & Ryu(2005)가 압출성형시 열수에 의한 추출 수율이 원료백삼에 비해 약 2배 정도 향상되었으며, 조사포닌 함량이 백삼은 3.8%였지만 압출성형 인삼의 경우 4.9~5.9%로 증가하였다는 보고와도 비슷하였다. 이러한 결과로 미루어 인삼 중 유효성분의 분리 과정이 진행됨에 따라 추출용매와 같은 성질의 사포닌이 각각의 추출용매로 이행되는 현상이 일어나며, 압출성형과정을 통해 사포닌 성분의 변화와 인삼세포벽 파괴에 의한 분자량이 큰 비전분탄수화물 같은 유효성분의 용출증가가 일어남을 확인할 수 있었다. 이로 미루어 인삼 중의 사포닌 성분뿐만 아니라 총당, 우론산, 산성다당체, 프로사포제닌, 사포제닌, 폴리페놀류, 프로테오그루칸, 알칼로이드, 폴리아세틸렌과 같은 다른 생리활성물질의 이행과 변화 및 말톨과 같은 항산화물질의 생성을 추측할 수 있었다(Hwang 등 1994, Ha 등 2005).

2. ORAC(Oxygen Radical Absorbance by Fluorescein) 실험

인삼과 압출 인삼의 항산화 활성을 알아보기 위해 80% 에탄올 추출 액기스, 에틸 아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획, 수층 분획을 각각 인삼 완충액에 용해하여 AAPH에 의한 peroxy radical의 생성과 소멸에 따른 fluorescent의 감소율을 ORAC Assay에 의해 측정된 결과, 인삼과 압출인삼의 각 분획별 항산화 활성은 Table 4와 Fig. 2에서와 같다.

Table 4에서와 같이 원료인삼 중의 여러 생리활성 성분이 많이 함유되어 있는 80% 에탄올 추출 분획과 일반적으로 극성의 사포닌 성분을 많이 함유한 수포화 부탄올층의 항산화 활성은 에틸아세테이트층과 수층에 비해 높았으나, 압출성형과정을 거치더라도 유의성 있는 증가는 없었다. 그러나 압출성형과정을 거친 압출인삼의 에틸아세테이트층과 수층 분획이 대조 원료인삼의 각각의 분획들에 비해 모두 유의성

Table. 3 Contents of saponins on each fractions which extracted from ginseng and extruded ginseng

(Concentration are in mg/g of ginseng fractions)

Fraction	Sample	Rg1	Re	Rh1	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Rg3
EtOH	G	46.2843	39.5860	trace	56.7678	22.9711	23.6652	6.9524	0.5928
	EG	51.9052	108.5400	31.3700	105.1664	60.5987	59.9247	40.6461	16.8012
EtOAc	G	39.6173	8.5734	2.5676	trace	trace	trace	trace	2.9120
	EG	43.1189	31.4095	127.4787	14.2358	5.1418	4.8856	5.7081	81.8403
BuOH	G	114.4240	108.2997	1.9626	85.8118	40.8239	36.7786	21.1151	0.8334
	EG	36.2090	98.6543	15.1541	107.3456	58.8471	57.7000	40.1428	10.3811
H ₂ O	G	0.1477	0.2306	0.0056	0.3380	0.0832	0.0683	0.0585	0.0128
	EG	0.0640	0.1763	0.0045	0.1965	0.0813	0.0867	0.0460	0.0095

G: Ginseng, EG: Extruded ginseng.

Table 4. Antioxidative activity of each fraction extracted from ginseng and extruded ginseng

Fraction	Ginseng	Extruded ginseng	
80% EtOH	26.5±2.5	31.6±6.7	0.2879
EtOAc	21.3±2.6	29.5±4.6	0.0500*
BuOH	27.2±3.4	31.3±7.7	0.4511
H ₂ O	19.1±5.3	29.9±1.4	0.0276*

Each value represents Mean±SE. of triplicates.

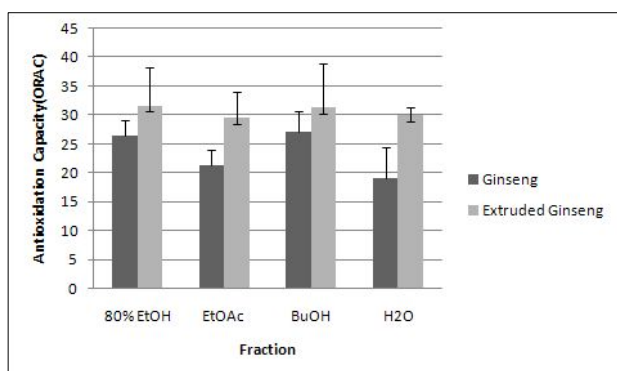


Fig. 2. Antioxidative activity of between ginseng and extruded ginseng using the ORAC assay.

Each value represents Mean±SE. of triplicates.

($p > 0.05$) 있는 증가를 보였다.

이러한 결과는 Jee 등(2006)의 보고에 따르면 고온·고압에 의한 압출처리시 전분성분 즉 산성다당체를 포함한 비전분 탄수화물 등이 일부 붕괴되고 호화되어 80% 에탄올층에 침전되지 않는다고 하였고, 따라서 이들 유효성분이 에틸아세테이트층 및 수층까지 이행된 것으로 판단된다. 또한 Fig. 2에서와 같이 원료인삼과 압출 인삼의 80% 에탄올 추출 엑기스, 에틸 아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획, 수층 분획 모두에서 일정 수준의 항산화 활성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었고, 특히 인삼사포닌을 거의 함유하지 않은 원료인삼과 압출 인삼의 수층에서도 항산화 활성을 나타내었다. 한편, Kim SH(2007)이 발표한 전보에 의하면 80% 에탄올로 추출하여 지방을 제거한 후 수포화부탄올로 분리한 경우 압출인삼의 80% 에탄올층과 부탄올층 및 수층 모두에서 유의성($p > 0.05$)을 보인 것과는 약간 다른 결과를 나타냈으며, 이는 추출조작 과정 중에 에틸아세테이트 추출단계에서 인삼 중에 중성 및 약한 비극성물질이 이행된 결과에 따른 변화라고 판단된다. 이러한 결과는 Kim & Kim(2006, 2005)이 장뇌삼 중 유효성분 추출을 위해 추출용매 및 농도 조건을 조금씩 달리한 연구결과에서 보는 바와 같이 천연물질 중 생리활성 물질의 추출은 매우 고난도의 지식과 기술이 요구되고 있다.

Table 5. The correlations of each fractions

	EtOH	EtOAc	BuOH	H ₂ O
EtOH	1			
EtOAc	0.90455**	1		
BuOH	0.96708***	0.79162*	1	
H ₂ O	0.41832	0.66764	0.37020	1

Each value represents Mean±SE. of triplicates.

한편, Table 5와 같이 압출인삼의 80% 에탄올 엑기스, 에틸아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획, 수층 분획들의 각 분획 상호간 피어슨 상관 계수에 의한 유의성 비교에서는 80% 에탄올 분획과는 에틸아세테이트 분획($p > 0.01$)과 부탄올 분획($p > 0.001$)이 유의성을 나타냈으며, 에틸아세테이트 분획과는 수포화 부탄올 분획만이 유의성($p > 0.05$)을 나타내었다. 한편, 사포닌이 거의 없는 수층 분획의 경우 80% 에탄올 엑기스, 에틸아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획과는 전혀 유의성이 없었으나, 그림 2와 같이 다른 분획들과 비슷한 정도의 항산화활성을 나타내는 것으로 미루어 인삼 중의 항산화 활성은 인삼 사포닌 성분과 일부 페놀 화합물(maltol, ferulic acid, salicylic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, vanillic acid 등)에 의한 것(Han 등 1985)뿐만 아니라 압출 성형과정을 통해 세포벽이 수용성화되면서 용출된 인삼 중의 유효성분인 저분자의 proteoglycan 및 산성 다당체를 포함하여 저분자화한 극성 수용성 다당류 가운데 어떤 미지의 활성 성분에 의한 결과임을 확인할 수 있었다.

요 약

추출용매와 조작순서를 달리하여 원료인삼 및 압출성형 가공시 인삼의 사포닌 함량 및 항산화 정도의 변화를 알아보기 위하여 인삼과 압출성형한 가공 인삼의 80% 에탄올 엑기스, 에틸아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획, 수층 분획을 각각 얻은 후 LC/MASS를 사용하여 사포닌 함량을 조사하고 기존의 여러 가지 항산화 작용 측정 방법들의 오류를 없애고 더욱 정확한 결과를 낼 수 있는 대처 방안으로 선정된 ORAC 분석법에 의해 항산화 활성을 검토하였다. 검체 인삼 중 사포닌은 ginsenoside Rb1과 Rg1 및 Re를 주요 성분으로 다량 함유하고 있었으며, Rb2, Rc, Rd 등이 뒤를 이었고, 그밖에도 Rg3, Rh1가 미량 분포하고 있었다. 압출 성형 인삼의 경우 원료 인삼에 비해 전반적으로 사포닌 함량이 높았으며, 주로 ginsenoside Re와 Rb1 및 Re가 많았고, 그밖에 Rc, Rb2, Rg1, Rh, Rd 등이었으며, 특히 원료인삼에서 미량 존재하던 Rh1과 Rg3가 많이 증가함을 보였다. 이러한 현상은 압출인삼의 에틸아세테이트층과 부탄올층에서도 같은 경향을 보였다. 원료

인삼의 에틸아세테이트층에서는 Rg1 함량이 높았고, 압출인삼에서는 Rh1과 Rg3가 많이 용출되었으며, Rg1, Re, Rb1 등이 용출되었다.

ORAC 분석법에 의한 항산화 활성 연구에서 원료인삼 중의 여러 생리활성 성분이 많이 함유되어 있는 80% 에탄올 추출 분획과 일반적으로 극성의 사포닌 성분을 많이 함유한 수포화 부탄올층의 항산화 활성은 에틸아세테이트층과 수층에 비해 높았으나, 압출성형과정을 거치더라도 유의성 있는 증가는 없었다. 그러나 압출성형과정을 거친 압출 인삼의 에틸아세테이트층과 수층 분획이 대조 원료인삼의 각각의 분획들에 비해 모두 유의성($p>0.05$) 있는 증가를 보였다. 또한 원료인삼과 압출 인삼의 80% 에탄올 추출 엑기스, 에틸아세테이트 분획, 수포화 부탄올 분획, 수층 분획 모두에서 일정 수준의 항산화 활성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었고, 특히 인삼사포닌을 거의 함유하지 않은 원료인삼과 압출 인삼의 수층에서도 항산화 활성을 나타내었다. 이는 인삼 중 항산화 활성은 에틸아세테이트 층으로 이행되는 폴리페놀 계통 성분 및 일부 비극성의 사포닌에 의한 것으로 추측되고 있으나, 모든 분획에서 나타난 것으로 보아 이들 외에 산성 다당체, 당단백질, 수용성 다당류, 말톨 등 다른 생리 활성 물질에 대한 연구가 요구된다.

참고문헌

- Chang JK, Lee JW, Shim KH. 2003. Changes in chemical components of freeze-dried ginsengs and red ginseng processed from the fresh ginseng stored at low temperature. *J Ginseng Res* 27:72-77
- Choi CS, Kim KI, Hong HD, Choi SY, Lee YC, Kim KT, Rho JH, Kim SS, Kim YC. 2006. Phenolic acid composition and antioxidative activity of white ginseng(*Panax ginseng*, C. A. Meyer). *J Ginseng Res* 30:22-30
- Choi HJ, Zhang YB, An BJ, Choi C. 2002. Identification of biologically active compounds from *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J Food Sci Technol* 34:493-497
- Choi JE, Nam KY, Li Xiangguo, Kim BY, Cho HS, Hwang KB. 2010. Changes of chemical compositions and ginsenoside contents of different root parts of ginsengs with progressing method. *J Medicinal Crop Sci* 18:118-125
- Choi MY, Kim KM, Choi MS, Hoe YS, Lee HN, Lee CW, Kwan SW. 2008. Differential metabolomics analysis of ginseng(*Panax ginseng*) by progressing time. *J Kor Pharm Sci* 38:23-29
- Cody RP, Smith JK. 2006. Applied statistics and the SAS programming language. Fifth Edition. pp. 159-165, pp. 183-196. Pearson Prentice Hall, Pearson Education, Inc., NJ
- Daxian Zhang, Tatuji Yasuda, Yingyan Yu, Pingdong Zheng, Teruyki Kawabata, Yuxiang Ma, Shigeru Okada. 1995. Ginseng extract scavenges hydroxyl radical and protects unsaturated fatty acids from decomposition caused by iron-mediated lipid peroxidation. *Free Radical Biology & Medicine* 20: 145-150
- Doh ES, Chang JP, Lee KH, Seong NS. 2010. Ginsenoside change and antioxidation activity of fermented ginseng. *Korean J Medicinal Crop Sci* 18:255-265
- Ha DC, Lee JW, Do JH, Park CK, Ryu GH. 2004. Drying rate and physicochemical characteristics of dried ginseng root at different temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:741-746
- Ha DC, Lee JW, Kim NM, Ryu GH. 2005. Effect of barrel temperature and screw speed on characteristics of extruded raw ginseng. *J Ginseng Res* 29:107-112
- Han BH, Park MH, Han YN. 1985. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng(V): The mechanism of antioxidant activity of maltol and phenolic acid. *Korean Biochem J* 18:337-340.
- Huang D, Ou B, Prior RL. 2005. Reviews, The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 53:1841-1856.
- Hwang JK, Kim CT, Hong SI, Kim CJ. 1994. Solubilization of plant cell walls by extrusion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 23:358-370.
- Jee HK, Cho YJ, Kim CT, Chang YS, Kim CJ. 2006. Increase of solubility of ginseng radix by extrusion cooking. *Korean J Food Sci Technol* 38:361-368.
- Jung NP, Jin SH. 1996. Studies on the physiological and biochemical effects of Korean ginseng. *Korean J Ginseng Sci* 20:431-471
- Kim AJ, Han MR, Woo Nariyah, Kang SJ, Lee GS, Kim MH. 2008. Physicochemical properties of Korean ginseng pickles with Chija and Omija. *Korean J Food & Nutri* 21:524-529
- Kim BS, Ryu GH. 2005. Effect of die temperature and dimension on extract characteristics of extruded white ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:544-548.
- Kim JH, Kim JK. 2005. Effect of extracting conditions on chemical compositions of Korean mountain ginseng extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:862-868
- Kim JH, Kim JK. 2006. Antioxidant activity and functional

- component analysis of Korean mountain ginseng's different sections. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1315-1321
- Kim SH, Kim YM. 2007. Determination of antioxidant capacity of Korean ginseng using an ORAC assay. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:393-401
- Kim SH. 2007. Effect of the extruded ginseng on antioxidant activity. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:402-408
- Kim SS. 2009. 인삼의 사포닌 함량비율 조절과 효능평가. *Food Preservation and Industry* 8:59-67.
- Ko SR, Choi KJ, Kim SC, Han KW. 1995. Content and composition of saponin compounds of panax species. *Korean J Ginseng Sci* 19:254-259
- Kwak YS, Shin HJ, Song YB, Park JD. 2003. Isolation of immunomodulatory antitumor active polysaccharide(RGAP) from red ginseng by-product and its physico-chemical properties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:752-757
- Lee BY, Kim EJ, Park SI, Chun HS. 1996. Composition of saponin and free sugar of some white ginsengs with processing condition. *Korean J Food Sci Technol* 28:922-927
- Lee JH, Kum JS. 2010. Effect of microwave treatment on Korean ginseng. *Korean J Food & Nutr* 23:405-410
- Lee JW, Do JH, Shim KH. 1999. Antioxidant activity of the water soluble browning reaction products isolated from Korean red ginseng(1. DPPH radical and hydrogen peroxide scavenging). *J Ginseng Res* 23:176-181
- Lee JW, Park CK, Do JH. 2005. Antioxidative activity of the water soluble browning reaction products from Korean red ginseng. *J Ginseng Res* 29:44-48
- Lee JW, Seo CH, Chang KS. 2003. Physico-chemical characteristics of Korean red ginseng powder on pulverizing methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:363-369
- Lee SE, Lee SW, Bang JK, Yu YJ, Seong NS. 2004. Antioxidant activities of stem and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12:237-242
- Park KS, KO SK, Chung SH. 2003. Comparisons of antidiabetic effect between ginseng radix alba, ginseng radix rubra and *Panax quinquefolia* radix in MLD STZ-induced diabetic rats. *J Ginseng Res* 27:56-61
- Prior RL, Hoang H, Gu L, Wu X, Bacchiocca M, Howard L, Hampsch-Woodill M, Huang D, Ou B, Jacob R. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity(ORAC) of plasma and other biological and food samples. *J Agric Food Chem* 51:3273-3279
- Prior RL, Wu X, Schaich K. 2005. Standardized method for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem* 53:4290-4302
- Ryu GH. 2007. Recent trend in red ginseng manufacturing process and characteristics of extruded red ginseng. *Food Engineering Progress* 11:1-10
- Shon MY, Choi SY, Cho HS, Sung NJ. 2004. Effects of cereal and red ginseng flour on blood glucose and lipid level in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1463-4168
- Talcott ST, Lee JH. 2002. Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of muscadine wine and juice. *J Agric Food Chem* 50:3186-3192
- Talcott ST, Percival SS, Jennifer PM, Celoria Charity. 2003. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit(*Passiflora edulis*). *J Agric Food Chem* 51:935-941
- Wei Zhou, Hong Chai, Peter H. Lin, Alan B. Lumsden, Qizhi Yao, Changyi Chen. 2005. Ginsenoside Rb1 blocks homocysteine-induced endothelial dysfunction in porcine coronary. *Journal of Vascular Surgery* 41:861-868
- Ye EJ, Kim SJ, Park CH, Bae MJ. 2005. Antioxidant and anticancer activities of ginseng treated with traditional rice wine steam process method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:599-604
- 김동현. 2005. 인삼과 건강. pp. 15-85. 도서출판 효일, 서울
- 김성환, 유정상, 유병희. 2008. 인삼의 가용성분 제조방법. 특허공보 제 10-0841656호
- 식품의약품안전청. 2010. 건강기능식품공전. pp. 57-60
- 한국인삼연초연구소. 1991. 인삼성분분석법. pp. 11-128. 제일문화사, 대전

접 수 : 2011년 9월 9일
 최종수정 : 2011년 11월 4일
 채 택 : 2011년 11월 11일