

압출 성형 인삼의 항산화 활성 증강 효과

김 성 환

중부대학교 식품영양학과

Effect of the Extruded Ginseng on Antioxidant Activity

Sung-Hwan Kim

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

Abstract

This study was conducted in order to evaluate the antioxidant activity of extruded ginseng in different extracted fractions. Each of the fractions obtained from extruded ginseng and ginseng (control) were extracted with 80% ethanol, and then the lipophilic components were removed with ether while the hydrophilic components were separated with water-saturated butanol. Each of the 80% ethanol/ butanol/ water layers were collected and evaporated to acquire samples for tests of saponin content and antioxidant activity. The antioxidant activity of extruded ginseng fractions and ginseng fractions were determined via the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay. Overall, the extruded ginseng samples harbored saponin contents of 2.2 (Rg1), 2.3 (Re), 1.2 (Rc), 1.3 (Rb2), and 2.2 (Rd) times that measured in the ginseng prior to extrusion. Antioxidant capacity was also higher, not only in the 80% ethanol/ butanol which harbor a significant quantity of saponin, but also in the water fractions, which harbor relatively low quantities of saponin as compared to the control samples. All three of the fractions extracted from extruded ginseng evidence significantly higher antioxidant capacity than the controls ($0.05 < P$). As the butanol fraction harbors more saponin and phenolic compounds than the water fraction, the butanol fraction was expected to evidence higher antioxidant capacity from those compounds. Interestingly, however, the water fraction evidences higher antioxidant capacity than butanol in both the extruded ginseng and control ginseng samples. Therefore, it could be theorized that the antioxidant capacity of ginseng derived from low molecular weight proteoglycans and polysaccharides or soluble glycoproteins originates from the solubilization of the plant cell wall via extrusion, as well as saponin and phenolic compounds. This should be verified by additional studies to determine clearly the mechanism underlying this phenomenon.

Key words : Extruded ginseng, antioxidant activity, oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay, soluble glycoprotein.

서 론

인삼은 오가과(Araliaceae) 또는 두릅나무과(Araliaceae)로 분류되는 인삼속식물로 *Panax ginseng* C.A. Meyer 등 5~6 종이 있으며, 한국을 비롯한 동양권에서 약용은 물론 자양강장을 위한 건강식품으로 널리 사용되어 왔다(김동현 2005, 식약청 2002a). 과학이 발달한 현재에도 이에 관한 연구는 끊임없이 지속되어오고 있으며, 아직도 전통적인 생약 자원으로 그 신비함을 다 밝혀 내지 못하고 있다고 해도 과언이 아니다. 이들의 종류는 물론이고 재배 환경에 따라 함유된 유효 성분은 인삼 지표 성분이며, 주요 생리 활성 물질인 사포닌을 비롯하여 프로사포젠닌, 페놀성 물질, 알칼로이드, 폴리사테틸렌, 산성 다당체, 비휘발성 유기산, 각종 아미노산과 무기

물 등 그 종류와 함량 역시 다양한 것으로 보고(김동현 2005, 한국인삼연초연구소 1991)되어 있고 생체 내에서 혈당 강하, 면역 조절 작용, 항암 활성 증강, 중추 신경계 작용, 혈압 강하 등 각종 생리 활성을 나타낸다고 보고되어 오고 있다(김동현 2005, Park et al 2003, Choi et al 2002, Lee et al 2003, Shon et al 2004, Kwak et al 2003, Ye et al 2005, Daxian et al 1995, Wei et al 2005, Jung & Jin 1996).

우리나라에서도 그동안 인삼을 직·간접적으로 이용한 각종 유형의 인삼 제품류들이 식품공전에 수재되어 국민의 식생활에 기여하였고, 새롭게 시행되고 있는 건강기능식품공전에도 인삼 제품이 등재되어 국민의 건강 유지 및 증진에 이바지하고 있다(식약청 2002b, 식약청 2004).

그동안의 인삼 이용은 주로 수삼을 직접 사용하거나, 수삼을 그 자체로 또는 수삼의 표피를 벗겨서 일광 건조 또는 열풍 건조하여 만든 백삼을 사용하거나, 원료 수삼을 세척하여

* Corresponding author : Sung-Hwan Kim, Tel : +82-41-750-6730, Fax : +82-41-750-6418, E-mail : swkim@joongbu.ac.kr

표피를 벗기지 않은 상태에서 증숙 및 건조 가공 등의 공정을 거친 홍삼을 사용해 왔다.

수삼이나 분말 형태의 인삼·홍삼은 직접 복용하기도 하나 대부분 가정에서는 열수 추출하고 산업체에서는 주로 에탄올이나 주정 등을 이용하는 추출 방법을 도입하여 인삼·홍삼 중 유효 성분을 추출·가공하는 방법을 통해 제품화하고 있다. 그러나 인삼의 주요 활성 성분인 인삼 배당체는 산, 알칼리는 물론이고 고온 환경에서 불안정하여 백삼 제조 과정이나 제품화를 위한 유효 성분 추출 과정에서 추출 조건에 따라 이화학적 변화를 받으므로 그 추출물의 생리 활성은 다양하다(Lee *et al* 2003, Woo *et al* 1896, Do *et al* 1896, Yoon *et al* 2005, Ha *et al* 2004, Ha *et al* 2005).

일반적으로 식물의 세포벽은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 리그닌, 다당류 등의 고분자 물질로 구성되어 있으며, 이들 각각의 성분들이 상호간에 이온 결합, 공유 결합, 수소 결합 등을 통해 서로 치밀한 결합 조직을 이루고 있다. 따라서 인삼 중 유효 성분을 최대한 용출시키기 위해서는 인삼을 구성하고 있는 세포벽의 강한 결합 조직을 약화시켜 용매에 의해 용출시키는 것이 좋으며, 특히 세포벽을 수용성화시키는 방법에는 화학적으로 산 또는 알칼리를 사용하거나 효소 처리하는 방법, 물리적으로 autoclaving, popping, blanching, extrusion하는 방법 등이 알려지고 있다(Hwang *et al* 1994). 최근에 알려지고 있는 압출 성형 방법은 원래 플라스틱 공업의 사출 성형 기술을 식품에 도입한 것으로 압출 성형 공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형, 건조와 같은 단위 조작 과정을 거치며 짧은 시간에 일련의 공정이 이루어지므로 효율적이고 경제적인 방법으로 소개되고 있다. 또한, 원료 주입 속도, 수분 함량, 사출구 온도, 스크루 회전 속도, 사출구 크기, 스크루 배열 등의 독립 변수의 조절을 통해 다양한 특성의 압출 성형물을 제조할 수 있으며, 압출 성형 과정 중에 발생하는 고열, 고압, 고전단력에 의해 고밀도 조직이 팽화하여 밀도가 낮아지고 내부에 기공이 형성되어 부드러운 조직으로 되면서 표면적이 증가하여 용매와 이온 교환력이 향상되고 용해도가 높아지고 유효 성분의 확산 속도가 증가한다. 특히 수용성 성분의 용출이 용이해져 각종 유효 성분의 추출 수율이 증가하는 것으로 보고되고 있다(Kim 2003, Yoon *et al* 2005, Kim & Ryu 2005a, Kim & Ryu 2005b, Jee *et al* 2006, Ryu 2007, Ryu & Remon 2004, Ha *et al* 2005, Kim & Son 1997).

식품 가공 분야에서는 이를 이용하여 분유 가공 식품 제조, 전통 한과 제조, 장유 제조, 현미, 현미 찹쌀, 보리, 울무를 이용한 선식 제조, 커피 생두 추출, 수삼 및 백삼을 이용한 홍삼 제조 등 다양한 영역에서 활용되고 있다(Park *et al* 1992, Oh *et al* 1993, Shin *et al* 2003, Kang & Ryu 2005, Lee *et al* 2001).

본 연구에서는 백삼을 압출 성형하여 얻은 인삼말의 주요

사포닌 성분의 용출 변화를 실험하여 압출 성형 인삼 분말을 각 유기용매에 의해 추출한 분획물의 항산화 활성을 ORAC (Oxygen Radical Absorbance by Fluorescein) Assay 방법 (Davalos *et al* 2004, Talcott *et al* 2003, Talcott & Lee 2002, Ou *et al* 2001)으로 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

압출 성형을 위한 백삼은 압출 성형 조작 직전에 충남 금산군에 소재하는 대동고려삼(주)으로부터 4년근의 인삼 규격 검사 합격품을 구입하여 60mesh 이하로 분쇄하여 사용하였다.

2. 인삼의 압출 성형 조작

인삼의 압출 성형은 쌍축 압출 성형 장치(DNDL-44, Buhler Brothers Co., Uzill, Switzerland)를 사용하여 지름이 3 mm인 원형 사출구 하나를 열어서 압출 성형하였다. 사출구와 스크루 전면사이에 thermocouple 및 tanderer를 통하여 압출 성형 온도와 압력을 측정하였다. 자세한 압출 성형의 조건은 Table 1과 같다.

3. 검액 조제

압출 성형 인삼의 제조를 위해 사용한 백삼과 압출 성형인삼을 분쇄하여 100mesh의 표준체를 통과시켜 얻은 것을 검체로 사용하였다. 이들 검체를 각각 약 5g씩 환류 냉각 장치를 한 250 mL 플라스크에 취해 수욕상에서 80% 에탄올 용액 50 mL를 가해 1시간 추출한 후 상온에서 방치하여 식힌 후 여과하고 잔류물을 취해 다시 반복하는 조작을 2회 더하여 총 3회 추출한 여액을 환류 냉각 장치를 한 250 mL 플라스크에 취해 65℃ 이하 수욕상에서 rotary evaporator로 감압 농축하였다. 잔류물에 증류수 50 mL를 가해 녹인 후 에테르 50 mL를 추가하여 46℃ 이하 수욕상에서 환류 냉각기를 이용하여 30분간 추출하고 냉각한 후 분획 여두에 넣어 진탕한 다음 에테르층을 제거하고 수층을 취해 다시 2회 반복하는

Table 1. Screw configuration and extrusion condition

Extruder	Co-rotating, intermeshing twin-screw extruder Buhler Brothers Co., DNDL-44, Uzwill, 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 3mm/1 e.a.

조작을 하여 총 3회 추출·분리하였다. 수층을 분액 여두에 옮겨 수포화 부탄올용액 50 mL를 가해 충분히 진탕한 후 물층과 부탄올층이 완전히 층 분리될 때까지 정치하였다. 다시 반복하는 조작을 2회 더하여 총 3회 추출한 부탄올층과 물층을 각각 얻고 부탄올층은 환류 냉각 장치를 한 250 mL플라스크에 취해 65℃ 이하 수욕상에서 rotary evaporator로 감압 농축하고 물층은 40℃ 이하에서 감압 증발 농축 건조하였다. 상기 조작을 통하여 얻은 분획물 중 수포화 부탄올층 분획은 인삼 사포닌 함량 분석을 위한 검체로 사용하였으며, 80% 에탄올 추출 액기스, 수포화 부탄올층 분획 및 수층 분획은 ORAC Assay를 위한 항산화 활성 실험 검체로 사용하였다.

4. Ginsenosides의 분석

수포화 부탄올층 분획의 건조물을 각각 HPLC용 메탄올에 녹여 멤브레인 필터 처리 후 Table 2의 조건으로 고속 액체 크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 인삼 및 압출 인삼의 사포닌 성분 중 ginsenoside Rg1, Re, Rf, Rb1, Rc, Rb2, Rd의 함량을 분석하였다.

5. ORAC(Oxygen Radical Absorbancy by Fluorescein) Assay

백삼과 압출 인삼 추출물의 항산화 활성 측정은 Talcott & Lee (2002)가 항산화 활성 측정에 사용한 ORAC (Oxygen Radical Absorbancy by Fluorescein) 분석법을 이용하였다. 인삼과 압출 인삼 추출물의 항산화 활성을 알아보기 위해 각각의 검체들은 phosphate buffer에 의해서 100배 희석된 후에 완전 용해를 위해 10분간 초음파 처리되었고, 용해된 샘플들은 50 µL씩 취해진 후 4.95 mL의 phosphate buffer를 가해 100배 희석된 다음 96well microplate에 옮겨졌으며, 이하 실험 조작은 전보(ORAC Assay에 의한 인삼의 항산화 활성 연

구)에서와 같이 peroxy radical의 생성과 소멸에 의한 fluorescent의 감소율을 측정하는 방법으로 동일하다.

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 및 압출 인삼의 사포닌 함량

인삼과 압출 인삼의 수포화 부탄올 추출 분획의 사포닌 함량은 Fig. 1과 같다. 검체 1 g 당 ginsenoside Rg1, Re, Rf, Rb1, Rc, Rb2, Rd 의 함량이 인삼 추출 분획은 각각 0.12 mg, 0.25 mg, 0.37 mg, 0.91 mg, 0.81 mg, 0.52 mg, 0.37 mg이었으며 압출 성형 인삼의 추출 분획의 경우 0.27 mg, 0.58 mg, 0.29 mg, 0.77 mg, 0.98 mg, 0.67 mg, 0.83 mg이었다. 압출 성형 인삼이 대조 인삼에 비해 ginsenoside Rg1의 경우 약 2.2배, Re의 경우 약 2.3배, Rc의 경우 약 1.2배, Rb2의 경우 약 1.3배, Rd의 경우 약 2.2배 사포닌 함량이 증가하는 결과를 보였다. 김(2005a)과 류(2005b)는 원료 백삼에 비해 압출 성형한 수삼의 추출 수율이 약 2배 정도 향상되었다는 보고와 같았으며, 김의 연구 보고(2003) 및 지 등(2006)의 연구에서도 용출 사포닌 함량이 증가하는 결과를 보여주고 있다. 하 등(2005)은 배럴 온도와 스크루 회전 속도에 따라 압출 성형 수삼이 ginsenoside Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rf, Rg1, Rg2의 함량이 증가하며, 생체 노화와 관련하여 지질 과산화를 억제하는 물질로 홍삼 중에 다량 함유된 말톨 성분을 확인하였다고 보고하였다. 류(2007)는 압출 성형 홍삼화를 통해 원료 백삼 중 유효 성분을 약 2배 이상 증가하였고 조사포닌 함량도 3.8%에

Table 2. Condition of HPLC for analysis of ginsenosides

Instrument	LC3 Perkin Elmer	
Column	Zorbax SB C18 4.6 × 250 mm (5-micron, USCL 018012)	
Detector	UV 205 nm	
Mobile phase	A(Water) B(Acetonitrile) at 1 mL/min	
Time	A%	B%
0	75	25
20	55	45 linear gradient
5	75	25 linear gradient
10	75	25 equilibrium time

(Total run time 35 minutes)

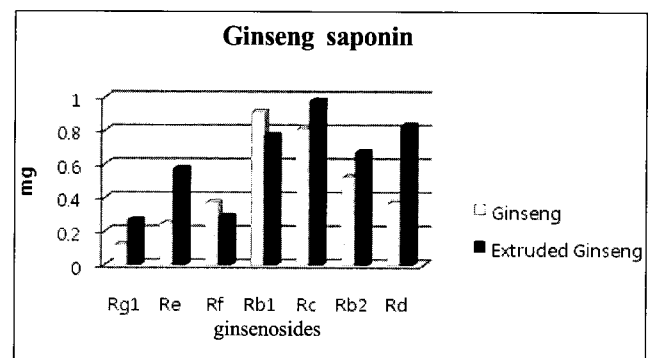


Fig. 1. Contents of saponins in ginseng and extruded ginseng. Each value represents mean of triplicates.

서 4.9~5.9%로 크게 향상되었다고 보고하였다. 또한, 비사포닌계 성분인 폴리아세틸렌, 산성 다당체, 항당뇨와 혈압강화 효과가 있는 펩타이드가 백삼 중 0.2%에서 5%로 증가한다고 하였다. 류(2007)는 백삼에 2~3% 함유한 산성 다당체가 홍삼 중에는 7~8% 함유하고 전분이 호화되며 폴리아세틸렌 함량이 0.1~0.2 mg/g에서 0.6~1.0 mg/g으로 증가한다고 하였다. 지 등(2006)의 연구보고에 의하면 압출 성형을 거친 미삼을 에탄올로 추출하는 경우 총 당은 10배 정도 증가하며 비전분 탄수화물의 추출율과 우론산 추출율이 증가하는 결과를 보였는데, 이는 미삼의 세포벽 성분인 산성 다당체의 추출율이 증가한 것으로 판단하였다. 따라서 압출 성형 과정은 김의 연구 보고(2003)와 김과 류의 연구 결과(2005a, 2005b)에서와 같이 일정 수분 존재 하에 인삼을 압출 성형 처리하였을 때 이 과정 중에 발생하는 고열, 고압, 고전단력에 의해 고밀도 조직이 팽화하여 밀도가 낮아지고 내부에 기공이 형성되어 부드러운 조직으로 되면서 표면적이 증가하여 용매와 이온 교환력이 향상된다. 그리고 함유 성분의 용해도가 높아지고 확산 속도가 증가되므로 이때, 인삼 중 사포닌 성분뿐만 아니라 산성 다당체, 저분자화 된 당단백질과 호화 전분, 폴리아세틸렌, 프로사포젠닌, 페놀성물질, 알칼로이드, 비휘발성 유기산, 각종 아미노산과 무기물 등의 유효 성분의 용출이 증가되는 것으로 생각된다.

2. ORAC(Oxygen Radical Absorbancy by Fluorescein) 실험

인삼과 압출 인삼의 항산화 활성을 알아보기 위해 80% 에탄올 추출물, 에테르추리를 하여 지용성 성분을 제외한 수포화 부탄올층 및 수층을 각각 인삼 완충액에 용해하여 peroxy radical의 생성과 소멸에 의한 fluorescent의 감소율을 ORAC Assay에 의해 측정된 결과, 인삼과 압출 인삼의 각 분획별 항산화 활성은 Table 3과 같다. 압출 성형 인삼의 80% 에탄올 추출 액기스와 수포화 부탄올을 추출 분획 및 수층 분획이 대조 인삼의 분획들에 비해 모두 유의성(0.05<P) 있는 증가를 보였다. 인삼 중의 여러 유효 성분이 많이 함유되어 있는 80% 에탄올 추출 분획과 일반적으로 사포닌 성분을 많이 함유한

Table 3. Antioxidative activity of each fraction extracted from ginseng and extruded ginseng

Fraction	Ginseng	Extruded ginseng	
80% EtOH	19.3±0.4	43.8±0.5	0.8058***
BuOH	7.7±1.2	23.4±2.1	0.5143***
H ₂ O	15±1.0	33.8±2.0	0.3935***

Each value represents Mean±SE. of triplicates.

부탄올 분획은 물론이고 사포닌 함량이 거의 없는 수층의 경우도 항산화 활성을 나타내었다.

인삼과 압출 인삼의 각 추출 분획 사이의 상관관계를 살펴보면 인삼 분획의 경우, 80% 에탄올 추출 액기스와 수포화 부탄올 추출 분획이 0.97272이고 80% 에탄올 추출 액기스와 수층 분획이 0.99992로 높은 양의 상관성을 보였고, 압출 인삼 분획 사이의 상관관계는 80% 에탄올 추출 액기스와 수포화 부탄올 추출 분획이 0.87186으로 양의 상관관계를 보였으나, 80% 에탄올 추출 액기스와 수층 분획은 -0.45619로 음의 상관성을 보였다. 이로 미루어 인삼의 경우, 일반적으로 인삼 중 사포닌 성분의 추출 분리에 많이 이용하는 본 실험 방법과 같은 조작에 의해 유용한 결과를 보이지만 압출 인삼의 경우는 사포닌 성분은 인삼과 같은 경향을 보이지만 다른 생리활성 성분들은 압출 성형 과정중의 높은 온도와 압력에 의해 화학적인 변화를 초래하여 인삼 중 일부 유효 성분의 변화를 일으킨다. 동시에 인삼 세포벽 조직의 물리적인 변화에 의해 수용성이 증대되고 이로 인해 생리활성 성분의 추출 효율이 증가하여 이와 같은 결과가 나타난 것으로 추측되었다.

특히, 인삼 및 압출 인삼 모두 Fig. 2에서와 같이 수층 분획이 높은 항산화 활성을 나타내고 있으며, 이는 부탄올층의 경우에 인삼 사포닌 및 페놀 화합물 등을 함유하고 있지만 수층 분획에 비해 낮은 활성을 나타낸 것으로 미루어 보아 인삼 중 항산화 활성은 인삼 사포닌 성분과 그 동안 한 등(1985)에 의해 밝혀진 일부 페놀 화합물(maltol, ferulic acid, salicylic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, vanillic acid 등)에 의한 것뿐만 아니라 압출 성형으로 인해 세포벽이 수용성화 되면서 용출된 인삼 중의 유효 성분인 저분자의 proteoglycan 및 산성 다당체를 포함하여 저분자화한 수용성 다당류 가운데 어떤 미지의 활성 성분에 의한 결과에 의한 것인지, 이에 대해 좀 더 검토가 필요할 것으로 생각된다. 과산화 라디칼에 대한 수소 공여능을 측정하여 인삼류의 항산화 활성을 조사한 국내 연구로는 이와 도(2001)의 홍미삼 에탄올 추출 분획의 항산화 활성을 본 것이 있으며, 실험 결과 반응 전 항산

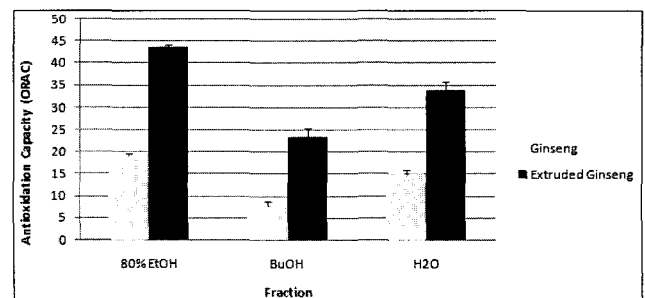


Fig. 2. Antioxidative activity of between ginseng and extruded ginseng using the ORAC assay.

Each value represents Mean±SE. of triplicates.

화값이 2.00에서 반응 1분 경과 뒤에는 1.80, 10분 경과 뒤에는 1.85를 나타내어 반응 초기에 홍미삼의 항산화 물질이 DPPH와 완만하게 반응한 결과로 인삼은 항산화 활성이 낮은 것으로 판단하였다. 그러나 linoleic acid에 대한 산화 방지 효과는 1,500 ppm에서 약 72.23%를 보였고 LDL에 대한 산화 방지 효과는 220 ppm에서 22.52%를 나타내는 것으로 보고하였다. 김과 김(2006)은 장뇌삼 부위별 물 추출물, 80% 에탄올 추출물, 80% 메탄올 추출물의 항산화 활성 측정 시 물 추출물의 경우 잎 추출물이 83.82%, 뿌리 추출물이 71.18%이었고 80% 에탄올 추출물의 경우 잎 추출물이 89.74%, 뿌리 추출물이 79.22%이었다. 80% 메탄올 추출물의 경우 잎 추출물은 88.37%, 뿌리 추출물은 85.67%를 나타내어 장뇌삼의 경우 항산화 활성을 갖는 것으로 추측하였다. 도 등(1989)은 백삼물 추출물의 갈변반응 중 비효적 갈변에 의해 환원력이 증가하며 70°C에서는 120시간 열처리하여도 수소공여능 증가가 거의 없지만 열처리 온도가 높고 시간이 길어질수록 갈색도 증가와 항산화능이 거의 비례한다고 하였다.

전자전달의 이론(an electron transfer, ET)을 바탕으로 한 기존의 항산화 활성 측정 방법들은 주로 항산화 물질의 환원력, 즉 금속 이온, carbonyl과 라디칼을 환원하기 위한 전자 전달력을 측정하는데 초점을 맞추고 있고, 수소전자의 전달 이론(a hydrogen atom transfer reaction mechanism, HAT)을 기본으로 하는 ORAC assay 방법들은 radical chain reaction의 가장 핵심적인 단계인 수소전자 전달과 관련하여 항산화 물질의 free radical 소거 능력, 즉 radical chain breaking antioxidant capacity를 측정하는 방법이다(Huang *et al* 2005). 즉, 전자전달(ET)의 이론은 주로 환원 작용의 측정에 의한 phenol류 등의 함량을 예측하는데 유효한 반면에 본 연구에서 사용한 ORAC assay는 수소전자의 전달(HAT)을 기본으로 하여 radical chain breaking antioxidant capacity를 측정함으로써 식품 내 존재하는 hydrophobic 성분과 hydrophilic 성분 모두에 반응하기 때문에 응용범위가 넓다는 장점을 가지고 있다(Prior *et al* 2005, Prior *et al* 2003).

요 약

최근 식품 및 천연 물질로부터 항산화 작용이 있는 생리 활성 물질을 찾고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 우리나라를 비롯하여 동양권에서 전통적으로 자양강장을 목적으로 많이 사용해온 인삼을 압출 성형 기술에 의해 가공한 후 80% 에탄올로 추출하고 감압 농축한 에탄올엑기스와 이를 에테르를 이용하여 지방 성분을 제거한 후 수포화 부탄올 처리한 부탄올 분획과 물 분획을 얻었다. 인삼과 압출 성형 인삼의 부탄올층을 각각 고속 액체 크로마

토그래피에 의해 인삼 사포닌 함량을 측정하였다. 실험 결과 압출 성형 인삼이 대조 인삼에 비해 ginsenoside Rg1의 경우 약 2.2배, Re의 경우 약 2.3배, Rc의 경우 약 1.2배, Rb2의 경우 약 1.3배, Rd의 경우 약 2.2배의 사포닌 함량이 증가하는 결과를 보였다. 또한, ORAC 방법에 의한 항산화 활성 실험 결과, 압출 성형 인삼의 경우 인삼 중의 여러 유효 성분이 많이 함유되어 있는 80% 에탄올 추출분 획과 일반적으로 사포닌 성분을 많이 함유한 부탄올 분획은 물론이고, 사포닌 함량이 거의 없는 수층 분획 모두에서 대조 인삼의 분획들에 비해 유의성 있는 증가(0.05<P)를 보였다. 이상의 결과로 미루어 보아 인삼 중 항산화 활성은 인삼 사포닌 성분과 그동안 밝혀진 일부 페놀 화합물에 의한 것뿐만 아니라 압출 성형으로 인해 세포벽이 수용성화되면서 용출된 인삼 중의 유효 성분인 저분자의 proteoglycan 및 산성 다당체를 포함하여 저분자화한 수용성 다당류 가운데 어떤 미지의 활성 성분에 의한 결과로 추정된다.

감사의 글

본 연구는 중부대학교 교내 연구비 지원과 교수 해외 연구년 지원사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- 김동현 (2005) 인삼과 건강. 도서출판 효일, 서울. pp 15-85.
 식품의약품 안전청 (2002a) 대한약전의 한약(생약)규격집. 동원문화사, 서울. p 151.
 식품의약품 안전청 (2002b) 식품공전. 문영사, 서울. pp 407-440.
 식품의약품 안전청 (2004) 건강기능식품공전. 우진인쇄, 서울. pp 45-55.
 중부대학교 (2003) 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업 최종 보고서, 압출 성형에 의한 천연물 세포벽 수용화 기술개발(김성환), 금산. pp 127-138.
 한국인삼연구소 (1991) 인삼성분분석법. 제일문화사. 대전. pp 11-128.
 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.
 Davalos A, Gomez Cordoves C, Bartolome B (2004) Extending Applicability of the oxygen radical absorbance capacity(ORAC-Fluorescein) assay. *J Agric Food Chem* 52: 48-54.
 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.
- Do JH, Kim KH, Jang JG, Yang JW, Lee KS (1989) Changes in color intensity and components during browning reaction of white ginseng water extract. *Korean J Food Sci Technol* 21: 480-485.
- 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.
- Kang DC, Ryu GH (2005) Extraction rate and quality characteristics of extruded coffee green bean. *Food Engineering Progress* 9: 118-124.
- Kang TH, Park KJ, Kang ST (2004) Preparation of ginseng concentrate with high content of acidic polysaccharide from white tail ginseng marc. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 736-740.
- Kim BS, Ryu GH (2005a) Effect of die temperature and dimension on extract characteristics of extruded white ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 544-548.
- Kim BS, Ryu GH (2005b) Effect of extrusion temperature on puffing of white and red ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1109-1113.
- Kim HG, Son HJ (1997) Comparison of thermal properties and surface structures of unmodified, spray-dried, and extrusion-dried agar. *Koeran J Food & Nutr* 10: 234-240.
- Kim JH, Kim JK (2006) Antioxidant activity and functional component analysis of Korean mountain ginseng's different sections. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1315-1321.
- 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 JW, Do JH (2001) Antioxidative activity of ethanol extraction fraction from the Korean red tail ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 33: 497-500.
- 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, Seong NS, Bang JK, Kang SW, Lee SW, Chung TY (2003) Inhibitory effect against angiotensin converting enzyme and antioxidant activity of *Panax ginseng* C. A. Meyer extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 236-245.
- Oh KK, Jung HW, Park JY, Lim JK, Kim JC (1993) Effects of extrusion-texturization on defatted soy flour for soy sauce fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 25: 1-8.
- Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL (2001) Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem* 49: 4619-4626.
- Park DJ, Kim KS, Kang TS, Sung SK, Kim YK (1992) Development of processed food with dried milk. *Korea J Dairy Sci* 14: 299-305.
- 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.
- Ronald P. Cody, Jeffrey K. Smith (2006) Applied statistics and the SAS programming language. fifth edition. Pearson Prentice Hall, Pearson Education, Inc. USA. pp 159~165, pp 183~196.
- Ryu GH (2007) Recent trend in red ginseng manufacturing process and characteristics of extruded red ginseng. *Food Engineering Progress* 11: 1-10.
- Ryu GH, Remon JP (2004) Extraction yield of extruded ginseng and granulation of its extracts by cold extrusion- spheronization. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 899-904.
- Shin HH, Lee SH, Park BS, Rhim TS, Hwang JK (2003) Solubilization of whole grains by extrusion and enzyme treatment. *Korean J Food Sci Technol* 35: 849-855.
- 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.
- Woo IH, Yang CB, Sung HS (1986) Effect of different extraction procedures on chemical composition of ginseng extract. *Korean J Ginseng Sci* 10: 36-44.
- 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.
- Yoon SR, Lee MH, Park JH, Lee IS, Kwon JH, Lee GD (2005) Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1572-1578.

(2007년 4월 20일 접수, 2007년 5월 30일 채택)