

홍삼 추출물을 첨가한 요구르트의 항산화능

김순임 · 고서현¹ · 이영주¹ · 최해연² · 한영실^{2*}

숙명여자대학교 나노바이오소재센터, ¹숙명여자대학교 전통문화예술대학원 전통식생활문화전공,
²숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Red Ginseng Extract

Soon Im Kim, Seo Hyun Ko¹, Young Joo Lee¹, Hae Yeon Choi² and Young Sil Han^{2*}

Nano Bio-resources Center, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

¹Graduate School of Traditional Culture and Arts, Traditional Dietary Life Food, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

²Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

Abstract

The antioxidant properties of red ginseng extracts prepared under different extraction conditions were evaluated by a variety of antioxidant assays, including DPPH[·] radical scavenging, ABTS^{·+} radical scavenging, superoxide anion scavenging, nitrite scavenging and reducing power activities. The contents of total phenolic compounds and flavonoids were also determined. The various antioxidant activities were compared to positive controls such as Trolox, tannic acid and ascorbic acid. The antioxidant activities of all of the extracts were shown to be the highest in the ethanol extract. The antioxidant activities of the red ginseng powder were the lowest among the samples. The amounts of total phenolic compounds and flavonoids were at a maximum in the ethanol extract. Correlation analysis demonstrated the existence of a linear relationship between free radical scavenging activities and the phenolic compounds contents of extracts. The antioxidant activity of yogurt was increased as the result of the addition of red ginseng extract. The quality characteristics of the yogurt to which red ginseng extract was added were similar to those of yogurt without red ginseng extract. The overall sensory score and color of yogurt made from 0.5% red ginseng was the best of the tested yogurts. In accordance with the antioxidant activity and quality characteristics, the optimal concentration of red ginseng extract was approximately 0.5%.

Key words: antioxidant activity, red ginseng, yogurt, correlation, phenolic compounds, flavonoid

1. 서론

예로부터 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등 동양에서는 불로장생 또는 무병장수를 위하여 자연에서 그 실마리를 찾으려고 꾸준히 노력해 왔으며 이로 인해 여러 가지 강장을 위한 약재가 많이 알려지고 있다. 그 중에서 한국의 인삼은 강장제로서 '체내의 오장을 보하며, 정신을 안정시키고, 장복하면 몸이 가뿐하게 되어 수명이 연장 된다'고 많은 고서에 기술되어 있다. 또한 현대의학에서도 스트레스(Lee SH 등 2006), 피로(Hartz AT 등 2004), 우울증(Hartley DE 등 2004), 심부전(You JS 등 2005), 동맥경화(Zhou W

등 2005), 빈혈(Lim JH와 Lu AY 1998), 당뇨(Lee WK 등 2006), 궤양(Jeong CS 등 2003) 등에도 인삼은 효과가 있다고 밝혀지고 있다.

특히, 인삼에 함유되어 있는 성분인 사포닌은 항 피로(Hartz AT 등 2004), 혈당치 강하(Attele AS 등 2002), 용혈작용(Kimura Y 등 1988) 등 약리적 효능에 성기능 강화(Choi HK 등 1995)도 있고 항암작용(Li G 등 2006) 또한 탁월하다고 보고되고 있으며, 사포닌 이외에도 페놀류, 폴리아세틸렌과 산성다당체 등의 유효성분이 함유되어 있어 암세포 증식억제(Shin HJ 등 2004)와 암환자의 체중 감소 및 식욕감퇴억제(Nschtiqua MC 등 2005), 면역기능 증진(Shin JY 등 2002), 항산화활성(Lee SE 등 2004)에도 효과적이라고 보고되고 있다. 이러한 효능들이 여러 실험을 통해 알려지면서 증삼한 홍삼을 이용한 식품들이 나오고 있으나 홍삼의 향미와 맛이 진해 아직은 조리나 유통에 활용되고 있지는 않고 약용으로 사용되고 있는 실

*Corresponding author: Young Sil Han, Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Hyochangwongil 52, Yongsan-ku, Seoul, 140-742, Korea
Tel: 02-710-9764
Fax: 02-710-9479
E-mail: yshan@sookmyung.ac.kr

정이다. 현재까지 밝혀진 주요 홍삼의 효능을 보면 고혈압, 간질환, 당뇨병, 암, 피로, 스트레스, 수족냉증, 고지혈증 등에 유효한 것으로 나타나 있다.

한편, 증삼공정에서 생성되는 홍삼의 갈변물질이 식품의 가공 및 저장 중에 변색과 산패 등의 다양한 변화에 영향을 미친다는 보고가 있다. 홍삼의 갈변반응이 그 제조과정 중 100°C 부근에서 증삼하고, 일광 건조하는 홍삼 제조 특성상 비효소적 갈색화 반응, 특히 amino-carbonyl 반응이 주된 반응이라고 보고된 이후(Kim DY 1973) 홍삼의 갈변반응과 관련된 연구는 많이 이루어지고 있다(Kim SD 등 1981). 또한 인삼의 활성검증 및 효능연구는 주로 유기용매 추출물을 대상으로 하였으나 Lee JW 등(2005)은 홍삼으로부터 수용성 갈변물질을 분리하여 항산화능을 검사한 결과 수용성 갈변물질이 높은 항산화능을 가진다고 보고하였다.

이상과 같이 유용한 홍삼과 인삼을 전통식품에 응용한 선행연구를 보면 인삼식초, 홍삼 약과(Hyun JS와 Kim MA 2005), 홍삼 다식(Yun GY와 Kim MA 2006) 등이 보고되어 있다. 또한 홍삼이 유산균 및 식중독균의 생육에 미치는 영향에 관한 연구도 보고되어 있다. 하지만 홍삼을 상식으로 실용화할 수 있는 제품개발에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 약리작용이 있는 홍삼을 에탄올과 물로 추출하여 다양한 방법으로 항산화능을 검색하고, 효능이 높게 나타난 홍삼 추출물을 남녀노소 쉽게 상식할 수 있는 방안을 모색하기 위해 홍삼 요구르트를 개발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 추출방법

시험에 사용한 홍삼은 (주)한국인삼공사에서 제조 판매하는 홍삼분을 구입하여 재료로 사용하였다. 홍삼분은 국내산 6년근 홍삼근 70%와 홍미삼 30%로 구성된 것이다. 홍삼의 효능은 시판되고 있는 홍삼분(Powder)과 추출방법에 따른 홍삼 추출물을 제조하여 측정하였다. 추출방법에 따른 효능을 검사하기 위해 홍삼분을 70% 에탄올로 80°C에서 3시간 추출(EtOH-ext), 100°C에서 3시간 열수 추출(Hot-ext) 및 실온에서 24시간 물 추출(Water ext)하여 농축 후 동결 건조하여 사용하였다.

2. 항산화능 평가

1) DPPH[·] radical 소거활성

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 소거작용은 광범위하게 쓰이는 간단한 항산화 검색법으로 특히 phenol과 aromatic amines의 항산화 활성 측정에 많이 사용하는 방법이다. 각 시료의 DPPH[·] radical에 대한 소거 효과 측

정은 각 농도별로 시료를 에탄올에 용해한 4 mL와 1.5 × 10⁻⁴ M 농도로 에탄올에 용해한 DPPH[·] 용액 1 mL와 잘 혼합하였다. 혼합액을 실온의 암소에서 30분간 방치 한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 free radical 소거활성을 백분율로 나타내었다. 또한 농도별 활성을 측정하여 50% 저해농도를 IC₅₀으로 나타내었다.

2) ABTS^{·+} radical 소거활성

ABTS^{·+}에 의한 시료의 항산화능 측정은 Re R 등(1999)의 방법에 따라 측정하였다. ABTS 시약을 7 mM 농도로 증류수에 용해한 다음 2.45 mM의 potassium persulfate를 가하여 ABTS^{·+} 라디칼을 생성시켜 실온의 암소에서 12~16시간 동안 방치 후 사용하였다. 라디칼이 생성된 ABTS^{·+} 용액을 absolute ethanol로 희석하여 734 nm에서 흡광도가 0.70 ± 0.02가 되도록 조정하였다. 소거능은 ABTS^{·+} 용액 900 μL와 시료 100 μL를 혼합하여 6분간 반응 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로 absolute ethanol을 사용하였고 비교군으로 Trolox를 사용하였다. 결과는 TEAC(Trolox equivalent antioxidant capacity) mM/g으로 나타내었다.

3) Superoxide anion 소거활성

Superoxide anion scavenging activity는 Liu F 등(1997)과 Zhao GR 등(2006)의 방법에 준하여 측정하였다. 150 μM NBT 0.75 mL에 468 μM NADH 0.75 mL와 시료 0.3 mL를 첨가하고 100 mM Tris-HCl buffer(pH 7.4)를 최종 부피가 3 mL가 되도록 가한 다음 60 μM PMS 0.75 mL를 첨가하여 5분 후 실온에서 560 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) Nitrite 소거활성

Nitrite scavenging activity는 Kato H 등(1987)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 시료 1 mL을 가한 후 0.1 N HCl을 사용하여 pH를 1.2가 되도록 조정하였다. 반응용액에 증류수를 가하여 10 mL가 되도록 한 다음 37°C에서 1시간 동안 반응시키고 test tube에 1 mL씩 취한다음 2% acetic acid 5 mL를 첨가하고 Griess 시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1로 혼합)을 사용직전에 조제하여 0.4 mL 가하여 교반한 후 15분간 방치하고 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 구하였다. 대조구는 Griess 시약대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기의 방법으로 실시하였다.

5) Reducing power

Reducing power는 Sun Y 등(2007)의 방법에 준하여 측

정하였다. 증류수에 용해한 시료 2.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 2.5 mL를 가한다음 50°C 수욕조에서 20분간 반응시켰다. 10% Trichloroacetic acid 2.5 mL를 첨가하여 반응액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상청액 5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 혼합한 다음 0.1% Ferric chloride 1 mL를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 나타내었다.

6) 홍삼 추출물의 phenol 함량과 flavonoid 함량

홍삼 추출물의 phenol 함량은 Folin-Ciocalteu reagent 방법으로 측정하였다. standard로는 Tannic Acid를 사용하여 결과는 mg TAE/g으로 나타내었다. flavonoid 함량은 Davis 변법으로 측정하였는데 이 때 standard로는 hesperidin을 사용하여 그 결과를 mg HE/g으로 나타내었다.

3. 홍삼요구르트의 품질평가

1) 요구르트 제조

홍삼 추출물 중 높은 항산화능을 보인 에탄올 추출물을 첨가하여 요구르트를 제조하였다. 요구르트는 예비실험에서 결정된 발효액과 시럽액을 83.5:16.5의 비율로 혼합하여 제조하였다. 먼저 시판 우유 80%에 탈지분유 2%와 포도당 1.5%를 섞어 85°C에서 10분간 살균한 후 약 40°C로 식히고 스타터 균주(Yomix 321, Denisco)를 접종하여 42°C 인큐베이터에서 6시간 발효하여 발효액을 제조하였다. 정수에 0%, 0.25%, 0.5%와 1%의 농도로 홍삼 추출물을 첨가하여 95°C에서 10분간 살균 후 냉각한 다음 울리고당과 액상과당을 가한 시럽액과 먼저 제조한 발효액을 혼합하여 요구르트를 제조하였다.

2) 홍삼요구르트의 항산화능

제조한 홍삼요구르트의 항산화능은 홍삼요구르트를 에탄올로 10배 희석하여 원심분리(10,000 rpm, 10분)한 다음 상청액을 취하여 시료액으로 사용하였다. 방법은 추출물의 항산화능 평가와 동일한 방법으로 측정하였다.

3) 홍삼요구르트 품질특성

홍삼요구르트의 품질특성은 pH, 적정산도, 젖산균수, 색도, 점도, 관능검사를 실시하여 평가하였다. 요구르트의 pH는 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, UK)로 측정하였으며 적정 산도는 기술표준원 국가 표준 종합 정보센터에서 제시한 전위차에 의한 방법으로 측정하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 10 mL를 가한 후 균질화하여 0.1 N NaOH(Factor = 1.002)로 적정하면서 pH가 8.3이 되었을 때의 lactic acid 농도로 표시하였다.

젖산균수는 표준평판배양법으로 BCP 첨가 평판측정용 배지(Dico Lab., USA)를 이용하여 37°C의 인큐베이터에

서 72시간 배양한 후 발생한 황색의 집락을 유산균의 집락으로 계측하였다.

요구르트의 색은 색차계(Colormeter CR-300, Minolta Co. Japan)를 사용하여 L(Lightness, 명도), a(Redness, 적색도), b(Yellowness, 황색도)의 색채 값을 3회 반복 측정하였으며 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(Standard Plate)의 L, a, b값은 각각 97.75, -0.38, +1.88이었다. 점도는 요구르트를 실온에서 Brookfield DV-II⁺ viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Middleboro, MA, USA)의 3번 spindle을 사용하여 60 rpm에서 1분에서 5분까지 1분 간격으로 측정하여 평균치를 data로 나타내었다.

제조한 홍삼요구르트의 관능검사는 숙명여자대학교 식품영양학과 대학원에 재학 중인 학생 15명을 대상으로 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 동일한 홍삼요구르트 시료를 3회 반복하여 관능검사를 행한 후 차이식별 능력이 우수한 10명을 패널로 선정하여 실험에 응하도록 하였다. 관능검사는 오전 10~11시 사이에 이루어 졌으며 칸막이가 있는 관능검사실에서 각 패널에게 4개씩 제공하였다. 한 개의 시료를 평가 후 반드시 물로 입안을 헹구도록 하고 다른 시료를 시식하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 풍미(flavor), 점도(viscosity), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 떫은 맛(astringent), 전반적인 기호도(overall palatability)에 대하여 7에 가까울수록 큰 기호도를 나타내는 7점 기호 척도법으로 평가하였다. 관능평가는 3회 반복실험 하였으며 각 처리에 대하여 평균값을 결과로 나타내었다.

4. 통계처리

본 연구의 모든 결과는 SAS package(Version 9.1)를 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였다. 각 실험군간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분석하였으며 사후검증으로 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다. 홍삼 추출물의 항산화능과 phenol 및 flavonoid 함량과의 상관관계를 분석하여 피어슨 상관계수로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 추출방법에 따른 홍삼 추출물의 항산화능

1) DPPH[·] radical 소거능

안정한 free radical을 함유하는 DPPH 분자는 항산화제의 radical 소거능을 평가하기 위해 가장 많이 사용된다. 생체내의 유해 활성 산소, 유리기 등은 불포화 지방산을 공격하여 alcohol류, aldehyde류, ketone류 등의 과산화물을 만들어 피로와 노화를 촉진시킨다. 이러한 원인물질의 생성을 억제하기 위하여 연쇄반응 차단 항산화제로 산패의 기본물질인 lipid radical과 반응하여 안정한 물질로 전환시키거나 연쇄반응 개시 속도를 연장시킨다. 이러한

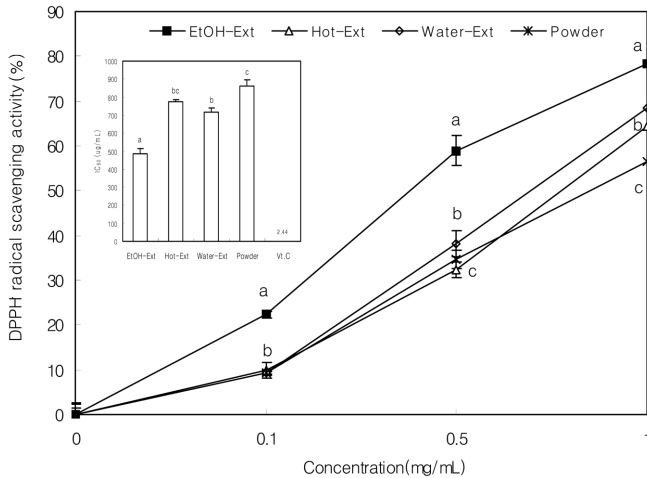


Fig. 1. DPPH[·] radical scavenging activity of red ginseng extract according to different extraction methods. Different superscript at the same concentration means significantly different (p < 0.001).

DPPH[·] radical 소거능을 물과 에탄올로 추출한 홍삼 추출물로 살펴본 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 모든 홍삼 추출물의 DPPH[·] radical 소거능은 농도 의존적으로 증가하였다. 에탄올 추출이 물 추출에 비해 높은 항산화능을 보인 반면 홍삼 분말의 항산화능은 가장 낮게 나타났다. 특히 DPPH[·] radical을 50% 소거하는 농도인 IC₅₀은 에탄올 추출물이 485.18 ± 30.44 µg/mL로 열수 추출물과 물 추출물의 IC₅₀인 715 µg/mL와 775 µg/mL에 비해 유의적으로 높은 활성을 보였다. 또한 열수 추출물과 물 추출물의 IC₅₀은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 홍삼분의 경우 859.69 ± 34.78 µg/mL로 DPPH[·] radical 소거능이 유의적으로 가장 낮았다. Kweon DJ 등(2006)은 상황버섯을 다양한 방법으로 추출하여 DPPH[·] radical 소거능을 측정된 결과 본 연구결과와 같이 물 추출보다 에탄올 추출물의 항산화능이 높게 나타났다고 보고하였다. Bae HC 등(2005)도 구기자를 물과 메탄올로 추출하여 DPPH[·] radical 소거능을 측정된 결과 메탄올 추출이 물 추출보다 월등이 높다고 보고하였다.

2) ABTS^{·+} radical 소거능

ABTS^{·+} radical 소거능은 항산화제의 유무를 확인하는 것으로 radical을 생성하는 ABTS 존재시 hydrogen peroxide와 metmyoglobin의 활성을 토대로 한 것으로 보다 빠른 항산화 반응을 일으켜 myoglobin radical을 감소시키는 기전이라고 할 수 있다(RE R 등 1999). Fig. 2에 홍삼 추출물의 ABTS^{·+} radical 소거능을 나타내었다. positive control로 Trolox를 사용하였으며 활성은 TEAC(Trolox equivalent antioxidant capacity)로 나타내었다. 추출물들의 ABTS^{·+} 소거능은 농도 의존적으로 증가하였다. 2.5 mg/mL의 농도에서 에탄올 추출물은 TEAC 0.103 mM, 열수 추출물과 물

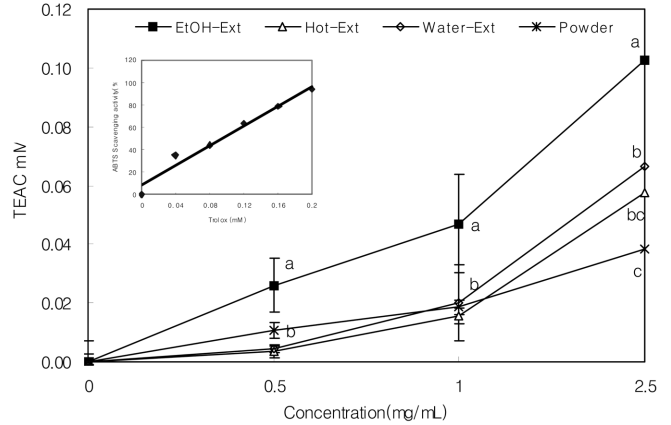


Fig. 2. ABTS^{·+} radical scavenging activity of red ginseng extract according to different extraction methods. IC₅₀ of Trolox is 0.094 mM. IC₅₀ of EtOH-ext is 2.347 mg/mL. Different superscript at the same concentration means significantly different (p < 0.001).

추출물은 TEAC 0.05 mM과 0.065 mM, 홍삼분말은 TEAC 0.037 mM로 나타나 에탄올 추출물이 물 추출물이나 분말에 비해 ABTS^{·+} radical 소거능이 2~3배 높게 나타났다. 또한 IC₅₀은 Trolox의 경우 0.094 mM로 나타났는데 이와 동일한 효과를 나타내기 위한 농도로는 에탄올 추출물은 2.35 mg/mL로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 에탄올 추출물 > 물 추출물 > 열수 추출물 > 홍삼 분말 순으로 ABTS^{·+} radical 소거능이 높음을 알 수 있었다. 이 또한 앞서 살펴본 DPPH[·] radical 소거능과 동일한 경향을 보였다.

3) Superoxide anion radical 소거능

ROS(reactive oxygen species)의 전구체인 superoxide anion radical은 생물체의 세포에게는 매우 유해하다. 따라서 홍삼 추출물이 이러한 radical을 어느 정도 소거하는지 알아보기 위해 PMS-NADH 방법으로 superoxide anion radical 소거능을 살펴보았다. Fig. 3과 같이 추출방법에 따른 홍삼 추출물은 농도 의존적으로 소거능이 증가하였는데 물 추출물의 소거능은 1 mg/mL에서 65%로 나타난 반면 홍삼 열수 추출물은 51%로 유의적으로 낮게 나타났다. 홍삼 에탄올 추출물과 홍삼 분말과는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 홍삼의 superoxide anion radical 소거능의 이러한 결과는 Zhao GR 등(2006)의 중국 인삼 연구결과와 비교하여 볼 때 높은 항산화능을 보유했던 것으로 나타났다. 중국인삼의 경우 3 mg/mL의 농도에서도 20% 정도의 낮은 소거능을 보였고 단삼의 경우 IC₅₀이 1.76 mg/mL라고 보고하였는데 본 연구의 경우 IC₅₀이 물 추출물과 에탄올 추출물은 각각 0.60과 0.67 mg/mL로 나타나 홍삼 추출물이 중국 인삼에 비해 3배 이상 높은 항산화능을 가짐을 알 수 있었다.

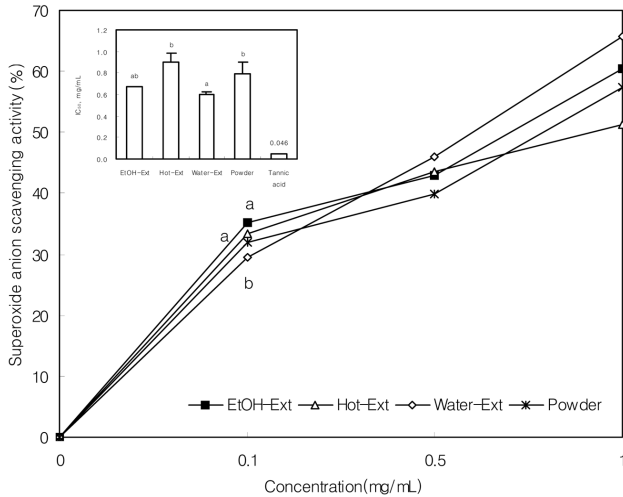


Fig. 3. Superoxide anion radical scavenging activity of red ginseng extract according to different extraction methods. Different superscript at the same concentration mean significantly different ($p < 0.001$)

4) Nitrite 소거능

추출물의 발암성 nitrosamine 생성의 전구물질인 아질산염을 소거하는 작용을 알아보았다. 에탄올 추출과 물 추출에 따른 홍삼 추출물의 아질산염 소거능은 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 홍삼 에탄올 추출물이 유의적으로 가장 높게 나타났다. 홍삼 에탄올 추출물은 24.78% 소거능을 보였고, 홍삼 물 추출물은 19.8%의 소거능을 보인 반면 열수 추출물과 홍삼 분말은 3~5%의 소거능을 보였으며 농도 증가에 따른 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 Kweon DJ 등(2006)의 용매 추출과 열수 추출에 의한 상황버섯의 아질산염 소거능에서도 나타났듯이 열수 보다는 에탄올 추출을 하였을 때 더 높게 나타났다는 보고와도 일치한다.

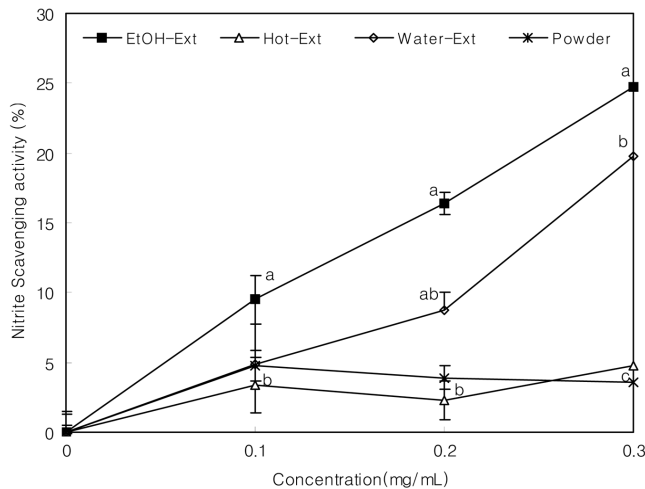


Fig. 4. Nitrite scavenging activity of red ginseng extract according to different extraction methods. Different superscript at the same concentration mean significantly different ($p < 0.001$)

5) 환원력

항산화능이 있는 물질 존재 시 Fe^{3+} 가 Fe^{2+} 로의 환원되는 정도를 흡광도로 측정하여 나타내는 환원력을 살펴보았다. Fig. 5에서와 같이 환원력은 농도 의존적으로 증가하였다. 홍삼 에탄올 추출물의 환원력이 가장 강하게 나타났다. 3 mg/mL의 농도에서 에탄올 추출물은 1.01의 값을 보이는데 반해 물 추출물은 0.87, 분말은 0.77 그리고 열수 추출물은 0.48로 나타나 실온 추출이 열수 추출물의 경우보다 환원력이 더 강하게 나타났다. Zhao GR 등(2006)은 환원력의 IC_{50} 을 OD값이 0.5일 때의 농도로 나타내어 보고하였는데 그 결과와 비교하여 볼 때 단삼은 0.35 mg/mL인 반면 인삼은 OD 값이 0.05를 유지하여 환원력이 없는 것으로 나타났다. 하지만 본 연구에서는 홍삼 에탄올 추출물의 경우 IC_{50} 은 1.06 mg/mL, 물 추출물은 1.36 mg/mL, 열수 추출물은 3.08 mg/mL로 나타나 중국 인삼의 경우보다 홍삼 추출물의 환원력이 강하다는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 홍삼 추출물의 항산화력은 에탄올을 사용하여 추출하였을 때 항산화력이 가장 우수하다는 것을 알 수 있었다. 이는 에탄올 추출로 인해 항산화능을 보유한 유효 성분이 유출되어 이러한 결과를 가져온 것이라 생각된다. 이러한 것은 구기자 추출물의 항산화력을 살펴본 결과 물 추출물보다 유기 용매 추출물의 항산화력이 높게 나타났다는 Bae HC 등(2005)의 보고와도 일치한다.

6) Phenolic compound와 flavonoid 함량

Osawa T(1994)는 phenolic compound는 가용성 식물류에 널리 분포하는 것으로 항산화능을 포함한 다양한 생물학적 효능을 나타낸다고 하였으며, 이들의 효능은 주로 산화환원력에 의한 것이라고 하였다. 추출방법에 따른 홍

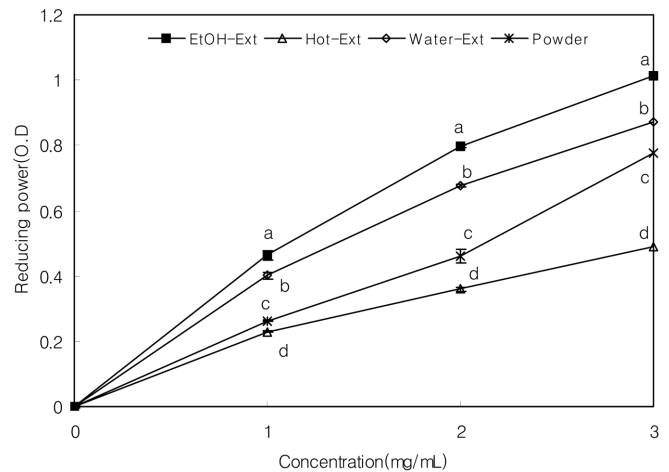


Fig. 5. Reducing power of red ginseng extract according to different extraction methods. Different superscript at the same concentration mean significantly different ($p < 0.001$)

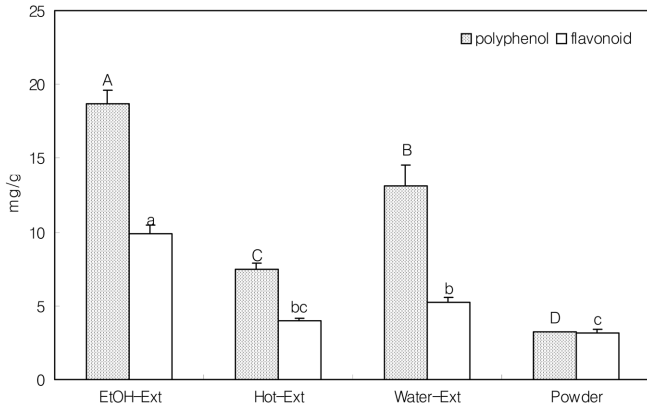


Fig. 6. Contents of total polyphenol and flavonoid in red ginseng extract according to different extraction methods. Bars having different superscript are significantly different ($p < 0.001$).

삼 추출물의 phenolic compound와 flavonoid 함량을 Fig. 6에 나타내었다. phenolic compound와 flavonoid 함량은 홍삼 에탄올 추출물이 각각 18.7 mgTAE/g과 9.87 mgHE/g으로 유의적으로 가장 높았으며 그 다음으로 물 추출물이었다. 홍삼 분말의 phenolic compound와 flavonoid 함량이 유의적으로 가장 낮았다. 또한 항산화능과 이들 phenolic compound와 flavonoid 함량과의 상관관계를 살펴본 결과 DPPH[·], ABTS^{·+}, Nitrite 소거능과 phenolic compound간에 상관관계수 $r^2 = 0.932, 0.913, 0.953$ 의 높은 상관관계($p < 0.001$)를 보였다(Table 1). 또한 flavonoid 함량과 DPPH[·]와 ABTS^{·+} 소거능과의 상관관계도 $r^2 = 0.889$ 와 0.908 ($p < 0.001$)로 높은 상관관계를 보였으며 Nitrite 소거능과도 $r^2 = 0.869$ ($p < 0.01$)으로 높은 상관성을 보였다. 환원력은 $p < 0.05$ 수준에서 phenolic compound와 flavonoid와의 상관성

을 보였다. 또한 Holasova M 등(2002)은 phenol 함량이 높을수록 항산화력이 증가한다고 보고하였으며 Gheldof N과 Engeseth NJ(2002)는 이들 함량과 항산화력간에 상관관계를 가진다고 보고하였다. 본 연구에서도 추출물의 phenolic compound와 flavonoid 함량이 높게 나타난 에탄올 추출물, 물 추출물, 열수추출물 그리고 분말 순으로 항산화능이 높게 나타나 선행연구와의 일치함을 보였다.

2. 홍삼요구르트의 항산화능

홍삼 에탄올 추출물을 첨가하여 제조한 홍삼요구르트의 항산화능은 Table 2에 나타내었다. DPPH[·] radical 소거능은 홍삼 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 홍삼 무첨가 요구르트의 DPPH[·] radical 소거능은 45%인데 비해 0.25% 홍삼 요구르트는 73%, 0.5 홍삼 요구르트는 78% 그리고 1% 홍삼 요구르트는 DPPH[·] radical을 84% 소거하였다. ABTS^{·+} radical 소거능과 환원력 또한 홍삼 추출물의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. Nitrite 소거능도 홍삼 추출물이 첨가할수록 증가하였다. 구기자 추출물을 첨가하여 제조한 요구르트의 항산화능을 보고한 Bae HC 등(2005)은 구기엽 추출물 4% 첨가 요구르트에서 83%의 DPPH[·] radical 소거능을 나타낸다고 하였다. 이는 항산화능을 나타내는 phenol 성분 함량이 구기엽에 많기 때문이라고 하였다. 또한 Cho YS 등(2003)은 단감분말 첨가 발효유의 항산화능은 단감 분말 속에 함유된 polyphenol 화합물에 의하여 항산화능을 나타낸 것이라고 보고하였다. 본 연구에서도 홍삼 추출물 첨가 요구르트가 홍삼 무첨가 요구르트보다 높은 항산화능을 보이는 것은 홍삼 추출물에 함유된 높은 함량의 phenol과 flavonoid가 이러한 효능을 나타낸 것이라고 생각한다.

Table 1. Correlation between the antioxidant properties and contents of total polyphenol or flavonoid in red ginseng extract

	Total phenol content	Flavonoid content	Antioxidant activity ^a					
			DPPH [·] radical scavenging activity	ABTS ^{·+} radical scavenging activity	Superoxide anion scavenging activity	Reducing power	Nitrite scavenging activity	
Total phenol content	1.000							
Flavonoid content	0.933 ^{***}	1.000						
DPPH [·] radical scavenging activity	0.932 ^{***}	0.889 ^{***}	1.000					
ABTS ^{·+} radical scavenging activity	0.913 ^{***}	0.908 ^{***}	0.919 ^{***}	1.000				
Superoxide anion scavenging activity	0.480	0.338	0.355	0.298	1.000			
Reducing power	0.675 [*]	0.721 ^{**}	0.560	0.580 [*]	0.733 ^{**}	1.000		
Nitrite scavenging activity	0.953 ^{***}	0.869 ^{**}	0.875 ^{**}	0.814 ^{**}	0.668 [*]	0.813 ^{**}	1.000	

^a The concentrations of red ginseng extracts in the scavenging activity of DPPH[·] radical, ABTS^{·+} radicals, superoxide anion and nitrite, and reducing power used for correlation analysis were 1, 2.5, 1, 0.3 and 3 mg/mL, respectively.

* P < 0.05 ** P < 0.01 *** P < 0.001.

Table 2. Antioxidant activity of red ginseng yogurt added with red ginseng extract

Antioxidant activity	Red Ginseng Yogurt				F value
	0%	0.25%	0.5%	1.0%	
DPPH [·] radical scavenging activity(%)	45.07±0.91 ^d	73.18±0.68 ^c	78.24±0.08 ^b	84.46±1.57 ^a	872.65
ABTS ^{·+} radical scavenging activity(%)	14.85±0.60 ^d	24.55±0.40 ^c	27.95±1.00 ^b	37.55±0.95 ^a	437.83
Superoxide anion scavenging activity(%)	76.46±1.58	77.77±0.36	79.37±0.73	77.93±0.74	3.71
Nitrite scavenging activity(%)	3.08±3.47 ^b	5.81±3.12 ^b	9.81±1.71 ^{ab}	17.12±0.57 ^a	17.9
Reducing power(O.D)	0.116±0.004 ^d	0.2022±0.003 ^c	0.274±0.002 ^b	0.3077±0.003 ^a	2215.39

All values are Mean±S.D.

^{a-d}Means with different superscript in the same row are significantly different(p < 0.001) by the Duncan's multiple range test.

3. 홍삼요구르트의 품질특성

홍삼 추출물을 0%, 0.25%, 0.5% 그리고 1.0% 첨가한 요구르트의 품질평가는 Table 3에 나타내었다. pH는 4.45~4.46으로 나타났으며 산도는 0.72로 나타났다. 요구르트의 바람직한 pH 범위를 Kroger M과 Weaver JC(1973)와 Chamber JV(1979)은 pH 3.80~4.53의 범위라고 하였으며, 정상적인 제품의 적정산도를 Davis JG(1970)은 0.70~1.20%에서 나타난다고 하였다. 홍삼 요구르트의 경우 정상제품의 pH와 산도 범위에 포함되는 것으로 나타났으며, 또한 홍삼 첨가 농도에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 홍삼 추출물은 요구르트의 pH와 산도에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 색도는 redness와 yellowness는 홍삼 추출물의 색상에 의해 홍삼 추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 점도 또한 홍삼 추출물 첨가에 따른 영향을 나타내지 않았다. 요구르트의 유산균수는 모두 10⁸ CFU/mL 수준으로 나타나 홍삼추출물이 요구르트의 유산균 생육에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 우리나라 식품공전에서 발효음료의 규격은 신선한 액상 및 호상 요구르트의 유산균수는 10⁶ CFU/g 이상(한국식품의약품안전청 2007)으로 되어 있는데 본 연구의 홍삼요구르트는 이 조건을 만족시키는 것으로 나타났다. 클로렐라(Sung YM 등 2005)나 알로에(Shin YS 등 1995) 등은 유산균 생육을 촉진시킨다는 연구 보고도 있으나 마늘 분말과 같이 유산균의 생육을 억제한다는 Cho

JR 등(2007)의 연구보고도 있다. 하지만 본 연구에서는 홍삼 추출물이 유산균의 생육에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 홍삼을 발효유 제품개발에 응용할 수 있다고 생각한다. 또한 홍삼 첨가에 의한 요구르트의 관능평가 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 전체적인 기호도는 0.25%와

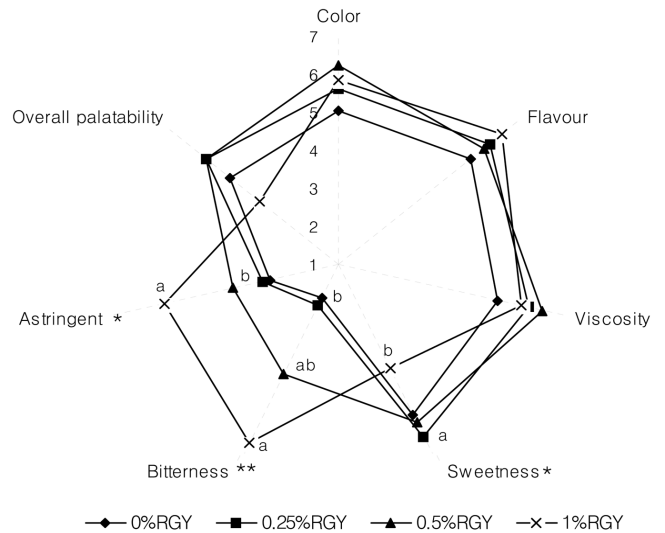


Fig. 7. Sensory evaluation of Red Ginseng Yogurt added with red ginseng extract. Means with different superscript are significantly different by the Duncan's multiple range test. *:p < 0.05, **:p < 0.001

Table 3. Quality characteristics of red ginseng yogurt added with red ginseng extract

Item	Red Ginseng Yogurt				F value
	0%	0.25%	0.5%	1.0%	
pH	4.45±0.01	4.46±0.01	4.45±0.01	4.46±0.01	4.56
Titrateable acidity	0.72±0.01	0.72±0.01	0.72±0.01	0.72±0.0	0.33
Viscosity	1287±63.66	1356±50.36	1383±17.39	1490±54.44	8.66
Viable cell count	8.92±0.09	8.88±0.15	8.89±0.01	8.78±0.11	0.90
L value	75.79±5.17	66.70±1.15	67.38±2.18	67.96±3.50	4.38
Color					
a value	-2.99±0.27 ^{c2)}	-2.30±0.05 ^b	-2.13±0.03 ^{ab}	-1.70±0.01 ^a	45.38
b value	4.52±0.52 ^c	5.18±0.39 ^{bc}	6.70±0.44 ^b	9.38±0.65 ^a	54.19

All values are Mean±S.D.

^{a-c}Means with different superscript in the same row are significantly different(p < 0.001) by the Duncan's multiple range test.

0.5% 홍삼 요구르트가 가장 높게 평가되었다. 반면 1.0% 홍삼 요구르트는 유의적으로 가장 낮은 기호도를 보였다. 이는 홍삼 특유의 떫은맛과 쓴맛의 강도가 높아 이러한 결과가 나타난 것으로 생각된다. 이상의 결과로 볼 때 홍삼 추출물 0.5% 첨가가 요구르트 제조에 적합한 범위임을 알 수 있었다.

IV. 요약

홍삼으로부터 추출방법을 달리하여 획득한 추출물로부터 항산화능을 비교하고 항산화능이 강한 추출물을 첨가한 홍삼요구르트를 제조하여 항산화능 및 요구르트 품질 특성을 비교하였다. 홍삼분말을 이용하여 에탄올 추출, 물 추출, 그리고 열수 추출을 실시하여 DPPH[·], ABTS⁺, Superoxide anion radical 소거능, Nitrite 소거능 및 환원력을 측정하여 항산화력을 비교한 결과 모든 측정방법에서 에탄올 추출물이 가장 강력한 항산화력을 보유한 것으로 나타났다. 특히 에탄올 추출물은 DPPH[·]와 ABTS⁺ radical 소거능 그리고 환원력에서 가장 높은 항산화력을 보였는데 50% 효능을 나타내는 농도인 IC₅₀은 각각 0.48 mg/mL, 2.35 mg/mL 그리고 1.06 mg/mL로 나타났다. 홍삼 추출물의 항산화력과 phenolic compound와 flavonoid 함량과도 높은 상관관계를 보였다. 또한 홍삼 에탄올 추출물을 0, 0.25, 0.5, 그리고 1.0% 첨가한 홍삼요구르트의 항산화력은 홍삼 첨가량 농도 의존적으로 항산화력이 유의적으로 증가하였다. 특히 DPPH[·] radical 소거능은 홍삼 무첨가군은 45%인데 비해 홍삼요구르트는 73~84%까지 증가하였다. 홍삼 추출물의 첨가 농도에 따른 홍삼요구르트의 품질 평가 결과 pH, 산도, 점도, 유산균 수 등은 홍삼 무첨가 요구르트와의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 관능평가 결과 전체적인 기호도는 0.25%와 0.5% 홍삼 추출물 첨가 요구르트가 높게 평가되었다. 이상의 결과로 볼 때 홍삼 추출물 첨가농도는 0.5% 첨가가 적합한 범위인 것으로 나타났다.

V. 감사의 글

본 연구는 2007년도 숙명여자대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

한국식품의약품안전청. 2007. 식품공전 pp 122-123
 Attele AS, Zhou YP, Xie JT, Zhang L, Pugh W, Rue PA, Polonsky KS, Yana CS. 2002. Antidiabetic effects of Panax ginseng berry extract and the identification of an effective components. *Diabetes* 51(6):1851-1858
 Bae HC, Cho IS, Nam MS. 2005. Effects of the biological func-

tion of yogurt added with Lycium chinence miller extract. *J Animal Science Technol* 47(6):1051-1058
 Chamber JV. 1979. Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. *Dairy Prod J* 14(1): 28-34
 Choi HK, Seong DH, Rha KH. 1995. Clinical efficacy of Korean red ginseng for erectile dysfunction. *Intl J Impot Res* 7(3): 181-186
 Cho YS, Cha JY, Kwon OC, Ok M, Shin SR. 2003. Preparation of yogurt supplemented with sweet persimmon powder and quality characteristics. *Korean Journal of Food Preservation* 10(2):175-181
 Cho JR, Kim JH, In MJ. 2007. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristic of yogurt. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50(1):48-52
 Davis JG. 1970. Laboratory control of yogurt. *Dairy Ind* 36(2):139
 Gheldof N, Engeseth NJ. 2002. Antioxidants capacity of honeys from various flora sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agricultural and Food Chemistry* 50(10):3050-3055
 Hartley DE, Elsabagh S, File SE. 2004. Gincosan(a combination of Ginkgo biloba and Panax ginseng) : the effects on mood and cognition of 6 and 12 weeks treatment in post-menopausal women. *Nutr Neurosci* 7(5):325-333
 Hartz AT, Bertler S, Noyes R, Hoehms J, Logermann C, Schnift S, Butain Y, Wang W, Brake K, Erake M, Kautzman H. 2004. Randomized controlled fatigue trial of Siberian ginseng for chronic fatigue. *Psychol Med* 34(1):51-61
 Holasova M, Fiedlerova V, Smrcinova H, Orsak M, Lachman J, Vavreinova S. 2002. Buckwheat the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Research International* 35(2): 207-211
 Hyun JS, Kim MA. 2005. The effect of addition of level of red ginseng powder on yackwa quality and during storage. *Kor J Food Culture* 20(3):352-359
 Jeong CS, Hyun JE, Kim Ys. 2003. Ginsenoside Rb1 : the anti-ulcer constituents from the head of Panax ginseng. *Arch Pharm Res* 26(11):906-911
 Kato H, Lee IE, Chyen N, Kim SB, Hayase F. 1987. Uninhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51(5):1333-1338
 Kim DY. 1973. Studies on the browning of red ginseng. *J Korean Agricultural Chemical Society* 16(2):60-77
 Kim SD, DO JH, Oh HI. 1981. Antioxidant activity of panax ginseng browning products. *J Korean Agricultural Chemical Society* 24(3):161-166
 Kimura Y, Okuda H, Arichi S. 1988. Effects of various ginseng saponins on ⁵-hydroxytryptamine release and aggregation in human platelets. *J Pharm Pharmacol* 40(12):838-843
 Kroger M, Weaver JC. 1973. Confusion about yogurt compositional and otherwise. *J Milk Food Technol* 36(4):388-394

- Kweon DJ, Youn SJ, Cho HG, Choi UK, Kang SC. 2006. Antioxidant activities and biological properties of *Phellinus linteus* extracts according to different extraction methods. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49(2):91-96
- Lee JW, Park CK, Do JH. 2005. Antioxidative activity of water soluble browning reaction products from Korean Red Ginseng. *J Ginseng Res* 29(1):44-82
- Lee SH, Jang BH, Kim SY, Lee EH, Chung BC. 2006. The antistress effect of ginseng total saponin and aggregation Rg3 and Rb1 evaluated by brain polyamine level under immobilization stress. *Pharmacol Res* 54(1):46-49
- Lee SE, Sung WL, Bang JK, Yu YJ, Seong NS. 2004. Antioxidant activities of leaf, stem and root of panax ginseng C. A. meyer. *Kor J Med Crop Sci* 12(3):237-242
- Lee WK, Kae ST, Lin IM, Cheng JT. 2006. Increase of insulin secretion by ginsenoside Rb2 to lower plasma glucose in wistar rats. *Clin Exp Pharmacol Physio* 33(1):27-32
- Li G, Wang Z, Sun Y, Liu K, Wang Z. 2006. Ginsenoside 20(S)-protopanaxadiol inhibits the proliferation and invasion of human fibrosarcoma HT1080 cell. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 98(6):588-592
- Lim JH, Lu AY. 1998. Inhibition and induction of cytochrome P450 and the clinical implications. *Clin Pharmacokinet* 35(5):361-390
- Liu F, Ooi VEC, Chang ST. 1997. Free radicals scavenging activity of mushroom polysaccharide extract. *Life Science* 60(10):763-771
- Nachtigal MC, Patterson RE, Stratton KL, Adams LA, Shattuck AL, White E. 2005. Dietary supplements and weight control in a middle-age population. *J Altern Complement Med* 11(5):909-915
- Osawa T. 1994. Novel natural antioxidant for utilization in food and biological systems. In I. Uritani, V. V. Garcia, & E. M. Mendoza(Eds). *Postharvest biochemistry of plant food-materials in the tropics*. Japan Scientific Societies Press. Tokyo, Japan pp 241-251
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9-10):1231-1237
- Shin HJ, Kim YS, Kwak YS, Song YB, Kim YS, Park JD. 2004. Enhancement of antitumor effects of paclitaxel(taxol) in combination with red ginseng acidic polysaccharide. *Planta Med* 70(11):1033-1038
- Shin JY, Song JY, Yun YS, Yang HO, Rhee DK, Pyo S. 2002. Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of *Panax ginseng* on macrophage function. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 24(3):469-482
- Shin YS, Lee KS, Lee JS, Lee CH. 1995. Preparation of yogurt added with Aloe vera and its quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24(2):254-260
- Sun Y, Hayakawa S, Ogawa M, Izumori K. 2007. Antioxidant properties of custard pudding dessert containing rare hexose, D-psicose. *Food Control* 18(3):220-227
- Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. 2005. Preparation and quality characteristics of cured yogurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48(1):60-64
- You JS, Huang HF, Chang YL. 2005. *Panax ginseng* reduces adriamycin-induced heart failure in rats. *Phytother Res* 19(12):1018-1022
- Yun GY, Kim MA. 2006. The effect of red ginseng powder on quality of dasik. *Kor J Food Culture* 21(3):325-329
- Zhao GR, Xiang ZJ, Ye TX, Yuan YJ, Guo ZX. 2006. Antioxidant activities of *Salvia miltiorrhiza* and *Panax notoginseng*. *Food Chem* 99(4):767-774
- Zhou W, Chai H, Lim PH, Lumsden AB, Yao Q, Chen C. 2005. Ginsenoside Rb1 blocks homocystein-induced endothelial dysfunction in porcine coronary arteries. *J Vasc Surg* 41(5):861-868

2008년 2월 13일 접수; 2008년 5월 30일 심사(수정); 2008년 5월 30일 채택