

백삼, 홍삼, 흑삼 추출물의 생리활성 비교 연구

장아영, 승윤철, 지중구
충부대학교 한방건강관리학과

The comparative study on physiological activity of White ginseng, Red ginseng and Black ginseng extract

A-Young Jang, Yun-Chul Sueng, Joong-gu Ji
Dept. of Oriental Health Care, Joongbu University

요 약 이 연구에서는 백삼(WG), 홍삼(RG) 흑삼(BG) 추출물의 효능차이를 비교하고자 항산화 및 항염 활성을 측정하였다. 세포독성 측정 결과 WG, RG, BG 모두 95% 이상의 세포 생존율을 나타내었고, 페놀함량, DPPH, ABTS 라디칼 소거능, ROS 생성량을 조사한 결과 WG와 RG에 비해 BG가 높은 항산화 활성을 보였다. NO생성 저해활성은 RG가, PGE₂생성 저해활성은 WG가 높았다. 염증성 사이토카인 생성량 감소에 미치는 영향을 측정한 결과, IL-1β 생성량의 경우, WG와 RG가, IL-6 생성량의 경우 BG가 가장 큰 것으로 확인하였다. TNF-α 생성량은 WG, RG, BG 모두 대조군과 비교하여 차이가 없었다. 이상의 분석 자료가 건강기능 식품과 기능성 화장품 원료 개발 등 전 임상단계의 기초적 자료로 가치가 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 백삼, 홍삼, 흑삼, 항산화 활성, 항염 활성

Abstract This study presents a comparative study for differences in efficacy and ingredient of white ginseng(WG), red ginseng(RG), and black ginseng(BG) using anti-oxidative activity test and anti-inflammatory activity test. In the results of cytotoxicity test for WG, RG, and BG, the survival rate of all cells was more than 95%. In the total polyphenol analysis, DPPH, ABTS radical scavenging test, and ROS production test, BG showed higher anti-oxidant activity than WG and RG. RG and WG showed higher inhibition activity of NO production and PGE₂ production, respectively. As results of the test for the effect on reduction of inflammatory cytokine production, WG and RG were effective on reduction of IL-1β production, and BG was effective on reduction of IL-6. In the case of TNF-α production, there was no difference among samples. This study could be useful basic data for the development of functional food and the fabrication of safe cosmetic.

Key Words : White ginseng, Red ginseng, Black ginseng, Anti-oxidant activity, Anti-inflammatory activity

1. 서론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer, 人蔘)은 오가피과

(Araliaceae) 파낙스(*Panax*)속에 속하는 다년생 초본으로 뿌리 뿐 아니라 잎, 줄기를 수천 년 전부터 약용해 온 우리나라의 대표적인 약용작물이다.

Received 8 April 2016, Revised 29 April 2016
Accepted 20 May 2016, Published 28 May 2016
Corresponding Author: Joong-Gu Ji
(Dept. of Oriental Health Care, Joongbu University)
Email: jjg1970@joongbu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

인삼은 크게 자연 상태의 수삼과 가공방법에 따라 백삼, 홍삼, 흑삼 등으로 분류되고, 백삼은 말린 형태에 따라 직삼, 곡삼, 반곡삼 등으로 구분하는데, 인삼을 열풍이나 햇볕 등 기타의 방법으로 말린 인삼을 뜻하며, 홍삼은 천삼, 지삼 및 양삼으로 구분되며, 생인삼 즉 수삼을 껍질을 유지한 상태로 증기 및 기타의 방법으로 쪄 후 말린 인삼을 뜻한다. 또한, 흑삼은 2011년 12월 「인삼산업법」에 의해 수삼을 증기로 쪄서 말리는 과정을 3회 이상 반복함에 따라 담흑갈색 또는 흑 다갈색을 띠는 인삼을 말리며 일반적으로 삼을 아홉 번 쪄고 말리는 과정을 반복하며 ‘구증구포’라는 한약의 전통적 가공법으로 제조한 인삼으로 알려져 있다. 백삼, 홍삼, 흑삼 등을 제조하는 목적은 저장성을 증가시키기 위함이며, 이 중 홍삼과 흑삼은 열처리와 건조과정을 거쳐 제조된 가공인삼으로 과정을 거치는 동안 각종 효소들이 불활성화 되어 품질 안정성이 좋아져 저장성이 증가될 뿐만 아니라 전분입자가 호화되어 백삼보다 소화율이 증가된다[1]. 또한 열처리 과정 중 일부 성분이 화학적 변성을 거쳐 수삼이나 백삼에 존재하지 않는 새로운 유효 성분이 생성되고 증숙 정도에 따라 이러한 유효성분의 종류와 함량이 달라진다고 보고되었다[2]. 백삼이나 홍삼에는 존재하지 않거나 소량 함유되어 있는 ginsenoside Rg3, Rg5, Rh1, Rh2, 등의 성분들이 흑삼에는 다량 발견됨을 보고되어[3]. 가공 인삼의 종류별로 목적에 따라 활용법이 다를 것으로 생각된다.

이처럼 가공이나 제조 공법에 따라 새로이 생성되거나 함량이 달라지는 인삼 및 사포닌의 유효 성분을 극대화하기 위해 아직도 열처리, 발효, 산 가수분해 및 유기합성 등의 다양한 방법이 시도되고 있으나, 백삼, 홍삼, 흑삼 세 가지 가공인삼을 동일한 조건에서 효능 비교를 한 연구는 미비한 편이다.

따라서 본 연구에서는 백삼, 홍삼 및 흑삼 추출물에 대하여 세포독성, 항산화 효과 및 항염증 효과 측정을 통하여 원료별 차이점을 비교 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

2.1.1 시약

사용된 시약은 Dulbecco's Phosphate Buffered Saline

(D-PBS : Welgene Co., Korea), Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM : Gibco BRL Co., UK), 우태아 혈청 (fetal bovine serum: FBS, Invitrogen Co., U.S.A.), lipopolysaccharide (LPS : Sigma Co., U.S.A.), cell viability assay kit (Daeillab sevice, Korea), nitric oxide detection kit (Intron Biotechnology, Korea), penicillin (Hyclone, Co., U.S.A.), streptomycin (Hyclone Co., U.S.A.), (2,7)-dichlorodihydrofluorescein diacetate (DCFH-DA : Sigma Co., U.S.A.), 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS : Sigma Co., U.S.A.), 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH : Sigma Co., U.S.A.), trypan blue (Sigma Co., U.S.A.), ethanol (Merck Co., Germany), PGE₂ ELISA Kit (R&D system, U.S.A.), Mouse magnetic luminex screening assay (R&D system, U.S.A.), 3-Isobutyl-1-methylxanthine (IBMX : Sigma Co., U.S.A.), Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Merck Co., Germany), Gallic acid (Sigma Co., U.S.A.), Sodium carbonate (Sigma Co., U.S.A.), Rb3 (ChromaDex Co., U.S.A.), Rg2 (ChromaDex Co., U.S.A.), Rb1 (Ambo Co., Korea), Rg1 (Ambo Co., Korea), Rg2 (Ambo Co., Korea), Rc (Ambo Co., Korea), Rd (Ambo Co., Korea), Rg3(20R) (Ambo Co., Korea), Rg3(20S) (Ambo Co., Korea), Re (Ambo Co., Korea) 등을 사용하였다.

2.1.2 기기

본 실험에 사용된 기기는 감압증류장치(rotary vacuum evaporator), (Büchi B-480 Co., Switzerland), 동결건조기(freeze dryer, EYELA FDU-540 Co., Japan), CO₂ incubator 배양기(Forma scientific Co., U.S.A.), clean bench (Vision scientific Co., Korea), autoclave (Sanyo Co., Japan), vortex mixer (Vision scientific Co., Korea), spectrophotometer (Shimadzu Co., Japan), centrifuge (Sigma Co., U.S.A.), deep-freezer (Sanyo Co., Japan), thermocycler system (MWG Biotech Co., Germany), ice-maker (Vision scientific Co., Korea), plate shaker (Lab-Line Co., U.S.A.), ELISA reader (Molecular Devices Co., U.S.A.), 유세포 분석기 (Flow cytometer, Becton Dickinson, Co., U.S.A.), HPLC (Shimadzu, Co., Japan), 환류 추출기(Mtops, Korea), 가열교반기(DAIHAN

scientific Co., Korea) 등을 사용하였다.

2.1.3 시료 추출

본 실험에 사용한 백삼 (White ginseng, 이하 WG), 홍삼 (Red ginseng, 이하 RG), 흑삼 (Black ginseng, 이하 BG)은 4년근으로써 금산지역의 약재시장에서 구입하였다. WG, RG, BG 각 30 g에 물 500 ml을 넣고 10시간 동안 환류 추출 후 여과액을 얻었으며, 얻어진 여과액을 rotary vacuum evaporator에서 감압 농축하였다. 농축된 용액을 동결 건조하여 WG 분말 4.2 g, RG 분말 5.4 g, BG 분말 4.9 g을 얻었으며, 얻어진 분말은 초저온 냉동고 (-80°C)에서 보관하면서 실험에 따라 필요한 농도로 증류수에 희석하여 사용하였다.

2.1.4 세포 배양

실험에 사용된 RAW 264.7 세포(한국세포주 은행 Seoul, Korea)를 50 ml 튜브에 옮기고 PBS 9 ml을 넣어 세포를 부유시킨 뒤 5분 동안 원심분리(1,200 rpm)하여 상청액을 제거하였다. 세포가 있는 튜브에 10% fetal bovine serum (FBS)와 1% penicillin으로 조성된 DMEM 배지 1 ml을 넣고 부유시켰다. 100 mm dish에 9 ml의 배지를 넣고, 세포를 부유시켜 세포배양기에서 37°C 조건으로 배양하였다. 계대배양은 5회 이상, 시료 처리 전 24시간을 적응시켰다. 세포 내 ROS 측정과, 항염증 효능 측정 실험은 정상군(normal group), 대조군(control group), 실험군으로 나누어 실험하였다, 대조군은 실험 목적에 따라 세포 내 활성산소나 염증을 유발시켰으며, 정상군은 대조군에서 증상이 유발되었는지 비교하기 위해 아무런 처치를 하지 않았다. 실험군은 실험시료를 농도별로 처리한 후 대조군과의 비교를 통해 효능을 평가하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 세포 독성 측정

RAW 264.7 세포를 96 well plate에 1.5×10^5 cells/well로 분주하여 24시간 동안 배양하였다. 실험하기 전에 새로운 배양액으로 교체하였고, WG, RG, BG 추출물을 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)의 농도로 처리하여 RAW 264.7 세포는 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 10 μl 의 WST solution을 처리하여 세포배양기에서 30°C 조건으로 30분간 반응

시킨 후 450 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여 대조군에 대한 세포 생존율을 백분율로 표시하였다.

2.2.2 항산화 효능 측정

가. 총 phenol 함량 측정

WG, RG, BG 추출물의 phenol 함량은 Gutfinger의 방법[4]을 응용하여 측정하였다. 50% Foiln-Ciocalteu's phenol reagent 0.5 ml와 추출 시료용액 1 ml을 혼합하여 실온에서 3분 동안 방치하였다. 이 용액에 Na_2CO_3 포화용액 1 ml와 7.5 ml 증류수를 차례로 혼합한 뒤 30분 동안 정치한 다음 10분간 원심분리(12,000 rpm)한 후 상청액을 취해 흡광도를 760 nm에서 측정하였다. gallic acid를 표준물질로 하여 작성한 검량선에 따라 총 phenol 함량을 구하였으며 측정단위로는 GAE (Gallic acid equivalent)/g을 사용하였다.

나. DPPH radical 소거능 측정

WG, RG, BG 추출물의 최종 농도가 1, 10, 100, 1,000 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)의 농도가 되도록 희석시켰으며, 에탄올에 용해시킨 0.2 mM의 DPPH 용액 150 μl 와 WG, RG, BG 추출물을 각각 100 μl 씩 혼합하여 37°C에서 30분간 반응 시켰다. 반응 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액의 대조군은 증류수를 넣었으며, DPPH 용액의 대조군으로서 에탄올을 넣어 보정값을 얻었다. DPPH 자유라디칼 소거율은 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{소거율 (\%)} = \left(\frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \right) \times 100$$

다. ABTS radical 소거능 측정

ABTS assay 방법은 다음과 같이 실시하였다. WG, RG, BG 추출물을 최종 농도가 1, 10, 100, 1,000 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)의 농도가 되도록 희석시켰으며, ABTS 용액은 7.4 mM ABTS(2,2 - azino - bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)와 2.6 mM potassium persulphate를 제조한 후, 암소에 하루 동안 방치하여 양이온 (ABTS^+)을 형성시킨 다음 734 nm에서 흡광도를 측정하여 ABTS^+ 용액의 흡광도 값이 1.5 이하가 나오도록 희석하였다. 희석된 ABTS^+ 용액 150 μl 와 WG, RG, BG 추출물을 각각 5 μl 혼합하고, 실온에서 10분간 방치한 후, 734 nm에

서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{소거율 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{(시료 첨가군의 흡광도)}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100$$

다. 세포내 ROS (Reactive oxygen species) 생성 측정
12 well plate에 RAW 264.7 세포를 2×10^5 cells/well 이 되도록 분주하여 24시간 배양 하였다. 배양 후 새로운 배양액으로 교체하였으며, WG, RG, BG 추출물을 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$)의 농도로 처리하고, LPS 1 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도로 처리한 후, 다시 24시간 동안 37°C , 5% CO_2 배양기에서 배양하였다. 배양 후, 5분간 원심 분리(1,200 rpm)하여 모은 세포를 PBS로 2회 세척한 후, DCF-DA은 10 μM 이 되도록 처리하여 15분간 상온, 암소에 두었다. 염색 후 PBS를 넣어 5분간 원심분리(1,200 rpm) 한 후 상등액을 제거하고 다시 PBS 400 μl 를 부유시켜 유세포 분석기 (Flow cytometer, Becton Dickinson, Co., U.S.A)를 이용하여 형광강도의 세기에 따른 변화를 조사하였다.

2.2.3 항염증 효능 측정

가. Nitric oxide (NO) 생성 측정

NO의 농도는 배양액 내의 nitric oxide 농도를 griess reagent system을 이용하여 측정하였다. 96 well plate에 1.5×10^5 cells/well에 RAW 264.7 세포를 분주하여 24시간 배양 하였다. 24시간 후 배양액을 새롭게 교체하였고 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도의 WG, RG, BG 추출물과 1 $\mu\text{g/ml}$ 농도의 LPS를 처리하여 24시간 동안 배양하였다. N1 buffer 50 μl 를 각 well에 처리하고 10분 동안 상온에서 반응시켰다. 이후 N2 buffer 50 μl 를 각 well에 처리한 후 10분 동안 반응시켰다. 이후 540 nm에서 흡광도를 측정한 후 Nitrite standard의 농도별 표준곡선을 이용하여 배양액의 NO 농도를 결정하였다.

나. Prostaglandin E2 (PGE_2) 생성 측정

PGE_2 측정은 PGE_2 ELASA Kit를 이용하여 PGE_2 표준시료 (standard) 0, 39, 78, 156, 312, 625, 1250, 2500 pg/ml 의 농도를 이용하였다. 준비된 표준시료와 WG, RG, BG 추출물을 96 well plate에 150 μl 씩 분주하고, PGE_2 mouse monoclonal antibody를 50 μl 씩 첨가하여 상온에서 1시간 반응하였다. 1시간 반응 후, PGE_2 conjugate 50

μl 를 첨가하여 상온에서 2시간 반응하였다. 세척완충제 (Wash buffer) 400 μl 를 이용하여 세척 후, substrate solution 200 μl 를 첨가하여 빛을 차단하고 30분 반응하여, stop solution 50 μl 를 첨가하여 ELISA reader기 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

다. 염증성 사이토카인 생성 측정

세포 내 염증성 사이토카인을 측정하기 위해 12 well plate에 RAW 264.7 세포를 2×10^5 cells/well 이 되도록 분주한 후 24시간 배양한 후 새로운 배양액으로 바꾸었다. 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$)의 농도 WG, RG, BG 추출물을 처리하고, 1 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도의 LPS를 처리한 후 24시간 동안 세포 배양기 (37°C , 5% CO_2)에서 배양하였다. 원심분리 후 상청액으로 IL-1 β , IL-6, TNF- α 는 Luminex를 이용하여 측정하였다.

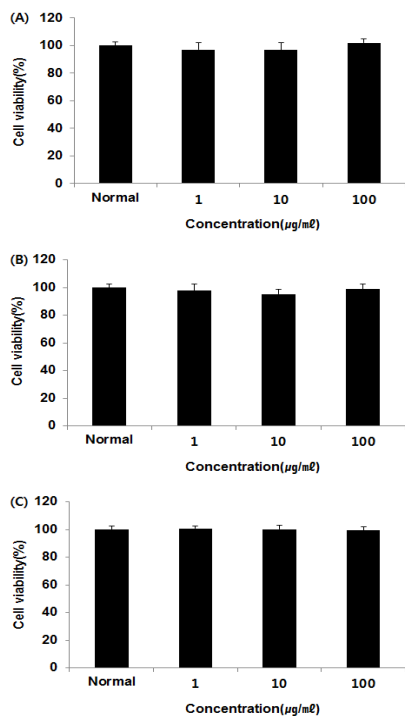
2.3 통계

실험 결과는 SPSS 11.0의 unpaired student's T-test 및 ANOVA를 사용하여 통계처리 하였으며 $p < 0.05$, $p < 0.01$ 및 $p < 0.001$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

3. 결과

3.1 세포 독성 검사

WG, RG, BG 추출물의 세포 독성을 측정한 결과, 대조군을 $100.0 \pm 2.3\%$ 로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 $96.8 \pm 5.1\%$, $96.7 \pm 5.2\%$, $101.8 \pm 3.0\%$ 의 세포 생존율을 나타내었으며[Fig. 1A], RG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 $97.6 \pm 4.6\%$, $95.2 \pm 3.7\%$, $98.8 \pm 3.8\%$ 의 세포 생존율을 나타내었다[Fig. 1B]. 또한, BG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 $100.7 \pm 1.5\%$, $100.2 \pm 2.7\%$, $99.4 \pm 2.7\%$ 의 세포 생존율을 나타내어[Fig. 1C], WC, RG, BG 추출물은 안전한 것으로 확인되었다[Fig. 1].



[Fig. 1] Cell viability of WG, RG, BG extracts in RAW 264.7 cells. Each cell was treated with 1, 10 and 100 (µg/ml) of various extracts for 24hr. Cytotoxicity was measured using an MTT assay. The normal means cell viability without treatment of ginseng extract. The results were expressed as mean ± S.D. from three independent experiments. (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

3.2 항산화 효능에 미치는 영향

3.2.1 총 phenol 함량

WG, RG, BG 추출물에 존재하는 총 페놀 함량을 gallic acid를 표준물질로 하여 측정된 결과, Table 1과 같이 WG는 105.4±0.7 mg/g, RG는 115.6±1.0 mg/g, BG는 167.5±2.2 mg/g으로 나타났다<Table 1>. 과채류에 다량 존재하는 플라보노이드와 페놀 성분은 다양한 질환의 근본적인 원인으로 지목되는 활성산소를 소거하는 능력이 우수한 것으로 연구되어 페놀 함량과 항산화 활성간의 상관관계가 높은 것으로 밝혀졌다. 따라서 약용 식물 자원의 페놀 함량을 조사함으로써 식물 자원의 항산화 활성을 탐색하는 일차적인 자료가 될 수 있을 것이라 생각된다[5].

본 연구결과에서는 WG, RG, BG의 순서로 페놀 함량이 증가하였고, 이는 열처리 과정의 정도 및 횟수와 관련된 것으로 판단된다. 생마늘과 흑마늘의 총페놀성 화합물 함량을 비교한 연구에서 흑마늘이 생마늘에 비해 페놀성 화합물 함량이 높은 것으로 조사되었고, 이는 숙성 및 열처리 과정에서 연화된 마늘 조직에 페놀성 화합물이 축적되기 때문[6]이라고 밝힌 바 있다. 이 외에도 인삼을 건조하고 증숙한 횟수에 따라 항산화 활성의 정도를 조사한 연구도 있는데, 증숙할수록 총페놀 함량이 높아지며 DPPH 라디칼 소거능 또한 증속하지 않은 인삼에 비해 10배 정도 활성이 높아졌다고 보고[7]하였다. 또한 건지황과 숙지황의 항산화 활성을 비교한 연구에서도 증포 횟수가 1회에서 9회까지 증포하는 동안 페놀 함량이 165.2% 증가하였고, 더불어 DPPH 라디칼 소거 활성 역시 9회 증포한 숙지황에서 가장 높았다고 보고되었다[8]. 따라서 일반적으로 추출되는 총페놀 화합물 함량은 열처리 과정을 거치는 횟수와 처리 시간이 증가할수록 함께 증가하고 항산화 활성 역시 증가하는 것을 알 수 있다. 본 연구의 결과에서도 열처리 과정 정도에 따라 WG 보다는 RG가, RG보다는 BG에서 페놀 함량이 높게 나타나 기존 연구와 같은 경향을 보였다.

<Table 1> Total Phenol Contents of WG, RG, BG Extracts

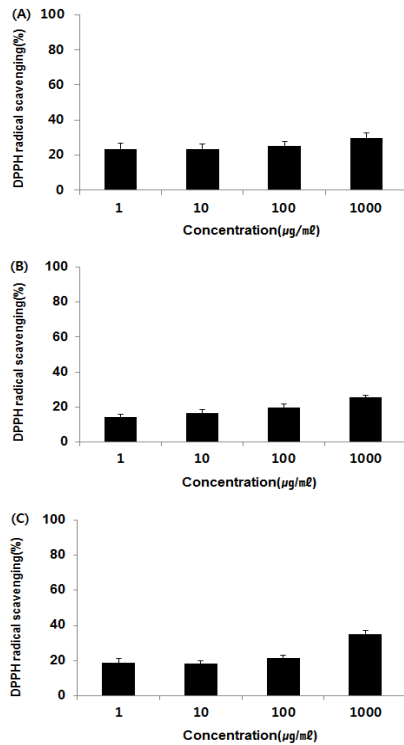
Sample	Total phenolics (mg/g)
WG	105.4±0.7
RG	115.6±1.0
BG	167.5±2.2

3.2.1 DPPH 라디칼 소거능에 미치는 영향

Blois에 의해 소개된 DPPH 법은 가장 널리 이용되는 항산화효과 측정 방법 중 하나로 α,α-diphenyl-β-trycylhydrazyl 라디칼 소거 특성을 이용한 것으로 α-토코페롤을 평가하기 위한 물질로서 사용되었다. DPPH는 안정한 라디칼로 cysteine, glutathione과 같은 함유한 아미노산과 아스코르브산, 토코페롤, hydroquinone, pyrogallol, phenylenediamine, aminophenol 과 같은 aromatic amine 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색되므로 수소 공여능 또는 유리기 소거작용을 특정 하는데 널리 이용되고 있다[9].

WG, RG, BG 추출물의 항산화 활성을 보기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, WG는 1, 10, 100,

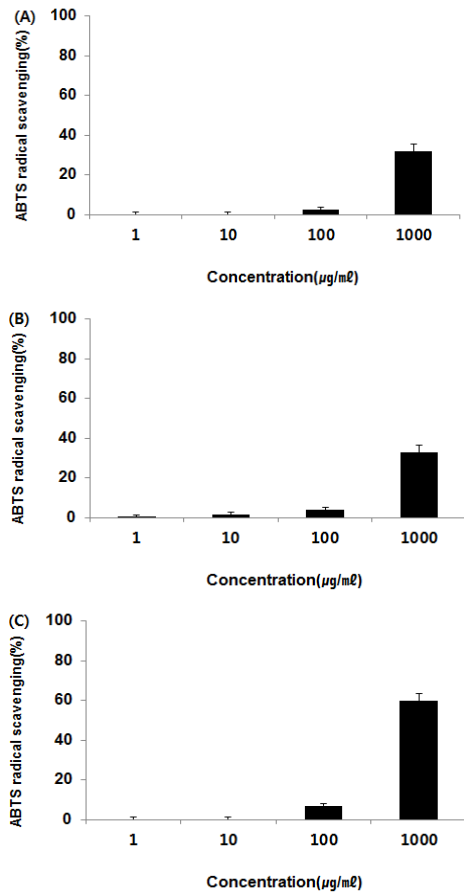
1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $23.5\pm 3.1\%$, $23.4\pm 3.0\%$, $25.0\pm 2.8\%$, $29.9\pm 2.7\%$ 로 나타내었으며[Fig. 2A], RG는 1, 10, 100, 1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $14.5\pm 1.6\%$, $16.4\pm 2.0\%$, $19.5\pm 2.1\%$, $25.4\pm 1.2\%$ 로 나타내었다[Fig. 2B]. 또한, BG는 1, 10, 100, 1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $18.9\pm 2.3\%$, $18.2\pm 1.8\%$, $21.5\pm 1.6\%$, $35.2\pm 1.9\%$ 로 나타내어[Fig. 2C], 농도 의존적으로 라디칼 소거능이 증가함을 보였다[Fig. 2]. WG와 RG, 그리고 BG의 DPPH 라디칼 소거능은 1000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 각각 $29.9\pm 2.7\%$, $25.4\pm 1.2\%$, $35.2\pm 1.9\%$ 로 나타나 WG,와 RG에 비하여 BG에서 높은 활성을 보였다. 이는 총 페놀 함량 결과에서 WG와 RG는 유사하고 BG는 현저하게 높았던 것과 유사한 경향을 보이며 페놀 함량과 항산화 활성과는 매우 깊은 연관이 있음을 알 수 있었다.



[Fig. 2] DPPH free radical scavenging activity of WG, RG, BG extracts. Extracts were incubated with DPPH solution at 37°C for 30 mins. Activities were determined by measurement of absorbance at 517 nm. The results were expressed as mean \pm S.D. from three independent experiments. (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

3.2.2 ABTS 라디칼 소거능에 미치는 영향

ABTS 라디칼 소거활성은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS 라디칼이 시료의 항산화 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는 점을 이용한 측정방법이다. 이 방법의 장점은 hydrogen-donating antioxidants와 chain breaking antioxidants 모두를 측정할 수 있고, aqueous phase와 organic phase 모두에 적용이 가능하다는 점이다[9].



[Fig. 3] ABTS cation radical scavenging activity of WG, RG, BG extracts. Extract was incubated with ABTS solution at 37°C for 10 mins. Activities were determined by measurement of absorbance at 732 nm. The results were expressed as mean \pm S.D. from three independent experiments. (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

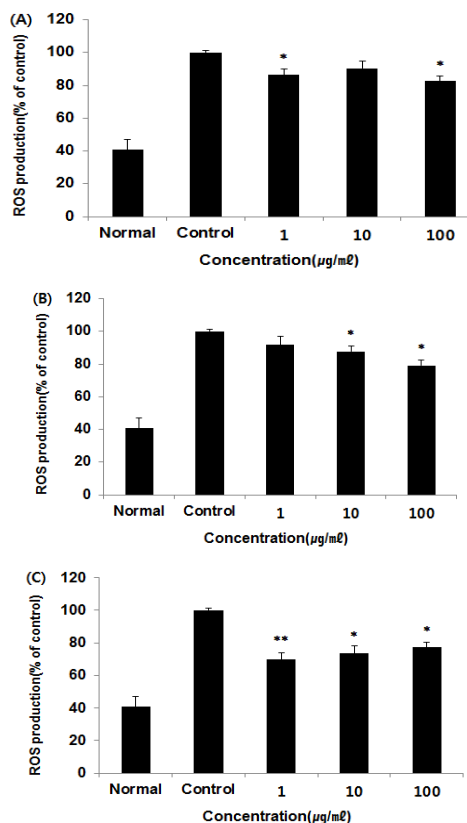
WG, RG, BG 추출물의 ABTS 소거능을 측정한 결과, WG는 1, 10, 100, 1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $0.0\pm 1.0\%$, $0.0\pm 1.2\%$, $2.4\pm 1.3\%$, $31.8\pm 3.8\%$ 로 나타내었으며[Fig. 3A], RG는 1, 10, 100, 1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $0.1\pm 0.3\%$, $1.3\pm 0.2\%$, $3.9\pm 0.5\%$, $32.7\pm 2.0\%$ 로 나타내었다[Fig. 3B]. 또한, BG는 1, 10, 100, 1000 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $0.0\pm 1.5\%$, $0.0\pm 2.4\%$, $6.8\pm 0.5\%$, $59.6\pm 2.5\%$ 로 나타내어[Fig. 3C], 농도 의존적으로 라디칼 소거능이 증가함을 보였다[Fig. 3]. 1000 $\mu\text{g/ml}$ 에서 WG, RG, BG의 ABTS 라디칼 소거능이 각각 $31.8\pm 3.8\%$, $32.7\pm 2.0\%$, $59.6\pm 2.5\%$ 로 나타나 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 유사한 경향을 보였다.

3.2.2 ROS(reactive oxygen species) 생성량에 미치는 영향

ROS(활성산소종, reactive oxygen species)는 인체 대사 활동에서 생성되는 산소 부산물, 유전자의 발현, 세포 분화, 사이토카인에 대한 반응 정도를 포함하는 다양한 생물학적 과정에 깊은 연관이 있다[10,11]. ROS는 세포의 성장과 분화를 돕고 염증을 억제하는 유익한 기능을 하는 반면 과잉 생산될 경우 산화적 스트레스(oxidative stress) 상태를 유발하여 세포조직에 치명적인 손상을 유발하여 각종 질환의 광범위한 원인으로 작용하므로 ROS 생성 저해를 평가는 항산화능을 평가하는데 중요한 지표가 된다. 따라서 ROS의 생성을 억제하거나 생성된 ROS를 제거할 수 있는 강력한 항산화제의 개발이 활발히 이루어지고 있다.

WG, RG, BG 추출물의 ROS 생성 저해 활성을 측정한 결과, 대조군을 $100.0\pm 1.0\%$ 로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $86.3\pm 3.8\%$, $90.4\pm 4.2\%$, $82.6\pm 3.0\%$ 로 나타나, 1, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 4A]. RG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 $91.9\pm 5.1\%$, $87.8\pm 3.3\%$, $79.0\pm 3.7\%$ 로 나타나, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$)농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 4B]. 또한, BG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 $69.7\pm 4.4\%$, $73.4\pm 4.6\%$, $77.3\pm 2.9\%$ 로 나타나, 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 4C]. WG, RG 및 BG의 ROS 생성량은 BG의 경우를 제외하고 농도 의존적으로 감소되었으며, 1, 10, 100 ($\mu\text{g/ml}$) 모든 농도에서 BG의 ROS 생성률이 WG, RG보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 폐놀함량과 DPPH, ABTS 라디칼 소거 활성을 조사한 결과와 일치된 결과

로 WG와 RG에 비해 BG가 높은 항산화 활성이 있음을 나타낸다.



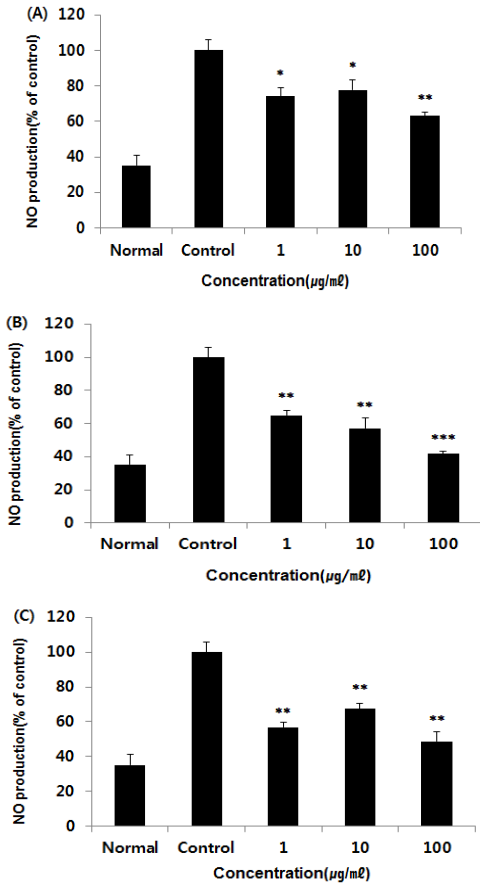
[Fig. 4] Effect of WG, RG, BG extracts on ROS production in RAW 264.7 cells. Each cell was treated with 1, 10 and 100 ($\mu\text{g/ml}$) of various extracts and LPS (1 $\mu\text{g/ml}$) for 24hr. The ROS production was analyzed by flow cytometry. The results were expressed as mean \pm S.D. from three independent experiments (Significance of results, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$). (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

3.3 항염증 효능에 미치는 영향

3.3.1 NO (Nitric oxide) 생성량에 미치는 영향

대표적인 활성 산소 중 하나인 NO는 생체 내에서 혈관을 확장시키고, 세포내 기생생물에 대한 방어 작용을 하는 등 중요한 기능을 담당하지만, 과잉 생성 시 산화적

스트레스 상태를 유발하여 세포 손상의 원인으로 작용한다[12]. 또한 과량의 NO는 만성적 염증을 유발하므로 만성적 염증을 개선하기 위해서는 NO 생성량을 적절한 수준으로 조절할 필요가 있다.



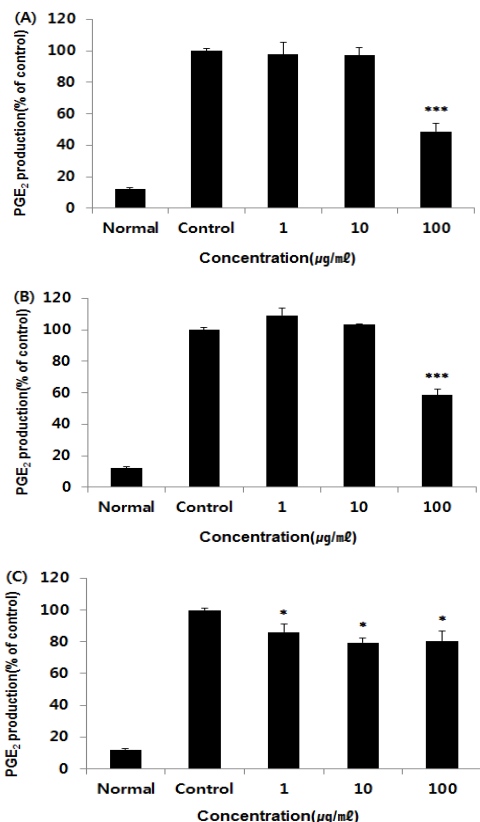
[Fig. 5] Effect of WG, RG, BG extracts on LPS-induced nitric oxide (NO) production in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cell was treated with 1, 10 and 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$) of various extracts and LPS (1 $\mu\text{g}/\text{ml}$) for 24hr. The amount of nitric oxide in supernatant was measured using Griess reagent. The results were expressed as mean \pm S.D. from three independent experiments (Significance of results, *** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$). (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

WG, RG, BG 추출물의 NO 생성량을 측정된 결과, 대조군을 $100.0 \pm 5.9\%$ 로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $74.0 \pm 4.8\%$, $77.7 \pm 5.8\%$, $63.0 \pm 2.3\%$ 로 나타나, 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 5A]. RG는 1, 10, 100($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $64.8 \pm 3.0\%$, $57.2 \pm 6.0\%$, $41.8 \pm 1.6\%$ 로 나타나, 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 5B]. 또한, BG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $57.0 \pm 2.6\%$, $67.5 \pm 3.2\%$, $48.8 \pm 5.3\%$ 로 나타나, 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 유의하게 감소하였다 [Fig. 5C]. WG에 비해 RG와 BG가 높은 NO 생성 저해율이 있는 것으로 나타났고 10, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 RG가 BG에 비해 높은 NO 생성 저해율을 나타냈다. 한편 RG는 농도 의존적으로 유의성 있게 NO 생성 저해율이 증가하는 경향을 보였다.

3.3.2 PGE2 (Prostaglandin E2) 생성량에 미치는 영향

Prostaglandin(PG)은 세포막의 인지질에서 나온 arachidonic acid로부터 유래된 불포화지방산에 속하는 호르몬으로 생성된 PG 중 PGE₂는 염증 반응에 깊이 관여하며 종양의 세포사멸을 억제하고 혈관생성의 유도를 통해 종양 생성에 기여하는 물질이다[13].

WG, RG, BG 추출물의 PGE₂ 생성량을 측정된 결과, 대조군을 $100.0 \pm 1.2\%$ 로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $97.6 \pm 7.6\%$, $97.2 \pm 4.9\%$, $48.6 \pm 5.3\%$ 로 나타나, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 유의하게 감소하였으며[Fig. 6A], RG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $109.0 \pm 4.8\%$, $103.3 \pm 0.2\%$, $58.4 \pm 3.7\%$ 로 나타나, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 6B]. 또한, BG는 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)농도에서 $86.0 \pm 5.4\%$, $79.3 \pm 3.2\%$, $80.4 \pm 6.5\%$ 로 나타나, 1, 10, 100 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)의 농도에서 유의하게 감소하였다 [Fig. 6C]. PGE₂ 생성량에서는 WG, RG, BG가 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서 각각 $48.6 \pm 5.3\%$, $58.4 \pm 3.7\%$, $80.4 \pm 6.5\%$ 으로 측정되어 WG가 PGE₂ 생성 저해율이 가장 높은 것으로 나타났다.



[Fig. 6] Effect of WG, RG, BG extracts on LPS-induced Prostaglandin E₂ (PGE₂) production in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cell was treated with 1, 10 and 100 (µg/ml) of various extracts and LPS (1 µg/ml) for 24hr. The results were expressed as mean ± S.D. from three independent experiments (Significance of results, *** : $p < 0.001$, * : $p < 0.05$). (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

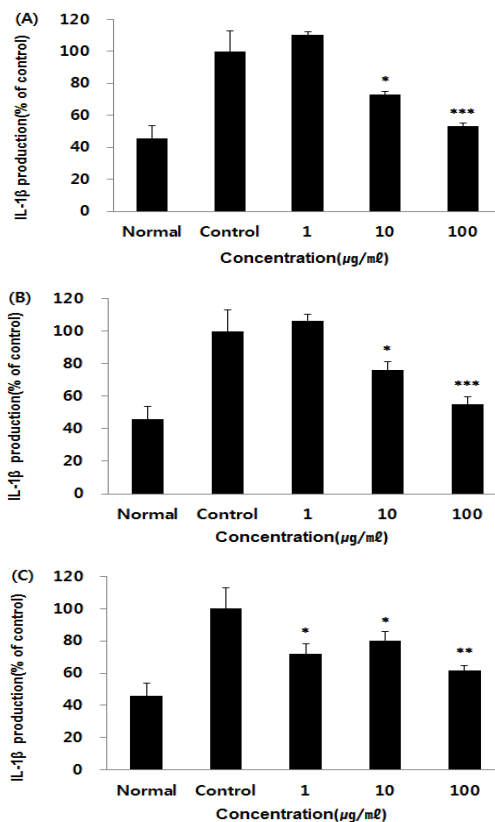
3.3.2 염증성 사이토카인(IL-1β, IL-6 및 TNF-α) 생성량에 미치는 영향

1) IL-1β 생성량

IL-1β는 T-cell의 활성화와 B-cell의 성숙 등에 관여된 인자로 알려져 있는데[14], IL-2, IL-6 및 TNF-α 등과 함께 pro-inflammatory 사이토카인으로서 전신성 급성 반응을 유도한다[15].

WG, RG, BG 추출물의 IL-1β 생성량을 측정된 결과, 대조군을 100.0±12.8%로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 (µg/ml)농도에서 110.2±1.9%, 73.0±1.7%, 53.0±2.4%로 나

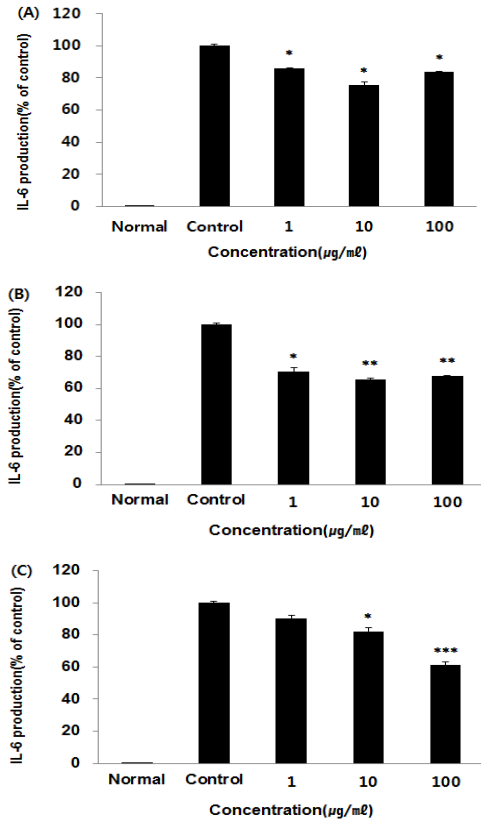
타나, 10, 100 (µg/ml)농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 7A]. RG는 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 106.4±3.8%, 75.8±5.6%, 54.8±4.8%로 나타나, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 7B]. 또한, BG는 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 71.8±6.6%, 80.2±5.4%, 61.6±2.9%로 나타나, 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 유의하게 감소하였다 [Fig. 7C]. 100 µg/ml 농도에서 WG, RG, BG의 IL-1β 생성량은 각각 53.0±2.4%, 54.8±4.8%, 61.6±2.9%로 나타나 WG와 RG가 BG에 비해 IL-1β 생성량 감소에 비교적 큰 영향을 미침을 확인하였다.



[Fig. 7] Effect of WG, RG, BG extracts on LPS-induced IL-1β production in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells were treated with 1, 10 and 100 (µg/ml) of various extract in the presence of LPS (1 µg/ml) for 24hr. The results were expressed as mean ± S.D. from three independent experiments (Significance of results, *** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$). (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

2) IL-6 생성량

IL-6은 B-cell이 plasma 세포로의 분화 촉진, Ig의 생성 유도 및 T-cell의 분화 증식, 항체의 분비자극 등에 관여하며 염증 부위에서 수치가 급격히 증가되는 특징을 보인다[16,17].

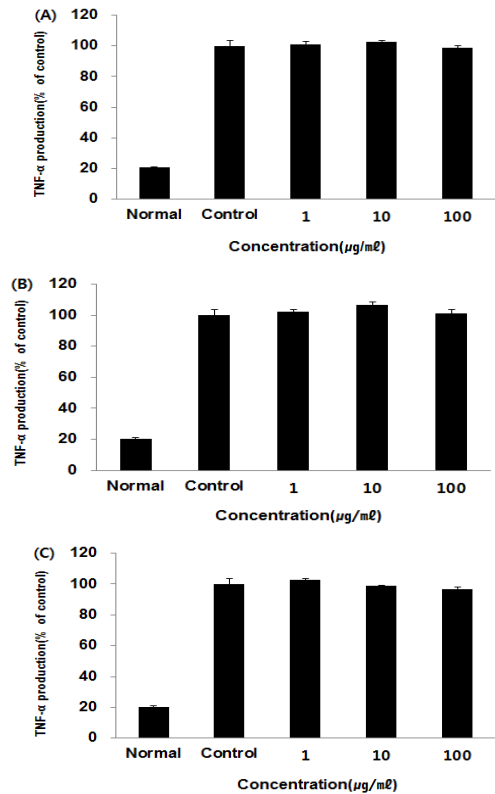


[Fig. 8] Effect of WG, RG, BG extracts on LPS-induced IL-6 production in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells were treated with 1, 10 and 100 (µg/ml) of various extract in the presence of LPS (1 µg/ml) for 24hr. The results were expressed as mean ± S.D. from three independent experiments (Significance of results, *** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$). (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

WG, RG, BG 추출물의 IL-6 생성량을 측정 한 결과, 대조군을 100.0±0.8%로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 85.8±0.2%, 75.3±2.3%, 83.5±0.4%로 나타나, 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 유의하게 감소하였다

[Fig. 8A]. RG는 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 70.3±2.7%, 65.8±0.9%, 67.7±0.6%로 나타나, 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 8B]. 또한, BG는 1, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 90.3±2.0%, 82.2±2.1%, 61.1±2.4%로 나타나, 10, 100 (µg/ml) 농도에서 유의하게 감소하였다[Fig. 8C]. WG, RG, BG 추출물 모두에서 농도 의존적으로 IL-6 생성량이 감소되었으며, 100 µg/ml에서 WG, RG, BG에서 각각 83.5±0.4%, 67.7±0.6%, 61.1±2.4%로 측정되어 IL-6 생성량 감소에 미치는 영향은 BG 추출물이 가장 큰 것으로 판단하였다.

3) TNF-α 생성량



[Fig. 9] Effect of WG, RG, BG extracts on LPS-induced TNF-α production in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells were treated with 1, 10 and 100 (µg/ml) of various extract in the presence of LPS (1 µg/ml) for 24hr. The results were expressed as mean ± S.D. from three independent experiments. (A) : WG extract ; (B) : RG extract ; (C) : BG extract

TNF- α 는 blood monocyte, mast cell, macrophage 등에서 분비되고, 자가 면역질환의 염증개시 및 유지에 핵심적으로 관여하는 인자이며, pro-inflammatory 사이토카인으로서 전신성 급성반응을 유도한다[18]. TNF- α 의 생성은 IFN- γ 에 의해서 증가되며 증가된 TNF- α 는 다시 대식세포를 자극해 NO 생성을 증폭시키는 것으로 알려져 있다[19].

WG, RG, BG 추출물의 TNF- α 생성량을 측정할 결과, 대조군을 100.0 \pm 3.5%로 나타냈을 때 WG는 1, 10, 100 (μ g/ml)농도에서 101.2 \pm 1.5%, 102.6 \pm 1.0%, 98.6 \pm 1.3%로 나타내었으며[Fig. 9A], RG는 1, 10, 100 (μ g/ml) 농도에서 102.3 \pm 1.4%, 106.7 \pm 1.9%, 101.2 \pm 2.4%로 나타내었다[Fig. 9B]. 또한, BG는 1, 10, 100 (μ g/ml) 농도에서 102.7 \pm 0.8%, 98.7 \pm 0.4%, 96.8 \pm 1.5%로 나타내었다[Fig. 9C].

WG, RG, BG 추출물 모두 대조군에 비해 차이가 없어 TNF- α 생성량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

4. 결론

WG, RG, BG 세 가지 가공인삼의 항산화 효능과 항염 효과를 비교한 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. WG, RG, BG의 세포독성은 1, 10, 100 (μ g/ml) 농도에서 95% 이상의 세포 생존율을 나타내어 WG, RG, BG는 안전한 것으로 확인되었다.
2. WG, RG, BG의 총 페놀 함량을 조사한 결과, 각각 WG, RG, BG의 순서로 BG가 함량이 높았다.
3. DPPH 라디칼 소거능 평가에서는 1000 μ g/ml의 농도에서 WG,와 RG에 비하여 BG에서 높은 활성을 보였다.
4. ABTS 라디칼 소거능 평가에서는 1000 μ g/ml의 농도에서 BG가 ABTS 라디칼 소거능이 가장 우수한 것으로 나타났다.
5. ROS 생성량을 평가한 결과, 1, 10, 100 (μ g/ml) 모든 농도에서 BG의 ROS 생성률이 WG, RG보다 낮은 것으로 나타났다.
6. WG, RG, BG가 NO 생성량에 미치는 영향을 조사한 결과 WG에 비해 RG와 BG가 높은 NO 생성 저해율이

있는 것으로 나타났고 10, 100 μ g/ml 농도에서 RG가 BG에 비해 높은 NO 생성 저해율을 나타냈다.

7. WG, RG, BG의 PGE₂ 생성량을 측정할 결과, WG가 PGE₂ 생성 저해율이 가장 높은 것으로 나타났다.

8. 염증성 사이토카인인 IL-1 β , IL-6 및 TNF- α 생성량에 미치는 영향을 평가한 결과, WG와 RG가 BG에 비해 IL-1 β 생성량 감소에 비교적 큰 영향을 미침을 확인하였다. IL-6 생성량에 미치는 영향을 평가한 결과, WG, RG, BG 모두 농도 의존적으로 감소되었으며 IL-6 생성량 감소에 미치는 영향은 BG 추출물이 가장 큰 것으로 판단하였다. WG, RG, BG의 TNF- α 생성량을 측정할 결과, WG, RG, BG 모두 대조군에 비해 차이가 없어 TNF- α 생성량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

이상, WG, RG, BG의 항산화 활성, 항염 활성에 관한 비교 분석 자료가 건강기능식품과 기능성 화장품 원료 개발 등 전 임상단계의 기초적 자료로 활용할 가치가 있을 것으로 판단된다. 미용분야와 식품분야에 융복합 소재로 활용되기 위하여 향후 이들이 세포 유전자적 수준에서 어떠한 변화를 일으키는지, 그 작용기전에 대한 연구가 좀 더 필요하리라 사료된다.

REFERENCES

- [1] KY Nam, "The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs (Panax ginseng C.A. Meyer)", J. Ginseng Res. Vol. 29, pp. 1-18, 2005.
- [2] Jae Eul Choi, Ki Yeul Nam, Xiangguo Li, Bok Young Kim, Hang Sik Cho and Kuang Bo Hwang., "Changes of Chemical Compositions and Ginsenoside Contents of Different Root Parts of Ginsengs with Processing Method", Korean J. Medicinal Crop Sci. Vol. 18, No. 2, pp. 118-125, 2010.
- [3] Lee Jeehyun, Shen Guinan, Kim Euikeom, Shin Hyunjoong, Myung Changseon, Oh Hanjin, Kim Donghee, Roh Seongsoo, Cho Won, Seo Youngbae, Park Yongjin, Kang Cheolwoo, Song Gyuyong. "Preparation of Black Ginseng and its Antitumor Activit", Korean J. Oriental Physiology & Pathology.,

- Vol. 20, No. 4, pp. 951-956, 2006.
- [4] Gutfinger T., "Polyphenols in olive oils", Journal of the American Oil Chemists Society. Vol. 58, No. 11, pp. 966-968. 1981.
- [5] Boo, H. O., Lee, H. H., Lee, J. W., Hwang, S. J., and Park, S. U., "Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars", Korean J. Medicinal Crop Sci, Vol. 17, pp. 15-20, 2009.
- [6] Jang E. K., Seo J. H. and Lee S. P., " Physiological activity and antioxidative effects of aged black galic(*Allium sativum* L.) extrac",. Kor. J. Food Sci. Technol. Vol. 40, pp. 443-448, 2008.
- [7] Deuk Sang Kwon, "Changes in Ginsenoside Contents, Antioxidant and Anticancer Activities According to Steaming Condition in Ginseng. dissertation", Dankook University. 2012
- [8] Ji Yeon Lee, Na Yeon Kim, Hye Lim Oh, Kun Jong Lee, Kee Heun Yang, Eun Soo Doh, Mee Ree Kim, "Antioxidant Activity of *Rehmanniae Radix* Preparata Prepared from Dried Root through Steaming-Drying Cycles", J. East Asian Soc. Dietary Life., Vol. 21, No. 6, pp. 838-843, 2011.
- [9] Min-Ho Shin, "Comparison of ginsenosides and Anti-oxidant about Traditional Red Ginseng and High-hydrostatic Pressure Red Ginseng", dissertation. Kunsan National University. 2011.
- [10] Rhee SG., "Cell signaling. H₂O₂, a necessary evil for cell signaling," Science. Vol. 312, pp. 1882-1883, 2006.
- [11] Rhee SG, Bae YS, Lee SR, Kwon J., "Hydrogen peroxide: a key messenger that modulates protein phosphorylation through cysteine oxidation", Sci STKE. 2000;pe1. 2000.
- [12] Kalyanaraman B., "Teaching the basics of redox biology to medical and graduate students: Oxidants, antioxidants and disease mechanisms", Redox Biol. Vol. 1, pp. 244-257, 2013.
- [13] Bishop-Bailey D, Calatayud S, Warner TD, Hla T, Michell JA, "Prostaglandins and the regulation of tumor growth", J Environ Pathol Tox Oncol, Vol. 21, pp. 93-100, 2002.
- [14] Son JH, Kim HJ, Park TS, Jung MS, "Study on the anti-oxidant and anti-inflammatory activities of sarcocarp and calyx of persimmon (Cheongdo Bansi)", J Appl Biol Chem., Vol. 54, pp. 71-78, 2011.
- [15] Delgado AV, McManus AT, Chambers JP., "Production of tumor necrosis factor- α , IL-1 β , IL-2 and IL-6 by rat leukocyte subpopulations after exposure to substance P", Neuropeptides. Vol. 37, No. 6, pp. 355-361, 2003.
- [16] Jirik FR et al, " Bacterial lipopolysaccharide and inflammatory mediators augment IL-6 secretion by human endothelial cells", J Immunol. Vol. 142, No. 1, pp. 144-147, 1989.
- [17] Chen F, Castranova V, Shi X., "New insights into the role of nuclear factor kappa B in cell growth regulation", Am J Pathol. Vol. 159, No. 2. pp. 387-397, 2001.
- [18] Lee AK et al., "Inhibition of lipopolysaccharide-inducible nitric oxide synthase, TNF- α , and COX-2 expression by sauchinone effects on I- κ Ba phosphorylation, C/EBP and AP-1 activation", British Journal of Pharmacology. Vol. 139, pp. 11-20, 2003.
- [19] Lee EH, Kim NK, Hwang CY, Kim HM. "Activation of inducible nitric oxide synthase by Yongdam-SaganTang in mouse peritoneal macrophages", J Ethnopharmacol. Vol. 60, pp. 61-69, 1998.

장 아 영(Jang, A Young)



- 2014년 2월 : 중부대학교 한방건강관리학과 졸업(이학사)
- 2016년 2월 : 중부대학교 한방건강관리학과 졸업(이학석사)
- 2016년 2월 ~ 현재 : 대전대학교 뷰티 건강관리학과 박사과정 입학
- 관심분야 : 의학, 대체의학
- E-Mail : young91525@naver.com

승 윤 철(Sueng, Yun Chul)



- 1989년 2월 : 한밭대학교 화학공학과 졸업(학사)
- 2011년 2월 : 대전대학교 보건의료대학원 대체의학 졸업(보건학석사)
- 2014년 2월 : 대전대학교 뷰티건강관리학과 졸업(보건학박사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 중부대학교 한방 건강관리학과 조교수

- 관심분야 : 의공학, 대체의학
- E-Mail : syc8197@hanmail.net

지 중 구(Ji, Joong Gu)



- 1997년 7월 : 중국 산둥중의약대학 졸업 (의학학사)
- 2001년 7월 : 중국 산둥중의약대학 졸업 중의내과학(의학석사)
- 2004년 7월 중국 산둥중의약대학 졸업 중의내과학(의학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 한방건강관리과 조교수

- 관심분야 : 동서융합의학, 대체의학
- E-Mail : jjg1970@joongbu.ac.kr