

효소 처리 홍삼을 함유한 오일의 항산화 효과

김현정 · 양선아 · 임남경¹ · 지광환² · 이인선*

계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터, ¹계명대학교 식품가공학과, ²금오공과대학교 자연과학부 응용화학전공

Received January 14, 2008 / Accepted March 14, 2008

Antioxidant Effect of Oil Containing Cellulase-Treated Red Ginseng. Hyun-Jeong Kim, Seun-Ah Yang, Nam Kyung Im¹, Kwang-Hwan Jhee² and In-Seon Lee*. *The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea, ¹Department of Food and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea, ²Dept. of Applied Chemistry, Kumoh National Institute of Technology, Gumi 730-701, Korea* - In this study we evaluated the method to develop red ginseng oil containing high content of phytochemicals by enzymes treatment. To select the optimum extraction process of red ginseng with oils, the antioxidant activities of red ginseng using various enzymes were measured. Red ginseng after 0.5% cellulase treatment for 1 hr at 50°C had higher antioxidant activity than the other conditions. We found that red ginseng/soybean oil extracted for 15 days at 40°C after 0.5% cellulase treatment increased DPPH radical scavenger activity and decreased the TBA and POV values. However, red ginseng/olive oil had little functional activities compare to the red ginseng/soybean oil. We also analyzed vitamin A and E by HPLC and found that vitamin E was increased by 0.5% cellulase treatment in the oil. This is the first report that red ginseng oil extracted by enzyme treatment has various beneficial effects.

Key words : Red ginseng oil, antioxidant activity, cellulase

서 론

최근 경제가 발달하고 생활이 윤택해짐에 따라 식생활 패턴의 많은 변화로 가공식품, 저장식품, 조리식품, 튀김식품 등 편리식품의 소비가 급속히 증가되고 있다. 이러한 식품들에 널리 이용되는 유지는 식품의 조리 및 가공에서 중요한 하나의 소재로, 인체의 열량공급, 필수지방산, 지용성 비타민 등의 영양수요로서도 중요한 역할을 한다.

그러나 유지는 조리, 가공, 저장 과정 중에 산소와 반응하여 자동산화 되고, 산패를 일으키기도 하며 이로 인해 필수지방산 감소, 지용성 비타민 파괴, 이취 발생, 맛과 색의 변화, 심지어 독성 물질까지 형성하기도 한다[8,16]. 유지나 지방질식품의 산패를 방지하기 위해 항산화제가 이용되는데, 항산화제는 크게 BHA, BHT, TBHQ, PG 등의 인공합성 항산화제와 천연물에서 얻은 천연 항산화제 등으로 구분된다[6].

인공합성 항산화제의 경우 탁월한 항산화 효과와 경제성으로 널리 이용되고 있으나 독성 등[3]의 문제가 대두되어 소비자의 거부반응이 증가하여, 법적 규제의 강화가 이루어지고 있다. 이에 식용 유지나 지방질 식품의 안전성과 관능적 특성에 우수한 효과가 있는 천연 항산화제 개발에 관한 관심의 증가로, 향신료나 식물성 유지류의 항산화능에 관한 연구 [10,18]가 많이 수행되고 있다. 특히 천연 항산화제는 대부분

페놀성 화합물로 지질의 산화 연쇄반응에서 alkylperoxy radical이나 alkyl radical에게 수소를 공여함으로써 그 radical을 제거하여 산화를 억제한다고 보고[13]되기도 하였다.

예로부터 인체의 여러 신진대사를 원활하게 하는 효능이 알려진 인삼(Ginseng C. A. Meyer)은 사포닌 3~6%, 합질소 화합물 12~16%, 지용성성분 1~2%, 비타민 0.05%, 탄수화물 60~70%, 회분 4~6% 등의 화학성분으로 이루어져 있다[9]. 인삼은 단백질과 핵산의 합성을 촉진하고, 조혈작용, 독성물질해독작용과 간 기능 보호, 알코올의 해독 작용, 항피로 작용, 면역력 증대, 항암 및 항산화 효과가 보고[17,26] 되었다.

또한 수삼의 증숙 및 건조로 제조된 홍삼도 홍삼의 지용성 추출물, panaxadiol, panaxatriol, 총사포닌 성분이 지질과산화에 대한 항산화 활성 및 항산화 물질의 활성 증대를 강화시키고, 홍삼의 지용성 분획이 홍삼 수용성 분획보다 더 강한 항산화능과 항혈전능이 있으며[4,5,23], 홍삼 ginsenoside RB₂, RB₁, Rg₁의 항산화 활성[12]도 보고되고 있다. 그리고 인삼 및 홍삼의 salicylic acid와 vanillic acid 등의 페놀성 물질과 홍삼 제조시 생성되는 maltol 등이 항산화 활성을 가지는 것[11,20]으로 알려졌다. 이처럼 홍삼은 항산화 활성이 뛰어난 우수 건강식품 소재이나, 세포벽의 결합구조가 견고하여 적절한 가공처리를 동반하면 실제적인 이용율은 더 증가할 것이다.

한편 우리나라에서 가장 널리 사용되고 있는 유지류는 대두유 및 옥수수유이며, 최근 들어서는 단가 불포화 지방산 함량이 높고 폴리페놀 성분이 포함되어 심장병 및 결장암 예방, 노화 방지 효과[15]가 있는 올리브유, 카놀라유, 채종유, 포도

*Corresponding author

Tel : +82-53-580-5538, Fax : +82-53-580-6447

E-mail : inseon@kmu.ac.kr

씨유 등에 대한 수요와 관심도 점차 높아지고 있다. 이처럼 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 고조되면서 유지의 소비에서도 유용 활성 성분이 함유된 웰빙 유지류의 소비가 증가할 것으로 기대되므로, 천연 식물 유래의 다른 지용성 성분이 첨가되거나 유지의 자동산화 과정을 천연 식물 유래의 항산화 성분의 첨가에 의하여 더욱 지연시킬 수 있는 웰빙 유지류의 개발도 필요하다.

이에 대두유나 올리브유에 홍삼을 첨가하여 유효 홍삼 성분이 추출되면 홍삼 특유의 풍미로 인한 오일의 풍미가 향상되고, 또한 홍삼 유래의 천연 항산화물로 인하여 변형 및 산패를 효과적으로 억제내지 지연시키게 되어, 유통 및 저장 안정성이 향상되고, 건강에의 기여, 웰빙 측면에서도 유용한 유지류의 제조가 가능할 것으로 여겨진다.

따라서 본 연구에서는 홍삼유 제조를 위해 세절한 홍삼을 여러 효소로 처리하여 항산화능을 검토한 다음 가장 적합한 효소를 먼저 선정하였다. 선정된 효소로 홍삼을 처리하고 효소를 불활성화 시킨 다음, 10배 비율로 대두유 및 올리브유를 각각 첨가하여 15일간 40°C에서 숙성하면서 홍삼유를 제조하였다. 제조한 홍삼유의 POV가, TBA가, DPPH 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 함량, 비타민 A 및 E 함량 등을 조사하여 홍삼유의 항산화능을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

건조된 홍삼은 풍기특산물 영농조합 법인에서 구입하였고, 대두유 및 올리브유는 대형 마트에서 구입하여 사용하였다. 건조된 홍삼은 세절하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. 그리고 본 실험에 사용된 효소인 cellulase, hemicellulase, carbohydrase, arabanase, beta-glucanase, xylanase를 포함하는 복합cellulase (cellulase)와 α -amylase는 NOVOZYME사 (Denmark)로부터 구입하여 사용하였다.

효소 처리에 의한 홍삼의 항산화능 검토

시료 조제

홍삼 50 g을 세절해서 50°C의 증류수 50 ml에서 1시간 정도 수침하여 부드러워지면, 복합 cellulase 0.5% 또는 1%, 복합 cellulase와 α -amylase의 혼합 효소 0.5% 또는 1%를 각각 첨가하여 50°C에서 1시간 반응시킨 후, 90°C에서 15분간 효소를 불활성화 시켰다. 이 반응액을 각각 1 ml씩 취하여 메탄올 2 ml를 첨가하여 진탕한 후 1,200×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취해 DPPH 라디칼 소거능과 총 폴리페놀성 화합물 함량을 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거

DPPH 라디칼 소거능은 Blois 등[2]의 방법으로 다음과 같이 측정하였다. 상등액 1 ml를 시료로 취하여 5×10^{-4} M DPPH

(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Chem. Co., USA) 용액 1 ml를 첨가한 후 10초간 진탕한 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음, 이 반응액을 분광광도계(UV/Visible spectrophotometer biospec-1601, Shimadzu, Japan)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조구는 시료대신 메탄올을 첨가하여 수행하였고, 양성대조구로 α -tocopherol (Sigma)의 활성과 비교하였다. Free radical 소거 활성은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도를 구하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{scavenging (\%)} = \frac{\text{대조구의흡광도} - \text{시료첨가구의흡광도}}{\text{대조구의흡광도}} \times 100$$

총 폴리페놀성 화합물 함량

총 폴리페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법[7]을 응용하여 측정하였다. 상등액 1 ml에 2배로 희석한 Folin 시약 1 ml를 첨가하고 잘 혼합한 다음 3분간 방치한 후 1 ml의 10% Na₂CO₃를 서서히 가하였다. 이 혼합액을 1시간동안 방치한 후 UV/visible spectrophotometer (UVIKON 922, Kontron, Italy)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀성 화합물은 tannic acid (Sigma)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

홍삼유 제조 및 항온저장

홍삼유를 제조하고자 홍삼 50 g을 세절하여 증류수 50 ml 또는 0.5% cellulase를 첨가한 증류수 50 ml를 넣어 50°C에서 1시간 반응시킨 후, 90°C에서 15분간 효소를 불활성화 시킨 다음 대두유와 올리브유를 각각 10배 비율로 넣어 빛을 차단한 후 40°C의 어두운 곳에서 15일간 숙성시켰다. 이때 홍삼을 첨가하지 않은 대두유 및 올리브유를 대조군으로 동일한 조건에서 보관하였으며, 1일 2회 시료를 150 rpm, 20분간 진탕하여 오일 속에 홍삼의 지용성 성분들이 용출되도록 하였다.

홍삼유의 과산화물가(POV)의 측정

위에서 제조한 홍삼유 0.5 ml에 chloroform 5 ml, acetic acid 7.5 ml, KI 포화용액 0.5 ml를 가하여 1분간 진탕시킨 다음 0.01 N Na₂S₂O₃용액으로 적정하여 POV를 산정하였다[22]. 이때 대조군으로 동일한 조건에서 보관한 홍삼을 첨가하지 않은 대두유 및 올리브유를 사용하여 과산화물가를 비교하였다.

홍삼유의 TBA가 측정

기질용액은 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0)와 에탄올을 4:1 (v/v)로 혼합한 용액에 linoleic acid를 0.03 M이 되도록 첨가하여 40°C에서 1~2일간 냉장 보관하였다. 이 기질용액 2 ml와 제조한 홍삼유 2 ml에 각각 25% TCA 2 ml, 0.67% TBA (thiobarbituric acid, Sigma) 1 ml를 혼합하여 95°C에서 1시간 가열한 다음 냉각하고 n-butanol 5 ml를 첨가하여 진탕시켜 1,200×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다[22]. TBA가는 흡광도 치에 100을 곱

하여 표시하였다.

홍삼유의 DPPH 라디칼 소거능

홍삼유의 DPPH 라디칼 소거능은 저장한 오일 각각 0.1 ml 와 methylene chloride 3.9 ml를 첨가하여 잘 혼합한 다음 1 ml를 시료로 취하여 5×10⁻⁴ M DPPH 용액 1 ml를 첨가한 후 37°C에서 30 분간 반응시킨 다음 520 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 또한 양성대조구로 α-tocopherol을 최종농도가 0.02% 가 되게 대두유 및 올리브유에 각각 첨가하여 빛을 차단한 후 40°C의 어두운 곳에서 15일간 숙성시켰으며, 1일 2회 시료 를 150 rpm 20분간 진탕하면서 보관한 뒤 비교하였다.

홍삼유의 비타민 A와 비타민 E의 함량

홍삼유의 비타민 A와 비타민 E의 함량 분석은 식품공전의 HPLC에 의한 정량방법[1]으로 수행하였으며, 기기 분석조건 은 Table 1과 같다. 즉 0.2 ml의 시료를 동량의 10 mg/ml BHA (internal standard, Merck)를 포함하는 에탄올과 잘 섞은 후, 1.0 ml의 hexane을 첨가하고 다시 잘 섞었다. 이를 2,400×g에 서 10분간 원심분리하여 상등액 0.8 ml를 취하여 진공원심농 축기로 말린 후 20 μl의 BHA를 포함하는 에탄올과 hexane에 각각 잘 섞은 후, ethanol:water (95:5) 또는 hexane:isopropanol (98:2)이 총 10 ml가 되게 각각 첨가하여 용해시킨 다음, 여과 하여 HPLC에 10 μl씩 주입하여 비타민 A 및 비타민 E를 각각 분석하였다.

통계 분석

실험결과의 분석은 Students's *t* test를 이용하여 p<0.05 수 준에서 시료간의 유의차를 검정하였고, 결과 값은 평균±표준 편차로 표시하였다.

결과 및 고찰

효소 처리에 의한 홍삼의 항산화능 검토

홍삼은 제조 과정중의 특수한 증숙 공정에 의해 인삼보다는 소화 흡수가 증가되고, 각종 생리활성 물질도 다량 함유되어 있는 우수 건강식품 소재로 알려져 있으나, 세포벽의 결합구 조가 치밀하고 견고하여 적절한 가공처리가 필요하다[9]. 이에

홍삼의 유효 성분을 효과적으로 추출하고자, cellulase, α-amylase의 단독 및 혼합처리를 한 다음 그 추출액의 항산화능 을 확인하였다. 그 결과 효소 처리하지 않은 홍삼액에서도 50% 이상의 DPPH 소거능을 보였지만, 효소 처리한 홍삼액의 경우 효소 처리하지 않은 홍삼액에 비해 유의적으로 높은 DPPH 소거능을 나타내었다. 특히 0.5% cellulase만을 처리한 홍삼액에서 유의적으로 가장 높은 DPPH 소거능을 보였고, 1% cellulase와 1% α-amylase를 처리한 홍삼액에서도 효소 처 리하지 않은 홍삼액에 비해 유의적으로 높은 DPPH 소거능을 보였으나 효소 첨가량에 따른 차이는 보이지 않았다(Fig. 1). 이는 홍삼의 항산화성분 용출에 0.5% cellulase 단독 처리로 홍삼유 제조하는 것이 cellulase와 α-amylase 복합효소 처리한 군에 비해 처리비용 면에서 산업적으로 유용할 것으로 생각된다.

또한 총 폴리페놀성 화합물 함량은 효소 처리하지 않은 홍삼 액에 비해 0.5% cellulase 처리 홍삼액에서 폴리페놀성 화합물 함량이 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의성은 없었으며, 다른 효소 처리 홍삼액에서도 폴리페놀성 화합물 함량은 큰

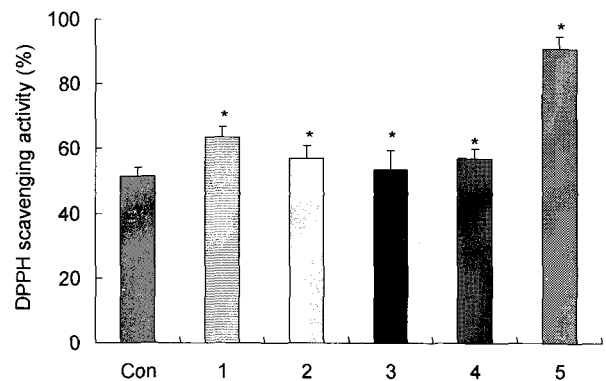


Fig. 1. DPPH scavenger effect on enzymatic hydrolysis of red ginseng by commercial enzymes. Enzymatic hydrolysis of red ginseng and sample preparation for DPPH detection were represented by material and methods. Con: Red ginseng, 1: Red ginseng treated with 0.5% cellulase, 2: Red ginseng treated with 0.5% α-amylase, 3: Red ginseng treated with 0.5% cellulase and α-amylase, 4: Red ginseng treated with 1% cellulase and α-amylase, 5: Vitamin E 0.01 mg/ml. *p<0.05 Compared to control. Data are representative of the three repeated experiments.

Table 1. Operation condition of HPLC instrument used for the vitamin A and E measurements

	Vitamin A	Vitamin E
Column	Xterra C18 (4.6×250 mm)	u-Porasil (4.6×250 mm)
Mobile phase	EtOH:H ₂ O=95:5 (v/v)	Hexanes:Isopropanol=98:2 (v/v)
Flow rate	0.5 ml/min	0.5 ml/min
Oven temperature	30°C	30°C
Injection volume	20 μl	20 μl
Dectector	474 Fluorescence Dectector (Ex: 340 nm, Em: 460 nm)	474 Fluorescence Dectector (Ex: 298 nm, Em: 325 nm)

차이를 보이지 않았다(Fig. 2). 지질과산화는 생체내에서 유리기 공격에 의해 유발되며 유리 라디칼, hydroxperoxides, carbonyl compounds 등의 단백질과 DNA에 손상을 유발할 수 있는 물질들을 생성[24]하지만 DPPH 소거능과 총 폴리페놀성 화합물 함량이 높은 홍삼의 경우 생체를 과산화로 인한 손상으로부터 보호할 수 있으며, 특히 홍삼의 고형물 및 폴리페놀성 화합물이 효소 처리에 의해 쉽게 추출되어 홍삼의 항산화능을 나타낼 것으로 생각된다.

**제조한 홍삼유의 항산화 효과
홍삼유의 과산화물가**

홍삼유의 제조에는 현재 식용으로 널리 사용되고 있는 대두유 및 올리브유를 사용하였고, 이때 오일들은 비교적 열이나 빛에 의해 산패하기 쉬우므로 홍삼유의 제조 시 열이나 빛에 최소한 노출되게 하였으며, 또한 홍삼유의 제조 시에 효소를 이용하여 유용성분을 보다 효율적으로 용출하여 홍삼의 유효성분을 다량 함유한 오일을 얻고자 하였다.

과산화물가(POV)는 낮은 온도에서 저장된 유지의 산패를 측정하는 주요 지표로 사용할 수 있는 좋은 방법 중의 하나로 알려져 있다[14]. 또한 유지의 산화 초기단계의 산패도를 관찰하는 지표로서 지질 성분의 초기 산화과정 중에 형성되는 1차 산화생성물인 과산화물의 함량으로 나타낸다. 빛을 차단하여 40°C에서 15일간 보관한 홍삼유의 과산화물가의 변화를 측정한 결과, 오일 자체만 보관한 대조군에 비해 홍삼유 및 효소 처리한 홍삼유에서 유의적으로 과산화물가가 감소하였다(Fig. 3). 그리고 대두유에 비해 올리브유를 40°C에서 보관할

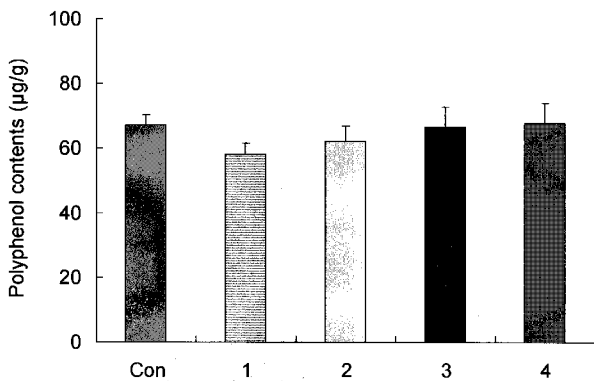


Fig. 2. Comparison of total polyphenolic compounds contents on enzymatic hydrolysis of red ginseng by commercial enzymes. Enzymatic hydrolysis of red ginseng and sample preparation for DPPH detection were represented by material and methods. Con: Red ginseng, 1: Red ginseng treated with 0.5% of cellulase, 2: Red ginseng treated with 0.5% of α -amylase, 3: Red ginseng treated with 0.5% of cellulase and α -amylase, 4: Red ginseng treated with 1% of cellulase and α -amylase. * p <0.05 Compared to control. Data are representative of the three repeated experiments.

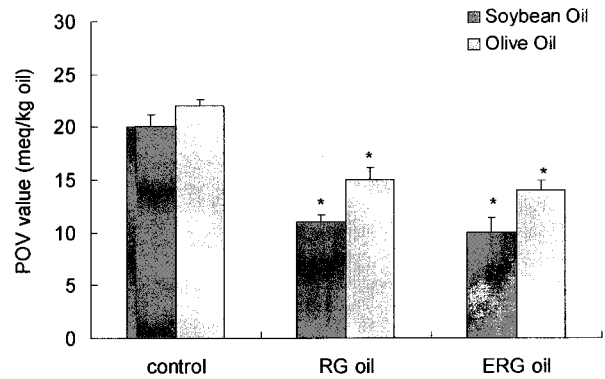


Fig. 3. Effects of red ginseng oils on POV value during storage at 40°C for 15 days. control: soybean oil/olive oil, RG oil: Red ginseng oil, ERG oil: Red ginseng oil pretreated with 0.5% cellulase. * p <0.05 Compared to control. Data are representative of the three repeated experiments.

경우 과산화물가가 더 증가하는 경향을 보였다. 이 결과로 홍삼유 제조에 대두유를 사용하는 것이 과산화물가를 낮추는데 더 효과적임을 알 수 있었다.

유지중의 불포화지방산이 산패가 일어나면 peroxide와 carbonyl 화합물을 형성하게 되며, 이때 생성된 malonaldehyde는 2-thiobarbituric acid (TBA)와 반응하여 적색의 복합체를 생성하는 정성반응을 일으키므로 TBA가의 측정으로 지질의 산패도를 알 수 있다[19]. 대조군인 대두유에 비해 홍삼을 첨가한 대두유의 TBA가는 45.5로, 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유에서는 TBA가는 41.7로 유의적으로 감소하였다(Fig. 4). 그러나 올리브유의 경우는 대두유에 비해 올리브유 자체의 TBA가가 낮았으며, 홍삼 첨가 올리브유의 경우에도 올리브유만 보관한 대조군과 TBA가의 차이를 보이지 않았고, 0.5% cellulase 처리한 홍삼 올리브유에서도 TBA가가 다소 증가하는 경향이었으나 유의성은 없었다(Fig. 4). 따라서 홍삼의 항산

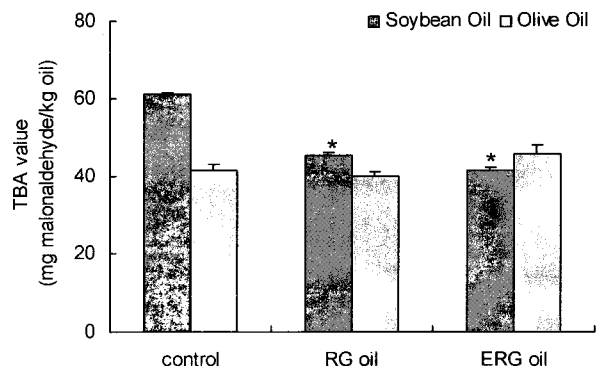


Fig. 4. Effects of red ginseng oils on TBA value during storage at 40°C for 15 days. control: Soybean oil/olive oil, RG oil: Red ginseng oil, ERG oil: Red ginseng oil pretreated with 0.5% cellulase. * p <0.05 Compared to control. Data are representative of the three repeated experiments.

화 활성 성분의 용출은 올리브유보다 대두유에서 더 높았고, 특히 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유의 TBA가 항산화능이 우수한 올리브유 자체 값과 거의 동일하게 감소되어짐을 알 수 있었다.

홍삼유의 DPPH radical 소거능

일반적으로 TBA가는 저장시간이 증가할수록 더 증가한다. 홍삼 첨가로 인한 TBA의 감소는 홍삼이 지질의 산화를 억제한다는 것을 의미한다. 이에 대두유 및 올리브유로 제조한 홍삼유의 DPPH radical 소거능을 검토하였다. 홍삼 대두유에 비해 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유에서 DPPH 소거능은 유의성 있는 증가를 보였다(Fig. 5). 특히 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유는 양성 대조군으로 사용한 비타민 E (0.02%)보다 더 큰 DPPH 소거능을 보였다. 한편 올리브유 자체의 DPPH 소거능은 74% 정도로 높은 값을 나타내었고, 올리브유에 홍삼을 첨가함에 따른 DPPH 소거능의 효과는 보이지 않았고 홍삼만으로 추출한 올리브유보다는 0.5% cellulase 처리한 홍삼 올리브유에서 DPPH 소거능도 증가하는 경향이었으나 유의성은 없었다(Fig. 5). 올리브유 자체의 높은 DPPH 소거능을 보이는 것은 올리브유의 폴리페놀, 토코페롤, 색소 등이 항산화능에 관여[15]하고, 다른 식용 오일보다 올리브유의 항산화능이 더 안정한데 이는 페놀화합물, 토코페롤, 카르테노이드 그리고 단일 불포화 지방산의 함량이 높기 때문이라고 보고되었다[25].

따라서 항산화 활성평가에서 DPPH 소거 활성이 가장 좋은 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유가 TBA가에서 가장 낮은

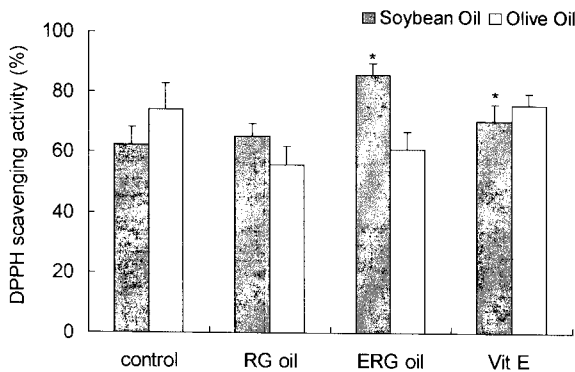


Fig. 5. Effects of red ginseng oils on DPPH radical-scavenging activity. control: Soybean oil/olive oil, RG oil: Red ginseng oil, ERG oil: Red ginseng oil pretreated with 0.5% cellulase, Vit E: Vitamin E 0.02%. **p*<0.05 Compared to control. Data are representative of the three repeated experiments.

활성을 보여, 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유가 매우 효과적인 산소 소거제로 작용하리라 생각되고[21], 홍삼의 유효 활성 성분을 함유한 오일의 제조에는 올리브유보다는 대두유의 첨가가 타당하다고 하겠다.

홍삼유의 항산화 비타민 분석

대두유로 제조한 홍삼유의 항산화 비타민 함량을 분석하였다. 비타민 A는 검출되지 않았으나, 비타민 E 함량은 대두유보다 홍삼 첨가 대두유에서 1.7배 정도 증가하였고, 0.5% cellulase를 처리한 홍삼 대두유에서 2.3배 정도 비타민 E 함량이 증가되어 홍삼의 효소처리에 의해 비타민 E의 용출이 더 증가함을 알 수 있었다(Table 2). 이는 홍삼을 0.5% cellulase 처리하여 대두유로 숙성시켰을 때, 지용성 성분과 함께 항산화 비타민인 비타민 E가 용출되고, 특히 비타민 E의 함량이 대두유에 비하여 2배 이상 증가되어 홍삼유의 항산화능을 나타낸 것으로 생각되었다. 따라서 홍삼을 0.5% cellulase로 처리하여 제조한 홍삼유가 장기 보존 뿐 아니라 항산화 성분의 추출에서도 효과적이며, 올리브유보다는 대두유로 홍삼유를 제조하는 것이 비용과 효능 면에서 산업적으로 더 유용할 것으로 생각된다.

요 약

홍삼의 유효 활성 성분을 함유한 오일을 제조하고자, 세절된 홍삼을 여러 효소로 처리하여 항산화능을 검토한 후 가장 적합한 효소를 선정하여 홍삼을 효소처리하고 10배 비율의 대두유 및 올리브유를 각각 첨가하여 40°C에서 15일간 숙성하면서 홍삼유를 제조하였다. 그 결과, 0.5% cellulase로 처리한 홍삼액에서 가장 높은 항산화 활성이 있음을 확인하였다. 그리고 홍삼을 0.5% cellulase로 처리하여 제조한 홍삼유의 과산화물가는 오일 자체만 보관한 대조군에 비해 유의적으로 감소되었고, 홍삼의 항산화 활성 성분의 용출은 올리브유보다 대두유에서 더 증가하였고, 특히 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유의 TBA가도 유의적으로 감소되었다. 홍삼유의 DPPH radical 소거능도 홍삼만으로 추출한 대두유에 비해 0.5% cellulase 처리한 홍삼 대두유에서 더 큰 DPPH 소거능을 보였다. 대두유로 제조한 홍삼유의 항산화비타민 함량 분석에서는 비타민 A는 검출되지 않았으나, 비타민 E 함량은 대두유보다 홍삼 첨가 대두유에서 1.7배 정도 증가하였고, 0.5% cellulase를 처리한 홍삼첨가 대두유에서 2.3배 정도 증가되어 홍삼의 0.5% cellulase 처리에 의해 비타민 E의 용출이 더 증가하였다.

Table 2. Analysis of red ginseng oil for vitamin A and E by HPLC

Items	Sample	Soybean oil	Red ginseng oil	Red ginseng oil pretreated with 0.5% cellulase
Vitamin A (retinol)		-	-	-
Vitamin E (α-tocopherol) mg/100 g		2.44	4.23	5.50

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지원 계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터의 지원으로 수행되었음에 감사드립니다.

References

1. AOAC Official methods of analysis: The Association of Official Analytical Chemists. 1990, 15th eds., Washington D. C.
2. Blois, M. S. 1977. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *J. Agric. Food Chem.* **25**, 103-107.
3. Branen, A. L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. oil Chem. Soc.* **52**, 59-62.
4. Choi, H. J., Y. B. Zhang, B. J. An and C. Choi. 2002. Identification of biologically active compounds from *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 493-497.
5. Choi, M., G. J. Shin, G. P. Choi, J. H. Do and J. D. Kim. 2003. Synergistic effects of extracts from Korean red ginseng, *Saururus chinensis* (Lour.) baill. and *Rubus coreanus* Miq. on antioxidant activities. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **11**, 148-154.
6. Dziejak, J. D. 1986. Antioxidants. *Food Technol.* **40**, 94-95.
7. Folin, O. and W. Denis. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239-249.
8. Frankle, E. N. 1984. Lipid oxidation products and biological significance. *J. Am. oil Chem. Soc.* **61**, 1908-1913.
9. Ha, D. C. and G. H. Rhy. 2005. Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 247-254.
10. Hah, D. S., C. H. Kim, G. S. Kim, E. G. Kim and J. S. Kim. 2005. Antioxidative effects of traditional medical plants of lipid peroxidation. *Korean J. Ver. Res.* **45**, 341-350.
11. Han, B. H., M. H. Park and Y. N. Han. 1981. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng (III). Identification of phenolic acid. *Arch. Pharm. Res.* **4**, 53-58.
12. Hwang, E. Y. and S. Y. Choi. 2006. Quantitative analysis of phenolic compounds in different parts of *Panax ginseng* C. A. Meyer and its inhibitory effect on melanin biosynthesis. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **14**, 148-152.
13. Ito, N., M. Hiroze, G. Fukushima, H. Tauda, T. Shira and M. Tarematu. 1986. Studies on antioxidant; their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food Chem. Toxicol.* **24**, 1071-1081.
14. Junrachote, T., E. Berghofer, S. Siebenhandl and F. S. Bauer. 2007. Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts in susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. *J. Food Chem.* **100**, 129-135.
15. Kalogeropoulos, N., A. Mylona, A. Chiou, M. S. Ioannou and N. K. Andrikopoulos. 2007. Retention and distribution of natural antioxidants (α -tocopherol, polyphenols and terpenic acids) after shallow frying of vegetables in virgin olive oil. *J. LWT.* **40**, 1008-1017.
16. Kim, J. S., J. H. Lee, Y. E. Chang, Y. S. Han, M. H. Kang, G. J. Han and Y. S. Cho. 2005. Oxidation stability of soybean oil containing *Lithospermum erythrorhizon*. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**, 283-289.
17. Kim, D. J., K. S. Seug, D. W. Kim, S. R. Ko and C. C. Chang. 2004. Antioxidative effects of red ginseng saponins on paraquat-induced oxidative stress. *J. Ginseng Res.* **28**, 5-10.
18. Kim, H. K., V. E. Kim, J. R. Do, V. C. Lee and B. Y. Lee. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medical plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 80-85.
19. Lee, F. Z., B. D. Lee and J. B. Eun. 2006. Antimicrobial activity and oxidative stability of bamboo smoke distillate on soybean oil during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 816-822.
20. Lee, S. E., S. U. Lee, J. K. Bang, Y. J. Yu and R. S. Seong. 2004. Antioxidant activities of leaf, stem, and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **12**, 237-242.
21. Ozkan, G., B. Sinsek and H. Kuleasan. 2007. Antioxidant activities of *Satureja cilicica* essential oil in butter and *in vitro*. *J. Food Eng.* **79**, 1391-1396.
22. Paquot, C. and A. Hautfenne. 1987. Standard method for the analysis of oils, fats and derivatives (7th revised). pp. 73, Blackwell Scientific Publication. London.
23. Park, C. K., B. S. Jeon and J. W. Yang. 2003. The chemical components of Korean ginseng. *Food Indus. Nutr.* **8**, 10-23.
24. Rehman, Z., F. Habib and W. H. Shah. 2004. Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. *J. food chem.* **85**, 215-220.
25. Tura, D., C. Gigliotti, S. Pedo, O. Failla, D. Bassi and A. Serraiocco. 2007. Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea Europea* L.) and correlations with oxidative stability. *J. Scientia.* **112**, 108-119.
26. Yun, T. K., V. S. Lee, V. H. Lee and H. V. Yun. 2001. Cancer chemopreventive compounds of red ginseng produced from *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J. Ginseng Res.* **25**, 107-111.