

오레가노(*Origanum majorana* L.) 추출물의 항산화 효과

임태진*, 최무영¹

상지대학교 생명공학과, ¹상지대학교 식품영양학과

The Antioxidative Effects of Oregano (*Origanum majorana* L.) Extracts

Tae-Jin Rhim* and Moo-Young Choi¹

Department of Biotechnology, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

¹Department of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

Abstract - The objective of this study was to investigate the antioxidative capacity of oregano extracts. Amount of oregano extract at which DPPH radical scavenging activity was inhibited by 50% was 21.8 µg as compared to 100% by pyrogallol as a reference. Total antioxidant status was examined by total antioxidant capacity against potent free radical reactions. Total antioxidant capacities of oregano extract at the amounts of 7.5 and 15 µg were 15.1 and 31.4 nmol Trolox equivalents, respectively. Oxygen radical absorbance capacities of oregano extract at the amounts of 0.2 and 0.4 µg were 1.4 and 2.4 nmol gallic acid equivalents, respectively. Total phenolic contents of oregano extract at the amounts of 30 and 75 µg were 40.5 and 83.9 nmol gallic acid equivalents, respectively. The inhibitory effect of oregano extract on lipid peroxidation was examined using rat liver mitochondria induced by FeSO₄/ascorbic acid. Oregano extracts at the amounts of 20 and 50 µg decreased TBARS level by 20 and 64%, respectively. Thus strong antioxidant effects of oregano extract seem to be due to, at least in part, the prevention against free radicals-induced oxidation, followed by inhibition of lipid peroxidation.

Key words - Oregano, Radical, Antioxidant, Lipid peroxidation

서 언

Superoxide radical, hydroxyl radical 및 hydrogen peroxide와 같은 반응산소종(reactive oxygen species, ROS)은 산화스트레스에 의해 미토콘드리아에서 생성되며, 지질, 단백질, DNA 등을 손상시켜 동맥경화증, 암, 신경 퇴행성질환, 노화 등 여러 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다(Thannickal and Fanburg, 2000). 지질과산화는 막 지질이나 다른 세포내 소기관을 파괴함으로써 동맥경화와 노화 등의 질병과도 연관이 있다(Halliwell *et al.*, 1992). 이러한 ROS와 지질과산화와 같은 산화스트레스로부터 세포를 보호하기위해 체내에는 항산화 방어기전이 존재한다. 항산화제는 이러한 ROS를 제거해 줌으로써 생체내에서 산화성 스트레스로 인하여 생성되는 산화물질을 방어하는 작용을 하는 물질이다. 과일과 채소 등에 포함되어 되어있는 비타민 C, 비타민 E, 폴리페놀 등과 같은 항산화물질을

은 순환계 질병과 암 발생율을 감소시킨다고 보고된 바 있어(Block *et al.*, 1992; Diplock *et al.*, 1998), 식물에 널리 분포되어 있는 천연 항산화제의 개발 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다.

허브(herbs)는 의학적, 요리 및 기호성 목적으로 차, 향신료 등 다양한 형태로 이용되어 오고 있다. 오레가노는 아름다운 꽃과 향을 지니고 있어 관상용으로 재배되고 또한 향신료의 원료로 많이 사용되고 있는 꿀풀과에 속하는 허브이다. 이 중에서 *Origanum majorana*는 지중해 및 유럽 일대에 널리 자생하는 다년생 식물이다. 오레가노로부터 추출한 정유(essential oil)는 향미생물 및 항종양 활성을 나타내었고(Sivropoulou *et al.*, 1996; Elgayyar *et al.*, 2001; Sokmen *et al.*, 2004), 해독효소인 glutathione S-transferase의 활성을 증가시켰다(Lam and Zheng, 1991). 오레가노 에탄올추출물의 경구투여는 스트레스로 유발된 위염을 억제하는 항염증 활성을 지니는 것으로 보고되었다(Yoshino *et al.*, 2006). 오레가노 추출물의 항산

*교신저자(E-mail) : tjrhim@sangji.ac.kr

화 효과에 관한 연구 결과도 많이 보고되고 있지만, 오레가노속(genus) 및 추출용매에 따라 항산화 활성의 정도는 상이하 게 보고되고 있다. *Origanum accutidens* 메탄올추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 합성항산화제인 BHT와 동등한 효과를 나타내었지만(Sokmen *et al.*, 2004) *Origanum accutidens*와 *Origanum syriacum* 추출 정유의 항산화활성은 BHT에 비해 현저히 낮은 것으로 보고되었다(Alma *et al.*, 2003; Sokmen *et al.*, 2004). 또한, *Origanum valgare* 추출물의 철-환원 활성(iron-reducing activity)도 ascorbic acid에 비해 현저히 낮은 것으로 보고되었다(Yoshino *et al.*, 2006). 반면에, *Origanum valgare* 메탄올추출물은 탁월한 항산화 활성을 나타내었으며(Shan *et al.*, 2005), *Origanum syriacum*의 수용성 추출물은 hydroxyl radical-매개 peroxidation을 효과적으로 억제하였다(Dorman *et al.*, 2004). PC12 세포를 이용한 연구에서 *Origanum majorana*로부터 추출한 ursolic acid 첨가는 반응산소종으로 부터의 산화 손상을 억제하였다(Heo *et al.*, 2002). 또한 *Origanum majorana* 추출물로부터 분리한 항산화 성분은 superoxide anion에 대한 소거활성과 12-O-tetradecanolyphorbol-13-acetate로 유도된 superoxide 생성을 억제하였다(Jun *et al.*, 2001).

이와 같이, 오레가노 정유 또는 추출물의 향미생물, 향종양 및 항산화 활성에 관한 연구보고는 많이 발표되어 있으나, 주로 *Origanum valgare* 또는 *Origanum syriacum* 등의 오레가노를 대상으로 활발히 진행되어 왔다. 그러나, *Origanum majorana* 추출물의 항산화 효과 및 기전에 관한 연구결과는 많이 보고되지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 *Origanum majorana* 에탄올추출물의 유리 라디칼 소거활성과 지질과산화에 미치는 영향 등 항산화 효과를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

시약

항산화 활성 분석에 사용된 시약들은 Sigma사(MO, USA)로부터 구입하였고, dimethyl sulfoxide(DMSO)는 Cambrex사(USA)로부터 구입하였다. 본 연구에 사용된 모든 화합물과 용매들은 분석급 이상으로 사용하였다.

오레가노 추출물

오레가노(*Origanum majorana* L.)는 경기도 양주의 재배농가에서 구입하여 본 연구의 시료로 사용하였다. 분쇄한 시료 50 g을 95% 에탄올(HPLC-grade)과 혼합한 후 4시간 가열하여 추출하였다. 이 과정을 3회 반복하여 얻은 추출액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 불순물을 제거한 뒤, 여과액을 60°C에서 감압 농축시켰으며, 동결건조후 15.05 g의 추출물을 회수하였다. 오레가노 추출물은 분석시까지 -20°C에서 보관하였다.

실험동물

(주)오리엔트바이오로부터 구입한 6주령 수컷 Sprague-Dawley 랫드를 실험동물로 사용하였다. 본 실험실에서 사료와 물은 무제한 공급하였고, 사육실 온도는 20-25°C를 유지하였으며, 명암은 12시간 주기로 조절하였다. 1주일의 적응기간을 거친 다음 간을 절제한 후 Hovius *et al.*(1990)의 방법에 따라 미토콘드리아를 분리하였다.

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 소거활성 측정

DPPH free radical 소거활성은 Malterud *et al.*(1993)의 방법에 따라 측정하였다. DPPH 용액(45 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ methanol)을 추출물과 혼합한 다음 515 nm에서 흡광도의 감소를 30초 간격으로 5분간 측정하였다. Free radical 소거활성은 pyrogallol 용액(125 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ DMSO)의 흡광도 감소를 100%로 기준하여 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 α -tocopherol을 사용하여 DPPH 소거활성을 비교 조사하였다.

Total antioxidant capacity(TAC) 측정

Total antioxidant status(총항산화능)는 Trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC) 방법을 수정한 Erel(2004)의 방법에 따라 TAC를 측정하였다. 추출물에 0.35 M acetate 완충용액과 0.89 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt 용액 및 0.44 mM H₂O₂ 용액들을 첨가하고 혼합한 뒤 5분 후에 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 표준시약으로 사용하여 표준곡선을 작성하였고, TAC 활성은 nmol Trolox equivalent로 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 α -tocopherol을 사용하여 총항산화능을 비교 조사하였다.

Oxygen radical absorbance capacity(ORAC) 측정

ORAC assay는 Huang *et al.*(2002)의 방법에 따라 추출물에 6×10^{-5} mM fluorescein 용액을 첨가하고 37°C에서 10분간 가열한 다음 19 mM 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride(AAPH) 용액을 첨가한 뒤, excitation 파장 485 nm와 emission 파장 530 nm에서 2분 간격으로 36분간 측정하였다. 표준시약으로 gallic acid를 사용하였으며, 표준시약과 추출물의 area under the curve(AUC)를 측정하였다. ORAC은 표준시약 함량과 AUC 간의 회귀곡선을 이용하여 nmol gallic acid equivalent로 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 catechin을 사용하여 peroxy radical 소거활성을 비교 조사하였다.

총페놀 함량(total phenolic content) 측정

추출물내 총페놀 함량은 Singleton and Orthofer(1999)의 방법에 따라 추출물에 0.08 N Folin-Ciocalteu 시약을 첨가하고 실온에서 6분간 방치한 다음 3% Na_2CO_3 용액을 첨가하고 90분간 방치한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정함으로써 결정하였다. 표준시약으로 gallic acid를 사용하여 표준곡선을 작성하였고, 총페놀 함량은 nmol gallic acid equivalent로 표기하였다.

지질과산화 측정

추출물의 지질과산화 억제 효과는 간 미토콘드리아 배양액의 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 농도를 측정함으로써 결정하였다. 간 미토콘드리아($0.5 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)를 $10 \mu\text{M}$ FeSO_4 와 $100 \mu\text{M}$ ascorbic acid와 함께 추출물 농도별로 37°C에서 60분간 배양하였다. 미토콘드리아 배양액의 지질과산화는 Stacey and Klaassen(1981)의 방법에 따라 excitation 파장 530 nm와 emission 파장 590 nm에서 형광도를 측정함으로써 결정하였다. TBARS 농도 측정을 위해 1,1,3,3,-tetraethoxypropane을 표준시약으로 사용하여 표준곡선을 작성하였다. 또한, 양성 대조군으로 butylated hydroxytoluene(BHT)를 사용하여 지질과산화 억제를 비교 조사하였다.

단백질 정량

단백질 함량은 bovine serum albumin(BSA)을 표준시약으로 사용하여 Bradford(1976)의 방법에 따라 측정하였다.

통계 분석

추출물 농도별 항산화에 미치는 효과는 일원 분산분석을 사용하여 조사하였으며, 농도별 평균값의 차이는 Duncan's multiple range test(Steel and Torrie, 1980)를 사용하여 $p < 0.05$ 에서 유의성을 조사하였다.

결과 및 고찰

DPPH radical 소거활성

오레가노 추출물의 함량별 DPPH free radical 소거활성은 Fig. 1에 나타나 있다. 추출물 1 μg 의 radical 소거활성은 9.8%이었고, 추출물 함량이 증가할수록 소거활성도 증가하여, 10, 25 및 125 μg 의 추출물은 각각 36.6, 53.1 및 82.7%의 소거활성을 나타내었다. 추출물 함량과 free radical 소거활성 간의 회귀분석 결과($Y=12.33+1.73X$, Y는 radical 억제%이며, X는 추출물 함량), 50%의 radical 소거활성에 필요한 오레가노 추출물의 함량은 21.8 μg 으로 나타났다. 50% DPPH radical 소거활성에 필요한 α -tocopherol의 함량이 10.9 μg 인 것과 비교해 볼 때, 오레가노 추출물의 DPPH radical 소거활성이 매우 높은 것을 알 수 있었다.

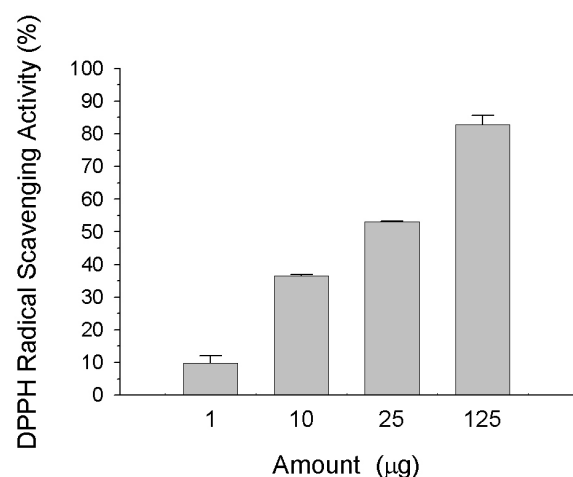


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activity of oregano extracts. Data were expressed as % radical scavenging activity relative to 100% radical scavenging activity of pyrogallol solution as a reference. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

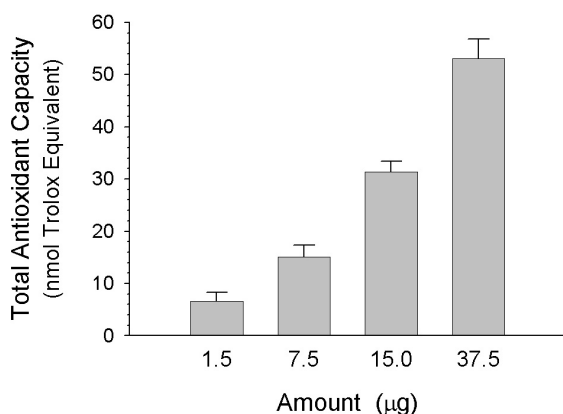


Fig. 2. Total antioxidant capacity of oregano extracts. Data were expressed as nmol Trolox equivalent. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations.

총항산화능

오레가노 추출물의 TAC 조사를 위해 표준시약으로 사용한 Trolox 함량과 660 nm에서의 흡광도 간의 회귀방정식은 $Y=1.045-0.0226X$ (Y는 660 nm에서의 흡광도이며, X는 Trolox nmol)이었다. Trolox의 함량이 증가함에 따라 660 nm에서의 흡광도가 유의적으로($r^2=0.996, p<0.05$) 감소하였다. 오레가노 추출물의 함량별 TAC는 Fig. 2에 나타나 있다. 오레가노 추출물 1.5 µg 함량의 TAC는 6.6 nmol Trolox equivalent이었으며, 추출물 함량이 증가함에 따라 TAC도 비례적으로 증가하여 7.5, 15 및 37.5 µg 함량에서는 각각 15.1, 31.4 및 53.1 nmol Trolox equivalent를 나타내었다. 양성 대조군으로 사용한 α-tocopherol 7.5 µg의 TAC는 15.4 nmol Trolox equivalent로 나타나, 오레가노의 총항산화능은 α-tocopherol과 동등한 수준으로 매우 높음을 알 수 있었다. *Origanum vulgare*의 메탄올추출물을 이용한 연구(Shan *et al.*, 2005)에서도 본 연구에서 관찰된 TAC와 유사한 항산화활성이 보고된 바 있다.

Peroxyl radical 소거활성

ORAC assay는 AUC를 측정함으로써, free radical 손상에 대한 억제 시간과 억제율을 모두 반영하는 총항산화능 측정 방법이다. 표준시약으로 사용한 gallic acid 함량과 형광도의 AUC 간의 회귀방정식은 $Y=205200+376200X$ (Y는 AUC이며, X는 gallic acid nmol)이었다. Gallic acid의 함량이 증가함에 따라 형광도의 AUC도 유의적으로($r^2=0.965, p<0.05$) 증가하였다. 오레가노 추출물의 함량별 ORAC는 Fig. 3에 나타나 있다. 오레가노 추출물 0.1

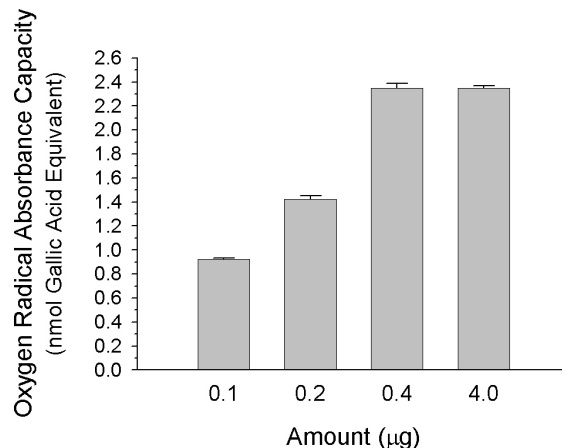


Fig. 3. Oxygen radical absorbance capacity of oregano extracts. Data were expressed as nmol gallic acid equivalent. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations.

µg 함량의 ORAC는 0.92 nmol gallic acid equivalent이었으며, 추출물 함량이 증가함에 따라 ORAC도 증가하여, 0.2 및 0.4 µg의 오레가노 추출물의 ORAC는 각각 1.43 및 2.35 nmol gallic acid equivalent로 나타났다. 양성 대조군으로 사용한 catechin 0.2 및 2 µg의 ORAC는 각각 0.72 및 2.37 nmol gallic acid equivalent로 나타나, 오레가노 추출물의 AAPH에 의해 생성된 peroxy radical에 대한 소거활성이 매우 높음을 알 수 있었다. 그러나, 오레가노 추출물 4 µg의 ORAC는 2.35 nmol gallic acid equivalent로 나타나, 0.4 µg 이상의 추출물 함량 증가에 따른 ORAC의 유의적인($p>0.05$) 증가는 관찰되지 않았다.

총페놀 함량

표준시약으로 사용한 gallic acid 함량과 760 nm에서의 흡광도 간의 회귀방정식은 $Y=0.04+0.0194X$ (Y는 760 nm에서의 흡광도이며, X는 gallic acid nmol)이었다. Gallic acid의 함량이 증가함에 따라 760 nm에서의 흡광도도 유의적으로($r^2=0.998, p<0.05$) 증가하였다. 오레가노 추출물의 함량별 총페놀 함량은 Fig. 4에 나타나 있다. 오레가노 추출물 3.75 µg의 총페놀 함량은 6.6 nmol gallic acid equivalent이었으며, 추출물 함량이 증가함에 따라 총페놀 함량도 비례적으로 증가하여, 30, 75 및 93.75 µg 함량에서는 각각 40.5, 83.9 및 116.4 nmol gallic acid equivalent로 나타나, 오레가노 추출물의 총페놀 함량이 매우 높은 것으로 관찰되었다. *Origanum vulgare*와 *Origanum acutidens*의 메탄올추출물을 이용한 연구(Sokmen *et al.*, 2004;

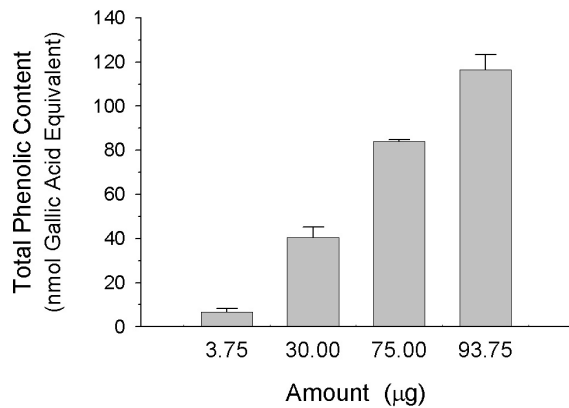


Fig. 4. Total phenolic content of oregano extracts. Data were expressed as nmol gallic acid equivalent. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations.

Shan *et al.*, 2005)에서도 본 연구 결과와 유사한 총페놀 함량이 보고된 바 있다.

지질과산화 억제

랫드 간 미토콘드리아($0.5 \text{ mg 단백질} \cdot \text{ml}^{-1}$)를 이용하여 오레가노 추출물의 지질과산화에 미치는 영향을 조사하였다. 지질과산화는 hydroxyl radical을 생성하는 $\text{FeSO}_4/\text{ascorbic acid}$ 로 유발시켰으며, TBARS 농도를 측정함으로써 결정하였다. 표준시약 함량과 excitation 파장 530 nm/emission 파장 590 nm에서의 형광도 간의 회귀방정식은 $Y=7.818+263.0X$ (Y는 형광도이며, X는 TBARS nmol)이었다. TBARS 함량이 증가함에 따라 흡광도가 유의적으로($r^2=0.997$, $P<0.05$) 증가하였다. 오레가노 추출물의 지질과산화 억제 효과는 Fig. 5에 나타나 있다. 추출물을 첨가하지 않았을 경우, $10 \mu\text{M FeSO}_4$ 와 $100 \mu\text{M ascorbic acid}$ 에 의해 지질과산화가 유도되었으며, TBARS 함량은 1.184 nmol 로 관찰되었다. 오레가노 추출물 $2 \mu\text{g}$ 첨가는 TBARS 함량이 1.019 nmol 로 나타나, 지질과산화를 약 14% 감소시켰다. 추출물 함량이 증가함에 따라 TBARS 함량도 유의적으로 감소하여, 20 및 $50 \mu\text{g}$ 의 추출물 첨가는 지질과산화를 각각 약 20% 및 64% 정도 억제시켰으며, $200 \mu\text{g}$ 의 추출물 첨가는 지질과산화를 98% 정도까지 억제시켰다. 양성 대조군으로 사용한 BHT 15 및 $50 \mu\text{g}$ 의 지질과산화 억제율은 각각 21 및 71%로 나타나, 오레가노의 지질과산화 억제효과는 BHT와 동등한 수준으로 매우 높음을 알 수 있었다. Thiocyanate 방법을 이용한 연구(Alma *et al.*, 2003)에서도 *Origanum syriacum* 정유의 peroxide

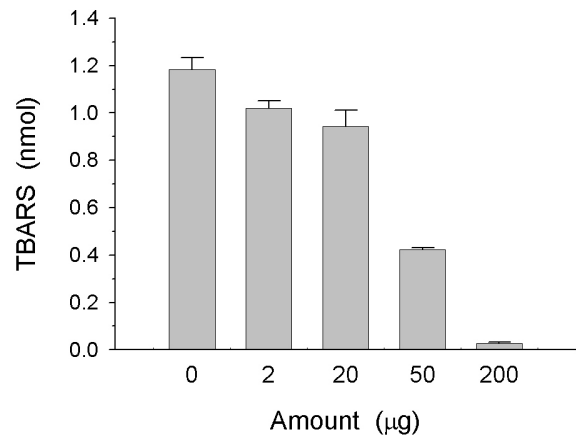


Fig. 5. The effect of oregano extracts on lipid peroxidation in rat liver mitochondria. Rat liver mitochondria were incubated with $\text{FeSO}_4/\text{ascorbic acid}$ in the absence or presence of oregano extracts. Lipid peroxidation was determined by measuring the release of TBARS. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations.

생성 억제효과가 BHT의 효과와 유사하다고 보고된 바 있다.

따라서, 본 연구 결과들은 오레가노 추출물의 강력한 항산화 효능을 나타내 보이고 있으며, 이러한 항산화 효과는 적어도 자유라디칼의 산화 억제와 지질과산화 억제에 기인하는 것으로 사료된다. 향후 오레가노 추출물의 항산화 성분 분석 및 동정 및 항산화 기전 연구와 더불어 천연 항산화제로써 개발 가능성을 시사하고 있다.

사 사

이 논문은 2008년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

적 요

본 연구의 목적은 오레가노 추출물의 유리 라디칼 소거 및 지질과산화 억제 등 항산화 효과를 조사하기 위함이다. Pyrogallol의 억제율을 100%로 기준하였을 때, DPPH 라디칼을 50% 억제시키는데 필요한 오레가노 함량은 $21.8 \mu\text{g}$ 이었다. 총항산화 활성은 강력한 자유라디칼에 대한 총항산화능으로 측정하였다. 오레가노 추출물 7.5 및 $15 \mu\text{g}$ 의 총항산화능은 각각 15.1 및 31.4 nmol Trolox 와 대등한 수준이었다. 오레가노 추출물 0.2 및 $0.4 \mu\text{g}$ 의 산소라디칼 소거능은 각각 1.4 및 $2.4 \text{ nmol gallic acid}$ 와 대등한 수준이었다. 오레가노 추출물

30 및 75 μg 의 총페놀 함량은 각각 40.5 및 83.9 nmol gallic acid와 대등한 수준이었다. 지질과산화에 대한 억제효과는 이 황화철/아스코르빈산에 의해 유도된 랫드 간 미토콘드리아를 이용하여 조사하였다. 오레가노 추출물 20 및 50 μg 은 TBARS 수준을 각각 20 및 64% 억제시켰다. 이와같이 오레가노 추출물의 강력한 항산화 효과는 적어도 자유라디칼의 산화억제와 지질과산화 억제에 기인하는 것으로 사료된다.

인용문헌

- Alma, M.H., A. Mavi, A. Yildirim, M. Digrak and T. Hirata. 2003. Screening chemical composition and in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils from *Origanum syriacum* L. growing in turkey. *Biol. Pharm. Bull.* 26:1725-1729.
- Block, G., B. Paterson and A. Subar. 1992. Fruits, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer* 18:1-29.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Diplock, A.T., J-L. Charleux, G. Crozier-Willi, F.J. Kok, C. Rice-Evans, M. Roberfroid, W. Stahl and J. Vina-Ribes. 1998. Functional food science and defence against reactive oxidative species. *Brit. J. Nutr.* 80S:S77-S112.
- Dorman, H.J.D., O. Bachmayer, M. Kosar and R. Hiltunen. 2004. Antioxidant properties of aqueous extracts from selected Lamiaceae species grown in turkey. *J. Agric. Food Chem.* 52:762-770.
- Elgayyar, M., F.A. Draughon, D.A. Golden and J.R. Mount. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Prot.* 7:1019-1024.
- Erel, O. 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin. Biochem.* 37:277-285.
- Halliwel, B., J.M.C. Gutteridge and C.E. Cross. 1992. Free radicals, antioxidants and human disease: where are we now? *J. Lab Clin. Med.* 119:598-620.
- Heo, H-J, H-Y Cho, B. Hong, H-K Kim, T-R Heo, E-K Kim, S-K Kim, C-J Kim and D-H Shin. 2002. Ursolic acid of *Origanum majorana* L. reduces A β -induced oxidative injury. *Mol. Cells* 13:5-11.
- Hovius, R., H. Lambrechts, K. Nocolay and B. de Kruijff. 1990. Improved methods to isolate and subfractionate rat liver mitochondria. Lipid composition of the inner and outer membrane. *Biochim. Biophys. Acta.* 1021:217-226.
- Huang, D., B. Ou, M. Hampsch-Woodill, J. A. Flanagan and R. L. Prior. 2002. High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. *J. Agric. Food Chem.* 50:4437-4444.
- Jun, W.J., B.K. Han, K.W. Yu, M.S. Kim, I.S. Chang, H.Y. Kim and H.Y. Cho. 2001. Antioxidant effects of *Origanum majorana* L. on superoxide anion radicals. *Food Chem.* 75:439-444.
- Lam, L.K.T. and B. Zheng. 1991. Effets of essential oils of glutathione S-transferase activity in mice. *J. Agric. Food Chem.* 39:660-662.
- Malterud, K.E., T.L. Farbrot, A.E. Huse and R.B. Sund. 1993. Antioxidant and radical scavenging effects of anthraquinones and anthrones. *Pharmacology* 47:77-85.
- Shan, B., Y.Z. Cai, M. Sun and H. Corke. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *J. Agric. Food Chem.* 53:7749-7759.
- Singleton, V.L. and R. Orthofer. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299:152-178.
- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis. 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 44:1202-1205.
- Sokmen, M., J. Serkedjieva, D. Daferera, M. Gulluce, M. Polissiou, B. Tepe, A. Akpulat, F. Sahin and A. Sokmen. 2004. In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal pars and callus cultures of *Origanum acutidens*. *J. Agric. Food Chem.* 52:3309-3312.
- Stacey, N.H. and C.D. Klaassen. 1981. Inhibition of lipid peroxidation without prevention of cellular injury in isolated rat hepatocytes. *Toxicol. Appl. Pharm.* 58:8-18.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, 2nd ed, McGraw-Hill, New York, pp.186-187.
- Thannickal, V.J. and B.L. Fanburg. 2000. Reactive oxygen species in cell signaling. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* 279:L1005-L1029.
- Yoshino, K., N. Higashi and K. Koga. 2006. Antioxidant and antiinflammatory activities of *Oregano* extract. *J. Health Sci.* 52:169-173.

(접수일 2009.3.10; 수락일 2009.9.3)