

유백피(*Ulmi cortex*) 추출물의 항산화 활성

이경행 · 전은경* · 유시영* · 오만진*

한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀, *충남대학교 농과대학 식품공학과

Antioxidative Activity of *Ulmi cortex* Extract

Kyong-Haeng Lee, Eun-Kyong Jeon*, Si-Young Yoo* and Man-Jin Oh*

Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute

*Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Abstract

The *Ulmi cortex* extract was prepared using various solvents to investigate the availability as a natural antioxidant. The extracts were added to lard emulsion and the antioxidant activities were compared. The extract that had a greater antioxidant activity was fractionized. Then the antioxidant activity and substrate specificity of the fraction were examined and optimum concentration of addition was determined. To observe the antioxidative effect of the fraction *in vivo*, an inhibition rate of lipid peroxidation from which might be derived was measured using a microsome in rat's liver. Among the extracts of *Ulmi cortex*, the extract from water had the best antioxidant activity, and the addition of 0.05% (w/w) of ethyl acetate fraction showed similar antioxidant activity to a synthetic antioxidant, butylated hydroxyanisole (BHA). Ethyl acetate fraction (0.05%, w/w) also presented the antioxidative effect in lard, soybean oil, palm oil, and corn oil. The inhibition of lipid peroxidation in liver microsome showed greater in the ethyl acetate fraction than caffeic acid in both nonenzymatic peroxidation (Fe^{2+} /ascorbate system) and enzymatic peroxidation (Fe^{3+} -ADP/NADPH system).

Key words : *Ulmi cortex*, antioxidant activity, edible oil, liver microsome

서론

지방질 및 지방질 함유식품의 가공 또는 저장 중에 일어나는 지방질의 산화는 악취를 내고 필수지방산과 지용성 비타민의 손실을 일으켜 식품의 품질을 저하시킬 뿐만 아니라, 산화에 의해 생성되는 여러 종류의 alcohol류, aldehyde류, ketone류 등의 산화 생성물들이 생체 내에서 DNA를 손상시키거나 암을 유발하기도 하며, 세포의 노화에도 관련이 있는 것으로 알려져 있

다(1,2). 특히 생체내 지질 과산화는 유리 라디칼에 의하여 생성되는 지질 분해과정의 총칭으로 간세포에서는 주로 반응성의 활성산소들이 endoplasmic reticulum의 막지질 중 인지질에 붙어있는 불포화도가 높은 지방산의 과산화를 일으킨다고 알려져 있다(3).

이와 같은 지방질의 산화를 억제하기 위해서 산소제거(4), 자외선 차단(5), 항산화제 첨가(6) 등과 같은 방법을 이용할 수 있으나, 이중 널리 이용되고 있는 방법은 항산화제를 직접 유지에 첨가하는 것이다. 현재 가장 많이 사용하고 있는 항산화제로는 천연항산화제인 ascorbic acid, tocopherol과 합성항산화제인 PG, BHA, BHT, TBHQ 등이 있다. 이들 항산화제는 산소존재나 고온조건에서 기질의 유리 라디칼 생성을 지연시키거나 활성을 저해하므로써 지방질의 산화를 억제시

Corresponding author : Kyong-Haeng Lee, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Yusung, P.O. Box 105, Taejeon 305-600, Korea
E-mail : lkh5418@hanmail.net

킨다. 합성항산화제는 탁월한 효과와 경제적 이점 때문에 폭넓게 사용되고 있으나 이들은 인체에 대한 안전성에 문제(7)가 있으며, 천연항산화제로 널리 알려진 tocopherol은 안전하기는 하나 단독으로는 산화 연쇄반응 저지능력이 낮고 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 근래에는 보다 안전하고 항산화 효과가 뛰어난 천연항산화제를 개발하기 위해 많은 연구가 주로 각종 향신료(8)를 비롯하여 생약(9,10), 식용식물(11) 및 식용종자(12,13) 추출물 등에서 활발히 이루어지고 있다.

유백피(*Ulm cortex*)는 느릅나무의 수피 또는 근피로써, 예로부터 수욕, 거담, 항암, 항부패성, 상처치료약 및 염증에도 탁월한 효과가 있다고 보고(14,15)되었으며 유백피 중에는 β -sitosterol, phytosterol, stigmasterol, tannin, 전분, 점질성 다당류 등이 존재하고 진통작용을 나타내는 성분으로는 friedelin과 epifriedelinol, taraxerol 등의 분리 연구(16) 등 화학적 조성에 관한 연구가 많이 이루어져 있으나 유백피로부터 항산화 성분을 분리하고자 시도한 연구는 아직까지 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 생약재 중 각종 생리활성이 알려진 유백피의 항산화 효과를 검토하기 위하여 각종 용매로 추출한 유백피 추출물을 유지에 첨가하여 항산화 활성을 비교하고, 항산화 활성이 우수한 추출물을 용매별로 분획하여 항산화 활성과 기질 특이성을 측정하였다. 또한 생체내에서도 유백피의 항산화 효과를 살펴보기 위하여 흰쥐의 간 microsome을 사용하여 유도된 지질 과산화 반응에 대한 억제 효과를 측정하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 유백피는 대전 중앙시장의 건재상에서 구입하여 15~20 mesh로 분쇄하여 건조한 상태로 보관하여 사용하였으며, 돈지는 신장부위의 지방을 60°C에서 추출·정제하였고, 기타 식용유지류는 시판품을 구입하여 사용하였다. 또한 실험에 사용한 흰쥐의 간 microsome은 체중이 180~200 g인 6주령의 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷을 사용하였다.

용매별 유백피 추출물 및 물추출물의 용매 분획별 항산화력의 측정

용매별 유백피 추출물의 항산화력은 유백피 건조분말에 10배량의 물, methanol, ethanol 및 ethyl acetate를 각각 첨가하여 60°C에서 3회 환류추출하고 추출액을 40°C 정도의 온도에서 완전히 감압건고하여 유백피 추

출물 시료로 사용하였다. 항산화력의 측정은 김 등(17)의 방법에 따라 돈지 10 g, 증류수 9 g, Tween 80과 span 80(1:1, w/w) 용액 1g을 혼합하여 10,000 rpm에서 5분간 homogenizer(Heidolph, Germany)로 균질화한 후 기질용액으로 사용하였으며 유백피의 각 용매 추출물은 0.05%(w/w)씩 첨가하고 60°C에서 12일간 저장하면서 3일 간격으로 과산화물가(peroxide value)를 AOCS법(18)에 따라 측정하였다. 또한 항산화제로 널리 알려진 α -tocopherol과 BHA는 0.01%(w/w)씩 첨가하여 비교 측정하였다.

위의 실험에서 항산화력을 가진 물추출물의 수율은 9.5%이었으며 이를 hexane, chloroform, butanol 및 ethyl acetate 등의 극성을 달리하는 용매를 사용하여 분획후 동결건조하여 유백피 추출물의 항산화 측정방법과 동일한 방법으로 용매 분획별 과산화물가의 변화를 측정하였다.

Ethyl acetate 분획물의 농도별 항산화 효과

유백피 물추출물로부터 분획한 ethyl acetate 분획물의 농도별 항산화 효과를 측정하기 위하여 0.03~0.10%(w/w)가 되도록 김 등(17)의 방법에 따라 lard emulsion에 첨가하여 60°C에서 저장하면서 과산화물가의 변화를 측정하였다.

각종 유지 emulsion에서의 ethyl acetate 분획물의 항산화 효과

시중에서 쉽게 구할 수 있고 지방산 조성이 다른 유지, 즉 lard, soybean oil, palm oil 및 corn oil을 기질로 하여 유백피 물추출물로부터 분획한 ethyl acetate 분획물을 0.05%(w/w)가 되도록 첨가하고 김 등(17)의 방법에 따라 유탁액을 제조하여 60°C에서 저장하면서 과산화물가의 변화를 측정하였다.

간 microsome에서 ethyl acetate 분획물의 지질 과산화 억제활성 측정

Ethyl acetate 분획물의 비효소적 지질 과산화 억제활성은 Osawa 등(19)의 방법에 따라 Fe^{2+} /ascorbate system 내에서 측정하였다. 즉 50 mM Tris-HCl(pH 7.5) 1.6 mL에 시료용액 0.1 mL, 6주령의 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷으로부터 적출한 간 microsome 분획 0.1 mL, 0.1 mM ascorbate 0.1 mL 및 5 mM $FeSO_4$ 0.1 mL를 가하여 반응액을 조제하였다.

Ethyl acetate 분획물의 효소적 지질 과산화 억제활성은 Fe^{3+} -ADP/NADPH system내에서 측정하였다. 즉 50 mM Tris-HCl (pH 7.5) 1.6 mL에 시료용액 0.1 mL, 6주

량의 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷으로부터 적출한 간 microsome 분획 0.1 mL, 80 μM FeCl₃ 0.1 mL, 0.4 mM ADP 0.1 mL 및 0.4 mM NADPH 0.1 mL를 가하여 반응액을 조제하였다.

조제된 각 system의 반응액은 Esterbauer 등(20)의 방법에 따라 잘 혼합하여 37°C에서 1시간 반응시키고 3 M trichloroacetic acid (TCA)와 2.5 N HCl의 혼합용액 (1:1, v/v) 0.5 mL를 가한 후 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 하였다. 상정액 1 mL를 0.67% thiobarbituric acid(TBA) 1mL와 혼합하고 끓는 물 속에서 20분간 가열하여 발색시킨 후 실온으로 냉각시켜 532 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 식에 의하여 지질 과산화 억제율을 측정하였다.

$$\text{지질 과산화 억제율 (\%)} = \frac{V_1 - S}{V_1 - V_0} \times 100$$

V₀ : 공시험의 흡광도, V₁ : 대조시료의 흡광도, S : 시료의 흡광도

통계분석

실험의 통계분석은 Statistical Analysis System(21)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

용매별 유백피 추출물 및 물추출물의 용매 분획별 항산화력의 측정

각종 용매를 이용하여 유백피 추출물을 제조한 후 lard emulsion에 0.05%(w/w)를 첨가하여 60°C에서 저장하면서 용매별 항산화 효과를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 무첨가군의 경우, 저장기간이 증가함에 따라 산화가 급격히 증가하여 저장 12일에는 92.0 meq/kg으로 나타났다. 그러나 유백피의 용매 추출물 0.05%(w/w)를 lard emulsion에 첨가한 경우 과산화물의 생성을 억제하였고, 그 억제활성은 water>ethyl acetate>methanol>ethanol 추출물의 순으로 나타났다. 이때 Duncan's multiple range test의 결과, 유백피 용매 추출물 첨가군과 무첨가군의 과산화물가는 모든 저장기간에서 유의차가 인정되었다(p<0.05). 특히 유백피를 물로 추출하여 lard emulsion에 첨가한 경우에는 다른 추출물 첨가군보다 산화 억제효과가 현저함을 알 수 있었다. 즉 저장 12일 이후 과산화물가는 18.2 meq/kg으로 합성항산화제인 BHA와 유의적인 차이가 없었고(p>0.05),

tocopherol 첨가군과 다른 추출물 첨가군에 비해 억제 활성이 높은 항산화 활성이 있음을 확인하였다. 최종(22)은 홍삼 및 백삼의 용매추출물 항산화 효과 실험에서 용매의 극성이 클수록 추출물의 항산화 작용이 강하다고 하여 본 실험에서 사용한 유백피 추출물의 항산화 효과와 일치하는 경향이었다.

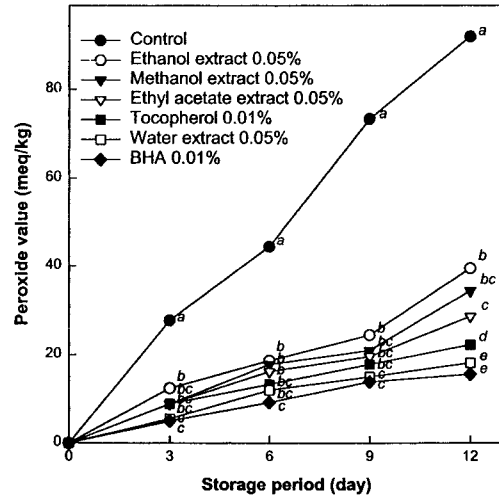


Fig. 1. Antioxidative effects of various *Ulmi cortex* extracts on the lard emulsion during storage at 60°C. Peroxide mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different (p<0.05).

항산화력이 우수한 물추출물을 분액여두에 넣고 극성을 달리하는 용매를 첨가하여 분획후 동결건조하여 분획물을 제조한 후 lard emulsion에 0.05%(w/w)씩 첨가하여 60°C에서 저장하면서 항산화 효과를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 무첨가군의 경우, 저장기간이 경과함에 따라 산화가 급격히 증가하여 12일 저장시 과산화물가는 123.6 meq/kg으로 높게 나타났다. 그러나 물추출물로부터 분획한 분획물을 첨가한 경우에는 12일 저장하는 동안 과산화물의 형성을 억제하였다. 또한 분획물간에 과산화물 형성 억제는 저장 3일까지는 유의차가 인정되지 않았다(p>0.05). 저장 6일 이후 과산화물 형성 억제능은 ethyl acetate>chloroform>hexane>water>buthanol 순으로 나타났으며, 저장 12일에는 각각 무첨가군의 과산화물 생성에 비해 93.6, 92.5, 78.0, 74.2 및 51.6%의 과산화물 형성 억제율을 나타내었다. 특히 물추출물로부터 chloroform과 ethyl acetate 분획물 첨가군은 합성항산화제인 BHA 첨가군의 억제능과 비교해 볼 때 유의차가 인정되지 않을 정도로 강력한 산화억제 효과를 나타내었다(p>0.05).

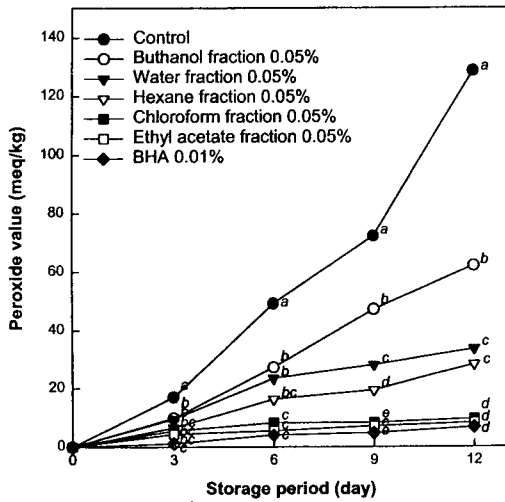


Fig. 2. Antioxidative effects of various solvent fractions from water extract of *Ulmi cortex* on the lard emulsion during storage at 60°C. Peroxide mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different ($p < 0.05$).

유백피 물추출물로부터 ethyl acetate 분획물의 농도별 항산화 효과

다른 분획에 비하여 비교적 항산화 효과가 높았던 ethyl acetate 분획물의 첨가량을 달리하여 lard emulsion에 첨가한 후 60°C에서 저장하면서 3일 간격으로 과산화물가를 측정하는 결과는 Fig. 3과 같다. 무첨가군의 경우, 저장기간이 증가함에 따라 빠른 속도로 산화가 일어났으나 ethyl acetate 분획물을 0.03% 이상 첨가한 경우에는 무첨가군과 유의적인 차이를 나타내었고($p < 0.05$), 분획물의 첨가농도가 증가할수록 산화가 억제되었다. 즉, 0.03~0.1(w/w)의 ethyl acetate 분획물을 첨가하여 저장 12일 이후 과산화 억제율은 28.4, 73.6, 및 78.6%이었다. 특히, 0.05% 이상의 ethyl acetate 분획물을 첨가할 경우 합성항산화제인 BHA와 유의적인 차이가 없으므로 나타났으며($p > 0.05$) 천연항산화제인 tocopherol 첨가군보다는 강한 항산화 효과를 나타내었다.

Nazaki(23)는 α -tocopherol과 rosemary 추출물의 농도별 항산화 효과를 비교하였을 때 rosemary 추출물은 첨가농도에 비례해서 항산화 효과가 증대하였으나 α -tocopherol은 100 ppm까지는 첨가농도에 비례해서 항산화 효력이 증대하였고 그 이상의 농도에서는 100 ppm을 첨가했을 때와 비슷한 항산화 효과를 나타내었다고 하여 본 실험에서 사용한 유백피 물추출물로부터 ethyl acetate 분획물의 농도에 따른 항산화 효과와 비슷한 경향이었다. 그러나 Economou 등(24)은 여러 종

류의 향신료 추출물을 농도별로 lard에 첨가하여 저장하면서 항산화 효과를 검토하였으나 향신료의 종류에 따라 첨가농도가 높아질수록 항산화능이 크게 증대하는 것도 있고 별차이를 나타내지 않는 것도 있었다고 보고하여 본 실험에 사용한 유백피는 농도에 의존하고 있음을 알 수 있었다.

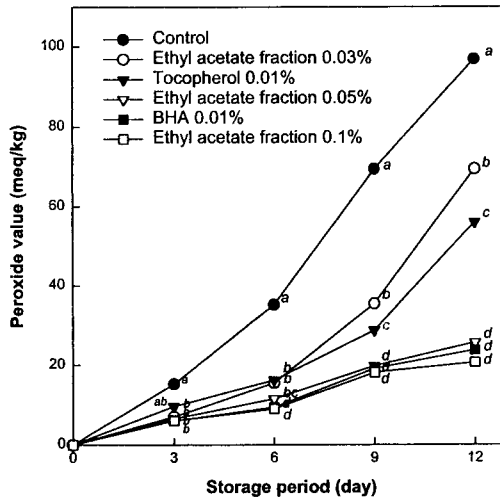


Fig. 3. Antioxidative effects of ethyl acetate fraction concentration from water extract of *Ulmi cortex* on the lard emulsion during storage at 60°C. Peroxide mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different ($p < 0.05$).

Ethyl acetate 분획물의 식용유지 종류에 따른 항산화 효과

시중에서 널리 이용되고 있는 식용유지에 대한 유백피 물추출물의 ethyl acetate 분획물의 항산화 효과를 측정하기 위하여 지방산 조성이 각기 다른 정제된 각종 식용유지에 ethyl acetate 분획물을 0.05%(w/w)가 되도록 첨가하여 60°C에서 저장하면서 과산화물가를 측정하는 결과는 Fig. 4와 같다. 무첨가군의 경우, 예상했던 대로 네 가지의 기질(lard, palm oil, soybean oil 및 corn oil) 모두에서 산화가 급격히 일어났으며, 특히 동물성 유지의 산화가 가장 빠르게 진행되었다.

동물성 유지인 lard를 기질로 하였을 경우에는 유백피 물추출물의 ethyl acetate 분획물 첨가로 73.6%의 과산화 형성을 억제하였으며 합성항산화제인 BHA와도 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 또한 천연항산화제인 tocopherol에 비해 월등히 효과적이었다($p < 0.05$).

식물성 유지인 palm oil, soybean oil 및 corn oil을 기질로 하였을 경우, ethyl acetate 분획물의 항산화 효과는

합성항산화제보다 약간 더 효과적이었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았으며 천연항산화제인 tocopherol 보다는 월등히 높은 항산화 효과를 나타내어 ethyl acetate 분획물은 식용유지를 비롯한 고지방질 식품에 천연항산화제로써 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

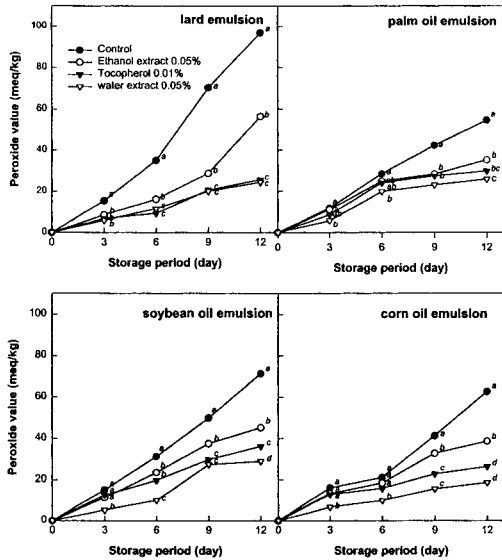


Fig. 4. Antioxidative effects of ethyl acetate fraction from water extract of *Ulmi cortex* on the various fat and oils emulsion during storage at 60°C. Peroxide mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different (p<0.05).

Nose 등(25)은 동물성 유지가 불포화 지방산을 다량 함유한 식물성 유지보다 산화가 빠르게 일어난 이유는 정제된 식물성 유지라 하더라도 그들의 원료 중에 함유되어 있던 항산화 성분의 일부가 기름에 이행되어 불포화 지방산의 산화를 억제하기 때문이라고 하여 본 결과를 뒷받침하였다.

또한 Nozaki(23)는 rosemary 추출물의 각종 유지에 대한 항산화 효과를 검토하기 위하여 lard, soybean oil, rapeseed oil 및 palm oil에 대한 항산화 효과를 측정한 결과, 식물성 유지에 비하여 동물성 지방에 대한 효과가 크고 식물성 유지의 종류간에도 효과에 차이가 있었다고 보고하여 본 결과와 일치하는 경향이였다.

간 microsome 분획에 대한 항산화 활성

생체내에서 ethyl acetate 분획물의 항산화 효과를 살펴보기 위하여 흰쥐 간 microsome을 사용하여 유도된 지질 과산화 반응에 대한 억제 효과를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 비효소적 반응계인 Fe⁺⁺/ascorbate

system의 경우, 무첨가군에서 생성된 malonaldehyde의 양을 100%로 보았을 때 지질 과산화 억제물질로 알려진 caffeic acid 첨가 시 malonaldehyde의 양이 18.1%로 무첨가군에 비해 약 6배 가량 적은 것으로 나타나 예상대로 강한 억제율을 나타내었고, ethyl acetate 분획물을 첨가한 경우에도 강력한 억제율을 나타내었으며 무첨가군과는 유의적인 차이가 인정되었다(p<0.05). 특히 0.05% 이상의 ethyl acetate 분획물을 첨가한 경우에는 caffeic acid 첨가군보다 효과적인 것을 알 수 있었다.

Table 1. Effects of *Ulmi cortex* concentrate of the lipid oxidation in rat liver microsomes (%)

Sample	Relative inhibition rate	
	Fe ⁺⁺ /ascorbate system	Fe ⁺⁺⁺ -ADP/NADPH system
Control	100 ^a	100 ^a
Caffeic acid	18.1 ^{bc}	47.3 ^b
0.03%	20.9 ^b	42.7 ^b
<i>Ulmi cortex</i> powder	15.8 ^b	39.1 ^b
0.10%	12.9 ^b	33.6 ^b

*a-e Relative inhibition rate values within both nonenzymatic peroxidation (Fe⁺⁺/ascorbate system) and enzymatic peroxidation (Fe⁺⁺⁺-ADP/NADPH system) with different italic letters were significantly different (p<0.05).

Fe⁺⁺⁺-ADP/NADPH system 즉, 효소적 지질 과산화 검정계의 경우, 무첨가군에서 생성된 malonaldehyde의 양을 100%로 보았을 때 caffeic acid 첨가는 47.3%로 강한 억제율을 나타내었다. 유백피 물추출물의 ethyl acetate 분획물을 첨가한 경우에도 강력한 억제율을 나타내었으며 무첨가군과는 유의적인 차이가 인정되었다 (p<0.05). 특히 0.03% 이상의 ethyl acetate 분획물을 첨가한 경우에는 caffeic acid 첨가군보다 유의적인 차이가 인정되어(p<0.05) 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 유백피 물추출물의 ethyl acetate 분획물은 비효소적 반응계인 Fe⁺⁺/ascorbate system과 효소적 반응계인 Fe⁺⁺⁺-ADP/NADPH system 모두에서 항산화 활성이 있음을 확인하였으며 효소적인 반응계에서보다 비효소적 반응계에서의 저해율이 더 큰 것으로 나타났다. 최(26)는 생약재료에서 추출한 항산화 성분들은 유리 라디칼과 malonaldehyde 등이 지니고 있는 활성성분 또는 활성분자들과 상호작용에 의해 지질 과산화를 억제하고 발암과정에 개입하는 유리 라디칼을 제거한다고 하여 본 실험에 사용한 유백피 물추출물로부터의 ethyl acetate 분획물내 생체내 지질 과산화를 억제할 수 있는 물질이 함유되어 있을 것으로 사료된다.

요약

유백피의 천연항산화제로서의 이용성을 검토하기 위하여 각종 용매로 유백피 추출물을 제조하여 lard emulsion에 첨가하여 60°C에서 저장하면서 항산화 활성을 비교하고 항산화 활성이 우수한 추출물을 용매별로 분획하여 항산화 활성, 분획물의 첨가농도의 결정 및 기질특이성을 측정하였다. 또한 생체내에서도 분획물의 항산화 효과를 살펴보기 위하여 흰쥐 간 microsome을 사용하여 유도된 지질 과산화 반응에 대한 억제 효과를 측정하였다. 유백피의 추출물은 물추출물에서 가장 강력한 항산화 활성을 나타내었다. 물추출물의 용매분획별 항산화 활성은 ethyl acetate 분획에서 가장 높았으며 ethyl acetate 분획물 0.05%(w/w) 첨가는 합성 항산화제인 BHA(0.01%, w/w)와 비슷한 항산화 활성이 있었다. Ethyl acetate 분획물 0.05%(w/w)는 돈지, 대두유, 팜유 및 옥수수유에서도 항산화 활성을 나타내었다. 간 microsome 분획을 이용한 지질 과산화 억제 효과는 비효소적 지질 과산화 검정계인 Fe²⁺/ascorbate system과 효소적 지질 과산화 검정계인 Fe³⁺-ADP/NADPH system 모두에서 ethyl acetate 분획물 첨가가 caffeic acid보다 강한 억제율을 보였다.

참고문헌

- Hurrell, R.F. and Nielsen, H.K. (1987) Nutritional aspects of oxidized lipids and their interaction with other dietary components. In "Lipids in modern nutrition" Horisberger, M. and Nracco, U. (eds.), Raven Press, New York, U.S.A. p.223
- Blumberg, J.B. and Meydani, S.N. (1986) Role of dietary antioxidants in aging. In "Nutrition and aging" Huchinson, M.L. and Mumro, H.N.(eds.), Plenum Press, New York, U.S.A., p.639
- Herman, D. (1978) Free radical theory of aging, nutritional implications. *Age*, 1, 145-150
- Scott, G. (1958) Enzymatic oxygen removal from packaged foods. *Food Technol.*, 12, 7-10
- Hedrick, T.I. and Glass, L. (1975) Chemical changes in milk during exposure to fluorescent light. *J. Milk Food Technol.*, 38, 129-133
- Sherwin, E.R. (1976) Antioxidants for vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53, 430-436
- Barnes, A.L. (1975) Toxicological and biochemistry of BHA, BHT. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52, 59-63
- Farag, R. S., Badei, A.Z.M. A., Hewedi, F. M. and Elbaroty, G.S.A. (1975) Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66, 792-796
- Hirosue, T., Kawai, H. and Hosogai, Y. (1982) Antioxidative substances in glycyrrhizae radix. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 29, 418-422
- 김현구, 김영인, 도정룡, 이영철, 이부용 (1995) 국내산 생약추출물의 항산화효과 및 생리활성. *한국식품과학회지*, 27, 80-85
- Kim, S.Y., Kim, J.H., Kim, S.K., Oh, M.J. and Jung, M.Y. (1994) Antioxidative activities of selected oriental herb extracts. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71, 633-640
- Rhee, K.S. and Ziprin, Y.A. (1981) Oilseed protein ingredients as antioxidant for meat in food service. *J. Food Prot.*, 44, 254-259
- Yashuko E., Toshihiko O. and Mitsuo N. (1981) Antioxidants in Sesame Seed *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28, 461-464
- 한국유통식품자원 연구총람 (1988) 한국화학연구소, p.949
- Duke, J.A. (1985) Handbook of medicinal herbs, CRC press, Boca Raton, p.495
- Matsuzaki, T. and Nara, Y. (1985) Antioxidative of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikaga Kogyo Kaishi*, 59, 129-134
- 김동훈, 김영희 (1984) 대두 및 대두유-물 에멀전 기질에서 각종 페놀화합물의 항산화작용. *고려대학교 농림논문집*, 24, 93-98
- A.O.C.S. (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th ed., American Oil Chemists' Society, Champaign, IL., Cd 8-53
- Osawa, T. (1992) Phenolic antioxidants in dietary plants as antimutagens. In "Phenolic compounds in food and their effects on health(II), Antioxidants and cancer prevention" Huang, M. T., Ho, C. T. and Lee, C. Y. (eds.), ACS Symposium series 507, Am. Chem. Soc., Washington DC, p.135
- Esterbauer, H., Lang, J., Zdravec, S. and Slater, T. F. (1981) Methods in Enzymology. Academic Press, New York, Vol. 105, p.319
- Statistical Analysis System (1985) User's Guide: Statistics, Version 5 edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.

22. 최강주, 김만욱, 홍순근, 김동훈 (1983) 홍삼 및 백삼의 용매력 추출물의 수율, 갈색도, 자외선 흡수 특성, 환원성 및 항산화 작용. 한국농화학회지, 26, 8-19
23. 武利文夫 (1986) 香粧品の植物化學. フラグラン ジャナル社, 東京, 日本, p.99
24. Economou, K.D., Prepoulou, V. and Thomopoulos, C. D. (1991) Antioxidant activity of some plant extracts of the Family Labiatae. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68, 109-112
25. Nose, M. and Fugino, N. (1982) Antioxidant activities of some vegetable foods and active component of Avocado Epicarp. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 29, 507-512
26. 최홍식 (1994) 지방질의 과산화와 영양. 한국식품영양과학회지, 23, 867-878

(접수 2000년 9월 5일)