

참오동나무(*Paulownia tomentosa* Stued.) 열매 추출물의 항산화 활성

전방실 · 차재영 · 조영수
동아대학교 생명자원과학부

Antioxidative Activities of Fruit Extracts of *Paulownia tomentosa* Stued

Bang-Sil Jun, Jae-Young Cha and Young-Su Cho

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

Abstract

The concentrations of total polyphenolic compound from fruit extract of *Paulownia tomentosa* Stued. were water-soluble extract 7.98%, methanol extract 12.30% and ethanol extract 11.63%. The free radical scavenger activities of three extracts at the levels of 0.5% were higher than that of BHT(butylated hydroxytoluene). In antioxidative activities measured the concentrations of TBARS(thiobabaturic acid reactive substances) in tissues microsome induced with Fe^{++} /ascorbate, the water-soluble extract was effectively suppressed in liver and spleen. In antioxidative activities determined by thiocyanate method against lipid peroxidation using linoleic acid, the methanol extract showed the higher compared with other extracts, but BHT showed the highest antioxidative activity. These results suggest that fruit extracts of *Paulownia tomentosa* Stued. showed to have relatively high concentrations of polyphenolic compounds and antioxidative activities.

Key words : *Paulownia tomentosa* Stued., polyphenolic compound, antioxidative activity, DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl)

서 론

각종 질병과 노화 등에 활성산소 및 지질 과산화물이 직접적인 원인으로 작용한다는 사실이 최근에 밝혀지면서 이를 억제 시킬수 있는 생체조절 기능성분에 대한 검토가 다방면에서 이루어지고 있다(1). 일상적으로 섭취하고 있는 식품중에 tocopherol, polyphenol, sesamol, gossypol, 단백질 가수분해물 및 일부 향신료 등의 항산화 효과를 나타내는 물질이 보고되고 있지만, 실제 이

용되고 있는 것은 tocopherol 정도이다(2-6). 반면에 BHA(butylated hydroxyanisol), BHT(butylated hydroxytoluene), TBHQ(tertiary butylated hydroquinone), PG(propyl gallate) 등과 같은 합성 항산화제는 탁월한 효과와 경제성 때문에 폭넓게 사용되고 있으나, 열안정성이 떨어지고 인체에 있어서의 위험성이 제기되고 있어 사용상에 많은 제한을 받고 있다(7,8). 따라서 인체에 위험성이 없고 강력한 항산화력을 가진 천연 항산화 물질을 찾아내기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다(4,5,9,11). 대표적인 천연 항산화물질로 보고된 것 중에 식물 추출물로서는 caffeic acid, chlorogenic acid, ferulic acid와 같은 페놀산류, catechin과 같은 tannin류, quercetin, hesperetin과 같은 flavonoid류 등이 알려져 있다(2,12). 또한, 산사, 황련,

Corresponding author : Young-Su Cho, Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr

울금, 감초, 고삼, 상백피, 뽕잎 등과 같은 한약재 식물에서도 항산화 및 항균 활성뿐만 아니라 식품보존료 개발을 위한 연구가 활발히 전개되어 그 효과가 일부 인정되게 되었다(13,14). 그러나, 효과적인 항산화제 개발을 위해서는 이용 가능한 천연물에 대한 보다 광범위한 검색과 연구가 필요한 실정이다(14).

지리적으로 한국, 중국, 일본에 널리 분포하고 있는 참오동나무(*Paulownia tomentosa* Stued.)는 오동과(*Paulownia coreana*)에 속하는 낙엽활엽 교목으로 잎이 크고, 꽃잎에 자주색 줄이 있는 것이 특징이다. 참오동나무는 동백피의 기원식물로서 임질, 발모촉진, 방취제, 타박상 등의 치료에 사용된다고 알려져 있다(15). 또한, 오동나무잎 추출물이 *Staphylococcus aureus*와 *Pseudomonas aeruginosa*에 대해 항균활성이 있다고 보고된 바 있다(16). 지금까지 이 식물에 대한 성분 연구로서 catapol, syringin, aucabin, caniferin, actoside, paulownin, sesamin, (+)-pipertol 등이 보고되어져 있다(17). 그러나, 한방에서 사용되고 있는 참오동나무의 생리활성 작용에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으나, 오동나무에는 플라보노이드 계열의 화합물이 함유되어 있어 생체 내 지질의 과산화억제를 비롯한 성인병에 대한 예방효과가 있을 것으로 기대된다. 이에 본연구는 참오동나무 열매의 생리활성 물질을 효과적으로 이용하기 위한 실험으로 참오동나무 열매 추출물의 천연 항산화제로의 이용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

참오동나무 열매는 2000년 7월초 동아대학교 교내에 서식하고 있는 수령 20~25년생 나무로부터 채취하여 시료로 사용하였다.

시료의 추출

채취한 참오동나무 열매 300 g을 mixer로 분쇄시켜 증류수 600 ml를 넣고 수욕조 상에서 3시간 추출을 2회 반복하여 그 용액을 진공 농축한 후 농축액을 동결건조시켜 수용성 추출물로 하였다. 또한, 참오동나무 열매 분쇄물 300 g에 methanol 및 ethanol 600 ml를 넣어 상온에서 2회 반복 추출한 후 감압 농축하여 유기용매 추

출물로 사용하였다. 이때 수용성 추출물, methanol 추출물, ethanol 추출물의 수율은 각각 3.80%, 4.12% 및 3.94%로 나타났다.

폴리페놀 화합물의 함량분석

폴리페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis법을 약간 변형시켜 전보의 방법(11)으로 측정하였다. 즉, 참오동나무 열매의 수용성 추출물, methanol 추출물 및 ethanol 추출물을 1 mg/ml에 녹인 다음 0.2 ml를 시험관에 취하고 증류수를 가하여 2 ml로 만든 후, 여기에 0.2 ml Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 정확히 3분 후 Na_2CO_3 포화 용액 0.4 ml를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 ml로 만든 후, 실온에서 1시간 방치하여 상등액을 725 nm에서 흡광도 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. Tannic acid를 이용한 표준곡선은 tannic acid 1 mg을 50% methanol 용액 1 ml에 녹이고 최종농도가 0, 50, 100, 150, 200 및 300 $\mu\text{g/ml}$ 용액이 되도록 취하여 위와같은 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

DPPH에 의한 수소공여능의 측정

DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 용액은 100 ml methanol에 DPPH 16 mg을 녹인 후 증류수 100 ml를 혼합하여 Whatman filter paper No. 2에 여과시켜 만들었다. 이 용액 5 ml에 일정농도 (0.05, 0.1, 0.5%)의 시료용액 1 ml를 혼합한 후 5분 간격으로 30분 동안 528 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

각 조직의 microsome분획의 조제

시판식으로 사육한 6주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 diethylether로 가법계 마취시킨 후 개복하여 적출한 liver, heart, kidney, spleen을 냉각된 생리식염수로 즉시 씻고 여과지로 물기를 흡수시킨 다음 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 가하여 homogenizer로 균질화 시켰다. 이 용액을 4℃로 설정된 냉각원심분리기 (Kubota, KR-20000 T, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm에서 20분간 원심분리 한 후 상등액을 4겹의 거즈로 여과하고, 여액을 4℃로 설정된 초원심분리기 (Hitachi 55p-72, Tokyo, Japan)에서 45,000 rpm으로 45분

간 원심분리하여 침전된 분획에 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)을 일정량 가하여 microsome 분획으로 하였다.

Fe⁺⁺/ascorbate에 의해 유도된 과산화지질 함량

과산화 지질함량은 Wong 등의 방법(19)에 따라 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.5) 1.57 ml에 각 시료 용액 0.2 ml (6.0 mg/ml), liver, heart, kidney, spleen microsome 분획 (1 ml중 1 mg의 단백질 함유) 0.03 ml, 0.1 mM ascorbate 0.1 ml 및 5 mM FeSO₄ 0.1 ml를 차례로 가하여 반응액을 잘 혼합한 후 37℃의 shaking water bath에서 1시간 incubation 시켜 과산화를 유도시켰다. 이때 대조구는 시료를 첨가시키지 않고 각각의 용매만을 첨가하여 위와 동일한 방법으로 실시하였다. 반응 후 Esterbauer 등의 방법(20)에 준하여 3 M trichloroacetic acid와 2.5 N HCl의 혼합용액 0.5 ml를 가하고 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상등액 1 ml를 취하여 0.67% TBA (2-thiobarbituric acid) 1 ml를 가하여 혼합하고 끓는 물속에서 30분간 반응시켜 발색시켰다. 냉각 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지질 과산화의 억제율은 대조구의 흡광도에 대한 저해율(%)로 비교하였다.

Thiocyanate에 의한 항산화 활성 조사

Thiocyanate에 의한 항산화 활성은 Nakatani의 방법(21)을 변형하여 실시하였다. 즉 linoleic acid (25 mg/ml ethanol) 2.88 ml에 40 mM phosphate buffer (pH 7.0) 9 ml를 가하고 각 시료용액(5 mg/ml) 0.12 ml를 혼합한 후 40℃에서 incubation하면서 일정한격으로 측정하였다. 이 반응용액에서 0.1 ml를 취하여 test tube에 넣고 75% ethanol 9.7 ml와 30% ammonium thiocyanate 용액 0.1 ml, 20 mM ferrous chloride/3.5% HCl 용액 0.1 ml를 혼합한 후 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성의 비교를 위하여 합성 항산화제인 BHT를 시료첨가량의 1/10을 사용하였다.

결과 및 고찰

폴리페놀 화합물의 함량

천연항산화제로서의 기능이 잘 알려진 페놀성 물질은

식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 이들의 대부분은 식물 기원으로 나무, 수피, 줄기, 잎, 과일, 뿌리, 꽃, 씨앗 등의 식물 모든 부분에 존재하고 있다(22,23). 페놀계 항산화물질들은 지질의 자동산화조건에 의해 생성된 유리 라디칼의 생성을 지연시키거나 활성을 저해하여 산화를 억제시키는데, 이때 페놀성 물질의 함량에 따라 이들의 영향이 다르게 나타나는 것으로 보고되고 있다(9,22,23). 참오동나무 열매의 수용성, ethanol 및 methanol 추출물 중의 폴리페놀 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 폴리페놀 함량은 수용성 추출물 7.98%, methanol 추출물 12.30%, ethanol 추출물 11.63%로 나타났다. 국내산 식용자원식물 중의 총폴리페놀 화합물 함량을 분석한 결과를 보면, 살구열매 0.12%, 호두 2.06%, 부추씨 0.55%, 선인장 열매 3.4~4.9%, 구지뽕나무 열매 1.54% 및 홍화씨 수용성 추출물 6.96%와 methanol 추출물 5.10%와 비교해 볼 때 참오동나무 열매의 추출물에서 상당히 많은 양의 폴리페놀이 함유되어 있었다(11,22,23). 그리고 용매별 추출물에서는 수용성 추출물에서보다 유기용매 추출물에서 많이 함유되어 있었다.

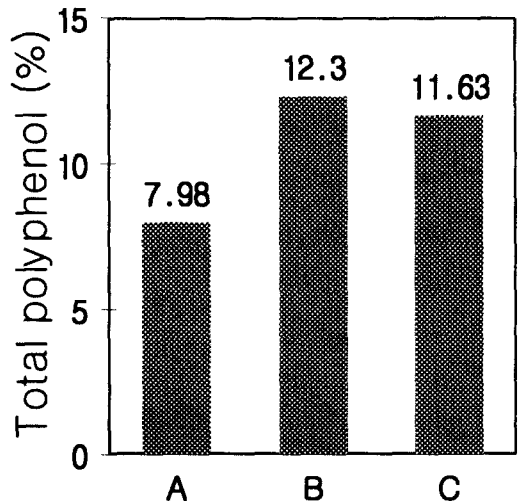


Fig. 1. Concentrations of total polyphenolic compounds of fruit extracts from *Paulownia tomentosa* Stued. A: water-soluble extract, B: methanol extract, C: ethanol extract

DPPH법에 의한 수소공여능

유지나 유지식품은 대기 중의 산소에 의해 산화가 진

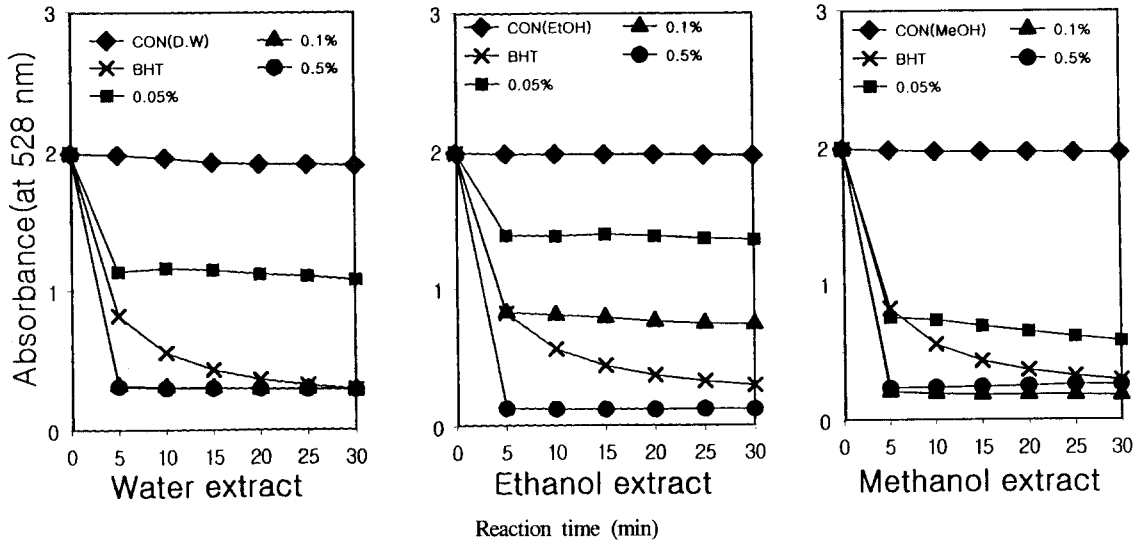


Fig. 2. Changes in the free radical level by fruit extracts of *Paulownia tomentosa* Stued. The free radical levels were determined by DPPH (α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) method. BHT was added at the level of 0.005% as standard sample.

행되는 자동산화(autoxidation)를 산화적 산패라고도 한다. 이것은 상온 부근의 비교적 낮은 온도에서 산소에 의해서 일어나는 완만한 산화반응으로서 라디칼에 의한 연쇄반응으로 진행된다. 산화성 유리 라디칼을 소거함으로써 항산화제로 작용하는 물질은 DPPH를 hydrazine 형태로 환원시켜 짙은 자색이 탈색되는 정도에 따라 항산화 활성을 나타낸다(18). 이러한 DPPH법을 이용한 전자 공여능 측정법은 식물 추출물의 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 실제 항산화 작용과도 연관성이 매우 높기 때문에 많이 이용되는 방법이다(5,11,18,22,23). 참오동나무 열매 추출물 중의 항산화 작용을 DPPH법으로 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 참오동나무 열매 용매별 추출물을 DPPH용액에 첨가한 후에 자색이 곧 소실되는 것으로 보아 전자를 공여하는 능력이 강할 것으로 추정되는데, 첨가 농도 증가에 따라 그 효과도 상승하였다. 특히, 수용성 및 methanol 추출물 0.1%와 0.5% 첨가는 상용 항산화제인 BHT보다 높은 항산화 효과를 보이고 있다. 참오동나무 열매에서 농도 증가에 따라 그 효과도 상승하였으며 특히, 수용성 추출물에서는 0.1%와 0.5%에서 BHT보다 훨씬 좋은 효과를 보이고 있다. 또한 참오동나무 열매 ethanol 추출물에서는 0.5% 농도 첨가에서만 BHT보다 좋은 효과를 보였다. 한편, 참오동나무 열매 추출물 0.5% 첨가 농도에서 수소공여능이 비교적 강한 것으로 나타나 반응 30분 후의 전자공여활성도(%)를 나타낸 결과, ethanol 추출물 93.81%, methanol 추출물 86.70% 및 수용성 추출

물 85.18%로 나타났다. 이러한 활성도는 다른 열매 추출물(11,23,24)과 같은 정도 또는 이들보다 강하게 나타나 천연 항산화제로서의 이용가능성이 시사되었다.

각 조직별 microsome의 지질 과산화 억제활성

생체내에서의 과산화지질은 세포의 구성성분과 작용하여 항산화 효소가 존재하는 미토콘드리아 등의 기능 이상과 생화학적 변화를 일으키며, 이로 인해서 여러 가지 대사성 질환이나 암의 발생 및 노화에 관련이 있는 것으로 알려져 있다(25). 일반적으로 생체 조직의 손상은 생체 외적인 요인뿐만 아니라 내적인 요인에 의하여 생성된 산소 유리 라디칼 때문에 불포화 지방산이 다량 존재하는 생체막에 연쇄적인 과산화적 손상에 의하여 야기된다. 또한, 생체는 유리 라디칼의 작용을 저지시켜주는 free radical scavenging system 사이의 불균형이 초래되어질 때에도 조직의 손상이 유발된다(26). 동물 체내에서 생체막 지질의 과산화물 생성 정도를 나타내는 TBARS 함량은 각 조직세포의 microsome에 Fe^{++} /ascorbate을 첨가하여 비효소적으로 유도하는데(19), 참오동나무 열매의 수용성, methanol 및 ethanol 추출물이 TBARS 함량에 미치는 영향을 Fig. 3 및 4에 나타내었다. 간 조직에서의 지질 과산화 억제 정도는 참오동나무 열매의 수용성, methanol, ethanol 추출물이 각각

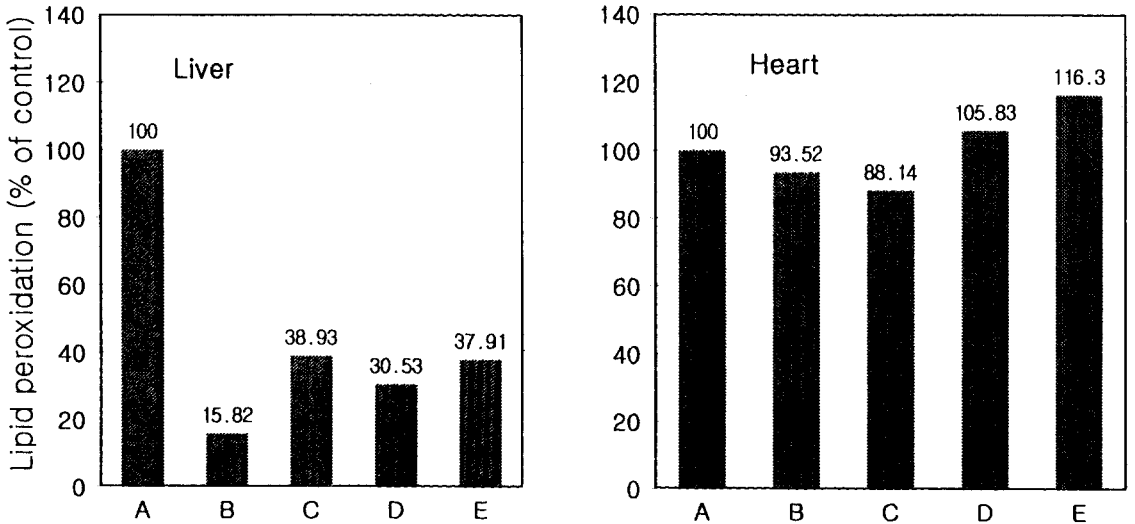


Fig. 3. Antioxidative activities of water-soluble, methanol and ethanol extracts (6 mg/ml) from fruit of *Paulownia tomentosa* Stued. in liver and heart microsomal system by the TBARS method. (A:control, B:BHT, C:water-soluble extract, D:methanol extract, E:ethanol extract)

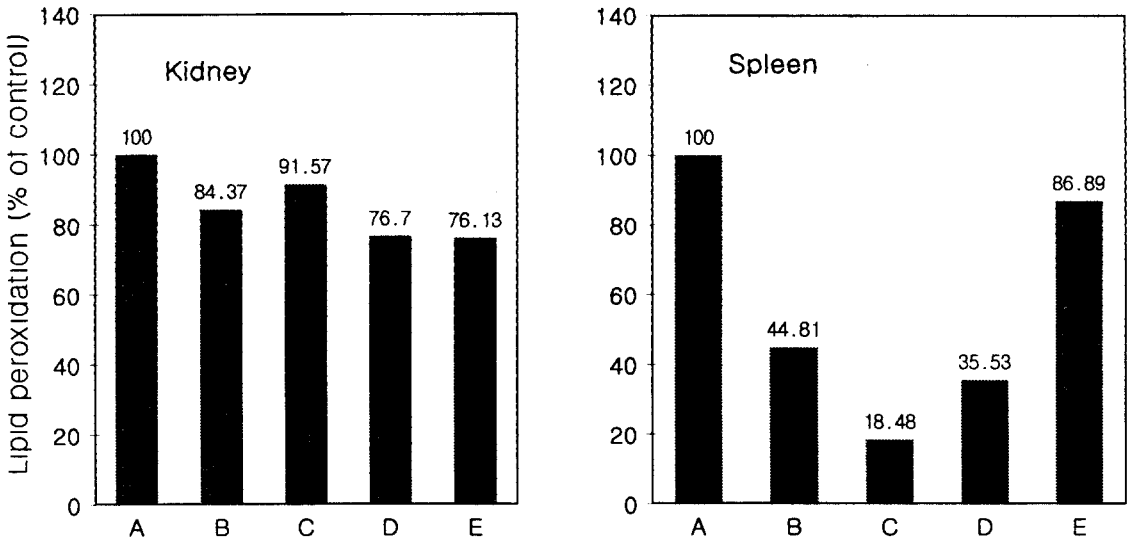


Fig. 4. Antioxidative activities of water-soluble, methanol and ethanol extracts (6 mg/ml) from fruit of *Paulownia tomentosa* Stued. in kidney and spleen microsomal system by the TBARS method. (A:control, B:BHT, C:water-soluble extract, D:methanol extract, E:ethanol extract)

61%, 69%, 62%로 약 60~70% 저해효과가 있었다. 그러나, 심장 조직에서는 참오동나무열매 수용성 추출물에서만 12% 저해되었고, methanol 및 ethanol 추출물에서는 오히려 지질의 과산화도가 증가되었다. 그리고 신장 조직에서는 참오동나무 열매의 methanol 및 ethanol 추출물에서는 각각 23%, 24% 저해효과를 보였으나, 수용

성 추출물에서는 그 보다 낮은 8%의 저해효과를 나타내었다. 또한 비장 조직에서는 다른 조직과는 달리 수용성 추출물이 82%로 강한 저해효과를 보였고, methanol 추출물 역시 65%의 저해효과를 보였으나, ethanol 추출물에서는 13%로 낮은 저해효과를 나타내었다. 따라서, 참오동나무 열매 수용성 추출물은 본실험에 사용한 비

장 microsome 지질과산화물 억제 시키는 효과가 대조구인 BHT 및 다른 추출물보다 강한 것으로 나타나, 생체 조직에 있어서 선택적인 저해효과가 있을 것으로 사료되어 실제 동물 체내에서의 영향과 보다 구체적인 대사 기작에 대해서는 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

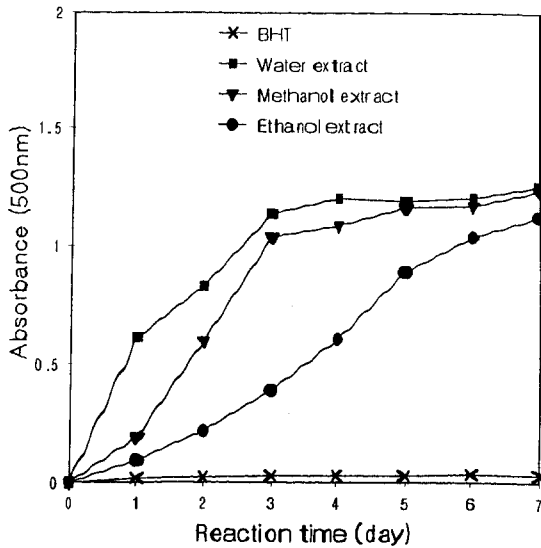


Fig. 5. Antioxidative activities of water-soluble, methanol and ethanol extracts (6 mg/ml) from *Paulownia tomentosa* Stued. in the linoleic acid system by thiocyanate method. BHT was added at the level of 0.6 mg/ml as the standard sample.

Linoleic acid 산화 실험계를 이용한 항산화 활성

참오동나무 열매의 수용성, methanol 및 ethanol 추출물을 불포화 지방산인 linoleic acid를 이용한 thiocyanate 방법으로 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 참오동나무 열매의 ethanol 추출물에서 다른 추출물보다 비교적 높은 항산화 활성을 나타내었다. 그러나, 반응초기에 항산화 효과를 나타낸 ethanol 추출물에서도 반응기간이 길어지면서 그 활성이 점차 감소하여 반응 7일째에는 다른 추출물과 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나, 이들 추출물에 비해 상용되고 있는 BHT는 강한 항산화 작용을 보였다. 따라서, linoleic acid 산화 실험계에서는 참오동나무 열매의 ethanol 추출물에서 항산화 효과가 높았다. 식품으로 사용되어 그 안전성이 확인된 각종 식물추출물의 항산화 효과를 비교 검토한 실험에서도 수용성 추출물보다 ethanol 추출물이 높았으며, 또

한 추출수율도 증가하였다고 보고한 바 있다(27,28). 이상의 결과에서 참오동나무 열매 추출물에는 DPPH법에 의한 수소공여능과 간장 및 비장 microsome 지질과산화물 억제시키는 작용이 있는 것이 확인되었다.

요 약

참오동나무 열매의 methanol, ethanol 및 수용성 추출물에 대하여 *in vitro* 실험계에서 항산화 활성을 비교 검토하였다. 이들 참오동나무 열매 추출물의 폴리페놀 화합물 함량은 methanol 12.3%, ethanol 11.6%, 수용성 추출물 7.9%순으로 나타났다. DPPH 측정법에서는 참오동나무 열매 methanol, ethanol, 수용성 추출물 0.1% 및 0.5%의 농도에서 짙은 자색의 탈색되는 정도로 나타내는 수소공여능이 대조구 BHT와 비슷한 수준으로 항산화 활성이 높게 나타났다. 성장기 흰쥐의 각 조직별 microsome을 이용한 생체막 과산화 지질 억제 정도는 간 조직에서 methanol (69%), ethanol (62%), 수용성 추출물 (61%) 순으로 나타났다. 심장 조직에서는 수용성 추출물에서 12%의 억제효과를 보였으나 methanol 및 ethanol 추출물에서는 지질과산화 억제효과가 없었다. 신장조직에서는 methanol (23%), ethanol (24%), 수용성 추출물 (8.4%) 순으로 나타났다. 그리고 비장조직에서는 수용성 (81%), methanol (64%), ethanol 추출물(13%) 순의 결과를 얻었다. Linoleic acid를 이용한 지질과산화 실험계에서는 methanol과 ethanol 추출물에서 비교적 높은 항산화 활성을 보였다.

참고문헌

1. Block, G. and Langseth, L. (1994) Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology*, 48, 80-85
2. Hudson, B. and Lewis, J. (1987) Polyhydroxy flavinoid antioxidants for edible oil phospholipid as synergist. *Food Technology*, 19, 537-541
3. Kawashima, K., Itoh, H. and Chibata, I. (1981) Antioxidant effect of peptide in combination with sugar on autoxidation of edible oils. *Agric. Biol.*

- Chem.*, 45, 987-992
4. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (1999) Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rat. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 28, 1131-1136
 5. Cha, J.Y., Kim, H.J., Kim, S.K., Lee, Y.J. and Cho, Y.S. (2000) Effects of citrus flavonoids on the lipid peroxidation contents. *Korean J. Postharvest Sci Technol.*, 7, 211-217
 6. Jialal, I. and Grundyl, S. (1992) Effects of dietary supplementation with alpha-tocopherol on oxidative modification of low density lipoprotein. *J. Lipid Res.*, 33, 899-906
 7. Omaye, S.T., Reddy, K.A. and Cross, C.E. (1997) Effect of butylated hydroxytoluene and other antioxidants on mouse lung metabolism. *J. Toxicol. Environ. Health.*, 3, 829-836
 8. Branen, A.L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52, 59-63
 9. Lim, D.K., Choi, U. and Shin, D.H. (1996) Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 83-89
 10. Cha, J.Y., Kim, H.J. and Cho, Y.S. (2000) Effects of water-soluble extracts from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on lipid peroxidation in tissues of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 531-536
 11. Cha, J.Y., Kim, H.J. Chung C.H. and Cho, Y.S. (1999) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Curania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 1310-1315
 12. Hatano, T., Edamatsu, R., Hiramatsu, M., Fujita, Y., Yosuhara, T., Yoshida, T., Okuda, T. (1989) Effect of the interantion of tannins with co-existing substance. VI, *Chem. Pharm. Bull.*, 37, 2016
 13. Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 80-85
 14. Kim, M.S., Lee, D.C., Hong, J.E., Chang, I.S., Cho, H.Y., Kwon, Y.K. and Kim, H.Y. (2000) Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korea and Indonesian plant. *Korean J. Food Sci. technol.* 32, 949-958
 15. Yamauchi, T., Date, H., Saihara, Y., and Osada, K. (1987) Deodorants Containing Hydrogen Peroxide and Plant Extracts. *Jpn. Kokai Takkyo koho JP 62, 87, 357* (C. A. 106: p162425b).
 16. Kim, M.S., Lee, D.C., Hong, J.E., Chang, I.S., Cho, H.Y., Kwon, Y.K. and Kim, H.Y. (2000) Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korean and Indonesian plants. *Korean J Food Sci. Technol.* 32, 949-958
 17. Park, Y.M., Jang, S.K., Kim, Y.S. and Kim, B.K. (1991) The constituents of Paulwnia stem. *Yakhak Hoeji* 35, 301-307
 18. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1204
 19. Wong, S.F., Holliwell, B., Richmond, R. and Skowroneck, W.R. (1981) The role of superoxide and hydroxyl radical in the degradation of hyaluronic acid induced by metal ions and by ascorbic acid. *J. Inorganic. Biochem.*, 14, 127-134
 20. Esterbauer, H., Lang, J., Zdravec, S. and Slater, T.F. (1981) In 'Methods in Enzymology', Academic Press, New York, U.S.A.
 21. Nakatani, N. (1990) Recent advance in the study on nature antioxidants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 37, 569-576
 22. Kim, H.J., Cha, J.Y., Choi, M.L. and Cho, Y.S. (2000) Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Agric Chem Biotechnol.* 43, 148-152
 23. Kim, H.Y., Jun, B.S., Kim, S.K., Cha, J.Y. and Cho, Y.S. (2000) Polyphenolic compound content antioxidants by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29, 1127-1132
 24. Cha, J.Y., Kim, S.K., Kim, H.J., Song, J.Y. and Cho, Y.S. (2000) Chemical compositions and leek(*Allium tuberosum*) seeds. *Korean J. Life Science*, 10, 273-278
 25. Proctor, P.H. (1989) Free radicals and human disease. In "CRC handbook of free radical and antioxidants in biomedicine" Miquel, J., Quintanilha, A.T. and Weber,

- H.(eds.), *CRC Press, Florida*, Vol. 1, p.209-222
26. Deisseroth, A. and Dounce, A.L. (1970) Catalase : Physical and chemical properties, mechanism of catalysis, and physiological role. *Physiol. Rev.*, 50, 319-375
27. Choi, U., Shin, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. (1992) Screening of natural antioxidant from plant and antioxidative effect. *Kor. J. Food Sci Technol.* 24. 142-148.
28. Chang, Y.S., Choi, U., Shin, D.H. and Shin, J.I. (1992) Synergistic of *Rhus javonia* L. ethanol extract containing several synergist. *Kor. J. Food Sci Technol.* 24. 149-153.

(접수 2001년 3월 4일)