

뽕나무 (*Morus alba*)와 꾸지뽕나무 (*Cudrania tricuspidata*)의 수용성 추출물에 의한 항산화 활성

김현정 · 차재영 · 최명락¹ · 조영수*

동아대학교 생명자원과학부, ¹여수대학교 생명공 · 화학공학부

초 록 : 뽕나무(*Morus alba*) 및 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)의 잎과 줄기 껍질의 수용성 추출물에 대하여 *in vitro* 실험계에서 항산화 활성을 비교 검토하였다. 성장기 마우스의 간장 microsome을 이용한 생체막 지질 과산화 억제정도는 꾸지뽕나무 줄기 껍질(53%)>뽕나무 줄기 껍질(43%)>꾸지뽕나무 잎(38%)>뽕나무 잎(34%) 순으로 나타났다. Linoleic acid 산화 실험계에서는 꾸지뽕나무 줄기 껍질과 뽕나무 잎의 추출물이 강한 항산화 활성을 나타내었으며, 꾸지뽕나무 줄기 껍질의 추출물은 반응 8일째까지 강한 활성을 보였다. TBA method에서는 뽕나무 줄기 껍질이 다른것에 비해 약간 강한 활성을 보였으며, 또한 DPPH에 의한 수소공여능은 각 시료첨가 0.05%에서 뽕나무 잎>꾸지뽕나무 잎>뽕나무 줄기 껍질>꾸지뽕나무 줄기 껍질 순으로 나타나 잎 추출물에서 비교적 수소공여 작용이 강하였다. 이들 추출물의 총 폴리페놀 화합물의 함량을 측정된 결과 뽕나무 잎(1.32%), 뽕나무 줄기 껍질(1.28%), 꾸지뽕나무 잎(1.34%), 꾸지뽕나무 줄기 껍질(1.30%)로 큰 차이가 없었다. (2000년 1월 15일 접수, 2000년 3월 11일 수리)

서 론

지방질 및 그 함유식품의 가공 또는 저장 중에 일어나는 지방질 산화는 변패취를 형성하고 필수지방산과 지용성 비타민의 손상을 일으켜 식품의 품질을 저하시킬 뿐만 아니라, 지질의 산화에 의하여 생성되는 과산화 생성물들은 생체 내에서 DNA를 손상시키거나 암을 유발하기도 하며, 세포의 노화와도 관련이 있는 것으로 알려지고 있다.¹⁾ 이와 같은 지방질의 산화를 억제하기 위해서 널리 사용되고 있는 방법이 항산화제를 직접 유지에 첨가하는 것이다. 천연물 중 항산화성 물질로는 phenol성 화합물, flavone 유도체, 토코페롤, 아스코르빈산, 아미노산, peptide, 셀레늄 등이 있으며^{2,3)} 합성 항산화제로는 BHT(Butylated hydroxytoluene), BHA(Butylated hydroxyanisole), PG(Propyl gallate), TBHQ(t-butylhydroquinone) 등이 있다. BHT와 BHA는 탁월한 효과와 경제성 때문에 폭넓게 사용되고 있으나 열안정성이 떨어지고 발암의 위험성⁴⁾이 제기되고 있으며, tocopherol과 같은 천연물은 안전하기는 하나 단독으로는 산화 연쇄반응 저지 능력이 낮고⁴⁾ 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 최근에는 각종 생약,^{5,6)} 식용식물^{7,8)} 추출물 등에서 보다 안전하고 항산화 효과가 뛰어난 천연 항산화제를 개발하기 위한 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다.

뽕나무(*Morus alba*) 잎에는 flavones, steroids, triterpenes, amino acids, vitamin 및 다량의 미네랄 성분이 존재하고 있으며, 또한 전통 생약으로 당뇨병을 예방·치료하며 갈증을 해소시키는 것으로 알려져 있다.⁹⁾ Asano¹⁰⁾는 뽕나무 잎으로부터 N-containing sugars를 분리·동정 하였으며, Basent¹¹⁾는 뽕잎으로

부터 ethylacetate, buthanol 분획에서 혈당강화 활성을 가진 물질이 2-aryl-benzofuran 유도체임을 보고하였다. 또한 정 등¹²⁾은 뽕잎의 water-soluble 분획에서 혈당강화 활성물질이 acarbose (의약품)와 마찬가지로 탄수화물의 소화와 관여하는 효소인 α -glucohydrolase 억제작용에 기인한다고 보고하였다. 최근 뽕잎 추출물이 흰쥐와 건강한 성인의 혈청 지질에 미치는 영향¹³⁾을 보고하였을 뿐 생리활성에 대한 체계적인 연구는 아직까지 보고된 바가 거의 없다. 뽕잎은 칼슘, 칼륨 등의 전해질과 pectin, cellulose 등의 식이섬유나 아미노산, protein 등이 풍부하고, 봄부터 가을에 걸쳐 채취 가능하다는 재배적 이점을 가지고 있으므로, 앞으로 식품소재로서 널리 이용될 가능성을 가지고 있다.

뽕나무과에 속하는 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 낙엽성 소교목¹⁴⁾으로 한방에서 잎 부분을 자수경엽이라 하여 습진, 유행성 이하선염, 폐결핵, 타박상, 급성관절염 등을 치료하는데 사용되고 있으며, 목부, 근피 및 과실부 부분도 치료에 이용되고 있다.¹⁵⁾ 그리고 우리나라 민간에서도 꾸지뽕나무를 다려서 마시면 간암 치료에 효과적인 것으로 알려져 있다. 지금까지 이 식물에 대한 연구로는 6,8-p-hydroxybenzyltaxifolin, 8-p-hydroxybenzyltaxifolin, 6-p-hydroxybenzyltaxifolin¹⁶⁾, kaempferol, kaempferol 7-0- β -D-glucopyranoside, kaempferide 7-0- β -D-glucopyranoside, naringenin 7-0- β -D-glucopyranoside¹⁷⁾ 등의 성분 연구가 보고되어져 있다. 최근, 꾸지뽕나무의 뽕잎을 대상으로 항염증작용 및 항균작용,^{18,19)} 마우스에서의 지질과산화 억제작용²⁰⁾과 꾸지뽕나무 잎, 열매, 줄기 및 뿌리의 MeOH추출물 EtOAc, CHCl₃ 및 BuOH 분획물이 흰쥐의 과산화지질 함량에 미치는 영향²¹⁾ 등이 보고되고 있을 뿐 생리활성에 대한 체계적인 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 뽕나무의 생리활성 물질을 효과적으로 이용하기 위한 구체적인 연구로 뽕나무와 꾸지뽕나무 추출물이 천연 항산화제로의 이용 가능성을 검토하였다.

찾는말 : *Morus alba*, *Cudrania tricuspidata*, polyphenolic compound, TBA, DPPH

*연락처 : Tel : 82-51-200-7586, 7501; Fax : 82-51-200-7505
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr.

재료 및 방법

재료

뽕나무 잎, 줄기 껍질은 부산시 사하구 하단동 동아대학교 뒷산에서 자생한 것으로서 1999년 5월에 채취하여 사용하였으며, 꾸지뽕나무 잎, 줄기 껍질은 1999년 5월에 경남 김해시 생림면에서 야생으로 자생하는 나무에서 직접 채취하였다.

시료의 추출

뽕나무 및 꾸지뽕나무의 잎, 줄기 껍질을 음지에서 건조시켜 잘게 분쇄한 후, 증량비로 10배 량의 증류수로 수욕상에서 3시간 추출을 2회 반복한 용액을 농축하여 -80°C에서 동결건조 한 것을 수용성 추출물로 하였다.

간장 microsome 분획의 조제

성장기의 정상 마우스로 부터 개복하여 적출한 간장을 냉각된 생리식염수로 즉시 씻고 여과지로 불기를 흡수시킨 다음 일정량 취해 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer(pH 7.4)를 가하여 homogenizer로 균질화 시켰다. 이 용액을 4°C로 설정된 냉각원심분리기(Kubota, KR-20000 T, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상정액을 4겹의 가아제로 여과하고, 여액을 4°C로 설정된 초원심분리기(Hitachi 55p-72, Tokyo, Japan)에서 45,000 rpm으로 45분간 원심분리하여 얻어진 침전물에 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer(pH 7.4)를 일정량 가하여 microsome 분획으로 하였다.

Fe²⁺/ascorbate에 의해 유도된 항산화 활성 조사

항산화 활성은 Wong 등의 방법²²⁾에 따라 50 mM Tris-HCl buffer(pH 7.5) 1.5 ml에 각 시료 용액 0.2 ml(6.0 mg/ml), 간 microsome 분획(1 ml/중 1 mg의 단백질 함유) 0.1 ml, 0.1 mM ascorbate 0.1 ml 및 5 mM FeSO₄ 0.1 ml를 차례로 가하여 반응액을 잘 혼합한 후 37°C의 shaking water bath에서 1시간 incubation 시켜 과산화유도시켰다. 이때 대조구는 시료를 첨가시키지 않고 위에서와 동일한 방법으로 실시하였다. Incubation이 끝나면 Esterbauer 등의 방법²³⁾에 준하여 3 M trichloroacetic acid와 2.5 N HCl의 혼합용액 0.5 ml를 가하고 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상정액 1 ml를 취하여 0.67% TBA 1 ml를 가하여 혼합하고 끓는 물 속에서 30분간 가열하여 발색시켰다. 냉각 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지질 과산화의 억제율은 대조군의 흡광도에 대한 저해율(%)로 비교하였다.

Thiocyanate에 의한 항산화 활성 조사

Osawa의 방법²⁴⁾에 따라 먼저 linoleic acid(25 mg/ml in EtOH), ferrous chloride(2.45 mg/ml in 3.5% hydrochloric acid), ammonium thiocyanate(0.3 g/ml in H₂O), 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0)를 조제하여 이들을 stock solution으로 사용하였다. 혼합용액은 각 시료용액 0.2 ml(6.0 mg/ml), linoleic acid 0.2 ml를 시험관에 넣고 혼합한 후 phosphate buffer 0.4 ml와 증류수 0.2 ml를 가하여 40°C에서 incubation하면서 일정

간격으로 측정하였다. 측정방법은 혼합용액에서 0.1 ml를 취하여 test tube에 넣고 70% ethanol 3 ml과 ammonium thiocyanate 용액 0.1 ml, ferrous chloride 용액 0.1 ml를 혼합한 후 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성의 비교를 위하여 합성 항산화제인 BHT를 시료첨가량의 1/10을 사용하여 BHT 첨가구로 하였다.

TBA(2-thiobarbituric acid)에 의한 항산화 활성 조사

먼저 각 시료용액 1 ml(6.0 mg/ml), linoleic acid(25 mg/ml in EtOH) 1 ml를 시험관에 넣고 혼합한 후 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0) 2 ml와 증류수 1 ml를 가하여 40°C에서 incubation하면서 일정간격으로 측정하였다. 측정방법²⁵⁾은 시료액 0.5 ml를 centrifuge tube에 넣고 35% trichloroacetic acid 0.25 ml와 0.75% aqueous TBA 0.5 ml를 가하여 혼합한 후 boiling water bath에서 가끔 shaking 하면서 15분간 처리하여 흐르는 물에 냉각시킨 후 70% trichloroacetic acid 0.5 ml를 가한 다음 20분 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하고, 그 상정액을 532 nm에서 측정하여 TBA 값을 나타내었다.

DPPH에 의한 수소공여능의 측정

DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 용액은 100 ml 에탄올에 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 528 nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다.²⁶⁾

총 폴리페놀 화합물의 함량분석

총 폴리페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis법²⁷⁾을 약간 변형시켜 측정하였다. 즉, 뽕나무 잎, 줄기 껍질 및 꾸지뽕나무의 잎, 줄기 껍질의 물추출물을 1 mg/ml에 녹인 다음 0.2 ml를 실험관에 취하고 증류수를 가하여 2 ml로 만든 후, 여기에 0.2 ml Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합하여 3분간 실온에 방치하였다. 정확히 3분 반응시킨 후 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 ml를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 ml로 만든 후, 실온에서 1시간 방치하여 상층액을 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. Tannic acid를 이용한 표준곡선은 tannic acid 1 g을 50% 메탄올용액 1 ml에 녹이고 최종농도가 0, 50, 100, 150, 200, 300 및 500 μ g/ml 용액이 되도록 취하여 위와 같은 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 화합물의 함량

페놀성 물질은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 이들은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성 기능도 가진다. 여기서는 tannic acid 표준곡선을 이용하여 뽕나무 잎, 줄

Table 1. Concentration of total polyphenolic compound in the water-soluble extracts of *Morus alba*(M.) and *Cudrania tricuspidata*(C.)

Sample	Total polyphenolic compounds (%) ¹⁾
M. Leaf	1.32
M. Stem bark	1.28
C. Leaf	1.34
C. Stem bark	1.30

¹⁾Tannic acid equivalent by Folin-Denis method. Values in the table are the average of four samples.

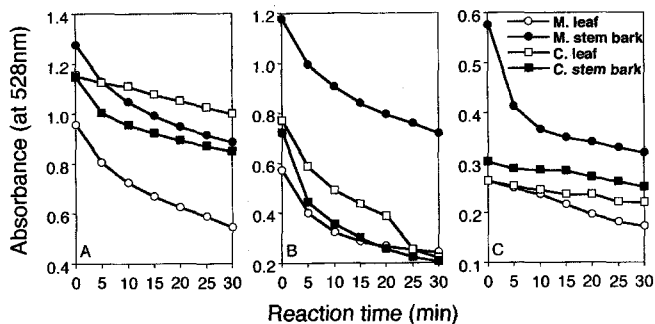


Fig. 1. Changes in the free radical level of a,a'-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) by water extract (A: 0.05%, B: 0.1%, C: 0.5%) from leaf and stem bark of *Morus alba*(M.) and *Cudrania tricuspidata*(C.).

기 껍질 및 꾸지뽕나무 잎, 줄기 껍질의 물추출물 중의 총 폴리페놀의 함량을 측정하였다(Table 1). 총 폴리페놀의 함량은 뽕나무 잎이 1.32%, 뽕나무 줄기가 1.28%, 꾸지뽕나무 잎이 1.34%, 꾸지뽕나무 줄기는 1.30%로 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 김 등⁸⁾은 茶類소재 식물류의 폴리페놀은 감잎, 녹차잎, 홍차잎, 우롱차잎 등에 각각 2.05%, 6.88%, 6.93%, 6.71%, 특히 녹차, 홍차, 우롱차 잎에서 상당히 많은 양을 함유한 것으로 보고하였다. 그러나 대부분의 연구 결과들이 실험절차, 표준물질, 추출 방법 등에 따라서 분석치 간의 차이가 크므로 총 폴리페놀성 물질 함량의 단순한 비교는 적합하지 않다고 생각된다.

DPPH 법에 의한 수소공여능

DPPH법은 tocopherol, ascorbate, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 정도를 항산화 물질의 수소공여능으로 알려져 있다.²⁶⁾ DPPH에 의한 수소공여능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 0.05~0.5% 물추출물 첨가구는 농도 증가에 따라 수소공여능도 증가됨을 알 수 있었다. 시료에 따른 수소공여능은 0.05%에서 뽕나무 잎 > 꾸지뽕나무 잎 > 뽕나무 줄기 껍질 > 꾸지뽕나무 줄기 껍질 순으로 대체로 잎 추출물에서 수소공여 작용이 강한 것으로 나타났다.

마우스의 간장 microsome의 지질 과산화 억제활성

마우스의 간장으로부터 조제한 microsome 분획은 free radical 반응에 의해 과산화 되기 쉬운 불포화 지방산을 함유하고 있는 세포막으로 생체에서 일어나는 지질 과산화의 *in vitro* model로

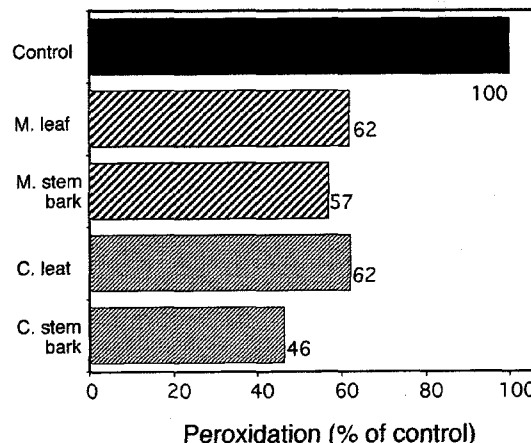


Fig. 2. Antioxidative activity of water-soluble extract (6.0 mg/ml) from leaf and stem bark of *Morus alba*(M.) and *Cudrania tricuspidata*(C.) in hepatic microsomal system that is measured by the TBARS method.

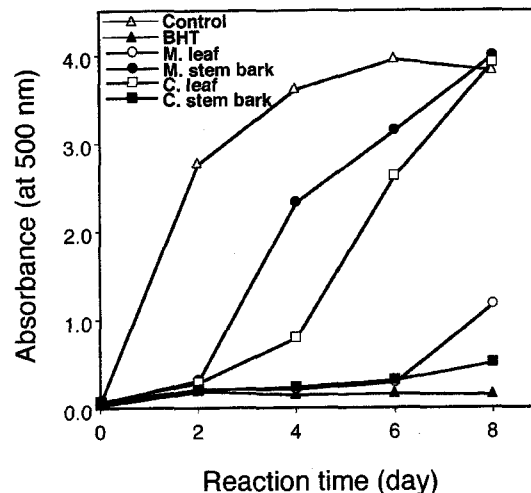


Fig. 3. Antioxidative activity of water-soluble extract (6.0 mg/ml) from leaf and stem bark of *Morus alba*(M.) and *Cudrania tricuspidata*(C.) in the linoleic acid system that is measured by the thiocyanate method. BHT was added at the level of 0.6 mg/ml as the standard sample.

널리 이용되고 있다.^{21,28)} 생체막 구성성분인 인지질의 불포화 지방산은 활성산소종과 같은 free radical에 의하여 과산화 반응이 개시되며 또한 연쇄적으로 진행^{29,30)}되므로 free radical에 의한 지질의 과산화 반응은 세포막의 투과성을 항진시킬 뿐만 아니라 전반적인 세포독성을 초래하여 노화현상 및 이에 따른 여러 가지 병리현상을 유도하는 것으로 알려져 있다.^{31,32)} 본 실험에서는 Fe²⁺/ascorbate을 첨가하여 비효소적으로 과산화를 유도²²⁾하여, 뽕나무 잎, 줄기 껍질 및 꾸지뽕나무 잎, 줄기 껍질의 물추출물이 microsome 불포화 지방산의 지질 과산화 억제에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 지질 과산화 억제 정도는 꾸지뽕나무 줄기 껍질(53%)>나무 줄기 껍질(43%)>꾸지뽕나무 잎(38%)>뽕나무 잎(34%) 순으로 나타나 줄기 껍질 추출물에서 강한 항산화 활성을 나타내었다. 박 등²¹⁾도 꾸지뽕나무 잎, 줄기의 MeOH 추출물 및 MeOH 추출물 분획물이 지질과산화물의 생성을 억제 시켰다고 보고하였다.

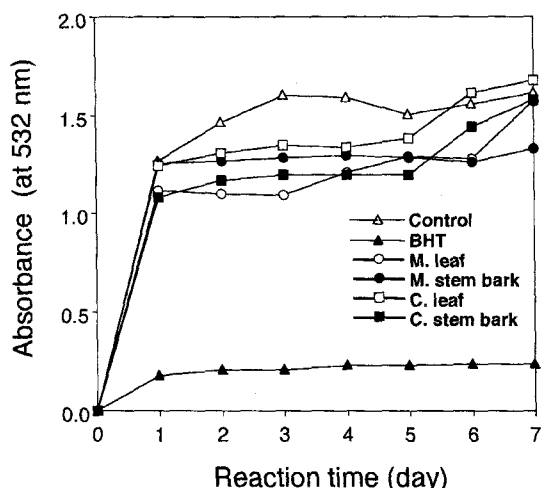


Fig. 4. Antioxidative activity of water extract (6.0 mg/ml) of leaf and stem bark from *Morus alba*(M.) and *Cudrania tricuspidata*(C.) in the linoleic acid system that is measured by the TBARS method. BHT was added at the level of 0.6 mg/ml as the standard sample.

Linoleic acid 산화 실험계를 이용한 항산화 활성

뽕나무 잎, 줄기 껍질 및 꾸지뽕나무 잎, 줄기 껍질의 물추출물을 불포화 지방산인 linoleic acid를 이용한 thiocyanate 방법으로 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. Microsome 항산화 실험계를 이용한 실험의 결과와 마찬가지로 꾸지뽕나무 줄기 껍질의 추출물에서 높은 항산화 활성을 나타내었다. 꾸지뽕나무 줄기 껍질의 물추출물은 반응 8일째까지 대조구에 비해 매우 강한 항산화 활성을 보였으며, 뽕나무 잎 물추출물에서도 반응 6일째까지 높은 항산화 활성을 보였다. 그러나 뽕나무 줄기 껍질과 꾸지뽕나무 잎 물추출물에서는 비교적 낮은 항산화 활성을 나타내었다. 또한, TBA법을 이용하여 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 반응 4일째까지의 활성능력은 꾸지뽕나무 줄기 껍질>뽕나무 잎>뽕나무 줄기 껍질>꾸지뽕나무 잎 순이었으며, 반응 7일째에는 뽕나무 줄기 껍질이 다른 실험군들보다 좋은 활성을 나타내었다. 이들에 비해 대조군으로 사용된 BHT는 매우 강한 항산화 작용을 보였다. 최 등³³⁾ 및 장 등³⁴⁾은 식품으로 사용되어 그 안전성이 확인된 각종 식물 및 약재를 ethanol과 물로 추출하여 항산화력을 검색한 결과, ethanol 추출물이 물추출물 보다 항산화 효과가 강하고 추출수율도 높았다고 하였다. 따라서, 뽕나무 잎, 줄기 껍질 및 꾸지뽕나무 잎, 줄기 껍질을 각종 유기용매로 추출한 분획으로 항산화 실험을 한다면 보다 강력한 항산화물질을 분리 할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Branen, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**, 59-63.
2. Fukuda, Y. and Nagata, M. (1986) Chemical aspects of the antioxidative activity of roasted sesame seed oil and the effect of using the oil for frying. *Agric. Biol. Chem.* **50**, 857-861.
3. Hudson, B. and Lewis, J. (1987) Polyhydroxy flavonoid

antioxidants for edible oil phospholipid as synergist. *Food Chem.* **19**, 537-541.

4. Omaye, S. T., Reddy, K. A. and Cross, C. E. (1977) Effect of butylated hydroxytoluene and other antioxidants on mouse lung metabolism. *J. Toxicol. Environ. Health* **3**, 829-836.
5. Lim, D. K., Choi, U. and Shin, D. H. (1996) Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **28**, 83-89.
6. 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. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **27**, 80-85.
7. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (1999) Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rats. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **28**, 1131-1136.
8. Kim, M. H., Kim, M. C., Park, J. S., Park, E. J. and Lee, J. O. (1999) Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **31**, 273-279.
9. Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I. and Kimura, M. (1995) Hypoglycemic activity and mechanisms of extracts from mulberry leaves (*Folium mori*) and cortex mori radices in streptozotocin-induced diabetic mice. *Akugaku Zasshi* **115**, 476-82.
10. Asano, N., Tomioka, E., Kizu, H. and Matsui, K. (1994) Sugars with nitrogen in the ring isolated from the *Morus bombycis*. *Carbohydr. Res.* **253**, 235-245.
11. Basnet, P., Kodota, S., Terashima, S., Shimizu, M. and Namba, T. (1993) Two new 2-arylbenzofuran derivatives from hypoglycemic activity-bearing fractions of *Morus insignis*. *Chem. Pharm. Bull.* **41**, 1238-1243.
12. Lee, J. S., Choi M. H. and Jung, S. H. (1995) Blood glucose-lowering effects of Mori Folium. *Yakhak Hoeji* **39**, 367-372.
13. Kim, S. Y., Lee, W. C., Kim, H. B., Kim, A. J. and Kim, S. K. (1998) Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from Mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1217-1222.
14. Lee, C. B. (1985) In 'Dehanshikmuldogam,' Hyangmoonsha, Seoul, Korea. (In Korean)
15. Kangjoshineuihakwon (1985) In 'Jungyakdesajon,' 2nd, Sohakkyan.
16. Fujimoto, T. and Nomura, T. (1985) Components of root bark of *Cudrania tricuspidata* 3. Isolation and structure studies on the flavonoids. *Planta Medica.* **51**, 190-196.
17. Pack, I. C., Young, H. S. and Choi, J. S. (1992) Constituents of *Cudrania tricuspidata* in Korea. *Yakhak Hoeji* **36**, 40-45.
18. Kim, S. H., Kim, N. J., Choi, J. S. and Park, J. C. (1993) Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **22**, 68-72.
19. Ottersen, T., Vance, B., Doorenbos, N. J., Chang, B. L. and El-Feraly, F. S. (1977) The crystal structure of cudranone, 2,6,3'-trihydroxy-4-methoxy-2'-(3-methyl-2-butenyl)-I, a new antimicrobial agent from *Cudrania cochinchinensis*. *Acta Chem. Scand [B]* **31**, 434-436.
20. Chang, C. H., Lin, C. C., Hattori, M. and Namba, T. (1994) Effects of anti-lipid peroxidation of *Cudrania cochinchinensis* var. gerontogea. *J. Ethnopharmacol.* **44**, 179-185.

21. Park, J. C., Choi, J. S. and Choi, J. W. (1995) Effects of the fraction from the leaves, fruits, stems and roots of *Cudrania tricuspidata* and flavonoids on lipid peroxidation. *Kor. J. Pharmacogn.* **26**, 377-384.
22. Wong, S. F., Holliwell, B., Richmond, R. and Skowronek, 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.
23. Esterbauer, H., Lang, J., Zadavec, S. and Slater, T. F. (1981) In 'Methods in Enzymology,' Academic Press, New York, U.S.A.
24. Osawa, T. (1981) A novel type of antioxidant isolated from leaf of *Eucalyptus* leaves. *Agric. Biol. Chem.* **45**, 735-739.
25. Ottolenghi, A. (1959) Interaction of ascorbic acid and mitochondrial lipids. *Arch. Biochem. Biophys.* **79**, 355-461.
26. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* **26**, 1199-1204.
27. Gutfinger, T. (1981) Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **58**, 966-968.
28. Kim, S. C. (1995) Isolation and antioxidant activities of flavonoids from the root of *Sutellaria baicalensis* G., Ph.D. Thesis, Kon-Kuk University, Seoul, Korea.
29. Oyanagui, Y. (1989) In 'SOD and active oxygen modulators,' Nihon Igakukan, Tokyo, Japan.
30. Corfrau, R. S., Kumar, V. and Robbins, S. L. (1989) In 'Robbins Pathologic Basis of Disease,' Saunders, W. B., Philadelphia, U.S.A.
31. Plaa, G. L. and Witschi, H. (1976) Chemicals, drugs and lipid peroxidation. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **16**, 125-131.
32. Johnson, J. E., Walford, R., Harma, D. and Miquel, J. (1986) In 'Free Radicals, Aging and Degenerative Disease,' Alen R. Liss, N.Y.
33. 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.
34. Chang, Y. S., Choi, U., Shin, D. H. and Shin, J. I. (1992) Synergistic of *Rhus javanica* L. ethanol extract containing several synergist. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **24**, 149-153.

Antioxidative Activities by Water-Soluble Extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*

Hyun-Jung Kim, Jae-Young Cha, Myung-Lack Choi¹ and Young-Su Cho*(Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea; ¹Biotechnology and Chemical Engineering Yosu National University, Yosu 550-749, Korea)

Abstract : The antioxidative activities of water-soluble extracts from leaves and stem bark of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* were compared *in vitro* experimental models. Antioxidative activities were measured by inhibition activity against lipid peroxidation of mouse liver microsome, and they were showed in the following order; stem bark of *C. tricuspidata*(53%)>stem bark of *M. alba*(43%)>leaves of *C. tricuspidata*(38%)>leaves of *M. alba*(43%). In antioxidative activities determined by thiocyanate method and TBA method, the water-soluble extract of stem bark of *C. tricuspidata* showed the highest antioxidative activity. The water-soluble extracts of leaves were slightly stronger than other extracts in DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) method. The concentrations of total polyphenolic compound from water-soluble extracts of leaves and stem bark of *M. alba* and *C. tricuspidata* were 1.32%, 1.28%, 1.34% and 1.30% respectively. In these results, the water-soluble extract of stem bark from *Cudrania tricuspidata* showed the highest antioxidative activity.

Key words : *Morus alba*, *Cudrania tricuspidata*, polyphenolic compound, TBA, DPPH.

*Corresponding author