

개머루덩굴 추출물의 항산화 효과

임태진*, 최무영¹상지대학교 동물생명자원학부 생명공학전공, ¹식품영양학과The antioxidative effects of *Ampelopsis brevipedunculata* extractsTae-Jin Rhim* and Moo-Young Choi¹

Department of Biotechnology in Division of Animal and Life Science

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

Abstract - This study was carried out to investigate the antioxidative capacity of *Ampelopsis brevipedunculata* 95% ethanol extracts. The concentration of *A. brevipedunculata* extract at which DPPH radical scavenging activity was inhibited by 50% was 0.42 mg/mL as compared to 100% by pyrogallol as a reference. Total antioxidant status was examined by total antioxidant capacity against ABTS radical reactions. Total antioxidant capacities of *A. brevipedunculata* extract at the concentrations of 0.1 and 1 mg/mL were 0.65 and 3.71 mM Trolox equivalents, respectively. Oxygen radical absorbance capacities of *A. brevipedunculata* extract at the concentrations of 5 and 100 µg/mL were 22.75 and 131.25 µM gallic acid equivalents, respectively. Superoxide scavenging activities of *A. brevipedunculata* extract at the concentrations of 0.1 and 1 mg/mL were 27.7 and 56.0%, respectively. Total phenolic contents of *A. brevipedunculata* extract at the concentrations of 0.5 and 2.0 mg/mL were 0.55 and 2.06 mM gallic acid equivalents, respectively. *A. brevipedunculata* extract at the concentration of 0.1 mg/mL inhibited 0.2 mM and 0.5 mM tert-butyl hydroperoxide induced cytotoxicity by 36.2 and 23.3%, respectively, in HepG2 cell culture system. Thus strong antioxidant and cytotoxicity-inhibiting effects of *A. brevipedunculata* extract seem to be due to, at least in part, the prevention from free radicals-induced oxidation as well as high levels in total phenolic contents.

Key words - *Ampelopsis brevipedunculata*, DPPH, ORAC, superoxide, HepG2, cytotoxicity

서 언

반응산소종(reactive oxygen species, ROS)에는 superoxide anion, hydroxyl radical, hydrogen peroxide 등이 있으며, 단백질 불활성화, 지질과산화, DNA 변성 등을 초래하여 세포의 기능장애를 유발하고, 암을 비롯하여 동맥경화증, 당뇨병, 파킨슨 질병 등 수많은 질병을 일으키는 것으로 보고되고 있다(Halliwell et al., 1992; Thannickal and Fanburg, 2000). 항산화제는 이러한 ROS를 제거시킴으로써 생체내 산화성 스트레스로 인하여 생성되는 산화물질들을 방어하는 작용을 한다. 최근들어 건강에 대한 관심이 높아지면서 페놀화합물과 같이 특히 식물계에 널리 분포되어 있는 천연 항산화제의 중요성과 이에 관한 연구

가 증대하고 있다.

개머루덩굴(*Ampelopsis brevipedunculata*)은 포도과 개머루속에 속하는 낙엽성 덩굴식물이다. 예로부터 개머루덩굴의 잎, 줄기, 열매, 뿌리 등은 간 기능을 회복시켜주는 효과가 탁월하여, 간질환 치료 등의 약용으로 사용되어 왔다. 개머루덩굴의 메탄올추출물은 농도 의존적으로 강력한 환원력을 나타내었고, 리놀산 과산화와 플라스미드 DNA 산화를 억제시켰다(Wu 등, 2004). 사염화탄소(CCl₄)로 간 독성이 유발된 마우스에 개머루덩굴의 에탄올추출물 급여는 증가된 glutamic pyruvic transaminase(GPT) 활성을 감소시켜 간 손상을 억제시켰고(Yabe and Matsui, 2000), 또한 흰쥐 간세포배양에서 개머루덩굴 에탄올추출물은 CCl₄ 처리에 의해 증가된 GPT 활성을 감소시켜 간 손상을 억제시켰다(Yang et al., 1987). 개머루덩굴의 에탄올추출물은 Fe(II)로 처리한 간세포의 증가된 lactate dehydrogenase

*교신저자(E-mail) : tjrhim@sangji.ac.kr

(LDH) 방출을 감소시켰으며(Yabe et al., 1998), 개머루 덩굴의 물추출물은 picrolonic acid와 benzo[a]pyrene에 대한 항종양 활성도 나타내었다(Lee and Lin, 1988).

이와 같이, 개머루덩굴의 간 보호 기능에 관해 일부 보고되고 있으나, 항산화 활성 등 생리활성에 관한 연구결과는 많이 보고되지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 개머루덩굴 추출물이 free radical(ROS) 소거 활성과 세포독성 억제 효과들을 조사하였다.

재료 및 방법

시약

항산화 활성 분석 및 세포배양에 사용된 시약들은 Sigma사(USA)로부터 구입하였고, dimethyl sulfoxide(DMSO)는 Cambrex사(USA)로부터 구입하였다. 본 연구에 사용된 모든 화학물과 용매들은 분석급 이상으로 사용하였다.

개머루덩굴 추출물

개머루덩굴은 한국산으로 충청북도 제천시 재배농가에서 구입하여 본 연구의 시료로 사용하였다. 분쇄한 시료 500 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, 동결 건조후 18.25 g의 추출물을 회수하였다. 개머루덩굴 추출물은 분석시까지 -80°C에서 보관하였다.

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

DPPH free radical 소거활성은 Malterud et al.(1993)의 방법에 따라 측정하였다. DPPH 용액(45 µg/mL methanol)을 추출물과 혼합한 다음 515 nm에서 흡광도의 감소를 30 초 간격으로 5분간 측정하였다. Free radical 소거활성은 pyrogallol 용액(125 µg/mL DMSO)의 흡광도 감소를 100%로 기준하여 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 α-tocopherol을 사용하여 DPPH 소거활성을 비교 조사하였다.

총항산화능 (total antioxidant capacity, TAC) 측정

총항산화 활성(total antioxidant status)은 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-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt 용액 및 0.44 mM H₂O₂ 용액 등을 첨가하고 혼합한 뒤 5분 후에 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 표준시약으로 사용하여 표준곡선을 작성하였고, TAC 활성은 mM Trolox equivalent로 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 α-tocopherol을 사용하여 TAC를 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 50분간 측정하였다. 표준시약으로 gallic acid를 사용하였으며, 표준시약과 추출물의 area under the curve(AUC)를 측정하였다. ORAC은 표준시약 농도와 AUC 간의 회귀곡선을 이용하여 µM gallic acid equivalent로 표기하였다. 또한, 양성 대조군으로 ascorbic acid를 사용하여 ORAC를 비교 조사하였다.

Superoxide 소거활성 측정

Superoxide 소거활성은 Liu et al.(1997)의 방법에 따라 측정하였다. 추출물에 62 µM nitro blue tetrazolium(NBT)과 98 µM β-nicotinamide adenine dinucleotide(NADH)를 함유한 20 mM Tris 용액(pH 8.0)을 혼합한 다음, 20 mM Tris 용액과 33 µM phenazine methosulfate(PMS)를 각각 첨가하였다. 즉, 비효소적으로 PMS/NADH로 유발된 superoxide는 NBT를 자주색의 formazan으로 환원시키며, 생성된 formazan을 측정하기 위해 560 nm에서 10 분 동안 반응물의 흡광도를 측정하였다. 추출물의 superoxide 소거활성(%)은 [(흡광도추출물무첨가-흡광도추출물)/흡광도추출물무첨가]×100의 공식으로 계산하였다. 또한, 양성 대조군으로 α-tocopherol을 사용하여 superoxide 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% Na₂CO₃ 용액을

첨가하고 90분간 방치한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정함으로써 결정하였다. 표준시약으로 gallic acid를 사용하여 표준곡선을 작성하였고, 총페놀 함량은 mM gallic acid equivalent로 표기하였다.

세포독성 억제효과 측정

개머루덩굴 추출물이 세포독성 억제 효과를 조사하기 위해 tert-butyl hydroperoxide(t-BHP)로 유도된 HepG2 세포배양실험에서 개머루덩굴 추출물 첨가에 의한 세포 생존율을 측정하였다. HepG2 세포(KCLB No. 88065)는 한국세포주은행으로부터 구입하였다. HepG2 세포를 10% FBS와 100 U/mL penicillin 및 100 ug/mL streptomycin이 포함된 RPMI-1640 배지를 사용하여 5×10^4 cells/well이 되도록 24-well plate(SPL, Korea)에 분주하고 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양하였다. 100% confluent에 도달한 후 t-BHP(0.2 및 0.5 mM) 또는 개머루덩굴 추출물(0.1 mg/mL)이 포함된 배지로 교체하고 4시간 동안 배양하였다. 배양액을 제거하고 세포 단층에 Mosmann(1983)의 방법에 따라 MTT 시약(5 mg/mL)을 첨가하고 37°C, 5% CO₂ incubator에서 3시간 배양한 후 0.04 M HCl 용액을 첨가한 뒤 570 nm에서 흡광도를 측정함으로써 MTT 값을 측정하였다. 세포 생존율은 대조군의 MTT값을 100%로 기준하여 처리군의 MTT값으로 표기하였다.

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

개머루덩굴 추출물의 농도별 DPPH radical 소거활성은 Fig. 1에 나타나 있다. Pyrogallol의 억제율을 100%로 기준하였을 때 개머루덩굴 추출물의 0.05 mg/mL 농도에서 DPPH radical 소거활성은 15.9%이었고, 추출물 농도가 증가할수록 소거활성도 증가하여, 0.1, 0.5 및 1 mg/mL 농도의 추출물은 각각 26.2, 65.5 및 88.9%의 소거활성을 나타내었다. 그러나, Wu et al.(2004)은 개머루덩굴의 메

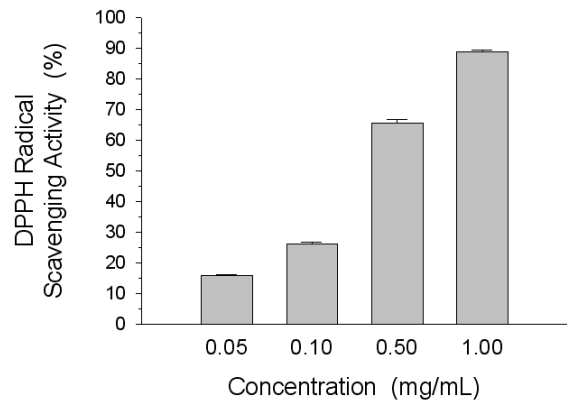


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activities of *A. brevipedunculata* extracts. Data results were expressed as % radical scavenging activity relative to 100% radical scavenging activity of pyrogallol solution as a reference. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

탄올추출물이 0.1 mg/ml 농도까지 농도 의존적으로 DPPH radical 소거활성을 나타내었지만, 그 이상의 농도(1.0 mg/ml 까지)에서는 DPPH 소거활성의 변화가 관찰되지 않았다고 보고한 바 있다. 추출물 농도와 DPPH radical 소거활성 간의 회귀분석 결과($Y=17.93+75.64X$, Y는 radical 억제%이며, X는 추출물 농도), 50%의 radical 소거활성에 필요한 개머루덩굴 추출물의 농도(IC₅₀)는 0.42 mg/mL로 나타났다. α -tocopherol의 DPPH IC₅₀이 0.2 mg/mL인 것과 비교해 볼 때, 개머루덩굴 추출물의 DPPH radical 소거활성이 α -tocopherol의 약 절반임을 알 수 있었다.

TAC

총항산화능은 Trolox를 표준물질로 사용하여 ABTS radical에 대한 소거활성을 흡광도로 측정하였으며, 개머루덩굴 추출물의 농도별 TAC는 Fig. 2에 나타나 있다. 개머루덩굴 추출물 0.1 mg/mL 농도의 TAC는 0.65 mM Trolox equivalent이었으며, 추출물 농도가 증가함에 따라 TAC도 비례적으로 증가하여 0.2, 0.5 및 1 mg/mL 농도에서는 각각 1.20, 2.17 및 3.71 mM Trolox equivalent를 나타내었다. 양성 대조군으로 사용한 α -tocopherol 0.5 mg/mL 농도의 TAC는 1.03 mM Trolox equivalent로 나타나, 개머루덩굴의 총항산화능은 α -tocopherol에 비해 두배 정도 높은 수준으로 ABTS radical 소거활성이 매우 높음을 알 수 있었다. 또한, *A. sinica*의 에탄올추출물을 이용한 연구(Chen

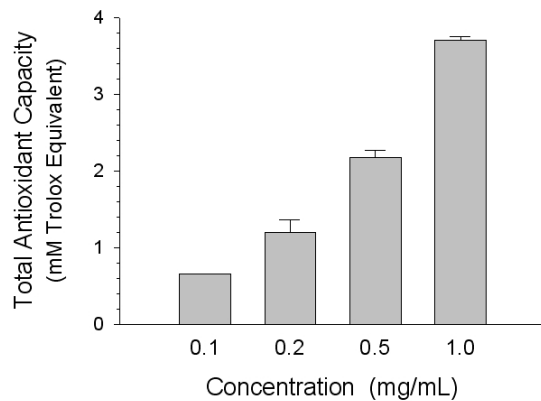


Fig. 2. Total antioxidant capacity of *A. brevipedunculata* extracts. Data results were expressed as in terms of mM Trolox equivalent. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

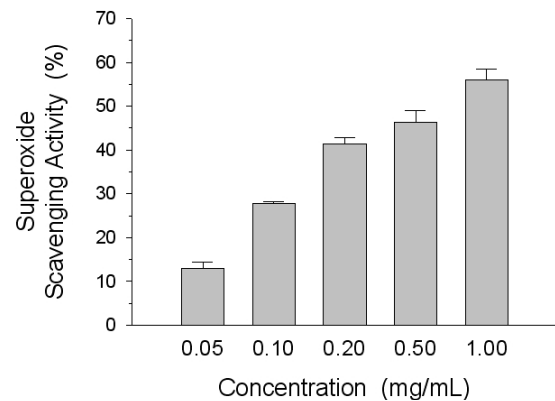


Fig. 4. Superoxide radical scavenging activities of *A. brevipedunculata* extracts. Data results were expressed as % inhibition of the activity. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

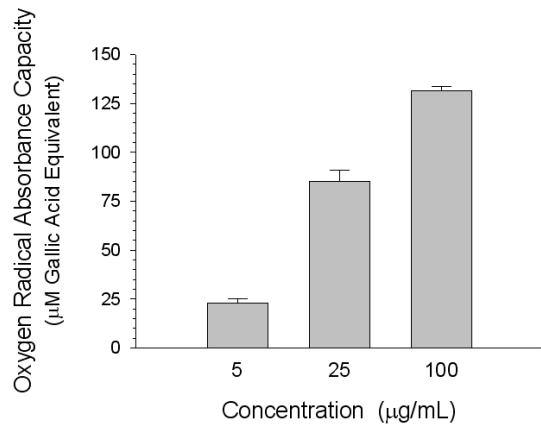


Fig. 3. Oxygen radical absorbance capacity of *A. brevipedunculata* extracts. Data results were expressed as in terms of μ M gallic acid equivalent. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

et al., 2005)에서도 본 연구에서 관찰된 개머루덩굴 추출물의 TAC와 유사하게 탁월한 항산화 활성이 보고된 바 있다.

ORAC

ORAC assay는 AUC를 측정함으로써, free radical 손상에 대한 억제 시간과 억제율을 모두 반영하는 항산화능 측정 방법이다. Gallic acid를 표준물질로 사용하여 AAPH에 의해 생성된 peroxy radical에 대한 소거활성을 형광도로 측정하였으며, 개머루덩굴 추출물의 농도별 ORAC는 Fig. 3에 나타나 있다. 개머루덩굴 추출물 5 μ g/mL 농도의 ORAC는 22.75 μ M gallic acid equivalent이었으며,

추출물 농도가 증가함에 따라 ORAC도 증가하여, 25 및 100 μ g/mL 농도의 개머루덩굴 추출물의 ORAC는 각각 85.38 및 131.25 μ M gallic acid equivalent로 나타났다. 양성 대조군으로 사용한 ascorbic acid 100 μ g/mL 농도의 ORAC는 28.0 μ M gallic acid equivalent로 나타나, 개머루덩굴의 peroxy radical 소거활성은 ascorbic acid에 비해 월등히 높음을 알 수 있었다.

Superoxide 소거활성

Superoxide 소거활성은 추출물 무첨가군의 흡광도 변화를 100%로 기준하여 추출물 첨가군의 흡광도 변화를 superoxide 생성 억제율로 표시하였다. 개머루덩굴 추출물의 농도별 superoxide 소거활성은 Fig. 4에 나타나 있다. 개머루덩굴 추출물 0.05 mg/mL 농도의 superoxide 소거활성은 13.0%이었으며, 추출물 농도가 증가함에 따라 소거활성도 증가하여, 0.1, 0.2, 0.5 및 1 mg/mL 농도의 개머루덩굴 추출물의 superoxide 소거활성은 각각 27.7, 41.4, 46.4 및 56.0%로 나타났다. 양성 대조군으로 사용한 α -tocopherol 0.1 mg/mL 농도의 superoxide 소거활성은 26.9%로 나타나, 개머루덩굴의 superoxide 소거활성이 α -tocopherol과 유사함을 알 수 있었다.

총페놀 함량

개머루덩굴 추출물의 농도별 총페놀 함량은 Fig. 5에 나타나 있다. 개머루덩굴 추출물 0.25 mg/mL 농도의 총페놀 함량은 0.19 mM gallic acid equivalent이었으며, 추

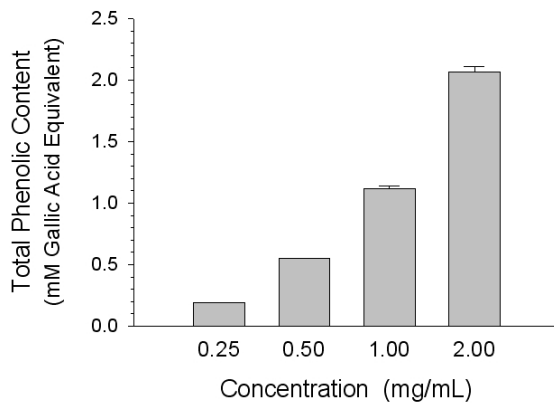


Fig. 5. Total phenolic content of *A. brevipedunculata* extracts. Data results were expressed as in terms of mM gallic acid equivalent. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

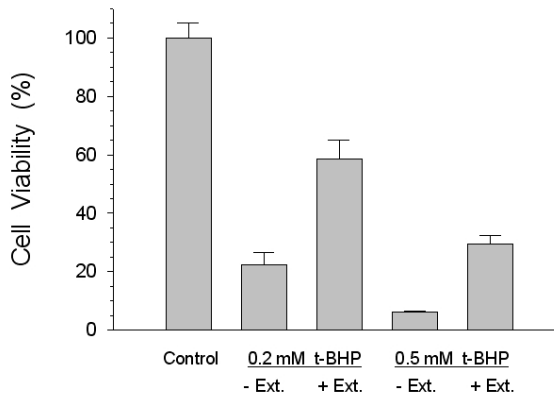


Fig. 6. The effect of *A. brevipedunculata* extracts on HepG2 cell viability. HepG2 cells were cultured for 4 h in the presence of t-BHP and/or 0.1 mg/mL of *A. brevipedunculata* extracts. Cell viability was determined using MTT method. Each bar represents the mean \pm SD of triplicate determinations.

출물 농도가 증가함에 따라 총페놀 함량도 비례적으로 증가하여, 0.5, 1 및 2 mg/mL 농도에서 각각 0.55, 1.12 및 2.06 mM gallic acid equivalent로 나타나, 개머루덩굴 추출물의 총페놀 함량이 매우 높은 것으로 관찰되었다.

세포독성 억제 효과

세포 생존율은 대조군(t-BHP 무첨가군)의 MTT값을 100%로 기준하여 표기하였다. HepG2 세포에 0.2 및 0.5 mM 농도의 t-BHP를 첨가한 뒤 4시간 배양한 결과, 세포 생존율은 각각 22.5 및 6.2%로 나타나, t-BHP가 HepG2

세포 독성을 유발하였음을 알 수 있었다. HepG2 세포배양에서 0.2 및 0.5 mM 농도의 t-BHP 존재하에 개머루덩굴 추출물 0.1 mg/mL 농도의 첨가는 각각 58.7 및 29.5%의 생존율을 나타나, 개머루덩굴 추출물이 세포독성에 의한 손상을 유의적으로 ($p < 0.05$) 억제시켰음을 알 수 있었다. 본 실험에서 관찰된 개머루덩굴 추출물의 세포독성 억제효과는 기존 in vivo 및 in vitro 연구에서도 유사하게 보고된 바 있다. Yabe and Matsui(2000)는 CCl₄로 간손상을 유발시킨 마우스에 개머루덩굴 에탄올추출물의 급여는 혈중 GPT 농도 및 fiber 형성을 유의적으로 감소시켜 간손상을 억제시켰다고 보고하였으며, Yabe et al.(1998)은 흰쥐 간세포 배양실험에서 FeSO₄에 의해 증가된 LDH 방출과 지질과산화가 개머루덩굴 에탄올추출물 첨가에 의해 대조군 수준으로 억제되었으며, 세포생존율이 대조군 수준으로 증가되었다고 보고한 바 있다. 또한 Wu et al.(2004)도 HepG2 세포 배양실험에서 개머루덩굴의 메탄올추출물이 농도 의존적으로 H₂O₂에 의한 산화스트레스로부터 유의적인 보호효과를 나타내었다고 보고한 바 있다.

따라서, 본 연구 결과들은 개머루덩굴 추출물의 강력한 항산화 효과와 세포 독성 억제 효과를 나타내 보이고 있으며, 이러한 효능들은 적어도 자유라디칼의 산화 억제와 높은 총페놀 함량에 기인하는 것으로 사료된다. 또한, 향후 개머루덩굴 추출물의 항산화 성분 분석 및 동정 및 항산화 기전 연구와 더불어 개머루덩굴 추출물의 천연 항산화제로의 개발 가능성을 시사하고 있다.

적 요

본 연구에서는 개머루덩굴 95% 에탄올추출물의 항산화 효과를 조사하였다. Pyrogallol의 억제율을 100%로 기준하였을 때, DPPH 라디칼을 50% 억제시키는데 필요한 개머루덩굴 추출물의 농도는 0.42 mg/mL이었다. 총항산화 활성은 ABTS 라디칼에 대한 항산화능으로 측정하였다. 개머루덩굴 추출물 0.1 및 1 mg/mL의 총항산화능은 각각 0.65 및 3.71 mM Trolox와 동등한 수준이었다. 개머루덩굴 추출물 5 및 100 μ g/mL의 peroxy radical 소거능은 각각 22.75 및 131.25 μ M gallic acid와 동등한 수준이었다. 개머루덩굴 추출물 0.1 및 1 mg/mL의 superoxide 소거능은 각각 27.7 및 56.0%이었다. 개머루덩굴 추출물 0.5 및 2 mg/mL의 총페놀 함량은 각각 0.55 및 2.06 mM

gallic acid와 동등한 수준이었다. 또한, HepG2 세포주를 이용한 세포배양에서 개머루덩굴 추출물 0.1 mg/mL 농도의 첨가는 0.2 및 0.5 mM tert-butyl hydroperoxide로 유도된 세포독성을 각각 36.2 및 23.3% 감소시켰다. 따라서, 본 연구 결과들은 개머루덩굴 추출물의 강력한 항산화 효과와 세포독성 억제 효과를 나타내며, 이러한 효능은 적어도 자유라디칼의 산화 억제와 높은 총페놀 함량에 기인하는 것으로 사료된다.

주요어: 개머루덩굴, DPPH, peroxy radical 소거능, superoxide, HepG2, 세포독성

사 사

이 논문은 2009년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

인용문헌

Chen, K., G.W. Plumb, R.N. Bennett and Y. Bao. 2005. Antioxidant activities of extracts from five anti-viral medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.* 96:201-205.

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.

Halliwell, 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.

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.

Lee, H. and J.-Y. Lin. 1988. Antimutagenic activity of extracts from anticancer drugs in Chinese medicine. *Mutat. Res.* 204:229-234.

Liu, F., V.E.C. Ooi and S.T. Chang. 1997. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* 60:763-771.

Malterud, K.E., T.L. Farbot, A.E. Huse and R.B. Sund. 1993. Antioxidant and radical scavenging effects of anthraquinones and anthrones. *Pharmacology* 47:77-85.

Mosmann, T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods* 65:55-63.

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.

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.

Wu, M.-J., J.-H. Yen, L. Wang and C.-Y. Weng. 2004. Antioxidant activity of Porcelainberry (*Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv.). *Am. J. Chin. Med.* 32:681-693.

Yabe, N. and H. Matsui. 2000. *Ampelopsis brevipedunculata* (Vitaceae) extract inhibits a progression of carbon tetrachloride-induced hepatic injury in the mice. *Phytomedicine* 7:493-498.

Yabe, N., K. Tanaka and H. Matsui. 1998. An ethanol-extract of *Ampelopsis brevipedunculata* (Vitaceae) berries decreases ferrous iron-stimulated hepatocyte injury in culture. *J. Ethnopharmacol.* 59:147-159.

Yang, L.-L., K.-Y. Yen, Y. Kiso and H. Hikino. 1987. Antihepatotoxic actions of formosan plant drugs. *J. Ethnopharmacol.* 19:103-110.

(접수일 2010.7.23; 수락일 2010.10.17)