

모시잎의 항산화 효과 및 암세포주에 대한 세포 독성

김인숙^{1†} · 박권삼² · 유현희³ · 신미경¹

¹원광대학교 식품영양학과, ²군산대학교 식품생명공학과, ³군산대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities and Cell Viability against Cancer Cells of *Adenophora remotiflora* Leaves

In-Sook Kim^{1†}, Kwon-Sam Park², Hyeon-Hee Yu³ and Mee-Kyung Shin¹

¹Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

³Dept. of Food and Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

Abstract

This study was performed to determine the antioxidative and anticancer effects of extracts from *Adenophora remotiflora* leaves. The antioxidative effects of the extracts were measured using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)-radical scavenging activity and hemoglobin-induced linoleic acid oxidative inhibition assays. The results indicated that the extracts had stronger effects than the synthetic antioxidant BHT at the same concentration. The SC₅₀ values (50% radical scavenging effect on 1×10⁻⁴ M DPPH) of the methanol fraction, water extract, and BHT were 47.5 μg/mL, 74.6 μg/mL and 102.2 μg/mL, respectively. In addition the IC₅₀ values (hemoglobin-induced linoleic acid oxidation inhibition) of the methanol fraction, water extract, and BHT were 120.8 μg/mL, 135.6 μg/mL, and 150.2 μg/mL, respectively. This research also assessed decreases in the survival of BNLcl2 cells (normal liver cells) by solvent fractions of the *A. remotiflora* leaf extracts at various concentrations (1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1,000, 2,000 μg/mL). The water extract did not decrease survival at any of the concentrations when compared to the control group. The hexane, ethyl acetate, and methanol fractions decreased survival as compared to the control group by inducing cell toxicity at a concentration of 1,000 μg/mL and above. Therefore, an anticancer activity experiment was conducted using concentrations below 500 μg/mL. At 500 μg/mL, the methanol fraction decreased A549 cell (human lung carcinoma cells) survival by 46% as compared to the control group, presenting the greatest effect against cell survival. All extracts showed greater anticancer activity in Hep G2 cells (human liver carcinoma cells) as compared to the A549 cells. For the Hep G2 cells, the methanol extract decreased survival by 28% as compared to the control group at the concentration of 500 μg/mL, thus restraining lung cancer cell growth.

Key words : *Adenophora remotiflora* leaves, antioxidative activity, anticancer activity, Hep G2 cell, A549 cell

서 론

모시(*Adenophora remotiflora* Miquel)는 쌍떡잎식물 초롱꽃목 초롱꽃과(Campanulaceae)의 여러해살이풀로, 원산지는 동남아시아이며, 주로 열대지방과 온대 북부지방에 분포하고 있다(Institute of Drug and Plant 1998, Son MH 2007). 줄기는 옷을 만드는 재료로 이용하고, 뿌리와 잎은 음식으로 이용하거나, 약재로 이용하기도 한다. 즉, 한방에서 뿌리는 저마근(苧麻根), 제니(齊苳)라고 하며, 잎은 저마엽(苧麻葉)이라 하여 각혈, 토혈, 지혈, 소변 출혈, 향문의 부종과 동통, 자궁염, 종기, 타박상, 응종, 외상, 유선염, 해독 및 거담제로 사용

한다(Lee CB 1985, Kim TC 1998, An *et al* 1999, Korea Food & Drug Administration 2002, Son MH 2007). 또한 음식으로는 어리고 부드러운 잎을 채취하여 나물, 장아찌, 김치류, 떡류 등 다양하게 활용되어 왔으며, 잎을 삶아 불려 놓은 뽕쌀과 함께 찐아 반죽하여 콩, 팥, 밤, 대추, 깨 등의 소를 넣어 만드는 모시잎 송편은 특히 전라도 영광 지방의 향토음식 중 하나이다(Kang IH 1997). 모시잎은 「본초강목」(Lee SJ 1578)에 의하면 흉년에 썬 먹는 구황식품일 뿐만 아니라 몸이 찬데나 설사의 치료제 등 민간요법의 약제로서 쓰이며, 나쁜 어혈을 풀어 주고 뱀에 물렸을 때 지혈제로 사용한다고 기록되어 있다. 모시잎의 선명한 엷록소는 활성산소의 강력한 억제 물질로서의 기능성을 가지고 있으며, 항균 효과 및 여러 가지 기능성이 있으므로 식품으로써 이용 가치가 있다고 보

[†] Corresponding author : In-Sook Kim, Tel : +82-63-850-6657, Fax : +82-63-850-7301, E-mail : 94390760@hanmail.net

고하고 있다(Kim *et al* 1994, Noh & Her 2001).

그동안 보고된 모시잎에 관한 연구로는 모시잎을 넣은 떡의 제조 조건, 조리법에 따른 관능적, 기계적 특성 분석(Kim SI 1992), 튀음 모시풀잎 가루 첨가 머핀의 품질 특성(Lee YJ 2008), 모시잎의 이화학적 특성과 항균 활성(Son MH 2007), 모시대의 휘발성 향기성분 및 항산화 활성(Kim SH 2003), 모시잎의 식품 이용화 가치 증진을 위한 품질 특성(Lee *et al* 2001), 모시잎의 당노 유발 흰쥐에서 혈당 강하 효과(Lim *et al* 2003) 등이 있으나, 모시잎의 항산화 효과와 암세포에 대한 효과에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

지금까지 천연물 중에 존재하는 항산화 물질에 대한 연구로는 대두, 목화, 땅콩, 참깨 등 유지종자와 마늘, 생강, 고추냉이, 방아잎 등의 향신료와 감초, 산사, 영지, 표고, 칩, 목단피 등의 한약재와 해조류, 굴, 쑥, 들깨잎, 은행잎, 솔잎 등 각종 식물류와 원두커피, 녹차, 홍차 등 다류 식품 등에서 항산화 효과를 확인하였으며, 이들 중 일부는 유지 등에 첨가했을 때 산패의 유도기간을 현저히 연장시키는 것으로 나타나고 있다(Choi *et al* 2000, Massry *et al* 2002, Juteau *et al* 2002, Lee & Moon 2003, Kim *et al* 2004, Kim & Lee 2004). 이들로부터 규명된 항산화 물질로는 폴리페놀, tocopherol, sesamol, lignan 유도체, flavone 유도체, 아미노산, peptide, carotenoid 및 flavonoid계 색소, 각종 유기산 등이 알려져 있으며, 이들 물질은 유지의 자동 산화 과정의 연쇄 반응을 억제하는 radical 저해제나 금속 이온의 산화 촉진 작용을 억제하는 불활성화제, 과산화물 분해제, 단독으로는 산화 방지 작용이 약하지만 radical inhibitor와 공존하면 항산화 작용을 증강시키는 synergists로 작용하여 다양하게 항산화 효과를 나타내는 것으로 밝혀지고 있다(Lee *et al* 1986, Ioset *et al* 2001, Cho *et al* 2003, Zou *et al* 2004). 따라서 천연항산화 물질은 식품 첨가물로서의 이용뿐만 아니라 각종 질병 및 암, 노화 등에 활성산소나 과산화물이 관여한다는 사실이 밝혀지면서 의약품 및 화장품 등의 개발에도 이용할 수 있어 이에 대한 연구는 더욱 발전할 것으로 생각한다(Kajimoto *et al* 1985, Chi *et al* 1992, Fukuda & Nagata 1986). 통계청 자료에 의하면 암은 2007년도 사망 원인 1위로 인구 10만 명당 137.5명이 사망하였고, 그 중 폐암이 29.1명으로 1위, 간암이 22.7명으로 2위를 차지하여 국민 건강에 매우 위협적이다(KNSO 2009).

이에 본 연구에서는 널리 이용하는 식재료이면서도 연구가 미미한 모시잎의 항산화 효과는 DPPH radical-소거능과 헤모글로빈 유도 리놀레산 산화 억제 효과를 탐색하고, 세포 적용 시 독성 여부를 알아보고자 정상 간세포의 세포 독성 그리고 간암 세포와 폐암 세포에서 항암 활성을 측정하여 새로운 소재로서의 가능성을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 모시잎(*Adenophora remotiflora* leaves)은 전남 보성의 농가의 밭에서 6월엽장 12 cm × 엽폭 8 cm 정도를 기준으로 채취하여 잎에 붙어 있는 줄기를 제거한 후 실온에서 1주간 음건한 후 분석 시료로 하였으며, 건조 시료는 수분 함량을 5.6% 이하로 -80°C에서 보관하여 사용하였다.

2. 용매 극성에 따른 분획물의 조제

모시잎을 핵산, 에틸아세테이트, 메탄올 순으로 극성을 달리하면서 순차 추출하여 각 분획 추출물을 얻었다(Yoo & Hwang 2004). 즉, 200 g의 건조 모시잎을 핵산 1 L에 실온에서 12시간 침지시킨 후 균질기(Nissei BM-2, Japan)로 마쇄하여 재차 추출한 다음 Whatman No. 2와 G₃ glass filter로 여과하였다. 여과 후 남은 잔사를 다시 에틸아세테이트 1 L와 메탄올 1 L를 가해 동일한 방법으로 추출·여과한 다음, 각각의 여액을 냉각 장치가 장치된 진공건조기를 사용하여 37°C에서 감압 농축한 후 얻어진 각 용매 분획물을 시료로 하였다. 한편, 열수 추출물은 Ju *et al*(2006)의 방법을 응용하여 100 g의 시료를 마쇄하여 500 mL로 정용한 다음 95°C에서 3시간 동안 환류 추출하였다. 추출액을 여과(Whatman No. 2와 G₃ glass filter)하고 여액을 1,400×g에서 20분간 원심분리(VS-30000MT, Vision, Korea)한 후 상층액을 동결 건조(FDU-500, Eyela, Japan)하여 얻은 분말을 물추출물 시료로 하였다.

3. 항산화 효과 측정

1) DPPH- radical 소거 활성 측정

DPPH-radical 소거 활성 측정법은 Blois(1958)의 방법을 응용하여 1×10⁻⁴ M의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Co., U.S.A.) 0.9 mL에 각각의 시료(핵산, 에틸아세테이트, 메탄올의 각각 분획물, 물추출물)가 함유된 시료 0.1 mL를 가하여 교반한 다음 실온에서 10분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로 합성항산화제인 BHT(buthylated hydroxy toluene, Sigma Co., U.S.A)와 천연항산화제인 α-tocopherol(Sigma Co., U.S.A)을 사용하여 동일한 방법으로 측정하였다. 한편, 실험군과 대조군의 활성을 측정 후 먼저 inhibition concentration (%) = (실험군의 O.D/대조군의 O.D)×100을 구한 다음 Y=aX + b 방정식을 작성하여 다음의 식으로 SC₅₀ 값을 구하였다.

X=시료의 농도(단위)

Y=Inhibition concentration(%)

SC₅₀ = (50-b)/a (DPPH-free radical 활성을 50%로 저해하

는데 필요한 농도)

2) 헤모글로빈 유도 리놀레산의 항산화 효과 측정

Kuo *et al*(2001)의 방법을 이용하여 헤모글로빈 유도 리놀레산의 산화 억제 효과를 측정하였다. 시험관(16×130 mm)에 메탄올에 용해한 10 μL의 시료 용액과 0.05 M 인산 완충 용액(0.05% Tween 20 함유, pH 7.0)의 리놀레산(4 mM, Sigma Co., U.S.A.) 370 μL를 가하고 37°C에서 3분간 방치하였다. 여기에 0.035% 헤모글로빈(Sigma Co., U.S.A.) 수용액 20 μL를 첨가하여 37°C에서 10분간 반응(100 rpm, shaking incubation)시켰다. 이후 0.6% HCl 용액 5 mL를 함유한 에탄올 용액을 가하여 반응을 정지시킨 후 0.02 M ferrous chloride 100 μL와 30% ammonium thiocyanate 100 μL를 가하여 정색반응시킨 다음 480 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조군으로 α-tocopherol, BHT를 사용하였으며, α-tocopherol 농도의 증가에 따라 흡광도가 더 이상 변하지 않는 농도를 측정하여 100% 헤모글로빈 유도 리놀레산 산화 억제 농도로 하였다. 이때 대조군에 비해 헤모글로빈 유도 리놀레산 산화 억제 정도가 50%에 해당하는 값을 IC₅₀으로 나타냈으며, 다음 식에 의해 억제 효과를 계산하였다.

$$\text{Inhibition \%} = 100 - \frac{A_s - A_0}{A_{100} - A_0} \times 100$$

A₀ : Hemoglobin을 첨가하지 않은 처리구

A₁₀₀ : 시료를 첨가하지 않은 처리구

A_s : 시료 처리구

4. 세포독성 및 항암 활성

1) 세포 배양

BNLcl2(정상 간세포), Hep G2(간암세포주), A549(폐암세포주)는 한국세포주 은행(KCLB, Seoul)에서 구입하여 사용하였다. BNLcl2 세포는 Dulbecco's modified eagle medium (DMEM, Gibco, U.S.A.), Hep G2세포는 minimum essential medium(MEM, Gibco, U.S.A.), A549(폐암세포주) 세포는 rosewell park memorial institute(RPMI-1640, Gibco, U.S.A.)에 10% fetal bovine serum(FBS, Gibco, U.S.A.) 이 첨가된 배양액으로 배양하였다. 세포 배양기(5% CO₂, 37°C)의 세포 배양액은 2일마다 교환해 주었다.

2) 정상 간세포 및 암세포주에 대한 독성 검색

모시잎의 각 용매별 분획물과 물추출물의 BNLcl2, Hep G2, A549 세포에 대한 세포 독성 및 항암 활성 측정은 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide, Sigma Co., U.S.A.)(Hansen *et al* 1989, Watson *et al*

1998) 시약을 이용하여 측정하였다. 각 세포는 24-well plate의 각 well당 4×10⁴ 세포를 분주하였다. 세포를 배양기에서 24시간 동안 안정화 시킨 후, 0.1%의 dimethylsulfoxide(DMSO, Junsei, Japan)에 녹인 모시잎의 각 용매별 분획물, 물추출물(1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1,000, 2,000 μg/mL)은 실험군에 그리고 0.1% DMSO는 대조군에 첨가하였다. 하룻동안 배양한 세포는 PBS로 용해한 MTT 용액 300 μL를 각 well에 첨가하여 4시간 동안 배양하였다. DMSO(200 μL)를 첨가하여 용해시킨 formazan 결정의 흡광도는 96-well plate로 이동하여, 540 nm 파장의 ELISA analyser(Spectra MAX 250, Molecular Devices Co., U.S.A.)를 이용하여 측정하였으며, 세포독성 및 항암 활성 측정은 대조군에 대한 백분율로 산출하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 측정

모시잎의 각 용매 분획물의 총 폴리페놀 함량은 Yildirim *et al*(2001)의 방법을 이용하여 측정하였다. 각 용매 추출액 0.1 mL를 시험관에 취한 후 증류수 4.5 mL를 가한 다음 folin-ciocalteu 용액 0.1 mL를 첨가한 뒤 3분 동안 상온에 방치한 후 2% Na₂CO₃ 0.3 mL를 넣고 다시 상온에서 2시간 동안 진탕한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하여 pyrocatechol 표준 시약으로 작성한 검량선에 의해 페놀성 화합물의 함량을 구하였다.

6. 통계처리

모든 실험 결과는 SPSS(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc.)을 이용하여 각 측정 평균값간의 유의성은 *p*<0.05 수준에서 검정하였다. 각 용매 분획별 항산화 효과에 대한 유의성은 일원배치분산분석(Oneway-ANOVA)을 실시하고, Duncan의 다중 범위 시험법으로 검증하였다. 정상 간세포의 세포 독성 그리고 간암 세포와 폐암 세포에서 항암 활성은 대조군과 실험군 간의 유의성은 *T*-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 항산화 효과

1) DPPH radical-소거능

모시잎 용매별 분획물을 각각 농도를 달리한 시료 0.1 mL에 1×10⁻⁴ M의 DPPH 용액 0.9 mL를 가하여 10분간 반응시킨 후 흡광도를 측정한 결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 핵산 분획물, 에틸아세테이트 분획물, 메탄올 분획물, 물 추출물 모두 농도 의존적으로 DPPH radical-소거능을 보였으며, 가장 높은 농도인 500 μg/mL에서 용매별로 각각 26%,

Table 1. DPPH-radical scavenging activity and SC₅₀ of various solvent extracts from *Adenophora remotiflora* leaves and control (%)

Sample ¹⁾	Treatment concentration($\mu\text{g/mL}$)							SC ₅₀
	5	10	20	50	100	200	500	
HF	0.03±0.06 ^a	0.001±0.0005 ^a	3.30±0.82 ^a	10.73±1.13 ^a	14.47±1.02 ^a	21.63±1.36 ^a	26.30±1.81 ^a	859.46
EAF	2.43±0.68 ^a	6.37 ±1.41 ^b	14.13±0.95 ^b	22.30±0.70 ^b	29.63±0.87 ^b	34.40±6.87 ^b	58.17±6.53 ^b	383.05
MF	18.07±2.00 ^d	30.37 ±1.58 ^e	42.57±2.50 ^e	55.43±1.50 ^e	67.07±2.00 ^e	81.17±2.02 ^e	88.03±1.00 ^f	126.11
WE	15.07±2.00 ^c	26.03 ±1.96 ^d	30.60±2.05 ^d	43.53±1.58 ^d	55.93±1.68 ^d	68.33±1.40 ^d	76.37±0.57 ^d	194.89
α -Tocopherol	80.07±1.00 ^e	85.07 ±2.00 ^f	89.77±2.48 ^f	98.23±0.75 ^f	99.50±0.50 ^f	99.50±0.50 ^f	99.33±0.58 ^g	5 ↓
BHT	7.47±1.36 ^b	13.17 ±1.00 ^c	18.37±1.82 ^c	36.37±1.80 ^c	48.63±0.87 ^c	55.43±0.68 ^c	69.43±1.50 ^c	262.78
F-value	1426.93 ^{***}	1273.88 ^{***}	797.78 ^{***}	1634.55 ^{***}	1587.60 ^{***}	272.43 ^{***}	236.88 ^{***}	

¹⁾ HF : Hexane fraction extract, EAF : Ethyl acetate fraction extract, MF : Methanol fraction extract, WE : Water extract.

Values are mean±standard deviation(n=3).

^{***} $p < 0.001$ by One way ANOVA.

Different superscripts in the same column indicate significant differences by Duncan's multiple range test.

58%, 88%, 76%의 라디칼 소거능을 보여 메탄올 분획물이 활성이 가장 높았다. 또한, 시료와 대조구의 농도를 각각 달리하여 효과를 측정 후 DPPH의 50%의 라디칼 소거 활성에 필요한 농도(SC₅₀)를 비교한 결과 메탄올 분획물, 물추출물, α -tocopherol, BHT가 각각 126.11 $\mu\text{g/mL}$, 194.89 $\mu\text{g/mL}$, 5 $\mu\text{g/mL}$ 이하, 262.78 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나 모시잎 메탄올 분획물과 물 추출물은 합성항산화제인 BHT보다 항산화 활성이 높음을 알 수 있었다. 한편, 에틸아세테이트 및 핵산 분획물의 SC₅₀은 383.05 $\mu\text{g/mL}$, 859.46 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나 극성이 낮은 용매에서 보다 극성이 높은 용매에서 활성 물질이 추출되는 것으로 생각되었다.

약썩의 DPPH-radical의 SC₅₀이 핵산 분획물은 322 $\mu\text{g/mg}$, 클로로포름 분획물은 55 $\mu\text{g/mg}$, 에틸아세테이트, 부탄올, 물 분획물은 각각 53 $\mu\text{g/mg}$ 이라고 하여(Hong *et al* 2007), 본 모시잎 메탄올 분획물이 약썩의 핵산 분획물을 제외한 나머지 분획물보다는 활성이 더 높았다. 왕대나무 줄기 에탄올 추출물(Lim *et al* 2004)은 SC₅₀은 117 $\mu\text{g/mL}$ 로 본 연구의 모시잎 메탄올 분획물과 비슷하였으나, 왕대나무 줄기 물 추출물은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 이상으로 본 모시잎 메탄올, 에틸아세테이트, 핵산 분획물, 물 추출물이 더 높은 항산화 활성을 나타냈다. Park *et al*(2006)은 41종의 생약제에 대해 100 $\mu\text{g/mL}$, 200 $\mu\text{g/mL}$, 300 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 항산화 효과를 검증하였는데, 그 중 주로 잎을 쓰는 생약제 6종의 200 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 DPPH-radical 소거능을 보면 금은화 38%, 박하 41%, 애엽 72%, 어성초 62%, 인진 77%, 희첩 53%로 보고하였다. 본 시료인 모시잎의 분획물은 같은 농도에서 핵산 분획물은 22%, 에틸아세테이트 분획물은 34%, 메탄올 분획물은 82%,

물 추출물은 68%로 메탄올 분획물은 생약제 6종보다 더 높은 DPPH-radical 소거능을 보였다. 물 분획물도 금은화, 박하, 어성초, 희첩의 에탄올 추출물보다는 높은 DPPH-radical 소거능을 나타내었다. An *et al*(2004)은 한약재의 항산화 활성을 검증하였고 높은 DPPH 소거능을 보이는 한약재는 폴리페놀처럼 hydroxy group을 구조 중에 포함하며 DPPH와 반응하기에 적합한 입체구조를 가지는 화합물이 존재하기 때문으로 추정하였다. 항산화제는 산소를 제거하거나 흡수하는 것이 아니라 free radical과 반응함으로써 특정 비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화하거나, 유지 제품의 산패를 지연 또는 방지하는 목적으로 사용한다(Lee *et al* 2005). 현재 천연 항산화제로는 α -tocopherol과 L-ascorbic acid가 있다. 그 중 α -tocopherol은 안전성이 높으나 단독으로는 산화 반응 저지 능력이 낮으며, 가격이 비싸다는 단점이 있다(Hawlliwel *et al* 1998). 합성 항산화제인 BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(butylated hydroxy toluene) 등이 있으나, 이들 폐롭게 합성 항산화제는 간 비대, 간장 중 microsomal enzyme 활성 증가, 체내 흡수 물질의 독성화 혹은 발암 가능성 등의 안정성에 대하여 논란이 제기되어 현재에는 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다(Ito *et al* 1983, Chan *et al* 1993). 이에 따라 항산화 효과가 높으면서 안전하고 경제적인 식물 기원의 천연 항산화제를 개발하고자 하는 많은 연구가 이루어지고 있다.

2) 헤모글로빈 유도 리놀레산 산화 억제 효과

모시잎 각 용매 분획물의 헤모글로빈 유도 리놀레산의 산화 억제 활성과 이로부터 50% 리놀레산 산화 억제 농도값

(IC₅₀)을 구한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 모시잎 메탄올 분획물이 IC₅₀이 177.27 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 강한 활성을 나타내었고, 물 추출물은 191.40 $\mu\text{g/mL}$ 를, 다른 비극성 용매인 헥산과 에틸아세테 분획물은 각각 1,012.39 $\mu\text{g/mL}$, 587.36 $\mu\text{g/mL}$ 로 500 $\mu\text{g/mL}$ 이상을 나타내었다. 메탄올 분획물과 물 추출물의 활성은 대조군 α -tocopherol(IC₅₀ 5 $\mu\text{g/mL}$ 이하)보다는 활성이 낮았지만, BHT(IC₅₀ 211.45 $\mu\text{g/mL}$)보다는 높은 활성을 나타내었다. 극성 용매 분획물이 비극성 용매 분획물보다 활성이 높아 DPPH-radical 소거능과 유사한 경향을 나타내었다. Kim SH(2003)는 40°C 배양기에서 리놀레산을 산화 유도하며 신선, 자연 건조 및 동결 건조한 모시대 추출물 휘발성 성분의 항산화 억제 실험을 한 결과에서 신선한 모시대 추출의 억제 효과가 α -tocopherol보다 높았으며, 자연 건조 시료는 동일하였으나 동결 건조한 것에서는 낮다고 보고하였다. 이로 보아 본 모시잎의 메탄올 분획물과 물 추출물에도 휘발성 성분이 다량 함유되어 있을 것으로 보이며, 추후 이들 분획별로 휘발성 성분 분석에 대한 실험이 요구된다.

2. 간암 및 폐암 세포에 대한 세포 독성

1) 정상 간세포에 대한 세포독성

BNLcl2 cell(인체 정상 간세포)에서 대조군에 대한 모시잎 추출물의 용매 분획별, 농도별로 처리한 실험군의 세포 생존율의 저하를 알아본 결과는 Table 3과 같다. 이는 인체 적용 시 세포 독성 여부와 항암 효과가 암세포주에 대해 선택적으로 작용해 나타낸 효과인지 혹은 모든 세포를 죽여 항암 효과를 나타낸 효과인지를 알아보기 위한 것이다. 그 결과를

보면 모든 분획물이 500 $\mu\text{g/mL}$ 이하 농도에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하를 보이지 않아 세포 독성이 없는 것으로 나타났다. 그러나 헥산, 에틸아세테이트, 메탄올 분획물은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하가 있어 세포 독성이 있는 것으로 나타났다. 물 추출물은 모든 농도에서 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하가 없어 세포 독성이 나타나지 않았다. 특히, 헥산 분획물은 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 84.92%로 가장 낮은 생존율을 보였으나, 물 추출물은 같은 농도에서 97.57%의 생존율을 보여 물 추출물이 세포 독성이 가장 약한 것으로 나타났다. 이에 항암 활성은 모든 용매 분획물에 대해 세포 독성이 전혀 나타나지 않은 500 $\mu\text{g/mL}$ 이하 농도에서 실시하였다.

2) 폐암 세포와 간암 세포에 대한 세포 독성

모시잎은 한방에서 각혈, 토혈, 해독 및 거담제에 효과가 있다(Lee CB 1985, Kim TC 1998, Son MH 2007, Korea Food & Drug Administration 2002, An *et al* 1999)고 한다. 또한, 우리나라 암으로 인한 사망 원인 중 폐암이 1위, 간암이 2위이며(KNSO 2009), 폐가 산화적 스트레스에 매우 민감한 기관(Pryor *et al* 1998)이라고 보고되고 있는 점을 감안하여 본 연구에서는 인체 폐암 세포주인 A549 cell과 간암 세포주인 Hep G2 cell에 대한 항암 활성을 알아보았다.

그 중 A549 cell에 대한 항암 활성은 Table 4와 같다. 헥산 분획물 100 $\mu\text{g/mL}$ 이하에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었으나, 250 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서는 생존율이 저하되어 250 $\mu\text{g/mL}$ 는 73.61%, 500 $\mu\text{g/mL}$ 는 66.63%의 생존율을 보였다. 에틸아세테이트 분획물과 메탄올 분획물, 물

Table 2. Antioxidative activity of various solvent extracts from *Adenophora remotiflora* leaves and control in hemoglobin induced oxidation of linoleic acid (%)

Sample ¹⁾	Treatment concentration ($\mu\text{g/mL}$)							IC ₅₀
	20	50	100	200	300	400	500	
HF	0.03±0.06 ^a	0.001±0.0006 ^a	3.50±0.61 ^a	9.97±1.16 ^a	13.43±0.67 ^a	18.97±1.82 ^a	24.40±1.54 ^a	1029.39
EAF	6.63±1.36 ^b	11.30 ±1.75 ^b	16.50±1.45 ^b	26.73±1.61 ^b	30.37±2.42 ^b	31.50±1.64 ^b	43.00±2.72 ^b	587.36
MF	25.50±1.61 ^d	36.33 ±2.30 ^c	47.40±2.20 ^c	55.93±0.93 ^c	81.97±1.50 ^c	88.63±1.36 ^d	88.71±0.97 ^c	177.27
WE	18.49±0.78 ^c	30.36 ±1.72 ^d	42.52±1.24 ^d	68.50±0.89 ^d	76.30±0.89 ^d	84.28±1.32 ^c	85.87±1.63 ^c	191.40
α -Tocopherol	90.71±4.05 ^e	99.67 ±0.58 ^f	99.00±1.00 ^f	98.67±1.53 ^f	99.60±0.61 ^f	99.63±0.40 ^e	99.35±0.56 ^d	5 ↓
BHT	15.13±1.98 ^c	24.07 ±2.00 ^c	38.52±1.03 ^c	60.99±2.80 ^c	71.31±1.84 ^c	83.36±1.52 ^c	86.29±1.19 ^c	211.45
F-value	769.51 ^{***}	1400.07 ^{***}	1790.44 ^{***}	11.23.13 ^{***}	1436.35 ^{***}	1693.98 ^{***}	1079.11 ^{***}	

¹⁾ See legends in Table 1.

Values are mean±standard deviation(n=3).

*** $p < 0.001$ by One way ANOVA.

Different superscripts in the same column indicate significant differences by Duncan's multiple range test.

추출물은 25 $\mu\text{g/mL}$ 이하에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었으나, 50 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서는 농도 의존적으로 생존율이 저하되었다. 그리고 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 에틸아세테이트 분획물은 62.97%, 메탄올 분획물은 45.57%, 물 추

출물은 76.90%의 생존율을 보여, 메탄올 분획물이 다른 분획물에 비해 폐암 세포 생존율을 억제시키는 것으로 나타났다. 쥘레 영지버섯 자실체 에탄올 추출물의 A549 cell에 대한 항암 활성(Song *et al* 2003)을 조사한 연구에서는 100 mg/mL

Table 3. Cell viability of BNLcl2 cells (normal liver cells) exposed for 24 hr to different solvent fraction of *Adenophora remotiflora* leaves

Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Sample ¹⁾			
	HF	EAF	MF	WE
Control	100.78±1.03	100.88±1.80	101.45±2.90	100.35±1.30
1	107.90±2.35	104.23±8.42	101.73±1.91	100.90±4.80
5	101.57±2.00	111.90±8.12	106.73±6.27	108.57±4.61
10	105.90±8.17	121.17±5.39	104.90±3.66	114.50±9.26
25	103.13±7.73	127.23±2.54	102.47±6.59	118.80±3.34
50	117.77±8.21	116.73±4.90	103.10±7.12	123.08±5.73
100	141.33±4.72	138.73±5.09	109.03±4.72	118.57±9.48
250	136.23±8.95	135.03±7.64	100.80±5.76	105.03±4.29
500	99.20±5.90	99.03±5.66	98.40±1.01	100.07±0.99
1,000	94.67±2.32*	93.63±0.67**	92.70±2.61*	98.40±1.20
2,000	84.92±1.68***	87.83±2.76**	87.57±1.22**	97.57±0.60

¹⁾ See legends in Table 1.

Values are mean±standard deviation($n=3$).

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ significantly different from control by *T*-test.

Table 4. Cell viability of A549 cells (human lung carcinoma cells) exposed for 24 hr to different solvent fraction of *Adenophora remotiflora* leaves

Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Sample ¹⁾			
	HF	EAF	MF	WE
Control	100.35±1.53 ¹⁾	101.13±2.87	100.72±1.87	100.53±1.64
1	104.44±4.56	101.57±4.40	100.88±4.95	101.42±2.81
5	99.52±1.30	102.72±4.76	98.94±4.58	98.02±3.81
10	99.28±0.87	102.76±5.83	99.53±1.69	99.70±5.30
25	98.95±0.36	98.08±1.32	96.79±2.10	95.69±2.76
50	98.72±0.24	85.08±1.45**	96.44±1.53*	94.95±2.58*
100	97.36±1.46	77.30±1.25***	88.21±2.59**	88.08±2.12**
250	73.61±1.19***	71.96±2.58***	57.24±3.26***	83.94±2.20***
500	66.63±2.49***	62.97±2.80***	45.57±0.48***	76.90±1.46***

¹⁾ See legends in Table 1.

Values are mean±standard deviation($n=3$).

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ significantly different from control by *T*-test.

농도에서 세포 성장 억제율이 16%로 나타나, 본 시료가 A549 cell에 대한 항암 활성이 높은 것으로 나타나 그 기전에 대한 추후 연구가 요구되었다.

Hep G2 cell 간암세포주에 대한 항암 활성은 Table 5와 같다. 핵산 분획물 25 $\mu\text{g/mL}$ 이하에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었으나, 50 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서는 생존율이 저하되어 500 $\mu\text{g/mL}$ 는 51.66%의 생존율을 보였다. 에틸아세테이트 분획물은 10 $\mu\text{g/mL}$ 이하에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었으나, 25 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서는 생존율이 저하되어 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 30.32%의 생존율을 보였다. 메탄올 분획물은 농도 의존적으로 생존율이 저하되어 1 $\mu\text{g/mL}$ 에서만 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었고, 5 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서 생존율이 저하되어 500 $\mu\text{g/mL}$ 는 27.86%의 생존율을 보였다. 물 추출물은 5 $\mu\text{g/mL}$ 이하에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 변화가 없었으나, 10 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서는 생존율이 저하되어 500 $\mu\text{g/mL}$ 는 35.69%의 생존율을 보였다. 즉, 낮은 농도에서 생존율 저하를 보인 것은 메탄올 분획물, 물 추출물, 에틸아세테이트 분획물, 핵산 분획물 순이었다. 그리고 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 생존율은 메탄올 분획물이 가장 낮았고, 에틸아세테이트 분획물, 물 추출물, 핵산 분획물 순이었다. 또한, 같은 용매의 모시잎 분획물을 처리하였을 때 A549 cell보다 Hep G2 cell에 더 낮은 농도에서 생존율의 저하를 보이기 시작하였으며, 고농도(50 $\mu\text{g/mL}$ 이상)에서는 같은 농도라 하여도 더 낮은 생존율을 보여 폐암세포주보다 간암세포주에 더 활성이 큰 것을 알 수 있었다. 또한, 이 실험에 쓰인 시료 농도는 정상 간세포에는 세포

독성을 보이지 않는 범위에서 나온 결과(Table 3)이므로 선택적 항암 효과라고 할 수 있다. 쥘레 영지버섯 자실체를 추출물의 간암 세포주인 SK-Hep-11에 대한 항암 활성(Song *et al* 2003)의 연구를 보면 0.01 mg/mL에서 5% 정도 증식을 촉진하고, 0.1~5 mg/mL에서는 세포 성장 억제율이 20%, 50 mg/mL는 42%의 가장 높은 세포 성장 억제율을 나타내었다고 하였다. 이로 보아 본 시료가 쥘레 영지버섯보다 폐암 세포와 마찬가지로 간암 세포에 대해서도 항암 활성이 매우 높은 것으로 나타났다. 또한, 엉겅퀴 뿌리 메탄올 추출물이 핵산, 에틸아세테이트, 부탄올, 물 분획물보다 효과가 좋았는데, 폐암세포주인 A549, 간암세포주인 Hep3B에 대해서 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 56%, 50%의 성장 억제 효과를 나타내었다(Lee *et al* 2003)고 하여 본 시료인 모시잎 메탄올 분획물이 더 활성이 높은 것으로 나타났다. 썩에 대한 항암성에 대한 연구를 보면 Hwang *et al*(1998)은 썩의 아세톤 분획물이 인체의 간암 세포주인 Hep G2, 결장암 세포주인 HCT-48 그리고 생쥐 유래 백혈병 임파모세포주인 L1210에 현저히 높은 암세포 증식 억제 효과를 나타내었다고 보고하였다. 또한, Lee *et al*(2004)는 사철썩의 에탄올 추출물이 증류수 추출물보다 인체 폐암세포주 A549에 대해 높은 세포 성장 억제 효과를 보인다고 하였다. Kim *et al*(2007)은 인체의 백혈병 유래 세포주 HL-60에 대해 큰비썩의 디클로로메탄 분획물이 핵산, 에틸아세테이트, 부탄올, 물 분획물보다 활성이 좋아 200 $\mu\text{g/mL}$ 에서 86% 정도 성장 억제 효과를 나타내었다고 하였다. Lee *et al*(2008)은 사철썩이 인체 자궁경부 상피암 세포주 HeLa에 부탄올 분획물, 에틸아세테이트 분획물, 메

Table 5. Cell viability of Hep G2 cells (human liver carcinoma cells) exposed for 24 hr to different solvent fraction of *Adenophora remotiflora* leaves

Conc. ($\mu\text{g/mL}$)	Sample ¹⁾			
	HF	EAF	MF	WE
Control	103.16 \pm 1.80 ¹⁾	103.54 \pm 2.37	101.88 \pm 2.77	102.88 \pm 2.10
1	103.80 \pm 3.37	102.96 \pm 3.11	98.79 \pm 0.70	103.29 \pm 2.72
5	101.79 \pm 8.84	99.42 \pm 2.05	95.15 \pm 1.59*	99.09 \pm 1.74
10	102.67 \pm 2.38	99.48 \pm 5.39	85.34 \pm 1.88**	95.82 \pm 0.53**
25	99.56 \pm 0.62	96.76 \pm 0.75**	81.35 \pm 0.65***	90.21 \pm 0.12***
50	92.10 \pm 0.87**	87.85 \pm 1.95**	80.23 \pm 0.76***	84.11 \pm 2.17***
100	80.99 \pm 1.44***	71.38 \pm 3.40***	67.48 \pm 1.19***	66.06 \pm 1.59***
250	71.26 \pm 1.56***	59.48 \pm 1.78***	42.30 \pm 2.97***	49.54 \pm 1.27***
500	51.66 \pm 2.34***	30.32 \pm 2.70***	27.86 \pm 2.75***	35.69 \pm 1.14***

¹⁾ See legends in Table 1.

Values are mean \pm standard deviation($n=3$).

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ significantly different from control by *T*-test.

탄을 분획물, 물 분획물 순으로 효과가 좋아 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 68% 정도 생존율을 보였다고 하였다.

3. Polyphenol Compounds 함량

폴리페놀은 식물류에서 flavonoid류가 주류를 이루고 있으며, 기타 단순 phenol류, phenolic acid, phenyl propanoid류, quinone류 등을 포함하고 있다(Woo WS 2001). 식물체의 폴리페놀 성분은 항균(Fattouch *et al* 2007, Shah *et al* 2008, Fattouch *et al* 2008), 항산화(Zou *et al* 2004, Kim *et al* 2004, Park *et al* 2006, Fattouch *et al* 2008), 항암(Wenzel *et al* 2000, Park *et al* 2006) 활성 등 여러 가지 생리적 기능과 밀접한 관련이 있다는 연구를 고려하여 모시잎 용매 분획물의 폴리페놀 화합물의 함량을 측정하였다. 폴리페놀의 함량 측정 결과는 Table 6에 제시한 바와 같이 메탄올 분획물의 폴리페놀은 6.58 mg/g으로 분석되어 가장 높은 함량을 나타냈으며, 그 다음 물추출물 시료는 6.15 mg/g으로 높게 나타나 극성이 높은 용매에서 폴리페놀이 유리됨을 알 수 있었다. 한편, Kang *et al*(1995)은 솔잎의 폴리페놀 함량이 열수 추출물에서 1,798 mg%, 아세톤 추출물 3,837 mg%, 참죽은 각각 988 mg%, 1,392 mg%라고 하여 본 모시잎보다 높은 폴리페놀 함유하고 있었다. Choi *et al*(2004)의 연구에 의하면 쑥의 폴리페놀 화합물 함량은 사자발쑥 10.2 mg/mL, 황해쑥 4.7 mg/mL, 인진쑥 7.0 mg/mL로 모시잎보다 많았다.

Park *et al*(2006)의 41종 생약재 메탄올 추출물에 대해 폴리페놀 함량과 항산화 활성 및 항산화 작용의 연구에 의거 주로 잎을 쓰는 생약재 6종의 폴리페놀 함량은 금은화 37 $\mu\text{g/mL}$, 박하 26 $\mu\text{g/mL}$, 애엽 43 $\mu\text{g/mL}$, 어성초 53 $\mu\text{g/mL}$, 인진 45 $\mu\text{g/mL}$, 회침 89 $\mu\text{g/mL}$ 로 보고하였다. 모시잎 메탄올 분획물이 65.8 $\mu\text{g/mL}$ 로 회침보다는 낮으나 다른 5종의 생약재보다는 높은 것을 알 수 있었다.

Son *et al*(2005)은 80% 메탄올에 추출한 녹차의 폴리페놀

화합물의 함량은 10.15 g/100 g, 보이차 6.00 g/100 g으로 녹차에 비해 발효차인 보이차가 카테킨 함량이 감소되며, 이에 따라 항산화성도 감소한다고 보고하였다. 따라서 모시잎 시료를 절편 등에 첨가시 바로 사용하거나 저장할 때에는 blanching하여 건조 저장하는 것이 좋을 것으로 보여진다.

본 모시잎 용매 분획물은 항산화 활성은 메탄올 분획물이 가장 활성이 좋았으며, 그 다음은 물, 에틸아세테이트, hexan 분획물 순으로 폴리페놀 함량 순위와 동일하여 항산화 활성은 폴리페놀 함량과 깊은 관계가 있을 것으로 생각된다. 그러나 항암 활성은 A549는 메탄올, 에틸아세테이트, hexan 분획물과, 물 추출물 순이었고, Hep G2는 메탄올 분획물, 에틸아세테이트 분획물, 물 추출물, hexan 추출물 순으로 폴리페놀 함량 순위와 차이가 있어 항암 활성에는 폴리페놀 외에 다른 생리적 물질이 관여할 것으로 생각된다. 각 추출물별로 성분이 달라서 서로 다른 활성을 나타내는 것으로 보이며, 추후 각 추출물별로 활성을 나타내는 물질을 검색하는 연구가 필요하다고 생각한다.

요 약

본 연구는 모시잎의 hexan 분획물, 에틸아세테이트 분획물, 메탄올 분획물, 물 추출물에 대해 항산화 효과와 BNLcl2 cell(인체 정상 간세포)의 세포독성 실험, A549 cell(폐암세포주)와 Hep G2 cell(간암세포주)에 대한 항암성을 탐색한 결과는 다음과 같다. 모시잎의 각 용매별 분획물 시료를 DPPH-radical 소거능으로 항산화 효과를 검토한 결과, SC₅₀이 메탄올 분획물, 물 추출물, BHT가 각각 47.5 $\mu\text{g/mL}$, 74.6 $\mu\text{g/mL}$, 102.2 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나, 이들 모시잎 분획물은 합성항산화제인 BHT보다 항산화 활성이 높음을 알 수 있었다. 또한, 헤모글로빈 유도 linoleic acid의 산화 억제 활성을 측정된 결과에서도 메탄올 분획물과 물 추출물에서 IC₅₀이 메탄올 분획물, 물 분획물 120.8 $\mu\text{g/mL}$, 135.6 $\mu\text{g/mL}$ 로 BHT의 150.2 $\mu\text{g/mL}$ 보다 낮아 항산화 효과가 높았다. BNLcl2 cell(인체 정상 간세포)에서 대조군에 대한 모시잎의 용매 분획물, 농도별(1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1,000, 2,000 $\mu\text{g/mL}$)로 처리한 실험군의 세포 생존율의 저하를 알아본 결과, 물 분획물은 모든 농도에서 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하는 없었으나, hexan, 에틸아세테이트, 메탄올 분획물은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서 대조군에 비해 유의적($p < 0.01 \sim p < 0.001$)인 생존율의 저하가 있어 세포독성이 있는 것으로 나타났다. 항암 활성은 A549 cell 폐암세포주에 대해 메탄올 분획물이 다른 분획물에 비해 폐암세포주 생존율을 억제시켜 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 대조군보다 생존율이 46%까지 낮아졌다. Hep G2 cell 간암 세포주에 대한 항암 활성이 A549 cell보다 높았으며, Hep G2 cell에 대한 항암 활성은 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 메탄올 분획물은 28%

Table 6. Content of polyphenol compounds in various solvent extracts from *Adenophora remotiflora* leaves
(dry basis)

Sample ¹⁾	Polyphenol compounds ¹⁾ (mg/g)
HF	1.02±0.50
EAF	1.25±0.25
MF	6.58±0.35
WE	6.15±0.15

¹⁾ See legends in Table 1.

Values are mean±standard deviation ($n=3$).

The content of phenolic compound was determined as pyrocatechol equivalents.

까지 생즙이 낮았으며, 에틸아세테이트 분획물 30%, 물 추출물 36%, hexan 분획물 52% 순이었다.

따라서 본 실험의 결과에 비추어 볼 때 모시잎은 산화와 변질의 원인이 되는 항산화 효과뿐만 아니라 폐암과 간암 세포의 성장을 저해하는 효과가 있었다. 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과, 매탄을 분획물과 물 분획물에서 함량이 높아 항산화 활성과 폐암 세포의 성장 저해 물질은 폴리페놀 계통일 것으로 생각되며, 간암 세포 성장 저해는 전체 유기 용매 분획물에 효과가 나타난 것으로 보아 폴리페놀 계통 외에 다른 생리활성 물질이 있을 것으로 보여, 이들 물질에 대한 추후 연구가 요구되며, 앞으로 식품뿐만 아니라 의약품의 원료 및 첨가물 등 다양한 제품에 이용할 수 있을 것으로 보인다.

문헌

- An BJ, Lee JT, Lee SA, Kwak JH, Park JM, Lee JY, Son JH (2004) Antioxidant effects and application as natural ingredient of Korean *Sanguisorbae officinalis* L. *J Korean Soc Appl Biol* 47: 244-250.
- An DG, Lee KS, Shin MG, Kim CM (1999) Jungyak dictionary. Doeseochulpan Jeongdam, Seoul. p 3705-3708.
- Chan KM, Decker EA, Means WJ (1993) Extraction and activity of camosine a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *J Food Sci* 58: 1-4.
- Chi TH, Lee CY, Huang MT (1992) Phenolic compounds in food and their effects on health I, II. ACS Symposium series 506, 507, A. Chem. Soc, Washington DC.
- Cho EJ, Yokozawa T, Rhyu DY, Kim SC, Shibahara N, Park JC (2003) Study on the inhibitory effects of Korean medicinal plants and their main compounds on the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Phytomedicine* 10: 544-551.
- Choi BB, Lee HJ, Bang SK (2004) Studies on the amino acid, sugar analysis and antioxidative effect of extracts from *Artemisia* sp. *Korean J Food Sci Technol* 17: 86-91.
- Choi HS, Song HS, Ukeda H, Sawamura M (2000) Radical-scavenging activities of citrus essential oils and their components: detection using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *J Agric Food Chem* 48: 4156-416.
- Fattouch S, Caboni P, Coroneo V, Tuberoso C, Angioni A, Dessi S, Marzouki N, Cabras P (2008) Comparative analysis of polyphenolic profiles and antioxidant and antimicrobial activities of tunisian pome fruit pulp and peel aqueous acetone extracts. *J Agric Food Chem* 56: 1084-1090.
- Fattouch S, Caboni P, Coroneo V, Tuberoso CI, Angioni A, Dessi S, Marzouki N, Cabras P (2007) Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *J Agric Food Chem* 55: 963-969.
- Fukuda Y, 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: 857-867.
- Hawliwell B, Hoult RJ, Blake DR (1998) Oxidants inflammation and anti-inflammatory drugs. *FASEB J* 2: 2867-2870.
- Hong JH, Jeon JL, Lee JH, Lee IS (2007) Antioxidative properties of *Artemisia princeps* pamp. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:657-662.
- Hwang YH, Kim DC, Hwang WI, Han YB (1998) Inhibitory effect of *Artemisia princeps* pampan extract on growth of cancer cell lines. *Korean J Nutr* 31: 799-808.
- Institute of Drug and Plant (1998) Details of drug and plant (Revised Version). Jinmeong Publish., Seoul. p 135.
- Ioset JR, Marston A, Gupta MP, Hostettmann K (2001) A methylflavan with free radical scavenging properties from *Pancreatum littorale*. *Fitoterapia* 72: 35-39.
- Ito N, Fukushima S, Hasebawa A (1983) Carcinogenicity of BHA in F344 rate. *J Natl Cancer Inst* 70: 343-352
- Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ (2006) Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 7-14.
- Juteau F, Masotti V, Bessiere JM, Dherbomez M, Viano J (2002) Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. *Fitoterapia* 73: 532-535.
- Kajimoto G, Yoshida M, Shibahara A (1985) A role of tocopherol on the heat stability of vegetable oils. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkashi* 38: 301-309.
- Kang IH (1997) Deok(Korea rice cake) and Gwasleol of Korea. Daehan Publish., Seoul. p 503.
- Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
- Kim EY, Baik IN, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR (2004) Screening of antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
- Kim HJ, Choi JH, Kim HD, Park CC (1994) A study on the improvement of antimicrobial activity and crease resistance of Korean traditional hansen ramie fabrics. *J of Kor Soc of Dyers and Finishers* 6: 285-292.
- Kim JA, Lee JM (2004) The change of biologically functional compounds and antioxidant activities in *Hizikia fusiformis*

- with drying methods. *Korean J Food Culture* 19: 200-208.
- Kim KN, Lee JA, Yoon WJ, Kim JY, Sang GP, Park SY (2007) The cytotoxicity of *Artemisia fukudo* extracts against HL-60 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 819-824.
- Kim SH (2003) Volatile flavor compounds and antioxidant activity of *Adenophora remotiflora*. *MS Thesis* Duksung Women's University, Seoul.
- Kim SI (1992) Sensory and instrumental texture properties of songpyuns and mosipulpyuns according to the cooking condition during storage. *MS Thesis* National Fisheries University of Pusan, Pusan.
- Kim TC (1998) Korean resources plants. IV. Seoul National university press, Seoul. pp 183.
- KNSO(Korea National Statistical Office) (2009) 2008 Social indicator of Korea, p 11.
- Korea Food & Drug Administration (2002) The Korean herbal pharmacopoeia, Seoul, p 335.
- Kuo JM, Yeo DB, Pan BS (2001) Rapid photometric assay evaluating antioxidative activity in edible plant material. *J Agric Food Chem* 47: 3206-3215.
- Lee CB (1985) Korean dictionary of plant. Hyangmunsa, Seoul. pp 720.
- Lee HJ, Kim KH, Park JK, Hwang EH (2008) Effects of *Artemisia capillaris* Thunberg on apoptosis in hela cells. *Korean J Nutr* 41(1): 22-30.
- Lee HK, Kim JS, Kim NY, Kim MJ, Park SU, Yu CY (2003) Antioxidant, antimutagenicity and anticancer activities of extracts from *Crisium japonicum* var. *ussuriense* Kitamura. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 53-61.
- Lee MJ, Moon GS (2003) Antioxidative effects of Korean bamboo trees. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1226-1232.
- Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY (2004) Enhanced immune activity and cytotoxicity of *Artemisia capillaris* Thunb. extracts against human cell line. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 36-42.
- Lee SJ (1578) Boenchogangmeok. Seoul, p 570-571.
- Lee SR, Kim SJ, Kim GH. (2001) Quality characteristics of *Adenophora remotiflora* for increasing the value as a food resource. Institute of Natural Sciences Research, Duksung Women's University 7: 117-124.
- Lee YB, Kim YS, Ashmore CR (1986) Antioxidant property in inger rhisome and its application to meat products. *J Food Sci* 51: 20-28.
- Lee YJ (2008) Quality characteristics of dukeum (pan-fired) ramie leaves powder added muffin. *MS Thesis* Chungbuk National University, Cheongju.
- Lee YS, Joo EY, Kim NW (2005) Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.
- Lim JA, Na YS, Baek SH (2004) Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 306-310.
- Lim SJ, Han HK, Ko JH (2003) Effects of edible and medicinal plants intake on blood glucose, glycogen, and protein levels in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 36: 981-989.
- Massry KF, El-Ghorab AH, Farouk A (2002) Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. *Food Chem* 79: 331-336.
- Noh WS, Her SH (2001) Nutritional supplementation and health food. Hyeoil, Seoul. p 240-246.
- Park YM, Kim SJ, Jo KH, Yang EJ, Jung ST (2006) Anticariogenic and antioxidant activities from medicinal herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 284-296.
- Pryor WA, Stone K, Zang LY, Bermudez E (1998) Fraction of aqueous cigarette tar extracts : fraction that contain the tar radical cause DNA damage. *Chem Res Toxicol* 11: 441-448.
- Shah S, Stapleton PD, Taylor PW (2008) The polyphenol (-)-epicatechin gallate disrupts the secretion of virulence-related proteins by *Staphylococcus aureus*. *Lett Appl Microbiol* 46: 181-185.
- Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS (2005) Antioxidant effect on the green tea and puer tea extracts. *Korean J Food & Nutr* 18: 219-224.
- Son MH (2007) The physicochemical properties and antimicrobial activity of *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. *MS Thesis* Suncheon National University, Suncheon.
- Song JH, Lee HS, Hwang JK, Chung TY, Hong SR, Park KM (2003) Physiological activities of *Phellinus ribis* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 690-695.
- Wenzel U, Kuntz S, Brendel MD, Daniel H (2000) Dietary flavone is a potent apoptosis inducer in human colon carcinoma cells. *Cancer Res* 60: 3823-3831.
- Woo WS(2001) Experimental methods for phytochemistry. Seoul National University Press, Seoul. p 61.
- Yildirm A, Mave A, Kara AA (2001) Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *J Agric Food Che* 49: 4083-4097.

Yoo KM, Hwang IK (2004) *In vitro* effect of Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) extracts on proliferation of human prostate cancer cells and antioxidant activity. *Korean J Food Sci Tech* 36: 339-344.

Zou Y, Lu Y, Wei DJ (2004) Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum* L. *in vitro*. *Agric Food Chem* 52: 5032-5039.

(2009년 4월 2일 접수, 2009년 5월 29일 채택)