

## 건조방법에 따른 모시잎의 항산화 활성 및 암세포 증식 억제효과

김아라 · 강수태 · 정 은 · 이재준<sup>†</sup>

조선대학교 식품영양학과

### Effects of Ramie Leaf according to Drying Methods on Antioxidant Activity and Growth Inhibitory Effects of Cancer Cells

Ah-Ra Kim, Su-Tae Kang, Eun Jeong, and Jae-Joon Lee<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

**ABSTRACT** This study was carried out to discriminate the effects of the ramie leaf according to the drying methods (hot air drying and freeze drying) on antioxidative activity *in vitro* and antiproliferation in human cancer cells. There were no significant differences in total polyphenol content of ramie leaf ethanol extracts depending on the drying methods, but total flavonoid content was significantly higher in hot air dried ramie leaf (HR) than in freeze dried ramie leaf (FR). The DPPH radical scavenging activity of HR and FR ethanol extracts were found to be 77.74%, and 77.29% in 1000 ppm, respectively. Antioxidative index of HR and FR ethanol extracts measured by Rancimat were lower than those in BHT, BHA, and ascorbic acid, but were higher than that in control. The antiproliferation effect of 80% ethanol extracts of HR and FR on liver cancer cell line (H460), stomach cancer cell line (AGS), and lung cancer cell line (A549) were increased with a dose-dependent manner. The cancer cell growth inhibition activities of HR and FR ethanol extracts at the concentration of 800 µg/mL showed greater than 80% on Hep G2 and A549 cell line, and greater than 75% on AGS cell line. These results suggest that HR and FR ethanol extracts possess potential antioxidative effect and antiproliferation in human cancer cells, and those activities of ramie leaf ethanol extracts depending on the drying methods were similar.

**Key words:** ramie leaf, antioxidative effect, cytotoxic effect, cancer cell lines

## 서 론

최근 생활환경과 식생활의 변화 등으로 영양과잉이나 불균형에서 오는 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 등과 같은 성인병이 증가되고 생활수준이 향상됨에 따라 건강에 대한 관심이 커지면서 식생활의 중요성이 강조되고 있다(1). 또한 최근 여러 연구에 따르면 노화를 비롯한 대부분 현대인의 질병은 과잉으로 생성된 활성산소(reactive oxygen species, ROS)에 의한 산화적 스트레스(oxidative stress)에 의한 것으로 규명되었다(2). 따라서 활성산소에 의해 유도되는 산화적 스트레스를 예방 또는 감소시키기 위해서는 외부로부터 항산화물질이 충분히 섭취되어야 한다. 이에 따라 천연물을 대상으로 한 연구가 활발히 진행되면서 항산화, 항암, 항균 등 천연물의 기능성과 천연물에 함유된 2차 대사산물의 생리활성 효능에 대한 관심이 증대되고 있다(3).

산채류는 환경으로부터 자신을 보호하기 위한 생리활성 물질이 다량 함유되어 있고 다양한 생리기능성이 알려지면

서 기능적 측면에서 관심이 증가되고 있으며 기능성에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(4). 산채류 중 모시풀(ramie, *Boehmeria nivea* L.)은 우리나라 제주·전남·경북 및 충남 한지 등지에서 재배되고 있는 켄기풀과에 속하는 여러해살이풀로, 예부터 민간요법의 약재나 구황식으로 널리 이용되어 왔다(5). 모시풀의 잎인 모시잎은 한방에서 저마엽(苧麻葉)이라 하여 약재로 쓰이고 음식으로도 이용되어 나물, 장아찌, 김치류, 떡류 등으로 다양하게 활용되고 있다.

모시잎에는 아미노산, 비타민 C, Ca, K, Mg이 풍부하며(6), 다량 함유된 식이섬유소로 인하여 지질대사 개선 및 항비만 효과(7), 항변비 효과(8)가 있는 것으로 보고되었다. 또한 생체 내 산화작용을 억제하는 플라보노이드 성분을 비롯한 폴리페놀이 다량 함유되어 있으며 썩보다 많은 총 페놀과 플라보노이드를 함유하여 총 페놀성 화합물은 썩보다 4배, 총 항산화 활성은 썩보다 6배 높은 것으로 보고되었다(9). 모시잎의 선명한 엽록소는 활성산소의 강력한 억제물질로서의 기능성을 가지고 있으며(10), 항균효과가 있어 모시잎을 떡에 첨가하게 되면 모시잎의 첨가 비율이 높을수록 총 미생물수의 증가폭이 작아 모시잎이 떡의 저장기간을 연장시키는 것으로 보고되었다(6). 이외에도 이러한 모시잎의 생리기능성이 알려지면서 모시잎 분말을 떡, 쿠키, 머핀 등

Received 14 January 2014; Accepted 5 March 2014

<sup>†</sup>Corresponding author.

E-mail: leej80@chosun.ac.kr, Phone: +82-62-230-7725

식품에 첨가하여 모시잎의 다양한 기능성 식품 개발에 관한 연구가 보고된 바 있다(11-13).

한편 식품을 건조시키는 인공건조방법에는 열풍, 동결, 냉풍 및 진공건조 등 다양하며 건조방법마다 물성 변화, 색, 맛, 복원성 및 조직감 등에 있어 장단점의 차이가 있는 것으로 알려져 있다(14). 식품의 가장 보편화된 건조방법으로는 열풍건조가 사용되고 있고, 영양성분 및 기능성 성분의 손실을 최소화하기 위하여 동결건조 방법이 널리 이용되고 있다. 이와 관련된 연구로 보리잎(15), 매생이(16), 와송(17), 양파(18), 마늘(19), 감태(20) 등의 건조방법에 따른 이화학적 성분 및 항산화 활성 등의 생리활성 비교 연구가 보고된 바 있으며, 식품소재마다 건조방법에 따른 영양성분 및 생리활성에 차이를 보이는 것으로 보고되었다. 현재 모시잎의 이용 증대를 위해 모시잎을 건조 분말화하여 모시잎 분말이 시판되고 있으나, 모시잎의 건조방법에 따른 품질 및 생리활성의 비교에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 모시잎 분말의 건조방법에 따른 생리활성의 차이를 비교 분석하고자 모시잎을 열풍건조 및 동결건조 하여 항산화 및 암세포 증식 억제효과를 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 모시잎은 2011년 8월에 수확한 모시잎으로 영광모시잎송편 영농조합법인으로부터 구입하여 수세한 후 전처리로 blanching 처리하였다. Blanching 처리의 목적은 모시잎의 경우 주로 삶은 모시잎을 이용하며, blanching은 살균효과가 있을 뿐만 아니라 품질 저하에 관련되는 효소(peroxidase)를 불활성화시켜 품질 변화를 최소화하기 때문에 시행하였다. Blanching 조건은 모시잎 300 g을 모시잎 중량의 10배의 물 100°C에서 1분간 blanching 후 흐르는 물에 1분간 수세하고 salad spinner(Caous, WINDAX, Seoul, Korea)를 이용하여 물기를 제거하였다.

### 건조방법

열풍건조 모시잎은 데친 모시잎을 열풍건조기(GNO12, Hani GNCO Co., Ltd., Jangseong, Korea)를 이용하여 60°C에서 40시간 건조시켰고, 동결건조 모시잎은 데친 모시잎을 -70°C deep freezer(MDF-U52V, SANYO Electrical Co., Ltd., Osaka, Japan)에서 냉동시킨 후 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용하여 -70°C에서 72시간 건조시켰다. 열풍건조 및 동결건조 된 모시잎은 분쇄기로 20 mesh로 마쇄 후 -70°C에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

### 시료추출

열풍 및 동결건조 된 모시잎 분말을 100 g당 80% ethanol 1,500 mL를 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 65°C의

heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간씩 3회 추출한 다음 Whatman filter paper(No.2, GE Healthcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하였다. 여액을 40°C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 동결건조 시켜, 시료의 산화를 방지하기 위해 -70°C에 냉동 보관하면서 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량

열풍 및 동결건조 된 모시잎 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(21)에 따라 측정하였다. 감압·농축·동결건조 한 모시잎 에탄올 추출물이 1,000 ppm이 되도록 희석한 1 mL와 Folin reagent 2 mL를 넣은 후 실온에서 3분간 정치한 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 mL를 첨가하였고, 이를 혼합한 후 30°C에서 40분간 정치하였으며 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 tannic acid를 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되도록 작성하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 구했다.

### 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Davis법을 변형한 방법(22)에 따라 측정하였다. 감압·농축·동결건조 한 모시잎 에탄올 추출물이 1,000 ppm이 되도록 희석한 1 mL에 diethylene glycol 2 mL를 첨가한 다음 1 N NaOH 20 µL를 넣고 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료 중의 플라보노이드 함량을 구했다.

### DPPH 라디칼 소거능

모시잎 에탄올 추출물의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능은 Blois의 방법(23)을 이용하여 측정하였다. 감압·농축·동결건조 한 모시잎 에탄올 추출물이 1,000 ppm이 되도록 희석한 1 mL와 0.2 mM DPPH 1 mL를 test tube에 취한 후 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켜 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성의 비교를 위하여 양성대조군으로 비타민 C와 합성 항산화제인 butylated hydroxyanisole(BHA)와 butylated hydroxytoluene(BHT)를 이용하여 동일한 방법으로 측정하였다. 모시잎 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 (1-시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100에 의하여 계산하여 나타났다.

### 항산화지수

항산화지수(antioxidant index, AD)는 Joo 등의 방법(24)에 의하여 Rancimat(Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 모시잎 에탄올 추출물에 포함된 용매를 완전히 제거한 함량이 1,000 ppm이 되도록 soybean oil(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)에 첨가하고, 초음파(Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)를 이용하여 시료 추출물과 유지가 잘 혼합되도록 하였다. Rancimat의 측정 조건은 모시잎 추출물 각각 3.0 g을 반응용기에 취하고 증류수 70 mL를 측정용기에 넣은 후 110°C에서 air flow rate 20 L/hr로 하여 산화안정성을 비교하였다. 모든 측정치는 3회 반복 실험하여 얻은 값의 평균치로 표시하였고, 기존의 상업용 항산화제인 BHA와 BHT와 천연 항산화제인 비타민 C를 유지에 대해 첨가하여 양성대조군으로 비교 실험하였다.

### 세포배양

본 실험에 사용한 암세포주는 인체 간암세포인 Hep G2, 인체 위암세포인 AGS, 인체 폐암세포인 A549로 한국세포주은행(KCLB, Seoul, Korea)에서 분양 받아 사용하였다. 각 세포주는 100 units/mL의 penicillin-streptomycin (GIBCO, Rockville, MD, USA)과 10%의 fetal bovine serum(FBS)이 함유된 RPMI 1640(Rosewell Park Memorial Institute, Hyclone, Logan, UT, USA), DMEM(Dulbecco Minimum Essential Medium, GIBCO), MEM(Minimum Essential Medium, GIBCO) 배지를 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(Model 311, Forma, Waltham, MA, USA)에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 일주일에 2~3회 refeeding하고, 6~7일 만에 phosphate buffered saline (PBS)으로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리해 원심분리 하였다. 그 후 집적된 암세포에 배지를 넣고 피펫으로 암세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합하여 75 mL cell culture flask에서 계대 배양하면서 실험하였다.

### 암세포 증식 억제율

암세포 증식 억제효과를 측정하기 위해 Ishiyama 등(25)의 방법에 따라 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) assay로 실험하였다. 즉  $1 \times 10^5$  cell/well 농도로 96 well plate에 100 µL씩 분주한 후 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 24시간 배양한 다음, 전 배양에 사용된 배지를 제거하고 배지에 일정 농도로 희석된 추출물을 100 µL 첨가하여 다시 24시간 배양하였다. 배양 완료 후 2 mg/mL 농도의 MTT 시약을 well 당 10 µL씩 분주한 다음 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 4시간 후 MTT 시약이 포함된 배지를 제거하고 dimethyl sulfoxide(DMSO) 100 µL를 가한 후 상온에서 발색시키고, ELISA Microplate Reader(ELx808, Bio Tek Inc., Winooski, VT, USA)를

이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각각의 암세포 증식 억제율은 다음의 식에 따라 생존율을 표시하였다.

$$\text{Cell viability (\% of control)} = \frac{\text{시료처리군의 흡광도}}{\text{control 흡광도}} \times 100$$

### 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과로, 본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 18.0 P/C package(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은  $P < 0.05$  수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였으며, 두 집단 간(열풍건조와 동결건조)의 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 총 폴리페놀 함량

본 실험에서는 모시잎 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 기준물질로 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 폴리페놀 함량은 각각 138.00 mg/g과 132.50 mg/g으로 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. Lee 등(26)이 보고한 모시잎의 70% 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량은 149.58 mg/g으로 본 연구의 폴리페놀 함량보다 높게 나타났다. 모시잎과 같은 산채류인 쑥의 물 및 메탄올 추출물의 폴리페놀 함량은 각각 37.6 mg/g과 55.6 mg/g으로 보고되어(27), 본 연구의 모시잎과 비교해 모시잎의 폴리페놀 함량이 쑥에 비하여 더 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 건조방법에 따른 모시잎의 총 폴리페놀 함량은 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 더 높은 경향이었으나, 건조방법에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 양배추의 총 페놀성 화합물의 함량이 열풍건조(50°C, 55°C, 60°C) 및 동결건조에 따른 유의적 차이

**Table 1.** Contents of total polyphenol and total flavonoid of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoid (mg/g)
Hot air drying <sup>1)</sup>	138.00±2.64 <sup>3)</sup>	124.25±0.58*
Freeze drying <sup>2)</sup>	132.50±2.76	119.00±1.15

<sup>1)</sup>Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

<sup>2)</sup>Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

<sup>3)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

\*Significantly different between hot air and freeze drying by Student's *t*-test at  $P < 0.05$ .

가 없었다고 보고한 Jin 등(28)의 연구결과와 유사하였고, 건조방법을 달리한 감태의 총 폴리페놀 함량도 동결건조와 열풍건조 시료 간의 함량 차이가 거의 없었다고 보고되었다(20). 반면 열풍건조(50°C, 60°C) 및 동결건조 한 더덕의 총 폴리페놀 함량은 동결건조 시료에 비하여 열풍건조 시료에서 유의적으로 낮았으며(29), 이와는 반대로 양파의 총 폴리페놀 함량은 열처리 과정이 포함된 열풍건조와 진공건조가 동결건조에 비하여 유의적으로 높았다고 하여(18) 본 연구결과와 차이를 보였다. Kim 등(30)은 건조방법을 달리하여 건조한 방아풀, 썩부쟁이 및 씀바귀 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 방아풀과 썩부쟁이는 동결건조에서 가장 높았으나 씀바귀는 오븐건조에서 가장 높게 나타나, 방아풀과 썩부쟁이는 고온에서 폴리페놀 함량이 손실되며 씀바귀는 열처리에 의해 폴리페놀 함량이 활성화되는 것이라 보고하였다. 이처럼 같은 실험방법 및 조건에서 측정된 폴리페놀 함량은 시료마다 차이를 보인 것으로 보아, 건조방법에 따른 폴리페놀 함량은 시료마다 다른 것으로 판단되며, 본 연구에서 모시잎의 기능성 성분인 총 폴리페놀 함량은 동결건조와 열풍건조 간의 비슷한 함량을 보여 모시잎의 폴리페놀 함량 분석은 열풍건조를 이용해도 좋을 것으로 사료된다.

**총 플라보노이드 함량**

모시잎 에탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량은 rutin을 기준물질로 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 플라보노이드 함량은 각각 124.25 mg/g과 119.00 mg/g으로 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. Lee 등(26)이 보고한 모시잎 70% 에탄올 추출물의 플라보노이드 함량은 49.24 mg/g이었고, 모시풀을 생잎, 동결건조잎, 모시잎차로 구분하여 각각을 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물로 제조하여 총 플라보노이드를 분석한 연구(31)에서는 동결건조 잎을 70% 에탄올로 추출하였을 때 115.33 mg/10 g으로 가장 높았으며, 본 연구결과와 비교해 본 연구에서 더 높은 함량을 보였다. 다른 산채류의 플라보노이드 함량을 살펴보면, 열풍건조 한 참취, 깻잎, 썩의 95% 에탄올 추출물의 플라보노이드 함량은 각각 6.5 mg/g, 1.6 mg/g, 7.3 mg/g으로 썩의 플라보노이드 함량이 가장 높았다고 하였으나(32), 본 연구의 모시잎의 플라보노이드 함량보다는 낮게 나타났다. Lee 등(17)의 연구결과에 의하면 천일건조, 열풍건조 및 동결건조한 후 물 및 95% 에탄올로 추출한 와송의 플라보노이드 함량은 열풍건조 에탄올 추출물에서 가장 높았고, 물 및 에탄올 추출물 모두 동결건조에 비하여 열풍건조에서 유의하게 높게 나타났다고 하였다. 본 연구결과에서도 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 플라보노이드 함량이 유의하게 높게 나타났으며, 이러한 결과는 열풍건조 조건의 열에 기인한 결과로 사료된다.

플라보노이드의 생리활성 작용으로 가장 주목받는 것 중

의 하나는 항산화 작용으로, 유리기에 수소원자를 공여하여 생체 내에서 산화적 스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성산소 등의 자유 라디칼의 생성을 억제시킴으로써 항산화 작용을 발휘하게 된다(33). 따라서 본 연구에서 모시잎에는 다른 산채류와 비교해 높은 함량의 폴리페놀 및 플라보노이드를 함유하고 있는 것으로 나타났으며, 이로 인하여 모시잎의 항산화 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다. 또한 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 플라보노이드 함량이 높게 나타나 모시잎의 플라보노이드 함량은 열풍건조를 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

**DPPH 라디칼 소거능**

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 1,000 ppm에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 77.73%와 77.29%의 비슷한 DPPH 라디칼 소거능을 보였으며, 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 다소 높았으나 유의차는 없었다. 대조구인 BHT, BHA 및 비타민 C는 각각 84.30%, 85.87%, 92.15%로 합성항산화제인 BHT와 BHA에 비하여 천연항산화제인 비타민 C의 DPPH 라디칼 소거능이 더 유의적으로 높은 것으로 나타났다. Paik 등(12)의 연구에서 모시잎의 물과 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 250 ppm에서 각각 26.0%, 25.4%, 500 ppm에서 48.1%, 51.5%, 1,000 ppm에서 67.4%, 84.2%를 나타냈으며, 본 모시잎 에탄올 추출물의 소거능은 1,000 ppm에서 77.74%와 77.29%로 본 연구결과에서 더 낮은 소거능을 보였으나 모시잎 물 추출물보다는 높게 나타났다. 썩의 DPPH 라디칼 소거능은 물 추출물의 경우 100, 300, 500, 1,000 ppm 농도에서 각각 41%, 50%, 53%, 57%였고, 에탄올 추출물은 각각 39%, 51%, 58%, 64%로 추출물의 농도 의존적으로 증가하였다고 보고되어(34), 본 연구결과와 비교해 1,000 ppm에서 모시잎의 에탄올 추출물이 썩 에탄올 추출물에 비하여 높은 소거능을 보였다. 모시잎은 주로

**Table 2.** DPPH radical scavenging activity of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Samples <sup>1)</sup>	DPPH radical scavenging activity (%)
HR <sup>2)</sup>	77.73±0.18 <sup>d(6/7)</sup>
FR <sup>3)</sup>	77.29±0.12 <sup>d</sup>
BHT <sup>4)</sup>	84.30±0.13 <sup>c</sup>
BHA <sup>5)</sup>	85.87±0.29 <sup>b</sup>
Vitamin C	92.15±0.12 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).

<sup>2)</sup>HR: hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract.

<sup>3)</sup>FR: freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract.

<sup>4)</sup>BHT: butylated hydroxytoluene.

<sup>5)</sup>BHA: butylated hydroxyanisole.

<sup>6)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

<sup>7)</sup>Values with different superscript letters indicate significant differences at *P*<0.05 by Tukey's test.

삶은 모시잎을 떡으로 이용하는데, Park 등(11)은 모시잎 분말을 1%, 3%, 5%, 7%의 농도별로 설기떡에 첨가하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과 24.99%~65.39%로 첨가량이 증가할수록 소거능이 증가하였으며, 5% 첨가군은 50% 이상의 소거능을 보였고 3% 이상 첨가 시 대조구인 BHT와 비타민 C보다 월등히 높았다고 하였다. 이는 일반적으로 식품에 항산화제로 사용되는 비타민 C와 BHT는 조리 과정 중에 그 기능이 소실되는 반면 모시잎은 항산화 물질이 파괴되지 않아 우수한 항산화 활성을 나타내는 것이라 하였다. 이러한 결과들로 볼 때 모시잎의 항산화 활성은 열처리를 거치는 가공방법에도 높은 항산화 활성을 유지하므로 기능성 식품 소재로서의 이용 가능성이 높다고 사료된다.

전자공여능은 페놀류와 플라보노이드 등 페놀성 물질에 대한 항산화 작용의 지표로서 식물 추출물의 DPPH 라디칼 소거에 의한 전자공여능이 페놀류나 플라보노이드 물질에 기인하여 항산화 활성을 나타내는 것으로 볼 때(35), 본 연구에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH 라디칼 소거능이 비슷한 경향을 보였으나 열풍건조 모시잎에서 다소 높게 나타난 것은 열풍건조 및 동결건조 모시잎에 함유된 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량에 기인된 결과로 판단된다.

### 항산화지수

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 유지 산화 억제효과를 알아보기 위하여 Rancimat으로 측정된 항산화 지수는 Table 3과 같다. 양성대조군으로 사용한 천연항산화제인 비타민 C의 항산화지수는 2.24로 가장 높게 나타났고, 합성항산화제인 BHT와 BHA는 각각 1.95와 1.92로 비타민 C에 비하여 낮게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 각각 1.42와 1.38로 BHT, BHA 및 비타민

**Table 3.** Antioxidative index of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying on soybean oil

Samples <sup>1)</sup>	IP <sup>7)</sup>	AI <sup>8)</sup>
Control <sup>2)</sup>	6.90±0.18 <sup>d9)10)</sup>	1.00
HR <sup>3)</sup>	9.82±0.92 <sup>c</sup>	1.42
FR <sup>4)</sup>	9.52±0.12 <sup>c</sup>	1.38
BHT <sup>5)</sup>	13.45±0.19 <sup>b</sup>	1.95
BHA <sup>6)</sup>	13.22±0.17 <sup>b</sup>	1.92
Vitamin C	15.43±0.92 <sup>a</sup>	2.24

<sup>1)</sup>The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).

<sup>2)</sup>Control: soybean oil without ramie leaf ethanol extract.

<sup>3)</sup>HR: hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract.

<sup>4)</sup>FR: freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract.

<sup>5)</sup>BHT: butylated hydroxytoluene.

<sup>6)</sup>BHA: butylated hydroxyanisole.

<sup>7)</sup>Induction period (IP, hr. min) of oil was determined by test of Rancimat at 110°C.

<sup>8)</sup>Antioxidant index (AI) was expressed as IP of oil containing sample/IP of soybean oil.

<sup>9)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

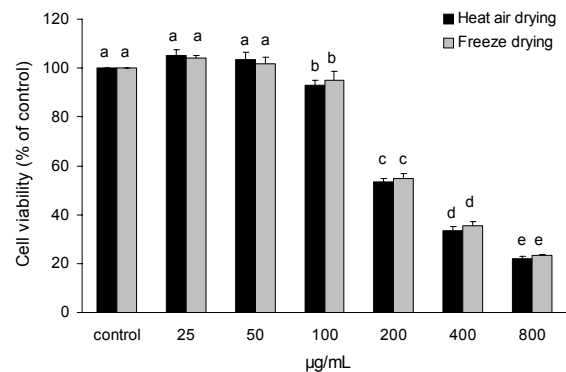
<sup>10)</sup>Values with different superscript letters indicate significant differences at  $P<0.05$  by Tukey's test.

C에 비해서는 낮았으나 시료를 미첨가한 음성대조군의 1.00보다는 높게 나타나 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 soybean oil에 대한 산화 억제효과가 있는 것으로 확인되었다. Lee 등(36)이 보고한 들깨잎 80% 에탄올 추출물의 유도 기간은 soybean oil, corn oil, palm oil, lard oil 모두에서 대조구에 비하여 높게 나타났으나 BHT에 비해서는 낮게 나타나 본 연구결과와 유사한 경향이였다. 또한 본 연구와 같은 soybean oil에서 들깨잎의 항산화지수는 1.32로 corn oil(1.32), palm oil(1.05), lard oil(1.24)과 비교해 가장 높게 나타났으며 본 연구의 모시잎과 비슷한 항산화지수를 나타내었다.

식품체에서 항산화 활성을 발휘하는 대표적인 생리활성 물질은 플라보노이드, 페놀산 등의 페놀화합물로서, Kim 등(37)은 20여종의 약용식물류의 총 페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 상관관계에서 폴리페놀의 함량이 플라보노이드보다 많을수록 항산화 활성이 높다고 보고한 바 있으며, 본 연구의 열풍건조 및 동결건조 모시잎에서도 플라보노이드 함량에 비하여 폴리페놀 함량이 더 높게 나타났다. 본 연구에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 같이 비슷한 수준으로 나타났으며, 모시잎에 다량 함유된 폴리페놀, 플라보노이드, 항산화비타민 및 무기질 등의 항산화 활성을 갖는 성분들에 의하여 유도기간을 연장해 유지의 산패 억제효과를 나타냄으로써 높은 항산화력을 보인 것으로 판단된다.

### 위암세포 증식 억제효과

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 위암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 위암(AGS) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 위암세포 증식 억제효과를 알아보았다. 위암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별(25, 50, 100, 200, 400, 800 µg/mL)로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 50 µg/mL 이하에서는

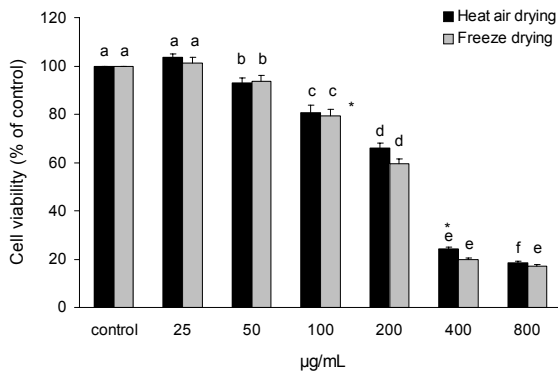


**Fig. 1.** Cell viability on AGS cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying. Reported values are means±SE. Values with different letters (a-e) at the same drying method are significantly different at  $P<0.05$  by Tukey's test.

위암세포의 증식을 억제하지 못하였으나, 100 µg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 위암세포의 생존율이 농도 의존적으로 저하되어 가장 높은 농도인 800 µg/mL에서 생존율이 각각 21.88%와 23.20%로 위암세포 증식 억제효과가 나타났다. 위암세포 증식 억제효과를 보인 100 µg/mL 이상에서는 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 생존율을 보였으나 건조방법에 따른 유의적인 차이는 없었다. 인진쑥 추출물은 300 µg/mL 농도에서 위암세포인 NCI-N87과 결장암세포인 HT-29에 대해 각각 67%와 49%의 증식 억제효과가 있으며(38), 이러한 추출물의 암세포 증식 억제능은 시료 중에 함유된 페놀화합물에 의한 것으로 페놀화합물이 종양괴사 인자를 활성화시키기 때문인 것으로 보고되어 있다(39). 개똥쑥의 물 및 80% 에탄올 추출물을 62.5, 125, 250, 500 µg/mL의 농도로 조정하여 위암세포인 AGS의 증식에 미치는 영향을 살펴본 결과, 모든 농도에서 물 추출물에 비하여 에탄올 추출물에서 더 높은 억제율을 보였고, 500 µg/mL에서 에탄올 추출물의 증식 억제율은 57.24%로 가장 높았으며 그 외 시료에서는 50% 미만으로 보고되었다(40). 본 연구에서 개똥쑥 에탄올 추출물의 최고 농도보다 낮은 농도인 400 µg/mL에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 위암세포 증식 억제율은 각각 66.49%와 64.40%로, 개똥쑥 에탄올 추출물에 비하여 모시잎 에탄올 추출물이 위암세포인 AGS에 대하여 증식 억제효과가 더 큰 것으로 판단된다.

**간암세포 증식 억제효과**

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 간암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 간암(Hep G2) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 간암세포 증식 억제효과를 알아보았다. 간암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정할 결과는 Fig. 2와 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 25 µg/mL에서는 대조군에 비하여 유의적인 생존율의 변화

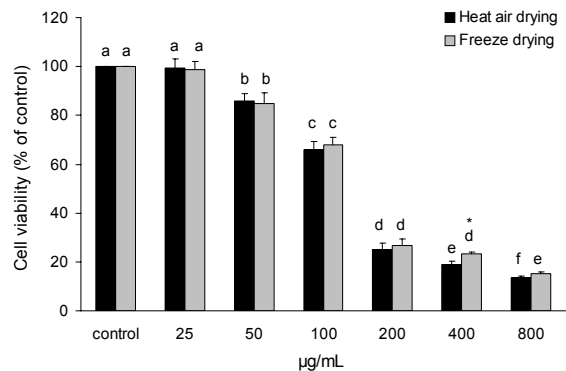


**Fig. 2.** Cell viability on Hep G2 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying. Reported values are means±SE. Values with different letters (a-f) are significantly different at  $P<0.05$  by Tukey's test. \*Significant difference compared with freeze drying at  $P<0.05$  by Student's t-test.

는 없었고, 50 µg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 간암세포의 생존율이 농도 의존적으로 저하되어 800 µg/mL에서 각각 18.38%와 17.21%의 생존율로 가장 높은 세포 증식 억제율을 보였다. 건조방법에 따른 간암세포 증식 억제효과를 비교해 보면, 대체로 열풍건조 모시잎 추출물에 비하여 동결건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 세포 생존율을 보여 동결건조 모시잎의 간암세포 증식 억제효과가 더 큰 것으로 나타났으나 200 µg/mL와 400 µg/mL 농도에서만 유의적인 차이를 보였다. Kim 등(41)의 연구에서는 용매 분획별 생모시잎의 간암세포(Hep G2)에 대한 항암 활성은 최고 농도인 500 µg/mL에서 메탄올 분획물은 28%까지 생존율이 낮았으며, 에틸아세테이트 분획물 30%, 물 추출물 36%, 헥산 분획물 52% 순으로 보고하여 분획물마다 차이를 보이는 것으로 나타났다. Seo 등(42)은 머위 추출물의 간암세포(Hep3B)에 대한 암세포 생존 억제율을 분석한 결과 부탄올 분획에서 72.7%로 가장 높은 억제율을 보였고, 헥산 분획에서는 38.1%, 에틸아세테이트 분획에서는 24.6%의 억제율을 보였으며, 위암세포보다는 간암세포에 대한 억제 정도가 훨씬 높았다고 하였다. 본 연구에서도 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 가장 높은 농도인 800 µg/mL에서 간암세포 증식 억제율은 각각 81.62%와 82.79%였고, 위암세포 증식 억제율은 각각 78.12%와 76.80%로(Fig. 1), 모시잎 추출물은 위암세포보다는 간암세포에 대한 증식 억제효과가 더 큰 것으로 판단된다.

**폐암세포 증식 억제효과**

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 폐암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 폐암(A549) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 폐암세포 증식 억제효과를 알아보았다. 폐암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정할 결과는 Fig. 3과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 25 µg/mL에서는 대조군에 비하여 유의적인 변화는 없었고,



**Fig. 3.** Cell viability on A549 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying. Reported values are means±SE. Values with different letters (a-f) are significantly different at  $P<0.05$  by Tukey's test. \*Significant difference compared with freeze drying at  $P<0.05$  by Student's t-test.

50 µg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 농도의존적으로 저하되어 가장 높은 농도인 800 µg/mL에서 폐암세포의 생존율이 대조군에 비하여 각각 13.66%와 15.34%로 낮아져 폐암세포 증식 억제활성이 높은 것으로 나타났다. 100 µg/mL 이상의 농도에서는 동결건조 모시잎 추출물에 비하여 열풍건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 세포 생존율을 보이는 경향이었으나 400 µg/mL에서만 유의적인 차이를 보였다. Park 등(43)이 보고한 쑥 추출물에 대한 폐암세포(A549)의 증식 억제효과에서는 500 ppm에서 물 추출물은 22%, 70% 에탄올 추출물은 22.5%로 비슷한 수준인 것으로 보고되었으나, Lee 등(44)은 사철쑥의 에탄올 추출물이 증류수 추출물보다 인체 폐암세포주 A549에 대해 높은 세포 성장 억제효과를 보였다고 하였다. 또한 Kim 등(45)이 보고한 솔잎 추출물의 폐암세포(A549)의 성장 억제효과는 1,000 ppm에서 78%의 억제효과를 보였는데, 본 연구에서는 이보다 낮은 농도인 800 ppm(800 µg/mL)에서 86.34%와 84.66%의 폐암세포 증식 억제효과를 나타내어 솔잎 추출물에 비하여 모시잎 추출물의 항암 활성이 높은 것으로 판단된다.

이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 건조방법에 따른 항암활성은 비슷한 경향이었으며 가장 높은 농도인 800 µg/mL에서 80% 이상의 간암 및 폐암세포의 증식 억제활성을 보였고, 위암세포에서는 75% 이상의 증식 억제활성을 보였다. 이러한 모시잎 추출물의 암세포 증식 억제효과는 시료 중의 항암활성을 나타내는 물질이 관여하여 나타난 결과로 판단되며, 향후 이러한 암세포 증식 억제효과를 나타내는 물질들에 관한 연구가 필요하리라 생각된다.

## 요 약

본 연구는 모시잎의 건조방법에 따른 항산화 및 암세포 증식 억제효과를 비교 분석하였다. 80% 에탄올로 추출한 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 폴리페놀 함량은 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면 총 플라보노이드 함량은 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 1,000 ppm에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 77.74%와 77.29%의 비슷한 라디칼 소거능을 보였으며, Rancimat으로 측정된 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 각각 1.38과 1.32로 BHT, BHA 및 비타민 C에 비해서는 낮았으나 시료를 미첨가한 음성대조군보다는 높은 항산화력을 보였다. 위암(AGS), 간암(Hep G2) 및 폐암(A549) 세포에 대한 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식 억제효과를 알아본 결과, 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 농도가 증가할수록 암세포의 증식 억제 활성은 농도 의존적으로 증가되었다. 건조방법에 따른 항암활성은 비슷한 경향이었으며 가장 높은 농도인 800 µg/mL에서 80% 이상의 간암 및

폐암세포의 증식 억제 활성을 보였고, 위암세포에서는 75% 이상의 증식 억제 활성을 보였다. 이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 *in vitro*에서 항산화효과와 암세포의 증식 억제효과를 보였고, 건조방법에 따른 모시잎 에탄올 추출물의 항산화 활성 및 암세포 증식 억제 활성은 비슷한 경향으로 나타났다.

## REFERENCES

1. Ha TY. 2006. Development of functional food materials for healthy life. *Korean J Crop Sci* 51: 26-39.
2. Stadtman ER, Berlett BS. 1998. Reactive oxygen-mediated protein oxidation in aging and disease. *Drug Metab Rev* 30: 325-243.
3. Park SY, Kim JW. 1992. Screening and isolation of the antitumor agents from medicinal plants ( I ). *Kor J Pharmacogn* 23: 264-267.
4. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 29-36.
5. Lee SJ. 1578. *Boenchogangmeok*. People's Health Publishing, Seoul, Korea. p 570-571.
6. Yoon SJ, Jang MS. 2006. Characteristics of quality in *Jeolpyun* with different amounts of ramie. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 636-641.
7. Lee JJ, Park MR, Kim AR, Lee MY. 2011. Effects of ramie leaves on improvement of lipid metabolism and antiobesity effect in rats fed a high fat/high cholesterol diet. *Korean J Food Sci Technol* 43: 83-90.
8. Oh SH. 2012. Effects of ramie leaf on the loperamide-induced constipation in rats. *MS Thesis*. Chosun University, Gwangju, Korea.
9. Kim OS. 2010. Physiological and quality characteristics of bakery products added with mosi leaf powder. *PhD Dissertation*. Sejong University, Seoul, Korea.
10. Kim HJ, Choi JH, Kim HD, Park CC. 1994. A study on the improvement of antimicrobial activity and crease resistance of Korean traditional Hansan ramie fabrics. *J Korean Soc Dyers and Finishers* 6: 285-292.
11. Park SS, Kim SI, Sim KH. 2011. The quality characteristics and antioxidative activity of Sulgidduk supplemented with ramie leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 763-772.
12. Paik JE, Bae HJ, Joo NM, Lee SJ, Jung HA, Ahn EM. 2010. The quality characteristics of cookies with added *Boehmeria nivea*. *Korean J Food & Nutr* 23: 446-452.
13. Lee YJ, Woo KS, Jeong HS, Kim WJ. 2010. Quality characteristics of muffins with added dukeum (pan-fired) ramie leaf (*Boehmeria nivea*). *Korean J Food Culture* 25: 810-819.
14. Jung IC, Park KS, Ha HC, Kim SH, Kwon YI, Lee JS. 1996. Antioxidative effects of fruit body and mycelial extracts of *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 464-469.
15. Park SJ, Lee JS, Hoe YH, Moon EY, Kang MH. 2008. Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1627-1631.
16. Son SM, Kwon HO, Lee JH. 2011. Physicochemical composition of *Capsosiphon fulvescens* according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1582-1588.
17. Lee SJ, Seo JK, Shin JH, Lee HJ, Sung NJ. 2008. Antioxidant

- activity of wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 605-611.
18. Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. 2007. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 342-347.
  19. Chang YE, Kim JS. 2011. Effects of pretreatment and drying methods on the quality and physiological activities of garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1680-1687.
  20. Kim JA, Lee JM. 2004. The changes in the chemical components and antioxidant activities in *Ecklonia cava* according to the drying methods. *J Korean Home Econ Assoc* 42: 193-203.
  21. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
  22. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. *Standard food analysis*. Jigu-Moonwha Sa, Paju, Korea. p 381-382.
  23. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1203.
  24. Joo KJ, Kim JJ. 2002. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean J Food Sci Technol* 34: 499-502.
  25. Ishiyama M, Tominaga H, Shiga M, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno K. 1996. A combined assay of cell viability and *in vitro* cytotoxicity with a highly water-soluble tetrazolium salt, neutral red and crystal violet. *Biol Pharm Bull* 19: 1518-1520.
  26. Lee YR, Nho JW, Hwang IG, Kim WJ, Lee YJ, Jeong HS. 2009. Chemical composition and antioxidant activity of ramie leaf (*Boehmeria nivea* L.). *Food Sci Biotechnol* 18: 1096-1099.
  27. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 29-36.
  28. Jin TY, Oh DH, Eun JB. 2006. Change of physicochemical characteristics and functional components in the raw materials of saengsik, uncooked food by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 38: 188-196.
  29. Jin TY, Quan WR, Wang MH. 2008. Change of physicochemical and sensory characteristics in the *Codonopsis lanceolata* saengsik, uncooked food by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 40: 721-725.
  30. Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. 2009. Physiological activity of bang-a, aster and lettuce greens by the different drying methods. *J Bioenviron Control* 18: 60-66.
  31. Park SS, Sim KH, Kim SI. 2010. Antioxidative activity of *Boehmeria nivea* L. Presented at the Korean Society of Food Preservation Annual Meeting, Gyeongju, Korea. p 318.
  32. Kim JH, Kim MK. 1999. Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of perilla frutescens, *Artemisia princeps* var. *orientalis* and *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 540-551.
  33. Sakanka S, Kim M, Taniguchi M, Yamamoto T. 1989. Antibacterial substance in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. *Agric Biol Chem* 53: 2307-2311.
  34. Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park GS, Choi KH. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activities of mugwort and pine needle extracts. *Korean J Food Preserv* 9: 248-252.
  35. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
  36. Lee JS, Park YK, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BC, Bang JK. 2007. Antioxidative and biological activities of sweetpotato tips. *Korean J Crop Sci* 52: 228-238.
  37. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
  38. Jung MJ, Yin Y, Heo IS, Wang MH. 2008. Antioxidant and anticancer activities of extract from *Artemisia capillares*. *Kor J Pharmacogn* 39: 194-198.
  39. Xu Q, Mori H, Sakamoto O, Uesugi Y, Koda A. 1989. Immunological mechanisms of antitumor activity of some kinds of crude drugs on tumor necrosis factor production. *Int J Immunopharmacol* 11: 607-613.
  40. Ryu JH, Lee SL, Kim MJ, Shin JH, Kang SK, Cho KM, Sung NJ. 2011. Antioxidant and anticancer activities of *Artemisia annua* L. and determination of functional compounds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 509-516.
  41. Kim IS, Park KS, Yu HH, Shin MK. 2009. Antioxidant activities and cell viability against cancer cells of *Adenophora remotiflora* leaves. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 384-394.
  42. Seo HS, Chung BH, Cho YG. 2008. The antioxidant and anticancer effects of butterbur (*Petasites japonicus*) extracts. *Korean J Plant Res* 21: 265-269.
  43. Park CS, Kim ML. 2006. Functional properties of mugwort extracts and quality characteristics of noodles added mugwort powder. *Korean J Food Preserv* 13: 161-167.
  44. Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY. 2004. Enhanced immune activity and cytotoxicity of *Artemisia capilaris* Thunb extracts against human cell line. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 36-42.
  45. Kim EJ, Jung SW, Choi KP, Han SS. 1998. Cytotoxic effect of the pine needle extracts. *Korean J Food Sci Technol* 30: 213-217.