

## 고추잎 추출물의 항산화 및 암세포 증식 억제 효과

- 연구노트 -

전건욱<sup>1</sup> · 한지영<sup>1</sup> · 최용민<sup>1</sup> · 이선미<sup>1</sup> · 김흥태<sup>2</sup> · 이준수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품공학과

<sup>2</sup>충북대학교 식물의학과

### Antioxidant and Antiproliferative Activity of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Leaves

Geonuk Jeon<sup>1</sup>, Jiyoung Han<sup>1</sup>, Youngmin Choi<sup>1</sup>, Seon-Mi Lee<sup>1</sup>, Heung-Tae Kim<sup>2</sup>, and Junsoo Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology and <sup>2</sup>Dept. of Plant Medicine,  
Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

#### Abstract

The purposes of this study were aimed to evaluate the antioxidant and antiproliferative activities of water, methanol, and 70% acetone extracts from pepper leaves. The antioxidant activity was evaluated by ABTS and DPPH radical scavenging activities, reducing power, and chelating effect. Moreover, the effects of the extracts on cell proliferation of breast (MCF7), colon (HCT116), and gastric (MKN45) tumor cells were investigated. Higher extraction yields were obtained with methanol than with 70% acetone and water. Among the three different solvents, 70% acetone extract showed the highest polyphenolic contents. 70% acetone extracts showed higher antioxidant activities compared with other extracts. Also, 70% acetone extract of pepper leaves exhibited higher antiproliferative activity (>80%) against HCT116 and MKN45 cells compared with other samples at the concentration of 1 mg/mL. These results indicate that pepper leaves may serve as potential dietary sources of natural antioxidants and antiproliferative substances.

**Key words:** pepper leaves, antioxidant, antiproliferation, polyphenolics

#### 서 론

최근 들어 우리나라 사람들의 식품 소비 추세가 과거에 비해 육류 소비가 증가하고 채소와 곡류의 소비는 감소하는 경향을 보이고 있다. 쌀과 채소 중심의 전통식 식생활 양식에서 서양식 식사 패턴으로 바뀌면서 심장병, 고혈압, 암 등의 성인병 발생이 증가하고 있다. 특히 암의 경우 현대화가 진행됨에 따라 점차 증가되어지는 것으로 알려져 있으며, 2007년에 미국 암협회(American Cancer Society)에서 발간한 세계 암 현황 및 전망(Global Cancer Facts and Figures) 보고서에 의하면 2007년 한 해 동안 전 세계에서는 1,200만 명이 새로 암에 걸렸으며 암으로 인한 사망자 수가 760만 명에 이를 것이라고 추정하였다(1). 우리나라의 경우 식습관과 밀접한 관련을 가지는 것으로 알려진 대장암이 지난 10년간 급격한 증가 추이를 나타내고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 계속 이어질 것으로 예상되어진다(2). Doll과 Peto(3)의 연구에 의하면 식이가 모든 암 사망에 기여하는 정도를 각 요인별로 양적으로 추산한 결과 최고치인 35%에 해당한다고 제시하였다.

고추(*Capsicum annuum* L.)는 한국의 음식문화를 대표하는 김치와 고추장의 주원료로 세계적으로도 널리 이용되는 향신료의 하나이다. 고추열매의 경우 phenolic acid, flavonoids 등과 비타민 C, E의 좋은 급원으로 항산화 활성 또한 상당히 높은 것으로 알려져 있다(4,5). 특히 고추의 매운 맛 성분인 capsaicin은 당뇨병성 신경성증이나 관절염, 대상포진 후 신경통, 피부건선 등의 치료 효과가 보고되어 있으며, 항암 활성에 대한 연구도 많이 진행되어 있다(6,7). 인구 기준으로 볼 때 우리나라는 세계에서 고추를 가장 많이 소비하는 국가 중의 하나로 알려져 있으며 그 생산량도 높다. 또한 중국을 비롯한 세계 각지에서도 최근 10년간 2배 이상의 생산량 증가율을 나타내고 있다(8). 그러나 고추열매의 부산물인 고추잎의 경우 한국을 제외하고는 식품으로 섭취하는 국가가 크게 알려진바 없으며, 한국에서도 어린잎 정도가 나물로 식용되고 있어 그 활용도가 극히 미비하다고 볼 수 있다. 또한 고추잎에 대한 생리활성 연구는 열매에 비해 비교적 미비한 편인데 Anderson(9)은 고추잎의 catalase 활성과 hydrogen peroxide 소거효과에 대해 보고하였고, Choi 등(10)은 고추잎의 라디칼 소거능에 대해 보고하였으며, Ra

\*Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2566, Fax: 82-43-271-4412

등(11)은 고추잎 열수추출물로부터 분리한 보체계 활성화 다당에 대해 보고하였다. 또한 Kim 등(12)은 항산화효과와 항균 활성 등에 대해 보고하였다.

본 연구는 고추잎 용매추출물의 항산화 활성과 항산화 성분 및 암세포 증식억제 활성을 측정하고 항산화 활성과 함양 활성 간의 상관성을 비교·분석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 실험에 사용된 건조 고추잎은 충북 청주시에서 구입하여 사용하였다. 항산화 활성측정에 사용된 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), ferric chloride, potassium ferricyanide, ABTS(2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid))와 항산화성분 함량 측정에 이용된 gallic acid, Folin-Ciocalteu(FC) reagent 등은 모두 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 암세포 증식억제 활성측정에 사용된 fetal bovine serum(FBS), trypsin 및 RPMI 1640 배지는 Gibco BL(Grand Island, NY, USA) 제품을 사용하였다. 그밖에 사용된 추출용매 및 시약은 특급 및 HPLC 등급을 사용하였다.

### 추출물의 제조

마쇄된 시료 10 g에 70% acetone과 methanol, water 200 mL를 각각 가한 뒤 상온에서 24시간 추출하였다. 추출 후 고형분은 Toyo No. 2 여과지를 이용하여 분리하였고 상정액은 감압농축기(EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 40°C 이하에서 감압 농축하여 용매를 완전히 제거하였다. Water와 70% acetone의 경우 동결건조기를 이용하여 수분을 제거하였다. 잔사는 건조함량법을 이용하여 수율을 측정한 후 추출물은 dimethyl sulfoxide(DMSO)로 재용해하였다. 각 추출물은 질소 충전 후 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 총 polyphenol 함량 측정

총 polyphenol의 함량은 Velioglu 등(13)의 방법에 의해 측정하였다. 각 추출물 100  $\mu$ L에 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  용액 2 mL를 가하고 3분 방치한 후 50% FC reagent 100  $\mu$ L를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고 표준물질로 0.1% gallic acid를 사용하였다.

### ABTS radical을 이용한 총 항산화력의 측정

총 항산화력의 측정은 Re 등(14)의 방법에 의해서 측정하였다. ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소 방치하여  $\text{ABTS} \cdot^+$ 을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 물 흡광계수( $\epsilon = 1.6 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ )를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된  $\text{ABTS} \cdot^+$  용액 1 mL에 추출물 20  $\mu$ L를 가하여 흡광도의

변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. 표준물질로서 동량의 Trolox<sup>®</sup>를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(Trolox<sup>®</sup> equivalent antioxidant capacity, TEAC)을 계산하였다.

### DPPH 라디칼 제거능

DPPH 라디칼 제거능은 Kim 등(15)의 방법을 변형하여 실행하였다. DPPH(0.2 mM)용액 1 mL에 추출물 50  $\mu$ L를 가하여 흡광도 변화를 520 nm에서 정확히 30분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 동량의 Trolox<sup>®</sup>를 이용하여 표준곡선을 작성 후 시료의 항산화 능력(TEAC)을 측정하였다.

### 환원력의 측정

환원력은 Mau 등(16)의 방법에 의해 측정하였다. 추출물 250  $\mu$ L에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250  $\mu$ L, 1% potassium ferricyanide(w/v) 250  $\mu$ L를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 1% trichloroacetic acid (w/v)를 가하였다. 위 반응액을 1,000 rpm에서 10분간 원심 분리 하여 상정액 500  $\mu$ L에 증류수 500  $\mu$ L를 혼합하고, 0.1% ferric chloride(w/v) 100  $\mu$ L를 가하여 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다.

### 암세포 증식억제 활성측정

암세포주(MCF7: 유방암, MKN45: 위암, HCT116: 대장암)에 대한 추출물의 증식억제 효과는 colorimetric assay인 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) 방법을 이용하여 측정하였다(17). 각각의 암세포는 10% FBS, penicillin(100 units/mL), streptomycin(50  $\mu$ g/mL)을 첨가한 RPMI 1640 배지에서 37°C, 5%  $\text{CO}_2$  조건으로 배양하였다. 배양된 암세포는 trypsin-EDTA (1 mM) 용액을 첨가하여 T-flask 바닥으로부터 cell을 완전히 분리하여 RPMI 배지에 재용해하였다. 세포의 농도가  $2 \times 10^4$ (MCF7, HCT116)과  $4 \times 10^4$ (MKN45)이 되도록 cell 용액의 농도를 조정하였고 추출물은 0.22  $\mu$ m membrane filter로 멸균여과한 뒤 MTT 방법에 사용하였다. Positive control로 cisplatin(0.1 mg/mL)을 사용하였다.

### 통계분석

추출물간의 유의적 차이는 SAS 통계 프로그램(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하였으며 추출물간의 차이를 알아보기 위해 one way ANOVA로 분산분석 하였다. 평균 간의 유의성은 Duncan multiple range test에 의해 비교하였으며,  $p < 0.05$  유의수준으로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 고추잎 추출물의 항산화성분

고추잎 각 추출물의 수율은 Table 1에 나타냈으며, methanol 추출물이 16.2%로 가장 높게 나타났고 70% acetone

**Table 1. Antioxidant activities and total polyphenolic contents of the extracts obtained from the *Capsicum annum* L. leaves and extraction yields**

Extract	Polyphenolics <sup>1)</sup> (mg GAE/g)	ABTS <sup>2)</sup> (TEAC, mM/g)	DPPH <sup>2)</sup> (TEAC, mM/g)	Reducing power (mg/mL)	Yield (%)
Water	36.4±0.5 <sup>a3)</sup>	227.8±7.4 <sup>a</sup>	94.6±1.9 <sup>a</sup>	0.11±0.0 <sup>a</sup>	9.2
Methanol	40.3±1.3 <sup>b</sup>	285.2±8.5 <sup>b</sup>	136.2±4.2 <sup>b</sup>	0.33±0.0 <sup>b</sup>	16.2
70% Acetone	56.6±2.2 <sup>c</sup>	450.8±9.6 <sup>c</sup>	230.3±8.9 <sup>c</sup>	0.48±0.0 <sup>c</sup>	14.3

<sup>1)</sup>Mean of triplicate determinations expressed as mg gallic acid equivalents per g of residue.

<sup>2)</sup>Mean of triplicate determinations expressed as mM trolox equivalents per g of residue.

<sup>3)</sup>Values with different letter within same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

추출물 14.3%, water 추출물 9.2%의 순서로 나타났다. Siddhuraju와 Becker(18)의 연구에서도 여러 가지 추출물에 따라 그 수율차이가 나타나며 항산화성분이나 기타 생리활성에서도 추출물에 따라 큰 차이를 나타냄을 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 극성이 높고 널리 이용되고 있는 추출용매인 methanol과 함께 70% acetone, water를 각각 추출용매로 이용하여 각 추출용매에 따른 수율 및 생리활성 차이를 비교·분석하고자 하였다. 고추잎의 총폴리페놀(mg gallic acid equivalents/g of residue) 함량은 Table 1에 나타내었다. 먼저 70% acetone 추출물의 경우가 56.6 mg으로 가장 높은 수치를 나타냈으며 다음으로 methanol 추출물이 40.3 mg, water 추출물이 36.4 mg으로 나타났다. 식물체에 함유되어 있는 폴리페놀류는 항산화, 심혈관질환, 암, 골다공증, 퇴행성신경질환 및 당뇨병 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 이는 분자 내 phenolic hydroxy기가 효소 단백질과 같은 거대분자들과 결합하는 성질 등에 의해 여러 생리활성을 나타내는 것으로 보고되어 있다(19,20).

#### 고추잎 추출물의 항산화 활성

고추잎 각 추출물의 총항산화력을 비교한 결과는 Table 1에 나타내었으며, 추출물의 상대적인 항산화력 측정은 ABTS와 DPPH 라디칼 제거능 측정법 및 환원력 측정법을 이용하였다. 본 연구에서는 표준물질로 Trolox<sup>®</sup>를 사용하여 항산화력을 TEAC 값으로 산출하였으며, 가장 높은 수치를 나타낸 70% acetone 추출물의 경우 450.8 mM TEAC/g residue로 나타났다. Methanol 및 water 추출물과 비교할 때 70% acetone 추출물은 두 배 정도의 높은 항산화력을 나타내었으며 이는 총 폴리페놀 함량이나 DPPH, 환원력 측정 모두 동일하게 나타났다.

고추잎 추출물 중 가장 높은 DPPH 라디칼 제거능을 나타낸 추출물은 70% acetone 추출물(230.3 mM TEAC/g residue)이었으며 water와 methanol 추출물은 비교적 낮은 효과를 나타냈다(Table 1).

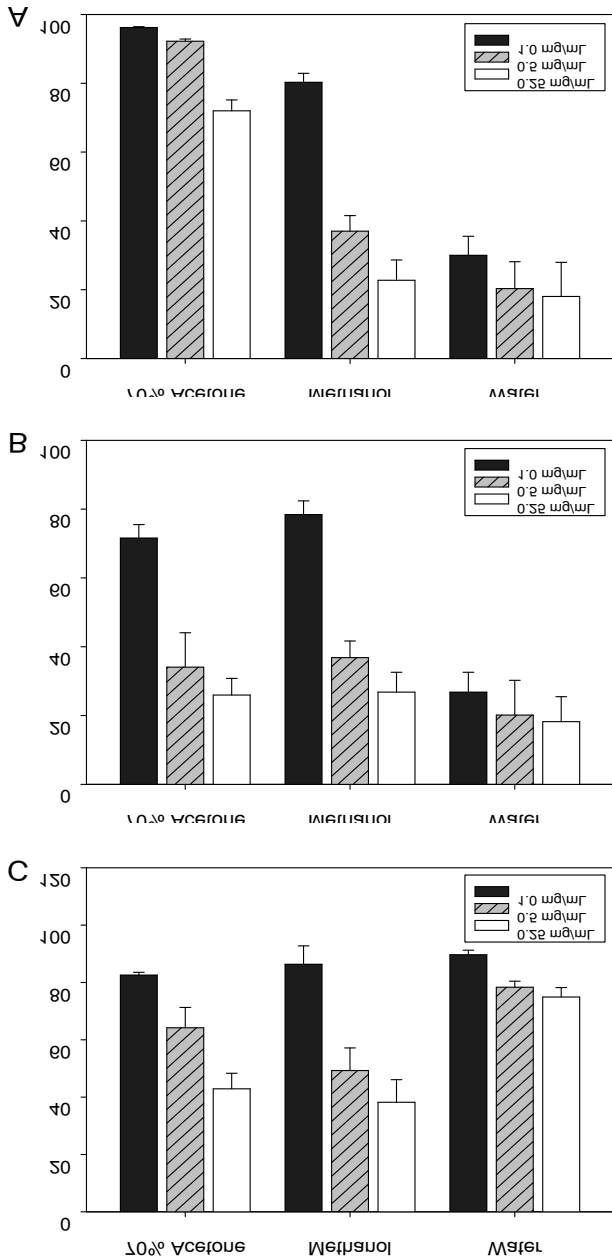
고추잎 추출물의 환원력을 측정한 결과 1 mg/mL의 농도에서 70% acetone이 0.48로 가장 높은 수치였고, methanol과 water가 각각 0.33, 0.11을 나타내었으며 Table 1에 나타내었다. 이는 수소공여능에 따라 나타나는 색의 차이를 흡광도로 나타낸 것으로 크게 높은 값을 나타내진 않았지만 기타

항산화력과 동일한 경향을 나타냈다.

Choi 등(10)은 고추잎을 환류냉각 추출하여 얻은 methanol 추출물과 이 추출물의 용매 분획물을 대상으로 DPPH 라디칼 제거능을 측정한 결과 ethyl acetate 분획층이 50 µg/mL의 농도에서 94%의 제거능을 나타냈다고 보고하였다. 또한 Kim 등(12)은 고추잎을 methanol 추출 후 용매로 분획하여 항산화력을 측정한 결과 ethyl acetate 분획층이 500 µg/mL의 농도에서 90%이상의 아질산염 소거효과를 나타냈다고 보고하였다. Cho 등(21)은 21가지 식용식품의 항산화효과를 비교 검색한 결과, 고추잎의 DPPH 라디칼 소거능에 대한 IC<sub>50</sub>이 가장 낮은 수치인 0.12를 나타냈다고 보고하였다. 고추잎 추출물의 항산화성분과 항산화력 간의 상관관계 분석 결과 항산화 성분인 총 폴리페놀 성분과 ABTS 라디칼 제거능( $R^2=0.995$ ), DPPH 라디칼 제거능( $R^2=0.985$ ) 및 환원력( $R^2=0.811$ ) 간에는 상당한 상관성을 나타내었다.

#### 고추잎 추출물의 암세포 증식억제 활성

고추잎 각 추출물에 따른 대장암(HCT116), 유방암(MCF7) 및 위암(MKN45)세포에 대한 독성효과는 Fig. 1에 나타내었다. 실험에 사용된 시료의 농도는 각각 1.0 mg/mL, 0.5 mg/mL, 0.25 mg/mL로 조정하여 각 암세포에 대한 증식억제 활성을 검토하였다. Fig. 1(A)은 대장암세포(HCT116)에 대한 증식억제 활성(Cytotoxicity(%))을 나타낸 것으로 모든 추출물에서 모두 농도 의존적인 경향을 보여주었다. 70% acetone 추출물이 1.0 mg/mL의 농도에서 96.2%의 높은 활성을 나타냈으며, 0.5 mg/mL의 농도에서도 92.2%의 높은 활성을 보여주었다. 다음으로 methanol 추출물의 활성이 80.3%로 높은 수치를 나타냈으며 water 추출물(30.0%)에서는 비교적 낮은 수치를 보여주었다. 유방암세포(MCF7)에 대한 증식억제 활성은 Fig. 1(B)에 나타내었으며 이 또한 농도 의존적임을 보여주었다. 먼저 methanol 추출물이 1 mg/mL의 농도에서 78.4%로 가장 높은 활성을 보여주었으며 다음으로 70% acetone 추출물(71.6%)이 높은 활성을 보여주었고 water추출물(26.8%)이 가장 낮은 활성을 보여주었다. Fig. 1(C)는 위암세포(MKN45)에 대한 증식억제 활성을 나타낸 것으로 농도 의존적인 경향을 보여주었다. 위암세포에서는 다른 세포에서와 달리 water 추출물에서 가장 높은 89.7%(1 mg/mL)의 활성을 나타내었으며, 다음으로



**Fig. 1.** Cytotoxicity of the extracts obtained from the *Capsicum annuum* L. leaves on human cancer cells. Colon cancer HCT116: A, breast cancer MCF7: B, gastric cancer MKN45: C.

methanol 추출물이 86.4%(1 mg/mL), 70% acetone 추출물이 82.6%(1 mg/mL)의 활성을 보여 세 가지 추출물 모두 뛰어난 활성을 나타냈다. Chung(22)은 10종의 수종식물을 멸균시킨 후 유발에 쫓은 생쥐에 대한 유방암세포(MCF7)의 증식억제 활성을 검색하였으며 고추잎이 10 µL/mL의 농도에서 95%의 증식억제 활성을 보여주어 가장 높은 활성을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서 사용한 시료의 경우 건조 상태에서 용매 추출하여 사용하였기 때문에 정확한 비교가 어렵지만 대조구로 사용한 cisplatin(0.1 mg/mL)이

100% 정도의 증식억제 활성을 나타낸 것과 비교할 때 고추잎은 상당히 암세포 증식억제 활성을 나타내는 것으로 생각되어진다.

본 연구결과는 점차 관심이 높아지고 있는 천연 항산화·항암제로서의 고추잎에 대한 활성연구에 있어 기초자료가 될 것으로 예상되며, 주산물인 고추열매에 비해 그 활용도가 극히 적은 고추잎에 대한 소비촉진에 영향을 끼칠 것으로 기대된다.

**요 약**

본 연구에서는 고추잎 추출물에 대한 항산화 활성과 암세포 증식억제 활성을 분석하고 각 추출물에 따른 차이를 비교·분석하고자 하였다. 추출물의 항산화력은 ABTS와 DPPH 라디칼 제거능, 환원력 및 금속이온 제거능을 이용하여 평가하였으며 암세포 증식 억제능은 유방암, 대장암 및 위암 세포주를 이용하였다. 각 추출물 중 70% acetone 추출물의 경우 polyphenol 함량(56.6 mg GAE/g residue)과 총항산화력(450.8 mM TEAC/g residue), DPPH 라디칼 제거능(230.3 mM TEAC/g residue), 환원력(0.5 A<sub>700</sub>) 측정에서 모두 가장 높은 수치를 나타내었다. 또한 암세포 증식억제 활성 측정 결과 대장암세포(HCT116)에서는 70% acetone 추출물이 1 mg/mL의 농도에서 96.2%의 증식억제 활성을 나타냈고 유방암세포(MCF7)에서는 methanol 추출물이 78.4%의 활성을 나타냈으며, 위암세포(MKN45)에서는 water 추출물이 89.7%의 활성을 나타내었다. 본 연구결과는 점차 관심이 높아지고 있는 천연 항산화·항암제로서의 고추잎에 대한 활성연구에 있어 기초자료가 될 것으로 예상되며, 주산물인 고추열매에 비해 그 활용도가 극히 적은 고추잎에 대한 소비촉진에 영향을 끼칠 것으로 기대된다.

**감사의 글**

이 논문은 고추특화작목연구개발과제의 연구비 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

**문 헌**

- Garcia M, Jemal A, Ward EM, Center MM, Hao Y, Siegel RL, Thun MJ. 2007. Global cancer facts & figures 2007. American Cancer Society, Atlanta, GA, USA.
- Lee SH, Lee SK, Seo JH, Kwack KK, Chung SJ, Lee KH, Park YS, Hwang JH, Kim JW, Jung SH, Kim NY, Lee DH, Jung HC, Song IS. 2007. Characteristics of colorectal cancer in elderly patients in comparison with younger patients. *Korean J Gastrointest Endosc* 34: 76-82.
- Doll R, Peto R. 1981. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst* 66: 1191-1308.
- Howard LR, Talcott ST, Brenes CH, Villalon B. 2000.

- Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum species*) as influenced by maturity. *J Agric Food Chem* 48: 1713-1720.
5. Hasler CM. 1998. Functional foods: their role in disease prevention and health. *Food Technol* 52: 63-69.
  6. Zhang WY, Po ALW. 1994. The effectiveness of topically applied capsaicin. *Eur J Clin Pharmacol* 46: 517-522.
  7. Mori A, Lehmann S, O'Kelly J, Kumagai T, Desmond JC. 2006. Capsaicin, a component of red peppers, inhibits the growth of androgen-independent, p53 mutant prostate cancer cells. *Cancer Res* 66: 3222-3229.
  8. Kim TH, Yoon TY, Choi YY. 2007. A comparative study of Korean agriculture based on international agricultural statistics. Korea Rural Economic Institute M82, Seoul, Korea.
  9. Anderson JA. 2002. Catalase activity, hydrogen peroxide content and thermotolerance of pepper leaves. *Sci Hortic* 95: 277-284.
  10. Choi JG, Hur JM, Cho HW, Park JC. 2007. Phenolic compounds from *Capsicum annuum* leaves showing radical scavenging effect. *Kor J Pharmacogn* 38: 258-262.
  11. Ra KS, Jeong SC, Suh HJ, Park HS, Baik HS, Choi JW, Lee YS. 2002. Isolation and characterization of complement system activating polysaccharides from the hot water extract of the leaves of *Capsicum annuum* L.. *Korean J Life Sci* 12: 87-95.
  12. Kim JH, Jeong CH, Shim KH. 2003. Biological activities of solvent fraction of *Capsicum annuum* leaves. *Korean J Food Pre* 10: 540-546.
  13. Velioglu YS, Mazza G, Cao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruit, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* 46: 4113-4117.
  14. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
  15. Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50: 3713-3717.
  16. Mau JL, Lin HC, Song SF. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res Int* 35: 519-526.
  17. Mosmann T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Meth* 65: 55-63.
  18. Siddhuraju P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *J Agric Food Chem* 51: 2144-2155.
  19. Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr* 81: 215S-217S.
  20. Sakihama Y, Cohen MF, Grace SC, Yamasaki H. 2002. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology* 177: 67-80.
  21. Cho SY, Han YB, Shin KH. 2001. Screening for antioxidant activity of edible plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 133-137.
  22. Chung YZ. 2003. Apoptotic effects of some plants on MCF-7 mammary gland adenocarcinoma cells. *Korean J Life Sci* 14: 61-66.

(2008년 5월 19일 접수; 2008년 7월 28일 채택)