

고추 잎에서 라디칼소거활성을 가지는 페놀성 화합물의 분리

최장기 · 허종문 · 조현우 · 박종철[†]
국립순천대학교 한약자원학과 및 한의약연구소

Phenolic Compounds from *Capsicum annuum* Leaves Showing Radical Scavenging Effect

Jang Gi Choi, Jong Moon Hur, Hyun Woo Cho and Jong Cheol Park[†]

Department of Oriental Medicine Resources and Research Institute of Korean Oriental Medicine,
Suncheon National University, Suncheon, Jeonnam 540-742, Republic of Korea

Abstract – In the present study, we investigated the antioxidant activity of methanol extract and its organic fractions (*n*-hexane, CH₂Cl₂, EtOAc, *n*-BuOH and H₂O) of *Capsicum annuum* leaves against 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical. As results, methanol extract, and its ethyl acetate and *n*-butanol fractions showed good scavenging effect at 100 µg/ml. Four compounds were isolated from the ethyl acetate fraction through silica gel and Sephadex LH-20 column chromatographies. Their chemical structures were elucidated as apigenin (1), vanillic acid (2), uracil (3) and apigenin 7-O-β-D-apiofuranosyl(1 → 2)-β-D-glucopyranoside (4) by comparison of spectral data with those in reference. IC₅₀ value of compound 2 was 14.7 µg/ml, while compounds 1, 3 and 4 had no effect on the DPPH radical.

Key words – *Capsicum annuum*, vanillic acid, antioxidant, DPPH

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 초본식물로 온대지방에서는 일년생으로 널리 재배되고 있으나, 열대지방에서는 다년생으로 높이가 60 cm에 달한다. 과거에, 고추를 번초(蕃椒), 남번초(南蕃椒), 고초(苦椒)라 부르기도 하고, 중국에서 들어온 매운 것 이라 하여 당신(唐辛) 또는 당초(唐椒), 겨자처럼 맵다하여 왜개자(倭芥子)라고도 하였다.^{1,2)}

전통의학에서는 고추 열매를 주로 남초(辣椒)라고 하며, 번초(蕃椒), 진초(秦椒), 팔가(辣茄), 팔호(辣虎), 납가(臘茄), 해초(海椒), 팔각(辣角), 계취초(鷄嘴椒)라 부르기도 하였다. 열매는味が辛하고 性은熱하며 무독하여 心, 脾經에 들어가며, 온중, 산한, 개위, 소식체의 효능이 있어 한체복통, 구토, 하리, 동창, 개선 등을 치료하는데 사용한다. 그리고 거한습, 거어의 효능이 있는 줄기는 날초경(辣椒梗)이라 하여 류마티스성 냉통 등을 치료하는데 사용하고, 뿌리는 남초두(辣椒頭)라 하여 手足의 無力에 사용한다.^{3,4)} 한편, 고추는 열매를 채소와 향신료로 널리 이용되고 있으며, 우리 나라에서는 김치의 부재료 및 고추장의 주재료로 특히 많이 이용

되고 있다.

고추 열매에는 flavonoids, phenolic acids, carotenoids, acyclic diterpenoids, alkaloids 및 sesquiterpenes 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, vitamin C와 E도 풍부하다고 한다.⁵⁻⁸⁾ 그리고 고추잎에 함유된 것으로 알려진 성분으로는 flavonoid인 luteolin 배당체 화합물(luteolin 7-glucoside, luteolin 7-apio-glucoside, luteolin 7-diglucoside)과 acyclic diterpene 배당체 화합물(capsianoside A-D, G, H, VI)이 있다.^{9,10)}

고추 열매에 대한 생리활성에 관한 연구는 매우 활발한 상황이나 잎을 이용한 생리활성 연구는 항돌연변이와 항암 효과, 항균활성, 과산화지질 생성 저해효과 및 보체계 활성화 효과 등이 알려져 있다.¹¹⁻¹⁴⁾

우리나라는 세계 7위의 고추 주요생산국으로 농업 총생산의 4.5%, 채소류 생산액의 30%를 차지하고 있다. 그러나 고추의 잎은 어린잎을 데쳐 나물로만 식용되고 있고, 국내 재배되고 있는 고추의 성분 및 생리활성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 우리 나라에서 널리 재배되고 있는 고추의 잎을 이용하여 항산화 활성이 높은 기능성 식품으로의

[†]교신저자 (E-mail): icpark@suncheon.ac.kr
(FAX): 061-752-8551

개발 가능성을 모색하기 위해 고추잎의 메타놀 추출물, 각종 유기용매로 분획물 및 분리한 성분들의 항산화 활성을 DPPH를 이용하여 검색하였다.

재료 및 방법

식물재료 - 실험에 사용한 고추 잎은 2004년 8월에 전남 여수시 울촌지역에서 직접 구입하였으며, 표본(NM-CA-1)은 순천대학교 한약자원학과 표본실에 보관 중이다.

시약 및 기기 - TLC는 precoated silica gel(Kieselgel 60F₂₅₄)를, column용 순상 충전제로는 70-230 mesh silica gel(Art. 7734)를 각각 Merck사(NJ, U.S.A.)에서 구입하여 사용하였다. 성분의 ¹H-NMR과 ¹³C-NMR분석은 Bruker사 Avance Digital 400 spectrophotometer(Karsruhe, Germany)를 사용하였다.

추출 및 분획 - 구입한 고추 잎(2.6 kg)을 음건세절한 후, methanol(MeOH)로 3시간 동안 3회 반복 추출하여 771 g의 추출물을 얻었다. 추출물은 10% MeOH로 헤파타시켜 *n*-hexane, CH₂Cl₂(methylene chloride), EtOAc(ethyl acetate), *n*-BuOH(*n*-butyl alcohol) 및 H₂O 순으로 분획하여 60, 20, 12, 78 및 57 g의 분획물을 얻었다.

EtOAc의 가용부에서 화합물의 분리 - EtOAc 가용부(12 g)을 silica gel 60 g에 흡착시킨 후, silica gel(70-230 mesh)

column(5×70 cm)에 넣고 용출용매로 CH₂Cl₂-MeOH-H₂O 혼합용매(5:1:1, 25:8:5, 7:3:1, 하층)를 극성을 증가시키면서 용출하였으며, 소분획물은 100 ml씩 620개를 받았다. 이들 소분획물은 TLC pattern에 따라 6개의 소분획물로 나누었다(CAE1~6). 이 중 CAE1 소분획물을 MeOH로 용출하는 Sephadex LH-20 column chromatography를 하여 화합물 **1**을 단일물질로 분리하였으며, CAE2 소분획물은 acetone과 MeOH로 용출하는 Sephadex LH-20 column chromatography를 행하여 4개의 소분획물을 얻었다(CAE2 A~D). 이 중 CAE2C 소분획물에서 화합물 **2**를 단일물질로 얻었다. 그리고 CAE3 소분획물은 CH₂Cl₂의 가용부를 제거하여 화합물 **3**을 분리하였으며, 주성분이 함유되어 있는 것으로 판단되는 CAE4 소분획물을 용출용매로 MeOH를 사용한 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하여 화합물 **4**를 단일물질로 분리하였다(Fig. 1).

화합물 1(apigenin) - ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 7.95 (2H, d, *J*=8.7 Hz, H-2' & H-6'), 6.94 (2H, d, *J*=8.7 Hz, H-3' & H-5'), 6.81 (1H, s, H-3), 6.51 (1H, d, *J*=1.9 Hz, H-8), 6.21 (1H, d, *J*=1.9 Hz, H-6); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 181.6 (C-4), 164.0 (C-7), 163.7 (C-2), 161.4 (C-5), 161.1 (C-4'), 157.3 (C-9), 128.3 (C-2' & C-6'), 121.1 (C-1'), 115.9 (C-3' & C-5'), 103.6 (C-10), 102.4 (C-3), 98.7 (C-6), 93.7 (C-8).

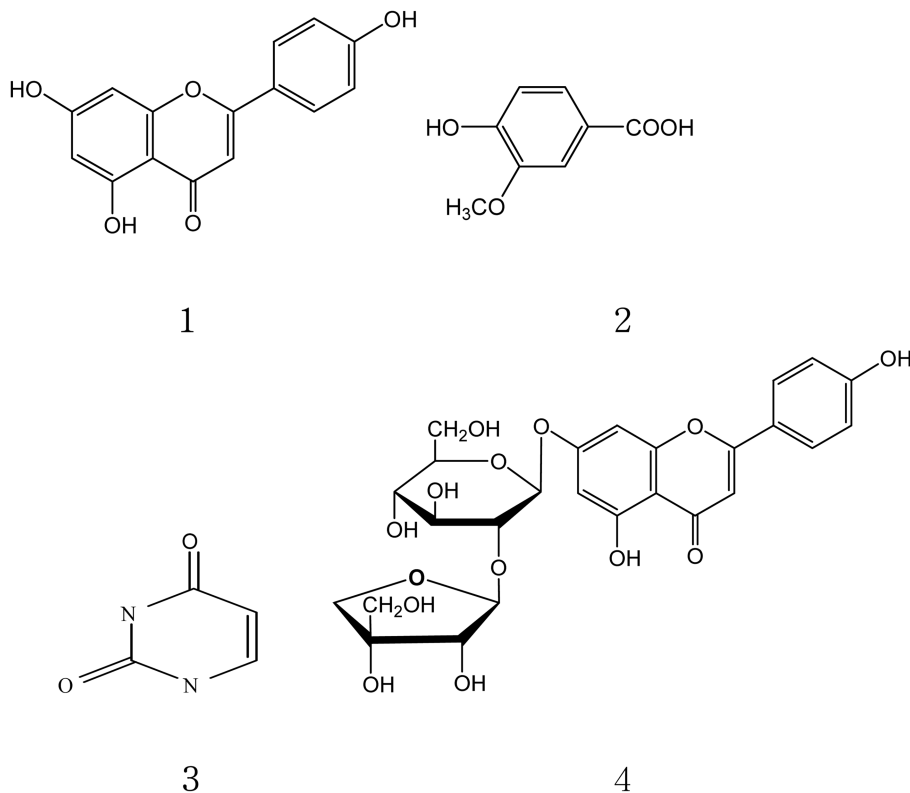


Fig. 1. Chemical structures of compounds isolated from *C. annuum* leaves.

화합물 2(vanillic acid) – $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.45 (1H, dd, $J=1.9$ & 8.5 Hz, H-6), 7.21 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5), 6.85 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-2), 3.81 (3H, s, $-\text{OCH}_3$); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 167.15 (C-7), 151.06 (C-4), 147.18 (C-3), 123.43 (C-1), 121.18 (C-6), 114.98 (C-5), 112.69 (C-2), 55.51 ($-\text{OCH}_3$).

화합물 3(uracil) – $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.40 (1H, d, $J=7.62$ Hz, H-5), 5.45 (1H, d, $J=7.62$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 164.28 (C-1), 151.46 (C-3), 142.14 (C-5), 100.17 (C-6).

화합물 4(apigenin 7-O- β -D-apiofuranosyl(12)- β -D-glucopyranoside) – $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.95 (2H, d, $J=8.4$ Hz, H-2' & H-6'), 6.95 (2H, d, $J=8.4$ Hz, H-3' & H-5'), 6.85 (1H, s, H-3), 6.81 (1H, d, $J=2.17$ Hz, H-8), 6.43 (1H, d, $J=2.17$ Hz, H-6), 5.36 (1H, d, $J=1.2$ Hz, anomeric H), 5.15 (1H, d, $J=9.1$ Hz, anomeric H); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 181.9 (C-4), 164.3 (C-2), 162.7 (C-7), 161.4 (C-5), 161.1 (C-4'), 156.9 (C-9), 128.6 (C-2'), 128.6 (C-6'), 120.9 (C-1'), 116.0 (C-3'), 116.0 (C-5'), 108.7 (C-1), 105.3 (C-10), 103.3 (C-3), 99.3 (C-1"), 98.0 (C-6), 94.8 (C-8), 79.2 (C-3), 76.9 (C-2"), 76.7 (C-3"), 76.0 (C-5"), 75.7 (C-2), 73.9 (C-4"), 69.7 (C-4), 64.1 (C-5), 60.5 (C-6").

DPPH radical 소거법에 의한 항산화 효과 – MeOH 추출물, hexane을 비롯한 분획물 및 분리한 화합물들을 DMSO 녹여 다양한 농도로 각각 제조하여 96 well plate에 well당 검체 100 μl 와 60 μM DPPH 100 μl 를 각각 첨가하여 균일하게 혼합한 다음, 실온에서 30분간 방치한 후, 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 기존의 항산화제인 ascorbic acid를 사용하여 활성을 비교하였고, free radical 소거활성은 다음 계산식을 이용하여 산정하였다.

DPPH radical 저해율은 아래 계산식에 따라 나타내었다.

$$\text{Inhibition activity(\%)} = \{1 - S/S_0\} \times 100$$

S: 시료 첨가군

S₀: 시료무첨가군

결과 및 고찰

화합물의 구조동정 – 고추잎의 항산화 활성물질을 분리하기 위해, 환류 냉각 추출하여 얻은 MeOH 추출물과 이 추출물의 *n*-hexane, CH_2Cl_2 , EtOAc, *n*-BuOH 및 수층 분획물을 대상으로 DPPH를 이용한 항산화 활성을 검색한 후, 높은 소거활성을 보인 EtOAc 분획을 대상으로 silica gel과 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하여 4종의 화합물을 분리하여 화학구조를 동정하고 활성을 검색하

였다.

화합물 1의 $^1\text{H-NMR}$ spectrum은 δ 7.95 (2H, d, $J=8.7$ Hz, H-2' & H-6')와 δ 6.94 (2H, d, $J=8.7$ Hz, H-3' & H-5')에서 전형적인 flavonoid B-ring의 *ortho* coupling이, δ 6.81에서는 flavone 골격의 H-3에 의한 singlet가 각각 나타났다. 그리고, *meta* coupling 하는 A-ring의 두 개의 methine 기에 의한 peak가 δ 6.51 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-8)과 δ 6.21 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-6)에서 각각 관찰되었으며, 문헌치¹⁵⁾의 $^{13}\text{C-NMR}$ data와 비교하여 화합물 1을 apigenin으로 구조동정하였다.

그리고 화합물 2는 $^1\text{H-NMR}$ spectrum에서 전형적인 benzene ring의 ABX system에 의한 coupling이 δ 7.45 (1H, dd, $J=1.9$ & 8.5 Hz, H-6), 7.21 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5) 및 6.85 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-2)에서 관측되고 1개의 methoxyl 기에 의한 피크가 δ 3.81에서 singlet로 관측되었다. 그리고 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum에서 carboxyl기에 의한 peak가 167.15 (C-7)에서 관측되어 화합물 2가 benzoic acid 유도체 화합물임을 알 수 있었으며, 문헌치¹⁶⁾와 비교로 화합물 2를 vanillic acid로 구조동정하였다.

화합물 3은 $^1\text{H-NMR}$ spectrum에서 δ 7.40 (1H, d, $J=7.62$ Hz, H-5)와 δ 5.45 (1H, d, $J=7.62$ Hz, H-6)에서 *ortho* coupling에 의한 피크만 관측되었으며, $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum에서 pyrimidine계 화합물의 C-1과 C-3에 결합한 ketone기에 의한 피크가 δ 164.28과 δ 151.46에서 관측되고 uracil의 문헌치¹⁷⁾와 잘 일치하여 화합물 3을 uracil로 구조를 동정하였다. 화합물 4는 $^1\text{H-NMR}$ spectrum에서 δ 5.36 (1H, d, $J=1.2$ Hz, H-1")과 δ 5.15 (1H, d, $J=9.1$ Hz, H-1")에서 나타난 당 2 mole에 의한 peak를 제외하고는 화합물 1의 spectrum과 거의 일치하였다. 그리고 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum 분석에서 2 mole의 당은 anomeric carbon을 제외한 peak가 9개로 1 mole의 당은 5탄당으로 apiofuranose의 문헌치¹⁸⁾와 거의 일치하였으며, 나머지 1 mole의 당은 glucose임을 알 수 있었다. 당의 결합위치는 apigenin의 문헌치와 비교로 C-7위치에 결합하였음을 알 수 있었으며, $^1\text{H-NMR}$ 분석을 통해 2 mole의 당은 모두 β 형태임을 알 수 있었다.

화합물 4는 apigenin의 C-7에 결합한 이당류인 apigenin 7-O- β -D-apiofuranosyl(1 \rightarrow 2)- β -D-glucopyranoside의 문헌치¹⁹⁾와 잘 일치하여 이화합물로 동정하였다. 분리한 4종의 화합물은 고추잎에서 처음 분리된 성분이다.

DPPH 라디칼을 이용한 항산화 활성검색 – 고추잎의 MeOH 추출물, 이 추출물의 *n*-hexane, CH_2Cl_2 , EtOAc, *n*-BuOH 그리고 수층 분획물을 대상으로 DPPH 라디칼 소거능을 검색한 후(Table I), 가장 높은 활성을 보인 EtOAc 가용부에서 분리한 4종의 페놀성 화합물을 대상으로 활성을 검색하였다(Table II).

MeOH 추출물은 50 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 39.9%, 100 $\mu\text{g/ml}$ 에

Table I. The radical scavenging effects of MeOH extract and its fractions of *C. annuum* leaves on DPPH radical

Fraction	Inhibition(%)			
	10 µg/ml	25 µg/ml	50 µg/ml	100 µg/ml
MeOH ext.	8.63±1.75	21.13±0.41	39.88±1.54	57.63±0.75
<i>n</i> -Hexane fr.	2.42±0.47	3.15±0.30	8.12±0.45	16.61±1.53
CH ₂ Cl ₂ fr.	7.87±1.08	21.87±1.16	41.07±1.54	61.87±1.5
EtOAc fr.	40.85±0.89	90.55±0.49	94.18±0.73	94.55±0.51
<i>n</i> -BuOH fr.	26.48±1.37	58.31±0.72	82.82±1.03	88.17±0.34
H ₂ O fr.	2.64±0.61	2.77±0.47	11.95±1.24	12.45±0.13

Mean±S.E (n=5)

서 57.63%의 DPPH 라디칼 소거효과를 나타내었으며, 농도의존적으로 활성이 증가하였다(Table I). 각 분획물들의 DPPH radical 소거활성을 검색한 결과, *n*-hexane과 H₂O 분획물은 20% 이하의 매우 낮은 활성을 나타내었다. 그리고 CH₂Cl₂ 분획물은 50 µg/ml에서 41.1%, 100 µg/ml 61.9%의 소거활성을 나타내었다. 그러나, EtOAc 분획물은 10 µg/ml에서 40.9%의 소거활성을 나타내고, 25 µg/ml에서는 90.6%, 50 µg/ml에서는 94.2%의 높은 활성을 보였으며, 100 µg/ml에서는 94.6%로 농도 증가에 따른 활성변화는 관찰되지 않았다. 또한 *n*-BuOH 분획물은 50과 100 µg/ml 농도에서 82.8%와 88.2%의 높은 소거활성을 보였다.

분획물 중에서 DPPH 라디칼 소거능이 가장 우수한 EtOAc 분획에서 분리한 4종 화합물의 활성을 측정된 결과(Table II), 화합물 1, 3 및 4는 IC₅₀ 값이 200 µg/ml 보다 높으므로 소거활성이 없는 것으로 나타났으나, 화합물 2인 vanillic acid는 14.70 µg/ml로서 대조군으로 사용한 ascorbic acid 보다는 못하지만 우수한 활성을 나타내었다.

분리한 4종의 화합물 중에서 DPPH 라디칼 소거 활성이 있는 것으로 밝혀진 화합물 2는 peroxynitrite(ONOO-)와 nitric oxide에 대해서도 우수한 소거활성이 있는 것으로 알려져 있으며,^{20,21} 혈소판응집 억제 효과²² 등의 많은 활성연구가 보고되어 있다. 또한 화합물 1인 apigenin과 화합물 3인 uracil에 대해서도 많은 활성 연구결과가 보고되어 있다.

Table II. The scavenging effects of compounds isolated from *C. annuum* leaves on DPPH radical

Compound	IC ₅₀ (µg/ml) ^{a)}
1	>200
2	14.70±6.68
3	>200
4	>200
Ascorbic acid ^{b)}	2.17±0.31

^{a)}Concentration giving a 50% decrease of DPPH radical, Mean(n=5).

^{b)}Positive control.

그러나 화합물 4는 *Crotalaria podocarpa*,¹⁹⁾ *Artabotrys hexapetalus*²³⁾ 등의 극소수의 식물에만 분포하는 성분으로 활성연구가 거의 전무하여 활성과 관련된 많은 연구가 요구되고 있다.

Free radical이 Alzheimer's 증후군 등의 퇴행성신경질환, 노화, 류마티스성 관절염, 고혈압, 동맥경화, 당뇨병 등의 질환과 밀접한 관련이 있는 것으로 인식되고 있다.²⁴⁾ 그러므로 높은 항산화 활성을 보인 고추잎은 이들 질환을 예방할 수 있는 건강기능성 식품 개발에 유용한 식물자원이 될 수 있을 것이며, 고추잎에 대한 성분과 활성에 대한 많은 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

결 론

향신료 및 채소로 널리 이용되고 있는 고추의 열매에 비해 나물로만 활용되고 있는 고추잎의 MeOH 추출물과 유기용매 분획물을 대상으로 DPPH를 이용한 항산화 활성을 검색하였다. 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 보인 EtOAc 분획을 대상으로 silica gel과 Sephadex LH-20 column chromatography를 행하여 4종의 화합물을 순수하게 분리하였다. 이들 화합물은 apigenin (1), vanillic acid (2), uracil (3) 및 apigenin 7-O-β-D-apiofuranosyl(1→2)-β-D-glucopyranoside (4)로 동정하였다.

분리한 4종 화합물중 화합물 2인 vanillic acid는 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다.

사 사

본 연구는 2005년도 순천대학교 대학자체 일반연구사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Berke, T. G. and Shieh, S. C. (2001) Capsicum, chillies, paprika, bird's eye chilli. In Peter K. V. (ed.), Handbook of

- herbs and spices (Vol. 1), 111-122, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.
2. 김소자 (1999) 전통 고추장의 암예방 기능성, 박사학위논문, 동덕여자대학교 대학원.
 3. 강소신의학원 (1998) 중약대사전, 871-873. 도서출판 정담, 서울.
 4. 정보섭, 신민교 (1998) 도해향약(생약)대사전, 820-822. 영림사, 서울.
 5. Materska, M. and Perucka, I. (2005) Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Food Chem.*, **53**: 1750-1756.
 6. Kawaguci, Y., Ochi, T., Takaishi, Y., Kawazoe, K. and Lee, K. H. (2004) New sesquiterpenes from *Capsicum annuum*. *J. Nat. Prod.*, **67**: 1893-1896.
 7. Davis, B. H., Mathews, S. and Kirk, J. T. O. (1970) The nature and biosynthesis of the carotenoids of different colour varieties of *Capsicum annuum*. *Phytochemistry*, **9**: 797-805.
 8. Materska, M., Piacente, S., Stochmal, A., Pizza, C., Oleszek, W. and Perucka, I. (2003) Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry*, **63**: 893-898.
 9. Tomas, F. and Ferreres, F. (1980) Flavonoids from the leaves of *Capsicum annuum* (Solanaceae). I. Major component. *Afinidad*, **37**: 517-518.
 10. Yahara, S., Kobayashi, N., Izumitani, Y. and Nohara, T. (1991) Solanaceous plants. XXIII. New acyclic diterpene glycosides, capsianosides VI, G and H from the leaves and stems of *Capsicum annuum* L. *Chem. Pharm. Bull.*, **39**: 3258-3260.
 11. Park, K. Y., Lee, K. I. and Rhee, S. H. (1992) Inhibitory effect of Green-yellow vegetables on the mutagenicity in Salmonella assay system and on the growth of AZ-521 human gastric cancer cells. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**: 149-153.
 12. Kim, J. H., Jeong, C. H. and Shin, K. H. (2003) Biological activities of solvent fractions of *Capsicum annuum* leaves. *Korean J. Food Preserv.*, **10**: 540-546.
 13. Park, J. C., Chung, S. K., Hur, J. M., Lee, J. H., Choi, M. R., Song, S. H. and Choi, J. W. (1997) Effects of the components and extracts of some edible and medicinal plants on the formation of lipid peroxide in rat liver homogenate. *J. Korean Soc. food Sci. Nutr.*, **26**: 1159-1163.
 14. Ra, K. S., Jeong, S. C., Suh, H. J., Park, H. S., Baik, H. S., Choi, J. W. and Lee, Y. S. (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.
 15. Han, X. H., Hong, S. S., Hwang, J. S., Lee, M. K., Hwang, B. Y. and Ro, J. S. (2007) Monoamine oxidase inhibitory components from *Cayratia japonica*. *Arch. Pharm. Res.*, **30**: 13-17.
 16. He, X. and Liu, R. H. (2006) Camberry phytochemicals: isolation, structure elucidation, and their antiproliferative and antioxidant activities. *J. Agric. Food Chem.*, **54**: 7069-7074.
 17. Lee, S. H., Kang, S. S. and Shin, K. H. (2002) Coumarins and a pyrimidine from *Angelica gigas* roots. *Natural Product Sciences*, **8**: 58-61.
 18. Harbone, J. B. and Mabry, T. J. (1982) The flavonoids: advances in research, 41. Chapman and Hall, London.
 19. Cornelius, C. W. (1999) Flavonoid glycosides from *Crotalaria podocarpa*. *Phytochemistry*, **51**: 705-707.
 20. Kang, K. S., Kim, H. Y., Pyo, J. S. and Yokoawa, T. (2006) Increase in the free radical scavenging activity of ginseng by heat-processing. *Biol. Pharm. Bull.*, **29**: 750-754.
 21. Kang, K. S., Yokozawa, T., Kim, H. Y. and Park J. H. (2006) Study on the nitric oxide scavenging effects of ginseng and its compounds. *J. Agric. Food Chem.*, **54**: 2558-2562.
 22. Yasuda, T., Takasawa A., Nakazawa T., Ueda J. and Ohsawa, K. (2003) Inhibitory effects of urinary metabolites on platelet aggregation after orally administering Shimotsu-To, a traditional Chinese medicine, to rats. *J. Pharm. Pharmacol.*, **55**: 239-244.
 23. Li, T. and Yu, J. (1998) Studies on the chemical constituents of the leaves from *Artabotrys hexapetalus*. *Yao Xue Xue Bao*, **33**: 591-596.
 24. Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M. and Telser, J. (2007) Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, **39**: 44-84.

(2007년 7월 23일 접수)