

하수오 지상부의 활성 성분

김진표 · 김도훈 · 김기은 · 김진효 · 정성희 · 김성건 · 황원균[#]

중앙대학교 약학대학

(Received October 11, 2006; Revised November 27, 2006)

Active Compounds from The Aerial Parts of *Polygonum multiflorum* Thunberg

In Jin Pyo Kim, Do Hoon Kim, Gi Eun Kim, Jin-Hyo Kim, Sung Hee Chung, Sung Gun Kim and Wan Kyunn Whang[#]

College of Pharmacy, Chung-Ang University 221 Heukseok-dong Dongjak-gu Seoul 156-756, Korea

Abstract — *Polygoni Radix* (Polygonaceae) has been used as renal disorder, hematopoietic, menstrual irregularity and anti-aging in Korean folk medicine. Specially aerial parts has been used for insomnia and sedative agent. In order to investigate the efficacy of antioxidant activity on these aerial parts, the bio-activity guided fraction and isolation of physiologically active substance were performed. H₂O, 30%, 60%, 100% MeOH were examined antioxidant activity by DPPH method. It was revealed that 30%, 60% MeOH fractions have significantly antioxidant activity. From 60% MeOH fraction, six known flavonoid glycosides (quercetin, quercetin 3-O-β-D-galactopyranosyl-4'-O-glucopyranoside-3'-methylether, quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside, quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside-4'-methylether, quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside, quercetin 3-O-β-D-glucopyranoside) and 3,4-dihydrocinnamic acid were isolated. To investigate the antioxidant activities of each compounds, we measured radical scavenging activity with DPPH method and anti-lipid peroxidative efficacy on low density lipoprotein (LDL) with TBARS assay and anti-acetylcholinesterase activity with Ellman's Test. Four compounds (II, IV, VI, VII) of quercetin glycosides showed significant activity.

Keywords □ *Polygonum multiflorum*, DPPH method, TBARS assay, Ellman's Test, quercetin glycosides

하수오(*Polygonum multiflorum*)는 마디풀과(Polygonaceae)에 속하는 덩굴성 초본으로 우리나라에서 예로부터 민간 상용 약초로 뿌리를 강장, 항염증 및 사하약으로 혈허위황(血虛萎黃), 수발조백(鬚髮早白), 유정붕대(遺精崩帶), 옹저나려(癰疽疔瘻), 장조변비(腸燥便秘) 등에 사용되어 왔다. 특히 잎은 하수오엽(何首烏葉)이라고 하여 나물로 먹으며 생잎을 끓은 데 붙여서 고름을 흡수시키는데 사용하였다.^{1,2)} 근연식물로는 나도하수오 *Polygonum ciliinervis*가 있으며 일본에서는 강장제(強壯劑), 완화제(緩和劑)로 사용한다.³⁾

*Polygonum*속 식물에 대한 지상부에서 quercetin-3-O-β-D-3'-methyl ether, rutin,⁴⁾ sesquiterpene acid와 quercetin 3-O-(6"-caffeoyl)-β-D-galactoside, quercetin 3-O-(6"-galloyl)-β-D-galactoside, quercetin 3-O-(6"-feruloyl)-β-D-galactoside 등의 flavonoids가 보고 되었으며,⁵⁻⁷⁾ 뿌리에서는 resveratol, antragly-

coside A~B,⁸⁾ persibene,⁹⁾ hyperoside, isoquercitrin, onysilin, rhamnocitrin,¹⁰⁾ picied-2"-O-gallate, picied-2"-O-coumarate 등의 물질 분리도 보고된 바 있다.¹¹⁾

한편 *Polygonum*속 생리활성 연구를 보면 *P. chinensis*의 뿌리와 지상부가 항염, 항알러지 효과가 있고,¹²⁾ *P. tinctorium*으로부터 분리한 EtOAc 분획이 macrophage에 의해 생성되는 nitric oxide의 생성을 억제시키는 것으로 보고되었으며,¹³⁾ *P. hypoleucum* 지상부의 MeOH 분획이 인간의 mesangial cells에서 immune responses를 보임이 확인되었다.¹⁴⁾ 또한 *P. aviculare*의 EtOH 분획이 항염, 항바이러스 효과가 있음이 확인되었으며,¹⁵⁾ *P. cuspidatum*의 뿌리의 phytoestrogens의 estrogenic 효과가 발표되었다.¹⁶⁾ 또한 *P. lapathifolium*의 지상부 성분의 Cancer chemopreventive activity 효과가 있음이 알려졌으며,¹⁷⁾ *P. multiflorum*의 줄기에 항염 활성이 있다고 발표되었다.¹⁸⁾

본 연구는 하수오 지상부의 본초학적 고찰 그리고 최근 여러 문헌의 항염작용, 지질 과산화 억제작용에 착안하여 하수오 지상부로부터 천연 항산화제 개발의 일환으로 실시하였으며 기기분석을 통해 화합물질의 동정과 항산화 활성 및 acetylcholinesterase

[#]본 논문에 관한 문의는 저자에게로
(전화) 02-820-5611 (팩스) 02-825-5611
(E-mail) whang-wk@cau.ac.kr

억제 활성을 실험하였다.

실험 방법

재료의 채집 및 확인

본 실험에 사용한 하수오(*Polygonum multiflorum*) 지상부는 2002년 8월에 지리산에서 채취하여 중앙대학교 약학대학 약품자원식물학실에서 식물학적 감정을 거친 후 음건한 후 2.16 kg을 재료로 사용하였다.

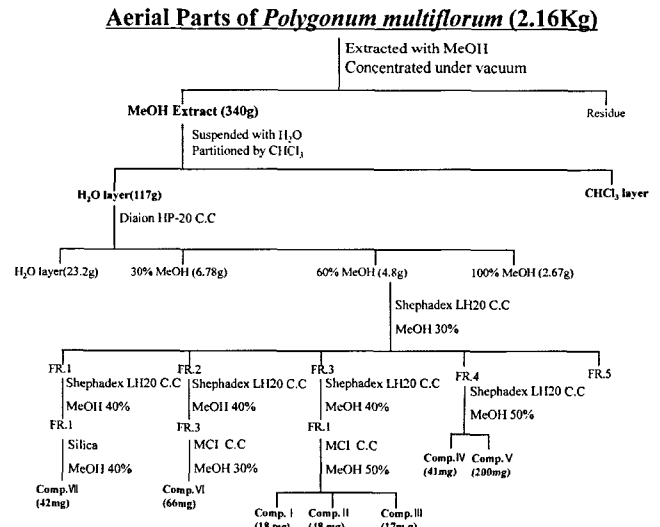
시약 및 기기

분석기기로는 IR Spectrophotometer Jasco FT-IR 300E (Japan), UV/VIS spectrophotometer Human TU-1800PC (Korea), FAB-MS spectrometer VG 70-VSEQ(England), $^1\text{H-NMR}$ spectrometer, Varian Gemini 2000, 300 MHz(USA), Bruker Avance-500, 500 MHz(Germany), $^{13}\text{C-NMR}$ spectrometer Varian Gemini 2000, 75 MHz(USA), Bruker Avance-500, 125 MHz(Germany)를 사용하였다. 항산화능 측정을 위한 Chemical Reagent로 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Sigma, USA), L-Ascorbic acid(Sigma, USA), Ethylenediaminetetraacetic acid-2Na(Sigma, USA), 99.5% Ethanol (Merck, USA), Human plasma LDL(Sigma, USA), Potassium bromide(Sigma, USA), Sodium azide(Sigma, USA), 1,1,3,3-Tetraethoxypropane(Sigma, USA), Thiobarbituric acid(Fluka, Germany), Trichloroacetic acid(Sigma, USA), Cholinesterase acetyl(Sigma, USA), Eserine(Sigma, USA), Acetylthiocholine iodide(Sigma, USA), Sodium bicarbonate(Sigma, USA), 5-5'-dithio-bis-(2-nitrobenzoic acid)(Sigma, USA)를 사용하였다.

추출 및 분리

음건한 하수오 지상부 2.16 kg을 100% MeOH로 수욕상에서 3회 열수 추출 후 여과하고, 감압농축하여 엑스 340 g을 얻었다. 이 MeOH 추출물을 증류수에 현탁시키고 CHCl_3 를 가하여 진탕 반복추출하고 분액깔때기에서 분획하여 CHCl_3 층과 수층을 분취한 후, 이를 감압농축하여 CHCl_3 엑스 203 g과 물 엑스 117 g을 얻었다. 물 엑스를 다공성 비이온상 교환수지인 Diaion HP-20 column chromatography를 실시하여 물분획물(23.2 g), 30% MeOH 분획물(6.19 g), 60% MeOH 분획물(4.8 g), 100% MeOH 분획물(2.67 g)을 각각 얻었다. 이에 30% MeOH와 60% MeOH의 분획물에서 아래표와 같이 분리하여 화합물 7종을 얻었다(Scheme 1).

Compound I – IR $\nu_{\text{KBr}}^{\text{max}}$ cm^{-1} : 3409(OH), 1490(aromatic C=C), 1635(C=O) : (-)FAB-MS(m/z) : 179[M-H] $^-$: $^1\text{H-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm, 8.08(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5), 8.03(1H, m, H-2),



Scheme 1 – Extraction and isolation of the constituents from the aerial parts of *Polygonum multiflorum*.

7.51(1H, d, $J=11.2$ Hz, H-1'), 7.21(2H, m, H-2', H-6) : $^{13}\text{C-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm : (Table I).

Compound II – IR $\nu_{\text{KBr}}^{\text{max}}$ cm^{-1} : 3284(OH), 1520(aromatic C=C), 1679(C=O) : (-)FAB-MS(m/z) : 301[M-H] $^-$: $^1\text{H-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm, 7.67(1H, m, H-2'), 6.88(1H, m, H-6'), 7.54(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 6.40(1H, m, H-8), 6.18(1H, m, H-6) : $^{13}\text{C-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm : (Table I).

Compound III – IR $\nu_{\text{KBr}}^{\text{max}}$ cm^{-1} : 3382(OH), 1500(aromatic C=C), 1625(C=O), : (-)FAB-MS(m/z) : 639[M-H] $^-$, 315[M-Gal-Glc-H] $^-$: $^1\text{H-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm, 7.77(1H, m, H-2'), 7.54(1H, m, H-6'), 7.02(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 6.40(1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 6.20(1H, m, H-6), 5.41(1H, m, anomeric H Gal.), 5.39(1H, m, anomeric H Glc.), 3.85(3H, s, OCH $_3$) : $^{13}\text{C-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm : (Table I).

Compound IV – IR $\nu_{\text{KBr}}^{\text{max}}$ cm^{-1} : 3393(OH), 2930(CH), 1507(aromatic C=C), 1657(C=O) : (-)FAB-MS(m/z) : 447[M-H] $^-$, 301[M-Rha-H] $^-$: $^1\text{H-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm, 7.27(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-2'), 7.23(1H, m, H-6'), 6.86(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 6.35(1H, m, H-8), 6.16(1H, m, H-6), 5.25(1H, d, $J=7.8$ Hz, anomeric H Rha.), 0.81(1H, d, $J=5.7$ Hz, Rha-6) : $^{13}\text{C-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm : (Table I).

Compound V – IR $\nu_{\text{KBr}}^{\text{max}}$ cm^{-1} : 3390(OH), 2927(CH), 1504(aromatic C=C), 1651(C=O) : (-)FAB-MS(m/z) : 461[M-H] $^-$, 315[M-Rha-H] $^-$: $^1\text{H-NMR}$: DMSO- d_6 , δ ppm, 7.35(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-2'), 7.32(1H, m, H-6'), 7.07(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 6.40(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 6.16(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-6), 5.24(1H, s, anomeric H Rha.), 0.81(3H, d, $J=5.4$ Hz Rha-6),

Table I - ¹³C-NMR spectral data of compounds I-VII from the aerial parts of *Polygonum multiflorum* in DMSO-d₆

Compound I-VIII (ppm) ppm (DMSO-d ₆)								
Carbon no.	II	III	IV	V	VI	VII	Carbon no.	I
2	147.14	156.45	157.14	157.02	156.28	156.39	1	126.14
3	136.08	133.82	134.15	134.58	133.53	133.33	2	132.17
4	176.19	177.56	177.62	177.83	177.54	177.46	3	165.50
5	161.07	161.28	161.31	161.35	161.28	161.28	4	107.91
6	98.55	98.88	99.05	98.86	98.75	98.47	5	120.94
7	164.26	164.59	165.47	164.56	168.28	164.37	6	120.72
8	93.72	93.68	93.84	93.79	93.58	93.51	1'	112.22
9	156.49	155.88	156.60	156.58	156.37	156.19	2'	122.12
10	103.36	103.94	103.70	104.16	103.94	103.95	3'	136.49
1'	122.31	122.77	121.14	122.36	121.14	121.57		
2'	115.41	115.56	115.62	115.42	116.00	115.22		
3'	145.41	150.08	154.33	146.38	144.89	144.87		
4'	148.05	146.01	148.63	150.11	148.53	148.53		
5'	115.96	111.45	115.51	115.42	115.24	116.14		
6'	120.34	122.64	120.73	120.88	122.05	121.73		
gal-1		101.77			101.85			
gal-2		71.25			71.26			
gal-3		73.23			73.23			
gal-4		67.98			67.98			
gal-5		75.94			75.90			
gal-6		60.21			60.20			
glc-1		100.83				101.38		
glc-2		73.23				77.62		
glc-3		76.53				76.53		
glc-4		69.99				74.13		
glc-5		77.66				69.96		
glc-6		61.02				61.40		
rha-1			101.85	101.99				
rha-2			70.63	70.65				
rha-3			70.40	70.38				
rha-4			71.24	71.21				
rha-5			70.12	70.11				
rha-6			17.56	17.55				
CH ₃		55.68		55.76				

3.57(3H, s, OCH₃) : ¹³C-NMR : DMSO-d₆, δppm : (Table I).

Compound VI - IR ν_{KBr}^{max} cm⁻¹ : 3298(OH), 2908(C-H), 1607, 1512(aromatic C=C), 1665(C=O), 1094(glycosidic OH) : (-)FAB-MS(m/z) : 63[M-H]⁻, 301[M-Gal-H]⁻ : ¹H-NMR : DMSO-d₆, δppm, 7.67(1H, dd, J=2.1 Hz J=8.4 Hz, H-6'), 7.53(1H, d, J=2.1 Hz, H-2'), 6.82(1H, d, J=8.4 Hz, H-5'), 6.40(1H, d, J=2.1 Hz, H-8), 6.20(1H, d, J=2.1 Hz, H-6), 5.28(1H, d, J=7.8 Hz, anomeric H Gal.) : ¹³C-NMR : DMSO-d₆, δppm : (Table I).

Compound VII - IR ν_{KBr}^{max} cm⁻¹ : 3440(OH), 1550(aromatic C=C), 1660(C=O), 1070(glycosidic OH) : (-)FAB-MS(m/z) : 463[M-H]⁻, 301[M-Glc-H]⁻ : ¹H-NMR : DMSO-d₆, δppm, 7.59(1H, m, H-2'), 7.58(1H, m, H-6'), 6.84(1H, d, J=9.0 Hz, H-5'), 6.40(1H, m, H-8), 6.20(1H, m, H-6), 5.47(1H, d, J=7.2 Hz, anomeric H Glc.) : ¹³C-NMR : DMSO-d₆, δppm : (Table I) (Fig. 1, 2).

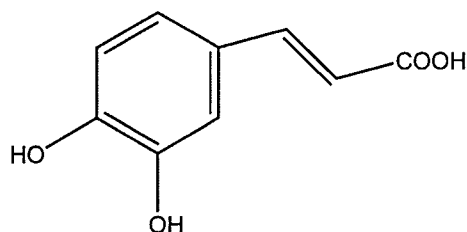
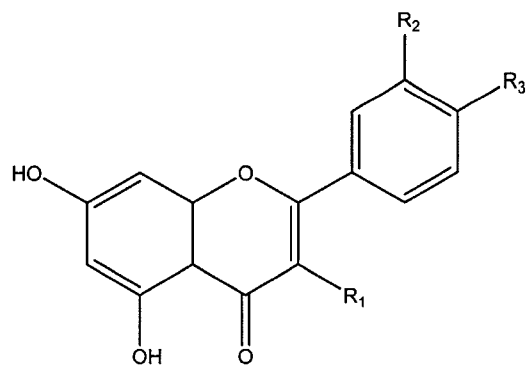


Fig. 1 - Structure of compound I isolated from the aerial parts of *Polygonum multiflorum*.

항산화능 실험

DPPH에 의한 항산화능 실험 - Hatano 등의 방법¹⁹⁾에 의하여 각 fraction을 50, 100, 200, 500, 1000 ppm(99.5% ethanol)의 5 가지 농도로 조제한 용액 0.1 ml(control : 99.5% ethanol)에 0.1 mM DPPH 용액(99.5% ethanol) 1.9 ml를 가하였다. Vortex mixer로 10초간 진탕한 후 37°C에서 30분 동안 incubation시켰다. 이후 spectrophotometer를 이용하여 515 nm에서 흡광도를



	R ₁	R ₂	R ₃
Compound II	OH	OH	OH
Compound III	Gal	OCH ₃	Glc
Compound IV	Rha	OH	OH
Compound V	Rha	OH	OCH ₃
Compound VI	Gal	OH	OH
Compound VII	Glc	OH	OH

Fig. 2 - Structure of compounds II~VII isolated from the aerial parts of *Polygonum multiflorum*.

측정하였다. 양성 대조 약물로는 L-ascorbic acid를 25, 50, 100, 200 ppm(99.5% ethanol)의 4가지 농도로 조제하여 측정하였다. 각 시료의 항산화작용은 DPPH에 대한 전자공여능(Electron donating ability, EDA(%))¹⁹⁾과 IC₅₀치(DPPH radical 형성을 50% 억제하는데 필요한 μ 농도)로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\%) = \frac{\text{Control O.D.} - \text{Sample O.D.}}{\text{Control O.D.}} \times 100$$

Sample O.D. : 시료를 가한 시험액의 흡광도

Control O.D. : 시료 대신 ethanol을 가한 시험액의 흡광도

TBARS assay를 이용한 LDL 지질과산화에 미치는 영향 - Human plasma LDL(400 μ g 단백질), 1 mM CuSO₄ 16 μ l, 농도 별로 조제한 각 시료(25, 50, 100, 200 ppm) 100 μ l에 PBS(pH 7.4)를 섞어 전체 부피가 1ml가 되도록 한다. Vortex mixer로 혼합하여 37°C 수욕상에서 4시간 동안 진탕 배양하여 산화시킨 후 1 mM EDTA 20 μ l를 첨가하여 산화를 중지시킨다. 산화된 LDL 용액에 25% trichloroacetic acid 1ml를 넣어 단백질을 침전시킨 후 그 상등액에 1% thiobarbituric acid 1ml를 첨가하여 95°C에서 발색시킨 후 냉각시킨다. 생성된 MDA의 양을 532 nm에서 spectrophotometer를 이용하여 측정한다. MDA 표준시료로는 10 nM 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 용액을 용시 조제하여 사용한다.

$$\text{MDA 농도(nM/ml)} = (f/F) \times 10$$

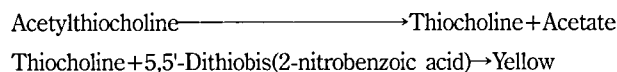
F : 표준시료의 흡광도(532 nm)

f : 검체의 흡광도(532 nm)

각 시료의 LDL 지질과산화 억제효과를 비교검토하기 위해서 Cu²⁺에 의해 유도되는 과산화지질의 생성을 50% 억제하는데 필요한 시료의 농도(IC₅₀)를 측정한다.

Ellman's Test를 이용한 Acetylcholinesterase 활성 저해 효과 측정 - 아세틸콜린에스테라제 저해활성실험에서 효소활성은 엘만(Ellman) 방법을 변형하여 개선한 방법을 이용하였다. 기질인 아세틸티오콜린(acetylthiocholine)이 아세틸콜린에스테라제에 의해 가수분해 되어 유리되어 나오는 티오콜린(thiocholine)을 DTNB(디티오니트로벤조산)와 반응시켜 생성되는 디티오 화합물과 니트로벤조산의 티오음이온(노란색)을 412 nm UV로 검출하여 효소활성을 측정하였다. 기질인 아세틸콜린은 불안전하여 아세틸콜린에스테라제 이외의 요인에 의하여 분해되므로 이를 보정하기 위하여 대조군(Blank Control)을 두었다. 추출물 자체의 색깔에 의한 오차를 줄이기 위하여 효능군에도 대조군(Activity Control)을 설정하였다.

Acetylcholinesterase



얻어진 하수오 지상부 분획물(또는 단일성분)을 예비실험을 통하여 얻어진 결과를 가지고 적당한 농도별로 각각 20 μ l씩 가지고 아세틸콜린에스테라제 저해활성을 측정하여 통계 및 그래프 프로그램인 프리즘을 이용하여 50% 저해농도(IC₅₀값)를 구한다.

결과 및 고찰

분획의 활성

하수오 지상부 각각의 분획을 농도별로(100~2000 ppm) 조제하여 실험한 결과 30% 분획과 60% 분획의 radical scavenging activity는 우수하였으며 60% 분획 > 30% 분획 >> 100% 분획 >> H₂O 분획 순으로 농도 의존적으로 radical scavenging activity가 증가하였다. 그리고 특히 60% 분획이 IC₅₀ 30.97 μ g/ml로 우수한 radical scavenging activity를 나타내었다(Table II, Fig. 3).

분리된 성분의 항산화 활성

하수오 지상부 각각의 분획에 대한 항산화 활성 실험 결과 우

Table II - IC₅₀ values of fractions against the DPPH radical

Sample	IC ₅₀ (μ g/ml)
L-Ascorbic acid	4.770 \pm 0.404*
H ₂ O Fr.	673.88 \pm 46.891*
30% MeOH Fr.	35.447 \pm 1.513*
60% MeOH Fr.	26.789 \pm 1.933*
100% MeOH Fr.	85.495 \pm 7.048*

Significantly different from negative control : *p<0.05 **p<0.01.

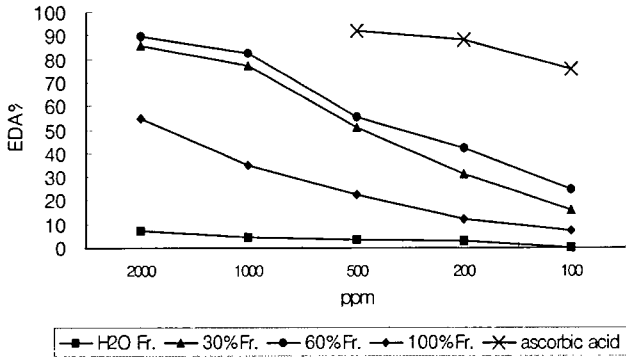


Fig. 3 - The radical scavenging activities of the aerial parts of *Polygonum multiflorum* on DPPH.

수한 활성을 보인 60% MeOH 분획에서 분리한 7종 화합물의 항산화 활성 측정을 위해 DPPH법에 의한 각각의 radical scavenging activity와 LDL의 지질과산화에 대한 억제 효과 및 Ellman's Test에 의한 acetylcholinestrase 억제 효과를 측정하였다.

DPPH를 이용한 항산화능 측정

각 Compounds를 농도별(25~1000 ppm)로 조제하여 각각의 compound의 DPPH radical에 대한 scavenging activity를 실험한 결과 compound II, IV, VI와 VII번은 비교적 우수한 radical scavenging activity를 나타내었고 특히, compound II와 IV는 양성 대조약물로 사용한 L-ascorbic acid와 비슷한 효과를 보였다 (Fig. 4).

LDL 산화에 대한 억제효과 측정

각 compounds를 농도별(25~1000 ppm)로 조제하여 각각의 compound의 LDL 산화에 대한 억제효과를 측정한 결과 compound II, IV, VI와 VII에서 양성대조약물로 사용한 L-

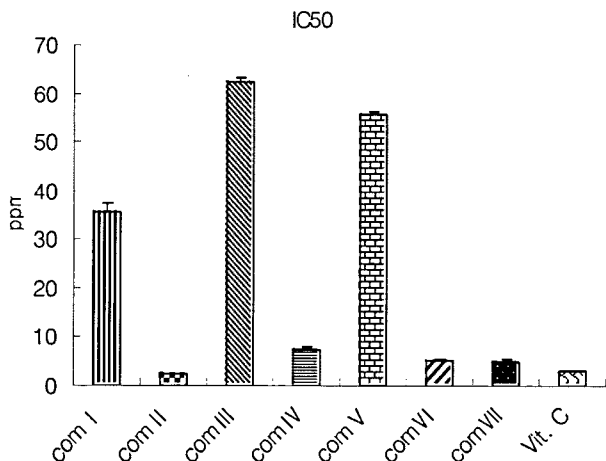


Fig. 4 - IC₅₀ values of compounds I~VII against the DPPH radical.

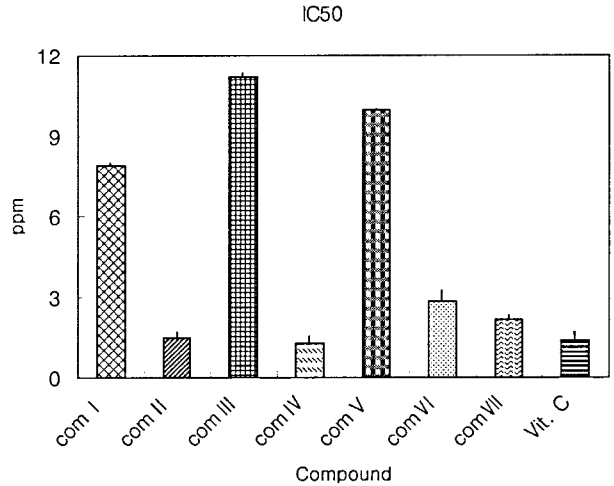


Fig. 5 - IC₅₀ values of compounds I~VII on Cu²⁺-induced LDL lipid peroxidation.

ascorbic acid(IC₅₀ 1.361 µg/ml)보다 우수하나 유사한 억제효과를 보였다(Fig. 5).

Acetylcholinestrase에 대한 억제효과 측정

각 compounds를 농도별(25~1000 ppm)로 조제하여 각각의 compound의 acetylcholinestrase에 대한 억제효과를 측정한 결과 compound I과 IV에서 IC₅₀ 8.908, 10.515 µg/ml로 우수한 억제효과를 보였다.

결 론

하수오 지상부의 MeOH 엑스를 activity guided fractionation 방법에 따라 H₂O, 30% MeOH, 60% MeOH, MeOH 분획을 얻었고 이들 4가지 분획물들에 대해서 DPPH radical에 대한 scavenging activity로 항산화 활성을 실험하였고 그 결과 30% 및 60% 분획에서 효과가 우수한 radical scavenging activity를 보이는 것을 관찰할 수 있었다(60% 분획>30% 분획>>100% 분획>>H₂O 분획).

강한 항산화 활성이 관찰되는 60% MeOH 분획을 각 중 gel

Table III - IC₅₀ values of compounds I~VII on acetylcholinestrase

Sample	IC ₅₀
Compound I	8.908±0.254*
Compound II	18.298±0.113**
Compound III	13.018±1.045*
Compound IV	10.515±0.114**
Compound V	16.417±1.182*
Compound VI	13.149±0.263**
Compound VII	14.221±0.507*

Each value represents the mean±S.D. (n=2). Significantly different from negative control : *p<0.05 **p<0.01.

column chromatography를 실시하여 7종의 화합물을 분리하였고 물리화학적 성상과 각종 기기분석(IR, MS, ¹H-NMR, ¹³C-NMR) 및 문헌²⁰⁻²²⁾과의 비교를 통하여 compound I을 3,4-dihydrocinamic acid, compound II는 quercetin, compound III은 quercetin 3-O-β-D-galactopyranosyl-4'-O-glucopyranoside-3'-methylether, compound IV는 quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside, compound V는 quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside-4'-methylether, compound VI는 quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside, compound VII는 quercetin 3-O-β-D-glucopyranoside로 확인 동정하였다.

각각의 성분에 대한 항산화 활성 실험 결과 compound II, IV, VI와 VII이 compound III, V보다 월등히 우수한 활성을 보였고 이는 flavonoid B-ring의 -OH기가 항산화 활성에 positive factor 임을 나타내는 증거라 할 수 있다. 또한 benzene 링 구조인 compound I은 quercetin 같은 flavonoids(compound II~VII)에서의 LDL의 지질과산화 억제력과 비교할 때 상당히 떨어지는 것을 보였는데 이는 flavonoid C-ring의 이중결합이 항산화 활성에 positive factor 임을 나타내는 증거라 할 수 있다. B-ring의 catechol group의 존재는 radical에 대한 더욱 높은 electron-donating property를 가지며, 또한 C-ring의 2,3-double bond conjugate 된 것은 전자의 delocalization과 관련이 있다고 보고 된 바와 같이²³⁾ 이는 B-ring의 -OH기와 C-ring의 이중결합은 유해한 free radical을 제거하는데 중요한 역할을 한다는 사실을 입증하는 결과인 것이다.

한편 각각의 성분에 대한 acetylcholinesterase 억제 효과 실험 결과 대부분의 compound들이 유사한 저해 효과를 나타내었는데 그 중 compound I과 IV이 좀 더 우수한 효과를 나타내었다.

각 성분들에 대한 DPPH radical scavenging activity와 LDL을 이용한 지질과산화 실험에서 대체로 서로 비슷한 순서로 항산화활성을 나타내었고 Ellman's Test를 이용한 acetylcholinesterase 억제 실험에서 compound I과 IV이 비교적 우수한 활성을 나타내었다.

이상의 결과를 통해 하수오 지상부의 성분과 엑스를 이용한 천연항산화제의 개발가능성이 높다고 사료됨과 동시에 acetylcholinesterase의 억제 활성도 있어 앞으로 치매와 관련된 노화에도 응용될 것으로 사료된다.

문 헌

- 1) 배기환 : 한국의 약용식물, 교학사, p. 87 (2000).
- 2) 韓國生藥學教授協議會 : 本草學, 사단법인 대한약학회, pp. 797-800 (1995).
- 3) 堀田滿 : 世界有用植物事典(植物編) 平凡社, p. 839 (1989).
- 4) Claudenice F. P. Sartor and Cleuza C. sa Silva : Flavonoids

- glycosides of *Polygonum stelligerum* Cham. *Biochem. Syst. Ecol.* **27**, 303 (1999).
- 5) Datta, B. K., Datta, S. K. and Sarker, S. D. : Quercetin 3-O-(6"-galloyl)-β-D-galactoside from *Polygonum viscosum* (Polygonaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* **28**, 805 (2000).
- 6) Datta, B. K., Datta, S. K. and Sarker, S. D. : Quercetin 3-O-(6"-caffeoyl)-β-D-galactopyranoside from *Polygonum viscosum*. *Fitoterapia* **71**, 459 (2000).
- 7) Datta, B. K., Datta, S. K., Rashid, M. A. and Sarker, S. D. : A sesquiterpene acid and flavonoids from *Polygonum viscosum*. *Phytochemistry* **54**, 201 (2000).
- 8) Fuquan, Y., Tianyou, Z. and Yoichiro, I. : Large-scale separation of resveratro, anthraglycoside A and anthraglycoside B from *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc by High-speed counter-current chromatography. *J. Chromatogr. A* **919**, 443 (2001).
- 9) Helena D. Smolarz and Marek J. Potrzebowski : Persilben, a new carboxystilbene from *Polygonum persicaria*. *J. Mol. Struct.* **605**, 151 (2002).
- 10) Bidyut K. Datta, Sadhan K. Datta, Mohammad A. Rashid and Satyajit D. Sarker : Flavonoids from *Polygonum stagninum* (Polygonaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* **30**, 693 (2002).
- 11) Lee, J. P., Min, B. S., An, R. B., Bae, K. H. and Kang, S. S. : Stilbenes from the roots of *Pleuropterus ciliinervis* and their antioxidant activities. *Phytochemistry* **64**, 759 (2003).
- 12) Tsai, P. L., Wang, J. P., Chang, C. W. and Lee Chao, P. D. : Constituents and bioactive principles of *Polygonum chinensis*. *Phytochemistry* **49**, 1663 (1998).
- 13) Tatsuya, I., Takanori, O., Keizo, K., Tadao, T. and Masashi, K. : *Polygonum tinctorium* extract supresses nitric oxide production by activated macrophages through inhibiting inducible nitric oxide synthase expression. *J. Ethnopharmacol.* **72**, 141 (2000).
- 14) Kuo, Y. C., Tsai, W. J., Meng, H. C., Chen, W. P., Yang, L. Y. and Lin, C. Y. : Immune reponses in human mesangial cells regulated by emodin from *Polygonum hypoleucum* Ohwi. *Life Sci.* **68**, 1271 (2001).
- 15) Gonzalez, B. M., Yslas, M., Reyes, E., Quiroz, V. and Jimenez, G. : Clinical effects of a Mexican *Sanguinaria* extract (*Polygonum aviculare* L.) on gingivitis. *J. Ethnopharmacol.* **74**, 45 (2001).
- 16) Hisashi, M., Hiroshi, S., Toshio, M. and Masayuli, Y. : Phytoestrogens from the roots of *Polygonum cuspidatum* (Polygonaceae): structure-requirement of hydroxyanthraquinones for estrogenic activity. *Bioorg. Med. Chem. Lettes* **11**, 1839 (2001).
- 17) Midori, T., Takao, K., Satoshi, K. and Hoyoku N. : Cancer chemopreventive activity of phenylpropanoid esters of sucrose, vanicoside B and lapathoside A, from *Polygonum lapathifolium*. *Cancer Letters* **173**, 133 (2001).

- 18) Rachel, W. L., David, L. G., Stephen, P. M. and David, N. L. : Anti-inflammatory activity of Chinese medicinal vine plants. *J. Ethnopharmacol.* **85**, 61 (2003).
- 33) Hatano, T., Edamatsu, R., Hiramatus, M., Mori, A., Fujita, Y., Yasuhara, T., Yoshida, T., and Okuda, T. : Effects of the interaction of tannins with co-existing substances. IV. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical, and on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem. Pharm. Bull.* **37**, 2016 (1989).
- 20) Agrawal, P. K. : carbon-13 NMR of Flavonoids, 154 (1989).
- 21) Harbone, J. B. and Marby, T. J. : *The Flavonoids: Advanced in Reserch* (1982).
- 22) Harbone, J. B. : *The Flavonoids: Advanced in Reserch* (1993).
- 23) Volf, K. : Flavonoids as antioxidants. *Prakticky Leakar* **82**, 379 (2002).