

강황 지하부 부산물의 플라보노이드 성분

안달래¹ · 이은별¹ · 안민실² · 김반지¹ · 이소연¹ · 이태관¹ · 임혜원³ · 이현용⁴ · 배종진¹ · 김대근^{1*}
¹우석대학교 약학대학, ²전북농업기술원, ³(주)세바바이오텍, ⁴서원대학교 식품공학과

Flavonoids from the Underground Parts of *Curcuma longa*

Dalrae Ahn¹, Eun Byeol Lee¹, Min-Sil Ahn², Ban Ji Kim¹, So Yeon Lee¹, Tae Gwan Lee¹,
Hye Won Lim³, Hyeon Yong Lee⁴, Jong Jin Bae¹, and Dae Keun Kim^{1*}

¹College of Pharmacy, Woosuk University, Samrye 565-701, Korea

²Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Service, Iksan 570-704, Korea

³Bio Bldg. #1-406, High-Tech Venture Town, Chuncheon 200-160, Korea

⁴Department of Food Science and Engineering, Seowon University, Cheongju 377-3, Korea

Abstract – Six flavonoid compounds were isolated from the underground parts of *Curcuma longa* (Zingiberaceae) through repeated column chromatography. Their chemical structures were elucidated as kaempferol-3-*O*- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-*O*- α -L-rhamnopyranoside (1), quercetin-3-*O*- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-*O*- α -L-rhamnopyranoside (2), quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranoside-7-*O*- α -L-rhamnopyranoside (3), kaempferol-3-*O*- α -L-rhamnopyranoside (4), quercetin-3-*O*- α -L-rhamnopyranoside (5), and quercetin (6), respectively, by spectroscopic analysis. These compounds were isolated for the first time from this plant.

Key words – *Curcuma longa*, Zingiberaceae, Flavonoid

생강과(Zingiberaceae)에 속하는 다년생 속근성 초본인 강황 *Curcuma longa* L.은 뿌리줄기를 써서 말린 것은 강황(薑黃)으로, 덩이뿌리를 써서 말린 것은 울금(鬱金)이라 하여 사용되어 왔다.¹⁾ 이와 같이 뿌리줄기와 덩이뿌리는 전통적으로 약용으로 사용하고 있으나 약용부위를 채취한 후에 남는 지상부 및 지하부의 부산물은 더 이상 이용되지 못하고 버려지고 있다. 따라서 강황 재배 후의 다량으로 발생하는 부산물의 다각적인 이용이 연구되어야 할 것으로 생각되어 그 연구의 일환으로 전보²⁾에서 강황 지상부에서 2종의 항산화물질을 단리하여 보고하였다. 한편 지금까지의 강황에 대한 연구는 주로 curcumin성분에 대한 여러 가지 활성연구가 많이 이루어져 있으며, 성분에 대한 연구도 황색 색소인 curcumin유도체와 정유 성분인 turmerone과 같은 sesquiterpene 몇 종이 보고³⁻⁶⁾되어 있다. 본 연구는 지하부 채취 후에 버려지는 강황 지하부 부산물을 MeOH로 추출하고 그 MeOH엑스를 몇 가지 column chromatography를 실시하여 6종의 화합물을 단리하고 그 구조를 확인하였기에 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 – 본 실험에 사용한 강황의 지하부 부산물은 2012년 11월에 전라북도 농업기술원에서 채취하였으며, 정확히 감정한 후에 음건세절하여 실험에 사용하였으며, 표준품은 우석대학교 약학대학 생약학 연구실에 보관하고 있다 (WSU-12-010).

시약 및 기기 – ¹H-NMR 및 ¹³C-NMR spectrum은 Jeol JMN-EX 400 spectrometer(Japan) 기기를 이용하여 확보하였다. 추출 및 분획용 시약, TLC 및 column용 시약 등은 1급 용매를 재증류하여 사용하거나, 특급시약을 사용하였다. Column chromatography용 silica gel은 Kiesel gel 60 (Art. 1.07734, 230-400 mesh, Merck)을, molecular sieve column chromatography용 packing material은 Sephadex LH-20 (Pharmacia)을 사용하였다. TLC plate는 Kiesel gel 60 F₂₅₄ precoated plate (Art. 1.07752, Merck)를 사용하였으며, LPLC용 column은 Lobar A(LiChroprep Si 60, Merck) column을 사용하였고, HPLC용 column은 JAI GS-310 (JAI Co. Ltd.) column을 사용하였다. 발색시약으로는 10% H₂SO₄ EtOH 용액을 사용하였으며, UV의 검색은 254와 365 nm에

*교신저자(E-mail): dkkim@woosuk.ac.kr
(Tel): +83-63-290-1574

서 하였다.

추출 및 분리 - 신선한 강황 지하부 부산물을 음건 세절 한 다음 건조하여 얻은 시료 1.2 kg을 methanol로 가끔 진탕하면서 5시간씩 50°C에서 3회 온침 추출하였다. 그 추출액을 수욕상에서 감압농축하여 methanol 엑스 약 330 g을 얻었으며, 이 methanol 엑스에 증류수로 현탁시키고 상법에 따라 동량의 *n*-hexane(33 g), methylene chloride(35 g), ethyl acetate(3.5 g) 및 *n*-butanol(12.3 g)의 순으로 용매 분획하여 각각의 분획물을 얻었다. 이들 분획물에 대해 TLC 패턴분석을 한 결과 10% H₂SO₄ 시액에 뚜렷한 반점이 확인된 ethyl acetate분획에서 물질 분리를 시도하였다. Ethyl acetate 분획을 MeOH를 유출용매로 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시한 후 TLC 양상에 따라 4개 분획(E1-E4)으로 나누었다. 이 중 E2(230 mg)를 CHCl₃-MeOH-H₂O(45:10:1)를 유출용매로 순상 silica gel column을 실시하여 7개 소분획(E21-E27)으로 나누고, E223, E225 및 E227을 Lobar A column(CHCl₃-MeOH-H₂O=45:10:1)으로 각각 정제하여 화합물 **1**(12 mg), **2**(25 mg)와 **3**(15 mg)을 각각 얻었다. E3(390 mg)을 acetonitrile-H₂O(3:7)을 이동상으로 하여 JAI GS-310(JAI Co. Ltd.) column을 이용한 HPLC를 실시하여 3개의 소분획(E31-E33)으로 나누었다. E32와 E33을 Sephadex LH-20 column으로 정제하고 화합물 **4**(12 mg)와 **5**(55 mg)을 각각 얻었다. E4는 methanol에 용해하여 재결정을 시도하여 화합물 **6**, 27 mg을 얻었다.

Kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-O- α -L-rhamnopyranoside (1**)** - yellow powder, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.67 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6'), 6.84 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-3', 5'), 6.29 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.10 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.42 (1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1"), 4.90 (1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1""), 1.13, 0.83 (each 3H, d, *J*=6.4 Hz, H-6", 6""), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

Quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-O- α -L-rhamnopyranoside (2**)** - yellow powder, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.23 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 7.21 (1H, dd, *J*=8.4, 2.0 Hz, H-6'), 6.81 (1H, d, *J*=8.4 Hz, H-5'), 6.27 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.10 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.39 (1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1"), 4.90 (1H, d, *J*=6.4 Hz, H-1""), 1.12, 0.85 (each 3H, d, *J*=1.3 Hz, H-6", 6""), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

Quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside-7-O- α -L-rhamnopyranoside (3**)** - yellow powder, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.69 (1H, d, *J*=2.4 Hz, H-2'), 7.56 (1H, dd, *J*=8.8, 2.4 Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, *J*=8.8 Hz, H-5'), 6.35 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.15 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.74 (1H, d, *J*=8.0 Hz, H-1"), 5.21

Table I. ¹³C-NMR spectral data of compounds **1-6**

C	1	2	3	4	5	6
2	159.2	159.2	158.3	159.3	159.3	148.7
3	136.3	136.3	134.6	136.2	136.2	137.3
4	179.5	179.5	179.4	179.6	179.6	177.4
5	163.2	163.2	163.2	163.2	163.1	162.5
6	99.8	99.8	99.7	99.8	99.8	99.2
7	165.9	165.9	165.6	165.9	165.8	165.5
8	94.8	94.7	94.5	94.7	94.7	94.4
9	158.6	158.5	158.2	158.6	158.5	158.1
10	105.9	105.9	105.9	105.9	105.9	104.5
1'	122.6	122.9	123.0	122.6	122.9	124.1
2'	131.9	116.9	117.3	131.9	116.9	115.9
3'	116.6	146.4	145.9	116.5	146.4	148.0
4'	161.6	149.8	149.6	161.6	149.7	146.2
5'	116.6	116.4	116.1	116.5	116.3	116.2
6'	131.9	122.9	123.4	131.9	122.9	121.6
1"	102.4	102.4	100.8	103.5	103.5	
2"	78.9	79.0	75.7	72.0	72.0	
3"	72.0	72.0	77.1	72.1	72.1	
4"	73.9	73.9	69.8	73.2	73.2	
5"	72.2	72.2	77.6	71.9	71.9	
6"	17.9	17.8	62.1	17.7	17.6	
1'''	103.7	103.7	102.6			
2'''	71.9	71.9	72.3			
3'''	72.1	72.1	72.4			
4'''	73.5	73.6	74.0			
5'''	70.3	70.3	70.9			
6'''	17.8	17.8	17.4			

Recorded at 100 MHz in CD₃OD

(1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1""), 0.91 (3H, d, *J*=6.4 Hz, H-6""), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

Kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside, Afzelin (4**)** - yellow needles, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.75 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-3', 5'), 6.37 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.37 (1H, d, *J*=1.5 Hz, H-1"), 0.91 (3H, d, *J*=5.2 Hz, H-6"), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

Quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranoside, Quercitrin (5**)** - yellow needles, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.28 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 7.25 (1H, dd, *J*=8.4, 2.0 Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, *J*=8.4 Hz, H-5'), 6.31 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.14 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.30 (1H, d, *J*=1.2 Hz, H-1"), 0.90 (3H, d, *J*=6.0 Hz, H-6""), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

Quercetin (6**)** - yellow powder, FeCl₃ test: positive, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.63 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 7.53 (1H, dd, *J*=8.4, 2.0 Hz, H-6'), 6.78 (1H, d, *J*=8.4

H_z, H-5'), 6.29 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.08 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6). ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) see Table I

결과 및 고찰

강황 약용부위인 강황의 뿌리줄기와 덩이뿌리를 채취 후에 남은 지하부 부산물로부터 얻은 MeOH엑스를 용매로 계통분획하여 *n*-hexane, methylene chloride, ethyl acetate 및 *n*-butanol엑스를 제조하였다. 이들 분획물을 TLC 패턴분석한 결과 10% H₂SO₄시액에 뚜렷한 발색을 나타낸 ethyl acetate 가용분획을 대상으로 몇 가지 column chromatography를 반복 실시하여 6종의 flavonoid화합물을 단리하였다(Fig. 1).

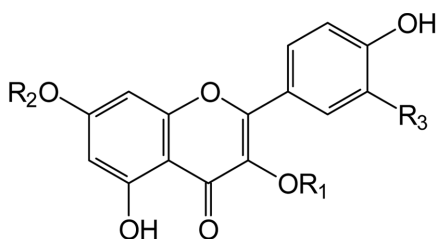
화합물 1은 FeCl₃시액에 양성으로 나타났으며, ¹H-NMR spectrum에서 전형적인 kaempferol의 B-ring에 기인하는 A₂B₂ splitting pattern의 signal이 δ 7.67(2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6')과 6.84(2H, d, *J*=8.8 Hz, H-3', 5')에서 관찰되었다. Kaempferol의 A-ring에 기인하는 peak는 δ 6.29(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8)와 6.10(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6)에서 관찰되었다. 또한 2개의 당에 기인하는 anomeric proton이 δ 5.42 (1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1'')와 4.90(1H, d, *J*=8.0 Hz, H-1''')에서 확인되었으며, δ 1.13과 0.83(each 3H, d, *J*=6.4 Hz, H-6'', 6''')에서 2개의 rhamnosyl methyl peak가 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 102.4(C-1'')와 103.7(C-1''')에서 2개의 anomeric carbon이 확인되었다. 화합물 1의 glycosidic linkage는 ¹³C-NMR spectrum에서 rhamnose의 C-2''(δ 78.9)의 chemical shift값이 glycosidation effect에 의해 down field로 이동되었음을 확인할 수 있었으며, 이상의 결과와 기존 문헌^{7,9)} 자료와 직접 비교해 본 결과 화합물 1은 kaempferol-

3-*O*-α-L-rhamnopyranosyl(1→2)-*O*-α-L-rhamnopyranoside로 확인·동정하였다.

화합물 2는 FeCl₃시액에 양성으로 나타났으며, ¹H-NMR spectrum에서 quercetin의 A-ring에 기인하는 peak가 δ 6.27(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8)과 6.10(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6)에서 관찰되었다. 또한 δ 7.23(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 7.21(1H, d, *J*=8.4, 2.4 Hz, H-6') 및 6.81(1H, d, *J*=8.4 Hz, H-5')에서 전형적인 1,3,4-trisubstituted aromatic signal이 확인되었다. 2개의 당에 기인하는 anomeric proton이 δ 5.39 (1H, d, *J*=1.3 Hz, H-1'')와 4.90(1H, d, *J*=7.6 Hz, H-1''')에서 확인되었으며, δ 1.12와 0.85(each 3H, d, *J*=6.4 Hz, H-6'', 6''')에서 2개의 rhamnosyl methyl peak가 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 102.4(C-1'')와 103.77.8(C-1''')에서 2개의 anomeric carbon이 확인되었다. ¹³C-NMR spectrum에서 화합물 2의 2개의 당부분의 chemical shift값은 화합물 1과 완전히 일치하였다. 이상의 결과와 기존 문헌¹⁰⁾ 자료와 직접 비교해 본 결과 화합물 2는 quercetin-3-*O*-α-L-rhamnopyranosyl(1→2)-*O*-α-L-rhamnopyranoside로 확인·동정하였다.

화합물 3은 FeCl₃시액에 양성으로 나타났으며, ¹H-NMR spectrum은 olefinic field의 δ 6.15(1H, d, *J*=2.0 Hz), 6.35 (1H, d, *J*=2.0 Hz)의 signal은 A-ring의 H-6, H-8이 meta coupling하는 doublet로 나타났으며, δ 7.69(1H, d, *J*=2.4 Hz), 7.56(1H, dd, *J*=8.8, 2.4 Hz), 6.86(1H, d, *J*=8.8 Hz)에서 전형적인 ABX coupling system으로 관찰되어 B-ring의 3'와 4'가 치환된 화합물임을 추정할 수 있었다. 또한 δ 5.74(1H, d, *J*=8.0 Hz)와 5.21(1H, d, *J*=1.3 Hz)에서 2개의 anomeric proton signal이 관찰되었으며, δ 0.91에서 rhamnose의 전형적인 methyl기가 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서도 δ 102.6과 100.8에서 2개의 anomeric carbon signal로 추정되는 peak가 관찰되어 2 mol의 sugar가 결합되어 있음을 확인할 수 있었다. 이상의 결과로 화합물 3은 glucose와 rhamnose가 결합된 quercetin으로 추정하였고, HMBC NMR spectrum으로 확인한 결과 H-1''과 C-3와 H-1'''와 C-3의 correlation이 각각 관찰되어 당의 결합 위치를 확인하였으며 기존 문헌¹¹⁾치와도 비교하여 화합물 3은 quercetin-3-*O*-β-D-glucopyranoside-7-*O*-δ-L-rhamnopyranoside로 확정하였다.

화합물 4는 FeCl₃ 시액에 양성으로 페놀성 화합물임을 알 수 있었으며, ¹H-NMR spectrum에서 aromatic 영역에서 δ 6.37(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8)와 6.19(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6)에서 2개의 meta-coupled doublet peak가 확인되어 화합물 4는 aromatic A ring이 5,7-dihydroxyflavonoid화합물임을 알 수 있었다. δ 7.75(2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6')와 δ 6.92(2H, d, *J*=8.8 Hz, H-3', 5')에서 2개의 ortho-coupled doublet의 A₂B₂ splitting pattern을 갖는 B ring이 확인되어 화합물 4는



	R ₁	R ₂	R ₃
1	rha(1→2)rha	H	H
2	rha(1→2)rha	H	OH
3	glc	rha	OH
4	rha	H	H
5	rha	H	OH
6	H	H	OH

Fig. 1. Structures of compounds 1-6.

aglycone이 kaempferol임을 알 수 있었다. Anomeric proton signal이 δ 5.37(1H, d, $J=1.5$ Hz, H-1")로 관찰되고, coupling 값이 1.5 Hz로 α -D-configuration의 당이 결합되어 있음이 확인되었다. δ 0.91에서 rhamnose의 전형적인 methyl기가 관찰되었으며, ^{13}C -NMR spectrum에서는 δ 179.6에서 한 개의 carbonyl signal이 확인되었다. 이상의 결과로 화합물 4는 kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside(afzelin)로 추정하였으며, 기존 문헌¹²⁾의 data와 비교하여 확인·동정하였다.

화합물 5도 FeCl_3 시액에 양성으로 페놀성 화합물임을 알 수 있었으며, ^1H -NMR spectrum에서 flavonoid의 A-ring에 기인하는 meta-coupled signals이 δ 6.31(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8)과 6.14(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6)에서 관찰되었다. 또한 δ 7.28(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2'), 7.25(1H, d, $J=8.0$, 2.0 Hz, H-6') 및 6.86(1H, d, $J=8.0$ Hz, H-5')에서 1,3,4-trisubstituted aromatic signal이 확인되었다. Anomeric proton이 δ 5.30(1H, d, $J=1.2$ Hz, H-1")에서 확인되었으며, coupling 값이 1.2 Hz로 나타나 당이 α -L-configuration으로 결합되어 있는 것으로 추정되었고, δ 0.90에서 rhamnose의 전형적인 methyl기가 확인되었다. ^{13}C -NMR spectrum에서는 δ 179.6의 carbonyl signal과 6개의 sugar signal을 포함하는 21개의 carbon signal이 관찰되었다. 이상의 결과와 기존 문헌¹³⁾ 자료와 직접 비교해 본 결과 화합물 5는 quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranoside로 확인·동정하였다.

화합물 6은 FeCl_3 반응에 양성으로 나타났으며, ^1H -NMR spectrum의 aromatic 영역에서 δ 7.63(1H, d, $J=2.0$ Hz), 7.53(1H, dd, $J=8.4$, 2.0 Hz) 및 6.78(1H, d, $J=8.4$ Hz)에서 전형적인 ABX coupling system의 3개의 proton이 확인되었고, δ 6.29(1H, d, $J=2.0$ Hz)과 6.08(1H, d, $J=2.0$ Hz)의 proton signal이 확인되어 flavonoid 화합물인 quercetin으로 추정하였으며, ^{13}C -NMR spectrum 자료와 함께 문헌치¹⁴⁾와 비교하여 이를 확정하였다.

결 론

약용부위를 채취 한 후에 남은 강황 지하부 부산물의 methanol추출물에서 6종의 flavonoid화합물을 단리하였으며, 이들의 spectral data를 이용하여 구조를 확인한 결과 kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-O- α -L-rhamnopyranoside(1), quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(12)-O- α -L-rhamnopyranoside(2), quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside-7-O- α -L-rhamnopyranoside(3), kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside(4), quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranoside(5) 및 quercetin(6)으로 각각 확인·동정하였다. 이 화합물들은 본 식물로부터 처음 분리·보고되는 화합물이다.

사 사

이 논문은 2012년도 농촌진흥청 어젠다 연구개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

1. 한국약학대학협의회 약전분과회 편저 (2008) 대한약전해설서(9개정) II, 1098, 1161, 도서출판 신일북스, 서울.
2. Ahn, D., Lee, E. B., Ahn, M.-S., Lim, H. W., Xing, M. M. Tao, C., Yang, J. H and Kim, D. K. (2012) Antioxidant constituents of the aerial parts of *Curcuma longa*. *Kor. J. Pharmacogn.* **43**: 274-278.
3. Cai, Y. Y., Lin, W. P., Li, A. P. an Xu, J. Y. (2013) Combined effects of curcumin and triptolide on an ovarian cancer cell line. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* **14**: 4267-4271.
4. Zuo, Z. F., Zhang, Q. and Liu, X. Z. (2013) Protective effects of curcumin on retinal Müller cell in early diabetic rats. *Int. J. Ophthalmol.* **6**: 422-424.
5. Kaushik, G., Kaushik, T., Yadav, S. K., Sharma, S. K., Ranawat, P., Khanduja, K. L. and Pathak, C. M. (2012) Curcumin sensitizes lung adenocarcinoma cells to apoptosis via intracellular redox status mediated pathway. *Indian J. Exp. Biol.* **50**: 853-861.
6. Park, S. Y., Kim, Y. H., Kim, Y. and Lee, S. J. (2012) Aromatic-turmerone attenuates invasion and expression of MMP-9 and COX-2 through inhibition of NF- κ B activation in TPA-induced breast cancer cells. *J. Cell Biochem.* **113**: 3653-3662.
7. Rao, K. V., Damu, A. G., Jayaprakasam, B. and Gunasekar, D. (1999) Flavonol glycosides from *Cassia hirsuta*. *J. Nat. Prod.* **62**: 305-306.
8. Hasler, A., Gross, G.-A., Meier, B. and Sticher, O. (1992) Complex flavonol glycosides from the leaves of *Ginkgo biloba*. *Phytochemistry* **31**: 1391-1394.
9. Yang, Y., Zhang, H.-J., He, H.-J. and Zhu, A.-H. (2009) Chemical constituents of *Epimedium brevicornum*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs* **40**: 1026-1030.
10. Li, F. and Liu, Y. L. (1988) Studies on the isolation and structures of baohuoside-II, III, IV and V. *Yaoxue Xuebao* **23**: 672-674.
11. Azimova, S. S. (2013) Natural compounds. Flavonoids. 214, Springer, New York.
12. Hur, J. M., Park, J. C. and Hwang, Y. H. (2001) Aromatic acid and flavonoids from the leaves of *Zanthoxylum piperitum*. *Nat. Prod. Sci.* **7**: 23-26.
13. Markham, K. R., Ternai, B., Stanley, R., Geiger, K. and Mabry, T. J. (1978) Carbon-13 NMR studies of flavonoids-III, naturally occurring flavonoid glycosides and their acylated derivatives. *Tetrahedron* **34**: 1389-1397.
14. Park, J. C., Yu, Y. B., Lee, J. H., Choi, J. S. and Ok, K. D. (1996) Phenolic compounds from the rachis of *Cedrela sinensis*. *Kor. J. Pharmacogn.* **27**: 219-223.

(2013. 9. 10 접수; 2013. 9. 16 심사; 2013. 9. 16 게재확정)