생 약 학 회 지
Kor. J. Pharmacogn.
27(3) : 178~183(1996)

꼬리조팝나무 잎의 페놀성 화합물

안병태, 오갑진,[1] 박시경,[1] 정순간,[1] 조의환,[1] 김재길, 노재섭, 이경순*

충북대학교 약학대학, [1]삼진제약(주) 중앙연구소

Phenolic Compounds from Leaves of *Spiraea salicifolia*

Byung Tae Ahn, Kap Jin Oh,[1] Si Kyung Park,[1] Sun Gan Chung,[1] Eui Hwan Cho[1], Jae Gil Kim, Jai Seup Ro and Kyong Soon Lee*

College of Pharmacy, Chungbuk National University Cheongju, 361-763 Korea; and [1]Central Research Institute, Samjin Pharm. Co., LTD, Hwasung 445-920, Korea

Abstract – Seven phenolic compounds were isolated from the leaves of *Spiraea salicifolia*. Their structures were characterized as cinnamic acid, ρ-hydroxy cinnamic acid, ρ-methoxy cinnamic acid, 1-O-coumaroyl-β-D-glucopyranose, 1-O-caffeoyl-β-D-glucopyranose, hyperoside and quercetin 3-O-(6″-O-α-L-arbinopyranosyl)-β-D-galactopyranoside by chemical and spectroscopic evidence.

Key words – *Spiraea salicifolia*; Rosaceae; phenyl propanoid; flavonoid.

꼬리조팝나무(*Spiraea salicifolia*)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽관목으로 높이는 1~1.5 m이고 잎은 호생하며 6-7월에 연한 적색의 꽃이 가지끝의 원추화서에 달린다.[1] 민간에서는 어린 잎을 식용하며 중국에서는 전초를 空心柳라 하여 타박상, 관절동통, 切傷 등의 치료에 사용하고 있다.[2] 우리나라에서는 이 식물과 조팝나무(*Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*)의 뿌리를 木常山이라 하여 상산(*Dichroa febrifuga*)의 대용으로, 해열제로 사용하여 왔다.[3] 이 등[4]은 우리나라에서 상산의 대용으로 사용하는 이 식물과 조팝나무 및 취상산(*Orixa japonica*)의 해열 및 진통작용에 대하여 연구 보고한 바 있다. 그러나 이 식물의 화학성분에 대한 연구로는 잎으로부터 quercetin[5]과 뿌리로부터 phytosterol, 1-octacosanol, β-sitosterol 3-O-β-D-glucoside 및 apigenin 등의 보고[6,7]가 있을 뿐이다. 따라서 한국산 *Spiraea*속 식물의 약리활성성분 규명 및 *Spiraea*속 식물의 성분분류학적 연구의 일환으로 실험에 착수하여 이 식물의 잎으로부터 7종의 phenol성 화합물을 분리하여 그 구조를 규명하였기에 보고하고자 한다.

*교신저자 : Fax 0431-68-2732

재료 및 방법

실험재료 – 1991년 10월 충북 청원군 낭성면 일대에서 꼬리조팝나무의 잎을 채집, 음건하여 사용하였다.

기 기 – 융점은 Büchi 510-K를 사용하였으며 보정하지 않았다. IR은 Perkin-Elmer LE 599, UV는 Shimadzu UV-240, NMR은 Bruker AM 300(300MHz), Bruker AMX 500(500MHz) 등을 사용하였다. Column chromatography용 담체는 Kieselgel 60(Merck, Art. 7734), Sephadex LH-20(20-100 μ, Pharmacia), Amberlite XAD-2(Sigma), MCI-gel CHP 20P(75-150 μ, Mitsubishi Chemical Industries)를 사용했다. TLC는 Kieselgel 60F_{254} plate(0.2 mm, Merck)를 사용하였으며, 시약 및 용매는 분석용 특급 또는

1급 시약을 사용하였다.

추출 및 분리－음건한 꼬리조팝나무의 잎 800 g을 70% EtOH로 3시간씩 4회 반복 추출한 후 감압농축하여 엑스(435 g)를 얻었다. 이를 물에 현탁시킨 후 Et_2O 및 BuOH로 순차적으로 분획하고 각 분획을 농축하여 Et_2O분획(65 g) 및 BuOH분획(82 g)을 얻었다. Et_2O분획을 소량의 acetone에 녹인 후 과량의 hexane을 가해 생성되는 침전물을 Sephadex LH 20 column에 걸고 MeOH로 용출시켜 4개의 소분획을 얻었다. 소분획 1을 MeOH로 재결정하여 화합물 3을 얻고, 소분획 2를 silicagel column에 걸어 $CHCl_3$: MeOH : H_2O=13 : 6 : 2로 용출시켜 화합물 1을 얻었으며, 소분획 4를 silicagel column에 걸고 benzen : EtOAc=2.5 : 1로 용출시켜 화합물 2를 얻었다. 또한 BuOH분획을 Amberlite XAD-2 column에 걸고 H_2O : MeOH=1 : 0→0 : 1로 순차적으로 용출시켜 5개의 소분획을 얻었다. 소분획 2를 Sephadex LH 20 column 및 MCI-gel CHP 20P column에 걸고 H_2O : MeOH=1 : 0→0 : 1로 순차적으로 용출시켜 화합물 4 및 5를 얻었으며, 소분획 3을 Sephadex LH 20 column에 걸고 H_2O : MeOH=1 : 0→0 : 1 및 EtOH를 용출용매로 chromatography를 실시한 후 MeOH로 재결정하여 화합물 6과 7을 얻었다.

화합물 1－백색 분말(H_2O), mp 132-134°; IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 1650 (C=O); ^{1}H-NMR(300MHz, DMSO-d_6) δ: 6.50 (1H, d, J=16.0Hz, H-8), 7.27 (3H, m, H-3, 4, 5), 7.45 (2H, m, H-2, 6), 7.45 (1H, d, J=16.0Hz, H-7); ^{13}C-NMR: Table I 참조.

화합물 2－백색 분말 (H_2O), mp 212-213° (dec.); IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 3380 (OH), 1670 (C=O); ^{1}H-NMR (300MHz, DMSO-d_6) δ: 6.27 (1H, d, J=16.0Hz, H-8), 6.79 (2H, d, J=8.5Hz, H-3, 5), 7.48 (2H, d, J=8.5Hz, H-2, 6), 7.49 (1H, d, J=16.0Hz, H-7); ^{13}C-NMR: Table I 참조.

화합물 3－무색 침상결정 (MeOH), mp 172-174°; IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 1677 (C=O); ^{1}H-NMR (300MHz, DMSO-d_6) δ: 3.79 (3H, s, -OCH_3), 6.35 (1H, d, J=15.8Hz, H-8), 6.95 (2H, d, J=8.6Hz, H-3, 5), 7.54 (1H, d, J=15.8Hz, H-7), 7.60 (2H, d, J=8.6Hz, H-2, 6); ^{13}C-NMR: Table I 참조.

화합물 4－백색분말 (H_2O), mp 203-205°; IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 3450 (OH), 1710 (C=O) 1060 (glycosidic C-O); ^{1}H-NMR (500MHz, DMSO-d_6) δ: 5.47 (1H, d, J=8.0Hz, H-1′), 6.40 (1H, d, J=15.9Hz, H-8), 6.81 (2H, d, J=8.6Hz, H-3, 5), 7.58 (2H, d, J=8.6Hz, H-2, 6), 7.65 (1H, d, J=15.9Hz, H-7); ^{13}C-NMR: Table I 참조.

화합물 5－흡습성의 백색 분말 (MeOH), IR ν_{max}^{KBr}

Table I. Chemical shifts in ^{13}C-NMR spectra of compounds 1, 2, 3, 4 and 5 (125 MHz, DMSO-d_6)

Carbon Number	1	2	3	4	5
C-1	135.79	125.23	126.78	124.99	125.42
2	127.17	129.87	129.74	130.53	115.82
3	128.54	115.66	114.26	115.85	145.65
4	126.71	159.48	160.36	160.10	148.75
5	128.54	115.66	114.26	115.85	113.41
6	127.17	129.87	129.74	130.53	121.71
7	138.88	143.94	143.56	145.99	146.44
8	114.03	115.36	116.46	113.62	114.93
9	172.91	167.61	167.65	165.38	165.35
Glc. 1′				94.24	94.27
2′				72.53	72.55
3′				77.83[a]	77.86[b]
4′				69.53	69.56
5′				76.51[a]	76.51[b]
6′				60.61	60.63
-OCH_3			55.17		

[a,b]Assignments of chemical shifts may be reversed.

cm^{-1}: 3400 (OH), 1710 (C=O) 1050 (glycosidic C-O); ^{1}H-NMR (500MHz, DMSO-d_6) δ: 5.46 (1H, d, J=8.0 Hz, H-1′), 6.27 (1H, d, J=15.7Hz, H-8), 6.79 (1H, d, J=8.1Hz, H-5), 7.03 (1H, dd, J=2.0, 8.1Hz, H-6), 7.10 (1H, d, J=2.0Hz, H-2), 7.57 (1H, d, J=15.7Hz, H-7), ^{13}C-NMR: Table I 참조.

화합물 6 - 미황색 분말 (MeOH), mp 235-236°; IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 3416 (OH), 1650 (α,β-unsaturated C=O) 1070 (glycosidic C-O); UV λ_{max} (MeOH) nm 258, 300(sh), 360; λ_{max} (NaOMe) 266, 325, 410, λ_{max} (NaOAc) 265, 320(sh), 390, λ_{max} (NaOAc+H_3BO_3) 260, 295 (sh), 385, λ_{max} ($AlCl_3$): 272, 300 (sh), 330 (sh), 430, λ_{max} ($AlCl_3$+HCl) 268, 300 (sh), 360 (sh), 402; ^{1}H-NMR (300MHz, DMSO-d_6) δ: 5.41 (1H, d, J=7.7Hz, gal.-1), 6.25 (1H, d, J=2.0Hz, H-6), 6.45 (1H, d, J=2.0Hz, H-8), 6.87 (1H, d, J=8.5 Hz, H-5′), 7.59 (1H, d, J=2.0Hz, H-2′), 7.71 (1H, dd, J=2.0, 8.5Hz, H-6′); ^{13}C-NMR: Table II 참조.

화합물 7 - 미황색 분말 (MeOH), mp 286-288°; IR ν_{max}^{KBr} cm^{-1}: 3400 (OH), 1670 (α,β-unsaturated C=O) 1060 (glycosidic C-O); UV λ_{max} (MeOH) nm 255, 290 (sh), 358; λ_{max} (NaOMe) 270, 325 (sh), 410, λ_{max} (NaOAc) 265, 320 (sh), 380, λ_{max} (NaOAc+H_3BO_3) 260, 300 (sh), 380, λ_{max} ($AlCl_3$): 272, 300 (sh), 330 (sh), 425, λ_{max} ($AlCl_3$+HCl) 268, 295 (sh), 360 (sh), 400; ^{1}H-NMR (80MHz, DMSO-d_6) δ: 4.00 (1H, d, J=6.2 Hz, Ara.-1), 5.31 (1H, d, J=7.0Hz, Gal.-1), 6.19 (1H, d, J=2.0Hz, H-6), 6.39 (1H, d, J=2.0Hz, H-8), 6.82 (1H, d, J=8.4Hz, H-5′), 7.54 (1H, d, J=2.1Hz, H-2′), 7.71

Table II. Chemical shifts in ^{13}C-NMR spectra of compounds 6, 7 (125 MHz, DMSO-d_6) and reference data

Carbon Number	6	7	Hyperoside[16]	Kaempferol 3-O-(6″-arabinopyranosyl)-β-D-galactopyranoside[18]
C-2	156.27[a]	156.35	156.2[b]	
3	133.49	133.48	133.5	
4	177.45	177.42	177.4	
5	161.19	161.23	161.2	
6	98.63	98.68	98.6	
7	164.11	164.18	164.2	
8	93.45	93.50	93.5	
9	156.22[a]	156.35	156.3[b]	
10	103.89	103.95	103.8	
1′	121.09	121.07	121.1	
2′	115.15	115.20	115.1	
3′	144.78	144.84	144.8	
4′	148.41	148.51	148.4	
5′	115.95	115.94	115.9	
6′	121.93	121.99	121.9	
Gal. 1″	101.85	101.78	101.9	101.6
2″	71.19	71.04	71.2	70.9
3″	73.19	73.00	73.2	72.9
4″	67.89	68.27	67.9	68.1
5″	75.79	74.36	75.8	74.1
6″	60.11	67.39	60.1	66.4
Ara. 1‴		102.65		102.6
2‴		72.50		72.4
3‴		70.40		70.3
4‴		66.50		66.4
5‴		64.99		64.8

[a,b]Assignments of chemical shifts may be reversed.

(1H, dd, J=2.1, 8.4Hz, H-6′); ^{13}C-NMR: Table II 참조.

화합물 6 및 7의 산가수분해 - 시료 25 mg에 5% H_2SO_4 50 ml를 가해 3시간 동안 가열 환류시킨 뒤 EtOAc로 분획하고, EtOAc분획물을 Sephadex LH 20 column (EtOH)으로 정제한 후 표품과의 co-TLC 및 ^{1}H-NMR spectrum data를 비교하여 quercetin을 확인하였다. H_2O분획은 $BaCO_3$로 중화한 뒤 여과후 농축하여 당 표품과 co-TLC(전개용매 BuOH: pyridine : H_2O=6:4:3)를 실시하여 화합물 6에서는 galactose를, 화합물 7에서는 galactose와 arabinose를 각각 확인하였다.

결과 및 고찰

꼬리조팝나무의 잎으로부터 얻은 70% EtOH 엑스로부터 Et_2O 및 BuOH분획을 얻고, 각종 column chromatography를 반복 실시하여 5종의 phenyl propanoid와 2종의 flavonoid를 분리하였다. 화합물 1은 IR spectrum에서 carbonyl기에 기인하는 흡수피크를 나타내고, ^{1}H-NMR spectrum의 aromatic 영역에서 5H분의 proton signal이 관찰되며, δ 6.50 및 δ 7.45에서 J=16Hz의 trans형 olefinic proton signal이 관찰되어 cinnamic acid관련 화합물로 추정되었으며, ^{13}C-NMR data를 비교하여 cinnamic acid로 동정하였다.[8,9]

화합물 2는 IR spectrum에서 hydroxyl기와 carbonyl기에 기인하는 흡수피크를 나타내고, ^{1}H-NMR spectrum에 있어서 aromatic 영역의 δ 6.79 (2H, d, J=8.5Hz), 7.48 (2H, d, J=8.5Hz)에서 1,4 치환 benzene에 기인하는 각 2H분의 ortho couple된 proton signal이 관찰되며, δ 6.27과 δ 7.49에서 J=16Hz의 trans형 olefinic proton이 관찰되어 p-hydroxy cinnamic acid로 추정하고 문헌치와 spectral data를 비교하여 동정하였다.[10,11]

화합물 3은 IR spectrum에서 carbonyl기에 기인하는 흡수피크를 나타내고, ^{1}H-NMR spectrum의 δ 6.95 (2H, d, J=8.6Hz) 및 δ 7.60 (2H, d, J=8.6Hz)에서 각 2H분의 ortho couple된 proton과 δ 6.35과 δ 7.54에서 J=15.8Hz의 trans형 olefinic proton이 관찰되며, δ 3.79 (3H, s)에서 1개의 methoxyl기에 기인하는 proton signal이 관찰되어 p-methoxy cinnamic acid로 추정하고 문헌치와 spectral data를 비교하여 동정하였다.[12,13]

화합물 4는 Molisch test에서 양성을 나타내었으며, IR spectrum data를 검토한 결과 phenolic glycoside로 추정되었다. ^{1}H-NMR spectrum의 aromatic영역에 있어서 δ 6.81 (2H, d, J=8.6Hz), 7.58 (2H, d, J=8.6Hz)에서 각 2H분의 ortho couple된 proton과 δ 6.40과 7.65에서 J=15.9Hz의 trans형 olefinic proton이 관찰되어 p-coumaric acid의 존재를 예측할 수 있으며, ^{1}H- 및 ^{13}C-NMR data의 검토 결과 D-glucose가 p-coumaric acid에 ester결합하고 있음을 알 수 있었다. 결합배위는 ^{1}H-NMR spectrum의 δ 5.47 (1H, d, J=8.0Hz)에서 관찰되는 anomeric proton의 coupling constant로부터 β위임을 알 수 있었다. 이상의 결과와 각종 spectral data를 문헌치와 비교하여 화합물 4는 1-O-p-coumaryl-β-D-glucopyranose로 동정하였다.[14]

화합물 5도 역시 Molisch test에서 양성을 나타내었으며, IR spectrum data를 검토한 결과 phenolic glycoside로 추정되었다. ^{1}H-NMR spectrum의 δ 6.79 (1H, d, J=8.1Hz), 7.03 (1H, dd, J=2.0, 8.1Hz), 7.10 (1H, d, J=2.0Hz)에서 1,3,4 치환 benzene에 기인하는 proton signal이 관찰되고, δ 6.27 및 δ 7.57에서 J=15.7Hz의 trans형 olefinic proton이 관찰되어 caffeic acid의 존재를 예측할 수 있었다. 또한 δ 5.46 (1H, d, J=8.0Hz)에서 관찰되는 anomeric proton의 coupling constant와 ^{13}C-NMR data를 검토한 결과 D-glucose가 β-결합하고 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과와 각종 spectral data를 문헌치와 비교하여 화합물 5는 1-O-caffeoyl-β-D-glucopyranose로 동정하였다.[14]

화합물 6은 Mg-HCl test와 Molisch test에 양성을 나타내었으며, UV, IR 및 ^{1}H-NMR spectrum data를 검토한 결과 quercetin을 모핵으로 갖는 3-OH substituted flavonol glycoside로 추정되었다. 또한 산 가수분해 결과 quercetin과 galactose를 확인할 수 있었으므로 화합물 6은 quercetin의 3-OH에 galactose가 결합된 물질로 추정되었으며, ^{1}H-NMR spectrum의 δ 5.41 (1H,

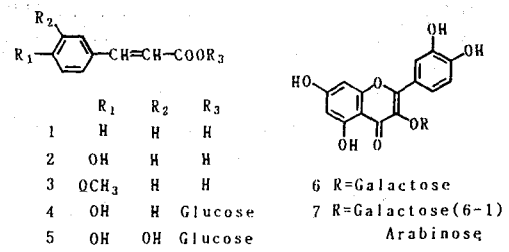

Fig. 1. Structure of compouds 1-7.

d, J=7.7Hz)에서 관찰되는 anomeric proton의 coupling constant로부터 galactose는 β 결합하고 있음을 알 수 있었다. 이상 spectral data 및 분해반응 결과 등을 종합한 후 문헌의 data와 대조하여 화합물 6은 quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside (hyperoside)[15,16]로 동정하였다.

화합물 7도 Mg-HCl test와 Molisch test에서 양성을 나타내었으며, UV, IR 및 ^{1}H-NMR spectrum data로부터 quercetin을 모핵으로 갖는 3-OH substituted flavonol glycoside로 추정할 수 있었다. 산 가수분해 결과 quercetin과 galactose 및 arabinose를 확인할 수 있었으므로 화합물 7은 quercetin의 3-OH에 galactose와 arabinose가 결합된 물질로 추정되었다. 결합순서 및 결합위치는 화합물 6 (hyperoside)과 ^{13}C-NMR data를 비교한 결과 화합물 7의 galactose의 C-6″이 화합물 6에 비하여 7.28 ppm 저자장 이동하고 C-5″이 1.43 ppm 고자장 이동하여 관찰되므로, arabinose가 galactose의 C-6″위에 결합되어 있음을 알 수 있었고, 이는 유사화합물인 kaempferol 3-O-(6″-O-α-L-arabinopyranosyl)-β-D-galactopyranoside[18]의 당부분과도 잘 일치하였다(Table II). 또한 ^{1}H-NMR spectrum의 δ 4.00 (1H, d, J=6.2Hz) 및 δ 5.31 (1H, d, J=7.0Hz)에서 관찰되는 arabinose와 galactose의 anomeric proton의 coupling constant로부터 galactose는 β 결합을, arabinose는 α 결합을 하고 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과를 종합한 결과 화합물 7은 quercetin 3-O-(6″-O-α-L-arabinopyr-anosyl)-β-D-galactopyranoside[17,18]로 동정하였다.

이들 7종의 화합물들은 모두 이 식물로부터 처음으로 분리되었다. 이들중 ρ-methoxy cinnamic acid는 해열, 진통작용이 보고되어 있어[19,20] 이 식물의 해열진통효과를 뒷받침하고 있으며 기타 larvicidal activity,[13] monoamine oxidase inhibition[12] 등의 작용이 보고되어 있다.

결 론

꼬리조팝나무 잎의 70% EtOH 엑스로 부터 cinnamic acid, ρ-hydroxy cinnamic acid, ρ-methoxy cinnamic acid, 1-O-coumaroyl-β-D-glucopyranose, 1-O-caffeoyl-β-D-glucopyranose, hyperoside, quercetin 3-O-(6″-O-α-L-arbinopyranosyl)-β-D-galactopyranoside를 분리하였다. 이들은 모두 이 식물로부터는 처음으로 분리된 화합물들이다.

인용문헌

1. 이창복 (1989) 대한식물도감, 429. 향문사, 서울.
2. 上海科學技術出版社 小學館編 (1985) 中藥大辭典 3, 556-557. 小學館, 東京.
3. 임기홍 (1961) 약용식물학각론, 135-136. 동명사, 서울.
4. 이경순, 노재섭, 안병태 (1989) 한국산 常山류의 해열진통작용. 약학논문집 4: 34-39.
5. 이경순, 노재섭, 이승호, 유재철 (1986) 꼬리조팝나무 잎의 flavonoid성분 연구. 충북대학교 논문집 32: 481-486.
6. 이경순, 노재섭, 이문순, 김현태 (1987) 꼬리조팝나무 뿌리의 steroid성분. 약학논문집 2: 17-22.
7. 김영림 (1989) 꼬리조팝나무의 화학성분, 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
8. Kashiwada, Y., Nonaka, G., and Nishioka, I. (1984) Tannins and related compounds. XXIII. Rhubarb (4). *Chem. Pharm. Bull.* 32: 3461-3470.
9. Qian-Cutrone, J., Huang, S., Trimble, J., Li, H., Lin, P. F., Alam, M., Klohr, S. E. and Kadow, K. F. (1996) Niruriside, a new HIV REV/RRE binding inhibitor from *Phyllanthus niruri*. *J. Nat. Prod.* 59: 196-199.
10. Konish, T. and Shoji, J. (1981) Sudies on the constituents of *Boschniakia rossika*. I. Isolation and structures of new phenyl propanoid glycosides, rossicasides B, C and D. *Chem. Pharm. Bull.* 29: 2807-2815.
11. Yagi, A., Okamura, N., Haraguchi, Y., Noda, K.

and Nishioka, I. (1978) Studies on the constituents of Zizyfi Fructus. I. Structure of three new p-coumaroylates of Alphitolic acid. *Chem. Pharm. Bull.* 26: 1798-1802.
12. Noro, T., Miyase, T., Kuroyanagi, M. Ueno, A. and Fukushima, S. (1983) Monoamin oxidase inhibior from the rhizoms of *Kaempferia galanga. Chem. Pharm. Bull.* 31: 2708-2711.
13. Kiuchi, F., Nakamura, N., Tsuda, Y., Kondo, K. and Yoshimura, H. (1988) Sudies on crude drugs effective on visceral larva migrans. II. Larvicidal principles in Kaempferiae Rhizoma. *Chem. Pharm. Bull.* 36: 415-412.
14. Ina, H., Komakid, K. and Iida, H. (1987) Hydroxycinnamylglucoses from *Spiraea thunbergii. Planta Med.* 53: 502.
15. Kim, J. S., Kang, S. S., Lee, M. W. and Kim, O. K. (1995) Isolation of flavonoids from the leaves of *Aralia continentalis. Kor. J. Phamacog.* 26: 239-243.
16. Jung, K. Y., Son, K. H., Do, J. C. (1992) Flavonol glycosids from the leaves of *Kalopanax pictum. Kor. J. Phamacog.* 23: 280-282.
17. Hiller, K., Voigt, G., K ppel, H., und Otto, A. (1979) Isolation of quercetin 3-O-(6-O-α-L-arabinopyranosyl)-β-D-galactopyranoside, a new flavonoid from *Hydrocotyle vulgaris. Pharmazie* 34: 192-193.
18. Nakano, K., Maruhashi, A., Nohara, T., Tomimatsu, T., Imamura, N. and Kawasaki, T. (1983) A flavonol glycoside and a sesquiterpene cellobioside from *Trillium tschonoskii. Phytochemistry* 22: 1249-1257.
19. 우원식 (1963) 현삼의 유효성분 p-methoxy cinnamic acid에 관한 연구 I. p-methoxy cinnamic acid의 동정 및 그 해열작용. 약학회지 7: 55-57.
20. 우원식 (1965) p-methoxy cinnamic acid의 진통작용. 약학회지 9: 31-33.

(1996년 6월 26일 접수)