

참소리쟁이 뿌리에서 안트라퀴논계 화합물의 분리 및 생리활성

황선우 · 하태정¹ · 이종득² · 이 준 · 남상해³ · 박기훈 · 양민석*

경상대학교 응용생명과학부, ¹경상대학교 농업생명과학원,
²대구한의대 한방자원연구센터, ³진주산업대학교 식품과학과

(2004년 4월 1일 접수, 2004년 5월 12일 수리)

참소리쟁이 뿌리의 CHCl₃ 추출물에서 4종의 anthraquinone계 화합물을 분리하였다. 이들 화합물들(1-4)은 physcion, emodin, chrysophanol-10,10'-bianthrone과 physcion-10,10'-bianthrone으로 각각 구조동정되었다. 분리된 화합물 중 physcion-10,10'-bianthrone은 인체암 세포주(UACC62, HCT15, UO-31, PC-3, A549)에 강한 활성(IC₅₀ = 0.45~1.33 µg · ml⁻¹)을 나타내었다.

Key words: anthraquinone, bianthrone, emodin, physcion, 세포독성, 참소리쟁이

서 론

참소리쟁이(*Rumex japonicus* HOUTT.)는 전국의 늪이나 개울가에서 볼 수 있는 마디풀과(Polygonaceae)에 속하는 다년초로서 국내에 흔히 자생하고 있다. 뿌리는 노란색으로 무갈이 굵고 길다. 꽃은 연한 녹색으로 총상꽃차례(Panicle)를 이루어 5~7월에 핀다. 참소리쟁이는 민간에서 어린순을 식용으로 하며, 한방에서는 뿌리를 양계근(羊蹄根)이라 하여 대황 대용으로 대변조결(大便燥結), 황달(黃疸), 토혈(吐血), 기능성 자궁출혈(機能性 子宮出血), 개선(疥癬) 등에 이용되고 있다.^{1,2)}

참소리쟁이를 비롯한 *Rumex*속 식물에 대한 성분연구로는 주로 flavonoid³⁻⁵⁾와 anthraquinone 유도체에 대한 보고가⁶⁻⁸⁾ 대부분이다. 특히 anthraquinone류에 옛날부터 천연염료나 설사약의 유효성분으로 사용되어 왔으며 생체 내 항생물질 형성의 중간체로서도 중요한 역할을 담당하고 있다. 따라서 anthraquinone류에 대한 광범위한 연구가 이루어져 왔으며 이 계통의 물질이 발견되고 그 성질이 규명되고 있다.⁹⁻¹¹⁾ Anthraquinone류에 대한 약리학적 활성에 관한 연구로는, rhein과 aloe-emodin을 비롯한 몇 종의 anthraquinone류는 항균작용이 있고, gluco-obtusifolin이 항혈소판 응집작용을 가진다는 보고가 있다. 대황 등의 마디풀과 식물에 존재하는 chrysophanol이 항염증작용을 가지며 rhein은 항류마티스 작용이 있고 *H. catenarium*으로부터 얻어진 catenarin이 항종양 활성이 있다. 또한 최근에 항암작용이 있다고 알려진 대황의 성분인 emodin은 riboflavin, eosin, hematoporphyrin¹²⁾ 등과 마찬가지로 광증감제 역할을 함으로써, singlet oxygen을 형성함이 밝혀져¹³⁾ dye-sensitized oxidative photodegradation of polymer로 인한 항암작용의 유효성분으로서의 가능성을 시사해 주고 있다.

따라서 본 연구에서는 참소리쟁이 뿌리로부터 마디풀과 식물의 주요 약효성분으로 알려진 anthraquinone 계통의 화합물을

분리하고 이를 인체암 세포주에 대한 활성을 조사하여 새로운 천연물 유래 생리활성물질의 개발가능성을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료. 본 실험에 사용된 참소리쟁이(*Rumex japonicus* HOUTT.)는 대한식물도감 등¹⁴⁾을 참고로 하여 진주시 가좌동 경상대학교 앞 하천 주위에서 6월 초순경에 참소리쟁이 뿌리를 채취하였다. 위 식물들은 정확히 감정한 후 음건제절하여 실험에 사용하였다.

기기 및 시약. 식물체의 추출 및 유효성분의 분리에 사용된 용매는 특급 또는 일급을 사용하였다. Silica gel 칼럼 충전제는 Merck사의 Kiselgel 60(70-230, 230-400 mesh)을 사용하였고, 분리확인용 TLC는 Merck사의 No. 5715를 이용하였다. UV spectrum은 Beckman UV/Vis spectrophotometer DU650 (USA), IR은 Bruker IFS66 FT-IR spectrophotometer (Germany)를 이용하여 KBr disc법으로 측정하였다. Mass spectrum은 JEOL JMS-700(Japan)을 사용하였다. ¹H-, ¹³C-NMR 그리고 2D-NMR spectrum은 Bruker AM 500(500 MHz, Germany)으로 측정하였고, 내부표준물질로는 tetramethylsilane(TMS)을 사용하여 측정하였다.

추출 및 분리. 그늘에서 말린 후 잘게 썰은 참소리쟁이 뿌리 600 g을 MeOH에 침지하여 상온에서 3일 간격으로 3회 반복 추출한 후, rotary evaporator로 농축하여 MeOH 추출물 85 g을 얻었으며, 이것을 n-hexane과 chloroform, ethyl acetate, 증류수 순으로 분획을 실시하였다. 이 중 황산 발색시 노란색의 anthraquinone 화합물의 특징적인 색을 가진 CHCl₃ 분획물 37 g을 silica gel(400 g; 70-230 mesh)이 충전된 칼럼으로 분리하였다. 이때 CHCl₃-MeOH(99:1 → 1:1)혼합용매를 이용하여 용매의 극성을 변화시키면서 용출시키고, TLC pattern에 따라서 15개의 fraction으로 분리하였다. Fraction 3을 silica gel(230-400 mesh)을 충전시킨 칼럼(1.2×20 cm)으로 n-hexane과 ether 혼합용매에서 ether의 비율을 순차적으로 높여가며(49:1 → 1:1) 화합물 1(32 mg, R_f = 0.72, n-hexane-ether = 19:1)를 분리하였다.

*연락처

Phone: 82-55-751-5467; Fax: 82-55-757-0178

E-mail: msyang@nongae.gsnu.ac.kr

Fraction 7을 silica gel을 충전시킨 칼럼(1.2×20 cm)에 가한 후 CHCl₃과 acetone 혼합용매에서 acetone의 비율을 순차적으로 높여가며 50 ml씩 분획 회수하여 붉은색의 결정형 화합물 **2**(120 mg, R_f=0.61, CHCl₃-acetone = 4 : 1)을 분리하였다. 용출액 중 Fraction 4는 silica gel을 충전시킨 칼럼(5×18 cm)으로 *n*-hexane-EtOAc 혼합용매에서 EtOAc의 비율을 순차적으로 높여가며 50 ml씩 분획 회수하여 2차 칼럼크로마토그래피를 실시하여 8개의 소분획물을 얻었다. 이들 중 소분획물 5를 다시 *n*-hexane-ether 용매조건으로 3차 칼럼크로마토그래피(2.5×18 cm)를 실시하여 노란색의 분말형 화합물 **3**(47 mg, R_f=0.68, *n*-hexane-EtOAc = 19 : 1)를 순수 분리하였으며, fraction 4의 소분획물 7을 다시 *n*-hexane-ether 용매조건으로 3차 칼럼크로마토그래피(2.5×18 cm)를 실시한 후 최종적으로 CHCl₃을 전개용매로 preparative TLC를 실시하여 노란색의 분말형 화합물 **4**(30 mg, R_f=0.63, *n*-hexane-EtOAc = 19 : 1)를 순수 분리하였다.

세포독성. 본 실험에 사용한 인체암 세포주는 UACC62 (melanoma), HCT15(colon adenocarcinoma), UO-31(renal carcinoma), PC-3(prostate adenocarcinoma), 및 A549(lung carcinoma) 5종과 대조구로는 adriamycin을 사용하였으며, RPMI 1640배지(10% fetal calf serum, 1% penisillin/streptomycin, 300 mg/l)를 사용하여 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. 부착된 세포를 배양병의 표면에서 떼어내고 무균 상태하에서 각 well에 희석된 세포를 50 µl씩 가하여 동일조건의 배양기에서 24시간 배양시켜 세포를 well 표면에 부착시키기 위해 48시간 배양시키고, 1% acetic acid로 세척하고 건조시켰다. 건조된 well은 SRB법^{14,15)}에 따라 0.4% sulforhodamine B를 100 µl/well을 가하여 단백질을 염색시켰다. 30분 방치한 다음 0.1% acetic acid로 세척 후 다시 건조시키고 10 mM Tris base(pH 10.5)를 100 µl/well에 가하여 염색시약을 용해 시키고 분광광도계 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 암세포들에 대한 시료의 세포독성효과를 계산하기 위하여 시료를 가하는 시점에서의 암세포수(zero time)와 시료 대신 과량의 medium만을 가하여 48시간 배양하였을 때의 세포수(control) 및 각 농도의 시료를 함께 넣고 48시간 배양하였을 때의 세포수를 각각 측정하여 암세포의 성장을 50% 억제하는 농도인 IC₅₀(50% 성장저해농도)을 계산하여 각 시료의 세포독성강도를 결정하는 parameter로 사용하였다.

결과 및 고찰

구조동정. 화합물 **1**(Physcion): Yellow needle; mp 209-210°C; UV λ_{max}(MeOH) 221, 253, 265, 285, 435 nm; MS(EI, 70 eV, *m/z*, rel. int.): 284(M⁺), 255, 227, 213, 167, 149; IRv(KBr, cm⁻¹) 3417, 1627, 1479 cm⁻¹; ¹H-NMR(500 MHz, CD₃OD, δ): 12.25(1H, s, OH), 12.05(1H, s, OH), 7.52(1H, s, H-4), 7.34(1H, d, *J*=2.5 Hz, H-5), 7.06(1H, s, H-2), 6.66(1H, d, *J*=2.5 Hz, H-7), 3.92(3H, s, OCH₃), 2.44(3H, s, CH₃); ¹³C-NMR(125 MHz, CD₃OD, δ): Table 1.

화합물 **2**(Emodin): Yellow needle; mp 263-265°C; UV λ_{max}(MeOH) 221, 252, 265, 287, 440 nm; MS(EI, 70 eV, *m/z*,

Table 1. ¹³C-NMR spectral data of compounds 1-4 (1: CD₃OD, 2-4: CDCl₃, 125 MHz)

Position	1	2	3	4
1	162.62	161.75	162.12	162.10
2	121.26	120.74	117.00	117.08
3	148.45	148.50	147.25	146.89
4	124.50	124.38	121.21	120.79
5	108.19	109.12	116.91	107.83
6	166.66	165.92	135.32	165.35
7	106.85	108.21	119.34	100.28
8	165.28	164.79	162.28	164.75
9	181.95	181.49	191.61	190.36
10	190.87	189.93	56.27	56.68
4a	130.85	133.32	117.19	140.62
8a	133.35	109.17	140.98	110.95
9a	113.78	113.57	113.98	114.38
10a	135.39	135.32	139.63	143.27
1'			161.84	162.00
2'			116.99	117.05
3'			147.51	146.78
4'			121.01	120.79
5'			116.83	107.74
6'			135.66	165.28
7'			119.26	100.26
8'			161.95	164.68
9'			191.69	190.36
10'			56.29	56.68
4a'			116.64	140.30
8a'			140.89	110.95
9a'			114.51	114.35
10a'			142.09	142.96
3-CH ₃	22.13	21.84	22.05	21.99
3'-CH ₃			21.90	21.97
6-OCH ₃	56.07			55.64
6'-OCH ₃				55.64

z, rel. int.): 270(M⁺), 242, 213, 185, 139, 84, 66; IRv(KBr, cm⁻¹) 3479, 1621, 1473 cm⁻¹; ¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃, δ): 12.04(1H, s, OH), 11.96(1H, s, OH), 7.46(1H, s, H-2), 7.13(1H, s, H-4), 7.11(1H, d, *J*=2.5 Hz, H-5), 6.58 (1H, d, *J*=2.3 Hz, H-7), 2.41(3H, s, CH₃); ¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃, δ): Table 1.

화합물 **3**(Chrysophanol-10,10'-bianthrone): Yellow powder; mp 221-222°C; UV λ_{max}(MeOH) 263, 271, 362, 366, 373 nm; MS(EI, 70 eV, *m/z*, rel. int.): 478(M⁺), 240, 239, 221, 197, 165, 152, 139, 81; IRv(KBr, cm⁻¹) 3415, 1605, 1452 cm⁻¹; ¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃, δ): 11.87(1H, s, OH), 11.78(1H, s, OH), 11.70(1H, s, OH), 11.62(1H, s, OH), 7.48(1H, t, *J*=8.1 Hz, H-6'), 7.35(1H, t, *J*=8.0 Hz, H-6), 6.72(1H, s, H-2'), 6.65(1H, s, H-2), 6.65(1H, d, *J*=7.0 Hz, H-7), 6.70(1H, d, *J*=7.2 Hz, H-7'), 5.70(1H, s, H-4), 6.13 (1H, s, H-4'), 6.88(1H, dd, *J*₁=0.9, 8.0 Hz, H-5), 6.95(1H, dd, *J*₁=0.9, 8.0 Hz, H-5'), 4.40(1H, s, H-10), 4.41(1H, s, H-10'), 2.33(3H, s, CH₃), 2.23(3H, s, CH₃); ¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃, δ): Table 1.

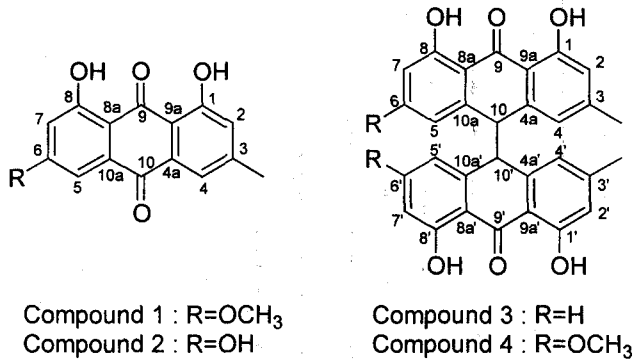


Fig. 1. Chemical structures of isolated compounds.

화합물 4(Physcion-10,10'-bianthrone): Yellow powder; mp 273-274°C; UV λ_{\max} (MeOH) 254, 257, 264, 279, 363 nm; MS(EI, 70 eV, m/z , rel. int.): 538(M⁺), 269, 239, 211, 181, 165, 152, 139, 83; IRv(KBr, cm⁻¹) 3454, 1626, 1489 cm⁻¹; ¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃, δ): 12.17(1H, s, OH), 12.12(1H, s, OH), 11.87(1H, s, OH), 11.81(1H, s, OH), 6.70(1H, s, H-2), 6.68(1H, s, H-2'), 6.38(1H, d, $J=2.4$ Hz, H-7), 6.36(1H, d, $J=2.4$ Hz, H-7'), 6.12(1H, s, H-4), 6.10(1H, s, H-4'), 6.01(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-5), 5.97(1H, d, $J=2.25$ Hz, H-5'), 4.35(1H, s, H-10), 4.34(1H, s, H-10'), 3.83(3H, s, OCH₃), 3.82(3H, s, OCH₃), 2.31(3H, s, CH₃), 2.29(3H, s, CH₃); ¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃, δ): Table 1.

참소리쟁이 뿌리의 CHCl₃ 추출물로부터 4개의 화합물을 순수 분리하였다.

화합물 1은 주황색의 침상결정으로 10% H₂SO₄에 의하여 노란색으로 발색된다. Mass spectrum에서는 분자이온 peak가 m/z 284(M⁺)임을 확인하였으며, IR spectrum에서는 3417 cm⁻¹에서 OH, 1627 cm⁻¹에서 free C=O를 각각 확인할 수 있었다. ¹H-NMR spectrum에서 δ 7.52(1H, s, H-4)의 peak와 meta coupling을 하는 δ 7.06(1H, s, H-2)의 peak가 관찰되었으며, δ 7.34(1H, d, $J=2.5$ Hz, H-5)와 meta coupling을 하는 δ 6.66(1H, d, $J=2.5$ Hz, H-7)의 peak도 관찰되었다. 그리고 δ 3.92(3H, s, OCH₃)의 peak와 δ 2.44(3H, s, CH₃)에서 aromatic methyl proton을 각각 확인할 수 있었다. ¹³C-NMR spectrum에서 δ 181.95 및 δ 190.87에서 carbonyl carbon인 9번, 10번 peak를 δ 162.61, 165.28에서 oxygenated carbon인 1번, 8번의 peak를 δ 56.07에서 OCH₃의 peak와 δ 22.13에서 CH₃의 peak를 관찰했다. 4차탄소에 의해 연결이 이루어지지 않는 부분의 정보는 HMBC로 long range coupling을 결정하였으며, 그 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 이상의 결과와 문헌을¹⁶⁾ 비교하여 화합물 1은 1,8-dihydroxy-6-methoxy-3-methylanthraquinone (physcion)으로 확인 동정하였다.

화합물 2는 주황색의 침상결정으로 10% H₂SO₄에 의하여 노란색으로 발색된다. Mass spectrum에서는 분자이온 peak가 m/z 270(M⁺)임을 확인하였으며, IR spectrum에서는 3479 cm⁻¹에서 OH, 1621 cm⁻¹에서 free C=O를 각각 확인할 수 있었다. ¹H-NMR spectrum에서 δ 7.10(1H, d, $J=2.4$ Hz, H-5)의 peak와

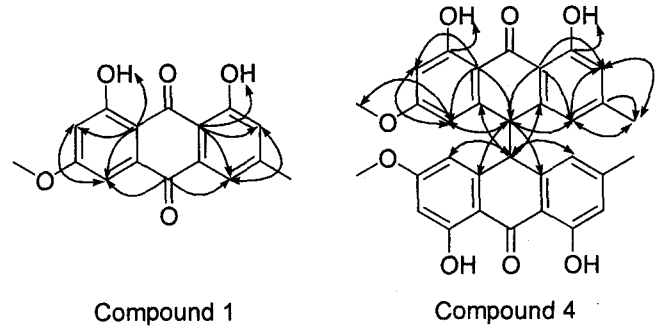


Fig. 2. Selected HMBC correlations of compounds 1 and 4.

meta coupling을 하는 δ 6.58(1H, d, $J=2.4$ Hz, H-7)의 peak가 관찰되었으며, δ 12.04와 δ 11.96의 분자내 chelated hydroxyl signal 및 δ 2.44(3H, s, CH₃)에서 aromatic methyl proton을 각각 확인할 수 있었다. ¹³C-NMR spectrum에서 δ 181.49 및 δ 189.93에서 carbonyl carbon인 9번, 10번 peak를 δ 161.75, 164.79에서 oxygenated carbon인 1번, 8번의 peak를 δ 21.84에서 CH₃의 peak를 관찰했다. 4차탄소에 의해 연결이 이루어지지 않는 부분의 정보는 HMBC로 long range coupling을 결정하였다. 이상의 결과와 문헌을¹⁶⁾ 비교하여 화합물 2는 1,6,8-trihydroxy-3-methylanthraquinone(emodin)으로 확인 동정하였고, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

화합물 3은 노란색의 분말로 10% H₂SO₄에 의하여 노란색으로 발색된다. ¹H-NMR spectrum에서 11.62-11.87 δ 에서 4개의 분자내 chelated hydroxyl signal과 5.70-7.48 δ 에서 aromatic ring에 결합된 10개의 CH(H-2, H-2', H-4, H-4', H-5, H-5', H-6, H-6', H-7, H-7'), δ 4.41에서 2개의 aliphatic CH(H-10, H-10')를 확인하였다. 또한 δ 2.72과 δ 2.23의 2개의 CH₃을 확인하였다. ¹³C-NMR과 DEPT 자료에서는 모두 30개의 carbon signal이 관찰되었는데 각 peak들은 거의 일치하는 chemical shift로 쌍을 이루며 존재한다. δ 191.65에서 carbonyl carbon인 9번, 9번 peak를 δ 162.12, 162.28, 161.84, 161.95에서 oxygenated carbon인 1번, 8번, 1'번, 8'번의 peak를 관찰하였고 14개의 quaternary carbon과 2개의 CH, 2개의 CH₃가 있음을 확인했다. ¹H-¹H COSY spectrum에서 δ 6.65(H-2)는 allylic 위치의 δ 5.70(H-4)와 cross peak이 관찰되었고, δ 6.72(H-2')는 allylic 위치의 δ 6.13(H-4')와 cross peak이 관찰되었다. 그리고 δ 7.35(H-6)은 인접한 위치에 있는 δ 6.88(H-5)과 δ 6.65(H-7)와 cross peak를 나타내었고, δ 7.48(H-6')도 인접한 위치에 있는 δ 6.95(H-5')와 δ 6.70(H-7')와 cross peak를 나타내었다. δ 4.40(H-10)과 δ 4.41(H-10')는 각각 δ 5.70(H-4)와 δ 6.13(H-4')와 allylic coupling이 관찰됨으로서 이 화합물은 anthraquinone의 carbonyl 기 하나가 환원된 anthrone이 δ 4.40(H-10)과 δ 4.41(H-10')에 의해 서로 결합된 bianthrone 구조임을 예상할 수 있다. 4차탄소에 의해 연결이 이루어지지 않는 부분의 정보는 HMBC로 long range coupling을 결정하였다. 이상의 결과와 문헌을¹⁷⁾ 비교하여 화합물 3은 chrysophanol-10,10'-bianthrone으로 확인 동정하였고, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

화합물 4는 노란색의 분말로 10% H₂SO₄에 의하여 노란색으로

Table 2. *In vitro* cytotoxicity of the compounds and adriamycin on human cancer cell lines

Compounds	Cell lines IC ₅₀ (μg/ml)				
	UACC62	HCT15	UO-31	PC-3	A549
1	>100.5	>100.6	>100.5	>100.5	>100.4
2	>100.4	>100.5	>100.4	>100.3	>100.5
3	>100.5	>100.5	>100.5	>100.5	>100.5
4	0.530.1	1.330.1	0.740.1	0.470.1	0.550.1
Adriamycin	0.210.1	2.740.1	0.890.1	0.260.1	0.300.1

로 발색된다. ¹H-NMR spectrum에서 12.16-11.81δ에서 4개의 분자내 chelated hydroxyl signal과 6.69-5.96δ에서 aromatic ring에 결합된 8개의 CH(H-2, H-2', H-4, H-4', H-5, H-5', H-7, H-7'), δ4.35에서 2개의 aliphatic CH(H-10, H-10')를 확인하였다. 또한 δ3.83에서 2개의 OCH₃와 δ2.30에서 2개의 CH₃을 확인하였다. ¹³C-NMR과 DEPT 자료에서는 모두 32개의 carbon signal이 관찰되었는데 각 peak들은 거의 일치하는 chemical shift로 쌍을 이루며 존재한다. δ191.36에서 carbonyl carbon인 9번, 9'번 peak를 δ164.75, 164.68, 162.10, 162.00에서 oxygenated carbon인 8번, 8'번, 1번, 1'번의 peak를 관찰하였고 16개의 quaternary carbon과 2개의 CH, 2개의 OCH₃, 그리고 2개의 CH₃가 있음을 확인했다. ¹H-¹H COSY spectrum에서 δ6.70(H-2)는 allylic 위치의 δ6.12(H-4), δ2.30(3-CH₃)와 cross peak이 관찰되었고, 또한 δ6.68(H-2')는 allylic 위치의 δ6.10(H-4'), δ2.30(3'-CH₃)와 cross peak이 관찰되었다. 그리고 δ6.01(H-5)은 allylic 위치의 δ6.38(H-7)과 cross peak를 나타내었고, δ5.97(H-5')도 allylic 위치의 δ6.36(H-7')과 cross peak를 나타내었다. δ4.35(H-10)과 δ4.34(H-10')는 각각 δ6.12(H-4)와 δ6.10(H-4')와 allylic coupling이 관찰됨으로서 이 화합물은 anthraquinone의 carbonyl기 하나가 환원된 anthrone이 δ4.35(H-10)과 δ4.34(H-10')에 의해 서로 결합된 bianthrone 구조임을 예상할 수 있었다. 4차탄소에 의해 연결이 이루어지지 않는 부분의 정보는 HMBC로 long range coupling을 결정하였으며, 그 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 이상의 결과로 화합물 D는 chrysophanol-10,10'-bianthrone으로 확인 동정하였다.

분리된 화합물 1, 2, 3, 4를 대상으로 인체암 세포주인 UACC62, HCT15, UO-31, PC-3 및 A549 5종에 대하여 *in vivo*에서의 세포독성을 SRB 방법으로 측정된 결과, Table 2에 나타난 바와 같이 화합물 4는 모든 cell line에서 IC₅₀값이 1.33 이하로 강한 암세포 성장 억제활성을 가지는 것으로 확인되었다. Kim 등¹⁶⁾의 화합물 2(emodin)에 대한 세포독성 보고가 있지만, 본 연구에서 사용한 세포주에서는 세포독성을 보이지 않았다. 그러나 이러한 anthraquinone 유도체의 항암활성에 대한 보고와 본 연구 결과로서 anthraquinone 유도체와 암세포 성장

억제활성과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료되며, 지속적인 참소리쟁이의 성분연구와 그 생리활성 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Lee, C. B. (1989) In *Coloured flora of Korea*, Hyangmoon press, Seoul, Korea.
2. Ko, G. S. (1991) In *Coloured wild plants of Korea*, Academy press, Seoul, Korea.
3. Kawasaki, M. and Kanamata, T. (1986) Flavonoids in the leaves of twenty-eight polygonaceous plants. *Bot. Mag.* **99**, 63-67.
4. Saleh, N. A. M. and El-Hadidi, M. N. (1993) Flavonoids and anthraquinones of some *Egyptian Rumex* species. *Biochem. Syst. Ecol.* **21**, 301-306.
5. Vysochina, G. I. and Gontar, E. M. (1981) Flavonoids of *Rumex* L. species of the *Holoarpathum Losinsk. Resursyi Introduktsiya Polezn. Rast. Sibiri. Novosibirsk.* 154.
6. Demirezer, L. O. (1994) Anthraquinone derivatives in *Rumex gracilescens* and *R. crispus*. *Pharmazie* **49**, 378-381.
7. Rada, K. and Hrochova, V. (1976) Anthraquinones in some *Rumex* species. *Herba Hung.* **14**, 7-9.
8. Sayed, M. D., Balbaa, S. I and Affi, M. S. A. (1975) Anthraquinone content of certain *Rumex* species growing in Egypt. *J. Pharm. Sci.* **15**, 1-7.
9. Nakanishi, K., Goto, T. and Ito, S. (1974) In *Natural Product Chemistry*. Vol. 1, Kodansha, Tokyo.
10. Stahl, E. (1969) In *Thin Layer Chromatography, A Laboratory Handbook*, (2nd ed.), Springer Verlag, New York.
11. Thomson, R. H. (1971) In *Naturally Occurring Quinones*, (2nd ed.), Academic Press, New York.
12. Spikes, J. D. (1977) In *The Science of Photobiology*. Plenum press, N.Y.
13. Han, D. S. (1981) Photosensitizing property of emodin derivatives. MS Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
14. Ryu, S. Y., Lee, C. K., Lee, C. O., Kim, H. S. and Zee, O. P. (1992) Antiviral triterpenes from *Prunella vulgaris*. *Arch. Pharm. Res.* **15**, 242-246.
15. Boyd, M. R. (1989) Status of implementation of the NCI human tumor cell *in vitro* primary drug screen. *Proc. Am. Assoc. Cancer Res.* **30**, 652-657
16. Kim, D. K. and Choi, S. U. (1998) Cytotoxic constituents of *Rumex japonicus*. *Yakhak Hoeji* **42**, 233-237.
17. Le, P. M. (2001) Cytotoxicity of rhamnosylanthraquinones and rhamnosylanthrones from *Rhamnus nepalensis*. *J. Nat. Prod.* **64**, 1162-1168.

Isolation of Anthraquinone Derivatives from the Root of *Rumex japonicus* H.

Seon-Woo Hwang, Tae-Joung Ha¹, Jong-Rok Lee², Jun Lee, Sang-Hae Nam³, Ki-Hun Park and Min-Suk Yang*
(Division of Applied Life Science and ¹Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea; ²Research Center of Biomedical Resources of Oriental Medicine, Daegu Haany University, Daegu 706-828, Korea; ³Dept. of Food Science, Chinju National University, Chinju 660-758, Korea)

Abstract: Four anthraquinone derivatives were isolated from the root of *Rumex japonicus* Houtt. These compounds were identified as physcion, emodin, chrysophanol-10,10'-bianthrone and physcion-10,10'-bianthrone^(a), respectively. The last compound (**a**), especially, showed strong activity against A549, PC-3, UO-31 and HCT-15 human cancer cell lines with IC₅₀ values, ranging from 0.45 to 1.33 µg/ml⁻¹.

Key words: anthraquinone, bianthrone, emodin, physcion, cytotoxicity, *Rumex japonicus* HOUTT.

*Corresponding author