

## 바디나물과 백화전호 뿌리 정유의 비교 연구

임혜림 · 신승원\*  
덕성여자대학교 약학대학

### Study on the Essential Oils from the Roots of *Angelica decursiva* and *Peucedanum praeruptorum*

Hyerim Lim and Seungwon Shin\*

College of Pharmacy, Duksung Women's University, Ssangmoondong 419, Dobongku, Seoul 132-714, Korea

**Abstract** – The dried roots of *Angelica decursiva* and *Peucedanum praeruptorum* are registered as the official sources for the drug ‘Junho’ in Korean Herbal Pharmacopoeia. In this study the essential oils were extracted from the roots of the two plants by steam distillation. Their compositions and the biological activities were compared. As the results of GC and GC-MS analysis, forty one and thirty five compounds were identified in the essential oils of *Angelica decursiva* and *Peucedanum praeruptorum*, respectively. Both of the two essential oils contained  $\alpha$ -pinene as the most abundant component. They showed similar significant antioxidant activities in DPPH scavenging assay, and reducing power test. Their dose dependent inhibitions of the nitrosamine formation were identified in experiment using BHA as control. In MTT test of three cancer cell lines, HeLa, MCF-7 and SK-Hep-1, the essential oil from *A. decursiva* showed stronger activities than that of *P. praeruptorum* and their common main component,  $\alpha$ -pinene.

**Key words** – *Angelica decursiva*, *Peucedanum praeruptorum*, Essential oil, Antioxidant, DPPH, Reducing power, Nitrosamine, HeLa, MCF-7, SK-Hep-1

미니리과에 속하는 백화전호(*Peucedanum praeruptorum* Dunn)와 바디나물(*Angelica decursiva* Franchet et Savatier)은 대한약전 외 한약(생약) 규격집 (2011)에 기재된 전호(*Peucedani Radix*)의 기원식물이다.<sup>1)</sup> 백화전호의 뿌리는 주로 중국에서 수입한 것이 유통되고 있으며, 바디나물은 강원도 등 우리나라 전국 각지에 야생하며 이 식물의 뿌리를 ‘연삼’ 이라고도 하는데, 한국에서 시중에 유통되는 전호의 기원식물 및 생약을 형태, 성분, 유전자 등을 기준으로 구분하는 방법들이 보고되어 있다.<sup>2-6)</sup>

전호의 성분으로는 바디나물 뿌리에 decursin, nodakenin 등의 coumarin 유도체 및  $\alpha$ -pinene, 4-vinylguaicol 등의 정유성분이 함유되어 있음이 보고 되어 있다.<sup>7,8)</sup> 백화전호의 뿌리의 성분으로는 nodakenin, praeruptorin A, B 등의 coumarin과 그 외 polyacetylene 및 lignan 등이 알려져 있다.<sup>9-12)</sup> 전호의 약리작용으로는 거담, 해열, 관상동맥혈류증가작용, 항암, 항알러지 및 소염작용 등이 알려져 있다.<sup>13-15)</sup>

본 연구에서는 위 2종 식물의 뿌리를 수증기증류법으로 추출한 정유를 GC-MS로 그 조성을 분석하고, 추출한 정유의 DPPH radical 소거활성, 환원력, 아질산 소거능을 검정하고 또한 자궁경부암(HeLa), 유방암(MCF-7), 간암(SK-Hep-1)의 배양암세포에 대한 성장억제작용을 측정하여 활성을 비교하였다.

### 재료 및 방법

**정유추출 및 분석** – 백화전호는 경동상사에서 제공한 중국산 수입품을 사용하였고, 바디나물은 전남 광양 근처의 산야에서 야생하는 식물의 뿌리를 8월-9월 중 채취하여 세척한 후, 열풍건조기로 40°C에서 24시간 건조하여 실험재료로 사용하였다. 이들을 식품의약품안전청에서 분양 받은 대조생약과 분양처에서 제시한 방법에 따라 성분을 비교한 결과 일치함을 확인하였다. 재료 식물 표본(ANDE-1, PEPR-1)은 덕성여자대학교 약학대학 표본실에 보관하였다.

전보에 보고된 바와 같은 방법으로 수증기증류 하여 얻은

\*교신저자(E-mail): swshin@duksung.ac.kr  
(Tel): +82-2-901-8386

정유를 Hewlett-Packard 6890 GC와 Hewlett-Packard 5973 MSD 분석기기에 2% 용액(ether) 1 µl씩을 주입하여 아래와 같은 조건에서 분석하여 2종 정유의 조성을 비교하였다. GC 및 GC-MS 분석시 carrier gas는 He (0.8 및 1.6 ml/min)을, column은 HP-5MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm) capillary column을 사용하였다. Oven의 온도는 50°C에서 10 min 분, 3°C/min (50-125°C), 1°C/min (125-145°C), 3°C/min (145-250°C)로 승온하였고 split ratio는 10:1로 하여 측정하였다.

**시약** - α-Pinene과 항산화 실험에서 사용한 양성대조물질 butylated hydroxyl anisole (BHA) 등 기타 시약은 모두 Sigma-Korea Chemical Co.에서 구입하여 사용하였다.

**1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazil (DPPH) Free Radical 소거 활성** - Blois<sup>16)</sup>의 방법에 따라 백화전호 및 바다나물 뿌리 정유 및 α-pinene을 ethanol을 용매로 배수 희석하여 측정 시 최종농도 기준으로 0.1~1.6 mg/ml가 되도록 시료를 만들고, 각 농도 별 시료 20 µl에 0.1 mM DPPH 180 µl를 넣고 vortex 한 후, 30분 동안 진탕한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 비교액과 시료액의 흡광도의 차이를 백분율로 환산하여 DPPH radical 소거능을 표시하였다. 양성 대조군으로 BHA (0.1 mg/ml)를 사용하였다.

**환원력 측정** - Elmastas 등<sup>17)</sup>의 방법에 따라 DMSO 1000 µl에 각 정유분획 또는 α-pinene 4 mg을 녹여 시작농도로 하고 이후 DMSO를 용매로 배수희석을 반복하여 0.12-4.0 mg/ml 사이의 6단계 농도로 시료를 만든다. 2 ml eppendorf tube에 각 농도 별 시료 200 µl, 0.2 M 인산 완충액 500 µl, 1% potassium ferricyanide (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>) 500 µl를 넣어준 후 50°C에서 20분 동안 반응시킨다. 여기에 10% trichloroacetic acid 500 µl를 첨가하고 1000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상층액에 0.1% FeCl<sub>3</sub> 100 µl을 넣어 발색을 유도시킨 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 반응액의 흡광도의 높은 정도가 환원력의 세기를 나타낸다. 양성 대조군으로 BHA (0.12 mg/ml)를 사용하였다.

**아질산염 소거능** - Kato 등<sup>18)</sup>의 방법에 따라 2 mM NaNO<sub>2</sub> 10 µl, 농도별 시료 희석액을 각 10 µl, 0.2 M 구연산 완충용액 80 µl를 넣어 반응용액의 pH가 3.0이 되도록 하여 총량을 100 µl가 되도록 조정하였다. 이 혼합액을 37°C로 맞춘 shaking incubator에 1시간 동안 반응시킨 후, 96 well에 각 반응액 40 µl와, 초산용액을 200 µl 첨가하였다. 여기에 다시 Griess 시약 16 µl를 가하여 15분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**MTT Assay에 의한 바다나물 및 백화전호 정유의 암세포 증식 억제효과 측정**<sup>19)</sup> - 2종 전호 정유 분획의 암세포 증식 억제 효과는 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT assay)를 사용하여 행하였다. MCF-7, SK-Hep-1 세포주는 3 × 10<sup>5</sup>/ml, HeLa 세포주는 1 × 10<sup>5</sup>/ml의 농도로 맞추고 96 well에 각각 100 µl씩 첨가하여 24시간 동

안 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에 배양한 후 *L. chuanxiong* oil, Z-ligustilide, butylidene phthalide를 ethanol에 녹여서 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 mg/ml의 농도로 첨가하였다. 6시간마다 각 well에 PBS완충액에 녹인 MTT용액을 25 µl씩 첨가하여 4시간 동안 다시 배양시킨 후, well 바닥에 형성된 formazan이 흩어지지 않게 상층액을 제거하고 DMSO 100 µl에 녹여 ELIZA microplate reader (Molecular Devices, Sunnyvale CA)로 540 nm에서 흡광도를 측정하여 정유를 포함하지 않은 배지에서 배양된 암세포와 정유가 처리된 배지에서 배양된 세포들의 성장률을 비교하였다. 실험은 3회 반복하여 평균치를 사용하였고, 정유처리에 의한 암세포 배양액의 흡광도 측정치의 감소율로 암세포 증식 억제효과를 표시하였다. 또한 시료 용해 및 분산에 사용한 시약은 세포 성장에 영향이 없음을 대조실험을 통하여 확인하였다.

Fractional absorbance(%)는 다음 공식을 이용하여 계산하였다.

$$\frac{\text{Mean of absorbance in the test wells}}{\text{Mean of absorbance in the control wells}} \times 100(\%)$$

**통계처리** - 본 연구의 실험 성적은 평균±표준편차(mean±SD)로 나타내었으며, 각 실험군 간의 평균의 차이를 검정할 때에는 Student's *t*-test로 검정하여 *p* 값이 0.05 미만일 때 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

## 결과 및 고찰

바다나물(*A. decursiva*)과 백화전호(*P. praeruptorum*)는 대한약전에 한약(생약)규격집에 약용 전호(*Peucedani Radix*)의 기원으로 규정되어 있는 식물이다. 이 두 식물 및 토전호(*Anthriscus sylvestris*)의 형태, coumarin 등의 성분 및 유전자 비교에 의한 감별법이 보고된 바 있으나 정유성분 조성이나 정유의 생리활성에 대해서는 비교된 바가 없다. 본 연구에서는 바다나물(*A. decursiva*) 및 백화전호(*P. praeruptorum*)의 뿌리 각 2 Kg을 SDE (spontaneous distillation and extraction) 장치를 이용하여 5시간동안 수증기증류하고, 상법에 따라 ether로 추출, 탈수, 용매증발의 과정을 거쳐 각각의 정유 1.96 g과 2.04 g을 얻고, 이들 정유의 조성을 GC-MS와 각 해당 standard와의 GC 동시분석법으로 동정하여 비교하였다. 그 결과 Table 1에 나타난 바와 같이 바다나물 뿌리 정유에서 41 종, 백화전호 뿌리 정유에서 35종의 성분이 확인되었다. 이 두 정유 모두에서 α-pinene이 최고의 함유율을 나타내었고, 바다나물 뿌리(44.98%) 보다 백화전호에 함유율(46.81%)이 높은 것으로 나타났다. 두 번째로 함유율이 높은 성분으로는 바다나물에서는 β-barbatene (8.56%), 백화전호에서는 β-pinene (18.04%)이 확인 되었다. 두 정유는 함유율이 다른 16 종의 성분을 공통으로 함유하고 있었다.

**Table I.** Composition of the essential oil from the roots of *A. decursiva* and *P. praeruptorum* analyzed by GC-MS

No.	Compounds	RI*	Area (%)		Identification
			Ad <sup>a</sup>	Pp <sup>b</sup>	
1.	$\alpha$ -pinene	886	44.98	46.81	GC, MS
2.	camphene	912	2.96	1.26	GC, MS
3.	$\beta$ -phellandrene	964	0.67	- <sup>c</sup>	MS
4.	$\beta$ -pinene	948	3.81	18.04	MS
5.	sabinene	968	-	0.15	MS
6.	$\beta$ -myrcene	979	2.42	1.53	GC, MS
7.	$\delta$ -carene	994	0.81	8.65	MS
8.	$\alpha$ -terpinene	998	0.13	-	MS
9.	o-cymene	1014	2.11	5.11	MS
10.	limonene	1033	4.21	-	MS
11.	$\beta$ -ocimene	1038	0.72	-	MS
12.	moslene	1042	0.36	-	MS
13.	$\gamma$ -terpinene	1055	-	0.84	MS
14.	$\alpha$ -terpinolene	1086	0.36	0.17	MS
15.	4-methylene-5-hexenal	1087	0.40	-	MS
16.	$\beta$ -terpinene	1088	0.49	0.62	MS
17.	o-xyleneol	1092	0.22	-	MS
18.	$\rho$ -cymene-4-ol	1095	0.36	-	MS
19.	$\alpha$ -terpineol	1110	0.22	-	MS
20.	$\rho$ -xyleneol	1118	0.09	-	MS
21.	$\alpha$ -campholene aldehyde	1126	-	0.42	MS
22.	pinocarvone	1157	-	0.73	GC, MS
23.	endo-borneol	1169	-	-	GC, MS
24.	4-terpineol	1177	0.13	0.67	MS
25.	thymol methyl ether	1229	-	1.10	MS
26.	carvacrol methyl ether	1246	-	0.35	MS
27.	chrysanthenyl acetate	1269	-	-	MS
28.	endobornyl acetate	1291	1.16	0.35	GC, MS
29.	$\rho$ -vinylguaiaicol	1298	0.36	-	MS
30.	myrtenyl acetate	1321	0.45	-	MS
31.	2,4-decadienal	-	-	1.02	MS
32.	bicycolelemene	1342	0.36	-	MS
33.	myrtenyl acetate	1362	1.66	-	MS
34.	$\beta$ -elemene	1380	0.49	0.22	MS
35.	$\gamma$ -muurolene	1387	0.31	-	MS
36.	$\beta$ -funerbrene	1391	-	0.28	MS
37.	$\beta$ -caryophyllene	1397	1.48	1.15	MS
38.	iso-caryophyllene	1414	-	0.41	MS
39.	$\gamma$ -elemene	1415	0.22	-	MS
40.	widdrene	1427	0.58	-	MS
41.	$\beta$ -barbatene	1418	8.56	0.41	MS
42.	$\alpha$ -caryophyllene	1437	0.22	0.36	GC, MS
43.	$\beta$ -farnesne	1446	2.06	0.13	GC, MS
44.	germacrene-d	1487	5.33	-	MS
45.	bicyclogermacrene	1488	2.69	-	MS
46.	aromadendrene	1491	-	0.15	MS

Table I. Continued

No.	Compounds	RI*	Area (%)		Identification
			Ad <sup>a</sup>	Pp <sup>b</sup>	
47.	verbenone	1498	-	0.20	MS
48.	cuparene	1513	0.49	0.22	GC, MS
49.	$\beta$ -bisabolene	1516	1.08	0.14	MS
50.	$\delta$ -cadinene	1521	0.81	-	MS
51.	$\beta$ -himachalene	1522	1.03	-	MS
52.	$\alpha$ -bisabolene	1524	0.13	-	GC, MS
53.	$\alpha$ -cedrene	1525	-	0.13	GC, MS
54.	$\alpha$ -farnesene	1537	-	0.11	MS
55.	caryophyllene oxide	1569	-	0.75	MS
56.	myristicin	1540	0.18	-	MS
57.	germacrene B	1567	-	0.03	MS
58.	spathulenol	1580	0.72	0.19	GC, MS
59.	$\beta$ -celinene	1639	-	0.05	MS
60.	aromadendrene	1724	-	0.07	MS
	In Total		95.83	92.82	

\*GC retention indices (RI) calculated against C<sub>8</sub> to C<sub>23</sub> n-alkanes on a HP-5 MS column. <sup>a</sup>Essential oil of *A. decursiva*, <sup>b</sup>Essential oil of *P. praeruptorum*, <sup>c</sup>not detected.

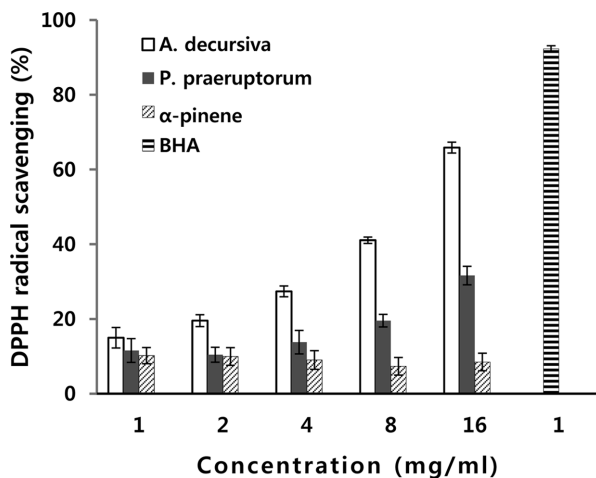


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activity of the essential oil fractions from the roots of *A. decursiva* and *P. praeruptorum*,  $\alpha$ -pinene, and BHA (control). Values are means $\pm$ SD of triplicate measurements.

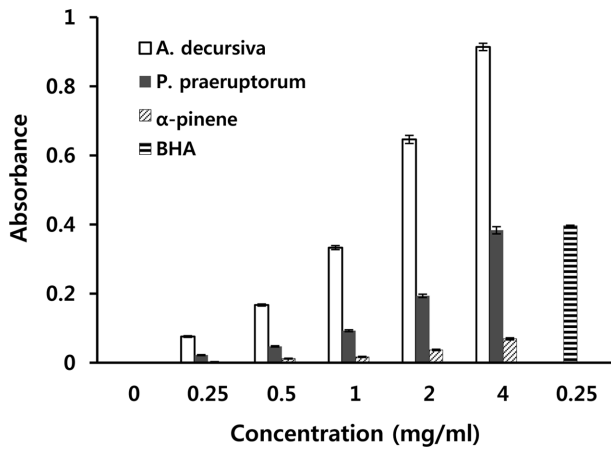
이 두 정유는 저자 등이 전보<sup>20)</sup>에서 보고한 정유 주성분이 토전호(*A. sylvestris*)와는 조성이 확연히 다른 것으로 나타났다.

바디나물과 백화전호 뿌리의 정유분획 및  $\alpha$ -pinene의 0-16 mg/ml의 배수희석액을 만들어서 DPPH radical 소거능을 실험한 결과는 Fig. 1에 표시된 바와 같다. 이 실험에서 바디나물과 백화전호의 정유분획은 농도의존적으로 DPPH

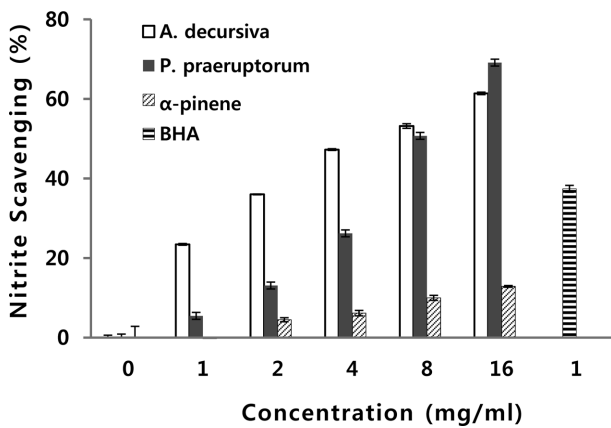
radical 소거능을 나타냈다, 같은 농도에서 비교했을 때, 바디나물의 정유가 전반적으로 백화전호 정유에 비해 강한 활성을 보였는데, 16 mg/ml에서 바디나물 정유는 백화전호 정유의 약 2.08 배에 해당하는 활성을 나타냈다. 이 실험에서 사용한 대조물질인 BHA는 1mg/ml의 농도에서 92.27%의 DPPH radical을 소거하였다. 또한 앞의 두 정유 분획의 주 성분인  $\alpha$ -pinene은 약 8.47%의 radical을 소거하여 가장 낮은 활성을 나타냈다.

환원력 측정 실험에서도 DPPH radical 소거능을 실험에서와 유사하게 바디나물과 백화전호의 정유분획은 농도의존적으로 활성을 나타냄이 확인 되었다(Fig. 2). 이 실험에서도 바디나물 정유는 백화정유에 비해 현저히 강한 활성을 보였는데, 전반적으로 약 2배 이상 강한 환원력이 있음이 확인되었다. 그러나 대조물질로 사용한 BHA (0.25 mg/ml)에 비해서는 낮은 환원력을 나타냈는데, 같은 농도에서 실험했을 때 바디나물과 백화전호의 정유분획의 경우 BHA의 1/4 이하의 환원력을 나타냈다.

바디나물과 백화전호의 정유분획 및  $\alpha$ -pinene의 아질산염 소거능 실험결과는 Fig. 3과 같다. 1-8 mg/ml의 처리시는 바디나물이 백화전호보다 아질산염 소거능이 더 강한 것으로 나타났으나, 16 g/ml 에서는 백화전호 정유가 바디나물 정유보다 더 강한 활성을 보였다. 이 결과는 전반적으로 바디나물 정유가 더 강한 활성을 나타낸 앞의 두 항산화 실험의 경우와는 상반되나, 이렇게 실험에 따라 상반된 경과가 나



**Fig. 2.** Reducing power of the essential oil fractions from the roots of *A. decursiva* and *P. praeruptorum*,  $\alpha$ -pinene, and BHA (control). Values are means $\pm$ SD of triplicate measurements.

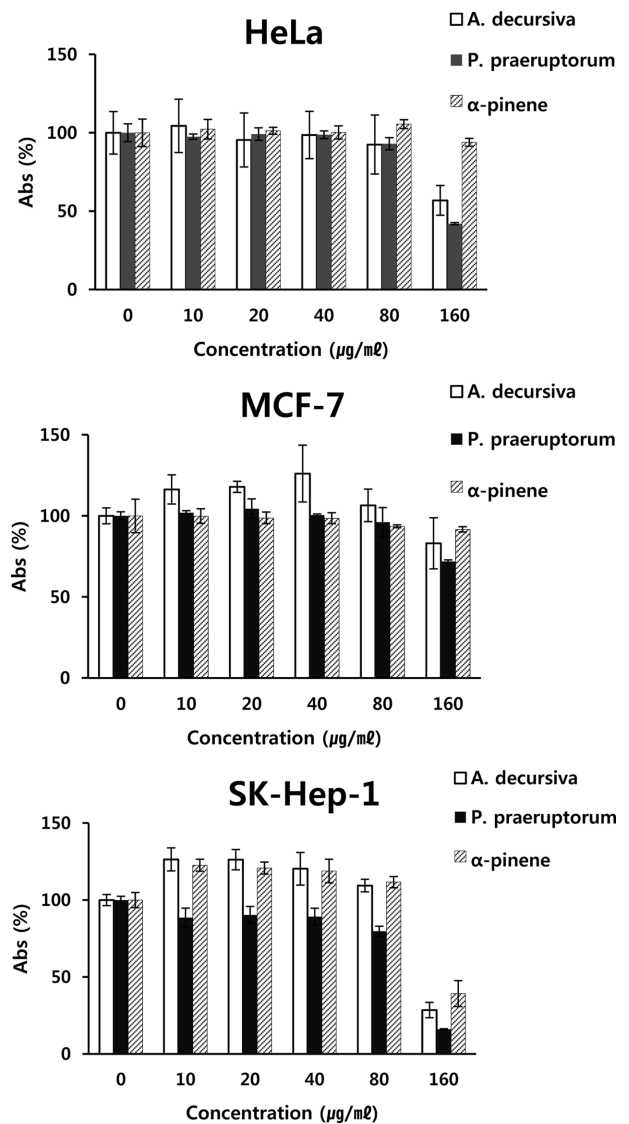


**Fig. 3.** Nitrite scavenging ability of the essential oil fractions from the roots of *A. decursiva* and *P. praeruptorum*,  $\alpha$ -pinene, and BHA (control). Values are means $\pm$ SD of triplicate measurements.

오는 것은 실험방법에 따라 해당되는 항산화 작용 측정원리가 다르기 때문인 것으로 생각된다.

이상의 3가지 항산화 실험에서 바다나물과 백화전호의 정유분획은 대조물질인 BHA에 비해서는 상대적으로 낮은 항산화 활성을 나타내었으나, BHA 등의 합성항산화제가 독성 등 기타 각종 인체에의 유해성 문제 때문에 용도의 범위가 제한적이라는 점을 고려할 때 이들 정유를 보다 안전한 천연 항산화제로의 개발할 가치가 있다고 생각된다.

바다나물 및 백화전호 정유분획과, 그 주성분인  $\alpha$ -pinene의 배양 암세포 3종, 즉 HeLa, MCF-7 및 Sk-Hep-1에 대한 생장억제 활성을 MTT test로 실험한 결과는 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 각 정유 분획 및  $\alpha$ -pinene을 10~160  $\mu$ g/ml 사이의 농도를 세포에 24 시간 처리했을 때 10~80  $\mu$ g/ml 처



**Fig. 4.** Effects of the essential oil fractions from the roots of *A. decursiva* and *P. praeruptorum*, and  $\alpha$ -pinene on proliferation of HeLa, MCF-7 and SK-Hep-1 cells. Values are means $\pm$ SD of triplicate measurements.

리 시는 뚜렷한 효과를 나타내지 않았으나 160  $\mu$ g/ml을 처리시 백화전호와 바다나물 정유 분획은 실험한 3종 암세포의 증식을 강하게 억제하였고, 바다나물보다 백화전호의 정유분획의 활성이 강한 것으로 나타났다. 특히 SK-Hep-1 세포는 세포수가 83.9% 정도 감소되어 백화전호 정유 분획에 대해 가장 강한 감수성을 보였다. 이에 반하여 이 두 정유 분획의 주성분인  $\alpha$ -pinene의 활성은 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는  $\alpha$ -pinene이 대부분의 경우 낮은 생리 활성을 나타내는 정유성분 계열인 산소가 포함되지 않은 hydrocarbon으로 된 구조를 갖고 있는 성분이기 때문으로 생각되며, 이 물질은 백화전호와 바다나물 정유에 다량 함유

되어 있지만, 실험한 암세포의 억제효과에는 기여하는 바가 적음을 알 수 있었다.

결과적으로 바디나물보다 백화전호의 정유분획의 암세포 활성화에는 주성분인 hydrocarbon계 물질 보다는 소량씩 함유된 다수의 oxygenated hydrocarbon들의 작용이 기여하는 바가 큰 것으로 판단되었다.

## 사 사

이 논문은 한국연구재단의 여상과학자 연구비(NRF-2011-0011249) 지원을 받아 수행한 연구임.

## 인용문헌

1. 식품의약품안전청 (2011) 대한약전 외 한약(생약) 규격집, 366, 식약청고시 제 2011-2호, 서울.
2. 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1998) 완역 중약대사전, 4975-4879, 정담, 서울.
3. Lee, T. B. (2006) Coloured Flora of Korea, 840, Hyangmoonsa, Seoul.
4. Lee, G. S., Doh, E. J., Jeong, S. I. Kim, H. J., Lee, J. C., Oh, S. E., Ju, Y. S. and Cho, S. I. (2011) Identification keys of Jeonho(Qianhu) and Asam(Eshen). *Kor. J. Herbology* **26**: 57-63.
5. Choo, B. K., Moon, B. C., Ji, Y., Kim, B. B., Choi, G., Yoon, T. and Kim, H. K. (2009) Development of SCAR markers for the discrimination of three species of medicinal plants, *Angelica decursiva* (*Peucedanum decursivum*), *Peucedanum praeruptorum* and *Anthriscus sylvestris*, Based on the internal transcribed spacer (ITS) sequence and random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Biol Pharm Bull.* **32**: 24-30.
6. Lee, M. Y, Ju, Y. S., Kim, H. J. and Ko, B. S. (2003) Morphological characteristic and PCR analysis for original identification of *Peucedanum decursivum*. *Kor. J. Orient. Med.* **9**: 113-122.
7. Chi, H. J. and Kim, H. S. (1993) Studies on essential oils of plants of *Angelica* genus in Korea (V). *Kor. J. Pharmacogn.* **24**: 192-196.
8. Hata, K. and Sano, K. (1966) The constitution of decursin, a new coumarin isolated from the root of *Angelica decursiva* Fr. et Sav. (Umbelliferae). *Tetrahedron Lett.* **7**: 1461-1465.
9. Xionga, Y. Y., Wub, F. H., Wang, J. S., Li, J., Kong, L. Y. (2012) Attenuation of airway hyperreactivity and T helper cell type 2 responses by coumarins from *Peucedanum praeruptorum* Dunn in a murine model of allergic airway inflammation. *J. Ethnopharmacol.* **141**: 314-321.
10. Kong, L. Y., Li, Y., Min, Z. D., Liz, X. and Zhu, T. R. (1996) Coumarins from *Peucedanum praeruptorum*. *Phytochemistry* **41**: 1423-1426.
11. Zhang, C., Li, L., Xiao, Y. Q., Li, W., Yin, X. J., Tian, G. F., Chen, D. D. and Wang, Y. (2010) A new phenanthraquinone from the roots of *Peucedanum praeruptorum*. *Chinese Chem. Lett.* **21**: 816-817.
12. Lu, M., Nicoletti, M., Battinelli, L. and Mazzanti, G. (2001) Isolation of praeruptorins A and B from *Peucedanum praeruptorum* Dunn. and their general pharmacological evaluation in comparison with extracts of the drug. *Il Farmaco.* **56**: 417-420.
13. Miyazawa, M., Shimamura, H., Bhuvu, R. C., Nakamura, S. I. and Kameoka, H. (1996) Antimutagenic activity of falcarindiol from *Peucedanum praeruptorum*. *J. Agric. Food Chem.* **44**: 3444-3448.
14. Zhao, D., Islam M. N., Ahn, B. R., Jung, H. A., Kim, B. W. and Choi, J. S. (2012) In vitro antioxidant and anti-inflammatory activities of *Angelica decursiva*. *Arch. Pharm. Res.* **35**: 179-192.
15. Islam, M. N., Choi, R. J., Jin, S. E., Kim, Y. S., Ahn, B. R., Zhao, D., Jung, H. A. and Choi, J. S. (2012) Mechanism of anti-inflammatory activity of umbelliferone 6-carboxylic acid isolated from *Angelica decursiva*. *J. Ethnopharmacol.* **144**: 175-181.
16. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by use of a stable free radical. *Nature* **181**: 1199-1200.
17. Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I. and Temur, N. (2007) Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *J. Food Compos. Anal.* **20**: 337-345.
18. Kato, H., Lee, I. E., Chuyeb, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Bull. Chem.* **51**: 1133-1138.
19. Sim, Y. and Shin. S. (2011) Study on cytotoxic activities of the essential oil compounds from *Ligusticum chuanxiong* against some human cancer strains. *Yakhak Hoeji* **55**: 398-403.
20. Lim, H. and Shin, S. (2012) Antibacterial and antioxidant activities of the essential oil from the roots of *Anthriscus sylvestris*. *Yakhak Hoeji* **56**: 320-325.

(2012. 11. 23 접수; 2012. 11. 27 심사; 2012. 12. 4 게재확정)