

## 생칠과 화칠의 우루시올 조성 및 생리활성 비교

김명조, 최용화, 곽상수  
생명공학연구소 식물생화학 Research Unit

### Comparison of Urushiol Composition and Biological Activity between Fresh Sap and Fire Distilled Sap of Lacquer Tree

Myong Jo Kim, Yong Hwa Choi and Sang Soo Kwak  
Plant Biochemistry Research Unit, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology(KRIBB), P.O. Box 115, Yusong, Taejon 305-600, Korea

#### ABSTRACT

For the comparison of the urushiol composition and biological activity between the fresh sap and fire distilled sap of lacquer tree (*Rhus vernicifera*), we analysed the urushiol composition by HPLC and EI-MS, and investigated the antioxidative, antimicrobial and anticancer activities according to solvent fractionations. There was no difference in the urushiol composition between fresh and fire distilled saps of lacquer tree. The hexane fractions of two saps showed a strong DPPH radical scavenging activity ( $RC_{50}$ : 7.0-7.5 $\mu$ g). They also showed a strong antifungal activity on the spore germination of *Cladosporium herbarum* (MIC: 8 $\mu$ g/ml), whereas they have no or low activity against the bacteria(*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*). In addition, hexane and butanol fractions of two saps showed a strong inhibitory activity against cultured tumour cell lines ( $GI_{50}$ : 0.35, 12.29 $\mu$ g/ml) *in vitro*. These results confirm that the fresh sap and fire distilled sap might have the similar urushiol compositions and biological activities.

**Key words:** *Rhus vernicifera*, urushiol, antioxidant, antimicrobial, anticancer

#### 緒 言

옻나무(*Rhus vernicifera* STOKES)는 옻나무과에 속하는 낙엽교목으로서 중국이 원산지이며 한국, 일본 및 중국 등의 동남아시아 지역에서 주로 재배되고 있다. 구체적으로 옻은 내구성 등의 특성이 있어 천연도료 등으로 기물을 보존하는데 오래전부터 이용되었고 실제로 현존하는 가장 오래된 복제 제품이 옻칠이 되어 있는 것으로 알려져 있다. 또한 옻은 상기 내구성에 더하여 내약품성이 우수하여 비행기, 선박 및 해저 광케이블 등에 사용되는 특수 외장도료로서 활용될 수 있다. 이와 같이 옻은 칠기공예, 산업공예 및 산업적 응용분야 등에 다양하게 이용되고 있으며, 앞으로도 산업의 발전과 더불어 그의 수요량

이 급증할 것이 예상된다. 더욱이 동양에서는 옛부터 옻이 약용으로 사용되어 왔고 여성의 생리기 이상, 위장약, 구충제, 혈액순환 및 노화방지의 민간요법에 이를 이용하는 처방이 전래되고 있다(Hota, 1989). 특히 우리나라는 몸 보신용 또는 약용으로 옻나무를 옻담 및 옻오리 등에 이용하여 왔다(김, 1986). 지금까지 옻나무에 대해서는 알려지 유발 성분(Majima, 1922; 정 등, 1990) 및 생옻의 정제과정에 대하여 주로 연구가 이루어졌고 옻나무 또는 옻에서 약리 활성물질을 탐색하거나 약리 활성을 과학적으로 조사하는 연구는 저자들에 의하여 처음으로 실시되었다(Kim 등, 1997a, 1997b).

옻 수액의 주성분이며 알레르기를 유발하는 물질인 우루시올(urushiol) 화합물이 강한 항산화활성과 항곰팡이활성이 있음이 처음으로 확인되어 옻칠 제

품의 내구성을 화학적으로 입증할 수 있었다(Kim 등, 1997a, 1997b). 옷은 채취방법에 따라 6월 중순에서 10월 중순까지 옷나무에 상처를 주어 채취하는 “생칠”(여기서는 채취시기에 따라 초칠, 중칠, 말칠, 끝칠이 있음). 옷나무를 벌채한 후 가지에서 옷을 채취하는 “가지칠”과 가지칠을 채취한 후 나무를 불에 구워 채취하는 “화칠(숙칠)”로 구분할 수 있다(홍, 1989).

본 연구는 옷나무 수피에 상처를 주어 채취하는 생칠(生漆, fresh sap)과 수액을 채취하고 남은 가지에 열을 가하여 채취하는 화칠(火漆, distilled sap)을 대상으로 이들에 함유되어 있는 우루시올의 조성과 항산화, 항미생물 및 항암활성을 비교하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 재료

본 실험에 사용한 생칠과 화칠은 강원도 원주군 지역에서 시판재료를 1996년 8월과 11월에 각각 채취한 것을 구입하여 냉장저장하면서 사용하였다.

### 2. 방법

#### 1) 우루시올 성분 분석

Kim 등(1997a)의 방법에 따라 생칠 및 화칠을 용매분획후 hexane 가용부를 2차에 걸친 silica gel column chromatography를 실시하여 분리한 후 HPLC(Spectra-Physics, U.S.A.) 및 EI-MS 를 이용하여 각각의 우루시올 화합물을 동정하였다.

#### 2) DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성

각각의 분획이 나타내는 항산화활성은 자유라디칼(free radical)인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)을 사용한 항산화활성 측정방법(Choi 등, 1993)으로 조사하였다. 유리 시험관에 4 ml의 MeOH를 넣고 시료 화합물을 농도별(2.5 - 30  $\mu$ l)로 첨가한 다음 상기 DPPH(0.15 mM) 용액을 1ml 첨가하여 실온에서 30분간 반응시키고 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때  $RC_{50}$ ( $\mu$ g/ml)은 화합물을 첨가하지 않은 대조군의 값을 50% 감소시키는 화합물의 농도를 나타내었으며, 기존의 항산화제인  $\alpha$ -tocopherol 및 BHA(butylated hydroxytoluene)와 비교하였다.

#### 3) 항미생물활성 시험

각각의 용매분획별 항미생물활성은 김 등의 포자

발아시험 방법(김과 곽, 1997)에 따라 조사하였다. 박테리아에 대한 항균시험은 피검균으로 *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*를 이용하였다. 피검균을 NBSY배지 10ml를 직경 25mm 시험관에 접종하여 27℃에서 12시간 현탁배양하여 얻은 배양액을 NBSY배지에 100배 희석하여 항박테리아 시험에 사용하였다. 시료를 96 well micro assay plate의 제 1번구에 넣고 조제된 균체 현탁액을 분주하여 2배씩 희석하여 사용하였다. 이것을 27℃에서 24시간 암조건에서 배양하면서 박테리아의 증식을 육안으로 관찰하였다. 항박테리아 활성은 박테리아의 생육을 억제하는 최저농도인 최소억제농도(MIC, minimum inhibitory concentration)를 구하였다(김과 곽, 1997). 곰팡이에 대한 포자발아 억제시험은 피검균으로 *Aspergillus awamori*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium oxalicum* 등을 사용하였다. 곰팡이 배양용 PDB slant에 곰팡이 저해시험용 배지(glucose 0.2%, yeast extract 0.1%,  $HNa_2PO_4 \cdot 12H_2O$  0.37%, citric acid 0.1%) 2ml를 첨가하여 유리병으로 상기 곰팡이 포자를 분리시키고 이를 다시 가제로 여과하였다. 그 여과액을 얻어 현미경으로 관찰하면서  $1 \times 10^6$ 의 포자가 관찰될 때까지 희석한후 96 micro well assay plate에 100  $\mu$ l씩 분주하고 하였다. 각각의 시료를 1000 ppm에서 4 ppm농도까지 serial 2-fold dilution method로 제조하여 27℃에서 암배양하면서 24시간이 경과한 다음 현미경으로 포자 발아가 저해되는 최저활성농도(MIC)를 측정하였다.

#### 4) Human cancer cell에 대한 세포독성의 측정

각각의 용매분획별 각종 인체 암세포에 대한 항암활성을 SRB법(Skehan 등, 1990)을 사용하여 조사하였다. 이 때 암세포주로는 미국 국립암연구소(NCI)에서 수립한 3종의 인체암세포주(Wu 등, 1992) UO-31(renal), UACC62 (Melanoma), PC-3(Prostate)를 사용하였다. 상기 암세포주는 10% 소태아 혈청이 포함된 RPMI 1640 배지를 사용하여 배양하고 배양된 세포는 일주일에 한 번 또는 두 번정도 분주하여 유지하였다. 항암활성을 측정하는데 사용하는 세포 농도는 3000-6000 cell/ml 로 맞추었다. 세포의 수를 측정하여 일정한 농도로 96 well plate에 분주하고 24시간후 다음 세포가 나타내는 기본적인 흡광도를 확인하는데 필요한 Tz(time/zero) plate로서 시료를 처리할 plate

와 동일한 세포 농도를 가진 다른 plate를 50% TCA를 사용하여 고정하였다. 시료를 처리할 plate는 시료의 최종 농도를 0.1% DMSO로 맞추어 5가지 시료의 농도로 처리를 하였다. Tz plate는 1시간이 경과하면 수돗물(tap water)로 세척하고 시료를 처리한 plate는 48시간이 경과한 다음 50% TCA를 well당 50ml씩 처리하여 고정하고 1시간이 경과하면 수돗물로 세척하였다. 세척한 plate는 상온에서 건조시키고 그 후 0.4% SRB 용액을 well당 100ml씩 가한 다음 30분이 경과하면 1% 아세트산 용액으로 세척하였고 이를 다시 상온에서 건조시킨 다음 효소면역 측정법(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)으로 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 GI<sub>50</sub>( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )은 암세포의 성장을 50%억제하는 화합물의 농도를 나타내었으며 비교군으로 adriamycin을 사용하여 비교하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 우루시올 조성 분석

#### 1) HPLC를 이용한 생칠 및 화칠의 우루시올 조성 분석

김 등의 방법(Kim 등, 1997a)에 따라 hexane 분획을 2차에 걸친 silica gel column chromatography 후의 우루시올 성분을 HPLC분석을 실시하였다(그림 1). 분석은  $\mu$ -bondapack C-18 column(3.9 × 300mm, Waters사)을 이용하였으며 이동상은 85% MeOH를 사용하였다. 분석시간은 30분으로 하였으며 UV검출기를 이용하여 365 nm에서 검출하였다. 그림 1A에서 보는 바와 같이 생칠의 경우 Rt 9.99, 12.34, 16.25, 24.77 min에 각각의 우루시올 화합물이 검출되었음을 확인할 수 있었다. 화칠의 경우도 동일한 조건으로 실시하여 그림 1B에 나타내어진 것처럼 생칠의 경우(그림 1A)와 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 각각의 우루시올 성분의 EI-MS동정을 위한 랑을 얻기 위하여 동일 column을 이용하여 분취하였다. Injection 양은 10 $\mu\text{g}$ 으로하여 5회 실시하였다.

#### 2). EI-MS를 이용한 생칠 및 화칠의 우루시올 조성 성분의 동정

생칠 및 화칠로부터 분취한 화합물은 각각 TLC와  $\mu$ -bondapack C-18 column (3.9 x 300mm, Waters사)을

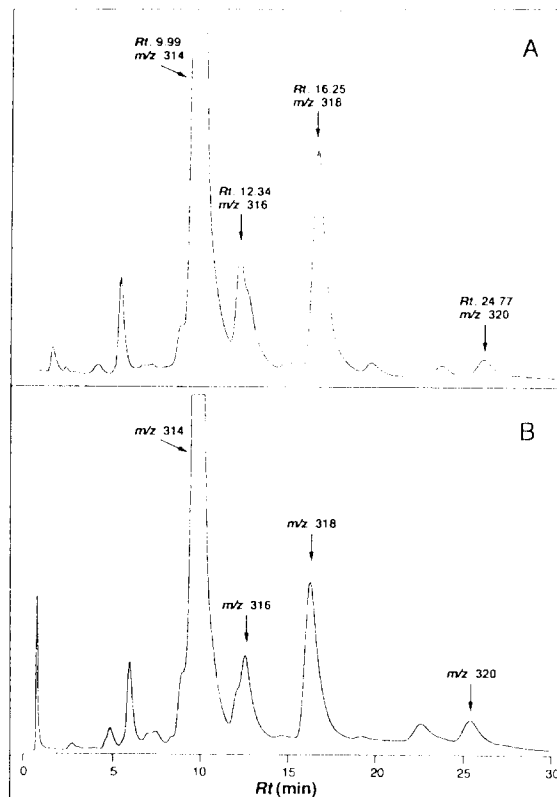


Figure 1. HPLC profiles of urushiol mixture separated from the sap of lacquer tree. The urushiol mixture was loaded onto an ODS (3.9 x 300mm,  $\mu$ -bondapack C-18, Waters) eluting with a isocratic of 85% methanol for 30 min at a flow rate of 1.0 ml/min. The urushiol derivatives was detected at 365 nm. A: HPLC profile of fresh sap. B: HPLC profile of fire distilled sap.

이용하여 그 순도를 측정하였고, 우루시올 화합물을 동정하기 위하여 EI-MS(HEWLETT PACKARD MS-Engine)분석을 측정하여 그림 2와 같은 결과를 얻었다. 그림 2A는 생칠로부터 분취한 m/z 314(Kim 등, 1997a)의 chromatogram이고 그림 2B는 화칠로부터 분취한 chromatogram이다. 그림 2AB는 동일한 fragment ion peak를 확인할 수가 있었다. 또한 각각의 생칠 및 화칠로부터 분리한 Rt. 12.34(m/z 316[M<sup>+</sup>]), 16.25(m/z 318[M<sup>+</sup>]), 24.77(m/z 320[M<sup>+</sup>]) min의 MS분석 결과도 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 이상의 결과로 생칠과 화칠의 우루시올 조성은 동일한 것으로 추정되었다.

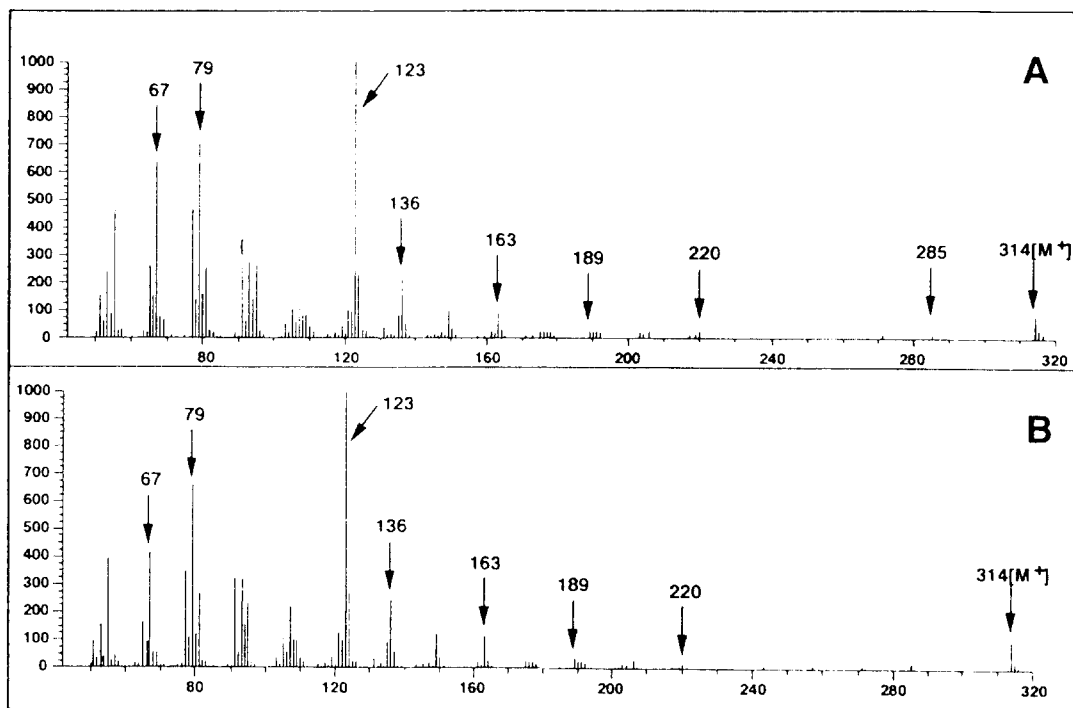


Figure 2. MS spectra of 3-pentadecylcatechol ( $m/z$  314) purified from the sap of lacure tree. A: MS spectrum of fresh sap. B: MS spectrum of fire distilled sap.

## 2. 항산화활성 시험

생칠 및 화질을 대상으로 용매분획하여 각각의 분획을 대상으로 DPPH free radical 소거법에 의한 항산화 활성을 조사한 결과를 표 1에 정리하였다. 조사한 각각의 분획중에서 생칠의 hexane 분획에서 가장 강한 항산화활성( $RC_{50}$ :  $7.0\mu g$ )을 나타내어 사용한 표준 항산화제보다 2배정도의 강한 항산화활성을 나타내었다. 화질의 경우도 hexane 분획에서 생칠과 유사한

Table 1. DPPH free radical scavenging activities of solvent fractionations from fresh sap and fire distilled sap of Korean lacure tree.

Fractions	$RC_{50}^*(\mu g)$	
	Fresh sap	Fire distilled sap
<i>n</i> -Hexane fraction	7.0	7.5
EtOAc fraction	10.5	37.5
<i>n</i> -BuOH fraction	20.5	49.0
Aqueous fraction	14	14
BHA	14	14
$\alpha$ -Tocoherol	12	12

\*Amount required for 50% reduction of DPPH after 30min

결과를( $RC_{50}$ :  $7.5\mu g$ ) 나타내었다. 그러나, 생칠의 BuOH분획은 화질보다 상대적으로 높은 항산화활성을 보였다.

한편, 우리나라에서는 채소류를 비롯한 생약 추출물을 대상으로 조사한 항산화 활성에 관한 많은 연구가 수행되고 있다(김 등, 1995; 여 등, 1995; Lee 등, 1992 Choi 등, 1996). 논문에 따라 실험방법과 항산화활성 산출방식이 다소 다르지만 본 연구결과는 타 유용식물의 항산화활성과 간접적으로 비교해 볼 수 있는 점에서 의의를 찾을 수 있으며 좀더 자세한 연구가 필요하겠다.

## 3. 항미생물활성 시험

생칠을 용매분획하여 각각의 분획을 대상으로 하여 항미생물활성을 시험한 결과를 표 2에 나타내었다. Bacteria에 대해서는 BuOH 분획에서 *Staphylococcus aureus*의 균주에 대하여 250ppm ( $\mu g/ml$ )의 활성을 보였으나 다른 균주에 대해서는 거의 활성이 나타나지 않음을 보였으며 곰팡이에 대하여는 전반적으로 높

Table 2. Antimicrobial activities of solvent fractionations from fresh sap and fire distilled sap of Korean lacure tree.

Test organism	MIC*( $\mu\text{g/ml}$ )							
	Fresh sap				Fire distilled sap			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Bacillus subtilis</i> <sup>a</sup>	500	1000	>1000	>1000	1000	1000	>1000	>1000
<i>Escherichia coli</i> <sup>b</sup>	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>Staphylococcus aureus</i> <sup>a</sup>	>1000	>1000	250	>1000	>1000	>1000	250	>1000
<i>Asperigillus awamori</i> <sup>b</sup>	500	500	1000	>1000	250	500	>1000	>1000
<i>Cladosporium herbarum</i> <sup>b</sup>	8	500	32	>1000	8	32	63	>1000
<i>Penicillium oxalicum</i> <sup>b</sup>	500	500	1000	>1000	500	250	32	>1000

<sup>a</sup> Dilution method; <sup>b</sup> Spore germination test

\*The MIC values against bacteria and fungi were determined by the serial 2-fold dilution method. The growth of the bacteria was evaluated by the degree of turbidity of the culture with the naked eye, and the sporegermination of fungi was examined under a microscope.

1: *n*-Hexane layer

2: EtOAc layer

3: *n*-BuOH layer

4: Aqueous layer

은 활성을 보였으나 그 중에서도 hexane 분획은 *Cladosporium herbarum* 균주에 대하여 강한 활성( $8\mu\text{g/ml}$ )을 보였다. 화칠의 경우도(표 2) 생칠과 유사한 결과를 보였으나 *Cladosporium herbarum* 과 *Penicillium oxalicum* 균주에 대하여 EtOAc분획과 BuOH분획에서 높은 활성(각각  $32\mu\text{g/ml}$ )을 나타냈다. 이러한 결과로 생칠과 화칠은 균주활성 선택성을 가지고 있음이 시사되며 자세한 검토가 필요하다 하겠다.

#### 4. Human cancer cell에 대한 세포독성의 측정

SRB법(Skehan등, 1990)을 이용하여 3종의 Human cancer cell에 대한 세포독성을 측정한 결과를 표 3에 정리하였다. 생칠의 경우 H<sub>2</sub>O 분획층을 제외한 전분획에서 세포생장억제가 관찰되었으며 그 중에서도 위암세포주(UO-31)에서는 표준물질(ADR) 보다 강한( $0.35\mu\text{g/ml}$ ) 활성을 보였다. 반면, 화칠의 경우도 생칠과 유사한 결과를 얻을 수 있었으나 전립선암(PC-3)주에 대하여는 다른 암세포주보다 강한 활성을 보였다.

그러나, 우루시올 성분이 함유되어 있는 hexane분획은 생칠과 화칠의 Human cancer cell에 대한 세포독성은 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 생칠과 화칠에 있어서 주요 생리활성 물질은 hexane 분획의 우루시올계 화합물로 추정되며 그 외의 분획의 활성물질들에 대하여는 좀더 많은 연구가 필요하다.

Majima(1922)에 의하여 우루시올 화합물이 밝혀진 이래 HPLC를 이용한 우루시올의 성분분석(Du 등, 1984; Yamauchi 등, 1982; Ma, 1980)을 보고하였으며 그외, Murphy (1983)등에 의하여 쥐 및 토끼를 이용한 경구독성시험을 보고하였다. 그러나 생칠 및 화칠을 대상으로 항산화활성, 항미생물활성, 항암활성 시험은 본 연구가 처음이며 특히 화칠에 대한 각종 활성연구는 처음으로 사료된다.

본 연구에서는 주로 생칠과 화칠의 hexane분획의 우루시올 화합물을 대상으로 활성 시험을 수행하였으나 현재 다른 분획에 대하여 활성물질을 탐색 중에 있다.

Table 3. Cytotoxicity of solvent fractionations from fresh sap and fire distilled sap of Korean lacure tree.

Fractions	GI <sub>50</sub> ( $\mu\text{g/ml}$ )					
	Fresh sap			Fire distilled sap		
	UO-31 (Renal)	UACC62 (Melanoma)	PC-3 (Prostate)	UO-31 (Renal)	UACC62 (Melanoma)	PC-3 (Prostate)
<i>n</i> -Hexane fraction	0.35	1.47	0.48	1.30	4.50	0.64
EtOAc fraction	30.0	2.80	0.58	>30.0	8.58	0.62
<i>n</i> -BuOH fraction	0.49	4.71	1.68	1.78	12.29	2.04
Aqueous fraction	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0
Adriamycin	0.81	0.13	0.45	0.89	0.19	0.26

## 摘要

웃수액 채취 방법이 다른 생칠(生漆)과 화칠(火漆)의 우루시올조성과 생리활성을 비교하기 위하여, 수액에서 정제한 우루시올 혼합액의 조성을 HPLC와 EI-MS로 분석하였으며, 웃수액을 유기 용매로 분획하여 항산화, 항미생물 및 항암 활성을 조사하였다. 생칠과 화칠의 우루시올 조성에는 큰 차이가 없었으며, 주요 성분은 동일한 것으로 확인하였다. 생칠과 화칠은 DPPH radical 소거활성이 매우 강하였으며 특히 hexane분획에서 가장 높은 활성을 나타내었다(RC<sub>50</sub>: 7.0-7.5 $\mu$ g). 생칠과 화칠의 hexane분획은 곰팡이(*Cladosporium herbarum*)의 포자발아를 강하게 억제하지만(MIC: 8 $\mu$ g/ml), 항박테리아 활성은 거의 없었다. 또한 hexane분획과 butanol분획에서 인체 암세포주에 대한 강한 억제활성(GI<sub>50</sub>: 0.35, 12.29 $\mu$ g/ml)을 나타내었다. 이상의 결과에서 생칠과 화칠의 우루시올 조성과 생리활성에는 큰 차이가 없음이 확인되었다.

### 감사의 글

본 연구는 APEC과제(FG1031)의 연구결과이다. 항암활성 측정에 도움을 준 생명공학연구소 김환묵 박사님께 감사한다.

## 引用 文 獻

- Choi, O. S. 1996. Emulsification stability of oleoresin Red Pepper and changes in antioxidant activity during thermal cooking. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 104-109.
- Choi, J. S., Lee, J. H., Park, H. J., Kim, H. G., Young, H. S. and Mun, S. I. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Kor. J. Pharmacognosy* 24: 299-303.
- Du, U. and Osima, R. 1984. Reversed-phase liquid chromatographic separation and identification of constituents of urushiol in the sap of the lack tree, *Rhus Vernicifera*. *J. Chromatography.* 284: 463-473.
- 홍동화. 1989. 웃 채취 및 칠기제작 과정. 한국칠기이천년. 국립민속박물관. pp203-214.
- Hota, M. 1989. 세계유용식물사전. 평범사. pp 910-912.
- 정대교, 송홍근, 김훈. 1990. 한국산 수액의 알레르기 유도물질의 특성에 관한 연구. 농사시 협연구논문집. 33: 675-682.
- Ma, C. U., Elsohly, M. A. and Baker, J. K. 1980. High-formance liquid chromatographic separation of urushiol congeners in poison ivy and poison oak. *J. Chromatography.* 200: 163-169.
- Murphy, J. C., Watson, E. S. and Harland, E. C. 1983. Toxicological evaluation of poison oak urushiol and its esterified derivative. *Toxicology.* 26: 135-142.
- Kim, M. J., Choi, Y. H., Kim, W. G. and Kwak, S. S. 1997a. Antioxidative activity of urushiol derivatives from the sap of lacquer tree. *Korean J. Plant. Res.* 10(3): 227-230.
- Kim, M. J., Kim, C. G. and Kwak, S. S. 1997b. Antifungal activity of urushiol components in the sap of korean lacquer tree. *Korean J. Plant. Res.* 10(3): 231-234.
- 김일훈. 1986. 신약. 나무. pp72-285.
- 김명조, 곽상수. 1997. Naphthoquinone류 화합물 흡수에 의한 페튜니아 배양 세포내의 phytoalexin 유도. 한국농화학회지. 40(4): 352-356.
- 김현구, 김영언, 도정률, 이영철, 이부용. 1995. 국내산 생약추출물의 항산화 효과 및 생리활성. 한국식품과학회지. 27: 80-85.
- Lee, G. D., Kim, J. S., Bae, J. O. and Yoon, H. S. 1992. Antioxidative effectiveness of water extract in Wormwood. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 17-22.
- Majima, R. 1922. Uber den hauptbestandteil des Japan lacks, VIII. Mitteilung: Stellung der doppelbindungen in der seitenkette des urushiols und beweisfurung daB das urushiol eine mischung ist. *Chem. Ber.* 55B: 172-191.
- 여생규, 안철우, 이용우, 이태기, 박영호, 김선봉. 1995. 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 항산화효과. 한국영양식량학회지. 24: 299-304.
- Skehan, P. R., Storeng, D., Scudiero, A., Monks J., McMahon, D., Vistica, J. T., Warren, H., Bokesch, S. Kenny and Boyd, M. R. 1990. New calorimetric cytotoxicity

assay for anticancer-drug screening. *J. NCI.* 82:1107-1112.

Wu, L., Smythe, A. M., Stinson, S. F., Mullendore, L. A., Monks, A., Scudoero D. A., Paul K. D., Koutsoukos A. D., Rubinstein L. V., Boyd R. and Shoemaker R. H. 1992.

Multi-drug resistant phenotype of disease-oriented panel of

human tumor cell lines used for anticancer drug screening. *Cancer Res.* 52: 3029-3034.

Yamauchi, Y., Osima, R. and Kumanotani, J. 1982. Configuration of the olefinic bonds in the heteroolefinic side-chains of Japanese lacquer urushiol. *J. Chromatography.* 243: 71-84.