

## 재배인삼의 연령별 생리활성 차이 연구

천상욱<sup>†</sup> · 김영민\*

광주광역시 동구 서석동 375번지 조선대학교 BI센터 (주)이파리넷  
\*전라남도 나주시 노안면 동신대 BIC센터 동의나라(주)

### Differential Physiological Activity in Different Ages of *Panax ginseng*

Sang-Uk Chon<sup>†</sup> and Young-Min Kim\*

EFARINET Co. LTD., BI Center, Chosun University, Gwangju 501-759, South Korea

\*Dongeuinara Co. Ltd., Biotechnology Industrialization Center, Dongshin University, Noan-Myun, Naju-Si, Jeonnam 520-811, South Korea

**ABSTRACT** *Panax ginseng* has been used as a traditional medicine for several centuries in Korea. A laboratory experiment using methanol extracts of freeze-dried leaves and roots in the different ages of *P. ginseng* was conducted to determine the content of phenolics and flavonoids, antioxidant activity and cytotoxicity. The results indicate that the total phenolics level [mg ferulic acid equivalents (FAE) kg<sup>-1</sup> DW] was higher in leaves (22.0 to 76.3 mg kg<sup>-1</sup>) than roots (19.0 to 28.3 mg kg<sup>-1</sup>) of *P. ginseng*. The total content of phenolics in roots increased with increase in age of *P. ginseng* from one to six years. However, the content of phenolics in *P. ginseng* leaf decreased with the increase in age. Total flavonoid [mg naringin equivalents kg<sup>-1</sup> DW] was more detected in the leaves (30.3 to 138.6 mg kg<sup>-1</sup>) than in the roots (0.0 to 10.6 mg kg<sup>-1</sup>) of *P. ginseng*. The total flavonoid level in leaves decreased with increase in age of *P. ginseng*. The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently increased. DPPH free radical scavenging activity was higher in leaves (36.9 to 82.8%) than in roots (14.8 to 39.4%), and in young plants than in old ones. According to 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay, the methanol extracts from 5 year-root part showed the highest cytotoxicity against Calu-6, followed by 2 year- and 3 year-roots. However, the methanol extracts from 6 year- and 4 year-roots had lower cytotoxicity. Total phenolics content in both leaves and roots was highly correlated with the DPPH radical scavenging ( $r^2=0.7366$  to  $0.7870$ ) and nitrite scavenging ( $r^2=0.5604$  to  $0.8794$ ) activities, suggesting that they contribute to the antioxidant properties

of the *P. ginseng* plants.

**Keywords :** *Panax ginseng*, different ages, phenolics; flavonoids, antioxidant activity, cytotoxicity

**인삼**(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 음지성, 호냉성 식물로서 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암(Jeon 등, 1991), 면역증강(Kim과 Jung, 1987), 혈압강하(Kang과 Kim, 1992), 혈당강하(Joo와 Kim, 1992), 항염증(Oliveira 등, 2001) 및 항산화 효과(Kim 등, 1996) 등 매우 다양한 효능을 가지는 것으로 이미 알려져 있다.

인삼의 사포닌 외의 인삼의 효능도 알려지고 있는데 최근에는 인삼 다당류의 항암, 저혈당 효과(Kim 등, 1998; Sonoda 등, 1998), 단백질의 항바이러스 및 항진균(Ng과 Wang, 2001), oligopeptide의 antipolytic activity(Kim 등, 1987), 페놀성 성분의 항산화 활성(Lee 등, 2000; Wee 등, 1989) 등이 밝혀지고 있다.

인삼으로부터 gentisic acid, ferulic,  $\rho$ -hydroxybenzoic acid 등 10여종의 페놀산이 확인되었으며, Choi 등(2006)은 백삼으로부터 유리형, 에스테르형, 결합형 페놀산을 분리하여 이들의 항산화 활성을 보고하였고, Jung 등(2000)도 GC-MS를 이용하여 12종의 페놀산을 분리하였다. Han 등(1984)은 개별 사포닌 Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub>과 페놀성 물질인 maltol, salicylic acid, vanillic acid의 항산화 효과를 시험하였으며, 이외에도 인삼의 활성산소 소거활성(Kim 등, 2002), 방사선 조사 시 항산화 관련 효소활성에 미치는 영향(Kim과 Chang, 1994), 인체 내 지질대사에 미치는 영향(Kim과 Park, 2003) 등에 관한 연구가 보고되고 있다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-62-228-0508  
(E-mail) chonsu4100@yahoo.co.kr <Received February 7, 2011>

대부분의 연구에서 의약적 목적으로 인삼의 뿌리(Popovich and Kitts, 2004; Samukawa 등, 1995; Lee 등 2004; Wang 등, 2005)만이 집중적으로 연구되어 왔으나 그 외에 부위 열매(Attele 등, 2002; Shi 등, 2007), 근모(Wang 등, 2001; Shi 등, 2007), 잎(Shi 등, 2007; Lee 등 2004)과 줄기(Shi 등, 2007; Lee 등 2004)와 같은 부위를 이용한 연구도 관심을 갖게 되었다. Lee 등(2004)은 인삼 식물체 부위별 총페놀 화합물은 인삼 잎(147~200mg%), 줄기(110~153 mg%), 뿌리(61~86 mg%)의 순으로 높게 나타나 잎이 줄기나 뿌리보다 높은 페놀 함량을 함유하고 있는 것으로 보고하였다. 진세노사이드 함량은 연령간(Wang 등, 2005; Shi 등, 2007) 또는 지역간(Wang 등, 2005)에도 상당한 차이가 있는 것으로 보고되고 있다. Shi 등(2007)은 인삼의 뿌리, 잎, 줄기, 근모 등을 대상으로 하여 1 - 5년생 연령별 ginsenoside류 Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>와 Rd함량을 HPLC에 의해 측정하여 비교한 결과 잎과 근모 부위가 다른 뿌리나 줄기보다 더 높았으며, 뿌리와 근모에서 진세노사이드의 함량은 1년생에서 5년생으로 갈수록 증가하였으나 잎에서 연령이 높을수록 오히려 감소하였다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구는 채소 또는 식품 첨가물로서의 이용 가능성을 타진하기 위해 낮은 연령의 인삼 지하부는 물론 지상부 경엽 부위를 인삼 재배지에서 1, 2, 3, 4, 5, 6년생 인삼의 지상부 및 지하부를 수확하여 연령간의 생육특성에 따른 기본적인 생리활성을 검토하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 인삼 재배조건 및 생육조사

본 연구 시료는 전북 진안군 진안읍에서 2009년 5월에서 9월까지 재배되고 있는 묘삼(1년생), 2, 3, 4, 5, 6년생(품종 "자경")의 지상부와 지하부를 수확하여 사용하였다. 인삼의 일반적인 재배관리는 농촌진흥청 인삼표준재배법에 준하였다. 인삼 재배지를 산간과 평야지로 구분한 후 토양을 채취하여 pH와 EC는 초자전극법, 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 그리고 다량원소는 1N-NH<sub>4</sub>OAC 용액으로 침출시켜 Inductively coupled plasma spectrometer (ICP, Optima 3000DV, Perkin-Elmer, U.S.A.)를 이용하여 화학성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000).

각 연령별로 수확된 인삼은 세척 후 초장, 근장, 근직경, 지상부 및 지하부 생체중을 각각 측정하였다.

### 총페놀함량 및 총플라보노이드 함량

연령별로 재배된 인삼을 수확하여 5일간 동결 건조(-40℃

에 5일간)를 거친 후 시료를 마쇄하여 1 mm 체에 통과시킨 후 각 시료 당 200 g을 95% methanol 2L에 24시간 동안 추출하여 여과한 후 그 추출액을 50℃에서 감압 농축(N-1000V-W, Eyela, Japan)하여 메탄올 추출물(회수율 10% 내외)을 얻었다.

인삼 메탄올 추출물 내 총페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(Singleton과 Rossi, 1965)에 따라 분석하였다. 추출물을 1 mg/ml농도로 조제한 후, 이 시료액 1 ml에 증류수 3 ml를 첨가하고, Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1 ml를 첨가한 후 27℃ Shaking bath에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO<sub>3</sub> 포화용액 1 ml를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640 nm에서 분광광도계(UV-1650PC, SHIMADZU)로 흡광도를 측정하였다. 총페놀 화합물 함량은 표준물질 ferulic acid의 농도[mg ferulic acid equivalents(FAE) kg<sup>-1</sup> DW, 이후로 "mg kg<sup>-1</sup>"로 표시함]를 이용하여 검량선을 작성한 후 정량하였다.

총플라보노이드 함량 측정은 Bao 등(2005)의 spectrophotometer 법으로 수행한 것으로 각 시료 0.1g에 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0 mL를 시험관에 취하고 10 mL의 diethylene glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1N NaOH 0.1 mL를 잘 혼합시켜 37℃의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조는 시료 용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 naringin(Sigma Co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총플라보노이드 함량[mg naringin equivalents(FAE) kg<sup>-1</sup> DW, 이후로 "mg kg<sup>-1</sup>"로 표시함]을 구하였다.

### 항산화성

연령별 인삼 시료의 메탄올 추출물의 항산화성은 HPLC에 의해 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical) scavenging activity 방법(Blosi, 1958)으로 검정하였다. 분석대상이 DPPH 용액의 흡광도(500-550 nm)와 같은 영역에 있을 경우 HPLC를 이용하여 정량적 분석조건이 가능하였다. 900 µL DPPH 용액(100 µM)과 시료용액 100 µL을 혼합한 후 암조건에서 10분동안 반응시켰다. 900 µL DPPH 용액(100 µM)과 시료 추출물의 용해한 용액(100 µL)을 혼합하여 상기방법으로 측정하여 시료가 첨가하지 않은 DPPH용액의 용출 peak의 면적으로 하였다. Column: Shim pack(4.6 × 250 mm), mobile phase: MeOH-H<sub>2</sub>O(70:30, v/v), wavelength: 517 nm, flow rate: 0.8mL/min, attenuation: 32, injection volume: 20 µL의 HPLC 조건으로 실시하며 HPLC에 의한 DPPH radical-scavenging 활성은 다음과 같이 구하였다.

$$An = (A - A_0) / A_0 \times 100$$

An : DPPH radical-scavenging 활성(%)

A : 시료가 첨가된 반응용액중의 DPPH radical의 용출 피크면적

A<sub>0</sub> : 시료가 첨가되지 않는 DPPH radical용액의 용출피크면적

### 세포독성

실험에 사용된 암세포주는 모두 인체기원의 암세포주로서, Korean Cell Line Bank(KCLB)로부터 구입한 폐암 세포주인 Calus-6(ATCC, HTB-56)와 대장암 세포주인 HCT-116로서 배양은 10% FBS(fetal bovine serum)와 peniciline G(25unit/mL) 및 streptomycin(25 µg/mL)를 첨가한 RPMI 1640배지를 사용하며 37°C, 5% CO<sub>2</sub>의 습윤화된 배양기내에서 적응시켜 배양하였다.

암세포 증식 억제효과는 MTT assay(Tian 등, 2001)에 의해 세포생존율을 조사하였다. 즉, 종양세포를 3×10<sup>4</sup> cells/mL의 농도가 되도록 조절한 후 96 well microplate에 90 µL/well 씩 분주하고 이것을 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 세포배양기(Forma, Germany)에서 12시간 배양하여 세포를 부착시킨 다음 추출물을 65, 125, 250, 500, 1,000 및 2,000 mg kg<sup>-1</sup> 농도가 되도록 10 µL씩 첨가한다. 대조군은 시료와 동일한 양의 증류수를 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 배양 후 암세포증식 억제효과는 다음과 같이 환산하였다.

암세포증식 억제효과(%)

$$= \{(\text{대조구의 흡광도} - \text{시료처리구의 흡광도}) / \text{대조구의 흡광도}\} \times 100$$

### 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며 그 결과를 SAS(SAS Institute, 2000)를 이용하여 처리간의 평균치 차이는 LSD(Least Significant Difference)검정을 통해 비교·분석( $p < 0.05$ )하였다. 각 조사항목별 상관관계( $p < 0.05$ )를 알아보고자 생체중, 총폐놀함량, 총플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능, 질산염 소거능, 세포독성에 있어서 각 항목 양자 간의 상관

계수를 도출하여 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 재배토양의 화학성

pH를 제외하고 산간지의 EC, 유기물 함량(OM), 유효인산함량(Av. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), K, Ca, Mg, Na와 같은 양이온 함량 및 비옥도를 나타내는 양이온치환용량(CEC)은 평지에 비해 대체적으로 낮게 나타났다(표 1). 특히 산간지의 pH와 EC는 각각 6.87과 0.586인데 비해 평지에서는 각각 5.34와 1.530으로 나타났다. 유기물과 유효인산 함량의 경우도 산간지는 각각 3.086%와 34.008 mg/kg인데 비해 평지는 각각 3.448%와 245.183 mg/kg으로 높게 나타났고 양이온 함량과 양이온치환용량도 산간지보다 평지에서 높게 나타나서 재배토양의 화학성이 인삼의 생육과 수량 또는 품질에 영향을 줄 것으로 예상하였다.

### 인삼의 생육

연령별 인삼의 초장, 근장, 근직경, 지상부 및 지하부 생체중을 측정한 결과 유의적인 차이로 생육의 차이를 보였다. 초장과 근장은 1년생이 각각 13.8 cm와 12.8 cm에서 6년생에서 각각 55.84 cm와 39.15 cm로 각각 4배와 3배정도 높았으나, 근직경은 6년생이 1년생에 비해 8배 증가하는 생육을 보였다. 한편, 인삼의 주당 평균 생체중은 지상부 및 지하부 모두에서 큰 증가를 보였는데 1년생이 각각 1.05와 0.82g에서 6년생에서 33.5와 126.53 g으로 각각 32배와 154배 정도 큰 생육 증가를 보였다(표 2).

### 총폐놀함량 및 총플라보노이드 함량

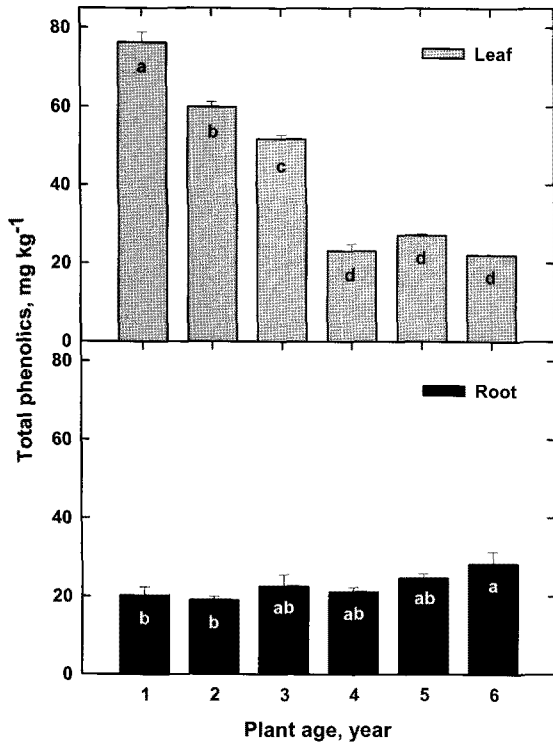
Folin-Denis 방법에 따라 분석된 인삼 1000 mg kg<sup>-1</sup> 메탄올 추출물 내의 총폐놀 함량을 정량하였다. 그 결과 지상부(22.0 - 76.3 mg kg<sup>-1</sup>)가 지하부(19.0 - 28.3 mg kg<sup>-1</sup>)보다 높은 함량을 보였다. 특히, 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다. 지상부 앞의 폐놀함량은 1년생이 76.26 mg kg<sup>-1</sup>으로 가장 높았고, 2년생, 3년생이 각각 59.9와 51.7 mg kg<sup>-1</sup>으로 그 다음으로 높았고,

Table 1. The chemical properties of soil in experimental fields.

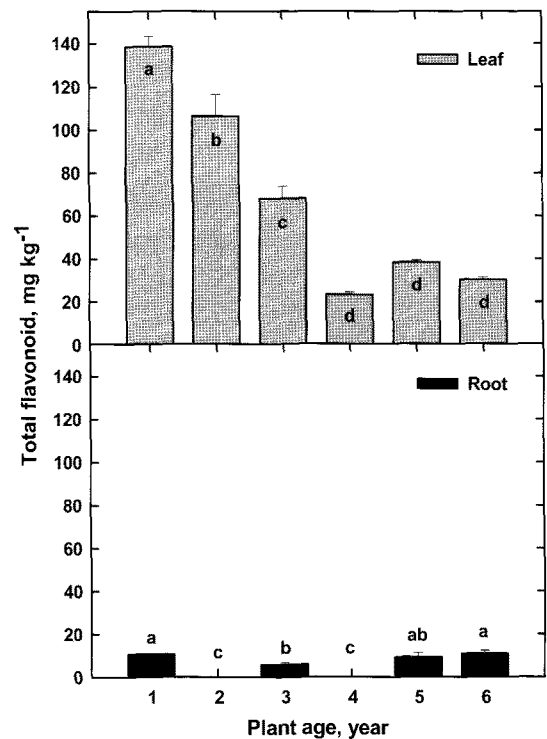
Sampling site	pH (1:5)	EC (dSm <sup>-1</sup> )	O.M (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)				C.E.C (cmol(+)/kg)
					K	Ca	Mg	Na	
Mountain	6.87	0.586	3.086	34.008	0.600	2.413	1.142	0.213	10.97
Plain	5.34	1.530	3.448	245.183	1.876	10.367	3.038	0.356	17.54

**Table 2.** Growth characteristics in different ages of *Panax ginseng* plants.

Growth characteristics	1-year	2-year	3-year	4-year	5-year	6-year
Plant height (cm)	13.80	38.54	46.87	48.32	54.04	55.84
Root length (cm)	12.80	19.39	24.36	28.92	31.07	39.15
Tap root diameter (cm)	0.52	0.84	1.95	2.30	3.00	4.00
Shoot weight (g plant <sup>-1</sup> )	1.05	1.51	9.15	22.17	29.17	33.50
Root weight (g plant <sup>-1</sup> )	0.82	4.53	26.95	39.68	69.47	126.53



**Fig. 1.** Total phenolics contents of methanol extracts from leaves and roots in the different ages of *Panax ginseng*. Means with same letter within bars are not significantly different.



**Fig. 2.** Total flavonoid contents of methanol extracts from leaves and roots in the different ages of *Panax ginseng*. Means with same letter within bars are not significantly different.

4, 5, 6년생은 유의적으로 낮은 함량(22.0 -27.0 mg kg<sup>-1</sup>)을 보였다(그림 1).

연령별 인삼의 총플라보노이드 함량은 역시 지상부(23.3 - 138.6 mg kg<sup>-1</sup>)가 지하부(0 - 10.8 mg kg<sup>-1</sup>)보다 유의적으로 높은 함량을 보였다. 특히 지상부는 연령이 낮을수록 높은 함량을 보였고 지하부는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 지상부 잎의 플라보노이드 함량은 1년생이 138.6 mg kg<sup>-1</sup>으로 가장 높았고, 2년생과 3년생은 각각 106.5와 68.0 mg kg<sup>-1</sup>으로 그 다음으로 높았고, 4, 5, 6년생은 낮은 함량(23.3 - 38.4 mg kg<sup>-1</sup>)을 보여 지상부와 큰 차이를 나타냈다. 한편, 지하부의 경우 지상부에 비해 매우 낮은 경향을 보였고, 6

년생과 1년생의 경우 각각 10.8과 10.6 mg kg<sup>-1</sup>으로 가장 높았고, 그 다음이 5년생과 3년생이 각각 9.2와 5.7 mg kg<sup>-1</sup>이었고, 4년생과 2년생에서는 검출되지 않았다(그림 2).

이와 같은 결과는 Shi 등(2007)이 인삼의 뿌리, 잎, 줄기, 근모 등을 대상으로 하여 1 - 5년생 연령별 ginsenoside류 Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>와 Rd함량을 측정하여 비교한 결과와 유사한 경향을 보였다. 즉, 잎과 근모 부위가 다른 뿌리나 줄기보다 ginsenoside 함량이 더 높았으며, 뿌리와 근모에서는 1년생에서 5년생으로 갈수록 증가하였으나 잎에서는 오히려 연령이 높을수록 오히려 감소한다고 보고한 바 있다. 또 다른 문헌(Park 등, 1990; Park 등, 2004; Xie

등, 2004)에서도 인삼의 잎으로부터 다당류, phenolics, flavonoids 및 ginsenoside가 풍부하게 함유되어 있음을 보고한 바 있다.

**항산화성**

인삼연령별 지상부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부의 경우 3년생이 추출물 2,500 mg kg<sup>-1</sup>에서 82.8%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 1년생 75.3%와 2년생 68.6% 순으로 높은 활성을 보였으나 나머지 4, 5, 6년생은 40%이하의 낮은 활성을 보였다. 한편, 지하부(14.8 - 39.4%)는 지상부보다 낮은 활성을 보였고, 5년생, 6년생, 4년생, 3년생, 2년생, 1년생 순으로 높은 활성을 보였다(그림 3). 따라서 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다.

인삼연령별 아질산염 소거능을 분석한 결과 지상부에서 연령간 유의적인 차이는 경미하게 인정되었으나 지하부에서 연령간 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 4).

Jung 등(2005)과 Jung 등(2006)은 재배인삼과 야생인삼 에틸아세테이트층 분획물로부터 높은 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였고 재배인삼 잎보다 야생인삼 잎의 에틸아세테이트층에서 더 많은 페놀과 플라보노이드 함량이 검출되

었고, 플라보노이드 중에서 aglycone 계통의 quercetin과 kaempferol이 함유되어 있는 것으로 보고하였다.

**세포독성**

인삼연령별 지하부의 폐암세포주(Calu-6)에 대한 항암성은 52.8% 세포성장 억제율을 보인 5년생에서 가장 높았고, 다음이 2년생이 41% 억제율을, 나머지 연령에서는 15%이하의 억제율을 보였다(그림 5). 한편, 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 억제율은 3년생, 2년생, 5년생, 4년생, 및 6년생 순으로 각각 79.1, 43.2, 24.4, 13.6, 7.3%로 3년생이 가장 높았고, 6년생이 가장 낮은 것으로 나타났다(그림 6).

인삼의 항암작용은 Woo 등(1965)이 고려인삼의 암세포 증식억제 효과를 보고한 이래로, 혈청 단백질분획에서 albumin 감소와 globulin 증가억제 등의 효과(김과 김, 1969), ginsenoside에 의한 암세포 분화유도 및 그 기전(이 등, 1997), 흡연자 발암억제 및 니코틴 해독작용(이 등, 1998), 우레탄에 의한 피부종양에 미치는 영향(오와 박, 1995) 등이 보고되었다. 특히 인삼은 쥐의 복강 대식세포에서의 TNF- $\alpha$ (tumor necrosis factor- $\alpha$ ), interleukin-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ ), IL-6, IL-12 및 interferon-

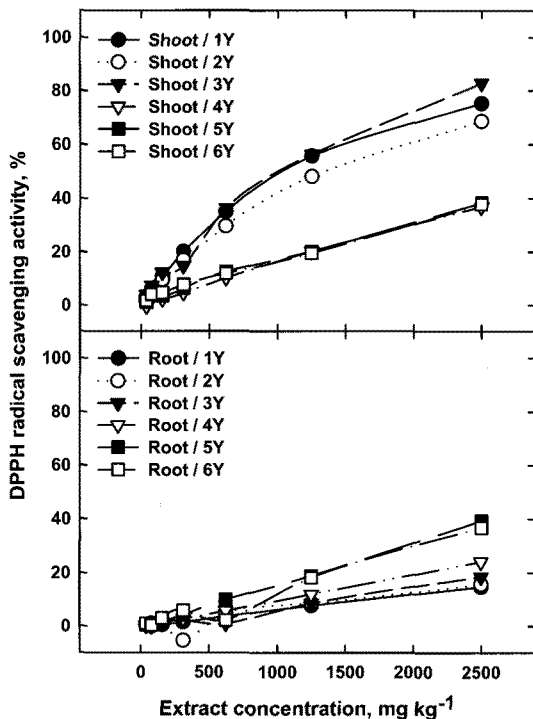


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from leaves and roots in the different ages of *Panax ginseng*.

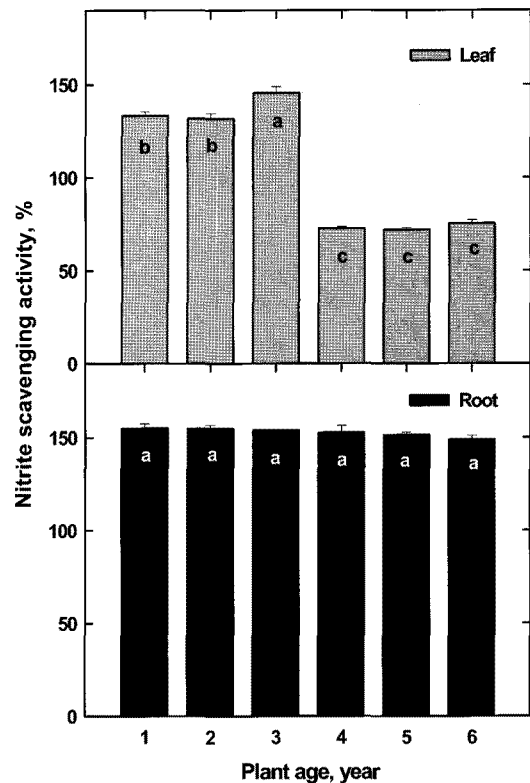


Fig. 4. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from leaves and roots in the different ages of *Panax ginseng*. Means with same letter within bars are not significantly different.

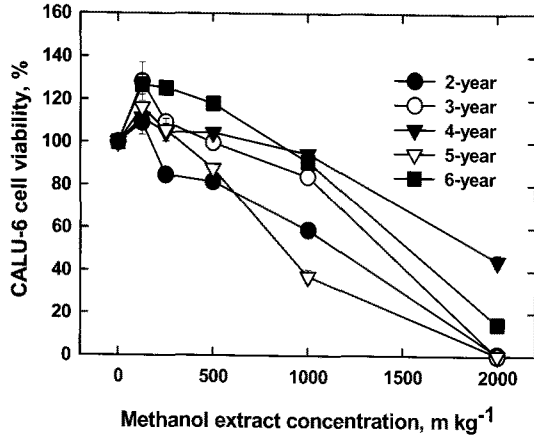


Fig. 5. Cytotoxic effect of methanol extracts from roots in the different ages of *Panax ginseng* on human cancer cell line, Calus-6 for human pulmonary carcinoma.

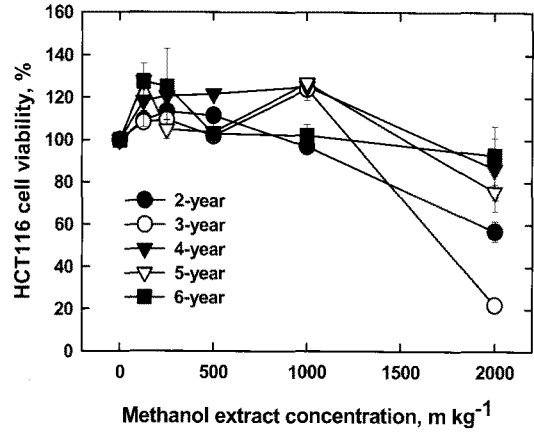


Fig. 6. Cytotoxic effect of methanol extracts from roots in the different ages of *Panax ginseng* on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

Table 3. Correlation coefficients among plant growth and chemical components and their activities of leaf methanol extracts from *P. ginseng* at different ages.

	SFW	TP	TF	DPPH	NSA
SFW	1.0000	0.8833	0.8037	0.7779	0.6204
TP		1.0000	0.9645	0.7870	0.5604
TF			1.0000	0.6301	0.7181
DPPH				1.0000	0.1901
NSA					1.0000

\* Shoot fresh weight (SFW), total phenolics content (TP), total flavonoids content (TF), DPPH radical scavenging activity (DPPH), nitrite scavenging activity (NSA), in the different ages of *P. ginseng*. P-values of <0.05 were considered significant.

Table 4. Correlation coefficients among plant growth and chemical components and their activities of root methanol extracts from *P. ginseng* at different ages.

	RFW	TP	TF	DPPH	NSA	CALU	HCT
RFW	1.0000	0.9350	0.2107	0.7903	0.9864	0.0324	0.4100
TP		1.0000	0.3860	0.7366	0.8794	0.0166	0.1885
TF			1.0000	0.1908	0.1690	0.0256	0.0343
DPPH				1.0000	0.8256	0.0638	0.4308
NSA					1.0000	0.0286	0.5306
CALU						1.0000	0.0064
HCT							1.0000

\* Root fresh weight (RFW), total phenolics content (TP), total flavonoids content (TF), DPPH radical scavenging activity (DPPH), nitrite scavenging activity (NSA), cytotoxicities on CALU-6 (CALU) and SNU-601 (SNU) in the different ages of *P. ginseng*. P-values of <0.05 were considered significant.

$\gamma$ (IFN- $\gamma$ ) 등의 생성을 증가시키고(Shin 등, 2002; Song 등, 2002), TPA(12-O-t etradecanoyl phorbol-13-acetate)에 의한 NF- $\kappa$ B, AP-1, COX-2의 활성을 저해함으로써 항산화 효과를 나타내며, 이러한 전사인자들의 down-regulation으로 항암 활성을 나타내는 것으로 추측되고 있다(Keum 등, 2003).

지상부의 경우 각 항목간의 상관관계( $p < 0.05$ )에 있어서 연령에 있어서 생체중과 각 생리활성물질 함량 및 항산화성간에 고도의 상관관계( $r^2 = 0.6204 - 0.8833$ )가 있는 것으로 나타났고, 특히 총페놀함량과 총플라보노이드 함량간에는  $r^2 = 0.9645$ 로 고도의 상관관계를 보였고 총페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능간에는  $r^2 = 0.7870$ 으로 높았고 총플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능간에는  $r^2 = 0.6301$ 로 나타났다(표 3). 한편 지하부의 경우는 연령에 있어서 생체중과 총페놀함량 및 아질산염 소거능과 고도의 상관관계(각각  $r^2 = 0.9350$ 과  $0.9864$ )가 있는 것으로 나타났고 총페놀함량과

DPPH 라디칼 소거능 및 아질산염 소거능간에는 각각  $r^2 = 0.7366$ 과  $0.8794$ 로 높은 상관관계를 보였다. 하지만 폐암세포주(Calu-6)와 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포독성은 어느 항목과도 낮은 상관관계를 보였다(표 4). 이들 결과는 연령별 생체중의 차이는 생리활성물질 함량 및 항산화성에 영향을 주며, 항산화성을 나타내는 데는 총페놀함량과 총플라보노이드 함량이 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 연령간 생리활성을 비교·연구한 결과 낮은 연령의 인삼도 높은 연령과 큰 차이 없이 높은 효능을 보여 시설재배지에서 대량으로 속성 재배된 낮은 연령의 인삼, 특히 지상부 경엽부위를 채소나 식품소재로 이용할 수 있음을 예측할 수 있었다.

## 적 요

인삼을 지하부는 물론 지상부 경엽 부위를 채소용 또는 식품첨가물로 이용하기 위해 낮은 연령 인삼의 지상부 및 지하부의 메탄올 추출물을 이용한 생리활성물질 함량, 항산화성 및 세포독성을 분석하였다. 연령별 인삼의 초장, 근장, 근직경, 지상부 및 지하부 생체중을 기준으로 생육의 차이가 뚜렷하였다. Folin-Denis 방법에 따라 인삼의 메탄올 추출물로부터 총페놀함량을 측정할 결과, 지상부(22.0 - 76.3 mg kg<sup>-1</sup>)가 지하부(19.0 - 28.3 mg kg<sup>-1</sup>)보다 높은 함량을 보였다. 특히, 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다. 한편, 연령별 인삼의 총플라보노이드 함량은 역시 지상부(23.3 - 138.6 mg kg<sup>-1</sup>)가 지하부(0 - 10.8 mg kg<sup>-1</sup>)보다 유의적으로 높은 함량을 보였다. 특히 지상부는 연령이 낮을수록 높은 함량을 보였고 지하부는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 인삼연령별 항산화성을 분석한 결과 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다. 특히, 지상부의 경우 3년생이 추출물 2,500 mg kg<sup>-1</sup>에서 82.8%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 1년생 75.3%, 2년생 68.6% 순으로 높은 활성을 보였으나 나머지 4, 5, 6년생은 40% 이하의 낮은 활성을 보였다. 한편, 지하부(14.8-39.4%)는 지상부보다 낮은 활성을 보였고, 5년생, 6년생, 4년생, 3년생, 2년생, 1년생 순으로 높은 활성을 보였다. 인삼연령별 세포독성은 연령과 무관한 것으로 나타났으며 폐암세포주(Calu-6)에 대한 5년근의 세포성장 억제율은 52.8%로 가장 높았고, 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 억제율은 3년생에서 79.1%로 가장 높게 나타났다. 연령별 생체중은 생리활성물질 함량 및 항산화성에 관련이 있으며, 특히 항산화성을 나타내는 DPPH 라디칼 소거능( $r^2=0.7366-0.7870$ )과 아질산염 제거능( $r^2=0.5604-0.8794$ )은 총페놀함량과 각각 높은 상관관계를 보여 직접적으로 관련이 있는 것으로 나타났다.

## 사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 연구개발과제(109067-03-SB010) 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

## 인용문헌

Attele, A.S., Y.P. Zhou, J.T. Xie, J.A. Wu, L. Zhang, L. Dey, et al. 2002. Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry

- extract and the identification of an effective component. *Diabetes*. 51: 1851-1858.
- Bao, J.S., Y. Cai, M. Sun, G.Y. Wang and H. Corke. 2005. Anthocyanins, flavonoids, and free radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 53: 2327-2332.
- Blosi, M.S. 1958. Antioxidant determinations by use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
- Choi, C.S., K.I. Kim, H.D. Hong, S.Y. Choi, Y.C. Lee, K.T. Kim, J. Rho, S.S. Kim, and Y.C. Kim. 2006. Phenolic acid composition and antioxidative activity of white ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J. Ginseng Res.* 30: 22-30.
- Han, B.H., M.H. Park, Y.N. Han, and S.C. Shin. 1984. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng, antifatigue active components. *Yakhak Hoeji*. 28: 231-235.
- Jeon, H.K., S.C. Kim, and N.P. Jung. 1991. Effects of ginseng saponin fraction and cyclophosphamide on the tumoricidal activity of mouse macrophage and the antitumor effect. *Korean J. Ginseng Sci.* 15: 99-105.
- Joo, C.N. and J.H. Kim. 1992. Study on the hypoglycemic action of ginseng saponin on streptozotocin induced diabetic rats (I). *Korean J. Ginseng Sci.* 16: 190-197.
- Jung, C.H., H.M. Seog, I.W. Choi and H.Y. Cho. 2005. Antioxidant activities of cultivated and wild Korean ginseng leaves. *Food Chemistry*. 92: 535-540.
- Jung, C.H., H.M. Seog, I.W. Choi, M.W. Park and H.Y. Cho. 2006. Antioxidant properties of various solvent extracts from wild ginseng leaves. *LWT*. 39: 266-274.
- Jung, M.Y., B.S. Jeon, and J.Y. Bock. 2000. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids in white and red Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Food Chem.* 79: 105-111.
- Kang, S.Y. and N.D. Kim. 1992. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. *Korean J. Ginseng Sci.* 16: 175-182.
- Keum, Y.S., S.S. Han, K.S. Chun, K.K. Park, J.H. Park, S.K. Lee and Y.J. Surh. 2003. Inhibitory effects of the ginsenoside Rg(3) on phorbol ester-induced cyclooxygenase-2 expression. *Mutat Res.* 75-85: 523-524.
- Kim, D.J. and C.C. Chang. 1994. The effects of red ginseng extracts on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of the kidney in  $\gamma$ -postirradiated mice. *Korean J. Ginseng Sci.* 18: 25-31.
- Kim, J.S., K.W. Kim, K.J. Choi, Y.K. Kwak, K.S. IM, K.M. Lee, and H.Y. Chung. 1996. Screening of antioxidative components from red ginseng saponin of antioxidative components from red ginseng saponin. *Korean J. Ginseng Sci.* 20: 173-178.
- Kim, K.H., Y.S. Lee, I.S. Jung, S.Y. Park, H.Y. Chung, I.R. Lee, and Y.S. Yun. 1998. Acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, induces Th1 cell and macrophage cytokines

- and generates LAK cells in synergy with rIL-2. *Planta Medica*. 64: 110-115.
- Kim, M.J. and N.P. Jung. 1987. The effect of ginseng saponin on the mouse immune system. *Korean J. Ginseng Sci.* 11: 130-135.
- Kim, S.H. and K.S. Park. 2003. Effects of *Panax ginseng* extract on lipid metabolism in humans. *Pharmacol. Res.* 48: 511-513.
- Kim, S.I., J.Y. Na, D.H. Jo, and C.Y. Lee. 1987. Extraction and purification of ginseng oligopeptides with antilipolytic activities. *Korean Agric. Chem Soc.* 30: 88-94.
- Kim, Y.K., Q. Guo, and L. Packer. 2002. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. *Toxicol.* 172: 149-156.
- Lee, J.W., H.O. Sohn, and J.H. Do. 2000. Function of the water soluble browning reaction products isolated from Korean red ginseng 2. Linoleic acid, Ox-brain autoxidant and  $Fe^{2+}$  ADP/NAD system. *J. Ginseng Res.* 24: 35-40.
- Lee, S.E., S.W. Lee, J.K. Bang, Y.J. Yu, N.S. Seong. 2004. Antioxidant activities of leaf, stem and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 12(3): 237-242.
- Ng, T.B. and H. Wang. 2001. Panaxagin, a new protein from Chinese ginseng possesses antifungal, anti-viral, translation-inhibiting and ribonuclease activities. *Life Science.* 68: 739-749.
- Oliveira, A.C.C., A.C. Perez, G. Merino, J.G. Priet, and A.I. Alvarez. 2001. Protective effects of *Panax ginseng* on muscle injury and inflammation after eccentric exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C.* 130: 369-377.
- Park, H.S., T.H. Kwak, D.G. Moon, J.J. Kim and J. Chen. 2004. Development of the anti-cancer immunotherapy for human prostate cancer: in vivo characterization of an immunotropic and anti-cancer activities of the new polysaccharide from the leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *European Urology Supplements.* 2: 94-99.
- Park, S.N., S.W. Choi, Y.C. Boo, C.K. Kim and T.Y. Lee. 1990. Effects of flavonoids of ginseng leaves on erythrocyte membranes against singlet oxygen caused damage. *Korean Journal of Ginseng Science.* 14: 191-199.
- Popovich, D.G. and D.D. Kitts. 2004. Generation of ginsenosides Rg<sub>3</sub> and Rh<sub>2</sub> from North American ginseng. *Phytochemistry.* 65: 337-344.
- Samukawa, K., H. Yamashita, H. Matsuda and M. Kubo. 1995. Simultaneous analysis of ginsenosides of various ginseng radix by HPLC. *Yakugaku Zasshi.* 115: 241-249.
- SAS (Statistical Analysis Systems) Institute. 2000. SAS/STAT user's guide. Version 7. Electronic Version. Cary, NC, USA.
- Shi, W., Y. Wang, J. Li, H. Zhang and L. Ding. 2007. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng*. *Food chemistry.* 102: 664-668.
- Shin, J.Y., J.Y. Song, Y.S. Yun, H.O. Yang, D.K. Rhee and S. Pyo. 2002. Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of *Panax ginseng* on macrophage function. *Immunopharmacol Immunotoxicol.* 24: 469-475.
- Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. A colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.* 16: 144-158.
- Song, J.Y., S.K. Han, E.H. Son, S.N. Pyo, Y.S. Yun and S.Y. Yi. 2002. Induction of secretory and tumoricidal activities in peritoneal macrophages by ginsan. *Int Immunopharmacol.* 2: 857-865.
- Sonoda, Y., T. Ksahara, N. Mukaida, N. Shimizu, M. Tomoda, and T. Takeda. 1998. Stimulation of interleukin-8 production by acidic polysaccharides from the root of *Panax ginseng*. *Immunopharmacol.* 38: 287-293.
- Tian, Q., E.G. Miller, H. Ahmad, L. Tang, and B.S. Patil. 2001. Differential inhibition of human cancer cell proliferation by citrus limonoids. *Nutr. Cancer* 40: 180-184.
- Wang, A., C.Z. Wang, J.A. Wu, J. Osinski and C.S. Yuan. 2005. Determination of major ginsenosides in *Panax quinquefolius* (American ginseng) using high-performance liquid chromatography, *Phytochemical Analysis.* 16: 272-277.
- Wang, H.C., C.R. Chen and C.J. Chang. 2001. Carbon dioxide extraction of ginseng root hair oil and ginsenosides. *Food chemistry.* 72: 505-509.
- Wee, J.J., J.D. Park, M.W. Kim, and H.J. Lee. 1989. Identification of phenolic antioxidant components isolated from *Panax ginseng*. *J. Korean Agric. Chem. Sco.* 32: 50-56.
- Woo, L.K., Y. Nakamura and L. Donat. 1965. Effect of Korean Ginseng on the Growth Rate of Cell. *Arch. Ital. Patol. Clin. Tumori.* 8: 53-60.
- Xie, J.T., S.R. Mehendale, A. Wang, A.H. Han, J.A. Wu, J. Osinski and C.S. Yuan. 2004. American ginseng leaf: Ginsenoside analysis and hypoglycemic activity. *Pharmacological Research.* 49: 113-117.
- 김익제, 김학현. 1969. Walker Carcinosarcoma 256 백서 골수 이식에 미치는 고려 인삼의 영향. 카롤릭 의대 논문집. 16: 161-166.
- 농촌진흥청. 토양 및 식물체 분석법. 2000. 농업과학기술원, 농촌진흥청 pp 202.
- 오상환, 박광균. 1995. 홍삼투여가 발효식품 속에 들어있는 우레탄 대사산물에 의한 피부종양에 미치는 영향. 고려인삼의 연구(보고서). pp. 323.
- 이병무, 이승기, 김형식. 1998. Inhibition of oxidative DNA damage, 8-OHdG, and carbonyl contents in smokers treated with antioxidants (vitamin E, vitamin C, beta-carotene and red ginseng). *Cancer Letter.* 132: 219-224.
- 이열남, 이호영, 이유미, 김신일, 김영숙, 김규원. 1997. Ginsenosides 에 의한 F9 기형암종세포의 분화유도 과정에서 cAMP의 작용. *고려인삼학회지.* 21: 141-146.