

## 한국산 음나무의 Kalosaponins 함량과 이에 영향을 미치는 몇 가지 생장요인

이철호 · 조동광 · 이갑연<sup>1</sup> · 권기원<sup>2</sup> · 최명석<sup>3\*</sup>

국립수목원 식물보존과, <sup>1</sup>임업연구원 서부시험장, <sup>2</sup>충남대학교 산림자원학과, <sup>3</sup>경상대학교 산림과학부

### Growth Factors Affecting to Kalosaponins Contents of *Kalopanax pictus* Nakai

LEE, Cheol-Ho · JO, Dong-Kwang · LEE, Kap-Yeon<sup>1</sup> · KWON, Ki-Won<sup>2</sup> · CHOI, Myung-Suk<sup>3\*</sup>

Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

<sup>1</sup>Sobu Forest Experiment Station, Korea Forest Research Institute, Suanbo 380-940, Korea

<sup>2</sup>Department Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>3</sup>Division of Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**ABSTRACT** Four kinds of kalosaponins from inner bark of *Kalopanax pictus* Nakai as a medicinal and edible timber tree species growing in Korea was analyzed by HPLC. A considerable range of variation in the contents was observed among population. The kalosaponins contents in inner bark from each population were the highest in the Mt. Barwang (30.37 mg/g on the dry weight basis) followed by Mt. Gariwang, Hanra II, Mangun, Paltan, and Hanra II population. Growth factors that might have influenced the contents of the kalosaponins were also examined. As both analysis results of partial correlation and multiple regression, the weight of inner bark and tree age were influenced the kalosaponin O contents. The kalosaponin B contents was influenced by both the weight of inner layer bark and annual mean DBH increment. The contents of kalosaponins appeared to be closely related to the inner bark characteristics.

**Key words :** *Kalopanax pictus*, kalosaponins, growth factors, partial correlation and multiple regression

## 서 론

음나무 (*Kalopanax pictus* Nakai)는 두릅나무과의 음나무속으로 수고 30 m, 흉고직경 1.8 m까지 자라는 거목성 수종으로 한국, 일본, 중국 등 동아시아지역에 분포하며, 국내에서는 군집성 없이 개체목 단위로 분포하고 있다 (Lee 1999). 해동피와 해동수근으로 알려진 음나무의 수피와 근피는 풍습(風濕)을 없애고, 신경통, 요통, 관절염 및 개선(疥癬) 등의 피부질환, 당뇨 등에 탁월한 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다 (Chung and Shin 1990).

음나무의 생리활성을 구체적으로 연구한 예는 많지 않으며, 지금까지 여러 종류의 saponin과 lignan 및 phenolic 항산화물질 등이 보고되었다 (Shao et al. 1990; Porzel et al. 1992; Choi 1997). Saponin은 현재까지 대략 90과 500속 이상의 식물에서 확인된 것으로 알려져 있으며, 이중 음나무에서 추출된 saponin을 kalosaponin (kalopanax + saponin)이라고 한다. Kalosaponin은 triterpenoid계 oleanane형 saponin이며, aglycon은 hederagenin과 kalosaponin A, B, C, D, F, J, O 및 P가 보고된 바 있다 (Kim et al. 1998; Shao et al. 1989, 1990). Kalosaponins의 주요 생리활성은 용해도 증가, 용혈작용, 어독작용, 감미작용, 섭식저해작용, 항균작용 등으로 매우 다양하며, 거품생성 및 용해도 증가작용과 같은 특성이 있어 비누, 세척제 등으로 널리 이용되기도 한다 (Moon

\*Corresponding author Tel 055-751-5493 Fax 055-753-6015  
E-mail mschoi@nongae.gsnu.ac.kr

1991).

식물유래의 이차대사산물은 일반적으로 서식환경에 극히 민감하여 같은 종 내에서도 영양원, 수분 스트레스, 온도, 일장 등 환경적인 요인과 지역적인 차이에 따라서 그 생산성이 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Putievsky 1994). 음나무의 생리활성 물질인 kalosaponins 함량은 위도와 해발고가 높은 지역에서 생산한 개체에서 높은 것으로 나타났으며, 부위별로는 수피의 내피부위가 새순이나 근피 부위 보다 높게 나타난 것으로 보고한 바 있다 (Lee et al. 2000). 그러나 kalosaponins 함량에 영향을 미치는 인자 구명과 더불어 물질 고함유 음나무 육성을 위한 관련 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구의 목적은 우리나라에 산재되어 분포하고 있는 7개 음나무 자생집단을 대상으로 약리활성물질인 hederagenin (HG), kalosaponin P (KPP), kalosaponin O (KPO), kalosaponin B (KPB) 등 4종의 kalosaponins (Figure 1) 함량분석을 통해서 이들 물질 함량에 영향을 미치는 여러 생장요인을 조사, 분석하여 약용자원으로서 음나무의 이용 및 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

음나무의 kalosaponins 함량을 측정하기 위한 시료는 수피의 내피부위를 사용하였다. 시료 채취지역으로 1995년부터 1999년까지 전국에서 조사한 음나무 자생집단 중에서 조사본수가 25본 이상인 강원도 홍정산 (강원도 평창군 소재) 집단

(30본), 발왕산 (강원도 평창군 소재) 집단 (34본), 가리왕산 (강원도 평창군 소재) 집단 (30본), 팔탄 (경기도 화성군 소재) 집단 (26본), 망운 (전남 무안군 소재) 집단 (27본), 제주도 한라산 (30본) 집단, 한라산II (20본) 집단 등 7집단을 선정하였다. 시료는 1999년 11월 17일부터 12월 9일까지 일제히 수피를 채취하여 내피만 분리·음건시킨 후 분쇄기를 이용하여 파쇄한 후 분석시까지 냉장고에 보관하였다. 이 시험에 사용된 시험목의 수고 (height), 흉고직경 (DBH) 등 생육 특성은 Table 1과 같다.

### Kalosaponins의 추출 및 함량분석

Kalosaponins의 추출은 Shao 등 (1989)의 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 시료 100 g을 70% (v/v) MeOH 1000 mL에 1시간 동안 sonication한 후 여과지 (Whatman No. 2)로 여과한 후 40°C에서 감압·농축하였다. 추출물은 다시 물로 완전히 녹이고, 다시 ethyl acetate를 넣어 추출하였고, 다시 물로 포화된 BuOH를 넣어 추출하였다. 추출물은 40°C에서 감압·농축한 후 분석에 사용하였다.

Kalosaponins의 TLC 분석은 silica-gel plate (silica-gel 254F, Merck), 전개용매는 chloroform:methanol:water (64:50:10)을 사용하였으며, 발색시약으로는 vanillin-sulphuric acid를 사용하고, 365 nm의 UV 하에서 관찰하였다. HPLC 분석은 TSP사의 HPLC operating system에 이동상으로는 0.1 N phosphoric acid이 함유된 water (78%)과 acetonitrile (22%)의 혼합용매로 gradient 조건, 칼럼은 Lichrosorb RP-18 (10 cm×4.6 mm, 5 μm, Merck), 유속은 0.6 mL/min.으로 하였고, 시료의 injection volume은 20 μL,

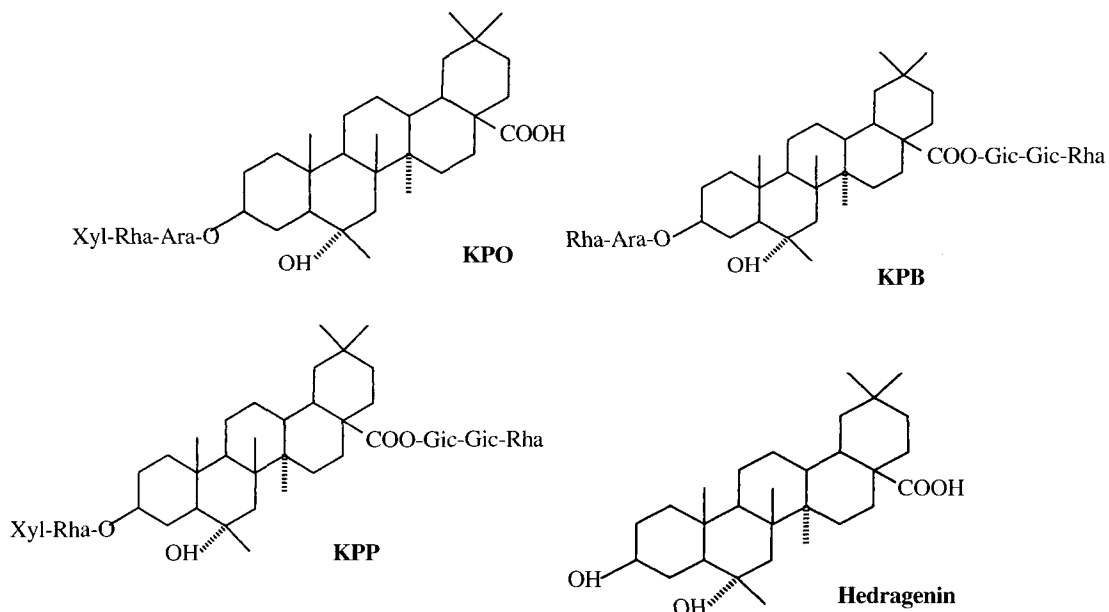


Figure 1. Structures of kalosaponins and its derivatives.

**Table 1.** Some characteristics of the trees used in the present study.

Characteristics	Range	Mean ± SD
Age (year)	15.00 ~ 138.00	69.07 ± 69.08
Height (m)	7.00 ~ 18.50	13.08 ± 0.14
Diameter of breast height (cm)	10.00 ~ 92.00	40.32 ± 40.29
Crown width (m)	2.00 ~ 14.00	7.53 ± 7.58
Annual mean DBH increment (mm)	0.06 ~ 0.47	0.20 ± 0.14
Thickness of inner layer of bark (mm)	2.29 ~ 8.18	5.37 ± 5.34
Thickness of outer layer of bark (mm)	2.66 ~ 31.66	15.09 ± 15.02
Weight of inner bark ( $g/4^{-1}\pi cm^2$ )	0.15 ~ 0.66	0.33 ± 0.28

분석시간은 30분으로 하였다. 물질의 검출은 UV detector (TSP UV 3000)를 사용하였으며, 검출파장은 200 nm로 하였다. Kalosaponins의 정량분석은 4가지 표준 물질의 검량선을 작성하여 행하였다. 이때 4종의 kalosaponins (250~1000 ppm)의 correlation coefficient (r)은 0.99였으며, 3반복에 대한 편차는 ±0.001%이었다. Kalosaponins의 확인은 TLC의 Rf치와 HPLC retention time 및 표준물질과의 co-chromatography로 행하였다.

분석시약은 Sigma사의 특급시약을 사용하였고, 유기용매는 Merck사의 HPLC급을 구입하여 사용하였으며, 4종의 kalosaponins 표준물질은 경희대학교 약학과 김동현 교수로부터 분양받아 사용하였다.

**통계분석**

Kalosaponins 함량에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위하여 4종의 kalosaponins 함량 및 성장인자와 수피형질에 대해 단순상관분석 (simple correlation analysis)과 편상관분석 (partial correlation analysis)을 실시하였으며, 상관분석 결과 수피 내 kalosaponins 함량과 높은 상관을 보이는 형질에 대하여 다중회귀분석 (multiple regression analysis)을 실시하

였다. 모든 통계분석은 PC용 SAS program (SAS 1987)을 이용하여 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**으나무의 Kalosaponins 함량**

Kalosaponins은 지역에 따라서 유의 (P < 0.05)한 함량변이를 보였으며, kalosaponins 종류별 지역간 함량변이는 일정한 경향을 보이지 않았다 (Table 2). 총 kalosaponins 함량은 발왕산이 g 건물중당 30.37 mg으로 가장 높았고, 가리왕산 (16.59 mg/g dry weight), 한라산 (15.62 mg/g dry weight), 망운 (15.43 mg/g dry weight), 흥정산 (12.9 mg/g dry weight), 한라산 I (9.01 mg/g dry weight) 집단의 순이었다. HG의 함량은 한라산 II 집단이 g 건물중당 5.33 mg으로 가장 높았고, 한라산 I 집단, 팔탄, 망운, 흥정산, 발왕산 순이었다. KPP의 함량은 망운집단이 g 건물중 당 2.08 mg으로 가장 높았고, 가리왕산, 발왕산 순이었다. KPO의 경우에는 발왕산이 g 건물중 당 23.89 mg으로 다른 지역의 함량보다 월등히 높았다. KPB 함량은 팔탄집단의 함량이 g 건물중당 6.30

**Table 2.** Contents of kalosaponins in inner bark of each population.

Province	Population	No. of trees	Contents (mean ± SE)				
			H.G.	KPP	KPO	KPB	Total
Gangwon	Mt. Heungjeong	30	0.89 ± 0.11 de*	0.50 ± 0.06 c	11.16 ± 1.07 bc	0.36 ± 0.04 e	12.90 ± 1.14 bc
	Mt. Balwang	30	1.54 ± 0.21 cde	0.94 ± 0.17 bc	23.89 ± 1.74 a	4.00 ± 0.54 b	30.37 ± 1.95 a
	Mt. Gariwang	34	0.38 ± 0.06 e	1.20 ± 0.12 b	12.97 ± 1.49 b	2.04 ± 0.19 d	16.59 ± 1.62 b
Gyeonggi	Paltan-myeon	26	2.21 ± 0.39 bc	0.48 ± 0.05 c	6.43 ± 1.04 de	6.30 ± 0.28 a	15.43 ± 1.04 b
Jeonnam	Mangun-myeon	27	1.96 ± 0.49 bcd	2.08 ± 0.34 a	8.92 ± 0.96 cd	2.60 ± 0.23 cd	15.56 ± 1.24 b
Jeju	Mt. Halla I	30	2.96 ± 0.51 b	0.59 ± 0.11 c	3.22 ± 0.38 e	2.24 ± 10.31 d	9.01 ± 0.72 c
	Mt. Halla II	20	5.33 ± 0.83 a	0.72 ± 0.13 bc	6.26 ± 1.09 de	3.30 ± 0.17 bc	15.62 ± 1.38 b

\*Different letters within columns indicate significant difference between populations at the 5% level by Duncan's multiple range test. Abbreviation: HG; Hederagenin, KPP; Kalosaponin P, KPO; Kalosaponin O, KPB; Kalosaponin B. (Total=HG+KPP+KPO+KPB)

mg으로 가장 높았지만 다른 지역과 유의한 함량차이를 보이지 않았다.

#### Kalosaponins 함량과 생장형질 간 상관분석

Kalosaponins 함량에 영향을 미치는 요인을 구명하기 위하여, 총 197본의 표본목 중 kalosaponins 함량이 많은 개체를 기준으로 표본목의 25%에 해당하는 50본을 선발하였다 (Table 3). 집단별 선발본수 및 선발비율을 조사한 결과 발왕산집단 27본 (54%), 가리왕산집단 9본 (18%), 흥정산집단 7본 (14%), 팔탄집단 3본 (6%), 무안집단 3본 (6%), 한라산 II 집단 1본 (2%)으로 총 50본이 선발되었고, 한라산 I 집단에서는 전혀 선발되지 않았다. 이와 같은 결과로 보아 위도와 해발고가 높은 지역의 개체에서 kalosaponins 함량이 높았는데 이것은 지역에 따른 환경조건에서 그 원인을 찾을 수 있을 것으로 사료된다.

Kalosaponins 함량이 많은 개체로 선발된 선발목 50본에

대한 생장인자와 수피형질이 kalosaponins 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 형질 특성 간에 상관분석 결과는 Table 4와 같다. KPP 함량과 가장 높은 상관성이 있는 요인은 수피의 내피두께 ( $r=0.40^{**}$ )와 중량 ( $r=0.37^{**}$ )으로 고도의 정의 상관관계가 인정되어 수피의 내피두께와 중량이 KPP 함량에 밀접한 영향을 미치는 형질로 나타났다. KPB 함량과 상관관계가 있는 요인은 수피의 내피두께 ( $r=0.34^*$ )와 중량 ( $r=0.32^*$ )으로 5% 수준에서 유의적인 상관성이 인정되어 수피의 내피두께와 중량이 KPB 함량에 영향을 미치는 형질로 나타났다. KPO 함량과 상관관계가 있는 요인은 수피의 내피중량 ( $r=0.52^{**}$ )과 두께 ( $r=0.47^{**}$ ), 수령 ( $r=0.41^{**}$ ), 수피의 외피두께 ( $r=0.40^{**}$ ), 흉고직경 ( $r=0.32^*$ )순으로 수피의 내피중량과 두께, 수령, 수피의 외피두께 등이 KPP 함량에 가장 많은 영향을 미치는 형질로 나타났다. 그러나 HG 함량은 모든 형질 특성 간에 상관 관계를 보이지 않았다.

이와 같은 결과를 종합하면 HG를 제외한 KPP, KPO, KPB 함량은 공통적으로 내피두께와 중량과 밀접한 관계인 것으로

**Table 3.** Some characteristics of high kalosaponins containing 50 trees selected from 197 trees.

Characteristics	Range	Mean $\pm$ SD
Age (year)	26.00 ~ 123.00	67.56 $\pm$ 19.38
Height (m)	7.00 ~ 18.50	13.81 $\pm$ 2.93
Diameter at breast height (cm)	15.00 ~ 68.00	36.73 $\pm$ 13.42
Crown width (m)	2.00 ~ 12.50	6.47 $\pm$ 2.11
Annual mean DBH increment (mm)	0.06 ~ 0.35	0.17 $\pm$ 0.07
Thickness of inner layer bark (mm)	2.64 ~ 7.78	5.09 $\pm$ 1.11
Thickness of outer layer bark (mm)	5.14 ~ 27.80	15.01 $\pm$ 5.72
Weight of inner layer bark (g)	0.15 ~ 0.54	0.31 $\pm$ 0.09

**Table 4.** Simple correlation among the characteristics of high kalosaponins containing 50 trees.

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>
Age (X <sub>1</sub> )											
Height (X <sub>2</sub> )	0.02										
DBH (X <sub>3</sub> )	0.44**	0.19									
CW (X <sub>4</sub> )	0.06	0.19	0.63**								
AMDI (X <sub>5</sub> )	-0.50**	0.06	0.13	0.15							
TILB (X <sub>6</sub> )	0.36*	-0.03	0.71**	0.37**	0.19						
TOLB (X <sub>7</sub> )	0.45**	0.11	0.54**	0.40**	-0.01	0.43**					
WILB (X <sub>8</sub> )	0.47	-0.24	0.62**	0.27	0.12	0.89**	0.51**				
HG (X <sub>9</sub> )	-0.21	-0.25	-0.13	0.14	0.21	0.12	-0.06	0.11			
KPP (X <sub>10</sub> )	0.18	0.04	0.19	-0.11	0.09	0.40**	0.21	0.37**	-0.31*		
KPO (X <sub>11</sub> )	0.41**	0.03	0.32*	0.14	0.06	0.47**	0.40**	0.52**	0.16	0.18	
KPB (X <sub>12</sub> )	-0.15	-0.07	0.09	0.02	0.04	0.34*	0.11	0.32*	0.12	0.09	-0.07

\*Significant at  $p < 0.05$ , \*\*Significant at  $p < 0.01$

Note: DBH; Diameter at Breast Height, CW; Crown Width, AMDI; Annual Mean DBH Increment, TILB; the Thickness of Inner Layer Bark, TOLB; the Thickness of Outer Layer Bark, WILB; the Weight of Inner Layer Bark, HG; Hederagenin, KPP; Kalosaponin P, KPO; Kalosaponin O, KPB; Kalosaponin B.

나타났다. 이러한 결과는 고무나무 (Narayanan et al. 1973) 및 black wattle (Moffett and Nixon 1966) 등도 2차 대사산물과 수피형질과의 밀접한 관련이 있음을 보고하였다. 유용이 차대사산물은 대부분 수피에 축적되어 있는 것으로 알려져 있는데, 항암제 taxol을 생산하는 주목 등은 수피에서 함량이 가장 높으며 (Senil et al. 1984), kalosaponins 함량은 음나무 부위 중에서 어린순, 근피 등보다는 수피에 가장 많이 함유하는 것으로 보고된 바 있다 (Lee et al. 2000). 수피는 식물의 다양한 이차대사산물을 축적하는 곳으로 보고되고 있다. 고무나무에서 chloroethylphosphoric acid (ethepon)와 관련물질의 생합성 경로를 규명한 결과 이들 물질은 잎에서 합성되고 급속한 translocation을 통해 수피에 축적됨을 보고한 바 있다 (Audley et al. 1976).

kalosaponins 함량과 생장형질간 다중회귀분석

단순상관분석의 결과를 근거로 하여 kalosaponins 함량과 상관성이 높은 형질, 즉 내피두께와 중량, 수령, 수피의 외피두께에 대한 다중회귀분석을 하기 위한 일환으로 편상관분석을 실시하였다. 시험목 간에 수령차이가 있어 이에 따른 kalosaponins 함량에 미치는 영향을 배제하기 위해 수령인자를 고정한 후 편상관분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. KPO와 KPB 함량은 내피중량 및 내피두께간에 고도의 정의 상관관계가 인정되었으며, KPP 함량은 5% 수준의 정의 상관을 나타냈다. 그러나 HG 함량은 모든 생장형질 간에 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

또한 수령, 흉고직경, 수관폭, 연평균생장량 등의 형질을 고정하고 내피두께, 외피두께, 내피중량 등의 수피형질과 kalosaponins 함량을 편상관 분석한 결과 Table 6과 같이 나타났다. KPB 함량은 내피두께 및 내피중량과 고도의 정의 상

관관계를, KPP와 KPO 함량은 5% 수준의 정의 상관관계를 각각 나타냈다. 또한 HG 함량은 수피형질과 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 보아 KPP, KPO, KPB 등의 함량은 내피두께 및 내피중량과 유의 ( $P < 0.05$ )한 상관관계가 인정됨으로써, 이들 함량에 가장 많은 영향을 미치는 형질은 내피두께와 내피중량을 추정할 수 있었다.

Table 7은 KPP 함량에 대하여 stepwise를 이용한 다중회

Table 6. Partial correlation among characteristics of the high kalosaponins containing 50 trees with fixed age, DBH, CW, and AMDI.

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
TILB (X <sub>1</sub> )						
TOLB (X <sub>2</sub> )	0.06					
WILB (X <sub>3</sub> )	0.83**	0.24				
HG (X <sub>4</sub> )	0.28	-0.01	0.22			
KPP (X <sub>5</sub> )	0.35*	0.16	0.32*	-0.26		
KPO (X <sub>6</sub> )	0.33*	0.19	0.36*	0.26	0.07	
KPB (X <sub>7</sub> )	0.46**	0.20	0.50**	0.16	0.09	0.01

\*Significant at 5% level, \*\*Significant at 1% level

The abbreviations of the variables correspond to those of Table 4.

Table 7. Multiple regression coefficient and equation for the content of kalosaponin P in inner layer bark.

Variables	Regression coefficient	Partial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>	F
Constant	-0.2308			
Thickness of inner bark (TILB)	0.4489	0.1565	1.1565	8.9059**
Crown width (CW)	-1.1412	0.0792	0.2357	4.8731*

\* Significant at 5% level, \*\* Significant at 1% level

Table 5. Partial correlation among characteristics of the high kalosaponins containing 50 trees with fixed age.

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
Height (X <sub>1</sub> )										
DBH (X <sub>2</sub> )	0.20									
CW (X <sub>3</sub> )	0.19	0.68**								
AMDI (X <sub>4</sub> )	0.08	0.45**	0.21							
TILB (X <sub>5</sub> )	-0.04	0.66**	0.38**	0.45**						
TOLB (X <sub>6</sub> )	0.12	0.43**	0.42**	0.27	0.32*					
WILB (X <sub>7</sub> )	-0.28*	0.52**	0.27	0.47**	0.87**	0.38**				
HG (X <sub>8</sub> )	-0.25	-0.04	0.16	0.12	0.21	0.04	0.25			
KPP (X <sub>9</sub> )	0.04	0.13	-0.13*	0.21	0.36*	0.15	0.33*	-0.28*		
KPO (X <sub>10</sub> )	0.02	0.17	0.13	0.33*	0.38**	0.27	0.40**	0.28	0.11	
KPB (X <sub>11</sub> )	-0.06	0.17	0.02	-0.04	0.43**	0.20	0.44**	0.10	0.11	-0.01

\*Significant at 5% level, \*\*Significant at 1% level

The abbreviations of the variables correspond to those of Table 4.

귀분석 결과를 나타낸 것으로서, KPP 함량에 가장 많은 영향을 미치는 형질은 내피두께, 수관폭 순이었으며, 이들이 KPP 함량에 영향을 미치는 설명력은 24%로 나타났다. 또한 KPP 함량에 대한 다중회귀식  $kalosaponin\ P = -0.2308 + 0.4489\ TILB - 0.1412\ CW$  ( $R^2 = 0.2357$ )로 추정할 수 있었다.

Table 8은 KPO 함량에 대하여 stepwise를 이용한 다중회귀분석 결과를 나타낸 것으로서, KPO 함량에 가장 많이 영향을 미치는 형질은 내피중량이었으며, 이 형질이 KPO 함량에 영향을 미치는 설명력은 30%로 나타났다. 또한 KPO 함량에 대한 다중회귀식  $kalosaponin\ O = -2.115 + 11.0413\ WILB$  ( $R^2 = 0.3027$ )로 추정할 수 있었다.

Table 9는 KPB 함량에 대하여 stepwise를 이용한 다중회귀분석 결과를 나타낸 것으로서, KPB 함량에 가장 많이 영향을 미치는 형질은 내피두께, 수령, 연평균 직경생장량 순이었으며, 이들 형질이 KPB 함량에 영향을 미치는 설명력은 30%로 나타났다. 또한 KPO 함량에 대한 다중회귀식  $kalosaponin\ B = 89.5519 + 153.5252\ TILB - 0.6799\ Age - 106.6380\ AMDI$  ( $R^2 = 0.3044$ )로 추정할 수 있었다. 따라서 KPP, KPO 및 KPB 함량에 공통적으로 기여도가 높은 형질은 수피의 내피형질로 KPP, KPO 및 KPB 함량의 변화에 가장 중요한 형질로 나타났다. 그러나 각 형질들이 이들 함량에 영향을 미치는 설명력은 23~30%로 낮았으나 음나무의 물질 생산은 개체의 biomass의 양과 매우 밀접한 관련이 있음을 알 수 있었다. 즉, 향후의 음나무 육성은 내피가 두껍고 중량이 높은 개체를 위주로 행하여져야 할 것으로 보인다. 국내 생육하는 음나무의

물질 생산은 집단 간 개체 간 함량변이가 큰 것은 기상 및 입지환경요인과 같은 환경적 요인과 유전적인 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 사료된다. 본 연구 결과는 kalosaponins 고함유 개체 선발과 물질의 생합성을 증진시킬 수 있는 다양한 재배법의 개발에 크게 기여할 것이다. 나아가 이러한 기초 자료를 활용하여 음나무를 새로운 식약용 자원으로 널리 보급할 예정이다.

적 요

국내에 분포하는 음나무 (*Kalopanax pictus* Nakai) 자생군락에서 7집단 197본을 선정하여 생리활성물질인 kalosaponins 함량을 HPLC로 분석하였다. 또한 kalosaponins 고함유 개체를 대상으로 이들 개체의 성장특성을 조사하여 단순상관, 편상관 및 다중회귀분석을 통해 kalosaponins 생산에 영향을 미치는 성장요인을 추정하였다. 자생집단별 내피의 총 kalosaponins 함량은 발왕산집단 (30.37 mg/g dry weight)으로 가장 높았고, 가리왕산 집단, 한라산 II 집단, 전남 망운집단, 경기 팔탄집단, 한라산 I 집단 순이었다. Kalosaponins 함량과 성장특성에 대한 분석결과, kalosaponin P 함량에 가장 높게 영향을 미치는 인자는 내피두께로 나타났으며, kalosaponin O 함량은 내피두께와 수령으로 나타났으며, kalosaponin B 함량은 내피중량과 평균흉고직경으로 나타났다. 이상의 결과로 보아 음나무 내피의 특성이 kalosaponins 생산에 밀접하게 관계하는 것으로 나타났다.

사사 - 본 연구는 2001~2003년도 농림기술개발사업의 현장 애로과제(과제번호 : 101036-3)에 의한 연구결과의 일부임.

인용문헌

Audley BG, Archer BL, Carruthers IB (1976) Metabolism of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) and related compounds in *Hevea brasiliensis*. Archives of Environ Contamination and Toxicol 4:183-200

Choi SW (1997) Antioxidative properties of methanolic extracts in leaves of *Kalopanax pictus* Nakai. -Antioxidative activity of flavonoids in leaves of *Kalopanax pictus* Nakai. Res Bull, Hyoseung Catholic Univ, Daegu, 54:131-139

Chung BS, Shin MK (1990) Hwangyak-desajon, Younlinsa. pp 820

Kim DH, Yu KW, Bae EA, Park HJ, Choi JW (1998) Metabolism of kalopanax B and H by human intestinal bacteria and antidiabetic activity of their metabolites. Biol Pharm Bull 21:360-365

Lee CB (1999) Illustrated flora of Korea. Hwangmoonsa. pp 572

Lee CH, Choi MS, Kwon KW (2000) Variation of kalosaponin

Table 8. Multiple regression coefficient and equation for the content of kalosaponin O in inner layer bark.

Variables	Regression coefficient	Partial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>	F
Constant	-2.1115			
Weight of inner bark (WILB)	11.0413	0.3027	0.3027	17.4534**

\*\*Significant at 1% level

Table 9. Multiple regression coefficient and equation for the content of kalosaponin B in inner layer bark.

Variables	Regression coefficient	Partial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>	F
Constant	89.5519			
Thickness of inner layer bark	153.5252	0.1183	0.1183	6.4400*
Age	-0.6799	0.0818	0.2001	4.8043*
Annual mean DBH increment	-106.6380	0.0691	0.2692	4.3497*

\*Significant at 5% level

- content in plant parts and population of native *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz. Kor J Pharmacogn 31:203-208
- Moffett AA, Nixon KM** (1966) Plant breeding and genetics. I. Black wattle. A. Selection, progeny testing and accession. C. Controlled intercrossing. Wattle Res Inst Univ Natal S Afr Rep 19:30-34
- Moon KS** (1991) The components and utilization of medical plants. Ilweolseogak, Pyungyang, pp 419
- Narayanan R, Gomez JB, Chen KT** (1973) Some structural factors affecting the productivity of *Hevea brasiliensis*. II. Correlations studies between structural factors and yield. J Rubber Res Inst Malaya 23:285
- Porzel ATV, Schmidt SJ, Lischewski M, Adam G** (1992) Studies on the chemical constituents of *Kalopanax septemlobus*. Planta Med 58:481-482
- Putievsky E** (1994) Factors influencing the yield and composition of essential oils. Section I: genetics, morphogenesis and environment. 4EMES Rencontres Internationales - Nyons, 5-7, December. pp 103-115
- SAS Institute Inc** (1987) SAS/STAT TM Guide for Personal Computer. Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C. pp 1028
- Senil V, Bleichert S, Colin M, Guenard D, Picot F, Dotier P, Nerenne P** (1984) Mise en evidence de nouveaux analogues de taxol extraites de *Taxus baccata*. J Nat Prod 47:131-137
- Shao CJ, Kassi R, Xu JD, Tanaka O** (1989) Saponins from roots of *Kalopanax septemlobus* Koidz., Cique. Structures of kalopanax-saponins C, D, and F. Chem Pharm Bull 37:311-314
- Shao CJ, Kassi R, Ohtani K, Kohda H** (1990) Saponins from leaves of *Kalopanax pictus* Nakai, Harigiri. Structures of kalopanax-saponins JLa and JLb. Chem Pharm Bull 38:1087-1089

(접수일자 2002년 6월 12일)