

## 한국자생 음나무집단 및 채취부위에 따른 Kalosaponin 함량 변이

이철호,\* 최명석,<sup>1</sup> 권기원<sup>2</sup>

국립수목원 조사과, <sup>1</sup>경상대학교 산림과학부, <sup>2</sup>충남대학교 산림자원학과

### Variation of Kalosaponin Contents in Plant Parts and Population of Native *Kalopanax septemlobus*(Thunb.)Koidz

Cheol-Ho Lee, Myung-Suk Choi<sup>1</sup> and Ki-Won Kwon<sup>2</sup>

National Arboretum, Pochiongun, Kyonggido 487-820, Korea

<sup>1</sup>Division of Forest Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

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

**Abstract** – The concentrations of 4 kalosaponins from tissues of *Kalopanax septemlobus* (Thunb.)Koidz grown in 7 provenances in Korea were determined by HPLC. Kalosaponin contents in plant part were much higher in the inner bark(30.59 mg/g on the dry weight basis) than those of young leaves(22.74 mg/g on the dry weight basis) and root bark(18.02 mg/g on the dry weight basis). A considerable range of variation in the contents was observed among population. The kalosaponin contents in inner bark from each population were highest in the Mt. Barwang (30.37 mg/g on the dry weight basis) followed by Mt. Gariwang, Hanra II, Mangun, Paltan, and Hanra I population. A variation of kalosaponin contents among population may be affected by both environmental and genetic factors. Establishment of selection and propagation of high kalosaponin containing trees can be a good source for the development of valuable forest products.

**Key words** – kalosaponins, *Kalopanax septemlobus* (Thunb.)Koidz, HPLC

두릅나무과 식물은 세계적으로 80여속 900여종이 분포하고 있으며, 한국에는 8속 14종 5변종 1품종으로 모두 20종류가 자생하고 있다. 그 중 음나무(*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz)는 1종 3변종으로 중국, 만주, 일본, 동부 시베리아지역 등 동북아시아에 분포하고 있으며, 우리나라에는 1종 2변종이 자생하고 있다. 음나무는 수고 25 m, 흉고직경 1 m까지 자라는 거목성 수종으로 대체로 근집성이 없으며, 전국에 자생하는 계곡사면형 낙엽활엽교목이다.<sup>1)</sup>

음나무는 예로부터 한방에서 그 수피를 해동피(海桐皮: *Kalopanax Cortex*), 근피를 해동수근(海桐樹根)이라 하여 거담, 진통, 강장약 및 신경통약 등으로 널리 사용되어 왔으며, 최근에는 면역활성 및 항산화활성이 보고되고 있다.<sup>2,3)</sup> 또한 초봄의 새순은 개두릅이라 하여 천연식품으로서 맛과 향기가 독특하여 기호도가 높은 산채로 이용되고 있다.

음나무의 민간요법과는 달리 생리활성을 구체적으로 연구한 예는 많지 않지만 지금까지 여러 종류의 saponin과 lignan 및 phenolic 항산화물질 등이 보고되었다.<sup>3,4,5,6,7)</sup> 음나무의 saponin은 triterpenoid계 oleanane형 Saponin이며 aglycon은 Hederagenin이다.<sup>8)</sup> Khorlin 등<sup>9)</sup>은 음나무로부터 kalosaponin A, B라는 hedragenin 배당체를 분리 보고하였고, Kim 등<sup>10)</sup>은 혈당강화작용을 하는 kalosaponin O와 kalosaponin P를 보고하였으며, Shao<sup>8)</sup>는 음나무로부터 7가지의 triterpenoid계 saponin을 분리하여 kalosaponin C, D, F라 명하였다. 음나무 saponin은 용혈작용을 나타내고, 가래약, 항염작용, 강장작용, 혈당강화작용 등 그 용도가 매우 광범위하며 탁월한 효능을 지니고 있다.<sup>2)</sup>

식물의 천연화합물은 특정식물이나 특정속에만 국한되어 존재하는 것으로 알려져 있으며, 서식환경에 극히 민감하여 같은 종에서도 광량, 온도, 수분, 토양 등 환경적인 요소와 지역적인 차이에 따라서 그 생산성이 영향을 받는 것으로 알려져 있다.<sup>11)</sup> 그간 임목육

\*교신저자 : Fax : 055-753-6015

중은 용재수에 국한되어 행하여져 왔지만, 최근에는 임목의 부가가치를 높이기 위해 다양한 육종 전략이 요구되고 있다. 따라서 음나무와 같이 민간요법으로 다용되고 있는 수종의 생리활성물질 연구와 더불어 이들 물질 고함유 개체 선발 및 물질생산 최적 환경 연구는 필수불가결하다. 본 연구는 국내 음나무 7자 생집단으로부터 Hederagenin, Kalosaponin B, Kalosaponin O, Kalosaponin P (이하 HG, KPB, KPO, KPP로 각각 약함) 등 4종의 kalosaponin을 HPLC로 정량분석을 행하고, 집단간의 kalosaponin 함량 변이를 구명하여 음나무 우량집단 선발을 위한 기초자료를 제공하기 위해 행하였다.

### 재료 및 방법

**공시재료** - 음나무 부위별 kalosaponin 함량 분석을 위한 재료는 경기도 화성군 팔탄면 지역의 음나무 자생집단에서 수령이 동일한 개체 5본을 선정한 후 새순, 내피, 근피의 3부위를 구분하여 채집하였다. 내피와 근피는 수액이동이 완전히 정지된 1999년 2월 12일에, 흉고 일정방향에서 5 cm×5 cm 수피를 채취한 후 다시 내피만을 취하였고, 새순은 같은 해 5월 12일에 채취하였으며, 분석을 위해 채취한 시료는 음건시킨 후 분쇄기를 이용하여 파쇄한 후 분석시까지 냉장고에 보관하였다.

음나무 자생집단별 kalosaponin 함량의 변이를 측정하기 위하여 1995년부터 1999년까지 전국에서 조사한 음나무 자생집단 중에서 조사본수가 25본 이상인 홍정산, 발왕산, 가리왕산(이상 강원도), 경기 화성 팔탄, 전남 무안, 한라산 I, II 집단 등 7집단을 선정 후 1999년 11월 17일부터 12월 9일까지 일제히 수피를 채취하고 내피만 다시 취하여 kalosaponin 함량

분석에 사용하였다. 이 시험에 사용된 시험목의 수고, 흉고직경 등 생육특성은 Table 1과 같다. 분석시약은 Sigma사의 특급시약을 사용하였고, 유기용매는 Merck사의 HPLC급을 구입하여 사용하였으며, 4종의 kalosaponins 표준물질은 경희대학교 약학과 김동현교수로부터 분양받아 사용하였다.

**Kalosaponins 추출** - Kalosaponin의 추출은 시료 100 g을 70%(v/v) MeOH 1000 ml에 1시간 동안 sonication 한 후 Watman No. 2 여과지로 여과한 후 40°C에서 감압농축하였다. 추출물은 다시 물로 완전히 녹이고, 다시 EtO<sub>2</sub>를 넣어 추출하였고, 다시 물로 포화된 BuOH를 넣어 추출하였다. 추출물은 40°C에서 감압농축한 후 분석에 사용하였다.

정량분석을 위해 분말 시료 1 g을 95%(v/v) MeOH 30 ml에 넣고 45분 동안 상온에서 sonication시킨 후 셀룰로오스 여과지를 사용하여 여과하고, 얻어진 추출물들은 40°C에서 감압농축시켰다. 시료는 50 ml의 물을 넣어 충분히 녹이고, 이 중 1 ml를 취하여 0.2 μm의 nylon filter를 사용하여 여과한 후 다시 10000 rpm 속도로 20분간 원심분리하여 잔사를 제거시키고 상등액만을 취하여 분석시료로 사용하였다.

**Kalosaponins 분석** - 박층크로마토그래피는 silicagel plate(silica-gel 254F, Merck), 전개용매로 chloroform : methanol : water(64 : 50 : 10)을 사용하였으며, 발색시약으로는 vanillin-sulphuric acid를 사용하거나, 365 nm의 UV하에서 관찰하였다.

HPLC분석은 HPLC operating system(TSP, USA)을 사용하였다. 분석시 사용한 HPLC 조건은 이동상으로는 A, water+0.1 N phosphoric acid (78%)와 B, Acetonitrile (22%)의 혼합용매로 gradient 조건, 칼럼은 Lichrosorb RP-18(10 cm×4.6 mm, 5 μm, Merck), 유속은 0.6 ml/min으로 하였으며, 시료의 injec-

**Table 1.** The range, mean and standard deviation of morphological and growth forms for 197 selected trees

Characteristics	Range	Mean ± SD	C.V.* (%)
Age(year)	15~138	69.07 ± 21.27	31
Height(m)	7.00~18.50	13.08 ± 2.80	22
DBH(cm)**	10.00~92.00	40.32 ± 15.17	38
Crown width(m)	2.00~14.00	7.53 ± 2.57	35
Clear length(m)	0.30~12.00	5.78 ± 3.47	60
Annual mean DBH increment(mm)	0.06~0.47	0.20 ± 0.08	40
Inner bark thickness(mm)	2.29~8.18	5.37 ± 1.29	24
Outer bark thickness(mm)	2.66~31.66	15.09 ± 6.37	43
Weight of Inner bark thickness(g)	0.15~0.66	0.33 ± 0.10	31

\* coefficients of variance components

\*\* DBH:diameter of breast height

tion volume은 20  $\mu$ l, 분석시간은 30분으로 하였다. 물질의 검출은 UV detector(TSP UV 3000)를 사용하였으며, 검출파장은 200 nm로 하였다. Kalosaponin의 정량분석은 4가지의 표준물질의 검량선 작성하여 행하였다. 이때 4종의 saponin들(250-1000 ppm)의 correlation coefficient(r)은 0.99였으며, 3반복에 대한 편차는  $\pm 0.001\%$ 였다. Kalosaponin의 확인은 TLC의 Rf치와 chromatography의 retention time 및 표준물질과의 co-chromatography로 행하였다.

**통계분석** - 정량분석한 음나무 부위별, kalosaponin의 함량자료는 Nest design에 의한 분산 분석을 실시하여 지역별, 집단별 차이를 검정하였고, Duncan의 다중검정법으로 부위별, 집단간 사포닌함량을 비교하였다.

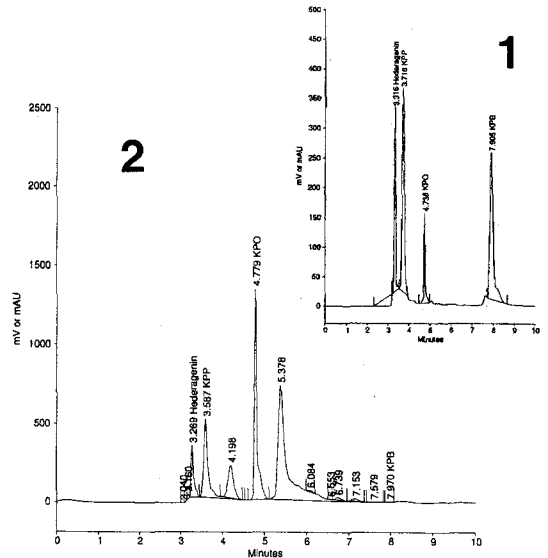
**결과 및 고찰**

**부위별 kalosaponin 함량** - 음나무의 kalosaponin은 BuOH 분획에 존재하였으며, chloroform : methanol : water(64:50:10)의 전개액을 이용한 TLC 결과 Rf치는 HG 0.5, KPБ 0.55, KPO 0.44, KPБ 0.63에 각각 나타나며, vanillin-sulphuric acid 발색시 약에 진홍색으로 나타났(데이터 미제시). Lichrosorb RP-18 칼럼을 사용한 HPLC 분석 결과 4종의 kalosaponin 모두 양호하게 분리되었으며, retention time은 HG는 3.21분, KPБ 7.69분, KPO 4.737분, KPP 3.71분대로 나타났다(Fig. 1). 또4종의 kalosaponins은 표준물질과 추출물을 co-chromatography한 결과 추출물의 saponin들은 표준품과 동일한 retention time을 보였다.

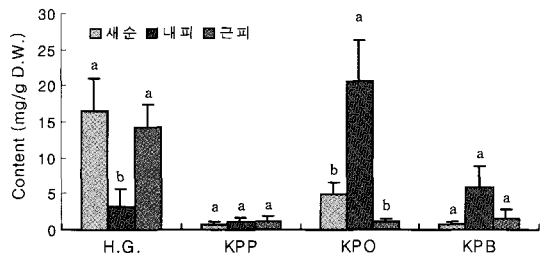
음나무의 새순, 내피, 근피를 채취하여 각 부위별로 4종의 kalosaponin 함량을 분석하였다(Fig. 2). HG의 함량은 새순, 근피, 내피의 순으로 함량이 높았으며, 새순과 근피의 함량은 유의한 차이가 없었지만, 이들 두 부위와 내피의 함량간에는 많은 차이가 있었다. KPO의 함량은 내피에서 가장 높았지만 다른 두 부위 간 함량차이는 거의 없었다. 그 외 KPБ와 KPP의 각 부위별 함량차이는 거의 없었다.

분석한 4종 kalosaponin의 총함량은 내피가 g 건물중당 30.59 mg으로 가장 높았고, 새순이 22.74 mg, 근피가 18.02 mg 순이었다(Fig. 3). 또한 내피의 함량과 다른 두 부위의 함량간에 유의한 차이를 보였다.

**지역별 kalosaponin 함량** - Kalosaponin 함량은 지역간에 상당한 변이를 보였으며, kalosaponin의 중



**Fig. 1.** HPLC chromatograms of authentic kalosaponins(1) and extracts from inner bark(2). HPLC conditions: solvent: A, water+0.1 N phosphoric acid (78 %) and B, Acetonitrile (22%) gradient, column: Lichrosorb RP-18(10 cm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m, Merck), flow rate: 0.6 ml/min, injection volume: 20  $\mu$ l, detector: UV detector, absorbance: 200 nm.



**Fig. 2.** Kalosaponin content in young leaves, inner layer of bark and inner layer of root bark. Bars followed by different letters are significantly different according to the Duncan's multiple range test(p< 0.05).

류별로 일정한 경향은 보이지 않았다(Table 2). 총 kalosaponin 함량은 발왕산이 g 건물중당 30.37 mg으로 가장 높았고, 가리왕산(16.59 mg/g dry weight), 한라산 II(15.62 mg/g dry weight), 망운(15.56 mg/g dry weight), 홍전산(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 I집단, 팔탄, 망운, 홍전산, 발왕산 순이었다. KPP의 함량은 망운집단이 g 건물중 당 2.08 mg으로 가장 높았고, 가리왕산, 발왕산 순이었다. KPO의 경우에는

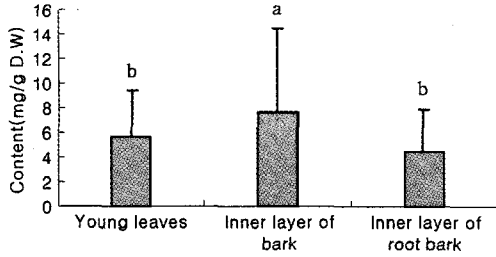


Fig. 3. Total kalosaponin content in young leaves, inner layer of bark and inner layer of root bark. Bars followed by different letters are significantly different according to the Dunccan's multiple range test(p< 0.05).

발왕산이 g 건물중 당 23.89 mg으로 다른 지역의 함량보다 월등히 높았다. KPB 함량은 팔탄집단의 함량이 g 건물중당 6.30 mg으로 가장 높았다.

위와 같은 결과로 보아 으나무 kalosaponin 함량은 위도가 높아질수록 높아지는 경향을 보이고 있다. 즉 발왕산 집단과 가리왕산 집단의 일부 으나무는 매우 높은 kalosaponin 함량을 나타내어 향후 적절한 번식 체계만 확립된다면 새로운 농가소득작물로 이용될 수 있을 것이다.

**Kalosaponin 함량 변이 - 197개 선발목 내피의**

kalosaponin 함량을 정량분석한 결과를 각 항목별로 2개층 구조에 의한 Nest design분산분석을 실시한 결과는 Table 3과 같다. 분산분석 결과 대부분의 항목에서 지역간, 지역내 집단간 모두 0.1% 수준에서 통계적 유의성이 인정되었다. 본 연구에서는 대부분의 kalosaponin 함량은 지역간 차지하는 분산 성분이 지역내 집단이 차지하는 분산 성분에 비해 크게 나타남으로써 지역의 환경인자에 의해 많은 영향을 받는 것으로 추정된다.

물질 생산에 있어 변이는 생육상 변이와 더불어 널리 존재하는 것으로 알려져 있다. Lincoln 등<sup>12)</sup>은 Mentha종들의 주요성분인 essential oil의 변이를 보고하였으며, Choi 등<sup>13)</sup>도 주목나무의 자생지역에 따른 항암제 taxol의 함량변이도 보고한 바 있다. 이와같은 물질 생산의 변이는 환경적, 유전적 요인에 의해 일어난는 것으로 알려져 있다.<sup>11)</sup> 본 연구 결과에서도 위도가 높은 강원도 지역의 으나무가 함량이 높은 것도 이러한 요인에 기인한 것이라고 판단된다. 식물의 천연물 중 Δ-carene은 monoterpene hydrocarbon으로 분자량이 매우 작은 물질이지만 이들의 생합성은 같은 locus 내에서도 두 개의 대립유전자에 의해 지배된다고 이미 보고한 바도 있다.<sup>14)</sup> Saponin과 같은

Table 2. Variation in kalosaponin contents of selected trees

Province	Population	No. of tree	Content(mean ± SE)				
			HG	KPP	KPO	KPB	Total
Gangwon	Mt. Heungjeon	30	0.89 ± 0.11 <sup>de</sup>	0.50 ± 0.06 <sup>c</sup>	11.16 ± 1.07 <sup>bc</sup>	0.36 ± 0.04 <sup>e</sup>	12.90 ± 1.14 <sup>bc</sup>
	Mt. Barwang	30	1.54 ± 0.21 <sup>ode</sup>	0.94 ± 0.17 <sup>bc</sup>	23.89 ± 1.74 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.54 <sup>b</sup>	30.37 ± 1.95 <sup>a</sup>
	Mt. Gariwang	34	0.38 ± 0.06 <sup>e</sup>	1.20 ± 0.12 <sup>b</sup>	12.97 ± 1.49 <sup>b</sup>	2.04 ± 0.19 <sup>d</sup>	16.59 ± 1.62 <sup>b</sup>
Gyeonggi	Paltan-Myeon	26	2.21 ± 0.39 <sup>bc</sup>	0.48 ± 0.05 <sup>c</sup>	6.43 ± 1.04 <sup>de</sup>	6.30 ± 0.28 <sup>a</sup>	15.43 ± 1.04 <sup>b</sup>
Jeonnam	Mangun-Myeon	27	1.96 ± 0.49 <sup>bcd</sup>	2.08 ± 0.34 <sup>a</sup>	8.92 ± 0.96 <sup>cd</sup>	2.60 ± 0.23 <sup>cd</sup>	15.56 ± 1.24 <sup>b</sup>
Jeju	Hanra I	30	2.96 ± 0.51 <sup>b</sup>	0.59 ± 0.11 <sup>c</sup>	3.22 ± 0.38 <sup>e</sup>	2.24 ± 10.31	9.01 ± 0.72 <sup>c</sup>
	Hanra II	20	5.33 ± 0.83 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.13 <sup>bc</sup>	6.26 ± 1.09 <sup>de</sup>	3.30 ± 0.17 <sup>bc</sup>	15.62 ± 1.38 <sup>b</sup>
Total	7	197					

Table 3. Analysis of variance for saponin contents from inner bark of 197 selected trees.

Variable	Among regions		Among populations within region		Within population MS of error
	MS	F-value	MS	F-value	
d.f		3		3	190
Inner bark thickness	40.68	41.67***	5.28	5.41**	0.98
Outer bark thickness	863.76	42.98***	516.36	25.69***	20.10
Inner bark weight	0.33	70.91***	0.02	4.93**	0.01
H.G.	94.90	22.10***	29.65	6.90***	4.29
KPP	15.18	19.13***	2.60	3.27*	0.79
KPO	1,831.61	42.79***	1,065.04	24.88***	42.81
KPB	116.99	45.76***	75.19	29.41***	2.56
Total	877.21	15.94***	2,008.72	36.51***	55.02

커다란 분자량을 가진 물질은 매우 복잡한 생합성 단계를 거치므로 유전적인 요인은 물질생산에 보다 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

환경적인 요인으로는 온도, 토양환경 등이 있다. 온도는 물질생합성에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, oregano oil 생산에서는 온도가 높을 때 정유의 생산량이 증대되었다고 보고한 바도 있으며,<sup>15)</sup> 계절에 따른 인삼 saponin 변이에 대해서도 보고한 바 있다.<sup>16)</sup> 또한 토양 중 macro 및 micro 무기염도 물질의 생산량에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. *Eucalyptus*에 고농도의 질소공급은 citronellal의 생산량을 증가시켰으며,<sup>17)</sup> *Mentha*에서는 menthol 생산을 오히려 감소시켰다고 한 바도 있다.<sup>18)</sup> 그러나 이러한 연구 결과가 모든 식물에 적용되는 것은 아닐 것이다. 본 연구 결과 음나무에서 kalosaponin의 생합성에는 다소 서늘한 기후 조건이 적합할 것으로 추정되지만, tracer를 이용한 생합성 연구 및 대사과정에서 key enzyme의 발현조건 등 생화학적으로 자세한 연구가 요망된다. 또한 음나무에 존재하는 것으로 보여지는 여러 saponin류에 대한 물질 분리와 더불어 생리활성 구명 및 NMR 등을 이용한 물질동정도 요구된다. 육종에 있어 변이는 임목의 무한한 가능성을 제시해준다. 본 연구 결과들은 kalosaponin 고함유 음나무를 보다 효율적으로 육종하는 기초자료를 공급해 줄 것이며, 아울러 중국, 일본 등지에서만 주도적으로 이루어지는 있는 제한된 kalosaponin에 대한 연구의 확대에도 기여할 것으로 판단된다.

## 결 론

우리나라에 자생하는 음나무(*Kalopanax septemlobus*(Thunb.) Koidz)의 부위별 및 7개 자생집단별로 4종의 kalosaponin 함량을 HPLC로 정량분석하였고, 통계분석을 통해 함량변이를 조사하였다. 부위별 총 kalosaponin 함량은 내피(30.59 mg/g dry weight)으로 가장 높았고, 새순(22.74 mg/g dry weight), 근피(18.02 mg/g dry weight) 순으로 나타났다. 자생집단별 내피의 총 kalosaponin 함량은 발왕산집단(30.37 mg/g dry weight)으로 가장 높았고, 가라왕산 집단, 한라산 II 집단, 전남 망운집단, 경기 팔탄집단, 한라산 I 집단순이었다. 지역간의 kalosaponin 함량의 변이를 보이는 것은 유전적 및 환경적인 요인으로 추정되며, 고함량 개체를 선발하여 번식체계를 확립한다면 새로운 농가소득작물로의 개발이 기대된다.

## 사 사

표준물질을 공급해준 경희대학교 약학과의 김동현 교수님께 감사드립니다.

## 인용문헌

1. 이창복. (1989) 대한식물도감. 14-508. 향문사, 서울.
2. 문관심. (1991) 약초의 성분과 이용. 419. 일월서각.
3. 김영희, 김종평, 윤봉식, 문선식, 유익동. (1998) 음나무 유래 신규 향산화물질. 천연향암자원에 관한 국제학술회의 논문집 11(2). 89-109 한국약용작물학회.
4. Shao. C. J, R. Kasai, K. Ohtani, O. Tanaka, and H. Kohda. (1990) Saponins from leaves of *Kalopanax pictus*(THUNB.) Nakai, Harigiri : Structures of kalopanax saponins JLa and JLb. *Chem. Pharm. Bull.* 38(4):1087-1089.
5. Porzel. A, T. V. Sung, J. Schmidt, M. Lischewski, and G. Adam. (1992) Studies on the chemical constituents of *Kalopanax septemlobus*. *Planta Med.* 58: 481-482.
6. 이경준, 박종영, 박관하, 박훈. (1995) 고로쇠나무 수액의 화학적 성분, 영양가치와 saponins 함유 여부에 관한 연구. *한국임학회지.* 84(4): 415-423.
7. Choi S.W. (1997) Antioxidative properties of methanolic extracts in leaves of *Kalopanax pictus* Nakai. -Antioxidative activity of flavonoids in leaves of *Kalopanax pictus* Nakai. *대구효성카톨릭대학교 연구논문집* 제 54집 : 131-139.
8. Shao C. J, R. Kasai, J. D. Xu and O. Tanaka. (1989) Saponins from roots of *Kalopanax septemlobus* (THUNB.)KOIDZ., Ciqiu : Structures of Kalopanax saponins C, D, E and F. *Chem. Pharm. Bull.* 37(2) 311-314.
9. Khorlin. A.Y, A.G. Ven'yaminova and N.K. Kochetkov, Doll. (1966) *Akad. Nauk. SSSR Ser. Klim:* 1588.
10. Kim, D.H., K.Y. You, E.A. Bae, H.J. Park, and J.W. Choi. (1998) Metabolism of kalosaponin B and H by human intestinal bacteria and antidiabetic activity of their metabolites. *Biol. Pharm. Bull.* 21(4):360-365.
11. Eli Putievsky. (1994) Factors influencing the yield and composition of essential oils. Section I:genetics, morphogenesis and environment. 4EMES Rencontres Internationales-Nyons, 5-7, Decembre. pp103-115.
12. Lincoln, D.E., M.J. Murray, and B.M. Lawence. 1986. Chemical composition and genetic basis for the isopinocampore chemotype of *Mentha citrata* hybrids. *Phytochemistry* 25:1857-1863.

13. Choi MS, Kwak SS, Liu JY, Park YG, Lee MK, Ahn NH. 1995. Taxol and related compounds in Korean native yew(*Taxus cuspidata*). *Planta Medica* 61:264-266.
14. Harnover, J.W. 1971. Genetics and terpenes. II. Genetic variances and interrelationsgips of monoterpene concentrations in *Pinus monticola*. *Heredity* 27:237-245.
15. Dudai, N., A.E. Halevy, E. Putievsky, and U. Ravid. 1987. *Origanum syriacum* var. *syriacum*. In: Handbook of Flowering, Halevy, A.H. ed.), CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, Vol VI. pp. 487-489.
16. Kim. S. K., I. Sakamoto, K. Morimoto, M. Sakata, K. Yamasaki, and O. Tanaka. 1980. Chemical evaluation of ginseng extracts : Seasonal variation of saponins and sucrose in cultivated ginseng roots. Proceedings of the 3rd Internatinal Research Institute, Seoul, Korea. pp. 165.
17. Mahdi, M.Z., A.M. Abou Dahab, and M.A. EL-Khateeb. 1987. Effects of N fertilization on growth and essential oil of *Eucalyptus torquata* and *E. angulosa*. *Acta Horticulturae* 208:73-81.
18. Yadav, R.L., Rakesh Mohan and Munni Ram. 1983. Yield and quality of essential oil of Japanese mint as affected by N-rates and row spacing. *Madras Agri. J.* 7:454-457.

(2000년 5월 19일 접수)