

울릉도 자생 우산고로쇠나무의 수액채취와 주요성분

문현식*† · 권수덕**

*경상대학교 농업생명과학연구원, **국립산림과학원

Sap Collection and Major Components of *Acer okamotoanum* Nakai Native in Ullungdo

Hyun Shik Moon*† and Su Duk Kwon**

*Institute of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

**Dept. of Forest Inventory, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

ABSTRACT : The collecting amount by DBH class and contents of mineral and free sugar in the sap of *Acer okamotoanum* Nakai being autogenous in Ullungdo were investigated. The total amount of sap was 376 l . Sap of *A. okamotoanum* were increased with increasing DBH, 67 l (18%), 121 l (32%) and 188 l (50%) from small (below 18 cm), middle (20~28 cm) and large (above 30 cm) diameter tree, respectively. Amounts of sap was required by big temperature fluctuation in day and night. The contents of solid, ash and sugar were 3.04%, 0.06% and 3.06% in the sap of *A. okamotoanum*. Free sugar determined in the sap was sucrose with 30.6 g/l , but glucose, fructose and maltose were not detected. The sap of *A. okamotoanum* was composed of seven kinds of mineral. The prominent minerals in the sap were Ca and K, and the concentrations of Ca and K were 522 mg/l and 309 mg/l , respectively.

Key words : *Acer okamotoanum*, DBH class, sap, sugars, minerals

서 론

고로쇠나무 (*Acer mono* Max.)는 단풍나무과에 속하는 낙엽교목으로 표고 100~1,800 m에 자생하며, 한국, 일본, 중국, 만주에까지 분포한다. 우리나라의 고로쇠나무는 내한성이 강하여 지리산, 백운산, 조계산 및 강원도 일대의 습한 계곡에 자생하고 있는 것으로 알려져 있다. 우리나라에는 고로쇠나무 (*Acer mono*), 붉은고로쇠나무 (*A. mono* for. *rubripes*), 우산고로쇠나무 (*A. okamotoanum*), 만주 고로쇠나무 (*A. truncatum*), 긴고로쇠나무 (*A. mono* for. *dissectum*), 왕고로쇠나무 (*A. mono* var. *savatieri*), 산 고로쇠나무 (*A. mono* var. *horizontale*), 집게고로쇠나무 (*A. mono* for. *connivens*), 털고로쇠나무 (*A. mono* var.

ambiguum) 등 9종의 품종과 변종이 생육하고 있는 것으로 알려지고 있는데 (Lee, 1982), 이 중 우산고로쇠나무와 붉은고로쇠나무는 각각 울릉도와 거제도 지역에 자생하고 있는 수종이다 (Kwon, 2003). 고로쇠나무는 경칩 무렵에 수액을 채취하여 약수로서 민간에서 이용하고 있는 대표적인 수종이다.

수액이란 수목의 체내에 존재하는 액체를 총칭하는 것으로 국내에서 건강음료로써 음용되고 있는 수종은 단풍나무과의 고로쇠나무와 당단풍, 자작나무과의 자작나무, 거제수나무, 박달나무, 물박달나무, 사스래나무 등을 들 수 있다 (Kwon, 2003). 이들 수종에서 연간 3,129 kℓ가 채취되고 총채취량의 97%가 고로쇠나무 수액이다 (산림청, 2002). 우리나라에서는 골리수 (骨利樹)라는 이명 (異名)

† Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5494 (E-mail) hsmoon@nongae.gsnu.ac.kr

Received March 25, 2004 / Accepted April 19, 2004

에서도 알 수 있듯이 빼에 이로운 나무라는 데서 유래되었다는 속설이 있는 (Ahn, 1975) 고로쇠나무의 수액이 다른 수액에 비해 가장 많이 이용되고 있으나 고로쇠나무를 비롯한 여러 가지 수액의 약리적 성분은 정확히 알려져 있지 않으며, 단지 주성분이 자당이라는 사실과 다량의 미량 원소를 함유하고 있다는 것이 보고되고 있다 (Kim et al., 1991; Yoon et al., 1992; Chung et al., 1995; Lee et al., 1995). 외국의 경우 비교적 폭넓은 연구가 이루어지고 있으나 우리나라와 마찬가지로 약리적 효과보다는 수액의 성분분석에 관한 것으로 일본은 Terazawa et al. (1984), Iguchi et al. (1985) 등이 자작나무 (*Betula platyphylla*)에 대해, 미국과 캐나다는 사탕단풍나무 (*Acer saccharum*)를 대상으로 한 연구 (Jones & Alli, 1987; Kauffeld, 1990; Laing & Haward, 1990; Waseem et al., 1991)가 많이 이루어졌다. 특히 단풍나무과 식물의 수액을 세계적으로 가장 많이 이용하고 있는 미국과 캐나다에서는 사탕단풍나무로부터 3~4월 사이에 수액을 채취하여 maple syrup으로 판매하고 있으며 이 지역의 농가 소득원으로 중요한 몫을 차지하고 있다 (Houston et al., 1990)

우리나라는 고로쇠나무 수액에 대한 음용의 역사도 깊고 최근에는 수액 소비량도 증가하고 있어 수액을 이용한 산업화가 시도되고 있으나 이를 뒷받침할 과학적 연구가 많지 않다. 백운산, 지리산 지역에서는 30~40여년 전부터 수액채취가 이루어져 왔으나, 우산고로쇠나무가 자생하고 있는 울릉도 지역에서는 2002년도에 처음으로 수액채취가 허가되어 최근에서야 수액채취가 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 우리나라 울릉도에 자생하고 있는 우산고로쇠나무 (*Acer okamotoanum*)에 대한 수액 채취량과 이들 수액 성분을 밝히고자 이화학적 성질, 유리당 및 무기성분을 분석한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 공시수종

경북 울릉군 서면 대하리 (동경 130°49', 북위 37°30')의 사유림에 자생하고 있는 우산고로쇠나무 (*Acer okamotoanum*)를 조사하였다. 우산고로쇠나무의 수액채취는 2002년 2월 7일에 천공하여 2월 24일까지 총 18일간을 채취하였으며, 대상임목은 소 (흉고직경 18 cm 이하) · 중 (20~28 cm) · 대경목 (30 cm 이상)으로 구분하여 각각 20주씩 총 60주이었다.

2. 수액채취

수액채취 방법은 1990년 이전까지 사구법으로 채취하였으나 그 이후에는 천공법으로 채취되고 있다. 천공법에도

나무 개개목마다 수액 수거주머니를 달아 채취하는 단목식과 임목간에 호스를 연결하여 채취하는 연결식이 있으나 본 연구에서는 연결식을 이용하였다. 천공은 휴대용 전동드릴로 직경 12 mm, 깊이 15 mm로 수간부에 구멍을 뚫어 수액을 채취하였다. 천공 위치는 지면으로부터 1 m 이내로 하였다.

우산고로쇠나무에 대한 수액채취는 천공부에 실리콘 마개를 삽입하고 내경 6 mm, 외경 8 mm의 투명호스를 연결하였다. 실리콘 마개와 연결된 투명호스 상단에 수액분출 시압력이 생기지 않도록 공기구멍을 내고 호스 끝에는 측정용 통을 각 천공마다 연결하여 매일 측정하였다. 측정기구는 현장용 전자저울을 사용하였다.

수액채취량과 온도와의 관계를 분석하기 위해 조사지에 기상관측시스템 (Capricon II plus, Columbia)을 설치하여 온도를 30분 간격으로 조사기간 동안 매일 측정하였다.

3. 성분분석

수액시료는 소 · 중 · 대경목에서 일정량을 채취하여 혼합하였으며, 변질을 막기 위해 밀봉하고 분석 전까지 냉동상태로 하였다. 수액의 pH는 pH meter, 비중은 비중계, 당도는 당도계로 측정하였다. 고형분은 300 ml의 수액을 농축한 후 열판상에 가열하여 수분을 제거한 것으로 하였다. 회분 및 무기성분을 분석하기 위하여 고형분 측정 후 남은 시료에 대해 600℃ 전기로에서 6시간 방치하여 고형분이 완전히 회화된 것을 회분으로 하였다. 이렇게 하여 얻어진 회분의 일부를 0.1 HCl 50 ml로 녹인 후 Si, P, Mn, Mo에 대해서는 ICP (Icps-7500, SHIMADZU), Ca, Mg, K, Na의 무기원소에 대해서는 AAS (PYEUNICAM SP9) 분석을 실시하였다. 수액 속의 당성분을 분석하기 위해 실온에서 해동시킨 수액을 0.2 μm의 tip filter로 여과하고 10 μm 용량의 정량루프를 통하여 HPLC (SP8800, Alltech)로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 수액채취

울릉도에 자생하고 있는 우산고로쇠나무 (*A. okamotoanum*)의 수액채취량을 조사하여 천공일로부터 수액채취가 가능한 일수와 조사한 60주에 대한 일별채취량 및 총채취량은 Fig. 1과 같다. 수액채취가 가능한 기간은 17일간 (2.7~2.24)이었으며, 일별 채취량은 천공당일에는 수액이 채취되지 않았고 2일째 2 l가 채취되고는 3일간 정지되었다. 천공 14일째 총채취량의 24.4%가 채취되어 당일 최대 채취량을 보이고, 18일째부터 천공부가 마르면서 수액분출이 정지되었다. 우산고로쇠나무의 총수액채취량은 376 l

로 비슷한 시기에 채취한 지리산 지역의 고로쇠나무 315 ℓ, 거제도 지역의 붉은고로쇠나무 193 ℓ (Kwon, 2003) 보다 더 많은 수액채취량을 나타내 채취기간이 긴 지리산이나 백운산 지역에 우산고로쇠나무를 조림할 경우 수액채취량은 더욱 증가할 것으로 추정되었다. 하지만, 울릉도에 자생하는 우산고로쇠나무를 환경이 상이한 지역에 조림하였을 경우의 성공여부를 지금으로서는 단언할 수 없으며, 또한 고로쇠나무류의 수액 출수현상은 임목 자체의 요인 뿐만 아니라 온도와 같은 환경요인에 많은 영향 (Melvin, 1983; O'Malley & Milburn, 1983; Kim & Leech, 1985) 을 많이 받기 때문에 앞으로 이 부분에 대해서 보다 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

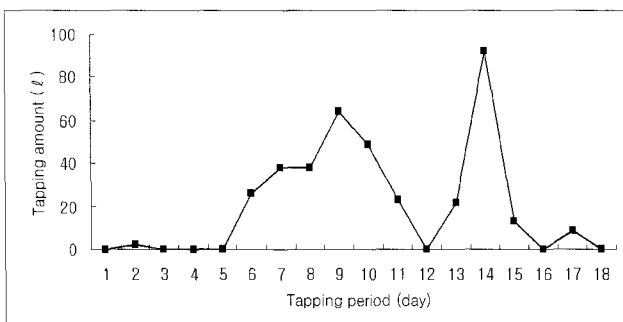


Fig. 1. Daily tapping amount of sap in *Acer okamotoanum*.

우산고로쇠나무의 직경급별 수액 채취량을 조사하기 위하여 천공법으로 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 총채취량 376 ℓ 중 소·중·대경목이 각각 67 ℓ (18%), 121 ℓ (32%), 188 ℓ (50%)가 채취되어 대경목이 소경목에 비해 2.8배, 중경목에 비해 1.6배가 더 많이 채취되었다. Lee et al. (1995)은 지리산과 백운산 지역의 고로쇠나무를 대상으로 수액 채취량을 분석한 결과, 흉고직경 30 cm 이상인 대경목의 수액 채취량이 전체의 50%를 차지하였다고 보고한 바 있으며, 자작나무와 단풍나무류의 경우에도 흉고직경이 증가하면 수액량이 많아진다고 보고되고 있다 (Yoon et al., 1992). 흉고직경이 증가함에 따라 수액 채취량이 많아지는 것은 수관폭의 증가에 의한 것으로 추정된다. Jones & Alli (1987)는 수관폭이 발달할 수록 근계가 커지며 큰 근계를 가지고 있는 임목은 토양으로부터 흡수할 수 있는 수분의 양도 상대적으로 많아져 수액을 많이 유출시킬 수 있고, 수관폭에 따른 총엽면적이 커져서 낙엽 전에 활발한 광합성으로 많은 에너지를 뿌리에 저장시킬 수 있으며, 봄철이 되면 이것이 사탕의 형태로 유출된다고 하였다. 자작나무의 경우에도 이와 유사한 결과가 보고되고 있다 (Fesyuk & Grimashovich, 1980). 흉고직경이 크다 하더라도 인접목간에 수관경쟁이 일어나 수관

폭이 감소하게 되면 수액 채취량도 감소할 수 있을 것이기 때문에 지속적인 수액채취를 위해서는 임분내 임목밀도와 같은 우산고로쇠나무의 공간분포 상황에 대한 조사가 필요할 것으로 사료된다. 한편, Kwon (2003)은 지리산, 거제도, 울릉도 지역 고로쇠나무림 상층의 임목밀도는 각각 2,345, 955, 760본/ha이었다고 보고한 바 있다. 임목밀도를 고려할 때 울릉도의 우산고로쇠나무는 지리산과 거제도 지역의 고로쇠나무에 비해 공간확보라는 측면에서는 다소 유리한 상황에 놓여 있다는 것이 많은 수액채취량에 대한 하나의 요인으로 작용하였을 것으로 추정된다.

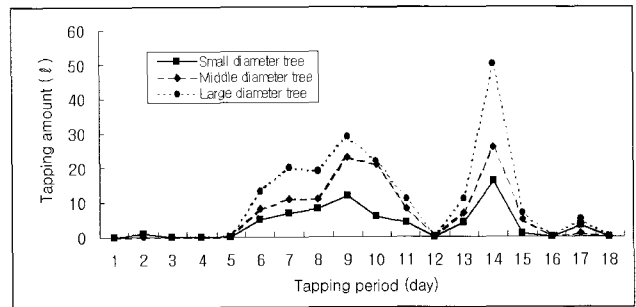


Fig. 2. Total amount of sap by DBH class during investigated period in *Acer okamotoanum*.

우산고로쇠나무 수액채취에 대한 기상인자의 영향을 파악하기 위하여 채취기간 동안의 최고·최저온도를 Fig. 3에 나타내었다. 울릉도 우산고로쇠나무 수액채취 기간 중의 일 최저기온은 $-2.8 \sim 4.9^{\circ}\text{C}$, 일 최고기온은 $2.4 \sim 17.5^{\circ}\text{C}$ 로 조사되었다. 수액 채취량이 상대적으로 많았던 천공 9 일째 (2월 14일)와 14일째 (2월 20일)의 기상조건을 살펴보면, 일최저기온 $-1.5, -0.7^{\circ}\text{C}$, 일최고기온 $13.4, 16.8^{\circ}\text{C}$ 로 온도 격차가 각각 $14.9, 17.5^{\circ}\text{C}$ 로 높게 나타났는데, 이틀간의 수액 채취량은 156 ℓ로 전체량의 41%를 차지하였다 (Fig. 1). 또한, 일최고·최저기온의 온도격차가 8°C 이상인 날의 수액 채취량이 전체 수액량의 91.2%를 차지하였다. 지리산의 고로쇠나무를 대상으로 한 수액 채취량 조사에서 주야간 온도격차가 8°C 이상인 날의 수액 채취량이 많았으며, 거제도 지역의 붉은고로쇠나무의 경우에도 수액 채취량이 가장 많았던 날의 온도격차가 10.6°C 인 것으로 조사되었다 (Kwon, 2003). 수액 채취량과 기온과의 관계에 대해 Cortess & Sinclair (1985)는 일최저기온이 영하이고 일최고기온이 높을수록 다량의 수액이 유출된다고 보고하였으며, Lee et al. (1995)은 백운산 지역 고로쇠나무의 수액채취에 관한 연구에서 수액 채취량이 많은 날의 기상조건은 야간에 온도가 영하로 내려가고 주간에 온도가 영상으로 상승하여 주야간에 온도차가 컸다고 보고하였다. Kwak (1995)과 Melvin (1983)은 일

최저기온이 -5°C 이하로 내려가는 급격한 온도하강은 수액의 결빙으로 인하여 수액흡수가 적어져 결과적으로 수액 채취량이 감소하였다고 보고한 바 있다. 미국과 캐나다 등지에서 이미 상품화가 이루어져 많은 수입원이 되고 있는 사탕단풍나무의 경우에도 야간에 기온이 영하로 내려가고 낮에 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 상승하면 수액이 유출된다고 하였다 (Plamondon & Bernier, 1980; Houston *et al.*, 1990; Kauffeld, 1990). 대기중의 상대습도 (데이터 미체시)와 수액 채취량의 관계에서는 통계적인 유의성이 없는 것으로 나타났으며, 또한 주야간의 온도격차가 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 일 때 많은 양의 수액이 분출된다는 산림청 (1995)의 보고와 마찬가지로 단풍나무류의 수액 유출량에는 온도의 영향이 가장 강한 것으로 판단된다.

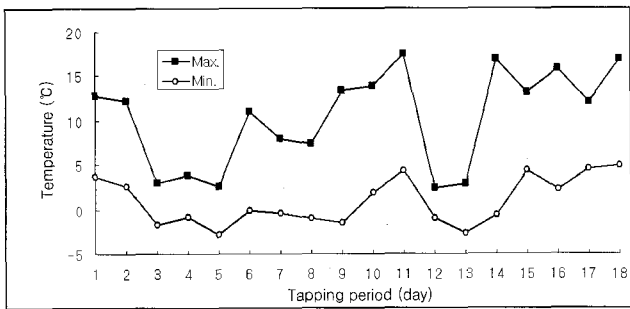


Fig. 3. Daily maximum and minimum temperature during sap tapping period in *Acer okamotoanum* stand.

2. 수액성분

우산고로쇠나무 수액의 물리 화학적 성질은 Table 1과 같다. 우산고로쇠나무 수액의 pH는 6.5로 중성이었으며, 비중은 물과 비슷한 1.005로 나타났다. Chung *et al.* (1995)은 지리산의 고로쇠나무 수액의 pH는 6.3~6.5, 비중은 1.008~1.009, Yoon *et al.* (1992)은 자작나무류와 단풍나무류 수액의 pH는 5.5~6.7, 비중은 1.000~1.009의 범위라고 보고하였는데, 본 실험결과와 유사하였으며 지리산의 고로쇠나무, 거제도 지역의 붉은고로쇠나무 등의 결과 (Kwon, 2003)와도 비슷한 경향이였다. 고형분과 회분 함량은 각각 3.40, 0.06%로 자작나무류와 단풍나무류 (Yoon *et al.*, 1992) 및 고로쇠나무와 붉은고로쇠나무 (Kwon, 2003)에 비해 높게 조사되었다. 우산고로쇠나무 수액의 당도는 3.06%로 산림청 (1992)이 발표한 고로쇠나무 수액의 1.8%와 자작나무류 0.8~1.5%, 단풍나무류 1.8~2.0% (Yoon *et al.*, 1992) 보다 높은 당함량이 검출되었다. Willits (1965)는 미국산 단풍나무가 다른 나라에서 생육한 나무에서 채취한 수액에 비해 아주 높은 당도를 가지며, 이의 주된 요인은 토질의 차이에 의한

것으로 보고하였다. 하지만, 울릉도에 자생하고 있는 우산고로쇠나무 수액의 이러한 특징에 대해서는 그 원인이 아직 밝혀지지 않고 있다. 이 원인이 지역별, 수종간의 특성에 기인하는 것이라면 앞으로 토양 및 생육환경에 대한 연구를 통해 원인을 밝혀야 할 것이며, 우수종자를 확보하여 다른 지역에 대한 적응시험을 통하여 생육지가 확대될 수 있도록 검토되어야 할 것이다.

Table 1. The physical and chemical properties in the sap of *A. okamotoanum*.

pH	Sp.Gr	Solid content (%)	Ash (%)	Sugar (%)	Others (%)
6.5	1.005	3.40	0.06	3.06	0.28

우산고로쇠나무의 수액 중 유리당은 sucrose가 검출되었으나 glucose, fructose 및 maltose는 검출되지 않았다 (Table 2). 고로쇠나무 수액의 당분중 sucrose만이 검출된 것은 Kim *et al.* (1991)과 Yoon *et al.* (1992)의 보고와 일치하였다. 우산고로쇠나무 수액의 sucrose 함량 (30.6 g/l)은 지리산 고로쇠나무 16.4 g/l, 거제도의 붉은고로쇠나무 19.9 g/l (Kwon, 2003), Lee *et al.* (1995)의 백운산 지역 고로쇠나무 6.8~20.1 g/l 보다 높았으며, 캐나다 사탕단풍나무와 야생 사탕단풍나무의 sucrose 함량 20 g/l (Kauffeld, 1990) 보다도 높게 나타났다. 미국 Ohio 주에서는 sucrose 함량이 높은 개체를 선발하여 접목에 의한 수액채취자원을 조성하고 관리하여 30년이 지난 후 sucrose 함량을 42 g/l 까지 증가시킬 수 있었다고 보고하였다 (Kriebel, 1989). 캐나다와 미국 등지에서는 사탕단풍나무의 자당 함량을 증가시킬 수 있는 개체선발, 육종, 자원증식 등을 통해 임업을 고부가 산업으로 육성하고 있다 (Kriebel, 1989)는 것과 국내에서 자작나무류 수액보다 고로쇠나무류의 수액을 선호하는 것은 단맛을 띠는 당성분 때문이라는 것을 고려하면, 앞으로 sucrose 함량이 높은 개체선발을 통한 고로쇠나무류의 자원증식을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 2. Sugar components in the sap of *A. okamotoanum*. (unit: g/l)

Glucose	Fructose	Maltose	Sucrose
-	-	-	30.6

우산고로쇠나무 수액내 회분의 양은 0.1% 이하로 회분 100 mg을 기준으로 하여 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 우산고로쇠나무 수액에서 총 7종의 무기성분이 검출되었는데 Ca와 K 함량이 전체 성분의 81%를

차지하였다. 고로쇠나무 수액 내 무기성분은 문헌에 따라 약간의 차이를 보이고 있는데 Ca의 경우, 63.5 mg/ℓ (Kim *et al.*, 1991), 16.2 mg/ℓ (Yoon *et al.*, 1992), 175 mg/ℓ (Lee *et al.*, 1995), 98.6~153.3 mg/ℓ (Chung *et al.*, 1995)로 보고되었는데, 울릉도 우산고로쇠나무 수액의 Ca 함량은 522 mg/ℓ으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 미국의 사탕단풍나무 수액 내 Ca의 함량이 농축된 시럽에 8~56 mg/ℓ 존재한다는 보고 (Lee *et al.*, 1995) 보다 약 10배정도 높은 함량이다. 우산고로쇠나무의 수액 중 가장 많은 함량을 차지한 Ca으로 인해 이 수액이 폴리수라하여 뼈에 이로운 나무라는 뜻에서 유래되었다는 속설의 의학적 근거를 제시하고 있다. 한편 Ahn (1975)은 고로쇠나무 수액 내 무기성분의 차이는 채취시기와 토양 및 기후에 따른 영향이라고 보고한 바 있으므로 지역과 문헌에 따라 Ca 함량에 차이를 보이는 요인은 생육지의 토양, 기후, 수종간 및 채취시기 등과 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다.

Table 3. Mineral components in the sap of *A. okamotoanum*.
(unit : mg/ℓ)

Ca	Mg	K	Na	Si	P	Mn	Mo
522	68	309	37	70	14	4	-
(51)	(7)	(30)	(4)	(7)	(1)	(-)	

적 요

우리나라의 울릉도에 자생하고 있는 우산고로쇠나무를 대상으로 흉고직경급별 수액 채취량과 수액 내 성분을 분석하였다. 우산고로쇠나무의 총 수액채취량은 376 ℓ 이었으며 흉고직경이 증가할수록 수액 채취량도 많았으며 총채취량에 대해 소·중·대경목이 각각 18%, 32%, 50%의 비율을 나타내었다. 수액 채취량은 온도와 밀접한 관계가 있으며, 많은 양의 수액이 채취된 날의 기상조건은 일최고·최저기온의 온도격차가 크게 나타났다. 우산고로쇠나무 수액내의 고형분, 회분, 당도는 각각 3.04%, 0.06%, 3.06%로 나타났으며, 유리당은 자당 (30.6 g/ℓ)이 높은 함량을 나타내었으나 포도당, 과당, 맥아당은 검출되지 않았다. 우산고로쇠나무 수액은 총 7종의 무기성분중 칼슘 (522 mg/ℓ)과 칼륨 (309 mg/ℓ)의 함량이 높은 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 경상대학교 농업생명과학원 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사한다.

LITERATURE CITED

Ahn WY (1975) Color index and coloring substances in Korean sugar maple, *Acer mono* Max. syrup. J. Kor. For. Res. 26:7-12.

Chung MJ, Kim YS, Lee IS, Jo JS, Sung NJ (1995) The components of the sap from Gorosoe (*Acer mono* Max.) and sugar maple (*Pseudo-sieboldianum* Lom.), K. Kor. Soc. Food, Nutr. 24(6):911-916.

Cortes PM, Sinclair TR (1985) The role of osmotic potential in spring sap flow of mature sugar maple trees(*Acer saccharum* Marsh). J. Exp. Bot. 36(162) :12-24.

Fesyuk AV, Grimashevich VV (1980) Effects of different factors on the sap yield of *Betula pendula*. Kesovodstvo Lesnye Kultury Pochvovedenie 9:89-94.

Houston DR, Allen DC, Lachance D (1990) Sugarbush management: a guide to maintaining tree health, Gen. Tech. Rep. NE Forest Exp. Sta. USDA For. Serv. NE-626.

Iguchi H, Terazawa M, Kayama T (1985) Conductive sap from Shira-kamba birch, *Betula platyphylla* Sukatchev var. *Hara*. Proceedings of the Hokkaido Bran. of the Jap. Wood Res. Soc. 17:49-52.

Jones ARC, Alli I (1987) Sap yields, sugar content, and soluble carbohydrates of saps and syrups of some Canadian birch and maple species. Can. J. For. Res. 17:263-266.

Kauffeld J (1990) Sweet future. Ohio 21(4):4-5.

Kim CM, Jung AL, Sheo HJ (1991) A study on the ingredients in the sap of *Acer mono* Max. and *Betula costata* T. in Mt. Jiri Area - On the components of mineral and sugar -. J. Korean Soc. Food, Nutr. 20(5):479- 482.

Kim YT, Leech RH (1985) Effects of climatic conditions on sap flow in sugar maple. Forestry Chronicle 61:303-307.

Kriebel HB (1989) Genetic improvement of sugar maple for high sap sugar content I. Clone selection and seed orchard development. Can. J. For. Res. 19:917-923.

Kwak AK (1995) Ecological studies on sap exudation in *Acer mono* Max. community. Mokpo Natl. Univ., PhD Thesis. p. 89-90.

Kwon SD (2003) A study on the sap of *Acer mono*, *Acer mono* for. *rubripes* and *Acer okamotoanum*. Gyeongsang Natl. Univ., PhD Thesis. p. 48-54.

Melvin TT (1983) Maple sap uptake, exudation and pressure changes correlated with freezing exotherms and thawing endotherms. Plant Physiol. 73:277-285.

Laing FM, Howard DB (1990) Sap sweetness consistency vs. growth rates in young sugar maples. North J. Appl. For. 7:5-9.

Lee KJ, Cha YJ, Park JY, Park JH (1995) Effects of weather, site conditions, tree size and tapping methods on the spring sap flow of *Acer mono* Max. Res. Bull. Exp. Forests of Seoul Natl. Univ. 31:1-16.

Lee KJ, Park JY, Park KH, Park H (1995) Chemical composition, nutritional value, and saponin content in the spring sap of *Acer mono*. J. Kor. For. Res. 84(4):415-423.

Lee TB (1982) Illustrated flora of Korea, Hyangmunsa, p. 522-

524.

- O'Malley PER, Milburn JA (1983) Freeze-induced fluctuations in xylem sap pressure in *Acer pseudoplatanus*. Can. J. Bot. 61:3100-3106.
- Plamondon AP, Bernier PY (1980) A model of sap flow in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) based on meteorological elements. Can. J. For. Res. 10:152-157.
- Terazawa M, Koga T, Okuyama H, Miyake M (1984) Phenolic compounds in living tissues of woods III. Platyphylloside, a new diarylbeptanoid glucoside from the green bark of Shirakamba (*Betula platyphylla* Sucatchev var. *japonica* Hara, Mokuzaï Gakkaishi, 30(5): 391-403.
- Waseem M, Phipps J, Carbonneau R, Simmonds J (1991) Plant growth substances in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh) spring sap. Identification of cytokinins, abscisic acid, and an indole compound. J. Plant Physiol. 138:489-493.
- Willits CO (1965) Maple sirup producers manual. USDA Agri. Handbook, 134:112.
- Yoon SL, Jo JS, Kim TO (1992) Utilization and tapping of the sap from Birches and Maples. Mokchae Konghak 20(4):15-20.
- 산림청 (1995) 산주를 위한 새로운 임업기술. 산림청.
- 산림청 (2002) 임업통계연보. 제32호. p. 407.