

## 저장기간에 따른 채취 지역 및 시기별 고로쇠 수액의 성분분석\*1

김 호 용\*2 · 김 선 홍\*2 · 곽 기 섭\*2 · 박 미 진\*3 · 최 원 실\*3 · 강 하 영\*3 · 최 인 규\*2,4†

### Change in Chemical Composition of *Acer mono* Saps Collected in Different Region and Time Depending on Storing Period\*1

Ho-Yong Kim\*2 · Seon-Hong Kim\*2 · Ki-Seob Gwak\*2 · Mi-Jin Park\*3 ·  
Won-Sil Choi\*3 · Ha-Young Kang\*3 · In-Gyu Choi\*2,4†

#### 요 약

본 연구는 채취 지역 및 시기별 고로쇠나무(*Acer mono*) 수액의 저장기간에 따른 수액의 물성을 분석하여, 저장기간이 수액의 물성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 수행하였다. 고로쇠나무 수액의 pH는 4.43~5.68로 함양산이 가장 낮고 남양주산이 가장 높았으나 저장기간이 길어짐에 따라 급격히 낮아졌다. 영월산 2월 22일 채취분에서 수액의 sucrose 함량이 2.06%로 가장 높았으나 4개월이 지나면서 급격히 분해되었다. Sucrose의 분해는 유기산함량의 증가에 큰 영향을 끼쳤으며 pyruvic acid가 최대 14.26 mg/ml까지 생성되었고, lactic acid, acetic acid, ethanol 등의 미생물의 대사산물로 여겨지는 유기산들이 발생하였다. 미량원소는 K, Ca가 93% 정도로 대부분을 차지하였으며 인제산 고로쇠나무의 전기 채취 수액의 K함량이 131.72 mg/l로 특히 높았다. 수액 내에 특수성분으로써 비타민 C는 1.55~3.50 mg/l 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. 수액의 물성은 저장기간이 늘어남에 따라 점점 변질되었지만, 지역별 전기 채취 수액의 sucrose 분해나 유기산 생성이 후기 채취 수액에 비해 상대적으로 덜 발생하였다.

\* 1 접수 2009년 9월 2일, 채택 2009년 12월 2일

\* 2 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부. Dept. of Forest Sciences, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

\* 3 국립산림과학원. Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

\* 4 농업생명과학연구원, Research Institute for Agriculture and Life Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

† 주저자(corresponding author) : 최인규(e-mail: cingyu@snu.ac.kr)

## ABSTRACT

This study was performed to investigate change in chemical composition of *Acer mono* saps collected in Hamyang, Inje, Namyangju and Yeongwol depending on storing period. pH of *A. mono* sap was in the range of 4.43~5.68, and it was decreased rapidly with the increase of storing period. *A. mono* sap collected in Yeongwol in Feb. 22 contained 2.06% sucrose. Degradation of sucrose was occurred when storing period was extended, and it caused production of organic acid like pyruvic acid, lactic acid, acetic acid and ethanol. Detected minerals in *A. mono* sap were K, Ca, Na, Mg, P, Si, Al, Mn, Fe, Cu and Zn, however, K and Ca content reached 93%. *A. mono* sap collected in Inje in Mar. 03 contained 131.72 mg/ℓ, which was especially high K content among the *A. mono* sap. 1.55~3.50 mg/ℓ of Ascorbic acid was found in the *A. mono* sap. Sap collected in early date was less degraded.

**Keywords:** Sap, *Acer mono*, Storing period, Sucrose, Ascorbic acid

## 1. 서 론

수액이란 일반적으로 목부수액을 의미하며 무기염, 질소화합물, 탄수화물, 효소, 식물호르몬 등이 용해되어 있는 묽은 용액으로, 민간요법에서 위장병, 신경통, 고혈압 등에 좋다고 하여 오래전부터 응용되어 왔다(이, 1993). 국내에서 건강음료로서 응용되고 있는 수종은 고로쇠나무, 자작나무, 거제수나무, 박달나무 등이나(권, 2003), 총채취량의 97%가 고로쇠나무 수액이다(산림청, 2002). 고로쇠나무(*Acer mono*)는 단풍나무과에 속하는 낙엽교목으로 동북아시아에 널리 분포하는데, 우리나라에는 고로쇠나무(*A. mono*), 붉은 고로쇠나무(*Acer mono* for. *rubripes*), 우산고로쇠나무(*Acer okamotoanum*) 등 9종의 품종과 변종이 생육하고 있는 것으로 알려져 있다(이, 1999), 특히 백운산, 지리산 지역에서는 30~40여 년 전부터 고로쇠나무 수액채취가 이루어져왔는데, 수액 음용자의 80% 이상이 고로쇠나무 수액의 효능에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 보고된 바 있다(안 등, 1998). 또한 우리나라뿐만 아니라 소련, 중국, 일본 등에서도 고로쇠나무 수액을 건강음료로서 마시는 풍습은 오랜 역사를 가지고 있으며 이뇨, 변비, 위장병, 통풍, 류마티스, 수창, 부창, 습진, 괴혈병, 신경통, 산후통 등에 효능이 있다고 하여 높은 관심을 가지고 있다(Hashi and Takeshita,

1973).

고로쇠나무 수액에 관한 연구로 국내에서는 미량원소와 당류 함량 분석(김 등, 1991; 문 등, 2004), 수액의 성분분석과 효능(안, 1975) 등과 같은 수액 성분에 대한 연구가 주로 진행되어 왔으나 최근에는 수액 내에 다량 함유된 Ca 등과 같은 미량원소에 의한 골밀도 개선효과(Lee *et al.*, 2008) 등과 같은 약리적 효과에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 수액 채취량이나 채취방법 등에 대한 연구도 보고되고 있는데, 문 등(2004a)은 수액 채취량은 온도와 밀접한 관계가 있으며, 수액 채취량이 많은 날의 기상조건은 일교차가 크게 나타난 날이라고 하였다. 뿐만 아니라 고로쇠나무 자체의 활성 연구도 활발히 이루어지고 있는데 항암 및 면역조절능(Qadir 등, 2007)과 항산화능 및 간장 해독작용 활성(김 등, 2008) 등의 효능이 보고되고 있다. 우리나라와 마찬가지로 수액을 음용하고 있는 일본에서는 Terazawa *et al.* (1984)과 Iguchi *et al.* (1985) 등이 주로 자작나무(*Betula platyphylla* var. *japonica*) 수액에 대한 연구가 진행되어 왔고, 이를 음료 및 식료품으로 시판하고 있으나 열처리 등의 원인으로 수액 본연의 풍미를 잃어버리는 문제점이 지적되고 있다. 캐나다에서는 사탕단풍나무(*A. saccharum*)의 수액성분에 관한 연구(Larochelle *et al.*, 1998) 등이 활발하게 진행되고 있으며, 또한 채취 당해 연도에 나

Table 1. Testing saps

Species (region)	Collection date	Sample No.	Species (region)	Collection date	Sample No.
<i>A. mono</i> (Hamyang)	2008 / 02 / 22	H-1	<i>A. mono</i> (Inje)	2008 / 03 / 03	I-1
	2008 / 02 / 29	H-2		2008 / 03 / 10	I-2
	2008 / 03 / 07	H-3		2008 / 03 / 17	I-3
	2008 / 03 / 14	H-4		2008 / 03 / 24	I-4
<i>A. mono</i> (Namyangju)	2008 / 03 / 03	N-1	<i>A. mono</i> (Yeongwol)	2008 / 02 / 22	Y-1
	2008 / 03 / 10	N-2		2008 / 02 / 28	Y-2
	2008 / 03 / 17	N-3		2008 / 03 / 06	Y-3
	2008 / 03 / 24	N-4		2008 / 03 / 13	Y-4

무가 너무 크게 자라면 구멍을 뚫어도 나무자체에 양분을 빼앗겨 생산성이 없다는 것을 밝혔다.

자연식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 고로쇠나무가 자생하고 있는 지역에서는 고로쇠나무를 대상으로 한 수액의 채취 및 음용이 상당한 부수입을 올릴 수 있으며 수액채취는 대부분 농한기인 2~4월경에 채취되기 때문에 종사일수가 짧고 농번기를 피할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 수액 자체의 보존기간이 짧고 변질이 용이하기 때문에 산업화 적용에는 한계를 보이고 있다.

따라서 본 연구에서는 지역별 채취시기별 고로쇠나무 수액의 무기원소 및 비타민 C 등과 같은 미량성분의 함유 여부를 확인하여 기능성 식품으로서의 가능성을 평가하고, 저장기간에 따른 pH, 당, 유기산 등의 변화의 확인을 통해 수액의 변질 진행과정에 대한 기초자료를 제공하여 수액의 장기저장방법 개발 필요성과 해결방안을 모색하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 연구의 공시재료는 Table 1과 같다. 국내에 자생하고 있는 고로쇠나무(*A. mono*) 수액의 채취지역과 채취시기가 수액의 물성과 함유 성분에 미치는 영향을 확인하기 위하여 함양, 인제, 남양주, 영월지역에서 최

초 채취일로부터 약 1주일 간격으로 4주 간 수액을 채취하여 공시재료로 하였다. 모든 수액은 PET병에 담아서 4°C에서 보관하였고, 최초 분석은 수액의 채취가 끝난 후 약 1개월이 경과한 후 수행하였으며, 저장기간이 수액에 미치는 영향을 확인하기 위해서 pH, 당, 유기산 분석을 최초 분석 이후 2개월 간격으로 총 3회 실시하였다.

### 2.2. pH 분석

수액을 여과 없이 충분히 교반시킨 후 pH meter (Orion, US/520A)를 이용하여 측정하였다.

### 2.3. 당 분석

수액을 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하고 HPLC를 이용하여 당분석을 실시하였다. HPLC는 서울대학교 농생명과학공동기기원에서 보유한 Agilent사의 HP1100을 사용하였으며, buffer는 acetonitrile과 증류수를 75 : 25의 비율로 혼합하여 사용하였다. Column은 Sugarpak column (300 mm  $\times$  6.5 mm)을 사용하여 1 ml/min의 유속으로 분석을 실시하고 각 피크 검출에는 RI 검출기를 사용하였다. 당류 정량을 위한 표준물질로서 glucose, galactose, fructose, maltose, sucrose를 이용하여 감광선을 작성하고 이를 기준으로 농도를 계산하였다.

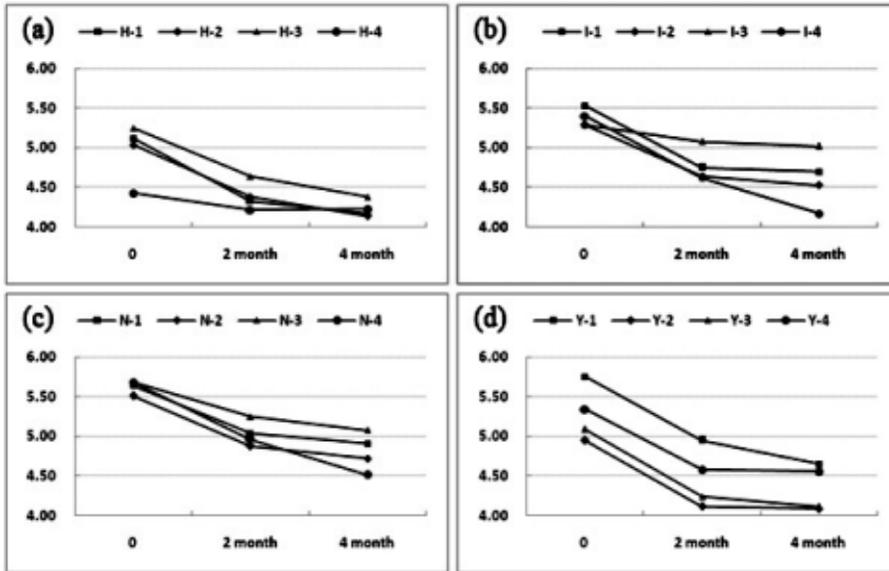


Fig. 1. Variation of pH of testing saps depending on storing period. (a) Hamyang, (b) Inje, (c) Namyangju, (d) Yeongwol.

## 2.4. 유기산 분석

수액을 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과하고 당 분석에서 사용한 것과 동일한 HPLC를 이용하여 유기산 함량을 분석하였다. 이동상은 0.01 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 를 사용하였고 column은 Aminex HPX-87H column (300 mm  $\times$  7.8 mm)을 사용하여 0.6 ml/min의 유속으로 분석을 실시하였으며, 각 피크 검출에는 RI 검출기를 사용하여 pyruvic acid, succinic acid, lactic acid, formic acid, acetic acid, ethanol, glycerol 등을 분석하였다.

## 2.5. 미량원소 분석

수액 내 미량원소 분석을 위해 서울대학교 농생명과학공동기기원에서 보유한 ICP spectrometer (유도 결합 플라즈마 발광광도기, Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer, ICPS-1000IV, Shimadzu)를 사용하였다. 100 ml 삼각플라스크에 시료 10 ml와 질산 10 ml를 넣어 hot plate에서 150~200°C의 온도

로 끓이고 시료와 질산을 모두 증발시킨 후 추가로 질산 10 ml를 첨가하여 모두 증발될 때까지 끓였다. 삼각 플라스크에 증류수를 첨가하여 Whatman 여과지 No. 42로 여과를 실시하였으며 최종 부피를 50 ml로 맞추었다. 분석원소는 K, Ca, Na, Mg, P, Si 등이다.

## 2.6. 비타민 C 분석

수액 내 비타민 C의 함량을 분석하기 위해 UV 검출기(UV-1601PC, Shimadzu)를 사용하였다. 수액 1.25 ml에 trichloroacetic acid 0.25 ml를 첨가한 후 충분히 교반하고 원심분리기(Micro-12, Hanil)를 이용하여 300 rpm에서 6분 동안 원심분리하였다. 원심분리 후 상층액 1.25 ml에 Folin-Ciocalteu reagent 0.25 ml를 첨가하여 충분히 교반하고 10분간 정지한 후 UV 760 nm에서 피크를 검출하였다. 표준물질로서 ascorbic acid를 이용하여 검량선을 작성하고 이를 기준으로 농도를 계산하였다.

Table 2. Sugar contents of testing saps collected in different region and time depending on storing period (unit : %)

Sample No.	Storing period	Glucose	Fructose	Sucrose	Total	Sample No.	Storing period	Glucose	Fructose	Sucrose	Total
H-1	0	0.05	0.04	1.72	1.80	H-2	0	0.02	0.00	1.70	1.73
	2 months	0.09	0.06	1.70	1.85		2 months	0.05	0.02	1.79	1.86
	4 months	0.14	0.18	1.39	1.72		4 months	0.36	0.28	1.07	1.70
H-3	0	0.10	0.06	1.49	1.65	H-4	0	0.49	0.48	0.62	1.59
	2 months	0.34	0.20	1.09	1.63		2 months	0.60	0.64	0.23	1.47
	4 months	0.53	0.36	0.59	1.49		4 months	0.73	0.74	0.02	1.49
I-1	0	0.04	0.03	1.86	1.93	I-2	0	0.08	0.06	1.40	1.54
	2 months	0.14	0.10	1.81	2.05		2 months	0.34	0.29	0.80	1.43
	4 months	0.34	0.30	1.24	1.87		4 months	0.67	0.62	0.02	1.31
I-3	0	0.08	0.04	1.37	1.49	I-4	0	0.07	0.03	1.82	1.92
	2 months	0.33	0.12	0.88	1.32		2 months	0.38	0.19	1.20	1.77
	4 months	0.48	0.24	0.49	1.21		4 months	0.54	0.30	0.69	1.53
N-1	0	0.36	0.30	2.02	2.67	N-2	0	0.17	0.12	1.47	1.76
	2 months	0.47	0.41	0.76	1.65		2 months	0.37	0.26	1.21	1.84
	4 months	0.68	0.58	0.30	1.56		4 months	0.52	0.37	0.80	1.69
N-3	0	0.47	0.39	0.73	1.59	N-4	0	0.23	0.18	1.11	1.51
	2 months	0.83	0.78	0.50	2.11		2 months	0.58	0.47	0.34	1.39
	4 months	0.86	0.84	0.00	1.70		4 months	0.74	0.68	0.00	1.42
Y-1	0	0.03	0.03	2.06	2.12	Y-2	0	0.04	0.01	1.94	1.99
	2 months	0.34	0.16	1.62	2.11		2 months	0.05	0.04	2.04	2.12
	4 months	0.91	0.40	0.37	1.67		4 months	0.07	0.08	1.72	1.87
Y-3	0	0.04	0.03	1.65	1.72	Y-4	0	0.51	0.44	0.40	1.36
	2 months	0.16	0.08	1.40	1.64		2 months	0.70	0.73	0.00	1.43
	4 months	0.25	0.14	1.04	1.42		4 months	0.63	0.68	0.00	1.30

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. pH 분석

Fig. 1은 채취 지역 및 시기별 고로쇠나무 수액의 저장기간에 따른 pH의 변화를 보여주는데, 실험에 사용된 대부분의 수액 sample에서 저장기간이 길어짐에 따라 pH가 급격히 감소하였다. 함양산 고로쇠나무 수액은 최초분석시의 pH가 4.43~5.25로 가장 낮은 수준이었으나 저장기간에 따른 pH 감소폭은 가장 작았다 (Fig. 1(a)). 특히 3월 14일에 채취한 수액의 초기 pH

인 4.43은 3월 7일에 채취한 수액의 4달 저장 후의 pH와 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만 위의 결과는 모든 수액의 채취가 완료되고 약 1개월이 경과한 후에 측정된 값으로 실제 최초 pH는 더 높을 것으로 사료된다. 인제산 고로쇠나무 수액과 남양주산 고로쇠나무 수액은 각각 초기 pH가 5.29~5.53과 5.51~5.68로 다른 지역에 비해 상대적으로 높고 채취시기별 차이가 가장 작았으나 저장기간이 길어짐에 따라 계속해서 낮아졌고 차이도 커졌다(Fig. 1(b), 1(c)). 특히 함양산, 인제산, 남양주산 고로쇠나무 수액은 세 번째로 채취한 수액이 비교적 가장 높고 안정적인 pH를 나타내었는데

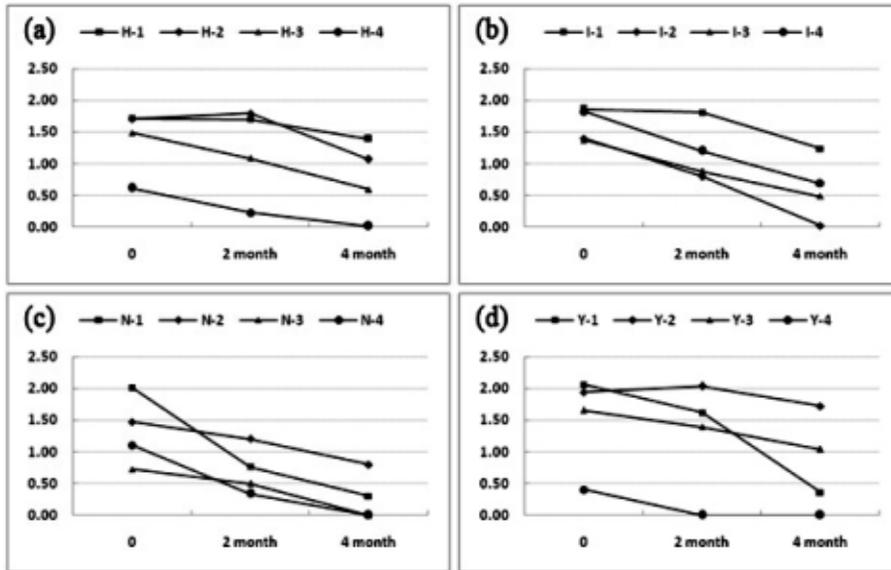


Fig. 2. Variation of sucrose contents of testing saps depending on storing period (unit : %). (a) Hamyang, (b) Inje, (c) Namyangju, (d) Yeongwol.

이는 수액의 성분이 임목자체뿐만 아니라 온도와 같은 환경의 영향(O'Malley & Miburn, 1983)을 많이 받기 때문으로 판단된다. 한편, 영월산 고로쇠나무 수액은 초기 pH가 4.95~5.75로 채취시기에 따른 편차가 가장 컸으며, 채취시기에 관계없이 최초 분석 후 2개월경과 시에 급격하게 감소하였다(Fig. 1(d)). 정 등(1995)은 지리산의 고로쇠나무 수액의 pH를 6.3~6.5, 윤 등(1992)은 자작나무류와 단풍나무류 수액의 pH를 5.5~6.7이라고 보고하였는데, 본 실험결과와 유사하거나 약간 높았다.

### 3.2. 당 함량

수액 내 함유된 당 함량 분석결과 모든 수액 sample에서 glucose, fructose와 sucrose만을 함유하고 있고, galactose와 maltose는 함유하지 않는 것으로 나타났다(Table 2). 이는 우산고로쇠(*A. okamotoanum*) 수액에서 sucrose만 3.06% 검출되었다고 보고한 문 등(2004b)의 결과와 비교해보면 수종의 차이로 인해 sucrose함량이 1% 가량 낮게 측정되었지만, 지리산 지역에서 채취한 고로쇠나무 수액에서는 1.64%로 비슷하

거나 오히려 높았다(문 등, 2004a). 또한 남양주산과 영월산의 일부 시료를 제외하고 대부분의 수액의 최초 분석 시료에서는 glucose와 fructose가 sucrose에 비해 매우 미세하게 검출되는 것으로 보아 수액 운반이나 분석과정 중에 sucrose의 분해가 일어난 것으로 사료된다. 함양산 고로쇠나무 수액 2월 22일, 2월 29일 채취분의 glucose와 fructose 함량은 각각 0.05%, 0.04%와 0.02%, 0.00%로 0.49%, 0.48%를 나타낸 3월 14일 채취분의 함량에 비해 크게 낮았는데, 이는 채취가 진행되면서 미생물 등으로 인한 오염이 있었던 것으로 예상된다. 인제산과 영월산에서도 함양산과 비슷한 결과가 나타났으나, 남양주산의 경우 3월 3일 채취분의 glucose와 fructose함량이 각각 0.36%와 0.30%로 높음에도 불구하고 sucrose 함량도 2.02%로 다른 수액에 비해 높았다. 안(1975)은 채취시기에 따라 수액 내 당분 함량의 차이가 일어나고 전기 채취 수액에 비해 후기 수액이 높은 당 함량을 보인다고 보고한 바 있으나, 본 연구결과에서는 지역에 관계없이 전기에 채취한 수액이 높은 sucrose함량을 보였다. Sucrose는 저장기간이 늘어남에 따라 glucose와 fructose로 급격히 분해되는데(Fig. 2), 변질이 의심되는 함양산 3월 14일 채취

Table 3. Organic acids contents of testing saps collected in different region and time depending on storing period (unit : mg/ml)

Sample No.	Storing period	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid	EtOH	Total	Sample No.	Storing period	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid	EtOH	Total
	0	0.60	0.05	0.03	0.00	0.05	0.00	0.74		0	0.92	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
H-1	2 months	1.24	0.30	0.36	0.43	0.51	0.67	3.51	H-2	2 months	1.52	0.37	0.27	0.38	0.72	0.56	3.81
	4 months	3.01	0.11	0.30	0.05	0.23	0.00	3.69		4 months	4.05	0.19	0.27	0.08	0.19	0.17	4.94
	0	0.58	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.66		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H-3	2 months	3.18	0.32	0.18	0.19	0.45	0.82	5.15	H-4	2 months	8.15	0.12	0.09	0.31	0.40	0.78	9.83
	4 months	5.53	0.27	0.25	0.07	0.16	0.27	6.55		4 months	11.19	0.04	0.03	0.00	0.03	0.23	11.51
	0	0.90	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98		0	0.60	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.66
I-1	2 months	1.82	0.27	0.24	0.44	0.63	1.20	4.60	I-2	2 months	4.39	0.21	0.28	0.20	0.49	0.91	6.49
	4 months	5.71	0.00	0.19	0.14	0.25	0.18	6.47		4 months	8.28	0.15	0.36	0.04	0.21	0.38	9.41
	0	0.73	0.35	0.06	0.00	0.00	0.00	1.14		0	1.01	0.48	0.07	0.00	0.00	0.00	1.55
I-3	2 months	1.81	0.44	0.20	0.19	0.45	0.86	3.96	I-4	2 months	2.96	0.57	0.36	0.28	0.74	0.84	5.75
	4 months	3.22	0.37	0.19	0.07	0.00	0.23	4.08		4 months	5.31	0.36	0.39	0.22	0.25	0.21	6.73
	0	1.17	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31		0	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
N-1	2 months	6.03	0.69	0.16	0.25	0.69	1.08	8.90	N-2	2 months	4.07	0.34	0.05	0.22	0.44	0.74	5.85
	4 months	8.20	0.64	0.10	0.00	0.14	0.46	9.53		4 months	5.69	0.24	0.03	0.06	0.21	0.15	6.38
	0	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08		0	0.72	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
N-3	2 months	9.80	0.24	0.07	0.11	0.46	1.10	11.77	N-4	2 months	6.28	0.30	0.09	0.15	0.39	1.08	8.30
	4 months	10.89	0.61	0.05	0.00	0.19	0.51	12.25		4 months	8.52	0.44	0.17	0.05	0.16	0.69	10.03
	0	1.13	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27		0	0.37	0.13	0.26	0.06	0.18	0.00	0.99
Y-1	2 months	2.60	0.57	0.32	0.17	0.77	0.97	5.40	Y-2	2 months	0.84	0.00	0.56	0.10	0.30	0.96	2.76
	4 months	5.51	0.39	0.24	0.00	0.09	0.20	6.43		4 months	2.76	0.00	0.91	0.05	0.48	0.12	4.33
	0	0.42	0.13	0.22	0.08	0.12	0.00	0.97		0	0.00	0.08	0.19	0.00	0.00	0.00	0.27
Y-3	2 months	1.60	0.13	0.59	0.19	0.43	0.74	3.67	Y-4	2 months	9.20	0.29	0.55	0.22	0.53	1.12	11.91
	4 months	3.17	0.00	0.88	0.00	0.40	0.19	4.64		4 months	14.26	0.32	0.90	0.06	0.48	0.00	16.03

분과 영월산 3월 13일 채취분을 제외하면 2개월경과 시까지는 비교적 완만한 분해가 일어났으나 4개월이 지나면서 급격히 분해되었다. 특히 함양산 2월 22일, 2월 29일 채취분(Fig. 2(a)), 인제산 3월 3일 채취분(Fig. 2(b)), 영월산 2월 28일 채취분(Fig. 2(d)) 수액의 sucrose는 2개월 간의 저장 기간 동안은 거의 분해가 일어나지 않았다. 각 지역별 수액의 초기 채취 수액의 sucrose의 분해가 잘 일어나지 않은 것은 위에서 언급한 바와 같이 전기에 채취한 수액 내에 sucrose의 분해를 일으키는 미생물이 적게 존재하거나 혹은 미생물의 생장을 억제하는 물질이 함께 함유되었기 때문으로 추측된다.

### 3.3. 유기산 함량

수액 내 유기산 함량을 측정한 결과, 대부분이 pyruvic acid (최대 14.26 mg/ml)로 기타 유기산들은 미량이 함유되어 있었으나(ethanol 최대 1.12 mg/ml) glycerol은 검출되지 않았다(Table 3). 채취시기에 따른 유기산 함량 변화는 확인하기 어려웠으나 저장기간이 늘어남에 따라 큰 차이를 보였다. 최초 분석 결과에서는 총 유기산 함량이 0.00~1.55 mg/ml로 나타났고, 대부분의 수액에서 pyruvic acid와 succinic acid만 검출되었으며, ethanol은 모든 수액에서, formic acid는 영월산을 제외하고는 전혀 검출되지 않았다. 또한 총 유기산 함량도 1 mg/ml 전후로 낮은 수준을 유지하였

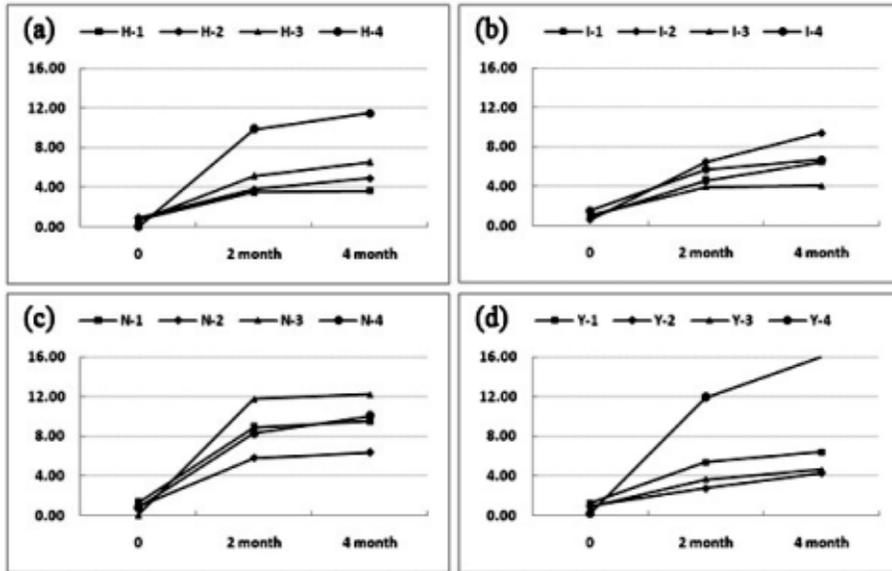


Fig. 3. Variation of total organic acid contents of testing saps depending on storing period (unit : mg/ml). (a) Hamyang, (b) Inje, (c) Namyangju, (d) Yeongwol.

다. 그렇지만 2개월경과 시에는 유기산 총 함량이 2.76~11.91 mg/ml로 크게 증가하였는데, 이는 pyruvic acid와 succinic acid의 함량이 크게 증가했을 뿐만 아니라, 미량 검출됐거나 전혀 검출되지 않았던 lactic acid, formic acid, acetic acid, ethanol 등도 함유되어 있었기 때문이다. 4개월경과 시에도 pyruvic acid의 함량은 증가하였으나 pyruvic acid를 제외한 기타 유기산들의 함량이 2개월경과 시에 비해 감소함으로써 총 유기산 함량은 3.70~16.03 mg/ml로 유지되는 경향을 보였다. 당 및 유기산의 결과를 종합해보면, 저장 기간 동안 sucrose가 glucose와 fructose로 분해되고 미생물을 통해 해당 작용이 일어나서 pyruvic acid를 생성하게 된다. 이어서 pyruvic acid가 lactic acid, acetic acid, ethanol로 발효가 진행되어 이에 따라 pH도 함께 낮아지는 것으로 판단된다. 그러므로 수액의 장기 저장을 위해서는 미생물 유입을 최소화하는 것이 중요하다고 사료되는데, 지역별 전기 채취 수액에 비해 후기 채취 수액의 sucrose의 분해 및 유기산 생성정도가 더 높은 원인을 구명하고 채취과정부터 외부 미생물의 채취 수액 내로의 유입을 차단하는 것이 필요하다고 생각한다.

### 3.4. 미량원소 함량

Table 4는 본 연구에 사용된 고로쇠나무 수액 내의 미량원소 함량을 나타낸다. 원소별로는 K, Ca이 93%를 차지할 정도로 다른 원소에 비해서 특히 많았으며 그 다음으로 Mg, Na순이었다. 지역에 관계없이 모든 수액의 칼슘함량은 문 등(2004b)의 결과와 유사하거나 높았고 인제산 고로쇠나무의 전기 채취분 수액의 K함량이 131.72 mg/l로 특히 높았다. 고로쇠나무 수액의 Ca 함량에 대해서는 꾸준히 연구가 진행되어왔으나 연구자에 따라 약간의 차이를 보이고 있다. 문 등(2004b)이 Ca함량을 548 mg/l로 보고한 결과와 비교하면 모든 지역의 수액에서 크게 낮은 함량을 보였지만, 175 mg/l, 98.6~153.3 mg/l로 보고한 이 등(1995)과정 등(1995)의 결과와 비교하면 비슷하거나 약간 낮은 함량을 보였다. 한편 남양주산 고로쇠나무 수액의 경우 채취시기에 따라 채취 수액 내 미량원소의 함량이 큰 차이를 보였으며, 함양, 인제산의 Si나 인제산의 Fe, 남양주산의 Zn과 영월산의 Cu처럼 다른 지역의 고로쇠나무 수액에서 함유되어있는 성분이 전혀 함유되지 않은 경우도 있었다. 또한 Mn은 지역별로 0.49~1.66

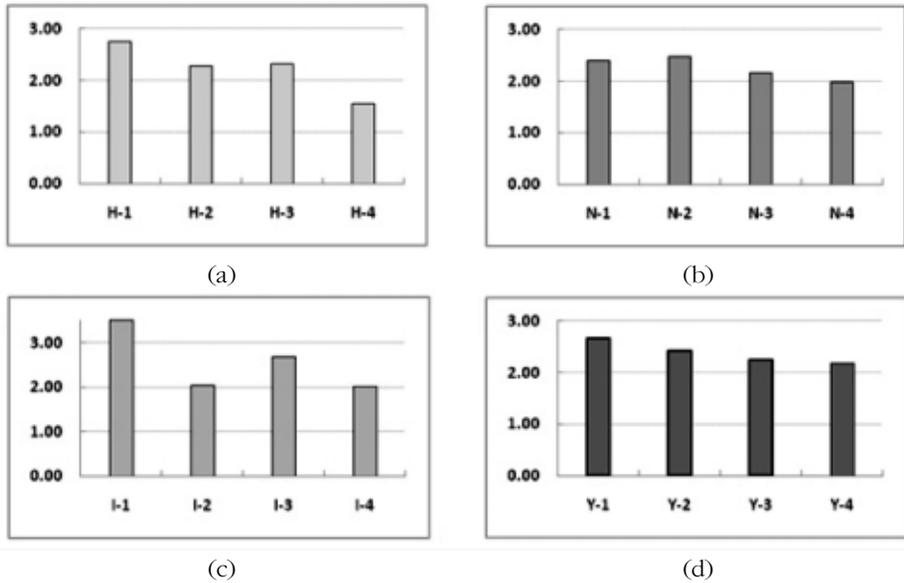


Fig. 4. Ascorbic acid contents of testing saps (unit : mg/ℓ). (a) Hamyang, (b) Inje, (c) Namyangju, (d) Yeongwol.

mg/ℓ 함유되어 있었는데 이는 문 등(2004b)이 지리산 지역의 고로쇠나무 수액에서 4 mg/ℓ가 함유되어 있었다고 보고한 결과와는 차이를 보였다. 이처럼 미량원소 함량이 차이는 것은 고로쇠나무 수액 내 미량원소 함량에 채취시기와 토양 및 기후와 같은 환경적 요인이 크게 작용한다고 안(1975)이 보고한 바 있다. 따라서 인제 지역 고로쇠나무에서 K함량이 다른 지역의 고로쇠나무에 비해 높게 나타난 것은 토양 및 온도와 같은 환경적 요인에서 기인된 것으로 추정된다. 추후 지역별 토양 성분 및 채취일의 기온차 등에 따른 미량원소 함량에 대한 분석도 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 3.5. 비타민 C 함량

고로쇠나무 수액 내 ascorbic acid 함량을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. Ascorbic acid 함량은 1.55~3.50 mg/ℓ로 수액 내에 미량 함유되어 있었고 지역별로는 큰 차이를 보이지 못했지만 채취시기가 경과함에 따라 그 함량이 소폭 감소하는 경향을 보였다. 식품의약품안전청에 따르면 한국의 비타민 C의 RDA는 100 mg/day로 수액 내에 함유된 ascorbic acid 함량과 비교하면 매

우 높은 수준이지만 본 연구에서는 ascorbic acid의 산화형인 dehydroascorbic acid의 함량을 측정하지 못하였으며 일반적으로 쉽게 산화형으로 전환되어 존재하기 때문에 실제 함유량은 더 많을 것으로 예상된다.

## 4. 결 론

고로쇠나무 수액의 채취 지역 및 시기별로 저장기간에 따른 수액 내 성분의 변화를 분석하였다. 고로쇠나무 수액의 pH는 4.43~5.68로 함양산이 가장 낮았고 남양주산이 가장 높았으나 저장기간이 길어짐에 따라 급격히 낮아졌다. 고로쇠나무 수액에는 채취 지역 및 시기에 관계없이 sucrose, glucose, fructose만 함유하고 있었으며 영월산 2월 22일 채취분에서 sucrose 함량이 2.06%로 가장 높았다. Sucrose는 저장기간이 늘어남에 따라 glucose와 fructose로 분해되었다고 판단되는데, 특히 4개월이 지나면서 급격히 분해되었다. Sucrose의 분해는 유기산함량의 증가에 큰 영향을 끼쳤으며 pyruvic acid가 최대 14.26 mg/ml까지 생성되었고, lactic acid, acetic acid, ethanol과 같은 미생물의 대사산물로 여겨지는 유기산들이 생겨났다. 미량원

소는 K, Ca가 93%를 차지할 정도로 대부분을 차지하였으며 인제산 고로쇠나무의 전기 채취 수액의 K함량이 131.72 mg/ℓ로 특히 높았다. 또한 수액 내에 특수 성분으로 비타민 C가 1.55~3.50 mg/ℓ 함유되어 있음을 확인 할 수 있었다. 수액의 물성은 저장기간이 늘어남에 따라 점점 변질되었지만, 지역별 전기 채취 수액의 sucrose 분해나 유기산 생성이 후기 채취 수액에 비해 상대적으로 덜 일어났으므로 이의 원인 구명을 위한 연구가 필요하다. 또한 채취한 수액의 변질을 막기 위한 장기 저장방법으로, 저온멸균법이나 자외선멸균법에 대한 연구와 함께 새로운 방법을 개발하여 우산고로쇠, 가래나무, 자작나무 등의 다른 수종의 수액에 대한 연구도 함께 진행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 이경준. 1993. 수목생리학, 서울대학교 출판부.
2. 권수덕. 2003. 고로쇠나무, 붉은고로쇠나무, 우산고로쇠나무의 수액에 관한 연구, 경상대학교 박사학위논문.
3. 산림청. 2002. 임업통계연보, 제32호, p. 307.
4. 이창복. 1999. 대한식물도감, 향문사.
5. 안종만, 김준선, 강학모. 1988. 고로쇠나무 수액 이용객의 응용형태에 관한 연구, 한국임학회지. 87(4): 518~526.
6. Hashi, M. and T. Takeshita. 1973. Hypocholesterolemic effect of wood hemicellulose on cholesterol-fed rats, Mokuzai Gakkaishi, 19(2): 101~103.
7. 김충모, 정두례, 서화중. 1991. 지리산지역 고로쇠나무 및 거제수(거자수)나무의 수액성분에 관하여-Mineral과 Sugar, 성분에 관하여, 한국영양식량학회지. 20(5): 479~482.
8. 문현식, 박상범, 권수덕, 구자운. 2004a. 지리산 고로쇠나무의 수액 채취와 성분분석, 한국생태학회지. 27(5): 263~267.
9. 안원영. 1975. 고로쇠나무 수액 표준 농축액의 색도지수와 착색물질, 한국임학회지. 26: 7~12.
10. Lee, G. S., H. S. Byun, M. H. Kim, B. M. Lee, S. H. Ko, E. M. Jung, K. S. Gwak, I. G. Choi, H. Y. Kang, and H. J. Jo. 2008. The beneficial effect of the sap of *Acer mono* in an animal with low-cal-cium diet-induced osteoporosis-like symptoms. *British Journal of Nutrition*, 100(05): 1011~1018.
11. Qadir, S. A., 김철희, 권민철, 이학주, 강하영, 최돈하, 이현용. 2007. 고로쇠와 우산고로쇠 나무의 부위별 함량 및 면역조절능 비교, 한국약용작물학회지, 15(6): 405~410.
12. 김영, 한재건, 하지혜, 정향숙, 권민철, 정명훈, 이학주, 강하영, 최돈하, 이현용. 2008. 고로쇠와 우산고로쇠 나무의 항산화능 및 glutathione S-transferase 활성 비교, 한국약용작물학회지, 16(6): 427~433.
13. Terazawa, M., T. Koga, H. Okuyama, and M. Miyake. 1984. Phenolic compounds in living tissue of woods III. Platyphylloside, a new diarylheptanoid glucoside from the green bark of shirakamba (*Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* Hara), Mokuzai Gakkaishi, 30: 391~403.
14. Iguchi, H., M. Terazawa, and T. Kayama. 1985. Conductive sap from Shirakamba birch, *Betula platyphylla* var. *hara*. Proceedings of the Hokkaido Bran. of the Japan. Wood Res. Soc., 17: 49~52.
15. Larochelle, F., A. Forget, Rainville, and J. Bousquet. 1998. Sources of temporal variation in sap sugar content in a mature sugar maple (*Acer saccharum*) plantation. *Forest Ecology and Management*, 106(2-3): 307~313.
16. O'Malley, P. E. R. and J. A. Milburn. 1983. Freeze-induced fluctuations in xylem sap pressure in *Acer pseudoplatanus*. *Canadian Journal of Botany*, 61(12): 3100~3106.
17. 정미자, 김윤숙, 이일숙, 조종수, 성낙주. 1995. 고로쇠나무 및 당단풍나무 수액의 성분조성, 한국영양식량학회지, 24(6): 911~916.
18. 윤승락, 조종수, 김태우. 1992. 자작나무와 단풍나무류의 수액채취 및 이용, 목재공학, 20(4): 15~20.
19. 문현식, 권수덕. 2004b. 울릉도 자생 우산고로쇠나무의 수액채취와 주요성분, 한국약용작물학회지, 12(3): 249~254.
20. 이경준, 박종영, 박관화, 박훈. 1995. 고로쇠나무 수액의 화학적 성분, 영양가치와 사포닌 함유 여부에 관한 연구, 한국임학회지, 84(4): 415~423.