

## 한외여과 처리에 따른 채취시기별 고로쇠 수액의 품질특성

정수정<sup>1</sup> · 이창현<sup>2</sup> · 김현영<sup>1</sup> · 황인국<sup>3</sup> · 신창섭<sup>4</sup> · 박의석<sup>5</sup> · 이준수<sup>1</sup> · 정현상<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품공학과, <sup>2</sup>한국화학시험연구원

<sup>3</sup>국립농업과학원 전통한식과

<sup>4</sup>충북대학교 산림학과, <sup>5</sup>(주)미드미

## Characteristics of *Goroshoe* (*Acer mono* Max.) Sap with Different Collection Times After Ultra Filtration

Su Jeong Jeong<sup>1</sup>, Chang Hyeon Lee<sup>2</sup>, Hyun Young Kim<sup>1</sup>, In Guk Hwang<sup>3</sup>,  
Chang Seob Shin<sup>4</sup>, Eui Seok Park<sup>5</sup>, Junsoo Lee<sup>1</sup>, and Heon Sang Jeong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

<sup>2</sup>Korea Testing & Research Institute, Chungbuk 363-883, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Gyeonggi 441-857, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Forest Science, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

<sup>5</sup>Metome Food Co. LTD., Chungbuk 363-885, Korea

### Abstract

We investigated the effects of ultra filtration (UF) of *Goroshoe* (*Acer mono* Max.) sap collected in March and April. The total bacteria and turbidity of the sap collected in April were higher than in March. However, after UF, the turbidity decreased and bacteria were not detected. The total acidity and total sugar of the sap collected in April were lower than that collected in March. After UF, total acidity and total sugar decreased slightly in sap from both of the collection times. The crude ash and mineral content of the sap collected in April were higher than in March. In particular, the calcium and potassium content of the sap collected in April were 166.38 and 29.47 mg/L, respectively, which was much higher than in March. Again, after UF, the crude ash and mineral content were decreased in the sap from both collection times. We concluded that UF of *Goroshoe* sap increased its quality regardless of collection time.

**Key words:** *Acer mono* sap, collection time, ultra filtration, useful components

### 서 론

수액이란 수목 내에 존재하는 액체를 총칭하는 것으로 수액을 건강 음료로써 마시는 풍습은 우리나라뿐만 아니라 러시아, 중국 및 일본 등에서도 오랜 역사를 가지고 있다. 현재 우리나라에서 건강음료로써 응용되고 있는 수종은 단풍나무과의 고로쇠나무와 당단풍, 자작나무과의 자작나무, 박달나무, 물박달나무, 거제수나무, 사스래나무 등이 있으며, 그 중에서도 “뺨에 이로운 나무”라는 데서 골리수(骨利水)라는 별명을 가지고 있는 고로쇠나무 수액이 다른 수액에 비해 가장 많이 이용되어 온 대표적인 수종이다(1,2).

수액의 채취시기는 수종에 따라 다소간의 차이는 있으나 대체로 수액의 이동이 빠른 이른 봄에 한시적으로 채취하여 응용하며, 특히 고로쇠나무의 채취시기는 2월 20일~3월 15일 정도이다(3). 일반적으로 수액의 채취시기가 지난 후에 채취되는 수액은 탁도 및 미생물의 증가로 인하여 품질가치

가 낮아 응용에 적합하지 않아 채취하지 못하고 있다. 따라서 채취시기 적기 이후에 채취되는 수액의 품질을 향상시킬 수 있다면 채취시기를 연장시켜 응용이 가능한 수액을 공급할 수 있을 것이다.

현재 식품산업에서 비열처리 방법의 하나인 막분리 기술은 정밀여과막이 1968년 생맥주의 제조에, 역삼투막이 1979년 토마토 과즙 농축에 사용되기 시작한 후 식품가공 산업에 폭넓게 활용되고 있다(4). 막을 이용한 식품제조 공정의 이점 중의 하나가 분자크기에 의한 추출 및 농축이 가능하므로 효모의 경우는 microfiltration(MF) 단계에서도 쉽게 제거가 되나 바이러스나 박테리아의 경우는 미생물의 종류에 따라서 ultrafiltration(UF)이나 nanofiltration(NF) 단계에서 제거할 수 있는 이점이 있어서 막분리공정 자체가 제균공정까지 포함되는 일석이조의 효과를 얻을 수 있다(5). 한외여과(UF)는 원료액에 함유되어 있는 물질들을 분자량의 크기에 따라 1,000~100,000 Dalton 범위에서 분리할 수 있다. 이러

\*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

한 한외여과막을 이용하여 공정상에서 큰 분자를 작은 분자로부터 분리시킬 수 있다(6).

따라서 본 연구에서는 채취시기 적기 이후에 채취되는 고로쇠 수액의 품질을 향상시키기 위한 방법으로 한외여과 기술을 이용하여 한외여과 전후의 품질특성을 검토하였으며, 채취시기 적기 이후에 채취되는 수액의 음용가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 고로쇠수액은 채취적기인 2010년 3월 15일과 채취적기 이후의 4월 9일에 충북 단양군 소백산 국립공원 일대에 자생하는 고로쇠나무에서 채취한 것으로 채취 후 -20°C 냉동고에 저장하면서 실험에 사용하였다. 냉동 고로쇠수액은 이화학적 특성 및 총균수를 측정하기 전에 해동하여 사용하였다.

### 한외여과

고로쇠수액의 여과에 사용된 필터는 polypropylene 재질의 pore size 0.5 µm 이하인 pre-filter(FILTECH KOREA, Seoul, Korea)와 polysulfone 재질의 pore size 0.4 µm 이하인 중공사막필터(FILTECH KOREA)를 사용하였다. 한외여과는 정량펌프(MP-1000, EYELA, Rikakikai, Tokyo, Japan)를 이용하여 3개의 pre-filter를 통과시킨 후 3개의 중공사막 필터를 통과시키고 clean bench 내에서 멸균된 용기에 담아 실험을 진행하였으며, 유속은 30 mL/min으로 하였다(4).

### 총균수와 탁도 측정

한외여과 전후 고로쇠수액의 총균수 측정은 수액을 단계별로 희석하여 NA(nutrition broth agar)배지에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후 colony 수를 계측하여 측정하였다. 탁도 변화는 UV-VIS spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### pH, 총산도 및 유기산 분석

한외여과 전후 고로쇠수액의 pH 변화는 pH meter(Orion 4 STAR, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 사용하여 25°C에서 측정하였다. 총산도는 수액 100 mL를 취하여 1% 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였다. 소비된 NaOH 용액의 mL수를 lactic acid 함량으로 환산하여 나타내었다. 유기산 함량변화는 수액 1 mL를 0.45 µm membrane filter(Sartorius AG, Gottingen, Germany)로 여과한 후 HPLC(Waters 2695, Waters, New Castle, DE, USA)로 분석하였다(7). 칼럼은 aminex HPX-87H ion exclusion column(7.8×300 mm; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)과 micro-Guard Cation

cartridge(4.6×30 mm, Bio-Rad)를 사용하였고, 검출기는 UV detector(Spectra System UV1000, Thermo Separation Products, Waltham, MA, USA)로 215 nm에서 검출하였으며, 이동상은 0.008 N sulfuric acid 용액을 0.6 mL/min 유속으로 흘려주었고 20 µL를 주입하여 분석하였다. 표준물질로는 citric acid 및 malic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

### 총당과 유리당 분석

한외여과 전후 고로쇠수액의 총당 분석은 페놀-황산법에 의해 측정하였다(8). 시료의 희석배수는 예비실험에서 결정된 후 Test tube에 희석한 수액 0.5 mL와 5%(v/v) phenol(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan) 용액 0.5 mL를 넣고 혼합시켰다. 여기에 95% 황산(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Gyonggi, Korea) 2.5 mL를 가하여 발열시킨 후 30분 동안 상온에서 방치한 다음 spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로 환산하였다. 유리당 함량은 수액 1 mL을 0.45 µm membrane filter(Sartorius AG)로 여과한 후 HPLC(Waters 2695, Waters)로 분석하였다(4). 칼럼은 carbohydrate column(4.6×150 mm, Waters)을 사용하였고, 검출기는 ELSD(Evaporative Light Scattering Detection, Waters 2420, Waters)를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile : water(75:25%(v/v))를 1.0 mL/min 유속으로 흘려주었고 20 µL를 주입하여 분석하였다. 표준물질로는 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma-Aldrich)를 사용하였다.

### 조회분과 무기성분 분석

한외여과 전후 고로쇠 수액의 조회분은 AOAC 방법에 따라 550°C에서 직접회화법으로 분석하였다(9). 무기성분은 습식법으로 분해시킨 후 0.5 N HNO<sub>3</sub> 10 mL를 넣고 균질화시킨 다음 GF/C(90 mm, Cat. No. 1822 090, Whatman International Ltd., Maidstone, England) 여과지로 여과하고 0.5 N HNO<sub>3</sub>로 50 mL로 정용한 다음 inductively coupled plasma spectrometer(ICP, Thermo Jarrell Ash, Franklin, MA, USA)로 Ca, Cu, Mg, Mn, Fe 및 K을 분석하였다(7).

## 결과 및 고찰

### 총균수 및 탁도

고로쇠수액 채취 적기(3월) 및 후기(4월)에 채취된 수액에 대한 한외여과 전과 후의 총균수와 탁도를 측정한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 한외여과 전 고로쇠 수액의 총균수는 3월에는  $1.3 \times 10^3$  CFU/mL 그리고 4월에는  $2.5 \times 10^3$  CFU/mL로 후기에 채취한 수액에서 높았으며( $p < 0.05$ ), 한외여과 후에는 모두 미생물이 검출되지 않았다. 이러한 결과

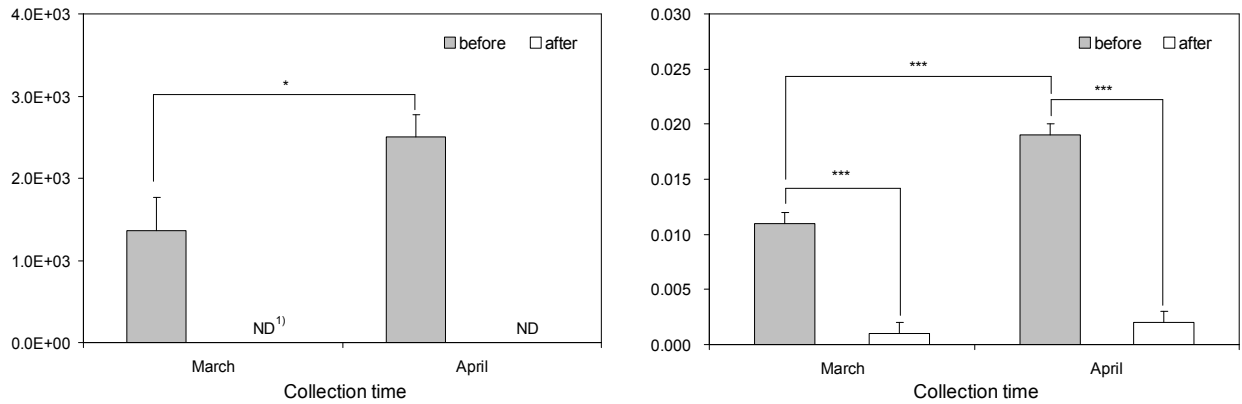


Fig. 1. Changes of total bacteria and turbidity before and after ultrafiltration on *Goroshoe* sap with different collection time. \*p<0.05, \*\*\*p<0.001 indicates significant differences between groups by Student's *t*-test. <sup>1)</sup>ND: not detected.

는 Lee 등(4)이 고로쇠 수액을 한외여과 한 결과  $1.7 \times 10^3$  CFU/mL에서 여과 후 미생물이 검출되지 않았다는 보고와 일치하며, Chung 등(10)이 포도주에  $1.9 \times 10^3$  CFU/mL로 존재하는 총균과  $1.62 \times 10^4$  CFU/mL로 존재하는 효모가 한외여과막을 통과한 후 어떠한 미생물도 검출되지 않았다는 보고와 일치하는 결과이었다. 3월과 4월 채취된 고로쇠수액의 탁도는 각각 0.011 및 0.019로 후기에 채취한 수액의 탁도가 높았지만(p<0.001), 여과 후에는 각각 0.001 및 0.002로 감소하였다(p<0.001). 이는 Youn 등(11)의 사과식초의 한외여과에서도 여과 전보다 여과 후 탁도가 현저하게 감소하여 청정 효과를 확인하였다는 결과와 일치하였으며, 채취적기의 수

액과 후기에 채취한 고로쇠수액 모두 한외여과 후 탁도를 비슷한 수준으로 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

pH, 총산도 및 유기산

고로쇠수액의 pH, 총산도 및 유기산 함량을 측정된 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. pH는 채취적기인 3월에 채취한 수액이 6.69로 후기인 4월의 6.96보다 유의적으로 낮았으며(p<0.001), 여과 후에는 각각 6.85 및 7.03으로 약간 증가하였으나(p<0.05) 4월에 채취한 수액에서는 유의차가 없었다(p>0.05). Chung 등(1)에 따르면 고로쇠 수액의 pH는 6.3~6.5 범위였다고 하였는데 본 실험에 사용된 고로쇠수액의

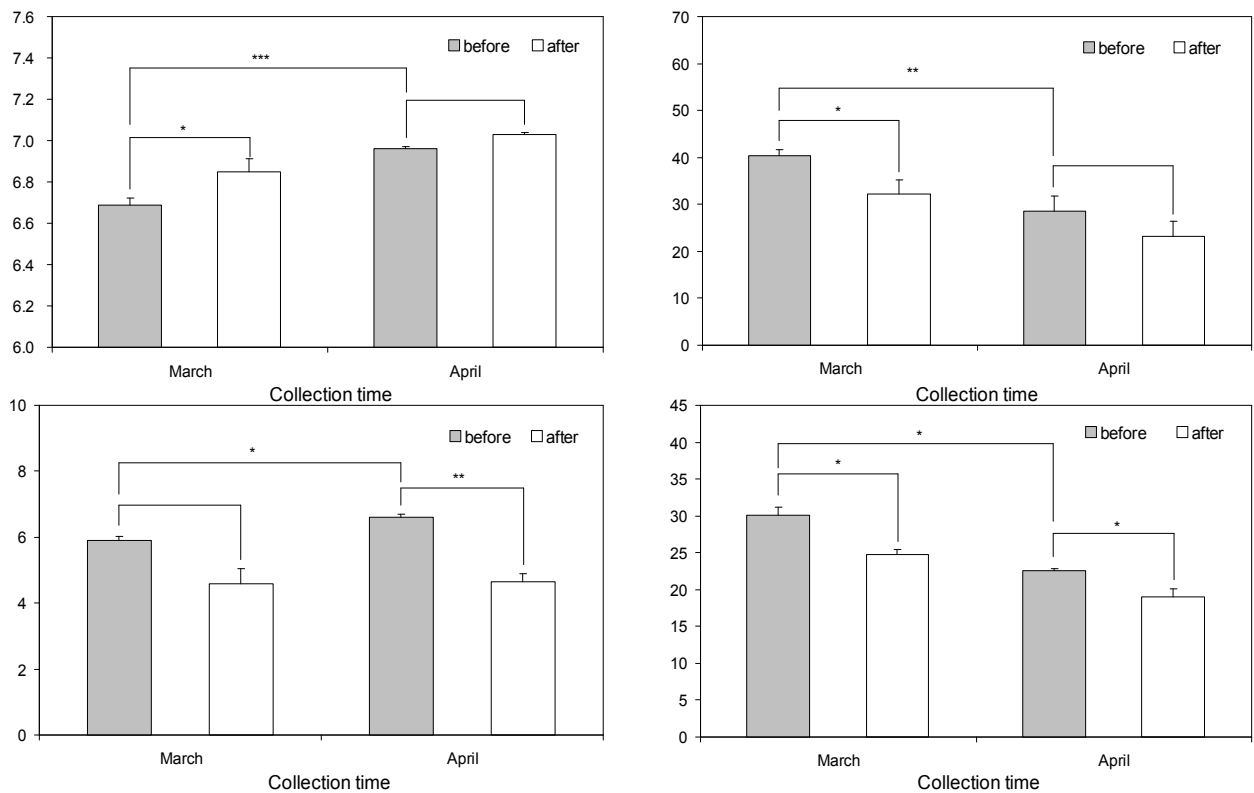


Fig. 2. Changes of pH, total acidity, and organic acid before and after ultrafiltration on *Goroshoe* sap with different collection time. \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 indicates significant differences between groups by Student's *t*-test.

pH는 약간 높았으며, 고로쇠수액의 채취시기별 pH는 6.2~6.6의 범위에서 큰 변화는 없었지만 후반기 고로쇠수액에서 다소 증가한다는 결과와 일치하였다(6). 총산도는 0.1 N NaOH 적정량을 lactic acid에 상당하는 농도(mg%)로 나타낸 결과 3월 채취한 수액이 4월보다 높았으며( $p < 0.01$ ), 여과 후에는 각각 감소하는 경향을 나타내었지만( $p < 0.05$ ), 4월에 채취한 수액에서는 유의차가 없었다( $p > 0.01$ ). 밀감주스의 경우 한외여과 후 pH가 4.20에서 여과 막의 공극크기에 따라 pH 4.22~4.27로 증가하며, 총산도 역시 여과 전 0.92%에서 여과 후 0.73~0.86%로 감소하였다는 결과와 일치하였다(12). 수액의 유기산은 citric acid와 malic acid가 검출되었으며, citric acid는 3월에 채취한 수액이 5.91 mg%로 4월 수액의 6.60 mg%보다 낮았지만( $p < 0.05$ ), malic acid는 3월이 30.15 mg%로 4월의 22.61 mg%보다 높은 함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

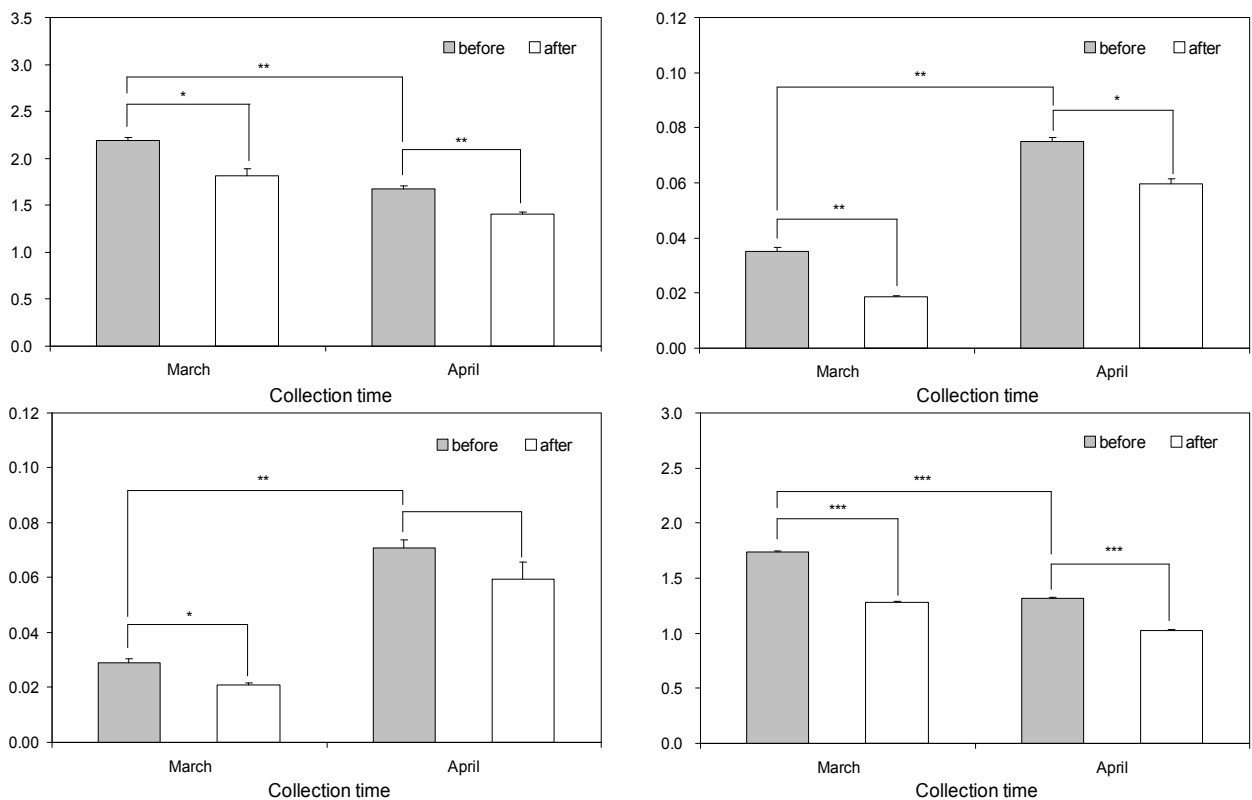
**총당 및 유리당**

고로쇠수액의 유리당은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 fructose, glucose 및 sucrose가 검출되었으며, fructose와 glucose에 비해 sucrose가 높은 함량을 나타내었다. Sucrose 함량은 한외여과 전 3월과 4월의 수액에서 각각 1.74 및 1.32%로 3월에 채취되는 수액에서 높았으며( $p < 0.001$ ), fructose와 glucose의 함량은 4월에 채취한 수액이 3월 수액보다 더 많은 함량을 나타내었다( $p < 0.01$ ). 이는 고로쇠나무의 수

액 중에는 sucrose가 대부분이지만 fructose 및 glucose도 미량 검출되며(1,4), 고로쇠수액에 함유된 sucrose 함량이 채취시기가 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었다는 Hyun 등(13)의 보고와 일치하는 결과였다. 수액은 나무 아래에서 위로 흐르는 상승 수액류와 앞에서 뿌리로 흐르는 동화수액인 하강 수액류로 크게 구분 지을 수 있는데 하강 수액류에는 sucrose가 80~90%를 차지하며(14), 고로쇠수액의 수액채취 초반기에 sucrose 함량이 많은 것이 상승류 수액보다는 하강 수액류가 초반기에 많이 채취되어 나오기 때문인 것으로 보고되었다(6). 한편 고로쇠수액의 한외여과 후 sucrose 함량은 3 및 4월에 각각 1.28 및 1.03%로 한외여과 전보다 유의적인 감소를 나타내었으며( $p < 0.001$ ), 총당 함량은 3월에 채취한 고로쇠 수액이 2.19%로 4월 수액의 1.68%보다 더 많았으며( $p < 0.01$ ), 한외여과 후에는 각각 1.82 및 1.40%로 모두 감소하였다( $p < 0.05$ ).

**조회분 및 무기성분**

고로쇠수액의 조회분 함량을 측정된 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 한외여과 전 3월과 4월 수액의 조회분은 각각 31.00 및 56.98 mg%로 4월 수액이 많은 함량을 나타내었고( $p < 0.01$ ), 한외여과 후에는 각각 26.80 및 43.10 mg%로 유의적인 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 고로쇠수액의 회분함량은 25~37 mg/100 mL 수준이며, 모든 지역에서 일반적으로 낮은 시기에 채취한 수액에서 높게 나타났



**Fig. 3.** Changes of total sugar and free sugar before and after ultrafiltration on *Goroshoe* sap with different collection time. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  indicates significant differences between groups by Student's *t*-test.

Table 1. Changes of minerals before and after ultrafiltration (UF) on *Goroshoe* sap with different collection time

Minerals	March		April	
	Before UF	After UF	Before UF	After UF
Ca	129.40±0.59	124.44±0.21**	166.38±1.05###	159.21±6.12
Cu	0.51±0.04	0.42±0.01	0.25±0.01 <sup>#</sup>	0.17±0.01*
K	12.59±0.84	8.24±0.87*	29.47±0.05 <sup>#</sup>	20.30±1.27*
Mg	5.72±0.64	4.64±0.27	5.34±0.17	4.70±0.57
Mn	0.42±0.05	0.33±0.01	0.36±0.04	0.25±0.03*
Fe	0.73±0.22	0.44±0.08	0.70±0.07	0.40±0.14

Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01 indicates significant differences between before and after UF by Student's *t*-test. <sup>#</sup>p<0.05, ###p<0.001 indicates significant differences between collection time of March and April by Student's *t*-test.

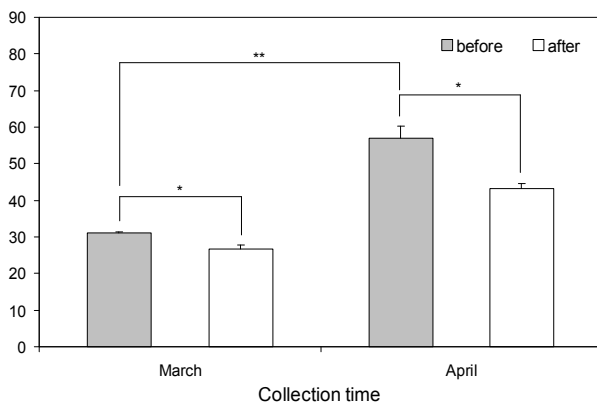


Fig. 4. Changes of crude ash before and after ultrafiltration on *Goroshoe* sap with different collection time. \*p<0.05, \*\*p<0.01 indicates significant differences between groups by Student's *t*-test.

다는 보고와 일치하며(13), 고로쇠수액의 조회분과 무기성분이 한외여과 후에 미세한 감소를 나타내었다는 보고와 일치하였다(4). 고로쇠 수액의 무기성분은 Table 1에서 보는바와 같이 칼슘, 구리, 칼륨, 마그네슘, 망간 및 철 등이 검출되었고, 다른 무기성분에 비해서 칼슘과 칼륨의 함량이 높았으며, 다음으로 마그네슘 및 철의 순이었고 구리 및 망간은 미량 검출되었다. 고로쇠 수액의 무기성분 중 가장 많은 함량을 나타낸 칼슘의 경우 98.55~153.30, 63.8, 47.19~88.00 및 548 mg/L 등 다양한 범위로 보고되었다(4). 본 연구에서는 3월과 4월이 각각 129.40 mg/L 및 166.38 mg/L로 후기에 채취된 수액이 많은 함량을 나타내었으며(p<0.001), 한외여과 후에는 3월에 채취한 수액은 124.44 mg/L로 감소하였고(p<0.01), 4월의 수액은 159.21 mg/L로 약간 감소하였지만 유의차는 없었다(p>0.05). 또한 칼륨의 경우에도 한외여과 전 3월과 4월에 각각 12.59 및 29.47 mg/L로 4월에 채취된 수액에서 많은 함량을 보였으며(p<0.05), 여과 후에는 각각 8.24 및 20.30 mg/L로 감소하였다(p<0.05). 구리는 3월에 채취된 수액에서는 0.51 mg/L로 4월의 0.25 mg/L보다 높았으며(p<0.05), 한외여과 후 0.42 mg/L로 감소하였다(p<0.05). 한편 마그네슘, 철 및 망간은 3월과 4월에 채취된 수액에서 비슷한 함량을 나타내었으며, 한외여과 후에는 모두 약간 감소하였지만 통계적으로 유의차는 없었다(p>0.05).

## 요 약

고로쇠수액의 채취시기인 3월에 채취한 수액과 후기인 4월에 채취한 수액의 이화학적 특성을 비교분석하고, 고로쇠수액의 품질을 향상시키고자 한외여과 전후의 품질특성을 살펴보았다. 4월에 채취된 고로쇠수액이 3월에 채취된 수액보다 총칼슘 및 칼륨 함량이 높았지만, 한외여과 후 칼슘 함량은 비슷한 수준으로 감소하였고 미생물을 검출되지 않았다. 유기산, 총산, 유리당 및 총당 함량은 4월의 고로쇠수액이 3월 수액보다 약간 낮았지만, 조회분과 무기성분은 높은 함량을 나타내었다. 특히 칼슘은 3월과 4월에서 각각 129.40 및 166.38 mg/L로 4월이 높았다. 고로쇠나무 수액의 영양성분은 한외여과 후 약간의 감소를 나타내었지만 채취시기 이후(4월)에 채취되는 수액을 한외여과 할 경우 미생물제거 및 칼슘 함량 등 품질을 향상시킬 수 있으며, 무기성분이 더 많이 함유되어 있기 때문에 영양적으로 우수할 것으로 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 산림청 '임업기술연구개발사업(과제번호: 20090146)'의 지원에 의하여 이루어진 것으로 연구비 지원기관에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Chung MJ, Kim YS, Lee IS, Jo JS, Sung NJ. 1995. The components of the sap from Goroshoe (*Acer mono* Max.) and sugar maple (*Pseudo-sieboldianum* Kom.). *J Korean Soc Food Nutr* 24: 911-916.
2. Moon HS, Park SB, Kwon SD, Goo JW. 2004. Sap collection and major components of *Acer mono* in Mt. Jiri. *J Korean Ecol* 27: 263-267.
3. Yoon SL, Jo JS, Kim TO. 1992. Utilization and tapping of the sap from birches and maples. *J Korean Wood Sci Tech* 20: 15-20.
4. Lee CH, No JW, Hwang IG, Shin CS, Lee JS, Jeong HS. 2010. Shelf-life extension of *Acer mono* sap using ultrafiltration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 455-460.
5. Kim SG. 1991. Food industrial applications of membrane technology. *Food Industry* 4: 38-45.
6. Lee CH, Jeong HS. 2011. Shelf-Life extension of saps by

- ultrafiltration and electrolysis technology. *PhD Dissertation*. Chungbuk National University, Cheongju, Korea. p 28, 58-98.
7. Cho SH, Choi YJ, Oh JY, Kim NG, Rho CW, Choi CY, Cho SH. 2007. Quality characteristics of Kanjang (soy sauce) fermentation with bamboo sap, xylem sap and Gorosoe. *Korean J Food Preserv* 14: 294-300.
  8. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 266-271.
  9. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 31.
  10. Chung JH, Mok CK, Lim SB, Park YS. 2003. Ultrafiltration for quality improvement of wine. *Korean J Food Sci Technol* 35: 368-392.
  11. Youn KS, Kim SD, Chung HD, Choi YH. 2000. Clarification of apple vinegar by ultrafiltration and flux characteristics. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 24-28.
  12. Kim SM, Kang YJ. 2001. Changes in the constituents of citrus juice by ultrafiltration. *Korean J Postharvest Sci Technol* 4: 442-448.
  13. Hyun KH, Hung HC, Kim JS. 1999. Chemical compositions of the sap of *Acer mono* MAX in Cheonnam region. *Korean J Plant Res* 12: 215-220.
  14. Francois L, Eric F, Andre R, Jean B. 1998. Sources of temporal variation in sap sugar content in a mature sugar maple (*Acer saccharum*) plantation. *Forest Ecology & Management* 106: 307-313.

(2011년 2월 15일 접수; 2011년 4월 12일 채택)