ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J Food Preserv
20(3), 356-364 (2013)
http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.3.356

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus, Cedrela sinensis, Acanthopanax cortex* at different plucking times

Hee-Jin Im[1], Hye-Lim Jang[1], Yong-Jin Jeong[2], Kyung-Young Yoon[1]*
[1]*Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea*
[2]*Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea*

채취시기별 엄나무, 참죽, 오가피 햇순의 화학적 특성 및 항산화 활성

임희진[1] · 장혜림[1] · 정용진[2] · 윤경영[1]*
[1]영남대학교 식품영양학과, [2]계명대학교 식품가공학과

Abstract

The nutritional composition, bioactive components and antioxidant activities of the first and second sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis* and *Acanthopanax cortex* were investigated to increase the utilization of these sprouts. The moisture and crude lipid contents of the first sprout were higher than those of the second sprout, and the crude fiber and carbohydrate contents were higher in the second sprout. The organic acid content of the first sprout was higher than that of the second sprout. The second sprout had higher free amino acid contents in *K. pictus* and *C. sinensis*, and the first sprout had a higher content in *A. cortex*. Especially, the second sprout of *K. pictus* and *C. sinensis* had a higher level of glutamic acid, which is a major taste component of foods, than the first sprout. The second sprouts of all the samples had higher mineral levels than the first sprouts. In contrast, the first sprouts had higher total polyphenol and flavonoid contents and showed a higher antioxidant activity level, except for the DPPH radical scavenging activity of the *A. cortex*. The results of this study show that the nutritive value of the second sprout was higher than that of the first sprout, but the bioactive components value of the second sprout was lower than that of the first sprout. Therefore, additional research is needed on the cultivation condition required to maintain the nutritive values and the antioxidant activities of these sprouts.

Key words : *Kalopanax pictus, Cedrela sinensis, Acanthopanax cortex*, nutritional composition, antioxidant activity

서 론

경제성장에 따라 생활수준이 향상되면서 식생활에도 많은 변화가 생기면서 건강에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있다. 특히 well-being 식단에 대한 관심이 높아져 질병 예방 및 노화억제 등 건강을 유지하고자 기능성 식품의 섭취가 증가하고 있다(1). 또한 육류보다는 과일이나 채소 등 비타민 및 무기질이 풍부한 식물성 식품의 소비가 점차 확대되고 있으며, 그 중에서 특히 산채류에 대한 관심과 소비가 증가하고 있다(2).

생체는 에너지 생산을 위한 산화과정에서 상당량의 활성산소를 생성하는데, 이러한 활성산소는 대부분 생체 내에서 소멸되지만 순간적으로 활성산소가 대량으로 발생하거나 만성적으로 활성산소가 발생되어 산화와 항산화 작용의 균형이 깨지게 되면 산화적 스트레스가 발생되고(3), 지질, 단백질, 핵산과 같은 체내의 주요 물질의 비가역적 손상을 일으켜 노화 및 각종 만성질환의 원인이 된다(4). 항산화 물질은 세포가 유리 라디칼에 의한 손상을 방어하고, 지질이나 다른 생체분자의 산화를 저해함으로써 산화에 의해 손상된 체세포를 보호하거나 복구하는 등 생체에서 매우 중요한 역할을 한다(5,6). 생체 내에는 superoxide dismutase,

*Corresponding author. E-mail : yoonky2441@ynu.ac.kr
Phone : 82-53-810-2878, Fax : 82-53-810-4768

catalase, glutathione reductase 등의 항산화 효소와 vitamin C, vitamin E 등과 같은 천연항산화제가 존재하여 free radicals에 대한 방어기능을 하고 있지만 과도한 스트레스에 노출되어 있는 현대인의 복잡한 생활 속에서 더욱 효과적인 식이성 항산화제의 필요가 절실해지고 있다(7). 따라서 free radicals에 의해 유도되는 산화적 스트레스를 예방 또는 감소시키기 위해서 외부로부터 항산화 물질을 충분히 섭취하여야 하며, 과일류 및 채소류 등의 식물성 식품은 비타민과 무기질, 생리활성물질 등의 식이 항산화제가 풍부하다(8).

엄나무(*Kalopanax pictus*), 참죽(*Cedrela sinensis*) 및 오가피(*Acanthopanax cortex*)는 폴리페놀, 사포닌, 알칼로이드 등 생리활성이 풍부하여 오래전부터 식품 또는 약재로 많이 이용되어 왔다(9-11). 그중 이들의 햇순, 즉 그 해에 새로 나고 자란 여린 즉 줄기나 가지는 생리활성 물질 함량이 높을 뿐만 아니라 비타민, 아미노산, 무기질 등의 영양소를 풍부하게 함유하고 있어 예로부터 나물로 많이 섭취하고 있다. 일반적으로 햇순 채취를 위해 실시되는 순지르기는 개화결실에 소요되는 양분을 잎에 축적시켜 수확엽과 건조엽의 품질향상을 목적으로 개화 전 생장점을 제거하는 것으로, 순지르기의 시기는 수량, 품질 및 화학성분에 영향을 미친다(12). 순지르기는 보통 2번 시행하는데, 이 때 수확한 1차 순은 상품이나 가공품으로 이용이 되나, 2차 순은 버려지고 있다. 따라서 2차 순의 활용도를 높이기 위한 여러 가지 가공 방법이 모색되고 있으나, 2차 순에 관한 영양성 및 기능성에 대한 기초 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 햇순 2차 순의 활용도 증진을 위한 기초자료를 제공하고자 햇순 중 엄나무, 참죽 및 오가피의 2차 순에 대한 영양성분 및 기능성을 측정하였다. 햇순의 영양성분으로 일반성분 및 유기산, 유리아미노산, 무기질의 함량을 분석하였고, 기능성으로 항산화 활성을 분석하기 위해 메탄올 추출물을 이용하여 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거활성, 환원력, Fe^{2+} 킬레이팅 효과를 측정하여 1차 순과 2차 순의 함량 및 활성을 비교 평가하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서는 햇순 중 엄나무(*K. pictus*), 참죽(*C. sinensis*) 및 오가피(*A. cortex*)를 사용하였으며, 2012년 4월 중순에 경상북도 상주시에서 재배된 1차 순을, 2012년 5월 초에 같은 곳에서 재배된 2차 순을 상주시 외서농협을 통해 구입하였다. 길이 10~22 cm의 1차, 2차 순을 사용하였으며, 구입 후 이물질 제거하고 세척 한 후 100 g씩 시판되고 있는 합성 수지복합다층(nylon+Linear low-density polyethylene (LLDPE)) film(NVSR-1152, Zeropack, Seoul, Korea)에 넣어 진공포장기(IS-100, Zeropack, Seoul, Korea)를 이용하여 밀봉하였다. 이후 -42℃에서 냉동(MDF-435, Sanyo, Tokyo, Japan)보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 또한 무기질 함량 분석, 기능성분 분석 및 항산화 활성을 측정하기 위한 시료는 동결건조 후 -42℃ deep freezer(MDF-435, Sanyo, Tokyo, Japan)에 동결보관하면서 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

수분함량은 수분자동측정기(FD-720, Kett, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고, 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 조지방은 조지방 자동추출기(Soxtec 2050, Foss, Hoganas, Sweden)를 이용하여 diethyl ether로 시료에 함유된 지방을 추출하여 측정하였고, 조섬유는 조섬유자동추출기(Fiber test F-6, Raypa, Barcelona, Spain)를 이용하여 측정하였다. 조단백질은 Kjeldahl 법에 따라 Micro Kjeldahl 장치(Distillation Unit B-323, Buchi, Flawil, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 탄수화물의 함량은 시료 전체를 100%로 하고 수분, 조단백, 조지방, 조회분 함량을 뺀 값으로 환산하였다.

유기산 함량 측정

햇순의 유기산 함량은 Gancedo와 Luh(13)가 행한 방법에 따라 HPLC(Waters 600, Waters Co., Miliford, MA, USA)로 분석하였다. 즉, 시료 일정량을 0.45 μm syringe filter (Milipore, Bedford, MA, USA)로 여과하여 사용하였으며, 분석조건으로 column은 Water dC_{18}(4.6×250 mm, Waters Co., USA)를 사용하였고, mobile phase는 0.02 M KH_2PO_4(pH 2.7), flow rate는 0.8 mL/min이었다. Detector는 Waters 2487 UV(230 nm)를 사용하였으며, column의 온도는 25℃, 1회 주입량은 20 μL이었다.

유리아미노산 함량 측정

햇순의 유리아미노산 함량은 Yoon 등(14)의 방법에 따라 amino acid analyzer(L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 즉, 일정량의 시료를 0.45 μm syringe filter (Milipore, Bedford, MA, USA)로 여과하여 유리아미노산 측정시료로 사용하였으며, 분석조건으로 buffer change는 5 citrate lithium citrate buffer + hydroxide solution 이었으며 buffer flow rate는 0.35 mL/min이었다. Ninhydrin flow rate는 0.3 mL/min이었고 detector의 파장은 hydroxyl proline과 proline의 경우 440 nm, 이를 제외한 나머지 아미노산의 경우 570 nm에서 측정되었으며 1회 주입량은 10 μL이었다.

무기질 함량 측정

햇순의 무기질 함량은 Jang 등(15)의 방법에 따라 습식분해법(wet digestion method)으로 분석하였다. 동결 건조 된 참죽 및 오가피 분말 1 g에 65%의 HNO_3 6 mL와 30% H_2O_2

1 mL를 teflon bottle에 담아 전처리 시험용액으로 사용하였으며, microwave digestion system(Ethos-1600, Milestone, Sorisole, Italy)을 이용하여 최고 600 W로 총 20분간 산분해를 실시하였다. 전처리 과정을 거친 시료용액은 0.45 μm membrane filter(Millipore, USA)로 여과하여 Inductively coupled plasma spectrometer(ICP-IRIS, Thermo Elemental Co., Franklin, MA, USA)로 분석하였다. 분석조건은 approximate RF power가 1,150w이며, analysis pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 20 psi 및 15 mm로 하였다.

추출물 제조

엄나무, 참죽 및 오가피 순의 기능성 분석을 위해 동결건조 된 1차, 2차 순을 각각 40 g씩 삼각플라스크에 취한 후 80% methanol 400 mL를 넣어 잘 섞은 다음, 60℃에서 100 rpm으로 5시간 동안 교반추출하고, 이를 4℃ 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리한 다음 filter paper(Whatman No. 3, Maidstone, England)로 여과하였다. 여과하고 남은 고형분에 80% methanol 400 mL을 넣어 위의 방법으로 반복 추출하였으며, 각각의 추출액을 감압농축하고 동결건조하여 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(16)으로 측정하였다. 각각의 추출물을 시험관에 1 mL씩 농도별로 취하고 여기에 0.2 mL의 Folin-ciocalteu's phenol reagent를 가하여 혼합한 후, 실온에 3분간 방치하였다. 그 다음, 10% Na_2CO_3을 0.4 mL 가하여 혼합하고, 증류수 4 mL를 첨가하고 실온에서 1시간 방치한 후 750 nm에서 흡광도(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)를 측정하여, gallic acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)의 검량선으로부터 총 폴리페놀 함량을 환산하였다.

총 플라보노이드 함량은 Moreno법(17)으로 측정하였다. 농도별로 준비한 각각의 추출물을 0.5 mL씩 시험관에 취하고 10% aluminum nitrate와 1M potassium acetate 0.1 mL씩, 80% ethanol 4.3 mL를 가하여 혼합하였다. 실온에서 40분간 방치한 후 415 nm에서 흡광도(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)를 측정하고 표준용액 quercetin(Sigma, St. Louis, MO, USA)의 검량선을 이용하여 플라보노이드의 함량을 계산하였다.

항산화력 측정

햇순의 항산화력은 DPPH radical 소거활성, 환원력 및 Fe^{2+} 킬레이팅 효과를 측정하였으며, 대조구 및 시료 첨가구의 흡광도를 1/2로 환원시키거나 흡광도 0.5를 나타내는데 필요한 시료의 농도인 IC_{50}(half maximal inhibitory concentration: ug/mL)값으로 나타내었다.

DPPH radical 소거활성은 Blois(18)의 방법을 이용하여 측정하였다. 농도별로 제조한 각 추출물을 0.5 mL씩 시험관에 취하고 0.2 mM DPPH 용액(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl, Sigma, USA) 2 mL를 가하여 10초간 vortex mixing하였다. 이를 30분간 실온에서 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료용액 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였다.

환원력은 Mau법(19)에 준하여 측정하였다. 각각의 추출물을 250 μL씩 e-tube에 취하고, 1% potassium ferricyanide ($K_3Fe(CN)_6$)와 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 각각 250 μL씩 첨가하고 혼합하여 50℃에서 20분간 반응시킨 다음, 10% trichloroacetic acid(CCl_3COOH, w/v) 250 μL를 첨가하였다. 이를 25℃, 1000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액 500 μL에 증류수 500 μL와 0.1% ferric chloride ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) 100 μL를 첨가하여 혼합한 후, 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Fe^{2+} 킬레이팅 효과는 Dinish법(20)을 변형하여 측정하였다. 각각의 추출물을 농도별로 1 mL 취한 후, 2 mM $FeCl_2$와 5 mM Ferrozine[3-(2-pridyl)-5,6-diphenyl- 1,2,4-triazine-4',4"-disfonic acid, Sigma, USA]를 각각 25 μL 첨가하여 완전히 혼합하였다. 그리고 실온에 10분간 방치 한 다음 562 nm에서 흡광도(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)를 측정하였고 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하여 Fe^{2+} 킬레이팅 효과를 측정하였다.

통계처리

유리아미노산의 결과는 2회 반복, 그 외 실험의 결과는 3회 반복으로 수행된 평균값과 표준편차로 나타냈고, 각 실험결과에 대한 통계분석은 SPSS(Ver. 18, Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하였으며, 햇순 1차 순과 2차 순 간의 유의적 차이를 알아보기 위해 $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$ 수준에서 대응표본 t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

엄나무, 참죽, 오가피 순의 일반성분 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 1차 순의 수분 함량은 87.20~88.40%, 2차 순의 수분함량은 81.20~86.20%로 나타나 1차 순의 수분함량이 2차 순보다 유의적으로 높게 나타났다. 조회분은 엄나무와 참죽은 1차 순에 비해 2차 순의 함량이 높게 나타났으며, 참죽의 경우에는 유의적인 증가를 보였다($p<0.05$). 반면, 오가피의 조회분 함량은 1차순 1.27%에서 2차순 1.06%로 유의적인 감소를 나타내었다($p<0.05$). 조지방은 모든 햇순에서 1차 순에 비해 2차 순에서 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 조단백질은 조회분과 유사한 경향을 보였는데, 엄나무와 참죽은 1차 순에서 각각 3.88%와

Table 1. Proximate composition of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*

Composition		*K. pictus*		*C. sinensis*		*A. cortex*	
		First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout
Proximate composition (%)	Moisture	88.4±0.32**	85.5±0.25	87.2±0.06***	81.2±0.12	87.4±0.15*	86.2±0.20
	Crude ash	0.93±0.14	1.34±0.07	0.97±0.06*	1.54±0.06	1.27±0.05*	1.06±0.02
	Crude lipid	0.98±0.14	0.73±0.01	1.43±0.29	1.17±0.18	1.66±0.29	0.96±0.04
	Crude protein	3.88±0.03*	4.67±0.15	4.64±0.19**	6.88±0.08	3.86±0.03	3.60±0.16
	Carbohydrate	5.78±0.21*	7.72±0.48	5.80±0.26**	9.17±0.36	5.78±0.35**	8.17±0.12
	Fiber	5.15±0.15	5.22±0.18	3.59±0.26***	6.51±0.34	4.21±0.24	4.48±0.29

Mean±S.D. (n=3).
Significant differences between first and second sprouts according to t-test (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001).

4.64%에서 2차순 4.67% 및 6.88%로 유의적인 증가를 보였다. 반면 오가피의 경우 조단백질의 함량이 3.86%에서 3.6%로 감소하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 녹차는 채취시기가 늦어질수록 총질소의 함량은 감소하였다고 보고되어(21), 오가피의 결과와 유사하였다. 조섬유는 모든 햇순에서 1차 순에 비해 2차 순에서 증가하였으나, 참죽에서만 유의적인 증가를 나타내었다. Kim 등(22)은 동백잎의 채취시기가 늦어질수록 조섬유의 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. Kim 등(23)은 엄나무, 참죽, 오가피의 일반성분을 분석한 결과, 수분함량 82.3~88.6%, 조단백질 함량 3.82~7.99%, 조회분 함량 1.00~1.67%, 조지방 함량 0.04~0.16% 및 조섬유 함량 3.81~4.63%로 보고하여 본 연구의 1차 순의 함량과 유사하였다. 이상의 결과로 엄나무와 참죽의 2차 순은 1차 순에 비해 조단백질의 함량이 높아 영양성을 기대할 수 있으며, 모든 2차 순의 조섬유 함량이 증가되어 식이섬유소의 기능성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 2차 순은 1차 순에 비해 수분함량이 낮고 조섬유의 함량이 높아 더 질긴 식감을 나타낼 것으로 추측되며, 따라서 2차 순은 생채로 섭취하는 것보다 1차 및 2차 가공하여 소비하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

유기산 함량

엄나무, 참죽, 오가피 1차, 2차 순의 유기산 함량은 Table 2와 같다. 1, 2차 순의 유기산으로는 oxalic acid, tartaric acid, pyruvic acid, malic acid, lactic acid, maleic acid, citric acid, succinic acid가 검출되었다. 엄나무의 경우 1, 2차 순 모두 succinic acid의 함량이 각각 125.87 mg/100 g과 175.88 mg/100 g으로 가장 높았고, lactic acid의 함량이 각각 4.05 mg/100 g과 20.66 mg/100 g으로 두 번째 높은 함량을 나타내었다. 엄나무의 1, 2차 순의 총 함량은 133.44 mg/100 g과 211.87 mg/100 g으로 2차 순의 유기산 함량이 1차 순에 비해 높게 나타났다. 각 함량을 비교해 보면, oxalic acid를 제외한 모든 유기산의 함량에서 2차 순이 1차 순에 비해 높게 측정되었는데, 이중 citric acid, malic acid, pyruvic acid 및 tartaric acid는 유의적인 차이를 보였다. 참나무의 경우, succinic acid, malic acid 및 lactic acid가 주요 유기산으로 검출되었으며, 1차 순의 총 유기산 함량이 201.13 mg/100 g으로 2차 순의 총 유기산 함량 136.75 mg/100 g보다 높게 나타났다. 특히, succinic acid의 함량이 1차 및 2차 순 각각 130.60 mg/100 g과 49.67 mg/100 g으로 유기산 중 함량 차이가 가장 크게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 succinic acid와 tartaric acid를 제외한 모든 유기산은 1차 순보다 2차 순에서 높은 함량을 나타내었다. 오가피의 주요 유기산은 succinic acid와 lactic acid로 나타났으며, 참죽과 비슷한 경향을 보였다. 오가피의 총 유기산 함량은 1, 2차 순 각각 212.28 mg/100 g과 183.73 mg/100 g으로 1차 순의 함량이 2차 순의 함량에 비해 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 1, 2차 순 모두 succinic acid의 함량이 가장 높았으며, 1, 2차 순 각각 189.87 mg/100 g과 153.41 mg/100 g으로 1차 순의 함량이 2차 순보다 높게 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lactic acid가 두 번째로 높은 함량을 나타내었으며, 1, 2차 순 각각 19.23 mg/100 g과 25.87 mg/100 g으로 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 이상의 결과 모든 햇순의 주요 유기산은 succinic acid로 확인되었으며, succinic acid는 식품의 감칠맛과 상쾌한 맛에 영향을 주는 주요 맛 성분으로 햇순의 맛에 크게 관여할 것으로 판단된다.

유리아미노산 함량

햇순의 유리아미노산을 분석한 결과(Table 3), threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, aspartic acid, serine, glutamic acid, glycine, alanine, cystine, tyrosine, histidine, arginine, proline 총 17종의 유리아미노산이 검출되었다. 필수아미노산의 함량을 살펴보면, 엄나무의 1차 순은 valine과 lysine의 함량이 가장 높았으며, 2차 순은 leucine, valine 및 lysine의 함량이 가장 높았다. 참죽 및 오가피의 경우, 1차 및 2차 순 모두 valine의 함량이 가장 높게 측정되었다. 필수아미노산의 총 함량은 엄나무의 경

Table 2. Organic acid contents of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*

Organic acid (mg/100 g)	*K. pictus*		*C. sinensis*		*A. cortex*	
	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout
Citric acid	0.37±0.01**	2.04±0.01	0.72±0.06*	0.83±0.04	0.46±0.05	0.44±0.03
Latic acid	4.05±1.30	20.66±0.58	6.44±0.94**	19.70±0.79	19.23±0.56*	25.87±0.24
Malic acid	1.33±0.14**	6.57±0.14	58.64±1.73	62.10±0.11	0.89±0.09	1.49±0.01
Oxalic acid	0.73±0.01**	0.28±0.00	0.60±0.02	0.73±0.02	0.73±0.04	0.82±0.00
Pyruvic acid	0.12±0.00*	0.20±0.00	0.46±0.01**	0.95±0.02	0.16±0.00	0.16±0.00
Succinic acid	125.87±29.20	175.88±23.94	130.60±19.42	49.67±15.26	189.87±8.54	153.41±9.94
Tartaric acid	0.95±0.03*	6.25±0.14	3.66±0.14	2.77±0.01	0.93±0.02*	1.54±0.01
Total	133.44±30.31	211.87±24.52	201.13±18.40	136.75±14.41	212.28±9.18	183.73±9.64

Mean±S.D. (n=3).
Significant differences between first and second sprouts according to t-test (*p<0.05, **p<0.01).

Table 3. Free amino acids contents of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*

Free Amino acids (mg/100 g)		*K. pictus*		*C. sinensis*		*A. cortex*	
		First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout
Essential amino acid	Threonine	17.38±0.41*	29.47±0.11	14.65±2.72	12.05±0.09	12.29±0.02**	7.78±0.04
	Valine	22.93±0.90*	38.99±0.09	18.07±0.17*	20.71±0.04	19.62±0.03**	10.92±0.01
	Methionine	3.57±0.49	7.99±0.01	13.36±0.03**	17.91±0.07	1.73±0.11	1.35±0.01
	Isoleucine	13.43±0.76*	23.16±0.05	10.16±0.19*	9.19±0.10	11.07±0.05**	5.84±0.05
	Leucine	14.66±1.88*	39.15±0.05	15.63±0.25*	14.74±0.15	14.26±0.21**	9.32±0.11
	Phenylalanine	13.59±4.96	25.11±0.01	8.36±0.16*	7.51±0.10	6.99±0.18*	5.58±0.12
	Lysine	22.85±2.08	31.95±0.15	15.74±0.26*	12.86±0.04	12.24±0.19*	8.33±0.09
Total essential amino acid		108.42±11.48	195.82±0.44	95.97±1.67	94.97±0.59	78.19±0.75**	49.11±0.42
Nonessential amino acid	Aspartic acid	25.68±0.05***	130.15±0.06	14.45±2.82	7.19±0.04	22.24±0.02**	3.32±0.01
	Serine	23.33±0.48*	14.19±0.17	46.40±0.25	47.09±0.10	13.75±0.01**	11.44±0.02
	Glutamic acid	3.62±0.68**	110.87±0.10	175.64±0.98**	349.89±2.28	Nd	0.36±0.04
	Glycine	3.86±0.41*	9.49±0.04	9.92±0.11	9.68±0.05	2.95±0.06*	2.47±0.03
	Alanine	17.37±1.77	33.08±0.00	28.21±0.05**	53.79±0.20	11.36±0.15*	14.02±0.06
	Cysthine	Nd	Nd	0.87±0.02	0.61±0.03	Nd	Nd
	Tyrosine	9.03±3.78	17.33±0.01	8.34±0.15*	9.31±0.09	4.00±0.11	4.17±0.04
	Histidine	4.16±0.24*	8.90±0.01	3.89±0.09*	3.13±0.06	2.25±0.09	1.00±0.06
	Arginine	48.97±1.42*	2.15±0.10	16.46±0.11**	17.33±0.11	43.410.09**	19.38±0.01
	Proline	12.29±0.16**	19.45±0.18	38.49±0.21*	29.66±0.51	5.65±0.16	4.34±0.32
Total nonessential amino acid		148.30±8.99*	345.59±0.35	342.68±4.65**	527.69±3.42	105.60±0.14**	60.51±0.52
Total amino acid		256.72±20.46*	541.41±0.79	438.65±2.98**	622.66±4.01	183.79±0.89**	109.62±0.93

Mean±S.D. (n=3). Nd, not detected.
Significant differences between first and second sprouts according to t-test (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001).

우 1차순 108.4 mg/100 g, 2차순 195.82 mg/100 g로 1차 순에 비해 2차 순의 함량이 유의적으로 높게 측정되었으며 (p<0.05), 참죽과 오가피에 비해 그 함량이 높게 나타났다. 오가피의 총 필수아미노산의 함량은 1차 순 78.19 mg/100 g, 2차 순 49.11 mg/100 g로 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 낮은 함량을 보였으며(p<0.01), 참죽의 경우 1차 순과 2차 순의 함량의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 비필수아미노산은 엄나무 1차 순의 경우 arginine의 함량이 가장 높았으며, 2차 순은 감칠맛을 부여하는 aspartic acid와 glutamic acid의 함량이 매우 높게 나타났으며, 총 비필수아

미노산의 함량은 1차순 148.30 mg/100 g, 2차순 345.59 mg/100 g로 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 참죽의 경우에도 1차 및 2차 순 모두 감칠맛을 부여하는 glutamic acid의 함량이 가장 높았으며, 1차 순(175.64 mg/100 g)에 비해 2차 순(346.89 mg/100 g)이 높은 함량을 보였다. 참죽의 총 비필수유리아미노산의 함량은 1차순 342.68 mg/100 g, 2차 순 527.69 mg/100 g로 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다($p<0.01$). 오가피의 경우 1, 2차 순 모두 arginine의 함량이 가장 높았으며, 총 비필수아미노산의 함량은 1차 순 105.60 mg/100 g, 2차 순 60.51 mg/100 g으로 2차 순이 1차 순에 비해 그 함량이 유의적으로 낮게 검출되었다($p<0.01$). Park 등(24)은 동백나무과에 속하는 자생 다엽의 주요 유리아미노산은 glutamic acid, arginine 및 aspartic acid라고 보고해 본 실험에서 검출된 햇순의 주요 유리아미노산과 같은 결과를 나타내었다. 유리아미노산의 총 함량은 엄나무와 참죽의 경우 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였으나, 오가피의 경우 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 낮은 함량을 보였다. 이상의 결과에서 엄나무와 참죽의 경우 1차 순에 비해 2차 순의 유리아미노산의 함량이 크게 증가함을 알 수 있었으며, 특히, 감칠맛을 부여하는 glutamic acid의 함량이 크게 증가하여 기호성 또한 증가할 것으로 판단된다.

무기질 함량

햇순의 K을 비롯하여 Ca, Cu, Fe 등의 무기질 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. K, Mg 및 Ca이 대부분을 차지하였으며, 그 밖에 Fe과 Na의 함량이 높게 나타났다. 이러한 결과는 참나물의 무기질 함량은 K 함량이 가장 높았고, 다음으로 Ca, Mg, Na, Fe 순으로 함유되어 있다고 보고(25)한 결과와 유사하였다. 또한 Kim 등(24)은 햇순의 무기질을 분석한 결과, K의 함량이 가장 높았으며, Ca과 Mg 순으로 함량이 높게 나타났다고 보고하여 본 연구결과와 같았다. 각 시료별 함량 및 조성을 살펴보면, 엄나무의 경우 Fe, Na은 1차 순이 2차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타내었으며, Ca, K, Mg, Mn은 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 또한 오가피는 Ca, Fe, K, Mg 및 Mn의 함량이 1차 순에 비해 2차 순의 함량이 높게 나타났다. 반면, 참죽은 Ca, K, Mg, Na 등의 무기질 함량이 1차 순이 2차 순에 비해 높게 측정되었다. 총 함량을 살펴보면, 모든 햇순의 2차 순이 1차 순에 비해 높은 함량을 나타내었으며, 엄나무와 오가피는 유의적인 차이를 보인반면 참죽은 유의적인 차이가 없었다. Kim 등(22)은 시기별로 채취된 동백 잎의 무기질을 측정한 결과, 채취시기가 늦을수록 Ca, K, Na, Fe의 함량이 증가하였으며, Jo 등(21)은 녹차 잎의 채취시기가 늦어질수록 Mg, Ca, Mn의 함량이 증가한다고 보고해 엄나무 및 오가피와 유사한 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 2차 순이 1차 순에 비해 주요 무기질의 함량이 높은 것을 알 수 있었으며, 이러한 햇순의 1차 및 2차 순의 무기질 함량의 차이는 재배 조건 및 지역뿐만 아니라(26) 수확시기에 의해 영향을 받을 것으로 판단된다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

햇순의 1차 및 2차 순의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 햇순 2차 순의 총 폴리페놀 함량은 1차 순 보다 모두 유의적으로 낮게 나타났으며, 이 중 참죽 1차, 2차 순의 폴리페놀 함량이 각각 25.63 mg/g, 19.36 mg/ g으로 햇순 중에서 가장 높은 함량을 나타

Table 4. Mineral contents of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*

Minerals (mg/100 g)	*K. pictus*		*C. sinensis*		*A. cortex*	
	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout	First sprout	Second sprout
Ca	144.52±4.65**	168.60±8.15	131.62±3.30	123.55±1.69	108.53±2.52	112.26±2.10
Co	0.30±0.03	0.29±0.03	0.17±0.00	0.20±0.02	0.24±0.01	0.24±0.02
Cu	2.15±0.01*	2.03±0.04	1.32±0.01**	1.15±0.02	2.27±0.04***	1.13±0.01
Fe	53.92±1.08***	19.64±0.67	19.00±0.68*	21.12±0.16	12.91±0.47**	19.25±0.45
K	190.97±1.34***	233.93±1.19	199.28±0.81*	191.37±1.22	184.23±0.97*	188.40±0.22
Mg	163.24±2.06**	193.61±2.46	160.75±1.01	157.76±0.67	134.18±2.51*	151.83±0.95
Mn	16.72±0.22**	48.41±7.82	1.35±0.05***	36.11±0.38	11.05±0.28***	34.10±0.35
Mo	1.19±0.04**	0.65±0.09	0.76±0.14	0.86±0.03	0.70±0.02*	0.81±0.02
Na	49.80±0.24***	42.66±0.41	57.43±0.30**	47.04±0.49	50.31±0.43*	47.83±0.28
Zn	10.93±0.35*	10.32±0.56	5.77±0.22*	7.84±0.23	6.02±0.32*	7.27±0.08
Total	622.81±1.83**	709.82±6.29	571.68±1.33	579.16±1.53	504.42±1.09**	555.85±0.49

Mean±S.D. (n=3).
Significant differences between first and second sprouts according to t-test ($^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$).

Table 5. Total polyphenol and flavonoid contents of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*

Samples		Total polyphenol content (mgGAE/g)	Total flavonoid content (mgQE/g)
K. pictus	First sprout	16.09±0.10**	11.69±0.06*
	Second sprout	15.01±0.04	11.36±0.05
C. sinensis	First sprout	25.63±0.13**	13.58±0.02***
	Second sprout	19.36±0.28	12.73±0.04
A. cortex	First sprout	20.04±0.14***	10.65±0.02***
	Second sprout	13.72±0.04	7.29±0.05

Mean±S.D. (n=3).
Significant differences between first and second sprouts according to t-test (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001).

내었다. 엄나무 1, 2차 순의 폴리페놀 함량은 각각 19.09 mg/g, 15.01 mg/g으로 1차 순이 2차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 또한 오가피 1, 2차 순의 폴리페놀 함량은 각각 20.04 mg/g, 13.72 mg/g으로 1차 순이 2차 순에 비해 매우 높은 함량을 보였다. 총 플라보노이드 함량도 모든 햇순의 1차 순이 2차 순에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 또한 참죽의 1차 및 2차 순의 총 플라보노이드 함량이 각각 13.58 mg/g 및 12.73 mg/g으로 햇순 중에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 엄나무와 오가피 1, 2차 순의 플라보노이드 함량은 각각 11.69 mg/g와 11.36 mg/g, 10.65 mg/g와 7.29 mg/g으로 1차 순이 2차 순에 비해 유의적으로 높은 플라보노이드 함량을 나타내었다. 동백잎의 채취시기별 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 4월 채취된 경우 0.47%, 5월 채취된 경우 30.18%로 채취시기가 증가할수록 그 함량이 증가하는 것으로 보고되어(22), 본 연구결과와 다소 차이가 있었다. 반면, 봄에 채취한 야생 뽕잎의 경우 채취시기가 늦어질수록 생리기능성 물질인 resveratrol이 감소되었다고 보고하였다(27). 5월부터 11월에 채취된 감잎 추출물의 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량을 측정한 연구결과, 5월에 채취된 감잎의 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 가장 높게 나타났으며, 채취시기가 늦어질수록 그 함량이 낮게 나타나(28), 본 연구결과와 같은 경향을 나타내었다. 이상의 결과, 햇순의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 1차 순이 2차 순보다 유의적으로 높은 것으로 나타나 1차 순의 항산화 활성이 2차 순보다 더 높을 것으로 판단된다.

항산화 활성

햇순의 항산화능을 측정하기 위하여 DPPH 라디칼 소거능, 환원력과 Fe^{2+}킬레이팅 효과를 측정하였으며, 라디칼 및 킬레이팅 화합물의 농도를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도인 IC_{50}을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거능의 경우, 엄나무 1차 순과 2차 순의 유의적인 차이는 없었으며, 참죽은 2차 순이 1차 순에 비해 라디칼 소거능이 유의적으로 낮았다(p<0.01). 반면 오가피의 경우 1차 및 2차 순의 IC_{50}은 각각 100.47 ug/mL 및 93.48 ug/mL로 2차 순의 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.01). 환원력은 모든 햇순의 1차 순이 2차 순에 비해 높은 환원력을 나타내었으며, 엄나무와 참죽은 유의적인 차이를 나타내었다. Fe^{2+} 킬레이팅 효과도 환원력과 유사한 경향으로 모든 햇순의 1차 순이 2차 순에 비해 유의적으로 높은 활성을 보였다. 이상의 결과, 오가피의 DPPH 라디칼 소거능을 제외한 모든 항산화활성에서 1차 순이 2차 순에 비해 높은 활성을 나타내어 2차 순의 기능성이 다소 감소함을 알 수 있었다. 이는 1차 순에 비해 2차 순의 낮은 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량에 기인한 것으로 판단된

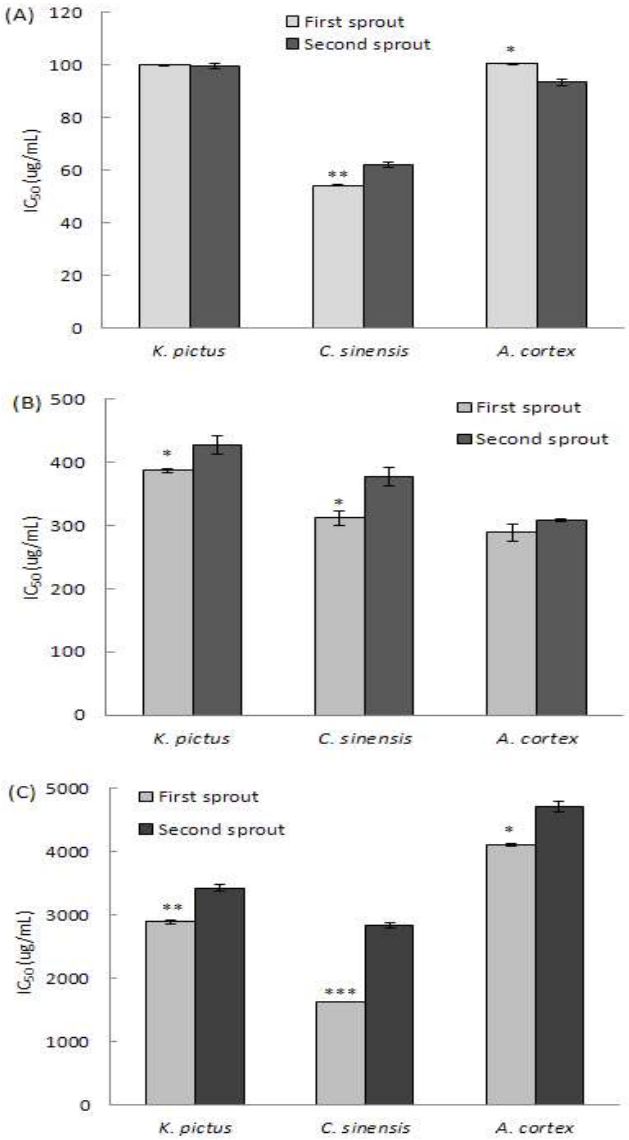

Fig. 1. Antioxidant activities of first and second sprouts of *K. pictus*, *C. sinensis* and *A. cortex*. (A) DPPH radical scavenging activity, (B) Reducing power, (C) Fe^{2+}-chelating ability.

Each bar represents mean±standard deviation of triplicate. Significant differences between first and second sprouts according to t-test (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001).

다. 이러한 결과는 채취시기별 감잎의 항산화활성을 측정한 결과 채취시기가 늦어질수록 DPPH radical 소거능 및 superoxide dismutase 유사활성 등의 항산화활성이 점차 감소한다고 보고한 연구결과(28)와 유사하였다. 따라서 향후 각 품종에 맞는 2차 순의 항산화활성을 유지할 수 있는 재배조건 및 채취시기에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

햇순의 활용도를 높이기 위해 엄나무, 참죽 및 오가피 2차 순의 영양성 및 기능성 등 이화학적 특성을 1차 순과 비교하여 측정하였다. 수분과 조지방은 2차 순에 비해 1차 순의 함량이 높았으며, 조섬유와 탄수화물의 함량은 2차 순이 1차 순에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 유기산은 1차 순에 비해 2차 순의 함량이 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 유리아미노산은 엄나무와 참죽에서 2차 순이 1차 순에 비해 높은 함량을 보였으나 오가피는 1차 순이 2차 순에 비해 높은 함량을 나타내었다. 특히, 엄나무와 참죽의 2차 순은 감칠맛에 관여하는 glutamic acid의 함량이 1차 순에 비해 매우 높게 나타났다. 무기질은 모든 햇순의 2차 순이 1차 순에 비해 높은 함량을 보였다. 햇순 2차 순의 총폴리페놀과 플라보노이드 함량은 1차 순에 비해 낮은 함량을 나타내었으며, 오가피의 DPPH 라디칼 소거능을 제외한 모든 항산화 활성에서 1차 순이 2차 순에 비해 높은 활성을 보였다. 이상의 결과로 햇순은 1차 순에 비해 영양성은 잘 유지되고 있으나 기능성이 감소되어 향후 기능성을 유지할 수 있는 재배조건에 대한 연구 및 2차 순의 식품학적 활용도를 높일 수 있는 다양한 가공방법에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 향후 채취 시기별 이화학적 특성 및 기능성 변화에 대한 메커니즘 연구도 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: 212C000687)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

1. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS (2011) Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 29-36
2. Ahn SY, Kim JH, Choi SJ, Kim YJ (2009) Current status and prospect of cultivation of wild vegetable crops. Korean J Hort Sci Technol, 27S, 36
3. Kim JH, Yoon SJ, Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim TW, Cho YJ (2005) Screening of biological activities of the extracts from Basil (*Ocimum basilicum* L.). J Korean Soc Appl Biol Chem, 48, 173-177.
4. Premanath R, Lakshmidevi N (2010) Studies of anti-oxidant activity of *Tinospora cordifolia* (Miers.) leaves using in vitro models. J Am Sci, 6, 736-743
5. Ismail HI, Chan KW, Mariod AA, Ismail M (2010) Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. Food Chem, 119, 643-647
6. Tachakittirungrod S, Okonogi S, Chowwanapoonpohn S (2007) Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. Food Chem, 103, 381-388
7. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ulleung Island. Korean J Food Sci Technol, 37, 233-240
8. Lee IS, Moon HY (2012) Antimicrobial activity on respiration diseases inducing bacteria and antioxidant activity of water extracts from wild edible vegetables. Korean Soc Biotechnol Bioeng J, 27, 114-120
9. Lee EB, Li DW, Hyun JE, Kim IH, Whang WK (2001) Antiinflammatory activity of methanol extract of *Kalopanax pictus* bark and its fractions. J Ethaophamacol, 77, 197-201
10. Shin HJ, Jeon YJ, Shin HJ (2008) Physiological activities of extracts of *Cedrela sinensis* leaves. Korean J Biotechnol Bioeng, 23, 164-168
11. Cha JY, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Cho YS (2009) Antioxidative activity of *Aralia elata* shoot and leaf extracts. J Life Sci, 19, 652-658
12. Jang SW, Kim JH, Park CJ, Kim YH, Lee IJ (2011) Changes of nitrogeneous compound according to the topping stage and harvesting time in burley tobacco (*Nicotiana tobacum* L.). Korea J Crop Sci, 56, 146-150
13. Gancedo MC, Luh BS (1986) HPLC analysis of organic acids and sugar in tomato juice. J Food Sci, 51, 571-580
14. Yoon KY, Hong JY, Shin SR (2007) Analysis on the components of the *Elaeagnus multiflora* Thunb. leaves. Korean J Food Preserv, 14, 639-644
15. Jang HR, Hong JY, Kim NJ, Kim MH, Shin SR, Yoon KY (2011) Comparison of nutrient conponents and

physicochemical properties of general and colored potato. Korean J Hort Sci Technol, 29, 144-150
16. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungastic -phosphomolybdic compounds as color reagent. J Biol Chem, 12, 239-243
17. Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. J Ethnopharmacol, 71, 109-114
18. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1198-2000
19. Mau JL, Lin HC, Song SF (2002) Antioxidant properties of several specialty mushrooms. Food Res Int, 35, 519-526
20. Dinish TCP, Madeira VMC, Almeida LM (1994) Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-amonosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and peroxyl radical scavengers. Arch Biochem Biophys, 315, 161-169
21. Jo JS, Kim JC, Cho KH, Kim R, Han JY (2011) Chemical constituent variabilities of the green tea leaves by harvest periods. J Korean Wood Sci Tech, 39, 370-380
22. Kim BS, Choi OJ, Shim KH (2005) Properties of chemical components of *Camellia japonica* L. leaves according to picking time. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 681-686
23. Kim MH, Jang HL, Yoon KY (2012) Changes in physicochemical properties of Haetsun vegetables by blanching. J Korean Soc Food Sci Nutr 41, 647-654
24. Park JH, Kim S, Choi HK (1997) Studies on free amino acid, organic acid and fatty acid content of Korean tea plants. J Korean Tea Soc, 3, 73-87
25. Choi MH, Kim GH (2002) A study on quality characteristics of *Pimpinella brachycarpa* Kimchi during storage at different temperatures. J Korean Soc Food Sci Nutr, 31, 45-49
26. Kim JK, Kim SW, Ko SY, Kim SN, Kwon JS, Hwang HH (2007) The effect of combined *Rehmannia glutinosa Libosch* and *Eleutherococcus senticosus* Max (OPB) extracts on bone mineral density in ovariectomized rats. Int J Oral Biol, 32, 143-151
27. Kim HB, Kim JB, Kim SL, Seok YS, Sung GB (2012) Seasonal resveratrol contents of wild-type mulberry leaves collected from Gangwon province in Korea. J Seric Entomol Sci, 50, 10-14
28. Jung WY, Jeong JM (2012) Change of antioxidative activity at different harvest time and improvement of atopic dermatitis effects for persimmon leaf extract. Korean J Herbol, 27, 41-49

(접수 2013년 2월 7일 수정 2013년 5월 8일 채택 2013년 5월 24일)