

음나무 신품종 새순의 유용물질 함량분석과 항산화활성

송정호¹ · 김혜수^{1*} · 김문섭¹ · 김세현¹ · 이진태²

¹국립산림과학원 특용자원연구과, ²대구한의대학교 화장품약리학과

Bioactive Component Analysis and Antioxidant Activity in Fresh Sprout of New *Kalopanax septemlobus* Cultivar

Jeong-Ho Song¹, Hyeusoo Kim^{1*}, Moon-Sup Kim¹, Sea-Hyun Kim¹ and Jin-Tae Lee²

¹Division of Special Purpose Trees, Korea Forest Research Institute, Suwon 16631, Korea

²Department of Cosmeceutical Science, Daegu Haany University, Gyungsan 38610, Korea

요약: 본 연구는 국립산림과학원에서 음나무 신품종으로 개발한 청산, 청송, 청순1 등 3개 신품종을 대상으로 새순의 영양성분 분석, 생리활성 물질분석 및 항산화활성 분석을 통하여 식품학적 가치의 확인과 기능성 소재로서의 개발 가능성을 모색하고자 하였다. 3개의 품종에 대하여 일반성분은 탄수화물과 단백질 함량이 높게 나타났으며 무기성분에서는 칼륨, 칼슘, 마그네슘 순으로 높게 나타났으나 그 차이는 미비했다. 유리아미노산 분석에서는 청산, 청송, 청순1에서 각각 26, 25, 28개의 아미노산을 분석하였으며, 각각 6, 6, 7개의 필수 아미노산을 분석하였다. 기능성 분석을 위한 총폴리페놀 함량에서는 청산 품종이, 총플라보노이드 함량에서는 청송 품종이 높게 나타났다. DPPH 자유라디칼을 이용한 항산화활성 분석에서는 100 ppm에서 청산과 청송의 70% 에탄올과 물추출물의 활성이 높게 나타났다. ABTS 라디칼을 이용한 항산화활성 분석에서는 500 ppm에서 청순1의 70% 에탄올 추출물과 청산, 청송의 물 추출물의 활성이 높게 나타났다. 본 결과로 청산, 청송의 경우 항산화활성이 우수한 기능성과 동시에 가시가 없거나 적은 형태적 특성을 활용할 수 있을 것으로 판단되어지며, 청순1의 경우 단맛을 나타내는 아미노산의 함량이 높아 음나무 고유의 쓴맛과 동시에 단맛이 나는 맛 특성을 활용할 수 있을 것으로 판단되어진다.

Abstract: This study was carried out to analyze the nutritional composition, bioactive compound and antioxidant activity in fresh sprout of 3 new *Kalopanax septemlobus* cultivars. Cheong-San, Cheong-Song and Cheong Sun 1 had largest carbohydrate (52.90, 53.12, 55.28%), crude protein (34.23, 31.33, 33.58%) in the proximate composition and had largest K (2.29, 2.22, 2.23%) followed by Ca (0.44, 0.34, 0.37%), Mg (0.24, 0.19, 0.19%) in the mineral contents. Three new cultivars contained a total of 26, 25 and 28 different kinds of amino acids, respectively and the number of essential amino acid is 6, 6 and 7 species, respectively. Also, Cheong-San had higher total polyphenol contents and Cheong-Song had higher total flavonoid contents. DPPH free radical scavenging activity of 70% ethanol, water extracts of Cheong-San and Cheong-Song is higher than others at 100 ppm. In the ABTS radical cation decolorization activity, 70% ethanol extract of Cheong Sun 1, water extract of Cheong-San and Cheong-Song are higher activity than others and all samples have more than 85% ABTS radical cation decolorization activity at 500 ppm. Our results suggest that new *K. septemlobus* cultivars possess good antioxidant capacities with a high nutritional value and might have potential applications in the food and medical industries.

Key words: amino acid, antioxidant activity, flavonoid contents, *Kalopanax septemlobus*, nutritional composition, polyphenol contents

서론

우리나라는 경제 발전과 더불어 의식수준이 높아짐에 따라 건강기능성 소재나 제품에 대한 수요가 많아지고 있으며, 이는 시장 규모 확대 등으로 이어져 천연자원으로

부터 새로운 기능성 소재를 발굴하려는 연구가 활발히 진행 중이다(Nijveldt et al., 2001). 그 중 전래에 한방 약재로 사용해온 약용식물은 재배기술의 발달과 건강한 삶을 열망하는 트렌트가 맞물리기 때문에 기능성식품, 천연물 신약으로 발전 가능성이 크다(Jung, 2012). 최근 세계적으로 새로운 생물자원으로서 약용성분을 함유한 식물자원의 확보 및 개발에 대한 각국의 경쟁이 가열되고 있다. 이

*Corresponding author
E-mail: hyeusoo@korea.kr

러한 시점에서 국내 약용식물은 오랜 기간 연구되고 효과가 입증되어 왔기 때문에 유리하게 작용할 것으로 판단된다(Park et al., 2012; Joo 2013; Kim et al., 2013).

음나무(*Kalopanax septemlobus* Koidz.)는 두릅나무과 음나무속의 낙엽교목으로 수고 30 m, 흉고직경 1.8 m 까지 자라는 거목성 수종이다. 지리적으로 한국, 중국, 일본 등 동북아시아 지역에 분포하며, 한국에서는 전국에 자생한다. 음나무는 예로부터 한방에서 음나무의 수피를 해동피(海桐皮), 근피는 해동수근(海桐樹根)이라 하여 수렴·소염·항염증·항진통작용이 있어 동통, 옴, 버짐, 습진 등에 널리 사용되어 왔으며, 최근에는 면역활성, 항산화활성, 항돌연변이원성, 세포독성 및 잎 추출물의 진통 및 소염효과에 대한 연구 결과가 보고되고 있다(Choi, 1997; Kim et al., 2002; Park et al., 2005; Kim et al., 2007; Jeon et al., 2009). 또한, 음나무 새순은 개두릅이라 불리며 식용으로 이용되어 왔으며, 2009년도에 산림청 임산물 소득원 약용류 지원 대상품목으로 지정되어 재배가 권장되고 있는 수종이다(Korean Forest Research Institute, 2010). 다른 약용 및 산채류에 비해 고소득 수종임에도 불구하고 가시가 많아 재배에 어려움이 있어 농가에 제한적으로 소득원이 되어왔다. 본 문제점을 해결하고자 국립산림과학원에서는 1996년부터 전국 10개 지역에서 새순이 굵고 발생량이 많은 개체, 가시가 없거나 적은 개체 등 우량개체 후보목을 선별하여 2009년까지 재배 안정성 검정을 실시하고 가시가 전혀 없는 '청송'(신품종보호등록 제21호), 가시가 거의 없는 '청산'(신품종보호등록 제26호), 새순의 맛이 좋은 '청순1'(신품종보호등록 제33호) 품종을 육성하였다.

따라서 본 연구에서는 음나무 신품종 '청송', '청산', '청순1'의 기능성 검토와 이용개발을 위하여 일반성분, 무기질, 아미노산 분석 등을 통하여 영양적 가치를 평가하고 생리활성 효과를 검토하기 위해 총페놀, 총플라보노이드 함량 및 항산화활성 분석을 통하여 기능성 품종으로서의 개발 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

공시재료는 국립산림과학원 산림유전자원부 음나무 클론보존원에서 품종으로 개발된 청산, 청송, 청순1을 대상으로 2013년에 새순 수확이 가능한 4월에 새순을 채취하여 사용하였다. 채취한 새순은 수확 즉시 동결건조하여 다음 분석에 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC방법(AOAC, 1980)에 따라 분석하였

다. 수분은 시료 1 g을 각각 칭량병에 담고 105°C dry oven에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 무게를 측정하여 구하였다. 조회분은 시료를 250°C에서 예비 회화한 후 600°C에서 직접 회화법으로 실시하였고, 조단백질의 함량은 Kjeldahl법으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조지방의 함량은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 총 탄수화물 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

3. 무기질함량 분석

무기질 함량은 건식법으로 전기로에서 회화시킨 후 20 µL 증류수와 1 mL 5 N HNO₃로 용해시켰다. 각 시료는 다시 100°C에서 증발 시킨 후 500°C에서 1시간 연소시켜 5 N HCl에 용해시킨 다음 원심 분리하여 membrane filter로 여과 후 ICP (Inductively Coupled Plasma, ICPS-1000III, Shimadzu Co. Japan)로 측정하였다(Yun et al., 2003).

4. 아미노산 조성 분석

시료 0.1 g에 3% TCA (Trichoroacetic acid) 3 mL를 첨가하여 1시간동안 28°C에서 shaking incubator에 방치하였다. 15분 동안 4°C에서 13,000 rpm으로 원심분리 시킨 후, 상층액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 검액으로 사용하였다. 아미노산 분석기(Amino Acid Analyzer)는 HITACHI사의 L-8900을 사용하였고, column은 HITACHI사의 cation exchange resin(Lithium form, 4.6 mm×60 mm)을 사용하였다. Ultraviolet Ray (UV) detector를 이용하여 570 nm, 440 nm에서의 흡광도를 측정하여 분석하였으며, 이동상으로는 유속 0.35 mL/min인 Buffer solution (lithium citrate) (pump 1)과 유속 0.3 mL/min인 Ninhydrin reagents (pump 2)로 하였다.

5. 총폴리페놀 함량 분석

총폴리페놀 함량은 Folin-denis법(Gulcin et al., 2004)에 따라 1 µg/mL의 농도로 제조한 MeOH 추출물 0.2 mL에 10% Folin-Ciocalteu 시약 1 mL를 첨가하여 3분간 반응시킨 뒤, 10% Na₂CO₃ 0.8 mL를 첨가하였다. 이를 1시간 동안 반응시킨 뒤 spectrophotometer (Optizen 2120 UV & Optizen III, MECASYS, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 Gallic acid 0~1 µg/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 표준 검량선을 작성하고 총폴리페놀 함량을 mg/g으로 나타내었다.

6. 총플라보노이드 함량 분석

총플라보노이드 함량 측정은 Davis법(Abeysinghe et al., 2007)을 변형한 방법에 따라 1 mg/mL의 농도로 제조한

MeOH 추출물 35 µL에 10% aluminum nitrate 7 µL, 1M potassium acetate 7 µL, 95% ethanol 105 µL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 반응시킨후 spectrophotometer를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 Quercetin hydrate 0~1 mg/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 표준 검량선을 작성하고 총플라보노이드 함량을 mg/g으로 나타내었다.

7. 항산화활성 분석

1) DPPH 자유라디칼(free radical) 소거활성 분석

항산화 활성측정법 중 하나인 DPPH법(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 의한 free radical 소거능은 Blois의 방법(Brand Williams et al., 1995)을 본 실험에 맞게 변형하여 측정하였다. 즉, 농도별로 제조한 각 시료용액 1 mL를 0.15 mM의 DPPH용액 1.5 mL에 첨가하였다. 반응액을 완전히 섞은 후에 실온에서 30분간 반응시켰다. 남아 있는 DPPH의 양을 측정하기 위해서 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 소거능에 의한 항산화활성은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타냈으며 다음의 식에 의해 구하였다.

$$\text{Free radical Scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}}\right) \times 100$$

2) ABTS 라디칼 소거활성 분석

ABTS 라디칼 소거활성은 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid)와 2.4 mM potassium persulfate를 혼합한 후 실온의 암소에서 16시간 동안 반응시켰다. ABTS 용액의 농도는 630 nm에서 흡광도가 0.70±0.02정도가 되도록 조정한 후 ABTS 용액 100 µL와 시료용액 100 µL를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 소거 활성은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타냈으며 다음의 식에 의해 구하였다.

$$\text{ABTS racial cation Decolorization activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}}\right) \times 100$$

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

음나무 새순의 일반성분 함량 분석결과는 Table 1에 나타났다. 신품종 청산, 청송, 청순1 모두 탄수화물이 52.90, 53.12, 55.28%로 함량이 가장 높았으며, 단백질, 수분, 조회분, 조지방 순으로 함량이 높게 나타났다. 3품종 모두 일반성분의 함량에 따른 순서는 같았으나, 품종에 따라 탄수화물과 수분의 경우 5% 이상의 함량 차이가 나타남을 알 수 있었다. 또한 Standard Food Composition Table

Table 1. The proximate composition of *K. septemlobus* fresh sprouts.

Cultivars	Proximate composition (%)				
	Moist	Crude fat	Crude protein	Crude ash	Carbohydrate
Cheong-San	9.07	5.08	34.23	7.79	52.90
Cheong-Song	10.65	7.68	31.33	7.87	53.12
Cheong Sun 1	17.80	3.70	33.58	7.45	55.28

Table 2. Mineral contents of *K. septemlobus* fresh sprouts.

Cultivars	Minerals (%)						
	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Na
Cheong-San	2.29	0.44	0.24	0.048	0.010	0.006	0.004
Cheong-Song	2.22	0.34	0.19	0.039	0.007	0.006	0.004
Cheong Sun 1	2.23	0.37	0.19	0.038	0.011	0.006	0.004

(Rural Resources Development Institute, 2011)과 비교하였을 때, 일반성분 함량의 차이는 보였으나, 수분을 제외한 탄수화물과 단백질의 함량 순서에서는 같은 경향을 보였다.

2. 무기질 함량 분석

Ca, Fe, K, Na, Mg, Mn, Zn 등 총 7종의 무기질을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 3품종 모두 K이 2.22-2.29%로 가장 함량이 높았고, 그 다음으로는 Ca과 Mg순으로 함량이 높았다. 또한, 미량영양소인 Zn, Mn, Fe, Na도 함유되어 있는 것으로 분석되었으며, 3품종 간에 차이는 크지 않는 것으로 나타났다. Hu et al.(2012)이 측정한 결과에서는 음나무 새순의 무기질 함량은 K과 Ca이 각각 2695.60, 593.88 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있으며, Shin (2010)의 결과에서도 K과 Ca이 다량 함유되어 있는 것으로 나타나 본 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 이는 음나무 새순의 경우 높은 K함량으로 인해 정상 혈압을 유지시키며 몸속 노폐물을 처리하는 데 이로운 것으로 판단되어지며, 높은 Ca함량은 근육, 신경 기능 조절, 혈액 응고에 도움이 될 것으로 판단된다(Seo et al., 2011).

3. 유리아미노산 함량 분석

음나무 3품종 새순의 유리아미노산 분석 결과는 Table 3과 같다. 청산에서 26종, 청송에서 25종, 청순1에서 28종의 유리아미노산이 각각 검출되었다. 청산, 청송의 경우, threonine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine의 6개의 필수아미노산이 검출되었으며, 청순1은 valine까지 총 7개의 필수아미노산이 검출되었다. 청산과 청송 품종은 콜라겐, 엘라스틴 및 enamel 단백질의 주요 구성요소이면서 간에 지방이 축적되는 것을 막는 threonine이 각각 111.93, 101.59 mg/g으로 필수아미노산 중 함량이

Table 3. Free amino acids content of *K. septemlobus* fresh sprouts.

Free Amino acids (mg/100 g)	Cultivars			
	Cheong-San	Cheong-Song	Cheong Sun 1	
Essential amino acid	Threonine	111.93	101.59	164.73
	Valine	ND	ND	375.75
	Methionine	66.84	50.12	99.89
	Isoleucine	91.79	73.72	161.07
	Leucine	78.37	72.94	257.78
	Phenylalanine	100.54	86.74	201.34
	Lysine	83.83	53.97	257.40
Total essential amino acid	533.31	439.08	1517.96	
Non-essential amino acid	Phosphoserine	112.62	63.15	97.18
	Taurine	ND	ND	49.31
	Phosphoethanolamine	56.92	93.58	34.21
	Urea	ND	ND	1965.70
	Aspartic acid	633.58	667.35	337.87
	Serine	246.09	216.64	308.50
	Glutamic acid	474.82	750.71	ND
	Sarcosine	66.97	41.27	78.91
	Glycine	42.28	39.87	94.50
	Alanine	176.39	137.41	262.39
	α -ABA	84.05	75.05	52.41
	Tyrosine	94.25	54.71	131.69
	β -Alanine	48.18	42.78	72.40
	β -AiBA	27.93	19.97	18.29
	γ -ABA	652.18	268.12	1126.54
	EOHNH ₂	173.64	126.55	199.01
	NH ₃	169.67	169.83	57.42
	Hydroxy-L-lysine	ND	ND	32.46
	L-ornithine	3.48	2.25	21.49
1-methylhistidine	5.51	ND	13.91	
Histidine	129.26	44.43	44.98	
3-methylhistidine	7.34	4.74	ND	
Arginine	1502.05	1134.02	579.30	
Total nonessential amino acid	4707.21	3952.44	5578.46	
Total amino acid	5240.51	4391.52	7096.42	

ND: not detected.

높았으며, 청순1은 정신적 활력을 촉진시키며 근력을 높여주는 valine이 375.75 mg/g으로 함량이 가장 높게 나타났다. 또한 필수아미노산의 총 함량은 청순1이 1517.96 mg/g으로 청산, 청송에 비해 약 3배이상의 함량 차이를 보였으며, 전체 유리아미노산 중 필수아미노산의 함량이 21.4%로 Choi et al.(2012)이 17.86%로 보고한 결과와 비교하여 우수함을 알 수 있었다.

비필수아미노산에서 청산과 청송은 arginin의 함량이 각각 1502.05, 1134.02 mg/g으로 가장 높았으며, 이는 Im et al.(2013)이 조사한 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 청순은 urea의 함량이 1965.70 mg/g으로 가장 높게 나타났

으며, 이는 청산과 청송에서는 나타나지 않았다.

아미노산은 종류에 따라 맛이 달라지는데, 쓴맛을 나타내는 아미노산으로는 histidine, methionine, valine, arginin, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, leucine, tyramine 등이 있고, 단맛을 나타내는 아미노산으로는 glycine, alanine, serine, threonine 등이 있으며, lysine은 단맛과 쓴맛을 나타내는 아미노산이다. 또한, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 감칠맛을 나타낸다(Shou, 1969; Kato et al., 1989). 이를 바탕으로 청순1의 경우 단맛을 나타내는 아미노산이 다른 품종들에 비해 높아 음나무 고유의 쓴맛과 동시에 단맛이 높을 것으로 예측되어진다. 국립산림과학원에서는 청순1을 다른 음나무 순에 비해 엽형이 둥글고 엽병의 착색 정도가 없는 녹색 이어서 새순의 맛이 좋은 새로운 품종으로 육성한 바 있는데, 이를 뒷받침할 만한 결과로 보여진다.

4. 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 분석

페놀성 화합물의 OH(phenolic hydroxyl)기는 단백질과 결합하는 성질이 있어 항산화, 항암, 항균 등의 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한, 총폴리페놀과 총플라보노이드 함량이 증가할수록 항산화 등의 생리활성이 증가하는 경향이 있는 것으로 보고되고 있다(Boo et al., 2009; Im and Lee, 2013).

총폴리페놀과 총플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총폴리페놀 함량의 경우 청산이 320.4 mg/g으로 청송 45.8 mg/g 에 비해 7배 이상 높게 나타났다. 총플라보노이드 함량에서는 청송이 71.3 mg/g으로 높게 나타났으며, 청산이 19.1 mg/g으로 가장 작게 나타났다. Kim et al.(2012)은 음나무 잎의 총폴리페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 각각 75.9, 59.0 mg/g 으로 보고한바 있으며, 본 연구결과가 높은 수치를 나타냈다. 그러나 음나무 순의 경우 채취시기에 따라 페놀 함량이 급감하는 것으로 보고되어있어 연구결과간 비교는 어려울 것으로 판단된다(Kim et al., 2007).

5. 항산화활성 분석

양성자 라디칼 소거활성은 항산화활성을 측정하는 다양한 방법 중에 하나이다. 3품종의 DPPH 라디칼 소거활성 결과는 Figure 1에 나타났다. 농도가 높아짐에 따라 활

Table 4. Total polyphenol contents and total flavonoid contents of *K. septemlobus* fresh sprouts.

Cultivars	Total polyphenol contents (mg/g GAE)	Total flavonoid contents (mg/g QE)
Cheong-San	320.37	19.06
Cheong-Song	150.31	71.32
Cheong Sun 1	45.83	26.94

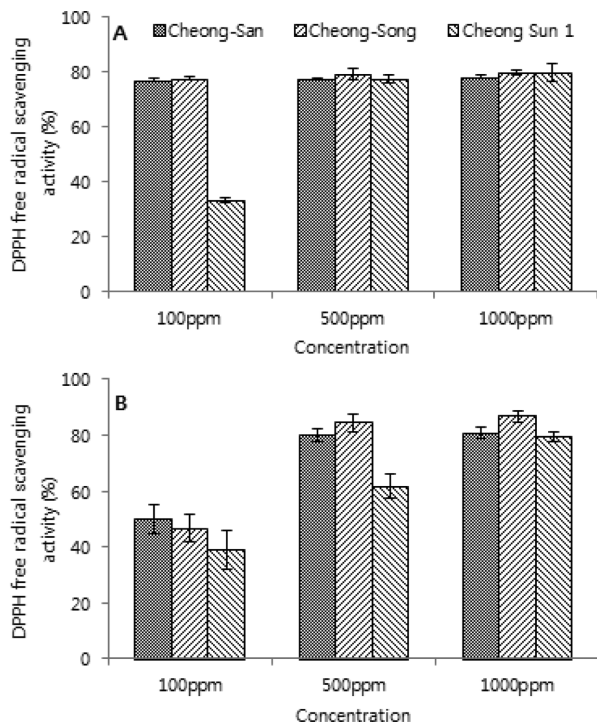


Figure 1. DPPH free radical scavenging activity of *K. septemlobus* fresh sprouts. Bars indicate the mean±SD of the three replication (n=3). (A: 70% ethanol extracts, B: water extracts)

성이 높아지는 농도 의존적 경향을 나타냈으며, 100 ppm을 기준으로 청산과 청송 품종의 소거활성이 76.8%와 77.4%로 청순1 품종의 항산화활성(33.4%)보다 2배 이상 높게 나타났다. 또한, 1,000 ppm에서는 3품종 모두 78% 이상의 활성을 나타내, 기능성 소재로서의 가능성을 예측할 수 있었다. Im et al.(2010)의 결과에서 음나무 1, 2차순의 DPPH radical 소거활성이 IC₅₀ 100.47, 93.48 µg/mL로 나타내 본 연구결과와 유사하였다.

ABTS 라디칼 소거활성 결과는 Figure 2에 나타났다. 농도가 높아짐에 따라 활성이 높아지는 농도 의존적 경향을 나타냈으며, 100 ppm을 기준으로 에탄올 추출물에서는 청순1이 67.4%로 다른 품종보다 높은 활성을 보였으며, 물 추출물에서는 청산과 청송이 각각 58.3%와 54.5%의 활성을 나타냈다. 또한, 500 ppm에서는 3품종 모두 모든 추출물에서 85% 이상의 활성을 나타냈으며, 청산 에탄올 추출물을 제외한 다른 추출물은 합성항산화제로 사용되고 있는 BHT (Butyl Hydroxy Toluene)와 유사한 활성을 나타냈다. Jun et al.(2009)은 70% 에탄올과 물추출물의 ABTS 라디칼 소거활성에서 500 ppm에 91%의 활성을 보고한 바 있는데 본 연구결과와 유사하게 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 신품종 음나무 3종 중 청산과 청송의 경우 총폴리페놀 함량, 70% 에탄올과 물추출물의 DPPH 라디칼 소거활성 및 물추출물의 ABTS 라디칼 소거활성이 높아 항산화활성이 우수한 기능성과 동

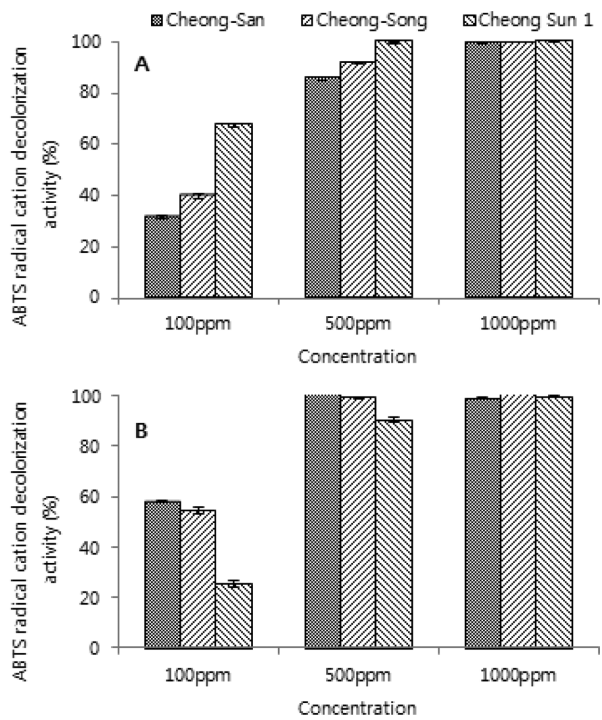


Figure 2. ABTS radical cation decolorization activity of *K. septemlobus* fresh sprouts. Bars indicate the mean±SD of the three replication (n=3). (A: 70% ethanol extracts, B: water extracts)

시에 가시가 없거나 적은 형태적 특성을 활용 할 수 있을 것으로 판단되어지며, 청순1의 경우 단맛을 나타내는 아미노산의 함량이 높아 음나무 고유의 쓴맛과 동시에 단맛이 나는 맛 특성을 활용할 수 있을 것으로 판단되어진다.

References

Abeyasinghe, D.C., Li, X., Sun, C., Zhang, W., Zhou, C., and Chen, K. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. *Food Chemistry* 104: 1338-1344.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official methods of analysis. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.

Boo, H.O., Lee, H.H., Lee, J.W., Nwang, S.J., and Park, S.U. 2009. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 17: 15-20.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M., and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology* 28(1): 25-30.

Choi, H.-J., Kim, D.-H., Ching, H.-S., and Moon, K.-D. 2012. Food nutritional composition of Castor Aralia (*Kalopanax pictus* N) sprouts. *Korean Journal of Food Preservation* 19(5): 720-726.

Gulcin, I., Sat, I.G., Beydemir, S., Elmastas, M., and Kufre-

- vioglu, O.I. 2004. Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb.) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chemistry* 87: 393-400.
- Hu, W., Huang, C., and Wang, M.-H. 2012. Chemical composition, nutritional value, and antioxidant constituents of *Kalopanax pictus* leaves. *Food Chemistry* 131: 229-255.
- Im, D.Y. and Lee, K.I. 2013. Antioxidative activity and tyrosinase inhibition effect of ethanol extract and its fractions from the branch of *Rhododendrom schlippenbachii*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 21(6): 439-443.
- Im, H.-J., Jang, H.-L., Jeong, Y.-J., and Yoon, K.-Y. 2013. Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis*, *Acanthopanax cortex* at different plucking times. *Korean Journal of Food Preservation* 20(3): 356-364.
- Joo, S.Y. 2013. Antioxidant activity of medicinal plant extracts. *Journal of the Korean society of food science and nutrition* 42(4): 512-519.
- Jun, D.-H., Lee, J.-T., Cheon, S.-J., Lee, C.-E., Kim, T.H., Lee, D.-H., Han, J., and Kim, S.-H. 2009. Polyphenol and antioxidant effects of *Kalopanax septemlobus* Koidz. leaf extracts. *Korean Journal of Plant Research* 22(4): 343-348.
- Jung, Y.-H. 2012. Industrialization research of Jeju medicinal plants. *Food Industry and Nutrition* 17(1): 13-16.
- Kato, H., Rhue, M.R., and Nishimura, T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. *American Chemical Society* 388: 158-174.
- Kim, M.Y., Yoo, Y.M., Nam, J.H., Choi, J.W., and Park, H.J. 2007. Quantitative determination on the constituents of the stem bark and the leaf shoot of *Kalopanax pictus* by HPLC analysis. *Korean Journal of Pharmacognosy* 38: 270-276.
- Kim, H.-J., Kim, M.-J., Oh, S.-I., Hwangbo, M.-H., Jang, S.-J., Kim, H.-I., and Lee, I.-S. 2012. Antioxidant activity of *Kalopanax pictus* leaf extract and its effects on the quality characteristics of fried pork skin. *Korean Journal of Food Science and Technology* 44(2): 185-190.
- Kim, H.S., Kim, T.W., Kim, D.J., Lee, J.S., Kim, K.K., and Choe, M. 2013. Antioxidant activities and α -glucosidase inhibitory effect of water extracts from medicinal plants. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 21(3): 197-203.
- Kim, M.J., Kim, J.S., Kang, W.H., and Yeon, K.D. 2002. Antimutagenic and cytotoxic effects of extract of *Kalopanax pictus* Nakai endodermis. *Korean Journal of Crop Science* 10(2): 132-138.
- Kim, S.-H., Park, Y., Jang, Y.-S., Han, J., and Chung, H.-G. 2007. Oxidative stress in the cell and antioxidant activity of *Kalopanax pictus* extracts. *Mokchae Konghak* 35(6): 126-134.
- Korean Forest Research Institute. 2010. Culture and distribution of Mountain Medical Resources (II). Korea.
- Nijveldt, R.J., Van Nood, E., Van Hoom, D.E., Boelens, P.G., Van Norren, K., and Van Leeuwen, P.A. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanism of action and potential applications. *The American Journal of Clinical Nutrition* 74(4): 418-425.
- Park, H.-J., Kang, S.-A., Lee, J.-Y., and Cho, Y.-J. 2012. Antioxidant activities of extracts from medicinal plants. *Korean Journal of Food Preservation* 19(5): 744-750.
- Park, H.-J., Nam, J.-H., Jung, H.-J., Kim, W.-B., Park, K.-K., Chung, W.Y., and Choi, J. 2005. In vivo antinociceptive antiinflammatory and antioxidative effects of the leaf and stem bark of *Kalopanax pictus* in Rats. *Korean Journal of Pharmacognosy* 36(4): 318-323.
- Roterta, R., Nicoletta, P., Anna, P., Ananth, P., Min, Y., and Catherine, R.E. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radicalcation decolorization assay. *Free radical Biology & Medicine* 26: 1231-1237.
- Rural Resources Development Institute. 2011. Standard food composition table 8th ed. Rural Resources Development Institute RDA, Suwon, Korea.
- Seo, K.H., Seo, J.S., Lee, B.H., Lee, S.K., and Choi, M.S. 2011. New advanced nutrition, Gigu publishing Co, Paju, Korea.
- Shin, E.H. 2010. Component analysis and antioxidant activity of *Kalopanax pictus* leaf. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 39(11): 1634-1639.
- Shou, H. 1969. Food component and taste. *Journal of Food Industry of Japan* 16: 83-87.
- Yun, S.I., Choi, W.-J., Choi, Y.-D., Lee, S.-H., Yoo, S.-H., Lee, E.-J., and Ro, H.-M. 2003. Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Korean Journal of Ecology* 26(2): 65-70.