

봄 산채 5종(두릅, 엄나무, 오갈피, 참죽, 옷 새순)의 영양성분, 항산화 및 ACE 저해 활성

†이종국 · 이 정 · 조윤정 · 주정일* · 박진주**

충청남도농업기술원 친환경농업과 농업연구사, *충청남도농업기술원 친환경농업과 농업연구관,
**농촌진흥청 국립농업과학원 식생활영양과 농업연구사

Nutritional Components, Antioxidant and ACE Inhibitory Activity of Five Kinds of Wild Vegetables (the Sprouts of *Aralica elata*, *Kalopanax pictus*, *Acanthopanax cortex*, *Cedrela sinensis*, *Rhus vernicifera*) in Spring

†Jong-Kug Lee, Jeong Lee, Yoon-Jeong Cho, Jung-Il Ju* and Jin-Ju Park**

Researcher, Environment-Friendly Agriculture Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

*Senior Researcher, Environment-Friendly Agriculture Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

**Researcher, Dietary Nutrition Division, Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Abstract

This study analyzed the chemical characteristics and physiological activity of five kinds of fresh vegetables produced in trees in early spring and tried to use them as basic data for wild vegetable producers and processed food manufacturers using wild vegetables. The crude protein, minerals, ascorbic acid, folate, total phenol, total flavonoid, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity and ACE (angiotensin converting enzyme) inhibitory activity were determined. Five spring wild vegetables contain high protein and phosphorus, indicating that they are useful food ingredients as sources of protein and phosphorus. Vitamin C content was high in *R. vernicifera* and *C. sinensis* shoots, and in particular, *R. vernicifera* and *A. cortex* shoots have high folic acid (folate) contents of 1,903.91 ug% and 1,525.35 ug%, respectively, which is considered a good food for folic acid intake in spring. The total phenol content was between 0.52% and 1.27%, and it was the highest in *C. sinensis* of 1.27%, followed by the order of *R. vernicifera*, *A. cortex*, *K. pictus*, and *A. elata*, which tended to be consistent with the total flavonoid content. As for DPPH radical scavenging ability, *C. sinensis* (55.93%) showed the highest activity, and ACE inhibitory activity showed the highest activity in *A. cortex* (88.04%).

Key words: wild vegetables, nutritional components, DPPH, ACE

서 론

국민경제 수준이 향상되고 생활 패턴이 복잡해지면서 식생활의 변화와 각종 스트레스로 인한 암, 고지혈증, 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환과 같은 만성적인 생활 습관병이 증가됨에 따라 생체방어, 질병의 예방 및 회복, 노화방지 등의 건강 기능성에 대한 관심이 고조되고 있다(Creager 등 2003). 이러한 질병과 노화는 대사 과정 중에 생성되는 활성산소와 과산

화지질 등 산화반응에 기인하는 것으로 알려지면서 천연물 유래의 항산화물질 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Heim 등 2002).

두릅나무(*Aralica elata* Seem)는 두릅나무과에 속하는 식물로 예로부터 민간과 한방에서 당뇨병, 신장병, 급만성 간염, 위장질환 개선과 강장제로 이용되어져 왔으며(Choi 등 2002; Kim 등 2004), 또한 두릅 순에는 ascorbic acid, retinol, β -carotene 과 같은 비타민이 풍부할 뿐만 아니라, K, Ca, P, Mg 등의 무

† Corresponding author: Jong-Kug Lee, Researcher, Environment-Friendly Agriculture Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea. Tel: +82-41-635-6123, Fax: +82-41-635-7923, E-mail: sati2009@korea.kr

기질도 많이 함유하고 있어 높은 항산화 효과를 기대할 수 있다(Lee 등 2004). 옴나무, 엄목 및 개두릅으로도 불리는 옴나무(*Kalopanax pictus*)는 두릅나무과(Araliaceae) 낙엽교목으로 한국, 중국, 일본 등에 분포되어 있으며, 해동피로 불리는 나무 껍질은 약용으로 뿌리와 어린잎은 식용으로 이용된다(Jeong 등 2004). 그 성분으로는 saponin인 kalopanaxsaponin과 페놀성 화합물로서 liriiodendrin, syringin, chlorogenic acid 등이 알려져 있다(Shao 등 1989; Sano 등 1991). 오갈피나무(*Acanthopanax cortex*)는 두릅나무과(Araliaceae)에 속하는 식물로 한국, 중국, 아무르 등지에 분포하며, 잎, 열매, 줄기 및 뿌리 껍질이 식품 공전에 식용 소재로 등재되어 있고 이를 오가피라 부르고 있다(Ryoo 등 2003). 오갈피나무(오가피) 열매의 주요 성분으로는 chiisanoside, hyperin, olenolic acid, eleutheroside B, eleutheroside E, chlorogenic acid, protocatechuic acid 등의 화합물이 함유되어 있다고 알려져 있으며(Lee 등 2002), 오가피 열매 추출물의 항염증, 항산화, 항암 등 다양한 약리작용이 보고되었다(Lee 등 2003; In 등 2012). 참죽나무(*Cedrela sinensis* A. Juss)는 원산지가 아시아 지역인 먹구슬나무과의 낙엽교목으로 카로틴 및 비타민 B와 비타민 C가 함유되어 있으며 칼슘과 칼륨도 다량 함유되어 있고, 참죽나무 잎에는 (+)-catechin, quercetin, afzelin, quercitrin, isoquercitrin 등의 페놀성 화합물이 포함되어 있다고 보고되어 있다(Kim 등 2010). 옷나무(*Rhus vernicifera* Stokes)는 옷나무 속(*Rhus*)에 속하는 식물로 주로 한국, 중국, 일본에서 자생하며 주성분은 우루시올(urushiol)이며 신약, 신약본초, 본초 강목 등에 의하면 옷은 인간의 건강에 여러 가지 기능성 효과를 가지고 있으며, 위장에서는 소화제가 되고 간에서는 어혈약이 되어 염증을 다스리며 심장에서는 청혈제가 되어 제반 혈액순환을 용이하게 할 뿐만 아니라 기생충 제거나 여성들의 통경약으로도 사용되는 것으로 알려져 있다(Cho 등 2000).

본 연구는 이른 봄에 나무에서 생산되는 새순 형태의 산채 5종에 대한 이화학적 특성과 생리활성을 분석하여 산채 생산 농가와 산채를 이용한 가공식품 제조업자를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

봄 산채 5종은 2022년도 충청남도 예산군 삽교읍 농가에 서 재배되고 있는 두릅 새순(두릅 순, *Aralica elata*), 옴나무 새순(옴나무 순, *Kalopanax pictus*), 오가피 새순(오가피 순, *Acanthopanax cortex*), 참죽 새순(참죽 순, *Cedrela sinensis*), 옷 새순(옷 순, *Rhus vernicifera*)을 4월 중순에서 5월 상순에 자라는 1차 새순을 채취하여 정제수에 세척 후 물기를 제거하고

급속 동결 한 다음 동결건조기(LP10, Ilshin Lab Co., Gyeonggi, Korea)로 동결 건조한 시료를 실험용 분쇄기를 이용하여 80 mesh로 분쇄하여 초저온 냉동고(Gudero, Ilshin Lab Co., Gyeonggi, Korea)에서 -70°C 보관하면서 분석 시료로 사용하였다. 2022년도 예산군의 연평균 기온은 12.7°C (연평균 최저기온 7.5°C , 연평균 최고기온 18.2°C)이고, 연 강수량은 1,390 mm(4월 강수량 68 mm)였다.

2. 봄 산채의 이화학적 성분 분석

1) 일반성분과 무기성분

일반 영양성분은 AOAC법(AOAC 1984)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압 가열법으로 조지방은 soxhlet extraction method로 조회분 함량은 550°C 회화법으로 분석하였다. 조단백질 함량은 Stewart 등(1964)의 방법에 따라 분석하였는데, Dumas법을 활용한 질소 분석기(Vario Max C/N, Elementar Co., Germany)로 질소함량을 분석 후 단백질 계수 6.25를 곱하여 조단백질 함량으로 표기하였다. 무기성분은 동결건조 시료 0.5 g에 질산 8.0 mL와 과염소산 2.0 mL를 첨가하여 가열판에서 습식 분해하고 50 mL로 정용하여 여과(Whatman filterpaper No. 6) 후 ICP(Inductively coupled plasma spectrometry)로 분석하였다(Table 1).

2) 비타민 C

비타민 C는 Phillips 등(2010)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 동결건조 시료 1.0 g에 추출용매 5% meta-phosphoric acid 50 mL를 넣고 homogenizer로 1분간 균질한 후 원심분리(3,000 rpm, 10 min)하여 상등액을 분리하고, 다시 pellet에 추출용매를 넣고 5분간 sonication 추출한 후 원심분리하여 상등액을 합하여 100 mL로 정용하고 0.2 μm syringe filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다(Table 2).

3) 엽산(Folate)

DeVries 등(2005)의 방법에 따라 trienzyme 추출법에 의한

Table 1. Operating condition of ICP for analysis of minerals

Item	Condition
Instrument	ICP-OES (Varian, Nederland)
Plasma flow	15.0 L/min
Auxiliary flow	1.5 L/min
Nebulizer flow	0.7 L/min
Wavelength (nm)	Ca: 319.93, Fe: 238.20, K: 766.49, Mg: 279.08

Table 2. Operating condition of HPLC for analysis of ascorbic acid

Item	Condition
Column	Synergi 4 μ m hydro-RP 80 \AA , 250 \times 4.6 mm, Phenomenex Co.
Detector	UV 245 nm
Mobile phase	0.05% formic acid
Flow rate	0.7 mL/min
Injection volumn	10 μ L
Column temp.	40 $^{\circ}$ C

엽산 분석을 실시하였다. 즉, 삼각플라스크에 동결건조 시료 1.0 g과 0.1 M phosphate buffer(pH 7.8, 1% ascorbic acid) 및 증류수를 각각 가하여 100 $^{\circ}$ C에서 15분간 열처리 및 냉각하였다. 사용 전 바로 제조한 protease 용액(2 mg/mL) 1.0 mL를 가하여 37 $^{\circ}$ C에서 3시간 반응시키고 100 $^{\circ}$ C에서 5분간 열처리하여 protease를 불활성화 시켰다. 동일 플라스크에 α -amylase 용액(20 mg/mL) 1.0 mL를 넣고 37 $^{\circ}$ C에서 2시간 반응을 진행한 뒤 conjugase 용액(5 mg/mL) 4.0 mL를 가하여 16시간 가수분해하였다. 효소반응을 정지시키기 위해 100 $^{\circ}$ C에서 5분간 열처리하고 추출액의 pH를 4.5로 조정하고 100 mL로 정용하여 정량 시료로 사용하였다. 추출물의 엽산 정량은 *L. casei*(*ssp. rhamnosus*, ATCC 7469)를 이용한 미생물학적 방법에 의해 실시하였다(Chae 등 2013).

4) 총 폴리페놀(Total polyphenol)

Folin-Denis법(Lee 등 2014)에 따라 비색 정량하였다. 즉, 시료 1.0 mL를 DW 99.0 mL로 4시간 추출 여과한 시료액 2.0 mL에 Folin-Ciocalteu' phenol 시약 2.0 mL를 가하여 혼합하고 3분 정치 후 10% Na_2CO_3 2.0 mL를 넣어 진탕하고 1시간 동안 실온에서 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Optizen 3220UV, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였고, 대조구는 검액 대신 증류수를 넣어 동일하게 처리하였다. 이때 표준물질로는 tannic acid를 5~50 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 제조하여 검량곡선을 작성하여 산출하였다.

5) 총 플라보노이드(Total flavonoid)

총 플라보노이드 함량은 Zhuang 등(1992)의 방법에 준하여 colorimetric 방법으로 측정하였다. 즉, 시료 1.0 mL를 DW 99.0 mL로 4시간 추출 여과한 시료액 1.0 mL를 시험관에 취하고 diethylene glycol 2.0 mL와 1 N sodium hydroxide 0.2 mL를 혼합한 다음 37 $^{\circ}$ C에서 60분간 반응시킨 후 각 반응 혼합물의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다. 이때 표준물질로는 quercetin을 사용하였고 검량곡선을 작성하여 산출하였다.

3. 산채 추출물의 생리활성 측정

1) 산채 추출 시료 제조

봄 산채 5종을 채취 후 세척 및 동결 건조하여 80 mesh로 분쇄한 산채 분말 1.0 g에 3차 증류수 99.0 mL를 첨가하여 상온에서 4시간 교반 추출하고 여과지(Whatman filterpaper No. 4)로 여과한 여과액을 12,000 rpm으로 20분간 원심분리한 후 상등액을 생리활성 측정용 추출 시료(수율 96.8%)로 사용하였다.

2) 항산화 활성

산채 추출 시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 라디칼 소거능은 Im 등(2013)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 물 추출 시료 100 μL 에 1.5×10^{-4} M DPPH 용액 100 μL 를 가하여 암실에서 30분간 방치한 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무 첨가 대조구와 비교하여 활성을 측정하였다.

3) ACE 저해활성

항 고혈압성 Angiotensin I-converting enzyme(ACE) 저해 활성은 Cha 등(2006)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉 산채 추출 시료 50 μL 에 ACE 용액 150 μL (2.8 unit)와 0.1 M sodium borate 완충용액(pH 8.3) 100 μL 를 가한 후 37 $^{\circ}$ C에서 10분간 preincubation 시켰다. 여기에 기질인 Hip-His-Leu 용액 50 μL 를 가하여 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시킨 후 1.0 N HCl 250 μL 를 가하여 반응을 정지 시켰다. 다시 ethyl acetate 1.0 mL를 가하여 30초간 vortexing한 다음 15분 동안 원심분리(3,000 \times g)한 후 상층액 0.8 mL를 취하였다. 이 상층액을 speed vac concentrator(EYELA Co., Japan)을 이용하여 완전히 건조시킨 뒤 sodium borate 완충용액 1.0 mL를 가하여 용해시켜 228 nm에서 흡광도를 측정하여 ACE 저해활성을 계산하였다.

$$\text{ACE 저해활성(\%)} = \{1 - (\text{S} - \text{S.B/C} - \text{B})\} \times 100$$

(S: 시료 첨가시의 흡광도, S.B: 시료첨가 및 기질 무 첨가시의 흡광도, C: 시료 대신 증류수 첨가시의 흡광도, B: 시료 대신 증류수 첨가 및 ACE 무 첨가시의 흡광도)

4. 통계분석

본 연구의 모든 자료는 3회 반복 측정된 값을 이용하여 Mean \pm S.D로 나타내었고, 유의성 검정은 통계 R 프로그램(The R project for statistical computing)을 활용하였으며, 각 시료간의 유의성은 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 시료의 평균 차이에 대한 사후 검정을 유의수준 5%에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 봄 산채의 이화학적 성분

1) 일반성분 함량

4월 중순에서 5월 상순에 1차 새순을 채취한 봄 산채 5종에 대한 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 동결 건조한 봄 산채 5종의 수분 함량은 오가피 순이 1.99%로 건조가 가장 많이 되어 수분함량이 낮았고, 참죽 순은 8.20%로 동결 건조 후에도 가장 높은 수분함량을 보유하고 있었다. 산채 5종에 대한 단백질 함량은 오가피 순이 45.60%로 가장 높았고 다음은 옷 순과 엄나무 순이 각각 39.12%, 37.75%로 나타났다. 지방 함량은 옷 순에서 6.55%로 5종의 봄 산채 가운데 유일적으로 높은 함량을 나타내었고, 다음은 엄나무 순으로 4.57%의 지방을 함유하고 있었으며, 탄수화물 함량은 엄나무 순과 두릅 순이 각각 46.77%, 45.85%로 높은 함량을 보였고 다음으로는 참죽 순에서 42.61%의 탄수화물을 함유하고 있었다. 국가표준식품성분표(RDA 2017)에 따르면 농산물의 단백질 함량은 병잎가루 24.20%, 쭉 분말 26.22%, 건조 고사리 25.80%, 보리썩 분말 26.60%, 건조 고춧잎 35.43%로써 실험에 사용된 봄 산채 5종의 단백질 함량(36.93~45.60%)과 비교했을 때 다소 차이는 있지만 산채 5종은 높은 단백질을 함유하고 있어서 단백질 공급원으로서 유용하게 활용할

수 있는 식재료임을 알 수 있었으며, 그 중에서 특히 오가피 순의 단백질 함량은 45.60%로 높은 단백질을 함유하고 있었다(Table 3).

2) 무기성분 함량

봄에 채취한 봄 산채 5종에 대한 무기성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Ca(칼슘), Fe(철), K(칼륨), Mg(마그네슘), Na(나트륨), P(인) 성분을 분석하였고 주로 많이 함유되어 있는 무기성분은 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인이었다. 칼슘(Ca) 함량은 5종의 산채 중에서 옷 순에서 647.39 mg%로 가장 높은 칼슘 함량을 나타내었고, 다음은 참죽 순으로 399.53 mg%였으며 반면에 엄나무 순은 282.26 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내어, 옷 순의 칼슘 함량이 엄나무 순에 비하여 2배 이상 함유되어 있음을 알 수 있었다. 철분(Fe) 함량은 5종의 산채에 비교적 높게 함유되지는 않았으나 참옷 순(10.86 mg%)과 오가피 순(10.65 mg%)에서 높게 나타났으며, 특히 칼륨(K) 함량은 모든 산채에서 가장 높은 함량(1,528.50~1,817.61 mg%)을 나타내었는데, 5종의 산채에 고르게 함유되어 있었고 참죽 순(1,528.50 mg%)를 제외하면 유의미한 차이를 보이지 않아 함량이 유사하게 함유되어 있었다. 칼륨(K) 함량은 분석한 6종의 무기성분 함량 중 가장 많이 함유하고 있는 성분이었고 산채 5종에 1,528.50~1,817.61 mg% 함량을 나타내었는데 봄에 자라는 일반적인 채소에 비하여 높은 칼륨 함량을

Table 3. The contents of nutritional components in wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring (Unit: %)

Scientific name	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Crude ash
<i>A. elata</i>	5.68±0.08 ^{b1)}	36.93±0.38 ^d	2.49±0.90 ^d	45.85±1.20 ^a	9.04±0.02 ^b
<i>K. pictus</i>	2.81±0.09 ^d	37.75±0.12 ^b	4.57±0.21 ^b	46.77±0.21 ^a	8.10±0.01 ^d
<i>A. cortex</i>	1.99±0.07 ^c	45.60±0.10 ^a	3.61±0.25 ^c	40.34±0.27 ^c	8.46±0.04 ^c
<i>C. sinensis</i>	8.20±0.13 ^a	37.70±0.05 ^c	2.82±0.02 ^d	42.61±0.18 ^b	7.67±0.02 ^c
<i>R. venicifera</i>	4.23±0.07 ^c	39.12±0.59 ^b	6.55±0.04 ^a	40.42±0.70 ^c	9.68±0.02 ^a

¹⁾ All values represent mean±S.D.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. The contents of minerals in wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring (mg%)

Scientific name	Ca	Fe	K	Mg	Na	P
<i>A. elata</i>	341.58±2.81 ^{c1)}	5.42±0.03 ^c	1,817.61±61.13 ^a	246.66±1.39 ^b	4.85±1.36 ^b	804.9±12.05 ^b
<i>K. pictus</i>	282.26±14.88 ^c	8.42±0.40 ^b	1,777.03±47.15 ^a	180.28±7.01 ^d	5.93±1.26 ^b	648.14±19.04 ^d
<i>A. cortex</i>	312.08±1.04 ^d	10.65±0.04 ^a	1,796.60±26.23 ^a	190.96±2.34 ^c	4.82±1.24 ^b	881.70±7.86 ^a
<i>C. sinensis</i>	399.53±6.13 ^b	8.34±0.09 ^b	1,528.50±7.91 ^b	179.64±2.38 ^d	6.02±0.71 ^b	623.50±6.20 ^c
<i>R. venicifera</i>	647.39±5.65 ^a	10.86±0.06 ^a	1,775.56±63.35 ^a	272.55±1.36 ^a	9.06±0.93 ^a	782.64±5.50 ^c

¹⁾ All values represent mean±S.D.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

나타내었으며, 두릅 순과 오가피 순, 엄나무 순, 옷 순에 함유된 칼륨 함량은 유의적인 차이가 없이 비슷했으며, 반면 참죽 순(1,528.50 mg%)은 약간 낮은 함량을 함유하고 있었다. 마그네슘(Mg) 함량은 옷 순에서 272.55 mg%로 가장 높은 함량을 함유하고 있었으며, 다음으로는 두릅 순(246.66 mg%)이었으며 반면 참죽 순은 179.64 mg%로 가장 낮은 마그네슘 함량을 나타내어 산채에 따라서 마그네슘 함량이 각각 유의미한 차이를 보였다. 산채 5종의 나트륨(Na) 함량은 4.82 mg%~9.06 mg%로 국가표준식품성분표(RDA 2017)의 빵잎가루(60 mg%), 쑥 분말(39 mg%), 보리싹 분말(282 mg%), 건조 고춧잎(25 mg%) 등과 비교했을 때, 낮은 함량을 보유하고 있음을 알 수 있었고, 그 중 옷 순(9.06 mg%)이 가장 많은 나트륨을 함유하고 있었으며 나머지 4종의 산채에는 나트륨 함량이 비슷한 경향을 나타내었다. 인(P)의 함량은 산채 5종에서 623.50 mg%~804.90 mg% 함량을 나타내었는데 이는 국가표준식품성분표(RDA 2017)에 수록되어 있는 빵잎가루(430 mg%), 쑥 분말(519 mg%), 건조 고사리(246 mg%), 보리싹 분말(783 mg%), 건조 고춧잎(447 mg%), 녹차가루(279 mg%) 등과 비교하였을 때 봄 산채 5종에는 매우 많은 인을 함유하고 있음을 알 수 있었으며, 따라서 산채 5종은 봄철의 인(P)의 공급원으로 좋은 식품으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

3) 비타민 C 및 엽산 함량

봄에 채취한 산채 5종에 대하여 산채에 함유된 비타민 C(ascorbic acid) 및 엽산(total folate)의 함량은 Table 5와 같다. 비타민 C 함량은 산채 종류에 따라서 차이가 많이 나타났는데 참죽 순에 740.77 mg%로 가장 많은 비타민 C를 함유하고 있었고 다음은 참죽 순으로 641.96 mg%를 함유하고 있었으며, 가장 적게 함유하고 있는 두릅 순에서도 119.10 mg%의 비타민 C를 함유하고 있었다. 이는 국가표준식품성분표

Table 5. The contents of vitamin C and folate in wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring

Scientific name	Ascorbic acid (mg%)	Folate ($\mu\text{g}\%$)
<i>A. elata</i>	119.10 \pm 0.51 ^{e1)}	450.54 \pm 2.63 ^d
<i>K. pictus</i>	340.21 \pm 1.73 ^c	1,027.35 \pm 29.68 ^c
<i>A. cortex</i>	300.17 \pm 5.60 ^d	1,525.35 \pm 51.96 ^b
<i>C. sinensis</i>	641.96 \pm 4.97 ^b	1,042.19 \pm 15.31 ^c
<i>R. venicifera</i>	740.77 \pm 6.65 ^a	1,903.91 \pm 51.80 ^a

¹⁾ All values represent mean \pm S.D.

^{a-d}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(RDA 2017)에 제시된 건조 고사리(5.56 mg%), 보리새싹(47.00 mg%), 건조 고춧잎(13.89 mg%), 쑥 분말(0.00 mg%) 등의 봄 나물류와 비교했을 때 많은 비타민 C를 함유하고 있어 봄철 좋은 비타민 C 공급원으로 활용될 수 있다고 판단된다. 산채 5종에 대한 엽산 성분을 분석한 결과 옷 순에서 1,903.91 $\mu\text{g}\%$ 로 가장 높은 함량을 나타내었고 다음으로는 오가피 순으로 1,525.35 $\mu\text{g}\%$ 의 함량을 나타내었으며, 가장 낮은 함량을 나타내는 산채는 두릅 순으로 450.54 $\mu\text{g}\%$ 을 보였으나 이는 또한 국가표준식품성분표(RDA 2017)의 건조 고사리(398 $\mu\text{g}\%$), 건조 고춧잎(189 $\mu\text{g}\%$), 쑥 분말(740 $\mu\text{g}\%$) 등 유사한 나물류의 엽산 함량과 비교했을 때 매우 높은 엽산 함량을 함유하고 있음을 알 수 있었다. 엽산은 체내 대사과정에서 메틸기를 전달하는 조효소 역할을 하는 수용성 비타민으로 DNA 합성과 아미노산 대사에 필수적인 역할을 하며 특히 산모의 엽산 영양상태가 좋지 않은 경우 태아의 신경관 손상으로 인한 기형아 출산이 증가하는 것으로 알려져 있다 (Gropper 등 2005). 따라서 봄철에 채취한 산채 5종은 다소 차이는 있지만 다량의 엽산을 함유하고 있어 엽산 공급원으로서 좋은 식품원료임을 알 수 있었으며, 특히 옷 순과 오가피 순은 봄철 엽산 섭취에 매우 유의할 것으로 판단된다 (Table 5).

3) 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

산채 5종에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정해본 결과(Table 6) 0.52~1.27% 사이의 함량을 나타내었고 참죽 순과 옷순이 각각 1.27%, 1.23%로 가장 높았으며, 오가피 순(0.75%), 엄나무 순(0.67%), 두릅 순(0.52%)으로 나타났다. 폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 존재하는 2차 대사산물로 다양한 구조와 분자량을 가지며 phenolic hydroxyl기가 단백질 등의 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성이 있고 항산화, 항염증 효과 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다

Table 6. The contents of total phenol and total flavonoid in wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring

Scientific name	Total phenol (%)	Total flavonoid (%)
<i>A. elata</i>	0.52 \pm 0.02 ^{c1)}	1.88 \pm 0.04 ^c
<i>K. pictus</i>	0.67 \pm 0.07 ^b	2.36 \pm 0.05 ^b
<i>A. cortex</i>	0.75 \pm 0.05 ^b	2.43 \pm 0.03 ^b
<i>C. sinensis</i>	1.27 \pm 0.05 ^a	2.59 \pm 0.08 ^a
<i>R. venicifera</i>	1.23 \pm 0.04 ^a	2.51 \pm 0.04 ^a

¹⁾ All values represent mean \pm S.D.

^{a-d}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(Manach 등 2004). 산채 5종의 플라보노이드(flavonoid) 함량은 1.88~2.59% 사이의 함량을 나타내었다(Table 6). 플라보노이드는 폴리페놀 화합물 중의 하나로 항산화 작용뿐만 아니라 다양한 생리활성 기능을 가지는 것을 알려진 물질로 참죽 순과 옷 순에서 각각 2.59%, 2.51%로 가장 높게 함유하고 있었고 오가피 순(2.43%), 엄나무 순(2.36%), 두릅 순(1.88%)으로 플라보노이드 성분을 함유하고 있었다.

2. 산채 추출물의 생리활성

1) DPPH 라디칼 소거능

봄에 채취한 산채 5종에 대한 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능)을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 봄 산채의 추출물에 대한 항산화 활성은 참죽 순에서 55.93%로 유의적으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 두릅 순과 엄나무 순이 각각 44.6%, 42.56%를 나타내었고, 오가피 순은 35.28%였으며 가장 낮은 함량을 보인 산채는 22.26% 활성을 나타낸 옷 순으로 나타났으며 대조군으로 사용된 BHT(0.05%)는 92.3%의 항산화 활성을 나타내었다(Cha 등 2009). Im 등(2013)에 따르면 엄나무 순, 참죽 순, 오가피 순의 80% 에탄올 추출물에 대하여 항산화 활성을 비교했을 때 참죽 순의 경우 IC₅₀ 값이 가장 낮게 나타나 항산화 활성이 가장 높았는데 이는 본 연구의 결과와 일치하는 결과를 보였고, 엄나무 순과 오가피 순의 IC₅₀ 값은 비슷한 수준으로 보고되었는데 본 연구에서는 엄나무 순의 항산화 효과가 오가피 순보다 유의적으로 높게 나타나 다소 차이를 보였다(Fig. 1).

2) ACE 저해활성

봄에 채취한 산채 5종에 대한 ACE 저해활성을 측정한 결

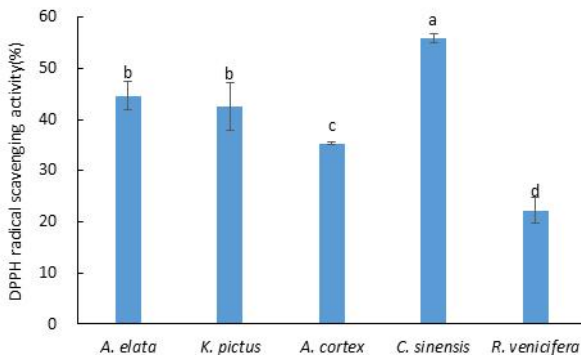


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring. Means with different superscripts (a-d) in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

과는 Fig. 2와 같다. 봄 산채의 추출물에 대한 ACE 저해 활성은 오가피 순에서 88.04%로 유의적으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 엄나무 순이 77.72%, 옷 순 61.55%, 두릅 순 56.56%를 나타냈으며, 참죽 순이 20.41%로 가장 낮은 활성을 나타내었다(Fig. 2). Kim 등(2018)에 의하면 오가피 열매의 50% 에탄올 추출물에서 ACE 저해활성을 조사한 결과 오가피 열매 추출물 200 µg/mL 농도에서 43.95%의 저해활성을 보였고 양성 대조군으로 사용된 enalapril(10 µg/mL)의 ACE 저해활성이 약 75%로 보고된 것과 비교해 본다면, 본 연구의 오가피 순과 엄나무 순의 ACE 저해활성 효과는 매우 높아서 고혈압 예방효과를 위한 좋은 식재료로 판단된다.

3. 성분 함량과 항산화 활성과의 연관성

총 페놀과 총 플라보노이드 함량이 높았던 참죽 순은 항산화 활성 또한 가장 높게 나타나 두 성분과 항산화 활성과의 상호 연관성이 높은 것으로 조사된 반면, 옷 순의 경우는 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 높은 반면 항산화 활성은 비교적 낮게 나타나 두 성분과 항산화 활성과의 연관성은 높지 않은 것으로 판단되었다(Table 6, Fig. 1). 또한, 옷 순은 산채 5종 가운데 비타민 C 함량과 엽산 함량이 가장 높은 반면 항산화 활성은 가장 낮게 나타나 비타민 C와 엽산 함량은 항산화 활성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다(Table 5, Fig. 1).

요약 및 결론

본 연구는 봄철 나무에서 생산되고 가장 많이 선호하는 산채 5종의 1차 새순을 채취하여 이화화적인 특성과 생리활성을 검토하여 국민 건강을 위한 기초자료로 활용하고자 하였

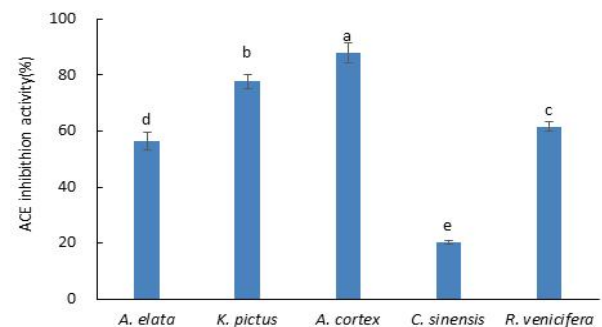


Fig. 2. ACE inhibition activity of wild vegetables (young leaf bud, dry basis) in spring. Means with different superscripts (a-e) in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

다. 충남 예산군에서 채취한 봄 산채 5종의 단백질 함량은 36.93~45.60%를 함유하고 있어 봄 산채 중 매우 높은 단백질을 함유하고 있어서 단백질 공급원으로서 유용하게 활용할 수 있는 식재료임을 알 수 있었으며, 그 중에서 특히 오가피 순의 단백질 함량은 45.60%로 높은 단백질을 함유하고 있었고, 또한, 무기성분 중에는 인의 함량이 산채 5종에서 623.50~804.90 mg% 함량을 나타내어 봄에 생산되는 다른 채소류와 비교하였을 때 많은 인을 함유하고 있음을 알 수 있었다. 비타민 C 함량은 옷 순(740.77 mg%)과 참죽 순(641.96 mg%)에서 높은 함량을 보여 봄철 좋은 비타민 C 공급원이었으며, 특히 엽산 함량은 산채 5종 모두 매우 높았으며 그 중에서도 옷 순과 오가피 순은 각각 1,903.91 µg%, 1,525.35 µg%로 높은 엽산 함유량을 보여 봄철 엽산 섭취에 좋은 식품이라 판단된다. 산채 5종의 총 페놀과 총 플라보노이드 함량은 서로 비슷한 경향을 보였으며 참죽 순과 참옷 순에서 높은 함량을 나타내었다. 산채 5종에 대한 DPPH 라디칼 소거능은 22.26~55.93% 범위에 있었으며, 참죽 순(55.93%)이 유의적으로 높은 활성을 나타내었고 ACE 저해 활성은 오가피 순에서 88.04%로 유의적으로 가장 높은 활성을 나타냈으며, 엄나무 순이 77.72%, 참옷 순 61.55%, 두릅 순 56.56%를 나타냈는데, 이는 양성 대조군으로 사용된 enalapril(10 µg/mL)의 ACE 저해활성이 약 75%로 보고된 것과 비교해 본다면, 본 연구의 오가피 순과 엄나무 순의 ACE 저해활성 효과는 매우 높아서 고혈압 예방효과를 위한 좋은 식재료로 판단되었다. 본 연구 결과로 봄철 선호하는 산채 5종에 대한 영양성분과 생리활성을 비교하여 소비 및 농식품 가공을 위한 식재료 선택에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ014537 102022호)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

References

- AOAC. 1984. Official Method of Analysis. 14th ed. p.431. Association of Official Analytical Chemists
- 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
- Cha SH, Ahn GN, Heo SJ, Kim KN, Lee KW, Song CB, Cho SK, Jeon YJ. 2006. Screening of extracts from marine green and brown algae in Jeju for potential marine angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:307-314
- Chae HS, Lee SH, Jeong HS, Kim WJ. 2013. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of *Pimpinella brachycarpa* Nakai with treatments methods. *Korean J Food Nutr* 26:125-131
- Cho YS, Joung O, Cho CW, Lee KA, Shim JH, Kim KS, Lee HS, Seung KS, Yoon DY. 2000. The effects of *Rhus* extracts on the cytotoxicity on cancer cells and E6 and E7 oncogenes of human papillomavirus type 16. *Korean J Food Sci Technol* 32:1389-1395
- Choi MS, Do DH, Choi DJ. 2002. The effect of mixing beverage with *Aralia continentalis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *Korean J Food Nutr* 15:165-172
- Creager MA, Lüscher TF, Cosentino F, Beckman JA. 2003. Diabetes and vascular disease: Pathophysiology, clinical consequences and medical therapy: Part I. *Circulation* 108: 527-1532
- DeVries JW, Rader JI, Keagy PM, Hudson CA, Angyal G, Arcot J, Castelli M, Doreanu N, Hudson C, Lawrence P, Martin J, Peace R, Rosner L, Strandler HS, Szpylka J, van den Berg H, Wo C, Wurz C. 2005. Microbiological assay-trienzyme procedure for total folates in cereals and cereal foods: Collaborative study. *J AOAC Int* 88:5-15
- Gropper S, Smith J, Groff JL. 2005. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 4th ed. pp.301-315. Thomson Wadsworth
- Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. 2002. Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutr Biochem* 13:572-584
- Im HJ, Jang HL, Jeong YJ, Yoon KY. 2013. Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis*, *Acanthopanax cortex* at different plucking times. *Korean J Food Preserv* 20:356-364
- In SJ, Lee DY, Seo KH, Nam TG, Kim DO, Kim GS, Noh HJ, Kim GW, Seo WD, Kang HC, Baek NI. 2012. Anti-oxidant activity of phenolic compound isolated from the fruits of *Acanthopanax sessiliflorus* Seeman. *J Appl Biol Chem* 55: 217-220
- Jeong YJ, Noh J, Park N. 2004. Studies on the storage of *Kalopanax pictus* extract. *Korean J Food Preserv* 11:299-303
- Kim H, Kim HM, Jang JH, Yoon KE, Lee YG, Back NI, Lee DY, Jung IH. 2018. Anti-hypertensive effects of DHP1501, ethanolic extracts from *Eleutherococcus sessiliflorus* fruits,

- via inhibition of angiotensin converting enzyme and activation of endothelial nitric oxide synthase. *Korean J Pharmacogn* 49:240-245
- Kim NH, Yang DC, Eom AH. 2004. A phylogenetic relationships of Araliaceae based on PCR-RAPD and ITS sequence. *Korean J Plant Res* 17:82-93
- Kim SY, Kim CR, Kim HM, Kong M, Lee JH, Lee HJ, Lim MS, Jo NR, Park SN. 2010. Antioxidant activity and whitening effect of *Cedrela sinensis* A. Juss shoots extracts. *J Soc Cosmet Sci* 36:175-182
- Lee S, Kim BK, Cho SH, Shin KH. 2002. Phytochemical constituents from the fruits of *Acanthopanax sessiliflorus*. *Arch Pharm Res* 25:280-284
- Lee SH, Lee YS, Jung SH, Ji J, Shin KH, Kim BK, Kan SS. 2003. Antitumor and immunostimulating activities of *Acanthopanax sessiliflorus* fruits. *Nat Prod Sci* 9:112-116
- Lee YJ, Lee SW, Lee SC, Park EJ. 2014. Antioxidant activities and antigenotoxic effect of ethanol extracts of *Acorus gramineus*, bud of *Aralica elata* Seem, *Capsella bursa-pastoris*, and *Taraxacum officinale*. *J Basic Sci* 31:45-58
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailabilit. *Am J Clin Nutr* 79:727-747
- Phillips KM, Tarragó-Trani MT, Gebhardt SE, Exler J, Patterson KY, Haytowitz DB, Pehrsson PR, Holden JM. 2010. Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. *J Food Compos Anal* 23:253-259
- Rural Development Administration [RDA]. 2017. Korean Food Composition Table. 9th rev. pp.120-423. Rural Development Administration
- Ryoo HS, Park SY, Chang SY, Yook CS. 2003. Triterpene components from the leaves of *Acanthopanax sessiliflorus* Seem. *Korean J Pharmacogn* 34:269-273
- Sano K, Sanada S, Ida Y, Shoji J. 1991. Studies on the constituents of the bark of *Kalopanax pictus* Nakai. *Chem Pharm Bull* 39:865-870
- Shao CJ, Kasai R, Ohtani K, Xu JD, Tanaka O. 1989. Saponins from leaves of *Kalopanax septemlobus* (Thunb) Koidz, structures of kalopanaxsaponins La Lb and Lc. *Chem Pharm Bull* 37:3251-3254
- Stewart BA, Porter LK, Beard WE. 1964. Determination of total nitrogen and carbon in soils by a commercial dumas apparatus. *Soil Sci Soc Am J* 28:366-368
- Zhuang XP, Lu YY, Yang GS. 1992. Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chin Herb Med* 23:122-124

Received 14 February, 2023

Revised 12 April, 2023

Accepted 12 June, 2023