

병풀 품종별 품질 특성 및 추출 용매별 항산화 활성

†이경행 · 유광원 · 배윤정* · 김채영** · 주가영** · 윤지혜***

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수, *한국교통대학교 식품영양학 전공 부교수,
한국교통대학교 식품영양학과 학부생, *한국교통대학교 산학협력단 연구원

Quality Characteristics of *Centella asiatica* Species and Antioxidant Activities of Solvent Extracts

†Kyung-Haeng Lee, Kwang-Won Yu, Yun-Jung Bae*, Chae-Young Kim**, Ga-Young Joo** and Ji-Hye Yun***

Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

*Associate Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

**Student, Dept. of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

***Researcher, Industry-Academy Cooperation Foundation, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

Abstract

Centella asiatica (CA) is a vegetable that has been used for medicinal purposes for a long time, but it is not well known in Korea. In this study, the approximate analysis, physicochemical properties, free sugars, free amino acids and minerals of native and improved CA cultivated in Chungju area were measured. And the antioxidant contents and activities of CA solvent extracts were measured. There was no significant difference between native and improved species. As for the characteristics of CA, it was confirmed that the improved species had a large weight, size and a tough texture. Glucose was detected in native CA, fructose, glucose and sucrose were detected in improved species. A total of 15 free amino acids were detected and the content was slightly higher in improved species than in native species. The mineral content in CA was slightly higher in the improved species, and the detected minerals were Na, P, Ca, K, Mg and Fe. Polyphenols, ascorbic acid and flavonoids in each extraction solvent (water, 70% and 100% ethanol) were all higher in the improved species than in native species. And it was found that the antioxidant activities of ethanol extracts were higher than that of water.

Key words: *Centella asiatica*, species, physicochemical properties, antioxidant activity

서론

흔히 호랑이풀이라고도 불리는 병풀(*Centella asiatica* L. Urban)은 산형화목 미나리과에 속하는 다년생 포복성 초본 덩굴식물로서 고온 다습한 곳에서 자생하는 특성을 지니고 있으며 인도 열대지방에서 기원하였다. 주로 아프리카의 마다가스카르섬, 인도양의 해안지역, 인도 남장 및 말레이시아 지역 등에 분포하며, 국내에서는 제주도 및 일부 남부 도서 지방의 저습지에 군생하고 있으며(Hausen BM 1993) 오래 전부터 인도 및 아시아 지역 등에서 상처치료에 이용되는 약용 식물로 이용되어 왔다(Brinkhaus 등 2000).

병풀의 주요 성분은 α -amyirin-ursolic acid group에 속하는 pentacyclic triterpene glycoside인 macecassoside, asiaticoside와 madecassoside, asiaticoside, madecassic acid, asiatic acid, brahminoside, brahmoside 등이며, 그 중 주요 생리활성을 보이는 asiaticoside는 항박테리아 및 항곰팡이 활성의 특성을 가지고 있어 다양한 피부질환, 상처와 위궤양, 결핵, 항류마티스 관절염, 정신질환, 치매 등에 대해 치료 효과가 있는 것으로 보고되었다(Chassaud 등 1971; Booncong P 1989; Bonte 등 1994). 특히 국내에서는 유명 상처 치료 연고제의 주요성분으로 asiaticoside와 madecassic acid 등을 함유하고 있다(Kim 등 2013; Goo 등 2018). 또한 병풀의 asiaticoside에서 유도된 유

† Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5334, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: leekh@ut.ac.kr

도체들이 β -amyloid로 유도되는 세포 죽음으로부터 세포를 보호해 피부세포의 세포주기 촉진, 증식 및 collagen 합성 촉진, 피부노화 억제 등의 효능을 낸다는 연구(Tenni 등 1988; Bylka 등 2013; Jo 등 2014; Lee 등 2019)가 보고된 바 있다. 이 뿐만 아니라 병풀은 다양한 암에 대한 항암효과와 신경세포 보호효과(Orhan IE 2012), 면역활성증진(Ha 등 2009) 등 다양한 생리활성기능과 항산화 및 항균활성 기능도 알려져 있어(Zaidan 등 2005; Tatmiya 등 2014) 의약품 및 화장품의 원료로 각광받고 있다.

이처럼 의학용으로써의 활용과 연구는 점차 확대되고 있는 추세인 반면, 식용의 측면에서는 잘 알려지지 않아 단순히 샐러드나 차의 형태로 섭취하는 정도로 그 활용이 매우 국한적이므로 병풀을 정기적으로 섭취하게 되면 다양한 생리적 기능성을 상승시킬 수 있을 것으로 기대되므로 식품으로서 병풀의 활용 범위를 보다 확대시켜야 한다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 병풀의 식용 가치에 대해 분석함과 동시에 재래종으로부터 품질을 개량하여 잎의 크기가 보다 큰 개량종 병풀을 채취하여 일반성분과 이화학적 특성, 유리당, 유리아미노산 및 무기질 조성을 분석하였으며, 병풀추출용매별 항산화 성분의 함량과 활성을 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 병풀은 재래종과 병풀을 개량한 개량종 병풀을 2020년도 8월에서 11월에 충청북도 충주시 농업회사법인 (주) 병풀농원에서 구입하여 시료로 사용하였다.

2. 일반 성분

재래종 및 개량종 병풀 잎의 일반성분을 분석하기 위하여 AOAC법(AOAC International 1995)에 의하여 측정하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압 가열 건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Hoeganaes, Sweden)로, 조지방함량은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 조섬유 분석은 AOAC법(AOAC International 1995)으로 측정하였으며 총 탄수화물의 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

3. 물리적 특성

재래종 및 개량종 병풀의 물리적 특성을 분석하기 위하여 병풀의 무게, pH, 색도 및 전단력을 측정하였다. pH는 분쇄한 병풀시료에 10배의 증류수를 첨가하여 추출물을 제조하여

여과하여 pH를 측정하였다. 색도는 색차계(Model CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하였으며, 각 시료당 5회 이상 측정된 뒤 평균값을 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L*, a* 및 b* 값은 각각 95.02, 0.04 및 0.26이었다. 전단력은 Texture analyzer (TA-XT II, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)에 blade를 장착한 후 재래종 및 개량종 병풀의 잎 부분과 줄기부분을 구분하여 유사한 사이즈로 5회 이상 측정하였다. 이때의 분석조건은 test speed 2.0 mm/sec, distance 10.0 mm로 설정하여 측정하였다.

4. 유리당

재래종 및 개량종 병풀의 유리당 함량은 Yu 등(2020)의 방법에 따라 추출물을 조제하였다. 즉 시료 10 g에 증류수 30 mL를 넣고 30분 동안 sonicator(Crest 1875DAE, Penang, Malaysia)에서 1차 추출하고 수욕상에서 2시간 동안 shaking하면서 2차 추출한 후 4°C의 원심분리기에서 4,500 rpm으로 20분 동안 원심분리를 실시한 후 상등액을 여과하였으며 잔사에는 다시 증류수를 넣고 동일한 과정으로 반복하여 얻은 상등액을 100 mL로 정용하여 유리당 시료로 사용하였다. 유리당의 분석은 Lee 등(2002)의 방법에 따라 HPLC(Waters, Millipore Co-Operative, Milford, MA, USA)로 측정하였으며 column은 Supelcosil™ LC-NH₂(5 μ m, 25 cm×4.6 mm), Detector는 RI detector(waters 410), 이동상은 acetonitrile: water(75:25, v/v), column 온도는 40°C로 하여 측정하였다.

5. 유리아미노산 함량

재래종 및 개량종 병풀의 유리아미노산 함량의 변화 정도를 확인하기 위하여 유리아미노산을 추출하였다. 즉 마쇄한 병풀 5.0 g에 2% TCA 용액 10 mL를 넣은 후 13,500 rpm으로 1분 동안 균질화시키고 균질물을 17,000×g에서 15분간 원심분리한 후 0.45 μ m membrane filter를 이용하여 여과하였으며 이를 Waters AccQ·Tag 법(Waters Corporation 1993; Millipore Co-Operative, Milford, MA, USA)으로 유도체화시킨 후 유리아미노산 시료로 하며 RP-HPLC로 측정하였다. Column은 AccQ·Tag™(3.9×150 mm, Waters)이었고, 주입량은 5 μ L, column 온도는 37°C, detector는 fluorescent detector(Waters™ 2475, Millipore Co-operative, Milford, MA, USA)로 excitation wavelength는 250 nm, emission wavelength는 395 nm로 하였다. 이동상은 Waters AccQ·Tag eluent A(용매 A)와 60% acetonitrile(용매 B)를 gradient법으로 분석하였으며 용매 gradient 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. HPLC gradient conditions for the measurement of free amino acid in *Centella asiatica*

Time (min)	Flow rate (mL/min)	Mobile phase (%)	
		A	B
Initial	1.0	100	0
0.5	1.0	98	2
15.0	1.0	93	7
19.0	1.0	90	10
32.0	1.0	67	33
33.0	1.0	67	33
34.0	1.0	0	100
37.0	1.0	0	100
38.0	1.0	100	0
45.0	1.0	100	0

6. 무기질

재래종 및 개량종 병풀의 무기질 함량을 측정하기 위하여 Santos 등(2014)의 방법에 따라 Multiwave(Multiwave 3000, Anton Paar GmbH, Graz, Austria)를 이용하여 유기물질을 분해시키고 분해액을 시료로 사용하였다. 무기질의 분석은 inductively coupled plasma optical emission spectroscopy(ICP-OES, Optima 5300 DV, PerkinElmer, MA, USA)를 사용하여 총 9종(Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)의 무기질을 분석하였다. 표준시료는 100 ppm의 표준 용액(AnApex Co., Korea)을 사용하였으며 고순도의 argon gas를 사용하였다.

7. 항산화 성분의 함량

재래종 및 개량종 병풀에서의 항산화 성분의 함량을 측정하기 위하여 마쇄한 시료에서 추출물을 제조하기 위하여 물, 70% ethanol 및 100%의 ethanol을 각각 첨가하여 3시간 동안 총 3회 추출, 여과하여 추출물을 제조하고 이를 실험에 사용하였다.

재래종 및 개량종 병풀에 함유되어 있는 주요 항산화 성분 즉 polyphenol 화합물, flavonoid 화합물 및 ascorbic acid의 함량을 측정하기 위하여 polyphenol 화합물은 AOAC법(AOAC International 1995)에 따라 각 추출물 1 mL에 phenol reagent 0.5 mL와 10% Na₂CO₃ 1 mL, 7.5 mL의 증류수를 차례대로 혼합하여 30분 경과한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Flavonoid 화합물의 함량은 Moreno 등(2000)의 방법에 따라 추출물 시료 0.1 mL에 80% ethanol 0.9 mL를 가하여 이 혼합액 0.5 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M pota-

ssium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 각각 가하고 상온에서 40분간 방치한 후 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다.

Ascorbic acid의 함량은 Park 등(2008)의 방법에 따라 각 추출물 시료 0.2 mL에 10% trichloroacetic acid 0.8 mL를 첨가하여 원심분리기로 3,000 rpm으로 5분 동안 원심분리 시킨 후 여과하고 여액 0.5 mL를 추출하여 2% metaphosphoric acid와 10% phenol reagent를 혼합하여 상온에서 10분간 방치하고 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8. 항산화 활성 측정

재래종 및 개량종 병풀을 물, 70% ethanol 및 100%의 ethanol로 추출물을 제조하고 이들 추출물들의 항산화 활성을 측정하기 위하여 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능을 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 각각의 추출물 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 2 mL 첨가 및 혼합 후 상온에서 30분 반응하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical 소거능의 경우에는 Re 등(1999)의 방법에 따라 ABTS 시약(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) 7.4 mM과 Potassium persulfate 2.6 mM를 제조한 후 하루 동안 암소에 방치한 시약을 UV-Vis spectrophotometer에서 흡광도 값이 1.5 이하가 되도록 증류수로 희석 후 희석된 ABTS 시약 1 mL에 시료 0.05 mL 첨가하고 상온에서 90분 반응 시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9. 통계처리

모든 연구 결과의 자료는 실험을 반복 측정한 후 SPSS 24.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차로 나타내었으며, 그룹 간의 유의성은 독립표본 t검정을 사용하였다. 본 연구에서는 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 또한, 병풀의 항산화 성분과 항산화 활성들 간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

본 실험에 사용한 병풀의 기초적인 자료를 얻고자 재래종 병풀과 품질개량한 개량종 병풀과의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 탄수화물 함량은 각각 88.96~89.57%, 0.59~0.71%, 2.63~2.92%, 2.10~2.50%, 1.75~3.00%, 2.21~3.07%로 두 병풀간 큰 차이를 보이지는 않

Table 2. Approximate analysis of native and improved *Centella asiatica*

(unit: %)

Species	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Carbohydrate
Native	89.57±3.10	0.59±0.02	2.92±0.00	2.10±0.90	1.75±0.00 ^{b1)}	3.07±0.80
Improved	88.96±3.64	0.71±0.04	2.63±0.41	2.50±0.71	3.00±0.00 ^a	2.21±0.96

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

는 것으로 나타났다.

병풀에 대한 기존 연구자의 일반성분 분석결과는 찾아볼 수 없어, 대신 미나리과에 속하므로 미나리와 일반성분을 비교(Ministry of Food and Drug Safety 2021)해 볼 때 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물(조섬유 포함) 함량은 각각 92.70%, 0.79%, 1.81%, 0.25%, 4.45%로 본 결과와는 차이를 보이지만 같은 병풀이라 할지라도 계절, 환경 및 수확시기 등의 차이도 있을 것으로 판단되므로 병풀과 관련된 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

2. 물리적 특성

재래종 병풀과 개량종 병풀의 물리적 특성을 확인하기 위해 무게, pH, 색도 및 전단력을 측정하였으며 그 결과는 Table 3과 같다.

무게는 재래종 병풀은 0.25 g 내외였으며 개량종에서는 0.46 g으로 약 2배 정도의 무게와 크기를 나타내었다. pH에서는 재래종(6.10) 보다는 개량종(6.34)이 약간 높은 pH를 나타내었다. 색상에서는 명도의 경우, 재래종이 개량종보다는 약간 높은 명도를 보였으며 적색도와 황색도에서는 개량종이 재래종보다는 높은 값을 나타내었다. 전단력의 경우에는 잎과 줄기 모두 개량종이 유의적으로 높은 값을 나타내 개량종이 크기도 크고 질긴 조직감을 가진 것으로 판단되었다.

3. 유리당

재래종 병풀과 개량종 병풀의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

재래종 병풀에서는 glucose만 검출되었지만 개량종에서는 fructose, glucose 및 sucrose가 검출되었고 이 중 fructose가 가장 많은 함량을 나타내었다. 다른 연구자의 병풀에 관한 유리당 연구는 찾아볼 수 없어 같은 미나리과 식물 중 미나리와 비교해 본 결과(Ministry of Food and Drug Safety 2021), glucose, fructose가 검출되었다고 하여 비슷한 경향이었지만 병풀의 재배기간이나 채취시기 등 다양한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

4. 유리아미노산 함량

재래종 병풀과 개량종 병풀의 유리아미노산의 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다.

총 15종의 아미노산이 검출되었고 재래종 병풀에서는 glycine, proline, serine의 순이었으며 개량종 병풀에서는 재래종 병풀에 비하여 전체적으로 조금 더 많은 함량들을 보였으며 특히 serine과 proline의 함량이 다른 아미노산들에 비하여 다소 높은 것으로 나타났고 이외에도 glycine과 aspartic acid가 많은 함량을 보이는 것으로 판단되었다. 총 유리아미노산의 함량도 재래종 병풀은 114.01 mg%였지만 개량종 병풀은

Table 3. Comparison of physical properties of native and improved *Centella asiatica*

Species	Weight (g)	pH	Color			Shear force (kg)	
			L	a	b	Leaf	Stem
Native	0.25±0.06 ^{b1)}	6.10±0.02 ^b	44.83±0.93 ^a	0.85±0.07 ^b	3.16±0.25 ^b	365.48±133.55 ^b	457.48±134.28 ^b
Improved	0.46±0.09 ^a	6.34±0.04 ^a	41.99±0.49 ^b	1.34±0.06 ^a	5.65±0.23 ^a	1,554.34±844.84 ^a	781.51±89.26 ^a

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Free sugar contents of native and improved *Centella asiatica*

(unit: %)

Species	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Native	ND	1.27±0.00 ^{b1)}	ND	1.27±0.00 ^b
Improved	3.34±0.06	1.68±0.03 ^a	1.22±0.05	6.24±0.04 ^a

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

ND: Not detected.

Table 5. Free amino acid contents of native and improved *Centella asiatica* (unit: mg%)

	Native	Improved
Alanine	7.38±0.16 ^b	9.23±0.33 ^{a1)}
Aspartic acid	9.92±1.73	22.67±5.30
Cystine	5.85±0.08 ^a	1.82±0.59 ^b
Glutamic acid	9.40±1.01 ^b	15.16±1.27 ^a
Glycine	21.22±0.37	22.83±1.99
Histidine	5.41±0.11	4.86±0.72
isoleucine	2.35±0.05 ^b	4.96±0.04 ^a
Leucine	2.19±0.05 ^b	2.94±0.01 ^a
Lysine	2.25±0.12 ^b	4.61±0.50 ^a
Methionine	6.13±0.05 ^b	13.75±0.33 ^a
phenylalanine	3.68±0.08 ^b	6.10±0.10 ^a
Proline	19.68±0.62 ^b	33.20±0.73 ^a
Serine	15.97±2.29 ^b	34.33±0.86 ^a
Tyrosine	1.10±0.01 ^a	0.42±0.05 ^b
Valine	1.47±0.01 ^a	0.52±0.01 ^b
Total	114.01±5.26 ^b	177.41±9.20 ^a

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

177.41 mg%로 재래종에 비하여 많은 함량을 보이는 것으로 나타났다.

5. 무기질 함량

재래종 병풀과 개량종 병풀의 Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn 등의 무기질 함량을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

검출된 무기질로는 P, K, Mg, Ca, Na이 검출되었고 Zn, Cu 및 Mn은 검출되지 않았으며 Fe의 경우, 재래종에서만 12.85 mg%로 검출되었다. 재래종의 경우, Na이 다른 무기질에 비하여 가장 많은 함량을 보였고 다음으로는 P, Ca, K 순이었다. 개량종 병풀에서는 P 함량이 Na 보다 약간 많은 함량으로 가장 많았으며 다음으로는 Ca, Na, K의 순으로 약간 다른 경향을 보이는 것으로 나타났다. 총 무기질 함량에서는 재래종과 개량종 병풀에서 각각 1,172.46 및 1,279.07 mg%로 재래

종보다는 개량종 병풀에서 다소 많은 함량을 나타내었다.

병풀의 무기질 함량에 관한 다른 연구자들의 분석결과를 찾을 수 없어 대신 미나리과에 속하므로 미나리의 무기질 분석결과(Ministry of Food and Drug Safety 2021)와 비교해 볼 때 K이 271 mg%로 가장 많은 함량을 보였고 다음으로는 P, Ca, Mg 순으로 나타났으며 같은 미나리과이지만 본 실험에 사용한 병풀과는 다른 경향을 보이는 것으로 나타났다.

이상의 이화학적 분석 결과, 병풀이 다른 채소들보다는 많이 알려져 있지 않고 많은 연구결과가 없어 병풀에 대한 일반적인 특성, 성분의 분석 등 보다 많은 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

6. 항산화 성분

재래종 및 개량종 병풀을 물, 70% ethanol과 100%의 ethanol로 추출하고 이들의 polyphenol 화합물, ascorbic acid 및 flavonoid 화합물 등의 항산화 성분을 측정된 결과는 Table 7과 같다.

Polyphenol 화합물의 경우, 재래종에서는 물, 70% ethanol 및 100% ethanol 추출물에서 각각 2.60, 8.27 및 4.57 mg%였으나 개량종에서는 이들 보다는 많은 함량의 polyphenol 화합물을 함유하고 있는 것으로 확인되었다. 특히 개량종 병풀의 70% ethanol 추출물에서 polyphenol 화합물의 함량이 43.78 mg%로 가장 높은 것으로 나타났다.

Ascorbic acid의 경우 재래종은 물, 70% ethanol 및 100% ethanol 추출물에서 각각 1.68, 13.00 및 70.46 mg%였으나 개량종 병풀에서는 각각 5.52, 45.20 및 121.82 mg%의 함량을 나타내었으며 특히 100% ethanol 추출물에서 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다.

Flavonoid 화합물의 함량에서는 재래종 및 개량종 병풀 모두 100% ethanol 추출물에서 다른 추출물보다 매우 높은 함량을 보였다. 또한 같은 추출물에서의 재래종과 개량종 병풀에서의 함량은 개량종 병풀에서 유의적으로 많은 함량을 보이는 것으로 나타나 재래종보다는 개량종에서 항산화 활성이 보다 높을 것으로 판단되었다.

Shin 등(2020)은 동결건조한 재래식 병풀을 물, 50% 및 70% ethanol로 추출한 후 polyphenol 화합물과 flavonoid 화합

Table 6. Mineral contents of native and improved *Centella asiatica*

(unit: mg%)

Species	P	K	Mg	Ca	Fe	Na	Total
Native	351.91±10.17	144.78±3.21 ^{b1)}	48.00±0.69 ^b	209.09±2.51 ^b	12.85±0.35	405.84±2.95 ^a	1,172.46±2.36 ^a
Improved	371.02±5.90	200.93±4.55 ^a	61.09±0.89 ^a	324.40±4.45 ^a	ND	321.64±3.60 ^b	1,279.07±1.09 ^b

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

ND: Not detected.

Table 7. Contents of polyphenols, ascorbic acid and flavonoids by extracts of native and improved *Centella asiatica*
(unit: mg%)

	Species	Water	70% ethanol	100% ethanol
Polyphenol compound	Native	2.60±0.22	8.27±1.32 ^{b1)}	4.57±0.86 ^b
	Improved	9.02±4.98	43.78±1.95 ^a	38.31±1.94 ^a
Ascorbic acid	Native	1.68±0.15 ^b	13.00±2.02 ^b	70.46±2.47 ^b
	Improved	5.52±1.15 ^a	45.20±0.00 ^a	121.82±5.59 ^a
Flavonoid compound	Native	6.46±1.11 ^b	80.61±5.53 ^b	156.98±5.53 ^b
	Improved	24.33±0.74 ^a	260.02±1.57 ^a	409.96±1.57 ^a

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

물의 함량을 측정된 결과, 70% ethanol로 추출시 그 함량이 가장 많고 물 추출물의 함량이 가장 적다고 하여 본 결과와 유사한 경향인 것으로 판단되었다.

7. 라디칼 소거능

재래종과 개량종 병풀을 물과 70% 및 100% ethanol로 각각 추출물을 제조하여 추출물의 항산화 활성을 측정된 결과는 Table 8과 같다.

DPPH 라디칼 소거능의 경우, 개량종에서는 70% ethanol 추출물이 가장 높은 항산화 활성을 보였고 100% ethanol 추출물, 물 추출물의 순이었다. 개량종 병풀 추출물에서는 추출물 모두에서 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다.

ABTS 라디칼 소거능에서는 재래종의 경우, 70% ethanol

추출물에서 가장 높은 라디칼 소거능을 보였으며 100% ethanol 추출물, 물 추출물 순으로 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 개량종 병풀에서는 모든 추출물에서의 소거능이 큰차이를 보이지 않았고 매우 높은 라디칼 소거능을 보이는 것으로 나타나 DPPH 라디칼 소거능 결과와 유사한 경향으로 판단되었다.

Shin 등(2020)은 동결건조한 재래식 병풀을 용매별로 추출한 후 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정된 결과, 물 추출물이 가장 낮은 활성을 보이고 70% ethanol 추출물이 가장 높은 활성을 보였다고 하였으며 병풀 추출물에서 발현되는 항산화 활성은 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물과 크게 관련되어 있는 것으로 확인되었다고 하여 본 결과와 비교하였을 때 일치하는 경향인 것으로 판단되었다.

Table 8. DPPH and ABTS radical scavenging activities by extracts of native and improved *Centella asiatica*

(unit: %)

	Species	Water	70% ethanol	100% ethanol
DPPH radical scavenging activity	Native	51.51±0.27 ^{b1)}	73.38±0.80 ^b	65.02±0.42 ^b
	Improved	68.92±0.88 ^a	68.17±0.46 ^a	70.09±0.42 ^a
ABTS radical scavenging activity	Native	59.90±2.33 ^b	95.57±3.66	69.83±4.96 ^b
	Improved	98.43±1.86 ^a	99.81±0.02	99.19±0.01 ^a

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) was significantly different ($p<0.05$).

Table 9. Correlation coefficients among antioxidant compounds and antioxidant activity in extracts of native and improved *Centella asiatica*

	Polyphenols	Flavonoids	Ascorbic acid	DPPH radical scavenging	ABTS radical scavenging
Polyphenols	1.0000				
Flavonoids	0.8448	1.0000			
Ascorbic acid	0.5945	0.9229	1.0000		
DPPH radical scavenging	0.3953	0.4165	0.3142	1.0000	
ABTS radical scavenging	0.6444	0.4604	0.2287	0.8605	1.0000

한편, 재래종 및 개량종 병풀에서의 각 성분들과 항산화 활성에 대한 상관분석(Table 9)에서는 flavonoid 화합물과 ascorbic acid 함량간의 r값이 0.9229로 가장 높은 것으로 나타났으며 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능간에도 높은 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

이상의 병풀에서의 항산화 성분과 활성에 대한 결과를 요약해 보면 물보다는 ethanol 추출시 활성이 다소 높은 것으로 나타났으며 항산화 성분과 활성으로 보아 약용 및 식용 자원으로써 이용될 수 있을 것으로 사료되었다.

요약 및 결론

병풀(*Centella asiatica* L. Urban)은 오래전부터 약용으로 이용되어온 채소류이지만 우리나라에는 잘 알려져 있지 않아 본 연구에서는 충주지역에서 재배되고 있는 재래종 및 개량종 병풀에 대한 일반성분, 이화학적 특성, 유리당, 유리아미노산 및 무기질 함량과 용매별 항산화 성분의 함량과 활성을 측정하였다. 일반성분은 재래 및 개량종 간에는 큰 차이를 보이지는 않았다. 병풀의 특성으로는 개량종이 무게 및 크기가 크고 질긴 질감을 가진 것으로 확인되었다. 재래종 병풀에서는 glucose만, 개량종에서는 fructose, glucose 및 sucrose가 검출되었다. 유리아미노산은 총 15종의 아미노산이 검출되었고 재래종 병풀보다는 개량종 병풀에서 조금씩 더 많은 함량을 보였다. 병풀에서의 무기질의 함량은 개량종에서 약간 높은 함량이었고 검출된 무기질로는 Na, P, Ca, K, Mg 및 Fe 이었다. 추출용매별 항산화 성분의 함량을 측정한 결과, polyphenol 화합물, ascorbic acid 및 flavonoid 화합물 모두 재래종보다는 개량종에서 그 함량이 높은 편이었으며 추출 용매별로는 물 보다는 ethanol로 추출하였을 때가 항산화 활성이 높은 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 논문은 2020년 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ015285042020)의 지원에 의해 이루어진 것이며 농업회사 법인 (주) 병풀농원에서의 지원에 감사드립니다.

References

- AOAC International. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. pp.16-17. Association of Official Analytical Chemist International
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Bonte F, Dumas M, Chaudagne C, Meybeck A. 1994. Influence of asiatic acid, madecassic acid, and asiaticoside on human collagen I synthesis. *Planta Med* 60:133-135
- Booncong P. 1989. A pharmacognostic and taxonomic study of *Centella asiatica* (Apiaceae). Ph.D. Thesis, Miami Univ. Oxford, OH. USA
- Brinkhaus B, Lindner M, Schuppan D, Hahn EG. 2000. Chemical, pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plant *Centella asiatica*. *Phytomedicine* 7: 427-448
- Bylka W, Znajdek-Awizeń P, Studzińska-Sroka E, Brzezińska M. 2013. *Centella asiatica* in cosmetology. *Postepy Dermatol Alergol* 30:46-49
- Chassaud LF, Fry BJ, Hawkins DR, Lewis JD, Sword IP, Taylor T, Hathway DE. 1971. The metabolism of asiatic acid, madecassic acid and asiaticoside in the rat. *Arzneimittelforschung* 21:1379-1384
- Goo YM, Kil YS, Sin SM, Lee DY, Jeong WM, Ko K, Yang KJ, Kim YH, Lee SW. 2018. Analysis of antibacterial, anti-inflammatory, and skin-whitening effect of *Centella asiatica* (L.) urban. *J Plant Biotechnol* 45:117-124
- Ha JH, Kwon MC, Kim Y, Jeong SS, Jeong MH, Hwang B, Lee HY. 2009. Enhancement of immuno-modulatory of *Centella asiatica* L. urban with edible polymer through nanoencapsulation process. *Korean J Med Crop Sci* 17:257-265
- Hausen BM. 1993. *Centella asiatica* (Indian pennywort), an effective therapeutic but a weak sensitizer. *Contact Dermatitis* 29:175-179
- Jo CH, Kim SY, An IS. 2014. The improving effect of *Centella asiatica* extracts on erythema on scalp of aged 20-50's women. *Korean J Aesthet Cosmetol* 12:921-927
- Kim J, Kim MJ, Lee KY. 2013. Wound healing effect of curcumin gel for transdermal delivery. *Polymer* 37:387-392
- Lee J, Myung CH, Lee JE, Jo MR, Kim HS, Lee NY, Woo H, You J, Jo H, Hwang JS. 2019. Anti-inflammatory and moisturizing effect of *Centella* extracts fermented in Jeju lava water. *J Soc Cosmet Sci Korea* 45:363-372
- Lee KS, Lee JC, Hwang ES, Lee SS, Oh MJ. 2002. Quality of 4-recommended soybean cultivars for *meju* and *doenjang*. *Korean J Food Preserv* 9:205-211
- Ministry of Food and Drug Safety. 2021. Food and nutrient component database. Available from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/fcdb/> [cited 25 March 2021]
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000.

- Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Orhan IE. 2012. *Centella asiatica* (L.) urban: From traditional medicine to modern medicine with neuroprotective potential. *Evid-Based Complementary Alternat Med* 2012:946259
- Park YK, Kim SH, Choi SH, Han JG, Chung HG. 2008. Changes of antioxidant capacity, total phenolics, and vitamin C contents during *Rubus coreanus* fruit ripening. *Food Sci Biotechnol* 17:251-256
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Santos DCMB, Carvalho LSB, Lima DC, Leão DJ, Teixeira LSG, Korn MGA. 2014. Determination of micronutrient minerals in coconut milk by ICP OES after ultrasound-assisted extraction procedure. *J Food Compos Anal* 34: 75-80
- Shin HY, Kim H, Jeong EJ, Kim JE, Lee KH, Bae YJ, Yu KW. 2020. Bioactive compounds, anti-oxidant activities and anti-inflammatory activities of solvent extracts from *Centella asiatica* cultured in Chungju. *Korean J Food Nutr* 33: 692-701
- Tatmiya RN, Chudasama KS, Jhala VM, Thaker VS. 2014. Screening of proper leaf size in *Centella asiatica* for anti-oxidant potential and separation of phenolics using RP-HPLC. *J Appl Pharm Sci* 4:043-047
- Tenni R, Zanaboni G, De Agostini MP, Rossi A, Bendotti C, Cetta G. 1988. Effect of the triterpenoid fraction of *Centella asiatica* on macromolecules of the connective matrix in human skin fibroblast cultures. *Ital J Biochem* 37:69-77
- Waters Corporation. 1993. Waters AccQ·Tag Amino Acid Analysis System Operator's Manual Number 154-02TP rev June, USA. Waters Corporation
- Yu KW, Bae YJ, Bae YJ, Joo GY, Kim CY, Yun JH, Lee KH. 2020. Qualities analysis of domestic soybean cultivars. *Korean J Food Nutr* 33:666-671
- Zaidan MRS, Noor Rain A, Badrul AR, Adlin A, Norazah A, Zakiah I. 2005. *In vitro* screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method. *Trop Biomed* 22:165-170

Received 09 April, 2021
 Revised 27 April, 2021
 Accepted 13 May, 2021