

덕음온도를 달리하여 전저리한 삼백초 건조물의 이화학적 특성 및 물과 70% 에탄올 추출물의 항산화효과*

강명화^{1†}, 안수미², 김도희¹

¹호서대학교 식품영양학과/기초과학연구소, ²호서대학교 나노바이오트로닉스 대학원

Physicochemical properties of dried *Saururus chinensis* and the antioxidative activities of water and 70% ethanol extracts*

Myung-Hwa Kang^{1†}, Su-Mi An² and Do-Hee Kim¹

¹Department of Food and Nutrition/Basic Science Institute, Hoseo University, Chungnam 31499, Korea

²Department of Nanobiontronic, Graduated School, Hoseo University, Chungnam 31499, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to evaluate the physicochemical properties of different batches of *Saururus chinensis* using different roasting temperature that were dried at different using different roasting temperatures and their were determined the antioxidative activities of water and 70% ethanol extracts. **Methods:** Extracts were examined for the total phenolic acid content, the and flavonoids contents and the antioxidant properties, including DPPH radical scavenging activity, ABTs scavenging activity and, the reducing power. **Results:** Moisture content was significantly higher in the LSC and the crude ash content was significantly higher in the HSC. The crude protein content was higher in the LSC (although not significantly), and the crude fat and carbohydrate contents were higher in the HSC (although not significantly). The total phenolic content was lower in the samples extracted with water, but there was no significant difference. However, the extracts extracted with 70% ethanol at a high drying temperature were significantly higher. The low temperature and high drying temperature batches of *Saururus chinensis* were significantly higher in the samples extracted with 70% ethanol than those extracted with 70% ethanol. The total phenolic acid content, the total flavonoid content and the electron donating ability were highest in the ethanol extract of *Saururus chinensis* treated at a high temperature. However, the ABTs radical activity was highest in the water extracted, high-temperature treated *Saururus chinensis*. The 70% ethanol extract of high temperature roasted *Saururus chinensis* had the highest antioxidative activities of all the *Saururus chinensis* batches. **Conclusion:** The total phenolic acid contents, total flavonoid contents, electron donating activity and reducing power activity were highest in all the 70% ethanol extraction batches of the high-temperature treated samples.

KEY WORDS: *Saururus chinensis*, DPPH radicals, physicochemical, antioxidative, ABTs

서 론

삼백초 (*Saururus chinensis* Baill)는 후추목 (*Piperales*), 삼백초과 (*Saururaceae*), 삼백초속 (*Saururus*)에 속하는 여러해살이풀로서 한국, 일본, 동남아시아에 분포하며, 저습지에 군생하는 것으로 알려져 있다 [1]. 일본에서는 각종 질병을 치료하는 데 사용되어 왔고 최근 우리나라에서도 약재 및 건강기능식품의 소재로 활용 가능성이 제기되어

인기가 높은 자원식물이다. 중국에서 삼백초는 어성초와 같이 차나 나물로 이용되고 어성초 (*Houttuynia cordata*)와 혼동하여 사용되는 경우가 있으나 완전히 다른 식물이다 [2,3].

삼백초는 습지에서 잘 자라는 다년초로 독특한 냄새를 내며 잎의 모양이 난상 타원형이다. 삼백초는 잎, 꽃, 뿌리의 3부분으로 나뉘며 윗부분 2~3장의 잎이 흰색이라고 하여 삼백초라고 부른다. 삼백초의 줄기는 소종해독, 청열

Received: April 4, 2019 / Revised: May 28, 2019 / Accepted: May 30, 2019

* This research was supported by the Hoseo University (Grant Number N 2018-0302).

† To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-41-540-5973, e-mail: mhkang@hoseo.edu

© 2019 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이수 및 항암에, 뿌리는 화농성 유선염, 용, 방뇨 후의 요도통, 성인병, 고혈압 등에 효과가 있다고 알려져 있다. 삼백초의 잎에는 quercetin, quercetrin, isoquercetrin, avicularin, rutin 등이, 뿌리에는 아미노산, 유기산, 당류 및 hydrolyzable tannin이 함유되어 있고 그들의 주요 정유성분은 methyl-nonyl-ketone이다 [4].

식품을 건조시 미생물과 효소에 의한 부패나 변질이 방지되고 저장성 및 수송성이 향상 된다. 식품을 건조시키는 방법은 천일건조, 열풍건조 및 냉풍건조가 주로 사용되고, 진공 및 동결건조, 원적외선, 마이크로파 건조방법 등이 개발되어 여러 가지 제품에 적용되고 있다 [5]. 삼백초와 같은 한약재는 수확 후 소비자에게 최적의 품질로 공급되기 위해 전처리를 거친 후 저장, 유통되어야 하며, 생으로 저장 및 유통되기에는 어려움이 있어 건조하거나 튀김 처리와 같은 전처리 과정이 이루어져야 한다. 그러나 식품 원재료는 건조과정을 겪으면서 영양소의 함량이 변하거나 특히 열, 공기, 빛 등에 의해 품질의 손실을 가져올 수 있다. 또한 손실률은 건조 전 식품의 취급상태, 건조방법, 전처리 후의 저장상태 등에 의해서도 크게 좌우된다 [6]. 열풍건조는 간단하고 적은 비용으로 할 수 있으나, 냉동건조에 비해 색, 맛, 조직감 등의 변화가 심하고, 복원성도 나쁘다는 단점이 있다 [7]. 전처리 방법 중 하나인 데치는 산화효소를 불활성화 시켜 품질은 유지되지만 펙틴과 같은 물질을 탈에스테르화 시켜 물성을 저하시키기도 한다 [8-10].

동양권에서 오랫동안 질병 치료와 예방 목적으로 사용해 온 한약재는 구조적으로 다양하고 유용한 생리활성을 나타내는 2차 대사산물이 많기 때문에 이를 이용한 다양한 기능성 식품이 개발되고 있다. 이들 약용식물에 함유되어 있는 2차 대사산물은 비타민 C, carotenoids, 식이섬유, phenolic성 화합물, flavonoid 등으로 이들은 항돌연변이성, 항암성, 항산화성, 콜레스테롤 저하작용, 정장작용 등을 나타내는 것으로 보고되었다 [11]. 그동안 삼백초도 유효성분 함량, 항산화 활성, 항염증, 생리활성, 항암활성, 항비만 등에 대한 연구가 있었으나 [12-14] 이들의 수확 후 전처리 및 추출방법의 최적화 등에 대한 연구는 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 삼백초를 기능성 식품원료로 개발하기 위하여 일반 음건한 시료를 온도를 달리하여 튀김 공정을 거쳐 이화학적 성분을 비교하였고, 이들을 증류수와 70% 에탄올로 추출하여 추출물을 제조하여 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량 그리고 DPPH radical 소거능과 같은 항산화활성을 비교하여 향후 천연물을 활용한 건강 기능성 식품 소재 및 산업화에 활용 가능성을 탐색하였다.

연구방법

전처리

허브팜 (Wonju, Kangwondo)에서 관행방법으로 재배하여 음건한 삼백초를 구입하여 적외선 온도계 (General Tools IRT207 Heat Seeker 8:1 Mid-Range Co., SPIG9., USA)를 사용하여 일정한 온도를 유지하도록 조절하면서 시료를 전처리하였다. 삼백초를 80~120°C에서 5분간 튀어 저온 튀김 (Low temperature roast *Saururus chinensis*, LSC)으로 하였고, 160~200°C의 고온에서 5분간 튀어 고온튀김 시료 (High temperature roast *Saururus chinensis*, HSC)로 하였다.

추출물 제조

항산화 효과 측정을 위해 저온과 고온으로 튀김 처리한 시료에 증류수와 70% 에탄올 용매를 각각 1:7의 비율로 혼합하여 상온에서 180 rpm로 24시간 동안 교반 시키면서 1차 추출하였고, 다시 각각 증류수와 70%에탄올 용매를 가하여 동일한 방법으로 2차 추출 후 240 mm 100 circle filter paper (HP7, Whatman, Buckinghamshire, UK)로 여과 후 감압농축기 (N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)와 동결건조기 (FD8508, IIShin Lab, Namyangju, Korea)를 이용하여 건조하였다. 시료를 완전 건조시킨 후 증류수와 70% 에탄올에 1 mg/mL의 농도로 희석하여 각종 실험에 사용하였다. 그 외의 실험에 사용한 시약은 1급 또는 특급을 사용하였다. 물로 추출한 저온튀김 삼백초 (water extract of low temperature roast *Saururus chinensis*, WLSC), 70% 에탄올 용매로 추출한 저온튀김 삼백초 (70% ethanol extract of low temperature roast *Saururus chinensis*, ELSC), 물로 추출한 고온튀김 삼백초 (water extract of high temperature roast *Saururus chinensis*, WHSC), 70% 에탄올 용매로 추출한 고온튀김 삼백초 (70% ethanol extract of high temperature roast *Saururus chinensis*, EHSC)로 하였다.

일반성분 분석

전처리 방법을 달리한 저온튀김 (Low temperature roast *Saururus chinensis*, LSC)과 고온튀김 시료 (High temperature roast *Saururus chinensis*, HSC) 삼백초의 수분, 조단백, 조지방 및 조회분 함량은 AOAC [15]에 따라 분석하였다. 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 micro Kjeldahl 법, 조지방 함량은 Soxhlet추출법, 조회분함량은 건식회화법으로 측정하였다. 탄수화물 정량은 시료 중의 수분, 조단백질, 조지방질 및 조회분 함량을 모두 더하여 100%로부터 뺀 값으로 나타내었다 [16].

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis법 [17]을 이용하여 측정하였다. 처리방법이 다른 삼백초 추출물 0.1 mL에 2% (w/v) Na_2CO_3 을 2 mL을 가하고 2분간 방치 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 첨가한 후 실온에서 30분 정치한 후 750 nm (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 0 ~ 1 mg/mL로 농도를 달리하여 실험 후 구한 값으로 검량선을 작성하여 표준곡선으로 나타내어 계산하였으며, 이 모든 과정은 3회 반복하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

제조된 삼백초 추출물 0.1 mL에 90% di ethylene glycol 5 mL를 가하여 혼합한 후 4N NaOH 용액 0.1 mL을 넣어 혼합한 후, 30°C에서 5분간 방치하여 420 nm (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)에서 흡광도를 측정하였다 [18]. 플라보노이드 정량은 rutin을 0 ~ 1 mg/mL로 농도를 달리하여 실험 후 구한 값으로 검량선을 작성하여 표준곡선으로 나타내어 계산하였으며, 이 모든 과정은 3회 반복하였다.

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Brand-Williams 등 [19]의 방법에 따라 측정하였다. 삼백초 추출물 0.5 mL에 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 시약 3 mL를 가하고, 517 nm의 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)에서 30분간 흡광도의 변화를 측정하여 0분과 30분의 소거능을 다음 식으로 계산하여 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} \\ = 100 - (A / B \times 100)$$

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 시료 무 첨가군의 흡광도

ABTs radical 소거능 측정

ABTs radical 소거능은 [20]의 방법에 따라 측정하였다. 제조된 삼백초 추출물 0.2 mL와 0.1 M phosphate buffer (pH 5.0) 1 mL, 1 mM 과산화수소 0.2 mL를 가한 후 37°C에서 5분간 혼합한 후 1.25 mM ABTs 3 mL 가하고 peroxidase (1 U/mL) 0.3 mL를 넣어 37°C에서 10분간 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{ABTs radical scavenging activity (\%)} = (A - B) / A \times 100$$

A: 시료 무 첨가군의 흡광도

B: 시료 첨가군의 흡광도

SOD-liked activity 측정

SOD-liked activity 측정 [21]은 제조된 삼백초 추출물 0.2 mL에 tris-HCl buffer (50 mM tris [hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA, pH 8.5) 3 mL와 0.2 mM Pyrogallol 0.2 mL를 가하여 25°C에서 10분간 방치하였다. 1N-HCl로 반응을 정지시킨 후 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 모든 과정은 3회 반복 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{SOD-liked Activity (\%)} = 100 - (A / B) \times 100$$

A: 시료 무 첨가군의 흡광도

B: 시료 첨가군의 흡광도

Reducing power activity (환원력) 측정

환원력측정 [22]은 전처리 방법을 달리하여 제조한 삼백초 추출물 1 mL에 200 mM의 sodium phosphate buffer (pH 6.6) 1.25 mL와 1% potassium ferricyanid 1.25 mL를 가한 후 50°C의 water bath에서 20분간 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 1.25 mL를 가하여 10분간 4°C에서 반응시킨 후 2.5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 0.1% ferric chloride 1.25 mL를 혼합하여 반응시켜 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원력 정량을 위한 검량선은 BHT를 0 ~ 1.0 mg/mL의 농도로 희석하여 표준곡선으로 사용하여 계산하였고 모든 과정은 3회 반복 측정하였다.

통계처리

실험의 결과는 SPSS Statistics (ver. 21.0, IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였다. 모든 결과는 평균치와 표준편차 (mean \pm SD)로 나타내었고, 건조방법에 따른 차이는 t-test를 통해 검증하였으며 용매에 따른 추출물의 비교는 t-test와 Duncan's multiple range test를 사용하여 $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

결 과

일반성분

뒤틀음도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물에 대한 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 LSC 5.43 \pm 0.02%, HSC 2.47 \pm 0.17%로 저온에서 뒤틀은 시료에서 유의하게 높았고, 조회분 함량은 LSC 9.87 \pm 0.02%, HSC 10.93 \pm 0.11%로 고온에서 뒤틀은 시 유의적으로 높았다. 조단백함량은 LSC 2.56 \pm 0.32%, HSC 2.10 \pm 0.99%, 조지방

Table 1. Proximate compositions of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	Constituents (Unit: %)				
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude carbohydrate
LSC ¹⁾	5.43 ± 0.02 ⁴⁾	2.56 ± 0.32	1.30 ± 0.43	9.87 ± 0.02	80.84 ± 0.08
HSC ²⁾	2.47 ± 0.17	2.10 ± 0.99	2.69 ± 0.62	10.93 ± 0.11	81.81 ± 1.33
t-values ³⁾	0.002	0.593	0.122	0.005	0.544

1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*

3) t-values is triplicate data (p < 0.05; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).

4) Mean ± SD

함량은 LSC 1.30 ± 0.43%, HSC 2.69 ± 0.62%로 조단백질과 조지방 함량은 볶음온도에 따라 유의적인 차이가 없었다. 탄수화물함량은 시료 중 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 모두 더하여 원재료 100%로부터 뺀 값으로 나타냈는데 LSC 80.84 ± 0.08%, HSC 81.81 ± 1.33%로 유의적인 차이는 없었다.

총 페놀 함량

볶음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 총 페놀 함량 측정결과는 Table 2와 같다. 총 페놀 함량은 물로 추출한 저온볶음 (WLSC) 0.87 ± 0.01 mg/g, 고온볶음 (WHSC) 0.86 ± 0.01 mg/g로 볶음온도에 의한 유의적인 차이는 없었다. 70% 에탄올로 추출 시 저온볶음 (ELSC) 1.18 ± 0.01 mg/g였고, 고온볶음 (EHSC) 1.33 ± 0.00 mg/g로 70% 에탄올로 추출할 때에는

Table 2. Total phenolic acid contents of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	Total phenolic acid contents (mg/g)		
	Water	70% Ethanol	t-values ³⁾
LSC ¹⁾	0.87 ± 0.01 ⁴⁾	1.18 ± 0.01	0.001
HSC ²⁾	0.86 ± 0.01	1.33 ± 0.00	0.000
t-values ³⁾	0.293	0.004	

1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*, HSC

3) t-values is triplicate data (p < 0.05; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).

4) Mean ± SD

Table 3. Total flavonoid contents of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	Total flavonoid contents (mg/g)		
	Water	70% Ethanol	t-values
LSC ¹⁾	1.76 ± 0.23 ⁴⁾	3.78 ± 0.03	0.007
HSC ²⁾	2.19 ± 0.11	3.89 ± 0.24	0.012
t-values ³⁾	0.146	0.586	

1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*

3) t-values is triplicate data (p < 0.05; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).

4) Mean ± SD

고온볶음이 유의적으로 높았다. 한편 삼백초를 저온과 고온으로 볶은 시료를 물과 70% 에탄올로 추출 시 70% 에탄올로 추출한 시료에서 유의적으로 높게 나타났다.

총 플라보노이드 함량

볶음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 총 플라보노이드함량 측정 결과는 Table 3과 같다. 총 플라보노이드 함량은 물로 추출한 저온볶음 (WLSC) 1.76 ± 0.23 mg/g, 고온볶음 (WHSC) 2.19 ± 0.11 mg/g로 고온으로 볶을 시 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 70% 에탄올로 추출 시 저온볶음 (ELSC) 3.78 ± 0.03 mg/g였고, 고온볶음 (EHSC) 3.89 ± 0.24 mg/g로 70% 에탄올로 추출할 때에는 고온으로 볶을 시 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 한편 삼백초를 저온과 고온으로 볶은 시료를 물과 70% 에탄올로 추출 시 70% 에탄올로 추출한 시료에서 유의적으로 높게 나타났다.

DPPH radical 소거능

볶음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한다

Table 4. DPPH radical scavenging activity of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	DPPH radical scavenging activity (%)		
	5 min	30 min	t-values
WLSC ¹⁾	51.29 ± 3.286 ^{6)c}	57.35 ± 1.71 ^c	0.147 ⁷⁾
WHSC ²⁾	69.10 ± 1.53 ^b	71.96 ± 0.96 ^b	0.155
ELSC ³⁾	79.92 ± 3.13 ^a	83.99 ± 0.46 ^a	0.211
EHSC ⁴⁾	81.10 ± 3.83 ^a	85.13 ± 0.33 ^a	0.276
F-values ⁵⁾	40.590	267.536	

1) WLSC: water extract of low temperature roast *Saururus chinensis*2) WHSC: water extract of high temperature roast *Saururus chinensis*3) ELSC: 70% ethanol extract of low temperature roast *Saururus chinensis*4) EHSC: 70% ethanol extract of high temperature roast *Saururus chinensis*

5) F-values is triplicate data (p < 0.05; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).

6) Mean ± SD

7) t-values is triplicate data (p < 0.05; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).

결과는 Table 4와 같다. 추출물 첨가 5분 후 WLSC $51.29 \pm 3.28\%$, WHSC $69.10 \pm 1.53\%$, ELSC $79.92 \pm 3.13\%$, EHSC $81.10 \pm 3.83\%$ 였고, 반응 30분 후 WLSC $57.35 \pm 1.71\%$, WHSC $71.96 \pm 0.96\%$, ELSC $83.99 \pm 0.46\%$, EHSC $85.13 \pm 0.33\%$ 로 고온덥음 70% 에탄올 추출물에서 가장 높았고 저온덥음 물 추출물에서 가장 낮게 나타나 용매에 따라 또는 덥음온도에 따라 유의적인 차이가 있었다.

ABTs radical 소거능

덥음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 ABTs radical의 소거능을 측정한 결과는 Table 5와 같다. ABTs radical 소거능은 물로 추출한 저온덥음 (WLSC) $51.83 \pm 0.06\%$, 고온덥음 (WHSC)

Table 5. ABTs radical scavenging activity of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	ABTs radical scavenging activity (%)		
	Water	70% Ethanol	t-values
LSC ¹⁾	$51.83 \pm 0.06^{4)}$	98.86 ± 0.23	0.000
HSC ²⁾	99.70 ± 0.12	98.56 ± 0.21	0.022
t-values ³⁾	0.000	0.305	

- 1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*
- 2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*
- 3) t-values is triplicate data ($p < 0.05$; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).
- 4) Mean \pm SD

Table 6. SOD-liked activity of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	SOD-liked activity (%)		
	Water	70% Ethanol	t-values
LSC ¹⁾	$94.32 \pm 0.00^{4)}$	93.04 ± 0.45	0.058
HSC ²⁾	93.38 ± 0.18	92.93 ± 0.10	0.084
t-values ³⁾	0.016	0.769	

- 1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*
- 2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*
- 3) t-values is triplicate data ($p < 0.05$; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).
- 4) Mean \pm SD

Table 7. Reducing power activity of water and 70% ethanol extract of *Saururus chinensis* after drying at different temperatures

Sample	Reducing power activity (%)		
	Water	70% Ethanol	t-values
LSC ¹⁾	$4.02 \pm 0.04^{4)}$	3.12 ± 0.06	0.003
HSC ²⁾	2.92 ± 0.10	4.24 ± 0.06	0.004
t-values ³⁾	0.004	0.003	

- 1) LSC: Low temperature roast *Saururus chinensis*
- 2) HSC: High temperature roast *Saururus chinensis*
- 3) t-values is triplicate data ($p < 0.05$; SPSS ver. 21.0 and Duncan' multiple range test).
- 4) Mean \pm SD

$99.70 \pm 0.12\%$ 로 고온으로 덥은 시료의 물 추출물에서 유의적으로 높았다. 한편 70% 에탄올로 추출한 추출물은 저온덥음 (ELSC) $98.86 \pm 0.23\%$, 고온덥음 (EHSC) $98.56 \pm 0.21\%$ 로 유의적인 차이는 없었다. 저온에서 덥은 시료를 물과 70% 에탄올로 추출 시 에탄올 추출물에서 유의적으로 높았고 고온 덥음 시료는 물 추출 시 유의적으로 높았다.

SOD-liked activity

덥음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 SOD-liked activity를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 본 연구 결과 WLSC $94.32 \pm 0.00\%$, WHSC $93.38 \pm 0.18\%$ 로 덥음온도에 따라 유의적인 차이가 있었고 ELSC $93.04 \pm 0.45\%$, EHSC $92.93 \pm 0.10\%$ 로 용매에 따른 유의적인 차이는 없었다. ABTs radical 소거능은 물로 추출한 저온덥음 (WLSC) $94.32 \pm 0.00\%$, 고온덥음 (WHSC) $93.38 \pm 0.45\%$ 로 저온으로 덥은 시료의 물 추출물에서 유의적으로 높았다. 한편 70% 에탄올로 추출한 추출물은 저온덥음 (ELSC) $93.04 \pm 0.45\%$, 고온덥음 (EHSC) $92.93 \pm 0.10\%$ 로 유의적인 차이는 없었다. ABTs radical 소거능은 추출 용매에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Reducing power activity (환원력)

덥음온도를 달리하여 처리한 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 환원력을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 환원력은 물로 추출한 저온덥음 (WLSC) $4.02 \pm 0.04\%$, 고온덥음 (WHSC) $2.92 \pm 0.10\%$ 로 저온으로 덥은 시료의 물 추출물에서 유의적으로 높았다. 한편 70% 에탄올로 추출한 추출물은 저온덥음 (ELSC) $3.12 \pm 0.06\%$, 고온덥음 (EHSC) $4.24 \pm 0.06\%$ 로 고온으로 덥은 70% 에탄올 추출물에서 유의적으로 높았다.

고 찰

식품의 원재료인 농산물의 수확 후 호흡작용을 하여 품질 저하가 발생하므로 상품적 가치의 손실을 최대한 줄이고자 다양한 전처리 방법이 진행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 삼백초의 덥음 온도를 달리하여 전처리를 하여 그 건조물들의 이화학적 특성을 분석하였고 물과 70% 에탄올로 추출물을 제조하여 항산화효과를 평가하였다.

농식품종합정보시스템에서 삼백초 잎의 일반성분은 조수분 10.30%, 조단백 12.80%, 조지방 4.10%, 조회분 13.20%, 탄수화물 59.60%이다 [23]. 본 연구결과는 덥음온도를 달리하여 전처리를 하여 일반성분을 분석하였기 때문에 식

품성분표 분석치 보다 수분함량은 낮게, 조탄수화물은 높게 나타났다. Hwang 등 [24]은 삼백초와 삼백초 구근으로 나누어 일반성분을 측정된 결과, 조단백 19.3%, 조지방 6.1%, 조회분 10.9%, 탄수화물 53.2%로 보고하였고, 삼백초 구근의 일반성분은 조단백 6.6%, 조지방 2.9%, 조회분 5.0%, 탄수화물 77.8%를 함유한다고 하였다. 이에 비하여 본 연구결과의 조단백, 조지방 함량은 낮게, 탄수화물 함량은 높게 그리고 삼백초 근의 조회분 함량은 높게 보고되어 본 연구 결과 삼백초의 조회분 함량은 비슷한 것으로 나타났다. Park 등 [25]은 다양한 방법으로 건조한 보리잎의 일반성분을 분석한 결과 가 열처리 후 건조 (HD)하거나 음건 (SD)한 보리잎이 동결건조 (FD)한 시료와 전자레인지에서 건조 (MW)한 시료에 비교해 클로로필함량이 높게 나타났다고 보고하였다.

총 페놀성 화합물은 식물자원에 함유되어 있는 천연물질이며 식품의 항산화 능력은 그 식품이 함유하고 있는 총 페놀함량과 연관되어 있다 [26]. 페놀성 화합물에 존재하는 phenolic hydroxyl (OH)기는 단백질 등과 결합하여 항산화, 항암 및 항균효과 등의 효과를 나타낸다 [27]. 같은 조건에서 처리한 시료를 용매를 달리하여 추출한 추출물의 총 페놀함량은 저온딛음 물 추출물에 비해 70% 에탄올로 추출 시 유의적으로 높았고 고온으로 딛은 시료에서도 70% 에탄올에서 추출한 시료에서 유의적으로 높은 페놀함량을 나타내어 용매에 따라 페놀성 화합물의 추출함량이 다르게 나타났다. Kang 등 [28]은 딛음썩을 70% 에탄올로 추출하였을 때 페놀성 화합물의 함량이 가장 높았고 90% 에탄올로 추출한 음건썩 추출물에서 가장 낮아 그 함량 차는 약 37.2배였고, 썩의 전처리 조건에 따라 페놀 화합물의 함량은 뚜렷한 차이를 보였는데 딛음썩의 페놀성 화합물 함량이 가장 많았고, 숙성썩, 음건썩 순이었다고 보고하였다. Park [29]은 추출용매 및 방법을 달리하여 추출한 삼백초 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 메탄올 추출물 > 메탄올-초음파 추출물 > 증류수 추출물 > 에탄올-초음파 추출물 > 에탄올 추출물 22.540 mg/g > 초임계 추출물 10.147 mg/g 순으로 보고하였다. 또 Kim 등 [30]은 삼백초의 페놀함량 분석 시 40% 에탄올 > 60% 에탄올 > 80% 에탄올 > 100% 에탄올 > 20% 에탄올 > 물 순이라고 보고하여 전처리 방법과 추출 용매에 따라 차이가 있다고 보고한 연구결과와 일치하는 경향이었다.

플라보노이드는 유리기를 소거하거나 연쇄반응을 종결시키는 강력한 항산화 작용을 통해 심혈관계질환과 암발생의 위험을 감소시키는 것으로 알려져 있다 [27,31,32]. Park [29]은 추출용매 및 방법을 달리하여 추출한 삼백초 추출물의 총 플라보노이드 함량은 메탄올-초음파 추출물

19.321 mg/g, 에탄올-초음파 추출물 14.800 mg/g, 에탄올 추출물 5.593 mg/g, 증류수 추출물 2.769 mg/g, 메탄올 추출물 1.252 mg/g, 초임계 추출물 0.742 mg/g으로 보고하였다. 본 연구에서는 70% 에탄올 추출물이 LSC가 3.78 ± 0.03 mg/mg, HSC가 3.89 ± 0.24 mg/mg으로 Kim 등 [33]의 40% 에탄올로 추출한 추출물보다 높게 나타났으나 이는 전처리 방법에 따라 총 플라보노이드의 추출에 차이가 있었다고 생각된다. Kang과 Lee [34]는 썩을 환류냉각과 고온가압을 사용하여 추출하면 식물체의 세포벽이 파괴되어 결합형 페놀성 화합물들이 유리되어 폴리페놀함량과 플라보노이드의 함량을 증가시켰다고 하였다.

Kang 등 [28]은 음건썩, 숙성썩, 딛음썩 모두 70% 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거활성이 높았다고 한다. Kim 등 [33]도 70% 에탄올 추출물이 90% 에탄올 추출물보다 DPPH radical 라디칼 소거활성이 더 높음을 보고한 바 있다. 물과 유기용매가 혼합되어 있는 경우 페놀성 물질의 용출이 더 용이하다는 Lee 등 [35]의 보고와 시료에 함유된 페놀성 화합물의 농도가 높을수록 유리 라디칼의 소거능은 높아진다는 보고 [36]로 미루어볼 때 본 연구의 결과 또한 50~70% 에탄올 추출물이 물과 유기용매의 적절한 혼합에 의해 페놀성 화합물의 용출이 많았고 이들 페놀 화합물이 DPPH radical 소거활성을 높이는데 영향을 미친 것으로 판단된다.

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) radical 소거능은 항산화능을 측정하는 방법 중 하나인데 항산화 물질 중 전자를 공여하여 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색되는 정도를 지표로 한다 [37]. 본 연구 시료 모두 30분 후 DPPH radical 소거능이 약간 증가하는 경향이었지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Park [29]은 추출용매 및 방법을 달리하여 추출한 삼백초 추출물의 DPPH 소거능 측정 시, 메탄올-초음파 추출물 92.81%, 에탄올-초음파 추출물 78.50%, 에탄올 추출물 63.18%, 증류수 추출물 60.15%, 메탄올 추출물 40.29%, 초임계 추출물 27.25% 순으로 보고한 바 있다. 이처럼 향후 어떠한 물질이 원인이 되어 DPPH radical 소거능에 영향을 미치는지 보다 심도있는 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. Lee 등 [35]의 보고와 시료에 함유된 페놀성 화합물의 농도가 높을수록 유리 라디칼의 소거능은 높아진다는 보고로 70% 에탄올추출물이 물과 유기용매의 적절한 혼합에 의해 페놀성 화합물의 용출이 많았고 이들 페놀 화합물이 DPPH radical 소거활성을 높이는데 영향을 미친 것으로 판단된다 [37]. Kang 등 [28]은 ABTS radical 소거능도 DPPH radical 소거활성과 동일한 경향으로 음건썩 추출물은 10.45~29.90%의 낮은 활성을 보인데 반해 숙성썩과

튀음숙 추출물은 90% 에탄올 추출물을 제외하고는 활성이 80% 이상으로 음건숙 추출물에 비해 약 2.6배 더 활성이 높았다고 한다. Oh 등 [38]은 천궁을 다른 용매보다 증류수로 추출 시 항산화 활성이 높다고 보고한 바 있으나 Kim [39]은 천마를 물로 추출하면 활성이 3.8%로 낮았다고 보고하여 추출방법 및 용매에 따라 상반된 결과를 나타내었다. Jegadeeswari 등 [40]은 *A. bracteata*를 용매를 달리하여 추출 시 methanol 추출물에서 ABTs radical 소거능이 가장 높게 측정되었고 benzene 추출물에서 가장 낮았다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 DPPH radical 소거활성과 ABTs radical 소거활성 측정시 ABTs radical 소거활성이 DPPH radical 소거 활성보다 높은 효능이 있는 것으로 측정되어 이는 ABTs 방법이 DPPH 방법보다 수소공여항산화제 (hydrogen-donating antioxidant)와 연쇄절단형 항산화제 (chain-breaking antioxidant)를 모두 측정할 수 있고, 수용상 (aqueous phase)과 유기상 (organic phase) 모두에 적용이 가능한 장점이 있기 때문에 ABTs radical 소거활성이 더 민감하게 작용한 것으로 판단된다는 [28,41]의 연구와 일치하였다.

Superoxide dismutase는 세포내 활성산소를 과산화수소로 전환시키는 촉매시키는 생체내의 항산화 효소 중 하나이며, SOD에 의하여 생성된 과산화수소는 catalase 또는 peroxidase에 의하여 물분자 산소분자로 전환된다 [2,41]. Park 등 [13]은 보리 잎을 그늘진 곳에 넣어 말리는 방법 (SD), 100°C이상의 스팀을 쐬 후 건조 (HD), 동결건조 (FD) 및 전자레인지를 건조 (MW) 방법을 사용하여 전처리 방법을 달리하여 연구 시 SD $92.04 \pm 1.35\%$, HD $94.96 \pm 0.77\%$, FD $91.53 \pm 0.40\%$, MW $92.58 \pm 0.27\%$ 로 보고하여 건조방법에 따라 SOD liked activity에 차이가 있는 것으로 보고한 바 있다 [42]. 본 연구에서는 용매에 따른 차이는 나타나지 않았으나 튀음방법 즉 온도에 따른 차이가 있어 원재료 처리방법 선택이 매우 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

환원력 실험은 각 반응 물질이 700 nm에서 ferric-ferrocyanide 혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous로 전환하는 환원력을 나타내는 것이다 [20]. Hong 등 [43]은 불개미를 80% 에탄올과 증류수로 추출 시 환원력이 80% 에탄올로 추출한 추출물에서 월등히 높게 나타났고 천마 80% 에탄올과 증류수 추출물의 환원력이 유의적으로 낮았다고 보고한 바 있다. Jegadeeswari 등 [39]은 *A. bracteata*를 용매를 달리하여 추출한 추출물의 환원력 측정결과, methanol 추출물에서 가장 높았고 benzene에서 가장 낮았다고 보고한 바 있다. 그 외에도 최근 다수의 연구에서 용매에 따라 추출되는 물질이 다르므로, 항산화

활성에 다른 효과를 나타낸다고 보고한 바 있다 [44,45]. 이는 불개미에 환원력을 발휘하는 물질이 존재함에 따라 이 물질이 전자공여체로 작용하여, 지질과산화 과정에서 중간생성물의 형성을 감소시켜 2차적인 항산화제 역할을 하는 것으로 추정된다 [46]. 인체 내 유리기 (free radical)는 지질 및 단백질 등과 결합하여 노화를 일으킨다고 알려지면서 유리기를 제거할 수 있는 물질에 대한 연구가 이루어져 이들 성분이 생리활성 즉 항산화물질이라고 밝혀졌다 [47].

식물체를 열처리 시 식물체의 세포벽에 불용성 중합체와 함께 공유결합으로 존재하는 결합형 폴리페놀 화합물이 유리형 폴리페놀로 되어 용출이 쉬워지거나, 일부 고분자 페놀성 화합물이 저분자의 폴리페놀로 전환되어 유리형과 결합형의 폴리페놀 화합물이 증가한다 [3,48]. 본 연구 결과에서도 고온튀음 시 높은 열처리에 의해 폴리페놀 화합물이 용출되기 쉬울 뿐 아니라 항산화 활성도 증가되어 식물 세포벽의 파괴로 이들 성분의 용출이 유리해 졌기 때문에 증가했을 것으로 생각되며 추출방법 추출용매 등은 전처리 시 매우 중요한 요소라 생각된다.

요 약

본 연구에서는 전처리 방법을 달리한 삼백초의 수분함량, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물을 분석하고 각각에 증류수와 70% 에탄올로 추출하여 추출물을 제조하여 Total phenolic acid contents, Total flavonoid contents, SOD-liked activity, Electron donating activity, ABTs radical activity, Reducing power activity를 평가하였다. 수분과 조단백질 함량은 저온에서 튀은 시료에서 유의하게 높았고 조회분과 조지방 그리고 탄수화물 함량은 고온에서 튀은 시료에서 높았다. 총 페놀 함량은 저온으로 튀고 물로 추출한 시료에서 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 그러나 고온튀음 70% 에탄올로 추출한 추출물이 유의적으로 높았다. 삼백초를 저온과 고온으로 튀은 시료를 물과 70% 에탄올로 추출 시 70% 에탄올로 추출한 시료에서 유의적으로 높았다. 총 플라보노이드 함량은 고온으로 튀고 물과 70% 에탄올로 추출한 시료가 높았으나 유의적인 차이는 없었고 물보다 70% 에탄올로 추출할 때 저온과 고온으로 튀은 시료에서 모두 유의적으로 높았다. 삼백초 건조물을 물과 70% 에탄올로 추출한 추출물의 DPPH radical 소거능은 고온에서 튀은 시료가 저온으로 튀은 시료보다 높게 나타났다. ABTs radical 소거능은 고온으로 튀은 시료의 물 추출물에서 유의적으로 높았다. 그러나 70% 에탄올로 추출 시 유의적인 차이는 없었고 용매에 따른 영향은 저온에서 튀고

70% 에탄올로 추출 시 유의적으로 높았고 고온으로 덖은 시료는 물 추출물에서 높아 상반된 결과를 나타내었다. SOD-liked activity는 저온에서 덖고 물로 추출한 추출물에서 유의적으로 높았으나 추출 용매나 덖음온도에 따른 영향이 나타나지 않았다. 환원력은 저온덖음 물 추출물이 유의적으로 높았고 고온으로 덖을 때에는 70% 에탄올 추출물이 높아 상반된 결과로 나타났다. 본 실험의 결과, 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, Reducing power activity (환원력)에서 고온덖음 삼백초 시료를 70%에탄올 추출 시 높게 평가되어 항산화효과가 높은 소재 추출방법으로 사용가능성이 시사되었다.

ORCID

강명화: <http://orcid.org/0000-0003-4309-3684>

안수미: <https://orcid.org/0000-0002-3930-6184>

김도희: <https://orcid.org/0000-0001-8364-890X>

References

- Chung BS, Shin MG. Dictionary of Korean folk medicine. Seoul: Young Lim Publishing; 1990.
- Koh MS. Antimicrobial activity of *Saururus chinensis* Baill extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(7): 1098-1105.
- Cho YJ. Antioxidant, angiotensin-converting enzyme and xanthin oxidase inhibitory activity of extracts from *Saururus chinensis* leaves by ultrafine grinding. *Korean J Food Preserv* 2014; 21(1): 75-81.
- Lee YN. Flora of Korea. Seoul: Kyohak Publishing; 2002.
- Hong JH, Lee WY. Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(9): 1573-1579.
- Kim BM. Foodstuffs storage study. Seoul: Jin-ro Moonwhasa; 2005.
- Holdsworth SD. Dehydration of food products A review. *Int J Food Sci Technol* 1971; 6(4): 331-370.
- Kim KO, Kim JM, Lee YC. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. *Korean J Food Sci Technol* 2003; 35(3): 393-398.
- Lee HG, Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 2003; 35(6): 1086-1092.
- Akyel C, Bosisio RG, Chahine R, Bose TK. Measurement of the complex permittivity of food products during microwave power heating cycles. *J Microw Power* 1983; 18(4): 355-365.
- Seo HS, Chung BH, Cho YG. Antioxidant and anticancer effects of agrimony (*Agrimonia pilosa* L.) and Chinese Lizardtail (*Saururus chinensis* Baill). *Korean J Med Crop Sci* 2008; 16(3): 139-143.
- Kim IJ, Kim MJ, Nam SY, Yun T, Kim HS, Hong SS, et al. Contents of quercetin glycoside and lignans according to the cultivated years and plant parts in *Saururus chinensis* Baill. *Korean J Pharmacogn* 2006; 37(1): 42-47.
- Park SJ, Yoo HJ, Choi HS, Seo BY, Yang SH, Kim YH, et al. Effects of *Saururus chinensis* Baill extracts on anticancer activity and cadmium induced cytotoxicity. *Korean J Orient Prev Med* 2004; 8: 81-98.
- Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2006; 35(1): 7-14.
- Association of Official Analytical Chemists (US). Official methods of analysis. 15th edition. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
- Lee SJ, Choi BB, Lee SW, Han MR, Lee JW. Food analysis easy to understand. Goyang: PowerBook; 2014.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 1999; 299: 152-178.
- Masaki H, Sakaki S, Atsumi T, Sakurai H. Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol Pharm Bull* 1995; 18(1): 162-166.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technol* 1995; 28(1): 25-30.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 1999; 26(9-10): 1231-1237.
- Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 1974; 47(3): 469-474.
- Yen GC, Duh PD. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active oxygen-species. *J Agric Food Chem* 1994; 42(3): 629-632.
- National Institute of Agricultural Sciences (KR). Explanation on food composition [Internet]. Wanju: National Institute of Agricultural Sciences; 2018 [cited 2018 Nov 01]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>.
- Hwang JB, Yang MO, Shin HK. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol* 1997; 29(4): 671-679.
- Park SJ, Lee JS, Hoe YH, Moon EY, Kang MH. Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2008; 37(12): 1627-1631.
- Choi YH, Kim SE, Huh J, Han YH, Lee MJ. Antibacterial and antioxidative activity of roasted coffee and red ginseng mixture extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2012; 41(3): 320-326.
- Kim SM, Kim DY, Park HR, Seo JH, Yeom BM, Jin Y, et al. Screening the antioxidant components and antioxidant activity of extracts derived from five varieties of edible spring flowers. *Korean J Food Sci Technol* 2014; 46(1): 13-18.
- Kang JR, Kang MJ, Choi MH, Byun HU, Shin JH. Physicochemical characteristics of ethanol extract from *Artemisia Argyi* H. Using different preparation methods. *J Life Sci* 2017; 27(1): 23-31.

29. Park KD. Antioxidative and proliferative effects of follicle dermal papilla cell of extracts from *Saururus chinensis* and *Phyllostachys Folium* [dissertation]. Kwangju: Chosun University; 2016.
30. Kim SK, Ban SY, Kim JS, Chung SK. Change of antioxidant activity and antioxidant compounds in *Saururus chinensis* by extraction conditions. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 2005; 48(1): 89-92.
31. Hertog MG, Hollman PC, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 1992; 40(12): 2379-2383.
32. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 1999; 64(4): 555-559.
33. Kim NY, Kim YK, Bae KJ, Choi JH, Moon JH, Park GH, et al. Free radical scavenging effect and extraction condition of ethanol extracts and fractions of wild grape seed (*Vitis coignetia*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2005; 34(6): 755-758.
34. Kang KM, Lee SH. Effects of extraction methods on the antioxidative activity of *Artemisia* sp. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2013; 42(8): 1249-1254.
35. Lee CY, Kim KM, Son HS. Optimal extraction conditions to produce rosemary extracts with higher phenolic content and antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 2013; 45(4): 501-507.
36. Jo YH, Seo GU, Yuk HG, Lee SC. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activities of methanol extracts from *Magnolia denudata* and *Magnolia denudata* var. *purpurascens* flowers. *Food Res Int* 2012; 47(2): 197-200.
37. Okawa M, Kinjo J, Nohara T, Ono M. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants. *Biol Pharm Bull* 2001; 24(10): 1202-1205.
38. Oh YJ, Seo HR, Choi YM, Jung DS. Evaluation of antioxidant activity of the extracts from the aerial parts of *Cnidium officinale* Makino. *Korean J Med Crop Sci* 2010; 18(6): 373-378.
39. Kim DH. Antioxidant activity and nitric oxide production inhibitory activity of steaming *Gastrodia elata* Blume [dissertation]. Jeonju: Chonbuk National University; 2014.
40. Jegadeeswari P, Daffodil ED, Mohan VR. Quantification of total phenolics, flavonoid and in vitro antioxidant activity of *Aristolochia bracteata* retz. *Int J Pharm Pharm Sci* 2014; 6(1): 747-752.
41. Jeong HM, Kim YS, Ahn SJ, Auh MS, Ahn JB, Kim KY. Effects of *Zizyphus jujuba* var. *boeunensis* extracts on the growth of intestinal microflora and its antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2011; 40(4): 500-508.
42. Fukai T, Ushio-Fukai M. Superoxide dismutases: role in redox signaling, vascular function, and diseases. *Antioxid Redox Signal* 2011; 15(6): 1583-1606.
43. Hong SM, An SM, Jeong BN, Kang MH. Comparative studies of the in vitro antioxidant properties of 80% ethanol or water extracts of *Formica rufa* L. *Gastrodia elata* Blume, *Cnidium officinale* Makino and their's mixture. *Korean J Food Cookery Sci* 2018; 34(1): 27-33.
44. Oyaizu M. Studies on products of browning reaction: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr Diet* 1986; 44(6): 307-315.
45. Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chem* 2006; 99(4): 835-841.
46. Jo KS, Kim HK, Ha JH, Park MH, Shin HS. Flavor compounds and storage stability of essential oil from garlic distillation. *Korean J Food Sci Technol* 2006; 22(7): 840-845.
47. Berlett BS, Stadtman ER. Protein oxidation in aging, disease, and oxidative stress. *J Biol Chem* 1997; 272(33): 20313-20316.
48. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med* 1996; 20(7): 933-956.