

Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* depending on harvest times and processing methods

Myoung Hyo Choi¹, Jae Ran Kang¹, Hye Jin Sim¹, Min Jung Kang¹, Weon Tack Seo²,
Won Yoel Bae³, Jung Hye Shin^{1*}

¹Namhae Garlic Research Institute, Namhae 668-812, Korea

²Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

³Artemisia Argyi H Agricultural Association Corporation, Namhae 668-881, Korea

채취시기 및 가공방법에 따른 섬애약쑥의 이화학적 특성과 항산화활성

최명효¹ · 강재란¹ · 심혜진¹ · 강민정¹ · 서원택² · 배원열³ · 신정혜^{1*}

¹남해마늘연구소, ²경남과학기술대학교 식품과학부, ³섬애약쑥영농조합법인

Abstract

Sumaeyaksuk (*Artemisia Argyi* H.) is one of the original mugwort spices in Namhae-gun, Korea. This study was conducted to investigate the physicochemical characteristics and biological activities of water extracts from dried and aging *Sumaeyaksuk* samples during the May-July harvest season. One (SD) was dried under shade for 12 days, while the other (AD) was aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C. Glucose was solely detected as a free sugar, and its SD and AD content were 0.42±0.02~0.43±0.01 g/100 g, and 0.41±0.02~0.47±0.04 g/100 g, respectively. The total phenolic contents of SD were 1.85±0.09~3.45±0.14 g/100 g, which were higher than those of AD (1.29±0.08~2.90±0.08 g/100 g). The antioxidant activities of the water extract powder from each *Sumaeyaksuk* were assessed by different in vitro methods, such as the DPPH and ABTS radical scavenging activity, FRAP, and decoloration prevention activity in β-carotene linoleic system. The DPPH and ABTS radical scavenging activity of AD extract were significantly higher than those of the SD extract (p<0.05). Moreover, at the concentrations of 31.25, 62.5, 125, 250, 500 µg/mL, the FRAP of the SD-May extract showed 1.67±0.58~489.90±7.59 µM, while the AD-July extract showed 9.70±1.07~590.40±7.45 µM. The β-carotene decoloration prevention activity of the SD-May and AD-July extracts were 25.53±2.85~81.43±2.56%, 35.98±2.22~79.00±1.42%, respectively. Based on these results, the extracts of SD-May and AD-July were promising as a functional food source due to their high antioxidant activities.

Key words : *Sumaeyaksuk*, DPPH, ABTS, FRAP, total phenol

서 론

쑥(*Artemisia* sp.)은 국화과의 다년초로 우리나라는 물론 동남아시아, 유럽 및 아메리카 지역의 임야 등 전 세계적으

로 약 400여종이 넓게 분포되어 있고, 국내에는 약 300여종이 자생하는 것으로 알려져 있다(1). 현재 국내에서는 인진쑥, 약쑥, 참쑥, 산쑥 등을 소재로 하여 다양한 연구가 이루어지고 있는데, 이 중 인진쑥은 항산화, 항암, 체내 지질대사 촉진 및 간독성 저하효과 등이 보고되어 있다(2). 약쑥 용매별 추출물의 항산화 활성은 ethyl acetate 분획물에서 가장 높았는데, 이는 total polyphenol 및 flavonoid 함량에 기인된 것으로 알려져 있다(3). 참쑥에서 분리 동정된 플라보노이드는 지질과산화 억제에 효과적이며 vitamin E보다 항산화 작용이 높고(4), 강화사자발쑥은 원형 발암 유전자(proto-

*Corresponding author. E-mail : whanbee@hanmail.net
Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8960
Received 25 March 2015; Revised 8 June 2015; Accepted 11 June 2015.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

oncogene)인 Bcl-2의 발현을 조절하여 암세포를 감소시키는 활성이 있다(5). 개똥쭉의 지상부에는 luteolin, luteolin-7-glucoside 등의 flavones, kaempferol, quercetin 및 rutin 등의 flavonols과 coumarin, 6-7-dimethoxy-coumarin 등의 coumarin 류와 같은 성분들이 함유되어 있고, 높은 항산화 및 항암활성이 입증됨으로써 주목받고 있다(6). 그 밖에 쭉의 생리활성과 관련하여 휘발성 향기성분에 의한 향돌연변이성(7), 항염증성(8), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)에 대한 항균성(9) 등이 보고되어 있다.

일반적으로 쭉은 이른 봄인 3월 초순경 지표상에 자라서 단오절인 6월 중순까지 성장하고, 이 기간 중에 쭉의 잎과 뿌리 등을 채취하여 사용하는데 민간에서는 식용과 약용으로 널리 사용하여 왔다(10). 민간요법으로 쭉은 전초를 말려 진정, 경련, 마비 및 전신간직 등의 치료와 복통, 토혈, 만성 간염, 식욕부진 및 만성 위장염 등의 한방약재로 사용하여 왔다(11). 우리나라에서는 일반적으로 단오 이전에 쭉을 채취하여 쭉차나 약으로 사용하였으며, 여름철에 채취한 쭉은 목욕탕용과 뜸 등으로 사용하여 채취시기에 따라 그 용도를 달리하여 왔다(12). 이는 채취시기에 따라 유효성분의 함량이나 향 등에서 차이가 있기 때문인데 5월에 수확한 쭉이 9월에 수확한 쭉보다 eupatilin 및 jacosidin의 총 함량이 더 높다(13). 국내에 자생하고 있는 쭉은 재배지역에 따라라도 성분 또는 생리활성 등의 차이가 있는데(14,15), 약쭉, 뽕쭉, 참쭉, 제비쭉, 물쭉, 황해쭉, 더위지기, 가는잎쭉 등 100여종의 쭉을 수집하여 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과 중간, 수집지역 간에 다양한 범위를 보였으며, 동일 종의 쭉도 유전적 특성과 환경적인 요인에 의해 항산화 물질이나 항산화력에 크게 영향을 받는 것으로 연구되어 있다(16).

쭉은 일반적으로 건조하여 저장하였고, 과거에는 양건이나 음건을 이용한 자연건조법을 주로 활용하였으나 최근에는 열풍, 냉풍 및 동결건조 등 신속하고 위생적인 건조방법들이 활용되고 있다. 이 중 열풍건조 방법은 식품의 저장수명을 연장시키고 품질을 향상시키기 위하여 사용되어지고 있으며, 열처리 과정 중 영양소의 파괴 및 활성물질의 손실 등과 같은 문제점이 있지만 다양한 화학적 변화에 의해 폴리페놀 및 플라보노이드와 같은 생리활성물질의 함량이 증가하여 항산화 활성도 증가하는 장점이 있어(17) 널리 이용되고 있다.

쭉이 지닌 다양한 생리활성과 활용도는 품종, 생육지역, 생육시기, 건조방법에 따라 상이한 특성을 지니고 있으나(16,18) 채취시기, 건조방법, 건조기간 등 여러 측면에서의 연구가 부진한 실정이다. 이에 본 연구에서는 경남 남해군에서 자생하며, 황해쭉의 변종으로 확인되어 품종 보호등록된 섬애약쭉(*A. argy*)을 소재로 하여 채취시기 및 건조방법에 따른 성분과 항산화활성의 차이를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물 제조

섬애약쭉은 동일한 재배지에서 각각 5, 6 및 7월에 말단부로 약 15 cm 길이로 절단한 것을 남해섬애약쭉영농조합법인으로부터 제공받아 사용하였다. 쭉은 흐르는 물에서 세척한 다음 자연 건조해 물빼기 한 것을 시료로 사용하였다. 자연 건조된 섬애약쭉은 2가지 방법으로 가공하였다. 즉, 통풍이 잘 되는 실내에서 12일간 음건하는 방법(SD)과 본 연구자들에 의해 개발되어 특허 등록(제 10-1451136호)된 가공방법에 따라 60°C에서 7일간 숙성시킨 후, 90°C에서 220분간 숙성시켜 건조를 마무리 하였다(AD). 건조가 완료된 시료는 일반성분 등 이화학적 분석에 사용하였다.

항산화활성 측정용 시료 추출물은 각각의 시료 40 g에 3차 증류수 2 L를 가하여 60°C 수욕상에서 12시간씩 2회 반복하여 추출한 다음 추출액을 모아 동결건조한 후 -20°C에 보관하면서 사용하였다.

일반성분 분석

수분함량은 가공 후 분쇄한 섬애약쭉 1 g을 취하여 적외선 수분 측정기(MB25, OHAUS, Namikon, Switzerland)로 측정하였으며, 조지방과 조단백질은 AOAC법(19)에 준하여 각각 Soxhlet 추출법과 micro-Kjeldahl법으로 분석하였다.

갈변도, 탁도 및 색도 측정

갈변도는 일반적인 차의 음용기준을 고려하여, 가공된 섬애약쭉 2 g에 85°C의 3차 증류수 80 mL을 가하여 2분간 추출한 후 여과지(No. 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 여액을 일정량 취하여 분광광도계(Libra-S35, Biochrom, Cambridge, UK)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 탁도는 동일한 시료의 흡광도를 600 nm에서 측정하였다.

색도는 가공된 섬애약쭉을 분쇄한 후 60 mm petri dish에 담아 색차계(Ultra Scan VIS, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA)로 측정된 후 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 각 실험군별로 5개 이상의 시료에 대한 색도를 측정하였으며, 이 때 사용된 표준 백판의 L값은 99.21, a값은 -0.12, b값은 0.2였다.

유리당 함량 분석

각각의 섬애약쭉 분말 2 g에 3차 증류수 20 mL을 가하여 30분간 초음파추출기로 추출하였으며, 추출액은 원심분리기(Combi-514R, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고, 상정액을 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(Agilent 1260, Agilent, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. Analytical column은

Cosmosil Sugar-D(4.6×250 mm, Nacalai Tesque Inc., Kyoto, Japan)를 사용하였고, 이동용매는 water와 acetonitrile을 30 : 70의 비로 주입하였으며, 컬럼온도는 30℃를 유지하였다. 이동상의 속도는 분당 1.0 mL를 유지하였으며, 시료 주입량은 10 µL, 검출기는 ELSD(Agilent LT-ELSD G4128A, Agilent)를 사용하였다.

총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량 측정

총 페놀화합물 함량은 Folin-Denis법(20)에 따라 각각의 시료 추출물 1 mL에 Foline-Ciocalteu 시약 0.5 mL를 넣고 3분 후 10% Na₂CO₃ 용액 0.5 mL씩을 가한 후 혼합하여 실온의 암실에서 1시간 정치한 다음 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀화합물의 함량을 계산하였다.

플라보노이드 함량은 Moreno 등(21)의 방법에 따라 추출물 1 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL을 차례로 가한 후 혼합하여 실온의 암실에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co., USA)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 플라보노이드 함량을 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거활성(22)은 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)에 대한 전자공여 활성으로 나타내었다. 96 well plate에 각 추출물을 31.25, 62.5, 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL의 농도로 3차 증류수에 희석한 용액 100 µL와 DPPH 용액(4×10⁻⁴ M in ethanol) 100 µL를 넣고 혼합하여 실온에서 30분간 반응시킨 후 multilabel reader(VICTOR™ X3, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 활성은 시료 무첨가구에 대한 시료첨가구의 흡광도비(%)로 계산하였다.

ABTS 라디칼 소거활성 측정

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 ABTS cation decolorization 방법(23)을 수정하여 실시하였다. 7 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt(ABTS) 용액과 2.45 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온의 암소에 12~16시간 보관한 후 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 조정된 용액을 사용하였다. ABTS 용액에 동량의 시료액을 혼합하여 실온에서 1분간 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 라디칼 소거활성은 시료 무첨가구에 대한 시료첨가구의 흡광도비(%)로 계산하였다.

Ferric reducing antioxidant power(FRAP) 측정

FRAP 실험은 Benzie와 Strain(24)의 방법에 따라 측정하였다. Reaction solution은 300 mM acetate buffer(pH 3.6), 40 mM HCl에 녹인 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 및 20 mM iron(III) chloride를 10:1:1로 실험직전에 만들어 사용하였다. 96 well plate에 시료액 40 µL, 증류수 40 µL, FRAP 기질액 100 µL를 차례로 혼합하여 37℃에서 5분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, ferrous sulfate를 표준물질로 하여 얻은 표준검량선으로부터 계산하였다.

β-Carotene linoleic acid 반응계에서 항산화 효과 측정

β-Carotene 1 mg을 chloroform 10 mL에 용해시킨 후 linoleic acid 20 mg 및 tween-40 200 mg을 혼합하고 40℃에서 감압 농축하여 chloroform을 제거하였다. 잔류 emulsion에 3차 증류수 100 mL을 가하여 기질액으로 사용하였다. 시료 20 µL 및 기질액 200 µL를 혼합한 후 490 nm에서 흡광도를 측정하고, 40℃에서 20분 반응시킨 후에 다시 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료대신 증류수를 사용하였으며, 계산식은 [1-(시료구 흡광도 감소율/대조구 흡광도 감소율)]×100을 사용하였다.

통계처리

분석결과는 통계프로그램인 SPSS(12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였고, 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 통계적 유의성을 검증한 후 평균±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

채취시기 및 가공방법을 달리한 섬애약쑥의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 음건한 시료의 경우 5월과 6월 시료에 비해 7월 시료의 수분함량이 약 2배 이상 더 높아 15.47±0.42%였고, 60℃에서 숙성한 시료의 수분함량은 10.21±0.09~14.76±0.35%로 채취시기가 늦을수록 수분함량이 더 높았다. 조단백질 함량은 12.64±0.35~26.46±1.40%의 범위였는데, 가공방법에 관계없이 6월 속에서 가장 높았고, 7월 속에서는 6월 속 대비 53% 미만으로 그 함량이 감소하였다. 조지방 함량은 채취시기 보다는 가공방법에 따라 그 함량이 차이를 보였는데 7월 속에서 가장 높은 함량이었으며, 음건보다는 60℃에서 숙성한 시료에서 약 1.2~1.5배 더 높은 함량이었다.

Hwang 등(25)은 자연건조 섬애약쑥과 열처리 숙성시킨 섬애약쑥의 조지방 함량을 분석한 결과 숙성정도에 따라 그 함량이 차이가 있었다고 하였으며, Choi 등(26)도 국내산

야생차의 조단백질 및 조지방 함량은 발효정도에 따라 차이를 보인다고 보고한 바 있다. 본 실험의 결과 숙성한 섬애약썩의 조지방 함량이 더 높은 것도 상기 보고들과 같이 가공방법에 따라 조지방 함량에 차이가 있었는데, 숙성과정을 거치면서 일부 성분이 갈변되고, 열처리 동안 용출이 용이해짐으로써 조지방 함량이 더 높아진 것으로 추정된다.

Table 1. Proximate composition of *Sumaeyaksuk* based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	(% , dry basis)		
		Moisture	Crude protein	Crude lipid
SD ¹⁾	May	7.01±0.05 ^{a3)}	24.58±1.96 ^{bc}	3.90±0.12 ^a
	June	7.44±0.07 ^b	26.46±1.40 ^c	3.98±0.11 ^a
	July	15.47±0.42 ^f	12.64±0.35 ^a	4.28±0.17 ^b
AD ²⁾	May	10.21±0.09 ^c	22.80±0.24 ^b	5.31±0.00 ^c
	June	13.58±0.14 ^d	25.63±0.29 ^c	5.09±0.04 ^c
	July	14.76±0.35 ^e	13.60±0.34 ^a	6.68±0.12 ^d

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same column are significantly different (p<0.05).

갈변도, 탁도 및 색도

채취시기 및 가공방법에 따른 섬애약썩의 갈변도, 탁도 및 색도를 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 갈변도는 음건한 시료에서 0.15±0.02~0.32±0.07의 범위였으며, 60°C에서 숙성한 시료는 1.81±0.08~2.98±0.01로 음건한 시료보다 갈변도가 9~12배 정도 높았다. Park 등(27)의 연구에서는 블루베리를 동결건조법, 열풍건조법, 순환형 감압 건조로 건조방법을 달리하여 가공한 다음 갈변도를 측정 한 결과 열풍건조 하였을 때 가장 높았는데, 본 연구결과 숙성 썩에서 갈변도가 더 높은 것은 60°C에서 숙성시키는 과정을 거치는 동안 열에 의해 갈변되기 때문으로 추정된다.

600 nm에서 투과율을 측정하여 탁도를 비교한 결과, 채

취시기 보다는 가공방법에 따라 함량 차이를 보였다. 음건한 5~7월 시료는 93.73±1.30~97.73±0.31 %T의 범위로 함량 차이가 작았지만, 60°C 숙성 시료는 7월 시료가 73.23±0.49 %T로 가장 높았으며, 6월 시료는 43.80±2.88 %T, 5월 시료는 35.28±0.88 %T 순으로 유의적으로 낮았다.

색도 중 밝은 정도를 나타내는 L값은 음건 및 숙성 섬애약썩이 각각 47.97±0.73~50.64±0.51, 26.88±0.06~37.10±0.15로 음건시 더 높은 값을 유지하였으며, 숙성과정을 거치면서 밝은 정도가 감소하였다. Lee 등(28)은 건조방법을 달리한 오미자에서 열풍건조 보다는 진공 동결건조하였을 때 L값이 더 높았는데, 이는 열에 의한 손실로 인해 L값이 감소하였기 때문이라고 하였다.

적색도를 나타내는 a값은 채취시기 보다는 가공방법의 영향을 더 받아 음건에 비해 숙성시 월등히 증가하였다. Lee 등(29)은 동결건조에 비해 냉풍건조나 열풍건조에 a와 b값이 높았는데, 이는 냉풍이나 열풍건조시 일어나는 갈변반응의 영향이라고 보고한 바 있는데, 본 연구의 결과에서도 숙성 가공시 열에 의한 갈변반응이 유도되어 a값이 음건 시료에 비해 더 높은 것으로 판단된다.

음건 및 숙성 섬애약썩의 b값은 각각 6.55±0.58~12.63±1.60과 3.49±0.08~19.35±0.15의 범위였는데, 채취시기와 가공방법에 크게 달라져 음건 시료에서는 5월 시료의 b값이 가장 높았으나, 숙성 시료에서는 7월 채취한 썩의 b값이 가장 높았다. Kim과 Choi(31)는 동백 잎의 b값이 채취시기가 늦을수록 높게 나타난다고 하였으며, 자작나무 수액도 채취 시기가 늦어질수록 유의적으로 갈변도가 증가한다는 보고(30)가 있는데, 본 연구결과에서도 섬애약썩의 채취시기에 따라 b값이 상이함을 알 수 있으며, 이러한 차이는 기후, 영양성분, 숙성정도 등의 차이로 인한 것으로 추정된다.

유리당, 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량

음건 및 숙성 섬애약썩에 함유된 유리당은 glucose만 검출되었고 함량은 Table 3과 같다. 음건 및 숙성 시료의

Table 2. Browning intensity, turbidity and color value of *Sumaeyaksuk* water extracts based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	Browning intensity (OD value at 420 nm)	Turbidity (OD value at 600 nm)	Hunter's color value		
				L	a	b
SD ¹⁾	May	0.32±0.07 ^{b3)}	93.73±1.30 ^d	47.97±0.73 ^a	-1.17±0.14 ^c	12.63±1.60 ^a
	June	0.23±0.05 ^a	96.13±1.01 ^e	49.52±0.89 ^d	-1.52±0.14 ^b	9.11±2.26 ^d
	July	0.15±0.02 ^a	97.73±0.31 ^e	50.64±0.51 ^b	-1.64±0.04 ^c	6.55±0.58 ^b
AD ²⁾	May	2.98±0.01 ^e	35.28±0.88 ^a	26.88±0.06 ^c	6.15±0.12 ^b	3.49±0.08 ^c
	June	2.84±0.05 ^d	43.80±2.88 ^b	28.30±0.39 ^c	7.62±0.27 ^d	5.83±0.62 ^c
	July	1.81±0.08 ^c	73.23±0.49 ^c	37.10±0.15 ^f	7.34±0.10 ^a	19.35±0.15 ^b

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same column are significantly different (p<0.05).

Table 3. Glucose, total phenolic compounds and flavonoids contents of *Sumaeyaksuk* water extract based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	(g/100 g)		
		Glucose	Total phenolic compounds	Flavonoids
SD ¹⁾	May	0.42±0.02 ^{a3)}	3.45±0.14 ^d	3.26±0.02 ^f
	June	0.42±0.04 ^{ab}	1.88±0.14 ^b	1.62±0.06 ^c
	July	0.43±0.01 ^{ab}	1.85±0.09 ^b	1.75±0.03 ^d
AD ²⁾	May	0.47±0.04 ^b	1.29±0.08 ^a	0.87±0.02 ^a
	June	0.41±0.02 ^a	1.77±0.07 ^b	1.36±0.03 ^b
	July	0.44±0.01 ^{ab}	2.90±0.08 ^c	2.41±0.02 ^c

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same column are significantly different (p<0.05).

glucose 함량은 각각 0.42±0.02~0.43±0.01 g/100 g, 0.41±0.02~0.47±0.04 g/100 g의 범위로 각 시료간의 차이는 미미하였으며, fructose 및 sucrose는 미검출로 확인되었다. Park 등(27)의 연구 결과에서는 열풍건조 시킨 블루베리가 동결건조 시킨 블루베리보다 glucose 함량이 더 높았으며, 참속에 함유되어 있는 유리당은 fructose가 대부분(32)이라고 보고되어 있는데, 본 연구의 결과에서 glucose만이 검출된 것도 썩의 품종 및 건조 방법이 상이하기 때문으로 생각된다.

페놀성 화합물은 식품계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로써 다양한 구조와 분자량을 가지며, 항산화, 항균활성 등의 생리활성 기능을 가지고 있어 천연항산화제로 많이 이용되고 있다. 폴리페놀 화합물이 항산화 효능을 지니는 기작은 체내 생체막에 존재하는 지질이 활성산소에 의해 유리기와 연쇄반응을 일으켜 산화됨으로써 인체 노화의 원인이 되는데, 이 때 폴리페놀 물질들이 이러한 유리기를 제거시키기 때문인 것으로 알려져 있다(33).

채취시기 및 가공방법을 달리한 섬애약썩 추출물 중 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량은 동일한 경향을 나타내었으며(Table 3), 숙성 시료에 비해 음건 처리시 그 함량이 더 높았다. 즉, 숙성 시료의 총 페놀화합물 함량은 1.29±0.08~2.90±0.08 g/100 g이었고, 음건 시료는 1.85±0.09~3.45±0.14 g/100 g으로 더 높았는데, 이는 음건 및 발효 섬애약썩의 물 추출물 중 총 페놀화합물 함량이 음건에서 더 높다는 보고와 일치하는 결과였다(25). 음건과 숙성시킨 섬애약썩의 가공방법은 상이하나 동일한 시기에 채취한 5월 시료를 비교해 보면, 각각의 플라보노이드 함량은 3.26±0.02 g/100 g과 0.87±0.02 g/100 g으로 음건시 약 4배 정도 더 높은 함량이었다. 그러나 6월과 7월에 채취한 시료는 함량에 큰 차이가 없어 플라보노이드 함량은 채취시기와 가공방법에 따라 더 많은 영향을 받는 것으로 판단되었다.

Choi 등(16)은 썩의 주요 생리활성 물질로서 총 페놀화합물과 플라보노이드는 그 품종에 따라 차이를 가지며, 동일한 품종이라도 온도나 습도와 같은 생육조건에 따라서도 차이를 나타내는데 분석된 100종의 썩 중 총 페놀화합물의 함량이 900 mg/100 g 이상인 것은 20종, 400~800 mg/100 g의 중간 값을 나타내는 것이 65종, 400 mg/100 g 이하가 15종이며, 플라보노이드 함량도 82.9~852.2 mg/100 g으로 최대 10배 이상의 편차를 보였으나 총 페놀화합물의 함량에 비하여 낮은 값을 나타낸다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다.

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거 활성법은 항산화 활성 물질이 DPPH의 라디칼을 소거시켜 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 쉽게 측정하는 방법이다. 전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체 내에서 노화억제 및 항산화효과와 관련된 중요한 생리기능을 나타내는 지표이다(34).

채취시기와 가공방법에 따른 섬애약썩의 물 추출물을

Table 4. DPPH radical scavenging activity of *Sumaeyaksuk* water extract based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	Concentration (µg/mL)				
		31.25	62.5	125	250	500
SD ¹⁾	May	30.33±1.45 ^{a3)}	41.95±1.29 ^b	50.56±0.41 ^c	60.10±0.34 ^d	61.27±1.13 ^d
	June	24.60±0.93 ^a	29.44±1.22 ^b	42.53±1.13 ^c	51.27±1.11 ^d	56.71±0.28 ^c
	July	27.72±3.14 ^a	35.70±2.38 ^b	45.43±0.18 ^c	53.65±1.04 ^d	61.58±0.55 ^c
AD ²⁾	May	29.34±1.12 ^a	33.25±0.45 ^b	41.89±0.78 ^c	49.71±0.55 ^d	59.53±2.38 ^c
	June	21.41±1.03 ^a	30.63±2.64 ^b	40.00±1.43 ^c	48.76±2.30 ^d	54.19±1.76 ^c
	July	34.85±2.32 ^a	40.51±0.98 ^b	50.16±1.59 ^c	59.32±0.55 ^d	62.23±1.50 ^c

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

31.25, 62.5, 125, 250, 500 µg/mL로 농도 조절하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 4와 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 음건한 5월 시료 추출물이 30.33±1.45~61.27±1.13%로 가장 활성이 높았으며, 7월, 6월 순으로 각각 27.72±3.14~61.58±0.55%, 24.60±0.93~56.71±0.28%의 범위였다. 숙성 시료는 7월, 5월 및 6월 순으로 추출물의 활성이 높았으며, 각각 34.85±2.32~62.23±1.50%, 29.34±1.12~59.53±2.38%, 21.41±1.03~54.19±1.76%였다.

ABTS 라디칼은 식품 중에 존재하는 항산화 물질과 결합하여 색을 변화시키는 성질이 있는데 이를 이용하여 넓은 pH 범위에서 수용성 및 지용성 항산화 물질이나 단일물 또는 추출물 등의 항산화력 측정에 사용할 수 있다(23). 채취시기와 가공방법을 달리한 섬애약쑥의 물 추출물을 31.25, 62.5, 125, 250, 500 µg/mL의 농도로 조절하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과(Table 5)를 보면 숙성 가공한 7월, 6월, 5월 시료는 각각 30.02±4.51~87.87±0.14%, 14.24±1.72~84.77±0.08%, 14.39±1.90~81.84±0.10%로 7월 시료가 가장 활성이 높았으며, 음건 처리하였을 때는 5월, 6월, 7월 시료의 순으로 활성이 높았는데 각각의 활성은

30.63±0.62~93.14±0.09%, 19.18±0.99~91.49±0.07% 및 17.01±2.20~86.97±0.01%였다.

Choi 등(16)은 쑥 수집종의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량이 많은 시료에서 소거활성이 높았다고 보고하였으며, 사철쑥의 종실, 줄기 및 잎 추출물 중 잎의 DPPH 라디칼 소거활성이 가장 우수하였는데 이는 시료 중의 총 페놀화합물의 함량이 높았기 때문인 것으로 보고되어 있다(35). 또한 개똥쑥의 DPPH 라디칼 소거활성은 시료 중에 함유된 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량에 기인한다는 보고(36)와 ABTS 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼 소거활성과 상관성이 높으며 그 유효 물질이 페놀화합물과 연관있다는 보고가 있는데(37), 본 연구에서의 라디칼 소거활성도 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량에 의존적으로 활성이 높아 이들의 연구 결과와도 일치하는 경향이였다.

FRAP법에 의한 항산화 활성

FRAP법은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 측정법과는 다른 메커니즘의 항산화 측정법으로 시료가 Fe³⁺을 Fe²⁺로

Table 5. ABTS radical scavenging activity of *Sumaeyaksuk* water extract based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	Concentration (µg/mL)				
		31.25	62.5	125	250	500
SD ¹⁾	May	30.63±0.62 ^{a3)}	56.87±0.68 ^b	87.30±0.34 ^c	92.90±0.08 ^d	93.14±0.09 ^d
	June	19.18±0.99 ^a	34.91±2.06 ^b	62.23±0.57 ^c	89.75±0.21 ^d	91.49±0.07 ^c
	July	17.01±2.20 ^a	36.18±1.55 ^b	67.33±1.14 ^c	86.71±0.21 ^d	86.97±0.01 ^d
AD ²⁾	May	14.39±1.90 ^a	27.65±1.12 ^b	52.82±0.82 ^c	79.09±1.23 ^d	81.84±0.10 ^c
	June	14.24±1.72 ^a	30.71±3.19 ^b	61.57±1.59 ^c	83.48±0.56 ^d	84.77±0.08 ^d
	July	30.02±4.51 ^a	58.05±3.12 ^b	82.23±0.99 ^c	87.04±0.05 ^d	87.87±0.14 ^d

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

Table 6. FRAP of *Sumaeyaksuk* water extract based on harvest times and processing method

Processing method	Harvest time	Concentration (µg/mL)				
		31.25	62.5	125	250	500
SD ¹⁾	May	1.67±0.58 ^{a3)}	38.67±1.34 ^b	113.14±3.52 ^c	249.30±2.35 ^d	489.90±7.59 ^c
	June	2.58±0.53 ^a	5.92±1.32 ^b	45.57±1.83 ^c	121.60±1.61 ^d	261.49±4.88 ^c
	July	8.72±0.98 ^a	15.88±1.59 ^b	65.08±1.57 ^c	158.92±2.61 ^d	327.74±7.67 ^c
AD ²⁾	May	2.28±0.48 ^a	5.26±0.73 ^b	43.09±1.08 ^c	116.64±2.38 ^d	251.73±3.91 ^c
	June	3.82±1.05 ^a	11.43±1.68 ^b	55.84±1.12 ^c	140.54±5.34 ^d	293.48±8.79 ^c
	July	9.70±1.07 ^a	50.95±1.33 ^b	134.35±2.43 ^c	295.31±5.12 ^d	590.40±7.45 ^c

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

환원 시킬 때 Fe²⁺가 나타내는 흡광도를 측정하여 항산화 활성을 평가하는 방법(38)이며, 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안된 방법이다(24).

Table 6은 채취시기와 가공방법에 따른 섬애약썩의 물 추출물을 31.25, 62.5, 125, 250, 500 µg/mL의 농도로 조절하여 환원력을 측정한 결과이다. 음건 시료는 5월, 숙성 시료는 7월에 각각 1.67±0.58~489.90±7.59 µM, 9.70±1.07~590.40±7.45 µM로 활성이 가장 높았으며, 음건 시료의 6월과 7월은 각각 2.58±0.53~261.49±4.88 µM, 8.72±0.98~327.74±7.67 µM이었으며, 숙성 시료는 5월과 6월에 각각 2.28±0.48~251.73±3.91 µM, 3.82±1.05~293.48±8.79 µM의 범위였다.

식물성 원료들의 환원력은 총 페놀화합물 함량에 의존적이며(39), 개똥썩의 물 및 에탄올 추출물에 대한 환원력도 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량에 의존적인 것으로 보고되어 있다(36). Lee 등(40)은 시판 포도주스에서 총 페놀화합물의 함량과 FRAP법에 의한 항산화 활성과의 상관 계수가 0.97 이상으로 매우 높은 상관성을 나타내어, 시료의 총 페놀화합물 함량이 높을수록 활성이 높다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량이 높았던 5월 음건과 7월 숙성 시킨 시료에서 타 시료에 비해 환원력이 높았다.

β-Carotene linoleic acid 반응계에서 항산화 효과

β-Carotene linoleic acid system을 이용한 항산화 활성 측정법은 β-carotene의 황색이 lipid peroxy radical (LOO·)의 첨가에 의하여 탈색 되는 정도를 측정함으로써 산화정도를 측정하는 방법이다(41).

채취시기 및 가공방법을 달리한 섬애약썩 물 추출물을 31.25~500 µg/mL 농도로 제조하여 β-carotene linoleic acid system계에서 항산화 활성에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 31.25 µg/mL 저농도에서는 6월 음건과 6월 숙성 시료의 물 추출물이 30.09±1.63%, 39.38±1.34%로 활

성이 높았으나, 500 µg/mL 농도에서는 5월 음건과 7월 숙성 시료의 물 추출물이 81.43±2.56%, 79.00±1.42%로 높은 항산화 활성을 나타내었으며, 시료의 첨가량이 증가함에 따라 음건 및 숙성 시료의 추출물 모두 항산화 활성이 유의적으로 증가하였다.

항산화 활성이 우수하다고 알려진 블루베리와 라즈베리 메탄올 추출물의 β-carotene 탈색방지 효과는 10 mg/mL 농도에서 각각 50.80%와 36.41%였으며(42), 유사과피 열수 추출물은 10,000 µg/mL 농도에서 24.40~38.17%의 활성을 나타내었다고 보고하였다(43). Hwang 등(25)은 섬애약썩 및 발효 섬애약썩 물 추출물의 500 µg/mL 농도에서 99.51±0.03%, 97.96±0.15%로 본 실험의 채취시기 및 가공방법에 따른 섬애약썩 추출물과 유사한 결과를 나타내었다.

요 약

경남 남해군에 자생하는 고유품종으로 품종보호 등록된 섬애약썩의 채취시기와 건조방법에 따른 이화학적 특성과 항산화활성을 평가하였다. 섬애약썩은 5, 6, 7월에 동일한 재배지에서 수확한 후 각각을 12일 동안 음건(SD) 및 60°C에서 7일간 숙성한 다음 90°C에서 220분간 저장하여(AD) 건조하였다. 전처리방법을 달리하여 건조한 섬애약썩의 유리당을 분석한 결과 glucose만이 검출되었으며 함량은 0.42±0.02~0.43±0.01 g/100 g과 0.41±0.02~0.47±0.04 g/100 g이었다. 총 페놀화합물의 함량은 AD(1.29±0.08~2.90±0.08 g/100 g)와 비교하여 SD(1.85±0.09~3.45±0.14 g/100 g)에서 더 높았다. 물 추출물을 31.5, 62.5, 125, 250, 500 µg/mL의 농도로 제조하여 항산화활성을 평가한 결과 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성은 SD 5월 시료와 AD 7월 섬애약썩 추출물의 활성이 가장 높았으며, FRAP도 이들 시료에서 여타 시료에 비해 유의적으로 활성이 높았다. β-Carotene에 대한 탈색 저해활성도 SD의 5월과 AD의 7월

Table 7. Antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* water extract based on harvest times and processing method in a β-carotene linoleic acid system

Processing method	Harvest time	Concentration (µg/mL)				
		31.25	62.5	125	250	500
SD ¹⁾	May	25.53±2.85 ^{a3)}	51.69±0.97 ^b	66.08±7.90 ^c	74.47±1.59 ^d	81.43±2.56 ^c
	June	30.09±1.63 ^a	50.22±0.37 ^b	63.20±0.99 ^c	73.81±0.99 ^d	80.52±1.72 ^c
	July	25.16±1.12 ^a	47.10±1.71 ^b	62.58±2.96 ^c	71.61±3.35 ^d	74.19±2.96 ^c
AD ²⁾	May	38.20±2.34 ^a	58.75±2.30 ^b	64.25±6.27 ^c	73.82±0.70 ^d	81.28±0.91 ^c
	June	39.38±1.34 ^a	56.28±0.47 ^b	67.75±1.49 ^c	75.66±1.50 ^d	81.40±1.23 ^d
	July	35.98±2.22 ^a	50.81±3.75 ^b	63.29±1.27 ^c	70.19±1.99 ^d	79.00±1.42 ^c

¹⁾Only dried at shade for 12 days.

²⁾Aged for 7 days at 60°C and then roasted for 220 minutes at over 90°C.

³⁾Values are mean±SD (n=3). Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

시료에서 각각 $25.53 \pm 2.85 \sim 81.43 \pm 2.56\%$, $35.98 \pm 2.22 \sim 79.00 \pm 1.42\%$ 로 가장 활성이 높았다. 이상의 결과 섭취약속은 5월 채취하여 음건하였을 때와 7월에 채취하여 숙성 가공하였을 때 유용성분의 섭취가 더 용이하며, 높은 항산화활성을 나타내어 기능성 식품 소재로 활용도가 높을 것으로 생각된다.

References

- Lee CB (1997) Korea botanical book. Jin Myung Publication Co., Seoul, Korea, p 292
- Jin YX, Yoo YS, Han EK, Kang IJ, Chung CK (2008) *Artemisia capillaris* and *Paecilomyces japonica* stimulate lipid metabolism and reduce hepatotoxicity induced carbon tetrachloride in rats. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 548-554
- Hong JH, Jeon JL, Lee JH, Lee IS (2007) Antioxidative properties of *Artemisia princeps* pamp. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 657-662
- Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID (1999) Isolation and identification of flavonoid from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. Korean J Food Sci Technol, 31, 815-822
- Kwon MC, Kim CH, Kim HS, Lee SH, Choi GP, Park UY, You SG, Lee HY (2007) Optimal extract condition for the enhancement of anticancer activities of *Artemisia princeps* Pampanini. Korean J Med Crop Sci, 15, 233-240
- Cai Y, Luo Q, Sun M, Corke H (2004) Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Sci, 74, 2157-2184
- Kim JO, Kim YS, Lee JH, Kim MN, Rhee SH, Moon SH, Park KY (1992) Antimutagenic effect of the major volatile compounds identified from mugwort (*Artemisia asiatica nakai*) leaves. J Korean Soc Food Nutr, 21, 308-313
- Tariq M, Mossa JS, Al-Yahya MA, Parmar NS, Ageel AM (1987) Evaluation of *Artemisia inculta* for anti-inflammatory activity in rats. Am J Chin Med, 15, 127-132
- Cho HY, Yoon SY, Park JJ, Yun KW, Park JM (2006) Antimicrobial activity of water soluble extract from *Artemisia princeps* var. *orientalis*. Korean J Biotechnol Bioeng, 21, 12-132
- Yook CS (1998) Korean medicinal food materials. Jinmyung Press, Seoul, Korea, p 356
- Lee SD, Park HS, Kim DW, Bang BH (2000) Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medical herb and food stuff. Korean J Food Nutr, 13, 490-505
- Lee YN (2006) New flora of Korea II. Kyohak, Seoul, p 327-334
- Ryu SN, Han SS, Yang JJ, Jeong HG, Kang SS (2005) Variation of eupatilin and jaceosidin content of Mugwort. Korean J Crop Sci, 50, 204-207
- Cho YH, Chiang MH (2001) Essential oil composition and antibacterial activity of *Artemisia capollaris*, *Artemisia argyi* and *Artemisia princeps*. Korean J Intl Agric, 13, 313-320
- Rho TH, Seo GS (1993) Growth characteristics and chemical components in local collection of *Artemisia* sp.. Korean J Med Crop Sci, 1, 171-177
- Choi YM, Chung BH, Lee JS, Cho YG (2006) The antioxidant activities of *Artemisia spp.* collections. Korean J Crop Sci, 51, 209-214
- Lee SH, Hwang IG, Lee YR, Joung EM, Jeong HS, Lww HB (2009) Physicochemical characteristics and antioxidant activity of heated radish (*Raphanus sativus* L.) extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 490-495
- Kim CH, Park SO (2006) Influence of dry methods on quality of *Artemisia* sp.. Korean J Culinary Res, 12, 108-118
- AOAC (1990) Official methods of analysis 15thed., Association of official analytical chemists, Washington, DC, p 788
- Gutfinger T (1958) Polyphenols in olive oils. JAOCS, 58, 966-968
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region Argentina. J Ethnopharmacol, 71, 109-114
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Radic Biol Med, 26, 1231-1237
- Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power". The FRAP assay. Anal Biochem, 239, 70-76
- Hwang CR, Seo WT, Bae WY, Kang MJ, Shin JH (2014) Physicochemical characteristics and biological activities of *Artemisia Argyi* H. J Life Sci, 24, 377-385
- Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID (1999) Isolation

- and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. Korean J Food Sci Technol, 31, 815-822
27. Park SJ, Choi YB, Ko JR, Rha YA, Lee HY (2014) Effects of drying methods on the quality and physiological activities of blueberry (*Vaccinium ashei*). Korean J Culinary Res, 20, 55-64
 28. Lee S, Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim JK (2014) Effects of drying methods on quality characteristics and antioxidative effects of Omija (*Schizandra chinensis* bailon). Korean J Food Preserv, 21, 341-349
 29. Lee BY, Kim HK (1998) Quality properties of Korean yam by various drying methods. Korean J Food Sci Technol, 30, 877-882
 30. Jeong SJ, Lee CH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin CS, Lee JS, Jeong HS (2012) Quality characteristics of the white birch sap with varying collection periods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 41, 143-148
 31. Kim BS, Choi OJ (2004) The physicochemical properties in *Camellia japonica* L. leaf according to it's gathering time. Sunchon National University, Korea, p 44
 32. Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH (2000) Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medicinal herb and foodstuff. Korean J Food Nutr, 13, 490-505
 33. Song HN, Gil B (2002) Analysis of nutritional composition and phenolic compound in propolis collected from falseacacia and chestnut tree in Korea. Korean J Food Sci Technol, 34, 546-551
 34. Lee JJ, Kim AR, Chang HC, Lee MY (2009) Antioxidative effects of *chungkukjang* preparation by adding solar salt. Korean J Food Preserv, 16, 238-245
 35. Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Ryu J, Kim DH, Eun JS (2008) Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia capillaris* Thunberg. Korean J Med Crop Sci, 16, 112-117
 36. Ryu JH, Kim RJ, Lee SJ, Kim IS, Lee HJ, Sung NJ (2011) Nutritional properties and biological activities of *Artemisia annua* L.. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 163-170
 37. Choi YG, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 723-727
 38. Yoo KM, Kim DO, Lee CY (2007) Evaluation of different methods of antioxidant measurement. Food Sci Biotechnol, 16, 177-182
 39. Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne JO, Dommès J (2009) Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chem, 113, 1226-1233
 40. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK (2008) Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. Korean J Food Preserv, 15, 445-449
 41. Choi JI, Kim YJ, Kim JH, Song BS, Yoon YH, Byun MW, Kwon JH, Chun SS, Lee JW (2009) Antioxidant activities of the extract fractions from *Suaeda japonica*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 131-135
 42. Jeong CH, Choi SG, He HJ (2008) Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1375-1381
 43. Shin JH, Lee SJ, Seo JK, Cheon EW, Sung NK (2008) Antioxidant activity of hot-water extract from Yuza (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) peel. J Life Sci, 18, 1745-1751