

Antioxidant activity of the *Sumaeyaksuk* tea extracts prepared with different drying and extract conditions

Cho-Rong Hwang¹, Weon-Taek Seo², Min-Jung Jung¹, 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

건조 및 침출 조건에 따른 섬애약쑥 침출물의 항산화활성

황초롱¹ · 서원택² · 강민정¹ · 신정혜^{1*}

¹(재)남해마늘연구소, ²경남과학기술대학교 식품과학부

Abstract

In this study, we examined the antioxidant activity of the *Sumaeyaksuk* (*Artemisia argyi*) tea extracts from different pre-treatment and extraction methods. *Sumaeyaksuk* was sun-dried for 3.5 days (control, RC) and aged at a temperature of 60°C for 3.5 days (HA), 7 days (HB), and 14 days (HC), respectively. Each sample was extracted in 60°C and 95°C hot water for 2 minutes. The soluble solids content of HA from the 60°C and 95°C hot water extraction were 0.52±0.18% and 0.92±0.18%, respectively. The soluble solids content was increased by the higher extraction temperature. The reducing sugar content of RC was 9.55±0.18 mg/g in the 95°C extraction, which was significantly higher than in the 60°C extracted sample. However, the reducing sugar content did not show a remarkable difference based on aging periods. The total phenolic compound content of the 95°C extracted samples was 3.36±0.13~9.88±0.23 mg/g, which was significantly higher than that of the 60°C extracted sample. The ABTS radical scavenging activity of the 60°C extracted RA and HA samples were 35.63% and 95.10%, respectively. Moreover, the radical scavenging activity increased to 63.35% and 96.78%, respectively, in the 95°C extracted samples. As a result of the high temperature, the extracted sample showed an increase in the FRAP. In the RC sample, the FRAP was two times higher in the 95°C extracted sample (181.28±2.90 µM) than in the 60°C extracted sample (83.88±0.43 µM).

Key words : *Sumaeyaksuk*, aging, extraction temperature, antioxidant activity

서 론

국화와 쑥속에 속하는 다년생 초본인 쑥은 한국, 중국, 일본 등 아시아 지역뿐만 아니라 유럽 등지에도 널리 분포되어 있고 민간에서는 식용과 약용으로 널리 사용되어 왔다 (1). 국내에는 약 300여종의 쑥이 자생하는 것으로 알려져 있으나, 보고된 것은 38종정도이며, 실제 종으로 분류되기 보다는 형태적인 특성에 따라 명명된 것이 대부분이고 야생의 역사가 길기 때문에 변종이 많은 특성을 가진다(2,3). 변종은 관목상, 다년생 초본, 1년생 초본으로 나누어 볼 수 있는데, 이중 관목상인 것은 약리적 효과가 크고, 다년생 초본은 대체로 식용으로 이용 된다(3). 쑥의 약리적 효능으

로는 항산화작용, 항균작용, 항염증작용, 항암작용, 지혈작용, 혈압강하작용, 항궤양작용, 항알레르기 작용, 피부미용, 피부질화 및 노화억제작용이 알려져 있다(1,4). 6~8월에 있을 때를 따서 그늘에 말린 것은 애엽이라하여, 떡, 한과, 차 등으로 식용하거나 한방과 민간에서는 약용으로 이용하였으며, 8~9월에 잎줄기를 베어 잘라 말린 것은 목욕제 등으로 이용해 왔다(5). 쑥이 지닌 다양한 생리활성과 활용도는 품종, 생육지역, 생육시기, 건조방법에 따라 상이한 특성을 지니므로(6,7), 채취시기, 건조방법, 건조기간 등 여러 측면의 연구를 통하여 가공법이나 활용도를 제안할 필요성이 있다.

쑥은 일반적으로 건조하여 저장되는데, 과거에는 양건이나 음건과 같은 자연건조법을 주로 활용하여 왔으나 최근에는 열풍건조, 냉풍건조 및 동결건조와 같은 방법으로 신속하고, 위생적으로 건조하는 방법들이 활용되고 있다. 이

*Corresponding author. E-mail : whanbee@hanmail.net
Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8960

중 열풍건조 방법은 열처리 과정 중 영양소나 활성물질의 파괴와 휘발성 물질의 손상을 유발할 수 있으나 적은 비용으로 손쉽게 활용할 수 있으며(8,9), 열처리 과정 중에 발생하는 화학적 변화로 인하여 페놀성 화합물의 침출이 용이해지고, 항산화활성 물질이 증가하는 등 생리활성이 증가하는 장점도 있어 널리 이용되고 있다(10).

한편, 건조된 찻잎과 같은 생약자원의 생리활성 물질을 용출시켜 용이하게 이용하는 방법 중 하나는 차로 음용하는 방법인데, 최근에는 많은 생약자원들을 차로 제품화하여 이용되고 있다(11). 천연식물의 열매, 뿌리, 줄기, 잎 등을 적절히 가공처리 함으로써 고유의 맛과 향기, 색 또는 기능을 취하기 위하여 음용되는 기호식품인 차는 식물성원료에서 기인하는 자체의 관능적 특성과 더불어 여러 생리활성 물질을 제공하는 식품으로 자리매김 하고 있다(12).

국내에서 널리 이용되고 있는 쑥은 인진쑥(*Artemisia. jwayomogi*), 참쑥(*A. lavandulaefolia*), 사철쑥(*A. capillaris*), 개똥쑥(*A. annua*), 황해쑥(*A. argy*) 등이며, 이들을 중심으로 생리활성 규명 및 활성물질의 탐색과 확인, 이용방법 및 가공방안에 대한 연구들이 추진되고 왔으나, 아직도 명확히 품종이 확인되지 않은 많은 쑥의 변종들에 대한 연구는 부진한 실정이다. 이에 본 연구에서는 최근 경남 남해군에서 자생하며, 황해쑥의 변종으로 확인되어 품종 출원을 추진 중인 섬애약쑥(*A. argy*)을 소재로 하고, 침출차로 개발함에 있어 그 품질특성을 확인하고자 하였다. 즉, 천연 건조된 쑥을 대조군으로 하고, 예비실험을 통하여 설정한 온도 범위에서 자체 성분의 변화를 유도하는 열처리 숙성 시간에 차이를 두고 전처리한 쑥차의 침출수 온도를 달리하여 전처리 및 침출 조건의 차이에 따른 생리활성의 변화를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

섬애약쑥은 2012년 7월경 원산지인 경남 남해군에서 채배된 것을 시료로 사용하였다. 쑥은 건조 처리 조건에 따라서 4가지로 구분하여 실험에 사용하였다. 즉, 쑥이 완전 건조 되도록 상온에서 3.5일간 건조한 시료(R 3.5)를 대조군으로 하고, 그늘에서 예건 처리한 쑥 1 kg씩을 한지로 1차 포장하고, 비닐팩으로 밀봉한 후 60°C의 항온기에서 3.5일(F 3.5), 7일(F 7) 및 14일(F 14)간 열처리 숙성하여 각각의 시료를 제조하였다. 처리 조건별 섬애약쑥 시료는 잎 부분만을 취하여 침출용 시료로 사용하였다.

시료 침출액의 제조

섬애약쑥을 정확히 10 g 칭량하여 300 mL 용기에 담아 각각 60°C와 95°C로 가열해둔 정제수 200 mL을 부어 해당

온도의 수욕 상에서 정확히 2분간 침출한 후 여과한 여액을 시료로 사용하였다. 침출시간은 예비실험을 통하여 관능평가 기준을 차로 음용하기에 적합한 시간을 선정하였다.

온도별 침출물의 고형분 함량, pH 및 갈변도

고형분 함량은 시료 침출액을 적외선 수분측정기 (MB, OHAUS, Nanikon, Switzerland)로 완전건조 킨 후 잔량을 %로 산출하여 100에서 제한 나머지로부터 산정하였다. pH는 침출 시료를 취하여 pH meter (720, Thermo Orion, Waltham, MA, USA)로 측정하였으며, 갈변도는 침출 시료 일정량을 취하여 분광광도계 (Libra-S35, Biochrom, Cambridge, UK)로 420 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도 값으로 나타내었다.

온도별 침출물의 환원당 함량

환원당은 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS)에 의한 비색법에 따라 침출액 1 mL에 DNS 시약 3 mL을 가하고 97°C에서 15분간 가열한 다음 빙수 중에서 냉각한 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당의 함량은 포도당을 표준물질로 하여 작성한 표준검량곡선으로부터 산정하였다.

온도별 침출물의 총 페놀 및 플라보노이드 정량

건조 조건별 쑥과 각각의 온도별 침출물을 시료로 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 측정하였다. 총 페놀 함량은 Folin-Denis법(13)에 따라 각 침출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% NaCO₃ 용액을 각 1 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid (Sigma Co., Louis, USA)로부터 얻은 표준 검량선으로부터 시료 침출물 중 총 페놀 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드는 Moreno 등(14)의 방법에 따라 침출물 1 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL 및 1 M potassium acetate 각 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

온도별 침출물의 라디칼 소거활성

시료의 항산화활성 평가에 주로 활용되는 대표적인 라디칼인 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) 및 nitric oxide 라디칼 소거활성을 통하여 전처리 조건과 침출조건을 달리한 섬애약쑥 침출액의 항산화활성을 평가하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 7 mM의 ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 조정된 ABTS 용액 150

μL 에 시료액 10 μL 를 가하여 실온에서 10분간 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도 측정하였다(15).

Nitric oxide(NO) 라디칼 소거활성은 시료 침출물 1 mL에 10 mM sodium nitroprusside 용액 0.5 mL 및 20 mM phosphate 완충용액 2 mL를 혼합한 후 25°C의 수욕 상에서 5시간 동안 반응 시켰다. 여기에 griess reagent [2% sulfanilamide-4% H_3PO_4 : 0.2% naphthylethylenediamide = 1:1(v/v)] 0.3 mL를 가하여 542 nm에서 흡광도를 측정하였다(16). 각각의 라디칼 소거활성은 시료 무침가구에 대한 시료 침가구의 흡광도 비로 계산하였다.

온도별 침출물의 ferric reducing antioxidant power(FRAP) 법에 의한 환원력 측정

시료 침출물에 대한 FRAP법에 의한 항산화 활성은 Benzie와 Strain의 방법(17)에 따라 300 mM acetate buffer (pH 3.6), 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ) 용액 및 20 M ferric chloride를 각각 10:1:1 (v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C의 수욕 상에서 가온한 것을 FRAP 기질액으로 하여 측정하였다. 96 well plate에 시료액 40 μL , FRAP 기질액 100 μL 및 증류수 200 μL 를 차례로 혼합하여 37°C에서 4분간 반응 시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, ferrous sulfate를 표준물질로 하여 얻은 표준검량선으로부터 계산하였다.

β -carotene linoleic acid 반응계에서 항산화 활성

β -carotene 10 mg을 chloroform 10 mL에 용해시킨 후 linoleic acid 40 mg 및 tween-40 400 mg을 혼합하고 40°C에서 감압 농축하여 chloroform을 제거하였다. 잔류 emulsion에 3차 증류수를 가하여 100 mL로 만들어 기질액으로 사용하였다. 시료 20 μL 및 기질액 200 μL 를 혼합한 즉시 490 nm에서 흡광도를 측정하고, 37°C에서 30분 반응시킨 후에 한번 더 흡광도를 측정하였으며, 대조구는 시료대신 증류수를 사용하였다. 계산식은 $[1 - (\text{시료구 흡광도} / \text{대조구 흡광도 감소율})] \times 100$ 을 사용하였다.

통계처리

각 실험은 3회 이상 반복하여 얻은 결과를 SPSS 12.0 package로 통계처리 하였으며, 각 시료에 대한 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 시료에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

온도별 침출물의 고형분 함량, pH 및 갈변도

전처리 조건을 달리한 섬애약쑥을 각각 60°C와 95°C에서 2분간 침출한 후 가용성 고형분 함량, pH 및 420 nm에서

갈변도를 측정하여 흡광도 값으로 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 가용성 고형분의 함량은 60°C와 95°C에서 침출한 HA 시료에서 각각 $0.52 \pm 0.18\%$ 와 $0.92 \pm 0.18\%$ 로 침출온도가 높을수록 가용성 고형분의 함량도 높아지는 경향을 나타내었다. 이는 식물류의 침출에서 침출온도가 높을수록, 시간이 길어질수록 수율은 높아지며, 침출온도가 높아질수록 침출물 중의 유용물질 함량도 증가한다는 보고(17)와도 잘 일치하는 경향이였다. 증숙 및 건조온도를 달리하여 제조한 침출차의 가용성 고형분 함량은 가공 온도가 높을 경우는 고분자 물질에 결합하여 있던 수용성 저분자의 변화나 조직의 파괴로 용출이 쉽기 때문이라는 보고(12)로 미루어 볼 때 본 결과에서도 열처리로 인하여 조직이 파괴되어 성분의 용출이 용이했기 때문에 고형분 함량이 높은 것으로 추정된다.

Table 1. Soluble solid, pH and browning intensity of *sumaeysuk* extract from different treatment conditions

Sample code ¹⁾	Soluble solid (%)	pH	Browning intensity (OD value at 420 nm)
RA-60	0.42 ± 0.08^A	6.22 ± 0.04^G	0.499 ± 0.01^A
HA-60	0.52 ± 0.18^{AB}	5.70 ± 0.00^E	0.888 ± 0.00^C
HB-60	0.54 ± 0.19^{AB}	5.57 ± 0.00^C	1.239 ± 0.00^E
HC-60	0.66 ± 0.15^{BC}	5.51 ± 0.01^{AB}	1.100 ± 0.01^D
RA-95	0.56 ± 0.32^{AB}	6.15 ± 0.01^F	0.522 ± 0.00^B
HA-95	0.92 ± 0.18^C	5.64 ± 0.01^D	1.232 ± 0.00^E
HB-95	0.85 ± 0.12^{BC}	5.52 ± 0.01^B	1.532 ± 0.01^F
HC-95	0.86 ± 0.12^{BC}	5.49 ± 0.01^A	1.655 ± 0.01^G

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk*, for 3.5 days.

HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.

HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.

HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.

RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk*, for 3.5 days.

HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.

HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.

HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.

^{A-G}Means with different superscript in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

섬애약쑥을 상온에서 건조하였을 때와 60°C에서 숙성하였을 때 침출물의 pH는 차이가 있었는데, 상온에서 건조하였을 때 pH는 6.1 이상으로 pH 5.7 이하인 60°C 숙성 시료에 비해 더 높았고, 숙성 시간이 증가할수록 pH는 더 저하하는 경향이였다. 열에 의해 갈변화가 일어날 경우 온도가 높을수록, 갈변이 많이 진행될수록 pH는 저하한다는 Kang 등(18)의 보고로 미루어 볼 때 본 연구 결과에서 60°C에서 숙성시킨 섬애약쑥 침출물의 pH가 더 낮은 것도 갈변반응이 진행됨에 따른 결과로 판단된다.

쑥의 전처리 온도에 따른 이화학적 특성 변화는 갈변도에서도 확인할 수 있었는데, 상온 건조 시료에 비해 60°C 건조 시료의 흡광도 값이 2배 이상 더 높았고, 숙성 시간이

경과할수록 갈변도는 유의적으로 더 높아졌다. 또한, 침출 온도가 높을수록 침출물의 갈변도는 유의적으로 증가하여 14일간 숙성시킨 HC-95 시료에서 1.655 ± 0.01 로 가장 높았다. 열처리에 의해 건조된 시료의 경우 갈변도가 증가하는데 이는 열 손상에 의한 것으로 열처리 온도가 높을수록 갈변도도 증가한다는 보고(19)와 건조를 위해 비교적 고온에 장시간 노출시키면 열에 의한 갈변이 촉진되기 때문에 갈변도가 증가한다는 보고(20)로 미루어 볼 때 본 연구 결과에서 열처리 시간이 많을수록 갈변도가 높은 것도 열에 노출되는 시간이 상대적으로 길어지면서 열에 의한 변화가 증가하게 되어 갈변이 촉진되었기 때문으로 판단된다.

온도별 침출물의 환원당 함량

설탕을 제외한 포도당, 과당 및 맥아당은 반응성이 있는 케톤기와 알데히드기를 가지고 금속염 알칼리 용액을 환원시키는 성질이 있어 환원당이라 하며, 이들은 식품 중에서 감미를 제공하는 주요 성분이다(21). 따라서 차로 음용시 미량의 감미는 관능의 개선에 도움을 줄 것으로 판단되어 전처리 조건 및 침출시 물의 온도를 달리한 섬에약쭉 침출물 중의 환원당을 정량하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

침출온도를 달리한 쭉 침출물 중의 환원당 함량은 침출 온도가 높을수록 더 높아 상온에서 건조한 RA 시료는 95°C에서 침출하였을 때 9.55 ± 0.18 mg/g으로 60°C에서 침출한 시료에 비해 유의적으로 높은 함량이었다. 그러나 숙성기간의 차이에 따른 환원당의 함량차는 적어 HA-60~HC-60 시료의 환원당은 $10.08 \pm 0.03 \sim 10.64 \pm 0.03$ mg/g이었다.

마늘을 마이크로웨이브나 증기처리 하였을 경우 환원당

의 함량은 거의 변화가 없으나 고온 고압처리하면 마늘에 존재하는 polysaccharide가 열처리 과정에서 파괴되어 이당류가 생성되고, fructose polymer인 fructan이 파괴되어 fructose 함량이 증가하므로 환원당 함량은 증가한다는 보고(22)로 미루어 볼 때 본 연구결과에서 숙성 처리된 섬에약쭉에서 환원당의 함량이 유의적으로 높은 것도 열처리로 인해 쭉 자체에 존재하는 다당류의 분해에 기인한 것으로 추정된다. 또, 침출온도가 높을수록 환원당의 함량은 유의적으로 증가하였는데 이는 홍차의 환원당 함량이 침출온도와 시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 나타내는 것은 홍차 원료 중에 함유되어 있는 당류의 용해도가 증가되기 때문이라는 보고(23)와 일치하는 경향이였다.

온도별 침출물 중 총 페놀 및 플라보노이드 정량

침출온도를 달리한 섬에약쭉 침출물 중 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량은 동일한 경향을 나타내어(Table 3) 침출온도가 높을수록 함량이 더 높았으며, 천일건조 시료에 비해 숙성 처리시 그 함량이 더 높았다. 즉, 60°C에서 침출하였을 때 총 페놀화합물의 함량은 $2.30 \pm 0.21 \sim 7.02 \pm 0.22$ mg/g이었고, 95°C에서 침출하였을 때는 $3.36 \pm 0.13 \sim 9.88 \pm 0.23$ mg/g으로 더 높았는데, 이는 차가버섯의 침출온도를 달리하였을 때 침출물 중의 총 페놀과 플라보노이드 함량은 침출온도가 높아질수록 증가한다는 보고(24)와도 잘 일치하는 결과였다.

천일건조와 60°C 숙성 처리로 전처리 방법은 상이하

Table 2. Reducing sugar contents of *sumaeyaksuk* extract from different treatment conditions

Sample code ¹⁾	Contents (mg/g)
RA-60	9.32 ± 0.18^A
HA-60	10.26 ± 0.07^C
HB-60	10.64 ± 0.03^D
HC-60	10.08 ± 0.03^C
RA-95	9.55 ± 0.18^B
HA-95	11.76 ± 0.15^E
HB-95	11.95 ± 0.09^E
HC-95	12.56 ± 0.06^F

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.
 HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.
 RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.
 HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.

^{A-F} Means with different superscript in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 3. Total phenols and flavonoids contents of *sumaeyaksuk* extract from different treatment conditions

Sample code ¹⁾	(mg/g)	
	Total phenols	Total flavonoids
RA-60	2.30 ± 0.21^A	1.19 ± 0.01^A
HA-60	7.02 ± 0.22^E	4.08 ± 0.10^E
HB-60	6.69 ± 0.26^E	4.06 ± 0.13^E
HC-60	4.01 ± 0.09^C	2.43 ± 0.19^C
RA-95	3.36 ± 0.13^B	2.03 ± 0.05^B
HA-95	9.88 ± 0.23^G	5.94 ± 0.19^G
HB-95	8.43 ± 0.51^F	5.08 ± 0.21^F
HC-95	5.76 ± 0.20^D	3.69 ± 0.18^D

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.
 HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.
 RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.
 HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.
 HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.

^{A-G} Means with different superscript in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

동일한 시간동안 건조한 RA와 HA 시료를 비교해 보면, 60°C에서 침출하였을 때 각각의 플라보노이드 함량은 1.19±0.01 mg/g과 4.08±0.10 mg/g으로 숙성 처리시 약 3.4배 정도 더 높은 함량이었다. 그러나 7일간 숙성 처리한 HB 시료와는 그 함량에 유의차가 없어 플라보노이드 함량은 7일 이내로 숙성시킬 경우 숙성시간 보다는 전처리 온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 판단되었다.

가열처리 공정을 거치는 가공식품에서 침출되는 총 페놀성 화합물의 함량은 가열온도와 처리 시간이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내는데, 가열시간 보다는 온도의 영향을 더 많이 받으며, 결합형 페놀성 화합물이 가열처리에 의해 유리형으로 전환되거나 고분자에서 저분자 물질로 분해되므로 총 페놀 화합물의 함량도 증가하는 것으로 보고 되어 있다(25).

썩의 주요 생리활성 물질로서 총 페놀과 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 g인 것은 65종, 그 이하인 것은 15종이며, 플라보노이드 함량도 82.9~952.2 mg/100 g으로 최대 10배 이상의 편차를 나타낸다는 Choi 등(6)의 보고도 있다.

Table 4. Radical scavenging activity of *sumaeysuk* extract from different treatment conditions

Sample code ¹⁾	Radical scavenging activity (%)	
	ABTS	NO
RA-60	35.63±0.51 ^A	47.10±0.69 ^A
HA-60	95.10±0.48 ^{EF}	62.62±0.78 ^E
HB-60	94.34±0.32 ^E	62.08±3.72 ^{DE}
HC-60	65.22±0.65 ^C	51.86±0.19 ^B
RA-95	63.35±0.85 ^B	51.40±0.44 ^B
HA-95	96.78±0.11 ^G	59.11±0.89 ^{CD}
HB-95	95.90±0.28 ^{FG}	59.28±1.39 ^{CD}
HC-95	83.56±1.51 ^D	58.18±2.46 ^C

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.
 HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.
 RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.
 HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.

^{A-G}Means with different superscript in the same column are significantly different at p<0.05.

온도별 침출물의 라디칼 소거활성

전처리 조건 및 침출 조건이 상이한 섬애약썩 침출물의 ABTS 및 NO 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 4와 같다. ABTS 라디칼 소거활성은 60°C에서 숙성시킨 시료에서 더 높았으며, 숙성 시간이 7일 이상으로 길어짐에 따라 활성은 오히려 감소하였다. 또, 침출시 물의 온도가 높을수록 활성이 더 높았다. 전처리 기간이 동일한 RA와 HA 시료를 각각 60°C에서 침출하였을 때 ABTS 라디칼 소거활성은 35.63%와 95.10%였으나 95°C에서 침출하였을 때는 각각 63.35%와 96.78%로 활성이 증가하였다.

NO 라디칼 소거활성은 60°C에서 침출한 시료의 경우 ABTS 라디칼 소거활성과 동일한 경향이었으나 그 절대값은 더 낮아 47.10~62.62%였다. 95°C에서 침출한 시료의 NO 라디칼 소거활성은 60°C 침출 시료와 다소 상이한 경향으로 RA와 HC 시료의 활성은 더 증가하였으나 HA와 HB 시료의 활성은 오히려 더 낮아져 침출 조건에 따라 그 활성이 상이하였다.

품종별 썩 침출물의 라디칼 소거활성 측정 결과 DPPH 라디칼 소거활성은 총페놀 화합물의 함량에 비례하여 함량이 증가하지만 NO 라디칼 소거활성은 동일한 경향을 나타내지 않는데 이는 라디칼의 종류나 시료 중의 생리활성 물질간의 결합정도 등이 상이하기 때문이라는 Kim 등(26)의 보고는 본 연구의 결과와도 일치하는 경향이였다.

온도별 침출물의 FRAP법에 의한 환원력 측정

시료가 3가철을 2가철로 환원시킬 때 2가철이 나타내는 흡광도를 통하여 시료내의 총 항산화력을 나타내는 방법인

Table 5. FRAP of *sumaeysuk* extract from different treatment conditions

Sample code ¹⁾	FRAP (FeSO47H2O eq μM)
RA-60	83.88±0.43 ^A
HA-60	426.47±13.00 ^F
HB-60	384.95±5.23 ^E
HC-60	199.47±3.56 ^C
RA-95	181.28±2.90 ^B
HA-95	618.37±6.14 ^H
HB-95	477.65±6.06 ^G
HC-95	289.28±3.37 ^D

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.
 HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.
 RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 3.5 days.
 HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 7 days.
 HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeysuk* for 14 days.

^{A-G}Means with different superscript in the same column are significantly different at p<0.05.

FRAP법으로 60°C와 95°C에서 각각 2분씩 침출한 쑥 침출물의 항산화능을 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 동일한 시료일지라도 침출 온도가 높을 때 FRAP가 더 높아 RA 시료의 경우 60°C에서 침출한 것은 83.88±0.43 µM로 95°C에서 침출한 것은 181.28±2.90 µM로 활성은 2배 이상 증가하였다. RA와 HA 시료를 비교할 때 숙성 동안 열처리를 거친 HA 시료의 FRAP가 침출온도에 상관없이 월등히 더 높았다. 그러나 열처리 기간이 길어질수록 FRAP는 오히려 낮아지는 경향을 나타내었는데, 95°C에서 침출한 HA의 FRAP는 618.37±6.14 µM이었으나 HC에서는 289.29±3.37 µM로 숙성 기간이 4배 증가함에 따라 FRAP는 46% 수준으로 낮아졌다.

대부분의 식물성 원료들은 항산화 활성을 가지는데, 주로 이들이 지니는 페놀성 화합물의 산화·환원력에 기인하며, 페놀성 화합물의 함량이 높을수록 항산화력은 증가하는 것으로 보고되어 있다(27). Kim 등(1)도 쑥 침출물의 FRAP는 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 높을수록 활성이 더 높다고 보고한 바 있는데 이는 본 실험의 결과와도 잘 일치하였다.

β-carotene linoleic acid 반응계에서 항산화 활성

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(28).

Table 6. Antioxidant activity of *sumaeyaksuk* extract from different treatment conditions in β-carotene linoleic acid system (%)

Sample code ¹⁾	Antioxidant activity
RA-60	34.38±1.11 ^A
HA-60	72.28±1.49 ^D
HB-60	73.41±0.76 ^D
HC-60	67.55±1.53 ^C
RA-95	60.94±1.47 ^B
HA-95	81.45±1.21 ^G
HB-95	79.92±1.54 ^F
HC-95	74.97±0.41 ^E

¹⁾RA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.

HA-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.

HB-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.

HC-60 : 60°C water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.

RA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from room temperature dried *sumaeyaksuk* for 3.5 days.

HA-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 3.5 days.

HB-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 7 days.

HC-95 : 95°C hot water extract, for 2 minute from 60°C aged *sumaeyaksuk* for 14 days.

^{A-G}Means with different superscript in the same column are significantly different at p<0.05.

건조 조건 및 침출 온도를 달리한 섬애약쑥 침출물의 β-carotene linoleic acid system계에서 항산화 활성에 미치는 영향을 분석한 결과(Table 6), 천일 건조한 시료보다 60°C에서 숙성 처리한 시료에서 항산화 활성이 더 높았으며, 같은 시료일지라도 침출시 물의 온도가 높을수록 그 활성이 증가하였다. 전처리 시간이 동일한 RA와 HA 시료의 항산화 활성을 비교할 때 숙성 처리된 HA 시료에서 활성은 2배 이상 증가하였으며, 숙성 시간이 길어질수록 활성은 오히려 감소하는 경향을 보였다. 숙성 처리한 시료를 60°C에서 침출한 HA 시료와 HB 시료의 활성은 각각 72.28±1.49% 및 73.41±0.76%로 비슷한 수준이었고, 95°C에서 침출시 HB 시료에서 81.45±1.21%로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다.

Kim 등(26)은 섬애약쑥, 개뽕쑥, 강화쑥, 인진쑥 및 약쑥의 β-carotene 탈색 억제효과를 측정한 결과, 200 µg/mL 농도에서 섬애약쑥이 77.61%로 다른 쑥보다 높았으며, ascorbic acid(34.49%)보다도 활성이 더 우수하였다고 보고하였다. Ha 등(29)도 linoleic acid를 이용하여 섬애약쑥의 부위별 항산화 활성을 측정한 결과, 200 µg/mL에서 잎의 경우 71.38%로 catechin(76.97%)과 유사한 활성을 보였다고 보고한 바 있다.

요 약

경남 남해군에서 자생하며 황해쑥의 변종으로 확인되어 품종 출원 추진 중인 섬애약쑥(*A. argy*)을 차로 음용하기 위하여 숙성기간과 침출온도에 따른 침출물의 생리활성을 비교 하였다. 천일 건조한 쑥을 대조군(RC)으로 하고 60°C의 항온기에서 3.5(HA), 7(HB) 및 14(HC) 일간 숙성하여 제조한 쑥을 차로 음용 할 때의 최저(60°C) 및 최고(95°C) 온도에서 각각 침출하였다. 가용성 고형분의 함량은 60°C와 95°C에서 침출한 HA 시료에서 각각 0.52±0.18%와 0.92±0.18%로 침출온도가 높을수록 가용성 고형분의 함량도 높아지는 경향이였다. 환원당 함량은 침출온도가 높을수록 더 높아 RC 시료의 경우 95°C 침출시 9.55±0.18 mg/g으로 60°C 침출시에 비해 유의적으로 높은 함량이었다. 반면, 숙성기간에 따른 함량 차는 적어 60°C에서 침출한 HA~HC 시료의 환원당은 10.08±0.03~10.64±0.03 mg/g의 범위였다. 총 페놀화합물의 함량은 60°C에서 침출하였을 때 2.30±0.21~7.02±0.22 mg/g이었고, 95°C에서 침출하였을 때는 3.36±0.13~9.88±0.23 mg/g으로 높은 온도에서 침출할 때 더 높았다. 전처리 기간이 동일한 RC와 HA 시료를 각각 60°C에서 침출하였을 때 ABTS 라디칼 소거활성은 침출온도가 높을수록, 숙성 처리된 시료일수록 활성이 더 증가하였다. FRAP는 침출 온도가 높을 때 활성이 높아, RC 시료의 경우 60°C(83.88±0.43 µM) 보다 95°C에서 침출 하였을 때

181.28±2.90 μM로 활성은 2배 이상 증가하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 섬애약쭉은 숙성 처리 후 높은 온도에서 침출하여 음용할 때 유용성분의 섭취가 더 용이하며, 항산화활성도 더 우수하였다.

References

- Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH (2012) Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. *J Life Science* 22, 844-851
- Yoon WJ, Lee JA, Kim KN, Kim JY, Park SY (2007) In vitro anti-inflammatory activity of the *Artemisia fukudo* extracts in murine macrophage RAW 264.7 cells. *Korean J Food Sci Technol* 39, 464-469
- 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
- Sung KC (2009) A Study on the pharmaceutical and chemical characteristics of natural *Artemisia* extract. *J Korean Oil Chemist' Soc* 26, 51-59
- Chung BH, Cho YG (2006) Comparison of antioxidant activities in mugwort teas and commercial teas. *Korean J Crop Sci* 51, 215-219
- Choi YM, Chung BH, Lee JS, Cho YG (2006) The antioxidant activities of *Artemisia* spp. collections. *Korean J Crop Sci* 51, 209-214
- Kim CH, Park SO (2006) Influence of dry methods on quality of *Artemisia* sp. *Korean J Culinary Res*, 12, 108-118
- Eom HJ, Kim SM, Pyo BS, Lee KI (2009) Changes of physiological activity drying temperature in leaf of *Eriobotrya japonica* *Kor J Pharmacogon*, 40, 178-183
- Park MH, Kim MJ, Cho WI, Chang PS, Lee JH (2009) Effects of treatments on distribution of volatiles in *Artemisia princeps* Pampan. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 587-591
- Lee SH, Hwang IG, Lee YR, Jung 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
- Lee SY (2000) Use and prespective views of oriental herbs in food industry. *Food Industry Nutrition* 5, 21-26
- Lee GD, Yoon SR, Kim JO, Hur SS, Seo KI (2004) Monitoring on the tea with steaming and drying process of germinated buckwheat. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 212-217
- 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
- Re R, Pellegrini N, 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
- Song HS and Moon KY (2006) In vitro antioxidant activity profiles of β-glucans isolated from yeast *saccharomyces cerevisiae* and mutant *saccharomyces cereviciae* IS2. *Food Sci Biotechnol*, 15, 437-440
- Kang JR, Lee SJ, Kwon HJ, Kwon MH, Sung NJ (2012) Establishment of extraction conditions for the oprimization of the black garlic antioxidant activity using the response surface methodology. *Korean J Food Preserv*, 19, 577-585
- Kang MJ, Yoon HS, Jeong SH, Sung NJ, Shin JH (2011) Physicochemical characteristics of red garlic during processing. *Korean J Food Preserv*, 18, 898-906
- Yoo BY, Jang MS, Eun JB (2003) Physicochemical characteristics and optimal drying temperature condition of agaricus(*Agaricus Blazei*) mushroom. *Korean J Food Preserv*, 10, 476-481
- Kim YJ, Lee SJ, Kim MY, Kim GR, Chung HS, Park HJ, Kim MO, Kwon JH (2009) Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by frying methods. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 64-68
- Lee MW, Yi YH (2012) Quality characteristics of Sikhye prepared with puffed rice powder during saccharification. *Korean J Food Sci Technol*, 44 553-558
- Lee YR, Woo KS, Hwang IG, Kim HY, Lee SH, Lee JS, Jeong HS (2012) Physicochemical properties and antioxidant activities of garlic (*Allium sativum* L.) with different heat and pressure treatments. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 278-282
- Shin GA, Lee GE, Oh YH, Noh JG, Yoon SR, Lee JG, Kim GR, Jeon EJ, Chung HS, Kim JS, Kwon JH (2008) Monitoring of leacjong conditions for functional components of black tea using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 66-71
- Lee SO, Kim MJ, Kim DG, Choi HJ (2008) Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from

- Inonotus obliquus*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 139-147
25. Hong HD, Kim YC, Rho JH, Kim KT, Lee YC (2007) Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C. A. Meyer during repeated steaming process. J Ginseng Res, 31, 222-229
26. Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH. 2012. Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. JLS 22, 5, 844-851
27. Yu MH, Chae IG, Jung YT, Jeong YS, Kim HI, Lee IS (2011) Antioxidative and antimicrobial activities of methanol extract from *Rosmarinus officinalis* L. and Thier fractions. Korea J Life Science, 21, 375-384
28. Choi JI, Kim YJ, Kim JH, Song BS, Yoon Y, 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
29. Ha GJ, Jeong CH, Jeong HR, Heo HJ, Shon GM, Rho CW, Kim NK (2011) Antioxidant activities from the different parts of *artemisia argyi* H. using an in vitro system. J Agric Life Sci, 45, 109-117

(접수 2013년 4월 3일 수정 2013년 8월 9일 채택 2013년 8월 13일)