

## 건조 및 추출 방법을 달리한 떡쑥(*Gnaphalium affine* D. DON)의 항산화 효과에 대한 연구

김혜진 · 박병건 · 한인화  
광주여자대학교 식품영양학과

### Effect of Drying and Extraction Methods on Antioxidant Activity of *Gnaphalium affine* D. DON

Hye-Jin Kim, Byung-Geon Park, and Inhwa Han

Department of Food and Nutrition, Kwangju Women's University

**ABSTRACT** This study was conducted to evaluate the effects of drying and extraction methods on antioxidant activity and total phenol content of *Gnaphalium affine* D. DON (GA). Hot-air, shade-drying, and freeze-drying were used for drying, after which magnetic stirring and ultrasonification were applied. Extracting solvents were water, 80% ethanol, and 80% methanol. Total phenol content was highest in 80% ethanol extract of freeze-dried and stirred GA. Total flavonoid content was highest in 80% methanol extract of freeze-dried and stirred GA. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity was higher in 80% methanol and 80% ethanol extracts than in water extract. 2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activity was highest in 80% ethanol extract of shade-dried and ultrasonicated GA. Reducing power was generally higher in 80% methanol extract than in 80% ethanol and water extracts of GA. Total phenol and total flavonoid contents were highly correlated with DPPH radical scavenging activity and reducing power, respectively. This result implies that the antioxidant activity of GA can be attributed to phenol compounds such as flavonoids. Conclusively, phenol compounds such as flavonoids are responsible for the antioxidant activity of GA, and there was no significant effect of drying and stirring conditions on antioxidant activity of 80% ethanol. Meanwhile, DPPH radical scavenging activity of water extract and reducing power of 80% methanol extract were higher in hot-air and shade-dried GAs than in freeze-dried GA.

**Key words:** *Gnaphalium affine* D. DON, drying method, antioxidant activity, total phenol content, total flavonoid content

## 서 론

활성산소(reactive oxygen species, ROS)는 슈퍼옥사이드 라디칼(superoxide radical anion,  $O_2^{\cdot-}$ ), 과산화수소(hydrogen peroxide,  $H_2O_2$ ), 하이드록시 라디칼(hydroxyl radicals,  $\cdot OH$ ) 등 산소화합물의 총칭이며, 세포의 산화적 스트레스를 유발하는 것으로 알려져 있다(1). 인체 내에는 ROS를 제어하는 방어시스템이 있으나 ROS가 과다 생성되거나 항산화 시스템의 균형이 깨지게 되면 세포의 노화, 기능성 상실이 일어나고 진전되면 각종 질병이 발생하게 된다. 많은 논문에서 산화적 스트레스가 암, 심장혈관질환, 알츠하이머병, 파킨슨병 등을 발병시키고 진전시킨다고 보고되고 있다(2,3).

이러한 질병을 유발시키는 위험요인인 체내 활성산소를

효과적으로 제거할 수 있는 방법 중의 하나는 천연 항산화제의 섭취이다(1). 자연에서 유래된 천연물, 특히 식용 가능한 천연물의 경우 부작용 없이 사용 가능할 것이라 사료되며 또한 인체에 이로운 효과까지 얻을 수 있을 것으로 여겨져 천연 항산화제 연구가 급증하고 있다(4). 천연 항산화제는 동·식물계에 널리 분포되어 있으며, 과채류에 많이 포함되어 있는 페놀성 물질과 플라보노이드, 비타민 등의 물질은 ROS의 제거에 기여하여 노화 및 여러 질병 예방에 도움을 줄 수 있다(3).

폴리페놀 화합물은 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins, isoflavones, lignans, resverastrols 등을 총칭하며 식물계에 널리 분포되어 있고 과채류에 많이 함유되어 있다(5). 폴리페놀 화합물에 존재하는 phenolic hydroxyl(OH)기는 단백질 등과 결합하는 성질을 가지며 항산화, 항균, 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있다(6). 플라보노이드는 폴리페놀에 속하며 담황색을 띠는 색소화합물로 대부분 당과 결합된 배당체 형태로 자연계에 널리 분포하고 과채류의 꽃, 잎, 과실 등 여러 부위에 존재하며, 폴리페놀과 마찬가지로

가지로 항산화, 항암, 항균 등 여러 생리학적 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(7-10).

기능성 소재로부터 항산화 물질의 추출을 극대화하기 위해서는 건조, 추출 등 전처리 과정에 대한 효율적인 적용이 필요하다. 일반농가에서는 식품을 건조시키기 위하여 자연 건조 및 열풍건조 방법을 활용하고 있는데, 자연건조 중에서 천일건조는 장기간의 건조시간이 필요하고 건조과정 중에 최종 수분 함량 조절이 어렵고(11) 갈변 및 영양소의 파괴로 인한 품질 저하를 초래하는 이유로 열풍건조가 주로 행해지고 있다(12). 열풍건조의 경우는 신속하고 균일하게 건조가 이루어져 경제적이긴 하지만 수분 손실에 기인된 수축현상, 빠른 건조에 의한 표면경화 현상, 건조물의 재수화 시 낮은 복원율, 갈색화 반응으로 인한 색상 변화, 조직감, 맛 및 영양가 저하 등의 문제점이 동반된다(12). 동결건조는 건조된 식품의 향기, 질감 및 성분의 변화가 적고 건조식품의 재수화가 빨라 많이 사용되고 있으나 건조시간이 느리고 비용이 많이 드는 단점이 있다(13).

떡쭈(*Gnaphalium affine* D. Don)은 국화과의 떡쭈 속에 속하는 두해살이풀로서 괴쭈, 솜쭈, 지비쭈이라고 불리기도 한다. 식물 외형에 솜털이 많은 생김새 때문에 다른 나라에서는 cudweed라고도 불리기도 한다. 민간에서는 어린 순을 재료로 하여 떡을 만들기도 하였다. 전초를 서국초라 부르며 민간요법에서는 가래를 삭히고 천식, 잠두병, 근육통 완화, 요통, 관절염 등에 효과가 있는 것으로 알려져 왔다(14).

떡쭈는 다양한 약학기전을 나타내는 것으로 보고되고 있는데 혈압을 낮추는 효과가 있다고 알려져 있으며(15) 중기, 요통, 호흡기질환 및 심장혈관질환의 치료에 사용되고 있다(16). 또 이노제, 해열제, 항말라리아, 해충에 대한 기피 작용에 효과를 나타내는 것으로 보고되었다(17). 선행 연구에서는 떡쭈 추출물의 플라보노이드(17), 에센셜 오일(18) 등을 분리하여 항산화 및 항균성에 대한 효과를 확인하였다. 이와 같은 연구 결과로 떡쭈는 기능성 소재로서의 가능성을 가지고 있는 천연소재로 사료된다.

본 연구는 떡쭈의 항산화 효과를 최대화하기 위하여 추출 조건을 확립하기 위한 기초 연구로서 건조법과 추출 용매를 달리하여 항산화 효과 및 페놀 함량을 측정하였다. 건조법으로는 동결건조, 음지건조, 열풍건조를 이용하였고 추출 방법으로는 교반과 초음파수조의 사용, 추출용매는 물, 80% 에탄올, 80% 메탄올을 사용하였으며, 떡쭈으로부터 천연 항산화제를 추출하기 적합한 전처리 및 추출 공정방법을 제시하고 건강기능성 소재로서의 이용 가능성을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에서 사용한 떡쭈는 전라남도 장성 지역에서 자생하고 있는 것을 2014년 5월 중 채취하였다. 채취된 시료는

일정량을 각각 열풍건조, 음지건조, 동결건조의 세 가지 방법으로 건조하였다. 40°C에서 10시간 동안 열풍건조 하였고 음지에서 실온으로 7일 동안 음지건조 하였으며, 동결건조기(FD5508, Ilshin Lab Co., Ltd., Ede, The Netherlands)를 이용하여 동결건조 하였다. 건조한 떡쭈는 분쇄하여 유리용기에 담아 -18°C에서 보관하였다.

### 추출 방법 및 조건

떡쭈의 추출 방법은 분쇄시료에 각각 80% 에탄올, 80% 메탄올, 물을 가하여 상온교반 또는 초음파를 적용하여 3회 반복 추출하였다. 각 추출물은 감압농축 한 후 100 mg/mL 농도로 희석하여 항산화 실험에 이용하였다.

### 총 페놀 함량 측정

각 추출물의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 변형하여 측정하였다(19). 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 20 mL를 떡쭈 추출물 0.2 mL와 섞어 충분히 혼합하고 2분 후 50% Folin-Ciocalteu's 시약(Junsei Co., Ltd., Tokyo, Japan) 0.2 mL를 가하여 다시 혼합하고 상온에서 30분 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 사용하여 mg quercetin equivalent(QE)/g을 단위로 값을 표시하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 다음과 같이 측정하였다. 시료 0.2 mL에 diethylene glycol 2 mL, 1 N NaOH 0.2 mL를 첨가하여 37°C의 water bath(B-491, Buchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)에서 1시간 반응시킨 후 420 nm의 흡광도에서 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 사용하여 mg QE/g으로 나타내었다(20).

### DPPH radical 소거 활성

Blois(21)의 방법을 변형한 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거 활성법을 이용하였다. 시료 추출액 0.5 mL에 0.4 mM DPPH 용액 5 mL를 가하여 30분간 암실에 방치한 다음 517 nm에서 측정하였다. Trolox((±)-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid)를 표준물질로 사용하여 µg Trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC)/g의 단위로 값을 표시하였다.

### ABTS radical 소거 활성

2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) radical 소거 활성의 측정은 Fellegrini 등(22)의 방법에 의해 측정하였다. 7 mM ABTS와 140 mM potassium persulfate를 16시간 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.002가 되도록 조절하여 ABTS 용액을 조제하였다. 시료 150 µL와 ABTS 용액 3 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5

분간 incubation 하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 표준물질로 사용하여  $\mu\text{g TEAC/g}$ 의 단위로 값을 표시하였다.

### 환원력 측정

환원력은 Oyaizu(23)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 100  $\mu\text{L}$ 에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 500  $\mu\text{L}$ , 1% potassium ferricyanide 50  $\mu\text{L}$ 를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 2.5 mL를 가하였다. 위 반응액을 650 rpm에서 10분간 원심 분리 하여 상층액 500  $\mu\text{L}$ 에 증류수 500  $\mu\text{L}$ 와 1% ferric chloride 100  $\mu\text{L}$ 를 가하여 혼합한 후 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다. Trolox를 표준물질로 사용하여  $\mu\text{g Trolox equivalent reducing power(TERP)/g}$ 의 단위로 값을 표시하였다.

### 통계처리

모든 실험 결과는 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였으며, SPSS 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여  $P < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다. 또한 항산화 성분 함량 측정 실험과 항산화 효과 측정 실험 간의 상관관계는 Person's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

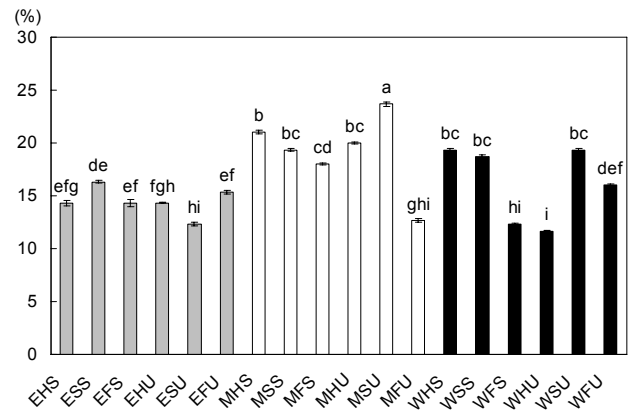
## 결과 및 고찰

### 수분 함량 및 수율

시료 표기에 관련한 약어는 Table 1에 나타내었다. 건조한 떡쭈의 수분 함량은 열풍건조가 10.74%, 음지건조가

**Table 1.** Abbreviations of 80% ethanol, 80% methanol, and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods

Drying	Solvent	Method	Abbreviations
Hot-air drying	80% ethanol	Stirring	EHS
		Ultrasonication	EHU
	80% methanol	Stirring	MHS
		Ultrasonication	MHU
	Water	Stirring	WHS
		Ultrasonication	WHU
Shade-drying	80% ethanol	Stirring	ESS
		Ultrasonication	ESU
	80% methanol	Stirring	MSS
		Ultrasonication	MSU
	Water	Stirring	WSS
		Ultrasonication	WSU
Freeze-drying	80% ethanol	Stirring	EFS
		Ultrasonication	EFU
	80% methanol	Stirring	MFS
		Ultrasonication	MFU
	Water	Stirring	WFS
		Ultrasonication	WFU

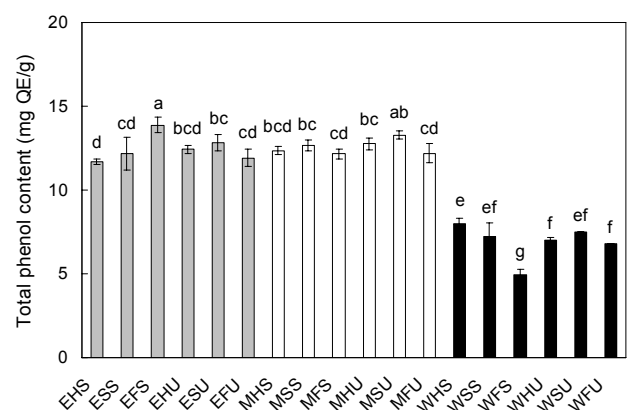


**Fig. 1.** Yields of 80% ethanol, 80% methanol and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1.

10.15%, 동결건조 8.24%로 동결건조, 음지건조, 열풍건조 순으로 낮게 나타났다(데이터 미제시). 수율은 Fig. 1에 나타냈으며 음지건조 초음파 80% 메탄올 추출물이 23.67%로 가장 높았고 열풍건조 초음파 물 추출물이 11.67%로 가장 낮았다. 동결건조 초음파 80% 메탄올 추출물을 제외한 80% 메탄올 추출물이 80% 에탄올 추출물보다 상대적으로 높은 수율을 나타내었다.

### 총 페놀 함량 측정

건조 방법을 달리한 떡쭈 추출물에서 Folin-Ciocalteu 방법을 통해 페놀화합물의 총량을 측정하여 표준물질인 quercetin의 분자량을 기준으로 하여 QE로 환산하여 Fig. 2에 나타내었다. 식물성 식품 속에 들어 있는 많은 생리활성 물질 중 페놀은 가장 많이 함유되어 있으며, 또한 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있어(24) 식물체의 항산화 효

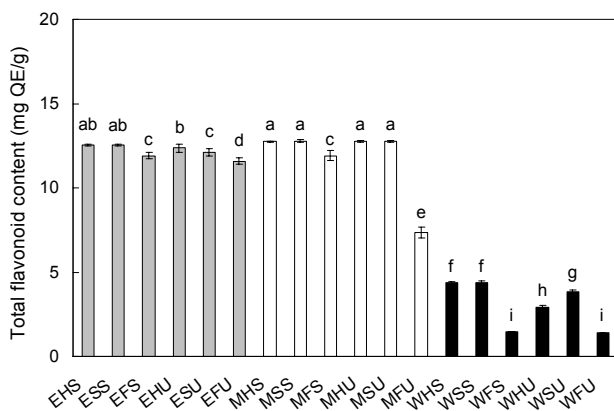


**Fig. 2.** Total phenol contents of 80% ethanol, 80% methanol, and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1. QE: quercetin equivalent.

과 측정에 주요 지표로 활용된다. 가장 많은 총 페놀 함량을 나타낸 추출물은 동결건조 상온교반 80% 에탄올 추출물로 13.87 mg QE/g이었다. 가장 적은 총 페놀 함량을 나타낸 추출물은 동결건조 상온교반 물 추출물로 4.93 mg QE/g이었다. 용매에 따라 보았을 때 80% 메탄올, 80% 에탄올 추출물에서 물 추출물보다 총 페놀성 물질 함량이 높은 경향을 나타내었다. 80% 에탄올 추출물의 경우 동결건조 상온교반 시료에서 가장 높은 총 페놀 함량을 나타내었고, 80% 메탄올 추출물과 물 추출물의 경우에는 건조 및 교반 방법에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않아 총 페놀성 물질 추출에 영향을 미치는 것은 건조 방법이나 추출 방법보다는 추출 용매가 더 큰 영향을 미치는 것으로 유추된다. Park 등(25)의 건조 방법을 달리하여 보리 잎의 생리활성을 측정하는 연구에서도 총 페놀 함량이 건조 방법에 따라 유의적인 차이가 없다고 보고하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

건조 방법을 달리한 떡썩 추출물의 총 플라보노이드 함량을 Fig. 3에 표준물질인 quercetin의 분자량을 기준으로 하여 QE로 환산하여 나타내었다. 가장 많은 총 플라보노이드 함량을 나타낸 추출물은 음지건조 상온교반 80% 메탄올 추출물로 12.78 mg QE/g을 나타냈으며, 가장 적은 총 플라보노이드 함량을 보인 추출물은 동결건조 초음파 물 추출물로 1.38 mg QE/g을 나타냈다. 용매에 따라 보았을 때에는 총 페놀 함량 측정과 마찬가지로 80% 에탄올과 80% 메탄올을 용매로 한 추출물에서 물을 용매로 한 추출물보다 높은 플라보노이드 함량을 나타냈다. 초음파 80% 에탄올 추출물에서는 열풍건조 시료가 음지건조 시료보다 높은 총 플라보노이드 함량을 나타냈으나 초음파 물 추출물의 경우에는 반대로 나타났고 이 두 가지 조건 외에는 열풍건조와 음지건조 시료 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 동결건조와 비교하



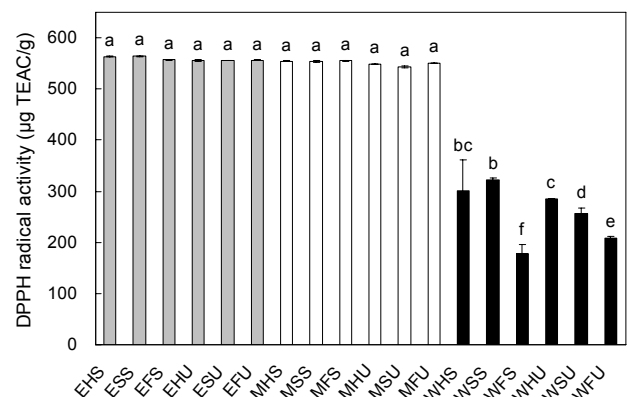
**Fig. 3.** Total flavonoid contents of 80% ethanol, 80% methanol, and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1.

면 모든 용매에서 열풍건조나 음지건조를 적용한 시료의 총 플라보노이드 함량이 동결건조를 한 시료보다 유의적으로 높게 나타났다. 건조 방법에 따른 꾸지뽕 열매의 플라보노이드에 대한 연구에서도 열풍건조가 동결건조보다 높은 함량을 보이는 경향을 나타낸 결과가 있다(26). 이는 추출 시 열에 의해 가용성 물질의 용출이 용이하게 됨과 가열온도에 따른 Maillard 반응으로 새롭게 생성된 산물이 영향을 미치는 것이라고 보고하였다(26). 결과적으로 떡썩은 열풍건조나 음지건조를 적용하여 80% 메탄올이나 80% 에탄올로 추출한 경우 총 플라보노이드 추출율을 높일 수 있다고 보인다.

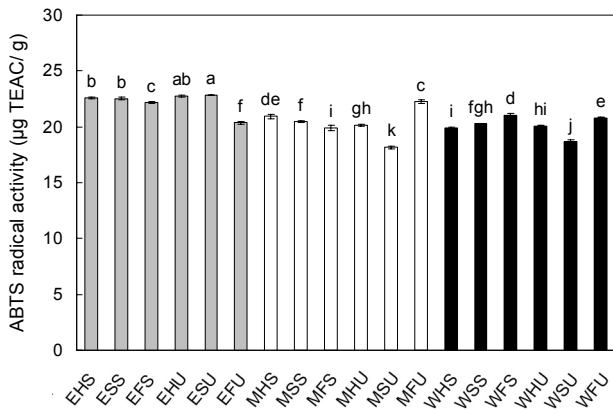
### DPPH radical 소거 활성

건조 방법을 달리한 떡썩 추출물의 DPPH radical 소거능 측정은 표준물질인 Trolox의 radical 소거능을 기준으로 하여 TEAC로 환산하여 Fig. 4에 나타내었다. 항산화 활성 측정 방법 중 DPPH radical 소거능 측정법은 실제 항산화 활성과 연관성이 높으며, 활성 radical에 전자를 공여하여 지방질의 산화를 억제시키는 척도로 이용되고 있을 뿐 아니라 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화 억제 효과에 대한 가능성을 보여주는 척도로 이용되고 있다(27-29). 음지건조 상온교반 80% 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능이 564  $\mu\text{g TEAC/g}$ 으로 가장 높은 수치를 나타냈으나 80% 메탄올과 80% 에탄올 추출물은 모든 추출 조건에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 용매의 경우 80% 메탄올 추출물과 80% 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능이 물 추출물보다 유의적으로 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타냈다. 청나라고사리의 항산화 효과 연구에서도 100% 메탄올과 80% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 높은 DPPH 소거능 활성을 나타내었다(30).

물을 용매로 한 추출물 중에서 동결건조 초음파 물 추출물은 209  $\mu\text{g TEAC/g}$ , 음지건조 초음파 물 추출물 256  $\mu\text{g}$



**Fig. 4.** DPPH radical scavenging activities of 80% ethanol, 80% methanol, and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1. TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity.



**Fig. 5.** ABTS radical scavenging activities of 80% ethanol, 80% methanol, and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1.

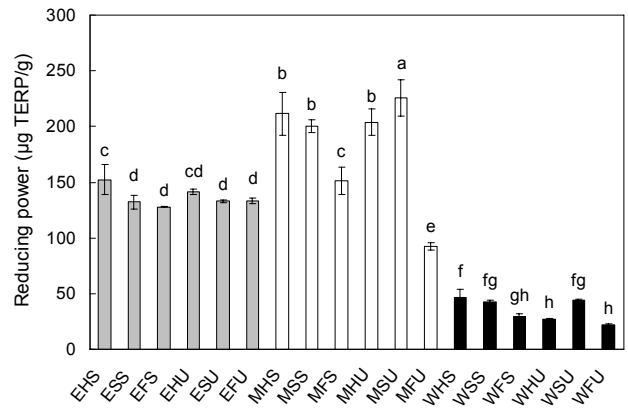
TEAC/g, 열풍건조 초음파 물 추출물 285 µg TEAC/g 순으로 점점 radical 소거능이 높아지는 결과를 보였다. 이는 와송의 항산화 효과 연구에서 열풍건조가 동결건조나 천일건조보다 더 뛰어난 DPPH radical 소거능을 나타낸 결과(31)와 비슷한데, 이는 Dong 등(32)이 보고한 대로 식물체의 항산화 성분의 용해도에 따른 차이에서 기인한 것으로 보인다.

#### ABTS radical 소거 활성

건조 방법을 달리한 떡쭈 추출물의 ABTS radical 소거능 측정은 표준물질인 Trolox의 양을 기준으로 하여 TEAC로 환산하여 Fig. 5에 나타내었다. 가장 높은 ABTS radical 소거능을 나타낸 추출물은 음지건조 초음파 80% 에탄올 추출물로 22.84 µg TEAC/g과 열풍건조 초음파 80% 에탄올 추출물 22.75 µg TEAC/g으로 수치의 차이가 있으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 동결건조 시료의 경우에도 초음파를 적용한 80% 메탄올 추출물이 22.24 µg TEAC/g으로 가장 높은 ABTS radical 소거 활성을 나타냈다. ABTS radical 소거 활성은 DPPH radical 소거 활성과 달리 추출용매에 따라 뚜렷한 경향을 나타내지 않았고 건조 방법 및 교반 조건의 경우도 일정한 경향을 나타내지 않아 본 연구에 사용된 건조 방법, 추출용매 및 추출 방법에 의해 유의적 차이가 나타나지 않는 것으로 나타났다.

#### 환원력 측정

환원력 측정은 환원력을 가진 물질이  $Fe^{3+}$ -ferricyanide 복합체를  $Fe^{2+}$  형태로 환원시키는 항산화 효과를 측정하므로(33-35) 본 연구에서 항산화 효과를 측정하기 위해 사용하였다. 건조 방법을 달리한 떡쭈 추출물의 환원력 측정은 표준물질인 Trolox의 양을 기준으로 하여 TERP로 환산하여 Fig. 6에 나타내었다. 가장 높은 환원력 수치를 나타낸

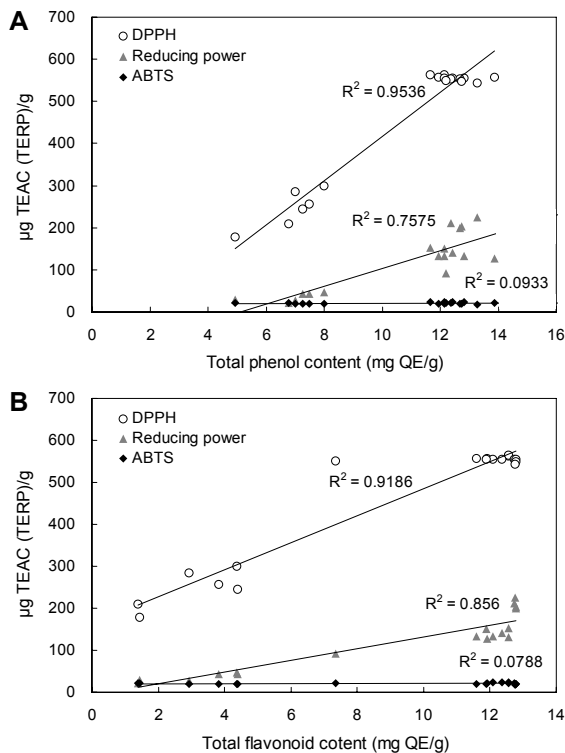


**Fig. 6.** Reducing powers of 80% ethanol, 80% methanol and water extracts of *Gnaphalium affine* D. DON (GA) applied with different drying and stirring methods. All measurements with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ). Abbreviations were referred in Table 1. TERP: Trolox equivalent reducing power.

것은 음지건조 초음파 80% 메탄올 추출물로 225.5 µg TERP/g이고, 가장 낮은 환원력 수치를 나타낸 것은 동결건조 초음파 물 추출물 22.2 µg TERP/g으로 10배 정도의 차이를 나타냈다. 떡쭈의 환원력은 동결건조 후 초음파 교반을 적용한 시료를 제외하고는 용매에 따라 80% 메탄올, 80% 에탄올, 증류수 순으로 높은 환원력을 나타냈다. 동결건조 후 초음파 교반한 시료의 경우에는 80% 에탄올이 가장 높은 환원력을 나타냈다. 80% 에탄올 추출물과 물 추출물은 건조 및 교반 조건에 따라 유의적인 경향을 나타내지 않았으나 80% 메탄올 추출물에서는 열풍건조와 음지건조가 동결건조보다 높은 환원력을 나타냈다. Youn과 Kim(26)의 건조 방법에 따른 꾸지뽕 열매 추출물의 항산화 활성 연구에서도 동결건조 시료가 열풍건조 시료에 비해 낮은 항산화 효과를 나타내 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 열풍 건조에 의한 활성의 증가는 건조 시 열에 의하여 여러 반응물이 생성된 결과로 추정된다는 보고가 있다(36).

#### 항산화 성분과 항산화 효과의 상관관계

식물성 식품 속에 들어 있는 많은 생리활성 물질 중 가장 많이 함유된 것으로 알려진 페놀(24) 및 플라보노이드의 총 함량과 항산화 효과를 측정한 실험 결과와의 상관관계를 Fig. 7에 나타내었다. DPPH radical 소거 활성과 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량과의 상관관계는 각각 0.9536과 0.9186으로 항산화 효과를 측정한 실험 중에서 가장 높은 상관계수를 나타냈다. 환원력과 총 페놀 함량과의 상관계수는 0.7575, 총 플라보노이드 함량과의 상관계수는 0.8560으로 총 플라보노이드와 상대적으로 더 높은 상관관계를 나타내었다. ABTS radical 소거능은 총 페놀 함량이나 총 플라보노이드 함량과 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다. DPPH radical 소거능은 항산화 효과를 지닌 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거 활성이 증가되며 유의적인 상관관계를 갖는



**Fig. 7.** Correlation coefficients ( $R^2$ ) between phenol content (A) or total flavonoid content (B), and the radical scavenging ability measured with DPPH and ABTS methods, and reducing power in *Gnaphalium affine* D. DON.

것으로 알려져 있으나 각 페놀성 물질은 free radical의 기질에 따라 선택적으로 작용한다는 보고도 있다(34,37,38). 이 결과에서 떡쭉의 페놀과 플라보노이드 물질이 ABTS radical 소거능에는 비례적인 효과를 보이지 않으나 떡쭉의 DPPH radical 소거 활성 및 환원력과는 유의적인 양의 상관관계를 가짐을 보여준다.

결과적으로 떡쭉의 DPPH radical 소거 활성과 환원력은 플라보노이드를 포함한 페놀물질로부터 기인하며 떡쭉은 물보다 80% 에탄올과 80% 메탄올이 항산화 물질 추출에 더 효율적인 것으로 나타났다. 80% 에탄올 추출물의 모든 항산화 효과는 건조 및 교반 조건에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 물 추출물의 DPPH radical 소거 활성과 80% 메탄올 추출물의 환원력은 열풍건조와 음지건조 처리 시 동결건조보다 높게 나타났다.

## 요 약

본 연구는 떡쭉을 동결건조, 음지건조, 열풍건조 후 상온교반과 초음파를 각각 적용하며 물, 80% 메탄올, 80% 에탄올로 추출한 떡쭉 추출물의 항산화 효과를 각 건조 방법 및 추출 조건에 따라 비교하였다. 총 페놀 물질 함량에서는 동결건조 상온교반 80% 에탄올 추출물(13.87 mg QE/g)이 가장 많은 양을 나타냈다. 총 플라보노이드 함량에서는 음지건

조 상온교반 80% 메탄올 추출물(12.78 mg QE/g)이 가장 높은 총 플라보노이드 함량을 나타내었다. DPPH radical 소거능에 있어서는 건조 방법 및 교반 조건에 따라서 DPPH radical 소거능에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 80% 에탄올과 80% 메탄올 추출물이 물 추출물보다 유의적으로 높은 소거능을 나타냈다. 환원력은 음지건조 초음파와 80% 메탄올 추출물(225.5  $\mu\text{g}$  TERP/g)에서 가장 높게 나타났으며 동결건조 초음파와 물 추출물(22.2  $\mu\text{g}$  TERP/g)에서 가장 낮게 나타났다. 떡쭉의 환원력에서는 용매에 따라 80% 메탄올, 80% 에탄올, 증류수 순으로 유의적인 차이를 나타내었다. 떡쭉 추출물의 항산화 성분과 항산화능과의 상관관계에 있어서는 DPPH radical 소거능과 환원력에 유의적인 상관관계를 나타냈다. 결과적으로 떡쭉의 DPPH radical 소거 활성과 환원력은 플라보노이드를 포함한 페놀물질로부터 기인하며 떡쭉은 물보다 80% 에탄올과 80% 메탄올이 항산화 물질 추출에 더 효율적인 것으로 나타났다. 80% 에탄올 추출물의 모든 항산화 효과는 건조 및 교반 조건에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 물 추출물의 DPPH radical 소거 활성과 80% 메탄올 추출물의 환원력은 열풍건조와 음지건조 처리 시 동결건조보다 높게 나타났다.

## REFERENCES

1. Jeon SM, Kim SY, Kim IH, Go JS, Kim HR, Jeong JY, Lee HY, Park DS. 2013. Antioxidant activities of processed deoduck (*Codonopsis lanceolata*) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 924-932.
2. Halliwell B. 2009. The wanderings of a free radical. *Free Radic Biol Med* 46: 531-542.
3. Block G, Langseth L. 1994. Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technol* 48: 80-85.
4. Kwon JW, Lee EJ, Kim YC, Lee HS, Kwon TO. 2008. Screening of antioxidant activity from medicinal plant extracts. *Kor J Pharmacogn* 39: 155-163.
5. Dai J, Mumper RJ. 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15: 7313-7352.
6. Halliwell B, Aeschbach R, Lörliger J, Aruoma OI. 1995. The characterization of antioxidants. *Food Chem Toxicol* 33: 601-617.
7. Tsao R. 2010. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients* 2: 1231-1246.
8. Heim KE, Taglicaferrero AR, Bobilya DJ. 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutr Biochem* 13: 572-584.
9. Park S, Choi Y, Kim Y, Ham H, Jeong HS, Lee J. 2011. Antioxidant content and activity in metabolic extracts from colored barley. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1043-1047.
10. Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic Res* 22: 375-383.
11. Hong JH, Lee WY. 2004. Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1573-1579.
12. Kim JW, Lee SH, No HK, Hong JH, Park CS, Youn KS. 2013. Effects of pretreatment and drying methods on quality

- and antioxidant activities of dried jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1242-1248.
13. Karel M, Fennema OR, Lund DB. 1978. *Physical principles of food preservation*. Marcel Dekker, Boston, MA, USA. p 255-328.
  14. KBIS (Korea Biodiversity Information System). *Gnaphalium affine* D. DON. Available from [http://www.nature.go.kr/newkfsweb/kfi/kfs/kbi/plant/pilbk/selectPlantPilbkDtl.do?mn=KFS\\_28\\_01\\_02\\_01&orgId=kbi&plantPilbkNo=27338#VL9BGdywdpg](http://www.nature.go.kr/newkfsweb/kfi/kfs/kbi/plant/pilbk/selectPlantPilbkDtl.do?mn=KFS_28_01_02_01&orgId=kbi&plantPilbkNo=27338#VL9BGdywdpg) (accessed Oct 2014).
  15. Liu GX. 1965. Study on the hypotensive effect of *Gnaphalium affine* D. Don. *J Dalian Medical College* 1: 51-52.
  16. Yu B, Du J, Zhang YZ, Yao XS. 2006. Experimental study on antitussive and expectorant effects of cudweed. *J Zhejiang Univ Tradit Chin Med* 30: 352-353.
  17. Morimoto M, Kumeda S, Komai K. 2000. Insect antifeedant flavonoids from *Gnaphalium affine* D. Don. *J Agric Food Chem* 48: 1888-1891.
  18. Zeng WC, Zhu RX, Jia LR, Gao H, Zheng Y, Sun Q. 2011. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil from *Gnaphalium affine*. *Food Chem Toxicol* 49: 1322-1328.
  19. Rhee KS, Ziprin YA, Rhee KC. 1981. Antioxidant activity of methanolic extracts of various oilseed protein ingredients. *J Food Sci* 46: 75-77.
  20. NFRI. 1990. *Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2)*. National Food Research Institute, Scuba, Japan. p 61.
  21. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  22. Fellegrini N, Ke R, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299: 379-389.
  23. Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction. antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44: 307-315.
  24. Beecher GR. 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. *J Nutr* 133: 3248S-3254S.
  25. Park SJ, Lee JS, Hoe YH, Moon EY, Kang MH. 2008. Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1627-1631.
  26. Youn KS, Kim JW. 2012. Antioxidant and angiotensin converting enzyme I inhibitory activities of extracts from mulberry (*Cudrania tricuspidata*) fruit subjected to different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1388-1394.
  27. Lim SH, Kim HY, Park MH, Park YH, Ham HJ, Lee KY, Kim KH, Park DS, Kim S. 2010. Biological activities of solvent extracts from leaves of *Aceriphyllum rossii*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1739-1744.
  28. Hyun SH, Jung SK, Jwa MK, Song CK, Kim JH, Lim S. 2007. Screening of antioxidants and cosmeceuticals from natural plant resources in Jeju island. *Korean J Food Sci Technol* 39: 200-208.
  29. Lee BB, Chun JH, Lee SH, Park HR, Kim JM, Park E, Lee SC. 2007. Antioxidative and antigenotoxic activity of extracts from *Rhododendron mucromulatum* Turcz. flowers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1628-1632.
  30. Shin SL, Lee CH. 2011. Antioxidant activities of ostrich fern by different extraction methods and solvents. *J Life Sci* 21: 56-61.
  31. Lee SJ, Seo JK, Shin JH, Lee HJ, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of Wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 605-611.
  32. Dong S, Jung SH, Moon JS, Rhee SK, Son JY. 2004. Antioxidant activities of clove by extraction solvent. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 609-613.
  33. Diza-Mulab HM, Japhata PJ, Guillna F, Martinez-Romeroa D, Castillo S, Serranob D. 2009. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. *Postharvest Biol Technol* 51: 354-363.
  34. Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J Food Sci Technol* 44: 540-544.
  35. Park HJ, Lee KY. 2013. Evaluations on antioxidant effect of methanol extract from immature cotton boll. *Korean J Plant Res* 26: 426-432.
  36. Yen GC. 1990. Influence of seed roasting process on the changes in composition and quality of sesame (*Sesame indicum*) oil. *J Sci Food Agric* 50: 563-570.
  37. Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44: 337-342.
  38. Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2: 152-159.