

구멍식미역의 식품영양학적 접근 및 생리활성 분석

박성진 · 민경진 · 박태길**

한림성심대학교 관광외식조리과/한림성심대학교 생물소재연구소, *장안대학교 식품영양과, **경포대영어조합법인

Nutritional Characteristics and Screening of Biological Activity of *Agarum cribrosum*

Sung-Jin Park, Kyung-Jin Min and Tae-Gil Park**

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea /
Research Institute of Biomaterial, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea

*Dept. of Food Nutrition, Jangan University, Gyeonggi 445-756, Korea

**Gyeongpodae Incorporated Fisheries Association, Gangneung 210-340, Korea

Abstract

The purpose of this study is to determine the possibility of using *Agarum cribrosum* as a natural health food source. To accomplish this purpose, the contents of the general and antioxidant activities of *Agarum cribrosum* were measured. The contents of carbohydrate, crude protein, crude lipid and ash were 45.4%, 15.0%, 2.3% and 33.1%. The calories of *Agarum cribrosum* were 262.3 kcal and total dietary fiber of *Agarum cribrosum* was 34.0%. The protein contained a total of 18 different kinds of amino acids. The content of amino acids was 12,402.42 mg/100 g. The K was the largest mineral followed by Ca, Na and Mg, implying that *Agarum cribrosum* is an alkali material. The antioxidant activity of *Agarum cribrosum* was assessed by various radical scavenging assays using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (ferric ion reducing antioxidant power), reducing power, and ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)). All antioxidant activity of *Agarum cribrosum* extract increased the concentration of the dependents. Total phenolic contents of *Agarum cribrosum* extract were 34.1 ± 2.56 mg/g, and total flavonoids contents were estimated at 4.9 ± 0.26 mg/g. General nutrients and other antioxidant bioactive materials in *Agarum cribrosum* were also potential materials for good health food. It is expected that a follow-up study of *Agarum cribrosum* through developing processed food and evaluation of their functional properties would provide useful information or sources of functional foods.

Key words: *Agarum cribrosum*, antioxidant activity, total phenol content

서 론

경제의 급속한 발달로 우리의 생활은 예전에 비해 풍요로워졌지만, 환경의 오염, 생활의 스트레스, 운동량 부족, 식습관의 변화로 인한 영양 불균형 등의 이유로 생활습관병을 포함한 각종 만성질환이 급속히 늘어나고 있다(Moon SJ 1996; Yim 등 1998; Han SM 2001). 또한 생활 및 의료 수준의 향상에 따라 고령화 사회로 진입하면서 식·의약의 섭취를 포함한 생활환경을 조절함으로써 노화를 지연시키고, 질병을 예

방하려는 국민 개개인의 요구 수준은 점점 높아져 가고 있는 실정이다. 만성질환의 경우, 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료 방법으로 이용되어 왔지만, 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로 많은 제약 받고 있으며, 한편으로는 식품의 유효성분에 의한 건강 증진 및 질병 예방 효과들이 여러 연구로부터 증명·보고되면서(Lee 등 1997; Han & Lim 1998; Hong 등 1998) 섭취하는 식품이나 음식의 조절을 통해 생활습관에 의한 만성질환의 예방과 치료가 가능해지고 있다.

*Corresponding author: Sung-Jin Park, Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea. Tel: +82-33-240-9234, Fax: +82-33-240-9119, E-mail: sjpark@hsc.ac.kr

이에 따라 이의 예방 및 치료를 위해서는 약물 이외의 생활 변화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 무엇을 어떻게 먹을 것인지에 대한 관심이 증대되면서 건강보조식품, 영양보충음 및 식사대용식품 등의 특수영양식품과 다양한 형태의 먹거리가 소개되어 있으며, 최근에는 건강기능식품의 개발에 많은 관심이 집중되고 있다(Park & Han 2003). 특히 식용자원들의 성분과 기능에 관한 과학적인 연구가 활발히 진행되고 있다(Choi 등 2002; Cha 등 2002; Kim 등 2002). 그러나 식용자원을 이용한 건강기능식품의 제조·사용이 늘어나고 있는 만큼 고가의 비용과 효능에 대한 논란 및 형태의 제한 등이 맹점으로 대두되면서(Han 등 2004), 국민의 건강과 복지를 위해서는 또 다른 대안이 요구되고 있다. 따라서 식품의 3차 기능은 물론 영양 가치와 기호성이 동시에 충족될 수 있으며, 과학적인 근거를 바탕으로 접근한 경제적인 약이성 식품 또는 음식이 대안 중의 하나가 될 수 있으며, 이 분야의 연구가 필요하리라 보여진다.

구멍쇠미역(*Agarum cribrosum*)은 다시마과에 속하고, 일본의 홋카이도, 쿠릴열도, 아메리카 태평양 연안, 베링해에 분포하고, 우리나라에서는 동해안 중부 이북지방에 분포한다. 잎의 모양이 등근 특징을 가지고 있고, 등근 앞에는 많은 구멍이 있으며, 수심 30 m의 깊은 곳에 서식하며, 최근에 식용으로 사용하게 되었다. 구멍쇠미역에 대한 연구로는 발암성 니트로사민 생성인자의 하나인 아질산염을 효과적으로 전환시켜 발암성 니트로사민 생성억제를 보고한 연구(Park YB 2005), 만성병을 유발하는 5 lipoxygenase-II의 저해제가 구멍쇠미역의 수산생물이 많이 함유되어 있다는 연구도 보고(Cho 등 1994)되었으며, 최근에는 치매의 예방 및 치료를 위한 물질 탐색(Jeon 등 2012) 등 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이에 본 논문에서는 구멍쇠미역의 일반영양성분과 항산화 능력을 검증하여 식품 및 음료 등의 기능성 제품으로 산업적 응용분야에 널리 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료 준비

본 실험에 사용된 구멍쇠미역(*Agarum cribrosum*)은 2011년도에 강원도 동해안에서 채취한 것을 경포대영여조합법인에서 공여 받아 사용하였다. 증류수로 가볍게 씻어 음식에서 말려서 일반성분 분석에 사용하였다. 또한, 삼각플라스크에 준비된 구멍쇠미역을 9배의 80% ethanol을 가해서 환류추출하고 추출액을 면포로 여과한 후 감압농축(CCA-1100, Eyela, Tokyo, Japan)하여 -70°C 에서 급속동결건조(PVTF 10AT, ILSIN, Korea)과정을 거쳐 분말 상태로 준비하여 그 외 실험에 사용하였으며, 추출수율은 12.3%이었다.

2. 구멍쇠미역의 영양성분 분석

1) 구멍쇠미역의 일반성분 분석

일반성분은 AOAC 법(1999a)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C 에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

2) 식이섬유 함량 분석

총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량은 AOAC법(1995a)에 의한 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 분석하였다. 즉, 건조분말시료를 heat stable tannin α -amylase로 액화시킨 다음 protease와 amyloglucosidase를 차례로 반응시켜 단백질과 전분을 가수분해시키고, 용액 중의 수용성 식이섬유를 에탄올로 침전시켰다. 미리 항량을 구해 놓은 crucible에 이 용액을 감압여과한 다음 잔사를 에탄올과 아세톤으로 세척, 건조한 후 건조 잔사 중의 단백질과 회분의 양을 제외한 건조 전, 후의 무게 차로 총 식이섬유의 함량을 구하였다.

3) 아미노산 조성 분석

아미노산 함량은 AOAC법(1995d)에 따라 아미노산 분석기로 분석하였다. 즉, 시료 10 g을 냉각 아세톤으로 탈수시킨 후 60°C 의 dry oven에서 여과지에 퍼서 건조시키고 마쇄하였다. 경질시험관(1.6×1.6 cm)에 마쇄시료 5 mg을 취하여 6N-HCl 5 mL 가하여 탈기한 후 밀봉하여 110°C 에서 24시간 가수분해시켰다. 이를 50 mL의 원심분리관에 옮기고 용기를 0.01 N-HCl 용액으로 잘 씻어 원심분리관에 합치고, 여기에 2 N-NaOH 용액 2 mL를 넣고 중화한 후 5,000 rpm에서 30분간 원심분리하

Table 1. Operating conditions of amino acid analyzer

Instrument	System 6300 hyperperformance analyzer (Beckman)
Column	Li 10 cm column No. 338051 ion-exchange (Beckman)
Analyzer time	150 min
Buffer flow rate	20 mL/hour
Ninhydrin flow rate	10 mL/hour
Column pressure	1,380 psi
Buffer change steps	Li A \rightarrow Li D \rightarrow Li E \rightarrow Li F
Optimum sample quantity	50 μL
N_2 gas pressure	40 psi

였다. 상층액을 따로 취하여 60℃의 수욕상에서 질소가스를 통과시키면서 농축하고 잔류물을 0.02 N-HCl 20 mL에 녹이고, 이를 0.45 μm filter로 여과한 후 시험용액으로 하였다. 정량은 아미노산 혼합 표준용액과 시험용액을 아미노산 분석기에 주입하여 chromatogram의 peak 면적으로 계산하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

4) 무기질 조성 분석

무기질(Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 AOC법(1984a)에 의하여 분석하였다. 즉, 시료를 0.1 mg 단위까지 정확히 칭량하여 550℃에서 6시간 동안 회화시킨 다음, 20℃ sand bath상에서 5 mL의 HNO₃ 용액을 가하여 10분 동안 가온하고, 방냉 후 25 mL volumetric flask에 넣고 증류수를 가해 여과하면서(whatman filter paper No. 41) 정용한다. 이렇게 여과된 여과액을 각 희석용액으로 적절한 농도로 희석한 후 Inductively Coupled Spectrometer(ICP, Lactam 8440, Plasma Lab., Australia)를 이용한 유도결합 Plasma 방출분석법으로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

5) 유리당 함량 분석

Richmond 등(1981)의 HPLC 분석조건을 응용하였다. 즉, 시료 5 g을 칭량하여 80% methanol 100 mL를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질화 하였다. 이 균질체를 환류냉각기를 부착한 추출장치에 옮긴 후 80℃에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출잔액을 2회 반복하여 모은 여액을 45℃에서 감압·농축한 후 증류수를 넣어 100 mL로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70℃에서 냉동 보관하면서 분석하였다. 분석조건은 Sugar-Pak I column(Waters, USA, 300

mm×6.5 mm)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/ℓ)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 column에 20 μL 씩 주입하였다. 이때의 컬럼의 온도는 90℃를 유지하였다. 용출용매는 0.5 mL/min로 흘러보였으며, 검출은 refractive index(RI) detector를 이용하였다. 표준품 용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다.

3. 구명쇠미역의 항산화 활성 분석

1) 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)에 따라 추출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% Na₂CO₃ 용액을 각 1 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 spectrophotometer(UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co., USA)를 0-100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드는 Moreno 등(2000)의 방법에 따라 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL 및 1 M potassium acetate 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co., USA)를 표준물질로 하여 0-100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

2) 전자공여능 측정

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical(DPPH)는 free radical에 대한 시료의 항산화 효능을 확인하기 위하여 사용한다. 전자공여능 측정은 Kim 등(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. Ethanol에 용해시킨 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가하여 vortex mixer로 5초간 진탕하고, 암소에서 10분 동안 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음 식에 의하여 DPPH free radical 소거능을 나타내었다.

$$\text{전자공여능 (\%)} = \left\{ 1 - \left[\frac{A_{\text{Experiment}} - A_{\text{Blank}}}{A_{\text{Control}}} \right] \right\} \times 100$$

3) FRAP 활성 측정

Benzie & Strain(1996)의 방법을 변형하여 Ferric ion reducing antioxidant power(FRAP) assay를 통한 구명쇠미역 추출물의 항산화능을 측정하였다. Acetate buffer(pH 3.6, 300 mM): 10

Table 2. Operating conditions of ICP for mineral analysis

Power	1 kw for aqueous	
Nebulizer pressure	3.5 bars for meinhard type C	
Aerosol flow rate	0.3 ℓ/min	
Sheath gas flow	0.3 ℓ/min	
Cooling gas	12 ℓ/min	
	Ca	393.366
	Mg	279.553
	Na	588.995
	K	766.490
Wavelength(nm)	P	213.618
	Fe	238.204
	Zn	213.856
	Cu	224.796
	Mn	766.490

mM의 TP1Z(2,4,6-tripyridyl-s-triazine) : 20 mM FeCl₃ · 6H₂O 를 10:1:1의 비율로 섞어 실험직전에 만들어 구멍쇠미역 추출 물과 혼합하고, 10분간 상온에서 보관 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 환원력 측정(Reducing power)

구멍쇠미역의 환원력은 Oyaizu(1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 1 mL에 pH 6.6의 200 mM 인산 완충액 및 1%의 potassium ferricyanide를 각 1 mL씩 차례로 가하여 교반한 후 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA 용액을 1 mL 가하여 13,500×g에서 15분간 원심분리하여 상등액 1 mL에 중류수 및 ferric chloride를 각 1 mL씩 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원력은 시료 첨가군과 대조군의 흡광도 비를 %값으로 환산하였다.

5) ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 측정은 Roberta 등(1999)의 방법으로 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulphate를 제조한 후, 암소에 하루 동안 방치하여 양이온(ABTS^{·+})을 형성시킨 후, 734 nm에서 흡광도의 값이 1.5 이하가 되도록 희석하고, 희석된 ABTS^{·+} 용액 1 mL에 시료 20 μL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. 항산화능은 시료를 녹인 용매인 dimethyl sulfoxide(DMSO)를 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity} = \left(1 - \frac{A_{\text{Test}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

4. 통계 처리

모든 측정값은 Mean±S.E.로 표시하였고, 통계처리는 SAS 9.1 for windows program을 사용하였으며, 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan 다중검정법(DMRT: Duncan's multiple range test)으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 구멍쇠미역의 성분분석

1) 일반성분 및 식이섬유소 함량

본 연구에서 분석된 구멍쇠미역의 일반성분과 식이섬유소 함량을 Table 3에 정리하였다. 구멍쇠미역 100 g(dry weight basis) 중에는 수분 4.2%, 탄수화물 45.4%, 조단백 15.0%, 조지방 2.3%, 조회분 33.1%가 함유되어 있으며, 총 식이섬유소 함량은 34.0%이었다. 또한 구멍쇠미역 100 g의 총 열량은 262.3

Table 3. Proximate compositions of the *Agarum cribrosum*

Nutrients		Contents
Calories (kcal)		262.3±1.2
Moisture		4.2±0.9 ¹⁾
General	Carbohydrate	45.4±1.7
nutrients (%)	Crude protein	15.0±1.1
	Crude fat	2.3±0.9
	Crude ash	33.1±1.0
Dietary fiber (%)		34.0±1.9

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

¹⁾ Percentages of dry weight basis.

kcal로 분석되었다.

기장산과 완도산 건 다시마의 성분분석과 비교하여 보면 비교적 비슷한 결과를 나타내었으나, 회분의 경우는 약 10%의 차이를 나타내었다(Choi 등 2008).

2) 아미노산 조성

Table 3에 나타난 바와 같이 구멍쇠미역 100 g(dry weight basis) 중에는 조단백질 함량이 15.0%이었고, Table 4와 같이 구멍쇠미역의 구성아미노산의 종류는 총 18종이며, 특히 맛을

Table 4. The contents of amino acids in the *Agarum cribrosum*

Amino acid	Contents(mg/100 g)
Asparagine	1,485.15±83.12
Threonine*	750.41±45.25
Serine	677.70±25.36
Glutamic acid	1,617.92±83.25
Proline	756.48±31.51
Glycine	764.44±21.33
Alanine	1,249.18±29.11
Cysteine	17.20± 1.44
Valine*	783.35±39.57
Methionine*	235.69±19.42
Isoleucine*	557.28±38.09
Leucine*	975.74±70.04
Tyrosine	295.75±43.19
Phenylalanine*	642.68±42.88
Histidine*	249.06±18.59
Tryptophan*	61.32±18.26
Lysine*	780.09±29.45
Arginine	581.51±40.00

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

*: Essential amino acid.

내는데 중요한 glutamic acid의 함량이 높았으며, asparagine, alanine도 높은 함량을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 다시마에는 피부나 뼈의 구성성분으로 인체에서 가장 풍부한 collagen의 구성아미노산인 proline과 그 유도체인 hydroxyproline 함량이 높아, 기능성 소재로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

3) 무기질 함량

Table 5는 구멍쇠미역 100 g(dry weight basis) 중 무기질 함량을 분석한 결과이다. 칼륨이 약 4.8 g으로 가장 함량이 높았으며, Im 등(2006)은 기장과 완도 다시마의 칼륨 함량은 7,138 mg/100 g과 7,360 mg/100 g으로 보고하여 우리의 결과와 다소 차이를 보였다. 그 다음이 칼슘(2.8 g), 나트륨(967.8 mg), 마그네슘(486.8 mg) 순이었다. 미량영양소인 철분, 구리, 아연 및 망간 함량도 각각 19.1 mg, 0.3 mg, 3.3 mg 및 1.5 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었다. Cho 등(1995)은 다시마의 채취시기에 따라 상당한 무기질 조성에서의 차이를 보고하였다. 마그네슘은 ATP와의 복합체로서 에너지를 요구하는 반응에 필수적이며, 체내에서 일어나는 생물화학적 반응을 조절하는 성분이며, 에너지 대사가 많이 요구되는 사람에게 다시마는 무기질의 주요 공급원으로써 이용가치가 매우 높을 것으로 생각된다.

4) 유리당 함량

Table 6에는 구멍쇠미역에서 분석된 glucose, sucrose, fructose 및 maltose의 함량을 정리하였다. Fructose가 약 2.4%를 차지하였으며, 그 외 구성당은 검출되지 않았다.

5) 총 페놀 및 총 플라보노이드

구멍쇠미역 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 7과 같다. 즉, 총 페놀 함량은 34.1±2.56 mg/g, 총 플라보노이드 함량은 4.9±0.26 mg/g으로 나타났다. 식물 기원의 시료에

Table 5. The contents of minerals of the *Agarum cribrosum*

Mineral	Contents (mg/100 g)
Ca	2,838.4±5.8
Mg	486.8±1.1
Na	967.8±6.1
K	4,786.1±1.3
P	124.6±1.8
Fe	19.1±1.7
Zn	3.3±1.4
Cu	0.3±0.4
Mn	1.5±1.1

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

Table 6. The contents of free sugar of the *Agarum cribrosum*

Free sugar	Contents (%)
Glucose	ND ¹⁾
Sucrose	ND
Fructose	2.4±0.5
Maltose	ND

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

¹⁾ ND: Not detect.

Table 7. Total phenol and flavonoid contents in 80% ethanol extracts from *Agarum cribrosum* (mg/g)

Sample	<i>Agarum cribrosum</i>
Phenol contents	34.1±2.6
Flavonoid contents	4.9±0.3

Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

서 페놀 화합물은 그 함량이 많을수록 항산화 활성이 높으며 (Duval & Shetty 2001), 식물시료의 변색에 주된 영향을 미치는 인자로 알려져 있다(Choi & Lee 1999). 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서, 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고, 이들의 구조적 차이에 따라 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다(Middleton & Kandaswami 1994). 따라서, 구멍쇠미역 추출물이 비교적 높은 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 나타내어 항산화 효과가 있는 것으로 사료된다.

2. 구멍쇠미역 추출물의 항산화능 측정

활성산소의 생성은 영양분 파괴로 인한 생체 내 불균형을 초래하며, 이에 산화적 스트레스가 증가하고 free radical 생성이 촉진되어 생체막지질을 파괴한다. 산화적 스트레스는 세포내 단백질, 지질 및 DNA에 손상을 입히며, 이러한 세포 혹은 세포내 물질의 산화적 손상은 알츠하이머, 파킨슨병과 같은 노화와 관련된 질환을 일으키게 되므로 활성산소를 제거하는 일이 알츠하이머병을 예방하고 치료하는데 매우 중요하다(Jeong 등 2008). 구멍쇠미역 추출물의 DPPH assay 결과는 Fig. 1(a)와 같다. 구멍쇠미역 추출물의 0.01, 0.1 및 1.0 mg/ml의 농도에서 DPPH radical 소거활성은 각각 30.68±0.8, 32.09±1.0 및 56.84±2.0%로 구멍쇠미역 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical 소거활성도 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 헤조류의 항산화 활성을 연구한 결과(Jeon 등 2012)와 유사한 결과를 나타내었다. FRAP 방법은 앞에서의 DPPH radical 소거활성 측정과는 메커니즘이 다른 항산화 검증법으로 DPPH 방법의 경우, free radical을

직접적으로 소거하는 것을 이용한 항산화 활성을 평가하는 방법인 반면, FRAP 방법은 산화 및 환원 반응을 이용한 측정 방법이다(Student 등 1980). FRAP 방법으로 측정된 구명쇠미역 추출물의 결과는 Fig. 1(b)와 같이 구명쇠미역 추출물의 0.01, 0.1 및 1.0 mg/mL의 농도에서 FRAP 활성은 각각 0.140, 0.151 및 0.173으로 나타났다. 환원력은 700 nm에서 ferric-ferricyanide(Fe^{3+}) 혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous(Fe^{2+})로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸 것으로 결과는 Fig. 1(c)와 같이 구명쇠미역 추출물의 0.01, 0.1 및 1.0 mg/mL의 농도에서의 환원력은 0.09, 0.12와 0.25의 값을 나타내 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Park 등(2005)의 결과와 차이가 있지만 이는 추출용매에 의한 것으로 사료된다. ABTS법은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS $^{\cdot+}$ 이 시료 중의 항산화성 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 청록색이 탈색되는 것을 이용하여 항산화력을 측정하는 방법으로, DPPH assay의 경우 자유라디칼을 소거하는 반면, ABTS는 양이온 라디칼을

소거하는 차이를 가지며, 두 기질과 반응물과의 결합 정도가 달라져 라디칼 제거 능력의 차이를 보인다(Li 등 2007; Jeong 등 1994). ABTS radical 소거활성을 분석한 결과는 Fig. 1(d)와 같다. 구명쇠미역 추출물의 0.01, 0.1 및 1.0 mg/mL의 농도에서 ABTS radical 소거활성은 각각 7.95, 10.53 및 23.31%로 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 항산화능을 평가하는 네 종류의 실험에서 구명쇠미역 추출물의 경우, 농도별로 항산화능이 유의적으로 증가하는 것으로 보아 항산화 효과가 있는 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 구명쇠미역을 대상으로 건강기능성식품의 소재로의 활용을 위한 가능성을 타진하고자 영양성분 분석을 통한 식품영양학적 접근 및 생리활성 기능을 분석하였다. 식품영양학적 접근에서의 구명쇠미역의 일반성분은 건량 기준으로 당질 45.4%, 조단백질 15.0%, 조지방 2.3% 및 조회분 33.1%

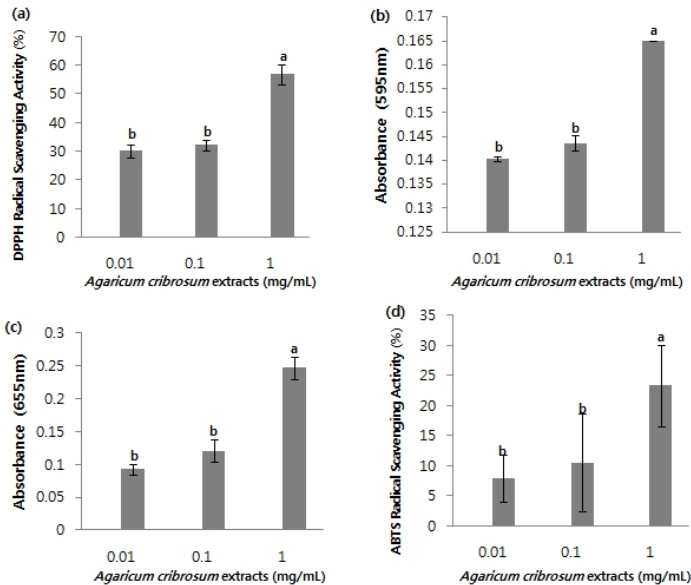


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities (a), FRAP value (b) and reducing power (c), ABTS radical scavenging activities (d) of *Agarum cribrosum* extracts. Each bar represents the mean±S.D. of quadruplicate determinations, n=3. Statistical analysis was performed using the one-way ANOVA ($p<0.05$).

이었고, 구멍쇠미역 100 g의 함유 열량은 262.3 kcal로 분석되었으며, 총 식이섬유소 함량은 34.0%로 나타났다. 또한, 총 18종의 아미노산으로 구성되어있으며, 그 함량은 12,402.42 mg이었고, 무기질 중 칼륨의 함유량이 가장 높았고, 그 다음이 칼슘, 나트륨, 마그네슘 순으로 나타나, 알칼리성 재료임을 알 수 있었다. 구멍쇠미역 추출물의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량분석 결과, 각각 34.1±2.56 mg/g과 4.9±0.26 mg/g으로 나타났다. 다양한 항산화 평가 모델(DPPH, FRAP, 환원력, ABTS)을 통하여 구멍쇠미역 추출물의 항산화 활성을 측정할 결과, 구멍쇠미역 추출물의 농도가 증가함에 따라 항산화능이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 구멍쇠미역은 식품으로서의 이용가치가 매우 크며, 구멍쇠미역 추출물은 항산화능이 있음을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2012년도 산학연공동기술개발사업지원(과제번호.C0026640)에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- A.O.A.C. 1990a. Official Methods of Analysis, 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- A.O.A.C. 1995a. Official Methods of Analysis, 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- A.O.A.C. 1995d. Official Methods of Analysis, 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- A.O.A.C. 1984a. Official Methods of Analysis, 14th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- Benzie I, Strain J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal Biochem* 239:70-76
- Cha WS, Kim CK, Kim JS. 2002. On the development of functional health beverages using *Citrus reticulata*, *Ostrea glgas*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17:503-507
- Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeon JH. 1995. Trace components and functional saccharides in seaweed-1. *Bull Korean Fish Soc* 28:49-59
- Cho SY, You BJ, Chang MH, Lee SJ, Sung NJ, Lee EH. 1994. Screening for porane lipoxygenase-II inhibitor in unused marine resources by the polarographic method. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 37:451-455
- Choi JS, Shin SH, Ha YM, Kim YC, Kim TB, Park SM, Choi IS, Song HJ, Choi YJ. 2008. Mineral contents and physiological activities of dried sea tangle (*Laminaria japonica*) collected from Gijang and Wando in Korea. *J Life Sci* 18: 474-481
- Choi KS, Lee HY. 1999. Characteristics of useful components in the leaves of Baechohyang (*Agastache rugosa* O. Kuntze). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:326-322
- Choi MS, Do DH, Choi DJ. 2002. The effect of mixing beverage with *Aralia continentalis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *Korean J Food & Nutr* 15:165-172
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed andise root extract. *J Food Biochem* 25:361-377
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58:966-967
- Han H, Song YJ, Park SH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function in *Aorta relaxation*. *Korean J Oriental Physiology & Pathology* 18:1078-1082
- Han SM. 2001. Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. M.S. Dissertation. Sejong Uni. Seoul. Korea
- Han HK, Lim SJ. 1998. Effect of fractions from methanol extract of *Commelina omnuris* on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Soc Food Sci* 14:577-583
- Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB. 1998. Composition of organic acid, fatty acid in *Pleuronostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20:100-106
- Im YG, Choi JS, Kim DS. 2006. Mineral contents of edible seaweeds collected from Gijang and Wando in Korea. *J Korean Fish Soc* 36:16-22
- Jeon YE, Yin XF, Lim SS, Chung CK, Kang IJ. 2012. Antioxidant activities and acetylcholinesterase inhibitory activities from seaweed extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:434-449
- Jeong JW, Lee YC, Jung SW, Lee KM. 1994. Flavor components of citron juice as affected by the extraction method. *Korean J Food Sci Technol* 26:709-712
- Jeong EJ, Sung GH, Kim JW, Kim SH, Kim YC. 2008. *Rhus verniciflua* stokes attenuates glutamate-induced neuro-toxicity in primary cultures of rat cortical cells. *Nat Prod Sci* 14: 156-160

- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. *Korean J Food Sci Technol* 34:617-624
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29:432-436
- Middleton EJ, Kandaswami C. 1994. Potential health promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115
- Moon SJ. 1996. Korean disease pattern and nutrition. *Korean J Nutr* 29:381-383
- Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CD. 2007. Drying and antioxidant characteristics of the shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer-type far-infrared dryer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:250-254
- Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentiniana. *J Ethnopharmacology* 71: 109-114
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44:307-315
- Park SH, Han JH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *J Nutri* 36:49-63
- Park YB. 2005. Determination of nitrite-scavenging activity of seaweed. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:1293-1296
- Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. 1981. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem* 29:4-7
- Roberta R, Nicoletta P, Anna P, Anath P, Min Y, Catherine RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med* 26: 1231-1237
- Student AK, Hsu RY, Lane MD. 1980. Induction of fatty acid synthetase synthesis in differentiating 3T3-L1 preadipocytes. *J Biol Chem* 225:4745-4750
- Yim JE, Choue RW, Kim YS. 1998. Effect of dietary counseling and HMG CoA reductase inhibitor treatment on serum lipid levels in hyperlipidemic patients. *Korean J Lipidology* 8: 61-76

접 수 : 2012년 9월 26일
 최종수정 : 2012년 11월 12일
 채 택 : 2012년 11월 14일