韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 23(3) : 207 – 213 (2015)
ISSN(Print) 1225-9306
ISSN(Online) 2288-0186
http://www.medicinalcrop.org
http://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2015.23.3.207

고추냉이 잎의 함유성분 분석과 항산화 활성

박성진* · 이현용**†
*한림성심대학교 관광외식조리과, **서원대학교 식품공학과

Component Analysis and Antioxidant Activity of *Wasabi japonica* Matsum Leaves

Sung Jin Park* and Hyeon Yong Lee†**
**Department of Tourism Food Service Cuisine and Research Institute of Biomaterial, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea.*
***Department of Food Science and Engineering, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea.*

ABSTRACT : The purpose of this study was to determine the possibility of using *Wasabi japonica* Matsum leaves as natural health food source. To accomplish this purpose, the contents of general and antioxidative nutrients of *Wasabi japonica* Matsum leaves were measured. The contents of carbohydrate, crude protein, crude lipid and ash are 53.41%, 25.00%, 7.95% and 13.64%. And the calories of Wasabi leaves was 385.23 Kcal. Total dietary fiber was 52.27%. The K was the largest mineral followed by Ca, P, Mg which means Wasabi leaves is alkali material. The contents of sinigrin and allyisothiocyanate in the wasabi leaves were 69.2 ㎎/g and 241.0 ㎎/g, respectively. Total phenol contents of the hot water extract and the 70% ethanolic extract were 19.44 ± 0.23 and 19.33 ± 1.17 ㎎ GAE/g, respectively. The total flavonoids content of the hot water extract and the 70% ethanol extract were 7.69 ± 0.71 and 19.25 ± 1.41 ㎎ QE/g, respectively. The general nutrients and other antioxidant bioactive materials in *Wasabi japonica* Matsum leaves were also potential materials for good health food.

Key Words **:** Wasabi Leaves, Total Phenol Content, Total Flavonoids Content, Antioxidant Activity

서 언

최근 경제적 수준 향상과 서구화된 식생활로 인한 육류 및 각종 패스트푸드의 섭취 증가는 비만을 비롯한 대사증후군을 유발하는 주요 원인이 되고 있다. 이들 대사증후군을 예방하고자 하는 노력들이 지속되고 있으며, 천연항산화 식품에 대한 관심도가 증가하고 있다. 체내에서 생성되는 활성산소종은 세포내 항산화효소에 의해 조절되거나 식품으로부터 섭취되는 항산화성분 (항산화비타민 및 폴리페놀성분)에 의해 소거되는 것으로 알려져 있다 (Bashan *et al*., 2009). 과거에 주로 사용해오던 *tert*-butylhydroxyanisol (BHA) 및 *tert*-butylhydroxytoluene (BHT)와 같은 합성 항산화제는 우수한 항산화효과 및 경제성에도 불구하고 안전성의 문제로 사용이 제한되어 있으며 이들 합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연 항산화제에 대한 개발이 요구되어 지고 있다 (Bae *et al*., 2001; Halliwell, 1996; Morrissey and O'Brien, 1998). 만성질환의 경우 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료 방법으로 이용되어 왔지만 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로 많은 제약을 받고 있으며, 한편으로는 식품의 유효성분에 의한 건강증진 및 질병예방 효과들이 여러 연구로부터 증명・보고되면서 (Han and Lim, 1998; Hong *et al*., 1998; Lee *et al*., 1997) 섭취하는 식품이나 음식의 조절을 통해 생활습관에 의한 만성질환의 예방과 치료가 가능해지고 있다.

이에 따라 이의 예방 및 치료를 위해서는 약물 이외의 식생활 변화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 무엇을 어떻게 먹을 것인지에 대한 관심이 증대되면서 건강보조식품, 영양보충용 및 식사대용식품 등의 특수영양식품과 다양한 형태의 먹거리가 소개되어 있으며 최근에는 건강기능식품의 개발에 많은 관

†Corresponding author: (Phone) +82-43-299-8471 (E-mail) hyeonl@seowon.ac.kr
Received 2015 March 27 / 1st Revised 2015 April 20 / 2nd Revised 2015 May 15 / 3rd Revised 2015 May 27 / 4th Revised 2015 May 30 / Accepted 2015 May 30
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

심이 집중되면서 (Park and Han, 2003), 특히 식물자원들의 성분과 기능에 관한 과학적인 연구가 활발히 진행되고 있다 (Choi *et al*., 2002; Cha *et al*., 2002; Kim *et al*., 2002). 그러나 식물자원을 이용한 건강기능식품의 제조사용이 늘어나고 있는 만큼 고가의 비용과 효능에 대한 논란 및 형태의 제한 등이 맹점으로 대두되면서 (Han *et al*., 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 식품 또는 음식이 대안 중의 하나가 될 수 있으며 이 분야의 연구가 필요하리라 보여진다.

고추냉이 (*Wasabia japonica* Matsum)는 일본이 원산지이며 십자화과에 속하는 다년생 초본식물이다 (Lee, 1996). 국내에서는 와사비로 알려져 있으며, 주로 근경을 이용하여 신선 어류 등에서 풍미를 살리는 고급향신료로 사용되고 있다. 고추냉이는 근경과 식물체 전체에 독특한 매운 성분을 함유하고 있어 향신료로서 사용될 뿐 만 아니라 비타민 C의 산화억제 작용, 베타아밀라아제의 활성촉진, 식욕증진, 비타민 B1 합성 증강, 항균성 등의 효과가 있어 건강식품으로도 각광을 받고 있으며, 국내에서도 생선 요리의 섭취에 따른 소비가 급증하고 있다 (Park *et al*., 1996). 고추냉이에 대한 국내연구는 식물체 재분화 및 대량증식 (Lee *et al*., 1994, 2005; Eun *et al*., 1998; Park *et al*., 2007), 기능성 성분 및 활성 (Seo *et al*., 2010), 고추냉이 가공품 품질 특성 (Seo and Chung, 2012), 배합사료에 첨가한 효과 (Seo *et al*., 2010) 등에 대한 연구가 수행되었으나 대부분이 근경에 관한 연구로서 잎, 줄기에 대한 연구는 미흡하였다. 그러므로 본 실험에서는 고추냉이 잎에 대하여 기능성 검토와 이용개발을 위하여 일반성분 분석을 통하여 영양적 가치를 평가하고 생리활성 효과를 검토하기 위하여 항산화 활성을 규명함으로써 고추냉이 잎을 이용한 기능성 식품을 개발하기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 고추냉이 잎 추출물의 준비

본 실험에 사용한 고추냉이 잎은 강원도 태백에서 구입하여 물로 잘 씻어 흙이나 먼지 등의 이물질을 제거하고 5 cm 크기로 절편을 만들어 동결건조한 후, 분쇄기 (IKA M20, IKA, Staufen, Germany)를 이용하여 20 ~ 30 mesh로 분쇄하여 시료로 사용하였다. 분말상태인 고추냉이 잎에 시료 중량의 10배인 70% 에탄올을 가한 뒤 상온에서 24시간 교반하면서 (150 rpm, HY-HS11, Hanyang Science, Seoul, Korea) 유용성분들을 추출하였고, Whatman No. 2 (Whatman Ltd, Maidstone, Kent, UK) 여과지를 이용하여 여과한 후, 회전진공농축기 (EYELA N-100, EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 40℃에서 감압 농축하였다. 농축된 추출물은 동결건조기 (Modulyod-115, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)를 이용하여 건조된 분말을 제조하였다. 또한, 열수 추출물은 분쇄된 고추냉이 잎에 10배 (w/w)의 증류수를 가한 후, 100℃ 수욕상에서 3시간동안 환류냉각 (GLHMP-F200, Global Lab, Seoul, Korea)하면서 추출하여 조여과 (Whatman No. 2)한 후, 40℃에서 감압 농축하여 동결건조 하였다. 건조된 고추냉이 잎 추출물은 무게를 측정하여 추출물 수율을 측정한 후, –20℃ 냉동고에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 고추냉이 잎의 일반성분 분석

고추냉이 잎의 일반성분은 AOAC 법 (1990a)과 식품공전의 분석방법 (2002)에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉, 수분 함량은 상압가열건조법, 회분 함량은 550℃ 회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 단백질 자동분석기 (Kjeltec protein analyzer, Tecator, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet 법 (Hawthorne *et al*., 2000)으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 위의 결과치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

3. 식이섬유 함량 분석

총 식이섬유 (total dietary fiber, TDF) 함량 측정은 AOAC법 (1995a)과 Shin 등 (2014)의 방법에 따라 효소중량법 (enzymatic-gravimetric method)에 따라 분석하였다. 먼저 α-amylase를 사용하여 액화시킨 건조 된 시료에 효소 protease 및 amyloglucosidase를 반응하여 단백질과 전분을 가수분해하였다. 다음 용액 중에 포함 된 수용성 식이섬유를 에탄올을 사용해 침전시키고, 항량을 구한 crucible에 용액을 감압 여과하였다. 마지막으로 잔사를 에탄올과 아세톤을 사용해 세척하고 건조한 뒤 건조 된 잔사의 단백질 및 회분의 양을 제외시킨 건조 전, 후 무게차를 통해 총 식이섬유의 함량을 구하였다.

4. 고추냉이 잎의 무기질 조성 분석

무기질 (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 AOAC법 (1984a)과 Shin 등 (2014)의 방법에 의하여 분석하였다. 즉, 시료를 칭량하여 550℃에서 회화시킨 후, 5㎖의 HNO_3용액을 가한 후 25㎖ 메스플라스크에 넣고 증류수로 정용한 후 Inductively Coupled Spectrometer (ICP, Lactam 8440, Plasma Lab., Australia)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

5. 고추냉이 잎의 sinigrin 및 isothiocyanate 함량 분석

잎의 sinigrin 및 allyl isothiocyanate 분석을 위해 시료를 –60℃에서 동결 건조시킨 후 막자사발에 넣고 액체 질소를 넣어가면서 분쇄하였다. 분말시료 1 g에 deionized water 100 ㎖를

Table 1. 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
Shealth gas flow		0.3 L/min
Cooling gas		12 L/min
Wavelength (㎚)	Ca	393.366
	Mg	279.553
	Na	588.995
	K	766.490
	P	213.618
	Fe	238.204
	Zn	213.856
	Cu	224.796
	Mn	766.490

Table 2. Condition of HPLC for content analysis of sinigrin and allyl isothicyanate.

Instrument	Shiseido system	
Column	Capcellpark C18 UG120 4.6 ㎜ × 250 ㎜	
Detector	UV detector (242 ㎚)	
Solvent A	5 mM tetraheptylammonium bromide in acetonitrile	
Solvent B	20 mM phosphate buffer (pH 6.5)	
Flow rate	0.8 m/min	
Oven	30℃	
Injection volume	20 ㎕	
Gradient elution system		
Time (min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
Initial	40	60
30 min	40	60

가하여 진탕배양기에서 350 rpm으로 2분간 마쇄한 후 Toyo No. 2 filter paper를 이용하여 여과한 후 0.45 μm membrane filter로 다시 여과하였다. 분석방법은 sinigrin 및 allyl isothiocyanate 분석은 추출액 3 ㎖ 와 10 mM tetraheptylammonium bromide를 함유한 acetonitrile/120 mM phosphate buffer (pH 6.5) 80/20 (v/v) 혼합액을 동량 혼합한 후 0.45 μm membrane filter에 통과시켜 HPLC로 분석하였으며 (Park *et al*., 2006), HPLC 조건은 Table 2와 같았다.

6. 총페놀 및 총플라보노이드 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Denis법 (Gutfinger, 1981)과 Shin 등 (2014)의 방법에 따라 추출물 1 ㎖에 Folin- Ciocalteau 시약 및 10% Na_2CO_3용액을 각 1 ㎖씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 spectrophotometer (UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid (Sigma-aldrich, St. Louis, MO, USA)를 0 ~ 100 ㎍/㎖의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드는 Moreno 등 (2000)의 방법과 Shin 등 (2014)의 방법에 따라 추출물 0.5 ㎖에 10% aluminum nitrate 0.1 ㎖ 및 1 M potassium acetate 0.1 ㎖, ethanol 4.3 ㎖를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415㎚에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin (Sigma-aldrich, St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 0 ~ 100 ㎍/㎖의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

7. DPPH radical 소거작용

2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH)는 free radical에 대한 시료의 항산화 효능을 확인하기 위하여 사용한다. 전자공여능 측정은 Kim 등 (2002)의 방법과 Shin 등 (2014)의 방법을 변형하여 측정하였다. Ethanol에 용해시킨 0.4 mM DPPH 용액 0.8 ㎖에 시료 0.2 ㎖을 첨가하여 vortex mixer로 5초간 진탕하고, 암소에서 10분 동안 방치 후 517 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음 식에 의하여 DPPH free radical 소거능을 나타내었다.

8. 환원력 측정 (Reducing power)

고추냉이 잎 추출물의 환원력은 Oyaizu (1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 1 ㎖에 pH 6.6의 200 mM 인산 완충액 및 1%의 potassium ferricyanide를 각 1 ㎖씩 차례로 가하여 교반한 후 50℃의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA 용액을 1 ㎖ 가하여 13,500 × g에서 15분간 원심분리하여 상등액 1 ㎖에 증류수 및 ferric chloride를 각 1 ㎖씩 혼합하여 700 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. 환원력은 시료 첨가군과 대조군의 흡광도 비를 %값으로 환산하였다.

9. 통계처리

모든 측정값은 평균값 ± 표준편차 (mean ± SD)로 표시하였고 통계처리는 SAS program (Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 사용하였으며, 유의성 검정은 분산분석 (ANOVA)을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan 다중검정법 (Duncan's Multiple Range Test)으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 및 식이섬유소 함량

본 연구에서 분석된 고추냉이 잎의 일반성분과 식이섬유소

Table 3. Proximate compositions of the *Wasabi japonica* Matsum leaves.

Nutrients		Contents
Calories(Kcal)		385.23 ± 0.27*
General Nutrients (%)	Moisture	91.2 ± 1.48**
	Carbohydrate	4.7 ± 0.69 (53.41)***
	Crude protein	2.2 ± 0.94 (25.00)
	Crude fat	0.7 ± 1.28 (7.95)
	Crude ash	1.2 ± 1.38 (13.64)
Dietary fiber (%)		4.6 ± 0.47 (52.27)

*Values are mean ± SE Values are mean of triplicates.
**Percentages of wet weight basis.
***Percentages of dry weight basis.

Table 4. The contents of minerals of the *Wasabi japonica* Matsum leaves.

Mineral	Contents (㎎/100g, dry weight basis)
Ca	1,794.43 ± 10.17
Mg	614.89 ± 1.21
Na	444.32 ± 2.69
K	5,969.09 ± 1.34
P	772.05 ± 3.84
Fe	17.72 ± 1.61
Zn	3.52 ± 0.17
Cu	0.23 ± 0.39
Mn	5.00 ± 0.37

함량을 Table 3에 정리하였다. 고추냉이 잎 100 g (wet weight basis)중에는 수분 91.2%, 탄수화물 4.7%, 조단백 2.2%, 조지방 0.7%, 조회분 1.2%가 함유되어 있으며, 총 식이섬유소 함량은 4.6%이었다. 또한 고추냉이 잎 100 g의 총 열량은 385.23 kcal로 분석되었다. 한편 영양소의 함량을 평가하는데는 실제적인 고형물의 함량이 중시되므로 wet weight basis보다는 dry weight basis가 효과적일 것으로 판단하여 고추냉이 잎의 일반성분과 식이섬유소 함량을 건량기준으로 환산하여 Table 3의 괄호 안에 표시하였다. 그 결과 탄수화물 53.41%, 조단백질 25.00%, 조회분 13.64% 및 조지방 7.95%

Table 5. The contents of sinigrin and allyisothiocyanate of the *Wasabi japonica* Matsum leaves.

Wasabi leaves	Contents (㎎/g)
Sinigrin	69.2 ± 1.81
Allyisothiocyanate	241.0 ± 0.54

로 나타났다. 따라서 고추냉이 잎의 주된 성분은 대부분의 식물체의 구성성분인 탄수화물과 단백질로 구성되어 있었으며, 일반성분 중에서 조지방 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다.

2. 무기질 함량

Table 4는 고추냉이 잎 100 g (dry weight basis)중 무기질 함량을 분석한 결과이다. 칼륨이 약 5.96 g으로 가장 함량이 높았고 그 다음이 칼슘 (1.79 g), 인 (772.05 ㎎), 마그네슘 (614.89 ㎎) 순이었다. 미량영양소인 아연, 망간, 철분, 및 구리 함량도 각각 3.52 ㎎, 5.00 ㎎, 17.72 ㎎, 및 0.23 ㎎ 함유되어 있는 것으로 분석되었다. 식품성분표 (농촌진흥청 2011)의 분석결과보다 함량이 높게 나타났으며 이는 고추냉이의 재배방법 및 시기에 따른 결과로 보여진다.

3. 고추냉이 잎의 sinigrin 및 isothiocyanate 함량

고추냉이의 sinigrin과 allylisothiocyanate의 함량을 검정한 결과 Table 5에 나타내었으며, sinigrin은 69.2 ㎎/g, allyl isothiocyanate은 241.0 ㎎/g함량을 나타내었다. 이러한 것은 추출과 분석과정에서 sinigrin이 myrosinase에 의해 가수분해 되어 allyl isothocyanate가 생성되기 때문이며 고추냉이에서의 향미성분의 분석은 sinigrin의 함량과 함께 allyl isothiocyanate의 함량을 검정하는 것이 애초 고추냉이에 포함되어진 sinigrin의 함량을 예측할 수 있는 방법이 될 것으로 생각된다.

4. 고추냉이 잎 추출물의 추출 수율 및 항산화 성분

본 연구에서 사용한 추출 용매는 식품으로 사용가능한 에탄올과 물을 사용하였다. 추출용매별 고추냉이 잎 추출물의 추출수율은 70% 에탄올 추출물에서 21.33%로 열수 추출물의

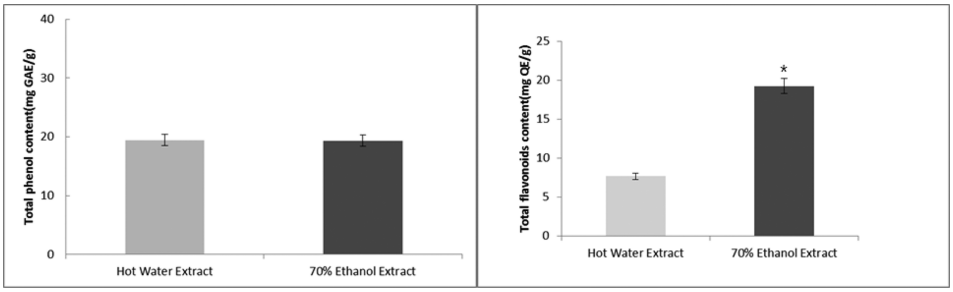

Fig. 1. Total phenol and total flavonoids contents of hot water and 70% ethanol extracts obtained from *Wasabi japonica* Matsum leaves.

15.37%에 비해 높은 수율을 나타내었다. 천연물에 존재하는 폴리페놀계 화합물들은 분자 내 phenolic hydroxyl기가 효소 단백질과 같은 거대분자들과 결합하는 성질을 가지고 있기 때문에 항산화, 항심혈관질환, 항암, 항골다공증 및 항당뇨와 같은 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다 (Scalbert *et al*., 2005; Sakihama *et al*., 2002). Fig. 1에서 보는바와 같이, 고추냉이 잎 열수추출물 및 70% 에탄올 추출물에 함유된 총페놀 함량은 각각 19.44 ± 0.23 및 19.33 ± 1.17 ㎎ GAE/g로 나타났으며, 플라보노이드 함량은 각각 7.69 ± 0.71 및 19.25 ± 1.41 ㎎ QE/g를 나타내었다. 식물 기원의 시료에서 페놀 화합물은 그 함량은 많을수록 항산화 활성이 높으며 (Duval and Shetty, 2001), 식물시료의 변색에 주된 영향을 미치는 인자로 알려져 있다 (Choi and Lee, 1999). 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고 이들의 구조적 차이에 따라 과산화지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다 (Middleton and Kandaswami, 1994). Kim 등 (2004)은 20여종의 약용식물류의 총 페놀과 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 상관관계에서 폴리페놀의 함량이 플라보노이드보다 많을수록 항산화 활성이 높다고 보고한 결과와는 유사한 결과를 나타내었다.

5. 항산화 활성

DPPH radical 소거능을 이용한 고추냉이 잎 추출물들의 항산화 활성은 Fig. 2와 같이 70% 에탄올 추출물의 각각의 농도에서 19.74 ~ 36.90%를 나타내었으며, 동일한 농도의 열수 추출물에서는 19.54 ~ 37.86%의 DPPH 라디칼 소거능을 보여 70% 에탄올 추출물과 열수 추출물이 비슷한 결과를 나타내었으며, 항산화제로 잘 알려져 있는 BHT와 α-tocopherol보다 낮은 항산화 활성을 보여 주어 Park 등 (2001)의 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. Kang 등 (1995)은 전자공여능이 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenol 성 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 하였다. 또한, 70% 에탄올과 열수 추출물의 농도별 환원력을 측정한 결과 Fig. 3과 같이 1,000 ㎍/㎖의 농도에서 70% 에탄올 추출물과 열수 추출물의 환원력이 각각 0.12 (A700), 0.12 (A700)로 나타나 70% 에탄올 추출물과 열수 추출물이 차이가 없음을 나타내었다. 이상의 결과에로 비추어 볼 때, 추출 용매별 고추냉이 잎 추출물들에 함유된 총페놀 및 총 플라보노이드의 조성 및 함량의 차이가 이들 추출물의 항산화 활성에 주요한 영향을 미치는 것으로 판단된다.

고추냉이 잎의 일반성분 및 아미노산, 무기질 항산화 효과에 대해서 조사하였다. 식품영양학적 접근에서의 고추냉이 잎 일반성분은 건량기준으로 당질 53.41%, 조단백질 25.00%,

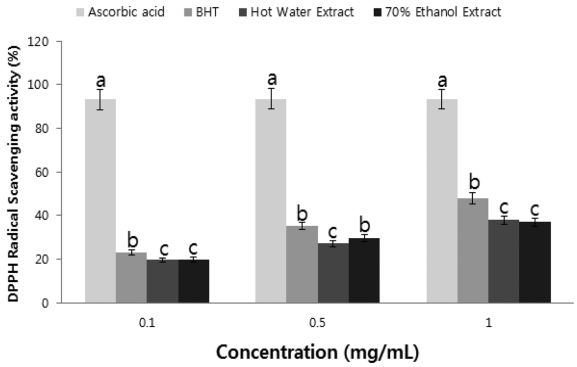

Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of hot and 70% ethanol extracts obtained from *Wasabi japonica* Matsum leaves.

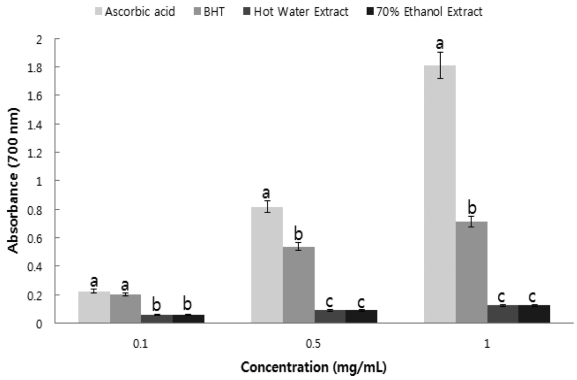

Fig. 3. Reducing power of hot and 80% ethanol extracts obtained from *Wasabi japonica* Matsum leaves.

조지방 7.95% 및 조회분 13.64%이었고 고추냉이 잎 100g의 함유 열량은 385.23 kcal로 분석되었으며, 총 식이섬유소 함량은 건량기준으로 52.27%이었다. 또한, 무기질 중 칼륨의 함유량이 가장 높았고 그 다음이 칼슘, 인, 마그네슘 순으로 나타나 알칼리성 재료임을 알 수 있었다. Sinigrin과 allyisothiocyanate 함량은 69.2 ㎎/g 및 241.0 ㎎을 나타내었다. 총 페놀 함량은 고추냉이 잎 열수 추출물 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 19.44 ± 0.23 및 19.33 ± 1.17 ㎎ GAE/g로, 총 플라보노이드 함량은 고추냉이 잎 열수 추출물 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 7.69 ± 0.71 및 19.25 ± 1.41 ㎎ QE/g로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능 및 환원력과 같은 항산화 활성은 70% 에탄올 추출물과 열수 추출물의 차이가 없었으며, 항산화효과는 항산화에 대해 연구 된 바 있는 다른 천연물에 비해 그 효능이 비슷하거나 떨어져 항산화에 대한 효과는 있으나 높지 않을 것으로 보인다. 이들의 결과로 비추어 볼 때, 고추냉이 잎 추출물들에 함유된 총페놀 및 총 플라보노이드의 조성 및 함량의 차이가 이들 추출물의 항산화 활성에 주요한 영향을 미치는 것으로 판단된다.

REFERENCES

A.O.A.C. (1984a). Official Methods of Analysis(14th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA. p.878.

A.O.A.C. (1990a). Official Methods of Analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA. p.788.

A.O.A.C. (1995a). Official Methods of Analysis(16th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA. p.70.

Bae SM, Kim JH, Cho CW, Jeong TJ, Ha JU and Lee SC. (2001). Effect of microwave treatment on the antioxidant activity of rice processed by-products. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 30:1026-1032.

Bashan N, Kovsan J, Kachko I, Ovadia H and Rudich A. (2009). Positive and negative regulation of insulin signaling by reactive oxygen and nitrogen species. Physiological Reviews. 89:21-71.

Cha WS, Kim CK and Kim JS. (2002). On the development of functional health beverages using *Citrus reticulate*, *Ostrea glgas*. Korean Journal of Biotechnology and Bioengineering. 17:503-507.

Choi MS, Do DH and Choi DJ. (2002). The effect of mixing beverage with *Aralia continentatis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 15:165-172.

Choi KS and Lee HY. (1999). Characteristics of useful components in the leaves of Baechohyang(*Agastache rugosa*, O. Kuntze). Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 25:326-322.

Duval B and Shetty K. (2001). The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea(*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. Journal of Food Biochemistry. 25:361-377.

Eun JS, Ko JA, Kim YS and Kim MJ. (1998) Mass propagation of *Wasabia japonica* by apical meristem culture. Korean Journal of Horticultural Science and Technoloy. 39:278-282.

Gutfinger T. (1981). Polyphenols in olive oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 58:966-967.

Halliwell B. (1996). Antioxidants in human health and disease. Annual Review of Nutrition.16:33-49.

Han HK and Lim SJ. (1998). Effect of fractions from methanol extract of *Commelina ommuris* on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean Journal of Food Science and Technology. 14:577-583.

Han H, Song YJ and Park SH. (2004). Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function in *Aorta relaxation*. Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology 18:1078-1082.

Hawthorne SB, Grabanski CB, Martin E and Miller DJ. (2000). Comparison of soxhlet extraction, pressurized liquid extraction, supercritical fluid extraction and subcritical water extraction for environmental solids: recovery, selectivity and effects on sample matrix. Journal of Chromatography A. 892:421-433.

Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH and Lee JB. (1998). Composition of organic acid, fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. Korean Journal of Food Science and Technology. 20:100-106.

Kang YH, Park YK, Oh SR and Moon KD. (1995). Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean Journal of Food Science and Technology. 27:978-984.

Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR and Rhyu MR. (2004). Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean Journal of Food Science and Technology. 36:333-338.

Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH and Moon KD. (2002). Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. Korean Journal of Food Science and Technology. 34:617-624.

Korea Food and Drug Administration(KFDA). (2002). Food standard codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea. p.301-301.

Lee JH, Lee KS, Choi JY and Lee YB. (2005). Effects of sucrose, mineral salt and aeration volume on mineral composition of wasabi plantlet in bioreactor culture. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 10:45.

Lee GD, Chang HG and Kim HK. (1997). Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. Korean Journal of Food Science and Technology. 29:432-436.

Lee WC. (1996). An color illustrated guide to Korean criteria flora. Academy Books. Seoul, Korea. p.142.

Lee SW, Lee BH, Lee JI and Kim YH. (1994). *Multip lication* by in vitro culture of axillary bud in *Wasabia japonica* Matsum. Journal of Agricultural Science. 36:186-190.

Middleton EJ and Kandaswami C. (1994). Potential health promoting properties of citrus flavonoids. Food Technology. 48:115-119.

Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR and Vattuone MA. (2000). Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentiana. Journal of Enthropharmacology. 71:109-114.

Morrissey PA and O'Brien NM. (1998). Dietary antioxidants in health and disease. International Dairy Journal. 8:463-472.

Oyaizu M. (1986). Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products pre-pared from glucosamine. Japanese Journal of Nutrition. 44:307-315.

Park SH and Han JH. (2003). The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. Journal of Nutrition. 36:49-63.

Park YK. (2001). Studies on the effects of *Puerariae* Flos, *Curcumae* Radix and *Sophorae* Radix on the antioxidation. The Korean Journal of Herbology. 16:41-53.

Park KI, Yoon MJ, Kwon SW, Choi SY and Lee KS. (1996). Effects of colchicine and EMS on induction of variants in *Wasabia japonica* Matsum. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:12-18.

Park YY, Cho MS and Chung JB. (2007). Effect of salt strength, sucrose concentration and NH_4/NO_3 ratio of medium on the shoot growth of *Wasabia japonica* vitro culture. Journal of Plant Biotechnology. 34:263-269.

Park YY, Cho MS, Park S, Lee YD, Jeong BR and Chung JB. (2006). Sinigrin contents in different tissues of wasabi and antimicrobial activity of their water extracts. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 24:480-487.

Rural Development Administration(RDA). (2011). Food Composition Table. RDA. Suwon, Korea. p.122-123.

Sakihama Y, Coben MF, Grace SC and Yamasaki H. (2002). Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: Phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. Toxicology. 177:67-80.

Scalbert A, Johnson IT and Saltmarsh M. (2005). Polyphenols: Antioxidants and beyond. American Journal of Clinical Nutrition. 81:215S-217S.

Seo KM and Chung CH. (2012). The quality characteristics of th soy sauce seasoned chicken meat with the blended wasabi(*Wasabia japonica* Matsum.) juice during cold storage. Korean Journal of Food Cookery Science. 28:579-588.

Seo JY, Kim KD, Shin IS, Choi KD and Lee SM. (2010). Effects of supplemental dietary wasabi extract, chitosan and *Pophyra* on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. Korean Journal of Fisheries Aquatic Sciences. 42:257-261.

Seo YC, Choi WY, Kim JS, Zou YY, Lee CG, Ahn JH, Shin IS and Lee HY. (2010). Enhancement of antimicrobial activity of nano-encapsulated horseradish aqueous extracts against food-borne pathogens. Korean Journal of Medicinal Crops Science. 18:389-397.

Shin EH and Park SJ. (2014). Component analysis and antioxidant activity of *Aster koreaiensis* Nakai. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition. 43:74-79.