

건조방법을 달리한 땅콩호박의 영양성분 분석 및 생리활성 평가

심완섭 · 김호중* · 구수빈* · 채선희* · 최용원* · 문 호 · 박성민** · †이옥환***

강원대학교 식품생명공학과 대학원생, *강원대학교 식품생명공학과 학부생,

강원대학교 원예학과 교수, *강원대학교 식품생명공학과 교수

Analysis of Nutritional Components and Physiological Activity of Butternut Squash (*Cucurbita moschata*) by Drying Methods

Wan-Sup Sim, Ho-Joong Kim*, Su-Bin Ku*, Seon-Hee Chae*,
Yong-Won Choi*, Xiao Men, Sung-Min Park** and †Ok-Hwan Lee***

Graduate Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

*Undergraduate Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

**Professor, Dept. of Horticulture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

***Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Abstract

The purpose of this study was to provide the basic data of butternut squash (*Cucurbita moschata*) according to the drying methods. The proximate composition and chromaticity of freeze-dried and hot air-dried *Cucurbita moschata* powders were evaluated, and the antioxidant effects of these ethanolic extracts were analyzed by DPPH, ABTS, FRAP, reducing power activity, total phenolic, and flavonoid content. As a result, *Cucurbita moschata* was revealed to have high carbohydrate and crude protein contents, while crude ash and crude fat contents were relatively low. Also, it was confirmed that the hot air-dried *Cucurbita moschata* had lower L, a, and b values than the freeze-dried *Cucurbita moschata*. Additionally, as a result of analyzing the antioxidant activity of *Cucurbita moschata* ethanolic extracts, hot air-dried *Cucurbita moschata* ethanolic extract showed significantly superior antioxidant activity than freeze-dried *Cucurbita moschata* ethanolic extract. Also, hot air-dried *Cucurbita moschata* ethanolic extract was revealed to have a higher polyphenol content, but slightly lower flavonoid content than freeze-dried *Cucurbita moschata* ethanolic extract. Based on the data from this study, further experiments on *Cucurbita moschata* material are necessary.

Key words: *Cucurbita moschata*, freeze-drying, hot air-drying, proximate composition, antioxidant activity

서 론

호박(*Cucurbita* spp.)은 일년생 초본 박과채소로, 크게 동양계 호박(*Cucurbita moschata*), 서양계 호박(*Cucurbita maxima*), 페포계 호박(*Cucurbita pepo*)으로 나누어지며(Azevedo-Meleiro & Rodriguez-Amaya 2007), 특히 우리나라에서는 애호박, 늙은 호박 등의 동양계 호박의 재배량이 많으며 널리 알려져 있다(Rhee 등 2015). 그러나 애호박, 늙은 호박의 영양성분, 품질 특성 및 생리활성 연구(Cho GS 1997; Jang 등 2001; Kim 등

2005)에 비해 건조된 땅콩호박의 영양성분 및 생리활성에 관한 연구는 비교적 미비한 실정이다. 땅콩호박은 중앙아메리카, 멕시코 남부 원산의 동양계 호박으로 고온 습윤한 환경에 잘 견디는 재배종으로 알려져 있다(Olson 등 2006). 땅콩호박은 약 40 kcal의 낮은 열량을 갖는 식품으로(Slaska-Grzywna 등 2016), 건강식 다이어트 원재료 및 회복기의 환자에게 좋은 식품으로 알려져 있다. 또한 땅콩호박은 β -carotene 함량이 높아, 체내에서 비타민 A로 합성되어 야맹증, 백내장 등과 같은 안구성 질환에 도움을 줄 수 있으며(Idle & Kabelka

† Corresponding author: Ok-Hwan Lee, Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea. Tel: +82-33-250-6454, Fax: +82-33-259-5561, E-mail: loh99@kangwon.ac.kr

2009; Zaccari & Galietta 2015), β -carotene, β -cryptoxanthin 등을 포함한 다양한 카로티노이드계 색소는 활성산소로부터 신체 내 세포의 산화 및 노화를 예방하여 항산화, 항암 등의 작용을 나타내는 것으로 보고되었다(Paiva & Russell 1999).

땅콩호박은 수분함량이 높은 식품으로, 이는 미생물의 생육과 생화학적 변화가 용이하여, 저장성이 낮아 가공법에 대한 연구 필요성이 대두된다. 건조는 물체에 포함되어 있는 습기와 수분을 분리해 제거하는 과정으로, 건조에 의해 감소된 수분활성도는 식품의 저장성을 높이는데 중요한 역할을 한다(Kim 등 2017). 건조방법으로는 동결건조, 열풍건조, 원적외선, 진공건조, 마이크로파 등의 방법이 있고, 그 중 동결건조법과 열풍건조법이 보편적으로 사용되며, 동결건조는 건조시간이 느리고 높은 비용의 단점이 있지만, 식품의 조직감 및 성분 변화를 최소화 할 수 있는 장점이 있는 반면, 열풍건조는 건조 시 발생하는 열로 인해 식품의 풍미와 성분이 변화할 수 있는 단점이 있지만, 건조 시간이 빠르고 비교적 간편하며 경제적인 장점이 있다고 알려져 있다(Kim 등 2018). 동결 및 열풍건조된 건조식품의 품질 특성 및 생리활성 비교연구는 다양한 식품군에서 폭넓게 연구되어져 있으며(Sun 등 2015; Kamiloglu 등 2016; Lee 등 2016), 이처럼 상이한 건조법에 따른 식품학적 특성 및 생리활성 비교연구는 기초연구 및 산업화 적용 등에 고려사항이 되어, 이는 매우 중요한 연구과정이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 땅콩호박을 동결건조 및 열풍건조의 방법으로 건조한 뒤 건조방법에 따른 영양성분과 항산화 효과를 비교 분석함으로써, 건조 조건 별 땅콩호박에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구의 땅콩호박(*Cucurbita moschata*)은 해품고야 농장(Dangjin, Chungnam, Korea)으로부터 구매하였으며, 땅콩호박의 과육을 분리하여 열풍건조(70°C, 3시간) 및 동결건조한 뒤 이들을 조분쇄 후, 체(Chunggye Industrial MFG Co, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 40 mesh 사이즈로 제조된 균일한 땅콩호박 분말을 영양성분 분석에 사용하였다. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), ferric chloride, potassium persulfate, potassium ferricyanide, trichloroacetic acid, iron chloride, aluminum nitrate, potassium acetate, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, sodium carbonate, gallic acid, quercetin 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

2. 일반성분 분석

건조된 땅콩호박 분말의 일반성분 분석은 AOAC법에 따라 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질은 각각 105°C 상압건조법, 550°C 직접회화법, Soxhlet 추출법 및 Kjeldahl법을 통해 분석하였고, 탄수화물은 100%에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

3. 색도 측정

건조된 땅콩호박 분말의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 나타내었다.

4. 땅콩호박 추출물 제조

땅콩호박의 지용성 화합물과 수용성 화합물을 함께 추출하기 위해 80% ethanol 추출용매를 사용하여, 건조된 땅콩호박 40 g을 15배의 80% ethanol 용매에 잠기도록 하여 80°C에서 3시간 동안 환류 추출하였다. 추출 용액은 여과지(Whatman, No. 3, Maidstone, Kent, UK)를 이용하여 여과 후, 회전 감압 농축기(Rotavapor R-200, Buchi, Flawil, Switzerland)를 통해 농축한 뒤, 동결건조(Ilshinbiobase Co., Ltd, Gyeonggi, Korea)를 통해 파우더 형태의 땅콩호박 추출물을 제조하였다. 이들은 추출용매인 80% ethanol에 용해하고, 농도별 희석하여 항산화 실험에 사용하였다.

5. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정은 Kim 등(2009)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 땅콩호박 추출물 0.2 mL를 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL에 첨가하여 혼합한 뒤 암소에서 10분간 반응시킨 후 microplate reader(Molecular devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정한 뒤 다음과 같은 계산식을 통해 DPPH 라디칼 소거능을 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = (1 - A_{\text{experiment}}/A_{\text{control}}) \times 100$$

$A_{\text{experiment}}$: Absorbance of experimental group

A_{control} : Absorbance of control group

6. ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 측정은 Jang 등(2017)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate를 1:0.5의 비율로 혼합하여 암소에서 16 시간 동안 반응시켜 ABTS 양이온이 형성되도록 유도시킨 후, 734 nm의 흡광도 값이 0.07±0.02가 되도록 무수에탄올을 사용하여 조절하였다. 제조한 ABTS 용액 1 mL에 땅콩호박

추출물 10 μ L를 첨가하여 6분간 반응시킨 후 microplate reader를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 계산식을 통해 ABTS 라디칼 소거능을 산출하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = (1 - A_{\text{experiment}}/A_{\text{control}}) \times 100$$

$A_{\text{experiment}}$: Absorbance of experimental group

A_{control} : Absorbance of control group

7. FRAP activity 측정

FRAP activity 측정은 Lee 등(2014)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 먼저 300 mM sodium acetate buffer(pH 3.6), 10 mM TPTZ, 20 mM FeCl \cdot 6H $_2$ O 용액을 10:1:1 비율로 조제하여 혼합용액을 제조하였다. FRAP 혼합용액 1.5 mL에 땅콩호박 추출물 0.05 mL 및 증류수 0.15 mL를 첨가하여 37°C에서 4분간 반응시킨 뒤 microplate reader를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. FRAP activity는 593 nm O.D. value로 결과값을 제시하였다.

8. Reducing power activity 측정

Reducing power activity 측정은 Yin 등(2019)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 땅콩호박 추출물 0.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer 2.5 mL, 1% potassium ferricyanide를 첨가한 뒤 50°C에서 20분간 반응시켰다. 그 후 반응용액에 10% trichloroacetic acid 2.5 mL를 가한 뒤, 원심분리 (1,790 \times g, 10 min)를 통해 얻어진 상층액 2.5 mL는 0.1% iron (III) chloride 0.5 mL, 증류수 2.5 mL와 진탕 혼합되어 microplate reader를 통해 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Reducing power activity는 700 nm O.D. value로 결과값을 제시하였다.

9. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Jung 등(2016)의 방법을 변형하여 측정하였다. 땅콩호박 추출물 1 mL에 10% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL, 2% Na $_2$ CO $_3$ 1 mL를 순서대로 첨가한 후 암소에서 1시간 동안 반응시킨 뒤 microplate reader를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 표준물질로 사용한 표준 검량 곡선($y=17.158x - 0.0357$, $R^2=0.998$)으로부터 땅콩호박 추출물의 총 페놀 함량을 계산하였다.

10. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Park 등(2010)의 방법을 변형하여 측정하였다. 땅콩호박 추출물 0.5 mL에 95% ethanol, 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 증류수 2.8 mL를 첨가하여 상온에서 30분간 반응시킨 후 microplate

reader를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 사용한 표준 검량 곡선 ($y=4.5026x - 0.0286$, $R^2=0.9983$)으로부터 땅콩호박 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

11. 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 3 반복 측정을 통해 mean \pm standard deviation으로 제시하였고, SAS 9.4 version(SAS institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 통계 분석하였다. One-way ANOVA 검정으로 유의성 분석을 실시하였으며, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성은 $p<0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 건조방법을 달리한 땅콩호박의 일반성분 함량

동결 및 열풍건조된 땅콩호박의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 동결 및 열풍건조된 땅콩호박에서 가장 많은 일반성분은 탄수화물이며, 각각 51.50 \pm 0.12%, 53.32 \pm 0.35%를 차지하였고, 열풍건조물에서 더 높은 유의적인 차이를 보였다. 식품의 무기물 함량 값인 조회분 수치는 각각 13.11 \pm 0.13%, 13.45 \pm 0.27%로 유의적인 차이가 없었지만, 조지방 및 조단백질 함량은 동결건조물에서 각각 3.81 \pm 0.25%, 19.61 \pm 0.15%로 열풍건조물(0.60 \pm 0.13%, 19.09 \pm 0.01%)에 비해 유의적으로 높은 함량 차이를 나타내었다. Dari & Yaro(2016)가 연구한 가나 유래 땅콩호박 재배종의 일반성분 분석 결과는, 건물 중량으로 환산하였을 때 조단백질 함량은 약 4.81%, 조지방 함량은 약 0.72%, 조회분 함량은 55.46%로 측정되었고, Jacobo-Valenzuela 등(2011)이 연구한 멕시코 유래 땅콩호박 재배종의 일반성분 분석 결과에서는 조회분 함량은 약 10.54%, 조단백질 함량은 약 16.69%로 측정되어, 본 연구의 일반성분 함량값과 다소 차이를 보였다. 이는 땅콩호박의 원산지 및 재배시기에 따른 차이에 기인한 결과로 생각된다(Hwang 등

Table 1. Proximate composition contents of butternut squash (*Cucurbita moschata*) with freeze-dried and hot air-dried

	Butternut squash (<i>Cucurbita moschata</i>)	
	Freeze-dried	Hot air-dried
Moisture	11.97 \pm 0.51	13.54 \pm 0.32*
Crude ash	13.11 \pm 0.13	13.45 \pm 0.27
Crude fat	3.81 \pm 0.25*	0.60 \pm 0.13
Crude protein	19.61 \pm 0.15*	19.09 \pm 0.01
Carbohydrate	51.50 \pm 0.12	53.32 \pm 0.35*

* Values are significantly different at the $p<0.05$ level by *t*-test.

2011). 또한 단호박, 늙은호박의 일반성분 함량을 분석한 Kim 등(2005)의 연구와 비교하였을 때, 땅콩호박의 조단백질 함량은 더 높은 수치를 나타내었으며, 조회분, 조지방 및 탄수화물 함량은 더 낮은 것으로 분석되었다.

2. 건조방법을 달리한 땅콩호박의 색도

동결 및 열풍건조된 땅콩호박의 색도 측정결과는 Table 2와 같다. 색도를 구성하는 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)은 열풍건조 시 동결건조에 비해 모든 값에서 감소된 수치를 나타내었다. 특히 명도를 나타내는 L값과 황색도를 나타내는 b값은 열풍건조물(69.94±0.16, 35.95±0.10)에서 동결건조(77.64±0.16, 39.35±0.44)에 비해 유의적으로 감소하였다. Jacobo-Valenzuela 등(2011)이 연구한 멕시코 유래 땅콩호박의 색도 측정 결과, L값은 73.19±11.43, a값은 5.57±6.71 및 b값은 43.86±13.94로 본 연구결과와 유사한 것을 확인하였다. 또한 Lee 등(1998)은 열처리 온도와 처리시간에 따라 색도 수치인 L값과 b값이 감소하여 갈변도가 증가한다고 보고하였으며, 이는 땅콩호박의 동결 및 열풍건조의 건조온도 조건이 다르기 때문에, 동결 및 열풍건조된 땅콩호박의 갈변 정도가 상이하게 나타난 것으로 사료된다.

3. 건조 별 땅콩호박 주정추출물의 항산화 활성 및 항산화 성분 함량

동결 및 열풍건조에 따른 땅콩호박 주정추출물의 항산화 활성 및 항산화 성분 함량을 측정하기 위하여 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP activity 및 reducing power activity와 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정하였으며, Fig. 1에 나타내었다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거능은 항산화 활성을 측정하는 대표적인 분석방법으로, 항산화 물질의 수소 공여를 통한 DPPH 및 ABTS의 hydroxyl radical group이 소거되어 화합물이 탈색되는 원리를 이용하는 방법이다 (Jung 등 2012). 건조된 땅콩호박 주정추출물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 각각 땅콩호박 주정추출물 1.25, 2.5

및 5 mg/mL 농도에서 각각 25.37±0.74~70.05±0.32%, 15.69±0.19~63.01±0.88%의 라디칼 소거능을 나타내었다(Fig 1A, Fig 1B). 동결 및 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 모두 농도 유의적으로 항산화 활성이 증가하였으며, 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물이 동결건조된 땅콩호박 주정추출물보다 우수한 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 보였다. FRAP 활성 측정은 항산화 물질의 전자 공여능으로 인하여 Fe³⁺-TPTZ 화합물이 Fe²⁺-TPTZ 화합물로 전환되어지는 환원력을 이용하는 방법으로, yellow 계열의 색에서 blue 계열의 색으로 탈색되고, 이를 흡광도 값으로 항산화 활성을 나타낸 방법이다(Nilsson 등 2005). Reducing power 활성 측정은 불안정한 potassium ferricyanide 화합물이 항산화 물질의 전자 공여를 통해 ferrichloride가 ferrochloride로 전환되는 원리를 이용하여, 탈색되어진 최종 화합물의 흡광도 값으로 항산화 활성을 나타낸 방법이다(Kim 등 2013). FRAP 및 reducing power activity는 땅콩호박 주정추출물 1.25, 2.5 및 5 mg/mL 농도에서 각각 0.18±0.00~0.45±0.01, 0.13±0.00~0.31±0.00으로 측정되었다(Fig 1C, Fig 1D). 동결 및 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물의 FRAP 및 reducing power activity는 모두 농도 유의적으로 항산화 활성이 증가하였으며, 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물이 동결건조된 땅콩호박 주정추출물보다 우수한 FRAP 및 reducing power activity를 나타낸 것을 확인하였다. 결론적으로, 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물에서 동결건조된 땅콩호박 주정추출물보다 농도 유의적으로 우수한 항산화 활성을 나타내었다. Kim 등(2009)의 연구에 따르면, 식품은 열풍건조 시 동결건조 과정에 비해 비교적 고온에 노출되기 때문에, 열에 의한 갈변이 촉진된다고 여겨진다. 갈변은 polyphenol oxidase, tyrosinase 등에 의한 효소적 갈변과 Maillard reaction, caramelization 등에 의한 비효소적 갈변으로 구분되며, 이때 생성되는 갈변물질은 식품의 색을 브라운화할 뿐 아니라, 항산화 등의 기능적인 역할을 나타낸다고 보고되었다(Chung 등 1996). 따라서, 땅콩호박 건조물의 색도 측정결과에서 알 수 있듯이, 땅콩호박을 열풍건조 시 생성된 갈변물질들로 인해 동결건조물보다 상대적으로 항산화력이 우수한 것으로 사료된다.

폴리페놀계 물질들은 한 분자 내 두 개 이상의 페놀 그룹을 가진 방향족 화합물을 가리키며, anthocyanin등을 포함한 flavonoid류, coumarin, stilbene, catechin 등의 phenylpropanoids 류 및 tannin류 등으로 구분되며, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다고 보고되어 있다(Jung 등 2012). 건조 별 땅콩호박 주정추출물의 총 폴리페놀 함량은 동결건조물과 열풍건조물에서 각각 3.84±0.18 mg GAE/g, 5.23±0.05 mg GAE/g으로 열풍건조물에서 그 함량이 유의적으로 높았으며, 총 플라보노이드 함량은 동결건조물과 열풍건조물에서 각각 2.84±

Table 2. Color value of butternut squash (*Cucurbita moschata*) with freeze-dried and hot air-dried

Hunter color system ¹⁾	Butternut squash (<i>Cucurbita moschata</i>)	
	Freeze-dried	Hot air-dried
L	77.64±0.16*	69.94±0.16
a	12.88±0.70	12.19±0.15
b	39.35±0.44*	35.95±0.10

¹⁾ Numeric description of color using L, a, b Hunter color system. L (lightness or darkness); a (red or green); b (yellow or blue).

* Values are significantly different at the $p < 0.05$ level by *t*-test.

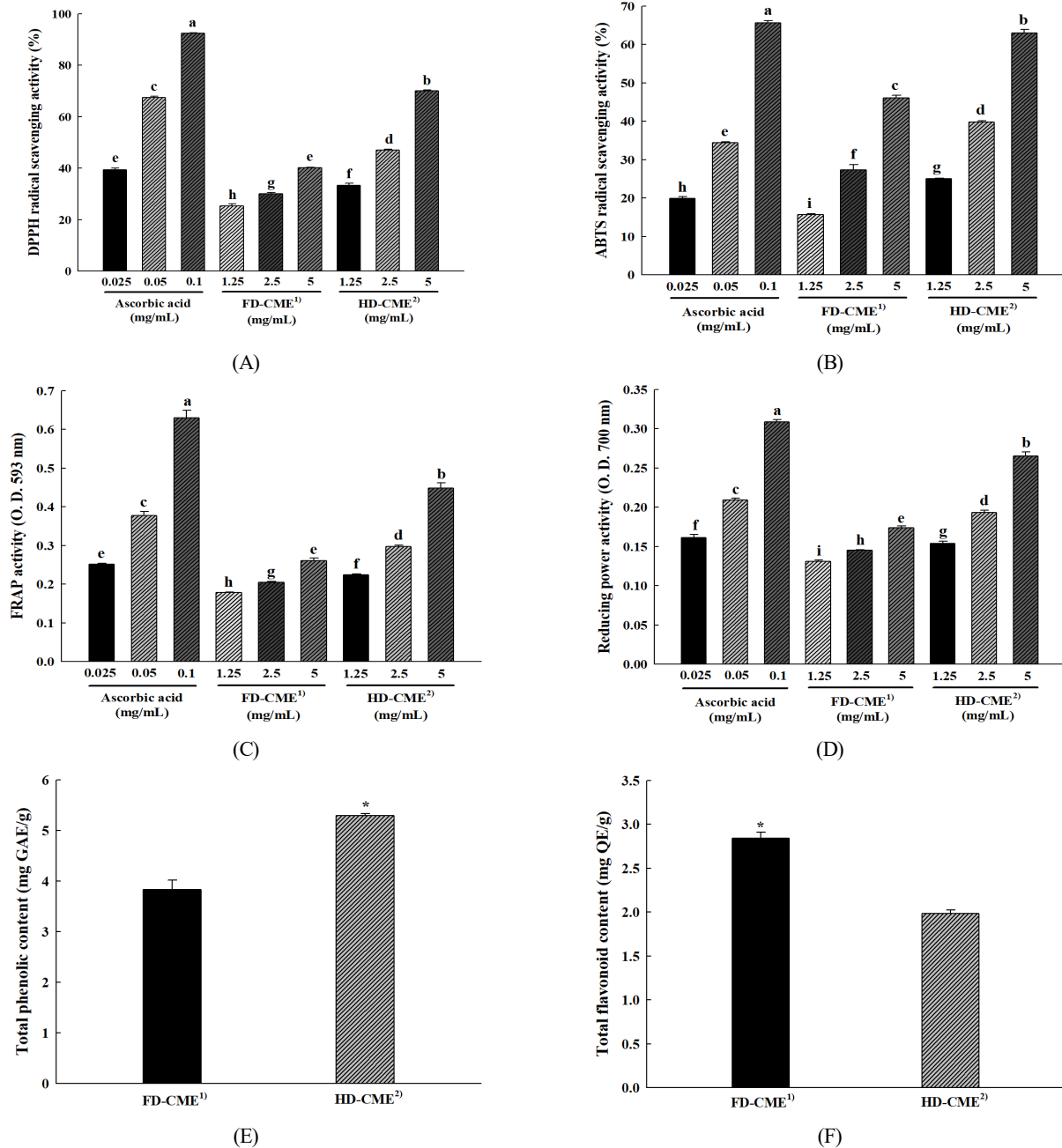


Fig. 1. Antioxidant activities and compounds of ethanolic extracts of butternut squash (*Cucurbita moschata*) with freeze-dried and hot-air dried. (A) DPPH radical scavenging activity, (B) ABTS radical scavenging activity, (C) FRAP activity, (D) Reducing power activity, (E) Total phenolic content, (F) Total flavonoid content. Data are shown as the mean±standard deviation (n=3). Bars with different letters indicate statistically significant differences among groups at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ¹⁾ FD-CME: Freeze-dried *Cucurbita moschata* extract, ²⁾ HD-CME: Hot air-dried *Cucurbita moschata* extract.

0.07 mg QE/g, 1.98 ± 0.04 mg QE/g으로 동결건조물에서 그 함량이 유의적으로 높은 것으로 측정되었다(Fig 1E, Fig 1F). 높은 호박 추출물의 항산화 효과를 분석한 Kim 등(2011)의 연구결과는 총 폴리페놀 함량은 7.08 ± 0.84 mg GAE/g, 총 플라

보노이드 함량은 1.89 ± 0.24 mg QE/g으로 나타낸 것을 보아, 본 연구에서의 땅콩호박 추출물은 총 폴리페놀 함량이 다소 낮게 측정된 대신, 총 플라보노이드 함량이 높은 것으로 확인되었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 건조방법을 달리한 땅콩호박의 영양성분 및 항산화 효과를 평가하기 위하여 동결 및 열풍건조된 땅콩호박의 일반성분 함량 및 색도를 분석하고, 땅콩호박 주정추출물의 항산화 효과를 측정하였다. 건조별 땅콩호박의 일반성분 분석 결과, 땅콩호박은 탄수화물 및 조단백질 함량이 높은 반면, 조지방 및 조지방 함량은 비교적 낮은 것으로 확인되었다. 또한 동결 및 열풍건조에 따른 땅콩호박의 일반성분 함량의 차이는 다소 미비하였다. 건조별 땅콩호박의 색도 측정 결과, 땅콩호박 열풍건조물은 동결건조물에 비해 색도를 구성하는 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 모두 감소된 수치를 나타내어 갈변도가 증가한 것을 확인하였다. 땅콩호박 주정추출물의 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP, reducing power activity)을 측정한 결과, 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물이 동결건조된 땅콩호박 주정추출물보다 유의적으로 우수한 항산화 활성을 나타내었다. 또한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 분석을 통해, 열풍건조된 땅콩호박 주정추출물이 동결건조된 땅콩호박 주정추출물보다 폴리페놀(gallic acid equivalents) 함량은 높지만, 플라보노이드(quercetin equivalents) 함량은 다소 낮은 것을 보아, 여러 가지 표준물질을 통해 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 더불어 땅콩호박을 고부가가치 식품소재로 활용하기 위하여 기기분석을 통한 지표물질 성분분석 및 다양한 생리활성 연구가 뒷받침되어야 한다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원(No. 2017H1D8A1028271)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

References

- Azevedo-Meleiro CH, Rodriguez-Amaya DB. 2007. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. *J Agric Food Chem* 55:4027-4033
- Cho GS. 1997. Chemical compositions of the green and ripened pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) *Korean J Food Sci Technol* 29:657-662
- Chung SK, Chung YY, Jeong WS. 1996. Studies on the browning inhibition of yam (*Dioscorea aimadoimo*) during hot air dehydration. *Agric Chem Biotechnol* 39:384-388
- Dari L, Yaro NS. 2016. Nutritional composition and storage of butternut squash. *Ghana J Hort* 12:25-31
- Hwang IG, Kim HY, Lee J, Kim HR, Cho MC, Ko IB, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1340-1346
- Iltle RA, Kabelka EA. 2009. Correlation between L*a*b* color space values and carotenoid content in pumpkins and squash (*Cucurbita* spp.). *HortScience* 44:633-637
- Jacobo-Valenzuela N, Zazueta-Morales JJ, Gallegos-Infante JA, Aguilar-Gutierrez F, Camacho-Hernandez IL, Rocha-Guzman NE, Gonzalez-Laredo RF. 2011. Chemical and physico-chemical characterization of winter squash (*Cucurbita moschata* D.). *Not Bot Horti Agrobot Cluj Napoca* 39:34-40
- Jang HL, Park SY, Nam JS. 2017. Effect of extraction solvent on the antioxidant activity of *Lentinula edodes* GNA01 extract. *Korean J Food Nutr* 30:51-58
- Jang SM, Park NY, Lee JB, Ahn H. 2001. The comparison of food constituent in different parts of pumpkin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:1038-1040
- Jung TD, Shin GH, Kim JM, Oh JW, Choi SI, Lee JH, Cho ML, Lee SJ, Heo IY, Park SJ, Kim SU, Jung CS, Lee OH. 2016. Changes in lignan content and antioxidant activity of fermented sesame (*Sesame indicum* L.) by cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:143-148
- Jung YS, Park SJ, Park JH, Jhee KH, Lee IS, Yang SA. 2012. Effects of ethanol extracts from *Zingiber officinale* Rosc., *Curcuma longa* L., and *Curcuma aromatica* Salisb. on acetylcholinesterase and antioxidant activities as well as GABA contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1395-1401
- Jung YT, Lee IS, Whang K, Yu MH. 2012. Antioxidant effects of *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL extracts. *J Life Sci* 22:354-359
- Kamiloglu S, Toydemir G, Boyacioglu D, Beekwilder J, Hall RD, Capanoglu E. 2016. A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr* 56:S110-S129
- Kim AN, Lee KY, Ha MH, Heo HJ, Choi SG. 2018. Effect of freeze, hot-air, and vacuum drying on antioxidant properties and quality characteristics of samnamul (*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*). *Korean J Food Preserv* 25:811-818
- Kim JY, Bae YM, Hyun JE, Kim EM, Kim JC, Lee SY. 2017. Microbiological quality of dried and powdered foods stored

- at various relative humidities. *J East Asian Soc Diet Life* 27: 576-582
- Kim MJ, Hong CO, Nam MH, Lee KW. 2011. Antioxidant effects and physiological activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) extract from different aerial parts. *Korean J Food Sci Technol* 43:195-199
- Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS. 2009. A study of antioxidative and hypoglycemic activities of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food Nutr* 22:41-47
- Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. *Korean J Food Sci Technol* 37:171-177
- Kim Y, Lee S, Kim M, Kim G, Chung HS, Park HJ, Kim MO, Kwon JH. 2009. Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 41:64-68
- Kim YH, Lee YJ, Park SO, Lee SJ, Lee OH. 2013. Antioxidant compounds and antioxidant activities of fermented black rice and its fractions. *Korean J Food Sci Technol* 45:262-266
- Lee J, Kim AR, Lee JJ. 2016. Ramie leaf extracts suppresses adipogenic differentiation in 3T3-L1 cells and pig preadipocytes. *Asian - Australas J Anim Sci* 29:1338-1344
- Lee JW, Lee SK, Do JH, Shim KH. 1998. Characteristics of the water soluble browning reaction of Korean red ginseng as affected by heating treatment. *J Ginseng Res* 22:193-199
- Lee YJ, Kim JH, Oh JW, Shin GH, Lee JS, Cho JH, Park JJ, Lim JH, Lee OH. 2014. Antioxidant and anti-adipogenic effects of kohlrabi and radish sprout extracts. *Korean J Food Sci Technol* 46:531-537
- Nilsson J, Pillai D, Onning G, Persson C, Nilsson A, Akesson B. 2005. Comparison of the 2,2'-azinobis-3-ethylbenzotiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing anti-oxidant power (FRAP) methods to assess the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. *Mol Nutr Food Res* 49: 239-246
- Olson SM, Simonne EH, Stall WM, Robers PD, Webb SE, Taylor TG, Smith SA, Freeman JH. 2006. Cucurbit Production in Florida. pp.77-106. Vegetable Production Handbook for Florida
- Paiva SAR, Russell RM. 1999. β -Carotene and other carotenoids as antioxidants. *J Am Coll Nutr* 18:426-433
- Park SJ, Park DS, Lee SB, He X, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2010. Enhancement of antioxidant activities of *Codonopsis lanceolata* and fermented *Codonopsis lanceolata* by ultra high pressure extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1898-1902
- Rhee JH, Kim SG, Hur OS, Ro NY, Ko HC, Sung JS, Ryu KY, Kim JB, Chung JW, Baek HJ. 2015. Variation of carotenoid contents of *Cucurbita Moschata* germplasm by the origin of collection. *J Korean Soc Int Agric* 27:435-440
- Slaska-Grzywna B, Blicharz-Kania A, Sagan A, Nadulski R, Hanusz Z, Andrejko D, Szmigielski M. 2016. Changes in the texture of butternut squash following thermal treatment. *Ital J Food Sci* 28:1-8
- Sun Y, Shen Y, Liu D, Ye X. 2015. Effects of drying methods on phytochemical compounds and antioxidant activity of physiologically dropped un-matured citrus fruits. *LWT-Food Sci Technol* 60:1269-1275
- Yin Y, Heo SI, Jung MJ, Wang MH. 2009. Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Korean J Pharmacogn* 40:1-5
- Zaccari F, Galiotta G. 2015. α -Carotene and β -carotene content in raw and cooked pulp of three mature stage winter squash "type butternut". *Foods* 4:477-486

Received 13 November, 2019

Revised 02 December, 2019

Accepted 09 January, 2020