

## 열풍 건조한 돼지감자 분말의 영양성분 및 이화학적 특성 분석

김하늘 · 유석영 · 윤원병 · 장선민<sup>1</sup> · 장용진<sup>1</sup> · 이옥환\*  
강원대학교 식품생명공학과, <sup>1</sup>산골농장

### Analysis of Nutritional Components and Physicochemical Properties of Hot-air Dried Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Powder

Ha-Neul Kim, Seok-Yeong Yu, Won-Byong Yoon, Sun-Min Jang<sup>1</sup>, Yong-Jin Jang<sup>1</sup>, and Ok-Hwan Lee\*

Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University

<sup>1</sup>Sangol farm Co. Ltd.

**Abstract** This study investigated the nutritional components and physicochemical characteristics of Jerusalem artichoke. The moisture, crude protein, crude fat, crude ash and carbohydrate content of the Jerusalem artichoke were  $5.06 \pm 0.08$ ,  $8.30 \pm 0.26$ ,  $0.70 \pm 0.16$ ,  $5.04 \pm 0.03$ , and  $80.90\%$ , respectively. The total sugar content of Jerusalem artichoke was  $50.48 \pm 1.11$  mg/g, and the Hunter color space coordinates were  $L=94.16 \pm 0.03$ ,  $a=0.32 \pm 0.01$  and  $b=0.30 \pm 0.01$ . The water binding capacity and water activity of the Jerusalem artichoke were  $4.06 \pm 0.16$  g/g and  $0.245 \pm 0.005$ , respectively. The total amino-acid content of the Jerusalem artichoke was  $1.337 \times 10^4$  mg/kg, and essential amino acid was 2,737 mg/kg. The total free sugar of the Jerusalem artichoke was 4.12%. Linoleic acid (0.21%) was found to be a common fatty acid in the Jerusalem artichoke. Among the minerals, potassium (2,489 mg%) was found to be the most abundant in the Jerusalem artichoke. The total phenol and flavonoid contents were  $3.06 \pm 0.07$  mg GAE/g and  $1.89 \pm 0.03$  mg QE/g, respectively. The vitamin C content of the Jerusalem artichoke was  $3.43 \pm 0.07$  mg%.

**Keywords:** Jerusalem artichoke, nutritional component, physicochemical characteristics, total phenol content, total flavonoid content

## 서 론

돼지감자(*Helianthus tuberosus* L.)는 다년생 식물로 국화와 해바라기 속에 속하고 일명 ‘똥단지’라고 불리며 원산지가 북아메리카로 우리나라의 기후 조건에 맞아 전국 각지에서 자생한다(1). 또한, 돼지감자는 추위에 강하여 토질에 관계없이 야생 상태로 잘 번식하며 땅에 줄기를 뻗고 끝에 불규칙한 타원모양의 덩이 줄기가 있어 가축의 사료로 사용되고 있을 뿐만 아니라 알코올 발효나 아세트, 부탄올 발효의 원료로 쓰이고 있다(2). 돼지감자의 덩이줄기는 예로부터 당뇨병과 류마티스의 치료를 위한 민간 요법으로 사용되어 왔고 변통을 순조롭게 하고 간으로부터 담즙의 분비를 촉진하며 이뇨제, 건위제, 강장제 효과와 같은 다양한 약리활성을 가지는 것으로 알려져 있다(3). 돼지감자의 주요 성분은 fructose 분자들이  $\beta$ -2,1결합으로 연결되어있는 inulin이며, 인간의 위에서는 분해되지 않고 장내 미생물에 의하여 발효되어 배변기능 촉진에 효과가 있다. 또한, 분해되어도 혈당치를 급격하게 상승시키지 않고 열량이 낮아 비만개선 효과와 중성지방의 감소효과 등이 보고되었다(4,5).

지금까지 돼지감자에 대한 연구로는 돼지감자로부터의 알코올 생산을 위한 균주 선발(6), 돼지감자 추출물을 이용한 이눌라아제 생산(7), 돼지감자 추출물의 항비만 및 항당뇨 효과(2), 돼지감자로부터 분리된 sesquiterpene lactone의 세포독성(8), 추출 방법에 따른 돼지감자 잎의 항산화 및 생리활성 비교(1) 등이 보고되었다. 현재 강원도 횡성지역을 중심으로 돼지감자의 고부가가치를 위한 다양한 가공식품들이 개발 되고 있지만, 돼지감자의 영양성분 및 이화학적 특성과 같은 기초적인 자료는 매우 부족한 실정이다(9,10).

따라서, 본 연구에서는 돼지감자를 활용하여 가공식품 제조시 돼지감자에 대한 기초자료를 제공하고자 돼지감자의 영양성분(일반성분, 아미노산 조성, 유리당 조성, 지방산 조성, 무기질 조성 및 비타민 C) 및 이화학적 특성(색도, 수분결합능, 수분활성도, 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량)에 대한 기초자료를 제공하고 자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 돼지감자는 강원도 횡성지역에서 2012년에 재배된 것으로 산골농장(Hoengseong, Korea)으로부터 제공받아 사용하였으며, 돼지감자의 이화학적 특성분석은 국내산 수미감자와 비교하였다. 돼지감자는 국화과 식물, 수미감자는 가지과 식물이지만 덩이줄기가 형성되고 이용되는 공통점이 있어 일반감자인 ‘수미’와 비교하였으며, 수미감자는 강원도 춘천 소재의 대형마트에서 구입하여 사용하였다. 돼지감자 및 수미감자는 물로 잘 씻

\*Corresponding author: Ok-Hwan Lee, Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon, Gangwon 200-701, Korea  
Tel: 82-33-250-6454  
Fax: 82-33-259-5565  
E-mail: loh99@kangwon.ac.kr  
Received July 4, 2013; revised October 2, 2013;  
accepted October 22, 2013

어 이물을 제거하였고 1.0 cm 크기로 슬라이스한 후 60°C에서 7 시간 열풍건조 하였다. 열풍 건조된 돼지감자 및 수미감자는 100 mesh 이하로 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 본 연구에서 사용된 시약 Folin & Ciocalteu's phenol reagent, glucose, fructose, sucrose, maltose, ascorbic acid, gallic acid, quercetin, sodium carbonate 등은 Sigma (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였고, sulfuric acid는 Daejung (Siheung, Korea)으로부터 amino acid standard H는 Pierce (Rockford, IL, USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 일반성분 및 총당 분석

돼지감자와 수미감자를 AOAC법(11)에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro-kjeldahl 법, 조회분은 550°C 회화법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분을 뺀 값으로 하였다. 돼지감자와 수미감자의 총당 측정은 Eom 등(12)의 phenol-sulfuric acid법을 이용하여 측정하였다. 분석시료를 농도별로 제조한 후 시료 2 mL를 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수를 가하여 희석시킨 후, 희석된 용액 2 mL를 test tube에 넣고 5% 페놀용액 1 mL 및 95% 황산 5 mL를 첨가하여 상온에서 30분간 방치하고 microplate reader (Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 이용해 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 glucose를 사용하였고 glucose 표준곡선( $y=3.5773x+0.0023$ ,  $R^2=0.9984$ )을 이용하여 총당 함량을 구하였다. 총당 함량은 mg/g으로 나타내었다.

### 아미노산 분석

돼지감자의 아미노산 분석은 AccQTag 방법(13)을 이용하여 분석하였다. 시료 0.2 g을 50 mL 튜브에 옮겨 6 N HCl 15 mL를 가해 N<sub>2</sub>로 치환시켜 밀봉한 후 24시간 동안 110°C 오븐에서 가수분해 시킨 뒤 50 mL 정용플라스크에 탈이온수로 정용하였다. 0.2 µm membrane필터로 여과한 뒤 AccQ-Fluor Reagent Kit (Waters, Milford, MA, USA)를 사용해 유도체화 시켜 분석하였다. 여과된 유리 아미노산 시료 10 µL를 시험관(φ 6×50 mm) 바닥에 취하고 AccQ-Fluor Reagent Kit 1용액 70 µL를 혼합시켜 55°C에서 10분간 유도체화 시켜 HPLC (Waters 2695 Separation Module, Waters)로 유리 아미노산을 측정하였으며, 아미노산 표준물질은 amino acid standard H 이고, 칼럼은 AccQ-Tag column (3.9×150 mm, Waters), 분석온도는 37°C, 검출기는 fluorescence (Ex=250 nm, Em=395 nm, Waters)을 이용하였다.

### 유리당 분석

돼지감자의 유리당 분석은 Han 등(14)의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 5 g에 80% ethanol을 가하여 90°C 항온수조에서 2시간동안 추출하였다. 이를 10,000×g에서 10분 원심분리한 뒤 상등액을 농축시켜, 0.25 µm membrane필터로 여과한 후 HPLC (Waters 2695 Separation Module, Waters)로 분석하였다. 유리당 표준시료는 fructose, sucrose, glucose 및 maltose, 칼럼은 carbohydrate analysis column (300×3.9 mm, Waters)을 사용하였고, 검출기는 RI detector (Waters), 시료주입량은 10 µL였다.

### 지방산 분석

Wie 등(15)의 방법을 이용하여 돼지감자 분말의 지방질을 Soxhlet 추출법(11)을 이용하여 추출하였다. AOAC법(16)에 따라 50 mL 둥근 플라스크에 지방질 200 mg을 취한 후 0.5 N NaOH/MeOH를 첨가하였다. 환류냉각기를 이용해 지방구가 없어질 때

까지 가열된 모래상자에 10분 동안 가수분해 시킨 뒤 10% BF<sub>3</sub>/MeOH 5 mL를 환류냉각기 위로 넣어 2분간 모래상자에 방치하여 반응시켰다. 5 mL 헥산을 환류냉각기에 넣어 1분간 반응시켜 냉각관에서 분리한 뒤 반응플라스크에 15 mL 포화식염수를 넣고 마개를 막고 10초간 흔들어서 포화 식염수를 넣어 헥산층이 플라스크 목까지 올라오도록 한 다음, 헥산층만 뽑아 무수황산나트륨이 들어있는 파스퇴르 피펫을 통과 시켜 탈수 한 뒤 시험액을 불꽃이온화 검출기(FID)가 장착된 gas chromatography (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 칼럼은 HP-INNOWax (30 m×0.25 mm×0.25 µm film thickness, Agilent, Palo Alto, CA, USA), 검출기 온도는 275°C이었다. 주입기 온도는 220°C, 오븐의 온도는 50°C/3 min-10°C/min-250°C/5 min, 운반기체는 헬륨을 사용하였다.

### 무기질 분석

돼지감자의 무기질 분석은 유도결합 플라즈마 원자방출 분광법(inductively coupled plasma-atomiz emission spectroscopy, ICP-AES, JY138 Ultrace, Lonjumeau, France)을 이용하여 분석하였다. 시료 2 g을 550°C 전기 회화로에서 6시간 회화시켜 방냉 한 뒤 탈이온수 10방울을 첨가하고 묽은 질산(1:1 HNO<sub>3</sub>) 4 mL를 넣어 준 후 전열기(120°C)에서 수분을 제거시켜 550 전기 회화로에서 1시간 회화하고 방냉하였다. 묽은 염산(1:1 HCl) 10 mL를 첨가하고 50 mL 정용플라스크에 옮겨 탈이온수로 정용한 뒤 여과하여 분석하였다. 각 원소의 표준용액은 0, 1, 10 ppm의 농도로 조제하였고 ICP-AES의 조건은 power: 1.0 KW for aqueous, sheath gas flow: 0.3 L/min, cooling gas: 12 L/min, nebulizer pressure: 3.5 bar for meinhard type c, aerosol flow rate: 0.3 L/min이었다.

### 비타민 C 분석

돼지감자와 수미감자를 식품공전법(17)의 방법을 따라 시료 일 정량을 정확히 측정하고 동량의 10% 메타인산용액을 가하여 10분간 현탁시켰다. 적당량의 5% 메타인산을 넣어 주고 균질화된 시료를 100 mL 메스플라스크에 옮겨 5% 메타인산용액으로 100 mL로 정용한 후 3000×g에서 15분간 원심분리를 하여 상등액을 취하여 시험용액으로 하였다. 사용된 기기는 Waters 2695 Separation Module HPLC system 및 Waters 996 Photodiode Array Detector (Waters), 칼럼은 Sunfire™ C<sub>18</sub> (5.0 µm, 4.6 mm×250 mm, Waters)를 사용하였고 검출기 파장은 254 nm였다. 이동상은 25 mM phosphate buffer (pH 3.6 with H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)를 사용하였다(18). 온도는 25°C, 속도는 0.8 µL/min, 주입량은 10 µL로 하였다. 표준용액은 ascorbic acid를 사용하였다.

### 색도, 수분결합능 및 수분활성도 측정

돼지감자와 수미감자의 색도는 색차계(Cr-310, Minolta, Tokyo, Japan)을 사용하여 Hunter's value L (lightness, 명도), a (redness, 적색) 및 b (yellowness, 황색) 값을 3회 측정하였다. 이 때 사용한 표준백판은 L=93.6, a=0.31, b=0.32였다. 돼지감자와 수미감자의 수분결합능은 Lee 등(19)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 2 g을 칭량하여 증류수 30 mL를 가해진 후 1시간 동안 교반하여 현탁액을 새로운 튜브에 옮겼다. 증류수를 이용하여 50 mL로 정용하였고 3000×g에서 30분 원심분리 하였다. 상등액은 제거되었으며 거꾸로 세워 3분 정도 유지하여 침전된 무게를 측정하였다. 돼지감자와 수미감자의 수분활성도는 수분활성 측정기(AQS-2-TC, NAGY Messsysteme, Gaeufelden, Germany)를 이용하여 3회 측정하였다.

**총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정**

돼지감자와 수미감자의 총 페놀 함량은 Folin-Dennis법을 이용하여 측정하였다(20). 시료를 1 mL씩 첨가하고 10% Folin 시약 1 mL와 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 시약 1 mL를 넣은 후 5초간 섞어주었다. 1 시간 동안 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 물질은 gallic acid를 사용하였으며 이 때, gallic acid를 농도 별로 표준곡선(y=11.198x+0.0554, R<sup>2</sup>=0.9930)을 작성하여 총 페놀 함량을 측정하였다.

돼지감자와 수미감자의 총 플라보노이드는 Kwon 등(21)의 방법을 이용하여 측정하였다. 농도별로 만든 시료를 0.5 mL씩 취하여 95% 에탄올 1.5 mL를 첨가하고 10% aluminum nitrate와 1 M potassium acetate를 각각 0.1 mL씩 넣어준 후 증류수 2.8 mL를 첨가하였다. 상온에서 30분간 반응시키고 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 quercetin을 사용하였으며, 표준물질의 농도 별 표준곡선(y=3.0504x-0.0119, R<sup>2</sup>=0.9955)을 이용해 총 플라보노이드 함량을 측정하였다.

**통계분석**

모든 실험은 3회이상 반복 측정하였으며, 그 결과는 평균과 표준편차로 나타내었고, 평균값의 통계적 유의성은 Student's *t*-test를 실시하여 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 총당 함량**

돼지감자와 수미감자 분말의 일반성분 및 총당 측정 결과 Table 1과 같다. 돼지감자의 수분함량은 5.06±0.08%였고 조회분 5.04±0.03%, 조단백질 8.30±0.26%, 조지방 0.70±0.16%, 탄수화물 80.90%으로 나타났다. Shin 등(22)에 의하면 돼지감자의 조회분 함량은 5.85%, 조단백질 함량 8.18%로 측정되었고 본 연구의 분석결과와 비슷한 경향을 보였다. 수미감자는 수분함량 5.56±0.05%, 조회분 4.64±0.04%, 조단백질 10.36±0.19%, 조지방 0.66±0.11%, 탄수화물 78.78%로 돼지감자와 비교하여 보았을 때 조단백질 함량이 더 높은 것으로 나타났다. 총당은 환원성을 갖는 환원당과 환원성을 갖지 않는 비환원당을 합한 것을 말하며(23), 총당 측정 결과 돼지감자는 50.48±1.11 mg/g, 수미감자는 32.61±1.15 mg/g으로 돼지감자가 약 1.5배 더 높은 값을 나타내었다.

**아미노산 분석**

돼지감자의 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 아미노산은 1.337×10<sup>4</sup> mg/kg으로 나타났으며, 그 중 필수 아미노산은 2,737 mg/kg를 함유하고 있었다. Choi 등(10)에 의하

던 동결 건조한 보라벨리 감자의 필수아미노산은 1,988 mg/kg로 돼지감자의 필수아미노산보다 적지만 수미감자, 구이벨리, 고구벨리 감자는 각각 2,986, 3,190, 3,166 mg/kg로 돼지감자에 비해 필수아미노산 함량이 높은 것으로 보고되었다. 또한 수미, 구이벨리, 보라벨리, 고구벨리 감자는 aspartic acid를 각각 2,740, 2,643, 1,740, 2,355 mg/kg로 가장 많이 함유하고 있지만 돼지감자는 아미노산 중에서 histidine이 7,305 mg/kg로 가장 많았다.

**유리당 조성**

유리당 분석결과는 Table 3과 같이 돼지감자에는 fructose가 0.8%, maltose는 3.2% 함유하고 있었으며 glucose, sucrose, lactose는 검출되지 않았다. Choi 등(10)에 의하면 동결건조한 감자 품종 중의 수미, 구이벨리, 보라벨리, 고구벨리는 fructose, glucose, sucrose 세 가지로 구성되어 있다고 하였으며 fructose 값은 각각 수미가 2.3%, 구이벨리 1.0%, 보라벨리 2.6%, 고구벨리 1.7%로 본 연구에서 측정된 열풍건조 된 돼지감자 분말과는 다른 경향을 보였다.

**Table 2. Amino acid composition of Jerusalem artichoke**

Amino acid	Jerusalem artichoke (mg/kg)
Aspartic acid	456.50
Glycine	377.20
Alanine	616.59
Valine	1,746
Leucine	184.16
Isoleucine	225.36
Serine	630.53
Threonine	<sup>3)</sup>
Tyrosine	-
Proline	-
Arginine	491.15
Histidine	7,305
Glutamic acid	239.42
Cysteine	515.47
Phenylalanine	-
Tryptophane	-
Lysine	396.78
Methionine	184.19
Total A.A <sup>1)</sup>	13,369
EAA <sup>2)</sup>	2,737
EAA/Protein ratio	3.78
EAA/Total A.A ratio	20.47

<sup>1)</sup>Amino acid  
<sup>2)</sup>Essential amino acid  
<sup>3)</sup>Not detected

**Table 1. Proximate compositions and total sugar of Jerusalem artichoke and su-mi potato**

	Jerusalem artichoke	Su-mi potato
Moisture (%)	5.06±0.08 <sup>1)</sup>	5.56±0.05**
Crude protein (%)	8.30±0.26	10.36±0.19***
Crude fat (%)	0.70±0.16	0.66±0.11
Crude ash (%)	5.04±0.03**	4.64±0.04
Carbohydrate <sup>2)</sup> (%)	80.90	78.78
Total sugar (mg/g)	50.48±1.11***	32.61±1.15

<sup>1)</sup>Mean±SD  
<sup>2)</sup>Carbohydrate=100-(moisture+crude ash+crude protein+crude fat)  
 \*\**p*<0.01, \*\*\**p*<0.001

**Table 3. Free sugar content of Jerusalem artichoke**

	Jerusalem artichoke (%)	Proportion (%)
Fructose	0.8	20.1
Glucose	<sup>1)</sup>	-
Sucrose	-	-
Lactose	-	-
Maltose	3.2	79.9
Total	4.1	100

<sup>1)</sup>Not detected

**Table 4. Fatty acid content in crude fat of Jerusalem artichoke**  
(%, crude fat dry basis)

Fatty acids	Jerusalem artichoke
Myristic acid (C14:0)	- <sup>5)</sup>
Pentadecanoic acid (C15:0)	-
Palmitic acid (C16:0)	0.06
Palmitoleic acid (C16:1)	-
Heptanoic acid (C17:0)	-
Stearic acid (C18:0)	-
Oleic acid (C18:1n9c)	0.01
Linoleic acid (C18:2n6c)	0.21
$\gamma$ -Linolenic acid (C18:3n6)	0.04
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3c)	-
Eicosenoic acid (C20:1)	-
Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	-
Docosadienoic acid (C22:2)	-
Lignoceric acid (C24:0)	-
Sub total	0.32
SFA <sup>1)</sup>	0.06
USFA <sup>2)</sup>	0.26
MUFA <sup>3)</sup>	0.01
PUFA <sup>4)</sup>	0.25
MUFA/SFA ratio	0.17
PUFA/SFA ratio	4.17
PUFA/MUFA ratio	25.0
USFA/SFA ratio	4.33

<sup>1)</sup>Saturated fatty acid<sup>2)</sup>Unsaturated fatty acid<sup>3)</sup>Monounsaturated fatty acid<sup>4)</sup>Polyunsaturated fatty acid<sup>5)</sup>Not detected

### 지방산 함량

돼지감자 조지방 중에 함유된 지방산의 함량을 측정된 결과는 Table 4와 같이, palmitic acid 0.06%, oleic acid 0.01%, linoleic acid는 0.21%,  $\gamma$ -linolenic acid는 0.04%로 검출되었다. 돼지감자의 불포화 지방산은 0.26%, 포화지방산은 0.06%로 불포화 지방산이 포화지방산에 비해 약 4배 정도 높은 수치를 나타냈다. Kwon 등 (9)에 의하면 수미, 세풍, 조풍 감자의 지방산 중 linoleic acid가 가장 높은 지방산 조성을 보여 돼지감자의 주요 지방산(linoleic acid) 조성과의 경향을 보였다.

### 무기질 분석

돼지감자의 무기질 함량은 Table 5와 같이 K이 2,489 mg%로 가장 높은 함량을 보여 전체 무기질 중의 79.6%의 비율을 차지 하였다. P은 441 mg%, Mg은 98 mg%, Ca은 83 mg%를 함유하고 있는 것으로 나타났다. Jang 등(24)에 의하면 수미감자의 K 함량은 317 mg%, 로즈감자의 K 함량은 493 mg%, 자심감자의 K 함량은 432.68 mg%로 무기질 함량 중 K의 함량이 가장 높게 보고 되어 돼지감자와 유사한 경향을 보였다. 한편, 돼지감자의 무기질 중 가장 많은 비율을 차지하는 K은 에너지 대사, 세포막 내외의 전위차 유지, Na과 상호작용, 혈압의 유지 등에 있어서 중요하여 고혈압 개선에 효과적이며 이뇨작용에 도움을 주는 역할을 한다(25).

**Table 5. Mineral contents of Jerusalem artichoke**

	Jerusalem artichoke (mg%)	Proportion (%)
Na	4.47	0.14
K	2,489	79.60
Ca	83.86	2.68
Fe	4.72	0.15
Mn	0.47	0.01
P	441	14.10
Zn	2.99	0.09
Cu	1.00	0.03
Mg	98.58	3.15
Total	3,127	100

**Table 6. Contents of vitamin C in Jerusalem artichoke and su-mi potato**

Sample	Vitamin C (mg%)
Jerusalem artichoke	3.43±0.07 <sup>1)</sup>
Su-mi potato	8.89±0.17***

<sup>1)</sup>Mean±SD\*\*\**p*<0.001

### 비타민 C 분석

돼지감자 및 수미감자의 비타민 C 함량은 Table 6과 같다. 농촌진흥청 식품성분표(26)에 따르면 돼지감자와 수미감자 생 것의 경우 각각 12 mg% 및 24 mg%의 비타민 C 함량이 함유된 것으로 보고되었으나, 본 연구에서 열풍건조 한 돼지감자의 비타민 C 함량은 3.43±0.07 mg%, 수미감자는 8.89±0.17 mg%으로 생 것에 비해 열풍건조 한 돼지감자 및 수미감자의 비타민 C 함량은 낮게 나타났다. Son 등(27)은 동결건조, 진공건조, 열풍건조의 방법으로 매생이 분말의 비타민 C를 측정된 결과 열풍건조에서 가장 낮은 값을 보였으며, Kim 등(28)도 동결, 진공, 열풍건조의 방법으로 양파의 비타민 C 분석 결과 열풍건조에서 가장 낮은 비타민 C 함량이 측정되었다. 이러한 결과는 열풍건조 과정에서 열에 의하여 비타민 C 함량이 감소된 것으로 생각된다.

### 색도, 수분결합능 및 수분활성도

Hunter's value는 색입체를 통해 시각적으로 균일한 색의 측정을 제공하기 위한 것으로 L값은 명도, a값은 적색, b값은 황색을 나타내며, 돼지감자 및 수미감자 분말의 색도 측정 결과는 Table 7과 같다. 돼지감자의 L값이 94.16±0.03, 수미감자의 L값은 93.32±0.02이었다. 적색도를 나타내는 a값도 돼지감자가 0.32±0.01, 수미감자가 0.21±0.02로 돼지감자에서 적색도가 조금 더 높았다. 한편, b값은 수미감자가 1.49±0.03, 돼지감자가 0.30±0.01로 수미감자에서 황색도가 더 높았다. 두 시료간의 색도차이를 나타내는  $\Delta E$  값은 수미감자와 비교했을 때 1.46으로 두 시료간의 색도차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

수분결합능과 수분활성도 측정 결과는 Table 8과 같이, 돼지감자의 수분결합능은 4.04±0.16 g/g, 수미감자는 1.10±0.14 g/g에 비해 약 4배 정도 높은 수분결합능을 보였다. 이러한 결과는 전분, 셀룰로오스 등이 함유되어 있는 총당의 결과값이 수미감자보다 돼지감자가 높은 것으로 보아 수분결합능에도 영향을 준 것으로 보인다. 수분결합능은 전분입자 내에 분자들의 수분 흡수 정도를 나타내는 것이며(29), 전분입자의 결정질에 따라 수분결합능의 차

**Table 7. Hunter's L, a, b values of Jerusalem artichoke and su-mi potato**

Sample	Hunter's values			ΔE
	L <sup>1)</sup>	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	
Jerusalem artichoke	94.16±0.03 <sup>4)</sup> ***	0.32±0.01**	0.30±0.01	1.46
Su-mi potato	93.32±0.02	0.21±0.02	1.49±0.03***	-

<sup>1)</sup>Lightness  
<sup>2)</sup>Redness  
<sup>3)</sup>Yellowness  
<sup>4)</sup>Mean±SD  
 \*\**p*<0.01, \*\*\**p*<0.001

**Table 8. Water binding capacity and water activity of Jerusalem artichoke and su-mi potato**

Sample	Water binding capacity (g/g)	Water activity (Aw)
Jerusalem artichoke	4.04±0.16 <sup>1)</sup> **	0.245±0.005
Su-mi potato	1.10±0.14	0.251±0.002

<sup>1)</sup>Mean±SD  
 \*\**p*<0.01

**Table 9. Total phenol and flavonoid contents of Jerusalem artichoke and su-mi potato**

Sample	Total phenol content (mg GAE <sup>1)</sup> /g)	Total flavonoids content (mg QE <sup>2)</sup> /g)
Jerusalem artichoke	3.06±0.07 <sup>3)</sup>	1.89±0.03***
Su-mi potato	3.62±0.01**	0.45±0.07

<sup>1)</sup>Gallic acid equivalent  
<sup>2)</sup>Quercetin equivalent  
<sup>3)</sup>Mean±SD  
 \*\**p*<0.01, \*\*\**p*<0.001

이가 나고(30), 비결정부분이 많을수록 수분흡수율이 더 높다는 연구 결과가 보고되었다(31). 수분활성도는 미생물이 실제로 이용할 수 있는 수분의 양을 말하는데 세균은 0.95 이상이어야 잘 성장하고 효모의 경우는 0.88-0.90이지만 0.8이하에서도 성장하는 것도 있다고 알려져 있으며, 곰팡이는 0.70-0.95라고 보고되었다(32). 돼지감자 분말의 수분활성도는 0.245, 수미감자 분말의 0.251로 차이가 없었다.

**총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정**

돼지감자와 수미감자의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 9와 같다. Kim 등(33)에 의하면 돼지감자 잎의 물 추출물에서 총 페놀함량은 89.6%, 총 플라보노이드는 물 추출물에서 65.1%로 측정되었다. 본 연구에서는 열풍 건조한 돼지감자의 총 페놀 함량이 3.06±0.07 mg GAE/g, 총 플라보노이드는 1.89±0.03 mg QE/g으로 나타나 돼지감자 잎의 물 추출물에서와 같이 총 페놀 함량이 총 플라보노이드 함량에 비해 높은 수치를 보였다. 수미감자의 총 페놀 함량은 3.62±0.01 mg GAE/g으로 돼지감자보다 더 높은 값을 나타냈고, 총 플라보노이드는 0.45±0.07 mg QE/g으로 돼지감자에 비해 낮은 값을 나타냈다.

**요 약**

본 연구는 돼지감자를 이용한 가공식품 개발 시 돼지감자에 대한 기초자료를 제공하고자 돼지감자의 영양성분 및 이화학적 특성을 분석하였다. 돼지감자의 수분함량은 5.06±0.08%, 조희분 5.04

±0.03%, 조단백질은 8.30±0.26%, 조지방 0.70±0.16%, 탄수화물은 80.90%이었다. 돼지감자의 총당 함량은 50.48±1.11 mg/g 이었다. 색도를 측정한 결과 L값은 94.16±0.03, a값은 0.32±0.01, b값은 0.30±0.01로 측정되었다. 돼지감자의 수분결합능은 4.04±0.16 g/g, 수분활성도는 0.245±0.005였다. 돼지감자의 총 아미노산은 1.337×10<sup>4</sup> mg/kg였고, 그 중 필수아미노산의 함량은 2,737 mg/kg였다. 아미노산 중 histidine이 7,305 mg/kg로 가장 많았고 leucine이 184.16 mg/kg로 가장 적은 양을 함유하고 있었다. 유리당은 fructose를 0.8%, maltose는 3.2% 함유하고 있었으며 지방산은 linoleic acid가 0.21%로 가장 높은 수치를 나타냈다. 무기질 함량은 K함량이 2,489 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며, 돼지감자의 비타민 C 함량은 3.43±0.07 mg%으로 측정되었다. 총 페놀 함량과 총 플라보노이드의 함량은 3.06±0.07 mg GAE/g, 1.89±0.03 mg QE/g으로 나타났다.

**Referenced**

- Kim JW, Kim JK, Song IS, Kwon ES, Youn KS. Comparison of antioxidant and physiological properties of jerusalem artichoke leaves with different extraction processes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 68-75 (2013)
- Kim JL. Effect of *Helianthus tuberosus* extract on anti-obesity and anti-diabetic in cell line. MS Thesis, Chonbuk National University, Jeonju, Korea (2008)
- Yuan X, Gao M, Xiao H, Tan C, Du Y. Free radical scavenging activities and bioactive substances of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves. *Food Chem.* 133: 10-14 (2012)
- Kim JL, Bae CR, Cha YS. *Helianthus tuberosus* extract has anti-diabetes effects in HIT-T15 cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 31-35 (2010)
- Carabin IG, Flamm WG. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 30: 268-282 (1999)
- Ryu YW, Kim CH, Kim SI. Selection of yeast strains for alcohol production from jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 26: 119-124 (1983)
- Choi WS, Choe YK, Kim SI, Byun SM. Production of inulase using jerusalem artichoke tuber extract. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 27: 238-244 (1984)
- Choi HG, Jiang YF, Ryu SY, Na MK, Lee SH. Cytotoxicity of sesquiterpene lactones from leaves of *Helianthus tuberosus* L. *Kor. J. Pharmacogn.* 43: 6-9 (2012)
- Kwon OY, Kim HJ, Oh SH, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Park CS, Kim MR. Nutrient composition of domestic potato cultivars. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 16: 740-746 (2006)
- Choi HD, Lee HC, Kim SS, Kim YS, Lim HT, Ryu GH. Nutrient components and physicochemical properties of new domestic potato cultivars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 382-388 (2008)
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 934.06. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Eom SM, Jung BY, Oh HI. Changes in chemical components of

- cheonggukjang* prepared with germinated soybeans during fermentation. J. Appl. Biol. Chem. 52: 133-141 (2009)
13. Waters AccQ-Tag amino acid analysis system. Amino acid analysis system of operators manual of the Waters associates, Waters, Milford, MA, USA. p. 41-46 (1993)
  14. Han SJ, Koo SJ. Study on the chemical composition in bamboo shoot, free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents. Korean J. Soc. Food Sci. 9: 82-87 (1993)
  15. Wie MJ, Jang SH, Jeong MR, Yoon JM, Jeong HS, Lee JS. Analysis of phytosterol and fatty acid compositions of grape seeds produced in Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 525-528 (2009)
  16. AOAC. Official methods of analysis AOAC Intl. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA (1995)
  17. KFDA. Food Standard Codex. Korea Foods Industry Association, Seoul, Korea. p. 301 (2002)
  18. Scartezzini P, Antognoni F, Raggi MA, Poli F, Sabbioni C. Vitamin C content and antioxidant activity of the fruit and of the ayurvedic preparation of *Emblica officinalis* Gaertn. J. Ethnopharmacol. 104: 113-118 (2006)
  19. Lee JS, Choi MK, Moon EY, Kang MH. Physico-chemical properties of starches from atlantic and bora valley potato cultivar with different colors. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 542-547 (2010)
  20. Teresa-Satue M, Huang SW, Frankel EN. Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached and deodorized olive oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 72: 1131-1137 (1995)
  21. Kwon YR, Youn KS. Quality and antioxidant characteristics of granule tea prepared with sea tangle (*Laminaria japonica*) and sea mustard (*Undaria pinnatifida*) powder as affected by extraction method. Korean J. Food Preserv. 19: 525-531 (2012)
  22. Shin JY, Byun MW, Noh BS, Choi EH. Noodle characteristics of jerusalem artichoke added wheat flour and improving effect of texture modifying agents. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 538-545 (1991)
  23. Kim JY, Yi YH. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet *takju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 727-732 (2010)
  24. Jang HL, Hong JY, Kim NJ, Kim MH, Shin SR, Yoon KY. Comparison of nutrient components and physicochemical properties of general and colored potato. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29: 144-150 (2011)
  25. Kim SJ, Jin YI, Nam JH, Hong SY, Sohn WB, Kwon OK, Chang DC, Cho HM, Jeong JC. Comparison of nutrient composition of yacon germplasm. Korean J. Plant Res. 26: 9-18 (2013)
  26. RDA. Food Composition Table. 7th revision, National Rural Resources Development Institute, Rural Development Administration, Suwon, Korea (2006)
  27. Son SM, Kwon HO, Lee JH. Physicochemical composition of caposiphon fulvescens according to drying methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1582-1588 (2011)
  28. Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 342-347 (2007)
  29. Oh GS, Kim K, Na HS, Choi GC. Comparison of physicochemical properties on waxy black rice and glutinous rice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 12-16 (2002)
  30. Kim HS, Kang OJ, Yoon KS. Physicochemical properties of waxy rice starches prepared from three different cultivars. J. Korean Agric. Chem. Soc. 26: 211-216 (1983)
  31. Beleia A, Varriano-Marston E, Hoseney RC. Characteristics of starch from pearl millets. Cereal Chem. 57: 300-303 (1980)
  32. Kwak YS, Shin HJ, Choo JJ. Effects of water activity on microbial growth in herb extract. J. Fd. Hyg. Safety 13: 77-82 (1998)
  33. Kim YS, Lee SJ, Hwang JW, Kim EH, Park PJ, Jeon BT. Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Helianthus tuberosus* L. leaves on t-BHP induced oxidative stress in chang cells. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1525-1531 (2011)