



ISSN 1229-8565 (print)

한국지역사회생활과학회지

Korean J Community Living Sci

<http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2017.28.1>

ISSN 2287-5190 (on-line)

28(1): 59~68, 2017

28(1): 59~68, 2017

## 생고구마와 삶은 및 구운 고구마의 식품성분 비교

김소영<sup>1,7)</sup> · 서동원<sup>1)</sup> · 박지수<sup>1)</sup> · 김세나<sup>2)</sup> · 최용민<sup>2)</sup> · 남진식<sup>3)</sup> · 이종현<sup>4)</sup> · 김상천<sup>5)</sup> · 양미옥<sup>6)</sup> · 황진봉<sup>1)†</sup>

한국식품연구원 식품분석센터<sup>1)</sup> · 농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 기능성 식품과<sup>2)</sup> ·

수원여자대학교 식품영양과<sup>3)</sup> · 수원여자대학교 식품분석연구센터<sup>4)</sup> · 농업기술실용화재단 분석검정본부<sup>5)</sup> ·

원광디지털대학원 한방건강학과<sup>6)</sup> · 동국대학교 대학원 식품생명공학과<sup>7)</sup>

### Food Composition of Raw, Boiled, and Roasted Sweet Potatoes

Soyoung Kim<sup>1,7)</sup> · Dongwon Seo<sup>1)</sup> · Jisoo Park<sup>1)</sup> · Se-na Kim<sup>2)</sup> · Youngmin Choi<sup>2)</sup> · Jin-sik Nam<sup>3)</sup> ·

Jong-Hun Lee<sup>4)</sup> · Sang-Cheon Kim<sup>5)</sup> · Mi-Ok Yang<sup>6)</sup> · Jinbong Hwang<sup>1)†</sup>

Dept. of Food analysis, Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea<sup>1)</sup>

Functional Food & Nutrition Division, National Academy of Agricultural Science,

Rural Development Administration, Jeonju, Korea<sup>2)</sup>

Dept. Food and Nutrition, Suwon Women's College, Suwon, Korea<sup>3)</sup>

Food Analysis Research Center, Suwon Women's College, Suwon, Korea<sup>4)</sup>

Division of Analysis & Certification, Foundation of Agriculture Technology Commercialization & Transfer, Suwon, Korea<sup>5)</sup>

Dept. of Oriental Medicine & Healthcare Dean of Graduate School, Wonkwang Digital University<sup>6)</sup>

Dept. of Food Chemistry, Dongguk University, Seoul, Korea<sup>7)</sup>

### ABSTRACT

In this study, two kinds of chestnut-sweet potato (CSP) and pumpkin-sweet potato (PSP) were cooked by three methods: raw, steaming, and roasting. These samples were investigated in food compositions such as moisture, protein, ash, dietary fiber, fat, minerals, and vitamins. As the results of this study, the moisture contents of raw CSP and raw PSP were higher than those of steamed and roasted samples in two cultivars. The contents of protein in raw CSP and raw PSP were 2.57 g/100 g and 3.22 g/100 g, respectively, which were higher than those of other cultivars. The protein contents of roasted CSP and steamed PSP were lower than those of their raw samples. The potassium, phosphorus, magnesium, calcium, sodium, and iron values of PSP were 1,048.46 mg/100g, 152.02 mg/100g, 74.70 mg/100g, 57.22 mg/100g, 22.28 mg/100g, and 1.44 mg/100g, respectively, which were the highest values in tested sweet potato cultivars. The content of dietary fiber in CSP was higher generally

This research was supported by grants from the Rural Development Administration of Korea (PJ01084602).

Received: 27 October, 2016 Revised: 29 November, 2016 Accepted: 15 December, 2016

† **Corresponding Author:** Jinbong Hwang Tel: +82-31-780-9128 E-mail: hwangjb@kfri.re.kr

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.

than that in PSP. The values of total dietary fiber in cooked sweet potatoes were higher than those of raw sweet potatoes. The contents of vitamins, including thiamine, riboflavin, and niacin, in PSP were higher than those in CSP. Overall, two cultivars of raw, boiled, and roasted sweet potatoes had enhanced food composition. Therefore, these sweet potato cultivars are expected to be highly valuable food items for the development and application of functional foods.

Key words: sweet potato cultivar, boiling, roasted, food composition, mineral

## I. 서론

고구마는 감저(甘藷)라 하는 구황작물로 우리나라 전역에서 널리 재배되어 왔으며, 원산지는 중앙아메리카로서 멕시코에 있는 유카탄반도 지역과 남미 베네수엘라에 위치한 오리노코강 하구지역 사이로 알려져 있다(Oh & Hong 2008).

전 세계의 고구마 총생산량은 2010년을 기준으로 107,639 천톤으로 주로 아시아가 약 82%를 생산하고 있으며 고구마의 최대 생산국은 중국으로서 전 세계 재배면적의 약 45%, 생산량은 약 92%를 차지하고 있다. 그 밖의 주요 생산국은 우간다, 나이지리아 인도네시아, 탄자니아의 순으로 생산되고 있다. 국내의 경우는 2011년 기준으로 255,284 M/T 정도가 생산되었으며 전남(광주)이 약 28% 정도로 차지하고 있고 전북, 경북(대구)순으로 생산되고 있다(Rural Development Administration 2015).

고구마의 주성분은 당질이며 단맛 성분인 자당, 포도당, 과당 등을 함유하고 있고 감자에 비해 두 배 가까운 열량을 가지는 고칼로리 식품이다. 또한 식이 섬유와 알라틴 등이 다량 함유되어 있어 통변개선 등에 효과가 있으며, 비타민 C와 칼륨, 칼슘 등과 같은 무기성분도 다량 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다(Rural Development Administration 2014).

최근 생활수준이 크게 개선됨에 따라 국민의 식문화와 생활은 경제수준의 향상과 함께 동물성 식품의 사용량이 크게 증가하였으나 상대적으로 서류 및 곡류식품의 사용량이 줄어들어 따라 영양부족 혹은 불균등으로 인한 심혈관계나 비만과 같은 만성퇴행성

질환의 위험성은 서서히 증가하고 있다(Kim et al. 2004; Jeong et al. 2010; Lee et al. 2013).

웰빙 건강식품으로 알려진 고구마에 관한 연구로는 고구마의 품종별 성분연구(Kim 1996), 고구마를 이용한 식사대용 유동식 제품개발(Hong et al. 1999), 고구마의 어원과 품종에 대한 문헌연구(Kim 2011), 고구마의 육질색 종류별 고구마 분말의 이화학적 특성(Kim et al. 2010), 재배조건에 따른 고구마의 항산화성분 연구(Woo et al. 2012), 고구마 네가지 품종의 조리방법에 따른 생리활성 변화(Lee et al. 2012) 등의 연구가 보고되고 있다. 그 밖에도 항산화 및 생리활성(Lee et al. 2007; Kim et al. 2015; Park et al. 2015), 항알레르기(Kwak et al. 2013) 및 항돌연변이(Lee et al. 2007; Park et al. 2011) 등에 대한 연구도 이루어졌다.

한편 고구마는 직접 섭취하는 것보다 다양하게 조리하여 섭취하는데, 대부분의 조리방법에는 열처리 과정이 포함되어 있어 이로 인해 영양성분의 함량 변화가 발생하는 것으로 알려져 있다(Oh 1996). 그런데 앞서 기술한 바와 같이 고구마 관련 연구는 대부분 품종 간 비교 연구이며 고구마 찌기 전·후와 굽기 전·후 영양성분 비교 연구는 미흡한 실정이다. 그리고 구황작물은 재배지역의 토양의 상태, 기상 여건에 따른 온도 변화, 품종간의 특성 등의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있는데 2011년 발표된 농촌진흥청 국립농업과학원 제8개정판 표준식품성분표 자료인 용 범례를 살펴보면 고구마의 자료(Rural Development Administration 2011a)는 1996년에 보고된 보건복지부 식품의약품안전청안전본부(현식품의약품안전처)한

국 식품성분표, 1994년에 보고된 농촌진흥청 농촌생활연구소 농촌생활과학시험연구보고서, 1993년에 보고된 농촌진흥청 농촌영양개선연수원 농촌영양개선 연구조사사업보고서, 2010년에 보고된 日本 文部科學省 科學技術·學術審議會 資源調査分科會 日本食品標準成分表, 2000년에 보고된 농촌진흥청 대형공동연구사업연차보고서, 2010년에 보고된 농촌진흥청 국립농업과학원 시험연구사업보고서(농식품자원부) 등의 자료를 인용하였다. 그런데 앞서 열거한 것과 같이 이들의 자료들은 재배방법, 품종 및 분석기관, 분석한 나라, 시료의 전처리 및 분석방법 등 변수가 많이 존재한 상태이다. 그러므로 동일한 토양조건에서 동일한 품종으로 재배한 고구마를 이용하여 분석 전처리 및 분석방법 등 일정하게 분석된 본 연구결과는 내년에 발간되는 제9개정판 한국표준식품성분표 등 국가식품분석 네트워크 구축에 필요한 자료로 제공될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 국내 고구마 대표 품종 2종의 영양성분에 대한 품종 간 차이를 비교·분석하고 동일 품종 고구마에서 찌기 전·후와 굽기 전·후의 각각 영양성분에 대한 변화에 대한 정보를 제시함으로써 가공 및 기능성식품 소재로서의 고구마의 활용 가치를 제고하기 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 재료

본 실험에 사용한 고구마(*Ipomoea batatas*)는 국내 충청남도 당진에서 2013년도에 재배된 밤고구마(Chestnut-Sweet Potato)와, 호박고구마(Pumpkin-Sweet Potato)를 수집하여 분석시료로 사용하였다.

### 2. 시료전처리

생고구마, 찐고구마, 굽고구마의 영양성분 함량 비교를 위해 다음과 같이 전처리를 하였다. 생시료는 껍질을 제거하고 1 cm × 1 cm × 1 cm 크기로 세절하였다. 찌기는 찜통에 고구마를 넣고 찜통받침이 잠기지

않도록 물을 부어준 후 조리시간은 밤고구마는 끓기 전부터 35분, 호박고구마는 25분 동안 조리한 후, 밤·호박 고구마 모두 체에 받쳐 30분간 열기를 식혀준 후 껍질을 제거하여 1 cm × 1 cm × 1 cm 크기로 세절 하였다. 한편 굽기는 예열한 오븐에 고구마를 넣고 20분 동안 200℃를 등온시킨 후 200℃에서 20분간 구운 후 체에 받쳐 30분간 열기를 식혀준 후 껍질을 제거하고 1 cm × 1 cm × 1 cm 크기로 세절 하였다. 세절한 고구마 시료는 영양소 손실을 최소화하기 위하여 액체질소로 급속냉동 한 후 균질기(Robot Coupe Blixer, Robot Coupe USA, Jackson, MS, USA)로 마쇄하여 -70℃에서 보관하였고 성분 분석시에는 이를 실온으로 해동한 후 사용하였다.

### 3. 일반성분 분석

일반성분 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2012a)에 따라 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고 조회분은 550℃ 회화로(MF31G, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 직접 회화하여 중량법으로 측정하였다. 조단백질은 킬달(Kjeldahl)분해법을 이용하여 질소계수 6.25를 곱하여 g/100g 함량으로 표시하였고 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 또한 생고구마와 찐고구마 및 구운고구마의 경우 수분 함량이 각각 상이함에 따라 처리구별로 영양성분 등을 서로 비교할 수 없으므로 수분을 제외한 모든 성분은 건조중량(dry weight basis)기준으로 환산하여 품종 간 및 동일 품종 내 찌기 및 굽기 전·후 고구마의 영양성분 함량을 비교하였다. 탄수화물은 다음 공식에 의하여 계산하였다(Mattila et al. 2002).

$$\text{Carbohydrate(\%)} = 100 - (\text{moisture} + \text{crude protein} + \text{crude fat} + \text{crude ash})$$

### 4. 무기성분 분석

고구마의 미량영양성분인 칼슘, 철, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 인, 망간, 아연, 폴리브렌, 셀레늄, 요오드 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2012b)

에 의하여 측정하였다. 시료 약 1.0 g에 질산(HNO<sub>3</sub>, Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 8 mL와 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 2 mL를 가하여 microwave digester(Multiwave ECO, Anton Paar GmbH, Graz, Austria)로 1,200 w power에서 30 분간 산분해한 후 50 mL로 정용하여 무기성분 분석용 시료로 사용하였다. 시료에 함유된 무기성분 함량은 ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, ACTIVA, Horiba Jobin Yvon, France)를 이용하여 측정하였다.

### 5. 식이섬유 분석

식이섬유(dietary fiber)는 AOAC(2005)법에 준하여 효소-중량법으로 측정하였다. 물불용성 식이섬유(Insoluble Dietary Fiber, IDF)함량은 시료 1.0 g을 키 큰 비이커에 넣고 MES/TRIS buffer(2-(N-morpholino)ethanesulfonic acid-tris(hydroxymethyl) aminomethane, Megazyme Internation Ireland, Wicklow, Ireland)와 내열성  $\alpha$ -amylase 와 protease를 가하여 효소가수분해 한 후 감압 여과하였다. 여기서 잔사는 증류수, 95% ethanol과 acetone(JT Baker Chemical Co., Phillipsberg, NJ, USA)순으로 세척하여 건조 후 함량을 구하고 각각 조회분과 조단백질을 측정하여 불용성 식이섬유 함량을 측정하였다. 한편 수용성 식이섬유(Soluble Dietary Fiber, SDF)는 물불용성 식이섬유 측정 과정에서 얻어진 여액 및 세척액을 60°C로 가열된 95% ethanol을 가하여 침전시킨 후, 용액을 여과하였다. 잔여물은 78% ethanol, 95% ethanol 및 acetone순으로 세척하여 건조한 다음, 각각 조회분과 조단백질을 측정한 후 감하여 수용성 식이섬유 함량을 측정하였다. 그리고 총 식이섬유(Total Dietary Fiber, TDF)는 물불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유를 합산하여 계산하였다.

### 6. 티아민, 나이아신 및 리보플라빈 분석

티아민과 나이아신 함량은 KIM 등(2014)의 방법

으로 분석하였다. 시료 0.5 g에 5 mM sodium 1-heptanesulfonate 용액(JT Baker Chemical Co., Phillipsberg, NJ, USA)을 가하여 균질화한 후 초음파 추출기(Bransonic ultrasonic cleaner, Danbury, CT, USA)로 추출하였다. 원심분리한 후 상층액을 50 mL로 정용하였으며 추출액은 0.45  $\mu$ m syringe filter(Advantec, DISMIC-25AS, Toyo, JAPAN)로 여과한 후 시험용액으로 사용하였다. 시험용액은 HPLC(Nanospace SI-2, Shiseido, Tokyo, Japan)로 정량하였으며, 사용된 컬럼은 Imtakt UK(4.6×150 mm, 3  $\mu$  m, Kyoto, Japan), 검출기는 ACCELA PDA detector, Shiseido, Tokyo, Japan), 파장은 270 nm를 사용하였다. 이동상으로는 5 mM 1-heptanesulfonic acid와 60% methanol을 gradient 조건으로 사용하였으며 이동상의 유속은 0.8 mL/min이었으며 주입량은 20  $\mu$ L, 컬럼온도는 40°C로 설정하여 사용하였다. 한편 리보플라빈 함량은 AOAC (2005)의 형광광도법에 의해 측정하였다. 시료에 0.1 N HCl(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 가하고 고압멸균기(121°C, 30 min, SJ-220A110, Sejong Scientific Co., Buchen, Korea)를 이용하여 열처리 하였다. 위 추출액에 3% KMnO<sub>4</sub> (Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 넣고 혼합하여 정확하게 2 min 방치한 후 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0.5 mL을 넣고 충분히 혼합하였다. 침전물이 생기면 원심분리(GYROZEN Co. Ltd.)하여 시료 및 표준용액의 형광 광도를 측정하였다(Ex 435 nm, Em 545 nm).

### 7. 통계처리

본 연구의 실험 결과는 평균과 표준편차로 나타내었고 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 사용하였다. 동일 품종 생시료와 쥘 그리고 구운 시료의 실험 결과는 ANOVA 수행 후, 사후검정으로 Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 유의적 수준에서 동일품종 간의 조리방법에 따른 시료의 유의차를 검증하였다. 또한, 품종별 동일조리방법에 대한 통계처리는 5%

유의적 수준에서 Student's t-test에 의해 유의성을 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반성분

충청남도 당진에서 생산된 밤고구마와 호박고구마 품종간 조리방법에 따른 일반성분을 분석한 결과는 Table 1 과 같다. 밤고구마와 호박고구마의 수분함량은 60.57%, 63.87%이었으며, 밤고구마와 호박고구마를 찌는 경우 생고구마에 비해 수분함량이 각각 3.75%와 3.97%가 감소하였고, 굽는 과정에서 역시 각각 8.85%와 11.42%가 감소되었다. 탄수화물은 5% 유의적 수준에서 동일품종간에는 조리방법에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다. 지방은 밤고구마에서는 유의적 차이가 나타나지 않았으나(p<0.05), 호박고구마는 생것에 비하여 찐고구마와 구운고구마의 지방함량이 감소하여 유의적 차이를 나타냈고, 찐고구마와 구운고구마 사이의 지방함량은 유의적 차이가 나타나지 않았다(p<0.05). 단백질 함량은 밤고구마와 호박고구마 모두 생것에 비해 찌거나 구웠을 때 유의적으로 감소하였고, 밤고구마는 구웠을 때가 찢을 때 보다 더 많이 감소하였으나, 호박고구마는 찢을 때가 구웠을 때 보다 더 많이 감소하였다. 또한 조회분은 밤 및 호박고구마 모두 생것에 비해 찌거나 구웠을 때 회분이 감소하여 유의적 차이가 있으나

(p<0.05), 찐고구마 및 구운고구마 간에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

한편 표준식품성분표(RDA 2011a)에 기술된 고구마의 일반성분 함량 중 생고구마, 찐고구마 및 구운고구마의 수분의 경우 각각 66.9%, 66.0%, 68.0%으로 표시되어 본 연구결과와는 큰 차이를 보였다. 이러한 결과는 같은 연도에 생산된 동일 품종을 갖고 동일한 기관에서 동일한 분석법을 가지고 분석하여야 되는데 고구마품종, 분석연도 및 분석기관이 각각 상이한 관계로 다른 분석 값이 나타난 것으로 생각된다. 또한, Kim(1996)은 4가지 품종은 선택하여 일반성분을 조사한 결과 조단백질 함량은 0.74~1.31%, 섬유질은 2.00~2.45%으로 품종 간 큰 차이를 보이지 않았다고 보고한 바 있다. Woo et al.(2012)은 재배조건에 따라 수분은 63.6~56.6 g/100g, 단백질은 3.1~2.4 g/100g으로 차이를 보인다고 보고하였다. 그리고 Oh et al.(2008)은 밤고구마의 수분, 단백질, 회분 및 식이섬유함량에 대해 각각 71.02%, 1.98%, 0.99% 및 11.88%으로 보고한 바 있으며, Shin et al.(2011)은 호박 및 밤고구마의 수분은 각각 66.87%, 60.78%, 단백질은 각각 0.13%, 1.26%, 회분은 각각 1.40%, 1.14%으로 보고하였다. 또한 Kim et al.(1997)은 울미의 수분 및 단백질 함량은 각각 70.12% 및 1.98%로 보고한 바 있으며, Woo et al.(2013)은 수확된 고구마를 과피와 과육으로 분리

**Table 1.** Proximate composition of two sweet potato cultivars

Cultivars	Conditions	Moisture	Dry weight basis (g/100g)			
			Carbohydrate	Fat	Protein	Ash
Chestnut-sweet potato	Raw	60.57 ± 0.37 <sup>a1)</sup>	94.38 ± 0.95 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.75 ± 0.09 <sup>a</sup>
	Steamed	56.82 ± 0.37 <sup>b</sup>	94.66 ± 0.84 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.45 ± 0.00 <sup>b</sup>
	Roasted	51.72 ± 0.47 <sup>c</sup>	95.14 ± 1.04 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.09 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.43 ± 0.07 <sup>b</sup>
Pumpkin-sweet potato	Raw	63.87 ± 0.04 <sup>a*</sup>	93.59 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.02 <sup>a*</sup>	3.22 ± 0.02 <sup>a*</sup>	2.64 ± 0.10 <sup>a</sup>
	Steamed	59.90 ± 0.38 <sup>b*</sup>	94.75 ± 1.01 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.52 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.34 ± 0.07 <sup>b</sup>
	Roasted	52.45 ± 0.71 <sup>c</sup>	94.68 ± 1.52 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.63 ± 0.00 <sup>c*</sup>	2.33 ± 0.03 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean ± SD of duplicate determinations.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

\*p<0.05, t-test paired comparison of raw, steamed and roasted in the sweet potato cultivars.

하여 측정하였을 때 수분은 62.5~80.6 g/100g이었으며 단백질함량은 2.6~3.9 g/100g으로 보고한 바 있다. 이와 같이 본 연구결과와 기존 보고사이에 일반 분석 결과가 차이가 나는 것은 재배지역의 토양의 상태, 기상 여건에 따른 온도 변화, 품종간의 특성 등의 영향에 기인된 것으로 생각된다.

## 2. 무기성분

조리방법을 달리하여 밤고구마와 호박고구마의 무기성분을 분석한 결과는 Table 2-1, Table 2-2 와 같다. 밤고구마와 호박고구마의 무기성분 함량을 비교 분석한 결과 조리방법에 따라 전반적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 즉, 생밤고구마에 비하여 전밤고구마 및 구운밤고구마의 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 인, 구리, 몰리브덴, 셀레늄 및 요오드 등의 함량이 유의적으로 감소하였다. 칼륨과 망간의 경우에는 찢을 때 생밤고구마보다 함량이 유의적으로 증가한 반면, 철과 아연은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편 호박고구마의 경우 생것에 비하여 찢거나 구웠을 때 칼슘, 철, 마그네슘, 나트륨, 인, 망간, 구리, 몰리브덴, 셀레늄 및 요오드 등의 함량이 유의적으로 낮았으나 칼륨과 아연은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 생고구마의 경우 호박고구마가 밤고구마에 비해 망간을 제외하고 전반적으로 칼

슘, 철, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 인 등이 높게 검출되었다. 생호박고구마의 몰리브덴, 셀레늄 및 요오드 함량은 각각 4.72  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , 9.66  $\mu\text{g}/100\text{g}$  및 6.20  $\mu\text{g}/100\text{g}$  이었으며, 생밤고구마의 몰리브덴, 셀레늄 및 요오드 함량은 각각 3.37  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , 6.90  $\mu\text{g}/100\text{g}$  및 2.14  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 생호박고구마가 생밤고구마에 비해 각각 1.4배, 1.4배, 2.8배 이상 높게 함유된 반면 아연과 구리 등의 무기질 함량은 큰 차이를 발견할 수 없었다. 셀레늄 및 요오드의 일일 권장섭취량은 각각 23~70  $\mu\text{g}$ , 80~340  $\mu\text{g}$ 으로 설정되어 있으며 (Ministry of Health and Welfare 2015) 가열시 휘발하는 것으로 알려져 있다(The Ministry of Food and Drug Safety 2011). Table 2-2 에 제시된 바와 같이 찢거나 구울 경우 셀레늄은 약 50%가 감소, 요오드는 거의 휘발됨에 따라 이들 영양소 측면에서는 생고구마를 섭취하는 것이 영양학적으로 유리할 것으로 생각된다. Woo et al.(2012) 은 고구마의 칼륨, 칼슘, 마그네슘 및 나트륨의 함량이 각각 155.1~307.8 mg/100g, 15.4~29.1 mg/100g, 23.3~ 31.5 mg/100g 및 36.0~92.8 mg/100g의 함량을 보이는 것으로 보고하였으며, Woo et al.(2013) 은 고구마의 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등 무기성분 함량을 분석한 결과 재배방법에 따라 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다으며 전체적으로 과육보다는 껍피에 더 많은 무

Table 2-1. Comparison of minerals in two sweet potato cultivars

Cultivars	Conditions	Dry weight basis					
		Calcium (mg/100g)	Iron (mg/100g)	Magnesium (mg/100g)	Potassium (mg/100g)	Sodium (mg/100g)	Phosphorus (mg/100g)
Chestnut-sweet potato	Raw	38.14 $\pm$ 1.08 <sup>a1)</sup>	1.13 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	56.51 $\pm$ 1.29 <sup>a</sup>	939.44 $\pm$ 7.46 <sup>b</sup>	18.64 $\pm$ 0.18 <sup>a,b</sup>	125.13 $\pm$ 2.91 <sup>a</sup>
	Steamed	39.75 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	0.96 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	51.35 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>	1068.06 $\pm$ 32.98 <sup>a</sup>	17.32 $\pm$ 0.43 <sup>b</sup>	107.78 $\pm$ 1.93 <sup>b</sup>
	Roasted	35.53 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	1.17 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	50.54 $\pm$ 1.00 <sup>b</sup>	893.65 $\pm$ 6.75 <sup>b</sup>	19.87 $\pm$ 1.19 <sup>a</sup>	112.54 $\pm$ 4.09 <sup>b</sup>
Pumpkin-sweet potato	Raw	57.22 $\pm$ 0.53 <sup>a*</sup>	1.44 $\pm$ 0.04 <sup>a*</sup>	74.7 $\pm$ 0.27 <sup>*</sup>	1048.46 $\pm$ 38.95 <sup>a</sup>	22.28 $\pm$ 0.20 <sup>a*</sup>	152.02 $\pm$ 1.90 <sup>a*</sup>
	Steamed	58.44 $\pm$ 1.22 <sup>a*</sup>	1.16 $\pm$ 0.05 <sup>b*</sup>	65.34 $\pm$ 0.81 <sup>b*</sup>	983.18 $\pm$ 11.13 <sup>a</sup>	13.10 $\pm$ 0.65 <sup>c*</sup>	142.13 $\pm$ 4.32 <sup>b*</sup>
	Roasted	45.08 $\pm$ 0.07 <sup>b*</sup>	1.38 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	65.17 $\pm$ 0.30 <sup>b*</sup>	965.71 $\pm$ 20.21 <sup>a*</sup>	19.28 $\pm$ 0.24 <sup>b</sup>	132.97 $\pm$ 0.76 <sup>c*</sup>

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SD of duplicate determinations.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>\*</sup> $p < 0.05$ , t-test paired comparison of raw, steamed and roasted in the sweet potato cultivars.

**Table 2-2.** Comparison of minerals in two sweet potato cultivars

Cultivars	Conditions	Dry weight basis					
		Manganese (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Copper (mg/100g)	Molybdenum ( $\mu$ g/100g)	Selenium ( $\mu$ g/100g)	Iodine ( $\mu$ g/100g)
Chestnut-sweet potato	Raw	2.50 $\pm$ 0.02 <sup>b1)</sup>	0.58 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.30 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	3.37 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	6.90 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	2.14 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>
	Steamed	3.11 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.56 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	2.54 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup>	3.44 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>
	Roasted	2.16 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	0.55 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.29 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>	1.78 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	3.14 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>
Pumpkin-sweet potato	Raw	1.30 $\pm$ 0.00 <sup>a*</sup>	0.54 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.32 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	4.72 $\pm$ 0.14 <sup>a*</sup>	9.66 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	6.20 $\pm$ 0.20 <sup>a*</sup>
	Steamed	1.07 $\pm$ 0.00 <sup>b*</sup>	0.51 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.27 $\pm$ 0.00 <sup>a,b</sup>	4.70 $\pm$ 0.26 <sup>a*</sup>	4.16 $\pm$ 0.56 <sup>b</sup>	0.31 $\pm$ 0.02 <sup>b*</sup>
	Roasted	1.02 $\pm$ 0.01 <sup>c*</sup>	0.50 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.26 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	3.25 $\pm$ 0.01 <sup>b*</sup>	4.55 $\pm$ 0.31 <sup>b*</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SD of duplicate determinations.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

\* $p < 0.05$ , t-test paired comparison of raw, steamed and roasted in the sweet potato cultivars.

기성분이 함유되어 있다고 보고한 바 있다. Lee et al.(2007)은 무기성분 함량을 분석한 결과 칼륨, 칼슘, 나트륨, 마그네슘, 인 함량이 각각 1,421 mg/100g, 67 mg/100g, 25 mg/100g, 40 mg/100g 및 123 mg/100g으로 보고하였다. 한편 Oh(1996)는 조리 방법에 따른 근채류의 무기질 함량변화에서 무, 감자 및 당근을 조사한 결과 무기질 잔존율은 데치기에서 낮았으며, microwave 가열에서 높은 경향이나 열채류에 비해 각 조리방법에 차이가 적었다고 보고한 바 있다. 이와 같이 본 연구결과와 무기성분 함량이 기존 결과와 차이를 보이는 것은 앞서 기술한 일반성분과 같이 재배지역의 토양 및 환경 및 품종간의 특성

등의 영향에 기인된 것으로 생각된다.

### 3. 식이섬유

밤고구마와 호박고구마 품종 간 조리방법에 따른 식이섬유를 분석한 결과는 Table 3과 같다. Table 3에 나타난 바와 같이 품종이 다른 2종의 생고구마의 총 식이섬유 함량은 밤고구마와 호박고구마가 각각 6.85 g/100g, 5.52 g/100g으로 생밤고구마가 1.33 g/100g이나 더 많은 총식이섬유를 가지고 있었다. 그리고 수용성 및 불용성식이섬유 함량도 밤고구마가 호박고구마에 비해 전반적으로 높은 함량을 갖고 있었다. 또한 조리방법에 따른 밤고구마와 호박고구

**Table 3.** Comparison of dietary fiber in two sweet potato cultivars

Cultivars	Conditions	Dry weight basis (g/100g)		
		TDF <sup>1)</sup>	SDF	IDF
Chestnut-sweet potato	Raw	6.85 $\pm$ 0.04 <sup>b2)</sup>	2.99 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>	3.87 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>
	Steamed	9.72 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	2.93 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	6.80 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
	Roasted	9.87 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	2.77 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	7.11 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>
Pumpkin-sweet potato	Raw	5.52 $\pm$ 0.02 <sup>c*</sup>	2.12 $\pm$ 0.02 <sup>b*</sup>	3.42 $\pm$ 0.02 <sup>c*</sup>
	Steamed	8.67 $\pm$ 0.02 <sup>a*</sup>	2.36 $\pm$ 0.02 <sup>a*</sup>	6.32 $\pm$ 0.02 <sup>a*</sup>
	Roasted	7.68 $\pm$ 0.09 <sup>b*</sup>	2.02 $\pm$ 0.00 <sup>c*</sup>	5.67 $\pm$ 0.07 <sup>b*</sup>

<sup>1)</sup>TDF: total dietary fiber; SDF: soluble dietary fiber; IDF: Insoluble dietary fiber

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SD of duplicate determinations.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

\* $p < 0.05$ , t-test paired comparison of raw, steamed and roasted in the sweet potato cultivars.

마의 총식이섬유, 수용성식이섬유 및 불용성식이섬유는 전반적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 그런데 앞서 연구한 Kim et al.(2010)은 고구마 분말의 육질색 종류별 식이섬유 함량을 조사한 바 있는데 수용성식이섬유 함량은 1.0~1.3%(건조중량), 불용성식이섬유 함량은 2.58~7.97%(건조중량), 총식이섬유(건조중량)는 자색고구마, 일반고구마 및 주황색고구마에 각각 9.27%, 6.70% 및 2.58% 이라고 보고한 바 있다. 그리고 Huang et al.(1999)은 일반고구마, 주황색고구마 및 자색고구마의 총식이섬유 함량은 생체기군으로 각각 2.3~3.3%, 2.0~3.1%, 2.3~3.9% 수준이라고 발표한 바 있다. 또한 Ramesh et al.(2006)은 건조방법에 따른 고구마 분말의 식이섬유 함량을 조사한 결과 총식이섬유는 17.2~17.6% 수준이라고 보고하였다. 한편 표준식품성분표(RDA 2011a)에 표시된 생고구마의 총식이섬유는 3.8 g/100g, 수용성식이섬유는 1.4 g/100g이라고 발표한 바 있다. 이상과 같이 국내외에서 연구된 고구마의 식이섬유 함량은 본 연구결과와 다소 차이를 보였는데 상기의 결과는 여러 가지 원인이 있겠으나 재배지역의 토양 및 환경 및 품종간의 특성 등의 영향에 기인된 것으로 생각된다.

#### 4. 수용성 비타민류

밤고구마와 호박고구마 품종 간 조리방법에 따른

수용성 비타민류를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 밤고구마 중 생시료와 찐고구마 그리고 구운고구마의 티아민 함량은 각각 0.16 mg/100g, 0.14 mg/100g, 0.16 mg/100g이었으며, 리보플라빈은 각각 0.08 mg/100g, 0.06 mg/100g, 0.07 mg/100g이었고, 나이아신은 각각 0.56 mg/100g, 0.16 mg/100g, 0.20 mg/100g이었다. 그리고 호박고구마 중 생시료와 찐고구마 그리고 구운고구마의 티아민 함량은 각각 0.24 mg/100g, 0.27 mg/100g, 0.27 mg/100g이었으며, 리보플라빈은 각각 0.10 mg/100g, 0.07 mg/100g, 0.11 mg/100g이었고, 나이아신은 각각 0.90 mg/100g, 0.27 mg/100g, 0.64 mg/100g이었다. 밤고구마의 경우 티아민과 리보플라빈의 함량은 5% 유의적 수준에서 동일품종 간의 조리방법에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않은 반면, 나이아신 함량은 생시료에 비하여 찐고구마와 구운고구마에서 유의적으로 감소하였( $p < 0.05$ ). 한편 호박고구마의 경우도 티아민과 리보플라빈 등은 조리방법에 따라 유의적인 차이는 없었으나 나이아신은 밤고구마의 경우와 같이 찌거나 구웠을 때 유의적인 차이가 보이 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 전반적으로 밤고구마와 호박고구마는 티아민과 리보플라빈 등은 열에 의해 크게 영향을 받지 않는 것에 반해 나이아신은 생고구마들에 비해 찐고구마와 구운고구마에서 모두 감소하는 경향을 보여주었다. 한편 표준식품성분표에 표시된 생고

**Table 4.** Comparison of vitamin content in two sweet potato cultivars

Cultivars	Conditions	Dry weight basis (mg/100g)		
		Vit B <sub>1</sub>	Vit B <sub>2</sub>	Vit B <sub>3</sub>
Chestnut-sweet potato	Raw	0.16 ± 0.02 <sup>a1)</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.04 <sup>a</sup>
	Steamed	0.14 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.00 <sup>b</sup>
	Roasted	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>b</sup>
Pumpkin-sweet potato	Raw	0.24 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.02 <sup>ab</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>a*</sup>
	Steamed	0.27 ± 0.00 <sup>a*</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.27 ± 0.00 <sup>c*</sup>
	Roasted	0.27 ± 0.03 <sup>a*</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.01 <sup>b*</sup>

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean ± SD of duplicate determinations.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

\* $p < 0.05$ , t-test paired comparison of raw, steamed and roasted in the sweet potato cultivars.

구마, 찐고구마 및 굵고구마의 경우 티아민 함량은 각각 0.06 mg/100g, 0.08 mg/100g, 0.13 mg/100g이었으며, 리보플라빈은 각각 0.08 mg/100g, 0.1 mg/100g, 0.9 mg/100g이었다. 또한 Kim et al.(1997) 은 신율미와 수원147호 품종의 영양성분 비교에서 신율미의 티아민 함량은 0.06 mg/100g, 리보플라빈은 0.08 mg/100g 그리고 나이아신은 0.6 mg/100g이었으며, 수원147호의 티아민 함량은 0.09 mg/100g, 리보플라빈은 0.06 mg/100g이었으며 나이아신은 0.7 mg/100g으로 보고한 바 있다. 그런데 표준식품성분표(RDA 2011a)에 기술된 수용성비타민류와 농촌생활연구소에서 발표된 수용성 비타민류의 함량은 본 연구결과와 차이는 보였으나 생체당으로 환산하여 계산할 경우는 전반적으로 수용성 비타민류의 함량은 비슷하였다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 밤 및 호박 등 2종 고구마의 생시료와 찌기와 굽기 등 조리방법에 따른 수분, 단백질, 지질, 회분, 무기질, 식이섬유 및 비타민함량 등 이화학적 특성을 비교 측정하였다. 그 결과 일반성분 중 수분, 회분 및 조지방은 전반적으로 유의적인 차이는 발견할 수 없었으나 단백질 함량은 두 품종에서 생고구마, 찐고구마 및 구운고구마 간에 유의적 차이가 있음을 알 수 있었다. 비교적 무기질 함량은 생호박고구마가 생밤고구마에 비해 망간을 제외하고 칼슘, 철, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 인, 몰리브덴, 셀레늄 및 요오드 함량 등이 높게 검출되었으며, 아연과 구리 등의 무기질은 큰 차이를 발견할 수 없었다. 총식이 섬유는 두 개의 품종 중 생밤고구마가 생호박고구마에 비하여 다소 높은 함량을 가지고 있었으며 총식이 섬유, 수용성식이 섬유 및 불용성식이 섬유 간에도 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 티아민과 리보플라빈 등은 밤 및 호박고구마의 조리방법에 따라 유의적인 차이가 없었으나 나이아신은 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 2종의 고구마 모두 찌거나

구운 후 칼륨, 인, 마그네슘 및 칼슘 등 무기질이 풍부하고 식이섬유와 비타민을 다량 함유하고 있어 가공 및 기능성 식품소재로서의 고구마의 활용가치가 높을 것으로 예상된다. 또한 밤고구마와 호박고구마 등의 품종 간 다소의 차이는 있으나 이러한 차이는 재배지역의 토양 및 환경 그리고 품종간의 차이에 의한 것으로 생각된다.

#### References

- AOAC(2005) Official methods of analysis(18th edition). Association of official analytical chemists, Washington DC
- The Ministry of Food and Drug Safety(2011) Dietary supplements functional materials
- Hong HD, Kim SS, Kim KT, Lee BY(1999) Development of liquid food products using sweet potato. KFRI
- Huang AS, Tanudjaja L, Lum D(1999) Content of alpha-beta-carotene, and dietary fiber in 18 sweetpotato varieties grown in Hawaii. J Food Compos Anal 12(2), 147-151
- Jeong HR, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim YS, Jeong CH, Kim DO, Heo HJ(2010) Nutritional components and their antioxidative protection of neuronal cells of Litchi (Litchi chinensis Sonn.) Fruit Pericarp. Korean J Food Technol 42(4), 481-487
- Kim DS, Kim CK, In MJ(2015) Antioxidant activities of extracts prepared from sweet potatoes with different flesh colors. J Appl Biol Chem 58(1), 21-24
- Kim GP, Lee JW, Ahn KG, Hwang YS, Choi YM, Chun JY, Chang WS, Choung MG(2014) Differential responses of B vitamins in black soybean seeds. Food Chem 153, 101-108
- Kim JD(2011) Literature about the origin of the character in sweet potatoes. RDA 10(1), 19-46
- Kim JP, Chon IJ, Cho HK, Ham IH, Whang WK(2004) The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. Korean J Pharmacogn 35(1), 98-103
- Kim JS(1996) Studies on the components of sweet potato varieties. J Industr Technol Inst 3, 327-333
- Kim KE, Kim SS, Lee YT(2010) Physicochemical properties of flours prepared from sweet potatoes with different flesh colors. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(10), 1476-1480
- Kim SJ, Rhim JW, Jung ST, Ahn YS, Oh YB(1997) Carotenoid contents of yellow sweet potatoes. Korean J Food Sci Technol 29(2), 218-222
- Kwak CS, Lee KJ, Chang JH, Park JH, Cho JH, Park JH, Kim KM, Lee MS(2013) In vitro antioxidant,

- anti-allergic and anti-inflammatory effects of ethanol extracts from Korean sweet potato leaves and stalks, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(3), 369-377
- Lee JE, Cho SM, Kim J, Kim JH(2013) Effects unripe and ripe *rubus coreanus* miqel on peritoneal macrophage gene expression using cDNA microarray analysis, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(10), 1552-1559
- Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Boo HO(2007) Proximate composition and minerals, phenolics, anthocyanins pigment characteristics on the parts of sweet potato, *Korean J Intl Agr* 19(3), 196-204
- Lee JS, Park YK, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BC, Bang JK(2007) Antioxidative and biological activities of extracts of sweetpotato tips, *Korea J Crop Sci* 52(2), 228-238
- Lee YM, Bea JH, Kim JB, Kim SY, Chung MN, Park MY, Ko JS, Song J, Kim JH(2012) Changes in the physiological activities of four sweet potato varieties by cooking condition, *Korean J Nutr* 45(1), 12-19
- Mattila P, Salo-Väänänen P, Kõnkõ K, Aro H, Jalava T(2002) Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland, *J Agric Food Chem* 50(22), 6419-6422
- Ministry of Food and Drug Safety(2012a) Korean food standards codex, Korean Food Industry Association, Seoul, Korea, pp3-9
- Ministry of Food and Drug Safety(2012b) Korean food standards codex, Korean Food Industry Association, Seoul, Korea, pp55-63
- Ministry of Health and Welfare(2015) Dietary reference intakes for Koreans(KDRIs), The Korean Nutrition Society, p12
- Oh HE, Hong JS(2008) Quality characteristics of sulgidduk added with fresh wseet potato, *Korean J Food Cook Sci* 24(4), 322-331
- Oh MS(1996) Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods, *Korean J Soc Food Sci* 12(1), 40-45
- Park JS, Bae JO, Choi GH, Chung BW, Choi DS(2011) Antimutagenicity of Korean sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(1), 37-46
- Park JS, Woo JW, Choi GH, Choi DS, Jung MY(2015) Chlorogenic acid profiles and antioxidant potentials of 17 sweet potato varieties cultivated in Korea: impact of extrzction condition and classification by hierarchical clustering analysis, *J Food Chem Nanotechnol* 1(1), 3-12
- Ramesh YA, Guhab M, Tharanathanc RN, Ramtekea RS(2006) Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques *LWT-Food Sci Technol* 39(1), 20-26
- Rural Development Administration(2011a) Standard Food Composition Table, 8th revision, p72
- Rural Development Administration(2011b) Tables of food functional composition-amino acid
- Rural Development Administration(2014) Important of sweet potato, Avaliable from <http://www.nongsaro.go.kr> [cited 2014 September 04]
- Rural Development Administration(2015) Distribution and production of sweet potato, Avaliable from <http://www.nongsaro.go.kr> [Cited 2015 May 08]
- Shin MY, Lee WY(2011) Physical properties and preference of a steamed sweet potato slab after mild hot air drying, *Korean J Food Cookery Sci* 27(2) 73-81
- Shin MY, Youn KS, Lee SW, Moon HK, Lee WY(2011) Optimization of vacuum drying conditions for a steamed (pumpkin-) sweet potato slab by response surface methodology, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(9), 1314-1320
- Suh HJ, Chung SH, Choi YM, Bae SH, Kim YS(1998) Changes in sugar content of sweet potato by different cooking methods, *Korean J Soc Food Sci* 14(2), 182-187
- Woo KS, Ko JY, Kim HY, Lee YH, Jeong HS(2013) Changes in quality characteristics and chemical components of sweet potatoes cultivated using different methods, *Korean J Food Sci Technol* 45(3), 305-311
- Woo KS, Seo HI, Lee YH, Kim HY, Ko JY, Song SB, Lee JS, Jung KY, Nam MH, Oh IS, Jeong HS(2012) Antioxidant compounds and antioxidant activities of sweet potatoes with cultivated conditions, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(4), 519-525