J East Asian Soc Dietary Life
25(5): 902~910 (2015)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2015.10.25.5.902

박피 유무에 따른 우엉 분말의 이화학적 특성

황 동 주·김 진 숙†

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Physicochemical Properties of Dried Burdock (*Arctium lappa* L.) Powder in the Peeling Process

Dong-Ju Hwang and Jin-Sook Kim†

Dept. of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the qualitative properties of burdock (*Arctium lappa* L) peels as food material. Proximate composition, sweetness, pH, total acidity, mineral, fatty acid, free sugar, and organic acid contents of preprocessed burdock were measured. Crude ash, protein, fat, and total dietary fiber contents of non-peeled treated lotus roots were higher than those of peeled treated lotus roots ($p<0.05$). °Bx, pH, and total acidity were not different in the peeling process. Redness and yellowness of lotus roots were reduced by the peeling process, whereas lightness increased ($p<0.05$). The mineral contents of Ca, K, Fe, and P were higher in non-peeled lotus roots, whereas non-peeled treated lotus root showed higher K contents ($p<0.05$). Maltose content was not significantly different, whereas fructose, sucrose and maltose contents were significantly different. Total organic acid contents were higher in non-peeled lotus roots ($p<0.01$). However total free amino acid contents were higher in peeled lotus roots ($p<0.01$).

Key words : Burdock, peeling, fatty acid, organic acid, free sugar

서 론

국화과에 속하는 우엉(*Arctium lappa* L.)은 2년생으로 줄기가 50~150 cm까지 자라고, 뿌리는 30~60 cm까지 곧게 자란다(Lee CB 1999). 우엉은 길고 큼지막한 잎과 자주색 꽃이 아름다워 유럽에서는 관상용으로 많이 재배한다. 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등의 동북아시아에서는 주로 식용, 약용으로 재배한다. 한의학에서는 잎, 뿌리, 종자를 약재로 이용하지만, 어린 순과 뿌리는 식용으로 주로 이용한다(Lee MY *et al* 2009). 우엉의 뿌리에는 당질과 섬유소가 풍부하고, 대부분의 당질이 이눌린의 형태로 되어 있는데, 이는 국화과의 특이한 생화학적 특성으로 뿌리와 종자에 지방유 대신 이눌린이 저장되며, 우엉뿌리 추출물에는 33.5%의 이눌린이 함유되어 있다고 밝혀져 있다(Chalcarz W & Urbanowicz M 1984). 예로부터 당뇨병, 신장병 환자에 도움을 주는 식품으로 전해져 오고 있으며, 고혈압, 통풍, 동맥경화뿐만 아니라, 간염과 같은 염증성 질환에도 좋은 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Ferracane R *et al* 2010).

우엉은 가정에서 주로 조림, 볶음, 김치, 우엉차 등에 이용되나, 분말 형태의 가공소재로서 첨가한 설기떡(Park BG 2009), 조청(Shin SI 2011), 죽(Hong II & Choi SK 2014) 등의 연구가 진행되었다. 그리고 우엉 추출물의 항돌연변이(Park KY *et al* 1922), 항염증(Lin SC *et al* 2002), 간 보호(Lin CC *et al* 1996) 등에 효과를 보인다는 연구 결과도 다수 보고되고 있다. Wang BS 등(2006)의 연구 결과에서는 우엉 추출물이 산화적 손상을 억제하며, LDL의 산화억제와 NO의 생성을 저하시켜 항염증 효과, 심혈관질환 예방효과를 보일 수 있다고 하였다. 이처럼 우엉은 식재료나 약재로서 쓰임새가 많은 식품이지만, 생산 현장의 가공 처리 과정 중에서 박피 과정을 수행하는 것이 일반적이며, 이로 인해 갈변현상이 급격히 일어나 양질의 품질을 얻는데 있어 어려움을 안고 있다. 그래서 박피에 의한 갈변을 방지하기 위해 가공 온도 및 신선 절단(Chung HS *et al* 2012), 조리방법(Ahn MS 1999), 세척방법(Hwang YS *et al* 2003), 그리고 우엉의 갈변저해제 처리(Koo GR 1989) 등 다양한 연구가 수행되었고, 앞으로도 진행될 것이라 생각된다. Hwang DJ 등(2014)의 연구를 보면 박피 유무에 따른 전처리 연근의 이화학적 특성에서 박피하지 않은 연

† **Corresponding author** : Jin Sook Kim, Tel: +82-63-238-3555, Fax: +82-63-238-3842, Email: preetyjs@korea.kr

근이 박피한 연근보다 마그네슘, 칼슘, 철 등이 높았으며, 총 유리당 함량 또한 높았다고 하며, Kim JS 등(2015)은 박피하지 않은 연근이 박피한 연근보다 DPPH 전자공여능, SOD 유사활성 및 ACE 저해활성이 높다고 보고하였다. 한편, Hermann K(1976)는 양파의 flavonoid의 농도가 양파의 안쪽 조직보다 껍질 또는 잎부분으로 갈수록 더 높아진다고 보고하였다. 이와 같이 우엉, 연근, 양파 등의 뿌리채소(근채류)는 껍질에 유용성분을 함유하고 있지만, 외관, 식감, 맛 등의 기호로 인해 대부분 박피 과정을 통하여 신선 식재료가 생산되고 있다. 식용으로 활용하기 위한 근채류는 절단, 박피 등의 전처리 과정을 통해서 생체 조직이 손상되어, 연화, 미생물 오염, 갈변반응 등이 발생됨으로써 원 재료에 비하여 저장성과 안전성이 떨어지고, 쉽게 부패하고, 변하게 되는 것이다(Jeong JW *et al* 2006; Son SM 2007).

이에 본 연구에서는 우엉의 가공 식재료 생산 현장에서 박피 처리 공정 선택 시 효과적인 이용법이 될 수 있는 정보를 제공하고자 박피 유무에 따른 우엉의 일반성분, 맛 관련 성분 분석 등의 이화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 우엉은 경북 안동에서 생산되는 것을 구입하였고, 먼저 우엉의 흙과 이물질을 제거한 후 흐르는 물에 2회 세척한 후 자연적으로 탈수하였다. 대조구인 박피하지 않은 우엉은 4 mm 크기로 슬라이스(SS-slicer, Shimomura, Japan)한 후, 50℃ 열풍 건조기(DS-240BC, Dusung Co, Busan, Korea)에서 6시간 건조 후 갈아 20mesh에 체질하여 시료로 얻었다. 비교구인 박피한 우엉은 Y자형 박피 도구로 박피한 후, 대조구와 같은 방법으로 하여 분말시료를 조제하였다. 각각의 시료는 4℃ 저온 저장고에 보관하면서 실험에 사용하였다. 유리당, 유기산 분석을 위한 표준물질은 Sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였고, 그밖에 실험에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC법에 따라 3회 반복 실험을 실시하여 평균값을 나타내었다. 수분함량 측정은 105℃ 상압가열법, 회분 함량은 550℃에서 직접회화법, 조단백 함량은 Semi-micro-Kjeldhl법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Teacator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하였다. 조지방 함량 측정은 Soxhlet 추출기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Teactor, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 분석하였고, 조섬유 측정은 조섬유 추출기(Fibertec system M 1020 Hot extractor, Foss Teacator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하였다. 총식이섬유 측정은 조섬유 추출기(Fibertec 1023 system, Foss Analytical, SWE, Denmark)를 사용하였다.

3. °Brix, pH 및 총 산도

°Brix(고형분), pH, 그리고 총 산도는 시료 3 g에 10배(w/v)의 증류수를 넣어 희석하고, homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Laboretechnik Co, Staufen, Germany)로 균질화한 후 32,500 ×g에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 고형분 함량인 당도는 굴절 당도계(PR-101a, Atago Co, Ltd, Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정하고, °Brix(%)로 평균값을 나타내었고, pH는 pH meter(Orion 4 STAR, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였고, 그 값에 평균값을 이용하였다. 총 산도는 상등액 10 mL와 증류수 40 mL를 섞어준 후 pH meter를 이용하여 pH가 8.3이 될 때까지 소요된 0.1 N-NaOH의 양을 citric acid(%)로 환산하여 나타내었다(Chae SG *et al* 1999).

4. 색도 측정

색도는 약 3 g의 시료를 색차계용 petri-dish에 담은 후 색차계(Chromateter, CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b값(yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. 이 때 표준백색판의 L, a 및 b 값은 각각 95.73, -0.16 및 2.83이었다.

5. 무기질 함량 분석

무기질 함량 분석은 ICP-OES(Optima 8300, Perkin Elmer, CT, USA)를 사용하여 3회 반복 분석하여 평균값을 나타내었다. 시료는 0.5~1 g을 취한 후 0.5 M 질산 용액 10 mL를 넣고, Microwave(MARS 5, CEM, USA)로 분해하였다. Microwave는 1,200 W, 800 psi, 200℃, 45분간 처리하여 3단계로 프로그램을 수행하였다(Table 1). 분해한 시료는 방냉 후 100 mL 메스플라스크에 0.5 M 질산으로 정용하여 분석 시료로 사용하였다. 표준용액과 시료를 ICP-OES에 주입하여 시료의 농도를 구하였다. 표준용액은 Multi element calibration standard 21(100 μg/mL, Perkin Elmer, ICP grade)를 0.5 M 질산으로 희석하여 분석하였다. ICP-MS(ELAN DRCe, Perkin Elmer, CT, USA)의 분석 조건은 Table 2와 같다.

6. 지방산 함량 분석

지방산 함량 분석은 시료 1 g을 round flask에 넣은 후 벤젠 10 mL와 0.5 N NaOH/MeOH 용액 7.5 mL를 넣고, 150℃에서 30분간 가열한 후 10% BF_3/MeOH 7.5 mL를 가하여 150℃에서 30분간 반응하였다. 반응을 끝내고 방냉하여 분액

Table 1. Program of microwave system

Step	Type	Power (%)	Temp (℃)	Time (min)
1	Ramp to temp	100	200	15
2	Hold	100	200	20
3	Cooling	-	-	10

Table 2. The optimum condition of ICP/MS

ICP-MS condition		
Nebulizer gas flow		0.55
Auxiliary gas flow		0.20
Plasma gas flow		8.00
ICP RF power		1450
Viex dist		15.0
Pump parameters		1.50
Element	Wavelength	Plasma view
Zn	206.200	Axial
Fe	238.204	
Ca	317.933	
Cu	327.393	
Na	589.592	Radial
Mg	285.213	
K	766.490	
Mn	257.610	

깔대기에 넣은 후 10 mL의 CH_2Cl_2를 가하여 분획하였고, 이 과정을 3회 반복하여 CH_2Cl_2 층을 모아 농축하였다. 지방산 함량 분석은 Gas chromatography(Agilent Technologies 7890 series, Palo, CA, USA)를 이용하여 3회 반복 분석하여 평균값을 내었다. 이때 분석 조건은 detector는 FID(Flame Ionization Detector)를 이용하였고, column은 SP-2560(100 m×0.25 ×0.2 μm)를 이용하였다. Oven temperature는 170℃에서 15분간 유지한 후, 1℃/min의 속도로 180℃까지 올린 후 15분간 유지하고, 3℃/min의 속도로 245℃까지 올린 후 13분간 유지하였다. Injector temperature와 detector temperature는 각각 225℃와 285℃이었고, carrier gas는 He을 이용하였고 flow rate은 0.75 mL/min이었으며, Split ratio는 200:1이었다. 지방산 정량은 내부표준물질 undecanoic acid(C11:0)의 면적을 기준으로 계산하였고, 지방산 표준용액은 지방산 표준품 37종(FAME MIX C4-C-24 2, 100 mg/mL)을 이소옥탄용액 3 mL에 녹여 표준용액으로 조제하였다(Han SJ & Koo SJ 1993).

7. 유리당 함량 분석

유리당 분석을 위해 우엉 분말은 100 mesh에 내려 분석 시료로 사용하였다. 각각의 시료 1 g에 증류수 40 mL를 가하여 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Laboretechnik Co., Staufen, Germany)를 이용하여 균질화 한 후 실온에서 3시간 동안 추출하였고, 1, 2차 원심분리(각 10,000 rpm/10 min, 15,000 rpm/15 min)하여 상등액을 취하였다. 이 상등액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하고, 100 mL로 정용한 후 0.2 μm membrane filter로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC systems(Palo Alto, CA, USA)로 3회 반복 분석하여 평균값을 표기하였다. HPLC 분석 시 column은 carbohydrate column(4.6×150 mm, 5 μm, Agilent Technologies)를 사용하였고, 검출기는 Refractive Index Detector를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile : water (70:30, %(v/v))를 유속 1.2 mL/min 속도로 흘려주었고, sample 주입량은 5 μL이었다(Kim JW & Sung KH 2010; Kim HY *et al* 2010).

8. 유기산 함량 분석

유기산 분석을 위한 우엉 분말 시료의 전처리는 유리당 분석과 동일한 방법으로 추출하였다. HPLC(Agilent Technologies 1200 series, Palo, CA, USA)의 분석 시 column은 Aminex HPX-87H column(300×7.8 mm, Bio-Rad)을 사용하였고, 이동상은 0.008 N sulfuric acid를 유속 0.6 mL/min 속도로 흘려주었고, sample 10 μL씩 주입하여 분석하였다(Kim HY *et al* 2010).

9. 유리아미노산 분석

시료 0.5 g에 증류수 30 mL를 넣어 균질화 및 추출한 후, 4℃에서 10,000 rpm과 15,000 rpm으로 각각 10분씩 2번 원심분리하여 상등액을 membrane filter로 여과하였고, 증류수로 50 mL로 정용한 후 희석하여 사용하였다. 희석된 시료는 0.2 μm membrane filter로 여과한 후 UPLC로 분석하였는데, 이때 조건은 AccQ · Tag™ Ultra column(2.1×100 mm, Waters Co., Milford, MA, USA), 용매로는 AccQ · Tag™ Ultra eluent (Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하였으며, 유속은 0.7 mL/min이었고, UV detector(Waters Co., Milford, MA, USA)로 260 nm에서 측정하였는데, 모든 값은 3회 반복 측정하여 평균을 나타내었다(Kim KM *et al* 2013).

10. 통계 처리

본 연구 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS version 12.0 K(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차

를 나타내었다. 두 실험군 간의 유의성은 *t*-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

우엉의 박피 유무에 따른 우엉의 일반성분 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 박피하지 않은 우엉의 수분함량은 5.65±0.06%이고, 박피한 우엉의 수분함량은 5.59±0.07%로서 이들 처리구 간에는 서로 유의적이지 않았다. 조회분, 조지방, 조단백 및 총식이섬유의 함량은 박피하지 않은 우엉이 각각 3.37±0.02%, 0.66±0.01%, 9.06±0.17% 및 28.40±0.073.46%로 박피한 우엉보다 유의적으로 높았다. 일반적으로 박피를 할 경우, 건조 과정에서 수분의 증발이 더 빨리 이루어져 박피 처리한 실험군의 수분 함량이 낮게 나타나는데, 우엉의 경우에는 유의적인 차이가 없었다. Moon KD 등(1995)은 감의 껍질에 단백질, 지질 및 회분의 함량이 높았다고 보고하였고, Hwang DJ 등(2014)은 박피하지 않은 연근의 수분, 조단백, 총 식이섬유 함량이 박피한 연근보다 높다고 보고하였다. 그리고 Kim MK 등(2010)은 우엉 분말의 수분, 조단백 및 조지방 함량이 각각 5.77%, 9.72% 및 0.52%로 보고하였는데, 본 연구의 박피하지 않은 우엉의 분석값과는 약간의 차이를 보였다. 또한 총 식이섬유에서 약간의 차이를 보였으나, 이는 생산 지역(안동, 진주, 경산 등), 시료 처리법 등에 의한 차이로 생각된다.

2. °Bx, pH 및 총 산도

박피 유무에 따른 우엉의 °Bx(고형분 함량), pH 및 총 산도의 측정 결과는 Table 4와 같다. 고형분 함량은 박피하지 않은 우엉이 22.00±0.00 °Brix이었고, 박피한 우엉은 21.33±0.58 °Bx로 유의적인 차이는 없었다. 그리고 pH는 각각 6.12±0.00, 6.12±0.01이었고, 총 산도도 각각 0.62±0.01%, 0.62±0.00%로 박피 처리에 의한 차이가 없었다. Hwang DJ 등(2014)은 박피 유무에 따른 연근은 당도와 총 산도의 차이가 없는 것으로 보고하였는데, 본 연구와 같은 경향이었다. Chung HS 등(2012)은 절단한 우엉을 4℃와 25℃에서 14일간 저장하면서 측정한 우엉의 pH가 6.00~6.17로 본 연구 결과와도 유사한 값을 보였다.

Table 4. Brix, pH, and total acidity of dried burdock powder by different pretreatments

	Brix (°Bx)	pH	Total acidity (%)
Non peeling	22.00±0.00[1)]	6.12±0.00	0.62±0.01
Peeling	21.33±0.58	6.12±0.01	0.62±0.00
t-value (*p*-value)	2.00(0.18)	1.00(0.42)	-1.26(0.27)

[1)] Means±S.D.

3. 색도 측정

박피 유무에 따른 우엉의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 일반적으로 우엉은 phenol을 quinone으로 산화시키고, 다시 중합시켜 melanin을 생성시키고, 착색시키는데 관여하는 polyphenol oxidase에 의해 쉽게 갈변하는 특성을 가지고 있어서 박피 과정이나 시료 처리 과정에서 갈변현상이 많이 나타나게 된다(Lim JH *et al* 2005). 건조 우엉 분말의 박피 여부에 따른 색도에 있어서, 밝기를 나타내는 L값은 박피하지 않은 우엉이 80.78±0.04, 박피 우엉이 85.06±0.02로 박피한

Table 5. Color values of dried burdock powder by different pretreatments

	Color value[1)]		
	L	a	b
Non peeling	80.78±0.04[2)]	1.49±0.01	11.92±0.03
Peeling	85.06±0.02	1.19±0.01	10.03±0.03
t-value (*p*-value)	−183.61[***3)] (0.00)	31.11[***] (0.00)	82.71[***] (0.00)

[1)] L: lightness (100=white, 0=black), a: redness (−60~+60; −=green, +=redness), b: yellowness (−60~+60; −=blue, +=yellow).
[2)] Means±S.D.
[3)] *** p<0.001.

Table 3. The proximate composition of dried burdock powder by different pretreatments (%)

	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Total fiber
Non peeling	5.65±0.06[1)]	3.37±0.02	0.66±0.01	9.06±0.17	28.40±0.07
Peeling	5.59±0.07	2.67±0.06	0.54±0.04	3.37±0.01	20.73±0.34
t-value (*p*-value)	1.13 (0.32)	18.84[***2)] (0.00)	4.85[**] (0.01)	7.05[**] (0.00)	31.29[**] (0.00)

[1)] Means±S.D.
[2)] ** p<0.01, *** p<0.001.

Non peeling → Drying → Grinding　　Peeling → Drying → Grinding

Fig. 1. Burdock with prepared condition.

우엉이 높은 것으로 나타나, 더 밝은 것으로 해석된다(p< 0.001). 하지만 a값과 b값은 박피하지 않은 우엉이 각각 1.49 ±0.01과 11.92±0.03으로 박피한 우엉의 1.19±0.01과 10.03± 0.03보다 높았다(p<0.001). 박피 여부를 달리한 우엉을 사진 촬영한 결과는 Fig. 1과 같이, 육안상별 차이가 없어 보이지지만, 자세히 보면 우엉 외피(껍질)의 갈색부분이 보이는 부분이 있다. 한편, Hwang DJ 등(2014)은 건조 연근의 박피 유무에 따른 색도의 차이는 연근 내부 절단에 의한 색 변화보다는 연근 외피의 자체에 의한 변화가 더 크다고 밝혔다. 본 연구에서도 절단 건조된 우엉은 우엉 과육이 절단 처리에 의하여 polyphenol oxidase가 활성화되어 생긴 갈변현상보다는 우엉의 외피 색에 의하여 색이 더 어둡게 측정된 것으로 보인다는 것은 박피 여부에 따라 색의 차이를 볼 수 있다. 다만 향후 절단을 요인을 배제한 우엉 외피에 의한 갈변 차이를 분석할 필요가 있을 것으로 보인다.

4. 무기질 함량 분석

우엉의 박피 유무에 따른 무기질(Mg, Ca, K, Fe, Na, Se, P) 함량 측정 결과는 Table 6과 같다. 박피 제거 유무에 관계없이 모든 우엉 처리구(대조구, 비교구)에서는 K, P, Mg, Ca, Na, Fe, Se 순으로 함량이 높았다. 그 중에서도 박피하지 않은 우엉은 K, P, Ca, Fe의 함량(mg/100 g)이 각각 845.18± 15.10, 503.96±8.48, 203.90±6.55, 15.86±0.98로 박피한 우엉보다 유의적으로 높았다. 하지만 Mg과 Na 함량(mg/100 g)은 박피하지 않은 우엉이 211.78±3.46과 98.72±2.69로 박피한 우엉의 Mg 228.07±1.65와 Na 112.50±0.53 함량보다 유의적으로 낮았다(p<0.01, p<0.05). Se 함량은 박피에 의한 차이는 없었다. 특히 박피로 인해 K 함량이 많이 감소하게 되는데, 이는 우엉의 속 조직보다 껍질에 K가 많이 함유된 것으로 보인다. 박피한 우엉의 Mg과 Na 함량이 박피하지 않은 우엉보다 높은 것은 우엉 속 조직이 겉껍질보다 상대적으로 Mg과 Na을 많이 함유하고 있는 것으로 예상된다. Chang KM & Lee MS(1999)의 연구에서는 우엉의 무기 성분의 함량이 K, P, Ca 순으로 높았으며, 특히 K는 당근, 무와 같은 지하 부위 채소에 많이 포함되어 있는 대표적인 무기성분으로 보고하였는데, 본 연구와 동일한 결과이었다. Hwang DJ 등(2014)의 연구에서도 연근 껍질 제거에 의한 K 함량의 차이가 다른 무기질에 보다 큰 것으로 보고하였다. 물론 각각의 무기질 함량에 있어 약간의 수치 차이를 보이기는 하나, 이것은 수확시기, 품종 그리고 원산지의 차이로 보이며, 우엉 속조직과 겉껍질에 대한 성분분석이 추가적으로 필요하다고 본다.

Table 6. Mineral contents of dried burdock powder by different pretreatments

Minerals (mg/100 g)	Non peeling	Peeling	t-value (p-value)
Mg	211.78± 3.46[1)]	228.07±1.65	−6.62[**2)] (0.00)
Ca	203.90± 6.55	164.67±1.03	10.25[**] (0.01)
K	845.18±15.10	542.57±4.95	32.97[***] (0.00)
Fe	15.86± 0.98	3.34±0.08	22.09[**] (0.00)
Na	98.72± 2.69	112.50±0.53	−8.72[*] (0.01)
Se	0.02± 0.01	0.03±0.01	−1.34 (0.25)
P	503.96± 8.48	470.58±2.84	6.46[**] (0.00)

1) Means±S.D.
2) * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

5. 지방산 함량 분석

우엉의 박피 유무에 따른 지방산 함량 측정 결과는 Table 7과 같다. Palmitic acid 함량(mg/100 g)의 경우, 박피하지 않은 우엉은 108.67±2.08이고, 박피한 우엉이 104.00±1.00으로 박피하지 않은 우엉이 보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 한편, oleic acid 함량(mg/100 g)에 있어 박피하지 않은 우엉은 30.33 ±2.89, 박피한 우엉은 44.00±1.00으로 박피한 우엉이 다소 높은 함량을 보였다(p<0.01). Palmitic acid와 oleic acid를 제외한 나머지 지방산의 함량은 박피에 의한 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다. Han SJ & Koo SJ (1993)의 죽순, 우

Table 7. Free fatty acid contents of dried burdock powder by different pretreatments

Arreviation	Common name	Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
C10:0	Capric acid	1.00±0.00[1)]	1.00±0.00	-
C12:0	Lauric acid	1.00±0.00	1.00±0.00	-
C15:0	Pentadecanoic acid	2.00±0.00	2.00±0.00	-
C16:0	Palmitic acid	108.67±2.08	104.00±1.00	3.50[*2)] (0.03)
C17:0	Margaric acid	2.00±0.00	2.00±0.00	-
C18:0	Stearic acid	5.00±0.00	6.00±0.00	-
C18:1	Oleic acid	30.33±2.89	44.00±1.00	−7.75[**] (0.00)
C18:2	Linoleic acid	248.67±23.29	242.67±4.93	0.44 (0.70)
C18:3n-3	Linolenic acid	62.67±7.57	70.00±1.73	−1.64 (0.23)
C22:0	Behenic acid	3.00±0.00	2.00±0.00	-
C23:0	Tricosanoic acid	2.00±0.00	2.00±0.00	-
C22:2	Brassic acid	1.00±0.00	1.67±1.15	−1.00 (0.42)
C24:0	Lignoceric acid	6.00±0.00	5.00±0.00	-
C24:1	Nervonic acid	5.67±1.15	4.00±0.00	2.50 (0.13)
Total		479.00±30.64	487.33±6.43	−0.46 (0.67)

1) Means±S.D.
2) * $p<0.05$, ** $p<0.01$.

엉, 연근에 관한 연구에서 우엉의 주요 지방산은 palmitic acid와 linoleic acid이었고, 총 지방산 대비 92.9%로 거의 대부분의 지방산이 이들로 구성되어 있었다. 본 연구에서도 이와 비슷한 경향이었다. 즉, 박피 유무에 상관없이 우엉의 주요 지방산은 linoleic acid, palmitic acid, linolenic acid, oleic acid 순이었다. 이들 주요 지방산은 총 지방산(박피하지 않은 우엉 479.00±30.64 mg/100 g, 박피한 우엉 487.33±6.43 mg/100 g) 대비 박피하지 않은 우엉은 94%, 박피한 우엉은 94.5% 수준으로 구성되었음을 확인하였다. 따라서 우엉의 박피 유무에 따른 총 지방산의 구성과 함량 차이는 없는 것으로 나타났다.

6. 유리당 함량 분석

우엉의 박피 유무에 따른 유리당은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose를 측정하였는데, 그 결과는 Table 8과 같다. 총 유리당 함량에 있어 박피하지 않은 우엉은 13,241.84±123.75 mg%이고, 박피한 우엉이 11,147.86±161.04 mg%로 박피하지 않은 우엉이 유의적으로 많았다($p<0.001$). 그 중에서도 박피하지 않은 우엉의 fructose 함량은 8,826.53±98.34 mg%, glucose 함량은 2,023.01±28.02 mg%으로 박피한 우엉보다 유의적으로 많았지만($p<0.001$), maltose 함량은 1,266.73±13.69 mg%이었다. 하지만 sucrose 함량은 박피하지 않은 우엉이 1,125.57±3.84 mg%로 박피한 우엉의 1,992.83±42.57 mg% 함량보다 유의적으로 적었다($p<0.001$). Han SJ & Koo SJ(1993)의 보고에 의하면 박피한 우엉에는 fructose와 sucrose가 검출되고, 이중 fructose가 5.3%로 sucrose 4.5%보다 많이 함유되어 있다고 보고하였다. 본 연구 결과처럼 fructose 함량이 가장 높은 것과는 동일하나, 그 함유량에서는 약간의 차이를 보였고, 검출되지 않았던 glucose가 분석되는 차이를 보였고, 이는 수확 시기와 지역의 차이에 따라 달라진 것으로 사료된다.

Table 8. Free sugar contents of dried burdock powder by different pretreatmentss

Free sugar (mg%)	Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
Fructose	8,826.53±98.34[1)]	6,597.36±143.71	22.17[***2)] (0.00)
Glucose	2,023.01±28.02	1,325.00±54.21	19.81[***] (0.00)
Sucrose	1,125.57±3.84	1,992.83±42.57	−35.15[***] (0.00)
Maltose	1,266.73±13.69	1,232.68±53.84	1.06 (0.39)
Total	13,241.84±123.75	11,147.86±161.04	17.86[***] (0.00)

1) Means±S.D.
2) *** $p<0.001$.

Hwang DJ 등(2014)은 연근의 껍질 제거에 따른 총 유리당은 껍질을 제거하지 않은 연근이 껍질을 제거한 연근보다 함량이 많았다(p<0.05).

7. 유기산 함량 분석

박피에 따른 건조우엉 분말의 유기산 함량 분석 결과는 Table 9와 같다. 이들 우엉에서 oxalic acid, citric acid, D-malic acid, succinic acid, acetic acid가 검출되었다. 이중 acetic acid가 가장 많은 함량을 보였지만, 박피에 의한 유의적인 차이는 없었다. 박피하지 않은 우엉은 oxalic acid 106.15±8.57 mg%, citric acid 1,133.06±40.46 mg%, succinic acid 549.03±37.07 mg%이었고, 박피한 우엉은 oxalic acid 74.49±8.57 mg%, citric acid 390.78±7.22 mg%, succinic acid 360.68±36.89 mg%로서 박피하지 않은 우엉이 유의적으로 높았다. 우엉의 박피 여부에 따른 총 유기산 함량은 박피하지 않은 우엉이 4,848.48±228.27 mg%, 박피한 우엉이 3978.70±97.40 mg%으로 박피하지 않은 우엉이 높았다(p<0.01). 하지만 Hwang DJ 등(2014)은 박피 유무에 따른 연근의 총유기산 함량은 박피하지 않은 연근이 박피한 연근보다 많았다고 보고하였다. 따라서 우엉, 연근, 마 등의 근채류의 특성에 따라 껍질에 의한 맛 성분이 다를 수 있음을 이해하고, 향후 근채류 종류별 껍질 부산물에 대한 연구가 필요하다고 본다. 우엉이 박피 과정을 거치면서 citric acid의 함량이 절반 이상으로 감소하게 되고, 이는 우엉의 맛에 적지 않은 영향을 줄 것으로 생각된다.

8. 유리아미노산 함량 분석

박피 유무에 따른 우엉의 유리아미노산 함량의 측정은 Table 10과 같이 총 17종을 정량 분석하였다. 이들 아미노산 중에서 비필수 아미노산의 glycine이 가장 높은 함량을 보였고, 박피하지 않은 우엉이 1,400.85±14.11 nmol/ 100 g, 박피한 우엉이 4,297.85±61.70 nmol/ 100 g으로 박피한 우엉이 유의적으로 높았다(p<0.001). 필수아미노산 중에서는 가장 높은 함량을 보인 valine의 경우, 박피한 우엉(813.76±9.58 nmol/100 g)이 박피하지 않은 우엉(455.14±63.26 nmol/100 g)보다 유의적으로 높았다(p<0.001). 필수 아미노산인 leucine은 박피하지 않은 우엉이 117.74±27.68 nmol/100 g으로 박피한 우엉 3.98±0.64 nmol/100 g 보다 유의적으로 높았다(p<0.01). 비필수 아미노산인 arginine은 박피하지 않은 우엉은 2.16±0.04 nmol/100 g으로 박피한 우엉 1.92±0.13 nmol/100 g보다 유의적으로 높았고(p<0.05), alanine은 박피 여부에 따른 유의적인 차이가 없었다. 총 유리아미노산 함량은 박피한 우엉이 박피하지 않은 우엉보다 약 2배 이상 높았다(p<0.001). Leucine과 arginine은 쓴맛을 내는 아미노산으로 박피하지 않은 우엉에서 높게 나타나는데, 겉껍질에 많이 함유되어 있는 것으로 생각되며, 관능적으로 좋지 않은 영향을 줄 것으로 예상된다.

Table 9. Organic acid contents of dried burdock powder by different pretreatments

Organic acids (mg%)	Non peeling	Peeling	t-value (p-value)
Oxalic acid	106.15± 8.57[1)]	74.49± 3.21	5.99[**2)] (0.004)
Citric acid	1,133.06± 40.46	390.78± 7.22	31.28[***] (0.00)
D-malic acid	397.80± 10.98	379.53± 3.38	2.75 (0.05)
Succinic acid	549.03± 37.07	360.68±36.89	6.24[**] (0.003)
Acetic acid	2,662.43±147.71	2,773.22±63.47	−1.19 (0.30)
Total	4,848.48±228.27	3,978.70±97.40	6.07[**] (0.004)

1) Means±S.D.
2) ** p<0.01, *** p<0.001.

요 약

우엉을 식재료로 이용함에 있어서 당연시 수반되었던 박피 과정으로 인한 급격한 갈변현상과 조직의 연화, 미생물의 오염 등으로 양질의 우엉을 얻는데 어려움이 있었다. 본 연구에서는 좋은 품질의 우엉을 좀 더 쉽고, 간편하게 식품소재로 활용하기 위해 박피 여부에 따른 이화학적 특성을 분석하였다. 수분 함량은 박피에 의한 차이가 없었고, 회분, 조단백질, 조지방 및 총식이섬유의 함량은 박피하지 않은 우엉이 박피한 우엉에 비해 높았다. 고형분(°Bx), pH, 그리고 총 산도는 박피 유무에 영향을 받지 않았고, 색도에 있어 L값은 박피한 우엉이 박피하지 않은 우엉에 비해 더 높아 명도가 밝은 반면에 a값과 b값은 낮았다(p<0.05). 무기질 함량의 경우, 박피하지 않은 우엉의 K, Ca, Fe, P 함량은 박피한 우엉보다 높았지만(p<0.05), Mg과 Na 함량은 박피한 우엉이 더 높았다(p<0.05). 총 지방산의 경우 우엉의 박피에 의한 함량 차이는 없었다. Palmitic acid 함량은 박피하지 않은 우엉이 박피한 우엉보다 높았다(p<0.05). 하지만 oleic acid는 이와는 다른 양상이었다(p<0.05). 총 유리당 함량은 박피 유무에 따라 그 값이 달랐는데(p<0.05), 박피하지 않은 우엉의 fructose, glucose 함량이 박피한 우엉보다 높았고, sucrose 함량은 박피한 우엉이 높았으며, maltose 함량은 박피에 의한 차이가 없었다. D-Malic acid와 acetic acid를 제외한 oxalic, citric, succinic acid의 유기산은 박피하지 않은 우엉이 더 높았고, 유리아미노산은 박피한 우엉이 필수, 비필수아미노산 모두 높게 나타났다. 향후 본 연구결과에 이어 박피 여부에 따른 기능성 및 생리활성, 조리적성, 관능평가 등과 같은 식품소재로 사용하기 위한 연구가 지속되어야 할 것이다.

Table 10. Free amino acid contents of dried burdock powder by different pretreatments

Amino acids (nmol/100 g)		Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
Essential	Ile	203.73±48.54[1)]	443.10± 7.38	−8.44[**2)] (0.001)
	Leu	117.74±27.68	3.98± 0.64	7.12[**](0.002)
	Lys	32.61± 1.20	59.72± 0.73	−33.38[***] (0.00)
	Met	108.22±20.47	258.44± 4.51	−12.41[***] (0.00)
	Phe	65.58± 4.47	127.96± 3.03	−20.01[***] (0.00)
	Thr	18.50± 0.03	51.56± 0.86	−66.46[***] (0.00)
	Val	455.14±63.26	813.76± 9.58	−9.71[***] (0.00)
	His	121.12±10.02	250.10± 4.26	−20.51[***] (0.00)
	Sum	1,122.65±33.73	2,008.68±29.52	−34.23[***] (0.00)
Non essential	Ala	2.89±1.26	2.15± 0.02	1.02 (0.42)
	Asp	91.05± 0.31	214.31± 1.35	−154.38[***] (0.00)
	Arg	2.16± 0.04	1.92± 0.13	2.98[*] (0.04)
	Cys	82.38± 0.25	196.89± 0.11	−17.86[***] (0.00)
	Glu	1.87± 0.02	13.55± 0.64	−31.46[**] (0.001)
	Gly	1,400.85±14.11	4,297.85±61.70	−79.28[***] (0.00)
	Pro	77.34±15.33	168.45± 4.47	−9.88[***] (0.00)
	Ser	4.55± 0.04	6.51± 0.01	−83.53[***] (0.00)
	Tyr	230.68±14.56	437.28±13.61	−17.95[***] (0.00)
	Sum	1,893.79±13.31	5,338.91±76.92	−76.44[***] (0.00)
Total		3,016.44±34.66	7,347.53±106.11	−67.2[***] (0.00)

1) Means±S.D.
2) * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 PJ00940902)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Ahn MS (1999) A study on the changes in physicochemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. *Korean J Dietary Culture* 14: 177-188.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical chemists, Washinston, DC, USA. pp 1-43

Chae SG, Kang GS, Ma SJ, Oh MH (1999) Standard Food analysis. Ji Gu Publisher, Seoul, Korea. pp 99-102, 133-136, 219-224, 406-409.

Chalcarz W, and Urbanowicz M (1984) Evaluation of technological protential of pomaces from the production of juice from burdock. *Herba Pol* 30: 109-130.

Chang KM, Lee MS (1999) A study on mineral contents of the underground vegetables prosuced in Korea harvested in different times. *Korean J Soc Food Sci* 15: 545-549.

Chung HS, Seong JH, Moon KD (2012) Effect of processing temperature and browning inhibitor on quality properties of fresh cut burdock roots. *Korean J Food Preserv* 19: 31-36.

Ferracane R, Graziani G, Gallo M, Fogliano V, Ritieni A (2010) Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves. *J Pharm Bio med*

Anal 511: 399-404.

Han SJ, Koo SJ (1993) Study on the chemical composition in gamboo shoot, lotus root and burdock. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 9: 82-87.

Herrmann K (1976) Flavonoids and flavones in food plants. A review. *J Food Res* 11: 43.

Hong II, Choi SK (2014) A study on the development of burdock gruel. *Korean J Culinary Res* 20: 18-26.

Hwang DJ, Kang EJ, Kim KM, Kim JS (2014) Effect of peeled lotus root on physicochemical properties. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 793-801.

Hwang YS, Jun IY, Ku JH (2003) Improvement of market quality of minimally processed horticultural products using ozone. *J Agri Sci Chungnam Nat'i Univ Korea* 30: 128-138.

Jeong JW, Park KJ, Sung JM, Kim JH, Kwon KH (2006) Composition of quality of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 526-533.

Kim HY, Hwang IG, Yoo SM, Hwang Y, Cah SM, Kim HR (2010) Quality characteristics and antioxidant activites of commercial *jeupjang*. *Korean J Community Living Sci* 21: 571-579.

Kim JS, Hwang DJ, Kang EJ, Kim KM, Choi SY, Kim GC (2015) Antioxidant capacities and inhibitory activity on angiotension converting enzyme of dried lotus root by different pretreatment. *J East Asian Soc Dietary Life* 25: 667-671.

Kim JW, Sung KH (2010) A study on the quality characteristics of kiwi fruit-gruel with added kiwi concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 313-320.

Kim KM, Jung SY, Kim JS, Kim GC, Jang YE, Kwon OK (2013) Nutrient components and physicochemical properties of 23 Korean potato cultivars. *J Korean Food Eng Prog* 17: 346-354.

Kim MK, Kim WM, Lee HJ, Choi EY (2010) Optimization of muffin preparation by addition of dried burdock(*Arctium lappa* L) powder and oligosaccharide by response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 26: 575-585.

Koo GR (1989) Characterization of crude polyphenol oxidase od burdock(*Arctium lappa*) root and the effect of some antibrowning agents on burdock browning. *MS Thesis* Sejong University, Seoul.

Lee CB (1999) Illustrated Flora of Korea. Hyangmoonsa. Seoul, Koea.

Lee MY, Shin SL, Park SH, Kim NR, Chang YD, Lee CH (2009) Development of optimal cultivation and analysis of antioxidant activities of *Arctium lappa* sprout vegetable. *Korean J Plant Resources* 22: 304-311.

Lim JH, Jung MC, Mun KD (2005) Purification and characterization of polyphenol oxidase from burdock (*Arctium lappa* L.). *Korean J Food Preserv* 12: 489-495.

Lin CC, Lin JM, Yang JJ Chuang SC, Ujiie T (1996) Anti-inflammatory and radical scavenging effect of *Arctum lappa*. *Am J Chinese Medicine* 24: 127-137.

Lin SC, Lin CH, Lin CC, Lin YH, Chen CF, Chen IC, Wang LY (2002) Hepatoprotective effects of *Arctium lappa* Linne on liver injuries induced by chronic ethanol consumption and potentiated by carbon tetrachloride. *J Biomed Sci* 9: 401-409.

Moon KD, Kim JK, Kim JH, Oh SL (1995) Studies on valuable components and processing of persimmon flesh and peel. *Korean J Dietary Culture* 10: 321-326.

Park BG (2009) Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of brudock. *MS Thesis* Sejong University, Seoul.

Park KY, Lee KI, Rhee SH (1992) Inhibitory effect of green-yellow vegetables on the mutagenicity in *Salmonella* assay system and in the growth of AZ-521 human gastric cancer cell. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 149-153.

Shin SI (2011) Quality characteristics of *Jochung* added with burdock root powder. *MS Thesis* Myongji University, Seoul. pp 22-36.

Son SM (2007) Natural antibrowning treatments on fresh-cut apple slices. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 8: 151-155.

Wang BS, Yen GC, Chang LW, Yen WJ, Duh PD (2006) Protective effects of burdock and oxidative stress in RAW 264.7. *Food Chem* 101: 729-738.

Date Received Sep. 14, 2015
Date Revised Oct. 20, 2015
Date Accepted Oct. 20, 2015