J East Asian Soc Dietary Life
24(6): 793~801 (2014)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2014.12.24.6.793

박피 유무에 따른 전처리 연근의 이화학적 특성

황동주 · 강은정 · 김진숙† · 김경미

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effect of Peeled Lotus Root on Physicochemical Properties

Dong-Ju Hwang, Eun-Jung Kang, Jin-Sook Kim† and Kyung-Mi Kim

Dept. of Agro-Food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the qualitative properties of lotus root (*Nelumbo nucifera*) peels as food materials. Proximate composition, sweetness, pH, total acidity, color, mineral, fatty acid, free sugar and organic acid contents of preprocessed lotus root were measured. Crude moisture, protein, and total fiber contents of non-peeled treated Lotus roots were higher than those of peeled treated lotus roots ($p<0.05$). Lightness and yellowness of color were reduced by peeling process, whereas redness increased ($p<0.05$). The mineral contents of Mg, Ca, Fe and Na were higher in non-peeled lotus roots, whereas peeled treated lotus root showed higher K contents ($p<0.05$). The major fatty acids were palmitic, oleic, linoleic and linolenic acids. The total free sugar content of non-peeled lotus roots was higher than that of peeled treated lotus roots ($p<0.05$). Glucose content was not significantly different, whereas fructose, sucrose, and maltose contents were significantly different. The organic acid and free amino acid contents were higher in peeled lotus roots ($p<0.01$).

Key words : Lotus root, peeling treated, quality, fatty acid, free sugar organic acid

서 론

연(*Nelumbo nucifera*)은 한국, 중국, 일본 등의 동양권 나라의 못이나 늪지에서 자라는 다년생 수초로서 가을철에 뿌리, 줄기의 끝 부분이 굵어져 식용으로 이용되어 왔다(Lee *et al* 2007). 연근(Lotus root)은 둥근 막대형으로 뿌리가 아니라 땅속줄기이며, 마디마디로 연결되어 있어 다른 식물 뿌리와는 그 생김새가 구별된다. 연근, 우엉, 마와 같은 뿌리채소는 섬유질이 풍부하고, 칼로리가 낮은 식품으로 체내의 노폐물의 배출을 도와주는 기능을 가지고 있어, 건강식품으로 소비가 증가하고 있는 추세이다. 연근 속에 함유되어 있는 레시틴은 혈관벽에 콜레스테롤이 침착되는 것을 예방하여 혈관벽을 강화시키며, 신경전달물질인 아세틸콜린을 생성하여 치매 예방효과가 크다고 알려져 있다(Han & Koo 1993).

연근에 관한 현재까지의 연구는 크게 생리활성(Hu & Skibsted 2002), 구성 성분(Han & Koo 1993; Fukuda M 1988, Fuchigami & Okamato 1984; Yang *et al* 1985), 조리가공(Matsuo *et al* 1991; Cho *et al* 1984) 등이 있다. 최근 연근, 우엉 등과 같은 근채류의 영양학적, 생리학적 우수성이 발표되어 세척 및 침지방법에 따른 가공방법이 주로 연구되고 있다(Kwak *et al* 2012). 특히 조리가공에 관한 연구에서는 단순하게 연근을 건조시켜 제조한 분말을 각각 제과(Lee *et al* 2011), 제빵(Kim *et al* 2011; Seo *et al* 2008), 두부(Park *et al* 2010), 돈육 Patty(Choi *et al* 2012) 등에 넣어서 첨가비, 영양성분, 관능적 특성 및 항산화능 등의 품질개선 효과를 검증하는 것이 대부분이었다.

일반 가정에서 연근은 생식을 하거나, 기름에 튀긴 상태, 또는 간장, 꿀, 설탕 등에 절임하여 이용되는데, 주로 조림 반찬으로 많이 이용된다. 그러나 연근, 우엉 등의 구근작물을 식용할 시 대부분 껍질을 박피하여 이용하며, 또한 갈변을 방지하기 위해 세척 수, 온도, 포장재 등에 관한 많은 시간과 노력이 필요하게 된다. 따라서 연근을 식품 소재로 활용하기 위해서 간편하게 이용할 수 있는 건조, 침지, 스팀 및 압력볶음 등의 전처리에 의해 떫은맛이나 구수한 맛을 좋게 하는 관능적 이화학적 특성(Lee *et al* 2010), 갈변저해제 처리방법별 품질변화 등의 전처리 방법 연구(Park *et al* 2001)가 일부 추진되고 있다. 하지만 연근 이용 시 박피 여부에 따른 변수만 놓고, 그 품질조사를 실시한 연구는 전혀 없다.

이에 본 연구에서는 박피 여부에 따른 연근(박피연근, 비

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

박피연근)의 맛, 영양성분 등 이화학적 품질 특성에 관한 차이를 밝혀내어, 식품 가공소재로 활용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 실험을 진행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 연근은 경북 상주에서 생산되는 백연근을 수원의 대형마트에서 구입하여 흐르는 수도 수에 2회 세척하여 흙과 이물질을 제거하고, 자연 탈수한 것을 사용하였다. 박피하지 않는 대조구의 연근은 수세 후 자연 탈수하여 4 mm 크기로 슬라이스(SS-slicer, Shimomura, Japan)하여 50℃ 열풍 건조기(DS-240BC, Dusung Co, Busan, Korea)에서 6시간 건조하였다. 박피한 실험구의 연근은 대조구와 동일한 방법으로 수세 후 자연 탈수하여 Y자형 근채류 박피 도구를 사용하여 박피하였다. 이후, 4 mm 크기로 슬라이스하여 50℃에서 6시간 건조하였다. 건조 후 분쇄기(HR1378, Philips, Karner, Slovenia)로 5분간 분쇄한 분말 시료는 4℃ 저온 저장고에 보관하면서 사용하였다. 유리당, 유기산 분석을 위한 표준물질은 Sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며, 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

2. 일반성분 측정

시료의 일반성분은 AOAC 법에 따라 수분함량은 105℃ 상압가열법, 회분함량은 550℃ 직접회화법, 조단백질은 Semi-micro-Kjeldhl 법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Teacator, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하였고, 조지방은 Soxhlet 추출기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Teactor, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 분석하였으며, 조섬유는 조섬유 추출기(Fibertec system M 1020 Hot extractor, Foss Teacator, Eden Prairie, MN, USA)로 측정하였다. 총 식이섬유는 조섬유 추출기(Fibertek 1023 system, Foss SWE, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 추출하였다.

3. 당도, pH 및 총산도

당도, pH 및 총산도는 시료 4 g을 증류수로 10배(w/v) 희석하여 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Laboretechnik Co., Staufen, Germany)로 균질화하고, 32,500 × g에서 15분간 원심분리 후 상등액을 취해 굴절 당도계(PR-101a, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하고 °Brix(%)로 나타내었다. 연근 추출액의 pH는 pH meter(Orion 4 STAR, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정한 후 평균값을 산출하였고, 총 산도는 상등액 10 mL에 증류수 40 mL를 첨가하여 희석한 후 pH meter를 이용하여 시료액의 pH가 8.3이 될 때까지 0.1N-NaOH로 적정하였으며, 이때 소요된 NaOH 용액을 citric acid(%)로 환산하여 나타내었다(Chae *et al* 1999).

4. 색도 측정

시료를 일정량 취하여 petri-dish에 담고 색차계(Chromateter, CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준 백색판의 L, a 및 b 값은 각각 95.73, −0.16 및 2.83이었다.

5. 무기질 함량 분석

무기질 함량은 ICP-OES(Optima 8300, Perkin Elmer, NY, USA)를 통한 분석 시험은 다음과 같이 진행되었다. 시료 약 0.5~1 g을 취하여 질산 10 mL를 넣고 Microwave(MARS-5, CEM Corp. Matthews, NC, USA)를 이용하여 분해하였다. Microwave의 조건은, 1200 W, 800 psi, 200℃, 45분간 처리하였고, Microwave system의 program은 3단계로 Table 1과 같다. 분해한 시료는 방냉하여 100 mL 부피플라스크에 옮겨 정용하여 시험용액으로 하였다(약 0.5 M 질산). 표준용액과 시험용액과 시험용액을 ICP-OES에 주입하여 시험용액의 농도를 구하였다. 표준용액은 Multi element calibration standard 21(100 μg/mL, Perkin Elmer, NY, USA)를 0.5 M 질산으로 희석하여 원하는 농도로 조제한 후, 분석하였다. ICP-MS의 분석 조건은 Table 2와 같다.

6. 지방산 함량 분석

지방산 분석은 Han & Koo(1993) 연구 실험방법으로 실시하였고,시료 약 1 g을 둥근 플라스크에 넣고 벤젠 10 mL과 0.5 N NaOH/MeOH 용액 7.5 mL를 가하여 150℃의 sand bath에서 30분간 가열한 후 10% BF3/MeOH 7.5 mL를 가하여 동일한 온도의 sand bath에서 30분간 반응시켰다. 이것을 방냉하여 분액 깔대기에 넣은 다음 10 mL의 CH_2Cl_2를 넣고 교반 분리하는 과정을 3회 반복하여 CH_2Cl_2 층을 모아 소량의 Na_2SO_4로 탈수시킨 후 여과 농축하여 GC에 주입하였다. 이때 지방산 함량 분석은 Gas chromatography(Agilent Technologies 7890 series, Palo, CA, USA)를 이용하였으며, 분석

Table 1. The 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 (mL/min)		0.55
Auxiliary gas flow (mL/min)		0.2
Plasma gas flow (mL/min)		8.0
ICP RF power		1,450
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	

조건은 detector, FID(Flame Ionization Detector), column, SP-2560(100 m×0.25×0.2 μm), oven temperature는 170℃에서 15분간 유지한 후, 분당 1℃씩 올린 후, 180℃에서 15분간 유지하고, 분당 3℃씩 올린 후 245℃에서 13분간 유지하였다. Injector temperature는 225℃, detector temperature 285℃, carrier gas, He; flow rate, 0.75 mL/min; Split ratio 200:1이었다. 지방산의 정량은 내부표준물질 undecanoic acid(C11:0)의 면적에 기준하여 계산하였고, 지방산 표준용액은 지방산 표준품 37종(FAME MIX C4-C-24 2, 100 mg/mL)을 이소옥탄 용액 3 mL에 녹여 조제한 후, 표준용액으로 하였다.

7. 유리당 함량 분석

건조한 연근 유리당 분석을 위한 시료 제조는 조분쇄하여 100 mesh에 내린 분말 1 g에 증류수 40 mL를 넣고 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Laboretechnik Co., Staufen, Germany)를 이용하여 분쇄한 후 3시간 동안 상온에서 추출하여 1, 2차 원심분리(각 10,000 rpm, 10 min, 15,000 rpm, 15 min)하였다. 상등액은 Whatman No.2 여과지로 여과하고, 100 mL로 정용하였다. 0.2 μm membrane filter로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC systems(Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 유리당 분석을 위한 glucose, fructose, maltose, sucrose 표준 품은 Sigma(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 유리당 측정 시 HPLC 분석조건은 column으로 carbohydrate column(4.6×150 mm, 5 μm, Agilent Technologies, CA, USA)를 사용하였고, 검출기는 Refractive index detector를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile : water(70 : 30, %(v/v))를 1.2 mL/min 속도로 흘려주었고, sample 5 μL를 주입하여 분석하였다(Kim & Sung 2010, Kim *et al* 2010).

8. 유기산 함량 분석

연근 분말의 추출물은 유리당 함량과 동일한 방법으로 추출하였다. 유기산 분석을 위한 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid 및 lactic acid의 표준품은 Sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구입해 사용하였다. HPLC(Agilent Technologies 1200 series, Palo, CA, USA)로 분석하였으며, column은 Aminex HPX-87H column(1.7 μm, 300×7.8 mm, Bio-Rad)를 사용하였고, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 0.5 mL/min 속도로 흘려주며, sample 5 μL씩 주입하여 분석하였다(Kim *et al* 2010).

9. 유리아미노산 분석

연근분말 0.5 g을 증류수 30 mL에 넣고 균질화 및 추출하여 4℃, 10,000, 15,000 rpm에서 각 10분간 1,2차 원심분리하여 얻은 상등액을 membrane filter로 여과한 다음, 증류수를 가해 50 mL로 정용한 후 희석하여 Ultra-performance liquid chromatography(UPLC)로 분석하였다. Column은 AccQ · Tag^{TM} Ultra column(1.7 μm, 2.1×100 mm, Waters Co., Milford, MA, USA), 용매는 AccQ · Tag^{TM} Ultra eluent(Waters Co., Milford, MA, USA), flow rate는 0.7 mL/min이었고, 검출기는 UV detector(Waters Co., Milford, MA, USA)로 260 nm에서 측정하였다(Kim *et al* 2013).

10. 통계 처리

본 연구 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS version 12.0 K(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계처리하고, 각 실험군 간의 유의성 검증은 *t*-test에 의해 α=0.05 수준에서 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 측정

박피 여부에 따른 연근분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 박피하지 않은 연근분말은 수분(7.40%), 조단백(8.14%) 및 총 식이섬유(11.43%) 함량이 모두 박피한 연근분말보다 높았고(p<0.05), 조회분, 조지방의 함량은 박피에 따른 차이가 없었다. 그리고 박피연근은 건조 시 내부 조직의 수분이 박피하지 않은 연근보다 더 많이 증발하여 건조

Table 3. The proximate composition of dried lotus root powder by different pretreatments

	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude fat (%)	Crude protein (%)	Total fiber (%)
Non peeling	7.40±0.15[1)]	4.80±0.03	0.50±0.03	8.14±0.04	11.43±0.24
Peeling	5.42±0.11	4.75±0.04	0.44±0.04	7.42±0.08	9.98±0.01
t-value (*p*-value)	18.67*** (0.00)	1.77 (0.15)	2.43 (0.07)	13.84*** (0.00)	10.27** (<.01)

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

수율 또한 박피하지 않은 연근보다 박피한 연근이 더 낮았다. 일반적으로 연근이나 우엉과 같은 근채류는 수분이 60~80% 정도로 알려져 있으며(Han & Koo 1993), Shin & Kim (2007)의 연구에서 연근분말의 일반성분은 수분 7.34%, 회분 4.89%, 조단백 5.85%, 조지방 0.74%로 보고하고 있다. 본 연구의 비박피연근 성분과 비교해 볼 때 수분과 회분은 별 차이가 없었으나, 조지방이 0.5%. 조단백이 8.14%로 일부 차이를 보였는데, 이는 연근 생산 지역(김제, 상주 등), 연근분말 처리법 등에 의한 차이로 보여진다.

2. 당도, pH 및 총 산도

대부분의 근채류는 외관이나 식감, 맛 등의 기호도로 인해 박피하여 사용된다. 그러나 박피, 절단 등의 가공처리 과정 중 조직의 손상에 따른 연화와 절단면의 공기 노출로 인한 미생물 오염 및 번식, 갈변, 에틸렌 발생량의 급증(Jeong *et al* 2006) 등을 겪게 되면서 원재료 상태에 비해 저장성과 안전성이 현저하게 떨어지는 문제점이 존재한다(Son SM 2007). 박피 여부에 따른 연근의 당도, pH 및 총산도의 측정 결과는 Table 4와 같다. pH는 6.56로 박피한 연근이 박피하지 않은 연근보다 높았고, 당도와 총 산도는 박피에 의한 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). Park *et al*(2001) 보고에 의하면 무처리 연근의 pH는 6.31로 본 연구에서 박피 여부에 의한 연근의 pH 6.52, 6.56와 거의 유사한 값을 보였지만, 기타 갈변방지를 위해 산 처리를 실시한 연근의 pH 4.32~5.23과는 다른 값을 나타내었다. 또한 박피방법에 따른 연근의 pH는 6.5~6.85 범위로 본 연구와도 같은 경향이었다(Jeong *et al* 2006).

Table 4. The sweetness, pH and total acidity of dried lotus root powder by different pretreatments

	Sweetness (°Brix)	pH	Total acidity (%)
Non peeling	22.00±0.00[1)]	6.52±0.01	0.50±0.00
Peeling	21.33±0.58	6.56±0.00	0.49±0.00
t-value	2.00	−6.93*	2.17
(*p*-value)	(0.18)	(0.02)	(0.10)

1)Means±S.D., * $p<0.05$.

3. 색도 측정

박피 여부에 따른 전처리 연근분말의 색도측정 결과는 Table 5과 Fig. 1에 나타내었다. Park *et al*(1998), Park *et al* (2001)에 의하면 연근은 박피로 인하여 polyphenol oxidase (PPO) 효소반응의 활성화로 갈변화가 촉진되어 품질 특성에 영향을 주는 것으로 전한다. 이에 효소의 불활성화를 위해 열처리를 하거나 산처리 및 포장방법 등의 개선이 아니라, 연근 그 자체를 활용할 수 있는 방안을 검토하기 위해 박피유무에 따른 연근의 이화학적 특성을 조사하였다. 건조 상태의 전처리 연근을 비교하면, 박피하지 않은 연근의 경우, 외피로 인해 색깔이 더욱 어둡게 보이며, 갈변화가 더 많이 일어난 것처럼 보인다. 그러나 Fig. 1의 건조연근을 분말화 하였을 경우, 박피에 의한 색도의 차이를 육안으로 확인할 수 없었다. 다만 색도계에 의한 박피연근의 L값은 87.05, b값은 14.49로 비박피연근보다 더 밝고 좀 더 노란빛을 보이는 것으로 나타난 것이었고, 적색도를 나타내는 a값은 0.82로 비박피연근보다 두 배 낮았다($p<0.05$).

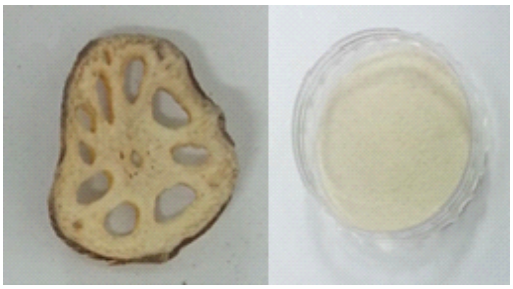
4. 무기질 함량 분석

박피 여부에 따른 연근분말의 무기질 함량 분석 결과는 Table 6과 같다. 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 철, 나트륨, 셀레늄, 인

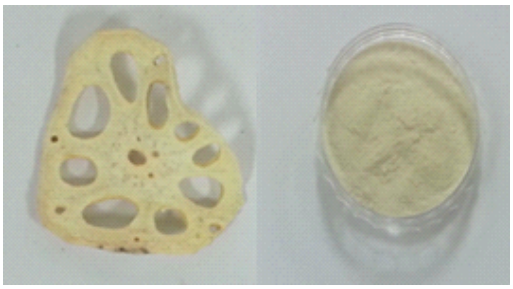
Table 5. Hunter's color values of dried lotus root powder by different pretreatments

	L[1)]	a[2)]	b[3)]
Non peeling	82.86±0.05[4)]	1.67±0.01	12.70±0.03
Peeling	87.05±0.07	0.82±0.02	14.49±0.04
t-value	−83.85***	68.15***	−70.64***
(*p*-value)	(0.00)	(0.00)	(0.00)

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



Non peeling → Drying → Grinding



Peeling → Drying → Grinding

Fig. 1. Lotus roots added with prepared condition.

등의 무기영양 성분을 ICP를 이용하여 분석하였다. 연근의 주요 무기질은 칼륨, 인, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 순으로 나타났다. 칼륨 함량은 박피한 연근이 2,046.83 mg/100 g으로 박피하지 않은 연근보다 높았고, 인과 셀레늄 함량은 박피로 인한 차이를 보이지 않았다. 그리고 마그네슘(82.82 mg/100 g), 칼슘(109.87 mg/100 g), 철(20.81 mg/100 g), 나트륨(71.81 mg/100 g)은 모두 박피하지 않은 연근이 박피한 연근보다 높았다(p<0.05). 특히 철의 경우, 다른 원소에 비해 감소폭이 큰 것으로 보아, 연근 껍질에 철 함량을 많이 포함하고 있는 것으로 예상되나, 앞으로 껍질에 대한 성분 분석이 필요하다. Yang *et al*(1985)의 연구에서 백련의 뿌리에는 철, 마그네슘, 나트륨이 상대적으로 높게 검출되었다고 보고하였고 Jeong *et al*(2009) 등의 연구에서는 칼륨, 인, 나트륨 순으로 백련 뿌리의 주요 무기성분으로 보고하였다. 이는 본 연구의 무기질 함량과는 다소 차이가 있는 것으로 보이나, 이는 연근의 품종과 원산지에 따른 함량의 차이가 발생하는 것으로 사료된다.

5. 지방산 함량 분석

박피 여부에 따른 연근분말의 지방산 함량 측정 결과는 Table 7과 같다. 불포화지방산 중 oleic acid(53.67 mg/100 g), linoleic acid(135.33 mg/100 g) 함량은 박피한 연근이 박피하지 않은 연근보다 높았다(p<0.05). 하지만 나머지 palmitic acid, stearic acid, linolenic acid, behenic acid의 함량은 박피로 인한 차이는 없었다(p<0.05). Han & Koo(1993)의 죽순, 우엉, 연근의 지방산 성분 분석 연구에 의하면 연근의 주요 지방산은 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid 등이 순차적으로 검출되었고, 이들의 총지방산 대비 97.7% 이상이었다. 본 연구에서도 이와 같은 경향으로 연근의 주요 지방산은 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid로 나타난 것이 같이, 이들 지방산이 총 지방산(비박피연근 295.33 mg/100 g, 박피연근 307.66 mg/100 g)의 90% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 박피에 의한 지방산 구성은 동일하였으나, 그 함량의 차이는 정확하게 규명하기 어렵다. 다만 연근의 껍질 내의 주성분이 식이섬유, 무기질 및 유리당 성분이 상대적으로 많은 반면에, 조지방, 지방산 함량은 적은 것을 나타났다. 이는 껍질 성분에 의한 것을 보여지는 것으로 차후에 이 껍질에 대해 성분 분석이 더 정밀하게 이루어져야 할 것으로 보인다.

Table 6. The minerals contents of dried lotus root powder by different pretreatments

Minerals (mg/100 g)	Non peeling	Peeling	t-value (p-value)
Mg	82.82±0.76[1)]	75.11±0.52	14.47*** (0.00)
Ca	109.87±1.94	90.16±0.06	17.59** (<.01)
K	1,969.67±12.00	2,046.83±15.22	−6.90** (<.01)
Fe	20.81±0.54	2.47±0.09	58.06*** (0.00)
Na	71.81±0.59	53.19±0.29	49.24*** (0.00)
Se	0.12±0.03	0.13±0.01	−0.43 (0.69)
P	276.28±48.97	259.11±11.48	0.59 (0.61)

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

6. 유리당 함량 분석

박피 여부에 따른 연근분말의 유리당 함량 분석 결과, Table 8과 같이 fructose, glucose, sucrose 및 maltose가 검출되었다. 박피하지 않은 연근의 fructose(1,572.34 mg%), sucrose(4,033.13 mg%), total free sugar(9,569 mg%) 함량이 박피한 연근보다 높았고, maltose의 함량은 박피한 연근이 더 높았다. Glucose는 박피에 의한 차이는 없었다. Son SM(2007)의 연구에서 백련근의 유리당 분석 결과, glucose 555.95, fructose 168.82, rhamnose 481.47 mg/100 g으로 보고하였고, Han & Koo(1993)의 연구에서 외피를 제거한 연근의 경우, fructose 12.9%, glu-

Table 7. The fatty acids contents of dried lotus root powder by different pretreatment

Abbreviation (mg/100 g)	Common name	Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
C16:0	Palmitic acid	82.33±0.58[1)]	84.33±1.15	−2.68 (0.06)
C18:0	Stearic acid	6.00±0.00	6.00±0.00	-
C18:1	Oleic acid	52.00±0.00	53.67±0.58	−5.00* (0.04)
C18:2	Linoleic acid	124.67±1.15	135.33±2.08	−7.76** (0.001)
C18:3n-3	Linolenic acid	27.33±0.58	26.00±0.00	4.00 (0.06)
C22:0	Behenic acid	3.00±0.00	2.33±0.58	2.00 (0.18)
Total		295.33	307.66	−6.77**

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

Table 8. Free sugars contents of dried lotus root powder by different pretreatment

Free sugars (mg%)	Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
Fructose	1,572.34±2.95[1)]	1,553.77±7.49	6.93*** (0.00)
Glucose	1,792.82±8.03	1,788.10±13.64	0.89 (0.39)
Sucrose	4,033.13±77.11	3,356.99±50.94	21.95** (0.00)
Maltose	2,171.16±1.04	2,176.08±1.26	−9.04*** (0.00)
Total	9,569.45±81.48	8,874.94±40.19	22.93*** (0.00)

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

cose 11.4%, sucrose 31.8%로 보고하였는데, sucrose가 연근의 유리당 함량 중 가장 높은 것은 동일하였으나, 그 함유량에서는 본 연구와 약간의 차이를 보였다. 본 연구 결과 박피로 인해 sucrose 함량의 감소로 total free sugar 함량이 감소하는 경향을 나타냈으며, 이로 인해 건조 연근 분말의 감미에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

7. 유기산 함량 분석

박피 여부에 따른 연근분말의 유기산 함량 측정 결과는 Table 9와 같다. 유기산 분석 결과, oxalic, citric, lactic 및 acetic acid가 검출되었고, D-malic, succinic 및 formic acid는 검출되지 않았으며, 박피한 연근의 유기산 함량이 박피하지 않은 연근보다 높았다($p<0.05$). Yang *et al*(1985)의 연구에서 백연근의 citric acid가 132.2 mg%, acetic acid 19.7 mg%로 citric acid가 분석 항목 중 가장 높은 함량을 보였다고 보고하

Table 9. Organic acids contents of dried lotus root powder by different pretreatment

Organic acids (mg%)	Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
Oxalic acid	186.52± 4.48[1)]	312.75± 0.76	−83.33*** (0.00)
Citric acid	261.38± 2.85	287.98± 2.70	−20.30*** (0.00)
D-Malic acid	ND[2)]	ND	-
Succinic acid	ND	ND	-
Lactic acid	318.89±13.82	662.91±29.67	−31.53*** (0.00)
Formic acid	ND	ND	-
Acetic acid	338.35± 1.17	392.38± 6.19	−25.73*** (0.00)
Total	1,105.14±17.50	1,656.01±33.77	−43.45*** (0.00)

[1)] Means±S.D., [2)] Not detected, *** $p<0.001$.

였는데, 본 연구 결과에서 citric acid 보다 lactic acid가 더 높은 함량으로 검출되었다. 이는 생 연근을 열풍 건조(50℃)하는 전처리 과정에서 고초균, 젖산균의 발효가 약하게 진행될 수 있는 상황이므로 lactic acid 함량이 이전 발표된 연근의 lactic acid 함량보다 높아진 것으로 예상된다.

8. 유리아미노산 분석

박피 여부에 따른 연근분말의 유리아미노산 분석 결과는 Table 10과 같다. 연근의 유리아미노산의 종류는 미량 검출된 cysteine을 제외한 16종으로 나타났다. 이들 아미노산 중 arginine이 박피하지 않은 연근의 경우 3177.08 nmol/100 g,

Table 10. Free amino acids contents of dried lotus root powder by different pretreatment

Amino acids (n mol/100g)		Non peeling	Peeling	*t*-value (*p*-value)
Essential	Ile	320.13±19.03[1)]	465.36±32.95	−9.35*** (0.00)
	Leu	245.34±18.13	374.21±14.25	−13.69*** (0.00)
	Lys	81.03±18.02	154.12±16.21	−7.39*** (0.00)
	Met	111.70±9.16	204.48±15.88	−12.40*** (0.00)
	Phe	123.61±10.40	163.49±5.66	−8.25*** (0.00)
	THr	478.50±19.99	669.67±48.36	−8.95*** (0.00)
	Val	577.81±24.69	821.57±52.20	−10.34*** (0.00)
	His	184.53±13.69	252.87±17.90	−7.43*** (0.00)
	Total	2,122.64±95.92	3,105.76±199.10	−10.90*** (0.00)
Non essential	Ala	559.51±42.35	904.62±35.62	−15.28*** (0.00)
	Asp	339.26±25.56	372.17±20.53	−2.46* (0.03)
	Arg	3,177.08±94.96	4,890.54±69.54	−35.66*** (0.00)
	Glu	163.57±16.28	222.84±25.53	−4.80** (<.01)
	Gly	55.87±4.04	103.61±6.21	−15.79*** (0.00)
	Pro	94.44±12.99	151.25±13.21	−7.51*** (0.00)
	Ser	531.32±24.52	766.84±54.50	−9.65*** (0.00)
	Tyr	356.53±7.33	498.50±13.59	−22.52*** (0.00)
	Total	5,277.59±209.58	7,910.37±162.05	−24.34*** (0.00)
Total		7,400.23±304.85	11,016.13±346.16	−19.20*** (0.00)

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

박피한 연근은 4890.54 nmol/100 g으로 가장 높았으며, 박피한 연근이 필수, 비필수 아미노산의 함량이 모두 높았다($p<0.05$). 그리고 박피한 연근이 단맛을 내는 아미노산인 glutamic acid, serine, threonine, alanine 및 valine 등의 함량이 다른 아미노산에 비해 상대적으로 높게 검출되었다($p<0.05$). 쓴맛을 내는 아미노산인 arginine, phenylalanine 및 leucine의 함량 또한 박피를 한 경우 높게 측정되었다. 이러한 연구결과를 볼 때 연근의 박피에 의해 단맛을 내는 아미노산 상대적으로 많아져, 연근의 맛을 좋게 느낄 수 있는 이유가 되어 관행적으로 연근을 식재료로 사용되기 위해 번거롭다고 하더라도 껍질을 벗긴 것으로 이해할 수 있다. 하지만 아미노산 이외에 유리당, 지방산 등의 성분도 박피로 인한 연근에 총체적으로 맛에 변화가 있을 것으로 판단된다. 따라서 맛 성분 이외에도 박피하지 않은 연근 또는 연근 껍질의 품질 요소 및 생리활성 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 혈관벽 강화, 콜레스테롤 저하작용, 위벽보호, 해독작용, 치매예방 등의 효과가 있는 것으로 알려진 연근을 식품소재로써 활용하고자 가공 전처리한 연근의 성분을 분석하고, 분말 이용성을 조사하였다. 박피 여부에 따른 연근분말의 이화학적 성분을 분석한 결과, 박피하지 않는 연근이 이화학적 성분 항목에서 박피한 연근보다 함량이 높았다. 색도의 경우, 박피하지 않는 연근의 밝기와 황색도는 감소하였으나, 적색도는 유의적으로 증가하였다. 무기질 함량은 박피하지 않은 연근분말에서 마그네슘, 칼슘, 철, 나트륨이 더 높게 검출되었고, 박피한 연근분말은 칼륨이 더 높게 검출되었다. 박피하지 않은 연근분말의 경우, linolenic acid와 behenic acid 함량이 박피한 연근보다 높았다. 유리당 함유량은 박피하지 않은 연근분말의 총 유리당 함량이 더 높게 검출되었는데, 이는 fructose, sucrose 및 maltose의 경우에 차이가 있었고, glucose는 함량의 차이가 없는 것으로 나타났다. 유기산 함유량은 박피로 인해 전체 함량이 증가하였다. 또한 유리 아미노산 함유량에서도 필수, 비필수 아미노산 모두 박피한 연근이 더 높게 검출되었다. 하지만 박피하는데 시간과 인력이 소모되고, 박피 시 연근의 조직 손상이 많으며, 미생물의 오염에 노출되어 있고, 껍질에 다량의 영양 성분이 있을 것으로 예상된다. 또한 박피하지 않은 연근이 맛에 관련된 품질요소 및 생리활성 물질을 함유하고 있을 것이라 사료되어 추후 연구가 지속되어야 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과

제번호 : PJ009409)에 의해 이루어진 것으로서 감사드립니다.

REFERENCES

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.

Cho SH, Kang RK, Lee HG (1984) A study on the ingredietns preparation method of lotus root jung kwa. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 13: 42-50.

Choi YJ, Park HS, Park KS, Lee KS, Moon YH, Kim MJ (2012) Quality characteristics of pork patty containing lotus root and leaf powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life* 22: 33-40.

Chiang PY, Luo YY (2007) Effects of pressurized cooking on the relationship between the chemical compositions and texture changes of lotus root(*Nelumbo nucifera* Gaertn). *Food Chemistry* 105: 480-484.

Fukuda M (1988) Effect of wounding on hydroxyproline content and its distribution in cell wall of some vegetable. *Journal of Food Science and Technology* 35: 83-89.

Fuchigami M, Okamato K (1984) Fractionation of pectic substances in several vegetables by successive extraction with dilute hydrochloric acid and acetate buffer solution. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science* 37: 57-64.

Hu MH, Skibsted LH (2002) Antioxidative capacity of rhizome extract and rhizmoe knot extract of edible lotus(*Nelumbo nucifera*). *Food Chemistry* 76: 327-333.

Han SJ, Koo SJ (1993) Study on the chemical composition in gamboo shoot, lotus root and burdock. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 9: 82-87.

Jeong CH, Son KB, Kang SG, Shim KH (2009) Chemical components of white and red lotus. *Journal of Agriculture & Life Science* 43: 43-50.

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. *The Korean Journal of Food Science and Technology* 38: 526-533.

Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK (2011) Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. *Korean Journal of the Korean society of Food Culture* 40: 1285-1291.

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

Kim JW, Sung KH (2010) A study on the quality characteristics of kiwi fruit-gruel with added kiwi concentrate. *Journal of the East Asian Society of 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(4): 346-354.

Kwak SJ, Park NY, Kim GC, Kim HR, Yoon KS (2012) Changes in quality characteristics of wild root vegetables during storage. *Journal of the Korean Society of Food science and Nutrition* 41: 1158-1167.

Lee EJ, Kim HI, Hong GJ (2011) Quality characteristics of cookies added with N*elumbo nucifera* G. powder. *Korean Journal of the Korean Society of Food Culture* 26: 394-399.

Lee SC, Kim SY, Choi SJ, Lee IS, Jung MY, Yang SM, and Chae HJ (2010) Effect of soaking and heat treatment conditions on physicochemical and organoleptic quality of lotus root. *Korean J Food Sci Technol* 42: 45-49.

Lee JJ, Ha JO, Lee MY (2007) Antioxidative activity of lotus root extracts. *Journal of Life Sciences* 17: 1237-1243.

Matsuo T, Itoo S, Ben-Arie R (1991) A model experiment for elucidation the mechanism of astringent removal in perimmon fruit using respiration inhibitors. *Journal of Japan Society for Horticultural Science* 60: 437-442.

Park BH, Kim SD, Jeon ER, Cho HS (2010) Physicochemical and sensory characteristics of tofu prepared with lotus root powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life* 20: 516-523.

Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root(*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. *Korean J Postharvest Sci Thechnol* 8: 164-168.

Park WP, Cho SH, Lee DS(1998) Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30(3): 278-282.

Shin MK, Kim KS (2007) Nutritional constituents of white lotus, leaves, seeds and bunches. Research Works of the Graduate School Wonkwang University, Iksan 39. pp 297-306.

Seo EO, Choi EO, Yun YS, Chung BW (2008) Effects of ethanol on the characteristic of white bread containing lotus root powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life* 18: 64-71.

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

Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS (1985) Physicochemical properties of lotus root. *J Korean Agri Chem. Soc* 28: 239-244.

Date Received Oct. 14, 2014
Date Revised Dec. 11, 2014
Date Accepted Dec. 29, 2014