

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 영양성분 및 항산화 활성

†이 연 리

대전보건대학교 식품영양과

Analysis of Nutritional Components and Antioxidant Activity of Roasting *Wooung* (Burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

†Youn Ri Lee

Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon 34504, Korea

Abstract

In this study, we evaluated the nutritional components and functional activities of *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tea. Roasting burdock' contained 75.87% carbohydrates; in addition, the moisture content, crude fat, crude protein, and crude fiber were 10.43%, 1.77%, 8.50%, and 3.43%, respectively. Roasting Jerusalem artichoke showed 77.477% carbohydrate content, with moisture content, crude fat, crude protein, and crude fiber of 10.67%, 1.23%, 7.83%, and 2.80%, respectively. Roasting burdock's water-soluble dietary fiber content was 4.8 g/100 g and insoluble dietary fiber content was 1.5 g/100 g; whereas, roasting Jerusalem artichoke' water soluble dietary fiber content was 2.4 g/100 g and insoluble dietary fiber content was 1.6 g/100 g. The highest mineral contents in roasting burdock and Jerusalem artichoke were potassium and magnesium, in order. The results of amino acid analyses s indicated a total of 25 types in roasting burdock, with total amino acid content of 1,382.112 mg/100 g, and essential amino acid content of 766.031 mg/100 g. In total, 24 types of amino acids were separated and identified in roasting Jerusalem artichoke, with total amino acid content of 2,678.018 mg/100 g, and total essential amino acid content of 157.294 mg/100 g. Roasting burdock and Jerusalem artichoke' polyphenol contents were 32.56 and 29.56 mg GAE/g each, and their flavonoid contents were 16.54 and 16.71 CE/g each. IC₅₀ values of DPPH radical-scavenging activity of roasting burdock and Jerusalem artichoke were 12.99 and 19.74, respectively; and IC₅₀ values of hydroxyl radical-scavenging activity were 25.96 and 22.93, respectively.

Key words: *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.), Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), nutritional components, antioxidant activity

서 론

‘웰빙(well-being)’이라는 트렌드와 맞물려 기능성, 안전성을 갖추는 건강기능성 식품에 대한 소비가 증가하고, 이에 따라 식품에서도 기능성 소재 개발 및 다양한 생리 활성이 포함된 가공품에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Albertazzi 등 2002; Park 등 2004; Shin & Chung 2007; Shin EH 2009). 특히

건강 지향적 가공품 중에서 건강음료 및 차는 소비자들에게 간편성, 선호도 및 기능성물질이 함유되어 있어 소비자에게 중요한 선택요소로 활용하는 것으로 알려져 있다(Solheim & Lawless 1996).

소비자보호원(National Institute of Food and Drug Safety Team 2002)의 연구 결과에 의하면, 초·중학생 50.9%가 카페인이 들어있는 커피와 음료수 및 빙과류까지 카페인이 과다

† Corresponding author: Youn Ri Lee, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon 34504, Korea. Tel: +82-42-670-9246, Fax: +82-42-670-9246, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

섭취에 대한 위험성이 있는 것으로 보고되었다. 커피, 녹차, 코코아, 홍차 등 일반적 음료수에 포함되어 있는 카페인인 인체에 여러 가지 생리적, 약리적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kim HK 2002). 카페인은 중추신경계·심장·혈관·신장을 자극하는 효과가 있으며, 다소 약한 이뇨제로 작용하며, 또한 뇌에 영향을 미쳐 각성 효과를 나타낸다고 알려져 있다.(Hwang 등 2009).

삶의 질이 향상되면서 음식문화의 변화와 함께 건강에 대한 관심이 증가하면서 음료 및 차 시장은 점점 더 차별화, 전문화가 되면서 다양한 세대와 연령별 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 제품 개발이 이루어지고 있으며, 일상적인 마시는 음료나 차에서도 자신의 기호에 맞으면서 몸에 좋은 음료나 차를 찾고 있다(Lee HJ 2001).

우엉(*Arctium lappa* L.)은 국화과에 속하는 식물로서 원산지는 유럽 및 아시아의 온난 지역으로 알려졌으며, 우리나라에서는 주로 경상남도 진주를 비롯하여 전국적으로 널리 재배되고 있다(Jeong & Shin 1990). 우엉은 민간요법으로 이뇨제, 해열제로 쓰이고 있고, 최근에는 고혈압, 통풍, 심혈관질환, 간염에 효과가 있으며, 항변이원성, 항암, 항노화 등 항산화 기능이 있는 것으로 알려졌다(Lee MS 2011; Kim 등 2014). 우엉에 관한 선행연구로는 우엉에탄올 추출물의 항산화 활성과 항돌연변이 효과(Lin 등 1996), 우엉 뿌리의 항혈전 및 항산화 활성(Kim 등 2014), 우엉 새싹채소의 재배환경 구축 및 항산화 활성 탐색(Lee 등 2009), 우엥가루를 첨가한 조청(Shin SY 2011), 우엥을 첨가한 설기떡(Park BK 2009), 우엥을 첨가한 우엥죽(Hong & Choi 2014), 증숙 및 볶음 처리에 따른 우엥차(Kwon & Youn 2014), 우엥가루와 올리고당 첨가 머핀(Kim 등 2010) 등이 있고, 일부 상업적으로 판매되고 있는 제품으로는 건 우엥, 볶음 우엥, 우엥 생식환, 우엥 분말, 우엥차, 우엥조림 등이 있다.

돼지감자(*Helianthus tuberosus* L.)는 국화과 해바라기속의 쌍떡잎식물로서 일명 돼지감자 혹은 똥판지로 불리며, 다이어트에 좋고, 특히 성인병 예방에 효과적인 것으로 알려지면서 최근 들어 주목받고 있는 작물로 북아메리카가 원산지이며, 우리나라의 기후조건에 맞아 전국 각지에 자생하고 있다(Go & Jeon 2003). 국내에서 재배가능성이 충분히 입증됨에 따라 돼지감자 및 어린잎의 활용도를 높이기 위하여 건조, 분말가공, 나물통조림, 염장포장 등 중간가공품 개발 등이 이루어지고 있으며, 돼지감자의 구근을 수확하기 위해서는 수확 전 어린잎을 솎아주는데, 이때 채취되는 어린잎을 민간에서는 데쳐서 씹을 싸먹거나, 그대로 무쳐서 나물로 먹기도 하였으며, 물로 달여서 차처럼 음용하기도 하였다(Kim 등 1993).

따라서 본 연구는 손쉽게 가정에서 볶음 처리하여 우엥차와 돼지감자차를 만들어 영양성분과 항산화 활성을 비교하여

기능성 식품의 소재개발을 위한 기초 실험들을 진행하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 추출물의 조제

우엥 및 돼지감자를 충북 음성 농협에서 구입하여 동결건조 후 후라이팬(80℃, 30분)에 볶은 후, 믹서기로 분쇄하여 영양성분을 분석하였다. 항산화 활성 실험을 위한 추출물의 조제는 볶음 처리한 우엥 및 돼지감자를 10 g 씩을 취하여 증류수 100 mL로 4시간 가열추출하여 여과하여 여액을 5 g으로 농축하여 항산화 활성을 측정하였다.

2. 일반성분 분석

우엥과 돼지감자의 일반성분 함량은 AOAC(2000) 방법에 따라 측정하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백은 micro-Kjeldahl법, 조회분은 550℃ 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물은 전체 100%에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

3. 식이섬유 함량측정

불용성 식이섬유(IDF, insoluble dietary fiber) 함량은 AOAC(2000)법에 준하여 효소 중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 측정하였다. 건조시료를 phosphate buffer에 현탁시킨 후, Termamyl(Novozyme Nordisk, Bagsvaerd, Denmark) solution을 첨가하여 95℃의 수욕상에서 30분간 반응시켰다. Rotease(50 mg/mL) 용액을 가하여 반응시킨 후 다시 냉각하여 amyloglucosidase을 가하고, 30분간 반응시켜 전분 및 단백질의 효소적 가수분해과정을 거쳐 감압여과하여 여액과 잔사를 분리하였다. 그 후 잔사는 증류수, 95% 에탄올 및 아세톤 순으로 세척하여 건조 후, 함량을 구하고, 각각 조회분과 조단백질을 측정한 후, 감하여 불용성 식이섬유소 함량을 분석하였다.

수용성 식이섬유(SDF, soluble dietary fiber)는 불용성 식이섬유 측정과정에서 얻어진 여액 및 세척액을 60℃로 가열된 95% 에탄올로 실온에서 1시간 침전시킨 후, 95% 에탄올을 가하고, 침전물과 용액을 여과하여 잔여물을 78% ethanol로 세척하였다. 그 후 78% 에탄올, 95% 에탄올 및 아세톤 순으로 세척하여 건조한 다음 각각 조회분과 조단백질을 측정한 후, 감하여 수용성 식이섬유 함량을 분석하였다. 총 식이섬유(TDF, total dietary fiber)는 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유를 합산하여 측정하였다.

4. 무기성분 분석

시료에 분해용액을 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로

변할 때까지 분해하여 여과(Whatman No. 2, Whatman plc, Maidstone, Kent, UK)한 후 inductively coupled plasma(Aton scan 25, Thermo Jarrell Ash Co., Vitrolles, France)로 분석하였다(Jeong 등 2006a). 분석조건 중 radio frequency power는 1.4 kW이며, analysis pump flow rate는 1.5 mL/min으로 하였고, gas flows는 plasma 15, auxiliary 0.2, nebulizer 0.8 L/min으로 하여 분석하였다.

5. 아미노산 분석

시료를 일정량 취하여 6 N HCl 용액을 가하고, 가수 분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(Eyela, N-N series, Tokyo, Japan)를 이용하여 HCl을 제거하였다. 그리고 증류수로 세척한 다음 감압 농축하여 sodium citrate buffer (pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산분석기 S430(Sykan, Eresing, Germany)를 이용하여 분석하였다(Jeong 등 2006b). 분석에 필요한 column은 cation separation column(LCA K07/Li 4.6×150 mm, Sykan)을 사용하고, flow rate는 Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min, Buffer pH range 2.90~7.95로 하며, column 온도는 37~74°C로 분석하였다.

6. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis's phenol method (Folin & Denis 1915)에 준하여 측정하였다. 시료액에 2 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 가한 후 3분간 방치하고, 1 N sodium carbonate(Na₂CO₃)를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)를 측정하였다. Gallic acid(Sigma-Aldrich)를 표준물질로 하여 표준 검량선으로부터 추출물의 총 페놀 함량을 계산하였다.

7. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Kang 등(2011)의 방법에 준하여 측정하였다. 시료액 90% diethylenglycol과 1 N NaOH를 가하여 37°C 수욕상에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Catechin(Sigma-Aldrich)을 표준물질로 하여 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

8. DPPH radical 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Dahl 등(1972)의 방법에 의해 측정하였다. 각 추출물을 농도별로 제조한 시료에 DPPH 시약을 첨가하여 암조건에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 50% 감소시키는 IC₅₀을 구하였다.

9. Hydroxyl radical(HO·) 소거 활성

Hydroxyl radical 소거 활성은 Chung SK(1997)의 방법에 따라 EDTA가 포함된 Fenton 반응계에서 측정하였다. 10 mM FeSO₄·7H₂O 용액, 10 mM EDTA·2Na 용액, 10 mM 2-deoxyribose 용액을 첨가하여 Fenton 반응 혼합물에 일정농도의 시료용액에 0.1 M Phosphate buffer 용액(pH 7.4)을 넣어 총 용액을 조제하였다. 여기에 10 mM H₂O₂ 용액을 가하여 혼합한 후 37°C에서 4시간 반응시켰다. 다시 2.8% TCA(trichloroacetic acid)와 1% TBA(thiobarbituric acid)를 가하여 끓는 물에서 반응시킨 후 급냉한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 50% 감소시키는 IC₅₀을 구하였다.

10. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SPSS(statisticalpackage for social sciences, Version 10.0, Chicago, USA)를 이용하여 평균±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 일반성분 및 식이섬유 함량

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 일반성분은 Table 1과 같다. 볶음 처리한 우엉의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물 함량은 각각 10.43, 8.50, 1.77, 3.43 및 75.87%로 나타났다. Lee 등(2015)의 연구에 의하면 생우엉과 증진 우엉을 비교했을 때 조지방, 조단백질, 조섬유 함량의 증가는 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 볶음 처리한 돼지감자의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물 함량은 각각 10.67, 7.83, 1.23, 2.80 및 77.47%로 나타났다. Kim 등(2015)의 연구에서 돼지감자 분말의 수분 함량은 7.53%, 탄수화물은 71.05%, 조단백질은 10.81%, 조지방은 5.00%, 조섬유소는 3.59%, 회분 함량은 5.61%였다.

Table 1. General components of roasting *Wooung* (*burdock*, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) (dry basis, g/100 g)

Components	<i>Wooung</i>	Jerusalem artichoke
Moisture	10.43±0.32 ¹⁾	10.67±0.15
Crude protein	8.50±0.10	7.83±0.06
Crude fat	1.77±0.06	1.23±0.06
Crude ash	3.43±0.06	2.80±0.10
Carbohydrate	75.87±0.40	77.47±0.12

¹⁾ All values are means±S.D. of triplication

²⁾ Carbohydrate - (moisture+crude protein+crude fat+crude ash)

Table 2. Dietary fiber and ascorbic acid content of roasting *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

	<i>Wooung</i>		Jerusalem artichoke	
	Raw ¹⁾	Roasting	Raw	Roasting
Total dietary fiber (TDF) (Unit: g/100 g)	3.4	6.3 ²⁾	2.0	4.0
Soluble dietary fiber (SDF) (Unit: g/100 g)	3.3	4.8	1.6	2.4
Insoluble dietary fiber (IDF) ³⁾ (Unit: g/100 g)	0.1	1.5	0.4	1.6

¹⁾ Reference: <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrhc/list/20160607>

²⁾ All values are means±S.D. of triplication.

³⁾ TDF=(IDF+SDF)

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 식이섬유 함량은 Table 2와 같다. 볶음 처리한 우엉의 수용성 식이섬유 함량은 1.5 g/100 g, 불용성 식이섬유소 함량은 4.8 g/100 g으로 나타났다. 볶음 처리한 돼지감자의 수용성 식이섬유 함량은 1.6 g/100 g, 불용성 식이섬유소 함량은 2.4 g/100 g으로 나타났다. IDF의 경우에는 가열처리에 의해 일어나는 Maillard 반응의 생성물과 탄닌이 식이섬유 분석과정에서 리그닌 값에 포함되기 때문에 IDF 함량이 증가한다고 보고하였고(Matthee & Appledorf 1978), 또한 가열과정으로 인해 효소에 의해 분해되지 않는 resistant starch가 생성되고, 이것이 식이섬유로 측정되기에 IDF의 함량이 증가한다고 보고하였다(Englyst 등 1993). 또한 가열처리를 통하여 일부 불용성 식이섬유가 분해되어 수용성 성분으로 측정되어 SDF의 함량이 증가한다고 보고하였다(Nyman 등 1987). 식이섬유소는 당의 흡수 속도를 늦춰주는 작용으로 식후 혈당치의 급격한 상승을 억제하여 당뇨병 예방 및 혈중 콜레스테롤의 감소 등의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다(Schneeman BO 1998).

2. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 무기질 함량

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 무기질 함량은 Table 3과 같다. 볶음 처리한 우엉 및 돼지감자에서 가장 함량이 높게 나타난 것은 칼륨 함량이었다. K은 에너지 대사, 세포막의 운반작용, 세포막 내외의 전압차 유지, Na과 상호작용을 통한 신경계의 자극정도, 골격근의 수축과 이완, 혈압의 유지, 산염기의 평형유지 등 중요한 생리작용(Suter PM 1998)을 담당하기 때문에 K의 섭취가 고혈압의 예방과 치료에 효과적이라고 보고(Goto 등 1981)되어 있으며, 이에 따라 볶음 우엉과 돼지감자를 차로 이용하여 고혈압 예방으로 효과가 있을 것

Table 3. Minerals content of roasting *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

Mineral	<i>Wooung</i>	Jerusalem artichoke
Ca	270.8	89.3
K	2,785.0	2,697.0
Mg	257.4	85.9
Fe	5.07	3.5
Na	41.9	1.4
Mn	3.1	0.1
Cu	1.5	0.4
Zn	3.4	1.4
Total	3,368.1	2,879.0

으로 보인다.

우엉과 돼지감자의 무기질 함량이 칼륨 다음으로 마그네슘과 칼슘의 함량도 높아 알칼리성 재료인 것을 알 수 있으며, 차로 음용했을 때 뼈와 골격 형성에 영향을 줄 것으로 보인다. 아연, 마그네슘, 구리는 유해활성산소를 제거하고, 생체 내에 효소들의 보조인자나 또는 촉매인자로 중요한 무기질로(Macgregor 등 1982; Lee 등 2003) 특히 볶음 처리한 우엉에는 다량의 마그네슘도 함유하고 있었다.

3. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 유리아미노산 함량

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 유리아미노산의 함량은 Table 4와 같다. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 아미노산을 분석한 결과는 볶음 우엉은 총 25종이 분리, 동정되었으며, 총 아미노산 함량은 1,382.112 mg/100 g이었고, 필수아미노산 함량은 766.031 mg/100 g으로 나타났다. 또한 볶음 돼지감자는 총 24종이 분리, 동정되었으며, 총 아미노산 함량은 2,678.018 mg/100 g이었고, 필수아미노산 함량은 157.294 mg/100 g으로 나타났다. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자에서 아동기에 필요한 arginine의 함량이 높게 나타났다.

4. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 항산화 활성

폴리페놀성 물질은 항산화, 항염, 항균 등 다양한 생리 활성을 나타내는 항산화능의 지표물질로써(Sato 등 1996) 돼지감자에는 다양한 폴리페놀 화합물이 있다고 보고되었다(Rosengard & Cochrane 1983; Jhon & Kim 1988; Chae & Chol 1991; Kim 등 2010). 또한 우엉에는 카페산 유도체(caffeic acid, chlorogenic acid, cynarin)와 퀘르세틴(querctetin) 등의 폴리페놀 물질은 항산화 활성 및 종양억제에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Chan 등 2011; Pari & Prasath 2008; Ferracane 등 2010).

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 폴리페놀 함량은 Table 5

Table 4. Free amino acid content of roasting *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)
(Unit: mg/100 g)

Free amino acid	<i>Wooung</i>	Jerusalem artichoke
Phosphoserine	10.171	12.346
Taurine	14.128	3.510
Aspartic acid	126.991	40.938
Hydroxyproline	73.745	N.D.
Threonine	20.663	19.083
Serine	14.285	13.960
Asparagine	173.597	764.324
Glutamic acid	19.972	46.088
Sarcosine	N.D.	8.525
Proline	7.543	126.563
Glycine	2.482	1.795
Alanine	65.531	30.500
Valine	21.265	21.131
Methionine	35.135	N.D.
Isoleucine	29.331	14.145
Leucine	30.233	11.375
Tyrosine	22.239	24.968
Phenylalanine	37.294	21.853
γ -Amino-n-butyric acid	81.752	22.908
Histidine	16.851	50.594
Tryptophan	5.715	60.320
Hydroxylysine	0.892	1.466
Ornithine	0.831	4.965
Lysine	5.733	33.425
Ethanolamine	1.920	2.187
Arginine	563.811	1,341.048
Total E.A.A. ¹⁾	766,031	1,572,974
Total A.A	1,382,112	2,678,018

¹⁾ Total E.A.A: Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, phenylalanine, Histidine, Tryptophan lysine, Arginine

와 같다. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 폴리페놀 함량은 각각 32.56 및 29.56 mg GAE/g으로 나타났으며, 플라보노이드 함량은 각각 16.54 및 16.71 mg CE/g으로 나타났다. Lee 등(2015)의 연구에 의하면 생 우엉에 폴리페놀 함량은 11.12 mg GAE/g의 함유량을 보였으며, 9회 증진 우엉에서 13.30 mg GAE/g의 함유량을 나타낸다고 보고하였다. Kim 등(2015)의 연구에서도 돼지감자 분말 31.43 mg TAE/g의 함유량을 보였다고 하였다. Tchone 등(2006)은 건조된 돼지감자에서 에스쿨린(esculin), 젠티닌산(gentisic acid), 카테킨(catechin), 클로로

Table 5. Total polyphenol and flavonoid of roasting *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

Sample	Total polyphenol content (mg gallic acid equivalent/g)	Total flavonoid content (mg catechin equivalent/g)
<i>Wooung</i>	32.56±1.11	16.54±0.58
Jerusalem artichoke	29.56±0.53	16.71±0.22

젠산(chlorogenic acid), 바닐릭산(vanillic acid), 에피카테킨(epicatechin), 살리실산(salicylic acid) 등의 페놀성 화합물이 분리 및 동정되었다고 보고하였다. Jin 등(2012)의 연구에서도 인삼을 증진함에 따라 폴리페놀 함량이 점차 증가하다가 감소하였다고 보고하였다. Xu 등(2007)의 연구에서도 감귤류 껍질의 가열 전과 후의 페놀성 화합물을 HPLC로 분석한 결과, 가열 후 유리 페놀성 화합물은 증가하고, 에스터 결합의 분자량이 큰 페놀화합물은 감소하였다고 보고한 바 있다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 우엉과 돼지감자의 볶음과정에서 페놀화합물이 유리되어 총 페놀 함량이 증가한 것으로 보고하였다(Kang 등 2006)

DPPH는 안정한 자유 라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며, 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하는 원리를 이용하여 시료에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대하여 소거 활성을 기대할 수 있으며, 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다(Manian 등 2008).

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ value은 각각 12.99, 19.74로 나타났으며, 양성대조군인 비타민 C보다는 낮았지만 모두 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다. Yamaguchi 등(2001) 연구에 의하면 우엉의 자유라디칼 소거능은 당근, 양파, 청고추 등 18가지 채소 중에서 가장 높으며, 가열에 의해서 활성이 더욱 증가하였다고 보고한 바 있다. Song 등(2012)의 연구에서도 생 터덕 물 추출물에서 IC₅₀ value가 6.68 mg/mL를 보였으나, 증진 후 1.65 mg/mL로 감소한다고 하여 증숙처리에 의한 항산화력의 증가가 있음을 보고하였다.

Hydroxyl radical은 DNA의 핵산과 결합함으로써 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 유발하게 되며, 지질과산화 과정에서도 빠른 개시제로서 작용하게 되는데, hydroxyl radical 소거 활성은 지질과산화 과정의 진행을 직접적으로 방해 또는 활성산소종을 제거함으로써 연쇄반응을 저해한다고 보고되고

Table 6. Radical scavenging activity of roasting *Wooung* (burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

Sample	IC ₅₀ (mg/mL)	
	DPPH	OH
<i>Wooung</i>	12.99±0.53	25.96±0.61
Jerusalem artichoke	19.74±0.23	22.93±0.05
L-Ascorbic acid	0.84±0.03	1.25±0.03

있다(Manian 등 2008).

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 hydroxyl radical 소거능의 IC₅₀ value도 각각 25.96, 22.93으로 나타났으며, 양성대조군인 비타민 C보다는 낮았지만 모두 hydroxyl radical 소거 활성을 보였다.

이러한 항산화능의 증가는 열처리과정을 거치면서 조직의 연화로 인한 폴리페놀 등 항산화 물질의 증가, 또는 열처리에 의한 비효소적 갈변반응으로 멜라노이딘과 같은 MRPs (Maillard reaction products)의 생성에 의한 것으로 보고하였다 (Murakami 등 2004).

요 약

본 연구는 손쉽게 가정에서 볶음 처리하여 우엉차와 돼지감자차를 만들어 영양성분과 항산화 활성을 검색하여 다양한 기능성 식품으로 가능성을 보고자 하였다.

볶음 처리한 우엉의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물 함량은 각각 10.43, 8.50, 1.77, 3.43 및 75.87%로 나타났으며, 볶음 처리한 돼지감자는 각각 10.67, 7.83, 1.23, 2.80 및 77.47%를 보였다. 볶음 처리한 우엉의 수용성 식이섬유소 함량은 4.8 g/100 g, 불용성 식이섬유소 함량은 1.5 g/100 g으로 나타났다. 볶음 처리한 돼지감자의 수용성 식이섬유소 함량은 2.4 g/100 g, 불용성 식이섬유소 함량은 1.6 g/100 g으로 나타났다. 볶음 처리한 우엉과 돼지감자에서 무기질함량 중에서 가장 함량이 높게 나타난 것은 칼륨>마그네슘으로 나타났다. 아미노산을 분석한 결과는 볶음 처리한 우엉은 총 25종이 분리, 동정되었으며, 총 아미노산 함량은 1,382.112 mg/100 g이었고, 필수아미노산 함량은 766.031 mg/100 g으로 나타났다. 볶음 처리한 돼지감자는 총 24종이 분리, 동정되었으며, 총 아미노산 함량은 2,678.018 mg/100 g이었고, 필수아미노산 함량은 157.294 mg/ 100 g으로 나타났다.

볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 폴리페놀 함량은 각각 32.56, 29.56 mg GAE/g으로 나타났으며, 플라보노이드 함량은 각각 16.54, 16.71 mg CE/g으로 나타났다. 볶음 처리한 우엉 및 돼지감자의 DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ value은 각각 12.99,

19.74로 나타났으며, 양성대조군인 비타민 C보다는 낮았지만 모두 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다. 볶음 처리한 우엉 및 돼지감자의 hydroxyl radical 소거능의 IC₅₀ 값은 각각 25.96, 22.93으로 나타났으며, 양성대조군인 비타민 C보다는 낮았지만 모두 hydroxyl radical 소거 활성을 보였다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 대전보건대학교 교내연구비 지원에 의한 논문으로 이에 감사드립니다.

References

- Albertazzi P, Steel SA, Clifford E, Bottazzi M. 2002. Attitudes towards and use of dietary supplementation in a sample of postmenopausal women. *Climacteric* 5:374-382
- AOAC. 2000. Official method of analysis of AOAC. 17th ed. Intl. Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA. p 1-26
- Chae EM, Chol EH. 1991. Optimization for alcohol fermentation by *Kluyveromyces marxianus* using Jerusalem artichoke powder. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 19:265-271
- Chan YS, Cheng LN, Wu JH, Chan E, Kwan YW, Lee SMY, Leung GPH, Yu PF, Chan SW. 2011. A review of the pharmacological effects of *Arctium lappa* (burdock). *Inflammopharmacology* 19:245-254
- Chung SK. 1997. Hydroxyl radical scavenging effects of spices and scavengers from brown mustard. *Biosci Biotech Biochem* 61:118-123
- Dahl LK, Leitzl G, Heine M. 1972. Influence of dietary potassium and sodium/potassium molar ratios on the development of salt hypertension. *J Exp Med* 136:318-330
- Englyst HN, Anderson V, Cummings JH. 1993. Starch and non-starch polysaccharides in some cereal foods. *J Sci Food Agr* 34:1434-1442
- 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 Pharmaceut Biomed* 51:399-404
- Folin O, Denis W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *J Biol Chem* 22:305-308
- Go GS, Jeon US. 2003. Ferns, Fern-allies and Seed-bearing Plants of Korea. p. 659. Seoul: Iljinsa

- Goto A, Tobian L, Iwai J. 1981. Potassium feeding reduces hyperactive central nervous system pressor responses in Dahl salt-sensitive rats. *Hypertension* 3:1128-1134
- Hong II, Choi SK. 2014. A study on the development of burdock gruel. *Korean J Culinary Res* 20:18-26
- Hwang JH, Oh KH, Ryu MH, Kim JY, Jang HJ. 2009. Coffee & Tea. pp. 8-10. Seoul: Powerbook
- Jeong CH, Kim JH, Shim KH. 2006a. Chemical components of yellow and red onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:708-712.
- Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2006b. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J Food Preserv* 13:43-49
- Jeong SB, Shin MS. 1990. The Oriental Medicinal Dictionary. pp. 1010-1011. Seoul: Younglimsa
- Jhon DY, Kim MH. 1988. Studies on inulase form Jerusalem artichoke. *J Korean Soc Food Nutr* 17:205-210
- Jin Y, Kim YJ, Jeon JN, Wang C, Min JW, Jung SY, Yang DC. 2012. Changes of ginsenosides and physicochemical properties in ginseng by new 9 repetitive steaming and drying process. *Korean J Plant Res* 25:473-481
- Kang KS, Kim HY, Pyo JS, Yokozawa T. 2006. Increase in the free radical scavenging activity of ginseng by heat-processing. *Biol Pharm Bull* 29:750-754
- Kang MS, Kim SY, Lee YH, Choi JW, Baek OH, Han HK, Kim SN, Kim JB, Park HJ, Cho YS. 2011. Analysis of nutritional components of *Euonymus sieboldiana* leaves. *J East Asian Soc Dietary Life* 21:918-923
- Kim CG, Kim SI, Shin HK. 1993. Effect of fructooligosaccharide-inulin of Jerusalem artichoke on the growth of intestinal microorganisms of pig. *Korean J Food Sci Technol* 25: 395-399
- Kim HK. 2002. Caffeine knowledge, attitude and consumption of young women. *Journal of Human Ecology (University of Ulsan)* 3:57-63
- Kim JL, Bae CR, Cha YS. 2010. *Helianthus tuberosus* extract has anti-diabetes effects in HIT-T15 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:31-35
- Kim MH, Kim HY, Han JS, Ji EH, Kim AJ. 2015. Physicochemical analysis and quality characteristics of Jerusalem artichoke and mook prepared with Jerusalem artichoke powder. *Korean J Food Nutr* 28:635-642
- 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 Cookery Sci* 26:575-585
- Kim MS, Lee YS, Sohn HY. 2014. Anti-thrombosis and antioxidative activity of the root of *Arctium lappa* L. *Korean J Food Preserv* 21:727-734
- Kwon YR, Youn KS. 2014. Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L.) tea depending on steaming and roasting treatment. *Korean J Food Preserv* 21:646-651
- Lee GY, Son YJ, Jeon YH, Kang HJ, Hwang K. 2015. Changes in the physicochemical properties and sensory characteristics of burdock (*Arctium lappa*) during repeated steaming and drying procedures. *Korean J Food Sci Technol* 47:336-344
- Lee HJ. 2001. A social-cultural investigation of beverages and analysis of the factors that influence beverage consumption. PhD Dissertation, Yonsei Univ. Korea
- Lee MS. 2011. Antioxidative and antimutagenic effects of *Arctium lappa* ethanol extract. *Korean J Food & Nutr* 24:713-719
- Lee MY, Shin SL, Park SH, Kim NR, Chang YD, Lee CH. 2009. Development of optimal cultivation conditions and analysis of antioxidant activities of *Arctium lappa* sprout vegetables. *Korean J Plant Res* 22:304-311
- Lee SH, Kim NW, Shin SR. 2003. Studies on the nutritional components of mushroom (*Sarcodon aspratus*). *Korean J Food Preserv* 10:65-69
- Lin CC, Lin JM, Yang JJ, Chuang SC, Ujiie T. 1996. Anti-inflammatory and radical scavenging effects of *Arctium lappa*. *Am J Chin Med* 24:127-137
- Macgregor GA, Markandu ND, Smith SJ, Banks RA, Sagnella GA. 1982. Moderate potassium supplementation in essential hypertension. *Lancet* 320:567-570
- Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chem* 107:1000-1007
- Mathee V, Appledorf H. 1978. Effect of cooking on vegetable fiber. *J Food Sci* 43:1344-1349
- Murakami M, Yamaguchi T, Takamura H, Atoba TM. 2004. Effects of thermal treatment on radical-scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds. *J Food Sci* 69:FCT7-FCT10
- National Institute of Food and Drug Safety Team. 2002. Intakes of caffeinated beverages seconds, and junior high school students. Korea Consumer Protection Board, Korea.

- Nyman M, Palsson KE, Asp NG. 1987. Effect of processing fiber in vegetables. *Lebensm-Wiss Technol* 20:29-35
- Pari L, Prasath A. 2008. Efficacy of caffeic acid in preventing nickel induced oxidative damage in liver of rats. *Chem-Biol Interact* 173:77-83
- Park BK. 2009. Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of burdock. MS Thesis, Sejong Univ. Korea
- Park SH, Hwang HS, Han JH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. *Korean J Nutr* 37:364-372
- Rosengard BR, Cochrane DE. 1983. Complement-mediated cytolysis: A quick, simple method for determining levels of immunoglobulin E bound to mast cells. *J Histochem* 31:441-444
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H. 1996. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem* 44:37-41
- Schneeman BO. 1998. Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutr Res* 18:625-632
- Shin EH. 2009. Component analysis and antioxidant activity of *Pueraria flos*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1139-1144
- Shin SY, Chung L. 2007. The preference and frequency of beverages related to health factor in university students. *Korean J Food Culture* 22:420-433
- Shin SY. 2011. Quality characteristics of *Jochung* added with burdock roots powder. MS Thesis, Myongji Univ. Korea
- Solheim R, Lawless HT. 1996. Consumer purchase probability affected by attitude towards low-fat foods, liking, private body consciousness and information on fat and price. *Food Quality and Preference* 7:137-143
- Song CH, Seo YC, Choi WY, Lee CG, Kim Du, Chung JY, Chung HC, Park DS, Ma CJ, Lee HY. 2012. Enhancement of antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* by stepwise steaming process. *Korea J Medicinal Crop Sci* 20:238-244
- Suter PM. 1998. Potassium and hypertension. *Nutr Rev* 56:151-153
- Tchone M, Barwald G, Annemuller G, Fleischer LG. 2006. Separation and identification of phenolic compounds in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Sci Aliments* 26:394-408
- Xu G, Ye X, Chen J, Liu D. 2007. Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *J Agr Food Chem* 55:330-335
- Yamaguchi T, Mizobuchi T, Kajikawa R, Kawashima H, Miyabe F, Terao J, Terao J, Matoba T. 2001. Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. *Food Sci Technol Res* 7:250-257

Received 11 October, 2016

Revised 19 October, 2016

Accepted 03 December, 2016