

구실잣밤나무 열매의 성분분석 및 항산화활성 평가

이승제 · 안기원¹ · 최태수² · 정형석³ · 문제학 · 박근형[†]

전남대학교 식품공학과 · 전남대학교 기능성식품연구센터, ¹전남대학교 산림자원조경학부,
²전남도청 산림소득과, ³순천청암대학 호텔조리학과

Component Analysis and Antioxidative Activity of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* Nut

Seung-Je Lee, Ki-Wan An¹, Tae-Soo Choi², Hyeong-Seok Jung³,
Jea-Hak Moon and Keun-Hyung Park[†]

Department of Food Science and Technology, and Functional Food Research Center, College of Agriculture and Life Science,
Chonnam National University, Gwangju 500-757, South Korea

¹Division of Forest Resources and Landscape Architecture, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National
University, Gwangju 500-757, South Korea

²Division of Forestry Income, Jeollanam Provincial Government, Muan-Gun 534-700, South Korea

³Department of Hotel & Culinary Art, College of Cheongam, Suncheon 540-743, South Korea

Abstract

This study was carried out to investigate potential applications of the extract of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* NAKAI nut as a functional food ingredient. The pH and °Brix of nut were 6.43 and 3.17, respectively. L, a and b values as Hunter's color were 83.07, 1.49 and 10.48, respectively. Total content of monosaccharide was 54.26 mg% and organic acids were composed of oxalic acid 495.37 mg%, formic acid 200.03 mg%, malic acid 93.65 mg%, citric acid 27.80 mg%, and succinic acid 16.61 mg%. Total phenolic contents in various solvent extracts were as follows: water 27.69 mg%, 75% ethanol 16.50 mg%, ethyl acetate 16.50 mg% and methanol 10.30 mg%. The antioxidant activity (SC₅₀, µg/mL) of the nut extracts by various solvents was in the order of ethyl acetate 74.88 > methanol 155.00 > n-hexane 213.33 > ethanol 249.33 > butanol 274.78 > chloroform 314.67 > 75% ethanol 848.33 > water extracts 869.67. The results indicated that the extract of *C. cuspidata* nut contained a potential food ingredient.

Key words : *Castanopsis cuspidata*, monosaccharide, organic acid, polyphenol, DPPH

서 론

난대 기후대 상록활엽수림은 국가차원의 중요한 생물유전자원으로 우리나라 식물생태계에서 차지하는 학술적 가치가 매우 큰 것으로 보고되고 있다(1). 현재 대표적으로 이용되고 있는 상록활엽수림 가운데 참나무과의 소재를 살펴보면 너도밤나무속, 참나무속, 밤나무속, 모밀잣밤나무속으로 구분된다. 이 중 졸참나무의 도토리과 밤나무의

열매는 예로부터 우리나라를 비롯한 세계 여러 나라에서 목, 빵, 떡 등의 원료나 의약품 및 다양한 산업용 재료로도 이용되고 있다(2-3). 하지만 구실잣밤나무의 열매는 예로부터 식용으로 이용(4-5)되어져 오고 있으나, 식·의약품 소재로서의 이용은 미흡한 상태이다.

피자식물문 참나무과 모밀잣밤나무속 상록활엽 교목류 중의 한 수종인 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* NAKAI)는 일본, 중국, 타이완, 인도, 자바 등지에 분포하고 있고, 국내에서는 제주도 및 남해안의 일부 도서 지방의 경사지 또는 능선을 중심으로 발달해 있다(6). 구실잣밤나무의 특성을 살펴보면 껍질은 회색이며 높이는 약

[†]Corresponding author. E-mail : khpark@jnu.ac.kr,
Phone : 82-62-530-2143, Fax : 82-62-530-2149

15 m에 달한다. 잎은 어긋나고 긴 타원형이며, 끝은 뾰족한 모양으로 길이 7~12 cm이고, 물결 모양의 톱니가 있다. 잎 표면은 녹색으로 털이 없고, 뒷면에는 갈색 비늘털이 있으며 연한 갈색을 띠고 있다. 6월에 꽃이 피고 10월에 달걀모양으로 익는 열매는 날로 먹거나 구워서 먹고, 떡이나 묵에 넣어서 먹기도 한다. 수피와 수꽃은 염색제로써의 이용가치가 있을 뿐 아니라 목재는 건축재, 가구재, 표고버섯 재배용 원목 등에 사용되고 있다(4). 지금까지 알려진 연구로는 구실잣밤나무의 난대성 상록활엽수림에 대한 복원 모니터링, 식물사회학적 연구 및 식생 위주의 연구(5), 그리고 수피를 이용한 항산화활성 연구(7)가 수행되어진 바 있으며, 최근 구실잣밤의 기초적 영양성분에 관한 보고(8)가 단편적으로 수행되어졌을 뿐이다.

이에 본 연구에서는 예로부터 식용으로 이용되어온 난대성 상록활엽수의 대표적 수종인 구실잣밤나무의 열매를 대상으로 pH, 당도, 색도, 구성당의 조성, 유기산의 함량, 페놀 함량 및 항산화활성 평가를 통해 식품 및 식품 소재로서의 활용성을 탐색하고자 하였고, 더불어 전라남도 난대 지역에 분포되어 있는 구실잣밤나무 산림자원의 고부가가치적 이용 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

전남 진도군 일원에서 자생하고 있는 구실잣밤나무 (*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* NAKAI)로부터 10~11월에 수확한 열매[이하 구실잣밤(*C. cuspidata* nut)이라 칭한다]를 전남대학교 산림자원조경학부(임학전공) 수목학연구실의 감별 과정을 거쳐 공시시료로 사용하였다. 구실잣밤은 껍질을 제거한 후 음건을 거쳐 100 mesh를 통과할 수 있도록 blender (Blixer 5 plus, Robot-coupe, FL, USA)로 분말화하여 진공포장(Food guard VP-3000, Roll pack, Pyeongtaek, Korea) 후 냉장(4℃) 보관하면서 실험에 사용하였다. 구실잣밤과 비교분석에 사용된 국내산 도토리가루(Hamyang nonhyup, Hamyang, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

pH, 당도 및 색도 분석

시료의 pH 측정은 구실잣밤 분말 20 g에 증류수 100 mL를 가하여 교반 후, 여과지(No. 5B, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 여액을 pH meter (Model 410A, Orion, LA, USA)로 3회 반복 측정값으로 나타내었다. 당도는 분말 20 g에 증류수 100 mL를 가하여 교반 후, 여액을 디지털 당도계(PR-1, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정값으로 나타내었다. 구실잣밤 분말을 대상으로 측정된 색도값은 표준백색판(L, 97.15±0.04;

a, -0.27±0.03; b, -0.03±0.04)으로 보정된 색차계(JC-801S, Color techno system Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 측정하여 나타내었다.

구성당 분석

구성당은 Gancedo와 Luh 방법(9)을 이용하여 분석하였다. 분말시료 1 g을 칭량하여 80% 에탄올 50 mL를 넣고, 80℃에서 2시간 동안 중탕으로 환류 추출한 다음, 여과지(No. 5B, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 감압농축 후 증류수를 가하여 10 mL로 정용하였다. 5000 rpm에서 15 분간 원심분리(Buchi Rotavapor R-200/205, Flawil, Swiss) 후, 상징액을 취하여 0.45 μm membrane filter (G3, Milipore, LA, USA)로 여과한 다음, Ion chromatograph (Dionex 600, Dionex, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. Column은 guard column CarboPac-PA10 (4×50 mm, Dionex, CA, USA)이 장착된 CarboPac-PA10 (4×250 mm, Dionex, CA, USA)을, 그리고 검출기는 ED50 Integrated Amperometry (Dionex, CA, USA)를 이용하여 실시하였다. 그 외의 분석조건으로는 flow rate 1.0 mL/min, injection volume 20 μL, 이동상은 18 mM NaOH 수용액을 사용하였다. Ion chromatography 분석 후 retention time의 일치성을 기준으로 화합물을 동정하였으며, 표준시약인 carbohydrate kit (Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 이용하여 검량곡선을 작성한 후 화합물의 함량을 계산하였다.

유기산 분석

구실잣밤의 유기산 함량은 Palmer와 List 방법(10)을 이용하여 분석하였다. 시료 1 g을 취하여 증류수 50 mL를 첨가하고, 80℃ 항온수조(VS-1205 SW1, Vision scientific Co. Ltd., Bucheon, Korea)에서 4시간 추출 후, 여과지(No. 5B, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하였다. 추출 여액을 cooling aspirator (CA-111, Eyla, Tokyo, Japan)가 장착된 rotary evaporator (N-2N, Eyla, Tokyo, Japan)를 이용하여 농축한 후, 최종 시료용액을 10 mL로 정용한 다음, Ion chromatograph (Dionex 600, Dionex, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석조건으로는 IonPac AG11-HS guard column (4×50 mm, Dionex)이 장착된 IonPac AS11-HS 컬럼(4×250 mm, Dionex)을 연결하였고, 검출기는 ED50 Conductivity (Dionex)를 사용하였다. 그 외의 분석조건으로는 유속 1.0 mL/min, injection volume은 10 μL, 이동상은 23 mM KOH 수용액을 사용하였다. Ion chromatography 분석 후 retention time의 일치성을 기준으로 화합물을 동정하였으며, 표준시약인 organic acids kit (Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 이용하여 검량곡선을 작성한 후 화합물의 함량을 계산하였다.

총 페놀 함량 분석

용매별 추출물들의 총 페놀성 화합물의 함량은 Jung 등의 방법(11)을 응용하여 측정하였다. 분말 시료 10 g에 각각의 추출 용매 50 mL씩을 가하여 30°C, 100 rpm으로 24 시간 동안 진탕추출 및 여과(No. 5B, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan) 후, 추출 용매로 50 mL가 되도록 정용하였다. 각 용매별 추출 용액 1 mL를 시험관에 취한 후 증류수 3 mL를 가하였다. 이 용액에 Folin-Ciocalteu 반응 용액(Sigma, St. Louis, MO, USA) 1 mL를 첨가한 후, 5분간 27°C의 shaking water bath에서 혼합하였다. 그 용액에 2% Na₂CO₃ (Duksan pure chemical Co. Ltd., Ansan, Korea) 1 mL를 넣고, 1시간 동안 상온에서 방치시킨 후, 640 nm (U-1400, Hitachi, Tokyo, Japan)에서 흡광도를 측정하였다. 또한 표준시약인 tannic acid (Yakuri Pure Chemical Co. Ltd., Osaka, Japan)로 농도별(1, 10, 20, 30, 40, 50 µg/mL) 검량곡선을 작성하여 용매별 추출물의 총 페놀성 화합물 함량을 측정하였다.

항산화활성 측정

항산화활성 평가는 Seo 등의 방법(12)으로 실시하였다. 분말 100 g을 각각의 용매(water, MeOH, EtOH, 75% EtOH, EtOAc, CHCl₃, BuOH, *n*-hexane) 500 mL에 첨가한 후 24시간 동안 상온에서 침지시켜 여과(No. 5B, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)한 다음, cooling aspirator (CA-111, Eyla, Tokyo, Japan)가 장착된 rotary evaporator (N-2N, Eyla, Tokyo, Japan)로 농축하여 각각의 추출물을 얻었다. 추출물에 적당한 농도의 에탄올 혹은 적정 용매로 희석한 용액 100 µL와 100 µM (최종 농도) 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Sigma, St. Louis, MO, USA) 900 µL를 vortex로 균일하게 혼합한 다음, 암소에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도(U-1800, Hitachi, Tokyo, Japan)를 측정하였다. 항산화활성[Inhibition(%)=(DPPH Abs. _{t=0}-Sample Abs. _{t=30})/(DPPH Abs. _{t=0})×100]은 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 추출물의 농도(50% scavenging concentration, SC₅₀)로 표시하였다. 대조군으로는 α-tocopherol을 사용하였다.

통계처리

분석결과는 3회 반복 실험한 평균값과 표준편차로 나타내었고, 각 그룹간의 통계처리는 SPSS statistics 17.0 version을 이용하였다. 즉 pH, 당도 및 색도의 통계적 유의성 검정은 독립표본 t 검정(two-independent samples t test)으로 하였고, 용매에 따른 추출물의 수율, 페놀 함량 및 항산화활성의 통계적 유의성은 일원배치분산분석(One-way ANOVA test)과 Scheffe 사후비교(post hoc comparison)를 통한 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH, 당도 및 색도

구실잣밤의 pH, 당도 및 색도를 분석한 결과는 Table 1과 같으며, 시중에서 구입한 국내산 도토리가루와 비교분석하였다. pH 분석 결과, 도토리가루는 5.10으로 약산성을 보인 반면, 구실잣밤은 6.43으로 도토리가루보다 유의(p < 0.01)하게 더 높은 pH 값을 보였다. 당도 분석에서는 구실잣밤이 3.17 °Brix로 도토리가루 0.17 °Brix에 비하여 약 18배(p < 0.01) 높은 당도를 보였다. 색도는 명도(L)값의 경우 구실잣밤은 83.07로 도토리가루 73.56에 비하여 훨씬 높은 값(p < 0.01)을 보였으며, 적색도값을 나타내는 a값의 경우는 구실잣밤이 1.49를 보였고, 도토리가루는 3.94로 나타나 구실잣밤의 적색도가 도토리가루에 비하여 유의(p < 0.01)하게 낮은 값을 보였다. 또한 황색도를 나타내는 b값은 구실잣밤에서는 10.48을 보였고, 도토리가루에서는 17.87을 보여 구실잣밤의 황색도가 도토리가루에 비하여 유의(p < 0.01)하게 낮은 값을 나타내고 있음을 확인하였다. 이상의 분석결과를 바탕으로 구실잣밤의 pH는 중성부근에 더 가깝고, 당도값은 도토리가루보다 높았으며, 색도 또한 L값은 높고 a, b값은 낮게 나타나 도토리가루보다 밝은 색택을 띠는 것으로 판단되어 다양한 제품 개발에 폭넓은 응용 가능성이 있을 것으로 시사되었다.

Table 1. pH, °Brix and Hunter color values of *C. cuspidata* nut

Sample	pH	°Brix	Hunter's color		
			L	a	b
<i>C. cuspidata</i> nut	6.43±0.02 ¹⁾	3.17±0.06	83.07±0.25	1.49±0.03	10.48±0.09

¹⁾Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3) and significant difference indicate at p < 0.01 by two-independent samples t test.

구성당 함량

구실잣밤에 함유되어 있는 구성당의 조성 및 함량은 Ion chromatography로 8 종류를 분석한 결과(Table 2), 총 3종의 당이 검출되었다. 그 중 fructose (27.11 mg%)와 glucose (26.29 mg%)가 대부분을 차지하였고, galactose는 소량(0.86 mg%) 검출되었다. Shim 등의 연구(13)에 의하면 도토리가루에서는 총 7종이 검출되었으며, 대부분이 glucose (97.99 mg%)로 나타났고, rhamnose (0.58 mg%), galactose (0.37 mg%), arabinose (0.34 mg%), mannose (0.25 mg%), fucose (0.24 mg%), xylose (0.23 mg%) 순으로 함유되어 있음을 보고한 바 있다. 구실잣밤에 함유된 구성당과 비교해 보면 다소 차이를 보이는데, 도토리가루에서는 glucose가 주성분을 이루고 있음에 반하여 구실잣밤에는 fructose와 glucose가 주요 구성당으로 서로 비슷한 비율로 존재함을 알 수 있었다. 이처럼 구실잣밤의 구성당 함량은 도토리가루보다 낮아 도토리가루 대용으로 저열량 식이에 좋은 소재가 될 수 있을 것으로 시사되었다.

Table 2. Contents of monosaccharides in *C. cuspidata* nut

Monosaccharide	Content (mg%)	Ratio (%)
Fucose	N.D. ¹⁾	N.D.
Rhamnose	N.D.	N.D.
Arabinose	N.D.	N.D.
Galactose	0.86±0.36 ²⁾	1.59
Glucose	26.29±2.47	48.45
Fructose	27.11±2.60	49.96
Ribose	N.D.	N.D.
Lactose	N.D.	N.D.
Total	54.26	100.00

¹⁾Not detected.²⁾Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3).

유기산 함량

구실잣밤의 유기산 조성과 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 구실잣밤 유기산 분석을 위하여 6 종류의 유기산을 분석하였는데, 그 중 5 종류의 유기산이 검출되었다. 구실잣밤에는 oxalic acid의 함량이 495.37 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며, formic acid는 200.03 mg% 함유되어 있는 것으로 확인되었다. 식품첨가제(14)로 주로 이용되는 malic acid는 93.65 mg%, 갈변억제제(15)로 사용되는 citric acid는 27.80 mg%, 그리고 식품첨가제(14)로 이용되어지고 있는 succinic acid 함량은 16.61 mg%로 나타났다. 도토리의 유기산 함량에 관한 자료가 없어 비교할 수는 없었으나, 구실잣밤의 경우 oxalic acid로 인하여 Ca과 불용성 염을 형성하여 Ca 흡수를 저해시킬 수 있는 부분도 있지만 그 밖의 다양한 특성을 갖는 유기산이 풍부하게 함유되어 있기 때문에 구실잣밤은 도토리가루와 병용 또는 대용 식품 소재로 이용함으로써 유용한 유기산 보급 식이로 응용될 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 3. Contents of organic acids in *C. cuspidata* nut

Organic acid	Content (mg%)	Ratio (%)
Formic acid	200.03±2.61 ¹⁾	23.99
Succinic acid	16.61±3.26	1.99
Malic acid	93.65±5.14	11.24
Oxalic acid	495.37±7.49	59.44
Citric acid	27.80±3.05	3.34
Benzoic acid	N.D. ²⁾	N.D.
Total	833.46	100.00

¹⁾Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3).²⁾Not detected.

용매별 추출물의 수율

구실잣밤 추출물들의 수율(Table 4)은 75% EtOH 추출물에서 6.53%로 가장 높았으며, 물 추출물 3.60%, MeOH 추출물 3.09%, EtOH 추출물 1.19%, EtOAc 추출물 0.35%, *n*-hexane 추출물 0.33%, BuOH 추출물 0.19%, 그리고 CHCl₃ 추출물 0.18% 순서로 나타났다. Shim 등의 도토리가루 연구 결과(13)에 의하면, 함량에는 다소 차이는 있으나 본 연구 결과와 마찬가지로 75% EtOH 추출물에서 가장 높은 값(14.4%)을 보였고, MeOH 추출물(1.0%), CHCl₃ 추출물(1.0%), EtOH 추출물(0.9%), 그리고 물 추출물(0.8%) 순으로 보고된 바 있다. 구실잣밤과 도토리가루의 용매별 추출물 함량에 적지 않은 차이가 관찰되었다. 특히 두 시료 모두 추출율이 높았던 75% EtOH의 수율을 비교해보면, 그 함량이 약 2배 정도 다르게 나타난 것으로 보아 그들이 함유하고 있는 용출물의 종류 및 조성에 많은 차이가 있을 가능성이 시사되었다.

Table 4. Extraction yields of solvent extracts of *C. cuspidata* nut

Extraction solvent	Extraction yield (%)
Water	3.60±0.16 ^{c1)}
MeOH	3.09±0.01 ^c
EtOH	1.19±0.09 ^b
75% EtOH	6.53±0.21 ^d
EtOAc	0.35±0.13 ^a
CHCl ₃	0.18±0.02 ^a
BuOH	0.19±0.05 ^a
<i>n</i> -Hexane	0.33±0.20 ^a

¹⁾Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3) and different superscript letters in the row show significant difference at p<0.01 by One-way ANOVA and Scheffe post hoc comparison.

총 페놀 함량

구실잣밤에 함유되어 있는 총 페놀 함량을 조사한 결과 (Table 5), 구실잣밤에서의 총 페놀 함량은 물 추출물에 27.69 mg%, 75% EtOH 추출물에 16.50 mg%, EtOAc 추출물에 16.50 mg%, 그리고 MeOH 추출물에 10.30 mg%로 확인되었다. 총 페놀 함량은 국내산 도토리가루의 경우 2 g%, 중국산 도토리의 경우는 300 mg% 수준으로 보고된 바 있다 (11). 식물체에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질은 다양한 구조와 분자량을 가지며, 이것들의 페놀성 수산기가 단백질과 같은 거대분자와 결합하여 항산화, 항균, 항암 등의 생리기능을 가지는 것으로 보고되고 있다(11). 총 페놀 함량에 있어 도토리와 차이는 보이지만 구실잣밤에 함유된 총 페놀 함량 또한 낮은 수준이 아님을 고려할 때 다양한 기능성 소재로서의 활용 가능성이 기대된다.

Table 5. Total polyphenol contents of solvent extracts from *C. cuspidata* nut

Extraction solvent	Total polyphenols (mg%)
Water	27.69±1.21 ^{el}
MeOH	10.30±2.40 ^c
EtOH	9.60±0.91 ^c
75% EtOH	16.50±1.00 ^d
EtOAc	16.50±2.00 ^d
CHCl ₃	0.80±0.07 ^a
BuOH	5.05±0.98 ^b
<i>n</i> -Hexane	2.70±0.20 ^{ab}

^{l)}Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3) and different superscript letters in the row show significant difference at p<0.01 by One-way ANOVA and Scheffe post hoc comparison.

항산화활성 평가

구실잣밤의 항산화활성을 검증하기 위해 DPPH radical-scavenging 활성을 조사한 결과(Table 6), EtOAc 추출물(SC₅₀: 74.88 µg/mL)이 가장 높았고, MeOH 추출물(SC₅₀: 155.00 µg/mL), *n*-hexane 추출물(SC₅₀: 213.33 µg/mL), EtOH 추출물(SC₅₀: 249.33 µg/mL), BuOH 추출물(SC₅₀: 274.78 µg/mL), CHCl₃ 추출물(SC₅₀: 314.67 µg/mL), 75% EtOH 추출물(SC₅₀: 848.33 µg/mL), 그리고 물 추출물(SC₅₀: 869.67 µg/mL)의 순서로 나타났다. 도토리가루의 항산화활성은 물 추출물(SC₅₀: 19 µg/mL, DPPH 최종 농도 200 µM)에서 가장 높게 나타났고, 극성 용매에서 비극성 용매로 갈수록 활성이 감소됨을 Shim 등이 보고(13)한 바 있다. 이처럼 구실잣밤과 도토리가루의 다른 용매 추출물에서 높은 항산화활성이 관찰된 것으로 보아 그들 각각에 함유된 항산화물질의 종류에 많은 차이가 있을 가능성이 시사되었다. 즉 도토리가루는 물 추출물에서 강한 활성을 보였던 것으로

Table 6. DPPH (final concentration 100 µM) radical-scavenging activity of solvent extracts from *C. cuspidata* nut

Extraction solvent	DPPH radical-scavenging Activity (SC ₅₀ , µg/mL)
Water	869.67±29.02 ^{el}
MeOH	155.00±4.58 ^c
EtOH	249.33±1.15 ^{de}
75% EtOH	848.33±12.58 ^g
EtOAc	74.88±0.78 ^b
CHCl ₃	314.67±2.52 ^f
BuOH	274.78±5.33 ^{ef}
<i>n</i> -Hexane	213.33±4.93 ^d
α-Tocopherol	12.47±0.45 ^a

^{l)}Each value was expressed as mean±standard deviation (n=3) and different superscript letters in the row show significant difference at p<0.01 by One-way ANOVA and Scheffe post hoc comparison.

보아 수용성 항산화물질이 다량 함유되어 있고, 구실잣밤의 경우에는 EtOAc 추출물에서 강한 항산화활성을 보였던 것으로 보아 소수성 화합물이 항산화활성의 주체일 것으로 시사되었다. Yook 등(16)은 밤과 도토리의 50% MeOH 추출물로 흰쥐를 대상으로 생체 내 항산화 실험을 수행한 결과, 함유 수준에 따라 체내 지질 수준과 간의 지질 수준을 억제하였고, superoxide dismutase (SOD)의 활성을 증가시키는 결과를 보고한 바 있다. 비록 구실잣밤이 도토리가루에 비하여 항산화활성이 낮은 경향을 보였지만, 도토리가루와는 다른 종류의 항산화 화합물이 함유되어 있을 것으로 추측되어 다양한 종류의 항산화 화합물의 보급 차원에서 도토리가루와의 병용에 의하여 묵이나 면류와 같은 다양한 식품 소재로서의 활용적 가치가 기대된다.

요 약

난대성 상록활엽수종의 자원화 및 식품 소재화 탐색을 목적으로 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* NAKAI) 열매(구실잣밤) 추출물의 수율, pH, 당도, 색도, 구성당, 유기산 함량, 페놀 함량 및 항산화활성을 검정하였다. 각 용매에 대한 추출물의 수율은 물 추출물에서 3.6%로 가장 높았고, pH는 6.43의 중성값을 보였으며, 당도는 3.17 °Brix를 나타내었다. 색도 중 L값은 83.07, a값은 1.49 그리고 b값은 10.48을 나타내었다. 구성당의 조성 및 함량은 fructose 27.11 mg%, glucose 26.29 mg%, galactose 0.86 mg%로 나타났다. 유기산은 총 5종이 동정되었으며, oxalic acid (59.44%), formic acid (23.99%), malic acid (11.24%), citric acid (3.34%), succinic acid (1.99%) 순으로 나타났다. 총 페놀 함량은 물 추출물에서 27.69 mg% 수준으로 가장 높았고, DPPH radical-scavenging 활성은 대조구인 α-tocopherol (SC₅₀ 12.47 µg/mL)에 비해 낮은 수준이었으나 EtOAc 추출물(SC₅₀ 74.88 µg/mL)에서 가장 강한 활성을 보였다. 이와 같은 결과를 바탕으로 구실잣밤은 다양한 식품소재 및 기능성 소재로서의 활용성이 기대되었으며, 또 도토리의 대용 및 병용이 가능한 소재로서 실용화 가능성이 확인되었다.

참고문헌

- Oh, K.K. and Park, S.G. (2003) Conservation status and restoration of evergreen broad-leaved forests in warm temperate region, Korea(II). *Kor. J. Env. Eco.*, 17, 71-82
- Lee, M.Y. and Yoon, S.J. (2006) The quality properties of *Dotoridasik* with added acorn powder. *Korean J. Food cookery Sci.*, 22, 849-854
- Lee, H.J., Chung, M.J., Cho, J.Y., Ham, S.S. and Choe,

- M. (2008) Antioxidative and macrophage phagocytic activities and functional component analyses of selected Korean chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.) cultivars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 37, 1095-1100
4. Lee, Y.N. (2006) New flora of Korea I. Kyo-hak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, p.234-235
 5. Kang, J.T., Park, N.C. and Chung, Y.G. (2002) Effects of the soil properties on growth of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* and *Dendropanax morbiferastands* in warm temperate forest zone. J. Korean For. Soc., 91, 679-689
 6. Park, B.J., Park, Y.S. and Park, Y.M. (2005) Comparative water relations of *Quercus acuta* and *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in early winter. Korean J. Ecol., 28, 231-235
 7. Jang, H.J. (2007) Screening for antioxidant activity of Jeju native plants. MS Thesis, Jeju National University, Jeju, Korea, p.19-25
 8. Lee, J.C., Lee, B.D., Lee, H.Y., Chung, D.O. and Eun, J.B. (2009) Nutritional compositions in edible portion of *Castanopsis cuspidata* seeds. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38, 649-652
 9. Gancedo, M. and Luh, B.S. (1986) HPLC analysis of organic acids and sugars in tomato juice. J. Food Sci., 51, 571-573
 10. Palmer, J.K and List, D.M. (1973) Determination of organic acids in foods by liquid chromatography. J. Agric. Food Chem., 21, 903-906
 11. Jung, M.J., Heo, S.I. and Wang, M.H. (2007) Comparative studies for component analysis in acorn powders from Korea and China. Korean. J. Pharmacogn., 38, 90-94
 12. Seo, G.W., Cho, J.Y., Kuk, J.H., Wee, J.H., Moon, J.H., Kim, S.H. and Park, K.H. (2003) Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 988-993
 13. Shim, T.H., Jin, Y.S., Sa, J.H., Shin, I.C., Heo, S.I. and Wang, M.H. (2004) Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 800-803
 14. Belitz, H.D. and Grosch, W. (1987) Food Chemistry. Springer-Verlag Publishing Co. Ltd., Berlin, Germany, p.335-342
 15. Kwak, E.J., Park, W.S. and Lim, S.I. (2003) Color and quality properties of Doenjang added with citric acid and phytic acid. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 455-460
 16. Yook, G.J., Lee, H.J. and Kim, M.K. (2002) Effect of chestnut and acorn on lipid metabolism, antioxidative capacity, and antithrombotic capacity in rats. Korean J. Nutr., 35, 171-182

(접수 2009년 10월 23일, 채택 2010년 2월 5일)